

# 研究紀要

## 第64号

1. 新しい学習指導要領と国語科における授業実践 (4)  
 - 学習指導要領における「言語活動」と本校国語科の授業実践 -  
 国語 飯田 和明, 岡田 幸一  
 五味貴久子, 秋田 哲郎 ..... 1
2. 中学校数学科における作図の取り扱いと証明についての一考察  
 - 論証指導への位置づけを指向して -  
 数学 坂本 正彦 ..... 35
3. 科学的な思考力を育てる指導の工夫2  
 理科 金子 丈夫, 荘司 隆一  
 新井 直志, 井上 和香 ..... 55
4. イオンの学習に関する指導の工夫 (1)  
 理科 荘司 隆一 ..... 75
5. 富浦生活 (宿泊体験学習) を通しての教育効果に関する研究  
 保健体育 小山 浩  
 筑波大学附属中学校第一学年担任団  
 (金子 丈夫, 飯田 和明, 井上 和香  
 長岡 樹, 小宮山美貴, 中村 昌子) ..... 89
6. 中学校保健体育授業における投動作の習得にむけた教材・カリキュラム開発  
 ~いろいろなものを投げる経験から学ぶこと~  
 保健体育 長岡 樹  
 筑波大学体育専門学群 高橋 亜弓  
 筑波大学体育系 宮崎 明世 ..... 99
7. G ボールを用いたバランス能力向上を目的とする体づくり運動の単元構成  
 ~2人組での活動を中心として~  
 保健体育 関野 智史, 國川 聖子 ..... 111
8. 小・中・高に一貫した技術教育への改革 IV  
 - 必修化された「生物育成」の取り扱いについて (3) -  
 技術 佐俣 純  
 神奈川県相模原市立向陽小学校 佐俣美智子 ..... 125

2012

筑波大学附属中学校

## 「筑波大学附属中学校研究紀要」寄稿規定

1. 本誌に寄稿できるのは、原則として本校教官に限る。ただし、筑波大学や他の大学、学校（小・中・高）及び、他の教育研究・教育行政機関（教育委員会等）の先生や大学院生等と共同で研究を行っている場合は、論文を連名で提出できることとする。
2. 本誌に寄稿できる論文のファースト・オーサーは、本校教官に限る。
3. 編集委員会が特に必要と認めた場合は、本校教官以外にも寄稿を依頼することができる。
4. 寄稿内容は、教育学や教科教育学、教育実践の研究領域における総説、原著論文、研究資料、書評、内外の研究動向、研究上の問題提起、その他とし、完結したものに限る。
5. 原稿の採択は、本誌編集委員会において決定する。また、本誌の発行は、原則として年1回とする。
6. 原稿は、本校所定の原稿用紙（40字×40行）に黒インク書きとする。ワープロを使用する場合は、A版1枚40字×40行とする。文章は現代仮名づかい、ひらがな使用とし、句読点、カッコ（「、〔、《、【、など）は1字分とする。外国語は活字体を使用し、1マスに2字（大文字は1字）を収める。
7. 総説、原著論文、研究資料は、個人で投稿するときのページ数は刷り上がり20ページ以内、連名での投稿は刷り上がり30ページ以内を目安とする。これは、図表や写真を含む枚数である。
8. 挿図原稿は、黒インクを用い直接印刷できるように、きれいに明瞭に書く。写真は白黒の鮮明な画像のものとする。
9. 図表及び写真はすべて別紙とし、それぞれ必ず通し番号とタイトルをつけ、本文とは別に番号順に一括する。図表の挿入箇所は、本文原稿の欄外に、赤インクでそれぞれの番号によって指示する。
10. 引用・参考文献は、最後に引用順に一括し、下記の形式のように書くこと。  
〔定期行物〕 著者名：表題、雑誌名、巻（号）、頁（pp）～頁（pp）、発行年  
〔単行本〕 著者名（分担執筆者名）：論文名、（編集・監修者名）書名、  
引用頁（pp）～頁（pp）、発行所、発行年  
尚、本文で引用する場合は、文献の番号に片カッコをつけたものを引用個所の右肩に記入する。\*引用文献と参考文献は分けて書くことが望ましい。
11. 総説、原著論文、研究資料は、英文タイトル及び400語（10行）程度の英文の抄録（サマリー）とその邦文を添付する。書評、内外の研究動向、その他については、英文タイトルをつける。
12. 論文のキーワードを3つ設定し、英文・邦文の抄録に続けて付記する。

## 新しい学習指導要領と国語科における授業実践 (4)

### —学習指導要領における「言語活動」と本校国語科の授業実践—

筑波大学附属中学校国語科

飯田 和明

岡田 幸一

五味貴久子

秋田 哲郎

#### 要 約

本研究では、国語科の新しい学習指導要領の中で「言語活動」という用語がどのようなものとして扱われているかを検討した。その結果、以下の三点が確認された。

1. 「言語活動」という語の概念規定は特段なされておらず、「話す、聞く、書く、読む」ことと同義、またはその具体化された例として示されている。
2. 「言語活動」という語が示す概念と他の概念との関係は、「指導事項」という語に関して示されており、それは「言語活動を通して指導事項を指導する」というものである。
3. 「言語活動」は、基礎的・基本的な知識・技能の「活用」や課題の「探究」において有効に機能するものであり、実生活・社会生活に必要とされるものをその主な内実とする、という認識が示されている。

また、「言語活動」を意識に置いた授業実践から次の三点を重要なものとして確認した。

1. 授業者が、学習者の学習に対する実感を重視すること。
2. 生徒の相互作用を国語授業の重要な要素とし、それに関わる学習活動を組むこと。
3. 授業実践を行いつつ、これからの学習につなぐ視線を持つこと。

キーワード：新学習指導要領 言語活動 学習の実感 学習者の相互作用

#### Abstract

In this study we examined the term "Linguistic Activity" on new Course of Study of Japanese teaching. According to our observation, we will point out results as follows,

1. The meaning of "Linguistic Activity" is not defined particularly. It is expressed as synonym of "Speaking, Listening, Writing, Reading" or examples of those Activities.
2. The term "Linguistic Activity" is expressed in relation to "Guidance matters". That is "Guidance matters is guided by Linguistic Activity".
3. The term "Linguistic Activity" is expressed as it should work effectively in order to have learners make good use of basical knowledge and skill, and do reseach subject. That is composed of matters necessary for real and social life.

According to our practical study of Japanese teaching bareing "Linguistic Activity" in mind, we will point out results as follows,

1. Teachers should attach importance to actual feeling of learning of their students.
2. Teacheres should make much of interaction of learners, and compose their activities.
3. Teacheres should focus on following school work, while present lessons are in progress.

Keyword : new Course of Study, Linguistic Activity, actual feeling of learning, interaction of learners

## 1. はじめに

2008年9月に新しい学習指導要領が示され、以降それに伴う言説の展開と移行期に当たる授業の実践が行われている。本校国語科では、2008年に第一年次、2009年に第二年次、昨年2010年に第三年次と継続して、「新しい学習指導要領と国語科における授業実践」というテーマで研究を行ってきた。

一年次の研究では、学習指導要領改訂の経緯と趣旨についての読み取りを行った。そこでは、新しい教育基本法からのつながり、学校教育法第二十一条、第三十条2項の反映を新しい学習指導要領において捉え、「要領 国語科」では、学習の系統性と具体性、「伝統的な言語文化と国語の特質に関する事項」、歴史的・通史的扱いに伴う学習内容の増加、道徳教育・他教科教育との関わりを、その特徴として確認した。そして、新しい学習指導要領の理解を踏まえた授業実践を行い、いわゆる「習得と活用」に関わる学習形態を意識的に授業の中に取り込み、その両者を相まった形で取り扱う、生徒の有能感を元にした主体性の育成を志向する授業実践の必要を指摘した。

研究の二年次には、新しい学習指導要領に関する議論を概観し、その理解、受容、批判のされ方を見ることから、議論の中心点や及ぼす影響の動き方を探った。その結果、新しい学習指導要領を巡る言説には、「知識基盤社会」の認識、PISA調査結果、キー・コンピテンシー概念が深く関わっていることが観察できた。そしてそれらは、学習指導要領解説「第1章 総説」の読み取りと符合するものであることから、ここに新しい学習指導要領を巡る議論の中心点を見ることができるとした。そして、この「中心点」に関して考察するにあたり、「系統性についての捉え方」を視点とすることの有効性が、授業実践によって示唆された。それは単に「学習内容をつなげ、指導計画として位置づける」といったものではなく、「学習の系統性を、様々な角度から、全体として扱う視野＝〈ホリスティックな視野〉を指導者側が持つこと」として指摘された。

研究の三年次には、新しい学習指導要領を巡る国語科関係の言説を概観し、それが持つ傾向を探った。その結果、新しい学習指導要領を巡る議論の中心点と見られる「知識基盤社会」の認識、PISA調査結果、キー・コンピテンシー概念に関する言説は多くはなく、各論者の持っている教科専門領域を背景にした議論に向かっていく傾向が見られた。三年次の授業実践からは、教材開発とそれに伴う教材化が生徒の主体的参加を促し、学習の交流を進め、学ぶ意味自体を考えさせること、それらが、教師が生徒と共によりよい学びの在り方を求める授業作りの根幹として機能することが確認された。これは、学習の系統性をホリスティックに考えていこうとする本校研究の基盤となるものである。

本年度はその四年次として、新しい学習指導要領において重視されている言葉の一つである「言語活動」に焦点を当てる。まず、「言語活動」という用語が、学習指導要領（『解説 国語編』）の中でどのようなものとして考えられているかを検討し、必要とされる研究の方向性を考察する。次いで、当件に関わる本校国語科教員各自の課題意識に基づく授業実践を行い、その結果をまとめていくことにする。

## 2. 「言語活動」の意味するところ－新しい「学習指導要領」に示された「言語活動」－

本実施を次年度（2012年）に控えた新しい学習指導要領において、重要な言葉として言及さ

れることの多い「言語活動」という用語がどのように現れてくるかを、「中学校学習指導要領解説 国語編」で確認しておきたい。それは、「第1章 総説 2 国語科改訂の趣旨」に以下のように初出する（下線部は筆者による）。

現行の「話すこと・聞くこと」、「書くこと」及び「読むこと」からなる領域構成は維持しつつ、基礎的・基本的な知識・技能を活用して課題を探究することのできる国語の能力を身に付けることに資するよう、実生活の様々な場面における言語活動を具体的に内容に示す。また、現行の〔言語事項〕の内容のうち各領域の内容に関連の深いものについては、実際の言語活動において一層有機的にはたらくよう、それぞれの領域の内容に位置付けるとともに、必要に応じてまとめて取り上げるようにする。（2008「中学校学習指導要領解説 国語編」p.3）

この文言によると、「言語活動」という用語がどのような概念を示す語なのかについて、取り立てての説明がされていないことになるが、「要領」では、その基本を「実生活の様々な場面における」ものとして扱っていることが分かる。それは、この語の二つ目の使用にある「実際の」という表現にも現れているように思われる。また、「言語活動を具体的に内容に示すこと」は、「基礎的・基本的な知識・技能を活用して課題を探究することのできる国語の能力を身に付けることに資する」という考えが示されており、「基礎・基本」からその「活用」という階梯において、「言語活動」が機能するという認識が示されていると言えるだろう。

次に「言語活動」という語が現れるのは、「第1章 総説 3 国語科改訂の要点 (1) 目標及び内容の構成 ② 内容の構成の改善」の次の文言である。

各領域では、国語の能力を調和的に育て実生活で生きて働くように、それぞれの領域の特性を生かしながら生徒主体の言語活動を活発にし、国語科の目標を確実かつ豊かに実現できるように内容を改善した。そのために、各領域の内容を(1)の指導事項に示すとともに、これまでは指導計画の作成と内容の取り扱いに示していた言語活動例を内容の(2)に位置付け、再構成している。これは、各学年の内容の指導に当たって、(1)に示す指導事項を(2)に示す言語活動例を通して指導することを一層重視したためである。（同 p.6）

やはり「言語活動」という用語の概念規定にあたる説明はなく、「指導事項」を「言語活動例を通して指導することを一層重視した」旨が記されている。ここには、「言語活動を活発に」することで「国語科の目標を確実かつ豊かに実現できる」ため、その例を「言語活動例」として示し、それを用いるべきであるという主張がされていると見ることができよう。このことは「第2節 国語科の内容 1 内容構成」にある、次の文言と符合する。

3領域の内容については(1)において指導事項を示すとともに、これまでは指導計画の作成と内容の取り扱いに示していた言語活動例を内容の(2)に位置、より具体的な記述に改善した。これにより、(2)に示している言語活動例を通して(1)に指導事項を指導することを一層明確にし、各領域の能力を確実に身に付けることができるようにした。（同 p.12）

「指導事項を指導する」ことをより鮮明に打ち出し、そのためには「言語活動例」を「内容の取り扱い」ではなくて「内容」に示した、という表現である。

また、「② 内容の構成の改善」の第3段落には、今回の改訂で新たに示された〔伝統的な

言語文化と国語の特質に関する事項]について記されているが、ここでも(この事項に示される内容が)「実際の言語活動において有機的に働くような能力を育てることに重点を置いて構成している。」(同 p.6)という表現で、「内容の構成の改善」の説明が行われている。

「3 国語科改訂の要点(3)」には、「言語活動の充実」という項目が設けられている。以下は、その全文である。

「話すこと・聞くこと」、「書くこと」及び「読むこと」の各領域においては、基礎的・基本的な知識・技能を活用して課題を探究することのできる国語の能力を身に付けることができるよう、内容の(2)に社会生活に必要とされる発表、案内、報告、編集、鑑賞、批評などの言語活動を具体的に例示している。学校や生徒の実態に応じて様々な言語活動を工夫し、その充実を図っていくことが重要である。なお、例示のため、これらのすべてを行わなければならないものではなく、それ以外の言語活動を取り上げることも考えられる。(同 p.7)

これは先に見たように、国語科の学習を構成する各領域において、その「基礎的・基本的な知識・技能を活用して課題を探究することのできる国語の能力を身に付けることができるよう」になるために、言語活動が機能することを示した文言であるが、それを「具体的に内容に示す」(p.3)例である。それは「社会生活に必要とされる発表、案内、報告、編集、鑑賞、批評など」といった「言語活動例」として示されている。「活用」「探究」のためには、「社会生活に必要とされる」「言語活動」が有効であるという認識を、ここにも読みとることができる。

同じ項目の「(4) 学習の系統性の重視」においては、

生徒の実態に応じ、各領域の指導事項及び言語活動例、さらには〔伝統的な言語文化と国語の特質に関する事項〕を関連付けながら、重点を置くべき指導内容を明確にし、その系統化を図っている。(同 p.7)

と記されており、①「各領域の指導事項」、②「言語活動例」、③「〔伝統的な言語文化と国語の特質に関する事項〕」の関連付けについての言及がある。従前の説明(p.6)からすれば、前者の二つは「指導事項を(2)に示す言語活動例を通して指導する」とあることから、この二者の関連付けは「②を通して①の指導」と理解されるが、③はそれらと「さらに」どのように関連付けされるのかは明瞭ではない。しかし、この事項が3領域の学習全般にわたるという理解をもとにすれば、各領域の「②を通して①の指導」に③の事項を関連付けること、すなわち「②を通して①と③を関連付ける指導」を行うとする理解になるかと思われる。

3つの各領域における言語活動の具体化は、「話すこと・聞くこと」では、

話し手がある程度まとまった話をし、それを聞いて質疑応答や意見交換をする言語活動、互いの思いや考えなどを深めたり広げたりしていく対話や討論などの言語活動(同 p.15)

という記述のもとに、各学年アイの二点として示され、

「書くこと」では、

物事について感じたことを書く言語活動、物事を整理し、考えや意見を書く言語活動、事実や思いなどを伝える文章を書く言語活動など(同 p.18)

という記述のもとに、1・2年アイウの三点、3年アイの二点として示され、

「読むこと」では、

主として文学的な文章を読むことについての言語活動、主として説明的な文書を読むことについての言語活動、目的をもって読書を進めることについての言語活動（同 p.21）という記述のもとに、各学年アイウの三点として、示されている。

「伝統的な言語文化に関する事項」については、各学年（ア）（イ）の二点が挙げられている（同 p.22）が、これらは「指導事項」の形でも「言語活動例」の形でもない、その両者を混合させるような書き方になっていると見られる。

「言葉の特徴やきまりに関する事項」については、上記に類する記述はされていないが、第2学年（ア）と第3学年（ア）の「話し言葉と書き言葉の違い、共通語と方言の果たす役割、敬語の働き、時間の経過や世代による言葉の違い」について、次の記述がある。

日常の言語活動を生徒が振り返り、言葉の法則性に気付いて自らの言語生活を高めることができるように配慮することが重要である。（同 p.23）

また、第1学年（オ）について

各領域の言語活動において必要とされる表現の技法に関する事項（同 p.23）という文言が、記されている。（（オ）は「表現の技法に関する事項」であり、その内容は「比喩や反復などの表現の技法について理解すること」となっている。）

なお、「書写に関する事項」においては、

文字を書くことに関する知識・技能の育成が、国語科をはじめとする各教科等の学習場面や社会生活における、話す、聞く、書く、読むといった言語活動に役立つようにすることが大切である。（同 p.25）

という記述があり、「言語活動」は、「話す、聞く、書く、読むといった」概括的な扱われ方がされている。

ここまで「言語活動」という語を巡って、『中学校学習指導要領解説 国語編』の冒頭部からの検討を行ってきたが、その結果、次のことを読みとることができる。

- ・「言語活動」という語の概念規定は、特段なされていない。それは「話す、聞く、書く、読む」ことと同義、または、その具体化された例として示されている。
- ・「言語活動」という語が示す概念と他の概念との関係は、「指導事項」という語に関して示されており、それは「言語活動を通して指導事項を指導する」というものである。
- ・「言語活動」は、「基礎的・基本的な知識・技能」の「活用」や課題の「探究」において有効に機能するものであり、実生活・社会生活に必要とされるものをその主な内実とする、という認識が示されている。

今回改訂された「新しい学習指導要領」をもとにして「言語活動の充実」に関する言説を発し、何らかの教育実践を行う際には、ここに挙げた点を踏まえておくことが前提となる。また、「言語活動」という語が、これまで国語教育の中でどのように使われてきたか、どのような概念として規定されてきたか、他のどのような語（概念）との関係において論じられてきたか、教育の場においてどのように機能してきたか……といったことが、今後に必要なとされる研究的視点になると考えられる。

（飯田）

### 3. 授業実践

#### 3-1 授業実践1 (今年度研究協議会における研究授業を中心に)

##### (1) 単元名

「書くことと考えること」(第1学年)

##### (2) 単元設定に関わる課題意識

人が言葉を使って文を書く、そのさまざまな形を経験し、振り返ることで、書くことと考えることを結びつけ、書くことを〈言語活動の構成〉において認知することによって、生徒各自の言語生活の向上につなげたいと考えた。

\* 単元設定の意図として、「開放単元」という位置づけを考えた。

##### (3) 身につけさせたい国語の力

- ・文を書いたり書き換えたり書いた文を振り返ったりしながら、思考を展開させ高める力。
- ・書くことを言語生活の中に位置づけ、上記能力を用いていく力。

\* 「身につけさせたい国語の力」を評価の視点とし、授業の取り組みや発言、ノートやプリントの記述内容、考査の結果等を評価の材料にする。ここでは、新しい学習指導要領に準拠した評価基準等の策定は省略するが、その手順と実際については、『平成24年度版 観点別学習状況の評価基準と判定基準』(金子守編 図書文化 2011) pp.8-9 (編集部), pp.76-77 (飯田) 等を参照されたい。

##### (4) 学習指導の実際

###### (4)-1 授業構想

①教材：書くことの経験。いくつかの例文。描写するもの。思考操作に使う文章。

###### ②授業の展開

第1次 様々な書くこと

書く対象や形態を変え、様々な書くことを経験する。

第2次 言語活動の構成

様々な書くことを、〈言語活動の構成〉において認知する。

第3次 書くことと考えること

書くことを言語生活の中に位置づける。

\* 〈「次」単位を、変位させ、重ねることによって、単元を構成する〉という単元構想をとった。

###### (4)-2 これまでの学習

単元 書くことと考えること

○ 新しい単元について：文集活動を振り返る

- ・夏休み前の国語学習 授業内・授業外(言語生活)～
- ・夏休み中の国語学習 学校の課題：「しろばんば」の感想文を書く 他(言語生活)～
- ・夏休み後の国語学習 「想起」「桐陰会会歌：歴史的背景」「文集活動」(言語生活)



- 言語の四つの機能：認識・伝達・思考・創造（本校国語科作成プリント「国語の勉強の仕方」による）
- 「文集活動」をもとにして、考えてみる。

### 課題① 「しろばんば」の感想文を書いた時と感想文を読み直した時の違い

気づいたこと・分かったこと・思ったこと（5クラスの意見のまとめ）

・誤字脱字 ・文のつながり、言葉の間違いが見つかる ・書いていた頃の情景が思い浮かぶ ・テーマとしたことへの意識が変わった ・表現の重複や同じことの繰り返しが分かる ・感情のまま→冷静に ・洪作の目線→おぬいばあさんやお母さんの目線にもなれる ・書く順（自分の考えの進み方） ・思ったことだけを書いていて理由が書けていない ・必要な表現が抜けていて通じにくい ・文章がずらずら書かれていて読みにくい ・いい点が見つかるようになった ・書いているときよりも「しろばんば」の内容を想起しやすくなった ・他人が書いた感想文を読んでいる気分 ・書いたときは主観的だったが、良いところ、悪いところを客観的に見られる ・「しろばんば」の読み～書けること→書いた感想～「しろばんば」の内容を想像 ・立ち位置による「しろばんば」の読みの変化 ・沢山の分量を書いて満足感があつたが、「…とわかった」という文章ばかりで恥ずかしくなった ・納得できる内容と思っていたが、繰り返しが多く単純で残念。だが、それもいいかと思った ・「しろばんば」を読んだ勢いで書いていたが、考えをあたため、分かりやすくまとめることが必要と思った ・読んでみてどんな意味か？と立ち止まってしまった。書くときによく考えるべきだった ・長く続けられるようにと同じことを繰り返していたので、中味が詰まったものにしたいと思った ・時間のあせりで手早くおわらせたので、余裕をもって取り組めば良かった ・自分の書いた作文という認識から甘く見ていたが、他人の作文と同様に見られ、注意深く読んだ ・狭い範囲でしか考えていなかった（主観的） ・「しろばんば」を読んだ記憶が新しかったから、書いているときは自分で通じてしまったが、時間が経って読むと自分の文章が読みにくい ・同じ部分について沢山書くのではなく、他の部分も丁寧に書きたい

### 課題② 友達の作品についての感想を書いた時に

気づいたこと・分かったこと・思ったこと（5クラスの意見のまとめ）

・同じテーマで書いていても、捉え方や思っていることが違う ・同じ場面に注目していても違う表現の仕方や書き方がある ・自分の作品と比較して自分の悪い点が見える ・自分が見落としていたところや違う視点の発見 ・それぞれに書いていることが違うので、その感想を書くことで文章に対する理解が深まる ・同じ気持ちを書くことの表現方法の違いに気づいた ・感想を書くことで相手に伝えようという気持ちで作品を読んでいた ・視点は違っても最終的に言いたいことはいくつかにまとまっている ・人それぞれの視点で書かれているので別の世界に入るよう ・自分が持っていたものと違う感想を自分が生み出して、読解力が深まると感じた ・その人が考えているテーマについて自分の考えを照らし合わせて、その人の考えの理解を深めている ・ポイント

トの置き方の違い、話の運び方が参考になった ・改めて自分とは違う立場から見返すことになる ・型にはまらない個性的なものやまじめなものなど、感想文にその人らしさが出る ・感想に書くことでその人の新たな一面、その人らしさが分かることがあった ・他人の文を分かち合うことで自分の文の改善点が分かる ・言いまわし（文法）古典的な言葉、表現技法が参考になった ・自分が思っていなかった事への着目や想像力に驚いた ・中心に書く話題が違って自分では狭い視野でしか見ていないことが分かった ・「感想の感想」を書くことで沢山の考えを吸収できた ・自分がのめり込みすぎてこれしかないと思っていたことに、よりいい考えがあることがわかった ・友達が観点にしていることをもとに「しろばんば」を読みたいと思った ・友達のいいところから学べ、アドバイスすることで理解を深められる ・瞬間に浮かぶことを、書いたことで自分のことばになった ・視野の広がりが生まれ、書くことで新たな文を書く目標ができる ・他人の考えを読むことで自分の考えを深める

### 課題③ 友達が自分の作品について書いてくれた感想を読んで

気づいたこと・分かったこと・思ったこと（2クラスの意見のまとめ）

・書いていたときには自分が書くことで精一杯だったが、中心にしていたことに気づかせてくれた ・客観的な目で、気づいていなかった自分の長所に気づかせてくれた ・強く追求したところをどう捉えてくれたかが分かり納得できた ・自分の疑問について違う答えを出してくれたので新たな考えが浮かんだ ・同じものを見る一人一人の考えの違いがあること ・自分としてこだわりのない所に共感してくれた ・納得してもらえなかった時があり、どのように伝えたらいいか、考えた ・自分が思っていたことについてのものと、「しろばんば」本文についてのものがあった ・共通点がありそこが伝わったのだと思う ・解説的なものや推理的なものがあり、自分のイメージとみんなのイメージを比べられた ・どのように受け止めてくれたかがよく分かった ・書きたかったことを受け止めてもらっていて良かった ・自分が気づかなかったことを発見でき、それを活かすことでさらによい文を書くことが出来ると思う ・書いたときにスルーしてしまっていた所を取り上げてくれたので、次に向けて参考になった

### 課題④ 班文集を作り終えてのまとめ（プリント）

各自記入→班での意見交換・まとめ→班からの発表：（2クラスの意見のまとめ）

#### 1. 良かった点・学ぶことができた点

- 一班：他の人の文章の感想を書いた際や、自分の作品を見直す際に、他人との相違点や共通点を見つけることができた。
- 二班：他の人の作品を自分の作品と比べて共通点や相違点を見つけられたことにより、「しろばんば」の世界が広がった。
- 三班：他の人の作品を自分の作品と比較することで、客観的に見られるため、自分の良い点・悪い点が分かり、違う観点から見ることができた。
- 四班：他の作品の良いところを自分に取り入れられて、新たな視点や発想が生まれた。そしてその感想を読んで自分の作品の長所や短所が分かった。

五班：今まで習ってきた国語の授業と照らし合わせながら、自分の文集活動に対しての取り組みを振り返ることができた。

六班：文集名を決める際に、深く時間をかけて考えたことによって、自分たちの班らしい文集名ができた。

## 2. 反省すべき点・より良い活動のために必要な点

一班：他の人への文章の感想を書くときに、誰もが読むだけで分かるように書くべきだった。また一つ一つの仕事への効率を考えることが大切だと思う。

二班：短い時間で、友達の作品を読んだり、感想を書いたりしたので、感想が一点に偏るなど、感想が疎かになってしまった。また、班活動の話し合いも疎かになってしまった。

三班：班として協力することがあまりできず、作業をスムーズに進めることができなかった。また、書くことを充実させることができない場面が多かった。

四班：読者側の視点から作品を仕上げられておらず、自分が一番伝えなかったことが読んだときに分かりづらかった。また、友達の作品を書いたときに良い点ばかりを書いてしまったので、悪い点も書くことが必要と思った。

五班：編集長や副編集長など、それぞれの仕事をもって文集活動をしたが、初めてということもあり、適当になったところもあったので、自分の仕事にそれぞれ責任を持って取り組んでいきたい。

六班：表紙をみんなで考えず、一人に任せてしまい、(文集名に照らして)うまくできなかった。次からは人任せにせず、みんなで相談していいものを作りたい。

## 1. 良かった点・学ぶことができた点

一班：お互いに協力することによってすばらしいものができる。それによって個性や表現の仕方が分かる。

二班：他人と作品交換することで視野が広がり、誤字脱字や他にも自分で気づけなかったことに気づいた。

三班：友達の作品を読むことで「しろばんば」を改めて違う視点から見ることができ、新たな発見をしたり、自分の考えを深めることができた。

四班：友達の作品を読んだことで、良い表現などを見つける視野が広がった。それぞれの役割の人が責任を持って活動することで、その役に合った力を身に付けられた。

五班：読み返したり感想文を書いたりするとき、自分と相手の作品の長所、短所が理解でき、表現力や読みとる力が付いたと思う。

六班：試行錯誤して、人の感想を書いたり、思ったことをまとめることで、理解する能力、まとめる能力が付き、互いに自分にはない良さを学ぶことで双方向に生かされる。

## 2. 反省すべき点・より良い活動のために必要な点

一班：感想文を書くときに、客観的に見て、良いところを見つけながら、前の人とかぶらないようにした方がいい。

二班：時間に限りがあったため、感想が充実せず、それぞれかかる時間に差があり、スムーズにできなかった。時間をもっと取る方がいい。

三班：時間の関係もあり、相手の文を最後まで読めなかったり、自分の仕事をこなせなかったりし、もっと積極的に関わるべきだった。また、友達への感想を書くときのムラがあった。自分でまず構想を練るべき。

四班：全員が目的や目標に向かって、積極的に文集活動に取り組むことが、よりよい活動のために必要だと思う。

五班：授業が短く、深く集中して読めず、完成度が落ちた。自分の短所を知ったので、言語活動を想起して、文の短い分かりやすい文章を書くために普段の言語活動から意識したい。

六班：時間がないことであわてて雑になってしまったことや、要約しすぎて他人の良さを感想に活かせなかったことがあるので、次の文集活動に活かしていきたい。

- 各班の要約された意見を通して見たときに、「共通している所」「独特な（特徴的な）所」に傍線を付ける。→意見交換
- 意見を集約する（要約～まとめ）ときの工夫を、考える。

#### (4)－3 研究授業の展開プラン

\* 一般的な学習指導案という形でなく、「略案」として提示している（例えば、「指導上の留意点」を書いていない）。なお、本時の評価については、(4)－1による。

1. 記録ノートの確認：3分

2. これまでの学習の振り返り：7（10）分（カッコ内は通算時間）

言語生活における学習経験

四つの言語機能

「文集班活動」をもとに

①自分に対する自分

②他の人に対する自分

③「（自分）に対する（他の人）」に対する自分

④プリント「活動」に対する自分

・個人としての（書く）行為

・他の人との関わりの中の（書く）行為

・話し合い ・行動 ……

3. 前時最後の課題についての意見交換：5（15）分

意見を集約するときの工夫（要約～まとめ）

4. プリントの最後の課題「○これからの国語学習の中で、「今回の文集活動をどのように活かしていけるか」考えてみよう。」

考えてメモ～意見発表：7（22）分

…場合により後日（全クラス30冊の文集を鑑賞する時間を経て）

5. 静物を書く：7 (29) 分

教卓の上に、ある静物を置く

「これを見て書けることを書いてください」「ノートに3行(程度)で」

書いたものを発表する 5人程度 聞き書きする(100%に近い伝達)：8 (37) 分

共通している所に傍線を付ける

共通している所の中での分類ができれば行う

独特な(特徴のある)所に別種の傍線を付ける：3 (40) 分

ここには「どんなこと」が書かれているのか?→意見発表：5 (45) 分

6. 書かれなかったこと、書かなかったことは他にあるか?：3 (48) 分

現実の描写とは?

