

第 1 部

文部科学省研究開発学校

研究開発実施報告

平成17年度(第3年次)

—中学校・高等学校を通して科学的思考力の育成を図る教育課程の研究開発—

本報告書に記載されている内容は、学校教育法施行規則第55条において準用する第26条の2及び第57条の3の規定に基づき、教育課程の改善のために文部科学大臣の指定を受けて実施した実証的研究です。

したがって、この研究内容のすべてが直ちに一般の学校における教育課程の編成・実施に適用できる性格のものでないことに留意してお読みください。

はじめに

広島大学附属福山中・高等学校長 角屋重樹

本研究は、普通科すべての教科において、生徒が科学・技術に触れ、理解し、適用する場合の基盤となる、科学的思考力や論理的思考力、独創性を培うための教育課程とその指導方法などの開発を目指してきた。具体的には、科学的思考力や独創性などの能力を培うための、科学教育プログラム「サイエンス」を基軸として構想し展開することから、科学的思考力や独創性などの能力を生徒に培うための、教育課程とその指導方法などの開発を行ってきた。

具体的には、以下のことを行ってきた。

- (1) 中学校2年生と高等学校1年生に新教科として科学教育プログラム「サイエンス I A、I B」という2種の科目を開発してきた。この科目は生徒が身の回りの環境や先進的な科学・技術に触れることから、総合的に科学を実践することをねらいとした。
- (2) 中学校・高等学校普通科の各教科において、科学教育プログラム「サイエンスⅢ」という科目を構想し展開してきた。「サイエンスⅢ」は各教科のカリキュラムで学習指導要領にとらわれない発展的な内容を取り入れた科学教育を実践し、科学・技術の基盤となる能力を高めるとともに、すべての生徒に科学への興味・関心を持たせ、科学が好きな生徒を育てることをねらいとした。
また、総合的な学習の時間において科学的なリテラシーの育成を目指す「サイエンスⅡ」という科目を構想し開発してきた。

上述した「サイエンスⅠ、Ⅱ、Ⅲ」の科目からなる中学校と高等学校を一貫した科学教育プログラム「サイエンス」という教育課程の開発し、実践を行った主な結果は、以下の4点に整理できた。

1. 「サイエンス」という教育課程の妥当性
目的に適合した教材や教育方法、評価方法をそれぞれ開発した本教育課程は、外部の専門家集団のチェックにより妥当性があるという評価を得た。
2. 科学への興味・関心を持ち、科学が好きな生徒が倍増
具体的には、科学賞や発明工夫展などへの出品や入賞が倍増するとともに、研究者を希望する生徒が倍増した。
3. 新しい評価方法の開発
海外の科学教育研究者による、生徒の英語によるプレゼンテーションを評価するという方法を開発した。
4. 新教材の開発
全教科で科学的思考力や論理的思考力、独創性を培うための教育課程とその指導方法、特に、新しい教材を開発することができた。
上述の結果を得ることができた授業実践や評価を中心にまとめ、整理したものが本報告書である。この報告書を読んで頂き、本校の研究の更なる発展のためのご示唆を頂ければ幸いである。

目 次

| | | |
|-----|----------------------------------|-----|
| 1 章 | 総 論 | |
| 1 | 研究開発課題 | 1 |
| 2 | 研究開発の実施期間 | 1 |
| 3 | 研究開発の概要 | 1 |
| 4 | 研究開発の目的と仮説等 | 2 |
| 5 | 教育課程 | 2 |
| 6 | 学校の概要 | 7 |
| 7 | 研究組織 | 9 |
| 8 | 研究計画 | 11 |
| 9 | 研究開発の経過 | 14 |
| 2 章 | 研究開発の内容 | |
| | ー科学教育「サイエンスプログラム」のカリキュラムデザインと実践ー | |
| 1 | サイエンス I (新教科) | 18 |
| (1) | サイエンス I A (中学校 2 年) | 18 |
| (2) | サイエンス I B (高等学校 1 年) | 45 |
| 2 | サイエンス II (総合的な学習) | 72 |
| (1) | サイエンス II (中学校 1 年) | 72 |
| (2) | サイエンス II (中学校 3 年) | 79 |
| (3) | サイエンス II (高等学校 1 年) | 97 |
| (4) | サイエンス II (高等学校 2 年) | 137 |
| 3 | サイエンス III (教科で取り組むプログラム) | 145 |
| (1) | 国語科 | 145 |
| (2) | 社会科 | 149 |
| (3) | 数学科 | 164 |
| (4) | 理科 | 168 |
| (5) | 保健体育科 | 178 |
| (6) | 芸術科 | 197 |
| (7) | 技術科 | 213 |
| (8) | 家庭科 | 227 |
| (9) | 英語科 | 234 |
| 4 | 大学や研究所との連携による発展的なプログラムの事例 | 245 |
| 3 章 | 研究開発の成果と課題 | |
| 1 | 科学教育「サイエンスプログラム」の成果と課題 | 248 |
| (1) | カリキュラム研究の内容と開発方法への評価 | 248 |
| (2) | 教育課程の内容への評価 | 248 |
| (3) | 生徒への効果 | 248 |
| (4) | 教師への効果 | 257 |
| (5) | 保護者への効果 | 263 |
| 2 | 研究実施上の問題点と今後の課題 | 264 |
| (1) | 生徒の変容に見るカリキュラム評価の課題 | 264 |
| (2) | 科学的思考力を測る評価方法の開発の成果と課題 | 264 |
| (3) | 科学教育プログラムとしての成果と課題 | 264 |

1 章 総 論

1 研究開発課題

中学校・高等学校を通して科学的思考力の育成を図る 教育課程の研究開発

2 研究開発の実施期間 平成15年度～平成17年度

3 研究開発の概要

すべての教科において実践する科学教育「サイエンスプログラム」のカリキュラム、指導方法、評価方法を開発し、研究実践を行う。「サイエンスプログラム」では科学的思考力や独創性などの科学・技術の基盤となる能力を高めるとともに、先進的な科学・技術に触れ、発展的で総合的な科学教育の創造をめざす。また、中・高一貫教育において、6ヶ年を見通した系統的な科学教育のあり方についても研究する。

<研究開発の特徴的な成果>

1 カリキュラムの内容・開発手法に対する高い評価

日本カリキュラム学会の課題研究指定討論者として招待され、研究成果を発表し高い評価を得た。

2 生徒の意欲向上：科学賞・発明工夫展等への出品・入賞が倍増

中・高を連続的に捉える教育課程の中で、特に時間的にもゆとりのある、中学生の活躍が目立った。

3 生徒（高校3年生）の進路志望で、研究者を希望する生徒が倍増

平成17年度の高校3年生の進路志望を高校1年時と比較すると、研究者への志望が倍増した。

4 特色ある評価方法を開発

生徒の変容を捉えることを中心に評価を構成し、生徒の英語によるプレゼンテーションを海外の科学教育研究者に評価してもらうなど、これまでになかった評価方法の開発ができた。

5 教員集団の意欲的な活動による特色ある教材開発

すべての教科を通して科学的な思考力を育成することをねらいとして、全校一丸となって研究開発に取り組み、特色ある教材開発がおこなわれた。

4 研究の目的と仮説等

(1) 研究仮説

普通科のすべての教科で科学的思考力や独創性を培うためのカリキュラムと指導方法を開発することによって、科学・技術の基盤となる能力を高めることができる。また、生徒の科学への興味・関心を高め、科学の発展に寄与する生徒を育てることができる。

次代の科学の発展を担う人材を育成するためには、理数科目の強化だけでは充分とは言えない。科学・技術の基盤となる能力、すなわち、自然や社会の事象を、様々な体験や探究をとおして見つけ、感じ取り、論理的に思考するといった総合的な能力を高める必要がある。このためにはすべての教科が共通の視点を持って、この能力を高める教材開発や教育方法の開発を行うことが重要であると考えた。

また、すべての生徒に対して、科学的思考力や論理的に物事を処理する力を高めることは、21世紀における社会生活において求められる能力を育成するという課題に応えられる教育課程になると考えた。

(2) 必要となる教育課程の特例

- ①新教科として、中学校2年に70時間の「サイエンスⅠA」を設置し、環境・健康・命などのテーマで既存教科の枠では扱えない発展的な内容を学習する。
- ②新教科として、高等学校1年に4単位の「サイエンスⅠB」を設置する。したがって、高校1年の理科の各科目は実施しない。「サイエンスⅠB」では、先進的な科学・技術に触れ、数学との関連も図りながら、理科の各分野をベースとした総合的な科学教育を実践する。
- ③総合的な学習および各教科で実施する「サイエンスⅡ・Ⅲ」では、自然科学とリンクする題材で教材を開発し、学習指導要領にとられない多様で発展的な内容を扱う。

(3) 研究成果の評価方法

- ①運営指導委員会から評価方法について指導助言を得る。授業観察などから指導方法についての評価を受ける。
- ②各学習活動のねらい・育みたい能力、評価の観点、評価方法を明確化し、生徒による自己評価と生徒の学習活動から見た教師のカリキュラム評価など、多面的な評価方法を用いる。
- ③生徒に対して、意欲・関心度の調査、授業前・後の意識変化の調査、学習内容の理解度の調査などの適切な評価を実践し、分析する。
- ④公開授業、公開研究会を開催し、外部からの評価を取り入れる。

5 教育課程

(1) 編成した教育課程の特徴

当校が開発した科学教育「サイエンスプログラム」は、科学的思考力や独創性などの科学・技術の基盤となる能力を高めるとともに、先進的な科学・技術に触れ、発展的で総合的な科学教育の創造をめざすものである。具体的には、「サイエンスⅠ（新しく開発した教科）」、「サイエンスⅡ（総合的な学習）」、「サイエンスⅢ（各教科の授業で実施）」の各授業を中心に構成する中学校・高等学校段

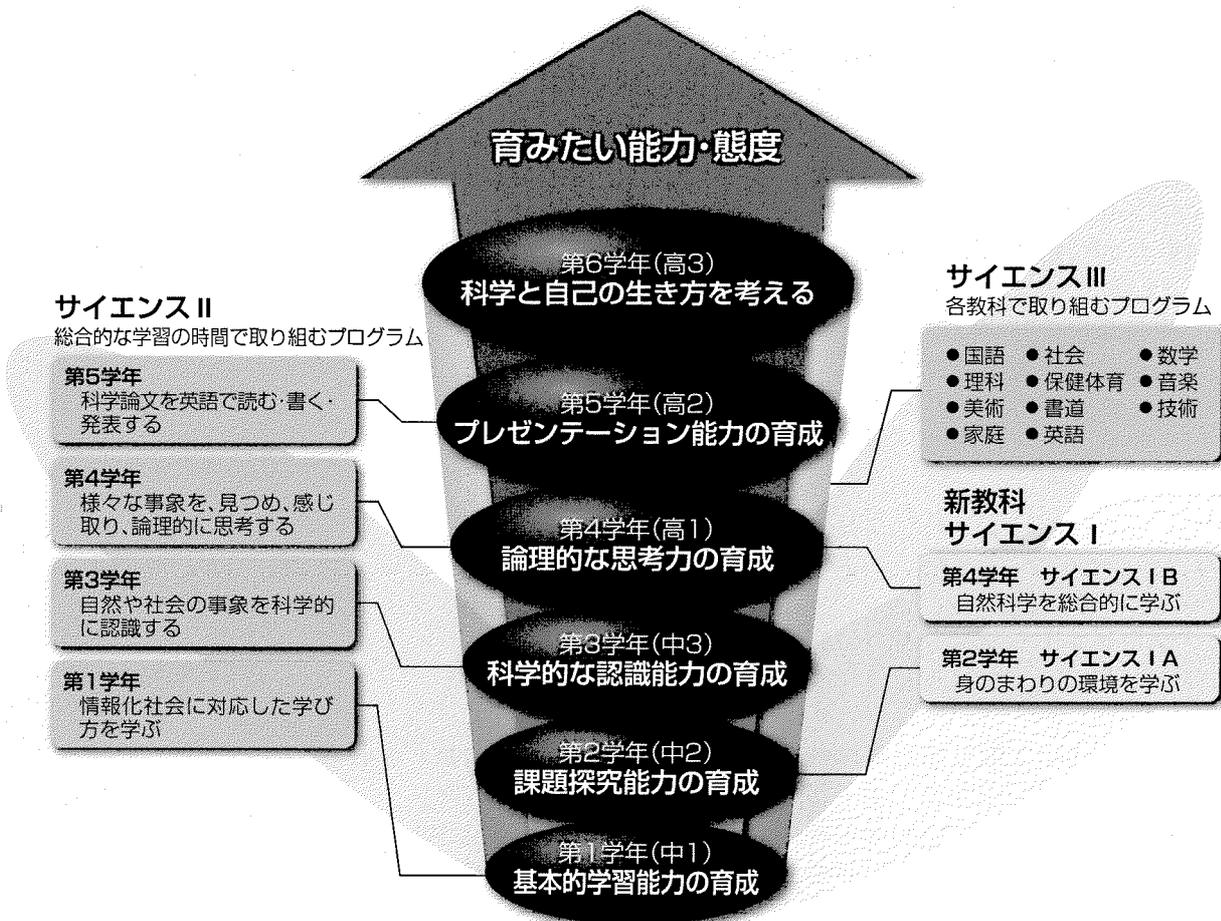
階での科学教育を提案している。理科や数学等にとどまらず、すべての教科を通して実践する科学教育であることが大きな特徴となっている。

当校の科学教育「サイエンスプログラム」は、普通科の高等学校において普遍的にどの学校でも実践可能な内容となることを意図している。科学や技術に興味・関心を持つ生徒や、将来科学者や技術者になることを希望する生徒には、子どもたちの持つ資質を大きく育てることを、また、社会の中で科学技術に興味関心を持ち、これからの日本の生産を支え、科学技術の発展に貢献したり、その状況を倫理的に絶えず問い直すことのできる国民を育てるために、広く社会の中で必要とされる科学的な能力や技能を育むことにもつながる、そうした教育課程を創造したいと考えている。

特に、主題としては「科学的思考力」に焦点を当てている。例えば、自然や社会の事象を様々な体験や探究を通して見つめ感じ取り、その認知した情報をもとに論理的に思考し判断するといった、総合的な能力を育成していく。科学的思考力にもさまざまな側面があり、それは数学や理科でのみ育まれるとは考えにくい。すべての教科を通して、科学的思考力の育成をおこなうことで、幅が広く、いろいろな場面で活用が可能なものとなることを期待している。また、こうした広がりを持った科学的な思考力の育成は、科学者や技術者を目指す生徒にとっても、また、科学や技術とは別の方面に進む生徒たちにとっても、さまざまな場面で生かすことのできる能力になると考えている。

(2) 編成した教育課程の構造

次の図に、当校の研究開発「サイエンスプログラム」の構造を示す。



(3) 編成した教育課程の概要

a 中学校2年生に新教科「サイエンスⅠA」(70時間)を設置する。

「環境」をキーワードとした多面的な視点から、自然観察や実験を通して、科学を探究する資質や自ら問題を発見し解決する能力を養う。具体的な内容としては、環境と人間の生活を題材として、生徒が「地域の環境」や「人間の身体にかかわる環境」を学び、それらの知識を基に直接体験としての実験や観察を含む課題研究に取り組む中で、論理的な思考力・考察力や創造性・独創性を育成する。評価については、生徒の学習状況の観察やペーパーテスト、レポート等やポートフォリオにより、論理性や思考力、独創性などを活動の過程や結果、思考の過程などをもとに多面的に捉える方法を開発する。

b 高等学校1年生に新教科「サイエンスⅠB」(4単位)を設置する。

ここでは理科と数学との有機的な連携を図り、高等学校ですべての生徒が共通に履修すべき基礎的な科学的知識を題材とした授業を創出する。

科学的思考力の育成には、その方法を学び習得することも重要であるが、一方で、「エネルギー概念」や「原子概念」「生物の多様性と普遍性」など、環境問題やわれわれの生活を科学的に考察する上で重要となる基礎的知識がある。そこで「物質と人間」、「エネルギーと人間」、「生命と人間」という3つの柱とする新たな教材を開発して、「人間」をキーワードとした科学教育を実践する。また、これらの事象をとらえる際の思考方法として、微分的考え方や積分的考え方、ベクトルの発想など、数学的な手法を含めて展開し、思考法や技能の習得をめざす。

評価については、各単元毎に目標とそれに対応した評価の観点を設定し、それに基づいて学習状況の観察、ペーパーテスト、レポート等による理解度・達成度の把握、生徒の自己評価などの多面的な方法を用いて行う。

c 中学校・高等学校の総合的な学習の時間に「サイエンスⅡ」として科学教育プログラムを実施する。以下は、主なテーマである。

① 第1学年：70時間

「学び方を学ぶ」—情報処理能力と自己表現能力の育成—

② 第3学年：70時間

「科学的な認識能力の育成」

—自然や社会の事象を科学的に認識する—

③ 第4学年：35時間

「論理的な思考力の育成」

—様々な事象を見つめ、感じ取り、論理的に思考する—

テーマⅠ「科学／技術」と「ものの見方」

テーマⅡ ①「科学と芸術」—声や音の仕組みを探ろう—

②「科学と芸術」—視覚の世界を探究しよう—

③「科学と芸術」—道具(筆や墨)の仕組みを探ろう—

④ 第5学年：35時間

「プレゼンテーション能力の育成」

—科学論文を英語で読む書く、発表する—

d 各教科において取り組む科学教育プログラム「サイエンスⅢ」を設置する。

自然科学とリンクする教材を開発し、「科学的な思考力の伸長」という視点で学習指導要領にとらわれない多様で発展的な内容を取り入れた科学教育を実践する。

以下は、各教科での実践の概要である。

- ① 国語科
学習者の世界認識を深化・拡充させていくことを、「ことば」の学びの面から行う。このような意味での「ことば」にかかわる学習の一つとして、「科学／技術」という問題領域を扱う。
 - ② 社会科・地歴公民科
科学の発生や発達の歴史を学ぶとともに、人間社会における科学の発展の意義について学び、科学のあり方について考える。
 - ③ 数学科
数学という立場から科学的思考力の育成を図るとともに、数学の様々な分野での活用方法やそのしくみ・意味を意識させることで、数学のみならず他分野への理解を深めさせる。
 - ④ 理科
日常の学習活動に加えて、以下の内容によって科学に対する興味・関心をさらに高め、科学的な思考力、実験・観察の技能の習得など、独創的な研究の下地となる能力を育成する。
 - ・校外の研究者を招聘したり、直接研究機関を訪問するなどの機会をつくり、研究の最前線を体験させることで、科学に対する興味・関心、意欲を高める。
 - ・広島県科学賞、発明工夫展などの科学コンクールを視野において、自由研究やものづくりを教材とした学習を展開する。
 - ・理科野外実習、校内の樹木観察などの体験活動の充実を図る。
 - ⑤ 保健体育科
学習者自身のからだと健康、からだと運動・スポーツについて学ぶことを通して、科学的な思考力を育成する。
 - ⑥ 技術科・工業科
「ものづくり」を通して、そこで必要な原理、法則などの科学的認識を深め、「ものづくり」に必要な知識・技能の育成を図る。
 - ⑥ 家庭科
生活についての原理・原点・原則を科学的見地から学ぶ。
 - ⑦ 芸術科
「音、視覚、素材」などのテーマで科学と芸術の総合した学びを創造する。
 - ⑧ 英語科
科学や環境問題に関する英文教材を用いて、英語を通して科学への興味をひきだし、英語で議論する能力を育成する。
- e 科学や技術に興味・関心を持つ生徒には、子どもたちのもつ資質や能力を大きく伸ばすために、さまざまな発展的なプログラムを提供する。
- ・広島大学教育学部自然システム教育学講座や数学教育学講座と連携して、1つのテーマをいろいろな専門の講師から多面的な切り口で内容を構成する連続講座を実施し、多様な自然科学の学問体系に触れる機会をつくる。
 - ・SPP（サイエンスパートナーシッププログラム）などを活用して、研究者を講師として招聘したり、直接研究機関を訪問するなどの機会をつくり、研究の最前線を体験させることで、科学に対する興味・関心、意欲を高める。

（４）編成した教育課程で育まれる能力や資質・態度

当校で研究開発する科学教育「サイエンスプログラム」では、次のような能力や資質・態度を育むことを目的として設定した。

① **自然の事物・現象に関する知識の定着**

自然の事物・現象に関する正しい知識の定着を図る。また、さらにそれらを発展、展開させることで科学的思考力や概念形成を図る。

② **科学技術への興味・関心・態度**

企業や大学、研究機関の人材や施設を活用するなど、多くの生徒が広く科学に触れ、科学のすばらしさ、科学の役割やその重要性について理解を深められる機会の提供

③ **自然や社会の様々な事象を認知する能力**

自然や社会の事象を、様々な体験や探究を通して見つめ、感じ取るといった、総合的な能力を高める。

④ **課題発見、主体的に判断し解決していく能力**

自ら課題(興味・関心・要求)を見つけ、自ら考え(方法・集計・分析)、主体的に判断(考察・整理・処理)していく活動を繰り返し体験させ、課題を解決する資質や能力を育てる。

⑤ **読解力、表現力、コミュニケーション能力**

基礎的知識や技能、理解力、思考力の基礎となる読解力や、適切に表現する能力、コミュニケーション能力を養う。

⑥ **自由で豊かな発想力、創造性、独創性**

生徒の豊かな感性、探求心、好奇心を大切にし、創造的能力を醸成する体験学習等に重きを置いた教育を進めていく。

⑦ **科学と人間・社会との関係を俯瞰的・総合的に捉える能力**

科学技術と人間、社会の関係、科学技術の正負両面性を総合的、俯瞰的にとらえる能力を養う。

(5) 教育課程開発の視点

当校で研究開発する科学教育「サイエンスプログラム」では、次のような視点から、カリキュラムの開発に取り組んでいる。

- * すべての教科が関わって、自然科学との接点や育まれる態度でのつながりをとらえて、カリキュラムを開発する。
- * 各教科の基礎基本の定着を図り、その知識や技能を総合的に活用するための科学教育カリキュラムの開発を行う。
- * 自ら課題を発見し、自ら考え、主体的に判断するといった、主体的な学習活動の創造をねらいとした教材の開発を行う。
- * 科学と人間について幅広く考察するための、総合的な教材の開発を行う。
- * 大学や企業、研究機関の人材や施設を活用し、先端的な科学・技術にふれる学習活動の推進を行う。
- * 豊かな感性、好奇心、探求心を喚起するための、体験に基づいた教材の開発を行う。
- * 論理的なものの見方を身につけていけるよう、様々な分野の研究者や技術者など、校外からの幅広い人材の積極的な活用を図っていく。

(6) 必要となる教育課程の特例

- ①新教科として、中学校2年に70時間の「サイエンス」を設置し、環境・健康・命などのテーマで既存教科の枠では扱えない発展的な内容を学習する。
- ②新教科として、高等学校1年に4単位の「サイエンスⅠ」を設置する。したがって、高校1年の理科の各科目は実施しない。「サイエンスⅠ」では、先進的な科学・技術に触れ、数学との関連も図りながら、理科の各分野をベースとした総合的な科学教育を実践する。
- ①総合的な学習および各教科で実施する「サイエンスⅡ・Ⅲ」では、自然科学とリンクする題材で教材を開発し、学習指導要領にとられない多様で発展的な内容を扱う。

6 学校の概要

(1) 学校名 ひろしまだいがくふせくふくやまこうとうがっこう
広島大学附属福山高等学校

(2) 所在地 広島県福山市春日町5丁目14-1
TEL 084-941-8350 FAX 084-941-8356

(3) 学年・課程別・生徒数，学級数 (平成18年12月末現在)

| (中学校) | 第1学年 | | 第2学年 | | 第3学年 | | 計 | |
|-------|------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|
| | 生徒数 | 学級数 | 生徒数 | 学級数 | 生徒数 | 学級数 | 生徒数 | 学級数 |
| | 122 | 3 | 121 | 3 | 122 | 3 | 365 | 9 |

| (高等学校) | 課程 | 学科 | 第1学年 | | 第2学年 | | 第3学年 | | 計 | |
|--------|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|
| | | | 生徒数 | 学級数 | 生徒数 | 学級数 | 生徒数 | 学級数 | 生徒数 | 学級数 |
| | 全日制 | 普通科 | 206 | 5 | 202 | 5 | 200 | 5 | 608 | 15 |
| | 計 | | 206 | 5 | 202 | 5 | 200 | 5 | 608 | 15 |

(4) 教職員数

| 校長 | 教頭 | 教諭 | 養護教諭 | 非常勤講師 | 実習助手 | ALT | スクールカウンセラー | 事務職員 | 司書 | 計 |
|----|----|----|------|-------|------|-----|------------|------|----|----|
| 1 | 2 | 51 | 2 | 13 | 0 | 1 | 0 | 5 | 0 | 75 |

※ 教員数は併設の中学校をあわせたものである。

(5) 研究3年次の教育課程

広島大学附属福山中学校教育課程表(平成17年度)

| 区分 | 第1学年 | 第2学年 | 第3学年 | |
|--------|---------|------|------|-----|
| 必修教科 | 国語 | 140 | 105 | 105 |
| | 社会 | 105 | 105 | 85 |
| | 数学 | 105 | 105 | 105 |
| | 理科 | 105 | 105 | 80 |
| | 音楽 | 45 | 35 | 35 |
| | 美術 | 45 | 35 | 35 |
| | 保健体育 | 90 | 90 | 90 |
| | 技術・家庭 | 70 | 70 | 35 |
| | 外国語(英語) | 105 | 105 | 105 |
| | 道徳 | 35 | 35 | 35 |
| 学級活動 | 35 | 35 | 35 | |
| 選択教科 | 選択Ⅰ | 30 | 50 | 95 |
| | 選択Ⅱ | | 35 | 35 |
| | 選択Ⅲ | | | 35 |
| 総合的な学習 | 70 | 70 | 70 | |
| 授業時間数 | 980 | 980 | 980 | |

| 学校裁量の時間 | 第1学年 | 第2学年 | 第3学年 |
|---------|------|------|------|
| 課題学習 | 70 | 70 | 70 |
| 計 | 70 | 70 | 70 |

広島大学附属福山高等学校教育課程表(平成18年度)

| 教科 | 科目 | 標準単位 | 第4学年 | 第5学年 | 第6学年 | | | |
|--------|--------------|------|-------|------|-------|-------|------|------|
| | | | | | a(14) | b(12) | c(3) | d(2) |
| 国語 | 国語表現Ⅰ | 2 | 4 | 2 | 2 | | | |
| | 国語表現Ⅱ | 2 | | | | | | |
| | 国語総合 | 4 | | | | | | |
| | 現代文典読 | 4 | | | | | | |
| | 古文典読 | 4 | | | | | | |
| 地理 | 世界史A | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | |
| | 世界史B | 4 | | | | | | |
| | 日本史A | 2 | | | | | | |
| | 日本史B | 4 | | | | | | |
| | 地理A | 2 | | | | | | |
| 公民 | 現代社会 | 2 | 2 | 1 | | 4 | 4 | |
| | 倫理 | 2 | | | | | | |
| 数学 | 政治・経済基礎 | 2 | 3 | 3 | | | | 3 |
| | 数学Ⅰ | 3 | | | | | | |
| | 数学Ⅱ | 4 | | | | | | |
| | 数学Ⅲ | 3 | | | | | | |
| | 数学A | 2 | | | | | | |
| | 数学B | 2 | | | | | | |
| | 数学C | 2 | | | | | | |
| 理科 | 理科総合A | 2 | 0(-2) | 2 | | 1 | 3 | |
| | 理科総合B | 2 | | | | | | |
| | 物理Ⅰ | 3 | | | | | | |
| | 物理Ⅱ | 3 | | | | | | |
| | 化学Ⅰ | 3 | | | | | | |
| | 化学Ⅱ | 3 | | | | | | |
| | 生物Ⅰ | 3 | | | | | | |
| | 生物Ⅱ | 3 | | | | | | |
| | 地理Ⅰ | 3 | | | | | | |
| | 地理Ⅱ | 3 | | | | | | |
| 保健体育 | 体育 | 7~8 | 2 | 3 | 3 | | | |
| 芸術 | 音楽Ⅰ | 2 | 2 | 1 | | | | 1 |
| | 音楽Ⅱ | 2 | | | | | | |
| | 音楽Ⅲ | 2 | | | | | | |
| | 美術Ⅰ | 2 | | | | | | |
| | 美術Ⅱ | 2 | | | | | | |
| | 美術Ⅲ | 2 | | | | | | |
| | 芸芸Ⅰ | 2 | | | | | | |
| | 芸芸Ⅱ | 2 | | | | | | |
| | 芸芸Ⅲ | 2 | | | | | | |
| | 書道Ⅰ | 2 | | | | | | |
| 英語 | ホリスティックⅠ | 2 | 2 | | | | | 2 |
| | ホリスティックⅡ | 4 | | | | | | |
| | 英語Ⅰ | 3 | | | | | | |
| | 英語Ⅱ | 4 | | | | | | |
| | リーディングライティング | 4 | | | | | | |
| 家庭 | 家庭生活基礎 | 2 | 2 | | | | | 2 |
| | 家庭生活総合 | 4 | | | | | | |
| | 家庭生活総合 | 4 | | | | | | |
| 情報 | 情報A | 2 | | 2 | | | | |
| | 情報B | 2 | | | | | | |
| | 情報C | 2 | | | | | | |
| 工業 | 情報技術基礎 | | | | | | | 2 |
| サイエンス | サイエンスⅠB | 4 | 4(+4) | | | | | |
| 総合的な学習 | | 3~6 | 1(-1) | 1 | | | | |
| 特別活動 | 学級活動(HR) | | 1 | 1 | 1 | | | |
| 計 | | | 31 | 31 | | | 31 | |

全課程の修了認定の要件

90単位を修得し、特別活動の成果がその目標から見て満足できると認められる生徒について認定を行う。

7 研究組織

(1) 研究組織の概要

研究推進のために研究部が設置されているが、さらにこの研究開発のために全教官による「研究委員会」を設置した。また具体的な研究の推進は、学校長、副校長、研究主任・研究係、教科代表委員により構成される「研究開発委員会」が行った。授業単位での教材や指導方法の開発は、それぞれの小委員会が担当している。研究の状況のチェックと評価のために運営指導委員会を定期的に開催し、研究開発の状況を報告して指導を受けるとともに、各運営指導委員には適宜授業観察などを通して、指導方法や教材開発などについての指導を受けた。

研究開発協議会

- ◇運営指導委員会（大学教官、広島県教育委員会指導主事ほか）
- ◇研究委員会（全教官）
- ◇研究開発委員会（学校長、副校長、研究主任・研究係、教科代表委員）
- ◇研究開発小委員会

(2) 運営指導委員会

| 氏名 | 所属 | 職名 | 備考（専門分野等） |
|--------------------|----------------|------|------------|
| 池田 秀雄 (運営指導委員長) | 広島大学大学院国際協力研究科 | 教授 | 教育文化専攻教育開発 |
| 岩崎 秀樹 | 広島大学大学院教育学研究科 | 教授 | 数学教育学 |
| 小山 正孝 | 広島大学大学院教育学研究科 | 助教授 | 数学教育学 |
| 竹村 信治 | 広島大学大学院教育学研究科 | 教授 | 国語文化教育学 |
| 津島 ひろ江 | 広島大学大学院保健学研究科 | 教授 | 看護開発科学 |
| 長澤 武 | 広島大学入学センター | 客員教授 | 副センター長 |
| 永田 忠道 | 大分大学教育福祉科学部 | 助教授 | 社会認識教育学 |
| 成定 薫 | 広島大学総合科学部 | 教授 | 基礎科学研究講座 |
| 前原 俊信 | 広島大学大学院教育学研究科 | 教授 | 自然システム教育学 |
| 三根 和浪 | 広島大学大学院教育学研究科 | 助教授 | 造形芸術教育学 |
| 米谷 剛 | 広島県教育委員会 | 指導主事 | 理科 |
| 清水 欽也 | 広島大学大学院教育学研究科 | 講師 | 自然システム教育学 |



(2) 研究開発委員会

| 職名 | 氏名 | 教科と係 | 年度 |
|------|-------|-----------------|------------|
| 学校長 | 角屋重樹 | 広島大学教授 (理科教育学) | 平成 15 ~ 17 |
| 副校長 | 野口寧文 | 数学 | 平成 15 |
| 副校長 | 広澤和雄 | 社会 | 平成 15 ~ 17 |
| 副校長 | 竹盛浩二 | 国語 | 平成 16 ~ 17 |
| 教諭 | 高地秀明 | 美術 (研究主任) | 平成 15 ~ 16 |
| 教諭 | 加藤成毅 | 数学 (研究係) | 平成 15 ~ 16 |
| 教諭 | 平賀博之 | 理科 (研究係, 研究主任) | 平成 15 ~ 17 |
| 教諭 | 和田文雄 | 社会 (研究係・教科代表委員) | 平成 15 ~ 17 |
| 教諭 | 信木伸一 | 国語 (教科代表委員) | 平成 15 |
| 教諭 | 金子直樹 | 国語 (教科代表委員) | 平成 16 ~ 17 |
| 教諭 | 甲斐章義 | 数学 (教科代表委員) | 平成 15 |
| 教諭 | 後藤俊秀 | 数学 (教科代表委員) | 平成 16 ~ 17 |
| 教諭 | 山下雅文 | 理科 (教科代表委員) | 平成 15 ~ 17 |
| 教諭 | 畦 浩二 | 理科 (教科代表委員) | 平成 16 |
| 教諭 | 林 靖弘 | 理科 (教科代表委員) | 平成 17 |
| 教諭 | 岡本昌規 | 保健体育 (教科代表委員) | 平成 15 |
| 教諭 | 三宅幸信 | 保健体育 (教科代表委員) | 平成 16 ~ 17 |
| 教諭 | 江草洋和 | 芸術 (教科代表委員) | 平成 15 ~ 17 |
| 教諭 | 濱賀哲洋 | 技術 (教科代表委員) | 平成 15 ~ 17 |
| 教諭 | 高橋美与子 | 家庭 (教科代表委員) | 平成 15 ~ 17 |
| 教諭 | 山田佳代子 | 英語 (教科代表委員) | 平成 15 ~ 17 |
| 養護教諭 | 上山福美 | 養護 (研究担当) | 平成 15 ~ 16 |
| 養護教諭 | 矢部裕子 | 養護 (研究担当) | 平成 17 |

(3) 研究委員会

| | |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 学校長 | 角屋 重樹 |
| 副校長 | 野口 寧文 (数学) 広澤 和雄 (社会) 竹盛 浩二 (国語) |
| 国語 | 石井 希代子 江口 修司 金尾 茂樹 金子 直樹 金本 宣保 川中 裕美子 信木 伸一 藤原 敏夫 |
| 社会 | 鶴木 毅 大江 和彦 土肥 大次郎 樋口 雅夫 三藤 義郎 森 才三 山名 敏弘 和田 文雄 |
| 数学 | 入川 義克 岩田 耕司 甲斐 章義 加藤 成毅 釜木 一行 後藤 俊秀 清水 浩士 服部 裕一郎 村上 和男 |
| 理科 | 畦 浩二 柏原 林造 呉屋 博 野添 生 林 靖弘 平賀 博之 丸本 浩 三好 美織 山下 雅文 |
| 保健体育 | 岡本 昌規 合田 大輔 高田 光代 房前 浩二 藤原宏美 藤本 隆弘 三宅 理子 三宅 幸信 |
| 芸術 (音楽) | 伊藤 真 新福 一孝 光田 龍太郎 |
| 芸術 (美術) | 高地 秀明 牧原 竜浩 |
| 芸術 (書道) | 江草 洋和 |
| 技術 | 濱賀 哲洋 |
| 家庭 | 小林 京子 高橋 美与子 |
| 英語 | 池岡 慎 伊藤 朱 柄本 正勝 大野 誠 國川 美智子 千菊 基司 多賀 徹哉 高森 理絵 松本 紀子 山岡 大基 山田 佳代子 幸 建志 |
| 養護 | 上山 福美 柳田 有子 矢部 裕子 |

8 研究計画

(1) 年次研究計画

| | 研究内容等 |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第1年次 (平成15年度) | 1. 広島大学各学部の教官を中心に構成する運営指導委員会の設置 2. 校内の研究推進組織の整備 3. 科学教育「サイエンスプログラム」のねらいとする目標や育成すべき能力の明確化, カリキュラム開発 4. 高校1年生の「サイエンスプログラム」の教材開発, 教育方法の開発。 「サイエンスプログラム」の授業実践の試行 5. 中学校・高等学校の6年間を見通した科学教育プログラムの開発, 教材の開発, 6. 評価方法の開発 7. 研究報告書の作成 |
| 第2年次 (平成16年度) | 1. 「サイエンスプログラム」の教材, 教育方法, 評価方法の開発 2. 「サイエンスプログラム」の授業実践 3. 公開授業, 公開研究会の開催 (研究成果の公表), 外部評価 4. カリキュラム評価, 研究実践の評価 5. 研究報告書の作成 |
| 第3年次 (平成17年度) | 1. カリキュラムと指導方法, 評価方法の改善 2. 公開授業, 公開研究会の開催 (研究成果の公表), 外部評価 3. 研究成果の検証 4. 研究報告書の作成 |

(2) 年次評価計画

| | |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第1年次 | ・評価方法の開発を行う。 |
| 第2年次 | ・生徒の意欲・関心度の調査, 授業後の意識変化の調査, 学習内容の理解度の調査など, 生徒の学習活動を考察し, 授業実践の評価やカリキュラムの評価を行う。 ・公開授業, 公開研究会の開催 (研究成果の公表) を通しての外部評価を受ける。 |
| 第3年次 | ・研究成果について, 教材, カリキュラム, 指導方法, 評価方法などの多面的な視点から, 生徒がどのように変容したのかを検証し, 評価する。 |

(3) 第1年次(平成15年度)の研究開発の概要

研究開発第1年次の主要な課題は「サイエンスプログラム」のカリキュラム開発であった。まず、サイエンスプログラムのねらいとする目標や育成すべき能力について明確化した。また、科学的思考力を当校ではどのように捉え、それをどのように育成するか、科学教育プログラムとしての構造を明らかにするとともに、具体的な授業内容の検討をおこなった。特に中学校・高等学校の6カ年の中で、生徒の発達段階に応じた内容と構成となるように留意した。こうした考え方に基づいて、サイエンスⅠ、Ⅱ、Ⅲの教材開発、年間指導計画の作成、単元計画の作成を行った結果、全体の構成がほぼ完成し、実践に向けての準備が整った。

開発の初期の段階では、生徒の発達段階を考慮しながらそれぞれの学年でどのような能力を中心課

題として育んでいくかという「科学的な思考力の構造」を当校なりに組み立てた。それぞれの授業ではさまざまな形でそこに関わっていくことになる。

例えばサイエンス I Bでは「目的を持った生徒観察・実験を充実させることで科学的分析能力を高め実験技能の習得をはかる。」など、それぞれの授業では目的を明確にして確立する。それに対してどのような題材を使って、どのような方法でその主題に迫っていくことで、ねらいとした能力を高めることができるかを考えていくことを、このカリキュラム開発にあたって、全教員で確認しあつた。そのため、ねらいとする能力や資質によって、題材や指導方法も非常に多くの内容・手法を含んでいる。教科によって、主題やねらいにせまる手段も異なっているだろう。そうした特徴を生かしていくことが、生徒に結果的に幅広い能力や態度を身につけさせることにつながると考えた。

研究開発 1 年次には、いくつかの場面を抽出して試行もおこない、第 2 年次に実施する授業実践のための検討を進めた。さらに、平成 14 年度から実施されているサイエンスパートナーシッププログラム (SPP) 等の大学や研究期間から講師を招聘した授業も積極的に実施した。

第 1 回の運営指導委員会では、「アカデミックでダイナミックな研究を期待している」など、この研究開発への大きな期待を込めた発言をいただいた。そうした期待に応えられるプログラムの開発になったかどうかを検証するために、年度末の運営指導委員会では当校の「サイエンスプログラム」を客観的に評価いただくことをお願いした。カリキュラムの内容や指導方法などに対して、おおむね満足いく内容になっているとの評価をいただくとともに、「この研究開発は一般に広く還元できる方向性を持っている研究として、多くの学校に参考になるのではないか。」との発言をいただいたことに、開発したカリキュラムの方向性に大きな狂いがなかったとの確信を得ることができ、大きな励みになった。

(4) 第 2 年次 (平成 16 年度) の研究開発の計画

第 2 年次の平成 16 年度を中心となる課題は、前年度に開発したカリキュラムの授業実践である。実践を基に生徒の成長を捉え、カリキュラムの評価するのだが、どのような方法で実施していくかを実践成果の評価計画として次のようにまとめた。

① 科学教育「サイエンスプログラム」全体での評価

当校の科学教育「サイエンスプログラム」の全体での評価を行い、成果を検証する。

方法：

- ・当校で育もうとする「科学的な思考力」を次の (ア) ~ (エ) の 4 要素からなると仮定して、この 4 要素と (オ) の「科学技術に対する興味・関心」を加えた 5 つの観点から「サイエンスプログラム」の評価を行い、成果を検証する。
- ・教育学研究科清水欽也先生を中心に調査方法の開発と、調査実施後の分析を行う。

- | | |
|-----|---------------------------------------------------------|
| (ア) | 科学プロセススキル (科学的に知を獲得したり、問題を解決する能力を身につけている) |
| (イ) | 科学概念の応用 (日常の現象や事象を、科学的に説明することができる) |
| (ウ) | メタ認知能力 (生徒自身が学習活動全体を見通し方向性を修正する力、学びの意味を考える力を身につけている) |
| (エ) | 表現力 (論理的に表現することができる) |

- (オ) 科学技術に対する興味・関心

各要素の具体的な測定方法：

(ア) について

- ・多肢選択式の評価問題を作成し、中学校1年生から高校1年生までの全生徒を対象に、生徒に答えさせる。(マークシート)
- ・年度初めおよび年度の終わりごろの2回実施し、事前・事後で効果を測定する予定であったが、年度初めに実施した科学プロセススキルに関する調査の結果が、予想以上に高く、天井効果のために、カリキュラム実施後の変化を捉えることが困難であると予想されるため、現在、今後の方針をあらためて検討している段階である。
- ・1982年にOkeyらによって開発されたIntegrated Process Skill Test II (TIPS II)を用いる。このTIPS IIは多肢選択の36項目から構成され、以下の5要素からなる。

- ① 変数(独立、従属、制御)を同定すること
- ② 仮説の同定及び記述をすること
- ③ 操作的に定義すること
- ④ 実験を計画すること
- ⑤ データをグラフ化したり、解釈すること

(イ) について

- ・単元の学習後に、授業で扱った内容について、どこまで科学的に説明できるかを測る問題を作成し、生徒に記述させる。(今年度は実施を見送り、来年度のための評価方法を検討し、評価問題を作成することにした。)

(ウ) (オ) について

- ・記述式または多肢選択式の評価問題(マークシート形式)を作成し、中学校1年生から高校1年生までの全生徒を対象に、生徒に答えさせる。
- ・年度初めに実施し、学年を追跡した結果から効果を測定する。
- ・(オ)については、「あなたは科学技術にどの程度興味がありますか」など曖昧に尋ねるのではなく、LSAYや「科学技術に関する世論調査」の項目を参考に、行動レベルの指標を作成した。その結果、まず、科学技術に関する情報に関して、より自発的なメディアを活用する程度に関する以下の測定項目を作成した。

(エ) について

- ・特に英語表現に対する評価を行う。5年生のサイエンスⅡで作成したプレゼンテーションの成果物をランダムに選択し、海外の理科教育研究者に評価してもらう。

② 「サイエンスプログラム」の指導方法に関する評価

サイエンスⅠ・Ⅱ・Ⅲの各プログラムの授業実践を通して、授業者が評価を行い、以下の方法によって成果を検証した。

方法：

(1) 各プログラムのねらいを明確化
(育みたい能力や資質、態度など)



(2) そのための具体的な手だてを明確化
(教材の工夫、指導方法の工夫など)



(3) 評価の方法を明確化
(何に注目して、どのように評価するか)

- ・学習者(生徒)をどのように評価していくか。
- ・学習者の評価だけではなく、教師側のカリキュラム評価もおこなう。

- ・できるだけ数値化し分析する。(客観性を持たせるように工夫する。)
- ・各プログラムの内容のまとめりにごとの評価のまとめを行う。

以上の評価計画に基づいて、実践を進めていった。

(5) 第3年次(平成17年度)の研究開発の計画

第3年次の平成17年度を中心とする課題は、カリキュラムを評価し、改善することである。開発したカリキュラムの成果について、教材、指導方法、評価方法などの多面的な視点から、生徒がどのように変容したのかをもとに、指導目標やねらいと照らし合わせて、それが達成されているかを検証していった。また、特にねらいが十分に達成されていないと考えられる場合は、カリキュラムを再検討し、カリキュラムの改善に取り組んだ。

また、サイエンスプログラムの実践を、外部から評価してもらうために、次のような場面を評価の場として考えた。

- A: 運営指導委員会からの評価
- B: 学会や校外の研究会等での発表と評価
- C: 当校の公開研究会での評価
- D: 保護者や地域からの評価

9 研究開発の経過

<平成15年度の研究開発に関する経過(主なもの)>

| | | |
|--------|-------------|-----------------|
| 4月1日 | 研究委員会 | 委員任命, 全体構想案提示 |
| 4月3日 | 研究開発委員会 | 研究内容提案 |
| 4月8日 | 教科主任会議 | 教科の研究内容確認 |
| 4月30日 | 指導委員長指導会議 | 研究の全体構想に関する指導 |
| 5月2日 | 研究開発委員会 | 研究の全体構想 |
| 5月15日 | 運営指導委員会 | 研究の全体構想に関する指導 |
| 5月22日 | 研究委員会 | 指導委員会報告確認 |
| 5月30日 | 研究開発委員会 | 開発内容案提示 |
| 6月12日 | 研究開発学校連絡協議会 | |
| 6月26日 | 研究委員会 | 教育課程案提示 |
| 7月2日 | 研究開発委員会 | 開発内容調整 |
| 7月11日 | 教科主任会議 | 教科の開発内容確認 |
| 7月24日 | 指導委員長指導会議 | 開発内容に関する指導 |
| 8月28日 | 研究開発委員会 | 各プログラムの年間計画案集約 |
| 9月18日 | 研究委員会 | 年間計画案全体提示 |
| 9月26日 | 公開研究会 | 公開授業, 分科会 |
| 9月26日 | 運営指導委員会 | 年間指導計画案に関する指導 |
| 9月~ | 授業における試行実践 | |
| 11月13日 | 教科主任会議 | 研究開発経過報告 |
| 12月3日 | 研究開発委員会 | 来年度の授業実践に向けての検討 |
| 12月18日 | 指導委員長指導会議 | 研究開発の評価に関する指導 |
| 12月24日 | 運営指導委員会 | 研究開発の評価に関する指導 |
| 1月 | 研究開発報告書作成 | |
| 2月16日 | 研究開発委員会 | 来年度の授業実践に向けての検討 |

<平成16年度の研究開発に関する経過(主なもの)>

| | | |
|-------|-------------|---------------|
| 4月1日 | 研究委員会 | 委員任命, 全体構想案提示 |
| 4月2日 | 研究開発委員会 | 研究内容提案 |
| 4月7日 | 教科主任会議 | 教科の研究内容確認 |
| 4月8日 | 指導委員長指導会議 | 研究の評価構想に関する指導 |
| 5月20日 | 教科主任会議 | 研究の研究構想討議 |
| 5月26日 | 研究開発学校連絡協議会 | |

| | | |
|--------|-------------|-------------------|
| 5月27日 | 研究委員会 | 研究全体の評価方法の提案 |
| 6月23日 | 研究開発委員会 | 研究実践の中間報告 |
| 6月30日 | 運営指導委員会 | 研究の構想・評価方法に関する指導 |
| 7月5日 | 教科主任会議 | 教科の開発内容確認 |
| 7月21日 | 指導委員指導会議 | 開発内容に関する指導 |
| 8月30日 | 研究開発委員会 | 各プログラムの研究実践中間集約 |
| 9月22日 | 研究委員会 | 中間報告の提案 |
| 10月1日 | 公開研究会 | 公開授業, 提案と外部からの評価 |
| 10月1日 | 運営指導委員会 | 中間報告に対する指導 |
| 11月18日 | 教科主任会議 | 研究開発経過報告 |
| 12月3日 | 研究開発委員会 | 教科の実践の修正, 報告 |
| 12月9日 | 研究開発実地調査 | |
| 12月11日 | 指導委員指導会議 | 研究開発の評価に関する指導 |
| 1月 | 研究開発報告書作成 | |
| 2月1～2日 | 研究開発学校連絡協議会 | |
| 2月21日 | 研究開発委員会 | 今年度のまとめ, 来年度の構想検討 |

<平成17年度の研究開発に関する経過(主なもの)>

| | | |
|--------|--------------|-------------------|
| 4月1日 | 研究委員会 | 委員任命, 全体構想案提示 |
| 4月1日 | 研究開発委員会 | 研究内容提案 |
| 4月7日 | 教科主任会議 | 教科の研究内容確認 |
| 4月28日 | 研究開発委員会 | 研究内容検討 |
| 5月12日 | 教科主任会議 | 教科の研究内容検討 |
| 5月13日 | 指導委員指導会議 | 開発内容に関する指導 |
| 5月20日 | 教科主任会議 | 研究の研究構想討議 |
| 5月24日 | 研究委員会 | 研究全体の評価方法の提案 |
| 6月18日 | 日本カリキュラム学会 | 研究成果の提案と外部からの評価 |
| 6月21日 | 研究開発委員会 | 研究中間報告の検討 |
| 6月23日 | 運営指導委員会 | 中間報告に対する指導 |
| 6月25日 | 生活科・総合学習教育学会 | 研究成果の提案と外部からの評価 |
| 7月4日 | 教科主任会議 | 教科の開発内容確認 |
| 7月19日 | 研究開発委員会 | 各プログラムの研究実践中間集約 |
| 7月21日 | 指導委員指導会議 | 開発内容に関する指導 |
| 9月8日 | 教科主任会議 | 教科の実践中間集約 |
| 9月22日 | 研究委員会 | 中間報告の提案 |
| 9月30日 | 公開研究会 | 公開授業, 提案と外部からの評価 |
| 9月30日 | 運営指導委員会 | 中間報告に対する指導 |
| 11月17日 | 教科主任会議 | 研究開発経過報告 |
| 11月30日 | 研究開発委員会 | 教科の実践の修正, 報告 |
| 12月5日 | 指導委員指導会議 | 研究開発の評価に関する指導 |
| 12月10日 | 教育目標・評価学会 | 研究成果の提案と外部からの評価 |
| 1月 | 研究開発報告書作成 | |
| 2月14日 | 研究開発学校フォーラム | 研究成果の発表 |
| 2月21日 | 研究開発委員会 | 今年度のまとめ, 来年度の構想検討 |

上記の他, 研究開発小委員会を随時実施し, 授業単位で研究開発に取り組んだ。

<平成15年度の研究開発に関わる特別講義>

| | | |
|---------|--------------------------------------------------|--------------------------------|
| 6月15日 | SPP研究者招聘講座「固体物理学の世界」 | 京都大学国際融合創造センター 前野悦輝 |
| 7月7日 | サイエンス特別講義 自然科学基礎講座1 「太陽を観測しよう」 | 広島大学教育学研究科自然システム教育学教室(地学) 林 武広 |
| 7月9日 | サイエンス特別講義 自然科学基礎講座2 「ニュートリノの不思議」 | 広島大学教育学研究科自然システム教育学教室(物理) 前原俊信 |
| 7月14日 | サイエンス特別講義 自然科学基礎講座3 「共生生物の世界」 | 広島大学教育学研究科自然システム教育学教室(生物) 竹下俊治 |
| 7月14日 | サイエンス特別講義 自然科学基礎講座4 「化学と資源・エネルギー問題ーリサイクルを中心としてー」 | 広島大学教育学研究科自然システム教育学教室(化学) 田中春彦 |
| 8月9～11日 | 数理科学夏期セミナー「BZ反応を錯体化学から見る」 | : 広島大学西条共同研修センター |

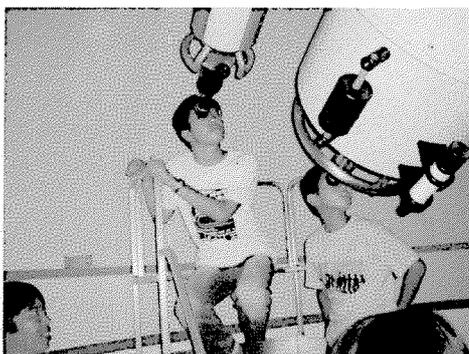
- 8月25日 サイエンス特別講義「宇宙を観る」
 8月26日 山口大学教育学研究科教授 池田 幸夫
 広島大学教育学研究科教授 林 武広
 9月30日 サイエンス特別講座「身の回りの自然と環境汚染」
 10月 5日 広島工業大学環境学部教授 正藤 英司
 広島大学総合科学部教授 中根 周歩
 10月25日 ノーベル賞受賞者白川博士講演会
 「私の研究における偶然と必然—導電性高分子の発見と開発」
 12月 5日 SPP研究者招聘講座「DNA からヒトを知る」
 12月 6日 国立情報学研究所学術情報研究系生物系研究情報研究部門 藤山秋佐夫

<平成16年度の研究開発に関わる特別講義>

- 6月12日 SPP研究者招聘講座「数理モデルによる現象解析」
 6月13日 大阪大学基礎工学部情報科学科 小川知也
 8月5～7日 数理科学夏期セミナー「ウミホタルを科学する」
 広島大学理学研究科 山本 卓, 岡田和正, 泉 俊輔
 8月 9日 SPP研究者招聘講座「地震はどのようにして起こるか」
 8月10日 「活断層と地震予知研究の現状」 産業技術総合研究所
 地球科学情報研究部門 桑原保人
 8月26日 SPP研究者招聘講座「水について」
 8月27日 広島女子大学生活科学部 岩本悦郎
 11月20日 SPP研究者招聘講座「薄層クロマトによるアミノ酸の分離」
 11月21日 広島工業大学環境学部 松島 治
 12月20日 自然科学基礎講座1「全国化学グランプリで金賞をとろう」
 広島大学教育学研究科自然システム教育学教室(化学) 古川義宏
 12月20日 自然科学基礎講座2「月を見よう」
 広島大学教育学研究科自然システム教育学教室(地学) 林 武広
 12月21日 自然科学基礎講座3「動くと縮む?—同時刻の相対性—」
 広島大学教育学研究科自然システム教育学教室(物理) 前原俊信
 12月21日 自然科学基礎講座4「進化生態学から見た生物学」
 広島大学教育学研究科自然システム教育学教室(生物) 鳥越兼治

<平成17年度の研究開発に関わる特別講義>

- 6月18日 SPP研究者招聘講座「スーパーセンサー目を科学する」
 6月19日 川崎医療福祉大学 医療技術学部感覚矯正学科 田淵昭雄
 8月5～7日 数理科学夏期セミナー「チョコレートを科学する」
 広島大学生物圏科学研究科 佐藤清隆
 広島大学理学研究科 泉 俊輔
 8月 8日 SPP研究者招聘講座「天体観測とは」
 <観測機器の開発・製作の現場をのぞいてみよう>
 東京大学大学院理学系研究科 天文学教育研究センター 田中培生
 8月20日 SPP研究者招聘講座「光工学の世界 光からすべてが始まる！」
 8月21日 東海大学工学部応用理学科光工学専攻 若木守明・渋谷猛久
 10月 8日 SPP研究者招聘講座「水環境の化学—分光光度計を用いた鉄イオンの定量—」
 10月 9日 徳島大学総合科学部自然システム学科 今井昭二
 12月19日 自然科学基礎講座1「水の不思議な物性」
 広島大学教育学研究科自然システム教育学教室(物理) 葛岡孝則
 12月19日 自然科学基礎講座2「水と生物」
 広島大学教育学研究科自然システム教育学教室(生物) 鳥越兼治



2章 研究開発の内容

－科学教育「サイエンスプログラム」のカリキュラムデザインと実践－

第1年次の平成15年度の研究開発では、科学教育「サイエンスプログラム」の内容の開発に取り組み、第2年次以降は実践をおこないながら修正を加えていく作業に取りくんだ。ここでは、開発した科学教育「サイエンスプログラム」の内容の詳細について、以下の順で報告する。

- (1) サイエンスⅠ：新しい教科として取り組むプログラム
- (2) サイエンスⅡ：総合的な学習として取り組むプログラム
- (3) サイエンスⅢ：すべての教科で取り組むプログラム
- (4) 大学や研究所との連携による発展的なプログラムの事例

研究開発の作業の順として、まずはじめにそれぞれのプログラムのねらい、目標や育成すべき能力を明示する作業を行った。各プログラムについて、「概要」「ねらい」「年間指導計画」等の項目を設け記述している。

また、それぞれのプログラムの実践事例を報告する。

1 サイエンス I (新教科) のカリキュラムと実践

サイエンス I A (新教科)

第2学年 週2単位(70時間)

1. 概要

「サイエンス I A」は、これまで中学校で社会科・理科、保健体育科、技術・家庭科などでそれぞれ扱ってきた「環境」に関わる学習を、「環境と人間」をテーマに掲げ、新教科として学習を構成するものである。特にここでは、中学校における科学的な思考力の育成に主眼を置き、環境と人間の生活を題材として、「生きる力としての問題解決能力」の育成をはかる。また、生徒が「地域の環境」や「人間の身体にかかわる環境」について学び、それらの知識を基に直接体験としての実験や観察を行う中から「疑問」を抱き、「疑問」の中から新たな課題を見いだして自らの力で解決していく体験を積ませる。さらに、自らの生活を見つめ、自らの判断を基にして、環境に対する活動を計画し行動する実践力を培っていくことなどをねらいとする。

「科学技術離れ」や「理科離れ」といった指摘について、少なくとも小・中学校の段階では、「理科」に対する興味や関心が、低下しているという「理科離れ」といった現象は明確でなく、むしろ、子どもたちが学問的あるいは知的な関心を持って問題を真剣に考える姿勢が希薄になっているという「知離れ」といった現象が生じてきており、それが「理科離れ」として指摘されているのではないかと考えられている。こうした現象を踏まえ、子どもたちが学ぶことに興味を持ち、様々な体験をする中で、未知のものを知る感動を味わったり、自由な発想を持って様々なことを構想しながら知的好奇心を高めていくことが重要であると考え。そうした活動を、「サイエンス I A」では盛り込んでいくことを目指す。

学習の内容としては、「1. 地域の環境」「2. 身体の内部環境に関する学習」「3. 生活を見つめる」という3領域で単元構成をする。

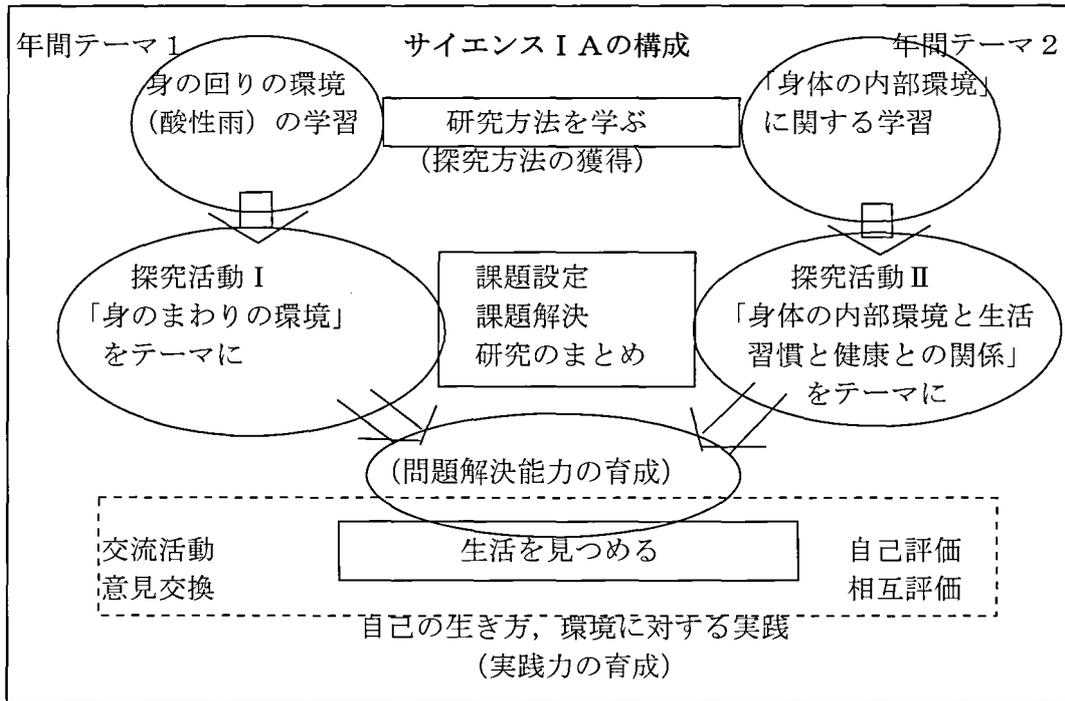
最初の「1. 地域の環境」の領域では、当校で長年取り組んでいる「酸性雨」の学習を中心に構成し、データの収集、データのまとめ、データの考察等、環境に関する研究手法を紹介し、それをもとに身の回りの環境問題をテーマに探究活動に取り組みさせる。

次の「2. 身体の内部環境に関する学習」の領域では、身体の生理や恒常性といった、いわゆる「身体の内部環境」と「食を中心とした生活習慣」との関係についての探求活動を、自分の健康との関わりの中で深化させ、健康獲得のための意志決定や行動の選択ができる力を養うように取り組ませる。

最後の「3. 生活を見つめる」の領域では、自己の生き方や環境に対する行動について考察させ、実践目標や行動アピールを作成し、様々な交流活動を通して活動を深化させる。

方法としては、生徒自身の発想を生かした観察や実験などの問題解決的な場や体験的な場を十分に取り入れた学習を展開していく。そのためには、学習内容を厳選し、生徒がじっくりと考えることができるようなゆとりを持った学習を通して、生徒に科学的なものの見方や考え方などの豊かな科学的素養をしっかりと身に付けさせることが重要であろう。探究活動においては、グループ研究・個人研究など場面に応じた研究形態を取り、観察・実験などの活動や探究活動などの指導を充実するためにティーム・ティーチングを導入していく。授業の運用では、理科、保健体育科、技術・家庭科の各教科の教員各1名と養護教諭1名の計4名が担当し、授業内容に応じて1名～4名が授業にあたるように計画する。

環境に関しては、単に知識として知っているということではなく、環境に関する理解を踏まえて、自らの日常活動が環境問題と密接に関連していることの認識を持つことが重要である。さらに、環境の保全やよりよい環境の創造のために、身近なところから、何らかの行動をしようとする心や実践的態度を育成することが求められる。「サイエンス I A」では、インターネットなどの情報通信ネットワークを活用して、世界の様々な地域の学校や施設などとの交流を進め、環境に対する実践力を培っていくことも大いに活性化し、このような心や実践的態度を大きく育てたいと考える。



2. ねらい

「サイエンス I A」では、「環境と人間の生き方」についての学習を進める中から、「科学的思考力としての問題解決能力」に焦点を当て、「課題に対して問題意識を持ち解決することができる生徒」を育成することを目指す。

「自分で問題を発見」して「解決を目指して取り組む」ためには、テーマとなる事項を調べ、まとめた上で、その知識を基に判断し、「疑問」を抱くことが出発点となる。第1段階として環境や健康に関する測定など、生徒が五感を使って現在の状況をとらえる活動の中で「疑問を発見すること」にポイントを置く。自らの観測や体験は疑問の宝庫となるのではないだろうか。次に生徒には「疑問として明らかになった課題」を解決するまでの過程を意識させ、探究活動を通して「問題解決の道筋をさぐる」体験を積み重ねていく。

具体的には次のような能力を育成することを考える。

- (1) 直接体験をもとに、現象に疑問を抱き、課題を設定する能力
- (2) 課題に対して、さまざまな知識や技能を総合化して問題を解決する能力
- (3) グループ研究を円滑に進め、まとめ、発表するための能力
- (4) 問題を総合的に判断し、行動する能力

生徒自身の発想を生かした観察や実験などの問題解決的な学習や体験的な学習を十分に取り入れた学習を展開し、生徒がじっくりと考えることができるゆとりを持った学習を通して、生徒に科学的なもの見方や考え方などの豊かな科学的素養をしっかりと身に付けさせる。観察・実験などの活動や探究活動などの指導を充実するためにチーム・ティーチングを導入して、指導の充実を図っていく。

3. 学習指導要領との関係

高等学校では、時代の要請を受け、教科「情報」が設立されたが、「サイエンス I A」は、これと同じような新教科として、いわば教科「環境」にあたるものとの意識で構想した。環境問題は学際的な広がりを持った問題であり、内容的にも幅広いものであるため、それらを網羅するような、環境問

題に関する系統的な学習を目的とするのではない。「サイエンス I A」はデータの収集，データのまとめ，データの考察といった基本的な技能や方法を課題に応じて体験させ，研究の手法を身につけさせることを目指すものである。

また，これまで「環境」は「総合的な学習の時間」の内容として取り上げられる例が多かったが，「サイエンス I A」では教科として「環境」を科学の目を通して扱うこととするために，中学生の段階で必要とされる基本的な科学的技能・能力・態度については評価規準を定め，評定をおこなうこととした。これは，評定までおこなうことで，科学的技能・能力・態度の着実な定着をはかることができると考えるからであり，評価そのものが，生徒の学習活動と教師の授業展開の力量をも向上させる一助になると考えるからである。

4. 新教科の評価の観点およびその趣旨

A. 教科目標

環境をテーマにして，直接体験をもとに現象に疑問を抱き，課題を設定し，課題に対して，さまざまな知識や技能を総合化して問題を解決する能力を育成する。また，環境についての理解を深めるとともに，課題の解決のために問題を総合的に判断し，行動する態度を育てる。

B. 評価の観点およびその趣旨

| 関心・意欲・態度 | 思考・判断 | 知識・理解 | 技能・表現 |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 環境と人間の生き方について関心を持ち，将来にわたってよりよい生活を実現するために，積極的に学習に取り組むことができる。 | 環境と人間の生き方との関係に関する個人や集団の課題の解決をめざし，分析的・総合的に考察し，選択すべき行動を適切に判断することができる。 | 環境と人間の生き方との関係に関する基礎的な事項と関連する事項を科学的に理解し，日常生活の課題解決に生かすことができる知識を身につけている。 | 環境と人間の生き方との関係に関する課題を，科学的に探求する方法を身につけるとともに，的確な方法で正確に表現することができる。 |

C. 各内容の評価の観点の趣旨

| | 関心・意欲・態度 | 思考・判断 | 知識・理解 | 技能・表現 |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| (1) 身のまわりの環境 (2) 探究 I | 「身のまわりの環境」について関心を持ち，環境問題解決のための方法や行動について，積極的に学習に取り組むことができる。 | 「身のまわりの環境」に関する個人や集団の課題の解決をめざし，分析的・総合的に考察し，選択すべき行動を適切に判断することができる。 | 「身のまわりの環境」に関する基礎的な事項と関連する事項を科学的に理解し，日常生活の課題解決に生かすことができる知識を身につけている。 | 「身のまわりの環境」に関する課題を科学的に探求する方法を身につけるとともに，的確な方法で正確に表現することができる。 |
| (3) 人間の身体に関わる環境 (4) 探究 II | 「身体の内部環境」と「健康の保持増進」との関係について関心を持ち，将来にわたる健康な生活の実現のために，積極的に学習に取り組むことができる。 | 「身体の内部環境」と「健康の保持増進」との関係に関する個人や集団の課題の解決をめざし，分析的・総合的に考察し，選択すべき行動を適切に判断することができる。 | 「身体の内部環境」と「健康の保持増進」との関係に関する基礎的な事項と関連する事項を科学的に理解し，日常生活の課題解決に生かすことができる知識を身につけている。 | 「身体の内部環境」と「健康の保持増進」との関係に関する課題を，科学的に探求する方法を身につけるとともに，的確な方法で正確に表現することができる。 |
| (5) 生活を見つめる | 「環境」と「生活」との関係について関心を持ち，豊かな生活を実現するために，積極的に学習に取り組むことができる。 | 「環境」と「生活」との関係に関する個人や集団の課題の解決をめざし，分析的・総合的に考察し，選択すべき行動を適切に判断することができる。 | 「環境」と「生活」との関係に関する事項を科学的に理解し，日常生活の課題解決に生かすことができる知識を身につけている。 | 「環境」と「生活」との関係に関する課題を科学的に探求する方法を身につけるとともに，的確な方法で正確に表現することができる。 |
| 方法の例 | 自己評価・行動観察 | 自己評価・行動観察 レポート・定期考査 | 自己評価・行動観察 レポート | 定期考査・レポート |

5. 年間指導計画 (70時間扱い)

| 月 | 単元名 | 学習のテーマ・ねらい | 学習の具体的な内容 |
|----|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | プロローグ：環境と生活を考える | ◎年間テーマの提示 ＜活動への意欲の喚起＞ | ・環境と生活の関わりをテーマに1年間の学習を進める |
| 5 | 1. 身のまわりの環境 ①環境観測の技能 ②酸性雨について ③酸性雨の原因物質 ④酸性雨の影響 | ◎「酸性雨」の観測方法について学び、観測を開始する。 ＜環境測定の技能＞ ＜データの処理、分析＞ ◎pHとは（酸性物質の性質） ◎大気汚染物質と酸性雨の関係 ＜論理的な考察＞ ◎コンクリートに与える影響 ◎金属に与える影響 ◎生物や土壌に与える影響 ◎酸性雨による被害調査 ＜論理に基づく判断＞ | ・年間を通しておこなう環境観測の技能として、pHメータなどの機器の使い方、データ登録のしかたなどを修得する。 ・インターネットを利用して観測データと各地のデータを比較し、酸性雨の現状を考察する。 ・大気汚染の現状を世界を視野に入れてグローバルな視点から考察する。大気汚染を防ぐ取り組みについても扱う。 ・酸性雨が身の回りに与える影響や被害について生徒による調査を交えて考察する。 |
| 6 | | | |
| 7 | 2. 探究Ⅰ（グループ研究） ・中間発表 ・まとめ | ◎環境観測を含む探究活動に取り組み、測定したデータを基に身の回りの環境を考察する。 ＜課題の設定＞ ＜課題の解決＞ ＜協働学習への参加・コミュニケーション＞ ◎探究活動の中間発表、まとめの作業 ＜論理的な思考、総合的な判断＞ | ・グループ毎に課題を設定する。 ・パワーポイントなどのソフトを利用したプレゼンテーション ・意見交換を基に新たな課題設定、課題の修正等をおこなう。 ・探究活動のまとめをおこなう。 |
| 9 | | | |
| 10 | 3. 身体の内部環境に関する学習 ～身体の内部環境と生活習慣と健康と～ ①健康と食べることについて ②砂糖について | ◎人間の身体の「内部環境」が、健康維持のためにどのように機能しているかについて理解し、食を中心とした生活習慣がどのように影響を与えているのかを考察する ＜活動への意欲の喚起＞ ◎スナック菓子、インスタント食品、清涼飲料水などと健康 ◎糖質の功罪を考える ＜見通し・工夫・解決への意欲＞ ◎いろいろな食品の糖分チェック ＜調査方法の確立、実施＞ ◎血糖値の変化と健康 | ・食を中心とした生活習慣が健康に影響を与える具体的な例として、「寿命」と食生活習慣との関わりを学習する。 ・人間にとって食べるとはどういうことなのかを考える。 ・食品の安全性に関して考える（食品添加物、残留農薬、遺伝子操作など）。 ・調べ学習を織り交ぜながら、糖質についての理解と課題意識をまとめる。 ・糖分の検査（糖度計）、清涼飲料水からの糖分の抽出などの実験や測定を行い考察する。 ・血糖値の変化が与える影響について考える。 |
| 11 | | | |

| 月 | 単元名 | 学習のテーマ・ねらい | 学習の具体的な内容 |
|----|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12 | ③塩について | ◎いろいろな食品の塩分チェック ＜調査方法の確立，実施＞ ◎塩分の働きを考える | ・食品の成分表示や塩分計によるチェック。 ・塩分の機能と過剰摂取が健康に与える影響について考察する。 |
| | ④身体の内部環境と生活習慣と健康とについて | ◎食と運動，休養といった日常生活習慣のありかた ＜身体の内部環境に関する理解，判断＞ ＜感覚的体験や視覚的体験＞ ◎生活のリズムと健康 ◎エネルギーの消費と摂取のバランス | ・生活のリズム，運動，食事，体温，血糖値，内分泌系の働き，自律神経系の働き，免疫系の働きなどの関係を理解する。 ・自分を客観的に見たり，生活を見直したりしながら，自分との関わりで学習する。 |
| 1 | 4. 探究Ⅱ (グループ研究) | ◎自分の身体機能について計測し，身体の内部環境と生活習慣と健康との関わりを探る ＜課題の設定＞ ＜課題の解決＞ | ・体温，歩行数，血圧などの測定を行い，その意味を考える。 ・「疑問」の発掘と解決の道筋を見つける。 ・測定データを基に課題を設定し，解決する道筋をさぐる。 ・体験と知識を結びつけることを学ぶ。 ・自己評価を次の学習活動に生かしながら学ぶことを修得する。 |
| 2 | 5. 生活を見つめる | ◎これまでの学習をもとに，自分の生活を見つめ，実践の計画を立てる ＜環境に対する実践＞ ◎グループ毎の環境アピールの作成 (これからの生活指針) | ・健康に関わって (食事調査，地域に伝わる食事) ・環境に関わって (ゴミの減量化，消費生活，節電節水) ・実態調査や実験を行う ・調査結果からグループ別に課題を設定する 例:エコクッキングについて 塩分を控える工夫 |
| 3 | ・交流による深化 | ◎環境と生活の関わりについてGLOBE や酸性雨プロジェクトの参加校と交流する。 ＜自分の意見を簡潔にまとめ相手に伝える＞ ＜環境のために行動する態度＞ | ・具体的に自分たちの手で始められることを考え，実践にうつす。 ・環境アピールとして，環境に対する実践計画の作成，発表 ・インターネットを利用して環境問題について同じ観測をしている世界の仲間と，解決に向けての実践のために意見を交換する。(電子メール，電子掲示板などを利用) |
| | エピローグ： 地球と未来の生活 | ◎「持続可能な発展」は可能か | ・自分の生活を見つめ直す 自己の生き方，あり方を考える |

6. 成果と課題

高等学校で新設された教科「情報」は、これまでの教科の概念にとらわれず、自ら進んで主体的な学習を繰り返す、そうした内容を取り込んできていると理解している。サイエンスⅠAは、中学校での新教科、それはこれまでの教科の概念にとらわれない、内容よりも生徒の主体的な学びを育むことにねらいを定めた教科「環境」を意識したものである。これまで中学校で社会科・理科、保健体育科、技術・家庭科などでそれぞれ扱ってきた「環境」に関わる学習を単に融合するのではなく、また環境問題などの内容を網羅的に扱うのではなく、環境をテーマとして実験や観察などをおこない、その結果をまとめ、考察するといった活動を通して、また、環境問題を解決するためにどのような行動が必要かを考え、実行するといった活動を通して、生徒の主体的な活動を引き出し、学びのための能力を身につけさせることをめざしたものである。特に「科学的な思考力の育成」に主眼を置き、環境と人間の生活を題材として、「問題解決能力」の育成をはかる。また、生徒が「地域の環境」や「人間の身体にかかわる環境」について学び、それらの知識を基に直接体験としての実験や観察を行う中から「疑問」を抱き、「疑問」の中から新たな課題を見いだして自らの力で解決していく体験を積み重ねている。さらに、自らの生活を見つめ、自らの判断を基にして、環境に対する活動を計画し行動する実践力を培っていくことなどをねらいとしている。

今年度はこうしたサイエンスⅠAの理念が、カリキュラムとして機能し、実際に生徒にそうした活動を保障できているか、生徒に期待した能力や態度が身に付いているかを、点検することから、カリキュラムの見直しを行うことを研究の中心に据えた。

しかし、こうした期待する生徒像、生徒の変容を捉えることは、実際には単純にはいかない。そこで、実際には授業の中で生徒の反応を捉えたり、生徒の成果物や、生徒へのアンケート、生徒の記述などなど、あらゆる場面を捉えて、検討することを試みている。具体的な内容は、実践と評価の項を参照いただきたいが、教師の側からのカリキュラムへの評価は、こうした形で進んできた。

サイエンスⅠAの内容の一端を担った保健体育の授業というものを全国的に見ると、とすれば、“表面的な技術や知識の伝達指導”に終始しがちになるという側面が大きくなっていったのではないかと、一つの反省があった。また、中学校の保健の授業においては、授業数の確保すら不確かな現状が全国的にはあった。このような現状の中で、「自分のからだ」と「運動」との関係や、「自分のからだ」と「健康」との関係を、一人ひとりが自分のものとして考えることができるようになる能力や、それらの関係の中で生じてくる課題を解決することのできる能力の獲得、さらにはそれらの成果を生活の中に生かすことができる“スキル”として活用できるような能力をどのように獲得させてゆくのかという課題があった。

そのような現状を打開する方策を模索すべく、当校保健体育科においては、「体育や保健の学習を通して考えることのできる生徒」の育成を様々な角度からの研究を通して図り、一定の成果を上げてはきていた。しかしながら、時間的な制約や、学習指導要領・教科書の内容からさらに深く探求してゆくための条件が十分であったとは言えない。

研究開発に伴う諸条件の整備や制約からの解放は、これらの条件を整え、従来の学習指導要領や教科書の内容以上のものに、時間をかけてじっくりと取り組むことを可能にした。

多彩な内容について、「知る」場や、知ったことをさらに「深化する」場、さらには自分の五感で「確かめる・納得する」場を多く確保することが可能となり、「自分との関わりで学習内容を吟味する」ことや、「日常の自分の生活のあり方自体を整理し直す」ことの可能性についても広げることができるようになったと言える。

自分の生活行動を、科学的に見つめ直す態度や能力の育成にじっくりと取り組むことが可能となる条件整備が保証され、結果を出すことにこだわるだけでなく、その問題解決の過程そのものを大切にすることが可能となったことが、最大の成果と言えよう。

しかしながら、さらなる成果を上げるためには、やはりじっくりと取り組み、「思考」や「振り返り」を深化させ、「スキルとしての定着化」を図るための時間がもう少し必要であるし、教材化の研究・工夫も積み重ねてゆく必要がある。特にサイエンスⅢの分野では、保健体育の時間数削減の問題や他の多くの教材との兼ね合いもあり、時間の確保が一つの障壁となっていると言えよう。

サイエンス I A (新教科)

<単元の指導の事例 1 >

| | | |
|----------------------------------|--------------------------|------------|
| サイエンス I A 環境と人間 「1. 身のまわりの環境を学ぶ」 | | |
| 単元テーマ (題目) | 身のまわりの大気環境—酸性雨の観測とデータ分析— | |
| 実施学年 (中学校 2 年) | 配当時間 (10 時間) | 実践者 (平賀博之) |

1. 単元のねらい・目標

この単元では酸性雨の観測方法やデータの持つ意味、酸性雨の原因や発生のメカニズムを学習するとともに、酸性雨のデータ分析に取り組む。そして、そうした学習をした上で、環境問題をテーマにした課題研究に取り組む。

当校の中学校 2 年生は過去 9 年間にわたってインターネットを利用して全国の中高生が酸性雨の観測に取り組む「酸性雨調査プロジェクト」に継続して参加し、酸性雨の観測を実施してきている。酸性雨調査プロジェクトのサーバには、こうして得られた全国の酸性雨の観測データが蓄積されている。

酸性雨のデータはいくつかの要因が複雑に関係しているので単純には考察できないことが多い。しかし、データの解析を進める中からどのような項目が酸性雨の強さと相関関係があるかを明らかにしていくことで、絡み合った糸を一つずつほどいていくような活動になると考えている。理科や数学でもいろいろなデータを扱うが、中学校の段階ではその内容は原因と結果が 1 対 1 に対応する比例関係など、一般に相関関係が明確である場合が多い。しかし、多くの環境問題では因果関係が複雑で、さまざまな要因が絡み合った現象がほとんどである。そのため、データは一見して傾向がつかみにくい。こうした複雑なデータの分析には試行錯誤が必要であり、その内容を検討していくためには、因果関係に関する論理的な思考力や考察力が必要となる。こうした体験を通して、生徒の科学的な思考力を育みたいと考えている。

2. 単元の構成と特色

子どもたちが主体的、意欲的に課題研究に取り組むためにはどのようなテーマを扱うにしても、表面的な扱いではすぐに先が見えてしまったり、わかりきった内容になって意欲を失うことが予想される。子どもたちの活動を意義深いものとするためには、内容によっては知識の面でも深い掘り下げが必要であり、また各教科での様々な学習体験も含めて有機的に結合させて活用する場面が必要になると考えられる。酸性雨は観測が容易であるにもかかわらず、様々な要因が重なった複雑な現象であり、こうした意図を満たす題材として適したものであると考えている。

後の単元では課題研究をおこなうが、生徒の「問題解決能力」に焦点を当てたとき、生徒が自ら学習の課題を設定する上で、「発展性があるかどうか」、あるいは、「生徒が自ら設定した課題に学習を継続する意義を認められるかどうか」が、長期間にわたって有意義な学習が行えるかどうかを決定する大きな要素となっていると考える。探究活動を行う上で、同じような内容の題材についてこれまでどのような方法で研究が進められてきたのかを知らなければ、見通しの無い、行き当たりばったりの研究になる危険性がある。経験豊かな教師の目をもってすれば、なぜその課題が「適当である」と判断できるのかと言え、それまでの経験に基づき、課題の内容に対する深まりの期待や、研究の筋道などの手法が予想可能だからであろう。生徒にとっての「問題解決能力」の第一段階は、どのような課題を設定するかという段階ではないだろうか。

この単元は、生徒が実際に課題研究に取り組む前に、環境問題についての基本的な事項を学び、その中から環境問題についての研究の手法や研究の筋道を学ぶ。探究活動のテーマを設定する上での重要な手がかりを与えようとするものである。

さらに、酸性雨という身近な現象を取り扱い、その観測結果や身の回りへの影響について学ぶことで、自分たちの手による観測や観察の重要性や、現実に身の回りで起こっている深刻な環境問題を認

識し、環境問題への関心を高め、1年間活動を継続するための意欲を高めることを目指している。

教科との関連においては、特にデータの取り扱いにおいて、理科や数学との関連が強い。いろいろな場面で、教科で育まれた様々な能力が活かされながら展開できるように指導・助言を行う。教師としては、例えば、グラフ化によるデータの解析など、テーマや発達段階に応じた内容を要求することを意識したい。

3. 本単元における 評価の観点と評価方法

(1). 関心・意欲・態度

「身のまわりの環境」について関心を持ち、環境問題解決のための方法や行動について、積極的に学習に取り組むことができる。

(2). 思考・判断

「身のまわりの環境」に関する個人や集団の課題の解決をめざし、分析的・総合的に考察し、選択すべき行動を適切に判断することができる。

(3). 知識・理解

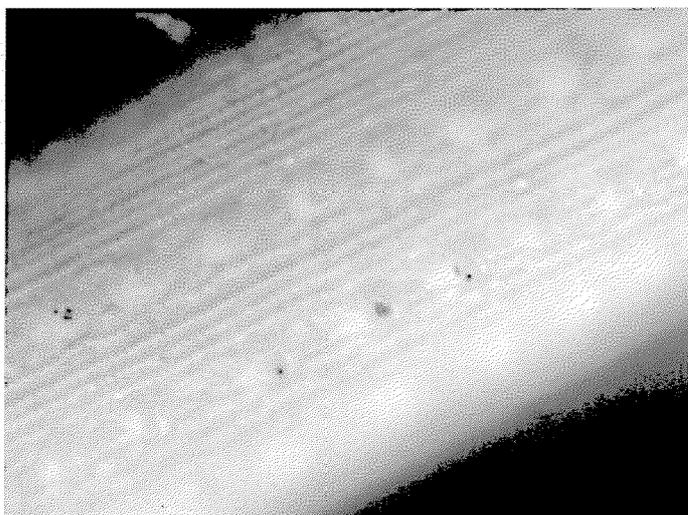
「身のまわりの環境」に関する基礎的な事項と関連する事項を科学的に理解し、日常生活の課題解決に生かすことができる知識を身につけている。

(4). 技能・表現

「身のまわりの環境」に関する課題を科学的に探求する方法を身につけるとともに、的確な方法で正確に表現することができる。

環境問題を実験を通して考察し、理解するための手法について、酸性雨を例に学習を進めるが、ワークシートなどを活用し、学習途中での気づきや疑問、意見などを、その都度メモとして残し、活動を振り返る材料とする。これまでに理科や社会科、その他の教科で学んできた内容を盛り込んだ内容として、それらの教科で得た知識や技能が生かされる場面を盛り込み、そうした力を活用できるかどうかを測る。

この単元における評価の基本的な考え方は、学習のねらいや目標を定め、どのような能力を育もうとするのかを明らかにし、それに対して、期待される能力を育むことができたかどうかを、様々な方法を用いて検討するものである。特に「メタ認知」を育てる評価方法や生徒の自己成長のための評価として、「自己評価」、「相互評価」、「ポートフォリオの活用」、「教師のサゼッション」と行った内容を重視している。生徒が自己の活動を振り返り、自分の足跡や学習したことの意義を知る。また、自ら振り返ることで、あらためて残された課題に気づき学習を発展させる。自己評価を行うことによって、自分自身を見つめる目、すなわち自己学習力につながる力を意識的に育みたいと考えている。



4. 単元計画 1. 身のまわりの環境 (配当時間計 10時間)

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①環境観測の技能 (3時間) | <p>◎「酸性雨」や GLOBE プログラムの観測の意義や方法を学び、観測を開始する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・酸性雨の測定：pHと導電率、雨の降り始めの時刻、風向、風速、気温など ・GLOBE プログラムの測定：1日の最高・最低気温、雲のようす、雨量など <p>◎pHとは(酸性物質の性質) <実験> pHとはどのような数値か。 ・酢やレモン水、石鹸水など、身近な物質のpHを、pHメーターを使って測定する。</p> <p>◎導電率とは(水道水と蒸留水) ・きれいな雨とは? ・pHが7でも汚れた雨!</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・年間を通しておこなう環境観測の技能として、pHメーターなどの機器の使い方、データ登録のしかたなどを修得する。 ・酸性-中性-アルカリ性を示す数値としてのpHの示す意味を、実験を通して理解させる。 ・蒸留水と水道水はどちらがきれいか? <p>【技能・表現】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・環境を観測する技能が身についているか ・測定マニュアルの理解 ・結果の記録 <p>(自己評価・相互評価)</p> |
| ②酸性雨について (2時間) | <p>◎酸性雨の歴史</p> <p>◎酸性雨や気象等の測定データをもとに、大気環境の現状をとらえる。 <実習>酸性雨のデータを分析する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・酸性雨調査プロジェクトに蓄積されたデータの分析例を示す。 ・蓄積されているデータについて、表計算ソフトを利用して分析をおこなう。 <p>◎酸性雨の世界的な状況と身の回りの状況</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・シュバルツバルトの森の枯れ死を例に紹介する。 ・インターネットを利用して観測データと各地のデータを比較し、酸性雨の現状を考察する。 <p>【技能・表現】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・データを収集し、分類整理したり、図表やグラフに表すことができるか ・データ収集の方法の記録 ・データ管理、分析の記録 ・表現の工夫 (自己評価) |
| ③酸性雨の原因や影響 (4時間) | <p>◎窒素酸化物と硫黄酸化物 <実験>硫酸を希釈したときのpH</p> <p>◎大気汚染物質と酸性雨の関係</p> <ul style="list-style-type: none"> ・工場の煙や自動車の排気ガスに含まれる汚染物質の性質 <p><実験>自動車の排気ガスを蒸留水に通してみると?</p> <p>◎大気汚染の原因を考察する</p> <p>◎酸性雨の影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートに与える影響 ・金属に与える影響 ・生物や土壌に与える影響 <p><調査>酸性雨による被害</p> <ul style="list-style-type: none"> ・身の回りの建物などを調査し、酸性雨の影響が見られるかどうかを調査する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・なぜ雨が酸性になるのか、硫黄の燃焼によって生じる二酸化硫黄の性質や、窒素酸化物の調査をもとに、大気汚染の原因を考察する。 ・二酸化炭素だけでは酸性雨にならないことを考察させる。 ・大気汚染の現状をグローバルな視点から考察し、大気汚染を防ぐ取り組みについても扱う。 <p>【総合的な思考・判断】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「酸性雨の原因」や「酸性雨による被害」を論理的に思考し判断することができるか ・思考の過程、根拠、論理性などのチェック <p>(記録分析、自己評価)</p> |

5. 指導のポイント

<1. 環境問題の学習において生徒に意識させること>

環境問題をテーマにした学習を設定した理由は、生徒が自分たちの手で環境を直接観測したり、そのデータをまとめ、環境について考えていくことが可能だからである。

「科学的思考力としての問題解決能力」に焦点を当て、「課題に対して問題意識を持ち解決することができる生徒」を育成するという教科としてのねらいを満たすためには、単に調べて知識を増やす学習とは異なる学習であることを、生徒にも意識させることが必要である。特にこの単元では、次のようなことを示した。

- ◆課題の設定のしかた：見通しを持たせる。そのためには、酸性雨を例に学ぶ「研究手法」を参考にする。
- ◆新たな「疑問」の発見が学習を深化させる。調べて終わりではなく、常に新しい疑問を探し、追求していく姿勢を持つように意識させる。
- ◆自分たちの学習課題に対して、解決への筋道を論理的に考えることを意識させる。

<2. 酸性雨のデータの分析>

このサイエンス I A の活動は、当校を中心に全国に展開しているインターネットを活用した「酸性雨調査プロジェクト」と連携して活動を行っている。サイエンス I A のこの単元では、子どもたちが自分の手で酸性雨を観測し、五感を使って現在の状況をとらえ、疑問や課題を解決していく活動を行う。酸性雨のデータをグラフに表して分析したり、結果を図や文章で分かりやすく表現したり、他の地域や過去のデータと比較したり、これまで学校で教えてきた各教科での知識を「活用する」場面を作ることを意識することで、活動を子どもたちが自分たちで一歩ずつ考えながら進め、研究の方法や将来にわたって活用できる「学び方」を学ぶことができていると考えている。

観測した数値データの分析方法を提示した例として、相関関係を明らかにする方法を生徒に学ばせる。散布図では縦軸の数値と横軸の数値の間に、関係があるか、ないかを読み取ることが可能であること、関係がある場合は、一方が増加するに従って他方も増加する「正の相関」と、一方が増加すると他方は減少する「負の相関」があることを、図1に示した資料なども用いて、できるだけ平易な形で説明する。

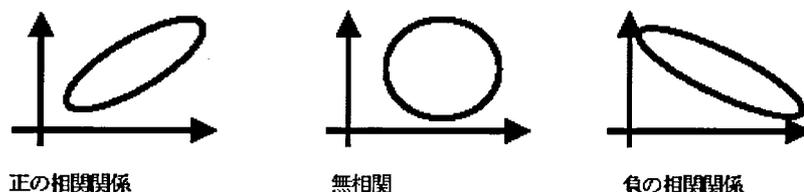


図1 相関関係を示す資料

以上の解説の後、酸性雨調査プロジェクトのホームページのデータを用いて、データの分析を行わせる。酸性雨調査プロジェクトのホームページ (<http://pine.fukuyama.hiroshima-u.ac.jp/>) のデータを生徒に自由に加工させ、分析を行わせた。酸性雨の原因などの科学的な内容は、中学生の範囲を超えたものも多いので、それらをもとに予想を立てさせたりはせず、ここでは、「相関関係が見いだせるグラフを作成してみよう」というテーマを示して、生徒の活動を行わせる。指導はグラフ作成などの技術的な支援にとどめ、生徒の自由な発想でグラフを作成させ、可能であればその内容について考察するように求めている。

<3. 環境をテーマにした課題研究>

次に取り組んだ環境をテーマにした課題研究では、課題研究の内容としては、生徒がそれぞれの興味・関心に応じて自分たちでテーマを設定し、環境の測定に取り組む。3人から4人のグループで研究に取り組むが、テーマの設定にあたってはできるだけ数値によって表すことのできる何らかの実験や測定を研究の中に取り入れるように求めている。その際、散布図やその他のグラフで観測データを

表すために、縦軸・横軸として採用する2つの要素をどのような内容にするか、ここに時間をかけて計画を立てさせ、可能な場合は予想を立てながら測定を実施するように指導する。最終的にはクラスの生徒の前で発表するのだが、その際にも結果を数値の表ではなくグラフで表して、一目見てわかるように工夫するとともに、作成したグラフをもとにして考察をおこなうように指導している。

6. カリキュラムの評価

これまでの実践をもとに、まず教師の側からカリキュラムをいくつかの観点に基づいて振り返ってみたい。

<カリキュラムの内容>

「酸性雨」という題材そのものはpHの概念など中学校では扱わない内容を含むが、実験・観察をもとに中学生に理解できる内容になっていた。身のまわりの雨を直接観測する中で、かなり強い酸性を示す雨が降っているという事実に生徒たちは驚き、学習への動機付けとなっている。「探究Ⅰ」のテーマ設定には予定以上の時間がかかった。参考となる資料や書籍、インターネットの情報などを整理して提供することが必要である。一旦テーマの設定ができて、実験や観察などの活動が始まると、生徒の主体的な活動として進めることができた。

<課題研究の進め方>

課題研究において、生徒には実験や観察を必修とし、その中から疑問を発見していく体験を求めた。質の高い疑問を追求する活動を生徒に求めたが、生徒は安易な方向に流されやすい。活動の中で結果を生徒とともに確認しながら支援することが重要である。質の高い疑問を追求するための支援として、実験・観察結果の中間報告を義務づけ、その際に助言を与えながら、その後の研究の方向を検討させることが望ましい。安易に結果に満足せず、データの信頼性や考察について吟味しながら、追実験等の必要性を考えさせた。つい口を出しすぎる傾向にあったと反省している。もっとじっくりと待つ姿勢を持ちたい。

課題研究のグループ研究の進行について、リーダー的な生徒が活動を取り仕切り、うまくまとめたグループもある反面、まとめの場面では技能的に優れた生徒が一人ですべてやってしまったグループもあった。

7. 成果と課題

環境問題では因果関係が複雑な場合が多く、専門家が分析をおこなう場合でも、環境に与える因子を選び出しながら様々な試行錯誤を繰り返すことで現象を分析することが可能となる場合も多い。たとえば酸性雨のpHでも、雨の降り方の強弱、降雨前の天候や気温、ローカルな大気汚染の状況、越境酸性雨など遠方からの影響、雨をもたらした雲の移動経路、などなど、単純ではない。中学生にそうした複雑なデータを扱わせることは、これまではどちらかというところ避けられていた内容ではないだろうか。しかし、誰が見ても明らかな比例関係ではなく、あえて複雑な要素を持つデータを扱うことで、わからないことを明らかにしようとする「楽しみ」、あるいは自分なりの考察をまとめていく「楽しみ」を感じた生徒も多かったように感じている。定性的な現象の観察に比較して、数値を用いて現象を定量的に扱うことで、生徒は環境を客観的に見つけ、関連の現れる原因を考察しようと努力する姿が目についたように感じる。かつてガリレオ＝ガリレイは、物体の運動の様子を数的に扱うことで、数々の現象を解き明かすことに成功した。生徒たちにとっても、数的な関係を用いることは、物事の本質を論理的に解明するための大きなヒントを与えているのではないだろうか。今回、環境問題のような複雑な現象について、因果関係に関する論理的な思考や考察を予想以上に多くの生徒がおこなうことができたことは、大きな発見であり進歩であったと感じる。

