

理科における中学校・高等学校の接続について

—有効な学びのスパイラルと科学的思考の深化をめざして—

平賀 博之 山下 雅文 小茂田聖士 柏原 林造
丸本 浩 野添 生 畦 浩二 林 靖弘
角屋 重樹 鈴木 盛久 林 武広 磯崎 哲夫

1. はじめに

現在の学習指導要領では、新教科の創設・総合的な学習の時間の導入等により既存の各教科の時間数の削減や内容の精選・削減がなされた。理科では中学校段階でイオン概念やエネルギー概念、また進化の内容が削減された。また、義務教育の終了する段階でエネルギー問題や環境問題など、これから重要となる課題に対しての基礎的知識や技能が十分育成されているとはいえない状況である。

当校は平成15年度より研究開発学校の指定を受け、「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」、また平成18年度からは研究開発学校の指定期間を延長して「中等教育における科学を支える『リテラシー』の育成を核とする教育課程の開発」をテーマに、新しい科学教育「サイエンスプログラム」のカリキュラム開発とその実践を行ってきている。このプログラムでは、高等学校1年に必修教科「サイエンスIB」を設定し、高校生としてすべての生徒に身につけさせたい科学的な知識や技能・能力の育成をめざしている。

2. 研究の目的と方法

この研究は、現在開発中の科学教育「サイエンスプログラム」において、高等学校に接続するための中学校段階での理科の教科内容の見直し・再構成などを行い、中学校と高等学校の有効な連結が図れる教育課程の創造を目指している。

具体的には、高等学校1年に開設した「サイエンスIB」では、高等学校の科目区分では「物理」「化学」「生物」の内容を中心に構成し、「地学」に関わる内容を敢えて薄くしている。これは、高等学校の教育課程

という括りで見たとときに、地学には他の3科目の基礎的な知識をベースとして展開する内容が多く、それらの内容を「サイエンスI」の内容に盛り込み、それを履修した上で高等学校2B年以降で「地学」を履修することが効果的であると捉えたためである。

中学校においても、同様の考え方ができる。すなわち、中学校段階での「地学」に関わる内容も、他の3科目の内容をベースとして展開することで効果的な内容が多い。また環境問題やエネルギー問題を地球規模で考え理解したり、自然災害を地球システムの中で捉えるといった考え方は、地学の内容的特徴である空間概念や時間概念と同様、できるだけ高学年に配置することが生徒の発達段階からも妥当であると考えられる。そこで当校では、中学校の地学的な内容を中学校3年次に集中的に配置することを検討した。

この研究の第1年次にあたる本稿では、以上の考え方を基に、中学校3年生に「地学」的な内容を集中的に配置することの意義について理論的な検討を行い、中等教育段階における中学校と高等学校の理科における接続についての提案を行うことを目的としている。

3. 中学校における「地学」的な内容

まずはじめに、中学校学習指導要領理科を基に、「地学」的な内容の特徴と、「地学」的な内容によってどのような能力や考え方を身に付けさせようとしているのかをまとめてみたい。

(1) 「地学」的な内容の構成と特徴

中学校理科では学習指導要領に示された第2分野の「内容」の中に、高等学校での科目「地学」に相当する内容が、3つの単元としてまとめられている。また学

Hiroyuki Hiraga, Masafumi Yamashita, Masashi Komoda, Rinzo Kashihara, Hiroshi Marumoto, Susumu Nozoe, Kouji Une, Yasuhiro Hayashi, Shigeki Kadoya, Morihisa Suzuki, Takehiro Hayashi, Tetsuo Isozaki :
Research on the connection of the junior and senior high school in the science —It aims at an effective spiral of learning and the deepen of the scientific thinking—

年配当は、第1学年で「大地の変化」、第2学年では「天気とその変化」、第3学年では「地球と宇宙」を履修することになっている。表1は、それぞれの単元の内容の概略を示す。

