

中学校理科における有意味受容学習に関する 教育心理学的研究

—授業における先行オーガナイザーの導入が
学習成果に及ぼす効果の検討を中心に—

A Study on Meaningful Reception Learning
in Junior High School Science :
Effects of Advance Organizers on Students' Performance

2019年

聖徳大学大学院
児童学研究科児童学専攻博士後期課程

1000-160101 新谷しづ恵

指導教員 小野瀬雅人教授

目 次

第 1 章 序論	1
第 1 節 生徒の学力に関する問題と研究課題	1
第 2 節 学力向上を目指した学習指導法	2
1. 調査対象とする先行研究の年代	2
2. アメリカ合衆国における学習指導法の研究の動向	3
(1) 発見学習の提唱	3
(2) 発見学習の限界	4
(3) 有意味受容学習の提唱	4
(4) 先行オーガナイザーの定義	8
3. 我が国における学習指導法の研究の動向	9
(1) 発見学習の流行と限界	9
(2) 仮説実験授業の提唱	11
(3) 有意味受容学習の有効性	12
(4) 説明オーガナイザーと比較オーガナイザーの定義	15
第 3 節 先行研究の課題と本研究の目的	17
第 4 節 本研究の構成	19
第 2 章 中学生における物理分野「電流と電圧」の学習成果に及ぼす指導 法の違いによる学習効果の実証的検討(研究 1)	21
第 3 章 有意味受容学習における先行オーガナイザーの実証的検討	30
第 1 節 中学生における物理分野「力と運動」の学習成果に及ぼす先行 オーガナイザーの効果(研究 2)	30
第 2 節 中学生における化学分野「化学変化」の学習成果に及ぼす先行 オーガナイザーの効果(研究 3)	43
第 3 節 中学生における化学分野「イオン」の学習成果に及ぼす先行オ ーガナイザーの効果(研究 4)	57

第4節 中学生における生物分野「遺伝」の学習成果に及ぼす先行オー ガナイザーの効果(研究5)	71
第5節 中学生における地学分野「地震」の学習成果に及ぼす先行オー ガナイザーの効果(研究6)	84
第4章 本研究の総括	98
第1節 本研究全体のまとめ	98
第2節 本研究の成果及び限界と今後の課題	104
引用文献	106

付録資料

第1章

序 論*

第1節 生徒の学力に関する問題と研究課題

現代社会は、絶え間ない技術革新とグローバル化の進展等により、社会構造が「工業社会」から「知識基盤社会」へと変化してきている。これまでの「工業社会」では、一部の優秀な人たちが考え、その考えをもとに正確に素早く物を作ることができる多くの普通の人を必要としていたが、「知識基盤社会」では、普通の人アイデアを出し合い新商品を開発していくようになるため、新商品を開発できる多様な高いレベルの能力を持った多くの普通の人が必要となる（上条, 2016）。このような社会に適応した、社会が必要とする人材育成は、いつの時代でも学校教育に求められてきた。したがって、学校教育は、社会構造の変化や社会情勢の変化に伴って変わっていく側面がある。

そこで、これからの「知識基盤社会」において学校教育に求められるものは、これまでとは異なり、すべての生徒に対して、基礎的な知識および技能、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力その他の能力から構成されるバランスのよい確かな学力の育成である。さらに、学級やグループで話し合い発表し合うなどの言語活動や各教科等における探求的な学習活動も求められている（文部科学省, 2014）。

このように、これからの社会で生きていくすべての生徒には、多様な高いレベルの能力が求められるが、そのような能力を養うためには、それに見合う十分な知識獲得が必要となる（桑田, 2016）。つまり、すべての生徒に対して、学習内容を深く理解させ応用力をつけることが望まれる。そのためには、学習の得意な生徒も不得意な生徒にも、理解しやすく学習成果の高い指導法が必要となる。すべての生徒が理解しやすく学習成果の高い指導法で学習できるようになると、生徒の学習意欲は高まり充実した学習活動が行えるようになると考えられるからである。

以上のことから、本研究の課題は、すべての生徒にとって理解しやすく学習成果の高い指導法を明らかにすることである。

* 本章は、新谷(2017c)による。

第2節 学力向上を目指した学習指導法

1. 調査対象とする先行研究の年代

すべての生徒にとって理解しやすく学習成果の高い指導法を研究するにあたり、まず、その方向性を明らかにすることは重要である。そのためには、1950年代後半からの我が国および、第二次世界大戦後の我が国の教育に大きな影響を与えたアメリカ合衆国の著書・論文・学会発表要旨を概観する必要がある。

生徒にとって理解しやすく学習成果の高い指導法の研究は、すでに1920年代ころから行われているが、本研究では、1950年代後半以降を調査対象とした。

その理由は、林(1959)が「教育方法論上の現代の論争において、最も重要であるとされている論理的体系的学習と経験的実践的学習との対決は、第二次世界大戦後の我が国の教育がJohn Deweyの影響を深く受けたことから、我が国ではもっぱら後者の方が優性になってきているように見受けられる。しかし、実際の教育において問題発見学習の限界については多くの研究がなされてきているのである。」(p.61,62)と述べているように、1950年代ころから、学習成果の高い指導法の研究がなされ、その有効性や限界について比較し論議されてきたからである。

また、1950年代半ばから認知心理学が発展してきたからでもある。認知心理学は、学習場面での知識・技能を獲得し、それを保持し、利用する際にその効果を高めようとして、生徒が意図的に考える点に着目している(辰野, 1992)。また、行動主義心理学では、生徒を「情報を受動的に受け取り反応する存在」ととらえていたのに対して、認知心理学では、生徒を「自分なりに情報を統合し体制化する能動的存在」としてとらえている(米澤, 1994)。つまり、認知心理学的学習観は、学習は主体的な行為であり、知識の変容であり、先行知識により導かれていくというものである。現代の教育は、このような学習観のもと実施されなければならないと考えられているからである。

認知心理学を基礎として生まれた学習法で、教育分野(学校学習)において成果を上げているのは、プログラム学習・発見学習・先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習の3つがある。プログラム学習は、一斉授業に対する批判から生まれたもので、個別学習により、学習目標を細かく分析して系列化したプログラムに働きかけ、自分の答えを即時に確認し、自分のペースで進むという特徴を持っている。発見学習の特徴は、第一線の科学者の発見と同じ発見を学習者に体験させながら、現代科学の到達地点にまで学習者を導

いていこうとするところにある。先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習は、提示された教材に対して先行オーガナイザーを活用することで、学習者が内面化し、さらにそれを学習者が将来使ったり再生したりできるという特徴を持っている（坂元，1970）。プログラム学習・発見学習・先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習それぞれの特徴から、現代の公立中学校の一斉授業に適しているのは、発見学習と先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習であると考えられる。

以上のことから、1950年代後半からの我が国およびアメリカ合衆国の著書・論文・学会発表要旨のうち、発見学習と先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習に関するものを調査対象とし、本研究の方向性を明らかにしていきたい。

2. アメリカ合衆国における学習指導法の研究の動向

(1) 発見学習の提唱

1957年、ソビエト社会主義連邦共和国（以下ソビエト連邦）は、人類初の人工衛星「スプートニク1号」の打ち上げに成功した。それまで宇宙開発のリーダーであると信じていたアメリカ合衆国は、ソビエト連邦の成功により大きな衝撃を受け危機感を感じた。この危機感をきっかけにして、アメリカ合衆国政府は、軍事・科学・教育を大きく見直し始めた。

その結果、アメリカ合衆国の学校教育において、子どもの知的水準を高める気運が起こった。それは、1950年代後半から1960年代前半にかけて起こった、科学主義教育・新カリキュラムと呼ばれる教育内容変革の運動である。

アメリカ合衆国政府の要請により、初等・中等学校における自然科学教育をどう改善するかを討議し、科学教育の教育課程とその学習指導法を創り出すために、「ウッズホール会議（1959）」が開かれた。そこでは、認知心理学者のBrunerが会議の議長を務め、会議の結果を、自分の考えを中心にまとめた“The Process of Education”（Bruner, 1961）として発表した。Brunerは、科学技術を躍進させるためには科学者の育成が必要であり、これからの科学者を育成するためには、学校教育の変革を促進することが必要であると考えた。そのためには、発見学習が妥当であるという結論に達したのである。

Brunerの考える発見学習について、辰野(1994)は、次のようにまとめている。発見学習は、学習者にいろいろ体験させ、自ら概念や法則を考え出させる学習指導法である。この過程では、直感的思考と分析的思考の両方を必要とする。発見学習の利点は、学習意欲が

高まり、知識の獲得も速く、その保持もよく、さらに他の場面に応用できる研究の技術も身につくというところにある。

(2) 発見学習の限界

Bruner の提唱する発見学習は、多くの研究者や教育者に影響を与えたが、その限界を指摘する研究者もいた。

発見学習の限界を指摘する研究者の一人である Ausubel(1964)は、発見学習は、学校教育で認められた教授法であるが、発見学習はあらゆる問題の解決策になると誤解されているし、心理学的・教育学的に限界があると批判している。たとえば、すべての年齢に対して、すべての教材に対して、すべての種類の教育目標に対して、すべての種類の学習課題に対して発見学習の優越性は検証されていない。中学生くらいの子どもでは、複雑で抽象的な関係を直接有意義受容学習で獲得でき、発見学習のように具体的経験にたよる必要はないと批判している。

辰野(1994)は、発見学習の限界や不利な点を次のようにまとめている。

- ① 発見学習は、複雑で抽象的な教材の学習には役立つが、知識をすべて自分で再発見させるのは、時間の浪費である。
- ② 発見学習は、小学校段階では効果的であるが、それ以上の年齢では必ずしも効果的とはいえない。
- ③ 能力の低い学習者にとって、発見学習は不利である。
- ④ 発見学習は、大きなグループにおいては実施が難しい。能力のある少数者だけが発見し、その他は取り残されてしまうからである。
- ⑤ 問題解決に必要な基礎知識を学習する時間を失い、思考力・問題解決力を育てるという教育目標自身を破壊することになる。

以上のような批判から、発見学習は、一部の生徒には有効な学習指導法ではあるが、学校教育におけるすべての生徒の学力を向上させることは難しいと考えられる。しかし、現代の学校教育においては、すべての生徒にとって理解しやすく学習効果の高い指導法が望まれている。したがって、現代の公立中学校の一斉授業にとって、発見学習は適さないのではないかと考えられる。

(3) 有意義受容学習の提唱

Ausubel(1960)は、発見学習に対して先行オーガナイザーを活用する有意義受容学習の効果をも主張した。有意義受容学習は、新しい学習内容を学習者の認知構造の中に受容させる

ために、新しい学習内容とすでに学習者が所有している認知構造をつなぐ手がかりとして、先行オーガナイザーを提示する学習指導法である。先行オーガナイザーは、学習の初めに示される、学習課題よりも抽象的で一般的で包括的なもので、学習の理解や把持を促進させたり、あるいは類似の概念を統合したり比較したりする働きをもつものである。

Ausubel(1960)は、未熟知の (unfamiliar ; なじみのない) 有意味言語教材の学習と記憶が、先行オーガナイザーを使用することでその効果を促進するという仮説を立てた。その仮説を実証するために、University of Illinois に在学する教育心理学コース 120 人の大学 4 年生を対象に検討を行った。この研究で用いられた教材は、カーボンスチールの冶金特性についての科学的文章である。先行オーガナイザーは、鉄そのものより一般性のある客観的な内容のやさしい説明文章を用いた。その結果、先行オーガナイザーの促進的効果が実証された。Ausubel(1960)は、この検討結果から「先行オーガナイザーの促進的効果の要因は、学習者の既有知識に新しい学習内容を結びつける働きをしたことだと考える。」(p.271)と述べている。

それに対して、Barnes & Clowson(1975)は、32 の先行オーガナイザーに関する研究論文を再調査し、先行オーガナイザーは学習を促進させないと結論づけ、Ausubel の研究を批判した。Barnes & Clowson は、自身では実践研究を行っていない。

しかし Lowton & Wanska(1977)は、Barnes & Clowson(1975)の批判に対して、Barnes & Clowson の論文は、再調査した論文のほとんどが、先行オーガナイザーの有効性は証明されない、と結論づけている論文から選んだもので成り立っていると批判した。

Ausubel(1978)も、Barnes & Clowson(1975)の批判に対して、正しく先行オーガナイザーを理解し活用すれば大きな効果を上げると反論した。また、先行オーガナイザーの定義や解釈があいまいであり、先行オーガナイザーは教材の概観と同じであるという批判に対して、Ausubel(1978)は、「先行オーガナイザーは、学習のための文章 (passage) より抽象度が高く一般的であり、包摂*度の高い導入教材であると定義される。しかし、概観の定義は、単なる省略や要約である。」(p.252)と反論している。また、Ausubel(1978)は、「正しく先行オーガナイザーを理解し活用するなら、学校教育において大きな成果を上げるもので

* 包摂(subsumption) : 概念や命題を特定のクラスや集合に含めたり、順序に配列したり分類したりすること、あるいは、特定の原理や法則の適用される概念や例を示すこと (河井, 1970)。

ある。」(p.256)とも述べている。

Kozlow(1978)も、99編の研究論文を再調査し、先行オーガナイザーは、学習と記憶の両方を促進させることを明らかにしている。

Mayer(1979)は、「Barnes & Clowson(1975)の、先行オーガナイザーは学習効果を促進させないという論文は、理論の不十分な説明と学習結果の分析の不十分さ、実験統制の不十分さから、不適切である。そして、先行オーガナイザーの効果を実証するために、Indiana University と University of California at Santa Barbara に在学する108人の大学生を対象にコンピュータープログラムに関する内容で検討を行った。その結果、先行オーガナイザーは学習成果に影響すること、先行オーガナイザーは知識の転移性を高める効果があるということが明らかになった。」(p.371)と述べている。Mayer(1979)は、先行オーガナイザーの特性を次のようにまとめている。

- ① 短い言語的あるいは視覚的情報である。
- ② これから学習しようとしている人のために提供するものである。
- ③ これから学習しようとする教材の特別な内容を含まないものである。
- ④ これから学習する教材要素の論理的関係性の説明を提供するものである。
- ⑤ 学習者の知識の転移性(encoding process)に影響するものである。

さらに、先行オーガナイザーは、新しい一般的で組織的な能力を提供するために、あるいは、普段は使わない学習者の既有知識から一般的で組織的な能力を活性化させるために働き、組織的で全体的な構造を持つ学習教材(material)において効果的であると結論づけている。

Luiten, Ames & Ackerman(1980)は、Glass(1977)の分析方法で135編の研究論文を再調査した。その結果、先行オーガナイザーは学習と記憶の両方を促進させると結論づけている。

Stone(1983)は、Barnes & Clowson(1975)やKozlow(1978)、Luiten et al.(1980)などにおいて、先行オーガナイザーに対する研究結果が不安定であったことから、その真実性を確かめるために、自ら、1970年から1980年間の先行オーガナイザーをテーマとした研究論文を対象に再調査した。研究論文は166編あり、正確な研究がなされていた29編の研究論文を、Glass(1977)のメタ分析を用いて再調査した。その結果、「先行オーガナイザーは、学習教材の学習と記憶に関係していることがわかった。しかし、年齢の低い学習者や年長の学習者では、効果量が低いという問題点があった。」(p.197)と指摘している。

以上のことから、これまでの発見学習と先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習の論争を要約すると次のようになる。Brunerの提唱する発見学習は、学習意欲が高まり、

知識の獲得も速く、その保持もよく、さらに応用力もつくという効果がある。しかし、発見するまで時間がかかりすぎる、中学生以上の年齢では効果的ではなく、学力の低い学習者には不利であり、大きなグループで実施するのは難しいなどの問題点がある。このような問題点のある発見学習に対して、Ausubel は先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習を提唱した。先行オーガナイザーは、学習者の既有知識に新しい学習内容を結びつける働きをするため、学習を促進させ、応用力もつき、学校教育において効果的である。しかし、認知的発達が具体的段階にある小学生には、抽象的な内容を認知構造に統合することは難しいという問題点がある。

その後、1990年代以降は、発見学習と先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習に関する論争は影をひそめ、Costance(1990)やRobinson(2006)のように、個々の学習内容に適した効果的な先行オーガナイザーの研究に移行していく傾向が見られる。

Costance(1990)は、第5学年(10～11歳)を対象に先行オーガナイザーの効果を実証するために、Tennessee州Hamiltonの8つの学校で検討を行った。社会科の授業で、verbal organizer と graphic organizer と problematic situation organizer のうち理解に影響するのはどの先行オーガナイザーかという検討を行った。その結果、「事後テストを実施し統計分析を行ったが有意差はみられなかった。その理由は、学習者にとって教材がやさしかったからと考えられる。」(p.4,5)と報告している。

Robinson(2006)は、University of Oklahoma Health Sciences Center に在学する作業療法科と物理療法科の学生を対象に検討を行った。この研究で用いられた教材は「リハビリテーション科学概念」である。知識や経験、学習分野の異なる学生たちが、リハビリテーション概念についてグループ討議を行う授業である。先行オーガナイザーを活用する以前の授業のグループ討議と比較して、先行オーガナイザーを活用すると学生たちは積極的に討議に参加できるようになった。この結果より、授業を受けた学生達の知識や経験、学習分野は異なっても、グループ討議で先行オーガナイザーを用いると、積極的に討議に参加できるようになることが明らかとなった。以上のことより、「先行オーガナイザーは、グループ討議に効果的であっただけでなく、既有の知識を新しい知識につなぎ、新しい知識を理解しやすくし、さらに、経験や学習分野の異なる学生の授業に対するレベルを合わせる効果もある。」(p.4,5)と報告している。

このような研究の変化について、小野瀬(2010)は次のように指摘している。「1970年代以降、心理学は情報処理論、推論、問題解決といった人間の内的な過程の研究に進み、一般

理論の追求から領域固有の追求に進んでいった。そのため、各教科に固有の内容、つまり教材を取り上げ研究するため、教科や教材を取り上げた章や特集論文が1980年代後半以降頻繁に登場するようになった。」(p.13)

1990年代以降は、個々の学習内容に適した効果的な先行オーガナイザーの研究が主流になっていったが、個々の研究からも、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習の学習効果が明らかにされていった。

(4)先行オーガナイザーの定義

先行オーガナイザーを活用する有意味受容学習は、Ausubel(1960,1978)によって提唱された学習理論であり、新しい学習内容を学習者の認知構造の中に受容させるために、新しい学習内容とすでに学習者が所有している認知構造をつなぐ手がかりとして、先行オーガナイザーを提示する学習指導法である。

Ausubel(1960,1978)は、先行オーガナイザーを、学習の初めに示される、学習課題よりも抽象的で一般的で包括的なもので、学習の理解や把持を促進させたり、あるいは類似の概念を統合したり比較したりする働きをもつものであると定義している。

河井(1970)は、先行オーガナイザーを次のように定義している。新しい学習内容を認知構造に統合する1つの重要な変数は、認知機構内において、適切な包括水準を持つ包摂概念の有効性である。この有効な包摂水準とは、当該学習内容の概念化の程度に最も近い水準によって決定される。これは、学習者の認知素地によって影響される。そのため、有意味受容学習を促進させる1つの効果的な方法は、適切な包摂体(subsumer)を人為的に導入し、実際の学習内容を提示する前に、それらの包摂体を認知構造の一部に加えておくことである。この導入された包摂体を、先行オーガナイザーと定義する。

新しい学習内容を認知構造へ関連づける先行オーガナイザーの具体的なものとして、新田・永野・細谷(1963)は、例示・類比・モデルをあげている。

例示や類比は、特定の原理を真なりと予想した上で、その予想をさらに確かなものにするためや、直接には実験化が不可能であるために、これらの手口を使うことができる。たとえば、季節風を考えるのに、台風の例を用いたり、電流や電圧を考えるのに、水流や水圧との類比を用いるなどである。用いられる側については、すでに正しく多くの情報を持っていることが必要である。また、たとえば、中学生にイオンの学習を行わせるために、目で見ることのできる、原子モデルやイオンモデルを使用するなどである(新田ら, 1963)。新田らがあげるモデルは、学習内容の概念と構造が類似していると考えられるものであ

る。

また、川上(2008)は、学習指導要領に書かれている文言も先行オーガナイザーとして活用できると指摘している。

3. 我が国における学習指導法の研究の動向

(1) 発見学習の流行と限界

第二次大戦後、我が国の教育は様々な面でアメリカの影響を受けた。学習指導法においても大きく影響を受けたことは言うまでもない。

広岡・水越(1961)は、問題解決学習と系統学習との間に行われてきた論争の統一として、課題解決学習という新しい学習形態を提唱し、課題解決学習が系統学習より学習成果が高くなることを実証するために、名古屋大学附属中学校1年生を対象に実験を行った。課題解決学習とは、生徒に課題を発見させ、科学の歩んできたプロセスを再生産・再構成する解決思考により、客観的知識の主體的な内化を図ろうとするものである。この研究で用いられた教材は、社会科の「中央山岳地方」である。授業後に実施したテスト結果は、課題解決学習組が系統学習組より高得点であった。このことより、課題解決学習は、系統学習より学習成果が高くなることを明らかにしている。後に、広岡・水越・藤井(1965)は、課題解決学習を発見学習という表記に変えている (p.9, 7行目参照)。

広岡・水越(1962)の第二次報告では、前述した1961年に発表した、系統学習と課題解決学習の比較を、他の教科においてその効果を実証するために、名古屋大学附属中学校2年生95名を対象に検討を行った。この研究で用いられた教材は、国語の吉野源三郎「人間の尊さを守ろう」である。授業後のテスト結果が、知識と理解において系統学習組と課題解決学習組に有意差はなかったが、思考態度(応用能力)においては、系統学習組より課題解決学習組が有意に高かった。このことより、課題解決学習は、科学の成果を科学の系統に即して学びとるという理解思考ではなく、科学の歩んだプロセスを再構成する解決思考をねらうため、知識から思考態度(応用能力)へ転化させ、学習成果を高めると結論づけている。

広岡・水越(1964)の第四次報告では、課題解決学習は、学習過程で生徒に再発見させることにより、応用能力が育成されることを実証するために、小学校5年生を対象に検討を行った。この研究で用いられた教材は、社会科の「工業の発達」である。授業後のテスト結果は、要素的知識は、系統学習組が有意に高かったが、理解力や応用力は、課題解決学習

組が有意に高かった。このことより、小学校5年生の社会科教材においても、課題解決学習は、応用能力を育成し学習成果を高めると結論づけている。

広岡・水越・藤井(1965)の第五次報告では、これまでの課題解決学習を発見学習と表記し、発見学習の学習成果を実証するために、小学校5年生46名を対象に検討を行った。この研究で用いられた教材は、「大昔の数字」である。授業後のテスト結果において、発見学習組は、理解力や応用力及び転移力に高い効果があったと報告している。

また、水越(1970a)は、「発見学習は、生徒に知識の生成過程をたどらせることにより、科学の成果と科学の過程とを統一的に捉えさせようとするものである。その知識は、社会的にはすでに承知せられたものであるから、厳密には再発見の学習である。しかし本人自身にとっては、あらたなる発見であり創造活動である。」(p.18)と発見学習が学習成果を高める特徴を述べている。

平尾(1964)は、発見学習は、知識や概念ができるプロセスを学習者にたどらせ、その過程で試行錯誤を繰り返す。すると学習者は、科学的な法則や理論を理解しやすくなるため、中学理科の実験分野では、能率的効率的な指導法であると指摘している。

水越(1970b)は、「概念・原理・法則・学習のストラテジーなどの学習については、発見学習の効果が期待できる。」(p.23)と述べている。

このように、広岡や水越らにより、Bruner(1961)によって提唱された発見学習が、教育に関する新しい理論として我が国の教育現場に広まっていた。

しかし、発見学習に対する限界も報告されるようになってくる。

水越(1970b)は、「要素的・基礎的な知識や技能の学習場面では、その効果はさして期待できない。」(p.23)と述べている。

市川(2005)は、塾などで先取り学習している子どもと、とても自力発見などできない子どもとが混在する一般の教室では、発見学習はリスクの大きな学習指導法であると批判している。さらに、学力が低いとなかなか発見できず、実験や観察を行っても知識やスキルを習得することは難しいとも指摘している。

日高(2004)は、科学の法則を意識しない働きかけや事象とのふれあいでは理科教育の目標は達成できないと発見学習を批判し、関連する知識のない場合は、教師が基本的な物を提示し、子どもの中に体系を作っていくことが学習成果を高めると指摘している。

小林(2007)は、発見学習は、抽象能力や既有知識及び先行経験が乏しい場合は適用が難しく、発見過程でいきづまることもあると指摘している。

発見学習は、知識や概念ができるプロセスを生徒にたどらせることで、科学的な概念・原理・法則や理論を理解しやすくするという点では、学習成果が見られる。しかし、抽象能力や既有知識及び先行経験が乏しい生徒の場合は、なかなか発見できず発見過程でいきづまることもある。このような観点から、様々な生徒が混在する公立学校の教室では、発見学習による学習成果は期待できそうもない。

(2) 仮説実験授業の提唱

板倉は、発見学習の問題点を解決するために「仮説実験授業」を考案した。仮説実験授業は、観察・実験結果を予想する活動を重視するので、生徒が科学的な法則や理論を発見しやすくする学習指導法である。

板倉(1974)は、「科学的認識は、ある問題について自分自身の予想や仮説をたてて、みんなの考えを出し合ってあらゆる可能性を検討し、仮説を論理的にまとめ、それを実験的に検証するというプロセスを通じて発展していくものである。」(p.31)と考え、問題・予想・討論・実験の4段階により構成された仮説実験授業を考案した。仮説実験授業は、まず、まだ全く教えていない事柄に関する問題を提出して予想をたてさせ、すべての生徒に必ず自分自身の予想を立てさせ記入させてから、クラスの予想分布を集計し公表する。次に、それらの予想について自由な集団討議をすすめる。そして、それらのどの予想・仮説が正しいかを判定するために検証実験を行うというものである。

板倉の考えは、実験の前に予想をたてて討議すると、自分の予想が間違っても実験をただけで、何も説明されなくても、その実験の意味がよくわかるというものである。

仮説実験授業では、観察・実験結果を予想する討議を重視している。板倉(1974)は討議について、「仮説実験授業の討議では教師の指導的な発言を極度につつしむことにしているが、ときには討議のときに教師の方から生徒の考えつかないような見方・考え方を出して討議の内容を充実させることが望まれることがある。しかし、どのような問題・討議のときに、教師がどのような発言を積極的にしたらよいか、ということはたいへんむずかしいことである。どの問題の討議のときに、どのような考え方が提出されることが好ましいかということについても、多くの授業の成果にもとづいて検討し、「ヒント」とした。」(p.38)と述べている。

また、板倉(1974)は、「仮説実験授業と児童実験授業における生徒の理解や意欲について比較実験を行った。その結果、仮説実験授業の効果を証明できた。」(p.221)と述べている。児童実験授業とは、上廻昭・小野田三男の両氏が作成した「実験観察ノート」と題す

る独自の小冊子を児童に与えて、これを中心にして徹底した児童実験を中心に行われるものである。「実験観察ノート」は、一般の教科書に出ている実験や観察の項目をとりあげて、左頁に実験観察すべき事項を指示し、右頁を余白として実験観察の結果を記入させるようになっている。授業では、まず、「実験観察ノート」の指示に従って、グループまたは個人で実験観察をさせ、その後、教室に全員を集めて、各グループや個人で実験観察した結果を報告させ、教師が中心になってそれらの結果からどんなことがわかるのかまとめさせるという授業展開である（板倉, 1974）。

板倉の提唱する仮説実験授業は、観察・実験の結果を予想し討議することにより学習成果を高めることができるという利点はあるが、教師が提示するヒントに課題がある。板倉のいうヒントとは、単に学習内容をわかりやすくするためだけに用いるものであり、Ausubel(1978)の提唱する先行オーガナイザーとは異なるものである。Ausubel(1978)の提唱する先行オーガナイザーとは、新しい学習内容を学習者の認知構造の中に受容させるために、新しい学習内容と既に学習者が所有している認知構造をつなぐ手がかりとなるものであり、学習課題よりも抽象的で一般的で包括的なもので、学習の理解や把持を促進させたり、あるいは類似の概念を統合したり比較したりする働きをもつものであり、基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・応用力を育成するために用いるものである。

(3) 有意味受容学習の有効性

1980年代頃より、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習の効果を、授業を通して実証する研究者が増え始めた。

先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習に関する先行研究の概要を表1に示す。

表1 先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習に関する先行研究

対象者	研究者（発行年）	教材
小学校6年生	馬場・木下(1994)	脊椎動物の進化
小学校5年生	川上・渡辺・松本(2009)	花のつくり
小学校6年生	川上・渡辺・松本(2009)	水よう液の性質
高校生	川村・子安(2000)	放物運動
大学生	池田・田中(1984)	山崩れの原因
大学生	池田・田中(1985)	分散分析法
大学生	柳原(1998)	The Lost Secret
大学生	工藤(2003)	種子植物の概念

先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習に関する先行研究のうち、小学生を対象としたものは以下の通りである。

馬場・木下(1994)は、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習の効果を実証するために、小学校6年生を対象に検討を行った。この研究で用いられた教材は、「脊椎動物の進化」である。その結果、「必ずしも先行オーガナイザーの効果を明確に示したというわけではないが、先行オーガナイザーが理解を高める働きは、追認されたと言っても良さそうである。」(p.427)と述べている。

川上・渡辺・松本(2009)は、理科の学習法では、見通しを持って実験・観察を行い、法則や規則性を学習することは難しいと指摘されているが、有意味受容学習は先行オーガナイザーを活用することにより困難を克服できることを実証するために、2つの研究を行った。第1研究は、小学5年生1クラスを対象に行った。この研究で用いられた教材は、「花のつくり」である。その結果、成績上位群の記憶の保持という点では先行オーガナイザーの有効性が見られたが、成績下位群には見られなかったと報告している。このことより、学習者の先行経験が不十分であると、抽象的な概念である先行オーガナイザーを既存の知識と結びつけることはできにくいものと考えられる。第2研究は、小学6年生1クラスを対象に行った。この研究で用いられた教材は、「水よう液の性質」である。その結果、成績上位群・成績下位群のいずれの学習者にも学習成果が見られた。知識の保持においても先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習は効果的であり、科学的な思考力を養うことができた。さらに、学習者が学習に対し意欲的に取り組む姿勢を見せたと報告している。

川上らは、その理由を、先行オーガナイザーを提示することで学習する内容が明確になり、実験を行う目的がはっきりしていたからと結論づけている。

先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習に関する先行研究のうち、高校生を対象としたものは以下の通りである。

川村・子安(2000)は、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習の効果を実証するために、高校2年生71名を対象に検討を行った。この研究で用いられた教材は、「放物運動」である。先行オーガナイザーを用いた群が有意に学習成果を高めたことを明らかにし、「先行オーガナイザーは、成績上位群に対してよりも成績下位群に対して有意に機能する。」(p.96)と述べている。

先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習に関する先行研究のうち、大学生を対象としたものは以下の通りである。

池田・田中(1984)は、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習の効果を実証するために、大学生112名を対象に検討を行った。この研究で用いられた教材は、「山崩れの原因」についての文章である。風邪の原因の説明を先行オーガナイザーとして用いた。その結果、学習者に先行オーガナイザーの内容を理解させるだけではなく、先行オーガナイザー自体の機能や構造を理解させると学習成果が有意に高くなることを明らかにしている。また、池田・田中(1984)は、先行オーガナイザーの内容を本学習時まで保持させるために、先行オーガナイザーを要約し図に表した同時オーガナイザーを教材中に組み入れると、さらに学習成果が高くなると考えたが、有意な効果を検出できなかったと報告している。しかし、池田・田中(1984)の、先行オーガナイザーの内容を本学習時まで保持させるために、先行オーガナイザーを要約し図に表した同時オーガナイザーを教材中に組み入れるとさらに学習成果が高くなるという考えを、教育現場での体験をもつ筆者にとっては、妥当な考えであると思われる。

池田・田中(1985)は、同時オーガナイザーの効果を再検討するために、大学生71名を対象に検討を行った。この研究で用いられた教材は、「分散分析法」である。分散分析法の原理の説明を先行オーガナイザーとして用いた。その結果、先行オーガナイザーを要約し図に表した同時オーガナイザーを活用すると有意に学習成果が高くなることを明らかにしている。

柳原(1998)は、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習の効果を実証するために、大学1年生60名を対象に検討を行った。この研究で用いられた教材は、英語ビデオ教材

「The Lost Secret」である。その結果、聴解力の低い学習者にとっては、先行オーガナイザーを用いた指導法は、学習成果を高める傾向にあると報告している。

工藤(2003)は、大学生 93 名を対象に検討を行った。この研究で用いられた教材は、チューリップを事例とした「種子植物」の概念である。その結果、これまで先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習による知識の転移性はあまり高くないといわれてきたことに対して、多様な事例の提示があれば、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習でも応用力・知識の転移性はつくということを明らかにしている。

川上(2008)は、理科の授業を通して多くの研究を行い、学習が不得意な児童生徒にとって学習成果の高い指導法は、発見学習ではなく先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習であることを明らかにしている。

以上のように、川上を中心に、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習の効果を述べる研究者が増え始めた。

川上・渡辺(2010)は、「有意味受容学習の効果は、学習者がわかること、特に理科を不得意とする子もよくわかること、わかるから、理科の授業がおもしろく感じることなどである。」(p.1)と述べている。また、「有意味受容学習は演繹的な思考過程をとり、学習内容が抽象的な場合に適している。その意味で、中学校には適した単元が多い。」(p.1)とも述べている。

