

論文題目

学習者の初等電磁気概念の形成に関する研究

—カリキュラムの構造が及ぼす影響—

平野 俊英

# 論文目次

序 章 研究の背景と目的	1
第1節 学習者の科学的概念の形成	1
第2節 小学校理科のカリキュラムの構造 —スパイラル型とコンセントリック型—	6
第3節 カリキュラム評価	14
第4節 本研究の目的と方法	17
第 1 章 学習者の初等電磁気概念の達成と意図的カリキュラムの構造	19
第1節 文献に見る学習者の初等電磁気概念の達成	19
第2節 実態調査の実施概要と分析観点	31
第3節 分析1-1:各学年における概念達成の比較	36
第4節 分析1-2:学年横断的に見た概念達成の変動比較	51
第5節 まとめ	54
第 2 章 学習者の初等電磁気概念の形成におけるつまずきと意図的カリキュラムの構造	59
第1節 分析2-1:電流の働き・電気回路の性質におけるつまずき	59
第2節 分析2-2:磁石・電磁石の性質におけるつまずき	68
第3節 まとめ	75
第 3 章 学習者の理科的経験や情意・態度と初等電磁気概念の達成	79
第1節 分析3-1:学習者の理科的経験や情意・態度と概念達成との相関	79
第2節 分析3-2:学習者の理科的経験や情意・態度の比較	88
第3節 まとめ	96
第 4 章 第四学年の乾電池のつなぎ方に関する教師による実践カリキュラムの構造と学習者の初等電磁気概念の形成	100
第1節 分析4-1:昭和43年改訂版「乾電池のつなぎ方」での実践カリキュラム	100
第2節 分析4-2:平成元年改訂版「電気や光のはたらき」での実践カリキュラム	104
第3節 分析4-3:電気回路と電流の働きに関する理解過程を重視した実践カリキュラムの導入と学習者の概念達成	110
第4節 まとめ	114

第5章	電気回路の性質や電流の働きに関わる学習での教師による実践カリキュラムの 時数と学習者の初等電磁気概念の形成	115
第1節	分析5-1: 昭和43年改訂版での第二～第四学年にわたる実践カリキュラム	115
第2節	分析5-2: 平成元年改訂版での第三・第四学年のみの実践カリキュラム	122
第3節	まとめ	126
第6章	第六学年の電磁石の性質に関する教師による実践カリキュラムの構造と 学習者の初等電磁気概念の形成	127
第1節	分析6-1: 昭和43年改訂版「電磁石」での実践カリキュラム	127
第2節	分析6-2: 平成元年改訂版「電流のはたらき」での実践カリキュラム	135
第3節	まとめ	142
終章	考察と今後の課題	143
第1節	本研究の成果	143
第2節	得られた教育的示唆と今後の課題	147
	引用参考文献	148
	謝辞	161
	資料	162

## 序章 研究の背景と目的

本章では、学校理科における学習者の科学的概念の形成、カリキュラムの編成やカリキュラム評価の方法に関わるモデルについて先行研究を総括する。これらを踏まえ、学習者の概念形成へカリキュラムの構造が及ぼす影響を検討する必要性について提起するとともに、小学校理科で取り扱われる初等電磁気内容に関する学習を取り上げて考察を行う本研究の目的・方法を提示する。

### 第1節 学習者の科学的概念の形成

#### 1. 基礎・基本となる科学的概念

学校理科が掲げる目的・目標に関して、今日までに様々な見解が示されてきた。これらを概括してみれば、学習者に向けられた学校理科の目標として、自然や科学・技術と関連した領域における認知面や思考面、技能面、情意面などの多面的な発達の育成であると解釈できる。

このうち、学習者の認知面に関しては、「基礎・基本となる科学的な概念を形成すること」が重要な要素の1つとして広く認識されている。しかし、この基礎・基本の捉える価値基準には、様々な見解が存在している。吉本(1978)は理科における目標を6側面で示したが、この中には、現代社会での職業に必要な専門的知識や能力の基礎を与えること、民主的社会で自由と責任を持つ市民に適正な判断・行動の基礎となる知識や見解を与えることの2つが含まれている。また、大高,栗田(1990)が示した理科の一般目標には、自然科学における基礎的・基本的な概念の理解が取り上げられている。どちらかといえば、前者は学習者の職業選択や社会生活での意志決定への影響度に基準を置いているが、後者は自然科学の体系に基準を置いており、いわば実益と学術のいずれに基準を置くかという点に違いがある。

基礎・基本が言及される背景には、広瀬(1992)による次の見解で示される事情が存在している。科学技術の急速な発展に伴う科学知識の爆発的増加により、これらが無秩序に学校理科へ導入して教材数を増加させることは不可能となった。このため、基礎的・基本的な教材を整理して精選化・構造化する必要が生じた。これにより基礎・基本に定められた科学的概念は教育課程や教授計画の作成時の主要な柱となるとともに、学習者の体系的な理解に援助を与えるものとなる。このように彼は単なる教材構造の組織化のためだけではなく、学習者による認知構造の構築のためにも必要不可欠なものとして基礎・基本の重要性を捉えている。

#### 2. 学習者の認知構造と概念変容

日常生活経験や学習経験から得た情報を統合させながら、学習者は独自の認

知構造を構築してきている。彼らの認知構造の内部では、概念や命題が連続的に分化されながら階層的に組織されている。新たな命題が獲得されると既に獲得していた概念(既有概念)との間で関係づけが行われるが、既有概念との間に矛盾が生じる場合には両者で統合的調和を保つように調整されると、ノバックとゴーウィン(Novak & Gowin 1984)はオースベルの認知的学習の同化理論に基づいて認知構造の特徴を示している。したがって、学習者は認知的な白紙状態(Tabula Rasa)にあるのではなく、彼らにとって安定した理解状態にある認知構造を基盤として新たな概念獲得を行い、認知構造を再構成しているのである(Posner, Strike, Hewson, & Gertzog 1982; Resnik 1983; Strike 1983)。

ギルバートら(Gilbert, Watts, & Osborne 1985)は、理科学習における学習者の概念変容を、科学構造変換の観点から下図のように模式化している。科学者によって定義された科学(科学者の科学: Ssc)は、学校等の学習環境の中で教科書・学習内容(カリキュラムの科学: Scr)や教師の授業展開(教師の科学: St)といった多くのフィルターを通したうえで、生徒に伝達されている。学習者に既存の認知構造(子どもの科学: Sch)は、知識を同化させるために科学者の科学との間で相互作用を受け、その結果として学習者の認知構造は別の構造(生徒の科学: Sst)へと変容するのである。

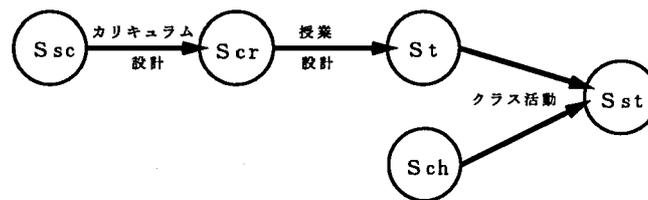


図 序-1-1 科学構造の変換過程(Gilbert, Watts, & Osborne 1985による)

学習者の経験は個人により量的かつ質的に異なるうえ、認知的特性も多種多様であるため、彼らには多様な認知構造が存在するものと考えられる。科学的概念の形成に向けて取られるべき教授方略として、家野(1992)は学習者に既存認知構造と矛盾した事物・現象を提示することの重要性を述べている。また森川(1978)は、科学体系に基づき天下り式に概念構図を教え込むのではなく、個々の学習者に自力で概念構図を構成させるとともに、さらに修正や発展の経験を積ませることにより、概念形成を継続して行える素地を与えねばならないと述べている。これらの方略は、学習者が新しい情報を既有概念や信念と相互作用させて『概念生態系(conceptual ecologies)』を変化させる過程として理科学習を捉えるアンダーソンら(Anderson, Sheldon, & Dubay 1990)の考えと合致するとともに、学習者の認知構造を考慮して教授計画を立案し実施することで彼らの主体的な認知構造の再構成を促進する必要があることを指摘している。

観察・実験や学習者集団での討論を通じて提供される新たな情報により科学的概念が導入され、学習者の既有概念との間で葛藤が生じる。パインズとウエスト(Pines & West 1986)は、両概念の葛藤バランスによって無批判的に一方がコミットされるか、両概念が対等に比較検討された上で既有概念の変容が行わ

れるかが決まると述べている。後者の過程によって科学的概念の形成がはじめて可能となるが、これには満たされなければならない条件がある。ポスナーら (Posner, et al. 1982)はその条件として、学習者が①既有概念に不満を抱き、②科学的概念を明確に理解し、③科学的概念に正当性を見出し、④科学的概念を有益と見なすことの4項目をあげている。よって、学習者が批判的に自らの信念体系を捉え、必要に応じて変更可能であるかどうか、科学的概念の形成の成否を決定づけている。

### 3. 学習者の既有概念とその形成要因

学習者の既有概念は、学習に先立つ彼らの先行経験に基づいて内的に生じさせたものであり、広く世間が認める科学的概念とはしばしば矛盾したインフォーマルな概念である。ケアリー (Carey 1986)は、長年にわたって理科学習を受けた学習者でも幼児と類似した誤まった既有概念を持ちうることを、理科学習によって既有概念が変容を受ける場合でも意図された科学的概念とは異なる概念を形成しうることを述べている。また、グリフィスとプレストン (Griffiths & Preston 1992)は、既有概念が広範な領域の科学概念に関して存在すること、学習者は彼らの既有概念を首尾一貫したものと見ているが誤りを含んだ概念構造を形成していること、先達の科学者によって傾倒された考えを反映していること、そして教師主導の講義形式の授業において変容に強く抵抗することを指摘している。

講義形式の授業に対する抵抗に関してはエリクソン等 (Erickson 1983; Ben-Zvi, Eylon, & Silberstein 1986; Fisher & Lipson 1983; Gowin 1983; Happs 1985)が、学習者が彼らの既有概念を、授業で試行されず立証されないで提示された概念へ置き換えることに利益を見い出していないことを理由としてあげている。また、リン (Linn 1986)は学習者の直観的な既有概念が思考の中核をなしている場合には、矛盾する証拠が入手されても学習者は彼らが信じる概念に固執することを述べている。

このような学習者の既有概念の性質が形成される背景には、自然の事物・現象の捉え方に関する人間の認知発達特性があると考えられる。チャンドラー (Chandler 1987)によれば、就学前段階の子ども達は生得的に素朴な現実主義者である。彼らにとって知識とは、「ある時、ある場所での、あること」によって直接的に理解される一連の不連続な事実から生じており、知覚可能な経験によって決定されている。小学校段階でも学習者は本質的に素朴な現実主義者の認識を維持しており、その後、次第に全てのものが常に明白であるとは限らず、十分な知識がある場合にだけ十分に見識があるものと気付くようになる。ただ、知識獲得の障害となるものが、個人的というよりもむしろ場面的であるという点において、現実主義者のままである。しかしながら青年期初期において、個々に構築された意味内容の性質や絶対的な真実、現実の中での彼らの信念をむしばむ変化に学習者は気付くようになり、それまで基づいていた世界観から客観的な基準なしに、より現実主義の認識を発達し始めるという。このよ

うな発達特性を踏まえるならば、学習者の捉え方が素朴な現実主義に基づいている限りにおいては、彼らの理解は自分自身の経験内容に基づいているために固執される可能性が高いと予測される。

また、学習者が用いる類推的思考は、既有概念を生成させる一手段となっている。ミンスキー(Minsky 1985)が述べるように、学習者にとって新しい現象が目新しいうえ、複雑すぎて直接的に取り扱えない場合には、身近で親しいサインで表現することによって既知の現象と類似していると思われるようにするのである。このように類推的思考は日常においてよく用いられるほか、例えば、ボルタやアンペールなどの科学者が流体に関する既知の考えを電気回路の領域へと変換して示したように、自然科学における発見や同定、説明の過程においても重要な役割を演じている。このため、類推的思考は学習者の誤った既有概念を変容させる手段としても用いられている。クレメント(Clement 1987)は、学習者が固執する事例を同定した上で、相反する考えに基づいた事例と類似するために信念を変更する必要があることを確信させるように計画した学習の有効性を示している。グリーン(Glynn 1991)は、TWA教授モデル(the Teaching-with-Analogies Model)を提唱して、理科教科書へ類推モデルを取り入れ新しい概念を導入することが効果的であることを示している。しかし、このような類推的思考を用いた教授の有効性に関しては、多数の肯定的結果を示す文献がある反面、取り扱い内容や学習者の発達状態によって限界があり、否定的な結果を示す文献も存在している。

#### 4. 学習者の電磁気内容に関わる既有概念の研究

1970年代後半以降、欧米諸国や日本において学習者の科学的概念の理解に関する研究が増大してきたように、学習者が保持する認知構造や既有概念は理科教育において研究対象領域の1つとして広く認識されるようになってきた。誤概念(misconceptions)やオルタナティブフレームワーク(alternative frameworks)、前概念(preconceptions)等と表される学習者の概念に関する研究文献目録から得られる特徴として、デュイット(Duit 1991)は伝統的な理科教授において学習者の概念変容を試みる実験的な研究が主流となっており、物理領域、特に力学や電気を研究対象とする文献が多数を占めることを述べている。

電気に関わる学習者の概念理解に関する研究は、代表的なオズボーン(Osborne)やシップストーン(Shipstone)をはじめとして、様々な研究者達によって行われてきている(Osborne 1983; Shipstone 1985; Duit, et al. 1985; McDermott 1993)。研究対象には電流や電圧・抵抗を含んだ電気回路が中心におかれることが多い。これはシップストーン(Shipstone 1985)も述べる通り、電流・電圧やエネルギーといった抽象的観念を用いて思考しなければならないという電気学習の困難さによるためである。各概念の識別や用語使用に学習者は苦勞しており、理解するために彼らは独自に概念モデルを作り出しているが、さらにそれを科学的なモデルへ変更することにも難しさが存在している。これらの研究の中でも、特に次に示す電流モデルに関するものが特徴的である。

オズボーンなど(Osborne 1983; Tasker & Osborne 1985)によれば、電気回路や電流に関する学習者の考え方はイギリス・ニュージーランド・スウェーデン・東南アジア・フランスなどで調査されている。これらの調査から、学習者が単回路での電流の流れについて4種のモデルで表される考え方を持つという類似点が見出せた。さらにシップストーン(Shipstone 1985)は、4種のモデルに1モデルを加えて5種のモデルとして提示している。それらは、豆電球は乾電池の一方の極から出る電流を吸い込むものと見なす「単極モデル」、乾電池の+極・-極の両極から電流が流れ出ていると見なす「衝突モデル」、乾電池の一方の極から流れ出る電流は減少し、それに伴い複数ある豆電球も順に暗くなると見なす「減衰モデル」、乾電池の一方の極から流れ出す電流は減少するが複数ある豆電球の明るさは等しくなると見なす「分配モデル」、そして「科学的モデル」である。このうち衝突モデルに関しては、日本でも衝突説として以前から理科教育関係者に認識されており、多くの学習者によって保持されていることが報告されている(例えば、嘉嶋,谷口 1985; 久保 1989; 皆川 1988; 牧 1985; 三島ら 1982)。

モンク(Monk 1990)は発生学的認識論の視点から、これらの電流モデルには出現順序があることや、年齢によって各モデルの所有割合が変化すること、各モデルと発生学的認識論による発達段階との間には対応があることの3点に関して特徴があることを述べている。このように、学習者により確信される電流モデルは彼らの認知発達の状態と関連しているのである。

またシップストーンは、①単極モデルには電池を電流の供給者、豆電球を電流の消費者と見なす電源-消費者モデルの考え方が影響していること、②減衰モデルには電流が順番に回路の部分により影響されると考える順序モデルの考え方が影響していること、③与えられる状況により学習者は電流モデルを切り替えるという状況依存性があることを述べている。順序モデルに関連して、例えば加藤(1980)は学習者が豆電球通過の前後で電流が消耗されると考えることを、デュピンとジョーシュア(Dupin & Johsua 1987)は電流が消耗されるという考え方は長年にわたる理科授業の後でさえも変容させることに抵抗を示すことを述べている。また状況依存性については、例えば脇元(1992)が回路要素を豆電球とモーターにした場合で回答に異なる結果が得られることを示している。

このように、科学的でなく不完全な電流イメージや、諸側面に状況依存した回路概念など、科学的概念とは異なった独自の概念を学習者が理科学習を通じて獲得している実態が存在しているのである。

## 第2節 小学校理科のカリキュラムの構造 —スパイラル型とコンセントリック型—

## 1. カリキュラムの定義と表現

学校理科において設けられる目標の達成に向けてカリキュラムは編成され、教授＝学習過程を通じて学習者に提供されている。

カリキュラムの定義について、ターナーとターナー(Tanner and Tanner 1995)はカリキュラム学者による様々な見解をもとに、①組織立てられた知識の累積的な伝承、②教授計画や教科課程、③測定された教授成果(工学的生産システム)、④文化の再生産、⑤文化からの知識の選択や組織化、⑥思考様式、⑦方向付けされた生活や計画立てた学習環境、⑧知識と経験の再構成、という分類を行っている。彼らによれば、①～④は伝統主義、⑤～⑧は進歩主義というように異なる観念や哲学を持った教育学者によってなされたカリキュラム定義であり、両者には違いがある。伝統主義によるカリキュラムの定義は、教師や学習者によって踏破される科目や題材であり、教科課程やシラバスと同義に用いられる。日本で広く認知されているカリキュラムとはこちらの定義に基づくものであり、特に教科課程の内容を示している学習指導要領を意味することが多い。あくまで「計画」として受け止められるために、カリキュラムは教授過程を含まないという二元論が存在している。一方で、科学的知識に関する概念の変化、子ども研究ムーブメントの結果による学習過程に関する知識の変化、学習者の生活や変化する社会の要求に公的な学校での勉強を結びつける必要性を背景にして、20世紀前半の進歩主義教育の影響を受けて出されたカリキュラムの定義では、カリキュラムをより動的で経験的なものとして捉えている。

このように多義の解釈が可能であることから、カリキュラムには取り扱いの対象範囲の違いに応じて様々な表現が用いられている。カリキュラム表現に関して、ヴァンデンアッカー(van den Akker 1998)は次のような類型化をしている。

理想的(ideal)カリキュラム：カリキュラムの根底にある原型の考え
公的(formal)カリキュラム：公文書によって詳しく述べられた考え
理解(perceived)カリキュラム：教師によって解釈されたカリキュラム
運用(operational)カリキュラム：上記3つのカリキュラム表現に則った、 実際の教室における教授過程
経験(experiential)カリキュラム：学習者による実際の学習経験
達成(attained)カリキュラム：学習者の示す学習成果

ちょうど上段から下段へ向けて、理念に始まって計画、実施、成果へと連続的に進行していく教授＝学習過程の各段階にあわせて、カリキュラムが表現されている。また、国際到達度評価学会(IEA)による国際理科教育調査において用いられるカリキュラム表現によれば、国家行政レベルの「意図した(intended)カリキュラム」、教室や教師レベルの「実施した(implemented)カリキュラム」、そ

して学習者レベルの「達成した(achieved)カリキュラム」という3段階によって捉えられている(Rosier and Keeves 1991)。意図したカリキュラムとは、教育目標や学習内容について詳しく定めて明文化されたものである。実施したカリキュラムとは、教師により意図されたカリキュラムが解釈され、学習経験へ翻案されたものである。達成されたカリキュラムとは、学習者のために計画され組織された経験のうち彼らによって身につけられた成果を指しており、知識・能力の変化量や、態度・価値観における変化を含んでいる。これらは、ヴァンデナーの示した類型を3つに集約したものとして見なすことができる。

なお、本研究においては IEA によって示された3つのカリキュラム表現をもとにして、順に「意図的カリキュラム」、「実践カリキュラム」、「達成カリキュラム」として表現することとする。

## 2. スパイラル型カリキュラム

スパイラル型カリキュラムに関してターナーとターナー(1995)は、デューイ(Dewey)とブルーナー(Bruner)による異なった捉え方を次のように紹介している。デューイは『経験と教育』において、カリキュラムが意識的にかつ進歩的に組織化され、知的に関連する手段によって学習経験が継続的に拡張され深化されるように、カリキュラムを再編成する必要性を提起した。つまり、現在の経験を土台にして産み出された新しい考えが、探究を行う学習者のとりくんでいる広範で豊かな経験や新たな問題において基礎となるように、カリキュラムを計画することである。「その過程は継続的なスパイラル型である」と彼が述べるように、スパイラル型カリキュラムの概念はデューイによる教育の定義に包含されている。一方で、ブルーナーは『教育の過程』において、スパイラル型カリキュラムの考えを提唱している。彼はカリキュラムの出発点を、各専門領域における最先端の専門家によって築かれた学問においており、学習者はその領域における専門家と見なされている。彼のスパイラル型カリキュラムの概念では、各教科の教科構造を与えている基本原理を学習者によって達成可能とする最も基礎的な理解によってカリキュラムは決定づけられる。つまり、各教科は各々異なる概念スキームを持つものとして独立して取り扱われ、純粋な抽象的知識が重視される一方、生活での実践的な知識応用は軽視されている。冷戦下の宇宙開発競争時代における学問中心の教育改革は、ブルーナーの思想のもとで行われた。

このように、デューイが学習者による経験の拡張・深化を基準においた立場であるのに対して、ブルーナーは学問構造(教科構造)を基準においた立場からスパイラルカリキュラムを捉えている。両者では、学習者像やカリキュラムに設定されるスコープ(学習内容の範囲)の捉え方などが大きく異なっていることが考えられる。

ところで、スパイラル型を構築するカリキュラムは、学習の広がりや深まりを保証するために、類似した学習内容と関連づけながら少しずつ高度な内容を導入する過程を繰り返すことによって各学習が配置されている。つまり、階層

的で連続した学習の累積という、シーケンス（累積の系列）の取り方においてスパイラル型の特徴があると考えられる。松本(1988)は、カリキュラムにおけるシーケンスの設定について以下の3つのタイプに分類している。

- ① 学習内容の階層性や累積効果を意図していない羅列的な配列のもの
- ② 学年間の差違は意図しているものの、その学年間に累積性がないもの
- ③ 学習内容にスパイラル構造の階層性をとり、学年間に累積性のあるもの

③で示されるものがスパイラル型カリキュラムにおけるシーケンスである。一方、①のシーケンスでは過去の学習経験が学習の累積によっても変容を受けないことから、新しい学習経験が過去の学習経験の周りに同心円的に拡大していくことになる。また、②のシーケンスでは不連続的に学習が累積されるために、ある段階にまで累積が達して初めて変容の生起が期待できるようになる。これら①・②のシーケンスに基づくものは、基本的には学習に累積性がなく内容関連性を持たないために、個々の学習毎に集約されていることから、コンセントリック（集約）型カリキュラムを構築している。

### 3. 小学校理科における意図的カリキュラムの編成方針と電磁気内容の取り扱い

意図的カリキュラムである学習指導要領は、編成に関する基礎理論と学習内容の取り扱い規程の両者が一体となって構成されている。学習者の認知的・技能的発達に向けてスコープとシーケンスが設定されているが、改訂を重ねるたびにこれらは変更を受けてきている。

戦後の昭和20年代における小学校理科は「生活理科」と呼ばれた。昭和27年改訂版の学習指導要領において、理科教育の本質は日常生活における自然についての経験を組織的に発展させることにあるとされた。すなわち、身の回りの衣食住に関わる事柄に疑問を持ち、これらを解決するために予想を立て、実際に試して、納得のいく知識を得て、それによって生活に応用していくことでよりよい豊かな生活を営むことにあった。当時の日本では戦後の復興の中で、生活と密着した社会的要請が強かったために、生活を合理化するための教育課程が理科教育のねらいとなった。しかも内容は、身の回りの生活環境について、科学的に考えて処理するような能力、よりよく生活することのできる能力の育成が中心になった。このために、内容構成は①個人生活、②家庭生活及び社会生活、③経済生活及び職業生活の3つに組織された。このように①～③の区分に分けて内容を選定したために、生活理科は学習者の科学的概念の形成を目指したカリキュラムではなかった。

これに対して、昭和43年改訂版において小学校理科の目標は「自然に親しみ、自然の事物・現象を、観察、実験などによって、論理的、客観的にとらえ、自然の認識を深めるとともに、科学的な能力と態度を育てる。」と定められた。内容編成に関しては自然科学の概念領域に合わせて3区分が定められ、全学年を通じて編成されている。この改訂版以降に2度の改訂が行われたが、いずれ

の改訂版においてもほぼ似通った目標が設定されるとともに、内容区分も同一のものが継続して用いられている。このことから、これらはほぼ同一の視座に立って学習者の科学的概念の形成を理科の目標の1つに位置づけ、カリキュラムを編成しているものと考えられる。

このように、昭和20年代のカリキュラムと昭和40年代以降のカリキュラムの間では、カリキュラムの構造に影響を及ぼす基本的な理科教育の理念とその内容構成が全く異なるため、カリキュラムを比較することは不可能であり、無意味なことである。一方で、同じ目標観に立脚するカリキュラムの間では、カリキュラムの構造が科学的概念の形成へ及ぼす影響を研究することは可能であり、意味のあることである。昭和43年改訂版ではスパイラル型のカリキュラムが構築されており、非常に細かくその内容が規定されて、その拘束力が強かった。これに対して、平成元年改訂版では学校の創意工夫や特色ある授業が行えるように配慮されたために、内容が大綱化して一般的に示され、学年ごとにまとめていくコンセントリック型のカリキュラムを構築している。この構造上の違いを踏まえて、本研究では両者の学習指導要領の実施下における学習者の科学的概念の形成について比較を行うことにした。

これに先立ち、ここでは昭和43年改訂版と平成元年改訂版の小学校学習指導要領について、編成方針や電磁気内容の取り扱いについて比較し、差違について検討する。

#### (1) 昭和43年改訂版の編成方針

昭和43年改訂版の小学校理科は、「現代化理科」と特徴づけられている。高度成長期に発展する科学技術に対応できる人材の育成が社会から求められる一方で、児童・生徒における理科学力の低迷が深刻な問題として浮き彫りとなり、理科教育振興が叫ばれるようになった。また、PSSCやBSCS、ナフィールドなど先進欧米諸国における中等理科を中心とした学究主義に基づくカリキュラムがセミナー等を通じて日本に紹介され、「教育の現代化」が理科教育関係者のスローガンとなった。知識間の系統性を重視したカリキュラム編成に向けて、初動的な取り組みが昭和33年改訂版において導入され、そして昭和43年改訂版において明確な枠組みが提供されたと位置づけられる。

昭和43年改訂版は昭和42年10月の教育課程審議会答申『小学校の教育課程の改善について』に基づくものであった。小学校指導書理科編は「改訂の趣旨」において、答申の示す理科に関する要点として、①具体的な事物・現象の直接的経験を深め、自然認識の基礎となる科学的な見方・考え方の育成を明確にする、②基本的事項の精選、集約化を図り、発展的・系統的学習を可能とする、③他教科(体育・家庭・算数)との関連に配慮し、理科は自然理解に重点をおく、の3点を提示している。それまでの生活応用的側面が強調されてきた小学校理科を、理科における基礎・基本を柱にして内容を再構築するとともに、事物・現象の直接経験を通して科学的な見方・考え方や自然認識の育成が図られることを目指す方針が読みとれる。

昭和43年改訂版では理科の総括的目標として、自然への親しみや自然認識の

深化、論理的で客観的な科学的思考力の育成が定められた。自然への親しみとは児童による自然の事物・現象の直接経験を指しており、五感を通じて捉える中から彼らが興味や関心を抱き、意欲的に問題解決活動に取り組むことをねらうものであった。また、問題解決活動においては児童の発達段階と見合う程度に「論理的、客観的」な思考に基づかせることにより、彼らが筋道の通った「論理」の構成を行うことを求めている。この目標設定の基本的な考え方は、昭和41年に出版された文部省の『小学校 理科の指導』において見ることができると小川(1989)は述べている。それによると、子どもが事物・現象を見たり考えたりする姿を純感覚・空間・時間の3要素からなる認識のモノサシ(蛭谷,1966)によって分析した知見から、自然認識を形成する指導法には①類の見方や考え方を育てる指導法、②定性的・定量的な見方や考え方を育てる指導法、③原因・結果についての見方や考え方を育てる指導法の3種が用いられるべきであることを提示している。つまり、理科学習を通じて児童が自分の論理を科学的な論理へと再構成していくことが重視されており、新たな論理形成に向けて感覚を通じた事物・現象の認知、既知のものや類推できるものとの対照や対比、類の形成と識別、因果関係の発見、さらには定量化へと続く思考の流れを持つ、問題解決型の理科学習が志向されたのであった。

小学校理科の6年間を貫く内容構成の軸として、「A.生物とその環境」「B.物質とエネルギー」「C.地球と宇宙」の3区分が初めて導入された。小学校指導書理科編における「B.物質とエネルギー」に関する記載では、「身近で具体的な無生物の事物・現象に関して、時間・空間尺度の小さい範囲内で観察・実験ができ、物の性質を調べたり変化に伴う現象やはたらきを幾度も人為的に再現し追求できるという特性に応じた見方・考え方・扱い方による学習区分の必要性」が設定理由にあげられていた。感覚を通じた物質同士の比較や、他の物質や熱・力・光・電気・磁気のはたらきによって起こる変化の様子から物の性質を理解することができるとともに、逆に様々な現象における変化の起因追求から熱・力・磁気等のはたらきを意識できることをねらいとしていた。つまり、物質に関する認識とエネルギーに関する認識が同一過程内で関連づけられながら深化していくように内容構成がなされたのである。

また、学習内容を6ヶ年にわたって計画的・系統的に配置して、児童の発達段階に合わせて先行経験や既有概念を拡張させるスパイラル型の構造が構築された。昭和43年改訂版の小学校学習指導要領では各学年児童の発達特性を次のように提示しており、これに沿って取り扱い内容の決定や配置が行われた。

- 第1学年：遊びを通じて、親しみやすい事物・現象に直接はたらきかけ、著しい特徴を全体的・直感的に捉えさせる。
- 第2学年：具体物の間の著しい違いを感覚・行動から捉えさせ、目立った特徴をまとめさせる。
- 第3学年：事物・現象に触れる中から疑問を捉えさせ、解決に向けて物の比較、現象と具体物の変化との関係付けをさせる。

- 第4学年：事物・現象から問題を見いださせ、解決に向けて分析的比較、現象と具体物の関係付けをさせる。
- 第5学年：事物・現象の関係から問題を見いださせ、事実即した解決構想立案、定量的な観察・実験の実施、結果の客観的な吟味・考察をさせて、自然科学的な基礎的原理を理解させる。
- 第6学年：事物・現象の関係から問題を見いださせ、広範囲からの分析・総合、論理的、客観的方法による解決、結果の積極的転移をさせる。また事物・現象を相互関連する動的なものとして捉えさせ、自然科学の基礎的原理を理解させる。

このように昭和43年改訂版では自然認識の深化や論理的、客観的な思考の育成に向けて学習内容構造内の系統性が考慮された。しかしながら、関連性の確保のために取り扱い内容が過密となったうえ、論理的思考が多く用いられたために児童の学習困難が指摘されるようになり、『わからない理科』との批判が高まったことも事実であった。また、過剰な知識注入が批判されるとともに、情意面において発達不良が見られると指摘されることも多かった(蛭谷 1977)。

## (2) 平成元年改訂版の編成方針

平成元年改訂版小学校学習指導要領は、1987年11月の教育課程審議会答申を踏まえて作成された。答申では、①豊かな心を持ち、たくましく生きる人間の育成、②自ら学ぶ意欲と社会変化へ主体的に対応する能力の育成の重視、③国民に必要な基礎的・基本的内容の重視と個性を生かす教育の充実、④国際理解や我が国の文化・伝統を尊重する態度の育成の重視という4点が基本方針とされた。また、小学校では低学年に生活科が新設されることとなり、低学年2ヶ年間の理科と社会科は廃止された。これにより、初等理科は4ヶ年間のみの教科課程へと削減され、大幅な内容の見直しが必要となったのである。

答申では、科学技術の進歩や情報化等の社会変化、学習の実態等を考慮し、自然への親しみや観察・実験等の一層の重視により、問題解決能力や科学的な見方・考え方及び関心・態度を育成する指導が充実するよう内容の改善を図ることが基本方針とされ、小学校においては自然の事物・現象についての直接経験を重視して問題解決の意欲・能力を育てるとともに、生活科との関連に配慮して中・高学年の内容の再構成を行うことが盛り込まれた。具体的には、日常生活と関連した自然の事物・現象や人体の成長・働き等を取り上げ、観察、実験、製作等の活動体験が充実するようにするとともに、従前の低学年の内容については生活科にそぐわないものを中・高学年の内容へ統合し、科学的な見方・考え方が深まるように見直すこととした。また、B区分「物質とエネルギー」では、観察・実験を通して物質の状態・性質の変化を追究し、物質の性質を理解するとともに変化に関わる要因を捉えることに重点をおいて構成することとした。

このように、授業時数が削減され、学習内容が精選・集約されるとともに、玩具・道具等の製作活動の導入がなされ、日常関連性の理解や情意面の育成に

重点が置かれるようになった。また、論理的、客観的な思考活動よりも応用としての製作活動に多くの時間を費やすように変化している。このため平成元年改訂版は概念形成の側面から見た場合に、それまでのスパイラル型をした学年間の学習関連性を学問構造的にも経験累積的にも維持できなくなっており、単元毎に集約されるコンセントリック型に近い内部構造へと変化している。

(3) 電磁気内容における取り扱い

表 序-2-1は昭和43年、昭和52年、平成元年改訂版での、各学年の初等電磁気内容を抜粋したものである。改訂毎に繰り返される授業時数の減少に伴い、電磁気学習でも精選・集約が行われてきた。昭和43年改訂版で電磁気学習が設定される学年は6学年にわたっていたものの、昭和52年改訂版では5学年、平成元年改訂版では理科を学習する4学年のうちの3学年へと減少している。

また図 序-2-1は昭和43年改訂版及び平成元年改訂版における電磁気学習の内容項目を比較したものである。昭和43年改訂版で24項目あった学習項目は、平成元年改訂版では16項目へと減少した。また、磁石につく物や電気を通す物のように物性に関する学習が第三学年に集約されたように、履修学年の変更もあわせて行われている。

両改訂版に共通して設定されている学習項目は14項目であり、磁石の極、磁石につく物や電気を通す物、鉄の磁化、電流の強さと働き、単回路、乾電池2個の直列・並列つなぎなどが当てはまる。一方で、磁力の働き、豆電球の直列・並列つなぎ、乾電池の消耗、導線に流れる電流の確かめ活動をはじめとして、10項目が平成元年改訂版での精選の結果として取り扱いが無くなっている。このように、昭和43年改訂版と平成元年改訂版では、縦方向に配列される学習項目に欠落が存在しており、関連度が薄まった構造となっているのである。

	昭和43年改訂版小学校学習指導要領					平成元年改訂版小学校学習指導要領				
	24項目 (平成元年改訂版に含まれない項目: 10)					16項目 (昭43改訂版と同項目: 14, 新項目: 2)				
	磁石の性質	磁力の働き	物の性質	電流の働き	電気回路の性質	磁石の性質	製作活動	物の性質	電流や光の働き	電気回路の性質
一年	A1	B1 B2	C1							
二年			C2	D1	E1	[ 理 科 学 習 な し ]				
三年	A2 A3	B3	C3		E2 E3	B1 A2 A3		C2 C1 C3	D1	E1
四年				D2 D3	E4 E5				D2 D6	E4
五年			C4 C5	D4						
六年	A4	B4	C6	D5		A4	F1	C6	D5 D4	

- 注) 図中の記号は、次のような初等電磁気内容に関する学習項目を表している。
- A1: 磁石の極性
  - A2: 指北性と極
  - A3: 異極の引き合い・同極の退け合い
  - A4: 電流の方向と電磁石の極
  - B1: 磁力の遠隔作用
  - B2: 磁気遮蔽
  - B3: 極からの隔たりと磁力の強さ・方向
  - B4: 電流の通う導線周りの磁力
  - C1: 磁石につく物・つかない物
  - C2: 電気を通す物・通さない物
  - C3: 鉄の磁化
  - C4: 電熱線の太さ・長さ
  - C5: 電熱線の温度と色・明るさ
  - C6: 電流による鉄の磁化
  - D1: 豆電球の点灯
  - D2: 電流の強さと豆電球の明るさ(モーターの回転)
  - D3: 電流の存在と方位磁針の振れ
  - D4: 電流の強さと電熱線の発熱
  - D5: 電流の強さやコイルの巻き数と磁化の大きさ
  - D6: 光量とモーターの回転
  - E1: 乾電池の極と閉回路(単回路)の作り方
  - E2: 豆電球2個の直列・並列つなぎと豆電球の明るさ
  - E3: 豆電球2個の直列・並列つなぎと乾電池の弱まり方
  - E4: 乾電池2個の直列・並列つなぎと豆電球の明るさ
  - E5: 乾電池2個の直列・並列つなぎと乾電池の弱まり方
  - F1: 電磁石を利用した道具作り

図 序-2-1 昭和43年改訂版及び平成元年改訂版小学校学習指導要領における電磁気学習の内容

表 序-2-1 電磁気内容に関する小学校学習指導要領の概要

	昭和43年改訂版学習指導要領	昭和52年改訂版学習指導要領	平成元年改訂版学習指導要領
小学校 第1学年	磁石が物を引きつけることを理解させる ア 磁石につく物とつかない物があること イ 磁石が物を引きつける力は、端ほど強いこと ウ 磁石が物を引きつける力は、ビニル、水などによってその間が隔てられていてもはたらくが、磁石につく金物の板で隔てられると、その力ははたらくにくくなること	磁石を使った活動を工夫させながら、磁石に付く物と付かない物とがあること及び磁石のはたらきに気付かせる	理科無し
第2学年	豆電球を点灯させる回路や、電気を通す物のあることを理解させる ア 乾電池の二つの極と豆電球を導線でつなぐと、豆電球が点灯すること イ 電気を通す物と通さない物があること	乾電池に豆電球、導線などをつないで点灯したり、それらを使った活動を工夫したりさせながら、豆電球が点灯するつなぎ方及び電気を通す物と通さない物とがあることに気付かせる	理科無し
第3学年	2個の豆電球を乾電池につなぐと、そのつなぎ方によって明るさに違いがあることを理解させる ア 豆電球のつなぎ方に二とおりあること イ 続けて点灯すると、豆電球はしだいに暗くなるが、暗くなりかたはつなぎ方によって違うこと 磁石の二つの極は、性質に違いのあることを理解させる ア 自由に動くように、水平にささえられた磁石は南北をさして止まること イ 異極は引き合い、同極は退け合うこと ウ 磁石のまわりにはたらく磁力の強さや方向には、両極からの隔たりによって違いがあること エ 磁石は他の鉄を磁石にすることができること	磁石の極を調べたり、磁石を作ったりして磁石の性質及びはたらきを理解させる ア 異極は引き合い、同極は退け合うこと イ 自由に動くようにした磁石は、南北を指して止まること ウ 磁石で鉄をこすったり、鉄を付けたりとすると、鉄は磁石になることがあること	乾電池にいろいろな物をつないで回路を作ったり、物に磁石を近づけたりして、物の性質を調べることができるようにする ア 物には、電気を通す物と通さない物があること イ 物には、磁石に引き付けられる物と引き付けられない物があること また、磁石に引き付けられる物は、磁石を近づけると磁石になること ウ 磁石の異極は引き合い、同極は退け合うこと
第4学年	豆電球や導線を通る電流の多い少ないを理解させる ア 2個の乾電池のつなぎ方には二とおりあり、つなぎ方によって、1個のときより豆電球が明るくなる場合や、長い間点灯する場合があること イ 電流が多く流れると、豆電球が明るくなること ウ 方位磁針と平行においた導線に電流が流れると磁針が振れること	豆電球、乾電池などでいろいろな回路を作って、豆電球の明るさを調べ、それらの数とつなぎ方により、豆電球の明るさなどに違いがあることを理解させる ア 2個の豆電球を1個の乾電池につないだり、1個の豆電球を2個の乾電池につないだりすると、つなぎ方によって明るさに違いがあること イ 導線に電流が流れていることは、方位磁針の振れで確かめられること ウ 1個の乾電池に、1個の豆電球をつないだ場合と、2個の豆電球を並列につないだ場合とでは、続けて点灯させると、明るさの変化に違いがあること	乾電池や光電池、豆電球やモーターなどを使い、電気や光の動きを調べることができるようにする ア 乾電池の数を変えると、豆電球の明るさやモーターの回り方を変えることができる イ 光電池を使ってモーターを回すことなどができる
第5学年	電流による発熱のしかたを理解させる ア 同じ質の電熱線では、太さ・長さが変わると電流の量も変わること イ 同じ電熱線では、電流の量が多いほど多く発熱する。 ウ 発熱した電熱線の色や明るさは、電熱線の温度によって変わること	電磁気内容無し	電磁気内容無し
第6学年	電流によって、導線のまわりに起こる磁力のはたらきを理解させる ア 電流が通っている導線のまわりに磁力がはたらくこと イ 電流の通っている巻き線は、鉄しんを磁化するはたらきがあること ウ 鉄しんを磁化するはたらきの大きさは、巻き線を通る電流の量や巻き線の巻き数によって変わること エ 電磁石と乾電池の極とのつなぎ方を変えると、磁石の極が変わること	電磁石を作り、磁力及び極について調べ、電磁石のはたらきを理解させる ア 電流の流れている巻き線は、鉄心を磁化するはたらきがあること。 イ 電流の流れる方向が変わると、電磁石の極が変わること。 ウ 電磁石の強さは、電流の強さ、導線の巻き数などによって違うこと。 エ 電流の強さは、電流計で測れること	電磁石の導線や電熱線に電流を流して、電流の動きを調べることができるようにする ア 電流の流れている巻き線は、鉄心を磁化する動きがあり、電流の方向が変わると、電磁石の極が変わること イ 電磁石の強さは、電流の強さや導線の巻き数などによって違うこと。また、電磁石を利用してモーターなどの道具が作れること ウ 電熱線に電流を流すと発熱し、電流の強さによって発熱の仕方が違うこと

### 第3節 カリキュラム評価

#### 1. カリキュラム評価のモデル

カリキュラム評価は今世紀において学術的議論が盛んに行われるようになった研究領域である。しかし、古くは古代中国や古代ギリシアの時代においても実施されていたように、全くの新しい概念というわけではない。カリキュラム評価において主要な試みとしてまずあげられるのは、1933-1941年にタイラー(Tyler)等によって30校の高等学校にて行われた8年研究がある。

タイラー(Tyler 1949)によれば、評価とは教育目標がカリキュラムや教授によって達成される程度を決定する過程である。教育目標は生徒の行動に望ましい変化が生起することを目指しているため、評価は効果的に変化が起こる時点を決める過程でもあるとも定義している。

ヒル(Hill 1986)によるカリキュラム評価モデルの分類によれば、目標-成果(Objectives /Outcomes)型モデル、意思決定(Decision-Making)型モデル、反応評価(Responsive Evaluation)型モデル、判断(Judgement)型モデル、そして研究(Research)型モデルが存在しており、評価目的に応じて適した形態が用いられている。これらはいずれも、あるカリキュラムが実施される過程において行われる、学校におけるカリキュラム評価のモデルである。

##### (1) 目標-成果(Objectives /Outcomes)型モデル

タイラーの8年研究では、様々なテストや測定尺度、目録、チェックリスト、質問紙、生徒の日記、その他の手段が評価道具として用いられている。彼らは評価手法として、①広範な目的・目標の確定、②目標の分類、③行動的用語による目標の定義、④目標の達成が示される状況の判定、⑤測定技法の開発と選択、⑥学習者のパフォーマンスデータの収集、⑦行動的に定めた目標とデータとの比較、という段階をとるように、カリキュラムで明示される目的・目標に基づいて測定方法を開発し、学習者のパフォーマンスに関する測定データをもとに達成度を捉える手法を採用した。

このようなタイラーのモデルを土台として、現在までに様々な目標-成果型評価モデルが構築されてきており、カリキュラム評価において幅広く採用されている(Ornstein and Hunkins 1988)。例えば、メトフェッセルマイケル(Metfessel-Michael)のように、①参加者の巻き込み、②目的の案出、③目的・目標のカリキュラム内容や経験への変換、④評価に必要な道具の案出、⑤観察の実施、⑥データの分析、⑦データの解釈、⑧勧告、という8段階をとる評価モデルや、プローヴス(Provus)のように、基準・パフォーマンス・比較・基準とパフォーマンスの落差の4つの要素が、計画・導入・過程・成果・コストという5つの段階毎に吟味され、落差に基づいて基準やパフォーマンスが調整されて次の段階へ進められていく落差評価モデルがある。

##### (2) 意思決定(Decision-Making)型モデル

意思決定型のカリキュラム評価モデルの代表的なものとして、スタッフルビーム(Stufflebeam)の状況(Context)・入力(input)・過程(Process)・成果(Product)

モデルがある。状況評価は目標決定の論理的基礎を与える状況分析を行うものである。入力評価は目的に見合うためにどのように資料が使用されるかを決定づける情報を与えるものである。過程評価はカリキュラム導入時の運用に関する意思決定で、活動計画と実際の活動との適合度を測定する。そして成果評価は目標達成の程度を評価して、カリキュラムの継続・終了・修正を決定するものである。各評価は次の時点の運用内容に関する意思決定を教師に与えるものとして機能している。

### (3) 反応評価(Responsive Evaluation)型モデル

反応評価モデルの代表的なものとしてステイク(Stake)によるものがある。この手法はインフォーマルで自然なコミュニケーションによって行われるものであり、標準化データや点数を用いるものではない。あらかじめ設定された問題点に関して、観察結果を基に評価者が書き手となって著したカリキュラムの「描写」をもとに、今度は評価者自らが読み手となって描写の分析を行うことで彼らの持つバイアスを回避する評価を試みている。

### (4) 判断(Judgement)型モデル

判断型モデルの代表例として、アйсナー(Eisner)の専門家(Connoisseurship)評価モデルがある。このモデルは芸術における批評の概念が教育に取り入れられたものであり、豊富な知識や経験を持つ専門家によって行われ、カリキュラムの実施過程における行動・言動の分析や構成員へのインタビューを通じて、カリキュラムのおかれた状況を質的に分析するものである。

### (5) 研究(Research)型モデル

カリキュラム開発研究や授業研究において、カリキュラムの妥当性や効果をはかるために用いられる評価モデルである。

## 2. 比較アプローチによるカリキュラム評価

これらの学校におけるカリキュラム評価とは別に、経済的・社会的環境と結びついた教育システムやカリキュラムに関する評価も行われている。この代表例としては、国際教育到達度評価学会(IEA)による国際教育調査があげられる。この調査では、学習者の学力到達度と教育諸要因との関連について統計データをもとに系統的に分析するとともに、同一課題での回答を時代や国をこえて比較するアプローチから経済的・社会的・教育的環境の変化や差違の影響を分析している。

理科に関する IEA 調査はこれまでに、昭和45年、58年、平成7年の3度実施されている(国立教育研究所 1973,1985,1996)。設定された3つの学齢期に関して、第2節でふれた「意図したカリキュラム」「実施したカリキュラム」「達成したカリキュラム」の3つレベルのカリキュラムについて分析が行われており、理科教育研究者によるカリキュラム基準の構造分析や、質問紙を用いた学校・教師・児童の背景調査や児童の学力調査が執り行われている。これらの調査の結果はいずれも、日本の児童・生徒の学力が国際的に見て上位にあることを示しており、また一般に知識理解の達成は高いものの、実験技能や論理

的思考力に関しては達成が低いことを指摘している。

このうち第2回調査では、ともに小学校第五学年の児童集団を対象に出題された第1回調査との共通課題25問に関して、両調査の回答比較が行われている。報告書(国立教育研究所 1985)においては全問題を通して見て成績変化が認められないと総括された。しかし、報告書に掲載されている知識・理解・応用の目標分類別での課題の正答率較差を見た場合では、第2回調査の値は応用領域で上昇、理解領域では低下する傾向にあった。このことから、知識理解の達成レベルは国際的に見て確かに高いままであるかもしれないが、概念理解に関して第1回調査における達成状態を維持できなくなるような変化が第2回調査の被験者には起きていることが考えられる。

## 第4節 本研究の目的と方法

### 1. 研究の目的

日本では約十年ごとに意図的カリキュラムである学習指導要領の評価が行われている。昭和30年代では全国学力調査、昭和50年代及び平成時代では教育課程実施状況調査の名称により、文部省が実施している。しかし、IEAによる国際教育調査における比較アプローチのような2つのカリキュラムを対象に行うカリキュラム評価研究は、これまであまり行われてきていない。

小学校理科では昭和40年代から50年代にかけて、自然の事物・現象に親しみ、問題を捉え、観察や実験によって自然を論理的、客観的に捉えて初歩の科学的概念を形成していく、認知発達を主軸としたスパイラル型の構造が意図的カリキュラムや教師の実践カリキュラムにおいて強調された。一方、現行においても自然に親しみ、子どもが観察・実験などを行い、問題解決能力を育て、自然の事物・現象について理解を図り、科学的な見方・考え方つまり初歩の科学的概念を形成することが目標とされている。ただし、授業時数の削減や内容の精選・集約が執り行われたために、意図的カリキュラム及び教師の実践カリキュラムにおける構造はスパイラル型からコンセントリック型の内容構造に近いカリキュラム編成へと変更されて、差違を生じさせている。

このようなスパイラル型とコンセントリック型の内容構造をもつカリキュラムが学習者の科学的概念の形成に及ぼしている影響を明らかにする研究は、今までにほとんど行われてきていない。このことを踏まえて、本研究は「学習者の初等電磁気概念の形成に関する研究－カリキュラムの構造が及ぼす影響－」に視点を絞り、スパイラル型とコンセントリック型というカリキュラムの構造の違いが学習者の初等電磁気概念の形成に生じさせている差違について検討を行うことをねらいとする。

### 2. 研究の方法

研究方法としては、まずスパイラル型とコンセントリック型のカリキュラムの施行下において、前者は昭和52年に5,585名、後者は平成9年に2,932名の児童を対象として同一校で実施した実態調査の結果に基づき、第1章では第一～第六学年の各学年における学習者の初等電磁気概念の達成度比較、及び同一概念の達成度に関する学年横断的な変動比較を行うことにより、カリキュラムの構造が学習者の初等電磁気概念の達成に及ぼす差違を明らかにする。第2章では学習者の概念形成で見られるつまずき傾向の差違を明らかにする。概念形成に直接影響を及ぼす次元や直接関係のない次元、例えば形・色・大きさ等のために、認知の組織化ができずにつまづく事態が学習者に生じている。両カリキュラム間でその共通点・差異点を明らかにして、カリキュラムの構造の違いによる影響を検討する。第3章では児童の学校内外での理科的経験や情意・態度の実態を両カリキュラム間で比較し、認められる差違について明らかにする。

続いて、スパイラル型とコンセントリック型のカリキュラムの施行下におけ

る教師の授業実践や授業研究の資料に基づいて、教師による実践カリキュラムの構造の違いが学習者の概念形成にもたらす差違について、第4章では特に第四学年での乾電池のつなぎ方の学習を中心に質的に検討する。さらに、「電気回路と電流の働きに関する理解を重視した実践カリキュラムによって概念達成は高まる」という仮説について、実際に指導計画を作成し実践することで検証を試みる。第5章では第四学年に到るまでの電流の働き・電気回路の性質に関わる学習について両カリキュラムの授業組織の違いを比較した上で、学習者の概念形成にもたらす差違を検討する。そして第6章では、両カリキュラム間で内容や授業時数など、教師による実践カリキュラムの構造に大差が見られない第六学年の電磁石の学習に関して、学習者の概念形成に差違が生ずるかどうかを検討する。

なお、これらの調査手法としては、目標－成果型評価モデルないし意思決定型評価モデルを参考にすることによって、スパイラル型とコンセントリック型のカリキュラムの構造が学習者の初等電磁気概念の形成に及ぼす影響を明らかにする。

## 第1章 学習者の初等電磁気概念の達成と意図的カリキュラムの構造

本章では、標準学力検査での通過率の変動や、昭和43年改訂版学習指導要領に準拠した昭和52年調査(坂元,武村 1978)と同一手法で実施した平成9年調査との正答率較差を基に、スパイラル型とコンセントリック型の2つのカリキュラムによる学習者の概念達成の差違を検討する。なお、本研究で用いる概念達成とは、用いられた調査課題の正答率によってうかがい知ることのできる概念理解の達成度を表しており、概念形成とは区別して用いている。

### 第1節 文献に見る学習者の初等電磁気概念の達成

本節では、民間業者が実施する小学校児童を対象とした標準学力検査を取り上げ、初等電磁気内容の出題問題に関して提供される正答率(通過率)の変動から、意図的カリキュラムである学習指導要領の改訂に伴う学習者の初等電磁気内容に関する概念達成の変遷を捉える。

#### 1. 標準学力検査について

金井(1960)によれば、標準学力検査とは、標準化の手続きを踏むことによって被験者の相対的な比較が可能となる基準や尺度が構成されている客観方式の学力検査のことを指している。標準学力検査は使用目的によって基準設定の様式が定められており、全国水準との比較を目的とする全国標準検査の場合には全国基準による尺度が構成されるが、教育の特殊性を加味した地方域内での比較を目的とする地方標準検査の場合には地方基準による尺度が構成される。標準化の作業は、①問題内容、②実施方法、③採点方法、④解釈方法に関して行われることを金井は述べている。このうち、問題内容に関しては教科内容的妥当性や統計的妥当性が検討され、実施されるカリキュラムに基づいて学習者の成果が弁別可能となるように配慮されている。また、松原(1976)はその標準化作業の流れについて、2度の予備調査を通じて各問題の弁別力・困難度・正答及び選択肢の吟味、検査時間の吟味、実施法・採点法の決定を行ったうえで、標準化実験が実施され、学力評価の基準設定や妥当性・信頼性の検定があわせて行われると述べている。

阿部(1963)によれば、標準学力検査は戦後の教育測定法の研究、及び児童生徒指導要録への記入と相まって急速に普及した。昭和30年代における小学校用の標準学力検査の普及状態は、全国標準学力検査の条件を備えたもので約250種存在しており、このほかにも地方標準学力検査や非標準学力検査などが氾濫していた。当時では小学校から高等学校まで一貫して全国標準学力検査を出版した日本図書文化協会(教研式)、日本文化科学社(田研式)、金子書房の3社による市場占有率が高かった。なお、昭和30年代には業者による標準学力検査ば

かりでなく、文部省によって全国学力調査が組織的に繰り返し行われていた。阿部(1961)によれば、この全国学力調査は小学校から高等学校の児童生徒における学力(学習指導要領が掲げる教育目標に対する児童生徒の到達度)の実態を全国規模で捉えることにより、学習指導や教育課程の改善及び教育条件の整備に役立てることを目的としたものであった。

## 2. 標準学力検査における正答率の変遷

本節における分析では、調査問題及び手引き書の提供という形での協力を(財)応用教育研究所から得ることにより、図書文化社(旧 日本図書文化協会)から昭和37年から平成6年までに繰り返し改訂を経ながら各学年向けに出版された15形式の標準学力検査(小学診断的学力検査:10形式、小学観点別学力診断検査:4形式、新観点別到達度学力検査:1形式)に関して、掲載された初等電磁気内容の問題での正答率(通過率)の変動から見られる特徴を捉えようとした。同一の設問が複数の検査に継続して掲載されていることから、異なる年度間で児童の正答率を比較することが可能である。

次の6頁にわたる表1-1-1は、教研式の標準学力検査に掲載された初等電磁気内容の問題での正答率を、手引き書の出版年度別に示している。出版年度と対応する小学校学習指導要領は、昭和42年度が昭和33年改訂版、昭和46～50年度が昭和43年改訂版、昭和55～平成3年度が昭和52年改訂版、そして平成6年度が平成元年改訂版である。各手引き書に掲載された正答率を算出している標準化実験の調査時期は原則として、年度内の全学習が終了した時点で実施されたが、昭和47・50・55年度に関しては実施や出版の都合上、3学期中に実施された。初等電磁気内容の学習が主として3学期に行われる傾向にあることを踏まえるならば、この3カ年の数値は年度末に実施した場合での数値よりも下回るものと考えられる。なお、昭和46・48年度及び平成6年度については年度内での正答率の伸びを示すため、年度末での数値以外に11月実施時点での数値をあわせて掲載している。

ではこれ以降、初等電磁気内容を構成する項目毎に、表1-1-1に掲載された数値から得られる正答率変動の特徴について示していく。

## 3. 物の性質に関する概念達成

### (1) 磁石につく物・つかない物

第一学年の正答率が昭和62年度まで与えられている。磁石につく鉄製品の選択は概して5～6割の被験者が正答した。典型例であるはさみでは、昭和46年度まで9割以上の正答率が、昭和55年度で6割程度に低下した。一方、磁石につかない非鉄製品の選択は概して7～8割の正答率であった。硬貨では非金属製品よりも若干下回る値を示した。

### (2) 電気を通す物・通さない物

昭和47～平成2年度の第二学年、平成6年度の第三学年の正答率が与えられている。電気を通す物の正答率は鉄製品で8～9割、非鉄金属製品で6割程度

表1-1-1 教研式学力検査の出題問題における正答率の変遷

教研式学力検査における出題問題		正答																				
設問内容		昭和42年度末			昭和44年度末			昭和47年度末			昭和50年度末		昭和55年度末		昭和62年度末		平成3年度末		平成6年度末			
対象学年		1年	2年	3年	1年	2年	3年	1年	2年	3年	1年	2年	3年	1年	2年	3年	1年	2年	3年	1年	2年	
<b>磁石につく物・つかない物</b>																						
	磁石につく物	はさみ	95	78	96																	
	磁石につく物	銀色の釘									52	61										
	磁石につく物	クリップ									42	73										
	磁石による鉄の引きつけ	鉄は引きつけられる									49											
	磁石につかない物	ボタン									87											
	磁石につかない物	一円玉									76											
	磁石につかない物	十円玉									70											
	磁石につかない物	鉛筆									84											
<b>磁石の磁性</b>																						
	U字磁石の極(砂鉄のよくつく所)	端									64											
	U字磁石の極(砂鉄のよくつく所)	端																				63
	棒磁石の極(砂鉄のよくつく所)	両端の極に集中									29											61
	棒磁石の極(釘のつき方)	極に集中																				66
	U字磁石の磁力の一番弱い箇所	中央部																				57
	57																					57
<b>磁力の遠隔作用・磁気遮蔽</b>																						
	磁石の強さ比べ	大きい鉄の板を引き上げるもの強い	1年	51	36	40					37	47										
	磁石が引きつける勢い比べ	磁石との距離が最も短いもの大きい	1年								76											
	磁石の磁力(間遠い)	おれた磁石は引きつけない	1年								23	25										69
	磁石の磁力(間遠い)	色を塗った磁石は引きつけない	1年								37	44										55
	磁石の磁力	クレヨンで塗った上からでもつく	1年																			47
	磁石の磁力(砂場での砂鉄の集め方)	磁石をビニル袋で被う	1年								27	71										24
	磁気遮蔽	磁石につくかねの板	1年																			25
	棒磁石のしまい方	異極が向き合うよう並べ、鉄をつける	1年								67	77										44
	44																					36/49
	36/49																					46
	46																					63
<b>電気を通す物・通さない物</b>																						
	電気を通す物	鉄釘	2年								79											90
	電気を通す物	銅紙	2年								70											58
	電気を通す物	はさみ	2年								69											86
	電気を通す物	一円玉	2年								60											75
	電気を通す物	十円玉	2年																			50
	電気を通す物	トタン板	2年																			63
	電気を通す物	かねの板	2年																			55
	電気を通す物	鉄釘	3年																			73
	電気を通す物	鉄釘	2年																			67
	電気を通す物	鉄釘	3年																			67
	電気を通す物	鉄釘	2年																			44
	電気を通す物	鉄釘	3年																			60
	電気を通す物	鉄釘	2年																			62
	電気を通す物	鉄釘	3年																			71
	電気を通す物	鉄釘	2年																			85
	電気を通す物	鉄釘	3年																			85
	電気を通す物	鉄釘	2年																			90
	電気を通す物	鉄釘	3年																			36
	電気を通す物	鉄釘	2年																			47
	電気を通す物	鉄釘	3年																			47
	電気を通す物	鉄釘	2年																			77
	電気を通す物	鉄釘	3年																			30
	電気を通す物	鉄釘	2年																			44
	電気を通す物	鉄釘	3年																			59
	電気を通す物	鉄釘	2年																			44
	電気を通す物	鉄釘	3年																			30
	電気を通す物	鉄釘	2年																			44
	電気を通す物	鉄釘	3年																			59
	電気を通す物	鉄釘	2年																			44
	電気を通す物	鉄釘	3年																			36
	電気を通す物	鉄釘	2年																			51
	電気を通す物	鉄釘	3年																			36
	電気を通す物	鉄釘	2年																			66
	電気を通す物	鉄釘	3年																			68
	電気を通す物	鉄釘	2年																			68
	電気を通す物	鉄釘	3年																			68

(表1-1-1 教研式学力検査の出題問題における正答率の変遷のつづき)

教研式学力検査における出題問題		正答											
設問内容	対象学年	昭和42年度末	昭和46年度末	昭和47年度末	昭和48年度末	昭和50年度末	昭和55年度末	昭和57年度末	昭和62年度末	平成2年度末	平成3年度末	平成6年度末	
電気を通さない物	2年												
磁石につかず、電気も通さない物	2年				35	55			83	82	82		
乾電池の極と閉回路(単回路)の作り方、豆電球の点灯													
通電を検査する回路のつなぎ方	2年				49	67							
不点灯となるつなぎ方(ソケット無)	2年			51			41						
不点灯となるつなぎ方(ソケット有)	2年			12			65						
不点灯となるつなぎ方(ソケット有)	2年						17						
不点灯となるつなぎ方(ソケット有)	3年							92	91	91		84	
不点灯となるつなぎ方(ソケット有)	2年								95	90	90		
不点灯となるつなぎ方(ソケット有)	3年											87	
豆電球と導線のつなぎ方	2年				19	25	12					54	
乾電池と導線のつなぎ方	2年				35	40	60					62	
点灯するつなぎ方(ソケット有)	2年										92		
点灯するつなぎ方(ソケット有)	2年										85		
点灯するつなぎ方(ソケット有)	2年										80		
点灯するつなぎ方(ソケット有)	3年										79	88	
点灯するつなぎ方(ソケット無含む)	3年											81	
豆電球2個の直列・並列つなぎと豆電球の明るさやその弱まり方													
1個ゆるめて全て消える豆電球2個回路	3年	50	55		44	84							
1個ゆるめて全て消える豆電球2個回路	4年												
1個ゆるめて全て消える豆電球2個回路	3年	50	54		36	65							
1個ゆるめて全て消える豆電球2個回路	4年												
1個ゆるめて全て消えない豆電球2個回路	3年			30			68						
1個ゆるめて全て消えない豆電球2個回路	3年			32			61						
1個と同じ明るさの豆電球2個回路	3年	40	44		48	61							
1個と同じ明るさの豆電球2個回路	4年												
1個と同じ明るさの豆電球2個回路	3年			30			41						
1個と同じ明るさの豆電球2個回路	4年												
1個と同じ明るさの豆電球2個回路	3年			61			71						
1個と同じ明るさの豆電球2個回路	4年												
1個と同じ明るさの豆電球2個回路	3年			24			38						
1個と同じ明るさの豆電球2個回路	4年												
1個と同じ明るさでない豆電球2個回路	3年			35			47						
1個と同じ明るさでない豆電球2個回路	4年												
1個と同じ明るさでない豆電球2個回路	3年			37			40						
1個と同じ明るさでない豆電球2個回路	4年												
1個と同じ明るさでない豆電球2個回路	4年	59	36	42									
明るく点灯する豆電球2個回路	4年	47	29	34									
明るく点灯する豆電球2個回路の理由	4年												

(表1-1-1 教研式学力検査の出題問題における正答率の変遷のつづき)

教研式学力検査における出題問題		対象	昭和42年度末	昭和46年度末	昭和47年度末	昭和48年度末	昭和50年度末	昭和55年度末	昭和57年度末	昭和62年度末	平成2年度末	平成3年度末	平成6年度末
設問内容	正答	学年	3学期	2学期	3学期	2学期	3学期	3学期	年度末	年度末	年度末	年度末	年度末
消耗の早い豆電球2個回路	どちらとも(並列つなぎで)同じ	3年			18	16		5					
消耗の早い豆電球2個回路	どちらとも(並列つなぎで)同じ	4年											
消耗の早い豆電球2個回路	並列つなぎ	4年	57	46	54								
消耗の早い豆電球2個回路の理由	豆電球の明るさ同じだから	3年				16		9					
消耗の早い豆電球2個回路の理由	豆電球の明るさ同じだから	4年											
<b>指北性と極、異極の引き合い、同極の退け合い、極からの隔たりと磁力の強さ・方向</b>													
棒磁石の極の調べ方	糸で磁石をつるして北を指すのがN極	3年		64	76								
水上に浮かべた磁石のN極が指す方位	北	3年						59					
水上に浮かべた磁石のS極が指す方位	南	3年						66					
自由に動く磁石が指す方位	N極を北に向けて止まる	3年											47
水上に浮かべた針磁石が指す向き	南北を指して止まる	3年				40	67	47					
磁石になった羅い針の確認	自由に動くとき南北を指す	3年	68	57	62	45	65	62	69	72	72	72	
針磁石の極の調べ方	水上に浮かべて北を指すのがN極	3年						79					
磁石の引き合い・退け合い	同極同士は退け合う	3年						77					
磁石の引き合い・退け合い	異極同士は引き合う	3年											
磁石の引き合い	N極に対し水上の磁石はS極が向く	3年											90
棒磁石の極の調べ方	S極と引き合うのがN極	3年		59	71								
針磁石同士の引き合いと極	N極と向き合う側の反対側がN極	3年				44	56	71					
磁石と引き合う針磁石の極	磁石のN極向きがS極、反対はN極	3年						49	65				
磁石と引き合う針磁石の極	磁石のN極向きがS極	3年								74	74	74	
磁化したクリップと方位磁針の引き合い	クリップS極側に磁針のN極が向く	3年											44
磁石周りの方位磁針の向き(不適切)	中央付近で中央部を指している磁針	3年				48	61						
磁石周りの方位磁針の向き(不適切)	N極付近で極を向かない磁針	3年				29	58						
N極付近の方位磁針の向き(不適切)	N極が向いた磁針	3年				61							
N極付近の方位磁針の向き(不適切)	極を向かず磁石と平行向きの磁針(2種)	3年				29/24							43
回転する磁石の周りの方位磁針	磁針の針も回転している	3年											
磁石を受けた釘による砂鉄の引きつけ	磁力を受けた釘の両端とも引きつける	3年						22	29	35	35	35	
磁石についた釘・針の砂鉄の引きつけ	釘・針のどちらにもつく	3年						62	63	72	72	72	
運んでつづく2本の釘から磁石を離す	近いと不変、離れると下側が落ちる	3年						34					
<b>鉄の磁化</b>													
磁石になる物	鉄釘	3年				23	19						
磁石になる物	羅い針	3年			62								
磁石になる物	クリップ	3年				19	29	95	83				
磁石になる物	鉄のクリップ	3年											
磁石になる物	板バネ	3年			16			4					
磁化した針による砂鉄の引きつけ	主に両端に砂鉄がつく	3年											23
磁化したクリップの砂鉄の引きつけ	クリップにのみつく	3年											48
磁化後の釘・針の砂鉄の引きつけ	針の方が多い	3年							17	10	18	18	58
磁化された羅い針の両端	N極・S極になる	3年							86				

(表1-1-1 教研式学力検査の出題問題における正答率の変遷のつづき)

教研式学力検査における出題問題	正答	対象 学年	昭和42 年度末	昭和46 2学期 年度末	昭和47 3学期 年度末	昭和48 2学期 年度末	昭和50 3学期 年度末	昭和55 3学期 年度末	昭和57 年度末	平成2 年度末	平成3 年度末	平成6 2学期 年度末
磁石について釘の極	異極が引き合うように生成する	3年						65				
強い磁化のさせ方	磁石の片方の極でこする	3年						50	61	61		
強い磁化のさせ方	磁石の極で同じ向きに何回もこする	3年										55
針を磁化する方法と生成した極	S極で先端向きにこすると先端はN極	3年				13	15					
乾電池2個の直列・並列つなぎと豆電球の明るさやその弱まり方、電流量と豆電球の明るさ												
乾電池の直列つなぎ	異極同士と豆電球を輪につなぐ回路	4年										42
乾電池の並列つなぎ	同極同士と豆電球を輪につなぐ回路	4年										53/54
横に並べた乾電池2個直列回路の配線図	乾電池を横に並べた直列つなぎの配線図	4年								42	66	
乾電池2個並列配線図と同じ回路	乾電池をばさんで横に並んだ並列つなぎ	4年				65	71	75				
乾電池2個並列配線図と同じ回路	豆電球底部を極につけた並列つなぎ	4年				57	72	70				
明るく点灯する乾電池2個回路	直列つなぎ	4年				62	81	81				
1個より明るくつく乾電池2個回路	直列つなぎ(乾電池が横に並ぶ)	4年						22	29	32	37	52/65/67
1個より明るい乾電池2個回路	直列つなぎ(乾電池が横に並ぶ)	4年										43
1個より明るくつく乾電池2個回路	直列つなぎ(乾電池が縦に並ぶ)	4年										61
明るく点灯する乾電池2個回路	直列つなぎ(乾電池が縦に並ぶ)	4年				54	77					76/69/77
乾電池2個回路と電流の強さ	電流の強さが強い	4年										
1個と同じ明るさの乾電池2個回路	直列つなぎの電流量が多い	4年						59				
1個と同じ明るさの乾電池2個回路	並列つなぎ(一方の電池に豆電球が接続)	4年						58	61	74	74	69
1個と同じ明るさの乾電池2個回路	単回路(1個は+極だけつながる)	4年						41	60	47	47	42
1個と同じ明るさの乾電池2個回路	単回路(1個は+極だけつながる)	4年										36
1個と同じ明るさの乾電池2個回路	並列つなぎ(2個つなぐ導線に電球接続)	4年						36	47	53	57	56/49/61
1個と同じ明るさの乾電池2個回路	並列つなぎ(2個つなぐ導線にモーター接続)	4年										61
不点灯の乾電池2個回路	横に並び同極が直列につながった回路	4年						44	62	44	44	35
モーターが回転しない乾電池2個回路	横に並び同極が直列につながった回路	4年										22
不点灯の乾電池2個回路	横に並び同極が直列につながっていない回路	4年										
不点灯の乾電池2個回路	各乾電池の一方の極しかつながない回路	4年						64	56	79	79	75
消耗の早い乾電池2個回路	直列つなぎ	4年				49	77	64				56/58/61
長く点灯する乾電池2個回路	並列つなぎ(一方の電池に豆電球が接続)	4年										
長く点灯する乾電池2個回路	並列つなぎ(2個つなぐ導線に電球が接続)	4年						44	57	53	53	50
1個と等速・長く回る乾電池2個回路	並列つなぎ(2個つなぐ導線にモーターが接続)	4年						36	42	47	47	45
電流の存在と方位磁針の振れ、電流計・検流計の使い方												
電流による磁針の振れを見る時の配直	針の向きを導線の向きと平行にする	4年						59				
電流流れて磁針振れる乾電池2個回路	直列つなぎ	4年						45	61	70	70	77
電流計をつなぐ位置	直列につなぐ	4年		52	61	49	54					
電流計の+端子と接続する導線	乾電池の+極側の導線	4年		28	33	45	61					
電流計の+端子と接続する導線	乾電池の+極側の導線	6年						45				
電流計の端子と導線のつなぎ方	+端子と+極等を導線をつなぎ輪にする	6年				49	43	57	53	52	52	36
検流計のつなぎ方	回路内で直列につなぐ	4年										87/83/88
検流計がにわかれるつなぎ方	豆電球と並列につなぐ	4年										65/61/64

(表1-1-1 教研式学力検査の出題問題における正答率の変遷のつづき)

教研式学力検査における出題問題	設問内容	対象 学年	昭和42	昭和46	昭和47	昭和48	昭和50	昭和55	昭和57	昭和62	平成2	平成3	平成6
			年度末	2学期	3学期	2学期	3学期	年度末	年度末	年度末	年度末	年度末	年度末
<b>豆電球2個・乾電池2個の回路</b>													
最も明るい乾電池2個・豆電球2個の回路	乾電池が直列、豆電球が並列の回路	4年			13		12						
最も暗い乾電池2個・豆電球2個の回路	乾電池が並列、豆電球が直列の回路	4年			30		23						
不点灯の乾電池2個・豆電球2個の回路	乾電池の十種同士が直列につながった回路	4年			61		54						
単回路の電流と等しい並列回路の箇所	縦に並ぶ豆電球並列回路の上側豆電球そば	4年			27		32						
単回路の電流と等しい並列回路の箇所	縦に並ぶ豆電球並列回路の下側豆電球そば	4年			40		31						
早く明かりが消える並列回路	乾電池並列回路の豆電球そば	4年			45		33						
速くまで点灯し続ける並列回路	豆電球2個並列つなぎ	4年			54		50						
	乾電池2個並列つなぎ	4年			61		61						
<b>光電池に当たる光とモーターの回転</b>													
最も速く走る光電池自動車	日なたで太陽に光電池が向いた自動車	4年										88	94/93/91
走らない光電池自動車	日陰にある自動車	4年										91	97
<b>電熱線の太さ・長さ・電流の強さ、電熱線の温度と色・明るさ</b>													
電熱線の発熱	電熱線が短いほど発熱多い	5年			37		55						
電熱線の長さ・太さと電流の強さ	電熱線が短いと多く流れる	5年			65		78						
電熱線の長さによる明るさ変化の理由	電熱線が短いと流れる電流が強い	6年			24								
豆電球が明るい時の電熱線の長さ	電熱線は短い	6年			73								
豆電球の暗い時の電熱線の長さ	電熱線は長い	6年			73								
電熱線の発熱が多いときの色	変わらない	5年			16		18						
電熱線直列つなぎと同形の豆電球回路	直列つなぎ	5年			66		79						
電熱線の長さ・太さと電流の強さ	電熱線が太いと多く流れる	5年			64		66						
電熱線の太さと作用との関係	太い方が電流を通しやすい	6年			79								
電熱線の太さと作用との関係	太い方が強い電流が流れて発熱多い	6年			71								
電熱線の太さと発熱の実験(統一条件)	水の量	5年			61		72						
電熱線の太さと発熱の実験(統一条件)	導線(エナメル線)の長さ	5年			37		56						
直列つなぎ電熱線の個数と暖まり方	電熱線1個の暖まり方が早い	5年			26		32						
<b>電流の強さと電熱線の発熱</b>													
暖まり方の速い理由を調べる道具	電流計	5年			37		66						
発熱が最も多い乾電池のつなぎ方	乾電池2個を直列につないだ回路	6年										68	84
<b>電流の通う導線周りの磁力、電流による鉄の磁化</b>													
導線に流れる電流の効果	周囲に磁石のような動きを及ぼす	6年			56		52						
電流が流れる時だけ性質を示すん材	鉄釘	6年			63		71						
電流が流れるときだけ性質を示すん材	トタン板	6年			21		14						
<b>乾電池の極のつなぎ方と電磁石の極</b>													
電磁石に固有の性質	極の変更が可能	5年			61		56						
電磁石の極の変化	乾電池を逆につなぐ	6年					74						
電磁石の極の性質	電流の向きによって変わる	6年										53	76
乾電池の向きを変更後の電磁石の極	N極からS極に変わる	5年			68		60						
乾電池の向きを変更後の電磁石の極	N極からS極に変わる	6年					51					44	

(表1-1-1 教研式学力検査の出題問題における正答率の変遷のつづき)

教研式学力検査における出題問題		正答											
設問内容	対象	昭和42年度末	昭和46年度末	昭和47年度末	昭和48年度末	昭和50年度末	昭和55年度末	昭和57年度末	昭和62年度末	平成2年度末	平成3年度末	平成6年度末	
乾電池の向きを変更後の電磁石の極	6年				44	57	60						
電池向き・磁針配置変更後の引き合い	6年											45	
コイル向きを変更後の電磁石の極	5年	42	31	37								53	
電池向き・コイル向き変更後の電磁石の極	5年	54	36	43									
電流の強さや巻き線の巻き数と磁化の大きさ													
電磁石に固有の性質	5年	50	52	60									
電磁石の磁力の強さと無関係のもの	6年			62		59							
コイル巻き数・電池数と磁力との関係	6年		79	89									
電磁石の強いときのコイルの巻き数	6年				85	97	69						
コイル巻き数と磁力との関係を開く組	6年											57	
コイルの巻き数と電磁石の強さ	6年							73	78	82	82	66	
コイルの巻き数と電流計の振れ	6年												
コイル巻き数・電池数と磁力との関係	6年		69	78				25	14	16	16		
電磁石の強いときの乾電池のつなぎ方	6年												
電流の強さと磁力との関係を開く組	6年											51	
最も強い電磁石の巻き数・電池数	6年											61	
												74	
												93	

であった。また、第二学年での電気を通さない物の正答率は樹脂製物差しで8割、塗料付き空き缶で7割弱であった。

磁石につく物と電気を通す物を組み合わせた設問も出題されている。両方の性質を持つ鉄製品に関する第二学年の正答率は鉄釘で7～8割、トタン板で5割程度であった。これが平成6年度の第三学年では鉄釘で9割、クリップで8割弱へと増加していた。電気を通す性質のみを持つ非鉄金属製品の硬貨、また両方の性質を持たない非金属製品のビニル下敷きが正答となる設問では、最大で5割の正答率であった。

### (3) 鉄の磁化

磁化物について昭和47～55年度、磁化の方法や磁化物の極について昭和48～平成6年度の第三学年の正答率が与えられている。磁化される鉄製品では縫い針等の磁化しやすい物で正答率が9割近いが、他の物ではより低い値を示した。クリップの正答率は昭和48年度で低かったが、学習で使用頻度が増した昭和55年度では9割程度に上昇した。

磁化の方法では5～6割の正答率が得られた。また、磁化により極が生じると5割以上が正答したが、縫い針での磁力が強いこと、両極に砂鉄がよくつくこと、磁石のこする向きで極が決まることは正答率が1～3割に留まった。

## 4. 磁石の性質・磁力の働きに関する概念達成

### (1) 磁石の極性

昭和47～62年度の第一学年、平成2・3年度の第三学年の正答率が与えられている。磁力の強い箇所である極について、棒磁石での正答率は昭和40年代で3割程度と6割近いU字磁石と比べて下回ったが、昭和50年代以降ではU字磁石と同程度にまで上昇した。

### (2) 磁力の遠隔作用・磁気遮蔽

第一学年の正答率が昭和62年まで与えられている。昭和43年改訂版施行下では磁石からの距離と磁力の強さの関係や砂鉄集めでのビニル袋の使用について7割程度が正答したが、磁石の磁力の強さや磁力の遠隔作用に関しては5割程度であった。磁気遮蔽の正答率は3割程度であり、理解が困難な内容であると考えられる。棒磁石のしまい方の正答率は昭和40年代で7割以上だが、その後は低下しており、経験の機会が減少したことが推測される。

### (3) 指北性と極、極の引き合い・退け合い、極からの隔たりと磁力の強さ・方向

第三学年の正答率が与えられている。磁石のN極の指北性を概して6～7割が正答したが、平成6年度では5割に低下した。2極の引き合いや退け合いでは概して7割程度の正答率があったが、磁化後のクリップと方位磁針の引き合いでは4割程度であった。異極同士が向き合うように磁石周りの方位磁針は向くと6～8割が考えるが、向く角度まで詳細に正答したのは5割程度であった。また、平成6年度で回転する磁石の周囲の方位磁針が回転すると正答したのは4割程度であった。鉄が磁石について磁性を示すことを7割程度が正答したが、磁石から離れても磁力が届く場合に磁性を示すことでは3割程度であった。

**(4) 電流の存在と方位磁針の振れ**

昭和52年改訂版施行下での第四学年の正答率が与えられている。電流を調べる際の方角磁針の置き方や、方位磁針が振れる回路の判別は6～7割の正答率が得られた。

**(5) 電流の通う導線周りの磁力、電流による鉄の磁化**

昭和47・50年度での第六学年の正答率が与えられている。電流の流れる導線の磁石のような働きでは5割の正答率が得られた。また、電流が流れる時だけ磁石の性質を示す心材に関する正答率は鉄釘で6～7割だが、同じ鉄製品でもトタン板では1～2割と低かった。

**(6) 乾電池の極のつなぎ方と電磁石の極**

昭和42・46年度の第五学年とそれ以降の年度の第六学年の正答率が与えられている。乾電池の向きで電流方向を変えると極が入れ替わることを5～7割が正答した。なお昭和40年代の第五学年で、コイルの巻き方向を逆にすると極が変わることの正答率は4割程であった。

**5. 電気回路の性質・電流や光の働きに関する概念達成****(1) 乾電池の極と閉回路(単回路)の作り方、豆電球の点灯**

昭和47～平成3年度の第二学年と平成6年度の第三学年の正答率が与えられている。回路要素を輪につなぐこと、乾電池の2極につなぐことでは第二学年で最大6割の正答が得られた。ソケットを用いない豆電球のつなぎ方は2割の正答率であったが、これは豆電球側部に導線をつなぐことに抵抗があるためと不点灯回路を尋ねた設問での回答傾向から考えられる。また、第二学年の9割以上が不点灯回路に乾電池2極へ導線をつないでいない回路を判別したが、平成6年度の第三学年では一極に接続すべき導線を+極近くにつなぐ回路で8割、一極近くの側部につなぐ回路で6割程度へ低下した。さらに、点灯する回路で乾電池や豆電球を置く向きや導線の長さを変えた場合、第二学年の8割は点灯する回路と判別可能であった。

**(2) 豆電球2個の直列・並列つなぎと豆電球の明るさやその弱まり方**

昭和50年度までの第三学年とそれ以降の年度の第四学年の正答率が与えられている。豆電球2個回路で1つを消した時の他方の点灯状況に関する正答率は、昭和46年度の5割から昭和55年度の9割へ上昇した。また、豆電球2個回路と単回路の明るさ比較は、昭和50年度以前で3～4割、その後は4～5割の正答率が得られた。ただし、並列つなぎであっても各豆電球が導線の交差なく乾電池へ直接つなげられる場合は、6～7割が単回路と同じ明るさと見なした。豆電球2個回路の電池の消耗では、並列つなぎで早くなくなると昭和42・46年度の5割程度の者が正答した。しかし、並列つなぎでもつなぎ方の詳細が異なる場合に同一性が見い出せないためか、共に早いと正答する率は昭和48・55年度で2割以下であった。

**(3) 乾電池2個の直列・並列つなぎと豆電球の明るさやその弱まり方、電流の強さと豆電球の明るさ、豆電球2個・乾電池2個の回路**

昭和48年度以降の第四学年の正答率が与えられている。直列・並列つなぎの回路図の正答率は平成6年度で5～6割であった。詳細の異なる図と配線図を分類上同じ回路と判別した正答率は7割程度であった。

単回路より明るい直列つなぎの正答率は概して6～7割であった。しかし、乾電池の配置を並列に似せて横並びにした回路の場合、平成6年度では同様に6割程度だが、昭和52年改訂版施行下では3割程度へ低下した。一方、単回路と同じ明るさの並列つなぎの正答率は概して5～6割であった。不点灯となる乾電池2個回路に関して、明らかに閉回路でない場合の正答率は7～8割あるうえ年々増加傾向にあったが、見た目は閉回路だが乾電池の向きにより電流が流れない回路の場合は5割以下で、乾電池の配置によってさらに低下した。また、乾電池の消耗が直列つなぎで早いことは6～7割の正答率があったが、長く点灯する並列つなぎの正答率は4～5割程度と低いうえ、導線接続の違いにより値に幅があった。

昭和47・50年度では豆電球2個と乾電池2個の組み合わせ回路に関する設問が用意された。乾電池の向きが不適切な不点灯回路の正答率は5～6割と高いが、最も明るい回路・最も暗い回路の正答率は2割程度に留まった。また豆電球2個又は乾電池2個の並列つなぎ間の比較で、単回路と電流の強さが等しい箇所を選択で3～4割、点灯時間の長さでは5～6割程度の正答率が得られた。

**(4) 電流計・検流計の使い方**

昭和46年度以降の第四学年と第六学年の正答率が与えられている。電流計のつなぎ方では5割の正答率があった。平成6年度での検流計のつなぎ方の場合では8割が正答しており、並列では検流計が壊れることを6割が理解していた。

**(5) 光電池に当たる光とモーターの回転**

平成6年度の第四学年の正答率が与えられている。光電池が日なたで太陽に向く時にソーラーカーは速く走り、日陰では走らないと9割以上が正答した。

**(6) 電熱線の太さ・長さや電流の強さ、電熱線の温度と色・明るさ**

昭和42年度の第五学年、昭和47～50年度の第六学年の正答率が与えられている。回路につないだ電熱線の長さや豆電球の明るさの関係を第五学年の7割が正答したが、電流の強さの変化と対応づけたのは2割であった。電熱線が短くなると豆電球により多くの電流がまわせると考えるのではないかと推測される。また、第六学年の7割が電熱線が短いと電流の強さが強いことを正答したが、短いほど発熱量が多いと考えるのは最大で5割程度であった。また、電熱線が太いほど電流の強さが強くて発熱量も多いことの正答率は概して6～7割であった。電熱線の発熱時の色に関して、不変であると正答するのは2割未満で、赤熱するという誤答が多かった。

**(7) 電流の強さと電熱線の発熱**

平成6年度の第六学年の8割が、発熱の最も大きい乾電池のつなぎ方に乾電池2個の直列つなぎを選択し正答した。

**(8) 電流の強さや巻き線の巻き数と磁化の大きさ**

第六学年の正答率が与えられている。コイルの巻き数が多いと磁力が強いことについて8割程度の正答率が得られた。しかし、巻き数を変えても電流の強さが変わらないと理解しているのは2割以下と低かった。コイルの巻き数の変化と電流の強さの変化を結びつけて考えていることが推測される。また、電流の強さが強いほど磁力が強いことについて7～8割の正答率が得られた。