7. 次の課題の提示：「これは黒板ではありません」：2 (50) 分

「文字を含んだもの」について書くこと

- \* 「6」については、今回の実践では省略した。また「7」以降の実践は、「書くことと考えることⅡ」の後半として行った。この報告については、別の機会に行いたい。

(5) まとめと課題

(5) - 1 評価問題

上記の研究授業を含む単元のまとめとして作成し、行った定期テストの問題を以下に示す。

○単元「書くことと考えること」Ⅰ「文集活動をもとに」の学習について、以下の問に答えなさい。

問1 課題①「夏休み中に『しろばんば』の読書感想文を書いたとき」と「それを後期に入って読み直したとき」を比較して、気づいたこと(分かったこと・思ったこと)を、具体的に二点挙げなさい。

問2 問1で答えた内容について、なぜそのようなことに気づけた(分かった・思えた)のだろうか。「書いたとき」と「読み直したとき」を比べて、「変わっていないもの(こと)」、「変わったもの(こと)」を記しながら、その理由に関する自分の考えを説明しなさい。

問3 課題②「友達の読書感想文についての感想を書いたとき」に気づいたこと(分かったこと・思ったこと)を、具体的に二点挙げなさい。

問4 問3で答えた内容について、なぜそのようなことに気づけた(分かった・思えた)のだろうか。課題①の学習と課題②の学習の内容を比べて、その違いを記しながら、理由に関する自分の考えを説明しなさい。

問5 課題③「友達が書いてくれた自分の読書感想文についての感想を読んで」気づいたこと(分かったこと・思ったこと)を、具体的に二点挙げなさい。

問6 問5で答えた内容について、なぜそのようなことに気づけた(分かった・思えた)のだろうか。課題②の学習と課題③の学習の内容を比べて、その違いを記しながら、理由に関する自分の考えを説明しなさい。

問7 課題①～③を、「対象とそれに対する者」として整理した次の文章の( )内に、適する二字の言葉を答えなさい。 \* ( )内に解答を記した。

課題①では、以前に自分で書いた文章について自分自身で振り返る、いわば「(自己)に対する(自己)」というタイプの言語活動であるのに対し、課題②は「友達の読書感想文についての感想を書いたとき」なので、ここでは「(他者)に対する(自己)」というタイプの言語活動が行われたことになる。また、課題③は「友達が書いてくれた自分の読書感想文についての感想を読んで」なので、ここでは「(自己)に対する(他者)に対する(自己)」というタイプの言語活動が行われたと考えることができる。

問8 課題④1「今回の文集活動における取り組みとして良かった点・学ぶことができた点」と、2「反省すべき点・より良い活動のために必要な点」のそれぞれについて、その活動の場面が分かるようにして、自分としての振り返りを記しなさい。

問9 「意見を要約・集約する際の工夫」として有効と考えられることを二点、その理由を含めて答えなさい。

問10 「これからの国語学習の中で、今回の文集活動をどのように活かしていけるか」について、自分の考えを記しなさい。

○単元「書くことと考えること」Ⅱ「静物を書く」の学習について、以下の問に答えなさい。

問1 「ある現実」に対して「それを見て書けることを書いたモノ」には、どのようなことが書かれた（「書かれたモノ」とはどのようなもの）と言えるだろうか。「ある現実」という言葉を書き出しにし、クラスで出された「書かれたモノ」の共通点や独特な点を考えに入れて、説明しなさい。

問2 「ある現実」に対して「それを見て書けることを書いたモノ」が「他のある人」に渡ったとき、その人は「書かれたモノ」を読んで、「ある現実」に近づこうとする。この一連の現象の全過程を、言語の四機能を使って説明しなさい。（ここでは四機能の全てを使って説明すること。）

## (5)－2 今後の授業構想を含めた課題と展望

以上、「書くこと」を中心にして、その言語活動を自ら振り返り、言語生活の中に位置づけることをねらいとして実践を行ってきた。(3)で示した「身につけさせたい国語の力」を想定して、(4)－1の授業構想をもって新しい単元作りを試みたわけであるが、今回としての実践は、上記報告の範囲に止まった。すなわちその結果としては、いまだ実践、さらには構想の中途であり、成果は「まだら」の状態といえる。今後いくつかの実践を行って、ある程度固定化できる単元として形作っていききたい。以下に、現時点において考えられる授業構想を記しておくことにする。

- ・戸外での描写
- ・提示された文の書き換え…二つ（三つ・四つ）の文を一文にする。また、その逆  
ある文を伝達（断定・推定・……）の文に換える  
ある文章を「請願書」に書き換える
- ・難しい文章を分かりやすく書き換える
- ・哲学的な文章の要約：カテゴリー分類によって進む→異種カテゴリーを、一段上の概念でまとめる
- ・筆談

- ・目を瞑って思い浮かんだものを書く。目を瞑って、書く
- ・長く書き続けること

なお、「開放単元」という用語については、先行論を踏まえた使用ではなく、本実践において用いた言葉である。これは、授業作りというものを、日々の教育実践の中で従前のものを見直しながら現在に必要なと考えられる授業を開発する上で、必要になると考えている語である。すなわち、時に時代と共に変わり、時に旧来のものを呼び戻す必要のある国語の授業を、目の前の生徒にとって必要とされる国語の力を想定することに発し、その実践を試みる途上で、その単元を「固定単元」とはしないで、「開放単元」として設定し、その時だけのものとせず、経年の単元作り・授業作りの構想の中で実践するという構想を背景に持つものである。この件については、筆者が取り組んでいる「国語教材化論」構築の上でも必要な用語として、今後実践的な取り組みと、他教科を含めた先行論の検討を踏まえて、考究していきたい。

(飯田)

### 3-2 授業実践2

#### (1) 単元名

「意見文を読む・書く ―英語学習について考える―」(中学2年)

#### (2) 単元設定に関わる課題意識

新しい学習指導要領では、意見を述べる文章を読んだり書いたりする学習に関連する〔第2学年〕の指導事項として、以下のように示されている。

##### 〔C読むこと〕

- ア 抽象的な概念を表す語句や心情を表す語句などに注意して読むこと。
- ウ 文章の構成や展開、表現の仕方について、根拠を明確にして自分の考えをまとめること。
- エ 文章に表れているものの見方や考え方について、知識や体験と関連付けて自分の考えをもつこと。

##### 〔B書くこと〕

- ア 社会生活の中から課題を決め、多様な方法で材料を集めながら自分の考えをまとめること。
- イ 自分の立場及び伝えたい事実や事柄を明確にして、文章の構成を工夫すること。
- ウ 事実や事柄、意見や心情が相手に効果的に伝わるように、説明や具体例を加えたり、描写を工夫したりして書くこと。
- エ 書いた文章を読み返し、語句や文の使い方、段落相互の関係などに注意して、読みやすく分かりやすい文章にすること。
- オ 書いた文章を互いに読み合い、文章の構成や材料の活用の仕方などについて意見を述べたり助言をしたりして、自分の考えを広げること。

意見を述べる文章を読んだり書いたりする学習が有意義なものとして成り立つためには、扱うテーマが重要であると考えている。中学生にとって身近であり、読む・書く必要に迫られるようなテーマ、もっと多様な意見を知りたい、自分の考えを書いてみたいという意欲が喚起さ

れるようなテーマとして、学習者が日々取り組んでいる「英語学習」を取り上げることにした。

今回の学習では、特に、

- ・さまざまな立場から述べられた文章を読み、それぞれの考えを的確にとらえさせる。
- ・立場や年齢、国籍を異にする人々の考え方を知って視野を広げ、自分の考えを文章にまとめる際の参考にさせる。
- ・文章構成の仕方、意見やその根拠の示し方などを指導したうえで、自分の文章をどのように構成するか、書いた文章をどのように推敲していくか考えさせる。

ことなどをねらいとして、この単元を設定した。

### (3) 身につけさせたい国語の力

- ①同一テーマについて多様な立場から述べられた複数の文章を読み、それぞれの考えを的確に読み取る力。
- ②文章から得られた情報や自分の体験したことなどを参考にして、自分の考えをもつ力。
- ③意見やその根拠の示し方をもとに、自分の考えを文章にまとめる力。
- ④書いた文章を読み返し、語句や文の使い方、段落相互の関係などに注意して推敲する力。

### (4) 学習指導

#### (1) 学習材…冊子「英語学習について考える」

- オピニオン（争論）：これでいいのだ学校英語
- リレーおびにおん：いいのか学校英語1～10
- オピニオン（異議あり）
- インタビュー：これからの英語

（出典：2010年8月4日～10月20日 朝日新聞記事）

#### (2) 授業の展開と指導上の工夫

##### 第一次 意見文を書く（1）

- ・本校で体験している英語学習について、自分なりの考えをまとめる。
- ・意見を述べる文章における論の進め方や表現の仕方について考える。

##### 第二次 意見文を読む（1）

- ・冊子「英語学習について考える」を活用し、さまざまな立場から意見を述べた文章を読む。
- ・それぞれの文章の主旨をつかみ、英語力を伸ばすために必要なことは何かを読み取る。
- ・さまざまな意見や情報を参考に、英語学習に関する自分の意見をもつ。

##### 第三次 意見文を書く（2）・推敲する

- ・意見を述べる文章の構成の仕方、意見とその根拠の示し方について学ぶ。
- ・自分の考えを整理し、構成を考えながら文章にまとめる。
- ・推敲の観点を踏まえ、書き手に代わって文章を推敲（添削）する。



- ・自分の書いた文章を推敲し、書き直す。

#### 第四次 意見文を読む(2)

- ・書いた文章を読み合い、相互批評する。

#### (5) 実践を終えて(考察と課題)

「意見文を読む・書く」と聞いて、学習者たちは当初、堅苦しい学習を予想していたようである。しかし、テーマが自分たちの日々の英語学習に関わるものと知り、俄然興味をもったように見受けられた。本校の英語科は、聞く・話すことに力点を置き、主体的な学習者を育てる指導を行っている。その指導によって着実に英語の力が身に付きつつあるという実感のある学習者たちには、さまざまな立場の大人たちが自らの英語学習についての体験や意見を述べている文章を「読む」学習に臨む素地が十分にあったと言える。今回の実践はそのような学習者の意欲にも助けられ、かなりの分量の文章を読み進める学習が短時間で成立した。学習者は、英語学習について自らの考えを整理し、構成を考えながらまとめることにも抵抗なく取り組んでいた。

今回の単元では、まとまった文章を「書く」学習を計三回設定した。一回目(第一次)はまず書きたいように書き、二回目(第三次前半)は文章構成の型を学んでから書き、三回目(第三次後半)は、友達から添削を受けた後に改めて推敲し書き直している。特に三回目の学習は、自分では気付きにくい改善点を学習者どうしで指摘し合うことによって、文章が確実によりよいものに変化していくことを学習者自身が実感することができていた点で、よき学び合いの機会となった。

その一方で、課題も残ったように感じている。今回の学習では指導者が学習材を準備したが、学習者にも、用意された学習材を読むだけでなく、学習材の集め方についてのヒントを与えたうえで、自ら学習材を集めるという課題を設定してもよかったと思っている。

今回の単元を経験したことが、今後どのように学習者の変容に結びついていくかどうか、時間をかけて検証していかなければならないと考えている。

(五味)

### 3-3 授業実践3

#### (1) 単元名 シリーズ「文学を読む」② 「ひよこの眼」(中学3年)

#### (2) 単元設定に関わる課題意識

##### ① シリーズ単元「文学を読む」の意図

文学作品を授業で教えるとは、本来ごく個人的な営みである「読書」を、教室という集団の中で、同じ作品を一斉に読むという形で行うことでもあろう。つまり、「みんなでする読書」の場を生み出すことであると考えられる。せっかく「みんなで読む」のだから、一人で読んだときには味わえないような文学のおもしろさを感じ得るような授業であることを心がけたいと思う。そのためには、「みんなで読む」ことの意義が授業の中で生かされるような場

面を、授業展開の中で作り出していくことが必要となろう。

その意義とは、たとえば、多くの目で読むことによって、文章表現の機微に触れることであろう。一人で読んだときには気づかないような言葉のはたらき、たとえば「伏線」のはたらきに気づいて、それを教室の中で共有することは、「そうか、そんな風にも読めるのか。」となかなか楽しいことでもある。ここで大事なのは、自分たちで気づくから楽しいのであって、教師から教えられて気づいたのでは、多くの場合さほど楽しくなからうということである。つまり、生徒たちの主体的な言語活動によって、文学作品の読みをめぐる何かが発見されるような場面が生まれることを願うのである。

そのような場面を生むためには、まず生徒一人ひとりが文学的文章を読んで、ストーリーのおもしろさといったすぐにわかるような特色に気づくことで満足せず、一つ一つの言葉の意味やはたらきにまで注目できるような、読解力を身につけていなくてはならない。こうした意識から、筆者が一年次から教科担任をしている現中学三年生の国語の授業では、文学作品を扱う際、一つ一つの言葉が作品全体の中でどのようにはたらいっているかに着目させるような問いを投げ、生徒たちから多様な読みの視点を引き出すことを心がけた実践を一年次から積み重ねてきた。

ことに二年次の秋に実践した『走れメロス』の授業は、そうした試みの意図を十分に実現することを目指したものであった。「木を見て森を見る国語の授業」と題した単元学習として、グループ活動を中心とした探求的な学習を展開したのである。授業過程は、初読後に作品についての疑問をありったけ書き出させ、その疑問の中から任意に選んだものをグループ内で討議したあと、自分たちなりの解釈を教室で発表し、発表内容を互いに評価する、というものであった。それまでの授業では、教師から与えられた問いに答えようとすることで文学作品を深く読んでいくという形式だったものが、自分たちの抱いた疑問を自分たちで知恵を出し合いながら解決しようとする、主体的な言語活動に立った学習へと発展することを意図したのである。こうした「みんなで読む」読書体験の積み重ねを土台として、現中三の生徒たちを対象に「文学を読む」シリーズの単元学習を構想したのである。

二年次までの学習によって、生徒たちには、文学作品を読んだときのわかりやすいおもしろさだけでなく、何度も読むことで見えてくるような隠れたおもしろさを見つけ出そうとする姿勢が身につけてきていることが窺われた。そこで、三年次の学習では、たとえば『メロス』のときのように長い時間(二年次秋の10時間を要した)をかけて一つの作品を探究するというのではなく、ややコンパクトな形(5～6時間)で、複数の作品を生徒たちが主体的に読み解いていくような過程が実現されることを目指したのである。これは、二年次までの学習成果が、より多くの学習場面で実際に活用できることを、生徒たちに実感させることを意図したことでもあった。作品の選択においては、教科書教材にこだわらず、生徒たちが関心を抱きつつ読めるようなストーリーのおもしろさを持ちながら、表現の特色を見抜いていく楽しさも味わえるような三つの作品を、難易度に応じて段階的に配置することにした。以下の通りである。

6～7月期 「クリスマスの仕事」 田口ランディ作

10～11月期 「ひよこの眼」 山田詠美作

2～3月期 (予定) 「蜜柑」 芥川龍之介作

このような文学教材の取り扱い、前述したように、「みんなでする読書」によって、一人の読書では味わえないような読書体験を共有することを目指したものである。そして、この教室での「みんなでする読書」の体験は、それを終えた後、再び「一人の読書」へと還元していくものでなくてはならない。書棚に並ぶ無数の本の中から一冊を選んで自ら手に取り、一枚一枚紙のページをめくっていく、「主体的な言語活動としての読書」へと繋がっていかなくてはならない。そのために欠かせないことは、文章表現の機微を読み味わうことのできる読解力を身につけることであり、何より文学作品を読むことのおもしろさを実感して未来の読書への意欲を喚起することである。シリーズ単元「文学を読む」の実践とは、そうした課題への取り組みの一環として位置づけることができるものなのである。

## ② 「ひよこの眼」教材化の視点

小説『ひよこの眼』は、山田詠美によって一九九〇年に書かれた作品である。小説の語り手である亜紀が中学三年の時に出会った「季節はずれの転校生」相沢幹生の目に不思議な「懐かしさ」を覚え、その謎を探ろうとするうち幹生と恋に落ちるが、「懐かしさ」の真相が「ひよこの目」にあったと悟ったとたん幹生の死を知ることになる、という顛末が語り手の回想という形式で書かれている。終盤の急展開と悲劇的な結末を持ったストーリーのおもしろさがあり、語り手人物の内面と、彼女が観察する幹生の瞳のようすが丹念に語られていくことで若い読者を惹きつける魅力を持った作品であると言えるだろう。

一方で、波乱に富んだ物語の背景に、作者のどのような創作意図を見出せるか、あるいは伏線を始めとする創作の工夫をどこに見つけられるか、という点では、二人の主人公の身の上や行く末の方に関心が奪われる分、難しい読みとりが求められる作品であるとも言える。この作品が高校教科書に掲載されたことがあることから言っても、中学三年生にとっては高度な読解が必要とされることは予想された。しかし、生徒たちが二人の主人公と同じ「中学三年の秋」を生きている、という点では、ぜひこの時期に与えたい作品であるとも思われた。「文化祭」「受験」「恋愛」といった現実を今まさに生きている生徒たちだからこそ、真に迫って受け止められるものがあるのではないかと期待したのである。

実際、第一回の授業で初めてこの作品を読んだ生徒たちは、シンとなって読み浸るといったようすであった。先に読み終わった生徒たちが感想を口にしたりとさざめき出すのを、「今いいところなんだから静かにしてて!」と制する生徒がいたり、改めて作品の力を知らされるような場面であった。

比較的単純な構造を持っていて、伏線のような表現の工夫も見抜きやすかった『クリスマスの仕事』の次に『ひよこの眼』を配したのは、こうした作品の特質をふまえてのことであった。より難しい読解が求められる作品であるだけに、始めから「わからない!」と投げ出されないためには、物語としてのわかりやすい魅力が一方で備わっていることも重要である。この作品を「文学を読む」シリーズの二番目の教材としたのは、そうした意味からであった。

## (3) 身につけさせたい国語の力

○ 文学的文章を自分なりの視点から読み、作品全体や表現の特色についての自分なりの考

えを持つ力。

- 文学的文章を一つ一つの言葉の働きに注目して読み、それらの言葉がどのように作品を作っているのかについての自分なりの考えを持つ力。
- 文学的文章についての多様な解釈にふれ、自分の考えと比べる中で、作品についての新たな理解に至る力。
- 文学的文章を深く読む過程を通して、文学作品を読み解くことの面白さを味わい、日常の読書活動に役立てることができる力。

#### (4) 学習活動の実際

①対象 中学3年生 ②教材 本文プリント，ワークシート1・2 (p.23 参照)

#### ③「ひよこの眼」の指導過程（全6時間）と指導の工夫

##### 〈第一次〉全文の通読と初読後の読みとり（1時間）

- 1) 導入 単元名を知らせて、「クリスマスの仕事」に続く教材であることを意識させる。作者山田詠美について知っていることを尋ねる。→「ぼくは勉強ができない」を読んでいる生徒がクラスに数名いる。
- 2) 通読 プリントを配付して、黙読の形で一読させる。ただし、題名は伏せておく。
- 3) 初読後の読みとり 題名を明かし、登場人物の名前と学年を確認する。「季節はずれの転校生」という表現に注目させて、「季節はずれ」とはいつの季節なのかを尋ね、受験を前にした「中三の秋」という生徒たちの現実を、登場人物も生きていることを意識させる。
- 4) 作業 ワークシート1に、初読段階での自分の考えを書かせる。A「伏線を読み解く」・B「気になった表現を読み解く」→回収

##### 〈第二次〉作品読解の準備—教師主導型（2時間）

###### 〈第一時〉亜紀の「目」「見る」を読む

- 1) 作業 ワークシート2を配付し、二人の主人公の「目」「見る」に着目した抜き出し作業をさせる。この作業によって、全文にわたってより詳しく表現に目を配ることを促す。
- 2) 教師と生徒の問答による読みとり 生徒を順に指名し、亜紀の「目」「見る」について該当の表現を抜き出させる。一通り抜き出したところで、亜紀の「目」「見る」について、どんな特徴が読みとれるかを話し合う。

###### 〈第二時〉幹生の「目」「見る」と「うわのそら」の態度を読む

- 1) 作業 ワークシート2を各自の進度に応じて進める。
- 2) 教師と生徒の問答による読みとり 幹生の「目」「見る」に関する抜き出しを行う。幹生の「目」「見る」の特質を検討し、亜紀が観察している幹生の「目」と「瞳」の描写や、亜紀の「目」「見る」との類似を確認する。また、幹生の「うわのそら」の態度について、本文中の表現を探しながら、その特質を明らかにする。

##### 〈第三次〉グループ活動を中心とした作品の読解（2時間）

###### 〈第一時〉ワークシート1を使ったグループ討議と発表

- 1) グループ討議 ワークシート1に書かれた初読後の一人ひとりの考えをもとに、グループ内で意見を交流し、任意に視点を絞って討議する。

- 2) 発表 まず「伏線」をめぐって討議したグループに発表をさせる。質疑応答。発表を聞く生徒は、ワークシート1の所定の欄にメモを取りながら聞くようにさせる。
- 3) 教師の補足的な問答 生徒から発表されたことについて、教師が補足したり、さらに発展させるという観点から、生徒と問答しながら話し合う。

〈第二時〉グループ発表のつづき

- 1) 発表 「気になった表現」をめぐるグループからの発表。質疑応答。
- 2) 教師の補足 前時と同様の過程。
- 3) まとめ作業 グループ発表時のメモをまとめ、ワークシート1を提出する。

〈第四次〉作者の創作意図を探る過程 一教師主導型(1時間)

- 1) 作業 ワークシート2の「作者の目」について自分の考えを書く。
- 2) 教師と生徒の問答による読みとり この作品が書かれた時代的な背景や、語り手の現在から過去を回想して書いている作品構造の特質に気づかせる。

④【ひよこの眼】を生徒はどう読んだか

1) 初読時の読みとり 一ワークシート1の記述から

A「伏線を読み解く」

作品冒頭で亜紀が観察している幹生の目のようすを、終盤に出てくるひよこの目の伏線と捉えた生徒が多かった。

◇「まばたきもせずに大きく見開いて何かを見ているようだった。」→「死を見つめる瞳」

「季節はずれの転校生」という設定を、秋から冬への季節感と関連させて捉えた生徒もいた。

◇「季節はずれの転校生」が「冬」(死)に近い「秋」に来たこととつながっているように思った。

B「気になった表現を読み解く」

◇「不意をつかれたようならうたえた表情」や「きわめて明るい調子」が、いつも落ちついている幹生と合っていない気がする。

◇亜紀は冬で寒くなるのを「嫌いじゃない」と言ったが、幹生は「嫌い」「寂しい」と言っている。

◇「人生に対して礼儀正しい人」とはどんな人か。

◇最後の場面で「偶然、ひよこの目に出会う」とき、「片手を握り締めながら」とあるが、この「片手」は幹生に握られた手であり、その人に幹生と同じように死んでほしくない、という思いが込められているのではないか。

◇「め」に関わる漢字をたくさん使っている。「目」「眼」「瞳」。なぜ一種類にしないのか。

◇「私だけが、その最中に、こっそりと目を開けていた。」には、亜紀の目を背けない姿勢が表れている。

2) グループ討議での読みとり 一グループ発表から

A「伏線を読み解く」

◇7ページ3行目の幹生の手の表現は、7ページ35行目で「さっきまで握られていた手を、手の平に爪が食い込むほど、握り締めた。」というところと、8ページ30行目の「片手を握り締めながら」の伏線になっている。どちらも亜紀が死の予感を覚えているところだと思う。

→教師の補足「もう一箇所手のことが書かれているところがありますね。どこかな？」

生徒「ひよこが死ぬところです。7ページ40行目『ただ一点を見つめながら、私の手の上で、静かに、その時を待っていた。』とあります。」

教師「そうですね。亜紀はひよこの最期を自分の手の上で看取ったんですね。」

B「気になった表現を読み解く」

◇三つの「め」の違いで、題名の「眼」はよくわからなかったが、「瞳」にはその人の感情がこもっている気がする。「目」は普通の目。

◇三つの「め」について、8ページ2行目の「ひよこの瞳」と9行目の「ひよこの目の幻影」を比較すると、「瞳」の方は感情が入っていて主観的な感じで、「目」の方は客観的な感じがする。題名の「眼」はその中間というか、両方の意味を併せ持っているのではないか。

◇「人生に対して礼儀正しい人」というのは、幹生が「物事を正確に見つめることのできる人」とあって、その「物事」を人生と置き換えると「礼儀正しい」ことになるのではないか。

◇命と死の間に境界線は引けないということを思った。どんなに環境が変わっても死という運命は変えられないということがわかるのではないか。

→教師の補足「『境界線は引けない』というのはどういう意味？」

生徒「幹生が『死を見つめる瞳』をしているということ。」

教師「それは？」

生徒「生きているのに境界線をまたいでいるということです。幹生は希望を持っていたのに死んでしまったから。」

◇5ページ45行目「今のは、全部、うそだよ。冗談。今どき、そんな話、あるわけないだろ。」という幹生のセリフは、句読点でたくさん区切られていて、これは幹生が本当のことを言ってしまって、動揺が隠せなくなっていることを表している。

◇「季節はずれの転校生」は、幹生が6ページで寒いのは寂しいと言っていて、冬が死の季節だとすると、死に近い転校生ということを表しているということになる。

教師の補足「『季節はずれ』という表現から、季節に注目してみると、作者が別の方法でも季節のことを表しているのに気づかないかな？」

生徒「亜紀（アキ）という名前。秋にやって来た幹生は、最後に秋（亜紀＝アキ）を離れて、冬（死）に移っていく。」

教室「おおー!!」

教師「本当か？それは、ただの偶然なんじゃ…。」

教室「えー！（不満）」

教師「偶然でない証拠は？」

生徒「亜紀の親友の名前が春子です。春の季節に通じる名前です。」

教師「そう言えば春子は亜紀とは対照的な人物でしたね。春子は亜紀が幹生を見つめる視線を恋心だと勘違いしていました。春子が青春を生きているからです。そうすると、主人公の親友の名前はこの小説では伏線としてはたらいっていることがわかりますね。」

(5) まとめ

当初に予想していたように、初読段階で生徒の一人ひとりが伏線や表現の細部に立ち入った考えをまとめるのは、かなり難しかったようで、ワークシートに向かう筆がなかなか進まないようすも見られた。ただ、難しいなりに、よくわからない疑問としていくつかの表現を書き出していたりと、何かの手がかりを得ようとする姿勢は、当初のワークシート1の記述から窺う

ことができた。

そこで、前教材の「クリスマスの仕事」では、個人作業後にすぐグループ討議に入っていたのを修正して、もう一枚のワークシート2を使った教師主導による、表現の探し出し作業を行い、教室全体の作品理解を図るように努めた。その過程を経て、グループ討議、発表と移っていくこととしたのである。

グルーピングは6～7人構成の6グループとし、リーダーを決めて、まず一人ひとりの読みとりを交流するところから始める。その中で、興味深そうなテーマに絞っていき、知恵を出し合って読みを深めていくように進めた。19ページ2)「グループ討議での読みとり」の項で発表された内容を見ていくと、初読段階で疑問として呈されていたことに解答を見つけようとしたりと、グループによる程度の差こそあれ、生徒同士の討議を通じて作品を読み深めようとする姿勢を窺うことができる。

また、実際の授業場面では、ただ発表させて終わりということではなく、必要に応じて教師が補足の説明を加えて発展的な思考を導くようにしたりと、発表内容が教室全体である程度納得した形で共有されるように、授業を進めていくことを心がけた。

そして、グループ討議や発表活動を通じて提出された様々な見方や意見を、整理したり関連づけたりするまとめの過程として、第四次の教師主導の指導過程を行った。ワークシート2中の「作者山田詠美の目」の項に、作品全体を読み解く観点からの三つの問いを用意して、生徒との問答形式で進めていったものである。そこでは、作者が亜紀という語り手人物を通して、どのようなことを読者に伝えようとしたか、という問題意識、言い換えれば、作品の細部を見つめていた生徒の目に、もう一度作品の全体像を大きく捉え直す意識を持たせることに重点を置いた。これまでの過程で、既に主体的な活動としての読解を経験してきた生徒たちは、初読の段階よりもより深く「ひよこの眼」という作品に分け入っているという手応えを感じながら、三つの問いに取り組み、この作品を読み終えることができたようであった。そうした意味では、本単元の大きな目標である、「みんなでする読書」の意義を実現しながら、文学を読むことの「楽しさ」を味わわせることの一環は達成できたと評価してよいように思われる。授業を終えた後の筆者の元に一人の男子生徒が駆け寄ってきて、「僕は三つの「め」の意味がわかりました！次の時間に発表します！」と告げてくれた場面などは、そんな意味での一こまとして印象深いことであった。

単元を終えて生徒が提出したワークシートの余白に、授業を終えての感想をメモで書き込んでいるものがあった。そのいくつかを以下に抜粋する。

- ◇他の班が発表したことは、最初はそんなことまで分かるのか？とっていたけど、先生の説明やみんなの話を聞いているうちにとてもすっきり理解することができた。
- ◇最初は自分で見つただけで終わっていた、三つの「め」についてみんなで話し合えたのでよかった。
- ◇目・瞳・眼は、何度もいろいろな班で考えてやっと分かるほど、深く読み解くのが難しかったけれど、最後に少し分かって、読み解いていくのはおもしろかったし、いろんな感じ方ができると思った。
- ◇最初読んだときは、ここまで深い話だとは思わなかった。班の意見が出てくるたびに、どんどん深くまで知ることができる。もっと続けていけば、まだまだ分かってくるのではないかと、思える。グループでの話し合いをする甲斐のある話だった。
- ◇○班の発表で、「幹生」の名前の意味、「幹が生きているのは冬だから」の反論というか付け足しになるの

だけれど、「幹」は葉がなくても寒くても「必死に生きている」ので、「幹生」にはそのような意味もあるのではないか。

中学の三年間を担任の国語教師として持ち上がるという、やや特殊な（ある意味恵まれた）状況の中で、一年次から「読書活動への誘い」という目途を持ちながら、生徒たちが充実感を味わえるような文学教材を扱った授業実践を積み重ね、ここまで展開してきた。その過程で「教室でみんなで読んだときのように、自分一人で読書するときにも深く読んでみたい」という声が、いく人もの生徒から届くようになってきた。そのように、教室での経験が生徒たちの日常の生活場面へと開かれたものとなっていくような取り組みを今後も重ねていきたいと考えている。

（岡田）



山田 詠 美 ( ) 組 ( ) 番 ( )	
① 小説を読んで、特に印象に残った場面や表現、疑問に思ったところをふれながら、読後の感想をまとめてみよう。	
② ①を読んで、友人からの意見	③ ②に対する本人のコメント
( ) より	④
⑤	⑥

ワークシート1

( ) 年 ( ) 月 ( ) 日	『小説の読み方』 山田 詠 美
① 小説を読んで、特に印象に残った場面や表現、疑問に思ったところをふれながら、読後の感想をまとめてみよう。	『小説の読み方』 山田 詠 美
② ①を読んで、友人からの意見	『小説の読み方』 山田 詠 美
( ) より	『小説の読み方』 山田 詠 美
③ ②に対する本人のコメント	『小説の読み方』 山田 詠 美
④	『小説の読み方』 山田 詠 美
⑤	『小説の読み方』 山田 詠 美

ワークシート2

### 3-4 授業実践4

#### (1) 単元名

「自然と人間の関わりについて考えよう」(第3学年)

#### (2) 単元設定に関わる課題意識

自然と人間の関わりについて、生徒はこれまで様々なことを学んできている。自然環境を守っていく必要性を説いた文章や映像は、教科書をはじめとした本やメディアで取りあげられることも多く、いかに自然を保護していくかについて考えた機会も少なくないと思われる。その一方で、東日本大震災を経験した生徒は、自然は単に保護すべきか弱き対象ではないことも承知している。人間はこれから自然とどのように向き合っていくべきかについて、意識が高まっている時期だと考えた。そこで、自然と人間の関わりについて述べた文章を読み、内容を捉えながら、自らの考えを深めさせる学習を計画した。

このような学習については、学習指導要領でも以前からふれられており、新しい平成20年版中学校学習指導要領(国語編)の第3学年「C読むこと」の指導事項でも次のように示されている。

エ 文章を読んで人間、社会、自然などについて考え、自分の意見をもつこと。

今回の学習はこの指導事項に沿ったものと言えるが、自分の意見をもたせるためには、一つの文章をもとにするより、違った視点から書かれた複数の文章をもとにした方がより良い成果を得られると考え、二つの文章を比べて読むこととした。

複数の文章を比べて読むことについては、特に2000年のPISA調査で「落書き」についての意見を述べた二つの手紙を比較させる問題が出て以降、特に注目されることが多い学習形態である。新しい学習指導要領の第3学年「C読むこと」の指導事項にも、これまでになかった次のような項目が加えられている。

ウ 文章を読み比べるなどして、構成や展開、表現の仕方について評価すること。

言語活動例としては、「物語や小説などを読んで批評する言語活動」を示し、批評を行うために必要な作品の分析力を養う方法の一つとして、「同じ作者による複数の作品や、類似したテーマの作品を読み比べること」を挙げている。

自然と人間の関わりについて述べた二つの文章について、論点や筆者の考えといった内容面の違いに加え、学習指導要領に示された「構成や展開、表現の仕方」といった違いにも着目させつつ学習を進めていくことにした。

#### (3) 身につけさせたい国語の力

- ・二つの文章を読み、その共通点や違いに着目しつつ自らの考えを深める力。
- ・文章の構成や論の進め方に注目しながら、筆者の考えをつかむ力。
- ・グループでの話し合いを通じて、各自の意見を交流し、グループとしての意見にまとめていく力。

#### (4) 学習指導の実際

①対象：第3学年

②教材：能登路雅子「ディズニーランドという聖地」(学校図書 中学校国語3)  
内山 節「武蔵野の風景」(学校図書 中学校国語3)

③授業の展開と指導の工夫

##### <授業の展開>

第一次(導入)…「自然と人間」という言葉から思い浮かぶ語彙をマッピングする。そのマッピング図を元に、「自然と人間」に関わることで知りたいこと・疑問点を書き、クラス内で簡単に交流する。(資料1参照)

第二次…「ディズニーランドという聖地」を読み、次の点を学習課題として考える。

- ・アメリカ中西部に住む人々の自然観とそれが生まれた背景。
- ・ウォルト＝ディズニーの作品世界の特徴。
- ・最後の一文「我々の住む現実の空間の方が、今や確実にディズニーランドに近づいてきているのである」とはどういうことか。

「筆者の述べていることにしたがえば、人間は自然とどう関わっていけばいいことになるか」を考えつつ、筆者の論を批判的に検討する。(資料2参照)

この文章に出てきた語彙で、マッピング図に加えられそうなものを加える。

第三次…「武蔵野の風景」を読み、グループで話し合いながら、文章全体を3～5つの内容段落に分け、文章の構成について考える。また、武蔵野の風景は時代によってどのように変遷してきたか、その背景にある人間の目的は何であったかについても検討する。(資料3参照)

以上の学習をふまえた上で、次の点を学習課題として考える。

- ・なぜ武蔵野の農民は落葉広葉樹の林を作りだしたのか。
- ・「河川改修」という具体例を、筆者はどのように用いているか。

最後に、「筆者の述べていることにしたがえば、人間は自然とどう関わっていけばいいことになるか」を考えつつ、筆者の論を批判的に検討する。(資料4参照)

この文章に出てきた語彙で、マッピング図に加えられそうなものを加える。また、この文章を読んだ後に生まれた「自然と人間」に関わる知りたいこと・疑問を書く。

第四次…「ディズニーランドという聖地」と「武蔵野の風景」を内容面と文章の構成・論の進め方といった面で読み比べる。(資料5参照)

第五次(まとめ)…マッピング図や「自然と人間」に関わる知りたいこと・疑問の変化を見ながら、今までの学習をふりかえる。(資料6参照)

##### <指導の工夫>

生徒がこの「自然と人間」というトピックについてどのような意識でいるかを知るため、また、個々の生徒が自らの意識について自覚した上で学習をスタートさせたいと考え、「自然と人間」に関わることで知りたいことや疑問に思う点を書く作業をはじめに行うことにした。もちろん、本単元で読む二つの文章が、個々の生徒の興味・関心に直接応える内容を持つものとは限らないが、個々の「自然と人間」に関する意識に何らかの影響を与えるものと

考えた。この「知りたいこと」「疑問に思う点」を記入する活動を一連の学習の前後に入れ、その推移等を見ていくことで、指導者は生徒の意識の変化を把握し、生徒は自らの意識の移り変わりや読みすすめた成果についてふり返っていくことができると考えた。

また、ひとまとまりの単元の中に、読む・書く・話す・聞く活動の全てを盛り込むことにした。二つの文章を読むことが単元の中で大きな位置を占めてはいるが、文章を基に自らが考えたことを書かせる機会を多く持ったり、グループで文章を検討する話し合いの機会も持つことにした。

#### (5) 授業実践を終えての考察と課題

授業展開に沿って記すことにする。

第一次で行った、「自然と人間」に関する知りたいこと・疑問点を書く作業については、自分がどのような興味・関心を持っているかを生徒自身が知る上で、また生徒がどのような文脈を持ち込んで今回の単元に臨んでいるかを指導者が知る上で、有効であった。地球温暖化問題をはじめとする環境問題に関わることを書いている生徒が多かったほか、東日本大震災の直後ということで自然災害について書いている生徒も多かった。どちらも自然と人間の関わりを論じていく上で欠かせない点であり、教材とした二つの文章にも関係がある点であった。マッピング図を事前に書かせたことについては、この知りたいこと・疑問点を書く作業を行いやすくしたと考えるが、どの程度有効であったかは改めて調べていく必要がある。

第二次は「ディズニーランドという聖地」を用いた学習であった。学習課題は指導者が設定するかたちをとったが、課題追究の過程では、第一次で出された「自然と人間」に関する知りたいこと・疑問点やこの文章を読んだ際の初発の感想を極力活かすようにし、やや回り道しながらの授業を行った。第二次の最後に、「筆者の述べていることにしたがえば、人間は自然とどう関わっていけばいいことになるか」を考え、筆者の論を批判的に検討する時間を設けたが、「筆者の述べていること」をつかみ、それを基に考えるところまではできても、批判的な検討まで行うことは難しかった。新しい学習指導要領では、「批評」について、「対象とする物事や作品などについて、その物の良さや特性、価値などについて、論じたり評価したりすること」としている。中学生の場合、ある文章の「良さや特性、価値」を考えるためには、比較する具体的な材料（文章）がないと難しいのではないかと考える。

第三次は、「武蔵野の風景」を用いた学習であった。第二次と似た形で学習を進めたが、文章構成をグループで話し合いながら考える時間を持った。これは、ひとまとまりの単元の中に、読む・書く・話す・聞く活動の全てを盛り込みたいという意図に加え、文章構成を考える課題のように多様な見方が可能なものについては、話し合う中で多様な意見にふれることで、文章の新たな面を発見させることができるのではないかと考えたからである。クラス全員を前にしてはなかなか発言できない生徒が積極的に自らの意見を述べている姿が多く見られたほか、意見が対立する生徒間で自分の考える根拠を言い合う姿もあり、指導者の意図は十分達成できたのではないかと考える。グループの意見をクラス全員で検討する際には、「どの分け方がよいか」という方向ではなく、「このように分けることによってこの文章のこのような面が見える」という方向で検討を行った。

第四次は、二つの文章の読み比べであった。比べる観点については、内容面と文章の構成・

論の進め方といった形式面の両方で比べるように指示したが、内容面については指導者から具体的に観点を示さない状態で検討させた。生徒が多様な観点で読み比べることを想定したものであったが、実際には「人間が自然に手を加えることをどのようにとらえているか」「現状の打開策が示されているか」「ディズニーランドは『武蔵野の風景』の作者が言う二次的な自然かそれとも自然破壊か」といった点に観点が集中した。これらの観点は、第二次や第三次で個々の文章を検討した際に着目した点であり、生徒が事前の学習に大きな影響を受けていることがうかがえた。比べ読みの授業形態は様々であり、まず文章を読み比べるところから始まる形態もあるが、個々の文章を検討した後に読み比べる際には、事前の学習でどのような点に着目するかがそのまま読み比べの観点となる傾向にあると考える。また、この第四次や第五次では、第二次や第三次で行うことが難しかった「批評」にあたることも不十分ながら行うことが可能であることも確認できた。

第五次では、第一次で書いた「自然と人間」に関する知りたいこと・疑問点と、二つの文章を読んだ後に書いた「自然と人間」に関する知りたいこと・疑問点との比較を主に行った。第一次ではあまり書けなかった生徒が多く知りたいこと・疑問点を書くことができるようになったり、漠然とした疑問点しか書けなかった生徒がより具体的で明瞭な疑問点を書くことができるようになっており、読んだ成果を確認することができた。