これまでの研究成果を要約すると、次のようになる。発見学習は、学習過程で試行錯誤を繰り返すため、発見すべき法則や規則性がはっきりしていたり、先行経験がある場合、学習成果が高く理解力や応用力を高める。しかし、発見学習は、抽象能力や既有知識及び先行経験が少ない学習者や学力の低い学習者には効果が低いようである。他方、有意味受容学習は、先行オーガナイザーを活用することで学習内容が明確になるばかりでなく、先行オーガナイザーが学習者の既有知識と結びつくことで学習成果を高くする。学力の低い学習者にも学習成果が高く、応用力もつき、先行オーガナイザーを用いることで、学習内容や学習目的が明確になるため、学習意欲も高まる。しかし、先行オーガナイザーを活用する有意味受容学習は、認知的発達に抽象的段階にある中学生以上の学習者に効果があるが、認知的発達が具体的段階にある小学生に対しては学習成果が低いようである。

(4)説明オーガナイザーと比較オーガナイザーの定義

先行オーガナイザーは、その働きから、説明オーガナイザーと比較オーガナイザーに大別することができる(Ausubel,1978 ; 大村,1981 ; 梶田,2002 ; 杉原,2004)。

Ausubel(1978)は、説明オーガナイザーは、未熟知 (unfamiliar ; なじみのない) 教材の場合に、比較オーガナイザーは、熟知 (familiar ; なじみのある) 教材の場合に適していると指摘している。

大村(1981)は、説明オーガナイザーと比較オーガナイザーを次のように定義している。説明オーガナイザーは、学習すべき内容が生徒にとって非常に新しく、親近度の低い場合に用いる。説明オーガナイザーは、生徒にとって少しでも親しみのあるアイデアで、しかも学習内容と関連するアイデアで解説し、生徒のもっている予備知識と学習内容との関連づけを促進するものである。比較オーガナイザーは、学習すべき内容がある程度親しみがあ、既存の知識と関連している場合に用いる。比較オーガナイザーは、生徒のすでにもっている概念と、これから学習すべき概念とを比較して、両者の類似点と相違点を明確にし、誤解を防ぐものである。

杉原(2004)は、説明オーガナイザーと比較オーガナイザーについて、以下のように定義している。説明オーガナイザーは学習内容が子どもになじみがない、新しいものであるときに用いられる。説明オーガナイザーは、新しい学習内容と関連づけることができるものでなくてはならない。たとえば、異文化におけるコミュニケーションについての学習において、文化とは諸問題の種々の解決法のセットであるため、文化が異なれば問題を間違ったやり方で解決する、というようなものが説明オーガナイザーの例である。比較オーガナイザーは、新しい学習内容をすでにもっている類似の概念と統合したり、逆に、両者が本質的に異なっているときは混同しないようにその差異点を明確にするものである。たとえば、九九表において $A \times B = B \times A$ の交換法則を学習させるとき、 $A \div B \neq B \div A$ を提示する。この比較オーガナイザーによりかけ算とわり算を関係づけ、両者の違いについて学習することができる。

先述の先行オーガナイザーの定義で示した、先行オーガナイザーの具体例 (p.8, 20行目～p.9, 2行目参照)を説明オーガナイザーと比較オーガナイザーに分類すると次のようになる。

新田ら(1963)があげた、季節風を考える場合に活用する台風の例や電流や電圧を考える場合に活用する水流や水圧、イオンの学習で活用する原子モデルやイオンモデルは、比較オーガナイザーに分類される。また、川上(2008)があげた、学習指導要領に書かれている文言は、説明オーガナイザーに分類される。

第3節 先行研究の課題と本研究の目的

先行オーガナイザーを用いた有意味受容学習の有効性は、多くの研究者により実証されてきた。しかし、先行オーガナイザーには、説明オーガナイザーと比較オーガナイザーがあり、その性質や活用対象に違いがあるにもかかわらず、これまで、先行オーガナイザーを説明オーガナイザーと比較オーガナイザーとに区別して授業を実施し、その学習成果を比較し、統計的分析を行った研究は見当たらない。

さらに、川上(2008)は、「有意味受容学習は、学習者に不確定な情報が多くある状態、あるいは、抽象性が高い内容のときに有効である。したがって、学年が進むにつれて次第に有意味受容学習が活用しやすくなるので、中学生では必要頻度が高まる。」(p.43)と述べている。

また、川上・渡辺(2010)は、「中学生を対象とした実践事例はきわめて不足している。今後は、小学生だけでなく中学生における適応事例を増やす必要がある。」(p.6)と述べている。

そこで、中学生を対象とした様々な教材で、先行オーガナイザーを説明オーガナイザーと比較オーガナイザーに区別し、どちらが学習者の確かな学力を向上させるために効果的であるのか否かを調査研究することが求められる。また、林(1959)が指摘するように、心理学的条件下で統計的分析を行う研究が求められる。

以上のことから、本研究の目的を、中学生を対象とし、理科の授業において、説明オーガナイザーを提示した場合と比較オーガナイザーを提示した場合では、どちらが生徒にとって新しい学習内容を学習者の認知構造の中に受容させ、学習の理解や把持を促進させやすく、基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・応用力が身につく学習成果も高くなるのか否かを明らかにすることとした。

本研究で用いる教材は、筆者が公立中学校の理科教師であることから、理科の学習内容とした。本研究は、教科学習を直接研究の対象としていることから、教科の心理の研究として位置づけられる。福沢(2010)が、教科の心理を研究するには、教科にも通じており、心理学の知識も必要となると述べている。この点から本研究は、教科の心理の研究を行う条件に合うものと考えられる。

また、この研究で用いる教材は、個々ばらばらに理解し機械的に記憶していくような教

材ではなく、学習内容が潜在的に意味的な教材を選んだ。たとえば、幾何の新しい定理をつくっている個々の語のような、その学習作業の個々の構成要素は、学習者にとってすでに意味的であるが、学習の目的は個々ばらばらの語の理解ではなく、定理の全体としての意味であるという潜在的に意味的である教材（河井,1970）である。

第4節 本研究の構成

本研究の目的は、すべての生徒にとって理解しやすく、基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力が身につく学習成果の高い指導法を明らかにすることである。

本研究の本論は、次のような構成からなっている。

第2章 中学生における物理分野「電流と電圧」の学習成果に及ぼす指導法の違いによる学習効果の実証的検討（研究1）

第3章 有意味受容学習における先行オーガナイザーの実証的検討（研究2～6）

第4章 本研究の総括

第2章、研究1では、公立中学校2年生を対象に、物理分野「電流と電圧」の学習を教材として、学習成果が高い指導法は発見学習より先行オーガナイザーを活用する有意味受容学習であることを実証的に検討する。

筆者は、公立中学校理科教師としてのこれまでの体験から、生徒にとって理解しやすく学習成果が高い指導法は、発見学習より先行オーガナイザーを活用する有意味受容学習であると感じていた。また、先行オーガナイザーを活用する有意味受容学習は、発見学習より学習成果が高いと指摘する先行研究（Ausubel, 1964; Lowton & Clowson, 1977; Kozlow, 1978; Mayer, 1979; 池田・田中, 1984; 馬場・木下, 1994; 柳原, 1998; 川村・子安, 2000）も多く存在することが明らかとなった。そこで、研究1では、先行オーガナイザーを活用する有意味受容学習は、発見学習より学習成果が高いという仮説を立て、心理学的条件の下、統計的手法を用いて実証的に検討し、先行研究の信頼性及び筆者の感性の正しさを実証することを目的とした。その結果、仮説は支持された。

ところが、先行オーガナイザーは、その働きにより説明オーガナイザーと比較オーガナイザーに大別されるが、先行オーガナイザーを説明オーガナイザーと比較オーガナイザーとに区別して授業を実施し、その学習成果を比較し、統計的に分析を行った研究はほとんど見当たらない。

そのため、第3章、研究2～6では、公立中学校生徒を対象に、物理分野「力と運動」の学習を（研究2）、化学分野「化学変化」の学習（研究3）・「イオン」の学習（研究4）、生物分野「遺伝」の学習（研究5）、地学分野「地震」の学習（研究6）を教材として、説

明オーガナイザーと比較オーガナイザーが、それぞれの教材ごとにどのような学習成果を示すのか否かを実証的に比較検討する。

第4章は、本研究を総括する。第1節では、研究全体のまとめを、第2節では、本研究の問題点と今後の課題を述べ、本論文の結びとする。

本研究の構成を図1に示す。

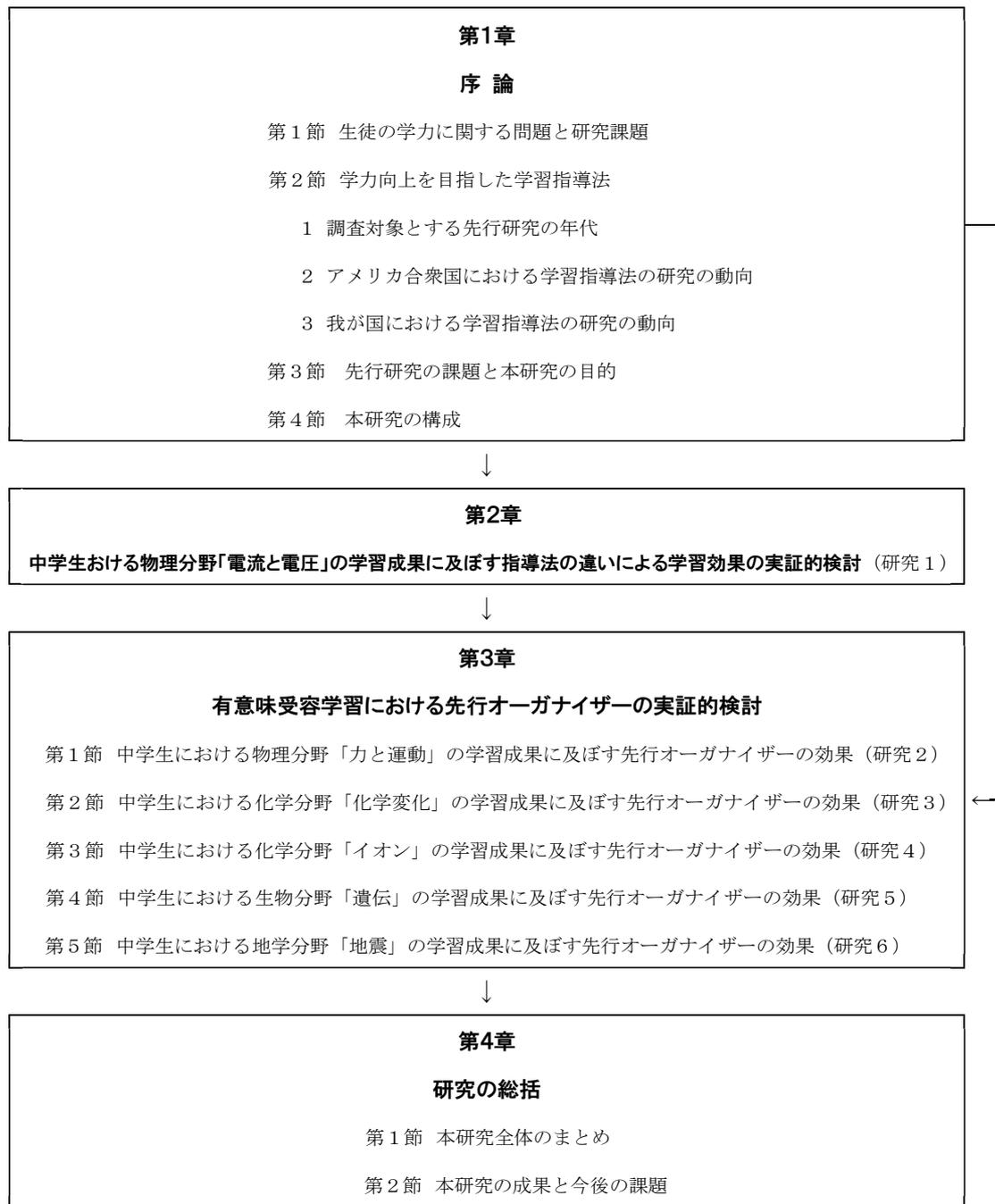


図1 本研究の構成

第2章

中学生における物理分野「電流と電圧」の学習成果に及ぼす 指導法の違いによる学習効果の実証的検討(研究1)*

1. 目的

序論において、先行研究から、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習が発見学習より学習成果が高い場合もあることが明らかとなった。先行研究の結果を踏まえて、本研究の目的は、説明オーガナイザーを提示した場合と比較オーガナイザーを提示した場合、どちらの先行オーガナイザーが生徒にとって理解しやすく、基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・応用力が身につく学習成果が高くなるのか否かを明らかにすることであるが、本研究に入る前に、先行研究で明らかとなった、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習が発見学習より学習成果が高いことを、自ら実証したいと考えた。そこで、第2章の研究目的を、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習が発見学習より学習成果が高くなるであろうという仮説を立て、物理分野「電流と電圧」の授業を通して検討することとした。

なお、生徒の特性の1つに学力がある。学力の高い生徒とそうでない生徒のそれぞれにとって、理解しやすく効果的な指導法は同じであるのか否かを検討することも本研究の目的とした。それは、学習指導の最適化という観点から、次のような報告があるからである。学力が発達的に準備の整っている生徒には言語的概念的な指導を行えるが、準備の整っていない生徒に言語的概念的な指導を行うとかえって混乱させてしまうこともある(東洋,1970)。また、筆者の公立中学校理科教師としてのこれまでの体験から、明らかに文章理解・問題理解に生徒間格差があると感じているからである。

教育研究の実証的検討における条件統制は困難を伴うものであるが、可能な限りの条件統制を行った。また、研究結果は、統計的分析を用いて判定した。

* 本研究は、新谷(2013)による。

2. 方法

(1)調査時期

2011年6月～10月。

(2)調査対象

中学校2年生115名（在籍数137名のうち、すべての調査に出席し統計分析可能な生徒数である）。

(3)調査内容

「電流と電圧」の一部の授業と中間テスト・事後テストを含めて11時間実施した。テストは、生徒に前もって知らせることなく実施した。「電流と電圧」の授業では、「直列回路と並列回路における電流と電圧の大きさの規則性及び、電圧と電流の関係を見いだす。」ことをねらいとした。

指導計画は、表2-1に示した。当該年度5月に実施した理科の定期テストの得点より、1組から4組の生徒それぞれを発見学習法群（A群）と先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法群（B群）の2群に編成した。その際、理科の定期テストの平均点と男女比が、2群間でそれぞれ同等になるよう条件統制した。その後、少人数指導で授業を実施した。発見学習法群は、前半授業の7時間で発見実験を行い、中間テストを実施した。その後、後半授業の3時間でまとめの先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習を行い、事後テストを実施した。先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法群は、前半授業の4時間で先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習を行い、中間テストを実施した。その後、後半授業の6時間で検証実験を行い、事後テストを実施した。なお、授業は筆者を含む3人で担当した。表2-1に示したX・Y・Zは授業者を表している。授業者バイアスを避けるため、次のような条件統制をした。板書計画・実験レポート・先行オーガナイザー用プリント・実験道具等は全く同じものにし、説明場面・説明内容も同じものとするための打ち合わせを行い、授業後は確認を行った。

表2-1 指導計画

指導時期	1組		2組		3組		4組	
	A群(X) (N=14)	B群(Y) (N=14)	A群(Y) (N=16)	B群(Z) (N=16)	A群(Y) (N=14)	B群(Z) (N=16)	A群(X) (N=14)	B群(Y) (N=11)
前半授業(時数) 6月中～下旬	発見実験 (7)	受容学習 (4)	発見実験 (7)	受容学習 (4)	発見実験 (7)	受容学習 (4)	発見実験 (7)	受容学習 (4)
6月下旬	中間テスト							
後半授業(時数) 6月下～7月中旬	受容学習 (3)	検証実験 (6)	受容学習 (3)	検証実験 (6)	受容学習 (3)	検証実験 (6)	受容学習 (3)	検証実験 (6)
7月中旬	事後テスト							

前半授業の発見学習法群は、表2-2に示した課題について班ごとに発見実験を行い、各班の実験結果から、課題に対する考察を討議により導き出した。電流の大きさを測定する電流計や、電圧の大きさを測定する電圧計の使い方については、授業者から知らされた。前半授業の先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法群は、表2-2に示した課題を、班ごとに考えた。その際、授業者から表2-2に示す先行オーガナイザーを提示された。その後、学級全体で討議し課題に対する考察を導き出した。

前半授業終了後、中間テストを実施した。中間テストは、発見学習法群と先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法群の学習効果の差を統計的に検討することを目的とした。実施した中間テスト問題は、発見学習法群も先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法群も同様の基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力が身についたか否かを調査するための理解度確認問題であるが、発見学習法群は実験装置の模式図を、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法群は実験装置の回路図を提示した。このような提示方法をとるのは、発見学習法群では、実験はするが回路図の説明がなされておらず、有意味受容学習法群では、回路図の説明はなされるが実験を実施していないためである。中間テストは、「電流と電圧」に関する理解確認問題34問で構成し、1問正答するごとに1点とした。テストの採点は、生徒自身が行った。その際、正しい評価ができるように、授業者が正解および採点基準を知らせ、採点に関する質問を受け付けた(中間テスト用紙は、付録資料Aを参照)。

表2-2 前半授業の課題と内容及び先行オーガナイザー

時	発見学習法群	時	有意味受容学習法群
1	<p>課題「電流回路をつくらう。」</p> <p>・豆電球2個と乾電池1個を用いて様々な回路をつくるが、直列回路と並列回路になることに気づく。</p>	1	<p>課題「電流回路を考えよう。」</p> <p>先行オーガナイザー「電流は電子という粒の流れである。」</p> <p>・様々な回路を考えるが、直列回路と並列回路になることに気づく。</p>
2	<p>課題「直列回路の電流の大きさを調べよう。」</p> <p>・豆電球2個と乾電池1個で直列回路をつくり、それぞれの地点の電流の大きさを電流計で測定する。各班の実験結果より関係性を考察する。</p>	2	<p>課題「直列回路と並列回路の電流の大きさを考えよう。」</p> <p>先行オーガナイザー「回路を川と考えると電流は川の水量に当たる。」</p> <p>・電流の大きさの関係性を考察する。</p>
3	<p>課題「並列回路の電流の大きさを調べよう。」</p> <p>・豆電球2個と乾電池1個で並列回路をつくり、それぞれの地点の電流の大きさを電流計で測定する。各班の実験結果より関係性を考察する。</p>	3	<p>課題「直列回路と並列回路の電圧の大きさを考えよう。」</p> <p>先行オーガナイザー「回路を川と考えると電圧は川の落差に当たる。」</p> <p>・電圧の大きさの関係性を考察する。</p>
4	<p>課題「直列回路の電圧の大きさを調べよう。」</p> <p>・豆電球2個と乾電池1個で直列回路をつくり、それぞれの地点の電圧の大きさを電圧計で測定する。各班の実験結果より関係性を考察する。</p>	4	<p>課題「電流と電圧の大きさの関係を調べよう。」</p> <p>先行オーガナイザー「電流と電圧の測定データ」</p> <p>・測定データをグラフ化して、関係性を考察する。</p>
5	<p>課題「並列回路の電圧の大きさを調べよう。」</p> <p>・豆電球2個と乾電池1個で並列回路をつくり、それぞれの地点の電圧の大きさを電圧計で測定する。各班の実験結果より関係性を考察する。</p>		
6	<p>課題「電流と電圧の大きさの関係を調べよう。」</p> <p>・抵抗1個と乾電池で回路をつくり、乾電池を</p>		
7	<p>・1個・2個・3個・・・と増やしたときの電流と電圧の大きさを測定する。各班の実験結果より関係性を考察する。</p>		

後半授業は、前半授業で発見学習法群が実施した内容を、検証実験として先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法群に、前半授業で先行オーガナイザーを活用した有意

味受容学習法群が実施した内容を、まとめの受容学習として発見学習法群に実施した。表 2-3 は、後半授業の課題と内容および先行オーガナイザーを表している。

後半授業終了後、事後テストを実施した。事後テストは、発見学習法群と先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法群との学習効果の差が解消したか否かを統計的に検討することを目的とした。事後テスト問題は中間テスト問題と同様である。事後テストの採点方法も、中間テストと同様である（事後テスト用紙は、付録資料 A を参照）。

表2-3 後半授業の課題と内容及び先行オーガナイザー

時	発見学習法群	時	有意味受容学習法群
1	<p>課題「電流回路を考えよう。」</p> <p>先行オーガナイザー「電流は電子という粒の流れである。」</p> <p>課題「直列回路と並列回路の電流の大きさを考えよう。」</p> <p>先行オーガナイザー「回路を川と考えると電流は川の水量に当たる。」</p> <ul style="list-style-type: none"> 電流の大きさの関係性を考察する。 	1	<p>課題「電流回路をつくろう。」</p> <ul style="list-style-type: none"> 豆電球 2 個と乾電池 1 個を用いて直列回路と並列回路をつくる。 <p>課題「直列回路の電流の大きさを調べよう。」</p> <ul style="list-style-type: none"> 豆電球 2 個と乾電池 1 個で直列回路をつくり、それぞれの地点の電流の大きさを電流計で測定する。各班の実験結果より関係性を考察する。
2	<p>課題「直列回路と並列回路の電圧の大きさを考えよう。」</p> <p>先行オーガナイザー「回路を川と考えると電圧は川の落差に当たる。」</p> <ul style="list-style-type: none"> 電圧の大きさの関係性を考察する。 	2	<p>課題「並列回路の電流の大きさを調べよう。」</p> <ul style="list-style-type: none"> 豆電球 2 個と乾電池 1 個で並列回路をつくり、それぞれの地点の電流の大きさを電流計で測定する。各班の実験結果より関係性を考察する。
3	<p>課題「電流と電圧の大きさの関係を調べよう。」</p> <p>先行オーガナイザー「電流と電圧の測定データ」</p> <ul style="list-style-type: none"> 測定データをグラフ化して、関係性を考察する。 	3	<p>課題「直列回路と並列回路の電圧の大きさを調べよう。」</p> <ul style="list-style-type: none"> 豆電球 2 個と乾電池 1 個で直列回路と並列回路をつくり、それぞれの地点の電圧の大きさを電圧計で測定する。各班の実験結果より関係性を考察する。
		4	<p>課題「電流と電圧の大きさの関係を調べよう。」</p> <ul style="list-style-type: none"> 抵抗 1 個と乾電池で回路をつくり、乾電池を 1 個・2 個・3 個・・・と増やしたときの電流と電圧の大きさを測定する。各班の実験結果より関係性を考察する。

(4) 手続き

授業は、1 学級を発見学習法群と有意味受容学習法群の 2 群に分け、少人数指導で行った。教室は、すべて理科室を使用した。また、授業実施者は、筆者を含む 3 名である。なお、

授業時間数は前述で述べた通りである。

3. 結果

本研究では、生徒の特性の1つである学力について、当該年度5月に実施した理科の定期テスト結果の平均より得点の高かった生徒を学力高群、平均より得点の低かった生徒を学力低群と定義した。

表2-4は、中間・事後テスト結果の平均と標準偏差を、発見学習法群と先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法群のそれぞれを学力別に示したものである。また、図2は、中間・事後テスト結果の平均を、発見学習法群と先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法群のそれぞれを学力別に示したものである。

テスト結果を、指導法（発見学習法群・先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法群）×学力（高群・低群）×テスト時期（中間・事後）の3要因混合計画で分散分析を行った。指導法要因・学力要因は被験者間配置、テスト時期要因は被験者内配置である。

分散分析の結果は、指導法要因とテスト時期要因の交互作用が有意($F(1,111)=6.51, p<.05$)であった。そこで、テスト時期ごとの指導法要因の単純主効果を検定した。その結果、中間テスト結果において有意差($F(1,222)=7.57, p<.01$)があり、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法群が発見学習法群より有意に高かった。事後テスト結果は有意でなかった。指導法要因ごとのテスト時期要因の単純主効果を検定した。その結果、発見学習法群において有意差($F(1,111)=73.04, p<.01$)があり、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法群において有意差($F(1,111)=24.39, p<.01$)があり、どちらも事後テスト結果が中間テスト結果より有意に高かった。

また、学力要因の主効果が有意($F(1,111)=38.29, p<.01$)であり、学力高群が学力低群より有意に高かった。

表2-4 中間・事後テスト結果の平均と標準偏差

テスト	発見学習群				有意味受容学習群			
	学力高群 (N=37)		学力低群 (N=21)		学力高群 (N=37)		学力低群 (N=20)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
中間	18.97	4.48	12.43	4.61	19.86	5.23	17.00	5.24
事後	24.86	4.88	17.33	5.92	24.05	4.56	19.05	6.53

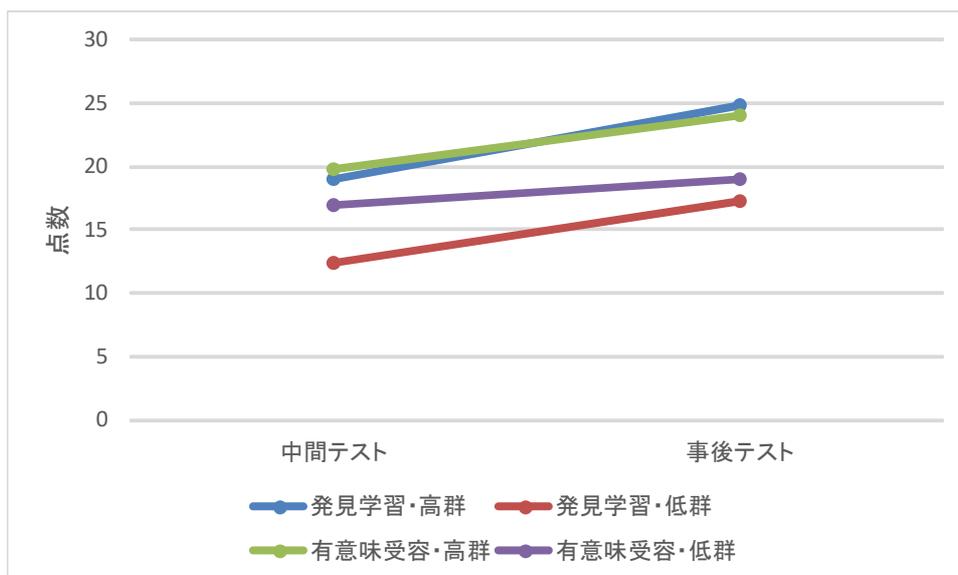


図2 中間・事後テスト結果の平均

4. 考察

中間テストでは、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法群が発見学習法群よりテスト結果が有意に高かった。このことより、生徒にとって理解しやすく、基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・応用力が身につく学習成果の高い指導法は、学力の違いにかかわらず、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習であることが明らかとなった。

また、後半授業終了後に実施した事後テストの結果は、両群のテスト結果に有意差がなくなった。このことは、発見学習法群は、後半授業でまとめの先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習を実施し、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法群は、後半授業で検証実験を実施したことによるものと考えられる。そのため、図2のグラフからもわかるように、発見学習・学力低群で実施した先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習の学習成果が高くなったのであろうと考えられる。

中間テスト結果より事後テスト結果が有意に高かったのは、中間テスト実施後に、後半授業でさらに学習したことと、中間テスト問題と事後テスト問題が同じであったことによるものと考えられる。

学力高群が学力低群よりテスト結果が有意に高かったのは、授業実施以前に生徒がもっていた既存の知識量及び理解力に違いがあるためであらうと考えられる。

以上のことから、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法による指導が発見学

習法による指導より学習成果が高くなるであろうという仮説は支持された。

第3章

有意味受容学習における先行オーガナイザーの実証的検討

本章の研究目的は、説明オーガナイザーを提示した場合と比較オーガナイザーを提示した場合とでは、どちらの先行オーガナイザーが、生徒にとって理解しやすく、基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・応用力が身につく、学習成果が高くなるのか否かを明らかにすることである。

本章の研究では、中学生を対象とし、教材は、理科の物理分野「力と運動」(第1節)・化学分野「化学変化」(第2節)・化学分野「イオン」(第3節)・生物分野「遺伝」(第4節)・地学分野「地震」(第5節)を研究対象とした。

第1節 中学生における物理分野「力と運動」の学習成果に及ぼす先行オーガナイザーの効果(研究2)*

1. 目的

本研究の目的は、物理分野「力と運動」の授業を通して、説明オーガナイザーを提示した場合と比較オーガナイザーを提示した場合では、学習成果に差異が生じるか否かを明らかにすることである。具体的には、生徒が理解しやすく、基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・応用力が身につく、理解したことを定着させるのは、説明オーガナイザーを提示した場合と比較オーガナイザーを提示した場合のどちらであるのか否かを明らかにすることである。

本研究で取り扱う「力と運動」の授業は、台車が斜面を滑り落ちるときの斜面の角度と台車の速さの関係について学習する。また、生徒は、これまで滑り台で遊んだり自転車で坂道を下るといった体験をしてきている。このように体験したことのある、熟知教材の場合、Ausubel(1978)の説から、比較オーガナイザーを提示する方が説明オーガナイザーを提示するより学習成果が高くなるだろうという仮説を立てた。

なお、生徒の特性の1つに学力がある。学力の高い生徒とそうでない生徒のそれぞれに

* 本研究は、新谷(2015a)による。

とって、理解しやすく効果的な指導法は同じであるのか否かを検討することも本研究の目的とした。それは、学習指導の最適化という観点から、次のような報告があるからである。学力が発達的に準備の整っている生徒には言語的概念的な指導を行えるが、準備の整っていない生徒に言語的概念的な指導を行うとかえって混乱させてしまうこともある（東洋,1968）。また、筆者の公立中学校理科教師としてのこれまでの体験から、明らかに文章理解・問題理解に生徒間格差があると感じているからである。

教育研究の実証的検討における条件統制は困難を伴うものであるが、可能な限りの条件統制を行った。また、研究結果は、基本的にすべて統計的分析を用いて判定した。

2. 方法

(1)調査時期

2013年12月～2014年1月。

(2)調査対象

中学校2年生A群20名、B群22名、C群20名、D群22名の合計84名（在籍数101名のうち、すべての調査に出席し、統計分析可能な生徒数である）。

(3)調査内容

「理科冬期講座」は、「力と運動」の一部の授業と事後テスト・意識調査を含めて3時間実施した。また、授業実施前に事前テスト、授業実施5週間後に遅延テストを実施した。テストや意識調査は、生徒に前もって知らせることなく実施した。「理科冬期講座」の授業では、「斜面の角度が大きくなると、台車にはたらく力が大きくなり、台車の速さの変化も大きくなることを理解させる。」ことをねらいとした。

指導計画は、表3-1に示した。先行オーガナイザー以外の指導計画は、A群・B群・C群・D群ともに同様とした。A群・B群には説明オーガナイザーを提示し、C群・D群には比較オーガナイザーを提示した。説明オーガナイザーと比較オーガナイザーは、表3-2に示した。

授業実施前に行う事前テストは、生徒が持っている「力と運動」に関する既存の知識量を調査し、生徒の「力と運動」に関する既存の知識量が等質になるよう、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群に振り分けることを目的とした。事前テストは、「力と運動」に関する基本的な問題15問で構成し、1問正答するごとに1点とした（事前テスト用紙は、付録資料Bを参照）。

1 時間目の授業（50 分間）は、課題「斜面の角度と台車に速さの関係を調べよう。」を授業者が生徒に提示した。生徒は、課題に対する質問をし、課題解決に向けて思考した。その後、授業者は先行オーガナイザーを提示した。生徒は、班（3～4名の小集団）ごとに相談し予想した。予想内容を班単位で発表し合った。班ごとの発表に対して質問し合い、考えを深め合った。

2 時間目の授業（50 分間）は、班単位で、「斜面の角度と台車の速さの関係を調べる。」検証実験を行った。実験道具の使い方は、授業者が説明した。生徒は実験結果をまとめ、実験結果からわかる考察（課題に対する解答）を実験レポートにまとめた（実験レポート用紙は、付録資料 B を参照）。

3 時間目（40 分間）は、事後テストと授業に関する意識調査を実施した。事後テストは、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の学習効果の差を統計的に検討することを目的とした。事後テストは、事前テストと同じ基本問題を 15 問、授業を受けたことにより基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力が身についたか否かを調査するための理解確認問題を 10 問、理解した知識理解が転移したか否かを調査するための応用問題 10 問で構成し、1 問正答するごとに 1 点とした。テストの採点は、生徒自身が行った。その際、正しい評価ができるように、授業者が正解および採点基準を知らせ、採点に関する質問を受け付けた（基本問題・理解確認問題・応用問題それぞれのテスト用紙は、付録資料 B を参照）。

事後テスト結果については、次のような仮説を立てた。基本問題は、基本的な内容を問う問題で、すべての生徒が理解できるであろうと考えられる問題で構成したため、テスト結果に先行オーガナイザー要因の違いによる有意差はみられないであろう。理解確認問題は、授業中の学習を通して基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力が身についたか否かを問う問題であるため、比較オーガナイザーを提示する方が説明オーガナイザーを提示するより、テスト結果は高くなるだろう。応用問題は、応用力を必要とする問題であるため、学力高群は学力低群よりテスト結果が高くなるであろう。

授業に関する意識調査は、授業がわかりやすかったか否か、先行オーガナイザーが理解を促進させたか否かを、生徒の感じ方から調査することを目的とした。意識調査項目ごとに 5 件法で調査した（意識調査用紙は、付録資料 B を参照）。

授業に関する意識調査結果については、次のような仮説を立てた。本研究で取り扱う「力と運動」は、熟知教材であるため、比較オーガナイザーを提示されると説明オーガナイザ

一を提示されるより、授業や先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと感じるであろう。

授業実施5週間後に行う遅延テストは、授業で身についた知識が把持され続けているか否かを検討することを目的とした。

遅延テスト結果については、次のような仮説を立てた。授業直後は理解できていたことでも時間の経過による忘却のため、遅延テスト結果は事後テスト結果より低くなるであろう。