表1 学習指導要領における「地学」的な内容の概略

中学校理科学習指導要領 第2分野の内容から抜粋	
(2) 大地の変化	大地の活動の様子や身近な地形、地層、岩石などの観察を通して、地表に見られる様々な事物・現象を大地の変化と関連付けてみる見方や考え方を養う。
(ア) 野外観察と地質	地質と地質の観察、観察記録を基に、地層のつきかたを考察し、重なり方の規則性を見いだすとともに、地層をつくる岩石とその中の化石を手掛かりとして過去の環境と年代を推定すること。
イ 火山と地震	(ア) 火山の形、活動の様子及びその噴出物を調べ、それらを地下のマグマの性質と関連付けてとらえるとともに、火山岩と深成岩の観察を行い、それらの組織の違いを成因と関連付けてとらえること。
(イ) 地質の体験や記録を基に、その探れる大きさや伝わり方の規則性に気付くとともに、地震の原因を地球内部の動きと関連付けてとらえ、地震に伴う土地の変化の様子を理解すること。	
(4) 天気とその変化	身近な気象の観察、観測を通して、天気変化の規則性に気付かせるとともに、気象現象についてそれが起こる仕組みと規則性についての認識を深める。
ア 気象観測	(ア) 校庭などで気象観測を行い、観測方法や記録の仕方などを身に付けるとともに、その観測記録などに基づいて、気温、湿度、気圧、風向などの変化と天気との関係を見いだすこと。
イ 天気の変化	(ア) 霧や雲の発生についての観察、実験を行い、そのつきかたを気温、気圧及び湿度の変化と関連付けてとらえること。
(イ) 前線の通過に伴う天気変化の観測結果などに基づいて、その変化を気温、寒気と関連付けてとらえること。	
(6) 地球と宇宙	身近な天体の観察を通して、地球の運動について考察させるとともに、太陽の特徴及び太陽系についての認識を深める。
ア 天体の動きと地球の自転・公転	(ア) 天体の日周運動の観察を行い、その観測記録を地球の自転と関連付けてとらえること。
(イ) 四季の星の移り変わり、季節による昼夜の長さ、太陽高度の変化などの観察を行い、その観測記録を地球の公転や地軸の傾きと関連付けてとらえること。	
イ 太陽系と惑星	(ア) 太陽、恒星、惑星とその動きの観察を行い、その観測記録や資料に基づいて、太陽の特徴を見いだす。恒星と惑星の特徴を理解するとともに、惑星の公転と関連付けて太陽系の構造をとらえること。

また、中学校学習指導要領で理科第2分野の目標の(3)として「地学的な事物・現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を考察して自らの考えを導きだし表現する能力を育てるとともに、大地の変化、天気とその変化、地球と宇宙などについて理解させ、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。」と示している。

これらの目標や内容から、「地学」的な内容で身に付けさせようとしているスキルや能力、特に、「地学」的な内容でなければ育むことのできない、あるいは「地学」的な内容において他の内容よりも効果的に身に付けることのできるスキルや能力を抽出してみたい。

(2) 日本地球惑星科学連合による提言の分析

これについて、日本地球惑星科学連合²⁾は平成16年11月に中央教育審議会に提出した「社会の持続的発展

表2 地学分野の特徴と地学教育の今日的意義

地学分野の特徴と地学教育の今日的意義
地学は、地球の起源や人類の進化などといった、子供達が持つ根元的な問いに答える、宇宙の姿などのように子供達の夢を育む内容を、教育に含む科目である。また、大きな時間・空間スケールを扱うことにより、現象や自然の時間・空間概念の形成を助けることができる。さらに、地震や火山、台風といった生活に直接関わる自然現象を扱い、質的や環境問題など、全人類に共通の問題を扱う。
また地学は、自然を探索し記述する方法において、理科の他の分野とは異なった特徴を持っている。すなわち、他分野の科学、特に物理や化学が、自然現象を要素還元的に捉える傾向が強いのに対し、地学は数多くの事実を収集し分析した後、それらをまとめて説得力のある一つの全体像を描くという方法を用いるという点に特徴がある。このような方法によって得られた成果の一つが、地球環境の有限性についての人類共通の認識である。
従って地学教育は、我々の文明が自然と調和しつつ発展していくことを考える上で、必要不可欠な知識と手段を学習する機会を児童や生徒に与える、という独自の使命を帯びている。

を促す地学教育のための提言」の中で、地学分野の特徴と地学教育の今日的意義について、表2のような内容を発表している。ここで主張する地学の独自性や特有のスキルや能力の育成の視点から分析すると、次の2点にまとめることができる。