生徒の授業後のアンケートの記述の内容からは、多くの生徒が授業に対して肯定的な意見を持っており、授業の内容・目標についても満足のいく結果となっていると感じている。「光化学反応」に関する内容が難しかった旨の記述が多く見られ、こうした内容については、授業での扱いをより平易になるように工夫する必要がある。

サイエンス I A (新教科)

<単元の指導の事例 2>

| | | |
|------------------------------------|-------------------------|------------|
| サイエンス I A 環境と人間 「2. 身体の内部環境に関する学習」 | | |
| 単元テーマ (題目) | 体温維持の仕組みから恒常性維持の不思議を考える | |
| 実施学年 (中学校 2年) | 配当時間 (12時間) | 実践者 (三宅幸信) |

1. 単元のねらい・目標

人生80年時代と言われ始めて久しいが、それぞれの人が創り上げるライフスタイルは、身体の内部環境を一定にしようとする人間が持つすばらしい能力(恒常性=ホメオスタシス)に、良くも悪くも大きな影響を与える。このスタイルがプラスに働いた場合には、環境適応能力の向上に大きく寄与し、健康の保持増進にもつながる。しかし、マイナスに作用すると、生活習慣病などの問題に大きく関わるようになり、生命を脅かす結果にもなりかねない。病気を治療する医学というものは、所詮は人間の持ち合わせる自然治癒力を効果的に働かせるための手助けをしているにすぎず、身体を守る巧妙な働きをより活性化させるようなライフスタイルを選択・実行することが、重要な課題となってくる。

この身体を守る仕組みは、「神経系(特に自律神経の働き)」、「内分泌系(ホルモン系)」、「免疫系」の3つの働きによって成り立っている。それぞれは独立した機能を持っているが、協働作用により、心身の機能のバランスを巧みに調整している。これらに影響を与えるライフスタイルの中の要因は数多くあり、とりわけ「食生活(栄養)」、「運動」、「睡眠(休養)」、「生活のリズム」などのあり方をどのように選択するのかということが、健康で豊かな生活を送るための鍵となる。

マイナスの影響としての生活習慣病は、「今日の不摂生が明日の病気につながる」という性格のものではなく、長い人生を見通した生活のあり方を考えることで予防することが初めて可能となるものである。従って、若いうちにはその影響が実感しにくいために、中学生の学習テーマとしては難しい面もある。そこで、自分の体温という測定しやすく且つ実感できやすい要因を取り上げて学習することで、恒常性維持の仕組み全体を理解するための基礎学習とし、生涯にわたり健康を維持増進するための知識・理解や態度の育成につなげる一歩とすることをねらいとして単元を構成することとした。

2. 単元の構成と特色

科学的な基礎知識の蓄積が背景にあつてこそ、解決のための具体的な「活動」を行うことが可能となる。そこで、体温調節の仕組みを、まずは科学的な知識として理解し身につけるとともに、日々の生活の中の知恵として生かすことができる実践力をそれぞれの中に育ててゆくことが、生涯にわたって健康を維持増進するための一助となると考える。

また、実験や調べ学習の過程で得た様々な「体験」を通して、「問題解決能力」・「学習スキル」・「自分の生き方を考える力」等が獲得されるが、これらはまた、確かな知識の獲得を支え、科学的思考力の裾野を広げることに還元される。その循環過程において、生活習慣と身体の関わりや問題点を、日常の生活のあり方との関係の中で吟味し、自分の問題としてとらえ整理しなおすことで知識や理解をさらに深めることを意識した構成が、今後の生活における適切な意志決定・行動選択することを可能にすると考える。

3. 本単元における 評価の観点と評価方法

1) 「体温の維持の仕組みから恒常性維持の不思議を考える」の内容のまとめりごとの評価規準

(あ) 関心・意欲・態度

体温の維持について関心を持ち、将来にわたる健康な生活の実現のためには、生活習慣のあり方が重要であるということを意欲的に考えようとしている。

(い) 思考・判断

健康と体温の維持能力の関連を、実験などを通して分析的・総合的に考察し、生活習慣のあり方について適切に判断することができる。

(う) 知識・理解

体温維持に関する基礎的な問題を理解し、身体の内部環境の恒常性維持（ホメオスタシス）の力を適正な状態に保つための知識を身につけている。

(え) 技能・表現

体温に関する問題を調べたり、実験・測定する方法を身につけるとともに、その結果をまとめたり自分の考えを交えて発表することができる。

2) 学習活動における具体的な評価の観点

(ア) 関心・意欲・態度

- ①体温の維持の仕組みについて関心を持ち、知識・経験や資料などを元に、自分の生活課題を見つけようとしている。
- ②体温の維持の仕組みについて関心を持ち、自分の生活課題を解決するための情報を集めたり、課題について調べようとしている。
- ③体温の維持の仕組みについて関心を持ち、友だちの考えや意見を聞いたり、集めた資料を活用しながら、自分の意見をまとめようとしている。

(イ) 思考・判断

- ①人間にとって「恒常性の維持能力」はどのような意味を持っているのかということを考えることができる。
- ②健康と体温の維持の仕組みに関する問題について、経験や資料などを元に、自分の生活・行動を振り返り、問題点を見つけることができる。
- ③健康と体温の維持の仕組みに関する問題について、資料を基に予想したり、考えを整理することができる。

(ウ) 知識・理解

- ①体温の維持の仕組みを中心とした身体の不思議な働きについて理解し、恒常性維持の仕組みが体の働きを保っていることを知っている。
- ②自律神経系・内分泌系・免疫系のそれぞれの機能とその協働作用について理解している。

(エ) 技能・表現

- ①メモをとるなどの、内容を要約する学習スキルを持っている。
- ②疑問や問題を調べる方法を知っており、調べ学習のための計画を見通しを持って立てることができる。
- ③新奇体験や実験結果を自分の中で消化し、要約し、人に伝えることができる。
- ④測定器具の使い方を理解し、測定結果を自分の考えを交えて考察・発表できる。

3) 評価方法

- (A) ビデオ視聴のためのワークシート
- (B) 体験や測定の結果をまとめるワークシート
- (C) 学習の結果をまとめるレポート
- (D) 毎時間の活動の様子を観察

4. 単元計画

単元計画には「幅」をもたせ、時間数・内容は一つの目安とした。

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ②体温維持の仕組みから恒常性維持の不思議を考える (10時間) 1・2時間目 | ◎NHKビデオ「面白学問研究『体内時計を知れば健康になれる』」を視聴し、身体の働きを一定に保つための自律神経やホルモンの働きを理解し、その重要性を認識する ◇「夏休みの生活をコントロールせずに放っておくと、起きるのがだんだん遅くなるのはなぜ？」 ◇体内時計の中核は、自律神経や内分泌の働きを通して、私たちの身体を積極的に維持しようとする非常に大切な部分 | ◆活動への関心、意欲を引き出すようにする。 ◆生徒が、自分の「学び」という意識をもてるようにする。 (ア) -① (イ) -①, ② (ウ) -① (エ) -① (A) ビデオを視聴のためのワークシート |
| 3・4時間目 | ◎恒常性の維持(ホメオスタシス)について理解する ◇自律神経による維持(神経系) ◇細胞レベルでの維持(免疫系) ◇各種ホルモンによる維持(内分泌系) ◎身体を管理する脳と3系統 ◇自律神経系は内臓を動かす ◇内分泌系はホルモンで情報を伝える ◇免疫系の仕事は身体の防御 ◇3系統の協働作用によって恒常性の維持がなされている | ◆課題への意欲・見通しを持たせる (ア) -②, ③ (イ) -② (エ) -② (F) 毎時間の活動の様子の観察 ◆他の問題と関係づけて推論したりすることができるようにする。 |
| 5・6時間目 | ◎基礎的な学習と平行して、体温の変化の実際のデータを家庭生活の中で収集する ◇デジタル婦人体温計の利用(口中型) ◇一日の体温の変化 ・30分おきに起床から就寝まで2日計測 ・一日の行動も記録 ◇特定の活動の前後における体温の変化 ・入浴・食事・散歩などの特定の活動の前後の体温の変化を5分ごとに2行動計測 ◎体温調節の仕組みを理解し、恒常性維持のための具体的な身体の働きを考える ◇暑いときと寒いときでは、身体の変化はどのようなものかを考え、発表しあう ◇身体の変化はなぜ生じるのか、またその変化のもつ意味は何かを考え、発表しあう ◇汗と体温調節の仕組みとの関係を、他の動物と比較しながら考える ◇体温調節の仕組みを、自分の身体の変化を通して理解する ◇体温調節には、自律神経とホルモンの働きが特に大きく関わっていることを理解する ◇熱中症について理解し、日常の生活における体温維持のための行動の仕方を考える | ◆データの収集目的や方法を理解させる (ア) -②, ③ (イ) -② (エ) -② (B) 体験や測定の結果をまとめるワークシート ◆体験を生かした学習場面を設定する。 (ア) -①, ② (イ) -②, ③ (エ) -② (B) 体験や測定の結果をまとめるワークシート (D) 毎時間の活動の様子の観察 ◆学習したことを日常生活に当てはめることができるようにする。 (ア) -①, ② (イ) -②, ③ (ウ) -① (エ) -①, ② (B) 体験や測定の結果をまとめるワークシート (D) 毎時間の活動の様子の観察 |

| 題目(配当時間) | 学 習 内 容 | 指導上の留意点・評価 |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7～9 時間目 | ◎実験で収集したデータをグラフ化し、その変化と行動との関係をまとめ、体温の維持の働きを実際の生活の中で推測する ◇一日の体温の変化 ・30分おきに起床から就寝まで計測した体温と一日の行動をグラフ上にまとめる ◇特定の活動の前後における体温の変化 ・5分おきに計測した特定の活動の前後の体温の変化をグラフ化する ◇血糖値の変化と体温の変化の関係を、教師が測定したデーターを基に考える ◇ワークシートに、体温の変化の理由や生活の振り返りから考えたことをまとめる | ◆検討する内容、課題、目標を明確にする。 ◆自分自身の学びの過程を振り返り、成果や身につけた力を自覚したり、次への活動の意欲付けができるようにする。 ◆その子に応じたメッセージを送るようにする。 (ア) -③ (イ) -②, ③ (ウ) -⑦ (エ) -⑤ (C) 学習の結果をまとめるレポート |
| 10 時間目 | ◎NHKビデオ「生と死を見つめて～低体温療法の衝撃～」視聴し、最先端の医療現場と体温の関係を学ぶとともに、併せて命の重みについて考えることで、恒常性維持の重要性のまとめとする | ◆自分自身の学びの過程を振り返り、成果や身につけた力を自覚したり、次への活動の意欲付けができるようにする。 |

5. 指導のポイント

- ①一連の学習で得た科学的根拠を元に、一人ひとりの生活課題を明らかにし、解決の方向性を探り、まとめ、生活の中で実践できるような種を、一人ひとりの内面に蒔く。
- ②教師が積極的に子どもに関わり、要求を突き付けつつ、問いと学びの成果を絡み合わせることができるよう、指導性を十分発揮することに留意する。

具体的には、次のような、生徒の活動の「場」を確保するように働きかける。

I. 「知る」場を確保する

恒常性維持についての科学的な基礎知識は、これからの学習の前提の力となるように、教師がきちんと理解させる。

II. 「深化する」場を確保する

気温の変化に伴う具体的な身体の変化について考える場を共有し、お互いに提起した自分自身のと他の考えを比較する中で、さらに自分の考えを深めることができるようにする。

III. 「確かめる・納得する」場を確保する

一日の体温の変化（30分おきに起床から就寝まで2日分計測）と、特定の活動の前後における体温の変化（入浴・食事・散歩などの特定の活動の前後の体温の変化を5分ごとに2種類分計測）のデーターを収集し、今までの学習とその日の行動とを結びつけながら 検証し、考えをまとめる。

IV. 「自分との関わりで吟味する・生活に生かす」場を確保する

体温のデーター収集や熱中症の例、また、外気温の変化に伴う身体の変化などについて考えることを通して、体験と知識を結びつけさせ、生活課題を自分の現実世界と結びつけたり、自分なりに体験への意味づけをすることができるよう、レポートをまとめる。

また、健康問題に関する知識や理解を整理するだけでなく、日常の自分の生活のあり方自体を整理し直し、適切な意志決定や行動選択ができるようにアドバイスする。

6. カリキュラムの評価

「ビデオ視聴のワークシート」をまとめた状況や、自分の生活などと結びつけて考えている感想の記述内容から見ると、以下のような評価を要約することができる。

まず、「関心・意欲・態度」や「思考・判断」に関しては、体温の維持について関心を持ち、将来にわたる健康な生活の実現のためには、今からの生活習慣のあり方が重要であるということを意欲的に考えようとしていたり、健康と体温の維持能力の関連を、体温の計測実験とそのまとめを通して、分析的・総合的に考察し、生活習慣のあり方について適切に判断しようとしており、良好な状態であると言える。

また、「体験や測定の結果をまとめるワークシート」や「学習の結果をまとめるレポート」・「毎時間の活動の様子の観察」の記述内容からみると、体温維持に関する基礎的な問題を理解し、身体の内環境の恒常性維持（ホメオスタシス）の力を適正な状態に保つために必要な知識を身につけ、体温に関する問題を調べたり、実験・測定する方法を身につけるとともに、その結果を自分の考えを交えてレポートすることができており、「知識・理解」や「技能・表現」についても概ね良好であると言える。

さらに、保健の定期検査において体温調節についてのテストを行ったが、自律神経系・内分泌系・免疫系のそれぞれの機能とその協働作用について理解しているという判断が可能な結果であった。

ただ、データーをグラフ化する段階において、あえてコンピューターを利用しないで手作業によるグラフの作成を行わせてみたが、時間や体温の変化の幅に合わせた適切な目盛りの割り振りの工夫など、より見やすいグラフの作成能力という点においては、非常に大きなばらつきが見られた。便利な機械を利用する能力は獲得されているが、自分自身の思考と手による作業についての能力獲得が十分ではないという事実には、考えさせられるものがある。

学習の道具として、コンピューター使いこなせることは必要だが、グラフ化の原理などのように、ソフトが処理してくれるその原理を知っておくということなどは、コンピューターに使われないようにするためにも、必要な学習内容だと言えよう。

7. 成果と課題

「体温維持の仕組みから恒常性維持の不思議を考える」というテーマで学習し、もし恒常性が維持できなかつたら、生活習慣病などの重大な健康問題を引き起こすことにもなるということをもまず理解できたということができる。この点では、将来にわたって健康を保持促進するための基礎的能力を身につけることができたということが成果として挙げられよう。

しかしながら、「生活習慣病は一日にしてならず」「生活習慣病＝Silent Disease（忍び寄る病気）」と言われるように、中学2年生という時期は生活習慣病の影響を実感として感じにくい年齢であれば、自分の問題として考えるということがやはりなかなか難しい側面がある。けれども、将来の自分自身の健康を保持増進してゆくためには、若いときからこの問題について理解し、きちんと向き合い、実戦を始めるという姿勢を確立すべき問題でもあるという点が、この単元内容の難しさでもある。

なるほど、知識としては身につけたと言える評価が与えられるのは間違いないし、その知識を獲得し、理解を深めることや、その学習過程における活動自体に対する関心・意欲・態度は良好であると言えるのだが、将来の自分と重ね合わせ、具体的なイメージを持ちながら学習できたのだろうかという不安も残る。このような、「実感しにくいけれども、学びを積み重ねておく必要がある問題」という隘路を、どのように乗り越えるのかということが、やはり課題となる。

主体的な健康達成の実践者として自立してゆける力を育むには、自分自身の課題として主体的に取り組めるように、素材をどのように料理してゆくのかという授業の展開・構成にさらなる工夫が、やはり必要であると思われる。

サイエンス I A (新教科)

<単元の指導の事例 3>

| | | |
|----------------------------------|------------------------------|-------------|
| サイエンス I A 環境と人間 「3. 人間の身体に関わる環境」 | | |
| 単元テーマ (題目) | 身体の内環境と食を中心とした生活習慣 (②砂糖について) | |
| 実施学年 (中学校 2 年) | 配当時間 (1 2 時間) | 実践者 (三宅 幸信) |

1. 単元のねらい・目標

『沖縄プログラム』(鈴木信 著)という、アメリカでベストセラーになった本がある。この本は、世界的にも長寿の地域として知られる沖縄の生活を調査・分析し、人類の長寿達成への可能性を示したものであるが、その中心には食生活のあり方が挙げられている。しかし、最近の調査では、沖縄における40～60歳の死亡率が全国平均を上回るというショッキングなデータが報告されている。また、南米エクアドルにあるビルカバンバという村も世界的な長寿村であったが、その長寿伝説は今や崩壊し、逆に生活習慣病対策に追われるようになってしまっている。これらの原因を食生活に探ると、「動物性脂肪・塩・砂糖摂取量の増加」にある。例えば、ある家庭では、30kgの砂糖を6人家族が一月で消費してしまうという有様である。

人類には、古くから甘味に対するあこがれがあったことは知られており、紀元前1万5千年～1万年ころのクロマニヨン人は、スペインのイベリア半島にあるアラーニヤの洞窟に蜂蜜をとる壁画を残している。今では、私たちの身近な所にあふれるばかりに存在するようになったが、食生活と健康の関係にも大きく問題を投げかけている甘味の代表「砂糖」。これを中心に一つひとつの疑問にぶつかっていき、「食べる」といった「生きる」ことを支える基本的なことがらに自分から迫れるように仕組み、それらのことをまずは科学的な知識として理解し身につけるとともに、日々の生活の中の知恵として生かすことができる実践力を、それぞれの中に育ててゆくことをねらいとする。

2. 単元の構成と特色

科学的な基礎知識の蓄積が背景にあってこそ、課題解決のための具体的な「活動」を行うことが可能となる。そして、その過程で得た様々な「体験」を通して、「問題解決能力」・「学習スキル」・「自分の生き方を考える力」等が獲得されるが、これらはまた、確かな知識の獲得を支え、学力の裾野を広げることに還元される。その循環過程において、生活習慣と身体の間わりや問題点を、日常生活のあり方との関係の中で、自分の問題としてとらえ整理し、知識や理解を深めるとともに、適切な意志決定・行動選択することができるようになることを考える。

日常生活の中で何気なく接している砂糖。その働きや摂取量の持つ意味の理解だけに終わらず、歴史的背景や製造方法・種類等、様々な視点で科学的にこの問題をとらえることができるようにするために、実物に触れることや実験を通じて多角的に吟味する。また、「生きる力」の育成をそれぞれの内面に図るために、他の人の考えと突き合わせたりすることを通して、その吟味の結果を自分自身に還元するように、学習の過程をしっかり振り返らせることを特色とした単元構成を行った。

3. 本単元における 評価の観点と評価方法

1) 「②砂糖について」の内容のまとめりの評価規準

(ア) 関心・意欲・態度

糖質について関心を持ち、将来にわたる健康な生活の実現のためには、砂糖とどのように付き合えばよいのかということ在意欲的に考えようとしている。

(イ) 思考・判断

健康と糖質に関する問題を、実物に触れることを通して分析的・総合的に考察し、糖質の摂取の仕方について適切に判断することができる。

(ウ) 知識・理解

糖質に関する基礎的な問題を理解し、その功罪に関する知識を身につけている。

(エ) 技能・表現

糖質に関する問題を調べたり、糖度を測定する方法を身につけるとともに、その結果をまとめたり自分の考えを交えて発表することができる。

2) 学習活動における具体的な評価の観点

(ア) 関心・意欲・態度

- ①糖質について関心を持ち、経験や資料などを元に、課題を見つけようとしている。
- ②糖質について関心を持ち、課題を解決するための情報を集めたり、課題について調べようとしている。
- ③糖質について関心を持ち、友だちの考えや意見を聞いたり、集めた資料を活用しながら、自分の意見をまとめようとしている。

(イ) 思考・判断

- ①人間にとって「食べる」とはどういう意味があるのかを考えることができる。
- ②健康と糖質に関する問題について、経験や資料などを元に、自分の行動を振り返り、問題点を見つけることができる。
- ③健康と糖質に関する問題について、資料を元に予想したり、考えを整理することができる。

(ウ) 知識・理解

- ①糖質と身体の関係について理解し、食べることの意味を知っている。
- ②糖質の栄養素としての働きやその他の性質を理解することができる。
- ③糖質の生産方法や形状などについて知っている。
- ④糖質の摂取の仕方と健康の関係について理解することができる。
- ⑤砂糖などの糖質以外にも甘味物質があることを知っている。
- ⑥糖分量の計測方法を理解している。
- ⑦糖質が持っている正の面と負の面を理解している。

(エ) 技能・表現

- ①メモをとるなどの、内容を要約する学習スキルを持っている。
- ②糖質に関する疑問や問題を調べる方法を知っており、調べ学習のための計画を見通しを持って立てることができる。
- ③新奇体験を自分の中で消化し、人に伝えることができる。
- ④糖度計などの使い方を理解し、測定結果を自分の考えを交えて考察・発表できる。
- ⑤糖質と自分の健康についての関係を要約し、コメントすることができる。

3) 評価方法

- (A) ビデオ視聴のためのワークシート
- (B) 調べ学習による砂糖についての疑問のレポート
- (C) 体験や測定の結果をまとめるワークシート
- (D) おやつに含まれる砂糖の調査用紙
- (E) 学習の結果をまとめるレポート
- (F) 毎時間の活動の様子を観察

4. 単元計画

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ②砂糖について(12時間) 1時間目 | ◎NHKビデオ『食べる』の明日を考える～2001食料プロジェクト～を視聴し、「動物性脂肪・塩・砂糖摂取量の増加」がどのような仕組みで長寿社会を壊すかということを理解し、『食べる』の重要性を認識する。 ◇中でも、日常生活の中で何気なく接しているまずは砂糖を中心に、『食べる』の意味を考える。 | ◆活動への関心、意欲を引き出すようにする。 ◆生徒が、自分の「学び」という意識をもてるようにする。 (ア) -① (イ) -①, ② (ウ) -① (エ) -① (A) ビデオ視聴のためのワークシート |
| 2・3時間目 | ◎「甘み」に対する人類の熱望を様々な角度から検討するために、砂糖についての疑問を出し合い、できる範囲で調べ合ってみる。 ◎砂糖って何？ ◇甘味と砂糖の歴史 ◇砂糖の種類と作り方 ◇世界の砂糖の動き ◇砂糖の利用の仕方 ◇砂糖と料理 ◇糖質の摂取量の移り変わり ◇砂糖は栄養素か？ ◇糖類の種類とその働き ◇糖質の体での使われ方 ◇砂糖の効果(防腐効果など) ◇砂糖の害(カルシウム不足や血糖値の変化から) | ◆課題への意欲・見通しを持たせる (ア) -②, ③ (イ) -② (エ) -② (F) 毎時間の活動の様子の観察 ◆他の問題と関係づけて推論したりすることができるようにする。 ◆話し合いや、他者との交流が行われやすい机の配置など、学習空間を設定する。 (ア) -②, ③ (イ) -③ (ウ) -②, ③, ④, ⑤ (エ) -② (B) 調べ学習による砂糖についての疑問のレポート |
| 4. 5時間目 | ◎糖質の基礎的な性質の理解 ◎お砂糖に触れてみよう。 ◇いろいろなお砂糖に実際に触れ、その臭い、味、手触りなどを確かめて見る | ◆体験を生かした学習場面を設定する。 (ア) -①, ② (イ) -②, ③ (エ) -②, ③ (C) 体験や測定の結果をまとめるワークシート (F) 毎時間の活動の様子の観察 |
| 6時間目 | ◎砂糖(糖質)をどれくらいとっているのだろうか？ ◇例えば、自分がよく食べるおやつに含まれている砂糖の量を調べ、糖質摂取量をお互いに比較してみる。 ・その摂取量はどういう意味があるのだろうか。 | ◆学習したことを日常生活に当てはめることができるようにする。 (ア) -①, ② (イ) -②, ③ (ウ) -① (エ) -①, ② (D) おやつに含まれる砂糖の調査用紙 |

| 題目(配当時間) | 学 習 内 容 | 指導上の留意点・評価 |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 時間目 | ◎お砂糖の原材料に触れてみよう ◇サトウキビや甜菜,あるいはステビアや甘草などの砂糖の原料や,砂糖以外の甘さの素に実際に触れてみる。 | ◆体験を生かした学習場面を設定する。 (ウ) -③, ⑤ (エ) -③ (C) 体験や測定の結果をまとめるワークシート (F) 毎時間の活動の様子の観察 |
| 8 時間目 | ◎砂糖を作ってみよう! ◇サトウキビや甜菜から糖分量を取り出してみよう。 | ◆体験を生かした学習場面を設定する。 (ア) -② (エ) -③ (C) 体験や測定の結果をまとめるワークシート (F) 毎時間の活動の様子の観察 |
| 9 時間目 | ◎清涼飲料水やスナック菓子・果物に入っている砂糖はどれくらい? ◇糖分量をチェックしてみよう。(糖度計) | ◆体験を生かした学習場面を設定する。 (イ) -③ (ウ) -⑥ (エ) -④ (C) 体験や測定の結果をまとめるワークシート (F) 毎時間の活動の様子の観察 |
| 10 時間目 | ◎砂糖の体に与える影響を確かめてみよう! ◇血糖値の変化が体や気持ちに与える影響 ◇教師が測定した血糖値の変化と,体と気持ちの関わりを示す。 | ◆体験を生かした学習場面を設定する。 (ア) -① (イ) -②, ③ (ウ) -① (エ) -⑤ (C) 体験や測定の結果をまとめるワークシート (F) 毎時間の活動の様子の観察 |
| 11・12 時間目 | ◎もしも,砂糖がなかったら・・・ ◇生きていくうえで絶対に必要とは言えないけど・・・ ◎砂糖とどのようにつき合っていこうと思いますか? ◇今回の学習から,感じたこと,わかったことを整理し,これからの生活の中で,君は砂糖とどのようにつき合っていこうと考えるのかをまとめてみよう。 | ◆調べる内容,課題,目標を明確にする。 ◆自分自身の学びの過程を振り返り,成果や身につけた力を自覚したり,次への活動の意欲付けができるようにする。 ◆その子に応じたメッセージを送るようにする。 (ア) -③ (イ) -②, ③ (ウ) -⑦ (エ) -⑤ (E) 学習の結果をまとめるレポート |

5. 指導のポイント

- ①子どもから出てきた疑問や教師の問いかけの中から、「認識内容」と「課題に迫る方法」を学習内容として設定する。
- ②「疑問を出し合う、調べる、資料を集める、実験する、発表する」などのグループ活動を中心とした形で探求を進め、子ども自身の活動の中からそこに潜む科学的根拠をつかみ取っていく過程を大切にす。そして、教師からの問いかけは、子どもに自分の現状を自覚させ、砂糖に潜むナゾ（科学的根拠）を探求してゆく活動への道しるべとなるように留意する。
- ③一連の学習で得た科学的根拠を元に、一人ひとりの生活課題を明らかにし、解決の方向性を探り、まとめ、生活の中で実践できるような種を、一人ひとりの内面に蒔く。
- ④教師が積極的に子どもに関わり、要求を突き付けつつ、問いと学びの成果を絡み合わせることができるよう、指導性を十分発揮することに留意する。

具体的には、次のような、生徒の活動の「場」を確保するように働きかける。

I.「知る」場を確保する

砂糖についての科学的な基礎知識は、これからの学習の前提の力となるように、教師がきちんと知らせた後に、「疑問」に思うことや自分なりに「調べ」てわかったことをまとめてレポートを作成する。一人ひとりの疑問を集めると、砂糖の製法から歴史的な背景までと、多くの観点からの問題の提起がなされたことになる。また、調べたことも多岐にわたる。

このように個人の問題をみんなの問題にすることで、より多くの観点から砂糖というものを考え、「知る」ことができるように下地づくりをする。

II.「深化する」場を確保する

お互いに提起した自分自身の「疑問」や「調べ」と、他の人の「疑問」や「調べ」を比較しながら、さらに視野を広げ、再調査・検討を加える。そこでは、例えば「砂糖は体にいいのか？悪いのか？」という柱立てのもとに、砂糖の功罪について自分の意見をまとめたものをレポートしたり、どちらかの立場に立って議論することなどの工夫により、さらに自分の考えを深めることができるようにする。

III.「確かめる・納得する」場を確保する

砂糖の種類には、上白糖、黒糖、三温糖、角砂糖など実に多くのものがあり、そのような形態の違いだけでなく、原料にもサトウキビ、甜菜、メイプルなどがある。日常生活の中では、多くの砂糖の種類に触れたり、その原材料を見るといったことはほとんどなくなっていると言ってよい。

そこで、新奇の体験を通じて、自分の現実世界を見つめ直し、新たな発見や疑問を持つことができるようにすることが必要となってくる。

ここでは、砂糖大根やサトウキビの実物に触れてみたり、ステビアなどの砂糖以外の甘みに触れてみるといった、実物体験を手始めに、甜菜（砂糖大根）から砂糖をとり出す、ジュースや果実などの食品中に含まれる糖度を糖度計を利用して計測してみる、あるいは、ジュースや缶コーヒーの水分を除き、中の砂糖をとり出してみる、といった実験を多く行うことで体験に裏打ちされたより確かな理解を進めるようにする。

また、「おやつ」についての調査から、普段どれくらいの砂糖をとり込んでいるのかを確かめ実感したり、その摂取量を運動エネルギーに換算すると、どれくらいになるのかを計算してみる等、自分の生活との接点を見つけさせるように工夫する。

教師による分析記録や他の子どもの記録などを提示し、課題意識をはっきりと持って取り組めるように、また、どのような観点で分析をすればよいのかということがはっきりと意識できるようにする。

IV.「自分との関わりで吟味する・生活に生かす」場を確保する

体験と知識を結びつけさせ、努力した活動を書き出させて自己評価をおこなうために、また、課題を自分の現実世界と結びつけたり、自分なりに体験への意味づけをすることができるようにするために、「自分と砂糖の関わり方」というテーマでレポートをまとめる。

そのことを通して、日常の自分の生活のあり方自体を整理し直すようにする。

また、健康問題に関する知識や理解を整理するだけでなく、適切な意志決定や行動選択ができるようにアドバイスする。

6. カリキュラムの評価

日常的に摂取している砂糖が、三大栄養素の一つである「糖質」と呼ばれるものであるということや多くの生徒が知っている。が、澱粉などのように甘くないものとも同じ仲間であるということや、エネルギー源にならない糖質の仲間もあるということなどについては、ある種の驚きをもって迎えてくれる。そのような、生徒にとっての砂糖の知られざる部分を、「砂糖についての疑問」として考えさせてみると、実に多くの問題を挙げてくる。砂糖の種類や製造方法、働き、その歴史や社会的な価値等と多岐にわたって疑問を見つけ出してくるのである。それらのことから考えると、関心・意欲をもって、積極的に取り組むことができた生徒が多いと言える。

出された全ての疑問を解決するための時間や方法はないが、今の状況で可能な限り、実物に触れるという新奇の体験や観察、また糖分の測定等を通して、生徒は共通の砂糖に対する知識の獲得や理解を深め、広げることができた。また、測定方法の習得などの学習スキルの獲得についても概ね良好である。さらに、それらのスキルを使った測定の結果や調べ学習の結果を、自分の生活との関わりで考えながらレポートにまとめるという、表現についても意欲的に取り組むことができたと感じている。

温度管理の行き届いた環境にどっぷりと浸かっているという「外部環境」の変化が、体温の維持調節機能を脆弱なものに変え、自律神経系、内分泌系、免疫系といった「内部環境」を一定にするための機能が十分に働いてくれない……。人間の食に対する他の動物から見れば異常とも言える我欲が、季節感の失われた食材や自然の状態からかけ離れた食材をどんどん生み出し、それが人間の「健康」という首を真綿のように絞め続けている……。しかし、文明の便利さに慣らされてしまっている我々は、そのことにすらなかなか気がつかないし、気がついたとしても、そこから望ましい方向へと舵を切り替えることには、どうしても億劫さが付きまとい、抜けきることは至難の業である……。

今日の不摂生が明日の異常を引き起こすというものではなく、将来において「あの時から考えておくべきだった」と振り返る側面がある問題だけに、現在の自分の問題として考えるということは、中学2年生にとってはなかなか難しい側面を持っている。

将来にわたって、主体的な健康達成の実践者として自立してゆける力を育むには、授業の展開・構成にさらなる工夫が必要であると思われる。

7. 成果と課題

学習のまとめとして、「君にとっての砂糖とは何か？」というテーマで自由記述を行わせた。その記述内容から学習に対する生徒の評価を要約することで、成果と課題を探ってみると次のようになる。

まず、「実際のサトウキビやビートを見ることができて良かった。ただ調べるだけでなく、実際に見たり触れたりするということで、臭いや味を意識して食べるということができ、今までと違った感じがしてきた。」「授業で、お砂糖の種類がたくさんあることを知って驚いた。それぞれ味や香りが違うというのも驚いた。実際に見たりさわったり味わったり臭ったりして経験することができて良かった。」「いろいろなものに含まれる糖度の多さにびっくりした。特に野菜の糖度が高いのには驚いたが、実際に糖度を測定することができて良かった。」という記述に見られるように、具体的なものに触れたり、実験を通して学習することが、「関心・意欲・態度」を喚起し、「知識・理解」を深めることを促進することにつながったことは、大きな成果と言えよう。中には、「ココアと砂糖を混ぜてから溶かしてみると、水と結合しやすい砂糖の性質のおかげで、ダマができにくいことがわかり、感動した。」「砂糖が発火するという実験を実際にやってみて、面白く納得した。」というように、自分自身で試してみて納得した生徒もいた。

そのような活動の中で、「砂糖の種類によって形が違うだけでなく、性質から使用方法まで違うということがわかった。」「加熱温度によって砂糖の形がいろいろ変わると言うのがとても面白かった。」「砂糖について今までは深く考えたことがなく、ただ甘みを与えてくれるだけのものとしか思ってい

なかったが、調べてみると、プリンを作るときに砂糖を使うのは、卵白や牛のタンパク質の凝固温度を高めて柔らかな口当たりにするなど、目的に応じて使われていることがわかり、驚いた。」というような砂糖の働きや性質に関する知識を獲得するとともに、「18世紀には『砂糖のあるところに奴隷あり』と言われていたように、豊かな社会の裏側に奴隷の犠牲があるということが、砂糖についてもあるということには驚いた。」「古代ローマ人の『吐くために食う、食うために吐く』というのには腹が立った。豊かに生きるためにはどうしたらいいのかを考えたい。」「砂糖には実に大きな歴史があるということがわかった。それらを知った上で砂糖とつきあっていこうと思った。」「日本では砂糖と呼ばれるものだけでも何種類もあり、料理やお菓子で使い分けている。甘さだけを求めるのなら人工甘味料でもよいと思うのだが、これだけの種類の砂糖を使い分けるということ自体が立派な文化と言えると思う。」「砂糖に対する考え方にもお国柄があるということがわかった。」というように、砂糖の歴史や文化性を考えたり、「砂糖のことを調べるうちに、世の中に『完璧な食材はない』ということ」を思った。「何を食べると身体に良くて、何を食べると悪いというものではなく、その食べ方に偏りがあるというのが問題なのだということを実感した。」というように食の問題性に思いを寄せるなど、実に幅広く考えることができたと言えよう。

しかし、それ以上に注目すべき点は、「学習を通して、自分の砂糖を見る目や考え方が、かなり変わった。」「砂糖は身近なものなのに、多くの新しく知ったことがあってびっくりした。知らなかったことを多く知ったことはもちろんだが、思っていたことが全然違っていたりして、砂糖に関する認識が新しくなった。」「何も考えないでバクバクお菓子を食べていたことから考えると、この学習を通してもっと考えることが大切だということがわかったことは、自分にとって大変革だと思う。」「日頃何気なく見過ごしがちなものも、興味関心を持っていくことが大切だと思った。」「自分の身体のことについて真剣に考えるようになった。」「家族と砂糖について話すことができて良かった。」「砂糖の含有量や果物の糖度なども日常的に目につくようになった。」というように、学習を通して知識が増えただけでなく、自分自身が変わったということを知る生徒も多いたことである。

今までは、「砂糖に対するマイナスイメージが多く」、「『砂糖を食べると太る』』というような単純な考え方でしかいなかったけれど、調べてみると、「食べたらず悪影響が出るという毒ではなく身体に対するプラスの面も多くあり、砂糖への印象が変わった。」しかし、「長寿社会が壊れたり、生活習慣病が増加しているのは、食生活の変化によるところが大きいのは事実であり、摂取の仕方を考えなければならないということがわかった。」のだから「今後の生活の中で、自分の食生活を自分自身で考えてゆけるようになりたい。」「今までは、お菓子に含まれている砂糖が、身体にどんな影響を及ぼすかなんて考えたこともなかった。」が、「今回の学習を通して、砂糖の分子構造、歴史、製造過程等、よくわかった。身近なものだからこそもっとよく知らなければならないと思った。今後の生活でいろいろ考えたい。」というように、「砂糖が虫菌を直接作るのではない」というような結果としての知識が獲得されただけでなく、「それはなぜなのか」という理由を理解することにより、生活の中で生かすことを考えようとしている感想が多くある。このように、単に知識として知るだけでなく、今までの考え方が変わったり、自分の生活との関わり合いの中で今後に生かそうとする姿勢が現れている点が最も評価されるであろう。

また、「調べているうちに、砂糖のプラスの面とマイナスの面について様々な説があって、どれを信じて良いのかわからなくなることがあることがあった。ものを調べるということは、案外難しいと思った。」というように、調べ学習自体の問題について考えたものもあった。これは、「技能・表現」に関して、情報の収集処理をどのように行うべきなのかという課題を表しているものと言えよう。

生徒全体の感想をまとめると、実に幅広く学習したという結果が明らかではあるが、個々の生徒の中でそれらのことが統合されて、系統化・普遍化されているのかということについては今少し吟味してみる必要がある。一人ひとりの内面で様々な変化があったことは事実ではあるが、そのまとまりかたや密度の差を全体的に底上げするような指導も必要なのかもしれないと考える。

サイエンス I A (新教科)

<単元の指導の事例 4>

| | | |
|----------------|-----------------|-------------------|
| サイエンス I A | 環境と人間 | 「5. 生活を見つめる」 |
| 単元テーマ (題目) | 電化製品の使用電力量を調べよう | |
| 実施学年 (中学校 2 年) | 配当時間 (3 時間) | 実践者 (平賀博之, 高橋美与子) |

1. 単元のねらい・目標

この単元では、これまでの学習を基にして、自分の生活を見つめ直していく。例えば、身のまわりの生活の中から課題を見つけ、実態調査や実験を行い、その結果に基づいて生活を変えていくことが必要かを考え、具体的に自分たちの手で始められることを考え、実践に移すまでの体験を積み重ねていくことが目的となっている。

酸性雨の学習では、酸性雨の原因が化石燃料の燃焼とともに大気中に放出された、硫黄酸化物や窒素酸化物であることを学習した。これらの汚染物質は大気中を浮遊する間に太陽光線による光化学反応を受け、硫酸や硝酸へと変化して行くと考えられている。これらの物質が雨水の中にとけ込み酸性度が高くなったものが酸性雨である。わたしたちの文化的な生活に化石燃料は欠かすことのできないエネルギー源となっている。しかし、生活の中で利用している例えば電力が、どれだけの化石燃料によって作り出されているかといったことを考える機会は無である。

この単元で実施する「エコワット」を利用した電力使用量の調査は、使用電力量や電力料金という、極めて具体的な形で電化製品がどれだけの電力を消費しているかを測定することができる。この測定を基に、自分の家庭がどれだけの電力を使用し、それによってどれだけの化石燃料を消費しているかを推定させ、わたしたちの生活が環境に大きな負荷を与えていることに気付かせたい。また、身近なところから生活を変えていくことで、環境への負荷を減らし、また、金銭的にも節約できる方法を考えさせ、環境に対する行動を継続して行うことのできる態度を育みたいと考える。

その内容を検討していくためには、因果関係に関する論理的な思考力や考察力が必要となる。こうした体験を通して、生徒の科学的な思考力を育むことにもつながると考えている。

2. 単元の構成と特色

エコワット (製造元: 株式会社エネゲート) は家電製品の消費電力量や電気料金を表示する測定器で、コンセントに差し込み、家電製品をつなぐと接続された電気機器の消費電力量と電気料金の目安が表示される。家庭で簡単に誰でも使える電力量の表示器である。

子どもたちが主体的、意欲的に課題研究に取り組むためには、生徒に自由にエコワットを利用させ、測定を実施させるとよいと考えた。その際に、課題意識を持たせることが重要である。

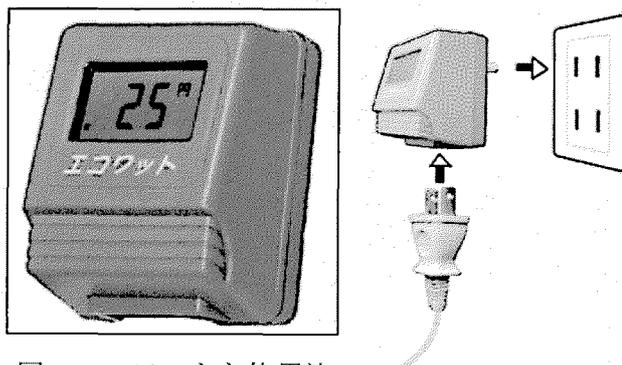


図 エコワットと使用法

生徒の活動は、生徒がどれだけ必然性を感じているかにかかっている。自分たちの生活を考える際にも、これまでに体験したことのない内容に取り組むことは、大きな動機付けとなる。エコワットはその2つの点で、有効な教材であると考えている。

また、測定方法は簡単であるが、どのような電化製品の電力量を測るのか、どのような比較の方法をとるのかなど、測定の中に多様な工夫が考えられ、単純にはかかって終わりにならない内容的な深さがあると考えられる。

こうしたエコワットの教材としての特長を生かし、生徒による活動を中心とした単元構成を考えた。

3. 本単元における 評価の観点と評価方法

(1). 関心・意欲・態度

電力量をきっかけとして「環境」と「生活」との関係について関心を持ち、豊かな生活を実現するために、積極的に測定や考察に取り組むことができる。

(2). 思考・判断

電力量の測定からデータの比較検討まで、課題の解決をめざし、分析的・総合的に考察することができる。

(3). 知識・理解

電力量に関する事項を科学的に理解し、日常生活の課題解決に生かすことができる知識を身につけている。

(4). 技能・表現

電力量の測定に関する課題を科学的に追求する方法を身につけるとともに、その結果を的確な方法で正確に表現することができる。

この単元における評価の基本的な考え方は、学習のねらいや目標を定め、どのような能力を育もうとするのかを明らかにし、それに対して、期待される能力を育むことができたかどうかを、様々な方法を用いて検討するものである。そのためには、生徒が自らの活動をあとから振り返ることができるように資料を保存させることに留意し、ポートフォリオを作成させる。生徒の成果物としては、レポートを提出させるが、その内容だけでなく、どのような思考を経て考察がなされたかを把握するためにも、途中段階での指導の中での的確なアドバイスを与えるとともに、その内容を生徒に記録させ、どのような考え方の変化があったかかを記録させる。こうした資料をもとに、生徒が単元終了後に活動を振り返って、自己評価が可能となるようにする。また、生徒が自分たちの活動を振り返り、自分の足跡や学習したことの意義を知ることによって、あらためて残された課題に気づき学習を発展させる。自己評価を行うことによって、自己の変容を捉え自分自身を見つめる目、すなわち自己学習力につながる力・メタ認知力を意識的に育みたいと考えている。

4. 単元計画 「5. 生活を見つめる 電化製品の使用電力量を調べよう」 (配当時間計 3時間)

| 題目(配当時間) | 学 習 内 容 | 指導上の留意点・評価 |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| ①電力と環境 (1時間) | ◎「酸性雨」の原因物質の確認 ◎電力は化石燃料から作られる ◎エコワットを使った測定の提案 ＜電力量測定の計画立案＞ | ・エコワットの使い方、使用上の注意点を理解している など (自己評価) |
| ②電力量の測定 (1時間 +課題) | ◎どのような電化製品の電力量を測定するか ◎どのような比較を行うか 考察のポイントを明らかにしていく ＜電力量の測定と考察, 追加の測定＞ | ・家庭での測定を行う。 ・1回目の測定の結果を基に計画を練り直させる。 (活動のポートフォリオ) |
| ③考察とまとめ (1時間) | ◎測定結果や考察を基に、生活をどのように変えることで環境への負荷を減らすことができるか考える ＜測定データのまとめ, 考察のまとめ＞ ＜環境に対する行動＞ | ・論理的に考察する。 ・環境への行動ができるか (思考の過程, 根拠, 論理性などのチェック) (記録分析, 自己評価) |

5. 指導のポイント

測定にあたっては、できるだけ生徒にいろいろな電化製品を測定してみるように指示した。また、例えば冷蔵庫について、同じグループの中で共通して測定を行い、どのような違いがあるかを考えさせるように指導した。測定を基に考察を行い、冷蔵庫の測定であれば、冷蔵庫の性能や使い方と、電力量にどのような関係があるかを考えるために、測定値からどのようなことが判断できるかを考えさせ、その考察を基に、さらに測定データを集めさせるという、繰り返しができるようにした。

測定はグループで共同して行わせるが、最終的なレポートは個人で提出させる。そのため、同じデータで書かれたレポートでも、さまざまな考察が考えられている。

右の表1は冷蔵庫の使用電力量について測定した例である。5名の生徒がそれぞれの家庭の冷蔵庫について測定を行った。あわせて、冷蔵庫の容量や使用年数、製造会社を調べ、それらについて電力使用量との関係を考察している。

同じグループの他の生徒がまとめた測定結果を表2に示す。

同じデータを示すにも、生徒によって表現が異なることは、指導する側からもおもしろいが、レポートを互いに見せ合いながら、他の生徒がどのようにまとめているか興味津々のようであった。

表1 冷蔵庫の使用電力量（生徒A）

| | 冷蔵庫の容量[L] | 電気使用料金の平均(1日あたり・円) | 使用年数 | 製造会社 |
|---|-----------|--------------------|-------|------|
| 1 | 401 | 40 | 4年6ヶ月 | A |
| 2 | 415 | 41 | 5年6ヶ月 | B |
| 3 | 430 | 60 | 4年1ヶ月 | B |
| 4 | 445 | 46.7 | 1年3ヶ月 | C |
| 5 | 456 | 29.7 | 4年 | D |

表2 冷蔵庫の使用電力量（生徒B）

| | 1日目 | 2日目 | 3日目 | 冷蔵庫の容量[L] |
|---|-------------|-------------|-------------|-----------|
| 1 | 39円/1.59kwh | 41円/1.67kwh | 40円/1.62kwh | 401 |
| 2 | 40円/1.63kwh | 40円/1.60kwh | 43円/1.75kwh | 415 |
| 3 | 59円/2.37kwh | 60円/2.42kwh | 61円/2.50kwh | 430 |
| 4 | 47円/1.91kwh | 48円/1.98kwh | 45円/1.82kwh | 445 |
| 5 | 30円/1.20kwh | 30円/1.16kwh | 29円/1.16kwh | 456 |

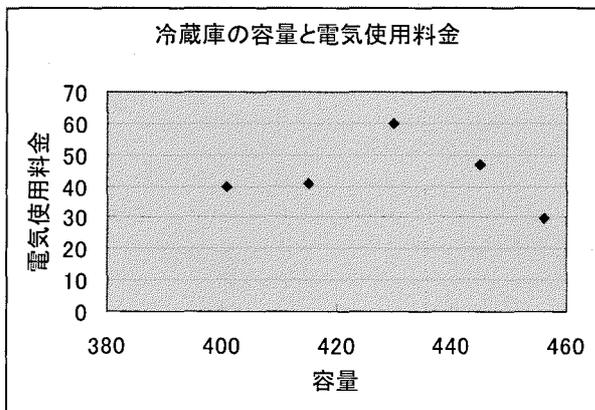


図1-A

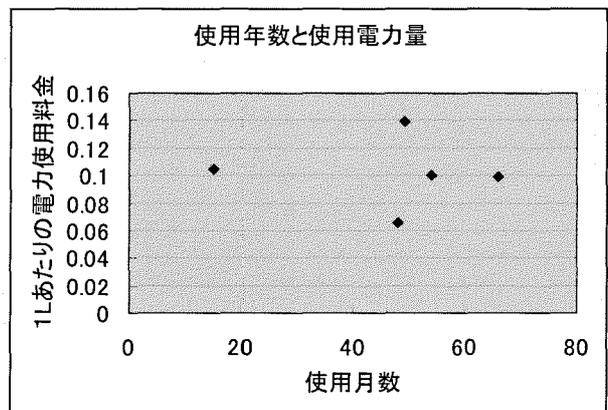


図1-B

生徒によるグラフの違い

図1-Aは、表1を作成した生徒が作った散布図である。横軸には冷蔵庫の容量 [リットル] を、縦軸には1日あたりの電気使用料金をとり、冷蔵庫の容量と電気使用料金の関係を示している。この生徒は、「冷蔵庫の容量は今回の測定では401リットル～456リットルとあまり大きな差がなかったために、容量と電気使用料金との間に相関は見いだせなかった」と考察し、1ドアの小型冷蔵庫やもっと大型の冷蔵庫と比較するとおもしろそうだと記している。また、ドアを開ける回数や庫内にどれだけのものが入っているかといったことが、関係している可能性を考えている。さらに、ドアを開ける角度や、庫内の温度設定、冷蔵庫を置く場所など、いろいろな条件で電気使用料金が増減すると予想し、条件を統一することの難しさを指摘している。

図1-Bは、表2を作成した生徒が作った散布図である。横軸には冷蔵庫の使用期間（月数）を、

縦軸には1リットルあたりの電力使用料金をとり、冷蔵庫の使用年数と電力量との関係を示している。この際、縦軸には単純な電力使用料金を取るのではなく、冷蔵庫の容量を考慮に入れるため、容量1リットルあたりとして工夫している様子が見られる。

6. カリキュラムの評価

<カリキュラムの内容>

エコワットやそれを利用した電力量の測定に対して、生徒の興味関心が高いことは、レポートの内容からもうかがうことができる。意欲的なレポートが多く、測定も単純に電化製品の種類によって使用電力量が異なるという、当たり前の結果を示すものはほとんど無く、工夫された測定や考察が目についた。

こうしたことから判断し、測定を行って、その結果をまとめる段階までは、予想以上の生徒の反応が得られたと考えている。

ただ、時間を3時間で予定したが、この中で「環境のために行動する」ところまで考えさせるのは窮屈であった。生徒の興味関心が、エコワットによる電力測定に向いたため、それを基に行動を考えるところまでレポートの中で考えることのできた生徒は少なかった。これは途中での指導の在り方が、測定から考察までの重視したことが強く影響していると考えられる。

この単元は2005年度の実践で初めて実施したものであるが、次年度の実践ではレポート提出後に、環境に対する行動の在り方について1時間別に枠を設けて時間を取り、生徒に考えさせていくことが必要であると感じた。

<相関関係を明らかにする指導>

散布図によってデータを視覚化し、相関関係を明らかにする分析手法は、「1.身のまわりの環境」の単元で扱ったものであるが、このエコワットを利用した測定にも、その手法を使った生徒が多く見られた。これは、生徒たちにとっても、数的な関係を用いて分析を行うことで、物事の本質を論理的に理解することにつながる感じが感じられたためではないだろうか。

図1に示した2人の生徒のグラフが代表的なものであるが、こうしたパソコンの表計算ソフトも、自由に扱えるようになってきており、多くの生徒がパソコンを活用した分析の手法を身につけることができたと考えられる。約7割の生徒はレポートもパソコンで作成しており、パソコンの活用能力も高まっていると感じている。

このような形で生徒が身につけた能力を、その授業で終わらせるのではなく、他の授業やその他のいろいろな場面で活用することができて、はじめて「能力が身に付いた」といえる段階に達すると考えられる。そうした考え方に従えば、生活の中で環境に対して論理的に考察し、判断して行動することができるようになることができて、この授業の目標・ねらいが達成されたことになる。この確認には授業の中だけでなく、生徒の日頃の生活や意識の変化なども追いながら見ていく必要がある。

今回はじめて取り組んだ教材でもあり、生徒の反応や変容をもう少し長い目で見つめながら、内容を煮詰めていきたいと考えている。

7. 成果と課題

エコワットという新たな教材を利用した単元が開発できたことが、まず、1つの成果であったと考える。エコワットは生徒・保護者にも評判が良く、測定後に、販売元やどこで購入可能かの問い合わせもあった。おそらく、家庭で保護者にも協力してもらいながら測定が行われ、環境問題について会話の材料となったものと考えられる。

生徒の興味関心を高める効果は確認できたので、中学校2年生の学習内容として、理科の授業との関係で理解が難しい点などを整理して、あるいは、さらに内容を付加して、今回以上に成果のあがる内容となるように検討を続けていきたい。

サイエンス I B (新教科)

第 4 学年 週 4 単位 (140 時間)

1. 概要

新教科「サイエンス I B」では、高等学校で共通して履修すべきであるとする科学分野の内容を厳選し、それらを題材に科学的方法についての理解・習得、科学的思考力や総合的かつ科学的な判断力の育成を目的として構成する。

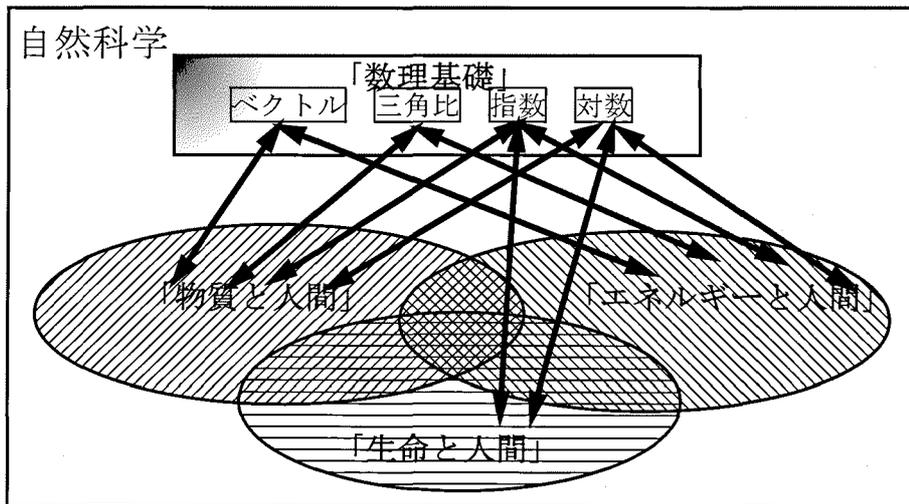
自然科学を学び考察する上では数学の基礎知識が必要となるが、これまで理科と数学の連携が密にとられていたとはいえない。新教科「サイエンス I B」では、このような数学の基礎知識を学び、その基礎の上で自然現象を考察する。このように数学の基礎知識を先に学ぶことで、理解が進み科学的思考力が高まるものと期待する。

今回の理科の中学校学習指導要領改訂では、授業時間数の削減に伴い扱う内容の精選が行われ、中学校段階での内容の削減、高等学校への移行が行われた。高等学校では基礎的な理科の能力が身に付くよう必修科目として「理科総合 A」, 「理科総合 B」, 「理科基礎」が設けられ、このうちの 1 科目以上を履修することになった。「サイエンス I B」ではこれらの科目も参考にしながら、自然界を総合的に考察するために必要な基礎的知識の習得をはかり、最近話題となっている環境やエネルギー分野の高度な内容にも触れる。さらに目的を持った生徒観察・実験を充実させることで科学的分析能力を高め実験技能の習得をはかる。

新教科「サイエンス I B」は、「数理基礎」「物質と人間」「エネルギーと人間」「生命と人間」の 4 つの編を設けて展開をする。その授業展開と「数理基礎」の内容と他の編との関連について模式図で示す。

| | | 授業展開 | | |
|---|---|------------|--------|--------|
| | | (1 学期) | (2 学期) | (3 学期) |
| 週 | 4 | 「数理基礎」 | | |
| 単 | 位 | 「物質と人間」 | | |
| | | 「エネルギーと人間」 | | |
| | | 「生命と人間」 | | |

サイエンス I B の学習構造



2. ねらい

「サイエンス I B」では、高等学校で共通して履修すべきであるとする科学分野の内容を厳選し、それらを題材に以下の3点をねらいとして展開する。

①系統的に科学を学ぶ

現代社会においてエネルギー問題をはじめとして様々な課題があるが、それらを総合的または分析的に考察していくには、科学的基礎知識が必要である。また、自然を分析的に見ようとする際、幾何学的手法や解析的手法がとられるが、この新教科「サイエンス I B」では、これまで数学として扱ってきたこれらの基礎的内容を、年度の前半に「数理基礎」として学習する。数学と理科で連携して指導内容を調整していく中で、科学的思考力をスムーズに高めていけるものとする。

②科学的思考力を高める

科学的思考力を高めるためには、自然の事物・現象に興味関心を持たせ、それらを探究して事象間の客観的・普遍的関係を明らかにする理論や法則を見つけ、整理していく営みが必要である。また、このような探究の過程を通して、いわゆる科学の方法を身につけることも重要である。科学論での科学の方法は、帰納や演繹など決まった一つの方法として提示できるものではないが、さまざまな自然の事物・現象をいろいろな面から主体的に探究することで、生徒集団でお互い納得できる科学的な方法や手段というものを感ぜられるようにしていきたい。つまり、科学的知識を教授するのではなく、その理論、法則を得るにいたる過程を大切にしたい展開に心がけていく。

③豊かな科学的自然観を育む

「数理基礎」「物質と人間」「エネルギーと人間」「生命と人間」は、それぞれ「数学」「化学」「物理」「生物」の基礎的内容を基盤とするが、「人間との関わり」、「人の営みとしての科学」の視点を入れ、環境、エネルギー、バイオ資源などの最近の話題を扱うことで関心・意欲を高め、より高度な科学的思考へとつなげていきたい。

次に各編のねらいをまとめる。

(1) 「数理基礎」

自然科学を学ぶとき、数学は大変重要な道具となる。数学自身もまた、自然科学の一分野として、科学的思考力の育成に重要な役割を果たしている。ここでは、自然を見る道具としての数学に注目し、これらの道具を使うための最小限の知識を学び、これからの科学的思考の育成に役立てることができるようにする。

(2) 「物質と人間」

身のまわりのいろいろな物質の性質を調べることにより、原子や分子の概念、イオン概念を習得させる。化学反応とエネルギーの取り扱いにおいては、熱化学方程式にも触れ、定量的に考察するための科学的知識を育てる。テーマごとに実験を行い、物質の多様な性質を調べる力を育成するとともに、実験結果を整理しモデル化を行い考察する科学的思考力の育成をはかる。これらの展開を通して、化学物質と人間とのかかわりにおける問題点や課題について科学的に考察する力を育てる。

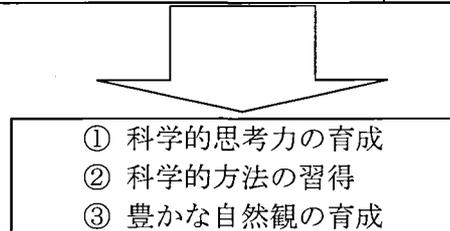
(3) 「エネルギーと人間」

自然界を物理的にとらえる際、物体に加わる力をもとに運動の法則で考察したり、仕事とエネルギーの関係からエネルギー保存の法則、エネルギーの変換の観点で考察したりする。中学校理科では、この力やエネルギーについて定性的な扱いしかしておらず、エネルギーが保存するという点について論理的に理解できているとはいえない。また、仕事について扱わなくなった。そこで、本編では、これらの基礎概念を系統的にかつ論理的に扱うとともに、このような考え方が生活にどのように利用されているのか、またエネルギー問題など考える視点は何かについて学習する。

(4)「生命と人間」

この編では、人間を自然界における多様な生物の一つの種として捉え、「人間」すなわち「ヒト」を進化の所産として総合的にかつ科学的に考察する力を養う。同時に、地球における生命の誕生から生物の進化、生物の多様性および、発生、遺伝現象を系統的に学習することを通して、生物に内在する共通性と多様性を理解させる。

| 編 | 学習内容 | 習得する概念 |
|---------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| (1)「数理基礎」 | ベクトル, 三角比, 指数, 対数 | 平面図形, 関数関係 |
| (2)「物質と人間」 | 原子, 分子, イオン, 化学結合, 化学反応, 物質とエネルギー | 粒子概念, 物質概念, エネルギー収支, 状態変化と平衡 |
| (3)「エネルギーと人間」 | 加速度, 運動の法則, 力, 仕事, エネルギー, エネルギー保存 | 運動の分析, 数量的思考 変化と変換 (変化量と保存量) |
| (4)「生命と人間」 | 進化, 遺伝, 系統・分類, 発生, 生殖 | 多様性と共通性, 生命の連続性 |



3. 学習指導要領との関係

(1)「数理基礎」

現行の指導要領では、「ベクトル」は数学Bで、「指数」「対数」は「数学Ⅱ」で履修することとなっており、高等学校2年生で扱う内容となっている。ところが、自然科学を学ぶ上で、これらの「ベクトル」「指数」「対数」および「数学Ⅰ」後半で学ぶ「三角比」は必要不可欠な道具となっており、数学でこれらの概念を学ぶ前に理科などの教科でこれらを利用することとなっている。このような不整合性を解消するために、これらの単元の基礎的な概念を「数理基礎」として行うことにする。

(2)「物質と人間」

新学習指導要領において「イオン」は中学校より高等学校へと移行された内容であり、「理科総合A」や「化学Ⅰ」で取り扱うことになっている。また、「化学結合」は「化学Ⅱ」の内容となっている。しかし、物質について学習していくにあたり、イオンの概念や化学結合を含めた基礎的な知識をしっかりと身に付けることで、物質と人間、化学物質に対する理解を深めることができる。さらに、化学反応におけるエネルギー収支を考慮することにより、化学反応に対する理解を深めることができると考えられる。ここでは、学習指導要領を超えた発展的内容としてイオン概念から化学結合へ、さらに化学反応とエネルギーとの関係について熱化学方程式の扱いに到るまで、系統的に学習していくこととする。現象の羅列や物質の列挙による表面的な理解にとどまるのではなく、化学反応の背景をイオンやエネルギーなど具体的なものとしてイメージさせることで、生徒にしっかりと物質観を身に付けさせたい。

(3)「エネルギーと人間」

エネルギー（力学的エネルギー）については「理科総合A」「物理Ⅰ」で扱うことができる。特に「理科総合A」では、自然の諸現象がエネルギーという概念で総合的かつ統一的に理解できることを学ぶ。しかし、「力とは」「仕事とエネルギーの関係」などは定性的理解にとどまり、系統立てて学

習することはなく概念の論理的広がりや習得することができない。ここでは、「運動と力」「力と仕事」「仕事とエネルギー」「エネルギーとその利用」と体系的に扱い、考察力の深化を図りたい。

年間計画では、2学期にエネルギーの基礎概念の定着を図ることになる。このことで、「物質と人間」で扱う熱化学方程式などのエネルギー収支の点での基礎となると考える。

(4)「生命と人間」

現行の学習指導要領では、「系統・分類」は「理科総合 B」や「生物Ⅱ」で扱うことができる。また、「生命の連続性」は「生物Ⅰ」で、また「DNA」は「生物Ⅱ」でそれぞれ履修することになっている。しかし、これらの単元の中で取り扱う素材は多種様々であり、「ヒト」を学習の中心軸におき系統的に学習することはない。そこで、学習者自身が「ヒト」であるという主体的な立場にたち、「生物の変遷」「生物としてのヒト」「親から子へ」と体系的に取り扱うことで、学習の深まりを図りたい。

4. 新教科の評価の観点およびその趣旨

A. 教科目標

自然に対する関心や探究心を高め、観察、実験などを行い、数理的な手法を含めて科学的に分析、考察する能力と態度を育てる。また、自然の事物・現象についての理解を深めるとともに、人間と科学の関係や科学的方法についての理解を深める。

B. 評価の観点およびその趣旨

| 関心・意欲・態度 | 科学的思考力 | 技能・表現 | 知識・理解 |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 自然の事物・現象に関心を持ち、それらを意欲的に探究し、生活と関連づけて考察しようとするとともに、分析的、および総合的にとらえる見方や考え方を身に付けている。 | 自然の事物・現象についての観察、実験などを行うとともに、事物・現象を実証的、論理的に考えたり分析的、総合的に考察したりする。 | 観察、実験の技能を習得するとともに、自然の事物・現象を科学的に探究する方法を身に付け、得られた結果を適切に処理し、表現することができる。 | 自然の事物・現象についての基礎的な概念や原理・法則を理解し、それらの基礎となる数学的知識も身に付けている。また、これらを習得する過程から科学的方法について理解する。 |

C. 各内容の評価の観点の趣旨

| | 関心・意欲・態度 | 科学的思考力 | 技能・表現 | 知識・理解 |
|----------|------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| (1) 数理基礎 | 自然の事物・現象や数学的事象に関心を持っている。また数学的知識を自然の事物・現象と関連づけてようとする。 | 自然の事物・現象を数的に扱い、論理的に考察する。 | 数学的知識を、自然の事物・現象を理解するために使うことができる。また関数の単元では見つけた関係を適切に表現できる。 | 学習した数学的概念を理解し、知識を身につけている。また自然法則を見つける方法を理解する。 |

| | | | | |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| (2) 物質と人間 | 物質の成り立ちを中心として、化学的な事物・現象に関心をもち、それらを意欲的に探究し、生活と関連づけて考察しようとするとともに、分析的、および総合的にとらえる見方や考え方を身に付けている。 | 物質の成り立ちを中心として、化学的な事物・現象について、観察、実験などを行うとともに、実証的、論理的に考えたり分析的、総合的に考察したりする。 | 物質の成り立ちを中心として、化学的な事物・現象についての観察、実験の技能を習得するとともに、それらを科学的に探究する方法を身に付け、得られた結果を適切に処理し、表現することができる。 | 物質の成り立ちを中心として、化学的な概念や原理、法則を理解し、知識を身に付けている。また、これらを習得する過程から化学的方法について理解する。 |
| (3) エネルギーと人間 | 物体の運動を中心とした事物・現象に関心をもち、それらを意欲的に探究し、生活と関連づけて考察しようとするとともに、分析的、および総合的にとらえる見方や考え方を身に付けている。 | 力やエネルギーの考え方を基に、観察、実験などを行うとともに、実証的、論理的に考えたり分析的、総合的に考察したりする。 | 力やエネルギー概念を中心とした観察、実験の技能を習得するとともに、自然の事物・現象を科学的に探究する方法を身に付け、得られた結果を適切に処理し、表現することができる。 | 自然の事物・現象についての物理的概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。また、これらを習得する過程から科学的方法や物理的方法について理解する。 |
| (4) 生命と人間 | 生命の誕生の過程、最初の生命からヒトにいたる進化の道すじ、生殖・発生・遺伝現象に興味をもち、それらを積極的に調べようとする。 | 地球科学的、古生物学的、生物学的証拠から生命の誕生、生物の変遷の過程を類推することができる。様々な遺伝現象を遺伝子のはたらきによって説明できる。 | 生命の誕生、生物の変遷、ヒトの進化に関する観察・実験、生殖・発生・遺伝に関する観察を行い、それについてまとめ、発表することができる。 | 生命の誕生にいたる過程、生物の変遷、ヒトの進化について理解している。ヒトの受精と発生の過程、遺伝現象について理解している。 |
| 方法の例 | 自己評価・行動観察 | 自己評価・行動観察 レポート・定期考査 | 自己評価・行動観察 レポート | 定期考査・レポート |

5. 年間指導計画 (140時間扱い)

(1) 「数理基礎」(16時間扱い)

| 月 | 単元名 | 学習のテーマ・ねらい | 学習の具体的な内容 |
|---|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 4 | 第1章 相似の応用 (2時間) | 相似の概念を具体的な問題に応用する。 三角比の必要性を理解させる。 | ・相似の復習 ・相似を使って、具体的な問題を解決させる。 |
| 5 | 第2章 三角比 (3時間) | 三角比の基礎的な概念について学び、その意味を把握するとともに、簡単な応用ができるようにする | ・三角比の定義 ・三角比の直角三角形への応用 ・三角比の相互関係 |
| 6 | 第3章 ・大きい数と小さい数 | 大きな数を扱うには指数表示が便利であることを理解させる。 指数の基礎的な概念について学び、その意味を把握するとともに、簡単な応用ができるようにする。 | ・大きな数、小さな数を使う具体的な問題を解決させる。 |
| 7 | ・指数 (5時間) | | ・指数の拡張 ・指数関数 |

| | | | |
|----|----------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9 | 第5章 ベクトル (2時間) | ベクトルの基礎的な概念について学び、その意味を把握するとともに簡単な応用ができるようにする。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ベクトルの定義 ・ベクトルの和と差 ・力の合成と分解 |
| | 第4章 対数 (2時間) | 対数の基礎的な概念について学び、その意味を把握するとともに、簡単な応用ができるようにする。 | <ul style="list-style-type: none"> ・対数とその性質 ・対数関数 ・常用対数 |
| 10 | 第6章 関数 (2時間) | ともなうて変る2つの量の間に、関数関係を見つけようとする態度を養う。 | <ul style="list-style-type: none"> ・具体的なデータから関数関係を見つけさせる。 |

(2)「物質と人間」(54時間扱い)

| 月 | 単元名 | 学習のテーマ・ねらい | 学習の具体的な内容 |
|----|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | 第1章 物質と原子 (15時間) | | |
| 5 | 1. 物質の成分(6) | <ul style="list-style-type: none"> ・物質の分離方法を学び、物質を構成する成分＝元素について学ぶ。 ・化学史を取り入れながら、原子説・分子説について学ぶ。 ・物質を化学式で表す。 | <ul style="list-style-type: none"> ・混合物と純物質 ・元素 ・同素体 ・分子と分子説 |
| 6 | 2. 原子の構造(4) | <ul style="list-style-type: none"> ・原子の構造や電子配置を学び、価電子の数によって原子の性質が異なることに気付かせる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・混合物の分離 ・単体と化合物 ・原子と原子説 ・化学式 |
| 7 | 3. 元素の相互関係(2) | <ul style="list-style-type: none"> ・原子や元素の定義を行い、元素の性質によって分類することで周期表が得られることを学ぶ。 | <ul style="list-style-type: none"> ・原子の構造 ・電子配置 ・同位体 ・価電子 |
| | 4. イオン(3) | <ul style="list-style-type: none"> ・イオンの生成について学ぶ。 ・イオンの関与する反応を化学式で表す。 | <ul style="list-style-type: none"> ・元素の周期律 ・元素の分類 ・イオンの生成 ・イオン化エネルギー ・組成式と化学式 ・イオンの大きさ |
| 9 | 第2章 化学結合 (10時間) | | |
| 10 | 1. イオン間の結合(2) | <ul style="list-style-type: none"> ・陽イオンと陰イオンが結合してイオン結晶を形成することやイオン結晶の性質を学ぶ。 | <ul style="list-style-type: none"> ・イオン結合 ・イオン結晶 |
| | 2. 原子間の結合(4) | <ul style="list-style-type: none"> ・共有結合のしくみ、結合の方向と分子の構造の関係を学ぶ。 ・分子の極性、分子間力や水素結合などを学び、物質の融点や沸点にどのように関係しているかを学ぶ。 | <ul style="list-style-type: none"> ・共有結合 ・配位結合 ・分子の極性 ・電子式と構造式 ・共有結晶 |
| | 3. 分子間の相互作用(2) | <ul style="list-style-type: none"> ・金属結合の特徴と金属の特性を学ぶ。 | <ul style="list-style-type: none"> ・分子間力 ・水素結合 |
| | 4. 金属の結合(2) | <ul style="list-style-type: none"> ・化学結合のちがいと物質の性質の関係を理解し、相互に比較する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・金属結合 ・結晶の比較 ・金属の結晶 |
| | 《探究活動》(5) | <ul style="list-style-type: none"> ・物質の性質と化学結合との関係についてより深く理解させる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・身のまわりの物質の性質を調べよう |
| 11 | 第3章 物質と化学反応式(10時間) | | |
| | 1. 原子量・分子量と物質質量(6) | <ul style="list-style-type: none"> ・物質の量を示す概念として、物質質量とその単位の「モル」を導入する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・原子の質量 ・分子量 ・気体1 molの体積 ・元素の原子量 ・式量 ・物質質量 |

| | | | |
|----|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12 | 2. 化学反応式における量的関係 (4) | <ul style="list-style-type: none"> 原子量, 分子量, 式量と物質量との関係について学ぶ。 化学式および化学反応式と関連させ, 化学反応をおこす物質の量の間には一定の関係があることを学ぶ。 | <ul style="list-style-type: none"> 化学反応式 化学反応式と量的関係 化学反応における諸法則 |
| 1 | 第4章 物質の三態 (4時間) 1. 三態の変化 (1) 2. 気体 (1) 3. 液体と蒸気圧 (1) 4. 固体の状態変化 (1) | <ul style="list-style-type: none"> エネルギーによる粒子の運動のちがいにより, 物質の状態が温度によって変化することを学ぶ。 気体の分子運動と気体の圧力について学ぶ。 液体はその液体特有の蒸気圧を示し, 蒸気圧が温度に依存していることを学ぶ。 固体と液体の違いを, 粒子の運動と粒子間の結合力から理解する。 | <ul style="list-style-type: none"> 物質の状態と粒子の運動 状態変化と熱エネルギー 気体の分子運動 気体の圧力と体積 蒸発と凝縮 沸騰 飽和蒸気圧 状態図 固体の分類 固体の特性 結晶の比較 |
| 2 | 第5章 物質とエネルギー (7時間) 1. 化学反応と熱 (5) 2. ヘスの法則と結合エネルギー (2) | <ul style="list-style-type: none"> 化学反応には熱の出入りが伴うことを学ぶ。 反応前後における物質のエネルギーの差が熱化学方程式で表されることを学ぶ。 反応熱とヘスの法則について理解する。 | <ul style="list-style-type: none"> 発熱反応と吸熱反応 反応熱の測定 反応熱 熱化学方程式 |
| 3 | 《探究活動》 (2) 第6章 エピローグ (1) | <ul style="list-style-type: none"> 化学反応に伴う反応熱を測定する実験を通して, 物質とエネルギーの関係について理解を深める。 自分にとって科学とはどのようなものか, 考える。 | <ul style="list-style-type: none"> ヘスの法則 反応熱と結合エネルギー 水酸化ナトリウムの溶解熱, 水酸化ナトリウムと塩酸との中和熱の関係 結合エネルギー 人間と科学 |

(3) 「エネルギーと人間」 (35時間扱い)

| 月 | 単元名 | 学習のテーマ・ねらい | 学習の具体的な内容 |
|---|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | 第0章 プロローグ (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> 科学とは。科学的方法とは。 | <ul style="list-style-type: none"> 科学に対するイメージの確認。 |
| 5 | 第1章 運動と力 (16時間) | <ul style="list-style-type: none"> 速度概念などを通して, 運動を時間変化で分析し, 現象をとらえる力を養う。また, 測定値のとらえ方, 誤差についても考察する。 | <ul style="list-style-type: none"> 変位, 速度, 等速直線運動 加速度, 等加速度直線運動 |
| 6 | 1. 運動の表し方 | <ul style="list-style-type: none"> 重力による落下運動 | <ul style="list-style-type: none"> 物理量と有効数字 |
| 7 | 2. 力の性質 | <ul style="list-style-type: none"> 力のつりあいをはじめとして, 力の性質を学ぶとともに, ベクトルの考え方を養う。 | <ul style="list-style-type: none"> 力のつりあい 力の合成, 分解 |
| 9 | 3. 運動の法則 | <ul style="list-style-type: none"> 物体の運動と力の関係を実験を通してまとめ, 法則を導く。 | <ul style="list-style-type: none"> 運動の法則 |
| | 4. いろいろな運動 | <ul style="list-style-type: none"> 運動を数理的に分析する力を育む。 | <ul style="list-style-type: none"> 運動方程式の応用 |

| | | | |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 10 | 第2章 力と仕事 (4時間) 1. 仕事とは 2. 仕事の原理 | ・物理学での「仕事」の定義を行い、正負の仕事や仕事の原理など、仕事概念の定着を計る。 | ・仕事の定義 ・仕事の原理 ・仕事率 |
| 11 | 第3章 仕事とエネルギー (5時間) | ・「仕事をする能力」として「エネルギー」を定義し、運動エネルギーや位置エネルギーを定式化し定量的に考察する能力を育む。 | ・エネルギーの定義 ・運動エネルギー ・位置エネルギー ・力学的エネルギー保存の法則 |
| 12 | 1. 仕事とエネルギー 2. 力学的エネルギー保存の法則 | | |
| 1 | 第4章 エネルギーの利用 (9時間) | ・熱、電気、光など種々のエネルギーの形態があることを知るとともに、自然界ではこれらのエネルギーが移り変わっていることを理解する。 ・さらに、エネルギー問題について考察し、何が課題となっているか、どのような解決策が考えられるかを考える。 | ・熱エネルギー ・電気エネルギー ・光エネルギー ・発電方法 ・エネルギーの変換とエネルギー問題 |
| 2 | 1. いろいろなエネルギー | | |
| 3 | 2. エネルギーの変換 3. エネルギー問題 | | |

(4)「生命と人間」(35時間扱い)

| 月 | 単元名 | 学習のテーマ・ねらい | 学習の具体的な内容 |
|---|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 4 | 第1章 生命へのプロローグ (5時間) | ・現生の生物の多様性を知るとともに、地球上における生命の変遷とその特徴を概観する。 | ・生命の多様性 ・生物カレンダー ・科学的な年代測定法 ・校内の生きている化石 ・生物の大爆発と大量絶滅 |
| 5 | | | |
| 6 | 第2章 生命の誕生と生物の変遷 (10時間) | | |
| 7 | 1. 海で誕生した生命 | ・原始地球の海で誕生した生物の学習に始まり、生物が獲得した基本的な代謝機能について学ぶ。 | ・最初の生命・光合成と呼吸 ・酸素の功罪・爆発的な生物の増加 ・生物の上陸作戦・乾燥への備え |
| 9 | 2. 海から陸へ | ・水中から陸上進出に際して克服すべき課題を生物はどのように克服していったかを理解させる。 | ・重力との戦い ・大絶滅 ・被子植物の発展 |
| | 3. 現在の生物へ | ・現在、地球上で繁栄を謳歌している生物について学ぶ。 ・現在の多様な地球環境下に適応して生活する生物の系統と多様性の概略を学習する。 | ・植物の系統 |

| | | | |
|----|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 10 | 第3章 生物としてのヒト (8時間) | | |
| | 1. ヒトのからだの特徴 | ・生物の世界におけるヒトの分類 ・系統学的な位置を明らかにし、脊椎動物、哺乳類、霊長類、ヒト科の特徴を理解させる。 | ・脊椎動物、哺乳類の特徴 ・霊長類の特徴、ヒト科の特徴 |
| 11 | 2. 進化の証拠 | ・多様な生物が生じてきた進化の過程は、どのような事実によって証拠付けられているのかを明らかにする。 | ・現生の生物にみられる証拠 ・相同器官 ・動物の系統 |
| | 3. ヒトにいたる進化の道すじ | ・霊長類、ヒト科を生じた進化の道すじを明らかにし、どのような要因がそのような変化をもたらしたのかを認識させる。 | ・哺乳類の発展 ・ヒトの出現 ・樹上生活への適応 ・地上生活への再適応 |
| | 4. 立ち上がったヒト | ・猿人が直立二足歩行していたことは、どのような事実によって証拠付けられているのかを明らかにし、猿人から現生人類への形質の変化を理解させる。 | ・直立二足歩行の証拠 ・猿人、原人と現生人類の特徴の比較 |
| 12 | 第4章 親から子へ (12時間) | | |
| 1 | 1. ヒトの卵と精子の形成 | ・ヒトの卵と精子は減数分裂によって形成されることおよびその利点を理解させる。 | ・体細胞分裂と減数分裂 ・ヒトの卵と精子の形成 |
| 2 | 2. ヒトの受精と発生 | ・ヒトにおける受精のしくみと発生の概要について理解させる。 | ・卵と精子の受精 ・胚の発生 ・胎児の成長と出産 |
| | 3. 遺伝の法則 | ・遺伝現象には規則性があり、遺伝現象が遺伝子の働きによることを理解させる。 | ・遺伝形質と遺伝子 ・遺伝の法則 ・ヒトの性と遺伝 |
| 3 | 4. DNA からゲノムへ | ・遺伝子の本体が DNA であることを理解させる。また、遺伝子発現のしくみについても学習する。 | ・DNA とは？ ・遺伝子とは？ ・ゲノムとは？ |

6. 成果と課題

新教科サイエンス I B を設置することで、自然界を総合的に考察するために必要な基礎的知識の習得を目指した。そのための方策として採られたのが、科学の体系に沿った、生徒の興味・関心を高める内容の選択、専門性を生かした「数理基礎」、「物質と人間」、「エネルギーと人間」、「生命と人間」の4領域の同時展開、理科と数学の有機的な連携である。これらについてどのような成果が得られ、どのような課題が生じたのか、以下にまとめてみる。

生徒への調査から

研究開発の最終年度にあたる本年度は、昨年度の実践、評価に基づき、カリキュラムの改善、充実を図った。本年度実施分における成果と課題について報告する。

高校1年で共通履修するサイエンス I B のねらいは①系統的に科学を学ぶ、②科学的思考力を高める、③豊かな科学的自然観を育むの3点である。このねらいがどれだけ達成でき、どのように生徒に定着しているかを生徒自身の評価から明らかにしていきたい。第3編「エネルギーと人間」、第4編「生命と人間」の両編で行ったアンケートの結果を示す。第3編では第1章、第1節の「運動の表し方」に関する調査であり、第4編では第1章「生命へのプロローグ」に関する調査である。質問内容は以下の通り。

第3編「エネルギーと人間」

- (1) 物体の運動の表し方（速度や等加速度運動）について理解できた。
- (2) 重力による運動について理解できた。
- (3) 物体の運動についてイメージすることができた。
- (4) グラフを使って物体の運動をイメージすることができた。
- (5) この学習で育まれたと思われる“力”を4段階評価しなさい。

・科学的な基礎知識 ・現象を数理的に分析する力 ・科学的な探究心
・科学的な思考力 ・科学的な感性 ・科学的な創造力 ・科学的な想像力
・科学技術に関する興味・関心 ・物理現象に関する科学的な興味・関心

第4編「生命と人間」

- (1) 生物(生命)のもつ特徴について理解できた。
- (2) 生物(生命)の示す多様性についてイメージすることができた。
- (3) 生物(生命)の変遷の様子をイメージすることができた。
- (4) この学習で育まれたと思われる“力”を4段階評価しなさい。

・科学的な基礎知識 ・科学的な探究心 ・科学的な思考力 ・科学的な感性
・科学的な創造力 ・科学的な想像力 ・科学技術に関する興味・関心
・生命現象に関する科学的な興味・関心

これらの質問に次の4つの選択肢の中から選んで回答させた。

4：大変そう思う 3：そう思う 2：どちらかといえばそう思わない 1：全くそう思わない

調査の結果を表にして示す。評価の平均は生徒の回答番号の平均値を表している。1～4の選択になるので、平均が2.5より大きければ、全体としてそのように思っていると考えられる。第3編(1)～(4)、第4編(1)～(3)の内容理解に関する質問に対しては、いずれも2.5を超える値が出ており、生徒の理解が進んでいることが分かる。育まれた力に関する質問では、第3編で基礎知識、数理的な分析力、第4編で基礎知識に高い値が出、第3編で探究心、感性、創造力、想像力、第4編で感性、創造力の値が低くなっている。これについては、第3編でも第4編でも、調査対象範囲がカリキュラムの始めの部分にあたっており、ここでは基礎的内容を重視し、系統的に科学を学ぶというねらいにより力点を置いていることが原因と考えている。昨年末に行った、カリキュラムの後半部分までを含めた調査では、今回値の低かった項目でも、他と遜色のない結果が出ている。とはいえ、特に第4編の第1章は4編全体のプロローグにあたる部分であり、基礎力をつけるとともに豊かな科学的自然観を養うことにも力を入れて行かなければならない。科学的想像力で良い評価が得られているのは良いが、感性の値が低いのが気になる場所である。生きている化石や示準化石など観察もできるだけ取り入れているが、内容的に視聴覚教材にたよる部分も多く、実物にふれて感性を磨く機会が相対的に少ないことの結果であるとも考えられる。今後の課題としたい。興味関心に関わる設問については、第3編、第4編とも良好な結果が得られており、カリキュラムの最初の部分の内容として良い評価を与えることができるのではないだろうか。

表1 第3編の調査結果

| 評価の観点 | 評価の平均 |
|----------------------------|-------|
| (1)運動の表し方が理解できた。 | 2.77 |
| (2)重力による運動が理解できた。 | 2.8 |
| (3)物体の運動がイメージできた。 | 2.72 |
| (4)グラフによって運動がイメージできた。 | 2.65 |
| (5)科学的な基礎知識が育まれた。 | 2.93 |
| (5)現象を数理的に分析する力が育まれた。 | 2.77 |
| (5)科学的な探究心が育まれた。 | 2.42 |
| (5)科学的な思考力が育まれた。 | 2.69 |
| (5)科学的な感性が育まれた。 | 2.35 |
| (5)科学的な創造力が育まれた。 | 2.33 |
| (5)科学的な想像力が育まれた。 | 2.5 |
| (5)科学技術に関する興味・関心が育まれた。 | 2.64 |
| (5)物理現象に関する科学的な興味・関心が育まれた。 | 2.63 |

表2 第4編の調査結果

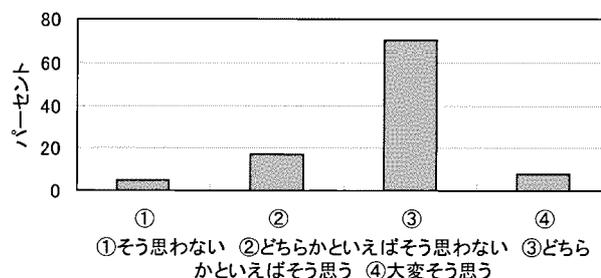
| 評価の観点 | 評価の平均 |
|----------------------------|-------|
| (1)生物（生命）のもつ特徴について理解できた。 | 2.66 |
| (2)生物（生命）の示す多様性がイメージできた。 | 2.7 |
| (3)生物（生命）の変遷の様子がイメージできた。 | 2.69 |
| (4)科学的な基礎知識が育まれた。 | 2.97 |
| (4)科学的な探究心が育まれた。 | 2.66 |
| (4)科学的な思考力が育まれた。 | 2.65 |
| (4)科学的な感性が育まれた。 | 2.5 |
| (4)科学的な創造力が育まれた。 | 2.37 |
| (4)科学的な想像力が育まれた。 | 2.77 |
| (4)科学技術に関する興味・関心が育まれた。 | 2.76 |
| (4)生命現象に関する科学的な興味・関心が育まれた。 | 2.99 |

サイエンス I Bの内容について

サイエンス I Bのカリキュラム開発では、学習指導要領の枠にとらわれることなく、育もうとする能力を基にした自由な発想によるカリキュラム作りができた。自ら開発したカリキュラムの実践であり、教える側に、教える内容に対しての自由度がある。サイエンス I Bでは、それぞれの領域の体系に沿ったカリキュラムの開発が可能になった。例えば「物質と人間」においては、学習指導要領で化学Ⅱの内容に移行した、化学結合の部分をサイエンス I Bとして取り扱っている。このことは原子・分子という粒子概念の形成と、これらの基本的な粒子がどのように結びついているのか、どのような原理で結びついているのかを知ることで、物質のもつ化学的な性質をより深く理解することにつながる。化学結合を基本的な内容として取り扱うサイエンス I Bの授業展開は、望ましい化学のカリキュラムにより近づくものである。また、「生命と人間」のカリキュラムも、生命の起源と連続性についての一つの体系を形成しており、現代を生きるものとしての基礎的な素養を育てるものである。

生徒はこの内容をどのように評価しているであろうか。興味・関心のもてる内容であるかどうかという問いに対して、約 80 %のものが興味がもてる、どちらかといえば興味がもてると答えている。これを見る限りでは、興味・関心のもてる内容を取り扱い、科学的思考力を育てる取り組みにつなげていくという、この教科の一つの目標は達成しているように思われる。しかしながら一方では、自由記述による生徒の評価で、「実験をしたほうが印象に残るし、よくわかるので実験をもっとしたい。」などの希望が多く見られた。科学的思考力の育成には、観察・実験を通じたアプローチが不可欠と考える。このため、サイエンス I Bにおいても観察・実験を中心にした

興味・関心をもてる内容を扱っている



取り組みがなされているが、観察・実験教材を充実させていく努力は常に続けていかなければならない。

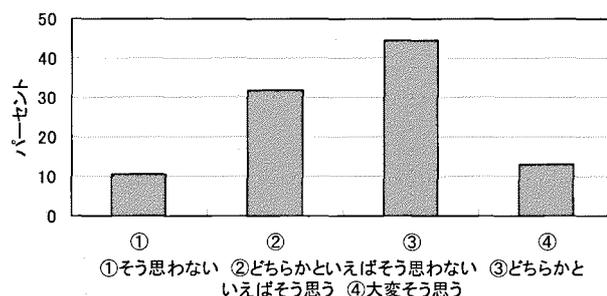
4領域の同時展開について

サイエンス I Bはそれぞれの専門性を生かすため、4領域に分かれて展開されている。各領域を専門的に深めていくことで、自然科学としての共通性が見えてくるという考えである。生徒による評価でも、「今までは物理は物理だけの、生物は生物だけの知識しか必要ないと思っていたが、どの領域も他の領域の知識を使って、関連していることがわかった」、「今までは数学も理科も関係のないものだと考えてきたが、意外とつながっているものだと感じた」など、関連性に気づき始めた記述が見られる。しかし、実践の途中の段階では、次に示すとおり、大半の生徒は各領域の関連性が見出せずにいるのが実情である。また、教師の側からも、週1時間の授業が4種類あり、生徒にとっては煩雑である、週1時間の授業は定着率が悪い、生徒の中で4領域がどのように織り込まれているのか知る手だてが、などのマイナス面の評価がある。

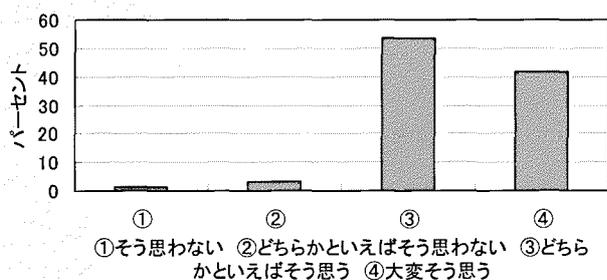
各領域の関連性を明確にしていく方策については、さまざまに検討が重ねられてきたが、その中で、実施方法そのものを変える可能性についても考えられた。つまり、専門性をある程度犠牲にしても、4単位もしくは2単位を同じ教員が担当して、領域の融合を図ろうというものである。しかし、これについては生徒の評価はあまり芳しくない。次に示す生徒の評価は、専門性を生かした授業展開を支持するものである。それぞれの領域の内容を再検討し、領域どうしの関連性に触れる機会を増やしていくことが現実的かもしれない。

あまり積極的な方策とは言い難いが、意外に効果が大きかったのが4領域の教科書を1冊にまとめたことである。これによって、前後の他領域のページを参照することが容易にできるようになり、関

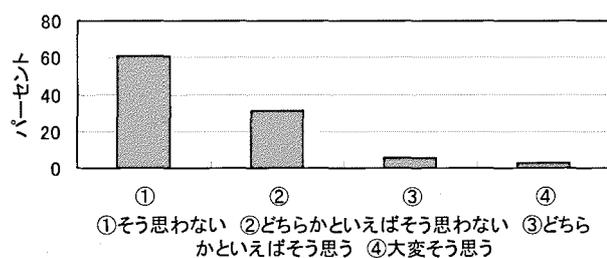
領域ごとの関連性があまりないのでサイエンス I Bとしてまとめる意味はない



専門性を生かして授業するのでわかりやすい



細切れになるよりも、一人の先生がサイエンス I Bすべてを担当する方がわかりやすい



連性に触れる機会が増えたことの意味は大きい。また、最初から4領域に分かれた展開ではなく、数時間のプロローグに当たる授業を行なうという案もある。関連性に触れるだけでなく、サイエンス I B全体の方向性を示すことができる利点がある。

以上述べたように、4領域の同時展開についてはいろいろ課題もあるが、科学全般に幅広く触れることができ、それぞれの基礎・基本を学ぶことができるという点に関しては、次に示す生徒の評価でも、教師の評価でもプラスの評価を得ている。

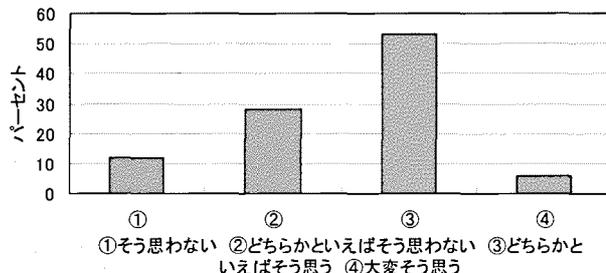
理科と数学の有機的な連携について

自然科学の中で、数学は探究のための重要な道具であるとともに、その一分野として、科学的思考力の育成に大きな役割を果たしている。ベクトル、指数、対数、三角比などは自然科学を学ぶ上で必要不可欠なものであるが、数学でこれらの概念を学習するのは、高校1年生後半から、高校2年生にかけてである。つまり、理科でこれらを道具として利用するのは、それぞれの概念を学ぶ前ということになる。このような不整合性を解消するため、これらの基礎的な概念を数理基礎の中で他の領域と平行して学習するようにした。生徒はこの点をどのように評価しているだろうか。この結果では、数理基礎を同時並行で学習しても、他の領域の理解の助けにはあまりならないという評価を下しているものが40%強存在する。ただし、これについては生徒の評価を鵜呑みにするわけにはいかない。「数理基礎で物理の内容を先取りしていても、物理の授業で何回かやってみないと役には立たないので、出てくるたびにその教科の先生に教えてもらったほうが効率がいい」という記述に見られるとおり、生徒は応用して使いこなせるようになるまでの難しさをとらえている可能性がある。ゼロから始めるのと、基礎があるのとでは大きな差があるであろうが、初めて学習する生徒にはそれが見えてはいない。実際、教える教師の側からは授業展開が格段にスムーズになったとの評価がある。また、数理基礎以外の授業の中で、数学との関連を常に意識する姿勢が教師の側に出てきたことも評価できる点である。

基礎的な内容を幅広く学習できるので、これからの学習に役立つ



他の領域で必要な内容を数理基礎でタイムリーに学習できるのでわかりやすい



サイエンス I B (新教科)

<単元の指導の事例 1 >

| サイエンス I B 物質と人間 | | |
|-----------------|----------------------|----------------------|
| 単元テーマ (題目) | 「身のまわりの物質を題材とした探究活動」 | |
| 実施学年 (高等学校 1 年) | 配当時間 (5 時間) | 実践者 (丸本 浩・藤井 丞・三好美織) |