表3-1 指導計画

事前	事前テストを実施する。
1時	①課題「斜面の角度と台車の速さの関係を調べよう。」を提示する。 ②課題解決に向けて思考する。 ③先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群では内容が異なる）を提示する。 ④班ごとに相談し、予想を発表し合い、討議する。
2時	①実験道具（記録タイマー）の使い方を説明する。 ②班ごとに実験する。（斜面の角度を30°にしたときと60°にしたときの台車の運動を記録タイマーで記録する。） ③記録テープを実験レポート用紙に貼り、考察する。
3時	事後テストを実施する。 授業に関する意識調査を実施する。
事後	遅延テストを実施する。

表3-2 説明オーガナイザーと比較オーガナイザー

説明オーガナイザー	<p>①台車にはたらいている力（重力）を知らせる。</p> <p>②台車を斜面方向に引っ張る力（A力）を作図する。</p> <p>③重力はA力と斜面を押す力に分けられることを知らせる。したがって、A力は台車にはたらき続けていることを確認する。</p> <p>④A力の大きさは斜面の傾きにより変化することを確認する。</p>
比較オーガナイザー	<p>①滑り台や自転車で坂道を下るときのことを例にとる。</p> <p>②滑り台の傾きが急なときと穏やかなときでの、滑り落ちる速さの違いを考える。</p> <p>③自転車で坂道を下るとき、坂道の傾きの違いと自転車の速さについて考える。</p> <p>④重力は常に物体にはたらいており、物体は重力の一部の力で滑り落ちることを知らせる。</p>

(4) 手続き

「理科冬期講座」は、冬休み期間中に実施され、授業はすべて筆者が担当した。教室は、理科室を使用した。なお、授業時間数は前項で述べた通りである。

3. 結果

(1) 事前テスト結果の分析

説明オーガナイザー提示群 42 名（A 群 20 名と B 群 22 名）、比較オーガナイザー提示群 42 名（C 群 20 名と D 群 22 名）の事前テスト結果の平均と標準偏差を、表 3-3 に示した。

表3-3 事前テスト結果の平均と標準偏差

	説明オーガナイザー提示群		比較オーガナイザー提示群	
	A 群	B 群	C 群	D 群
<i>N</i>	20	22	20	22
<i>M</i>	7.25	6.82	7.50	7.14
<i>SD</i>	3.43	2.77	3.41	2.87

説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の生徒が、授業前にもっている授業内容に関わる既存の知識量が同等であるか否かを検討するために、A群、B群、C群、D群の事前テスト結果を1要因被験者間配置で分散分析を行った。分散分析の結果、有意差はなかった($F(3,80)=0.17, n.s.$)。このことより、4群それぞれの生徒の授業内容に関わる知識量は同等であるといえる。

本研究では、生徒の特性の1つである学力について、事前テスト結果の平均より得点の高かった生徒を学力高群、平均より得点の低かった生徒を学力低群と定義した。表3-4は、事前テスト結果の平均と標準偏差を学力別に示したものである。

表3-4 学力別事前テスト結果の平均と標準偏差

	学力高群				学力低群			
	説明 O 提示		比較 O 提示		説明 O 提示		比較 O 提示	
	A 群	B 群	C 群	D 群	A 群	B 群	C 群	D 群
<i>N</i>	9	10	11	9	11	12	9	13
<i>M</i>	10.00	9.30	10.27	9.67	5.00	4.75	4.11	5.40
<i>SD</i>	2.18	1.57	1.19	1.80	2.49	1.54	1.54	2.00

学力高群における説明オーガナイザー提示群 (A 群と B 群) と比較オーガナイザー提示群 (C 群と D 群) の事前テスト結果の平均を、1要因被験者間配置で分散分析した。その結果、4群の事前テスト結果の平均に有意差はなかった($F(3,35)=0.64, n.s.$)。また、学力低群における説明オーガナイザー提示群 (A 群と B 群) と比較オーガナイザー提示群 (C 群と D 群) の事前テスト結果の平均を、1要因被験者間配置で分散分析した。その結果、4群の事前テスト結果の平均に有意差はなかった($F(3,41)=0.79, n.s.$)。このことより、学力高群と学力低群それぞれにおいて、A群、B群、C群、D群それぞれの生徒の授業内容に関わる知識量は同等であるといえる。つまり、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の授業内容に関わる既存の知識量は同等であるといえる。

(2)基本問題テスト結果の分析

表3-5は、基本問題テスト結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

表3-5 基本問題テスト結果の平均と標準偏差

テスト	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群 (N=19)		学力低群 (N=23)		学力高群 (N=20)		学力低群 (N=22)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
事前	9.63	1.81	4.87	1.96	10.00	1.45	4.86	1.87
事後	11.63	1.53	9.96	2.01	11.85	1.20	10.05	2.01
遅延	11.90	1.59	9.04	3.16	11.85	2.10	10.14	2.14

また、図3-1は、基本問題テスト結果の平均を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

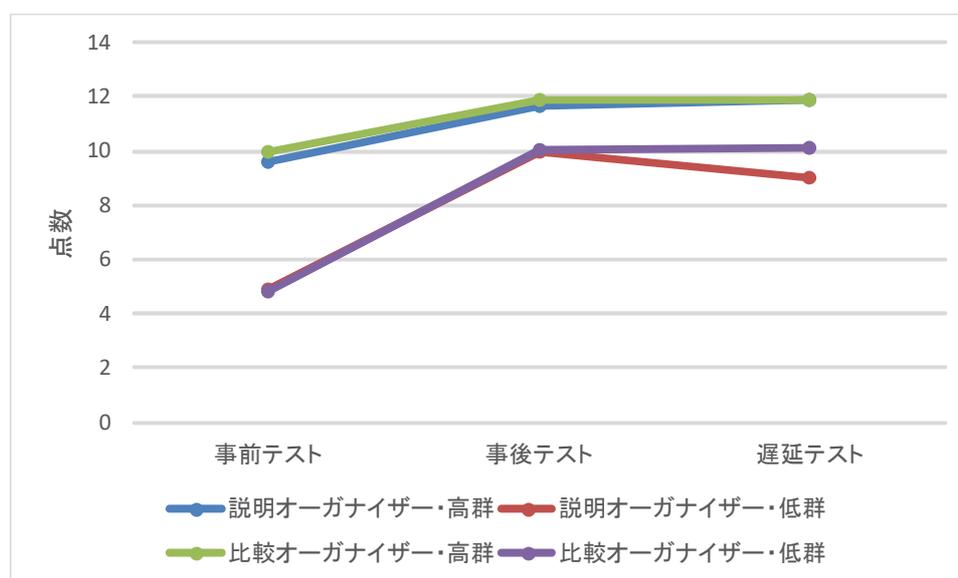


図3-1 基本問題テスト結果の平均

基本問題テスト結果を、先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー提示群）×学力（高群・低群）×テスト時期（事前・事後・遅延）の3要因混合計画で分散分析を行った。先行オーガナイザー要因・学力要因は被験者間配置、テスト時期要因は被験者内配置である。

分散分析の結果、先行オーガナイザーの主効果は有意でなかったが、学力要因とテスト時期要因の交互作用が有意 ($F(2,160)=25.35, p<.01$) であった。

そこで、まず、テスト時期要因ごとの学力要因の単純主効果を検定した。その結果、事前

テスト結果($F(1,80)=151.76, p<.01$), 事後テスト結果($F(1,80)=19.84, p<.01$)及び遅延テスト結果($F(1,80)=18.68, p<.01$)において, 学力高群が学力低群より有意に高かった。

次に, 学力要因ごとのテスト時期要因の単純主効果を検定した。その結果, 学力高群で有意($F(2,160)=22.77, p<.01$)であった。LSD法を用いた多重比較によれば, 事後テスト結果と遅延テスト結果が事前テスト結果より有意($MSe=2.43, p<.05$)に高かった。事後テスト結果と遅延テスト結果に有意差はなかった。また, 学力低群で有意($F(2,160)=139.84, p<.05$)であった。LSD法を用いた多重比較によれば, 事後テスト結果と遅延テスト結果が事前テスト結果より有意($MSe=2.43, p<.05$)に高かった。事後テスト結果と遅延テスト結果に有意差はなかった。学力高群と学力低群ともに, 事後テスト結果と遅延テスト結果が事前テスト結果より有意に高かったことより, 学力の違いにかかわらず, すべての生徒において授業を受けることで基本的な知識の理解が深まり, 学習成果があったといえる。この結果は, 「テスト結果に先行オーガナイザーの違いによる有意差はみられないであろう。」という仮説を支持している。

学力要因とテスト時期要因の交互作用が有意であったのは, 図3-1から, 学力低群の事前テスト結果から事後テスト結果にかけて, 得点の伸びが大きかったことによるものであると考えられる。つまり, 学力低群は学力高群より, 基本問題においては, 先行オーガナイザーによる学習成果が高かったことがわかる。

また, 事後テスト結果と遅延テスト結果に有意差がなかったことより, 授業直後の基本的な知識の理解が時間の経過による忘却に耐え定着したといえる。この結果は, 「遅延テスト結果は事後テスト結果より低くなるであろう。」という仮説を支持しなかった。基本的な問題のため, 生徒に深く理解されたためであろうと考えられる。

(3)理解確認問題テスト結果の分析

表3-6は, 理解確認問題テスト結果の平均と標準偏差を, 説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

表3-6 理解確認問題テスト結果の平均と標準偏差

テスト	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群(N=19)		学力低群(N=23)		学力高群(N=20)		学力低群(N=22)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
事後	8.11	1.12	7.78	1.21	7.55	1.56	7.73	1.21
遅延	7.53	1.39	6.48	2.12	6.20	2.04	6.05	1.80

理解確認問題テスト結果を、先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー提示群）×学力（高群・低群）×テスト時期（事後・遅延）の3要因混合計画で分散分析を行った。先行オーガナイザー要因・学力要因は被験者間配置、テスト時期要因は被験者内配置である。

分散分析の結果、先行オーガナイザー要因の主効果が有意($F(1,80)=4.40, p<.05$)であった。学力高群と学力低群ともに、説明オーガナイザー提示群が比較オーガナイザー提示群より有意にテスト結果が高いことがわかった。このことより、説明オーガナイザー提示群は比較オーガナイザー提示群より、授業中の学習を通して、基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力が身につく、学習成果を高めたことがわかった。

この結果は、「比較オーガナイザー提示する方が説明オーガナイザーを提示するより、学習成果が高くなるであろう。」という仮説を支持しなかった。

また、テスト時期要因の主効果が有意($F(1,80)=30.13, p<.01$)であり、すべての生徒にとって事後テストが遅延テストより有意にテスト結果が高かったことがわかった。授業直後は理解できていたことでも時間の経過による忘却で、定着しにくかったことがわかる。

この結果は、「遅延テスト結果は事後テスト結果より低くなるであろう。」という仮説を支持している。

(4) 応用問題テスト結果の分析

表3-7は、応用問題テスト結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

表3-7 応用問題テスト結果の平均と標準偏差

テスト	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群(N=19)		学力低群(N=23)		学力高群(N=20)		学力低群(N=22)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
事後	4.68	1.42	4.04	1.30	4.85	1.46	4.05	1.49
遅延	5.05	1.15	3.78	1.61	5.70	2.00	4.14	1.58

応用問題テスト結果を、先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー提示群）×学力（高群・低群）×テスト時期（事後・遅延）の3要因混合計画で分散分析を行った。先行オーガナイザー要因・学力要因は被験者間配置、テスト時期要因は被験者内配置である。

分散分析の結果は、学力要因の主効果が有意($F(1.80)=17.57, p<.01$)であった。先行オーガナイザー要因とテスト時期要因に有意差はなかった。このことより、提示した先行オーガナイザーの違いやテスト時期にかかわらず、学力高群が学力低群より有意にテスト結果が高かったことがわかった。学力高群が学力低群よりすべてのテスト結果が有意に高いのは、当然の結果といえる。

この結果は、「学力高群は学力低群よりテスト結果が高くなるであろう。」という仮説を支持している。

(5)意識調査結果の分析

授業終了後、授業に関する意識調査を以下の4項目で実施した。とてもそう思うを5、ややそう思うを4、どちらともいえないを3、ややそう思わないを2、全くそう思わないを1とした。

- ① 冬期講座「力と運動」の授業はわかりやすかったですか。
- ② 班の話し合いには積極的に参加しましたか。
- ③ 班での話し合いは楽しいと思いましたか。
- ④ 先生の説明はわかりやすかったですか。

表3-8は、意識調査結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

表3-8 意識調査結果の平均と標準偏差

調査項目	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群 (N=19)		学力低群 (N=23)		学力高群 (N=20)		学力低群 (N=22)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
①授業はわかりやすい。	4.37	0.60	3.87	0.87	3.85	0.93	3.27	1.10
②積極的に参加した。	4.58	0.99	4.00	1.14	3.80	1.12	3.82	1.27
③話し合いは楽しい。	3.89	1.29	3.96	0.86	3.25	1.16	3.32	1.36
④説明はわかりやすい。	4.47	0.70	4.26	0.62	4.10	0.91	3.82	1.10

意識調査結果を、先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー提示群）×学力（高群・低群）の2要因被験者間計画で分散分析を行った。

分散分析の結果、先行オーガナイザー要因の主効果が、意識調査①「力と運動の授業はわかりやすかったですか。」で有意($F(1,80)=8.12, p<.01$)であり、意識調査③「班での話し合いは楽しいと思えましたか。」で有意($F(1,80)=6.18, p<.05$)であり、意識調査項目④「先生の説明はわかりやすかったですか。」で有意($F(1,80)=4.78, p<.05$)であった。したがって、説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより、授業や先行オーガナイザーのわかりやすさや話し合いの楽しさを感じていたことが明らかとなった。意識調査②「班の話し合いには積極的に参加しましたか。」は有意傾向($F(1,80)=3.53, p<.10$)があり、説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより、話し合いに積極的に参加した傾向があった。

学力要因の主効果が、意識調査①「力と運動の授業はわかりやすかったですか。」で有意($F(1,80)=7.56, p<.01$)であった。したがって、学力高群が学力低群より、授業がわかりやすいと感じていたことが明らかとなった。意識調査②「班の話し合いには積極的に参加しましたか。」、意識調査③「班での話し合いは楽しいと思えましたか。」、意識調査項目④「先生の説明はわかりやすかったですか。」は有意差が認められなかった。したがって、学力の違いによる、先行オーガナイザーや話し合いについての感じ方には差異がないといえる。

以上のことより、「力と運動」の授業で、生徒は、説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより、先行オーガナイザーの内容や授業が理解しやすく、話し合いも楽しかったと感じていたことがわかった。

この結果は、「比較オーガナイザーを提示されると説明オーガナイザーを提示されるより、授業や先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと感じるであろう。」という仮説を支持しなかった。論理性や規則性を導き出す教材の場合は、説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより授業や先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと感じたのでありと考えられる。

また、学力高群の生徒は、学力低群の生徒より授業が理解しやすいと感じていたことがわかった。学力高群が学力低群より授業が理解しやすいと感じるのは、既有知識の差異などから当然の結果といえるだろう。

4. 考察

本研究の結果から、次の4点が明らかとなった。

① 生徒が理解しやすいのは、説明オーガナイザーを提示した場合である。

①を、次のように考察した。「力と運動」の授業において、授業中の学習で身についた思考力・判断力、及び知識理解が定着したか否かを確認する理解確認問題のテスト結果は、説明オーガナイザー提示群>比較オーガナイザー提示群であり、学力高群=学力低群であった。また、意識調査においても、先行オーガナイザーの内容や授業内容が理解しやすいと感じていたのは、説明オーガナイザー提示群>比較オーガナイザー提示群であった。

これらのことより、先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと、その後の班での話し合いも楽しく、授業がわかりやすいと感じられ、そのため、理解確認問題テスト結果も有意に高くなったと考えられる。したがって、「力と運動」の学習では、「比較オーガナイザーを提示する方が説明オーガナイザーを提示するより学習成果が高くなるだろう。」という仮説を支持しなかった。本教材は運動の理論性・規則性について学習するもので、単に体験だけでは理論的に考え規則性を導き出すことは難しいためと考えられる。したがって、理論的に考え規則性を導き出す教材は、Ausubel 流にいうなら、未熟知(unfamiliar)な教材であると考えられる。理論性や規則性を導き出す教材の場合は、説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより学習成果が高くなるだろうと考えられる。

② 難易度の低い基本的な問題において、先行オーガナイザーを活用すると、学力の低い生徒に対する学習成果が高くなる。

②を、次のように考察した。基本問題テスト結果が、説明オーガナイザー提示群=比較オーガナイザー提示群であった。また、図3-1における学力高群と学力低群のテスト結

果を比較すると、事前テスト結果ではその差は大きかったが、事後テスト結果では差が減少した。この結果は、川村・子安(2000)の、「先行オーガナイザーは、成績上位群に対してよりも成績下位群に対して有意に機能する。」(p.96)という考え、及び仮説を支持するものである。この点について、学力低群は学力高群より基本的な内容の既有知識が少なかったため、先行オーガナイザーを活用した授業において多くの基本的な内容を理解できる状況にあったと考えられる。

③ 応用力は、先行オーガナイザーの違いにかかわらず、学力に左右される。

③を、次のように考察した。授業で理解した内容を転移させる応用力について検討する応用問題のテスト結果は、学力高群>学力低群であり、説明オーガナイザー提示群=比較オーガナイザー提示群、事後テスト結果=遅延テスト結果であった。

この結果は、「応用力が必要な問題は、学力高群は学力低群よりテスト結果が高くなるであろう。」という仮説を支持するものであり、皆川(2001)の、「学力の低い生徒は、学習に必要な前提となる知識が必ずしも体系的に把握されているわけではないと考えられるため、概念の体系的把握促進に及ぼす効果は限定的なものとなるだろう。」(p.66, 69)という考え、及び仮説を支持するものである。つまり、応用問題は、授業で理解した内容にこれまでの既有知識を活用して考えなければならない問題であるため、既有知識の少ない学力低群には難しかったのであろうと考えられる。したがって、応用力の必要な難しい問題については、既有知識の量に左右され、先行オーガナイザー要因の影響は少ないと考えられる。

④ 基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力、及び知識理解の定着は、先行オーガナイザー要因の違いにかかわらず問題の難易度に左右される。

④を、次のように考察した。授業中の学習で身につけた思考力・判断力、及び知識理解が定着したか否かを検討するために、事後テストと遅延テストを比較した。基本問題テスト結果では、事後テスト結果=遅延テスト結果であり、理解確認問題テスト結果では、事後テスト>遅延テストであり、応用問題テストでは、事後テスト=遅延テストであった。

基本問題は易しい内容であり、これまでに学習したことのある内容で構成されているため、理解しやすく、その内容も時間の経過による忘却に耐えて定着しやすかったと考えられる。理解確認問題は、授業を通して新しく身につけた学習内容で構成されているため、時間の経過による忘却が起こったのであろうと考えられる。また、応用問題は難しい内容であり、理解できる生徒と理解できない生徒にわかれた。応用問題を理解できた生徒は、学力が高く応用問題でさえも深く理解できたため、定着したものと考えられる。

第2節 中学生における化学分野「化学変化」の学習成果に及ぼす先行オーガナイザーの効果(研究3)*

1. 目的

本研究の目的は、化学分野「化学変化」の授業を通して、説明オーガナイザーを提示した場合と比較オーガナイザーを提示した場合では、学習成果に差異が生じるか否かを明らかにすることである。具体的には、生徒が理解しやすく、基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・応用力が身につく、理解したことを定着させるのは、説明オーガナイザーを提示した場合と比較オーガナイザーを提示した場合のどちらであるのか否かを明らかにすることである。

本研究で取り扱う「化学変化」の授業は、生徒にはこれまで見たこともない、未熟知な化学式や化学反応式について学習する。このように未熟知教材の場合、Ausubel(1978)の説から、説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより学習成果が高くなるだろう。また、「化学変化」の授業で用いた教材は、分子や原子の構造を理論的に考え規則性を導きだそうとする内容であるため、研究2の結果から、説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより学習成果が高くなるだろうという仮説を立てた。

なお、生徒の特性の1つに学力がある。学力の高い生徒とそうでない生徒のそれぞれにとって、理解しやすく効果的な指導法は同じであるのか否かを検討することも本研究の目的とした。それは、学習指導の最適化という観点から、次のような報告があるからである。学力が発達的に準備の整っている生徒には言語的概念的な指導を行えるが、準備の整っていない生徒に言語的概念的な指導を行うとかえって混乱させてしまうこともある(東洋,1968)。また、筆者の公立中学校理科教師としてのこれまでの体験から、明らかに文章理解・問題理解に生徒間格差があると感じているからである。

教育研究の実証的検討における条件統制は困難を伴うものであるが、可能な限りの条件統制を行った。また、研究結果は、基本的にすべて統計的分析を用いて判定した。

* 本研究は、新谷(2015b, 2018)による。

2. 方法

(1)調査時期

2015年4月～6月。

(2)調査対象

中学校2年生A群38名、B群39名の合計77名（在籍数77名のうち、すべての調査に出席し統計分析可能な生徒数である）。

(3)調査内容

「化学変化」の一部の授業と事後テスト・意識調査を含めて3時間実施した。また、授業実施前に事前テスト、授業実施1か月後に遅延テストを実施した。テストや意識調査は、生徒に前もって知らせることなく実施した。「化学変化」の授業では、「物質は原子や分子で存在し、化学式で表すことができる。化学変化は化学反応式で表すことができる。」ことをねらいとした。

指導計画は、表3-9に示した。先行オーガナイザー以外の指導計画は、A群・B群ともに同様とした。A群には説明オーガナイザーを提示し、B群には比較オーガナイザーを提示した。説明オーガナイザーと比較オーガナイザーは、表3-10に示した。

授業実施前に行う事前テストは、生徒が持っている化学変化に関する既存の知識量を調査し、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の化学変化に関する既存の知識量の差を統計的に検定することを目的とした。事前テストは、化学変化に関する基本的な問題10問で構成し、1問正答するごとに1点とした（事前テスト用紙は、付録資料Cを参照）。

1時間目の授業（50分間）では、生徒はまず、化学変化についての基本的事項の説明を授業者より受けた。基本的事項は以下の4点である。

- ① 原子は原子記号で表される。
- ② 物質には、分子で存在するものと原子が集まった状態で存在するものがある。
- ③ 化学式は、物質を原子記号で表したものである。
- ④ 化学反応式は、化学変化を化学式で表したものである。

次に、課題（1）「次の身近な物質を化学式で表そう。水素・酸素・水・二酸化炭素・塩酸・水酸化ナトリウム・塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・炭酸水」を授業者が生徒に提示した。生徒は、課題に対する質問をし、課題解決に向けて思考した。その後、授業者は先行オーガナイザーを提示した。生徒は、班（3～4名の小集団）ごとに相談し予想

した。予想内容を班単位で発表し合った。班ごとの発表に対して質問し合い、考えを深め合い、結果をまとめた。

2時間目の授業(50分間)は、課題(2)「次の化学変化を化学反応式で表そう。水に電圧をかけると水素と酸素が発生する。銅がイオウと結合すると硫化銅ができる。」を授業者が生徒に提示した。その後、生徒は、1時間目と同様の手順で学習した。

3時間目(40分間)は、事後テストと授業に関する意識調査を実施した。事後テストは、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の学習効果の差を統計的に検討することを目的とした。事後テストは、事前テストと同じ基本問題を10問、授業を受けたことにより基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力が身についたか否かを調査するための理解確認問題を10問、理解した知識理解が転移したか否かを調査するための応用問題10問で構成し、1問正答するごとに1点とした。テストの採点は、生徒自身が行った。その際、正しい評価ができるように、授業者が正解および採点基準を知らせ、採点に関する質問を受け付けた(基本問題・理解確認問題・応用問題それぞれのテスト用紙は、付録資料Cを参照)。

事後テスト結果については、次のような仮説を立てた。基本問題は、基本的な内容を問う問題で、すべての生徒が理解できるであろうと考えられる問題で構成したため、テスト結果に先行オーガナイザー要因の違いによる有意差はみられないであろう。理解確認問題は、授業中の学習を通して基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力が身についたか否かを問う問題であるため、説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより、テスト結果は高くなるだろう。応用問題は、応用力を必要とする問題であるため、学力高群は学力低群よりテスト結果が高くなるであろう。

授業に関する意識調査は、授業がわかりやすかったか否か、先行オーガナイザーが理解を促進させたか否かを、生徒の感じ方から調査することを目的とした。意識調査項目ごとに5件法で調査した(意識調査用紙は、付録資料Cを参照)。

授業に関する意識調査結果については、次のような仮説を立てた。本研究で取り扱う「化学変化」は未熟知な教材であり、分子や原子の構造を理論的に考え規則性を導きだそうとする内容であるため、説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより、授業や先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと感じるであろう。

授業実施1か月後に行う遅延テストは、授業で身についた知識が把持され続けているか否かを検討することを目的とした。

遅延テスト結果については、研究2の結果から次のような仮説を立てた。理解確認問題テスト結果において、授業直後は理解できていたことでも時間の経過による忘却のため、遅延テスト結果は事後テスト結果より低くなるであろう。

表3-9 指導計画

事前	事前テストを実施する。
1時	<p>①化学変化についての基本的事項を知る。</p> <p>②課題（1）「次の身近な物質を化学式で表そう。水素・酸素・水・二酸化炭素・塩酸・水酸化ナトリウム・塩化ナトリウム・炭酸水素ナトリウム・炭酸水」を提示する。</p> <p>③課題解決に向けて思考する。</p> <p>④先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群では内容が異なる）を提示する。</p> <p>⑤班ごとに相談し、予想を発表し合い、討議する。</p> <p>⑥課題（1）の結果をまとめる。$(\text{H}_2 \cdot \text{O}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{HCl} \cdot \text{NaCl} \cdot \text{NaCl})$</p>
2時	<p>①課題（2）「次の化学変化を化学反応式で表そう。水に電圧をかけると水素と酸素が発生する。銅がイオウと結合すると硫化銅ができる。」を提示する。</p> <p>②課題解決に向けて思考する。</p> <p>③先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群では内容が異なる）を提示する。</p> <p>④班ごとに相談し、予想を発表し合い、討議する。</p> <p>⑤課題（2）の結果をまとめる。$(2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2 \cdot \text{Cu} + \text{S} \rightarrow \text{CuS})$</p>
3時	<p>事後テストを実施する。</p> <p>授業に関する意識調査を実施する。</p>
事後	遅延テストを実施する。

表3-10 説明オーガナイザーと比較オーガナイザー

課題1	説明オーガナイザー	<p>① H・He・Li・Be・B・C・N・O・F・Ne・Na の原子構造はモデルで表され, 結合の手が存在する。</p> <p>② 1 族は結合の手を 1 つ, 2 族は 2 つ, 1 8 族は安定元素で結合の手を持っていない。1 7 族は結合の手を 1 つ, 1 6 族は 2 つ, 1 5 族は 3 つ持っている。</p> <p>③ 分子は手をつないで安定する。</p>
	比較オーガナイザー	<p>① H・C・Cl・O・Na の原子モデルカード (付録資料 C を参照) を提示する。</p> <p>② 原子モデルカードが結合すると, 分子になる。</p> <p>③ 生徒一人ひとりが原子モデルカードを作成する。</p> <p>④ 水の分子を原子モデルカードで示す。</p>
課題2	説明オーガナイザー	<p>① 化学変化を言葉で表現する (水→水素+酸素)。</p> <p>② 化学変化の言葉を化学式に変換する ($\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{O}_2$)。</p> <p>③ 「化学変化の前後で, 原子の種類と数は変わらない」という化学変化の法則がある。</p>
	比較オーガナイザー	<p>① 化学変化を言葉で表現する (水→水素+酸素)。</p> <p>② 生徒一人ひとりが原子モデルカードを作成する。</p> <p>③ 化学変化を原子モデルカードで示す。</p>

(4) 手続き

授業は, 2015 年 4 月 21 日 (火) に比較オーガナイザー提示群に対して, 22 日 (水) に説明オーガナイザー提示群に対して行われた。教室は理科室を使用した。また, 授業実施者はすべて筆者である。なお, 授業時間数は, 前項で述べた通りである。

3. 結果

(1) 事前テスト結果の分析

説明オーガナイザー提示群 38 名, 比較オーガナイザー提示群 39 名の事前テスト結果の平均と標準偏差を, 表 3-11 に示した。

説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の生徒が, 授業前にもっている

授業内容に関わる知識量が同等であるか否かを検討するために、事前テスト結果を t 検定で分析した。t 検定の結果、2 群の事前テスト結果の平均に有意差はなかった ($t(75)=0.17, n.s.$)。このことより、2 群それぞれの生徒の授業内容に関わる知識量は同等であるといえる。

表3-11 事前テスト結果の平均と標準偏差

	説明オーガナイザー提示群	比較オーガナイザー提示群
<i>N</i>	38	39
<i>M</i>	6.03	5.92
<i>SD</i>	2.72	2.62

本研究では、生徒の特性の1つである学力について、事前テスト結果の平均より得点の高かった生徒を学力高群、平均より得点の低かった生徒を学力低群と定義した。表3-12は、事前テスト結果の平均と標準偏差を学力別に示したものである。

表3-12 学力別事前テスト結果の平均と標準偏差

	学力高群		学力低群	
	説明オーガナイザー提示群	比較オーガナイザー提示群	説明オーガナイザー提示群	比較オーガナイザー提示群
<i>N</i>	19	22	19	17
<i>M</i>	8.37	7.73	3.68	3.59
<i>SD</i>	1.38	1.61	1.29	1.80

学力高群における説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の事前テスト結果の平均を t 検定により分析した。その結果、2 群の事前テスト結果の平均に有意差はなかった ($t(39)=1.36, n.s.$)。また、学力低群における説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の事前テスト結果の平均を t 検定により分析した。その結果、2 群の事前テスト結果の平均に有意差はなかった ($t(34)=0.18, n.s.$)。このことより、学力高群と学力低群それぞれにおいて、2 群それぞれの生徒の授業内容に関わる既有的知識量は

同等であるといえる。説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の授業内容に関わる知識量は同等であるといえる。

(2)基本問題テスト結果の分析

表3-13は、基本問題テスト結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

表3-13 基本問題テスト結果の平均と標準偏差

テスト	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群 (N=19)		学力低群 (N=19)		学力高群 (N=22)		学力低群 (N=17)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
事前	8.37	1.38	3.68	1.29	7.73	1.61	3.59	1.80
事後	9.42	1.46	7.84	1.92	8.23	2.16	7.41	2.32
遅延	9.63	1.12	8.47	1.65	8.50	2.15	8.06	2.90

また、図3-2は、基本問題テスト結果の平均を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

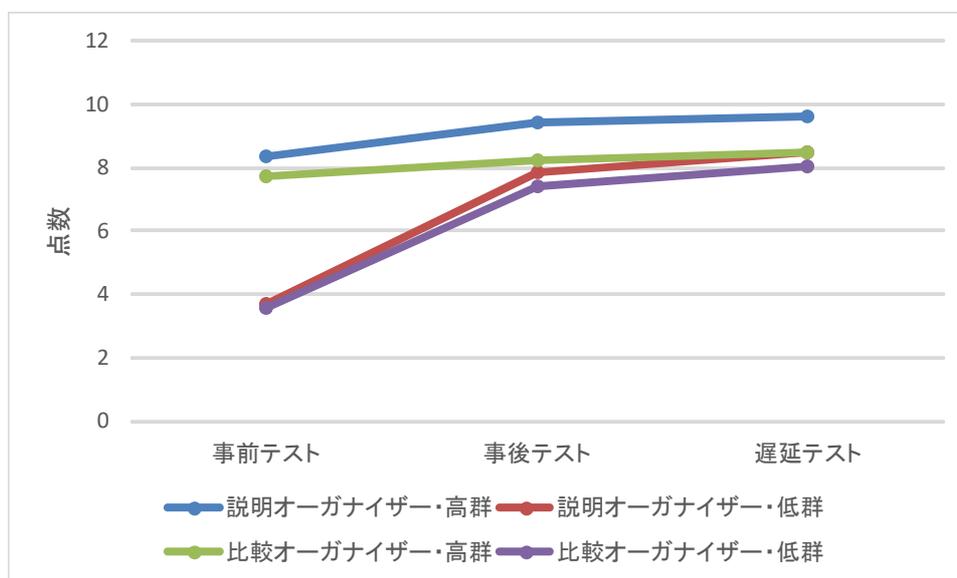


図3-2 基本問題テスト結果の平均

基本問題テスト結果を、先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナ

イザー提示群) × 学力 (高群・低群) × テスト時期 (事前・事後・遅延) の3要因混合計画で分散分析を行った。先行オーガナイザー要因・学力要因は被験者間配置, テスト時期要因は被験者内配置である。

分散分析の結果, 先行オーガナイザー要因の主効果が有意傾向 ($F(1,73)=3.64, p<.10$) であり, 説明オーガナイザー提示群のテスト結果が比較オーガナイザー提示群より高い傾向が見られた。

この結果は, 「テスト結果に先行オーガナイザー要因による有意差はみられないであろう。」という仮説を支持しなかった。化学変化における基本的な問題ではあったが, 生徒にとっては, これまでに学習したことのない, 未熟知な内容であったため, テスト結果に先行オーガナイザーの影響が出たのではないかと考えられる。

また, 学力要因とテスト時期要因の交互作用が有意 ($F(2,146)=39.51, p<.01$) であった。

そこで, まず, テスト時期要因ごと学力要因別の単純主効果を検定した。その結果, 事前テスト結果で有意 ($F(1,73)=158.60, p<.01$) に, 事後テスト結果で有意 ($F(1,73)=6.91, p<.05$) に学力高群が学力低群より高かった。遅延テスト結果で学力高群が学力低群より有意に高い傾向 ($F(1,73)=2.93, p<.10$) があった。授業後に, 学力高群と学力低群のテスト結果の差が小さくなったことより, 学力低群にとって授業による基礎的知識の学習成果が大きかったといえる。また, 学力高群と学力低群の遅延テスト結果の差が事後テストよりさらに小さくなったことから, 学力低群は授業による学習成果が大きかったことがわかる。図3-2からも, 学力低群の事前テスト結果から事後テスト結果にかけての伸びが大きかったことがわかる。つまり, 学力低群は学力高群より, 基本問題においては, 先行オーガナイザーによる学習効果が高かったことがわかる。