今後の課題としては、主に次の二点を挙げておきたい。

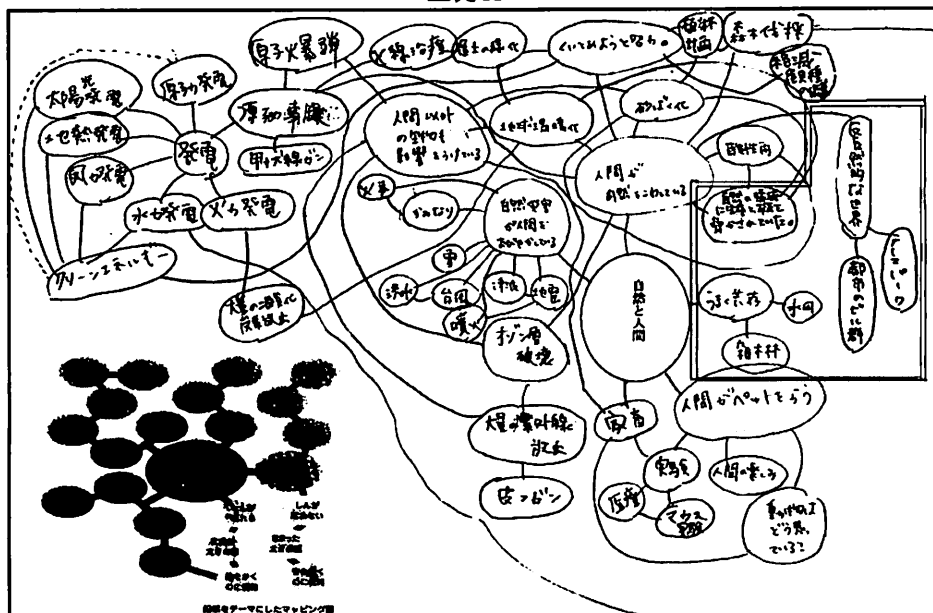
一つ目は、教材の選定の問題である。今回の単元では二つの文章を比べて読むことを行ったが、このような比べ読みの授業を行う上で最も難しい点は、どのような文章を選んで組み合わせるかであると考えられる。組み合わせる文章によって、生徒の思考の幅や比べる観点も決まってくるからである。今回は、「自然と人間」についての考えを深めさせることを目標にし、ある程度の成果を得たと考えるが、さらに教材としてふさわしいものを考えていく必要がある。

第二に、今回の学習を今後どう活かし、発展させるかという問題である。まずは、二つの文章を読んだ後に書かせた「自然と人間」に関する知りたいこと・疑問点をもとに、読書指導につなげていくような過程を模索したい。

(秋田)

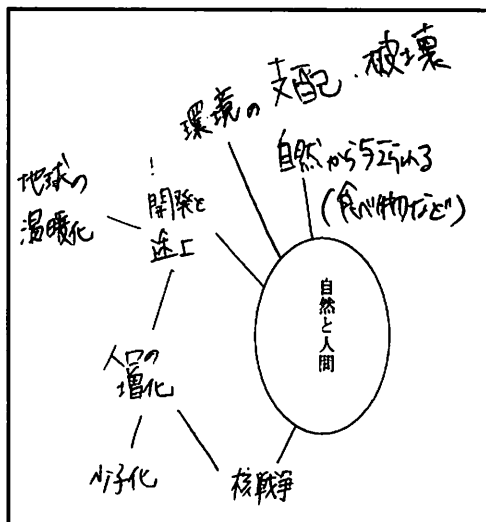
資料1：第一次のマッピング図と「知りたいこと」「疑問点」

生徒A



※二重線の部分は、「ディズニーランドという聖地」を読んだ後に生徒Aが書き加えた部分

生徒B



生徒Aの知りたいこと・疑問点

- ・人が動物でどのような実験をしてしまっている？
- ・今のクリーン発電はそれぞれ問題を抱えているというが、どのような問題？どうにかして、クリーン発電に置き換えられない？
- ・オゾン層破壊が続くと、皮膚がんのリスク以外に何が生じる？
- ・なぜ核というものに恐れを抱かずに開発しつづけた？

生徒Bの知りたいこと・疑問点

- ・再び世界大戦などが発生した場合核が使用されたときの影響

生徒Aのようにさまざまな語を書き込むことができている生徒もいるが、生徒Bのように少ししか書けない生徒もいた。それぞれの「知りたいこと・疑問点」を見ると、マッピング図との関連がうかがえる。

資料2：「ディズニーランドという聖地」の筆者の述べていることにしたがえば、人間は自然とどう関わっていけばいいことになるか。

ワルトディズニーの創りてきたディズニーの世界は中西部に住んで  
 いた開拓者たちの自然を眺めた、敬視する世界観から生み出されて、と  
 うして自然状態の存在した非日常の世界に現実空間が近づいてきた。  
 人間は自然の上にはたっているのではあつて又えらむという状態であ  
 るが、自然受容などともつたものは命とあやうくついている。自然は  
 人間の観があるのにも関わらず、人間は力をこめて根をたぐり自然と  
 土壌とついている。この例が地球温暖化だ。ディズニーのような世界  
 は、夢のままであるべきで、現実自然には生命をかかざるやうな  
 振舞ひはよの上にはたつていさ誤だから、はるか昔と劇的切つて自然に  
 又えらむや、時には夢やのよはるか昔も、また存していくべきだと思つた。

生徒C

かつてアメリカ中西部農民は、砂嵐など自然の猛威に生命と正気と常に  
 脅かされたがら奮闘して来た。そのことによりアメリカ中西部農民には、自然を崇  
 敬の対象とし、封じこめらるべきだとなり自然観が根づいた。そんな自然観は  
 基がま、自然の徹底的な否定と狂言的とさえいえる衛生思想が生み出  
 された。しかし、人間は自然を徹底的に征服するのではなく、自然の  
 恐ろしさや大きさを理解し、受けとりた上で、反対に美しさを見出し、愛で  
 たりする心を持つことで、はじめて自然と共に生きていけるのではなから  
 と思つた。

生徒D

資料3：「武蔵野の風景」の文章の構成・風景の変遷について

<p>19 3 20</p>	<p>16 3 15</p>	<p>12 3 15</p>	<p>9 3 11</p>	<p>4 3 8</p>	<p>1 3 3</p>	<p>段落 (7)(7)</p>	<p>課題1 文章を、内容から三つ五つ組度に分け、それぞれの内容をまとめたタイトルをつけなさい。</p>	<p>組 班 の 意 見</p>
<p>二次的な自然環境</p>	<p>くらしに合わせた 自然改造</p>	<p>河川改修</p>	<p>原生的な自然と二次的 な自然</p>	<p>人工的な風景の武蔵野</p>	<p>武蔵野の自然の原風景</p>	<p>タイトル</p>		

<p>現代 二次的な自然</p>	<p>江戸 畑とはほぼ同じ面積の平地林 落葉広葉樹の林</p>	<p>奈良 果てしなく広がる草原 (三葉草)</p>	<p>古代 一面の草原</p>	<p>かつて 原生的な森 一面に照葉樹林帯となす</p>	<p>時代 武蔵野の風景</p>	<p>課題2 武蔵野の風景の変遷について、時代ごとに表にまとめなさい。また、その背景にある人間の目的は何であったかも書き込みなさい。</p>	<p>組 班 の 意 見</p>
<p>自然の循環と農民の暮らしや 学術の循環との調和が、地域の人々によって 目指された</p>	<p>コナラヤクニギの林をつくり、その落葉を 使った堆肥をつくり土を豊かに循環をつくり 上げたり</p>	<p>馬産地の形成のため</p>	<p>変遷の背景にある人間の目的</p>				



資料4：「武蔵野の風景」の筆者の述べていることにしたがえば、人間は自然とどう関わって  
いけばいいことになるか。

生徒E

原生的な自然とそのまま存することも入かだが、二次的な自然もやはり貴重で自然なので、大切である。これから自然を改造していくときには、地域が主体となり、自然の営みと人間の営みと一つの回転軸で循環させ、調和させようという試みが必要である。つまり、両者のバランスというのも重要となってくる。人間は自然を単に守るだけでなく、改造するということにも勇気と意欲するべきである。

生徒F

自然改革をすると、その主体が共同体か国家であるかで、二次的な自然になるか、自然破壊になるかが決まる。つまり、その自然と暮らしの系や労働の系で結びついているからこそ、自然改革をすることが出来るのである。まず、自然と向き合い、その地域の自然をよく理解してから、よりよくするためににはどうすればよいかと考へるべきだと思う。

## 資料5：「ディズニーランドという聖地」と「武蔵野の風景」の読み比べ

生徒G

「武蔵野の風景」は、問題提起、具体例、結論と、とても分かりやすい段落構成で、筆者の「いたい」とも「ほろり」と言っている。また、原作的な自然だけでなく、修復された二次的な自然も大事だとしている。

「ディズニーランドという聖地」は、問題提起、具体例、結論と、とてもいいが、筆者の「いたい」とも、文中の文章も省略してしまっている。

抽象化をやっていくと、どこかなくなってしまう。また、ここでは「自然の種類分け」であり、自然状態が存在するから分けられている。

生徒H

どちらも人間による自然破壊を否定しているという点では同じだが、「ディズニーランドの聖地」では自然状態が存在するからいいかの二つの選択肢しかなかったが、「武蔵野の台地」ではもともとある自然を改良する場合に自然破壊となる場合と二次的な自然として自然が守られる場合がある、という違いがある。



#### 4. まとめと課題

今回の四つの授業実践においては、各実践者による「言語活動」に対する意識が、授業の構想段階から、実際の授業の構成に至る段階へと働いているわけだが、そのことが結果したものとして、次のことが挙げられると思われる。

一点目は、授業者が、学習者の学習に対する実感を重視することである。それは、有効な学習が進行するための素材選定の工夫や、単元構成における学習材の配置といった面にも現れるが、さらに、学習している内容や成果を、ある一定の時期において学習者自身に自覚させる為の工夫・仕掛けを施していることにも現れている。

二点目は、生徒の相互作用を国語の授業における要素として位置づけ、それに関わる学習活動を組んでいることである。それは授業の枠組みは教師が作りながらも、それを徐々に、また場面に応じて、生徒によって気づかせること、生徒による学習材の収集や疑問の提出といった、授業・学習を推進する力を、生徒自身の手によるものとするを意図した展開を組んでいることに現れている。これらは生徒による学習の共有、相互作用を重視しているが為と言えらるだろう。

三点目は、授業を行いつつ、これからの学習につなぐ視線を持つことである。それは開放的な単元設定、今後の生徒の変容への視線、一人一人の生活場面へのつながり、読書指導への関連など、今回の単元が単発的なものとしてではなく、他の学習単元、生徒一人一人の言語生活とのつながりが考えられていることとして現れている。

「言語活動」という用語を巡る課題は、前述のように、改訂された学習指導要領における提示のされ方を確認するだけでなく、それがなぜ現代の国語教育に生きていくのかを、日々の教育実践の中で確認しながら、目の前の生徒にとって必要とされる国語の力を見極める作業と平行して考えられなければならないものである。そのためには、国語教育研究のみならず、言語研究、他教科の教育研究といった視野での先行論において、これまで「言語活動」がどのようなものとして捉えられ、さらにどのような概念との関係でおさえられてきたのか、そして、これらを意識することによって、授業・教育実践はどのような成果を得てきたのかを、合わせ検討していく必要があると考えられる。

(飯田)

#### 引用・参考文献

- ・飯田和明，六谷明美，岡田幸一，五味貴久子（2009）「新しい学習指導要領と国語科における授業実践」『筑波大学附属中学校研究紀要第 61 号』筑波大学附属中学校研究部
- ・飯田和明，六谷明美，岡田幸一，五味貴久子（2010）「新しい学習指導要領と国語科における授業実践（2）－新しい学習指導要領を巡る言説と本校国語科の授業実践－」『筑波大学附属中学校研究紀要第 62 号』筑波大学附属中学校研究部
- ・飯田和明，六谷明美，岡田幸一，五味貴久子（2011）「新しい学習指導要領と国語科における授業実践（3）－新しい学習指導要領を巡る国語科関係の言説と本校国語科の授業実践－」『筑波大学附属中学校研究紀要第 63 号』筑波大学附属中学校研究部
- ・金子守編（2011）『平成 24 年度版 観点別学習状況の評価基準と判定基準』図書文化
- ・桑原隆（1998）『言語活動主義・言語生活主義の探究－西尾実国語教育論の展開と発展－』東洋館出版社
- ・文部科学省（2008）『中学校学習指導要領解説 国語編』
- ・湊吉正（1987）『国語教育新論』明治書院

# 中学校数学科における作図の取り扱いと証明についての一考察

## － 論証指導への位置づけを指向して －

数学科 坂本 正彦

### 要 約

中学校数学における作図の重要性について、論証指導との関係において、その教育的価値について検討し、作図指導についてもっと広範に扱われるよう提言すると共に、具体的な扱いについて、授業案「角度の作図」を例示した。

角度の授業では、「任意の角の三等分は不可能である」ことをモチーフとして、その不可能性を克服してきた人類の歴史と、中学生でも取り組み可能な角の三等分器「靴屋のナイフ」と、折り紙による三等分の実現を通して、自分たちも歴史の延長に携わっているという実感を与えることができた。

実際の授業を通して明らかになったことは、生徒が作図に取り組むことにより、論証指導で欠かすことのできない自分の思考を反省的に考察する経験、論理的に手順を積み重ねていく経験を得られることであり、考察を交えながら作図を実現したときには、すぐに他者に説明できるだけの準備が完了されているということであった。

また授業を構成する場合、単に学習させたい内容を直裁的に取り上げるのではなく、何のためにその授業を企画したのか、授業の意味、目的をはっきりさせることで、個別に習得させたい事柄がより明確にされ、理解が深められたということがわかった。そのために重要な鍵となるのが、授業におけるストーリー性であり、一つの課題の解決が新たな課題を引き起こすような教材の配列である。

【キーワード】 作図、角の三等分、Hippias 曲線、「靴屋のナイフ（トマホーク）」、折り紙による角の三等分、授業のストーリー性

### 1. はじめに

作図に関する学習指導要領での取り扱いとしては、中学校1年次に角の二等分線、線分の垂直二等分線、垂線などの基本的な作図の方法を理解し、それを具体的な場面で活用することになっており、特に平面上の平行移動、対称移動、回転移動といった図形の1次変換を学習することを通して実現するように示されている<sup>1)</sup>。この1次変換の学習では、特に合成変換を考えた場合、実際に図形がどのように移動していくかを確認しながら作図することになるので、生徒にも実りの多い活動を実現させることができる。

これまで筆者は、中学校の作図では基本作図を学習させた後、

(1) 一次変換および合成変換の作図（旧課程1年次）

(ア) 回転移動、対称移動、平行移動の作図

(イ) 任意の2回の対称移動が回転移動または平行移動で表せること

1) 文部科学省(2008). 中学校学習指導要領解説数学編, pp.78-81.

(2) 平行四辺形の決定条件による作図 (2 年次)

(ア) 基本的な決定条件による作図<sup>1)</sup>

(イ) 拡張した決定条件の作図<sup>2)</sup>

(3) 相似変換の作図 (3 年次)

(ア) 相似の位置にある図形の作図

(イ) 相似変換と合同変換の関係

(4) 比例中項の作図<sup>3)</sup> (3 年次)

(5) Apollonius の接触の課題 (3 年次：後述)

等を取り上げてきた。

筆者が経験を通して得た結論からすると、作図は、自分の行っている行為を目で確認しながら作業を進めるという特徴によって、予めどのようなことを行えばよいかという予想を実行する段階で、それが正しいのかあるいはそうではないのかについて、すぐに自覚できる点において、反省的に学習に取りかかれるという点で優れていると考えている。

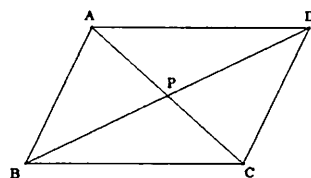
ところが、このようにすぐれた教材としての特性を持つ作図であるが、中学 1 年生以外の教室では、ほとんど取り上げられていないという事実が見受けられる。平成 23 年 11 月 12 日に行われた第 39 回筑波大学附属中学校研究協議会には、公立の先生方が 69 名参加下さったので、筆者から作図の取り扱いについて質問させていただいた。結果、実際の教室では、中学 1 年生以外で作図が取り上げられている場合はほとんどなく、富山県など一部の地域では、高校入試に作図題が必ず出題されることから、入試前の時期に 1 年次の復習としてわずかに取り扱いがみられることが報告されたのみであった。また、その内容も、中学 1 年生で取り上げる基本作図程度（線分の垂直二等分線、角の二等分線、直線上にない 1 点を通る平行線）で、基本作図を図形の解析や証明に関係づけて行ったりすることはないということであった。当日のご発言からは得られなかったが、おそらく、他の都道府県においても、事情は同様といえるのではないかと想像される。

このことから推察されることは、学習指導要領解説では、

- (1) 基本的な作図の方法を理解し、
- (2) それを具体的な場面で活用する

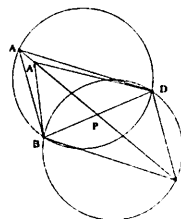
1) ここでは、一般的に平行四辺形の決定条件として

- ① 向かい合う 2 組の辺が平行 (定義)
- ② 向かい合う 2 組の辺が等長
- ③ 向かい合う 2 組の角が等角
- ④ 対角線が互いに中点で交わる
- ⑤ 向かい合う 1 組の辺が平行で等長を指す。



2) 右上の図において

- ⑥ 1 組の辺が平行で、1 組の対角が等角  
( $AD \parallel BC, \angle BAD = \angle DCB$ )
- ⑦ 1 組の辺が平行で、一方の対角線は他方の対角線と中点で交わる  
( $AD \parallel BC, BP = DP$ )
- ⑧ 1 組の対角が等角で、それらの頂点を結ぶ対角線が他の組の頂点を結ぶ対角線の中点を通る ( $\angle BAD = \angle DCB, BP = DP$  : 右図)



3) Euclid 原論、第 2 巻、命題 14 「任意の 2 量  $a, b$  に対して、 $x = \sqrt{ab}$  が作図できること」

ように示されているにもかかわらず、現実には、基本作図の手順を理解する程度にとどまっているということである。

よって、本稿では、作図の教材としての利点についての考察と、中学校の教育課程の中での扱いの可能性について検討することにする。

## 2. 中学校数学科における作図の特性と位置づけ

作図の学習の利点は、単なる操作活動にとどまらない。論証と密接に関わらせることで、論証指導の充実をはかることができるからである。それというのも、経験や直観に基づいて行った作図に対して、妥当性が有るのか無いのかを検討し、自分の行った作図をきちんと論証しておくことは、中学校の数学を学習する上で重要なことであると同時に、自らの行為に対して根拠を明らかにしておくことにつながり、人間形成の面においても重要であるといえるからである。

しかし筆者は、作図問題は、学習者自ら視覚的に検証可能であるという利点以上に、更に次の段階に進めることができる点で、より注目すべきものであると考えている。その中心となる考え方は、Pappus のいうところの「解析」の手法を身に付けるという点である。

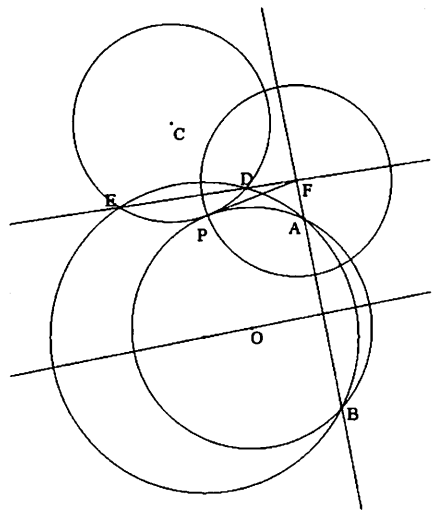
経験と直観をもとにして行われる作図は、いずれ、要求されたことに対してまず解析を行い、解析の結果から作図の方針を立て、作図の手順を確立してから行う作図に発展していく。そのような例として、Apollonius の接触の問題がある<sup>1)</sup>。

Apollonius の接触の問題は、「任意に与えられた3円に接触する円を作図せよ」であった。しかし、与えられる円の大小、それらの位置関係によって、作図問題としては非常に多くの場合を検討しなければならない。当然、作図不能の場合も含まれている。

Pappus は、この課題を、点、直線、円の3種類から3つ要素を取り出し、それらに接触する円を作図させる課題として伝えている<sup>2)</sup>。たとえば、「2点A,Bと1円Cが与えられたとせよ。これらに接触する円Oを作図せよ。」というようにである。

解を考えるに当たって、まず、与えられた2点と1円の位置関係を検討しなければならない。2点A,Bが円の内外に位置しているように、要素の与え方によっては解は存在しなかったり、円の外側に2点A,Bが与えられた場合、右図以外にも接触する円がもう一つ存在するといったように、解が複数存在することもあるからである。

また解を求めるに当たっては、このような作図問題で



1) I.Tomas(1941), Greek Mathematical Works II Aristarchus to Pappus, Harvard University. Press, pp341-3.

2) 計算としては、 ${}_5C_2 = 10$  で求められるが、列記すれば以下の通りである。(順序は Pappus が数学集成で示した順とは若干異なる。)

- ① 3点、② 2点と1直線、③ 1点と2直線、④ 3直線、⑤ 1円と2点、⑥ 1円と1点と1直線、⑦ 1円と2直線、⑧ 2円と1点、⑨ 2円と1直線、⑩ 3円

は、直観に頼っただけではおよそ解決には至らない。解決のためには、まず求める円が描けたことを仮定して、問題状況を解析し、その上で使える手立ては何か、作図の手順はどうするかを考えておく必要がある<sup>1)</sup>。

Apolloniusの接触では、方冪の定理と比例中項の作図を何度も活用しなければならないので、一般的には中学生にとっては課題として余り適切ではないかも知れない。しかし、作図するとはどういうことかを学んだり、複雑な問題を解決するためには、予め事象を解析し、方針を立てながらその妥当性を検討していくことが必要だということを学ぶにはうってつけといえる<sup>2)</sup>。すなわち作図題には、簡単な図形の性質を利用したほは直観に依存する作図から、事象を解析し、方針を立て、その妥当性を検討しながら行う作図まで、段階的に設定できる課題であることを確認しておきたい。筆者は、単に手続きが習得できたかどうかを問うような段階を早く脱し、中学校（あるいは高等学校も含めて）数学で学んだ知識を、作図を通して実現させていくことが可能である点に注目しながら、論証指導は再構成される必要があるのではないかと考える。

### 3. 授業「角度の作図」

数学で学んだ知識を、作図を通して実現させていくことに留意して論証指導の再構成する試みとして、中学3年生を対象して「角度の作図」という授業を考えた。この授業では、作図を通して既習の数学を活用しながら、生徒の中に学習した事柄を体型づけていくことを目的としている。

任意の角の三等分は不可能であることは、ギリシア時代から分かっていた<sup>3)</sup>。ただこれが正しく証明されたのは、19世紀に入ってからである<sup>4)</sup>。筆者は、この事実、すなわち、任意の角は三等分できないという数学的事実と、この数学的事実に対して、条件を変えて、すなわち、他の道具を考案するなどの工夫を積み重ねて、不可能の克服に努めきてた（そのほとんどは、依然不可能かどうか証明される前に）人類の歴史については、作図を学ぶ中学生には是非伝えたい事実であると考えた。

一連の授業の結論として、定規とコンパスでは一般的な角度の三等分が不可能であること、

#### 1) 「2点と1円に接触する円の作図の解析」

円Cの外に2点A, Bが与えられたとする。

2点A, Bを通り、円Cと2点で交わる円を描き、交点をD, Eとする。

直線DEと直線ABの交点をFとすると、 $FA \cdot FB = FD \cdot FE \cdots \textcircled{1}$

また、点Fから円Cに引いた接線を引き、接点をPとすると、 $FD \cdot FE = FP^2 \cdots \textcircled{2}$

$\textcircled{1}$ ,  $\textcircled{2}$ より、 $FA \cdot FB = FP^2 \cdots \textcircled{3}$

これは、求める円において、点Pは点Fから引いた接線であることを示している。

故に、3点P, A, Bが与えられたので、求める円は決定される。

2) だからPappusはCollectionの中に、Apolloniusの接触の課題を入れたと推察される。Pappus of Alexandria (A. D.3C.), Edit (A. Jones:1986), Pappus of Alexandria Book 7 of The Collection part 2, Springer-Verlag, pp.534-9.

3) ギリシアの三大作図不能問題。定規とコンパスで以下の作図をせよ。

$\textcircled{1}$  円と同じ面積の正方形を作図せよ。

$\textcircled{2}$  与えられた立方体の体積の二倍の体積を持つ立方体を作図せよ。

$\textcircled{3}$  任意の角を三等分せよ。

4) Galois (1811 ~ 1832) 理論のもとに、リンツェルは角の3等分問題は、三次方程式の一般解を得ることと同値である、これが平面上には一般的に存在しないことを示した (1837) と言われている。



そして、その不可能を可能にしてきた人類の発見を紹介し、実際に克服の追体験をさせる。これが「授業：角度の作図」の趣旨である。以下、授業「角度の作図」を概観する。

### [1] 作図によって整数値の角度を作図する

角度の概念は、小学校でもたらされる。特に小学校では、分度器により直角を90に分割し、1度の概念を学習する。当然のことながら、1度が獲得されれば、その整数倍の角度はすべて把握することが可能である。中学生にとって、観念的にこの事実は理解しているが、実際に定規とコンパスによって作図した経験は無いに等しい。そこで、認識（中学生に取っての極めて常識と捉えられている観念的な認識）と、現実（実際にどのように作図をしたらよいか）とのギャップに切り込むことで、生徒の動機付けを高めながら探究を進められると考えた。以下、授業展開を時系列に従って、列記する。

#### (1) 既知の作図（基本作図と正多角形）から角度を求める

一般的に中学3年生が行える作図には次のようなものがある。

- |          |   |
|----------|---|
| ① 垂直二等分線 | ⇒ 90°⇒ 45°  |
| ② 正三角形   | ⇒ 60°⇒ 30°⇒ 15°⇒ 75° [15°の倍数]                             |
| ③ 正方形    | ⇒ 90°⇒ 45°  |
| ④ 正六角形   | 内角 ⇒ 120°⇒ 60°⇒ 30°⇒ 15° (正三角形で足りる)<br>外角 ⇒ 60°⇒ 30°⇒ 15° |
| ⑤ 正八角形   | 内角 ⇒ 135°<br>外角 ⇒ 45° (正方形で足りる)                           |

生徒にとって角度の作図は、1年次に学んだ基本作図から90°及びその半角の45°を作図すること、また、幾つかの正多角形からその外角、内角が作られることから、これらの角度の作図方法については知っているといえるだろう。しかし、これらの作図から得られる角度は、結果として15°の倍数だけである。

#### (2) 他の正多角形の作図から作られる角度

実現はしていないが、正多角形を利用すること（(1)の経験から、直角あるいはその二等分以外の角は、正多角形から得られることを経験的に知っている。そこで、その経験から、まだ作図されていない正多角形の作図が、新たな角度の作図に寄与するのではないかという見通しは、自然なものと考え）で、考察を通して作り出せる角度として、どのようなものが考えられるかを検討させると、次のようなものが挙がってくる。

- ① 正三角形、正五角形から作り出せる角度は、たとえば以下ようになる。
- |      |              |
|------|--------------|
| 正三角形 | ⇒ 15°        |
| 正五角形 | ⇒ 3° [3°の倍数] |
|      | ⇒ 18°        |

② 正五角形の考察

外角  $\Rightarrow 72^\circ \Rightarrow 36^\circ \Rightarrow 18^\circ \Rightarrow 9^\circ$  [9°の倍数]

内角  $\Rightarrow 108^\circ \Rightarrow 54^\circ \Rightarrow 27^\circ$

③ 正七角形の考察  $\Rightarrow$  整数値にならない

④ 正九角形の考察

外角  $\Rightarrow 40^\circ \Rightarrow 20^\circ \Rightarrow 10^\circ 5'$  [5度の倍数]

内角  $\Rightarrow 140^\circ \Rightarrow 70^\circ \Rightarrow 35^\circ$

⑤ 正五角形, 正九角形から作り出せる角度は, たとえば以下のようになる。

正九角形  $\Rightarrow 20^\circ \Rightarrow 2^\circ \Rightarrow 1^\circ$

正五角形  $\Rightarrow 18^\circ$

以上より, 正三角形の他に, 正五角形, 正九角形が作図できれば, 整数値のすべての角度の作図が可能ということになる。そこで, 次に正五角形, 正九角形の作図法の検討が課題となる。

[2] 正五角形の作図

(1) 正五角形の解析

正五角形はどのような性質を持っているかについて考察することは, 作図法の発見につながる。生徒の様子を見ていると, およそ, 次のような考察が得られる。

① 外角は  $72^\circ$ , 内角は  $108^\circ$ である。

② 辺  $A_3A_4$  の垂直二等分線上に, 頂点  $A_1$  がくる。

③ 対角線の長さはすべて等しい。

[証明]  $\triangle A_1A_2A_5$  と  $\triangle A_2A_3A_1$  において

正五角形であることから, すべての辺は等しいので,

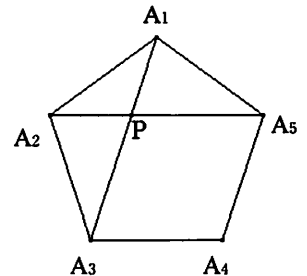
$$A_1A_2 = A_2A_3, \quad A_1A_5 = A_2A_1$$

また, 内角のすべて等しいので,

$$\triangle A_1A_2A_5 \equiv \triangle A_2A_3A_1 \quad (\because \text{二辺夾角相等})$$

対応する辺は等しいので,  $A_2A_5 = A_3A_1$

同様にして, すべての対角線は等しい。[Q.E.D.]



④  $\triangle PA_1A_2$  の  $\triangle A_1A_2A_5$

[証明]  $\triangle PA_1A_2$  と  $\triangle A_1A_2A_5$  において

$\angle PA_2A_1 = \angle A_1A_2A_5$  (共通の角)

また,  $\angle A_1A_2A_5 = \frac{180^\circ - 108^\circ}{2} = 36^\circ$

$\therefore \angle PA_1A_2 = 108^\circ - \frac{180^\circ - 36^\circ}{2} = 36^\circ$

$\therefore \angle A_1A_2A_5 = \angle PA_1A_2$

よって  $\triangle PA_1A_2 \sim \triangle A_1A_2A_5$  ( $\because$ 二角相等) [Q.E.D.]

⑤ 対角線の長さは, 正五角形の一辺の長さを1としたとき,  $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$

[証明] まず,  $\triangle A_5A_1P$  は二等辺三角形なので,  $PA_5 = 1$ 。また  $PA_2 = x$  とおくと,

$\triangle A_5A_1P \sim \triangle A_1A_2A_5$  より, 対応する辺の長さは等しいので,

$x : 1 = 1 : (x+1)$

$\therefore x^2 + x - 1 = 0$

$\therefore x = \frac{-1+\sqrt{5}}{2}$

よって, 対角線の長さは,  $1 + \frac{-1+\sqrt{5}}{2} = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$  [Q.E.D.]