1. 単元の概要

私たちの身のまわりにある物質がどのようなものからできているか、物質のなりたちについて学び、さらに物質を構成する粒子の結合について学習した。この学習をふまえて、物質を構成する粒子の結合と物質の性質との関係についてより深く理解させるため、身のまわりにあるいろいろな白色粉末を試料として用い、物質の性質を調べる探究活動を設定した。

2. 単元のねらい

- ①物質を構成する粒子の結びつきと物質の性質との関係について、より深く理解させる。
- ②身のまわりにある物質の性質を調べる実験・観察を行い、その結果を科学的に考察することで、物質に対する興味・関心を喚起する。
- ③実験・観察の結果を考察することにより自らの考えを導き出し、表現する能力を育成する。

3. 評価の観点と評価方法

単元のねらいをもとに、評価の観点を以下のように設定した。

- 物質を構成する粒子の結合と物質の性質との関係について、意欲的に探究し、生活と関連づけて考察しようとするとともに分析的、および総合的にとらえる見方や考え方を身に付けている。
(関心・意欲・態度)
- 物質を構成する粒子の結合と物質の性質との関係について、実験・観察などを行うとともに、実証的、論理的に考えたり分析的、総合的に考察したりする。(科学的思考力)
- 身のまわりにある物質の性質を調べる実験・観察の技能を修得するとともに、それらを科学的に探究する方法を身に付け、得られた結果を適切に処理し表現することができる。
(技能・表現)
- 物質を構成する粒子の結合と物質の性質との関係を理解し、知識を身に付けている。
(知識・理解)

評価の方法は、毎時間ごとの教師による授業観察(教師による評価)、生徒による自己評価および生徒の考えたことおよびレポート(教師による評価)である。生徒による自己評価の項目として、次の5項目を設定し、それぞれについて5段階で評価を行った。

- ① テーマに対して計画した実験方法は適切であったか。
- ② 共同実験者と協力することができたか。
- ③ 実験の内容や方法について十分理解することができたか。
- ④ 実験により得られた結果について十分考察することができたか。
- ⑤ 実験を行う過程で生じた疑問を解決する努力ができたか。

4. 単元計画 身のまわりの物質を題材とした探究活動 (配当時間計 5時間)

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 身のまわりの物質を題材とした探究活動 (5時間) | <p>1. テーマの提示および実験・観察計画の立案</p> <ul style="list-style-type: none"> ○テーマの提示 「身のまわりにある物質の性質を調べよう」 ○既習の学習内容, 実験・観察の想起 ○実験・観察計画の立案 ○実験計画書の作成 ○実験・観察の準備 <p>2. グループによる実験・観察 その1</p> <ul style="list-style-type: none"> ○各班の選択した実験方法により, 3種類の試料について性質を調べ, 判別を行う。 [試料: 食塩, 砂糖, 炭酸水素ナトリウム] 実験例: ルーペによる観察, 水溶液の液性, 加熱による変化, 硝酸銀水溶液を加える, 炎色反応 など <p>3. 前時の実験・観察の考察, および次時の実験・観察計画の立案, 準備</p> <ul style="list-style-type: none"> ○各班の実験・観察結果のまとめ, 考察 ○次時の実験・観察計画の立案 ○自由選択の試料の決定 ○実験計画書の作成 ○実験・観察の準備 <p>4. グループによる実験・観察 その2</p> <ul style="list-style-type: none"> ○各班の選択した実験方法により, 4種類の試料について性質を調べ, 判別を行う。 [試料: ミョウバン, デンプン, ナフタレン, 各班の選択した試料] 実験例: ルーペによる観察, 水溶液の液性, 炎色反応, 昇華, 電気伝導性, 塩化バリウム水溶液を加える など <p>5. 実験・観察結果の考察及びレポート作成</p> <ul style="list-style-type: none"> ○実験・観察結果の発表 ○実験・観察結果をもとに, 物質を分類 ○物質を構成する粒子の結びつきと物質の性質との関係についての考察 ○レポートの作成および自己評価 | <ul style="list-style-type: none"> ・物質の成分元素, イオンの関与する反応, 分子結晶(昇華の観察)などの実験を想起させる。 ・「知識・理解」 ・実験計画書を作成, 提出させる。 ・「関心・意欲・態度」 ・実験に必要な道具, 実験手順を確認する。安全への配慮を行う。 <ul style="list-style-type: none"> ・実験器具は前時に準備しておいたものを用いる。 ・安全への配慮を行う。 ・進みぐあいを確認し, 適宜指示を与える。 ・「技能・表現」「関心・意欲・態度」 ・結果の記録, 考察のしかたについて指導する。 <ul style="list-style-type: none"> ・物質を構成する粒子の結合と物質の性質との関係から結果をまとめ, 考察させる。 ・前時の実験・観察の結果をもとに実験計画を立案させる。 ・「科学的思考力」「知識・理解」 ・実験に必要な道具, 実験手順を確認する。安全への配慮を行う。 <ul style="list-style-type: none"> ・実験器具は前時に準備しておいたものを用いる。 ・安全への配慮を行う。 ・進みぐあいを確認し, 適宜指示を与える。 ・結果の記録, 考察のしかたについて指導する。 ・「技能・表現」「関心・意欲・態度」「科学的思考力」 <ul style="list-style-type: none"> ・グループによる2回の実験をまとめ, 物質を構成する粒子の結合と物質の性質との関係について考察させる。また, レポートを作成する。 ・本単元における自己評価を行う。 ・「科学的思考力」「技能・表現」「知識・理解」 |

5. 指導のポイント

実験・観察の試料として用いる試薬は、生徒の身近にありよく知られているものを取り上げることとした。これは物質を構成する粒子の結合と物質の性質との関係についてより深く理解させることを目標としているためである。調べている白色物質が何であるかを同定することのみに終始するのではなく、調べている物質がどのような性質を持ち、どのような化学結合によりできているのかに生徒の目が向けられるよう、指導を心がけた。

実験・観察の実施にあたっては、生徒を主体とした実験計画立案のため、実験計画に無理がないか、実験を実施する上で危険な行為がないかについて、実験計画の立案および事前準備の段階から把握し、細心の注意を払っておく必要がある。そのため、班ごとに実験計画書を作成、提出させ、実験内容の把握につとめた。

班ごとに異なる実験を行うため、事前準備の段階で、班ごとに専用のかごを用意し、その中に実験に必要な道具や薬品等を収めることとした。また、生徒どうしの意見交流のきっかけとして、他の班でどのような実験が行われるのか参考とすることができるよう、クラスの全班の実験計画をまとめたプリントを配布した。このプリントの配布により、自分達の班で計画していた方法以外の方法に目を向け、実際にその中から実験を選んで追加して行う生徒も見られた。このような生徒に対処するため、あらかじめ必要と予想される実験器具を教卓上に準備した。

さらに、第1回目の実験において、それぞれの班で計画した実験方法が調べる試料に対して適切なものであったかどうかを検討するために、第3時限に前時の実験・観察についての考察の時間を設けた。この時間を設定することにより、本単元の目的を再確認しより深く理解するとともに、次時の実験・観察計画の立案、準備に活かすことができるよう指導を行った。

6. カリキュラムの評価

(1) 生徒の自己評価から

○ 生徒の自己評価の結果

探究活動を実施した2クラスの生徒の自己評価の結果をまとめると、次のようになった。

① テーマに対して計画した実験方法は適切であったか。

全く適切でなかった 1 2 3 4 5 大変適切である
0名 0名 12名 39名 28名 (79名)

(理由)・予想していない反応が起こってしまった(3)。 ・意味がない実験をしていた(3)。
・物質をみわけることができたが、意味のない実験もあったから(3)。
・それぞれの物質のもつ特徴を先に考察し、必要な実験を対策できた(5)。

② 共同実験者と協力することができたか。

全く協力できなかった 1 2 3 4 5 よく協力できた
0名 1名 12名 24名 42名 (79名)

(理由)・みんなで協力することができた(5)。
・みんなで協力して、準備、実験、片付け、計画の話し合いが能率よくできた(5)。
・誰かが困ったときアドバイスすることができた(5)。

③ 実験の内容や方法について十分理解することができたか。

全く理解できない 1 2 3 4 5 よく理解できた
0名 1名 11名 25名 42名 (79名)

(理由)・化学反応など、なぜそのような結果が得られるのかについて理解できた(5)。
・どの実験を行えば見分けることができるかわかりながら実験できた(4)。
・いままで少しあやふやだったところが、今回の実験でいろんな面で鮮明になって、よく理解できた(5)。

④実験により得られた結果について十分考察することができたか。

全く考察できなかった 1 2 3 4 5 よく考察できた
0名 3名 22名 31名 23名 (79名)

(理由)・自分なりに結果を考察することができた(5)。

- ・いろいろな実験ができたので、判断材料は豊富だった(5)。
- ・今までに学習した知識を使ってよく考察できた(4)。
- ・どのように書いたらよいかわからなかったし、どのようなものを考察というのかがよくわからなかった(2)。

⑤実験を行う過程で生じた疑問を解決する努力ができたか。

全く努力できなかった 1 2 3 4 5 よく努力できた
5名 11名 29名 27名 7名 (79名)

(理由)・硝酸銀水溶液の実験で、予想していない反応がおきてなぜなのかわからなかった(3)。

- ・図説を使って調べることができた(4)。
- ・実験を付け加えたりした(5)。
- ・疑問が残っているのに調べないままだった(2)。

上記の結果を分析したところ、次のような傾向が明らかとなった。項目①～③については、5と4を選択した生徒がそれぞれ85%、84%、85%であり、概ね良好である。5時間の探究活動の展開のなかで、生徒それぞれが活動の目的および内容を理解し、各グループで協力しながら課題に取り組むことができたものと考えられる。しかし、項目④および⑤は、①～③に比べると5と4を選択した生徒の割合が低くなっている。実験を行った結果をしっかりと生徒が考察することができるよう時間を確保し指導するとともに、教師側が疑問を解決する手立てを示していく必要もあると考えられる。

○ 生徒の考えたことから

生徒の気づき・感想、さらに勉強してみたいこととして、次のようなものが挙げられた。

- ・他の班の実験などを見て、自分が思いつかなかったような方法で見分けていたのに驚いた。
- ・自分達で実験方法を決めてやるのは決まっているのをやるのよりも大変だけど、楽しくできたので、これからも取り入れてほしい。
- ・自分で実験のやり方を考えるのは、とても難しかったです。でも、実験がうまくいったときは、嬉しかったです。この実験で学んだことをもとに、いろんなことに役立てたいです。
- ・実験内容を考えたり、実験器具を準備したりと、ほとんど自分たちでやって、すごく大変だった。でも実験結果がきちんと出たときは、大変さ以上になんとか達成感みたいなものが感じられた。
- ・実験は自分達の計画どおりにはなかなか進まないものだということがよくわかった。また、うまく進まなくても、あきらめずに実験を続けることも大切だと思った。
- ・かなりの知識がないと物質を見分けることはできないと思った。
- ・実験の途中でできた物質について詳しく調べてみたい。
- ・ヨウ素液はなぜデンプンがあると青紫色になるのか調べてみたい。もうすこし、化学反応式に注目した実験にすればよかった。

生徒にとって探究活動は、自分で実験方法を考え、実際に実施して結果を導くという一連の手順を行うことで達成感を与えるとともに、生徒にこれまでの学習を振り返る機会を与え、さらに今後の学習に対する意欲、動機付けとなっていることがうかがえる。

(2) 教師によるカリキュラム評価と今後の課題

実施上の課題として、次のような点が挙げられる。まず、探究活動の実践の方向性を大きく左右する一因として、教員の生徒へのなげかけが挙げられる。ともすると調べている物質が何であるかをあてることのみに興味に移ってしまい、物質が何かはわかっただけで満足してしまう生徒も見受けられた。しかし、主題はそれぞれの物質がどのような性質を持ち、どのような化学結合が考えられるかということであり、そのことに生徒の目が向けられるようにするために教員が生徒にどのようになげかけをすべきか、指導方法についての検討が必要である。

また、今回の活動では、実験・観察計画の立案—グループによる実験・観察のサイクルを、試料を変えて2回行ったが、第1回目にはどのように実験・観察計画を立ててよいのか、どのように実験を進めていくべきか、生徒の戸惑いが見られた。しかし、第3時限において、その活動を振り返る時間を設定することで、学習目標を再認識し、第2回目のグループによる実験・観察に向けて、よりよい方法の検討を行うことができた。探究活動を計画する際には、現在行っている活動を振り返り、活動内容を生徒自身が確認、検討する時間を効果的に設定していく必要があると考えられる。

実験・観察では、自分達の考えている結果どおりにならなかった場合、計画した実験が「失敗した」と感じている生徒が多く見受けられた。裏返せば、普段の授業において、生徒達の予想する結果どおり結果が得られる実験ばかり行ってきたとも考えられる。実験で予想していない結果に至った原因がどこにあるのか、追及する姿勢を日頃の実験活動の中で身に付けさせていく必要があるといえる。

7. 成果と課題

物質のなりたちについて学び、さらに化学結合について学習することで、単なる知識の詰め込みに終わるのではなく、理論的背景をふまえた物質観の育成を目指した。さらに、本単元のような探究活動を設定することで、物質を構成する粒子と物質の性質との関わりについて、具体的にイメージしながら理解を深めることができるよう指導にあたった。生徒は、これまでの学習によって得た知識を用いながら探究活動に取り組み、実験・観察の計画を立案、実施していった。そのなかで、生徒は自分の考えを班員に説明したり、班員の他の考えを聴いたりすることで、自分の考えを明確化し、また、考えの修正を行うなど、科学的思考力の育成を図ることができたものと考えられる。実験操作など未熟な点もあったが、一連の探究活動の過程を経ることで、物質を構成する粒子の結合と物質の性質との関係について科学的理解がなされたものと感じる。単元のまとめなど、機会があるごとにこのような探究活動を計画し、取り組みたい。

サイエンス I B (新教科)

<単元の指導の事例 2 >

| サイエンス I B 生命と人間 | | |
|-----------------|---------------|-----------------|
| 単元テーマ (題目) | 「生命の誕生と生物の変遷」 | |
| 実施学年 (高等学校 1 年) | 配当時間 (10 時間) | 実践者 (畦 浩二・林 靖弘) |

1. 単元のねらい・目標

地球の誕生から現在に至る時間の中で、生命が地球上でどのような過程を経て誕生したかを理解させる。また、生物界の変遷は生物を取り巻く地球環境と時間と空間を通して、相互に関連し合いながら変化していったことを理解させる。同時に、生物界に広く存在する共通性と多様性も理解させる。

古生物学の進展により、生命と地球の歴史について多くの科学的な成果が得られてきた。その結果、変動する地球と生命とは、密接な関係をもちながら現在まで歴史を刻んできたことが分ってきた。その過程の一端を、実験・観察を通して理解させ、科学に対する興味・関心を育て、未知なる問題を科学的に探究する心を培う。

2. 単元の構成と特色

(1) 単元構成

1. 原始地球と生命の誕生
2. 地球最古の化石 (【実験 1】 コアセルベートを作ってみよう)
3. 光合成生物の出現と酸素の蓄積 (【実験 2】 光合成はどのような光を利用しているか調べよう、【実験 3】 光合成色素が光エネルギーをつかまえていることを実感しよう)
4. 嫌気呼吸から好気呼吸へ
5. 原核生物から真核生物へ (【観察 1】 原核生物と真核生物の細胞を比べてみよう)
6. 水中生物の多様化 (【観察 4】 藻類が光合成をしていることを確かめよう)
7. 生物の陸上進出
8. 【実験 5】 植物にふくまれる光合成色素を分離しよう

(2) 主題に迫るための手だて

生徒自らが行う実験・観察の場面をできるだけ多く設定し、実験・観察結果から帰納的に現象が理解できるようにする。また、実験・観察に際しては、予め結果を予想させ、他の人の意見も参考にさせる。さらに、実験・観察終了後には、必ず自己評価を行わせ、各実験・観察の主題が明確に理解できたかを自己点検させる。

| サイエンス I B 自己評価用紙：番号に○をして下さい | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>【実験 1】 原始生命体のモデル：コアセルベートを作ってみよう 主題：コアセルベートをつくることで生命の誕生を考察する</p> | |
| <p>5：とてもよく理解できた 4：どちらかといえば理解できた 3：どちらでもない 2：どちらかといえば理解できなかった 1：理解できなかった</p> | |
| 考えたこと | |
| <p>【実験 2】 光合成にどのような光がつかわれているか調べよう 主題：葉緑素が青紫色と赤色の光を吸収していることを理解する</p> | |
| <p>5：とてもよく理解できた 4：どちらかといえば理解できた 3：どちらでもない 2：どちらかといえば理解できなかった 1：理解できなかった</p> | |
| 考えたこと | |
| <p>【実験 3】 光合成色素が光エネルギーをつかまえていることを実感しよう 主題：光合成色素が光エネルギーを捕捉していること理解する</p> | |
| <p>5：とてもよく理解できた 4：どちらかといえば理解できた 3：どちらでもない 2：どちらかといえば理解できなかった 1：理解できなかった</p> | |
| 考えたこと | |

3. 本単元における 評価の観点と評価方法

次の(1)～(3)により評価をおこなった。(1) 毎時間ごとの教師による授業観察(教師による評価)(2) 定期考査(教師による評価)(3) 実験・観察ごとの自己評価(生徒自身による評価)および生徒の考えたこと(教師による評価)。(1)では、「関心・意欲・態度」、「科学的思考力」および「知識・理解」の観点、(2)では、「科学的思考力」および「知識・理解」の観点、(3)では、「関心・意欲・態度」、「技能・表現」および「科学的思考力」の観点を評価した。

4. 単元計画 1. 生命の誕生と生物の変遷 (配当時間計 10時間)

| 題目(配当時間) | 学 習 内 容 | 指導上の留意点・評価 |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 生命の誕生と 生物の変遷 (10時間) | <p>1. 原始地球と生命の誕生</p> <ul style="list-style-type: none"> ○原始地球環境の特徴 ○ミラーの実験 ○化学進化と生物進化 ○原始生命体のモデル：コアセルベート <p>2. 地球最古の化石</p> <ul style="list-style-type: none"> ○生命誕生の場：熱水噴出口 ○原核生物の生物学的な特徴 【実験1】 コアセルベートを作ってみよう <p>3. 光合成生物の出現と酸素の蓄積</p> <ul style="list-style-type: none"> ○光合成生物が誕生した地球環境的な背景 ○シアノバクテリアの生物学的な特徴 ○シアノバクテリアの地球環境への影響 【実験2】 光合成はどのような光を利用しているか調べよう 【実験3】 光合成色素が光エネルギーをつかまえていることを実感しよう <p>4. 嫌気呼吸から好気呼吸へ</p> <ul style="list-style-type: none"> ○好気呼吸生物の生物学的な特徴 ○好気呼吸生物による地球環境への影響 <p>5. 原核生物から真核生物へ</p> <ul style="list-style-type: none"> ○真核生物が誕生した地球環境的な背景 ○真核生物の生物学的な特徴 ○真核生物による地球環境への影響 【観察1】 原核生物と真核生物の細胞を比べてみよう <p>6. 水中生物の多様化</p> <ul style="list-style-type: none"> ○藻類の多様化 ○藻類による地球環境への影響 【実験4】 藻類が光合成していることを確かめよう <p>7. 生物の陸上進出</p> <ul style="list-style-type: none"> ○木生シダ類：最初の森林形成 ○裸子植物：種子植物の出現 ○被子植物：乾燥への適応 <p>8. 【実験5】 植物にふくまれる光合成色素を分離しよう</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・NHKの映像科学館のビデオを必要に応じて有効に使う。 ・生命誕生のしくみは、現在未解明の部分が多いことを押さえる。 ・「関心・意欲・態度」 ・「科学的思考力」・「技能・表現」および「関心・意欲・態度」 ・ストロマトライト ・光合成色素の吸収スペクトル ・葉緑素による蛍光の発色 ・「科学的思考力」・「技能・表現」および「関心・意欲・態度」 ・「関心・意欲・態度」 ・細胞共生説(マーグリス) ・「科学的思考力」・「技能・表現」および「関心・意欲・態度」 ・「関心・意欲・態度」 ・「科学的思考力」・「技能・表現」および「関心・意欲・態度」 ・「関心・意欲・態度」 ・薄層クロマトグラフィー法 ・「科学的思考力」・「技能・表現」および「関心・意欲・態度」 |

5. 指導のポイント

この単元で学習する内容は、約46億年の歴史をもつ地球上において、約40億年間絶えることなく連綿と続いた生物の生命活動について学習する。現在の「私自身」に至るまでの生物進化の道筋を、できるだけ最新の生物学的な知見を盛り込みながら、ストーリー性をもって科学的に組み立て指導していく。50分の講義の中に、20分前後でできる簡単な実験・観察を適宜盛り込むことで、生物進化を現実的な現象として科学的に認識できるように工夫をする。多様な生物は多くの面で共通性があること、および地球上の環境と多様な生物は長い時間および空間をへて相互に影響しあい現在に至っていることを理解させる。そして、未知なる世界を科学的に探求する心や地球規模の環境問題を自己の問題として考察し深化させる。

6. カリキュラムの評価

この単元では、単元のねらい・目標を達成するために現在までに3つの実験・観察を行った。生徒の自己評価および感想を分析することでカリキュラムを評価し、次年度へ向けてのカリキュラム改善の方向としたい。

(1) 生徒の自己評価から

【実験1】 コアセルベートを作ってみよう

主題：コアセルベートを作ることで生命の誕生を考察する

| | | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|----|----|------|
| 自己評価 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 総生徒数 |
| 生徒数(%) | 31% | 42% | 17% | 7% | 3% | 192名 |

【実験2】 光合成にどのような光がつかわれているか調べよう

主題：葉緑素が青紫色と赤色の光を吸収していることを理解する

| | | | | | | |
|--------|-----|-----|----|----|----|------|
| 自己評価 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 総生徒数 |
| 生徒数(%) | 47% | 41% | 9% | 3% | 1% | 196名 |

【実験3】 光合成色素が光エネルギーをつかまえていることを実感しよう

主題：光合成色素が光エネルギーを捕捉していることを理解する

| | | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|----|----|------|
| 自己評価 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 総生徒数 |
| 生徒数(%) | 30% | 55% | 11% | 4% | 1% | 192名 |

生徒の自己評価用紙の5段階評価の人数が、それぞれどれくらいの割合を占めているかを分析したところ、次のような傾向がわかった。

○ 実験の主題について

生徒の理解度は5と4の合計が実験1で73%、実験2と3では85%以上と概ね良好である。この単元の目標やねらいを達成するうえで、実験の位置づけは効果的であり、単元のねらいも十分達成されていると考えられる。しかし、各実験ごとで見ると、3、あるいは2や1と自己評価している生徒もいることがわかる。この理由としては、実験内容が約20分の中では十分に対応しきれなかった面もあると思われる。また、実験1では、他の2つの実験と比較して生徒の理解度が若干低い傾向にあった。原始生命体のモデルを作出することは、生命の誕生を学習するうえでは効果的な実験と思われたが、この結果は予想外であった。教師側には実験条件を改善しより安定的にコアセルベートが作出できるようにすることが求められている。

○ 生徒の考えたことから

【実験1】 コアセルベートを作ってみよう

- ・生命がどのように誕生したかは授業では習ったけれど、自分たちからはずっとかけはなれているように感じていた。今回の実験で、原始生命体のモデルを自分の目で見て、バクテリアや生物の誕生する過程やしきみを実感できたように思う。
- ・私達の祖先もこういう時もあったと考えるとすごく不思議な感じがする。今、生きていることもそんな長い歴史の一部だと思うと生命はすごく偉大なだと思ふ。

【実験2】 光合成にどのような光がつかわれているか調べよう

- ・光合成に使われる光の色が決まっていることは知らなかったので興味深かった。
- ・青紫色や赤色の光が吸収された後、植物の体内でどのように使われていくのか詳しく知りたいと思いました。

【実験3】 光合成色素が光エネルギーをつかまえていることを実感しよう

- ・葉緑素が赤色に発色しているのを見て驚いた。吸収されたエネルギーは放出されるという一連のはたらきが垣間見れた気がした。
- ・クロロフィルが赤色の蛍光を発するのは、励起状態の電子が基底状態に戻るからだを教えて、化学と生物の共通点のようなものを感じた。

実験後に生徒が考えたことの中には、実験の主題や単元のねらいが十分に達成され、さらには、今後の学習への深まりが期待できるものも多数あった。例えば、実験1の生徒では実験を通して自己の想像力が大きく喚起されたことがわかる。このことは生徒の中に豊かな自然観を育むうえで有効であると思われる。また、実験2の生徒では実験結果を十分に理解することにとどまらず、今後の学習の深まりを予感させるものである。さらに、実験3の生徒では、生命現象全体がエネルギーを媒介として物理および化学的分野とも密接に関連していることを理解し始めたことがわかる。

(2) 教師によるカリキュラム評価とカリキュラム改善

生徒の自己評価および実験途中の行動観察および実験後の生徒のワークシートの分析結果をもとに、カリキュラム評価とカリキュラム改善について述べたい。

○ 本単元のねらい、育てたい能力・資質について

教師による実験途中の行動観察、実験終了後のワークシートおよびワークシートに書かれた生徒の考えたことを分析しても、生徒の自己評価と同様に主題に対する生徒の理解度および実験結果に対する考察力は概ね良好であった。従って、本単元のねらいは概ね達成できているように思われる。しかし、コアセルベートの作成実験では、他の2つの実験とは異なり生徒の理解度がかなり低い傾向にあった。これは、得られた実験結果から生命の誕生の過程を「自己の中に想像していく力」が特に必要とされているためと考えられる。実験結果を科学的に考察する力と同時に、生徒の中に科学的事実にもとづいた豊かな想像力とそれに裏打ちされた自由な創造力を育む必要性があると思われる。

○ 学習内容について

地球の誕生から現在に至るまでの地球環境と生物に関する豊富な内容を厳選し、学習内容を効率的に系統だてて構築していく必要がある。週1時間と限られた時間の中で、知識の定着のみならず科学的な探求心を育てるためには、実験・観察なども実験結果からねらいが明確に理解できるものに教材開発していく必要がある。その中でも20分程度で完了する実験・観察を授業時間中に適宜行うことは、学習内容を深め生徒の科学的な創造力を高めるうえで不可欠である。

○ 実験器具の充実

5クラス・40名(クラスによっては41名)が実験・観察を行うと、器具が不十分な場面によく遭遇する。例えば、実験2では分光器を使うが、現在では4名に1本しかない。2名に1本あれば、時間の節約にもなり学習効果も上がると予想される。実験器具・施設の整備などのハード面の対応も学習内容の精選・系統化などのソフト面の確立と同等に必要である。

サイエンス I B (新教科)

＜単元の指導の事例 3＞

| サイエンス I B 生命と人間 | | |
|-----------------|-------------|-----------------|
| 単元テーマ (題目) | 「生物としてのヒト」 | |
| 実施学年 (高等学校 1 年) | 配当時間 (8 時間) | 実践者 (畦 浩二・林 靖弘) |

1. 単元のねらい・目標

サイエンス I B「生命と人間」では、生物としてのヒトが、どのような進化の所産として誕生したのかを考えていくこと、また、ヒトを含む生物のもつ特徴である生殖について理解することを目標としている。この中で、この単元の位置づけは、ヒトの分類・系統学的な位置を理解するとともに、霊長類を生んだ進化の過程、ヒトを生んだ進化の過程について考察していくことである。分類表、系統樹といった最終的な結果を学習していくのではなく、系統を明らかにしていく上で証拠となった事実をあげ、そこから何が分かるかを考えさせることで、科学的思考力を涵養していきたい。

2. 単元の構成と特色

動物界を構成する各動物門の類縁関係から始め、脊椎動物門に含まれる動物群どうしの関係、霊長類を生んだ進化の過程、ヒトの誕生、ヒトの進化というふうに、進化の過程をたどる構成になっている。ねらいの所でも触れたように、進化・類縁関係を探っていく上で、証拠となるのは何かという視点から、体の構造、器官系の相同性をみていく解剖実験と、翼と前肢という相同器官をみていく実験の2つを取り入れた。動物の体の構造に実際に触れてみることで、得られる知識をより確実なものにして行きたい。

3. 本単元における評価の観点と評価方法

| | 関心・意欲・態度 | 科学的思考力 | 技能・表現 | 知識・理解 |
|-------|--------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------|
| 評価の観点 | ヒトを生んだ進化の過程に興味をもち、それについて積極的に考えようとする。 | 化石や現生の動物にみられる証拠から、ヒトを生んだ進化の過程を類推することができる。 | 解剖道具を安全に、効果的に用いることができる。 動物の解剖学的特徴を適切にまとめ発表できる。 | 現生人類にいたる進化の道すじについて理解している。 |
| 方法の例 | 自己評価・行動観察 | 自己評価・レポート・定期考査 | 行動観察・レポート | 定期考査・レポート |

4. 単元計画 生物としてのヒト (配当時間計 8 時間)

| 題目 | 学習内容 | 評価・指導上の留意点 |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ヒトのからだの特徴 (1 時間) | I 動物の分類 ヒトを含む脊椎動物の体の特徴、動物界における代表的な動物群 (門) の特徴について学習する。 脊椎動物が多様な門の内の 1 つにすぎないことを理解する。 | 【関心・意欲・態度】 ・動物の分類を積極的に行おうとしている。 【知識・理解】 ・ヒトを含む分類群を指摘できる。 【科学的思考力】 ・脊椎動物にもっとも近縁な分類群を指摘できる。 |

| 題目 | 学習内容 | 評価・指導上の留意点 |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2.進化の証拠 (4時間)</p> | <p>II 動物の系統 動物群の類縁関係を知り、それが進化の道すじを示していることを理解する。 ○系統樹 動物群どうしの類縁関係をどのようにして知るかを考える。 ○幼生の形態 ○体節構造 【実験1】節足動物の体のつくり 節足動物の体のつくりを観察し、環形動物の体のつくりと比較することにより、共通した特徴を見つげだす。</p> <p>III 脊椎動物の類縁関係 ヒトを含む哺乳類が、他の脊椎動物とどのような類縁関係にあるのかわかる。 動物群どうしの類縁関係をどのようにして知るかを考える。 ○脊椎動物の前あしの比較 ○窒素排出物の比較 【実験2】相同器官を見る 鳥類の翼の骨格を観察し、ヒトの手の相同器官であることを理解する。</p> | <p>・系統樹そのものよりも、そのような類縁関係が明らかになってきた過程を大きく取り扱う。</p> <p>・体節構造、神経系に注目させる。 ・器具を安全に取り扱うよう指導する。 【関心・意欲・態度】 ・観察、実験に積極的に参加している。 【技能・表現】 ・実験器具を適切に使うことができる。</p> <p>・系統樹そのものよりも、そのような類縁関係が明らかになってきた過程を大きく取り扱う。</p> |
| <p>3.ヒトにいたる進化の道すじ (1時間)</p> | <p>IV 霊長類の進化 霊長類を生んだ進化の過程、ヒトを生んだ進化の過程は、どのような環境への適応であったのかを考える。 ○樹上生活への適応 ○地上生活への再適応</p> | <p>【関心・意欲・態度】 ・観察、実験に積極的に参加している。 【科学的思考力】 ・ニワトリの骨格とヒトの骨格の相同性を指摘できる。 【科学的思考力】【技能・表現】 ・頭部、前あしにみられる霊長類の特徴を適切に表現できる。 ・どのような環境への適応が霊長類、ヒトを生んだかに気付くことができる。</p> |
| <p>4.立ち上がったヒト (3時間)</p> | <p>V 立ち上がったヒト アウストラロピテクスに見られる直立二足歩行の特徴について考える。 ○チンパンジーの骨格とアウストラロピテクスの骨格の比較</p> | |

| 題目 | 学習内容 | 評価・指導上の留意点 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | VI 猿人から現生人類へ 猿人のもつ特徴と、現生人類のもつ特徴を比較して、猿人から現生人類への進化の過程を考える。 ○眼窩上隆起の消失、おとがいの形成など。 VII ヒトの進化 化石人類のもつ特徴を比較することで、人類の進化の道すじ、分布の拡大のしかたを考える。 ○猿人、原人、旧人、新人の頭骨の比較 | 【科学的思考力】【技能・表現】 ・骨格にみられる直立二足歩行の証拠を指摘できる。 【技能・表現】 ・猿人から現生人類への特徴の変化を指摘できる。 【科学的思考力】 ・人類化石の見つかった場所、推定生存年代などから、人類の進化や分布の拡大の様子を考えることができる。 |

5. 指導のポイント

この単元では、2つの実験を取り扱う。節足動物の体節構造とはしご形神経系を観察する解剖実験と、ニワトリの翼の骨格をヒトの前肢の骨格と比較する実験である。生徒の解剖実験への興味・関心は高いが、実際に材料を目の当たりにすると、生々しさに抵抗を覚える者も多い。本カリキュラムでは節足動物ではエビ、ヒト前肢の相同器官としてはニワトリの手羽先と食材として身近な材料を選んだ。エビはそのまま背側から切開していき、手羽先は茹でたものの肉を手やピンセットで骨格からはずしていく。エビの神経系を露出させたり、手羽先を構成している骨を順に並べていく作業には、指導者の適切な支援が必要である。実験における支援をどのように行っていくのかがこの単元の指導のポイントとなる。

6. カリキュラムの評価

カリキュラムの評価に用いたアンケートの内容は以下のとおり。

- (1) 生物の世界におけるヒトの分類・系統学的な位置および、脊椎動物、哺乳類、霊長類、ヒト科の特徴がそれぞれよく理解できた。
- (2) 動物の進化の過程が様々な証拠によって裏付けられることが理解できた。
- (3) この章の学習で育まれたと思われる力を4段階で評価しなさい。
 - ・科学的な基礎知識 ・科学的な探究力 ・思考力
 - ・科学的な感性 ・科学的な創造力 ・科学的な想像力
 - ・科学技術に関する興味・関心 ・生命現象に関する科学的な興味・関心

以上について

- ④たいへんそう思う。 ③どちらかといえばそう思う。
 ②どちらかといえばそう思わない。 ①まったくそう思わない。

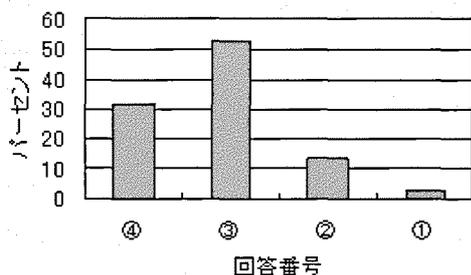
の4段階の選択肢から選んで回答させた。

結果はグラフに示すとおりである。1と2を見る限り生徒の理解は一定のレベルに達していると思われる。ここには提示していないが、2つの実験についての自己評価でも、ほとんどの生徒が大変よく理解できた、あるいはよく理解できたと回答している。育まれた力に関しては、基礎知識、探究心、思考力を挙げる生徒が多い。想像力については、たいへんそう思う、どちらかといえばそう思わないがともに多く、二極化している。いくつかの証拠から進化の様子を考えていく過程では、科学的な想

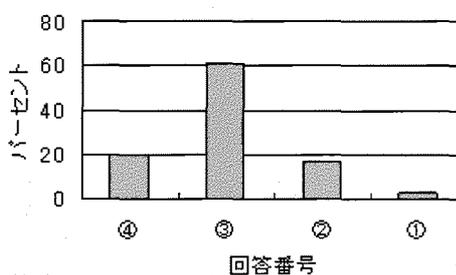
像力が必要であることはわかっているが、その想像力が身についたと考えている生徒と、そうでない生徒がともに存在するということであろう。

あまり育まれていないと評価されている力としては、科学的な感性、科学的な創造力があがっている。単元の性格上、創造力の評価が低いのは致し方ないが、科学的な感性の評価の低さはカリキュラムの内容を改善して行く上での課題を示すものである。地質学的な時間感覚、化石生物、現生生物をとらえる生物学的な感性はこの単元で養って行きたい力であるが、これが育まれていないという評価は、2つの実験を取り入れているにもかかわらず、実物に接する機会が依然として不足していることを表しているのかも知れない。科学技術、生命現象への興味・関心についてはいずれも比較的高い評価を得ている。

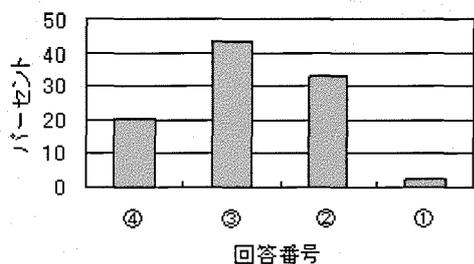
1. 分類・系統, 特徴



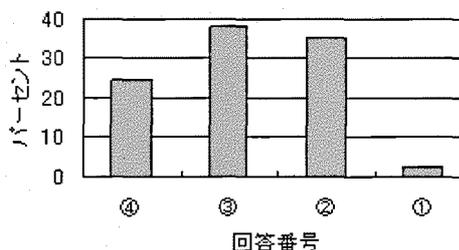
2. 進化の証拠



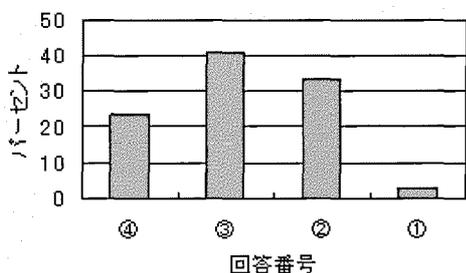
3. 基礎知識



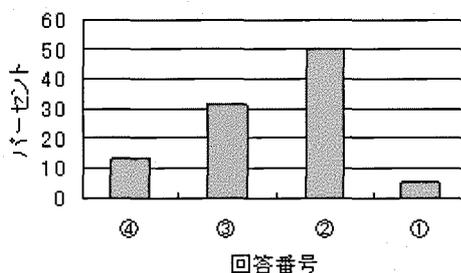
3. 探究心



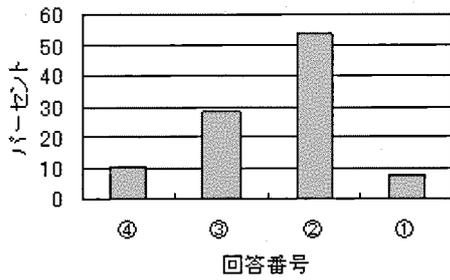
3. 思考力



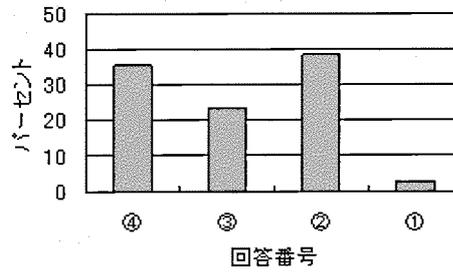
3. 感性



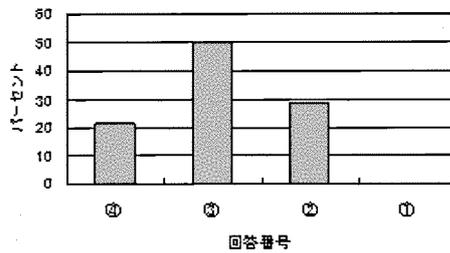
3. 創造力



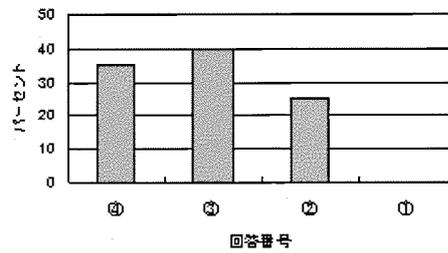
3. 想像力



3. 科学技術への興味・関心



3. 生命現象への興味・関心



7. 成果と課題

動物の分類と系統について、生物学の体系にそって扱うことができ、動物の世界におけるヒトの位置、ヒトのたどってきた進化の過程を理解することができた。

科学的な感性を育むことが不十分であった。実験・観察を織り込みにくいという単元の特徴もあるが、実物にふれる機会を増やすことが課題である。

2 サイエンスⅡ（総合的な学習）のカリキュラムと実践

サイエンスⅡ（総合的な学習）－第1学年－

週2単位(70時間)

テーマ 「学び方を学ぶ」

1. 概要

中学校・高等学校6カ年の学習の第1段階である中学校1年生の総合的な学習「学び方を学ぶ」では、自己学習力の基盤となる「学ぶ方法」を学ぶことと、「探究的な態度」を育むことを目標とする。「学ぶ方法」とは、情報の集め方、まとめ方、表現の仕方などのスキルを身につけることである。「探究的な態度」を育むとは、多面的なものの見方や科学的な捉え方を培い、自ら課題を見つけ、自ら考え、主体的に判断し、よりよく問題を解決しようとする姿勢を養うことである。これらの目標を達成するために、情報化社会に対応した学びのあり方として、コンピュータとそのネットワークを有効に活用する学習活動を展開する。

具体的には、コンピュータを表現や情報収集、分析などの道具として活用できる情報リテラシーを育成を行ったり、探究活動に対してわかりやすく表や図および概念図を利用した表現活動を行ったり、自己評価と相互評価を効果的に組み込むことで新たな課題設定を行う助力としたりするなかで視野の拡大や興味・関心の高まりを目指した展開を行う。

2. ねらい

- (1) ワードプロや表計算、ホームページ作成やインターネット検索など、コンピュータを活用する基礎的能力。および学びや表現の道具として、コンピュータやネットワークを活用する能力。
- (2) 情報を収集し、分析する力。論理立てて科学的に思考する能力。
- (3) 興味・関心を高め、自ら課題を見つけ、よりよく解決しようとする自己教育力。
- (4) 他者の研究に適切にアドバイスしたり、自らの活動を振り返り適切に評価をする力。

3. 題材設定の理由

中高6カ年の最初の年である第1学年では、これからの学習の基礎となるべく、「学び方を学ぶ」と題して、これから必要となると思われるスキルを学んでいく。そのための手段として、「科学のアルバム」シリーズ（あかね書房全100巻）を中心に据えた学習を展開することにより、「学びの道具」としてのコンピュータの活用はもとより、科学的な思考力の育成、自ら課題を見つけ解決する能力の育成、他者にわかりやすく伝えるための表現力の育成など様々な力を育成することが可能となっている。

4. 評価の観点およびその趣旨

第1学年のサイエンスⅡでは、1年間を通してコンピュータを「学びの道具」としてコンピュータの活用を図っている。そのため1学期当初はコンピュータの基本操作の方法から始まり、様々なソフトの使い方を学ぶ。さらにその後は、あかね書房の「科学のアルバム」シリーズを中心に据え、科学的な思考力や表現能力などを多くの場面で育むことができるように活動を重ねていっている。このような1年間の活動の内容を考えると、第1学年におけるサイエンスⅡの評価規準は、次の4点とするのが適当であると思われる。

①情報処理技術・能力

コンピュータの基本操作、ワードソフトの使い方、ホームページの作成などの技術を修得したか。情報の取捨選択、データの分析など、科学的な思考を適切に行うことができたか。概念図などを利用して、内容を適切にまとめることができたか。

②表現技術・能力

文章・絵・グラフなどを有効に活用したか。わかりやすいか。読み手を意識したか。個性的か。問題解決のプロセスが示されたか。引用部分と本人の考えなどが区別できているか。

③内容・思考・判断

自分で課題が見つけれられたか。課題の設定が明確か。科学的に思考・分析ができたか。科学的かつ論理的にまとまっているか。内容が適しているか。学習方法（問題解決のプロセス）が習得できたか。

④意欲・関心・態度

意欲的に取り組んだか。主体的な活動か。楽しんで活動しているか。評価活動に積極的に参加したか。自分で満足できたか。自分の学びを振り返り、自信が強まったか。

5. 年間指導計画（70時間扱い）

| 月 | 単元名 | 学習のテーマ・ねらい | 学習の具体的な内容 |
|---|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | プロローグ | ◎年間テーマの提示 ◎コンピュータを利用する際の注意点 | ・学習のねらいと、1年で学ぶ情報リテラシーについて ・コンピュータ利用のマナー |
| 5 | 1. 表現の方法を学ぶ | ◎表現の基礎としてのワープロ操作や作図など一連のスキルの習得をはかる。 ◎まとめ方の方法として箇条書きやベン図,その他の概念図で表現する。 ◎各自別々の本を選び,その本を課題本として,まとめ方の演習や表現活動を行う。(活動,探究の課題が各自が興味を持って選んだ本であるということより,生徒の興味・関心を高め,本の紹介や感想などをより内容深く個性的なものとする。) | ・ワープロ操作の基礎 文章入力,変換,レイアウト,保存,印刷など。 ・課題文をよく読み,その要約を箇条書きにまとめたり,概念図にして表現する。 ・「科学のアルバム」シリーズから,興味を持った本を1冊選び,その中の文章を題材に,文章入力と絵の作成・挿入を行う |
| 6 | | ◎表計算ソフトの基礎の習得 ◎表計算ソフトを活用して,分析能力や表現能力を育む。 | ・上記の本(テーマ)にどのように(なぜ)興味を持ったか,本を読んで新たにわかったことや興味を持ったこと,感想,新たに調べたいことなどをまとめる。 ・表計算ソフトの基本的操作技術の習得。[セルへの入力,計算,関数,グラフ化] ・理科年表や地図帳のデータを整理,分析,比較しそのなかから各自の発見をまとめさせる。また,各自のテーマに即したデータをグラフ化するなど,分析力や表現力を深める。 |
| 7 | | | |

| 月 | 単元名 | 学習のテーマ・ねらい | 学習の具体的な内容 |
|-----|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (8) | | ◎ホームページ形式でまとめ、公開することで、表現力のさらなる育成をはかる。 | ・上記でまとめた内容をホームページの形でまとめ公開し、相互評価を行い、さらなる表現力の育成へとつなげる |
| 9 | 2. 探究の方法を学ぶ | ◎各自のテーマに関連して、さらに詳しく課題を設定し、調べ学習を行う。 | ・調べ学習やホームページ作成に際して知的所有権など注意すべき点について学ぶ。 |
| 10 | | ◎表現の道具、また調べ学習などの道具としてのコンピュータの活用をはかる。また、その際のルールについて学ぶ。 | ・それぞれのテーマをさらに深く調べていく。この際、図書館やインターネットの活用をはかる。 |
| 11 | | ◎研究内容を概念図の形でまとめ、概要をわかりやすく表現する。 | ・インターネットでの調べ学習をするための検索方法の習得やそれを利用する上での注意点を学ぶ。 |
| 12 | | ◎中間発表では、それぞれのテーマについて、「こんなおもしろいことがある」「これについて教えて」などの意見交換する中で関心を高めるとともに、調べ学習の課題を明確にしていく。 | ・各自のホームページに調べたことなどを追加し、より広く、深いものを作り上げていく。 |
| 1 | | ●必要に応じて、実験や観察を立案・実施する。 ◎研究をすすめる手順や発表方法を学ぶなかで、探究能力を育成し、自ら課題を見つけていく力を育てる。 | ・探究活動の中間発表 (ホームページの掲示板機能を活用し、互いに意見交換を行う中で、さらに詳しく調べる課題を見つける。) ・さらに研究をすすめ、その内容をホームページにまとめ公開する。その際、研究目的(課題)、調べた結果、残った課題(疑問点)、参考文献等を明記する。 |
| 2 | 3. 相互評価と自己評価 | ◎評価の観点を明確にして互いに相互評価をする中で、各自の研究を振り返り自己評価につなげ、メタ認知的な視点を育む。 | ・研究発表会を開き、質疑応答で意見交換を行う。 |
| 3 | | ◎課題を深め、探究活動の成果としてレポート(ホームページ)をまとめる。 | ・ホームページの掲示板機能を利用して、相互評価を行う。 |
| | | ◎これまでの各自の課題を振り返り、それぞれの成長を評価し、自ら課題を持って学んでいく姿勢を育成する。 | ・意見交換や相互評価から、各自の研究の成果や、残された課題などを整理する。 ・これまでの成果はデータとしてコンピュータに保存されている。これらを振り返り、コンピュータで何ができるか。どのような利点があったかなどを振り返る。 |

サイエンスⅡ（総合的な学習）－第1学年－

＜単元の指導の事例＞

| サイエンスⅡ 1年 学び方を学ぶ | | |
|------------------|-------------|-----------|
| 単元テーマ（題目） | 著作権について考えよう | |
| 実施学年（中学校1年） | 配当時間（3時間） | 実践者 甲斐 章義 |

1. 単元のねらい・目標

LIFE I「学び方を学ぶ」では、コンピュータのネットワークを有効に活用する学習活動を展開している。こうした学習活動の中に、図書館やインターネットを利用した調べ学習を行い、その内容をホームページの形にまとめて発表していくという取り組みがある。こうした取り組みで避けては通れないのが知的所有権、特に著作権の問題である。生徒が図書館の本やインターネットで必要な情報を見つけ、それを取り上げていく際に気をつけなければならないのが、その本やホームページの内容をそのままとして使用したり、ホームページの画像をそのまま自分の研究発表のページに使うという行為である。もちろんこれらは違法行為にあたることもあり、こうしたことのないように指導するのは当然のことであるが、そうするあまり、「あれはだめ」、「これもだめ」と禁止するばかりでは著作権の正しい理解にもつながらず、サイエンスの取り組みの主題である多面的なものの見方や科学的な捉え方にもつながらず、著作権の意義をしっかりと理解させ正しい認識を持たせることで、図書館の本やインターネット上にあるさまざまな情報や著作物に対して正しい対応が取れるようになるのと同時に、禁止ばかりの消極的な態度ではなく、積極的に著作物に接することができるようになるのではないと思われる。また、6ヵ年の最初のこの時期にこのような学習を行うことで、今後の学習活動を円滑に進めることができるという意味でも、この著作権についての学習は重要であると思われる。実際、著作権の授業を行うことで、その後の生徒の著作権に対する意識も明らかに変わり、生徒への指導も大変やりやすくなっている。

2. 単元の構成と特色

生徒は著作権を学ぶ前に、「科学のアルバム」シリーズから興味を持った本を1冊選び、その中の内容をホームページの形でまとめ公開し、相互評価を行い、さらなる表現力の育成へとつなげると言う取り組みをしている。その際、著作権の問題があるので本の中で使用されている文章や画像をそのまま使わないようにという指導はしているが、著作権について考えるという取り組みはまだしていないため、著作権の意味や意義を理解して使わないようにしているわけではない。したがって、これから本格的に調べ学習を行いその内容をホームページにまとめるという取り組みを始める前に、著作権について考えるというこの取り組みが必要となってくる。

3. 単元計画 ①著作権について考えよう（2時間）

授業展開過程（1時間目）

| | 学習内容および活動 | 指導上の留意点 |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 導入 10分 | ○これまでの授業の中で、本の文章をそのまま使用しないようにしたり、図や画像をコピーしたりせずに、自分なりに工夫や解釈を加えた上で、自分で文章や画像を作っていたことにふれる。 ○著作権というものの考え方とそれが存在する理由について、具体的な例をあげて説明する。 | ●なぜそのまま使用とはしなかったのかについて考えさせる。 ●理屈ではなく、心情的な部分で著作権の必要性を感じ取らせるように、できるだけ身近な例をあげる。 |

| | | |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 展開 30分 | ○『著作権を考える童話』（以下『童話』）を配布し、まずはその内容を通して読ませる。 ○『童話』の各節ごとにある「考えるポイント」にしたがって自分なりに意見や感想を考えさせ、その内容を「考えるポイント」の設問ごとに WORD 文書に箇条書きなどでまとめさせる。 | ●まずは全体を通して読ませることで、その内容を理解させる。 ●できるだけ自由に記述させる。 ●後から読んでわかりやすいようにまとめさせる。 ●わかりにくい設問については挙手させ、解説をする。 |
| まとめ 10分 | ○作成途中の WORD 文書を保存させる。 ○保存した WORD 文書を提出用のフォルダに提出させる。 | ●保存するファイル名は「著作権を考える童話**.doc」（**は出席番号）とさせる。 ●全員の作業を一旦中断させた上で、提出用フォルダの場所を全員で確認する。 |

授業展開過程（2時間目）

| | 学習内容および活動 | 指導上の留意点 |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 導入 10分 | ○前時の授業で提出された感想や意見の中から代表的なものを取り上げ紹介する。 | ●感想や意見のみを紹介し、生徒名などは出さない。 |
| 展開 35分 | ○『童話』の各節ごとにある「考えるポイント」にしたがって自分なりに意見や感想を考えさせ、その内容を「考えるポイント」の設問ごとに WORD 文書に箇条書きなどでまとめさせる。（前時の続き） | ●後から読んでわかりやすいようにまとめることを再度喚起する。 ●わかりにくい設問については挙手させ、解説をする。 |
| まとめ 5分 | ○作成途中の WORD 文書を保存させる。 ○保存した WORD 文書を提出用のフォルダに提出させる。 | ●保存するファイル名「著作権を考える童話**.doc」（**は出席番号）を確認させる。 ●全員の作業を一旦中断させた上で、提出用フォルダの場所を全員で確認する。 |

②著作権について学ぼう（1時間）

| | 学習内容および活動 | 指導上の留意点 |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 導入 5分 | 前時で考えた著作権の意義について、生徒の意見を参照しながらもう一度復習する。 | 前時において、著作権がなぜ必要かということについて考えている。生徒の生の意見を参照することで本時の動機付けを行いたい。 |
| 展開 40分 | 実際の著作権について学習する。（以下 Power Point を用いる） ● 著作権の種類について学ぶ。 ①知的所有権について ②著作物とは ③著作者人格権 ④著作権（財産権）⑤著作隣接権 ⑥その他の権利 ● 著作権の正しい使い方について学ぶ。 ①日本で保護されているものか ②保護期間内か ③自由に使えるか ④著作者の許諾 ● 著作物が自由に使える場合について学習する。 私的使用のための複製 引用 学校における複製など ● さまざまな場合について、その著作物の扱い方をクイズ形式で考える。 ○アイデアは著作物か ○名画の複製写真 ○コンピュータプログラム ○外国の著作物 ○新聞のコピー ○遠足のしおり ○学芸会や音楽会の演奏 ○MD の作成 ○テレビ番組の録画 ○ゲームソフトの貸与 ○学習テープのダビング ○漫画のキャラクター ○友人のイラスト ○WEB 上の文や画像 | 権利の名前などは紹介はするが、権利名を覚えることが目的ではないので、その内容を簡潔にわかりやすく説明することを心がける。 今後の学習活動において重要であることをおさえる。 自由に使えるもの、使える場合についても著作権があることをおさえる。 挙手を求め、生徒の意見を述べさせる。 |
| まとめ 5分 | 本時で学んだ著作権についてもう一度簡単にまとめる。 | |

な探究のテーマにしていくという作業を行う。ここでは、第三者の目を通すことで気づかなかった所や改めて気づかされる点を洗い出すことで、そのテーマに関する視野を広げさせる効果を生んでいる。

最後に新たな探究のテーマにしたがって、実際に探究を行い、それを Web ページにして発表するのであるが、ここまですることによってようやく本の段階からより深い科学の知識の獲得とより深い科学の理解が可能になっているように思われる。

このようにして、ひとつひとつ確実に段階を踏んでいくことで、生徒各自のテーマについての科学的な知識や理解の深化を促し、さらに今後の中学校・高等学校の学習においてどのように探究活動を行っていき、それをどのような表現で他の生徒に伝えて行けばよいのかという面での科学的理解へとつながっていったように思われる。

サイエンスⅡ（総合的な学習）—第3学年—

週1単位(35時間)

テーマⅠ 「地域の事象を科学的に捉える」

1. 概要

「西九州（長崎）」と「私たちが生きている地域」を題材に、「知る」「学ぶ」「考える」という構成で、生徒たちの自主的な探求活動を中心とした学習をおこなう。

○単元Ⅰ 「西九州（長崎）を学ぶ」

第3学年が社会見学旅行で訪れる西九州とくに「長崎」を対象に教師による事前学習を踏まえ、生徒たちがテーマを設定し、探求活動を行う。その成果は『西九州案内記』としてまとめる。

○単元Ⅱ 「私たちが生きている地域を学ぶ」

単元Ⅰで経験した探求活動をさらに質的に高めるために、単なる事実の探求にとどまらず、事実の意味づけのレベルまでの探求をめざす。特に統計・資料を活用した探求を課題とする。意味づけの論理性、裏付けとなるデータなどの妥当性の分析・吟味などの手続きを通して、資料から導かれる地域像・世界像を自ら再構成してみる。

2. ねらい

育みたい能力や資質・態度 *カッコ内は、サイエンスプログラムで育まれる能力や資質・態度との関連
ア)「地域」や「世界・社会」の問題に関する情報を収集・整理し、分析・吟味する能力

(主に ① 自然や社会の様々な事象を認知する能力と ② 読解力、表現力、コミュニケーション能力。探求の題材によっては⑤ 科学技術への興味・関心・態度も期待できる)

イ)「地域」や「世界・社会」の問題に関する情報をまとめ・説明し、表現・伝達する能力

(主に ① 自然や社会の様々な事象を認知する能力と ② 読解力、表現力、コミュニケーション能力や ④ 自由で豊かな発想力、創造性、独創性。探求の題材によっては ⑥ 科学と人間・社会との関係を俯瞰的・総合的に捉える能力も期待できる)

ウ)「地域」や「世界・社会」の問題に関するテーマを、真理性や正当性などの問題意識に基づいて設定でき、意欲的に探究する能力

(主に ③ 課題発見、主体的に判断し解決していく能力と ④ 自由で豊かな発想力、創造性、独創性。探求の題材によっては ⑥ 科学と人間・社会との関係を俯瞰的・総合的に捉える能力も期待できる)

3. 題材設定の理由

○単元Ⅰについて

「長崎」は以前から当校中学校3年生が西九州方面への社会見学旅行で訪れ、グループ別の自主研修を実施している町でもある。したがって、「見知らぬ町」から「興味ある町」へと変貌をとげる体験的な学習場面としてもおりこむことができる。

「長崎」は、唐船の来航と大陸文化、キリシタンと南蛮文化、西洋近代科学の窓口、開港と外国人居留地、原爆投下の悲劇と「平和」発信など、それぞれの時代が織りなすさまざまな要素が複合した国際都市である。加えて、「長崎」は観光案内にとどまらず、生徒たちが入手しやすい資料（書籍やホームページなど）が豊富である。それ故、探求題材を選択する生徒たちに、多くのテーマ領域と課題発見の可能性を提示できる。また、それらのテーマや課題の中に、「私たちが生きている地域」を見つめ直すことにつながるものも見いだすことができる。

○単元Ⅱについて

単元Ⅰでは、これから訪れようとする地域について、間接的な資料によって理解し、実際の体験を通して自分たちの探求を吟味する。これを踏まえて単元Ⅱでは、現実生活中に生きている地域を間接的な資料を利用して再構成する。このことにより、「調べてみて知ったこと」から「調べてみて考えたこ

と」をより明確にすることができる。

以上から、中高一貫教育の当校ではあるが、第3学年の生徒たちにとって中学における自主的な探求学習のまとめとしての意味ももたせたい。

4. 評価の観点およびその趣旨

【探求し、客観的に分析する能力】

- ・情報を収集し整理できているか。
- ・収集した情報を数理的に処理できているか。
- ・収集した情報によって再構成された社会的事象の意味づけや解釈に客観性や課題発見が含まれているか。など

「探求」とは、事実の説明にとどまらず、事実の解釈・意味づけやテーマ設定までを含む。

【説明し伝える能力】

- ・レポートや発表などの内容に的確に伝わるような論理性が含まれているか。
- ・レポートや発表などに、効果的な表・グラフ・統計などが利用できているか。など

「説明」とは、レポートや発表でグラフを利用するなどの表現上の技能に限らず、内容の論理性も含む。

【表現の能力】

- ・自身の関心・興味・意欲の高まりを示す創造的な活動を表現できているか。
- ・他者の興味・関心や理解の深化につながる表現・助力ができているか。など

「表現」とは、レポートや発表における表現上の技能のみを指すのではない。創造的な表現能力は、本人の関心・意欲を示すものであり、他者に対しても興味・関心や理解の深化に結びつくものである。レポートや発表に限らず、学習活動全体を通してあらわれるものとしてとらえる。

5. 年間指導計画 (35時間扱い)

| 月 | 単元名 | 学習のテーマ・ねらい | 学習の具体的な内容 |
|----|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | Ⅰ. 「長崎」から 学び、考えよう | 1. 「長崎」を知る (6時間) 「長崎」という「地域」に関する基本的知識を習得するとともに、「長崎」に対する関心を深め、科学的探求を行う意欲を喚起する。 | ①西九州(長崎)の地理 九州, 長崎県, 長崎市の自然地理と人文地理のあらまし ②西九州(長崎)の歴史 長崎開港～明治初期までの変化 近現代の長崎の人口変遷 ③まとめとテーマ領域の提示 テーマ領域の事例: 文学, 学問と科学, 平和, 暮らしと食文化, 歴史, 人物, 産業など |
| 5 | | 2. 「西九州(長崎)」から学ぶ (10時間) 「長崎」という「地域」を説明する概念的知識を習得するとともに, 問題の発見や課題を設定・追究したりする方法を習得する。 | ①探求の準備 テーマ選択とグループ分け ②探求活動 『情報整理票』の活用 ③探求のまとめ 『西九州案内記』作成と報告会 ④社会見学旅行の学年事前学習会 ⑤フィールドワーク(社会見学旅行) |
| 6 | | | 3. 「西九州(長崎)」から考える (3時間) 自分たちの探求を振り返り, 自分たちの探求そのものについて考え, 学習(探求)する。 |
| 7 | Ⅱ. 「私たちが生きている地域」を見つめる | 1. 地域を越えたテーマを知り, 考える(2時間) 単元Ⅰの3. で気づいた「普遍的問題」を概念化することを習得する。 | ①テーマ設定の原理 原理の例: 「変化」「文化」「希少性」「共生」「対立」「公正」など |
| 9 | | 2. 地域を知る(6時間) テーマ設定のため資料収集や問題発見の手順を習得する。 | ①テーマ領域の提示 テーマ領域の事例: 自然, 文学, 歴史, 産業, 環境, 暮らし ②テーマ領域に関する地域の情報を収集 |
| 10 | | 3. 地域から学ぶ(6時間) 資料の吟味や構成の手順を習得する。 | ①研究の立案・準備 ②各自で調べ学習 |
| 11 | | 4. 地域を見つめる(2時間) 身近な地域の諸問題と現代世界の諸問題から概念化したものとの関係を考える。 | ①研究のまとめ ②研究発表会 ③『修了論文集』の作成 |
| 12 | | | |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

6. 成果と課題

この学習において生徒が、各自の、もしくは自分に与えられた役割に従いテーマを深く探究していたことが、最も大きな成果といえる。それは、生徒の自主的な探究がある程度できていたということであり、それぞれの生徒の個性をのぼすことができたともいえる。班単位の活動においては生徒間の協力が見られたことも評価できる。生徒にとっては身近な地域をあらためて見直す契機になったことは成果といえよう。この学習は、「総合的な学習の時間」に実施したものであるが、それを科学的な思考の習得を導入した改善としても評価できる。ただ、幾つかの課題もみえてきた。まず第一に、具体的な事象を追究して、より一般的・普遍的な概念にたどり着くことへの指導をいかにするかということである。それは、地域事象の科学的な探究をいかに指導するかという課題である。生徒が地域的事象を、いかに批判的にとらえさせるかということであるということである。また、自らテーマ設定し、その設定理由を明確にする能力が不足しているということも明らかとなった。それをいかに指導し、育成するかを今後検討しなければならない。それは、調査研究の過程における個別およびグループ指導が十分でなかったということでもある。その時間をいかに確保するか課題である。この学習は、中学3年生にとり、確かに難しかった点もあるが、それは今後、指導方法を改善を検討することにより克服できると考える。

テーマⅡ 「身のまわりの事象を数理的にとらえる」

1. 概要

身のまわりに存在する事物や現象に関する情報を収集し、それらを目的に応じて表やグラフに整理する。その整理された情報を分析し、その中から一般的な法則や課題・疑問等を見いだす。

以上のような活動を通して得られた成果を整理し、発表する。

2. ねらい

身のまわりの事象や事物を数理的にとらえて、それらを分析・考察できる力を育成する。

- ・ 確率の実験を通して、実際に起こった相対度数と計算で求めた確率が実験回数を重ねるにしたがって等しくなっていくことを実感し、経験的確率と理論的確率の関係について理解を深める。
(①自然の事物・現象に関する知識の定着)
- ・ テレビ番組の G コード (暗号) を統計的資料とみなして整理し、その活動を通して、G コードが暗号として優れている (すなわち、解読が難しい) ことを、「ランダム」という概念をキーワードにして検証させる。
(②科学技術への興味・関心・態度, ⑤読解力, 表現力, コミュニケーション能力)
- ・ 校内の建造物の長さ、面積、体積、重さなどを求めるために、これまでに学習した知識や方法をどのように総合したらよいか考えさせ、その考えに基づいて実際に値を求めさせる。
(③自然や社会の様々な事象を認知する能力, ④課題発見, 主体的に判断し解決していく能力, ⑥自由で豊かな発想力, 創造性, 独創性)
- ・ 以上の活動は、いずれも 4 人 1 組のグループ単位でおこなわせ、最後に活動のまとめをグループごとにクラスで発表させる。まとめの中には、活動中に感じた疑問、活動を通して新たに生じた課題、今後の発展の方向などを必ず盛り込ませる。
(⑤読解力, 表現力, コミュニケーション能力, ⑦科学と人間・社会との関係を俯瞰的・総合的に捉える力)

3. 題材設定の理由

ここでの取り組みは、われわれの身近に存在するものを、これまで授業で学習した数学の内容やその延長上の内容を用いて、どれだけ調べることができるか、生徒に考えさせ、実際に体験させるものである。

その際に大切なことは、ここで取り扱う題材と (これまでの教科の授業で学習した) 既習事項との関係である。2つのレベルが近すぎて、単なる「あてはめ」や「確かめ」にならないように、かつ、2つのレベルが離れすぎて、生徒にとって難解な課題とならないようにする必要がある。

上記の意味において、生徒の科学的思考力を育成するのに適切なレベルの差が存在すると考えて、それぞれの題材を設定した。

すなわち、それぞれの課題に取り組むにあたって、それまでに学習した事項を十分に活用できて、さらにそこから新たな課題を見いだしていけるような題材を設定するようにした。

4. 評価の観点およびその趣旨

ア. 関心・意欲・態度

自然や社会に存在する事物や現象に関心を持ち、それらを意欲的に考察・探究しようとする。

イ. 科学的な見方・考え方

自然や社会に存在する事物や現象を数理的に捉えて、その中から課題を見だし、観察・実験・計算等をおこないながら、その課題を数理的に考察しようとする。

ウ. 表現・処理

自然や社会に存在する事物や現象を科学的に探究する過程で、得られたデータや計算結果をその目的に沿った形に加工し表現することができる。

エ. 知識・理解

自然や社会に存在する事物や現象を科学的に探究する過程で、基礎となる概念や法則を理解し、それらを適切な場面で応用することができる。また、必要に応じて、さらに発展的な知識や技能を習得していきける。

5. 年間指導計画 (35時間扱い)

| 月 | 単元名 | 学習のテーマ・ねらい | 学習の具体的な内容 |
|----|----------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | サイコロの目の出方 (10時間) | 経験的確率と理論的確率の関係について学び、確率の意味についての理解を深める。 | <ul style="list-style-type: none"> ・3個のサイコロを振って、目の和の度数分布と相対度数を求める。 ・1個のサイコロを3回振って、目の最小値の度数分布と相対度数を求める。 ・データの相対度数と理論的確率との比較 |
| 12 | | | |
| 1 | 乱数とモンテカルロ法 (10時間) | 乱数の作成方法や擬似乱数の作成方法について学ぶ。 ランダムであることの評価方法について考える。 | <ul style="list-style-type: none"> ・乱数の作成方法と利用方法 ・「ランダム」の意味 ・擬似乱数の作成 ・ランダム性の評価 ・シミュレーションの意味 ・モンテカルロ法による円周率の近似値の求め方 |
| 2 | | | |
| 3 | Gコードと資料の整理 (8時間) | 資料を、その目的に応じて度数分布表などに整理し、資料の傾向をとらえることができる。 | ・Gコードを資料として、Gコードのけた数と番組情報との関係を統計的に調査する。 |
| | まとめ (7時間) | この学習を通して学んだことや、新たに出てきた課題等を整理して発表できるようにする。 | ・グループごとに、上記4テーマのうち1つを選択し、そのテーマについて発表する。 |

6. 成果と課題

これまで、1年次においては、カリキュラムの具体を開発し、2年次においては、その実践を通して生徒の実態や、課題を把握した。その結果、教材や指導の手立てに関し、さらなる精緻化が必要なのはもちろんのこと、大きく、次の2つの課題を設定することができた。一つは、カリキュラムの評価をより多角的な視点から行うことである。このカリキュラムによって、どのような科学的思考力を育むことができるのか、より明らかにしていく必要がある。また二つ目の課題は、数学の授業の補完的側面が強くなってしまいう問題点の改善である。数学的知識・技能の学習ではなく、数学的内容の発見や応用という側面をより強めるという点が大きな課題として残されている。

サイエンスⅡ（総合的な学習）－第3学年－ テーマⅠ

＜単元の指導の事例＞

| | | |
|-------------|-----------------------|-----------------|
| サイエンスⅡ | テーマⅠ | 「地域の事象を科学的に捉える」 |
| 単元テーマ（題目） | 1. 「西九州（長崎）」から学び、考えよう | |
| 実施学年（中学校3年） | 配当時間（19時間） | 実践者（鶴木毅，和田文雄） |

1. 単元のねらい・目標

本単元では、「西九州（長崎）」に関する知識を習得して、「西九州（長崎）」への関心を深めながら、グループごとに「西九州（長崎）」に関するテーマを探求し、その成果を「西九州（長崎）」への社会見学旅行のための『西九州案内記』にまとめる。このような諸活動を通して、以下のことをめざす。

- ① 「西九州（長崎）」という「地域」を説明できる概念的知識を習得するとともに、「西九州（長崎）」に対する関心を深め、意欲的に科学的探求を行う態度を育てる。
- ② テーマ設定、問題の発見・解決や課題の探求方法を習得する。
- ③ 自分たちの探求活動そのものも探求対象として吟味する視点を養う。
- ④ 「西九州（長崎）」という「地域」を超えて、自分たちの生きている地域にも発見できるような「人間と社会に関するより普遍的な問題」を考える態度を育てる。

2. 単元の構成と特色

本単元は、1. 「長崎を知る」→2. 「西九州（長崎）から学ぶ」→3. 「西九州（長崎）から考える」の3つの小単元によって構成されている。それぞれの小単元では、以下のことが行われる。

＜小単元1. 「長崎」を知る＞

探求活動を行うといっても、その対象に生徒たちの興味・関心があらかじめ備わっているわけではない。この小単元は、生徒たちの探求活動の対象への興味・関心を喚起することをねらいとするもので、本単元の第一段階、導入の段階として位置づけられるものである。すなわち、対象を「長崎」に絞り込み、「長崎」に関する基礎的な知識を歴史と地理を中心に教師による説明によって習得したり、課題図書（遠藤周作『沈黙』など）を読ませたりするなどを通して、次の小単元での探求活動の動機づけをねらいとしている。

＜小単元2. 「西九州（長崎）」から学ぶ＞

この小単元では、対象を社会見学旅行の行程である西九州にひろげ、生徒たちにグループごとのテーマを設定させ、探求活動を実施する。その成果は、社会見学旅行の事前学習のテキスト『西九州案内記』としてまとめる。

本単元の中心活動はこの小単元であるが、より高いレベルの探求活動を導くため、『情報整理票』を活用する。『情報整理票』には、i) 収集のねらい、ii) 収集の方法と出所、iii) 収集した情報、iv) 情報の吟味・分析、v) その情報はどのように利用でき、どのような役割を期待できるか、またその情報を得ることによって生じた新たな疑問、などを記入させ、適宜それを指導しながら、探求の方向を見定めその成果をまとめさせる。

また、この小単元を通して、『西九州（長崎）』を学ぶことにとどまるのではなく、『西九州（長崎）』から学ぶことをも生徒たちに期待している。つまり、目標の②・④である。しかし、この小単元の段階では、生徒たちが『西九州（長崎）』から学んだことは表面的で直感的な気づきにとどまっている場合が多い。そのことは次の小単元で確認される。

＜小単元3. 「西九州（長崎）から考える」＞

この小単元では、小単元2で『西九州（長崎）』から学んだことを、さらに「考える」過程である。小単元2での自分たちの探求活動を振り返りながら、その自分たちの探求成果そのものを探求の対象として吟味を試みる。

3. 本単元における 評価の観点と評価方法

【探求し、客観的に分析する能力】

- ・情報を収集し整理できているか。
- ・収集した情報を数理的に処理できているか。
- ・収集した情報によって再構成された社会的事象の意味づけや解釈に客観性や課題発見が含まれているか。など

←おもに『情報整理票』を利用した評価（教師による評価）

【説明し伝える能力】

- ・レポートや発表などの内容に的確に伝わるような論理性が含まれているか。
- ・レポートや発表などに、効果的な表・グラフ・統計などが利用できているか。など

←おもに『西九州案内記』とその発表の評価（教師による評価、生徒相互の評価）

【表現の能力】

- ・自身の関心・興味・意欲の高まりを示す創造的な活動を表現できているか。
- ・他者の興味・関心や理解の深化につながる表現・助力ができているか。など

←おもに毎時間の観察（教師による評価）

4. 単元計画

1. 「西九州（長崎）」から学び、考えよう（配当時間計 19時間）

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1)「長崎」を知る (6時間) | ①長崎の地理と歴史 ・長崎県、長崎市の自然地理と人文地理のあらまし ・長崎開港～明治初までの変化 ・近現代の長崎 ②遠藤周作『沈黙』を読む ③まとめと探求活動のテーマの例示 | ・ワークシートや地図，年表を作成しながら，長崎の地理や歴史を概観。 【探求し、客観的に分析する能力】 長崎のもつ個別性に気付いたか。 【表現の能力】 長崎への関心，探求の意欲が出てきたか。 ←作成したワークシートや毎時間の観察 |
| (2)「西九州」から学ぶ (10時間) | ①テーマの設定・選択とグループ分け， ・探求計画の立案 ②テーマの探求 ・テーマに関する情報を収集し，収集した情報を『情報整理票』で整理し，吟味・分析する。 ③探求のまとめ ・『西九州案内記』の作成と報告会 ・社会見学旅行の事前学習会 ・フィールドワーク（社会見学旅行） | ・『情報整理票』には，以下を記録。 i)収集のねらい ii)収集の方法と出所 iii)収集した情報 iv)情報の吟味・分析 v)利用意図や新たな疑問 【探求し、客観的に分析する能力】 的確な情報の効率的な収集 収集した情報の正確さ 情報の多面的な吟味・分析 【表現の能力】 意欲的で適切な情報の収集 ←『情報整理票』を利用した評価 【説明し伝える能力】 論旨の明確さ 効果的な資料の利用 【表現の能力】 興味や理解のための工夫 ←『西九州案内記』とその発表の評価 |

| 題目(配当時間) | 学 習 内 容 | 指導上の留意点・評価 |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (3)「西九州」から考える (3時間) | ①自分たちの探求を振り返り、自分たちの探求そのものについて考え、学習する。 ○ワークシート『西九州から学び、考えたこと』の作成 ・「西九州(長崎)」を学ぶことを通して、「西九州(長崎)」から地域をこえて存在するテーマに気づく。 ・「西九州(長崎)」を学ぶことそのものの検討を通して、あらためて自分たちの探求方法を吟味する。 | ・『西九州から学び、考えたこと』には、以下を記入。 i)調べることでわかったこと ii)調べるうちに興味をもったこと iii)実際に訪れてみて感じたこと iv)「西九州(長崎)」から、地域をこえたテーマとして気づいたこと v)どの地域のどんなことを調べたいか 【探求し、客観的に分析する能力】 探求そのものからの課題発見 社会的事象の意味づけや解釈 【表現の能力】 関心・興味・意欲の高まり ←『西九州から学び、考えたこと』を利用した評価 |

5. 指導のポイント

小単元1で講義し作業を行わせる基礎的知識の内容は、小単元2での意欲的・創造的な探求活動のための基礎的知識の習得と動機づけという基準で選択する。

小単元2では、あくまで事例として「西九州(長崎)」を学びながら、それらの事例から「人間と社会に関するより普遍的な問題」にも気づくことができるように留意する。

小単元3では、小単元2での探求活動そのものを振り返ることによって、習得した具体的な事実に知識をより普遍的・一般的な概念を使用して意味づけ・解釈や課題発見などを試みることができるように留意する。また、その作業を通して、「地域」を探求する方法・道筋や「地域」を探求することそのものの意義づけについても思索させることをめざす。

6. カリキュラムの評価

【生徒の反応や変容】

単元1では、自分たちが社会見学旅行で実際に訪れる地域が対象であること、加えて小単元1を配置したことにより、生徒たちの意欲を喚起でき、『案内記』の作成を仕上げたことは一応の成果である。その内容も単なる旅行のしおりでなく、テーマを深く探究した充実したものとなっていた。また1学年次から積み上げられている自主的な探求学習で育まれた技能を土台に班単位で協力し合って手際よく作成したものとなっていた。ただ、自分の考えや意見と資料の引用との区別が明確でなく、どこまでが生徒たち自身のことばによる説明・表現であるのかがはっきりしないという点がみられた。これについては事前に指導をしたのであるが、それが徹底しなかった。これは重要な点である。

単元2では、単元1の探求学習に引き続き、生徒たちが実際に生活する地域を対象として、探求学習を重ねることにより、学習の質的な高まりを期待した。

生徒のなかには、自分たちの暮らしている地域と長崎(西九州)または近隣の地域との比較という方法・テーマを見つけ出した。このことは、単元1の学習を踏まえた一応の成果である。

それに対し、単元1の内容にとらわれずテーマを設定したものもいたが、それも単元1の学習の経験を生かしたテーマ設定をしていた。ただし、いずれにしても、より一般的・普遍的な概念にたどり着くことに関しては、不十分であった。

また、自らが生活する地域は身近なものであるからという理由だけで、ただちに興味・関心が備わっ

ているとは限らないということを生徒たちとともに確かめることができた。この学習が自分たちの地域を見直す契機となったことは明らかである。

【カリキュラム改善の方向】

○方法について

「情報整理票」は、探求活動の過程・深まりを示すものであるが、生徒・教師ともに活用が十分ではなかった。50分の授業時間で、探求活動そのものと「情報整理票」の作成をその授業時間ごとに同時に成立させることの困難さが明らかになった。発表資料を仕上げることそのものだけが目標ではなく、探求活動そのものを検討するというメタ学習も大きな柱の一つであることを考えると、50分の授業時間を2コマ連続で設定することや、教師も含めたグループごとの検討時間（オフィスアワーのようなもの）を探求活動の時間とは別に設定することも検討してみたい。特に後者については、情報の吟味をはじめ探求内容と方法やそれらから導かれる課題などについてより深めあうことが期待でき、何よりも評価が直接対面的に行われることによって、生徒たち相互に望ましい探求学習の内容・方法がより明確にされていくことも期待できる。

また評価については、次年度の3学年にむけてのデータベースのようなものの作成を検討してみたい。次年度の生徒たちにどのくらい参考にされたかなど、本年度の生徒たちの学習が次年度の生徒たちによって評価される場面をつくることができる。その評価をどのように本年度の生徒たちに返すのかという課題はあるものの、第三者的な役割をもつ次年度の生徒たちの評価から、当事者間の評価ではみることのできなかつた視点を期待できる。

○内容について

テーマⅠにおける「サイエンス」としてのねらいには、地域の具体的事例から一般化・普遍化できる概念を見いだす、あるいは一般化・普遍化された概念で説明できる能力の育成を期待しているが、実際の探求学習を振り返ってみると、中学校3年生にとってはタフな課題であったようだ。

生徒なり考え、テーマを考え決めていったのであるが、この指導をいかに進めるかが今後の課題として残されている。テーマ設定の意義付けがきちんとできること、この学習で重要な位置を占めている。この指導のあり方の検討は大きな課題である。そのための方法の一つとして、生徒たちに示す具体的範例として、教師による講義形式の地域研究授業を工夫していく必要を感じた。また、テーマⅡとの関連である「地域」に関する情報の数理的処理についても、教師からの範例の工夫と数学科とのより具体的な連携をはかりたい。

7. 成果と課題

この学習において生徒は、それぞれ自分で、もしくは自分に与えられた役割に従いテーマを深く探究していたことが、最も大きな成果といえる。それは、生徒の自主的な探究がある程度できていたということであり、それぞれの生徒の個性をのばすことができたともいえる。班単位の活動においては生徒間の協力が見られたことも評価できる。生徒にとっては身近な地域をあらためて見直す契機になったことは成果といえよう。この学習は、「総合的な学習の時間」に実施したものであるが、それを科学的な思考の習得を導入した改善としても評価できる。ただ、幾つかの課題もみえてきた。まず第一に、具体的な事象を追究して、より一般的・普遍的な概念にたどり着くことへの指導をいかにするかということである。それは、地域事象の科学的な探究をいかに指導するかという課題であり、生徒に地域的事象を、いかに批判的にとらえさせるかということであるということである。また、自らテーマ設定し、その設定理由を明確にする能力が不足しているということも明らかとなった。それをいかに指導し、育成するかを今後検討しなければならない。それは、調査研究の過程における個別およびグループ指導が十分でなかったということでもある。その時間をいかに確保するかが課題である。この学習は、中学3年生にとり、確かに難しかった点もあるが、それは指導方法の改善により克服できると考える。なお、統計の数理的処理の指導については数学科との連携という課題が残されている。

サイエンスⅡ（総合的な学習）－第3学年－ テーマⅡ

＜単元の指導の事例＞

その1

| | | | |
|--------------------------|------------|-----|------|
| サイエンスⅡ 身のまわりの事象を数理的にとらえる | | | |
| 単元テーマ（題目） | サイコロの目の出方 | | |
| 実施学年（中学校3年） | 配当時間（10時間） | 実践者 | 後藤俊秀 |

その2

| | | | |
|--------------------------|------------|-----|------|
| サイエンスⅡ 身のまわりの事象を数理的にとらえる | | | |
| 単元テーマ（題目） | 乱数とモンテカルロ法 | | |
| 実施学年（中学校3年） | 配当時間（10時間） | 実践者 | 岩田耕司 |

その3

| | | | |
|--------------------------|------------|-----|------|
| サイエンスⅡ 身のまわりの事象を数理的にとらえる | | | |
| 単元テーマ（題目） | Gコードと資料の整理 | | |
| 実施学年（中学校3年） | 配当時間（8時間） | 実践者 | 後藤俊秀 |

1. 単元のねらい・目標

生徒の科学的思考力を育成するための取り組みとして、事柄どうしの関係について考えさせたり、調べさせたりすることはとても重要であると考え。そもそも科学とは、身のまわりで起きている現象を解明して、それらの因果関係を合理的に説明しようとする営みだからである。

数学科の授業においては、仮定から結論を演繹的に導かせたり、与えられた条件のもとで数値を求めさせたりする過程で、生徒の数学的思考力の育成を図っている。しかし、それらは数や図形の世界の中だけにとどまっている題材が多く、また、仮定（条件）と結論（答え）とを結びつけている論理もやはり数学の中のものであるから、生徒にとっては現実からかけ離れた世界でのものになりがちである。

したがって、この単元では、経験的確率を「自分の身のまわりで現実に起きていること」と捉え、理論的確率を「数学の世界でのこと」と捉えて、それらの関係を調べさせることによって、科学的思考力の伸長を図るものである。

次に、科学的に問題解決をおこなうにあたって、得られた数値データを統計的に処理して、そこからある仮説を立てて、その仮説を検証することは、非常に重要な活動である。

これまでの中学校学習指導要領（数学科）でも、統計に関する内容（「資料の整理」など）は取り扱われていたが、いくつかの問題点が指摘されていた。それは、例えば、以下のようなものである。

- ・どの教科書においても章立ての最後に置かれていて、授業時間不足等の理由で、きちんと取り扱われないことが多かった。
- ・統計に関する用語の説明や資料の平均（または、およその平均）を求める方法の習得に重点が置かれ、生徒の発展的な思考活動を伸ばす題材になりにくかった。
- ・本来は、生徒自身がデータを収集するところから始めたいが、それにはいろいろな意味で問題があり、結果的に、教科書に掲載されている資料や教師側が与えた資料での授業になることが多く、生徒の興味や関心を喚起しにくい。

ここでは、上記のような問題点を改善しつつ、さらに、生徒の発展的な思考活動を伸長するために、以下の a, b, c のような活動に取り組む。

- a. 実際にサイコロをふるという活動を通して、相対度数や大数の法則などの実験的確率の概念の理解を深め、実験結果から数学的確率の求め方を考察する。
- b. 乱数の作成方法について学習するとともに、「ランダム」という概念について理解を深める。さらに、ランダムなものとしてでないものとを比較する方法について、いくつかの実験をおこないつつ考察する。
- c. テレビ番組の G コード（暗号）を統計的な資料とみなして整理し、その資料が持つ傾向について仮説を立て、その仮説を検証する方法について考察する。

2. 単元の構成と特色(主題に迫る手だて など)

サイコロを振る回数にはできるだけ多い方がよいが、一人だけで振り続けるのは単調な作業になってしまうので、クラス全員や班のメンバーといった複数の人間でデータを共有してデータの数を増やすようにする。その際、先に確率を計算させて、後から実験をするという手順はとらない。それは、単なる計算結果の「確かめ」の作業になってしまったり、生徒の意識の中にも、計算して答えが出た時点ですでにその問題は終わってしまう危険性があるからである。

この学習において、最初に3個のサイコロを振ったときの目の和を、次に1個のサイコロを3回振ったときの目の最小値を考えさせたのは、まず、左右対称な分布で確率の計算も易しいものを、その後、左右非対称な分布で確率の計算も少し難しいものを取り扱うことで、生徒が段階的に難しい内容へと進めるように意図している。

次に、乱数やランダムという概念について学習するのは、後に、ランダムでない数の集まりとの比較をするためと、乱数そのものについても生徒に考察させたいという意図からである。乱数は、乱数さい(正二十面体)を振り続けることで簡単に作れるが、例えば、普通のさいころ(正六面体)だけを用いて乱数が作れるか、 π などの無理数の小数部分は乱数と見なしてよいのか、乱数では「0から9までの数字が均等に出現している」と言えるのかといった課題を投げかけて、生徒にランダムであることの意味を考えさせるものである。

Gコードを題材とした学習では、この暗号の仕組みを直接的に探るのではなく、Gコードという数の集まりをデータの集合とみなして、その桁数に着目して整理し、統計的なアプローチによって、データの持つ性格(すなわち、Gコードの性質)を推測しようとするものである。Gコードとは、テレビ番組の予約録画を簡単におこなうために、ジェムスター社が開発した暗号で、新聞のテレビ欄にも掲載されており、生徒にとって身近な存在の数であること、データが豊富にあり、しかも手軽に入手できること、番組の月日、開始時刻、録画時間、チャンネルの情報を暗号化したものなので、コードから逆にそれらの情報を推測するのが困難であるため、今回の学習の題材として適している。

ここでは、Gコードをけた数によって度数分布表に整理し、桁数の分布について調べさせる、Gコードのけた数と乱数(8けた以内)とのランダム具合の比較、Gコードのけた数と録画時間との相関を調べる等の活動を通して、データを数理的に解析する力の育成を図る。

3. 本単元における評価の観点と評価方法

ア. 関心・意欲・態度

- 1) 取り扱う題材や活動内容に対して興味や関心を持って意欲的に取り組めたか。(机間指導による)
- 2) グループ内で役割分担を相談したり、お互いに疑問を出し合ったり、議論をするなどのコミュニケーションをとりながら活動できたか。(机間指導による)

イ. 科学的な見方・考え方

- 1) 新たに課題を提起したり、予想を検証しようとしたりするなど、活動が探究的なものになっているか。(机間指導・ワークシートによる)
- 2) 活動において自分なりの工夫ができたか。(机間指導・ワークシートによる)

ウ. 表現・処理

- 1) データを目的に沿った形に加工できたか。(机間指導・ワークシートによる)
- 2) 発表する内容が聞き手に正確に伝えられたか。

エ. 知識・理解

- ・活動の意味や意義が十分に理解できているか。(机間指導・ワークシートによる)

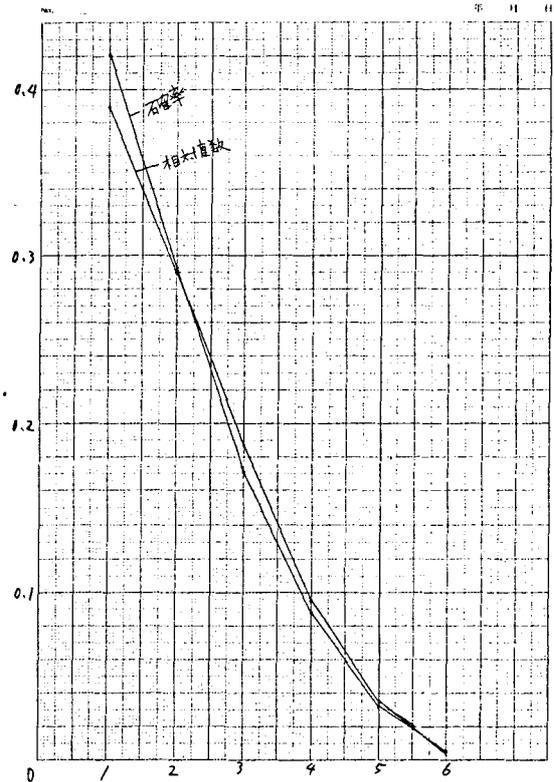
4. 生徒の作業シートより

☆まとめの度数分布表を班の中で協力して作成しよう。

| 最小の目 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 計 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 度数 | 1362 | 1015 | 654 | 334 | 122 | 15 | 3502 |
| 相対度数 | 0.389 | 0.290 | 0.187 | 0.095 | 0.035 | 0.004 | 1.000 |

☆確率分布表

| 最小の目 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 計 |
|------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------|
| 確率 | $\frac{91}{216}$ | $\frac{61}{216}$ | $\frac{37}{216}$ | $\frac{19}{216}$ | $\frac{7}{216}$ | $\frac{1}{216}$ | 1 |
| 小数の値 | 0.421 | 0.282 | 0.171 | 0.088 | 0.032 | 0.005 | 0.999 |



5. 単元計画

その1 サイコロの目の出方(配当時間 計10時間)

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 実験的確率と 数学的確率 (8時間) | <p>1. 3個のサイコロをふる実験</p> <ul style="list-style-type: none"> ・問「3個のサイコロをふり、出た目の和を計算するとき、どの値(和)が出やすいのだろうか」 ・実際にサイコロをふり、度数分布表を作成させ、それぞれの値についての相対度数を求めさせる。《データ収集・集計の方法》 ・一つの値(例えば、和が7になった割合)に注目させ、試行回数が増えるに従い、その値がどのように変化するか調べさせる。《大数の法則・実験的確率》 ・全ての値について、自分の結果と班の結果、クラス全体の結果を、相対度数で表し、1つのグラフ用紙上に3つの度数折れ線グラフで描かせ、比較させる。《大数の法則・実験的確率》 | <ul style="list-style-type: none"> ・4人程度の班に分けておく。 ・班で協力して作業を行わせる。 ・一人あたり約100回程度振らせる。 ・この時点では、自分の結果と、班全体での結果を集計させる。 ・各班の結果を、一枚の紙に集約し、配布しておく。 ・各班の結果を累計していくことで、試行回数を増やすことの代わりとする。 ・自分の結果、班の結果、クラス全体の結果のグラフは、それぞれ色を分けて描かせるようにする。 |

| | | |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> なぜ、そのような実験結果が出たのかを考えさせ、3個のサイコロを同時に振ったときの目の和を確率変数とする確率分布表を作成させる。 《数学的確率》 実験的確率と数学的確率それぞれを1つのグラフ用紙上に度数折れ線グラフで描かせ、比較させる。 《科学的探究における実験の有用性》 | <ul style="list-style-type: none"> 「度数分布」, 「相対度数」の用語の説明はするが, 「確率分布」という用語は用いない。 2つのグラフを色を分けて描かせるようにする。 (観点ア, イ, ウ) |
| | <p>2. 1個のサイコロを3回振る実験</p> <ul style="list-style-type: none"> 問「1個のサイコロを3回振り, 出た目の最小値を考えると, それぞれの値の出る確率はどのようになるか」 実際にサイコロを振り, 出た目の最小値の度数分布表を作成させ, それぞれの値についての相対度数を求めさせる。 《データ収集・集計の方法》 それぞれの値について, 班の結果, クラス全体の結果を, 1つのグラフ用紙上に2つの度数折れ線グラフで描かせ, 比較させる。 《大数の法則・実験的確率》 なぜ, そのような実験結果が出たのかを考えさせ, 1個のサイコロを3回振ったときの目の最小値を確率変数とする確率分布表を作成させる。 《数学的確率》 実験的確率と数学的確率それぞれを1つのグラフ用紙上に度数折れ線グラフで描かせ, 比較させる。 《科学的探究における実験の有用性》 | <ul style="list-style-type: none"> 4人程度の班に分けておく。 班で協力して作業を行わせる。 一人あたり約100回程度振らせる。 この時点では, 自分の結果と, 班全体での結果を集計させる。 各班の結果を, 一枚の紙に集約し, 配布しておく。 班の結果とクラスの結果のグラフはそれぞれ色を分けて描かせるようにする。 数学的確率を求めることに困難を感じているようであれば, ヒントを与える。(216通り全てを載せたプリントを配布したり簡単な場合から考えさせたりする) 2つのグラフを色を分けて描かせるようにする。 (観点ア, イ, ウ) |
| まとめ (2時間) | <p>3. レポートの作成</p> <ul style="list-style-type: none"> この学習を通して気づいたことや工夫したこと, 疑問に思ったことをレポートとして書かせる。 | <ul style="list-style-type: none"> 素朴な疑問から, 今後調べてみたいことまで, できる限り多く書かせるようにする。 (観点イ, エ) |

その2 乱数とモンテカルロ法(配当時間 計10時間)

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 乱数とモンテカルロ法 (8時間) | <p>1. 乱数の意味</p> <ul style="list-style-type: none"> ・導入：確率実験をすることで、面積や円周率などの近似解を求める方法があることを紹介し、また、その方法を用いる際には、バラバラな数が必要であることを伝える。 ・問「人間が0から9までの10個の数字を使ってバラバラな数の列を作ろうとしたとき、無心になったつもりで1つの数字を挙げていけば、そのようなバラバラな数の列は作れるのだろうか。言い換えれば人間はどれほど無心になれるのだろうか。」 ・0から9までの数字を無作為に挙げるという方法で、自力で乱数のような数列を作らせる。 ・自分で作った乱数のような数列について、その数列がバラバラであるかどうかを吟味させる(バラバラであることの定義の曖昧さを吟味する視点を考えさせる)。 《相対度数, 平均, 最頻値, ランダム性》 ・乱数の定義を考えさせ、そのような数を作り出すにはどうしたらよいか班で話し合わせる。 《同様に確からしい》 ・乱数さいやトランプなどを用いて物理乱数を作らせる。 ・乱数生成法として、平均採中法を紹介し、それを用いて擬似乱数を作らせる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・モンテカルロ法の紹介にとどめておく。 ・乱数を作ることの動機付けを行う。 ・乱数の定義は曖昧にしておく。 ・4人程度の班に分けておく。 ・2人1組となって協力して記録させるようにする。 →各数字の相対度数を調べる。同じ数字が2回または3回連続して出る頻度を調べる。ある数字が出る間隔を調べる。2つずつ区切って座標とみなし、平面上でのちらばり具合を調べるなど。 ・0から9までの数字が、無秩序で等確率で出現するような試行とはどんな試行かを考えさせる。 ・物理乱数についても、ランダム性の検証を行わせる。 ・擬似乱数についても、ランダム性の検証を行わせる。 (観点ア, イ, ウ) |
| | <p>2. モンテカルロ法による実験</p> <ul style="list-style-type: none"> ・モンテカルロ法を用いて、円周率の近似解を求めさせる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・実験的確率であり、正確な値は計算できない(πは無理数であることを確認しておく)。 (観点ア, イ, ウ) |

| | | |
|--------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| まとめ (2時間) | 3. レポートの作成 ・この学習を通して気づいたことや工夫したこと、疑問に思ったことをレポートとして書かせる。 | ・素朴な疑問から、今後調べてみたいことまで、できる限り多く書かせるようにする。 (観点イ, エ) |
|--------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|