次に, 学力要因ごとのテスト時期要因の単純主効果を検定した。その結果, 学力高群で有意 ($F(2,146)=5.70, p<.01$) であった。LSD法を用いた多重比較によれば, 事後テスト結果と遅延テスト結果が事前テスト結果より有意 ($MSe=1.90, p<.05$) に高かった。事後テスト結果と遅延テスト結果には, 有意差がなかった。また, 学力低群で有意 ($F(2,146)=126.80, p<.01$) であった。LSD法を用いた多重比較によれば, 事後テスト結果と遅延テスト結果が事前テスト結果より有意 ($MSe=1.90, p<.05$) に高かった。事後テスト結果と遅延テスト結果には, 有意差がなかった。学力高群と学力低群ともに, 事後テスト結果と遅延テスト結果が事前テスト結果より有意に高かったことより, 学力の違いにかかわらず, すべての生徒にとって授業を受けることで基本的な知識の理解が深まり, 学習成果があったといえる。ま

た、事後テスト結果と遅延テスト結果に有意差がなかったことより、授業直後の基本的な知識の理解が時間の経過による忘却に耐え定着したといえる。

事後テスト結果と遅延テスト結果に有意差がなかったことより、授業直後の基本的な知識の理解が時間の経過による忘却に耐え定着したといえる。

この結果は、「基本問題では、事後テスト結果と遅延テスト結果は有意差はないであろう。」という仮説を支持している。

(3)理解確認問題テスト結果の分析

表3-14は、理解確認問題テスト結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

表3-14 理解確認問題テスト結果の平均と標準偏差

テスト	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群(N=19)		学力低群(N=19)		学力高群(N=22)		学力低群(N=17)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
事後	6.05	2.07	3.94	1.93	5.64	2.44	4.41	2.81
遅延	7.32	1.70	5.00	2.26	6.50	1.85	5.06	2.33

理解確認問題テスト結果を、先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー提示群）×学力（高群・低群）×テスト時期（事後・遅延）の3要因混合計画で分散分析を行った。先行オーガナイザー要因・学力要因は被験者間配置、テスト時期要因は被験者内配置である。

分散分析の結果、学力要因の主効果が有意($F(1,73)=14.06, p<.01$)であった。学力高群が、学力低群より有意にテスト結果が高いことがわかった。先行オーガナイザー要因の効果は有意でなかった。

この結果は、「説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより、学習成果が高くなるであろう。」という仮説を支持しなかった。学習成果に影響を与えたのは、先行オーガナイザー要因ではなく学力要因であった。このことから、分子や原子という粒子の理論を扱う「化学変化」の授業内容は、生徒が理解するには難しい内容であったと考えられる。

また、テスト時期要因の主効果が有意($F(1,73)=33.76, p<.01$)であった。遅延テスト結果

が、事後テスト結果より有意に高かったことがわかった。

この結果は、「遅延テスト結果は事後テスト結果より低くなるであろう。」という仮説を支持しなかった。遅延テスト直後に学校行事の中間テストがあり、生徒が中間テストに向けて復習したため、事後テスト結果より遅延テスト結果が高くなったものと考えられる。復習は定着度を上げるといえるだろう。

(4)応用問題テスト結果の分析

表3-15は、応用問題テスト結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

表3-15 応用問題テスト結果の平均と標準偏差

テスト	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群 (N=19)		学力低群 (N=19)		学力高群 (N=22)		学力低群 (N=17)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
事後	3.42	1.57	2.53	1.31	2.32	2.17	2.29	2.20
遅延	3.47	2.34	1.58	1.39	2.82	2.65	1.88	2.12

応用問題テスト結果を、先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー提示群）×学力（高群・低群）×テスト時期（事後・遅延）の3要因混合計画で分散分析を行った。先行オーガナイザー要因・学力要因は被験者間配置、テスト時期要因は被験者内配置である。

分散分析の結果、先行オーガナイザー要因の主効果は有意でなかったが、学力要因とテスト時期要因の交互作用が有意 ($F(1,73)=5.91, p<.05$) であった。

そこで、まず、テスト時期要因ごとの学力要因の単純主効果を検定した。その結果、遅延テスト結果が有意 ($F(1,146)=9.24, p<.01$) で、学力高群のテスト結果が学力低群より有意に高かった。

次に、学力要因ごとのテスト時期要因の単純主効果を検定した。その結果、学力低群のテスト結果が有意 ($F(1,73)=5.97, p<.05$) で、事後テスト結果が遅延テスト結果より有意に高かった。先行オーガナイザー要因の主効果は有意でなかった。

以上から、学力高群は学力低群より、知識の定着度が高かったといえる。

この結果は、「学力高群は学力低群よりテスト結果が高くなるであろう。」という仮説

を支持しているといってもよいであろう。

(5)意識調査結果の分析

授業終了後、授業に関する意識調査を以下の4項目で実施した。とてもそう思うを5、ややそう思うを4、どちらともいえないを3、ややそう思わないを2、全くそう思わないを1とした。

- ① 「化学変化」の授業はわかりやすかったですか。
- ② 班の話し合いには積極的に参加しましたか。
- ③ 班での話し合いは楽しいと思えましたか。
- ④ 先生の説明はわかりやすかったですか。

表3-16は、意識調査結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

表3-16 意識調査結果の平均と標準偏差

調査項目	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群 (N=19)		学力低群 (N=19)		学力高群 (N=22)		学力低群 (N=17)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
①授業はわかりやすい。	3.26	1.05	2.74	0.93	3.09	0.97	3.00	0.79
②積極的に参加した。	4.26	1.15	4.42	0.69	4.14	1.08	4.29	0.85
③話し合いは楽しい。	4.21	0.85	4.26	0.99	3.82	1.26	4.06	0.75
④説明はわかりやすい。	3.95	0.85	3.95	0.85	3.55	0.74	3.59	0.80

意識調査結果を、先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー提示群）×学力（高群・低群）の2要因被験者間計画で分散分析を行った。

分散分析の結果、先行オーガナイザー要因の主効果が、意識調査項目④「先生の説明はわかりやすかったですか。」で有意($F(1,73)=4.25, p<.05$)であった。したがって、説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより、わかりやすいと感じていたことが明らかとなった。意識調査①「化学変化の授業はわかりやすかったですか。」、意識調査②「班の話し合いには積極的に参加しましたか。」、意識調査③「班での話し合いは楽しいと思えましたか。」は有意差がなく、授業のわかりやすさや話し合いについての感じ方には差異がないといえる。

学力要因の主効果が、意識調査①「化学変化の授業はわかりやすかったですか。」、意識調査②「班の話し合いには積極的に参加しましたか。」、意識調査③「班での話し合いは楽しいと思いましたか。」、意識調査項目④「先生の説明はわかりやすかったですか。」のすべてに有意差がなく、学力の違いによる感じ方には差異がないといえる。

以上のことより、「化学変化」の授業で、生徒は、説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより、先行オーガナイザーの内容を理解しやすいと感じていたことがわかった。

この結果は、「説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより、授業や先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと感じるであろう。」という仮説を支持する傾向があったといえるであろう。説明オーガナイザーの内容はわかりやすかったが、難易度の高い授業内容であったため、授業内容までは理解しやすいとは感じられなかったのではないかと考えられる。

4. 考察

本研究の結果から、次の4点が明らかとなった。

① 生徒が理解しやすい傾向にあるのは、説明オーガナイザーを提示した場合である。

①を、次のように考察した。「化学変化」の授業において、授業中の学習で身についた思考力・判断力、及び知識理解が定着したか否かを確認する理解確認問題のテスト結果は、説明オーガナイザー提示群＝比較オーガナイザー提示群であり、学力高群＞学力低群であった。基本問題のテスト結果においても、学力高群＞学力低群であった。しかし、基本問題では、説明オーガナイザー提示群が比較オーガナイザー提示群よりテスト結果が高い傾向があった。また、意識調査においても先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと感じていたのは、説明オーガナイザー提示群＞比較オーガナイザー提示群であった。

以上のことから、これまでに学習したことのない、未熟知な分子や原子に関する学習内容であり、分子や原子の構造を理論的に考えその変化の規則性を導き出す教材であったため、説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより学習成果が高くなる傾向が見られたのだらうと考えられる。したがって、「化学変化」の学習では、「説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより学習成果が高くなるであろう。」という仮説を支持しているといってもよいであろう。

しかし、説明オーガナイザーの学習成果が見られたのは、基本問題テストにおいてであ

り、理解確認問題においては、先行オーガナイザー要因ではなく学力要因が学習成果に影響していた。これは、「化学変化」の学習内容が、生徒にとって難しかったためではないかと考えられる。研究2より、生徒にとって難しい問題の場合は、先行オーガナイザー要因ではなく学力要因が、学習成果に影響することが明らかにされている。分子や原子に関する学習は、全く生徒にとって未熟知で、これまでに学んだことのないものであるため、学習に必要な前提となる既有知識が不足しており、生徒にとって学習時間が2時間という短い状況では、難しかったのであろうと考えられる。

分子や原子という粒子の理論を扱う「化学変化」の授業内容は、生徒が理解するには難しい内容であったと考えられる。

② 難易度の低い基本的な問題において、先行オーガナイザーを活用すると、学力の低い生徒に対する学習成果が高くなる。

②を、次のように考察した。図3-2における学力高群と学力低群のテスト結果を比較すると、事前テスト結果ではその差は大きかったが、事後テスト結果では差が減少した。この結果は、川村・子安(2000)の、「先行オーガナイザーは、成績上位群に対してよりも成績下位群に対して有意に機能する。」(p.96)という考えを支持するものである。この点について、学力低群は学力高群より基本的な内容の既有知識が少なかったため、先行オーガナイザーを活用した授業において多くの基本的な内容を理解できる状況にあったと考えられる。

③ 応用力は、先行オーガナイザーの違いにかかわらず、学力に左右される。

③を、次のように考察した。授業で理解した内容を転移させる応用力について検討する応用問題のテスト結果は、学力要因とテスト時期要因の交互作用が見られたが、全体として学力高群>学力低群といえる。また、説明オーガナイザー提示群=比較オーガナイザー提示群であった。

この結果は、「応用力が必要な問題は、学力高群は学力低群よりテスト結果が高くなるであろう。」という仮説を支持しているといってもよいであろう。

応用問題のテスト結果の学力要因とテスト時期要因の交互作用で、遅延テスト結果で、学力高群>学力低群であり、学力低群のテスト結果では、事後テスト>遅延テストであったことから、学力高群が既有知識もあり授業中深く理解できたため遅延テストの結果が学力低群より高くなったのであろうと考えられる。

④ 基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力、及び知識理

解の定着は、先行オーガナイザー要因の違いにかかわらず問題の難易度に左右される。また、復習は授業中の学習で身についた思考力・判断力、及び知識理解の定着に有効である。

④を、次のように考察した。授業中の学習で身についた思考力・判断力、及び知識理解が定着したか否かを検討するために、事後テストと遅延テストを比較した。基本問題テスト結果では、事後テスト結果＝遅延テスト結果であり、理解確認問題テスト結果では、事後テスト結果<遅延テスト結果であり、応用問題テスト結果では、学力低群で、事後テスト結果>遅延テスト結果であり、学力高群で、事後テスト結果＝遅延テスト結果であった。

「化学変化」の学習は、生徒にとって難しいものであったが、基本問題は比較的易しい内容であたため、理解しやすく、その内容も時間の経過による忘却に耐えて定着しやすかったと考えられる。理解確認問題テスト結果で、事後テスト結果<遅延テスト結果であったのは、遅延テスト直後に定期テストがあり生徒が復習したためであろうと考えられる。また、応用問題は難しい内容であり、理解できる生徒と理解できない生徒にわかれた。応用問題を理解できた生徒は、学力が高く応用問題でさえも深く理解できたため、定着したものと考えられる。応用問題テスト結果では、学力低群で、事後テスト結果>遅延テスト結果であり、学力高群で、事後テスト結果＝遅延テスト結果であった。これは、研究2の、応用問題は難しい内容であり、理解できる生徒と理解できない生徒にわかれ、応用問題を理解できた生徒は、学力が高く応用問題でさえも深く理解できたため、定着したものと考えられる、という考察を指示するものである。

第3節 中学生における化学分野「イオン」の学習成果に及ぼす先行オーガナイザーの効果(研究4)*

1. 目的

本研究の目的は、化学分野「イオン」の授業を通して、説明オーガナイザーを提示した場合と比較オーガナイザーを提示した場合には、学習成果に差異が生じるか否かを明らかにすることである。具体的には、生徒が理解しやすく、基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・応用力が身につく、理解したことを定着させるのは、説明オーガナイザーを提示した場合と比較オーガナイザーを提示した場合のどちらであるのか否かを明らかにすることである。

本研究で取り扱う「イオン」の授業は、生徒には未熟知の、これまで見たこともない、イオン式や電解質の電離について学習する。また、「イオン」の授業で用いた教材は、原子やイオンの構造を理論的に考え規則性を導きだそうとする内容であるため、研究2・3の結果から、説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより学習成果が高くなるだろうという仮説を立てた。

なお、生徒の特性の1つに学力がある。学力の高い生徒とそうでない生徒のそれぞれにとって、理解しやすく効果的な指導法は同じであるのか否かを検討することも本研究の目的とした。それは、学習指導の最適化という観点から、次のような報告があるからである。学力が発達的に準備の整っている生徒には言語的概念的な指導を行えるが、準備の整っていない生徒に言語的概念的な指導を行うとかえって混乱させてしまうこともある(東洋,1968)。また、筆者の公立中学校理科教師としてのこれまでの体験から、明らかに文章理解・問題理解に生徒間格差があると感じているからである。

教育研究の実証的検討における条件統制は困難を伴うものであるが、可能な限りの条件統制を行った。また、研究結果は、基本的にすべて統計的分析を用いて判定した。

* 本研究は、新谷(2017a)による。

2. 方法

(1)調査時期

2016年2月～2016年3月。

(2)調査対象

中学2年生A群36名、B群37名の合計73名（在籍数77名のうち、すべての調査に出席し統計分析可能な生徒数である）。

(3)調査内容

「イオン」の一部の授業と事後テスト・意識調査を含めて3時間実施した。また、授業実施前に事前テスト、授業実施1か月後に遅延テストを実施した。テストや意識調査は、生徒に前もって知らせることなく実施した。「イオン」の授業では、「イオンをイオン式で表すことができる。電解質の電離の様子をイオン式で表すことができる。」ことをねらいとした。

指導計画は、表3-17に示した。先行オーガナイザー以外の指導計画は、A群・B群ともに同様とした。A群には説明オーガナイザーを提示し、B群には比較オーガナイザーを提示した。説明オーガナイザーと比較オーガナイザーは、表3-18に示した。

授業実施前に行う事前テストは、生徒が持っているイオンに関する既存の知識量を調査し、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のイオンに関する既存の知識量の差を統計的に検定することを目的とした。事前テストは、イオンに関する基本的な問題10問で構成し、1問正答するごとに1点とした（事前テスト用紙は、付録資料Dを参照）。

1時間目の授業（50分間）では、生徒はまず、イオンについての基本的事項の説明を授業者より受けた。基本的事項は以下の5点である。

- ① 物質は原子や分子の状態で存在する。電気を帯びた原子をイオンという。
- ② +の電気をもつ原子を+イオンといい、-の電気をもつイオンを-イオンという。
- ③ 原子は+の電気をもつ原子核と、-の電気をもつ電子とからなり、全体としては電気を帯びていない。
- ④ 原子核は+の電気をもつ陽子と、電気をもたない中性子が集まってできている。
- ⑤ 物質が水に溶け、イオンに分かれることを電離という。

次に、課題（1）「次のイオンをイオン式で表しましょう。水素イオン・塩化物イオン・銅イオン・水酸化物イオン・硫酸イオン」を授業者が生徒に提示した。生徒は、課題に

対する質問をし、課題解決に向けて思考した。その後、授業者は先行オーガナイザーを提示した。生徒は、班（3～4名の小集団）ごとに相談し予想した。予想内容を班単位で発表し合った。班ごとの発表に対して質問し合い、考えを深め合い、結果をまとめた。

2時間目の授業（50分間）では、生徒はまず、イオンについての基本的事項の説明を授業者より受けた。基本的事項は以下の2点である。

- ① 物質は水に溶解すると、+イオンと-イオンに分かれる。
- ② ①の現象を電離という。

次に、課題（2）「次の物質を電離式で表しましょう。塩化ナトリウム・塩化銅・水酸化ナトリウム・塩酸・硫酸」を授業者が生徒に提示した。その後、生徒は、1時間目と同様の手順で学習した。

3時間目（40分間）は、事後テストと授業に関する意識調査を実施した。事後テストは、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の学習効果の差を統計的に検討することを目的とした。事後テストは、事前テストと同じ基本問題を10問、授業を受けたことにより基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力が身についたか否かを調査するための理解確認問題を10問、理解した知識理解が転移したか否かを調査するための応用問題10問で構成し、1問正答するごとに1点とした。テストの採点は、生徒自身が行った。その際、正しい評価ができるように、授業者が正解および採点基準を知らせ、採点に関する質問を受け付けた（基本問題・理解確認問題・応用問題それぞれのテスト用紙は、付録資料Dを参照）。

事後テスト結果については、研究3の結果から次のような仮説を立てた。基本問題は、イオンに関する基本的な内容ではあるが、生徒にとっては未熟知な内容であり、原子やイオンの構造を理論的に考え規則性を導きだそうとするものであるため、テスト結果は、説明オーガナイザー提示群が比較オーガナイザー提示群より高くなるであろう。理解確認問題は、授業中の学習を通して基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力が身についたか否かを問う問題であるため、説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより、学習成果が高くなるだろう。応用問題は、応用力を必要とする問題であるため、学力高群は学力低群よりテスト結果が高くなるであろう。

授業に関する意識調査は、授業がわかりやすかったか否か、先行オーガナイザーが理解を促進させたか否かを、生徒の感じ方から調査することを目的とした。意識調査項目ごとに5件法で調査した（意識調査用紙は、付録資料Dを参照）。

授業に関する意識調査結果については、次のような仮説を立てた。本研究で取り扱う「イオン」は、未熟知な教材であり、原子やイオンの構造を理論的に考え規則性を導きだそうとする内容であるため、説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより、授業や先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと感じるであろう。

授業実施1か月後に行う遅延テストは、授業で身についた知識が把持され続けているか否かを検討することを目的とした。

遅延テスト結果については、次のような仮説を立てた。理解確認問題テスト結果において、授業直後は理解できていたことでも時間の経過による忘却のため、遅延テスト結果は事後テスト結果より低くなるであろう。

表3-17 指導計画

事前	事前テストを実施する。
1時	<p>①イオンについての基本的事項を知る。</p> <p>②課題（1）「次のイオンをイオン式で表しましょう。水素イオン・塩化物イオン・銅イオン・水酸化物イオン・硫酸イオン」を提示する。</p> <p>③課題解決に向けて思考する。</p> <p>④先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群では内容が異なる）を提示する。</p> <p>⑤班ごとに相談し、予想を発表し合い、討議する。</p> <p>⑥課題（1）の結果をまとめる。$(\text{H}^+ \cdot \text{Cl}^- \cdot \text{Cu}^{2+} \cdot \text{OH}^- \cdot \text{SO}_4^{2-})$</p>
2時	<p>①イオンについての基本的事項を知る。</p> <p>②課題（2）「次の物質を電離式で表しましょう。塩化ナトリウム・塩化銅・水酸化ナトリウム・塩酸・硫酸」を提示する。</p> <p>③課題解決に向けて思考する。</p> <p>④先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群では内容が異なる）を提示する。</p> <p>⑤班ごとに相談し、予想を発表し合い、討議する。</p> <p>⑥課題（2）の結果をまとめる。$(\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- \cdot \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{Cl}^- \cdot \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^- \cdot \text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^- \cdot \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-})$</p>
3時	<p>事後テストを実施する。</p> <p>授業に関する意識調査を実施する。</p>
事後	遅延テストを実施する。

表3-18 説明オーガナイザーと比較オーガナイザー

課題1	説明オーガナイザー	①周期表を活用し、電子の軌道配置を知らせる。 ②イオンは電子を放出したり取り込んだりすることで安定した状態になる。
	比較オーガナイザー	①+イオンや-イオンのイオンカード（添付資料 D を参照）を提示する。 ②+イオンと-イオンが結合すると見慣れた化合物になる。
課題2	説明オーガナイザー	①水に溶けるのは、物質が電離して安定なイオンになる。 ②電離したイオンを合わせると電氣的に±0になる。
	比較オーガナイザー	①イオンカードを結合したものを提示する。 ②物質が水に溶けるのは、イオンの結合の手が離れることである。

(4)手続き

「理科冬期講座」は、冬休み期間中に実施され、授業はすべて筆者が担当した。教室は、理科室を使用した。なお、授業時間数は前項で述べた通りである。

3. 結果

(1)事前テスト結果の分析

説明オーガナイザー提示群 36 名、比較オーガナイザー提示群 37 名の事前テスト結果の平均と標準偏差を、表 3-19 に示した。

表3-19 事前テスト結果の平均と標準偏差

	説明オーガナイザー提示群	比較オーガナイザー提示群
<i>N</i>	36	37
<i>M</i>	3.75	3.19
<i>SD</i>	1.89	1.78

説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の生徒が、授業前にもっている授業内容に関わる知識量が同等であるか否かを検討するために、事前テスト結果を t 検定

で分析した。t 検定の結果、2 群の事前テスト結果の平均に有意差はなかった ($t(71)=1.31$, $n.s.$)。このことより、2 群それぞれの生徒の授業内容に関わる知識量は同等であるといえる。

本研究では、生徒の特性の1つである学力について、事前テスト結果の平均より得点の高かった生徒を学力高群、平均より得点の低かった生徒を学力低群と定義した。表3-20は、事前テスト結果の平均と標準偏差を学力別に示したものである。

表3-20 学力別事前テスト結果の平均と標準偏差

	学力高群		学力低群	
	説明オーガナイザー提示群	比較オーガナイザー提示群	説明オーガナイザー提示群	比較オーガナイザー提示群
	<i>N</i>	21	13	15
<i>M</i>	5.00	5.15	2.00	2.13
<i>SD</i>	1.20	1.21	1.07	0.90

学力高群における説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の事前テスト結果の平均を t 検定により分析した。その結果、2 群の事前テスト結果の平均に有意差はなかった ($t(32)=0.36$, $n.s.$)。また、学力低群における説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の事前テスト結果の平均を t 検定により分析した。その結果、2 群の事前テスト結果の平均に有意差はなかった ($t(37)=0.39$, $n.s.$)。このことより、学力高群と学力低群それぞれにおいて、2 群それぞれの生徒の授業内容に関わる知識量は同等であるといえる。説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の授業内容に関わる既存の知識量は同等であるといえる。

(2)基本問題テスト結果の分析

表3-21は、基本問題テスト結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。また、図3-3は、基本問題テスト結果の平均を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群それぞれを学力別に示したものである。

表3-21 基本問題テスト結果の平均と標準偏差

テスト	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群 (N=21)		学力低群 (N=15)		学力高群 (N=13)		学力低群 (N=24)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
事前	5.00	1.22	2.00	1.07	5.15	1.21	2.13	0.90
事後	6.76	1.48	4.60	2.35	6.85	1.46	5.13	2.05
遅延	6.67	2.20	4.40	2.03	6.31	1.55	5.63	1.58

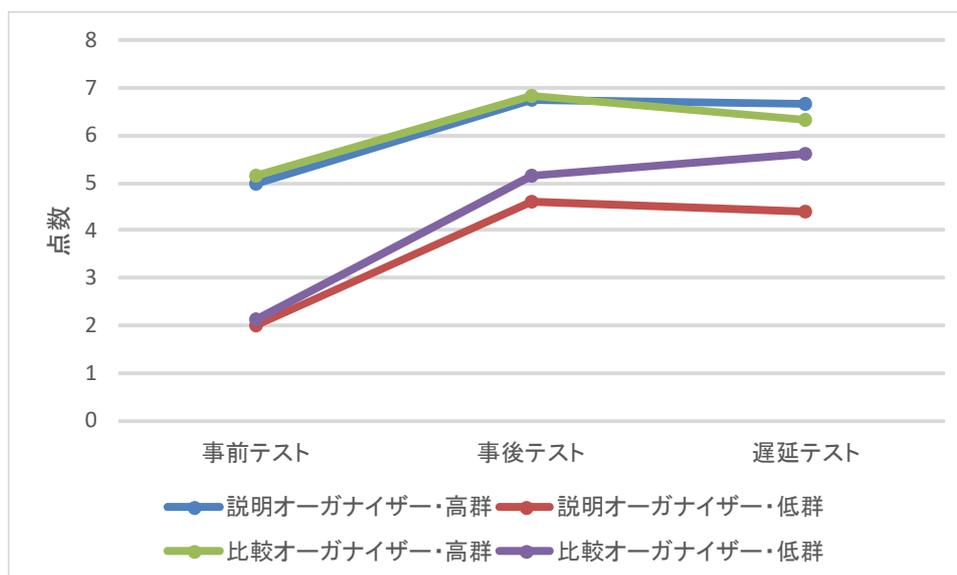


図3-3 基本問題テスト結果の平均

基本問題テスト結果を、先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー提示群）×学力（高群・低群）×テスト時期（事前・事後・遅延）の3要因混合計画で分散分析を行った。先行オーガナイザー要因・学力要因は被験者間配置、テスト時期要因は被験者内配置である。

分散分析の結果、学力要因とテスト時期要因の交互作用が有意であった ($F(2,138)=5.41, p<.01$)。

そこで、まず、テスト時期要因ごとの学力要因の単純主効果を検定した。その結果、事前テスト結果で有意 ($F(1,69)=130.83, p<.01$) に、事後テスト結果で有意 ($F(1,69)=18.33, p<.01$) に、及び遅延テスト結果で有意 ($F(1,69)=10.71, p<.01$) に学力高群が学力低群より高かった。

次に、学力要因ごとのテスト時期要因の単純主効果を検定した。その結果、学力高群で

有意($F(2,138)=14.67, p<.01$)であった。LSD法を用いた多重比較によれば、事後テスト結果と遅延テスト結果が事前テスト結果より有意($MSe=1.98, p<.05$)に高かった。事後テスト結果と遅延テスト結果には、有意差がなかった。また、学力低群で有意($F(82,138)=47.91, p<.05$)であった。LSD法を用いた多重比較によれば、事後テスト結果と遅延テスト結果が事前テスト結果より有意($MSe=1.98, p<.05$)に高かった。事後テスト結果と遅延テスト結果には、有意差がなかった。学力高群と学力低群ともに、事後テスト結果と遅延テスト結果が事前テスト結果より有意に高かったことより、学力の違いにかかわらず、すべての生徒において授業を受けることで基本的な知識の理解が深まり、学習成果があったといえる。また、事後テスト結果と遅延テスト結果に有意差がなかったことより、授業直後の基本的な知識の理解が時間の経過による忘却に耐え定着したといえる。

この結果は、「基本問題では、事後テスト結果と遅延テスト結果は有意差はないであろう。」という仮説を支持している。

先行オーガナイザー要因の主効果は有意でなかった。

この結果は、「説明オーガナイザー提示群が比較オーガナイザー提示群より高くなるであろう。」という仮説を支持しなかった。学習成果に影響を与えたのは、先行オーガナイザー要因ではなく学力要因であった。このことから、原子やイオンという粒子の理論を扱う「イオン」の授業内容は、学力の低い生徒が理解するには難しい内容であったと考えられる。この結果と研究3の結果とを併せて考えると、イオンの概念は原子や分子の概念より難しいと考えられる。

また、学力要因とテスト時期要因の交互作用が有意であったのは、図3-3から、学力低群の事前テスト結果から事後テスト結果にかけて、得点の伸びが大きかったことによるものであると考えられる。つまり、学力低群は学力高群より、基本問題においては、先行オーガナイザーによる学習成果が高かったことがわかる。

(3)理解確認問題テスト結果の分析

表3-22は、理解確認問題テスト結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

表3-22 理解確認問題テスト結果の平均と標準偏差

テスト	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群 (N=21)		学力低群 (N=15)		学力高群 (N=13)		学力低群 (N=24)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
事後	7.57	2.50	5.00	3.02	8.54	2.18	5.58	3.08
遅延	5.90	3.13	2.80	2.70	5.77	2.83	3.13	3.05

理解確認問題テスト結果を、先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー提示群）×学力（高群・低群）×テスト時期（事後・遅延）の3要因混合計画で分散分析を行った。先行オーガナイザー要因・学力要因は被験者間配置、テスト時期要因は被験者内配置である。

分散分析の結果、学力要因の主効果が有意 ($F(1,69)=19.44, p<.01$) であった。学力高群が、学力低群より有意にテスト結果が高いことがわかった。先行オーガナイザー要因の主効果は、有意でなかった。

この結果は、「説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより、学習効果が高くなるだろう。」という仮説を支持しなかった。学習成果に影響を与えたのは、先行オーガナイザー要因ではなく学力要因であった。このことから、原子やイオンという粒子の理論を扱う「イオン」の授業内容は、学力の低い生徒が理解するには難しい内容であったと考えられる。

また、テスト時期要因の主効果が有意 ($F(1,69)=72.64, p<.01$) であった。遅延テスト結果が、事後テスト結果より有意に高かったことがわかった。

この結果は、「遅延テスト結果は事後テスト結果より低くなるであろう。」という仮説を支持しなかった。

(4) 応用問題テスト結果の分析

表3-23は、応用問題テスト結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

表3-23 応用問題テスト結果の平均と標準偏差

テスト	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群 (N=21)		学力低群 (N=15)		学力高群 (N=13)		学力低群 (N=24)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
事後	5.43	2.13	3.67	2.35	5.69	2.28	3.30	2.29
遅延	4.71	2.90	2.67	2.55	4.31	2.90	2.54	2.15

応用問題テスト結果を、先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー提示群）×学力（高群・低群）×テスト時期（事後・遅延）の3要因混合計画で分散分析を行った。先行オーガナイザー要因・学力要因は被験者間配置、テスト時期要因は被験者内配置である。

分散分析の結果、学力要因の主効果が有意 ($F(1,69)=13.43, p<.01$) であり、学力高群のテスト結果が学力低群より有意に高かった。先行オーガナイザー要因の主効果は有意でなかった。また、テスト時期要因の主効果が有意 ($F(1,69)=18.77, p<.01$) であり、事後テスト結果が遅延テストより有意に高かった。

この結果は、「学力高群は学力低群よりテスト結果が高くなるであろう。」という仮説を支持している。

(5)意識調査結果の分析

授業終了後、授業に関する意識調査を以下の4項目で実施した。とてもそう思うを5、ややそう思うを4、どちらともいえないを3、ややそう思わないを2、全くそう思わないを1とした。

- ① 「イオン」の授業はわかりやすかったですか。
- ② 班の話し合いには積極的に参加しましたか。
- ③ 班での話し合いは楽しいと思いましたか。
- ④ 先生の説明はわかりやすかったですか。

表3-24は、意識調査結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

表3-24 意識調査結果の平均と標準偏差

調査項目	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群 (N=21)		学力低群 (N=15)		学力高群 (N=13)		学力低群 (N=24)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
①授業はわかりやすい。	2.81	0.98	2.67	0.90	3.46	0.66	3.21	1.02
②積極的に参加した。	4.57	0.60	3.93	1.03	3.69	1.11	4.08	1.10
③話し合いは楽しい。	4.05	0.74	4.00	1.07	3.62	0.87	3.96	1.04
④説明はわかりやすい。	3.33	1.32	3.33	1.11	3.85	0.69	3.71	0.91

意識調査結果を、先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー提示群）×学力（高群・低群）の2要因被験者間計画で分散分析を行った。

分散分析の結果、意識調査項目②「班の話し合いには積極的に参加しましたか。」で交互作用が有意($F(1,69)=4.85, p<.05$)であった。そこで、学力要因ごとの先行オーガナイザー要因の単純主効果を検定した。その結果、学力高群で有意($F(1,69)=7.08, p<.05$)であり、説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより、話し合いに積極的に参加していたことが明らかとなった。先行オーガナイザー要因ごとの学力要因の単純主効果を検定した。その結果、説明オーガナイザー提示群で有意傾向($F(1,69)=3.73, p<.10$)がみられ、説明オーガナイザーを提示した学力高群は学力低群より、話し合いに積極的に参加していた傾向がみられた。

先行オーガナイザー要因の主効果が、意識調査①「イオンの授業はわかりやすかったですか。」で有意($F(1,69)=7.06, p<.05$)であった。比較オーガナイザーを提示されると説明オーガナイザーを提示されるより、授業がわかりやすいと感じていたことが明らかとなった。意識調査項目④「先生の説明はわかりやすかったですか。」で有意傾向($F(1,69)=3.05, p<.10$)があり、比較オーガナイザーを提示されると説明オーガナイザーを提示されるより、先行オーガナイザーがわかりやすいと感じる傾向があった。意識調査項目③「班での話し合いは楽しいと思えましたか。」は有意差がみられなかった。

学力要因の主効果は、意識調査①「イオンの授業はわかりやすかったですか。」、意識調査項目③「班での話し合いは楽しいと思えましたか。」、意識調査項目④「先生の説明はわかりやすかったですか。」で有意差はなく、授業のわかりやすさや話し合いについては、学力の違いによる感じ方に差異はないといえる。

以上のことより、「イオン」の授業で、生徒は、比較オーガナイザーを提示されると説明オーガナイザーを提示されるより、授業が理解しやすいと感じていたことがわかった。しかし、学力高群の生徒は説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより、積極的に話し合っていたことがわかった。