この他に、電流の強さやコイルの巻き数と電磁石の磁力の関係を調べる実験での回路の組み合わせを尋ねる設問が平成6年度に用意されたが、正答率は6割程度であり、知識理解の正答率よりも低い値を示した。

## 第2節 実態調査の実施概要と分析観点

前節では、標準学力検査における通過率変動に見られる特徴について示したが、同一の調査課題が必ずしも長期にわたって一貫して出題されるわけではないために、昭和43年改訂版と平成元年改訂版の施行下における学習者の概念達成について正確な比較は行えなかった。よって本研究では、昭和43年改訂版小学校学習指導要領の施行下である昭和51年度に小学校児童を対象に実施された初等電磁気内容に関する認識の実態調査(坂元・武村 1978)を基に、同一手法を採用した実態調査を平成8年度に実施した。これら2調査の被験者における概念達成を比較し、類似点と差異点の明確化を試みる。なお、本節では2つの実態調査の概要について示す。

### 1. 昭和52年3月実施実態調査の概要

この調査は、坂元・武村(1976)などによって提唱された教材の次元分けに基づいており、学校理科によって獲得される学習者の認知構造に対して彼らの理論がどの程度説明可能であるかを把握する目的で昭和52年3月に実施された。教材の次元分けとは、例えば初等電磁気内容の学習において出現する教材の構成要素を、「豆電球が乾電池の+極と-極に導線によって一つの輪につながる」のように獲得が意図される概念の成立に本質的に関わっており不可欠な適切次元と、「導線の色や形状」のように概念の成立に本質的な関わりはないが学習者が着目することによってつまずきの原因となる不適切次元の2つに分類して、教材構造を組織立てたものである。この調査における出題問題では、選択肢の設定において次元分けが加味されている。

この調査では、当時の昭和43年改訂版小学校学習指導要領における初等電磁気内容の構成や教師による授業実践報告の分析結果を踏まえた詳細な問題設定と、全国規模からサンプリング校を選定した点に特色がある。調査対象学年とした第一～第六学年の各学年向けに五肢択一形式の設問群からなる質問紙が用意された。質問紙は、20問強の学年固有問題部、12問の学年共通問題部(第三学年以上に出題)、29問の児童背景問題部の3部から構成されている。問題構成・設問内容については表1-2-1及び表1-2-2にその詳細を示す。地域や学校規模に配慮して7道県の国公立小学校23校が調査校として選定されており、表1-2-3に示すように各学年800人程度の児童が被験者となっている。なお、第三学年は電気と磁石の2単元が設定されていたことから、単元毎に学年固有問題と被験者集団が用意されたため、他学年と比べて2倍の被験者数となっている。

### 2. 平成9年3月実施実態調査の概要

昭和52年調査と同一の質問紙を採用することにより、現行児童を対象とした調査を平成9年3月に実施した。地域や学校等の質的な差違による影響を極力抑えるために、昭和52年調査の調査校23校に対して調査協力を依頼し、そのうち承諾の得られた14校を今回の調査校として設定した。平成9年調査における

表1-2-1 実態調査における出題問題の構成

出題された 問題 部	掲載の 番号	問題が 掲載の 質問紙	出題問題によって尋ねられる内容領域	学習取扱いのある 学年と問題数		
				昭52	平9	
学年 固有	1-20	第一学年	磁石:磁石につく物/物の形状と磁石につくこと/磁石の極/磁石の磁力/磁力の遠隔作用/磁力の遮蔽	一年 19問	三年 14問	
		第二学年	豆電球と乾電池:乾電池の極/豆電球と乾電池のつなぎ方/物の通電性/不点灯のつなぎ方/導線の形状と明るさ	二年 20問	三年 20問	
	1-23	第三学年 A	豆電球のつなぎ方と明るさ:豆電球2個のつなぎ方/豆電球の直列つなぎ・並列つなぎ/豆電球のつなぎ方と明るさ・乾電池の消耗	三年 23問	-	
		第六学年	電流と電磁石:電磁石の極/電磁石の2極の吸引・反発/電流と磁力/コイルの巻き数と磁力/心の材質や長さや磁力	六年 22問	六年 22問	
	1-24	第三学年 B	磁石の働き:磁石の性質と極/2極の引き合い・退け合い/磁石の指北性/磁石による磁化/磁石の周りの磁力の向き/磁力の強さ	三年 23問	三年 16問	
		第四学年	乾電池のつなぎ方と電流:乾電池の直列つなぎ・並列つなぎ/乾電池のつなぎ方と明るさ・乾電池の消耗/電流の強さと働き/電流の向き/回路各部の電流の強さ	四年 22問	四年 12問	
		第五学年	電流と発熱:電熱線に流れる電流と発熱/電熱線の太さ・長さや電流の強さや発熱の大きさ/電流計・電源装置の使い方/発熱時の電熱線の色	五年 19問	六年 10問	
	学年 共通	25-36	第三～ 第六学年	物の付磁性や通電性/不点灯のつなぎ方/導線の形状と明るさ/豆電球の直列つなぎ・並列つなぎ/磁石の指北性/乾電池の直列つなぎ・並列つなぎ/電流の向き	一～四年 12問	三～四年 7問
		児童 背景	37-65 第一～ 第六学年	兄弟構成・遊び・クラブ活動/理科学習への情意・態度/栽培・飼育・採集・観察等の経験/情報の収集・活用・製作・分解,科学博物館の利用等の経験		

表1-2-2 出題問題一覧

【学年固有問題部】

問題	設問内容
問1	紙の色と磁石につく物
問2	紙の形と磁石につく物
問3	硬貨やアルミ箔と磁石につく物
問4	日用品で磁石につかない物
問5	日用品で磁石につく物
問6	大きさや形の異なる鉄製品と磁石につく物
問7	素材名を表示した日用品と磁石につく物
問8	塗装した鉄釘と磁石につく物
問9	形や大きさの異なる鉄釘と磁石につく物
問10	磁石が鉄釘を引きつける程度
問11	磁石につく物
問12	コップに遮られる時の磁石への吸引
問13	水中での磁石による鉄釘の吸引
問14	U字磁石の力が強い箇所
問15	棒磁石への砂鉄のつき方
問16	外的変化を与えた後の磁石の強さ
問17	磁石に持ち上げられた箱の中味
問18	磁石による離れて置いた鉄釘の吸引
問19	磁石の力を遮る物
問20	磁石の力強さの調べ方
問1	乾電池の極
問2	乾電池への導線のつなぎ方
問3	点灯する時の乾電池へのつなぎ方
問4	導線間につなぐと豆電球が点灯するもの
問5	導線間につなぐと豆電球が点灯するもの
問6	不点灯の時の良くない調べ方
問7	点灯する時の要素の組み合わせ
問8	点灯する時の要素の組み合わせ
問9	導線間につないだアルミ箔の形と豆電球の明るさ
問10	不点灯の時の乾電池へのつなぎ方
問11	不点灯となる時の正しい理由
問12	不点灯の時の豆電球へのつなぎ方
問13	点灯する時の乾電池・豆電球へのつなぎ方
問14	不点灯となる時の正しい理由
問15	導線加えて不点灯となるつなぎ方(ショート回路含む)
問16	導線を追加・延長した時の豆電球の明るさ
問17	導線をきつく曲げた時の豆電球の明るさ
問18	導線がねじれた時の豆電球の明るさ
問19	導線を2重に接続した時の豆電球の明るさ
問20	導線が太くなった時の豆電球の明るさ

問題	設問内容
問1	豆電球2個直列つなぎの導線切断と点灯
問2	豆電球2個直列つなぎの豆電球の向きと明るさ
問3	豆電球1個・2個直列・3個直列つなぎの明るさ
問4	豆電球2個直列つなぎの豆電球の向きと明るさ
問5	豆電球2個並列つなぎ
問6	豆電球2個直列つなぎの接続と豆電球のつき方
問7	豆電球2個並列つなぎの並列部導線の切断と点灯
問8	豆電球2個並列つなぎの豆電球の向きと明るさ
問9	豆電球1個の時より暗くつく豆電球2個回路
問10	豆電球2個直列つなぎ
問11	乾電池の消耗が少ない豆電球1～3個回路
問12	乾電池の消耗が多い豆電球1～3個回路
問13	豆電球2個並列つなぎの豆電球の向きと明るさ
問14	豆電球1個・2個並列・3個並列つなぎの明るさ
問15	2個とも点灯する豆電球2個回路の接続
問16	豆電球2個並列つなぎの接続と豆電球のつき方
問17	豆電球1個を消した時の豆電球2個並列つなぎ
問18	乾電池の消耗が早い豆電球1・2個回路(ショート回路含む)
問19	豆電球2個回路の分類
問20	豆電球2個回路で調べられること
問21	豆電球2個回路と点灯時間
問22	豆電球1個の時と同じ明るさの豆電球2個回路
問23	豆電球1個・2個回路での乾電池消耗の調べ方

(表1-2-2 出題問題一覧の続き)

問題	設問内容
問1	磁化される物
問2	棒磁石の引きつける力の強いところ
問3	磁石の性質
問4	磁石のN極の調べ方
問5	磁石について3本の針の極
問6	棒磁石のN極を近づけた時の方位磁針の向き
問7	棒磁石のS極周りで方位磁針の向き
問8	棒磁石のN極周りで方位磁針の向き
問9	棒磁石周りで方位磁針の向き
問10	棒磁石周りで方位磁針の向き
問11	自由に動ける磁石が指す向き
問12	自由に動ける磁石で南を指す極
問13	磁化された縫い針の極
問14	棒磁石周りで方位磁針の極
問15	S極を近づけた時の他の棒磁石N極の動き
問16	S極を近づけた時の他の棒磁石S極の動き
問17	磁石からの距離と力の強さ
問18	割れた磁石の極
問19	自由に動ける磁化された針が指す向き
問20	棒磁石周りで磁石の力の調べ方
問21	棒磁石N極周りで方位磁針で棒磁石を指す極
問22	棒磁石S極を取り除く時の方位磁針が指す向き
問23	磁化された縫い針の性質
問24	振れの等しい磁針から磁石までの距離と磁石の強さ
問1	乾電池2個直列・並列つなぎでの明るさ比べ
問2	乾電池2個直列・並列つなぎでの点灯時間比べ
問3	乾電池1個と2個直列つなぎでの明るさ比べ
問4	乾電池2個並列つなぎの性質(誤り選択)
問5	規格の異なる乾電池での明るさ比べ
問6	豆電球の明るさと電流の強さ
問7	豆電球の明るさと電流計の振れ幅
問8	豆電球の明るさと方位磁針の振れ方
問9	3種の乾電池2個並列回路の明るさと点灯時間
問10	乾電池を2個ずつ並列につないだ時の点灯について
問11	乾電池2個並列つなぎでの明るさと点灯時間
問12	乾電池2個直列つなぎでの性質(誤り選択)
問13	乾電池2個並列つなぎでの明るさ
問14	乾電池2個直列・並列つなぎでの明るさと点灯時間
問15	乾電池1個と2個並列つなぎで明るさが等しい理由
問16	乾電池2個直列つなぎの回路図
問17	乾電池2個並列つなぎの回路図
問18	1個と同じ明るさになる乾電池2個のつなぎ方
問19	4種の乾電池2個直列つなぎでの明るさ
問20	乾電池を逆向きにした時の方位磁針の振れ方
問21	乾電池2個直列つなぎ各地点での電流の強さ
問22	乾電池2個並列つなぎ各地点での電流の強さ
問23	乾電池2個並列つなぎ各地点での電流の強さ
問24	乾電池の向きで方位磁針の振れ向きが変わる理由

学年共通問題部

問題	設問内容
問25	太い導線への変更・接続と豆電球の明るさ
問26	点灯しない回路(ショート回路含む)
問27	回路内の豆電球の位置と明るさ
問28	磁石につく物・電気を通す物
問29	磁石を離れた後の方位磁針の向き
問30	クリップ引きつけ距離と磁石の強さ

【児童背景問題部】

問題	設問内容
問37	兄弟の人数
問38	兄弟構成
問39	帰宅後の遊び相手
問40	遊び場所
問41	生活科(一・二年)・理科(三～六年)の好き嫌い
問42	生活科・理科の勉強の難易
問43	生活科・理科の勉強の理解度
問44	生活科・理科での発表の積極性
問45	生活科・理科での質問の積極性
問46	野外における生活科・理科の勉強の機会
問47	生活科・理科の勉強でのテレビ視聴の機会
問48	生活科・理科での実験への積極性
問49	生活科・理科での実験の準備・後片づけへの積極性
問50	クラブ活動への所属
問51	草花の栽培経験の程度

問題	設問内容
問1	ニクロム線・鉛筆芯・セルロイド入り回路の発熱
問2	銅線・アルミ箔・磁石入り回路での電熱線の発熱
問3	乾電池1～3個回路の発熱(回路の絵提示)
問4	乾電池1～3個回路の発熱(回路記号提示)
問5	電熱線を流れる電流測定時の電流計の位置
問6	電流計の記号
問7	乾電池・電熱線の前後での電流計の振れ
問8	乾電池1～3個回路の電熱線に流れる電流の強さ
問9	乾電池と電熱線を結ぶ導線の太さと発熱
問10	太さ・長さの等しい電熱線の形状と発熱
問11	電流計の目盛りと発熱による温度上昇の関係
問12	電流の強さと発熱による水温上昇の関係
問13	電熱線が高温で発熱する時の色
問14	電熱線の太さと発熱の関係を調べる際の条件
問15	電熱線の太さと発熱の関係を調べる組合せ
問16	電熱線の太さと発熱
問17	同じ長さの電熱線を並列につなぐ本数と発熱
問18	同じ太さで長さの異なる電熱線と発熱
問19	電熱線の長さで発熱の関係を調べる組合せ
問20	長さの異なる電熱線と並列つなぎにおける電流の強さ
問21	電熱線の長さで電流・発熱の関係
問22	電流の強さと発熱の関係を調べる組合せ
問23	電流の強さと発熱の関係を調べる際の条件
問24	電源装置について
問1	電磁石の極の見分け方
問2	電磁石の極の位置
問3	巻き方・乾電池の向きと電磁石の極
問4	方位磁針N極が向く側の反対側の電磁石の極
問5	乾電池を逆につないだ時の極の変化
問6	電流を流した導線周りで方位磁針の動き
問7	S極反発側の反対側の磁針の動き
問8	S極反発側の反対側の磁針の動き(理由)
問9	巻き線の巻き数と電磁石の強さ
問10	巻き数と電磁石の強さの関係を調べる際の条件
問11	電磁石の鉄しんに接続した豆電球の明るさ
問12	しんがアルミ棒の電磁石につく物
問13	電池2個・電磁石3個回路のつなぎ方
問14	電流が同じ時、強い電磁石の巻き数としんの材質
問15	電池1個・2個直列・2個並列つなぎの電磁石の強さ
問16	強い電磁石のしんの材質
問17	強い電磁石の巻き数としんの材質
問18	導線の長さ・巻き数が同じ、強い電磁石の鉄しんの長さ
問19	乾電池1～4個回路と電磁石の強さ
問20	電流の流れるコイルに近づけた鉄釘の動き
問21	巻き数異なる電磁石の直列回路で調べられる内容
問22	発光・発熱・磁力の大きさで電流の強さ
問23	乾電池の数・巻き線の巻き数と電磁石の吸引力の関係

問題	設問内容
問31	導線の太さの異なる豆電球2個並列つなぎの明るさ
問32	乾電池1個より明るい乾電池2個回路
問33	豆電球1個と同じ明るさの豆電球2個回路
問34	乾電池1個と同じ明るさの乾電池2個回路
問35	豆電球1個ゆるめると全て消灯する豆電球2個回路
問36	乾電池の向きと方位磁針の振れる向き

問題	設問内容
問52	昆虫等の飼育経験の程度
問53	月の観察記録経験の程度
問54	岩石・化石の収集経験の程度
問55	草花の採集・標本製作経験の程度
問56	昆虫の採集・標本製作経験の程度
問57	家庭での顕微鏡観察経験の程度
問58	家庭での天体観測経験の程度
問59	科学読み物の読書経験の程度
問60	理科図鑑による検索経験の程度
問61	理科雑誌の購読経験の程度
問62	TV科学番組の視聴経験の程度
問63	プラモデル・模型の製作経験の程度
問64	機器の分解・組立経験の程度
問65	動植物園・科学博物館等への訪問経験の程度

表1-2-3 昭和52年3月実施実態調査被験者内訳

調査校数	23校	
府県別	北海道4, 千葉1, 神奈川2, 新潟5, 長野6, 岡山3, 福岡2	
被験者総数	5,585人(男2881, 女2704)	
学年別	第一学年	780人(男399, 女381)
	第二学年	796人(男393, 女403)
	第三学年	1,611人(男837, 女774)
	第四学年	779人(男400, 女379)
	第五学年	812人(男433, 女379)
	第六学年	807人(男419, 女388)

注) 三年は質問紙2種(A:電気問題・B:磁石問題)実施のため他学年と比べて約2倍の被験者数となっている。

表1-2-4 平成9年3月実施実態調査被験者内訳

調査校数	14校	
府県別	北海道4, 千葉1, 神奈川1, 新潟3, 長野1, 岡山2, 福岡2	
被験者総数	2,932人(男1498, 女1434)	
学年別	第一学年	451人(男231, 女220)
	第二学年	414人(男212, 女202)
	第三学年	776人(男388, 女388)
	第四学年	452人(男235, 女217)
	第五学年	393人(男206, 女187)
	第六学年	446人(男226, 女220)

注) 調査校は、昭和52年3月実施実態調査の同一調査校に調査依頼を行った結果、協力の得られた学校を設定した。  
・三年は質問紙2種(A:電気問題・B:磁石問題)実施のため、他学年と比べて約2倍の被験者数となっている。

被験者数は各学年とも400人程度である。これは調査校の各学年からある1クラスに在籍する児童を被験者としたものである。被験者数の詳細は表1-2-4に示す通りである。

なお、先に述べたように設問内容は昭和43年改訂版小学校学習指導要領に基づいて設定されたために、現行の平成元年改訂版小学校学習指導要領において学習学年が変更されたものや学習取り扱いが全く無いものなど様々な状況が存在した。しかし、調査の実施に際しては設問内容に関連する特別授業は一切行わず、平成元年改訂版の小学校学習指導要領に基づく通常の授業のみが児童に提供された。

### 3. 比較分析での観点

昭和52年調査と平成9年調査の被験者における正答率を比較することにより、学習者の初等電磁気概念の達成度に見られる共通点や差異点などの実態を明らかにするわけであるが、ここでの分析に際しては次のような観点を設けた。

#### ① 学習経験に伴う概念形成の差違

：両調査の被験者へ共通に設定されている学習内容に関して、各調査で学習成果がどのような特徴をもってあらわれているのか検討する。

#### ② 日常経験による概念獲得の可能性

：昭和52年調査の被験者には設定されていたが、平成9年調査の被験者には設定されない学習内容に関して、平成9年調査の被験者が日常経験を通じて科学的概念を獲得する可能性を検討する。

これらの観点に基づいて、第3節では学年固有問題部の回答から各学年内での比較を、第4節では学年共通問題部の回答から学年横断的な比較を中心に扱うこととした。

なお、2つの調査間で調査校数の変更が生じたため、昭和52年調査のデータに関して平成9年調査の調査校のみのデータへ変更することを検討した。しか

しながら、当時の回答データセットは現存しておらず、調査校全体での集計結果が報告書形式で保存されるのみでデータ変更は不可能であったため、無修正のまま使用することとした。

### 第3節 分析1-1:各学年における概念達成の比較

本節では、学年毎に設定された学年固有問題部の問題における被験者の正答率をもとに、各学年終了段階における学習者の概念達成の実態について2調査間で比較分析を行う。

#### 1. 第一学年固有問題での分析結果

第一学年固有問題では20問の設問を用意して、次のような内容に関して児童が保持している概念を探った。

- \* 磁石につく物・つかない物
- \* 磁石の極
- \* 磁石の磁力
- \* 磁力の遠隔作用
- \* 磁力の遮蔽

このうち、「磁石につく物・つかない物」に関しては、単に一般日用品が磁石につくかを尋ねるだけではなく、日用品の色・形・大きさ等といった形状や使用用途を加味させた設問設定を行っている。「磁力の遠隔作用」に関しては、磁石から隔たりと磁力の大きさとの関係や、ガラス・紙・水に対する磁力の透過について尋ねている。なお、現行の第一学年児童は上記内容に関する学習経験を持っておらず、磁力の遠隔作用・遮蔽を除く内容については第三学年において学習することとなっている。

表1-3-1は設問毎に設問内容に関する両改訂版の取り扱い、2調査での正答率とその較差、2調査毎の男女差を示している。また、図1-3-1は各設問に関して両調査での正答率の対応をXYグラフにプロットしたものである。表に示されるように、平成9年調査の正答率の方が昭和52年調査の値よりも下回っており、この較差について比率の差の検定を行った結果は全問とも危険率5%水準で有意差が認められた。このうち平成9年調査の正答率が約40点も下回った問題には問3・6・7・15～17・20の7問が該当したが、これらは金属類での磁石につく物の識別や、磁石が物を引きつける仕方を尋ねた設問であった。

有意差はあるものの、両調査で半数以上の被験者が正答した問題には問4・5・7・9～12・14・18の9問が該当した。これらは、平成元年改訂版の第三学年において学習内容に含まれる、磁石につく日用品や形状変化させても磁石につく鉄釘、磁石の極、磁石の磁力の強さ、磁力のガラス透過に関するものであった。昭和52年調査で被験者の半数以上が正答していながら平成9年調査では半数未満であった問題に問1～3・6・8・13・15～17・20の10問が該当しており、このうち問3・15・16は3割未満の正答率となった。これら3問ではそれぞれ磁石につく金属製品、磁石(極)への砂鉄のつき方、外的変化による磁力への影響を尋ねており、問16以外は平成元年改訂版の第三学年で取り扱われる内容であった。昭和52年調査で被験者の半数未満、平成9年調査にいたって

表1-3-1 第一学年固有問題(設問内容,各改訂版学習指導要領の取り扱い,正答率と差の検定)

設問内容		指導要領の取り扱い		正答率と時代差(全体集団)				正答率の男女差(男-女)				
		昭43改訂	平元改訂	昭52	平9	平-昭	検定	昭52	検定	平9	検定	
磁石につく物・つかない物	問4	日用品で磁石につかない物	○	○3	91.4	79.2	-12.2	*	4.7	*	-3.4	N.S.
	問5	日用品で磁石につく物	○	○3	96.8	63.9	-32.9	*	0.9	N.S.	-4.0	N.S.
	問7	素材名を表示した日用品と磁石につく物	○	○3	94.5	56.1	-38.4	*	-0.6	N.S.	-6.8	N.S.
	問11	磁石につく物	○	○3	86.5	64.5	-22.0	*	0.3	N.S.	-4.5	N.S.
磁石につかない物と形状	問1	紙の色と磁石につく物	○	▲3	67.4	37.5	-29.9	*	5.6	N.S.	-4.1	N.S.
	問2	紙の形と磁石につく物	○	▲3	75.3	46.6	-28.7	*	0.9	N.S.	3.9	N.S.
	問3	硬貨やアルミ箔と磁石につく物	○	○3	71.5	17.7	-53.8	*	9.0	*	5.4	N.S.
磁石につく物と形状	問6	大きさや形の異なる鉄製品と磁石につく物	○	○3	80.8	38.8	-42.0	*	0.9	N.S.	-3.3	N.S.
	問9	形や大きさの異なる鉄釘と磁石につく物	○	▲3	83.3	57.4	-25.9	*	3.4	N.S.	-1.5	N.S.
	問8	塗装した鉄釘と磁石につく物	○	○3	71.5	45.2	-26.3	*	0.3	N.S.	-6.6	N.S.
磁石の極	問15	棒磁石への砂鉄のつき方	○	△3	56.7	8.7	-48.0	*	8.7	*	0.9	N.S.
	問14	U字磁石の力が強い箇所	○	△3	96.7	82.3	-14.4	*	1.1	N.S.	5.3	N.S.
磁石の磁力	問10	磁石が鉄釘を引きつける程度	○	○3	91.0	66.5	-24.5	*	-0.6	N.S.	-4.1	N.S.
	問20	磁石の力強さの調べ方	○		84.0	47.5	-36.5	*	4.9	N.S.	6.6	N.S.
磁力の遠隔作用	問18	磁石による離れて置いた鉄釘の吸引	○	○3	83.5	62.5	-21.0	*	-2.0	N.S.	3.2	N.S.
	問12	コップに遮られる時の磁石への吸引	○		95.0	69.8	-25.2	*	-2.1	N.S.	-2.1	N.S.
	問13	水中での磁石による鉄釘の吸引	○		55.0	35.0	-20.0	*	1.8	N.S.	8.1	N.S.
	問17	磁石に持ち上げられた箱の中味	○		84.1	45.2	-38.9	*	9.2	*	4.9	N.S.
磁力の遮蔽	問19	磁石の力を遮る物	○		40.9	13.5	-27.4	*	3.5	N.S.	-2.9	N.S.
その他	問16	外的変化を与えた後の磁石の強さ			61.2	22.4	-38.8	*	2.1	N.S.	-3.3	N.S.

注) 表中に記載の記号については、次の内容を示している

- ・学習指導要領の取り扱い欄 ○:取り扱いあり, △:教科書等で取り扱いあり, ▲:一部の内容については取り扱いあり, 数字:取り扱い学年
- ・時代差及び男女差の検定欄 \*:差の検定の結果、危険率5%水準で有意差が認められる項目, N.S.:有意差の認められない項目

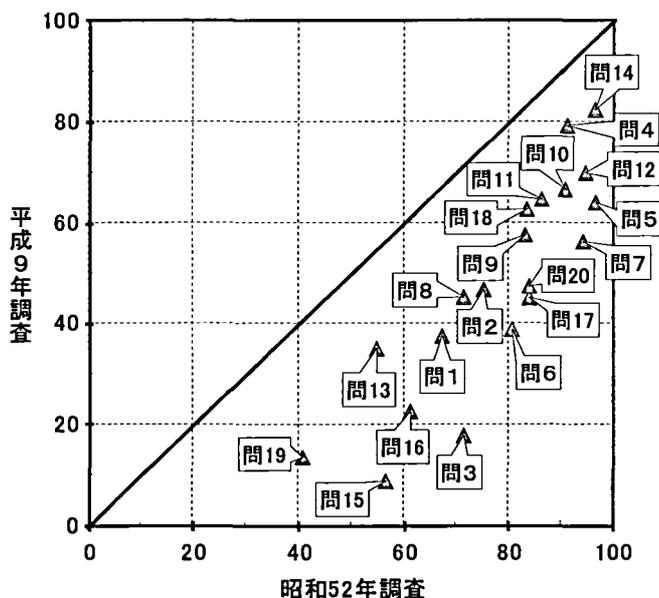


図1-3-1 第一学年固有問題 正答率対応グラフ

は3割未満の正答率であった問題には、磁力を遮る物を尋ねた問19が該当した。これは現行では学習取り扱いのない内容であった。

また、調査毎に正答率の男女差に関して比率の差の検定を行った。その結果、昭和52年調査ではいずれも男子の値が上回る問3・4・15・17の4問に危険率5%水準で有意差が認められた。一方、平成9年調査では認められなかった。

## 2. 第二学年固有問題での分析結果

第二学年固有問題では20問の設問により、次のような内容に関して児童が保持している概念を探った。

- \* 電気を通す物・通さない物
- \* 豆電球と乾電池のつなぎ方
- \* 豆電球が不点灯となるつなぎ方
- \* 豆電球を接続した導線の形状と豆電球の明るさ

このうち、「電気を通す物・通さない物」や「豆電球を接続した導線の形状と豆電球の明るさ」では、回路要素の形状変化を加味した設問を用意している。また、「豆電球と乾電池のつなぎ方」や「豆電球が不点灯となるつなぎ方」では、豆電球ソケットを用いない時の導線のつなぎ方やショート回路、回路要素の配置等の側面を織りまぜることにより、児童の保持する回路概念の深まりを探っている。なお、現行ではこれらの設問内容に関する学習経験が第二学年では全く無く、一部を除いて第三学年において行われることとなっている。

表1-3-2は設問毎に設問内容に関する両改訂版の取り扱い、2調査での正答率とその較差、2調査毎の男女差を示している。また、図1-3-2は各設問に関して両調査での正答率の対応をXYグラフにプロットしたものである。表に示すように、平成9年調査の正答率は昭和52年調査での値よりも下回っており、この較差について比率の差の検定を行った結果は、問15を除いた問題に関して危険率5%水準で有意差が認められた。このうち、平成9年調査での正答率が約40点も下回った問題には問12・16・17・18の4問が該当しており、これらはソケット未使用時の豆電球が点灯しないつなぎ方や、導線形状の変化と豆電球の明るさの関係を尋ねた設問であった。

有意差は認められるものの、両調査とも被験者の半数以上が正答した問題には問1～5・7・8・10・11の9問が該当した。これらは、電池の極や電気を通す物の識別、ソケット使用時の回路のつなぎ方に関するものであった。昭和52年調査で半数以上の被験者が正答していながら、平成9年調査では半数未満となった問題には問6・9・12・14・16～18の7問が該当しており、このうち問6を除く6問では3割未満の正答率となった。これら6問は、通電体や導線の形状変化と豆電球の明るさの関係や、ソケット未使用時の回路のつなぎ方に関して尋ねたものであり、第三学年へと移行した平成元年改訂版に基づく学習において内容の取り扱いが比較的弱められた事項でもあった。昭和52年調査では半数未満、平成9年調査にいたっては3割未満の被験者が正答するのみであ

表1-3-2 第二学年固有問題(設問内容,各改訂版学習指導要領の取り扱い,正答率と差の検定)

設問内容		指導要領の取り扱い		正答率と時代差(全体集団)			正答率の男女差(男-女)				
		昭43改訂	平元改訂	昭52	平9	平-昭	検定	昭52	平9	検定	
乾電池の極	問1 乾電池の一極	○	○3	74.4	65.0	-9.4	*	11.5	*	8.0	N.S.
豆電球と乾電池のつなぎ方	問2 乾電池への導線のつなぎ方	○	○3	96.9	82.1	-14.8	*	2.7	*	6.7	N.S.
	問3 点灯する時の乾電池へのつなぎ方	○	○3	99.4	78.0	-21.4	*	0.7	N.S.	2.6	N.S.
	問7 点灯する時の要素の組み合わせ	▲	▲3	95.7	62.1	-33.6	*	3.5	*	1.3	N.S.
	問8 点灯する時の要素の組み合わせ	▲	▲3	96.4	67.6	-28.8	*	2.2	N.S.	-0.3	N.S.
	問13 点灯する時の乾電池・豆電球へのつなぎ方	○	△3	27.1	10.6	-16.5	*	15.3	*	-6.3	*
電気を通す物・通さない物	問4 導線間につなぐと豆電球が点灯するもの	○	○3	68.0	63.0	-5.0	*	8.0	*	-0.7	N.S.
	問5 導線間につなぐと豆電球が点灯するもの	○	○3	88.1	77.8	-10.3	*	8.0	*	2.1	N.S.
	問9 導線間につないだアルミ箔の形と豆電球の明るさ	○	▲3	54.6	21.7	-32.9	*	4.6	N.S.	-7.8	N.S.
豆電球が不点灯となるつなぎ方	問6 不点灯の時の良くない調べ方	○	○3	60.9	35.0	-25.9	*	7.3	*	-1.2	N.S.
	問10 不点灯の時の乾電池へのつなぎ方	○	○3	98.6	85.0	-13.6	*	0.2	N.S.	-1.2	N.S.
	問11 不点灯となる時の正しい理由	○	○3	76.6	61.6	-15.0	*	2.5	N.S.	-3.5	N.S.
	問12 不点灯の時の豆電球へのつなぎ方	○	△3	50.8	11.8	-39.0	*	15.9	*	-2.0	N.S.
	問14 不点灯となる時の正しい理由	○	△3	58.0	28.0	-30.0	*	11.5	*	-3.3	N.S.
問15 導線加えて不点灯となるつなぎ方(ショート回路含む)	▲	▲3	14.4	13.0	-1.4	N.S.	1.1	N.S.	-0.7	N.S.	
導線の形状と豆電球の明るさ	問16 導線を追加・延長した時の豆電球の明るさ	○	▲3	58.8	22.2	-36.6	*	2.5	N.S.	-6.0	N.S.
	問17 導線をきつく曲げた時の豆電球の明るさ	○	▲3	68.5	20.5	-48.0	*	2.5	N.S.	6.3	N.S.
	問18 導線がねじれた時の豆電球の明るさ	○	▲3	67.2	16.9	-50.3	*	3.9	N.S.	0.2	N.S.
	問19 導線を2重に接続した時の豆電球の明るさ	○	▲3	35.8	15.5	-20.3	*	7.1	*	1.1	N.S.
	問20 導線が太くなった時の豆電球の明るさ	○	▲3	48.4	25.1	-23.3	*	5.4	N.S.	-9.9	*

注) 表中に記載の記号については、次の内容を示している

- ・学習指導要領の取り扱い欄 ○:取り扱いあり, △:教科書等で取り扱いあり, ▲:一部の内容については取り扱いあり, 数字:取り扱い学年
- ・時代差及び男女差の検定欄 \*:差の検定の結果、危険率5%水準で有意差が認められる項目, N.S.:有意差の認められない項目

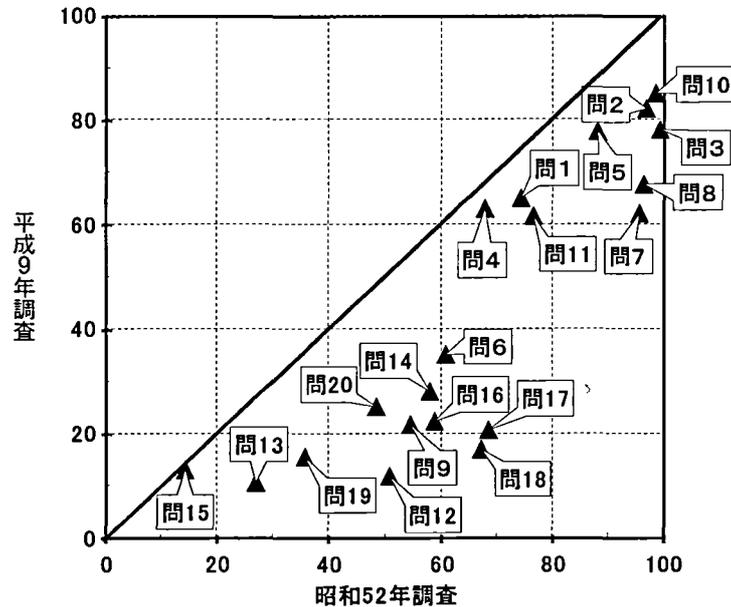


図1-3-2 第二学年固有問題 正答率対応グラフ

る問題には問13・15・19・20の4問が該当しており、うち問13・15は両調査とも3割未満の正答率であった。これらはそれぞれ、ソケット未使用時の回路のつなぎ方やショート回路の識別、導線の接続本数・太さと豆電球の明るさの関係に関して尋ねたものであり、前述の問題群と同様に第三学年へと移行した平成元年改訂版に基づく学習において内容の取り扱いが比較的弱められた事項であった。

また、調査毎に求めた正答率の男女差に関して比率の差の検定を行った結果、昭和52年調査ではいずれも男子の値が上回る問1・2・4～7・12～14・19の10問に危険率5%水準で有意差が認められたが、平成9年調査では問13・20に認められるのみで、しかもいずれも女子の値が上回った。

### 3. 第三学年固有問題Aでの分析結果

第三学年固有問題Aでは23問の設問を通して、次のような内容に関して児童が保持している概念を探った。

- \* 豆電球2個の直列つなぎ・並列つなぎ
- \* 豆電球2個のつなぎ方と明るさ
- \* 豆電球2個のつなぎ方と乾電池の消耗

これらの概念理解を明らかにするために、直列つなぎ・並列つなぎでのつなぎ方の多様性や、豆電球の配置・向き・個数を加味させた設問を用意している。なお、現行の第三学年の児童は上記内容に関する学習経験を一切持っておらず、小学校段階の理科ではその後の学年でも取り扱う学習が設けられていない。

表1-3-3は設問毎に設問内容に関する両改訂版の取り扱い、2調査での正答率とその較差、2調査毎の男女差を示している。また、図1-3-3は各設問に関して両調査での正答率の対応をXYグラフにプロットしたものである。設問毎に両調査の正答率較差について比率の差の検定を行った結果、問2・7・14・16・18の5問を除く他の問題において危険率5%水準で有意差が認められた。このうち、問12を除いた問題では、平成9年調査での正答率の値が昭和52年調査での値よりも下回っていた。

平成9年調査の正答率が昭和52年調査の値よりも上回った4問は、いずれも豆電球の並列つなぎに関わる設問であった。この中で唯一有意差が認められた問12は、乾電池の消耗が最大となる豆電球3個の並列つなぎを正答とする設問であった。消耗が最小の回路を尋ねる問11で最多の豆電球を直列につなぐ回路よりも豆電球1個をつなぐ回路を選択する誤答傾向が圧倒的に増したことも踏まえるならば、そもそも児童は「乾電池に接続する豆電球の個数」や「豆電球が別々に乾電池へ接続しているか」を選択基準におく傾向にあることがうかがえる。よって、学習経験を持たない平成9年調査の被験者では児童の素朴な思考と正答が偶然一致するために問12の正答率が有意に上回ったと考えられる。

一方、平成9年調査の正答率が40点以上も下回った問題に問5・9・10の3問が該当したが、これらは豆電球の直列・並列つなぎの定義や性質の違い、直

表1-3-3 第三学年固有問題A(設問内容, 各改訂版学習指導要領の取り扱い, 正答率と差の検定)

設問内容	指導要領の取り扱い	正答率と時代差(全体集団)			正答率の男女差(男一女)			
		昭43改訂	平元改訂	昭52   平9   検定	昭52   検定	平9   検定		
豆電球2個の つなぎ方	問15	2個とも点灯する豆電球2個回路の接続	○		48.8   42.5	-6.3   *	-1.8   N.S.	-4.2   N.S.
	問1	豆電球2個直列つなぎの導線切断と点灯	○		95.0   82.1	-12.9   *	3.2   *	4.5   N.S.
	問7	豆電球2個並列つなぎの並列部導線の切断と点灯	○		78.2   81.8	3.6   N.S.	1.4   N.S.	7.2   N.S.
	問17	豆電球1個を消した時の豆電球2個並列つなぎ	○		63.8   50.1	-13.7   *	-1.2   N.S.	-13.6   *
豆電球の 直列つなぎ	問10	豆電球2個直列つなぎ	○		71.2   25.8	-45.4   *	-2.5   N.S.	-0.1   N.S.
	問6	豆電球2個直列つなぎの接続と豆電球のつき方	○		84.4   73.7	-10.7   *	7.3   *	2.3   N.S.
	問2	豆電球2個直列つなぎの豆電球の向きと明るさ	○		84.9   82.1	-2.8   N.S.	3.2   N.S.	-8.7   *
	問4	豆電球2個直列つなぎの豆電球の向きと明るさ	○		85.3   76.0	-9.3   *	4.4   N.S.	-7.6   N.S.
豆電球の 並列つなぎ	問3	豆電球1個・2個直列・3個直列つなぎの明るさ	▲		85.4   49.4	-36.0   *	0.6   N.S.	3.3   N.S.
	問5	豆電球2個並列つなぎ	○		65.7   13.3	-52.4   *	6.5   N.S.	2.8   N.S.
	問16	豆電球2個並列つなぎの接続と豆電球のつき方	○		52.3   52.4	0.1   N.S.	1.4   N.S.	-5.9   N.S.
	問8	豆電球2個並列つなぎの豆電球の向きと明るさ	○		92.2   79.3	-12.9   *	-0.9   N.S.	-5.1   N.S.
豆電球の つなぎ方と 明るさ	問13	豆電球2個並列つなぎの豆電球の向きと明るさ	○		91.6   77.8	-13.8   *	4.0   *	-11.2   *
	問14	豆電球1個・2個並列・3個並列つなぎの明るさ	▲		16.9   18.2	1.3   N.S.	4.7   N.S.	-4.0   N.S.
	問9	豆電球1個の時より暗くつく豆電球2個回路	○		58.5   14.6	-43.9   *	10.8   *	-1.9   N.S.
	問22	豆電球1個の時と同じ明るさの豆電球2個回路	○		38.1   15.9	-22.2   *	8.3   *	2.7   N.S.
豆電球の つなぎ方と 乾電池消耗	問19	豆電球2個回路の分類	○		62.4   41.7	-20.7   *	-1.4   N.S.	-2.6   N.S.
	問20	豆電球2個回路で調べられること	○		67.7   46.0	-21.7   *	-5.8   N.S.	-7.3   N.S.
	問21	豆電球2個回路と点灯時間	○		71.7   37.9	-33.8   *	1.0   N.S.	-0.9   N.S.
	問23	豆電球1個・2個回路での乾電池消耗の調べ方	○		76.2   57.8	-18.4   *	-0.4   N.S.	0.6   N.S.
問18	乾電池の消耗が早い豆電球1・2個回路(ショート回路含む)	▲		12.2   9.5	-2.7   N.S.	-1.2   N.S.	2.3   N.S.	
問11	乾電池の消耗が少ない豆電球1~3個回路	▲		22.1   2.3	-19.8   *	-2.2   N.S.	-0.4   N.S.	
問12	乾電池の消耗が多い豆電球1~3個回路	▲		45.4   66.8	21.4   *	-1.7   N.S.	-0.1   N.S.	

注) 表中に記載の記号については、次の内容を示している

- ・学習指導要領の取り扱い欄 ○: 取り扱いあり, △: 教科書等で取り扱いあり, ▲: 一部の内容については取り扱いあり
- ・時代差及び男女差の検定欄 \* : 差の検定の結果、危険率5%水準で有意差が認められる項目, N.S.: 有意差の認められない項目

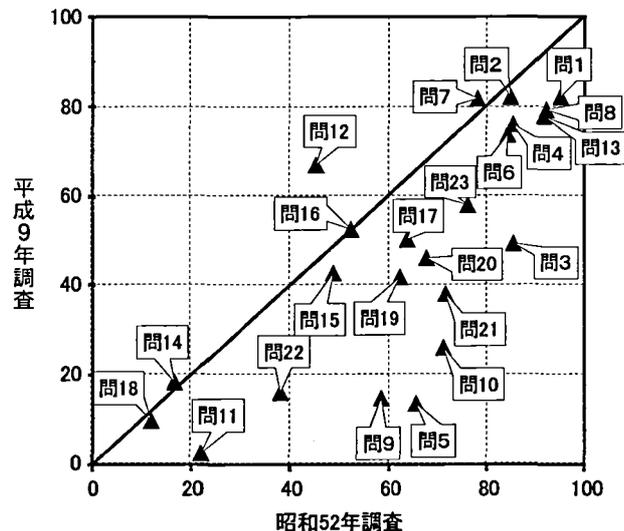


図1-3-3 第三学年固有問題A 正答率対応グラフ

列つなぎにした豆電球の個数と明るさの関係を尋ねた設問であった。いずれも、平成9年調査での無回答率が2～3割に達しており、高い率を占めていた。現行の第三学年では直列・並列つなぎの取り扱いが無いために用語の使用に難があるとともに、豆電球のつなぎ方による明るさの差違に接していないために、児童にとって判断すら困難であることがうかがえる。

両調査で半数以上の被験者が正答した問題には問1・2・4・6～8・13・16・17・23の10問が該当した。これらは、豆電球2個の接続状況と点灯の関係、回路内の豆電球同士の明るさ比較、乾電池の消耗の調べ方について尋ねたものであった。昭和52年調査で半数以上の被験者が正答したが、平成9年調査では半数未滿となった問題には問3・5・9・10・19～21の7問が該当し、うち無回答率の多かった問5・9・10では3割未滿の正答率となった。逆に、問12は昭和52年調査で半数未滿、平成9年調査で半数以上の被験者が正答した。両調査とも正答者が半数未滿の問題には問11・14・15・18・22の5問が該当し、うち消耗とつなぎ方の関係や、並列接続の電球数と明るさの関係を尋ねた問11・14・18では両調査とも3割未滿であった。

また、調査毎に求めた正答率の男女差に関して比率の差の検定を行った結果、昭和52年調査ではいずれも男子の値が上回った問1・6・9・13・22の5問において危険率5%水準で有意差が認められた。一方、平成9年調査では逆に、いずれも女子の値が上回る問2・13・17の3問に認められる結果となった。

#### 4. 第三学年固有問題Bでの分析結果

第三学年固有問題Bでは24問の設問を通して、次の内容について児童が保持している概念を探った。

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>* 磁石の性質と極</li> <li>* 磁石の2極の引き合い・退け合い</li> <li>* 磁石による磁化</li> <li>* 磁石の周りの磁界と磁力</li> </ul> |
|--|

このうち「磁石の周りの磁界と磁力」に関しては、磁石の周囲に置かれた方位磁針の針が指す向きや、磁石からの距離と磁力の強さの関係等を尋ねる設問を用意することにより、磁石の力が及ぶ範囲とその及び方に関する児童の概念を探ろうとしている。なお、「磁石の周りの磁界と磁力」を除く上記内容に関する学習は、現行の児童においても第三学年で行われている。

表1-3-4は設問毎に設問内容に関する両改訂版の取り扱い、2調査での正答率とその較差、2調査毎の男女差を示している。また、図1-3-4は各設問に関して両調査での正答率の対応をXYグラフにプロットしたものである。全設問で平成9年調査の正答率が昭和52年調査での値を下回った。設問毎に2調査間の正答率較差に関して比率の差の検定を行った結果、問12・22を除く問題において危険率5%水準で有意差が認められた。このうち、正答率較差が20点以上ある設問に5問が該当した程度であることから、第三学年固有問題Bは全般的

表1-3-4 第三学年固有問題B(設問内容,各改訂版学習指導要領の取り扱い,正答率と差の検定)

設問内容		指導要領の取り扱い		正答率と時代差(全体集団)			正答率の男女差(男-女)					
		昭43改訂	平成改訂	昭52	平9	平-昭検定	昭52検定	平9検定	検定	検定		
磁石の性質と極	問3	磁石の性質	○	○	77.0	33.8	-43.2	*	8.7	*	7.1	N.S.
	問2	棒磁石の引きつける力の強いところ	○	△	91.9	86.5	-5.4	*	1.2	N.S.	2.8	N.S.
	問18	割れた磁石の極			44.2	33.3	-10.9	*	7.0	*	5.0	N.S.
磁石の2極の引き合い・退け合い	問4	磁石のN極の調べ方	○	○	74.8	57.1	-17.7	*	-1.0	N.S.	-0.6	N.S.
	問6	棒磁石のN極を近づけた時の方位磁針の向き	○	○	78.2	46.2	-32.0	*	2.7	N.S.	3.3	N.S.
	問15	S極を近づけた時の他の棒磁石N極の動き	○	○	77.5	59.7	-17.8	*	4.2	N.S.	1.5	N.S.
	問16	S極を近づけた時の他の棒磁石S極の動き	○	○	78.6	63.4	-15.2	*	7.4	*	-1.5	N.S.
	問22	棒磁石S極を取り除く時の方位磁針が指す向き	○	○	53.7	52.7	-1.0	N.S.	4.6	N.S.	3.9	N.S.
磁石の指北性	問11	自由に動ける磁石が指す向き	○	○	76.3	57.4	-18.9	*	2.6	N.S.	1.0	N.S.
	問12	自由に動ける磁石で南を指す極	○	○	68.4	62.9	-5.5	N.S.	1.0	N.S.	1.6	N.S.
磁石による磁化	問1	磁化される物	○	○	98.8	79.0	-19.8	*	0.6	N.S.	-2.1	N.S.
	問23	磁化された縫い針の性質	○	○	58.8	44.7	-14.1	*	0.8	N.S.	0.1	N.S.
	問13	磁化された縫い針の極	○	○	91.8	81.6	-10.2	*	-0.6	N.S.	-5.1	N.S.
	問5	磁石についた3本の針の極	▲	▲	70.0	59.2	-10.8	*	-7.2	*	5.7	N.S.
	問19	自由に動ける磁化された針が指す向き	○	○	56.7	46.2	-10.5	*	-2.2	N.S.	3.3	N.S.
磁石の周りの方位磁針の向き	問7	棒磁石のS極周りでの方位磁針の向き	○		87.1	68.6	-18.5	*	1.8	N.S.	6.0	N.S.
	問8	棒磁石のN極周りでの方位磁針の向き	○		88.8	75.3	-13.5	*	3.1	N.S.	0.9	N.S.
	問9	棒磁石周りの方位磁針の向き	○		70.7	51.7	-19.0	*	8.9	*	11.2	*
	問10	棒磁石周りの方位磁針の向き	○	○	87.5	73.0	-14.5	*	3.9	N.S.	2.4	N.S.
	問14	棒磁石周りの方位磁針の極	○	○	63.2	54.0	-9.2	*	-0.5	N.S.	-0.7	N.S.
	問21	棒磁石N極周りの方位磁針で棒磁石を指す極	○		74.8	47.3	-27.5	*	-0.5	N.S.	2.2	N.S.
磁石の磁力の強さ	問20	棒磁石周りの磁石の力の調べ方	○		65.4	34.6	-30.8	*	-0.3	N.S.	7.6	N.S.
	問17	磁石からの距離と力の強さ	○		65.9	43.4	-22.5	*	0.7	N.S.	8.9	N.S.
	問24	振れの等しい磁針から磁石までの距離と磁石の強さ	○		35.0	26.0	-9.0	*	4.6	N.S.	9.0	*

注) 表中に記載の記号については、次の内容を示している

- ・学習指導要領の取り扱い欄 ○:取り扱いあり, △:教科書等で取り扱いあり, ▲:一部の内容については取り扱いあり, 数字:取り扱い学年
- ・時代差及び男女差の検定欄 \*:差の検定の結果、危険率5%水準で有意差が認められる項目, N.S.:有意差の認められない項目

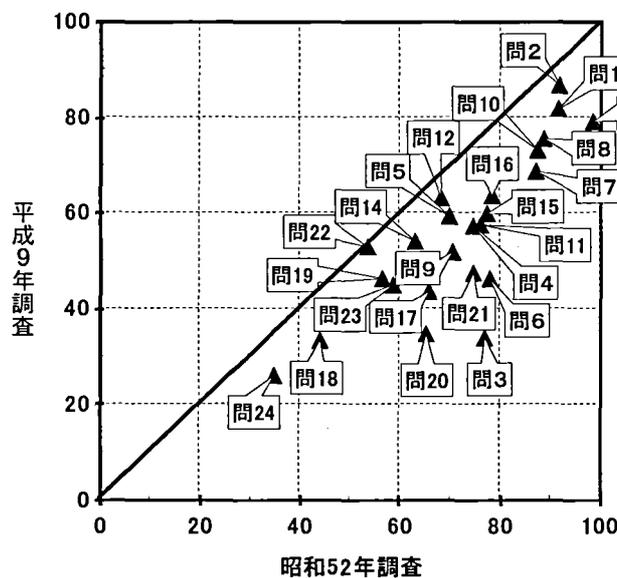


図1-3-4 第三学年固有問題B 正答率対応グラフ

に他の学年固有問題群と比べて2調査間での正答率較差が小さいといえる。

両調査で5割を超える正答率が得られた設問には、問1・2・4・5・7～16・22の15問が該当したが、これらは磁化される物や磁石の極、磁石の引き合い・退け合い、磁石周りの方位磁針の向きについて尋ねた問題である。方位磁針が指し示す向きによって磁石周りの磁界の向きを尋ねた設問を、磁石同士の引き合い・退け合いに関連する応用問題と見なしたならば、15問のほとんどが現行でも学習が設けられている内容であった。昭和52年調査で半数以上の被験者が正答していながら平成9年調査では半数未満となった問題には問3・6・17・19～21・23の7問が該当したが、これらは磁石の性質、磁石の引き合い・退け合い、磁石からの距離と磁力の関係、磁石による磁化を尋ねた問題である。両調査とも正答者が半数未満の問題には、割れた磁石での極や、磁石からの距離と磁力の関係を尋ねた問18・24の2問が該当した。

また、調査毎に求めた正答率の男女差に関して比率の差の検定を行った結果、昭和52年調査では問3・5・9・16・18の5問において危険率5%水準で有意差が認められた。磁化されて引き合う3本の針の極を尋ねた問5では女子の正答率が、他の問題ではいずれも男子の値が上回った。平成9年調査ではいずれも男子の値が上回る問9・24において有意差が認められる結果となった。

#### 5. 第四学年固有問題での分析結果

第四学年固有問題では24問の設問を通して、児童が次のような内容に関して保持している概念を探った。

- \* 乾電池の直列つなぎ・並列つなぎ
- \* 乾電池2個のつなぎ方と明るさ・電流の強さ
- \* 乾電池2個のつなぎ方と乾電池の消耗
- \* 電流の向き

このうち「乾電池2個のつなぎ方と明るさ・電流の強さ」に関しては、直列・並列の各つなぎ方での多様性を加味させるとともに、直列回路や並列回路内の各部における電流の強さを尋ねる設問を用意して回路内での電流の流れ方に関する児童の概念を探ろうとしている。なお、「乾電池2個のつなぎ方と乾電池の消耗」「電流の向き」「回路各部での電流の強さ」を除く上記内容に関する学習は、現行の児童においても第四学年で行われている。

表1-3-5は設問毎に設問内容に関する両改訂版の取り扱い、2調査での正答率とその較差、2調査毎の男女差を示している。また、図1-3-5は各設問に関して両調査での正答率の対応をXYグラフにプロットしたものである。設問毎に2調査間の正答率較差に関して比率の差の検定を行った結果、問6・10を除く問題において危険率5%水準で有意差が認められ、いずれも昭和52年調査での正答率が上回っていた。このうち、正答率較差が15点以上25点未満の範囲にある問題として約半数の11問が該当したように、設問内容に関して両調査の被験者は学習経験があるものの平均して20点の較差がついている。これは同じく

表1-3-5 第四学年固有問題(設問内容,各改訂版学習指導要領の取り扱い,正答率と差の検定)

設問内容		指導要領の扱い		正答率と時代差(全体)				正答率の男女差(男-女)			
		昭43	平元	昭52	平9	平-昭	検定	昭52	検定	平9	検定
乾電池の直列・並列つなぎ比較	問1 乾電池2個直列・並列つなぎでの明るさ比べ	○	○	85.8	68.1	-17.7	*	2.6	N.S.	14.1	*
	問2 乾電池2個直列・並列つなぎでの点灯時間比べ	○	○	78.3	52.7	-25.6	*	7.6	*	21.5	*
	問14 乾電池2個直列・並列つなぎでの明るさと点灯時間	○	▲	81.4	63.3	-18.1	*	9.5	*	17.1	*
乾電池の直列つなぎ	問3 乾電池1個と2個直列つなぎでの明るさ比べ	○	○	91.4	83.2	-8.2	*	5.3	*	8.4	*
	問19 4種の乾電池2個直列つなぎの明るさ	○	○	63.3	31.9	-31.4	*	10.7	*	-3.4	N.S.
	問12 乾電池2個直列つなぎでの性質(誤り選択)	○	○	74.3	49.6	-24.7	*	16.8	*	8.4	N.S.
	問16 乾電池2個直列つなぎの回路図	△		84.3	42.3	-42.0	*	4.4	N.S.	7.7	N.S.
乾電池の並列つなぎ	問18 1個と同じ明るさになる乾電池2個のつなぎ方	○	○	52.0	27.0	-25.0	*	14.4	*	5.0	N.S.
	問13 乾電池2個並列つなぎでの明るさ	○	○	68.9	48.0	-20.9	*	9.9	*	13.5	*
	問11 乾電池2個並列つなぎでの明るさと点灯時間	○	▲	58.2	37.8	-20.4	*	9.4	*	10.7	*
	問9 3種の乾電池2個並列回路の明るさと点灯時間	○	▲	35.2	15.5	-19.7	*	16.1	*	2.3	N.S.
	問4 乾電池2個並列つなぎの性質(誤り選択)	○	○	51.1	30.5	-20.6	*	15.8	*	4.7	N.S.
	問17 乾電池2個並列つなぎの回路図	△		81.4	43.1	-38.3	*	4.9	N.S.	10.3	*
はたらきと電流の強さ	問8 豆電球の明るさと方位磁針の振れ方	○		82.4	64.2	-18.2	*	-2.3	N.S.	-2.4	N.S.
	問7 豆電球の明るさと電流計の振れ幅	○	○	83.6	78.8	-4.8	*	-0.6	N.S.	-3.7	N.S.
	問6 豆電球の明るさと電流の強さ	○	○	73.4	75.2	1.8	N.S.	-3.4	N.S.	4.7	N.S.
回路の各部での電流の強さ	問21 乾電池2個直列つなぎ各地点での電流の強さ	○		43.4	21.0	-22.4	*	4.9	N.S.	-1.3	N.S.
	問15 乾電池1個と2個並列つなぎで明るさが等しい理由	○		57.3	36.7	-20.6	*	4.2	N.S.	-3.0	N.S.
	問22 乾電池2個並列つなぎ各地点での電流の強さ	○		60.1	51.1	-9.0	*	-1.2	N.S.	2.5	N.S.
電流の向き	問23 乾電池2個並列つなぎ各地点での電流の強さ	○		66.6	59.1	-7.5	*	-0.3	N.S.	0.2	N.S.
	問20 乾電池を逆向きにした時の方位磁針の振れ方	△		69.4	60.0	-9.4	*	5.8	N.S.	5.5	N.S.
その他	問24 乾電池の向きで方位磁針の振れ向きが変わる理由	△		65.5	46.2	-19.3	*	10.3	*	2.0	N.S.
	問10 乾電池を2個ずつ並列につないだ時の点灯について			59.0	57.1	-1.9	N.S.	-2.2	N.S.	-1.9	N.S.
	問5 規格の異なる乾電池での明るさ比べ			45.2	19.3	-25.9	*	18.7	*	-1.1	N.S.

注) 表中に記載の記号については、次の内容を示している  
 ・学習指導要領の取り扱い欄 ○: 取り扱いあり, △: 教科書等で取り扱いあり, ▲: 一部の内容については取り扱いあり  
 ・時代差及び男女差の検定欄 \*: 差の検定の結果、危険率5%水準で有意差が認められる項目, N.S.: 有意差の認められない項目

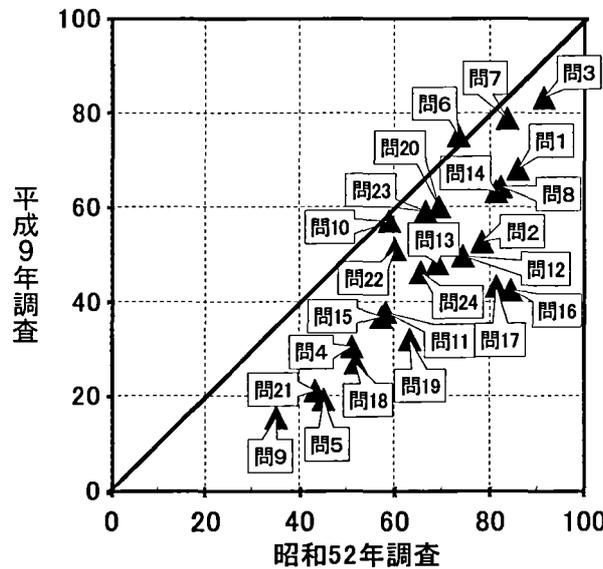


図1-3-5 第四学年固有問題 正答率対応グラフ

現行において同一学年での学習経験を持つ第三学年固有問題Bや第六学年固有問題における較差よりも大きな値であるといえよう。また、平成9年調査の正答率が40点近くも下回った問題として問16・17が該当したが、これらは乾電池2個の直列・並列つなぎの回路図について尋ねた設問であった。

昭和52年調査において正答率が5割を越える問題は21問存在したが、このうち平成9年調査においても5割以上であった問題には問1～3・6～8・10・14・20・22・23の11問が、逆に5割未満であった問題には問4・11～13・15～19・24の10問が該当した。昭和52年調査での正答者が半数未満であり、平成9年調査では3割未満となる問題に問5・9・21の3問が該当したが、これらは乾電池の規格の大きさや明るさの関係、並列つなぎの多様性と性質、直列つなぎ各部での電流計の振れについて尋ねたものである。

また、調査毎に求めた正答率の男女差に関して比率の差の検定を行った結果、昭和52年調査では問2～5・9・11～14・19・24の11問、平成9年調査では問1～3・11・13・14・17の7問において有意差が認められたが、いずれも男子の値が上回る結果となった。これらの設問では主に、乾電池2個の直列・並列回路における明るさや乾電池の消耗について尋ねていた。

## 6. 第五学年固有問題での分析結果

第五学年固有問題では24問の設問を通して、児童が次に示す内容に関して保持している概念を探った。

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>* 電流と発熱</li> <li>* 電熱線の太さと電流・発熱の大きさ</li> <li>* 電熱線の長さや電流・発熱の大きさ</li> <li>* 電流計の使用</li> </ul> |
|---|

これらの内容に関して、単に知識理解ばかりでなく実験の条件設定やデータ表の解釈・予測を尋ねる設問を用意するとともに、乾電池と電熱線をつなぐ導線本数や電熱線の形状の変化を加味した問題も設けた。また、上記内容以外に通電体、発熱時の色、回路内の電流の強さの変化、電源装置の使用に関する設問も設けた。なお、上記内容に関して現行の第五学年児童は学習経験を持っておらず、「電流と発熱」に関してのみ現行では第六学年において学習が行われている。

表1-3-6は設問毎に設問内容に関する両改訂版の取り扱い、2調査での正答率とその較差、2調査毎の男女差を示している。また、図1-3-6は各設問に関して両調査での正答率の対応をXYグラフにプロットしたものである。設問毎に2調査間の正答率較差に関して比率の差の検定を行った結果、全設問において危険率5%水準で有意差が認められた。3種の通電体を組み込んだ電熱線回路の発熱を尋ねた問2においてのみ平成9年調査での正答率の方が上回っており、他の設問では昭和52年調査での値が上回っていた。また、平成9年調査の正答率が40点近くも下回った問題として問1・6・14・18・23の5問が該当し

表1-3-6 第五学年固有問題(設問内容, 各改訂版学習指導要領の取り扱い, 正答率と差の検定)

設問内容		指導要領の取り扱い		正答率と時代差(全体集団)				正答率の男女差(男-女)					
		昭43改訂	平元改訂	昭52	平9	平-昭	検定	昭52	検定	平9	検定		
電気を通す物・通さない物	問1	ニクロム線・鉛筆芯・セルロイド入り回路の発熱				80.4	36.6	-43.8	*	2.9	N.S.	-1.5	N.S.
	問2	銅線・アルミ箔・磁石入り回路での電熱線の発熱				17.1	30.5	13.4	*	2.9	N.S.	-9.1	N.S.
電流と発熱	問3	○	○6	84.6	62.9	-21.7	*	12.7	*	22.0	*		
	問4	○	○6	80.3	50.6	-29.7	*	13.0	*	15.0	*		
	問8	○	○6	59.7	40.0	-19.7	*	17.5	*	14.0	*		
	問22	○	○6	56.3	23.7	-32.6	*	8.0	*	0.3	N.S.		
	問23	○	▲6	82.4	47.1	-35.3	*	4.6	N.S.	-14.3	*		
	問11	○	○6	85.5	75.3	-10.2	*	0.5	N.S.	-6.3	N.S.		
	問12	○	○6	90.9	76.8	-14.1	*	5.2	*	-9.5	*		
	問10	○	▲6	34.0	14.0	-20.0	*	3.9	N.S.	-0.8	N.S.		
	問9			17.6	7.9	-9.7	*	6.4	*	2.8	N.S.		
電熱線の太さと電流の強さ・発熱の大きさ	問14	○		60.3	22.9	-37.4	*	3.8	N.S.	1.9	N.S.		
	問15	○		74.9	42.0	-32.9	*	0.9	N.S.	-4.6	N.S.		
	問16	○		40.1	24.4	-15.7	*	-4.4	N.S.	-4.4	N.S.		
	問17	△		42.5	28.8	-13.7	*	-1.0	N.S.	-8.4	N.S.		
電熱線の長さや電流の強さ・発熱の大きさ	問18	○		71.2	33.1	-38.1	*	5.8	N.S.	0.9	N.S.		
	問19	○		46.6	30.8	-15.8	*	1.7	N.S.	2.6	N.S.		
	問21	○		66.5	33.3	-33.2	*	0.5	N.S.	10.6	*		
	問20	▲		31.8	17.3	-14.5	*	1.2	N.S.	-1.7	N.S.		
電流計の使用	問6			67.5	9.9	-57.6	*	5.4	N.S.	-0.5	N.S.		
	問5	▲	▲6	61.1	30.0	-31.1	*	4.7	N.S.	6.3	N.S.		
その他	問13	○		33.7	9.7	-24.0	*	8.3	*	2.1	N.S.		
	問7			45.8	17.3	-28.5	*	0.4	N.S.	-6.8	N.S.		
	問24	△	△6	38.7	20.1	-18.6	*	3.7	N.S.	-0.4	N.S.		

注) 表中に記載の記号については、次の内容を示している

- ・学習指導要領の取り扱い欄 ○: 取り扱いあり, △: 教科書等で取り扱いあり, ▲: 一部の内容については取り扱いあり, 数字: 取り扱い学年
- ・時代差及び男女差の検定欄 \*: 差の検定の結果、危険率5%水準で有意差が認められる項目, N.S.: 有意差の認められない項目

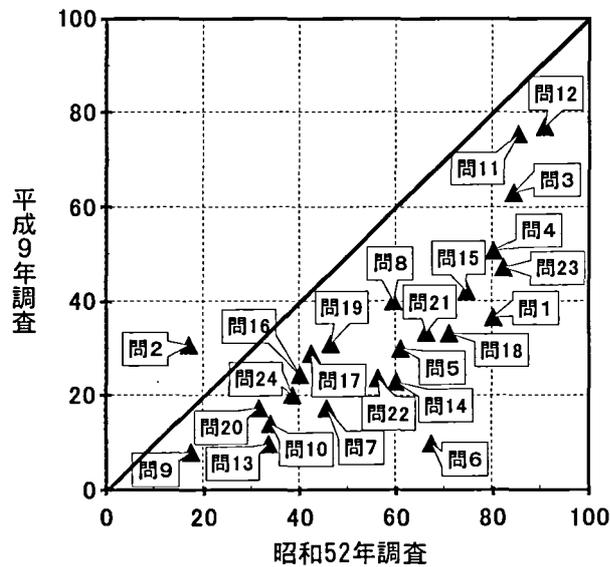


図1-3-6 第五学年固有問題 正答率対応グラフ

たが、これらは発熱体、電流計の記号、電熱線の太さ・電流の強さと発熱量との関係を調べる回路の組、電熱線の長さや発熱の関係を尋ねた設問であった。

両調査において正答率が5割を越えた問題は問3・4・11・12の4問が該当したが、これらは乾電池1～3個回路の発熱比較や、電流の強さと温度上昇との関係を表より予測するものであった。昭和52年調査で被験者の半数以上が正答しながら、平成9年調査では半数未満となった問題には問1・5・6・8・14・15・18・21～23の10問が該当したが、このうち電流計の記号、電熱線の太さと発熱の関係を調べる回路の組合せ、電流の強さと発熱の関係を調べる組合せを尋ねた問6・14・22は正答率が3割未満となった。両調査とも正答率が5割未満の問題には残る10問が該当したが、このうち平成9年調査でのみ正答率が3割未満となる問題には、回路要素前後での電流の強さ、電熱線の形状と発熱、発熱時の色、電熱線の太さと発熱の関係・並列においた電熱線と発熱、電源装置の使用を尋ねた問7・10・13・16・17・20・24の7問が該当し、また両調査とも3割未満の問題には乾電池と電熱線をつなぐ導線本数と発熱の関係を尋ねた問9が該当した。

調査毎に求めた正答率の男女差に関して比率の差の検定を行った結果、昭和52年調査では問3・4・8・9・12・13・22の7問、平成9年調査では問3・4・8・12・21・23の6問において有意差が認められた。平成9年調査での問12・23を除き、いずれも男子での正答率の方が上回る結果となった。

## 7. 第六学年固有問題での分析結果

第六学年固有問題では23問の設問を通して、児童が次に示す内容に関して保持している概念を探った。

- \* 電磁石の性質と極
- \* 電磁石の2極の引き合い・退け合い
- \* コイルの巻き数やしんと磁力
- \* 電流と磁力

このうち、「コイルの巻き数やしんと磁力」ではコイルの巻き密度やしんの材質を、また「電流と磁力」では乾電池のつなぎ方を加味させた問題を用意した。また、上記内容以外にも鉄しんにつないだ豆電球の明るさや、電流の強さと発光・発熱・磁力の関係に関する設問を用意して児童の考えを尋ねている。なお、上記内容に関しては、現行でも第六学年において同様な学習が行われている。

表1-3-7は設問毎に設問内容に関する両改訂版の取り扱い、2調査での正答率とその較差、2調査毎の男女差を示している。また、図1-3-7は各設問に関して両調査での正答率の対応をXYグラフにプロットしたものである。設問毎に2調査間の正答率較差に関して比率の差の検定を行った結果、半数にあたる問1・2・6～8・10～13・15・18・19の12問において危険率5%水準で有意差が認められた。このうち、電磁石の鉄しんにできた極の位置を尋ねた問2では平成9年調査の正答率の方が上回っていたが、他の設問では昭和52年調査の

表1-3-7 第六学年固有問題(設問内容, 各改訂版学習指導要領の取り扱い, 正答率と差の検定)

設問内容		指導要領の取り扱い		正答率と時代差(全体集団)			正答率の男女差(男-女)					
		昭43改訂	平元改訂	昭52	平9	平-昭検定	昭52	検定	平9	検定		
電磁石の極	問1	電磁石の極の見分け方	○	○	92.1	84.3	-7.8	*	4.1	*	-6.7	N.S.
	問2	電磁石の極の位置	○	○	51.9	59.4	7.5	*	13.7	*	-3.9	N.S.
	問3	巻き方・乾電池の向きと電磁石の極	▲	▲	44.9	48.9	4.0	N.S.	1.5	N.S.	-3.1	N.S.
	問5	乾電池を逆につないだ時の極の変化	○	○	52.2	47.3	-4.9	N.S.	10.7	*	7.3	N.S.
	問4	方位磁針N極が向く側の反対側の電磁石の極	○	○	47.7	45.1	-2.6	N.S.	10.0	*	4.7	N.S.
電磁石の2極の吸引・反発	問7	S極反発側の反対側の磁針の動き	○	○	73.0	62.1	-10.9	*	1.1	N.S.	-9.3	*
	問8	S極反発側の反対側の磁針の動き(理由)	○	○	87.2	78.9	-8.3	*	3.2	N.S.	-6.6	N.S.
	問6	電流を流した導線周りの方位磁針の動き	○	△	36.3	9.4	-26.9	*	13.9	*	0.6	N.S.
電流と磁力	問20	電流の流れるコイルに近づけた鉄釘の動き	▲	△	24.5	26.5	2.0	N.S.	6.0	N.S.	7.4	N.S.
	問15	電池1個・2個直列・2個並列つなぎの電磁石の強さ	○	○	60.1	45.7	-14.4	*	21.9	*	14.1	*
	問13	電池2個・電磁石3個回路のつなぎ方	○3・4	▲	51.9	27.1	-24.8	*	11.2	*	6.9	N.S.
	問19	乾電池1~4個回路と電磁石の強さ	○	○	63.6	46.9	-16.7	*	20.7	*	14.4	*
	問23	乾電池の数・巻き線の巻き数と電磁石の磁力の関係	○	○	77.4	79.6	2.2	N.S.	7.7	*	0.1	N.S.
コイルの巻き数や、しんの材質・長さとの磁力	問9	巻き線の巻き数と電磁石の強さ	○	○	94.7	93.1	-1.6	N.S.	4.6	*	-0.3	N.S.
	問10	巻き数と電磁石の強さの関係を調べる際の条件	○	○	74.0	59.6	-14.4	*	-2.0	N.S.	-0.7	N.S.
	問21	巻き数異なる電磁石の直列回路で調べられる内容	○	○	66.9	64.1	-2.8	N.S.	4.8	N.S.	-3.5	N.S.
	問16	強い電磁石のしんの材質	○	△	91.0	87.7	-3.3	N.S.	3.9	N.S.	-10.0	*
	問12	しんがアルミ棒の電磁石につく物	▲	△	59.7	39.9	-19.8	*	16.2	*	-2.9	N.S.
	問17	強い電磁石の巻き数としんの材質	○	△	85.4	81.6	-3.8	N.S.	0.1	N.S.	-6.7	N.S.
	問18	導線の長さ・巻き数が同じ、強い電磁石の鉄しんの長さ	▲	▲	73.0	39.9	-33.1	*	8.0	*	19.6	*
	問14	電流が同じ時、強い電磁石の巻き数としんの材質	○	△	90.2	88.8	-1.4	N.S.	3.5	N.S.	-6.9	N.S.
その他	問22	発光・発熱・磁力の大きさと電流の強さ	○4~6	○4~6	41.5	36.8	-4.7	N.S.	5.5	N.S.	-0.1	N.S.
	問11	電磁石の鉄しんに接続した豆電球の明るさ			49.4	18.8	-30.6	*	19.3	*	12.1	*

注) 表中に記載の記号については、次の内容を示している

- ・学習指導要領の取り扱い欄 ○: 取り扱いあり, △: 教科書等で取り扱いあり, ▲: 一部の内容については取り扱いあり, 数字: 取り扱い学年
- ・時代差及び男女差の検定欄 \*: 差の検定の結果、危険率5%水準で有意差が認められる項目, N.S.: 有意差の認められない項目

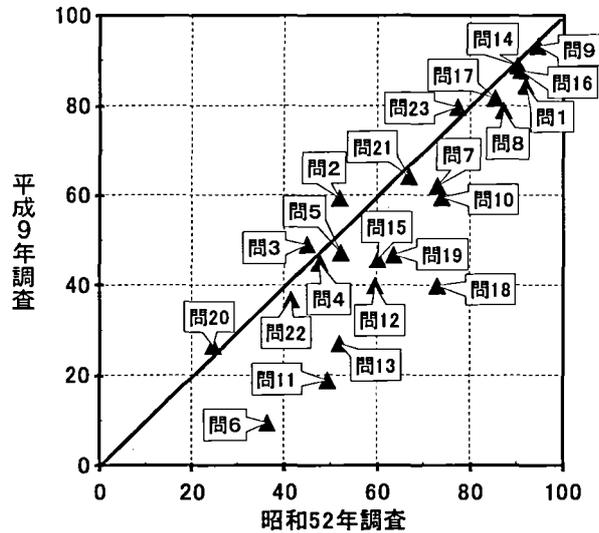


図1-3-7 第六学年固有問題 正答率対応グラフ

値が上回っていた。また、平成9年調査の正答率が40点近くも下回った問題には、コイルの巻き密度と磁力の関係を尋ねた問18が該当した。

両調査において正答率が5割を越えた問題には約半数の問1・2・7～10・14・16・17・21・23の11問が該当したが、これらは電磁石の極や、コイルの巻き数・しんの材質・乾電池数と磁力との関係に関するものであった。昭和52年調査で半数以上の被験者が正答したものの平成9年調査では半数未満となった問題には問5・12・13・15・18・19の6問が該当したが、これらは乾電池の向きと電磁石の極の関係、アルミしんの電磁石、乾電池のつなぎ方と磁力の関係、コイルの巻き密度と磁力の関係、つなぎ方の識別に関する設問であった。両調査とも正答率が5割未満の問題には残る6問が該当したが、このうち平成9年調査でのみ正答率が3割未満となる問題には、導線周りの方位磁針の振れや鉄しんにつないだ豆電球の明るさを尋ねた問6・11が該当し、また両調査とも3割未満の問題にはコイルのみでの磁力を尋ねた問20が該当した。

調査毎に求めた正答率の男女差に関して比率の差の検定を行った結果、昭和52年調査では問1・2・4～6・9・11～13・15・18・19・23の13問、平成9年調査では問7・11・14～16・18・19の7問において有意差が認められた。平成9年調査でのみ有意差が認められた問7・14・16を除いて、他の問題では男子の正答率の方が上回る結果となった。

## 第4節 分析1-2: 学年横断的に見た概念達成の変動比較

本節では、第三学年以上の被験者に出題された学年共通問題部の設問における被験者の正答率から、概念達成の追年的傾向を2調査間で比較分析する。学年共通問題部は表1-4-1のように、昭和43年改訂版において第一～第四学年で履修された学習内容に関する12問の設問で構成されており、平成元年改訂版においては7問が第三学年または第四学年で学習され、残る5問は学習取り扱いがないものである。

表1-4-1 学年共通問題部 出題問題の内容と履修学年

	出題内容	履修学年	
		昭52	平9
問25	太い導線への変更・接続と豆電球の明るさ	2	3
問26	点灯しない回路(ショート回路含む)	2	3
問27	回路内の豆電球の位置と明るさ	2	3
問28	磁石につく物・電気を通す物	1・2	3
問29	磁石を離れた後の方位磁針の向き	3	3
問30	クリップ引きつけ距離と磁石の強さ	1	—
問31	導線の太さ異なる豆電球2個並列回路の明るさ	3	—
問32	1個より明るい乾電池2個回路	4	4
問33	1個と同じ明るさの豆電球2個回路	3	—
問34	1個と同じ明るさの乾電池2個回路	4	4
問35	1個ゆるめると全て消灯する豆電球2個回路	3	—
問36	乾電池の向きと方位磁針の振れる向き	4	—

## 1. 昭和52年調査での概念達成の追年的傾向

昭和52年調査での学年共通問題において被験者の正答率や回答分析から得られた追年的傾向として、馬場ら(1983)は次の5項目を指摘している。

- ① 学年差はほとんど見られない。問題設定として第四学年までの学習内容であったためか、第四学年が最も好成績であった。
- ② 高学年で正答率が伸び悩んだ。忘却や他内容の学習による干渉が影響したものと考えられた。例えば、第五学年の電流と発熱の学習では、導線が太いと電流量が増すというように抵抗による発熱量変化を電流量変化に当てはめて考える場合が多いと思われた。電気抵抗の概念がはっきりしない段階で扱うことに無理があり、混乱を引き起こしたものであろう。昭和52年改訂版でこの学習が除かれたことは以上の状態から見て妥当といえる。
- ③ 直列回路は比較的理解しているが、並列回路の理解が直列ほど進展しない。これには、用語の意味の難解さや、児童の考えと現象との不一致が影響していると考えられた。ここでいう不一致とは例えば、ものの数が増えることにつまずき、明るさも変わると考えてしまいがちという意味である。
- ④ ショート回路の理解が全学年とも低調であった。指導上の位置づけはなされていないが、電池の消耗についてショート回路では電流がたくさん流れ、消耗が激しいことなどから、ある程度の指導が必要であろう。

⑤正答率の性差は、第四学年以上で顕著であった。女子の少ない生活経験、消極的な実験参加が指摘された。今後の社会生活に向けて女子も電磁気について一層理解を深める必要があることから、個別実験の機会を多くつくる等して、女子にも電磁気を学習する楽しさを味わせるようにしたい。

## 2. 平成9年調査での概念達成の追年的傾向

表1-4-2は、昭和52年調査及び平成9年調査における学年共通問題部各設問の正答率を示している。さらに図1-4-1は、学年別や調査別に各問題の正答率をプロットしたグラフである。ほとんどの問題で、平成9年調査の正答率は学年を問わず昭和52年調査の値を下回った。この傾向とは逆に、平成9年調査の正答率が有意に上回ったのは第三学年における問28のみであった。また、正答率較差に関して比率の差の検定を行った結果、表1-4-2が示すように2学年以上にわたって有意差が認められない問題として問26・31・32・36が該当した。

各問題の両調査での正答率は、学年進行に伴って一定の範囲内で変動した。この変動域を基にして、次のような問題難易度に関する4形態が見いだせた。

- ① 7割以上が正答できない問題 : 問26
- ② 半数が正答できない問題 : 問31, 33, 34, 36
- ③ 以前は半数以上正答したが、  
現行では半数が正答できなくなった問題 : 問25, 27, 28, 29, 30
- ④ 半数以上が正答できる問題 : 問32, 35

さらに、表1-4-3は両調査での各問題の正答率における性差を学年ごとに示したものである。昭和52年調査で顕著であった性差は、平成9年調査でほとんど見られなくなった。両調査の正答率較差を性別で比べると、女子ではあまり見られないが、男子では顕著であり、平成9年調査の方が低かった。

表1-4-2 学年共通問題部 正答率

	第三学年		第四学年		第五学年		第六学年	
	昭52,	平9	昭52,	平9	昭52,	平9	昭52,	平9
問25	55.9,	46.3 *	71.0,	38.9 *	47.3,	23.9 *	51.3,	39.0 *
問26	9.4,	9.4	13.9,	10.4	22.5,	13.2 *	19.0,	16.1
問27	59.1,	53.7 *	77.5,	46.0 *	62.7,	30.3 *	74.7,	47.1 *
問28	41.7,	65.6 *	55.5,	45.1 *	53.0,	45.8 *	56.9,	48.9 *
問29	51.5,	41.9 *	55.2,	37.0 *	53.6,	32.3 *	66.0,	43.7 *
問30	53.8,	38.5 *	58.9,	44.5 *	61.5,	34.1 *	64.8,	49.3 *
問31	48.6,	44.6	58.9,	40.0 *	23.8,	21.1	26.8,	29.4
問32	47.8,	45.2	74.3,	65.5 *	71.4,	60.1 *	70.1,	66.6
問33	47.6,	30.5 *	45.1,	34.3 *	46.1,	36.9 *	41.0,	38.8
問34	22.7,	19.1 *	48.8,	31.9 *	36.6,	30.0 *	41.9,	28.7 *
問35	79.8,	63.0 *	84.9,	56.6 *	86.3,	64.9 *	88.6,	72.7 *
問36	20.0,	19.7	26.2,	22.1	27.0,	22.1	36.1,	32.3

注) \*は、両調査の正答率の差(昭和52年-平成9年)について検定を行った結果、危険率5%で有意であることを示している。

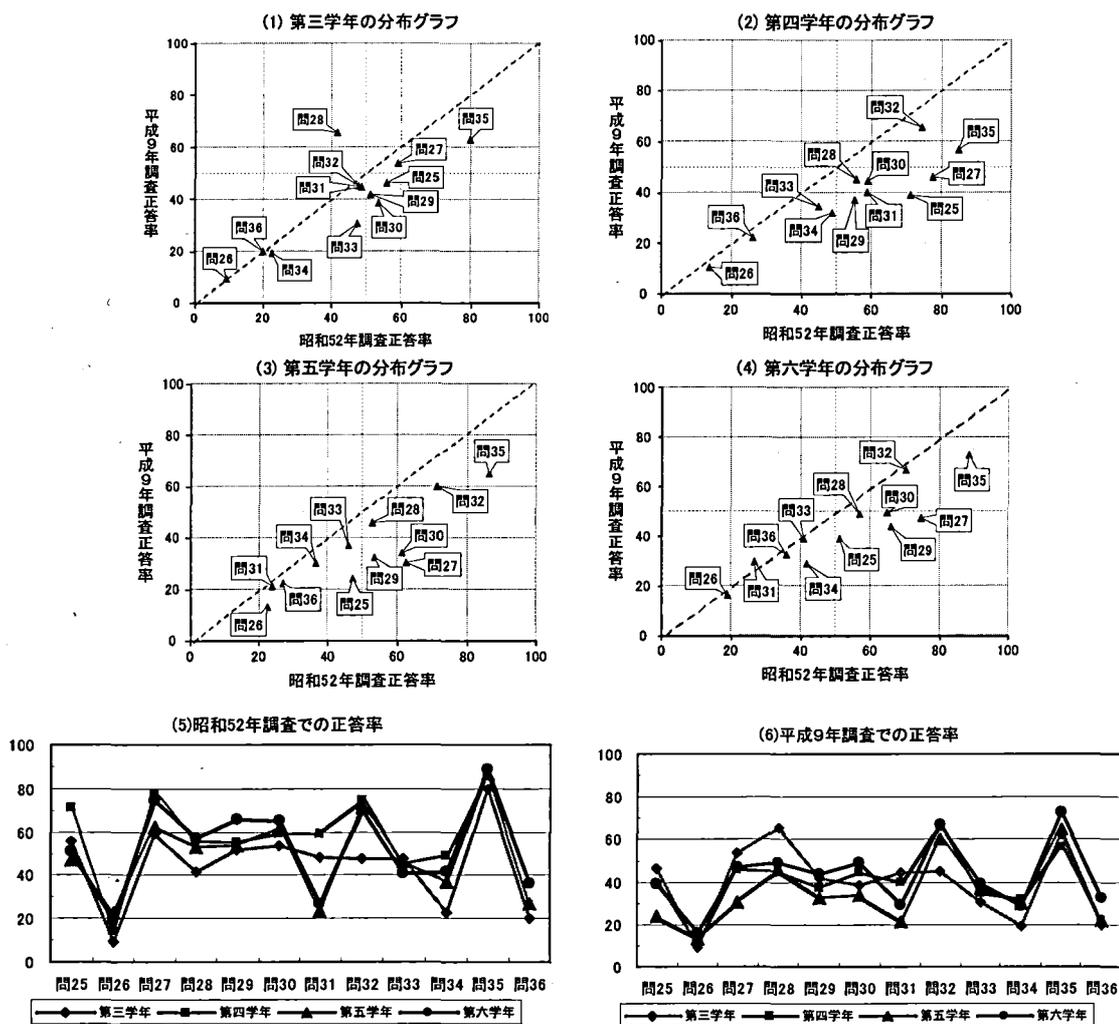


図1-4-1 学年共通問題における正答率グラフ（学年別4種・調査別2種）

表1-4-3 学年共通問題部 各調査における正答率の性差

	昭和52年調査			平成9年調査		
	有意差なし	男子が有意に高い	女子が有意に高い	有意差なし	男子が有意に高い	女子が有意に高い
第三学年	問27,29,30,31,32,33,34,35,36	問25,26,28		問25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36		
第四学年		問25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36		問25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36	問31	
第五学年	問32	問25,26,27,28,29,30,31,33,34,35,36		問25,26,27,28,29,30,31,32,33,34	問36	問35
第六学年	問33,34,35	問25,26,27,28,29,30,31,32,36		問25,26,27,28,29,30,32,33,34,35,36	問31	