その3 Gコードと資料の整理(配当時間 計8時間)

| 題目(配当時間) | 学 習 内 容 | 指導上の留意点・評価 |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gコードの性質を探る (6時間) | 1. Gコードについて ・Gコードの概要と暗号の仕組みについて説明する。次時までには家庭でデータ収集してくることを指示する。 ・Gコードのけた数による度数分布表を作成し、その分布の特徴を調べさせる。 ・8けた以下の整数を無作為に抽出するとき、けた数の確率分布とGコードのけた数の相対度数とを比較させる。 2. けた数と録画時間との相関 ・横軸に録画時間、縦軸にGコードのけた数をとって、点をプロットし、2つの量の間の相関を調べる。 | ・開始時刻、放送時間、Gコードのみを記録させる(番組名は記録させない)。 ・8けた以内の整数全部の中から無作為に整数を選ぶとき、あるけた数になる確率を求めさせる。 ・「相関」についての、およその考え方を説明しておく。 (観点ア, イ, ウ) |
| まとめ (2時間) | 3. レポートの作成 ・この学習を通して気づいたことや工夫したこと、疑問に思ったことをレポートとして書かせる。 | ・素朴な疑問から、今後調べてみたいことまで、できる限り多く書かせるようにする。 (観点イ, エ) |

6. 指導のポイント

この学習では、自分たちで乱数を作成したり、データを収集したりするので、なるべくそのサンプル数が多い方がよい。したがって、4人1組のグループの中をさらに2人ずつの小グループに分けて、作業や収集を4人でおこなうのではなく、小グループ単位でさせるようにする。こうすることによって、同じ作業で2倍のサンプルが得られたり、また、小グループで作業を分担したり、やり方を変えて作業してグループ内で比較検討するなど、より多様な活動ができるようになる。

また、このようなタイプの学習では、活動中に生徒から様々な疑問やアイデアや課題が提出されることが望ましく、それを大切にするためには、なるべく採り上げて全体のものとしながら学習を進めることと、優れた提案があった場合には、学習の方向を修正することも、指導者としてつねに考えておかねばならない。

例えば、数学科の授業で取り扱う題材の多くは、理想化された状態のものであり、結論もきちんとした形で求められるものが多いが、現実に身のまわりに存在する事象を題材にした場合には、複雑な条件が絡み合っており、明確な結論が求められるものはほとんどないと言ってよい。特に統計や測量の分野では、ゆるやかな結論が出るに過ぎない。そこで、指導のポイントとして、生徒に、現実の世界で起きている現象は完全に解明することが困難なものばかりだが、そのことをしっかり認識した上で、起きている現象を客観的にきちんと捉えて、その現象の本質にどれだけ迫れるかが大切であることと、本質に迫るための手段である基礎的な考え方や計算方法などは確固としたもので、いろいろな分野に応用できることなどを、この学習を通して伝えていきたい。

7. カリキュラム評価(単元「サイコロの目の出方」の場合)

(1) 生徒の学習状況の観察(主に観点ア、イ、ウについて)

サイコロを何回も振るという作業は、最初は珍しさもあってほとんどの生徒が意欲的に取り組んだが、単調で根気がいる作業なので、後半になると、やや意欲が減退した生徒も見られた。

度数分布表の作成作業では、グループ内でよく協力してできたが、その作業の際にお互いに疑問を出し合ったり、議論し合ったりような場面はあまり見られなかった。それはむしろ確率の計算をする際に顕著に見られ、お互いに自分の出した答えを比較したり、計算のやり方を教えてもらったりする姿が目立った。この点に関しては、多くの生徒が、事象を数理的に捉えようとしていたということの現れであると考えることができる。

(2) 毎時間の作業シートの内容(主に観点イ、エについて)

生徒は作業の意図をよく理解し、こちらの要求したものに応えてくれていた。しかしながら、授業者の方が50分の授業時間に適切である作業の量がなかなか掴めなかったために、時間が余ってしまったり、作業が中途半端になって次回に持ち越してしまったりするようなこともしばしばあった。そうすると、次の授業で一斉に続きをおこなうことがなかなか難しい状況になったりした。

(3) 生徒の自己評価

以下のようなア～ウの3項目について生徒に自己評価をさせた。

ア この学習に興味を持って取り組むことができましたか？ それはどんな点ですか？

5: とてもよくできた 4: ある程度はできた 3: どちらとも言えない
2: あまりできなかった 1: できなかった

イ この学習を通してためになったことはありますか？ それはどんな点ですか？

5: おおいにあった 4: ある程度はあった 3: どちらとも言えない
2: あまりなかった 1: なかった

ウ この学習を通して感じたことがあれば、書いて下さい。

結果は以下のようになった。カッコ内がそれぞれの評価をした生徒の人数の全体に対する割合である。

| | | | | | |
|-----|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 項目ア | 5 (8.3%) | 4 (52.7%) | 3 (19.4%) | 2 (19.4%) | 1 (0%) |
| 項目イ | 5 (5.8%) | 4 (44.1%) | 3 (41.1%) | 2 (2.9%) | 1 (5.8%) |

項目アで肯定的な評価をした生徒の意見の例

- ・ひたすらサイコロを振り続けたこと。(多数) ・大変だったけど、色々興味深かった。
- ・初めてサイコロを振って授業をしたところが面白かった。
- ・相対度数の値が計算で求めた確率の値とだいたい同じになったところ。
- ・確率の実態を自分で調べた点が良かった。
- ・ある程度予想はできたが、実際にやって(振って)そういう結果が出たのは面白かった。

項目アで否定的な評価をした生徒の意見の例

- ・作業が単調だった。疲れた。(多数)
- ・結局、何が言いたいのがよくわからなかった。

項目イで肯定的な評価をした生徒の意見の例

- ・確率の計算に役に立ちそう。(多数)
- ・度数分布表を作ったところ。
- ・具体的に目で見て(確率というものを)実感できたところ。

項目イで否定的な評価をした生徒の意見の例

- ・使えそうにない。
- ・結論がよくわからない。

項目ウでは、次のような意見があった。

- ・確率という考え方に実感がともなうようになってきた。(多数)
- ・相対度数は回数を重ねるごとにだんだん一定になっていく。
- ・確率について、より詳しく学習できて親しみやすくなった。
- ・頭で考えるよりも実際にやった方が面白い。
- ・何かを調べるといことは大変なことだ。

(4) 教師による評価と今後の改善の方向

(1)～(3)までの結果を総合すると、生徒は作業そのものには面白さを感じたものの、相対度数と確率との関係にはあまり興味を示さなかったと言える。それよりも、生徒は、2年生のときに学習した確率というものが実感としてよくわかるようになった点を評価しており、結局、今回の学習は生徒にとって、数学の授業の補完という側面が強くなってしまった。

実際のところ、1個のサイコロを3回振ったときの目の最小値に関する確率を求める作業では、高校生でも間違えやすいレベルの課題であるのに、サイコロを何度も振るとい作業の後におこなったために大半の生徒が漏れや重複なく数えて正確に確率を求めており、このことは一つの成果と捉えることができる。しかしながら、これらは数学科の授業で育成される能力とほぼ重なっており、この点が今後の課題であるので、さらに教材および指導方法を模索していく必要がある。

8. 成果と課題

これまで、1年次においては、カリキュラムの具体を開発し、2年次においては、その実践を通して生徒の実態や、課題を把握した。そして、3年次においては、2年次の実践を通して明らかになった課題を踏まえ、カリキュラムを修正、発展させ、さらなる実践を行った。

2年次から3年次にかけて修正、発展させた点は、主に次の2つの点である。一つは、全体論的視座を取り入れ、カリキュラム全体を通しての内容や活動の全体像を設定し、具体的に反映させた点である。2年次までのカリキュラムの問題点として、単元1つ1つの内容にはある程度のまとまりがあったものの、カリキュラム全体としてのまとまりが比較的少なかったということが挙げられる。その点を改善したことで、学習内容の関連性が明確になり、実験(シミュレーション)による推測とその考察という科学的思考の一連の流れをより強調することができたと考える。二つ目の修正点は、より現実的な話題を取り入れ、単なる確率計算の知識や技能の習熟にとどまらないようにするという点であった。単元その1については、その後の学習の基礎となる内容であり、あえてサイコロによる実験に焦点化したため、数学的な要素が強くなってしまったことは否めない。しかしながら、単元その2においては、現実世界におけるシミュレーションの重要性や、それに果たす乱数の役割などを強調することで、数学の応用的側面が強調できたといえる。また、単元その3においては、Gコードという身近に存在するデータを用いることで、生徒がより科学に親しみを持つことができたと言えよう。

しかしながら、カリキュラムの評価という点に関しては、評価の方法も含め、不十分なままである。このカリキュラムによって、どのような科学的思考力を育むことができるのか、より明らかにしていく必要がある。

サイエンスⅡ（総合的な学習）－第4学年－

週1単位(35時間)

テーマⅠ 「科学／技術」と「ものの見方」(全15時間)

1. 概要
1. 「科学的思考の方法やその認識の仕方」の特徴を学ぶ。
 2. 現代の諸学問の知見に触れて「科学／技術」をめぐる「ものの見方」(価値観・世界観)を問題化する。
 3. 「科学／技術」に関する読書をし、論理的に思考し、論理的に表現する。
 - ①学習者自らが課題を設定し、読書する。
 - ②この単元で思考したことを、論理的文章としてまとめる。

2. ねらい 学習者の世界認識を深化・拡充させていくことを、「ことば」の学びの面から行う。このような意味での「ことば」にかかわる学習の一つとして、「科学／技術」という問題領域を扱う。

1. 「ものの見方」の獲得

- ①「科学／技術」にかかわる「ものの見方」を問題化する活動を通して、自らの世界認識を変容・深化・拡充する。

2. 論理的に「ことば」を使用する能力の獲得

- ①顕在の論理(文章構成)のみならず潜在の論理(ものの見方)のレベルで、言語テキストを理解する視点を獲得する。
- ②諸学問のひらく知の領域の問題を、自らの問いとして論理的に思考する力を身につける。
- ③産出した思考を論理的に表現する力を身につける。

※「サイエンスプログラム」で育まれる能力や資質・態度のうち、特に次の項目が関連する。

- ②科学技術への興味・関心・態度
- ③自然や社会の様々な事象を認知する能力
- ④課題発見、主体的に判断し解決していく能力
- ⑤読解力、表現力、コミュニケーション能力
- ⑦科学と人間・社会との関係を俯瞰的・総合的に捉える能力

3. 題材設定の理由

人類にとって望ましい未来を志向する主体を育成するという観点から導出される学習者像は、ものの見方(価値観・世界観)を評価し判断し創造する主体である。

そのような主体を形成するためには、「ものの見方」を問題にする視点(見る力)の獲得が必要である。その「ものの見方」は「ことば」としてあると言える。「ことば」が特定の価値共同体における「ものの見方」(価値観・世界観)を媒介しない価値中立的なものとして発せられることは、原理的にはあり得ない。「ものの見方」を問題にする視点の基盤には、このような「ことば」の理解が必要である。

本単元で取り上げたいのは、「科学／技術」領域の「ものの見方」である。地球生態系の変化の問題や、生命に関わる「科学／技術」の発展による課題を前に、「自然と生命に対するものの見方」を評価し判断し創造する主体を育てることが必要であると判断されるからである。

4. 評価の観点およびその趣旨

評価の観点1：関心・意欲・態度

科学・技術をめぐる問題や論理的な思考のあり方に興味を深め、進んで理解したり表現しようとする。

評価の観点2：思考・理解力

科学・技術をめぐる問題や論理的な思考について、様々な文章を分析的に読み取ることによって、自分の「ものの見方」を深めたり発展させようとする。

評価の観点3：表現の能力

科学・技術に関わる問題について、自分の考えを持ち、論理的に説明しようとする。

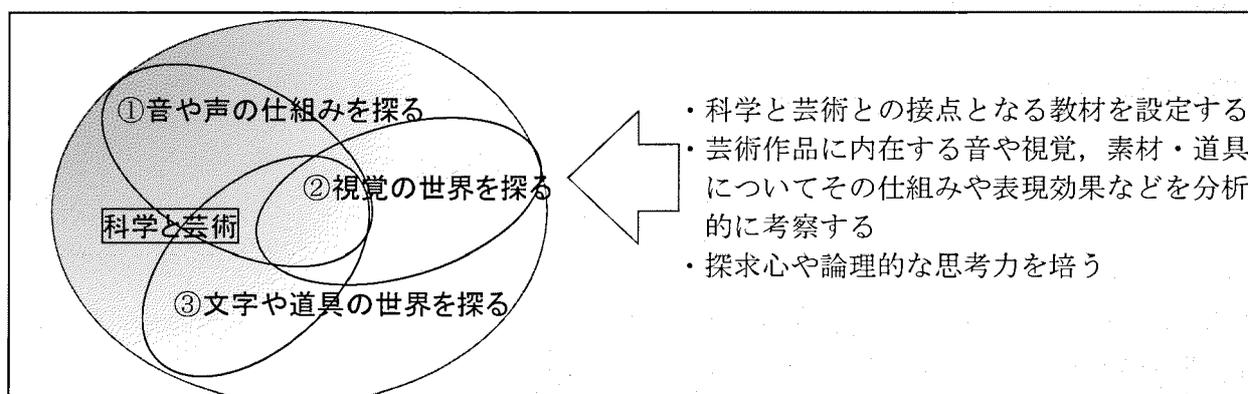
5. 年間指導計画

| 単元計画（実施時間：全15時間） | | |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目（配当時間） | 学習内容 | 指導上の留意点 |
| 1 「ものの見方」を問う視点を獲得する（1） | 我々は、ある価値共同体における「ものの見方」（価値観・世界観）によって世界を認識しているということを知る。同時に、すべての「ことば」が、そのような「ものの見方」に沿うものとして、または「ものの見方」に対するものとして発せられているということを知る。 | 「ものの見方」を問題にするという学習活動の目標を把握させる。 評価： 1 どのような共同体で、どのような「ものの見方」（価値観・世界観）がなされているかについて、実例をもって説明することができるか。 2 「ことば」に「ものの見方」（価値観・世界観）が表れているということを実例をもって説明することができるか。 |
| 2 「科学／技術」の思考の方法を学ぶ（5） | <small>ながおまこと</small> 長尾 真 「科学的説明とは」「推論の不完全生」（『「わかる」とは何か』岩波新書 713 岩波書店 2001.02.20）を読んで、「科学／技術」の思考の方法を学ぶ。 | 評価： 1 筆者の述べていることから、「科学／技術」的思考の方法の特徴を取り出し、整理して列挙できるか。 2 「ものの見方」と、それを産み出す「科学／技術」的思考との関係について理解できているか。 |
| 3 「論理的な思考」のあり方を学ぶ（5） | <small>のやしげき</small> ①野矢茂樹『論理トレーニング 101 題』（産業図書 2001.05）を読んで、論理的な思考の方法を学ぶ。 ②『買ってはいけない』（「週刊金曜日」別冊ブックレット）をめぐる議論から、論証や批判のあり方を学ぶ。 | 評価： 1 筆者の述べていることから、議論や論証、批判の構造や方法について整理できているか。 2 論証や批判の内容を具体的に捉え、論理的に批判しているか。 |
| 4 この単元で思考したことを、言語化する（5） | ①「科学／技術」をめぐる諸問題について、課題を自ら選定し、読書する。 ②この単元で思考したことを、テーマを決めて論理的な文章にまとめる。 | 評価：（学習者の産出した文章による） 1 現代の「科学／技術」をめぐる問題の具体をとらえているか。 2 意見を論理的に展開できているか。 |

6. 成果と課題

- 1) 「科学／技術」にかかわる「ものの見方」を問題化する学習活動は、国語科で扱う科学的内容の評論文読解と重なるものでもあるので、内容を深めることができた。
- 2) 「ものの見方」を問題化する学習活動の前提として、特に言葉そのものの持つ論理性について、取り立てて指導し、理解を深めることができた。
- 3) 対立する意見を分析する際のグループ学習や発表を通して、言説を相対化する態度や自身の主体を確立する姿勢を、より深めることができた。
- 4) 例えば、単元指導の事例1、2における「論理学」的内容や、単元指導の事例2、3における各個別の科学論の内容など、サイエンスで教材として扱う内容が、伝統的な教科内容・学習領域を超えている場合もあり、指導内容や方法などについての正当性・妥当性をどのように担保するのかという問題がある。

しかし、カリキュラム編成や単元指導に取り組むなかで、より「論理的」に文章を読ませる指導方法を研究し獲得できたことや、科学論を扱う際に生徒に提示する思考の枠組みの可能性を広げたり、またその限界についてもより多くの事例に基づいて提示できるようになるなど、従来の教科指導の枠を超えての、教師としての指導力向上にも寄与した。



◇ テーマⅡ-① 「科学と芸術」—音や声の仕組みを探ろう— (全5時間)

1. 概要

音とは何か、音階はどうやって作られるのか、楽器や声がどのような仕組みで音を発するのか、といった根本的な問題を科学的な視点で探求していく。

楽器に関しては、いろいろな楽器の構造と音(音色、音域、音の出し方など)とのかかわりの中で、実際の楽器やその構造を模したものをを用いて、体験的にその音が発生する仕組みを探る。また、世界のさまざまな楽器にふれ、その特徴を知る。

声に関しては人間の体の発声器官(肺、声帯、共鳴腔など)と声(声質、声域、音の出し方など)とのかかわりの中で、映像や図などをもとに発声の仕組みを探る。また、世界のさまざまな歌声を鑑賞したり、その発声の方法について学ぶとともに、そのいくつかを実際に体験する。

2. ねらい

これまで漠然と感覚的にとらえてきた音や声について、その仕組みや特徴を科学的な視点から探り、理解することで、より深い鑑賞活動を目指すとともに、幅広い音楽表現に生かしていく。また、体験活動を重視し、生徒の自由で豊かな発想力、想像力、独創性を育むとともに問題解決能力を養う。

3. 題材設定の理由

生徒たちは、中学校の音楽の授業において、楽器の特徴を生かして演奏したり、いろいろな発声で歌うことなどの内容を学習してきている。ここでは、音楽の表現媒体の根本である音や声を取り上げ、音や声が出る仕組みについてさまざまな角度から探求することで科学的な知識を身につける。そして、その知識を生かすことで一歩進んだ鑑賞活動や表現活動につながるものと考え、本題材を設定した。

4. 評価の観点およびその趣旨

<関心・意欲・態度>

音や声に関する科学的な事象に関心を持ち、探求活動に対して意欲的・創造的に取り組むことができる。

<思考・理解力>

音や声に関する科学的な知識を身につけ、理解した上で、鑑賞活動・表現活動に生かすことができる。

5. 年間指導計画

| テーマⅡ－① 「科学と芸術」－音や声の仕組みを探ろう－（全5時間） | | |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
| 楽器の音の出る仕組みを探る。 (3時間) | <p>1. 導入</p> <p>①音とは何かについて考える。</p> <p>②音階が作られる仕組みを考える。</p> <p>2. 弦楽器の音が出る仕組みについて理解する。</p> <p>①弦楽器の原理を探る。</p> <p>②他のいろいろな弦楽器に触れ、音の出る仕組みや、音色の特徴などをつかむ。</p> <p>3. 管楽器の音が出る仕組みについて理解する。</p> <p>①紙でイカ笛やストローオーボエを作り、木管楽器のリード原理を探る。</p> <p>②マウスピース、ホース、漏斗を使い金管楽器の原理を探る。 (4. 時間があれば打楽器の音の出る仕組みについて理解する。)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・物体の振動が振動波となり、空気を振動させて音ができることを、音叉、大太鼓、うなり木などを使って示す。 ・ギターや箏の弦を使ってピタゴラスの音階を説明する。 ・ヴァイオリンを実際に弾かせ弓が弦を振動させる様子を体験させる。 ・教室の前と後ろにさまざまな弦楽器を用意し、音を出させる。 ・クラシックで用いる弦楽器のみでなく、民族楽器についてその特徴や文化の違いをつかむ。 ・木管楽器と金管楽器の吹口やリード、マウスピース部分の仕組みについて説明し、実際に吹いてみて理解を深めさせる。 ・金管楽器のピストンやスライドなど音程を変える仕組みを図、演奏を通して理解させる。 ・積極的に活動に参加しているか、観察により評価する。 |
| 発声の仕組みを探る。 (2時間) | <p>1. 発声のメカニズムを理解する。</p> <p>①声が出るまでの流れを、呼吸器官、発声器官、共鳴器官のそれぞれについて理解する。</p> <p>②音色を決める要素について理解する。</p> <p>③割り箸発声法を体験する。</p> <p>④オペラ歌手の鍛え上げられた発声の例を鑑賞する。</p> <p>2. さまざまな発声や歌声を理解する。</p> <p>①ホーミー、密教の声明、地声発声、ヨーデル、カウンターテナー、ケチャなど多様な音楽を鑑賞する。</p> <p>②ホーミー、ヨーデル、ケチャを実際に体験する。</p> <p>3. 単元全体のまとめをする。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・息の流れや肺・横隔膜の動き、声帯の振動の仕方、共鳴腔などについて、映像や図を見ながら理解させる。 ・音色や発音を決める声帯や共鳴腔の動きを映像や図を見ながら理解させる。 ・喉頭蓋を上げることでよい発声になることを割り箸を使って体験させる。 ・オペラ「魔笛」の中からコロラトゥーラソプラノ(夜の女王)とバス(ザラストロ)のアリアを鑑賞させる。 ・なぜそのような多様な発声が生まれたのか、民族や文化の違いの面から考えさせる。 ・積極的に活動に参加しているか、観察により評価する。 ・分かったことや疑問点、感じたことなどを中心にまとめさせる。 ・音や声の仕組みに関する科学的な知識を身につけているか記述から評価する。 |

6. 成果と課題

この「音や声の仕組みを探る」というテーマは、音楽の根本にかかわる重要なものでありながら、時間的な制約のため音楽の授業の中では取り上げることが難しかった内容である。また、受講するのが授業での音楽選択者のみならず、他の芸術選択の生徒も対象となっていることにも特徴がある。つまり、高校の芸術科目は音楽・美術・書道のうちから1つを選択するため、生徒は自分の選択した科目以外は高校の3年間の授業ではほとんど接する機会はなかったが、このカリキュラムによって、クラス単位で全ての芸術科目のサイエンスが体験できるようになった。生徒の反応も「自分が選択しているいつもの芸術とは違った内容が新鮮だった」という意見が多くあがっていた。当校の「総合的な学習」は教科とリンクするというのが特徴であるが、このサイエンスⅡのカリキュラムはまさに教科に密着し教科独自のねらいに迫るとともに、サイエンス全体のねらいである科学的な思考力を育むという観点にも沿っているといえる。

指導に関しては、この単元の特徴である、さまざまな体験をさせることによって、生徒の興味・関心を高め、探求活動の効果が上がることが分かった。体験の例としては、実際にさまざまな楽器に触れて音を出し、音の出る原理を確かめたり、発声に関する映像を見た後でその発声で実際に歌い、追体験を行ったりした。特に、普段接することのない多くの楽器に触れたり、さまざまな民族楽器の思いもよらない音の出る仕組みは生徒にとって大きなインパクトを与え、今年度行った調査では学習して1年を経過した後でもその内容が知識としてしっかりと定着していることが検証された。また、このサイエンスが音楽の授業や音楽に関する活動でどのように役に立ったか（これから役に立つと思うか）という問いには、発声やさまざまな歌声に関する学習が、自分自身の発声や歌唱表現に役立つと多くの生徒が答えている。また、音楽の鑑賞の授業に関しても、サイエンスでの器楽や発声の学習が少なからず生かされていることが調査結果から分かった。

一方、教師の側からみた場合、このカリキュラムを創っていく過程でさまざまな発見があり、そこからまた新たな疑問が湧いて、それについて調べたりすることで音楽的な視野が広がるという大きな効用があった。それはまた、間接的に音楽の授業へのフィードバックと繋がっていくものと考えられる。

今後の課題としては、このテーマは内容の多様さに比べて時間数が少ないため、体験学習を重視するためには、もっと時間をかけてじっくりと取り組む必要があるように思われる。また、取り上げた内容のうち、発声に関する学習は生徒にとって、直接歌唱や合唱などの授業に役立つため、ねらいの1つである問題解決能力が育まれたといえる。しかし、楽器に関する学習では知識として身に付き、科学的な思考力は育まれたものの、リコーダーやギターなど実際の授業で行っている器楽表現の場では十分役立っているとはいえない状況がある。これからは器楽の分野でも、生徒の実態に即し、問題解決能力に結びつくような体験学習の内容を改善していく必要がある。

◇ テーマⅡ-② 「科学と芸術」－視覚の世界を探求しよう－ プラン1 (全5時間)
<平成15・16年度実施>

1. 概要

西洋および東洋（日本）の特徴的な視覚表現を幾つか取り上げ、鑑賞・探究・体験（表現）を通して、視覚表現におけるものの見方・捉え方・表し方について分析的に考察し、その表現の意味に迫る。また、視覚芸術作品と科学技術との関連やそれを生み出した人々の世界観、人間観等についても考える。この学習活動の柱は次の3点である。

①造形表現の背景（鑑賞）

人間は自然や社会の事象を捉えるとき、造形表現において多様なものの見方とらえ方を試みてきた。人間は何をどのように見つけ、捉え、表現しようとしたのかを探究・鑑賞する。

②体験（表現）

特徴的な視覚表現についてその手法を実際に追体験することによって表現の意味を理解する。

③美と造形表現の仕組み（分析・考察）

歴史的な造形作品を題材に、形や色、素材などの造形要素（造形言語）の仕組みについて分析し、視覚による空間知覚とビジュアルコミュニケーションの意味を探究・考察する。

2. ねらい

「サイエンスプログラム」で育みたい能力や資質・態度について、この学習では特に「自然や社会の様々な事象を認知する能力」「読解力、表現力、コミュニケーション能力」の伸長につながることを目指している。

具体的な学習のねらいとしては、視覚表現におけるものの見方・捉え方・表し方を分析的に考察することを通して科学的・論理的な思考力を育むことである。

3. 題材設定の理由

芸術表現の様々な事象を捉えようとするとき、単に感覚的に観るのではそれを理解したことに限らない。視覚芸術における作品は形と色による言葉であり、その仕組みや背景を理解したり感じ取ることによってはじめてその作品の表現の意味に迫ることができる。この学習では、視覚表現作品を多面的な視点から分析的に捉えることを重要視し、感性と理性を総合したものの見方や考える力を伸長することをねらいとする題材を設定した。

4. 評価の観点およびその趣旨

この学習のねらいは視覚芸術の作品を分析的に鑑賞・考察する能力とそれを通して論理的な思考力を高めることが大きなポイントであるので、以下のように評価の観点を設定した。

- (1) 文化について、その事象を生み出した人間の価値観・世界観を探りながら理解しようとする。
- (2) 多面的な視点からの情報収集や考察を試みようとする。
- (3) 制作の背景にある作者の感動や夢、作品に込められた心情などを感じ取り、分析的に表現の意味に迫ろうとする。
- (4) 日本と諸外国、古典と現代の視覚表現作品を比較し、表現の独自性と共通性を感じ取ることができる。
- (5) 表現のよさや作品の美しさを考察し、自己の意見を述べることができる。

5. 年間指導計画

| テーマⅡ-② 「科学と芸術」-視覚の世界を探究しよう- プラン2 (全5時間) | | |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点 |
| 1. 作品の鑑賞と探究(2) | ◎西洋の科学的合理主義の始まりであるルネッサンス期のレオナルド・ダ・ヴィンチ「最後の晩餐」、ラファエロ「アテネの学童」、日本の中世・近世の作品「源氏物語絵巻」、北斎「富岳三十六景」、20世紀のピカソの作品「ゲルニカ」「卓上の静物」を鑑賞し考察する。 ◎作家の生涯や業績について調べる。 ◎関連する文献やスケッチ・絵画などを調べ、その時代の人々のものの考え方について考察する。 | ◇それぞれの作品を見て感じたこと、発見したこと、興味を抱くこと、疑問に思うことを挙げてワークシートに記入させる。 ◇それぞれのものの見方やとらえ方、表現手法の特徴について考えさせる。 ◇その時代に生きた人々のものの見方、美と造形の仕組みや手法、社会的背景、科学技術とのつながりなどについても探究させる。 |
| 2. 演習：表現手法の追体験(2) | ◎レオナルドのパースペクティブ、日本の俯瞰図や逆パース、ピカソのキュービズムの概念を理解し、その手法を応用して描く。 | ◇表現手法を追体験することによって、その時代の人々のものの見方やとらえ方を理解させる。 ◇その手法を用いて実際にスケッチをおこない、自分なりの表現活動を通して、多様な空間認識の意味を理解させる。 |
| 3. 分析と考察(1) | ◎「東洋と西洋」、「レオナルドとピカソ」、「中世と近現代」、「パースペクティブとキュービズム」など、様々な切り口から比較・考察を試みて、演習の作品とともにレポートにまとめる | ◇作品の背景にある世界観、価値観、科学技術との関連など、多面的な視点で分析的に考察させる。 また、現代の、そして自分のものの見方やとらえ方についても考察し、レポートや作品にまとめさせる。 |

◇ テーマⅡ-② 「科学と芸術」-視覚の世界を探究しよう- プラン2 (全5時間)
 <平成17年度実施>

1. 概要：人間が視覚的に最も美しいと感じるとされている比率である黄金比率をテーマにして、美術作品を論理的・科学的な視点から考察していく。黄金比率は美的プロポーションの極地とされ、現在でも様々な造形分野に用いられており、身近なものの中に隠されている。自然界における黄金比率を紹介し、科学と自然と美術の関係性の理解を深めていく。
2. ねらい：「サイエンスプログラム」で育まれる能力や資質・態度との関連については、この学習では特に「自然や社会の様々な事象を認知する能力」「読解力、表現力、コミュニケーション能力」の伸長につながることを目指している。
 具体的な学習のねらいとしては、視覚表現におけるものの見方・捉え方・表し方・分析的に考察することを通して科学的・論理的な思考力を育むことである。

3. 題材設定の理由：芸術作品とは、単に感覚や感情だけで表現されるものではなく、理論的に構築されることがその作品において重要な意味を持つてくるであろう。そのための理論構築を学ぶことに重点を置いて、感性と理性とをバランスよく総合的に観察し考察する力を伸長することをねらいとする題材を設定した。

4. 評価の観点およびその趣旨：この学習のねらいは視覚芸術の作品を分析的に鑑賞・考察する能力とそれを通して論理的な思考力を高めることが大きなポイントであるので、以下のように評価の観点を設定した。

- ① 造形作品における構成要素を数学的に分析することができる。
- ② 自然の法則と科学・芸術との結び付きを理解することができる。
- ③ 古代から現代までの芸術作品に共通する「美」の表し方に興味をもつ。
- ④ 造形作品を鑑賞する上で、自分なりに科学的論理的に分析し、その表現の特質や美しさを考察することができる。
- ⑤ 演習（表現体験）において、自然と科学をふまえて、自己表現をし、論理的に意見を述べたりすることができる。

5. 年間指導計画

| テーマⅡ-② 「科学と芸術」ー視覚の世界を探求しようー プラン2（全5時間） | | |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 単元計画（実施時間：全5時間） | | |
| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点 |
| 黄金比率の誕生（1） | ○古代ギリシャで考えられ、レオナルド＝ダ＝ヴィンチによって「黄金比率」と名付けられたと言われている。 ○その導き方について、幾つかの方法を学ぶ。 | ○黄金比率が用いられている身近なものを取り上げ、興味を持たせる。 ○13世紀のイタリアの数学者フィボナッチの加算数列を紹介し、具体的な比率の数値「1:1.618…」を導き出す計算をする。 |
| 自然と数学（1） | ○自然の中に潜む黄金比率(数列)として、ヒマワリの種子のなり方・果物の星形五角形・葉序(葉のつき方)の法則を見つけ出す。 ○黄金長方形によるオウム貝の螺旋構造の分析。 | ○自然の中に隠された法則と黄金比率の関係性を見つけることで、自然と数学の結び付きに関心を持ち、分析する能力を育てる。 |
| 数学と美術（1） | ○古代ギリシャの造形作品における「美の規準」になっていた黄金比率を近現代の美術作品(デューラー、モンドリアン…)に共通点を見つけ出す。 | ○美術の歴史の流れと作品の特徴を学ぶと共に、分析的能力を養い、鑑賞する能力(読解力)の育成をする。 |
| 作品制作と作品解説（2） | ○A3サイズに定規を使って、人間が持つ「美しい」という感性を論理的な観点に重点をおいて制作していき、作品解説をする。 | ○芸術作品には、直観的・精神的に美しくしようとする感性と数学的分析・理論構築などといった理性の両方が総合されているということを理解させ、また、自分の制作した作品を論理的に相手に伝えられるようにレポートをまとめる。 |

◇ テーマⅡ－③ 「科学と芸術」－文字が書かれた背景を探ろう－(全5時間)

1. 概要

粘度に葦の茎、パピルス・羊皮紙に羽ペン、亀の甲羅、木・竹に毛筆、紙に毛筆。書く道具と書かれる素材によって必然的に文字の姿が決まってくる。ここでは、楔形の線はなぜそういう形なのか、ゴシック体などの線の細太はどうやって出すのかを実際に刻んだり、書いたりしてみる。粘土板には、絵文字を書くよりも楔形を刻む方が楽であるというようなことを、体験を通して理解する。

かなりの分量の資料は準備するのであるが、それ以外にも自分で興味のある分野・テーマを探して本やインターネットでさらに探究していく。どのような資料を、どのように集め、どう使えば良いのかを学ぶ。ここであつかう内容は、大概はっきりした答えのない疑問である。それに対して、資料を整理し、考えを進め、自分なりの結論を導き出し、まとめていく。一問一答形式ではない問いへの答えを考えることで、いろいろな問題に対する解決能力を養う。

2. ねらい

文字には、さまざまな文化と、膨大な時間に関係している。絵画で伝達した時代、文字が生み出された時代・文明、文字の発展していく過程、活版印刷が考え出され普及していく時代、活字が手軽にあつかえるようになった現在。そのような中から、個々の生徒がそれぞれのテーマを見つけ出し考えていく。

身近なものの中にも、少し視点を変えるといろいろな疑問が見つかる。深く文字を考えることによって、そういった疑問・課題を解決していく道筋を学ばせたい。

3. 題材設定の理由

文字や文字の歴史を考えていくことを通して、身近で当たり前だと思っていたことにも疑問を感じたり、ひとつの物事でも角度を変えて見るような態度を養ってほしい。そして、それを解決していくためには、どの本を調べるのか、どのホームページを検索すればよいのか、そのあとそれらを元に自分としてはどう考えていけばよいのか、というような方法を生徒一人ひとりが身につけていけるような単元にしたい。

4. 評価の観点およびその趣旨

○課題に対して興味・関心・意欲を持ったか

・普段の授業とは違った角度から歴史などをみることによって興味・関心を持った生徒は多かったようである。具体的に、どの部分に興味・関心を持ちどのような意欲を持って取り組めたのかを評価した。

○探求や体験活動、資料収集に取り組めたか

・全般的には、実際書いたり、刻んだりという体験活動には意欲的に取り組んだ生徒が多かったが、資料収集は難しかったようである。その取り組み方の度合いを評価した。

○多様な文化を理解し、自分とのかかわりで考えることができたか

・身近な文字から、多様な文化を想像することができたか。例えば、アルファベットと漢字を比較して、単純に前者の方が優れていると考えた生徒もいたが、そうではなく、幅広い視野で文化について考えることができたかどうかを評価した。

○調べたことをもとに、自分の考えをまとめることができたか

・生徒が書いた文章をもとに、自分の言葉で書くことができたかどうかを中心に、評価した。

5. 年間指導計画

| テーマⅡ－③ 「科学と芸術」－文字が書かれた背景を探ろう－ (全5時間) | | |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 題目(配当時間) | 学 習 内 容 | 指 導 上 の 留 意 点 |
| 書いてみよう・ 刻んでみよう －楔形文字・ヒエログリフ・甲骨文字－ | ○楔形文字・ヒエログリフ・甲骨文字、それらが実際にいかに書かれたのか(刻まれたのか)を体験してみる。 | ○書く道具、書かれるものの材質によって、文字はどのような制約を受けるのか、体験を通して考えさせる。 |
| 書字方向 －縦書きと横書きの違い－ (1時間) | ○楔形文字は、現在のアルファベットと同じ、ヒエログリフには4通りの書き方がある。甲骨文字は縦書きで2通りの書き方がある。それぞれの文字との関連を考える。 | ○楔形文字・ヒエログリフでは隙間なく書く。甲骨文字は余白を十分に取る。 ○書字方向と文字の向きの関係を考える。 |
| 手書き文字の歴史 －西洋では？・東洋では？－ (1時間) | ○一部のエリートのみが文字を司っていた時代。書記・僧侶は神聖な文字をどのように書いていたのか。 | ○西洋と東洋との文字の違いを用具に探る。 ○紙の発明がどのような意味を持っていたのか。和紙と洋紙の違いなどを調べる。 |
| 日本における文字使用の歴史 | ○日本で漢字を取り入れて日本語を表記していく過程でどのような工夫があったのかを考える。 | ○漢字という表意文字をどのようにして表音文字化したか。 |
| 表意文字から表音文字へ (1時間) | ○当初の絵文字、つまり表意文字からなぜほとんどの国で表音文字に変わったのか。 | ○それぞれの国の歴史を元に、文字使用の経緯について考える。 |
| 印刷の歴史 －西洋と東洋で印刷はどう扱われたか－ (1時間) | ○中国で生まれた金属活字による印刷とグーテンベルクの活版印刷を比べ、その後の普及の仕方などから文化の違いを探る。 | ○印刷の歴史を調べる(円筒印章など)。 ○現代のように手軽に印刷がおこなわれたのではないことを理解させる。 |
| 西洋・中国・日本における文字文化 (1時間) | ○漢字から仮名へ ○表意文字から表音文字へ ○西洋と東洋の文字感覚の差 ○アルファベットと平仮名の差 ○書字方向について など | ○簡単に説明をして、それぞれが問題意識をもって興味のあるテーマを選び、それについてレポートを書かせる。 |

6. 成果と課題

自分たちにごく身近な文字について様々な角度から考えることによって、気づかなかったところにもいろいろな材料があることを理解していく。それぞれの生徒が、文字について、そのできていく課程であるとか、使用の仕方による変化であるとか、形の変化であるとか、書字方向についてなどを考えていくことによって、他のものについてもどのような歴史があり、どう変化してきたのかということにまで波及していけばと思っている。しかし、文字ひとつとってもこれだけの背景があるのかとい

うことに驚く生徒はかなりいるものの、他の事物にまで考えが及ぶ生徒は少なかった。感想文などからもそのことはわかるのであるが、時間数の問題もあるのでなかなか難しいところで、今後の課題となるところである。ただし、一部にはいろいろと考えていこうとしている生徒もいるので、成果があらなかった訳ではない。

もうひとつは、実際の体験を通して文字の成り立ち、その文字がそうなった必然を見ていくというもので、これはかなりの成果があったと考える。楔形文字はなぜ楔の形をしているのか、ゴシック体や楽譜はなぜ線の太さが違うのかなど、わりとよく目にするものだが、実際にそれが刻まれたり、書かれたりしたのに近い道具を使ってみると、その形になってしまうというのがよくわかる。粘土に刻むのには、細く削った棒のようなもので絵文字を刻むよりも、三角形に作った葦のペンで押しつけるようにして型をつけた方がはるかに楽であり、それが洗練されれば必然的に楔形になるということ。鳥の羽ペンのように先が平らで横に広がった道具を使えば、線に自ずと太いところと細いところができ、その角度を整えることによってゴシック体の文字であるとか、音符などができてしまうということ。体験的な学習によって、本を読んだり、説明を聞いてもわからなかったところが、当たり前のように理解できたと思う。このような作業的な場面では、ほとんどの生徒が生き活きと取り組んでいるのだが、時間があまり十分とれないのが残念である。

身近なものでも詳しく見ていくことにより、いろいろな背景や法則のようなものがあることを理解し、そのことを別な場面でも活かしていったり広げていったりすることを願っている。

サイエンスⅡ（総合的な学習）－第4学年－

<単元の指導の事例 1>

| |
|-----------------------------------------|
| サイエンスⅡ テーマⅠ 「科学／技術」と「ものの見方」 |
| 単元テーマ（題目） 「科学／技術」の思考の方法を学ぶ |
| 実施学年（高等学校1年） 配当時間（5時間） 実践者（金子・川中・石井・村山） |

1. 単元のねらい・目標

長尾 真「科学的説明とは」「推論の不完全性」（『「わかる」とは何か』岩波新書 713 岩波書店 2001.02.20）を読んで、「科学／技術」の思考の方法を学ぶ。

いわゆる「科学的説明」とされるものについて、「説明」と「記述」との違いや「演繹」と「帰納」との違いなどといった基本的な事柄を確認した上で、その特徴や問題点を理解し、論理的な思考のあり方を身につける。

2. 単元の構成と特色（主題に迫る手だて など）

課題に基づいてテキストを読み、要約やまとめを行う。

生徒の作成した要約やまとめを生かしてフィードバックを行い、内容の深化を図る。

3. 本単元における評価の観点と評価方法

[評価の観点]

- ①「科学／技術」の思考の方法に興味を深め、進んで理解したり表現しようとする。
- ②「科学／技術」の思考の方法について述べた文章を分析的に読み取ることによって、自分の「ものの見方」を深めたり発展させようとする。
- ③「科学／技術」の思考の方法に関わる問題について、自分の考えを持ち、論理的に説明しようとする。

[評価方法]

各時間毎の、課題に基づいて行った要約やまとめの文章を用いる。

4. 単元計画 2 「科学／技術」の思考の方法を学ぶ（配当時間計 5時間）

| 題目(配当時間) | 学 習 内 容 | 指導上の留意点・評価 |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 「記述」と「説明」との違い(1) | 長尾真「科学的説明とは」の一節を読み、「私たちが単純に説明だと考えているもの」のなかの「記述」と「説明」との違いを理解し、例を挙げて説明する。 | この単元を通して、テキストの読解のみにとどまらず、現実の「科学／技術」との向き合い方について考えることを指示する。 評価： ・筆者の述べる「記述」と「説明」との違いを整理できているか。 ・「記述」と「説明」との違いをそれぞれ具体的な例示を用いて書き表しているか。 |
| 2 「演繹」と「帰納」との違い(1) | 同上の一節を読み、「演繹モデルによる説明」と「帰納的モデルによる説明」との違いを理解する。 | ・筆者の述べる「演繹」と「帰納」との違いを整理できているか。 |
| 3 「記述的説明」について(1) | 同上の一節を読み、「記述的説明」の特徴を理解する。 | ・筆者の述べる「記述的説明」の特徴を整理できているか。 |
| 4 「科学的説明」の持つ問題点(1) | 長尾真「推論の不完全性」の一節を読み、「科学的に説明をする」ということの意味を理解する。 | ・筆者の述べる「科学的説明」の持つ問題点を整理できているか。 ・科学者に求められるものを自分の言葉として書き表しているか。 |
| 5 「アナロジーによる説明」について(1) | 同上の一節を読み、「アナロジーによる説明」の特徴を理解する。 | ・筆者の述べる「アナロジーによる説明」の持つ問題点を整理できているか。 |

5. 指導のポイント

- 1)各時間毎に「問い」の形でテーマを絞り、そのテーマに従ってテキストを理解してゆく。
- 2)テキストは各時間毎にプリントとして配付し、それに加えて筆者の論述の全体像を把握しやすくするために、岩波新書『「わかる」とは何か』を生徒全員に配付し、参考にさせる。
- 3)各時間毎に生徒が提出したものをを用いて「まとめ」のプリントを作り、次時に紹介することで、生徒同士が互いの意見をフィードバックできるようにする。
- 4)各時間毎に配付したテキストや生徒が提出したものは個人毎にファイルさせ、自らの理解や意見の広がりや深まりを確認できるようにする。

6. カリキュラムの評価

- 1)生徒にとって、いわゆる「科学的なもの見方」として漠然としていたものを、個別にかつ具体的に理解し直してゆくことで、「科学的」ということの多様性やその限界についても理解を深めることができた。
- 2)時間的な制約から、現実の「科学／技術」の持つ具体的な問題についての考察が不足しがちであった。生徒にとって、テキストから学んだ「もの見方」を具体的な問題を通して活用する機会を作り出すための、資料収集や調査に当てる時間も確保できれば望ましいと思われる。

生徒の感想例①

「演繹」「推測」「因果関係」などについて学習して、ただ文章を受身で読むのではなく、その文章の中の論理を見つけ出し、枠に当てはめて仕組みを理解する、解剖のような読み方ができるようになった。また、論の展開は訓練によってあぶり出せるようになると思うが、最後にその論理が「正しい」のかどうかを決めるのは、難しいとも思った。

生徒の感想例②

物事を説明するときには必ず論理があって、言いたいことを言っているだけでは信憑性にも欠けるし、相手には伝わらない。反対に、聞く（理解する）立場でも、その論理をしっかりと理解した上で発言しないとただの感情の表出になってしまい、意味のないものになってしまうと思った。

生徒の感想例③

高校生にもなって感情論で文を書いてしまっただけでは笑われる。大きくなるということは、それだけ事実やデータに基づいた論理性の高い文を要求される、ということだ。しかし、論理的に書く、とはどういうことなのか？ この学習では、説明の方法を「演繹」「推測」などに分析し、それぞれの違いを提示しながら読み深めていった。難解でよくは理解できなかった部分もあるが、普段はあまり考えない「説明」ということについて頭を使った点で、よかったと感じる。

7. 成果と課題

- 1) 「科学／技術」にかかわる「ものの見方」を問題化する学習活動は、国語科で扱う科学的内容の評論文読解と重なるものでもあるので、内容を深めることができた。
- 2) 「ものの見方」を問題化する学習活動の前提として、特に言葉そのものの持つ論理性について、取り立てて指導し、理解を深めることができた。
- 3) 本單元における「論理学」的内容は、伝統的な教科内容・学習領域を超えている部分もあり、指導内容や方法などについての正当性・妥当性をどのように担保するのかという問題がある。

しかし、カリキュラム編成や単元指導に取り組むなかで、より「論理的」に文章を読ませる指導方法を研究し獲得できたことは、従来の教科指導の枠を超えての、教師としての指導力向上にも寄与した。

サイエンスⅡ（総合的な学習）－第4学年－

<単元の指導の事例 2>

| | | |
|----------------------------------|-----------------|------------------|
| サイエンスⅡ 第4学年 テーマⅠ 「科学／技術」と「ものの見方」 | | |
| 単元テーマ（題目） | 「論理的な思考」のあり方を学ぶ | |
| 実施学年（高等学校1年） | 配当時間（5時間） | 実践者（金子・川中・石井・村山） |

1. 単元のねらい・目標

- のやしげき
- ①野矢茂樹『論理トレーニング 101 題』（産業図書 2001.05）を読んで、論理的な思考の方法を学ぶ。
前単元での学習をふまえて、「論証」の方法や「代替仮説」の立て方、「批判」の仕方について、テキストの例題にそって理解し、また学習者自身が身近な題材で具体的に例示することによって、その特徴や問題点を理解し、論理的な思考のあり方を身につける。
 - ②『買ってはいけない』（「週刊金曜日」別冊ブックレット）をめぐる議論から、「論証」や「批判」のあり方を学ぶ。
今までの学習をふまえて、具体例に基づいて「ことば」と「ものの見方」との関係について理解し、表現する。『買ってはいけない』と、『「買ってはいけない」は買ってはいけない』とに取り上げられた「ハンバーガー」をめぐる「批判」と「反批判」とをそれぞれ検討し、よりよい「論証」の方法を考えることから、論理的な思考のあり方を身につける。

2. 単元の構成と特色(主題に迫る手だて など)

課題に基づいてテキストを読み、要約やまとめを行う。
具体例に基づいて理解し、また、自ら具体例をあげて表現する。
生徒の作成したまとめや具体例を生かしてフィードバックを行い、内容の深化を図る。

3. 本単元における評価の観点と評価方法

[評価の観点]

- ①「論証」の方法や「批判」のあり方に興味を深め、進んで理解したり表現しようとする。
- ②「論証」の方法や「批判」のあり方について述べた文章を、具体例に則して分析的に読み取ることによって、自分の「ものの見方」を深めたり発展させようとする。
- ③「論証」の方法や「批判」のあり方に関わる問題について、自分の考えを持ち、具体例に則して論理的に説明しようとする。

[評価方法]

各時間毎の、課題に基づいて行った要約やまとめの文章を用いる。
グループによる話し合いの過程や、発表の様子を参考にする。

4. 単元計画 3 「論理的な思考」のあり方を学ぶ（配当時間計 5時間）

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 「論証」のあり方と、「代替仮説」の重要性(1) | 野矢茂樹『論理トレーニング 101 題』を読み、「演繹」と「推測」という「論証」の構造と、「代替仮説」を考えることの重要性について理解し、例を挙げて説明する。 | この単元を通して、テキストの読解のみにとどまらず、現実の「科学／技術」との向き合い方について考えることを指示する。 評価： ・筆者の述べる「演繹」と「推測」との違いを整理できているか。 ・「推論」にふさわしい「仮説」、または「批判」に適切な「代替仮説」を具体的に例示できているか。 |
| 2 「論証」を「批判」的に捉える(1) | 同上の一節を読み、「批判」することと「反対」することとの違いを理解し、例を挙げて適切な「批判」をする。 | ・筆者の述べる「異論」と「批判」との違いを整理できているか。 ・ある「立論」に対して、具体的な例を挙げて適切な「批判」ができているか。 |
| 3 適切な「批判」のあり方(2) | 『買ってはいけない』と、『「買ってはいけない」は買ってはいけない』とに取り上げられている、「ハンバーガー」に対しての、「批判」と「反批判」とについてそれぞれ具体的に検討し、自らも「批判」を試みる。 グループでの話し合いを通して、考えを深める。 | ・それぞれの立場での「批判」の内容を、正しく理解できているか。 ・その「批判」に対して、文章の内容や具体例の挙げ方に注目して、適切な「批判」ができているか。 ・グループ内での話し合いを通し、他者の意見をも取り入れて、よりよい「論証」や「批判」を導き出せているか。 |
| 4 まとめ(1) | 相互に発表し合い、考えを深める。 | ・異なる立場の意見をも取り入れて、よりよい「論証」のあり方や「批判」のあり方について考えを深めているか。 |

5. 指導のポイント

- 1)前半2時間は、各時間毎に「問い」の形でテーマを絞り、そのテーマに従ってテキストを理解してゆく。
- 2)各時間毎に生徒が提出したものをういて「まとめ」のプリントを作り、次時に紹介することで、生徒同士が互いの意見をフィードバックできるようにする。
- 3)後半2時間は、グループ学習を通して、他者の意見を参考にしながら自らの意見をより深めることができるようにする。
- 4)最後のまとめ時間は、相互に発表し合い、異なる立場の意見を参考にしながら自らの意見をより深めることができるようにする。
- 5)各時間毎に配付したテキストや生徒が提出したものは個人毎にファイルさせ、自らの理解や意見の広がりや深まりを確認できるようにする。

6. カリキュラムの評価

- 1) 生徒にとって、いわゆる「科学的なものの見方」として漠然としていたものを、個別にかつ具体的に理解し直してゆくことで、「論証」や「批判」のあり方や、その問題点についても理解を深め、「論理的な思考のあり方」を学ぶことができた。
- 2) 時間的な制約から、現実の「論証」と「批判」の持つ具体的な問題についての考察が不足しがちであった。「論証」や「批判」をより適切に進めてゆくための、資料収集や調査に当てる時間が確保できれば望ましいと思われる。

生徒の活動から（2005年度4年A組での実践）

ハンバーガー批判(A)とハンバーガー反批判(B)との間で、ふたつの「ものの見方」を検証する。

- 1) A B二つの立論を読み、支持する立場を、その理由も含めて選ぶ。

結果①：Aを支持4名。Bを支持34名。未定3名。

- 2) 前回とは反対の立論を選び、その立論に基づいて支持する理由を考える。
- 3) A B二つの立論を再読し、立論の仕方の違いに主眼をおいて再考する。
- 4) 最終的にA Bどちらの立論の支持をするのか、その理由も含めて選ぶ。

結果②：Aを支持11名。Bを支持27名。未定3名。

結果①から②へ、AからBへの支持変更は1名。BからAへの変化は8名。

生徒の感想例①

僕は、最初は論理の飛躍の見られたAを支持できなかったが、再びAとBとを比較して、最終的にはAを支持した。その過程で、Aの流れにはある程度の一貫性が見られるが、Bについてはハンバーガーの危険性の否定からA論自体の批判に論点が意図してずらされているという印象を強く受けた。その印象が、自分の判断の変化に大きく影響を与えた。

生徒の感想例②

最初は、私はBを支持していた。これは一通りA Bという順番で読んだときに、Aに細かく細かくつつこんでいるBに説得力があるように感じたからである。また、Bはハンバーガーを食べてもよいと言っているわけで、支持しやすかった。Aという文章をBは批判しているわけで、Bは「Aは違うんだ」と言っているように見えた。間違っている、という指摘をされているものを支持する、というのは難しいけれども、再度それぞれの立論を読んでみると、BはAに対する批判をしているだけで独自の論拠がないようにしか思えなかった。それで結局Aを支持する、という結果になった。

生徒の感想例③

二つの立論を検討して、支持する立場が違ってきたり、意見の差異が生まれるのは、この二つの立論自体の話の切り口が大きく違うからであり、その両者の視点から見ると、という作業をすることで、深い理解を得ることができた。その文が、他者に対する批判なのか、異論なのか、あるいは単独の立論なのか、ということをもまえて認識できるようになったのは、よいことだと思う。

生徒の感想例④

今回の学習は、ある文章に対しての批判をするというものでしたが、批判というものは、その実態について調査した反対の結果ではなくても、論理展開の矛盾からだけでも批判できるということがわかりました。全体の学習において、今まで「批判」と「反対」との差が何たるかを知らなかったことに気づくことが出来たのはよかったです。

生徒の感想例⑤

批判の仕方には、いくつかの方法があった。「相手の文章の、根本的に違うところを指摘する。」この方法は、主に実験に関する文章や、グラフなどのデータを用いた文章の時に効果的だと思う。「相手の文章の内容に対して、反例を挙げて批判する。」この方法は、筆者が自分の価値観で書いた文章などに効果的だと思う。

生徒の感想例⑥

ある「論証」を自信を持って「批判」するのはとても難しいと思った。その「批判」に対する「批判」がないとも言えないし、その文章をよく読んで、直接書かれていない前提についても考えなくてはいけないので、「批判」することはとても大変だと思った。自分が担当した「批判」しようとしている「論証」に丸め込まれたらいけないのが大変だった。今までの学習で、一見正しそうに思える文章にも、よく考えてみると違う見方や反対の立場が出てくるのだと、よくわかった。

生徒の感想例⑦

お互いの発表を聞いていて、各班ともきちんを「批判」ができていいるなどと思った。一人だけでは気づかないような意見や、オリジナリティにあふれている意見もあって、自分の意見を客観的に視ることは楽しいことだとも思った。二学期までの学習を通して、一見「論理的」で「一般的」な文章でも、よく考えると筆者の「主観」が表れていたりすることがわかった。必ずしも万人が同じ意見なのではなく、筆者自身の価値観によって書かれているので、素朴に信じ込まずに自分の意見を大切にしていこうと思った。

7. 成果と課題

- 1) 「科学／技術」にかかわる「ものの見方」を問題化する学習活動は、国語科で扱う科学的内容の評論文読解と重なるものでもあるので、内容を深めることができた。
- 2) 「ものの見方」を問題化する学習活動の前提として、特に言葉そのものの持つ論理性について、取り立てて指導し、理解を深めることができた。
- 3) 対立する意見を分析する際のグループ学習や発表を通して、言説を相対化する態度や自身の主体を確立する姿勢を、より深めることができた。
- 4) 本単元における「論理学」的内容や、各個別の科学論の内容など、サイエンスで教材として扱う内容が、伝統的な教科内容・学習領域を超えている場合もあり、指導内容や方法などについての正当性・妥当性をどのように担保するのかという問題がある。

しかし、カリキュラム編成や単元指導に取り組むなかで、より「論理的」に文章を読ませる指導方法を研究し獲得できたことや、科学論を扱う際に生徒に提示する思考の枠組みの可能性を拡げたり、またその限界についてもより多くの事例に基づいて提示できるようになるなど、従来の教科指導の枠を超えての、教師としての指導力向上にも寄与した。

サイエンスⅡ（総合的な学習）－第4学年－

<単元の指導の事例 3>

| | | |
|----------------------------------|-----------------------------|------------------|
| サイエンスⅡ 第4学年 テーマⅠ 「科学／技術」と「ものの見方」 | | |
| 単元テーマ（題目） | 「科学／技術」をめぐる問題について自分の意見をまとめる | |
| 実施学年（高等学校1年） | 配当時間（5時間） | 実践者（金子・川中・石井・村山） |

1. 単元のねらい・目標

「科学／技術」に関する諸問題について、自ら課題を設定し、読書をした結果を、論理的な文章にまとめる。

以下に掲げる十冊の中から、学習者自身の興味関心に基づいて一冊の本を選び、論旨や論理の進め方などについての意見をまとめ、これまでの学習で学んだことを活かして論理的な文章で表現する。

書名：著者

- ①『科学の目 科学の心』岩波新書 1999.7.19：長谷川真理子
- ②『科学の現在を問う』講談社現代新書 2000.5.20：村上陽一郎
- ③『私の脳科学講義』岩波新書 2001.10.19：利根川進
- ④『考えることの科学－推論の認知心理学への招待』中公新書 2005.10：市川伸一
- ⑤『「夜ふかし」の脳科学 子どもの心と体を壊すもの』中公新書ラクレ 2005.10：神山潤
- ⑥『免疫・「自己」と「非自己」の科学』NHKブックス 2001.3.23：多田富雄
- ⑦『遺伝子組み換え食品を検証する』NHKブックス 1999.11.1：中村靖彦
- ⑧『ヒトは環境を壊す動物である』ちくま新書 2004.1.10：小田亮
- ⑨『ヒトはなぜことばを使えるか 脳と心のふしぎ』講談社現代新書 1998.11.20：山鳥重
- ⑩『ロボットの心－7つの哲学物語』講談社現代新書 2001.12：柴田正良

2. 単元の構成と特色(主題に迫る手だて など)

課題に基づいてテキストを読み、要約やまとめ、批判を行う。

同じ課題を選んだ者同士で意見交換・フィードバックを行い、内容の深化を図る。

3. 本単元における評価の観点と評価方法

[評価の観点]

- ①「科学／技術」をめぐる問題に興味を深め、進んで理解したり表現しようとする。
- ②「科学／技術」のあり方について述べた文章を、具体例に則して分析的に読み取ることによって、自分の「ものの見方」を深めたり発展させようとする。
- ③「科学／技術」に関わる問題について、自分の考えを持ち、具体例に則して論理的に説明しようとする。

[評価方法]

各時間毎の、課題に基づいて行った要約やまとめの文章を用いる。

グループによる話し合いの過程や、発表の様子を参考にする。

- 2) とりわけ、「理解すべき対象」としての書物や、いわゆる「科学的なものの見方」について、無条件に受け入れるのではなく、適切に「批判」を加え、自分の「ものの見方」について考えることができた。
- 3) 時間的な制約から、現実の「科学／技術」の持つ具体的な問題についての考察が不足しがちであった。生徒にとって、テキストから学んだ「ものの見方」を具体的な問題を通して活用する機会を作り出すための、資料収集や調査に当てる時間も確保できれば望ましいと思われる。

生徒の感想例①『「夜ふかし」の脳科学 子どもの心と体を壊すもの』

本書はなぜ睡眠が必要なのかを、実験・調査データの数値を用いて「科学的」に説明している。所々難解な部分もあったが、勉強になる一冊であることは確かだ。が、少々引っかけりを感じる部分もある。「睡眠は大切だ」「夜更しは健康によくない」ということは昔から言われており、私たちはそういう意識をすでに持っている。その前提をいいことに、実験結果が多少疑問が残るものであっても「しかし別の実験結果より悪いのは明らかだ」と少々強引に結論に持って行っている所が目につく。「きちんとした睡眠が必要だ」という考えが前提にあるので、「確かにそうだろう」とは思うのだが、それでも完全には納得しきれず、胸の中にしこりが残る。

生徒の感想例②『ヒトはなぜことばを使えるか 脳と心のふしぎ』

筆者は「脳の神経作用と心の働きは全く別の存在である」とする他の脳科学者や神経科学者の考えを否定している。この、脳と心とが別のものであるという根拠は、脳の表わす神経細胞の電気活動や神経伝達物質の移動などがいずれも物理学的現象であるのに対し、心が表わす現象は「感情」「ことば」「思想」であって電気現象や化学物質とは異質なものである、ということである。つまり、脳の働きは観測や測定が出来るが、主観の世界の出来事である心の働きは客体として外から見ることにはできないのだ。

このような理論を否定する理由として、筆者は、「心を一つのまとまりと考えることに問題がある。心は一つなどでは決してない。」ということを挙げている。しかし、この条件は、あくまでも筆者の考えであって、絶対的なものではないのではないだろうか。私には、どちらの条件が正しいのかを決定することはできないが、もしも「心は実体を持った一つのまとまりである」ということが確定すれば、脳と心とは別にあるという理論を否定することは不可能である。心は一つのまとまりであることが証明されてはいないので、筆者の考えも、他の学者の考えも、どちらも正解になり得る。私には、「脳と心とが別にあるわけではない」という筆者の主張を導く前提条件の説明が不十分なように思われた。

7. 成果と課題

- 1) 「科学／技術」にかかわる「ものの見方」を問題化する学習活動は、国語科で扱う科学的内容の評論文読解と重なるものでもあるので、内容を深めることができた。
- 2) 「ものの見方」を問題化する学習活動の前提として、特に言葉そのものの持つ論理性について、取り立てて指導し、理解を深めることができた。
- 3) 同じテーマを選んだ他者との意見交換をするグループ学習を通して、言説を相対化する態度や自身の主体を確立する姿勢を、より深めることができた。
- 4) 本單元における各個別の科学論の内容など、サイエンスで教材として扱う内容が、伝統的な教科内容・学習領域を超えているものもあり、指導内容や方法などについての正当性・妥当性をどのように担保するのかという問題がある。

しかし、カリキュラム編成や單元指導に取り組むなかで、より「論理的」に文章を読ませる指導方法を研究し獲得できたことや、科学論を扱う際に生徒に提示する思考の枠組みの可能性を拡げたり、またその限界についてもより多くの事例に基づいて提示できるようになるなど、従来の教科指導の枠を超えての、教師としての指導力向上にも寄与した。

4. 単元計画 4 「科学／技術」をめぐる問題について自分の意見をまとめる (配当時間計 5時間)

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 課題の設定 (1) | 十冊の課題を紹介したプリントを読み、課題としてあげられた全体像を理解するとともに、自らの興味・関心に基づいたテーマを選定する。 | この単元を通して、テキストの読解のみにとどまらず、「論理」のあり方や「科学／技術」との向き合い方について考え、サイエンスⅡでの学習の総まとめとすることを指示する。 評価： ・課題として取上げられた全体像を理解し、自らのテーマを適切に選択しているか。 |
| 2 テキストを読み、「批判」的に捉える(3) | テキストを読み、立論の趣旨をまとめた上で、その方法や特徴にも注意し、立論に対する自らの疑問・意見や批判・反論をこころみる。 同じテーマを選んだ者同士のグループでの話し合いを通して、考えを深める | ・筆者の立論の趣旨を正しく理解しているか。 ・筆者の立論について、その内容のみにとどまらず、「論理」の方法や特徴について考察しているか。 ・筆者の立論について、文章の内容や具体的な例の挙げ方に注目して、適切な「批判」ができているか。 ・筆者の立論に対して、自分の意見を持てているか。 ・グループ内での話し合いを通し、他者の意見をも取り入れて、よりよい「批判」ができているか。 |
| 3 まとめ(1) | 相互に発表し合い、考えを深める。 | ・様々な「科学／技術」に関する問題について、自分の「ものの見方」を獲得しているか。 |

5. 指導のポイント

- 1) 取上げる十冊の課題については、書名、著者名、出版社及び刊行年月日などとともに、各々 200 字程度の内容紹介をつけたプリントを配布して、全体を読ませた上で、各自が取上げる書物を選ばせる。
- 2) 最終的なまとめをする前段階として、「中間まとめ」プリントを作成させる。①取上げた書名、②立論の趣旨、③立論の方法、④立論の方法・特徴、④立論に対する疑問・意見・批判・反論の各項目について、それぞれまとめさせる。
- 3) 前の 2) で作成した「中間まとめ」プリントをもとに、同じテキストを選んだ者同士で意見交換をさせて、互いの意見をフィードバックできるようにする。
- 4) 最後のまとめ時間は、相互に発表し合い、異なるテーマについての意もを参考にしながら、自らの「ものの見方」をより深めることが出来るようにする。
- 5) 各時間毎に配付したテキストや生徒が提出したものは個人毎にファイルさせ、自らの理解や意見の広がりや深まりを確認できるようにする。

6. カリキュラムの評価

- 1) 生徒にとって、いわゆる「科学的なものの見方」として漠然としていたものを、個別にかつ具体的に理解し直してゆくことで、「科学的」ということのも多様性やその限界についても理解を深めることができた。

サイエンスⅡ（総合的な学習）－第4学年－

＜単元の指導の事例 4＞

| | | |
|------------------------------------|-------------|----------------|
| サイエンスⅡ テーマⅡ－① 「科学と芸術」－音や声の仕組みを探ろう－ | | |
| 単元テーマ（題目） | 音や声の仕組みを探ろう | |
| 実施学年（高等学校1年） | 配当時間（5時間） | 実践者（伊藤真 光田龍太郎） |

1. 単元のねらい・目標

我々が普段使っている音や声は、漠然と感覚的にとらえていることが多い。音楽に関しても、表現や鑑賞などに楽器の音や歌声などは欠かせないものであるが、その原点となる音や声がどのようにして生まれ音楽になるのか、ということについてはあまり考えることはない。

そこでこの単元では、音や声についてその仕組みや特徴を科学的な視点から探っていく。また、生徒の好奇心、探求心を大切に、体験を通して理解することで、より深い鑑賞活動を目指すとともに、幅広い音楽表現に生かしていくことを目標としている。

2. 単元の構成と特色

音とは何か、音階はどうやって作られるのか、楽器や声がどのような仕組みで音を発するのか、といった根本的な問題を科学的な視点で探求していく。

楽器に関しては、いろいろな楽器の構造と音（音色、音域、音の出し方など）とかかわりの中で、実際の楽器を用いたり、その構造を模したものを用いて、体験的にその音が生まれる仕組みを探る。また、さまざまな楽器の特徴を知ることにより、音楽表現や鑑賞に生かすことができるようにする。

声に関しては人間の体の発声器官（肺、声帯、共鳴腔など）と声（声質、声域、音の出し方など）とのかかわりの中で、映像や図などをもとに発声の仕組みを探る。また、世界中のさまざまな歌声を鑑賞したり、その発声の仕方について学ぶとともに、そのいくつかを実際に体験してみる。

3. 本単元における 評価の観点と評価方法

＜関心・意欲・態度＞

音や声に関する科学的な事象に関心を持ち、探求活動に対して意欲的・創造的に取り組むことができる。

＜思考・理解力＞

音や声に関する科学的な知識を身につけ、理解した上で、鑑賞活動・表現活動に生かすことができる。

上記の評価の方法は生徒の活動の観察と、授業後の学習プリントの記述による。

4. 単元計画 (配当時間計 5時間)

テーマⅡ-① 「科学と芸術」-音や声の仕組みを探ろう- (全5時間)

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>楽器の音の出る仕組みを探る。 (3時間)</p> | <p>1. 導入 ①音とは何かについて考える。 ②音階が作られる仕組みを考える。</p> <p>2. 弦楽器の音が出る仕組みについて理解する。 ①弦楽器の原理を探る。 ②他のいろいろな弦楽器に触れ、音の出る仕組みや、音色の特徴などを学ぶ。</p> <p>3. 管楽器の音が出る仕組みについて理解する。 ①紙でイカ笛やストローオーボエを作り、木管楽器のリード原理を探る。 ②マウスピース、ホース、漏斗を使い金管楽器の原理を探る。 (4. 時間があれば打楽器の音の出る仕組みについて理解する。)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・物体の振動が振動波となり、空気を振動させて音ができることを、音叉、大太鼓、うなり木などを使って示す。 ・ギター等の弦を使ってピタゴラスの音階を説明する。 ・ヴァイオリンを実際に弾かせ弓が弦を振動させる様子を体験させる。 ・教室の前と後ろにさまざまな弦楽器を用意し、音を出させる。 ・クラシックで用いる弦楽器のみでなく、民族楽器についてその特徴や文化の違いをつかむ。 ・木管楽器と金管楽器の吹口やリード、マウスピース部分の仕組みについて説明し、実際に吹いてみて理解を深めさせる。 ・金管楽器のピストンやスライドなど音程を変える仕組みを図、演奏を通して理解させる。 ・積極的に活動に参加しているか、観察により評価する。 |
| <p>発声の仕組みを探る。 (2時間)</p> | <p>1. 発声のメカニズムを理解する。 ①声が出るまでの流れを、呼吸器官、発声器官、共鳴器官のそれぞれについて理解する。 ②音色を決める要素について理解する。 ③割り箸発声法を体験する。 ④オペラ歌手の鍛え上げられた発声の例を鑑賞する。</p> <p>2. さまざまな発声や歌声を理解する。 ①ホーミー、密教の声明、地声発声、ヨーデル、カウンターテナー、ケチャなど多様な音楽を鑑賞する。 ②ホーミー、ヨーデル、ケチャを実際に体験する。</p> <p>3. 単元全体のまとめをする。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・息の流れや肺・横隔膜の動き、声帯の振動の仕方、共鳴腔などについて、映像や図を見ながら理解させる。 ・音色や発音を決める声帯や共鳴腔の動きを映像や図を見ながら理解させる。 ・喉頭蓋を上げることでよい発声になることを割り箸を使って体験させる。 ・オペラ「魔笛」の中からコロラトゥーラソプラノ(夜の女王)とバス(ザラストロ)のアリアを鑑賞させる。 ・なぜそのような多様な発声が生まれたのか、民族や文化の違いの面から考えさせる。 ・積極的に活動に参加しているか、観察により評価する。 ・分かったことや疑問点、感じたことなどを中心にまとめさせる。 ・音や声の仕組みに関する科学的な知識を身につけているか記述から評価する。 |

5. 指導のポイント

- ① 一方的な講義形式にならないようにし、さまざまな場面で疑問を投げかけ、生徒自身が考える態度を身につけさせることを重視した。そのことにより、新たな疑問やもっと知りたいことなどが次々と生まれることを期待した。
- ② 音響や発声に関する説明では物理学、医学等の分野も関係してくるが、なるべく専門的になりすぎないように留意した。しかし、横隔膜が動いている様子のレントゲン映像や、内視鏡カメラで声帯が振動している様子を収めた映像は、初めて見る生徒がほとんどで非常に効果的だった。
- ③ 実体験を重視し、実際に楽器にふれて音を出したり、さまざまな発声方法にチャレンジした。一例を挙げれば、実際にヴァイオリンを弾かせ弓が弦を振動させる様子を確認めたり、紙でイカ笛というものを作り、木管楽器のリードの原理を体験を通して理解する活動を行った。また、多様な発声の体験では、短時間では難しい面もあったが、なるべく多くの種類をチャレンジさせた。

6. カリキュラムの評価

毎回の授業後に学習プリントを用い、「本日の学習で分かったこと、感じたこと」、「疑問に思ったこと、もっと知りたいこと」について記述させ、最後の授業後にはまとめとして「サイエンスⅡ全体を通して学んだことや感想」について記述させた。

それらの記述や、授業中の活動の様子から感じられたのは、多くの生徒がこの単元に高い興味と関心をいだき、いきいきと活動していることである。

「声の出る仕組みとか、特に疑問に思っていなかったけど、知ってみて人間の身体はすごいなあと思った」、「楽器の作りの中にはその土地特有のものがあって面白かった」、の記述のように、普段当たり前に接して疑問を持つことのなかった「音」に関する新しい発見をしたり、日頃触れることのない楽器に触れて音を実際に出してみることは、生徒にとって新鮮な驚きであったようである。

また、「人間の精神の産物である芸術にも、科学的な考えが使われていることがよく分かった」、「音楽は感覚的なものだという意識が強いが、科学との結びつきが深かった」、のように科学的な視点でとらえて知識を身につけている生徒も多かった。

さらに、「共鳴や倍音についてもっと知りたい」、「なぜ、地域によって歌い方が違うのか、地域と発声との関係について知りたい」、「音の出る仕組みを学んだので、楽器を演奏したり、歌を歌うときにこの経験がいつか役に立つと思う」、というように学んだことを深化させようとしたり、これからの方向性を考える生徒の記述も多く見られた。

これらの記述から、生徒が〈関心・意欲・態度〉や〈思考・理解力〉の面での評価規準をある程度満たしていると判断できる。

7. 成果と課題

上記のように、意欲的に探求したり、科学的な知識を身につける点では一定の成果が上がったといえる。しかし、単元のもう1つのねらいである、育まれた能力が鑑賞や表現活動にどのように生かされたか、という点においては学習プリントの記述からでは読みとれないため、今年度サイエンスⅡの授業を受けている現在の4年生と、授業を受けて1年を経過した5年生を対象に質問調査を行った。

その結果、「学習したことは現在どういう面で役に立っていると思うか?」という質問では、声に関することと楽器に関することで大きく答えが分かれ、また4年生と5年生とでも違いが見られた。役に立っているという面では、両学年とも声や発声に関することの比率が多かったが、これは授業に直接結びつく割合が楽器にくらべ歌の方が多いことがあげられる。楽器に関しては知識として身に付いているものの、例えば授業でのギターやリコーダーの演奏などには、その知識が直接役に立たないと生徒が感じていることがうかがわれた。また、4年生にくらべ5年生は楽器に関する割合が少し高かったが、1年経過した時点で「現在は役に立たないが、学習したことが将来役に立つことがある」というように考え方が変化していると考えられる。いずれにしても、楽器に関しても歌と同じように問題解決能力を育んでいくような学習内容を今後創って行く必要がある。

サイエンスⅡ（総合的な学習）－第4学年－

＜単元の指導の事例 5＞

| | | |
|-----------------------------------------------|-------------|-------------|
| サイエンスⅡ テーマⅡ－② 「科学と芸術」－視覚の世界を探究しよう－プラン1 | | |
| 単元テーマ | 視覚の世界を探究しよう | |
| 実施学年（高等学校1年） | 配当時間（5時間） | 実践者（ 高地秀明 ） |

1. 単元のねらい・目標

「サイエンスプログラム」で育まれる能力や資質・態度との関係については、この学習では特に「自然や社会の様々な事象を認知する能力」「読解力、表現力、コミュニケーション能力」の伸長につながることを目指している。

具体的な学習のねらいとしては、視覚表現におけるものの見方・捉え方・表し方を分析的に考察することを通して科学的・論理的な思考力を育むことである。

2. 単元の構成と特色(主題に迫る手だて など)

西洋および東洋（日本）の特徴的な視覚表現を幾つか取り上げ、鑑賞・探究・体験（表現）を通して、視覚表現におけるものの見方・捉え方・表し方について分析的に考察し、その表現の意味に迫る。また、視覚芸術作品と科学技術との関連やそれを生み出した人々の世界観、人間観等についても考える。

この学習活動の柱は次の3点である。

①造形表現の背景（鑑賞）

人間は自然や社会の事象を捉えるとき、造形表現において多様なものの見方とらえ方を試みてきた。人間は何をどのように見つめ、捉え、表現しようとしたのかを探究・鑑賞する。

②体験（表現）

特徴的な視覚表現についてその手法を実際に追体験することによって表現の意味を理解する。

③美と造形表現の仕組み（分析・考察）

歴史的な造形作品を題材に、形や色、素材などの造形要素（造形言語）の仕組みについて分析し、視覚による空間知覚とビジュアルコミュニケーションの意味を考察する。

3. 本単元における 評価の観点と評価方法（表Ⅰ）

| 記号 | 評価の観点 | 評価の方法 |
|----|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|
| ① | 造形作品の背景にある作者の感動や夢、作品に込められた心情などを感じ取り、分析的に表現の意味に迫ろうとする。 | ワークシート 観察・行動分析 |
| ② | 文化について、その事象を生み出した人間、社会の価値観・世界観を探ろうとする。 | ワークシート 観察・行動分析 |
| ③ | 多面的な視点からの情報収集や考察を試みようとする。 | 観察・行動分析 |
| ④ | 日本と諸外国、古典と現代といった多面的な視点で視覚表現作品を比較鑑賞し、それぞれの表現の特質、独自性や共通性について理解することができる。 | ワークシート |
| ⑤ | 演習（表現体験）において、それぞれの表現の特質や美しさを考察しながら自己表現や自己の意見を述べたりすることができる。 | 実技演習の作品 まとめのレポート |

4. 単元計画 「科学と芸術」ー視覚の世界を探究しようー (配当時間計 5時間)

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 鑑賞と探究 I (1) | 次の二つの文化事象について比較鑑賞し、その表現の特質や背景を探究する。 ①西洋の科学的合理主義の始まりであるルネッサンス期のレオナルド・ダ・ヴィンチ「最後の晚餐」、ラファエルロ「アテネの学童」など ②ピカソのキュビズムの作品「ゲルニカ」「卓上の静物」や20世紀の抽象絵画など | ◇それぞれの作品を見て感じたこと、発見したこと、興味を抱くこと、疑問に思うことを挙げてワークシートに記入させる。 ◇それぞれのものの見方やとらえ方、表現手法の特徴について考えさせる。 ◇その時代に生きた人々のものの見方、美と造形の仕組みや手法、社会的背景、科学技術とのつながりなどについても探究させる。 (評価：表Iの①②について観察・行動分析、ワークシート) |
| 2. 表現手法の体験I (1) | 表現演習として次の2点の手法を題材に描く。 ①レオナルドのパースペクティブ ②ピカソのキュービズム | ◇表現手法を追体験することによって、その時代の人々のものの見方やとらえ方を理解させる。 ◇その手法を用いて実際にスケッチをおこない、自分なりの表現活動を通して、空間認識方法や表現の意味を理解させる。 (評価：表Iの⑤について実技演習の作品) |
| 3. 鑑賞と探究 II (1) | 日本の中世・近世の作品「源氏物語絵巻」, 「源頼朝像」, 雪舟の水墨画, 長谷川等伯「松林図」, 北斎「富岳三十六景」を比較鑑賞し、その表現の特質や背景を探究する。 | ◇それぞれの作品を見て感じたこと、発見したこと、興味を抱くこと、疑問に思うことを挙げてワークシートに記入させる。 ◇それぞれのものの見方やとらえ方、表現手法の特徴について考えさせる。 ◇その時代に生きた人々のものの見方、美と造形の仕組みや手法について探究させる。 (評価：表Iの①②について観察・行動分析、ワークシート) |
| 4. 表現手法の体験II (1) | 表現演習として次の2点の手法を題材に描く。 ①「源氏物語絵巻」に見られる中世日本の並列・俯瞰構図 ②雪舟の水墨画, 長谷川等伯「松林図」などの線, 濃淡による表現 | ◇表現手法を追体験することによって、その時代の人々のものの見方やとらえ方を理解させる。 ◇その手法を用いて実際にスケッチをおこない、自分なりの表現活動を通して、多様な表現の意味を理解させる。 (評価：表Iの⑤について実技演習の作品) |
| 5. 分析と考察 (1) | ◎「東洋と西洋」, 「レオナルドとピカソ」, 「中世と近現代」, 「パースペクティブとキュービズム」など, 様々な切り口から比較・考察を試みて, 演習の作品とともにレポートにまとめる ◎作家の生涯や業績, 関連する文献やスケッチ・絵画などを調べ, その時代の人々のものの考え方について考察する。 | ◇作品の背景にある世界観, 価値観, 科学技術との関連など, 多面的な視点で分析的に考察させる。 また, 現代の, そして自分のものの見方やとらえ方についても考察し, レポートや作品にまとめさせる。 (評価：表Iの③④⑤についてワークシート・レポート提出) |

5. 指導のポイント

導入時にスライドやOHCによる作品鑑賞を解説を交えながら時間をかけて行うことによって、学習への興味関心を抱かせる。この際、いわゆる通史的に作品を見ていくのではなく、文化理解の手がかりとなるように多面的な切り口で幾つかの文化事象（視覚表現作品）を取り上げ比較鑑賞を行う。

例えば、レオナルドの「最後の晩餐」、ピカソの「ゲルニカ」は室内空間を場面設定として描かれているが、その空間認識の方法は全く異なるものである。人物をテーマとした作品であれば、ルネッサンスのレオナルド・ダ・ビンチと鎌倉時代の源頼朝像、ピカソのキュビズムの作品を並列的に提示する。これらは人間を描いたという共通点はあるものの、時代も地域も異なり、そのものの見方やとらえ方が決定的に異質である。それぞれの文化の特質についての発見や「人間は何を見つめ、なぜこのように表現しようとしたのか」といった疑問がこの学習の動機となるのである。

この学習活動では、鑑賞や考察だけでなくその文化の手法を体験することで文化の背景に迫ることもねらいの一つである。レオナルドのパースペクティブの手法でスケッチを試みたり、東洋の中世の俯瞰的で並列的な図式表現で描くことや、20世紀ピカソのキュビズムの概念を追体験することでその時代の世界観や人間観について思い考えることができる。

6. カリキュラムの評価

本項では、教材の有効性と授業実践の成果について評価する。生徒がこの授業によってどのような力を獲得したのか、生徒がどのように変容したのかを生徒の提出したレポート、作品、自己評価シート、教師による観察によって考察を試みたい。

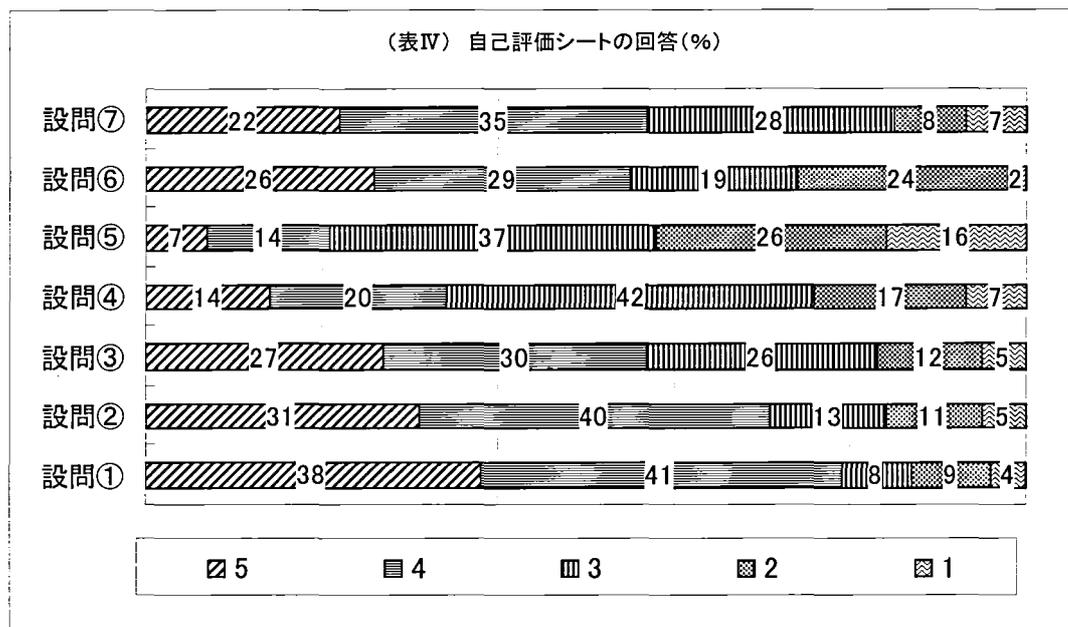
(1) 学習活動の分析による評価

(表Ⅲ)は生徒に記述させた自己評価シートである。1クラス(41名)を集計すると(表Ⅳ)のようになる。

(表Ⅲ) 自己評価シート

| 学習活動を振り返って、自己評価をしてください。 5：とても良くできた 4：ある程度できた 3：どちらとも言えない 2：あまりできなかった 1：できなかった ○印をつけてください↓ | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| ①この学習の主題(学習内容のねらい)が理解できた。 | 5-4-3-2-1 |
| ②興味・関心を持って取り組むことができた。 | 5-4-3-2-1 |
| ③造形作品の背景にある作者の感動や夢、作品に込められた心情などを感じ取ることができた。 | 5-4-3-2-1 |
| ④日本と西洋、古典と現代、パースペクティブとキュビズムといった多面的な視点で視覚表現作品を比較鑑賞し、それぞれの表現の特質、独自性や共通性について分析的に考察し、理解することができた。 | 5-4-3-2-1 |
| ⑤文化について、その事象を生み出した人間、社会の価値観・世界観をについて考えることができた。 | 5-4-3-2-1 |
| ⑥それぞれの表現手法を体験することによって、その作品の背景にあるものの見方やとらえ方・表し方について理解し、自分なりの表現をすることができた。 | 5-4-3-2-1 |
| ⑦鑑賞や表現をとおして、自己の感想や意見をまとめたり述べたりすることができた。 | 5-4-3-2-1 |

(表Ⅳ) 自己評価シートの回答(%)



この授業を始める以前の生徒の反応は、「文化理解といってもピンとこない。いわゆる美術鑑賞はつまらない。描く(表現)方が楽しい」というものであった。筆者は、この授業が成功する鍵は「導入」にあると考え、パワーポイントによる図版提示やビデオなどの視覚的効果を工夫したプレゼンテーションを用意した。その結果、(表Ⅳ)の設問②のように生徒の興味関心を喚起することができた。また、設問①の「学習のねらい」については多くの生徒が理解しているようである。しかし、設問③④⑤のように「作品に込められた心情やその背景」「社会の価値観や人間観について考える」といったこの学習の本質の部分については、理解度や学習の深まりが不十分であると言える。

次に、生徒のレポート(表Ⅴ)、表現体験の作品(図Ⅰ～Ⅴ)を分析すると、教師側の意図した学習のねらいがある程度反映した内容になっている。共通して評価できることは、文化事象の背景を「分析的に考察」することと表現体験することとおして文化理解を深めるといったねらいが生徒の学習活動の中で進行していると認められることである。「一点の絵画をとおして様々なこと読み取れることが分かった」と生徒が記述しているように、作家の表現意図を知ることによって作品への興味関心が高まり、作品理解が進んでいくことがある。そして、自らその表現を体験をすることによって一層理解が深まったとを記述した生徒も多くいる。しかし、どの程度理解が深まったのかは、個人差があるのも事実であり、西洋や日本の古典美術について一面的な理解にとどまり誤解している記述もある。

これらから、この学習の目標である「視覚表現におけるものの見方・捉え方・表し方を分析的に考察することを通して科学的・論理的な思考力を育む」とおして「自然や社会の様々な事象を認知する能力」「読解力、表現力、コミュニケーション能力」を高めることが可能であると考えられる。

表Ⅴ (生徒のレポート:抜粋)

<視覚表現の特質についての記述>

○ルネッサンスの人は科学に目覚めたということが美術作品をとおしてもよく分かった。自然をありのままにとらえ、どうしてそうなっているのかを探究していく姿勢が科学を発展させたのだと感じた。目に見える世界の見え方、空間の表し方を法則化しようとしたのがすごいと思う。

○ルネッサンスの人々による透視図法の発見は歴史的に大きな意味があったと思う。目に見える3次元の世界を2次元の平面の紙に置き換える手法は、後世のものの表し方の標準となったということが分かった。

○まるで斜め上から覗き込んだように描くという「源氏物語絵巻」の手法は、様々な視点からの場面を見せてくれるということでは何か“お得な感じ”がした。日本のこの時代の美術は、源氏雲や末

広がり構図などが独特で、線や色使いを単純にしたり、余白をとったりで、良さがあると思う。表現が整理され、伝えたいことにポイントを絞ってうまく見せている方法はすごくよくできていると感じた。

○キュビズムの手法は、一つの物事を多方面から見つめる、世界を広げた見方ができるようになったのだと感じた。そして十人十色の個性豊かな文化が出てきたのだろう。

○キュビズムは様々な情報を一枚の絵の中に盛り込もうとしたので、あのような表現になったと思った。キュビズムについて習ってみて、はじめて作者が何が言いたいのが分かった。芸術は理解しがたいものも多いけれど、素晴らしいと思います。

○水墨画を体験して、白と黒の濃淡によって表情が変わってくるのが興味深かった。墨の微妙なにじみ加減なども奥深く、独特の味わいがあると感じた。

○余白を大切にする考え方は、日本人ならではの自然観、世界観があるのだと感じた。自然を大切にし、その中で生きていこうとする思いがあるのではないか。

○20世紀の美術は、様々な感情が渦巻く中で、対象をいかにとらえるのか、いかに表現するのが重要視される時代だと思いました。抽象表現など、思うがままに描くという感じの20世紀美術は、不思議ではあるが、何かを感じさせる表現だと思った。また、個性を大切にする時代だと。

○美術は、目に見えるものから、目に見えないものを表現する方向に変わってきたと感じた。色や形、線や図形で心情を表現できることはとても素晴らしいことだと思う。この学習で、抽象画に対するイメージが変わりました。

<学習を終えての感想>

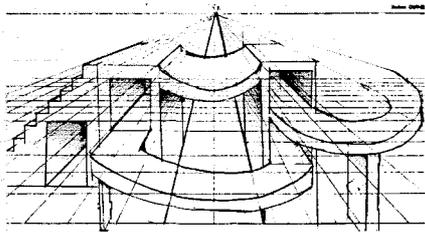
○西洋と日本の古典美術を鑑賞して、同じ人間なのにどうしてこんなにとらえ方や表現の仕方が異なるのだろうかと思った。何かを描き表現するとき、様々な描き方、表現の仕方があり、それによって受ける印象もどんどん変わることが鑑賞できて面白かった。また、その作品が時代、地域の世界観などを反映していることが分かりました。他にもどんな表現があるのだろうかに興味がありました。

○私には、絵画というと西洋のイメージが強かったが、日本には西洋の人たちが気づかなかったものの見方、表し方が存在し、やがては互いに影響し合ったことがわかった。ジャポニズムなどをみると、日本の美術も西洋の美術も互いに影響しあい、発展してきたのだろう。

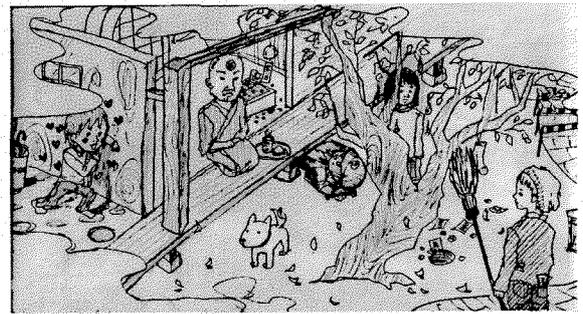
○ここで勉強した作家については知っていたけれど、生きた時代の背景や手法についてはあまり知らなかった。一点の絵画をとおして様々なこと読み取れることが分かった。特に勉強になったのは、実際に自分で描いてみたこと。色々な表現体験ができて、様々な発見があった。そして、それを自分のアイデアと合わせて描くことによって、作家たちの心情や背景を知ることができた。そして楽しかった。

○絵画は対象をそのまま写実的にとらえることだと思っていたが、実は内面を表現する方向に発展しているのだと思った。

○この授業を受けて、中学校の頃より美術が好きになった。また、日本の古典美術がすこし理解できた。美術の歴史や絵の変容をとおして、人間のすごさとそれぞれにある独自の感性を感じることができた。美術は奥深く不思議なものであると思った。世の中には様々な表現があり、どれも良さがある。時間があればもっと色々な方法で描いたり鑑賞したりしたい。



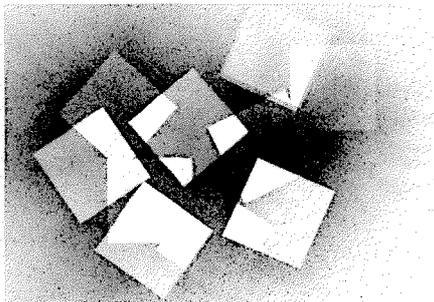
図Ⅰ（生徒作品：パースペクティブ）



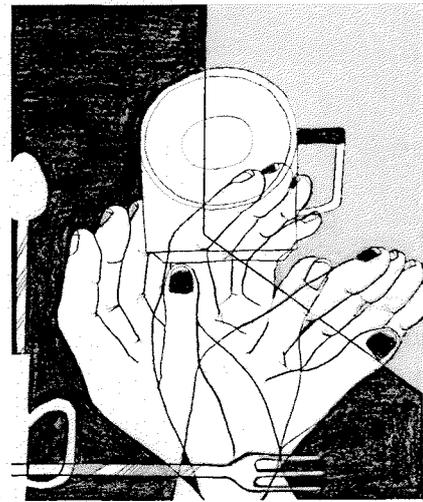
図Ⅱ（生徒作品：源氏物語絵巻の手法）



図Ⅲ（生徒作品：水墨画の手法）



図Ⅳ（生徒作品：抽象表現）



図Ⅴ（生徒作品：キュビズムの手法）

（２）カリキュラム改善の課題

本研究における教材と授業展開については幾つかの問題点が指摘できる。第一は、5回の授業で取り上げた各題材について、もっと異なる視点での適切なテーマがあるのではないかとすること、第二は、各題材の導入時にスライド等で図版を鑑賞するのであるが、鑑賞しながらの生徒の意見交換等に時間が充分にとれないことと、その後の生徒自身による作家研究などの探究活動の時間が確保されていないことである。このことは、教師の作品解説（講義）や生徒の発表・意見交換といった限られた情報によって一面的な作品理解に陥る危険性を内包している。

カリキュラム改善の具体としては、扱う文化事象の題材を多様で多面的な文化理解を促すという視点で再検討することである。例えば、「人間は人間をどのように表現してきたのか」、「愛情や悲しみ、喜びといった感情をどのように表してきたのか」、「空間をどのように把握し表してきたのか」などのテーマ別の視覚表現探究の試みも分析的な考察力、論理的な思考力の育成に繋がるのではないかと考える。そして、それを深めるためには、授業時間内での学習だけではなく、課題学習として図書館等で様々な本を読み自分なりの興味関心によって探究する時間を持たせること、すなわち主体的な学びを創造させることが大切である。