この結果は、「説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより、授業や先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと感じるであろう。」という仮説を支持しない傾向にあった。原子構造から電子の出入りの概念を理論的に説明されるより、イオンモデルを用いて簡潔に説明された方がわかりやすいと感じたのではないかと考えられる。

4. 考察

本研究の結果から、次の3点が明らかとなった。

① 学習に必要な前提となる既有知識が少なく、また、理論形成が難しく規則性を導きづらい学習内容の場合は、比較オーガナイザーを提示すると、生徒はわかりやすいと感じる。

①を、次のように考察した。「イオン」の授業において、基本問題テスト結果も理解確認問題テスト結果も応用問題テスト結果も、先行オーガナイザー要因ではなく学力要因に左右されていた。研究2・3より、生徒にとって難しい問題の場合は、先行オーガナイザー要因ではなく学力要因が、学習成果に影響することが明らかにされている。つまり、原子構造や電子の出入りを理論的に考えその規則性を導くという「イオン」の学習は、生徒にとって難解な内容であったのではないかと考えられる。意識調査結果から、簡潔に説明されたイオンモデルを用いて考えると、わかったような気になったのではないかと考えられる。「イオン」の学習内容は、「化学変化」の学習内容に加えて電子が出入りする原理と規則性を導く難易度の高い内容である。難易度の高い学習内容の場合は、モデルを用いた比較オーガナイザーを提示する方が説明オーガナイザーを提示されるよりわかりやすいと感じたのではないかと考えられる。

② 基本的な問題において、先行オーガナイザーを活用すると、学力の低い生徒に対する学習成果が高くなる。

②を、次のように考察した。基本問題テスト結果が、説明オーガナイザー提示群＝比較オーガナイザー提示群であった。また、図3-3における学力高群と学力低群のテスト結

果を比較すると、事前テスト結果ではその差は大きかったが事後テスト結果では差が減少した。この結果は、川村・子安(2000)の、「先行オーガナイザーは、成績上位群に対してよりも成績下位群に対して有意に機能する。」(p.96)という考えを支持するものである。この点について、学力低群は学力高群より基本的な内容の既有知識が少なかったため、先行オーガナイザーを活用した授業において多くの基本的な内容を理解できる状況にあったと考えられる。

③ 応用力は、先行オーガナイザーの違いにかかわらず、学力に左右される。

③を、次のように考察した。授業で理解した内容を転移させる応用力について検討する応用問題のテスト結果は、学力高群>学力低群であり、事後テスト結果>遅延テスト結果であり、説明オーガナイザー提示群=比較オーガナイザー提示群であった。

この結果は、「応用力が必要な問題は、学力高群は学力低群よりテスト結果が高くなるであろう。」という仮説を支持しているといってもよいであろう。

④ 授業中の学習で身についた思考力・判断力、及び知識理解の定着は、先行オーガナイザー要因や学力要因の違いによらない。

④を、次のように考察した。授業中の学習で身についた思考力・判断力、及び知識理解が定着したか否かを検討するために、事後テストと遅延テストを比較した。基本問題テスト結果では、事後テスト結果=遅延テスト結果であり、理解確認問題テスト結果では、事後テスト結果<遅延テスト結果であり、応用問題テスト結果では、事後テスト結果>遅延テスト結果であった。この結果は、提示された先行オーガナイザーや学力の違いにかかわらないものであった。

第4節 中学生における生物分野「遺伝」の学習成果に及ぼす先行オーガナイザーの効果(研究5)*

1. 目的

本研究の目的は、生物分野「遺伝」の授業を通して、説明オーガナイザーを提示した場合と比較オーガナイザーを提示した場合では、学習成果に差異が生じるか否かを明らかにすることである。具体的には、生徒が理解しやすく、基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・応用力が身につく、理解したことを定着させるのは、説明オーガナイザーを提示した場合と比較オーガナイザーを提示した場合のどちらであるのか否かを明らかにすることである。

本研究で取り扱う「遺伝」の授業は、遺伝という言葉が日常生活でもよく聞くため、生徒も熟知していると思えるが、遺伝現象を理論的に考え規則性を導きだそうとする教材であるため、研究2・3の結果から、説明オーガナイザーを提示した方が比較オーガナイザーを提示するより学習成果が高くなるだろうという仮説を立てた。

なお、生徒の特性の1つに学力がある。学力の高い生徒とそうでない生徒のそれぞれにとって、理解しやすく効果的な指導法は同じであるのか否かを検討することも本研究の目的とした。それは、学習指導の最適化という観点から、次のような報告があるからである。学力が発達的に準備の整っている生徒には言語的概念的な指導を行えるが、準備の整っていない生徒に言語的概念的な指導を行うとかえって混乱させてしまうこともある(東洋,1968)。また、筆者の公立中学校理科教師としてのこれまでの体験から、明らかに文章理解・問題理解に生徒間格差があると感じているからである。

教育研究の実証的検討における条件統制は困難を伴うものであるが、可能な限りの条件統制を行った。また、研究結果は、基本的にすべて統計的分析を用いて判定した。

2. 方法

(1)調査時期

2017年7月～10月。

* 本研究は、新谷(2017b)による。

(2)調査対象

中学1年生A群32名、B群32名の合計64名（在籍数72名のうち、すべての指導計画に参加できた生徒数である）。

(3)調査内容

「遺伝」の一部の授業と事後テスト・意識調査を含めて3時間実施した。また、授業実施前に事前テスト、授業実施1か月後に遅延テストを実施した。テストや意識調査は、生徒に前もって知らせることなく実施した。「遺伝」の授業では、「遺伝のしくみや規則性を理解できる。」ことをねらいとした。

指導計画は、表3-25に示した。先行オーガナイザー以外の指導計画は、A群・B群ともに同様とした。A群には説明オーガナイザーを提示し、B群には比較オーガナイザーを提示した。説明オーガナイザーと比較オーガナイザーは、表3-26に示した。

授業実施前に行う事前テストは、生徒が持っている遺伝に関する既存の知識量を調査し、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の化学変化に関する既存の知識量の差を統計的に検定することを目的とした。事前テストは、遺伝に関する基本的な問題10問で構成し、1問正答するごとに1点とした（事前テスト用紙は、付録資料Eを参照）。

1時間目の授業（50分間）では、生徒はまず、遺伝についての基本的事項の説明を授業者より受けた。基本的事項は以下の3点である。

- ① 生物の形や性質を形質と呼び、遺伝は形質が親から子に伝わることで、染色体にある遺伝子が伝わっていくことである。
- ② ヒトの染色体をみて、その本数が46本23対であることに気づく。
- ③ 子には両親の染色体が伝わることから、受精するときは染色体が半減することに気づく。

次に、課題（1）「純系の赤い花（親）の花粉を純系の白い花（親）のめしべに受粉させて種子を作った。その種子（子）から育った花はすべて赤色だった。それはなぜか。」を授業者が生徒に提示した。生徒は、課題に対する質問をし、課題解決に向けて思考した。その後、授業者は先行オーガナイザーを提示した。生徒は、班（3～4名の小集団）ごとに相談し予想した。予想内容を班単位で発表し合った。班ごとの発表に対して質問し合い、考えを深め合い、結果をまとめた。

2時間目の授業（50分間）は、課題（2）「課題（1）でできた種子（子）の花粉を同じ花のめしべに受粉させて種子（孫）を作った。できた種子（孫）から育った花の色はどの

ようになるだろうか。」を授業者が生徒に提示した。生徒は、1時間目と同様の手順で学習した。

3時間目(40分間)は、事後テストと授業に関する意識調査を実施した。事後テストは、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の学習効果の差を統計的に検討することを目的とした。事後テストは、事前テストと同じ基本問題を10問、授業を受けたことにより基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力が身についたか否かを調査するための理解確認問題を10問、理解した知識理解が転移したか否かを調査するための応用問題10問で構成し、1問正答するごとに1点とした。テストの採点は、生徒自身が行った。その際、正しい評価ができるように、授業者が正解および採点基準を知らせ、採点に関する質問を受け付けた(基本問題・理解確認問題・応用問題それぞれのテスト用紙は、付録資料Eを参照)。

事後テスト結果については、次のような仮説を立てた。基本問題は、基本的な内容を問う問題で、すべての生徒が理解できるであろう問題で構成したため、テスト結果に先行オーガナイザー要因の違いによる有意差はみられないであろう。理解確認問題は、授業中の学習を通して基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力が身についたか否かを問う問題であるため、説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより、学習成果が高くなるだろう。応用問題は、応用力を必要とする問題であるため、学力高群は学力低群よりテスト結果が高くなるであろう。

授業に関する意識調査は、授業がわかりやすかったか否か、先行オーガナイザーが理解を促進させたか否かを、生徒の感じ方から調査することを目的とした。意識調査項目ごとに5件法で調査した(意識調査用紙は、付録資料Eを参照)。

授業に関する意識調査結果については、次のような仮説を立てた。本研究で取り扱う「遺伝」は、熟知教材と考えられるが、遺伝現象を理論的に考え規則性を導きだそうする教材であるため、説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより、授業や先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと感じるであろう。

授業実施1か月後に行う遅延テストは、授業で身についた知識が把持され続けているか否かを検討することを目的とした。

遅延テスト結果については、次のような仮説を立てた。理解確認問題テスト結果において、授業直後は理解できていたことでも時間の経過による忘却のため、遅延テスト結果は事後テスト結果より低くなるであろう。

表3-25 指導計画

事前	事前テストを実施する。
1時	<p>①遺伝についての基本的事項を知る。</p> <p>②課題（1）「純系の赤い花（親）の花粉を純系の白い花（親）のめしべに受粉させて種子を作った。その種子（子）から育った花はすべて赤色だった。それはなぜか。」を提示する。</p> <p>③課題解決に向けて思考する。</p> <p>④先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群では内容が異なる）を提示する。</p> <p>⑤班ごとに相談し、予想を発表し合い、討議する。</p> <p>⑥課題（1）の結果をまとめる。</p>
2時	<p>①課題（2）「課題（1）でできた種子（子）の花粉を同じ花のめしべに受粉させて種子（孫）を作った。できた種子（孫）から育った花の色はどのようなようになるだろうか。」を提示する。</p> <p>②課題解決に向けて思考する。</p> <p>③先行オーガナイザー（説明オーガナイザー群と比較オーガナイザー群では違う内容）を提示する。</p> <p>④班ごとに相談し、予想を発表し合い、討議する。</p> <p>⑤課題（2）の結果をまとめる。</p>
3時	<p>事後テストを実施する。</p> <p>授業に関する意識調査を実施する。</p>
事後	遅延テストを実施する。

表3-26 説明オーガナイザーと比較オーガナイザー

課題	説明オーガナイザー	<p>①形質には優性の形質と劣性の形質がある。</p> <p>②父親の優性の形質と母親の優性の形質が遺伝した子は、優性の形質を発現し、純系という。</p> <p>③父親の劣性の形質と母親の劣性の形質が遺伝した子は、劣性の形質を発現し、純系という。</p> <p>④父親の優性の形質と母親の劣性の形質が遺伝した子は、雑種という。子に現れる形質は優性の形質である。</p>
	1 比較オーガナイザー	<p>①黒のポスターカラーに黒のポスターカラーを混ぜ合わせると黒くなる。</p> <p>②赤のポスターカラーに赤のポスターカラーを混ぜ合わせると赤くなる。</p> <p>③赤のポスターカラーと黒のポスターカラーを混ぜ合わせると黒くなる。黒を優性の形質、赤を劣性の形質という。</p>
課題	説明オーガナイザー	<p>①子はすべて雑種である。</p> <p>②受精するとき、染色体が半減する。</p> <p>③花粉の遺伝子は赤い色の遺伝子と白い色の遺伝子に分かれ、卵細胞の遺伝子も赤い色の遺伝子と白い色の遺伝子に分かれ、それぞれが孫に遺伝していく。</p>
	2 比較オーガナイザー	<p>①子はすべて雑種である。</p> <p>②優性の形質と劣性の形質を持っている。優性の形質を黒いボールで、劣性の形質を赤いボールで表す。中に黒いボールと赤いボールが1個ずつ入っている袋が、2つある。それぞれの袋からボールを1個ずつ取り出したときの、ボールの組み合わせはどうなるか。</p>

(4)手続き

授業は、2017年9月6日（水）に説明オーガナイザー提示群に対して、12日（火）に比較オーガナイザー提示群に対して行われた。教室は、理科室を使用した。また、授業実施者はすべて筆者である。なお、授業時間数は前項で述べた通りである。

3. 結果

(1)事前テスト結果の分析

説明オーガナイザー提示群 32 名，比較オーガナイザー提示群 32 名の事前テスト結果の平均と標準偏差を，表 3 - 27 に示した。

表3-27 事前テスト結果の平均と標準偏差

	説明オーガナイザー提示群	比較オーガナイザー提示群
<i>N</i>	32	32
<i>M</i>	4.53	4.09
<i>SD</i>	1.78	1.42

説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の生徒が，授業前にもっている授業内容に関わる知識量が同等であるか否かを検討するために，事前テスト結果を t 検定で分析した。t 検定の結果，2 群の事前テスト結果の平均に有意差はなかった ($t(62)=1.09$, *n.s.*)。このことより，2 群それぞれの生徒の授業内容に関わる知識量は同等であるといえる。

本研究では，生徒の特性の 1 つである学力について，事前テスト結果の平均より得点の高かった生徒を学力高群，平均より得点の低かった生徒を学力低群と定義した。表 3 - 28 は，事前テスト結果の平均と標準偏差を学力別に示したものである。

表3-28 学力別事前テスト結果の平均と標準偏差

	学力高群		学力低群	
	説明オーガナイザー提示群	比較オーガナイザー提示群	説明オーガナイザー提示群	比較オーガナイザー提示群
<i>N</i>	19	14	13	18
<i>M</i>	5.53	5.36	3.08	3.11
<i>SD</i>	1.19	0.61	1.38	0.99

学力高群における説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の事前テスト

結果の平均を t 検定により分析した。その結果、2 群の事前テスト結果の平均に有意差はなかった ($t(31)=0.47$, *n.s.*)。また、学力低群における説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の事前テスト結果の平均を t 検定により分析した。その結果、2 群の事前テスト結果の平均に有意差はなかった ($t(29)=0.07$, *n.s.*)。このことより、学力高群と学力低群それぞれにおいて、2 群それぞれの生徒の授業内容に関わる知識量は同等であるといえる。説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の授業内容に関わる既有的知識量は同等であるといえる。

(2)基本問題テスト結果の分析

表 3 - 29 は、基本問題テスト結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

表3-29 基本問題テスト結果の平均と標準偏差

テスト	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群 (N=19)		学力低群 (N=13)		学力高群 (N=14)		学力低群 (N=18)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
事前	5.53	1.19	3.08	1.38	5.36	0.61	3.11	0.99
事後	8.74	1.25	6.85	2.07	8.21	1.61	6.44	2.36
遅延	7.37	1.87	5.46	2.56	6.79	1.74	4.94	1.72

また、図 3 - 4 は、基本問題テスト結果の平均を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

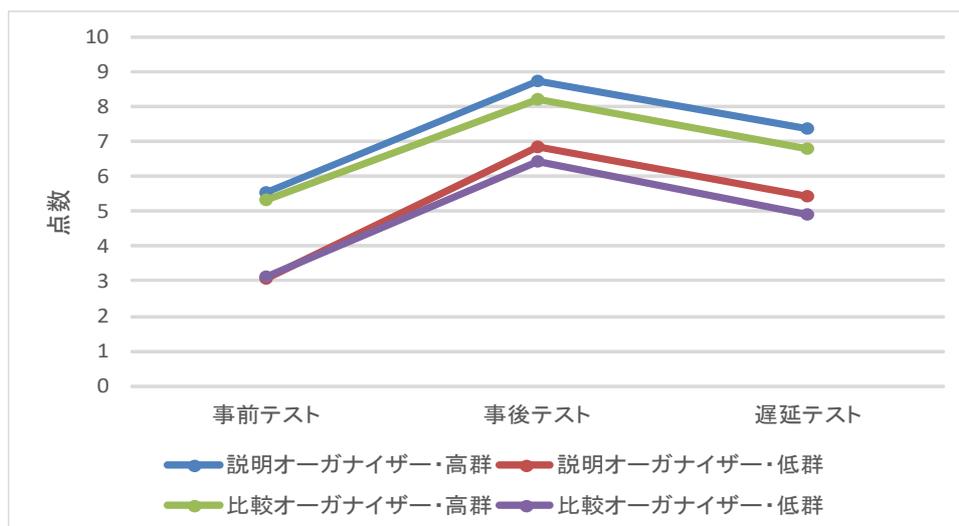


図3-4 基本問題テスト結果の平均

基本問題テスト結果を，先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー提示群）×学力（高群・低群）×テスト時期（事前・事後・遅延）の3要因混合計画で分散分析を行った。先行オーガナイザー要因・学力要因は被験者間配置，テスト時期要因は被験者内配置である。

分散分析の結果，先行オーガナイザー要因の主効果は有意でなかったが，学力要因の主効果が有意($F(1,60)=31.17, p<.01$)であり，学力高群の平均が有意に高いことが明らかとなった。また，テスト時期要因の主効果も有意($F(2,120)=115.07, p<.01$)であった。そこで，LSD法を用いた多重比較を行ったところ，事後テスト結果と遅延テスト結果の平均が事前テスト結果の平均より有意($Mse=1.48, p<.05$)に高かった。また，事後テスト結果の平均が遅延テスト結果の平均より有意に高かった($Mse=1.48, p<.05$)に高かった。

説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群ともに，事後テスト結果と遅延テスト結果が事前テスト結果より有意に高かったことより，先行オーガナイザーの違いにかかわらず，すべての生徒において授業を受けることで基本的な知識の理解が深まり，学習成果があったといえる。先行オーガナイザーを活用すると，学習成果が高まることが明らかとなった。

この結果は，「テスト結果に先行オーガナイザー要因の違いによる有意差はみられないであろう。」という仮説を支持している。

また，説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群ともに，事後テスト結果が遅延テスト結果より有意に高かったことより，先行オーガナイザーの違いにかかわらず，

すべての生徒において、時間の経過による忘却により授業直後の基本的な知識の理解が定着していなかったといえる。

この結果は、「基本問題では、事後テスト結果と遅延テスト結果は有意差はないであろう。」という仮説を支持しなかった。

(3)理解確認問題テスト結果の分析

表3-30は、理解確認問題テスト結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

表3-30 理解確認問題テスト結果の平均と標準偏差

テスト	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群(N=19)		学力低群(N=13)		学力高群(N=14)		学力低群(N=18)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
事後	5.68	2.64	4.38	2.90	5.07	2.58	2.72	1.88
遅延	5.31	3.08	3.23	2.55	4.36	2.99	1.61	1.38

理解確認問題テスト結果を、先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー提示群）×学力（高群・低群）×テスト時期（事後・遅延）の3要因混合計画で分散分析を行った。先行オーガナイザー要因・学力要因は被験者間配置、テスト時期要因は被験者内配置である。

分散分析の結果、先行オーガナイザー要因の主効果に有意傾向($F(1,60)=3.83, p<.10$)がみられたことから、説明オーガナイザー提示群のテスト結果の平均が高いことが明らかとなった。学力要因の主効果も有意($F(1,60)=11.69, p<.01$)であり、学力高群の平均が有意に高いことが明らかとなった。

この結果は、「説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより、学習効果が高くなるだろう。」という仮説を支持する傾向がある。

さらに、テスト時期要因の主効果が有意($F(1,60)=12.80, p<.01$)であり、事後テスト結果の平均が遅延テスト結果より有意に高いことが明らかとなった。

この結果は、「遅延テスト結果は事後テスト結果より低くなるであろう。」という仮説を支持している。

(4) 応用問題テスト結果の分析

表3-31は、応用問題テスト結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

表3-31 応用問題テスト結果の平均と標準偏差

テスト	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群(N=19)		学力低群(N=13)		学力高群(N=14)		学力低群(N=18)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
事後	4.74	1.41	3.23	2.15	2.57	1.59	1.22	1.18
遅延	4.79	2.63	2.85	2.41	2.43	2.23	1.00	0.88

応用問題テスト結果を、先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー提示群）×学力（高群・低群）×テスト時期（事後・遅延）の3要因混合計画で分散分析を行った。先行オーガナイザー要因・学力要因は被験者間配置、テスト時期要因は被験者内配置である。

分散分析の結果、先行オーガナイザー要因の主効果が有意($F(1,60)=22.06, p<.01$)であり、説明オーガナイザー提示群のテスト結果の平均が有意に高いことが明らかとなった。また、学力要因の主効果が有意($F(1,60)=12.18, p<.01$)であり、学力高群の平均が有意に高いことが明らかとなった。テスト時期要因の主効果は有意でなかった。

この結果は、「学力高群は学力低群よりテスト結果が高くなるであろう。」という仮説を支持している。さらに、先行オーガナイザー要因もテスト結果に影響を与えている。

(5) 意識調査結果の分析

授業終了後、授業に関する意識調査を以下の4項目で実施した。とてもそう思うを5、ややそう思うを4、どちらともいえないを3、ややそう思わないを2、全くそう思わないを1とした。

- ① 「遺伝」の授業はわかりやすかったですか。
- ② 班の話し合いには積極的に参加しましたか。
- ③ 班での話し合いは楽しいと思えましたか。
- ④ 先生の説明はわかりやすかったですか。

表3-32は、意識調査結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オー

ガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

表3-32 意識調査結果の平均と標準偏差

調査項目	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群 (N=21)		学力低群 (N=15)		学力高群 (N=13)		学力低群 (N=24)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
①授業はわかりやすい。	3.89	1.05	3.62	1.12	2.86	0.95	3.59	0.97
②積極的に参加した。	4.11	0.99	3.92	1.26	4.14	0.86	3.94	0.90
③話し合いは楽しい。	4.05	0.97	3.77	1.24	4.00	0.78	4.18	0.95
④説明はわかりやすい。	4.11	0.88	4.08	0.95	3.07	1.07	3.65	1.11

意識調査結果を、先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー提示群）×学力（高群・低群）の2要因被験者間計画で分散分析を行った。

分散分析の結果、先行オーガナイザー要因の主効果が、意識調査①「遺伝の授業はわかりやすかったですか。」で有意 ($F(1,59)=4.11, p<.05$) であり、意識調査項目④「先生の説明はわかりやすかったですか。」で有意 ($F(1,59)=8.17, p<.01$) であった。したがって、説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより、授業や先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと感じていたことが明らかとなった。意識調査②「班の話し合いには積極的に参加しましたか。」、意識調査③「班での話し合いは楽しいと思いましたか。」は有意差がなく、話し合いについての感じ方には差異がないといえる。

学力要因の主効果が、意識調査①「遺伝の授業はわかりやすかったですか。」、意識調査②「班の話し合いには積極的に参加しましたか。」、意識調査③「班での話し合いは楽しいと思いましたか。」、意識調査項目④「先生の説明はわかりやすかったですか。」のすべてに有意差がなく、学力の違いによる感じ方には差異がないといえる。

以上のことより、「遺伝」の授業で、生徒は、説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより、授業や先行オーガナイザーの内容を理解しやすいと感じていたことがわかった。

この結果は、「説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより、授業や先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと感じるであろう。」という仮説を支持している。

4. 考察

本研究の結果から、次の3点が明らかとなった。

① 生徒が理解しやすい傾向にあるのは、説明オーガナイザーを提示した場合である。

①を、次のように考察した。「遺伝」の授業において、授業中の学習で身についた思考力・判断力、及び知識理解が定着した否かを確認する理解確認問題のテスト結果は、説明オーガナイザー提示群が比較オーガナイザー提示群より有意に高い傾向があり、学力高群>学力低群であった。意識調査においては、先行オーガナイザーや授業内容が理解しやすいと感じていたのは、説明オーガナイザー提示群>比較オーガナイザー提示群であり、学力高群=学力低群であった。したがって、「遺伝」の授業では、「説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより学習成果が高くなるであろう。」という仮説が支持されたといってもよいであろう。

② 難易度の低い基本的な問題において、先行オーガナイザーを活用すると、学習成果が高くなる。

②を、次のように考察した。基本問題テスト結果は、説明オーガナイザー提示群=比較オーガナイザー提示群であり、図3-4における学力高群と学力低群のテスト結果を比較すると、両群とも事前テスト結果と事後テスト結果の差が大きかった。この結果は、学力高群も学力低群も基本的な内容の既有知識が少なかったため、先行オーガナイザーを活用した授業において多くの基本的な内容を理解できる状況にあったと考えられる。

③ 応用力は、学力に左右され、説明オーガナイザーを提示した場合学習成果が見られた。

③を、次のように考察した。授業で理解した内容を転移させる応用力について検討する応用問題のテスト結果は、学力高群>学力低群であり、説明オーガナイザー提示群>比較オーガナイザー提示群であり、事後テスト結果=遅延テスト結果であった。

この結果は、「応用力が必要な問題は、学力高群は学力低群よりテスト結果が高くなるであろう。」という仮説を支持しているといってもよいであろう。

しかし、説明オーガナイザーを提示した場合に学習成果が大きくなった。その原因の一つとして、「遺伝」の学習について興味関心を持っていた生徒の存在が、遺伝を理論的に考えその法則を導き出すことに意欲的であったことが影響しているのではないかと考えられる。この点については、さらに研究が必要である。

④ 授業中の学習で身についた思考力・判断力、及び知識理解の定着は、先行オーガナ

イザー要因や学力要因の違いによらない。

④を、次のように考察した。授業中の学習で身についた思考力・判断力、及び知識理解が定着したか否かを検討するために、事後テストと遅延テストを比較した。基本問題テスト結果では、事後テスト結果>遅延テスト結果であり、理解確認テスト結果では、事後テスト>遅延テスト結果であり、応用問題テスト結果では、事後テスト=遅延テストであった。この結果は、提示された先行オーガナイザーや学力の違いにかかわらないものであった。

第5節 中学生における地学分野「地震」の学習成果に及ぼす先行オーガナイザーの効果(研究6)*

1. 目的

本研究の目的は、地学分野「地震」の授業を通して、説明オーガナイザーを提示した場合と比較オーガナイザーを提示した場合では、学習成果に差異が生じるか否かを明らかにすることである。具体的には、生徒が理解しやすく、基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・応用力が身につく、理解したことを定着させるのは、説明オーガナイザーを提示した場合と比較オーガナイザーを提示した場合のどちらであるのか否かを明らかにすることである。

本研究で取り扱う「地震」の授業は、地震は近年注目されている現象であり、生徒も熟知していると思えるが、地震による振動を理論的に考えその規則性を導きだそうとする教材であるため、研究2・3・5の結果から、説明オーガナイザーを提示した方が比較オーガナイザーを提示するより学習成果が高くなるだろうという仮説を立てた。

なお、生徒の特性の1つに学力がある。学力の高い生徒とそうでない生徒のそれぞれにとって、理解しやすく効果的な指導法は同じであるのか否かを検討することも本研究の目的とした。それは、学習指導の最適化という観点から、次のような報告があるからである。学力が発達的に準備の整っている生徒には言語的概念的な指導を行えるが、準備の整っていない生徒に言語的概念的な指導を行うとかえって混乱させてしまうこともある(東洋,1968)。また、筆者の公立中学校理科教師としてのこれまでの体験から、明らかに文章理解・問題理解に生徒間格差があると感じているからである。

教育研究の実証的検討における条件統制は困難を伴うものであるが、可能な限りの条件統制を行った。また、研究結果は、基本的にすべて統計的分析を用いて判定した。

2. 方法

(1)調査時期

2014年12月～2015年1月。

* 本研究は、新谷(2016)による。

(2)調査対象

中学1年生A群25名、B群34名の合計59名（在籍数76名のうち、すべての調査に出席し、統計分析可能な生徒数である）。

(3)調査内容

「理科冬期講座」は、「地震」の一部の授業と事後テスト・意識調査を含めて3時間実施した。また、授業実施前に事前テスト、授業実施5週間後に遅延テストを実施した。テストや意識調査は、生徒に前もって知らせることなく実施した。「理科冬期講座」の授業では、「地震の体験や地震計の記録をもとに、地震のゆれの大きさや伝わり方の規則性に気づき、震源の真上の地点や地震発生時刻を調べることができる。」ことをねらいとした。

指導計画は、表3-33に示した。先行オーガナイザー以外の指導計画は、A群・B群ともに同様とした。A群には説明オーガナイザーを提示し、B群には比較オーガナイザーを提示した。説明オーガナイザーと比較オーガナイザーは、表3-34に示した。

授業実施前に行う事前テストは、生徒が持っている地震に関する既存の知識量を調査し、生徒の地震に関する既存の知識量の差が等質になるよう、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群に振り分けることを目的とした。事前テストは、地震に関する基本的な問題10問で構成し、1問正答するごとに1点とした（事前テスト用紙は、付録資料Fを参照）。

1時間目の授業（50分間）では、生徒はまず、地震についての基本的事項の説明を授業者より受けた。基本的事項は以下の3点である。

- ① 地震が発生した場所を震源といい、震源の真上にある地表の点を震央という。
- ② 地震のゆれの大きさを震度といい、地震の規模の大きさをマグニチュードという。
- ③ 初めに感じる小さなゆれを初期微動（P波）といい、後に感じる大きなゆれを主要動（S波）という。

次に、課題（1）「震央はどこだろう。」を授業者が生徒に提示した。生徒は、課題に対する質問をし、課題解決に向けて思考した。その後、授業者は先行オーガナイザーを提示した。生徒は、班（3～4名の小集団）ごとに相談し予想した。予想内容を班単位で発表し合った。班ごとの発表に対して質問し合い、考えを深め合った。生徒は、演習（1）を行い、演習結果をまとめ、演習結果からわかる考察（課題に対する解答）を演習レポート（1）にまとめた（演習レポート用紙は、付録資料Fを参照）。

2時間目の授業（50分間）では、生徒はまず、地震計の観測記録の説明を受けた。次に、

授業者が課題（２）「地震発生時刻を調べよう。」を授業者が生徒に提示した。その後、生徒は、１時間目と同様の手順で学習し、演習（２）を行った（演習レポート用紙は、付録資料 F を参照）。

３時間目（４０分間）は、事後テストと授業に関する意識調査を実施した。事後テストは、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の学習効果の差を統計的に検討することを目的とした。事後テストは、事前テストと同じ基本問題を 10 問、授業を受けたことにより基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力が身についたか否かを調査するための理解確認問題を 5 問、理解した知識理解が転移したか否かを調査するための応用問題 5 問で構成し、１問正答するごとに 1 点とした。テストの採点は、生徒自身が行った。その際、正しい評価ができるように、授業者が正解および採点基準を知らせ、採点に関する質問を受け付けた（基本問題・理解確認問題・応用問題それぞれのテスト用紙は、付録資料 F を参照）。

事後テスト結果については、次のような仮説を立てた。基本問題は、基本的な内容を問う問題で、すべての生徒が理解できるであろう問題で構成したため、テスト結果に先行オーガナイザー要因の違いによる有意差はみられないであろう。理解確認問題は、授業中の学習を通して基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力が身についたか否かを問う問題であるため、説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより、学習成果が高くなるだろう。応用問題は、応用力を必要とする問題であるため、学力高群は学力低群よりテスト結果が高くなるであろう。

授業に関する意識調査は、授業がわかりやすかったか否か、先行オーガナイザーが理解を促進させたか否かを、生徒の感じ方から調査することを目的とした。意識調査項目ごとに 5 件法で調査した（意識調査用紙は、付録資料 F を参照）。

授業に関する意識調査結果については、次のような仮説を立てた。本研究で取り扱う「地震」は、熟知教材と考えられるが、地震による震動を理論的に考え規則性を導きだそうとする教材であるため、説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより、授業や先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと感じるであろう。

授業実施 5 週間後に行う遅延テストは、授業で身についた知識が把持され続けているか否かを検討することを目的とした。

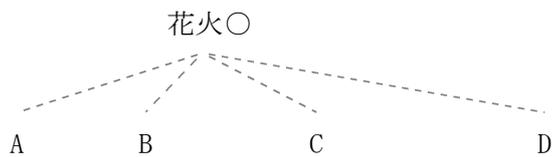
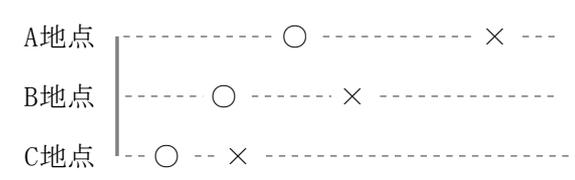
遅延テスト結果については、次のような仮説を立てた。理解確認問題テスト結果において、授業直後は理解できていたことでも時間の経過による忘却のため、遅延テスト結果は

事後テスト結果より低くなるであろう。

表3-33 指導計画

事前	事前テストを実施する。
1時	<p>①地震についての基本的事項を知る。</p> <p>②課題（1）「震央はどこだろう。」を提示する。</p> <p>③課題解決に向けて思考する。</p> <p>④先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群では内容が異なる）を提示する。</p> <p>⑤班ごとに相談し、予想を発表し合い、討議する。</p> <p>⑥演習（1）を実施する。</p> <p>⑦班ごとに、演習（1）の結果とやり方を説明する。</p> <p>⑧演習レポート（1）をまとめ、考察する。</p>
2時	<p>①地震計の観測記録を説明する。</p> <p>②課題（2）「地震発生時刻を調べよう。」を提示する。</p> <p>③課題解決に向けて思考する。</p> <p>④先行オーガナイザー（説明オーガナイザー群と比較オーガナイザー群では違う内容）を提示する。</p> <p>④班ごとに相談し、予想を発表し合い、討議する。</p> <p>⑤演習（2）を実施する。</p> <p>⑥班ごとに、演習（2）の結果とやり方を説明する。</p> <p>⑦演習レポート（2）をまとめ、考察する。</p>
3時	<p>事後テストを実施する。</p> <p>授業に関する意識調査を実施する。</p>
事後	遅延テストを実施する。