注) 2調査の正答率の男女差について比率の差の検定を行った結果として、危険率5%水準で認められる有意差を基準とした。

## 第5節 まとめ

## 1. 学年固有問題部から得られる学習者の概念達成の特色

学年固有問題部に属する各学年向け設問での正答率の比較結果をまとめると、次のような傾向が得られる。

正答率の較差に関して比率の差の検定を行った結果、表1-5-1に示す通り、いずれの学年でも大多数の問題において危険率5%水準で有意差が認められた。特に学年固有問題部の全158問のうち、第一学年「磁石」で全問、第二学年「豆電球と乾電池」で20問中19問、第三学年 A「豆電球のつなぎ方と明るさ」で23問中17問、第三学年 B「磁石の働き」で24問中22問、第四学年「乾電池のつなぎ方と電流」で24問中22問、第五学年「電流と発熱」で24問中23問、第六学年「電流と電磁石」で23問中11問の計134問における昭和52年調査での正答率が、平成9年調査の値よりも有意に上回っており、スパイラル型カリキュラムを持つ昭和43年改訂版小学校学習指導要領の施行下における学習者の初等電磁気概念の形成に優位性が見出せた。該当する問題の出題内容は、表1-5-2に示す通りである。また、表1-5-3は、昭和52年調査での正答率が平成9年調査の値を有意に上回る問題に関して、正答率較差の大きさ毎に問題数を示したものである。正答率較差は平成元年改訂版で履修設定のない低学年や第三学年 A・第五学年、また履修設定のある第四学年において20-60点の幅で差が出ている。他方、第六学年の電磁石内容では2つのカリキュラム間で概念達成に差違はほとんどないことが見出された。これとは逆に、平成9年調査における正答率が昭和52年調査の値を上回る問題として、表1-5-4に示す3問が該当した。これらは、平成元年改訂版で履修内容としての取り扱いがない現象に関して児童の理解を尋ねた問題であった。

2 調査の正答率較差に有意差が見られたという全体的傾向に反して、較差に有意差が認められない問題もあった。これには、表1-5-5に示す20問が該当した。両調査の被験者が同様な学習経験を通じて科学的概念を形成するため、もしくは学習経験の差違に関わらず彼らが日常経験に深く根付かせた概念を形成するために、これらの問題では有意差が見られないものと考えられる。既習内容であり正答率が5割を上回る磁石の指北性、豆電球の明るさや電磁石の強さ

表1-5-1 学年固有問題部における昭和52年調査と平成9年調査の間の正答率較差

出題学年	出題問題数	昭和52年の値が有意に上回る	有意差無し	平成9年の値が有意に上回る
第一学年	20問	20問	—	—
第二学年	20問	19問	1問	—
第三学年A	23問	17問	5問	1問
第三学年B	24問	22問	2問	—
第四学年	24問	22問	2問	—
第五学年	24問	23問	—	1問
第六学年	23問	11問	11問	1問

注) 正答率較差の分類に関しては、2調査の正答率について比率の差の検定を行った結果、危険率5%水準で認められる有意差を基準とした。

表1-5-2 昭和52年調査の正答率が有意に上回った学年固有問題部の問題(全134問)

【正答率較差が30点以上】(37問)		
第一学年	8問	磁石につく物(硬貨やアルミ箔, 形・大きさの異なる鉄製品, 日用品, ブラックボックス) / 棒磁石への砂鉄の付き方 / 磁石の強さ調べ / 外的変化を与えた磁石の強さ
第二学年	7問	点灯する要素の組 / 電気を通す物(アルミ箔の形状) / 不点灯となる豆電球のつなぎ方 / 導線形状と豆電球の明るさ(追加延長, 曲がり, ねじれ)
第三学年A	5問	豆電球2個の直列つなぎと明るさ / 1個より暗い豆電球2個回路 / 豆電球の並列つなぎ / 豆電球2個回路と点灯時間
第三学年B	3問	磁石の性質 / 棒磁石を近づけた時の方位磁針の向き / 棒磁石周りの磁力の調べ方
第四学年	3問	乾電池2個直列つなぎ4種の明るさ / 乾電池の直列・並列つなぎの回路図
第五学年	9問	発熱する回路 / 電流の強さや電熱線の太さと発熱の関係を調べる条件 / 電熱線の長さや電流の強さ・発熱 / 電流計 / 記号 / 電流計の測定時のつなぎ方
第六学年	2問	導線の長さ・巻き数が同じ時の鉄心の長さや電磁石の強さ / 鉄心につないだ豆電球の明るさ
【正答率較差が20点以上30点未満】(36問)		
第一学年	10問	磁石につく物(色・形・大きさの異なる紙や鉄釘, 塗料付き鉄釘) / 磁力の遠隔作用 / 磁力の遮蔽
第二学年	5問	点灯する要素の組 / 点灯するつなぎ方 / 不点灯の調べ方 / 導線形状と豆電球の明るさ(2重接続, 太い)
第三学年A	3問	1個と同じ明るさの豆電球2個回路 / 豆電球2個回路の分類
第三学年B	2問	棒磁石の極周りの方位磁針が指す向き / 磁石からの距離と磁力の強さ
第四学年	9問	乾電池の直列・並列つなぎの明るさ・点灯時間比べ / 乾電池の直列・並列つなぎの性質 / 乾電池2個の直列つなぎ各地点での電流の強さ / 乾電池2個の並列つなぎで明るさが1個の時と等しい理由
第五学年	5問	乾電池の数やつなぎ方と発熱(回路絵・回路図による提示) / 電熱線の形状と発熱 / 電熱線の発熱時の色 / 乾電池・電熱線前後での電流計の振れ
第六学年	2問	電流が流れる導線周りの方位磁針の動き / 回路絵での乾電池や電熱線のつなげ方
【正答率較差が20点未満】(61問)		
第一学年	2問	磁石につかない日用品 / U字磁石の力が強い箇所
第二学年	7問	乾電池の極とつなぎ方 / 豆電球のつなぎ方 / 電気を通す物 / 不点灯となる乾電池のつなぎ方
第三学年A	9問	豆電球2個のつなぎ方と点灯(直列・並列にした豆電球の向き, 導線切断) / 乾電池の消耗の調べ方 / 乾電池の消耗が少ない豆電球1~3個回路
第三学年B	17問	棒磁石の磁力が強い箇所 / 割れた磁石の極 / 極の調べ方 / 磁石の2極の引き合い・退け合い / 磁石の指北性 / 磁化した鉄の性質 / 棒磁石周りの方位磁針の向き / 等振の方位磁針と磁石との距離と磁力の強さ
第四学年	10問	乾電池の直列・並列つなぎの明るさ・点灯時間比べ / 乾電池2個並列つなぎ3種の明るさ・点灯時間 / 豆電球の明るさと磁針・電流計の振れ / 乾電池2個並列つなぎ各地点での電流の強さ / 電流の向きと磁針の振れ
第五学年	9問	乾電池の数・つなぎ方と電流の強さ / 電流の強さと温度上昇との関係 / 電熱線をつなぐ導線数と発熱 / 電熱線の太さと発熱 / 同じ電熱線を並列につなぐ数と発熱 / 電熱線の長さや発熱の関係を調べる条件 / 長さが異なる電熱線の並列つなぎでの電流の強さ / 電源装置の使い方
第六学年	7問	電磁石の極 / S極が反発する側の反対側での方位磁針の動き / 電池の数・つなぎ方と電磁石の強さ / コイルの巻き数と電磁石の強さの関係を調べる条件 / アルミ心の電磁石

表1-5-3 昭和52年調査の正答率が有意に上回った問題での正答率較差

	較差が 10点未満	10点以上 20点未満	20点以上 30点未満	30点以上 40点未満	較差が 40点以上	合計
第一学年	0問	2問	10問	5問	3問	20問
第二学年	2問	5問	5問	5問	2問	19問
第三学年A	2問	7問	3問	2問	3問	17問
第三学年B	3問	14問	2問	2問	1問	22問
第四学年	5問	5問	9問	2問	1問	22問
第五学年	1問	8問	5問	7問	2問	23問
第六学年	2問	5問	2問	2問	0問	11問

表1-5-4 平成9年調査の正答率が有意に上回った問題(3問)

【較差が10点以上30点未満】		
第三学年A	問12	乾電池の消耗が多い豆電球1~3個回路
第五学年	問2	銅線・アルミ箔・磁石入り回路での電熱線の発熱
【較差が10点未満】		
第六学年	問2	電磁石の極の位置

表1-5-5 両調査の正答率較差に有意差が認められなかった問題(20問)

【正答率70点以上】		
第三学年A	問2	乾電池の消耗が多い豆電球1~3個回路
	問7	豆電球2個並列つなぎの並列部導線の切断と点灯
第四学年	問6	豆電球の明るさと電流の強さ
第六学年	問9	巻き線の巻き数と電磁石の強さ
	問14	電流が同じ時、強い電磁石の巻き数としんの材質
	問16	強い電磁石のしんの材質
	問17	強い電磁石の巻き数としんの材質
	問23	乾電池の数・巻き線の巻き数と電磁石の磁力の関係
【正答率50点以上70点未満】		
第三学年A	問16	豆電球2個並列つなぎの接続と豆電球のつき方
第三学年B	問12	自由に動ける磁石で南を指す極
	問22	棒磁石S極を取り除く時の方位磁針が指す向き
第四学年	問10	乾電池を2個ずつ並列につないだ時の点灯について
第六学年	問21	巻き数異なる電磁石の直列回路で調べられる内容
【正答率30点以上50点未満】		
第六学年	問3	巻き方・乾電池の向きと電磁石の極
	問4	方位磁針N極が向く側の反対側の電磁石の極
	問5	乾電池を逆につないだ時の極の変化
	問22	豆電球の明るさ・電熱線の発熱・電磁石の力と電流の強さ
【正答率30点未満】		
第二学年	問15	導線を加えて不点灯となるつなぎ方(ショート回路含む)
第三学年A	問14	豆電球1個・2個並列・3個並列つなぎの明るさ
	問18	乾電池の消耗が早い豆電球1・2個回路(ショート回路含む)
第六学年	問20	電流の流れるコイルに近づけた鉄釘の動き

表1-5-6 男女間の正答率較差に有意差が認められる問題数

	昭和52年調査		平成9年調査	
	男子>女子	男子<女子	男子>女子	男子<女子
第一学年	4問			
第二学年	10問			2問
第三学年A	5問			3問
第三学年B	4問	1問	2問	
第四学年	11問		7問	
第五学年	7問		4問	2問
第六学年	13問		4問	3問

注) 2調査の正答率について比率の差の検定を行った結果として、危険率5%水準で認められる有意差を基準とした。

と電流量の比例関係、心材やコイルの巻き数と電磁石の強さの関係を扱う設問は、前者の理由に当てはまると考えられる。また一方で、未習内容だが正答率が5割を上回る豆電球の並列回路における明るさや乾電池の消耗を扱った設問や、正答率が5割を下回った電磁石の極の性質、電流の強さと発光・発熱・磁力の相互関係、ショート回路、豆電球の並列回路の明るさ、コイルの磁力を扱った設問は、後者の理由に当てはまると考えられる。

また、表1-5-6は両調査において男女間の正答率較差に有意差が認められる問題数を学年別に示している。これより、昭和52年調査では55問で男女間に有意差が認められていたが、平成9年調査では有意差の認められる問題数は27問へと減少している。さらに、正答率を男女間で比較した場合、昭和52年調査では有意差の認められた問題55問のうち1問を除いた54問で男子の正答率が女子の値を上回っていた。一方、平成9年調査においては男子の正答率が女子より

も上回る問題は27問中17問であり、男子正答率が上回る問題は依然多いものの、女子の正答率が上回る問題も少なくない。このことは、スパイラル型の昭和42年改訂版が施行されている昭和52年調査の被験者において認められた電磁気概念の形成における男子の優位性が、コンセントリック型の平成元年改訂版が施行されている平成9年調査の被験者には消失していることを示している。しかし、第四学年に関しては平成9年調査においても男子の正答率が有意に上回る問題が多数認められることから、男子の優位性が未だに存在しうる問題内容であることもうかがえる。

## 2. 学習者の概念達成における追年的傾向の比較

概して、学年固有問題部における結果と同様に、スパイラル型の昭和43年改訂版が施行されている昭和52年調査の被験者における正答率は、コンセントリック型の平成元年改訂版が施行されている平成9年調査の被験者における値よりも上回った。また、学年が進行しても、この較差は保持される傾向にあった。表1-5-7が示すように、学年毎に求めた正答率較差において有意差が見られた問題数は、第三・第六学年は各7問、第四・第五学年は各10問であった。

この傾向とは逆に、磁石につく物と電気を通す物の組み合わせ理解を尋ねた問28では、平成9年調査の第三学年における正答率が昭和52年調査より有意に上回った。これらの内容については、昭和43年改訂版ではそれぞれ低学年の2学年に分けられていたために別々に学習されていたが、平成元年改訂版では第三学年へ集約されたことにより、ほぼ同時期に学習が行われている。よって、現行学習指導要領における学習配置の効果であることが考えられる。

問題毎に連続する2学年間の正答率較差を求めた場合、各調査とも複数の学年間で有意差が認められる問題が多く見られたが、この較差はあまり大きなものではなかった。しかし、正答率は履修学年で高まり、次学年で忘却のために減少し、その後は学年進行に伴って徐々に増加する変動傾向をわずかながら示している。最も好成绩の学年は、昭和52年調査での第四学年とは異なり、平成9年調査では最上級の第六学年であると推定される。

また、昭和52年調査で顕著であった正答率の男女差は平成9年調査において

表1-5-7 学年共通問題における昭和52年調査と平成9年調査の間の正答率較差

出題学年	昭和52年の値が有意に上回る	有意差無し	平成9年の値が有意に上回る
第三学年	7問 問25,問27,問29,問30,問33, 問34,問35	4問 問26,問31,問32,問36	1問 問28
第四学年	10問 問25,問27,問28,問29,問30, 問31,問32,問33,問34,問35	2問 問26,問36	—
第五学年	10問 問25,問26,問27,問28,問29, 問30,問32,問33,問34,問35	2問 問31,問36	—
第六学年	7問 問25,問27,問28,問29,問30, 問34,問35	5問 問26,問31,問32,問33, 問36	—

注) 正答率較差の分類に関しては、2調査の正答率について比率の差の検定を行った結果、危険率5%水準で認められる有意差を基準とした。

はあまり見られず、この男女差が解消されるに到った背景として昭和52年調査から変化がない平成9年調査の女子正答率付近にまで、男子正答率が低下していた。このため、現行の男子における経験量の低下が電磁気概念の形成における彼らの優位性を失わせてきていることが推測される。

第4節において示した各問題の難易度に関する4形態については次のような特色が見られた。まず、昭和52年調査で半数以上が正答したが「現行では半数が正答できなくなった問題群」は、昭和43年改訂版における低学年の履修内容に集中した。当時は現行と異なり、低学年の学習内容である物性や極性、単回路に関して、物や導線・磁石の形状や大きさ、回路接続の形態や位置等について学習活動時に変化を取り入れるよう指導書レベルで設定されたため、半数をこえる児童が経験によって理解できたものと考えられる。両調査とも「7割以上が正答できない問題」の問26は、両改訂版とも取り扱いのないショート回路が正答であることが影響しているものと考えられる。そして残りの、両調査ともに「半数以上が正答できる」または「半数が正答できない」問題群とは、昭和43年改訂版で中学年における履修内容に関する設問であった。このうち、「半数が正答できた問題群」は、いずれも豆電球または乾電池の直列回路が正答となる設問であった。問35は現行で未学習の豆電球2個の直列回路が正答であるが、単回路での閉回路吟味の応用により導出が可能なため、容易く回答されたと考えられる。他方の「半数が正答できない問題群」は、豆電球または乾電池の並列回路における豆電球の明るさや、電流の流れる導線付近の方位磁針の振れに関する設問であった。乾電池・豆電球の置き方や導線接続部分の変化、導線の交差などの要素を選択肢に導入したため、いずれも回路図の詳細な吟味が必要となる設問であった。

このように、カリキュラムの構造の違いは主として、単回路概念や豆電球のつながり方と明るさの概念、乾電池のつながり方と電流の概念、乾電池の消耗の概念、空間に働く磁力の概念、電流による発熱の概念の形成に影響を及ぼしていることが明らかとなった。

## 第2章 カリキュラム構造と学習者の初等電磁気概念の形成における つまずき

本章では、第1章で取り上げた昭和52年調査と平成9年調査の電磁気課題における選択肢の回答比率に基づいて、2調査間で誤答傾向について比較分析を行うことにより、カリキュラム構造の違いに伴う学習者の概念形成におけるつまずき傾向の差を明らかにする。

### 第1節 分析2-1: 電流の働き・電気回路の性質におけるつまずき

#### 1. 第二学年固有問題での分析結果

図2-1-1は、昭和52年調査と平成9年調査における各設問に設けられた5択の選択肢の回答比率を表した帯グラフである。また、表2-1-1及び表2-1-2は各設問に関して正答や正答率、主要な誤答の内容、及び誤答者の誤答選択肢回答比率の時代変動特徴を示したものである。2調査間で各設問における5択の選択肢の回答比率の類似度を検討するためにカイ2乗検定を行った結果、全設問に危険率1%水準で有意差が認められ、児童集団の回答傾向に差が見られる

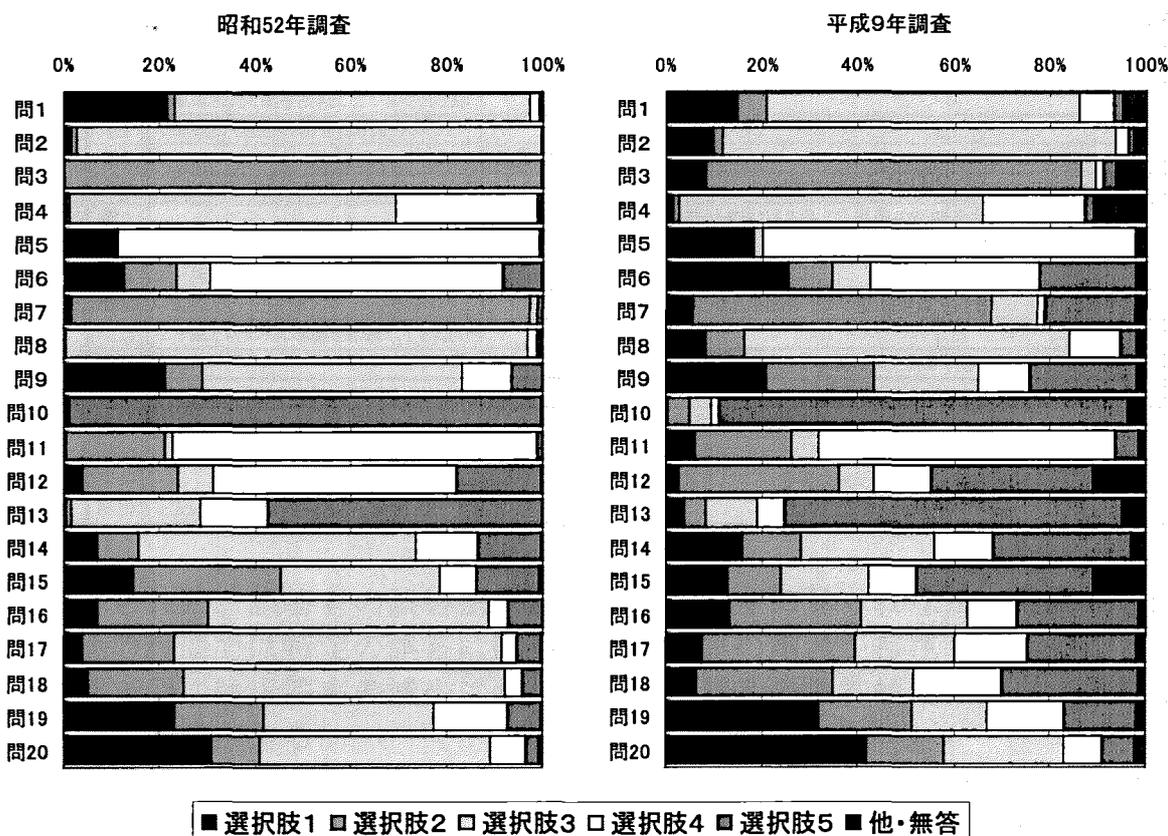


図2-1-1 第二学年固有問題 選択肢回答比率グラフ

表2-1-1 第二学年固有問題における正答と主要な誤答

設問内容		正答と正答率 (昭52) (平9)		主要な比率を占める誤答
乾電池の極	問1 乾電池の一極	3	底面(一極側) 74.4 65.0	1:上面(+極側)
豆電球と乾電池のつなぎ方	問2 乾電池への導線のつなぎ方	3	上面と底面(+極・一極) 96.9 82.1	1:+極と+極寄り側面
	問3 点灯する時の乾電池へのつなぎ方	2	両極と接続した回路 99.4 78.0	1:+極に導線2本接続した回路
	問7 点灯する時の要素の組み合わせ	2	豆電球と乾電池の組 95.7 62.1	5:豆電球とモーターの組
	問8 点灯する時の要素の組み合わせ	3	波打った導線で接続 96.4 67.6	4:導線と糸で接続
	問13 点灯する時の乾電池・豆電球へのつなぎ方	3	電球2端・電池2極を接続 27.1 10.6	5:電球底部1端を接続したショート回路
電気を通す物・通さない物	問4 導線間につなぐと豆電球が点灯するもの	3	金物の場合は明かりがつく 68.0 63.0	4:磁石につく物の場合は明かりがつく
	問5 導線間につなぐと豆電球が点灯するもの	4	10円玉 88.1 77.8	1:プラスチックの下敷き
	問9 導線間につないだアルミ箔の形と豆電球の明るさ	3	アルミ箔によらず明るさは同じ 54.6 21.7	1:平らな方が明るい
豆電球が不点灯となるつなぎ方	問6 不点灯の時の良くない調べ方	4	*乾電池を横向きにする 60.9 35.0	1:ソケット内のゆるみ/5:導線の接続具合
	問10 不点灯の時の乾電池へのつなぎ方	5	*一極と側面を接続 98.6 85.0	2:豆電球が下向き/3:豆電球が横向き
	問11 不点灯となる時の正しい理由	4	両極と接続していないから 76.6 61.6	2:一極の中心に接続していないから
	問12 不点灯の時の豆電球へのつなぎ方	4	*豆電球の1端と接続 50.8 11.8	2:豆電球が電池の下/5:豆電球が下向き
	問14 不点灯となる時の正しい理由	3	電球側部に接続していない 58.0 28.0	5:豆電球と乾電池がくっついている
	問15 導線加えて不点灯となるつなぎ方(ショート回路含む)	1	*ショート回路 14.4 13.0	2:並列部がある/3:極と側部を結ぶ部がある
導線の形状と豆電球の明るさ	問16 導線を追加・延長した時の豆電球の明るさ	3	導線つないでも同じ明るさ 58.8 22.2	2:つなぐと暗い/5:つなぐとついたり消えたり
	問17 導線をきつく曲げた時の豆電球の明るさ	3	導線曲げても同じ明るさ 68.5 20.5	2:曲げると暗い/5:曲げるとついたり消えたり
	問18 導線がねじれた時の豆電球の明るさ	3	導線巻いても同じ明るさ 67.2 16.9	2:巻くと暗い/5:巻くとついたり消えたり
	問19 導線を2重に接続した時の豆電球の明るさ	3	導線が2重でも同じ明るさ 35.8 15.5	1:2重だと明るい/2:2重だと暗い
	問20 導線が太くなった時の豆電球の明るさ	3	導線太くても同じ明るさ 48.4 25.1	1:太いと明るい

\* 問6・問10・問12・問15は誤りを選択する設問となっている。

表2-1-2 第二学年固有問題における誤答比率の変動(昭和52年→平成9年)

		比率が減少する誤答	比率変動なし	比率が増加する誤答
乾電池の極	問1			2:+極寄り側面/4:-極寄り側面
豆電球と乾電池のつなぎ方	問2	2:+極と一極寄り側面		
	問3			1:+極に導線2本接続した回路
	問7	1:豆電球と磁石の組		5:豆電球とモーターの組
	問8			1:糸で乾電池側面と接続/2:導線と割り箸で接続
	問13	4:電球側部1端を接続したショート回路		
電気を通す物・通さない物	問4	4:磁石につく物の場合は明かりがつく		
	問5		誤答傾向は類似	
	問9			2:丸まった方が明るい/5:丸まった方はついたり消えたりする
豆電球が不点灯となるつなぎ方	問6			1:ソケット内のゆるみ/5:導線の接続具合
	問10	1:豆電球上向き		
	問11	2:一極の中心に接続していないから		
	問12			2:豆電球が電池の下/5:豆電球が下向き
	問14	4:一極とガラスに導線を接続していない		
	問15			5:極からオープンな導線の出た部がある
導線の形状と豆電球の明るさ	問16			5:つなぐとついたり消えたり
	問17			5:曲げるとついたり消えたり
	問18			4:巻くとつかない/5:巻くとついたり消えたり
	問19			1:2重だと明るい/5:2重だとついたり消えたり
	問20	4:太いとつかない		

ことが得られた。誤答者の誤答選択回答比率に大差の見られなかった問5を除いて、他の設問では特定の誤答に関して選択比率の増減が存在していることから、2調査間には正答率の減少ばかりでなく誤答者の誤答傾向に差が生じていることがうかがえる。

主要な誤答や比率が増減した誤答の内容から、次のような特徴が得られた。第二学年では導線を乾電池につなぐ箇所や電気を通す物について6割以上が理解できるものの、例えば、豆電球に導線を直接接続する際に豆電球ソケットの導線形状に似せて豆電球底部と乾電池の両極を接続させたショート回路の誤答

者が多い。このことは、児童の理解は映像的であり、操作的なものであって、回路の仕組み等の理屈抜きで行われていることが多いことを示唆している。また、豆電球の配置や、導線のねじれ・太さ・本数等の形状が豆電球の明るさを変化させると見なしていることから、発光体が電源よりも上方に上向きで置かれた時に明るく発光すると捉えたり、ホースを流れる水のごとく通電体における電気の流れを捉えたりする傾向が強いことがうかがえる。

2. 第三学年固有問題Aでの分析結果

図2-1-2は、昭和52年調査と平成9年調査における各設問に設けられた5択の選択肢の回答比率を表した帯グラフである。また、表2-1-3及び表2-1-4は各設問に関して正答や正答率、主要な誤答の内容、及び誤答者の誤答選択肢回答比率の時代変動の特徴を示したものである。2調査間で各設問における5択の選択肢の回答比率の類似度を検討するためにカイ2乗検定を行った結果として、問7を除いた設問において危険率1%水準で有意差が認められたことから、児童集団の回答傾向には差違があることが得られた。このうち、誤答者の誤答選

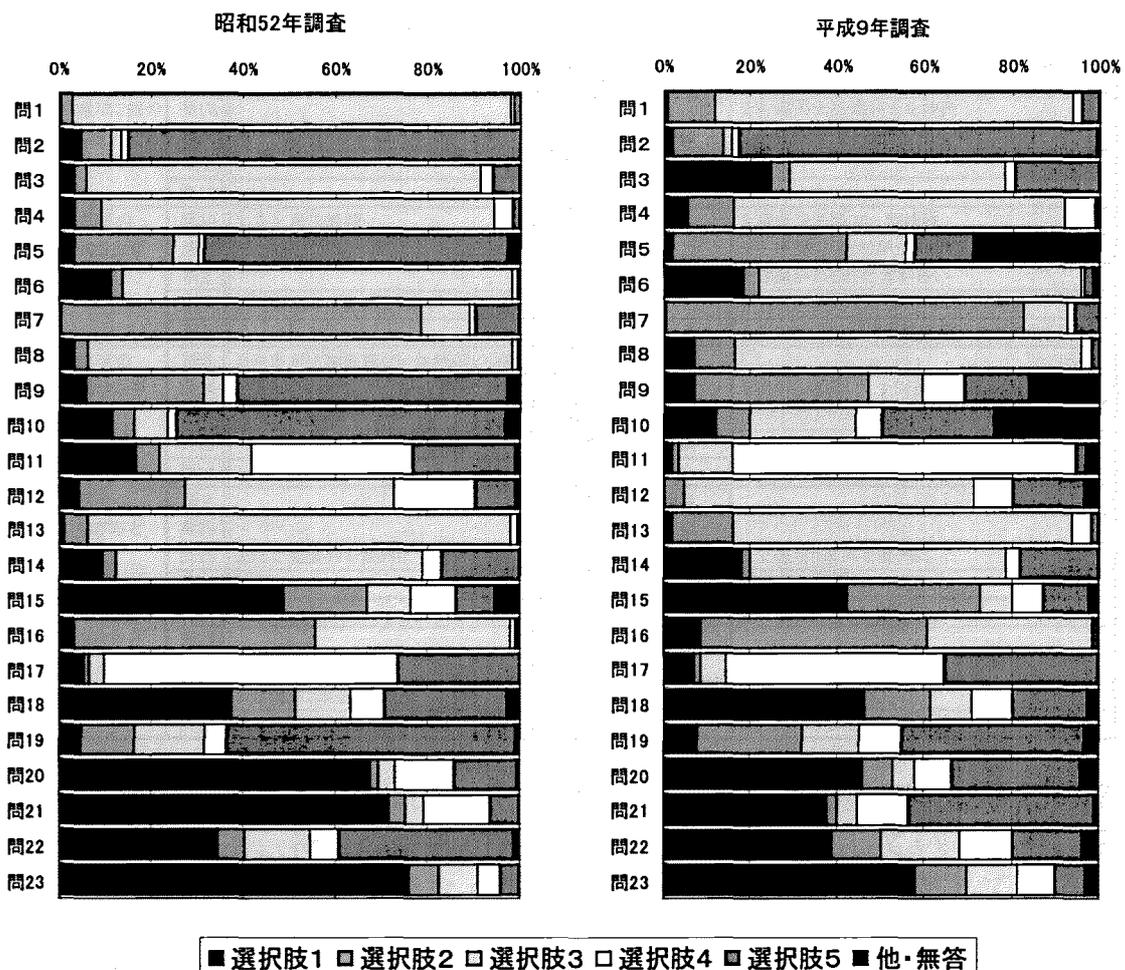


図2-1-2 第三学年固有問題A 選択肢回答比率グラフ

表2-1-3 第三学年固有問題Aにおける正答と主要な誤答

設問内容		正答と正答率 (昭52)(平9)		主要な比率を占める誤答
豆電球2個の つなぎ方	問15 2個とも点灯する豆電球2個回路の接続	1 豆電球2個の直列つなぎ	48.8 42.5	2:右端同士左端同士を接続
	問1 豆電球2個直列つなぎの導線切断と点灯	3 直列回路切ると両方消える	95.0 82.1	2:切断点に近い電球は消える
	問7 豆電球2個並列つなぎの並列部導線の切断と点灯	2 並列回路切った方のみ消える	78.2 81.8	3:両方消える/5:残った方が明るくなる
	問17 豆電球1個を消した時の豆電球2個並列つなぎ	4 並列のもう一方はかわらない	63.8 50.1	5:並列のもう一方は明るくなる
豆電球の 直列つなぎ	問10 豆電球2個直列つなぎ	5 1個の輪のように接続	71.2 25.8	1:各々両極接続/3:結線後別線で一極接続
	問6 豆電球2個直列つなぎの接続と豆電球のつき方	3 回路の豆電球は同時につく	84.4 73.7	1:+極側(上向き)が先につく
	問2 豆電球2個直列つなぎの豆電球の向きと明るさ	5 回路の豆電球は同じ明るさ	84.9 82.1	2:導線がねじれた方が暗い
	問4 豆電球2個直列つなぎの豆電球の向きと明るさ	3 回路の豆電球は同じ明るさ	85.3 76.0	2:+極側は一極側(下向き)より少し明るい
	問3 豆電球1個・2個直列・3個直列つなぎの明るさ	3 豆電球1個回路が最も明るい	85.4 49.4	5:3個直列つなぎが最も明るい
豆電球の 並列つなぎ	問5 豆電球2個並列つなぎ	5 電球が各々両極に接続	65.7 13.3	2:ねじれない直列つなぎ
	問16 豆電球2個並列つなぎの接続と豆電球のつき方	2 先に結線した豆電球がはじめ	52.3 52.4	3:並列の豆電球は同時に点灯する
	問8 豆電球2個並列つなぎの豆電球の向きと明るさ	3 回路の豆電球は同じ明るさ	92.2 79.3	1:下側より明るい/2:下側より少し明るい
	問13 豆電球2個並列つなぎの豆電球の向きと明るさ	3 回路の豆電球は同じ明るさ	91.6 77.8	2:ねじれている方が暗い
	問14 豆電球1個・2個並列・3個並列つなぎの明るさ	5 並列はみんな同じ明るさ	16.9 18.2	3:豆電球1個回路が最も明るい
豆電球の つなぎ方と 明るさ	問9 豆電球1個の時より暗くつく豆電球2個回路	5 直列に接続	58.5 14.6	2:ソケット導線を結線後別線で+極接続
	問22 豆電球1個の時と同じ明るさの豆電球2個回路	5 豆電球2個並列つなぎ	38.1 15.9	1:豆電球2個直列つなぎ
	問19 豆電球2個回路の分類	5 直列つなぎと並列つなぎ	62.4 41.7	2/3:直列つなぎ1個を並列つなぎとする
	問20 豆電球2個回路で調べられること	1 つなぎ方と明るさ調べ	67.7 46.0	4:'導線接続'/5:2個つなぐと同じ明るさ
豆電球の つなぎ方と 乾電池消耗	問21 豆電球2個回路と点灯時間	1 並列は多く使って早く消える	71.7 37.9	4:少なく使って遅い/5:同じ
	問23 豆電球1個・2個回路での乾電池消耗の調べ方	1 新しい豆電球・乾電池使用	76.2 57.8	ほぼ等比率
	問18 乾電池の消耗が早い豆電球1・2個回路(ショート回路含む)	3 ショート回路	12.2 9.5	1/5:豆電球2個並列つなぎ
	問11 乾電池の消耗が少ない豆電球1~3個回路	5 豆電球3個直列つなぎ	22.1 2.3	4:豆電球1個回路/3:豆電球3個並列つなぎ
	問12 乾電池の消耗が多い豆電球1~3個回路	3 豆電球3個並列つなぎ	45.4 66.8	2:豆電球2個並列つなぎ/4:豆電球1個回路

表2-1-4 第三学年固有問題Aにおける誤答比率の変動 (昭和52年→平成9年)

		比率が減少する誤答	比率変動なし	比率が増加する誤答
豆電球2個の つなぎ方	問15			2:右端同士左端同士を接続
	問1		誤答傾向は類似	
	問7		回答比率に有意差無し	
	問17		誤答傾向は類似	
豆電球の 直列つなぎ	問10	1:各々両極接続		3:結線後別線で一極接続
	問6			5:-極側(下向き)がつかない
	問2			2:導線がねじれた方が暗い
	問4	5:+極側は一極側より暗い		
	問3			1:3つ全て同じ/5:3個直列つなぎが最も明るい
豆電球の 並列つなぎ	問5	1:一方が+極接続ない並列似の回路		
	問16			1:後から結線した上向き豆電球がはじめ
	問8		誤答傾向は類似	
	問13		誤答傾向は類似	
	問14			1:豆電球3個並列つなぎが最も明るい
豆電球の つなぎ方と 明るさ	問9		誤答傾向は類似	
	問22		誤答傾向は類似	
	問19	2:無交差直列を並列に		3:交差有り直列を並列に
	問20	4:導線接続		5:2個つなぐと同じ明るさ
豆電球の つなぎ方と 乾電池消耗	問21			5:同じ
	問23		誤答傾向は類似	
	問18	5:一方下向き並列		1:両方下向き並列
	問11	1:豆電球2個直列つなぎ		4:豆電球1個回路
	問12	1:豆電球2個直列		5:豆電球3個直列

択肢回答比率に大差が見られなかった問1・8・9・13・17・22・23の7問を除く他の設問では、特定の誤答の選択比率に増減が存在しているため、2調査間には正答率の減少ばかりでなく誤答者の誤答傾向に差違が生じていることもあることがうかがえる。

主要な誤答や比率が増減した誤答の内容から、次のような特徴が得られた。ほとんどの児童にとって直列・並列回路やショート回路といった回路のつなぎ

方は学習経験でしか得られないのが実状であることから、第三学年の段階で学習がない場合にはつなぎ方やその影響に気づくことは困難で、違いが明確である豆電球の個数や、各豆電球と乾電池との接続関係を明るさ・消耗の判断基準に置く傾向がかなり強い。また、第二学年と同様に、回路要素の形状や配置等の見た目に応じて電気の流れ易さや豆電球の明るさを検討している傾向が見受けられた。

### 3. 第四学年固有問題での分析結果

図2-1-3は、昭和52年調査と平成9年調査における各設問に設けられた5択の選択肢の回答比率を表した帯グラフである。また、表2-1-5及び表2-1-6は各設問に関して正答や正答率、主要な誤答の内容、及び誤答者の誤答選択肢回答比率の時代変動の特徴を示したものである。2調査間で各設問における5択の選択肢の回答比率の類似度を検討するためにカイ2乗検定を行った結果として、問6・7・10の3問を除いた21問で危険率1%水準で有意差が認められ、児童集団の回答傾向に差が見られることが得られた。このうち問1・4・11・14・16・18・19では2調査間で誤答者の誤答選択肢回答比率に大差が見られないために正答率の減少が選択肢回答比率に見られる有意差の起因として考えられ、残る設問では特定の誤答の選択比率に増減が存在することから正答率の減少ばかりでなく誤答者の誤答傾向に生じた差違も起因として考えられた。

主要な誤答や比率が増減した誤答の内容から、次のような特徴が得られた。第四学年児童の半数以上は、乾電池2個の直列・並列つなぎの比較において直列の方が明るいと捉えている。しかし、現行の児童では乾電池1個の回路との比較の際に、乾電池2個の並列つなぎは直列と同様に1個よりも明るいとする傾向が強まった。また、昭和52年調査では並列つなぎでの回路の多様性に順応できず、回路要素の配置で豆電球の明るさが変化すると見なす傾向にあったが、平成9年調査では並列で強まったうえ、直列つなぎでもこの傾向が見られるようになった。さらに回路内の電流の強さに関して、現行の児童は直列内部で一定と見ない傾向にあるうえ、並列では約半数が合流点付近で加算的に考えるものの乾電池1個の時と同じ明るさの理由に「2個で1個と同じになる」ではなく、一方のみ作用・交互に作用・干渉による減少といった誤答選択が多い。これらのことは現行の児童において、回路内の電流の流れを乾電池から出る一定量の電流の加算で考える傾向がより強まったことをうかがわせる。

豆電球の明るさと回路を流れる電流量との比例関係を理解する第四学年児童は6～7割以上を占めたが、現行では明るさと方位磁針の振れとの対応を捉える学習機会が設定されないために、取り扱い設問での正答率は大きく減少した。

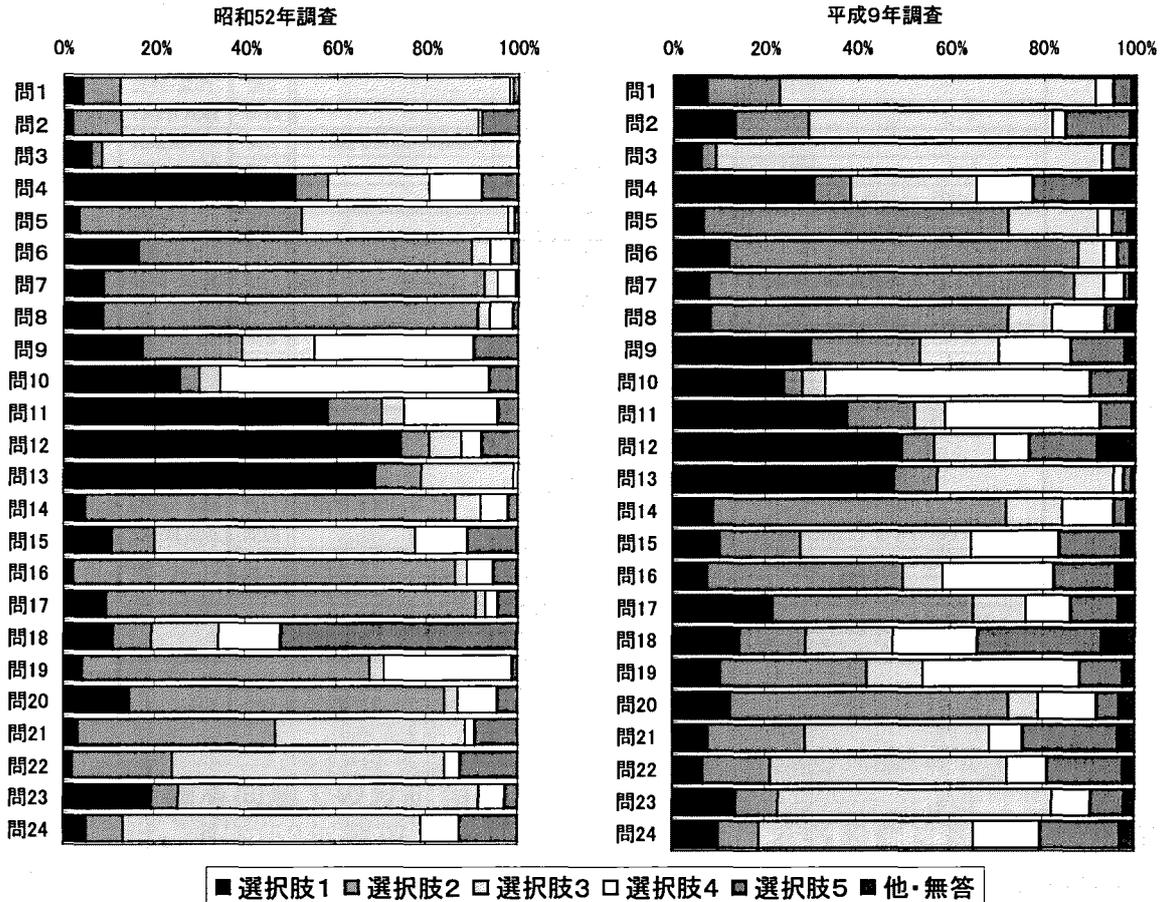


図2-1-3 第四学年固有問題 選択肢回答比率グラフ

表2-1-5 第四学年固有問題における正答と主要な誤答

設問内容		正答と正答率		主要な比率を占める誤答		
		(昭52)	(平9)			
乾電池の直列・並列つなぎ比較	問1 乾電池2個直列・並列つなぎでの明るさ比べ	3	85.8	68.1	2:並列が明るい	
	問2 乾電池2個直列・並列つなぎでの点灯時間比べ	3	78.3	52.7	2:並列が早い/5:明るさで違う	
	問14 乾電池2個直列・並列つなぎでの明るさと点灯時間	2	81.4	63.3	(5:直列が暗く長い)以外が多くて等比率	
乾電池の直列つなぎ	問3 乾電池1個と2個直列つなぎでの明るさ比べ	3	91.4	83.2	1:1個と2個直列は同じ	
	問19 4種の乾電池2個直列つなぎの明るさ	2	63.3	31.9	4:乾電池を離す回路が暗い	
	問12 乾電池2個直列つなぎでの性質(誤り選択)	1	*1個外しても点灯する	74.3	49.6	3:電流はどれも同じ/5:回路は1つ
乾電池の並列つなぎ	問16 乾電池2個直列つなぎの回路図	2	84.3	42.3	4:+極同士向き合う回路図	
	問18 1個と同じ明るさになる乾電池2個のつなぎ方	5	52.0	27.0	ほぼ等比率	
	問13 乾電池2個並列つなぎでの明るさ	1	68.9	48.0	3:2個並列が明るい	
	問11 乾電池2個並列つなぎでの明るさと点灯時間	1	58.2	37.8	4:2個並列が明るくて時間が長い	
	問9 3種の乾電池2個並列回路の明るさと点灯時間	4	35.2	15.5	1:3つの並列回路とも明るさ異なる	
はたらきと電流の強さ	問4 乾電池2個並列つなぎの性質(誤り選択)	1	*電池1個より電流多い	51.1	30.5	3:1個と明るさ同じ
	問17 乾電池2個並列つなぎの回路図	2	81.4	43.1	1:異極同士つないだショートを含む回路図	
	問8 豆電球の明るさと方位磁針の振れ方	2	82.4	64.2	1:どちらも同じ	
回路の各部での電流の強さ	問7 豆電球の明るさと電流計の振れ幅	2	83.6	78.8	1:どちらも同じ	
	問6 豆電球の明るさと電流の強さ	2	73.4	75.2	1:乾電池1個だから同じ	
	問21 乾電池2個直列つなぎ各地点での電流の強さ	2	43.4	21.0	3:乾電池間が異なる	
電流の向き	問15 乾電池1個と2個並列つなぎで明るさが等しい理由	3	57.3	36.7	4:両極からの電気が合わさって弱くなる	
	問22 乾電池2個並列つなぎ各地点での電流の強さ	3	60.1	51.1	2:全て同じ/5:合流部で減少	
	問23 乾電池2個並列つなぎ各地点での電流の強さ	3	66.6	59.1	1:全て同じ	
その他	問20 乾電池を逆向きにした時の方位磁針の振れ方	2	69.4	60.0	1:同じ方向にふれる	
	問24 乾電池の向きで方位磁針の振れ向きが変わる理由	3	65.5	46.2	5:電流の流れ方で明るさ違う	
	問10 乾電池を2個ずつ並列につないだ時の点灯について	4	59.0	57.1	1:明るさ同じでつく時間異なる	
	問5 規格の異なる乾電池での明るさ比べ	3	45.2	19.3	2:乾電池の大きい順に明るい	

\* 問4と問12は誤りを選択する設問となっている。

表2-1-6 第四学年固有問題における誤答比率の変動（昭和52年→平成9年）

		比率が減少する誤答	比率変動なし	比率が増加する誤答
乾電池の 直列・並列 つなぎ比較	問1		誤答傾向は類似	
	問2			1:時間同じ
	問14		誤答傾向は類似	
乾電池の 直列つなぎ	問3	1:1個と2個直列は同じ		
	問19		誤答傾向は類似	
	問12			3:電流はどれも同じ/5:回路は1つ
	問16		誤答傾向は類似	
乾電池の 並列つなぎ	問18		誤答傾向は類似	
	問13			3:2個並列が明るい
	問11		誤答傾向は類似	
	問9			1:3つの並列回路とも明るさ異なる
	問4		誤答傾向は類似	
	問17			3/4:直列で同極同士向き合う回路図
はたらきと 電流の強さ	問8			3:暗い方が大きい/4:判別不能
	問7		回答比率に有意差無し	
	問6		回答比率に有意差無し	
回路の各部 での電流の 強さ	問21	3:乾電池間が異なる		
	問15			2:かわりばんこ/4:合わさって弱くなる
	問22	2:全て同じ		1:全て異なる/4:流れない所あり
	問23	1:全て同じ		
電流の向き	問20	1:同じ方向にふれる		3:振れない/4:振れ幅大きくなる
	問24			1:電流は強まる/4:向きに決まり無し
その他	問10		回答比率に有意差無し	
	問5	2:乾電池の大きい順に明るい		

#### 4. 第五学年固有問題での分析結果

図2-1-4は、昭和52年調査と平成9年調査における各設問に設けられた5択の選択肢の回答比率を表した帯グラフである。また、表2-1-7及び表2-1-8は各設問に関して正答や正答率、主要な誤答の内容、及び誤答者の誤答選択肢回答比率の時代変動の特徴を示したものである。2調査間で各設問における5択の選択肢の回答比率の類似度を検討するためにカイ2乗検定を行った結果、全設問で有意差が認められ、児童集団の回答傾向に差が見られることが得られた。ただし、問11のみ危険率5%水準、その他は危険率1%水準であった。このうち、問1・10～12・15・18の6問では2調査間で誤答者の誤答選択肢回答比率に大差が見られないために正答率の減少が選択肢回答比率に見られる有意差の起因として考えられ、残る設問では特定の誤答の選択比率に増減が存在することから正答率の減少ばかりでなく誤答者の誤答傾向に生じた差違も起因として考えられた。

主要な誤答や比率が増減した誤答の内容から、次のような特徴が得られた。第五学年児童の7割以上は電流量と温度上昇の比例関係の解釈・予測ができたが、乾電池1～3個回路での発熱比較では、第四学年と同様に乾電池数での判断を優先する傾向が強かった。また、現行の第五学年児童において、発熱は電熱線が長いほど多くて太さにはよらない、電熱線を並列につなぐと全体の発熱量は減ると見なす傾向が増したことがうかがえる。これには、第四学年と同様な乾電池から流れ出る電流の強さは常に一定という捉え方や、電熱線の太さが変化しても電流の強さは不変であるために発熱量も変化しないという捉え方が存在しており、よって電熱線を通る電流の強さと流れる範囲となる電熱線の

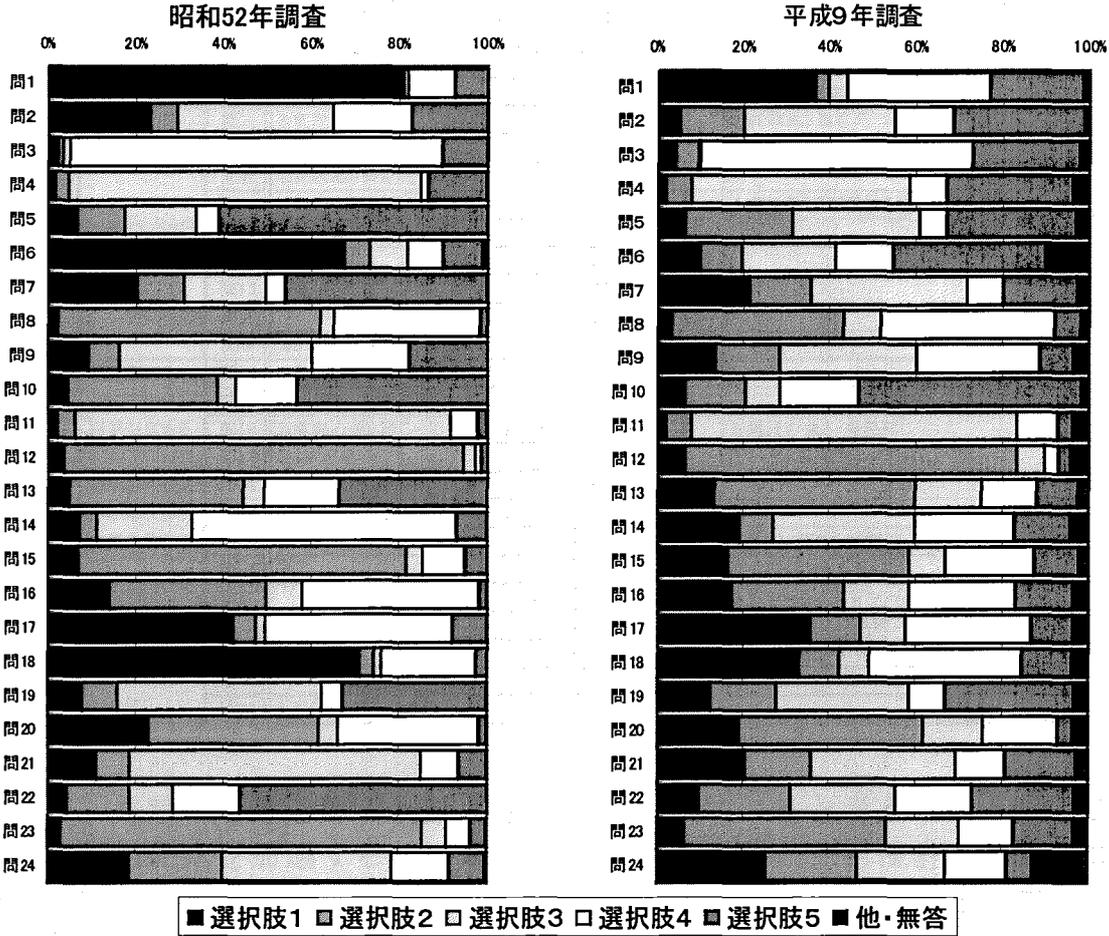


図2-1-4 第五学年固有問題 選択肢回答比率グラフ

表2-1-7 第五学年固有問題における正答と主要な誤答

設問内容		正答と正答率 (昭52) (平9)		主要な比率を占める誤答
電気を通す物・通さない物	問1 ニクロム線・鉛筆芯・セルロイド入り回路の発熱	1 ニクロム線が発熱する	80.4 36.6	4:ニクロム線と鉛筆芯/5:ニクロム線とプラスチック
	問2 銅線・アルミ箔・磁石入り回路での電熱線の発熱	5 銅・アルミ・磁石とも発熱	17.1 30.5	3:磁石接続のみ発熱しない
電流と発熱	問3 乾電池1〜3個回路の発熱(回路の絵提示)	4 乾電池3個直列つなぎが多い	84.6 62.9	5:乾電池3個並列つなぎ
	問4 乾電池1〜3個回路の発熱(回路記号提示)	3 乾電池3個直列つなぎが多い	80.3 50.6	5:乾電池3個並列つなぎ
	問8 乾電池1〜3個回路の電熱線に流れる電流量	2 乾電池2個直列つなぎが多い	59.7 40.0	4:乾電池3個並列つなぎ
	問22 電流の強さと発熱の関係を調べる組合せ	5 電熱線長さ・太さそろ組	56.3 23.7	2:長さ・太さ異なる組/4:電池数・太さ異なる組
	問23 電流の強さと発熱の関係を調べる条件	2 電熱線太さ・長さそろえる	82.4 47.1	ほぼ等比率
	問11 電流計の目盛りと発熱による温度上昇の関係	3 はさむ2つの中央値で1.5	85.5 75.3	2:2値がはさむ1.1/4:1.8
	問12 電流の強さと発熱による水温上昇の関係	2 電流の強さと発熱量は比例	90.9 76.8	1:電流量と発熱量は反比例/3:色変化無し
	問10 太さ・長さの等しい電熱線の形状と発熱	2 形状に関わらず同じ	34.0 14.0	5:直線状が最も多い
	問9 乾電池と電熱線を結ぶ導線の本数と発熱	5 接続導線数に関わらず同じ	17.6 7.9	3:3本接続が多い/4:3本接続は少ない
	電熱線の太さと電流の強さ・発熱の大きさ	問14 電熱線の太さと発熱の関係を調べる条件	4 電池数・電熱線長さそろえる	60.3 22.9
問15 電熱線の太さと発熱の関係を調べる組合せ		2 電池数・電熱線長さそろ組	74.9 42.0	1:電池数揃い/4:電池数・長さ揃い
問16 電熱線の太さと発熱		4 太いのが電流多く発熱多い	40.1 24.4	2:電流量同じ・太いのが発熱多い
問17 同じ長さの電熱線を並列につなぐ本数と発熱		4 本数多いのが発熱量多い	42.5 28.8	1:1本が発熱多い
電熱線の長さ・電流の強さ・発熱の大きさ	問18 同じ太さで長さ異なる電熱線と発熱	1 短い順に発熱量多い	71.2 33.1	4:長い順に発熱量多い
	問19 電熱線の長さ・発熱の関係を調べる組合せ	3 電池数・電熱線太さそろ組	46.6 30.8	5:電池数と長さ同じで太さ異なる組
	問21 電熱線の長さ・電流・発熱の関係	3 電熱線短いと電流・発熱多い	66.5 33.3	1:長いと電流・発熱多い
	問20 長さ異なる電熱線の並列つなぎにおける電流の強さ	4 最も短いのが発熱量多い	31.8 17.3	2:長いのが多い/1:長さに関わらず同じ
電流計	問6 電流計の記号	1 Aマーク	67.5 9.9	3:十マーク/5:Wマーク
	問5 電熱線を流れる電流測定時の電流計の位置	5 電流計を直列に接続	61.1 30.0	2:乾電池と並列接続/3:電熱線と並列接続
その他	問13 電熱線が高温で発熱する時の色	5 白く輝く時温度が高い	33.7 9.7	2:赤色
	問7 乾電池・電熱線の前後での電流計の振れ	5 回路内どれも等幅にふれる	45.8 17.3	1:+極と電熱線間が大きい/3:+極に近い順
	問24 電源装置について	3 *装置の一と電流計+接続	38.7 20.1	1:電流量可変/2:直列接続

\* 問24は誤りを選択する設問となっている。

表2-1-8 第五学年固有問題における誤答比率の変動（昭和52年→平成9年）

		比率が減少する誤答	比率変動なし	比率が増加する誤答
電気を通す物・通さない物	問1		誤答傾向は類似	
	問2	1:銅線接続のみ発熱		2:アルミ箔接続のみ発熱
電流と発熱	問3	3:乾電池1個回路		2:乾電池2個並列つなぎ
	問4			4:乾電池2個並列つなぎ
	問8	4:乾電池3個並列つなぎ		
	問22			3:電池数・長さ異なる組
	問23	4:電熱線の重さと体積		
	問11		誤答比率は類似	
	問12		誤答比率は類似	
	問10		誤答比率は類似	
	問9	3:3本接続が多い		
電熱線の太さと電流の強さ・発熱の大きさ	問14	3:電池数と電流の強さそろえる		
	問15		誤答比率は類似	
	問16	2:電流の強さ同じ・太いのが発熱多い		5:電流の強さ・発熱同じ
	問17	1:1本が多い		2:2・3本発熱無し/3:2本が多い
電熱線の長さ と電流の強さ・ 発熱の大きさ	問18		誤答比率は類似	
	問19	5:電池数と長さ同じで太さ異なる組		
	問21			5:長さに関わらず電流・発熱同じ
電流計	問20			3:中間の長が多い
	問6			3:+マーク/5:Wマーク
その他	問5			2:乾電池と並列接続/3:電熱線と並列接続
	問13			1:暗い赤色/3:青色
	問7			3:+極に近い順に大きい
	問24	5:平らなところで使用		

長さが、発熱を考える際の判断基準に用いられていると考えられる。このほかにも、回路要素を通過する毎に電流量は減少するとか、電流計は流れる電流を調べたい回路要素と並列つなぎにして使用するものと捉えること、また、実験の条件設定として目的にふさわしい回路の組合せを判別できない傾向にあることが、現行の第五学年児童における特徴として得られた。

第2節 分析2-2:磁石・電磁石の性質におけるつまずき

1. 第一学年固有問題での分析結果

図2-2-1は、昭和52年調査と平成9年調査の各設問に設けられた5択の選択肢の回答比率を表した帯グラフである。また、表2-2-1及び表2-2-2は各設問に関して正答や正答率、主要な誤答の内容、及び誤答者の誤答選択肢回答比率の時代変動の特徴を示したものである。2調査間で各設問における5択の選択肢の回答比率の類似度を検討するためにカイ2乗検定を行った結果、全設問において危険率1%水準で有意差が認められ、児童集団の回答傾向には差があることが得られた。このことは、既述のように全設問で正答率に5%水準の有意差が認められることによるところが大きい。しかし、表に記載するように、誤答者の誤答選択回答比率に大差がないことから2調査間で誤答傾向が類似すると見せる問2・9・11・17・20の5問を除き、他の設問では特定の誤答の比率が増減している。つまり、正答率の減少に伴い特定の誤答の選択率が増加することや、ある誤答を選択させていた児童の考え方の形成不良による選択率の減少に伴って別の誤答の選択率が増加することなど、誤答者の誤答傾向における差が存在しており、これらが2調査間での選択肢回答比率の有意差に寄与していることがうかがえる。

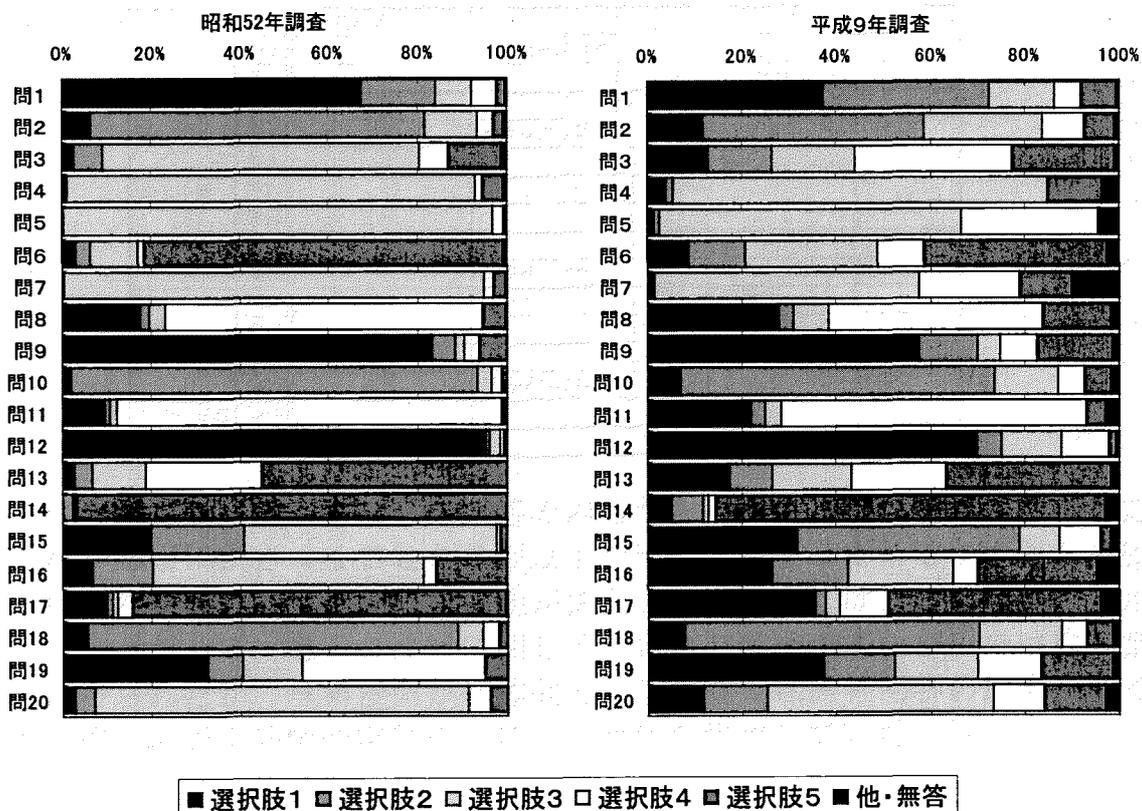


図2-2-1 第一学年固有問題 選択肢回答比率グラフ

表2-2-1 第一学年固有問題における正答と主要な誤答

設問内容		正答と正答率	(昭52)	(平9)	主要な比率を占める誤答	
磁石につく物・つかない物	問4	日用品で磁石につかない物	3	*コップ 91.4	79.2	5:ぬいばり
	問5	日用品で磁石につく物	3	空き缶 96.8	63.9	4:1円玉
	問7	素材名を表示した日用品と磁石につく物	3	鉄 94.5	56.1	4:銅(10円玉)
	問11	磁石につく物	4	鉄製品は磁石につく 86.5	64.5	1:金物は磁石につく
磁石につかない物と形状	問1	紙の色と磁石につく物	1	どの色の紙もつかない 67.4	37.5	2:銀色と金色の紙がつく
	問2	紙の形と磁石につく物	2	紙はどれもつかない 75.3	46.6	3:磁石の形の紙はつく
	問3	硬貨やアルミ箔と磁石につく物	3	硬貨・アルミ箔ともつかない 71.5	17.7	4:硬貨はつく/5:アルミ・1円玉以外はつく
磁石につく物と形状	問6	大きさや形の異なる鉄製品と磁石につく物	5	どの鉄製品もつく 80.8	38.8	3:砂鉄・クリップのみつく
	問9	形や大きさの異なる鉄釘と磁石につく物	1	鉄釘はどれもつく 83.3	57.4	5:短くするとつきにくい
	問8	塗装した鉄釘と磁石につく物	4	どの色を塗ってもつく 71.5	45.2	1:色を塗るとつかない
磁石の極	問15	棒磁石への砂鉄のつき方	3	両端(極) 56.7	8.7	1:全体/2:一方の端のみ
	問14	U字磁石の力が強い箇所	5	極の引きつける力が強い 96.7	82.3	2:極と中央の中間付近
磁石の磁力	問10	磁石が鉄釘を引きつける程度	2	釘が飛びつくことがある 91.0	66.5	3:さわるとやっどつく
	問20	磁石の力強さの調べ方	3	釘がつく本数で調べる 84.0	47.5	ほぼ等比率
磁力の遠隔作用	問18	磁石による離れて置いた鉄釘の吸引	2	磁石の方へ転がる 83.5	62.5	3:磁石に釘の頭だけつく/1:動かない
	問12	コップに遮られる時の磁石への吸引	1	小さい釘入り 95.0	69.8	3:アルミ箔入り
	問13	水中での磁石による鉄釘の吸引	5	水中でほとんど落ちない 55.0	35.0	4:少し落ちる/3:半分ぐらい落ちる
	問17	磁石に持ち上げられた箱の中味	5	サイダー瓶の栓 84.1	45.2	1:10円玉
磁力の遮蔽	問19	磁石の力を遮る物	4	空き缶のふたを入れる 40.9	13.5	1:木の板を入れる
その他	問16	外的変化を与えた後の磁石の強さ	3	割れた磁石も砂鉄つける 61.2	22.4	5:水の中では弱くなる

\* 問4は誤りを選択する設問となっている。

表2-2-2 第一学年固有問題における誤答比率の変動(昭和52年→平成9年)

		比率が減少する誤答	比率変動なし	比率が増加する誤答
磁石につく物・つかない物	問4	4:てつねじ		
	問5			4:1円玉
	問7			4:銅(10円玉)/5:アルミ(やかん)
	問11		誤答傾向は類似	
磁石につかない物と形状	問1	4:金色の紙がつく		
	問2		誤答傾向は類似	
	問3			1:どれもつく/4:硬貨はつく
磁石につく物と形状	問6			4:クリップ以外つく
	問9		誤答傾向は類似	
	問8			5:白色のみつく
磁石の極	問15			4:中央のみ
	問14			1:U字の中央
磁石の磁力	問10			3:さわるとやっどつく/5:こするとやっどつく
	問20		誤答傾向は類似	
磁力の遠隔作用	問18			3:磁石に釘の頭だけつく
	問12			4:電気入り
	問13	4:少し落ちる		1:みんな落ちる
	問17		誤答傾向は類似	
磁力の遮蔽	問19			5:うちわ
その他	問16			1:電気通すと強くなる

主要な誤答や比率が増減した誤答の内容から、次のような特徴が得られた。鉄製品が磁石に引きつくことを6割以上が理解するようであるが、似た金属光沢を持つ物や形状・用途の異なる物が提供される場合には、この理解を適用できないことが多い。磁石の性質に関して、日常で経験可能な事項では約6割の正答が得られたが、理科授業が初体験となる事項では誤答回答の比率が高く、磁力の強さの過小評価や電気作用による変化を想起していた。

## 2. 第三学年固有問題Bでの分析結果

図2-2-2は、昭和52年調査と平成9年調査における各設問に設けられた5択

の選択肢の回答比率を表した帯グラフである。また、表2-2-3及び表2-2-4は各設問に関して正答や正答率、主要な誤答の内容、及び誤答者の誤答選択肢回答比率の時代変動の特徴を示したものである。2調査間で各設問における5択の選択肢の回答比率の類似度を検討するためにカイ2乗検定を行った結果として、問2・14・22の3問を除いた21問で有意差が認められ、児童集団の回答傾向に差違が見られることが得られた。(ただし、問5は危険率5%水準、他は1%水準であった。)しかし、このうち約半数の問4～6・8・9・13・16・21・23・24では2調査間で誤答者の誤答選択肢回答比率に大差が見られないために正答率の減少が選択肢回答比率に見られる有意差の起因として考えられ、残る設問では特定の誤答の選択比率に増減が存在することから正答率の減少ばかりでなく誤答者の誤答傾向に生じた差違も起因として考えられた。

主要な誤答や比率が増減した誤答の内容から、次のような特徴が得られた。正答率較差が大きい問3に関して、昭和52年調査で8割を占める正答に次いで選択率の多い誤答「U字磁石中央部にクリップがつく」が平成9年調査では正答を上回る選択率になるとともに、平成9年調査の誤答者内で「磁石に接続した豆電球が点灯する」誤答の比率が増した。第一学年での砂鉄のつき方の設問における誤答傾向と合わせて解釈するならば、現行の第三学年段階では磁石にクリップがつくことへの理解であって極の磁力が最も強いことに気づいておらず、

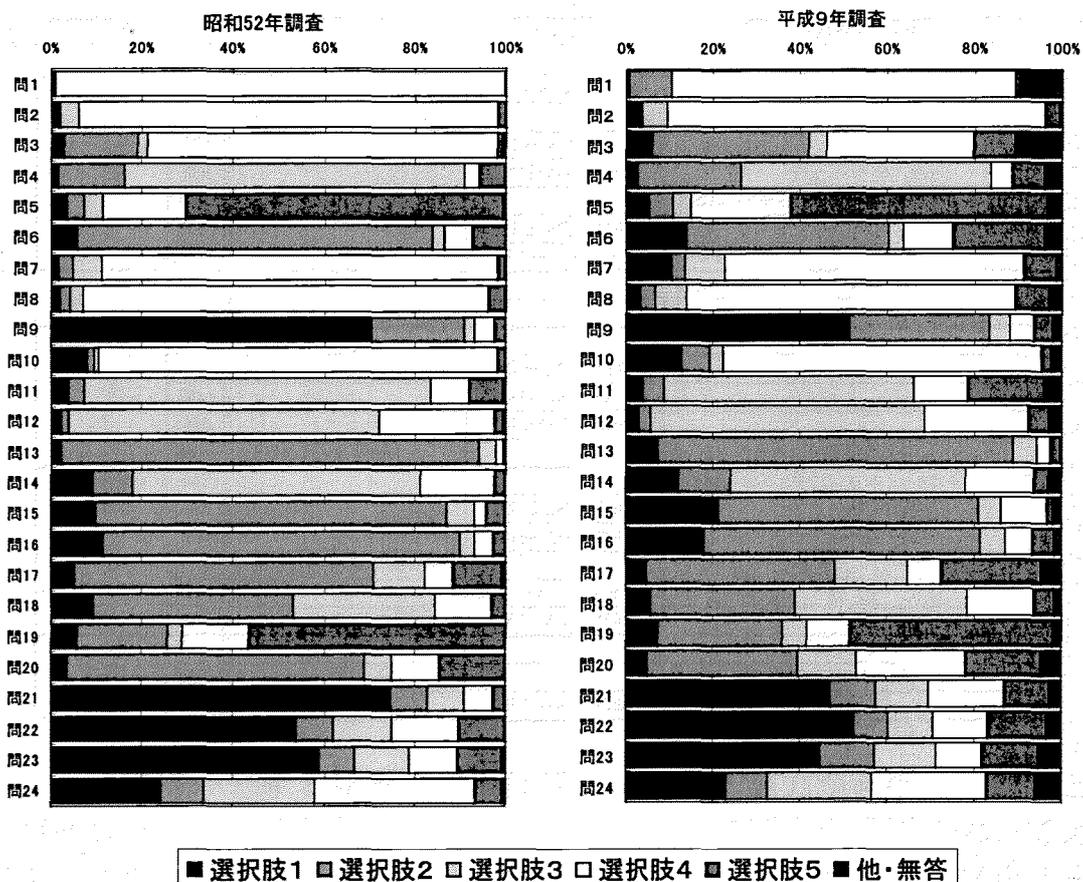


図2-2-2 第3学年固有問題B 選択肢回答比率グラフ

表2-2-3 第三学年固有問題Bにおける正答と主要な誤答

設問内容		正答と正答率 (昭52) (平9)		主要な比率を占める誤答
磁石の性質と極	問3 磁石の性質	4	磁石は方位磁針と引き合う 77.0 33.8	2:U字磁石中央部にクリップつく
	問2 棒磁石の引きつける力の強いところ	4	両端(極)が強い 91.9 86.5	3:中央部が強い
	問18 割れた磁石の極	2	割れた側に逆の極ができる 44.2 33.3	3:元の極のみ存在
磁石の2極の吸引・反発	問4 磁石のN極の調べ方	3	別の磁石のN極を近づける 74.8 57.1	2:水に浮かべて東指す極
	問6 棒磁石のN極を近づけた時の方位磁針の向き	2	N極近づくとS極が引かれる 78.2 46.2	5:くるくる回って止まらない
	問15 S極を近づけた時の他の棒磁石N極の動き	2	N極はS極へ近づくと 77.5 59.7	1:N極はS極から離れる
	問16 S極を近づけた時の他の棒磁石S極の動き	2	S極はS極から離れる 78.6 63.4	1:S極はS極へ近づくと
	問22 棒磁石S極を取り除く時の方位磁針が指す向き	1	磁石はなすとN極は北を指す 53.7 52.7	ほぼ等比率
磁石の指北性	問11 自由に動ける磁石が指す向き	3	どの磁石も南北を指す 76.3 57.4	5:水に浮かべた方だけ南北を指す
	問12 自由に動ける磁石で南を指す極	3	南を指すのはS 68.4 62.9	4:南を指すのはN
磁石による磁化	問1 磁化される物	4	ぬい針は磁化する 98.8 79.0	2:アルミ箔
	問23 磁化された縫い針の性質	1	*針のどがった方に砂鉄つく 58.8 44.7	ほぼ等比率
	問13 磁化された縫い針の極	2	S極につくのはN極 91.8 81.6	ほぼ等比率
	問5 磁石についた3本の針の極	5	異極が向き合うよう両端に極 70.0 59.2	4:磁石には同じ極、他は異極同士向く
	問19 自由に動ける磁化された針が指す向き	5	磁化縫い針は南北を指す 56.7 46.2	2:針のどがった方が北を指す
磁石の周りの方位磁針の向き	問7 棒磁石のS極周りで方位磁針の向き	4	N極がS極に向く 87.1 68.6	3:S極が向く
	問8 棒磁石のN極周りで方位磁針の向き	4	*N極がN極に向いた磁針 88.8 75.3	ほぼ等比率
	問9 棒磁石周りで方位磁針の向き	1	N極が磁石に向いた磁針 70.7 51.7	2:S極が磁石に向いた磁針
	問10 棒磁石周りで方位磁針の向き	4	両磁針ともN極が左向き 87.5 73.0	1:両磁針ともN極が磁石向き
	問14 棒磁石周りで方位磁針の極	3	両磁針ともN極が左向き 63.2 54.0	4:方位磁針同士は同極が向く
	問21 棒磁石N極周りで方位磁針で棒磁石を指す極	1	両磁針ともS極がN極に向く 74.8 47.3	ほぼ等比率
	問20 棒磁石周りで磁石の力の調べ方	2	周りに方位磁針を置く 65.4 34.6	4:つるす/5:真ん中に釘をつける
磁石の磁力の強さ	問17 磁石からの距離と力の強さ	2	磁石から近い順に力は強い 65.9 43.4	3:左(N極遠方)から順/5:最遠除き左から順
	問24 振れの等しい磁針から磁石までの距離と磁石の強さ	4	遠くまで引く方が強い 35.0 26.0	1:同じ力/3:近くしか引けない方が強い

\* 問8・問23は誤りを選択する設問となっている。

表2-2-4 第三学年固有問題Bにおける誤答比率の変動 (昭和52年→平成9年)

		比率が減少する誤答	比率変動なし	比率が増加する誤答
磁石の性質と極	問3			5:磁石に豆電球接続して点灯する
	問2		回答比率に有意差無し	
	問18	1:極が無くなった		
磁石の2極の吸引・反発	問4		誤答傾向は類似	
	問6		誤答傾向は類似	
	問15	5:不動		1:離れる/4:近づいたり離れたりする
	問16		誤答傾向は類似	
	問22		回答比率に有意差無し	
磁石の指北性	問11			5:水に浮かべた方だけ南北を指す
	問12	5:南を指すのはN		
磁石による磁化	問1			2:アルミ箔
	問23		誤答傾向は類似	
	問13		誤答傾向は類似	
	問5		誤答傾向は類似	
	問19	4:どがった方が南を指す		2:どがった方が北を指す
磁石の周りの方位磁針の向き	問7			1:N極が磁石と平行に右向き/5:N極が左向き
	問8		誤答傾向は類似	
	問9		誤答傾向は類似	
	問10	1:両磁針ともN極が磁石向き		
	問14		回答比率に有意差無し	
	問21		誤答傾向は類似	
磁石の磁力の強さ	問20			3:水中に入れる/4:つるす
	問17			5:最遠点除き左(N極側)から順
	問24		誤答傾向は類似	

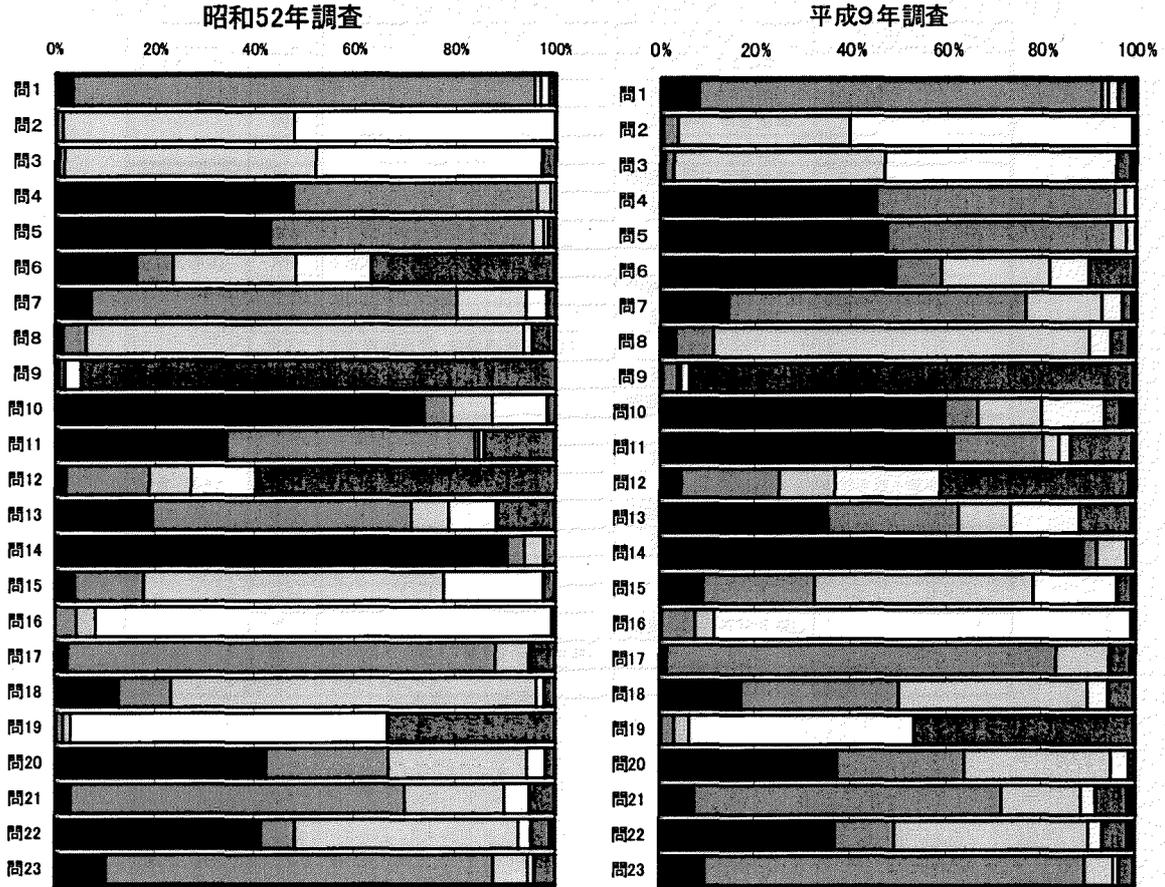
磁力は全体で均一とする見方や中央付近に集中する磁力が両極に伝わるとする見方が増したことがうかがえる。割れた磁石の極に関する設問において極の箇所は不変と捉える誤答傾向も強いことから、極と磁力との関係認識は希薄であり、極はシンボリック的存在でしかないことが考えられる。また、現行では第三

学年で磁石と電気の学習を並行して行うことから、共に極を持つ磁石と乾電池の間で混同が増したこともうかがえる。この他にも、磁化される物に関しては磁石につく物と同様にアルミの比率が増したことや、磁石周りの磁力の強さに関しては磁石と物との距離が遠いと引きつけに強い力が必要と考えるために遠いほど磁力を強く捉えるとともに、S極よりもN極を優先して思考していることがうかがえる。

### 3. 第六学年固有問題での分析結果

図2-2-3は、設問毎に昭和52年調査と平成9年調査における各設問に設けられた5択の選択肢の回答比率を表した帯グラフである。また、表2-2-5及び表2-2-6は各設問に関して正答や正答率、主要な誤答の内容、及び誤答者の誤答選択肢回答比率の時代変動の特徴を示したものである。2調査間で各設問における5択の選択肢の回答比率の類似度を検討するためにカイ2乗検定を行った結果、問3・4・14・16・20・23を除く17問において2調査間で選択肢回答比率に有意差が認められ、児童集団の回答傾向に差が見られることが得られた。ただし、問5・9・17は危険率5%水準、その他では危険率1%水準である。このうち問1・2・5・7・10・12・15・19の8問では2調査間で誤答者の誤答選択肢回答比率に大差が見られないために正答率の減少が選択肢回答比率に見られる有意差の起因として考えられ、残る設問では特定の誤答の選択比率に増減が存在することから正答率の減少ばかりでなく誤答者の誤答傾向に生じた差違も起因として考えられた。

主要な誤答や比率が増減した誤答の内容から、次のような特徴が得られた。第六学年の児童は、電流が流れる導線周りでは磁力が働くと理解するようだが、周囲に置かれる方位磁針が不安定に振れ続けると見なすように磁力は動的な作用を与え続けるものと考えていた。電磁石には鉄しんを用いるのが良いことは理解しているものの、他の金属をしんにした場合や、しんが無い場合でも釘を引きつける程の磁力は得られると考えている場合が多く、磁力の強さについてあまり意識化されていないことがうかがえる。また、電磁石のしんには電流が流れていると見なす傾向があり、豆電球を接続すると点灯すると回答する者も決して少なくない。このことは、しんの材質や電磁石につく物に関して、鉄以外の金属の場合でも可能とする考えを生起させる要因の1つとなりうる。さらに、現行の第六学年児童における特徴として、直列・並列つなぎの判断を導線のつながり方でなく回路要素の配置で行ったり、コイルの巻き数が等しい電磁石の磁力比較でしんが最長の物や中位の物の時に磁力が強いとするなど、事象の見た目を判断基準とする場合が多く見受けられることがあげられる。



■ 選択肢1 □ 選択肢2 □ 選択肢3 □ 選択肢4 ■ 選択肢5 ■ 他・無答

図2-2-3 第六学年固有問題 選択肢回答比率グラフ

表2-2-5 第六学年固有問題における正答と主要な誤答

設問内容		正答と正答率 (昭52) (平9)		主要な比率を占める誤答
電磁石の極	問1 電磁石の極の見分け方	2 方位磁針で極を見分ける	92.1 84.3	1:乾電池で調べる
	問2 電磁石の極の位置	4 鉄しんの両端	51.9 59.4	3:巻きコイルの両端
	問3 巻き方・乾電池の向きと電磁石の極	4 左がS、右がN	44.9 48.9	3:左がN、右がS
	問5 乾電池を逆につないだ時の極の変化	2 電池の向き変えるとS極	52.2 47.3	1:電池の向き変えるとN極
	問4 方位磁針N極が向く側の反対側の電磁石の極	1 反対側はN極	47.7 45.1	2:反対側はS極
電磁石の2極の吸引・反発	問7 S極反発側の反対側の磁針の動き	2 反対側はS極近づく	73.0 62.1	1:S極が離れる/3:N極が近づく
	問8 S極反発側の反対側の磁針の動き(理由)	3 電磁石の両端は極が異なる	87.2 78.9	2:電流の強さ変化/5:磁針とは性質違う
	問6 電流を流した導線周りの方位磁針の動き	5 導線に対し斜め向きに止まる	36.3 9.4	1:くるくる回る/3:左右に振れ続ける
電流と磁力	問20 電流の流れるコイルに近づけた鉄釘の動き	2 コイル近くの釘はつかない	24.5 26.5	1:つく/3:すこしはつく
	問15 電池1個・2個直列・2個並列つなぎの電磁石の強さ	3 電池2個直列が強く、他は同じ	60.1 45.7	2:2個並列・直列・1個の順/4:1個より2個
	問13 電池2個・電磁石3個回路のつなぎ方	2 乾電池・電磁石とも直列つなぎ	51.9 27.1	1:乾電池が直列で電磁石が並列
	問19 乾電池1~4個回路と電磁石の強さ	4 乾電池3個直列つなぎが強い	63.6 46.9	5:2個ずつが並列つなぎ
	問23 乾電池の数・巻き線の巻き数と電磁石の吸引力の関係	2 6gより少ない	77.4 79.6	1:6gより多い/3:6g
コイルの巻き数や、しんの材質・長さとの関係	問9 巻き線の巻き数と電磁石の強さ	5 最も巻き数多いのが強い	94.7 93.1	2:200回巻き/1:最も少ない巻き数
	問10 巻き数と電磁石の強さの関係を調べる際の条件	1 乾電池に関して同じ回路の組	74.0 59.6	3:電池数異なる組/4:並列とショート組
	問21 巻き数異なる電磁石の直列回路で調べられる内容	2 巻き数と磁力の強さの関係	66.9 64.1	3:電流量と磁力の関係
	問16 強い電磁石のしんの材質	4 しんを鉄にする	91.0 87.7	2:銅/3:アルミ
	問12 しんがアルミ棒の電磁石につく物	5 アルミしんにはつかない	59.7 39.9	2:鉄釘がつく/4:金物はつく
	問17 強い電磁石の巻き数としんの材質	2 しんが鉄のもの	85.4 81.6	3:アルミ/5:巻き数最大でガラス
	問18 導線の長さ・巻き数が同じ、強い電磁石の鉄しんの長さ	3 しんの長さが最も短いのが強い	73.0 39.9	1:最も長いもの/2:中ぐらいの長さのもの
	問14 電流が同じ時、強い電磁石の巻き数としんの材質	1 巻き数多く鉄しん有りが強い	90.2 88.8	2:巻き数少なく鉄しん/3:巻き数多く銅しん
その他	問22 発光・発熱・磁力の大きさと電流の強さ	1 発光・発熱・磁力とも電流量に	41.5 36.8	3:電流の大きさ、太さ長さ、巻き数に
	問11 電磁石の鉄しんに接続した豆電球の明るさ	2 鉄しんにつなぐ電球は不点灯	49.4 18.8	1:つく/5:すかすかにつく