サイエンスⅡ（総合的な学習）－第4学年－

＜単元の指導の事例 6＞

| | | |
|----------------------------------------|-----------------------|-------------|
| サイエンスⅡ テーマⅡ－② 「科学と芸術」－視覚の世界を探究しよう－プラン2 | | |
| 単元テーマ | 「黄金比率」を通して科学的に「美」を考える | |
| 実施学年（高等学校1年） | 配当時間（5時間） | 実践者（ 牧原竜浩 ） |

1. 単元のねらい・目標

人間が視覚的に最も美しいと感じる比率とされている黄金比率をテーマにして、美術作品を論理的・科学的な視点から考察していく。黄金比率は美的プロポーションの極地とされ、現在でも様々な造形分野に用いられており、身近なものの中に隠されている。自然界における黄金比率を紹介しながら、科学と自然と美術の関係性の理解を深めていく。

2. 単元の構成と特色

芸術作品とは、単に感覚や感情だけで表現されるものではなく、理論的に構築されることがその作品において重要な意味を持つてくるだろう。そのため理論構築を学ぶことに重点を置いて、感性と理性とをバランスよく総合的に観察し考察する力を伸長することをねらいとする題材を設定した。

3. 本単元における 評価の観点と評価方法

この学習のねらいは視覚芸術の作品を分析的に鑑賞・考察する能力とそれを通して論理的な思考力を高めることが大きなポイントであるので、以下のように評価の観点を設定した。

- ①造形作品における構成要素を数学的に分析することができる。
- ②自然の法則と科学・芸術との結び付きを理解することができる。
- ③古代から現代までの芸術作品に共通する「美」の表し方に興味をもつ。
- ④造形作品を鑑賞する上で、自分なりに科学的論理的に分析し、その表現の特質や美しさを考察することができる。
- ⑤演習（表現体験）において、自然と科学をふまえて、自己表現をし、論理的に意見を述べたりすることができる。

4. 単元計画 「科学と芸術」－視覚の世界を探究しよう－（配当時間計 5時間）

| 単元計画（実施時間：全5時間） | | |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点 |
| 黄金比率の誕生 (1) | ○古代ギリシャで考えられ、レオナルド＝ダ＝ヴィンチによって「黄金比率」と名付けられたと言われている。その導き方について、幾つかの方法を学ぶ。 | ○黄金比率が用いられている身近なものを取り上げ、興味を持たせる。 ○13世紀のイタリアの数学者フィボナッチの加算数列を紹介し、具体的な比率の数値「1:1.618…」を導き出す計算をする。 |
| 自然と数学(1) | ○自然の中に潜む黄金比率(数列)として、ヒマワリの種子のなり方・果物の星形五角形・葉序(葉のつき方)の法則を見つけ出す。 ○黄金長方形によるオウム貝の螺旋構造の分析。 | ○自然の中に隠された法則と黄金比率の関係性を見つけることで、自然と数学の結び付きに関心を持ち、分析する能力を育てる。 |
| 数学と美術(1) | ○古代ギリシャの造形作品における「美の規準」になっていた黄金比率を近現代の美術作品(デューラー、モンドリアン…)に共通点を見つけ出す。 | ○美術の歴史の流れと作品の特徴を学ぶと共に、分析的能力を養い、鑑賞する能力(読解力)の育成をする。 |
| 作品制作と作品解説(2) | ○B4サイズに定規を使って、人間が持つ「美しい」という感性を論理的観点に重点をおいて制作していき、作品解説をする。 | ○芸術作品には、直観的・精神的に美しくしようとする感性と数学的分析・理論構築などといった理性の両方が総合されているということを理解させ、また、自分の制作した作品を論理的に相手に伝えられるようにレポートをまとめる。 |

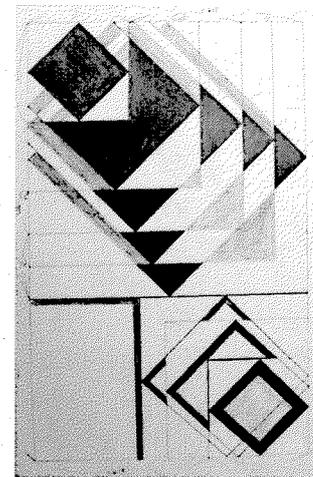
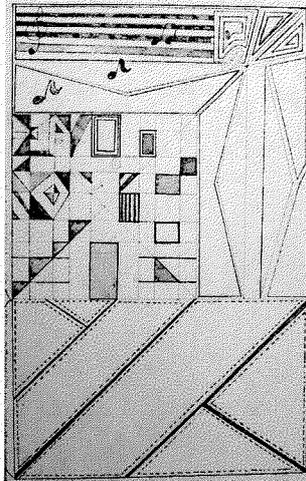
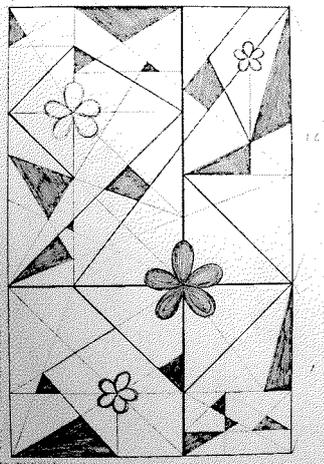
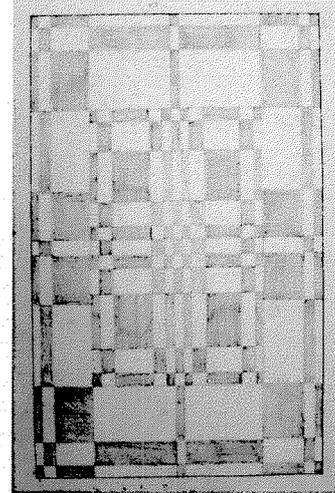
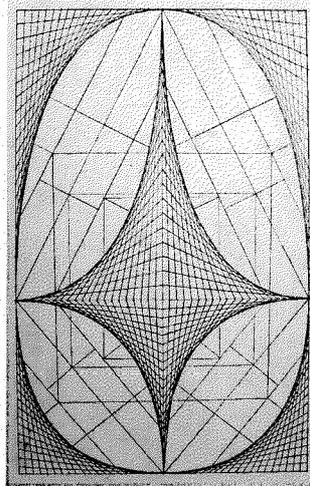
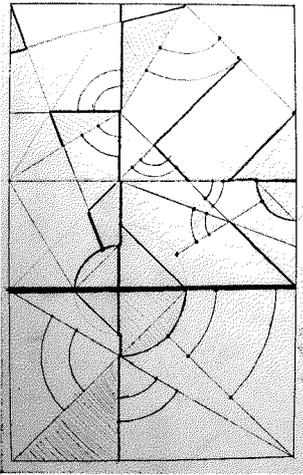
5. 指導のポイント

授業の展開のさせ方は、はじめに現在の日常生活で黄金比率が使われているものを紹介していき、生徒たちの興味をひかせる。次に、黄金比率の1:1.618…という数字を導くためにフィボナッチ数列を用いた。1・1・2・3・5・8・13・21…と続いていく数列は1つ下位の数を足した数が上位の数となる。この増分の倍率が1.618倍に限りなく近づいていく。というようにまずは数学から黄金比率を見ていく。そして次に、自然界ではオウムガイの螺旋構造、ヒマワリの種の並びの本数や植物の葉の生え方(葉序)には、フィボナッチ数列が隠されていることを紹介し、最後には、芸術作品に隠された黄金比率を見ていく。つまり、数学=自然=芸術。この3つは黄金比率を介して結びつけることができる。人間が感覚的に美しいと感じる比率、なぜ美しく感じるのかは、人間も自然の1部であるからだろう。

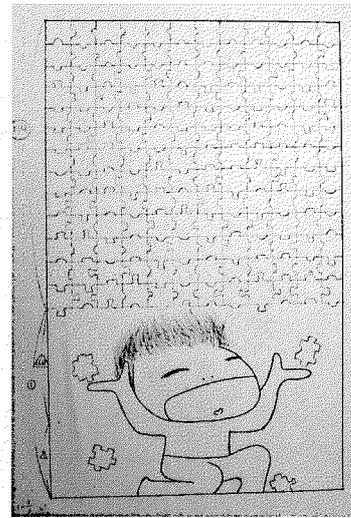
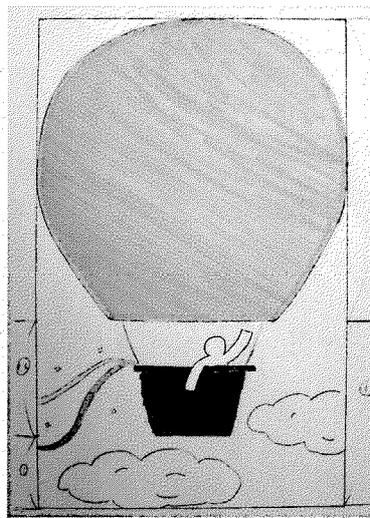
<生徒作品>

作品制作については、B4サイズの用紙に枠(縦29cm・横18cm)をつくり、その中に制作させる。制作時間は2時間なので、色彩表現ではなく、鉛筆による表現に限定させた。

題材は自由であったが、開始と同時にほぼ全員の手が動き、1:1.618という比率になるように計算し始めた。題材が決まっていなくても、とりあえず枠を黄金比に区切っていき、どのような作品にするかは描きながら考えていくという生徒が多かった。そして、教科書や図録などの資料を見ながら、アイデアが思いつけば、具体的な形態を描写していく。そういう流れがあり、結果的には、複雑な形態を描写した作品もあれば、直線の組み合わせによるシンプルな作品まで様々であった。しかし、いずれの作品もある一定の完成度があることに驚かされた。



* 多くの生徒はこのような定規を使った水平線・垂直線・斜線を組み合わせた平面（抽象）作品を制作していた。黒く塗りつぶされた面の配置のさせ方など、画面全体の構成がバランスよく考えられている。



* 抽象的な作品に対して、具体的な形態で構成された作品もあった。これは、描写力に自身がない生徒

でも、バランスのよい配置であれば、しっかりとした強さを持った作品となっている。左の羊の作品は羊の顔がそれぞれ逆正三角形に当てはめて描かれており、ひとつひとつの顔の面積比も黄金比率になっている。

<生徒達の授業を終えての感想（抜粋）>

- 黄金比率で作られた作品が、昔から多く描かれているのを実際に授業で確かめてみて感心した。他にも、ヒマワリやオウムガイなど自然界にも黄金比率は潜んでいて、そういう法則に気づいた人は本当にすごいなあと思った。
- 制作の時、適当に描いた線が、図形や模様になっていて、面白いなあと思った。私は絵を描くのは得意じゃないのですが、黄金比率を使うと描きやすかったです。
- 今まで絵を見るときに、何も考えずに鑑賞していたけれど、実は色々考えながら描かれていることがわかりました。これから絵を見ていくときに気にしてみようと思います。
- 身の周りの至る所に黄金比率は存在することを知って、偉大な比率だと感心した。そして、それを昔の人は既に発見していて、実際に絵画に利用して、芸術性を高めていたことに更に驚いた。
- ずっと昔の作品も黄金比率になっているけれど、それが美しいと知って使っていたのか。一番美しい姿を求めていったらそうなったのか。とても気になります。

6. カリキュラムの評価

この授業は、高等学校1年生が全員必修で受ける授業であり、選択で美術をとっていない生徒も受けなければならない。生徒の感想の中にもあったように、「絵を描くのは得意ではない。しかし、描きやすかった。」という感想を多くの生徒が持ったのではないかと思う。制作だけではなく、絵画を鑑賞する時、ある一つの見方として、この黄金比率を利用してほしいものである。それは、絵画に限ったことではないが、日常生活のあらゆる場面で応用できる可能性を秘めているだろう。

そして、問題点として、生徒の実践結果で「何も考えなくてもある程度の完成度を持った作品をつくることができる。」というのは、裏を返せば、「芸術作品は何も考えて制作されていない。」「何も考えなくてもよい。」ということが言えるのではないだろうか。非常に大きな誤解を招く危険性があることに気づかされる。本来、芸術性の高い作品とは、その作品の中に作者の深い精神性が込められ、その精神性が強いものほど芸術的価値が高いといえる筈である。黄金比率だけでは、絵画の表面を見ただけに留まり、そこに秘められた作者の精神性まで深く感じとることは、かなり難しいのではないか。鑑賞者の心をひきつけ、揺さ振り、いつの時代であろうが人間社会に大きな影響を及ぼす。というのが真の芸術作品の在り方。この授業だけでは、そういった芸術の本質に迫っていくことのほんの導入に過ぎないのである。

あくまでも、芸術作品の魅力に迫っていこうという、美術の導入部分としてこの授業を考えていかなければならない。それをふまえて、“芸術の本質とは何か”を追求していくことが最も重要である。教える側は、常にこのことを自覚していかなければならない。

サイエンスⅡ（総合的な学習）－第4学年－

＜単元の指導の事例 7＞

| | |
|--------------|--------------------------------------------------------|
| サイエンスⅡ | テーマⅡ－③ |
| 単元テーマ | 「科学と芸術」－文字が書かれた背景を探ろう－ |
| 実施学年（高等学校1年） | 配当時間（5時間） 実践者（江草洋和） |

1. 単元のねらい・目標

文字には、さまざまな文化と、膨大な時間が関係している。絵画で伝達した時代、文字が生み出された時代・文明、文字の発展していく過程、活版印刷が考え出され普及していく時代、活字が手軽にあつかえるようになった現在。そのような中から、個々の生徒がそれぞれのテーマを見つけ出し考えていく。

したがって、「サイエンスプログラム」で育まれる能力や資質・態度の「自由で豊かな発想力、創造性、独創性」「科学と人間・社会との関係を俯瞰的・総合的に捉える能力」を伸ばして行くことを目指す。自分自身で調べたり、考えたりする力を育みたい。

2. 単元の構成と特色（主題に迫る手だて）

＜体験を通して＞

粘度に葦の茎、パピルス・羊皮紙に羽ペン、亀の甲羅、木・竹に毛筆、紙に毛筆。書く道具と書かれる素材によって必然的に文字の姿が決まってくる。ここでは、楔形の線はなぜそういう形なのか、ゴシック体などの線の細太はどうやって出すのかを実際に刻んだり、書いたりしてみる。粘土板には、絵文字を書くよりも楔形を刻む方が楽であるというようなことを、体験を通して理解する。また、印刷のひとつとも考えられる拓本をグループに分かれて採る。

＜テーマに沿った資料を探す・調べる＞

かなりの分量の資料は準備するのであるが、それ以外にも自分で興味のある分野・テーマを探して本やインターネットでさらに探求していく。どのような資料を、どのように集め、どう使えば良いのかを学ぶ。

＜自分なりの答えを考え、レポートにまとめる＞

ここであつかう内容は、大概はつきりした答えのない疑問である。それに対して、資料を整理し、考えを進め、自分なりの結論を導き出し、まとめていく。一問一答形式ではない問いへの答えを考えることで、いろいろな問題に対する解決能力を養う。

3. 本単元における評価の観点と評価方法（表Ⅰ）

| 番号 | 評価の視点 | 評価の方法 |
|----|-------------------------------------------------------------|-------------------|
| ① | 文字の成り立ちや、初期段階の文字の特徴（書字方向と文字の向きの関係など）について理解し、現在の文字との違いを整理する。 | ワークシート 観察・行動分析 |
| ② | 表意文字から表音文字への変化を通してその背景を理解する。（表意文字のままである中国も含めて） | ワークシート 観察・行動分析 |
| ③ | 文字の普及に欠かせない印刷技術について情報収集や考察する。 | ワークシート |
| ④ | 地理的条件やそこでできた用具との関連で、文字の形が必然的に決まったことを理解することができる。 | 実技演習の作品 ワークシート |
| ⑤ | 様々な角度からの考察を試みて、まとめることができる。 | まとめのレポート |

4. 単元計画 「科学と芸術」－文字が書かれた背景を探ろう－ (配当時間計 5時間)

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 書いてみよう・ 刻んでみよう －楔形文字・ヒエログリフ・甲骨文字－ | ○楔形文字・ヒエログリフ・甲骨文字、それらが実際にかに書かれたのか(刻まれたのか)を体験してみる。 | ○書く道具、書かれるものの材質によって、文字はどのような制約を受けるのか、体験を通して考えさせる。 |
| 書字方向 －縦書きと横書きの違い－ (1時間) | ○楔形文字は、現在のアルファベットと同じ、ヒエログリフには4通りの書き方がある。甲骨文字は縦書きで2通りの書き方がある。それぞれの文字との関連を考える。 | ○楔形文字・ヒエログリフでは隙間なく書く。甲骨文字は余白を十分に取る。 ○書字方向と文字の向きを考える。 (評価：表Iの①④について実技演習の作品、ワークシート) |
| 手書き文字の歴史 －西洋では？・東洋では？－ (1時間) | ○一部のエリートのみが文字を司っていた時代。書記・僧侶は神聖な文字をどのように書いていたのか。 | ○西洋と東洋との文字の違いを用具に探る。 ○紙の発明がどのような意味を持っていたのか。和紙と洋紙の違いなどを調べる。 (評価：表Iの②についてワークシート、観察・行動分析) |
| 日本における文字使用の歴史 表意文字から表音文字へ (1時間) | ○日本で漢字を取り入れて日本語を表記していく過程でどのような工夫があったのかを考える。 ○当初の絵文字、つまり表意文字からなぜほとんどの国で表音文字に変わったのか。 | ○漢字という表意文字をどのようにして表音文字化したか。 ○それぞれの国の歴史を元に、文字使用の経緯について考える。 (評価：表Iの②についてワークシート、観察・行動分析) |
| 印刷の歴史 －西洋と東洋で印刷はどう扱われたか－ (1時間) | ○中国で生まれた金属活字による印刷とグーテンベルクの活版印刷を比べ、その後の普及の仕方などから文化の違いを探る。 | ○印刷の歴史を調べる(円筒印章など)。 ○現代のように手軽に印刷がおこなわれたのではないことを理解させる。 (評価：表Iの③についてワークシート) |
| 西洋・中国・日本における文字文化 (1時間) | ○漢字から仮名へ ○表意文字から表音文字へ ○西洋と東洋の文字感覚の差 ○アルファベットと平仮名の差 ○書字方向について など | ○簡単に説明をして、それぞれが問題意識をもって興味のあるテーマを選び、それについてレポートを書かせる。 (評価：表Iの⑤についてレポート提出) |

5. 指導のポイント

文字に関して体験させ、資料を提示し、幅広く考えさせ、そのあとそれぞれのテーマを選択してまとめさせる。

○時代が経つにしたがって、文字はどのように整理され発展したのか。

○地域・文化によってどのように文字は変化し多様化したのか。

レポートもそうであるが、自己評価シートにおいても、思ったより個人差がかなりあるので、テーマの設定の仕方を、誰もがどこかに興味を持てる形に改善していく。自分が興味を持ったテーマに関して、調べたり、考えを深めたりしていくというような展開を考えていきたい。

最終的には、文字や文字の歴史を考えていくことを通して、身近で当たり前だと思っていたことにも疑問を感じたり、ひとつの物事でも角度を変えて見るができるような態度を養ってほしい。そして、それを解決していくためには、どの本を調べるのか、どのホームページを検索すればよいのか、そのあとそれらを元に自分としてはどう考えていけばよいのか、というような方法を生徒一人ひとりが身につけていってくれることを願っている。

6. カリキュラムの評価

出発点は同じであっても、行き先がそれぞれ異なるため評価は難しいが、目標の設定の仕方、どれほど幅を広げることができたか、角度を変えて考えることができたか、あるいは到達度というようなことを見ていく。ひとつの疑問に対して、ひとつだけの答えを出さない。周辺的な事柄にまで考えを広げたり、探求したことを応用できるかというようなことに重点をおく。それに対して、いろいろな観点から評価をする必要があると考えている。

生徒から出てきた意見・考え等で参考になるものは、できるだけ授業で提示し、他者の考えを取り入れることによって、新たな知を創造していく。その過程で当初の考えよりも、どれだけ見方が広がったり、深まったりしたのか。それまでの蓄積や変化を追っていく。それと同時に、生徒にも振り返らせながら、それまでやってきたことの意味を理解させていく。

①学習活動の分析によるカリキュラムの評価

自己評価シート

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| サイエンスの学習活動を振り返って、自己評価をしてください。 | |
| 5 : とてもよくできた 4 : ある程度できた 3 : どちらとも言えない 2 : あまりできなかった 1 : できなかった ○印をつけてください↓ | |
| ①この学習の主題が理解できた。 | 5 - 4 - 3 - 2 - 1 |
| ②興味・関心をもって取り組むことができた。 | 5 - 4 - 3 - 2 - 1 |
| ③探求活動に意欲的に取り組むことができた。 | 5 - 4 - 3 - 2 - 1 |
| ④ヒエログリフによって自分の名前がきちんと表記できた。 | 5 - 4 - 3 - 2 - 1 |
| ⑤粘土板に楔形文字を刻むことができた。 | 5 - 4 - 3 - 2 - 1 |
| ⑥正式なゴシック体で「ABC」を書くことができた。 | 5 - 4 - 3 - 2 - 1 |
| ⑦書字方向について理解できた。 | 5 - 4 - 3 - 2 - 1 |
| ⑧日本で漢字を取り入れて日本語を表記していく過程が理解できた。 | 5 - 4 - 3 - 2 - 1 |
| ⑨⑧をもとに表意文字から表音文字への変化の歴史について考えることができた。 | 5 - 4 - 3 - 2 - 1 |
| ⑩印刷の歴史について資料を収集し調べることができた。 | 5 - 4 - 3 - 2 - 1 |
| ⑪それぞれの文字文化の違いと、文字文化の背景にある歴史などを考えることができた。 | 5 - 4 - 3 - 2 - 1 |

| 項目 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ | ⑪ |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 評価平均 | 3.67 | 3.60 | 3.34 | 4.30 | 4.34 | 3.92 | 3.82 | 3.42 | 3.43 | 2.67 | 3.64 |

学習のまとめ

- ①書字方向について考えるところを書きなさい。
- ②メソポタミア文明では、なぜ楔形文字が書かれたのでしょうか。
- ③・表音文字と表意文字の大きな違いは何でしょうか。
・なぜ、ほとんどの国で表意文字から表音文字に変化したのでしょうか。
- ④・中国で活版印刷が広まらなかったのはなぜでしょうか。
・ゲーテンベルクの活版印刷が爆発的に広まったのはなぜでしょうか。
- ⑤文字文化の比較から、東洋と西洋の文化の違いについてどのような感想を持ちましたか。

生徒のレポート（抜粋）

○一言に「文字」と言っても、表音文字・表意文字とあり、その中でも絵文字・楔形文字…というように枝分かれしている。文字の移り変わりを見ることは、人類の文明の発達過程を追ってゆくことだと思った。文字とともに印刷技術も次々改良され、そして人々は多くの情報を共有できるようになった。だが、今になって人々がトンパ文字に注目したり顔文字が生まれたりして、人々の中に、絵心で文字を書く概念が広まっているのはなぜか気になった。

○文字を上から書くのか横からかなどと色々な書き方があったのは、おもしろいなあと思った。ねんどでかくのも、こういうふうに昔の人は書いていたのかあとわかり、少し感動したし、書いてておもしろかった。

○いつも書いたり読んだりしている文字とはかなり違う、絵のようなものだったり記号のようなものだったりとあまり目にしたことのない文字を見て、昔はこんな文字で人と通じたりしているんだなと思った。

○今まで、文字なんて長い時間をかけて自然にできでいったもの、ぐらいの認識しかなかった。しかし、今回の授業で文字ができるのには、できた土地・国の文化・時代が大きく関係していることがわかった。また、いろいろな文字の違いが素直におもしろかった。違う国の文化、また何千年も前の文化にふれることはとても興味深かったです。

○現在では、普段何気なく使っている文字にも、いろいろ歴史があって今があるんだなあと思った。多分これからもどんどん変わっていくのだと思います。

○文字の歴史は、とても奥深いものだと思った。歴史の授業とかでさらっと習ったけど、それくらいでは足りないと思う。文字はとても重要なモノだ。今、文字のない生活など、想像することもできない。いつも当たり前のように日常にあふれている文字の存在を、あらためてすごいと感じた。

○文字の書字方向や楔形文字、表音文字と表意文字などとても興味深かった。ヒエログリフやゴシック体、楔形文字への理解が深まったと思う。授業で習ったらせん階段のような字の書き方が、どうして書かれたのか疑問に思った。トンパ文字や万葉仮名なども書いてみたかった。

○日本は漢字が伝わる前はどんな言葉を書いていたのかなとこの授業を通して感じました。西洋や中国の言葉は昔から発達していましたが日本はどんな言葉だったのか、また遺跡などに、日本古来から伝わる文字とかが記されていないのかなどが気になります。

○「文字」というのは、普段無意識に使っているけれど、それを客観的に、様々な角度から分析してみると、案外難しく、しかし解説には納得させられました。最も身近なものは人間は全くといって良いほど意識しませんが、今一度振り返ってみることは興味深く、また大切なことだと思っています。私も、これからもこのように身近なものをもう一度みつめ直していきたいと思いました。

レポートにもあるように、これだけ整理された文字が、いわば物心ついたときから身のまわりにあると、何か文字は自然発生的なもののように錯覚してしまう。少し考えると人間が創りあげたものだというのはすぐわかるが、はっきり誰彼が創ったとは言えないものなので、その辺から想像力を働かせて考えて行く。また、西洋を中心にほとんどの国で横書きが定着したのに中国では縦書きなのか、なぜ下から上へ書く書き方は無いのかというような、いろいろな角度から幅広い視点が必要な問題を考える。さらに、楔形文字を実際に刻んでみたり、カリグラフィーペンでゴシック体を書いてみたりすることによって、「自由で豊かな発想力、創造性、独創性」の伸長が図れたのではなかろうか。特に、自己評価シートの集計結果からもわかるように、いろいろな文字を書いたり刻んだりという体験的な学習には意欲的に取り組んだ生徒が多かった。

文字と文字が生み出された場所の地理的条件は密接に関係がある。文化的な背景によっても文字の書き方は左右される。文字を中心に据えて、それらの事柄を考えて行くことで「科学と人間・社会との関係を俯瞰的・総合的に捉える能力」が育まれたものとする。

7. 成果と課題

自分たちにごく身近な文字について様々な角度から考えることによって、気づけなかったところにもいろいろな材料があることを理解していく。それぞれの生徒が、文字について、そのできていく課程であるとか、使用の仕方による変化であるとか、形の変化であるとか、書字方向についてなどを考えていくことによって、他のものについてもどのような歴史があり、どう変化してきたのかということにまで波及していけばと思っている。しかし、文字ひとつとってもこれだけの背景があるのかということに驚く生徒はかなりいるものの、他の事物にまで考えが及ぶ生徒は少なかった。感想文などからもそのことはわかるのであるが、時間数の問題もあるのでなかなか難しいところで、今後の課題となるところである。ただし、一部にはいろいろと考えていこうとしている生徒もいるので、成果があらなかった訳ではない。

もうひとつは、実際の体験を通して文字の成り立ち、その文字がそうなった必然を見ていくというもので、これはかなりの成果があったと考える。楔形文字はなぜ楔の形をしているのか、ゴシック体や楽譜はなぜ線の太さが違うのかなど、わりとよく目にするものだが、実際にそれが刻まれたり、書かれたりしたのに近い道具を使ってみると、その形になってしまうというのがよくわかる。粘土に刻むには、細く削った棒のようなもので絵文字を刻むよりも、三角形に作った輩のペンで押しつけるようにして型をつけた方がはるかに楽であり、それが洗練されれば必然的に楔形になるということ。鳥の羽ペンのように先が平らで横に広がった道具を使えば、線に自ずと太いところと細いところができ、その角度を整えることによってゴシック体の文字であるとか、音符などができてしまうということ。体験的な学習によって、本を読んだり、説明を聞いてもわからなかったところが、当たり前のように理解できたと思う。このような作業的な場面では、ほとんどの生徒が生き生きと取り組んでいるのだが、時間があまり十分とれないのが残念である。

身近なものでも詳しく見ていくことにより、いろいろな背景や法則のようなものがあることを理解し、そのことを別な場面でも活かしていったり広げていったりすることを願っている。

サイエンスⅡ（総合的な学習）－第5学年－

週1単位(35時間)

テーマ 「プレゼンテーション能力の育成」

1. 概要

- (1) これまでに学習してきた自然や社会のさまざまな事象に関するテーマから、グループごとにテーマを設定する。
- (2) テーマに関するデータを収集・整理する。
- (3) 調べたことについてグループで協議しながら、読み手、聞き手を意識した英文にまとめる。
- (4) プレゼンテーションソフトなど視聴覚機器を利用しながら英語でプレゼンテーションを行う。

2. ねらい

興味関心のあるテーマについて資料を読み、それらについて自分の意見を英語でまとめ、視聴覚機器を利用しながら効果的なプレゼンテーションを行う力を養う。

サイエンスプログラムで育みたい能力や資質、態度について、ここでは⑤読解力、表現力、コミュニケーション能力の伸長につながることを目指している。

3. 題材設定の理由

これまでに学んだことについて、英語でまとめ、聞き手を意識した効果的な発表を行うことで、サイエンスでそれまで育まれてきた知識や興味・関心・態度、能力を最大限に生かし、読解力、表現力、コミュニケーション能力をさらに高めることができると考える。

4. 評価の観点およびその趣旨

第5学年におけるサイエンスⅡでは、関心を持った科学的なテーマについて調べ、それについて聞き手にわかりやすく発表する力を育むことを目標としている。そこで、つぎの項目を評価の観点とする。

- (1) 「関心・意欲・態度」 科学的 content について、積極的に調べ理解しようとしているか。
- (2) 「思考・理解」 科学論文の特徴を理解し、論理的に情報を整理しているか。
- (3) 「表現活動」 伝えたい内容を効果的に表現しているか。

5. 年間指導計画（35時間扱い）

| 月 | 単元名 | 学習のテーマ・ねらい | 学習の具体的な内容 |
|---|-------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | プレゼンテーションとは | 効果的なプレゼンテーションのあり方について考える。 | ・効果的なプレゼンテーションを行う際に気をつけなければならないことについて、教師によるデモンストレーションを見ながら考える。 |
| 5 | プレゼンテーション1 | プレゼンテーションの構成の方法と、パワーポイントの使い方の基本を知る。 | ・自然科学系の英文を扱うテキストから担当する英文を読み、4枚程度のスライドを用いると仮定して、それぞれのスライドのトピックセンテンスとその説明の文をプリントに書く。 |
| 6 | | | ・グループで分担してパワーポイントのスライドを作成する。 |
| 7 | | | ・グループごとにプレゼンテーションを行う。生徒による相互評価を行う。 |

| | | | |
|----|------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9 | プレゼンテーション2 | プレゼンテーション1の修正により、効果的なプレゼンテーションを行うために必要な事柄について考える。 | <ul style="list-style-type: none"> ・1学期に行ったプレゼンテーションのフィードバックを行い、どのようにすればさらによい発表になるかグループで考える。 ・1学期のプレゼンテーションに修正を加え、もう一度発表する。 |
| 10 | | 1学期に扱ったテーマの発展または前年度サイエンスIで学習した内容について探究活動を行い、発表内容を考える。 | <ul style="list-style-type: none"> ・グループごとにテーマを決定する。 ・発表内容についてグループで話し合いおよび探究活動を行い、理解を深める。 |
| 11 | | 発表の準備を行う。 | <ul style="list-style-type: none"> ・発表内容を5枚～10枚程度のスライドで表せるよう、日本語でアウトラインを作成する。 |
| 12 | | | <ul style="list-style-type: none"> ・プレゼンテーションに必要な英語表現について学ぶ |
| 1 | | | <ul style="list-style-type: none"> ・発表原稿，パワーポイントによるスライド，ハンドアウトを作成する。 |
| 2 | | | <ul style="list-style-type: none"> ・グループで発表の練習を行う。 |
| | | プレゼンテーションを行い，目標を達成できたか自己評価，相互評価を行う。 | <ul style="list-style-type: none"> ・グループごとにプレゼンテーションを行う。(英語) ・他のグループのプレゼンテーションを聞きながら，相互評価を行う。 ・活動についての反省を行う。 |
| 3 | | 1年間の活動を通して学んだことについて考える。 | <ul style="list-style-type: none"> ・1年間の学習に関して，科学的論文の特徴，プレゼンテーションの方法，内容についての理解の3点から自己評価を行う。 ・アンケート調査によりカリキュラム評価を行う。 |

6. 成果と課題

昨年度の実践において、生徒たちは意欲的にプレゼンテーションを行った。生徒の作品を見ても、聞き手にわかりやすく、効果的に内容を伝えようとする工夫が見られる。効果的な発表について学んだこと、「英語を学ぶ」ことが最終目標ではなく「英語を使って」情報を得たり、自己表現を行うという意識が高まったこと、は上記のアンケートに現れている。

しかしながら、実際にカリキュラムを実践して明確になった課題もある。まず、時間的に生徒の探究活動にかなりの時間と労力を要したことである。もちろん生徒は探究活動によって自らが選んだテーマについて興味関心を高め、幅広い知識を得た。しかし、35時間という限られた時間の中で探究活動から表現活動のための準備にいたるまでのすべてを十分にこなすことができなかった。その結果、

聞き手を意識して英語を話すことが大切であるという意識は高まったものの、それが十分に実行できなかったという生徒の反省も多く見られた。

昨年度の実践を踏まえ、今年度はカリキュラムに以下の改善を加えた。

①初めの授業でまず教師によるプレゼンテーションのデモンストレーションを見るなどの活動を行って「表現活動」についての意識を高める。

②生徒の発表内容についてはあらかじめ程度テーマをいくつか提示した中から選び、これまでの学習をまとめる形にすることによって探究活動に費やす時間を減らす。

その成果と課題については、本原稿の執筆の段階でまだカリキュラム途中のため、別の機に記す。

サイエンスⅡ（総合的な学習）－第5学年－

<単元の指導の事例 1>

サイエンスⅡ プレゼンテーション能力の育成

単元テーマ（題目） パワーポイントを利用したプレゼンテーション1

実施学年（第5学年） 配当時間（16時間） 実践者 國川美智子，高森理絵，山田佳代子，幸建志

1. 単元のねらい・目標

- ・1 学期に学習し、発表したテキストの内容について、またはこれまでのサイエンスプログラムで学習した事柄の中から、テーマを設定し、それについて英語でまとめ、発表する。
- ・プレゼンテーション1の相互評価、反省をもとに、より分かりやすいプレゼンテーションができるよう工夫する。

2. 単元の構成と特色

1) テーマの決定

プレゼンテーション1と同じグループで、プレゼンテーション1で使用した英文およびその補足資料、またはこれまでサイエンスで学習した内容のいずれかから、発表テーマを決定する。

2) 発表資料の準備

発表構想案を作成し、それに基づいてスライドと内容の原案を作成する。

3) 発表資料の作成

原案に基づき、スライドと原稿を作成する。聞き手にわかりやすくということを意識しながら発表の練習を行う。

4) プレゼンテーション

各グループ10分以内で、英語でプレゼンテーションを行う。

その内容について、相互評価を行う。

5) 活動の反省

プレゼンテーション2の活動を振り返り、プレゼンテーション1の段階からどのような変化があったか、考えたことについてグループでまとめる。

3. 本単元における 評価の観点と評価方法

1) 関心・意欲・態度

ア 積極的にプレゼンテーションの準備をしているか。

2) 思考・理解

ア 科学論文の特徴を理解しているか。

3) 表現活動

ア パワーポイントを効果的に利用しているか。

イ 平易な英文を使うなど、聞き手にわかりやすいように工夫して発表しているか。

1) アは、探究活動の観察、およびレポートにより評価する。

2) アは、プレゼンテーション原稿の構成により評価する。

3) アは、プレゼンテーションにより評価する。

イは、原稿およびプレゼンテーションにより評価する。

4. 単元計画 これまでに学習したサイエンスの内容について発表する (配当時間計16時間)

| 題目(配当時間) | 学 習 内 容 | 指導上の留意点・評価 |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| テーマの決定 (1時間) | プレゼンテーション1の反省に基づき、プレゼンテーション1のために講読した資料とその補足資料、またはこれまでのサイエンスで学習した内容から、テーマを決定する。 | |
| 発表構想案の作成 (1時間) | 決定したテーマについて、イントロダクション、本論、結論、を簡潔にまとめた構想案を作成する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・論理的な構成となるように促す。 |
| スライド原案の作成(5時間) | 構想案に基づき、各グループ 10 枚程度のスライド図案と原稿案を作成する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・原案は手書きで行う。各スライドとも、そのスライドで最も訴えたいことは何かを 1 文で表し、スライドの目的を明確にさせる。 (観点1のア, 2のア) ・資料の信憑性についても注意させインターネットだけではなくこれまでのサイエンスで利用した資料、図書館の資料なども参照させる。 |
| スライドの作成 (5時間) | 図案に基づいてスライドを作成し、英文原稿を完成する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・発表原稿には、パワーポイントの切り替えのタイミングなども記入し、グループでの役割分担が円滑に行われるように注意させる。 ・効果的なスライドになるよう、配色や文字の大きさ、アニメーションの使用など、1学期の学習を思い出させる。 ・限られた時間内で完成できるよう効率よくスライドを作成するように促す。 ・参考文献などについては必ず記載するように注意させる。 ・聞き手にわかりやすい英文になるよう、意識させる。 (観点1のア, 3のイ) |
| リハーサル (1時間) | スライド、原稿の微調整をし、各グループで発表練習を行う。 | <ul style="list-style-type: none"> ・発表者とコンピュータの操作を分担し、発表とスライドのタイミングが合うように練習させる。 ・聞き手にわかりやすい話し方を工夫させる。 |

| 題目(配当時間) | 学 習 内 容 | 指導上の留意点・評価 |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 発表 (2時間) | 各グループ10分以内で発表を行う。各発表について相互評価を行う。 | <ul style="list-style-type: none"> ・これまで学習した効果的なプレゼンテーションについての工夫を思い出させる。 ・相互評価において具体的なコメントを書かせる。 (観点3のア, イ) |
| 活動の反省 (1時間) | 評価のフィードバックを行い、プレゼンテーション1の反省が活かされたか、よいプレゼンテーションとはどのようなものか、について考えてまとめる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・評価項目について具体的に活動の反省をさせる。 |

5. 指導のポイント

- ① 構想案を作成させることで、科学論文の構成を意識させる。
- ② スライド原案において、各スライドで何を表したいかを記入することで、スライド使用の目的を明確にさせる。
- ③ プレゼンテーション1の反省を活かし、聞き手を意識してわかりやすい発表になるように工夫させる。
- ④ 限られた時間内に準備が終えられるよう、効率よく作業ができるように注意させる。

6. カリキュラム評価

(1) 生徒によるカリキュラム評価

昨年度の3月に、5年生112名を対象にカリキュラムについて次のアンケート調査を行った。そのアンケート内容を次に示す。

質問Ⅰ これまでのサイエンスⅡの探究活動を振り返って、自分の取り組みや様子について自己評価をしてください。

1. 意欲的に活動することが出来た。
2. 収集した情報を目的に沿って分析することが出来た。
3. 研究テーマについてデータをもとに考えを深めることが出来た。
4. 探求するテーマを自分たちで焦点化することが出来た。
5. 科学的な論文の構造が理解できた。
6. 効果的なプレゼンテーションにするために工夫することが出来た。
7. 論理的な発表の展開について理解できた。
8. プレゼンテーションを行うときにどのようなことに注意すればよいか理解できた。

評定尺度（5段階）

5 — 4 — 3 — 2 — 1
強くそう思う そう思う どちらともいえない そう思わない 強くそう思わない

質問Ⅱ サイエンスⅡの授業を通して、自分が探求したテーマに関する興味・関心や考え方はどのように変わりましたか。

質問Ⅲ サイエンスⅡを通して、自分にどのような力がついたと思いますか。

Iの結果は次のようになった。カッコ内は全体の割合を示す。

| | | | | | | |
|-----|---------|---------|---------|--------|--------|---------|
| 項目1 | 5 (26%) | 4 (48%) | 3 (20%) | 4 (4%) | 5 (2%) | |
| 項目2 | 5 (22%) | 4 (60%) | 3 (14%) | 4 (4%) | 5 (0%) | |
| 項目3 | 5 (22%) | 4 (61%) | 3 (12%) | 4 (1%) | 5 (2%) | 無記入(2%) |
| 項目4 | 5 (22%) | 4 (49%) | 3 (26%) | 4 (2%) | 5 (1%) | |
| 項目5 | 5 (13%) | 4 (50%) | 3 (34%) | 4 (3%) | 5 (0%) | |
| 項目6 | 5 (23%) | 4 (52%) | 3 (21%) | 4 (3%) | 5 (0%) | 無記入(1%) |
| 項目7 | 5 (22%) | 4 (51%) | 3 (23%) | 4 (2%) | 5 (2%) | |
| 項目8 | 5 (46%) | 4 (46%) | 3 (5%) | 4 (2%) | 5 (1%) | |

Ⅱ、Ⅲは自由記述の形で行ったが、Ⅱについては「テーマについて関心が高まった」「テーマについて知識が増えた」と感じている生徒が大半であった。また、「さまざまな資料を調べることによってテーマについて多角的にとらえるようになった」というコメントをする生徒もいた。

Ⅲについては「プレゼンテーションソフトの効果的な使用法を理解した」という記述が多くあった。論理的な思考力についての記述や、英語力についての記述も多くある。

Ⅱにおける生徒の意見の例

- ・どんな謎でも漠然と考えを終わらせるのではなく、科学的・論理的に考えられることがわかった。
- ・インターネットが万能ではない。扱ったテーマについてはわからないことも多々あるということを知り、さらに興味を持った。
- ・今まで抽象的に物事の良し悪しを決め付けていたが、具体的に探求し、なおかつ順序を追って論理的に説明することによって物事の深さを発見すると同時に親近感がわいた。

Ⅲにおける生徒の意見の例

- ・伝えたいことを要約してまとめる力がついたと思う。英語に直すのに簡単な単語を使ってわかりやすくする力も少しついたと思う。
- ・他の班の発表を聞いていて、ゆっくりと句切れを入れながら読んだほうが相手の理解を促すことや、スライドもあまり色を使わずシンプルなほうがいいことなどがわかった。
- ・テレビなどから得られる情報を批判的に見る力だと思う。たくさん情報が飛び交う中でどれが事実に近いものなのかを見極める力をこれからどんどん身につけていこうと思う。

(2) 教師による評価

まず実際に視聴覚機器を使いながら英語によるプレゼンテーションを行ってみることによって、「聞き手を意識する」とはどのようなことか、どのような工夫が必要かを考えさせるために、2回のプレゼンテーションを行った。

2回のプレゼンテーションを行うということで時間をかなり要し、またどのように(1)から(2)に発展させればよいのか戸惑いのあるグループも見られたが、概ねその目標は達成されたと思われる。特に2回目のプレゼンテーションのリハーサルでの自己評価においては、英語のスピードやプレゼンテーションソフトとの連動の仕方、発表の構成について言及しており、何に注意してプレゼンテーションを行えばよいか意識できていた。

しかしながら探究活動にかなりの時間を要し、英文の構成や、書いた原稿の校正のための時間が十分にとれなかったことは課題である。

7. 成果と課題

昨年度の実践において、生徒たちは意欲的にプレゼンテーションを行った。生徒の作品を見ても、聞き手にわかりやすく、効果的に内容を伝えようとする工夫が見られる。効果的な発表について学んだこと、「英語を学ぶ」ことが最終目標ではなく「英語を使って」情報を得たり、自己表現を行うという意識が高まったこと、は上記のアンケートに現れている。

しかしながら、実際にカリキュラムを実践して明確になった課題もある。まず、時間的に生徒の探究活動にかなりの時間と労力を要したことである。もちろん生徒は探究活動によって自らが選んだテーマについて興味関心を高め、幅広い知識を得た。しかし、35時間という限られた時間の中で探究活動から表現活動のための準備にいたるまでのすべてを十分にこなすことができなかった。その結果、聞き手を意識して英語を話すことが大切であるという意識は高まったものの、それが十分に実行できなかったという生徒の反省も多く見られた。

昨年度の実践を踏まえ、今年度はカリキュラムに以下の改善を加えた。

- ①初めの授業でまず教師によるプレゼンテーションのデモンストレーションを見るなどの活動を行って「表現活動」についての意識を高める。
 - ②生徒の発表内容についてはあらかじめ程度テーマをいくつか提示した中から選び、これまでの学習をまとめる形にすることによって探究活動に費やす時間を減らす。
- その成果と課題については、本原稿の執筆の段階でまだカリキュラム途中のため、別の機に記す。

3 サイエンスⅢ（教科で取り組むプログラム）のカリキュラムと実践

サイエンスⅢ（教科の単元開発） 国語科（現代文）

第5学年 全9時間

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 単元名 (題材名) | 科学者の書いた文章を読み、現代社会における科学の意味を考える。 |
| 概要 | 1 科学者の書いた文章を読み、科学者の見方に関心を持つ。 2 科学者の書いた文章を読み、内容を理解し、書き手の思考の型をつかむ。さらに、書き手の思考について自分の考えをまとめる。 |
| ねらい | 1 論理的な思考力を養う。 2 科学者の「人間のとらえかた・社会についての考えかた」を学ぶ。 3 現代の社会における科学と関わる事象に注目し、科学の意味を自分で考える。 |
| 題材設定 の理由 | 科学者の書いた文章が現代の評論文の中で重要な部分を占めている。多くの読者は、科学に関する知識を得るだけのために読むわけではないだろう。かつて「文学論」が、「文学」だけの問題としてではなく、人間のあり方・人生論として読まれてきた。そのように、科学者の書いた文章が、この時代を生きていく人間のあり方・これからの課題を考えるための一つの指針として読まれている。 しかし、読まれ方は似ているが、そこで問題にしようとしているレベルは随分違うように思う。前者が社会・家族・個人というレベルでの生のありようを問題化しようとしてきたのに対し、後者は人類・地球環境というレベルで人類存亡のための科学研究の方向や生活のありようを問題化しようとしているものが多い。 ここでは、多田富雄・長谷川真理子・柳澤桂子の3人の科学者の文章を読む。それぞれの文章に現れた科学と人間についての見方・考え方を読み取り、それを問題化し、科学をどのようにとらえ、その中でどのように生きていくのかを考えさせたい。 |
| 評価の観点および その趣旨 | ア 関心・意欲・態度 科学者の考え方に対する興味・関心を深める。 イ 話す・聞く能力 科学の意味について自分で考えたことを分かりやすく発表する。 ウ 書く能力 科学について分かったこと・考えたことを適切に文章に表現する。 エ 読む能力 科学者の文章を読み取り、論理的な思考力を身につける。 オ 言語についての知識・理解 科学者の文章の要点を表す用語を理解する。 |
| 学習指導 要領との 関係 | 「高等学校学習指導要領」「第2章 第1節第2款の第3 国語総合」「3 内容の取扱い」の(6)で「(オ) 科学的、論理的な見方や考え方を養い、視野を広げるのに役立つこと。」とあり、「第4 現代文」「3 内容の取扱い」の(4)で「ア 論理的な文章を読んで、書き手の考え方やその展開の仕方などについて意見を書くこと。」とある。この学習は、「学習指導要領」の枠の中に入るもので、その趣旨に添ったものだといえる。しかし、「学習指導要領」では教材の内容や取り扱い方を具体的に指定はしていない。この学習は、特に「科学」という題目を設定し、科学者の書いた文章を、教材として選び、視点を定めて読み、そこから学習者が科学について考えていくものである。 |

単元計画（実施時間：全9時間）

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価の視点 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>多田富雄 『独酌余滴』 を読む。 (3時間)</p> | <p>第3章「生命のふしぎ」の中の「生命のふしぎ」「人権と遺伝子」を読む。</p> <p>-----</p> <p>「手の中の生と死」「落葉と生命」「宇宙と生命」を読む。</p> <p>「広大な時間とスケールの中で人間の生き方を考える」ということについて考え、書く。《A》</p> <p>-----</p> <p>《A》をまとめたプリントを読み、感想を述べ合う。</p> <p>「共生と共死」を読む。</p> | <p>この単元を通して、科学をどのようにとらえるのか、その中でどのように生きていくのかを考えていくことを指示する。</p> <p>評価の視点</p> <p>① 文章の論理を読みとっているか。</p> <p>② 多田富雄の生命についての見方・考え方に興味をもち、考える態度を身につけているか。</p> |
| <p>長谷川真理子 『生き物をめぐる4つの『なぜ』』 を読む。 (2.5時間)</p> | <p>第7章「人間の道徳性」を読む。</p> <p>「道徳性とは何か」「道徳性の至近要因」「道徳性の発達要因」を読み、まとめる。</p> <p>-----</p> <p>「道徳性の究極要因」「道徳性の系統進化要因」を読み、まとめる。</p> <p>-----</p> <p>生徒作品を用い、全体を振り返る。</p> | <p>評価の視点</p> <p>① 長い文章の論理を読みとり、要点をつかんでいるか。</p> <p>② 安易な結論で満足せず、なお追求し続けようという長谷川真理子の研究姿勢について考えているか。</p> |
| <p>柳澤桂子 『生と死が創るもの』 を読む。 (1.5時間)</p> | <p>第4章「生と死が創るもの」の中の「科学信仰の罪と罰」を読み、初発の感想を書く。</p> <p>-----</p> <p>「科学信仰の罪と罰」での、筆者の科学(医学)に対する思いを読み取る。</p> <p>柳澤桂子『生きて死ぬ智慧』『認められぬ病』それぞれのあとがきを読む。</p> | <p>評価の視点</p> <p>① 「科学の有効性と問題点」をとらえているか。</p> <p>② 柳澤桂子の問題意識の大きさや問いかけの重さを受け止めて考えているか。</p> |
| <p>「『科学』について考えたこと」 を書く。 (1時間)</p> <p>「『科学』について考えたこと」 (生徒作文)を 読み合う。 (1時間)</p> | <p>本単元を通して考えたこと、改めて考えたいことを書く。《B》</p> <p>-----</p> <p>《B》をまとめたプリントを読み、感想を書き、発表し合う。</p> | <p>評価の視点</p> <p>① 科学や人間に対する認識を深めているか。</p> <p>② 学習者の考えが明確に書かれているか。</p> <p>③ 同級生の考えに触発されて、より認識を深めているか。</p> |

生徒作品例

「広大な時間と空間のスケールの中で人間の生き方を考える」ということについて、どう考えるか。

(前述の《A》の一部)

①現在、科学技術が発達して、物事をミクロの視点でも、マクロの視点でもとらえることができるようになってきた。現代社会の問題やそれに対する議論などを考えてみると、私もこの「マクロの視点で人間の生き方を考える」ことが重要だと思う。小さな視野で考えると人間は利己的になりがちなのではないだろうか。広大な時間と空間のスケールで「生命」を考えると、そこに計り知れないほどの(天文学的数字の)奇跡がつまっていることがわかる。宇宙、銀河系、地球が存在しているということ、さらにその上で生命が生まれ、人間が生まれ、今、自分がここにいる。これは奇跡としかいいようがないと思う。そのことをかみしめて生きる、また生き方を考えるということで、ずいぶん生き方、考え方は変わるのではないだろうか。

②科学者には大切な視点だろうと思う。特に地球規模の環境を変えてしまうような研究をする人や、宇宙の研究をする人などには。そうでなくても、自分たちの活動が数百年後や数千年後に地球や宇宙にどんな影響を与えるかということは、科学者でない一般人でも少しは考えなければいけないと思う。高度に科学が発展した時代だから、一人一人が気をつけるべきことだ。ただ、私自身は折角人間に生まれたから、身近な人間界のゴチャゴチャした狭い世界で生きていくつもりです。右のような話をたまに思い出しつつ…。

③私は自分の生き方を考えるときにスケールの大きい幸せと小さい幸せを考える。この文章でも書いてあるように、私たちが生きてる世界は知り尽くせないほど果てしなく大きい。その中で大きい方の考え方は、全世界に対する自分たち「人間」の小ささを充分自覚して、その中で広く広く生きていくということだ。常に全体の中の「人間」を考えて、全体の幸せを考える考え方だ。でも、それだけじゃなくて、スケールとか全然考えずに、自分の周りの世界、小さい世界の幸せを大切にする考え方もある。例えば家族が病気になったら一生懸命看病して、みんなで笑って、流行とか世の中の動き関係なしに、自分の生きてる世界の中で精一杯生きることも大切だと思う。自分をどんどん広げていくか、それとも自分の中をどんどん密なものにしていくか、どっちもすることができるのかなあとよく考えたりする。

『科学』について考えたこと(前述の《B》の一部)

④科学というのはほとんどの場合、物事を数値化、つまり数字という概念を用いて分析していくものだと思う。数字はどんな言葉よりもはるかに、絶対的、抽象的である。というのは言葉には人によって様々な意味に解釈されるからだ。(例えば、「花」という言葉は、意味するところが一人一人違う。) そうすると、数字を用いる科学は非常に抽象的で、具体的な日常からはかなり離れた存在であると思う。「具体的な日常」とは、普段、私たち人間が見聞きし感じるものだから、「身体」とか「自然」とかいう言葉に置き換えられると思う。つまり、科学は身体と分離しているのだ。

となると、医学というのは難しい。医学は人間の身体を取り扱う学問である。つまり、科学である。ところが、医学は常に身体と関わっていなければならない。医学とは科学であって科学でないのだ。医学が科学であればあるほど、身体が無視され、その痛みを受ける。(ガン細胞を殺すために作られた抗ガン剤があったとしたら、それは身体が耐えられないかもしれない。) 逆に医学が科学でなければその発展は見込めない。

このジレンマを解消するのが、倫理とか道徳なのではないか、と思う。

⑤現代社会で生きている我々には科学からのがれることはできない。科学によって人々が支配されていると言っても過言ではないだろう。「科学的」というその言葉があるだけで、人々はたいていのことは信じてしまう。柳澤さんが文章中で述べていたように、人々の心の中には確実に「科学は絶対」という考えが広くはびこっている。現代社会ではほぼ全ての事柄が科学の土台のもとに存在している。つまり、科学で証明されていないことは「不確実な事柄」として世に伝わる。このように、科学の力

が絶対的な権力をふるっているのが現代社会だ。

それならば、自分たちはどのように科学と向き合っていけばよいのだろうか。キーワードは、「科学は絶対」だろう。右で言ったこの言葉は、「科学で論じることのできないものなど、この世にない。つまり、論じれない事柄は存在しない事柄だ。」という宗教じみた「科学信仰」だ。これを言いたいのではなくて、言葉そのままの意味としてとらえればよいのではないだろうか。「科学によって証明可能かどうかは全く無関係で、科学で証明できたものは不変の事実」という、ただそれだけのこと。柳澤さんの文章で、科学が多くのを切り捨てていることを知った今ならよくわかる。確かに、科学で証明できないものの中には存在しないこともあるかもしれない。でも、科学が切り捨てた要素の中に事柄の要因となるものが眠っているかもしれない、というのは誰も否定できない。

結局、自分たちが科学に対してとるべき道は、「肯定を信じ、否定を信じない」ということだろう。柳澤さんの苦しみは、医者に「症例に『ない』から心理的なもの」と診察されたのが始まりだった、というのは、この道を信じるべきだという例として十分な説得力があるだろう。

⑥科学者とは、私の中では排他的で、どちらかといえば利己的な存在だというイメージがあった。実験結果だけを盲目的に信頼し、そこから抽象した公式だけを真実とする。実際の社会とは切り離された次元に存在するものと捉えていたからだ。もちろん、実験室に独りこもって研究に打ち込むといった、彼らに対するステレオタイプがあったのも間違いない。

しかし、実際にはそうではないのかもしれない。多田富雄、長谷川真理子、柳澤桂子、この三者ともに私は人間の温かみを感じた。人間と科学の関係の在り方とは、本来の人間のあるべき姿とは、ということに常に思考を巡らせながら、科学に従事している人がいる限り、私たちが科学に飲み込まれてしまうことはないだろう。

同時に、私たち科学の発展に携わらない人々の、科学の受け入れ方とは。(いや、受け入れられるうちはいいが、より科学が肥大化して飲み込まれてしまっただけではいけない。)人々は、なぜ科学をはじめたのだろう。人間の知りたい欲求だけでなく、よりよい生き方のためにそれが必要だったと思う。よりよく生きるために、与えられたものを受け入れるだけでよいのだろうか。私は、私のために、生活と切っても切り離せない科学に飛びついていきたい。

成果と課題

教材発掘力が挙げられる。「科学者の書いた文章を読み、現代社会における科学の意味を考える。」という単元を組み、実際の授業を構築していく上で、多くの科学者の書いた文章を読んだ。ただ面白いだけではなく、生徒たちの世界認識を深化・拡充させうる学習材を見いだしていく。その際には、同僚の知恵や読書経験を交流することにもなり、その点にも意義が見いだせる。

また、単元構成力も挙げることができる。どのような文章を、どういう順番でどのように読ませるか。実際に授業をしてみて、生徒たちの反応から今回使用した学習材とその分量、読ませる順番やその方法は適当であったと判断される。有意義な取り組みができた。

サイエンスⅢ(教科の単元開発) 社会科①(歴史的分野)

第2学年 全5時間

| | |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 単元名 (題材名) | 「科学の窓」としての長崎 |
| 概 要 | 中学校3年生の LIFE の授業で長崎を学習する前提として、社会科歴史的分野の授業の流れの中で、表記のテーマを1つの単元として構成された内容を学習し、自然科学に対する理解を深める。 |
| ねらい | 社会科歴史的分野では、古い時代から新しい時代に向けて歴史を学ぶ。いつの時代でも、中国の文化が、欧米の文化が、直接又は間接的に日本に伝来し、あらゆる階層の、あらゆる地域の人間の生活に融合され、現在の日本の文化の基本的な部分を構成してきた。当単元は、その流れの中で、いわゆる鎖国の時代である江戸時代、日本という国に、洋学といわれる学問が流入したことを例として、研究開発のねらいのうち、②「科学技術への興味・関心・態度」、④「課題発見、主体的に判断し解決していく能力」などを育成するため、科学の役割やその重要性を歴史的視点から考え、探求・分析・考察を経て課題を解決する資質や能力を育成する。それらを通じて、⑦「科学と人間・社会との関係を俯瞰的・総合的に捉える能力」を、文化の発生と伝播、融合と発展という視点から、長崎に伝来したさまざまな自然科学の思想や技術がいかに日本国内に融合し定着し発展したのかを知ることによって育成できると考える。 |
| 題材設定 の理由 | 文化の伝来と普及という場合の「文化」は、絵画や仏像など狭義の文化(いわゆる文化財)だけではなく、広く人間が生み出した思想や技術なども包含する。この視点から、数が少なくとも、文化としての自然科学の伝来と普及を歴史的観点から知ることが、現在の私たちが何気なく生活している中で、意外と気付かない科学的ものの考え方に触れるきっかけともなる。身近な事象を例として人類の叡智を知ることが、深くものごとを知ろうとする、対象に対する意欲・関心を喚起することにもなると考える。 |
| 評価の観 点および その趣旨 | <ul style="list-style-type: none"> ・主体的に研究に取り組んでいるか 単元の意義を十分に理解し、興味・関心を持って研究に取り組むことができるということは、積極的・主体的学習姿勢の基本である。 ・論理的かつ合理的思考が行えているか 他の班員の意見も取り入れながら、自らの意見を効果的かつ簡潔に表現できる能力が育成されることは、他の単元・題材などにおいても応用できる。 ・広い視野に立って論を構成できているか 現在に至る日本の長い歴史の中で、様々な知識を援用して地域・時代の特色をとらえ、それを世界の科学の歴史をふまえて述べるができることは、ものごとを多角的な視点・視野から見ることができるようになるために必要な能力である。 <いずれの観点も単元実施中または実施後の自己評価・相互評価によって検証する。> |
| 学習指導 要領との 関係 | 「国家・社会及び文化の発展や人々の生活の向上に尽くした歴史上の人物と現在に伝わる文化遺産を、その時代や地域との関連において理解させ、尊重する態度を育てる。」という学習指導要領上の目標においてはその枠内で実施可能であるが、長崎を窓口とした近世外来文化の伝来と普及に関する本主題学習の学習方法・内容を、中世・古代というふうには時代を遡って演繹的に応用するという意味では枠外となる。 |

単元計画（実施時間：全5時間）

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点 |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>「洋学という科学」 (1時間)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・なぜ鎖国時代に「洋学」を学ぶことができるのか ○享保の改革以降，幕府は率先して実学的洋学を輸入し，国民の生活を豊かにするために利用した。 | <ul style="list-style-type: none"> ・「甘藷」はその典型的な例であり，語学の学習も積極的に行われたことなどを取り上げる ・青木昆陽，野呂元丈，杉田玄白，大槻玄沢など，日本の蘭学者たちの軌跡と努力を紹介する |
| <p>「科学の窓」 長崎 (1時間)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・長崎から輸入された外国の文化は，どのように日本に広まったか ○長崎に伝来した洋学を学びに，2000人以上の日本人が長崎に遊学し，そこで様々なことを学んだ人々が全国にその知識を伝えた。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ドーフ(辞書)，シーボルト(日本研究)，高野長英(医学)など，当時の日本の技術や思想の発展に尽くした人物の歴史をたどる。 |
| <p>「長崎ことはじめ」 (2時間)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・長崎が日本で最初といわれるものには，何があるのだろうか。 ○「長崎ことはじめ」の番付表を見て分類し，それぞれの班で調べてみよう。 | <ul style="list-style-type: none"> ・食べ物，草花，楽器，動物などもあるが，技術や思想に限って調べさせる。 ・発表は班ごとに行う。 |
| <p>「日本ことはじめ」 (1時間)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・他に，日本で最初といわれる思想や技術には何があるのかをいろいろな時代で考えてみよう ○暦・墨・紙など，いつ，誰が日本に伝えたのだろうか | <ul style="list-style-type: none"> ・意見を出し，班ごとにまとめて発表しあう。 ・以後の研究・調査・分析は各自の課題とする。 |

サイエンスⅢ（教科の単元開発） 社会科①（歴史的分野）

＜単元の指導の事例＞

| サイエンスⅢ 社会科（歴史的分野） | | |
|-------------------|--------------|------------|
| 単元テーマ（題目） | 「科学の窓」としての長崎 | |
| 実施学年（中学校2年） | 配当時間（5時間） | 実践者（大江 和彦） |

1. 単元のねらい・目標

本単元は、中学校3年生の LIFE の授業で長崎を学習する前提として、社会科歴史的分野の授業の流れの中で、表記のテーマを1つの単元として構成された内容を学習し、自然科学に対する理解を深めることをねらいとしている。

社会科歴史的分野では、古い時代から新しい時代に向けて歴史を学ぶ。いつの時代でも、中国の文化が、欧米の文化が、直接又は間接的に日本に伝来し、あらゆる階層の、あらゆる地域の人間の生活に融合され、現在の日本の文化の基本的な部分を構成してきた。その流れの中で、いわゆる鎖国の時代である江戸時代、日本という国に、洋学といわれる学問が流入していた。文化の発生と伝播、融合と発展という視点から、長崎に伝来したさまざまな自然科学の思想や技術が、いかに日本国内に融合し定着し発展したのかを知る。文化の伝来と普及という場合の「文化」は、絵や仏像など狭義の文化（いわゆる文化財）だけではなく、広く人間が生み出した思想や技術なども包含する。この視点から、数が少なくとも、文化としての自然科学の伝来と普及を歴史的観点から知ることが、現在の私たちが何気なく生活している中で、意外と気付かない科学的ものの考え方に触れるきっかけともなる。身近な事象を例として人類の叡智を知ることが、深くものごとを知ろうとする、対象に対する意欲・関心を喚起することにもなると考える。

2. 単元の構成と特色

本単元は、5時間構成で、以下のような計画である。

- 「洋学という科学」 （1時間）
- 「科学の窓」長崎 （1時間）
- 「長崎ことはじめ」 （2時間）
- 「日本ことはじめ」 （1時間）

まずは、「洋学とは何か」を考えさせることとなる。さまざまな解釈があるが、科学とは、ものごとを論理的かつ客観的に考える際のもっとも基本的なよりどころとなる方法である。そして、当時の人々にとって、言語の違いこそあれ、洋学こそが科学であり、物事の本質に迫ることができる本心から納得できる新たな論理であった。そしてそれは、学問のための学問ではなく、実学としての学問であった。度重なる飢饉から人々を救うことができるものは何か。サツマイモという今でこそどこにでも見られる野菜は、このとき備荒貯蓄野菜としてはじめて研究の対象となり、その成果として、痩せた土地でも短期間で栽培できるこの野菜が、何万人という人々の命を救うことになる。「洋学という科学」は、このとき初めて日本の中に息づいたのである。

あまりにも大きな成果から見れば、その際に払われた努力と労力は微々たるものであるが、便利さとモノにあふれた現代社会を生きる私たちにとって、科学の歴史を学んで初めてそこに人々の英知と意志を深く感じることができる。

江戸時代の「科学の窓」は長崎であった。最先端の科学が日本に伝来し、医学を始めとした学問・楽器・生活用品・織物など、長崎に行かなければ学ぶことができないものがあふれるほどであった。林子平・最上徳内など当代を代表する学者や思想家が、長崎の風にあふれて人生における大きな転換を迎えることも少なくなかった。ドーブ・シーボルトなどの外国人も、日本人のその旺盛な知識欲に応じてもてるものの多くを与えようとした。このことは、科学という橋を通じて、国籍や人種などが乗

り越えたという、鎖国状況下においては特異ともいえる状態であった。

長崎には、日本で初めてといわれるものがたくさんある。技術・思想・食べ物と種々の事始めがあるが、現在につながるものが多いことに気づく。それぞれの事始めにたくさんの人間の思いが込められているのである。これをさまざまな方法で研究・発表し、現代社会に流れる先人の英知を知る機会としたい。さらに、長崎だけではなく、日本の中で最初とされるもの、世界の中で日本が最初とされるものなどへ研究の幅を広げてゆく機会となればなおよい。

3. 本単元における評価の観点と評価方法

情報があふれかえる現代社会において、生きてゆく上で必要な情報を取捨選択しつつ取り込み、活用できる能力は、これからさらに必要とされていくはずである。このような観点から、本単元の第1の評価の観点は、①さまざまな情報を、目的に対して効率よく取捨選択できる能力を身につけられたか。としたい。書籍のみならず、インターネットで検索して抽出される情報への対処は、特に重要である。情報の提供元（出典）、情報の提供目的、情報の提供内容などを十分に考慮して、発表資料に載せることができるように、評価の重要な観点としたい。評価の方法は、資料作成の段階での出典記入とその内容の妥当性の判断を事前に教員が行い、ABCの3段階とする。（資料への出典記入とその妥当性に関する吟味をどのように行ったかを発表時に明言することを予め指導しておく。）

A…発表資料に出典を記入し、どのような目的で述べられた資料かを明言しており、発表目的に照らして妥当性がある

B…発表資料に出典を記入しているが、資料の妥当性に関する吟味を行っていない

C…発表資料に出典を明記しない

また、②日本の科学の芽生えと発展に関し、主体的な関心を持って意欲的に学習し、取り組むことができる能力を身につけることができたかを評価の第2の観点としたい。言うまでもないことであるが、興味・関心が問題解決への重要なポイントとなる。評価の方法としては、資料作成時の各班の生徒の行動を注意深く観察し、毎時間提出させる学習カードの自己評価の2点により、ABCの3段階とする。

A…班ごとの話し合いと資料作成・発表までの流れの中で、積極的に活動し、与えられた役割を十分に果たした

B…班ごとの話し合いと資料作成・発表までの流れの中で、与えられた役割を果たした。

C…班ごとの話し合いと資料作成・発表までの流れの中で、与えられた役割を十分に果たせなかった。

また、③具体から抽象へと、科学の発展を毎日の生活の中のさまざまな現象に敷衍し、多角的思考と意義付けが行える能力を身につけることができたか。という観点を第3の評価の観点としたい。

②の観点に基づき、発展的な学習として、毎日の生活における科学的視野の広がりを目指す。毎日当たり前のように存在するものを、なぜそれはそこに存在するのか、そのモノのルーツは何か、そのモノにはどのような将来性が存在するのか、を考え、そのためにはどのような方策が適切であるかを考え、めあてをつけることができるかどうかを評価のポイントとしたい。方法としては、事後のプリント配布により、以下の項目を自らの考えで記入できるかどうかを問う。

A…資料作成・発表で学んだ方法に沿って、2つ以上の対象について目的・方法・内容の概要を述べている

B…資料作成・発表で学んだ方法に沿って、1つ以上の対象について目的・方法・内容の概要を述べている

C…資料作成・発表で学んだ方法に沿わず、目的・方法・内容の概要を述べることもできない。

4. 単元計画

| 単元計画 (実施時間: 全5時間) | | |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点 |
| 「洋学という科学」 (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ・なぜ鎖国時代に「洋学」を学ぶことができるのか ○享保の改革以降、幕府は率先して実学的洋学を輸入し、国民の生活を豊かにするために利用した。 | <ul style="list-style-type: none"> ・「甘藷」はその典型的な例であり、語学の学習も積極的に行われたことなどを取り上げる ・青木昆陽、野呂元丈、杉田玄白、大槻玄沢など、日本の蘭学者たちの軌跡と努力を紹介する |
| 「科学の窓」 長崎 (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ・長崎から輸入された外国の文化は、どのように日本に広まったか ○長崎に伝来した洋学を学び、2000人以上の日本人が長崎に遊学し、そこで様々なことを学んだ人々が全国にその知識を伝えた。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ドーフ(辞書)、シーボルト(日本研究)、高野長英(医学)など、当時の日本の技術や思想の発展に尽くした人物の歴史をたどる。 |
| 「長崎ことはじめ」 (2時間) | <ul style="list-style-type: none"> ・長崎が日本で最初といわれるものには、何があるのだろうか。 ○「長崎ことはじめ」の番付表を見て、分類し、それぞれの班で調べてみよう | <ul style="list-style-type: none"> ・食べ物、草花、楽器、動物などもあるが、技術や思想に限って調べさせる。 ・発表は班ごとに行う。 |
| 「日本ことはじめ」 (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ・他に、日本で最初といわれる思想や技術には何があるのかをいろいろな時代で考えてみよう ○暦・墨・紙など、いつ、誰が日本に伝えたのだろうか | <ul style="list-style-type: none"> ・意見を出し、班ごとにまとめて発表しあう。 ・以後の研究・調査・分析は各自の課題とする。 |

※各班が作成した資料や発表のようすについては、紙面の都合上割愛した。

5. 指導のポイント

インターネットや書籍を通じた調べ学習は、ともすれば調べてまとめて終わりという形になりがちである。調べ学習の本質は、情報の取捨選択と分析・まとめのための独自の視点をどこに据えてまとめるかという点にある。出典の明記と分析視点の確定は、個人ではなく班単位での指導としては非常に難しい。これらのことをふまえ、仮説を立て、検証し、分析視点を再検討し、よりよい分析視点の設定を行えるよう配慮する必要がある。実際の授業では、班ごとの話し合いは一見活発なように見えても、実のあがらない話し合いに終始してしまう場合が多かった。それゆえに、授業では、「汽車」を例として、汽車の分類・システムと汽車の過去・現在・未来を視野に入れ、具体的な視点の設定方法とその問題点、よりよい視点設定の方法と経過について話をした。その結果、1班＝「電信機」2班＝「種痘」3班＝「石橋」4班＝「写真」5班＝「印刷・活版」の分担となった。8人のグループで話し合い、図書館やインターネットの検索で調査を開始し、それぞれがテーマに沿って調べた内容を分析し始めた。2班の「種痘」では、日本で牛痘法による種痘が成功したのは1849年、佐賀藩の医師榎林宗健と長崎のオランダ人医師モーニックが協力して成功させたとされているが、実は25年も前に蝦夷地で種痘を実施した人物がいるという事実にとり着いた。では、なぜ「長崎ことはじめ」

7. 成果と課題

6においても述べたが、生徒にとって、自分の興味があるテーマを調べることができることは、意欲的な学習につながったと考える。江戸時代という時代の学習内容を学ぶのではなく、ものごとには切り口を変えればいろいろなもの見方ができることを学ぶという点で、他の教科にも援用できる新しい学習方法と内容につながったと考える。

課題としては、第1に学習方法の精選（インターネットを利用する際の注意、合意事項の理解・徹底）、第2にポートフォリオ形式を応用した、生徒の思考過程の客観的分析方法などが考えられる。この点は、実際に生徒に学習させた内容を、その過程において生徒にレポートを提出させ、教員がその分析を行うことによって実現可能であるが、レポートにおける項目の設定やその目的を、完成段階を視野に入れて明確にする必要がある。これが十分にできなかったことが最大の課題であろう。

| | |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 単元名 | 世界の環境問題—地球温暖化について— |
| 概要 | <p>①地表の過去の気温測定法について理解し，地球温暖化の実態を確認する。そのあらわれかたには地域により相違があることを理解する。</p> <p>②地球温暖化は，温室効果によるものであるが，地球温暖化の要因が人間活動によるものか自然的変動によるものかはまだ明確になっていないことを理解する。</p> <p>③地球温暖化の影響は多様であり，それには地域性があるが，不明な点も多い。これらに共通することは，いずれも地球規模であり不可逆的であることを理解する。</p> <p>④地球温暖化への国際的な取り組みの経緯およびその内容を，各国の考えの相違とその背景もふまえながら考察し，その意味を考える。</p> |
| ねらい | <p>この学習の最終目的は，地球温暖化について生徒自らの探究学習に導くことにある。そのために，以下の点をこの学習のねらいとした。地球温暖化の実態をわかりやすく紹介する。その要因は，温室効果ガスである二酸化炭素の増大であるとされているが，それは今のところ明確には解明されていない。その影響についてもさまざまな予想がなされ，その内容，その程度，およびその時期について明確にはなされていない。その対策については国際的な取り組みのための話し合いがなされているが，先進国と発展途上国，さらにはそのグループ内で意見の相違や対立があることについて理解する。</p> |
| 題材設定の理由 | <p>環境問題は，自然と人間の関係に注目する地理学習において重要である。地球規模の環境問題である地球温暖化は，自然のみならず，人間生活に直結するテーマであり，地理学習に適している。これは，地球規模の環境問題の好例であり，生徒の興味・関心も高い。この題材は地球科学のみならず，政治，経済などの社会科学あるいは，人間の価値観に関する人文科学などにも関連する総合的な学習テーマである。さらに「持続可能な社会」を考えるうえでも適切であり，生徒に発展的な学習を喚起する題材でもある。この学習は生徒にとって自然と人間の関係について考える契機となっており。「サイエンス」の趣旨にも適合するものである。</p> |
| 評価の観点およびその趣旨 | <p><関心・意欲・態度>地球温暖化について，興味や関心を持ち主体的に学ぶことで，新たな学習課題が設定できる。</p> <p><思考・判断>地球温暖化について科学的に探求し，その対策について批判的に考察し，その意味を考えることができる。</p> <p><技能・表現>地球温暖化に関する図や表を分析し，さらに必要な統計・資料が指摘できる。</p> <p><知識・理解>地球温暖化についての探求の過程で適切な知識を習得し，この問題全体が理解できる。</p> |
| 学習指導要領との関係 | <p>学習指導要領は，「生徒自身による課題の設定と追究」という形態での探究学習を強調しているが，その指導方法について具体的に明記していない。学習指導要領は，学習内容として，地球環境問題としての地球温暖化を例示しており，いずれの教科書もそれを取りあげている。地理は地球温暖化の地域性を重視すべきであるが，生徒による探究活動に導くための前提として，地球温暖化の実態，要因及び影響について，明確になっていない点やその対策の実施の難しさについて，ある程度説明し，生徒に考えさせる必要がある。それは指導要領のいう，他の教科や科目の学習内容に深入りすることになるが，生徒の探究学習のための前提として重要であると考え，この学習を試みる。</p> |

| 単元計画（実施時間：全4時間） | | |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目（配当時間） | 学習内容 | 指導上の留意点 |
| 1. 地球温暖化の実態について （1時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・近年における地球温暖化の実態を把握させる。 ・氷床コアによる過去の気候測定法について理解する。 ・20世紀の気温の上昇は、過去1万年の記録をはるかに超えるものである。 ・温暖化のあらわれには地域的な相違があることを理解する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・気候変動の期間（長期と短期）のとりかたで、その意味に違いがあることに留意させる。 |
| 2. 地球温暖化の要因について （1時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・地球温暖化には二酸化炭素など温室効果ガスの影響が大きいとされていることを理解する。 ・地球の気温変化には地球の軌道要素や太陽活動もその原因になっている可能性があることを理解する。 ・最近の気温の上昇の理由は、人為的なものか自然変動によるものは明確にされていないことを理解する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・大気は極めて複雑であり、気温の予測は、スーパーコンピュータによりなされているが、その結果は必ずしも真実であるとはいえない。 |
| 3. 地球温暖化の影響について （1時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・地球温暖化の影響としての海面上昇の理由とその影響を考える。 ・温暖化の影響としての降水パターンの変化について考える。 ・温暖化による森林や植物への影響について考える。 ・地球温暖化の影響については、まだ解明されていないが、それらはいずれも地球規模であり、不可逆的である。 | <ul style="list-style-type: none"> ・温暖化の影響が、いつどのような形で現れるかがすべて予測されてはいない。 ・予測されない影響があらわれる可能性もあることを理解させる。 |
| 4. 地球温暖化への対策について （1時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・地球温暖化防止をめざす「地球温暖化枠組み条約」発効の経緯を理解する。 ・「地球温暖化防止京都会議」で採択された「京都議定書」の成果と課題について理解する。 ・「京都議定書」が発効された場合の温暖化防止の程度を考え、その意味を再考する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・地球温暖化対策の共通理解として「悔いのない政策」の実施があることに留意させる。 ・地球温暖化の対策について各国の考えの相違とその背景について考えさせる。 |

成果と課題

この授業開発の成果と課題を、授業の事前と事後に実施したアンケートの分析により明らかにする。生徒は、マスコミなどを通してこの問題については、よく知っており、またこれまでにこの問題を授業などで学習をしている。ほとんどすべての生徒は、地球温暖化の問題を深刻であると考えているが、この問題の授業に興味・関心を持っていない生徒は少なくない。これを前提として、本単元の授業を実施した。事後のアンケートでは、多くの生徒の知識および考えを変容させることができた。事前の

アンケートでも明らかであるが、彼らは、すべてこの問題について知り、もしくは知っていると思っている。そのほとんどの生徒の考えを、その内容や程度の差こそあれ、科学的思考をふまえて変えることができたということ意義は大きい。これは多くの生徒に科学的思考力の基本である、物事を疑うということ、すなわち、科学的な探求心を啓発し、刺激することができたことを示している。それは、多くの生徒が自らの探究テーマをよく考え、適切に設定できたことからいえる。これは本学習の目標である主体的な学習能力育成に向けての第一歩である。この理由は、学習テーマである地球温暖化およびそのとりあげかたが適切であったからであると考えている。本単元の授業は、本単元のサイエンスとしての最終目標である、生徒を探究学習に導く契機になった、といえる。

この授業は、自然地理と自然環境に関するものであり、その学習内容および指導の改善について従来よりその必要性が指摘されていた。この授業が、その改善に向けての提案となったことの意義は大きい。この授業では科学的な探究学習の方法を導入したが、その有効性についての確信を深めることができた。この授業開発と実践について学会で研究発表し、一定の評価をえ、また議論を深めることができた。この授業の指導法は他の地理の授業への導入が可能であり、このことはこの授業開発がこれまで指摘されてきた地理教育の改善の手がかりとなったという意味での成果といえよう。

課題としては、生徒の発問能力の育成いかに進めるかということがある。自らの疑問をいかに課題として整理し、その根拠を明確にしていく能力が十分でない生徒が多い。これは重要であり、大きな課題である。これは普段の指導における教師の課題といえよう。本指導案の精緻化による改善も今後の課題となっている。

サイエンスⅢ(教科の単元開発) 社会科②(地理B)

<単元の指導の事例>

| サイエンスⅢ 社会科 (地理B) | | |
|------------------|--------------------|------------|
| 単元テーマ(題目) | 世界の環境問題—地球温暖化について— | |
| 実施学年(高等学校3年) | 配当時間(4時間) | 実践者(和田 文雄) |

1. 単元のねらい・目標

環境問題は、自然と人間の関係について学ぶ地理学習の重要な柱であり、地球温暖化は、その典型的かつ象徴的な学習テーマである。本単元の目的は、世界の環境問題としての地球温暖化の学習をとおして、生徒自らの探求学習へ導くことにあり、その能力を育てることにある。ここでは、地球温暖化を所与のものとして、その実態および要因についても生徒に提示し、考察させる。それは学習指導要領のいう地理学習の内容の範囲を超えるものであるが、本学習の目的である生徒自らの探究学習に導くという理由から含めることとした。本単元は実態、要因、影響およびその対策という地球温暖化の問題全体を学習する。この学習のねらいは、「サイエンスプログラム」で育まれる能力や資質・態度のうち、直接には、①自然の事物・現象に関する知識の定着②科学技術への興味・関心・態度③自然や社会の様々な事象を認知する能力の育成、をめざすものであり、生徒は、学習の過程で、⑦科学と人間・社会との関係を俯瞰的・総合的に捉える能力がきたえられる。そしてこれらを通して、最終的には、④課題発見し、主体的に判断し解決していく能力の育成をめざす。

2. 単元の構成と特色

本単元は、生徒自らの探求学習能力の育成というねらいをふまえ、学習内容を地球温暖化の実態、要因、影響そして対策の4つから構成されている。学習内容としては、以下の点に特に重点をおくこととした。

地球の平均気温は、過去と比べ、この100年間で著しく上昇し、温暖化は疑うべくもない。その要因は、人間活動と自然変動のいずれによるものかはまだ確定していない。温暖化の影響はすでに様々な指摘されているが、不明なことも多い。そのすべてに共通することは、地球規模であり、不可逆的である。その影響には地域によってはプラス面もある。気候の将来予測は、現在の情報技術レベルでは依然として難しい。温暖化対策は、悔いのない政策という立場から、その国際的な取り組みが進められているが、国および国家グループによる考え方には相違がみられる。

3. 本単元における 評価の観点と評価方法

評価の観点

<関心・意欲・態度>

・地球温暖化について興味や関心を持ち、主体的に学ぶことで、各自の新たな追求テーマが設定できる。

<思考・判断>

・地球温暖化について科学的に探求し、その対策について批判的に考察することにより、その意味を考察することができる。

<技能・表現>

・地球温暖化に関する図や表を分析し、さらに探求を深めるために必要な統計・資料が指摘できる。

<知識・理解>

・地球温暖化についての探求の過程で適切な知識を習得し、この問題全体を理解できる。

評価の方法

評価については、事前、事後のアンケート、レポートおよび試験によりおこなう。

4. 単元計画 世界の環境問題—地球温暖化について— (配当時間計 4時間)

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 地球温暖化の実態について (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> 地球表面の気温の変化はさまざまな方法で測定されている。 氷床コアによる過去の気候の測定法について理解する。 20世紀の気温の上昇は、過去1万年の記録をはるかに越えるものである。 温暖化の程度には地域的な相違がある。 | <ul style="list-style-type: none"> 気候変動はその期間のとりかたで、その意味に違いがあることに留意させる。 [評価方法] ③... レポート, アンケート ②... レポート, アンケート |
| 2. 地球温暖化の要因について (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> 地球温暖化には二酸化炭素など温室効果ガスの影響が大きい、とされている。 地球の気候変化には地球の軌道要素や太陽活動もその原因となっている可能性がある。 近年の気温上昇の理由は、人間活動によるものか自然変動によるものかはまだ明確にされていない。 | <ul style="list-style-type: none"> 大気はきわめて複雑であり、気温の予測は難しいことに留意させる。 [評価方法] ②... レポート, アンケート ④... 試験, アンケート |
| 3. 地球温暖化の影響について (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> 地球温暖化の影響としての海面上昇の理由とその影響について考える。 温暖化の影響としての降水パターンの変化について考える。 温暖化による森林や植物への影響について考える。 地球温暖化の影響は、まだすべては解明されていないが、それらはいずれも地球的規模であり、不可逆的である。 | <ul style="list-style-type: none"> 温暖化の影響は、すべて予測されおらず、予測されない影響があらわれる可能性もある。 [評価方法] ①... レポート, アンケート ②... レポート・アンケート |
| 4. 地球温暖化への対策について (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> 地球温暖化防止をめざす「地球温暖化枠組み条約」は各国の激しい議論を経て発効した。 「地球温暖化防止京都会議」で採択された「京都議定書」は、大きな成果と同時にさまざまな課題も残されている。 「京都議定書」が発効した場合の温暖化防止の程度については意見が分かれている。 | <ul style="list-style-type: none"> 地球温暖化対策の共通理解として「悔いのない政策」の実施があることに留意させる。 [評価方法] ①... レポート, アンケート ②... レポート, アンケート |

評価方法については、その観点を、関心・意欲・態度... ① 思考・判断... ② 技能・表現... ③ 知識・理解... ④ と表記し、主要なもののみをあげている。

5. 指導のポイント

本単元の目的は、地球温暖化について生徒自らの探求学習に導き、それをおこなう能力を育成することにある。以下の点を指導のポイントとした。

本単元は主題学習であり、教師主導の講義形式の授業スタイルをとる。この学習では教師の科学的な探求の過程を生徒に提示し、わかりやすく説明する。ここでは事実と解釈を明確に分けること、そして明らかなことと不明なことをできるだけ明確に示す。この授業は教師の一方的な説明でなく、資料を提示し、できるだけ生徒と討論することにより展開する。それにより生徒の既成概念や予断・偏見を打破し、生徒の科学的思考をうながす。生徒はこの授業をふまえ、それぞれが新たな探求のテーマを考え、その設定理由とともに提出する。この授業は生徒のそのための疑問を誘発し、それを生徒による探求のきっかけとすることを意図している。

6. カリキュラムの評価—アンケートの分析・考察から—

「生徒への効果をいかに評価するか」という視点から、この開発し実践した単元を評価する。生徒がこの授業をどのように受けとめ、考え、そして変容したかを具体的に把握する目的で、事前および事後のアンケートを実施し、その結果を分析・考察する。

アンケート対象者は、この授業を受けた6年地理B選択2クラスの計53名である。まず授業の直前に以下のような事前アンケート(表1)を行った。

表1 事前のアンケート

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 地球温暖化について、どれくらい関心があるか。 ア. 大いにある イ. かなりある ウ. あまりない エ. まったくなし |
| 2. この問題を、何で知ったか。 |
| 3. この問題の大きさはどれくらいだろうか。 ア. 非常に深刻である イ. かなり深刻である ウ. あまり深刻ではない エ. 全く心配はない。 |
| 4. 地球温暖化について今知っていること ア. 地球温暖化とはどういうことか イ. その原因について ウ. その影響について エ. その対策について |
| 5. 地球温暖化について、特に知りたいことや理解したいことについて |

このアンケートのねらいは、この授業の学習内容である地球温暖化についての生徒個々の興味・関心の程度および事前の予備知識の内容を知ること、さらには事後のアンケート結果と比較して生徒の学習による変容を具体的に把握することにある。

まず、学習テーマである地球温暖化についての関心については、全体の6割近くの生徒が関心を持っている。それに対し、あまり関心がない生徒は22名であった(表2)。

表2 地球温暖化への興味関心について

| 大いにある | かなりある | あまりない | まったくなし | 合計 |
|-------|-------|-------|--------|----|
| 7 | 24 | 22 | 0 | 53 |

地球温暖化については、ほとんどの生徒が、テレビ、新聞、ニュースといったマスメディアなどによりすでに知っている。また、生徒の多くは、地球温暖化について、すでに小学校や中学における調べ学習、総合的な学習、教科の授業などでかなり学習している。この問題については、ほとんどすべての生徒が、深刻なもののみなしている(表3)。

表3 この問題の大きさについて

| 非常に深刻である | かなり深刻である | あまり深刻ではない | 全く心配はない | 合計 |
|----------|----------|-----------|---------|----|
| 16 | 35 | 2 | 0 | 53 |

地球温暖化に関し、提示した4つの項目について知っていることについては、ほとんどの生徒が記入していた。表面的にしか知らない生徒も見られたが、生徒の多くは具体的かつ詳細に記入していた。また、生徒の8割近くがこの問題について「よく知っている」もしくは「知っていると思っている」こともわかった。さらに、かなりの生徒がもっと具体的に知りたいと思っていたが、特に知りたいことはない、とする生徒も少なくなかった。

この授業の直後、以下のようなアンケートを実施した。

表4 事後のアンケート

| |
|---------------------------------------------------------------|
| 1. この授業を受ける前と受けた後で地球温暖化の問題についての考えがどのように変わったか。 |
| 2. この地球温暖化の授業で最も考えさせられたことは何か。 |
| 3. 地球温暖化の問題を考える上で、さらに必要であると思われる資料はどのようなものか。 |
| 4. この授業でもっとも大切な学習内容は何であると思うか。 |
| 5. この授業をうけて、自分で考えた自分で調べてみたい地球温暖化についての研究テーマと、そのテーマを設定した理由を述べよ。 |

まず、この授業をうけて、地球温暖化の問題についての考えがどのように変わったか、については、ほとんどの生徒が、その程度や内容はさまざまではあるが、考えが変わったとしている。ちなみに「変わらない」とした生徒は5名のみである。

「考えがかわった」という意見としては、「いままでは地球温暖化は、人間の行為によるもので、その影響は悪いものばかりだと思っていた。実は温暖化の原因は、まだはっきりとはわかっていないことや、いい影響もあるということを知って、自分が偏った考えをもっていたことに気づいた」や「今まで地球温暖化ということばを聞くと、その原因となる二酸化炭素やフロンガスのことなど、理科学的なことが思い浮かんできたが、授業を受けて社会的な視点で温暖化を捉えられるようになった。防止策としても、研究所などで研究するイメージだったけど、国際間の話し合いや京都議定書のことを詳しく知ることができ、イメージが変わった」がある。「この授業で最も考えさせられたことは何か」については、さまざまな回答がみられたが、温暖化対策に関するものが最も多かった。さらに「その問題の難しさ」、「緊急の対策・現実的な対応について」、「アメリカの責任について」などがみられた。これ以外には、「温暖化の実態や影響がまだすべて解明されていないこと」や「温暖化の利点について」があった。また「持続可能な開発の考え方が必要である」という意見もあった。

「地球温暖化の問題を考える上で、さらに必要であると思われる資料」については、「温暖化の原因についての学説を知りたい」とするものや「温暖化の地域差」さらに具体的なものとして「地域ごとの森林の二酸化炭素吸収量」、さらには、「温暖化についての各国の取り組み」や「各国の温暖化問題の意識について」などがあった。なおこの項目について無記入の生徒は5名であった。

「この授業でもっとも大切な学習内容は何か」については、「温暖化対策が大切である」という意見が最も多かった。そして「地球温暖化は予想以上に解決が困難な問題である」や「後悔しない政策の実施」、「国際協力の大切さと同時に難しさ」、「個人個人及びすべての人間の地球的規模の意識と取り組み」などの意見があった。逆に「この問題はあまり深刻ではないのではないか」というものもあった。また「多面的な見方をすること」「現実を見つめ、考えること」「真実を知ることの大切さ」とする意見もみられた。

「この授業をうけて、自分で考えた自分で調べてみたい地球温暖化についての研究テーマと、そのテーマを設定した理由」については、2名の無回答者をのぞき、皆それぞれ自分の探求したいテーマを提出した（表5）。

表5 生徒の設定した研究テーマ

| | | |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 実態 | <ul style="list-style-type: none"> 地球温暖化の地域差について 地球の気温や二酸化炭素の長期わたる変化 | <ul style="list-style-type: none"> 80年後のケッペンの気候区分の変化 |
| 原因 | <ul style="list-style-type: none"> 地球温暖化の本当の原因について 熱帯林の破壊について 地球温暖化の原因についての専門家の意見 | <ul style="list-style-type: none"> 地球温暖化の原因と影響について 森林の二酸化炭素排出量と吸収量 |
| 影響 | <ul style="list-style-type: none"> 地球温暖化の台風への影響について 地球温暖化が人体に及ぼす影響について 地球温暖化の影響と対策 地球温暖化による生態系の変化 地球温暖化と自由対流圏を浮遊する細菌との関係について 地球温暖化とその対策の経済的影響について 地球温暖化による動植物への影響 地球温暖化の地球への影響 地球温暖化の人々の生活への影響について 地球温暖化の影響としての病気について 地球温暖化による影響の現れる度合い 地球温暖化の生物への影響について | <ul style="list-style-type: none"> 地球温暖化のメリットについて 温暖化の生物への影響について 温暖化に伴う冷帯地域の農業の変化 海水面の上昇による影響 地球温暖化の悪影響について 地球温暖化による被害と利益 南極の氷の融解と海水の膨張率 気温上昇による紫外線放射の地域的違い 地球温暖化による海面上昇について 地球温暖化による悪影響について 地球温暖化の微生物への影響 永久凍土の融解による影響について |
| 対策 | <ul style="list-style-type: none"> 温室効果ガス削減の具体的対策について 地球温暖化に対する各国の対策 二酸化炭素排出量を削減する代替エネルギー 工業生産における二酸化炭素の削減について 地球温暖化への各国の取り組み 石油に代わるエネルギーについて 温暖化対策としての森林の増加 さまざまな国の温暖化対策について | <ul style="list-style-type: none"> 先進国における地球温暖化への取り組み 地球温暖化に対する各国の国内対策 地球温暖化対策の市場化について 二酸化炭素をより吸収する植物について 効果的な地球温暖化対策 各国の地球温暖化対策 温暖化対策の実施状況について |
| その他 | <ul style="list-style-type: none"> 地球温暖化への総合的アプローチ 地球温暖化への人々の関心 地球温暖化問題への関心について | <ul style="list-style-type: none"> 地球温暖化が多くの人を引きつける理由 欧米間の地球温暖化に対する意識の違い |
| 無回答（2名） | | |

生徒が設定したテーマは、授業内容の4つの項目（実態、原因、影響、対策）のすべてにわたっている。そのうち最も多いのが、影響についてである（24名）。これは影響全般について調べるといえることが多いが、具体的に生物および人間、特に病気への影響をあげるものがみられた。さらにその地域差に注目したものもあった。次いで多いのが、対策についてであり、各国の温暖化対策について調べるといえるのがほとんどである。これは具体的な対策としての二酸化炭素の削減や森林についてとするものや、対策の市場化をテーマにあげているものもいた。少数ではあるが温暖化の実態や原因について詳しく調べるといえるものもいた。その他は、この問題についての人々の意識や関心について、であった。

7. 成果と課題

この授業開発の成果と課題を、以上のアンケート結果から明らかにする。

事前のアンケートで把握されたのは以下の点である。生徒は、マスコミなどを通してこの問題をよく知っており、また、これまでにこの問題を授業などで学習をしている。ほとんどすべての生徒は、地球温暖化の問題を深刻であると考えているが、この問題の授業に興味・関心を持っていない生徒は少なくない。これを前提として、本単元の授業を実施した。事後のアンケートでは、多くの生徒の知識および考えを変容させることができた。事前のアンケートでも明らかであるが、彼らは高校3年生であり、すべてこの問題について知り、もしくは知っていると思っている。そのほとんどの生徒の考えを、その内容や程度の差こそあれ、変えることができたということの意義は大きい。これは多くの生徒に科学的思考力の基本である、物事を疑うということ、すなわち、科学的な探求心を啓発し、刺激することができたことを示している。それは、多くの生徒が自らの探究テーマをよく考え、適切に設定できたことからいえる。これは本学習の目標である主体的な学習能力育成に向けての第一歩である。この理由は、学習テーマである地球温暖化およびそのとりあげかたが適切であったからであると考えている。本単元の授業は、本単元のサイエンスとしての最終目標である、生徒を探究学習に導く契機になった、といえる。