表3-34 説明オーガナイザーと比較オーガナイザー

課題 1	説明オーガ ナイザー	①地震のゆれは、波である。 ②同時刻にゆれた、A点・B点・C点は震源からの距離が同じである。
	比較オーガ ナイザー	①花火の音はどこでも同時に聞こえるとは限らない。 ②花火の音が同時に聞こえるところはどこか。  ①' 雷の音はどこでも同時に聞こえるとは限らない。 ②' 雷の音が同時に聞こえるところはどこか。
課題 2	説明オーガ ナイザー	①地震のゆれは、たてゆれと横ゆれがある。 ②たてゆれは横ゆれより速く伝わる。 ③震源から遠ければ、たてゆれが伝わってから横ゆれが伝わるまでの時間が長い。たてゆれと横ゆれが同時に起こるのは、震源である。
	比較オーガ ナイザー	①花火は、光が見えてから音が聞こえてくる。 ②光が見えてから音が聞こえてくるまでの時間が長いほど、花火からの距離が大きい。 ③光と音が同時に起こっているのはどこか。  ○：光が見えた時刻 ×：音が聞こえた時刻 ①' 雷は、光が見えてから音が聞こえてくる。 ②' 光が見えてから音が聞こえてくるまでの時間が長いほど、雷からの距離が大きい。 ③' 光と音が同時に起こっているのはどこか。

(4)手続き

「理科冬期講座」は、冬休み期間中に実施され、授業はすべて筆者が担当した。教室は、

理科室を使用した。なお、授業時間数は前項で述べたとおりである。

(5)倫理的配慮

本研究は、聖徳大学「倫理審査委員会」の承認（聖大総第 713 号）を受けている。

3. 結果

(1)事前テスト結果の分析

説明オーガナイザー提示群 25 名、比較オーガナイザー提示群 34 名の事前テスト結果の平均と標準偏差を、表 3 - 35 に示した。

表3-35 事前テスト結果の平均と標準偏差

	説明オーガ ナイザー提示群	比較オーガ ナイザー提示群
<i>N</i>	25	34
<i>M</i>	4.68	5.59
<i>SD</i>	2.30	0.38

説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の生徒が、授業前にもっている授業内容に関わる知識量が同等であるか否かを検討するために、事前テスト結果を t 検定で分析した。t 検定の結果、2 群の事前テスト結果の平均に有意差はなかった ($t(57)=1.52$, *n.s.*)。このことより、2 群の生徒の授業内容に関わる知識量は同等であるといえる。

本研究では、生徒の特性の 1 つである学力について、事前テスト結果の平均より得点の高かった生徒を学力高群、平均より得点の低かった生徒を学力低群と定義した。表 3 - 36 は、事前テスト結果の平均と標準偏差を学力別に示したものである。

表3-36 学力別事前テスト結果の平均と標準偏差

	学力高群		学力低群	
	説明オーガナイザー提示群	比較オーガナイザー提示群	説明オーガナイザー提示群	比較オーガナイザー提示群
<i>N</i>	10	18	15	16
<i>M</i>	6.90	7.39	3.20	3.56
<i>SD</i>	1.10	1.29	1.57	0.96

学力高群における説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の事前テスト結果の平均を *t* 検定により分析した。その結果、2群の事前テスト結果の平均に有意差はなかった ($t(26)=1.01, n.s.$)。また、学力低群における説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の事前テスト結果の平均を *t* 検定により分析した。その結果、2群の事前テスト結果の平均に有意差はなかった ($t(29)=0.78, n.s.$)。このことより、学力高群と学力低群それぞれにおいて、2群それぞれの生徒の授業内容に関わる知識量は同等であるといえる。説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群の授業内容に関わる既有的知識量は同等であるといえる。

(2)基本問題テスト結果の分析

表3-37は、基本問題テスト結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。図3-5は、基本問題テスト結果の平均を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群それぞれを学力別に示したものである。

表3-37 基本問題テスト結果の平均と標準偏差

テスト	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群 (<i>N</i> =10)		学力低群 (<i>N</i> =15)		学力高群 (<i>N</i> =18)		学力低群 (<i>N</i> =16)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
事前	6.90	1.10	3.20	1.57	7.39	1.29	3.56	0.96
事後	9.30	0.82	8.40	1.40	8.67	1.19	8.25	1.53
遅延	9.30	0.95	8.47	1.30	9.00	1.14	8.00	1.55

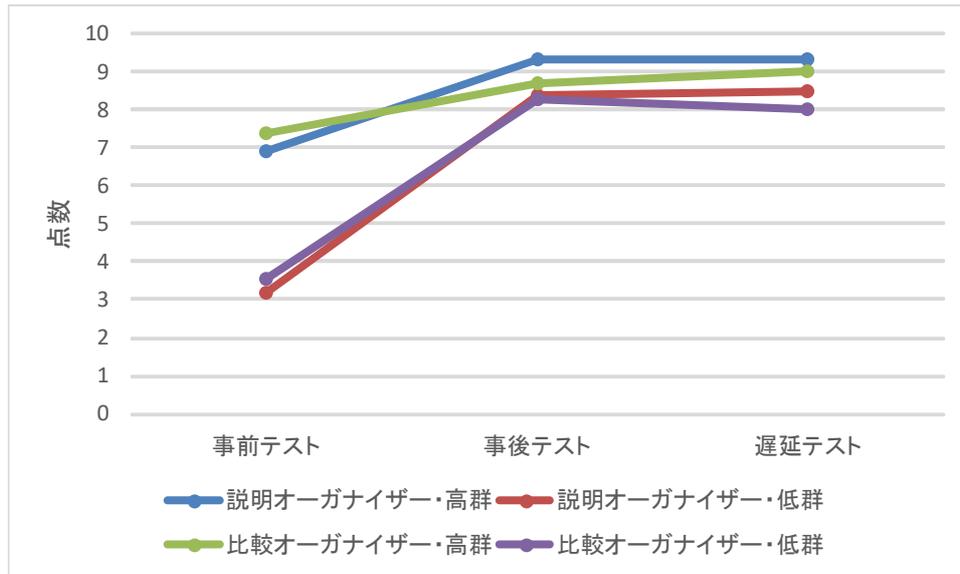


図3-5 基本問題テスト結果の平均

基本問題テスト結果を，先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー提示群）×学力（高群・低群）×テスト時期（事前・事後・遅延）の3要因混合計画で分散分析を行った。先行オーガナイザー要因・学力要因は被験者間配置，テスト時期要因は被験者内配置である。

分散分析の結果，先行オーガナイザー要因の主効果は有意でなかったが，学力要因とテスト時期要因の交互作用が有意 ($F(2,110)=39.62, p<.01$) であった。

そこで，まず，テスト時期要因ごとの学力要因の単純主効果を検定した。その結果，事前テスト結果で有意 ($F(1,55)=125.03, p<.01$) に，遅延テスト結果で有意 ($F(1,55)=7.23, p<.01$) に学力高群が学力低群より高かった。事後テスト結果において，学力高群が学力低群より有意に高い傾向 ($F(1,55)=3.61, p<.10$) があつた。授業後に，学力高群と学力低群のテスト結果の差が小さくなったことより，学力低群にとって授業による基礎的知識の学習成果が大きかったといえる。しかし，学力高群と学力低群の遅延テスト結果の差が大きくなったことより，学力低群は授業による学習成果は大きかったものの，忘却しやすく定着しにくかったことがわかる。

この結果は，「テスト結果に先行オーガナイザー要因の違いによる有意差はみられないであろう。」という仮説を支持している。

次に，学力要因ごとのテスト時期要因の単純主効果を検定した。その結果，学力高群で有意 ($F(2,110)=33.06, p<.01$) であつた。LSD法を用いた多重比較によれば，事後テスト結

果と遅延テスト結果が事前テスト結果より有意 ($MSe=1.05, p<.05$) に高かった。事後テスト結果と遅延テスト結果には、有意差がなかった。また、学力低群で有意 ($F(82,110)=213.53, p<.01$) であった。LSD 法を用いた多重比較によれば、事後テスト結果と遅延テスト結果が事前テスト結果より有意 ($MSe=1.05, p<.05$) に高かった。事後テスト結果と遅延テスト結果には、有意差がなかった。学力高群と学力低群ともに、事後テスト結果と遅延テスト結果が事前テスト結果より有意に高かったことより、学力の違いにかかわらず、すべての生徒において授業を受けることで基本的な知識の理解が深まり、学習成果があったといえる。また、事後テスト結果と遅延テスト結果に有意差がなかったことより、授業直後の基本的な知識の理解が時間の経過による忘却に耐え定着したといえる。

この結果は、「基本問題では、事後テスト結果と遅延テスト結果は有意差はないであろう。」という仮説を支持している。

交互作用が有意であったのは、図 3-5 から、学力低群の事前テスト結果から事後テスト結果にかけて、得点の伸びが大きかったことによるものであると考えられる。つまり、学力低群は学力高群より、基本問題においては、先行オーガナイザーによる学習効果が高かったことがわかる。

(3)理解確認問題テスト結果の分析

表 3-38 は、理解確認問題テスト結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

表3-38 理解確認問題テスト結果の平均と標準偏差

テスト	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群 (N=10)		学力低群 (N=15)		学力高群 (N=18)		学力低群 (N=16)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
事後	4.90	0.32	3.93	0.88	4.50	0.79	4.44	0.81
遅延	4.30	0.82	3.13	1.19	3.72	1.07	3.69	1.01

理解確認問題テスト結果を、先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー提示群）×学力（高群・低群）×テスト時期（事後・遅延）の3要因混合計画で分散分析を行った。先行オーガナイザー要因・学力要因は被験者間配置、テスト時期要因は被験者内配置である。

分散分析の結果、先行オーガナイザー要因と学力要因の交互作用が有意 ($F(1,55)=6.29, p<.05$) であった。

そこで、まず、学力要因ごとの先行オーガナイザー要因の単純主効果を検定した。その結果、学力高群で有意傾向 ($F(1,55)=2.90, p<.10$) があり、学力低群で有意傾向 ($F(1,55)=3.40, p<.10$) があった。学力高群は説明オーガナイザー提示群で、学力低群は比較オーガナイザー提示群でテスト結果が高い傾向があった。

次に、先行オーガナイザー要因ごとの学力要因の単純主効果を検定した。その結果、説明オーガナイザー提示群で有意 ($F(1,55)=13.80, p<.01$) であり、学力高群が学力低群より有意に高かった。このことより、学力高群では説明オーガナイザー提示群が、学力低群では比較オーガナイザー提示群が、学習内容を深く理解していたことがわかる。

この結果は、「説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより、学習成果が高くなるだろう。」という仮説を、学力高群では支持するものの学力低群では支持しなかった。学力低群にとって、地震による振動の理論や規則性が難解であったためではないかと考えられる。

また、テスト時期要因の主効果が有意 ($F(1,55)=28.11, p<.01$) であり、事後テスト結果が遅延テスト結果より有意に高かった。事後テスト結果より遅延テスト結果が有意に低かったことより、基礎的な知識を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力、及び学習内容の知識理解は定着しにくかったといえる。

この結果は、「遅延テスト結果は事後テスト結果より低くなるであろう。」という仮説を支持している。

(4) 応用問題テスト結果の分析

表3-39は、応用問題テスト結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

表3-39 応用問題テスト結果の平均と標準偏差

テスト	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群 (N=10)		学力低群 (N=15)		学力高群 (N=18)		学力低群 (N=16)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
事後	2.60	1.51	1.60	1.05	1.94	1.16	2.06	1.53
遅延	2.60	1.51	1.93	1.10	2.67	1.64	1.88	1.02

応用問題テスト結果を、先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー提示群）×学力（高群・低群）×テスト時期（事後・遅延）の3要因混合計画で分散分析を行った。先行オーガナイザー要因・学力要因は被験者間配置、テスト時期要因は被験者内配置である。

分散分析の結果、学力別要因の主効果が有意($F(1,55)=4.09, p<.05$)であった。学力高群が学力低群より有意に高かった。先行オーガナイザー要因とテスト時期要因の主効果は有意でなかった。

この結果は、「学力高群は学力低群よりテスト結果が高くなるであろう。」という仮説を支持している。

(5)意識調査結果の分析

授業終了後、授業に関する意識調査を以下の4項目で実施した。とてもそう思うを5、ややそう思うを4、どちらともいえないを3、ややそう思わないを2、全くそう思わないを1とした。

- ① 冬期講座「地震」の授業はわかりやすかったですか。
- ② 班の話し合いには積極的に参加しましたか。
- ③ 班での話し合いは楽しいと思えましたか。
- ④ 先生の説明はわかりやすかったですか。

表3-40は、意識調査結果の平均と標準偏差を、説明オーガナイザー提示群と比較オーガナイザー提示群のそれぞれを学力別に示したものである。

表3-40 意識調査結果の平均と標準偏差

調査項目	説明オーガナイザー提示群				比較オーガナイザー提示群			
	学力高群 (N=10)		学力低群 (N=15)		学力高群 (N=18)		学力低群 (N=16)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
①授業はわかりやすい。	3.40	1.35	3.93	0.88	3.72	0.96	4.00	0.89
②積極的に参加した。	4.20	1.03	3.93	1.03	4.11	1.08	4.06	1.06
③話し合いは楽しい。	4.00	1.41	3.87	0.99	4.00	1.03	4.25	1.00
④説明はわかりやすい。	4.70	0.48	4.67	0.49	4.11	0.90	4.31	0.70

意識調査結果を、先行オーガナイザー（説明オーガナイザー提示群・比較オーガナイザー

一提示群) × 学力 (高群・低群) の 2 要因被験者間計画で分散分析を行った。

分散分析の結果、先行オーガナイザー要因の主効果が、意識調査項目④「先生の説明はわかりやすかったですか。」で有意($F(1,55)=6.45, p<.05$)であった。したがって、説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより、先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと感じていたことが明らかとなった。意識調査①「地震の授業はわかりやすかったですか。」、意識調査②「班の話し合いには積極的に参加しましたか。」、意識調査③「班での話し合いは楽しいと思えましたか。」は有意差がなく、授業のわかりやすさや話し合いについての感じ方には差異がないといえる。

学力要因の主効果が、意識調査①「地震の授業はわかりやすかったですか。」、意識調査②「班の話し合いには積極的に参加しましたか。」、意識調査③「班での話し合いは楽しいと思えましたか。」、意識調査項目④「先生の説明はわかりやすかったですか。」のすべてに有意差がなく、学力の違いによる感じ方には差異がないといえる。

以上のことより、「地震」の授業で、生徒は、説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより、先行オーガナイザーの内容が理解しやすいと感じていたことがわかった。

この結果は、「説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるより、授業や先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと感じるであろう。」という仮説を支持する傾向があったといえるであろう。

4. 考察

本研究の結果から、次の3点が明らかとなった。

① 学習に必要な前提となる既有知識があり、学習内容を理論的に考える力がある生徒には、説明オーガナイザーを提示すると学習成果が高くなり、学習に必要な前提となる既有知識が少なく、学習内容を理論的に考える力が不足している生徒には、比較オーガナイザーを提示すると学習成果が高くなる。

①を、次のように考察した。授業中の学習で身についた思考力・判断力、及び知識理解が定着したか否かを確認する理解確認問題のテスト結果は、学力高群では、説明オーガナイザー提示群 > 比較オーガナイザー提示群であり、学力低群では、比較オーガナイザー提示群 > 説明オーガナイザー提示群であった。また、意識調査では、先行オーガナイザーがわかりやすいと感じていたのは、説明オーガナイザー提示群 > 比較オーガナイザー提示群

であった。

学習に必要な前提となる既有知識の多い学力高群は、説明オーガナイザーを提示するとわかりやすいと感じ、理解確認問題のテスト結果も高かった。しかし、学習に必要な前提となる既有知識の少ない学力低群は、説明オーガナイザーの内容はわかりやすいと感じているが、理解確認問題テスト結果では、比較オーガナイザー提示群>説明オーガナイザー提示群であった。このことより、学力高群は、説明オーガナイザーを提示すると学習成果が高くなるが、学力低群には比較オーガナイザーを提示すると学習成果が高くなる。学習に必要な前提となる既有知識が少なく、学習内容を理論的に考える力が不足している場合には、比較オーガナイザーを提示する方が学習成果が高くなることが明らかとなった。

② 難易度の低い基本的な問題において、先行オーガナイザーを活用すると、学力の低い生徒に対する学習成果が高くなる。

②を、次のように考察した。基本問題テスト結果が、説明オーガナイザー提示群=比較オーガナイザー提示群であった。また、図3-5における学力高群と学力低群のテスト結果を比較すると、事前テスト結果ではその差は大きかったが事後テスト結果では差が減少した。この結果は、川村・子安(2000)の、「先行オーガナイザーは、成績上位群に対してよりも成績下位群に対して有意に機能する。」(p.96)という考えを支持するものである。この点について、学力低群は学力高群より基本的な内容の既有知識が少なかったため、先行オーガナイザーを活用した授業において多くの基本的な内容を理解できる状況にあったと考えられる。

③ 応用力は、先行オーガナイザーの違いにかかわらず、学力に左右される。

③を、次のように考察した。授業で理解した内容を転移させる応用力について検討する応用問題のテスト結果は、応用問題テスト結果は、学力高群>学力低群であり、説明オーガナイザー提示群=比較オーガナイザー提示群であり、事後テスト結果=遅延テスト結果であった。

この結果は、「応用力が必要な問題は、学力高群は学力低群よりテスト結果が高くなるであろう。」という仮説を支持しているといってもよいであろう。

④ 授業中の学習で身についた思考力・判断力、及び知識理解の定着は、先行オーガナイザー要因や学力要因の違いにかかわらず、問題の難易度に左右される。

④を、次のように考察した。授業中の学習で身についた思考力・判断力、及び知識理解が定着したか否かを検討するために、事後テストと遅延テストを比較した。基本問題テス

ト結果では、事後テスト結果＝遅延テスト結果であり、理解確認問題テスト結果では、事後テスト＞遅延テストであり、応用問題テスト結果では、事後テスト結果＝遅延テスト結果であった。

基本問題は易しい内容であり、これまでに学習したことのある内容で構成されているため、理解しやすく、その内容も時間の経過による忘却に耐えて定着しやすかったと考えられる。理解確認問題テスト結果で、事後テスト結果＞遅延テスト結果であったのは、理解確認問題は、授業を通して新しく身につけた学習内容で構成されているため、時間の経過による忘却が起こったのであろうと考えられる。また、応用問題は難しい内容であり、理解できる生徒と理解できない生徒にわかれた。応用問題を理解できた生徒は、学力が高く応用問題でさえも深く理解できたため、定着したと考えられる。

第4章 研究の総括

第1節 本研究全体のまとめ

本研究は、すべての生徒にとって、理解しやすく学習成果の高い指導法を明らかにすることを課題として行われた。

まず、第2章の研究1では、「生徒にとって理解しやすく学習成果の高い指導法は、発見学習法より先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法である。」という仮説を検討した。不確定な諸条件が絡み合った実際の教育現場において、できる限りの条件統制を行い、統計的分析を実施した。中学校2年生を対象に、理科の物理分野「電流と電圧」を教材として検討を行った。

その結果、仮説は支持され、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法による指導は、発見学習法による指導より、生徒の学習成果を大きくすることが明らかとなった。

また、授業実施以前における前提となる知識・理解の量が少ない生徒、既有知識の少ない生徒にとって、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習法による学習成果が高かったことも明らかとなった。

次に、有意味受容学習に活用される先行オーガナイザーは、その性質や活用対象により、説明オーガナイザーと比較オーガナイザーに大別されることより、中学生を対象とした理科の様々な授業において、説明オーガナイザーを提示した場合と比較オーガナイザーを提示した場合は、どちらが生徒にとって理解しやすく学習成果を高めるのか否かを、できる限りの条件統制を行い、統計的分析を実施し検討した。

表4-1は、3章の研究2から研究6までの、学力別・先行オーガナイザー別・テスト時期別の研究結果を、有意差ありを赤色で、有意傾向ありを緑色で、交互作用ありを青色で示したものである。

表4-1 研究2~6の結果のまとめ

教材	力と運動	化学変化	イオン	遺伝	地震
基本	学力高>学力低	説明○>比較○	学力高>学力低	学力高>学力低	学力高>学力低
問題	事後=遅延>事前	学力高>学力低 事後=遅延>事前	事後=遅延>事前	事後>遅延>事前	事後=遅延>事前
理解	説明○>比較○	学力高>学力低	学力高>学力低	学力高>学力低	事後>遅延
確認	事後>遅延	事後>遅延	遅延>事後	事後>遅延	説明○: 学力高>学力低
問題				説明○>比較○	学力高: 説明○>比較○ 学力低: 比較○>説明○
応用	学力高>学力低	遅延: 学力高>学力低	学力高>学力低	説明○>比較○	学力高>学力低
問題		学力低: 事後>遅延	事後>遅延	学力高>学力低	
授業わか	説明○>比較○		比較○>説明○	説明○>比較○	
りやすい	学力高>学力低				
話合に積極	説明○>比較○		学力高: 説明○>比較○		
的に参加			説明○: 学力高>学力低		
話合は	説明○>比較○				
楽しい					
説明はわ	説明○>比較○	説明○>比較○	比較○>説明○	説明○>比較○	説明○>比較○
かりやすい					

(注) 赤: 有意差あり, 緑: 有意傾向, 青: 交互作用あり

表4-1から次のように考察した。

第3章の研究2では、物理分野「力と運動」を教材として、中学校2年生を対象に検討した。「力と運動」の学習内容は、物体が斜面を滑り降りるときの斜面の角度と物体の速さの関係を理論的に考えその法則性を導き出すものである。生徒は、斜面を滑り降りる体験をしているので、本教材は、熟知教材であると判断し、説明オーガナイザーは、未熟知教材の場合に適しており、比較オーガナイザーは、熟知教材の場合に適しているというAusubelの説より、「比較オーガナイザーを提示する方が説明オーガナイザーを提示するより学習成果は高くなるであろう。」という仮説を立て、検討した。しかし、研究結果は、仮説を支持しなかった。この結果から、体験があり熟知していると思われる教材でも、運動について理論的に考えその規則性を導き出す教材であったため、説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより学習成果を高くすることが明らかとなっ

た。授業に関する意識調査においても、説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより、授業や先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと感じていたことが明らかである。

また、既有知識の少ない生徒にとって、難易度の低い基本的な問題において、先行オーガナイザーを活用すると学習成果が大きくなることも明らかとなった。この結果は、「電流と電圧」の学習の研究結果を支持するものである。

第3章の研究3では、化学分野「化学変化」を教材として、中学校2年生を対象に検討した。「化学変化」の学習内容は、分子や原子の構造を理論的に考えその規則性を導き出すものである。生徒にとって、分子や原子という未熟知な教材でもあるため、「説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより学習成果は高くなるであろう。」という仮説を立て、検討した。研究結果は、仮説を支持する傾向があった。授業に関する意識調査においても、説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより、授業や先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと感じていたことが明らかである。しかし、分子や原子の学習は、生徒にとって難しいものであったため、先行オーガナイザー要因の違いによる学習成果の差が見られたのは、基本問題であった。理解確認問題と応用問題は、学習成果の差がみられたのは学力要因の違いによるものであった。

学習成果を高めるのは、生徒一人では解決できない課題であるが、他者からの援助があればなんとか解決できるような難易度の課題である。授業で取り扱うのは、おおむね他者からの援助があればなんとか解決できるような難易度の課題である。この点から考えて、「化学変化」の学習は、他者からの援助があればなんとか解決できるような難易度を少し超えたレベルであったのではないか、あるいは、分子や原子に関する学習は、全く生徒にとってこれまでに学んだことのない未熟知なものであるため、学習に必要な前提となる既有知識が不足しており、生徒にとって学習時間が2時間という短い状況では、難しかったのではないかと考えられる。

第3章の研究4では、化学分野「イオン」を教材として、中学校2年生を対象に検討した。「イオン」の学習内容は、原子の構造や電子の出入りのあるイオンの構造を理論的に考えその規則性を導き出すものである。生徒にとって、原子やイオンという未熟知な教材でもあるため、「説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより学習成果は高くなるであろう。」という仮説を立て、検討した。研究結果は、仮説を支持しなかった。基本問題・理解確認問題・応用問題のテスト結果は、すべて先行オーガナイザ

一要因ではなく学力要因の影響を受けていた。授業に関する意識調査では、比較オーガナイザーを提示する方が説明オーガナイザーを提示するより、授業や先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと感じていた。しかし、学力高群は、説明オーガナイザーを提示すると比較オーガナイザーを提示するより、積極的に話し合っていたことも授業に関する意識調査から明らかとなった。

研究3から考えると、「イオン」の学習の難易度は、「化学変化」の学習を超えるレベルであったと考えられる。難しい理論を理解するには、難しい内容の話をされるよりも、その理論を簡略化し目に見えるようモデル化すると、生徒にとってわかりやすいと感じられたのではないかと考えられる。この点については、さらに研究が必要である。

第3章の研究5では、生物分野「遺伝」を教材として、中学校1年生を対象に検討した。「遺伝」の学習内容は、遺伝現象を理論的に考えその規則性を導き出すものである。生徒にとって、遺伝は日常的によく使われる言葉ではあるが、理論的に考えその法則性を導き出す学習内容であることから、「説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより学習成果は高くなるであろう。」という仮説を立て、検討した。研究結果は、仮説を支持する傾向があった。授業に関する意識調査においても、説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより、授業や先行オーガナイザーの内容がわかりやすいと感じていたことが明らかである。

応用力は、既有知識の量に影響を受けていた。しかし、説明オーガナイザーを提示することでも、応用力がつくことが明らかとなった。その原因の一つとして、「遺伝」の学習について興味関心を持っていた生徒が、遺伝を理論的に考えその法則を導き出すことに意欲的であったことが影響しているのではないかと考えられる。

第3章の研究6では、地学分野「地震」を教材として、中学校1年生を対象に検討した。「地震」の学習内容は、地震による振動を理論的に考えその規則性を導き出すものである。生徒にとって、今や地震は身近な存在として意識されているが、理論的に考えその法則性を導き出す学習内容であることから、「説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより学習成果は高くなるであろう。」という仮説を立て、検討した。研究結果は、学習に必要な前提となる既有知識が多くあり、学習内容を理論的に考える力がある生徒には、説明オーガナイザーを提示すると学習成果を高くし、学習に必要な前提となる既有知識が少なく、学習内容を理論的に考える力が不足している生徒には、比較オーガナイザーを提示すると学習成果を高くする、というものであった。この結果は、「イオ

ン」の学習の研究結果を支持するものである。

教材ごとに、説明オーガナイザーと比較オーガナイザーのどちらを提示すると学習成果が高くなるのか否かを明らかにするために、表4-2を示す。

表4-2は、3章の研究2から研究6までの、先行オーガナイザー別の研究結果のみを、有意差ありを赤色で、有意傾向ありを緑色で、交互作用ありを青色で示したものである。

表4-2 研究2~6の結果のまとめ

教材	力と運動	化学変化	イオン	遺伝	地震
基本問題		説明○>比較○			
理解	説明○>比較○			説明○>比較○	説明○：学力高>学力低
確認					学力高：説明○>比較○
問題					学力低：比較○>説明○
応用問題				説明○>比較○	
授業はわかりやすい	説明○>比較○		比較○>説明○	説明○>比較○	
話合に積極的に参加	説明○>比較○		学力高：説明○>比較○		説明○：学力高>学力低
話合楽しい	説明○>比較○				
説明はわかりやすい	説明○>比較○	説明○>比較○	比較○>説明○	説明○>比較○	説明○>比較○

(注) 赤：有意差あり，緑：有意傾向，青：交互作用あり

以上から、次の点が明らかとなった。

まず、発見学習と先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習の学習成果の違いを教育心理学的に比較したところ、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習に学習成果がみられた。また、生徒も先行オーガナイザーを活用した学習指導法がわかりやすいと感じていたことも明らかとなった。つまり、先行オーガナイザーが有効に働き、生徒がわかりやすいと実感できたとき、学習成果が高くなるということが明らかとなった。

次に、教材ごとに、説明オーガナイザーと比較オーガナイザーを提示したときの学習成果の違いを教育心理学的に研究した。本研究で扱う教材は、理論性や規則性を導き出す内容であるため、説明オーガナイザーを提示すると学習成果が高くなるという仮説をたて研究した。その結果、「力と運動」の学習・「遺伝」の学習のすべてと「地震」の学習の学

力高群では、仮説を支持していた。授業に関する意識調査においても、説明オーガナイザーを提示されると比較オーガナイザーを提示されるよりわかりやすいと感じていた。これらのことから、説明オーガナイザーは学習成果を高くするようであるといってもよいであろう。

しかし、「化学変化」の学習では、基本問題テスト結果で説明オーガナイザーの学習成果がみられ、「イオン」の学習では、説明オーガナイザーの学習成果はみられなかった。この点について、「化学変化」の学習と「イオン」の学習は、粒子の概念を含む教材であったためではないかと考えられる。中学生の発達段階では、原子や分子という粒の概念を理解するのに難しさを感じるものであり、さらに難しい概念が、イオンである。難しい概念であるにもかかわらず、授業計画が2時間であったことは、粒の概念を理解するには短すぎたのではないかと考えられる。「イオン」の学習で、生徒は、授業に関する意識調査において、比較オーガナイザーを提示する方が説明オーガナイザーを提示するよりわかりやすいと感じていた。これは、原子構造から電子の移動について複雑に深く考えるより、イオンモデルを用いて単純化した方が、中学生の発達段階にある生徒にとってはわかりやすいと感じられたのではないだろうか。今後は、粒子の概念を含む教材について、さらに詳しく研究する必要があるだろう。

これまでも学習成果の高い指導法の研究がなされてきたが、本研究の意義は、その研究に新たなエビデンスを提供することができたことである。

第2節 本研究の成果および限界と今後の課題

本研究では、公立中学校の生徒を対象として、理科の学習における指導法を比較検討することで、生徒が理解しやすく学習成果の高くなる指導法を明らかにしてきた。

本研究は、理科の学習において、公立中学校の生徒にとって、学習成果の高い指導法は、先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習であることが実証的に明らかとなった。さらに、先行オーガナイザーをその働きから説明オーガナイザーと比較オーガナイザーに大別し、理科の学習において、公立中学校の生徒にとっては、おおむね説明オーガナイザーを提示する方が比較オーガナイザーを提示するより学習成果が高いことも実証的に明らかとなった。この点について、これまでの学習成果の高い指導法の研究に新たなエビデンスを提供することができたのではないかと考える。

先行オーガナイザーを活用した有意味受容学習の研究は、中学生を対象とした研究より小学生を対象とした研究の方が多く（川上ら，2010），公立の学校での研究より私立や国立の大学付属校での研究が多くあるなかで、公立中学校の生徒を対象とした点に、本研究の意義があるのではないかと考える。また、授業担当者が研究者でもあるという点も意義があるのではないかと考える。

本研究の限界と今後の課題は以下の通りである。

本研究では、中学校理科の教材のうち、力と運動・遺伝・地震の学習において、理論性や規則性を導き出す教材の場合は、説明オーガナイザーを提示すると学習成果が高まることが明らかとなった。しかし、粒子理論を含む分子・原子・イオンの学習において、学習成果を高くする先行オーガナイザーは、分子・原子を扱う化学変化の学習では説明オーガナイザーを提示した場合であり、イオンの学習では比較オーガナイザーを提示した場合であった、という不安定な結果となった。この点について、先行オーガナイザーを活用することで学習成果を高めるプロセスをさらに詳しく研究する必要がある。

そのため今後は、粒子の概念を含む分子・原子・イオンに関する教材について、先行オーガナイザーを活用して学習する過程において、理論性や規則性を導き出す具体的なプロセスを検討するために、学習時の発話を抽出し解釈的に分析する方法も加味した研究を実施することが課題となる。

また、学習時の発話を詳細に調査し解釈的に分析することにより、以下の2点を解明する糸口になるのではないかと考える。

① 理解しやすいと感じているにもかかわらず正答に至らなかった原因や理由については、今後の教育実践にとって重要なテーマとなるであろう。

② 話し合いの質による学習成果への影響については、今後の研究の重要なテーマとなるであろう。

さらに、今後より教育現場の実践に近づけていくための発展的な研究課題は、以下の2点である。

① これまで先行オーガナイザーの研究は多数実施されてきたが、本研究のように、説明オーガナイザーと比較オーガナイザーの学習成果に及ぼす影響を比較した研究は見当たらない。公立中学校の生徒を対象に授業を実施し、その結果を分析した点で、本研究は実践研究といえるが、説明オーガナイザーと比較オーガナイザーの学習成果に及ぼす影響を比較した点では、これまで先行研究が見当たらないことから、本研究は基礎研究である。本研究は、実践研究における基礎研究であるため、Ausubelの理論に従い研究計画を立て、説明オーガナイザーと比較オーガナイザーを決定する際も、Ausubelの定義に従い熟知か未熟知かによるものとした。この点は基礎研究の限界であり、教育現場の実践により近づけるためには、生徒の素朴概念やレディネスを調査測定し、説明オーガナイザーや比較オーガナイザー決定に活用することが必要であると考えられる。したがって、教育現場の実践により近づけた研究を実施するために、生徒の素朴概念やレディネスを調査測定し、説明オーガナイザーや比較オーガナイザー決定に活用することは、今後の課題である。

② 本研究は、学習成果の高い指導法に関する実践研究における基礎研究であるため、教科書についての研究は実施しなかった。この点については、基礎研究の限界であると考えられる。したがって、今後は教科書に関する研究も実施し、教育現場に限らず教科書会社へも貢献できるものにしていきたい。

引用文献

- Ausubel, D. P. (1960). The use of Advance Organizers in the Learning and Retention of Meaningful Verbal Material. *Journal of Educational Psychology* **51** (5), 267-272.
- Ausubel, D. P. (1964). Some psychological and educational limitations of learning by discovery. *The Arithmetic Teacher* **11** (5), 290-302.
- Ausubel, D. P. (1978). In defence of Advance Organizers: A Reply to the Critics. *Review of Educational Research* **48** (2), 251-257.
- 東洋(1970). 21 学習指導の最適化 東洋・坂元昴・辰野千尋・波多野誼余夫(編) 学習心理学ハンドブック 金子書房, Pp.634-638.
- 馬場道夫・木下まき子(1994). 絵図式先行オーガナイザーの効果ー小学校6年における進化的授業 日本教育心理学会第36回総会発表論文集, 427.
- Barnes, B. R. & Clowson, E. U. (1975). Do Advance Organizers Facilitate Learning? Recommendations for Further Research Based on an Analysis of 32 Studies. *Review of Educational Research* **45**, 637-659.
- Bruner, J. S. (1961). The process of education. Harvard University Press. (訳)鈴木 祥蔵・佐藤三郎 (1963). 教育の過程 岩波書店
- Costance, L. P. P. (1990). The Comparison of the Effects of Three Prereading Advance Organizers on the Literal Comprehension of Fifth-Grade Social Studies Materials. A dissertation Presented for the Doctor of Education Degree The University of Tennessee, Knoxville.
- 福沢周亮(2010). 1 意義と目的 福沢周亮・小野瀬雅人(編) 教科心理学ハンドブック 教科教育学と教育心理学による『わかる授業の実践的研究』図書文化, Pp.8-9.
- Glass, G. V. (1977). Intergrating findings: The meta-analysis of research. *Review of Research in Education* **5**, 351-379.
- 林貞子 (1959). 問題発見学習とその限界 東海大学紀要 (文学部) **2**, A61-A65.
- 日高光昭(2004). 子どもの学びが育つ理科学習への方策を求めてー知識伝達・事例か学習による授業の改善ー 第54回日本理科教育学会全国大会発表論文集, 139-140.
- 平尾孝行 (1964). 中学校化学の構造と発見学習法 第11回全国中学校理科教育協議会宮崎大会, 化学教育, 140.