表2-2-6 第六学年固有問題における誤答比率の変動（昭和52年→平成9年）

		比率が減少する誤答	比率変動なし	比率が増加する誤答
電磁石の極	問1		誤答傾向は類似	
	問2		誤答傾向は類似	
	問3		回答比率に有意差無し	
	問5		誤答傾向は類似	
電磁石の2極の吸引・反発	問4		回答比率に有意差無し	
	問7		誤答傾向は類似	
	問8	5:磁針とは性質違う		
電流と磁力	問6	4:極が反対になる		1:くるくる回る
	問20		回答比率に有意差無し	
	問15		誤答傾向は類似	
	問13	5:乾電池直列・電磁石何でもない		
	問19		誤答傾向は類似	
	問23		回答比率に有意差無し	
コイルの巻き数や、しんの材質・長さとの磁力	問9	1:最も少ない巻き数		2:200回巻き
	問10		誤答傾向は類似	
	問21			1:巻き数と電池の減り方
	問16		回答比率に有意差無し	
	問12		誤答傾向は類似	
	問17			3:アルミ
	問18			2:中ぐらいの長さのもの
	問14		回答比率に有意差無し	
その他	問22	3:電流の大きさ、太さ長さ、巻き数に		
	問11	5:かすかにつく		

## 第3節 まとめ

昭和52年調査と平成9年調査での学年固有問題部の各設問における選択肢の回答比率について比較分析を行った結果として、まず図2-3-1に示すように、各設問の5択の選択肢の回答比率を2調査間で比較した場合に、学年固有問題158問のうち145問が有意に異なることが認められた。このうち101問では、誤答者における誤答の回答比率においても2調査間で異なるパターンを示していると見なすことができた。誤答者の誤答回答比率が2調査間で異なる問題の割合は、第六学年「電流と電磁石」で4割弱、第三学年B「磁石の働き」は5割弱であるが、他の質問紙では6割以上となっている。

質問紙の内容	出題数		2調査間で5択の 選択肢の回答比率に 有意差がある問題数		2調査間で誤答者の 誤答回答比率に変動 が見られる問題数
第一学年 「磁石」	20問	→	20問	→	15問 (75%)
第二学年 「豆電球と乾電池」	20問	→	20問	→	19問 (95%)
第三学年A 「豆電球のつながり方と明るさ」	23問	→	22問	→	15問 (65%)
第三学年B 「磁石の働き」	24問	→	21問	→	11問 (46%)
第四学年 「乾電池のつながり方と電流」	24問	→	21問	→	14問 (58%)
第五学年 「電流と発熱」	24問	→	24問	→	18問 (75%)
第六学年 「電流と電磁石」	23問	→	17問	→	9問 (39%)
合計	158問	→	145問	→	101問

注) ・正答率を含む選択肢の回答比率の違いについてカイ2乗検定を行った結果、危険率5%水準で認められる有意差を基準とした。  
・括弧内の数値は出題数に対する百分率を示す。

図2-3-1 学年固有問題の選択肢回答比率と誤答回答比率に見られる2調査間の差違

次に表2-3-2から表2-3-8では、選択率が2割以上、つまり全体の5分の1を越える回答者によって所有される誤答が示される設問について、学年毎に誤答の選択率が高い順で示している。平成9年調査では、2割を越える誤答を所有する問題数が増加している。このことは、先に示した誤答者の誤答回答比率が2調査間で有意に異なっている問題が多く見られたことを裏付けている。

これらの誤答内容を踏まえて、2調査における選択肢回答比率の比較から得られるつまずき要素に関する特徴として、次のことがいえる。

- ① 問題で注目する物の大きさや形、配置などの状況に依存してつまずくことが見出された。例えば、導線の形状に依存して電流の強さが変化すると見なしている。この状況依存性は、低学年から高学年まで見受けられる。
- ② 低学年において、磁石の磁力や豆電球の明るさの把握などの際に測定方法につまずきがあるために、両調査ともに達成が低く、特に履修のない現行において困難となっている。
- ③ 中学年において、鉄、アルミニウム、銅といった金属の種類の見分け能力が低いことにつまずきを生じさせている。例えば磁石につく物に関して金物一般と捉えている。
- ④ 現行の中学年の学習者では乾電池を一定量の電流を提供するものと捉え、たし算で回路内の電流を考えるつまずきが根強いことが見出された。この

つまりが、例えば、直列・並列つなぎなどの回路概念の形成に影響を及ぼしており、乾電池や豆電球の個数、接続形態に注目する一方、回路を流れる電流を考慮していないため、概念形成が困難となっている。

- ⑤ 現行の高学年の学習者では電磁石における心の有無や材質の違いによる磁力変化の認識が乏しく、鉄心を用いることの理解は高いものの、用いる理由の理解は困難であることが見出された。

表2-3-2 第二学年固有問題で見られた主要な誤答(2割を上回るもの)

問題	問題内容	正答	調査年	主要な誤答選択肢とその内容・選択率
問13	点灯する時の乾電池・豆電球へのつなぎ方	3 電球2端・電池2極を接続	昭52 平9	5:豆電球の底部に+極、-極への導線を接続したショート回路(57.5%) 5:豆電球の底部に+極、-極への導線を接続したショート回路(70.3%)
問20	導線が太くなった時の豆電球の明るさ	3 導線太くても同じ明るさ	昭52 平9	1:導線が太いと明るい(30.9%) 1:導線が太いと明るい(41.8%)
問15	単回路へ新たに導線を1本加えると不点灯になるつなぎ方	1 *乾電池の両極をつないだショート回路	昭52 平9	2:導線の一部を2重にする(30.9%) / 3:乾電池の極と側部を結ぶ(33.2%) 5:導線の一端を+極に接続させるのみ(36.7%)
問12	不点灯の時の豆電球へのつなぎ方	4 *豆電球の1端と接続	昭52 平9	2:豆電球が電池の下に置く(20.0%) 2:豆電球が電池の下に置く(33.3%) / 5:豆電球が下向き(33.8%)
問17	導線をきつく曲げた時の豆電球の明るさ	3 導線曲げても同じ明るさ	平9	2:導線を曲げると暗い(31.9%) / 5:導線を曲げるとついたり消えたり(23.0%)
問19	導線を2重に接続した時の豆電球の明るさ	3 導線が2重でも同じ明るさ	昭52 平9	1:導線が2重だと明るい(23.0%) 1:導線が2重だと明るい(31.9%)
問4	導線間につなぐと豆電球が点灯するもの	3 金物の場合は明かりがつく	昭52 平9	4:磁石につく物の場合は明かりがつく(29.5%) 4:磁石につく物の場合は明かりがつく(21.3%) 5:豆電球と乾電池がくっついている(29.0%)
問14	不点灯となる時の正しい理由	3 電球側面に接続していない	平9	2:導線を巻くと暗い(20.0%) 2:導線を巻くと暗い(28.3%) / 5:導線を巻くとついたり消えたり(28.5%)
問18	導線がねじれた時の豆電球の明るさ	3 導線巻いても同じ明るさ	昭52 平9	2:導線をつなぐと暗い(22.9%) 2:導線をつなぐと暗い(27.3%) / 5:導線をつなぐとついたり消えたり(25.4%)
問16	導線を追加・延長した時の豆電球の明るさ	3 導線つないでも同じ明るさ	昭52 平9	1:ソケット内のゆるみ(25.6%) / 5:導線の接続具合(20.3%)
問6	不点灯の時の良くない調べ方	4 *乾電池を横向きにする	平9	1:上面[+極側](21.5%)
問1	乾電池の+極	3 底面(-極側)	昭52	1:平らな方が明るい(21.1%) 1:平らな方が明るい(21.0%) / 2:丸い方が明るい(22.5%) / 5:丸い方はついたり消えたり(22.5%)
問9	導線間につないだアルミ箔の形と豆電球の明るさ	3 アル箔によらず明るさは同じ	昭52 平9	2:一極の中心に接続していないから(20.6%) 2:二極の中心に接続していないから(20.1%)
問11	不点灯となる時の正しい理由	4 両極と接続していないから	昭52 平9	

\* 問6・問12・問15は誤りを選択する設問となっている。

表2-3-3 第三学年固有問題Aで見られた主要な誤答(2割を上回るもの)

問題	問題内容	正答	調査年	主要な誤答選択肢とその内容・選択率
問11	乾電池の消耗が少ない豆電球1~3個つなぐ回路	5 豆電球3個直列つなぎ	昭52 平9	4:豆電球1個つないだ回路(35.1%) 4:豆電球1個つないだ回路(78.5%)
問14	豆電球1個・2個並列・3個並列つなぎの回路の明るさ比べ	5 全部同じ明るさ	昭52 平9	3:豆電球1個回路が最も明るい(65.5%) 3:豆電球1個回路が最も明るい(59.1%)
問18	乾電池の消耗が早い豆電球1・2個つなぐ回路	3 ショート回路	昭52 平9	豆電球2個並列つなぎ 1:(37.6%) / 5:(26.5%) 1:豆電球2個並列つなぎ(46.3%)
問21	豆電球2個回路と点灯時間	1 並列は多く使って早く消える	平9	5:直列・並列とも同じ(42.5%)
問16	豆電球2個並列つなぎの接続と豆電球のつき方	2 先に結線した豆電球がはじめに点灯する	昭52 平9	3:並列の豆電球は同時に点灯する(42.0%) 3:並列の豆電球は同時に点灯する(37.6%)
問5	豆電球2個並列つなぎ	5 電球が各々両極に接続しているつなぎ方	昭52 平9	2:ねじれない直列つなぎ(21.8%) 2:ねじれない直列つなぎ(40.2%)
問9	豆電球1個の時より暗くつく豆電球2個つなぐ回路	5 直列つなぎの回路	昭52 平9	2:ソケットからの導線を結線後、別の線で+極に接続(25.5%) 2:ソケットからの導線を結線後、別の線で+極に接続(39.9%)
問22	豆電球1個の時と同じ明るさの豆電球2個つなぐ回路	5 並列つなぎの回路	昭52 平9	1:直列つなぎ(34.5%) 1:直列つなぎ(39.1%)
問17	豆電球1個を消した時の豆電球2個並列つなぎ	4 並列のもう一方はかわらない	昭52 平9	5:並列のもう一方は明るくなる(26.3%) 5:並列のもう一方は明るくなる(35.3%)
問15	2個とも点灯する豆電球2個つなぐ回路の接続	1 豆電球2個の直列つなぎ	平9	2:右端同士左端同士を接続(30.2%)
問20	豆電球2個つなぐ回路で調べられること	1 つなぎ方と明るさ調べ	平9	5:2個つなぐと同じ明るさ(29.4%)
問10	豆電球2個直列つなぎ	5 1個の輪のように接続	平9	3:結線後に別線で一極へ接続(24.8%)
問3	豆電球1個・2個直列・3個直列つなぎの明るさ	3 豆電球1個回路が最も明るい	平9	1:全て同じ(24.6%)
問19	豆電球2個つなぐ回路の分類	5 直列つなぎと並列つなぎ	平9	2:直列つなぎの1種を並列つなぎとする(24.0%)
問12	乾電池の消耗が多い豆電球1~3個つなぐ回路	3 豆電球3個並列つなぎ	昭52	2:豆電球2個並列つなぎ(23.0%)

表2-3-4 第四学年固有問題で見られた主要な誤答(2割を上回るもの)

問題	問題内容	正答	調査年	主要な誤答選択肢とその内容・選択率
問5	規格の異なる乾電池での明るさ比べ	3 同じ明るさ	昭52 平9	2:乾電池の大きい順に明るい(48.9%) 2:乾電池の大きい順に明るい(65.7%)
問21	乾電池2個直列つなぎ各地点での電流の量	2 全部同じ	昭52 平9	3:乾電池の間の電流計が異なる(42.1%) 3:乾電池の間の電流計が異なる(39.8%) / 5:乾電池の間の電流計が多い(20.6%)
問13	乾電池1個回路と2個並列つなぎでの明るさ比べ	1 明るさは同じ	昭52 平9	3:2個並列つなぎが明るい(20.2%) 3:2個並列つなぎが明るい(38.1%)
問19	4種の乾電池2個直列つなぎの明るさ	2 同じ明るさ	昭52 平9	4:乾電池を離して配置した回路が暗い(27.7%) 4:乾電池を離して配置した回路が暗い(33.9%)
問11	乾電池1個回路と2個並列つなぎでの明るさと点灯時間比べ	1 明るさ同じで時間異なる	昭52 平9	4:2個並列つなぎが明るくて時間が長い(20.7%) 4:2個並列つなぎが明るくて時間が長い(33.4%)
問9	3種の乾電池2個並列回路の明るさと点灯時間	4 明るさ・時間とも同じ	昭52 平9	1:3つの並列回路とも明るさ異なる(21.6%) 1:3つの並列回路とも明るさ異なる(29.9%) / 2:明るさ同じだが時間異なる(23.5%)
問10	乾電池1個回路と2個ずつ並列につないだ回路の明るさと点灯時間比べ	4 2個ずつ並列が明るく長い	昭52 平9	1:明るさは同じだが、つく時間異なる(25.7%) 1:明るさは同じだが、つく時間異なる(24.1%)
問16	乾電池2個直列つなぎの回路図	2 直列つなぎの回路図	平9	4:+極同士が向き合う回路図(23.9%)
問4	乾電池2個並列つなぎの性質(誤り選択)	1 *電池1個より電流多い	昭52	3:乾電池1個と明るさ同じ(22.6%)
問22	乾電池2個並列つなぎ各地点での電流の量	3 並列部同じ・合流部大きい	昭52	2:全て同じ(22.3%)
問17	乾電池2個並列つなぎの回路図	2 並列つなぎの回路図	平9	1:異極同士をつないだ、ショートを含む回路図(21.7%)

\* 問4は誤りを選択する設問となっている。

表2-3-5 第五学年固有問題で見られた主要な誤答(2割を上回るもの)

問題	問題内容	正答	調査年	主要な誤答選択肢とその内容・選択率
問10	太さ・長さの等しい電熱線の形状と発熱	2 形状に関わらず同じ	昭52 平9	5:直線状が最も多い(43.3%) 5:直線状が最も多い(51.4%)
問13	電熱線が高温度で発熱する時の色	5 白く輝く時温度が高い	昭52 平9	2:赤色(39.5%) 2:赤色(46.6%)
問9	乾電池と電熱線を結ぶ導線の本数と発熱	5 接続導線数に関わらず同じ	昭52 平9	3:3本接続が多い(43.8%) / 4:3本接続は少ない(22.2%) 3:3本接続が多い(31.8%) / 4:3本接続は少ない(28.2%)
問20	長さの異なる電熱線を並列につないだ時の各線の電流の強さ	4 最も短い方の電流が強い	昭52 平9	2:長い方の電流が強い(38.8%) / 1:長さに関わらず同じ(22.9%) 2:長い方の電流が強い(42.8%)
問17	同じ長さの電熱線を並列につなぐ本数と発熱	4 電熱線の本数が多い方が発熱量が多い	昭52 平9	1:電熱線が1本の時に発熱多い(42.2%) 1:電熱線が1本の時に発熱多い(35.6%)
問8	乾電池1~3個つなぐ回路の電熱線に流れる電流の強さ	2 乾電池2個直列つなぎが多い	昭52 平9	4:乾電池3個並列つなぎ(33.1%) 4:乾電池3個並列つなぎ(40.0%)
問7	単回路の乾電池や電熱線の両側での電流計の振れ	5 回路内どれも等幅にふれる	昭52 平9	1:+極と電熱線間が大きい(20.2%) 1:+極と電熱線間が大きい(21.4%) / 3:+極に近い順(35.9%)
問16	電熱線の太さと発熱	4 太いのが電流多く発熱多い	昭52 平9	2:電流量は同じ・太い方が発熱多い(35.6%) 2:電流量は同じ・太い方が発熱多い(26.2%)
問2	銅線・アルミ箔・磁石入り回路での電熱線の発熱	5 銅・アルミ・磁石とも発熱	昭52 平9	1:銅線接続のみ発熱(23.2%) / 3:磁石接続のみ発熱しない(35.5%) 3:磁石接続のみ発熱しない(35.1%)
問6	電流計の記号	1 Aマーク	平9	3:+マーク(21.9%) / 5:Wマーク(35.1%)
問18	同じ太さで長さの異なる電熱線と発熱	1 短い順に発熱量多い	昭52 平9	4:長い順に発熱量多い(21.2%) 4:長い順に発熱量多い(35.1%)
問1	ニクロム線・鉛筆芯・セルロイド入り回路の発熱	1 ニクロム線が発熱する	平9	4:ニクロム線と鉛筆芯(32.8%) / 5:ニクロム線とプラスチック(21.6%)
問19	電熱線の長さや発熱の関係を調べる組合せ	3 電池数と電熱線の太さがそろった組	昭52 平9	5:電池数と長さが同じで、太さが異なる組(32.8%) 5:電池数と長さが同じで、太さが異なる組(30.0%)
問14	電熱線の太さと発熱の関係を調べる際の条件	4 電池数と電熱線の長さをそろえる	昭52 平9	3:電池数と電流の強さをそろえる(21.6%) 3:電池数と電流の強さをそろえる(32.8%)
問5	電熱線を流れる電流測定時の電流計の位置	5 電流計を直列に接続	平9	2:乾電池と並列に接続(24.9%) / 3:電熱線と並列に接続(29.5%)
問4	乾電池1~3個つなぐ回路の発熱(回路記号)	3 乾電池3個直列つなぎが多い	平9	5:乾電池3個並列つなぎ(29.3%)
問3	乾電池1~3個つなぐ回路の発熱(回路図)	4 乾電池3個直列つなぎが多い	平9	5:乾電池3個並列つなぎ(24.9%)
問15	電熱線の太さと発熱の関係を調べる組合せ	2 電池数・電熱線の長さそろった組	平9	4:電池数と長さが揃っていない(20.6%)

表2-3-6 第一学年固有問題で見られた主要な誤答(2割を上回るもの)

問題	問題内容	正答	調査年	主要な誤答選択肢とその内容・選択率
問15	棒磁石への砂鉄のつき方	3 両端(極)につく	昭52 平9	1:全体につく(20.0%) / 2:一方の端のみにつく(20.9%) 1:全体につく(31.9%) / 2:一方の端のみにつく(46.8%)
問19	磁石の力を遮る物	4 空き缶のふたを入れる	昭52 平9	1:木の板を入れる(32.7%) 1:木の板を入れる(37.5%)
問17	磁石に持ち上げられた箱の中味	5 サイダー瓶の栓	平9	1:10円玉(35.3%)
問1	紙の色と磁石につく物	1 どの色の紙もつかない	平9	2:銀色と金色の紙がつく(34.8%)
問3	硬貨やアルミ箔と磁石につく物	3 硬貨・アルミ箔ともつかない	平9	4:硬貨はつく(33.0%) / 5:アルミ・10円玉以外はつく(21.5%)
問5	日用品で磁石につく物	3 空き缶	平9	4:10円玉(28.8%)
問8	塗装した鉄釘と磁石につく物	4 どの色を塗ってもつく	平9	1:色を塗るとつかない(27.9%)
問6	大きさや形の異なる鉄製品と磁石につく物	5 どの鉄製品もつく	平9	3:砂鉄・クリップのみつく(27.7%)
問16	外的変化を与えた後の磁石の強さ	3 割れた磁石も砂鉄つける	平9	1:電氣通すと強くなる(26.4%) / 5:水の中では弱くなる(25.3%)
問13	水中での磁石による鉄釘の吸引	5 水中でほとんど落ちない	昭52 平9	4:少し落ちる(26.3%) 4:少し落ちる(20.0%)
問2	紙の形と磁石につく物	2 紙はどれもつかない	平9	3:磁石の形の紙はつく(24.8%)
問11	磁石につく物	4 鉄製品は磁石につく	平9	1:金物は磁石につく(22.2%)
問7	素材名を表示した日用品と磁石につく物	3 鉄	平9	4:銅[10円玉](21.1%)

第2章第3節

表2-3-7 第三学年固有問題Bで見られた主要な誤答(2割を上回るもの)

問題	問題内容	正答	調査年	主要な誤答選択肢とその内容・選択率
問3	磁石の性質	4 磁石は方位磁針と引き合う	平9	2:U字磁石中央部にクリップつく(36.1%)
問18	割れた磁石の極	2 割れた側に逆の極ができる	昭52 平9	3:元の極のみ存在(31.3%) 3:元の極のみ存在(39.5%)
問9	棒磁石周りの方位磁針の向き	1 N極が磁石に向いた磁針	昭52 平9	2:S極が磁石に向いた磁針(20.0%) 2:S極が磁石に向いた磁針(32.0%)
問19	自由に動ける磁化された針が指す向き	5 磁化強い針は南北を指す	昭52 平9	2:針のどがつた方が北を指す(20.1%) 2:針のどがつた方が北を指す(28.3%)
問12	自由に動ける磁石で南を指す極	3 南を指すのはS	昭52 平9	4:南を指すのはN(25.4%) 4:南を指すのはN(23.6%)
問20	棒磁石周りの磁石の力の調べ方	2 周りに方位磁針を置く	平9	4:つるす(24.7%)
問24	振れの等しい磁針から磁石までの距離と磁石の強さ	4 遠くまで引く方が強い	昭52 平9	1:同じ力(23.9%) / 3:近くで引く方が強い(24.3%) 1:同じ力(23.1%) / 3:近くで引く方が強い(24.2%)
問4	磁石のN極の調べ方	3 別の磁石のN極を近づける	平9	2:水に浮かべて東指す極(23.9%)
問17	磁石からの距離と力の強さ	2 磁石から近い順に力は強い	平9	5:最も遠い点を除き、左から順に強い(22.9%)
問5	磁石について3本の針の極	5 異極が向き合うよう両端に極	平9	4:磁石には同じ極、他は異極同士が向き合う(22.6%)
問15	S極を近づけた時の他の棒磁石N極の動き	2 N極はS極へ近づく	平9	1:N極はS極から離れる(21.3%)
問6	棒磁石のN極を近づけた時の方位磁針の向き	2 N極近づくとS極が引かれる	平9	5:ぐるぐる回って止まらない(20.8%)

表2-3-8 第六学年固有問題で見られた主要な誤答(2割を上回るもの)

問題	問題内容	正答	調査年	主要な誤答選択肢とその内容・選択率
問11	電磁石の鉄しんに接続した豆電球の明るさ	2 鉄しんにつなぐ電球は不点灯	昭52 平9	1:電球は点灯する(34.4%) 1:電球は点灯する(61.4%)
問3	巻き方・乾電池の向きと電磁石の極	4 左がS、右がN	昭52 平9	3:左がN、右がS(50.4%) 3:左がN、右がS(44.0%)
問4	方位磁針N極が向く側の反対側の電磁石の極	1 反対側はN極	昭52 平9	2:反対側はS極(48.5%) 2:反対側はS極(50.2%)
問6	電流を流した導線周りの方位磁針の動き	5 導線に対し斜め向きに止まる	昭52 平9	3:左右に振れ続ける(24.8%) 1:ぐるぐる回る(49.1%) / 3:左右に振れ続ける(22.9%)
問5	乾電池を逆につないだ時の極の変化	2 電池の向きを変えるとS極	昭52 平9	1:電池の向きを変えるとN極(43.1%) 1:電池の向きを変えるとN極(47.3%)
問19	乾電池1~4個つなぐ回路と電磁石の強さ	4 乾電池3個直列つなぎが強い	昭52 平9	5:2個ずつが並列つなぎ(33.1%) 5:2個ずつが並列つなぎ(46.4%)
問2	電磁石の極の位置	4 鉄しんの両端	昭52 平9	3:コイルの両端(46.2%) 3:コイルの両端(35.9%)
問22	発光・発熱・磁力の大きさと電流の強さ	1 発光・発熱・磁力とも電流の強さに	昭52 平9	3:それぞれ電流の強さ、太さ長さ、巻き数に(44.4%) 3:それぞれ電流の強さ、太さ長さ、巻き数に(41.0%)
問20	電流の流れるコイルに近づけた鉄釘の動き	2 コイル近くの釘はつかない	昭52 平9	1:つく(42.4%) / 3:すこしはつく(27.4%) 1:つく(37.2%) / 3:すこしはつく(30.9%)
問13	電池2個・電磁石3個を接続した回路のつなぎ方	2 乾電池・電磁石とも直列つなぎ	平9	1:乾電池が直列で電磁石が並列(35.4%)
問18	導線の長さ・巻き数が同じで強い電磁石の鉄しんの長さ	3 しんの長さが最も短いのが強い	平9	2:しんが中ぐらいの長さのもの(32.7%)
問15	電池1個・2個直列・2個並列つなぎの電磁石の強さ	3 電池2個直列が強く、他は同じ	平9	2:2個並列・直列・1個の順(23.3%)
問12	しんがアルミ棒の電磁石につく物	5 アルミしんにはつかない	平9	2:鉄釘がつく(20.6%) / 4:金物がつく(21.8%)

### 第3章 学習者の理科的経験や情意・態度と初等電磁気概念の達成

本章では、学習者の理科的経験や理科学習における情意・態度を取り上げ、これらと初等電磁気内容に関する概念達成との相関を捉えるとともに、第1・2章で取り扱った昭和52年3月及び平成9年3月実施実態調査の被験者における経験や情意・態度の実態を比較分析して、見られる差違を明らかにする。

#### 第1節 分析3-1:学習者の理科的経験や情意・態度と概念達成との相関

本節では、電磁気学習における学習者の概念形成を取り巻く諸要因のうち、先行経験・電磁気現象への情意・理科学習での態度という学習者に関わる3要因を取り上げ、実態調査データに基づいてその特徴や電磁気概念の達成度との相関を捉える。これにより、電磁気学習のおかれる現状を把握するとともに、科学的概念の形成促進に向けた示唆を得るものである。

##### 1. 調査概要と分析方法

本調査は質問紙調査法を採用して平成5年7月に実施した。調査で用いた質問紙は、次の2種から構成されている。

【質問紙1】学習者の経験や情意・態度という3要因について実態を尺度法を用いて尋ねるもの。表3-1-1に示す質問項目から構成されており、各問では被験者が同意する程度を図3-1-1に示す3種類の尺度のいずれかを用いて尋ねている。

【質問紙2】平成元年改訂版小学校学習指導要領の学習内容に基づき構成された選択回答形式の問題群に対する正答問題数から、初等電磁気内容に関する概念の達成度を調べるもの。学年ごとに出題内容や問題数が定められており、詳細は表3-1-2に示す通りである。

小学校第三～第六学年の各学年の理科学習を終了した児童を調査対象として設定したが、実施時期の関係上、被験者は公立小学校8校の第四～第六学年の児童（広島県，兵庫県，愛知県内の市・郡部より選出）、及び公立中学校6校の第一学年の生徒（広島県内の市・郡部より選出）の1,544名とした。被験者の内訳は表3-1-3に示す通りである。

分析方法として、まず3要因の特徴を数値化して捉えた。質問紙1の各質問項目の回答尺度を理科学習への貢献度と比例させて数値化(1～3又は1～5)して平均値を算出し、さらに各要因の代表値として構成全質問項目の平均値から全体平均を算出した。次に、3要因と電磁気概念達成度の相関を相関係数から探った。児童の質問紙2での総得点（つまり正答問題数）を求め、この総得点と各要因の全体平均との間のピアソンの積率相関係数を学年ごとに求めた。

表3-1-1 質問紙1で尋ねた調査項目

<b>要因1 学習者の先行経験</b> 1-1 磁石・乾電池使用のおもちゃ遊び 1-2 懐中電灯の分解 1-3 時計・おもちゃ等の乾電池交換 1-4 おもちゃ等の豆電球交換 1-5 磁石使用のおもちゃ工作 1-6 豆電球使用のおもちゃ工作 1-7 モーター使用の動くおもちゃ工作 1-8 電磁気現象利用の話の伝聞 1-9 電磁気現象に関する読書 1-10 電磁気現象に関するTV視聴 1-11 電磁気学習での実験 1-12 モーターの作成 1-13 モーターの分解 1-14 モーターの作りに関する見聞 1-15 モーターの回転の仕組みに関する見聞 <b>要因2 学習者の電磁気現象に関する情意</b> 2-1 電磁気現象の不思議さ 2-2 電磁気現象の面白さ 2-3 電磁気学習の難易さ 2-4 電磁気学習の有用さ	<b>要因3 学習者の理科授業に対する態度</b> 3-1 テレビ視聴の頻度 3-2 実験・観察の頻度 3-3 自発的に実験する程度 3-4 目的を把握して実験する程度 3-5 計画性を持って実験する程度 3-6 友達と対話して実験する程度 3-7 プリント・参考書の使用頻度 3-8 授業が生徒の考えに沿う程度 3-9 授業後にまとめをする程度 3-10 板書を記録する程度 3-11 気づき・反省・失敗を記録する程度 3-12 友達の発表内容を記録する程度 3-13 発表を行う程度 3-14 友達の発表に意見をいう程度 3-15 自分のまとめを発表する程度 3-16 質問をする程度 3-17 グループ討議で進行役をする程度 3-18 グループ実験で進行役をする程度 3-19 理科関連クラブへの参加の有無
--	---

1) 要因1で用いた選択肢

- |  |
|--|
| 1. 何でもよく〇〇〇した<br>2. 一度くらいは〇〇〇したことがある<br>3. 一度も〇〇〇したことがない |
|--|

2) 要因2で用いた選択肢

- |   |
|---|
| 1. たいへん〇〇〇である<br>2. 〇〇〇であるほうである<br>3. ふつう<br>4. あまり〇〇〇ではない<br>5. 〇〇〇でない |
|---|

3) 要因3で用いた選択肢(問3-19除く)

- |   |
|---|
| 1. とてもよくした<br>2. よくしたほうである<br>3. ふつう<br>4. ときどきした<br>5. めったにしなかった |
|---|

図3-1-1 質問紙1で使用した選択肢

表3-1-2 質問紙2における出題問題

出題した問題の内容		出題問題数		
		小四	小五・六	中一
第三学年 学習内容	【問題1】磁石につく物・つかない物	1問	—	—
	【問題2】電気を通す物・通さない物	1問	—	—
	【問題群3】磁石の性質と磁化	4問	3問	4問
	【問題群4】閉じた回路	8問	3問	3問
第四学年 学習内容	【問題群5・6】閉じた回路での電流	—	6問	4問
	【問題群7・8】乾電池の直列・並列回路	—	7問	4問
第六学年 学習内容	【問題群9】電流による発熱	—	—	2問
	【問題群10・11】電流による磁力・電磁石	—	—	8問
	【問題群12】モーターの回転の仕組み	—	—	3問
合計		14問	19問	28問

表3-1-3 被験者の内訳

学 年	全 体	男 子	女 子
小学 第四学年	386	215	171
小学 第五学年	375	194	179 (性別不明2名)
小学 第六学年	409	207	202
中学 第一学年	374	188	184 (性別不明2名)

表3-1-4 質問紙2における正答問題数(総得点)の平均値

	全体集団	男子集団	女子集団
小学 第四学年 (14問)	6.48 (2.39) ----- 46.3%	6.62 (2.46) ----- 47.3%	6.30 (2.28) ----- 45.0%
小学 第五学年 (19問)	9.07 (2.47) ----- 47.7%	9.51 (2.60) ----- 50.1%	8.62 (2.26) ----- 45.4%
小学 第六学年 (19問)	9.80 (2.44) ----- 51.6%	10.17 (2.52) ----- 53.5%	9.42 (2.29) ----- 49.6%
中学 第一学年 (28問)	15.45 (3.95) ----- 55.2%	16.23 (4.25) ----- 58.0%	14.72 (3.47) ----- 52.6%

※ 上段は各集団での平均値と標準偏差(括弧内)を示し、  
下段は平均値の出題問題総数に占める割合を示す。

参考までに総得点の平均値・標準偏差を表3-1-4に示しておいた。なお、性差の特徴についてもあわせて捉えるため、一連の分析操作を男子・女子集団別でも行った。これらの統計処理には、SAS統計パッケージ第5版を用いた。

## 2. 3要因の実態について

### (1) 電磁気現象に関する経験

表3-1-5は、各学年全体集団及び性別集団における各質問項目の平均、及び要因1の全体平均を示している。

全学年で全体集団の全体平均が中央値2以上の値を示した。概して学習者は質問紙1で取り上げた項目を最低でも一度は経験している。男子は全学年とも中央値以上の値を示したが、女子は第四～第六学年にかけて中央値より若干低い値を示した。男子は概して一度以上経験するが、女子では若干経験が少ないという傾向にある。

全体での傾向に反して中央値以下の値を示す、つまり行われぬ傾向にある項目は表3-1-5より明らかであるが、その特徴は次の2点にまとめられる。

- ① 日常で使用される器具の分解経験が希少なことから、学習者が進んで器具の働き・仕組みに興味を持ち、原理を探る分析活動をしないう傾向にある。
- ② 第6学年の学習素材であるモーターに関して、工作経験は比較的あるものの、回転の仕組みを探る経験は理科学習が最初の経験であり、それ以前には行われぬ。

表3-1-5 要因1を構成する質問項目ごとの平均値

質問された経験内容	小4第四学年		小4第五学年		小4第六学年		小4第一学年	
	男	女	男	女	男	女	男	女
	全体平均値		全体平均値		全体平均値		全体平均値	
1-1 遊び:磁石・乾電池使用のおもちゃ	+		+		+		+	
	2.64(0.52)		2.59(0.53)		2.60(0.53)		2.62(0.53)	
1-2 分解:懐中電灯	+		+		+		+	
	2.06(0.81)		1.98(0.78)		1.99(0.75)		1.96(0.80)	
1-3 交換:時計・おもちゃ等の乾電池	+		+			+	+	
	2.14(0.85)		2.24(0.83)		2.53(0.73)		2.42(0.77)	
1-4 交換:おもちゃ等の豆電球	+		+		+		+	
	1.94(0.82)		2.11(0.79)		2.15(0.82)		2.15(0.79)	
1-5 工作:磁石使用のおもちゃ	+		+		+		+	
	2.09(0.72)		2.07(0.68)		1.85(0.69)		2.13(0.61)	
1-6 工作:豆電球使用のおもちゃ	+		+		+		+	
	2.23(0.68)		2.18(0.64)		2.00(0.65)		2.10(0.64)	
1-7 工作:モーター使用のおもちゃ	+		+		+		+	
	2.05(0.84)		2.32(0.65)		2.27(0.66)		2.36(0.58)	
1-8 見聞:電磁気現象利用話の伝聞	+		+		+		+	
	2.08(0.71)		2.18(0.70)		2.26(0.68)		2.18(0.70)	
1-9 見聞:電磁気現象の読書	+			+	+		+	
	2.23(0.70)		2.17(0.65)		2.15(0.65)		1.99(0.70)	
1-10 見聞:電磁気現象のTV視聴	+		+			+	+	
	2.38(0.72)		2.30(0.69)		2.34(0.67)		2.31(0.66)	
1-11 実験:電磁気学習での実験	+		+		+		+	
	2.62(0.58)		2.45(0.63)		2.50(0.58)		2.51(0.57)	
1-12 工作:モーター	+		+		+		+	
	1.46(0.71)		1.65(0.78)		1.35(0.62)		1.95(0.60)	
1-13 分解:モーター	+		+		+		+	
	1.42(0.70)		1.46(0.68)		1.48(0.73)		2.01(0.80)	
1-14 見聞:モーターのつくり	+		+		+		+	
	1.47(0.68)		1.49(0.64)		1.51(0.62)		2.08(0.65)	
1-15 見聞:モーターの回転の仕組み	+		+		+		+	
	1.56(0.70)		1.66(0.69)		1.57(0.65)		2.14(0.64)	
要因1 全体平均	+		+		+		+	
	2.02(0.40)		2.06(0.37)		2.04(0.35)		2.19(0.36)	

※1: 表中の数字は各学年全体集団における平均値と標準偏差(括弧内)を示す。

※2: 網掛けした集団では、その項目の平均値が3段階尺度の中央値2(一度はある)未満である。

※3: +印は同学年の男子・女子集団の平均値を比較して、値の大きい側を示す。

また、性別で見た場合における経験の特徴として、次の2点が挙げられる。

- ①あまり行われない傾向にある経験項目の数は、女子の方が男子と比較してやや多い。
- ②女子では、全体集団で行われない傾向の経験項目群の他に、電磁気現象を利用して工作する経験があまり行われない。

学習者が電磁気現象について見聞したり、それらを利用して工作する経験は比較的行われるものの、現象の理解のためにこれらを分析的に調べる経験はあまり行われないことが明らかとなった。また、電磁気現象の経験は女子にとって機会の少ないものであることも明らかとなった。

(2) 電磁気現象に関する情意

表3-1-6は各質問項目の平均及び要因2全体平均を各学年の全体・性別集団ごとに示している。全学年で全体平均が中央値3以上の値を示した。概して、学習者は電磁気現象に関して興味・関心がある。この傾向は男女に共通であり、性差に関わらない。

全体での傾向に反して、小学校第五～中学校第一学年の3学年で電磁気学習は難しいと否定的な見方をしている。特に女子では小学校第四学年でも示されており、学習当初から困難と見ていることがうかがえた。また、この質問の平均値は学年の上昇に伴い低下するため、学習の内容的深まりとともに困難を示す児童の割合は次第に増加することが考えられる。

学習者の電磁気現象に対する興味・関心は高いものの、内容理解に関しては困難を示していることが明らかとなった。

表3-1-6 要因2を構成する質問項目ごとの平均値

質問内容	小 学 校 第 四 学 年		小 学 校 第 五 学 年		小 学 校 第 六 学 年		中 学 校 第 一 学 年	
	男	女	男	女	男	女	男	女
	全体平均値		全体平均値		全体平均値		全体平均値	
2-1 興味・関心(不思議さ)	+		+			+	+	
	3.92	(1.01)	4.03	(0.98)	3.65	(1.01)	3.72	(1.06)
2-2 興味・関心(面白さ)	+		+		+		+	
	4.23	(0.91)	3.97	(0.93)	3.60	(1.05)	3.49	(1.13)
2-3 電磁気学習の易しさ	+		+		+		+	
	3.06	(0.97)	2.88	(0.79)	2.81	(0.81)	2.59	(0.93)
2-4 電磁気学習の有用さ		+	+		+		+	
	4.08	(0.94)	4.06	(0.91)	3.77	(0.93)	3.53	(1.01)
要因2 全体平均	+		+		+		+	
	3.83	(0.57)	3.74	(0.54)	3.46	(0.59)	3.33	(0.64)

※<sub>1</sub> 表中の数字は各学年全体集団における平均値と標準偏差(括弧内)を示す。  
 ※<sub>2</sub> 網掛けした集団では、その項目の平均値が5段階尺度の中央値3(ふつう)未満である。  
 ※<sub>3</sub> +印は同学年の男子・女子集団の平均値を比較して、値の大きい側を示す。

(3) 理科授業に対する態度

表3-1-7は、各学年の全体・性別集団における各質問項目平均、及び要因3全体平均を示している。全体平均は全学年の全体集団で中央値3以下を示した。概して学習者は質問紙1で取り上げた態度に関して消極的であると否定的な見解を示している。女子は全学年が否定的見解を示したが、男子は小学校第五学年と中学校第一学年が肯定的見解を示した。各学年とも男子は女子に比べて平均値が大きいため、積極的態度を示すと考えられる。

全体での傾向と同様に中央値以下の値を示し、消極的態度をとる傾向にある項目は表3-1-7から明らかであるが、これらの特徴は次の通りである。

- ①実験に関する態度は全学年とも積極的な傾向を示した。
- ②記録に関する態度に関して、板書内容の記録は積極的だが、意見や気づき・まとめの記録は消極的な傾向にあった。
- ③発表に関する態度は全学年ともかなり消極的であった。

表3-1-7 要因3を構成する質問項目ごとの平均値

質問された態度の内容	小4第四学年		小4第五学年		小4第六学年		中1第一学年	
	男	女	男	女	男	女	男	女
	全体平均値		全体平均値		全体平均値		全体平均値	
3-1 TV視聴	+		+		+			+
	2.68(1.02)		3.00(1.14)		2.32(0.91)		3.30(1.10)	
3-2 実験・観察	+					+		+
	3.87(1.02)		4.00(0.95)		4.28(0.85)		4.25(0.83)	
3-3 実験態度:自発性	+		+		+			+
	3.15(1.09)		3.23(0.99)		3.17(0.98)		3.35(1.08)	
3-4 実験態度:目的の把握		+	+			+		+
	3.41(0.97)		3.56(0.94)		3.47(0.98)		3.24(0.99)	
3-5 実験態度:計画性		+		+	+			+
	3.14(1.16)		3.24(1.00)		3.45(1.04)		3.17(1.09)	
3-6 実験態度:友達と対話		+	+			+		+
	3.48(1.09)		3.74(0.97)		3.63(0.95)		3.63(1.02)	
3-7 プリント・参考書の使用	+			+	+			+
	2.82(1.24)		3.03(1.24)		2.48(1.36)		2.96(1.24)	
3-8 生徒の考えに沿う授業	+			+	+			+
	3.02(0.94)		3.21(1.04)		3.25(1.19)		2.86(1.02)	
3-9 授業後のまとめ		+		+	+			+
	3.04(1.21)		3.24(1.21)		3.66(1.20)		3.22(1.24)	
3-10 記録:板書内容		+		+		+		+
	3.81(1.18)		3.49(1.32)		3.99(1.17)		4.31(1.01)	
3-11 記録:気づき・反省・失敗		+		+		+		+
	2.75(1.26)		2.63(1.17)		2.62(1.22)		2.43(1.34)	
3-12 記録:友達の発表内容		+		+	+			+
	2.64(1.25)		2.48(1.30)		2.46(1.30)		2.24(1.23)	
3-13 発表	+		+		+			+
	2.84(1.21)		2.69(1.24)		2.41(1.17)		2.76(1.25)	
3-14 発表:友達への意見	+		+		+			+
	2.37(1.31)		2.17(1.27)		2.07(1.24)		2.27(1.28)	
3-15 発表:自分のまとめ	+		+		+			+
	2.40(1.23)		2.45(1.23)		2.24(1.20)		2.27(1.23)	
3-16 発表:質問	+		+		+			+
	2.43(1.25)		2.40(1.25)		2.04(1.13)		2.19(1.13)	
3-17 グループ:討議の進行役		+	+		+			+
	2.91(1.18)		2.99(1.14)		2.90(1.11)		2.93(1.12)	
3-18 グループ:実験の進行役			+		+			+
	3.01(1.17)		3.16(1.13)		3.06(1.06)		3.01(1.13)	
3-19 理科関連クラブへの参加	+		+		+			+
	1.54(1.36)		1.44(1.26)		1.70(1.52)		1.46(1.27)	
要因3 全体平均	+		+		+			+
	2.92(0.62)		2.98(0.65)		2.91(0.62)		2.93(0.62)	

※1: 表中の数字は、各学年全体集団における平均値と標準偏差(括弧内)を示す。

ただし3-19は2択のため、「ある」を5、「ない」を1と置き換えて平均値を求めた。

※2: 網掛けした集団では、その項目の平均値が5段階尺度の中央値3(ふつう)未満である。

※3: +印は、同学年の男子・女子各集団の平均値を比較して、値の大きい側を示す。

④学習者は教師に対して、テレビ視聴や自分達の考えに沿った授業構成、自分達と共に行うまとめなどを導入して、自分達の意欲を喚起・持続させようと努力していると見ている。

また、性別で見た場合には次の傾向が現れている。

①男子では積極的態を示す項目の数が女子より多かった。

②女子では板書内容や自分の意見を記録したり、友達と話し合いながら実験を進めたり、授業後にまとめるような学習整理・表現活動に関して男子より積極的態を示した。発表では男子よりもさらに消極的態を示した。

学習者の理科授業に対する態度に関して、実験活動では目的を把握し、友達と話し合いながら自発的に取り組むように積極的である。しかし、学習内容に関する意見・まとめの記録や発表のような表現活動、また自主的課外活動では消極的であるなど、概して消極的態を示すことが明らかとなった。さらに学習整理・表現活動において女子の方がより積極的であることが明らかとなった。

### 3. 3要因と概念達成度との関連について

3要因間や3要因と概念達成度の関連について、相関係数から捉えた特徴は次の通りである。

#### (1) 3要因間の相関について

表3-1-8は「経験」「情意」「態度」の3つの要因の内部相関の値を学年ごとに示している。いずれの要因間も相関係数が0.3以上で有意な内部相関が見られることがわかる。特に、「経験」と「態度」の間で相関が比較的高い。

#### (2) 電磁気現象に関する経験と達成度の関連について

表3-1-9は、要因1「経験」の全体平均と達成度を示す総得点との間の相関係数を示している。全学年とも全体集団は両者の間で有意な相関を持つことがわかる。男女別では、経験の程度が比較的高い男子では全学年において有意な相関が見られたが、女子では小学校第四・中学校第一学年のみに認められた。

#### (3) 電磁気現象に関する情意と達成度の関連について

表3-1-10は、要因2「情意」の全体平均と達成度を示す総得点との間の相関係数を示している。全体集団では全学年ともに、学習者が抱く興味・関心の程度と電磁気概念の達成度との間で有意な相関が認められた。男女別では、男子では小学校第四・第六・中学校第一学年において、女子では小学校第五学年において有意な相関が見られた。情意の高揚が勝る男子の方が女子より多くの学年で有意な相関を持つ。

#### (4) 理科授業に対する態度と達成度の関連について

表3-1-11は、要因3「態度」の全体平均と達成度を示す総得点との間の相関係数を示している。全体集団では中学校第一学年のみ有意な相関が認められた。また男女別に見ても、男子では有意な相関が全く認められず、女子では小学校第四学年にのみ認められた。理科授業の際に学習者が示す実験や発表、記録等における態度の積極度は電磁気概念の達成度との間で有意な相関があまり認められず、達成度の予測に用いられないことが得られた。

表3-1-8 「経験」、「情意」、「態度」の3者間における内部相関係数

	「経験」と「情意」	「情意」と「態度」	「経験」と「態度」
小学 第四学年	0.31 *	0.42 *	0.48 *
小学 第五学年	0.51 *	0.44 *	0.54 *
小学 第六学年	0.40 *	0.34 *	0.55 *
中学 第一学年	0.45 *	0.36 *	0.48 *

※ \*印のついた項目は標本数に対して有意水準が5%で母相関係数が0でないことを示す。

表3-1-9 「経験」の全体平均と質問紙2の総得点(概念達成度)の間の相関係数

	全体集団	男子集団	女子集団
小学 第四学年	0.19 *	0.15 *	0.20 *
小学 第五学年	0.19 *	0.18 *	0.12
小学 第六学年	0.16 *	0.18 *	0.05
中学 第一学年	0.28 *	0.22 *	0.27 *

※ \*印のついた項目は標本数に対して有意水準が5%で母相関係数が0でないことを示す。

表3-1-10 「情意」の全体平均と質問紙2の総得点(概念達成度)の間の相関係数

	全体集団	男子集団	女子集団
小学 第四学年	0.18 *	0.20 *	0.12
小学 第五学年	0.12 *	0.04	0.17 *
小学 第六学年	0.12 *	0.17 *	0.01
中学 第一学年	0.25 *	0.27 *	0.12

※ \*印のついた項目は標本数に対して有意水準が5%で母相関係数が0でないことを示す。

表3-1-11 「態度」の全体平均と質問紙2の総得点(概念達成度)の間の相関係数

	全体集団	男子集団	女子集団
小学 第四学年	0.08	-0.03	0.20 *
小学 第五学年	0.12	0.13	0.08
小学 第六学年	0.09	0.08	0.05
中学 第一学年	0.19 *	0.16	0.16

※ \*印のついた項目は標本数に対して有意水準が5%で母相関係数が0でないことを示す。

分析結果から、3要因に関して次のような実態が明らかとなった。電磁気現象に関する「経験」に関しては、本調査で取り上げた経験を概して少なくとも一度は行っていたものの、日常使用の電気器具の働きや仕組み・原理を知るための分析を普段から行っておらず、理科学習が最初の経験であった。男女別では女子の方が工作経験等が少なく、学年の上昇に伴い経験の格差は大きくなった。また、経験の程度は電磁気概念の達成度との間で有意な相関を持っており、男女別では経験の程度が比較的高い男子において有意な相関が認められたが、女子ではあまり認められなかった。電磁気現象に関する「情意」に関しては、学習者は高い興味・関心を抱くが、学習の当初から困難を抱いていた。情意の程度は電磁気概念の達成度との間で有意な相関を持っており、男女別では興味・関心が比較的高い男子において有意な相関は認められたが、女子ではあまり

認められなかった。理科授業に対する学習者の「態度」は概して消極的であり、男女別では女子の方が一層消極的である傾向が強い。全体集団では実験活動には積極的だが記録・発表には消極的であった。男女別では女子の方が学習整理活動に積極的で発表には消極的であった。授業態度の積極度と電磁気概念の達成度との間では有意な相関があまり認められず、この傾向は男女とも共通である。概念構成の如何を問わず、学習者は授業において自分の解釈・理解を表出しようとしていないことが考えられた。

## 第2節 分析3-2:学習者の理科的経験や情意・態度の比較

本節では、第1章及び第2章において取り扱った昭和52年調査と平成9年調査において全被験者を対象に出題された児童背景問題部29問の回答結果に基づき、両時代における小学校児童の経験や情意・態度の実態について比較分析する。学校理科での学習の背景となるこれらの学習者の側面に関して見られる類似点や差違点を明確にするとともに、科学的概念の形成への影響について検討を行う。

## 1. 学習者の兄弟構成・校外での遊び・所属クラブについて

問37～40と問50の5問においては、被験者の兄弟構成や校外での遊び、所属するクラブについて該当するものを5肢択一式で尋ねた。表3-2-1は設問内容と選択肢内容を示し、図3-2-1は各調査における選択肢回答比率を学年毎に帯グラフで表したものである。これらより、次のような特徴がうかがえる。

まず、兄弟人数や構成については2調査間で大差はない。自分を含めて兄弟は2人または3人というのが中心であり、8割を占めた。自分より上に兄弟を持つ場合が5割強、本人が最年長である場合が3割を占めた。

次に、学校外での遊びには顕著な違いが2調査間で見られる。遊び相手には2調査の被験者はともに同学年の友達や自分の兄弟を多くあげたが、平成9年調査の被験者では学年進行とともに兄弟の割合が減少し、逆に同学年の友達が5割から8割へと増加した。また遊び場所には、屋外である選択肢1～3の選択率は昭和52年調査では5割を占めたが平成9年調査で3割台にとどまった。逆に、自分の家や庭の選択率は平成9年調査で5割を越えたが、学年進行にともなって比率は減少傾向にある。平成9年調査ではマーケット等の建物の中や周りの比率が学年進行とともに増加傾向にあることも特徴の一つにあげられる。現在の児童では高学年になるほど自分の兄弟や年上・年下の友達を含まずに同学年の友達で遊び集団を形成しており、屋外型よりも屋内型の遊び文化が全学年で過半数を占めているものの、学年進行に伴って自宅周辺から遠方へ向けて遊び場所が変化していく傾向が見受けられる。

さらに、所属クラブに関して、クラブ活動を行う第4学年以上では、体育系クラブが平成9年調査の第六学年で6割を占めることが顕著な違いである。

表3-2-1 兄弟構成・校外での遊び・クラブ活動に関する問題とその選択肢

問題	設問内容	選択肢 1	選択肢 2	選択肢 3	選択肢 4	選択肢 5
問37	兄弟の人数	1人	2人	3人	4人	5人以上
問38	兄弟構成	兄弟はいない	兄と姉がいる	兄がいる	姉がいる	最年長である
問39	帰宅後の遊び相手	自分の兄弟	年上の友達	同学年の友達	年下の友達	その他の人
問40	遊び場所	原っぱや河原等広々した所	公園や遊園地のような所	家の周りや狭い道など	マーケット等の建物の中や周り	自分に家や庭で
問50	クラブ活動の所属	理科・算数に関係	国語・社会科に関係	体育に関係	音楽・図工に関係	所属していない

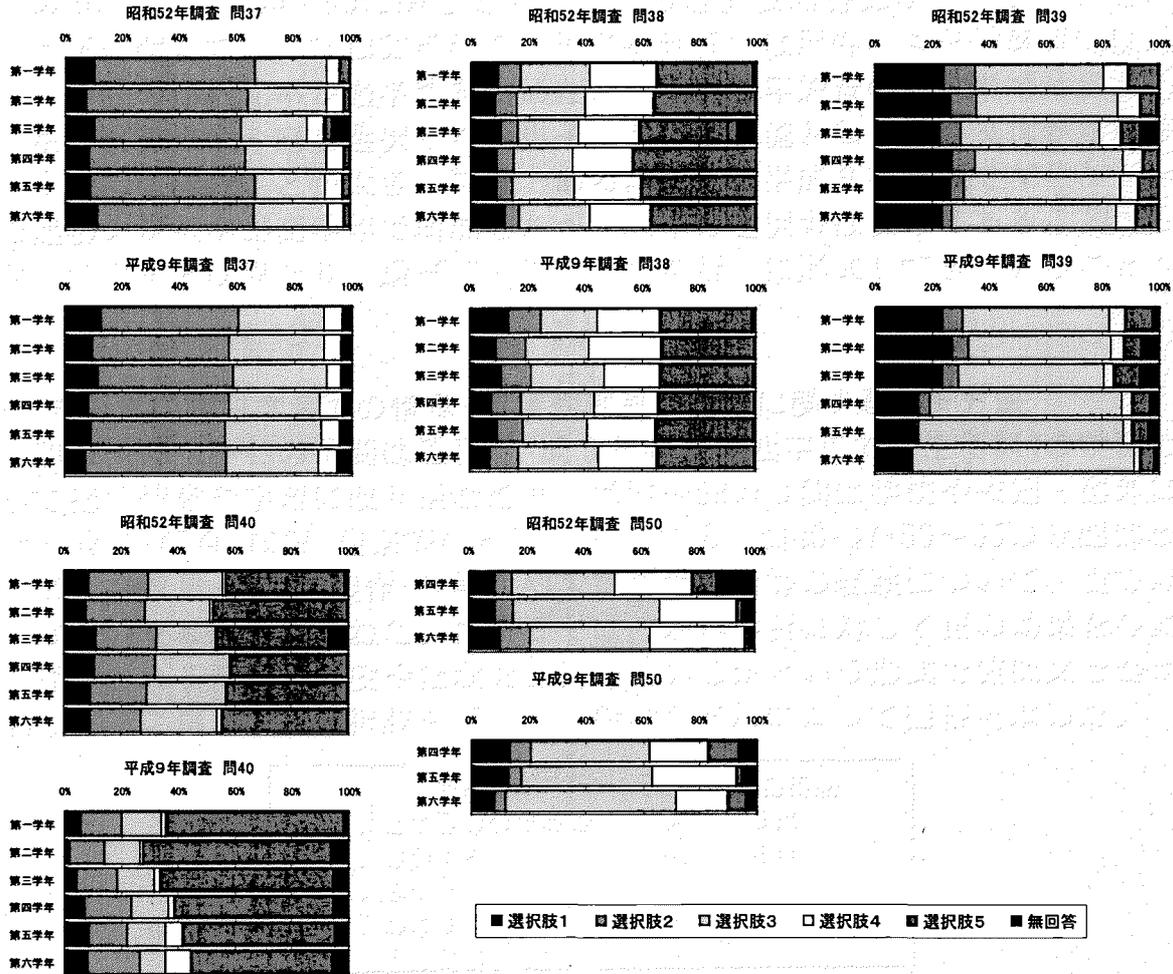


図3-2-1 児童背景問題部 問37-40・50における選択肢回答比率

表3-2-2 問40・50の男女別選択肢回答比率

昭和52年調査 問40							平成9年調査 問40								
学年	性別	選択肢1	選択肢2	選択肢3	選択肢4	選択肢5	無答・他	学年	性別	選択肢1	選択肢2	選択肢3	選択肢4	選択肢5	無答・他
第一学年	男子	12.8	22.1	29.8	1.3	32.3	1.8	第一学年	男子	5.2	15.2	15.6	2.2	59.7	2.2
	女子	5.0	18.6	22.3	1.0	52.2	0.8		女子	6.4	14.1	11.8	0.5	65.0	2.3
第二学年	男子	12.0	24.2	25.4	2.0	36.4	0.0	第二学年	男子	1.4	17.9	13.7	1.4	59.9	5.7
	女子	3.7	17.1	20.1	0.5	58.1	0.5		女子	3.0	5.9	10.9	0.5	72.3	7.4
第三学年	男子	14.2	24.3	24.0	1.1	28.4	8.0	第三学年	男子	6.2	14.4	12.9	2.8	59.8	3.9
	女子	8.0	18.1	17.1	0.4	50.8	5.7		女子	2.8	13.7	13.1	1.5	62.4	6.4
第四学年	男子	12.0	24.8	30.8	0.8	31.5	0.3	第四学年	男子	9.4	16.2	14.5	1.7	52.8	5.5
	女子	9.2	17.7	21.4	0.5	50.7	0.5		女子	5.1	16.1	11.5	2.3	59.5	5.5
第五学年	男子	12.7	27.0	30.9	0.9	28.4	0.0	第五学年	男子	13.6	16.5	13.6	2.4	48.1	5.8
	女子	6.1	11.1	23.2	0.5	58.3	0.8		女子	3.2	10.7	12.3	9.6	59.9	4.3
第六学年	男子	13.4	24.1	28.9	1.2	32.0	0.5	第六学年	男子	11.5	19.9	10.2	3.5	49.6	5.3
	女子	5.2	11.1	24.2	1.8	57.2	0.5		女子	5.5	15.9	8.2	14.1	50.0	6.4

昭和52年調査 問50							平成9年調査 問50								
学年	性別	選択肢1	選択肢2	選択肢3	選択肢4	選択肢5	無答・他	学年	性別	選択肢1	選択肢2	選択肢3	選択肢4	選択肢5	無答・他
第四学年	男子	14.0	6.0	41.3	16.3	10.0	12.5	第四学年	男子	12.3	6.0	50.2	17.5	10.2	3.8
	女子	3.4	6.1	30.3	38.0	8.4	13.7		女子	13.8	9.2	31.8	24.0	11.5	9.7
第五学年	男子	15.5	4.8	56.8	14.8	3.0	5.1	第五学年	男子	17.5	3.9	51.0	20.4	2.4	4.9
	女子	1.3	8.2	44.6	41.7	1.1	3.2		女子	8.0	4.8	40.1	39.0	2.1	5.9
第六学年	男子	16.5	7.2	46.1	25.1	2.1	3.1	第六学年	男子	8.4	2.2	71.7	9.7	6.6	1.3
	女子	4.6	13.4	37.9	42.3	1.3	0.5		女子	7.7	5.5	47.3	27.3	5.9	6.4

表3-2-2は、問40・50に関して男女別での選択肢回答比率を示している。遊び場所に関しては、昭和52年調査の男子被験者では屋外、女子被験者では自分の家や庭の選択比率が過半数を占めたが、平成9年調査の被験者では男女とも半数が自分の家や庭を選択した。男子において主流となる遊び文化が屋内型へと変化してきたことが大きな特徴である。また、平成9年調査でマーケット等の建物の選択率が高学年で増加したが、大半の選択者は女子であることから、女子は男子とは異なり、購買型の遊び文化を新たに形成してきていることがうかがえる。

## 2. 学習者の理科学習での情意・態度や理科的経験に関する分析方法

問41～45・48・49の7問は理科(平成9年調査の低学年では生活科)の学習に対して抱く情意や学習に取り組む態度、問51～58の8問は学校や家庭・屋外における栽培・飼育・採集・観察等の経験、そして残る問46・47・59～65の9問は理科的情報の収集・活用、製作・分解、科学博物館利用等の経験について、当てはまる度合いを被験者に尋ねた。各質問では、理科学習に対して正の効果を与えると思なされる情意・態度や経験を保持しているかという形式で質問文を整えており、下に例示する選択肢を用いた5段階尺度法によって回答を求めた。

選択肢	数値化得点
1. とても〇〇である	→ 5点
2. 〇〇するほうである	→ 4点
3. ふつう	→ 3点
4. あまり〇〇しない	→ 2点
5. 全く〇〇しない	→ 1点

なお、尺度の数値化に当たっては5段階尺度の選択肢に対して上のように5点幅で得点を与えることにより、理科学習に対して肯定的な回答の場合に数値が大きくなるようにした。

回答の数値化によって、昭和52年調査及び平成9年調査の被験者における各問題の回答平均値を学年別に求めるとともに、2調査の平均値の較差について比率の差の検定を行う。また、各調査における男女別での回答平均値についても求め、男女間の較差について比率の差の検定を行うこととする。

## 3. 学習者の理科学習での情意・態度や理科的経験の回答平均値とその較差

表3-2-3は、昭和52年調査及び平成9年調査における被験者の回答を数値化して求めた各設問の回答平均値を学年別に示しているほか、2調査間の平均値の差について比率の差の検定を行った結果を記している。また、図3-2-2は2調査での各設問における回答平均値について6学年分をまとめて棒グラフ化したものである。このグラフでは、数値化の際に与えた得点の中央値である3を基準軸にとっており、中央値より上回る場合には棒が上方に、下回る場合は棒が下方に現れることになる。

これらから得られる特徴についてまとめると次のようになる。

表3-2-3 児童背景問題部 各学年における2調査の平均値の差(昭和52年-平成9年)とその検定

問題	問題内容	第一学年				第二学年				第三学年			
		昭52	平9	差	検定	昭52	平9	差	検定	昭52	平9	差	検定
問41	生活科(一・二年)・理科(三～六年)の好き嫌い	3.98	3.98	0.00	N.S.	3.89	3.87	0.02	N.S.	3.77	3.73	0.04	N.S.
問42	生活科・理科の勉強の難易	3.43	3.71	-0.28	*	3.29	3.45	-0.16	*	3.16	3.34	-0.18	*
問43	生活科・理科の勉強の理解度	3.46	3.83	-0.37	*	3.31	3.56	-0.25	*	3.35	3.45	-0.10	*
問44	生活科・理科での発表の積極性	2.61	2.59	0.02	N.S.	2.53	2.32	0.21	*	2.57	2.59	-0.02	N.S.
問45	生活科・理科での質問の積極性	2.17	2.29	-0.12	N.S.	2.06	2.13	-0.07	N.S.	2.25	2.20	0.05	N.S.
問46	野外における生活科・理科の勉強の機会	3.22	3.36	-0.14	N.S.	3.12	3.07	0.05	N.S.	2.94	2.41	0.53	*
問47	生活科・理科の勉強でのテレビ視聴の機会	3.28	2.04	1.24	*	3.21	1.80	1.41	*	3.31	2.28	1.03	*
問48	生活科・理科での実験への積極性	3.36	3.85	-0.49	*	3.29	3.48	-0.19	*	3.02	3.17	-0.15	*
問49	生活科・理科での実験の準備・後片づけへの積極性	3.75	3.94	-0.19	*	3.55	3.66	-0.11	N.S.	3.45	3.48	-0.03	N.S.
問51	草花の栽培経験の程度	3.42	3.22	0.20	*	3.38	3.08	0.30	*	3.43	3.21	0.22	*
問52	昆虫等の飼育経験の程度	3.35	2.81	0.54	*	3.28	2.93	0.35	*	3.24	2.71	0.53	*
問53	月の観察記録経験の程度	1.84	1.84	0.00	N.S.	1.80	1.66	0.14	*	2.65	1.68	0.97	*
問54	岩石・化石の収集経験の程度	2.17	1.92	0.25	*	2.15	1.82	0.33	*	1.66	1.72	-0.06	N.S.
問55	草花の採集・標本製作経験の程度	2.56	1.95	0.61	*	2.61	2.02	0.59	*	2.31	1.99	0.32	*
問56	昆虫の採集・標本製作経験の程度	1.84	1.64	0.20	*	1.97	1.47	0.50	*	1.99	1.52	0.47	*
問57	家庭での顕微鏡観察経験の程度	1.84	1.75	0.09	N.S.	1.91	1.66	0.25	*	2.06	1.63	0.43	*
問58	家庭での天体観測経験の程度	1.41	1.59	-0.18	*	1.50	1.65	-0.15	*	1.50	1.51	-0.01	N.S.
問59	科学読み物の読書経験の程度	2.99	2.74	0.25	*	3.41	2.96	0.45	*	3.22	2.83	0.39	*
問60	理科図鑑による検索経験の程度	2.80	2.74	0.06	N.S.	3.06	2.81	0.25	*	3.14	2.78	0.36	*
問61	理科雑誌の購読経験の程度	2.54	1.91	0.63	*	2.90	1.91	0.99	*	2.73	1.72	1.01	*
問62	TV科学番組の視聴経験の程度	4.17	3.74	0.43	*	4.29	3.67	0.62	*	3.98	3.55	0.43	*
問63	プラモデル・模型の製作経験の程度	2.54	2.73	-0.19	N.S.	2.77	2.96	-0.19	N.S.	2.94	2.98	-0.04	N.S.
問64	機器の分解・組立経験の程度	1.88	1.83	0.05	N.S.	2.17	1.93	0.24	*	2.24	2.10	0.14	*
問65	動植物園・科学博物館等への訪問経験の程度	3.28	3.68	-0.40	*	3.51	3.75	-0.24	*	3.41	3.72	-0.31	*

問題	問題内容	第四学年				第五学年				第六学年			
		昭52	平9	差	検定	昭52	平9	差	検定	昭52	平9	差	検定
問41	生活科(一・二年)・理科(三～六年)の好き嫌い	3.67	3.73	-0.06	N.S.	3.47	3.50	-0.03	N.S.	3.38	3.22	0.16	*
問42	生活科・理科の勉強の難易	3.14	3.32	-0.18	*	2.96	3.10	-0.14	*	2.89	2.95	-0.06	N.S.
問43	生活科・理科の勉強の理解度	3.33	3.53	-0.20	*	3.27	3.28	-0.01	N.S.	3.22	3.14	0.08	N.S.
問44	生活科・理科での発表の積極性	2.50	2.72	-0.22	*	2.60	2.49	0.11	N.S.	2.32	2.38	-0.06	N.S.
問45	生活科・理科での質問の積極性	2.16	2.39	-0.23	*	2.10	2.18	-0.08	N.S.	1.99	2.28	-0.29	*
問46	野外における生活科・理科の勉強の機会	2.75	2.72	0.03	N.S.	2.89	2.40	0.49	*	2.86	2.64	0.22	*
問47	生活科・理科の勉強でのテレビ視聴の機会	3.01	2.45	0.56	*	2.62	2.56	0.06	N.S.	2.79	2.59	0.20	*
問48	生活科・理科での実験への積極性	3.06	3.07	-0.01	N.S.	3.09	3.07	0.02	N.S.	3.07	3.19	-0.12	N.S.
問49	生活科・理科での実験の準備・後片づけへの積極性	3.52	3.68	-0.16	*	3.49	3.49	0.00	N.S.	3.46	3.66	-0.20	*
問51	草花の栽培経験の程度	3.40	3.27	0.13	N.S.	3.39	3.02	0.37	*	3.33	3.17	0.16	*
問52	昆虫等の飼育経験の程度	3.13	2.74	0.39	*	3.20	2.50	0.70	*	3.14	2.65	0.49	*
問53	月の観察記録経験の程度	2.61	1.59	1.02	*	2.59	2.88	-0.29	*	2.49	2.37	0.12	N.S.
問54	岩石・化石の収集経験の程度	1.51	1.57	-0.06	N.S.	1.55	1.45	0.10	*	1.62	1.47	0.15	*
問55	草花の採集・標本製作経験の程度	2.31	2.03	0.28	*	2.33	1.92	0.41	*	2.30	1.83	0.47	*
問56	昆虫の採集・標本製作経験の程度	1.93	1.50	0.43	*	2.03	1.35	0.68	*	1.98	1.41	0.57	*
問57	家庭での顕微鏡観察経験の程度	2.15	1.90	0.25	*	2.22	1.69	0.53	*	2.19	1.65	0.54	*
問58	家庭での天体観測経験の程度	1.59	1.58	0.01	N.S.	1.70	1.60	0.10	N.S.	1.64	1.65	-0.01	N.S.
問59	科学読み物の読書経験の程度	3.10	2.91	0.19	*	3.15	2.78	0.37	*	2.96	2.80	0.16	*
問60	理科図鑑による検索経験の程度	3.14	2.85	0.29	*	3.31	2.91	0.40	*	3.28	2.96	0.32	*
問61	理科雑誌の購読経験の程度	2.66	1.88	0.78	*	2.70	1.70	1.00	*	2.47	1.61	0.86	*
問62	TV科学番組の視聴経験の程度	3.74	3.55	0.19	*	3.62	3.37	0.25	*	3.47	3.32	0.15	*
問63	プラモデル・模型の製作経験の程度	3.02	3.12	-0.10	N.S.	3.17	2.94	0.23	*	3.07	3.04	0.03	N.S.
問64	機器の分解・組立経験の程度	2.29	2.36	-0.07	N.S.	2.43	2.37	0.06	N.S.	2.39	2.47	-0.08	N.S.
問65	動植物園・科学博物館等への訪問経験の程度	3.41	3.94	-0.53	*	3.50	3.83	-0.33	*	3.43	3.70	-0.27	*

注) 表中に記載した記号については、次の内容を示している

\*: 比率の差の検定の結果、危険率5%水準で有意差が認められる項目, N.S.: 有意差の認められない項目

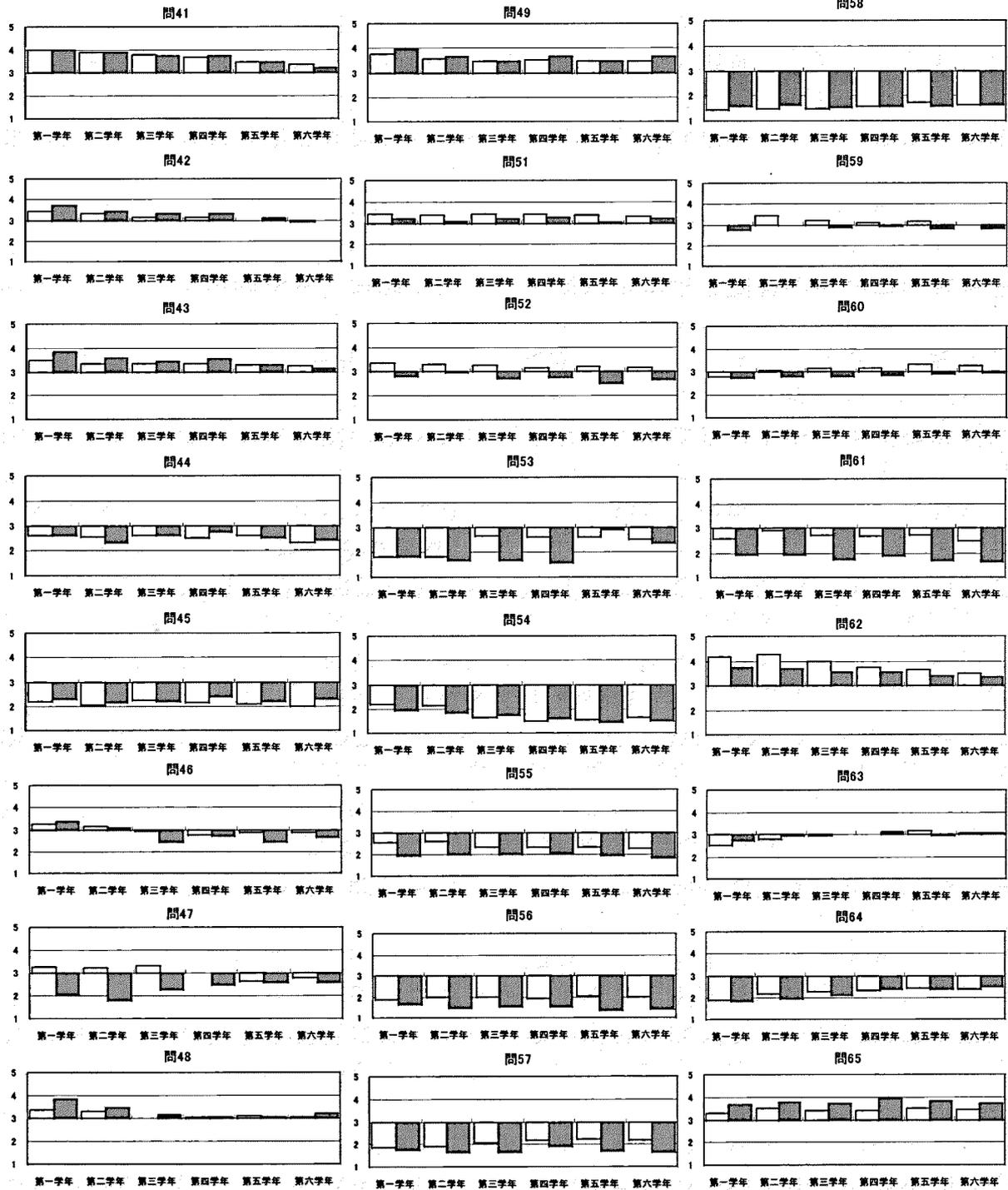


図3-2-2 児童背景問題部 平均値グラフ

**(1) 学習への情意や態度**

問41の理科や生活科の学習の好き嫌いに関しては、第六学年で2調査の平均値に有意差が認められるものの他では違いは見られない。全学年とも学習が好きな方であると回答する傾向にあるが、学年進行に従い度合いは低下する。一方、問42・43の学習の易しさやわかりやすさでは、2調査の被験者はともに概して肯定的に捉える傾向にあるが、低・中学年では有意差が認められ、平成9年調査の被験者の方がより易しく理解しやすいと受け止めている。また、学年進行に従って肯定度は低下する傾向にあった。

問44・45の学習での発表・質問の積極性に関しては、2調査の被験者は共に否定的な回答を示した。その程度は発表よりも質問においてより深刻である。発表では第二・第四学年、質問では第四・第六学年で2調査の平均値に有意差が認められ、発表の第二学年を除き平成9年調査被験者の積極度が勝った。

問48・49の実験やその準備・片づけの積極性に関しては、2調査の被験者とも概して肯定的に回答した。実験よりも準備・片づけでより積極的であった。実験の積極性は低学年で高いがその後低下して、中学年以上では中央値付近に留まる。実験では第一～第三学年、準備・片づけでは第一・第四・第六学年に有意差が認められ、いずれも平成9年調査の被験者の積極性が上回っていた。

**(2) 栽培・飼育・採集・観察等の経験**

問51～58の栽培・飼育・採集・観察等の経験に関して、昭和52年調査での平均値が平成9年調査の値を有意に上回る学年が多いことが顕著な特徴であった。草花の栽培は2調査の被験者がともに比較的多く経験するようである。しかし、昆虫等の飼育は昭和52年調査の被験者でよく経験されるが平成9年調査では経験しない傾向にあり、月の観察・各種の採集や標本製作・顕微鏡観察・天体観測に関しては、2調査の被験者とも経験しない傾向が強い。なお、月の観察では理科学習での履修後に平均値の大幅な上昇が見られた。

**(3) 情報の収集・活用、製作・分解、科学博物館の利用等の経験**

問46は野外学習の機会、問47は学習でのテレビ視聴の機会を尋ねた。野外学習は2調査とも低学年でよく行われ、中学年以上であまり行われぬ傾向にあった。テレビ視聴に関しては、昭和52年調査では中学年まではよく行われ、高学年ではあまり行われぬ傾向にあった。平成9年調査では全学年で行われぬ傾向にあるが、学年進行に従って行わぬ度合いは減少する傾向にあった。なお2問とも、昭和52年調査の平均値が平成9年調査の値よりも有意に上回る学年が多く見られた。

問59～62では科学読み物・理科図鑑・理科雑誌・TV 科学番組の利用経験を尋ねた。全問題でほとんどの学年における昭和52年調査の平均値が平成9年調査の値よりも有意に上回っていた。科学読み物や理科図鑑の利用は中央値付近の平均値を示し、理科雑誌では2調査とも全学年があまり利用しない傾向にあった。逆に、TV 科学番組では2調査とも利用する傾向にあったが、利用度は学年進行に従って減少傾向にあった。

また製作・分解経験に関して、問63の模型製作経験では2調査とも中央値付

近に平均値が集まるが、低学年ではわずかにしない傾向、高学年ではわずかにする傾向にあった。問64の機器の分解・組立経験では、2調査とも全学年がしない傾向にあったが、学年進行に伴って否定度は減少する傾向にあった。問65の動植物園や科学博物館の利用に関しては、2調査とも利用する傾向にあった。昭和52年調査の平均値よりも平成9年調査での値の方が有意に上回っていた。

#### 4. 学習者の理科学習での情意・態度や理科学的経験における回答平均値の男女差

表3-2-4は、昭和52年調査及び平成9年調査の各設問において男女別に求めた平均値をもとに、男女間の較差とこの比率の差の検定を行った結果を示している。この表から得られる特徴についてまとめると、次のようになる。

##### (1) 学習への情意や態度

学習への情意に関して、好き嫌いや易しさ・わかりやすさは生活科で女子、理科で男子の平均値の方が他方よりも有意に上回り、肯定度が高い場合が多かった。また、学習態度に関して、発表・質問等の口頭表現活動や実験操作で男子、実験の準備・片づけでは女子の平均値が他方よりも有意に上回る傾向が2調査の被験者に共通して多く見られた。2調査の被験者では理科学習における性役割が変化していないことが考えられる。

##### (2) 栽培・飼育・採集・観察等の経験

植物の栽培や採集・標本製作では女子、昆虫の飼育や採集・標本製作では男子における平均値がほとんどの学年において他方よりも有意に上回っているが、月の観察や岩石・化石の収集では有意な男女差はあまり認められない。これらに関しては2調査間で男女差の特徴に違いは認められない。

また、顕微鏡観察や天体観測の経験に関して、昭和52年調査では男子平均値が上回る有意差が第二学年以上で認められたが、平成9年調査では男子平均値が上回る傾向にはあるものの、有意差の認められる学年数は減少した。

##### (3) 情報の収集・活用、製作・分解、科学博物館の利用等の経験

野外学習や学習でのTV視聴に関して、昭和52年調査の高学年で男子の経験度が有意に高かった。学習は男女に同じものが提供されていたことから、履修経験に関する記憶が男子で強いことが推測される。平成9年調査では有意差はほとんど認められない。

科学読み物・理科図鑑・理科雑誌・TV科学番組等による情報収集・活用経験に関しては、昭和52年調査で第二学年以上に有意な男女差が認められたが、平成9年調査では第五学年で比較的多く見られるのみで、他の学年では少ない。認められた有意差は、男子が上回る場合がほとんどである。

また模型や機器の製作・分解経験に関しては、2調査とも男子平均値が有意に上回った。動植物園や科学博物館の利用経験に関しては、昭和52年調査では全学年で有意差が認められなかったが、平成9年調査では4学年で女子平均値が有意に上回った。

表3-2-4 児童背景問題部 各学年における平均値の男女差(男子-女子)とその検定

問題	問題内容	第一学年		第二学年		第三学年							
		昭52	検定	平9	検定	昭52	検定	平9	検定				
問41	生活科(一・二年)・理科(三～六年)の好き嫌い	-0.03	N.S.	-0.26	*	0.39	*	-0.24	*	0.45	*	0.18	*
問42	生活科・理科の勉強の難易	0.12	N.S.	-0.11	N.S.	0.15	N.S.	-0.16	*	0.13	*	0.12	*
問43	生活科・理科の勉強の理解度	0.10	N.S.	-0.37	*	0.24	*	0.06	N.S.	0.25	*	0.13	N.S.
問44	生活科・理科での発表の積極性	0.01	N.S.	0.03	N.S.	0.36	*	0.05	N.S.	0.26	*	0.12	N.S.
問45	生活科・理科での質問の積極性	-0.03	N.S.	0.22	*	0.19	*	0.08	N.S.	0.22	*	0.27	*
問46	野外における生活科・理科の勉強の機会	-0.02	N.S.	-0.03	N.S.	0.14	N.S.	-0.04	N.S.	0.09	N.S.	0.01	N.S.
問47	生活科・理科の勉強でのテレビ視聴の機会	0.09	N.S.	0.25	N.S.	0.07	N.S.	-0.09	N.S.	0.07	N.S.	0.11	N.S.
問48	生活科・理科での実験への積極性	0.05	N.S.	0.03	N.S.	0.33	*	0.01	N.S.	0.27	*	0.36	*
問49	生活科・理科での実験の準備・後片づけへの積極性	-0.24	*	-0.19	N.S.	-0.06		-0.21	*	-0.15	*	-0.27	*
問51	草花の栽培経験の程度	-0.22	*	-0.32	*	-0.17	*	-0.62	*	-0.16	*	-0.38	*
問52	昆虫等の飼育経験の程度	0.57	*	0.38	*	0.86	*	0.36	*	0.93	*	0.48	*
問53	月の観察記録経験の程度	0.09	N.S.	0.09	N.S.	0.10	N.S.	-0.07	N.S.	-0.06	N.S.	0.11	N.S.
問54	岩石・化石の収集経験の程度	-0.10	N.S.	-0.22	N.S.	0.03	N.S.	-0.04	N.S.	0.13	*	-0.05	N.S.
問55	草花の採集・標本製作経験の程度	-0.40	*	-0.65	*	-0.60	*	-0.50	*	-0.39	*	-0.62	*
問56	昆虫の採集・標本製作経験の程度	0.49	*	0.33	*	0.75	*	0.16	N.S.	0.79	*	0.45	*
問57	家庭での顕微鏡観察経験の程度	0.13	N.S.	-0.03	N.S.	0.37	*	0.18	N.S.	0.39	*	0.12	N.S.
問58	家庭での天体観測経験の程度	0.09	N.S.	0.15	N.S.	0.19	*	0.30	*	0.18	*	0.07	N.S.
問59	科学読み物の読書経験の程度	0.03	N.S.	0.29	*	0.31	*	0.05	N.S.	0.18	*	0.03	N.S.
問60	理科図鑑による検索経験の程度	0.19	N.S.	-0.04	N.S.	0.33	*	0.03	N.S.	0.23	*	0.11	N.S.
問61	理科雑誌の購読経験の程度	0.03	N.S.	-0.10	N.S.	0.30	*	0.01	N.S.	0.31	*	0.04	N.S.
問62	TV科学番組の視聴経験の程度	0.10	N.S.	0.12	N.S.	0.27	*	0.09	N.S.	0.32	*	-0.16	*
問63	プラモデル・模型の製作経験の程度	1.75	*	1.77	*	2.27	*	2.19	*	2.18	*	2.15	*
問64	機器の分解・組立経験の程度	0.83	*	0.52	*	1.34	*	0.79	*	1.24	*	0.99	*
問65	動植物園・科学博物館等への訪問経験の程度	0.07	N.S.	0.06	N.S.	-0.11	N.S.	-0.33	*	0.03	N.S.	-0.25	*