- ・ (地学教育では) 大きな時間・空間スケールを扱うことによって、児童や生徒の時間・空間概念の形成を助けることができる。
- ・ (地学教育では) 自然を探索し記述する方法において、理科の他の分野とは異なった特徴を持っている。すなわち、他分野の科学、特に物理や化学が、自然現象を要素還元的に捉える傾向が強いのに対し、地学は数多くの事実を収集し分析した後、それらをまとめて説得力のある一つの全体像を描くという方法をしばしば用いる。

(3) 「理科(地学)は何を目指し、教育危機にいかに対応すべきか」の分析

表3に示す山賀³⁾は、「理科(地学)は何を目指し、教育危機にいかに対応すべきか」の中で、地学教育の意義と目的について言及しているが、その論旨を地学の独自性や特有のスキルや能力の育成の視点から分析すると、以下のように整理できる。

表3 山賀による「地学は何を目指すか」

理科(地学)は何を目指し、教育危機にいかに対応すべきか	山賀 進
(1) 中等教育は教養主義で	私は高校までは「教養主義」(理科至上主義ではない)が正しいのではないかと考えています。そこで幅広い知識を身につけ、いろいろな考え方を知り、さらに自分でも考える力を身につけてもらう、ようするに「豊かな人間性」を育てることに重点を置いておきたいと考えています。
(2) 理科教育の二つの目標	私は、高校までの教育は、進学や就職、あるいは将来の職業に直接結びつためのものだけであってはいけません。もっとそれ以外の「人間としての素養」を育むべきものだと思います。時代錯誤を覚悟で書いて置けば、高校までの間に、数学と哲学を論じ、芸術を語り、異性を語り、異性をもっと愛したいわけです。そうした場合私が考えている理科教育の目標は、まず第一に「われわれは何者か、どこから来て、どこへ行くというのだろうか」という素朴で、しかも根源的な問いに、現代の科学がどこまで答えてくれるようになったかを、生徒に伝えることです。
(3) 地学教育の意義と目的	もう一つは、現代社会において、科学がもたらしている弊害を正すという意義を認識することです。その意義は、環境問題や重大事故など、まさに現代社会における科学の意義が問われます。授業では、本邦各地の古蹟的なものから、核燃料工場の臨海事故までが挙げられます。
(4) 理科教育の危機にいかに対応すべきか	これは対応するわけには、小学校から大学まで、また各教科・科目が別々にそれぞれの立場から地学・理科を学ぶ機会を児童や生徒に与える、という独自の使命を帯びている。

- ・ 地学は現代の宇宙観・地球観・生命観を伝える科目である。「すなわち、われわれは何者で、どこから来て、どこへ行こうとしているのか」という素朴で、しかも根元的な問い、への答えについて考えるきっかけを与えることができる。
- ・ 地学では物理・化学と違い、現在進行形の科学の話を普通の授業でも話すことができる。
- ・ 地学では環境問題も扱うが、いわゆる“環境汚染”だけではなく、グローバルな扱いができる。その中では、実際の自然は、正負のフィードバックがさまざまに複雑に絡み合っているの、まだ本当のことはよくわかっていない、ということ伝えることができる。
- ・ 自然を総合的・全体的にとらえるという科学の見方の存在を伝えることができる。このような自然の見方は、自然をできるだけ単純な要素へと還元しようとする高校までの物理・化学とは対極的なものである。
- ・ 地学には、日本に住むかぎりは避けることができない、地震・火山についての基本的理解をつくる、つまり災害を未然に防ぎ、パニックの原因をつくらないための基礎知識を与えるという重要な課題がある。

以上のA・Bの内容には共通する部分と独自の主張が混在するが、これらを基に、当校の理科カリキュラムにおける「地学」的な内容の扱いの方向性を打ち出したいと考えた。

4. 当校の中学校理科カリキュラムの構成と特徴

上記いずれの論にあっても地学教育の重要性と必要性を唱えているが、具体的にそれをどのように実現していくかについては論じていない。そこで、当校のカリキュラムの中で、これらを具体化していく方策を検討した。

特に重視したのは、「地学」的な内容でなければ育むことのできない、あるいは「地学」的な内容において他の内容よりも効果的に身に付けることのできるスキルや能力という視点である。その内容としては次の2点を特に掲げたい。

- ① 大きな時間・空間スケールを扱うことによって、時間・空間概念を形成させる。
- ② 地震や火山などの自然災害について、災害を未然に防ぎ、パニックの原因をつくらないための基礎知識を与える。(防災リテラシー)