## (2) 正五角形の作図

(1) で判明したことを基にすると, 作図の方針は次のように立てる (あるいは, 立てられた方針に対して納得を得る) ことができるだろう。

### ① 作図の方針

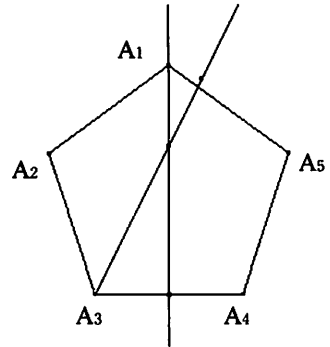
1)  $A_3A_4$  の垂直二等分線を引く ( $A_1$  はこの直線上)

2)  $A_1A_3 = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$  より対角線の長さが作図されれば,

$A_1$  は決定される

3)  $A_1A_2 = A_3A_2 = 1$  より,  $A_2$  を決定 ( $A_4$  も同様)

4) 決定された頂点を結ぶ



### ② 作図の実現 (右図)

以上の解析により, 作図は右の図のように実現される。

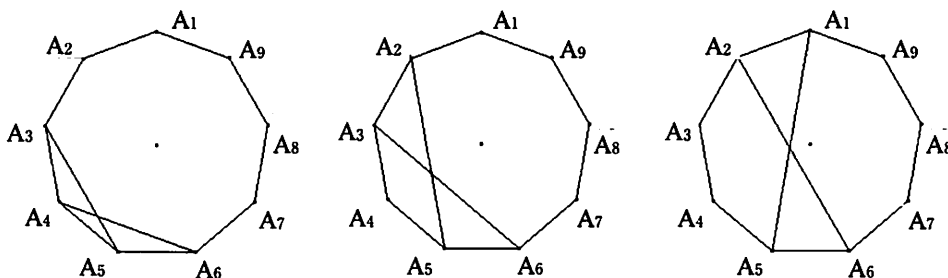
正五角形が作図されたことから, まず  $9^\circ$  の倍数が作図可能となり, 正三角形の作図と併せて,  $3^\circ$  の倍数の角度は作図することが明らかとなる。

## [3] 正九角形の解析

正九角形も正五角形の作図法発見の手順に従って, 図形の性質を考察することが, 作図法の発見に結びつくのではないかとこの予想は, 自然に生まれてくるだろう。

(1) 正九角形の解析

- ⑤ 外角は  $40^\circ$ ，内角は  $140^\circ$ である。
- ⑥ 対角線は 3 種類ある。
- ⑦ 対角線は，それぞれが二等辺三角形の一辺を構成する。
- ⑧ 辺  $A_4A_5$  の垂直二等分線は  $A_1$  を通り，この垂直二等分線が線対称の軸となっている。
- ⑨ 2 番目に長い対角線を結ぶと正三角形が作られ，この正三角形を  $40^\circ$ ずつ回転させると，すべての頂点に重なる。



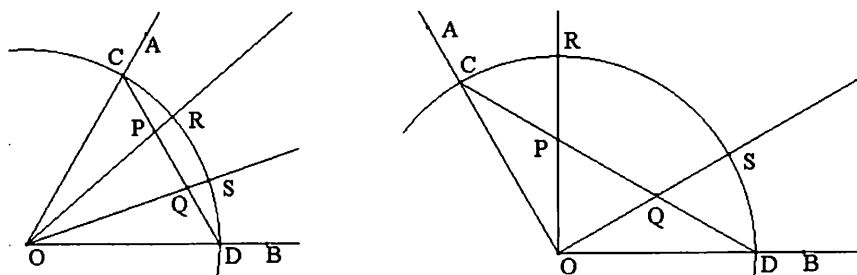
3 種類の対角線による作図の考察

(2) 「何が分かれば作図が可能となるか」についての考察

- ① 外角である  $40^\circ$ が作図できればよい。
- ② 一辺の長さとして，3 種類の対角線のうちのどれか 1 本の長さの比が分かればよい。  
 ⇒ ところがどの対角線の長さも，一辺の長さに関係づけられない（まだ作図ができていない角度が必要になってしまう）  
 ⇒ 直接  $40^\circ$ の作図を検討する  
 考えられる方針としては，既知の角度との関連づけから，次の 2 つが浮上する。
  - 1)  $120^\circ \div 3 = 40^\circ$
  - 2)  $60^\circ \div 3 \times 2 = 40^\circ$

(3)  $\angle AOB = 60^\circ$  としたときの，角の三等分の検討

角の 2 等分の仕方をするのが順当となり，辺  $CD$  の 3 等分点  $P, Q$  を作図する。すると  $OP, OQ$  が  $\angle AOB$  の三等分となると予想される。ところが，同じ手法で  $\angle AOB = 120^\circ$  として作図すると，明らかに  $OP, OQ$  は  $\angle AOB$  の三等分線にはなっていないことが



分かる。

作図方法から

$$\triangle OPC \equiv \triangle OQD \text{ (2角夾辺相等)}$$

が証明できるので、 $\angle POC = \angle QOD$  は導かれるが、同時に  $\angle POC \neq \angle POQ$  も証明される。このことは、この方法では角の三等分はできないことを示すが、より重要なことは、弦の二等分点は角の二等分線上にくるのに、なぜ弦の三等分点は角の三等分線上にこないのかという問題である。当然この問題は、 $\angle AOB = 60^\circ$  に限定されず、一般の角度に対しても生じる問題である。

(4) 中心角と弦の長さとの対応についての検討

線分は2点間の最短距離であるので、

$$\widehat{CD} > CD$$

が成り立つ。

$$\widehat{CD} > CR + RS + SD$$

となる(右図)。

次に、弧CR, RS, SDの中点をそれぞれL, M, Nとすると、同様に、

$$\widehat{CD} > CL + LR + RM + MS + SN + ND$$

となる。

新しく作られた弧の中点を取り、弧上にできた点を結んで弦を作ったとき、これらの弦の和は、この操作を繰り返していくことによって徐々に弧の長さに近づいていくが、決して弧の長さとは等しくならない。

一方、半径r、中心角 $a^\circ$ の扇形の弧の長さlは、

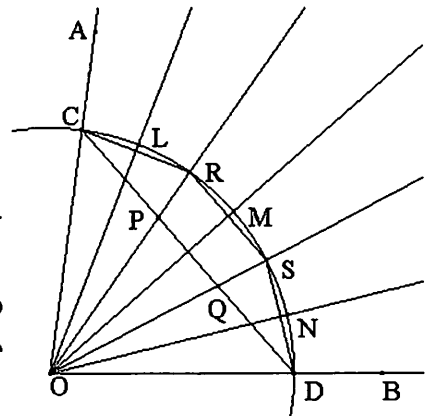
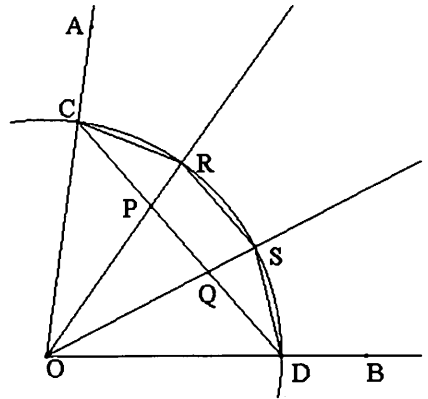
$$l = 2 \times \pi \times r \times \frac{a^\circ}{360^\circ}$$

である。この式は、比例定数を、 $\frac{2\pi}{360^\circ}$  としたとき、

弧の長さlは中心角 $a^\circ$ に比例していることを表している (Euclid vol.6 prop.33)。

このことが意味していることは、中心角は、弧の長さに比例していて、弧の長さとは等しくならない弦の和とは、比例しないということである。即ち、弦の三等分点は、中心角の三等分線上にはこないことになる。

さて、作図で用いる定規とコンパスの機能は何か。定規は線分をかき、あるいは既にある線分を延長することができ、コンパスは、円もかけるが、作図の中で一般的に行われる機能は、長さを測り、移すことである。コンパスの半径を変化させても、針と芯は、直線



上しか動かない。即ちコンパスは、曲線を分割しないのである。このことは、定規とコンパスでは、角は三等分できないことを示唆している。ギリシア人達はこのことを経験的に知っていたらしい（ギリシアの三大不能問題<sup>1)</sup>）。角の三等分が正しく証明されるのは、E.Galois (1811-32) まで待たねばならない。

いずれにしても、(90°の倍数の角度を除いて) 定規とコンパスでは角の三等分はできない。よって、40°の作図が不可能となるため、正九角形は定規とコンパスでは作図不可能ということになる（但し、以上は、数学的には正しい証明にはなっていない）。

#### [4] 3°の倍数の角度の作図

以上のことから、理論的には、3°の倍数は作図可能ということが分かった。このことを観念にとどめず、実感させるために、いくつかの作図題を課すと良いと考える。

[作図題の例]

(1) 75°の作図

(2) 48°の作図

(3) 27°の作図

[作図の方針]

①  $60^\circ + 15^\circ$

②  $90^\circ - 15^\circ$

③  $30^\circ + 45^\circ$

など

[作図の方針]

①  $108^\circ - 60^\circ$

②  $30^\circ + 18^\circ$

など

[作図の方針]

①  $75^\circ - 48^\circ$

②  $72^\circ - 45^\circ$

など

#### [5] 不可能を可能にする人類の歴史

これまで、定規とコンパスでは任意の角度の三等分は不可能であることが述べられてきた。ここでは、道具を工夫しながら、角の三等分に取り組んできた歴史を追いながら、何とか角の三等分を実現した方法に取り組んでいく。

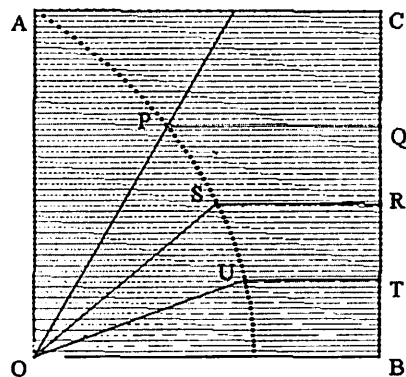
##### (1) Hippias<sup>2)</sup> 曲線（円積曲線）による三等分

折り紙を用いて Hippias 曲線（右図）を作り、60°の三等分が可能であることを知る。

① 正方形 AOBC の折り紙に、 $\angle AOB$  の二等分線と辺 BC の二等分線の交点を取る。

②  $\angle AOB$  の四等分線と辺 BC の四等分線の交点を取る。

③  $\angle AOB$  の八等分線と辺 BC の八等分線の交点を取る。

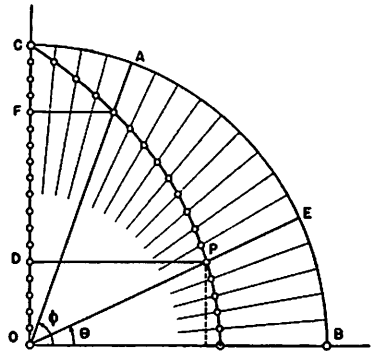


1) 小杉登 (1974), 数学史 (幾何と空間), 槇書店, p.p.31-42。

2) 岩波書店刊の Platon 全集によれば Hippias は、B.C.5C. の人で、Socrates とほぼ同時代のソフィストで、非常に博学であったことが記されている。

以上の操作を繰り返していくと、点による曲線ができあがる（右上図）。

この曲線の作り方から分かるように、 $\angle AOB$  の分割と線分  $BC$  の分割の割合を等しく行った直線の交点からできあがっている。即ち、角の  $n$  等分と線分の  $n$  等分とを関係づける曲線となっていることが分かる。先に触れたように、扇形の中心角と弧の長さは比例するが、弦の長さとは比例しない。よって、角度と線分とは関係づけられないことが分かっていた。おそらく Hippias は、角度と線分の長さとは関係づける手立てがあれば、角の三等分は可能であると考えたのであろう。



実際、Hippias 曲線と  $\angle POB = 60^\circ$  となる動径  $OP$  との交点を点  $P$  とするとき、線分  $BC$  上に  $PQ \parallel OB$  となるように点  $Q$  を取る。すると  $\angle AOB : \angle POB = BC : BQ$  となる。また、線分の 3 等分は作図可能なので、 $BQ$  の 3 等分点  $R, T$  を取ると、 $BT = \frac{1}{3} BQ$  となるので、

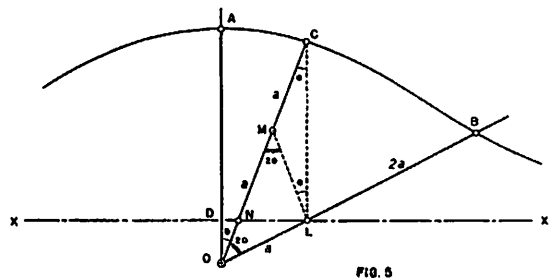
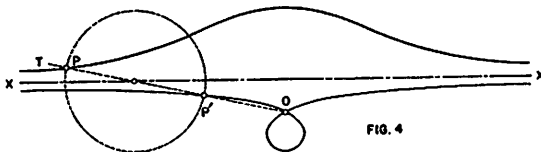
$$\angle UOB = \frac{1}{3} \angle POB \neq 20^\circ,$$

また、 $\angle SOB = \frac{2}{3} \angle POB = 40^\circ$  となる。

ただ、Hippias 曲線は、定義に従って取った点以外は、近似でしかない。そこに誤差が生じるのが弱点といえる。

### (2) Nicomedes (A.D.2C.) による Conchoid 曲線を利用した角の三等分の紹介。

Hippias 曲線意外にも、様々な試みが成されたことは紹介しておく必要があるだろう。ただし、これらの超越関数は、高等学校 3 年生で学習する内容でもあるので、深入りすることは避け、簡単な紹介に留めておくべきであろう。



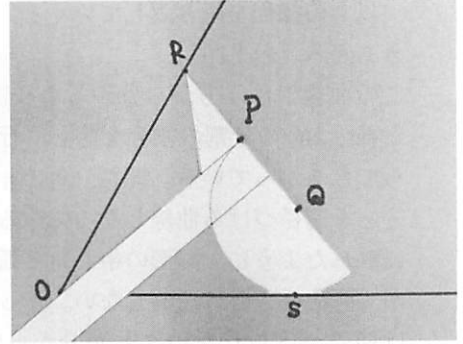
### (3) 靴屋のナイフ（トマホーク）による角の三等分とその証明

角の三等分器の例として、靴屋のナイフは秀逸といえる。ここでは、厚紙に印刷された靴屋のナイフを一人一人配布し、切り取らせ、実際に自分で角の三等分を試させたい。

ノートに  $60^\circ$  を作図させ、そこに靴屋のナイフをあてる（本来角度は、任意の角度で良いが、授業の構成上、正九角形の作図に必要な  $40^\circ$  を作らせることが意味があると考えた）。

なぜ、靴屋のナイフでは角が三等分されるのかについて考察させ、証明させる。

本授業が、正九角形の作図を出発点として行っているのですが、40°の作図を行うために、ここでは60°を三等分させたが、靴屋のナイフの構造から、任意の角に対して三等分が可能であることが同様に証明されることは理解できると考える。



① 靴屋のナイフの使い方 (右図上参照)

② 角の三等分となる証明

〔証明〕 右図下において、 $QS \perp OS$

$$\triangle OQS \equiv \triangle OQP$$

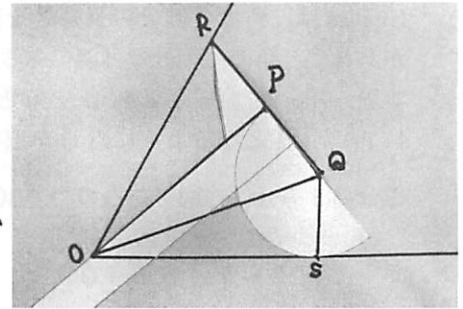
( $\because$  斜辺と他の一辺相等)

$$\text{また、} \triangle OPR \equiv \triangle OPQ$$

( $\because$  二辺夾角相等)

よって、それぞれ対応する角は等しいので、

$$\angle QOS = \angle QOP = \angle ROP \quad [\text{Q.E.D.}]$$

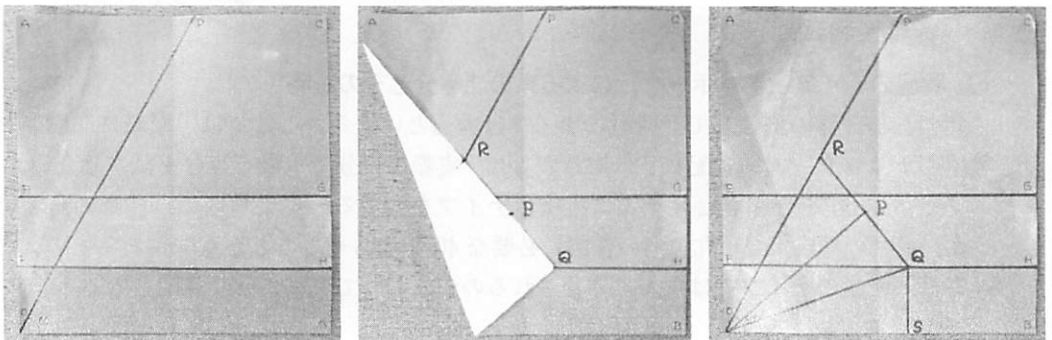


#### (4) 折り紙による角の三等分とその証明

靴屋のナイフは、とてもよく考えられた作図器といえる。しかし、工夫されているとはいえ、われわれにとって、日常的とは言い難い。日常の中に、角の三等分に関わる道具が存在することは、それ自体、将来において、新しいものを作り出していくために、意味のある経験であると考ええる。幸い、我が国には、幼稚園の時代から親しんできた折り紙という存在がある。

① 折り紙による角の三等分の手順

- 1) 正方形の一辺と等間隔に引いた平行な2直線がかかれた折り紙に任意の角 $\angle DOB$  (ここでは60°とした) を作る (下図左)。
- 2) 点Oが線分FH上に、点Eが線分OD上来るように折る。このとき、点Fが位置する点をPとし、点Oが位置する点をQとする。
- 3) 線分OP, OQは $\angle DOB$ を三等分する。





## ② 証明

証明の方法としては、三角形の垂心を利用したものなど幾つかあるが、ここでは授業の流れに従って、靴屋のナイフの証明を参考にしたものを紹介する。

[証明] 右の図で、FQとOPの交点をTとする。

$\triangle OFT$ と $\triangle QPT$ において

仮定から  $OF = QP$

また  $\angle OFT = \angle QPT = 90^\circ$

折り方から  $FT = PT$

よって、二辺夾角相等により $\triangle OFT \equiv \triangle QPT$

対応する角は等しいので、 $\angle FTO = \angle PTQ$

すると、3点F,T,Qはこの順に一直線にあるので、

$\angle FTO$ と $\angle QTP$ は対頂角を作るため、3点O,T,P

はこの順で一直線上の点となる。

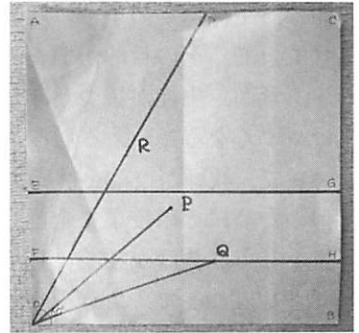
ここで、点Qから辺OBに下ろした垂線の足をSとすると、

$\triangle OQS \equiv \triangle OQP$  ( $\because$ 斜辺と他の一辺相等)

また、 $\triangle OPR \equiv \triangle OPQ$  ( $\because$ 二辺夾角相等)

よって、それぞれ対応する角は等しいので、 $\angle QOS = \angle QOP = \angle ROP$

[Q.E.D.]



## 4. 授業構成での配慮

先に挙げたように、「授業：角度の作図」の目的は、

- ① 作図を通して既習の数学を活用する場面を設定し、実際に活用させること。
- ② 生徒の中に、学習した事柄を体型づけていくこと。
- ③ 定規、コンパスにより作図では、任意の角の三等分は不可能であることを理解すること。
- ④ 不可能を可能にしてきた人類の発見を追体験し、そこに出てくる証明や、数学的事実を理解すること。
- ⑤ 折り紙による、任意の角の三等分を理解し、証明できること。

である。どの場面でも共通して要求したいことは、既知の数学を利用して、しっかりと論証することである。第3章で、それぞれの場面で生まれた命題についての証明を載せたが、ここに示された証明を暗記させることが目的ではなく、それぞれの証明に根拠として取り上げられたことが何か、それがどのように根拠として位置づけられたのかに重点をおいて授業は展開されるべきであると考えたし、授業実践ではそのように心掛けた。しかし、第3章にあるように証明を要求した命題の数は多く、一般的には中学生にとって、個別の証明問題として扱うとすると、最後までモチベーションを高く維持して取り組むことは困難といえる。では、生徒のモチベーションを高く維持しながら、上記の目的を達成するのはどうしたらよいだろうか。

その答えの一つには、授業にストーリー性を持たせることが挙げられよう。授業における

ストーリー性の重要性を指摘したのは、吉田稔である。吉田によれば、およそ20年前に行われた日米の問題解決の指導に関するプロジェクトの中で、当時の本校での授業、附属小学校での授業を参考にしながら、日本の良い授業といわれている授業の特徴として、授業の中の演劇性（ドラマ性）、授業におけるストーリー性を挙げた<sup>1)</sup>。授業を構成する教師は、同時に授業に参加する教師でもある。授業に参加する生徒は、同時に授業を作っていく担い手でもある。活性化された授業では、それを担う参加者はまず授業の文脈に自分を位置づけて、主体的に参加していこう。同時に、そのような生徒は、自ら意図を持って授業に参加しているはずである。無目的に、証明しなさいという教師の指示に従っているだけでは、主体性は維持できないであろう。そこに生徒が持つ授業への参加目的が必要となる。勿論、生徒それぞれが持つ意図は、生徒個々の事情に起因して作られるべきであろうが、そもそも授業の目的が明確に示されていて、その目的が個々の生徒にとって受け入れやすいものであるならば、生徒が持とうとする意図、生徒が持つ意味があると考えられる授業への参加意図も、教師が企図した意図に結びつけやすくなるといえるだろう。

さて、教師が授業を構成する場合、単に学習させたい内容を直截的に取り上げるのではなく、何のためにその授業を企画したのか、何を生徒にくみ取ってほしいと考えているのかなどを背景として、教師が授業に込める意味、授業を通して学ばせたいことを授業の目的としてはっきりさせることで、ようやくその輪郭が作られてくる。そのような企図のもとで、はじめて、単なる単元の内容としてではない、個別に習得させたい事柄がより明確化され、個別に習得させたい事柄を通して、授業を通して学ばせたい事柄が授業のテーマとなっていく。従って授業のテーマに沿って探求させていくことが、生徒の理解は個別の事柄の理解にとどまらず、個別に習得させたい事柄を学ぶことに対する理解が生まれてくるのである。そして、この生徒が個々の内に個別の事柄の学習を通して少しずつ獲得していき、ひとまとまりの価値として形成されていった授業のテーマに対する意義が、参加者にとっての授業に対するストーリー性を形成すると考えるのである。

また、生徒のモチベーションを高く維持させながら授業に取り組ませるためのもう一つの答えは何か。それは、授業の構成する内容とその順序に関するものである。先に、授業の目的が明確で、かつ個々の生徒にとってより受け入れやすいもの、すなわち親和的であるとき、生徒は意図を持って授業に臨みやすくなると書いた。個々の生徒が持つ授業に臨もうとする意図が、教師の設定した授業の目的と親和的であるにはどうしたらよいか。最も簡単な方法は、扱う事柄が「なぜ」と「だから」の連鎖となるように配置することであろうと考える。

「角度の作図」の授業では、「任意の角の三等分は不可能である」ことを経験的に検証し、その不可能性を克服してきた人類の歴史を追体験した。また、角の三等分器「靴屋のナイフ」と、折り紙による任意の角が三等分可能なことの経験を通して、自分たちも歴史の中に角の三等分を探求していく一人として携わっているという実感を持つに至った。その実感は、この授業を通して知り得た知識、即ち、正五角形の作図方法や、 $3^\circ$ の倍数の角度の作図方法を獲得したからではなく、また、中心角と弦との関係が比例関係にないことを理解したからだけでなく、角度と弦（線分）の長さとをどのように結びつけたらよいかについて、Hippiasのアイデアを通

1) 吉田稔 (1992), 日本の算数・数学の授業についての覚え書き, 三輪辰郎編, 日本とアメリカの数学的問題解決の指導, 東洋館出版社, pp.188-221.

して理解したことというような、個別の事柄の理解の累積だけではないのだと思う。当然、中には自分の内に、そうした個別の知識から文脈を作り出し、獲得した事柄を文脈の中で捉えられる生徒もいるであろう。しかし数学的な知識も経験も余り多くは有していない多くの中学生にとっては、個別に与えられた知識を簡単には文脈化することはできないであろう。筆者は、生徒に取ってばらばらと感じられる個別の知識群を文脈化していくためには、そこに登場するある個別の事柄に対する学習を通して、新たに「なぜ」あるいは「どうしたらよいか」という問いを発生させ、その問いに答える形で次の事柄が学習の対象として提示させることが必要だと考えた。

授業「角度の作図」では、ここで取り上げられたそれぞれの事柄は、その当時の「角度の三等分」に対する探求の成果とその限界であり、限界の克服のために、必然的に「なぜ」、あるいは「どうしたらよいか」が発生するように一連の事柄が配置されている。これまでに解決していない課題に対して、新たなアイデアによって課題の解決に当たり、その結果発生した課題に対して、次のアプローチを試みる。そのようにして、既習による解決方法をだんだんに精緻化していくように授業は構成されるべきであると筆者は考えている。

最後の段階で取り上げた、「靴屋のナイフ」は、その簡便さに対して一様に生徒に驚きを生む。そして、その驚きは、単なる驚きで終わらず、その事実を論証によって自分のものとしていこうとする識を生徒の中に形成していく。経験した驚きは、根拠の解明への動機付けとなる。そして、筆者が一連の授業の最も最後の段階に位置づけた折り紙による任意の角の三等分の方法は、われわれ日本人にとっては余りに身近な折り紙を題材に、しかも比較的簡潔に任意の角の三等分を作り出せる課題である。一般の中学生にとって、折り紙は大変身近であると同時に、自分が知っている使い方とは全く異なる使い方による意外性は、驚きの対象ともなる。この生徒にとっての親和性の高さや意外性の高さは、事象の究明に対する動機付けを高める。

以上、中学生にとって負荷の高い学習を、モチベーションを落とさずに取り組ませるために、一つは授業のストーリー性、もう一つは授業で取る挙げる個別の事柄から生まれる「なぜ」と「どうしたらよいか」の因果関係に配慮した授業構成に十分配慮することを述べてきた。そして、そこで取り上げる個別の事柄は、生徒に取っての親和性と同時に意外性を内在するものであることが重要な視点となることを付記しておきたい。

## 5. 作図の意義と意味について

### [1] 作図の意義について

中学生にとって作図はどのような意義を持っているといえるだろうか。中学1年生で初めて数学として作図を行うとき、おそらく生徒は期待感をもってその授業に望むのではないだろうか。白紙のノートに、自分できれいな図（フリーハンドの図と違って）を作り出せたことは、誰にとっても喜びだと思うのである。しかも、単にコンパスで円を描くのではなく、たとえば、それが線分の垂直二等分線であったとしても、そこに図形の性質を見いだしながら、あるいは図形の性質を利用しながら、新たなものを作り出したのである。ここには、学習した事柄を活用して、新たなものを作り出したという喜びがあるに違いない。またこのことは、意味を伴った作業の結果としての作品を生み出したことに対する喜びとあって良いと思う。

また、作図は、ちょっと複雑になってくると、既知の図形の性質を整理しながら、目的に向かって自分自身の思考を進ませる。当てずっぽうに始めたのでは、いずれ行き詰まってしまう。よって、予め、何を達成したいのか目的に合わせて計画を立て、手順をしっかりと確認してから行うことが求められるようになる。このこと自体は、幾何の証明と同じ構造を持っているといえるだろう。幾何の証明をかく場合、予め、寄与の条件からどのように結論に結びつけたらよいかを検討し、それを、仮定された条件から論理的に再構成するという過程をたどることになる。しかし、作図が幾何の証明と決定的に異なるのは、自分の考えた手順や根拠が正しいかどうかは、実際に作図をしてみると、その瞬間に正否がおおよそ分かることにある。手順にどこかに間違いがあるとすれば、おそらくその手順に従って完成された図は、予定していたものとどこか異なっていることが見て取れる。

一方、幾何の証明では、証明が正しいかどうかは、初めから記述された事柄を冷静に検証していかねばならず、記述した事柄のどこかに、何らかのミスコンセプションが発生していたりすると、何度見直してもその間違いは、正しいものとして見過ごしてしまう。よって証明の検証では、初めて証明を記述するときと同様の細心さと冷静さが求められる。ところが作図の場合、正しいかどうかの検証は、自分がそれを実際に行うことである程度実現できる点に、生徒にとっての取りかかりやすさがあるといえる。故に作図においては、予め立てた方針や、その方針に従って構成した手順の妥当性は、それを実行することで検証しているともいえるのである。

作図とは行為であるので、作図においては自分の立てた方針や手順は、計画しただけで実行に移さずに終わるということはまずない。しかし、計画立案した事柄を、検証し、その妥当性を明らかにすることは、科学の基本である。作図の優位性は、科学を作り出すサイクルのうち、検証に当たる部分を、自ら進んで行わしめる点にあるということができると思う。

## [2] 作図の意味について

それでは行為として行った作図は、生徒にとってどのような意味を持っているといえるだろうか。

まず、作図は行為を伴う学習であるので、学んだことを行為に移さないという意味をなさない。操作手順それ自体を知り、それを実際に行えるということが作図の学習の意味の一つといえるだろう。

次に、作図は、一手順、一手順ごとに、自分で作られていく図形を確認しながら進められる。少しずつできあがっていく図形は、目的とする形から見れば未完成である。よって生徒は、常に、目的とする形と比較しながら作図を進めていくことになる。すると、その仮定では、様々なアイデアが湧いてくることになるだろう。生徒は頭の中で、自分が既知としている事柄を、いろいろな形で当てはめてみようとする。それは、今自分が行っている行為に対して、常に振り返って吟味することに他ならない。既に決められた手続きに従って、無反省に行われる作図を別とすると（手続きだけを丸暗記しただけの作図は、畢竟無反省に進められてしまうだろう）、一手順、一手順確認されながら進められる作図は、常に反省的思考を伴うといえる。

また、冒頭で紹介したように、まだ分からないものを分かったものとして捉え、事象を把

握していく手法に解析があるが、解析するとはどういうことなのか、実際にそれを実行するためにはどうしたらよいかということへの一つの解答に、Apolloniusの接触の課題がある。Apolloniusの課題では、基本作図をいくら試行錯誤してみても、おそらく解決には至らない。与えられた要素に対して、接触する円が描けたとして、そこにはどのような性質が潜んでいるかを解析していかないと、作図の手立ては浮かんでこないのである。この、まだ分かっていないものを分かったものとして問題に取りかかる手法は、方程式についてもいえるが、これは人類の大発見といえるだろう。作図を学ぶ意味として、解析の考え方を経験することも挙げられると考える。

また、J.Deweyを引用しながら、数学教育においても反省的思考の重要性<sup>1)</sup>を指摘した和田義信は、「数学的なアイデアについての指導が、まわりくどいように見えても、学習指導の能率をあげるのに重要なものである」という<sup>2)</sup>。すると、作図に取りかかることの意味は、数学的なアイデアを自ら工夫しながら抽出し、かつ、自分に与えられた課題を達成させるために利用し、活用使用とさせる点にあるともいえるのではないか。以上のように、作図は、個々の活動においても、数学的な意味を持った活動として位置づけられる。しかし同時に筆者は、より高次の意味も内在しているといえるのではないかと考えるのである。

「人生における科学的精神、如何にして之を開発すべきか、これ即ち生活上最も重大なる問題であると同時に、また教育上に於ける根本問題であらねばならない」と主張した小倉金之助は、「科学的精神」というところの科学と数学との類似性を、有機化学の合成法と幾何の作図題とを対比させながら説明する。幾何においては、解析によって図形の構成を明らかにすることは、有機化学では、分析によって物質の構造を明らかにすることに対比され、補助線を引きながら解析する幾何同様、化学作用によって中間的物質を作りながら、漸次目的物に到達しようとするものの類似性に言及する。しかも小倉は、このような類似性、平衡性は、単に表層的にとどまるのではなく、もっと深い根本的な根拠を有すると主張する。自然科学において、経験から一つの量的法則を発見する場合、個別事象の普遍化を避けて通ることはできないが、その普遍化には類推が不可欠となる。しかし、最も深く正しい類推とは、感覚的属性を離れ、物質を超越せるところの、計量的なまた空間的な形式を要するもの、即ち数学であると主張する。宇宙は数学で記述されているといったのはガリレオであるが、小倉も、自然科学および自然科学における量的関係の探求では、根底には数学が潜んでいることを強調する<sup>3)</sup>。

この小倉の主張から得られる知見とは何か。一つは、作図といえども、科学を探究していく行為となりうるのだということである。ただ、どのような授業構成によって、科学を探究していく行為となるのか、ここに一つの課題が生じる。また一つは、作図を通して、あるいは作図そのものを学んでいくときに、普遍化とはどのような行為を指すのかという課題が提示されたことであろう。作図の中で何かをもとにして類推し、それを普遍化していこうとすることは、どのような場面が考えられるだろうか。それが果たされる場面が得られたとき、作図には、科学を学ぶための一分野としての位置が与えられるかも知れない。ただ、類推か

1) 和田義信 (1997), 和田義信著作・講演集 2, 東洋館出版社, p.105-12.

2) 和田義信 (1997), 和田義信著作・講演集 1, 東洋館出版社, pp.63-82.

3) 小倉金之助 (1937), 数学教育の意義 (科学的精神と数学教育), 岩波書店, pp.68-73.

ら普遍化するという事は、簡単には生まれにくいと思う。

本稿で示した、授業「角度の作図」では、角の二等分線の描き方をもとにして、角の三等分線も弦の三等分点と頂点を結べば良いのではないかという類推が生じる（この発想は、通常どのクラスでも起こるので、自然な類推といえる）。しかし、結論からいえば、この類推は正しくはない。むしろ、角の三等分は、角の二等分とは同じように行えないことが、新たな課題の設定につながるものであり、新たな課題を同定し取り組んでいこうとすることがより重要な考えといえる。類推による一般化と同時に、類推による一般化が不可能であると判明したときに、そこから新たな課題を設定し、その課題に取り組もうとしていくところに、作図を学習する意味があるものと考えられる。

## 6. 終わりに

作図を、単なる作図問題として終わるのではなく、既習の数学を広げ、深めていく装置として位置づけた授業「角度の作図」は、生徒には何が伝えられただろうか。生徒の感想から、生徒に伝わったと考えられる幾つかを紹介する。

- (1) 角の三等分ができないという事実と、そのような不能な問題に対して、問題点をどのように克服しようとしたか、関わった人間の歴史を知り、社会が進歩するという事は、こういうことなのかということが分かった。
- (2) 作図は、1年の時から関わってきたが、数学の一つの分野としてしか捉えてこなかったのが、作図問題ではないような問題を解決する道具としての意味があったことを再度感じることができた。
- (3) 実際に作図ができることと、なぜそれが成り立つのかを考えることとは、実は同じ行為の表裏であって、作図することと、理由を考えることとを分けて考えてはいけないことを知った。
- (4) 仮定された条件から、作図をする方法を考えることは、何かの命題を証明することとほとんど一緒だということがとても印象的であった。ただ、何かの証明を考えることよりも、自分の手を動かしながら作図の手順を考えることのほうが面白い。ただ、作図の手順や妥当性の根拠を証明の形で記述することは大変だ。
- (5) たくさん証明があったが、それらが皆つながっていることに興味を覚えた。数学とは、一つだけ独立してあるのではなく、どこかしら関係していて、その関係を調べていくと、実は一つにつながっていくのではないかという印象を持った。

これらは、当然それぞれが別の生徒の記述をまとめたものである。総体としては筆者が期待したことが受け止められたといえるだろう。しかし、本来は、どの生徒にもこれらのことをすべて感じ取ってもらいたいと考えていたし、その考えは今も変わらない。どのようにしたら、どの生徒にもこれらのことを感得させられるのか。それはこれからも数学の授業を考え実践していく筆者にとっての今後の大きな課題である。

しかし、授業「角度の作図」を例示しながら、本稿をもって主張したいことは、作図を中学校の数学の諸単元の中に位置づけようではないかということであった。論証と作図が表裏の関係にあることを意識して中学校数学の授業を構成していこうではないかということである。意味を検証しながら進める作図は、生徒にとって、行為そのものが楽しいものだと思う。また作

図を通して論証したり、検証したりすることは、既に述べてきたように、自らの仮説を検証することであり、自らの行為を自分の力で論証できたり検証できたりすることは、生徒にとっては喜びであると思う。

最後にここで、2つ程、作図について筆者にまつわるエピソードを紹介したい。現在の筆者からすると、どちらも改善すべき指導の例としてである。

一つは、筆者自身の経験である。筆者が中学生の頃は、中学校では家庭科は既に無く（男子は小学校6年生まで）、技術科が課されていた。当時技術科では、製図の指導が行われていた。中学校2年生のとき、正五角形の作図を学習した。しかし、中学校2年生では、まだ無理数も二次方程式の解の公式（当時は、根の公式といった）も未習であった。勢い、正五角形の学習では、手順だけ暗記させられることとなった。作図手順に対する意味的理解を伴うことのない指導は、筆者をはじめ多くの生徒たちを憂鬱にした。作図の指導で最もまずいことは、作図手順を注入させる方法である。

今一つは、中学校2年生だった頃の私の息子のことである。既に中学校1年生で扱う基本作図は学習済みであった。三角形と四角形の単元のところだったと記憶するが、よく分からないという息子に教えていたのだと思う。息子は問題がよく分からない様子なので、定規とコンパスを持ってこさせて、問題を作図するよう指示した。数学の学習において、いちいち作図を取り入れて学習するという経験の無かった息子は、なぜ作図しなければならないのか、私の意図が分からない様子であった。結局、問題解決は一人では行えず、結局その問題は私が解説した。その解説の中で、平行四辺形の対角線が互いに中点で交わることを利用して中点の作図を行った見せたところ、そんな方法があったのかと、それまでいやいや父親の説明を聞いていたのが、そのときばかりは本当に興味深い顔をしたのである。既習として片付けられていた中点の作図問題（息子にとって、線分の垂直二等分線の作図が中点の作図に使えることは既知であった）が、更に積み重ねられた既習（ここでは平行四辺形の性質）と関連づけられることによって、数学が体系化されている学問（学習）であることの一端に触れたのである。百科全書的に知識を積み重ねていくのが数学の学習であるという誤解を生徒に植え付けている実態が散見されるが、既習と新たに学習したことが関連づけられていく実感を学習者の中にもたらすことは、学ぶ側の学習者にとってもうれしいことであろうし、指導する側の教師にとってもよりうれしいことではないかと考える。よって、作図の単元が終わればもう作図はやらないのではなく、過去の学習と現在の学習とを如何に関連づける機会を与えるか、それを学習者が自ら参加する行為としての意味をもつ作図をどれだけそれぞれの単元の中に位置づけていくことができるか、それが数学科教師に問われているのではないかと思う。

注) 本稿は、筆者が平成23年度研究協議会に向けて行った一連の授業について、その授業を構成した経過と今後の展開をもとにまとめたものである。





## 科学的な思考力を育てる指導の工夫 2

理科 金子 丈夫, 荘司 隆一, 新井 直志, 井上 和香

### 要 約

本報告は、理科の授業における科学的な思考力を育てる指導の工夫についての第2報である。

- 1 「科学的な思考力」は、さまざまな定義はできるが、ここでは「自然に働きかけ、その中に潜む規則性や法則性、あるいは一般的な性質などを見いだしていく能力」ととらえている。
- 2 「科学的な思考力」を育てる授業の場面は、「根拠のある説明」をさせるとき、実験観察などの「結果を考察」するとき、複数ある教材の中から「関係性を見いだす」とき、目的を達成させる「観察実験の計画」を立てるときなど、いくつかに分類できる。

(キーワード) 科学的な思考力 科学的な思考力の育成

### 1. はじめに

学習指導要領が改訂され、中学校では、補助教材が出された3年間の移行期間を経て、来年度から完全実施となる。周知のように、今回の改訂では、小中学校の算数・数学および理科の授業時数が大幅に増加され、それに伴い内容も増加した。

では、増加された授業時間は、増えた内容の学習に充てられればよいのかということ、それだけではないであろう。理科の指導内容は、時間をとってゆっくりと教えるべきところと、そうでないところを区別し、時間をかけるところでは、生徒達に十分に考えさせたりして、科学的な思考力を育てたい。本校理科では、これまでも生徒達に考えさせたり、話し合いをさせたり、考えを書いたり発表したりする場面を設けることにより、科学的な思考力を育てるための工夫を重ねてきた。

ところで、学習指導要領の改訂に伴い、評価規準についても改訂がなされ、公表された。理科の観点についてはこれまでの4つの観点を概ね踏襲しているものの、これまで「観察実験の技能・表現」とされていたものが、「科学的思考・表現」となり、表現の位置づけが変わった。これは、今回の学習指導要領の改訂の柱の1つである「言語活動の充実」との関連を考え、科学的な思考力を高めるために言語活動の充実が有効な手段の1つと考えられてのことである。したがって本校の理科でこれまで重視してきた「課題解決のための話し合い」、「レポートの作成」、「調べたことの発表」などの活動は、「科学的な思考力」を高めるためのさまざまな方略と位置づけることができる。