問題	問題内容	第四学年		第五学年		第六学年							
		昭52	検定	平9	検定	昭52	検定	平9	検定				
問41	生活科(一・二年)・理科(三～六年)の好き嫌い	0.48	*	0.51	*	0.71	*	0.41	*	0.69	*	0.37	*
問42	生活科・理科の勉強の難易	0.26	*	0.26	*	0.27	*	0.05	N.S.	0.43	*	0.34	*
問43	生活科・理科の勉強の理解度	0.27	*	0.42	*	0.42	*	0.22	*	0.47	*	0.45	*
問44	生活科・理科での発表の積極性	0.15	N.S.	0.44	*	0.42	*	0.53	*	0.69	*	0.60	*
問45	生活科・理科での質問の積極性	0.25	*	0.26	*	0.40	*	0.53	*	0.59	*	0.52	*
問46	野外における生活科・理科の勉強の機会	-0.03	N.S.	0.20	N.S.	0.20	*	0.24	N.S.	0.18	*	0.17	N.S.
問47	生活科・理科の勉強でのテレビ視聴の機会	0.10	N.S.	0.04	N.S.	0.20	*	0.00	N.S.	0.34	*	0.25	*
問48	生活科・理科での実験への積極性	0.34	*	0.31	*	0.65	*	0.27	*	0.63	*	0.18	N.S.
問49	生活科・理科での実験の準備・後片づけへの積極性	-0.19	*	-0.07	N.S.	-0.09	N.S.	0.01	N.S.	0.03	N.S.	-0.18	*
問51	草花の栽培経験の程度	-0.45	*	-0.45	*	-0.23	*	-0.32	*	-0.22	*	-0.32	*
問52	昆虫等の飼育経験の程度	0.67	*	0.68	*	0.92	*	0.39	*	0.73	*	0.59	*
問53	月の観察記録経験の程度	-0.18	*	-0.15	N.S.	-0.03	N.S.	-0.16	N.S.	0.02	N.S.	-0.08	N.S.
問54	岩石・化石の収集経験の程度	0.08	N.S.	-0.13	N.S.	0.11	N.S.	-0.04	N.S.	0.17	*	0.03	N.S.
問55	草花の採集・標本製作経験の程度	-0.67	*	-0.68	*	-0.54	*	-0.57	*	-0.41	*	-0.39	*
問56	昆虫の採集・標本製作経験の程度	0.55	*	0.45	*	0.96	*	0.46	*	0.79	*	0.44	*
問57	家庭での顕微鏡観察経験の程度	0.54	*	0.20	N.S.	0.55	*	0.40	*	0.65	*	0.22	*
問58	家庭での天体観測経験の程度	0.29	*	0.05	N.S.	0.31	*	0.19	N.S.	0.38	*	0.05	N.S.
問59	科学読み物の読書経験の程度	0.26	*	0.25	*	0.57	*	0.20	N.S.	0.61	*	0.05	N.S.
問60	理科図鑑による検索経験の程度	0.08	N.S.	0.04	N.S.	0.34	*	0.29	*	0.29	*	-0.07	N.S.
問61	理科雑誌の購読経験の程度	0.30	*	0.20	N.S.	0.58	*	0.32	*	0.50	*	0.36	*
問62	TV科学番組の視聴経験の程度	0.39	*	0.13	N.S.	0.64	*	0.23	*	0.59	*	0.10	N.S.
問63	プラモデル・模型の製作経験の程度	2.10	*	1.90	*	2.37	*	2.22	*	2.13	*	2.00	*
問64	機器の分解・組立経験の程度	1.27	*	0.78	*	1.62	*	0.94	*	1.46	*	0.98	*
問65	動植物園・科学博物館等への訪問経験の程度	0.02	N.S.	-0.17	N.S.	0.11	N.S.	-0.24	*	0.01	N.S.	-0.20	*

注) 表中に記載した記号については、次の内容を示している

\*: 比率の差の検定の結果、危険率5%水準で有意差が認められる項目, N.S.: 有意差の認められない項目

### 第3節 まとめ

#### 1. 学習者の理科的活動経験や学習への情意・態度の特徴

本章では、まず現行において理科学習が行われる第三～第六学年の各学年終了段階の学習者を対象にして、電磁気関連の活動経験・電磁気学習への情意・理科学習態度の3要因の実態を探るとともに、各要因の該当度合いを数量化した上で、初等電磁気概念の理解を尋ねた質問紙での正答数で表す概念達成との間の相関係数について、平成5年に実施した実態調査から求めた。その結果、次のような特徴が得られた。

学習者は電気器具の働きや仕組みを知る分析活動を普段からあまり行ったことが無い。女子では工作経験が男子よりも少なく、学年進行に伴って経験の格差は拡大した。学習者は電磁気学習に対して高い興味・関心を示すが、学習の当初から困難を抱いていた。理科学習態度は概して消極的であり、女子で一層この傾向が強い。実験活動には積極的に取り組むが、記録・発表は消極的であった。女子は学習整理活動に積極的だが、発表には消極的であった。概念達成との相関では、電磁気関連の活動経験と電磁気学習への情意の2要因に関して有意な相関が認められた。男女別では、これらの要因の該当度合いが上回っている男子において、相関傾向がさらに強く現れた。

続いて、第1章・第2章でも取り扱った昭和52年調査と平成9年調査の全被験者に出題した理科的経験や学習への情意・態度に関する質問について、五段階尺度法による回答の学年平均値を2調査間で比較した。

学校内外での理科的活動は概して、多学年にわたって平成9年調査の被験者での平均値が有意に下回るものが多かったが、天体観測や模型工作、機器の分解・組立に関しては有意差のない学年が多かった。草花栽培や科学番組視聴、科学博物館訪問に関しては、2調査ともよく経験される傾向にあることを示したが、他の項目はあまり経験されない傾向にあった。男女別では、植物関連は女子、昆虫関連や観察・観測活動は男子の平均値が2調査とも多くの学年で有意に上回った。理科的情報の収集・活用経験に関しては、昭和52年調査の第二学年以上で男子が有意に上回ったが、平成9年調査で有意差はあまり見られない。逆に、模型工作や機器の分解・組立で男子、科学博物館訪問で女子の平均値が平成9年調査で有意に上回った。

学習への情意に関して、学習の好き嫌いは2調査間で有意差が見られないが、学習の易しさや理解度は低・中学年で平成9年調査の被験者の値が有意に上回った。概して、2調査の被験者は学習への情意に関する質問へ肯定的に回答しているが、学年進行に伴って肯定の度合いは低下する傾向にあった。男女別では、生活科を学習する現行の低学年では女子、理科を学習する他の学年では男子の平均値が上回る傾向にあった。学習態度に関しては、発表・質問では消極的、実験や準備・片づけでは積極的な回答が2調査からともに得られた。これらの質問では一部を除き、平成9年調査の被験者における学習態度の積極性が有意に上回るものが多かった。男女別では発表・実験では男子、実験の準備・片

づけでは女子の積極性が有意に上回った。

## 2. 学習者を取り巻く経済的・社会的・教育的環境

学習者の理科的活動経験や学習への情意・態度に関して、昭和52年調査と平成9年調査の被験者では異なる回答傾向を示す場合もあることが明らかとなった。また、これらに関して男女間に見られた性差の特徴も、両調査の被験者間で異なるものがあることも明らかとなっている。ここでは、これらの差を生み出す要因の1つである、各時代の学習者を取り巻いていた経済的・社会的・教育的環境について、各省庁によって出版された白書等での記載を基にして両者での違いを示すことにする。

### (1) 昭和43年改訂版の施行下における環境

スパイラル型のカリキュラムが施行された時代には、民主主義陣営と共産主義陣営との間の冷戦体制の下で、巨大国の影響下にある諸国が科学技術振興を国策の優先課題としていた。アメリカではスプートニクショックを契機にして高等学校段階のカリキュラム開発運動が起こり、科学技術振興を推進させる人材育成のためのカリキュラム開発が行われた。

日本では当時、高度成長時代を迎えて経済成長や国際化が進み、産業構造が重化学工業や製造業中心へ転換し、また就業構造も第1次産業から第2次・第3次産業へと変化していったが、技術革新を支える科学技術者の大量な不足が問題となった。1960年の科学技術会議答申「10年後を目標とする科学技術振興の総合的基本方策について」では、理工系の科学技術者約17万人の不足が見込まれることから、大学の理工系学生の定員増で対処する方針がとられた。これにより理工系学生が増えるとともに、その多くが技術者として就職していった。また、初等中等教育においては、戦後20年の著しい社会変化を受けて、それまでの量的拡大から質的拡大へと移行していった。昭和43-45年改訂では教育内容の一層の向上を図り、時代の要請に応えることが目指され、昭和33年改訂以降の実施経験を踏まえて児童生徒の発達段階や能力・適性等に即すとともに、学校の実状に適合するように改善が行われた。算数・数学や理科においては、新しい概念を取り入れたいわゆる「現代化」が行われた。小学校から高等学校に至るまで、自然科学の概念を形成し、探究過程での問題解決が強調され、発見学習の教授方法が台頭した。論理的、客観的に自然に関する理解を深める知的な思考に中心が置かれ、また高度な実験・観察も重視された。よって、論理的思考や発見学習を好む学習者には挑戦的で楽しいものであったが、そうでない学習者にとっては困難なものであった。

国民生活では、戦後は1970年代半ばまで社会が一定の方向へ急激に変化した時代であった。サラリーマンと呼ばれる雇用者の割合が増加し、年功序列や長期雇用といった日本型雇用慣行が普及した。農村部から都市部へと若年人口が移動し、都市周辺には郊外型住宅地が形成された。これにより核家族化が進むとともに、専業主婦化も進行するなど男女の固定的役割分業が徹底された。物質的豊かさを求めて購買意欲も旺盛であったことから、生活水準が大きく向上

し、様々な較差が縮まって平等化も進み、生活の内容も似通って均質化した。また、進学率が上昇し、高等教育が普遍化した時代でもあった。このように、変化の方向が不変で多くの人達に共通する同質性の高い社会であった。子どもの遊びに関しては、遊び場所としては、このころから自分や友達の家など屋内が多く、原っぱや公園・道路等の屋外は少ない。これは、都市化や自動車の増加によって屋外の遊び場が危険となったこと、テレビ・読書・マンガの普及してきたこと、塾や自宅での勉強によって遊ぶ時間が限られるようになったことなどが背景としてあげられる。遊び相手としては、同級関係の友達が8割を越え、異年齢は少なくなった。また、遊び自体も、伝統的な遊びが減少してバラエティーが減少し、種目がスポーツ的なものへと変化した。これは遊び相手が同一年齢層であるために、体力的・技能的に同一水準となったことも原因として考えられる。

## (2) 平成元年改訂版の施行下における環境

コンセントリック型の施行される現在においては、日本を取り巻く経済的・社会的環境の大きな変化を受けて、教育もこれらに対応して改革を進めていくことが急務となった。

平成7年前半まで円高基調で推移した為替により、日本の輸出入は大きく影響を受け、製造業の海外直接投資の活発化や輸入の大幅な増勢などが行われた。東南アジアを中心に海外子会社による再投資が特に自動車や電気機械の業種で行われた。輸出のシェアでは自動車等の耐久消費財が低下し、資本財や機械類部品が上昇しており、輸入のシェアでは鉱物性燃料が低下し、消費財や資本財、機械類部品が上昇した。安価な労働生産費を求めて大企業を中心に海外への生産移管が急速に高まるとともに、日本においては日本でしか生産のできない基幹部品や付加価値の高い製品の多品種少量生産へとシフトしていった。その後、日本はバブル好景気後の不況経済へと状況が変わったが、日本経済は以前にも増してリアルタイムに世界的規模で連動しており、急速な変化へ敏速に対応することが必要となってきた。金融を中心に規制緩和が大きく進められるなど、システム自体の再構築も進行している。

科学技術では、将来の国家繁栄をもたらす基礎的な研究や国際競争力を強化するための研究が必要とされており、その内容は高度化する一方である。しかし、『科学技術白書(平成5年版)』での指摘のように、科学技術創造立国を目指す我が国にとって、次の世代を担う若年層の科学技術に対する関心が低下していることは、科学技術に関する幅広い国民的合意の形成を図る面だけでなく将来の研究開発を担う厚い研究人材の確保の面からも大きな問題となっている。平成8年の科学技術会議答申を踏まえ、科学技術基本計画が同年7月に閣議決定されたが、この中では科学技術に関する学習の振興及び理解の増進と関心の喚起に関して、学校教育における理科教育・技術教育の充実が計画の1つに掲げられている。自然に親しむ機会や探求活動・実践活動の機会を増やすこと、個性を生かした指導をすること、担当教員に対する研修機会を充実すること、外部人材を積極的に活用すること、理振法に基づく実験・実習用の施設・設備、

コンピュータやインターネットの導入、学習用ソフトウェアの開発・充実、教育用ソフトウェアライブラリーセンター・科学学習センター・産業教育共同利用施設の整備等を行うこと、多様な選抜を行うなど高校・大学の入学者選抜方法を改善することが盛り込まれている。この他にも、自然科学系の女性研究者は全体の7.2%を占めるまでになったものの、いまだ研究の場は男の職場であることから、女性研究者の活躍の場を拡大することが若年層の女性が科学技術に親しんでいく上からも重要であるとされている。

雇用では、専業主婦として家庭にいた女性が労働するようになった。この背景にはサービス経済化の進展、女性の高学歴化や家庭電化製品の普及による家事労働の負担の軽減、雇用機会均等法の制定などのように女性が働くことへの社会の意識の変化などがある。家事労働との両立のためにパートタイマーが多いほか、資格を基に専門職や資格職へと進出している。

国民生活では、少子化が進行して家族の形態が多様化し、家族概念そのものが変化してきている。また、親による過保護や過干渉、異年齢同士の交流機会減少による社会性の発達不良など、子どもの健全な成長への影響が懸念されている。子どもの学校嫌いも進行してきており、年50日以上欠席する小学生は昭和50年までの減少傾向から増加傾向へと一転した。子どもの遊びに関しては、テレビゲームの普及により屋内の遊びが以前よりも増加したことが特徴である。

これらの経済的・社会的状況を踏まえて行われた教育改革の方向性として平成元年改訂の学習指導要領では、①心豊かな人間の育成、②基礎・基本の重視と個性教育の推進、③自己教育力の育成、④文化と伝統の尊重と国際理解の推進が掲げられた。各学校において自ら学ぶ意欲や思考力・判断力・表現力などの資質や能力を重視する新しい学力観に立ち、個に応じた指導の充実・体験的な学習や問題解決的な学習の工夫、チームティーチングなどによる指導の推進等、学校の実態に応じた工夫や改善がなされてきた。学習者一人一人の個性や可能性を大切に、学習に生きがいと楽しみを見いだす人間中心の教育を目指すとともに、理解困難な内容は削除対象とされ、男女に等しく、楽しく学べ、学習達成度に差がないように配慮された。さらに、現在進行中の21世紀に向けた教育改革ではこれらの方向性に変化はなく、より強化されてきている。平成8年7月の中央教育審議会第1次答申では、①学校の教育内容の厳選や、家庭・地域社会における教育の充実、②学校週5日制の実施、③国際化、情報化、科学技術の発展、環境問題に対応した学校教育の改善・充実という方針が示された。続く平成9年6月の第2次答申では①ゆとりの中で子ども達に生きる力を育むことを理念として、形式的な平等の重視から個性の尊重への転換を目指すこと、②一人一人の能力・適性に合った教育を展開していくという考え方に立って、複線化構造の導入、方法や尺度の多様化などによって教育制度や入学者選抜のあり方などを見直すこと、③規制緩和によって子ども・保護者・地方公共団体の選択幅を広げること、④保護者をはじめとする国民各層の意識改革を行うことが示された。多様化する社会に柔軟に対応できる、個性豊かで主体的に思考判断のできる国民を育成することが目指されているのである。

## 第4章 第四学年の乾電池のつなぎ方に関する教師による実践カリキュラムの構造と学習者の初等電磁気概念の形成

前章までに、スパイラル型構造の昭和43年改訂版とコンセントリック型構造の平成元年改訂版の2つの小学校学習指導要領を取り上げ、内容構造に差違のある意図的カリキュラムの施行下における学習者の概念達成やつまずき要素の影響、また学習者の経験や情意・態度に関して見られる差違を明らかにした。しかし、序章第2節のカリキュラム表現の箇所では記したように意図的カリキュラムと学習者の間には教師の実践カリキュラムが介在している。教師による実践カリキュラムは基本的に意図的カリキュラムを踏まえるものの、教師の特性や教材解釈、学習者集団の特性が加味されることにより独特の構造が構築されている。したがって本章から第6章にわたっては、昭和43年改訂版と平成元年改訂版の施行下で初等電磁気内容に関して学習者に提供された教師による実践カリキュラムの構造を分析し、学習者の概念形成への影響について検討する。

本章では、第四学年の学習単元である昭和43年改訂版の「乾電池のはたらき」及び平成元年改訂版の「電気や光のはたらき」で扱われる、乾電池2個を用いた回路の性質と電流の働きに関わる内容に関して教師実践カリキュラムの比較分析を行い、学習者の概念形成への影響について検討する。

### 第1節 分析4-1: 昭和43年改訂版「乾電池のつなぎ方」での実践カリキュラム

昭和43年改訂版に設けられた第四学年の初等電磁気内容の単元である「乾電池のつなぎ方」を取り上げ、教師の実践カリキュラムについて分析を試みる。まず、教科書や教師用書での記載に基づき、教科書レベルの内容構成における展開の視点を分析する。そして、『初等理科教育』誌掲載の授業実践報告や授業研究報告を基に、実践カリキュラムにおける授業展開や教師の視点について分析する。

#### 1. 教科書レベルの内容構成

表4-1-1は、昭和52年調査の被験者が使用していた、昭和47年文部省検定済小学校理科教科書6種における第四学年「乾電池のつなぎ方」の内容展開についてまとめたものである。表には左側から、展開の視点、出版社・教科書名、単元名・頁数、内容展開の順に示している。

各教科書はこの単元に6頁～12頁を割り当てている。内容構成の展開の視点としては、「豆電球の明るさ」「電流の強さ」「乾電池2個のつなぎ方」の3者間の位置づけに関して次の2類型がある。

- ① 最初に「豆電球の明るさ」変化を手がかりに、明るさの違いから「乾電池2個のつなぎ方」を分類させて直列・並列つなぎを定義する。そして回路に

流れる「電流の強さ」を方位磁針や電流計を用いて探究させるとともに、乾電池の消耗を調べさせる展開である。

- ② 最初に「乾電池2個のつなぎ方」を手がかりに、回路を分類させて直列・並列つなぎを定義するとともに「豆電球の明るさ」との対応を調べさせる。そして回路に流れる「電流の強さ」を方位磁針や電流計を用いて探究させるとともに、乾電池の消耗を調べさせる展開である。

表4-1-1 昭和47年文部省検定済小学校理科用教科書における第四学年電気単元の内容展開

		出版社 / 教科書名	単元名(頁数)	内容展開
明るさ ↓ 電流量 つなぎ方	並列 ↓ 直列	学校図書 小学校理科4年下	12.かん電池(8 p)	A-B-C1・C2-G5-H-G4 → D-E-G6-F (1次) (2次)
	直列 ↓ 並列 ↓ 探究	教育出版 改訂標準理科4年下	18.かん電池と まめ電球(11p)	G1-A-B → H-G2-C1・C2 → D-F-E-G4-J → G6 (1次) (2次) (3次) (4次)
		東京書籍 新訂新しい理科4下	11.かん電池の つなぎ方(12p)	G1-A-B-C1 → D-F-E → C2-G4 → G7 → H (1次) (2次) (3次) (4次) (5次)
つなぎ方 ↓ 明るさ ↓ 電流量	並列 ↓ 探究	大日本図書 改訂小学校新理科4年2	14.かん電池の つなぎ方(12p)	G1-C1-A-C2-A → F-D-E → G6 → H-G3・G4 (1次) (2次) (3次) (4次)
	並列 ↓ 探究 なし	信濃教育会出版部 理科4年下	13.かん電池と まめ電球(6 p)	A-G2-B-C1・C2 → D-F-E-G6 → H (1次) (2次) (3次)
		新興出版社啓林館 改訂理科4下	17.かん電池の つなぎ方(10p)	G1-A-B-C1・C2 → H-D-E-I-F → G8 (1次) (2次) (3次)

注)表中の内容展開欄に記載の記号は、次の内容を表している

- |                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| A: 乾電池を2個つないだ豆電球の明るさ | G3: 直列つなぎの各部を流れる電流の強さ    |
| B: 豆電球の明るさによるつなぎ方の分類 | G4: 並列つなぎの各部を流れる電流の強さ    |
| C1: 直列つなぎの定義         | G5: 並列つなぎの乾電池同士の弱り方比較    |
| C2: 並列つなぎの定義         | G6: 乾電池2個のつなぎ方とはたらきの継続時間 |
| D: 乾電池2個のつなぎ方と電流の強さ  | G7: 乾電池2個のつなぎ方と乾電池の弱り方   |
| E: 豆電球の明るさと電流の強さ     | G8: 乾電池2個のつなぎ方と電流の時間変化   |
| F: 電流計の使用            | H: 電流と方位磁針の振れ            |
| G1: 懐中電灯での乾電池のつなぎ方   | I: 乾電池の向きと電流の向き          |
| G2: 乾電池2個のつなぎ方による分類  | J: 豆電球2個のつなぎ方と電流の強さ      |

\*教科書別 各次のタイトルと割付頁数

【学校図書】

1. かん電池のつなぎ方 (4 p)

2. 明るさと電流の多い、少ない (4 p)

【教育出版】

1. かん電池のつなぎ方とまめ電球の明るさ (2 p)  
3. まめ電球の明るさの違いと電流 (5 p)

2. 電気の通り道 (3 p)  
4. まめ電球の明るさとかん電池のへり方 (1 p)

【東京書籍】

1. かい中電灯のかん電池のつなぎ方 (3 p)  
3. かん電池のへい列つなぎ (2 p)  
5. 電流と方位じしん (3 p)

2. まめ電球の明るさと電流の流れ方 (2 p)  
4. かん電池のはたらきの弱まり方 (2 p)

【大日本図書】

1. 2個のかん電池のつなぎ方 (5 p)  
3. 電池のつなぎ方と電球のついている時間 (0.5p)

2. 電池のつなぎ方と電流の大小 (2.5p)  
4. 電流と方位じしんのはたらき (4 p)

【信濃教育出版会】

1. かん電池のつなぎ方 (1.7p)  
3. 電流と方位じしんのふれ (1 p)

2. 豆電球の明るさと電流 (3.3p)

【新興出版社啓林館】

1. かん電池のつなぎ方とまめ電球の明るさ (5 p)  
3. かん電池のつなぎ方と弱り方 (2 p)

2. かん電池のつなぎ方と電流 (3 p)

なお、この2種類の各々には、それぞれ3種の教科書が該当した。

また、その他の展開上の特徴としては、次のことがあげられる。

- ① 導入部で懐中電灯を用いたものが4種見られた。これらは、懐中電灯の強い明るさに着目させたり、懐中電灯の中の乾電池のつなぎ方に着目させたりすることに用いられていた。(G1)
- ② 並列つなぎに関して、方位磁針や電流計を用いて回路内の各部での電流の強さを調べさせるものが4種見られた。(G4)

## 2. 教師の実践カリキュラム

『初等理科教育』誌は日本初等理科教育研究会によって発行されている雑誌であり、昭和42年に創刊された。日本初等理科教育研究会は設立当時から、小学校理科の民間教育研究運動において中心的な働きをした民間団体であり、この団体で指導的立場にあった小学校教師や理科教育研究者達は小学校学習指導要領の作成作業に従事していたこともあり、理論と実践を意識して教育実践運動を展開していた。

この『初等理科教育』誌第4巻(昭和45年)から第11巻(昭和52年)に掲載された第四学年「乾電池のつなぎ方」に関する17件の授業実践報告や授業研究報告について授業展開とその視点を分析した。表4-1-2は分析の結果として得られた、授業展開の分類を示しているが、表には授業展開の類型名、展開の流れ図、該当する掲載論文と費やされる授業時数が記載されている。この表が示すとおり、大きく分けて次の3種類の授業展開が見られた。

- ① 「明るさの違い」が展開上で中心的役割を担うもの  
 : 乾電池2個がつなげられた豆電球の明るさの違いを手がかりにして、乾電池2個のつなぎ方を分類して直列・並列つなぎの分類を行うとともに、つなぎ方の定義を行う。そして明るさの違いの理由として回路に流れる電流の強さを方位磁針や電流計を用いて調べるとともに、つなぎ方と乾電池の消耗の関係を調べる展開である。  
 乾電池2個のつなぎ方による電流の強さを調べる際に、11件では明るさが乾電池1個の時と変わらない理由を探る観点から並列つなぎの場合を先に調べ、その後に乾電池1個の時よりも明るい直列つなぎを調べる順に展開される。残る2件では並列つなぎの明るさの理由への配慮は無く、つなぎ方と電流の強さの関係を順に調べていく展開である。
- ② 「つなぎ方の違い」が展開上で中心的役割を担うもの  
 : 乾電池2個の豆電球へのつなぎ方を手がかりに、回路を分類して直列・並列つなぎの違いを確認する。そして各回路と対応づけながら豆電球の明るさや回路に流れる電流の強さ、乾電池の消耗を調べていく展開である。

表4-1-2 昭和43年改訂版学習指導要領に基づく電磁気授業実践の分類：四年電気（『初等理科教育』誌掲載の17件より）

<p>【授業展開④】 「明るさの違い」が展開上で中心的役割を担うもの ：明るさによるつなぎ方の分類や、明るさの違いの理由として電流の流れの探究が行われる</p>	
<p>乾電池2個での明るさとつなぎ方 → 並列の場合の明るさと電流の強さ(1個外し・豆電球つなぐ・方位磁針や電流計で) →</p>	
<p>直列の場合の明るさと電流の強さ(方位磁針や電流計で) → つなぎ方と電池の減り方</p>	
11件	<p>岡野,5(2),1971:pp.38-41.[5時間] 田沢,5(3),1971:pp.18-21.[9時間] 牧田,6(11),1972:pp.50-52.[7時間] 花坂,8(1),1974:pp.18-21.[6時間] 福田,8(1),1974:pp.46-49.[8時間] 福田,9(10),1975:pp.18-21.[8時間] 宝満,9(10),1975:pp.66-68.[8時間] 竹下,10(1),1976:pp.18-21.[不明] 池田,10(3),1976:pp.50-51.[8時間] 竹之内,10(8),1976:pp.20-23.[8時間] 肥村,11(7),1977:pp.110-113.[7時間]</p>
<p>乾電池2個での明るさとつなぎ方 → つなぎ方と電流の強さ&lt;1個-2個並列-直列,又は1個-2個直列-並列&gt;(方位磁針・電流計で) →</p>	
<p>つなぎ方と電池の減り方</p>	
2件	<p>坂本,9(9),1975:pp.66-69.[7時間](並列→直列) 吉川,11(5),1977:pp.68-71.[6時間](直列→並列)</p>
<p>【授業展開⑤】 「つなぎ方の違い」が展開上で中心的役割を担うもの ：つなぎ方と対応付けながら、明るさ・電流の強さ・電池の減り方を捉える</p>	
<p>乾電池2個のつなぎ方と明るさ・点灯時間 → 電池のつなぎ方と電流の強さ(方位磁針や電流計で) → 直列・並列つなぎ</p>	
1件	<p>大山,8(3),1974:pp.52-55.[6時間]</p>
<p>乾電池2個のつなぎ方と明るさ → 明るさと電流の強さ(方位磁針や電流計で) → 電流の強さと電池の減り方</p>	
1件	<p>岡本,10(10),1976:pp.66-69.[7時間]</p>
<p>【授業展開⑥】 「電流の違い」が展開上で中心的役割を担うもの ：電流の存在や量的な違いをもとにしながら、つなぎ方や明るさを捉える</p>	
<p>直列つなぎでの明るさ・電流の強さ(方位磁針で) → 並列つなぎでの電流(方位磁針や電流計で) → つなぎ方と点灯時間</p>	
1件	<p>大塚,9(6),1975:pp.74-77.[6時間]</p>
<p>電流の確認と電流の強さ(方位磁針や電流計で) → 電流の存在と点灯 → 直列での電流 → 並列での電流 → 電池の消耗と電流の強さ</p>	
1件	<p>山口,10(12),1976:pp.18-21.[7時間]</p>

◎ 「電流の違い」が展開上で中心的役割を担うもの

：まず回路に流れる電流の存在を方位磁針や電流計で捉え、電流の強さを手がかりにしながら、直列つなぎ・並列つなぎにおける電流の強さと明るさ・電池の消耗との関係を順に捉えていく展開である。

授業展開④と⑤は、教科書の内容構成での展開の視点における①と②にそれぞれ対応している。授業展開⑥は教科書では見られず、教師によって独自につくられた展開である。「明るさの違い」を中心におく授業展開④に該当する論文件数が13件あり、乾電池2個の並列つなぎでの明るさの理由解明を展開に取り入れたものがその内の11件を占めていた。他については、授業展開⑤に2件、授業展開⑥に2件が該当した。

なお、この「乾電池のつなぎ方」の單元には、5～9時間の授業時数が費やされていた。

## 第2節 分析4-2:平成元年改訂版「電気や光のはたらき」での実践カリキュラム

平成元年改訂版に設けられた第四学年の初等電磁気内容の単元である「電気と光のはたらき」を取り上げ、教師の実践カリキュラムについて分析を試みる。まず、教科書や教師用書での記載に基づき、教科書レベルの内容構成における展開の視点を分析する。そして、『初等理科教育』誌掲載の授業実践報告や授業研究報告を基に、実践カリキュラムにおける授業展開や教師の視点について分析する。さらに、平成9年度にこの単元を実践した小学校教師を対象に行った初等電磁気内容の教授に関する実態調査の結果を示し、教師の捉え方を探ることにする。

### 1. 教科書レベルの内容構成

表4-2-1は、平成9年調査の被験者が使用していた平成7年文部省検定済小学校理科教科書5種と、平成3年検定済小学校理科教科書2種における第四学年「電気や光のはたらき」の内容展開についてまとめたものである。表には左側から、展開の視点、出版社・教科書名、単元名・頁数、内容展開の順に示している。

各教科書はこの単元に10頁～13頁を割り当てている。この単元のうち、乾電池のつなぎ方に関わる内容構成において展開の視点を分類した結果、次の3類型が見出された。

- ① モーターや豆電球の働きを変えることを手がかりにして、乾電池2個のつなぎ方に関する分類を行わせる。そして次につなぎ方と電流の強さとの対応を捉えさせる展開である。太陽電池にあたる光量とつながれたモーターの働きや電流の強さの関係に関わる内容については、乾電池のつなぎ方に関わる内容の後または前に行われる。
- ② 乾電池2個のつなぎ方を工夫することを手がかりにして、つなぎ方とつながれたモーターや豆電球の働き、電流の強さとの対応を捉えさせる展開である。太陽電池にあたる光量とつながれたモーターの働きや電流の強さの関係に関わる内容については、乾電池のつなぎ方に関わる内容の後に行われる。
- ③ モーターや豆電球の働きを変えることを手がかりにして、乾電池2個のつなぎ方に関する分類を行わせる。そして次に乾電池のつなぎ方を介さずに、モーターや豆電球の働きと電流の強さとの関係を捉えさせる展開である。太陽電池にあたる光量とつながれたモーターの働きや電流の強さの関係に関わる内容については、乾電池のつなぎ方に関わる内容の後に行われる。

なお、各類型に該当する教科書数は、①で4種、②で1種、③で2種であった。また、その他の展開上の特徴としては、次のことがあげられる。

- ① 導入部において、乾電池で走る車作りや動くおもちゃを取り入れるものが5種見られた。ここで製作した車やおもちゃは授業を通じて用いられること

表4-2-1 平成7年又は平成3年文部省検定済小学校理科用教科書における第四学年電気単元の内容展開

	出版社／教科書名	単元名 (検定年・頁数)	内容展開
働きと つなぎ方 ↓ つなぎ方 と電流量 の対応	学習研究社 みんなの理科4年上	6.電気や光の はたらき(H3・11p)	<u>K1-I-A2-B2</u> → <u>A1-C</u> → <u>E-F-L5</u> → <u>L2-L4-L1-L5</u> (1次) (2次) (3次) (4次)
	学校図書 小学校理科4年上	3.かん電池や光電池の はたらき(H7・12p)	<u>K1-A2-B2-C</u> → <u>A1-E-F</u> → <u>L2-L1-K2-L5-M</u> (1次) (2次) (3次)
	教育出版 理科4上	2.電気や光の はたらき(H7・13p)	<u>K1-A1-A2-B1-B2-E-F-C</u> → <u>L5-M-L1-L2-L4-L1</u> (1次) (2次)
	新興出版社啓林館 新訂理科4年下	6.電気のはたらき (H7・12p)	<u>L2-L1-L4-I-F</u> → <u>M-K2-A2-B2-E-C-A1-L5-M-K2</u> (1次) (2次)
つなぎ方 との対応	信濃教育会出版部 新しい理科4年下	8.電気や光の はたらき(H3・10p)	<u>A1-B1-A2</u> → <u>F-E-C-M</u> → <u>L2-L3-L4-L5-K2</u> (1次) (2次) (3次)
働きと つなぎ方 ↓ 働きと 電流量	大日本図書 新版たのしい理科4下	7.電池のはたらき (H7・12p)	<u>C-A1-A2-F-D1-D2-E</u> → <u>L3-L2-L4-L5-K2</u> (1次) (2次)
	東京書籍 新編新しい理科4上	2.電気のはたらき (H7・12p)	<u>K1-I</u> → <u>A2-B2-C-D1-D2-F-M</u> → <u>L2-L4-L1-L5</u> (1次) (2次) (3次)

注)表中の内容展開欄に記載の記号は、次の内容を表している

- |                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| A1: 乾電池を2個つないだ豆電球の明るさ | I: 乾電池の向きと電流の向き          |
| A2: 乾電池を2個つないだモーターの回転 | K1: 乾電池で走る車作り            |
| B1: 豆電球の明るさによるつなぎ方の分類 | K2: 乾電池や光電池を使ったおもちゃ作り    |
| B2: モーターの回転によるつなぎ方の分類 | L1: 太陽電池で走る車や動くおもちゃ作り    |
| C: 直列つなぎ・並列つなぎの定義     | L2: 太陽電池への光の当たり方とモーターの回転 |
| D1: 豆電球の明るさと電流の強さ     | L3: 太陽電池への光の当たり方と豆電球の明るさ |
| D2: モーターの回転と電流の強さ     | L4: 太陽電池への光の当たり方と電流の強さ   |
| E: 乾電池2個のつなぎ方と電流の強さ   | L5: 太陽電池や乾電池の日常利用        |
| F: 検流計・電流計の使用         | M: 様々な電池とその特性            |

\*教科書別 各次のタイトルと割付頁数

【学校図書】

- |                         |                                   |
|-------------------------|-----------------------------------|
| 1. かん電池で自動車を走らせよう (4 p) | 2. かん電池のつなぎ方によって電流のつよさはどうなるか(2 p) |
| 3. 光電池で自動車を走らせよう (4 p)  |                                   |

【教育出版】

- |                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| 1. かん電池のはたらき (6 p) | 2. 光電池のはたらき (5 p) |
|--------------------|-------------------|

【東京書籍】

- |                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| 1. 自動車を走らせよう (3 p)     | 2. 電気のはたらきは大きくできるか (4 p) |
| 3. 光電池のはたらきを調べよう (5 p) |                          |

【大日本図書】

- |                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| 1. かん電池の数とはたらき (5 p) | 2. 光電池のはたらき (5 p) |
|----------------------|-------------------|

【信濃教育出版会】

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1. かん電池のつなぎ方 (3.5p) | 2. どう線を通れる電流 (2.5p) |
| 3. 光電池 (3 p)        |                     |

【新興出版社啓林館】

- |                  |                          |
|------------------|--------------------------|
| 1. 光電池を使って (5 p) | 2. かん電池のつなぎ方と電流の強さ (6 p) |
|------------------|--------------------------|

【学習研究社】

- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| 1. モーターとかん電池 (3 p)  | 2. まめ電球とかん電池 (1 p) |
| 3. モーターと電流の強さ (2 p) | 4. 光電池とモーター (4 p)  |

が多く、展開の上で重要な役割を持っている。(K1・K2)

- ② 導入部で製作活動が取り入れられない場合においても、単元末において乾電池または太陽電池を用いた製作活動が取り入れられている。(K2)
- ③ 教科書1種を除いて、太陽電池にあたる光量とつながれたモーターの働きや電流の強さとの関係に関する内容は、乾電池のつなぎ方に関わる内容の後で導入されている。(L1～L5)

## 2. 教師の実践カリキュラム

『初等理科教育』誌第25巻(平成3年)から第32巻(平成10年)に掲載された第四学年「電流と光のはたらき」に関する13件の授業実践報告や授業研究報告について授業展開とその視点を分析した。表4-2-2は分析の結果として得られた、授業展開の分類を示しているが、表には授業展開の類型名、展開の流れ図、該当する掲載論文と費やされる授業時数が記載されている。この表が示すとおり、大きく分けて次の2種類の授業展開が見られた。

表4-2-2 平成元年改訂版学習指導要領に基づく電磁気授業実践の分類：四年電気(『初等理科教育』誌掲載の13件より)

<p>【授業展開④】 「作成したおもちゃの働きの変化」が展開上の中心的役割を担うもの ：電池を用いたおもちゃの働きを変化させたいことが動機づけとなり、改造していく</p>	
<p>乾電池を使ったおもちゃ作りとそのはたらき→乾電池2個でののはたらきとつなぎ方・電流の強さ(電池の消耗にふれる)→ 光電池でおもちゃ動かす→光の強さと電流の強さ→乾電池・光電池を用いたおもちゃ作り/日常使用</p>	
5件	早川他,26(10),1992:pp.53-55.[12時間:乾電池分6時間] 高木,27(11),1993:pp.44-45.[9時間:乾電池分5時間] 大川原,31(3),1997:pp.13-15.[12時間:乾電池分5時間] 山田,31(12),1997:pp.55-57.[10時間:乾電池分7時間] 比留川,32(2),1998:pp.64-67.[11-13時間:乾電池分6-8時間]
<p>【授業展開⑤】 「電池や電流の働き」が展開上の中心的役割を担うもの ：つなぎ方による電流量と働きの対応関係を捉えた後で、おもちゃなどの工作へ応用する</p>	
<p>乾電池2個でののはたらきとつなぎ方→つなぎ方と電流の強さ→電池を使ったおもちゃ作り(電流の向き・電池の消耗を扱う)→ 光電池への光の当たり方とはたらき・電流の強さの変化→光電池を使ったおもちゃ作り(又は改造)</p>	
4件	小野,25(11),1991:pp.34-37.[12時間:乾電池分8時間] 若崎,26(11),1992:pp.18-22.[14時間:乾電池分8時間] 若崎,27(4),1993:pp.136-150.[14時間:乾電池分8時間] 日根野,28(4),1994:pp.138-145.[15時間:乾電池分7時間]
<p>電流の強さと豆電球の明るさ→電流の強さとモーターの回転(電流の向きにふれる)→(モーターを使ったおもちゃ作り)→ 光電池への光の当たり方とはたらき・電流の強さ→乾電池・光電池を使ったおもちゃ作り/日常利用</p>	
3件	三田,26(2),1992:pp.50-52.[13時間:乾電池分9時間] 浜本他,26(3),1992:pp.52-54.[13時間:乾電池分6時間] 五十嵐,29(13),1995:pp.13-15.[10時間:乾電池分5時間]
<p>光電池を使った車の競争→光電池への光の当たり方とはたらき→乾電池2個のつなぎ方とモーターの回転・電流の強さ→ つなぎ方と豆電球の明るさ・電流の強さ→おもちゃ作り</p>	
1件	川崎,28(1),1994:pp.28-31.[11時間:乾電池分5時間]

- ④ 「作成したおもちゃの働きの変化」が展開上で中心的役割を担うもの  
 : 導入部の製作活動で作成したおもちゃを用いて、おもちゃの働きを増すために乾電池を2個つなぐ活動を行う。つなぎ方により働きに違いがあること捉えるとともに、働きと電流の強さとの関係を捉える展開である。
- ⑤ 「電池や電流の働き」が展開上で中心的役割を担うもの  
 : モーターや豆電球の働きと乾電池のつなぎ方を手がかりにして、つなぎ方と電流の強さの対応を捉える展開である。

授業展開④には5件、授業展開⑤には8件が該当した。授業展開④には最近の掲載論文3件が含まれている。この「電流と光のはたらき」の單元には、10～15時間の授業時数が費やされ、このうち乾電池のつなぎ方に関連する授業時数は5～9時間であった。

授業展開④のように、乾電池を増すことによって電流の強さと働きの間を捉えることが授業の中心におかれるようになり、乾電池2個の直列・並列つなぎといったつなぎ方による働きの違いにはあまり重きがおかれなくなったことから、昭和43年改訂版施行下において見られた授業展開とは大いに異なっている。また、太陽電池を同時に学習するほか、日常での様々な電池や使用済み電池の処理法などの話題も授業で扱われることがあり、この場合、回路や電流よりはむしろ「電池の学習」という捉え方もできよう。

### 3. 実践カリキュラムの編成に関する教師実態調査

本調査は、平成9年度において第四学年の理科を担当し、「電流と光のはたらき」の單元を実践した教師を対象に平成10年9月に実施した。『全国学校総覧 1998年版』（原書房）に掲載される全国の国公立小学校から、都市類型で3段階（しきい値となる人口は80万人と20万人）、学校規模で2段階（しきい値となる生徒数は500人）の掛け合わせによる6層を設定し、各層の学校数の比率に応じて500校を層化無作為抽出した。そして、郵送法によって質問紙を配付し回収した。回収した質問紙は176人分で、回収率は35.2%であった。表4-2-3に回答者集団における年齢構成と男女構成について示している。

表4-2-3 回答教師の内訳

	女性	男性	不明	合計
24歳以下	4	1		5
25-29歳	7	9		16
30-39歳	26	47		73
40-49歳	21	38		59
50-59歳	11	9	1	21
不明		2		2
合計	69	106	1	176

\* 平成9年度に第四学年の理科を教えた教師を被験者としている

質問紙は大問7題から構成されるが、この中の問5では、平成9年度に教師が実際に実践した「電気と光のはたらき」の單元における授業展開を尋ねている。この設問ではあらかじめ、この單元に含まれる授業内容要素を提示しておき、回答者にはこれらの要素を展開順に並べることを求めた。

表4-2-4 平成9年度の第四学年電気学習でとった授業展開(乾電池のはたらき)

	女性		男性		合計	
	人数	%	人数	%	人数	%
Aパターン	31	44.9	45	42.5	76	43.2
Bパターン	14	20.3	29	27.4	43	24.4
Cパターン	0	0	5	4.7	5	2.8
Dパターン	13	18.8	10	9.4	23	13.1
Eパターン	4	5.8	2	1.9	6	3.4

注) 表中の各パターンが示す授業展開は以下の通りである。

- ・Aパターン: モーターカーの製作から始まり、モーターカーをさらに速く走らせるために、乾電池2個を使用することを導入する。乾電池のつなぎ方によって明るさに違いがあることや、明るいときには電流の流れが強いことを捉える。
- ・Bパターン: 乾電池2個を使用した豆電球やモーターのはたらきを調べることから始まる。乾電池2個のはたらきの違いから直列・並列つなぎの分類・定義を行い、つなぎ方と電流の強さとの関係を捉える。その後、乾電池2個のつなぎ方のはたらきを応用した製作活動を行う。
- ・Cパターン: 乾電池2個を使用した豆電球やモーターのはたらきを調べることから始まる。乾電池2個のつなぎ方に伴うはたらきの違いや電流の強さの違いをもとに、直列・並列のつなぎ方を定義する。その後、乾電池2個のつなぎ方のはたらきを応用した製作活動を行う。
- ・Dパターン: 乾電池2個を使用した豆電球やモーターのはたらきを調べることから始まる。乾電池2個のはたらきの違いから直列・並列つなぎの分類・定義を行い、つなぎ方と電流の強さとの関係を捉える。製作活動は太陽電池の学習の終了後に、乾電池・光電池のいずれかを使用して行う。
- ・Eパターン: 乾電池2個を使用した豆電球やモーターのはたらきを調べることから始まる。乾電池2個のつなぎ方に伴うはたらきの違いや電流の強さの違いをもとに、直列・並列のつなぎ方を定義する。製作活動は太陽電池の学習の終了後に、乾電池・光電池のいずれかを使用して行う。

表4-2-5 教師の行った授業展開と使用教科書との対応

	学校図書	教育出版	東京書籍	大日本図書	啓林館	信濃教育出版会
Aパターン	53%	67%	65%	31%	53%	40%
B&Cパターン	40%	33%	28%	43%	19%	20%
D&Eパターン	7%		8%	26%	28%	40%

表4-2-4はこの単元のうち、乾電池のつなぎ方に関する授業展開について分類した結果を示している。これより、43.2%の教師はAパターンである「モーターカーの製作に始まり、速く走らせるために乾電池2個の使用を導入して、つなぎ方による明るさの違いや明るいときには電流の流れが強いことを捉える」という展開を用いていた。これは先に示した授業展開④と一致する。BパターンとDパターンは製作活動に関する展開において異なるが、「つなげられた豆電球やモーターの働きの違いから乾電池2個のつなぎ方を分類し、つなぎ方と電流の強さの関係を捉える」という点では共通している。両者を合わせると37.5%となり、Aパターンに次ぐ割合となる。また、CパターンとEパターンも、製作活動に関する展開において異なるが、「乾電池2個のつなぎ方に伴う働きの違いや電流の強さの違いをもとにして直列・並列つなぎを定義する」という点で共通している。こちらは両者を合わせて6.2%と割合は少ない。製作活動に関してはBパターンとCパターンのように「乾電池を用いた製作活動を乾電池に関する学習の終わりに行う」展開をとる割合は合わせて27.2%、また、DパターンとEパターンのように「単元の終わりに乾電池か太陽電池を用いた製作活動を行う」展開をとる割合は合わせて16.5%であった。男女間で各展開のパターンが採用される割合を比べた場合、若干の違いは見られるものの両者に大きな差はない。

表4-2-5は教師の実践した授業展開と使用理科教科書(6種が該当)との対応

を捉えたものである。教科書の内容構成の展開は、学校図書・教育出版・東京書籍発行の教科書3種ではAパターン、大日本図書・信濃教育出版会発行の教科書2種ではDパターン、新興出版社啓林館発行の教科書は太陽電池に関する内容が先に学習されるためにAまたはDパターンの展開であると見なすことができる。これに対応して、各教科書を使用している教師の授業展開は同一のパターンにおいて割合が高まっていることがうかがえる。教科書の内容構成に合わせて授業展開を作り上げることが多いことが推測される。

### 第3節 分析4-3:電気回路と電流の働きに関する理解過程を重視した実践カリキュラムの導入と学習者の概念達成

序章第2節で示した昭和43年改訂版と平成元年改訂版の初等電磁気内容に関する意図的カリキュラムの内容構造から、第四学年における乾電池のつなぎ方の学習では平成元年改訂版において、次のような差違が見られる。

- ①乾電池2個をつないだ回路の各部における電流の強さを方位磁針の振れ幅により観察しないため、モーターや豆電球の働きの違いが生じる理由や、乾電池から流れ出る電流の強さが変化することについて理解する機会が消失している。
- ②乾電池の消耗を観察を通じて学習していないため、乾電池のつなぎ方によって変化するものは豆電球に流れている電流の強さしか理解されておらず、乾電池が消耗する早さも変化することについて理解する機会が消失している。

これらについては、前節までに示した教師による実践カリキュラムにおいても顕著に現れていた。昭和43年改訂版施行下では乾電池のつなぎ方による豆電球の明るさの違いや変化から回路を流れる電流の強さやその変化を探究する展開であったのに対し、平成元年改訂版施行下では電流の強さとモーターや豆電球の働きとの関係を製作活動を通じて探究する展開であった。

平成9年調査の被験者においては、これら2項目に関する設問の達成のみが低下したわけではなく、低下は全出題問題を通じた傾向であった。これら2項目は、直列・並列つなぎといった電気回路や、電流の強さなどの概念を直接定義づけるものではないが、授業展開上で介在することによってこれらの概念の形成を支援することが十分考えられる。

よって本節では、「電気回路と電流の働きに関する理解を重視した実践カリキュラムによれば学習者の概念達成は高まる」という仮説について、指摘箇所に関する授業の指導計画を作成し、実際に実践することによって検証を試みる。

#### 1. 導入した実践カリキュラムと実態調査の概要

##### (1) 導入した実践カリキュラムの内容展開

平成元年改訂版の第四学年において学習取り扱いの無くなった「導線の周りの方位磁針」及び「乾電池2個の直列・並列つなぎと乾電池の弱まり方」の内容項目について、現行の学習者に付加的な授業として導入することを試みた。

表4-3-1は、本研究で指導計画を作成して実際に現行の第四学年の学習者に導入した実践カリキュラムの内容展開を示している。総時数は2時間で、2つの内容項目にそれぞれ1時間を割り当てている。理科担任教師の異なる複数のクラスにおいてこの実践カリキュラムを導入する必要性から、各クラスで展開が等しくなるように、同一のワークシートに沿いながら各クラスの理科教師が学習者に実験活動をさせて授業を展開する手法を採用した。実験活動で用いられる器具に関しては、ワークシートに合わせてこちらで用意したものを各クラスで使用することにより、条件統一を図った。

表4-3-1 導入した実践カリキュラムの内容展開（第四学年）

第一次	導線の周りの方位磁針（一時間） <ul style="list-style-type: none"> <li>・方位磁針を単回路の導線の上・下に置き、針の振れを観察する</li> <li>・乾電池の向きを変えたときの方位磁針の針の振れを観察する</li> <li>・乾電池の個数が増したときの方位磁針の振れを観察する</li> </ul>
第二次	乾電池2個の直列・並列つなぎと乾電池の弱まり方（一時間） <ul style="list-style-type: none"> <li>・乾電池1個・2個直列・2個並列に豆電球をつないで放置し、明かりの変化を観察する</li> <li>・回路のつなぎ方による乾電池の弱り方を予測し、実験で比べる</li> </ul>

## (2) カリキュラムの実施と平成9年実験群調査の概要

実践カリキュラムの導入は広島県内の市部にある4校の小学校において各1クラスずつ行われた。実施時期は平成9年3月で、年度内の全ての理科授業が終了後、2時間の授業を1日又は2日に分けて行っている。

実践カリキュラムの導入後、日にちを変えて、実践カリキュラムの授業を受けた学習者を被験者にして、昭和52年調査や平成9年調査と同一の第四学年固有問題の質問紙を用いて質問紙調査を実施した。これによる被験者数は、4クラス分を合わせて117名（男子62名・女子55名）であった。

## 2. 平成9年実験群調査の結果と実践カリキュラムの効果

次に示す表4-3-2は、実験群被験者の示した各設問の正答率、昭和52年調査や平成9年調査の正答率との間の比率の差の検定結果、そして選択肢回答比率に関する昭和52年調査や平成9年調査との間の類似性検定の結果を示している。また、図4-3-1は、実験群での各設問における選択肢回答比率を帯グラフに表したものである。さらに、図4-3-2は、昭和52年調査・平成9年調査・実験群調査の3つの調査における各設問の正答率をグラフにしたものであり、表4-3-3は各設問における実験群調査での正答率と、昭和52年調査での正答率や平成9年調査での正答率との間に見られる有意差に関して対応関係をまとめたものである。

正答率の値や正答率グラフから、全ての問題で実験群調査での正答率が平成9年調査の正答率を上回っていた。このうち、17問では実験群調査での正答率が平成9年調査での値よりも有意に上回ることが得られた。残る7問は両調査の正答率に有意差が認められなかった問題である。

設問毎に取り上げると、実験群調査の正答率と平成9年調査の正答率の較差が3割を越えるほど大きな設問には、問11：乾電池2個の並列つなぎの明るさと点灯時間(34.9%)、問2：乾電池2個の直列・並列つなぎでの点灯時間比べ(34.5%)、問24：乾電池の向きで方位磁針の振れ向きが変わる理由(32.4%)の3問が該当した。このほかにも、2割以上較差がつく問題は7問あり、電流の向きや乾電池2個の直列・並列つなぎに関する設問が該当した。逆に有意差が見られなかった設問には回路各部での電流の強さを問う設問が多く該当しており、期待通りに効果が現れていない場合もあることがわかる。

次に、実験群調査の正答率と昭和52年調査の正答率の間の較差については、

表4-3-2 実験群の正答率, 2調査との差の検定, 回答の類似性検定(第四学年固有問題)

設問内容		指導要領の取り扱い		正答率と調査集団差(全体集団)				回答の類似性検定		
		昭43改訂	平成改訂	実験	実験-H9	検定	実験-S52	検定	実験:H9	実験:S52
乾電池の直列・並列つなぎ比較	問1 乾電池2個直列・並列つなぎでの明るさ比べ	○	○	86.3	18.2	*	0.5	N.S.	**	N.S.
	問2 乾電池2個直列・並列つなぎでの点灯時間比べ	○	○	87.2	34.5	*	8.9	*	**	N.S.
	問14 乾電池2個直列・並列つなぎでの明るさと点灯時間	○	▲	89.7	26.4	*	8.3	*	**	N.S.
乾電池の直列つなぎ	問3 乾電池1個と2個直列つなぎでの明るさ比べ	○	○	89.7	6.5	*	-1.7	N.S.	F*	N.S.
	問19 4種の乾電池2個直列つなぎの明るさ	○	○	44.4	12.5	*	-18.9	*	*	**
	問12 乾電池2個直列つなぎでの性質(誤り選択)	○	○	70.1	20.5	*	-4.2	N.S.	**	N.S.
	問16 乾電池2個直列つなぎの回路図	△	○	53.9	11.6	*	-30.4	*	N.S.	**
乾電池の並列つなぎ	問18 1個と同じ明るさになる乾電池2個のつなぎ方	○	○	48.7	21.7	*	-3.3	N.S.	**	N.S.
	問13 乾電池2個並列つなぎでの明るさ	○	○	77.8	29.8	*	8.9	*	**	N.S.
	問11 乾電池2個並列つなぎでの明るさと点灯時間	○	▲	72.7	34.9	*	14.5	*	**	**
	問9 3種の乾電池2個並列回路の明るさと点灯時間	○	▲	21.4	5.9	N.S.	-13.8	*	N.S.	N.S.
	問4 乾電池2個並列つなぎの性質(誤り選択)	○	○	57.3	26.8	*	6.2	N.S.	**	N.S.
問17 乾電池2個並列つなぎの回路図	△	○	65.0	21.9	*	-16.4	*	**	**	
はたらきと電流の量	問8 豆電球の明るさと方位磁針の振れ方	○	○	77.8	13.6	*	-4.6	N.S.	**	N.S.
	問7 豆電球の明るさと電流計の振れ幅	○	○	88.9	10.1	*	5.3	N.S.	*	N.S.
	問6 豆電球の明るさと電流の量	○	○	76.9	1.7	N.S.	3.5	N.S.	N.S.	N.S.
回路の各部での電流量	問21 乾電池2個直列つなぎ各地点での電流の量	○	○	29.1	8.1	N.S.	-14.3	*	N.S.	**
	問15 乾電池1個と2個並列つなぎで明るさが等しい理由	○	○	53.0	16.3	*	-4.3	N.S.	**	**
	問22 乾電池2個並列つなぎ各地点での電流の量	○	○	56.4	5.3	N.S.	-3.7	N.S.	N.S.	N.S.
	問23 乾電池2個並列つなぎ各地点での電流の量	○	○	62.4	3.3	N.S.	-4.2	N.S.	N.S.	N.S.
電流の向き	問20 乾電池を逆向きにした時の方位磁針の振れ方	△	○	80.3	20.3	*	10.9	*	**	N.S.
	問24 乾電池の向きで方位磁針の振れ向きが変わる理由	△	○	78.6	32.4	*	13.1	*	**	*
その他	問10 乾電池を2個ずつ並列につないだ時の点灯について			58.1	1.0	N.S.	-0.9	N.S.	N.S.	N.S.
	問5 規格の異なる乾電池での明るさ比べ			27.4	8.1	N.S.	-17.8	*	N.S.	F**

注) 表中に記載の記号については、次の内容を示している

- ・学習指導要領の取り扱い欄 ○:取り扱いあり, △:教科書等で取り扱いあり, ▲:一部の内容については取り扱いあり, 数字:取り扱い学年
- ・調査集団差の検定欄 \*:差の検定の結果、危険率5%水準で有意差が認められる項目, N.S.:有意差の認められない項目
- ・回答の類似性検定では、F印の問題はFisherの直接法、他ではカイ2乗法により求めた。\*:危険率5%水準で有意 \*\*:危険率1%水準で有意

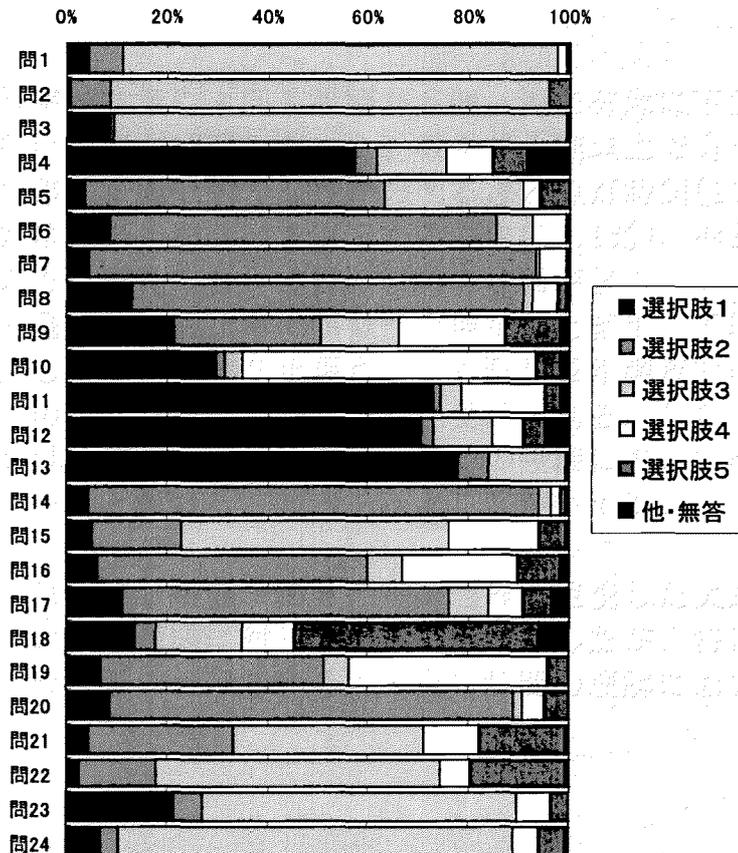


図4-3-1 実験群における選択肢回答比率グラフ(第四学年固有問題)

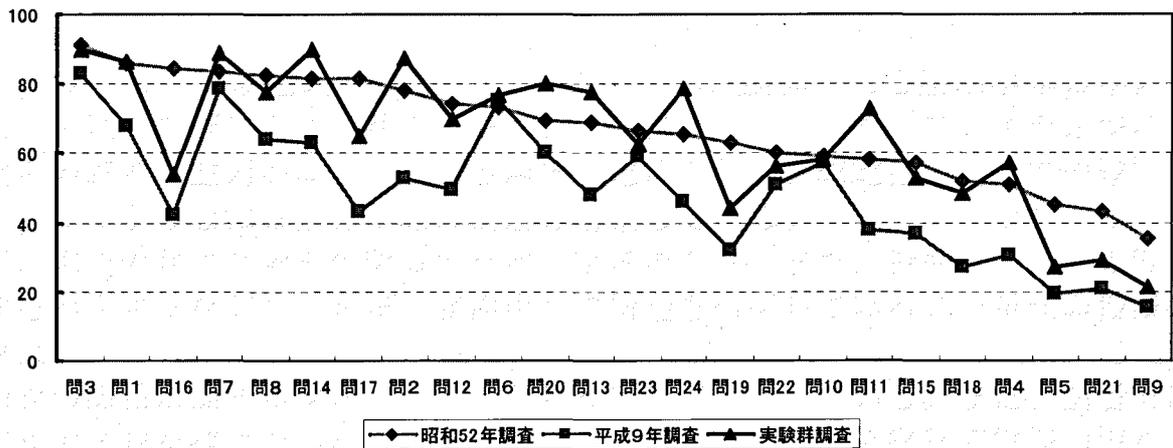


図4-3-2 実験群と2調査における正答率のグラフ（第四学年固有問題）

表4-3-3 実験群の正答率と2調査での正答率との対応（第四学年固有問題）

		平成9年調査正答率を		
		有意に上回る	有意差なし	有意に下回る
昭和52年調査 正答率を	有意に上回る	6問 : 問2・11・13・ 14・20・24		
	有意差なし	8問 : 問1・3・4・7・8・ 12・15・18	4問 : 問6・10・22・ 23	
	有意に下回る	3問 : 問16・17・19	3問 : 問5・9・21	

実験群調査の正答率が有意に上回る設問が6問、逆に有意に下回る設問が6問、有意差が見られない設問が12問となった。較差が1割以上で有意に上回った設問には、問11：乾電池2個並列つなぎでの明るさと点灯時間(14.5%)、問24：乾電池の向きで方位磁針の振れ向きが変わる理由(13.1%)、問20：乾電池を逆向きにしたときの方位磁針の振れ方(10.9%)の3問が該当した。

また各調査間で選択肢回答比率の類似性を検定した結果、実験群調査での選択肢回答比率に関しては、平成9年調査よりも昭和52年調査での選択肢回答比率との間で有意差の見られない設問が多く見受けられる。したがって、実験群調査の被験者における選択肢回答比率は、多くの設問において昭和52年調査に見られる回答パターンと類似した傾向を示すことがいえる。

したがって、電気回路と電流の働きの理解過程を重視した実践カリキュラムの導入は、学習者の概念達成に対して効果をもたらしたが、特に電流の向きや乾電池2個の並列つなぎにおける明るさ・点灯時間の理解において顕著であった。

## 第4節 まとめ

本章では、乾電池の直列・並列つなぎを中心に展開される第四学年の学習を取り上げ、教師による実践カリキュラムの構造を明示した。スパイラル型は乾電池の直列・並列つなぎにおける働きや電流の強さ、乾電池の弱り方の違いを学習するような電気回路中心の構造を構築している。一方、コンセントリック型は電流の強さと働きの関係の学習に重きをおき、また、新教材として太陽電池を導入するなどエネルギー変換中心の構造を構築している。一単元の授業時数は現行の方が多いものの、両者に共通する乾電池のつなぎ方と電流の強さ・働きの関係に関する学習にはほぼ同じ時数が費やされている。また、前者では乾電池2個を様々なつなぎ方で豆電球1個につなぎ、方位磁針で電流の流れを確認する活動が行われるが、後者ではモーターで動く車等を製作したうえで乾電池の個数や太陽電池への光量を変えて働きを強める工夫をする活動が行われる。両者では学習を貫く論理や学習者の学習経験などカリキュラム構造に大きな差が存在しており、これが調査結果から得られた学習者の概念形成の差に反映されていた。

さらに、電気回路と電流の働きに関する理解過程の重視によって科学的概念の形成が高まるという仮説に基づいて、スパイラル型に準拠した実験中心の付加授業を現行学習者へ導入した後、昭和52年調査と同一手法による調査を実施した。この実験群の正答率は平成9年調査の値を有意に上回るとともに昭和52年調査の値付近に達しており、昭和52年調査と類似する選択肢回答比率が得られることから、現行においても学習者に与えられるカリキュラムの構造により概念形成の達成度が高められる可能性があることが示された。

## 第5章 電気回路の性質や電流の働きに関わる学習での教師による実践カリキュラムの時数と学習者の初等電磁気概念の形成

本章では、第四学年に到るまでに先行して行われる電流の働き・電気回路の性質に関わる学習について、スパイラル型およびコンセントリック型の両カリキュラムの授業組織の違いを比較した上で、学習者の概念形成にもたらす差違について検討する。

### 第1節 分析5-1: 昭和43年改訂版での第二～第四学年にわたる実践カリキュラム

昭和43年改訂版に設けられた第二学年と第三学年の初等電磁気内容の単元である「豆電球と乾電池」と「豆電球のつなぎ方と明るさ」を取り上げ、教師の実践カリキュラムについて分析を試みる。まず、教科書や教師用書での記載に基づき、教科書レベルの内容構成における展開の視点を分析する。そして、『初等理科教育』誌掲載の授業実践報告や授業研究報告を基に、実践カリキュラムにおける授業展開や教師の視点について分析する。

#### 1. 教科書レベルの内容構成

表5-1-1は、昭和52年調査の被験者が使用していた、昭和47年文部省検定済小学校理科教科書6種における第二学年「豆電球と乾電池」の内容展開についてまとめたものである。表には左側から、展開の視点、出版社・教科書名、単元名・頁数、内容展開の順に示している。

各教科書はこの単元に4頁～6頁を割り当てている。内容構成の展開の視点としては、次の2類型がある。

- ① 乾電池や豆電球のつなぎ方から始まり、さらに導線や物をつないで回路の総延長を長くすることで豆電球を遠くで点灯させる活動をはさむことによって、物の通電性の確かめが行われる展開である。
- ② 乾電池や豆電球のつなぎ方から始まり、さらに導線の切れ目に物をはさんで切れ目を無くする活動をはさむことによって、物の通電性の確かめが行われる展開である。

なお、この2類型の各々には、それぞれ3種の教科書が該当した。

また、その他の展開上の特徴としては、次のことがあげられる。

- ① スイッチやおもちゃなどの製作活動が行われるものが4種見られた。(D)
- ② 豆電球ソケットを使わない場合での豆電球のつなぎ方を調べるものが2種見られた。(A3)

表5-1-2は、昭和52年調査の被験者が使用していた、昭和47年文部省検定済

表5-1-1 昭和47年文部省検定済小学校理科用教科書における第二学年電気単元の内容展開

		出版社/教科書名	単元名 (検定年・頁数)	内容展開
導 豆 線 電 や 球 物 を を 速 つ く な へ ぎ	豆 つ 電 球 の ス イ ッ チ ・ お も ち の 作 り 方	学校図書 小学校りか2年	14.まめ電きゅうと かんでんち (6p)	A1 - B1・B2 - A3 - A2 - C1 - C2
		教育出版 改訂標準りか2年	14.まめでんきゅう (5p)	A1・A2 - B2 - C1 - B1・D - A3
		東京書籍 新訂新しい理科2	14.まめでんきゅう (4p)	A1・A2 - B1・B2 - C1 - D - E
導 線 の 物 切 れ つ 目 な に く	製 ち の 作 り 方 等 の 動 の 目 な に く	大日本図書 改訂しがこじんか2ねん	16.まめでんきゅう (4p)	A1・A2 - B1 - B2・C1 - D
		新興出版社啓林館 改訂りか2	16.まめでんきゅうのつけ かた (4p)	A1・A2 - B1 - B2・C1 - D
		信濃教育会出版部 りか2ねん	14.まめでんきゅうのつけ かた (4p)	A1・A2 - B1 - B2・C1

注)・表中の内容展開欄に記載の記号は、次の内容を表している。

- |                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| A1:乾電池のつなぎ方                 | C1:電気を通す物・通さない物      |
| A2:豆電球に明かりのつく単回路のつなぎ方       | C2:磁石につく物と電気を通す物との対応 |
| A3:豆電球のつなぎ方(ソケット無しでのつなぎ方)   | D:スイッチ作り・ブラックボックス作り  |
| B1:導線(エナメル線)を長くしたときの豆電球の明かり | E:豆電球を使ったおもちゃ作り      |
| B2:単回路の途中に物をつなぐ             |                      |

\*教科書別 各次のタイトルと割付頁数

【学校図書】

- ・豆電球は乾電池のどこにつないだらつくでしょうか/明るさは違うでしょうか(1p)
- ・針金を途中につないでもつくでしょうか(1p)
- ・豆電球がつくのはどんなときでしょうか(1p)
- ・電気を通す物はどれも磁石につくでしょうか。磁石だけでもつくでしょうか。(1p)
- ・豆電球のどこにつないだら明かりがつくでしょうか(1p)
- ・豆電球がつくものを探してみましよう(1p)

【教育出版】

- ・2本のビニル線は乾電池のどこについたらよいでしょうか(1p)
- ・針金をつないで豆電球をつけてみましよう(1p)
- ・エナメル線を長くしても明かりがつくでしょうか/スイッチを作りましよう(1p)
- ・ソケットを使わないで豆電球をつけてみましよう(1p)
- ・針金の先をいろいろなものにつけてみましよう(1p)

【東京書籍】

- ・豆電球を乾電池をどのようにつないだときにあかりがついたでしょうか/いろいろなもので線を長くましよう(1p)
- ・電気を通す物と通さない物とに分けてみましよう(1p)
- ・豆電球をつけたたり消したりするのに便利なものを作りましよう(1p)。
- ・豆電球を使った工作(1p)

【大日本図書】

- ・乾電池のどこに導線をつけたら明かりがつかますか(1p)
- ・どんなものをつないだら明かりがつくでしょうか(1p)
- ・別の線をつないで遠くの方に明かりをつけてみましよう(1p)
- ・ブラックボックス・スイッチ作り(1p)

【新興出版社啓林館】

- ・ソケットの導線の端を乾電池のどこにつけると明かりがつくでしょうか(1p)
- ・導線を長くしても明かりがつくか調べよう(1p)
- ・導線の途中を切り、その間にいろいろな物をはさんでみて明かりがつくか調べましよう(1p)
- ・いろいろなスイッチを作ってみましよう(1p)

【信濃教育会出版部】

- ・豆電球を乾電池につないであかりをつけてみましよう(2p)
- ・線をつなぎ足しても明かりがつくかどうか調べてみましよう(1p)
- ・線と線との間にいろいろなものを入れて電気が通るか調べてみましよう(1p)

表5-1-2 昭和47年文部省検定済小学校理科用教科書における第三学年電気単元の内容展開

		出版社／教科書名	単元名（検定年・頁数）	内容展開
直並 列← 列	た切 お替 もス	大日本図書 改訂小学校新理科3年	15.まめ電球のつなぎ方 (6p)	$A1 \cdot B2 - B1 \cdot A2 \cdot A3 \cdot E1 \rightarrow C \cdot D$ (1次) (2次)
		東京書籍 新訂新しい理科3	18.豆電球のつなぎ方 (10p)	$E1 \rightarrow E2 \rightarrow A1 \cdot A2 \cdot A3 \cdot B1 \cdot B2 \rightarrow C \rightarrow D$ (1次) (2次) (3次) (4次) (5次)
	自 明由 る試 さ行 等で で豆 直電 列球 ・2 並個 列を をつ 分な 類き	新興出版社啓林館 改訂理科3	17.まめ電球のつなぎ方 (6p)	$A1 - A2 \cdot B1 \cdot B2 \cdot A3 - C - D$
	学校図書 小学校理科3年	15.まめ電球 (4p)	$A1 \cdot A2 \rightarrow C \cdot B1 \cdot B2$ (1次) (2次)	
	教育出版 改訂標準理科3年	14.まめ電球 (8p)	$A1 \rightarrow A2 - B1 \cdot B2 \rightarrow C$ (1次) (2次)	
	信濃教育会出版部 理科3年	15.豆電球のつなぎ方 (4p)	$A1 \cdot A2 - A3 \cdot B1 \cdot B2 \rightarrow C$ (1次) (2次)	

注)・表中の内容展開欄に記載の記号は、次の内容を表している。

- |                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| A1:豆電球2個を乾電池につなぐつなぎ方 | C:豆電球2個を点灯させ続けた時の明るさの変化  |
| A2:豆電球2個のつなぎ方と明るさ    | D:豆電球2個や切替スイッチを用いたおもちゃ作り |
| A3:一方の豆電球をゆるめた時の振る舞い | E1:豆電球のつなぎ方(ソケットの仕組み)    |
| B1:直列つなぎの定義          | E2:豆電球に明かりのつく単回路         |
| B2:並列つなぎの定義          |                          |

\*教科書別 各次のタイトルと割付頁数

【大日本図書】

- 1.2つの豆電球のつなぎ方(4p)                      2.明るさの変わり方(2p)

【東京書籍】

- 1.豆電球とソケット(2p)                      2.電気の通り道(1p)                      3.2個の豆電球のつなぎ方(3p)  
4.乾電池のはたらき(2.7p)                      5.信号機作り(2p)

【新興出版社啓林館】

- ・ソケットをはめた2個の豆電球に明かりをつけてみましょう(1p)
- ・2個の豆電球のつなぎ方によって明るさが違うことを調べましょう(3p)
- ・2個の豆電球のつなぎ方によって乾電池の弱り方はどう違うでしょう(1p)
- ・2個の豆電球が代わる代わるつくように工夫してみましょう(1p)

【学校図書】

- 1.豆電球のつなぎ方(2p)                      2.豆電球の明るさ(2p)

【教育出版】

- 導入(1p)                      1.豆電球のつなぎ方と明るさ(5p)                      2.乾電池のはたらき(2p)

【信濃教育会出版部】

- 1.2個の豆電球のつけ方(2.7p)                      2.豆電球の明るさ(1.3p)

小学校理科教科書6種における第三学年「豆電球のつなぎ方と明るさ」の内容展開についてまとめたものである。表には左側から、展開の視点、出版社・教科書名、単元名・頁数、内容展開の順に示している。

各教科書はこの単元に4頁～6頁を割り当てている。内容構成の展開の視点としては、次の2類型がある。

- ① まず単回路の乾電池にもう1個豆電球をつないだ並列つなぎについて学習し、その後に直列つなぎについて学習する展開である。
- ② 自由試行で豆電球2個をつなぎ、明るさなどによって直列・並列つなぎを分類する展開である。

なお、①には1種、②には5種の教科書が該当した。

また、その他の展開上の特徴として、切替スイッチを用いたおもちゃの製作を行うものが3種見られたことがあげられる。

## 2. 教師の実践カリキュラム

『初等理科教育』誌第4巻(昭和45年)から第11巻(昭和52年)に掲載された第二学年「豆電球と乾電池」に関して12件、及び第三学年「豆電球のつなぎ方と明るさ」に関して9件の授業実践報告や授業研究報告について授業展開とその視点を分析した。

表5-1-3は第二学年の分析結果として得られた、授業展開の分類を示しているが、表には授業展開の類型名、展開の流れ図、該当する掲載論文と費やされる授業時数が記載されている。この表が示すとおり、大きく分けて次の2類型の授業展開が見られた。

- ④ 「つなぎ方」の後で電気回路をテスターにして、「物の通電性」を調べる展開のもの
  - ： 豆電球を乾電池につなぐつなぎ方（ソケットを使用・未使用の場合含む）として単回路形成を扱い、導線の切れ目に物をつないで明かりがつく現象をもとに、電気を通す物・通さない物の分類へと展開する。
- ⑤ 「つなぎ方」が展開上の中心的役割を担うもの
  - ： ソケットを用いて豆電球を乾電池につないだ後、導線を延長させるために電気を通す物・通さない物を工夫して用いさせ、ソケットを用いない時のつなぎ方へと発展する展開である。

授業展開④と⑤は、教科書の内容構成での展開の視点における②と①にそれぞれ対応している。授業展開④に8件、⑤に4件が該当した。なお、この「豆電球と乾電池」の単元には、4～6時間の授業時数が費やされていた。

表5-1-4は第三学年の分析結果として得られた、授業展開の分類を示しているが、表には授業展開の類型名、展開の流れ図、該当する掲載論文と費やされる授業時数が記載されている。この表が示すとおり、大きく分けて次の3類型



表5-1-4 昭和43年改訂版学習指導要領に基づく電磁気授業実践の分類：三年電気（『初等理科教育』誌掲載の9件より）

<p><b>【授業展開④】「明るさの違い」が展開上で中心的役割を担うもの</b></p> <p>:前半は豆電球2個をつないだ時の明るさから直列・並列つなぎを分類し、豆電球1個の時の明るさとの比較を行い、後半では継続点灯による明るさ変化や乾電池の減り方の違いをつなぎ方と関係づける</p>	
<p>2個の豆電球を1個の乾電池につなぐ → 豆電球の明るさをもとにして直列・並列つなぎを分類する →</p> <p>豆電球1個の時の明るさと比較・並列つなぎの通り道 → 直列・並列の継続点灯による明るさ変化や乾電池の消耗の違い</p>	
5件	<p>安孫子, 4(2), 1970:pp.42-44.[4時間]      石橋, 5(9), 1971:pp.46-49.[5時間]</p> <p>馬場, 5(12), 1971:pp.18-21.[5時間]      武村, 7(10), 1973:pp.6-9.[不明]</p> <p>草野, 10(2), 1976:pp.48-49.[不明]</p>
<p><b>【授業展開⑤】「つなぎ方の違い」が展開上で中心的役割を担うもの</b></p> <p>:前半は豆電球2個をつないだ時の明るさや一方の豆電球を消した時の変化、継続点灯による明るさ変化の関係を捉え、これらをもとに後半では、つなぎ方と電気の通り道についてまとめる</p>	
<p>2個の豆電球を1個の乾電池につないで点灯させる → 豆電球のつなぎ方と明るさ・一方の豆電球を消した時の変化 →</p> <p>継続点灯による明るさの変化 → つなぎ方と電気の通り道</p>	
2件	<p>田中, 4(12), 1970:pp.43-46.[7時間]      釜川, 6(11), 1972:pp.46-49.[7時間]</p>
<p><b>【授業展開⑥】「乾電池の消耗」が展開上で中心的役割を担うもの</b></p> <p>:乾電池の消耗を意識化させ、消耗が早い回路として豆電球2個をつなぐ回路を導入し、直列・並列つなぎの分類を明るさから行うとともに、消耗の確かめを豆電球1個の回路との比較を交えて行う</p>	
<p>消耗具合が異なる乾電池につないだ豆電球の明るさ → 乾電池の消耗がはやい時とは →</p> <p>2個の豆電球を1個の乾電池につないで点灯させる → 豆電球2個の並列つなぎが1個の時よりも乾電池の消耗が早い理由</p>	
2件	<p>田中, 7(1), 1973:pp.18-21.[不明]      武村, 7(10), 1973:pp.6-9.[不明]</p>

の授業展開が見られた。

- ④ 「明るさの違い」が展開上で中心的役割を担うもの  
 : 豆電球2個をつないだ時の明るさから直列・並列を分類し、豆電球1個の時の明るさとの比較を行うほか、継続点灯による明るさの変化や乾電池の減り方の違いをつなぎ方と関連づける展開である。
- ⑤ 「つなぎ方の違い」が展開上で中心的役割を担うもの  
 : 豆電球2個をつないだときの明るさや一方の豆電球を消したときの変化、継続点灯による明るさ変化の関係を捉え、これらをもとにつなぎ方と電気の通り道についてまとめる展開である。
- ⑥ 「乾電池の消耗」が展開上で中心的役割を担うもの  
 : 乾電池の消耗を意識化させ、消耗が早い回路として豆電球2個をつなぐ回路を導入し、直列・並列つなぎの分類を明るさから行うとともに、消耗の確かめを豆電球1個の回路との比較を交えて行う展開である。

授業展開④は、教科書の内容構成での展開の視点における②に対応している。授業展開④に5件、⑤に2件、⑥に2件が該当した。なお、この「豆電球のつなぎ方と明るさ」の單元には、4～7時間の授業時数が費やされていた。

## 第2節 分析5-2:平成元年改訂版での第三・第四学年のみの実践カリキュラム

平成元年改訂版に設けられた第三学年の初等電磁気内容の単元である「豆電球に明かりをつけよう」を取り上げ、教師の実践カリキュラムについて分析を試みる。まず、教科書や教師用書での記載に基づき、教科書レベルの内容構成における展開の視点を分析する。そして、『初等理科教育』誌掲載の授業実践報告や授業研究報告を基に、実践カリキュラムにおける授業展開や教師の視点について分析する。

## 1. 教科書レベルの内容構成

表5-2-1は、平成9年調査の被験者が使用していた平成7年文部省検定済小学校理科教科書5種と、平成3年検定済小学校理科教科書2種における第三学年「豆電球に明かりをつけよう」の内容展開についてまとめたものである。表には左側から、展開の視点、出版社・教科書名、単元名・頁数、内容展開の順に示している。

各教科書はこの単元に5頁～8頁を割り当てている。この単元のうち、乾電池のつなぎ方に関わる内容構成において展開の視点を分類した結果、いずれの教科書も、「乾電池に豆電球をつないで単回路をつくり、導線の切れ目に物をつないで、電気を通す物と通さない物を分類する。さらにおもちゃや道具を製作する」という、同じ展開を示していた。

また、その他の展開上の特徴としては、次のことがあげられる。

- ① 塗料付きの金属缶の通電性を調べるものが4種見られた。(C2)
- ② 豆電球ソケットを使わない場合での豆電球のつなぎ方を調べるものが3種見られた。(A3)
- ③ 第三学年の電気単元と磁石単元を1つの単元にして取り扱っているものが2種見られた。

## 2. 教師の実践カリキュラム

『初等理科教育』誌第25巻(平成3年)から第32巻(平成10年)に掲載された第三学年「豆電球に明かりをつけよう」に関する26件の授業実践報告や授業研究報告について授業展開とその視点を分析した。表5-2-2は分析の結果として得られた、授業展開の分類を示しているが、表には授業展開の類型名、展開の流れ図、該当する掲載論文と費やされる授業時数が記載されている。この表が示すとおり、大きく分けて次の2種類の授業展開が見られた。

- ④ 「つなぎ方」の後で電気回路をテスターにして「物の通電性」を調べる展開のもの

： 豆電球を乾電池に導線でつなぐ単回路の形成を行って、作成したテスターをもとにして電気を通す物と通さない物を探すとともに、さらに応

表5-2-1 平成7年又は平成3年文部省検定済小学校理科用教科書における第三学年電気単元の内容展開

	出版社/教科書名	単元名 (検定年・頁数)	内容展開
単回路の 形成	東京書籍 新編新しい理科3	10.ものごころ(4) 明かりをつけ てしらべよう (H7・変則5p)	$A1 \cdot A2 \rightarrow B - C1 \cdot C2 - D$ (1次) (2次)
	学校図書 小学校理科3年	9.電気ともの - あかりを つけよう (H7・8p)	$A1 \cdot A2 - A3 \rightarrow B - C1 \cdot C2 \rightarrow E$ (1次) (2次) (3次)
	大日本図書 新版たのしい理科3	8.豆電球に明かりをつけよ う (H7・6p)	$A1 \cdot A3 \cdot A2 \rightarrow C1 \rightarrow E$ (1次) (2次)
ものご 通電性	教育出版 理科3	10.電気とじしゃくをしらべ よう (H7・電気分5p/12p)	$A1 \cdot A2 - C1 - E \rightarrow G1 \rightarrow G2 \rightarrow F \cdot G3$ (1次) (2次) (3次)
	新興出版社啓林館 新訂理科3年	9.物のせいしつ(4) 電気 しらべよう(H7・8p)	$A1 \cdot A2 - A3 \rightarrow B - C1 \cdot C2 \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F$ (1次) (2次) (3次) (4次)
おもちゃ 道具の 製作	信濃教育会出版部 新しい理科3年	10.豆電球と乾電池 (H3・6p)	$A1 \cdot A2 \rightarrow B - C1 \rightarrow E$ (1次) (2次) (3次)
	学習研究社 みんなの理科3年	12.物と電気・じしゃく (H3・電気分6p/12p)	$A1 \cdot A2 - B - C1 \cdot C2 \rightarrow E \rightarrow G1 \rightarrow G2 \rightarrow F \cdot G3$ (1次) (2次) (3次)

注)・教育出版・学習研究社は電気と磁石が同一単元を構成している。

・表中の内容展開欄に記載の記号は、次の内容を表している。

A1:乾電池のつなぎ方

A2:豆電球に明かりのつく単回路のつなぎ方

A3:豆電球のつなぎ方(ソケット無しでのつなぎ方)

B:単回路の途中に物をつなぐ

C1:電気を通す物・通さない物

C2:塗料付き金属缶の通電性

D:スイッチ作り

E:明かりのつくおもちゃや道具作り

F:資料・まとめ

G1:磁石領域(磁石につく物・つかない物)

G2:磁石領域(磁石の性質)

G3:磁石領域(資料・まとめ)

\*教科書別 各次のタイトルと割付頁数

【東京書籍】

1.明かりをつけよう(2.3p)

2.スイッチを作ろう(2.7p)

【学校図書】

1.豆電球に明かりをつけよう(4p)

2.電気を通すものを探そう(2p)

3.明かりのつくおもちゃを作ろう(2p)

【大日本図書】

1.電気の通り道(1p)

2.電気を通す物・通さない物(3p)

作ってみよう(1p)

【教育出版】

1.ものと電気(5p)

2.ものとじしゃく(2p)

3.磁石のはたらき(3p)

海と方位磁針・まとめよう(1p)

【新興出版社啓林館】

1.豆電球に明かりをつけよう(3p)

2.電気を通す物、通さない物(2p)

3.スイッチのくふう(1p)

4.豆電球を使った道具やおもちゃ(1p)

まとめ/調べてみたいこと(1p)

【信濃教育会出版部】

・乾電池1個に豆電球をつないで明かりをつけてみよう(2p)

・線と線の間にいろいろな物を入れて明かりがつくかどうか調べましょう(2.7p)

・豆電球と乾電池を使っていろいろな物を作ってみよう(1.3p)

【学習研究社】

導入(2p)

1.電気を通す物(3p)

作ろう(1p)

2.磁石につく物(2p)

3.磁石の性質(3.5p)

まとめ(0.5p)

表5-2-2 平成元年改訂版学習指導要領に基づく電磁気授業実践の分類：三年電気（『初等理科教育』誌掲載の26件より）

<p><b>【授業展開④】「つなぎ方」の後で電気回路をテスターにして「物の通電性」を調べる展開のもの</b>                  :前半は豆電球を乾電池に導線をつなぐ回路形成を行い、作成したテスターをもとに後半では電気を通す物・通さない物を探すとともに、応用としておもちゃの作成を行う</p>	
<p>豆電球を点灯させる遊び(ソケット使用・未使用の場合を含む)・豆電球に明かりがつくつなぎ方 → テスター作り →</p>	
<p>電気を通す物と通しにくい物 → 金属が電気を通さない時(塗装・錆) → おもちゃ作り(スイッチの工夫含む)</p>	
20件	<p>工藤, 25(13), 1991:pp.76-79.[6時間] 久保・鈴木, 25(13), 1991:pp.80-83.[14時間:電気分7時間]                  藤井, 25(13), 1991:pp.96-99.[9時間:電気分6時間] 正岡, 25(13), 1991:pp.120-123.[8時間]                  和泉, 25(13), 1991:pp.124-127.[11時間] 長原, 25(13), 1991:pp.128-131.[10時間]                  山崎, 25(13), 1991:pp.132-135.[7時間] 田港・具志堅, 25(13), 1991:pp.136-139.[不明]                  富山支部, 28(3), 1994:pp.42-43.[9時間] 新潟支部, 30(14), 1996:pp.10-12.[7時間]                  松永, 31(5), 1997:pp.22-25.[12時間(磁石分を含む)] 山形支部, 31(13), 1997:pp.52-54.[10時間]</p> <p>*おもちゃ作りが設定されていない授業展開                  成見, 25(13), 1991:pp.84-87.[11時間:電気分3時間] 本川, 25(13), 1991:pp.88-91.[不明]                  山口, 25(13), 1991:pp.92-95.[13時間:電気分6時間] 池田, 25(13), 1991:pp.100-103.[14時間:電気分5時間]                  宮崎, 25(13), 1991:pp.108-111.[不明] 馬場, 25(13), 1991:pp.112-115.[8時間]                  長谷川, 27(1), 1993:pp.36-39.[14時間:電気分8時間] 都筑, 27(4), 1993:pp.74-88.[17時間:電気分8時間]</p>
<p>豆電球に明かりをつける → 乾電池や導線のつなぎ方の決まり → おもちゃ作り → スイッチ入れる工夫をする →</p>	
<p>おもちゃ使って電気を通す物や通さない物を調べる</p>	
1件	千葉支部, 29(2), 1995:pp.44-45.[8時間]
<p><b>【授業展開⑤】「つなぎ方」が展開上の中心的役割を担うもの</b>                  :前半は豆電球を乾電池に導線をつなぐ回路形成を行い、後半は導線以外の物でつないだり、スイッチを工夫したりして電気を通す物・通さない物を探す</p>	
<p>乾電池のつなぎ方(ソケット使用・未使用の場合を含む) → アルミ箔や金属を用いてつなぐ・塗装付きの金属の場合 →</p>	
<p>電気を通す物・通さない物</p>	
2件	吉田, 25(13), 1991:pp.116-119.[9時間] 香西, 30(12), 1996:pp.36-39.[不明]
<p>豆電球を点灯させる(ソケット使用・未使用の場合を含む) → 電池や電球の数を変えてつないで点灯させる →</p>	
<p>導線の切れ目に物を入れて、遠くで点灯させる → 何を つないでも点灯するか(塗装付き金属・多く重ねることを含む)</p>	
1件	黒松, 29(4), 1995:pp.48-55.[17時間:電気分9時間]
<p>探検ライト作り: ソケットを用いて豆電球を点灯させる → 点灯しない時 → スイッチ用いて点滅させる →</p>	
<p>ソケットなしで豆電球を点灯させる → 点滅を用いたおもちゃ作り</p>	
1件	楠瀬, 28(5), 1994:pp.16-19.[5時間]
<p>豆電球に明かりをつける → 乾電池以外でおもちゃに明かりをつける → 電気を通す物(電気の通り道になる物)探し →</p>	
<p>回路内の電気の流れを身体表現する *磁石の学習と同時進行で</p>	
1件	三田, 28(4), 1994:pp.74-81.[13時間(磁石分含む)]