- 広岡亮蔵・水越敏行 (1961). 学習過程の実証的研究—系統学習と問題解決学習の比較—
日本教育学会第 20 回大会研究発表要項, 34.
- 広岡亮蔵・水越敏行 (1962). 学習過程の実証的研究—系統学習と問題解決学習の比較—
(第二次報告) 日本教育学会第 21 回大会研究発表要項, 50-51.
- 広岡亮蔵・水越敏行 (1964). 学習過程の比較研究 (第四次報告) —教材構造とその発見
学習— 日本教育学会第 23 回大会研究発表要項, 97-98.
- 広岡亮蔵・水越敏行・藤井悦雄 (1965). 発見学習の実証的研究 (第五次報告) 日本教
育学会第 24 回大会研究発表要項, 97.
- 池田進一・田中敏 (1984). 文章理解における先行オーガナイザーの利用可能性 日本教育
心理学会第 26 回総会発表論文集, 730-731.
- 池田進一・田中敏 (1985). 先行—オーガナイザー研究における実験図式の改善 読書科学
29, 41-55.
- 板倉聖宜 (1974). 仮説実験授業 <ばねと力>によるその具体化 仮説社.
- 市川伸一 (2005). 認知カウンセリングからみた理科教育 日本理科教育学会編 理科の教
育 638 (9), 8-11.
- 梶田正巳 (2002). 先行オーガナイザー 心理学辞典 有斐閣, 517.
- 上条晴夫 (2016). 教科横断的な資質・能力を育てる「アクティブ・ラーニング中学校」主
体的・共同的に学ぶ授業プラン 図書文化社.
- 河井芳文 (1970). 19 意味的受容学習 東洋・坂元昂・辰野千尋・波多野誼余夫 (編) 学習
心理学ハンドブック 金子書房, Pp.33-48.
- 川上昭吾 (2008). 有意味受容学習・受容学習 日本理科教育学会編 理科の教育 671 (6),
40-43.
- 川上昭吾・渡辺康一郎 (2010). 日本における有意味受容学習の展開 理科教育学研究 50
(3), 1-14.
- 川上昭吾・渡辺康一郎・松本織 (2009). 有意味受容学習の研究 愛知教育大学教育実践総
合センター紀要 12, 183-190.
- 川村康文・子安増生 (2000). 放物運動学習におけるコンピュータ・シミュレーションの
先行オーガナイザー的利用 京都教育大学実践研究年報 16, 85-97.
- 小林寛子 (2007). 「仮説評価スキーマ」教示と協同活動が科学的な法則や理論の理解と観
察・実験スキルの向上に与える影響 教育心理学研究 57, 131-142.

- Kozlow, M. J. (1978). A meta-analysis of selected advance organizer research reports from 1960-1977. Unpublished doctoral dissertation, Ohio State University.
- 工藤与志文 (2003). 概念受容学習における知識の一般化可能性に及ぼす教示情報解釈の影響 教育心理学研究 **51**, 281-287.
- 桑田てるみ(2016). 思考を深める探求学習～アクティブ・ラーニングの視点で活用する学校図書館 全国学校図書館協議会
- Lowton, J. T. & Wanska, S. K. (1977). Advance Organizers as a Teaching Strategy : A reply to Barnes and Clawson. *Review of Educational Research* **47**, 233-244.
- Luiten, J. A. & Ames, W. & Ackerman, G. (1980). A meta-analysis of the effects of advance organizers on learning and retention. *American Educational Research Journal* **17**, 211-218.
- Mayer, R. E. (1979). Can Advance Organizers Influence Meaningful Learning ? *Review of Educational Research* **49**(2), 371-383.
- 水越敏行(1970a). 創造性の教育と発見学習 教科教育研究 (金沢大学教育学部) **3**, 13-21.
- 水越敏行(1970b). 教科・教材と発見学習 日本教育学会大会研究発表要項 **29**, 23.
- 皆川順(2001). 概念地図法による知識獲得支援の研究 風間書房
- 文部科学省(2014). 初等中等教育における教育課程の基準の在り方について (諮問) .
- 新田倫義・永野重史・細谷純(1963). 学力向上をめざす授業の研究 総合教育技術 **18** 小学館, 36-44.
- 大村彰道(1981). 教授－学習過程 藤永保編 新心理学事典, 169-171.
- 小野瀬雅人(2010). 3 歴史－外国編－ 福沢周亮・小野瀬雅人 (編) 教科心理学ハンドブック 教科教育学と教育心理学による『わかる授業の実践的研究』教科心理学とは 図書文化社, Pp.12-13.
- Robinson, C. (2006). Advanced Organizers as Preparation for Small and Large Group Discussion. Paper for Proceedings of the 5th Annual International SUN Conference on Teaching and Learning 2006, University of Texas at El Paso.
- 坂元昂(1970). 序 現代の学習理論 東洋・坂元昂・辰野千尋・波多野誼余夫 (編) 学習心理学ハンドブック 金子書房, Pp.33-48.
- 新谷しづ恵 (2013). 中学校理科における発見学習と有意味受容学習の心理的観点からの比較 教材学研究 **24**, 25-32.
- 新谷しづ恵 (2015a). 中学生における物理の学習に対する先行オーガナイザーの効果 教

- 材学研究 **26**, 7-14.
- 新谷しづ恵 (2015b). 中学生における化学変化の学習に及ぼす先行オーガナイザーの効果
日本教材学会第 27 回研究発表大会研究発表論文集, 86-87.
- 新谷しづ恵 (2016). 中学生における地震の学習に及ぼす先行オーガナイザーの効果 聖
徳大学児童学研究所紀要 **18**, 69-75.
- 新谷しづ恵 (2017a). 中学生におけるイオンの学習に及ぼす先行オーガナイザーの効果
教材学研究 **28**, 17-24.
- 新谷しづ恵 (2017b). 中学生における遺伝の学習に及ぼす先行オーガナイザーの効果 日
本教材学会第 29 回研究発表大会研究発表要旨集, 70-71.
- 新谷しづ恵 (2017c). 教授・学習過程の研究の動向と展望 聖徳大学児童学研究所紀要
19, 59-66.
- 新谷しづ恵 (2018). 中学生における化学変化の学習に及ぼす先行オーガナイザーの効果
応用教育心理学研究 **35**(1), 17-27.
- Stone, C. L. (1983). A Meta-Analysis of Advance Organizer Studies. *Journal of Experimental
Education* **51**(7), 194-199.
- 杉原一昭 (2004). 発見学習か受容学習か 学校教育研究所年報 **48**, 26-34.
- 辰野千尋 (1992). 準備委員会企画公開特別講演 学校教育における諸問題—個性を生かす
学習指導— 教育心理学年報 **31**, 27-34.
- 辰野千尋 (1994). 学習心理学 教育出版
- 柳原由美子 (1998). 英語ビデオ教材視聴学習の指導法に関する実験的研究 敬愛大学国
際研究 **1**, 215- 228.
- 米澤好史 (1994). 学習指導に認知心理学を生かす—認知心理学から見た学習観— 和歌山
大学教育学部教育実践研究指導センター紀要 **4**, 159-169.

付 録 資 料

付録資料目次

付録資料 A	1
中学校「電流と電圧」の学習における指導法の違いによる学習効果の比較（研究 1）	
1. 中間・事後テスト用紙	
付録資料 B	4
中学生における物理分野「力と運動」の学習に及ぼす先行オーガナイザーの効果	
(研究 2)	
1. 事前テスト用紙	
2. 実験レポート	
3. 事後・遅延テスト用紙	
4. 意識調査用紙	
付録資料 C	12
中学生における化学分野「化学変化」の学習に及ぼす先行オーガナイザーの効果	
(研究 3)	
1. 事前テスト用紙	
2. 原子カード	
3. 事後・遅延テスト用紙	
4. 意識調査用紙	
付録資料 D	18
中学生における化学分野「イオン」の学習に及ぼす先行オーガナイザーの効果	
(研究 4)	
1. 事前テスト用紙	
2. イオンカード	
3. 事後・遅延テスト用紙	
4. 意識調査用紙	
付録資料 E	23
中学生における生物分野「遺伝」の学習に及ぼす先行オーガナイザーの効果	
(研究 5)	
1. 事前テスト用紙	
2. 事後・遅延テスト用紙	
3. 意識調査用紙	

中学生における地学分野「地震」の学習に及ぼす先行オーガナイザーの効果

(研究6)

1. 事前テスト用紙
2. 演習レポート (1)・演習レポート (2)
3. 事後・遅延テスト用紙
4. 意識調査用紙

付録資料 A

中学校「電流と電圧」の学習における指導法の違いによる学習効果の比較（研究1）

1. 中間・事後テスト用紙

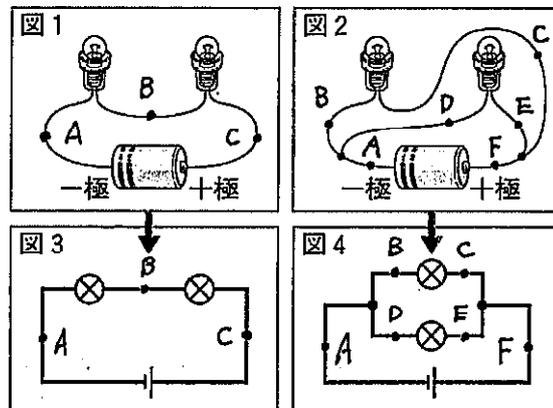
2年	組	番	-----
----	---	---	-------

1. 次に (1) ~ (6) の問いに答えなさい。

- (1) 電気の流れをなんといいますか。
- (2) 乾電池から乾電池にもどるようにつながっている, 電気が流れる道すじをなんといいますか。
- (3) 電流は, 何極から何極へ流れますか。
- (4) 電流の向きを変えると, モーターの回る向きはどうなりますか。
- (5) 乾電池 1 個の場合と, 乾電池 2 個を直列につないだ場合, 電流の強さに変化はありますか。変化がある場合は, どちらが強くなりますか。
- (6) 乾電池 1 個の場合と, 乾電池 2 個を並列につないだ場合, 電流の強さに変化はありますか。変化がある場合は, どちらが強くなりますか。
- (7) 電流計は回路に対して直列につなぎますか, 並列につなぎますか。
- (8) 乾電池 1 個の場合と, 乾電池 2 個を直列につないだ場合, 電圧の強さに変化はありますか。変化がある場合は, どちらが強くなりますか。
- (9) 乾電池 1 個の場合と, 乾電池 2 個を並列につないだ場合, 電圧の強さに変化はありますか。変化がある場合は, どちらが強くなりますか。
- (10) 乾電池と同じようなはたらきをする装置の名称を答えなさい。

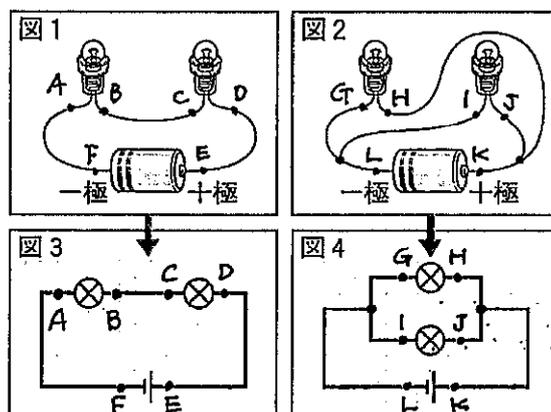
2. 右の図 1・図 3 のような電流回路の A・B・C 点で電流の大きさを測定した。B 点の測定結果は 225 mA であった。

- (1) A 点の電流の大きさを答えなさい。
- (2) C 点の電流の大きさを答えなさい。



3. 右の図 2・図 4 のような電流回路の A・B・C・D・E・F 点で電流の大きさを測定した。B 点の測定結果は 250 mA で, D 点の測定結果は 50 mA であった。

- (1) A 点の電流の大きさを答えなさい。
- (2) C 点の電流の大きさを答えなさい。
- (3) E 点の電流の大きさを答えなさい。
- (4) F 点の電流の大きさを答えなさい。



4. 右の図のような電流回路の AB 間・CD 間・EF 間・GH 間・IJ 間・KL 間で電圧の大きさを測定した。AB 間の測定結果は 0.5V, CD 間は 0.7V, GH 間は 1.5V であつ

た。

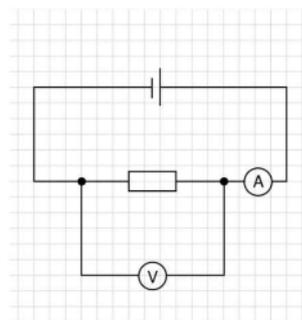
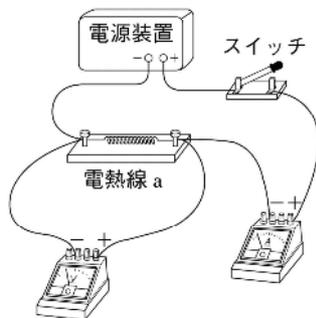
- (1) EF間の電圧の大きさを答えなさい。
- (2) IJ間の電圧の大きさを答えなさい。
- (3) KL間の電圧の大きさを答えなさい。

5. 右の図のような電流回路の電流と電圧の大きさを測定した。

(1) 電流計は2 Aを、電圧計は10Vを示した。電流回路(電熱線)の抵抗の大きさを答えなさい。

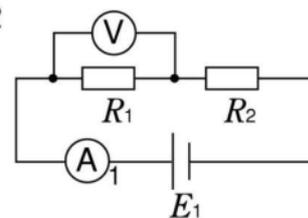
(2) 電流回路(電熱線)の抵抗を10 Ω に取り替えたところ、電流計は3 Aを示した。電圧計は何Vを示すか。

(3) 電流回路(電熱線)の抵抗を2 Ω に取り替えたところ、電圧計は12Vを示した。電流計は何Aを示すか。



6. 右の図のような電流回路の電流と電圧の大きさを測定した。電圧計は10Vを示した。また、抵抗 R_1 は5 Ω , R_2 は10 Ω である。 図 2

- (1) 電流計は何Aを示すか。
- (2) 抵抗 R_2 を流れる電流の大きさを答えなさい。
- (3) 抵抗 R_2 にかかる電圧の大きさを答えなさい。
- (4) 電源の電圧は何Vですか。



7. 抵抗10 Ω の電熱線2~3本を直列につないだり、並列につないだりし、それぞれの電流回路の電流と電圧の大きさを測定した。電源の電圧は90Vである。

- (1) 抵抗2本を直列につないだとき、電流回路を流れる電流の大きさは何Aですか。
- (2) 抵抗3本を直列につないだとき、電流回路を流れる電流の大きさは何Aですか。
- (3) 直列回路で、抵抗を2本3本とだんだん増やしていくとき、電流回路を流れる電流の大きさは増えますか、減りますか、変わりませんか。
- (4) 直列回路で、抵抗を2本3本とだんだん増やしていくと、電流は流れやすくなりますか、流れにくくなりますか、変わりませんか。
- (5) 抵抗2本を並列につないだとき、電流回路全体を流れる電流の大きさは何Aですか。
- (6) 抵抗3本を並列につないだとき、電流回路全体を流れる電流の大きさは何Aですか。
- (7) 並列回路で、抵抗を2本3本とだんだん増やしていくとき、電流回路全体を流れる電流の大きさは増えますか、減りますか、変わりませんか。
- (8) 並列回路で、抵抗を2本3本とだんだん増やしていくと、電流は流れやすくなりますか、流れにくくなりますか、変わりませんか。

付録資料 B

中学生における物理分野「力と運動」の学習に及ぼす先行オーガナイザーの効果
(研究 2)

1. 事前テスト用紙
2. 実験レポート
3. 事後・遅延テスト用紙
4. 意識調査用紙

事前テスト

2年	組	番	
----	---	---	--

1. 物体を地球が引っ張る力を何といいますか、漢字で答えなさい。

2. 右の図は質量200gの物体が机の上にある状態を表している。

(1) イの力を何といいますか。漢字で書きなさい。

(2) イの力の大きさは何Nですか。

(3) イの力の作用点はどこですか、わかりやすく説明しなさい。

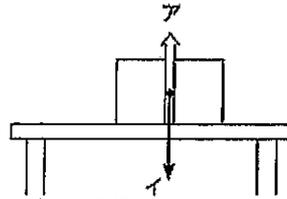
(4) イの力は何が何を引っ張る力ですか

(5) アの力を何といいますか。漢字で答えなさい。

(6) アの力の大きさは何Nですか。

(7) アの力の作用点はどこですか、わかりやすく説明しなさい。

(8) アの力は何が何を支える力ですか

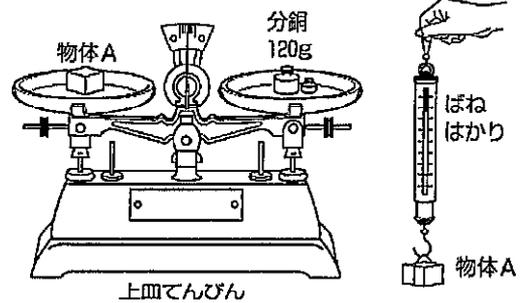


3. 右の図の物体Aの質量と重さを測定している。

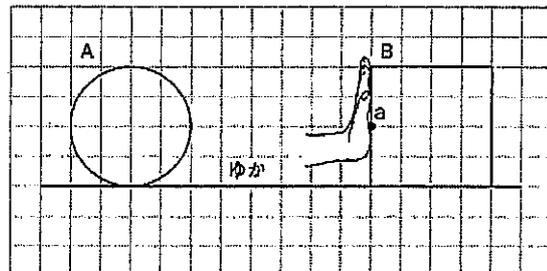
(1) 質量を測定しているのはどちらですか。

(2) 物体Aの質量はいくらですか。

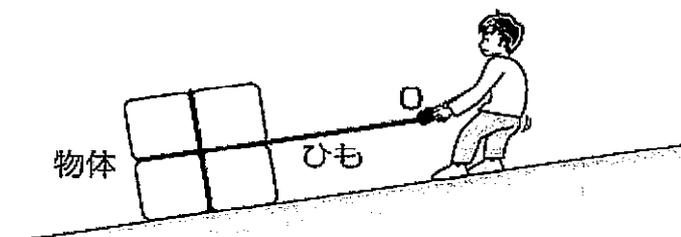
(3) 物体Aの重さはいくらですか。



4. 物体A質量は500gである。物体Aにはたらく重力を図に書き入れなさい。また、手が物体Bを5Nで押している力を図に書き入れなさい。ただし、図の1目盛りの大きさは1Nとする。



5. 右の図の物体を少年が20Nの力で引っ張っているが、物体は動かない。この物体にはたらいっている力を図に書き入れなさい。ただし、物体の質量は無視するものとする。10Nの力の大きさを1cmであらわすものとする。



実験レポート

2年	組	番	氏名
----	---	---	----

物体が斜面を滑り落ちるときの運動の様子と ()
を調べよう

*地面に対する角度が小さくなっていくと、落下するときの速さはどうなるだろう？

*その理由を考えよう。

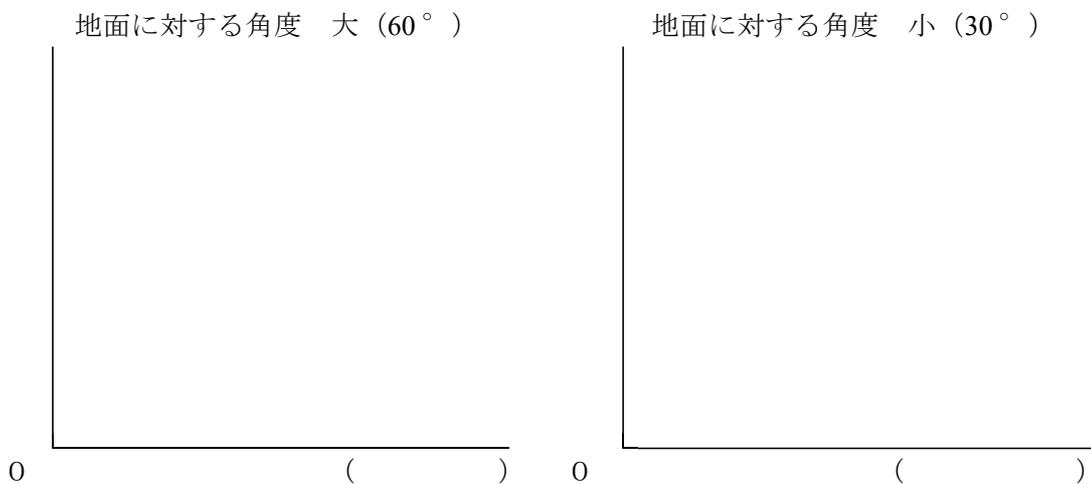
<予想>○ 地面に対する角度が小さくなっていくと、落下するときの速さは・・・

○その理由は・・・

<方 法>

- ①板の床に対する角度が大きくなるよう、板を置き斜面を作る。
- ②台車に記録テープをつけ、記録タイマーにセットする。
- ③台車を離すと同時に、記録タイマーのスイッチを入れる。
- ④板の床に対する角度が小さくなるよう、板を置き斜面を作る。
- ⑤②③と同じ事を行う。
- ⑥テープを5打ごとに切り取りグラフを作る。

<結 果>



<考 察>

--

自己評価カード

2年	組	番	氏名
----	---	---	----

説明を聞くとき	A ・ B ・ C
実験観察のとき	A ・ B ・ C
片づけのとき	A ・ B ・ C
レポート作成のとき	A ・ B ・ C

A ; 大変よく集中した

B ; 普通によくできた

C ; 反省する点がある

事後・遅延テスト

2年	組	番	
----	---	---	--

1. 物体を地球が引っ張る力を何といいますか、漢字で答えなさい。

2. 右の図は質量300gの物体が机の上にある状態を表している。

(1) イの力を何といいますか。漢字で書きなさい。

(2) イの力の大きさは何Nですか。

(3) イの力の作用点はどこですか、わかりやすく説明しなさい。

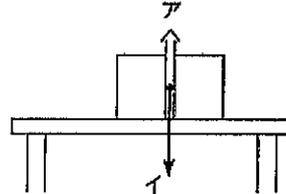
(4) イの力は何が何を引っ張る力ですか

(5) アの力を何といいますか。漢字で答えなさい。

(6) アの力の大きさは何Nですか。

(7) アの力の作用点はどこですか、わかりやすく説明しなさい

(8) アの力は何が何を支える力ですか

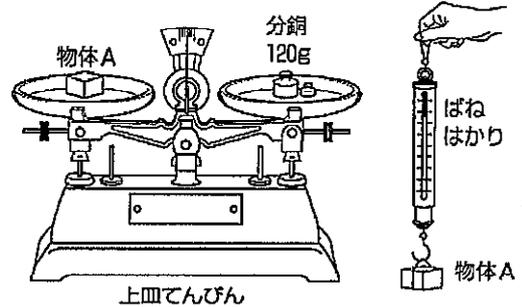


3. 右の図の物体Aの質量と重さを測定している。

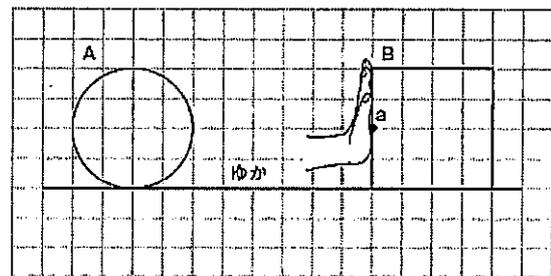
(1) 質量を測定しているのはどちらですか。

(2) 物体Aの質量はいくらですか。

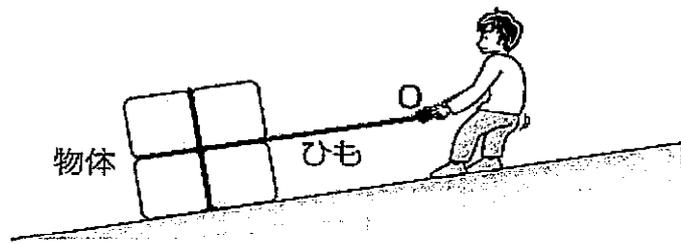
(3) 物体Aの重さはいくらですか。



4. 物体A質量は400gである。物体Aにはたらく重力を図に書き入れなさい。また手が物体Bを6Nで押している力を図に書き入れなさい。ただし、図の1目盛りの大きさは1Nとする。



5. 右の図の物体を少年が30Nの力で引っ張っているが、物体は動かない。この物体にはたらくている力を図に書き入れなさい。ただし、物体の質量は無視するものとする。10Nの力の大きさを1cmであらわすものとする。



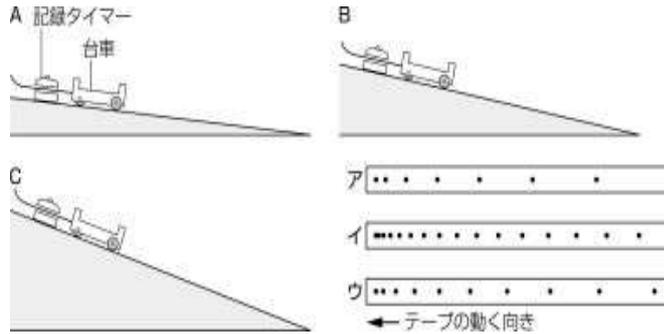
6. 右図のア～ウのテープは、A～Cの台車の運動を記録したものである。

(1) 斜面上で台車が動くのはなぜですか。

(2) A～Cの台車の運動を記録したテープはどれですか。

(3) 斜面の角度を大きくすると、台車の速さはどうなりますか。

(4) 同一の斜面で、高い位置にある台車と低い位置にある台車では、台車にはたらく力はどのような関係がありますか。



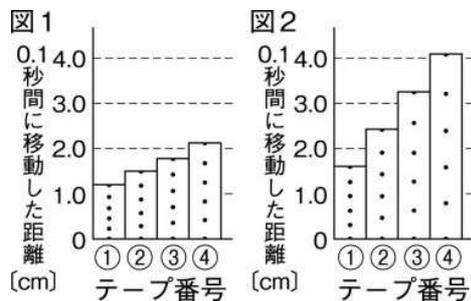
7. 同じ台車の運動を記録タイマーで記録したテープをはったものである。

(1) 台車の速さはだんだんどうなっていますか。

(2) 図1と図2で、台車の運動が速いのはどちらですか。

(3) 斜面の角度が大きいのは、図1と図2のどちらですか。

(4) (3)の理由を説明しなさい。



8. 右図は、A点から運動している球の様子を、0.1秒ごとの連続写真で撮ったものである。

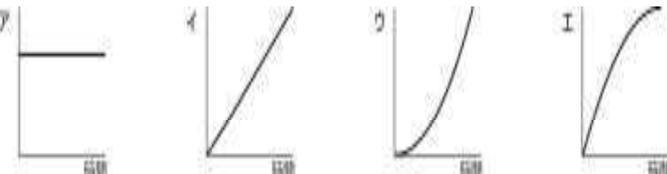
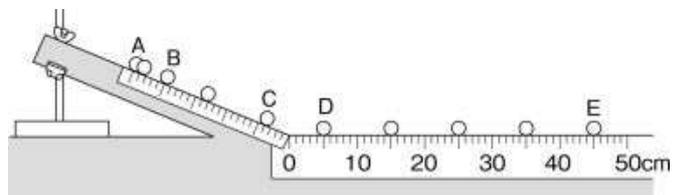
(1) A～Cの速さと時間の関係を表したグラフはア～エうちどれですか。

(2) D～Eの速さと時間の関係を表したグラフはア～エうちどれですか。

(3) A～Cの移動距離と時間の関係を表したグラフはア～エうちどれですか。

(4) D～Eの移動距離と時間の関係を表したグラフはア～エうちどれですか。

(5) DE間の球の速さは、何m/sですか。



9. 右の図は、手で台車を押し上げたところ、台車は斜面を登り始めました。

(1) 台車が斜面を登るのは、台車にどんな力がはたらいたからですか。

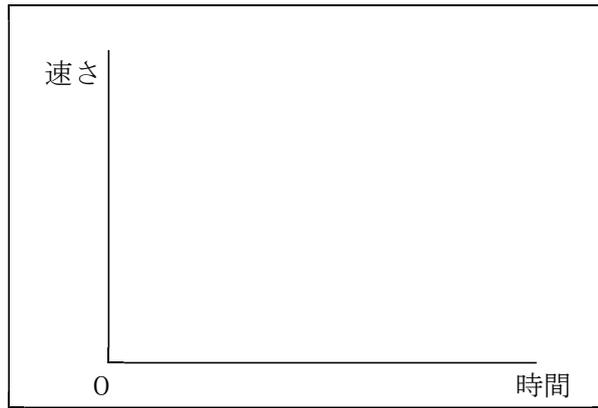
(2) 台車はどこまでも斜面を登り続けるとおもいますか。

(3) (2)のようになる理由を説明しなさい。

(4) 台車は斜面を登った後どのような運動をしますか。



(5) この実験の台車の運動の時間と速さの関係を表すグラフを書きなさい。



意識調査

2年	組	番	
----	---	---	--

質問内容ごとに、自分の気持ちが当てはまる番号に○をつけてください。

5：とてもそう思う。

4：ややそう思う。

3：どちらとも思わない。

2：あまりそうは思わない。

1：全くそうは思わない。

	とても	やや	どちらとも	あまり	全く
①冬期講座「運動」の授業はわかりやすかったですか	5	4	3	2	1
②班の話合いは積極的に参加しましたか。	5	4	3	2	1
③班での話合いは楽しいと思いましたか。	5	4	3	2	1
④先生の説明はわかりやすかったですか。	5	4	3	2	1

付録資料 C

中学生における化学分野「化学変化」の学習に及ぼす先行オーガナイザーの効果(研究3)

1. 事前テスト用紙
2. 原子カード
3. 事後・遅延テスト用紙
4. 意識調査用紙

事前テスト

2年	組	番	
----	---	---	--

1. 下の文の () に適する語句を下の より選び答えなさい。

すべての生物は (①) からできている。そして、すべての物質は (②) からできている。(②) は、物質をそれ以上分割することのできない小さな粒子である。

(②) の種類は約 1 1 0 種類ほどあり、それぞれの (②) には決まった記号があり、(③) で表される。たとえば、水素原子は H、銅原子は Cu と表される。

気体は、いくつかの (②) が結合した (④) という粒子で存在する。液体や固体でも (④) で存在するものがある。しかし、(④) をつくらない物質も存在する。たとえば、鉄や銅などの金属や炭素、イオウなどである。

物質には純粋な物質と (⑤) があり、純粋な物質はさらに (⑥) と (⑦) に分類される。(⑥) は、水素分子 H_2 や酸素分子 O_2 のように 1 種類の

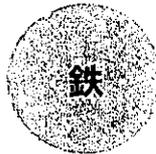
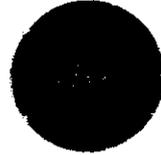
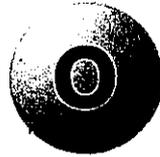
(②) からできているものをいう。(⑦) は、水分子 H_2O のように 2 種類またはそれ以上の (②) が結びついてできているものをいう。また、多数の (②) からできている (⑦) は (⑧) という。

H_2 O_2 H_2O のように、物質を原子の記号で表したものを (⑨) という。

(⑩) の物質は化学式で表すことができる。

原子	分子	単体	化合物	化学式	すべて
アルファベット	高分子化合物	細胞	混合物		

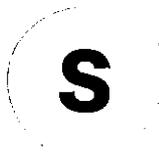
原子カード



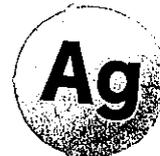
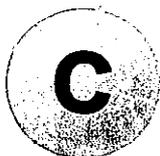
水素



塩素



ナトリウム



2年	組	番	
----	---	---	--

1. 下の文の () に適する語句を答えなさい。

すべての生物は (①) からできている。そして、すべての物質は (②) からできている。(②) は、物質をそれ以上分割することのできない小さな粒子である。

(②) の種類は約 1 1 0 種類ほどあり、それぞれの (②) には決まった記号があり、(③) で表される。たとえば、水素原子は H、銅原子は Cu と表される。