(1) 時間・空間概念の育成

①については、特に「大地の変化」における時間の概念、「天気とその変化」・「地球と宇宙」における空間概念を重視する。

例えば「大地の変化」の単元における堆積岩の形成の学習は、地層が堆積してからその中の堆積物が続成作用によって固結していく過程には、非常に長い時間が必要であることを考えさせることができる。また、プレートの運動では1年間に数cmという、普段の生活では感じることもない極めてゆっくりした速度を扱う。さらに、地球創成以来の出来事をさまざまな証拠を基に検討していく上で扱う数十億年という時間の単位は、他の内容では扱うこともない、非常にスケールの大きな時間概念を必要とし、そうしたスケールを扱う能力を育む格好の材料であると考えられる。

「天気の変化」の単元における雲の発生についての内容では、プラスチックや簡易真空保存容器の中で作る雲が、空の上で極めて大きなスケールで起こっている現象であることと結びつける能力が要求される。また「地球と宇宙」の単元では、地球の大きさ、太陽の大きさ、太陽系、銀河系、そして宇宙の大きさと、順にスケールを変えながら空間を扱ったり、地球の自転や公転といった現象を、地球上から眺めるだけでなく地球外の視点から眺めた場合にどのように見えるかを思考するなど、複雑な空間概念を育む、これも格好の材料であると考えられる。

こうした時間概念や空間概念は、中学校理科で扱うスキルや能力の中ではかなり高次のものであると考えられる。前学習指導要領では、地球と宇宙に関する内容は中学校1年に配当されていたが、空間認識についてはできるだけ高学年で扱うことが必要との判断から中学校3年生に変更された。では「大地の変化」で扱う内容が中学校1年に配当することが妥当であるかと考えると、例えば地震波の伝播していく様子は、時間と空間の双方の概念が必要であり、それもP波とS波という異なる速度を持つ波が伝える現象を検証していくためには、数学的な扱いが苦しくなっている。

猿田祐嗣(他4)では、中学校理科の学習指導要領の中で、生徒の理解が困難な内容および、教師の教えるににくい内容についての調査を実施している。これによると、生徒の理解が困難な内容は、「熱と温度」「圧力」「電流と電圧」「惑星と太陽系」「原子と分子」「電気分解とイオン」「仕事とエネルギー」「電流の働きと電子の流れ」となっている。第一分野の内容がほとんどであるが、「惑星と太陽系」が入ったのは、空間概念の中で視野の転換を図る内容が特に理解が困難であったと考えられる。逆に、生徒の理解が容易な内容として、「動物の仲間」「植物の生活と体のつくり」「気体の発生」「植物

の仲間」「生物と細胞」「動物の生活と体のつくり」「生物界のつながり」を60%以上の教師があげているが、この中に「地学」的な内容は入っていない。また、教師の教えにくい内容としては、「熱と温度」「光と音」「圧力」があり、「力」「原子と分子」「惑星と太陽系」も比較的教えにくい内容となっている。逆に、「気体の発生」「動物の仲間」「生物と細胞」「化学変化」「植物の生活と体のつくり」「動物の生活と体のつくり」「植物の仲間」「水溶液」「物質の状態変化」は教えやすかった内容としてあげている。これらのことから、第2分野の内容のうち、生物内容については生徒の発達段階から考えて、中学校1・2年次に配当してもさほど問題なく扱うことが可能であると言えるのではないだろうか。

(2) 自然災害に対する防災リテラシーの育成

日本は世界の人口密集地帯の中では、地震や火山、台風、土砂災害などの自然災害が多発する地域であり、日本に住む者として、地域の自然の特徴（地形、地質、気象、植生など）について多面的に把握した上で、さらに、自然災害に対しての理解を深め、どのような心構えでいるかが、災害による被害の増大を抑える最大の決め手となる。例えば、緊急地震速報がまもなく実用化されるが、初期微動発生時から主要動までの短時間にどのような対応ができるか。大きな主要動が感じられたときにどのように対応するか。また津波に対する心構えや余震に対する備えなど、現象を理解し次にどのようなことが起こるかを予想できれば、それが被害を最小限に抑えることにつながると考えられる。また、地下街などで地震に遭遇した場合、出口に向かう人の波が集団心理としてパニックを助長し、思わぬ人災を招くことがある。こうしたことも、地下が地上と比べても安全な空間であると科学的に判断できれば、パニックに至らずにすむだろう。