用としておもちゃの製作を取り入れる場合もある展開である。

③ 「つなぎ方」が展開上で中心的役割を担うもの

： 豆電球を乾電池に導線をつなぐ単回路の形成を行って、導線以外の物でつないだり、スイッチを工夫したりして電気を通す物・通さない物を探す展開である。

なお、授業展開④には21件、③には5件が該当した。

この「豆電球に明かりをつけよう」の單元には、3～11時間の授業時数が費やされているように教師によって幅が大きい。また、磁石の学習と同一單元を形成して行われる場合も少なくない。

## 第3節 まとめ

本章では、第四学年に到る前段階の先行学習におけるカリキュラム構造を2つのカリキュラム間で比較し、学習者の概念形成への影響を検討した。スパイラル型では第二学年で単回路と物の通電性、第三学年で豆電球2個のつなぎ方の学習をしている。コンセントリック型では第三学年で単回路と物の通電性を学習している。総授業時数は前者が多いものの、共通内容部分では後者が多くの時間を費やしていた。スパイラル型では回路形成、直列・並列つなぎ、つなぎ方による電流の働きの違いなど様々なアプローチにより先行学習と第四学年の学習の関連性を確保しており、学年進行に従って学習者の回路概念に関する内容理解や論理的思考が深化できるように構造化され、知識理解が学習の中心となる傾向にあった。コンセントリック型では回路形成に関して全般的に希薄だが、実験活動や製作活動、理科学習を楽しませる理科遊びを学習者が行えるように時数が確保され、学習学年での知識理解の定着や応用を図るように構造化されていた。学習学年での内容構造に限らず学習者の先行経験内容や学習過程のタイプが異なるために、2つのカリキュラムでは直列・並列つなぎでの電流の働きの違いが意識化される可能性が異なっており、このことが第四学年での概念達成に大きな影響を及ぼしていることが見出された。

## 第6章 第六学年の電磁石の性質に関する教師による実践カリキュラムの構造と学習者の初等電磁気概念の形成

第6章では、スパイラル型およびコンセントリック型の両カリキュラム間で内容や授業時数など、教師による実践カリキュラムの構造に大差が見られない第六学年の電磁石の学習に関して、学習者の概念形成に差違が生ずるかどうかを検討する。

### 第1節 分析6-1: 昭和43年改訂版「電磁石」での実践カリキュラム

昭和43年改訂版に設けられた第六学年の初等電磁気内容の単元である「電磁石」を取り上げ、教師の実践カリキュラムについて分析を試みる。まず、教科書や教師用書での記載に基づき、教科書レベルの内容構成における展開の視点を分析する。そして、『初等理科教育』誌掲載の授業実践報告や授業研究報告を基に、実践カリキュラムにおける授業展開や教師の視点について分析する。

#### 1. 教科書レベルの内容構成

表6-1-1は、昭和52年調査の被験者が使用していた、昭和47年文部省検定済小学校理科教科書6種における第六学年「電磁石」の内容展開についてまとめたものである。表には左側から、展開の視点、出版社・教科書名、単元名・頁数、内容展開の順に示している。

各教科書はこの単元に8頁～11頁を割り当てている。内容構成の展開の視点としては、次の3類型がある。

- ① 電磁石の製作に始まり、作った電磁石でコイルの磁力や電磁石の極を確認したり、電流の強さやコイルの巻き数と電磁石の磁力の関係を調べる展開である。
- ② 電磁石の極について調べたり、電流の強さやコイルの巻き数と電磁石の磁力の関係を調べた上で、電磁石を利用した日常の器具について話し合う展開である。
- ③ コイルの磁力や電磁石の極を確認し、電流の強さやコイルの巻き数と電磁石の磁力の関係を調べるように、電磁石の仕組みのみ扱う展開である。

なお、この3類型の各々には、それぞれ2種の教科書が該当した。

また、その他の展開上の特徴としては、次のことがあげられる。

- ① コイルの磁力やコイルによる鉄心の磁化を取り扱わないものが1種見られた。(A1・A2)
- ② 鉄心と電磁石の磁力を取り扱うものが3種見られた。(C)



表6-1-2 昭和43年改訂版学習指導要領に基づく電磁気授業実践の分類:六年電磁石(『初等理科教育』誌掲載の10件より)

<p><b>【授業展開④】「電流が流れる導線の磁力」から「電磁石の性質」を導入する展開のもの</b>                  :前半は電流により導線や巻き線の周りに働く磁力の方向や大きさについて、電流の強さや巻き線の巻き数との関係を捉えたうえで、後半では電磁石の極や強さと電流との関係について永久磁石との比較を踏まえて捉える</p>	
<p>導線を通る電流による磁力(導線・巻き線の場合を含む) → 巻き線による鉄の磁化 → 電流量や巻き数と磁力の強さ →</p>	
<p>電流の方向と電磁石の極 → 電磁石の性質・強さ</p>	
7件	栃木県塩谷地区小学校理科教育同好会, 5(8), 1971:pp.22-25.[8時間] 中屋敷, 6(6), 1972:pp.22-25.[9時間] 三浦, 8(2), 1974:pp.56-59.[9時間] 佐島, 8(7), 1974:pp.62-65.[10時間(2次まで:電磁石扱わず)] 佐藤, 9(12), 1975:pp.56-57.[8時間] 河野, 11(3), 1977:pp.70-73.[8時間] 風見, 11(6), 1977:pp.72-75.[20時間]
<p>導線を通る電流による磁力・磁力を強くする → 電磁石作り → 電流量や巻き線と磁力変化 → 電磁石の極・極の変化</p>	
2件	鎌田, 6(3), 1972:pp.58-61.[9時間] 坂巻, 9(9), 1975:pp.74-77.[9時間]
<p><b>【授業展開⑤】「電磁石の性質」に関する問題解決活動を中心のおいた展開のもの</b>                  :電磁石を導入し、電磁石の磁力や極などに関する性質について問題解決活動を行う</p>	
<p>電磁石作り → 問題提起:電流が流れるときに磁力働く・巻き数や電池数と磁力 → 問題解決:実験で確かめ → 発表会</p>	
1件	池田, 11(5), 1977:pp.72-75.[8時間]

- ④ 「電流が流れる導線の磁力」から「電磁石の性質」を導入する展開のもの  
 : 電流により導線やコイルの周りに働く磁力の方向や大きさについて電流の強さやコイルの巻き数との関係を捉えた上で、電磁石の極や磁力の強さと電流との関係について永久磁石との比較を踏まえて捉える。
- ⑤ 「電磁石の性質」に関する問題解決活動を中心においた展開のもの  
 : 電磁石を導入し、電磁石の磁力や極などに関する性質について学習者主体の問題解決活動を行う。

授業展開④に9件、⑤に1件が該当した。なお、この「電磁石」の單元には、一部を除き8～10時間の授業時数が費やされていた。

### 3. 「電磁石」に先立つ磁石に関わる学習

昭和43年改訂版に設けられた第一学年及び第三学年の初等電磁気内容の單元である「磁石」と「磁石の性質」を取り上げ、教師の実践カリキュラムについて分析を試みる。まず、教科書や教師用書での記載に基づき、教科書レベルの内容構成における展開の視点を分析する。そして、『初等理科教育』誌掲載の授業実践報告や授業研究報告を基に、実践カリキュラムにおける授業展開や教師の視点について分析する。

#### (1) 教科書レベルの内容構成

表6-1-3は、昭和52年調査の被験者が使用していた、昭和47年文部省検定済

表6-1-3 昭和47年文部省検定済小学校理科用教科書における第一学年磁石単元の内容展開

	出版社／教科書名	単元名（検定年・頁数）	内容展開
磁石遊び・砂鉄集めを行う	東京書籍 新訂あたらしいりか1	13.じしゃくあそび (6p)	A - B1 - C1 - C2 - D - E
	新興出版社啓林館 改訂りか1	13.じしゃく (5p)	A - B1 - C1 - C2・D・C4 - E
	大日本図書 改訂しがこしんか1ねん	11.じしゃく (6p)	A - E・B1 - C1・C4 - C2・D
遊びの設定なし	学校図書 しょうがっこうりか1ねん	15.じしゃく (5p)	A - B1 - C2・C3 - D - C1・C4 - B2
	教育出版 改訂標準りか1ねん	10.じしゃく (6p)	A - B2 - B1・C1 - C2・C3 - D
	信濃教育会出版部 りか1ねん	14.じしゃく (4p)	A - B1 - C1 - C2・D - C4

注)・表中の内容展開欄に記載の記号は、次の内容を表している。

- |                         |                |
|-------------------------|----------------|
| A:磁石につく物・つかない物          | C3:隔てる物の厚さと磁力  |
| B1:磁石の磁力の強いところ          | C4:磁石からの隔たりと磁力 |
| B2:磁石の力比べ               | D:鉄による磁気遮蔽     |
| C1:離れていても働く磁力           | E:磁石遊び・砂鉄集め    |
| C2:磁石につかない物が磁石と鉄の間にあるとき |                |

\*教科書別 各次のタイトルと割付頁数

【東京書籍】

- |                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| ・磁石にはどんなものがつくでしょうか(1p)   | ・磁石のどこに砂鉄はたくさんつきましたか(1p)      |
| ・はなれていてもひきつけるでしょうか(1p)   | ・紙や下敷きなどを間においてもひきつけるでしょうか(1p) |
| ・金物を間においてもひきつけるでしょうか(1p) | ・磁石を使った遊びを工夫しましょう(1p)         |

【新興出版社啓林館】

- |  |                      |
|--|----------------------|
| ・磁石にはどんなものがつくでしょうか(1p)                                     | ・磁石のどこによくつくでしょうか(1p) |
| ・磁石は離れたところにある釘でも引きつけるでしょうか(1p)                             |                      |
| ・磁石との間にいろいろな物を置いて試してみよう／離れたところにある磁石を釘で引きつけることができるでしょうか(1p) |                      |
| ・磁石で砂の中の砂鉄を集めましょう(1p)                                      |                      |

【大日本図書】

- |   |                           |
|---|---------------------------|
| ・磁石にはどんなものがつきますか(1p)                                      | ・金物の中から磁石につくものを探しましょう(1p) |
| ・砂鉄は磁石のどこによくつきますか(1p)                                     |                           |
| ・釘を磁石につけたり離したりして手応えを調べましょう／虫ピンと磁石の間に紙を入れると虫ピンはどうなりますか(1p) |                           |

【学校図書】

- |                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| ・磁石につくものはどんなものでしょうか(1p)     | ・磁石のどこに釘がたくさんつくでしょうか(1p) |
| ・磁石と釘の間に物を置いてみてもつくでしょうか(1p) | ・どこまで近づけたらつくでしょうか(1p)    |
| ・磁石の力比べをしてみましょう(1p)         |                          |

【教育出版】

- |  |  |
|--|--|
| ・磁石につくものを探しましょう(1p)                    | ・大きいものや重いものもつけてみましょう(1p)               |
| ・磁石の力を調べましょう(1p)                       | ・引きつける力はどこが強いでしょう／離れていても引きつけるでしょうか(1p) |
| ・下敷きやガラスを間に入れてもひきつけるでしょうか(1p)          |  |
| ・磁石とクリップの間に磁石につくものやつかないものを入れてみましょう(1p) |  |

【信濃教育会出版部】

- ・磁石をいろいろなものに近づけてみましょう。どんなものがつくでしょうか(1p)
- ・磁石のどこに一番よくつくでしょう／磁石は離れている金物でも引きつけるでしょうか(1p)
- ・間に物を置いてひきつけているでしょうか(1p)
- ・磁石についているものを引っ張るとどんな感じがしますか(1p)

小学校理科教科書6種における第一学年「磁石」の内容展開についてまとめたものである。表には左側から、展開の視点、出版社・教科書名、単元名・頁数、内容展開の順に示している。

各教科書はこの単元に4頁～6頁を割り当てている。内容構成の展開の視点として2類型があるが、「磁石につく物・つかない物の分類に始まり、磁石の極や離れて働く磁石の磁力・鉄による磁気遮蔽を調べる」展開の部分は共通しており、磁石遊びや砂鉄集めの活動が導入されるかどうかに関して違いがあるのみである。なお、この2類型の各々には、それぞれ3種の教科書が該当した。また、その他の展開上の特徴としては、次のことがあげられる。

- ① 磁石と磁石につく物を隔てる物があるときに、隔てる物の厚さと磁力の関係を調べるものが2種見られた。(C3)
- ② 磁石の力比べを行うものが2種見られた。(B2)
- ③ 磁石からの隔たりと磁力の大きさを調べるものが4種見られる(C4)

表6-1-4は、昭和52年調査の被験者が使用していた、昭和47年文部省検定済小学校理科教科書6種における第三学年「磁石の性質」の内容展開についてまとめたものである。表には左側から、展開の視点、出版社・教科書名、単元名・頁数、内容展開の順に示している。

各教科書はこの単元に6頁～14頁を割り当てている。内容構成の展開の視点として次の3類型があげられる。

- ① 磁石の引き合い・退け合いを調べることに始まり、鉄の磁化や磁石周りの磁力、磁石の指北性を調べる展開である。
- ② 鉄の磁化を調べることに始まり、磁石の引き合い・退け合いや磁石の指北性、磁石周りの磁力について調べる展開である。
- ③ 方位磁針などを用いて磁石の指北性を調べることに始まり、磁石の引き合い・退け合いや磁石周りの磁力、鉄の磁化について調べる展開である。

なお、①には2件、②には1件、③には3件の教科書が該当した。

## (2) 教師の実践カリキュラム

『初等理科教育』誌第4巻(昭和45年)から第11巻(昭和52年)に掲載された第一学年「磁石」に関して22件、第三学年「磁石の性質」に関して9件の授業実践報告や授業研究報告について授業展開とその視点を分析した。

表6-1-5は第一学年の分析結果として得られた、授業展開の分類を示しているが、表には授業展開の類型名、展開の流れ図、該当する掲載論文と費やされる授業時数が記載されている。この表が示すとおり、大きく分けて次の2類型の授業展開が見られた。

表6-1-4 昭和47年文部省検定済小学校理科用教科書における第三学年磁石単元の内容展開

	出版社／教科書名	単元名（検定年・頁数）	内 容 展 開
磁石の 吸引・反発 から導入	東京書籍 新訂新しい理科3	9.じしゃく (14p)	$E - A1 \rightarrow B \rightarrow C2 \cdot C3 - C1 \rightarrow D \cdot A2$ (1次) (2次) (3次)
	大日本図書 改訂小学校新理科3年	14.じしゃく (10p)	$A1 \cdot B - A2 \cdot D \rightarrow C2 - C3$ (1次) (2次)
鉄の磁化 から導入	学校図書 小学校理科3年	16.じしゃくのせいしつ (6p)	$B \rightarrow A1 - A2 - C3$ (1次) (2次)
磁石の 指す方位 から導入	教育出版 改訂標準理科3年	13.じしゃくのはたらき (8p)	$D - A2 \rightarrow A1 - C3 \rightarrow B$ (1次) (2次) (3次)
	新興出版社啓林館 改訂理科3	18.じしゃくのきょく (8p)	$D - A2 - A1 - C3 \cdot C1 \cdot C2 - B$
	信濃教育会出版部 理科3年	16.じしゃくのせいしつ (6p)	$A2 - A1 - C2 - C1 \cdot C3 \rightarrow B$ (1次) (2次)

注)・表中の内容展開欄に記載の記号は、次の内容を表している。

- |                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| A1:磁石の2極の引き合い・退け合い | C2:磁石周りの方位磁針の向き |
| A2:磁石の指北性          | C3:磁石の磁力の働き方    |
| B:磁石による鉄の磁化        | D:方位磁針          |
| C1:磁石周りの砂鉄の向き      | E:磁力の足し合わせ      |

\*教科書別 各次のタイトルと割付頁数

【東京書籍】

- |               |             |            |
|---------------|-------------|------------|
| 1.2本の磁石(2.5p) | 2.針磁石(3.5p) | 3.磁石の力(4p) |
| 方位調べ(4p)      |             |            |

【大日本図書】

- |               |                 |
|---------------|-----------------|
| 1.磁石の性質(6.7p) | 2.磁石の周りの力(3.3p) |
|---------------|-----------------|

【学校図書】

- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1.磁石と鉄(3.8p) | 2.磁石の働き(2.2p) |
|--------------|---------------|

【教育出版】

- |               |            |                |
|---------------|------------|----------------|
| 1.磁石の指す向き(2p) | 2.磁石の極(3p) | 3.磁石についての釘(3p) |
|---------------|------------|----------------|

【新興出版社啓林館】

- ・方位磁石はどんな仕組みになっているでしょう(1.5p)
- ・方位磁石でない磁石でも南北を指すかどうか確かめましょう(1.5p)
- ・方位磁石の近くに別の磁石を置くと針の指す向きはどう変わるでしょう(1.5p)
- ・磁石の働きは極の近くとそれから離れたところではどのように違うでしょう(1.5p)
- ・縫い針を磁石にしてみましょう(1.5p) ・わかったこと(0.5p)

【信濃教育会出版部】

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| 1.磁石の極の性質(4.3p) | 2.磁石になるもの(1.7p) |
|-----------------|-----------------|

- ① 「磁石が引きつける磁力」が展開上の中心的役割を担うもの  
 : 磁石につく物・つかない物を分類し、様々な磁石やつく物の形状に考慮しつつ磁石の磁力の働き方を捉える。
- ② 「磁石の磁力を用いた遊び」が展開上の中心的役割を担うもの  
 : 磁石による魚釣りゲームで導入し、磁石につく物・つかない物を分類するとともに、様々な磁石やつく物の形状に考慮しつつ磁石の磁力の働き方を捉える。

表6-1-5 昭和43年改訂版学習指導要領に基づく電磁気授業実践の分類:一年磁石(『初等理科教育』誌掲載の22件より)

<p><b>【授業展開④】「磁石が引きつける磁力」が展開上の中心的役割を担うもの</b> :磁石につく物・つかない物を分類し、様々な磁石やつく物の形状に考慮しつつ磁石の磁力の働き方を捉える</p>	
<p>磁石につく物・つかない物の分類(様々な磁石で、鉄と金物以外、金物でつく物・つかない物) → つく物の形・色・大きさ →</p>	
<p>磁石の極の力強さ → 離れた物を引きつける → 磁石と引きつく物の間に物を入れた時の磁力(紙・ビニル・水・金物)</p>	
15件	<p>五十嵐, 5(7), 1971:pp.38-41.[6時間]      杉野, 5(11), 1971:pp.38-40.[7時間]                  矢代, 6(6), 1972:pp.14-17.[4時間]      高知市理科学会グループ, 7(2), 1973:pp.38-41.[8時間]                  高柳, 7(12), 1973:pp.40-43.[5時間]      崎村, 8(8), 1974:pp.40-43.[7時間]                  黒沢, 8(10), 1974:pp.14-17.[6時間]      樋本, 9(3), 1975:pp.42-45.[6時間]                  成田, 9(4), 1975:pp.58-61.[6時間]      堺市立東三国丘小学校理科研究グループ, 9(7), 1975:pp.56-59.[不明]                  北九州市立清見小学校理科研究グループ, 9(8), 1975:pp.56-59.[4時間]                  八戸市立下長小学校研究グループ, 9(9), 1975:pp.54-57.[6時間]                  久保, 9(11), 1975:pp.60-63.[7時間]      巖根小学校理科部, 10(1), 1976:pp.60-63.[4時間]                  東京都教育研究員小学校理科B-4グループ, 10(4), 1976:pp.56-59.[6時間]</p>
<p>磁石につく物・つかない物(様々な磁石で、鉄と金物以外、金物でつく物・つかない物、つく物の形状) → 磁石の極の力強さ →</p>	
<p>離れた物を引きつける → 磁石と引きつく物の間に入れた時の磁力(紙・ビニル・水・金物) → 磁石につく物探し・砂鉄集め</p>	
2件	<p>石黒, 4(1), 1970:pp.15-18.[6時間]      花岡, 11(9), 1977:pp.58-61.[6時間]</p>
<p><b>【授業展開⑤】「磁石の磁力を用いた遊び」が展開上の中心的役割を担うもの</b> :磁石による魚釣りゲームで導入して、磁石につく物・つかない物を分類するとともに、様々な磁石やつく物の形状に考慮しつつ磁石の磁力の働き方を捉える</p>	
<p>魚釣りゲーム: 磁石につく物・つかない物の分類 → 磁石の極の力強さ → 離れた物を引きつける →</p>	
<p>磁石と引きつく物の間に入れた時の磁力(紙・ビニル・水・金物) → 遊びの工夫</p>	
5件	<p>坂田, 8(11), 1974:pp.42-45.[7時間]      中野, 9(4), 1975:pp.14-17.[5時間]                  平井小学校1年部会, 10(6), 1976:pp.14-17.[6時間]      誠之小学校1年部会, 11(6), 1977:pp.14-17.[6時間]                  富所, 11(9), 1977:pp.18-21.[6時間]</p>

授業展開④に17件、⑤に5件が該当した。なお、この「磁石」の單元には4～8時間の授業時数が費やされていた。

表6-1-6は第三学年の分析結果として得られた、授業展開の分類を示しているが、表には授業展開の類型名、展開の流れ図、該当する掲載論文と費やされる授業時数が記載されている。この表が示すとおり、大きく分けて次の2種類の授業展開が見られた。

- ④ 「磁石の極や磁力の働き」が展開上の中心的役割を担うもの  
: 磁石の引き合い・退け合いや指北性を基にして、磁石のN極・S極の存在を捉えるとともに、磁石周りでの磁力の強さや方向、鉄を磁化する作用、磁石の分割による極の生成等についてあわせて取り扱う。
- ⑤ 「磁化によって磁石になった物」が展開上の中心的役割を担うもの  
: 磁化された物にできる極を考えることで導入し、磁石の指す方位から

表6-1-6 昭和43年改訂版学習指導要領に基づく電磁気授業実践の分類：三年磁石（『初等理科教育』誌掲載の9件より）

<p><b>【授業展開④】「磁石の極や磁力の働き」が展開上の中心的役割を担うもの</b>                  : 吸引・反発や指北性を基にして磁石のN極・S極の存在を捉えるとともに、磁石の周りでの磁力の強さ・方向や鉄を磁化する作用、磁石の分割による極の生成等についてあわせて取り扱う</p>	
<p>磁石の引き合いや退け合い → 方位磁針や磁石の示す方位 → 磁石のN極とS極の存在 → 鉄の磁化 →</p> <p>磁石周りの磁力の強さや方向と両極からの隔たり</p>	
3件	大山, 8(12), 1974:pp.18-21.[9時間]                      倉茂, 10(2), 1976:pp.60-63.[7時間] 田中, 10(4), 1976:pp.64-65.[不明]
<p>磁石の引き合いや退け合い → 方位磁針や磁石が示す方位 → 磁石のN極とS極の存在 → 磁石の2極生成の普遍性 →</p> <p>磁石周りの磁力の強さや方向と両極からの隔たり</p>	
1件	森田, 11(7), 1977:pp.102-105.[6時間]
<p>方位磁針や磁石の示す方位 → 磁石のN極とS極の存在 → 磁石の2極の引き合いや退け合い →</p> <p>磁石周りの磁力の強さや方向と両極からの隔たり → 鉄の磁化</p>	
3件	白岩, 5(12), 1971:pp.45-48.[7時間]                      吉岡, 6(2), 1972:pp.46-49.[7時間] 首藤, 7(9), 1973:pp.42-45.[8時間]
<p><b>【授業展開⑤】「磁化によって磁石になった物」が展開上の中心的役割を担うもの</b>                  : 磁化された物にできる極を考えることで導入し、磁石の指す方位から2極を定めた上で、磁石の吸引・反発、磁石周りの磁力の強さ・方向、強く磁化する方法、磁石の分割による極の生成等についてあわせて取り扱う</p>	
<p>磁化による極の生成 → 磁石の指北性 → 磁石の2極の引き合いや退け合い → 磁力イメージ・磁力を強くする方法 →</p> <p>磁石の2極生成の普遍性</p>	
1件	板垣, 6(6), 1972:pp.18-21.[不明]

2極を定めた上で、磁石の引き合い・退け合い、磁石周りの磁力の強さや方向、強く磁化する方法、磁石の分割による極の生成等についてあわせて取り扱う。

授業展開④に7件、⑤に1件が該当した。なお、この「磁石の性質」の單元には6～9時間の授業時数が費やされていた。

## 第2節 分析6-2:平成元年改訂版「電流のはたらき」での実践カリキュラム

平成元年改訂版に設けられた第六学年の初等電磁気内容の単元である「電流のはたらき」を取り上げ、教師の実践カリキュラムについて分析を試みる。まず、教科書や教師用書での記載に基づき、教科書レベルの内容構成における展開の視点を分析する。そして、『初等理科教育』誌掲載の授業実践報告や授業研究報告を基に、実践カリキュラムにおける授業展開や教師の視点について分析する。

## 1. 教科書レベルの内容構成

表6-2-1は、平成9年調査の被験者が使用していた平成7年文部省検定済小学校理科教科書5種と、平成3年検定済小学校理科教科書2種における第六学年「電流のはたらき」の内容展開についてまとめたものである。表には左側から、展開の視点、出版社・教科書名、単元名・頁数、内容展開の順に示している。

各教科書はこの単元に12頁～18頁を割り当てている。内容構成の展開の視点としては、次の3類型がある。

- ① 電磁石の製作活動に始まり、コイル周りの磁力やコイルによる鉄の磁化、電磁石の極、電流の強さやコイルの巻き数と電磁石の磁力について調べる。さらに、電流の強さと電熱線の発熱の関係を調べたり、電磁石や電熱線を用いた道具・おもちゃの製作、これらの日常利用について話し合う展開である。
- ② 導入部は電磁石によるつりゲームによって行う。あとは①と同様な展開である。
- ③ 導入部は日常で用いられている電磁石の話題によって行う。あとは①と同様な展開である。

なお、①には4件、②には1件、③には2件の教科書が該当した。

また、その他の展開上の特徴として、コイル周りの磁力を取り上げるものが3種、またコイルによる鉄の磁化を取り扱うものは5種見られた。

## 2. 教師の実践カリキュラム

『初等理科教育』誌第25巻(平成3年)から第32巻(平成10年)に掲載された第六学年「電流のはたらき」に関する20件の授業実践報告や授業研究報告について授業展開とその視点を分析した。表6-2-2は分析の結果として得られた、授業展開の分類を示しているが、表には授業展開の類型名、展開の流れ図、該当する掲載論文と費やされる授業時数が記載されている。この表が示すとおり、大きく分けて次の4類型の授業展開が見られた。

- ④ 「日常での電磁石の利用」から電磁石を導入する展開のもの  
: 電気製品の分解から電磁石や電熱線を導入し、性質を電流の方向や強

表6-2-1 平成7年又は平成3年文部省検定済小学校理科用教科書における第六学年電磁石単元の内容展開

	出版社／教科書名	単元名（検定年・頁数）	内容展開
電磁石の製作活動から導入	学校図書 小学校理科6年上	5.電流のはたらき 電磁石と電熱線(H7・12p)	A1-H1-A2-C → D1-D2-F1-F2 → B-H3 → G1-G2-H4 → J-I1-I2 (1次) (2次) (3次) (4次)
	新興出版社啓林館 新訂理科6年下	7.電流のはたらき (H7・14p)	H1-A1-A2-C → B-D1-D2-F1-F2 → G1-G2-J → H3-H4 → J (1次) (2次) (3次) (4次)
	信濃教育会出版部 新しい理科6年下	11.電流のはたらき (H3・13p)	H1-A2-C → D1-D2-F1-F2 → B → G1-G2 → I1-H3 → H3-H4 (1次) (2次) (3次) (4次) (5次)
	学習研究社 みんなの理科6年下	8.電流と電磁石 (H3・12p) 10.電流と発熱 (H3・6p)	H1 → B-C → D1-D2-F1 → H3-I1 → J / G1 → G2-F2-I2-H4 → J (1次) (2次) (3次) (4次) (1次) (2次)
ゲームにより導入	東京書籍 新編新しい理科6下	8.電流のはたらき (H7・変則14p)	H2-A2-B-C → D1-D2-F1 → G1-G2-I1-I2 → H3-H4 → J (1次) (2次) (3次) (4次)
電磁石の日常利用から導入	教育出版 理科6下	9.電流のはたらき (H7・14p)	I1 → A1-C-E-B-D1-D2-F1-F2-H3-I1 → G1-I2-H4-G2 → J (1次) (2次)
	大日本図書 新版たのしい理科6下	9.電流のはたらき (H7・14p)	I1 → A2-D1-D2-F1-B → J-I1-H3 → G1-G2-F2-I2 → H4-J (1次) (2次)

注)・表中の内容展開欄に記載の記号は、次の内容を表している。

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| A1:電流が流れる導線やコイル周りの磁力 | G1:電流が流れる電熱線の発熱     |
| A2:電流が流れるコイルによる鉄心の磁化 | G2:電流の強さと発熱量        |
| B:電磁石の極と電流の向き        | H1:電磁石作り            |
| C:鉄心と電磁石の磁力          | H2:電磁石による釣りゲーム      |
| D1:電流の強さと電磁石の磁力      | H3:電磁石を使った道具・おもちゃ作り |
| D2:コイルの巻き数と電磁石の磁力    | H4:電熱線を使った道具・おもちゃ作り |
| E:磁石と電磁石の違い          | I1:電磁石の日常利用         |
| F1:電流計の使い方           | I2:電熱線の日常利用         |
| F2:電源装置の使い方          | J:資料・まとめ            |

\*教科書別 各次のタイトルと割付頁数

【学校図書】

- |                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| 1.電磁石を作ろう(3p)        | 2.電磁石の磁力を大きくしよう(3p)    |
| 3.電磁石のN極・S極を調べよう(2p) | 4.電流が熱を出すはたらきを調べよう(2p) |

【新興出版社啓林館】

- |                  |                 |                 |
|------------------|-----------------|-----------------|
| 1.電磁石作り(2p)      | 2.電磁石の性質(5p)    | 3.電流と発熱(2p)     |
| 4.電流のはたらきの利用(2p) | まとめ・調べてみたい物(1p) |                 |
| 【信濃教育会出版部】       |                 |                 |
| 導入(1p)           | 1.電磁石作り(2p)     | 2.電磁石の強さ(3p)    |
| 3.電磁石と極(2.5p)    | 4.電熱線と電流(2p)    | 5.電磁石を使った道具(2p) |

【学習研究社】

- |                  |                    |                |
|------------------|--------------------|----------------|
| ・電流と電磁石          |                    |                |
| 1.電磁石作り(3p)      | 2.電磁石の性質(2p)       | 3.電磁石の強さ(3p)   |
| 4.電磁石を利用した道具(3p) | まとめ／電磁石を利用した通信(1p) |                |
| ・電流と発熱           |                    |                |
| 導入(1p)           | 1.電熱線の発熱(2p)       | 2.電流と発熱の様子(2p) |

【東京書籍】

- |                               |                             |  |
|-------------------------------|-----------------------------|--|
| 導入(2p)                        |                             |  |
| 2.電磁石のはたらきは変えられるのか(2.7p)      | 1.導線を巻いた物はどうなはたらきをするか(2.3p) |  |
| 4.電磁石や電熱線を使った道具やおもちゃをつくろう(2p) | 3.電流は導線を発熱させるのか(3p)         |  |
| 学習のまとめ・考えよう(1p):チャイムの仕組み      | 電気と私たちの生活(1p)               |  |

【教育出版】

- |           |                |               |
|-----------|----------------|---------------|
| 導入(2p)    | 1.コイルのはたらき(8p) | 2.電流による発熱(3p) |
| まとめよう(1p) |                |               |

【大日本図書】

- |              |                  |                 |
|--------------|------------------|-----------------|
| 導入(1.7p)     | 1.電磁石と電流(5.8p)   | 資料／作ってみよう(2.5p) |
| 2.電熱線と電流(3p) | 作ってみよう／まとめよう(1p) |                 |

表6-2-2 平成元年改訂版学習指導要領に基づく電磁気授業実践の分類:六年電磁石(『初等理科教育』誌掲載の20件より)

<p><b>[授業展開④]「日常での電磁石の利用」から電磁石を導入する展開のもの</b> :電気製品の分解から電磁石や電熱線を導入し、性質を電流の方向や強さとの関係から調べるとともに、おもちゃや道具の製作を行う</p>	
<p>電気製品の分解 → 電磁石の作成・電磁石の性質 → 電流の強さや巻き数と電磁石を強さ(モーターの製作を含む場合有り) →</p> <p>電流の強さと電熱線の発熱 → おもちゃや道具の製作</p>	
4件	<p>上十三支部,32(2),1998:pp.61-63.[12時間:発熱分2時間含む] 香川支部,30(14),1996:pp.19-21.[12時間:発熱分2時間含む] 三木, 29(3), 1995:pp.26-29.[不明] 富塚, 27(5), 1993:pp.24-27.[16時間:発熱分4時間含む]</p>
<p>電気製品の分解 → 電流の強さと電熱線の発熱 → 電磁石の作成・電磁石の性質 → 電流の強さや巻き数と電磁石の強さ →</p> <p>おもちゃの製作</p>	
2件	<p>香川支部, 29(2), 1995:pp.50-51.[12時間:発熱分3時間含む] 小田部, 28(4), 1994, pp.269-276.[14時間:発熱分3時間含む]</p>
<p><b>[授業展開⑤]「電磁石の作成」から電磁石を導入する展開のもの</b> :電磁石を作成して性質・仕組みや働きの変化を捉えるとともに、おもちゃや道具の製作も行う</p>	
<p>電磁石の作成・遊び → 電流の方向と電磁石の極 → 巻き数、巻き線・鉄心の太さ、巻き線の磨きと磁石の強さ →</p> <p>巻き線の発熱 → 道具作り</p>	
3件	<p>松宮, 30(3), 1996:pp.46-49.[13時間:発熱分不明] 北九州支部, 29(14), 1995:pp.19-21.[14時間:発熱分2時間含む] 佐島, 26(1), 1992:pp.28-31.[13時間:発熱分3時間含む]</p>
<p>電磁石の性質と仕組み(心・巻き線・巻き取る物) → 電磁石を使った物探し → モーターの製作 → おもちゃや道具の製作</p>	
1件	<p>広島支部, 26(2), 1992:pp.56-58.[13時間]</p>
<p><b>[授業展開⑥]「電流が流れる導線の磁力」から「電磁石の性質」を導入する展開のもの</b> :電気の流れる導線やコイルの周りに働く磁力を踏まえた上で、電磁石の性質を電流との関係から捉える</p>	
<p>電流が流れるコイル周りの砂鉄や方位磁針の振る舞い → 電磁石の性質(モーターの製作を含む場合有り) →</p> <p>電流の強さと発熱(金属線の違いを含む場合有り) → 磁力や発熱を利用した道具作り</p>	
3件	<p>旭川支部, 28(2), 1994:pp.52-53.[10時間:発熱分3時間含む] 青森上十三支部, 27(2), 1993:pp.59-61.[13時間:発熱分不明] 南, 25(11), 1991:pp.26-30.[15時間:発熱分3時間含む]</p>
<p>電流による導線周りの磁力(砂鉄の吸着を含む) → 磁力を強くする(導線の巻き・太さ・本数・巻き径・釘に巻く) →</p> <p>モーター・発電現象 → 身近な電流のはたらき</p>	
3件	<p>森田, 30(9), 1996:pp.40-43.[不明] 五十嵐, 29(7), 1995:pp.50-53.[不明] 岩佐, 28(11), 1994:pp.18-21.[6時間(2次まで)]</p>
<p>電流計の製作 → 電流の向きと振れ向き・電流の強さと振れ幅 → コイルの発熱</p>	
1件	<p>平野, 27(8), 1993:pp.30-33.[不明]</p>
<p>磁化された釘の秘密調べ → 電磁石の作成 → 電磁石の性質と強さ → 電熱線の発熱と強さ</p>	
1件	<p>上十三支部, 31(13), 1997:pp.61-63.[12時間:発熱分3時間含む]</p>
<p><b>[授業展開⑦]「電流の働き」に関する問題解決活動を中心のおいた展開のもの</b> :電流による電磁石の磁力と電熱線の発熱の現象を同時進行で取り扱う</p>	
<p>発熱・磁化現象の観察 → 電流の強さと発熱・磁力の関係、巻き線・心と磁力の関係等の問題解決活動(1回目) →</p> <p>発熱・磁化と電流の強さの新たな問題解決活動(2回目)</p>	
1件	<p>萩原, 25(7), 1991:pp.18-21.[12時間]</p>

さとの関係から調べるとともに、おもちゃや道具の製作を行う。

- ⑥ 「電磁石の作成」から電磁石を導入する展開のもの  
： 電磁石を作成して性質・仕組みや働きの変化を捉えるとともに、おもちゃや道具の製作も行う。
- ⑦ 「電流が流れる導線の磁力」から「電磁石の性質」を導入する展開のもの  
： 電気の流れる導線やコイルの周りに働く磁力を踏まえた上で、電磁石の性質を電流との関係から捉える。
- ⑧ 「電流の働き」に関する問題解決活動を中心においた展開のもの  
： 電流による電磁石の磁力と電熱線の発熱の現象を同時進行で取り扱う。

授業展開④に6件、⑥に4件、⑦に8件、⑧に1件が該当した。なお、この「電流のはたらき」の単元のうち、電磁石に関わる学習には7～12時間の授業時数が費やされていた。

### 3. 「電流のはたらき」に先立つ磁石に関わる学習

平成元年改訂版に設けられた第三学年の初等電磁気内容の単元である「磁石につけよう」を取り上げ、教師の実践カリキュラムについて分析を試みる。まず、教科書や教師用書での記載に基づき、教科書レベルの内容構成における展開の視点を分析する。そして、『初等理科教育』誌掲載の授業実践報告や授業研究報告を基に、実践カリキュラムにおける授業展開や教師の視点について分析する。

#### (1) 教科書レベルの内容構成

表6-2-3は、平成9年調査の被験者が使用していた平成7年文部省検定済小学校理科教科書5種と、平成3年検定済小学校理科教科書2種における第三学年「磁石につけよう」の内容展開についてまとめたものである。表には左側から、展開の視点、出版社・教科書名、単元名・頁数、内容展開の順に示している。

各教科書はこの単元に6頁～10頁を割り当てている。内容構成の展開の視点として2類型があるが、「磁石につく物・つかない物の分類、磁石の引き合い・退け合いや指北性、鉄の磁化を調べる」という展開の部分は共通しており、磁石を用いたおもちゃを製作する活動が導入されるかどうかに関して違いがあるのみである。なお、製作活動が導入されるのは4件、されないのは3件の教科書が該当した。

また、その他の展開上の特徴として、磁石の磁力が強いところを調べる活動が4種で見られることがあげられる。

#### (2) 教師の実践カリキュラム

『初等理科教育』誌第25巻(平成3年)から第32巻(平成10年)に掲載された第三学年「磁石につけよう」に関する25件の授業実践報告や授業研究報告について授業展開とその視点を分析した。表6-2-4は分析の結果として得られた、授

表6-2-3 平成7年又は平成3年文部省検定済小学校理科用教科書における第三学年磁石単元の内容展開

	出版社／教科書名	単元名（検定年・頁数）	内容展開
磁石を用いたおもちゃを製作する	東京書籍 新編新しい理科3	11.ものせいつ(5)じしゃくにつけてしらべよう (H7・変則10p)	A1- A4 → B2 - B3 → C1 - B4 → E2・F (1次) (2次) (3次) (4次)
	学校図書 小学校理科3年	10.じしゃくどものーじしゃくにつけよう (H7・10p)	D- A1・A2・A3- A4 → B1- B2- B3- B4 → C1・C2 → E2 (1次) (2次) (3次) (4次)
	大日本図書 新版たのしい理科3	9.じしゃくにつけてみよう (H7・10p)	E1 → A1 → B2 - B3・B4 → C1 → E2・F (1次) (2次) (3次)
	新興出版社啓林館 新訂理科3年	10.物のせいしつ(5)じしゃくでしらべよう (H7・9p)	A1・A2 → A4 → B1 → B2 - B3 → C1・C2 → E2・F (1次) (2次) (3次) (4次) (5次)
製作活動設定なし	信濃教育会出版部 新しい理科3年	11.物とじしゃく (H7・10p)	A1 - B1 → B2 - B3 - B4 → C1・C2 → A4・D (1次) (2次) (3次)
	教育出版 理科3	10.電気とじしゃくをしらべよう (H7・磁石分7p/12p)	G1 - G2 → A1・A2 - C1 → B3 - B4 - B2 → F (1次) (2次) (3次)
	学習研究社 みんなの理科3年	12.物と電気・じしゃく (H3・磁石分6p/12p)	G1 - G2 → D・A1・B1 - A2 → B2 - C1 - B3 - B4 → F (1次) (2次) (3次)

注)・教育出版・学習研究社は電気と磁石が同一単元を構成している。

・表中の内容展開欄に記載の記号は、次の内容を表している。

- |                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| A1:磁石につく物・つかない物         | C1:磁石による鉄の磁化          |
| A2:磁石につく物と電気を通す物との対応    | C2:強い磁石作り             |
| A3:塗料付き金属缶の磁石へのつき方      | D:いろいろな磁石             |
| A4:磁石につかない物が磁石と鉄の間にあるとき | E1:砂鉄集め・磁石遊び          |
| B1:磁石の磁力の強いところ          | E2:磁石を用いたおもちゃ作り       |
| B2:磁石の2極の引き合い・退け合い      | F:資料・まとめ              |
| B3:磁石の指北性               | G1:電気領域(単回路のつなぎ方)     |
| B4:方位磁針                 | G2:電気領域(電気を通す物・通さない物) |

\*教科書別 各次のタイトルと割付頁数

【東京書籍】

- |                  |                    |                     |
|------------------|--------------------|---------------------|
| 1.磁石につく物を探そう(3p) | 2.磁石の端の性質を調べよう(2p) | 3.磁石についた鉄はどうなるか(2p) |
| 4.磁石を使って(3p)     |                    |                     |

【学校図書】

- |                      |                  |              |
|----------------------|------------------|--------------|
| 1.磁石につく物を探そう(3p)     | 2.磁石の性質を調べよう(3p) | 3.磁石を作ろう(2p) |
| 4.磁石を使ったおもちゃを作ろう(1p) |                  |              |

【大日本図書】

- |               |               |            |
|---------------|---------------|------------|
| 導入(2p)        | 1.磁石につく物(1p)  | 2.磁石の極(3p) |
| 3.磁石についた鉄(2p) | やってみよう／資料(2p) |            |

【新興出版社啓林館】

- |               |                 |                 |
|---------------|-----------------|-----------------|
| 1.磁石につく物(1p)  | 2.磁石が引きつける力(1p) | 3.磁石の極(1p)      |
| 4.磁石の極の性質(3p) | 5.磁石作り(1p)      | まとめ／作ってみたい物(1p) |

【信濃教育会出版部】

- |              |                   |             |
|--------------|-------------------|-------------|
| 導入(1p)       | 1.磁石に引きつけられる物(3p) | 2.磁石と磁石(3p) |
| 3.磁石になる物(2p) | 調べてみよう(1p)        |             |

【教育出版】

- |                  |               |               |
|------------------|---------------|---------------|
| 1.ものと電気(5p)      | 2.ものとじしゃく(2p) | 3.磁石のはたらき(3p) |
| 海と方位磁針・まとめよう(1p) |               |               |

【学習研究社】

- |               |              |              |
|---------------|--------------|--------------|
| 導入(2p)        | 1.電気を通す物(3p) | 2.磁石につく物(2p) |
| 3.磁石の性質(3.5p) | まとめ(0.5p)    |              |

表6-2-4 平成元年改訂版学習指導要領に基づく電磁気授業実践の分類:三年磁石(『初等理科教育』誌掲載の25件より)

<p><b>【授業展開④】「磁石の引きつける磁力」が展開上の中心的役割を担うもの</b> :磁石につく物・つかない物を分類するとともに、磁石の極の性質や磁化作用について捉えるとともに、おもちゃ作りへ応用したりする</p>	
<p>磁石につく物とつかない物(電気を通す金属の分類を含む場合あり)・磁力の手応え・離れて働く磁力 →</p>	
<p>磁石の2極の引き合いや退け合い・極の力強さ・指北性・磁石になった鉄 → 磁石を用いたおもちゃ作り</p>	
7件	<p>成見, 25(13), 1991:pp.84-87.[11時間:磁石分8時間] 千葉支部, 29(3), 1995:pp.44-45.[8時間(製作時間は裁量)]                  黒松, 29(4), 1995:pp.48-55.[17時間:磁石分8時間] 新潟支部, 31(1), 1997:pp.10-12.[9時間]                  *おもちゃ作りなし                  宮崎, 25(13), 1991:pp.108-111.[不明] 正岡, 25(13), 1991:pp.120-123.[9時間]                  長谷川, 27(1), 1993:pp.36-39.[14時間:磁石分7時間]</p>
<p>磁石につく物とつかない物 → 連なる磁化された鉄 → 極の力強さ → 磁石の2極の引き合いや退け合い・指北性 →</p>	
<p>離れて働く磁力(間に物を入れる活動を含む場合有り) → おもちゃや道具の製作</p>	
4件	<p>芝村, 25(13), 1991:pp.104-107.[13時間:磁石分10時間] 山崎, 25(13), 1991:pp.132-135.[8時間]                  田港・具志堅, 25(13), 1991:pp.136-139.[不明] 富山支部, 28(2), 1994:pp.46-47.[不明]</p>
<p>磁石につく物とつかない物(電気を通す金属の分類を含む) → 磁石の極・2極の引き合いや退け合い・磁石になった鉄の極</p>	
3件	<p>池田, 25(13), 1991:pp.100-103.[14時間:磁石分9時間] 吉田, 25(13), 1991:pp.116-119.[8時間]                  都筑, 27(4), 1993:pp.74-88.[17時間:磁石分9時間]</p>
<p>磁石につく物とつかない物(金物の分類を含む) → 磁石の2極の引き合いや退け合い・指北性 → 磁石になった鉄 →</p>	
<p>磁力比べ・極の力強さ</p>	
1件	<p>和泉, 25(13), 1991:pp.124-127.[9時間]</p>
<p>磁石につく物とつかない物・磁石の性質 → 電気と磁石に関わる物の性質 → 電気・磁石を使ったおもちゃ作り</p>	
1件	<p>藤井, 25(13), 1991:pp.96-99.[9時間:磁石分6時間]</p>
<p>明かりのつくおもちゃの作成でスイッチ部に磁石用いる → 磁石になった鉄 → 磁石の極と指北性</p>	
1件	<p>山口, 25(13), 1991:pp.92-95.[13時間:磁石分7時間]</p>
<p>磁石の性質と磁力(鉄の磁化・磁石の極の力強さ) → 磁石につく物・つかない物</p>	
1件	<p>本川, 25(13), 1991:pp.88-91.[不明]</p>
<p><b>【授業展開⑤】「磁石の性質を用いた遊び」が展開上の中心的役割を担うもの</b> :磁石遊びで導入し、磁石につく物・つかない物や磁石の性質について踏まえた上で、磁石遊びやおもちゃ作りに応用したりする</p>	
<p>磁石遊び(魚釣り・船誘導・ブランコ作り・サッカー遊び・○×の伝達等) →</p>	
<p>磁石につく物とつかない物・磁石の極の力強さ・2極の吸引や反発・指北性・鉄の磁化 → 磁石遊び・おもちゃ作り</p>	
6件	<p>工藤, 25(13), 1991:pp.76-79.[8時間] 久保・鈴木, 25(13), 1991:pp.80-83.[14時間:磁石分9時間]                  長原, 25(13), 1991:pp.128-131.[12時間] 滋賀支部, 26(1), 1992:pp.43-45.[8時間]                  岡山支部, 27(2), 1993:pp.50-52.[8時間] 山形支部, 32(1), 1998:pp.52-54.[13時間]</p>
<p>磁石の力で動くおもちゃ → クリップを連ねてつける・離れて働く磁力 → 磁石につく物とつかない物 →</p>	
<p>磁石になってつながる様子を身体表現する *電気と同時進行で展開する</p>	
1件	<p>三田, 28(4), 1994:pp.74-81.[13時間]</p>

業展開の分類を示しているが、表には授業展開の類型名、展開の流れ図、該当する掲載論文と費やされる授業時数が記載されている。この表が示すとおり、大きく分けて次の2種類の授業展開が見られた。

- ④ 「磁石の引きつける磁力」が展開上の中心的役割を担うもの  
： 磁石につく物・つかない物を分類するとともに、磁石の極の性質や磁化作用について捉えるとともに、おもちゃ作りへ応用したりする。
- ⑤ 「磁石の性質を用いた遊び」が展開上の中心的役割を担うもの  
： 磁石遊びで導入して、磁石につく物・つかない物や磁石の性質について踏まえた上で、磁石遊びやおもちゃ作りに応用したりする。

授業展開④に18件、⑤に7件が該当した。なお、この「磁石につけよう」の單元には6～13時間の授業時数が費やされていた。

## 第3節 まとめ

本章では、電磁石を中心に展開される第六学年の学習を取り上げ、まず実践カリキュラムの構造を明示した。2つのカリキュラムはともに、電磁石の製作活動を経てから電磁石の性質を学習するように酷似した構造を構築している。ただし、スパイラル型では電磁石に先だちコイルにおける電流の磁気作用を学習して第四学年の学習との関連性を確保しており、電磁石の性質を電流との関わりで論理的に捉えることに重点を置いていた。また、コンセントリック型では電磁石の後で電熱線の発熱を学習し、電磁石や電熱線を用いた工作活動の導入により応用場面を提供するなど、多様なエネルギー変換における電流の強さと電流の働きの関係の理解を重視していた。電磁石部分の学習に費やされる授業時数は両者でほぼ等しい。なお、先行する磁石の学習に関して、スパイラル型では履修学年が2学年にわたるほか、磁石周りの磁力の強さや磁界を取り扱う違いがあるものの、磁石の性質・磁石につく物については2つのカリキュラムで学習項目や総授業時数に大差が見られない。調査結果として、2調査間で大きな正答率較差が見られないうえ、誤答傾向に差違が見られなかったことから、カリキュラム構造に違いが見られない場合には学習者の概念達成に差違が生じる可能性は低いことが考えられた。

## 終章 考察と今後の課題

### 第1節 本研究の成果

本研究によって得られた成果について、まずは各章を追って示していく。

第1章では、昭和43年改訂版学習指導要領に準拠した坂元・武村等による昭和52年調査と同一手法で実施した平成9年調査との正答率較差を基に、スパイラル型とコンセントリック型の2つのカリキュラムによる学習者の概念達成の差を検討した。調査結果として、学年固有問題の全158問のうち134問におけるスパイラル型での正答率がコンセントリック型よりも有意に上回っており、スパイラル型カリキュラムによる学習者の初等電磁気概念の形成に優位性が見出せた。正答率の較差については、低学年や第三学年「豆電球のつなぎ方と明るさ」、第四学年、第五学年の学年固有問題では20-60点の幅で差が出ている。他方、第六学年の学年固有問題では2つのカリキュラム間で概念達成に差はほとんどないことが見出された。さらに、第三～第六学年で正答率を比べた共通問題12問に関して、学年が進行しても較差は保持される傾向にあった。第三・第六学年は各7問、第四・第五学年は各10問で、スパイラル型カリキュラムにおける正答率が有意に上回った。また正答率の性差として、スパイラル型で認められた概念達成の男子優位性は、現行のコンセントリック型で消失傾向にあることが見出された。カリキュラムの構造の違いは主として、単回路概念、豆電球のつなぎ方と明るさの概念、乾電池のつなぎ方と電流の概念、乾電池の消耗の概念、空間に働く磁力の概念、電流による発熱の概念の形成に影響を及ぼしていることが明らかとなった。

第2章では、昭和52年調査と平成9年調査の電磁気課題における誤答傾向の比較から、概念形成でのつまずき要素が学習者に与えた影響について2調査間の差を検討した。ほとんどの問題で選択肢の回答比率は2調査間で有意に異なることが認められた。そのうち、過半数では誤答者における回答比率も異なることが見出せた。回答比率の変動から次の特徴が得られた。①問題で注目する物の大きさや形、配置などの状況に依存してつまずいている。例えば、導線の形状に依存して電流の強さが変化すると見なしている。②磁石の磁力や豆電球の明るさの把握などでは測定方法につまずきがあるために両調査ともに達成が低く、特に履修のない現行において困難となっている。③鉄、アルミニウム、銅といった金属の種類の見分け能力が低いことにつまずいている。例えば磁石につく物に関して金物一般と捉えている。④現行の学習者では乾電池を一定量の電流を提供するものと捉え、たし算で回路内の電流を考えるつまずきが根強い。このつまずきが、例えば、直列・並列つなぎなどの回路概念の形成に影響を及ぼしており、乾電池や豆電球の個数、接続形態に注目する一方、回路を流れる電流を考慮していないため、概念形成が困難となっている。⑤現行の学習者では電磁石における心の有無や材質の違いによる磁力変化の認識が乏しく、鉄心

を用いることの理解は高いものの、用いる理由の理解は困難である。

第3章では、昭和52年調査と平成9年調査の全被験者に出題した理科的経験や学習への情意・態度に関する質問29問について、五段階尺度法による回答の学年平均値を2調査間で比較した。学校内外での理科的活動は概して、多学年にわたって平成9年調査の被験者での平均値が有意に下回るものが多かった。学習への情意に関して、学習の好き嫌いは2調査間で有意差が見られないが、学習の易しさや理解度は低・中学年で平成9年調査の被験者の値が有意に上回った。概して、2調査の被験者は学習への情意に関する質問へ肯定的に応答しているが、学年進行に伴って肯定の度合いは低下する傾向にあった。学習態度に関しては、発表・質問では消極的、実験や準備・片づけでは積極的な応答が2調査からともに得られた。これらの質問では一部を除き、平成9年調査の被験者における学習態度の積極性が有意に上回るものが多かった。

第4章では、乾電池の直列・並列つなぎを中心に展開される第四学年の学習を取り上げ、教師による実践カリキュラムの構造を明示した。スパイラル型は乾電池の直列・並列つなぎにおける豆電球の明るさと電流の強さ、乾電池の弱り方の違いを学習する電気回路中心の構造を構築しているが、コンセントリック型は電流の強さと働きの関係の学習に重きをおき、また新教材として太陽電池を導入するなどエネルギー変換中心の構造を構築している。一単元の授業時数は現行の方が多いものの、両者に共通する乾電池のつなぎ方と電流の強さや働きの関係に関する学習にはほぼ同じ時数が費やされている。また、前者では乾電池2個を様々なつなぎ方で豆電球1個につなぎ、方位磁針で電流の流れを確認する活動が行われるが、後者ではモーターで動く車等を製作したうえで乾電池の個数や太陽電池への光量を変えて働きを強める工夫をする活動が行われる。両者では学習を貫く論理や学習者の学習経験などカリキュラム構造に大きな差が存在しており、これが調査結果から得られた学習者の概念形成の差に反映されていた。さらに、電気回路と電流の働きに関する理解過程の重視によって科学的概念の形成が高まるという仮説に基づいて、スパイラル型に準拠した実験中心の付加授業を現行学習者へ導入した後、昭和52年調査と同一手法による調査を実施した。この実験群の正答率は平成9年調査の値を有意に上回るとともに昭和52年調査の値付近に達しており、昭和52年調査と類似する選択肢回答比率が得られることから、現行においても学習者に与えられるカリキュラムの構造により概念形成の達成度が高められる可能性があることが示された。

第5章では、第四学年に到る前段階の先行学習におけるカリキュラム構造を2つのカリキュラム間で比較し、学習者の概念形成への影響を検討した。スパイラル型では第二学年で単回路と物の通電性、第三学年で豆電球2個のつなぎ方の学習をしており、コンセントリック型では第三学年で単回路と物の通電性の学習をしている。総授業時数は前者が多いものの、共通内容部分では後者が多くの時間を費やしていた。スパイラル型では回路形成、直列・並列つなぎ、つなぎ方による電流の働きの違いなど様々なアプローチにより先行学習と第四学年の学習の関連性が確保され、学年進行に従って学習者の回路概念に関する

内容理解や論理的思考が深化できるように構造化されており、知識理解が学習の中心となる傾向にあった。コンセントリック型では回路形成に関して全般的に希薄だが、実験活動や製作活動、理科学習を楽しませる理科遊びを学習者が行えるように時数が確保され、学習学年での知識理解の定着や応用を図るように構造化されていた。学習学年での内容構造に限らず学習者の先行経験内容や学習過程のタイプが異なるために、2つのカリキュラムでは直列・並列つなぎでの電流の働きの違いが意識化される可能性が異なっており、このことが第四学年での概念達成に大きな影響を及ぼしていることが見出された。

第6章では、電磁石を中心に展開される第六学年の学習を取り上げ、まず実践カリキュラムの構造を明示した。2つのカリキュラムはともに、電磁石の製作活動を経てから電磁石の性質を学習するように酷似した構造を構築している。ただし、スパイラル型では電磁石に先だちコイルにおける電流の磁気作用を学習して第四学年の学習との関連性を確保しており、電磁石の性質を電流との関わりで論理的に捉えることに重点を置いていた。また、コンセントリック型では電磁石の後で電熱線の発熱を学習し、電磁石や電熱線を用いた工作活動の導入により応用場面を提供するなど、多様なエネルギー変換における電流の強さと電流の働きの関係の理解を重視していた。電磁石部分の学習に費やされる授業時数は両者でほぼ等しい。なお、先行する磁石の学習に関して、スパイラル型では履修学年が2学年にわたるほか、磁石周りの磁力の強さや磁界を取り扱う違いがあるものの、磁石の性質と磁石につく物については2つのカリキュラムで学習項目や総授業時数に大差が見られない。調査結果として、2調査間で大きな正答率較差が見られないうえ、誤答傾向に差が見られなかったことから、カリキュラム構造に違いが見られない場合には学習者の概念達成に差が生じる可能性は低いことが考えられた。

昭和40年代から昭和52年ごろにかけて、小学校理科の電磁気に関する学習では「自然を観察や実験によって論理的、客観的に捉え、自然認識を深める」と設定された授業目標のもと、教師によってスパイラル型カリキュラムの実践が全国各地で取り組まれていた。当時は、教育の現代化運動のもとで「目標—達成型の教育」の色彩が強く、意図的カリキュラムと教師の意思決定に基づく実践カリキュラムは一貫して働いていた。概念形成に必要な概念要素と実験方法などの手続き的知識が知識理解の要素として十分な時間数の保証のもとで組織づけられ、学習が筋道立てて進められた。また、先行経験を取り入れて概念が再構成されながら深められることによって、学習者の概念形成は高いものとなった。さらに当時、小学校理科の民間教育研究運動において中心的な働きをした日本初等理科教育研究会の指導者は意図的カリキュラムの作成にも従事しており、理論と実践を意識して教育実践運動を展開したことも付記しておかねばならない。本研究における昭和52年調査で選定された調査地域は、この民間団体による教育実践研究が盛んに取り組まれた地域でもあった。

一方、コンセントリック型である現行のカリキュラムに関して、自然認識を

深めるという目標は前者と違いが見られないものの、前者とは異なる新しい教育の動きがあった。本研究における平成9年調査は、教育活動の個性化、特色ある教育づくり、エネルギー変換などの新しい教材解釈、日常生活との関わりの重視、応用としての製作活動、理科離れを克服するための理科遊びの導入など、教育の多様化や個性化が進展していく中での調査であった。このため、実践カリキュラムに関する教師の意思決定も多様になり、学習者が楽しく学ぶ製作活動や日常生活での応用、理科遊びの導入が試みられるように授業目標も多様なものへと変容しているため、スパイラル型カリキュラムのような自然を論理的、客観的に捉えて自然認識を深化させることに集中する展開は取られなくなっている。

このように、コンセントリック型カリキュラムでは教師の意思決定とその反応結果としての実践カリキュラムが変化してきたため、学習者の初等電磁気概念の形成についてスパイラル型カリキュラムでの場合と比較すると以前のような高い水準を維持できなくなっている。しかしながら、スパイラル型における授業仮説を持って現行の学習者に授業を展開するならば、当時と同水準まで概念達成が行われるという研究仮説を実証することができた。さらに、スパイラル型とコンセントリック型の実践カリキュラムでの授業目標や内容、学習過程、時間数にほとんど変化の見られない第六学年の電磁石の学習については、学習者の概念形成において両者の差違はほとんど見られないことが見出された。これらのことから、学習者の初等電磁気概念の形成にカリキュラムの構造が影響を与えていたことをある程度明らかにすることができた。なお、両カリキュラムにおける初等電磁気概念の形成過程に関して、学習者の疑問や問題の起因となり概念形成に関わるつまずき要素については教師による実践カリキュラムにおいて考慮が不十分であるため、一方の調査でつまずきが大きい要素は他方でも同じように大きな要素となっていることが見出された。

## 第2節 得られた教育的示唆と今後の課題

学習者の初等電磁気概念の形成に関して、前節に示したような特徴を導き出すことができた。これより得られる教育的示唆としては、教師によって構築される実践カリキュラムのレベルにおいても、スパイラル型で見られるような内容構成における関連性に配慮することによって、学習者の初等電磁気概念の形成を促進することが可能となることがあげられる。また、その際には、学習者の疑問や問題の起因となり概念形成に影響を及ぼすつまずき要素について十分に考慮した上で、教授＝学習過程において適切な処置を学習者に行うことが、学習者に概念変容の機会を提供する意味において必要である。

本研究では、学習者による科学的概念の形成に関して、意図的カリキュラムと実践カリキュラムにおける内容構造による影響の観点から検討を行った。しかしながら、学習者の概念形成に影響を及ぼす要因には本研究で焦点化したカリキュラムの構造のみが当てはまるわけではない。教師の指導に関わる資質や能力、理科観察実験器具の整備と使用方法、学校の研究組織・研究主題や研究実践方法、学習者の態度・思考・技能・知識の習得状況、学習集団の目標達成機能の状況など、多くの諸要因が関わりを持つものと考えられる。したがって、残された研究課題としては、スパイラル型とコンセントリック型のカリキュラムが実施される時代におけるこれら諸要因の概念形成への関与について、多くの資料を収集して吟味し、比較・検討することがあげられる。今後はこのことについて、じっくり時間をかけて研究していきたい。

## 引用参考文献

## 【序章】

## [欧文]

- Anderson, C. W., Sheldon, T. H., and Dubay, J. : 1990, 'The Effects of Instruction on College Nonmajors' Conceptions of Respiration and Photosynthesis', *Journal of Research in Science Teaching* 27(8), pp.761-776.
- Andersson, B. : 1986, 'The Experiential Gestalt of Causation: A Common Core to Pupils' Preconceptions in Science', *International Journal of Science Education* 8(2), pp.155-171.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, S. : 1986, 'Is an Atom of Copper Malleable?', *Journal of Chemical Education* 63, pp.64-66.
- Black, D. & Solomon, J. : 1987, 'Can Pupils use Taught Analogies for Electric Current?', *School Science Review* 69(247), pp.249-254.
- Carey, S. : 1986, 'Cognitive Science and Science Education', *American Psychologist* 41, pp.1123-1130.
- Chandler, M. J. : 1987, 'The Othello Effect: An Essay on the Emergence and Eclipse of Skeptical Doubt', *Human Development* 30, pp.137-159.
- Clement, J. : 1987, 'Overcoming Students' Misconceptions in Physics: The Role of Anchoring Intuitions and Analogical Validity', In Novak, J. D. (Ed) : *Proceedings of the Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics* Vol. III, Cornell University, Ithaca, NY, pp.84-97.
- Duit, R., Goldberg, F., & Niedderer, H. (Eds.) : 1992, *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies*, IPN, Kiel, Germany.
- Duit, R., Jung, W., & von Rhöneck, C. (Eds.) : 1985, *Aspects of Understanding Electricity*, IPN, Kiel, Germany.
- Dupin, J.J. & Johsua, S. : 1987, 'Conceptions of French Pupils Concerning Electric Circuits: Structure and Evolution', *Journal of Research in Science Teaching* 24(9), pp.791-806.
- Erickson, G. : 1983, 'Student Frameworks and Classroom Instruction', In Helm, H. & Novak, J. (Eds.), *Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics*, Cornell University, Ithaca, NY, pp.38-56.
- Fisher, K. & Lipson, J. : 1983, 'Ten Rules of Thumb: Information Processing Interpretation of Error Research in Learning', In Helm, H. & Novak, J. (Eds.), *Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics*, Ithaca, NY, Cornell University, pp.339-344.
- Gilbert, J. K., Watts, D., & Osborne, R. J. : 1985, 'Eliciting Student Views Using an Interview-about-Instances Technique', In West, L. H. T. & Pines, A. L. (Eds.), *Cognitive Structure and Conceptual Change*, Academic Press, Orlando, FL, pp.51-59.
- Glynn, S. M. : 1991, 'Explaining Science Concepts: A Teaching-with-Analogies Model', In Glynn, S.M., Yeany, R.H., & Britton, B.K. (Eds.) : *The Psychology of Learning Science*, Lawrence Erlbaum Associates, NJ, pp.219-240.  
(武村重和 監訳 : 1993, 『理科学習の心理学』, 東洋館出版社.)
- Gowin, D. : 1983, 'Misconceptions, Metaphors, and Conceptual Change: Once More with Feeling', In Helm, H. & Novak, J. (Eds.), *Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics*, Cornell University, Ithaca, NY, pp.57-60.
- Griffiths, A. K. and Preston, K. R. : 1992, 'Grade-12 Students' Misconceptions Relating to Fundamental Characteristics of Atoms and Molecules', *Journal of Research in Science Teaching* 29(6), pp.611-628.

- Happs, J. : 1985, 'Cognitive Learning Theory and Classroom Complexity', *Research in Science and Technological Education* 3(2), pp.159-174.
- Hill, J. C. : 1986, *Curriculum Evaluation for School Improvement*, Charles C Thomas Publisher, Springfield, IL.
- Johsua, S. : 1984, 'Students' Interpretation of Simple Electrical Diagrams', *European Journal of Science Education* 6(3), pp.271-275.
- Keeves, J. P. (Ed.) : 1992, *The IEA Study of Science III: Changes in Science Education and Achievement: 1970 to 1984*, Pergamon Press, Oxford, England.
- Linn, M. C. : 1986, 'Issues in Cognitive Psychology and Instruction: Science', In Dillon, R. F. & Sternberg, R. J. (Eds.), *Cognition and Instruction*, Academic Press, San Diego, CA, pp.155-204.
- McDermott, L. C. : 1993, 'How We Teach and How Students Learn', *Australian & New Zealand Physicist* 30(7), pp.151-163.
- Minsky, M. : 1985, *The Society of Minds*, Simon and Schuster, NY. (安西祐一郎 訳 : 1990, 『心の社会』, 産業図書.)
- Monk, M. : 1990, 'A Genetic Epistemological Analysis of Data on Children's Ideas about DC Electrical Circuits', *Research in Science & Technological Education*, 8(2), pp.133-143.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. : 1984, *Learning How to Learn*, Cambridge University Press, NY. (福岡敏行, 弓野憲一 監訳 : 1992, 『子どもが学ぶ新しい学習法 - 概念地図法によるメタ学習 -』, 東洋館出版社.)
- Ornstein, A. C. and Hunkins, F. P. : 1988, *Curriculum: Foundations, Principles, and Issues*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Osborne, R. : 1983, 'Towards Modifying Children's Ideas about Electric Current', *Research in Science & Technological Education* 1(1), pp.73-82.
- Pines, A. & West, L. : 1986, 'Conceptual Understanding and Science Learning : An Interpretation of Research within a Sources-of-Knowledge Framework', *Science Education* 70(5), pp.583-604.
- Posner, G., Strike, K., Hewson, P., & Gertzog, W. : 1982, 'Accommodation of a Scientific Conception: Towards a Theory of Conceptual Change', *Science Education* 66(2), pp.211-228.
- Resnick, L. : 1983, 'Mathematics and Science Learning: A New Conception', *Science* 220(4595), pp.477-478.
- Rosier, M. J. and Keeves, J. P. : 1991, *The IEA Study of Science I: Science Education and Curricula in Twenty-Three Countries*, Pergamon Press, Oxford, England, pp.3-20.
- Shipstone, D. : 1985, 'Electricity in Simple Circuits', In Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (Eds.), *Children's Ideas in Science*, Open University Press, Milton Keynes, England, pp.33-51. (内田正男 監訳 : 1993, 『子ども達の自然理解と理科授業』, 東洋館出版社.)
- Shipstone, D. : 1988, 'Pupils' Understanding of Simple Electrical Circuits Some Implications for Instruction', *Physics Education* 23, pp.92-96
- Solomon, J., Black, P., & Stuart, H. : 1987, 'The Pupils' View of Electricity Revisited: Social Development or Cognitive Growth?', *International Journal of Science Education* 9(1), pp.13-22.
- Strike, K. : 1983, 'Misconceptions and Conceptual Change: Philosophical Reflections on the Research Program', In Helm, H. & Novak, J. (Eds.), *Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics*, Cornell University, Ithaca, NY, pp.67-78.
- Tanner, D. and Tanner L. : 1995, *Curriculum Development: Theory into Practice* 3rd ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Tasker, R. & Osborne, R. : 1985, 'Science Teaching and Science Learning', In

- Osborne, R. & Freyberg, P., *Learning in Science : The Implications of Children's Science*, Heinemann, NJ, pp.15-27. (森本信也, 堀哲夫 訳: 1988, 『子ども達はいかに科学理論を構成するか - 理科の学習論 -』, 東洋館出版社.)
- Tyler, R.W. : 1949, *Basic Principles of Curriculum and Instruction*, University of Chicago Press, Chicago, IL.
- van den Akker, J. : 1998, 'The Science Curriculum: Between Ideals and Outcomes', In Fraser, B.J. and Tobin, K.G. : *International Handbook of Science Education* part 1, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, pp.421-447.
- [和文]
- 浅沼茂, 安彦忠彦 : 1985, 「教育評価研究とカリキュラム」, 安彦忠彦 編 : 『カリキュラム研究入門』, 勁草書房, pp.153-186.
- 家野等 : 1992, 「科学概念の形成と理科教育」, 日本理科教育学会 編, 『理科教育講座 第2巻 発達と科学概念形成』, 東洋館出版社, pp.233-255.
- 井口尚之 編 : 1968, 『小学校学習指導要領の展開 理科編』, 明治図書.
- 蛭谷米司 : 1966, 「理科教育における「考える」とはどんなことか」, 沖山光, 山口康助, 中島健三, 蛭谷米司, 井沢 純, 遠山順一, 『教科における思考と構造 - 国語・社会・算数・理科 -』, 東洋館出版社, pp.163-210.
- 蛭谷米司 : 1977, 『小学校 新学習指導要領の解説と展開 理科編』, 教育出版.
- 大高泉, 栗田一良 : 1990, 「理科教育の目標」, 教員養成基礎教養研究会, 栗田一良 編, 『新訂 小学校理科教育研究』, 教育出版, pp.8-15.
- 小川 格 : 1989, 『徹底解明学習指導要領とは何か その読み方・生かし方 小学校理科』, 東洋館出版社.
- 奥井智久, 草野保治, 板垣 慧 編 : 1989, 『小学校理科 新学習指導要領の解説』, 初教出版.
- 嘉嶋信哉, 谷口和良 : 1985, 「電流回路の指導実践例 小学校4年「豆電球と乾電池」の指導」, 『理科の教育』34(3), pp.171-174.
- 加藤武男 : 1980, 「生徒からみた電気教材の問題点」, 『理科の教育』29(2), pp.96-100.
- 角屋重樹, 奥井智久 編 : 1994, 『新しい学力観に立つ授業展開のポイント 理科』, 東洋館出版社.
- 久保美喜男 : 1989, 「電流を調べる教具の工夫と授業実践〈発光ダイオードを使った回路〉」, 『理科の教育』38(10), pp.717-720.
- 栗田一良 : 1980, 「児童からみた電気教材の問題点」, 『理科の教育』29(2), pp.86-91.
- 国立教育研究所 : 1985, 『第2回国際理科教育調査報告書 - 国内結果の概要 -』国立教育研究所紀要 第111集.
- 国立教育研究所 : 1973, 『国際理科教育調査 IEA 日本国内委員会報告書 第1部 国内結果の概要』, 国立教育研究所.
- 国立教育研究所 : 1996, 『小・中学生の算数・数学, 理科の成績 - 第3回国際数学・理科教育調査国内中間報告書 -』, 東洋館出版社.
- 関正憲 : 1986, 「学ぶ力を育てる理科の実践例 中学校第1分野 - 粒子的モデルによる電流領域の指導 -」, 『理科の教育』35(4), pp.250-253.
- 武村重和 : 1987, 『国土社の教育選書16 教育課程』, 国土社.
- 武村重和 : 1989, 『新旧学習指導要領の対比と考察 小学校理科』, 明治図書.
- 広瀬正美 : 1992, 「科学概念の構造と理科教育」, 日本理科教育学会 編, 『理科教育講座 第2巻 発達と科学概念形成』, 東洋館出版社, pp.93-197.
- ブルーナー, J.S.; 鈴木祥蔵, 佐藤三郎 訳 : 1963, 『教育の過程』, 岩波書店.
- 牧 喬 : 1985, 「電流回路の指導実践例 小学校6年「電磁石」の指導」, 『理科の教育』34(3), pp.175-178.
- 松本勝信 : 1988, 「理科としての学習内容の構成」, 松本勝信 編, 『理科教育論』, 東信堂, pp.27-57.

- 皆川孝：1988，「課題学習の実践例と問題点 小学校4年「かん電池とまめ電球」の指導－自由試行による課題解決学習の実践－」，『理科の教育』37(4)，pp.241-244.
- 三島嶽志，桃井凡夫，前田健悟，山下太利，尾道三一，藤本明広，森永好誠，松岡謙二，藤岡輝光：1982，「電流概念の形成に関する研究(1) 電流の流れる向き」，『日本教科教育学会誌』7(2)，pp.71-83.
- 森川久雄：1978，「科学概念の形成」，日本理科教育学会 編，『現代理科教育大系 第2巻』，東洋館出版社，pp.67-72.
- 文部省：1968，『小学校学習指導要領』，大蔵省印刷局.
- 文部省：1969，『小学校指導書理科編』，東京書籍.
- 文部省：1977，『小学校学習指導要領』，大蔵省印刷局.
- 文部省：1989，『小学校学習指導要領』，大蔵省印刷局.
- 文部省：1989，『小学校指導書理科編』，教育出版.
- 吉本市：1978，「理科教育の目的」，日本理科教育学会 編，『現代理科教育大系 第2巻』，東洋館出版社，pp.3-51.
- 脇元宏治：1992，「単純な電気回路に適用される小学校児童の電流モデルの状況依存性」，『日本理科教育学会研究紀要』32(3)，pp.49-60.

## 【第1章】

## [和文]

- 阿部宗光：1961，「文部省全国学力テストについて」，『教育評価』7(1)，pp.12-14.
- 阿部益治：1963，「現行標準学力検査の概観」，『指導と評価』9(5)，pp.14-15.
- 金井達蔵：1960，「標準学力検査・地方標準学力検査・非標準検査の差・区別－標準学力検査という名のテスト－」，『教育評価』6(1)，pp.14-17.
- 小見山栄一・平沼良・東京教育大学附属小学校各科教官：『小学診断的学力検査』，図書文化社。(F形式1963，F形式移行措置暫定用1969)
- 坂元昂，武村重和：1976，『教材の次元分けと授業設計－理科編』，明治図書.
- 坂元昂，武村重和 他：1978，「小学校児童の電磁気教材に関する内容・目標行動マトリックス及び次元分けに基づく認識調査の実施と考察」，研究代表者 坂元昂，『教育工学研究資料，研究課題「認識の特性を基礎とした授業設計に関する実証的研究」』，pp.213-326.
- 鈴木清三郎，馬場恒夫，武村重和，坂元昂：1983，「小学校児童の電磁気教材の理解に関する調査－第1報告 次元分けに基づく調査問題の作成」，『科学教育研究』7(3)，pp.97-103.
- 鈴木清三郎，角田元良，四十九院公洋，武村重和：1984，「小学校児童の電磁気教材の理解に関する調査－第3報告 学年別にみた児童の認識の特徴」，『科学教育研究』8(3)，pp.165-176.
- 武村重和：1978，「電磁気教材に関する児童の論理構造の研究(1)」，『広島大学教育学部紀要』第一部26，pp.219-229.
- 武村重和：1979，「児童の論理構造の分析，総合，及び評価に基づく教授・学習過程の設計－電気教材を中心にして－」，『広島大学教育学部紀要』第二部27，pp.109-119.
- 武村重和：1990，「教材分析と認識過程」，『教職科学講座16 教育工学』，pp.54-70.
- 橋本重治・平沼良・金井達蔵・東京教育大学附属小学校各科教官：『小学診断的学力検査』，図書文化社。(H形式1971，新H形式1972，L形式1978，P形式1981，S形式1987，S形式移行措置2年次用1990，S形式移行措置3年次用1991)

- 橋本重治・平沼良・石田恒好・筑波大学附属小学校各科教官：1992、『小学診断的学力検査T形式』，図書文化社。
- 橋本重治・平沼良・金井達蔵・東京教育大学附属小学校各科教官：『小学観点別学力診断検査』，図書文化社。（G形式 1967，G形式移行措置暫定用 1970，K形式 1972，M形式 1979）
- 橋本重治・金井達蔵・辰野千寿・渋谷憲一・応用教育研究所：1992、『新観点別到達度学力検査 新CRT小学校用』，図書文化社。
- 馬場恒夫，田中義朗，鈴木清三郎，坂元昂：1983，「小学校児童の電磁気教材の理解に関する調査 - 第2報告 学年共通問題による調査の実施と追年的傾向」，『科学教育研究』7(3)，pp.104-112。
- 松原達哉：1976，「標準化検査はどうして作られるか」，『指導と評価』22(11)，pp.25-27。

## 【第3章】

## 【和文】

- 科学技術庁：1980，『科学技術白書(昭和55年版)』，大蔵省印刷局。
- 科学技術庁：1997，『科学技術白書(平成9年版)』，大蔵省印刷局。
- 経済企画庁：1977，『昭和52年版 国民生活白書』，大蔵省印刷局。
- 経済企画庁：1997，『国民生活白書』，大蔵省印刷局。
- 厚生省：1979，『厚生白書(昭和54年版)』，大蔵省印刷局。
- 厚生省：1998，『厚生白書(平成10年版)』，ぎょうせい。
- 総務庁青少年対策本部：1997，『青少年白書(平成8年版)』，大蔵省印刷局。
- 通商産業省：1997，『通商白書(総論) 平成9年版』，大蔵省印刷局。
- 文部省：1989，『我が国の文教施策(平成元年版)』，大蔵省印刷局。
- 文部省：1997，『我が国の文教施策(平成9年度)』，大蔵省印刷局。
- 労働省：1978，『労働白書(昭和53年版)』，日本労働協会。

## 【第4章】

## 【和文】

- 新しい理科編集委員会 他：1992，『新しい理科 4上 教師用指導書』，東京書籍，pp.32-55。
- 五十嵐英紀：1995，「4年 学年の理科 電気のはたらき」，『初等理科教育』29(13)，pp.13-15。
- 池田幹男：1976，「4学年 3月の理科」，『初等理科教育』10(3)，pp.50-51。
- 内田早苗 他：1992，『たのしい理科 4年下 教師用指導書』，大日本図書，pp.31-60。
- 内田正男，根本和成 他：1992，『みんなの理科 4年上』，学習研究社，pp.50-60。
- 大川原幸生：1997，「4年 学年の理科 電池のはたらき」，『初等理科教育』31(3)，pp.13-15。
- 大木道則 他：1996，『新訂理科4年下』，新興出版社啓林館，pp.2-13。
- 大木道則 他：1992，『理科4年下指導書 第2部 指導と研究』，新興出版社啓林館，pp.18-13,93-122。
- 大塚彰：1975，「問題を意識させるための手だて 4年 かん電池のつなぎかたの指導から」，『初等理科教育』9(6)，pp.74-77。
- 大山砂男：1974，「4年 かん電池のつなぎ方」，『初等理科教育』8(3)，pp.52-55。
- 岡野武弘：1971，「4年 乾電池のつなぎ方(豆電球1個の明るさを手がかりと

- して、仮説を立てての授業実践の記録)」、『初等理科教育』5(2), pp.38-41.
- 岡本則子：1976, 「先行経験を生かした問題をもたせる場の構成 4年 乾電池」, 『初等理科教育』10(10), pp.66-69
- 小野洋子：1991, 「問題解決を考える - 4年「乾電池と光電池のはたらき」-」, 『初等理科教育』25(11), pp.34-37.
- 掛川一夫 他：1992, 『新しい理科 4年下』, 信濃教育会出版部, pp.2-11.
- 川崎等：1994, 「科学的なものの見方や考え方を培う教師の評価と支援の試み - 子どものよき表れをとらえて-」, 『初等理科教育』28(1), pp.28-31.
- 菊池正士, 前川文夫, 赤松弥男, 荻須正義 他：1974, 『小学校理科 4年下』, 学校図書, pp.22-29.
- 教育出版編集部：1992, 『新版 理科 4下 教師用指導書』, 教育出版, pp.119-156.
- 坂本ムツヨ：1975, 「電流を視覚化してとらえる 4年 かん電池のつなぎ方」, 『初等理科教育』9(9), pp.66-69.
- 信濃教育会：1992, 『新しい理科 4年下 教師用指導書』, 信濃教育会出版部, pp.2-11, 56-67.
- 霜田光一, 沼田真 他：1992, 『小学校理科 4年下 教師用指導書』, 学校図書, pp.28-37, 90-115.
- 高木正之：1993, 「4学年の理科 かん電池・光電池」, 『初等理科教育』27(11), pp.44-45.
- 竹之内之信：1976, 「4年 かん電池と豆電球 ひとりひとりの子どもに問題意識をもたせ解決させていくにはどのようにしたらよいか」, 『初等理科教育』10(8), pp.20-23.
- 竹下米：1976, 「4年 乾電池のつなぎ方」, 『初等理科教育』10(1), pp.18-21.
- 田沢宏：1971, 「4年 かん電池のつなぎ方」, 『初等理科教育』5(3), pp.18-21.
- 玉虫文一：1974, 『理科 4年下』, 信濃教育会出版部, pp.18-23.
- 坪井忠二, 岩橋八洲民 他：1974, 『改訂 小学校新理科 4年2』, 大日本図書, pp.32-43.
- 戸田盛和 他：1996, 『新版たのしい理科 4下』, 大日本図書, pp.2-13.
- 永田義夫 他：1974, 『改訂 理科 4下』, 新興出版社啓林館, pp.70-79.
- 永田義夫：1974, 『改訂理科 指導書4年 第2部 (指導と研究)』, 新興出版社啓林館, pp.265-282.
- 永野重史, 宮脇昭 他：1996, 『理科 4上』, 教育出版, pp.12-23.
- 花坂雅夫：1974, 「4年 豆でんきゅう」, 『初等理科教育』8(1), pp.18-21.
- 浜本治志, 足立英子, 三浦多米子：1992, 「4学年 電気の通り道(2)」, 『初等理科教育』26(3), pp.52-54.
- 早川弘行, 吉澤良子, 佐藤陽子：1992, 「4学年 乾電池・光電池」, 『初等理科教育』26(10), pp.53-55.
- 日高敏隆 他：1996, 『小学校理科 4年上』, 学校図書, pp.16-27.
- 日根野洋子：1994, 「新しい学力観に立つ理科の授業 - 主体的に活動を生み出していける単元構成 -」, 『初等理科教育』28(4), pp.138-145.
- 肥村照夫：1977, 「4年 かん電池のつなぎ方」, 『初等理科教育』11(7), pp.110-113.
- 比留川美智子：1998, 「一人一人の願いや関心に応じた学習活動の工夫 - 4年「電池のはたらき」の実践を通して -」, 『初等理科教育』32(2), pp.64-67
- 福田睦男：1974, 「4年 かん電池のつなぎかた」, 『初等理科教育』8(1), pp.46-49.
- 福田睦男：1975, 「4年 乾電池」, 『初等理科教育』9(10), pp.18-21.