### 2. 科学的な思考力について

上で述べた科学的な思考力を、中学校理科学習を通して考えてみると、次のようになるであ

ろう。

『科学的な思考力は、自然に働きかけ、その中に潜む規則性や法則性、あるいは一般的な性質などを見いだしていく能力。』

これを理科学習の具体的な学習過程に即して考えれば、次のような場面で、科学的な思考力を育て、鍛えているといえる。

ア いくつかの知識を組み合わせ、ある事物の特徴や現象のしくみなどを説明する場面  
…… 根拠のある説明

イ 観察・実験・実習の結果を考察したり、報告書としてまとめたりする場面  
…… 結果の考察

ウ 複数の材料を用いて行う観察・実験・実習などにおいて、個々の結果から、関係性を導いたり、共通点を見つける場面  
…… 関係性の発見

エ 自然事象の中で見つけたり、気づいたりした問題・課題について、その解決方法を考え、観察・実験・調査方法などを計画する場面  
…… 観察実験の計画

以上4つの学習過程の科学的な思考力を育てる場面をそれぞれ、ア「根拠のある説明」、イ「結果の考察」、ウ「関係性の発見」、エ「観察実験の計画」とする。

一方、『科学的思考力の効果的な指導の在り方』（寺崎 正人氏 理科の教育 2010年4月号 p.13-16）では、井出耕一郎氏「新訂理科教育用語辞典」の中で科学的思考を16種類の思考に類型化したものを紹介している。このうち、中学校理科の学習過程の具体的な場面に関係するものを12種類紹介する。

- ① 帰納的思考：個々の事物・現象、データなど具体的なものから、共通性や規則性を見いだすこと。
- ② 論理的思考：矛盾がないように筋道立てて考えること。
- ③ 関係的思考：自然の事物・現象を相互に結びつけて考えること。
- ④ 実証的思考：単なる説明でなく、客観的に人を納得させることのできる証拠をもとにして考えること。
- ⑤ 合理的思考：できるだけ無駄を省いて効率的に考えること。
- ⑥ 創造的思考：いろいろな考えを再組織したり、発想の転換、等価変換などを行ったりすること。
- ⑦ 総合的思考：個々の考え方をまとめて、より広く自然事象間の関係を考えたり、より大きな概念としたりすること。
- ⑧ 演繹的思考：帰納的思考とは逆で、ある原理や法則をもとにして個々の事物・現象を説明すること。
- ⑨ 分類的思考：多くの事物・現象の中から少なくとも1つの共通な特徴をもつようないくつかの群にまとめてみること。
- ⑩ 分析的思考：複雑な事物・現象をできるだけ単純なものに分けていくこと。
- ⑪ 数置的思考：事物・現象を定性的にだけとらえないで、数や量を使って量的にとらえるよう考えること。
- ⑫ モデル思考：複雑な事物・現象を理解するのに、既有的知識、体験をもとに、類推により類似した具象性をもつもので、図解したりして、説明すること。

井出氏が類型化した思考には、これ以外に、単純化・理想化、拡散的思考、構成的思考、直感的思考があるが、寺崎氏は、上記の①②③の思考は、小学校、中学校を通して指導され、④から⑫の思考は、小学校から中学校にかけて児童生徒の成長に合わせて指導しているとし、単

純化・理想化，拡散的思考，構成的思考，直感的思考は小学校，中学校を通して指導していないとしている。

理科の具体的な学習過程の場面に即して，これらの類型化された思考との関係を整理してみると，次のようになるであろう。

#### ア 根拠のある説明

根拠を伴って説明するということは，筋道立てて（論理的思考），人を納得させる証拠をもとにして（実証的思考）説明すること。このとき，自然の事物・現象を相互に結びつけたり，事物・現象間の関係を考えたり，発想を転換したり，数や量を使ったり，図解したりして説明するだろう。

#### イ 結果の考察

観察・実験・実習などの結果の考察は，個々の事物・現象，データなど具体的なものから，共通性や規則性を見いだしたり（帰納的思考），事物・現象間を相互に結びつけ（関係的思考）たりして，筋道立てて（論理的思考）説明すること。このとき，単純化して考えたり，数や量を使ったり図解したりして説明するだろう。

#### ウ 関係性の発見

関係性の発見は，複数ある教材の観察・実験・実習などの個々の結果から，効率的に考えたりして（合理的思考），関連する要素や共通点を見つけること（帰納的・関係的思考）。このとき，見つけた関係性や共通点を，納得させるための証拠を用いたり，分類したり，数や量を使ったり，図解したりして説明をするだろう。

#### エ 観察実験の計画

観察・実験・実習・調査方法などを計画することは，設定した問題・課題を解決するためにどのような方法で行えばよいかを検討することであるが，矛盾がないように筋道立った方法（論理的思考），人を納得させる証拠を得る方法（実証的思考），無駄を省いた効率よい方法（合理的思考）を考えることである。このとき，多くは数や量を使ったり図解したりして，矛盾のない筋道立った方法を計画するだろう。

（◎：かなり関係している ○：やや関係している）

		ア 根拠のある説明	イ 結果の考察	ウ 関係性の発見	エ 観察実験の計画
①	帰納的思考		◎	◎	
②	論理的思考	◎	◎	○	◎
③	関係的思考	○	◎	◎	◎
④	実証的思考	◎		○	
⑤	合理的思考			◎	◎
⑥	創造的思考	○			
⑦	総合的思考	○			
⑧	演繹的思考	○			
⑨	分類的思考			○	
⑩	分析的思考		○		
⑪	数量的思考	○	○	○	○
⑫	モデル思考	○	○	○	○

以上みてきたように、科学的な思考力を育てると考える理科の学習過程の場面は、井出氏の提案した類型化された思考のほとんどすべてを含んでいると思われる。われわれが分類する「根拠のある説明」「結果の考察」「関係性の発見」「観察実験の計画」などの学習場面は、さらに整理しなければならないが、理科の具体的な学習過程の中でより意識し設定することで、科学的な思考力をより育てることになると考える。次の項では、具体的な学習場面－授業実践例－を紹介し批判を仰ぎたい。

### 3. 授業実践例：科学的な思考力を育てる場面の例

#### (1) 中学1年第1分野－物質の特性

この単元では、第1時～第4時までで物質の特性について調べ、それらの結果をもとに第5時で、未知の物質についての調べ方を考えていく。班での話し合いの場を作り、科学的な思考力を育てる場としていきたい。

##### 〈第1時〉物質を調べる：金属・非金属・無機物・有機物

① 金属・非金属、無機物・有機物のサンプルを何種類か用意する。

② <実験1> サンプルを燃焼さじの上で加熱する。

有機物は二酸化炭素を出して燃え、炭ができる。無機物や金属は燃えないか、燃えても二酸化炭素は出さない。(スチールウールは燃えるが、二酸化炭素は出さない。)

③ <実験2> 乾電池、豆電球を使い、サンプルに電流が流れるか調べる。

金属と炭は電流が流れ、非金属は流れない。

・ここでは、物質には加熱したときの変化や通電性など、固有の性質があることを見いださせたい。

##### 〈第2時〉密度(1)：固体の密度(金属・プラスチック)

① <実験1> 等しい体積の物質を何種類か用意する。

② それぞれの物質の質量を測る。

体積は等しくても、物質によって質量がちがうことがわかる。

③ <実験2> 異なる体積の物質を何種類か用意する。

④ それぞれの物質の体積と質量を量り、比べる。

⑤ 密度を求め、物質によって密度の値が等しいことを見いだす。

・ここでは、純粋な物質にはその物質に固有な量として「密度」があることを見いださせたい。また、(電子)てんびん等の実験器具の扱いについても確認をしておきたい。

##### 〈第3時〉密度(2)：液体の密度(水・エタノール・水銀)

① <実験> 水、エタノールなど何種類かの液体の体積と質量を測定する。

このとき、班ごとに体積を変えさせる。

② 各班の結果をもとに、グラフを作成する。

・ここでは、純粋な物質の体積と質量を測定しグラフに表すことで、密度について考えさせたい。このグラフは比例のグラフになることから、物質によって密度の値が決まっていることを見いださせたい。

##### 〈第4時〉密度(3)：気体の密度(空気・酸素・二酸化炭素)

① <実験1> 空気の体積と質量を測定し、密度を求める。

② <実験2>酸素、二酸化炭素の体積と質量を測定し、密度を求める。

・ここでは、気体にも質量（重さ）があることを理解させ、気体の密度を測定するにはどのような操作をしたらよいか考えさせたい。体積に関しては、水に溶けやすいかどうかということに気づくかどうか。質量の測定に関しては班で話し合わせたい。

〈第5時〉未知の物質を探る：密度を測って物質を探る →資料1

① <課題>未知の固体・気体が何か調べる。

② <実験>前時までに行った密度の学習をもとに実験を行い、結果から何の物質かを調べる。

・ここでは、前回までの学習をもとに未知の物質の密度を求める。実験の方法を班で話し合う活動を通して、考える力を育てたい。話し合いの時にはワークシートを用意し、実験を行う手順などをしっかりと書いて表現することをさせたい。

## (2) 中学1年第2分野—地層と堆積岩

〈第1時〉風化と流水の三作用

① 小単元の導入として次の内容を話す。くずされた土砂が川の水のはたらきで、海底にきて堆積し、地層になり、やがて堆積岩となる。これらの流水の作用、地層のでき方、堆積岩について学習する。堆積岩の中には、化石が入っていることもある。後日化石などの観察も行う。

② 次に、くずされること：風化、流水には三つの作用など、小学校での経験を聞きながら説明する。今後校外学習で訪れる荒川の川底の縦断面図を紹介し、上流・中流・下流における流水の三作用の大きさの比較と、上・中・下流での特有の地形を、大きな写真を用いて紹介する。日本の川の特徴を、世界の長い川と比較して考えさせて終わる。時間があれば「濁流が都市をおそう」などのビデオを見せる。

〈第2時〉海底での堆積と地層のでき方

① 実習：水と土砂を入れた細長い容器（メスシリンダーのよう）をよく振ってかき混ぜたあと静置する。土砂の大まかな堆積の仕方を確認する。これをもとに、海底での堆積の仕方を推定する。この海底での堆積の仕方を、「水の動き」「時間」という言葉を使って説明する。班単位で考えさせたあと発表など行う。

② その後、この堆積の仕方だけでは、地層のような何枚もの層にはならないことを指摘して、どのようなことが起こると、何枚もの層になるか説明する。

〈第3時〉堆積岩

① まず、堆積岩の説明をする。地層をつくっている岩石を堆積岩という。地層はおもに海底ででき、ある程度かたくなって堆積岩となる。

② 次の堆積岩を観察して特徴を見つけよう。全体の色、粒々など様子、塩酸で溶けるかなど、比較しながらそれぞれの特徴を探していこう。泥岩、粘板岩、砂岩、礫岩、凝灰岩、輝緑凝灰岩、石灰岩、チャートなどである。（輝緑凝灰岩は、後日実施の長滞での校外学習で川原でよく見かける。）

③ 観察した結果の堆積岩の特徴を、黒板に書かせ、共有化する。

〈第4時〉化石 →資料2

- ① まず、簡単な化石の説明を行う。化石は英語 fossil の訳である。fossil はもともとは「発掘物」という意味である。掘り出されたものの多くは、石のように固いが、軟らかいものもある。化石になるための条件は、破壊や分解から免れたものだから、i) 土砂などの堆積しやすい場所に運ばれ、速やかに埋もれ、空気から遮断されたものである。酸素がないと分解が進みにくい。ii) そして、何といても数が多いこと。という2つの条件が考えられる。
- ② 代表的な化石の観察をしてみよう。観察して、その特徴を記録しよう。
- ③ 過去のことを知るのに役立つ化石がある。堆積した当時の環境の様子がわかる示相化石と堆積した時代がわかる示準化石である。
- ④ 次の会話文を読んで、化石とは何か、についてまとめてみよう。事典に出てくるような説明をして欲しい。班で相談して、統一した文にすること、などの条件を言い、考えさせる。

**問題** 次の会話文を読んで、後の①、②の問いに答えなさい。

- A 「氷づけのマンモス像の化石には毛が残っていた。毛があっても化石といえるのかな。」
- B 「毛があっても、大昔の生物の体が、地層の中にうずもれていたのだから化石だよ。」
- C 「でも、化石という文字は石という文字が入っているから、骨や歯、貝殻などが石のようにかたくなって地層の中から出てきたとき、化石というのじゃないかな。」
- D 「そんなことないよ。毛が残っていても化石だよ。体だけでなく、大昔の足跡も地層の中から出れば、化石といってよいという話を聞いたなあ。」
- E 「そういえば、恐竜の化石の足跡のことを本で読んだことがあるよ。」
- F 「恐竜の足跡も化石かなあ。じゃあ、僕が砂浜で残した足跡も化石だよね。」
- G 「君の足跡なんて化石とはいわないよ。」

- ① 意見がまちがっているのはどの人か。\_\_\_\_\_
- ② 化石の説明を事典のように、30字程度でまとめなさい。(化石の定義です)

(3) 中学2年第1分野—原子と分子

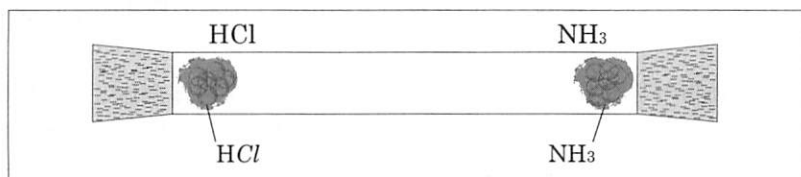
中学校の化学領域は、1年での物質の三態変化や水溶液について粒子モデルを使って考える学習を経て、2年で原子・分子、(2年物理領域で電子)、3年でイオンの学習をする。しかしながら、原子・分子、イオンなどの粒子は、直接目で見ることはできないため、様々な現象から、その大きさを推定したり、実験結果の解釈をそれらのモデルを使って行う学習となる。本校の理科のカリキュラムでは、分子の大きさについて考える実験をいくつか用意している。

## ① 水とエタノールの混合による体積の減少（デモ実験）

よく知られている現象であるが、水 100mL とエタノール 100mL を混ぜると体積は 200mL より少なくなる。その理由を説明するのに、粒子モデルを使うとうまく説明できることに気づかせる。

## ② 気体の分子の移動する様子（デモ実験）

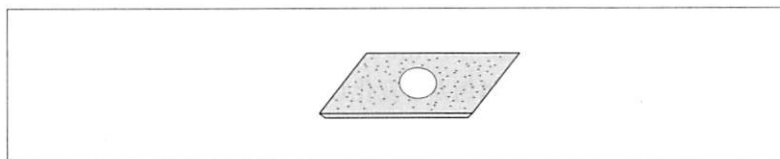
気体の分子が拡散する速さは質量による。質量が小さい気体のほうが、拡散する速さは速い。アンモニア分子と塩化水素分子の質量比は、およそ 1:2 である。次の図のように、アンモニア水でしめらせたカット綿と塩酸でしめらせたカット綿を用意し、ガラス管（アクリル管）の両側の口に同時に置き、ゴム栓をして静置すると、中央より塩酸に近い方に、塩化アンモニウムの白煙が生じる。



授業では、はじめにガラス棒に濃塩酸をつけ、アンモニア水の瓶の口に近づけると白煙が生じる現象を見せた後、気体の分子が拡がる速さは、質量が小さいほうが速いことを教える。次に上図の実験を見せ、どちらの分子が重いかを考えさせる。あるいは、アンモニアと塩化水素の質量比がおよそ 1:2 であることを教えておいて、上記の実験を見せて、気体の拡がる速さと質量との関係について考えさせても良いであろう。

## ③ オレイン酸分子の大きさを測る実験（デモ実験または生徒実験）

水面にオレイン酸を一滴たらすと、うすい膜状に拡がるが、この膜は単分子膜といって、分子が上下方向に重なることなく、水平に拡がったものであると言われている。すなわち、この膜の厚さは、オレイン酸分子の大きさに等しくなる。したがって、オレイン酸の一滴の体積と拡がった膜の面積を測ることによって、膜の厚さ、すなわちオレイン酸分子の大きさを求めることができる。



この実験は、その意味を理解するのが少々困難であり、授業では、丁寧に解説しながら、解説の途中でその都度考えさせるのがよいと思われる。

## ④ セルロースチューブを通過する分子と通過しない分子（生徒実験）

セルロースやセロハンは半透膜と呼ばれ、分子は種類によって、その膜を通過できるものと通過できないものがあることが知られている。この性質を利用した生物領域の消化・吸収における分子の大きさの違いをみる実験は良く知られている。ここでは、セルロース膜を使い、「デンプン」「ブドウ糖」「アンモニア」の 3 種類の分子が通過できるかできないかを調べる実験について述べる。

ビーカーの水の中にセルロース膜でできた袋をひたし、「デンプン」「ブドウ糖」「アンモニア」の3種類の物質の水溶液をそれぞれ袋の中に入れ、一定時間後に袋の外側の液に、これらの分子が含まれているかどうかを調べる実験である。対照群を用意して調べる必要があり、時間があれば実験を計画させて行うとよいと思われる。

#### (4) 生物領域における学習指導

中学校理科の生物領域において3年間に生徒に身につけさせたい資質や能力は、「生命概念の習得」および「生命を尊重し、自然を大切にすること」である。

小学校においては、身の回りの生き物を実際に飼育や栽培して、観察しながら生き物の特徴をとらえてきた。これを受けて中学校では、主に植物や動物の体のつくりと働き、細胞、生命の連続性などを学び、「生物」という枠組みの中で、生物の機能的な特徴を学習するようになる。

植物の学習も動物の学習も、個々の働きを理解しながら生物体全体として総合的にとらえることを目標に学習指導を行う。総合的にとらえるには、個々の働きの間接的関係を考えたり、共通性を抽出したり、因果関係を明確に示していくことが必要である。このことはまさに「科学的な思考」の一場面である。つまり、3年間の学習を通して、「生命概念の習得」という観点で、「生物(生き物)・生命」という大きなとらえ方をしながら、学習の整理・理解をしていくことは、生物に対する真の理解へ導くとともに、科学的な思考力の育成場面に役立っているととらえることができる。

そこで、1年生から3年生までの生物領域における学習場面の中で、「生物」の理解、「生命概念の育成・形成」として有効と考える例を以下に挙げてみたい。

##### ① 植物の生活と種類 (1年) 「花の役割って何だ?—花は何のために咲く—」

代表的な花の観察を行い、花の基本的なつくり・共通するつくりを学んだ後、花の役割を理解させるために、上記のような課題・タイトルで、個別→グループ(班)→学級全体という段階で、話し合いを行い整理していく。生徒の発言や理解として考えられるものは、「虫を呼ぶため、受粉するため、種子を作るため」などである。ここでは、「子孫を残すために種子をつくる」役割が花にあるという理解を学習目標とする。

##### ② 植物の生活と種類 (1年) 「花は何から変化したのか?」

植物の体のつくりと働きを一通り学習した後、改めて花とは何かを問う場面をもつ。植物の体は、葉・莖・根からできていることを学ぶ。上記の課題を提示することにより、植物の詳しい観察や既習事項、過去の経験などから、「花は葉から変化した生殖器官である」ことを導いていく。生徒の発言や注目させたい内容としては、「花芽と葉芽は似ている、がくと葉は似ている、花卉とがくは似ている」などで、既習事項や先行経験から、花が葉から変化してきたという理解を導くのがねらいである。

##### ③ 動物の生活と生物の変遷 (2年) 「動物は何のために動くのか?」

動物の学習の始めに、上記のような課題を提示し、小学校で学習したことや既習事項・経験などをもとに、動物の行動パターンを整理していく。さまざまな生徒からの意見を整理して、「えさを採る・摂る、敵から逃げる、子孫を残す、より適した環境を求める」



といった内容に導いていく。ここでは、この後の学習内容へスムーズにつなげていくことがねらいである。消化や呼吸、血液の循環、排出、刺激と反応の学習が終わった後、再度同様な課題を提示して、植物との違いを示しながら動物という生き物の特徴をとらえ直していくことも可能である。

#### ④ 動物の生活と生物の変遷 (2年)「体内と体外の違いって何?」

消化と吸収の学習に際して、体内と体外の違いを理解させる。ここでは、生徒からさまざまな発言を求めてもよいが、定義であるので教師がきちんと説明し教えていくことが大切であると考え。このことを理解できた生徒は、消化と吸収の違い、消化した栄養分を血液内に取り入れる仕組みについて、自分の言葉で説明できるようになる。教師の説明事項としては、「消化管の中は体外、表皮の内側が体内、細胞膜の内側が細胞内、血液を通じて体内を移動させる」といったものである。

#### ⑤ 動物の生活と生物の変遷 (2年)「生物って何だ?」 →資料3

動物の学習、細胞の観察などが一通り終わった後、上記のような課題を提示し、生徒と一緒に考えていく。細胞の学習を終えた後ならば、細胞をもつことはすぐに出てくる。1年生の植物のなかまおよび体のつくりと働き、2年生の動物のなかまおよび体のつくりと働きの復習を兼ねて、生物に共通する特徴を抽出し、整理していくことがねらいである。生物の定義としては、「栄養を摂取する、成長する、なかまを増やす(子孫を残す)、細胞をもつ」といった内容を導かせたい。

#### ⑥ 生命の連続性 (3年)「遺伝子・DNAって何だ?」

生命の連続性の単元では、遺伝子の本体はDNAという物質であることにも触れることになっている。DNAについては深く踏み込む必要はないが、DNAや遺伝子について、生徒がどのくらい理解しているかを知った上で、2重らせん構造や自己複製能力に触れたり、遺伝子と形質との関係などに触れることも考えられる。生徒は、詳しい内容は分からなくても、意外と多くの情報を持っている。

また、遺伝については生徒の関心は高いので、たくさん質問も出てくる。生徒から出てきた情報を正しく説明したり、質問に答えながら補足したりして遺伝子と遺伝、形質などの正しい理解を導きたい。地球上のすべての生物がDNAを持ち、そのDNAの基本構造は単純で共通していることは、共通な祖先から進化したことや自分と同じ特徴を持った子孫を残すといった理解を深めることにつながる。

これらの内容は、難しい内容を含むので、各学校の進度や学習状況に応じて行うかどうか判断すればよい内容で、必ずしも取り上げなくてよい。

学習してきたことを見方を変えて整理し直し、共通な特徴を捉える学習過程では、一つ一つのつながりを正しくとらえながら全体を理解し、本質的な特徴をつかむことができる。一つ一つのつながりを考える場面では、因果関係や順序性の真偽について試行錯誤を行っている。この過程がまさに「科学的な思考」の場面であり、その結果得られた一つの道筋が、本質の理解である。共通性を見出したり、真偽を見極めるのは、ジグソーパズルのピースをはめ込む作業と似ており、失敗を繰り返しながら正しい答えへと近づいていく。始めから正しい答えを導くのは難しく、その考えが正しいのか正しくないのかの判断が重要である。そして、その判断を

積極的に数多く行っていくことが真実へと近づいていくと言える。選択は全く無作為ではなく、それを選ぶ根拠が必ずある。場合によっては、いくつかの候補を見つけ出し一つ一つを当てはめてみる。関連性や根拠を整理することは、効率よくすること、客観性を与えることでもある。そして誰もが分かるような筋道を立てられることが本当に理解していること（深い理解）と言える。

#### 4 終わりに—今後の課題

私たちはこれまで、理科における「科学的な思考力」の育成の重要性を主張してきた。生徒の思考の過程は、完全に測りとることはできないので、さまざまな方法や場面を設けて外化させ、なるべく多角的に診断・評価することが、生徒の「科学的な思考力」の正しい評価に近くと考えている。

今回、「科学的な思考力」の類型化に触れたが、今まで「科学的な思考」という大枠でとらえていたものを、先行研究を参考にしながら、評価方法や「科学的な思考」のとらえ方を丁寧に精査する必要もあるかも知れない。これがまず一つ目の課題である。

一方、今回の学習指導要領の改訂に伴い、学習評価における観点の整理と変更があった。主なものは、「表現」の整理と変更である。図表などにまとめたりする際の表現は従来通り「技能」として評価するが、思考・判断した過程や結果を説明・論述・討論などの言語活動等を通じてどのように表出したかを「表現」として評価することになった。つまり、生徒の「表現」したものの中から「科学的な思考力」を測ろうということである。このことを受けて、「科学的な思考力」を育むために必要な「表現」力とはどのようなものか検討することが二つ目の課題である。

また、科学的な思考の結果として生徒が得たものは、生徒にとっては新しい理解であり知識となって蓄積していく。つまり、今まで「知識・理解」として一括りに評価してきたものの中にも、「科学的な思考力」が要求されるものや「科学的な思考力」を踏まえた「理解」があることは以前から感じていたが、これらをどのように整理するかが三つ目の課題である。

#### 参考文献

- ・『科学的思考力の効果的な指導の在り方』（寺崎 正人氏 理科の教育 2010年4月号 p.13-16）
- ・学習指導要領解説 理科編

#### 執筆分担

1. はじめに 荘司
2. 科学的な思考力について 金子
3. 授業実践例：科学的な思考力を育てる場面の例 (1)井上 (2)金子 (3)荘司 (4)新井
4. 終わりに 新井

## 資料1

## 第39回研究協議会 公開授業Ⅰ 学習指導案

授業者 井上 和香

1. 日時 平成23年11月12日(土)
2. 学級 1年2組 (男子20名 女子20名)
3. 学級所見 元気で、積極的に実験を行う事ができるクラスである。課題に対する取り組みも良い。少々幼い部分があり、授業中に騒がしくなる場面も時折見られるが、全体から前向きに頑張る姿勢が感じられる。
4. 単元名 物質の特性
5. 本時の学習指導

(1) タイトル 「未知の物質を探る」

(2) 概 要 本校では科学的思考力育成のために、理科カリキュラムの中で様々な工夫を試みている。1年生のこの単元では、既習事項を使って「密度から物質を決定する」という課題を与え、科学的思考力を育てる場としている。

物質の密度は、物質ごとにそれぞれ固有の値があるが、実際に測定をするとき正確な値を求めることは難しく、密度以外の手がかりが必要となる。これらのことを考慮しながら、物質の色々な性質を総合的に見て判断できるようにすることを、本時の目標とする。

(3) ねらい

- ① 前時までに行った学習をもとに、密度を求める実験方法を計画することができる。
- ② 実験結果をもとに、物質が何であるかを求めることができる。
- ③ 班ごとに話し合っって実験を進める活動を通して、学び合いの心を育てる。

(4) 準備

- ・気体ボンベ (酸素, 窒素, 二酸化炭素)
- ・分銅 (銅, 鉄, 真鍮)
- ・棒 (銅, アルミニウム, ポリ塩化ビニル)
- ・メスシリンダー      ・電子天秤      ・水槽      ・スポイト

(5) 本時の指導過程

指導項目	指導過程	期待される生徒の活動・備考
導入 (10分)	1. 前回までの復習	<ul style="list-style-type: none"> <li>・前回までに学習した固体、液体、気体の密度の求め方を思い出す。</li> <li>・密度を求めるには、質量と体積が必要であることを確認する。</li> </ul>

	<p><b>2. 本時の課題の理解</b> (実験プリント, 資料配布) 「未知の物質を探る」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・密度を測定して, 物質が何であるかを探る。</li> </ul>	
	<p><b>3. 実験の説明</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・①～⑩までの番号がついているかごを持っていく。(班の番号とは関係ない)</li> <li>・気体は水上置換法で集められる物質である。</li> <li>・物質の色や手触りなどの特徴も, 良く見るように伝える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・説明を聞き, 班ごとに話し合いを行い, 実験の計画を立てる。</li> </ul>
<p>展開 (30分)</p>	<p><b>4. 実験開始</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・助言をしながら机間巡視をする。</li> <li>・密度の値, 物質がわかったら, 黒板に記入する。</li> <li>・実験が終了したら, 片付けを行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・話し合いをもとに, 必要な道具を準備する。</li> <li>・3種類の物質について, 質量, 体積を量る。</li> <li>・密度の計算をする。</li> <li>・教科書, 資料をもとに, 何の物質かを班で話し合う。</li> <li>・結果を黒板に記入。</li> <li>・実験が終わったら, 片付けを行う。</li> </ul>
<p>まとめ (10分)</p>	<p><b>5. まとめ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・正解を発表する。</li> <li>・密度は物質に固有の量であるが, 測定した値だけでは判断が難しい。</li> <li>・物質の特徴も考慮しながら, 物質の特定を行うことが必要である。</li> <li>・ワークシートの記入が終わったら, 提出。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自分たちの結果と正解をくらべ, 再度物質を確かめる。</li> <li>・ワークシートを記入し, 提出。</li> </ul>

## 資料2

平成23(2011)年度 研究協議会

# 理科学習指導案

授業者 金子 丈夫

- 1 日時 平成23(2011)年11月12日(土) 11:20～12:10
- 2 学級 1年3組 (男子21人 女子20人 計41人)
- 3 学級所見 聞くべきときはよく聞き、観察・実験など活動の場面はよく動くので、授業のしやすいクラスである。しかし、反応が幾分弱いときがあったり、生徒の発言のしやすい学びの雰囲気にな水を差すような発言がときに起こることがある。生徒の理解力や活動の速さなどに差があり、早く終わってしまうものがただ待っているだけの場合も見受けられる。個別対応の課題なども考えておく必要があるときがある。

## 4 単元名 第4単元 大地の変化

### 5 単元設定の趣旨

「地震を正しく恐れよう」とは、元気象長官 故和達清夫氏の言葉である。この言葉を最も身近に感じたのが、本年3月11日に起こった東日本大震災－地震名「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」－である。この地震によって起こされた津波による被害が大きく、死者・行方不明者は約2万人、建築物の全壊・半壊は合わせて27万戸以上、ピーク時の避難者は40万人以上である。今でも避難生活を送っている人がいて、対策はこれからも続いて行く。また、東京電力福島第一原子力発電所では、全電源を喪失して原子炉を冷却できなくなり、大量の放射性物質の放出を伴う重大な原子力事故に発展した。この原子力発電所をどのようにしていくか、放射性物質をどう取り除くかといったことも続いている……。

いろいろな小学校から来ている本校の生徒は、小学6年生の3月11日に、さまざまな体験をしている。多くの大人、生徒がそうであるように、この大震災によって災害に関する意識は誰もが非常に高い。この高い意識、新鮮な意識のうちに、昨年までと違った取り組みが必要ではないかと思っている。それぞれの小学校での体験を語ったり、それぞれの家庭での新しい体験を紹介しあったりすることも行ってみたい。

この単元全体を通じて、大地の表層で起こっている現象－地震、火山活動、流水の作用など－を正しく理解させて、最終的には防災、減災という意識を高めさせ、日常生活の中で家族とともにいくつかの備えを整えることも本単元のねらいの一つだろう。

また、時間認識や空間認識を養うこの単元の大きなねらいも忘れてはならない。地層の広がり、堆積物が海底に堆積する過程、堆積物が積もって堆積岩となり、地層としてみることができるようになる過程、火山が何十年かごとに噴火する時間の長さ、火山の大きな噴火による火山灰がまき散らされる広い範囲、プレートがゆっくり動き、大陸も海底も動いているという時間の長さや空間のひろがりなど、教師が意識して伝え、感じさせなければならないと思う。

6 単元の構成

I 堆積岩	1 風化と流水のはたらき	2 地層のでき方	3 堆積岩の観察
	4 堆積岩の観察のまとめと堆積岩の用途		5 化石(本時)
II 地震	6 地震のゆれ	7 地震のゆれの伝わり方1	
	8 地震のゆれの伝わり方2	9 震央の求め方	10 地震と防災
III 火山と火成岩	11 火山とマグマ	12 火山の噴火と噴出物	13 火成岩のつくり
	14 火成岩の鉱物	15 火成岩の種類	16 火山の噴火とまとめ
	17 火山による被害		
	IV 大地の変化	18 地層の読み方	19 大地の変化
	21 変成岩		

7 小単元「堆積岩」の目標

関心意欲態度	科学的な思考・表現	観察実験の技能	知識・理解
・地層の重なりと過去の様子に関する事物・現象に進んでかわり、それらを科学的に探究しようとするともに、自然環境の保全に寄与しようとする。	・地層の重なりと過去の様子に関する事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを行い、地層の重なり方や広がり方についての規則性、地層とその中の化石を手掛かりとした過去の環境と地質年代の推定などについて自らの考えを導いたりまとめたりして、表現している。	・地層の重なりと過去の様子に関する野外観察などの基本操作を習得するとともに、観察、実験の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。	・地層の重なり方や広がり方の規則性、地層とその中の化石を手掛かりとして過去の環境と地質年代を推定できることについての基本的な概念を理解し、知識を身に付けている。

8 本時の指導

(1) ねらい

- ① 化石の観察を行わせ、化石は生物の残したあとであることを理解させる。
- ② いくつかの情報から、化石とはどのような特徴をもったものかという説明をさせる。

(2) 準備 ・観察用化石 ・プリント ・テレビ投影装置

(3) 展開

	指導要項	学習内容・学習活動	備考
導入 5分	1 いくつかの化石を紹介して、本時の行動目標を説明する。 2 化石として残るにはどのような条件があるか紹介をする。	1 化石はどのような特徴をもっているか、という本時の目標を理解する。 fossil のもとのラテン語は「発掘物」。 2 数が多い、分解を免れた環境にあったなど。(=速やかに埋もれ、空気から遮断された。=微生物で分解することがなかった。)	

<p>展開 1  15 分</p>	<p>3 化石の観察をさせる。  4 化石の特徴の補足を行う。</p>	<p>3 化石の解説を読み、記録しながら化石の観察を行う。  4 1 三葉虫：3枚の葉 節足動物 2 フズリナ：蜂の巣のような小部屋 4 アンモナイト：イカ・タコの仲間 断面図でつくりを理解する 6 メタセコイア：「生きた化石」 8 下面が蓮の葉の模様</p>	<p>断面図  想像図 断面図 葉 実物</p>
<p>展開 2  25 分</p>	<p>5 化石についての間違っ た意見を指摘させる。 6 化石とはどのようなもの か、という説明文を作成してみよう。 7 ホワイトボードに書か せる。 8 それぞれの班の文にコ メントする。</p>	<p>5 生徒の会話文を読んで、どれが間違っ ているかを判断する。 6 会話文やこれまでの学習を参考にして、化 石とはどのようなものかを、事典ふうにと まとめ。まず、自分で文を作る。次に、班で相 談して、1つの文にする。 7 大きめの字で書く。発表する。 8 大事な語句を確認する。①「地層の中」② 「大昔の生物」③「生物の体」④「生物が残し たもの」</p>	<p>掲示する時 刻を設定</p>
<p>ま と め</p>	<p>9 化石には過去の自然 の様子が分かるもの がある。</p>	<p>9 環境の様子、生存していた時代が分かる ものがある。 (例：地層の中から見つかる、大昔の生物の体や生物の残したもの。)</p>	<p>時間不足な ら次回へ</p>

プリント

化石 ← fossil を訳した言葉

(1) 化石になる条件・・・どんなものでも化石になるわけでない！！破壊・分解から免れたもの

- ① \_\_\_\_\_  
②土砂などの堆積しやすい場所で、\_\_\_\_\_

(2) 観察・・・化石を観察し、その特徴を記録しよう。

<p>1 ( ) 動物 ( ) 類エルラシア。キチン質の外骨格は扁平なだ円形。2本の溝により縦に ( ) に分けられる。体長は3～5cmのものが多いが、最大約70cmもある。1万種。多くは海底生。( ) カンブリア紀中期。</p>
<p>2 (パラ ( ) ) ( ) 動物紡錘虫類有孔虫の仲間。直径0.5～1cm。内部は多くの壁でハチの巣のように区切られる。海生。殻が堆積してフズリナ石灰岩をつくった。ポウスイチュウともいう。( ) 二畳紀中期</p>
<p>3 ( ) ( ) 動物斧足類(二枚貝類)の仲間。モノチスは2枚の殻がほぼ同形。殻が薄く放射型の溝の模様。海生( ) 三畳紀後期</p>





- ① 意見の内容がまちがっているのはどの人か。
- ② 化石とはどういうものかを説明しなさい。事典のように、30字前後でまとめなさい。  
(化石ってなあに? など知らない人のために、 。を含む。化石の定義です。)