課題としては、生徒の発問能力をいかに育成するかがある。これは重要な点であり、大きな課題である。これについては普段の授業等における取り組みが求められているといえよう。指導案もさらに改善する必要がある、これについては、今後進めたい。

数学ではその対象が自然科学であるが故に、科学的思考力の育成という観点で常に取り組んでいる。そのためサイエンスⅢとして取り組む特定の単元というものは存在しない。したがって、特に科学的思考力の育成という観点から見たとき、そのことがより明確に現れている取り組みの一例について報告することにする。

サイエンスⅢ(教科の単元開発) 数学科

第1学年 全15時間

| | |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 単元名 | 正の数、負の数 |
| 概要 | <p>数を負の数まで拡張する必要性を感じさせて、負の数の持つ性質について、理解させる。</p> <p>正の数、負の数の四則演算の意味を、加法や乗法の交換法則および結合法則、分配法則を拠りどころにして理解させ、それらの計算に習熟させる。</p> |
| ねらい | <p>これまで多くの生徒は計算においても文章題においても答えを正しく出すことを重要視し、その途中経過をどう考えたか、またなぜそう考える必要があるかといった点に重点をおいて考えることに慣れていない。したがって、答えがどうなるのかを答えることができても、「なぜそうなったのか」、「どうしてそのように考えるのか」といった問いに答えることができないことが多い。</p> <p>答えを出すことも重要であるが、「なぜそうなるのか」「どうしてそのように考えるのか」をしっかり考えさせたい。特にこの単元は、計算が正しくできるかといったことに学習が偏りがちであり、なぜそうなるのかといったことに考えが及んでいないことが多い。「なぜ」「どうして」を考えさせることで、正の数、負の数に対する理解を深めるとともに、数学において科学的に考えるにはどうすればよいのかを身につけていきたい。</p> |
| 題材設定の理由 | <p>正の数、負の数はこれから数学を学ぶ上でとても重要な概念であるが、生徒は生活の中で既にその概念と接していることも多い。したがってその意味をなんとなくは理解しているといった生徒が多い。したがって、その意味を明確に意識させるとともに、体系だてて理解させることが重要であり、数学という教科において何を学ぶのかといったことも含めて、それがこの後の科学的思考力の育成に大いに役立つはずである。また、正の数、負の数の四則演算についても、計算が単にできるだけではなく、例えばなぜそのような計算になるのかということを考えさせることで科学的思考力の育成につなげていきたい。</p> |
| 評価の観点 | <p>ア. 関心・意欲・態度 身のまわりで使われている「+」や「-」の符号に関心を持ち、反対の性質や逆の方向を表す数としての負の数のよさに気づき、それらを積極的に利用しようとする。 (→②科学技術への興味・関心・態度、③自然や社会の様々な事象を認知する能力)</p> <p>イ. 数学的な考え方 数を拡張しても、これまで成立していた計算法則(交換、結合、分配)を適用して計算できることを理解する。 複雑な計算を、計算法則などを用いて、工夫して計算することができる。 (→⑥自由で豊かな発想力、創造性、独創性)</p> |

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ウ. 表現・処理</p> <p>正の数や負の数の大小関係を数直線や絶対値の考えを用いて調べ、説明することができる。また、正の数、負の数の計算において、必要に応じて、数の符号部分と絶対値部分に分けて考えることができ、説明することができる。</p> <p>(→⑤読解力、表現力、コミュニケーション能力)</p> <p>加減乗除や累乗の混ざった計算において、それらの演算の優先順位にしたがって正しく計算することができる。</p> <p>エ. 知識・理解</p> <p>数直線や絶対値、不等号の意味について理解する。</p> <p>正の数、負の数の計算の仕組みを個別にではなく、統一的に理解する。</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| 単元計画 (実施時間: 全5時間) | | |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点 |
| 第1節 「正の数・負の数」 正の数・負の数 (2時間) | <ul style="list-style-type: none"> ○正の符号、負の符号の意味を知ること ○基準の取り方を換えて違いを表すこと ○正の符号、負の符号を使って反対の性質を持つ量を表すこと ○正の数、負の数、自然数の意味を知ること ○正の数、負の数を数直線上に表すこと | <ul style="list-style-type: none"> ○温度計など身近な例を出し、正の数・負の数の持つ意味について考えさせる。 ○数を拡張することによって、基準との違いを表したり反対の方向や性質を持つ量を簡潔・明瞭に表すことのできるよさに気づかせる。 ○数直線上に数を表すときに、改めて<u>±</u>と-の意味を考えさせる。 |
| 数の大小 (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ○数の大小関係を不等号を使って表すこと ○絶対値の意味を知ること ○絶対値と数の大小関係を知ること | <ul style="list-style-type: none"> ○数の大小を比べるのに、数直線や絶対値の考えを活用すればよいことに気づかせる。また、それが活用できるようにする。 |
| 第2節 「正の数・負の数の計算」 正の数・負の数の加法・減法 (3時間) | <ul style="list-style-type: none"> ○正の数・負の数の加法・減法の意味を知り計算すること ○同符号の2数、異符号の2数の加法・減法を行うこと ○減法を加法に直して計算すること ○加法の交換法則・結合法則を知ること | <ul style="list-style-type: none"> ○(正)+(正)の場合から始めて、(正)+(負)、(負)+(正)、(負)+(負)さらには減法へと話を広げる。その際に、なぜそのような計算をすればよいのかを考えさせる。また、その際の説明も場合ごとではなく、<u>すべての場合で同じように適用できるような説明</u>を考えさせる。 ○加法の交換法則・結合法則の持つ意味について理解させる。 |
| 加法と減法の混じった計算 (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ○項の意味を知ること ○加法と減法の混じった式を加法だけの式に直して計算すること | <ul style="list-style-type: none"> ○計算の手順を工夫し、能率的な計算を考えさせる。また、その際に<u>計算のどのような性質が使われているか</u>を考えさせる。 |

| | | |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 正の数・負の数の乗法 (2時間) | ○正の数・負の数の乗法の意味を知り計算すること ○同符号の2数、異符号の2数の乗法をおこなうこと ○乗法の交換法則・結合法則を知ること ○いくつかの数の乗法を行うこと ○累乗、指数の意味を知り累乗の計算を行うこと | ○(正)×(正)から始めて、(正)×(負)、(負)×(正)、(負)×(負)へと話を広げ、なぜそのような計算をすればよいかを考えさせる。また、その際の説明も場合ごとのではなく、 <u>すべての場合に適用できる</u> ような説明を考えさせる。そのうえで正の数・負の数の乗法の意味と計算の仕方や手順を理解させる。 ○累乗などの混じった乗法を工夫して計算できるようにする。 |
| 正の数・負の数の除法 (2時間) | ○正の数・負の数の除法の意味を知り計算すること ○同符号の2数、異符号の2数の除法を行うこと ○逆数の意味を知ること ○除法は割る数を逆数にして乗法に直すことができることを知り計算すること ○乗法と除法の混じった式を乗法だけの式に直して計算すること | ○(正)÷(正)から始めて、(正)÷(負)、(負)÷(正)、(負)÷(負)へと話を広げ、なぜそのような計算をすればよいかを考えさせる。また、その際の説明も場合ごとのではなく、 <u>すべての場合に適用できる</u> ような説明を考えさせる。また、その際の説明も場合ごとの説明ではなく、 <u>すべての場合に適用できる</u> ような説明を考えさせる。そのうえで正の数・負の数の除法の意味と計算の仕方や手順を理解させる。 |
| 四則の混じった計算 (2時間) | ○四則の意味を知り四則の混じった計算をすること ○分配法則を知り分配法則を使って計算すること | ○四則の混じった計算で、より能率的な計算手順を考えさせる。また、その際に <u>どのような計算法則が使われているか</u> を考えさせる。 |
| 問題演習 (2時間) | ○まとめと練習 | |

+ と-の持つ意味は、その後それを元にして加減乗除の説明を考えていくため、普遍的なものを導き出しておくことが望ましい。その場合ごとに都合がよい意味合いを考えるのではなく、その前で考えた定義などがその後で使われ、新たな定義や定理となっていくという体系だったものにするので、数学における科学的思考力の育成の土台としたい。

<成果と課題>

数学においては特に、具体から抽象へという一般化の過程が重要であり、数学において現れる重要な科学的思考の一つは、一般化の考えであろう。定義や定理など、ある概念を一般化する際に重要なことは、その前で考えていた概念の適用範囲の認識である。つまり、この定義や定理は、どのような場面で成り立つのか、もしくは、使えるのかということ把握し、その適用範囲の限界を知ることが、一般化の前段階として存在する。そして、その限界を超え、定義や定理を拡張させることが一般化の

一つの形であり、数学に限らず、一般的な科学においても現れる思考作用であろう。

このサイエンスⅢのカリキュラム開発においては、中学校 1 学年の最も初めの段階から、このような一般化の過程やその考え方を強調し、科学的思考の育成の素地を作る方法を示唆できた点が、一つの成果であるといえる。今後は、このような指導による効果を調べ、さまざまな単元において、このような一般化の過程を強調する単元構成を考えていくことが重要な課題となる。

理科ではその対象は自然科学そのものであり、科学的思考力の育成という観点で常に取り組んでいる。そのため数学と同様にサイエンスⅢとして取り組む特定の単元というものは存在しない。したがって、特に科学的思考力の育成という観点から見たとき、そのことがより明確に現れている取り組みの一例について報告する。

サイエンスⅢ（教科の単元開発）理科①（2分野）

第2学年 全3時間

| | |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 単元名 | 心臓と血液の循環 |
| 概要 | 心臓の構造、体循環、肺循環の血液循環の仕組みを模式図等を用いて学習した後、ニワトリの心臓を解剖して、心房、心室、弁の様子、心臓から出る血管の様子などを観察する。解剖実験の結果をふまえた上で、心臓のポンプとしてのはたらきを確認し、全身の模式図を用いて栄養分、酸素、老廃物の流れをたどる。 |
| ねらい | <ol style="list-style-type: none"> 1. 心臓を実際に解剖して構造を仔細に観察し、心臓のポンプとしてのはたらきをより確実に理解する。 2. 自分の手で解剖していくことで、触覚から得られる情報も貴重なものであることを感得する。 3. 解剖用の器具の使い方をはじめとした観察・実験技能を修得する。 |
| 題材設定の理由 | <p>中学校学習指導要領では、心臓が血液を循環させるポンプの働きをしていることを観察や実験の結果と関連付けてとらえることとしているが、心臓の構造については扱わないことを明記している。今回は心臓の観察を行い、その構造についてもある程度詳しく取り扱うが、それは、心臓が体中から戻ってきた血液を一旦肺に送り出し、さらに、肺から戻った血液を体全体に送り出すというポンプの働きをしていることをより鮮明に捉えるためである。形態は機能と不可分に結びついており、構造を詳しく見ていくことは機能を理解する助けとなる。本時は心室と心房の形態の違い、右心室と左心室の形態の違いから、心臓が血液をどのように循環させているのかを学ぼうとしている。</p> <p>観察材料にはニワトリ心臓を用いるが、十分に観察できる大きさであること、食材であるニワトリキモの一部であるので、解剖への抵抗感を和らげられる、安価で入手しやすいなどが選定の理由である。</p> |
| 評価の観点およびその趣旨 | <p><関心・意欲・態度>心臓と血液の循環に興味をもち、構造や機能を積極的に調べようとする。</p> <p><科学的思考力>心臓の構造をその機能と関連付けて捉えることができる。</p> <p><技能・表現>解剖道具を安全に、効果的に用いることができる。 循環器系の構造と機能を効果的に表現できる。</p> <p><知識・理解>循環器系の構造と機能について理解している。</p> |
| 学習指導要領との関係 | 中学校理科第2分野においては、血液の循環については学習するが、心臓の構造については扱わない。心臓の詳しい構造は高等学校生物Ⅰで学習する。したがって本実践は学習指導要領にとらわれない発展的な取り組みとなる。 |

4. 単元計画 心臓と血液の循環 (配当時間計 3時間)

| 題目 | 学習内容 | 評価・指導上の留意点 |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 血液の循環 (1時間) | ○肺循環と体循環 ヒトの血液の循環は心臓から出て肺へ向かう肺循環と、心臓から体の各部へ向かう体循環に分かれており、酸素と二酸化炭素の運搬が効率よく行われる仕組みになっていることを理解する。 | ・心臓の構造を含めた体循環と肺循環の模式図を利用する。 【科学的思考力】 ・循環器系が物質の運搬を効率よく行う仕組みになっていることを理解できる。 |
| 2. 心臓の構造 (1時間) | ○2心房, 2心室からなる心臓の構造と仕組み 【実験】ニワトリの心臓の解剖 心房, 心室, 弁の構造などを観察することにより, 心臓が肺循環, 体循環に血液を供給するポンプの役割を果たしていることを確認する。 | ・器具を安全に取り扱うよう指導する。 【関心・意欲・態度】 ・観察, 実験に積極的に参加している。 【技能・表現】 ・実験器具を適切に使うことができる。 |
| 3. 血液循環と生命維持 (1時間) | ○物質が運ばれる道すじ 酸素, アミノ酸やグルコースなどの栄養分, 二酸化炭素, アンモニアなどが, 実際にはどのように運ばれ利用, または処理されていくのかを考える。 | ・各器官とそれらをつなぐ循環器系が描かれている模式図を用いる。 【科学的思考力】【知識・理解】 ・特定の物質の運ばれていく道すじを示すことができる。 |

サイエンスⅢ（教科の単元開発） 理科①（2分野）

＜単元の指導の事例＞

| サイエンスⅢ | | 理科（2分野） |
|-------------|------------|-----------------|
| 単元テーマ（題目） | 「心臓と血液の循環」 | |
| 実施学年（中学校2年） | 配当時間（3時間） | 実践者（林 靖弘・久米川恵理） |

1. 単元のねらい・目標

本取り組みでは、ニワトリの心臓を実際に解剖することで、心房、心室、弁、心臓から出る血管といった構造を仔細に観察し、それらのつながりを考えることで、心臓のポンプとしてはたらきをより確実に理解していくことを目標としている。また、実際に自分の手で解剖していくことで、視覚からの情報だけでなく、材料の手ざわり、弾力といった触覚から得られる情報も貴重なものであることを感得させていきたい。

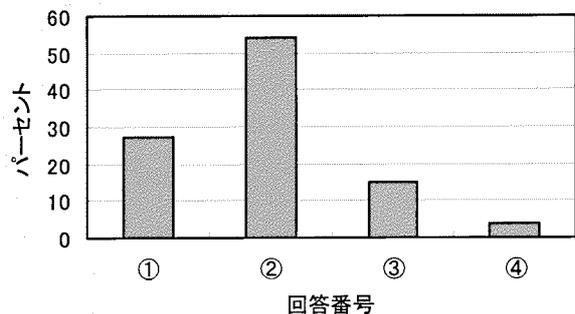
2. 単元の構成と特色

中学校学習指導要領では、第2分野「動物の体のつくりと働き」において、生命を維持するための体の仕組みに関して、「消化や呼吸、血液の循環についての観察や実験を行い、動物の体には必要な物質を取り入れ運搬し、不要な物質を排出する仕組みがあることを観察や実験の結果と関連付けてとらえること。」としている。また、内容の取り扱いについては「各器官の働きを中心に扱い、構造の詳細は扱わないこと。また、心臓の構造は扱わないこと。」とある。つまり心臓については、血液を循環させるポンプのはたらきをしていることをその構造を知ることなしに理解しなければならないことになる。また、必要な物質を運搬し、不要な物質を排出する仕組みについて扱うのであれば、体循環と肺循環について学習する必要があると思われるが、心房、心室という心臓の構造を学習することなしに、これを理解することは困難ではなかろうか。本来、形態と機能は不可分に結びついており、機能を考えずに形態のみを記述することも、形態を知らずに機能について言及することも、同じように意味をなさない。したがって本単元では、模式図を用いてヒトにおける血液の循環について学習した後に発展的内容としてニワトリの心臓の解剖を行い、機能と構造の関係について考えさせる構成とした。

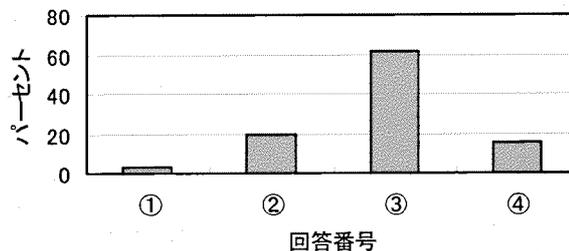
3. 本単元における評価の観点と評価方法

| | 関心・意欲・態度 | 科学的思考力 | 技能・表現 | 知識・理解 |
|-------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|
| 評価の観点 | 心臓と血液の循環に興味をもち、構造や機能を積極的に調べようとする。 | 心臓の構造をその機能と関連付けて捉えることができる。 | 解剖道具を安全に、効果的に用いることができる。 循環器系の構造と機能を効果的に表現できる。 | 循環器系の構造と機能について理解している。 |
| 方法の例 | 自己評価・行動観察 | 自己評価・レポート・定期考査 | 行動観察・レポート | 定期考査・レポート |

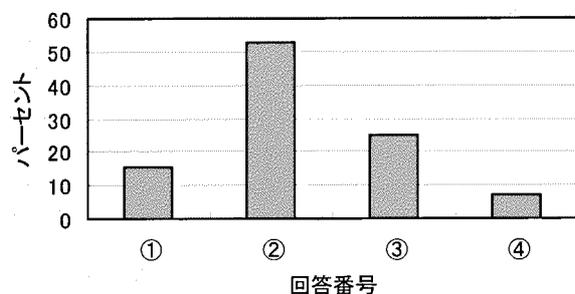
1. 心臓のはたらきがよくわかった



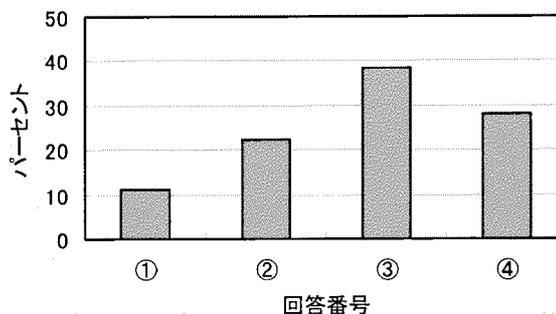
2. 説明だけの場合と大差ない



3. 複雑なので模式図の方が分かりやすい



4. 気持ち悪いのでやりたくない



解剖、観察における支援をよりよいものにしていく必要がある。課題としたい。また、4にみられるように、解剖実験に興味・関心を示す生徒が多い一方で、生々しさに対する抵抗感があることも事実である。今回は食材として用いられるニワトリの心臓を用いたが、このような工夫をしてもいくらかの抵抗は残るようである。自由記述では「最初は気持ち悪かったけれど、慣れたら心臓の内部の様子が詳しく分かったのでよかった」のように、最初は気持ち悪かったが、慣れるとそうでもないという感想が多かった。また、「以外に硬くて切りづらかった」、「触ってみると、ぶにぶにして気持ちよかった」など、図とか写真では伝わることのない感触について記述している生徒が多かったのは一つの収穫である。

7. 成果と課題

心臓を解剖し、構造を詳しく観察することで心臓の血液を循環させるポンプとしての心臓の働きをより深く理解することができた。

視覚や聴覚からの情報だけでなく、触覚、嗅覚からの情報もとりいれ、総合的に判断する姿勢を育てることができた。

実際の構造は複雑なので、模式図等との対比において適切な支援をしていく必要がある。

解剖教材にたいする抵抗感は根強い。ただ、食わず嫌いの面もあるので、最初の抵抗感をうまく取り除く工夫が必要である。

サイエンスⅢ（教科の単元開発）理科②（選択理科）

第3学年 全3時間

| | |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 単元名 (題材名) | ミョウバンの結晶作り |
| 概 要 | ミョウバンの結晶作りを通して、物質の理解を深めるとともに科学の方法を修得する。 |
| ねらい | ミョウバンの結晶を作ったり観察したりして、自然の面白さ、不思議さを感じるとともに、実験の改善と工夫を行うことにより、目的の結晶の成長を目指す。その過程で、実験器具の使用法、観察、測定、実験条件の記録と分析等の理科の基礎技能を習得する。 |
| 題材設定 の理由 | ミョウバンの結晶は簡単に作成できるが、実験条件によって形、大きさ、透明度等に違いが見られる。実験条件は温度、濃度をはじめとして多様な組み合わせが考えられ、記録と分析の上に創意工夫を加えることによって種々の結晶を得ることができる。 また、ミョウバンは弱酸性で取り扱い、後始末においても他の物質に比較して容易である。 |
| 評価の観 点および その趣旨 | ア. 関心・意欲・態度～結晶の生成法の探究に興味をもち、意欲的に取り組む。 イ. 思考・判断～生じた結晶と実験条件との検討から、実験法を更に工夫できる。 ウ. 観察・実験の技能・表現～実験条件、結晶の特徴を正確に記録し、活用できる。 エ. 知識・理解～結晶生成の原理を理解する。 探究的な学習であるから、積極的に試行錯誤する意欲と態度、さらにそれを裏付ける科学的な知識・技能・発想を評価する。 |
| 学習指導 要領との 関係 | 溶解や再結晶の定性的な扱いは学習指導要領の枠内であるが、溶解度を数量的に扱った り、ミョウバンの化学式や溶液中に存在するイオンを扱うのは枠外である。 実験器具の操作方法は中学校理科で扱うものである。 |

単元計画（実施時間：全3時間）

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点 |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>〈1時間目〉 導入 再結晶の理論 (20分) 方法の説明 (10分) 実験1 (30分)</p> | <p>探究活動の説明 溶解と再結晶 溶解度 飽和・不飽和 ミョウバンの化学式 結晶成長の方法 種結晶作り 飽和溶液の調製と保管 記録</p> | <p>全体の見通しを与える。 既習の知識とリンクさせる。 発展的内容については、無理のない範囲で触れる。 実験方法の紹介 試行錯誤的に行うが、記録をとることが大切である。 温度、溶質の質量など。</p> |
| <p>〈2時間目〉 観察と考察 (10分) 実験2 (40分)</p> | <p>種結晶の観察と選別 実験方法の検討と改善 ・どのような条件がいいのかこれまでの結果から考える。 ・仮説の設定 飽和溶液の調製と保管</p> | <p>〈1時間目〉に調製した溶液の中に小さな結晶ができていたので、種結晶として適したものを選別する。 種結晶の出来具合から、実験方法について考える。 種結晶を吊り下げて発泡ポリスチレンの容器で徐冷する。</p> |
| <p>〈3時間目〉 観察と考察 (20分) まとめ (30分)</p> | <p>結晶の観察 実験条件の検討 まとめと考察(レポート作成) ・目的 ・研究経過 ・研究計画と仮説 ・方法 ・実験結果 ・考察と反省</p> | <p>成長した結晶を観察するとともに、実験条件について検討する。 探究の過程と成果をレポートにする。 雛形を示す。</p> |

| | |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 単元名 (題材名) | 化学変化における熱の出入りー「発熱反応と吸熱反応」 |
| 概要 | 発熱反応と吸熱反応の実験を通じて、化学反応には熱の出入りが伴うことを学ぶ。 ここでは、実験・観察を行い、発熱反応や吸熱反応のしくみや原理を理解し、自分たちで創意工夫して自作のカイロや寒剤を作ることによって、化学反応と熱の出入りについて興味・関心を高める取り組みを行った。 |
| ねらい | 反応熱を利用した身近な商品を題材として取り上げ、そのしくみを調べることにより、発熱反応や吸熱反応のしくみを科学的に探求する力を養う。さらに、混合寒剤の性質を利用した簡易冷却材の作成を行うために、混合寒剤の組み合わせや量を変えて実験を行い、最も長時間冷却効果が持続する寒剤の作成を目指す。このような探究的な実験を通じて、実験器具の使用法に習熟し、実験・観察・測定の実験技術の習得を目指す。ここでは、結果の考察を通じて科学的思考力を養い、あわせて、反応熱をエネルギーとしてとらえることができるようになることをねらいとする。 |
| 題材設定の理由 | 反応熱を利用した身近な商品として、携帯用カイロや瞬間冷却パックなどがあげられる。いずれも発熱反応や吸熱反応を利用した商品であり、生徒にとって身近な商品であるが、そのくわしいしくみや原理については、ほとんど知らない生徒が多いと思われる。そこで、「化学反応と熱の出入り」の教材として、携帯用カイロや瞬間冷却パックについて調べる実験を行い、詳しい原理や反応のしくみを科学的に考察することを行った。さらに、これらの商品を自分たちで工夫して製作することによって、発熱反応や吸熱反応に対する興味・関心を高めることを期待した。 |
| 評価の観点およびその趣旨 | ア. 関心・意欲・態度～身の回りの化学反応と熱の出入りに興味を持ち、実験・観察に積極的に取り組むことができる。 イ. 思考・判断～定性的な実験から定量的な実験へと発展させることができる。 ウ. 観察・実験の技能・表現～試薬の種類や量の割合などを変えたときどのように結果が変わるのかを考察し、最適な条件を求めることができる。 エ. 知識・理解～酸化・還元の実験や混合寒剤のしくみについて理解できる。 探究的な学習であるから、積極的に試行する意欲と態度、さらにそれを裏付ける科学的な知識・思考力を評価する。 |
| 学習指導要領との関係 | 学習指導要領では、酸化・還元反応は、物質と酸素の結びつきとして取り扱うことになるが、必要最小限にとどめるようにとの指示がある。ここでは、鉄粉と活性炭素等を利用した携帯用カイロの自作や混合寒剤の原理を応用した瞬間冷却パックの作成を行う。いずれも、物質の質量と温度変化というレベルで定量的に実験を行う。発熱量(J)そのものの取り扱いには行わない。発展的な内容を取り扱うため、教科書には出てこない化学物質や化学反応についても実験を行うが、イオンについては扱わない。 |

単元計画 (実施時間：全3時間)

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(1時間目)</p> <p>導入 化学反応と熱の 出入り(5分)</p> <p>展開1 携帯用カイロの 性質を調べる (20分)</p> <p>展開2 携帯用カイロを 自作する(20分)</p> <p>まとめ(5分)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 化学変化と熱の出入りを利用する方法について、身近な商品をあげさせる。 発熱反応を利用した携帯用カイロについて調べてみよう。 <p>実験1：実際の携帯用カイロの発熱について調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 時間経過とともにどれだけ温度が上昇したかを調べて、各班で発表する。 携帯用カイロに含まれている物質は何だろうか？ →商品の成分表示から考えさせる <p>実験2：携帯用カイロを自作しよう</p> <ul style="list-style-type: none"> 各班で工夫して、材料の組合せや割合などを変えて調べてみる。 発熱が生じたか？ 何度まで上昇したか？ どのような材料でどんな組合せがよかったか、それはどうしてかを考えよう。 | <ul style="list-style-type: none"> 携帯用カイロや携帯用冷却パックなどを想定させる。 発熱反応の仕組みについて酸化・還元反応として説明できることを示す。 実験方法を実物を示しながら説明する 最高温度、持続時間、攪拌方法などについて注目させる。 鉄粉、炭素の粉末、食塩、水、紙など思いつく物質をあげさせる。 この反応は鉄粉の酸化反応により酸化鉄が生じるときの反応熱を利用していることをおさえる。 実験方法などに創意工夫をさせるように指導する。 実験結果と考察に時間をかける。 実際の企業の研究者が行っている商品開発の苦勞を感じるようにする。 |
| <p>(2時間目)</p> <p>導入 発熱反応と熱の 出入りについて</p> <p>展開 吸熱反応とはど のような反応か (5分)</p> <p>瞬間冷却パック の原理を調べる (20分)</p> <p>混合寒剤の性質 を調べる(20分)</p> <p>まとめ(5分)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 前時の結果から携帯用カイロの発熱の仕組みを確認する。 発熱反応に対比させて吸熱反応を取り上げる。 吸熱反応を定義する。 <p>実験1：①瞬間冷却パックを使い冷却の様子を確認する。 ②瞬間冷却パックの中身を調べる。 成分表示：硝酸、シリカゲル、水！ 疑問：硝酸アンモニウムを水に溶かしただけでは、こんなに温度は下がらない。</p> <p>実験2：①いろいろな試薬の組合せの混合寒剤について調べる。 ②より低い温度にするための割合を調べる。(まず、等量ずつ混合して調べてみる。) ③混合寒剤の中の水の役割を調べる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 各班の実験結果を発表し、情報を交換し、混合寒剤を作成するための最適な条件を求める。 | <ul style="list-style-type: none"> エネルギー図を用いて考察を深める。 携帯用カイロの反応を反応式を用いて表し、酸化還元反応であることを確認する。 吸熱反応の例を示し、生徒の理解を促す。 温度の下がり具合を温度計で調べる。 中身を取り出して、薬剤の質量を調べる。 それぞれの試薬の役割を考えさせる。 「混合寒剤」のしくみを説明する。 班により試薬を変えて実験する。 ①硝酸アンモニウム+尿素+水 ②水酸化バリウム+塩化アンモニウム ③水酸化バリウム+酢酸アンモニウム ④硝酸アンモニウム+硫酸ナトリウム 実験結果を考察し、次の時間への課題を明確にする。 |
| <p>(3時間目)</p> <p>導入(5分)</p> <p>展開 探究活動(35分)</p> <p>まとめ(10分)</p> | <ul style="list-style-type: none"> 1, 2時間目の実験でまだ確認できていない課題について発表させる。 <p>実験：「携帯用カイロ」または「瞬間冷却パック」の自作を行う</p> <ul style="list-style-type: none"> 自作した作品を各班で発表する。自分たちの自作品と比べて評価を行う。 | <ul style="list-style-type: none"> どこまでわかっていて、何を調べたらいいのかを明確にさせる。 これまで調べてきたことを活用して、できるだけ優れた自作品の作成を促す。 準備物・実験器具・試薬類は余裕をもって準備しておく。 生徒相互の評価をさせる。 |

・成果と課題

科学的思考力を高めるための学習指導要領にとらわれない多様で発展的な内容の展開を行うのがサイエンスⅢである。理科ではこの視点から、中学校各分野、高等学校各科目において、日常の学習活動の中でサイエンスⅢの取り組みを行ってきた。教材開発、指導の事例として報告したのはその一部である。

本研究開発では、科学的思考力の育成を図るために育むべき能力や資質・態度の一つとして、自然の事物・現象に関する知識の定着を挙げている。基本的な知識の定着は、科学的な思考力や概念の形成を図る上で不可欠なばかりでなく、自然や社会の様々な事象を認知する能力、課題を発見し、主体的に判断、解決していく能力、自由で豊かな発想力、創造性、独創性、科学と人間・社会との関係を俯瞰的・総合的に捉える能力等を育てていくための確かな足場の形成にもなる。この基礎的な知識理解のためには、様々な事象を別個に学習していくのではなく、科学の体系の中で系統的に学んでいくことが必要なことは言うまでもないが、現行の理科学習指導要領では、小学校から高等学校までを通して内容の精選が進んでおり、たとえば中学校の段階である事象を系統的に扱おうとしても、事はそれほど容易ではない。事象の取り扱いが浅いものであると、その事象が科学の体系の中でどのようなところに位置するのが、また、その事象と他の事象との関連がどのようになっているのかを理解することはできない。事象を深く発展的に扱うことによって、このような理解に到達することができる。理科で発展的な内容を取り入れるのは、そうすることによって、それぞれの事象の系統的学習が可能になっていくからに他ならない。

生徒への効果について、具体的には指導の事例で報告したが、発展的な内容の導入はおおむね予想通りの成果をあげている。学習指導要領に示された内容をより深くまで扱うことにより、生徒にとって煩瑣なものになりはしまいかとの危惧もあったが、教材開発の段階で意図したとおり、内容を科学的な体系の中でとらえることが可能になり、理解は進んでいるようである。

サイエンスⅢ(教科の単元開発) 保健体育科①(体育)

第1学年 全13時間

| | |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 単元名 (題材名) | 陸上競技 (短距離走・リレー) |
| 概 要 | 短距離走では、スタートからのスピードの変化、ストライドの長さ、ピッチ数を分析し、より速く走るための工夫をして、練習し記録の向上をはかる。 リレーにおいては、短距離走の学習をベースにして、スタートからのスピードの変化と加速走から求められる、班の目標タイムを設定して、協力して工夫しながらバトンパスの技術の向上を図る。 |
| ねらい | ○短距離走・リレーの技術について、スピードの変化、ストライド、ピッチなどのデータを元に科学的に理解をする。 (主に③自然や社会の様々な事象を認知する能力) ○短距離走・リレーの技能を高めるために、データを元に具体的な学習目標や課題を設定して、主体的に学習をする力を育てる。 (主に③自然や社会の様々な事象を認知する能力, ④課題発見, 主体的に判断し解決していく能力, ⑥自由で豊かな発想力, 創造性, 独創性) |
| 題材設定 の理由 | スポーツは、科学に裏付けられた技術が存在する。運動を学習すること「できること」は、身体活動をとおして、技術を科学的に理解すること「わかること」でもある。単に速く走れるとか遠くへ跳べるとかボール扱いがうまいというだけでなく、走ること、跳ぶこと、ボールを操作することの意味がわかることが大切である。短距離走は、より速く走るためには、ストライドをのばし、ピッチをあげることが必要である。また、短距離走とはいえ、一定の区間をどのように走るかということも記録に影響をしてくる。自分の走りや仲間の走りと、陸上競技の選手のデータと比較し分析することで、走運動を科学的にとらえさせたい。そして、その過程で、生徒は自己の課題を探求し学習目標を明確にでき、主体的に学習に取り組める授業にすることができると考える。 |
| 評価の観 点および その趣旨 | ①運動への関心・意欲・態度 ア) 記録を向上させたり競争したりする短距離走やリレーの楽しさを味わおうとする。 イ) 記録の測定や練習では、お互いに協力し、助言しながら学習しようとする。 ウ) 体調を考えたり練習場所の安全を確認しながら学習しようとする。 ②運動についての思考・判断 ア) 測定したデータを元に、自分にあった課題を設定して学習できる。 イ) 課題解決のための適切な練習方法が工夫できる。 ③運動の技能 ア) 自分に合った合理的な走り方やバトンパスの方法を身につけ、記録を向上できる。 ④運動についての知識・理解 ア) 短距離走の合理的な走法とリレーのバトンパスの方法を知っている。 イ) 短距離走のストライドとピッチの関係やスピードの変化を知っている。 ウ) 走者の合計タイムより、リレーによるタイムが速いことの意味を知っている。 |
| 学習指導 要領との 関係 | 「C陸上競技」の「1技能の内容」「2態度の内容」「3学び方の内容」を踏まえた取り組みであ 50 m走のスピードの変化、ピッチ数、ストライドを測定して走り进行分析したり、リレーでは、スピードの変化のグラフから、前半の加速区間を助走区間として、トップスピードでのバトンの受け渡しを考えさせるなど、データに基づいて学習目標や課題を設定できるように考えた。 |

| 題目(配当時間) | 学 習 内 容 | 指導上の留意点・評価 |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. オリエンテーション (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ○単元のねらい 各自が様々なデータを元に考え工夫しながら学習する。 ○授業の進め方 何のための練習かを常に意識して練習をする。 ○計時の仕方 | <ul style="list-style-type: none"> ○単元のねらいをしっかりと理解させる。 |
| 2. 50 走 (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ○10 mごとのタイム, 30 m地点のストライド, 50 m走のピッチ数の計測 | <ul style="list-style-type: none"> ○協力して, 正確にしかも能率よく測定できるようにさせる。 【評価】 ①ーイ) 観察 |
| 3. データの分析 (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ○10 mごとのタイムの変化をグラフにし, スピード曲線を作成して, 加速区間, 全速の区間, 減速区間があることを理解する。 ○ピッチとストライドの関係を考える。 ○50 mの走り方を考える。 <ul style="list-style-type: none"> ・加速区間 ・全速の区間 | <ul style="list-style-type: none"> ○陸上競技の選手の100 m走のスピード曲線を提示し, 比較させながら考えさせる。 ○短距離走のスタートがクラウチングスタートであることの意味から加速区間の走り方を考えさせる。 ○ストライドとピッチの関係から, 全力疾走の走り方を考えさせる。 ○減速の区間を作らないために, 必要な走り方を考えさせる。 【評価】 ④ーイ) ノート |
| 4. ストライド走を中心とした練習 (2時間) | <ul style="list-style-type: none"> ○リラックスして, できるだけピッチを落とさず, 大きなストライドで走る。 ○スタートは, 力んで早く上体が立ってしまわないで, 低い姿勢で加速できるようにする。 | <ul style="list-style-type: none"> ○練習の意味を考えながら練習しているか。 ○各自課題を持って練習しているか。 【評価】 ②ーア) イ) 観察, ノート |
| 5. 50 m 走 加速 50 m 走 (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ○学習したことを発揮して50 m走のタイムを測定する。 ○15 m加速した後の50 mのタイムの測定をする。 | <ul style="list-style-type: none"> ○協力して, 正確にしかも能率よく測定できるようにさせる。 【評価】 ①ーイ) 観察 |
| 6. 試しのリレー (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ○スピード曲線と加速50 m走からリレーの目標タイムの設定をする。 ○リレーゾーンの意味と使い方を理解する。 ○50 m×5のリレーを行う。 | <ul style="list-style-type: none"> ○班ごとの話し合いは十分できているか。 ○タイムを測定して, 目標タイムとの差から, バトンパスの意味を考えさせる。 【評価】 ④ーア) ウ) ノート |

| | | |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7.追いかけて走とバトンパス (3時間) | <ul style="list-style-type: none"> ○追いかけて走で、全力疾走をしている人とスタートした人とのスピードの関係を理解する。 ○バトンの受け渡しの方法を工夫する。 ○お互いのスピードを考えて、できるだけトップスピードでの受け渡しができるようにスタート位置の工夫をする。 ○50 m×2のリレーをする。 | <ul style="list-style-type: none"> ○班内で協力して、工夫しながら学習ができるよう助言する。 ○練習のねらいを理解しているかを確認する。 ○各自課題を持って練習しているかを確認する。 ○ペアの目標タイムが達成できたかどうか、その要因を考えさせるよう助言する。 <p>【評価】①-ア) イ) 観察 ②-イ) 観察, ノート</p> |
| 8.50 m×5リレー (2時間) | <ul style="list-style-type: none"> ○50 m×5のリレーを行いながら、バトンパスの技術の向上を図る。 | <ul style="list-style-type: none"> ○班の目標タイムが達成できたかどうか、その要因を考えさせるよう助言する。 ○班内で協力して、工夫しながら学習ができるよう助言する。 <p>【評価】①-イ) ウ) 観察 ③-ア) 記録</p> |
| 9.記録会とまとめ (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ○50 m×5のリレーの記録会を行う。 ○授業の中でわかったこと、工夫したこと、授業への取り組みについてまとめる。 | <ul style="list-style-type: none"> ○協力して、正確にしかも能率よく定できるようにさせる。 ○班の目標タイムとの関係で考えさせる。 <p>【評価】①-ア) イ) 観察</p> |

サイエンスⅢ(教科の単元開発) 保健体育科①(体育)

＜単元の指導の事例 1＞

| | サイエンスⅢ | 保健体育科 |
|-------------|------------------|------------|
| 単元テーマ(題目) | 「陸上競技」(短距離走・リレー) | |
| 実施学年(中学校1年) | 配当時間(13時間) | 実践者(岡本 昌規) |

1. 単元のねらい・目標

- 短距離走・リレーの技術について、スピードの変化、ストライド、ピッチなどのデータを元に科学的に理解をさせる。
- 短距離走・リレーの技能を高めるために、データを元に具体的な学習目標や課題を設定して、主体的に学習する力を育てる。

2. 単元の構成と特色

短距離走は、わずか10数秒のなかに様々な技術が存在する。そうした技術を50m走では、スタートからの10mごとのタイムの測定、足跡からストライドの長さの測定、50mのピッチ数などのデータを収集して、自己の50m走におけるスピードの変化やピッチ数とストライドの関係を競技選手のデータと比較しながら分析することにより、短距離をより速く走るための技術を理解できるようにする。そして、自己の課題を設定し、工夫しながら練習することで50m走の記録の向上をはかる。

そこで得られたデータから、リレーにおいては、スタートからのスピードの変化と加速走のデータから合理的なバトンパスをすることにより、50m走の合計タイムより記録が短縮できることを理解する。また、得られたデータから理論上の班の目標タイムを設定して、協力・工夫しながらバトンパスの技術と記録の向上を図る。

3. 本単元における 評価の観点と評価方法

- ①運動への関心・意欲・態度
 - ア) 記録を向上させたり競争したりする短距離走やリレーの楽しさを味わおうとする。
 - イ) 記録の測定や練習では、お互いに協力し、助言しながら学習しようとする。
 - ウ) 体調を考えたり練習場所の安全を確認しながら学習しようとする。
- ②運動についての思考・判断
 - ア) 測定したデータを元に、自分にあった課題を設定して学習できる。
 - イ) 課題解決のための適切な練習方法が工夫できる。
- ③運動の技能
 - ア) 自分に合った、合理的な走り方やバトンパスの方法を身につけ、記録を向上できる。
- ④運動についての知識・理解
 - ア) 短距離走の合理的な走法とリレーのバトンパスの方法を知る。
 - イ) 短距離走のストライドとピッチの関係やスピードの変化を知る。
 - ウ) 走者の合計タイムより、リレーによるタイムが速いことの意味を知る。

4. 単元計画 (配当時間計 13時間)

| 題目(配当時間) | 学 習 内 容 | 指導上の留意点・評価 |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. オリエンテーション (1時間) | ○単元のねらい 各自が様々なデータを元に考え工夫しながら学習する。 ○授業の進め方 何のための練習かを常に意識して練習をする。 ○計時の仕方 | ○単元のねらいをしっかりと理解させる。 |
| 2. 50 m走 (1時間) | ○10 mごとのタイム, 30 m地点のストライド, 50 m走のピッチ数の計測 | ○協力して, 正確にしかも能率よく測定できるようにさせる。 【評価】 ①-イ) 観察 |
| 3. データの分析 (1時間) | ○10 mごとのタイムの変化をグラフにし, スピード曲線を作成して, 加速区間, 全速の区間, 減速区間があることを理解する。 ○ピッチとストライドの関係を考える。 ○50 mの走り方を考える。 ・加速区間 ・全速の区間 | ○陸上競技の選手の100 m走のスピード曲線を提示し, 比較させながら考えさせる。 ○短距離走のスタートがクラウチングスタートであることの意味から加速区間の走り方を考えさせる。 ○ストライドとピッチの関係から, 全力疾走の走り方を考えさせる。 ○減速の区間を作らないために, 必要な走り方を考えさせる。 【評価】 ④-イ) ノート |
| 4. ストライド走を中心とした練習 (2時間) | ○リラックスして, できるだけピッチを落とさず, 大きなストライドで走る。 ○スタートは, カんで早く上体が立ってしまわないで, 低い姿勢で加速できるようにする。 | ○練習の意味を考えながら練習しているか。 ○各自課題を持って練習しているか。 【評価】 ②-ア) イ) 観察, ノート |
| 5. 50 m走 加速50 m走 (1時間) | ○学習したことを発揮して50 m走のタイムを測定する。 ○15 m加速した後の50 mのタイムの測定をする。 | ○協力して, 正確にしかも能率よく測定できるようにさせる。 【評価】 ①-イ) 観察 |
| 6. 試しのリレー (1時間) | ○スピード曲線と加速50 m走からリレーの目標タイムの設定をする。 ○リレーゾーンの意味と使い方を理解する。 ○50 m×5のリレーを行う。 | ○班ごとの話し合いは十分できているか。 ○タイムを測定して, 目標タイムとの差から, バトンパスの意味を考えさせる。 【評価】 ④-ア) ウ) ノート |
| 7. 追いかけ走とバトンパス (3時間) | ○追いかけ走で, 全力疾走をしている人とスタートした人とのスピードの関係を理解する。 ○バトンの受け渡しの方法を工夫する。 | ○班内で協力して, 工夫しながら学習ができるよう助言する。 ○練習のねらいを理解しているかを確認する。 |

| | | |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>○お互いのスピードを考えて、できるだけトップスピードでの受け渡しができるようにスタート位置の工夫をする。</p> <p>○50 m×2のリレーをする。</p> | <p>○各自課題を持って練習しているか確認する。</p> <p>○ペアの目標タイムが達成できたかどうか、その要因を考えさせるよう助言する。</p> <p>【評価】①ーア) イ) 観察 ②ーイ) 観察, ノート</p> |
| <p>8.50 m×5 リレー (2時間)</p> | <p>○50 m×5のリレーを行いながら、バトンパスの技術の向上を図る。</p> | <p>○班の目標タイムが達成できたかどうか、その要因を考えさせるよう助言する。</p> <p>○班内で協力して、工夫しながら学習ができるよう助言する。</p> <p>【評価】①ーイ) ウ) 観察 ③ーア) 記録</p> |
| <p>9.記録会とまとめ (1時間)</p> | <p>○50 m×5のリレーの記録会を行う。</p> <p>○授業の中でわかったこと、工夫したこと、授業への取り組みについてまとめる。</p> | <p>○協力して、正確にしかも能率よく定できるようにさせる。</p> <p>○班の目標タイムとの関係で考えさせる。</p> <p>【評価】①ーア) イ) 観察</p> |

5. 指導のポイント

- ①自分たちの50 m走, 加速50 m走から, タイムやスピードの変化, ストライドの長さ, ピッチ数などのデータを収集してそれグラフ化するなどして, 競技者のデータと比較しながら分析させて, 短距離走, リレーの技術について理解させる。
- ②理解した技術について実践する中で, 自己の課題を発見させる。
- ③自己の課題の解決に向けての練習方法が工夫でき, 技能の上達がはかれるように助言していく。
- ④課題の解決のためにどんな工夫をしているかを学習活動や学習ノートから把握して, 生徒自身が解決の道筋を考え, 実践できるように助言していく。

6. 成果と課題

50 m走をペース, ストライドとピッチの関係から分析し, 短距離走の技術を理解することは一定の成果を得た。とくに, 10 mごとのペースから, 短距離走には加速区間と全速区間があることを理解し, 加速の練習, 中間疾走の練習など得られたデータをもとに課題を持って学習に取り組んだと思う。ただ, ピッチとストライドの関係についての考察は不十分であった。これらが具体的に見えるようなデータの収集方法の開発が必要である。また, 今回の実践では, 50 m走の記録が6時間目に測定したため, はじめの記録より0.15秒低下した。実質2時間の練習後の記録であり, リレーの学習後に測定する必要があったと考える。また, 10 mごとの記録の測定などではミスが続き, 正確で簡単な方法の研究が必要である。

リレーでは, 短距離走で得たデータを元に, 目標記録を設定し, 意欲的に取り組んだ。特にバトンパスについては, 協力しながら, 工夫して取り組んだ。最後の記録会では, 50 m走の合計タイムより3.6秒短縮し, 目標タイムに平均であと0.3秒とせまるまでに技術も向上した。

50 m走でもリレーでも, 生徒達は自分たちで測定したデータを元に課題を持って意欲的に学習に取り組み, 短距離走やリレーの技術について理解し, 技能が上達し, 成果が上がったと考える。

| | |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 単元名 (題材名) | 陸上競技 (走り幅跳び) |
| 概要 | 走り幅跳びは助走のスピードを生かして、前上方へ跳びだし、より遠くへ跳ぶことがねらいである。そのためには、踏切が大切な技術になる。踏切とその前後にある技術、助走、踏切準備、踏切に焦点を当てて、そこにある技術から、いくつかの仮説を準備して、グループで予想、実践、検証というサイクルの中で、技術を理解できるようにする。それを元に自己の課題を設定して技能を高め、記録を向上させる授業にしたい。 |
| ねらい | ○走り幅跳びの技術について、助走、踏切準備、踏切の各段階での技術についての仮説に対して、グループで協力して、実践しながら検証をしていくなかで、理解を深める。 (主に③自然や社会の様々な事象を認知する能力、⑤読解力、表現力、コミュニケーション能力) ○走り幅跳びの技能を高めるために、検証された技術について自己の能力に応じた課題を設定して、主体的に学習をする力を育てる。また、その際にグループ内での助言活動を十分に行い協力して学習を行う能力や態度を養う。 (主に④課題発見、主体的に判断し解決していく能力、⑤読解力、表現力、コミュニケーション能力)、⑥自由で豊かな発想力、創造性、独創性) |
| 題材設定の理由 | スポーツは、科学に裏付けられた技術が存在する。運動を学習すること「できること」は、身体活動をとおして、技術を科学的に理解すること「わかること」でもある。単に速く走れるとか遠くへ跳べるとかボール扱いが うまいというだけでなく、走ること、跳ぶこと、ボールを操作することの意味がわかることが大切である。走り幅跳びに存在するいくつかの技術を、仮説として提示して、それを運動実践しながら検証していくことで、「わかること」と「できること」を統一させて学習できると考えた。また、今日の生徒の課題でもあるコミュニケーション能力を育てるために、グループ活動をおこなって、お互いの関わり合いを深めることができるような授業にしようと考えた。 |
| 評価の観点およびその趣旨 | ①運動への関心・意欲・態度 ア) お互いの記録を向上させたりグループ対抗戦を楽しむために、グループ内でアドバイスし合って学習している。 イ) 砂場の安全を確かめながら練習するなど、安全に留意しながら練習を行おうとしている ウ) お互いに協力し、励ましあってすすんで練習や記録会を行おうとしている。 ②運動についての思考・判断 ア) 提示された仮説について、実践し、検討している。 イ) 自己の技能を向上させるための課題を見つけ、解決に向けて工夫しながら実践し、その反省を学習ノートに記述できる。 ウ) グループのメンバーの課題に気づき、アドバイスができる ③運動の技能 ア) 自己の能力に応じて技能をのぼし目標記録を達成できる。 イ) 走り幅跳びの各技能における自己の課題を解決して、技能を身につけている。 ④運動についての知識・理解 ア) 走り幅跳びの各局面における技能とそれらの関連性を理解している。 イ) 走り幅跳びのルールや記録会の運営方法を理解している。 |
| 学習指導要領との関係 | 「C陸上競技」の「1技能の内容」「2態度の内容」「3学び方の内容」を踏まえた取り組みである。走り幅跳びの技術についての仮説をグループで検証する中で、技術についての理解を深め、自己の能力に応じた課題を設定して学習できるようにした。 |

| 単元計画 (実施時間: 全15時間) | | |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
| 1. オリエンテーション (1時間) | ○単元のねらい ①出された仮説に対して、グループで実践しながら検証していく。 ②検証の結果に基づいて、自己の課題を設定して学習していく。 | ○単元のねらいをしっかりと理解させる。 |
| 2. 試しの記録会 (1時間) | ○記録の測定の仕方 | ○協力して、正確にしかも能率よく測定できるようにさせる。 【評価】 ①-ウ) ④-イ) 観察 |
| 3. 踏切練習Ⅰ (4時間) | ○次の仮説について検証して練習する。 ◎助走距離は何メートルくらいが良いですか？ ◎踏切前の3歩のリズムはどうなっていますか。 ①遅くなっている ②はやくなっている ③かわらない ※タタターンのリズムで跳ぶ ◎踏み切る角度はどれくらいだと思いますか。 ①かなり高く跳ぶ ②低く跳ぶ ◎踏み切った時にどこを見ると遠くへ跳べますか。 ①斜めうえ ②正面 ③砂場 ※視線を上にして上方に跳ぶ 記録会 (グループ対抗戦Ⅰ) | ○助走距離は、踏切板に足を合わせるごとと併せて授業を通して確認していく。 ○協力しながら検証を進めているか助言をする。 ○2つ(3つ)の仮説を試しながらどれが合理的か考えさせる。 ○ある程度進んだところで、グループで結果を話し合わせて、発表させる。 【評価】 ①-ウ) ②-ア) 観察 ②-イ) ③-イ) ④-ア) ノート |
| 4. 踏切練習Ⅱ (4時間) | ○次の仮説について検証していく。 ◎助走の走り方はどんな走り方が遠くへ跳べますか。 ①力強く走る ②リズムカルに走る ※スタートは力強く、そしてリズムカルに助走する。 ◎踏み切った後振りあげ足をどうすれば遠くへ跳べますか。 | ○2つ(3つ)の仮説を試しながらどれが合理的か考えさせる。 ○協力しながら検証を進めているか助言をする。 ○ある程度進んだところで、グループで結果を話し合わせて、発表させる。 【評価】 ①-ウ) ②-ア) 観察 ②-イ) ③-イ) ④-ア) |

| | | |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>①つま先を下げる ②つま先を立てる ※踏み切ると同時につま先を立てて腿を引き上げる。 ◎空中で手をどうすれば遠くへ跳べますか。 ①両手を下げる ②両手をあげる ※踏み切ると同時に両手を上にあげて体を引き上げる。 ◎着地でよいのはどれですか ①足を前に投げ出す ②足をおろす ※足の裏を前方に向けて足を投げ出す。</p> <p>記録会（グループ対抗戦Ⅱ）</p> | <p>ノート</p> |
| 5. 課題練習 (3時間) | <p>○各自の能力に応じた課題を設定し練習する。 ○グループ内での助言活動を活発にする。</p> | <p>○協力して、正確にしかも能率よく測定できるようにさせる。 【評価】 ①ーア) ウ) ④ーイ) 観察</p> <p>○課題を持って練習しているか。 【評価】 ①ーア) ②ーイ) ウ) ③ーイ) ウ) ④ーア) 観察・ノート</p> |
| 6. 記録会 (1時間) | <p>○記録会（グループ対抗戦Ⅲ）</p> | <p>○協力して、正確にしかも能率よく測定できるようにさせる。 【評価】 ①ーア) ウ) ④ーイ) 観察</p> |
| 7. まとめ (1時間) | <p>○授業を振り返って、記録の変化，わかったこと，できるようになったことをまとめる。</p> | <p>【評価】 ③ーア) イ) ④ーア) ノート</p> |

サイエンスⅢ(教科の単元開発) 保健体育科②(体育)

<単元の指導の事例 2>

| | サイエンスⅢ | 保健体育科 |
|-------------|---------------|------------|
| 単元テーマ(題目) | 「陸上競技」(走り幅跳び) | |
| 実施学年(中学校2年) | 配当時間(15時間) | 実践者(岡本 昌規) |

1. 単元のねらい・目標

- 走り幅跳びの技術について、助走、踏切準備、踏切の各段階での技術について検証課題に対して、グループで協力して、実践しながら検証する。その過程で、技能を高め、走り幅跳びの様々な技術について理解を深める。
- 走り幅跳びの技能を高めるために、検証された技術について自己の能力に応じた課題を設定して、主体的に学習をする力を育てる。また、その際にグループ内での助言活動を十分に行い協力して学習を行う能力や態度を養う。

2. 単元の構成と特色

スポーツは、科学に裏付けられた技術が存在する。運動を学習すること「できること」は、身体活動をとおして、技術を科学的に理解すること「わかること」でもある。走り幅跳びに存在するいくつかの技術を、検証課題として提示して、それを運動実践しながら検証していくことで、「わかること」と「できること」を統一させて学習できると考えた。

単元を大きく3段階に分けて、第1段階は、助走から上方への踏切技術を中心にした検証課題を準備し1回目の記録会を行い技能の習熟を確認できるようにした。第2段階は、踏切から着地への技術で、腕や足の使い方を中心にした検証課題を準備しその後、2回目の記録会を行い、試しの記録会からの技能の習熟を確認できるようにした。第3段階は、学習したことから各自の課題を設定して学習し、最後にまとめの記録会を行った。

記録会は、試しの記録会からの記録の伸びを得点化して、グループごとに合計して競うグループ対抗戦方式にした。そのことにより、体力に関わりなく、自己の技能の習熟を確認でき、また、他者と競う楽しさを味わえると考えた。

3. 本単元における評価の観点と評価方法

①運動への関心・意欲・態度

ア) お互いの記録を向上させたりグループ対抗戦を楽しむために、グループ内でアドバイスし合っていて学習している。

イ) 砂場の安全を確かめながら練習するなど、安全に留意しながら練習を行おうとしている。

ウ) お互いに協力し、励ましあってすすんで練習や記録会を行おうとしている。

②運動についての思考・判断

ア) 提示された仮説について、実践し、検討している。

イ) 自己の技能を向上させるための課題を見つけ、解決に向けて工夫しながら実践し、その反省を学習ノートに記述できる。

ウ) グループのメンバーの課題に気づき、アドバイスができる

③運動の技能

ア) 自己の能力に応じて技能をのばし目標記録を達成できる。

イ) 走り幅跳びの各技能における自己の課題を解決して、技能を身につけている。

④運動についての知識・理解

ア) 走り幅跳びの各局面における技能とそれらの関連性を理解している。

イ) 走り幅跳びのルールや記録会の運営方法を理解している。

4. 単元計画

(配当時間 15 時間)

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. オリエンテーション (1時間) | ○単元のねらい ①出された仮説に対して、グループで実践しながら検証していく。 ②検証の結果に基づいて、自己の課題を設定して学習していく。 | ○単元のねらいをしっかりと理解させる。 |
| 2. 試しの記録会 (1時間) | ○記録の測定の仕方 | ○協力して、正確にしかも能率よく測定できるようにさせる。 【評価】 ①ーウ) ④ーイ) 観察 |
| 3. 練習 I (4時間) | ○次の仮説について検証して練習する。 ◎助走距離は何メートルくらいが良いですか？ ◎踏切前の3歩のリズムはどうなっていますか。 ①遅くなっている ②はやくなっている ③かわらない ※タタターンのリズムで跳ぶ ◎踏み切る角度はどれくらいだと思いますか。 ①かなり高く跳ぶ ②低く跳ぶ ◎踏み切った時にどこを見ると遠くへ跳べますか。 ①斜めうえ ②正面 ③砂場 ※視線を上にして上方に跳ぶ | ○助走距離は、踏切板に足を合わせることに併せて授業を通して確認していく。 ○協力しながら検証を進めているか助言をする。 ○2つ(3つ)の仮説を試しながらどれが合理的か考えさせる。 ○ある程度進んだところで、グループで結果を話し合わせて、発表させる。 【評価】 ①ーウ) ②ーア) 観察 ②ーイ) ③ーイ) ④ーア) 学習ノート |
| | 記録会(グループ対抗戦 I) | ○協力して、正確にしかも能率よく測定できるようにさせる。 【評価】 ①ーア) ウ) ④ーイ) 観察 測定結果 |
| 4. 練習 II (4時間) | ○次の仮説について検証していく。 ◎助走の走り方はどんな走り方が遠くへ跳べますか。 ①力強く走る ②リズムカルに走る ※スタートは力強く、そしてリズムカルに助走する。 ◎踏み切った後振りあげ足をどうすれば遠くへ跳べますか。 ①つま先を下げる | ○2つ(3つ)の仮説を試しながらどれが合理的か考えさせる。 ○協力しながら検証を進めているか助言をする。 ○ある程度進んだところで、グループで結果を話し合わせて、発表させる。 【評価】 ①ーウ) ②ーア) 観察 ②ーイ) ③ーイ) ④ーア) 学習ノート |

| | | |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| | <p>②つま先を立てる ※踏み切ると同時につま先を立てて腿を引き上げる。 ◎空中で手をどうすれば遠くへ跳べますか。 ①両手を下げる ②両手をあげる ※踏み切ると同時に両手を上にあげて体を引き上げる。 ◎着地でよいのはどれですか ①足を前に投げ出す ②足をおろす ※足の裏を前方に向けて足を投げ出す。</p> <p>記録会（グループ対抗戦Ⅱ）</p> | <p>○協力して、正確にしかも能率よく測定できるようにさせる。 【評価】 ①－ア) ウ) ④－イ) 観察測定記録</p> |
| 5. 課題練習 (3時間) | <p>○各自の能力に応じた課題を設定し練習する。 ○グループ内での助言活動を活発にする。</p> | <p>○課題を持って練習しているか。 【評価】 ①－ア) ②－イ) ウ) ③－イ) ウ) ④－ア) 観察・学習ノート</p> |
| 6. 記録会 (1時間) | <p>○記録会（グループ対抗戦Ⅲ）</p> | <p>○協力して、正確にしかも能率よく測定できるようにさせる。 【評価】 ①－ア) ウ) ④－イ) 観察測定結果</p> |
| 7. まとめ (1時間) | <p>○授業を振り返って、記録の変化，わかったこと，できるようになったことをまとめる。</p> | <p>【評価】 ③－ア) イ) ④－ア) 調査シート</p> |

5. 指導のポイント

- ①検証課題は，正しい動きと間違った動きを提示し，生徒はその両方を試しながら，どれが合理的なのかを検証しながら進める。
- ②検証した結果をグループで話し合い，まとめて全体で発表し，他者の考えかたを知ることで自己の理解を深め，そして理解した技術について実践し，次の自己の課題を発見できるようにする。
- ③検証する時や検証結果をまとめる時は，正解を提示するだけでなく，生徒の出した結論を大切にしてい，納得のいくまで検証や思考ができるようにする。
- ④課題の検証や課題の解決のためにどんな工夫をしているかを学習活動や学習ノートから把握して，生徒自身が解決の道筋を考え，実践できるように助言していく。

6. 成果と課題

走り幅跳びの技術の学習をわかりやすくするために、検証課題を準備した。走り幅跳びの技術の正しい動きと間違った動きの両方を提示し、自己の体の動きを常に考えながらその課題に取り組み検証することで、「わかる」ことを実感し、記録をのばす（「できる」）ことができると考えた。さらにその過程では、自己の記録の伸びを得点化してグループ対抗戦を行う中で、誰もが記録の伸びを実感し、意欲的に学習できるようした。そして、生徒同士のお互いの関わり合いを深めそれらの学習がより効果的にすすむように、少人数のグループでの活動を中心とした授業を実践した。

その結果、生徒たちは、提示された検証課題に対して、自分の体の動きや記録、アドバイスなどから考え工夫しながら検証をおこなった。そして、生徒が出した検証課題の答えを大切にしながらグループや全体で考えさせたことで生徒の思考を深めることができた。そのことにより、走り幅跳びの、助走から、着地までの技術についての理解を深める（「わかる」）ことができ、技能を習熟させることができ、はじめの記録会よりも全体の平均で 43.7 cm 記録を向上させ、41 人中 38 人が、後半の 2 回の記録会（対抗戦Ⅱ、対抗戦Ⅲ）で自己ベスト記録を出す（「できる」）ことができた。

また、途中で 3 回グループ対抗戦を行い、グループで競い合ったり、記録の伸びを確認できたことは、学習意欲の向上につながった。また、検証課題方式によりそれぞれの技術について確認しながら学習できたことは、分かりやすかったようで、技能を習熟させ記録が向上していったことも学習意欲の向上につながった。

課題は、今回の授業では、グループでの活動を多くして、お互いの関わり合いを深め、助言探求活動を活性化することもねらったが、助言活動ができていないものとは分かれた。一つの単元の中で、方法を工夫してもすぐにはできるものではなく日々の授業の中での、取り組みが大切になってくる。

サイエンスⅢ(教科の単元開発) 保健体育科③(体育)

第5学年 全10時間

| | |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 単元名 (題材名) | 陸上競技(持久走) |
| 概要 | 2000 m走の400 mごとのラップタイムをとり、それを元にペース曲線を作成して、ペース配分と記録との関係を考え、次の時間のペースを設定する。そして、次の時間に再び2000 mのペース曲線を作成する。これを毎時間繰り返し、自己の能力に応じたペース設定を行い、安定したペースで走れるようになる。 その際前日の睡眠時間、食事などの生活などが、パフォーマンスに与える影響なども考えさせる。 |
| ねらい | ○ペース曲線と脈拍や、呼吸の様子、苦しさなどのランニング時の体の変化から自分の走りを分析し、自己の能力に応じたペースを設定ができ、それに基づいて、2000 mを安定したペースで走る力を育てる。 (主に③自然や社会の様々な事象を認知する能力、④課題発見、主体的に判断し解決していく能力、⑥自由で豊かな発想力、創造性、独創性) ○睡眠時間などの生活の要因が、運動に与える影響を理解させる。 (主に③自然や社会の様々な事象を認知する能力) |
| 題材設定の理由 | 長い距離を自己の能力を最大限に発揮して走るためには、単にがむしゃらに走るのではなく、自己の力に応じた一定のペースで走ることが必要である。 あらかじめ設定したペースで2000 mを走り、その400 mごとのペース曲線と走った直後の脈拍数をもとに、走りを振り返り、次の時間のペース設定をする。また、その際には体調なども考えさせる。これを毎時間繰り返すことによって、一定のペースで走ることの意味を理解させ、自己の力を合理的に発揮できるペース設定と安定したペースで走る力を育てることができる。また、そうしたペース、脈拍数といったデータと体調を元に運動する力を育てることは、今日のジョギングブームといわれる中で、生涯にわたって健康を維持しながら運動を楽しむために大切な力となると考える。 |
| 評価の観点およびその趣旨 | ○運動への関心・意欲・態度 ① 2000 m持久走に、体調やペース配分と記録の関係を考えながら意欲的に取り組もうとする。 ② お互いの記録を測定したり、励ましたりして協力・工夫しながら学習しようとする。 ③ 体の調子に応じてペースを決めるなど、健康安全に配慮して学習しようとする。 ○運動についての思考・判断 ① 自分の体力に応じたペースを考えて走ることが出来る。 ② 体調に応じた目標を設定して、ペースをコントロールしながら走ることが出来る。 ③ 体力の向上に合わせた目標を設定できる。 ○運動の技能 ① 合理的なフォームで、自分の体力を十分に発揮して、2000 mを安定したペースで走ることが出来る。 ○運動についての知識・理解 ① 自分にあった合理的なフォームとペース配分を知る。 ② 2000 m走るときの、苦しさや呼吸・脈拍の変化を知る。 |
| 学習指導要領との関係 | 「C陸上競技」の「1技能の内容」、「2態度の内容」、「3学び方の内容」を踏まえた取り組みであり、毎時間、400 m毎のペースの変化をグラフにして、ペースと目標タイムの関係をわかりやすくして、データに基づいて学習目標や課題を設定できるように考えた。 |

| 単元計画 (実施時間: 全10時間) | | |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目 (配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点 |
| 1. オリエンテーション (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ○学習のねらい ○授業の進め方と学習ノートの記入の仕方 ○2000 mのジョギング | <ul style="list-style-type: none"> ○他人との競争ではなく、自己の力を最大限に発揮できることがねらいであることをしっかりと理解させる。 ○話のできるペースで |
| 2. 2000 m走 (7時間) | <ul style="list-style-type: none"> ○ペース曲線と自分の走った時の苦しさや走った直後の脈拍数などから、走りを振り返り、次のペース設定とペース配分を考える。 ○体調や睡眠時間などの要因を考えてペースが設定できるようになる。 ○設定したペースで、安定して走れるようになる。 | <ul style="list-style-type: none"> ○各自が自分の体力に応じた目標設定ができるよう助言する。 ○睡眠時間などの生活面や体調などの健康管理の面からも考えさせる。 |
| 3. 3000 mチャレンジ走 (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ○2000 m走のデータから3000 mチャレンジ走のペースを設定する。 ○設定したペースで走る。 ○記録の変化から学習への取り組みを振り返る。 | <ul style="list-style-type: none"> ○走っているときにペースの変動の情報を送るようにする。 ○フォームについても助言する。 ○初めての3000 m走にたいして、無理なくペース設定ができるように助言する。 |
| 4. 学習のまとめ (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ○ペース曲線の変化から、ペース設定やペース配分について振り返る。 ○持久走の授業を通して自分の中に何が形成されたのかを考える。 | <ul style="list-style-type: none"> ○まとめのプリントに記入させながら授業の取り組みを振り返らせる。 |

サイエンスⅢ(教科の単元開発) 保健体育科③(体育)

<単元の指導の事例 3>

| サイエンスⅢ | | 保健体育科 | |
|------------|-------------|------------|--|
| 単元テーマ(題目) | 「陸上競技」(持久走) | | |
| 実施学年(高校2年) | 配当時間(9時間) | 実践者(三宅 理子) | |

1. 単元のねらい

- 3000m 走に向けて、自己の体力に応じた練習方法を選択し、持久力、スピード、ラストスパート、ランニングフォームなどの持久走に必要な能力を高める。
- ペース曲線、脈拍、記録などのデータと、呼吸の様子、苦しさなどのランニング時の体の変化から自分の走り进行分析し、自己の能力に応じたペースを設定ができるようにする。

2. 単元の構成と特色

長い距離を自己の能力を最大限に発揮して走るためには、単にがむしゃらに走るのではなく、自己の力に応じた一定のペースで走ることが必要である。本単元では、まず 2000 m ペース走をおこない、400 m ごとのラップタイムをとり、それを元にペース曲線を作成して、ペース配分を考えるとともに、自己の体力に応じたペースをつかむ。その後、ほぼ同じ体力の 6 人のグループをつくり、そのグループの能力に応じた練習方法を選択して学習し、持久力を合理的に高めることができるようにした。練習方法は①ペース走(走法、リズム、持久力)②ビルドアップ走(スピードの変化、ラストスパート、持久力)③インターバル走(スピード、ペース、持久力)④追い抜き走(スピード、持久力、走法)の 4 種目を準備した。そのなかで、グループの能力に応じて、自分たちで課題を話し合っ練習方法を選択させた。そして、ペース走でつかんだペース感覚と課題練習で高めた持久力を使って 3000m 走に挑戦するようした。どの学習でも、ラップタイムや心拍数により科学的にトレーニングをコントロールできるようにした。最後に記録を整理しながら、トレーニング効果の検討や、学習の成果をまとめた。そのことにより、苦しい持久走に、自己の能力に応じて常に課題を持って取り組むことで意欲を高め、学習効果を上げることができると考えた。また、持久力の科学的なトレーニング方法とその効果を理解し、自分たちの能力に応じて、適切なトレーニングを実施する力を育てようと考えた。

3. 単元の評価基準

①運動への関心・意欲・態度

ア) ペース走や、各種持久トレーニングに、体力・体調やペース配分と記録の関係を考えながら意欲的に取り組もうとする。

イ) お互いの記録を測定したり、励ましたりしながら協力・工夫しながら学習しようとする。

ウ) 体の調子に応じて運動量やペースを決めるなど、健康安全に配慮して学習しようとする。

②運動についての思考・判断

ア) 体力に応じ目標を設定して、ペースをコントロールしながら走ることが出来る。

イ) 自己の体力に応じたトレーニングが選択できる。

ウ) 体力の向上に合わせた目標を設定できる。

③運動の技能

ア) 持久走の合理的なフォームで走ることができる。

イ) 自分の体力を十分に発揮して、2000m、3000 m を安定したペースで走ることが出来る。

④運動についての知識・理解

ア) 持久走における合理的なフォームを知っている。

イ) 長距離を走る時の、ペースの組み立て方を知っている。

ウ) 持久力を向上させるためのトレーニング方法とその効果を知っている。

4. 単元計画

| 単元計画 (実施時間: 全10時間) | | |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目 (配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点 |
| 1. オリエンテーション (1時間) | ○学習のねらい ○授業の進め方と学習ノートの記入の仕方 ○2000 mのジョギング | ○他人との競争ではなく、自己の力を最大限に発揮できることがねらいであることをしっかりと理解させる。 ○話のできるペースで 【評価】 ①-ア) 観察, 学習ノート |
| 2. 2000 m走 (2時間) | ○ペース曲線と自分の走った時の苦しさや走った直後の脈拍数などから、走りを振り返り、次のペース設定とペース配分を考える。 ○ランニングフォームチェックをする。 ○体調や睡眠時間などの要因を考えてペースが設定できるようになる。 | ○各自が自分の体力に応じた目標設定ができるよう助言する。 ○睡眠時間などの生活面や体調などの健康管理の面からも考えさせる。 ○走っているときにペースの変動の情報を送るようにする。 ○フォームについても助言する。 【評価】 ②-ア) ③-ア) イ) ④-ア) イ) 観察, 記録, 学習ノート |
| 3. グループごとの課題練習 (4時間) | ○・ペース走 走法, リズム, 持久力 ・ビルドアップ走 スピードの変化 ラストスパート ・インターバル走 スピード, ペース, 持久力 ・追い抜き走 スピード, 持久力, 走法 各練習方法のなかで、自分たち課題に応じた練習方法をグループで選択して学習する。 | ○毎時間、グループで話し合わせて選択させる。 ○グループの体力に応じた適切なトレーニング方法を選択しているか。 【評価】 ①-ア) イ) ウ) ②-ア) イ) ウ) ③-ア) イ) ④-ア) イ) ウ) 観察, 記録, 学習ノート |
| 3. 3000 mチャレンジ走 (1時間) | ○ペース走や各トレーニングのデータから3000 mチャレンジ走のペースを設定する。 ○設定したペースで走る。 | ○3000 m走にたいして、無理なくペース設定ができるように助言する。 【評価】 ①-ア) ②-ア) ③-イ) ④-イ) 観察, 記録, 学習ノート |
| 4. 学習のまとめ (1時間) | ○記録の変化から学習への取り組みを振り返る。 ○ペース曲線の変化から、ペース設定やペース配分について振り返る。 ○持久走の授業を通して自分の中に何が形成されたのかを考える。 | ○まとめのプリントに記入させながら授業の取り組みを振り返らせる。 【評価】 ②-イ) ウ) ④-ア) イ) まとめのシート |

5. 指導のポイント

- ① 2000 mペース走では、ペース曲線をもとに自己の体力に応じたペース配分を考える
- ② 課題練習では、そのグループの能力に応じた練習方法を選択して学習し、持久力を合理的に高めることができるようにする。各練習方法のねらいとグループの能力を考えて適切なトレーニング方法が選択できるようにする。
- ③ それらのトレーニングでは、3000 m走を意識したトレーニングが行えるようにする。
- ④ ペース走でつかんだペース感覚と課題練習で高めた持久力、ペース感覚を使って 3000m 走に挑戦する。
- ⑤ ラップタイム、心拍数と自己の体の変化とを常に考えながら学習する。
- ⑥ 常に、グループやペアと協力したり、励まし合ったりして学習する。

6 成果と課題

持久走を科学的に学習するとは、単に長い距離をがむしゃらに走るのではなく、自己の能力を最大限に発揮して走るために、自己の力に応じた一定のペースで合理的に走ることである。本単元（サイエンスプログラム）では、まず 2000 mペース走を行い、400 mごとのラップタイムをとり、それをもとにペース曲線（グラフ）を作成してどんなペースで走ったかをわかりやすくし、自己の走りを振り返らせ、体力に応じた合理的なペース配分を考えさせる授業を構成した。その際には、心拍数や体調などがペースにどのように影響しているかを考えさせるようにした。また、ランニングフォームチェック表を用いて、腕振り、姿勢、キックなどについて評価し、お互いにアドバイスし合った。その後、ほぼ同じ体力の6人のグループをつくり、「3000 mチャレンジ走を一定のペースで完走するためには」という目標をかかげて、そのグループの能力に応じた練習方法を選択し、グループ毎に練習時間やペース設定をして学習した。練習方法は①一定ペース走②ビルドアップ走③インターバル走④追い抜き走の4種目を準備し、グループ毎にストップウォッチを用意した。練習方法を選択する過程では、各自の昨年の3000 mチャレンジ走の記録をもとに、実際に走った時間やペースなどに合う練習方法はどれかを考え、それをもとにグループで話し合い選択していったようである。課題を選択した練習のうち、前半では追い抜き走（20分）や一定ペース走（10分×2）などを選択したグループが多く、その後ラストスパートを課題としてビルドアップ走等を選択していた。そして、課題練習でのペース感覚をもとに、3000m走のペースを設定し、挑戦した。実際に走った3000 m走のペースを見てみると、約6割の生徒が2000 m走のペースとほぼ同じペースで完走できており、距離が伸びることで極端にペースダウンすることなく走ることができている。その結果として、約半数の生徒が去年の3000 mチャレンジ走の記録を更新している。

3000 mチャレンジ走の感想文に、「今までのグループでの走りで、私はリーダーだったからいつもストップウォッチを持って、タイムを見て、声を出しながら、ペースを保ってみんなで走った練習が生きているなあ、と実感した。」「昨年までとは違う練習方法で自分のペースをいかに維持するか、姿勢はどうなっているかなど、毎時間考えながら走ったので、例年より頭を使った気がします。」というものがある。これは、1000 m走に5分以上かかるグループのものである。このように、持久力が優れていない生徒も意欲的に取り組めたことが伺える。また、「集団で走ったということで、速いペースがどれくらいというのも知れたし、それと比較してゆっくりとしたペースも、自分のペースも、以前と比べて少し客観的につかめるようになったかなあとと思います。」「毎年残り3周あたりでぐくっとタイムが落ちていたのに、今年は保つことができたので自分でも少し驚いた。自分のペースがつかめていたことと、追い抜き走の成果がここで発揮されたかなと思う。」「どう走ったら気持ちよく走れるのか、タイムをあげるためには何が必要なのか、走りのフォーム、呼吸、腕の振りや足の蹴り上げ、自分の走りを様々な視点から捉えることで自らを分析し、自分自身をコントロールしていくということが実感できた。」というように、自己の走りを検討工夫しながら合理的な走りかたを追求していった様子がうかがえる。さらに、「今回やったような練習メニューを組み入れていくことで、自分の強化したい点を重点的にやっていくことができるということがわかった。」と述べているように、

持久力の科学的なトレーニング方法とその効果を理解し、自分たちの能力に応じて、適切なトレーニングを選択、実施できたようである。多くの生徒が敬遠しがちな持久走の授業であるが、自らが課題を設定して走る学習ができたことで、活性化した授業になったのではないかと考える。

7. カリキュラム開発の教科としての成果と課題

保健体育科では、変化の激しいこれからの社会を生きていく力「生きる力」を育てる授業実践に取り組んでいる。学年の発達段階に応じて、課題の設定、運動の実践、反省と新たな課題の設定というサイクルを繰り返すことで、主体的に課題が解決できる力が育つと考え、そうした授業を構成し実践してきた。今回のサイエンスプログラムでは、これまでの実践をより発展させることができたと思う。課題を設定する際には、生徒ができるだけ運動を科学的に分析できるよう、映像や具体的なデータなどが提示できるように工夫した。それを元に自己の課題やグループの課題に気づき、その解決の道筋を工夫・選択できるようにしてきた。運動実践においては、生徒自身の体との対話や経験から得る実感から、自分なりに納得のいくところまで、追求・探求・検討が行えるようにしてきた。その運動実践からでてきたデータをもとに、反省や検討を加え新たな課題を設定していくことができるように授業を工夫改善してきた。2000m走のようにこれまでの実践を発展させたり、走り幅跳びや短距離走・リレーのようにこれまでに組み合わせていなかった教材へのアプローチもできた。さらに、運動技術を映像や、記録から考えるだけでなく、自分の身体を動かす実感から、自分の身体のコントロールするという視点も入れながらカリキュラム開発を行うことができた。今年度の取り組みである走り幅跳びでは、正しい動きと間違った動きの両方を行う中で、より合理的な技術を考えていくことにより技術の理解、習熟そして記録の向上が確認できた。ただ、これまでの取り組みは、陸上競技についてで、その他の集団的なスポーツへの取り組みがまだ行われていない。今後の課題とする。

| | |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 単元名 (題材名) | 交響曲の仕組みを探ろう |
| 概要 | 中学2年生における題材「交響曲の仕組みを探ろう」は、ベートーヴェン作曲「交響曲第5番ハ短調」の動機や主題の展開、ソナタ形式、変奏の仕組みなどを、音からとらえるだけでなく総譜（スコア）や楽譜などから視覚的にとらえて理解する。それとともに、リズムやテンポに注目し、リズム打ちや実際に指揮をしたり、メロディー唱をするなどの体験的な活動を通して、分析的に楽曲を把握することを主な内容としている。 |
| ねらい | 音楽を鑑賞するという事は、聴覚を通して感覚的にとらえ、それぞれの主観によってさまざまな感じ方をすることが多い。しかし、「楽曲の中でいろいろな音楽的要素がどのように構成されているか」という分析的な聴き方をすることで、より深い感じ方、聴き方ができるようになる。本題材ではそのような音楽の教科で大切にしている「感じ取る力」を一層高めることをねらいとしている。 |
| 題材設定の理由 | 交響曲は、弦楽器、木管楽器、金管楽器、打楽器など多くの楽器によって演奏され、多彩な音楽表現を味わえることが魅力である。また、それらの楽器が音楽的な要素で結びつき、多様な曲想を作り出している。そのため、交響曲という音楽のジャンルは音楽の仕組みについて感じ取らせたり、理解して聴いたりさせることに適している。さらに、交響曲の全ての楽譜が書かれている総譜（スコア）を見ることにより、音楽の流れや構成を視覚的にとらえることが可能である。そこで、音や音楽からその特徴を感じるだけでなく、スコアを見ながら音楽の特徴をとらえて聴くことで、音楽の素晴らしさをより一層掘り下げることができると考え、本題材を設定した。 |
| 評価の観点およびその趣旨 | <p><音楽への関心・意欲・態度> 交響曲の諸要素に関心をもち、意欲的に活動に取り組んでいる。</p> <p><音楽的な感受や表現の工夫> 動機やリズム、形式の仕組みなどを知覚するとともに、それらがもたらす構成の面白さや楽曲の美しさを感じ取って、鑑賞や表現に生かしている。</p> <p><鑑賞の能力> 楽曲全体の曲想や諸要素を分析的にとらえ、それらの働きによる効果を感じ取りながら鑑賞している。</p> |
| 学習指導要領との関係 | <p>学習指導要領では、「声や楽器の音色、リズム、旋律、和音を含む音と音とのかかわり合い、形式などの働きとそれらによって生み出される曲想とのかかわりを理解して、楽曲全体を味わって聴くこと」とある。ベートーヴェン作曲「交響曲第5番ハ短調」では、ソナタ形式や変奏曲の楽曲構成とかかわらせて聴くことで、各部分の曲想が感じやすくなるとともに、楽曲全体を深く味わうことができる。</p> <p>ここでは、楽曲を分析的に聴くために、これまでは音を通じて感覚的にとらえていた特徴的な動機やリズムについて、総譜（スコア）や楽譜の中でそれらがどのように構成されているかを、音符の動きという視覚的な面からとらえてその効果を感じ取る。また、動機をリズム打ちで合奏したり、指揮をしたり、テーマを歌ったりすることによって、その構成の面白さをいろいろな面から感じ取るなどの体験的な活動を積極的に取り入れる。</p> |

単元計画（実施時間：全3時間）

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点 |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第1楽章の鑑賞 (1時間) | <p>1. 第1楽章の動機や主題の展開、ソナタ形式について理解し、曲想を味わって聴く。</p> <p>①動機に注意して聴く。 ②主題に注意して聴く。 ③スコアで動機を探し、リズムの重なりや旋律とのかかわりについて理解する。 ④リズム打ちをしてそのかかわりを確かめる。 ⑤第1楽章を通して聴く。(1度目はCD、2度目はDVDで)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・前もってスコアの冒頭部分のプリントを使い動機に印を付けさせる。 ・スコアの冊子を全員に配布し、基本的な読み方に慣れさせる。 ・指揮に合わせて動機のリズムを手で打つ。 ・1度目は動機と主題に注意し、2度目は指揮者の表現に注意して聴く。 |
| 第2～4楽章の鑑賞 (1時間) | <p>2. 第2楽章の主題と変奏の仕方について理解し、曲想を味わって聴く。</p> <p>①第1主題と第1変奏、第2変奏とを見比べ、どのように変化しているか把握する。 ②第1主題と第2主題との対比に注意して聴く。</p> <p>3. 第3・4楽章の形式や主題の対比などについて理解し、曲想の変化を味わって聴く。</p> <p>①それぞれの主題やフーガの旋律の重なりをスコアで確認し、目で追いながら聴く。 ②第3楽章の中に第1楽章の動機が変形して使われていることに注目する。 ③第4楽章をCDで聴いたあと、DVDの映像とスコアの楽器編成を見て、第4楽章の楽器の使い方の特徴について考える。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・第1主題を歌う。また、第1変奏、第2変奏の骨組み(主題のライン)に沿って、楽譜に印をする。 ・弦楽器と管楽器など楽器の音色等にも注意して聴く。 ・第3楽章から第4楽章への調性の変化に注目させる。 ・第4楽章の第2主題はリズムを手で打ち、最初の動機がどのように変形しているか比較する。 ・ベートーヴェンが交響曲第5番の第4楽章で初めて用いた3種類の楽器は何か。また、なぜそれらの楽器を用いたのか、映像を見ながら考えさせる。 |
| 全曲の鑑賞と学習のまとめ (1時間) | <p>4. 全曲を通して聴き、学習したことをまとめる。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・交響曲の仕組みについてどのようなことが分かり、それが鑑賞にどう影響したかを中心にまとめる。 |

サイエンスⅢ（教科の単元開発） 音楽科①

＜単元の指導の事例＞

| サイエンスⅢ 音楽科 | | |
|-------------|-------------|-------------|
| 単元テーマ（題目） | 交響曲の仕組みを探ろう | |
| 実施学年（中学校2年） | 配当時間（3時間） | 実践者（光田 龍太郎） |

1. 単元のねらい・目標

音楽を鑑賞するということは、聴覚を通して感覚的にとらえ、それぞれの主観によってさまざまな感じ方をすることが多い。標題音楽のようにある程度表現している内容がはっきりしている曲は、感じ方も明確で曲に対するイメージも作りやすいが、交響曲のような絶対音楽になると、どのようにとらえてよいかとまどう生徒も多い。しかし、ただ漠然と聴くのではなく「楽曲の中でいろいろな音楽的要素がどのように構成されているか」という分析的な聴き方をすることで、より深い感じ方、聴き方ができるようになる。本題材ではそのような音楽の教科で大切にしている「感じ取る力」を一層高めることをねらいとしている。

2. 単元の構成と特色

中学2年生における題材「交響曲の仕組みを探ろう」は、ベートーヴェン作曲「交響曲第5番ハ短調」の動機や主題の展開、ソナタ形式、変奏の仕組みなどを、音からとらえるだけでなくスコア（総譜）や楽譜などから視覚的にとらえて理解する。それとともに、リズムやテンポに注目し、リズム打ちや実際に指揮をしたり、メロディー唱をするなどの体験的な活動を通して、分析的に楽曲を把握することを主な内容としている。

交響曲は、弦楽器、木管楽器、金管楽器、打楽器など多くの楽器によって演奏され、多彩な音楽表現を味わえることが魅力である。また、それらの楽器が音楽的な要素で結びつき、多様な曲想を作り出している。そのため、交響曲という音楽のジャンルは音楽の仕組みについて感じ取らせたり、理解して聴いたりさせることに適している。さらに、交響曲の全ての楽譜が書かれている総譜（スコア）を見ることにより、音楽の流れや構成を視覚的にとらえることが可能である。そこで、音や音楽からその特徴を感じるだけでなく、スコアを見ながら音楽の特徴をとらえて聴くことで、音楽の素晴らしさをより一層掘り下げることができると考える。

3. 本単元における 評価の観点と評価方法

＜音楽への関心・意欲・態度＞

交響曲の諸要素に関心をもち、意欲的に活動に取り組んでいる。

＜音楽的な感受や表現の工夫＞

動機やリズム、形式の仕組みなどを理解するとともに、それらがもたらす構成の面白さや楽曲の美しさを感じ取って、鑑賞や表現に生かしている。

＜鑑賞の能力＞

楽曲全体の曲想や諸要素を分析的にとらえ、それらの働きによる効果を感じ取りながら鑑賞している。

4. 単元計画 (配当時間計3時間)

| 単元計画 (実施時間: 全3時間) | | |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点 |
| 第1楽章の鑑賞 (1時間) | 1. 第1楽章の動機や主題の展開、ソナタ形式について理解し、曲想を味わって聴く。 ①動機に注意して聴く。 ②主題に注意して聴く。 ③スコアで動機を探し、リズムの重なりや旋律とのかかわりについて理解する。 ④リズム打ちをしてそのかかわりを確かめる。 ⑤第1楽章を通して聴く。(1度目はCD、2度目はDVDで) | ・前もってスコアの冒頭部分のプリントを使い動機に印を付けさせる。 ・スコアの冊子を全員に配布し、基本的な読み方に慣れさせる。 ・指揮に合わせて動機のリズムを手で打つ。 ・1度目は動機と主題に注意し、2度目は指揮者の表現に注意して聴く。 |
| 第2～4楽章の鑑賞 (1時間) | 2. 第2楽章の主題と変奏の仕方について理解し、曲想を味わって聴く。 ①第1主題と第1変奏、第2変奏とを見比べ、どのように変化しているか把握する。 ②第1主題と第2主題との対比に注意して聴く。 3. 第3・4楽章の形式や主題の対比などについて理解し、曲想の変化を味わって聴く。 ①それぞれの主題やフーガの旋律の重なりをスコアで確認し、目で追いながら聴く。 ②第3楽章の中に第1楽章の動機が変形して使われていることに注目する。 ③第4楽章をCDで聴いたあと、DVDの映像とスコアの楽器編成を見て、第4楽章の楽器の使い方の特徴について考える。 | ・第1主題を歌う。また、第1変奏、第2変奏の骨組み(主題のライン)に沿って、楽譜に印をする。 ・弦楽器と管楽器など楽器の音色等にも注意して聴く。 ・第3楽章から第4楽章への調性の変化に注目させる。 ・第4楽章の第2主題はリズムを手で打ち、最初の動機がどのように変形しているか比較する。 ・ベートーヴェンが交響曲第5番の第4楽章で初めて用いた3種類の楽器は何か。また、なぜそれらの楽器を用いたのか、映像を見ながら考えさせる。 |
| 全曲の鑑賞と学習のまとめ (1時間) | 4. 全曲を通して聴き、学習したことをまとめる。 | ・交響曲の仕組みについてどのようなことが分かり、それが鑑賞にどう影響したかを中心にまとめる。 |

5. 指導のポイント

- ① 動機や主題を視覚的にとらえるために総譜(スコア)を用いるが、楽譜を読むことに慣れていない中学2年生にとって、音楽を聴きながら同時にスコアを読むことは困難が予想される。テンポが遅い第2楽章から始めるなど、無理をせずにスコアに慣れさせる。
- ② 楽曲のみならず指揮者の役割についても注目させ、それが音楽にどのように反映されているか考えさせる。また、その動機付けとして自分が指揮者になったつもりで、曲に合わせて指揮をさせる。

- ③ 楽曲の分析はあくまでも分析が目的ではなく、分析することによって楽曲の美しさや構成の面白さを実感することが重要であることを押さえる。

6. 成果と課題

この「交響曲第5番ハ短調」は、以前から中学校2年生の必修鑑賞教材として教科書に取り上げられてきているが、クラシック音楽の代名詞といわれるほど有名な曲とはいえ、中学校2年生で扱うにはかなり手強い教材である。生徒はそれまで、表現している内容が比較的分かりやすい「標題音楽」が中心の楽曲を聴いてきた。それが、そのような手がかりが全くない「絶対音楽」に変わり、その上古典派の特徴である「ソナタ形式」なるものを理解しながら鑑賞するということは、生徒にとって曲の素晴らしさを感じる以前に、「この音楽は堅苦しくて難しい」と思い、拒否反応を示す可能性もある。

そのため、これまではこの曲の鑑賞の進め方として、動機に注目し、動機が全曲を支配する構成の面白さを理解させる方法を取ってきたが、このサイエンスⅢではさらに動機や主題を視覚的にとらえることでより深い鑑賞を目指した。その方法として、総譜（スコア）を全員に持たせ、楽譜を目で追いながら鑑賞させるということを行った。音符を視覚的にとらえるといっても生徒にとってはやはり楽譜であり、音楽経験の浅い生徒や楽譜の苦手な生徒にとっては、音を聴きながら目で追っていく作業は困難な状況が見られた。逆に、長年ピアノを習っている生徒や、音楽関係のクラブ活動をしている生徒のように楽譜にある程度慣れ親しんでいると、その視覚的な効果は顕著に表れ、「スコアを見ながら聴くと、動機がいろんな所にちりばめられていて、それらが集まって大きな曲をかたち作っているのが分かって面白かった」、「こんな聴き方もあるんだなと新鮮に感じた」、などといった感想が多く見られた。

一方、音符を視覚的にとらえるのが困難な生徒は、別の場面である傾向が見られた。それは演奏をCDで聴いた後、DVDで鑑賞したときに指揮者の動きや表情に注目し、そのことに関する気付きや感想を述べている生徒が多かったことである。また、CDを聴いた時には気付かなかったオーケストラの楽器に注目し、「ホルンがかっこよかった」とか「弦楽器を必死になって弾いている姿に感動した」などの記述もあった。

また、この單元ではどうしても教師の説明が多くなるが、説明が長いと生徒が退屈するため、リズムを手で打ったり指揮をするなど生徒の活動を取り入れたり、要所要所で問いかけをしたりして生徒の興味・関心を引きつける必要がある。例えば第4楽章を映像で視聴する前に、ベートーヴェンが第4楽章で初めて用いた3種類の楽器を当てるクイズは、生徒が真剣に映像を視聴するきっかけとなり、さらにそこから繋げて、オーケストラの楽器の組み合わせによる響きについて考えさせることもできる。

このように生徒の実態に即してさまざまな楽曲への切り口を考え、さらに学習内容を精選していくことが今後の課題である。

| | |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 単元名 (題材名) | 色彩の科学 |
| 概要 | 視知覚における色彩の成り立ち，体系，心理的機能・性質，表し方について科学的な視点から学ぶ教材を配置する。また、習得した知識を基に、実技演習を通して色彩を機能的・効果的に活用すること意図した学習活動を展開する。 |
| ねらい | <p>「サイエンスプログラム」で育みたい能力や資質・態度について、この学習では特に「自然や社会の様々な事象を認知する能力」「自由で豊かな発想力，創造性，独創性」の伸長につながることを目指している。</p> <p>具体的な学習のねらいは次のとおりである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 色彩の成り立ちについて科学的な視点からの知識を習得する。 2. 視知覚における色彩の機能や性質について、感性や人間心理の視点からの知識を習得する。 3. 色彩を機能的・効果的に活用する能力（知識、感性、技能）を高める。 4. 色彩についての興味関心を持ち、理解を深める。 |
| 題材設定 の理由 | <p>私たちの周りには色彩が溢れている。色彩の組み合わせによって重要な情報を得たり、豊かな感情を持ったりすることができる。</p> <p>色彩学は古くからあった、かなり完成された情報科学である。近年、情報化社会が進むにつれてビジュアルコミュニケーションの重要性から、色彩情報の伝達や記録に関する新たな科学・技術が登場している。</p> <p>色彩はいろいろな機能や性質を有しているが、それを知覚する人間の様々な条件によって変化する。</p> <p>このように、色彩について多面的に考え、知識と感性が融合する学びを展開することによって、科学的な思考力を高めることができると考える。</p> |
| 評価の観点 および その趣旨 | <ul style="list-style-type: none"> ・色彩が身近な環境で果たす役割を理解しようとする。 ・色彩の成り立ちや機能，特質，情報伝達性を理解しようとする。 ・感性を働かせて色彩が日常生活に潤いを与えていることを感じ取り，機能と美しさや楽しさを考えて主題を生成し，表現形式や方法，造形要素の働きなどを理解し，それらを効果的に生かして創造的に表現を構想する。 ・情報が総合的に分かりやすく的確に相手に伝わるように，表現の工夫をする。 |
| 学習指導 要領との 関係 | 本単元では、学習指導要領に示された内容を超えて、発展・進化させた学習を展開する。色彩についての科学的な知識の習得と体系的な理解のための学習、色彩活用についての感性や技能を高める演習、この2者を統合して総合的に学習することを意図したものである。 |