そうした、日本に住むが故に必要な自然災害に対する防災リテラシーは、義務教育の最終学年となる中学校3年生に配当することは大きな意味があると考える。

現在の高等学校学習指導要領5)では、理科の履修について「理科のうち『理科基礎』、『理科総合A』、『理科総合B』、『物理I』、『化学I』、『生物I』及び『地学I』のうちから2科目（『理科基礎』、『理科総合A』及び『理科総合B』のうちから1科目以上を含むものとする。）」と定めており、必修科目は存在しない。そのため中学校を卒業した後に、『理科総合B』や『地学I・II』を選択しない限りは、「地学」的な内容を学習する機会はない。つまり、生徒によっては中学校3年

が「地学」的な内容を学習する最後の機会となる生徒がいることになる。全国的にも地学の履修者数が減少している現在、むしろこうした生徒が多数存在すると考えられる。

こうした状況であるからこそ、中学校3年では、自然災害をテーマにした学習が、その生徒の防災リテラシーを育む上で重要である。

当校の中学校3年で実施する「地学」的な内容には、地震、津波、火山の噴火、台風、土砂災害等についてのメカニズムを理解し、その上でどのように行動するかを判断させることを含む学習を展開する。

こうした学習を経験することにより、災害時に最も恐ろしいのは、パニックに陥った集団の心理であると考え、現象を正しく認識し、それを基に次の行動を判断し的確に行動することができるといった防災リテラシーを身に付けさせることができると考える。

(3) 自然を総合的・全体的に捉える能力の育成

複雑な現象を論理的に考え、本質を見抜く力はどのようにして養われるのだろうか。

物理学的視点、化学的視点、生物学的視点、地学的視点などを駆使し、多角的に捉えることもその方法の1つであろう。

従来よりの地質学的手法では、地質調査によって数多くの事実を収集し分析した後、それらをまとめて説得力のある一つの全体像を描くという方法がしばしば用いられてきた。そうした手法も、複雑な現象を解き明かしていく際には有効な手法である。

例えば、二酸化炭素の増加と地球温暖化の関係は、専門家でも評価が大きく分かれるが、これは現象が地球全体を舞台とする極めて複雑な現象であるため、関係する数多くの現象の影響をどのように評価し、どのようなパラメーターを与えるかによって、予想される結果に大きな違いが生じることが原因だと考えられる。現在における最高性能のスーパーコンピュータや最新の科学をもってしても、まだまだどの計算結果が正しいのか判断が難しい問題である。

中学校・高等学校の理科でも、物理・化学の内容の扱いは複雑な現象をできるだけ単純化して扱い、法則性を見出していく手法を採ることが多い。そうした方法では扱うことが難しい問題が存在し、そうした問題こそ、現在の先端科学の大きな課題やテーマになっていることを紹介していくことも意味のあることである。

科学技術と環境との調和や自然界のつり合いなどの内容は、第1分野の第7単元「科学技術と人間」や、第2分野の第7単元「自然と人間」でも扱われてきた。

こうした内容を、地学の得意とする総合的・全体的に捉える手法を用いて考えていく手法を紹介することも重要であると考えます。

大学での研究やさらに大学を卒業して取り組む課題は総合的なものが多く、従来の縦割りの学問分野の知識だけではなく、多次元的な知識を総合して解決が計られる場合が多い。総合的・全体的に捉えることを目的とした課題に取り組む際には、その過程において、問題解決のためには確かな専門知識を身につけている必要があることも、生徒たちが自ら認識することになるだろう。それが高等学校における学習への動機付けとなると期待したい。

(4) 「地学」的な内容と他の内容の関連

次の表4は、「地学」的な内容よりも他の内容を先行して実施した場合、「地学」的な内容に対してどのような内容のつながりがあるか、「地学」的な内容の指導上にそれらを活かすことができるかを示している。