気体は、いくつかの (②) が結合した (④) という粒子で存在する。液体や固体でも (④) で存在するものがある。しかし、(④) をつくらない物質も存在する。たとえば、鉄や銅などの金属や炭素、イオウなどである。

物質には純粋な物質と (⑤) があり、純粋な物質はさらに (⑥) と (⑦) に分類される。(⑥) は、水素分子 H_2 や酸素分子 O_2 のように 1 種類の (②) からできているものをいう。(⑦) は、水分子 H_2O のように 2 種類またはそれ以上の (②) が結びついてできているものをいう。また、多数の (②) からできている (⑦) は (⑧) という。

H_2 O_2 H_2O のように、物質を原子の記号で表したものを (⑨) という。(⑩) の物質は化学式で表すことができる。

2. 以下を化学式や化学反応式で表しなさい。

(1) 酸素 (2) 水素 (3) 水 (4) 二酸化炭素

(5) 塩酸 (6) 炭酸水素ナトリウム (7) 水酸化ナトリウム

(8) 塩化ナトリウム (9) 炭酸水

(10) 水に電圧をかけると水素と酸素が発生する。

3. 以下を化学式や化学反応式で表しなさい。

(1) アンモニア水 (アンモニア NH_3) (2) 酸化銅

(3) 塩化銅 (4) 硫化鉄 (5) 水酸化カリウム

(6) 塩化カリウム

(7) 塩化銅水溶液に電圧をかけると塩素が発生し銅が析出する。

(8) 水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を混ぜ合わせ中和させる。

(9) 硫酸 (H_2SO_4) に水酸化ナトリウム水溶液を混ぜ合わせ中和させる。

(10) 銅を空气中で加熱すると酸化銅ができる。

意識調査

2年	組	番	
----	---	---	--

質問内容ごとに、自分の気持ちが当てはまる番号に○をつけてください。

- 5：とてもそう思う。
- 4：ややそう思う。
- 3：どちらとも思わない。
- 2：あまりそうは思わない。
- 1：全くそうは思わない。

	とても	やや	どちらとも	あまり	全く
①「化学変化」の授業はわかりやすかったですか。	5	4	3	2	1
②班の話合いは積極的に参加しましたか。	5	4	3	2	1
③班での話合いは楽しいと思えましたか。	5	4	3	2	1
④先生の説明はわかりやすかったですか。	5	4	3	2	1

付録資料 D

中学生における化学分野「イオン」の学習に及ぼす先行オーガナイザーの効果（研究4）

1. 事前テスト用紙
2. イオンカード
3. 事後・遅延テスト用紙
4. 意識調査用紙

事前テスト

2年	組	番	
----	---	---	--

問. 次の文の () に、下の

--

 より適切な語句を選び答えなさい。

塩化銅水溶液や塩酸の電気分解では、+極側から (①) が発生した。また、-極側では、銅や水素が発生した。このことは、水溶液中で、塩素原子は-の電気をもっており、銅原子や水素原子は (②) をもっているからである。このように、電気をもつ原子を (③) という。+の電気をもつ原子を+イオン、-の電気をもつ原子を (④) という。

原子は、+の電気をもつ (⑤) と、-の電気をもつ (⑥) とからなり、全体として電気を帯びていない状態である。原子核は、+の電気をもつ (⑦) と、電気を持たない (⑧) が集まってできている。

原子は、みずからの電子を放出したり、ほかの原子から電子を受け取ったりすることがある。原子が電子を放出すると、原子全体は+の電気をもち、(⑨) になる。原子が電子を受け取ると、原子全体は-の電気をもち、(⑩) になる。

原子核	塩素	イオン	-イオン	+イオン
+の電気	中性子	陽子	電子	

イオンカード

<陽イオン・+イオン>

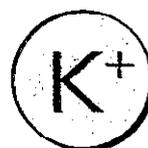
水素イオン



ナトリウムイオン



カリウムイオン



銅イオン



亜鉛イオン



<陰イオン・-イオン>

塩化物イオン



水酸化物イオン



硝酸イオン



硫酸イオン



事後テスト・遅延テスト

2年	組	番	
----	---	---	--

問1. 次の文の () に適切な語句を答えなさい。

塩化銅水溶液や塩酸の電気分解では、+極側から (①) が発生し、-極側では、銅や水素が発生した。このことは、水溶液中で、塩素原子は-の電気をもっており、銅原子や水素原子は (②) をもっているからである。このように、電気をもつ原子を (③) という。+の電気をもつ原子を+イオン、-の電気をもつ原子を (④) という。

原子は、+の電気をもつ (⑤) と、-の電気をもつ (⑥) とからなり、全体として電気を帯びていない状態である。原子核は、+の電気をもつ (⑦) と、電気を持たない (⑧) が集まってできている。

原子は、みずからの電子を放出したり、ほかの原子から電子を受け取ったりすることがある。原子が電子を放出すると、原子全体は+の電気をもち、(⑨) になる。原子が電子を受け取ると、原子全体は-の電気をもち、(⑩) になる。

問2. ①～⑩をイオン式または電離式で表しなさい。

- | | |
|----------|-----------|
| ①水素イオン | ⑥ 塩化ナトリウム |
| ②水酸化物イオン | ⑦水酸化ナトリウム |
| ③塩化物イオン | ⑧塩酸 |
| ④硫酸イオン | ⑨塩化銅 |
| ⑤銅イオン | ⑩硫酸 |

問3. ①～⑩をイオン式または電離式で表しなさい。

- | | |
|-----------|------------|
| ①亜鉛イオン | ②カリウムイオン |
| ③硝酸イオン | ④マグネシウムイオン |
| ⑤カルシウムイオン | ⑥水酸化カリウム |
| ⑦硝酸 | ⑧水酸化カルシウム |
| ⑨塩化カリウム | ⑩硫酸ナトリウム |

意識調査

2年	組	番	
----	---	---	--

質問内容ごとに、自分の気持ちが当てはまる番号に○をつけてください。

- 5：とてもそう思う。
- 4：ややそう思う。
- 3：どちらとも思わない。
- 2：あまりそうは思わない。
- 1：全くそうは思わない。

	とても	やや	どちらとも	あまり	全く
①「イオン」の授業はわかりやすかったですか。	5	4	3	2	1
②班の話合いは積極的に参加しましたか。	5	4	3	2	1
③班での話合いは楽しいと思いましたか。	5	4	3	2	1
④先生の説明はわかりやすかったですか。	5	4	3	2	1

付録資料 E

中学生における生物分野「遺伝」の学習に及ぼす先行オーガナイザーの効果（研究5）

1. 事前テスト用紙
2. 事後・遅延テスト用紙
3. 意識調査用紙

事前テスト

1年	組	番	
----	---	---	--

問. 次の文の () に適切な語句を、以下の語群より選び答えなさい。

種子植物は (①) で仲間を殖やす。おしべのやくの中にある (②) がめしべの柱頭につくことを (③) という。(③) すると、(②) の中の (④) が (⑤) の中にある (⑥) と (⑦) し、(①) ができる。目が一重とか二重とか、種子の形が丸いとかしわだとか、目の色が茶色とか青いとかという、両親の形質が子に伝わることを (⑧) といい、染色体にある (⑨) が関係する。染色体にある (⑨) は2本ペアで存在し、1本は父親からもう1本は (⑩) から受け継いだものである。2本の (⑨) が同じものである場合、純系という。

遺伝 種子 精細胞 受粉 母親 遺伝子 花粉 胚珠 卵細胞 受精

事後テスト・遅延テスト

1年	組	番	
----	---	---	--

問1. 次の文の () に適切な語句を答えなさい。

種子植物は (①) で仲間を殖やす。おしべのやくの中にある (②) がめしべの柱頭につくことを (③) という。(③) すると、(②) の中の (④) が (⑤) の中にある (⑥) と (⑦) し、(①) ができる。目が一重とか二重とか、種子の形が丸いとかしわだとか、目の色が茶色とか青いとかという、両親の形質が子に伝わることを (⑧) といい、染色体にある (⑨) が関係する。染色体にある (⑨) は2本ペアで存在し、1本は父親からもう1本は (⑩) から受け継いだものである。2本の (⑨) が同じものである場合、純系という。

問2. 種子が丸粒の純系のエンドウ(親A)の花粉を、種子がしわ粒の純系のエンドウ(親B)のめしべに受粉させる実験をした。エンドウの種子の丸粒を作る遺伝子を R、しわ粒を作る遺伝子を r で表すことにする。遺伝子 R は優性の形質を示す。

(1) この実験でできた種子(子)のもつ遺伝子の組み合わせをすべて答えなさい。

(2) 親Aのもつ遺伝子の組み合わせをすべて答えなさい。

(3) 親Bのもつ遺伝子の組み合わせをすべて答えなさい。

(4) この実験でできた種子(子)の形質をすべて答えなさい。

(5) 親Aの遺伝子の組み合わせを純系というが、子の遺伝子の組み合わせを何といいますか。

問3. 緑色の子葉を作る純系のエンドウ(親X)の花粉を、黄色の子葉を作る純系のエンドウ(親Y)のめしべに受粉させる実験をした。できた種子(子)から育った子葉の色はすべて緑色であった。ただし、エンドウの緑色の子葉を作る遺伝子を A、黄色の子葉を作る遺伝子を a で表すことにする。

(1) この実験におけるエンドウの優性の形質をすべて答えなさい。

(2) この実験でできた種子(子)から育ったエンドウの花粉を、同じ花のめしべに受粉させてできた種子(孫)の形質をすべて答えなさい。

(3) この実験でできた種子(孫)のもつ遺伝子の組み合わせをすべて答えなさい。

(4) この実験でできた種子(孫)を育てたところ子葉が黄色になったエンドウは30本ありました。子葉が緑色になったエンドウは何本できましたか。

(5) この実験でできた種子(孫)を育てたところ子葉が黄色と緑色以外になったエンドウは何本できましたか。

問4. 赤い花の咲く純系のマツバボタン A の花粉を、白い花の咲く純系のマツバボタン B のめしべに受粉させた。できた種子をまいて育てたところ、すべて赤い花が咲いた (C)。次に、赤い花が咲いたマツバボタン C の花粉を同じ花のめしべに受粉させた。できた種子をまいて育てたところ、赤い花の咲くマツバボタン D と白い花の咲くマツバボタン E ができた。

(1) 白い花の咲く純系のマツバボタン B の花粉を、赤い花の咲く純系のマツバボタン A のめしべに受粉させてできた種子をまいて育てたマツバボタンの花の色を答えなさい。

(2) 赤い花の咲くマツバボタン A と赤い花の咲くマツバボタン C の違いを答えなさい。

(3) 赤い花の咲くマツバボタン C の花粉を白い花の咲くマツバボタン B のめしべに受粉させてできた種子をまいて育てると、赤い花の咲くマツバボタン G と白い花の咲くマツバボタン H ができた。赤い花の咲くマツバボタン G と白い花の咲くマツバボタン H の個体数の比を最も簡単な整数で答えなさい。

(4) 赤い花の咲くマツバボタン G と同じ遺伝子を持つマツバボタンは、マツバボタン A・B・C・D・E・H のうちどれですか、記号で答えなさい。

(5) 赤い花の咲くマツバボタン C の花粉を赤い花の咲くマツバボタン A のめしべに受粉させてできた種子をまいて育てると、純系のマツバボタン I と雑種のマツバボタン K ができた。純系のマツバボタン I の個体数と雑種のマツバボタン K の個体数の比を最も簡単な整数で答えなさい。

問5. エンドウの種子はさやの中に入っている。代々ふくらんでいるさやができる純系のエンドウのさやの中にある種子(親 K)から育ったエンドウの花粉を、代々くびれたさやができる純系のエンドウのさやの中にある種子(親 L)から育ったエンドウのめしべに受粉させた。できた種子(子)から育ったエンドウの花粉を同じ花のめしべに受粉させた。できた種子(孫 M)の入っていたさやはすべてくびれていた。くびれたさやを作る遺伝子を B、ふくらんださやを作る遺伝子を b で表すことにする。

(1) この実験でできた種子(孫 M)の遺伝子の組み合わせをすべて答えなさい。

(2) この実験でできた種子(孫 M)の入っていたさやの遺伝子の組み合わせをすべて答えなさい。

(3) この実験では 400 粒の種子(孫 M)が収穫できました。この 400 粒の種子(孫 M)のうち純系の種子は何粒ですか。

(4) この実験でできた種子(子)から育ったエンドウの花粉を、親 L の種子から育ったエンドウのめしべに受粉させた。できた種子(孫 N)の遺伝子の組み合わせをすべて答えなさい。

(5) (4) でできた種子(孫 N)が入っていたさやの遺伝子の組み合わせをすべて答えなさい。

意識調査

1年	組	番	
----	---	---	--

質問内容ごとに、自分の気持ちが当てはまる番号に○をつけてください。

5：とてもそう思う。

4：ややそう思う。

3：どちらとも思わない。

2：あまりそうは思わない。

1：全くそうは思わない。

	とても	やや	どちらとも	あまり	全く
①「遺伝」の授業はわかりやすかったですか。	5	4	3	2	1
②班の話合いは積極的に参加しましたか。	5	4	3	2	1
③班での話合いは楽しいと思えましたか。	5	4	3	2	1
④先生の説明はわかりやすかったですか。	5	4	3	2	1

付録資料 F

中学生における地学分野「地震」の学習に及ぼす先行オーガナイザーの効果（研究6）

1. 事前テスト用紙
2. 演習レポート（1）・演習レポート（2）
3. 事後・遅延テスト用紙
4. 意識調査用紙

事前テスト

1年	組	番	
----	---	---	--

問. 次の文の () に適した語句を、解答欄に記入してください。

(①) は地下深くで発生する。発生した地点を (②) という。また、(②) の (③) の地表の地点を震央という。地震が発生すると、初め (④) ゆれを、次に (⑤) ゆれを感じる。

たてゆれを初期微動、(⑥) を主要動という。

初期微動と主要動は、地震が発生したとき (⑦) に発生するが、地中を伝わる速さが違う。初期微動の方が主要動より伝わる速さが (⑧) 。

地震のゆれは、震央を中心にほぼ同心円状にまわりに伝わる。それは、地震波がほぼ一定の (⑨) で地中を伝わるからである。そのため、地震が発生してから初期微動が始まるまでの時間は、震源から (⑩) ほど長くなる。

演習レポート No.1

1年	組	番	氏名
----	---	---	----

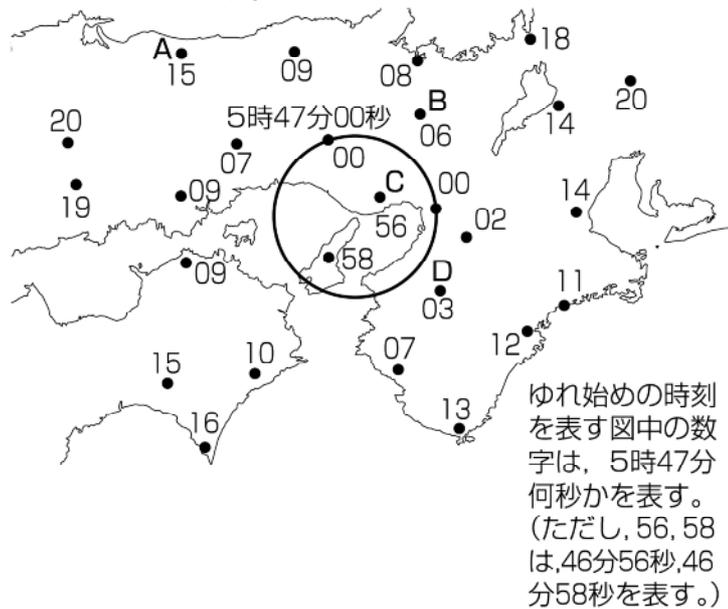
(課題) この地震の震央はどこだろう。

(1) 右の図は、それぞれの観測地点の初期微動が始まった時刻を示している。

*震央と考えられる地点に×を記入してみよう。

<作業方法>

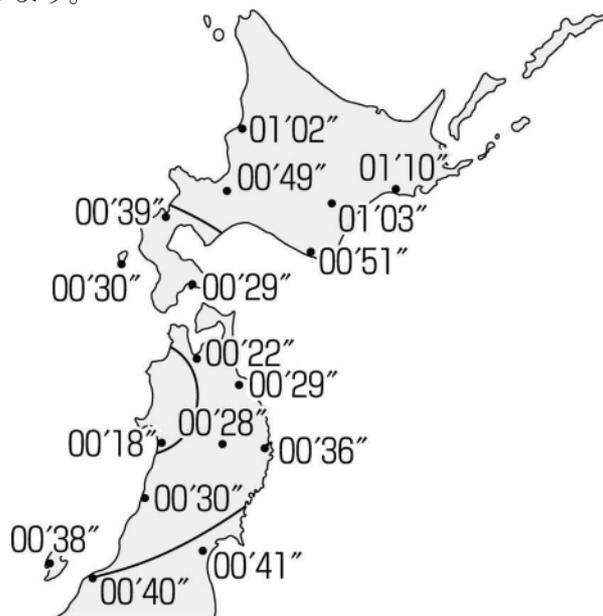
①



(2) 右の図は、それぞれの観測地点の初期微動が始まった時刻を示している。

*震央と考えられる地点に×を記入してみよう。

<作業方法>



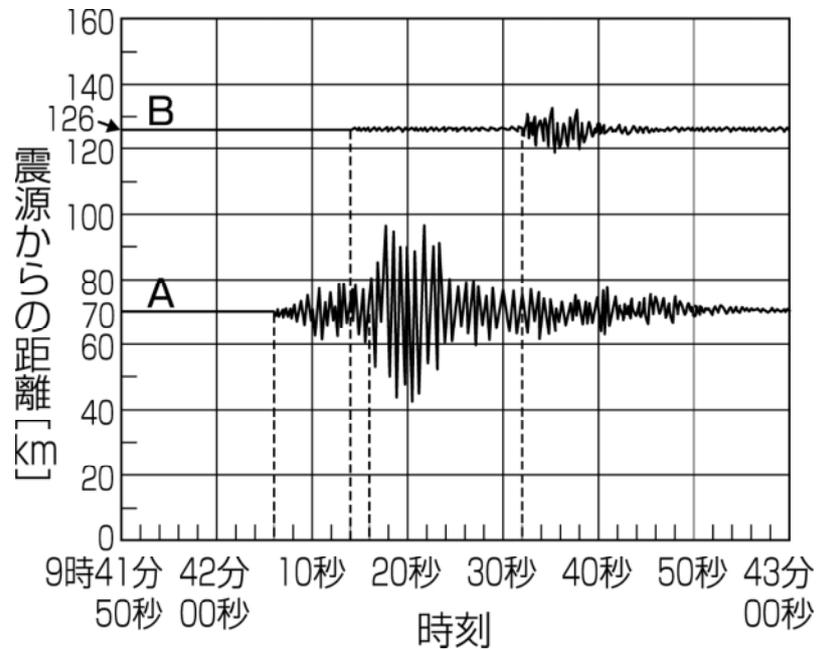
演習レポート No. 2

1年	組	番	氏名
----	---	---	----

(課題) 地震発生時刻を調べよう。

(1) 下の図は、A 地点 (震源からの距離 70 km)、B 地点 (震源からの距離 126 km) の地震のゆれを、地震計で記録したものである。

*この地震の発生時刻を調べなさい。



<作業方法>

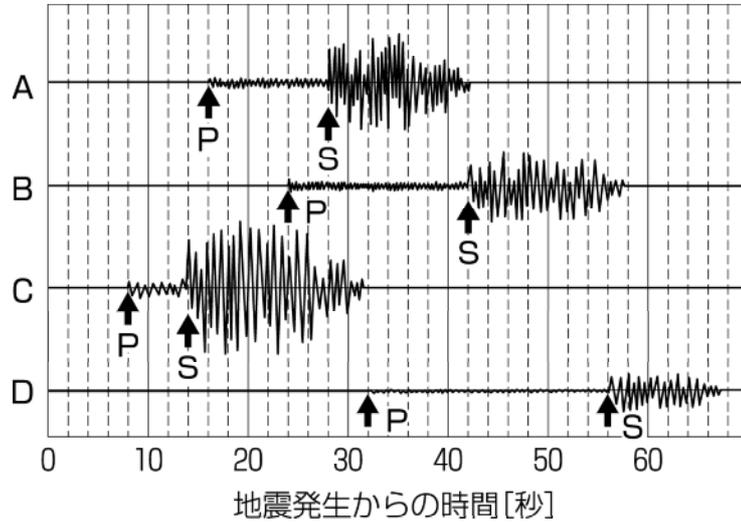
①

<結果>

時	分	秒
---	---	---

(2) 下の図は、それぞれ震央から20 km・30 km・40 km・50 km離れた4地点で、地震のゆれを地震計で記録したものである。しかし、地震計のデータは、どの地点のものかわからなくなってしまったので、とりあえずA～Dの記号をつけた。

*この地震の発生時刻を調べなさい。



<作業方法>

①

<結果>

時	分	秒
---	---	---

<考察>

地震発生時刻は、どの地震でも

自己評価カード

1年	組	番	氏名
----	---	---	----

説明を聞くとき	A ・ B ・ C
実験観察のとき	A ・ B ・ C
片づけのとき	A ・ B ・ C
レポート作成のとき	A ・ B ・ C

A ; 大変よく集中した
 B ; 普通によくできた
 C ; 反省する点がある

事後・遅延テスト

1年	組	番	-----
----	---	---	-------

1. 次の文の () に適した語句を、解答欄に記入してください。

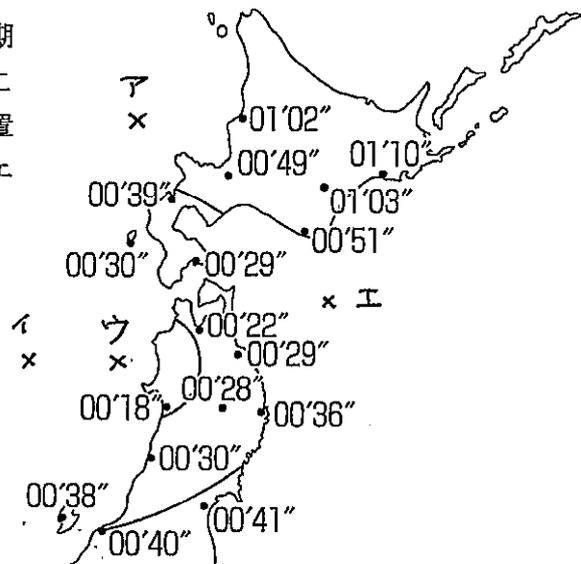
(①) は地下深くで発生する。発生した地点を (②) という。また、(②) の (③) の地表の地点を震央という。地震が発生すると、初め (④) ゆれを、次に (⑤) ゆれを感じる。

たてゆれを初期微動、(⑥) を主要動という。

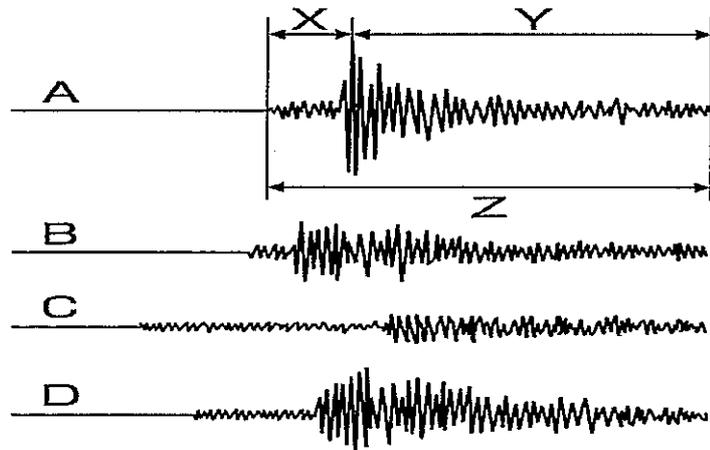
初期微動と主要動は、地震が発生したとき (⑦) に発生するが、地中を伝わる速さが違う。初期微動の方が主要動より伝わる速さが (⑧) 。

地震のゆれは、震央を中心にほぼ同心円状にまわりに伝わる。それは、地震波がほぼ一定の (⑨) で地中を伝わるからである。そのため、地震が発生してから初期微動が始まるまでの時間は、震源から (⑩) ほど長くなる。

2. 右の図は、それぞれの観測地点で初期微動の始まった時刻を示している。このことから推測される、この地震の震央の位置はどこですか。図中の×印で示したア～エの地点から選びなさい。



3. 右の図は、地震が発生したとき、A～Dの地点の地震計が観測した記録を示したものである。A～Dのそれぞれの地点を、震源からの距離が近い順に並べなさい。

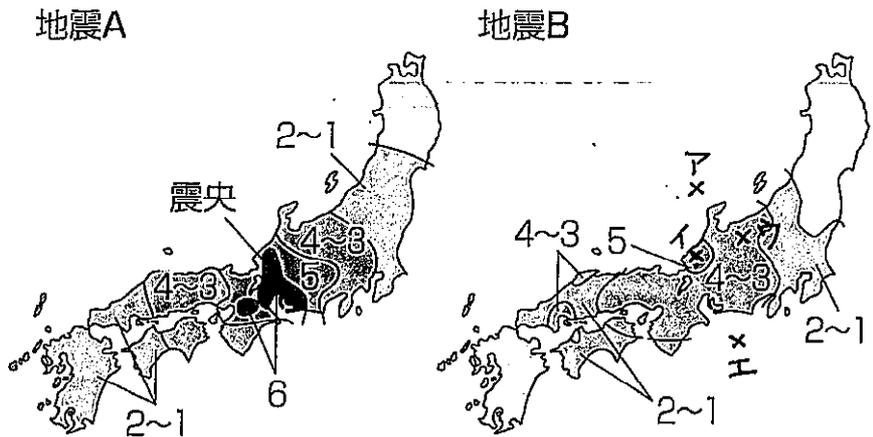


4. 右の図は、地震 A 地震A

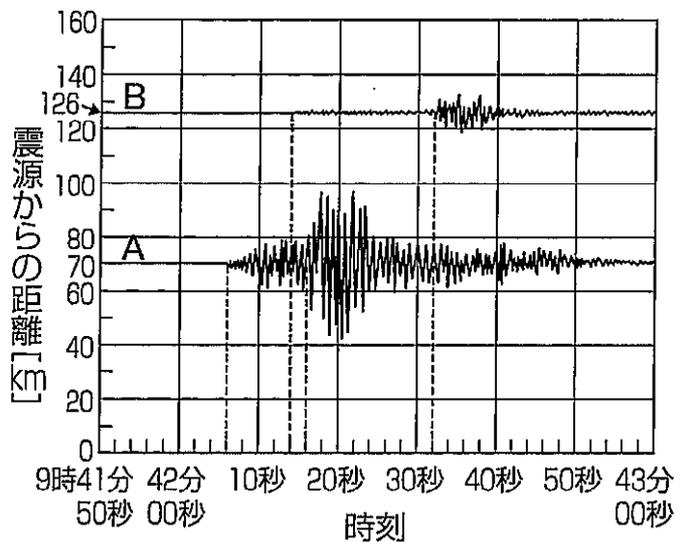
と地震 B の震度を示したものである。

(1) 地震 B の震央をア～エから選びなさい。

(2) 地震の規模(マグニチュード)が大きいと考えられる地震は、地震 A と地震 B のうちどちらですか。



5. 右の図は、地震が発生したとき、A・B の地点で地震計が観測した記録を示したものである。この記録から、地震が発生した時刻は 9 時何分何秒ですか。



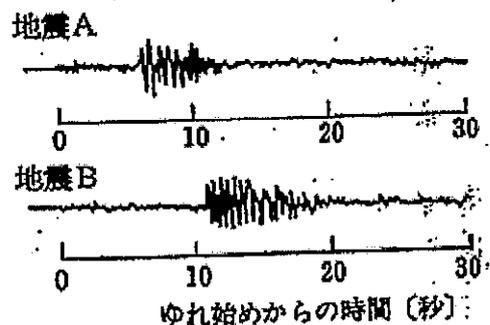
6. 右の図は、ある地点で観測した二つの地震 A・B のゆれの記録である。この地点における地震 A・B のゆれの大きさは、ほぼ同じであった。ただし、地下のつくりは均質なものとする。

(1) 二つの地震の規模について述べた文として最も適当なものを、ア～ウから選び記号で答えなさい。

ア：地震の規模はマグニチュードで表され、地震 A より地震 B の方が大きい。

イ：地震の規模はマグニチュードで表され、地震 B より地震 A の方が大きい。

ウ：地震の規模はマグニチュードで表され、地震 A と地震 B の大きさは同じである。



(2) (1) の理由として述べた文、ア～ウのうち最も適当なものを選び、記号で答えなさい。

ア：地震 A・B のゆれの大きさが同じだから。

イ：地震 A・B のゆれの大きさは同じだが、地震 A より地震 B の方が震源から近いから。

ウ：地震 A・B のゆれの大きさが同じだが、地震 A の方が地震 B より震源からの距離が短いから。

7. 図 1 に示す地域で地震が起こった。表 2 は、A・B・C 地点での、初期微動（小さなゆれ）が起こった時刻と主要動（大きなゆれ）が起こった時刻を表している。初期微動が主要動より早く観測されるのは、地震波には、P 波と S 波があり、その伝わる速さが、P 波の方が S 波より速いために起こる。

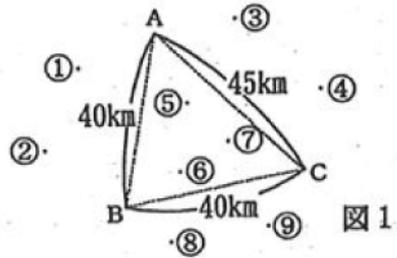


表 2

	初期微動	主要動
A	午前 9 時 15 分 54 秒 4	午前 9 時 15 分 57 秒 4
B	ウ	午前 9 時 16 分 01 秒 0
C	午前 9 時 15 分 58 秒 4	午前 9 時 16 分 06 秒 4

図 3 は、この地震の観測された時刻と震源からの距離を表したものである。図 3 の中の点 a、c はそれぞれ A 地点、C 地点での主要動の起こった時刻を書き込んだものである。

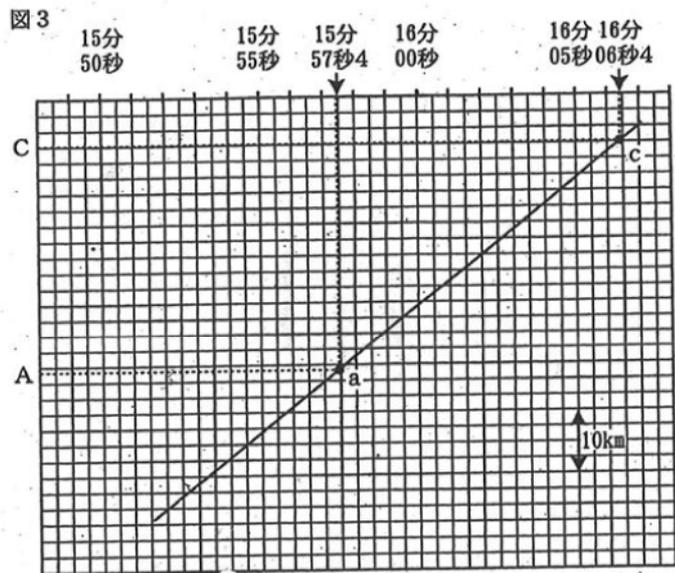
(1) B 地点での初期微動が起こった時刻（表 2 のウ）を求めなさい。

(2) この地震が起こった時刻を求めなさい。

(3) B 地点から震源までの距離は何 km くらいですか。A～F のうち最も適当なものを選び記号で答えなさい。

- A : 32 B : 36 C : 40 D : 60 E : 72 F : 80

(4) 震源地は図 1 の①～⑨のどの地点に最も近いですか、その番号で答えなさい。



意識調査

1年	組	番	
----	---	---	--

質問内容ごとに、自分の気持ちが当てはまる番号に○をつけてください。

5：とてもそう思う。

4：ややそう思う。

3：どちらとも思わない。

2：あまりそうは思わない。

1：全くそうは思わない。

	とても	やや	どちらとも	あまり	全く
①冬期講座「地震」の授業はわかりやすかったですか。	5	4	3	2	1
②班の話合いは積極的に参加しましたか。	5	4	3	2	1
③班での話合いは楽しいと思いましたか。	5	4	3	2	1
④先生の説明はわかりやすかったですか。	5	4	3	2	1

謝 辞

「中学校理科における有意味受容学習に関する教育心理学的研究—授業における先行オーガナイザーの導入が学習成果に及ぼす効果の検討を中心に—」をテーマとして研究活動を始めてから、約3年の歳月を経ました。これまでに多くの方々のご指導ご協力をいただき、ようやくここに博士学位請求論文としてまとめることができました。

聖徳大学大学院小野瀬雅人教授には、主査をお引き受けいただき、長期にわたり多くの貴重なご助言と温かいご指導をいただきました。小野瀬先生のご助言は常に的確であり、私にとって目の覚めるような斬新な視点からのご指導にいつも感動していました。心から感謝申し上げます。

聖徳大学大学院増井三夫教授・相良順子教授には、副査をお引き受けいただきまして、懇切丁寧なご指導と温かい励ましをいただきました。増井先生・相良先生の心の広さと優しさに、心からお礼申し上げます。

故福沢周亮先生には、教育心理学の奥深さや面白さ、研究の楽しさを教えていただきました。また、私の人生を思いもよらぬ方向に導いてくださったのも、福沢先生でした。そして、「諦めなければ必ず思いは成就する」という福沢先生の言葉に励まされ続けたおかげで、今があります。本当にありがとうございます。

また、研究にご協力いただきました中学校の校長先生をはじめ諸先生方、生徒の皆様、保護者の皆様に心から感謝し、お礼を申し上げます。

2019年11月