まず自分で考え、次に班で相談して、ホワイトボードに、大きめの字で書きなさい。

まず、各自で説明してみる

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

班の相談後のまとめた文

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

☆本日の授業の感想・意見

提出

1年 組 番 氏名 \_\_\_\_\_

### 資料3

平成23年度研究協議会

筑波大学附属中学校

## 理 科 学 習 指 導 案

- 1 日 時 平成23(2011)年11月12日(土)
- 2 授業者 新井 直志
- 3 学 級 2年1組 40名(男子20名 女子20名)
- 4 学級所見 積極的に学習に取り組み、発言も多いクラスである。理科好きで、科学や生き物に関して興味関心の高い生徒も多い。話し合いもよく行うが、時に騒がしくなってしまうこともある。基礎的な学力は備わっているが、ノートにしっかりと記述できなかったり、課題への取り組みが不十分な生徒もいる。
- 5 単元名 動物の生活と生物の変遷 「生物・生命とは何か」
- 6 単元設定の趣旨

本校では、1年次に、まず「細胞」について、その後「植物のなかま」、「動物のなかま」を学習し、2年次に「植物の体のつくりとはたらき」、「動物の体のつくりとはたらき」について

の学習を行っている。これは、まず、生物の体は細胞からできていること（細胞は生命の基本単位）を理解した上で、身の回りの生物の種類（多様性）やそれぞれの特徴などの生物の概要を知り、その上で生物の体の機能をより深く理解させたいと考えているからである。

1年次の植物の学習では、代表的な花の観察を行い、基本的なつくりを学んだ後「花は何のために咲くのか？」という課題で花の役割を学習する。また、動物の生活の学習では、「動物は何のために（なぜ）動くのか？」という課題を提示し、小学校で学習したことや既習事項・経験などをもとに整理していく。さらに、消化と吸収の学習に際して、体内と体外の違いを理解させる。（「体内と体外の違いって何？」）そして、動物の学習、細胞の観察などが一通り終わった後、「生物とは何か？」という課題を提示し、生徒と一緒に考えていく。

ここでは、「生物」に共通する特徴を、今までに学習した植物と動物の内容や既知の事項を総合的に判断して、「生物とは何か」を定義することを目標に置いている。

## 7 本時の学習指導 題「生物とは何か」

### (1) ねらい

- ① 生物には、植物、動物、細菌類、菌類があることを知る。
- ② 生物の体は、細胞からできていることを思い出す。
- ③ 「生きている」とは、エネルギーを使用することであることを理解する。
- ④ 呼吸とは、エネルギーを作り出す働きであることを理解する。
- ⑤ 生物の特徴として、子孫を残すことや成長することを指摘することができる。

### (2) 準備

- ・植物（ポインセア他） ・果実（ミカン、リンゴ） ・板（木材）
- ・動物の模型 ・ホワイトボード（マーカー、イレイサー） ・磁石（提示用）

### (3) 学習指導の過程

指導項目	指導過程	指導内容・備考
導入 (復習) 10分	1「生物」の学習の復習 1年次、2年次の学習内容  2 本時の課題の理解 「生物とは何か」  ・生きている物・生き物 ・生命を持つ物	1年次の学習内容を思い出す。 ・「水」の単元 ・「細胞」 ・植物：種子、裸子、シダ、コケ 細菌類、菌類 ・動物：セキツイ動物、無セキツイ動物  *生物：植物・動物・細菌類・菌類
展開1  10分	3「生物からイメージ・連想すること」 概念マップ (ウォーミングアップ)	「生物」から連想することを、ノートになるべく多く書き上げる。 ・まず、一人ずつ。 ・その後、班内で共有化。

<p>展開2 10分</p>	<p>4「生物とは何か・生物の定義」 ①話し合い(1)「すべての生物に共通する特徴を、班内で相談して書き上げてみよう。」</p> <p>*評価の観点 [意欲] ・主体的に発言しているか。 [科学的思考・表現] ・的確に表現しているか。 ・根拠に基づいた説明か。</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>・すべての生き物に言えること。 ・皆が納得するもの。 ・3～4つの特徴。</p> </div> <p>*ホワイトボード・マーカーを配布。 ・話し合った内容を書き上げる。 *ホワイトボードを掲示する。 ☆予想される内容 ・細胞をもつ。 ・呼吸する。 ・栄養をとる。・水を必要とする。 ・子孫を残す・なかまを増やす。 ・成長する。 (・生きている⇔いつか死を迎える) ⇒生物の定義・課題の確認</p>
<p>展開3 10分</p>	<p>②クラスでの話し合い(1) 意見交換「各班の内容に対して、反対意見はないか。」</p> <p>*評価の観点 [科学的思考・表現] ・根拠に基づいた発言か。</p> <p>③内容の修正・話し合い(2)</p>	<p>・掲示された内容について、質問や意見を言う。 ・質問への応答・意見への反論 *再度、話し合いを行い、考えの修正・訂正を行う。 ・修正できた班から黒板へ掲示する。</p>
<p>展開4 まとめ 10分</p>	<p>④クラスでの話し合い(2) まとめ 「生物の定義」</p>	<p>1 呼吸・エネルギーをつくる。(栄養) 2 成長する。細胞を増やす。(栄養) 3 子孫を残す。仲間を増やす。 (遺伝子を持つ。)</p>

【板書案】

<p>☆生物とは何か。 (1) 生物：植物・動物・細菌類・菌類 ・生きている物・生き物 ・生命を持つ物⇔死</p>	<p>(3) まとめ 「生物とは」 1 呼吸・エネルギーをつくる。 (栄養) 2 成長する。細胞を増やす。 (栄養・水) 3 子孫を残す。仲間を増やす。 (遺伝子・DNAを持つ。受け継ぐ。)</p>
<p>(2) 課題「生物の定義」 ①すべての生物に共通すること。 ②皆が納得するもの。 *3～4つ</p>	

（以下は極く淡く、ほとんど不可読な文字列が繰り返されています。内容は不明です。）

# イオンの学習に関する指導の工夫 (1)

莊 司 隆 一

## 1. 学習指導要領の改訂

周知のように、平成20年3月に中学校の新学習指導要領が告示され、改訂の柱の1つに理数の充実が掲げられた。これまで削減されつづけてきた数学、理科の授業時数が大幅に増え、平成21年度より、すでに前倒して実施されている。学習指導要領解説の理科編には、理科改訂の要点として次の①～④があげられている。

- ① 科学に関する基本概念の一層の定着を図り、科学的な見方や考え方、総合的なものの見方を育成すること
- ② 科学的な思考力、表現力の育成を図ること
- ③ 科学を学ぶ意義や有用性を実感させ、科学への関心を高めること
- ④ 科学的な体験、自然体験の充実を図ること

このうち、②の科学的思考力の育成を図るための方策の1つとして、「探究活動」の重視があげられている。また、導き出した自らの考えを表現する能力の育成に重点を置くとしている。

理科の中で、化学領域における今回の改訂の大きな変更点は、「イオン」の復活である。「イオン」については理解が難しいという理由で、過去の学習指導要領の改訂ごとに軽減され、ついに削除されたという経緯がある。来年度(平成24年度)から使用される教科書を見ると、一見、過去に行われていた教材を復活させただけのような印象を受ける。しかしながら、上に挙げた改訂の要点を考えてみれば、ただ単に、過去に行われていた「イオン」の教材を加えればよいというものではなく、よりよい指導のためには、何らかの工夫が必要とされよう。より深い理解をめざしながら、探究的な学習を取り入れるなどして科学的な思考力を育成することも視野にいれつつ、中学校3年の化学領域のカリキュラムを工夫してみた。

## 2. 従来の本県の理科カリキュラム

平成10年(1998)年に告示された中学校学習指導要領ではイオンが削除されたが、本校では、化学領域の内容についてのより深い理解のため、発展的な内容としてイオンの学習を続けてきた。表1は2010年度の本校の理科カリキュラムの一部(3年化学領域)である。毎年、若干の変更は加えてきたものの、概ねこのような形を取ってきた。

これを平成20年(2008年)に告示された新学習指導要領と比較すると、「電解質と非電解質」→「電気分解」→「イオンの概念の導入」→「酸・アルカリ」→「中和」という大きな流れは同じであるが、電気分解の応用として「ニッケルメッキ」を取り入れたり、「電池」や「酸の性質」の学習を単なる暗記に終わらせないために、「イオン化傾向」を指導している。また、「酸・アルカリ」の学習の後に、「沈殿生成反応」を加え、それらの知識を使った「水溶液を調べる」という探究的な学習をおいている。これらは、科学的な思考力を育てるために、有効であろうと考え、これまで実践してきた。

表1 従来の本校の理科カリキュラム (3年化学領域)

1	水溶液と電流	生徒実験	電解質と非電解質
2	電流による化学変化①	生徒実験	塩化銅の電気分解
3	電流による化学変化②	生徒実験	塩酸の電気分解 (陽イオンと陰イオン)
4	電流による化学変化③	講義	電気分解のしくみ (電極での電子の授受)
5	電気分解の応用① (課題学習)	生徒実験	食塩水の電気分解
6	電気分解の応用②	生徒実験	硫酸銅の電気分解
7	電気分解の応用③	生徒実験	ニッケルメッキ
8	イオン化傾向①	生徒実験	金属と酸の反応 金属樹
9	イオン化傾向②	講義	イオン化傾向・イオン化列
10	電池①	生徒実験	2枚の金属板による電池
11	電池②	生徒実験	燃料電池 (電気分解の復習)
12	酸① 塩酸	生徒実験	塩酸の性質
13	酸② 硫酸	生徒実験	硫酸の性質
14	酸③ その他の酸	講義	硝酸 酢酸 有機酸
15	アルカリ① 水酸化ナトリウム	生徒実験	水酸化ナトリウムの性質
16	アルカリ② 水酸化カルシウム	生徒実験	水酸化カルシウムの性質
17	アルカリ③ その他のアルカリ	講義	アンモニア 水酸化バリウム (吸熱反応)
18	課題学習 水溶液を調べる①	生徒実験	酸性の水溶液、アルカリ性の水溶液
19	中和	生徒実験	中和による塩の生成
20	塩の反応	生徒実験	沈殿生成反応
21	課題学習 水溶液を調べる②	生徒実験	水溶液を調べる

### 3. 新しいカリキュラムの編成と試行

1で述べたねらいを達成するために、次の①～③のような方針で表2のようなカリキュラムを編成し、平成23年度(2011年度)の4月～12月にかけて実践試行した。

- ① 学習指導要領の内容を基本としつつも、より深い理解のため、また日常生活との関連もはかるため、応用・発展的な内容も取り入れた。
- ② 電気分解の実験のような、イオン概念の指導のための実験の前に、日常生活と結びつくような体験的な実験や、生徒の興味を引くような実験をおいた。
- ③ 科学的思考力の育成のために、それまでの知識を活用して探究活動を行うような授業を置いた。

この表2にあげられた教材は、基本的には従来から本校で行われてきたのものであり、表1に示された従来からの本校理科のカリキュラムにある教材である。今回、これまで続けてきた「イオン」についての教材を、新たな視点で見直しつつ、カリキュラムの編成に工夫をしてみた。特に、先に述べた①～③のうち、今回は②に重点をおいて編成してみた。また、③はこれまでも重点をおいていたが、今年度一層の工夫を加えた。

表2 2011年の本校理科カリキュラム(3年化学領域)

番号	タイトル	形態	内容
1	いろいろな水溶液①	生徒実験	水溶液関係の実験の復習
2	銅板にメッキする	生徒実験	ニッケルメッキ
3	塩化銅の電気分解	生徒実験	電解生成物の確認
4	塩酸の電気分解	生徒実験	電解生成物の確認
5	電気分解のしくみ①	講義	イオンの概念の説明
6	電気分解のしくみ②	講義	電気分解のメカニズムの説明
7	いろいろな水溶液②	生徒実験	電解質と非電解質
8	金属樹をつくる	生徒実験	ろ紙上での銀樹、銅樹
9	イオン化傾向	生徒実験・講義	金属と酸の反応
10	電池	生徒実験	うすい塩酸と2枚の金属版
11	硫酸銅の電気分解	生徒実験	銅の電解精錬
12	電気分解のしくみ③	講義	電解生成物について
13	いろいろな水溶液の電気分解	生徒実験	【選択】NaCl Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> AlCl <sub>3</sub>
14	塩酸の性質	生徒実験	塩酸固有の性質
*	湿気取りの化学	生徒実験	【選択】CaCl <sub>2</sub> の結晶観察、電解、電池づくり
15	硫酸の性質	生徒実験	硫酸固有の性質
16	その他の酸の性質	演示実験	硝酸・酢酸・酸に共通する性質
17	水酸化ナトリウムの性質	生徒実験	水酸化ナトリウム固有の性質
18	水酸化カルシウムの性質	生徒実験	水酸化カルシウム固有の性質
19	その他のアルカリの性質	演示実験・生徒実験	水酸化バリウム・アンモニア水
20	水溶液を調べる①	生徒実験	未知の水溶液を調べる
21	酸・アルカリの中和①	生徒実験	【選択】NaCl CaSO <sub>4</sub> NH <sub>4</sub> Cl
22	酸・アルカリの中和②	生徒実験	濃塩酸と水酸化ナトリウムの反応
23	沈殿生成反応/炎色反応	生徒実験	塩と塩の反応
24	水溶液を調べる②	生徒実験	未知の水溶液を調べる
25	調べ方	講義	調べる方法
26	水溶液を調べる③	生徒実験	未知の水溶液を調べる

#### 4. 工夫を加えた点

2011年度に工夫をした点について、以下に詳述する。

##### (1) 3年化学領域の導入

2年の化学領域では、水の電気分解以外に水溶液を扱う機会がない。したがって、試験管への溶液の取り方、試薬の加え方、スポイトの扱い方、試験管などの洗い方といった1年の時に指導したことを、再度確認する機会として「いろいろな水溶液」をおいた(資料①参照)。また、ここであつかった化学変化の化学反応式についてはここでは正答を与えず、半年ほど学習した後に、書けるようになっていくことに気づくようにしている。

##### (2) ニッケルメッキ

電気分解の応用であり、2010年までは塩化銅などの電気分解を実験を行い、イオンの概念

を指導した後に実施していた。しかし今回は、ものづくり的な体験として、イオンの概念を指導する前に実施した（資料②参照）。このメッキの授業は生徒の人気が高く、いわゆる「ゆとり」の時代にも、本校では続けてきたものである。

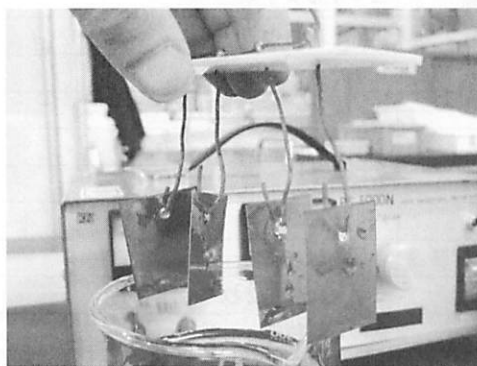


写真1 メッキ

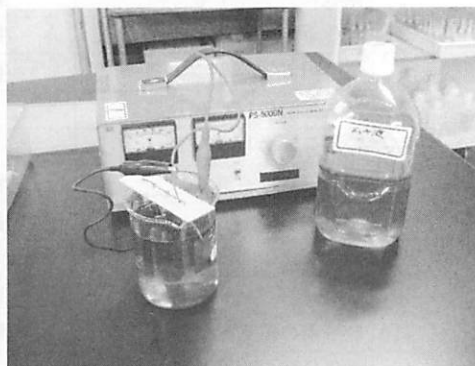


写真2 メッキ

### (3) 金属樹

本校では従来から「イオン化傾向」を指導し、それによって電池の電極の正負や酸の水溶液と金属との反応について説明してきた。「イオン化傾向」については、学術的には批判もあるが、中学校・高等学校の化学においては、化学を暗記ものにせず、考えさせるためには有効な教材であると考えられる。しかしながら、「イオン化傾向」の実験はおもしろみがないため、金属樹をはじめに置いた。また、水溶液に金属をつるす方法では、すぐに形が崩れてしまうため、ろ紙上で金属樹が成長する方法にした（資料③参照）。

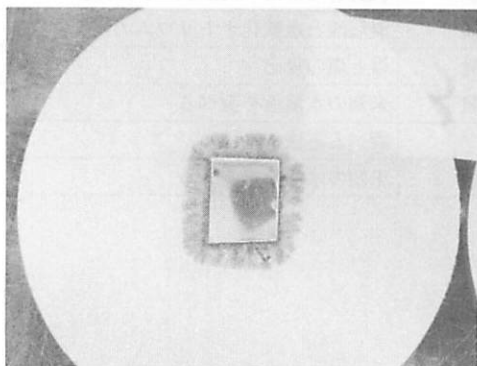


写真3 金属樹

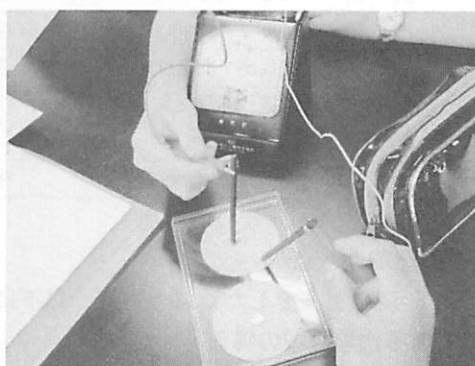


写真4 金属樹

### (4) いろいろな水溶液に電流を流す

電気分解の応用の実験で、選択型の生徒実験である。それに先立ち「電気分解のしくみ」で、イオンの種類と電極に生成する物質との関係について、それまでの実験結果（2年の水の電解も含む）を踏まえて指導している。それまでの知識・技能を使って、未習の電解質の水溶液について、電解で生成する物質を予想させ、確認方法を考えさせたうえで実験させるという探究型の授業である（資料④参照）。その際、グループの中での相談（知恵の出し合



い), 準備・実験・片付けの協力を大切にしよう指導した。この話し合いは, 言語活動の充実, コミュニケーション能力の育成にも通じるものであると考える。

### (5) 湿気取りの化学

予定ではなかったが, 次の理由によりここに置いた。それは夏休み明けの, しかも気温の高い時期に, 硫酸の実験をすることを避けるためである。廃物利用という意味もあって, このよう授業を考えた。選択型の実験で, 実験を企画させる内容である (資料⑤参照)。



写真5 湿気取りの化学

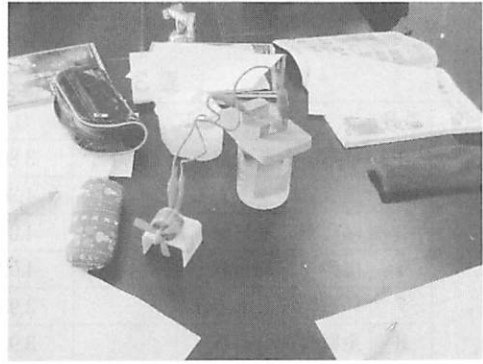


写真6 湿気取りの化学

### (6) 水溶液を調べる (1) ~ (3)

種類のわからない水溶液を, 試薬を使って調べる探究的な授業で, 従来から本校で実施している。今回は, 3回のステップに分けて実施した。既習の知識の活用という意味もある。3回目の授業では, 炎色反応の知識も使うことになるが, 炎色反応は種類によっては, 光が弱く (特に K や Ca など), わかりにくい。今年は, 直前に同じ濃度の既知の水溶液で炎色反応の実験を行うことにより, 光が弱くても見逃すことがないように工夫をした。これは, 2010年度の公開授業後の協議で, 参会者からの意見を参考にしたものである (資料⑥~⑧参照)。



写真7 水溶液を調べる

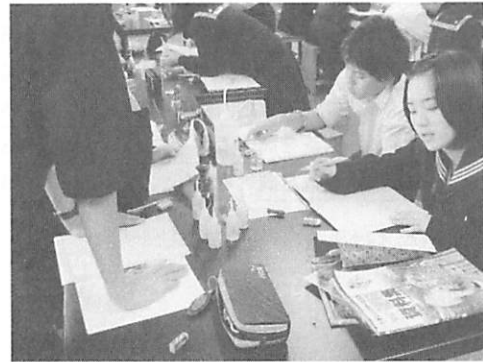


写真8 水溶液を調べる

## 5. 実施した結果

実施した生徒実験について、2～3ヶ月ごとに、4つの観点で自己評価させた。評価の観点はすべて共通で、次の4つである。それぞれ5段階で評価させた。

- ① おもしろかったか（楽しかったか）。
- ② よく理解できたか。
- ③ 実験結果は適切だったか。
- ④ 班で協力して実験ができたか（準備、かたづけも含む）。

自己評価の結果を、表3および図1～4に示す。

表3 生徒実験に関する自己評価結果

番号	タイトル	①	②	③	④
1	いろいろな水溶液①	3.80	3.95	3.98	4.19
2	銅板にメッキする	4.36	3.82	4.24	4.20
3	塩化銅の電気分解	4.04	3.94	4.07	4.21
4	塩酸の電気分解	4.02	3.99	4.04	4.21
7	いろいろな水溶液②	3.95	3.99	4.14	4.10
8	金属樹をつくる	3.95	3.55	4.08	4.10
9	イオン化傾向	4.04	3.71	4.13	4.13
10	電池	3.95	3.66	4.16	4.14
11	硫酸銅の電気分解	4.15	3.82	4.16	4.15
13	いろいろな水溶液の電気分解	4.05	3.87	4.02	4.12
14	塩酸の性質	4.23	4.29	4.42	4.23
*	湿気取りの化学	4.25	4.01	4.20	4.22
15	硫酸の性質	4.40	4.13	4.28	4.22
17	水酸化ナトリウムの性質	4.26	4.10	4.22	4.33
18	水酸化カルシウムの性質	4.18	4.08	4.23	4.22
19	その他のアルカリの性質	4.15	4.03	4.29	4.18
20	水溶液を調べる①	4.25	4.10	4.43	4.35
21	酸・アルカリの中和①	4.06	4.28	4.26	4.29
22	酸・アルカリの中和②	4.36	4.38	4.43	4.34
23	沈殿生成反応 / 炎色反応	4.45	4.01	4.23	4.32
24	水溶液を調べる②	4.28	3.94	4.25	4.28
26	水溶液を調べる③	4.25	3.90	3.83	4.26

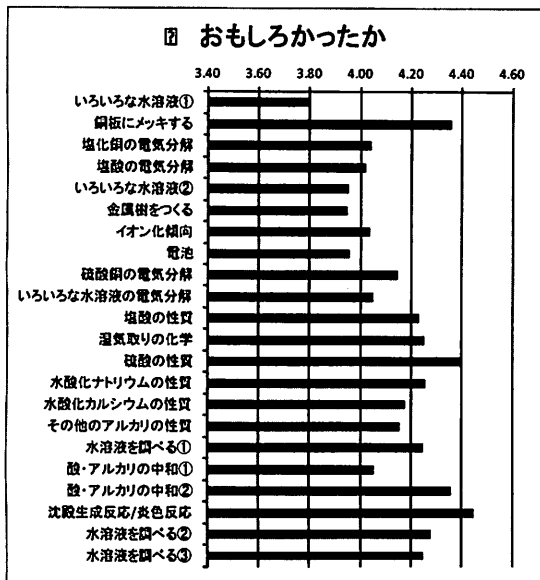


図1 質問①に対する自己評価結果

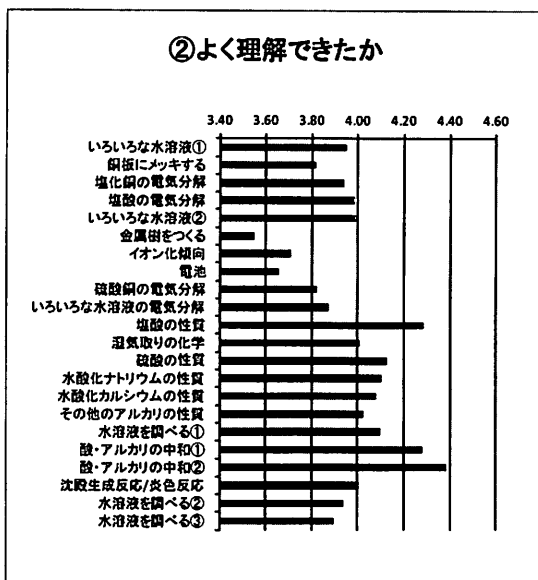


図2 質問②に対する自己評価結果

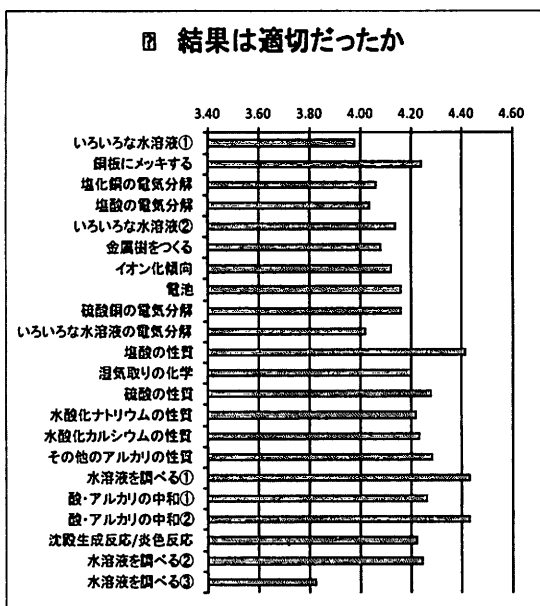


図3 質問③に対する自己評価結果

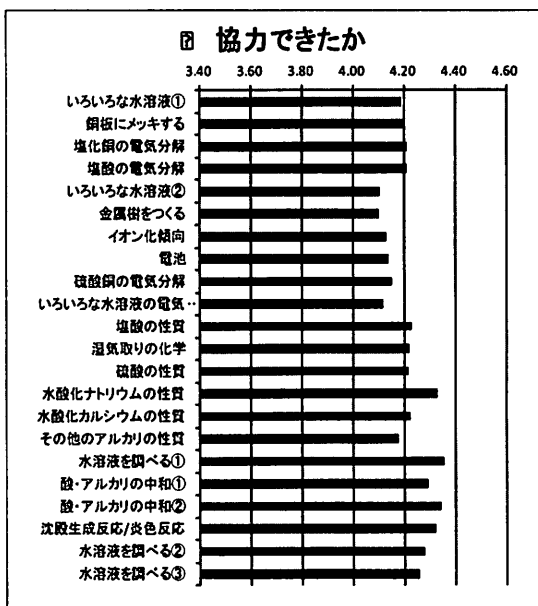


図4 質問④に対する自己評価結果

(1) 質問①(面白かったか?)に対する自己評価結果と考察

平均が4.2を越えるものを挙げると、次のとおりである。

2 銅板にメッキする	14 塩酸の性質	* 湿気取りの化学
15 硫酸の性質	16 水酸化ナトリウムの性質	20 水溶液を調べる①
22 酸・アルカリの中和②	24 沈殿生成反応/炎色反応	25 水溶液を調べる②
26 水溶液を調べる③		

先にも述べたように、メッキの実験は従来から生徒の人気が高いが、今回の調査でも、高い評価を得ている。メッキの実験以外で、質問①の評価結果が高いのは、カリキュラムの後半に多い。それらは次のように分類できる。

個々の薬品の性質を調べるもの・	14 塩酸の性質	15 硫酸の性質
	16 水酸化ナトリウムの性質	
探究的なもの・	* 湿気取りの化学	20 水溶液を調べる①
	25 水溶液を調べる②	26 水溶液を調べる③
感動的な現象が観察できるもの・	22 酸・アルカリの中和②	
	24 沈殿生成反応/炎色反応	

「酸・アルカリの中和②」は濃度の高い塩酸と水酸化ナトリウムを反応させる実験で、少々危険を伴うが、中和による発熱を実感でき、また塩化ナトリウムの美しい結晶が容易に観察できる。

(2) 質問②(理解できたか?)に対する自己評価結果と考察

おもしろかったか?という質問に比べると全体的に得点が低いですが、イオンの概念の難しさを考えると当然の結果であろう。平均が3.8を下回るものを挙げると、次のとおりである。

8 金属樹をつくる	9 イオン化傾向	10 電池
-----------	----------	-------

この3つは、いずれもイオン化傾向が関係するものである。ここで理解させたいことは、イオン化傾向・イオン化列という概念、電極での電子のやりとり、回路中の電子の流れる向き、などであるが、電子のやりとりなどは、説明をされたときに理解できても、ノートに残りにくいため、詳細な解説書や動画を見られる電子書籍などの補助教材が必要とされよう。

(3) 質問③(結果は適切だったか?)に対する自己評価結果と考察

ほとんどが4.0を越えているが、つぎの2つに関しては、4.0を下回る。

1 いろいろな水溶液	26 水溶液を調べる③
------------	-------------

3年化学領域の最初と最後の授業である。「1 いろいろな水溶液」は、内容的にも技術的にも、さほど難しい実験ではないが、久しぶりに水溶液を扱う実験のため、スポイトの取り扱いなど、器具の取り扱いなどで不適切なことがあったかもしれない。「26 水溶液を調べる③」

は、内容的にも技術的にも、かなり難しい実験である。水溶液の種類を適切にあてた割合は、「水溶液を調べる①」に比べると、低かった。これについては、実験の難易度の設定を、より適切なものにしていくことが必要であろう。

#### (4) 質問④（協力できたか？）に対する自己評価結果と考察

すべて4.0以上であり、3分の2は4.2を越えていて、概ね高い得点を得ている。生徒同士の協力に関しては、理科の授業だけでなく多くの授業の中で指導してきており、その成果が得られていると思われる。興味深いのは、質問②「理解できたか？」の得点が低い実験は、この項目の得点が比較的低くでていることである。両者の平均得点同士の相関係数を計算すると、0.69となり、かなり強い正の相関があることがわかる。このあたりの因果関係については、興味深いところである。

### 6. まとめと今後の課題

今回の実践についての生徒達の自己評価結果をまとめると次のようになる。

- ① 「おもしろかったか？」という質問については、従来より生徒の人気が高かったメッキの実験は、今回も得点が高かった。
- ② メッキ以外の実験で比較的得点が高いものは、次のようなものである。
  - ・「硫酸の性質」、「水酸化ナトリウムの性質」のような、個々の薬品の性質を調べるもの。
  - ・「水溶液を調べる」のような探究的なもの。
  - ・「炎色反応」のような、感動的なもの。
- ③ 「理解できたか？」という質問については、「イオン化傾向」に関係する実験が、得点が低かった。
- ④ 「結果は適切だったか？」という質問については概ね良好であるが、「1 水溶液の性質」と「26 水溶液を調べる③」が低かった。
- ⑤ 「協力できたか？」という質問についても概ね良好で、どの実験についても4.0以上の平均得点をえている。
- ⑥ 「協力できたか？」という質問に対する平均得点と、「理解できたか？」という質問についての平均得点の相関が高く、この因果関係については興味深い。

これらの結果を受けて、次年度には次のような方針で研究を進めたい。

- ① 「イオン化傾向」に関する実験の理解度が低いので、その改善を図る。
- ② 「水溶液を調べる③」の実験で、よりよい結果が出るよう、教材や指導法について検討する。
- ③ 「理解できたか？」という質問の平均得点と、「協力できたか？」という質問の平均得点との相関が高いことについて、さらに詳細を研究する。

なお、この研究は、「武田科学振興財団」からの助成を受けておこなった。

**参考文献**

- (1) 「中学校理科におけるイオンの学習に関する指導の工夫」  
 莊司隆一 日本理科教育学会第 60 回全国大会発表論文集 (2010 年)
- (2) 「新しい学習指導要領に対応した理科カリキュラムの編成 (1)」  
 角田陸男 金子丈夫 莊司隆一 新井直志 筑波大学附属中学校研究紀要第 61 号 (2009 年)
- (3) 「新しい学習指導要領に対応した理科カリキュラムの編成 (2)」  
 角田陸男 金子丈夫 莊司隆一 新井直志 筑波大学附属中学校研究紀要第 62 号 (2010 年)
- (4) 「科学的な思考力を育てる指導の工夫」  
 金子丈夫 莊司隆一 新井直志 井上和香 筑波大学附属中学校研究紀要第 63 号 (2010 年)
- (5) 「中学校理科における科学的思考力を育てるための工夫—中学校化学領域を中心に—」  
 莊司隆一 日本理科教育学会関東大会発表論文集 (2011 年)
- (6) 「中学校学習指導要領解説 理科編」  
 文部科学省 (2008 年)

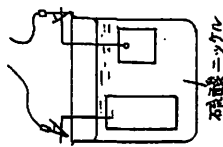
②

2 ニッケルメッキ

硫酸ニッケル水溶液に電流を流し、銅板にニッケルをメッキする。

(実験)

- ① 銅板を歯磨きペーストで磨き、その後水洗する。
- ② 銅板をうすい塩酸につけて洗い、その後水洗する。
- ③ 銅板に油性ペンで文字や絵を書く。
- ④ 銅板の四隅を丸く切り落とす。
- ⑤ 銅板を陰極、ニッケル板を陽極にして図のように配線し、液中につるす。(銅板は4枚まとめてつるす)
- ⑥ 電流を流す。(直流3V、5分)
- ⑦ 電流を止め、銅板を水洗する。
- ⑧ 再び歯磨きペーストで磨き、水洗する



(考察)  
導線中を流れる電子の向きは？

硫酸ニッケル水溶液に含まれているニッケルは、        極で        を受け取り、単体のニッケル(固体)になった。

陽極のニッケル板は、何のためにつるしているのか？

ニッケルの性質

- ・銀白色
- ・さびにくい
- ・かたい
- ・磁石につく

- めっきの目的
- ・内部の金属の保護
- ・装飾

①

1 いろいろな水溶液

次の薬品の性質を、調べてみましょう。

- ①うすい塩酸    ②うすい水酸化ナトリウム水溶液    ③食塩水  
④硝酸ナトリウム水溶液    ⑤塩化バリウム水溶液

Q1 ①～⑤の化学式は？

	B T B 溶液を 加える	硝酸銀水溶液を 加える	石灰水を加える
①		a	b
②			
③		c	
④			d
⑤		e	

Q2 硝酸銀水溶液を加えると白くにごる物質に共通することは何か？

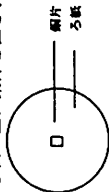
Q3 指示された区応を化学反応式で書いてみよう。

- a \_\_\_\_\_  
b \_\_\_\_\_  
c \_\_\_\_\_  
d \_\_\_\_\_  
e \_\_\_\_\_

③

8 金属樹

- (1) 銀樹
- ① ベトリ皿にろ紙を敷き、硝酸銀水溶液で湿らせる。
- ② 湿らせたろ紙の上に銅片を置き、しばらく放置する。



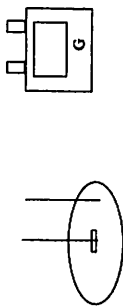
\* 銀樹が成長してきたら、双眼鏡体顕微鏡で観察しよう。

(2) 銅樹

- (1) と同様の方法で、塩化銅水溶液とアルミ片で、銅樹をつくり、観察する。

考えてみよう!

炭素棒2本とリード線2本を使い、図のように検流計につなぐと、検流計の針は、どちらにふれるか?