表4 学習指導要領に見る「地学」的な内容との関連事項

学習指導要領における地学内容との関連（第7単元を除く）	
<第1分野>	
(1) 身近な物理現象	
ア 光と音	→ 地震波の伝わり方
イ 力と圧力	→ 地震の原因、大気圧
(2) 身の回りの物質	
ア 物質のすがた	→ マグマの状態変化、堆積岩の特徴、水の循環 空気密度、雲のつき方
イ 水溶液	→ 火山灰と鉱物、結晶の成長
(3) 電流とその利用	
ア 電流	
イ 電流の利用	
(4) 化学変化と原子、分子	
ア 物質の成り立ち	→ 二酸化炭素の変化
イ 化学変化と物質の質量	
(5) 運動の規則性	
ア 運動の規則性	→ 天体の運動
(6) 物質と化学反応の利用	
ア 物質と化学反応の利用	
<第2分野>	
(1) 植物の生活の種類	
ア 植物の観察	→ 示相化石
イ 植物の体のつくりと働き	
ウ 植物の仲間	
(3) 動物の生活の種類	
ア 動物の体のつくりと働き	
イ 動物の仲間	→ 示準化石・示相化石
(5) 生物の細胞と生殖	
ア 生物と細胞	
イ 生物の殖え方	→ 示準化石

直接的な関連で言えば、第1分野の「圧力」は気象単元の「大気圧」の考え方に直結する。この内容では学習指導要領で「圧力」の学習が「大気圧」の学習に先行する配置となっており、スムーズな連関が図られている。表4を基に分析しても、多くの内容については現在の学習指導要領の配置で実施しても、「地学」的な内容に先行する形で必要な内容を習得させた上で、

「地学」的な内容を学習することができる。

したがって、中学校の学習指導要領の中で考える上では、「地学」的な内容を3年に配置した場合でも、しない場合でも、学習内容のつながりに大きな変化は生じないと考えられる。直感的には、「地学」的な内容を中学3年に集中配置することで、これまでよりつながりのよい形で連携が図れると考えていたが、この点についてはこの分析からは大きな変化はないという結果となった。

4. 成果と課題

中学校の新学習指導要領における必修教科としての理科の時間数の配分は、第1学年105時間、第2学年105時間、第3学年80時間となっている。当校では平成18年度からの文部科学省の研究開発指定延長にあたり、「中等教育における科学を支える『リテラシー』の育成を核とする教育課程の開発」の中で、中学校3年生では、必修の80時間に加えて、60時間の「理科」を設定し、この合計140時間のうちの70時間程度を使って、これまでに述べてきたような趣旨を活かしながら「地学」的な内容を第3学年集中的に実施する。本稿においてその目的を整理し、以下の3点の特色を有するカリキュラムとなることが明らかになったと考える。

- ① 大きな時間・空間スケールを扱うことによって、時間・空間概念を形成させる。
- ② 地震や火山などの自然災害について、災害を未然に防ぎ、パニックの原因をつくらないための基礎知識を与える。(防災リテラシー)
- ③ 複雑な現象を論理的に考え、本質を見抜く力を伸ばすために、自然を総合的・全体的に捉える能力を育成する。

次年度以降の研究では、中学校3年に「地学」的な内容を集中的に配置するカリキュラムの実践に取り組む、実践の中から以上の検討結果を検証して行きたい。また、現在中学校2年では「環境」をテーマにした新教科「サイエンスIA」を実施しており、この内容と教科「理科」との連携を図ることで、上の3つの特色をさらに発展させることができると考える。そうした方策を引き続き検討していきたいと考えている。

一方、高等学校1年で開発している「サイエンスIB」では、「物理」「化学」「生物」の内容を中心に構成し、「地学」に関わる内容を取って薄くしている。内容的には「地学」の内容を扱わない場面でも、時間や空間概念を形成したり、総合的・全体的に捉える能力を育成することは可能であろう。次年度はそうした視点での教材開発も行っていきたいと考えている。

引用（参考）文献

- 1) 中学校学習指導要領，文部科学省，1998
- 2) 「社会の持続的発展を促す地学教育のための提言」
日本地球惑星科学連合，2004
- 3) 山賀進，「理科(地学)は何を目指し，教育危機にいかに対応すべきか」，科学2000年10月号，VOL. 70
NO. 10，岩波書店
- 4) 猿田祐嗣他，「理科教育の内容とその配列に関する
基礎的・実証的研究」科学研究費補助金特定領域研究報告書，2004
- 5) 高等学校学習指導要領，文部科学省，1999