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点 |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 色とは何か (1) | <p>(1) 光と色 ・光の波長と色</p> <p>(2) 物体の色 物体の色は、可視光線のどの波長の部分を反射し、相対的にどの部分を吸収するのにかによって決まる。これらの基本的な知識を習得する。</p> <p>(3) 人間が感じる色 光は色を持っているわけではなく、目から入ってきた光の刺激に対して、脳が反応したときに初めて「色」という感覚が生じる。光刺激に対する視覚についての基本的な知識を習得する。</p> | <p>実験の様子を紹介した VTR などを活用し理解を促進させる。波長の短い光は紫に見え、波長の長い光は赤に見える。その中間の波長の色も、紫→青紫→青→緑→黄→橙→赤という具合に、おおよそ7色に分かれ、これを混ぜ合わせると、またもとの白色光になる。これらの基本的な事象を理解させる。</p> |
| 2. 色彩の体系 (1) | <p>(1) 色の三属性と色立体 色の三属性(色相, 明度, 彩度)と色彩を体系化して整理する方法としての「色立体」の概念を学ぶ。</p> <p>(2) 光の三原色、絵の具の三原色 ・光の三原色(R(レッド)、G(グリーン)、B(ブルー))の混色によってできる色彩 ・色料(絵の具・インク)の三原色(C(シアン)、M(マゼンダ)、Y(イエロー))の混色によってできる色彩</p> | <p>今日の国際化・情報化社会にあって、色彩を標準化して活用するために、マンセルや JIS 規格など体系化された規格が存在することを理解させる。</p> <p>加法混合の応用例としてカラーテレビの画面表示の仕組みなどを紹介する。</p> <p>減法混合の事例としてカラー印刷の原理を紹介する。</p> |
| 3. 色彩の性質と機能 (2) | <p>(1) 色彩と感情 デザインや絵画においてはその配色が見る人にどのような感情を与えるかということを考えて活用されている。その事例を「表現感情」「固有感情」という概念から理解し、配色の演習をおこなう。</p> <p>(2) 色彩の機能 視認性, 進出・後退, 膨張・収縮, 強弱, 安全などの機能や配色の効果について学ぶ。</p> <p>(3) 色彩と造形 色彩の活用という視点で歴史上の造形芸術作品を取り上げ、その活用の工夫や意図について学習する。</p> | <p>色彩の心理面へ及ぼす影響は大きい。特に実用目的のグラフィックデザイン, インダストリアルデザイン, 建築などのスペースデザイン等において機能的な色彩計画が研究されていることなどを VTR, スライド図版などを通して紹介する。</p> <p>演習用のワークシートを用意し、配色カードを活用して演習させる。</p> |
| 4. 色彩の活用 (4) | <p>(1) 色彩の三属性に基づく配色演習 ワークシート(帯混合, 三角混合, 方形混合)により混色の演習をおこなう。</p> <p>(2) 表現(作品制作) テーマを設定し、色彩表現の作品制作をおこなう。</p> | <p>色彩の配置や混色演習を積むことによって色の広い範囲を知ったり、適切な色を選び出したり、色と色との差異を感じ取るなど、機能的に活用するための感覚や技術を身に付けさせる。</p> |

サイエンスⅢ（教科の単元開発） 美術科①

＜単元の指導事例＞

| | | |
|-------------------|-----------|--------------|
| サイエンスⅢ 美術科 | | |
| 単元テーマ | 「色彩の科学」 | |
| 実施学年（中学校3年） | 配当時間（8時間） | 実践者（ 高地 秀明 ） |

1. 単元のねらい・目標

「サイエンスプログラム」で育みたい能力や資質・態度について、この学習では特に「自然や社会の様々な事象を認知する能力」「自由で豊かな発想力，創造性，独創性」の伸長につながることを目指している。具体的な学習のねらいは次のとおりである。

- ①色彩の成り立ちについて科学的な視点からの知識を習得する。
- ②視知覚における色彩の機能や性質について、感性や人間心理の視点からの知識を習得する。
- ③色彩を機能的・効果的に活用する能力（知識，感性，技能）を高める。
- ④色彩についての興味関心を持ち，理解を深める。

2. 単元の構成と特色(主題に迫る手だて など)

視知覚における色彩の成り立ち，体系，心理的機能・性質，表し方について科学的な視点から学ぶ教材を配置する。また，習得した知識を基に，実技演習を通して色彩を機能的・効果的に活用すること意図した学習活動を展開する。

3. 本単元における 評価の観点と評価方法

| 記号 | 評価の観点 | 評価の方法 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ① | 色彩が身近な環境で果たす役割を理解しようとする。 | 観察・行動分析 |
| ② | 色彩の成り立ちや機能，特質，情報伝達性を理解しようとする。 | 観察・行動分析 ワークシート |
| ③ | 感性を働かせて色彩が日常生活に潤いを与えていることを感じ取り，機能と美しさや楽しさを考えて主題を生成し，表現形式や方法，造形要素の働きなどを理解し，それらを効果的に生かして創造的に表現を構想する。 | 色彩演習の作品 |
| ④ | 情報が総合的に分かりやすく的確に相手に伝わるように，表現の工夫をする。 | 色彩演習の作品 ワークシート |

4. 単元計画 色彩の科学（配当時間計 8時間）

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 色とは何か (1) | <p>(1) 光と色 ・光の波長と色</p> <p>(2) 物体の色 物体の色は，可視光線のどの波長の部分を反射し，相対的にどの部分を吸収するのかによって決まる。これらの基本的な知識を習得する。</p> <p>(3) 人間が感じる色 光は色を持っているわけではなく，目から入ってきた光の刺激に対して，脳が反応したときに初めて「色」という感覚が生じる。光刺激に対する視覚について的基本的な知識を習得する。</p> | <p>実験の様子を紹介した VTR などを活用し理解を促進させる。波長の短い光は紫に見え，波長の長い光は赤に見える。その中間の波長の色も，紫→青紫→青→緑→黄→橙→赤という具合に，おおよそ7色に分かれ，これを混ぜ合わせると，またもとの白色光になる。これらの基本的な事象を理解させる。</p> <p>(評価：①②について観察・行動分析，ワークシート)</p> |

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. 色彩の体系 (1) | <p>(1) 色の三属性と色立体 色の三属性(色相, 明度, 彩度)と色彩を体系化して整理する方法としての「色立体」の概念を学ぶ。</p> <p>(2) 光の三原色, 絵の具の三原色 ・光の三原色(R(レッド), G(グリーン), B(ブルー))の混色によってできる色彩 ・色料(絵の具・イキ)の三原色(C(シアン), M(マゼンダ), Y(イエロー))の混色によってできる色彩</p> | <p>今日の国際化・情報化社会にあつて, 色彩を標準化して活用するために, マンセルや JIS 規格など体系化された規格が存在することを理解させる。</p> <p>加法混合の応用例としてカラーテレビの画面表示の仕組みなどを紹介する。 減法混合の事例としてカラー印刷の原理を紹介する。</p> |
| 3. 色彩の性質と機能 (2) | <p>(1) 色彩と感情 デザインや絵画においてはその配色が見る人にどのような感情を与えるかということを考えて活用されている。その事例を「表現感情」「固有感情」という概念から理解し, 配色の演習をおこなう。</p> <p>(2) 色彩の機能 視認性, 進出・後退, 膨張・収縮, 強弱, 安全などの機能や配色の効果について学ぶ。</p> <p>(3) 色彩と造形 色彩の活用という視点で歴史上の造形芸術作品を取り上げ, その活用の工夫や意図について学習する。</p> | <p>色彩の心理面へ及ぼす影響は大きい。特に実用目的のグラフィックデザイン, インダストリアルデザイン, 建築などのスペースデザイン等において機能的な色彩計画が研究されていることなどを VTR, スライド図版などを通して紹介する。</p> <p>演習用のワークシートを用意し, 配色カードを活用して演習させる。</p> <p>(評価: ①②について観察・行動分析, ワークシート)</p> |
| 4. 色彩の活用 (4) | <p>(1) 色彩の三属性に基づく配色演習 ワークシート(帯混合, 三角混合, 方形混合)により混色の演習をおこなう。</p> <p>(2) 表現(作品制作) テーマを設定し, 色彩表現の作品制作をおこなう。</p> | <p>色彩の配置や混色演習を積むことによって色の広い範囲を知ったり, 適切な色を選び出したり, 色と色との差異を感じ取るなど, 機能的に活用するための感覚や技術を身に付けさせる。</p> <p>(評価: ③④についてワークシート, 色彩演習の作品)</p> |

5. 指導のポイント

この学習には2つのポイントがある。色彩についての科学的な視点からの学習と色彩の機能や性質について感性や人間心理の視点からの学習である。授業においてはコンピュータや OHC などを活用したり, 実験や実習を行いながら色彩についての多様な事例を視覚情報として具体的に提示し, 学習を深める。

6. カリキュラムの評価

色彩の概念, 機能などの学習については抽象的になりがちであるので, 日常の生活の中から関連する教材を見つけて提示し, 色彩の機能と美しさや楽しさが実感できる授業構成を検討したい。

| | |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 単元名 (題材名) | 遠近法の世界 |
| 概要 | <p>絵画における空間表現技法である遠近法の中の透視図法を中心として、空間のとらえ方や表現方法を学ぶ。遠近法は目に見える世界（3次元）をキャンバス（2次元）に置き換える手法である。ルネサンスの自然の事象を科学的合理性のもとに探求するという精神から生まれた考え方であった。以来、西洋においては写実主義の空間表現を支配する概念となったが、これはこの時代の手法であり、20世紀の現代美術いわゆる抽象表現になると、この空間表現とは異なり、個々の作家の自由な手法に委ねられる。この課題では、まず、伝統的な遠近法を習得させ、そこから独自の空間世界を構築させる能力を養うことをテーマとしている。</p> |
| ねらい | <p>「自由で豊かな発想力、創造性、独創性」の習得をねらいとしている。3次元空間を意識しながらイメージをふくらませ、自らの構想によつての想像の立体を描くという内容である。これを通して空間や形態配置の秩序や原理を習得し、多様な想像表現の基礎的な能力の一つとなることを期待するものである。</p> |
| 題材設定 の理由 | <p>古典絵画の基本となる遠近法の手法を理解することで、美術作品を分析的、論理的に鑑賞する能力を育てて、古典美術への興味関心を持たせることと、自らが立体を想像し、絵画における空間表現能力を養うためである。</p> |
| 評価の観 点および その趣旨 | <ul style="list-style-type: none"> ○透視図法への意義や表現の楽しさを理解し、創意工夫しながら取り組んでいる。 ○自分なりのアイデアを持ち、部分と全体の割合、バランス、変化と統一などを考えて創造的な構成を工夫している。 ○様々な造形要素を把握しながら、それらを効果的に生かして創造的に表現を構想する。 ○自他の作品のよさや美しさ、表現の工夫などを味わったり批評しあったりする。 |
| 学習指導 要領との 関係 | <p>本単元では、独創的・総合的な見方や考え方を培い、豊かに発想し構想する能力や自分の表現方法を創意工夫し創造的に表現する能力を伸ばす。ことを目的としている。</p> |

単元計画（実施時間：全8時間）

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点 |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 遠近法とは(1) | <ul style="list-style-type: none"> ○遠近法とは何か。 ○遠近法の種類・透視図法・空気遠近法・色彩遠近法・俯瞰図法など。 ○レオナルド＝ダヴィンチやラファエロ（1点透視図法・空気遠近法）、モネなど印象派（色彩遠近法）、雪舟など東洋の絵画（俯瞰図法） | <ul style="list-style-type: none"> ○ルネサンス期に発明された透視図法の原理を理解させる。 ○代表的な作家の作品を取り上げ、実際に描かれた立体を遠近法の観点から分析する。 |
| 1点透視図法の演習(1) | <ul style="list-style-type: none"> ○ワークシートに自分で想像した空間を描画する。 ○ブロックを凹凸や曲面に加工しながら構成する。 | <ul style="list-style-type: none"> ○消失点が意識された線になっているか確認させる。 ○形態の組み合わせや変形加工は、自分なりの自由なアイデアで工夫させる。 |
| 2点透視図法の演習(2) | <ul style="list-style-type: none"> ○ルネサンス期以降の古典絵画に用いられた技法。 ○2つの消失点を使って作図する。 | <ul style="list-style-type: none"> ○1点透視図法との違いを把握させる ○絵画において、主に1点と2点透視図法が用いられている。 |
| 3点透視図法の演習(2) | <ul style="list-style-type: none"> ○近代になり、航空機などで上空から見下ろすことが可能になり、視点の角度が多様化したため生まれた技法。 ○3つの消失点を使って作図する。 | <ul style="list-style-type: none"> ○カメラが一般化し、写真での空間表現が現代人の遠近法の認識になっており、レンズの視点では、3点透視以上である。 |
| 空気遠近法の概要と作品制作(2) | <ul style="list-style-type: none"> ○透視図法の線による表現に加え、色の濃淡による空気遠近法をあわせることで、さらに、自然な空間表現を可能にする。 | <ul style="list-style-type: none"> ○自分が構想し、遠近法を使って表現した3次元空間を的確に相手に伝えるように、表現の工夫をする。 |

| | |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 単元名 (題材名) | 筆や墨の仕組みを探ろう —道具を科学する— |
| 概 要 | <p>文字を書くということはどういうことなのか。用具について考察することによって、「書く」という行為を考えていく。</p> <p>筆、墨、硯、紙はどのように成り立っているのか。それぞれについて、あるいは、それらの関係によって、どのような表現が生まれるのかということを、体験を通して探っていく。</p> |
| ねらい | <p>用具と、それが生み出す文字の必然的な関係について考えていくことによって、物事の背後にある仕組みを探っていく能力を養う。</p> <p>用具がどんな素材から、どういうふうになされているのかを調べたり、分析したりすることによって科学的な思考力を養う。</p> <p>実際にいろいろと自分自身で工夫して体験するというを通して、主体性を養う。</p> |
| 題材設定 の理由 | <p>現在では、あまり身近とはいえない毛筆用具であるが、本来、漢字や平仮名などの文字は、それなしには成立していない。漢字や平仮名の正確な姿を知ることによって、毛筆での書写は欠かせない。</p> <p>また、墨汁で、既成の筆を使ってただ書くということではなく、いろいろな体験や工夫を通して、今までの授業とは違った角度からも毛筆書写に興味・関心が持てるように進めていく。</p> |
| 評価の観 点および その趣旨 | <p>○興味・関心・意欲を持って取り組むことができたか</p> <p>・文字を記録するということがどういうことなのか。どのようなものが必要となってくるのか。これらを、いろいろな面からアプローチし、興味・関心を持って意欲的に取り組むことができたか。</p> <p>○用具の仕組みが理解できたか</p> <p>・インクとペンによって筆記した西洋に対し、毛筆はどのような仕組みで成り立っているのか。自分で筆を作ることによって、その点を深く考える。また、作った筆によって、理解の度合いを検討する。</p> <p>○用具の特性を活かして作品を創ることができたか</p> <p>・筆だけでなく、墨と紙の関係なども考えながら作品を書いてみる。線質・墨色・にじみ・かすれなど、具体的な要素が理解できたかを、作品から読み取る。</p> |
| 学習指導 要領との 関係 | <p>漢字や平仮名は、毛筆で書かれたため、今の姿になった。用具を探究することが、文字本来の正しい姿を知ることにつながる。楷書と平仮名の調和や、行書をどのように書けば良いかということも含めて、用具の面から文字を考えていく。このことは、学習指導要領の枠内でおこなう取り組みである。</p> <p>文字の表現として、例えば、割れた線や滲みを考えていく。この部分は学習指導要領の枠外として扱うことになる。</p> |

単元計画（実施時間：全 6時間）

| 題目（配当時間） | 学習内容 | 指導上の留意点 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 筆を作ろう （2時間） | <p>毛筆の仕組みを考えながら、自分で筆を作ってみる。</p> <p>割箸や竹の軸、あるいはストローなど身近な素材を使って、先を細かく割いたり、草や毛糸などをつけたりしながら、自分なりに「毛筆」を作る。</p> | <p>毛筆とはどういうものなのか、自分なりに定義づけをしながら作らせる。つまり、毛筆とはどのような仕組みで、文字を定着させていくのかを、硬筆との比較などから理解できているのか。それをもとに作っているのかを常にチェックする。</p> |
| 紙を漉こう （2時間） | <p>紙漉きをすることによって、和紙とはどういうものかを体験的に知る。</p> <p>和紙の構造、つまり植物の繊維が複雑に絡み合って作られることを、実際に紙を漉くことによって理解する。</p> | <p>実際に紙を漉いてみることによって、紙、特に和紙が何からどのようにできているのかを把握させる。素材や成り立ちによってどのような効果が現れるのかを、西洋紙やアクリル板に書くことと比較して、考えさせる。</p> |
| 墨を磨ろう （1時間） | <p>いろいろな硯でいろいろな墨を磨り、それぞれの発墨の違いや、滲み具合の違いを試してみる。</p> <p>墨自体も様々な色の種類があるということ、同じ墨でも違う硯で磨ったときには、粒子の細かさの違いから、滲み具合も変わるということなどを実際に試す。</p> | <p>墨の黒とは何からできているのか、その成分を調べる。それ、つまり炭素の粒子が、硯との関係、紙との関係でどのような発墨をするのか、どのように滲むのか、様々な試みをする中で、墨による表現とは何なのかを考えさせる。</p> |
| 作品を創ろう （1時間） | <p>この単元で学んできたことの集大成として、作品を書く。</p> <p>自分の作った筆で、自分で漉いた和紙や色紙に、気に入った墨や硯を使って、作品を制作する。</p> | <p>今までに学んできたことの組み合わせで何ができるのか。どのような表現が可能なのかを、それぞれ工夫しながら文字を書いていく。</p> <p>どれだけのことが理解できたのかを作品制作を通して見ていく。</p> |

サイエンスⅢ（教科の単元開発） 国語科（書写）

＜単元の指導の事例＞

| サイエンスⅢ 国語科（書写） | | |
|----------------|-----------|-----------|
| 単元テーマ（題目） | 筆を作ろう | |
| 実施学年（中学校3年） | 配当時間（5時間） | 実践者（江草洋和） |

1. 単元のねらい・目標

道具を知るためには、作ってみるのが一番の早道であると考えられる。毛筆の仕組み、つまり西洋で発展した硬筆とどう違うのかを、自分なりに理解した上で作る。西洋では竹や鳥の羽根を細工して細く切った隙間にインクを染み込ませて紙（実際には、パピルスや羊皮紙であるが）に移すやり方が考案されたのだが、中国では動物の毛などを束ねたものに墨を含ませて紙に移すやり方が考え出された。いわば、毛細管現象を利用したものである。

どのような道具を作れば、そのような筆記用具になるのか、試行錯誤を繰り返していく。別に動物の毛を使わなくてもそのような物はあるし、硬筆に近いやり方でもそれは可能である。最終的には色紙に一文字が書ける道具を、それぞれが工夫して完成させる。

2. 単元の構成と特色

身近な材料をもとに毛筆と呼べるような道具を作っていく。筆が手に入りにくかった頃、禅僧などは、竹の先を細かく割いた竹筆や、わらを束ねたわら筆を使用していた。これらは、竹やわらがそのまま筆の軸になっているものである。生徒の場合には、もちろんそのような仕組みの物でもかまわないのであるが、軸と鋒先をわけて考えた方が作りやすいと思う。軸には割箸などの手近にあるものを使用する。筆管状の物に何かを差し込んでいくのは技術的にも困難であるため、割箸に巻いていくなどの方法を用いる。

生徒は、草を束ねたり、紙を細かく裂いたり、毛糸や糸を束ねたりして、それを割箸などにゴムや紐でくくりつける。それらの道具を使って、半紙に線を書いてみる。いわゆる普通の筆で書くようなきれいな線は当然出ない訳だが、それがかえて面白みにつながっていく。その後、どんな草を使えば良いのか、紙はどう裂けば良いのか、毛糸の長さはどの位が適当なのかなどの改良を試みる。必ずしも改良にならない場合もあるし、書きやすい筆の方が良い作品ができるとは限らない。そのような内容も含めて、様々な試みを繰り返し、最終的に落ち着いたところで色紙に一字創作を書き上げる。

3. 本単元における評価の観点と評価の方法

＜興味・関心・意欲を持って取り組むことができたか＞

文字を記録するということがどういうことなのか。どのようなものが必要となってくるのか。これらを、いろいろな面からアプローチし、興味・関心を持って意欲的に取り組むことができたか。

＜用具の仕組みが理解できたか＞

インクとペンによって筆記した西洋に対し毛筆はどのような仕組みで成り立っているのか。自分で筆を作ることによって、その点を深く考える。また、作った筆によって、理解の度合いを検討する。

＜用具の特性を活かして作品を創ることができたか＞

筆だけでなく、墨と紙の関係なども考えながら作品を書いてみる。線質・墨色・にじみ・かすれなど、具体的な要素が理解できたかを、作品から読み取る。

4. 単元計画 (配当時間 5 時間)

| 単元計画 (実施時間: 全5時間) | | |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点 |
| 身近な材料でとりあえず毛筆を作ってみる (1時間) | 自分なりに工夫して、毛筆を作って半紙に線の試し書きをする。その場で改良を加えながら、いろいろな線を書いてみる。縦画・横画・はらいなどにある程度対応できるものにしていく。書き方も相応なものを考える。 | 普通の筆のようにあつかわなくても良いことを注意する。 それぞれの筆に応じて書き方を工夫するように指示する。 |
| 文字を選ぶ 前時の筆を改良したものを作る (1時間) | 自分で書きたい文字を字書(五体字類など)などから探して選んで書いてみる。 前回書きにくかった点画などがあれば、それに対応できるように筆を改良する。 | かえって書きにくくなる場合があるかも知れないが、前回とは少しでも変えるよう指示する。 筆にあった文字、書きやすい文字を選ぶよううながす。 |
| いろいろな筆を使ってみる (1時間) | 他の生徒と筆を交換して試し書きを試してみる。自分の筆とくらべて優れたところがあれば、そこを取り入れるよう工夫してさらに改良を加える。 半紙を色紙の大きさに折って前回選んだ文字を、作品として収まるように書いていく。 | どのような筆の鋒先から、どのような線が生まれるのか、よく吟味しながら他の生徒の筆を使うよう指導する。 少々はみ出すのはかまわないが、作品としての見栄えなどを考えながら、色紙の大きさを想定した半紙に文字を書かせる。 |
| 作品を仕上げる (2時間) | 墨をすって、墨の濃さによって文字の見栄えがどう変わるのか試してみる。今までの中で良かった状態の筆を作って、墨を濃くすったり、水で薄めたりしながら色紙の大きさに折った半紙に書いてみる。作品として、また線質等からも丁度良い具合の濃さを探る。 全ての条件が整ったところで、色紙に清書する。何枚か書いてみて最終的に一枚を選ぶ。 | 墨の濃さ、にじみやかすれによって作品の雰囲気はどう変わるか、実際に例を示しながら説明する。生徒の作品で好例があれば、それも示しながら進める。 必ずしもきれいな線の作品が良いのではないことを確認する。 トータルとして良い作品が何なのかをよく考えながら完成させる。 |

5. 指導のポイント

○筆の仕組みを理解する

どのようなものを筆と呼べるのかを考えながら作る。そのことによって、毛筆とはどういうものかということへの理解が深まるはずである。

○筆の墨を含む仕組みを探る

毛筆の仕組みと関連するが、筆がどのように墨を吸い上げてそれを蓄えるのかその仕掛けを考えながら、再現できるように筆を作る。

○筆から紙への墨の移動を考える

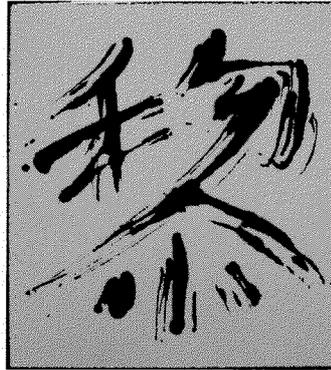
筆に吸収された墨がどのように紙に移り、今度は紙に吸収されることによりどのような線を形作り、どのように文字が構築されるのか、科学的な仕組みを探りながら作品を仕上げる。

6. 成果と課題

実際に、身のまわりにあるものでいろいろな筆を作るとを試してみると、どのような素材を使えばどの位墨を含み、どの程度のにじみやかすれが出てくるかのおおよその見当がついてくる。またそれは、墨や紙を変えることによってどのような効果が生まれるのかということも、自分だけでなく、まわりの生徒の様子を観察する中でわかってくる。そのような、いわゆる普通の道具ではないものを使用する経験を積み重ねることによって、より毛筆の用具への理解が深まったというのが、最大の成果である。



〈図Ⅰ〉



〈図Ⅱ〉

さらに、具体的に作品をあげながら書くと、〈図Ⅰ〉の生徒は毛糸のような柔らかい素材を使った筆で書いているため全体に線が柔らかくまとまっている。墨もやや薄い位のもので、にじみもあまりなく、しっとりとした雰囲気を出している。文字と表現のねらいがうまく一致した良い例であるといえる。〈図Ⅱ〉の生徒は草のような、毛糸よりはだいぶ硬い素材を使っているため、前者よりは筆の割れが大きくなっている。その代わり墨は結構にじみの強くなる位の薄さのものを使っているため割れが大きく

ても、にじみでカバーしてうまくまとめている。

右はいずれも濃い墨で書いているため、先の生徒の作品とは雰囲気が異なってみえる。〈図Ⅲ〉の方はハケに近い素材のため、ややベタツとしているが線の細い太いの効果が面白く出ている。〈図Ⅳ〉の生徒は〈図Ⅱ〉よりも柔らかい草のような素材で書いているので、かなり割れの激しい線もあるが、文字になるぎりぎりのところでよくまとめている。



〈図Ⅲ〉



〈図Ⅳ〉

例としてあげた作品は、特に良くできたものだが、大半の生徒が、筆を作って墨を磨って書いていく中で、その特性や関係

をよく考え、様々な試みを繰り返しながら仕上げていった。つまり、用具についての科学的な理解と書表現がうまく合致して、良い作品が書けるようになったところが成果である。

しかしながら、いわゆる普通の毛筆に持ち替えた途端に、普通の線に戻ってしまうという生徒がこれも大半を占めてしまうというのが現状である。作った筆で書くときにはあれほど工夫をしていたのに、毛筆になると文字の形や線の細い太い程度の工夫で終わってしまうということになる。作った筆による筆の割れの効果やハケのように使うなどのようなところまではフィードバックできないということであり、このところが課題となっている部分である。今後、作った筆での効果を毛筆表現にどのように活かしていくかということを考えている。

全体としては、毛筆表現について、角度を変えて見ていくということで、今までになかった生徒の意識変革や、幅広いものの見方が多少なりとも身についたと思う。

サイエンスⅢ（教科の単元開発） 技術科①

第1学年 全25時間

| | |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| （教科名：技術科） （実施学年：第1学年） （全25時間） | |
| 単元名 (題材名) | 技術とものづくり <木材加工---腰掛けの製作> |
| 概 要 | 新学習指導要領で技術・家庭科の技術分野は、「技術とものづくり」と「情報」の2領域になった。特にサイエンスⅢの研究では、「技術とものづくり」の領域で木材加工（腰掛けの製作）を取り上げ、設計段階で丈夫にするための構造、使用される木材を始めとする材料の特性や木材を加工するために必要な手工具の特性について科学的な目で捉え、理解させるための教材開発やそのための学習指導法を研究課題とした。 |
| ねらい | <ul style="list-style-type: none"> ・ 丈夫にするための構造を科学的に捉える。 ・ 木材の科学的特性を知り加工する際の基礎的知識とする。 ・ 木材加工で使用する手工具の変遷を調査する中で、歴史の中で人間が手工具とどのように関わってきたか知る。 ・ 授業で使用頻度が特に高い のこぎり、かんな、げんのうの構造と切削の原理を科学的に捉え、安全に且つ適切に工具が使用できるようにする。 |
| 題材設定 の理由 | <p>木材は、人間の歴史の中で最も古くから最も多くのものに使用されてきた。我々の生活の中で、無くてはならないものといっても過言ではない。普段特別に意識することなく使用している木材製品に目を向け、その加工法や加工に使用される工具を知ることが意義深いことと考えられる。そうした中で簡単な木製品を自らの手で製作し、製作の喜びや創造性を高めていくことは、人格形成の上でも大切であると考えられる。製作にあたっては、使用する工具の切削の原理や木材の性質等を科学的な面から捉え、理解した上で使用することにより、工具を適切に、安全に、能率的に製作ができるものと考えられる。また、木材加工に使用されてきた工具について歴史的な変遷を調査することにより、工具が科学的な法則によって作られ使用されてきた事実を知ることができる。以上の理由から本題材を設定した。</p> |
| 学習指導 要領との 関係 | <ul style="list-style-type: none"> ○学習指導要領に準ずる内容。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 木材の科学的特性，製作品に適した木材の選択， ・ 製作に使用する工具や木工機械の仕組み，加工法，使用法 ○学習指導要領の枠外の内容 <ul style="list-style-type: none"> ・ 木材の組織（植物学的見地から） ・ 木材加工に使用する手工具の歴史的変遷 ・ 工具の切削の科学的な原理等。 |

次ページ単元計画は、サイエンスⅢに関係するところを中心に記述してある。

| 単元計画（実施時間：全25時間） | | |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目（配当時間） | 学習内容 | 指導上の留意点 |
| 木材の特徴と性質 （2時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・木材を観察し組織や繊維の方向の観察をする。 ・木材の各部の名称を調べる。 ・繊維と強さの方向の関係を薄板を実際に折り曲げて調べる。 ・木材の乾燥と収縮，膨張，反り関係について調べる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・切削の原理を理解するために必要な事項なのでしっかりと観察させる ・実験用に繊維の違う方向の木片を準備する。 |
| 設計 （6時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・自分が作りたい腰掛けの構想し形をスケッチしてみる ・丈夫な構造にするための構造や木材の接合法（板材，角材）について力学的視点より調べる。 ・キャビネット図を描く。 ・キャビネット図から自分の製作したい腰掛けの製作図をかく。 | <ul style="list-style-type: none"> ・教科書等を参考にして構想の進め方を理解させる。 ・板材と角材の接合法や補強法を理解させる。 ・斜方眼紙等を使用してキャビネット図をかかせる。 ・製作図をかくために必要な事項を理解させる。 |
| 製作ための事前指導 （6時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・製作に必要な手工具や木工工作機械を知る。 ・手工具の切削等の原理を調べる。 例：ナイフとのこぎりの違い。 ：げんのうで釘を打つときの支点と力点の関係。 ：かんなで木材の繊維を削り取ることができる原理。 など ・上記3つの手工具の歴史をグループでインターネットや図書館の文献などで調査して発表する。 ・先人たちがより切れ味のよい工具を作るためにどのような点に工夫してきたのか科学的側面から考える。 | <ul style="list-style-type: none"> ・安全に作業するための使用上の注意事項について知らせる。 ・手工具の切削等の原理は，使用頻度の高いのこぎり，かんな，げんのうについて調べさせる。 ・1学年で理解できる内容にとどめ深入りはしない。 ・江戸時代頃からこの3つの手工具はすでに完成された形であり，現在のものとほとんど変わらないことを知らせ，切削の原理を当時の人々がすでに知っていたことを理解させる。 |
| 製作 （10時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・けがき作業をする。 ・部品加工をする。 ・組み立てをする ・塗装をする。 | <ul style="list-style-type: none"> ・上記で学習した事柄を，実践の中で生かせるように指導する。 |
| 学習を終わって （1時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・学習した事柄について，反省点や自己評価などを考え学習のまとめをする。 | <ul style="list-style-type: none"> ・科学的側面からみた工具の仕組みや使い方が理解できたか。 ・安全に作業ができたか。 |

（注）以上の計画は，2004年度に研究開発に携わる授業担当者を念頭に置いて2003年度に立案したものである。しかし，2004年度は，研究開発に携わる授業担当者の担当学年が替わり第2学年担当となった。そのため，第2学年の研究計画を新たに立案，一部実施したものが次ページからとなる。

サイエンスⅢ（教科の単元開発） 技術科②

第2学年 全5時間

技術は、自然科学の原理・法則を基にして、人間の生活に便利で使いやすいものを開発する過程である。したがって、技術と自然科学を切り離して考えることはできない。言い換えれば技術科の日々の学習は、科学的思考力を基礎とするものである。そういう意味で、特に電気の学習においては、サイエンスⅢとして特別に取り上げて取り組む単元は少ない。ここでは、電気学習の入り口として学習の中で自然科学との関連が顕著に表れる単元について取り組みの一例として報告することにする。

| （教科名：技術科） | | （実施学年：第2学年） | | （全5時間） | |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--|--------|--|
| 単元名 (題材名) | 技術とものづくり <電気学習の基礎 --- 電気の単位, 電気のエネルギーの発生> | | | | |
| 概要 | <p>新学習指導要領で技術・家庭科の技術分野は、「技術とものづくり」と「情報」の2領域になった。特にサイエンスⅢの研究では、「技術とものづくり」の領域で電気教材を取り上げ、電気学習の基礎となる電気の単位, 電気エネルギーを作る工夫, について科学的な目で捉え、理解させるための教材開発やそのための学習指導法を研究課題とした。</p> | | | | |
| ねらい | <ul style="list-style-type: none"> ・電気学習に興味・関心を持たせるため、電気の起こりと電気の単位について知り電気学習の基礎的知識とする。 ・電気の科学的特性を知り電気エネルギーを利用する際の基礎的知識とする。 | | | | |
| 題材設定の理由 | <p>人類が最初に体験した電気は、紀元前タレスの摩擦電気に始まるとされている。それから16世紀まで電気は理論的な発展もなく、電気が著しい発展をしていくのは18世紀に入ってからである。そうした中で現在の私たちの生活の中にはいろいろな電気機器が取り入れられ、電気を無視しての生活は考えられない。また将来に向けても電気の需要は益々増大する事は必至である。このような状況下において、電気機器のしくみやその取り扱いを学習しておくことは必要であり大切なことである。電気に対する理解は、根気よく基礎技術の理論に基づいてなされるのであるが、ともすると理論が先行して生徒に「電気は難しい」という印象を与えることが多大にあると思われる。この解決のためにはあらゆる機会に「電気の技術史」や「具体的な実践例」によって科学的に電気の本質を理解させることが必要であると考え。以上の理由から本題材を設定した。</p> | | | | |
| 評価の観点およびその趣旨 | <ul style="list-style-type: none"> ・科学技術への興味・関心・態度の育成 <p>当校生徒において本格的な電気の学習は、理科よりも技術科の授業が先行しており技術科の授業が最初となる。題材設定の理由にも記述したが、電気は「目」に見えないだけに生徒には理解しにくいものと思われる。できるだけ理解しやすく、興味・関心が持てるように電気の単位を中心とした「電気の技術史」を学習の導入として用いた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・科学と人間・社会との関係を俯瞰的・総合的に捉える能力 <p>現代社会において、電気が我々の生活の中で如何に役立ち大切なものであるかを再認識させる。また、電気エネルギーを作る工夫や、それを利用していく側（人間、社会）のあり方を学ばせる。特に発電所を作るときの負の部分についても気づかせる。</p> | | | | |
| 学習指導要領との関係 | <ul style="list-style-type: none"> ○学習指導要領に準ずる内容 <ul style="list-style-type: none"> ・生活や産業の中での電気技術の役割 ・電気エネルギーを変換する仕組み ○学習指導要領の枠外の内容 <ul style="list-style-type: none"> ・電気の起こりからの電気で使用される単位について（電気の技術史） | | | | |

単元計画（実施時間：全5時間）

| 題目（配当時間） | 学習内容 | 指導上の留意点 |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 電気の起こり （1時間） | <ul style="list-style-type: none"> ○人類が最初に体験した電気について下記のことがらを知る ・ギリシア→タレスによる琥珀による摩擦電気 ・琥珀→ギリシア語で「エレクトロン」英語での電気（エレクトリシティー）の語源になる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・これから電気学習する第1歩となり興味、関心を持たせる重要なところなので、十分に理解させる。 ・琥珀の準備をして、実際に摩擦電気を起こし学習内容を確認する。 |
| 技術科で使用する主な電気の単位 （2時間） | <ul style="list-style-type: none"> ○下記の技術科で使用する主な電気の単位を知る。 ・V(ボルト)--- ボルタ(電池の発明) ・A(アンペア)--- アンペール(電流と磁気の関係の解明) ・Ω(オーム)--- オーム(オームの法則) ・F(ファラド)--- 電磁誘導作用 ・Hz(ヘルツ)--- 実用的無線電信の基礎を築く 電磁波の存在を実証 ・W(ワット)--- 実用的な蒸気機関の発明 | <ul style="list-style-type: none"> ・上記と同様に、これから電気学習する第1歩となり興味、関心を持たせる重要なところなので、十分に理解させる。 ・電気の単位は、電気の発展に功績のあった人の名前が付けられていることに気づかせる。(ただし、ワットは例外) ・電気実験で説明が可能な単位については、簡単な実験をして理解を促す。(ただし、理科の授業にならないように留意する) |
| 電気エネルギーを作る工夫 （1時間） | <ul style="list-style-type: none"> ○発電のしくみについて知る ・電磁誘導作用とは、おおよそどのようなものか知る。 ○発電所の種類とそれぞれの発電の方法を知る。 ・教師配布の補助教材プリントと教科書を参照して、電気の発電の方法を理解し発電所の種類を知る。 ・上記のことから自然界のエネルギーが電気エネルギーに変換されていく技術を知る。 ○エネルギーを有効に活用でき、環境に優しい発電所のあり方について考える。 風力発電、地熱発電、太陽光発電等 | <ul style="list-style-type: none"> ・OHPによる説明 ・発電の原理については、電気の単位で学習したことがらを思い起こさせる。 ・電磁誘導作用については深入りしない。(現象の説明だけに留めておく。) ・発電所の種類については、既知のものもあると思われるので、考えさせ発問により答えさせる。プリント配布はその後とする。 ・チェルノブイリ原子力発電所の事故についても触れ、原子力発電所の長所、短所を理解させる。 ・発電所を作るときの負の部分を考えさせる。 |
| 学習を終わって （1時間） | <p>学習した事柄について、反省点や自己評価などを考え学習のまとめをする。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・これからの電気の学習に興味・関心が持てたか。 ・自然界のエネルギーを電気エネルギーに変換するしくみが理解できたか ・現代の生活の中では、電気が如何に大切なものであるか理解できたか。 |

サイエンスⅢ（教科の単元開発） 技術科②

＜単元の指導事例＞

| | | |
|-----------------|---------------------------|-------------|
| サイエンスⅢ 技術 | | |
| 単元テーマ（技術とものづくり） | 電気教材（電気の起こり，電気の単位，発電のしくみ） | |
| 実施学年（中学校2年） | 配当時間（5時間） | 実践者（濱賀 哲 洋） |

1. 単元の目標

- ・生徒が「電気」に対してどのようなイメージを持ち，どの程度の知識・体験があるかを知る。その上で人類が最初に体験した「電気」について知り，電気学習の糸口とする。
- ・「技術科で使用する電気の主な単位」を「電気の技術史」の中から学ぶことによって，電気学習に対する興味・関心を高めるとともに，決して「電気は難しい」ものではないことを知らせる。

2. 単元の構成と特色

- ・人類が初めて体験した琥珀を使用した「電気（摩擦電気）」を，実際に体験させる。摩擦電気は，琥珀以外のものでも体験できるがなぜ琥珀なのかを知らせる。
- ・電気の単位は，ほとんどが電気学に貢献した人の名前が使われていることを理解させ，その年代が18世紀後半から19世紀に集中していることに気づかせる。言い換えれば電気学が発展を遂げ始めたのは19世紀に入ってからであり，僅か1～2世紀の間の出来事であったことを理解させる。
- ・1800年にボルタが電池を発明してから，自由に電源を得ることができるようになり様々な電気実験が行われたことに注目させ，実際にボルタの電池の原理を実験によって行う。
- ・発電の方法がわかり発電所の種類を知る。発電所の種類を知ることにより，自然界の各種エネルギーが電気エネルギーに変換されていく技術を知る。特に原子力発電については，安全性に問題があることも理解させる。

3. 本単元における評価の観点と評価方法

○生活や技術への関心・意欲・態度（行動分析，レポート）

- ・人類初の「電気」の体験や電気の単位が電気学に貢献した人々の名前が付けられていたことを積極的に学び，これからの電気の学習に意欲・関心がもてたか。
- ・これまで何気なく使用していた電気が多くの自然界のエネルギーを使っていたことが理解され，これからの生活の中でエネルギーを無駄なく使用していこうとする意欲・態度がみられるか。

○生活や技術についての知識・理解（行動分析，レポート，テスト）

- ・ボルタの電池の実験から電気学の発展に繋がる「電気実験」に欠かせない電源（電気エネルギー）を得る方法について理解できたか。また，ボルタが電池を発明したことから「電気」に対する研究が一気に盛んになり，私たちの生活が便利になってきた事実を理解できたか。
- ・発電の原理（自然科学）を知り，その原理が発電所で応用（技術）され，私たちの生活を快適にしていることが理解できたか。
- ・原子力発電の負の部分を知り，「これからのどのように対処していけば良いか。」考えることができるか。

4. 単元計画 技術とものづくり <電気学習の基礎> (配当時間 計5時間)
 =下記学習内容は、これまでの実施済みの4時間分=

| 題目(配当時間) | 学習内容 | 指導上の留意点・評価 |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 電気の起こり (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ・「電気についてどのようなことを知っているか、どのような体験があるか」について自由に発表させる。 ・紀元前、人類最初に「琥珀」による摩擦電気の体験をしたとされるタレスについて知る。 ・「琥珀」がギリシア語で「エレクトロン」とよばれ、これが現在の英語の「電気」の語源になっていることを知る。 ・この時代には、科学的に電気の存在について理解できていなく、16世紀になってギルバード(イギリス)が磁気・摩擦電気について科学的に理論を確立したことを知る。 | <ul style="list-style-type: none"> ・これから「電気学習」を始める最も大切な1時間となるので、理解させやすく、興味・関心が深まる学習を心がける。 ・生徒の様々な意見を聞くことによって電気についての知識や体験の程度を知りこれからの学習の糸口とする。 ・人類が最初に体験した電気は生徒も体験したこともあるであろう「摩擦電気」であったことに気づかせる。 |
| 技術科で使用する主な電気の単位 (2時間) | <ul style="list-style-type: none"> ○下記の技術科で使用する主な電気の単位と単位内の大きさの関係を知る。 ・V(ボルト)--- ボルタ(電池の発明) ボルタの電池について実際に実験をしてどのようなものであったか理解する。 ボルタの電池の原理により、どのような材料があれば電気エネルギーを作り出すことができるか考える。 ・A(アンペア)--- アンペール(電流と磁気の関係の解明) ・Ω(オーム) --- オーム(オームの法則) ・F(ファラド)--- 電磁誘導作用 ・Hz(ヘルツ) --- 実用的無線電信の基礎を築く。電磁波の存在を実証 ・W(ワット)--- 実用的な蒸気機関の発明 ・上記の学習の中から「電気学」が18世紀後半から著しい発展を何故遂げてこられたのか考える。 ・これまでの3時間の学習の中からどのようなことを感じ、「電気」に対するイメージがどのように変わったか発表する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・電気の単位は、主に「電気学」に貢献した人々の名前が付けられていることを理解させる。 ・ボルタの電池の実験では、電気を発生することを実験により体験させ、その原理を理解させる。深入りはしない。 ・ここでは、「電気学」に貢献した人々の電気実験等の内容については深入りせず、法則や原理について簡単に触れる程度とする。 ・電気実験をする際になくてはならない電源がボルタの電池の発明によって手軽に得ることができるようになったことに気付かせる。 ・電気に興味・関心を持つことができたか。 ・これからの学習に意欲を持って取り組むことができるか。 |

| | | |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>電気エネルギーを作る工夫 (1時間)</p> | <p>○ 発電のしくみを知る。 ・ 電磁誘導作用の発見者を知る。 ・ 簡単な実験を行うことにより電磁誘導作用とは、おおよそどのようなものか知る。</p> <p>○ 発電所の種類について知る。 ・ 発電機を回すためのエネルギーにはどのようなものが使用されているか考える。 ・ 原子力発電所の問題点をチェルノブイリ原子力発電所の事故の例から考える。 ・ エネルギーを有効に活用でき、環境に優しい発電所のあり方について考え発表する。</p> | <p>・ 電池は化学作用で発電するが、発電所の発電機は電磁誘導作用で発電されていることを知る。</p> <p>・ エネルギーの中には、有限資源のものや大気汚染の原因になるものがあることにも気付かせる。 ・ 家庭で何気なく消費している電気がどのような過程を経て作られているか理解できたか。 ・ エネルギーの活用や発電がもたらす環境について、地球規模で捉えることができたか。</p> |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

5. 指導のポイント

- ・ 今年度も昨年度と同様に、「電気学習」の導入として電気の技術史を取り入れた。「電気」は目に見えないものだけに、とかく「電気は分かり難い」という意見を生徒から聞くことが多い。「電気」に興味・関心を持たせ学習意欲をそそる学習内容でなければと思い、電気の技術史から学習を始める試みをした。電気の単位は、人の名前から付けられていることを学ぶことから「電気」に親しみやすさを感じるのではないかと考え、これからの「電気学習」の糸口とした。
- ・ 電気の発電の原理（自然科学）を知り、その原理が発電所で応用（技術）され、我々の生活にいかに役立っているかを理解させるとともに、エネルギーを有効に活用する方法とそれに関わる地球に優しい環境作りはどうあるべきか考えさせることを指導のポイントとした。

6. カリキュラムの評価

本カリキュラムの評価は、昨年度と同様、次の2点を評価の観点とした。

- ・ 科学技術への興味・関心・態度の育成
- ・ 科学と人間・社会との関係を俯瞰的・総合的に捉える能力

昨年度の上記2点の評価は、授業中における行動観察、ノート提出、テストによるものであった。これらの方法によっても上記2点の評価の観点は、その目的を達成できたように考えられる。今年度は、昨年度実施した授業中における行動観察、ノート提出、テストに加え、学習前の「生徒のレディネス（電気に関する学習経験の有無、度合い、興味・関心）」をアンケート調査し、学習後のアンケート調査と比較検討することでさらにカリキュラムの評価に客観性を持たせることにした。下の表が、アンケート調査の内容および結果である。

<調査上の留意点>

- ・ 4月の電気学習最初の授業時間に調査
- ・ 調査対象は、第2学年（男子31名、女子31名の計62名）である。
- ・ 調査項目の問いの()内の数字は回答数を表すが、男女の指定がない箇所は男女の合計回答数を表す。
- ・ 記述式形式の回答については、表現の違いはあるが回答の趣旨が同じと考えられるものは、まとめて人数を表している。

クラス()組(男子・女子)

次の質問は、これから電気の学習を始めるにあたって、「皆さんの興味・関心や電気についてどのようなことを知っているか。」について調査するものです。質問の該当する場所に○をつけたり記述式で、正直にまじめに答えてください。

1. 学校の授業で電気の授業を受けた経験はありますか。 ある(59)・ない(3)

a. あると答えた人へ

(1) その電気の授業はどの学校で受けましたか。 小学校(59)・中学校(0)

(2) 電気の学習をした教科名を教えてください。

理科(59)

(3) どのような学習内容でしたか。

電気回路(豆電球、電池のつなぎ方等による実験

電磁石の仕組み、模型用電動機を利用した車や簡単なロボットの製作

2. 学校のクラブ活動等で電気に関する学習をした 経験はありますか。 ある(2)・ない(60)

あるの2名は中学校入学後(理工物理部で)

3. 学校以外の何らかの活動で電気に関する学習をした経験はありますか。 ある(12)・ない(49)

無答(1)

4. 電気工作の経験はありますか。

ある(36)・ない(26)

a. あると答えた人

(1) どのような場所で作りましたか。(複数回答可)

小学校の授業(34), 家庭(3), 中学校クラブ(2), 塾(1)

(2) どのようなものを作りましたか。(複数回答可)

模型用電動機を利用した車や簡単なロボット, 電磁石, 懐中電灯, レモン電池

(3) そのとき誰に教えてもらいながら作りましたか。(複数回答可)

小学校の先生(27), 友達(3), 説明書を見て一人で(4)

親に見てもらって(1)

5. 電気の学習は、むずかしいと思いますか。

むずかしい(女子・20, 男子・12) ・ そうとは思わない(女子・9, 男子・8)

やっていないからわからない(女子・2, 男子・11)

a. むずかしいと答えた人へ

なぜむずかしいと思いますか。(上段・女子, 下段・男子)

・ 電気の単位がよく分からない。(3)

・ いろいろな電気回路があつて複雑そうである。(6)

・ 電流などは直接目に見えないもので分かりにくい。(2)

・ 覚えることがたくさんありそうである。(1)

・ 電気工作などで、少しのずれで動かなかつたり、配線ミスをして壊れたことがあるから。(2)

・ 豆電球のつなぎ方や電池の個数によって明るさが変わったりする理由が理解できなかった。(6)

・ 回路のつなぎ方、回路中の電流の流れ方などが複雑だと思う。(8)

・ 手先を使う作業が多いため。(1)

・ 小学校の電気工作がうまくできなかったから。(2)

・ 覚えることが多くありそうだ。(1)

(女子・20, 無回答・11) (男子・12, 無回答・20)

6. 電気には多くの単位がありますが、どのような単位を知っていますか。
知っている単位の名前と単位記号を教えてください。単位記号がわからない
ときは名前だけ教えてください。

例 メートル(m)

男女ともほとんどの生徒は、アンペア、ボルトの言葉は知っているが、単位
記号になると答えられる者は極めて少なくなる。他の電気の単位を答えられ
る者はほとんどいない。

7. 電気の学習に興味はありますか。
興味がある (女子・12, 男子・15)・興味はない (女子・5, 男子・3)
どちらともいえない (女子・14, 男子・13)

8. 問い7. の回答で答えた理由を書いてください。

興味がある (上段・女子, 下段・男子)

- ・身近にあるたくさんの電気製品が、どのような電気の力動かすことができ
るか知りたいから。(5)
 - ・電気のことをよく知らないので興味がある。(2)
 - ・電気のしくみを知り、いろいろな電気製品を製作したい。(3)
 - ・難しそうだとは思っているが、何か電気は不思議な性質を持っているので
はないかと思いきそれを知りたいから。(3)
-
- ・電気は身近にあるし、しくみが複雑そうなので知りたいと思う。(1)
 - ・電気を使って動くものが、なぜ動くのか疑問に思うから。(4)
 - ・電気工作は、楽しそうなので製作をしてみたい。(5)
 - ・電気の学習は、面白そうだから。(3)
 - ・電気の歴史上の人について詳しく調べてみたい。(1)

(女子・13, 無回答なし) (男子・13, 無回答・2)

興味はない (上段・女子, 下段・男子)

- ・小学校での学習が楽しくなかったから。(2)
- ・電気にはもともと興味がないから。(2)
- ・好きな分野ではないから。(2)
- ・直列や並列接続など、小学校でやった授業が難しかったから。(1)

(女子・2, 無回答・1) (男子・3, 無回答・1)

どちらともいえない (上段・女子, 下段・男子)

- ・小学校では、勉強する意味がよく分からなかったが、興味がないというわ
けでもない。(2)
- ・中学校では、どんなことをするかまだ分からないから。(2)
- ・自分でも好きな分野か嫌いな分野がよく分からない。(3)
- ・製作は楽しいが、動作する仕組みがよく分からない。(1)
- ・電気は、自分の身近にあるものなので気にはなるが、そこまで興味
があるわけではない。(2)
- ・実験、実習は楽しいが座学だとだんだん興味が薄れていく。(2)
- ・電気の話は小学校の時からよく分からなかったので好きというわけでも
ないから。(3)
- ・中学校でどのようなものを作っていくかわからないから。(2)
- ・面白そうだが難しそうという半々の気持ち。(4)
- ・これまでの生活の中で、電気について特に印象が残ったことがあるわけ
はないから。(2)

(女子・12, 無回答・2) (男子・11, 無回答・2)

9. これから行う電気の学習についてどのように思いますか。現在の思いを正直に答えてください。(上段・女子, 下段・男子)

- ・電気に関する疑問がこの学習によって解決できたらよいと思う。(6)
- ・あまり楽しみでない。ややこしいイメージがある。(興味がない) (3)
- ・複雑なこともあると思うが楽しみ。電気についていろいろ学んでみたい。(5)
- ・これからどのような学習をするかわからない。(3)
- ・自分で仕組みや製作の仕方を考えているものを製作したい。(2)
- ・電気と家庭とのつながりが知りたい。(1)
- ・小学校のときに学習したけどよく分からなかったので、分かるようになるかちょっと不安だ。(7)
- ・楽しみであるが電気は少し苦手なので心配。(2)
- ・できれば電気工作とかを通して教えて欲しい。(1)
- ・電気について知りたいことがたくさんあるため学習が楽しみである。(6)
- ・生活の中で役に立って行きそうである。(2)
- ・自分で疑問に思うことをしっかり学習して自分のものにしたい。(3)
- ・正直、好きではないのでこの分野に興味を持てるようにしたい。(2)
- ・難しいと思っているのでうまくできるか不安である。(3)
- ・まだ学習のはじめなので小学校とは違う内容だと思うのでどんな内容なのか少し不安。(6)
- ・楽しみにしている。何か完成品を残したい。(5)

(女子・29, 無回答・3) (男子・28, 無回答・4)

10. 電気の歴史の中でどのような人を知っていますか。知っている人の名前を答えてください。(何人でも)

エジソン (女子・18, 男子・23), 平賀源内 (女子・3, 男子・10)
オーム, フランクリン, ベル, ニュートン (男女併せて1名程度)
無回答 (女子・6, 男子・6)

11. 電気工作をしたら、どのようなものを作りたいですか。

ロボット系の動くおもちゃ (女子・5, 男子・10), モーターカー,
扇風機 (男女各1), テレビ (男女各1), ラジオ (男女各1),
時計 (男女各1) コンピュータ (男子2), 電気スタンド (女子5),
生活で活用できるもの (10) など。

無回答 (女子・5, 男子・6)

アンケートによる事前調査によって、下記のことが明らかになった。

- ・電気の学習は、ほとんど小学校の理科の時間での体験である。
- ・豆電球や電池などを使用した回路で実験をした体験はある。
- ・電気工作の経験は、ほとんど小学校での授業の中での体験である。
- ・自主的に電気工作や電気に関する学習をした者は、極めて少ない。
- ・電気学習が難しいと答えた者は半数以上あり、その理由は小学校での電気学習での知識・理解・技能の不足からと考えられる。
- ・電気学習に全く興味がないと答えた者は無回答を含め7名あったが、どちらともいえないと答えた生徒を含めると、ほとんどの生徒が電気学習に何らかの興味を持っている。
- ・電気学の発展貢献した人物の名前をエジソン、平賀源内以外ほとんどの生徒が知らない。
- ・電気エネルギーを使用した電気製品の製作を、多くの生徒が臨んでいる。

以上のことから、小学校の時に電気学習の経験はあるが、電気学習を中学校で行う時には、学習

に必要な基礎・基本を明確にして指導する必要があることは当然ながら、興味・関心を持たせることが電気学習を始める第1歩であることが再確認できた。

現在、昨年度と同じカリキュラムで授業をしているが、今年度はこのアンケート結果を参考にし、如何に電気学習に興味・関心を持たせるかを昨年度以上に意識して授業を進めている。本研究における最終報告書では、行動観察、ノート提出、テストでの評価とともに事後アンケートを実施し前述した2つの評価の観点が達成できたか明らかにしたい。

7. 成果と課題

上記「6. カリキュラムの評価」アンケート調査で明らかにされた問題点及び課題を念頭に置いて授業を進めてきた。実施した授業について生徒に事後アンケートを実施し、具体的な評価を得ることができた。このアンケートから成果と課題を明確にし最終報告とする。

<調査上の留意点>

- ・ 10月の電気学習最後の授業時間に調査
- ・ 調査対象は、第2学年（A、B組男子21名、女子20名の計42名）である。
C組については、非常勤講師の先生に授業をお願いしたので評価の対象から外した。
- ・ 調査項目の問いの（ ）内の数字は男女の合計回答数を表す。
- ・ 記述式形式の回答については、表現の違いはあるが回答の趣旨が同じと考えられるものは、まとめて人数を表している。

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------|
| 技術科第2学年 | 電気学習を終えて<調査> | 2005.10 |
| クラス（ ）組（男子・女子） | | |
| <p>次の質問は、これまで学んできた「電気」について、皆さん現在の気持ちについて調査し、技術科として「これからの電気学習のあり方」に考えていく資料とするものです。正直にまじめに答えてください。</p> <p><注>回答欄が「A—B—C—D—E」の時は、該当のアルファベットに○印をして下さい。 「A—B—C—D—E」の各意味は、下の例のようにAに近い程積極的な回答になり、Eに近いほど消極的な回答になります。</p> <p>例 A：非常によくできた B：よくできた C：まあまあよくできた D：よくできなかった E：まったくできなかった</p> | | |
| <p>1. 電気学習を終えて「電気」のことを身近に感じることができましたか。</p> | <p>「 A—B—C—D—E 」 7 21 11 2 0 (人)</p> | <p>➤</p> |
| <p>2. 今回の電気学習で「電気」に興味・関心を持つことができましたか。</p> <p>a. A, Bと答えた人⇒興味・関心を持ち始めたのはどの学習内容からですか。</p> | <p>「 A—B—C—D—E 」 9 25 6 1 0 (人)</p> | <p>➤</p> |
| <p>・ 作品を作り始めた頃 (19)</p> <p>・ 電気の単位&電気の技術史から、つまり最初の授業から (12)</p> <p>・ 蛍光灯などの身近な電気製品の内容 (1)</p> <p>・ ラジオや電気機器の周波数の話 (1)</p> <p>・ オームの法則を使用した計算 (1)</p> | | |
| <p>b. C, D, Eと答えた人⇒その理由を教えてください</p> <p>・ 電気については理解できたがあまり興味は持てなかった (4)</p> <p>・ 電気のことがわかったがまだわからないことがあるから (2)</p> <p>・ 単位を覚えるのが難しく電流計が読めなかった (1)</p> | | |

3. 「電気の単位」を学習してから、電気に興味 「 A—B—C—D—E 」
をもつことができましたか。 6 10 16 8 1 (人) ↷

4. 「電気の単位」を学習して感じたことを教えてください。

- ・いろいろな電気の単位を学習して、単位の由来やその人物に関することがわかり勉強になった(14)
- ・電気の単位はいろいろあって難しく覚えるのが大変だった(9)
- ・歴史の中で様々な人たちが電気について関わっていたことだということを今まで以上に感じた(3)
- ・昔に電気のことを勉強したり、発明したりした学者の人たちのおかげで今僕たちの生活があるんだと改めて感じた(4)
- ・人の名前をもとにできた単位だったので覚えやすかった(2)
- ・電気には色々な単位と自分が知らなかった単位があった(2)
- ・電圧、電流、電力の違いが少しわかりにくかったと思う(2)
- ・理科の時間の電気の学習が理解しやすかった(1)
- ・誰も知らないことを発見した人はすごいと思ったがあまり実感がわかなかった(1)
- ・考えた人たちは他にどのようなことをしていたのか知りたいと思った(1)
- ・電気の単位が分かってもそれほど電気を身近に感じなかった。(1)
- ・なんだか目に見えないものの単位を覚えることには抵抗があったけど、反対に興味が出てきたのも事実(1)

5. 電気のことをこれからも少しずつ知りたい 「 A—B—C—D—E 」
と思いませんか。 5 23 12 2 0 (人) ↷

a. A, Bと答えた人へ⇒ 特にどのようなことを知りたいですか。

- ・身の回りの電気製品のしくみを知りたい(8)
- ・発電所へ実際に見学などして電気の起こりをもっと詳しく知りたい(5)
- ・電気の技術史について詳しく知りたい(2)
- ・電気学に貢献した人たちについてもっと詳しく知りたい(5)
- ・電気そのものについて---電気とはそもそも何なのかについて知りたい(2)
- ・送電のしくみについて詳しく知りたい(1)
- ・知りたいというより何か作ってみたいと思った。(1)
- ・電気のどのくらいの量でどんなものが動かせるかということが知りたい(1)
- ・乾電池の作り方や様々な電池の違いについて知りたい(1)
- ・いろいろなもの製作したいので電子部品の働きについてもっと知りたい。(2)

b. D, Eと答えた人へ⇒その理由を教えてください。

- ・よくわからないし、いろんな電気の実験があるのではっきりとは言えない。(1)
- ・電気はあまり身をもって使うことはないから(1)

6. 電気を利用した製品の製作で2点製作しましたが、製作実習についてどのように感じましたか

a. 「はんだごて」の製作

- ・思っていたほど難しくなく、製作は楽しかった(13)
- ・はんだごてを使ってはんだごてを作るのが面白かった(5)
初めて作ったのでいろいろ難しかったけど、完成したときは嬉しかった。(6)
- ・初めての製作で失敗しないかと心配だった(4)
- ・最初は不安だったが、完成したときは自分でもできるんだと思った(3)
- ・普段はプラスチックなどで隠れているところを製作したので、はんだごての仕組みがわ

かりおもしろかった(2)

- ・はんだごてというのが何に使うのか分からなかったけど、自分で作ることによって仕組みなどがよく分かった(2)
- ・はんづけ作業の難しさを知った(2)
- ・はんだごてを作り、それで別のものを作るという段階があったのでがんばれた(1)
- ・小さなヒータから高熱が出ることにびっくりした(1)
- ・電気製品を作るなんて無縁だと思っていたからよい経験だった(2)

b. 「タッチセンサー付き蛍光灯の製作」

- ・はんだごてを使って色々な部品を取り付ける作業が楽しかった(15)
- ・自分で作ったはんだごてを使ってやったのがよかった(3)
- ・自分が作った蛍光灯が点灯したときにはとても嬉しく達成感を感じた(7)
- ・プリント基板に部品をはんだ付けするのが難しかった(10)
- ・いろいろな部品をはんだ付けして、今まで何気なく使っていた蛍光灯の回路がこんなに複雑だったのかと身をもって感じた(2)
- ・よく見かけるのでどのような構造なのかということが分かり興味が持てた(1)
- ・複雑そうだったが、先生に実演してもらったのでスムーズに出来た(1)
- ・実際にプリント基板に部品をくっつけたりしたので電気を身近に感じた(1)
- ・簡単だった(1)

7. 人間と・社会との関わりについて知る 「 A—B—C—D—E 」

ことができましたか。

5 29 4 1 2 (人)



a. A, B と答えた人へ⇒ 特にどのようなことを知ることができましたか。

- ・電気学習をして、人間・社会にどれだけ電気が大切で重要なものかということを知ることができた(18)
- ・僕たちが生きるために必要な電気機器は今まで苦勞してきた人の努力があってこそ使えるものだということがわかった(7)
- ・電気に関わる発明について知ることができた(3)
- ・身近なものがほとんど電気で動いているということ(2)
- ・電気がどのようにして私たちの家に供給されているのかということなどなど(2)
- ・電気と人間の歴史は思ったより長いということ(1)
- ・電気は大切なので少しでも節電しないといけないということ(1)

b. C, D, E と答えた人へ⇒その理由を教えてください。

- ・社会との関わりはあまり身近に感じなかった(5)
- ・電気を少し身近に感じる事が出来た(2)

ご協力ありがとうございました。

アンケートによる事後調査によって、下記のことが明らかになりました。

- ・電気学習を終えて9割以上の者が「電気」を身近に感じる事が出来た。
- ・予想通り「電気」に興味、関心を持ったのは作品の製作を始めてからの者が約5割と一番多かったが、今回のカリキュラムの中心に据えた「電気の単位&電気の技術史」, つまり最初の授業から興味、関心を持ったものが約3割と続いた。
- ・「電気の単位&電気の技術史」を学習して「電気」に興味を持つことができた者は、全体の約8割弱を占めた。興味を持てなかった者の中には、「覚えるのが大変だった」という回答が多く「興味、関心」とはニュアンスの異なるものであった。期末テストの範囲としたことがこの回答に示されていると考えられる。
- ・電気学習を終えてからも電気のことを少しずつ知りたいと答えた者は、知りたい内容は様

々であるが、ほぼ全員に達した。

- ・製作は、「はんだごての製作」と「タッチセンサー付き蛍光灯」の2点行ったが、ほとんどの者が楽しく製作できたようである。製作の中から「製作の喜びや楽しさ」を感じた者や「電気」に親しみを感じ始めた者もいた。
- ・電気学習を終えて、8割以上の者が電気と人間、社会との関わりを感じたようである。この中には「電気の単位&電気の技術史」の学習だけでなく、それ以外の電気に関わることから学習した内容も含まれていると回答から感じとれる。

上記アンケート結果や授業中の行動観察やノート提出からも、「電気の単位&電気の技術史」から授業に入ったことは、評価の観点として捉えてきた

- ・科学技術への興味・関心・態度の育成
- ・科学と人間・社会との関係を俯瞰的・総合的に捉える能力

は、かなり達成できたと判断する。

しかし、全員に上記の目標を達成させるには、考えさせ、創造させ、より興味・関心を持たせる授業内容の改善が必要である。アンケート結果を重く受け止め授業内容をより魅力あるものにしていきたい。

| | |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 単元名 | 科学の目で見える家族の食事と栄養 |
| 概要 | <p>実験などを取り入れ、調理法の原理・道理を追究したり、伝統的食品の良さを理論的に説明したり、加工食品の原材料や製法を確かめたりする。</p> <p>そういうことを通して、自分の日々の食生活を科学的視点で捉えることができ、学習した力を自分の生活への応用力・実践力へとつなげていくことができるようになる。</p> |
| ねらい | <p>現代の食生活の問題点や改善点の科学的根拠を明らかにしていくことを通して、以下に示す内容について考察し、実践していく力を育てる。</p> <p>①一定の食品の摂りすぎや不足が健康に及ぼす影響を理解し、食物と健康の関連の大切さに気づく。</p> <p>②健康を維持するために必要な栄養素の種類や働き・相関性を説明することができ、それぞれの年齢に応じた食生活のあり方を理解する。</p> <p>③どうしてそうするのかということを考え確かめながら、能率的・合理的に調理することができるようになる。</p> <p>④伝統的食材の良さを科学的根拠や加工食品の特徴を理解し、上手に自分の食生活に取り入れていこうとする。以上のねらいは、本校が示している「サイエンスプログラム」で育まれるねらいと次のように関連している。○自然や社会の様々な事象を認知する能力・・・全体を通して ○課題発見、主体的に判断し解決していく能力・・・③④ ○自由で豊かな発想力、創造性、独創性・・・③④ ○科学と人間・社会との関係を俯瞰的・総合的に捉える能力・・・全体を通して、の4点と関連している。</p> |
| 単元設定の理由 | <p>食品や食物が生命を維持し、健康を守り、成長を促すという重要な役割を担う反面、それらが原因で病気や障害を引き起こす例もあつとを絶たない。食品の簡便性や多様化が追求されるなかで生鮮食品は、収穫後の店頭に並んだ状態しか目にするのではなく一年中いつでも口にすることができ、加工食品の種類も年々増加している。その結果、消費者にとって原材料や生産過程がわかりにくくなっており、そのため食にとってなにより大切な安全性が保証されにくい時代となつてきている。そのようななかで、生徒一人ひとりが自立した生活者として、主体的で意欲的な食生活を営むことの大切さに気づき、何をどういう方法で自分の食生活に取り入れていくのかということを選ぶ確かな目を育てていく必要がある。そのためには、自分の食生活を科学的視点で捉えられるようになっておくことが重要であると考え、この単元を設定した。</p> |
| 評価の観点及びその趣旨 | <p>○関心・意欲・態度・・・学習したことを自分の食生活を改善することに生かしていきたいという関心・意欲をもって学ぶことができる。</p> <p>○思考・判断・・・栄養素や食品に関する知識や調理に関する技術などを自分や家族の生活状況や健康に配慮して創意工夫しながら取り入れることができる。</p> <p>○技能・表現・・・食品の調理上の性質など科学的に理解したことを生かした食品の取り扱いや調理ができる。</p> <p>○知識・理解・・・栄養素や食品に関して健康的な食生活を送る上で、必要な知識を身につけている。</p> |
| 学習指要領との関係 | <p>指導要領では、基礎的な知識と技術の習得ということが強調されている。大きな意味では、全て指導要領の枠内の取り組みと言えるが、特に、調理方法の原理を追究したり、伝統食品を取り上げたり、加工食品の原材料にまで広げて学習し、科学的に捉えるという点では枠外といえる。</p> |

| 単 元 計 画 (実施時間 : 全22時間) | | |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目 (配当時間) | 学 習 内 容 | 指導上の留意点 |
| 1. 現代の食生活の現状と問題点 (2時間) | ○現代の食生活について、食べ方・食材の組み合わせ・作り方の特徴や問題点について考える。 | ・一般的なことにとどまらず、自分の食生活について考えさせる。 ・食生活を科学的に捉えることの大切さに気づかせる。 |
| 2. 調理実習 (20時間) | ○実習献立の栄養計算を通して、食材の栄養的特徴を発見したり栄養バランスの整った食事のむずかしさに気づいたりすることで、バランスのとれた食事作りを目指す。 ○実習1 (親子丼・ほうれん草のごま和え・わかめと豆腐のすまし汁)を通して、 栄養素・食材などについて、以下に示すようなことを考え、理解する。 ・たんぱく質の種類と特徴 ・だしのうま味成分の相乗効果 ・海藻、大豆製品の特徴 ○実習2 (白飯・酢豚・涼拌三条・中華風スープ)を通して ・脂質の種類と特徴 ・ハム、スープの原材料や製法 ・でんぷんの濃度や調理上の性質 ○実習3 (炊きおこわ・刺身・かぼちゃのそぼろ煮・みそ汁)を通して ・炭水化物の種類と特徴 ・あずき、もち米の調理上の性質 ・煮物の原理と特徴 ○実習4 (シーフードドリア・ミネストローネ・幼児向けサラダ)を通して ・無機質の種類と特徴 ・冷凍食品の特徴と取り扱い方 ・オーブンの原理と取り扱い方 ・幼児食の留意点 ○実習5 (雑炊・おろしあえ・煮魚・フルーツ)を通して ・ビタミンの種類と特徴 ・粥の水加減による変化と調理のポイント ・高齢者の食事の留意点 | ・栄養価を数値で表し所要量と比較させることで、過不足を具体的に捉えさせる。 ・実習のたびごとにどうしてそうするのかという疑問を持たせる。 ・実験などを通して、実際に確かめて疑問を解決させたり、科学的な説明ができるようにさせたりする。 ・知識だけにとどまらず、実際の調理に生かすことができるように実習の授業を進めていく。 |
| 3. 発展学習 (時間外) | ○学習したことを自分の生活に生かしたり、さらに生まれてきた疑問を日常生活の中で解決していこうとする。 | ・生活との関連を意識させる。 |

サイエンスⅢ（教科の単元開発） 家庭科

<単元の指導の事例>

| | | |
|-----------------------------|----------------|----------------------|
| サイエンスⅢ 家庭科 科学の目で見える家族の食事と栄養 | | |
| 単元テーマ（題目） | 「科学の目で見える伝統食材」 | |
| 実施学年 | （高等学校1年） | 配当時間（2時間） 実践者（高橋美与子） |

1. 単元のねらい・目標

食べ物が生命を維持し、健康を守り、成長を促すという重要な役割を担う反面、食物アレルギーに悩む生徒たちの声をしばしば耳にする、BSE問題が大きく取り上げられるなど、食品が原因で病気や障害を引き起こす例はあとを絶たない。食品の簡便性や多様化が追求されるなかで生鮮食品は、収穫後の店頭に並んだ状態しか目にするのではなく一年中いつでも口にすることができ、加工食品の種類も年々増加している。その結果、消費者にとって原材料や生産過程がわかりにくくなっており、そのため食にとってなにより大切な安全性が保証されにくい時代となってきている。そんな状況にありながら日々の昼食をおにぎり1個やカップラーメンで済ませ、何の疑問も持たずにおいしいと満足している生徒も多い。また、食材を取り上げて身体への影響に関する様々な情報を流しているテレビ番組なども最近とみに増え、生徒たちが取捨選択するための知識もないままにそれらの情報を鵜呑みにしてしまう状況もある。そのようななかで、家庭科の授業では自立した生活者として、主体的で意欲的な食生活を営むことの大切さに気づき、何をどういう方法で自分の食生活に取り入れていくとよいのかを選ぶことのできる生徒を育てていく必要がある。その一方法として生徒自身が自分の食生活を科学的視点で捉え、なぜそうするのかを考えることを習慣化させることが重要であると考え、この単元を設定した。現代の食生活を科学的視点で捉えることを通して、以下に示す内容について考察し、実践していく力を育てていきたい。①一定の食品の摂りすぎや不足が健康に及ぼす影響を理解し、食物と健康の関連の大切さに気づく。②健康を維持するために必要な栄養素の種類や働き・相関性を説明することができ、それぞれの年齢に応じた食生活のあり方を理解する。③食品の栄養上・調理上の性質を科学的視点で捉え、どうしてそうするのかということを考え確かめながら、能率的・合理的に調理することができるようになる。④古くから料理に使用され続けている伝統的食材の良さの科学的根拠や加工食品の特徴を理解し、上手に自分の食生活に取り入れていこうとする。

特に今年度は、昨年度十分な学習効果が得られなかった③と④の二つの項目について、なかでも伝統的食材の今日的効果について科学的視点で捉えさせ、日々の食事に積極的に取り入れていく態度を育てていきたい。

2. 単元の構成と特色

まず食生活の学習のスタートにあたり、現代の食生活の現状を理解するところから始める。そこで今まで当たり前としてきた自分の食生活に多くの課題があることに気づかせ、これからの学習への動機づけとする。

ここで伝統的食材の様々な栄養的特徴を説明し、これらの食材を現代の食生活に取り入れていくことは現代の食生活の問題点を改善していくためにとっても重要であることを理解させる。

5回の調理実習は、毎回テーマを設けて世代と食生活の関連をはかるとともに、栄養素を一つずつ取り上げて栄養素と料理や食材との関連を深めながら進めて行く。ここでも各実習で使用される伝統的食材を取り上げ、その栄養的価値についての知識を増やしていく。実習では事前に学習したことを生かし確かめながら進めていき、毎回実習の記録を書かせて発見や気づきのみつかる実習になるよう配慮する。

3. 本単元における 評価の観点と評価方法

(1) 評価の観点

- 関心・意欲・態度・・・学習したことを自分の食生活を改善することに生かしていきたいという関心・意欲を持って学んでいるか。
- 思考・判断・・・栄養素や食品に関する知識や調理に関する技術などを自分や家族の生活状況や健康に配慮して思考し、創意工夫しながら取り入れることができるか。
- 技能・表現・・・食品の調理上の性質など科学的に理解したことを生かし、なぜそうするのかを考えながら食品の取り扱いや調理ができるか。
- 知識・理解・・・栄養素や食品に関して健康的な食生活を送る上で必要な知識を身につけているか。

(2) 評価の方法

- 生徒の学習状況や実習の様子を観察する。
- 生徒に調理実習の記録を記入させ、チェックする。
 - ・主な食材の栄養素量の計算や栄養バランスのとれたメニューを考えることを通して、食材の栄養的特徴に気づいているか。
 - ・実習メニューに関わりのある課題を調べ、料理や食材に関する知識を深めているか。
 - ・実習への意欲・ねらいの達成度などを具体的に自己評価しているか。
- ノート・ワークシートを記入させ、チェックする。
 - ・食生活の現状と課題について考え、食生活の学習についての課題をもつことができているか。
 - ・栄養素の働き・特徴・多く含む食品について健康的な食生活を送る上で必要な知識を身につけているか。

4. 科学の目で見ると伝統食材

(配当時間計 2時間)

| 項目(配当時間) | 学 習 内 容 | 指導上の留意点・評価 |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 現代の食生活と伝統食材 (1時間) | (1)自分の食生活について振り返りながら、現代の食生活の特徴をまとめる。 ・食べ方について・・・「コショク」に表される様々な状況 ・作り方について・・・中食の増加 ・食材の組み合わせについて・・・肉類・さとう・塩の摂りすぎ、野菜・いも類大豆製品・海藻の不足など (2)特徴から、問題点をあげる。 ・コレステロールの摂りすぎによる動脈硬化、食物繊維の不足による便秘、カルシウム不足による骨粗鬆症 など (3)伝統食材の良さを理解し、現代の食生活の問題点を改善するためにとっても有効であることに気づく。 ・カルシウム・鉄などの不足しがちな無機質の他、希有元素も多く含んでいる海藻、動物性食品に劣らないアミノ酸値を持ち、レシチン・イソフラボンなどを含み、動脈硬化などの生活習慣病に薬効を持つ大豆 など | ・具体的になるように、前日の食生活を思い出させながら示す。 ・学習内容と自分の生活とを関連づけて関心を持って参加できているかどうか観察により評価する。 ・利用量の変化を示し、数値で増加の現状を確認させる。 ・食材の栄養的特徴を確かめながら現状の問題点を示すことで、関連を具体的に示す。 ・実験結果などいろいろな資料を示しながら科学的根拠を説明する。 |

| | | |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2. 実習献立について (1時間)</p> | <p>(1)調理実習で作る親子どんぶり、ごま和え、すまし汁について、材料を確認しながら料理の特徴を理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・使用されている伝統的食材 ・どんぶり物、和え物の特徴 など <p>(2)いろいろなだしを味わい、違いを見つける。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・かつおぶしだし、昆布だし、煮干しだし、混合だし、一番だし、二番出し など <p>(3)いろいろなだしの違いを理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・だしの材料のうま味成分について ・だしの材料の相乗効果について ・洋風だしと比較した和風だしの特徴 <p>(4)副菜としての和え物の栄養的効果を理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・和え物の種類とその和え衣や具材の材料にはどんなものがあるのかを調べる。 ・飯に一汁三菜のついた伝統的な献立様式の副菜の役割について考える。 ・和え衣の材料によく使われるごまの有効成分（脂質、無機質、ゴマリグナン食物繊維）について理解する。 ・ごまと大豆製品のたんぱく質補足効果の観点から白和えの材料の組み合わせの栄養的効果を理解する。 <p>(5)次回の実習で特に伝統的食材に関して確かめたいことや、身につけたいことを考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一番だしや二番だしの取り方、ごまのすり加減、親子どんぶりに合う副菜の組み合わせ など | <ul style="list-style-type: none"> ・どんぶり物、和え物、汁物について、伝統的食材としてどのような材料が使われているのかを、確認させる。 ・実際に味を確かめ、塩味を加えたときやだしの材料を混合した場合の味の違いを確かめ、効果的に実習にいかせるようにする。 ・実験に積極的に参加しているか、観察により評価する。 ・実験結果やその原因を記入させ、理解度を評価する。 ・実験結果を理論的に理解できるように説明する。 ・和え物の一食分の中での位置づけについて様々な視点からその良さを説明し、調理への意欲づけとする。 ・ワークシートへの記入内容で理解度を評価する。 ・学習した内容をこれからの実習や生活にどのように生かそうとしているのかを記入させ、評価する。 |
| <p>3. 伝統的食材について (発展学習)</p> | <p>(1)自分が日常の食生活でよく利用する、あるいは興味のある伝統的食材の一つを選んで、その調理上の性質や栄養的特徴、調理方法などを調べ、実際に調理する。(調理するときには、調べた内容を生かすように工夫する。)</p> <p>(2)調べた内容や実際に調理して食べた感想などをまとめる。</p> <p>(3)一人ひとりのレポートを印刷して全員に配布し、発表とする。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・自分の食生活に関わりのある食材の一つを選んで調べることで、食材の栄養的特徴を科学的に捉えることに興味関心を持たせる。 ・レポートの記入内容で意欲を評価する。 |

5. 指導のポイント

- (1) 家庭基礎2単位の学習のなかで食生活についてまとめて22時間学習するのではなく「人の一生と家族」「子どもと高齢者の生活と福祉」「消費生活と資源・環境」「家族と衣生活」の流れの中に「家族の食事」「子どもの栄養の特徴と食事」「高齢者の食事」と割り振って実施する。5回の実習の内3回は自分や親世代を対象に考えたメニューとし1回は幼児を、もう1回は高齢者を対象としたメニューとして、それぞれの世代の食生活の特徴と関連づけて理解させる。
- (2) 初めに「食生活指針」の内容を読み取らせ各自の食生活を振り返らせながら現代の食生活の現状と課題について考えさせることを通してこれからスタートする食生活の学習を科学的に捉えることの大切さ、自分たちの食事に伝統的食材を取り入れることの栄養的効果に気づかせる。
- (3) 5回の実習で毎回一つずつ栄養素を取り上げ、栄養素の特徴と料理・食材との関連をはかって指導する。

6. カリキュラムの評価

伝統的食材の今日的効果について科学的視点で捉えさせ、日々の食事に積極的に取り入れていく態度を育てていくために、現代の食生活の現状や課題について考えさせる場面や調理実習の材料や料理の特徴について、また栄養素別に食品の特徴を説明するときなどを利用してその栄養的価値を示しながら授業を進めていった。さらに伝統的食材について自分の興味のある食材を取り上げて調べ、その食材を使った料理を一品作るという課題を与えた。

課題については、伝統的食材ということで生徒が選んだ食材は様々であるが、大豆を取り上げた生徒が一番多く、地元福山の特産物であるくわいについて調べた生徒、授業で取り上げただけの材料である昆布やかつお、和え物についてとりあげた生徒もいた。以下の生徒の感想に示すように、それぞれが健康に多くの効果を発揮することを知り、現代人の食生活の課題を解決するのにとても適していることに気づいていることは大きな成果と言える。

(1) 「大豆」について調べた生徒の感想

○ 大豆について調べ、五目豆を作った生徒・・・大豆は私にとって、身近な食材であったけど調べてみると、知らないことばかりでした。枝豆は大豆の未完熟のものを食用にしているもの、ということや牛肉よりもたんぱく質が多く含まれているということなど、知らなかったことを知れてよかったです。大豆の難点を知ったうえで、豆腐はとても良い食べ物とわかったので、これからは豆腐の食べ方を色々工夫してたくさん食べようと思いました。五目豆を作ってみて、意外と大豆を煮るのに時間がかかったので、効率よく調理をするためにも圧力鍋を使ったりしてみようと思いました。食べてみると、ちゃんと豆がふくらして柔らかかったので、おいしかったです。

○ みそについて調べ、鶏肉のカリカリみそ焼きを作った生徒・・・みそは日本での歴史が長いので、調べてみるとたくさんの情報があって、奥が深いのだなあと感心しました。みそは塩分が多いというマイナス面しか知らなかったけど、体調を整える働きもたくさんあるとわかり、日々の生活で適量摂取していきたいと思いました。洋風な食事だけじゃなく、みそなど伝統的な食材を使った料理も食べて、伝統を受け継ぎたいです。

(2) 「くわい」について調べた生徒の感想

○ くわいについて調べ、煮物を作った生徒・・・調べてみて、色々な栄養素を含んでいることがわかった。特に他の野菜に比較してたんぱく質が多いのにはびっくりしました。特性を生かす料理方法が昔から今にまで伝わっていることにも驚きました。くわいのように栄養的に意外な食材が他にもあると思うので、もっと調べてみたいと思いました。

(3) 「和え物」について調べた生徒

○ わけぎについて調べ、ぬたを作った生徒・・・わけぎは低カロリーで、高血圧や貧血を予防する効果があるので身体にとっても良い食材だと思った。ぬたを初めて作ったが、20分近くゆでるのに時間がかかるが、それ意外は手際よくできた。地元で捕れた新鮮なたこと組み合わせることでこりこりした食感が楽しく、甘みがあってとてもおいしかった。お酒のつまみに良いと家族が喜んでくれた。和え物を一品増やすと、野菜が摂れる。

こういった指導を通して食生活に関するおおよその授業が終了して伝統的食材に関する知識がどの程度定着しているのかを調査した結果を以下に示した。

| | とても良く わかった | わかった | どちらとも 言えない | あまりわか らなかった | わからなか った |
|----------------|---------------|----------|---------------|----------------|-------------|
| 海そうに関する栄養的知識 | 61 (51%) | 44 (37%) | 8 (7%) | 4 (3%) | 2 (2%) |
| 大豆に関する栄養的知識 | 37 (31%) | 39 (33%) | 30 (25%) | 6 (5%) | 7 (6%) |
| だしの材料に関する栄養的知識 | 17 (14%) | 31 (27%) | 30 (26%) | 25 (20%) | 16 (13%) |

(総生徒数 119名)

だしの項目についてプラスの解答をした生徒が合計 41 % と他の 2 つに比較して少ない。これは、だしのうま味については詳しく授業で取り上げたが、栄養的特徴に関しては説明できていないことからこのような結果になってしまったと考えられる。和風だしに関しては、和食の味の基本でありその大切さは是非とも認識させたい点であるし、それぞれの材料を使っただしの取り方もマスターして欲しい。このようにして得た知識を日常の食生活で生かされているのかどうかを尋ねた結果、生かしていると答えた生徒は 45 人(38%)、どちらともいえない 41 人(34%)、生かしていない 33 人(28%) だった。知識の理解度と比較すると、生活に生かしている生徒の数は少し低い。授業の内容と生活の関わりをもっと強調していくことが必要である。

昨年「伝統的食材の良さの科学的根拠や特徴を理解し、上手に自分の生活に取り入れていこうとする。」という目標の達成度が悪かったという結果がでて、今年度改善したい点であったが、知識の定着に関してはかなり改善されたと言える。生活への応用という点はまだ不十分である。学習したことを実践していくためには家庭生活のあり方など考えさせていかなくてはならない様々な問題もある。今後そういうことも含めて授業内容を改善していきたい。

7. 成果と課題

生徒に自分の生活を科学的視点で捉えさせることは、家庭科の教科目標を達成するために欠かせない。例えば満足している日常生活の中にも科学的視点を取り入れると、改善点を見つけることができるし、どうしてそうするとよいのか、そうなるのかを考えさせるためには科学的視点を取り入れた裏付けが必要である。このような説明は生徒の興味関心を高めることにも役立つ。生活に必要な技術を身につけさせるためにも科学的視点からより能率的な方法を示してやると合点がいき早く身につけることができる。そういった点から、今回自分や家族の食生活を科学的視点で捉えさせることに重点を置いた授業をすることができた点は大きな成果と言える。今までも生活を科学の目でということはいつも考えて授業をしてきたつもりだが、今回特にいろいろと実験を取り入れたり、実物を提示し説明を加えたりすることで、実際に確かめさせることができ生徒の知識や技術の定着をはかることができた。調理実習の前に材料の組み合わせについてその効果を考えさせ、組み合わせることでお互いに影響しあって食べたときの栄養的価値がより高くなることを示す授業を展開した。また、伝統的食材の栄養的価値を実感させるための説明には食品化学を基にした説明を加えた。こういった授業の中で、生徒にとって意外な発見が多くあり、生徒に「料理は科学である。」ということを知ることができた。しかし、様々な課題もでてきた。まず、実際に確かめさせるために実験を取り入れると時間がかかるということ。家庭基礎 2 単位の中では時間配分をよく考えておかななくてはならない。どこでどのような実験を取り入れるとより効果的なのかをこれから見極めていく必要がある。全ての内容に充分時間をかけることができないのであれば、以後の生活の中で生徒自身が応用工夫していかなくてはならないわけだが、そういった力を見につけさせるための効果的方法を考えて行かなくてはならない。次に準備にかかる教師の負担が大きいという点。特に授業の中で少しでも時間を短縮しようと考えるとその分準備で整えておかななくてはならないため、多くの時間がかかる。なるべく、短時間で準備できるような方法を工夫する必要がある。最後に実験に使った材料の処分方法である。授業後生徒に試食させたり、次の実習で利用できる場合はよいが、どうしても捨てなくてはならないものもでてくる。ごみの減量ということも生徒に考えさせたいという点から考えると、大きな問題と言える。

これらの課題を改善しながらこれからも科学的視点に立った家庭科の授業を展開していきたい。

サイエンスⅢ (教科の単元開発) 英語科①

第3学年 全8時間

| | |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (教科名: 英語) (実施学年: 中学3年) (全8時間) | |
| 単元名 (題材名) | Program 9 Fishermen and Forests |
| 概要 | <p>題材は、漁師による植林活動を紹介し、一見すると関係が薄く思われる海洋と森林の関係を科学的に考察するもので、自然環境が全体として1つの「系」(system)を成しているという気づきを読者に与える内容である。</p> <p>教科書の内容理解を行ったあと、題材についての対話文を創作する活動を行った。生徒は海洋と森林の関係についての科学的な背景知識を得るために資料を読み、その資料から学んだ内容を創作対話文の内容に取り入れることとした。対話の場面を、科学的な背景を他者に説明すると設定した。</p> |
| ねらい | <ul style="list-style-type: none"> ・ 関係代名詞(主格)の用法を理解する ・ 海洋と森林の関係についての初歩的な語彙や表現を学習し、この話題について英語で表現する力を養う。 <p>以上のねらいはサイエンスプログラムで育まれる能力や資質、態度のうち、⑤読解力、表現力、コミュニケーション能力の伸長につながることをめざしている。</p> |
| 題材設定の理由 | <p>題材は、海に生きる漁師が、一見すると関係が薄く思われる森で植林活動をするという具体的なエピソードから、海洋と森林が水を媒介として密接な関係にあることを説明するものである。自然環境が全体として1つの「系」(system)を成していることへの気づきを与えられる題材であり、科学的な思考力を養うのに適している。</p> |
| 評価の観点およびその趣旨 | <p>ア. コミュニケーションへの関心・意欲・態度</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 聞いたことや読んだことについて感想や意見を述べようとしている ② 間違いをおそれず積極的に英語で表現しようとしている <p>イ. 表現の能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 伝えたい意図にふさわしい情報の配列をし、文章を構成することができる ② 関係代名詞やつなぎ言葉を活用して事物を説明することができる。 <p>ウ. 理解の能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 情報の配列やつなぎ言葉の働きに注目し、話し手や書き手の意図を理解できる <p>エ. 言語や文化についての知識・理解</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 関係代名詞の用法を正しく理解している ② 英語による説明文の一般的な構成を正しく理解している |
| 学習指導要領との関係 | <p>教科書を用いた活動は学習指導要領の枠内で可能な取り組みであるが、今回はさらに発展的な内容を扱った補助資料を導入し、より発展的な語彙や表現を学んだ。</p> <p>生徒が表現しようとする中からは、中学校学習指導要領に示された言語材料以上のものを用いなければならないものも含まれたが、可能な限り平易な表現に言い換えるよう指導し、やむを得ない場合は生徒全体が理解できるような配慮をした。</p> |

| 単元計画（実施時間：全8時間） | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目（配当時間） | 学習内容 | 指導上の留意点 |
| 導入（1時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・関係代名詞の主格の用法について学び、慣れるための練習活動を行う。 ・海洋と森林に関わる初歩的な語彙を学習する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・関係代名詞を用いて人やものについて説明を加える方法を理解させ、簡単な作文ができるようにする。 ・教科書本課の導入部にある対話の内容について英問英答を行いながら、次時以降で必要となる初歩的な語彙を導入する。 |
| 本文の内容理解（1時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・ワークシートを用い、本文の概要を理解する。 ・教科書で扱われている科学的説明を補足する補助資料（日本語）を読み、森林破壊と海洋環境の変化の関係について理解を深める。 | <ul style="list-style-type: none"> ・前時に学習した関係代名詞の用法を意識化させながら、文章の概要を理解させる。 ・エピソードの詳細に着目することで、漁師が植林活動をせざるをえなくなった原因や植林活動の意図が理解できるように導く。 ・熊本と北海道という日本の南北2つの地域で同じような取り組みがなされていることに着目させ、森林破壊による海洋資源の枯渇が限られた地域だけの特異な問題ではないことに気づかせる。 |
| 文法・語法の理解 本文の定着練習（2時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・関係代名詞以外の文法・語法について正確に理解する。特に、説明におけるつなぎ言葉を意識化する。 ・教科書の英語表現が定着するように練習活動を行う | <ul style="list-style-type: none"> ・次時以降の表現活動で教科書の英語表現が活用できるように、機械的な練習活動を通じて定着を図る。 |
| 題材内容に関する 質問文作成と対話 文の創作（2時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・題材内容に関する英語の質問文と、それに対する回答文をなるべく多く作る。 ・作成した質問文と補助資料を活用して、ペアで対話文を創作する。教員の指導を受け、リハーサルも行う。 | <ul style="list-style-type: none"> ・補助資料なども活用して海洋と森林の関係について理解を深め、科学的な回答を引き出すような質問文も作成するように促す。 ・科学的な内容も、生徒が扱える平易な英語表現を用いて表現するよう指導する。 |
| 発表（1時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・創作した対話文を他生徒を相手に発表する。最初はグループ内で発表して代表ペアを決め、代表ペアはクラス全体の前で発表する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・生徒間の相互評価を行い、他者の発表に集中するよう指導する。 |
| 発表の反省 本課のまとめ（1時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・前時の発表の反省を行う。 ・本課の学習内容を復習する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・よりよい表現活動ができるようになるにはどうすればよいか、生徒の気づきを引き出すよう配慮する。 |

<成果と課題>

本単元をサイエンスという視点から構成することで、英語を学ぶために英文を読む、という視点から何かを学ぶための「手段」として英語を読む、ということをより意識させた展開ができたことがこれまでの成果である。しかしながら、昨年度の課題としては、適切な発展的資料の収集があげられた。

そこで今年度は補助教材としては日本語で書かれたものを利用し、さらに英文の形式を対話文にすることで、平易な英文構造を用いた表現活動を行った。今後の課題としては、対話文という形式から段階的に科学的論説文に発展させる過程を検討する必要があるであろう。

サイエンスⅢ（教科の単元開発） 英語科①

<単元の指導の事例>

| サイエンスⅢ 英語 | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------|
| 単元テーマ（題材名） | Program 9 Fishermen and Forests | |
| 実施学年（中学校3年） | 配当時間（8時間） | 実践者（山岡大基） |
| <p>1. 単元のねらい・目標</p> <ul style="list-style-type: none"> ・関係代名詞（主格）の用法を理解する ・海洋と森林の関係についての初歩的な語彙や表現を学習し、この話題について英語で表現する力を養う。 <p>以上のねらいはサイエンスプログラムで育まれる能力や資質、態度のうち、⑤読解力、表現力、コミュニケーション能力の伸長につながることをめざしている。</p> <p>2. 単元の構成と特色</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 導入 海洋と森林にかかわる語彙の学習、および本文で用いられる新出文法事項の学習。 2) 本文の読解 ワークシートを用い、本文の概要を理解する。 3) 文法・語法の理解 教科書で扱われている科学的説明を補足する補助資料（日本語）を読み、森林破壊と海洋環境の変化の関係について理解を深める。 新出文法事項の説明および定着のための練習を行う。 3) 題材内容に関する質問文作成と対話文の創作 題材に関する対話文をペアで作成し、発表の練習を行う。 4) 発表 作成した対話文を発表し、相互評価を行う。 5) 発表の反省 発表の反省を行う。 <p>3. 本単元における評価の観点と評価方法</p> <p>ア. コミュニケーションへの関心・意欲・態度</p> <ol style="list-style-type: none"> ①聞いたことや読んだことについて感想や意見を述べようとしている。 ②間違いをおそれず積極的に英語で表現しようとしている。 <p>イ. 表現の能力</p> <ol style="list-style-type: none"> ①伝えたい意図にふさわしい情報の配列をし、文章を構成することができる。 ②関係代名詞やつなぎ言葉を活用して事物を説明することができる。 <p>ウ. 理解の能力</p> <ol style="list-style-type: none"> ①情報の配列やつなぎ言葉の働きに注目し、話し手や書き手の意図を理解できる。 <p>エ. 言語や文化についての知識・理解</p> <ol style="list-style-type: none"> ①関係代名詞の用法を正しく理解している。 ②英語による説明文の一般的な構成を正しく理解している。 | | |