自分の考え

実際に確かめた結果

3年 組 ( )

④

13 課題学習 いろいろな水溶液に電流を流す (いろいろな水溶液の電気分解)

水の水溶液①~③に電流を流すと、図極、陰極にそれぞれ気体が発生する。それらの気体は何であるか予想し確認する方法を考え、実験をして確かめる。

- 発生する気体は、次のいずれかである。
- 酸素 水素 二酸化炭素 窒素 塩素

○ 電気分解装置 H字管型の装置 炭素電極

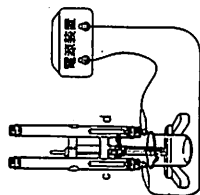
○ 条件 電流 約15V 5~10分

○ 水溶液 次の①~③から1つを選ぶ

① 塩化ナトリウム水溶液 NaCl

② 炭酸ナトリウム水溶液 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

③ 塩化アルミニウム水溶液 AlCl<sub>3</sub>



\* グループの中で話し合っ、予想し、確認方法を考え、協力して実験しよう。

\* H字管型の電気分解装置の使い方 を 確認しておこう。(教科書 p8 ) (ピンチコック、2つのゴム栓の状態に注意)

\* 電流を流す時間は、気体のあつまり具合によって判断してよいが、電極の上部まで気体がたまったら、それ以上は流さないこと。

\* 2回繰り返してよい。2回目は、1回目に使った液を完全にすててから行う。



⑥

課題学習 水溶液を調べる1 (酸の水溶液、アルカリの水溶液)

課題 6種類の水溶液A～Fがあります。これらは、次の6種類の水溶液のうちのいずれかです。(濃度はしていない) 下記の試薬を使って調べ、これらの水溶液が何であるかを判断しなさい。

サンプル	
ア	うすい塩酸 HCl
イ	うすい硫酸 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
ウ	うすい酢酸 CH <sub>3</sub> COOH
エ	水酸化ナトリウム水溶液 NaOH
オ	石灰水 Ca(OH) <sub>2</sub>
カ	食塩水 NaCl

調べるための試薬  
 硝酸銀水溶液 AgNO<sub>3</sub>  
 塩化バリウム水溶液 BaCl<sub>2</sub>  
 炭酸水  
 マグネシウムリボン

進め方

- ・ 数皿上のサンプルを班ごとに1つずつ用意する。
- ・ 調べるための試薬も班ごとに1つずつ用意する。
- ・ 調べる手順について、グループで話しあってみて、確認してから実験をはじめめる。
- ・ 実験開始後も、よく話し合いながら、実験をすすめていく。
- ・ 実験結果をもとによく話し合い、結論を出す。
- ・ 話し合いをもとに、理由を、各自の言葉で書く。

留意点

- ・ サンプルは追加はできない。
- ・ はじめに、試験管(セムプレート)をよく洗う(最後に蒸留水ですすぐ)。

備考

- \* サンプルはうすい水溶液なので、サンプル同士を混ぜても大丈夫
- \* 話し合いの結果、どうしても意見がまとまらないときは、グループの中で結論や理由が異なってもよい。

⑤

「風気とり」の化学

「風気とり」に書かれている薬品は塩化カルシウムです。この薬品は吸湿性(空気中の水分を吸収する性質)があり、長期開放すると、水分を吸収し水溶液になります。「風気とり」は2段の構造になっていて、上段に塩化カルシウムがあり、下段は上段から落ちてきた水溶液をためるようになっています。また、袋上部に、水蒸気は通過できるが液体の水は通過できない特殊な膜が貼られており、風気は吸うが、倒してもこぼれないようになっています。

風気とりの下段にたまった液は、塩化カルシウム水溶液です。この水溶液を使って、次のような実験を試してみよう。具体的な方法は、これまでに学習したことがらを参考に考えよう。

- 水溶液から塩化カルシウムの結晶を取り出し、即興瓶で観察する。
- 水溶液を電気分解し、発生する気体の種類を予想し、確認する。
- 水溶液を使って電池を作る。他の材料は工夫する。

実験計画( ) 実験をする前に書いて、チェックを受ける

①実験の概要

②必要なもの

⑧

課題学習 水溶液を調べる (Ⅲ) (塩の水溶液)

課題 6 種類の水溶液 A ~ F があります。これらに含まれるイオンは、次のいずれかです。下記の試薬を使って調べ、これらの水溶液が何であるか判断しなさい。なお、これまでで学習した知識の他に、必要があれば下の「追加の知識」を使いなさい。

含まれている可能性のあるイオン

陽イオン  
陰イオン

調べるための試薬

- ・硝酸銀水溶液 AgNO<sub>3</sub>
- ・塩化バリウム水溶液 BaCl<sub>2</sub>
- ・塩化カルシウム水溶液 CaCl<sub>2</sub>
- ・炭酸ナトリウム水溶液 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- ・硫酸ナトリウム水溶液 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- ・塩化ストロンチウム水溶液 SrCl<sub>2</sub>
- ・硝酸 HCl
- ・アンモニア水 NH<sub>3</sub> (NH<sub>4</sub>OH)
- ・B.T.B 溶液
- \* 炎色反応

炎色反応 (復習)

- Na 黄 (橙)
- K 紫 (うすい)
- Ba 黄緑
- Ca 赤 (うすい)
- Sr 赤
- Cu 緑

塩の水溶液が中性とは限らない。例えば炭酸ナトリウム Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> は塩であるが、アルカリ性である。

手順

- ・教卓上のサンプル A ~ F から各班 2 種類ずつ選ぶ。(セルプレート、スポイトも 2 つ)
- ・調べるための試薬は班ごとに 1 つずつ用意する。
- ・上に挙げた「調べるための試薬」以外にも、必要なものがあれば先生に相談する。
- ・グループで共同で進めるが、グループの中でよく話し合い、確認しながら進める。
- ・試薬をセルプレートに取るときは、深さ 2mm 程度の量にする、また隣のセルの液と混ざらないように注意する。

注意

- ・サンプルは追加はできない。
- ・はじめに、試験管やセルプレート等をよく洗う (最後に蒸留水ですぐ)。
- ・サンプルはうすい水溶液なので、サンプル同士を混ぜても大丈夫だが、調べる上で必要な量に限る。
- ・溶液は教卓上の廃液入れに捨てる。

⑦

課題学習 水溶液を調べる (Ⅱ) (塩の水溶液)

課題 4 種類の水溶液 A ~ D があります。これらに含まれるイオンは、次のいずれかです。下記の試薬を使って調べ、これらの水溶液が何であるか判断しなさい。なお、これまでで学習した知識の他に、必要があれば下の「追加の知識」を使いなさい。

含まれている可能性のあるイオン

陽イオン Na<sup>+</sup> Ca<sup>2+</sup> Ba<sup>2+</sup>  
陰イオン Cl<sup>-</sup> CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

調べるための試薬

- ・硝酸銀水溶液 AgNO<sub>3</sub>
- ・塩化バリウム水溶液 BaCl<sub>2</sub>
- ・塩化カルシウム水溶液 CaCl<sub>2</sub>
- ・炭酸ナトリウム水溶液 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- ・硫酸ナトリウム水溶液 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- ・硝酸 HCl
- ・アンモニア水 NH<sub>3</sub> (NH<sub>4</sub>OH)

追加の知識

- ・硝酸銀水溶液とアルカリ性の液が反応すると、酸化銀 Ag<sub>2</sub>O の沈殿 (褐色) ができる。
- ・塩の水溶液が中性とは限らない。例えば炭酸ナトリウム Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> は塩であるが、アルカリ性である。
- ・酸化銀や塩化銀の沈殿に (さらに) アンモニア水を加えると沈殿がとける。

手順

- ・教卓上のサンプル A ~ D から各班 2 種類ずつ選ぶ。(セルプレート、スポイトも 2 つ)
- ・調べるための試薬は班ごとに 1 つずつ用意する。
- ・グループで共同で進めるが、グループの中でよく話し合い、確認しながら進める。
- ・試薬をセルプレートに取るときは、深さ 2mm 程度の量にする、また隣のセルの液と混ざらないように注意する。

注意

- ・サンプルは追加はできない。
- ・はじめに、試験管やセルプレート等をよく洗う (最後に蒸留水ですぐ)。
- ・サンプルはうすい水溶液なので、サンプル同士を混ぜても大丈夫だが、調べる上で必要な量に限る。
- ・溶液は教卓上の廃液入れに捨てる。

例題

- 未知の水溶液 A がある。
- ① A に塩化バリウム水溶液を加えたら、白い沈殿ができた。
  - ② この沈殿に硝酸を加えたら、沈殿は消えた。
  - ③ A に炭酸ナトリウム水溶液を加えたら、白い沈殿ができた。
  - ④ この沈殿に塩酸を加えたら、沈殿は消えなかった。

# 富浦生活（宿泊体験学習）を通しての教育効果に関する研究

小山 浩

筑波大学附属中学校第一学年担任団

（金子丈夫 飯田和明 井上和香

長岡樹 小宮山美貴 中村昌子）

## 要 約

野外の宿泊体験活動による児童生徒への影響について、多くの調査報告がされており、生きる力の向上等の教育効果が認められている。本研究では、筑波大学附属中学校で行われている野外の宿泊体験活動のうち、千葉県富浦での海浜生活を取り上げる。中学一年生を対象とした同活動を通して、教育効果としてのセルフエフィカシーがどのように変容するかを調査した。富浦生活の事前と事後、1ヶ月後に生徒に調査用紙を配布し、回答を得た。

その結果、セルフエフィカシーについて、積極的に活動しようという意識が向上した。その他として、自信をもって積極的に行動できるようになったこと、自己有能感の向上、自己決定感の向上が推察された。これにより富浦生活が「生きる力」の構成要素の一つである、豊かな人間性の育成に資することができたと考えられる。

## 1. はじめに

昨今、宿泊体験学習による教育効果について、文部科学省（2008,2009）や独立行政法人国立青少年教育振興機構国立山口徳地青少年自然の家（2007）の調査報告等があり、本校（筑波大学附属中学校）においても、伝統的に各学年で実施している宿泊行事の教育効果を調べ、宿泊体験学習による教育効果の検証に資するべきと考えた。

本校の宿泊行事は、第1学年の富浦生活に始まり、第2学年の菅平生活、第3学年の修学旅行として行われている。このうち、千葉県富浦での海浜生活を今回の調査対象とする。3回の行事のうち、4泊5日と最も長い宿泊を伴うこと、また百年を超す伝統行事であり、教育効果をとらえやすいと考えるためである。

手順として、東京海洋大学千足耕一准教授、同大学院博士課程蓬郷尚代氏らによって提供されたセルフエフィカシー調査用紙を用いて、富浦海浜生活（以下富浦生活）の事前、事後、および1ヶ月後の生徒の宿泊を伴う海浜生活での意識変容を調査する。調査は、6月下旬からの富浦生活事前指導を終えた後、富浦生活が開始される前日に行う事前調査、富浦生活最終日に行う事後調査、夏季休業後の9月に行うフォローアップ調査の3回とする。

## 2. 富浦生活の歴史、位置づけと構成

筑波大学附属中学校は明治21（1888）年に高等師範学校（後に東京高等師範学校、東京教育

大学、現筑波大学)の附属学校として創設された。以後、日本の中等教育教員養成機関の附属学校として、中等教育における先導的な役割を担ってきた。その中で、本校の富浦生活は、富浦水泳場開設百周年記念誌(2007)によると、明治37(1904)年に桐陰会水泳部が、当時の千葉県富浦村豊岡の浜に水泳場を開設したことを嚆矢とする。さらには、本校の初代校長嘉納治五郎先生とその愛弟子の本田在先生が神奈川県三浦で、生徒達に水府流太田派の古式泳法による水泳指導を始めた明治30(1897)年まで遡ることができる。当初、水泳部員による富浦生活であったが、寄宿舎の建設(1914年)を経て、次第に一般生徒も参加する等活動内容が充実していった。大正期には旧制中学1年生の正課として位置づけられる時期もあった。戦争による中断の後、新制中学に改編された翌年、昭和22(1947)年から再開され、女子の参加も次の年から始まっている。その後、しばらくは中学生と高校生の参加によって実施していたが、現在は中学1年生を中心に、中学2、3年生数名を水上要員として補助的に参加させる形態になっている。水泳指導は、伝統的に本校の卒業生組織が運営する桐游倶楽部が主体となっている。この倶楽部は水府流太田派の古式泳法を伝承するものであり、百有余年の歴史が連綿と受け継がれている。

終戦直後は、富浦生活の教育的価値を模索しつつ、次のような目標を掲げて実施されていた。  
 ①水泳技術の体得を通して心身の健全化をはかる。  
 ②生活訓練の場として共同生活の意義を理解し、その目的達成に邁進する。  
 ③師弟相互・先輩後輩の相互親睦と、共同扶助の実をあげる。  
 ④正課の延長として校外に赴き、地元の人々に対する理解親善を深める。  
 ⑤現地でなければ得られない社会一般の見聞を広めてその知識を増す。  
 ⑥父母兄弟と離れて、その恩義・愛情をしのび、敬愛・友愛の情を養う。  
 ⑦自主独立の精神を培い、生活の規律の中に自己を発見する(昭和28年の富浦生活の記録より)。現在でもこうした精神は受け継がれ、本校の卒業生であり、平成16(2004)年に本校校長に着任した阿部生雄先生の次のような上記記念誌(2007)への寄稿文からもうかがえる。「附属中学生が富浦の生活で、真の共同生活、友情、頑張り、そして勇気を学び続け、水府流太田派の古式泳法、つまり日本の文化そのものを身につけて、世界に雄飛してくれることを期待している」。このように継続されている富浦生活は、昭和29(1954)年に五十周年、平成16(2004)年に百周年を無事故で迎えている。

### 3. 研究の方法

#### (1) 対象

中学1年生男女 5クラス(男子202名 女子203名)

#### (2) 富浦生活実施期間

前期：平成23年7月19日～23日

後期：平成23年7月23日～27日 ※前期後期ともに4泊5日

#### (3) 実施計画の実際

以下に今年度の実施計画を示す(平成23年度富浦生活実施要項より抜粋)。

##### ① 指導目標

- ・海浜での団体生活を通して、規律正しい生活態度を身に付ける。
- ・安全や健康に注意し、水泳の技能、体力の向上をはかる。
- ・集団生活でのマナー、ルールを身につけ、皆で学ぶことのすばらしさを知る。

- ・震災などに備え、例年に増して危機管理に細心の配慮と事前準備をもって臨む。

## ② 指導上の留意点

- ・学年目標「学び合いを大切にしよう」「自分とみんなを大切にしよう」を念頭におき、富浦生活における目標（全体目標・各部屋目標・個人目標）の達成に向け、集団生活を通じて誠実に努力させる。
- ・富浦委員を中心に、一人ひとりの自治意識を高めさせる。
- ・クラスの枠を越え、誰もが「居心地」を良くするために常に心を配りあい、自らの行動を省み、迷惑行動を慎む。
- ・「学習」の機会を設け、日常の学校環境では得られない貴重な自然の中で感性を磨き、知的好奇心を呼び起こすよう、現地での学習環境を整える。
- ・富浦生活で学んだことを、帰京後の生活で自覚を持って活かせるよう留意する。

## ③ 指導の実際

- 1) 前期、後期に男女をほぼ均等に割り振り、出席番号の偶数番を前期、奇数番を後期とする。学級委員をもって富浦委員会を前期後期それぞれ10名で組織し、委員長、副委員長、生活担当、美化担当、レクリエーション担当、食事担当の役割を分担し、運営にあたらせる。
- 2) 合計10室の部屋割りは、出席番号順に男女別に5クラスを通して縦割りとする（他クラスの生徒と混成するようにする）。また2、3年の上級生は男女各1室とする。

## ④ 生徒・引率教員

- 1) 前期 1年生100名、3年生12名、教員7名
- 2) 後期 1年生104名、2年生19名、教員7名

教員は、主任兼庶務1名、生活美化担当2名、食事及びレクリエーション担当2名、学習担当1名、記録担当2名、保健担当1名を分担する。これ以外に看護師1名が常駐し、遠泳の前日から医師が1名参加する。また、富浦生活の日毎に教員、生徒各々日直、副直を決め、一日の生活全般における各種会合のとりまとめを行う。

## ⑤ 富浦生活指導関連日程

- ・桐遊倶楽部（先輩団）・教務部・学年担当主任との打ち合わせ会：実施1ヶ月前
- ・保護者会：実施2週間前
- ・水上要員（補助員の中学2、3年生）指導：実施2週間前
- ・引率教員打ち合わせ：実施1週間前

## ⑥ 生徒への事前指導

### 1) 生活指導

- ・6月以降週1回都合4回（合計8時間）の生活関連指導
- ・夏季休業前、最後の登校日に前期後期合同の全体指導1回
- ・出発前日指導：各期1回

### 2) 水泳指導

- ・体育の授業で6月中旬から7月上旬まで、各クラス10時間程度、学校のプールで実施する。

## ⑦ 主な日程

表1 宿泊一日目日程

午前	9:00	学校集合完了
	9:30	出発
午後	12:00	富浦寮到着
	1:40	入寮式
	2:15	水泳準備
	3:00	水泳 (3:00～4:30) 避難経路確認
	4:30	入浴 (4:30～5:30) ⇒ 体重測定 ⇒ 自由時間, 自由研究
夜	5:00	(保健室への相談 5:00～5:30)
	5:45	食事係・食事当番集合
	6:00	夕食 諸連絡 ⇒ 身辺整理
	7:30	夜の時間 (7:30～8:30) 健康状況を副室長に報告する。
	8:30	(保健室への相談 8:30～9:00) 富浦委員会・室長合同会議
	8:50	室会合
	9:20	点呼
9:30	消灯・就寝	

表2 宿泊二日目

午前	5:55	体温測定
	6:00	起床……健康状況を保健係に報告する。洗面・身辺整理
	6:30	朝礼 (富浦小学校校庭) ⇒ 清掃
	7:05	食事係・食事当番集合
	7:20	朝食 諸連絡
	8:00	(休泳届, 保健室への相談 8:00～8:30)
	8:30	水泳準備
	9:00	水泳 (9:00～10:30) 避難訓練
	10:30	入浴 (10:30～11:30)
	11:00	(保健室への相談 11:00～11:30)
	11:15	食事係・食事当番集合
11:30	昼食	
午後	12:00	昼寝 (12:00～1:30)
	2:30	水泳準備 (休泳届, 保健室への相談)
	3:00	水泳 (3:00～4:00)
	4:00	水上小会
	4:30	入浴 (4:30～5:30) ⇒ 自由時間, 自由研究
夜	5:00	(保健室への相談 5:00～5:30)
	5:45	食事係・食事当番集合
夜	6:00	夕食 諸連絡 ⇒ 身辺整理
	7:00	水泳講話 約30分
	7:30	※富浦委員会・室長合同会議・保健委員会
	8:00	歌の練習・レク準備
	8:30	(保健室への相談 8:30～9:00)
	8:50	室会合
	9:20	点呼
	9:30	消灯・就寝

表3 宿泊三日目

午前	5:55	体温測定
	6:00	起床……健康状況を保健係に報告する。洗面・身辺整理
	6:30	朝礼(富浦小学校校庭)⇒清掃
	7:05	食事係・食事当番集合
	7:20	朝食 諸連絡
	8:00	(休泳届, 保健室への相談8:00～8:30)
	8:30	水泳準備
	9:00	水泳(9:00～10:30)
	10:30	入浴(10:30～11:30)
	11:00	(保健室への相談11:00～11:30)
	11:15	食事係・食事当番集合
11:30	昼食 諸連絡	
午後	12:00	昼寝(12:00～2:30)
	2:30	水泳準備(休泳届, 保健室への相談)
	3:00	水泳(3:00～4:30)
	4:30	入浴(4:30～5:30)⇒自由時間, 自由研究
	5:00	(保健室への相談5:00～5:30)
夜	5:45	食事当番集合
	6:00	夕食 諸連絡 ⇒ 身辺整理
	7:00	遠泳講話
	7:30	※富浦委員会・室長合同会議・レク係会議・保健委員会
	7:50	室会合
	8:30	歌の練習・レク準備 諸連絡
	8:30	(保健室への相談8:30～9:00)
	9:20	点呼
	9:30	消灯・就寝

表4 宿泊四日目

午前	5:55	体温測定
	6:00	起床……健康状況を保健係に報告する。洗面・身辺整理
	6:30	朝礼(富浦小学校校庭)⇒清掃
	7:05	食事係・食事当番集合
	7:20	朝食 諸連絡
	8:00	水泳準備(休泳届, 保健室への相談8:00～8:30)
	8:20	遠泳についての全体確認
	9:00	遠泳
	10:45	入浴(10:45～11:15)
	11:00	(保健室への相談11:00～11:30)
	11:15	食事係・食事当番集合
11:30	昼食 諸注意	
午後	12:00	昼寝(12:00～2:15)
	2:15	水泳準備(休泳届, 保健室への相談)
	2:45	集合写真
	3:00	水泳(3:00～4:30)
	4:30	入浴(4:30～5:30)⇒体重測定⇒自由時間, 自由研究
5:00	(保健室への相談5:00～5:30)	
夜	5:45	食事係・食事当番集合
	6:00	夕食 諸連絡 ⇒ 身辺整理
	7:00	健康状況を副室長に報告する。 ※富浦委員会・室長合同会議・保健委員会
	7:15	室会合
	7:25	レクリエーション(7:25～8:50) 諸連絡
	8:50	(保健室への相談8:50～9:20)
	9:40	点呼
	9:50	消灯・就寝

表5 宿泊五日目

午前	5:55	体温測定
	6:00	起床……健康状況を保健係に報告する。洗面・身辺整理
	6:30	朝礼(富浦小学校校庭)⇒身辺整理
	7:05	食事係・食事当番集合
	7:20	朝食 諸連絡
	7:50	大掃除・寝具類の整理整頓
	8:40	身辺整理
	9:20	室会合
	9:40	「富浦生活を終えて」全体での振返り
	10:40	退寮式
	11:15	食事係・食事当番集合
	11:30	昼食 挨拶・諸注意
	13:00	学校へ向けて出発
	15:45	学校到着
16:00	解散	

#### (4) アンケート調査

表6のアンケートを前期は7月18日、後期は7月22日の前日指導時に、事前調査として行う。同様に事後調査をそれぞれ富浦生活の最終日である7月23日、7月27日に行う。さらに、フォローアップ調査を行事後約1ヶ月後の9月中旬に実施する。アンケート内容は、セルフエフィカシーに関する質問項目16問を4件法で回答を求めた。

#### 4. 結果と考察

セルフエフィカシー調査の結果は表7の通りである。事前、事後、フォローアップ調査でデータの揃わないものは除き、161件を分析対象とした。4件法による回答であったが、事前、事後の平均値に有意差(5%水準)を認められるものは、設問1,3,4,6,10,11,13,15,16であった。有意差のあった設問内容から次のように推察される。

- ① 「1何かをするとき、自信を持ってやるほうだと思いますか」2.78→2.92、「4ものごとを終えた後、失敗したと感ずることのほうが多いですか」2.34→2.20、「10結果の見通しがつかないことでも、積極的に取り組んでいくほうだと思いますか」2.68→2.82、「13どんなことでも積極的にこなすほうだと思いますか」2.56→2.72、「15積極的に活動するのは苦手なほうですか」2.18→1.94の結果から、自信をもって積極的に行動できるようになったことがうかがえる。
- ② 「3友だちよりも優れた能力がありますか」2.46→2.58、「16世の中に貢献できる力があると思いますか」2.43→2.57の結果から自己有能感の向上がうかがえる。
- ③ 「6何かを決めるとき、迷わずに決定するほうですか」2.33→2.52、「11どうしたらよいか決心がつかずに、ものごとに取りかかれないうことがよくありますか」2.35→2.21から、自己決定感の向上が推察される。

フォローアップ調査との関連をみても、事前、事後の調査との比較で、多くの項目において有意差をみることはできなかった。これは海浜宿泊行事という、いわば非日常の体験を通して自己効力感が向上したものの、集団での行事後に日常の生活を1ヶ月ほど送ることで、行事以前の意識状態に戻ってしまったと考えられる。また夏季休業という通常の学校生活とは異



表6 一般セルフ・エフィカシー調査<sup>注1)</sup>

次の文章をよく読み、今のあなたにあてはまるかどうかを判断してください。

「いいえ」のときには1に、「どちらかといえば いいえ」のときには2に、「どちらかといえば はい」のときには3に、「はい」のときには4に○をつけてください。

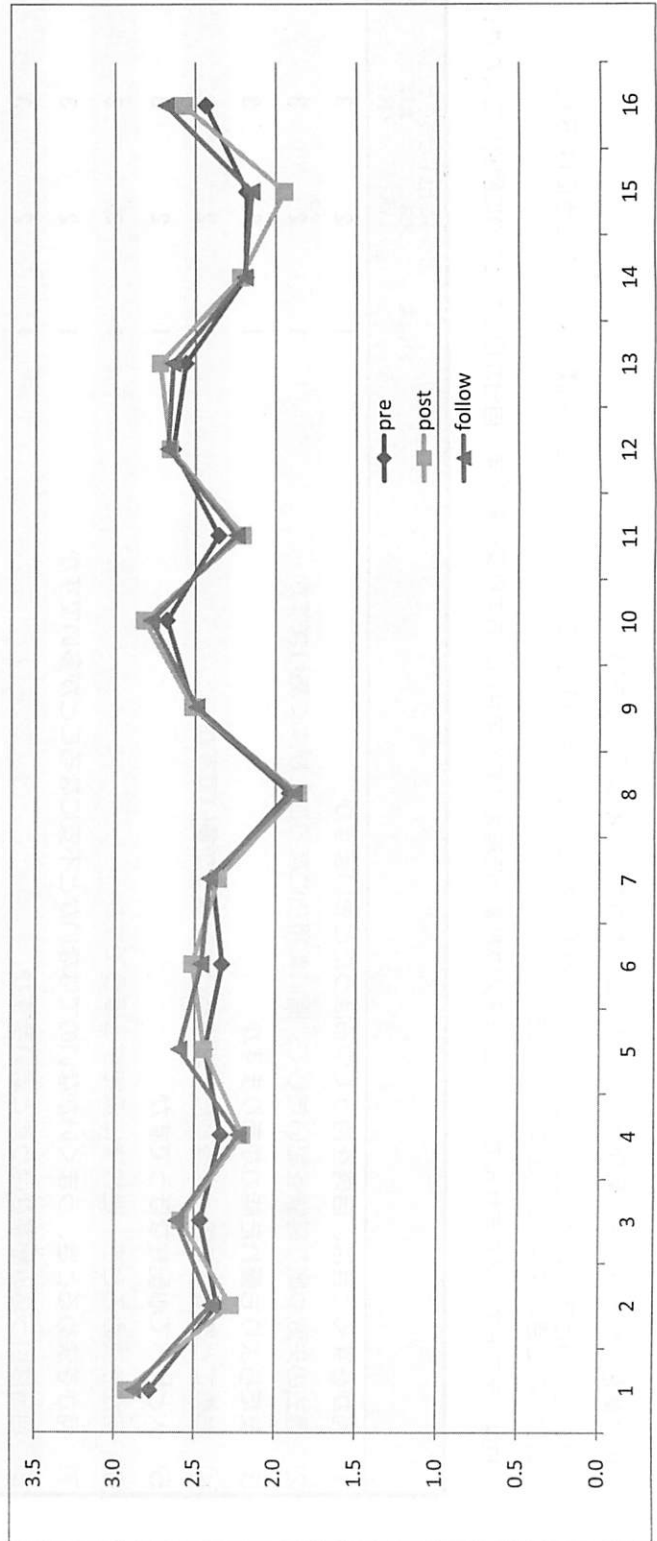
これは、テストではありませんので、正しい答えや間違った答えはありませぬ。あまり深く考えず、自分が思ったとおりに回答してください。

	いいえ	どちらかとい えは いいえ	どちらかとい えは はい	はい
1) 何かをするときは、自信を持ってやるほうだと思いますか	1	2	3	4
2) 過去の失敗や嫌な経験を思いだして、暗い気持ちになることがよくありますか	1	2	3	4
3) 友だちよりも優れた能力がありますか	1	2	3	4
4) ものごとを終えた後、失敗したと感ずることのほうが多いですか	1	2	3	4
5) 人と比べて心配性なほうですか	1	2	3	4
6) 何かを決めるとき、迷わずに決定するほうですか	1	2	3	4
7) 何かを決めるとき、うまくいかないのではないかと不安になることが多いですか	1	2	3	4
8) 自分は引っ込み思案なほうだと思いますか	1	2	3	4
9) 人より記憶力が良いほうですか	1	2	3	4
10) 結果の見通しがつかないことも、積極的に取り組んでいくほうだと思いますか	1	2	3	4
11) どうしたらよいか決心がつかずに、ものごとに取りつかれないことがよくありますか	1	2	3	4
12) 友人よりも特に優れた知識を持っている分野がありますか	1	2	3	4
13) どんなことでも積極的にこなすほうだと思いますか	1	2	3	4
14) 小さな失敗でも人よりずっと気にするほうだと思いますか	1	2	3	4
15) 積極的に活動するのは苦手なほうですか	1	2	3	4
16) 世の中に貢献できる力があると思いますか	1	2	3	4

ご協力ありがとうございました

表7\_事前・事後・フォローアップ調査\_自己効力感

	1自信を持って	2過去、暗くなる	3友慮れた能力	4事後の失敗感	5心配性	6迷わず決定	7うまくいかない不安	8引込み感	9記憶力	10見通し無、積極的	11決心着かず、逡巡	12友知識優	13積極的になす	14小失敗、気にする	15積極的活動苦手	16世の中貢献力
Pre	2.78	2.35	2.46	2.34	2.43	2.33	2.39	1.91	2.52	2.68	2.35	2.64	2.56	2.19	2.18	2.43
Post	2.92	2.27	2.58	2.20	2.44	2.52	2.35	1.86	2.52	2.82	2.20	2.66	2.72	2.22	1.94	2.57
Follow	2.88	2.39	2.61	2.22	2.60	2.46	2.41	1.88	2.49	2.78	2.24	2.67	2.64	2.19	2.15	2.68
N	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161
Pre-Post	-0.143	0.087	-0.124	0.137	-0.006	-0.186	0.037	0.056	0.000	-0.143	0.149	-0.019	-0.161	-0.031	0.236	-0.137
Pre-Follow	-0.099	-0.037	-0.149	0.112	-0.161	-0.130	-0.019	0.031	0.025	-0.099	0.112	-0.031	-0.081	-0.006	0.031	-0.248
Post-Follow	0.043	-0.124	-0.025	-0.025	-0.155	0.056	-0.056	-0.025	0.025	0.043	-0.037	-0.012	0.081	0.025	-0.205	-0.112



なる生活環境にあって、家庭によっては旅行など様々な体験的経験を経ていることも影響していると考えられる。

## 5. まとめ

本校で実施している宿泊行事の富浦海浜生活を通し、その前後のセルフエフィカシー調査の結果から、次のようなことが示唆された。すなわち自主的、積極的に行動しようという意識の高まりや、やればできるという自己有能感、自己決定感の向上がみられた。これらから、文部科学省が提唱する「生きる力」の構成要素の一つである、豊かな人間性の育成に資することができたといえよう。ただし、夏季休業を通して学年を構成する集団との接触が薄れる中で、その意識変容は通常の状態に戻ってしまうことがうかがわれた。行事そのものをやり通したことが、記憶に残ることは間違いないものの、そこで培うことができた自己効力感は学年集団の中のものであり、その集団との接触が途絶える夏季休業中にその意識が薄れてしまうことは否めない。そこで、宿泊行事を各学年に配置し、自己効力感の向上に資するよう配慮する必要がある。

## 6. 今後の課題

今回の調査では、生徒のセルフエフィカシーについて、本校の宿泊行事のひとつである富浦生活（海浜生活）を対象に、事前、事後の生徒の意識変容を調査した。文部科学省の調査などとも比較しつつ、宿泊体験学習の教育的効果を確認しようとしたものである。今回は、調査項目の精選、他の調査結果との比較分析を十分に行えなかった。特にセルフエフィカシー調査は6件法で回答を求めるべきであったろう。ただ、回答内容を精査し、事前・事後調査の回答者を同一集団として百数名を抽出できたのは、その意識の変容を調べる上では重要なことだったと思われる。

注1) 坂野 雄二（早稲田大学人間科学学術院）,1989,一般性セルフ・エフィカシー尺度の妥当性の検討,人間科学研究 = Waseda journal of human sciences, 第2巻（第1号）より抜粋

## 7. 引用, 参考文献

- 1) 井澤悠樹他「マリン&レクリエーション実習のプログラム効果に関する研究－学生の Self-efficacy に注目して－」2009.10.2 大阪女学院大学紀要6号 97-106
- 2) 文部科学省（2009年）「農山漁村での長期宿泊体験による教育効果の評価結果について」  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/21/11/\\_icsFiles/afieldfile/2010/02/01/1287615\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/21/11/_icsFiles/afieldfile/2010/02/01/1287615_1.pdf)  
（参照日 2011年4月30日）
- 3) 文部科学省（2008年）「体験活動事例集－体験のススメ－（平成17,18年度 豊かな体験活動推進事業より）」  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/seitoshidou/04121502/055.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/seitoshidou/04121502/055.htm)  
（参照日 2011年4月30日）

- 4) 独立行政法人国立青少年教育振興機構国立山口徳地青少年自然の家（2007年）  
「青少年の自立支援事業報告書〔徳地アドベンチャー教育プログラム〕によるプログラムデザインと指導」[http://www.niye.go.jp/kikaku\\_houkoku/upload/project/707/707\\_1.pdf#search=](http://www.niye.go.jp/kikaku_houkoku/upload/project/707/707_1.pdf#search=)（参照日 2011年4月30日）
- 5) 筑波大学附属中学校（2007年） 富浦水泳場開設百周年記念誌 :3,17-22
- 6) 松田幸也（2005年）「長期キャンプ体験における自己成長性・自己効力感の変容と感情に関する一考察」国立オリンピック記念青少年総合センター研究紀要第5号 225-237
- 7) 久保和之他（2003年）「ウォーターウイズプログラム参加者における自己効力感の変化」国立オリンピック記念青少年総合センター研究紀要第3号 139-144
- 8) 坂野雄二（1989年）「一般性セルフ・エフィカシー尺度の妥当性の検討」早稲田大学人間科学研究第2巻第1号 91-98

# 中学校保健体育授業における 投動作の習得にむけた教材・カリキュラム開発

～いろいろなものを投げる経験から学ぶこと～

筑波大学附属中学校保健体育科 長岡 樹  
筑波大学体育専門学群 高橋 亜弓  
筑波大学体育系 宮崎 明世

## 1 本単元について

### (1) 投能力向上にむけて

四足歩行から二足歩行へと進化した我々人間は、その特長である“物を投げる”という運動能力を授かった。それは、人間が他の動物とは異なる唯一できる特殊な能力であるといえる。その投げる動作ができることによって、肘を高く上げたり捻りを伴ったりするなどの類縁のある動作が滑らかにできて、それがスポーツ活動や生活の様々なところに活かされていくと思われる。しかし、生徒の投動作を見てみると、その動作の不自然さを目の当たりにすることが少なくなく、遠くに、またはコントロールよく投げられないと感じることが多い。人間は、科学技術の発展や利便性の向上からくる日常生活での「ものを投げる機会」の減少など、様々な理由からその運動能力の低下を招いているといえる。その投能力を体育授業で保障していかなければならない状況の中で、中学校保健体育授業において、投げ方を学ぶといった技能向上学習の機会は少ないと考えている。

### (2) 様々な体験から

テレビで見るハンマー投げをどんなものなのか一度は試してみたいと思ったことがある生徒は恐らく多いであろう。そして、鉄の塊が遠くまで飛んでいく映像を見て、そのほとんどの人が自分がやってみて同じように飛んでいくとは思えないだろう。当たり前のことだが、実際に体験してはじめてハンマー投げの難しさやその危険性、アスリートの凄さが実感できると思われる。しかし、学校・地域・社会におけるスポーツ・体育活動では、安全・施設面で危険なものを身近に取り扱える機会が少ないことも事実である。一歩間違えれば危険になることを、安全面に細心の注意を払いながら経験させることで、安全面に留意しないとけないということを体験を持って理解する必要があると考える。

そこで、安全・施設面を考慮した上で、危険なものに触れて、また体験してみればじめて危険なものが危険なる所以を理解すること、細心の注意を払い安全面に配慮すれば安全にできることを理解することをねらいの一つとして取り組んだ。普段なかなかできない投てきを身近に感じてほしく、また生徒に投げることに對してより興味・関心を抱いてもらいたく、様々な投てき物を用いて体育授業を展開した。

### (3) 3年間のカリキュラムを通した位置づけ

本校保健体育科の3年間にわたるカリキュラムをみると、ボール運動を扱っている単元は、2・3年次に配当されている。つまり、1年次ではその球技系の単元は取り入れられて

いない。そのため、1年次にはボールに触れないまま2年次に進むことになり、ボール運動つまり投運動を小学校を卒業してから1年間には行わないままに2年次の球技系の単元に入ることになる。それでは、投動作が苦手であったり、難しいと感じていたりする生徒にとっては、投動作の習得の程度という観点からみて、球技ゲームの面白さや楽しさを味わうまで時間がかかってしまうと考えられる。ましてや時間数に限りがあるため、やっと投げる動作の感覚が身についてきた頃に単元の終わりを迎えてしまう。もちろん、一つの球技系の単元において、投動作を完全に習得してから次のステップに進むわけではない。投動作の習得が不十分なために、上手に投げられなかったとしても、他の楽しみや面白さを味わうこともできる。しかし、ここで言いたいことは、遠くに、またコントロールよく投げることができれば、より球技系のゲームを楽しむことができるということである。