- 藤井隆, 蓮沼宏 他: 1974, 『新訂 新しい理科 4下』, 東京書籍, pp.20-31.  
 宝満幸男: 1975, 「乾電池と豆電球 4年 電流の流れを認識させるにはどうしたらよいか」, 『初等理科教育』9(10), pp.66-68.  
 牧田章: 1972, 「4年 電池のつなぎ方」, 『初等理科教育』6(11), pp.50-52.  
 三浦登, 奥井智久 他: 1996, 『新編新しい理科 4上』, 東京書籍, pp.8-19.  
 三田悦子: 1992, 「4学年 電気の通り道(1)」, 『初等理科教育』26(2), pp.50-52.  
 山口俊一: 1976, 「システムの手法による授業改善 4年 かん電池のつなぎ方」, 『初等理科教育』10(12), pp.18-21.  
 山田仙人: 1997, 「4学年 電池のはたらき」, 『初等理科教育』31(12), pp.55-57.  
 吉川和男: 1977, 「子どもの自己矛盾を核とした授業展開 4年 乾電池のつなぎ方」, 『初等理科教育』11(5), pp.68-71.  
 若崎光美: 1992, 「科学的な見方や考え方が生きて働くとは—もの作りの活動の意義, 4年「電気や光の働き」—」, 『初等理科教育』26(11), pp.18-22.  
 若崎光美: 1993, 「物の変化や働きのきまりについての見方・考え方を育てる 単元構成」, 『初等理科教育』27(4), pp.136-150.  
 和達清夫, 川村智治郎, 近藤正夫, 西沢一俊 他: 1974, 『改訂 標準理科 四年下』, 教育出版, pp.70-80.

## 【第5章】

## [和文]

- 安孫子昇: 1970, 「3年 豆電球のつなぎ方」, 『初等理科教育』4(2), pp.42-44.  
 池田幹男: 1991, 「「光・音・電気・磁気」の単元構成 —見方・考え方を育てる問題解決—」, 『初等理科教育』25(13), pp.100-103.  
 石橋弘子: 1971, 「3年 豆電球」, 『初等理科教育』5(9), pp.46-49.  
 和泉劭: 1991, 「ものに光を当てよう・明かりをつけよう・じしゃく・音を出してみよう」, 『初等理科教育』25(13), pp.124-127.  
 内田正男, 根本和成 他: 1992, 『みんなの理科 3年』, 学習研究社, pp.92-103.  
 漆戸敏幸: 1996, 「現象的なとらえから物質的エネルギー的とらえへ —3年「電気とじしゃく」の実践を通して—」, 『初等理科教育』30(10), pp.40-43.  
 愛媛県土居支部: 1976, 「2年 豆電球とかん電池」, 『初等理科教育』10(2), pp.14-17.  
 大木道則: 1992, 『理科3年指導書 第2部 指導と研究』, 新興出版社啓林館.  
 大木道則 他: 1996, 『新訂理科3年』, 新興出版社啓林館, pp.74-81.  
 大阪府堺市初等理科2年研究グループ: 1976, 「子どもが生き生きと活動する授業を求めて 2年 まめでんきゅう」, 『初等理科教育』10(7), pp.64-71.  
 大野喜弘: 1996, 「スチールウールは電気を通すの? —3年「豆電球にあかりをつけよう」—」, 『初等理科教育』30(14), pp.54-55.  
 掛川一夫 他: 1992, 『新しい理科 3年』, 信濃教育会出版部, pp.68-73.  
 釜川陽: 1972, 「3年 豆電球と乾電池」, 『初等理科教育』6(11), pp.46-49.  
 菊池正士, 前川文夫, 赤松弥男, 荻須正義 他: 1974, 『小学校りか 2年』, 学校図書, pp.56-61.  
 菊池正士, 前川文夫, 赤松弥男, 荻須正義 他: 1974, 『小学校理科 3年』,

- 学校図書, pp.84-87.
- 草野保治：1976, 「3学年 2月の理科」, 『初等理科教育』10(2), pp.48-49.
- 楠瀬弘哲：1994, 「ダイナミックに活動する姿をめざして - 3年「豆電球にあかりをつけよう」の実践を通して-」, 『初等理科教育』28(5), pp.16-19.
- 工藤隆継：1991, 「○×クイズをしよう - 光や音と物の性質と乾電池や磁石と物の性質-」, 『初等理科教育』25(13), pp.76-79.
- 久保敏則, 鈴木良悦：1991, 「「光や音と物の性質」と「電気や磁石と物の性質」」, 『初等理科教育』25(13), pp.80-83.
- 黒松弥生：1995, 「3年 電気や磁石のはたらきと物 - 子どもが自己変革していく自己評価-」, 『初等理科教育』29(4), pp.48-55.
- 香西尉男：1996, 「楽しくなる電気の授業 - 3年「電気とじしゃく」の実践から-」, 『初等理科教育』30(12), pp.36-39.
- 小林清：1976, 「2学年 2月の理科」, 『初等理科教育』10(2), pp.46-47.
- 下元敦子：1977, 「2年 まめでんきゅうとかんでんち」, 『初等理科教育』11(7), pp.98-101.
- 芝村巧：1991, 「「光・音と物の性質」と「電気・磁石と物の性質」- 単元構成と展開-」, 『初等理科教育』25(13), pp.104-107.
- 鈴木武彦：1973, 「2年 まめでんきゅう」, 『初等理科教育』7(12), pp.44-47.
- 武村重和：1973, 「論理を組み立てる」, 『初等理科教育』7(10), pp.6-9.
- 田中努：1973, 「3年 豆電球のつなぎ方 電気を量的に捉えさせるには」, 『初等理科教育』7(1), pp.18-21.
- 田中義朗：1970, 「3年 豆電球のつなぎ方を指導して」, 『初等理科教育』4(12), pp.43-46.
- 玉虫文一：1974, 『りか 2ねん』, 信濃教育会出版部, pp.64-67.
- 玉虫文一：1974, 『理科 3年』, 信濃教育会出版部, pp.66-69.
- 田港朝正, 具志堅登美子：1991, 「「光」「音」「電気」「磁石」」, 『初等理科教育』25(13), pp.136-139.
- 千葉支部：1995, 「3学年の理科 明かりをつけよう」, 『初等理科教育』29(2), pp.44-45.
- 坪井忠二, 岩橋八洲民 他：1974, 『改訂 しょうがっこうしんりか 2ねん』, 大日本図書, pp.76-79.
- 坪井忠二, 岩橋八洲民 他：1974, 『改訂 小学校新理科 3年』, 大日本図書, pp.104-109.
- 戸田盛和 他：1996, 『新版たのしい理科 3』, 大日本図書, pp.72-77.
- 都筑正樹：1993, 「教材の魅力を見直し、問題場面に生かす工夫」, 『初等理科教育』27(4), pp.74-88.
- 富山支部：1994, 「3学年の理科 明かりをつけよう」, 『初等理科教育』28(3), pp.42-43.
- 長崎浩司：1977, 「認識の変容過程 - 電気を通す物通さない物を素材として-」, 『初等理科教育』11(9), pp.46-49.
- 長田日出男, 松本昭二：1972, 「2年 豆電球」, 『初等理科教育』6(2), pp.42-45.
- 永田義夫：1974, 『改訂理科 指導書2年 第2部 (指導と研究)』, 新興出版社啓林館.
- 永田義夫：1974, 『改訂理科 指導書3年 第2部 (指導と研究)』, 新興出版社啓林館.
- 永田義夫 他：1974, 『改訂 りか 2』, 新興出版社啓林館, pp.70-73.
- 永田義夫 他：1974, 『改訂 理科 3』, 新興出版社啓林館, pp.106-111.
- 永野重史, 宮脇昭 他：1996, 『理科 3』, 教育出版, pp.86-97.

- 長原好成：1991, 「光や音と物の性質」「乾電池や磁石と物の性質」, 『初等理科教育』25(13), pp.128-131.
- 中村中：1972, 「2年 まめでんきゅう」, 『初等理科教育』6(9), pp.14-17.
- 中山清志：1976, 「初歩的な電気概念の指導と創造的学習態度の育成」, 『初等理科教育』10(3), pp.14-17.
- 成見和総：1991, 「光・音と乾電池・磁石」, 『初等理科教育』25(13), pp.84-87.
- 新潟支部：1996, 「3年 学年の理科 あかりをつけよう」, 『初等理科教育』30(14), pp.10-12.
- 長谷川研一：1993, 「中学年に教育の本道ありか - 3年「物の性質と電気・磁気」-」, 『初等理科教育』27(1), pp.36-39.
- 馬場英克：1971, 「3年 豆電球と乾電池」, 『初等理科教育』5(12), pp.18-21.
- 馬場豊：1991, 「身近な物の「くせ」調べ」, 『初等理科教育』25(13), pp.112-115.
- 日高敏隆 他：1996, 『小学校理科 3年』, 学校図書, pp.84-91.
- 藤井隆, 蓮沼宏 他：1974, 『新訂 新しい理科 2』, 東京書籍, pp.62-65.
- 藤井隆, 蓮沼宏 他：1974, 『新訂 新しい理科 3』, 東京書籍, pp.120-129.
- 藤井千恵子：1991, 「光・音」「電気・磁石」と物の性質」, 『初等理科教育』25(13), pp.96-99.
- 本川光雄：1991, 「光や音と物の性質」「乾電池や磁石と物の性質」の単元構成と展開」, 『初等理科教育』25(13), pp.88-91.
- 正岡義憲：1991, 「物に光を当てる」「音を出す」と「あかりをつける」「磁石と物」」, 『初等理科教育』25(13), pp.120-123.
- 政元弘：1977, 「低学年の理科学習における行動化 2年 まめでんきゅう」, 『初等理科教育』11(10), pp.56-59.
- 松永英俊：1997, 「一人一人が思考し、生きる力を育む理科授業 - 3年「ものと電気・じしゃく」の実践を通して-」, 『初等理科教育』31(5), pp.22-25.
- 三浦登, 奥井智久 他：1996, 『新編新しい理科 3』, 東京書籍, pp.80-83.
- 三田幸司：1994, 「自由な活動で意欲を高め、身体表現によってイメージを明確にする授業」, 『初等理科教育』28(4), pp.74-81.
- 宮崎稔：1991, 「光」「音」「乾電池と磁石」」, 『初等理科教育』pp.108-111.
- 宮津裕一, 齊藤権之：1970, 「2年 まめでんきゅう」, 『初等理科教育』4(10), pp.15-18.
- 森智子：1976, 「まめでんきゅう 2年生の理科指導を考える」, 『初等理科教育』10(9), pp.62-65.
- 山形支部：1997, 「3学年 あかりをつけよう」, 『初等理科教育』31(13), pp.52-54.
- 山口哲司：1991, 「光と音」「電気と磁石」」, 『初等理科教育』25(13), pp.92-95.
- 山崎光洋：1991, 「物に光・音・電気・磁気を働かせる」, 『初等理科教育』25(13), pp.132-135.
- 吉田稔：1977, 「感動から問題解決へ発展させるための指導 2年まめでんきゅうのつけかた」, 『初等理科教育』11(5), pp.14-17.
- 吉田豊：1991, 「光・音・電気・磁石と物の性質」, 『初等理科教育』25(13), pp.116-119.
- 和達清夫, 川村智治郎, 近藤正夫, 西沢一俊 他：1974, 『改訂 標準りか 2年』, 教育出版, pp.76-80.
- 和達清夫, 川村智治郎, 近藤正夫, 西沢一俊 他：1974, 『改訂 標準理科 3年』, 教育出版, pp.106-113.

## 【第6章】

## 〔和文〕

- 青森・上十三支部：1993, 「6学年 電流のはたらき(1)」, 『初等理科教育』27(2), pp.59-61.
- 旭川支部：1994, 「6学年の理科 電流の働き -(1)電流と電磁石-」, 『初等理科教育』28(2), pp.52-53.
- 五十嵐英紀：1995, 「子どもの価値観を育てる -6年「電流のはたらき」の学習を通して-」, 『初等理科教育』29(7), pp.50-53.
- 五十嵐雅彦：1971, 「1年 じしゃく」, 『初等理科教育』5(7), pp.38-41.
- 池田耕三：1977, 「子どもの活動を重視した理科指導 6年「電流とじしゃく」の学習をとおして」, 『初等理科教育』11(5), pp.72-75.
- 石黒幸枝：1970, 「1年 じしゃく」, 『初等理科教育』4(1), pp.15-18.
- 板垣慧：1972, 「3年 じしゃく」, 『初等理科教育』6(6), pp.18-21.
- 岩井雅昇：1996, 「楽しい=分かっていく時の心の過程 -6年「電流のはたらき」-」, 『初等理科教育』30(12), pp.44-47.
- 岩佐富雄：1994, 「目標と内容とをつなぐ教材性の追求 -6年「電流のはたらき」を通して-」, 『初等理科教育』28(11), pp.18-21.
- 内田正男, 根本和成 他：1992, 『みんなの理科 3年』, 学習研究社, pp.92-103.
- 内田正男, 根本和成 他：1992, 『みんなの理科 6下』, 学習研究社, pp.20-31, pp.44-51.
- 大木道則 他：1996, 『新訂理科 3年』, 新興出版社啓林館, pp.82-90.
- 大木道則 他：1996, 『新訂理科 6年下』, 新興出版社啓林館, pp.32-45.
- 大木道則：1992, 『理科 6年下指導書 第2部 指導と研究』, 新興出版社啓林館.
- 大木道則：1992, 『理科 3年指導書 第2部 指導と研究』, 新興出版社啓林館.
- 大山明夫：1974, 「3年 じしゃく 授業過程におけること集団のかかわり」, 『初等理科教育』8(12), pp.18-21.
- 小田部忠仁：1994, 「新しい学力観に立つ単元構成と意欲的に取り組む学習」, 『初等理科教育』28(4), pp.269-276.
- 香川支部：1995, 「6学年の理科 電流のはたらき(2)」, 『初等理科教育』29(2), pp.50-51.
- 香川支部：1996, 「6年 学年の理科 電流の働き(1)」, 『初等理科教育』30(14), pp.19-21.
- 掛川一夫 他：1992, 『新しい理科 3年』, 信濃教育会出版部, pp.74-83.
- 掛川一夫 他：1992, 『新しい理科 6年下』, 信濃教育会出版部, pp.44-56.
- 風見初代：1977, 「探求学習できるための単元構成と課題の工夫 6年 電磁石」, 『初等理科教育』11(6), pp.72-75.
- 笠松静子：1977, 「3年 磁石学習の一試案 教具のアイデア」, 『初等理科教育』11(2), pp.60-63.
- 金子治正：1996, 「児童が感じる授業中の「楽しさ」を探る -6年「電流のはたらき」-」, 『初等理科教育』30(12), pp.40-43.
- 鎌田初：1972, 「6年 電流と磁石 児童の実態から出発する学習指導」, 『初等理科教育』6(3), pp.58-61.
- 上十三支部：1998, 「6学年 電流の働き(2)」, 『初等理科教育』32(2), pp.61-63.
- 上十三支部：1997, 「6学年 電流の働き(1)」, 『初等理科教育』31(13), pp.61-63.
- 菊池正士, 前川文夫, 赤松弥男, 荻須正義 他：1974, 『しょうがっこうりか1ねん』, 学校図書, pp.60-64.

- 菊池正士, 前川文夫, 赤松弥男, 荻須正義 他: 1974, 『小学校理科 3年』, 学校図書, pp.88-93.
- 菊池正士, 前川文夫, 赤松弥男, 荻須正義 他: 1974, 『小学校理科 6年下』, 学校図書, pp.26-33.
- 北九州支部: 1995, 「6年 学年の理科 電流の働き(1)」, 『初等理科教育』29(14), pp.19-21.
- 北九州市立清見小学校理科研究グループ: 1975, 「1年 じしゃく」, 『初等理科教育』9(8), pp.56-59.
- 久保正和: 1975, 「1年 じしゃく 低学年理科を考える」, 『初等理科教育』9(11), pp.60-63.
- 黒沢卓: 1974, 「1年 じしゃく」, 『初等理科教育』8(10), pp.14-17.
- 倉茂唯美夫: 1976, 「3年 じしゃくのはたらき」, 『初等理科教育』10(2), pp.60-63.
- 巖根小学校理科部: 1976, 「1年 じしゃく」, 『初等理科教育』10(1), pp.60-63.
- 高知市理科研究会グループ: 1973, 「1年 じしゃく」, 『初等理科教育』7(2), pp.38-41.
- 河野秀通: 1977, 「学習目標の分析とそれを生かす授業 6年 電磁石」, 『初等理科教育』11(3), pp.70-73.
- 堺市立東三国丘小学校理科研究グループ: 1975, 「1年 じしゃくの授業から」, 『初等理科教育』9(7), pp.56-59.
- 坂田玲子: 1974, 「じしゃくの学習指導における一考察」, 『初等理科教育』8(11), pp.42-45.
- 坂巻信行: 1975, 「6年 電流とじしゃく」, 『初等理科教育』9(9), pp.74-77.
- 崎村和人: 1974, 「関係づけ、意味づけから概念作りへ 1年 じしゃく」, 『初等理科教育』8(8), pp.40-43.
- 桜井久作: 1973, 「6年 電磁石 子どもの考えを生かした学習を」, 『初等理科教育』7(4), pp.58-61.
- 佐島規: 1992, 「疑問から問題へ -問題解決を目指した授業づくり-」, 『初等理科教育』26(1), pp.28-31.
- 佐島毅: 1974, 「電流によって導線のまわりに起こる磁力のはたらき」, 『初等理科教育』8(7), pp.62-65.
- 佐藤作一朗: 1975, 「6学年 12月の理科」, 『初等理科教育』9(12), pp.56-57.
- 白岩卓巳: 1971, 「3年 じしゃくのはたらき」, 『初等理科教育』5(12), pp.45-48.
- 菅修: 1994, 「自分の見方や考え方の深まりを実感できる理科学習 -6年「電流のはたらき」の実践を通して-」, 『初等理科教育』28(1), pp.32-35.
- 杉野襄: 1971, 「1年 じしゃく」, 『初等理科教育』5(11), pp.38-40.
- 首藤元: 1973, 「3年 じしゃく」, 『初等理科教育』7(9), pp.42-45.
- 誠之小学校1年部会: 1977, 「多様な行動をさせる 1年 じしゃくを通して」, 『初等理科教育』11(6), pp.14-17.
- 高柳愛吉: 1973, 「1年 じしゃく」, 『初等理科教育』7(12), pp.40-43.
- 田中瑞穂: 1976, 「3年 じしゃくのはたらき -グループフィルムを使って-」, 『初等理科教育』10(4), pp.64-65.
- 玉虫文一: 1974, 『りか 1ねん』, 信濃教育会出版部, pp.46-49.
- 玉虫文一: 1974, 『理科 3年』, 信濃教育会出版部, pp.70-75.
- 玉虫文一: 1974, 『理科 6年下』, 信濃教育会出版部, pp.28-35.
- 塚原健: 1995, 「モーターを使うとき、ここがポイント! -6年「電流のは

- 「たらしき」一, 『初等理科教育』29(5), pp.54-55.
- 土屋暢: 1974, 「“見る”ことから“見なおす”ことへの条件」, 『初等理科教育』8(7), pp.10-13.
- 坪井忠二, 岩橋八洲民 他: 1974, 『改訂 しょうがっこうしんりか 1ねん』, 大日本図書, pp.52-57.
- 坪井忠二, 岩橋八洲民 他: 1974, 『改訂 小学校新理科 3年』, 大日本図書, pp.94-103.
- 坪井忠二, 岩橋八洲民 他: 1974, 『改訂 小学校新理科 6年2』, 大日本図書, pp.77-85.
- 東京都教育研究員小学校理科B-4グループ: 1976, 「自動の認識の実態と指導 1年-じしゃくのはたらしきを通して-」, 『初等理科教育』10(4), pp.56-59.
- 戸田盛和 他: 1996, 『新版たのしい理科 3』, 大日本図書, pp.78-87.
- 戸田盛和 他: 1996, 『新版たのしい理科 6下』, 大日本図書, pp.44-57.
- 栃木県塩谷地区小学校理科教育同好会: 1971, 「6年 電磁石」, 『初等理科教育』5(8), pp.22-25.
- 富塚忠夫: 1993, 「子どもが楽しいと感じる授業 -6年「電磁石と発熱」の実践を通して-」, 『初等理科教育』27(5), pp.24-27.
- 富所義之: 1977, 「子供の素朴な考えを作る活動に生かす学習の工夫 1年 じしゃく」, 『初等理科教育』11(9), pp.18-21.
- 永田義夫 他: 1974, 『改訂 りか 1』, 新興出版社啓林館, pp.56-60.
- 永田義夫 他: 1974, 『改訂 理科 3』, 新興出版社啓林館, pp.112-119.
- 永田義夫 他: 1974, 『改訂 理科 6下』, 新興出版社啓林館, pp.68-77.
- 永田義夫: 1974, 『改訂理科 指導書1年 第2部(指導と研究)』, 新興出版社啓林館.
- 永田義夫: 1974, 『改訂理科 指導書3年 第2部(指導と研究)』, 新興出版社啓林館.
- 永田義夫: 1974, 『改訂理科 指導書6年 第2部(指導と研究)』, 新興出版社啓林館.
- 中野久男: 1975, 「1年 じしゃく 内容の重点化をはかる学習過程のくふう」, 『初等理科教育』9(4), pp.14-17.
- 永野重史・宮脇昭 他: 1996, 『理科 3』, 教育出版, pp.86-97.
- 永野重史・宮脇昭 他: 1996, 『理科 6下』, 教育出版, pp.44-57.
- 中屋敷中: 1972, 「6年 電磁石」, 『初等理科教育』6(6), pp.22-25.
- 成田宏子: 1975, 「1年 じしゃく」, 『初等理科教育』9(4), pp.58-61.
- 西村功: 1976, 「1学年 3月の理科」, 『初等理科教育』10(3), pp.44-45.
- 萩原憲二: 1991, 「電流の働きについての問題意識が連続・発展していく問題解決 -6年「電流の働き」の複数問題並行活動を通して-」, 『初等理科教育』25(7), pp.18-21.
- 長谷川誠二: 1977, 「自分の考えをすすんで実証する態度を育てる授業 6年 電磁石」, 『初等理科教育』11(10), pp.72-75.
- 八戸市立下長小学校研究グループ: 1975, 「低学年における教育機器活用 1年 じしゃく」, 『初等理科教育』9(9), pp.54-57.
- 花岡正紀: 1977, 「低学年における学習過程の一考察 1年 じしゃく」, 『初等理科教育』11(9), pp.58-61.
- 馬場英克: 1977, 「3年「じしゃくのせいしつ」の指導 鉄釘にも磁極が存在するという発想を生み出す過程」, 『初等理科教育』11(4), pp.68-71.
- 樋本董: 1975, 「子供の探究行動と過程の評価 1年 じしゃく」, 『初等理科教育』9(3), pp.42-45.
- 日高敏隆 他: 1996, 『小学校理科 3年』, 学校図書, pp.92-101.

- 日高敏隆 他：1996,『小学校理科 6 年上』, 学校図書, pp.51-62.
- 平井小学校 1 年部会：1976,「1 年 じしゃく」,『初等理科教育』10(6), pp.14-17.
- 平野覚：1993,「エネルギー変換の見方や考え方を育てる教師の関わり方 - 6 年「電流のはたらき」の実践を中心に -」,『初等理科教育』27(8), pp.30-33.
- 広島支部：1992,「6 学年 電磁石を作る 調べる(1)」,『初等理科教育』26(2), pp.56-58.
- 広島支部：1992,「6 学年 電磁石を作る 調べる(2)」,『初等理科教育』26(3), pp.58-60.
- 藤井隆, 蓮沼宏 他：1974,『新訂 あたらしいりか 1』, 東京書籍, pp.56-61.
- 藤井隆, 蓮沼宏 他：1974,『新訂 新しい理科 3』, 東京書籍, pp.50-63.
- 藤井隆, 蓮沼宏 他：1974,『新訂 新しい理科 6 下』, 東京書籍, pp.74-84.
- 松宮滋樹：1996,「複線型授業の条件を探る - 6 年「電流のはたらき」 -」,『初等理科教育』30(3), pp.46-49.
- 三浦江久：1974,「6 年 電磁石」,『初等理科教育』8(2), pp.56-59.
- 三浦登, 奥井智久 他：1996,『新編新しい理科 3』, 東京書籍, pp.82-91.
- 三浦登, 奥井智久 他：1996,『新編新しい理科 6 下』, 東京書籍, pp.28-39.
- 三木直輝：1995,「子どもの見方や考え方を捉え変容を促す教師の関わり - 6 年「電流のはたらき」の実践を通して -」,『初等理科教育』29(3), pp.26-29.
- 南敦：1991,「こだわりから新たな見方や考え方へ - 6 年「電流のはたらき」の実践を通して -」,『初等理科教育』25(11), pp.26-30.
- 森田和良：1996,「楽しくなる電気の授業 - 6 年「電流のはたらき」を例にして -」,『初等理科教育』30(12), pp.32-35.
- 森田和良：1996,「新しい子供観と理科の授業 - 6 年「電流のはたらき」 -」,『初等理科教育』30(9), pp.40-43.
- 森田英雄：1977,「子どもの考えを生かす授業 3 年 じしゃくのせいしつ」,『初等理科教育』11(7), pp.102-105.
- 矢代光宏：1972,「1 年 じしゃく」,『初等理科教育』6(6), pp.14-17.
- 山口直文：1974,「問題の意識化を深める手だて 1 年 じしゃく」,『初等理科教育』8(12), pp.40-43.
- 吉岡栄一：1972,「3 年 磁石」,『初等理科教育』6(2), pp.46-49.
- 吉岡栄一：1973,「3 年 じしゃく」,『初等理科教育』7(3), pp.42-45.
- 和達清夫, 川村智治郎, 近藤正夫, 西沢一俊 他：1974,『改訂 標準りか 1 ねん』, 教育出版, pp.50-55.
- 和達清夫, 川村智治郎, 近藤正夫, 西沢一俊 他：1974,『改訂 標準理科 3 年』, 教育出版, pp.98-105.
- 和達清夫, 川村智治郎, 近藤正夫, 西沢一俊 他：1974,『改訂 標準理科 6 年下』, 教育出版, pp.78-88.

## 謝 辞

本論文の作成に当たっては、多くの先生方からご指導・ご助言を賜りました。主査であり指導教官である武村重和先生には、研究領域に関する豊富な知見を踏まえて懇切丁寧に指導していただきました。また、審査委員である秋山幹雄先生、落合洋先生、中原忠男先生、森分孝治先生、吉森讓先生からは、様々な研究視点に基づいたご指摘・ご提言をいただきました。

理科教育学講座の池田秀雄先生、磯崎哲夫先生、V.U.マンザーノ先生、大鹿聖公先生、藤井浩樹先生には、研究を進めていく過程で様々な面においてご配慮いただきました。

このほかにも、(財)応用教育研究所に貴重な教育資料を提供していただきました。さらに、本研究で実施した各種実態調査に対して、先生方や児童の皆さんのご理解を得ることにより、多くの小学校にご協力いただきました。

ここに心から感謝の意を表します。

平成10年12月22日

平 野 俊 英

## 巻末資料

- |      |   |       |
|------|---|-------|
| 資料 1 | 昭和52年 3 月実施実態調査及び平成 9 年 3 月実施<br>実態調査で用いた質問紙                                    | 1 6 3 |
| 資料 2 | 電気回路と電流の働きに関する理解過程を重視した<br>実践カリキュラムで用いた児童用ワークシート                                | 1 9 0 |
| 資料 3 | 昭和52年 3 月実施実態調査，平成 9 年 3 月実施<br>実態調査，平成 9 年 3 月実施実験群実態調査に<br>おける各質問紙の正答数に関するデータ | 1 9 2 |
| 資料 4 | 平成 5 年 7 月実施実態調査で用いた質問紙   | 1 9 5 |
| 資料 5 | 平成10年 9 月実施教師調査で用いた質問紙  | 2 0 2 |

資料1 昭和52年3月実施実態調査及び平成9年3月実施実態調査  
で用いた質問紙 [第1章～第3章]

— 第一学年固有問題 質問紙	1 6 4
— 第二学年固有問題 質問紙	1 6 7
— 第三学年固有問題 A 質問紙	1 7 0
— 第三学年固有問題 B 質問紙	1 7 3
— 第四学年固有問題 質問紙	1 7 6
— 第五学年固有問題 質問紙	1 7 9
— 第六学年固有問題 質問紙	1 8 2
— 学年共通問題 質問紙	1 8 5
— 児童背景問題 質問紙 (低学年版／中・高学年版)	1 8 6

1年

No. \_\_\_\_\_

ちょうさ (1)

じしゃくについてのちょうさ

- \* これはテストではありません。
- \* じゅんばんに こたえましょう。
- \* こたえの ばんごうから あなたの かんがえに ちかいものを 1つ えらんで、ばんごうに ○ を つけましょう。
- \* まちがえた ときは、けしごむで けてして やりなおしましょう。

1ねん \_\_\_\_\_くみ ( おとこ ・ おんな ) ばんごう \_\_\_\_\_  
なまえ \_\_\_\_\_

(3) つぎの ものを じしゃくに ちがづけて みました。  
ただしい ぶんは どれでしょうか。

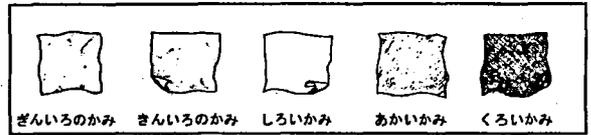


1. どれも じしゃくに つく
2. じゅうえんだまと ごえんだまは いろが ちがうので つかないが、ほかの ものは じしゃくに つく
3. どれも じしゃくに つかない
4. アルミはくは つかないが、おかねは どれも つく
5. アルミはくと いちえんだまは つかないが、ほかの ものは つく

(4) つぎの したもの の うちで じしゃくに つかない ものは どれでしょうか。



(1) つぎのような かみを じしゃくに ちがづけて みました。  
ただしい ぶんは どれでしょう。



1. かみは なにいろでも じしゃくに つかない
2. ぎんいろと きんいろの かみは じしゃくに つく
3. ぎんいろの かみは じしゃくに つく
4. きんいろの かみは じしゃくに つく
5. ぐろの かみは じしゃくに つく

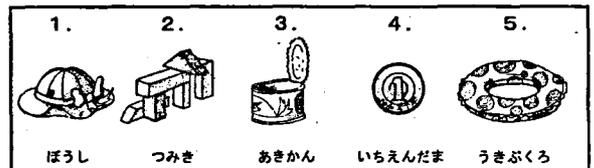
(2) つぎのような かみを じしゃくに ちがづけて みました。  
ただしい ぶんは どれでしょう。



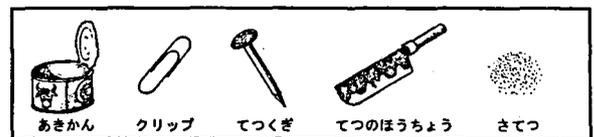
1. ちいさい かみは つくが、おおきい かみは つかない
2. かみは、かたちや おおきさが どんなに なっていても じしゃくには つかない
3. じしゃくの かたちの かみは じしゃくに つく
4. まるい かみは じしゃくに つく
5. さんかくの かみは じしゃくに つく

- 1 -

(5) つぎの したもの の うち、じしゃくに つくものは どれでしょうか。



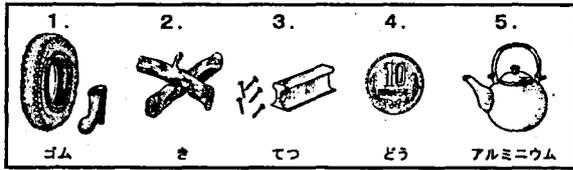
(6) つぎの ものを じしゃくに ちがづけて みました。  
ただしい ぶんは どれでしょうか。



1. あきかんや ほうちようの ように おおきい ものは じしゃくに つかない
2. さてつは こまかいので じしゃくに つくが、ほかの ものは つかない
3. さてつと クリップは じしゃくに つくが、ほかの ものは つかない
4. クリップは じしゃくに つかないが、ほかの ものは つく
5. どれも じしゃくに つく

資料1  
第一学年固有問題

(7) つぎの しなもの のうち、じしゃくにつくものは  
どれでしょうか。



(8) てつのかぎにいろをぬってから、じしゃくにちかづけて  
みました。ただしいぶんはどれでしょうか。

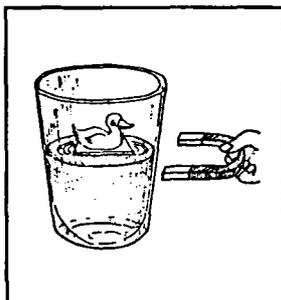
1. いろをぬるとじしゃくにつかなくなる
2. あかいいろをぬるとじしゃくにつかなくなる
3. あおいいろはぬってもじしゃくにつくが、  
ほかのいろだとつかなくなる
4. どんないろをぬってもじしゃくにつく
5. しろいいろはぬってもじしゃくにつくが、  
ほかのいろだとつかなくなる

- 4 -

(11) つぎのぶんで だしもの は どれでしょうか。

1. じしゃくには、<sup>金</sup>ものならなんでもつく
2. ガラスや木でも、じしゃくとおなじかたちにすると  
じしゃくにつく
3. じしゃくにつくのは、あかいいろのついたものだけで  
ある
4. てつでできているものは、じしゃくにつく
5. じしゃくによっては、木やガラスをつけるものが  
ある

(12) じしゃくをちかづけたら、おもちゃのことりが  
ちかづいてきました。どのようなしくみになっていると  
おもいますか。



1. こたりのなかにちいさい  
くぎが いらてある
2. こたりのなかにゴムが  
いらてある
3. こたりのなかにアルミ  
はくが いらてある
4. こたりのなかにでんきが  
いらてある
5. こたりのなかにろうそく  
が いらてある

- 6 -

(9) てつのかぎのかたちや おおきさをかえて、じしゃくに  
ちかづけてみました。ただしいぶんは どれでしょうか。



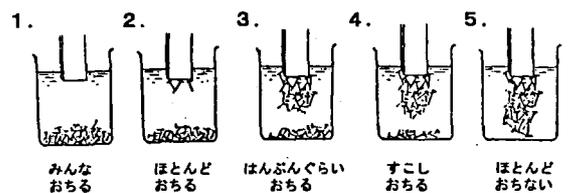
1. てつのかぎは、かたちや おおきさをかえても  
じしゃくにつく
2. どれもじしゃくにつくが、とくに U のかたちに  
したものがよくつく
3. まるいかたちにすると、じしゃくにつかなくなる
4. U のかたちにすると、じしゃくにつくときと  
つかないときがある
5. みじかくすると、つきにくくなる

(10) じしゃくに てつのかぎをつけようと おもいます。  
ただしいぶんは どれでしょうか。

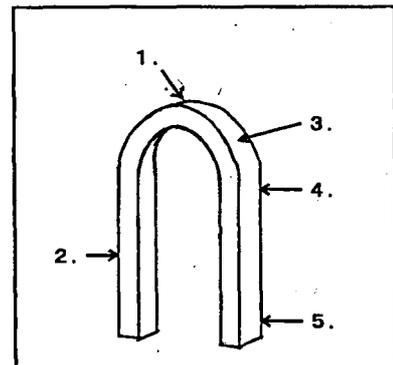
1. てつのかぎは、どのようにしても、じしゃくに  
つかない
2. じしゃくをくぎにちかづけると、くぎがじしゃくに  
とびつくことがある
3. じしゃくがくぎにさわると、やっどつく
4. じしゃくをくぎにおしつけると、やっどつく
5. じしゃくでくぎをこすると、やっどつく

- 5 -

(13) じしゃくにちいさいくぎがたくさんついて  
います。これをしずかにみずのなかにいれると、  
くぎは どのようになるでしょうか。

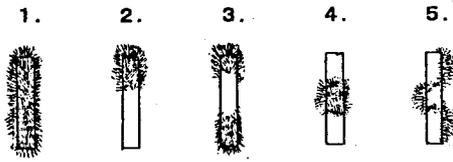


(14) じしゃくのひきつける ちからが いちばん つよい  
ところは どの ところ でしょうか。



資料1  
第一学年固有問題

(15) さてつの なかから じしゃくを ひきあげました。  
さてつの つきかたが たいしいのは どれでしょうか。



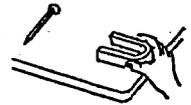
(17) じしゃくをつけたら、はこが もちあがりました。  
はこの なかには なにが はいって いるのでしょうか。

1. じゅうえんたま
2. どんぐり
3. こがねむし
4. ごえんたま
5. サイダーの ピンの せん

(16) つぎの ぶんで たいしいのは どれですか。

1. じしゃくに でんきを とおすと、ちからが つよくなる
2. じしゃくを かなづちで たたいても、じしゃくの ちからは かわらない
3. われた じしゃくでも、さてつを ひきあげる
4. じしゃくは 火の なかに いれると、ちからが つよくなる
5. じしゃくを みずの なかに いれると、ちからが よくなる

(18) みぎの えの ようにして、  
くぎに じしゃくを ちかづけ  
ると、どうなるでしょうか。



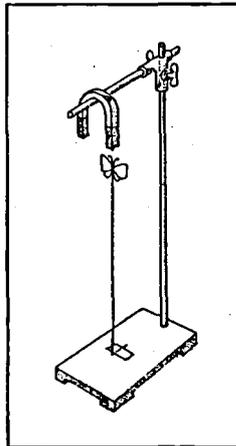
1. くぎは うごかない
2. じしゃくの ほうへ くぎが ころがって くる
3. くぎの あたまだけ じしゃくにつく
4. くぎは じしゃくから にげるように ころがる
5. くぎは まっすぐに たつ

- 8 -

- 9 -

(19) クリップで ちょうをつくり、  
じしゃくの ちからで とばし  
ました。てで さわらないで  
ちょうを おとすには どの  
やりかたが よいでしょうか。

1. あいだに 木の いたを いれる
2. あいだに いちえんたまを  
いれる
3. あいだに ビニルの したじきを  
いれる
4. あいだに あきかんの ふたを  
いれる
5. あいだに うちわを いれる



(20) じしゃくが 2つ あります。ちからの  
つよいのは どちらか しらべるのに よい  
やりかたは どれでしょうか。



1. 2つの じしゃくの おおきさを くらべる
2. じしゃくに でんちを ちかづけて くらべる
3. じしゃくに ちいさい くぎが なんぼん つくかで  
くらべる
4. 2つの じしゃくを くっつけたり ひきはなしたり して  
くらべる
5. じしゃくを みずの なかに いれてみて くらべる

2年

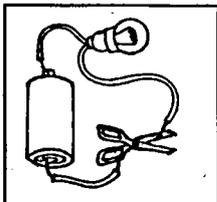
No. \_\_\_\_\_

でんきとじしゃくについてのちょうさ

- \* これはテストではありません。
- \* じゅんぱんにこたえましょう。
- \* こたえのばんごうからあなたのかんがえにちかいものを1つえらんで、ばんごうに○をつけましょう。
- \* まちがえたときは、けしごむでけてやりなおしましょう。

2ねん \_\_\_\_\_くみ (おとこ・おんな) ばんごう \_\_\_\_\_  
なまえ \_\_\_\_\_

(4) 下の絵のように、どうせんのあいだにいろいろなものをつないであかりがつくかどうかしらべました。



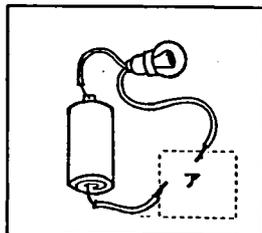
- あかりがつくもの  
はさみ 1元だま くぎ びょう
- あかりがつかないもの  
けしゴム ものさし ビーだま がようし

上のことからどんなことがいえるでしょう。

1. 木でできているものはあかりがつく
2. 白いいろのものはあかりがつく
3. 金ものでできているものはあかりがつく
4. じしゃくにつくものはあかりがつく
5. おもいものはあかりがつく

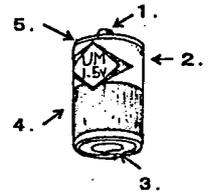
(5) つぎのものをアにつないだとき、あかりがつくのはどれでしょう。

1. プラスチックの 下じき
2. 本
3. つみ木
4. じゅうえんだま
5. クレヨン



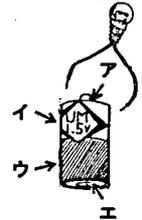
ちょうさ(1)

(1) かんでんちのマイナスはどこのことでしょうか。よいものをえらびましょう。

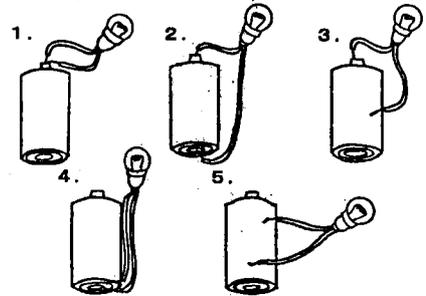


(2) 下の絵で、どうせんをかんでんちのどことどこにつなげばあかりがつくでしょう。

1. アとイ
2. アとウ
3. アとエ
4. イとウ
5. ウとエ



(3) 下の絵で、まめでんきゅうにあかりがつくのはどれでしょう。



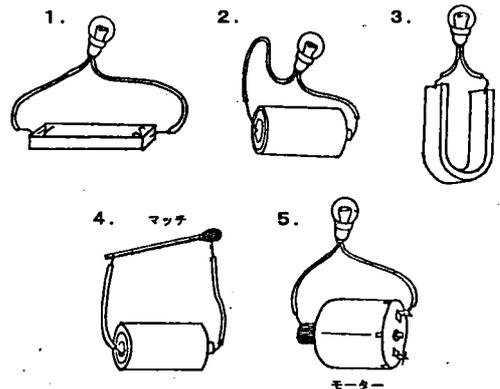
- 1 -

(6) 下の絵のように、つないでもあかりがつかなかったのわけをしらべました。1つだけ よくない しらべかたがあります。どれでしょう。



1. ソケットの中のまめでんきゅうのゆるみをしらべる
2. まめでんきゅうをとりかえてみる
3. かんでんちをとりかえてみる
4. かんでんちをよくにする
5. どうせんとかんでんちがよくついているかどうかしらべる

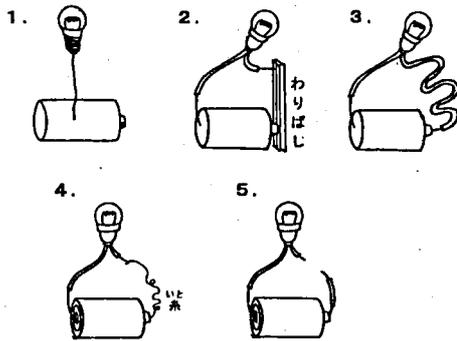
(7) 下の絵の中で、あかりがつくものを1つえらびましょう。



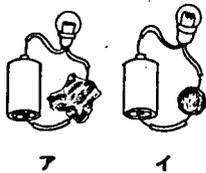
モーター

資料 1  
第二学年固有問題

(8) 下の絵の中で、あかりがつくものを 1つ えらびましょう。



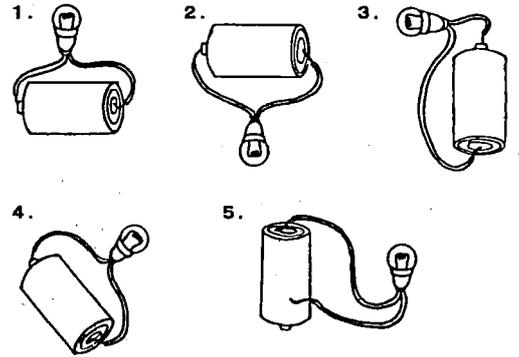
(9) アのように、たいらな アルミはくをつないだとき、あかりが つきました。イのように、アルミはくを まるめて つなぐと、あかりの つきかたは どうなるでしょう。



1. アのほうがイよりも あかるくなる
2. イのほうがアよりも あかるくなる
3. アも イも あかるさは 同じ
4. イは あかりが つかない
5. イは ついたり きえたり する

- 4 -

(10) 下の絵で、まめでんきゅうの あかりが つかないのは どれでしょう。



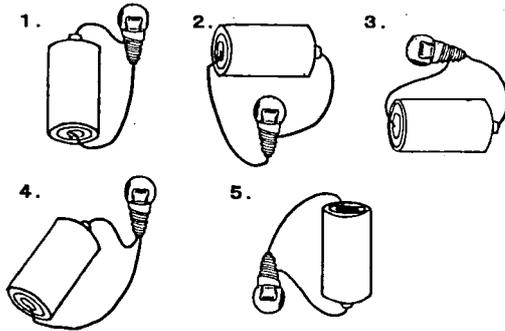
(11) 下の絵のように つないでも、あかりが つきませんでした。その わけとして よいものを 1つ えらびましょう。



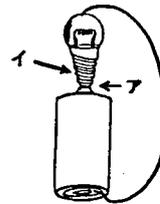
1. かんでんちが ななめになっているから
2. 1本の どうせんが マイナスの きよくの ちゅうしんに つながっていないから
3. 1本の どうせんが みじかいから
4. かんでんちの プラスと マイナスと つないで いないから
5. まめでんきゅうが 上に ありすぎるから

- 5 -

(12) ソケットを つかっていない 下の絵で、まめでんきゅうの あかりが つかないのは どれでしょう。

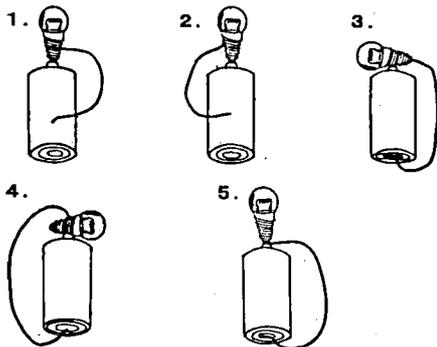


(14) 下の絵のように つないでも、あかりが つきませんでした。その わけとして よいものを えらびましょう。

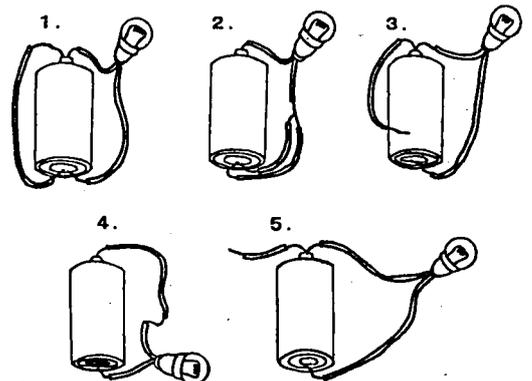


1. どうせんが 1本しか ないから
2. かんでんちの マイナスの ちゅうしんに どうせんをつないでいるから
3. どうせんを かんでんちの マイナスと イのところにつないでいないから
4. どうせんを かんでんちの マイナスと ガラスの ところにつないでいないから
5. まめでんきゅうと かんでんちが くっついているから

(13) ソケットを つかっていない 下の絵で、まめでんきゅうの あかりが つくのは どれでしょう。

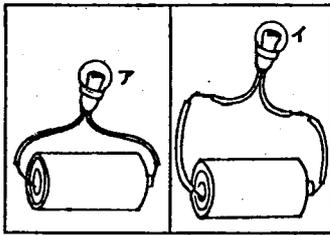


(15) 下の絵の中で、あかりが つかないのは どれでしょう。



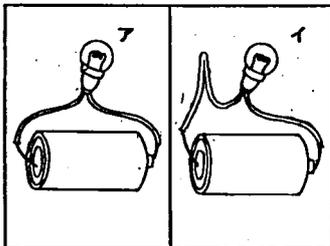
資料 1  
第二学年固有問題

(16) アとイの まめでんきゅうの あかるさを くらべてみました。イの まめでんきゅうの あかるさは、アと くらべて どうなる でしょう。



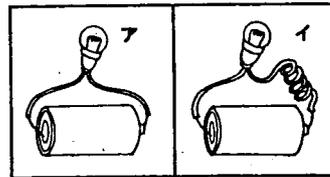
1. イが あかるい
2. イが くらい
3. かわらない
4. イは つかない
5. イは ついたり きえたりする

(17) アとイの まめでんきゅうの あかるさを くらべてみました。イの まめでんきゅうの あかるさは、アと くらべて どうなる でしょう。



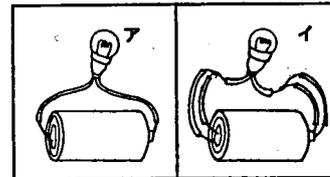
1. イが あかるい
2. イが くらい
3. かわらない
4. イは つかない
5. イは ついたり きえたりする

(18) アとイの まめでんきゅうの あかるさを くらべてみました。イの まめでんきゅうの あかるさは、どうなる でしょう。



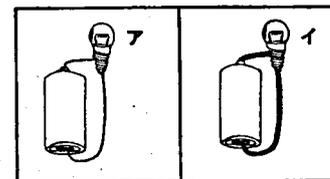
1. イが あかるい
2. イが くらい
3. かわらない
4. イは つかない
5. イは ついたり きえたりする

(19) アとイの まめでんきゅうの あかるさを くらべてみました。イの まめでんきゅうの あかるさは、アと くらべて どうなる でしょう。



1. イが あかるい
2. イが くらい
3. かわらない
4. イは つかない
5. イは ついたり きえたりする

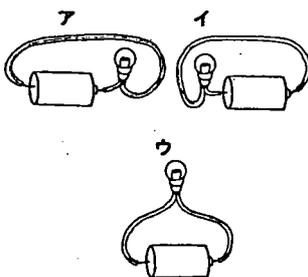
(20) アとイの まめでんきゅうの あかるさを くらべてみました。イの まめでんきゅうの あかるさは、アと くらべて どうなる でしょう。



1. イが あかるい
2. イが くらい
3. かわらない
4. イは つかない
5. イは ついたり きえたりする

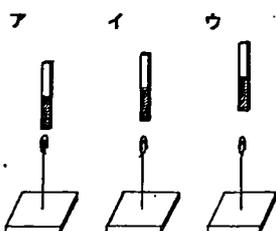
- 8 -

(27) まめでんきゅう 1ここと かんでんち 1こを 下の絵のように つなぎました。あかるさは どうなる でしょう。



1. アが いちばん あかるい
2. イが いちばん あかるい
3. ウが いちばん あかるい
4. アと イが あかるく、ウは くらい
5. あかるさは どれも 同じ

(30) つよさの ちがう じしゃくで、糸に つないだ クリップを 上につりあげました。これいじょう 上に じしゃくを あげると、クリップは おちてしまいます。どの じしゃくが いちばん つよい でしょう。



1. アが いちばん つよい
2. イが いちばん つよい
3. ウが いちばん つよい
4. どれも つよさは 同じ
5. つよさは きめられない

- 9 -

3年A

No. \_\_\_\_\_

ちょうさ (I)

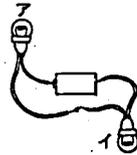
でんきとじしゃくについてのちょうさ

\* これはテストではありません。  
 \* じゅんばんにこたえましょう。  
 \* こたえのばんごうからあなたのかながえにちかいものを一つえらんで、ばんごうに○をつけましょう。  
 \* まちがえたときは、けしごむでけてやりなおしましょう。

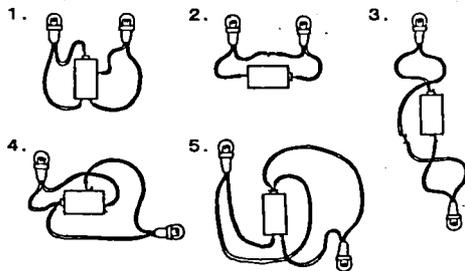
3ねん \_\_\_\_くみ (おとこ・おんな) ばんごう \_\_\_\_  
 なまえ \_\_\_\_\_

(4) 図のように、まめ電球をつけたとき、アの明るさはイにくらべてどうですか。

1. イより明るい
2. イより少し明るい
3. イと同じ明るさ
4. イより少し暗い
5. イより暗い

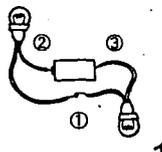


(5) 下の図で2このまめ電球をへいれつつなぎにしたものはどれですか。



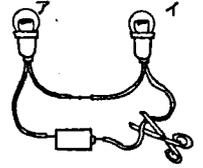
(6) 図のようにどう線を①、②、③の順にアかん電池につなぎました。まめ電球のつきかたはどうですか。

1. アがはじめにつく
2. イがはじめにつく
3. ア、イとも同時につく
4. アはいつになってもつかない
5. イはいつになってもつかない



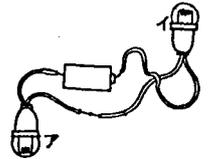
(1) まめ電球に明かりがついているとき、図のようにどう線をはさみで切りはなすと、まめ電球の明かりはどうなりますか。

1. アのまめ電球だけ消える
2. イのまめ電球だけ消える
3. ア、イのまめ電球とも消える
4. ア、イのまめ電球とも同じ明るさでついている
5. ア、イのまめ電球とも少し暗くなる



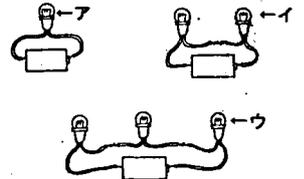
(2) 右の図のア、イのまめ電球の明るさをくらべると、

1. アはイより暗い
2. イはねじれているからアより暗い
3. アはかん電池より下にがあるから明るい
4. イはかん電池より上にあるから明るい
5. アもイも明るさは同じ



(3) まめ電球を右の図のようにつないで、明るさをくらべると、

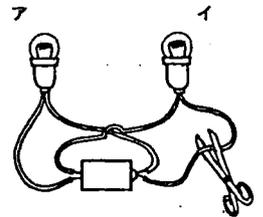
1. ア、イ、ウの明るさはみんな同じ
2. イが一番暗い
3. アが一番明るい
4. イが一番明るい
5. ウが一番明るい



- 1 -

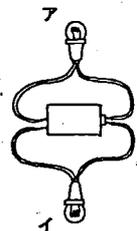
(7) まめ電球に明かりがついているとき、図のようにどう線をはさみで切りはなすと、

1. アが消える
2. イが消える
3. ア、イとも消える
4. イは暗くつく
5. アはとでも明るくつく

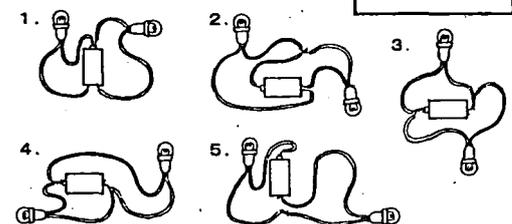


(8) 右の図のようにまめ電球をつけたとき、アの明るさはどうですか。

1. イより明るい
2. イより少し明るい
3. イの明るさと同じ
4. イより少し暗い
5. イより暗い

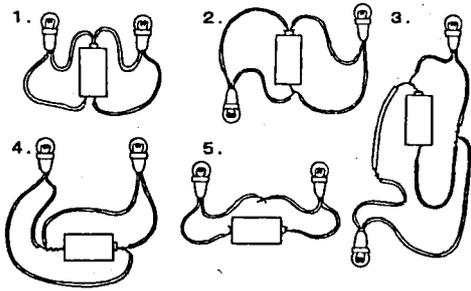


(9) 下の図のようにつないだとき、まめ電球が2ことも右の図より暗くつくのはどれですか。

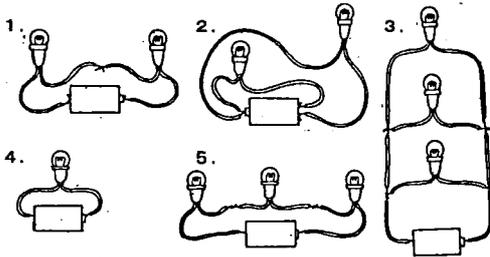


資料 1  
第三学年固有問題 A

(10) 下の図で 2この まめ電球を ちよくれつつなぎにしたものはどれですか。



(11) 下の図のように まめ電球をつないだとき、かん電池のへりかたの一番すくないのはどれですか。



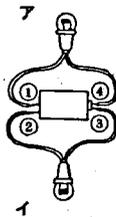
(12) 上の図のように まめ電球をつないだとき、かん電池のへりかたの一番おおいのはどれですか。

1. 2. 3. 4. 5.

- 4 -

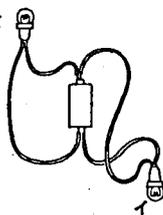
(16) 図のように、どう線を①、②、③、④の順にかん電池につなぎました。まめ電球のつきかたはどうですか。

1. アがはじめにつく
2. イがはじめにつく
3. ア、イとも同時につく
4. アはいつになってもつかない
5. イはいつになってもつかない

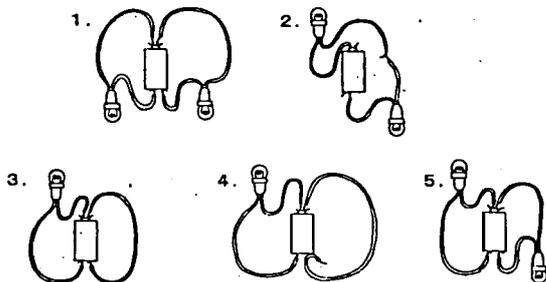


(17) ア、イのまめ電球がついています。アを消すとイはどうなりますか。

1. イも同時に消える
2. イは1分たつと消える
3. イは暗くなる
4. イの明るさはかわらない
5. イは明るくなる



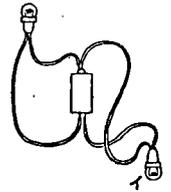
(18) つぎの図で、かん電池のへりかたのはやいのはどれですか。



- 6 -

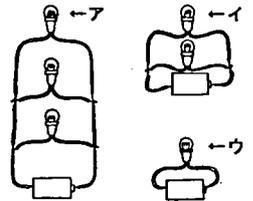
(13) 右の図の ア、イのまめ電球の明るさをくらべると、

1. アはイより暗い
2. イはねじれているからアより暗い
3. アもイも明るさは同じ
4. アはかん電池より上にあるから明るい
5. イはかん電池より下にあるから明るい



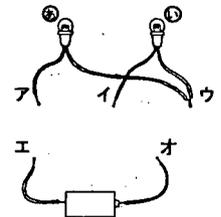
(14) まめ電球を図のようにつないだとき、ア、イ、ウのまめ電球の明るさをくらべました。よいのはどれでしょう。

1. アが一番明るい
2. イが一番明るい
3. ウが一番明るい
4. ウが一番暗い
5. 明るさはみんな同じ



(15) 右の図で、②、③の両方のまめ電球に明かりをつけるにはどう線をどのようにつなげばよいですか。

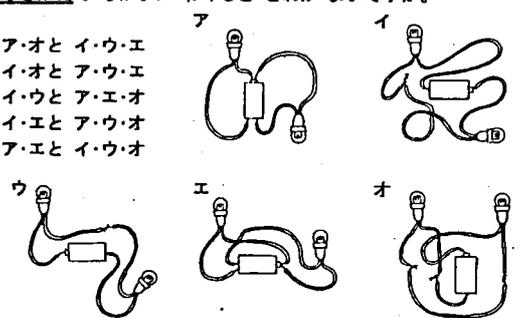
1. アとエ、イとオ
2. アとエ、ウとオ
3. アとイ、エとオ
4. アとオ、エとウ
5. イとエ、オとウ



- 5 -

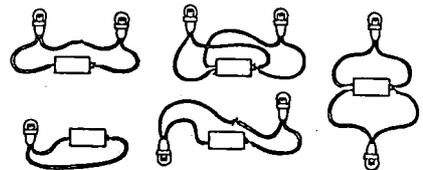
(19) 図のように、まめ電球が2こともつくようにつなぎました。つなぎかたでなかまにわけるとどれがよいですか。

1. ア・オとイ・ウ・エ
2. イ・オとア・ウ・エ
3. イ・ウとア・エ・オ
4. イ・エとア・ウ・オ
5. ア・エとイ・ウ・オ



(20) 図のようにまめ電球をつないだとき、どんなことがしらべられますか。

1. かん電池にいろいろなつなぎかたをしたときのまめ電球の明るさ
2. かん電池の上にあるまめ電球の明るさ
3. かん電池の下にあるまめ電球の明るさ
4. とちゅうでどう線をつないだときのまめ電球の明るさ
5. かん電池にまめ電球を2こつないだときの明るさが同じこと



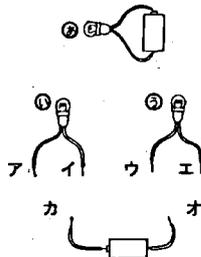
- 7 -

(21) 同じものをつかって  
図のようにつないでみると、  
⑦より⑧のまめ電球は、



1. 電気を多くつかうのではやく消える
2. 電気を少なくつかうのではやく消える
3. 電気を多くつかうのでおそく消える
4. 電気を少なくつかうのでおそく消える
5. 電気を同じようにつかうので同じに消える

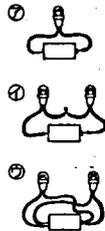
(22) ①、②の両方のまめ電球を  
③の明るさと同じようにつける  
には、どう線をどのようにつなげば  
よいですか。



1. アとオ、イとウ、エとカ
2. アとイ、ウとエ、オとカ
3. アとエ、イとオ、ウとカ
4. アとイ、イとオ、ウとカ、ウとエ
5. アとオ、イとカ、ウとオ、エとカ

(23) 図のように3つのつなぎかたをしたとき、かん電池の  
へりかたをしらべるのに一番よいのはどれですか。

1. ①・②・③とも新しいかん電池と  
まめ電球をつかう
2. ①・②・③とも新しいまめ電球を  
つかう
3. ①と②だけ新しいかん電池をつかう
4. ③は①と②よりも後からまめ電球を  
つける
5. ③のまめ電球1こをつないでおく



3年B

No. \_\_\_\_\_

ちょうさ (1)

でんきとじしゃくについてのちょうさ

- \* これはテストではありません。
- \* じゅんばんにこたえましょう。
- \* こたえのばんごうからあなたのかんがえにちかいものを1つえらんで、ばんごうに○をつけましょう。
- \* まちがえたときは、けしごむでけてしてやりなおしましょう。

3ねん \_\_\_\_\_ くり ( おとこ ・ おんな ) ばんごう \_\_\_\_\_  
なまえ \_\_\_\_\_

(4) ぼうじしゃくのNきょくをしらべるのに一番よいと思う方法をえらびましょう。

1. 一方のきょくを紙やすりでみがく
2. 氷にうかべて、氷を指すきょくをしらべる
3. もう1つのじしゃくのNきょくをちかづけてみる
4. さてつをふりかけてみる
5. じしゃくの色をしらべる

(5) 右の図のようにぼうじしゃくについているぬい針をはなして下のようにならべました。ぬい針のきょくで正しいものはどれですか。

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.



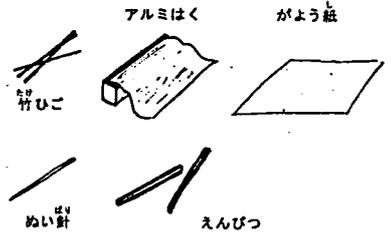
(6) ぼうじしゃくのNきょくを方位じしんにちかづけました。方位じしんはどうなるでしょう。



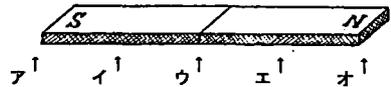
1. 方位じしんのNきょくがひきつけられる
2. 方位じしんのSきょくがひきつけられる
3. 方位じしんはあまり動かない
4. 方位じしんのNきょくがちかづいたり、Sきょくがちかづいたりする。
5. 方位じしんがくるくるまわってとまらない

(1) じしゃくでこするとじしゃくになりやすいものをえらびましょう。

1. 竹ひご
2. アルミはく
3. がよう紙
4. ぬい針
5. えんぴつ

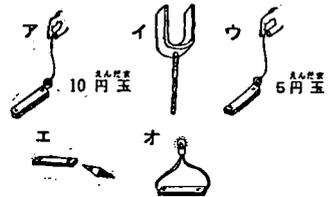


(2) 下の図のぼうじしゃくでひきつける力の一番強いところはどこでしょう。



1. アとイ
2. イ
3. ウ
4. アとオ
5. イとエ

(3) 右の図で正しいものはどれですか。

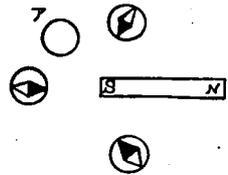


1. ア
2. イ
3. ウ
4. エ
5. オ

- 1 -

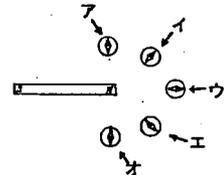
(7) ぼうじしゃくのまわりに図のように方位じしんをおきました。アのじしんの向きの正しいものをえらびなさい。

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.



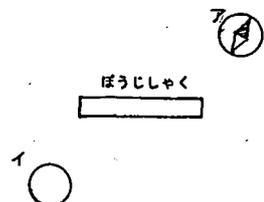
(8) ぼうじしゃくのNきょくのまわりに方位じしんをおいて針の向きを書きました。まちがって書いたのはどれですか。

1. ア
2. イ
3. ウ
4. エ
5. オ



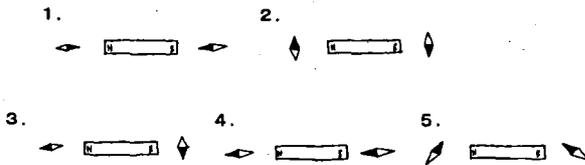
(9) ア、イのところに方位じしんをおいて上から見たところです。イの方位じしんはどんな向きになりますか。

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.



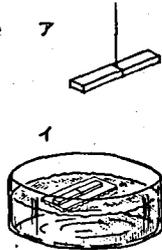
資料1  
第三学年固有問題B

(10) ぼうじしゃくの きよくの まわりに 方位じしんをおきました。つぎの図で たいしいものは どれでしょう。



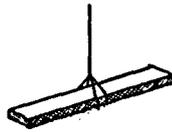
(11) 右の図のように、それぞれの じしゃくを自由に うごけるように しました。たいしいものは どれでしょう。

1. アの じしゃくは 南北を 指さない
2. イの じしゃくは 南北を 指さない
3. どの じしゃくも みんな 南北を 指す
4. イの じしゃくは 東と西を 指す
5. イの じしゃくだけ 南北を 指す



(12) 右の じしゃくのように、ぼうじしゃくを ひもで つるしたら 南と北を 指して 止まりました。南を 指す きよくの 記号を えらびましょう

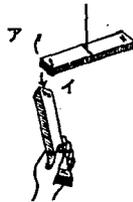
1. W
2. E
3. S
4. N
5. M



-4-

(16) ぼうじしゃくをつるして 止まったとき、ほかの ぼうじしゃくを 図のように ちかづけました。つるした ぼうじしゃくは どうなりますか。

1. イのほうへ 動く
2. アのほうへ 動く
3. イのほうへ 動くときが多い
4. アとイのほうへ 動くときがある
5. 動かないで 止まっている



(17) ア・イ・ウ・エの それぞれの 場所で、ぼうじしゃくの 力の強さを しらべました。力の強い 順で たいしいものは どれですか。

1. エ・ウ・イ
2. ウ・イ・エ
3. ア・イ・ウ
4. イ・ア・エ
5. イ・ウ・エ

(18) ぼうじしゃくを 割ってしまいました。1~5の中で たいしいものは どれですか。

1. じしゃくの きよくは なくなりました
2. 新しく イには Sきよく、ウには Nきよくが できた
3. 割れる前と 同じように、アとエだけに きよくがある
4. イには Nきよく、ウには Sきよくが できた
5. ア・イには きよくが なくなり、ウが Nきよくに なった



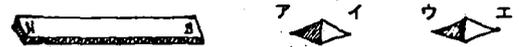
-6-

(13) じしゃくで こすった 2本の めい針を ちかづけたら、図のようになりました。イが Sきよくるとき、ウは どんなきよくですか。

1. Sきよく
2. Nきよく
3. Sきよくと Nきよくの ときがある
4. きよくは できていない
5. Xきよく



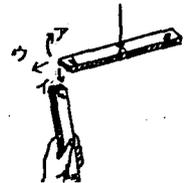
(14) ぼうじしゃくの そばに ぼうじしゃくを おいたところ、下の図のよう になりました。たいしいものを えらびましょう。



1. アも ウも Sきよくである
2. アは Sきよく、ウは Nきよくである
3. アも ウも Nきよくである
4. アは Nきよく、ウは Sきよくである
5. アとエの きよくは 同じ Sきよくである

(15) ぼうじしゃくをつるして 止まったとき、ほかの ぼうじしゃくを 図のように ちかづけました。つるした ぼうじしゃくは どうなりますか。

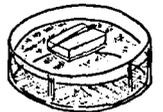
1. アのほうへ 動く
2. イのほうへ 動く
3. ウのほうへ 動く
4. アとイの 両方へ 動く
5. どちらへも 動かない



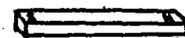
-5-

(19) めい針を ぼうじしゃくの Nきよくで こすってから、図のように 水にうかべました。めい針の 向きは どうなるでしょう。

1. めい針は 東と西を 向いて 止まる
2. めい針は とがったほうを 北を 向いて 止まる
3. めい針は どこを 向いて 止まるか きまっていない
4. めい針の とがったほうを 南を 向いて 止まる
5. めい針は 北と南を 向いて 止まる



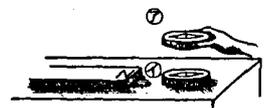
(20) ぼうじしゃくの まわりに はたらく じしゃくの 力の ようすを しらべることにしました。よい方法は どれですか。



1. ぼうじしゃくにおがくずを たくさん つけてみる
2. ぼうじしゃくの まわりに 方位じしんをおく
3. ぼうじしゃくを 水の中に入れてみる
4. ぼうじしゃくを 自由に 動くように つるす
5. ぼうじしゃくの 真ん中にくぎをつけてみる

(21) 下の図のように、つくえの上にある 強い ぼうじしゃくの Nきよくの そばに 方位じしんの ①をおきました。ぼうじしゃくの ほうを向いた 方位じしんの きよくは 何ですか。

1. ①、②とも Sきよく
2. ①、②とも Nきよく
3. ①が Sきよく、②は Nきよく
4. ①が Nきよく、②は Sきよく
5. ①、②とも くるくる まわる

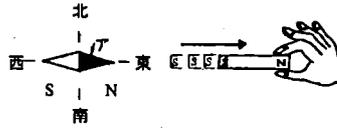


-7-

資料 1  
第三学年固有問題 B

(22) ぼうじしゃくのために、方位じしんが下の図のようになって  
います。ぼうじしゃくを一のようにしずかに動かしてとりのぞくと、  
アは どちらになりますか。

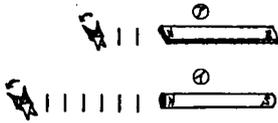
1. 北を指す
2. 西を指す
3. 南を指す
4. かわらない
5. ぐるぐるまわる



(23) じしゃくになっためい針について、つぎの 中から まちがって  
いるものをえらびなさい。

1. 針の とがったほうの 先だけ さいがつく
2. 自由に 動くようにすると 南北を 指す
3. Nきよくと Sきよくが できる
4. 針の 両はしの 力が 強い
5. 方位じしんを ちかづけると、方位じしんが 動く

(24) 方位じしんの そばに、①、②の じしゃくを 下の図のよう  
な ところまで ちかづけたら、じしんが 同じくらい ふれました。  
ただしいのはどれでしょう。



1. 2つの じしゃくの ひきつける力は 同じくらいだ
2. ①のじしゃくは 丸い ほうなので 力が 強い
3. ②のじしゃくは、①のじしゃくよりも 力が 強い
4. ①のじしゃくは、②のじしゃくよりも 力が 強い
5. ②のじしゃくの 力は、①のじしゃくの 力の はんぶんである

4年

No. \_\_\_\_\_

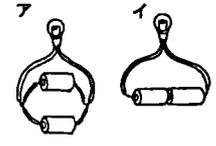
ちょうさ (I)

でんきとじしゃくについてのちょうさ

- \* これはテストではありません。
- \* じゅんばんにこたえましょう。
- \* こたえのばんごうからあなたのかんがえにちかいものを1つえらんで、ばんごうに○をつけましょう。
- \* まちがえたときは、けしごむでけてやりなおしましょう。

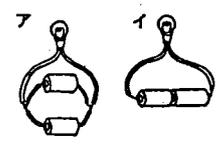
4ねん \_\_\_\_くみ ( おとこ・おんな ) ばんごう \_\_\_\_  
なまえ \_\_\_\_\_

(1) 下の図のようにかん電池2個をつないだとき、ア、イの明るさを比べ、正しいものをえらびなさい。



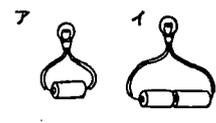
1. ア、イとも明るさは同じ
2. アの方が明るい
3. イの方が明るい
4. アの方はつくが、イはつかない
5. イの方はつくが、アはつかない

(2) 下の図のア、イのようにかん電池2個をつないだとき、豆電球のついている時間について正しいものをえらびなさい。



1. ついている時間は同じ
2. アの方が早く消える
3. イの方が早く消える
4. どちらもいえない
5. 明るさによってちがう

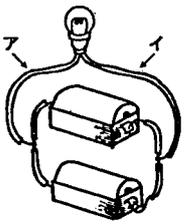
(3) 下の図のようにかん電池をア、イのようにつないだとき、豆電球の明るさを比べ、正しいものをえらびなさい。



1. ア、イとも明るさは同じ
2. アの方が明るい
3. イの方が明るい
4. アの方はつくが、イはつかない
5. イはつくが、アはつかない

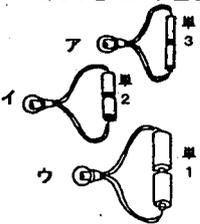
- 1 -

(4) かん電池2個を並列につなぎました。次の中でまちがっているものをえらびなさい。



1. 豆電球を流れる電流は、かん電池1個のときよりたくさん流れる
2. アとイは電流は同じ
3. かん電池1個のときと明るさは同じ
4. かん電池1個をはずしてもつく
5. 回路(電気の通り道の輪)の数は2つである

(5) 大きさのちがうかん電池2個を図のようにつないだときの明るさを比べ、正しいものをえらびなさい。



1. 明るさの順はア・イ・ウである
2. 明るさの順はウ・イ・アである
3. ア・イ・ウとも同じ明るさ
4. アとイは同じで、ウが暗い
5. アが明るく、イとウが暗い

(6) 下の図のアとイを比べると、どちらがたくさん電流が流れますか。正しいものをえらびなさい。



1. どちらもかん電池1個だから同じ
2. 明るくついたアの方が多い
3. 暗くついたイの方が多い
4. 明るさだけではどちらも言えない
5. 豆電球が1個だから同じ

(7) 下の図のアとイの電流計のふれはばを比べ、正しいものをえらびなさい。



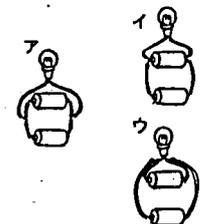
1. どちらも、かん電池2個だから同じ
2. 明るくついたアの方が大きい
3. 暗くついたイの方が大きい
4. 明るさだけではどちらも言えない
5. 豆電球が1個だから同じ

(8) 下の図のアとイの方位磁針のふれ方を比べ、正しいものをえらびなさい。



1. どちらも、かん電池2個だから同じ
2. 明るくついたアの方が大きい
3. 暗くついたイの方が大きい
4. 明るさだけではどちらも言えない
5. どちらも豆電球が1個だから同じ

(9) 下の図のようなかん電池のつなぎ方について説明してある文があります。正しいものをえらびなさい。



1. ア・イ・ウはみんな明るさがちがう
2. 明るさはみんな同じだが、ついている時間がちがう
3. アとイは明るさが同じだが、ウは暗い
4. 明るさも、ついている時間も同じ
5. アだけ、明るさがちがう

# 資料 1

## 第四学年固有問題

(10) かん電池2個を図イのようにつないだときの豆電球の明るさや ついている時間について、図アのような、かん電池1個のときと比べ、正しいものをえらびなさい。

ア  イ 

1. 明るさは同じだが、ついている時間はちがう
2. ア・イとも明るさも、ついている時間も同じ
3. イの方が暗いが、ついている時間は同じ
4. イの方が明るく、ついている時間は長い
5. イの方が暗く、ついている時間は短い

(11) かん電池2個を図イのようにつないだときの明るさや ついている時間について、図アのようなかん電池1個のときと比べ、正しいものをえらびなさい。

ア  イ 

1. 明るさは同じだが、ついている時間はちがう
2. ア・イとも明るさや、ついている時間も同じ
3. イの方が暗いが、ついている時間は同じ
4. イの方が明るくて、ついている時間が長い
5. イの方が暗く、ついている時間は短い

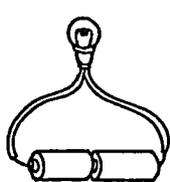
(12) かん電池2個を直列につなぎました。次の中で、まちがっているものをえらびなさい

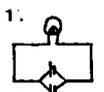
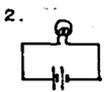
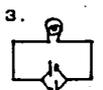
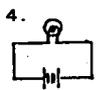
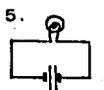


1. 2個のかん電池のうちの1個をとりはずしても豆電球は ついている
2. かん電池1個のときより 明るくつく
3. 電流は どれも 同じように 流れている
4. 電流は かん電池1個のときよりも 多く 流れる
5. 回路(電気の通り道の輪)の数は 1つである

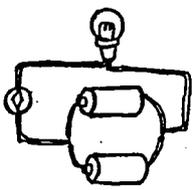
- 4 -

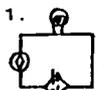
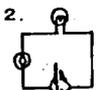
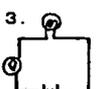
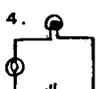
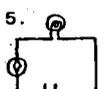
(16) かん電池2個を下の図のようにつないだものを記号で示すと正しいものは どれですか。



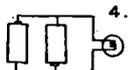
1. 
2. 
3. 
4. 
5. 

(17) かん電池2個を下の図のようにつなぎ、方位磁針を導線の上に平行においたときのようすを記号で示すと、正しいものはどれですか。



1. 
2. 
3. 
4. 
5. 

(18) 下の図は、かん電池2個をつないだものです。かん電池1個と同じ明るさのものをえらびなさい。

1. 
2. 
3. 
4. 
5. 