4. 単元計画 Program 9 Fishermen and Forests

| 題目 (配当時間) | 学 習 内 容 | 指 導 上 の 留 意 点・評 価 |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 導入 (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ・関係代名詞の主格の用法について学び、慣れるための練習活動を行う。 ・海洋と森林に関わる初歩的な語彙を学習する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・関係代名詞を用いて人やものについて説明を加える方法を理解させ、簡単な作文ができるようにする。 ・教科書本課の導入部にある対話の内容について英問英答を行いながら、次時以降で必要となる初歩的な語彙を導入する。 |
| 本文の読解 (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ・ワークシートを用い、本文の概要を理解する。 ・教科書で扱われている科学的説明を補足する補助資料(日本語)を読み、森林破壊と海洋環境の変化の関係について理解を深める。 | <ul style="list-style-type: none"> ・前時に学習した関係代名詞の用法を意識化させながら、文章の概要を理解させる。 ・エピソードの詳細に着目することで、漁師が植林活動をせざるをえなくなった原因や植林活動の意図が理解できるように導く。 ・熊本と北海道という日本の南北2つの地域で同じような取り組みがなされていることに着目させ、森林破壊による海洋資源の枯渇が限られた地域だけの特異な問題ではないことに気づかせる。 <p>評価：ウ① (定期考査)</p> |
| 文法・語法の理解 本文の定着練習 (2時間) | <ul style="list-style-type: none"> ・関係代名詞以外の文法・語法について正確に理解する。特に、説明におけるつなぎ言葉を意識化する。 ・教科書の英語表現が定着するように練習活動を行う | <ul style="list-style-type: none"> ・次時以降の表現活動で教科書の英語表現が活用できるように、機械的な練習活動を通じて定着を図る。 <p>評価：エ①② (定期考査)</p> |
| 題材内容に関する質問文作成と対話文の創作 (2時間) | <ul style="list-style-type: none"> ・題材内容に関する英語の質問文と、それに対する回答文をなるべく多く作る。 ・作成した質問文と補助資料を活用して、ペアで対話文を創作する。教員の指導を受け、リハーサルも行う。 | <ul style="list-style-type: none"> ・補助資料なども活用して海洋と森林の関係について理解を深め、科学的な回答を引き出すような質問文も作成するように促す。 ・科学的な内容も、生徒が扱える平易な英語表現を用いて表現するよう指導する。 |
| 発表 (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ・創作した対話文を他生徒を相手に発表する。最初はグループ内で発表して代表ペアを決め、代表ペアはクラス全体の前で発表する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・生徒間の相互評価を行い、他者の発表に集中するよう指導する。 <p>評価：ア①②(観察) イ①② (提出物、観察)</p> |
| 発表の反省 本課のまとめ (1時間) | <ul style="list-style-type: none"> ・前時の発表の反省を行う。 ・本課の学習内容を復習する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・よりよい表現活動ができるようになるにはどうすればよいか、生徒の気づきを引き出すよう配慮する。 |

5. 指導のポイント

文章の詳細に注目させることで、森林破壊による海洋資源の枯渇の問題についての理解を深め、さらに日本語の補足資料も利用しながら科学的な内容についての対話文を作成させる。科学的な内容を生徒が理解できる平易な表現を用いて表現させることで、科学的内容を表した英文に対する興味関心を高め、次年度以降のサイエンスで行う聞き手を意識した発表へとつなげる。

6. カリキュラムの評価

昨年度までの反省として、参考資料の英文のレベルが高く、興味関心があまり高まったとはいえない、という点があった。そこで本年度は日本語で書かれた資料を用い、さらに対話文という形態をとることによって、平易な英文を書くよう指導した。中学3年生の段階としてこのような活動は、学習事項の定着をはかる上でも、また内容に対する興味関心を高めるうえでも効果的だといえる。

7. 成果と課題

本単元をサイエンスという視点から構成することで、英語を学ぶために英文を読む、という視点から何かを学ぶための「手段」として英語を読む、ということをより意識させた展開ができたことがこれまでの成果である。しかしながら、昨年度の課題としては、適切な発展的資料の収集があげられた。

そこで今年度は補助教材としては日本語で書かれたものを利用し、さらに英文の形式を対話文にすることで、平易な英文構造を用いた表現活動を行った。今後の課題としては、対話文という形式から段階的に科学的論説文に発展させる過程を検討する必要があるであろう。

サイエンスⅢ（教科の単元開発）英語科②（英語Ⅰ）

第4学年 全6時間

| | |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| （教科名：英語Ⅰ） （実施学年：高等学校1年） （全6時間） | |
| 単元名 (題材名) | Lesson 1 The Two Sides of the 21 st Century |
| 概要 | 題材は科学や技術の進歩に伴う生活の変化とその功罪について考えるというものである。新出語句の用法や文法項目について確認を行い、教科書の内容理解を行った後、単元にかかわるテーマについての英作文を行った。 |
| ねらい | <ul style="list-style-type: none"> ・20世紀における科学技術の発展と問題点を読み取り、21世紀をどのように生きるか考える。 ・現在の社会と科学技術の発展について、具体例を考え英語で表現する。 以上のねらいは、サイエンスプログラムで育みたい能力や資質・態度のうち、⑤読解力、表現力、コミュニケーション能力の伸長につながることを目指している。 |
| 題材設定の理由 | 題材は、20世紀の科学技術の進歩による生活の変化とその功罪について述べてある。その例としては生徒に比較的身近である携帯電話やコンピュータがあげられており、年度当初の授業として扱って科学技術に関する興味関心を高めるのに適している。 |
| 評価の観点 | <p>ア 関心・意欲・態度</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 代名詞の内容を確実に理解する、文構造をとらえるなどのストラテジーを用いて書き手の意図を読み取りコミュニケーション活動を豊かにしようとしている。 ② 既習の語句を用いて自分の考えを積極的に英語で表現しようとしている。 <p>イ 表現の能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 教科書の英文の内容を、効果的に伝わるように息継ぎに工夫しながら音読できる。 ② 本文を読んで考えたことを、課題英作文のトピックに答える形で適切にまとめ、表現できる。 <p>ウ 理解の能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 本文の内容の理解を、英語の質問に答えながら確認できる。 ② 文構造に注目しながら筆者の意図を正確に理解できる。 <p>エ 言語や文化に関する知識・理解</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 新出語句を理解し、英作文に利用できる。 ② 複文における時制の一致を含む英文を書くことができる。 |
| 学習指導要領との関係 | 本課での活動は、言語活動としては、学習指導要領の内容（1）言語活動のなかにある、「英語を読んで、情報や書き手の意向などを理解したり、概要や要点をとらえたりする」「聞いたり読んだりして得た情報や自分の考えなどについて、整理して書く。」という活動にあてはまるものである。しかし、英作文における話題については、英語Ⅰの目標にある「日常的な話題」な事柄から発展し、英語Ⅱの目標である「幅広い話題について…」のレベルにあたり、したがって語彙も専門的なものとなる。 |

| 単元計画（実施時間：全6時間） | | |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目（配当時間） | 学習内容 | 指導上の留意点 |
| 導入（1時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・新出語句の理解を確認する。 ・課題英作文の目標，パラグラフ構成について学習する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・年度当初ということもあり，辞書指導を丁寧に行う。派生語や例文にも注目させる。 ・80語程度の自由英作文を書くための構成を「導入」「本論」「結論」の3部分にわけて説明する。表現の具体例として教科書で用いられている導入の仕方，具体例のあげかたなどを指摘させる。 |
| 内容理解（3時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・本文についての英問英答，本文要約，音読を行い，内容についての理解を深める。 | <ul style="list-style-type: none"> ・科学技術の発展についてその過去と現在，そして未来，という文章の構成を理解させる。 ・文構造の理解についても適宜扱い，最終的に英文を暗唱できるように音読させる。 |
| 表現活動（2時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・本文の音読活動を行う。 ・本文のテーマに即し，80語程度の英文を書く。 ・校内スピーチ大会の選択テーマのひとつとして設定し，本単元で学んだことについて5分間のスピーチを行う。 | <ul style="list-style-type: none"> ・相手に伝わるよう，意味のまとまりで区切って読むことを意識させる。 ・80語の英作文については教科書にある英文を参考にしながら，導入，本論，結論，という構成で文章を書くよう意識させる。 ・スピーチ大会の原稿は12月に作成する。約500語という語数になるので，特にパラグラフ間の関係を意識させ，まとまった論文となるように指導する。 |

<成果と課題>

本単元をサイエンスという視点から構成することで，英語を学ぶために英文を読む，という視点から何かを学ぶための「手段」として英語を読む，ということをより意識させた展開ができたことが昨年度の成果である。さらに丁寧な音読活動も行ったことから，高等学校2年次で行うサイエンスⅡに発展させることができる。

表現活動で行ったスピーチを高等学校2年次のサイエンスⅡにおけるプレゼンテーションに効率よく発展させるための工夫が今後の課題である。

サイエンスⅢ（教科の単元開発） 英語科②

＜単元の指導の事例＞

| サイエンスⅢ 英語Ⅰ | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 単元テーマ（題材名） | Lesson 1 The Two Sides of the 21 st Century |
| 実施学年 高等学校1年 配当時間（6時間） | 実践者（千菊基司） |
| <p>1. 単元のねらい・目標</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 20世紀における科学技術の発展と問題点を読み取り，21世紀をどのように生きるか考える。 ・ 現在の社会と科学技術の発展について，具体例を考え英語で表現する。 <p>以上のねらいは，サイエンスプログラムで育みたい能力や資質・態度のうち，⑤読解力，表現力，コミュニケーション能力の伸長につながることを目指している。</p> <p>2. 単元の構成と特色</p> <p>1) 導入 新出語句の確認を行う。表現活動として行う，課題英作文について説明する。</p> <p>2) 内容理解 本文の内容についての理解を深める。</p> <p>3) 表現活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 本文のテーマに即し，80語程度の英文を書く。 ・ 校内スピーチ大会の選択テーマのひとつとして設定し，本単元で学んだことについて5分間のスピーチを行う。 <p>3. 本単元における評価の観点と評価方法</p> <p>ア 関心・意欲・態度</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 代名詞の内容を確実に理解する，文構造をとらえるなどのストラテジーを用いて書き手の意図を読み取りコミュニケーション活動を豊かにしようとしている。 ② 既習の語句を用いて自分の考えを積極的に英語で表現しようとしている。 <p>イ 表現の能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 教科書の英文の内容を，効果的に伝わるように息継ぎに工夫しながら音読できる。 ② 本文を読んで考えたことを，課題英作文のトピックに答える形で適切にまとめ，表現できる。 <p>ウ 理解の能力</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 本文の内容の理解を，英語の質問に答えながら確認できる。 ② 文構造に注目しながら筆者の意図を正確に理解できる。 <p>エ 言語や文化に関する知識・理解</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 新出語句を理解し，英作文に利用できる。 ② 複文における時制の一致を含む英文を書くことができる。 | |

| 単元計画（実施時間：全6時間） | | |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目（配当時間） | 学習内容 | 指導上の留意点 |
| 導入（1時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・新出語句の理解を確認する。 ・課題英作文の目標，パラグラフ構成について学習する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・年度当初ということもあり，辞書指導を丁寧に行う。派生語や例文にも注目させる。 ・80語程度の自由英作文を書くための構成を「導入」「本論」「結論」の3部分にわけて説明する。表現の具体例として教科書で用いられている導入の仕方，具体例のあげかたなどを指摘させる。 評価：エ①（ノート確認） |
| 内容理解（3時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・本文についての英問英答，本文要約，音読を行い，内容についての理解を深める。 | <ul style="list-style-type: none"> ・科学技術の発展についてその過去と現在，そして未来，という文章の構成を理解させる。 ・文構造の理解についても適宜扱い，最終的に英文を暗唱できるように音読させる。 評価：ア①（観察） ウ①②（ノート確認・観察） ウ①②，エ②（定期考査） |
| 表現活動（2時間） | <ul style="list-style-type: none"> ・本文の音読活動を行う。 ・本文のテーマに即し，80語程度の英文を書く。 ・校内スピーチ大会の選択テーマのひとつとして設定し，本単元で学んだことについて5分間のスピーチを行う。 | <ul style="list-style-type: none"> ・相手に伝わるよう，意味のまとまりで区切って読むことを意識させる。 ・80語の英作文については教科書にある英文を参考にしながら，導入，本論，結論，という構成で文章を書くよう意識させる。 ・スピーチ大会の原稿は12月に作成する。約500語という語数になるので，特にパラグラフ間の関係を意識させ，まとまった論文となるように指導する。 評価：イ①（音読テスト） ア②，イ②（提出物） |

5. 指導のポイント

読み手の意図を正確に読み取るよう，文章の構造にも注目させる。そしてその理解を表し，相手に内容が伝わる音読を行うよう，音素の確認や音読練習を行う。

80語の英作文においては，文章の構成に注意させ，まとまりのある英文となるように指導する。スピーチコンテストの原稿作成は12月に行い，本単元のテーマのほかにも，オゾン層の破壊，自然と人間との関係，など科学的なテーマを多く候補として取り上げている。教科書で学習した表現を参考に

しながら、導入、本論、結論という構成を意識して読み手に自分の考えが伝わるよう工夫した英文を書くよう指導する。また、スピーチ大会用の原稿については、作成した原稿をペアで相互評価を行い、読み手に伝わるかどうかを互いに検証し、さらに修正を加えるというプロセスを経ることで、より読み手を意識したわかりやすい英文でまとめさせる。

6. カリキュラムの評価

最終的な表現活動において、多くの生徒がこの単元で学んだことをテーマとして選択した。内容についても身近な例をあげながら自分の考えをまとめているものも多く見られる。このような表現活動を行うことで、次年度のサイエンスⅡにける英語による科学論文の発表へとスムーズに移行できると思われる。しかしながら500語程度という長さの英文で自分の主張を述べることに慣れていないため、80語レベルの作文に比べると文章の構成が整わず、指導を要する作品もみられた。

7. 成果と課題

本単元をサイエンスという視点から構成することで、英語を学ぶために英文を読む、という視点から何かを学ぶための「手段」として英語を読む、ということにより意識させた展開ができたことが昨年度の成果である。さらに丁寧な音読活動も行ったことから、高等学校2年次で行うサイエンスⅡに発展させることができる。

表現活動で行ったスピーチを高等学校2年次のサイエンスⅡにおけるプレゼンテーションに効率よく発展させるための工夫が今後の課題である。

4 大学や研究所との連携による発展的なプログラム

科学や技術に興味・関心を持つ生徒には、子どもたちのもつ資質や能力を大きく伸ばすために、さまざまな発展的なプログラムを提供するプログラムを実施した。ここではその中から広島大学教育学部自然システム教育学講座と連携して、いろいろな専門の講師から多面的な切り口で内容を構成する連続講座を実施した実践について一例を報告する。詳細は別冊「高大連携」の冊子を参照頂きたい。また実施した講義の一覧は、本報告書の17～18ページを参照いただきたい。

A 自然科学基礎講座

① 遠隔講義による「自然科学基礎講座」

この講座は昨年度に引き続き、講師として広島大学教育学研究科自然システム教育学講座の、物理・化学・生物・地学の4分野の先生をそれぞれ依頼し、附属福山高校の文部科学省研究開発学校「中学校・高等学校を通して科学的思考力の育成を図る教育課程の研究開発」の一環として企画したものである。最新の話題や研究の内容にふれながらご講義いただくことで、生徒の自然科学への興味関心を高めることを目的としている。

表1 講義一覧

| |
|-------------------------------------------------------------------|
| 「講義1」(化学)「全国化学グランプリで金賞をとろう」 講師：古川 義宏先生 日時：2004年12月20日(月)15:00～ |
| 「講義2」(地学)「月を見よう」 講師：林 武広先生 日時：2004年12月20日(月)16:00～ |
| 「講義3」(物理)「動くと縮む？ー同時刻の相対性ー」 講師：前原 俊信先生 日時：2004年12月21日(火)15:00～ |
| 「講義4」(生物)「進化生態学から見た生物学」 講師：鳥越 兼治先生 日時：2004年12月21日(火)16:00～ |

使用した機器は、MPEG2 エンコーダー・デコーダー(日本ビクター製 DM-NE300 / DM-ND300)を使って、講義会場である教育学部3・4会議室から双方向で映像・音声を配信した。

② 講義の概要

a 講義1「全国化学グランプリで金賞をとろう」古川 義宏先生

この講義では、全国高校化学グランプリの紹介と核磁気共鳴の原理について講義いただいた。

全国高校化学グランプリは、日本化学会の主催する化学コンクールで、高校生に化学のおもしろさを知ってもらい、化学に興味関心を持ってもらうために実施されている。その中での問題は、大学入試とは違い、高等学校では習わないような内容も出ており、2004年のテーマの核磁気共鳴はそうした内容の一つだった。優秀な成績を修めた生徒は国際化学オリンピックに派遣することになっている。化学グランプリではこのような、高等学校で習う化学やその他みなさんが身に付けてきた考え方を基本に考えていくと、解答を見つけることが可能だと考えられる問題が出題されるのが特徴である。最後に、「是非多くの皆さんが、化学に興味を持ち、全国高校化学グランプリへ参加してくれるよう期待している」とのエールもいただいた。

b 講義2「月を見よう」林 武広先生

この講義では、広島大学天文台で撮影された月の観測映像を基に、月がどのように誕生し現在の姿になったのかを講義いただいた。計画では月の様子を天文台から中継しながら講義いただく予定だったが、あいにくの天気で見えなかったため、天文台で撮影したハイビジョン画像を見ながらの講

義となった。「広大の天文台は附属の生徒の皆さんにもどしどし使っていただきたいと思います。また新しい天文台も2年後に完成する予定で、こうした施設をぜひ使いにきてもらいたい。」とのお誘いもいただいた。

c 講義3「動くと縮む？－同時刻の相対性－」前原 俊信先生

2005年はアインシュタインの特殊相対性理論などの3大理論が発表されて100年にあたるので、世界物理年としていろいろな行事が計画されている。この講義では特殊相対性理論をできるだけ数式を使わずに紹介いただいた。

この講義の後半では、特殊相対性理論の2つの原理原理を基に「同位置」の相対性や「同時刻」の相対性、ローレンツ収縮などについても考えた。また自分から見て相手が動いていると相手が縮んでいるように見え、相手の人から見ると、やはり相手が縮んでいるように見える現象を、時間断面の違う状況を考えるための、新たに開発した映像教材を使って、難しい内容を理解が容易になるように工夫して解説いただいた。

d 講義4「進化生態学から見た生物学」鳥越 兼治先生

この講義では、普通高等学校の生物の授業では扱うことのない「雌雄はなぜ半分ずついるのか」といった課題のように進化から生物を考える「進化生物学」の方法論を講義いただいた。

「この講義は高校の生物で学ぶような答えがこれですというような話ではないので、自分でしっかり考えながら聞いてほしい」というお話からはじまった。進化生態学とは、生態学の中でいかに進化を考えるべきかを考えている。ライオンは1匹のオスを中心に群れができていますが、「ある群れを乗っ取ったオスは乳児だけをかみ殺してしまうのはなぜか」といった例を元に、この講義では高等学校の普通の生物では扱わない進化の考え方を話しいただいた。生徒たちは、私たちが考えているよりもはるかにいろいろな考え方がされていること、そしていろいろな考え方に基づいて学問が進んでいることを感じる事ができたのではないだろうか。

③ 同時に受講する効果

昨年度の「自然科学基礎講座」では、広島大学附属中・高等学校にも同時に同じ講座を中継して受講し、4講座を共同して両校で実施した。授業や放課後の時間帯のずれ、それぞれの学校の行事予定などのため、なかなか共通に実施可能な時間を持つことが難しいが、多地点で同時に講義を受講する形態は、生徒達は別会場の生徒達を意識し、積極的な発言が見られるなど、受講態度や参加の意欲の面でメリットがある。時間的に余裕のあった講義2（林先生）では、質問の時間を十分にとることができた。はじめ、それぞれの学校とも遠慮がちでなかなか質問の口火が切られなかったが、一つ質問が出て講師の先生に丁寧なお答えをいただくと、双方の学校から次から次へとひっきりなしに質問が出される状況となった。以下はその時に出された質問の一覧である。

<質問>

- ・クレーターを望遠鏡で見るとき、満月より半月の時の方が見えやすいのはなぜですか？
- ・衛星が成長していくと惑星より大きくなって立場が逆転することはないのでしょうか？
- ・広大にある望遠鏡の大きさはどのくらいなのですか？値段はどのくらいですか？
- ・小さい星は不定形ということですが、大きい丸い星はなぜ丸くなっているのですか？
- ・月の表面で、ごつごつしているところが白っぽくなって、なめらかなところが黒くなっているのはなぜですか？
- ・クレーターの周りの光条はどのようにしてできたのでしょうか？
- ・浅いクレーターと深いクレーターがあるとのことですが、浅いクレーターは元は深かったのでしょうか？
- ・地球は自然がいっぱいなのに、月はなぜ荒れた様子なのですか？
- ・アポロ宇宙船が月で写した写真は合成ではないかというテレビを見たのですが、先生はどう考えておられますか？

④ 生徒のアンケート結果から見る成果

今回の遠隔講義を福山で受講した生徒にアンケートを実施し、その成果を検証した。アンケートは各講座の終了後に実施した。生徒は4講座の中から自分の興味・関心のある内容を選んで参加しているため、4つすべてを受講した生徒や、複数の講座を受講したものもいるが、集計は延べ人数で行っ

ている。

質問は以下の5項目で、それぞれ1-2-3-4-5の数値を選んで答えるようにした。その結果を、以下に示す。講座によっては記入時間が不足して回収率が半数程度の講座もあったので、講座ごとの集計はここでは省略している。

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------|----|----|----|----|----|
| アンケートの設問 | | | | | |
| 設問1. 授業は面白かったですか。 面白かった 1←3→5 面白くなかった | | | | | |
| 設問2. 授業で取り扱った内容の難易はどうでしたか。 難しかった 1←3→5 易しかった | | | | | |
| 設問3. 授業の内容は、自分なりに理解できましたか。 理解できた 1←3→5 理解できなかった | | | | | |
| 設問4. またこのような授業があったら参加したいですか。 参加したい 1←3→5 参加したくない | | | | | |
| 設問5. 知りたいことを自分で調べようと思うようになりましたか なった 1←3→5 ならなかった | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 設問1 | 49 | 28 | 17 | 6 | 3 |
| 設問2 | 42 | 20 | 11 | 25 | 5 |
| 設問3 | 32 | 32 | 13 | 13 | 13 |
| 設問4 | 51 | 37 | 10 | 4 | 1 |
| 設問5 | 40 | 30 | 28 | 4 | 1 |

この結果を見ると、非常に多くの生徒が講義の難易にかかわらず「面白かった」と感じている様子がわかる（設問1）。難易は講義によってばらつきがあり、大半の生徒が「難しかった」と答えた講義もあった（設問2）。しかし難しいから理解ができなかったわけではなく（設問3）、難しいことを理解できるようになることにおもしろさを見いだして、「知りたいことを調べようと思うようになった」という設問にも多くの生徒が肯定的な記入をしている（設問5）。そして、多数の生徒が「またこのような授業があったら参加してみたい」と考えている（設問4）。

難しい内容だと生徒が受け入れないというのではなく、何とか自分なりに理解しさらにわからなかったことを調べてみようという意欲が見られるのは、それぞれの講師の先生が、難解な課題をわかりやすく理解させるさまざまな工夫を仕組んでいただいたおかげであると感じている。生徒の自由記述の中にも、そうした内容を読み取れるものが多く寄せられていた。以下にその内容を示す。

- ・化学グランプリの問題はとても難しかったけど、ぜひチャレンジしてみたいと思った。（化学）
- ・難しかったけど、化学がますます好きになりました。（化学）
- ・月の映像をモニターで見て、私も家の望遠鏡で月を見てみようと思いました。（地学）
- ・すごく難しかったです。途中の電車で行われた例がわかりやすかったです。（物理）
- ・自分なりに特殊相対性理論が理解できたのかなと思いますが、もっといろいろ調べてみようと思います。（物理）
- ・最後の方の展開が分かり辛かったけれど、生物学への認識が変わりました。（生物）

講師の先生には大変なご苦勞をおかけしているが、生徒にとっては貴重な体験を積むことができたと考えている。遠隔講義についてはこれまで理数系の内容を中心に実施してきたが、生徒からはそれ以外の分野の要望も強く、今後も多くの生徒の興味関心に答えられるように考えていきたいと考えている。

3章 研究開発の成果と課題

1 サイエンスプログラムの成果と課題

(1) カリキュラム研究の内容と開発方法への評価

これまでの研究開発の結果、カリキュラムの内容や開発方法への高い評価をいただき、平成17年度日本カリキュラム学会年会の課題研究指定討論者として発表を行うなど、3つの学会で発表の依頼を受けた。そうした場でも、「ねらいを明確にすることで、すべての教科が何らかの関わりを持ちながら学校全体で取り組めることが参考になった。」「科学的な思考力を、理数系の科目だけでなく、幅広く扱うことは極めて重要であり、その趣旨がよく生かされたプログラムだと感じた。」など、高い評価を得ることができた。

(2) 教育課程の内容への評価 <「サイエンスプログラム」の妥当性に関する評価>

カリキュラム全体の妥当性については、平成15年度はプログラムの一部を実施し、平成16年度から開発した教育課程を完全実施している状況であり、6か年のカリキュラム全体から考えると、生徒の変容や成果を捉えて評価する段階にはまだ至っていないと考えている。ここではまず、これまでに運営指導委員会や当校の公開研究会などでいただいたコメントをまとめ、外部の目から見た科学教育「サイエンスプログラム」への評価をまとめる。

第1回の運営指導委員会では、「アカデミックでダイナミックな研究を期待している」など、この研究開発への大きな期待を込めた発言をいただいた。そうした期待に応えられるプログラムの開発になったかどうかを検証するために、昨年度最後の運営指導委員会では当校の「サイエンスプログラム」を客観的に評価いただくことをお願いした。カリキュラムの内容や指導方法などに対して、指導委員から一言ずつコメントをいただいたが、おおむね満足いく内容になっているとの評価をいただくとともに、「この研究開発は一般に広く還元できる方向性を持っている研究として、多くの学校に参考になるのではないか。」との発言をいただいたことに、開発したカリキュラムの方向性に大きな狂いがなかったとの確信を得ることができた。

また昨年度の公開研究会では、全体会において当校で開発した科学教育「サイエンスプログラム」の概要説明と討議を行い、また各教科の分科会において具体的な内容に関する討議を行った。「すべての教科で取り組む」プログラムの内容に対するコメントとして、「教科内容の発展の形態として、さまざまなノウハウが蓄積されており、今回の研究開発だけでなく、これまでに積み上げられてきた実践が生かされている。」「ねらいを明確にすることで、すべての教科が何らかの関わりを持ちながら学校全体で取り組めることが参考になった。」「科学的な思考力を、理数系の科目だけでなく、幅広く扱うことは極めて重要であり、その趣旨がよく生かされたプログラムだと感じた。」など、当校の「サイエンスプログラム」を肯定的に捉える発言をいただいた。

(3) 生徒への効果

A 生徒の変容を捉える科学教育「サイエンスプログラム」全体での評価

研究開発の成果を検証するために、この研究では広島大学大学院教育学研究科 清水欽也先生、松浦拓也先生のご協力をいただき、生徒の変容を客観的に捉える方法の開発をおこなった。ここでは実施した調査結果を清水先生、松浦先生にまとめていただいた結果を示す。

サイエンスプログラムの評価について

広島大学大学院教育学研究科 清水 欽也 松浦 拓也

I 評価方法の概要

1. 評価の目的

ここでは、平成 15 年度から平成 17 年度に実施された、広島大学附属福山中・高等学校の「サイエンスプログラム」の成否を検証する。「サイエンスプログラム」が目的としている「科学的思考力の育成」については、日常的によく使われる言葉ではあるが、未だその構成要素が明らかにされておらず、概念として確立していない。そこで、本研究においては暫定的に以下の 4 要素からなると仮定した。

| | |
|-----|---------------------------|
| (ア) | 科学プロセススキル (科学的に問題解決を行う能力) |
| (イ) | 科学概念の応用 |
| (ウ) | メタ認知能力 |
| (エ) | 表現力 |

ただし、「科学概念の応用」については、実際に行なわれた授業の内容に大きく依存するものと考えられるため、授業内容に直接関与していない外部的な評価には適さない。そこで、ここでは他の「科学的プロセススキル」、「メタ認知能力」、「表現力」について評価を行なうこととした。

さらに上記の科学的思考力に加え、本プログラムを通じて科学技術に対する興味・関心がどの程度高まったかについても検証する。

2. 評価の各要素の測定について

(1) 科学プロセススキル (科学的に問題解決をしていく能力)

1982 年に Okey らによって開発された Integrated Process Skill Test II (TIPS II)を用いる。この TIPS II は多肢選択の 36 項目から構成され、以下の 5 要素からなる。

- ① 変数 (独立、従属、制御) を同定すること
- ② 仮説の同定及び記述すること
- ③ 操作的に定義すること
- ④ 実験を計画すること
- ⑤ データをグラフ化したり、解釈すること

ただし、TIPS II は項目数が多く、また、「自動車の性能」に関する問題が多いことから、社会文化的性に基づくバイアスが予見されたため、自動車性能に関連項目を削除し、23 項目とした。その結果、プロセススキル測定に関する問題の構成は以下の表 1 の通りとなった。

表 1. プロセススキルの測定内容及び作成意図

| 問題番号 | 測定対象 | 期待する結果 |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 4 (2), (3), (4), (6), (7), (8), (10), (11), (12) | 科学プロセススキル ① 変数の同定 a. 独立変数…(2), (7), (11) b. 従属変数…(3), (8), (12) c. 制御変数…(4), (6), (10) | 科学的な問題解決にかかわる要因とそれによる結果、及び制御しなければならない条件を見つけ出すことができる |
| 4 (1), (5), (9) | 科学プロセススキル ② 仮説の同定及び記述 | 科学的な問題解決に際して、検証可能な仮説を設定し、記述することができる |
| 4 (16), (17), (18), (19) | 科学プロセススキル ③ 操作的定義 | 見出した問題について、変数を定量化することができる。 |
| 4 (13), (14), (15) | 科学プロセススキル ④ 実験の計画 | 見出した問題を解決するにあたり、実施可能な実験を計画することができる。 |
| 4 (20), (21), (22), (23) | 科学プロセススキル ⑤ データのグラフ化や解釈 | 収集したデータをグラフ化したり、妥当な解釈を見つけ出したりできる。 |

この科学プロセススキルの測定について平成 16 年度は第 1 学年～第 4 学年まで、平成 17 年度は第 1 学年～第 5 学年まで実施した。

(2) 表現力

5 年生対象の「プレゼンテーションの育成」における成果物（ビデオ及びパワーポイント）を、米国における優秀児特別プログラムを持つ理数科高校（イリノイ数学理科アカデミー）の評価担当教諭に、彼らが実際に生徒を評価している評価指標を用いて、評価してもらおう。また、その評価結果について分析する。このことにより、生徒の英語による科学的思考力の表現が国際的に通用するものであるかを検証する。

(3) メタ認知能力

測定内容、スケジュールについては、16 年度のカリキュラム計画を元に評価計画を作成した。その結果、メタ認知能力に関する測定項目の構成は以下の表 2 の通りとなった。

表 2. メタ認知能力の測定内容及び作成意図

| 項目番号 | 測定対象 | 期待する結果 |
|------|--------------|-------------------------------------------|
| 5-問1 | メタ認知（計画） | 問題解決を行う前に、自分自身の問題の取り組み方について考えるようになる。 |
| 5-問2 | メタ認知（モニタリング） | 問題解決を行っている最中に、自分自身の問題の取り組み方について考えながら取り組む。 |
| 5-問3 | メタ認知（評価） | 問題解決を行った後に、自分自身の問題の取り組み方について評価できるようになる。 |

(4) 科学技術に対する興味・関心

「あなたは科学技術にどの程度興味がありますか」など曖昧に尋ねるのではなく、LSAY や「科学技術に関する世論調査」の項目を参考に、行動レベルの指標を作成した。その結果、まず、科学技術に関する情報に関して、より自発的なメディアを活用する程度に関する以下の測定項目を作成した。

2. あなたは、現在、科学技術に関する情報をどこから得ていますか。次の(1)～(12)の中からいくつでもかまいませんから、当てはまるものすべての番号に○をつけ、当てはまらないものには×をつけなさい。また、その他にある場合は、(13)に書きなさい。
マークシートは、18～29 の欄に、それぞれの回答が○の場合は「0」を、×の場合は「1」をマークしなさい。

- (1) 理科の授業や教科書 18
- (2) テレビのニュース 19
- (3) 雑誌の記事 20
- (4) テレビのドキュメンタリー 21
- (5) 博覧会や博物館など 22
- (6) テレビのコマーシャル 23
- (7) 新聞の記事 24
- (8) 家族、友人の話 25
- (9) 新聞の広告 26
- (10) 科学技術に関する本 27
- (11) 雑誌・週刊誌の広告 28
- (12) インターネット 29
- (13) その他 ()

(5) その他の測定項目

科学的思考力とは、直接関連しないが、本プログラムの実施により、科学技術に対する態度や意見がどのように変容するかをとらえるため、平成 13 年度に科学技術政策研究所により実施された「科学技術に関する意見についての態度」の各項目について、調査を実施した。

II 結果

1. 科学プロセススキル

まず、平成 16 年 4 月に事前調査として、科学プロセスの調査を行なった。問題別の平均正答率を図 1 に示す。

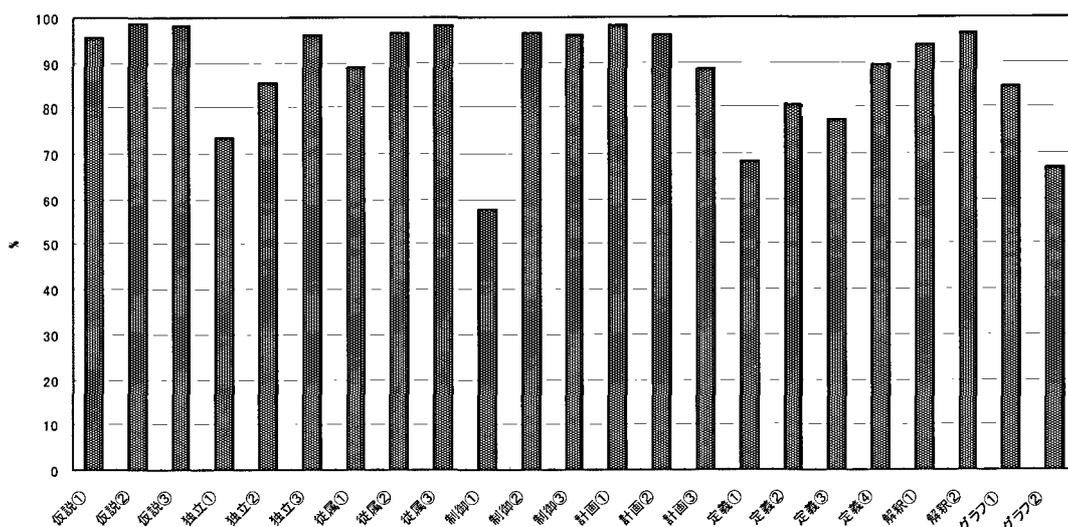


図 1：プロセススキル問題別平均正答率

図からもわかるように、各項目の正答率については、23 問中 18 問に於いて 80%を越えている。80 %を越えていないものを見ると、まず、独立変数の同定①及び制御変数の同定①については、いずれも陸と海での日光による温まり方の違いを調べる実験に関するものである。誤答で最も多かったものは、独立変数及び制御変数いずれについても「水と土の温度」とするものが多かった。ただし、同じスキルを測定する他の問題においては高い正答率を示しており、この 2 問のみの結果を以って、独立及び制御変数の同定する能力が低いとはいえない。次に、操作的定義に関する問題については、3 問とも正答率が 60～80%前後に留まっており、他のスキルに比べるとこのスキルが低いことがわかる。最後にデータのグラフ化については、表に示されたデータから関係を予測し、グラフ化する問題（グラフ化①）については高い正答率（85.6 %）を示しているが、表に示されたデータからおおよその関係が読み取りにくいものに（グラフ化②）関しては、正答率は相対的に低い（67.1 %）。また、この問題に関しては誤答でもっとも多かったものが、独立変数を（横軸でなく）縦軸に取ったものが最も多く、目的に沿ったデータの示し方について、訓練する必要があると考えた。また、各スキル別平均正答率の平均を表 3 に示す。

表 3. 各プロセススキル平均正答率の平均

| プロセススキル | 平均 | 標準偏差 | N |
|----------|-------|-------|---|
| 仮説の設定 | 0.974 | 0.101 | 5 |
| 独立変数の同定 | 0.849 | 0.237 | 6 |
| 従属変数の同定 | 0.945 | 0.146 | 0 |
| 制御変数の同定 | 0.833 | 0.200 | 5 |
| 実験の計画 | 0.943 | 0.143 | 6 |
| 操作的定義 | 0.789 | 0.212 | 0 |
| グラフの解釈 | 0.953 | 0.161 | 5 |
| データのグラフ化 | 0.759 | 0.314 | 6 |

ほとんどのスキルにおいては、平均正答率が、80%を越えており、良好だと思われる。しかし、如何に目的に照らし合わせた上で、測定を行う能力である「操作的定義」及び目的に沿って収集したデータをグラフ化する能力について

は、比較的弱いことが挙げられる。

次に、平成17年7月に同様の調査を行なった。前年度の調査の結果において正答率が相対的に低かった「操作的定義」、「データのグラフ化」の各要素に特化して測定を行なった。その結果、両者の平均正答率の平均は、それぞれ.814（操作的定義）、.924（データのグラフ化）に上昇した。さらに、各個人の変化を捉えるために、対応のあるt検定で比較を行ったところ、いずれも.1%の有意水準で有意な差（操作的定義：t値3.595、d.f. 553；データのグラフ化：t値7.092、d.f. 553）があることが明らかにされた。

2. 表現力

サイエンスプログラムにおいては、5年生を対象に英語による「プレゼンテーションの育成」を行なっている。

そこで、本プログラムにおいて、生徒の英語による科学的思考力の表現が国際的に通用するものであるかを検証するため、英語プレゼンテーションの様子を撮影したビデオ及びその際に使用したパワーポイントファイルを、米国における優秀児特別プログラムを持つ理数科高校（イリノイ数学理科アカデミー）に郵送し、同校の科学探究プログラムの評価担当教諭に評価を依頼した。その際、彼らが実際に生徒を評価している評価指標を用いて、評価するよう依頼した。イリノイ数学理科アカデミーでは、生徒の探究活動の成果発表会において、図2に示す通り、「発表の構成能力」、「コミュニケーションの緻密さ」、「話しぶり」、「視覚的補助の活用」、「探究すべき課題・目的の明確さ」、「探究の方法・過程」、「結論に対する防御性」、「質問に対する回答」の8項目について、ルーブリック評価を行なっている。このうち、「探究の方法・過程」、「質問に対する回答」の2項目を除いた6項目を評価の対象とした。なお、評価対象となったのは、第5学年のクラスで計9グループである。

評価依頼後、イリノイ数学理科アカデミーから返送されてきた評価結果をグループ別にまとめたものを表4に示す。

図 2. イリノイ数学理科アカデミーの探究プログラムに用いられるプレゼンテーション評価

口頭発表評価

名前 説明付オリジナルルーブリック 助言者 _____
 題目 _____
 評価者 _____

| 評価項目 | 優秀 2 | 1 | 不十分 0 | 評点 |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----|
| 発表の構成 | 発表は整理されており、理解し易い | 発表はより効果的に整理できたであろう | 発表はほとんど整理されておらず、わかりにくい | |
| コメント: | 発表は、論理的なつながりをもっている。明確な始まり、中盤、終わり方をしている | | | |
| コミュニケーション | 発表された内容は聴衆にとって明解で適切であった | 内容は聴衆が理解できるようにさらなる説明や解釈が必要であろう | 発表された内容は聴衆にとって理解しがたい。あなたは彼らの頭(理解)を越えて話している。 | |
| コメント: | 発表の内容は聴衆にとって適切であった。シンプルすぎず複雑すぎず、難解な用語は適切に説明されている。 | | | |
| 話しぶり | 調音ははっきりとしており部屋や聴衆にとって適切な声量であった。アークな音はアイコンタクトもアニメーションもよかった | 投射は良かったが、アイコンタクトは良かったが話し方がよくなかった | 投射がほとんど常に良くなく、聴衆は聞きづらかったであろう。アイコンタクトはほとんどなかったか全くなかった。 | |
| コメント: | 発表した個人は大きな声で話しており部屋の隅々まで伝わったであろう。また話し方ははっきりとしておりノートを使っている場合でも聴衆をみていた。聴衆は話題に対して興味をもてたであろう | | | |
| 視覚的補助 | 視覚的補助は発表の質を高めた。あるいは全く必要でなかった | 視覚的補助はあったが、高めることもできたし、より効果的に使うこともできた | 視覚的補助は全くなかった | |
| コメント: | パワーポイントスライドはそのシンプルさと明解さによって発表の質を高めた。テキストはビュレットリストに簡潔になっており、背景は性急すぎず注意を散漫にさせすぎない。アニメーションは発表の質を高めているが、聴衆にとって過剰なものではない。発表者は発表者自身や聞いている人々を話に導くためにスライドを活用すべきであり、スライドを口頭で読むべきではない。 | | | |
| 探求すべき課題・目的 | 探求すべき課題が明確に述べられている | 述べられた探求課題は発表された調査とマッチしていないか、不明瞭である | 探求的課題が明瞭に述べられていない | |
| コメント: | 作業の目的は、話しの始めにおいてはっきりと提示されており、聴衆は発表の早い時期に於いて何について聞くことができるのかを知ることができたり、理解できたりする。 | | | |
| 探求の過程・方法 | 調査がいかに行なわれていたかという情報は詳細に与えられており方法は適切であった | 調査を実施する方法は不完全に提示されているあるいは曖昧である。 | 調査のプロセスは提示されていない | |
| コメント: | 発表者はいかに作業を進めていったかを述べている。私たちの場合、生徒は一年間のコースを通じて、実施してきた科学的な実験や課題を調査した作業に関連した探求的調査に関する発表を行っており、複数の情報源を分析し、その情報に関する結論を導き出している。このことはこれらの発表については当てはまらないためルーブリックからは除外した。 | | | |
| 結論に対する根拠と防御性 | 結論はデータや観察と一致している。結論は集められたデータや情報を基盤としている | 結論は提示されているが、データと一致していない | 結論あるいは妥当な結論は提示されていない | |
| コメント: | 発表において提示された情報は論理的、根拠のある結論を支持していたかどうか？提示された結論は情報によって支持されていたのか？情報は適切に分析されたり説明されていたのか？ | | | |
| 質問に対する回答 | 質問に対してははっきりと、完全に、明確に回答されていた。知識のない質問に対して答えは作り上げられたものではなかった。 | 質問に対する回答は不正確であり、不完全なものであった。あるいは生徒は答えをしろないということを認識していなかった | 質問には答えていなかった | |
| コメント: | 私たちの生徒は、聴衆に対して、発表した内容について短時間の質問の時間を許しており、私たちは質問を回答する能力についても評価している。これは今回の発表にはなかったことであるためルーブリックからは除外した。 | | | |

総合点 _____

次の項目は、生徒の発表について回答されるべきである。かれらがそうであったかなかったか yes no で示してください。

- 将来の作業: 生徒は何をすべきかどのプロジェクトを継続すべきか述べている
 謝辞: 生徒は援助してくれた人々に対して感謝の意を述べているか
 グループプロジェクト: すべてのメンバーが発表にフルに適切に参加していたか

表4：イリノイ数学理科アカデミーにおけるルーブリック評価結果

| Group | 構成 | コミュニケーション | 話しぶり | 視覚的補助 | 課題 | 防御性や根拠 | 総合点 |
|-------|------|-----------|------|-------|------|--------|-------|
| 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 11.00 |
| 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1.5 | 2 | 10.50 |
| 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 10.00 |
| 4 | 1 | 1.5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 8.50 |
| 5 | 2 | 2 | 1 | 1.5 | 2 | 1.5 | 10.00 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0.5 | 4.50 |
| 7 | 2 | 2 | 1.5 | 2 | 2 | 1.5 | 11.00 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 1 | 0.5 | 5.00 |
| 9 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 8.00 |
| 平均 | 1.67 | 1.61 | 0.94 | 1.44 | 1.61 | 1.44 | 8.72 |

表4に示す通り、「話しぶり」や「視覚的補助」プレゼンテーションの方法に関する項目については思わしくない。これは、評価者のコメントにおいても記述されていたが、発表者の外国語能力に対する不安作成した原稿を棒読みしてしまうことに起因している。しかし、科学的思考力に関係すると考えられる「発表の構成能力」や「課題の明確さ」、「コミュニケーションの緻密さ」に関する項目についての結果は概ね良好であった。

3. メタ認知能力

表5 平成16年度調査における領域別、学年別平均値

| 学年 | 読み | | 数学 | | 実験 | |
|----|------|------|------|------|------|------|
| | 平均値 | 標準偏差 | 平均値 | 標準偏差 | 平均値 | 標準偏差 |
| 1 | 20.0 | 3.97 | 23.8 | 3.62 | 22.9 | 4.12 |
| 2 | 18.3 | 4.05 | 22.2 | 4.10 | 21.8 | 4.19 |
| 3 | 18.6 | 4.52 | 22.8 | 3.87 | 21.0 | 4.39 |
| 4 | 20.1 | 4.37 | 23.9 | 3.97 | 22.0 | 4.63 |
| 合計 | 19.4 | 4.32 | 23.3 | 3.95 | 21.9 | 4.42 |

まず、平成16年度調査における各領域の合計得点の平均値についてまとめたものを、表5に示す。全体的に、読みに対する得点が低く、数学に対する得点が高い傾向にある。数学の計算問題等においては、その特性上、自分の活動を明確に意識しやすいため他の領域よりも高い値を示したと考えられる。また、読み、及び数学については1、4学年の得点が高く、2、3学年の得点が低い傾向にある。

表6 平成17年度調査における領域別、学年別平均値

| 学年 | 読み | | 数学 | | 実験 | |
|----|------|------|------|------|------|------|
| | 平均値 | 標準偏差 | 平均値 | 標準偏差 | 平均値 | 標準偏差 |
| 1 | 18.1 | 4.74 | 22.5 | 4.52 | 21.5 | 5.06 |
| 2 | 19.0 | 4.20 | 22.8 | 4.09 | 22.1 | 4.80 |
| 3 | 19.1 | 4.17 | 23.8 | 3.74 | 21.9 | 4.76 |
| 4 | 20.1 | 4.13 | 23.8 | 3.91 | 20.7 | 4.92 |
| 5 | 20.7 | 4.32 | 24.4 | 4.05 | 22.2 | 4.94 |
| 合計 | 19.6 | 4.38 | 23.6 | 4.10 | 21.6 | 4.92 |

次に、平成17年度調査における各領域の合計得点の平均値についてまとめたものを、表6に示す。全体的に、読みに対する得点が低く、数学に対する得点が高い傾向にある。16年度同様、数学の計算問題等においては、その特性上、自分の活動を明確に意識しやすいため他の領域よりも高い値を示したと考えられる。また、読み、及び数学については高学年の得点が高く、低学年の得点が低い傾向にある。

次に、平成16年度から17年度にかけて、メタ認知能力の向上が見られたか否かを検証するために、全回答

者及び各学年に関して、領域別に対応のある t 検定を実施した。兩年度にわたる全回答者について検定を行なった結果、数学に関してのみ 5%の有意水準での有意差がみられた。平成 16 年度の学年別にみると、まず、読みについては第 1 学年は降下しているのに対し、第 3 学年は上昇している。数学については、第 1 学年では降下しているが、第 2 学年では上昇している。そして、実験についてはいずれの学年に於いても有意な変化はみられなかった (表 6 参照)。

表6 平成16年度及び平成17 年度調査における領域別、学年別平均値の比較

| 平成16年度時点の 学年 | 読み | 数学 | 実験 |
|-----------------|---------|---------|-------|
| | T値 | T値 | T値 |
| 1 | -3.05** | -2.97** | -1.67 |
| 2 | .744 | 3.87*** | 1.22 |
| 3 | 3.66*** | 2.13* | -1.23 |
| 4 | 1.17 | 1.49 | -0.74 |
| 合計 | 1.17 | 2.26* | -0.80 |

*.01<p<.05; **.001<p<.01; ***.p<.001
数値の前の—の符号は前年度よりも平均値が低いことを示す

4. 科学技術に対する興味・関心度

科学技術に対する興味関心度については、メディア活用度の視点からの測定を行った。各生徒に対して次の 12 種の科学技術に関する情報のメディアを示し、これら 12 種のメディアのうち、「(1)理科の授業や教科書」を除くメディアについて、例えば「(3)雑誌の記事」のように、何らかの時間的、経済的対価を支払わなければならない情報源を「能動的情報源」とし、「(2)テレビのニュース」のように、必ずしも科学技術に関する情報を得るために時間的、経済的対価を支払わなくてもよい情報源を「受動的情報源」として分類した (表 7 参照)。

表7 情報源の分類

| 能動的情報源 | 受動的情報源 |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 雑誌の記事, テレビドキュメンタリー, 博覧会や博物館, 新聞記事, 新聞の広告, 科学技術に関する本, 雑誌・週刊誌の広告, インターネット | テレビのニュース, テレビコマーシャル, 家族, 友人の話 |

この分類に基づいて、回答者を獲得する情報源について「情報源なしまたは理科の授業や教科書のみまたは受動的情報源のみ」、「1 種または 2 種の能動的情報源」、「3 種以上の能動的情報源」とする 3 種に分類する変数を作成した。そして、平成 16 年度及び 17 年度両調査に参加した生徒のみを分析対象とし、各学年における分布をクロス表を作成した (表 8 参照)。結果について、まず、いずれの年度の調査においても、すべての学年のほとんどの生徒はなんらかの能動的情報源を用いており、教科書やテレビのニュース以上の情報源を活用していることが明らかとなった。さらに学年別に 3 種以上の能動的情報源の活用度を年度間で比較すると第 1 学年のみ減少しており、その他の学年に於いては上昇していることがわかる。

表8 : 科学技術情報源に対するコミットメントの年度間比較

| 平成16年度 における学 年 | 調査 年度 | 受動的 情報源のみ | 能動的 情報源 2種以下 | 3種以上の能 動的 情報源 |
|----------------------|----------|--------------|--------------------|---------------------|
| 第1学年 (N=79) | H16 | 3.8% | 25.3% | 70.9% |
| | H17 | 1.3 | 35.4 | 63.3 |
| 第2学年 (N=87) | H16 | 3.4 | 46.0 | 50.6 |
| | H17 | 6.8 | 39.1 | 54.0 |
| 第3学年 (N=83) | H16 | 3.6 | 49.4 | 47.0 |
| | H17 | 3.6 | 37.3 | 59.0 |
| 第4学年 (N=135) | H16 | 3.0 | 41.5 | 55.6 |
| | H17 | 4.4 | 28.1 | 67.4 |

Ⅲ まとめ

本調査においては、平成 16 年度より本格的に実施された広島大学附属福山中・高等学校の「サイエンスプログラム」の成否を以下の 4 観点から検証した。

| | |
|----|---------------------------|
| 1. | 科学プロセススキル (科学的に問題解決を行う能力) |
| 2. | 表現力 |
| 3. | メタ認知能力 |
| 4. | 科学技術に対する興味・関心 |

このうち、「3. メタ認知能力」に関しては、明確な伸長がみられなかったが、他の「1. 科学プロセススキル」、「2. 表現力」、「4. 科学技術に対する興味・関心」については、「サイエンスプログラム」の効果がみられることが明らかとなった。

=====

B 生徒の意欲向上：科学賞・発明工夫展等への出品・入賞が倍増

高校生は、学習内容が増えることもあり、自由に課題を設定してゆっくり研究を行う時間を確保することが難しいと考えられるが、当校の中学生は高等学校への連絡入学制度のおかげで、自由研究などでも意欲的に活動する生徒が多い。サイエンス I A の授業を中心に組織している「広島大学附属福山中学校エコクラブ」では、日頃から環境観測に取り組み、酸性雨の観測を中心に活動を続けているが、活動の成果をまとめた壁新聞が評価され、広島県代表として平成17年度の全国フェスティバルに招待されることになった。これも、カリキュラムの成果の一つであると考えている。

特に研究開発実施後は、夏休みの自由研究の一環として、科学賞や発明工夫展へ出品する中学生が倍増した。また、発明工夫展では県の優秀賞を受賞し全国展へ出品されたり、「原子力の日」作文コンクールでは学校賞を受賞するなど、顕著な成果も見られている。

クラブ活動等でも、理工物理部や天文地学クラブを中心に「高校生による鴨方恐竜発掘隊」や「高校生によるIPv6を利用したロボット遠隔操作実験」に参加したり、有志の生徒が集まって「広島大学理学部中高生科学シンポジウム」等で発表するなど、これまで以上に対外的な活動に挑戦している。

科学賞・発明工夫展の実績

| | 科学賞 | | 発明工夫展 | |
|--------|-----|---------------|-------|--------------------------------------------------------|
| | 作品数 | 受賞 | 作品数 | 受賞 |
| 平成15年度 | 112 | 入選 2 努力賞 4 | 15 | 優秀賞 2 広島ホームテレビ賞(学校賞) |
| 平成16年度 | 255 | 入選 2 努力賞 8 | 54 | 福山市教育委員会賞 福山商工会議所会頭賞→全国展へ 優秀賞 8 NHK福山支局賞(学校賞) |
| 平成17年度 | 322 | 入選 2 努力賞 8 | 31 | 福山市教育委員会賞 優秀賞 1 福山南ロータリークラブ賞(学校賞) |

平成17年度6年生の進路希望の推移

| | 4年 | 5年 | 6年 |
|------|----|-----|-----|
| 福祉看護 | | 5 | 3 |
| 法務公務 | | 40 | 30 |
| 経理経営 | | 2 | 6 |
| 医療 | | 64 | 62 |
| 教職 | | 14 | 13 |
| 農林水産 | | 2 | 4 |
| 運輸通信 | | 0 | 1 |
| 保安 | | 2 | 2 |
| 技能 | | 1 | 1 |
| 技術 | | 23 | 22 |
| 学術研究 | | 11 | 14 |
| 事務 | | 1 | 6 |
| 販売 | | 0 | 0 |
| サービス | | 5 | 4 |
| マスコミ | | 2 | 3 |
| 文芸芸能 | | 5 | 5 |
| スポーツ | | 1 | 0 |
| 他 | | 3 | 3 |
| 未定 | | 18 | 19 |
| 総計 | | 199 | 198 |

C 生徒（高校3年生）の進路志望で、

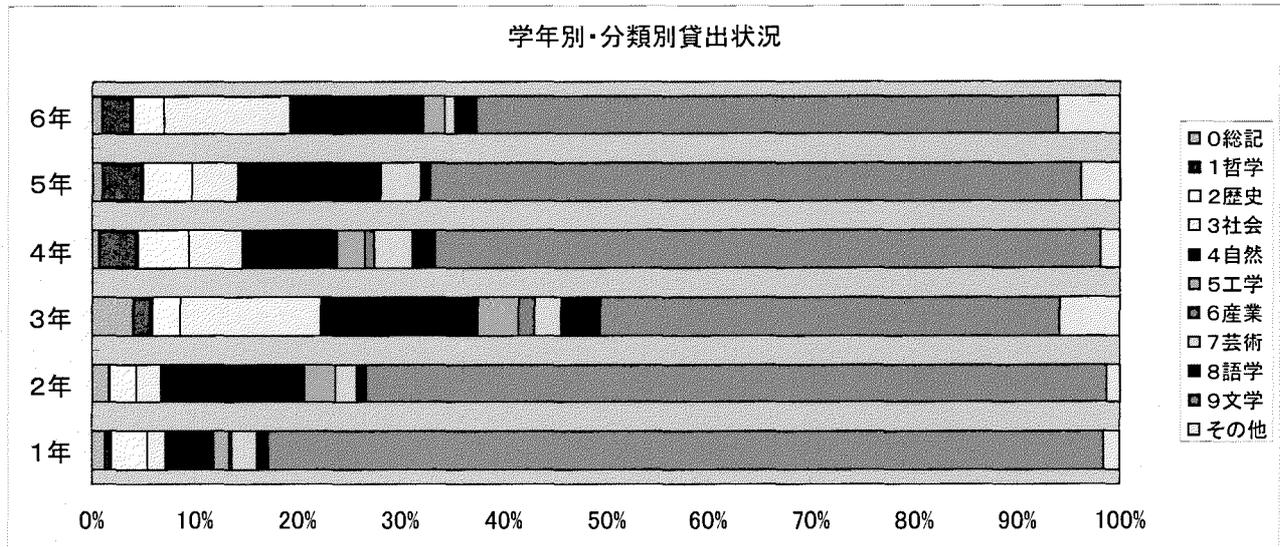
研究者を希望する生徒が倍増

今年度の6年生（高校3年生）の進路希望について、担任より昨年度までの6年生と比較して、同じ理系でも工学系より理学部などの基礎科学系への志望が増加しているという印象を持っているとの話があった。これを検証するために、現在の6年生が4年、5年そして現在まで進級するにつれ、進路希望にどのような変化があったかを集計した。その結果では、担任の印象にあったような「理学部」志望の増加は明確な数値として表れなかったが、担任の印象を示す数値として、職種別の志望の数値に、明らかな変化が見られることがわかった。右の表の学術研究の志望が、4年

時に11名、5年時に14名だったものが、今年度になっての調査では、28名と倍増している。これは、科学的な思考力の育成をめざす当校の教育課程を経てきた生徒の変容として捉え、研究開発の成果であると考えている。

D 生徒の図書貸出状況で、自然科学・社会科学関係の図書の割合が倍増

下の図は、平成17年度の全校生徒の学校図書館における図書貸出状況を分類別に示したものである。全体の傾向として、文学の割合が最も高いのは、各学年に共通している。ただし、中学校1年で



は文学が8割以上を占めているのに対し、中学校2年では自然科学系の割合が急増し、中学校3年では自然科学系に加え、社会科学系の図書の割合が急増している。サイエンスプログラムにおいては、中学校2年は自然科学を中心に扱い、中学校3年では社会科学に重点を置いたカリキュラム構成になっており、こうしたカリキュラムが生徒の読書傾向にも影響を与えたものと考えられる。

(4) 教師への効果

A 全校で協同して研究開発に取り組む体制ができ、新しい視点での教材開発ができた

研究開発課題「中学校・高等学校を通して科学的思考力の育成を図る教育課程の研究開発」について、研究開発実施当初は、理数系以外の教科においてはどのような方法で関わったらよいか、手探り状態からの出発であったが、校内の研究開発委員会等で繰り返し討議を行い検討を進めることで、全校が共同して研究開発に取り組む体制ができたと感じている。

その結果、すべての教科で「科学的な思考力」を育成する視点から、これまでその教科ではあまり取り組まれてこなかった内容などにも意欲的に取り組み、優れた教材開発ができたと考えている。

B 教師の意欲的な活動が引き出された

研究開発課題「中学校・高等学校を通して科学的思考力の育成を図る教育課程の研究開発」について、研究開発実施当初は、理数系以外の教科はどのような方法で関わればよいか、手探り状態からの出発であったが、校内の研究開発委員会等で繰り返し討議を行い検討を進めることで、全校が協同して研究開発に取り組む体制ができたと感じている。その結果、特色ある内容を含む新教科・総合的な学習・既存の各教科のカリキュラムがそれぞれ開発できた。

授業外の活動としても科学教育「サイエンスプログラム」の一環としての活動を広く実施した。大学教官等を招聘しての特別講義や、広島大学の天文台や研究施設を利用した活動は、生徒の興味・関

心を刺激し、科学に対する意欲を高めることに大きな成果をあげることができた。理科では教科として長期休業期間を利用して生徒に課題を提示し、科学賞や発明工夫展などに作品を出品し、優秀な評価を得た生徒も多い。クラブ活動や個人研究などでも、理工物理部や天文地学クラブを中心に「高校生による鴨方恐竜発掘隊」や「高校生による IPv6 を利用したロボット遠隔操作実験」、「広島大学理学部中高生科学シンポジウム」等への参加など、これまで以上に対外的な活動に挑戦している。こうした幅広い活動を含め、教員の意欲的な活動が引き出されてきている。

科学教育「サイエンスプログラム」が教師にも確実に浸透してきているように感じている。

C 教師の力量（特に評価方法の開発）が向上した

今回の研究開発において、教師へのもう一つの重要な効果は、新しい評価方法開発による、それぞれの教員の力量が向上したことである。顕著な例として、サイエンスⅡ（5年）の内容を報告する。

サイエンスⅡ（5年）では、英語で書かれた資料を読み、それらについて自分の意見を英語でまとめ、効果的なプレゼンテーションを行う力を養うことをねらいとして授業を構成している。これからの生徒にとって英語によるコミュニケーションは、科学の世界でもあるいはそれ以外においても、必要不可欠な能力である。当校のカリキュラムでも「読解力、表現力、コミュニケーション能力の育成」を1つの項目として立て、取り組んでいる。

生徒は、これまでに学習してきた自然や社会のさまざまな事象に関するテーマから、グループごとにテーマを設定する。テーマに関するデータを収集・整理し、それをグループで協議しながら、読み手、聞き手を意識して英文にまとめる。さらに、それをパワーポイントなど視覚的な道具を利用しながらプレゼンテーションを行う。この授業の最後におこなった生徒のプレゼンテーションをDVDに録画し、アメリカイリノイ州の科学研究者、プレゼンテーション研究者に送り、評価を依頼した。

ねらいの1つは、ネイティブスピーカーによる評価やコメントをもらうことで、生徒の意欲をより高めること、そしてもうひとつのねらいは、現在当校の教員がおこなっているプレゼンテーションの評価方法と、アメリカの研究者による評価方法を比較し、英語のプレゼンテーションに対する新たな評価方法を確立していくことである。

今回協力いただいた評価者は Judith A.Scheppler, Ph.D. と C.Kirk Hallowell, Ph.D.

で、米国における優秀児特別プログラムを持つ理数科高校の評価担当教諭である。彼らが実際に生徒を評価している評価指標を用いて評価してもらったものである。(The Illinois Mathematics and Science Academy. イリノイ州立の教育機関。Grade 10 ~ 12 の 650 名の生徒を持つ。) 全部で7つの項目について 2-1-0 の点数による評価が行われた。

- | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">■ 評価の項目(rubric)■ ・Presentation Organization■ ・Communication■ ・Delivery■ ・Visual Aids■ ・Inquiry Question / purpose■ ・Defense and Evidence for Conclusions■ ・Bibliography / References |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

今回は生徒のプレゼンテーションの中から無作為に10作品を抽出して送り評価してもらった。おおむね、1~2の評価をいただいているが、特にアイコンタクトが課題として挙げられた。さらに、プレゼンテーションの質は英語の流暢さと非常に関係する、とのコメントもいただいた。生徒たちは意欲的にプレゼンテーションを行い、聞き手にわかりやすく、効果的に内容を伝えようとする工夫を行っている。こうしたことを的確に評価する方法を考える上で、非常に参考になる評価方法であったと感じる。

生徒にとっては、効果的な発表について学んだこと、そして、「英語を学ぶ」ことが最終目標ではなく「英語を使って」情報を得たり、自己表現を行うという意識が高まったことが大きな成果であったが、教師の力量向上のために、こうした評価方法の交流が効果的であることも実証できたと考える。今回の実践では、直接評価を行ってもらった研究者と電子メールによる交流や意見交換などを実施することはできなかったが、今後はこうした方法もとることができればと考えている。

D 教科から見た教師への効果

以下は、各教科等が捉えた、教師への効果の記述である。

<国語科>

サイエンスⅡの実践において、例えば、単元指導の事例1、2における「論理学」的内容や、単元指導の事例2、3における各個別の科学論の内容など、サイエンスで教材として扱う内容が、伝統的な教科内容・学習領域を超えている場合もあり、指導内容や方法などについての正当性・妥当性をどのように担保するのかという問題がある。

しかし、カリキュラム編成や単元指導に取り組むなかで、より「論理的」に文章を読ませる指導方法を研究し獲得できたことや、科学論を扱う際に生徒に提示する思考の枠組みの可能性を拡げたり、またその限界についてもより多くの事例に基づいて提示できるようになるなど、従来の教科指導の枠を超えての、教師としての指導力向上にも寄与した。

サイエンスⅢの実践においては、教科の枠組みの中で教師自身にとって「教材発掘力の向上」という効果があった。「科学者の書いた文章を読み、現代社会における科学の意味を考える」という単元を組み授業を構築してゆくにあたって、その目標を達成するにふさわしい教材を求めて、多くの科学者の文章を検討した。話題性や題材としての面白さだけではなく、生徒たちの世界認識を深化・拡充させる学習材を見出してゆくための過程で、指導者自身の科学観はもとより、科学論や科学者の文書についての認識も更新できた。また、その際には同僚教師の知恵や読書経験を交流することもあり、その点にも意義が見出せる。

また、「単元構成力の向上」という効果もあった。どのような文章を、どういう順番でどのように読ませるのかという試みを、自主教材を用いて実際に単元を構成する中で確認することができた。生徒たちの反応から、今回使用した学習材とその分量、読ませる順番やその方法などは適切であったと判断される。有意義な取り組みができた。

<社会科>

○サイエンスⅡ3年の学習テーマは、「地域の事象を科学的に捉える」であり、生徒自らの主体的な調査・研究としての探究の指導が、この学習の本旨である。指導者として、この学習の指導を通して、まずいえることは、生徒の探究した内容が、決して十分に満足できるものではないものの、それなりに面白く興味・関心を喚起されたということである。特に、単元2では、全生徒によるプレゼンテーションを実施したが、生徒の探究に注目すべき内容は決して少なくなかった。この指導により、生徒への理解がより深まり、いくつかの成果や克服すべき課題を明らかにできたこと、それを示している。この学習は、「総合的な学習」の一環であるが、サイエンスの視点からの学習の改善ともなっている。この指導を通して、教育実践への意欲が喚起されたことは評価できる。本学習は、常に複数（2～3名）の教師が担当した。当然のことであるが、各教師の個性や考え方を尊重し、それを生かしながら、常に生徒の指導法や指導内容について連携をとり、修正していった。これは決して負担ではなく、日頃あまりとれない教師相互の連携という点で、プラスであった。この指導に関連し、他校の指導実践を参考にしたことは研修としての意義といえる。

○サイエンスⅢ（歴史的分野）の単元を指導した教員の意識としては、他の班の分析・比較の視点を自分の班の分析・比較の視点に生かすことができればよりよい単元構成になったのではないかと考える。視点を考える→調べる→まとめる→発表する→評価するという一連の流れの後、他の班の分析の視点から学んだ上で、再構成と再発表の機会があれば、それぞれの生徒にとっても、実践的な学習につながる機会になったと考える。そのような意味でも、教員が生徒に期待する成果をどこに置くのかが問われる単元であった。

それ故に、教員の授業観・歴史観を常に意識しながら日常の授業を実施しなければならない。

また、役割分担をしているにもかかわらず、モチベーションが上がらず、自分のすべきことが見つ

からないままに無駄に時間を過ごす生徒がいる一方で、教員が気づかないような斬新な視点を示す生徒もいた。生徒の素朴な疑問に端を発するさまざまな視点の設定には、はっとさせられるものもあり、教員を含めたお互いのものの見方に有効な発想である場合もある。

○サイエンスⅢ地理Bの授業の前後に実施したアンケートおよび生徒自ら設定した研究テーマについての分析を通して、個々の生徒への理解を深めることができた。これらは普通の授業ではあまりできないことである。この授業は、自然地理と自然環境に関するものであり、その学習内容および指導の改善について従来よりその必要性が指摘されていた。この授業が、その改善に向けての提案となったことの意義は大きい。この授業では科学的な探究学習の方法を導入したが、その有効性についての確信を深めることができた。この授業開発と実践について学会で研究発表し、一定の評価をえ、また議論を深めることができた。この授業では、教師による探究を、生徒に示すという指導法をとった。それがあ程度うまくいったことは、指導者としての自信につながっている。それは、この授業における実践から明らかとなった改善すべき点をふまえた新たな教材研究への意欲となっている。この授業の指導法は他の授業への導入が可能であり、このことはこの授業開発の成果である。

<数学科>

○サイエンスⅡのカリキュラム開発に対し、数学科からのアプローチとしては、確率・統計分野に焦点をあて、実験による生徒の活動を重視した単元の開発を試みた。この分野に関し、時間数などの制約から、平素の数学の授業においては、実験を取り入れることを敬遠することが多く、確率計算の知識や技能の習熟に重きが置かれる傾向にあったと言えるであろう。しかしながら、研究開発による授業実践を繰り返すことによって、実験を取り入れた確率の授業を数学の時間数の中で実施できる方法と可能性が示唆されたように思われる。さらには、前述したように、そのような実験を取り入れることによって、具体から抽象へという思考の水準の上昇がスムーズに行われ、数学的確率の計算に肯定的な影響を及ぼすことも明らかになった。このようなことから、数学という抽象的な性質の強い学問の教授・学習において、具体性がより重要であることを再認識することができた。それゆえ、確率・統計分野に関わらず、その他の領域においても、抽象的な内容を、如何に具体的にのせて学ばせるかということに重視するようになり、授業の幅が広がったと言えるであろう。

○数学科においては、科学的思考の育成という目標にアプローチする際、少なくとも二つの方向性があり、一つは現実場面からの数学化を重視するという方向と、もう一つは、数学的思考そのものを重視するという方向である。前者の方法については、身のまわりの事象を数理的に捉えるというテーマのもとに、従来から様々な実践を行ってきた。この研究開発を通して、数学の授業において、思考そのものの質を高めるという点で、後者の方法も重要であるということに再認識することができ、授業改善の視点がより明確になったと言えるであろう。

<理科>

○サイエンスⅠBの開発と実施に伴い、教師の側にも大きな変容がみられた。新教科の内容もさることながら、カリキュラムを自ら開発すること自体が教師の資質の向上につながることに疑いの余地がない。カリキュラムの開発にあたって、それぞれが自分の担当する領域についてより深く学んでいくことや、他教科・科目との関連を意識して、より深い考察をすることができることがその原因であろう。

積極性の向上も効果の一つである。研究開発にあたって、成果の発表や授業の公開の際に他の学校の教員と交流する機会が増えてくる。このような機会に、それまで蓄えてきたノウハウを伝え、他の学校の実践に役立ててもらえるよう、積極的にアピールすることができるようになってきた。

○効果の一つは教材開発力の向上である。サイエンスⅢでは教材の選択、取り扱いにおける自由度が拡大した。生徒の興味・関心、能力に合わせた教材を使用して、ある程度の時間を使うことができたのは大きな利点であった。学習指導要領の枠に縛られることなく、科学の体系を意識した内容の自由な取り扱いにより、教師の発想の幅が広がり、結果的にいくつかの新しい教材が開発された。

<保健体育科>

○学習指導要領の指針内容以上に発展的な学習を実施することのできる枠組みは、それまで時間数的に、あるいは内容の深さ的に、言い替えば量的・質的に制約を受けていた問題について大きな可能性を与えてくれた。つまりは、心の中で暖めていたプランを実践の場で展開することのできる可能性を得ることができたということである。このことが、まず教師自身の意欲を喚起したことは間違いない。

教科の学習内容をベースに、より深化・発展させるカリキュラム開発を行うことで、生徒に科学的思考力を培わせるようにすることは大変ではあるが、工夫しただけの反応が見られるということは、教師の活動エネルギーを大いに高めてくれるものである。

また、新しい教育内容の創造、従来の内容の整理・深化・再編・統合の作業は、教師自身の教材研究能力や知識・意識・態度・スキルの洗い直しと向上の機会を与えられたと思う。教師にとっても、「関心・意欲・態度」「思考・判断」「知識・理解」「技能・表現」の高まりがあったと言えるのではなかろうか。

○サイエンスプログラムで、科学的思考力の育成という視点が入ってきたことにより、これまで保健体育科で取り組んできた生徒が主体的に課題解決を行う力を育てる実践を、教師自身が新しい視点で見直すことができた。サイエンスⅢでは、課題の設定―実践―反省と課題の設定という学習の基本的サイクルは変わらないものの、サイエンスプログラムを計画実践する過程で、生徒に運動を科学的に提示するにはどんな教材化ができるかをより深く研究することになり、教師自身にも運動を科学的にとらえようとする姿勢がより深まってきた。これまでも科学的に運動をとらえようとすることはやってきたつもりであるが、具体的に考えるようになった。そのことは、授業の様々な場面で生徒に考えさせたり、工夫させたり、探求させたりする場面がふえ、生徒が主体的に課題解決を図ることをねらった授業の活性化につながっている。

<芸術科（書道）>

サイエンスⅡ第4学年で担当した内容は、大きなくくりとしては、そもそも東洋と西洋の文化の違いを探っていくという考えで始まった単元である。われわれはとかく専門の教科のみに埋没しがちである。特に書道は、中国と日本の文字しか扱わない。この単元でも、単純に西洋の合理性に対する東洋の芸術性が際だつのではと考えていたが、文字に関して見るだけでも、それほど単純な構図ではないことがよくわかった。世界の中での中国や日本の位置。中国で未だに表意文字が使われていること、それは縦書きであること。これは、単なる偶然ではない。生徒に幅広い視点をもたせ、いろいろなものの背景を探っていくように進める工夫をしてきたことによって、われわれ教師の側も、自分の教科を今までより俯瞰的に眺められるようになったと感じている。

<技術科>

本研究開発において、教える側の立場の者として下記の事柄が明確になった。

- ・自然科学と技術の関係をより一層深く考えるきっかけとなった。このことで教授学習過程の中で使用する資料、実験等を再考し改善することが出来た。
- ・事前、事後のアンケート調査をすることにより、ノート提出や行動観察だけでは十分に得られなかった生徒の実態が客観的に把握でき、生徒の本カリキュラムに対するレディネスや生徒が期待

する学習内容が明確になった。

- ・全員の生徒に評価の観点を達成させるための教材の開発、教授方法について継続して研究を深めていく必要性を痛感した。

<家庭科>

生徒に自分の生活を科学的視点で捉えさせることは、家庭科の教科目標を達成するために欠かせない。例えば満足している日常生活の中にも科学的視点を取り入れると、改善点を見つけることができるし、どうしてそうするとよいのか、そうなるのかを考えさせるためには科学的視点を取り入れた裏付けが必要である。このような説明は生徒の興味関心を高めることにも役立つ。生活に必要な技術を身につけさせるためにも科学的視点からより能率的な方法を示してやると合点がいき早く身につけることができる。そういった点から、今回自分や家族の食生活を科学的視点で捉えさせることに重点を置いた授業をすることができた点は大きな成果と言える。今までも生活を科学の目でということはいつも考えて授業をしてきたつもりだが、今回特にいろいろと実験を取り入れたり、実物を提示し説明を加えたりすることで、実際に確かめさせることができ生徒の知識や技術の定着をはかることができた。調理実習の前に材料の組み合わせについてその効果を考えさせ、組み合わせることでお互いに影響しあって食べたときの栄養的価値がより高くなることを示す授業を展開した。また、伝統的食材の栄養的価値を実感させるための説明には食品化学を基にした説明を加えた。こういった授業の中で、生徒にとって意外な発見が多くあり、生徒に「料理は科学である。」ということ認識させることができ、科学的視点を取り入れた授業の重要性を改めて実感した。

しかし、様々な課題もでてきた。まず、実際に確かめさせるために実験を取り入れると時間がかかるということ。家庭基礎2単位の中では時間配分をよく考えておかななくてはいけない。どこでどのような実験を取り入れるとより効果的なのかをこれから見極めていく必要がある。全ての内容に充分時間をかけることができないのであれば、以後の生活の中で生徒自身が応用工夫していかななくてはならないわけだが、そういった力を見につけさせるためにはどんな内容を授業で展開していくと生徒に自分の生活をいつも科学的視点で捉えさせることができるのか効果的方法を考えて行かなくてはならない。科学的理論を説明しようとするときむずかしくなるが、わかりやすく示す方法の工夫も課題である。次に準備にかかる教師の負担が大きいという点。特に授業の中で少しでも時間を短縮しようと考えるとその分準備で整えておかななくてはいけないため、多くの時間がかかる。なるべく、短時間で準備できるような方法を工夫する必要がある。最後に実験に使った材料の処分方法である。授業後生徒に試食させたり、次の実習で利用できる場合はよいが、どうしても捨てなくてはならないものもでてくる。ごみの減量ということも生徒に考えさせたいという点から考えると、大きな問題と言える。

こうした様々な課題も発見することができ、これからの授業改善へ役立てていきたいと考えている。

<英語科>

昨年度高等学校2年生に対して実施したサイエンスⅡの実践については、生徒のプレゼンテーションを録画したもののなかから無作為に、10作品を抽出し、アメリカイリノイ州の科学研究者、プレゼンテーション研究者に送り、評価していただいた。評価をいただいた Judith A. Scheppler, Ph, D. と C.Kirk Hallowell, Ph,D. は、米国における優秀時特別プログラムを持つ理数科高校の評価担当者であり、実際に彼らが生徒を評価している評価指数を用いて評価していただいた。さらにこれら評価項目のほかにも、コメントとしてプレゼンテーションの内容に関し、「現代の社会において大切なテーマである」のようなコメントもいただいた。このような評価の視点は、今年度のサイエンスⅡの指導において非常に参考となっており、評価方法の交流は教師の力量向上のために効果的であったといえる。

<総合的な学習（1年）>

サイエンスⅡ第1学年では、要約や概念図、Web ページを作成する上で、いくつかのポイントに注意させながら作成させる。その際に教師がいかに関わりを持って指導していくかが重要となるが、

教師の側も生徒のテーマについての科学的な知識や理解を深めておく必要がある。そういう意味で今日しも科学的な知識や理解が深まっている。また、段階を踏んで生徒の科学的理解の深化を促して行くのであるが、その各段階でいかに指導すべきかを考えながら日頃から指導を行うことでもまた教師の側の科学的知識や理解を深めていく結果となっているように思われる。

E サイエンスプログラムに関わる研究論文・発表

サイエンスプログラムの研究開発に関わる内容を個人やグループでの研究としてまとめ、論文を発表したり、学会等で発表するなど、多数の研究が推進された。

<学会等での発表>

| | | | |
|-------|--------|---------------|---------------------------|
| 平成18年 | 6月18日 | 日本カリキュラム学会 | 課題研究指定討論者として招待された(研究部) |
| 平成18年 | 6月25日 | 生活科・総合学習教育学会 | 課題別研究発表者として招待された(研究部) |
| 平成18年 | 8月11日 | 全国高等学校歴史教育研究会 | 「高等学校世界史の教育内容開発」森 才三 |
| 平成18年 | 12月10日 | 教育目標・評価学会 | 課題研究討論者として招待された(研究部) |
| 平成18年 | 10月21日 | 全附連大会 | 「地理における「追求学習」の指導について」和田文雄 |

<発表した論文等>

| | | | |
|-------|------------------------------------|-----------------------|--------|
| 森才三 | 概念探究的授業構成と内容知の確信—小単元「タイ国民国家の形成と発展」 | 社会科教育論叢 45 集 | |
| 角屋重樹他 | 科学リテラシーを育む中学校・高等学校の理科カリキュラムの研究開発Ⅰ | 広島大学学部・附属学校共同研究機構研究紀要 | 第 32 号 |
| 山下雅文他 | 科学リテラシーを育む中学校・高等学校の理科カリキュラムの研究開発Ⅱ | 広島大学学部・附属学校共同研究機構研究紀要 | 第 33 号 |
| 林靖弘他 | 科学リテラシーを育む中学校・高等学校の理科カリキュラム—成果と課題— | 広島大学学部・附属学校共同研究機構研究紀要 | 第 34 号 |
| 長沼毅他 | 言葉で伝える理科教育の可能性に関する研究(Ⅰ) | 広島大学学部・附属学校共同研究機構研究紀要 | 第 33 号 |
| 長沼毅他 | 言葉で伝える理科教育の可能性に関する研究(Ⅱ) | 広島大学学部・附属学校共同研究機構研究紀要 | 第 34 号 |

(5) 保護者等への効果

当校の活動を広く紹介し、認知していただくことを目的に、さまざまな行事を保護者へも公開している。

公開研究会では、PTA役員の方を中心に参加・協力いただいたり、大学や研究所の特別講義などにも保護者の方へ案内し、参加を得ている。そうした中で、保護者の方からのご意見をうかがう機会を作っている。意欲的に参加いただいている保護者であるということもあろうが、当校の科学教育「サイエンスプログラム」への大きな期待と、これまでの研究に関する好意的なご意見をうかがっている。

生徒に対しても、保護者に対しても、現在学校で取り組んでいる研究の内容や成果を広報し、理解を得ながら進めていくことが重要であると感じている。

2 研究実施上の問題点と今後の課題

(1) 生徒の変容に見るカリキュラム評価の課題

これまでのカリキュラムの評価のうち、それぞれのプログラムを実施して授業を行っている教員による個々の授業や単元単位でのカリキュラム評価は、ほぼ予定通り順調に進行してきた。それぞれの内容でねらいとした能力の高まりが認められるなどの生徒の変容が捉えられており、カリキュラムの見直しや改善につながってきている。

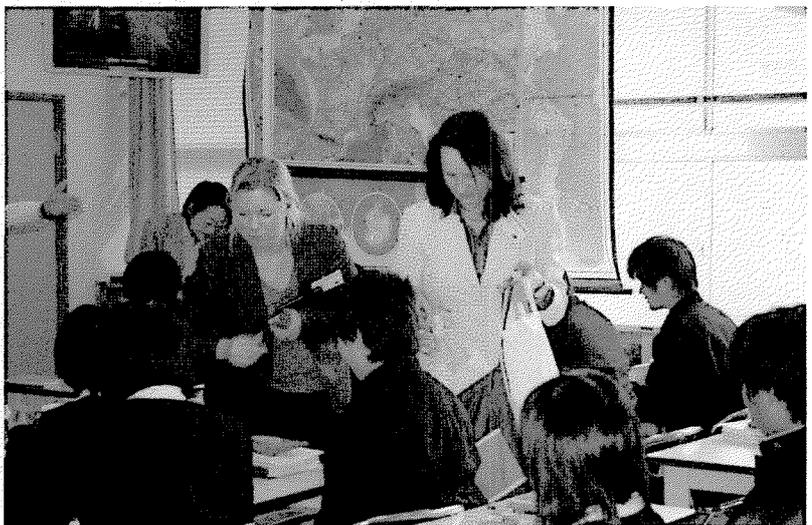
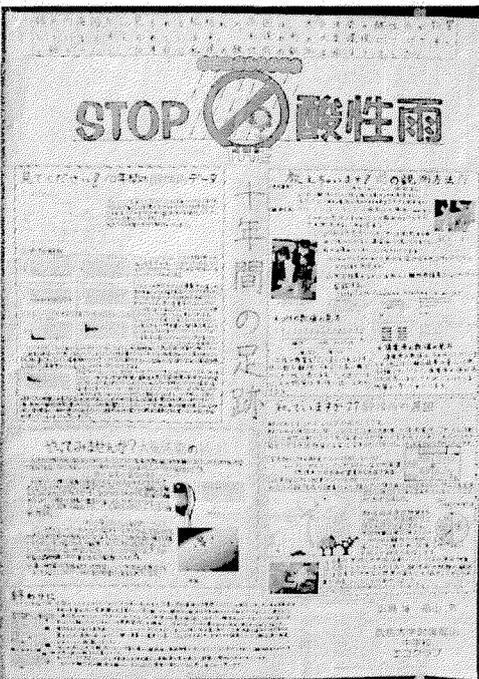
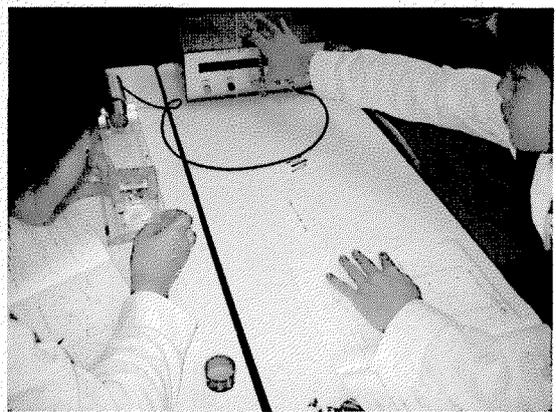
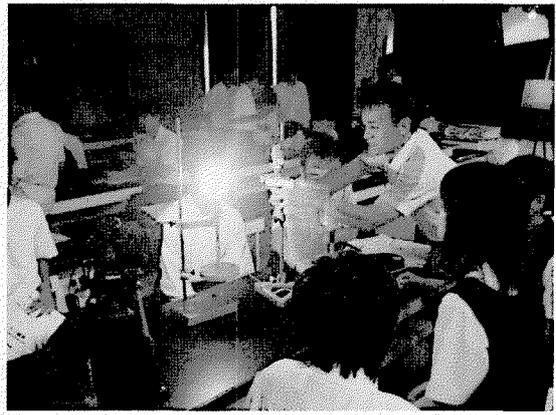
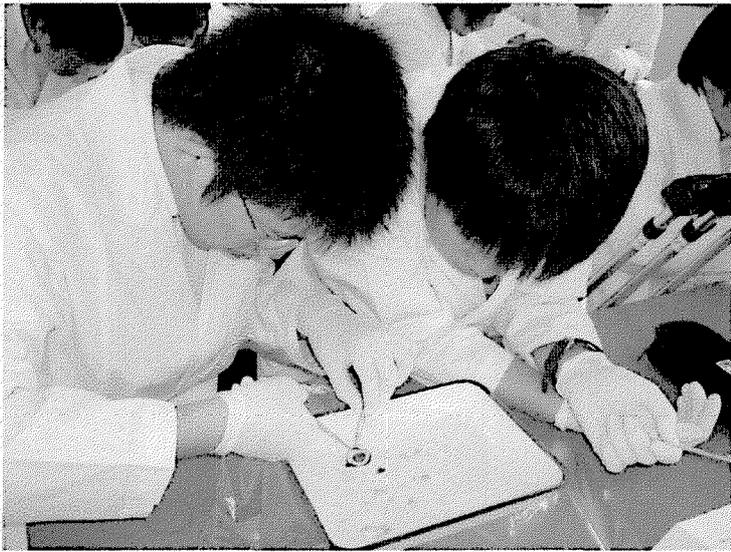
これに対し、全生徒の変容を捉えるための調査は、特に「科学プロセススキル」測定において天井効果があらわれ、変容が捉えられない可能性があるという問題を抱えている。この点もあって、「科学概念の応用」に関する調査は、調査問題の作成に充分時間をかけて検討してきたが、3年間の研究開発期間内では試行にとどまり、統一的な実施に至らなかった。生徒の変容を捉えてカリキュラムの評価をどのように行っていくか、今後も大きな課題である。また、研究開発3年間を終えた時点でも、まだこのカリキュラムによる実施は2年目であり、中・高一貫した教育課程の中での生徒の変容を捉えるには、期間が足りない可能性もある。本来であれば、中学校1年生から高校2年生までの少なくとも5か年のカリキュラムをすべて履修した上で、生徒がどのような変容を遂げるか、どのような成長を見せてくれるかを測ることが理想である。この点は来年度以降も研究を継続することで明らかにしていきたい。

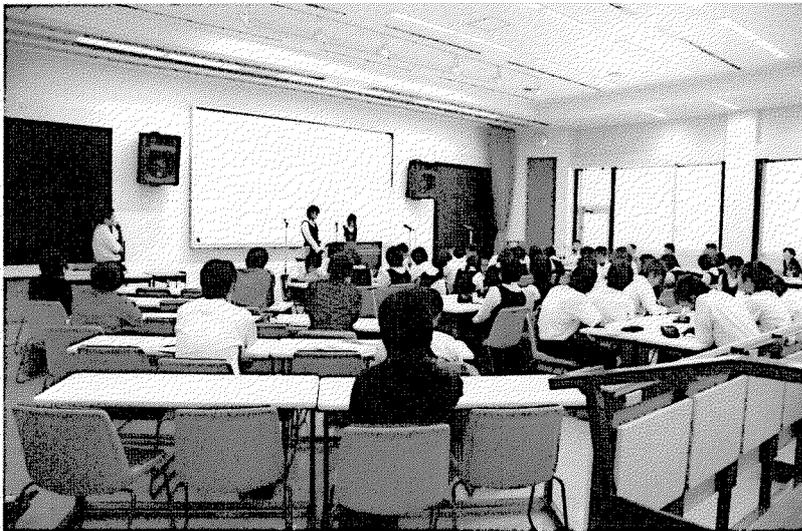
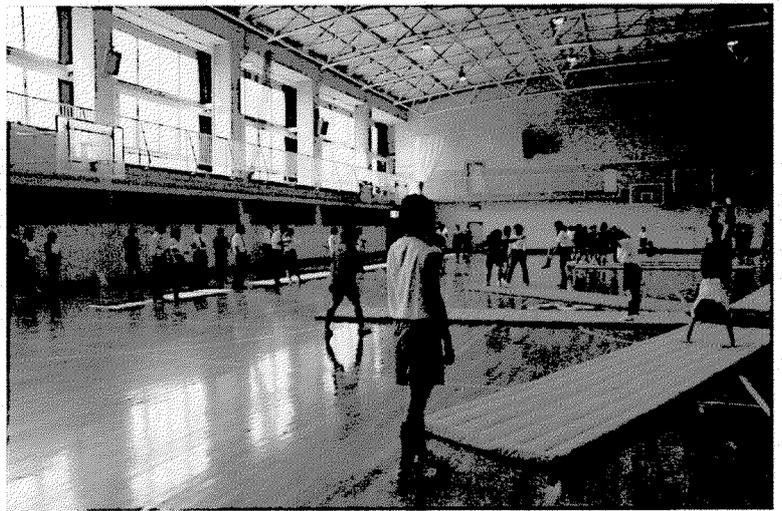
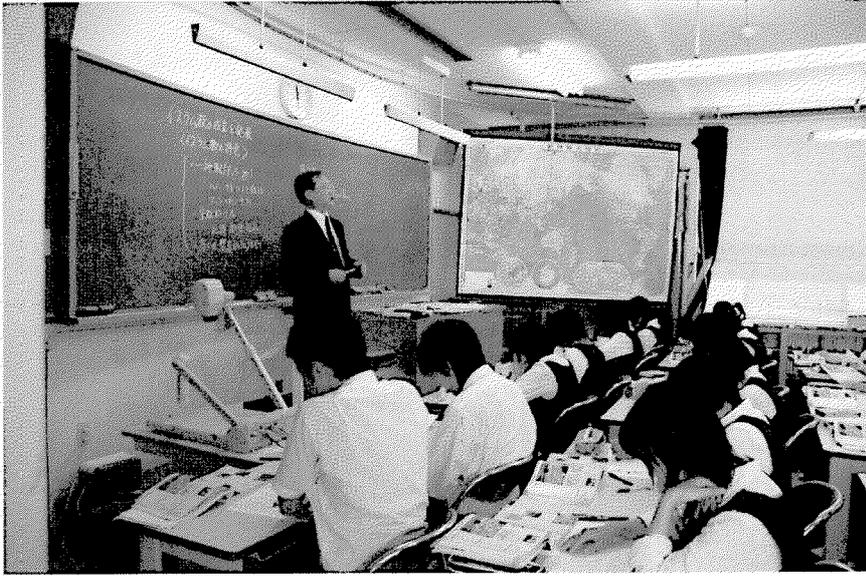
(2) 科学的思考力を測る評価方法の開発の成果と課題

当校で育もうとする「科学的な思考力」を、「科学プロセススキル」「科学概念の応用」「メタ認知能力」「表現力」の4要素からなると仮定して、この4要素と「科学技術に対する興味・関心」を加えた5つの観点からなる評価方法を開発し、成果を検証してきた。特に表現力は英語による研究発表の場面を録画しアメリカのプレゼンテーションの専門家に評価してもらうなど、他の学校でも参考になる新たな手法の開発を行うことができた。「科学プロセススキル」等の科学的思考力の評価方法に関しては未だ十分であるとは考えておらず、課題として残っている。評価問題の再検討など今後、他の学校でも利用可能な方法として示すことができるように継続して研究を進めていきたい。

(3) 科学教育プログラムとしての成果と課題

新教科として実施している「サイエンスIA」「サイエンスIB」は、それぞれのねらいとした部分で成果をあげている。「サイエンスIB」では、理科と数学との有機的な連携を図り、高等学校ですべての生徒が共通に履修すべき基礎的な科学的知識を題材とした授業を創出してきた。今後さらに中学校との連関を取ることで、サイエンスIBには取り込まなかった地学内容を中学校3年に集中配置することも含めて検討を行い、中等教育段階における科学教育への提案を行いたい。





広島大学附属福山中・高等学校 平成15～17年度 研究委員

| | |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 学校長 | 角屋 重樹 |
| 副校長 | 野口 寧文(数学) 広澤 和雄(社会) 竹盛 浩二(国語) |
| 国 語 | 石井 希代子 江口 修司 金尾 茂樹 金子 直樹 金本 宣保 川中 裕美子 信木 伸一 藤原 敏夫 |
| 社 会 | 鵜木 毅 大江 和彦 土肥 大次郎 樋口 雅夫 三藤 義郎 森 才三 山名 敏弘 和田 文雄 |
| 数 学 | 入川 義克 岩田 耕司 甲斐 章義 加藤 成毅 釜木 一行 後藤 俊秀 清水 浩士 服部 裕一郎 村上 和男 |
| 理 科 | 畦 浩二 柏原 林造 呉屋 博 野添 生 林 靖弘 平賀 博之 丸本 浩 三好 美織 山下 雅文 |
| 保健体育 | 岡本 昌規 合田 大輔 高田 光代 房前 浩二 藤原宏美 藤本 隆弘 三宅 理子 三宅 幸信 |
| 芸術(音楽) | 伊藤 真 新福 一孝 光田 龍太郎 |
| 芸術(美術) | 高地 秀明 牧原 竜浩 |
| 芸術(書道) | 江草 洋和 |
| 技 術 | 濱賀 哲洋 |
| 家 庭 | 小林 京子 高橋 美与子 |
| 英 語 | 池岡 慎 伊藤 朱 柄本 正勝 大野 誠 國川 美智子 千菊 基司 多賀 徹哉 高森 理絵 松本 紀子 山岡 大基 山田 佳代子 幸 建志 |
| 養 護 | 上山 福美 柳田 有子 矢部 裕子 |