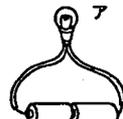
- 6 -

(13) 下の図のようにかん電池をアとイのようにつないだとき、豆電球の明るさを比べ、正しいものをえらびなさい。

ア  イ 

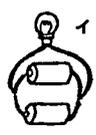
1. ア・イとも明るさは同じ
2. アの方が明るい
3. イの方が明るい
4. アの方はつくが、イはつかない
5. イの方はつくが、アはつかない

(14) 下の図のようにかん電池2個をア・イのようなつなぎ方にしたとき、ア・イの明るさを比べ、正しいものをえらびなさい。

ア  イ 

1. 明るさも、ついている時間も同じ
2. アの方が明るい、ついている時間は短い
3. イの方が明るい、ついている時間は短い
4. 明るさは同じだが、ついている時間はちがう
5. アの方が暗く、ついている時間は長い

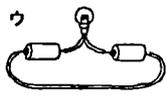
(15) 下の図のア・イは同じ明るさでした。このことからどのようなことが考えられますか。

ア  イ 

1. かた方のかん電池だけしか、はたらいていないから
2. かわりばんこに電気が流れるから
3. 2個あわせて、1個のときと同じになっているから
4. ときよく、ときよくの電気があわさって力が弱くなるから
5. イの方はかん電池がむだに使われているから

- 5 -

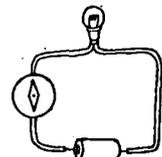
(19) 下の図のように2個のかん電池をつないだときの明るさについて、正しいものをえらびなさい。

ア  ウ 

イ  エ 

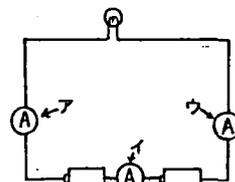
1. ア・イ・ウ・エの順に明るい
2. どれもみんな同じ明るさ
3. アが明るく、ほかはみんな同じ
4. ウだけが暗い
5. エは、かん電池1個と同じ明るさ

(20) かん電池の向きを逆におきかえると、導線の上に平行においた方位磁針の動きは、どうなりますか。正しいものをえらびなさい。



1. 同じ方向にふれる
2. 反対の方向にふれる
3. ふれなくなる
4. ふれはばが大きくなる
5. ふれはばが小さくなる

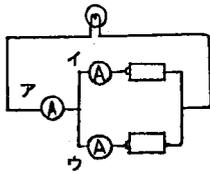
(21) 下の図で、ア、イ、ウのところを電流計でかっけて、電流の量を比べました。正しいものをえらびなさい。



1. ウにたくさん流れて、ア・イは同じ
2. ア・イ・ウとも同じ
3. ア・ウは同じ、イはちがう
4. ウ・ア・イの順で少なくなる
5. イはアとウを加えたもの

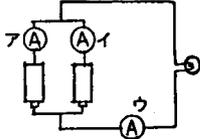
- 7 -

(22) 同じかん電池を使って、ア・イ・ウのところを電流計ではかって、電流の量を比べました。正しいものをえらびなさい。



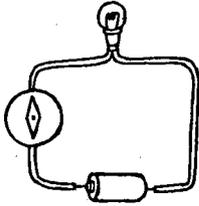
1. ア・イ・ウの順に多い
2. ア・イ・ウとも同じ
3. アが多く、イとウは同じ
4. イとウは電流が流れないところがある
5. アはイとウの半分である

(23) かん電池の並列つなぎについて、ア・イ・ウを流れる電流の量は どうなっていますか。



1. ア・イ・ウは同じ
2. ア・イ・ウはみんなちがう
3. アとイが同じで、ウは一番多い
4. アとイは同時に流れない
5. ア・イ・ウの順に多い

(24) 図のように電流の流れについて、方位磁針でしらべたときに、かん電池の向きを逆にすると、方位磁針のふれる向きがかわりました。このことから、どんなことが考えられますか。



1. 電流の量がふえること
2. 電流の量がへること
3. 電流の流れる向きにはきまりがあること
4. 電流の流れる向きにはきまりがない
5. 電流の流れ方によって明るさがちがう

5年

No. \_\_\_\_\_

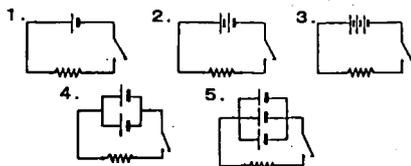
ちょうさ(1)

でんきとじしゃくについてのちょうさ

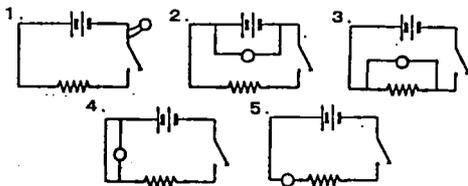
- \* これはテストではありません。
- \* じゅんばんにこたえましょう。
- \* こたえのばんごうからあなたのかながえにちかいものを1つえらんで、ばんごうに○をつけましょう。
- \* まちがえたときは、けしごむでけてやりなおしましょう。

5ねん \_\_\_\_くみ (おとこ・おんな) ばんごう\_\_\_\_  
なまえ \_\_\_\_\_

(4) 図でスイッチを入れたとき、電熱線の発熱が一番多いのはどれですか。ただし、電熱線はどれも同じです。



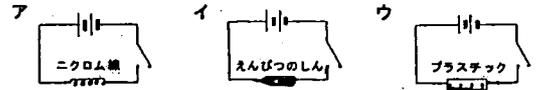
(5) 電熱線を流れる電流の量の大きさを測りたいと思います。電流計が正しく入れているのはどれですか。(○は電流計)



(6) 電流計を記号で書くと、どのように表しますか。

1. Ⓐ
2. ㉑
3. ⊕
4. ㉒
5. ㉓

(1) 下の図でスイッチを入れたとき、発熱するのはどれですか。次の文から1つ選びなさい。



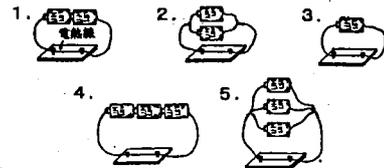
1. アだけ発熱する
2. イだけ発熱する
3. ウだけ発熱する
4. アとイは発熱する
5. アとウは発熱する

(2) 図でスイッチを入れたとき、電熱線が発熱するものはどれですか。



1. アだけ発熱する
2. イだけ発熱する
3. アとイは発熱するが、ウは発熱しない
4. アとウは発熱するが、イは発熱しない
5. ア・イ・ウのどれも発熱する

(3) 図でスイッチを入れたとき、電熱線の発熱が一番多いのはどれですか。ただし、電熱線はどれも同じです。



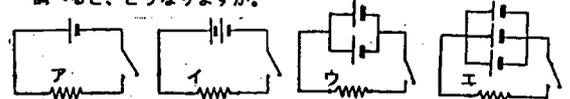
- 1 -

(7) スwitchを入れたとき、電流計の針のふれる大きさにあわせて正しい文を1つ選びなさい。(○は電流計)



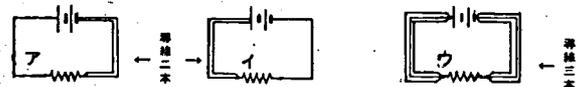
1. アとイがウとエより大きくふれる
2. ウとエがアとイより大きくふれる
3. アが一番大きく、イ・ウ・エの順にふれる
4. エが一番大きく、ウ・イ・アの順にふれる
5. どれも同じばにふれる

(8) スwitchを入れたとき、それぞれの電熱線に流れる電流の量を調べると、どうなりますか。



1. アが一番多く電流が流れる
2. イが一番多く電流が流れる
3. ウが一番多く電流が流れる
4. エが一番多く電流が流れる
5. どれも同じだけ電流が流れる

(9) 太さと長さが同じ電熱線と電池を、図のように、導線の本数をかえてつないだ。発熱について正しい文はどれですか。



1. アが一番多く発熱する
2. イが一番多く発熱する
3. ウが一番多く発熱する
4. アとイが多く発熱し、ウは少し発熱する
5. どれも同じだけ発熱する

# 資料 1

## 第五学年固有問題

(10) 太さと長さが同じ電熱線を下の図のような形にしてつないだ。発熱について正しい文はどれですか。



1. Iが一番多く、U・Aの順で発熱する
- 2.どれも同じ量だけ発熱する
- 3.どれも発熱するが、Iが一番多く発熱する
- 4.どれも発熱するが、Uが一番多く発熱する
- 5.どれも発熱するが、Aが一番多く発熱する

(11) 電熱線に電流を通して発熱を調べたところ、次の表のようになります。

かん電池の数	1	2	3	4	5
電流計の目もり	0.4	1.0	—	2.0	2.5
5分間水の中に入れたときの水の温度上昇	4℃	9℃	13℃	22℃	45℃

かん電池3個のとき、電流計の目もりはいくつになりますか。

1. 0.5
2. 1.1
3. 1.6
4. 1.8
5. 2.1

(12) (11)の表から、電流と発熱についてどんな関係があると言えるでしょうか。

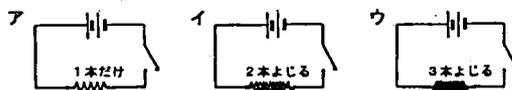
- 1.電流が多くなると、発熱は少なくなる
- 2.電流が多くなると、発熱は多くなる
- 3.電流が多くなっても、電熱線の色は変わらない
- 4.電流が多くなっても、水温は上がらない
- 5.電流の量と発熱には関係がない

(16) 長さが同じで、太さのちがう電熱線を、下の図のようにつないだ。発熱について正しい文はどれですか。



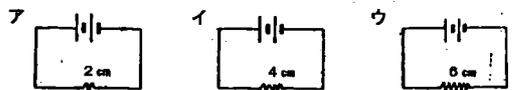
- 1.電流量はどれも同じだが、Aが一番細いので発熱が多い
- 2.電流量はどれも同じだが、Uが一番太いので発熱が多い
- 3.Aは電流が多く流れ、発熱が一番多い
- 4.Uは電流が多く流れ、発熱が一番多い
- 5.どれも電流量が同じだから、発熱は同じである

(17) 図のように、長さの同じ電熱線の本数をかえて、回路につないだ。発熱について答えなさい。



- 1.Aが一番多く発熱する
- 2.Aだけ発熱し、I・Uは発熱しない
- 3.Iが一番多く発熱する
- 4.Uが一番多く発熱する
- 5.どれも同じ量だけ発熱する

(18) 図のように、太さが同じで、長さのちがう電熱線があります。発熱について、正しい文はどれですか。



- 1.Aが一番多く、I・Uの順で発熱する
- 2.Iが一番多く、U・Aの順で発熱する
- 3.Iが一番多く、A・Uの順で発熱する
- 4.Uが一番多く、I・Aの順で発熱する
- 5.どれも同じに発熱する

(13) 電熱線が発熱しています。次のうちのどの色のとき温度が一番高いですか。

1. 暗い赤色のとき
2. 真っ赤になっているとき
3. 青く光っているとき
4. だいたい色にかがやいているとき
5. 白っぽくかがやいているとき

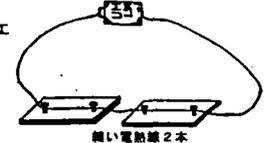
(14) 電熱線の太さによる発熱量のちがいを調べるとき、そろえる条件は何でしょうか。

- 1.かん電池の大きさと、導線の長さ
- 2.かん電池の大きさと、電熱線の重さ
- 3.かん電池の数と、電流の量
- 4.かん電池の数と、電熱線の長さ
- 5.かん電池の数と、導線の長さ

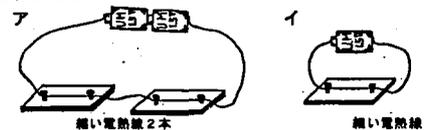
(15) 電熱線の太さと発熱の関係を調べるには、次のどの図を組み合わせたらいでしょうか。



1. AとI
2. AとU
3. AとE
4. IとU
5. IとE



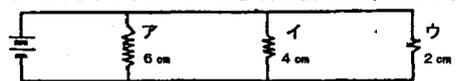
(19) 電熱線の長さ、発熱の関係を調べるには、次のどの図を組み合わせたらいでしょうか。



1. AとI
2. AとU
3. AとE
4. IとU
5. UとE



(20) 太さが同じで、長さのちがうア・イ・ウの電熱線が、図のように、つないであります。それぞれに流れる電流の量について答えなさい。

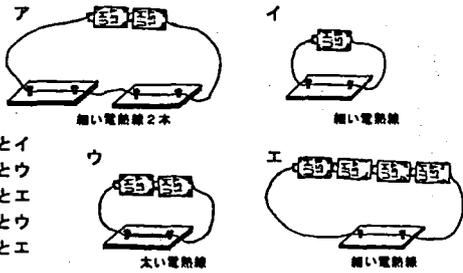


- 1.どれも同じ量の電流が流れる
- 2.Aが一番多く電流が流れる
- 3.Iが一番多く電流が流れる
- 4.Uが一番多く電流が流れる
- 5.どれも電流が流れない

(21) かん電池2個を直列につないだとき、電熱線の長さ、電流と発熱の間には、どんな関係があるでしょうか。

- 1.電熱線が長いと、電流が多く流れ、発熱が多くなる
- 2.電熱線が長いと、電流は少なくなるが、発熱は多くなる
- 3.電熱線が短いと、電流が多く流れ、発熱が多くなる
- 4.電熱線が短いと、電流が少なくなるが、発熱は多くなる
- 5.電熱線が長くても短くても、電流の量も発熱の量も同じである。

(22) 電流の量と発熱の関係を調べるには、次のどの図を組み合わせたらいでしょうか。



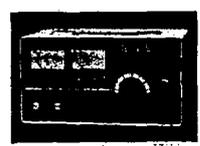
1. AとI
2. AとU
3. AとE
4. IとU
5. IとE

(23) 電流量の多い少ないによって、発熱のちがいを調べたいと思います。そろえる条件は何でしょうか。

1. 電熱線の重さと体積
2. 電熱線の太さと長さ
3. 電熱線の重さと長さ
4. 電熱線の太さと体積
5. 電熱線のよじれと長さ

(24) 下の文は、電源装置について述べた文です。正しくない文はどれですか。

1. 電源装置は電流の量を自由に  
変えることができる装置である
2. 電源装置は直列につないで使う
3. 電源装置のマイナスと電流計の  
プラスをつなぐ
4. 電流を多く流しすぎると、  
ヒューズが切れる
5. 電源装置は平らな所で使う



6年 No. \_\_\_\_\_

ちょうさ(1)

でんきとじしゃくについてのちょうさ

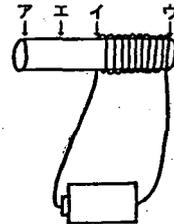
- \* これはテストではありません。
- \* じゅんばんにこたえましょう。
- \* こたえのばんごうからあなたのかんがえにちかいものを1つえらんで、ばんごうに○をつけましょう。
- \* まちがえたときは、けしごむでけてやりなおしましょう。

6ねん \_\_\_\_\_くみ (おとこ・おんな) ばんごう \_\_\_\_\_  
なまえ \_\_\_\_\_

(1) 電磁石のN極・S極は、どのようにして見分けたらよいでしょう。

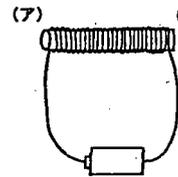
1. 乾電池で調べる
2. 方位磁針で調べる
3. 豆電球を使って調べる
4. 鉄や虫ピンをつけて調べる
5. 砂鉄をつけて調べる

(2) 次のような鉄の棒に導線を巻いたとき、どこにN極・S極ができるでしょう。



1. アとエ
2. アとイ
3. イとウ
4. アとウ
5. エとイ

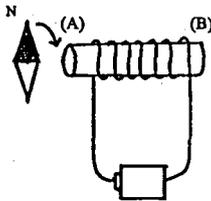
(3) 鉄しんに導線を巻いて図のように乾電池につないだとき、(ア)、(イ)にはどんな極ができるでしょう。



- |           |     |
|-----------|-----|
| (ア)       | (イ) |
| 1. S      | S   |
| 2. N      | N   |
| 3. N      | S   |
| 4. S      | N   |
| 5. 極はできない |     |

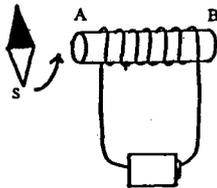
-1-

(4) 電磁石のはしを磁針に近づけたら、下の図の矢印のように動いてN極が(A)の方を向いて止まりました。このときの(B)はどうなっているでしょう。



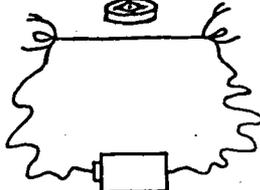
1. N極になっている
2. S極になっている
3. N極になったり、S極になったりする
4. N極、S極とはきまらない
5. 極はできない

(5) 上の図で乾電池の向きを反対にしてみました。このときのBはどうなっているでしょう。



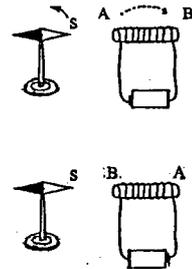
1. N極になっている
2. S極になっている
3. N極になったり、S極になったりする
4. N極、S極とはきまらない
5. 極はできない

(6) 図のように磁針のすぐ下に平行に電流を通した導線を近づけました。磁針はどうなるでしょう。



1. くるくるまわる
2. ふれない
3. 左右にふれつづける
4. S極とN極が反対になる
5. ななめになって止まる

(7) 図のように電磁石に乾電池をつなぎ、Aの方を磁針のS極に近づけると、磁針は電磁石からはなれました。下の図のようにBの方を磁針のS極に近づけると、磁針の動きはどうなるでしょう。

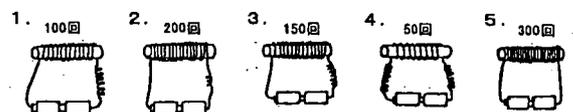


1. S極は電磁石からはなれる
2. S極は電磁石に近づく
3. N極が電磁石に近づく
4. 磁針は90°になって止まる
5. 磁針は止まらない

(8) 上の問いのわけについて選びましょう。

1. 電磁石はどの部分も同じ極であるから
2. 電磁石の電流の強さが変わったから
3. 電磁石の向はして極が反対であるから
4. 電磁石と磁針でモーターができるから
5. 電磁石と磁針では性質がちがうから

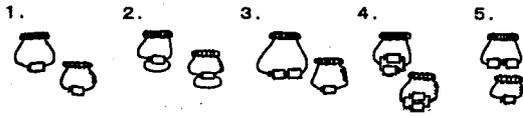
(9) 同じ長さの導線で巻き数のそれぞれちがった電磁石があります。一番強い力の電磁石はどれでしょう。



# 資料 1

## 第六学年固有問題

(10) 線の巻き数を変えると電磁石の強さは変わるかどうかを調べたいのです。どの方法がよいでしょう。



(11) 電磁石に図のように豆電球をつなぎました。豆電球の明かりはつくでしょうか。



1. つく
2. つかない
3. つくときもある
4. ついてすぐ消える
5. かすかにつく

(12) アルミ棒に導線を巻き、電流を通し、アルミ棒の先に物を近づけました。どれが正しいでしょう。



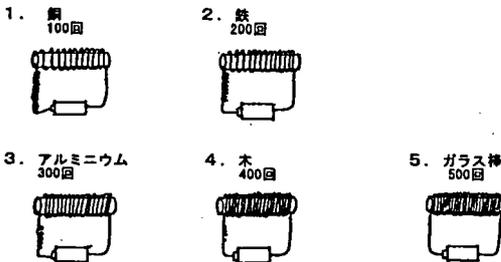
1. 一円玉がつく
2. 鉄くぎがつく
3. クリップならつく
4. 金物なら何でもつく
5. アルミ棒の先には何もつかない

- 4 -

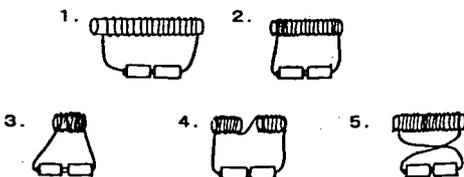
(16) 強い電磁石をつくりたいと思います。しんを何にして導線を巻いたらよいでしょう。

1. 木
2. 銅
3. アルミニウム
4. 鉄
5. ガラス

(17) コイルの中にいろいろなものを入れ、導線の巻き数も変えてみました。一番強い電磁石になるのはどれでしょう。

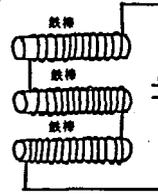


(18) 鉄しんの長さを変えた電磁石があります。力が一番強いのはどれでしょう。導線の長さや巻き数はどれも同じです。



- 6 -

(13) 電磁石の強さを調べるため、下のような配線をし、実験しました。電磁石や電池のつなぎ方を何といえますか。



1. 乾電池は直列つなぎ、電磁石は並列つなぎ
2. 乾電池も電磁石も直列つなぎ
3. 乾電池も電磁石も並列つなぎ
4. 乾電池は並列つなぎ、電磁石は直列つなぎ
5. 乾電池は直列つなぎで、電磁石は何でもない

(14) 電磁石をつくり、エナメル線に同じ電流が流れているとき、鉄を引きつけるのが一番強いのはどれでしょう

1. 巻き数が200回で鉄しんを入れたもの
2. 巻き数が100回で鉄しんを入れたもの
3. 巻き数が200回で銅のしんを入れたもの
4. 巻き数が100回で銅のしんを入れたもの
5. 巻き数が200回で何もしんを入れていないもの

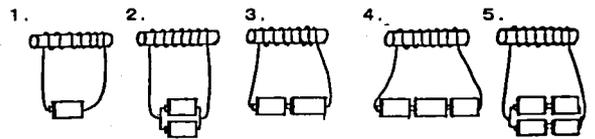
(15) 同じ電磁石にア、イ、ウのように乾電池をつないだとき、電磁石の強さはどう変わるでしょう。



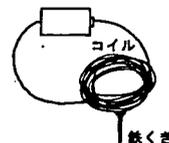
1. ア、イ、ウの順に強くなる
2. ウ、イ、アの順に強くなる
3. イが一番強く、ア、ウは同じ強さになる
4. イとウは同じ強さで、アはイ、ウより弱くなる
5. ア、イ、ウとも同じ強さである

- 5 -

(19) 同じ電磁石があります。一番強く引きつけるのはどれでしょう。

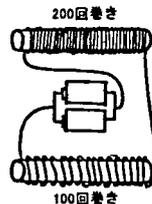


(20) 乾電池にコイルを図のようにつないで、コイルに鉄くぎを近づけてみました。鉄くぎはどうなるでしょう。



1. つく
2. つかない
3. 少しはつく
4. たえずゆれている
5. コイルのまわりをまわっている

(21) 電磁石を使って図のような実験をしました。何を調べる実験でしょう。

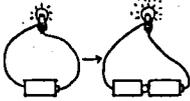


1. 巻き数によって電池のへり方を調べる
2. 巻き数がちがうと磁力の強さが変わることを調べる
3. 電流の量と磁力の強さを調べる
4. 極のちがいを調べる
5. 電流の量を調べる

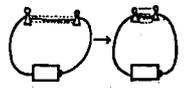
- 7 -

(22) 下の図にあてはまる正しい文はどれでしょう。

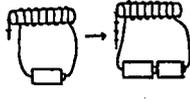
ア 豆電球の明るさ



イ 電熱線の発熱



ウ 磁力の強さ



1. ア、イ、ウはどれも電流の量に関係している
2. ア、イは電流の量に、ウはコイルの巻き数だけに関係している
3. アは電流の量、イは電熱線の長さや太さ、ウはコイルの巻き数だけに関係している
4. ア、イ、ウは電流の量に関係しない
5. イ、ウは電流の量に関係するが、アは関係しない

(23) 電磁石で電池の数と巻き数と磁石のすいつける力を調べたら次のような結果ができました。

電池の数	エナメル線の巻き数	すいつけられた鉄の重さ
1個	100回	6g
	150回	9g
2個	50回	6g

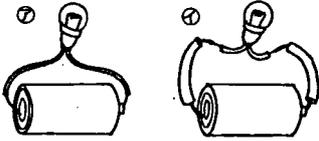
エナメル線を50回巻きつけて、電池1個をつないだときのすいつけられる鉄の重さを予想しましょう。

1. 6gより多い
2. 6gより少ない
3. 6g
4. つかない
5. 重さはきまらない

資料 1  
学年共通問題

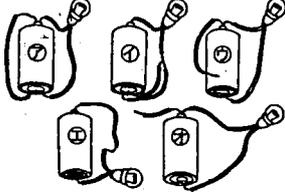
ちょうさ (2)

(25) ㊦と㊧のまめ電球の明るさをくらべてみました。  
㊦のまめ電球の明るさは㊦とくらべてどうなるでしょう。



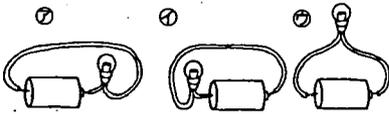
1. ㊦が明るい
2. ㊧が暗い
3. かわらない
4. ㊦はつかない
5. ㊦はついたりきえたりする

(26) 下の絵の中で、明かりがつかないのはどれでしょう。



1. ㊠
2. ㊡
3. ㊢
4. ㊣
5. ㊤

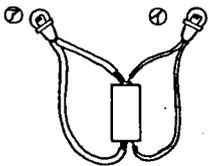
(27) まめ電球 1 こと、かん電池 1 ことを、  
下の絵のようにつなぎました。明るさは  
どうなるでしょう。



1. ㊦が一番明るい
2. ㊧が一番明るい
3. ㊨が一番明るい
4. ㊦と㊧が明るく、㊨は暗い
5. 明るさはどれも同じ

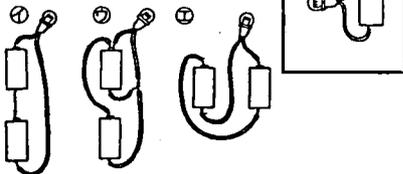
- 9 -

(31) 下の図で ㊦のまめ電球の明るさについて正しいのは  
どれですか。



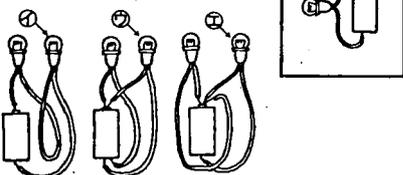
1. ㊦より明るい
2. ㊦より少し明るい
3. ㊦の明るさと同じ
4. ㊦より少し暗い
5. ㊦より暗い

(32) 下の図で ㊦よりも  
明るくつくまめ電球は  
どれですか。



1. ㊠, ㊡, ㊣
2. ㊠, ㊢
3. ㊠, ㊣
4. ㊡, ㊣
5. 明るくつくものは ない

(33) 下の図で ㊦と同じ  
明るさにつくまめ電球は  
どれですか。



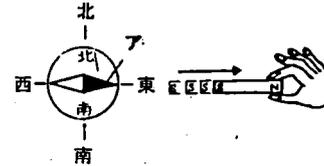
1. ㊠, ㊡, ㊣
2. ㊠, ㊢
3. ㊠, ㊣
4. ㊡, ㊣
5. 同じ明るさにつくものは ない

- 11 -

(28) つぎの中で正しい文は どれですか。

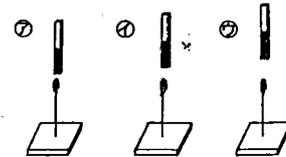
1. 一円玉や十円玉はじしゃくにつく
2. アルミはくは電気を通すけれど、じしゃくにはつかない
3. 金物はなんでもじしゃくにつく
4. 鉄くぎはじしゃくにつくけれど、電気は通さない
5. プラスチックの下じきはじしゃくにつく

(29) ぼうじしゃくのために、ほういじしんが  
下の図のようになっています。ぼう  
じしゃくを一のほうこうにうごかして  
とりのぞくとアは どうなりますか。



1. 北を指してとまる
2. 西を指してとまる
3. 南を指してとまる
4. かわらない
5. ぐるぐるまわる

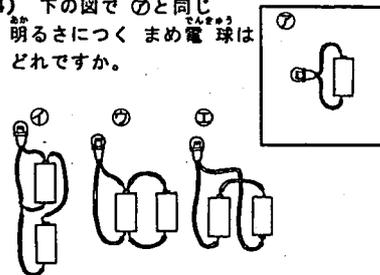
(30) 強さのちがうじしゃくで糸につないだ  
クリップを上につりあげました。  
これ以上上にじしゃくをあげると、  
クリップは落ちてしまいます。どの  
じしゃくが一番強いでしょう。



1. ㊦が一番強い
2. ㊧が一番強い
3. ㊨が一番強い
4. どれも同じ強さ
5. 強さはきめられない

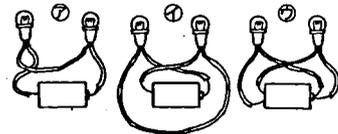
- 10 -

(34) 下の図で ㊦と同じ  
明るさにつくまめ電球は  
どれですか。



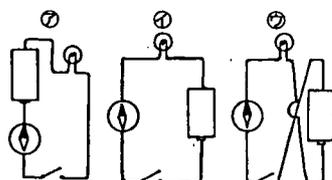
1. ㊠, ㊡, ㊣
2. ㊠, ㊢
3. ㊠, ㊣
4. ㊡, ㊣
5. 同じ明るさにつくものは ない

(35) 下の図で、2つのまめ電球のうち、1つをゆるめて  
消すと、もう1つも消えてしまうのは、どれですか。



1. ㊠, ㊡, ㊣
2. ㊠, ㊢
3. ㊡, ㊣
4. ㊠, ㊣
5. どれも消えない

(36) 下の図で、スイッチを入れたとき、ほういじしんが  
同じ向きにふれるのは、どれですか。



1. ㊠, ㊡, ㊣
2. ㊠, ㊢
3. ㊡, ㊣
4. ㊠, ㊣
5. ふれるのは ない

- 12 -

資料1  
児童背景問題(低学年)

ちょうさ (3)

37. きょうだいは、なんにんですか。  
(自分も 入れて かぞえなさい。)
1. 1人
  2. 2人
  3. 3人
  4. 4人
  5. 5人いじょう
38. あなたは、つぎの どれですか。
1. きょうだいは いない
  2. 兄さんと姉さんが いる
  3. 兄さんが いる
  4. 姉さんが いる
  5. いちばん 年上で ある
39. 家に 帰って だれと 遊ぶことが おおいですか。
1. 自分の きょうだい
  2. 年上の ともだち
  3. 同じ学年の ともだち
  4. 年下の ともだち
  5. そのほかの人
40. おもに、どんなところで 遊び ますか。
1. 原っぱや 川原などの ひろびろとしたところで
  2. 公園や 遊園地のような ところで
  3. 家の まわりや せまい道 などで
  4. マーケットのような たてもの 中や まわりで
  5. 自分の 家や 庭で
41. せいかつかは すきですか。
1. だいすき
  2. すき
  3. ふつう
  4. きらい
  5. だいきらい

学校の せいかつかの 勉強 について きたえましょう。

42. せいかつかの 勉強は やさしい ですか。
1. いちばん やさしい
  2. やさしいほうで ある
  3. ふつう
  4. むずかしいほうで ある
  5. いちばん むずかしい
43. せいかつかの 勉強は よく わかりますか。
1. とても よくわかる
  2. よくわかるほうで ある
  3. ふつう
  4. あまり わからない
  5. いちばん わからない
44. せいかつかの じゆぎょうのとき わかったことなどを、発 表し ますか。
1. とても よくする
  2. よくするほうで ある
  3. ふつう
  4. ときどき する
  5. めったに しない

45. せいかつかの じゆぎょうのとき わからないことなどを しつもん しますか。
1. とても よくする
  2. よくするほうで ある
  3. ふつう
  4. ときどき する
  5. めったに しない
46. 野原や 森、川原などで、 せいかつかの じゆぎょうを した ことがありますか。
1. なんども したことが ある
  2. ときどき したことが ある
  3. たまには したことが ある
  4. あまり したことが ない
  5. したことが ない
47. じゆぎょうで、せいかつかの テレビ番組を……
1. いつも よく みる
  2. よくみるほうで ある
  3. ときどき みる
  4. たまには みる
  5. みたことが ない

- 11 -

48. せいかつかの じゆぎょうのとき さぎょうは 自分から すずんで…
1. よく やる
  2. やるほうで ある
  3. たまには やる
  4. あまり やらない
  5. やらない

あなたは、家では どうして いますか

49. せいかつかの じゆぎょうのとき さぎょうの じゆんびや あとかた づけは、自分から すずんで…
1. よく やる
  2. やるほうで ある
  3. たまには やる
  4. あまり やらない
  5. やらない

51. 草や 木、花などを 自分で そだてたことがありますか。
1. なんども よく そだてた
  2. よく そだてたほうで ある
  3. ときどき そだてた
  4. たまには そだてた
  5. そだてたことは ない

52. カタツムリやコオロギ、オタマ ジャクシ、ザリガニなどを とって きて、自分で そだてたことが ありますか。
1. なんども よく そだてた
  2. よく そだてたほうで ある
  3. ときどき そだてた
  4. たまには そだてた
  5. そだてたことは ない

53. 月を かんそくして、きろくした ことがありますか。
1. なんども よく した
  2. よく したほうで ある
  3. ときどき した
  4. あまり したことが ない
  5. したことが ない

54. 石ころなどを 集めて、ひょう本 を つくったことが ありますか。
1. なんども よく つくった
  2. よく つくったほうで ある
  3. ときどきは つくった
  4. あまり つくったことが ない
  5. つくったことが ない

55. 草や花などを とって ひょう本 を つくったことが ありますか。
1. なんども よく つくった
  2. よく つくったほうで ある
  3. ときどきは つくった
  4. あまり つくったことが ない
  5. つくったことが ない

56. 虫などを とって ひょう本 を つくったことが ありますか。
1. なんども よく つくった
  2. よく つくったほうで ある
  3. ときどきは つくった
  4. あまり つくったことは ない
  5. つくったことが ない

57. 家で、けんぴきょうをつかって 生きものなどを 見たことが ありますか。
1. なんども よく 見た
  2. よく 見たほうで ある
  3. ときどきは 見た
  4. あまり 見たことが ない
  5. 見たことが ない

58. 家で、天体ぼうえんきょうを つかって 星を 見たことが ありますか。
1. なんども よく 見た
  2. よく 見たほうで ある
  3. ときどきは 見た
  4. あまり 見たことが ない
  5. 見たことが ない

59. 草や花、星、生きものなどに ついての 読み物(科学読み物)を 読んだことが ありますか。
1. なんども よく 読んだ
  2. よく 読んだほうで ある
  3. ときどきは 読んだことが ある
  4. あまり 読んだことが ない
  5. 読んだことが ない

- 12 -

資料 1  
児童背景問題(低学年)

60. 草や花、星、生きものなどに  
ついて、図かんをつかって、しら  
べたことがありますか。
1. なんどもよくつかった
  2. よくつかったほうである
  3. ときどきはつかったことがある
  4. あまりつかったことがない
  5. つかったことがない
61. 草や花、星、生きものなどに  
ついてのざっし(科学ざっし)を  
毎月読んでいますか。
1. 毎月読んでいる
  2. 毎月ではないが読んでいる
  3. ときどきは読んでいる
  4. たまには読むこともある
  5. ぜんぜん読まない
62. テレビの科学番組を見ることは  
好きですか
1. だいすき
  2. すき
  3. ふつう
  4. きらい
  5. だいきらい
63. 自動車やひこうき、船などの  
プラモデルやもけいをつくった  
ことがありますか。
1. なんどもよくつくった
  2. よくつくったほうである
  3. ときどきはつくった
  4. あまりつくったことがない
  5. つくったことがない
64. ラジオやきかいなどを分かい  
したり、組み立てたりしたことが  
ありますか。
1. なんどもよくある
  2. よくやったほうである
  3. ときどきやった
  4. あまりやったことがない
  5. やったことがない
65. 動物園や植物園、博物館などに  
行ったことがありますか。
1. なんどもよく行った
  2. よく行ったほうである
  3. ときどき行った
  4. たまには行った
  5. 行ったことがない

- 15 -

本質問紙は平成9年調査で低学年向けに  
用意したものである。昭和52年調査の低学  
年には次頁以降の中・高学年向けと同一の  
質問紙を用いた。

# 資料 1

## 児童背景問題(中・高学年)

### ちようき (3)

37. きょうだいは、なんにんですか。  
(自分も いれて かぞえなさい。)
1. 1 人
  2. 2 人
  3. 3 人
  4. 4 人
  5. 5 人いじょう
38. あなたは、つぎの どれですか。
1. きょうだいは いない
  2. 兄さんと姉さんが いる
  3. 兄さんが いる
  4. 姉さんが いる
  5. いちばん 年上で ある
39. 家に 帰って だれと 遊ぶことが おおいですか。
1. 自分の きょうだい
  2. 年上の ともだち
  3. 同じ学年の ともだち
  4. 年下の ともだち
  5. そのほかの人
40. おもに、どんなところで 遊び ますか。
1. 原っぱや 川原などの ひろびろとしたところで
  2. 公園や 遊園地のような ところで
  3. 家の まわりや せまい道 などで
  4. マーケットのような たてものの中や まわりで
  5. 自分の 家や 庭で
41. 理科は すきですか。
1. だいすき
  2. すき
  3. ふつう
  4. きらい
  5. だいきらい

48. 実けんは、自分から すずんで…
1. よく やる
  2. やるほうで ある
  3. たまには やる
  4. あまり やらない
  5. やらない
49. 実けんは、自分から すずんで…
1. よく やる
  2. やるほうで ある
  3. たまには やる
  4. あまり やらない
  5. やらない

50. クラブ活動は、つぎの どれに はいっていますか。
1. 理科や 算数に かんけいのある クラブ
  2. 国語や 社会科に かんけいのある クラブ
  3. 体育に かんけいのある クラブ
  4. 音楽や 園工に かんけいのある クラブ
  5. はいって いない

- あなたは、家では どうして いますか
51. 草や 木、花などを 自分で そだてたことがありますか。
1. なんども よく そだてた
  2. よく そだてたほうで ある
  3. ときどき そだてた
  4. たまには そだてた
  5. そだてたことは ない

52. カタツムリやコオロギ、オタマ ジャクシ、ザリガニなどを とって きて、自分で そだてたことが ありますか。
1. なんども よく そだてた
  2. よく そだてたほうで ある
  3. ときどき そだてた
  4. たまには そだてた
  5. そだてたことは ない

53. 月を かんそくして、きろくした ことが ありますか。
1. なんども よく した
  2. よく したほうで ある
  3. ときどき した
  4. あまり したことが ない
  5. したことが ない

### 学校の 理科の勉強 について きたえましょう。

42. 理科の勉強 は やさしいですか。
1. いちばん やさしい
  2. やさしいほうで ある
  3. ふつう
  4. むずかしいほうで ある
  5. いちばん むずかしい
43. 理科の勉強 は よくわかり ますか。
1. とても よくわかる
  2. よくわかるほうで ある
  3. ふつう
  4. あまり わからない
  5. いちばん わからない

44. わかったこと などを、発表 しますか。
1. とても よくする
  2. よくするほうで ある
  3. ふつう
  4. ときどき する
  5. めったに しない

54. 石ころなどを 集めて、ひょう本 を つくったことが ありますか。
1. なんども よく つくった
  2. よく つくったほうで ある
  3. ときどきは つくった
  4. あまり つくったことが ない
  5. つくったことが ない

55. 草や花などを とって ひょう本 を つくったことが ありますか。
1. なんども よく つくった
  2. よく つくったほうで ある
  3. ときどきは つくった
  4. あまり つくったことが ない
  5. つくったことが ない

56. 虫などを とって ひょう本を つくったことが ありますか。
1. なんども よく つくった
  2. よく つくったほうで ある
  3. ときどきは つくった
  4. あまり つくったことが ない
  5. つくったことが ない

45. わからないことなどを しつもん しますか。
1. とても よくする
  2. よくするほうで ある
  3. ふつう
  4. ときどき する
  5. めったに しない

46. 野原や森、川原などで、理科の じゆぎょうを したことが あり ますか。
1. なんども したことが ある
  2. ときどき したことが ある
  3. たまには したことが ある
  4. あまり したことが ない
  5. したことが ない

47. じゆぎょうで、理科の テレビ 番組を…
1. いつも よく みている
  2. よくみているほうで ある
  3. ときどき みている
  4. たまには みる
  5. みたことが ない

57. 家で、けんぴきょうをつかって 生きものなどを 見たことが あり ますか。
1. なんども よく 見た
  2. よく 見たほうで ある
  3. ときどきは 見た
  4. あまり 見たことが ない
  5. 見たことが ない

58. 家で、天体ぼうえんきょうを つかって 星を 見たことが あり ますか。
1. なんども よく 見た
  2. よく 見たほうで ある
  3. ときどきは 見た
  4. あまり 見たことが ない
  5. 見たことが ない

59. 理科の 読み物(科学読み物)を 読んだことが ありますか。
1. なんども よく 読んだ
  2. よく 読んだほうで ある
  3. ときどきは 読んだことが ある
  4. あまり 読んだことが ない
  5. 読んだことが ない

資料 1  
児童背景問題(中・高学年)

60. 理科の図かんをつかって、しらべたことがありますか。
1. なんどもよくつけた
  2. よくつけたほうである
  3. ときどきはつけたことがある
  4. あまりつけたことがない
  5. つけたことがない
61. 理科のざっしを毎月読んでいますか。
1. 毎月読んでいる
  2. 毎月ではないが読んでいる
  3. ときどきは読んでいる
  4. たまには読むこともある
  5. ぜんぜん読まない
62. テレビの科学番組を見ることは好きですか
1. だいすき
  2. すき
  3. ふつう
  4. きらい
  5. だいきらい
63. 自動車やひこうき、船などのプラモデルやもけいをつくったことがありますか。
1. なんどもよくつくった
  2. よくつくったほうである
  3. ときどきはつくった
  4. あまりつくったことがない
  5. つくったことがない
64. ラジオやきかいなどを分かったり、組み立てたりしたことがありますか。
1. なんどもよくある
  2. よくやったほうである
  3. ときどきやった
  4. あまりやったことがない
  5. やったことがない
65. 動物園や植物園、博物館などにいったことがありますか。
1. なんどもよく行った
  2. よく行ったほうである
  3. ときどき行った
  4. たまには行った
  5. 行ったことがない

資料2 電気回路と電流の働きに関する理解過程を重視した  
実践カリキュラムで用いた児童用ワークシート [第4章第3節]

ー 第四学年ワークシート

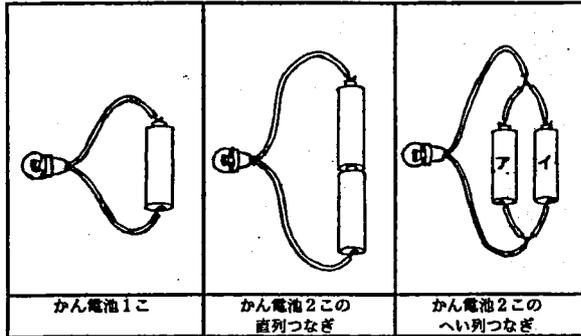
191

## 資料 2 第四学年ワークシート

4年	組	番	名前
----	---	---	----

かん電池2このちよくれつ・へいれつつなぎと  
かん電池の弱まり方

下の絵のように、まめ電球1こに「かん電池1こをつないだもの」、「かん電池2こをちよくれつにつないだもの」、「かん電池2こをへいれつにつないだもの」の3つがあります。まめ電球をかん電池につないだままにしておく、まめ電球の明かりはどのようになるでしょうか？ ためてみましょう。



① かん電池が早く弱くなって、まめ電球の明かりがさえるのは、どのつなぎ方でしょうか？

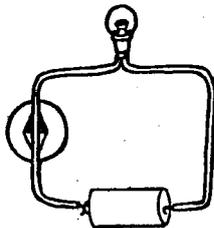
\* よそうしてみましょう。○をつけましょう。

かん電池1こ    かん電池2この  
直列つなぎ                      かん電池2この  
へい列つなぎ

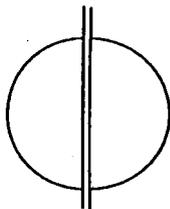
4年	組	番	名前
----	---	---	----

どう線のまわりの方位じしん

[1] まめ電球1こをかん電池1こにつないでいます。下の絵のように、方位じしんのはりと同じ向きにして、どう線を上におきます。このとき、方位じしんのはりの向きはどのようになるでしょうか？ ためてみましょう。



\* どのようになりましたか？ 下の絵に方位じしんのはりの向きをかきいれなさい。



\* 結果はどうになりましたか？ ○をつけましょう。

かん電池1こ    かん電池2この  
直列つなぎ                      かん電池2この  
へい列つなぎ

② かん電池が一番長くもって、まめ電球の明かりが長くついているのは、どのつなぎ方でしょうか？

\* よそうしてみましょう。○をつけましょう。

かん電池1こ    かん電池2この  
直列つなぎ                      かん電池2この  
へい列つなぎ

\* 結果はどうになりましたか？ ○をつけましょう。

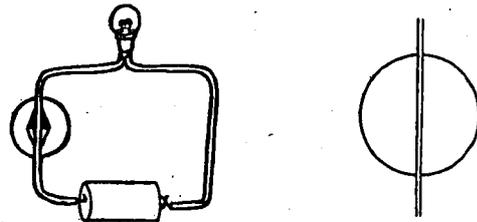
かん電池1こ    かん電池2この  
直列つなぎ                      かん電池2この  
へい列つなぎ

③ 左の「かん電池のへい列つなぎ」の図の中の2つのかん電池アとイについてたずねます。

\* まめ電球に明かりがついているとき、かん電池アとイが「両方ともつかわれている」のか、「1こだけつかわれている」のか、それとも「アのとイとるようにじゅんばんにつかわれている」のかをたしかめたいと思います。  
しらべる方法をかいてください。

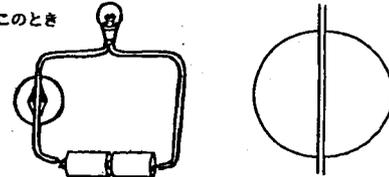
\* しらべた結果は、どうになりましたか？

\* かん電池の向きを逆にかえると、方位じしんのはりの向きはどうなりますか？ 下の絵に方位じしんのはりの向きをかきいれなさい。

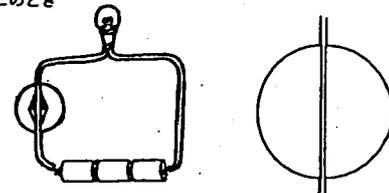


[2] かん電池を1こから2こ、3こと直列につなぐと、方位じしんのはりの向きはどうなりますか？ 下の絵に方位じしんのはりの向きをかきいれなさい。

\* かん電池が2このとき



\* かん電池が3このとき



資料3 昭和52年3月実施実態調査, 平成9年3月実施実態調査,  
平成9年3月実施実験群実態調査における各質問紙の  
正答数に関するデータ

- － 平均正答数・分散比 193  
    (学年固有問題部・学年共通問題部)
- － 正答数分布グラフ 194  
    (学年固有問題部)

資料 3  
3 調査の正答数データ

表1 生徒単位の平均正答数と標準偏差

		平均正答数	標準偏差	男子平均	女子平均	性差(男-女)
第一学年 固有問題	昭和52年調査	15.68	3.21	15.93	15.40	0.53
	平成9年調査	9.60	3.09	9.56	9.65	-0.09
	実験群調査	14.07	3.14	14.19	13.95	0.24
第二学年 固有問題	昭和52年調査	13.38	3.04	13.97	12.81	1.16
	平成9年調査	8.63	2.94	8.56	8.70	-0.14
	実験群調査	13.03	3.65	12.96	13.20	-0.24
第三学年 固有問題A	昭和52年調査	14.70	3.64	14.88	14.50	0.38
	平成9年調査	10.97	2.87	10.73	11.21	-0.48
	実験群調査	12.78	3.96	12.09	13.49	-1.40
第三学年 固有問題B	昭和52年調査	17.35	4.22	17.57	17.11	0.46
	平成9年調査	13.37	4.96	13.75	13.01	0.74
	実験群調査	13.77	4.67	13.74	13.79	-0.05
第四学年 固有問題	昭和52年調査	16.12	4.24	16.91	15.28	1.63
	平成9年調査	11.62	4.04	12.20	10.98	1.22
	実験群調査	15.53	3.60	15.31	15.78	-0.47
第五学年 固有問題	昭和52年調査	13.69	4.01	14.20	13.12	1.08
	平成9年調査	7.85	3.06	7.90	7.80	0.10
	実験群調査	11.60	3.92	11.93	11.33	0.60
第六学年 固有問題	昭和52年調査	14.88	3.81	15.79	13.90	1.89
	平成9年調査	12.72	3.70	12.85	12.58	0.27
	実験群調査	15.40	3.63	15.10	15.83	-0.73
共通問題 (第三学年)	平成9年調査	4.78	1.98	4.83	4.72	0.11
	実験群調査	4.93	1.93	4.66	5.21	-0.55
共通問題 (第四学年)	平成9年調査	4.72	2.34	4.86	4.58	0.28
	実験群調査	5.80	2.31	5.98	5.60	0.38
共通問題 (第五学年)	平成9年調査	4.15	2.06	4.06	4.25	-0.19
	実験群調査	4.87	1.95	5.13	4.65	0.48
共通問題 (第六学年)	平成9年調査	5.13	2.35	5.23	5.01	0.22
	実験群調査	6.39	2.81	6.51	6.22	0.29

注) 生徒単位の平均正答数とは、各生徒の正答数に関して集団全体で平均を直接求めたものである。  
なお、昭和52年調査に関しては、学年固有問題における生徒単位の正答数分布データが保存していたことから、この値から求まるデータのみ記載した。

表2 学校単位の平均正答数と標準偏差

	平成9年調査		実験群調査	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
第一学年固有問題	9.59	0.92	14.05	1.35
第二学年固有問題	8.78	1.32	12.99	1.56
第三学年固有問題A	10.94	1.02	12.85	1.52
第三学年固有問題B	13.29	2.04	13.92	2.13
第四学年固有問題	11.71	1.36	15.42	1.01
第五学年固有問題	7.97	0.93	11.56	1.24
第六学年固有問題	12.77	1.03	15.36	0.78
共通問題・第三学年	4.81	0.60	4.93	0.75
共通問題・第四学年	4.76	0.73	5.86	0.43
共通問題・第五学年	4.24	0.60	4.86	0.24
共通問題・第六学年	5.17	0.44	6.31	0.68

注) 学校単位の平均正答数とは、在校生の正答数に関して学校平均を求め、さらに学校間で学校平均に関して平均を求めたものである。

表3 各質問紙ごとの信頼度計数(KR-20)

(1) 学年固有問題部

	昭和52年調査	平成9年調査	実験群調査
第一学年	0.75	0.60	0.69
第二学年	0.68	0.63	0.78
第三学年A	0.73	0.52	0.75
第三学年B	0.79	0.82	0.80
第四学年	0.77	0.71	0.68
第五学年	0.73	0.55	0.71
第六学年	0.73	0.71	0.73

(2) 学年共通問題部

	平成9年調査	実験群調査
第三学年	0.38	0.35
第四学年	0.57	0.54
第五学年	0.46	0.37
第六学年	0.57	0.72

注) KR-20とはキューダー・リチャードソンの第20公式によって求めた値である。(下式)

$$r = \frac{k}{k-1} \left( \frac{\sum_{i=1}^k P_i(1-P_i)}{S^2} \right)$$

k: 問題数  
P<sub>i</sub>: 標準偏差  
P<sub>i</sub>: 各項目の問題の正答率

表4 生徒単位及び学校単位の平均正答数に見る分散比

		生徒単位の 標準偏差 σ	学校単位の 標準偏差 σ <sub>sch</sub>	分散の比 σ <sup>2</sup> <sub>sch</sub> /σ <sup>2</sup>
第一学年 固有問題	昭和52年調査	3.21		
	平成9年調査	3.09	0.92	0.09
	実験群調査	3.14	1.35	0.18
第二学年 固有問題	昭和52年調査	3.04		
	平成9年調査	2.94	1.32	0.20
	実験群調査	3.65	1.56	0.18
第三学年 固有問題A	昭和52年調査	3.64		
	平成9年調査	2.87	1.02	0.13
	実験群調査	3.96	1.52	0.15
第三学年 固有問題B	昭和52年調査	4.22		
	平成9年調査	4.96	2.04	0.17
	実験群調査	4.67	2.13	0.21
第四学年 固有問題	昭和52年調査	4.24		
	平成9年調査	4.04	1.36	0.11
	実験群調査	3.60	1.01	0.08
第五学年 固有問題	昭和52年調査	4.01		
	平成9年調査	3.06	0.93	0.09
	実験群調査	3.92	1.24	0.10
第六学年 固有問題	昭和52年調査	3.81		
	平成9年調査	3.70	1.03	0.08
	実験群調査	3.63	0.78	0.05
共通問題 (第三学年)	平成9年調査	1.98	0.60	0.09
	実験群調査	1.93	0.75	0.15
共通問題 (第四学年)	平成9年調査	2.34	0.73	0.10
	実験群調査	2.31	0.43	0.03
共通問題 (第五学年)	平成9年調査	2.06	0.60	0.08
	実験群調査	1.95	0.24	0.02
共通問題 (第六学年)	平成9年調査	2.35	0.44	0.04
	実験群調査	2.81	0.68	0.06

注) 昭和52年調査に関しては、学年固有問題における生徒単位の正答数分布データが保存していたことから、この値のみ記載した。

資料 3  
3 調査の正答数データ

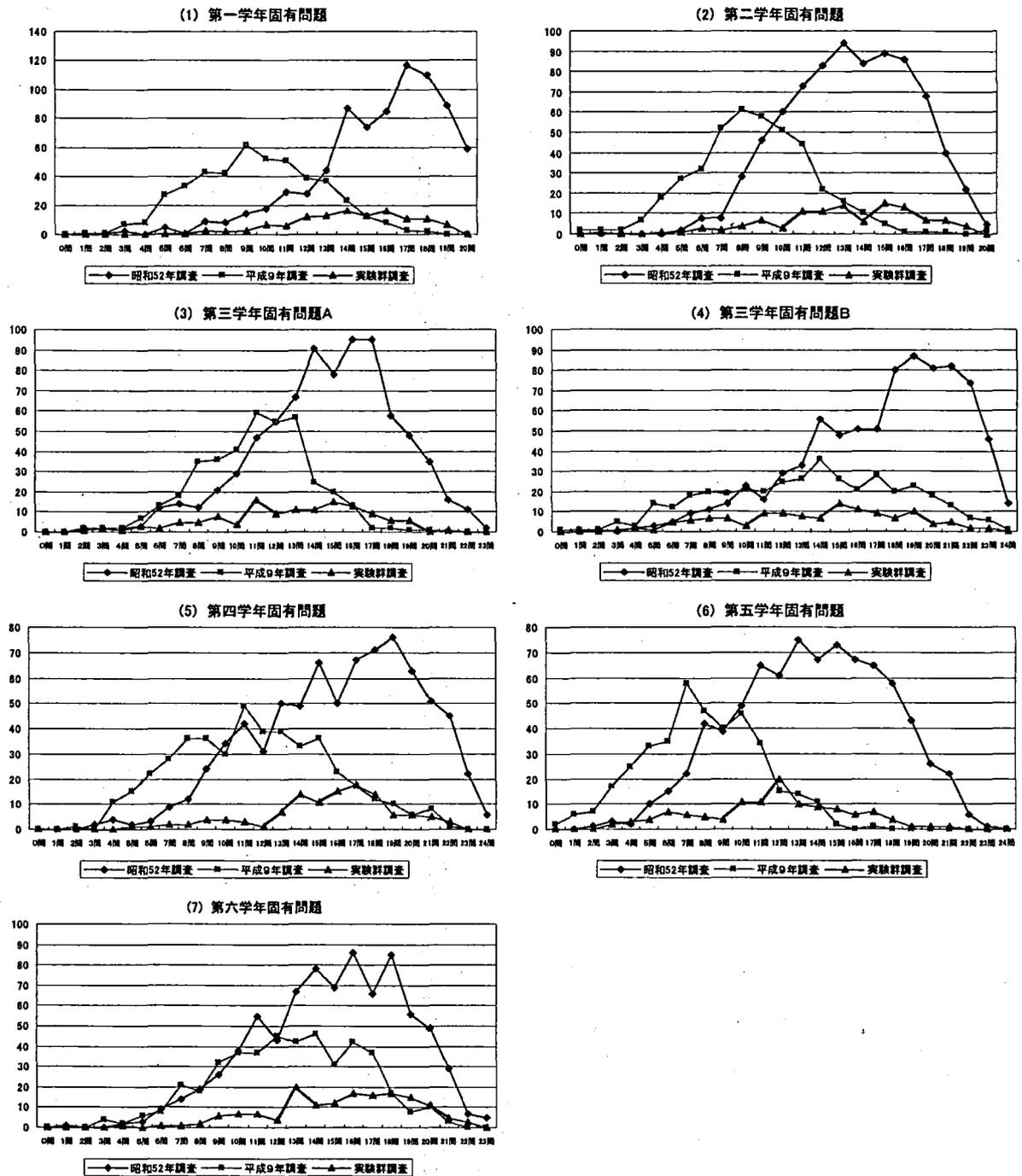


図 1 3つの調査における学年固有問題での正答数分布グラフ

資料4 平成5年7月実施実態調査で用いた質問紙 [第3章第1節]

- － 質問紙1：児童背景問題 質問紙 196
- － 質問紙2：電磁気概念理解に関する  
調査問題 質問紙 197

背景の調査

これはテストではありません。あなたの思ったことを、思った通りに書きましょう。  
・ 質問紙に記入した情報は、用紙で覆ってやり直しましょう。  
・ あなたの情報は、誰にも見られません。質問紙をいかに活用しようとしても、関係者には見られません。質問紙をいかに活用しようとしても、関係者には見られません。

中目録

あなたはこのことについて どう思いますか。

(1-1) じっくりや電報は、いじめるのではありませんか。

- 1. はい、よく分かります
- 2. はい、よく分かります
- 3. よく分かります
- 4. よく分かります
- 5. よく分かります

(1-2) じっくりや電報の情報は、おもしろいですか。

- 1. はい、おもしろいです
- 2. はい、おもしろいです
- 3. おもしろいです
- 4. おもしろいです
- 5. おもしろいです

(1-3) じっくりや電報の情報は、おもしろいと思いませんか。

- 1. はい、おもしろいと思いませんか
- 2. はい、おもしろいと思いませんか
- 3. おもしろいと思いませんか
- 4. おもしろいと思いませんか
- 5. おもしろいと思いませんか

(1-4) じっくりや電報について 驚かされたことは、後になつて思いませんか。

- 1. はい、思いませんか
- 2. はい、思いませんか
- 3. 思いませんか
- 4. 思いませんか
- 5. 思いませんか

年 組 (男、女) 番  
名 前

(2-1) モーターを分解したことが ありますか。

- 1. 何度もよく分かった
- 2. 一度くらいは分かったことがある
- 3. 一度も分かったことがない

(2-2) モーターのしくみについて 聞いたことがありますか。

- 1. 何度もよく分かった
- 2. 一度くらいは聞いたことがある
- 3. 一度も聞いたことがない

(2-3) モーターが まわるしくみについて 聞いたことがありますか。

- 1. 何度もよく分かった
- 2. 一度くらいは聞いたことがある
- 3. 一度も聞いたことがない

小学2年生のときの理科について 学びましたか。

(3-1) じっくりやで、理科の授業を 学びましたか。

- 1. はい、よく分かった
- 2. はい、よく分かった
- 3. よく分かった
- 4. よく分かった
- 5. よく分かった

(3-2) じっくりやで、理科の授業を 学びましたか。

- 1. はい、よく分かった
- 2. はい、よく分かった
- 3. よく分かった
- 4. よく分かった
- 5. よく分かった

(3-8) じっくりやは、おもしろいと思うより、どのおもしろいと思いませんか。

- 1. どちらもおもしろいと思いませんか
- 2. どちらもおもしろいと思いませんか
- 3. どちらもおもしろいと思いませんか
- 4. どちらもおもしろいと思いませんか
- 5. どちらもおもしろいと思いませんか

(3-9) じっくりやの授業が、自分たちで学べるように思いませんか。

- 1. はい、よく分かった
- 2. はい、よく分かった
- 3. よく分かった
- 4. よく分かった
- 5. よく分かった

(3-10) じっくりやの授業が、自分に合ったように思いませんか。

- 1. はい、よく分かった
- 2. はい、よく分かった
- 3. よく分かった
- 4. よく分かった
- 5. よく分かった

(3-11) じっくりやで、理科の授業を 学びましたか。

- 1. はい、よく分かった
- 2. はい、よく分かった
- 3. よく分かった
- 4. よく分かった
- 5. よく分かった

(3-12) じっくりやの授業が、自分に合ったように思いませんか。

- 1. はい、よく分かった
- 2. はい、よく分かった
- 3. よく分かった
- 4. よく分かった
- 5. よく分かった

(3-3) じっくりやのとき、あなたはおもしろいと思いませんか。

- 1. はい、よく分かった
- 2. はい、よく分かった
- 3. よく分かった
- 4. よく分かった
- 5. よく分かった

(3-4) じっくりやのとき、おもしろいと思いませんか。

- 1. はい、よく分かった
- 2. はい、よく分かった
- 3. よく分かった
- 4. よく分かった
- 5. よく分かった

(3-5) じっくりやのとき、おもしろいと思いませんか。

- 1. はい、よく分かった
- 2. はい、よく分かった
- 3. よく分かった
- 4. よく分かった
- 5. よく分かった

(3-6) じっくりやのとき、おもしろいと思いませんか。

- 1. はい、よく分かった
- 2. はい、よく分かった
- 3. よく分かった
- 4. よく分かった
- 5. よく分かった

(3-7) じっくりやのとき、おもしろいと思いませんか。

- 1. はい、よく分かった
- 2. はい、よく分かった
- 3. よく分かった
- 4. よく分かった
- 5. よく分かった

(3-13) じっくりやは、おもしろいと思うより、どのおもしろいと思いませんか。

- 1. どちらもおもしろいと思いませんか
- 2. どちらもおもしろいと思いませんか
- 3. どちらもおもしろいと思いませんか
- 4. どちらもおもしろいと思いませんか
- 5. どちらもおもしろいと思いませんか

(3-14) じっくりやの授業が、自分たちで学べるように思いませんか。

- 1. はい、よく分かった
- 2. はい、よく分かった
- 3. よく分かった
- 4. よく分かった
- 5. よく分かった

(3-15) じっくりやの授業が、自分に合ったように思いませんか。

- 1. はい、よく分かった
- 2. はい、よく分かった
- 3. よく分かった
- 4. よく分かった
- 5. よく分かった

(3-16) じっくりやで、理科の授業を 学びましたか。

- 1. はい、よく分かった
- 2. はい、よく分かった
- 3. よく分かった
- 4. よく分かった
- 5. よく分かった

(3-17) じっくりやで、理科の授業を 学びましたか。

- 1. はい、よく分かった
- 2. はい、よく分かった
- 3. よく分かった
- 4. よく分かった
- 5. よく分かった

(3-18) じっくりやの授業が、自分に合ったように思いませんか。

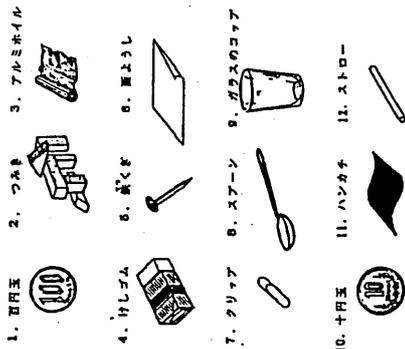
- 1. はい、よく分かった
- 2. はい、よく分かった
- 3. よく分かった
- 4. よく分かった
- 5. よく分かった

(3-19) じっくりやのとき、おもしろいと思いませんか。

- 1. はい、よく分かった
- 2. はい、よく分かった
- 3. よく分かった
- 4. よく分かった
- 5. よく分かった

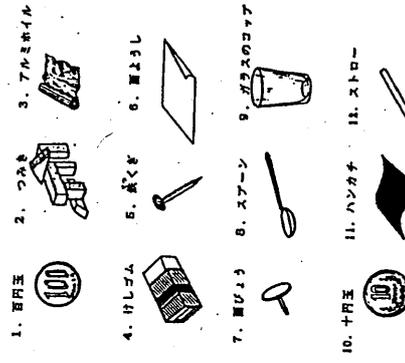
【 1 】

下の図の中で、ビシヤクにつくものはどれでしょう。  
正しいもの番号に ○ をつけなさい。



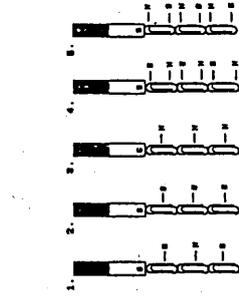
【 2 】

下の図の中で、磁石を通すものはどれでしょう。  
正しいもの番号に ○ をつけなさい。



【 3-3 】

右の図のように、黒磁石にクリップが ついています。下の図のうち 正しいものは正しいもの番号に ○ をつけなさい。



なぜそのように思いましたか。 そのわけを書きなさい。

.....

.....

.....

【 3-4 】

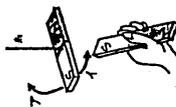
下の図のように、それぞれのビシヤクを 自由に回せるようにしました。1から5のうち 正しいのはどれでしょう。  
正しいもの番号に ○ をつけなさい。



1. A の ビシヤクは 南北をささない。
2. B の ビシヤクは 南北をささない。
3. どのビシヤクも 南北をささない。
4. A の ビシヤクは 東と西をさす。
5. B の ビシヤクは 南北をさす。

【 3-1 】

黒磁石を水でつるして 止まったとき、ほかの黒磁石を下の図のように近づけた。このとき つるした黒磁石はどうなりますか。  
正しいもの番号に ○ をつけなさい。



1. A の方へ動く。
2. B の方へ動く。
3. A の方へ動くときが多い。
4. A と B の方へ動くときがある。
5. 動かないで止まっている。

【 3-2 】

黒磁石の N 極を 方位磁針に近づけました。方位磁針はどうなるでしょう。  
正しいもの番号に ○ をつけなさい。



1. 方位磁針の N 極が 引きつけられる。
2. 方位磁針の S 極が 引きつけられる。
3. 方位磁針は あまり動かさない。
4. 方位磁針の N 極が近づいたり S 極が近づいたりする。
5. 方位磁針が ぐるぐる回って止まらない。

なぜそのように思いましたか。 そのわけを書きなさい。

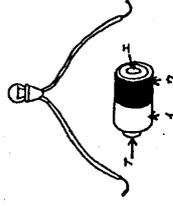
.....

.....

.....

【 4-1 】

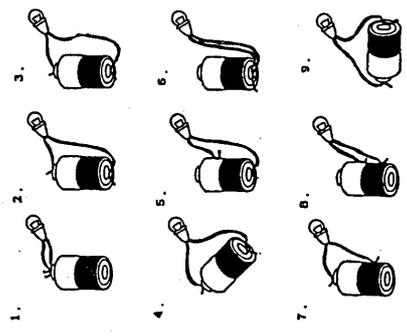
下の図で 黒磁石を かん電池の どこと どことにつなげば 明かりが つきますか。  
正しいもの番号に ○ をつけなさい。



1. A と B
2. C と D
3. E と F
4. G と H
5. I と J

【4-2】

下の図で、豆電球に明かりがつくのはどれでしょう。  
明かりがつくものの番号に○をつけなさい。



- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

【4-3】

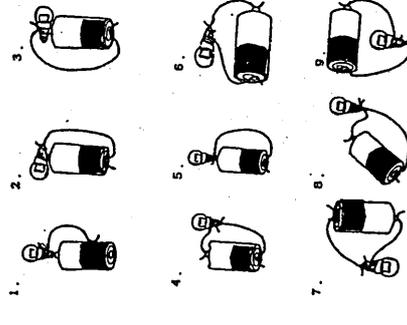
下の図のように、つないでも明かりがつかなかったの  
おけを調べなさい。  
正しい答えを1つ選んで○をつけなさい。



1. ソケットの中の、豆電球のゆるみを 調べる
2. 豆電球を とりかえてみる。
3. かん電池を とりかえてみる。
4. かん電池を よこにする。
5. 導線と かん電池が よくついているかどうか  
調べる。

【4-6】

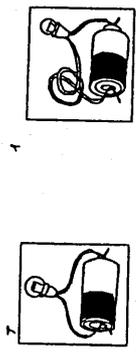
下の図のように、ソケットをつかかわないで、豆電球を  
つないだとき、明かりがつくのはどれでしょう。  
正しいものの番号に○をつけなさい。



- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

【4-7】

アとイの豆電球の明るさをくらべてみました。  
イの豆電球の明るさは、アとくらべてどうなるでしょう。  
正しいものの番号に○をつけなさい。

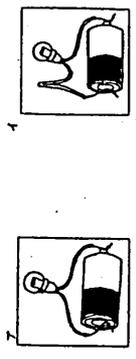


1. イが明るい。
2. イが暗い。
3. かわらない。
4. イはつかない。
5. イは、ついたり、まよったりする。

なぜそのように思いましたか、そのお答えを書きなさい。  
.....  
.....  
.....

【4-4】

アとイの豆電球の明るさをくらべてみました。  
イの豆電球の明るさは、アとくらべてどうなるでしょう。  
正しいものの番号に○をつけなさい。

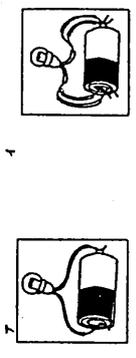


1. イが明るい。
2. イが暗い。
3. かわらない。
4. イはつかない。
5. イは、ついたり、まよったりする。

なぜそのように思いましたか、そのお答えを書きなさい。  
.....  
.....  
.....

【4-5】

アとイの豆電球の明るさをくらべてみました。  
イの豆電球の明るさは、アとくらべてどうなるでしょう。  
正しいものの番号に○をつけなさい。

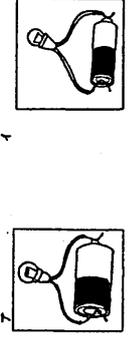


1. イが明るい。
2. イが暗い。
3. かわらない。
4. イはつかない。
5. イは、ついたり、まよったりする。

なぜそのように思いましたか、そのお答えを書きなさい。  
.....  
.....  
.....

【4-8】

アとイの豆電球の明るさをくらべてみました。  
イの豆電球の明るさは、アとくらべてどうなるでしょう。  
正しいものの番号に○をつけなさい。

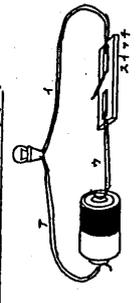


1. イが明るい。
2. イが暗い。
3. かわらない。
4. イはつかない。
5. イは、ついたり、まよったりする。

なぜそのように思いましたか、そのお答えを書きなさい。  
.....  
.....  
.....

【5-1】

下の図のように、かん電池に、豆電球とスイッチをつないで  
います。スイッチを切っているとき、電流はどのように  
なっているか、正しいものを○をつけなさい。

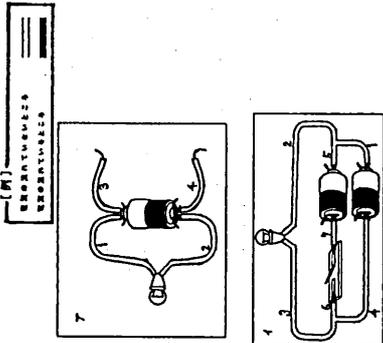


1. 電流アだけに流れている。
2. 電流ア、イに流れている。
3. 電流ア、ウに流れている。
4. 電流ア、イ、ウともに流れている。
5. 電流ア、イ、ウともに流れていない。

なぜそのように思いましたか、そのお答えを書きなさい。  
.....  
.....  
.....

【5-2】

互電流とかん電池、スイッチを閉じて、下の図のようなア、イの2つの回路を作りなさい。このとき電流はどこを流れているでしょう。電流の流れているところを、風か矢で示しなさい。



【5-4】

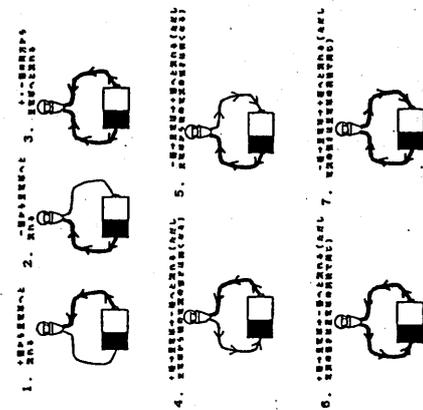
下の図のアのところで、どう風を切りました。このときモーターは、どのように回りましたか。電流の流れているところを、風か矢で示しなさい。



1. 電流の通り道が切れたので、モーターは回らなくなる。
2. しもとアには電流が流れていたので、切ってもモーターは回る。
3. 電流が流れていたアの方を切ったら、流れていなかったイの方を流れるようになるので、モーターは回る。
4. 電流が流れていたアの方を切っても、イにも電流が流れているので、モーターは回る。
5. 電流がイの方を流うとするときは、モーターは回り、アの方を流うとするときは、モーターは回らなくなる。

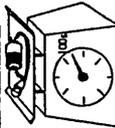
【5-3】

かん電池に互電流をつないだとき明かりがつかない。このとき、電流の向きを矢で示して、電流の向きを矢で示しなさい。どのようになっているか、正しい順番に、○をつけてなさい。



【6】

下の図のように、かん電池をつなげられて、明かりのついていない電球を、おはかりの上に置いておきました。次の日に、おはかりを見ると、明かりはついていました。おはかりの回し方は、どうなっていますか。正しい順番に、○をつけてなさい。



1. 針よりも遅く回っている。
  2. 針よりも早く回っている。
  3. 針と同じ速さである。
  4. わからない。
- なぜそのように思いましたか、そのわけを書きなさい。

.....

.....

.....

【7-1】

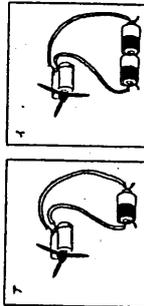
かん電池2個を並列につなぎました。下の図の中で正しいものはどれでしょう。正しいものを○をつけてなさい。



1. 2個のかん電池のうちの1個をとりはずしても、互電流はついている。
2. かん電池1個のときと明るさは同じ。
3. アとイでの電流は同じ。
4. 互電流を流れる電流は、かん電池1個のときより多く流れる。
5. イとアでの電流は同じ。

【7-3】

下のア、イのように、かん電池とモーターをつなぎました。このときそれぞれのモーターの回転の向きは、どのようにになるでしょう。正しい順番に○をつけてなさい。



1. アのほうがイより早くまわる。
  2. イのほうがアより早くまわる。
  3. アとイは同じ向きになる。
  4. わからない。
- なぜそのように思いましたか、そのわけを書きなさい。

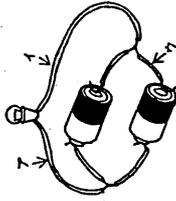
.....

.....

.....

【7-2】

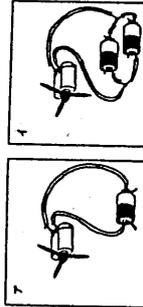
かん電池2個を並列につなぎました。下の図の中で正しいものはどれでしょう。正しいものを○をつけてなさい。



1. 2個のかん電池のうちの1個をとりはずしても、互電流はついている。
2. かん電池1個のときと明るさは同じ。
3. アとイでの電流は同じ。
4. 互電流を流れる電流は、かん電池1個のときより多く流れる。
5. イとアでの電流は同じ。

【7-4】

下のア、イのように、かん電池とモーターをつなぎました。このときそれぞれのモーターの回転の向きは、どのようにになるでしょう。正しい順番に○をつけてなさい。



1. アのほうがイより早くまわる。
  2. イのほうがアより早くまわる。
  3. アとイは同じ向きになる。
  4. わからない。
- なぜそのように思いましたか、そのわけを書きなさい。

.....

.....

.....

(7-5)

下の図のように、乾電池につないだソーラーがまわっています。



ソーラーを右より左へ動かすには、どのようなしらよりしてよいか。  
あなたの手で動かす方法を、書きなさい。(ほどもかまいません)

---



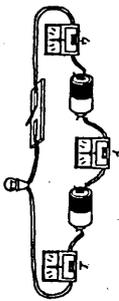
---



---

(8-1)

下の図のような、回路があります。スイッチを入れてから、7、イ、ウの電流計のはりのよれを比べました。正しいものを正しい番号に○をつけなさい。



1. はりのよれの大きさは  $7 > U > I$  となる。
2. はりのよれの大きさは  $U > 7 > I$  となる。
3. 7 が 1番よれが大きく、イとウのよれは同じ。
4. U が 1番よれが大きく、7とイは同じ。
5. 7とUのよれは同じだが、イはよれない。
6. 7・イ・Uともにはりのよれは同じ。

なぜそのように思いましたか、そのお答えを書きなさい。

---



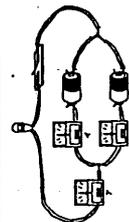
---



---

(8-2)

下の図のような、回路があります。スイッチを入れてから、7、イ、ウの電流計のはりのよれを比べました。正しいものを正しい番号に○をつけなさい。



1. 7のはりのよれは、イやウより大きい。
2. 7のはりのよれは、イの半分である。
3. 7・イ・Uともはりのよれは同じ。
4. イとUははりのよれが同じ。
5. イとUははりがよれないことがある。

なぜそのように思いましたか、そのお答えを書きなさい。

---



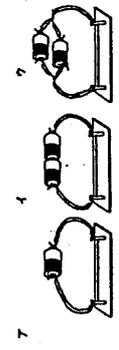
---



---

(9-2)

同じ電流に、下の7、イ、ウのように、かん電池をつないだとき、電流計のはりをどうかわらせよう。正しいものを正しい番号に○をつけなさい。



1. 熱さは  $7 > I > U$  の順である。
2. 熱さは  $U > I > 7$  の順である。
3. Iが1番熱くなり、7とUは同じ熱さである。
4. IとUは同じ熱さで、7はI、Uほど熱くならない。
5. 7、I、Uとも同じ熱さである。

なぜそのように思いましたか、そのお答えを書きなさい。

---



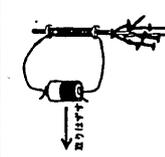
---



---

(10-2)

下の図のような、小さな電流のついた電流計があります。電流計の電流を弱くしたり強くしたり、くまどうありますが、正しいものを正しい番号に○をつけなさい。



1. くまは全無関係である。
2. くまはついたままである。
3. 少しは関係があるが、ついたままのくまもある。
4. わからない。

なぜそのように思いましたか、そのお答えを書きなさい。

---



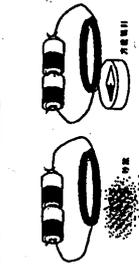
---



---

(10-1)

コイル(エナメル線のまき組)をかん電池につないで、図1や図2の電流計につなげました。このとき、砂鉄や方位磁針はどうか変わりますか。正しいものを正しい番号に○をつけなさい。



1. 砂鉄はつく、けれど、方位磁針は変化しない。
2. 砂鉄はつく、また、方位磁針は少し動く。
3. 砂鉄はつかない、また、方位磁針は変化しない。
4. 砂鉄はつかない、けれど、方位磁針は少し動く。
5. おからない。

(10-3)

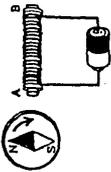
下の図1のような、熱線の入った電流計があります。これを図2のように、熱線をぬいて、小さな電流計につなげました。正しいものを正しい番号に○をつけなさい。



1. 熱線がある時と同じくらいつく。
2. 熱線がある時ほどつかないが、同温かつく。
3. ぜんぜんつかない。
4. おからない。

[11-1]

電磁石の出しを 右図通りに結びつけたら、下の図の矢印のように振って、N 極が A の方向を向いて 止まりました。このとき A と B は どうなっているのでしょうか。正しいの番号に O をつけなさい。

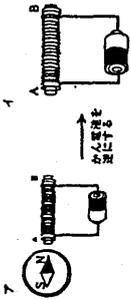


A ( ) B ( )

1. N 極になつている。
2. S 極になつている。
3. N 極になつたり、S 極になつたりする。
4. N 極、S 極とは、まらなない。
5. 極はできなない。

[11-2]

下の図で、A の電磁石の かん電流の向きを 逆にして、I の電磁石のようになしました。この時の B は どうなっているでしょうか。正しいの番号に O をつけなさい。



1. N 極になつている。
2. S 極になつている。
3. N 極になつたり、S 極になつたりする。
4. N 極、S 極とは、まらなない。
5. 極はできなない。

なぜそのように思いましたか、そのおかけを書きなさい。

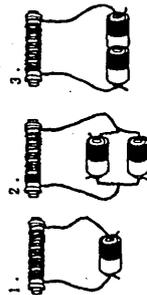
.....

.....

.....

[11-3]

まき直し しんしん 同じ電磁石があります。この中で 引きつける力の 1番強いのは どれでしょう。正しいの番号に O をつけなさい。



なぜそのように思いましたか、そのおかけを書きなさい。

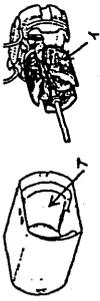
.....

.....

.....

[12-1]

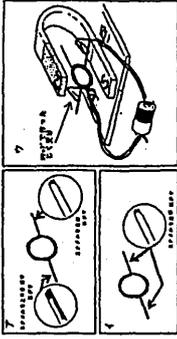
ネーデルを分解したら、下の図のようになりまし。A と I は 何でしょう。正しいの番号に O をつけなさい。



1. A と I は どちらの磁石である。
2. A は 磁石で、I は 電磁石である。
3. A は 銅で、I は 電磁石である。
4. A は 銅で、I は 磁石である。
5. おからなない。

[12-2]

下の図のような、A、I の 2つのコイル (エナメル線を巻いたもの) を作りまし。これを W のように、U 字磁石のあいだで自由に動かすようにしておいて、電線を 通しまし。この時、コイルは どのようになりましか。正しいの番号に O をつけなさい。



1. A、I のともに まわり旋回する。
  2. A だけが まわり旋回する。
  3. I だけが まわり旋回する。
  4. A、I のともに まらなない。
  5. おからなない。
- なぜそのように思いましたか、そのおかけを下の 1 から 4 の中から 選んで、番号に O をつけなさい。
1. ネーデルの作り方が そうだから。
  2. 磁石の強、弱が そのように 思ったから。
  3. 磁石で そうなることが 分かるから。
  4. 全然となく。

[12-3]

下の図のように、電磁石が回転台の上に 2つの磁石にはさまれて 置かれています。W のスイッチを入れたとき、回転台は 下の矢印のほうに 回りました。



- では、W のスイッチを入れたとき、回転台を I の矢印のほうに 動かすには、どのようにすればよいでしょう。正しいの番号の番号に O をつけなさい。
1. 左側の磁石を S 極にして、右側の磁石はそのままする。
  2. 左側の磁石はそのままする、右側の磁石を N 極にする。
  3. 左側の磁石を S 極に、右側の磁石を N 極にする。
  4. かん電流の向きを 逆にする
  5. おからなない

資料5 平成10年9月実施教師調査で用いた質問紙 [第4章第2節]

－ 教師質問紙

203

## 小学校理科電磁気学習に関する実態調査 小学校の先生方への質問紙

この質問紙は、昨年度に第4学年の理科を教えられた先生方を対象者として、昨年度の授業実践の実態や理科教育実践に対する見方・考え方をお尋ねするものです。電気や磁石に関する学習を取り巻く現状を知るための基礎的な資料として用いさせていただきます。

なお、調査結果はすべて統計的な処理を行いますので、学校や先生方のお名前がでることは決してありません。  
ご多忙の中、調査にご協力いただきまして誠にありがとうございます。お手数をおかけして恐縮ですが、何卒宜しくお願いします。

\* 回答にあたってのお願い \*

できる限り正確に先生方の状況を把握したいと考えております。よって、それぞれの質問に注意深くお答えください。ほとんどの質問は、あてはまる選択肢の番号に○をつける回答形式となっております。基本的に昨年度教養簿に尋ねておりますので、回答の際にお間違えにならないようご注意ください。  
回答後は専用封筒に質問紙を入れて返送下さい。郵送料は受取人払いのため、返送時に切手の添付は不要です。なお、誠に勝手ながら、9月末日までをめどに返送いただければ幸いです。

1. 次のA～Gの質問にお答えください。  
(特に指示がない場合、あてはまる選択肢の番号に○をつけてください。)

A. あなたは次の各項目に関して、どれに当てはまりますか。

\* 性別 : 1. 女性 2. 男性

\* 年齢 : 1. ～24歳 2. 25歳～29歳 3. 30歳～39歳  
4. 40歳～49歳 5. 50歳～59歳 6. 60歳～

\* 免許状の基礎教科 : 1. 国語 2. 算数 3. 社会科 4. 理科 5. 生活科  
6. 英語 7. 音楽 8. 美術 9. 保健体育 10. 家庭科  
11. その他( )

B. あなたは日頃、動植物や天体・機器工作・自然環境などの理学的な事象・現象への関心がどの程度ありますか。

1. 全くない 2. あまりない 3. 並である 4. あるほうだ 5. かなりある

C. 過去3年間にあなたが理科研修へ参加した回数記入ください。( 回 )

D. あなたが日頃行っている教育実践において、理科はどのような位置づけにありますか。

1. 理科以上に他教科重視 2. 理科は他教科と同程度 3. 他教科以上に理科重視

E. 昨年度あなたの担当状況について、あてはまるものを選んでください。(複数回答可)

1. 第4学年のクラス担任 2. 理科専任  
3. 理科主任 4. 他教科の主任 5. 校長・教頭などの管理職

F. 昨年度理科で使用された教科書の出版社名を記入下さい。(出版社: )

G. 昨年度理科の指導計画や指導方法に関して、他の教師との程度打ち合わせを合持しましたか。

1. ない 2. 年間で数回 3. 毎月数回 4. 毎回数回 5. ほぼ毎日

2. 次の質問にお答え下さい。

(1) 次のA～Hの項目は理科一般でどの程度重要ですか。また、第4学年の電気の学習ではどうですか。それぞれ1～5の選択肢の中からあてはまる番号に○をつけてください。

\* 選択肢があらわす重要度の尺度 \*

1. 全く重要でない 2. あまり重要でない 3. 並である 4. 重要なほうだ 5. かなり重要である

	[理科一般]					[4年電気]				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
A. 児童が身の回りの事象に興味・関心を向けること。										
B. 児童が感受性豊かに自然の美しさ、規則性などに気づくこと。										
C. 児童が先入観にとらわれずに客観的かつ批判的な態度を持つこと。										
D. 児童が原因推理や実験計画の段階において、創造的に考えることができること。										
E. 児童が直接体験を通じて、問題を捉えること。										
F. 児童が理科の概念や原理・法則を理解すること。										
G. 児童が自分の考えや理由、意見を口頭や文章で表現できること。										
H. 児童が他者との意見交換を通じて、必要に応じて自分の考えを見直すことができること。										
I. 児童が理科での問題解決の方法を身につけること。										
J. 児童が過去の科学者の偉業にふれること。										
K. 児童が学習した知識を日常生活に応用したり、日常現象の理解に用いたりできること。										
L. 児童が観察・実験の技能を身につけること。										
M. 児童が科学・技術と社会の関係を認識すること。										

(2) 理科一般、および第4学年の電気の学習のそれぞれにおいて、A～Mの項目のうち最も重視するものを3つ選び、強い順に左から( )内にアルファベットを記入してください。

- ・理科一般 ( ; ; )
- ・4年電気 ( ; ; )

3. 次の質問にお答え下さい。

(1) 次のA～Pの項目を理科授業でどの程度考慮しますか。また、第4学年の電気の授業ではどうですか。それぞれ1～5の選択肢からあてはまる番号に○をつけてください。

\* 選択肢があらわす考慮の尺度 \*

- 1. 考慮しない
- 2. あまり考慮しない
- 3. 並である
- 4. 考慮するほうだ
- 5. かなり考慮する

	[理科]					[4年電気]				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
A. 学習指導要領や指導書の内容	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
B. 教科書や教師用指導書の内容	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
C. 学習内容の難易	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
D. 学習の連続性や系統性	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
E. 児童が互いに話し合ったり、表現する場合	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
F. 児童が観察・実験や野外活動を行う場合	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
G. 児童が学習した知識を応用する場合	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
H. 児童が学習内容をまとめる場合	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
I. 学習教材や備品の所有状況や、その使用	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
J. クラス規模や、学習活動の規模(一斉、グループ、個人等)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
K. 児童を評価する方法や場面	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
L. 児童の興味・関心	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
M. 児童の知識理解の発達状況	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
N. 児童の理理的技能的発達状況	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
O. 理科授業におけるクラスの雰囲気	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
P. クラスにおける個人差(発達差や男女差)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

(2) 理科授業、および第4学年の授業のそれぞれにおいて、A～Pの項目のうち最も考慮するものを3つ選び、強い順に左から( )内にアルファベットを記入してください。

- ・理科授業 ( ; ; )
- ・4年電気授業 ( ; ; )

4. 次のA～Pの項目を理科授業にどの程度導入しますか。また、第4学年の電気の授業ではどうですか。それぞれ1～5の選択肢からあてはまる番号に○をつけてください。

\* 選択肢があらわす導入の尺度 \*

- 1. 全く用いない
- 2. あまり用いない
- 3. 並である
- 4. 用いるほうだ
- 5. かなり用いる

	[理科]					[4年電気]				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
A. TVの教育番組やVTR教材	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
B. コンピュータのシミュレーションやコンピュータソフトウェア	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
C. 教師演習用のモデル教具	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
D. 生徒の観察・実験用の教材セット	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
E. 科学博物館などの校外施設や地域の自然環境	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
F. 理科に関連する読み物・雑誌・新聞記事	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
G. ティーム・ティーチング	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
H. ワークシート	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
I. 児童による討論活動や理科新聞等の作成	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
J. 児童の自由試行を取り入れた実験活動	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
K. 児童の自己評価活動	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
L. ベーパーテスト形式の評価	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
M. 観察・実験におけるチェックリスト形式の評価	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
N. 概念マップや描画を用いた評価	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
O. 各種提出物による評価	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
P. 授業中の行動や態度に関するメモによる評価	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

5. 昨年度あなたが実践なされた第4学年の電気単元の展開はどのようなものでしたか。1～18の番号を用いて、( )内に展開順を記入して下さい。(例：1→3→4→…)

[乾電池内容]		[光電池内容]	
1: 乾電池で走る車作り	11: 光電池で走る車や動くおもちゃ作り	12: 光の当たり方と豆電球の明るさ	13: 光の当たり方とモーターの回転
2: 乾電池2個つないだ豆電球の明るさ	14: 光の当たり方と電流の大きさ	15: 検流計・電流計の使い方	16: 様々な電池とその特性
3: 乾電池2個つないだモーターの回転	17: 光電池や乾電池の日常利用	18: 乾電池や光電池を使ったおもちゃ作り	19: その他(番号横に内容を記述下さい)
4: 豆電球の明るさによるつなぎ方の分類			
5: モーターの回転によるつなぎ方の分類			
6: 直列つなぎ・並列つなぎの定義			
7: 豆電球の明るさと電流の大きさ			
8: モーターの回転と電流の大きさ			
9: 乾電池2個のつなぎ方と電流の大きさ			
10: 乾電池の向きと電流の向き			

単元展開順

【ご意見欄】

6. 次のA～Iの項目は小学校における電気と磁石の学習に関する意見を述べています。あなたはこれらの意見にどの程度同意しますか。それぞれ1～5の選択肢からあてはまる番号に○をつけてください。

* 選択肢が示す同意の尺度 *					
	1. 全く反対する	2. 反対するほうだ	3. 判断できない	4. 賛成するほうだ	5. かなり賛成だ
A. 授業における遊びや工作活動を増やすべきだ。					
B. 学習困難な内容なので、できれば削減すべきだ。					
C. 詳細に電気や磁石の性質を検証実験できる時間が必要だ。					
D. 回路を流れる電流に学習の焦点をもっと向けるべきだ。					
E. 近年取り扱わない磁場(磁界)の学習を取り入れるべきだ。					
F. 物質の性質や道具の使い方の学習をもっと増やすべきだ。					
G. 回路や道具が働く仕組みに学習の焦点を向けるべきだ。					
H. 電気や磁石に関する考え方を表出させる機会を増やすべきだ。					
I. 教える際の取り扱いが大変困難な内容である。					

【電気・磁石】					
	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5

7. 1個の豆電球を1個の乾電池に導線でつないだ回路を作りました。豆電球が点灯しているときの回路内の電流の流れ方について、「両方の極から豆電球へ流れてぶつかっている」とか、「豆電球のところで電流は使われて減る」というような様々な予想が多くの児童から出てきました。これらの考え方は、あなたが教えたい見方・考え方とはかけ離れています。時間的制約が全くない場合、その後の授業においてあなたはどの方法を用いますか。最も良いと思う項目に1を、他に用いたい項目があればその順に2, 3...と数字を括弧内に書いてください。また、全く用いない項目にはXを括弧内に書いてください。

- ( ) 電流が回路内をどのように流れているのか、説明する。
- ( ) 児童が自分の考えの誤りに気づくような質問を提起する。
- ( ) 回路の様々な箇所の電流を検流計で調べさせ、データ収集させる。
- ( ) 児童に自分の考えを検証する実験を自由に計画させ、実施させる。
- ( ) 児童に教科書や副読本の関連部分を読ませる。
- ( ) 演示実験や視覚教材によってデータを示して、電流の流れ方を児童に理解させる。
- ( ) 回路内の電流について児童達に議論させ、互いの意見を出し合い、比較させる。

質問はこれで終わります。ご協力ありがとうございました。  
なお、ご意見等がございましたら、裏面に御記入いただければ幸いです。