そこで、2年次に入る前の1年次に、球技系の単元ではなく、また球技系の単元の中で投げ方を取り扱うのではなく、投動作の習得や投能力の向上に特化した内容の授業構成を少しでもできないかと考えたのが今回の実践である。その目的の一つとして、1年次に少しでも投げ方を学び、経験することで、2年次以降の球技単元の投動作の習得程度によるもたつきを少しでも軽減すること、つまり、投げ方を学びそのコツを知ることや経験することで2年次以降の球技系のゲームをより楽しむことであった。授業構成としては上記(1)(2)の観点から、オーバーハンスローを単元の毎時間にわたり少しずつ行い、そして様々な投運動を経験できるようなものとした。

#### (4) 過去の取り組みからの改善点

投動作の習得や投能力の向上に特化した授業を1年次で取り入れたのは2007年以来となる。そのときは、単元の総時間数は測定含めて5時間であり、今回(2011年)の6時間(事前・事後の測定含む)より1時間少ないが、測定以外の時間数としては同時間数であった。

以下に2007年度とは異なる今年度の特徴を示すこととする。

2011年度
<ul style="list-style-type: none"> <li>・事前測定を実施した1時間目以外では、毎時間にわたり基本ドリルを行い、オーバーハンドによる投動作の習得、投能力の向上に努めた。</li> <li>・様々な投てき体験ができるように、2007年度より、投てき物の種類を増やした。</li> <li>・得点制を導入するなど競争的要素を取り入れた。</li> <li>・投動作の習得を自己・他者評価できるような場を設定した。</li> <li>・陸上競技の発展系統を視野に入れて、ハンマー投げや円盤投げなどの回転を伴った投げ方につながるような潜在性のある教材を取り入れた。</li> </ul>

\*基本ドリルについては図1,2,3参照

2007年度は、男子にとってはやや物足りない内容だったと感じていた。もっと活動的に動かし方が男子にとっては、より効果的であったといえる。特に男子については、得点制を導入するなど競争的要素を含ませることでやる気を喚起できたのではなかろうかと考え、今回の実践に至った。

男女共修の場合においては、男女ともに学習意欲を喚起するような学習内容を考案することを今後の課題としていた。この時期では投能力の差が大きくなっていく。その差が大きいく中で学び合いを高め、技能を向上させる授業展開ができる学習形態や学習方法について教材研究しなければならない。また、生徒たちの興味・関心を高める教材づくりや教具づくりが

重要であると感じられた。生徒の興味や能力に見合った学習課題や教材が計画されていれば、生徒たちは果敢に何度も課題に挑戦するであろう。

そういった課題があげられていたため、2007年度に行った投てき物以外のハンマーや円盤投げにつながるフラフープの導入、生徒自身で評価できるような場を設定して関わりをもてるようにした。

## 2 単元目標

- (1) 投げる動作を正しく身に付けて、オーバーハンドスローによる投能力を高めていくことができること
- (2) 自分や仲間の課題を理解し、解決に向けて思考しながら挑戦すること
- (3) 様々な投運動を意欲的に体験すること
- (4) ルールやマナーを学び、安全面の理解を深めること、日常生活においても危険を予測・回避といった状況判断ができる活きた力を身に付けていくこと
- (5) 正しい投動作の確保や投能力の向上が未来の2・3年次の球技単元につながることを生徒自身が意識して学ぶこと

\*本校では、2年次以降に球技種目を男女別習で配置している。

## 3 単元計画

### (1) 学習の展開

時間	学習内容	学習活動	指導上の留意点
1	学習前測定Ⅰ	測定方法・役割の確認 ソフトボール遠投	全体計画の把握 測定が効率よく進行するように役割を理解させる
2	投運動の基本	授業の約束確認 1) バトン投げ 2) ボルテックスボール投げ 3) ソフトボール投げ①	投てき物の危険性を理解させる 投てき物の飛距離について考えさせる 近距離・遠距離を狙うときの投動作の違いに気付かせる 投運動の基本動作を学ぶ
3	投運動の基本	1) ソフトボール投げ②(動き作り) 2) ボルテックスボール投げ	グループ活動で動作をチェックし、課題を見つけさせる 握り方、役割を確認し、効率よく取り組ませる
4	他投てきに挑戦Ⅰ	1) ソフトボール投げ③(動き作り) 2) 挑戦Ⅰ ① ハンマー ② フラフープ	危険性について確認し、約束事を徹底させる
5	他投てきに挑戦Ⅱ	1) ソフトボール投げ④(動き作り) 2) 挑戦Ⅱ ① ベットボトル ② ターボジャブ投げ ・基本と動き作り ・ステップからの投げ	互いの声かけ、手振りなどの合図を行わせる ペア・グループ学習で投げ方のコツを理解させる
6	学習後測定Ⅱ	ソフトボール投げ⑤(動き作り) ソフトボール遠投 単元まとめ	学習成果を発揮させる

(2) 学習の流れ

時間	1	2	3	4	5	6
10	集合・出欠確認					
	単元の流れ	本単元の約束確認	授業のねらい・内容の確認			
本時の内容説明	投運動 (男女ローテーション) ① バトン ② ボルテックスボール		準備運動 ソフトボール投げ② 基本動作の確認 基本ドリルI・II グループ活動 (相互評価)	準備運動 ソフトボール投げ③ 基本ドリルI・II・III	準備運動 ソフトボール投げ④ 基本ドリルI・II・III	準備運動 ソフトボール投げ⑤ 基本ドリルI・II・III
20		W-up	投運動の基本動作 ソフトボール投げ① 基本ドリルI	ボルテックスボール	投てきチャレンジI (男女ローテーション) ①ハンマー ②フラフープ	投てきチャレンジII ①ベットボトル ②ターボジャブ ・基本と動きづくり ・ステップからの 投げ
30	測定方法・役割確認					
40	学習前測定 アンケート記入					学習後測定 アンケート記入 まとめ
50	ま と め					

4 教材内容

(1) オーバーハンドによるソフトボール投げ

1時間目を除いて、毎時間オーバーハンドによるソフトボール投げを行った。柔らかいグリーンソフトボール(写真9 12インチ, 3号球)を使用して、男女ペアを基本としてキャッチボールを行った。2時間目に基本ドリルI(バット投げ 図1), 3時間目に基本ドリルI・II(トントントン投げ 図2), 4時間目には前者2つに基本ドリルIII(バウンド投げ 図3)を加え、5・6時間目には3つの基本ドリルで、基本動作の習得に向けて動き作りを行った。適宜、7つの技術ポイント(表1)を確かめながら取り組ませた。

基本ドリルIでは、『構えて、せ～の、い～ち、に～い、さ～ん!』、基本ドリルIIでは、『構えて、せ～の、トントントン!』、基本ドリルIIIでは、『構えて、いち、に～』と教師が声掛けをしてリズムを取りながら行わせた。単元後半には、生徒自身のタイミングで声掛け、手振りの合図をしてから投げるように指示した。

3時間目にはグループで課題をお互いに指摘し合うような活動を中心に行った。そこでは、ネットから約5～10m離れたところから、高さを意識するようにネットに向かって投げて、7つの技術ポイントを互いに学習カードにチェック(○△×)しながら行わせた。



写真1 みんなでフォームづくり

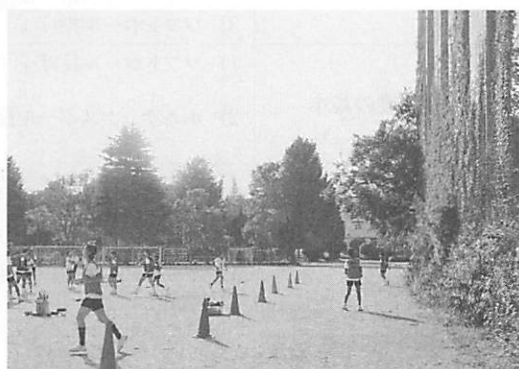
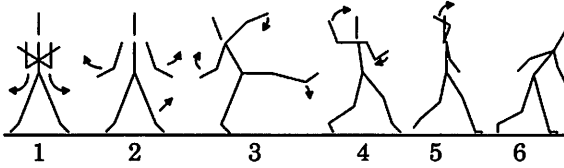


写真2 ネットに向かって



図1 基本ドリルⅠ バッテッコ投げ



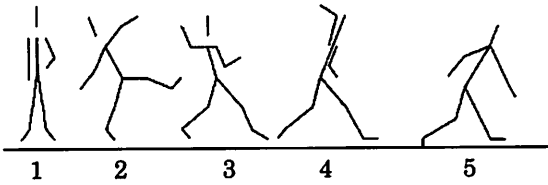
投射方向に対して横向きに立ち、胸の前で両手首を交差させた姿勢(1)から、肘を伸ばしながら両腕を円を描くように体側に振り(2)、軸足と反対側の足を大きく上げた姿勢(3)を3回繰り返す。3回目の3の姿勢から一気に投げに移行する。バックスイングでの腕の動かし方(2)や体重移動の感覚(3→4)、全身を使ってボールを投げる感覚を養えることができる。

図2 基本ドリルⅡ トントントン投げ



投射方向に対して横向きに立ち、横向きの姿勢から、投射方向へサイドステップを行った後に投げる。準備動作におけるステップ動作を覚えることができる。トントントンのトンは1・2・3・4、トは5、トンは6・7。

図3 基本ドリルⅢ バウンド投げ



投射方向に対して横向きに立ち、すもうの四股を踏む要領で、軸足と反対側の足を大きく上げ、勢いよく振り下ろすと同時に地面めがけてボールを投げつける。体重移動の感覚や全身を使ってボールを投げる感覚、フォロースルーの感覚を養うことができる。

表1 7つの観点の目標

	着目点	評価のポイント	チェック欄
A	投げ手腕	肩をまわして投げているか・手首(前腕)の回内、回外をつかっているか	
B	バックスイング時体幹の後傾	バックスイングをしているとき体幹が後傾できているか	
C	足の踏み出し	投げ手と反対側の足を踏み大きく踏み出しているか・ステップが効果的にできているか	
D	体重移動	投げ動作にあわせて体重を後方から前方に移動できているか	
E	体幹の回転	バックスイング時に肩を後方に十分に回転させ、捻り戻しながら投げているか	
F	投げ手反対腕	バックスイング時に前上方に突き出し体幹方向に引き戻しながら投げているか	
G	フォロースルー	ボールを離れたあと投げ手が反対の下方に振り切られているか	

## (2) 様々な投運動経験

### 1) バトン投げとヴォーテックス投げ

近いところ・遠いところを狙う投動作の違いに気付かせるために、この単元の導入に取り入れた。

#### ① バトン投げ

長さ30m、直径4mmのポリエチレンロープを非常階段の手すりに結び、それをバトンの中に通した。ビニールテープを5m間隔にマークして、距離ごとに得点化した。角度の変化（非常階段2階手すり・3階手すりの2種類）や、近いところを狙うときと高得点を狙うときの動作の違いがあるかを考えて取り組ませた。



写真3 バトン投げの方法を学ぶ



写真4 バトン投げ

#### ② ヴォーテックスボール的投げ

距離が遠くなるにしたがってどのように投動作が変わっていくのか考えさせながら取り組ませた。フラフープを的として、その中に入れられたら次のステージに進めるようにルールを設定した。

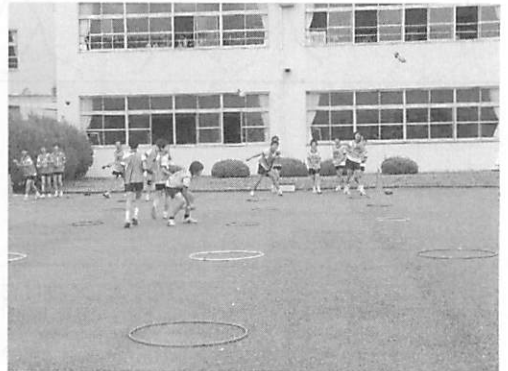


写真5 ヴォーテックスボール投げ

①、②を通して生徒たちに、近いところを目がけて投げるには手と足が同じだったり動きが小さかったりしてもできるが、遠いところに投げるには体を捻って大きくバックスイングする必要があることを体験を持って理解させた。

### 2) さまざまな投てきにチャレンジ

4・5時間目に様々な投てきにチャレンジした。ハンマー投げ（ターンなし3回転）、フラフープ投げ（ターンなしの円盤投げの要領）、ペットボトル投げ（500mlのペットボトルに3分の1から4分の1くらいの水を入れたものをトントントン投げで、縦回転で）、ターボジャブ投げを行った。飛距離については、5m単位でコーンまたはラインで、また、個人マーク（写真9）を置いてわかるようにした。

## 5 安全面について

一歩間違えれば危険になることを、安全面に細心の注意を払いながら経験させることで、安全面に留意しないとけないということを体験を持って理解する必要があると考える。実際に触れてみてはじめて危険なことがどのように危険なのか実感できるであろう。どうすれば安全に活動できるのかを理解できるような活動の場を保証したい。そうすることで、危険を予測したり、回避したりできるといった状況判断ができる力を身に付けさせたい。



写真6 ハンマー投げ

### (1) ローテーション・合図の仕方・待機場所

以下①～③について生徒自身が細心の注意を払うように実施させた。

#### ① ローテーション方法

投げる人、投てき距離を測る人は各グループエリア2人、待機2人とした。

#### ② 合図の仕方（声がけ、手振り）

投げる人は手を振りながら『いくよ～』、測る人も手を振りながら『いいよ～』といった大きな声がけを行わせた。

#### ③ 待機場所

ピットから後方にラインとコーンで視覚的にわかるようにした。

### (2) グループエリアのスペース・仕切り

投てきチャレンジの1グループエリア（1グループ5人または6人、男女各4、計8エリア）については、他のグループとの投げる場所の横の距離間隔を、ハンマーでは約10m、フラフープ・ターボジャブでは約7mとして、ラインとコーンで仕切った。またハンマー投げとフラフープ投げエリア間には防護ネット（写真7、高さ3m、幅4mを2つ）を置いて安全の確保に努めた。特にハンマーはどこに飛んでいくのかわからない状態であったため、ネットで防ぐことができた。防護ネットの設置は2つだけだったので、手間がかからず、時間をかけずにできた。

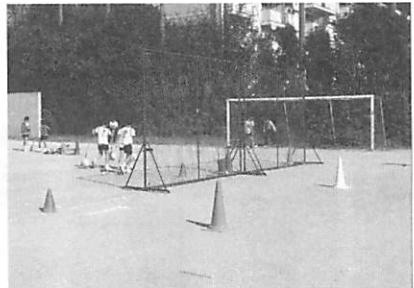


写真7 防護ネット



写真8 ハンマー投げとフラフープ投げの様子

(3) 安全面や発育発達を考慮した投てき物の使用  
 万が一、投てき物が目や頭に当たったときのことを考えて、そこに当たっても最悪の状況を回避できる対策を考えた。

① ハンマー (写真10)

ロープの長さを1mとし、ネットの中にバスケットボール(重さ500g)を入れ、ボールにはネットの上からビニール袋を被せ、握るところにはホースを被せて痛くないようにした。握るところ、ネットとロープのつなぎ目をもやい結びで結び、そこをテープで補強した。係生徒といっしょに作ったものである。

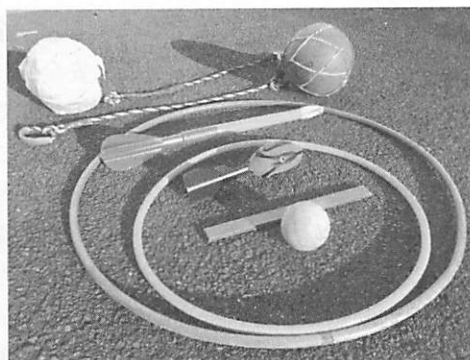


写真9 授業で使用した投てき物(バトン・ペットボトルを除く)、個人マーク(飛距離目印)

② フラフープ (写真11)

直径60cm, 85cmの2種類を、握り方は、地面に置いてあるフラフープを片手で上から持つようにした。

③ ターボジャブ (写真13, 14)

長さ70cm, 重さ300gのプラスチック製のもので、先がゴムできている。

④ ヴォーテックスボール (写真12)

全長約31.5cm, 重さ130gで、遠くに飛ばすと大きな音がでる。



写真10 ハンマー



写真11 フラフープ

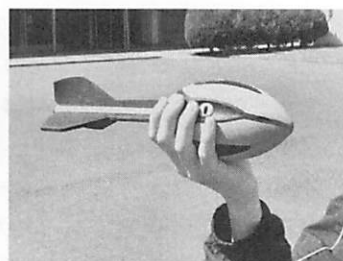


写真12 ヴォーテックスボール



写真13 ターボジャブ①



写真14 ターボジャブ②

## 6 結果

## (1) ソフトボール投げ測定結果 (12 インチ 3号球使用, 単位:m)

本単元は、本校の中学1年生における全クラス男女を対象としたものである。実施時期は事前測定(1時間目)を10月中旬、事後測定(6時間目)を11月上旬に行った。

	男子の記録 (n=90)		女子の記録 (n=101)	
	pre	post	pre	post
記録 (m)	31.36	32.82	17.28	17.76
SD	9.84	10.47	5.45	5.16
MAX	56.45	69.40	31.52	31.30
MIN	10.33	10.55	5.90	9.65
t	-3.189	**	-2.059	*
		**p<.01		*p<.05

## (2) アンケート結果

単元終了後にアンケートを実施した。その中の一つに、授業内容について、楽しかったり、面白かったりといえる授業内容(投種目)を答えてもらう項目がある。上位3つは以下の通りであった。

	男女 (n=188)	n	男子 (n=90)	n	女子 (98)	n
1位	バトン	47	ヴォータックスボール	30	バトン	26
2位	ヴォータックスボール	46	バトン	21	ハンマー	17
3位	ハンマー	31	ハンマー	14	ヴォータックスボール	16

## 7 生徒の感想

上記アンケートの結果において、好評であったバトン投げ、ハンマー投げ、ヴォータックスボール投げの生徒の感想(一部、表現の加筆修正を含む)を以下に示すこととする。

## バトン投げ

- ・2階と3階に投げるのでは、姿勢が違った。
- ・まず中庭から非常階段へ向かってバトンを投げるという授業内容でも驚きだったし、バトンがロープを「シャー」と通過している音がとても良かった。
- ・ゲーム感覚で楽しめた。力いっぱい投げることもできたし、角度の大切さもわかった。
- ・あとちょっとで点数が上がるのにとハラハラドキドキでした。
- ・バトンを投げる人、ロープを引っ張る人、バトンを回収する人と、数人いないとできないこともあり、みんなでやることもできて楽しかった。
- ・とてもスピードが速く、高くまで飛ぶので、とてもワクワクしながら投げることができました。

### ハンマー投げ

- ・グルグル回してからタイミングを判断して離すので、回しているうちに軌道にのってくるのがわかり嬉しかったから。
- ・TVの選手が行っているようにグルグルと回ってやるものではなかったけれど、飛んでいく様子が見られて、まっすぐに飛んでいったときはものすごくうれしかった。
- ・プロの記録を聞いてからチャレンジすると、改めてその凄さがわかった。
- ・室伏選手はどのようにして7kgもの鉄球を80mも飛ばしているのだろうかといろいろ考えると、とても興味深かった。
- ・おもいきり投げられるのが楽しかった。
- ・自分で作ったというのがありますが、どこに飛んでいくのか（どこで離すか）という所が意外と難しく面白いと思いました。これに加えて回ったらどうなってしまうのだろうかと思いやってみたくになりました。
- ・学校でできるとは思ってなかったので、とても貴重な経験になった。とても楽しかった。
- ・テレビで見る選手たちと同じことを行っていると思うとすごく楽しくなってきました。
- ・思っていたより全然飛ばなくて、どうすればうまく飛んでいくのか（いろんな種目の中で一番考えた。

### ヴォータックスボール投げ

- ・輪の中を狙うのが楽しかった。
- ・うまく投げると「ビュー」と音が鳴ります。うまく投げられないとあまり鳴らないので、自分がどういう勢いで投げているなどわかったので面白かった。
- ・「ビュー」という音とともに飛んでいくのが気持ち良かった。
- ・きれいな軌道をえがくのは意外に難しく、投げるたびにコツをつかみながら上手に投げられるようになり達成感があったから。
- ・的をいう目標が見えているので、どんどん遠くの的を狙いたいという意欲がわいた。
- ・フラフープに入るように狙って投げるとというのが、あまり遠くに投げられなかった私にとっては楽しかったし、遠くに投げるためには方向や離す位置も大切だと思った。

## 8 最後に

今回の単元では、いろんな投教材を活用した取り組みを行った。普段なかなかできない投てきを身近に感じてほしく、また生徒に投げることに對してより興味・関心を抱いてもらいたく、様々な投てき物を用いて体育授業を展開した。ソフトボール投げ以外に、一つの種目にかかる時間を多く確保しなかった。それは、一つの競技種目にかかる時間は短いものになってしまうが、多くの競技種目を経験させたかったからである。そのために、技術指導では、①タイミング・リズム、②フォーミング・かたち、③グレーディング・スピード・強さといった過程があるが、今回は①の指導を重視して、②や③のように次のステップでの学習段階を取り入れなかった。しかし、様々な教具や生徒の興味や関心を高める教材を活用することを通して、仲間

と共に投動作を改善することにより投能力を高める効果があるのではないかと、本単元を通して実感することができた。

そして、安全・施設面に関しては、危険なものに触れて、また体験してみてもはじめて危険なものが危険なる所以を理解すること、細心の注意を払い安全面に配慮すれば安全にできることを理解することをねらいの一つとして取り組んだ。そういったことを通して、危険を予測したり、回避したりできるといった状況判断ができるようになるためのきっかけの一つはつくることができたと実感している。

また、新学習指導要領でいう、すべての生徒が中学2年まで様々なスポーツ競技種目を経験していれば、生涯においてスポーツを幅広く「見る」ことができる。2012年は4年に一度のオリンピック・パラリンピックに世界が白熱するであろう。テレビに釘付けとなって、スポーツの祭典を「見る」楽しさ、技の美しさに酔いしれ、寝不足が続くと思われる。それゆえに、そのプレーの「すごさ」を、なんとなく、経験あるものとして、その瞬間に、また後に映像から映し出された姿を回想しているときに“理解”、“実感”することができる考える。個人によってその経験度で見え方は異なることは否めないが、様々な競技種目がある程度ルールを理解しながら「見る」のと、よくわからず「見る」のとでは、見え方も異なるであろう。それは、運動やスポーツを「する」「見る」「支える」など多様なかわりがある中で、「見る」視点からも豊かな生涯スポーツライフを送るために役立つと思われる。

大空めがけて投げた今回の授業で学んだ経験が、未来のスポーツ活動や日常生活につなげていくきっかけの一つになればと切に願う。

#### 【参考資料】

- 長岡樹：投能力向上を目指した授業実践 - 中学1年生を対象とした陸上競技単元での取り組み - 筑波大学附属中学校研究紀要第60号 p87 - 100, 2008
- 長岡樹：いろんなものを投げる経験から学ぶこと ~ 中学1年生男女を対象とした取り組み~, 女子体育2・3月号 p46 - 51, 2012
- 尾縣貢：中学生に達成させたい運動課題(1) - 走・跳・投運動 -, 保健体育ジャーナル74号: 1-7, 学研, 2006

#### 付記

本研究の一部は、平成23年度日本学術振興会科学研究費補助金奨励研究(課題番号23934008)の援助を受けて行われた。





# Gボールを用いたバランス能力向上を目的とする 体づくり運動の単元構成

～ 2人組での活動を中心として ～

筑波大学附属中学校 関野智史 國川聖子

キーワード

体づくり運動 Gボール 単元構成

## 要約

本研究では、体づくり運動Gボール単元の設定効果を確認するとともに、その活動単位について、2人組を中心とすることで、多くの学校でも容易に実施できるような単元構成、指導方法を研究することを目的とした。

単元構成に関する研究においては、単元全体を通して、生徒同士が2人組で互いの動きを観察したり手をかしたりして補助し合うことが、運動への理解を深め、2人組での活動を中心とした授業を展開した。単元が進み、運動に関わる人数が増える際も2人組を一つのユニットととらえ、このユニットがいくつか集まってグループを構成するようにした。

バランス能力向上に関する研究においては、バランス能力向上の指標として、ボール上に膝立ち姿勢で乗る「ボールロデオ」の持続秒数及び、「はし置きローリング」の往復回数、また、客観的なバランス測定方法として、ファンクショナルリーチ測定器による測定を行い、比較した。ボールロデオは単元を通して4回、はし置きローリングにおいては3回測定し、ファンクショナルリーチ測定器による測定は、単元の最初と最後に行った。

ボールロデオでは、測定1回目の平均値は27.7秒、測定2回目の平均値は33.1秒、測定3回目の平均値は35.0秒、測定4回目の平均値は39.4秒であり、測定1回目と比べ、それぞれ有意な差が見られた。

また、はし置きローリングにおいては測定1回目の平均が4.76回、測定2回目が5.97回、測定3回目が6.77回であり、単元の進行とともに有意に記録が伸びた。ファンクショナルリーチ測定器による測定については、単元最初の平均が41.8cm、単元最後の平均が43.6cmと平均値は増加しているが、有意な差は見られなかった。

以上のことから、Gボールを用いた体づくり運動の単元は、2人組を中心とした指導方法においてもバランス能力の向上に効果的であることが再確認された。

## I. はじめに

中学校において平成24年度より新しい学習指導要領が完全実施の運びとなる。今回の改訂においても、これまでの「生きる力の育成」は踏襲されており、具体的には①確かな学力の育成、②豊かな心の育成、③健やかな体の育成を目指している。「確かな学力」は「知識や技能はもちろんのこと、これに加えて、学ぶ意欲や自分で課題を見つけ、自ら学び、主体的に判断し、行動し、よりよく問題解決する資質や能力等まで含めたもの」<sup>1)</sup>とされている。また、今回の学習指導要領の改訂にあたり中央教育審議会において、「教育については、『ゆとり』か『詰め込み』かといった二項対立での議論がなされやすい。しかし、変化の激しい時代を担う子供たちには、この二項対立を乗り越え、あえて、基礎的・基本的な知識・技能の習得とこれらを活用する思考力・判断力・表現力等をいわば車の両輪として相互に関連させながら伸ばしていくことが求められている。」<sup>2)</sup>との議論がなされている。日々の授業において、「基礎・基本を習得すること」と「自ら主体的に課題を解決していくこと」が相互に関連しあって育まれる経験が求められているということであろう。

また、今回の改訂の趣旨には、「運動の特性や魅力に応じて、身体能力や知識・技能を身につけることができるようにする」ことも掲げられており、運動の楽しさや喜びを味わうという保健体育科の目標に加え、「運動の特性・魅力」と「わかること・できること」との結びつきがより強調されたといえる。

本校保健体育科では、これまでに引き続き「確かな学力」の考え方を踏まえて、「生きる力の育成」は①主体的課題解決能力 ②健康と体力 ③豊かな人間性の3つの構成要素を育成することによって高めることができるかと捉え、この視点に立って学習内容を精選し多様な授業実践を行うことを目指している。(図1)。

一昨年の研究協議会では、体づくり運動領域の3カ年にわたる取り組みについて発表し、昨年は中学校1年生での活動に焦点をあてた「プレーニング」をテーマとした授業を発表した。この流れを引き継ぎ、

本年は「体づくり運動」領域の1年生における学習「Gボール単元」を検討した。「Gボール」という用具の特性・魅力を存分に生かして、生徒達が自身の身体と向き合うことができ、仲間と協力して運動のおもしろさを実感できるような活動のあり方を探った。本校において、平成19年度以後実践してきた取り組みを再考し、特に、今回の実践ではバランス能力の向上と、2人組を中心とした活動形態の工夫に着目し、授業を試みた。

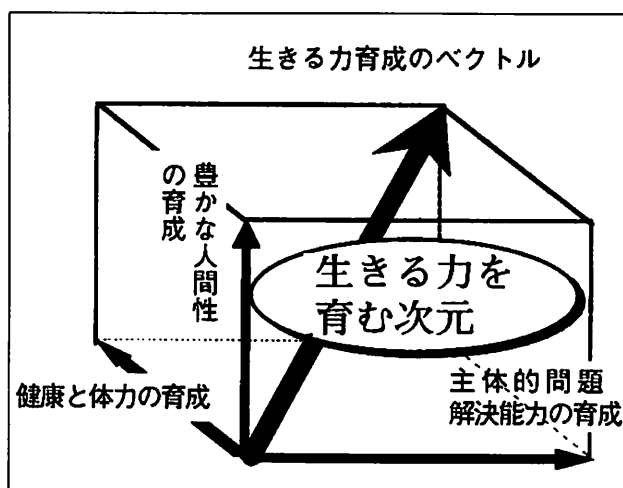


図1 「生きる力」の構成要素

## II. 単元構成に関する研究について

### 1. 単元設定の理由

#### (1) 「G ボール」の由来と特性

G ボールは、本来、スイスの理学療法士が、神経系に障害のある子ども達の治療やリハビリのために開発し用いたものといわれている。今では、プロスポーツ選手のコンディショニングや各種フィットネスクラブ等でも老若男女を問わず利用され、その効果が注目されている。さらに、自宅でもできるエクササイズとしてテレビの健康番組でも取り上げられるほどである。

「G ボール」という名称は、Giant, Gymnastics, Gravity というボールの特徴を示す単語の頭文字をとって命名されたものである。一般的には、バランスボール、フィットネスボールと呼ばれている。以下に、名称の由来からの概説<sup>3)</sup>を示す。

- Giant (巨大)：人が乗ることができる大きなボールは、まるで磁石のように子ども達を引きつける。さまざまな姿勢で乗り、弾み、転がるなど全身的な運動を自然に体験できる。
- Gymnastics (体操)：柔らかな曲面とその心地よい弾性を利用して、各種のねらいに応じた効果的な身体操作を行うことができる。
- Gravity (重力)：揺れ動くボールに乗ることで、自己の重力に対する意識を高め、自然にバランス感覚が養われる。生理学的に不可の少ない姿勢を容易にできる。

また、G ボールについて、小西<sup>4)</sup>は以下のような特性があると述べている。

- ① 空気量を調節することによって、身体の中の部分にもなじみやすく、いろいろな姿勢をとることができる。
- ② 球体なので動かしやすく、いろいろな動き方を工夫することができる。
- ③ 身体に触れるどの面からも等しい圧力が作用し、身体に柔らかい刺激を感じる。
- ④ 包み込むように身体が受けとめられるため、各種のリラクゼーションが行いやすい。
- ⑤ 空気の弾性が反復を助け、どの方向にもリズムカルな動きをすることができる。
- ⑥ ボールの直径、空気量を変化させることで目的に応じた運動刺激がプログラムできる。

このように、用具であるボールそのものの特性を生かして、生徒達の多様な運動を引き出すことができ、体育の授業教材としての可能性は大きいと考える。

#### (2) 「トレーニング単元」と「G ボール単元」の関連

本校では、体づくり運動領域の単独単元として「トレーニング単元」<sup>5)</sup>を継続して行っている。その目的は「生きる力」の基本的な資質である健康や体力の向上を図るとともに生涯に亘る豊かなライフスタイルを築くための基礎を学ぶことである。

まず、「トレーニング単元」の3カ年にわたる概要を確認する。第1学年でトレーニングの理論と実践の基礎を学ぶ。さらにその内容を掘り深めていく第2学年では、自己に合ったトレーニングプログラムの作成を通して自己管理能力を向上させていく。そして、第3学年では、生活全般の管理も加わり幅広くさらに長期的な視点に立って体力向上や健康の維持管理に挑戦する。

この単位を通して、生徒達の視野は、個人から他者・社会一般の人々へ、また、「自分と身体・運動」という関係から、「自分と生活スタイルや環境」へと広がっていく。さらに、今という視点から近い将来そして生涯に亘ってと長期的な視点へと広がっていく。このような視野の広がり期待し意図して単元を構成し授業を実践している。

そこで「G ボール単元」では、トレーニング単元の第1学年「トレーニングの理論と実践の基礎を学ぶ」というねらいにそって、G ボールの特性を生かした学習の内容と授業の展開を目指した。

まず、本校「トレーニング単元」の第1学年での目標を以下のように確認する。

**第1学年「トレーニング単元」の目標**

- ・自己の体力に関心を持ち、最善を尽くして身体を動かす楽しさや心地よさを味わおうと積極的に取り組むことができる。
- ・体づくり運動の必要性と目的に適した運動の行い方を理解し、体力要素に基づいた運動を行うことができる。
- ・各自の興味・必要性を考え、体力を高めるための運動を選んで行うことができる。

上記の流れを受けて「G ボール単元」は、自己の体力、特に調整力（巧緻性、平衡性）に関心を持ち、技の習得や技能の向上に向けて最善を尽くして身体を動かし楽しさや心地よさを味わうこと。さらに、G ボール運動の特性に適した運動を行う中で仲間と協力して動き方のコツを見つけながら運動の行い方を理解し運動の質を高めていく学習と捉えた。

単元の後半には、各自の興味・運動の多様性を考え、グループごとに運動を選んで組み合わせを行い、生徒作品を作成する。最後に発表会において、互いに見合って成果を確認する機会を設けることとした。

また、平成22年度の「トレーニング単元」の試みとして「プレーニング」に着目した単元を構成した。ここでは、トレーニングという必要充足としての面を全面に出すのではなく、生徒自身が楽しさ（プレイ）を起点として何度でも取り組みたくなる運動（トレーニング）を生み出し、動くことそのものを楽しむ中でその結果として体力が高まっていくことを意図し、学習活動・内容を構成している。この趣旨は、「G ボール単元」の構成に大きく通じている。

**(3) G ボールの授業としての魅力**

「G ボール」には、用具そのものに生徒の興味・関心を強く引きつける魅力がある。はずむ、転がる、のる、ゆれる、バランスをとる、バランスが崩れる、身体をボールの動きに合わせるなど多様な動きを楽しむことができる。またボールに座るだけでなく、膝立ち、伏臥、仰臥など様々な姿勢でボールに乗ることが可能であり、G ボールを用いるからこそその体感是他のものには変えることのできない良さや身体への刺激があるといえる。

筆者自身も授業者として、G ボールに座ってゆれているだけで生徒たちから歓声が起こり、皆が自然と笑顔に変わっていく様子は嬉しい限りである。

また、G ボールの単元になると、生徒達は普段よりも早く授業にやってきて準備したりと活動時間の確保に意欲的な生徒が多く見られるようになる。生徒達の動きたいという欲求を

引き出していることからわかるように、この用具には、保健体育科の目指す「運動を通して楽しさや喜びを感じる」こと、「生涯にわたって運動を楽しむ資質や能力を育むこと」にもつながる可能性・魅力を備えているといえるのではないだろうか。

## 2. 単元の概要とねらい

体づくり運動領域「G ボール単元」での学習の目標は以下の通りである。

### 「G ボール単元」の目標

- ・ G ボールの特性を活かした運動に関心を持ち、最善を尽くして身体を動かす楽しさや心地良さを味わおうとする。
- ・ バランス能力の必要性を理解し、技に適した運動の行い方に関心を持って取り組み、仲間への観察助言や補助の仕方を工夫することができる。
- ・ 各自の興味・必要性を考え、バランス能力の向上と G ボールの特性を活かした多様な動きを選んで組み合わせ、連続させて行うことができる。

本単元の展開としては、まず1人で行うことのできる運動から始め、2人組での運動、最後に集団での運動課題を行う。単元全体を通して、活動する人数を徐々に増やしながら取り組む運動の種類を増やし、動き方の質を高めていくことをねらいとした。また、生徒同士が2人組で互いの動きを観察したり手をかしたりして補助し合うことが、運動への理解を深めると考え、2人組での活動を中心とした授業を展開することを試みることにした。

なお、単元を追って運動に関わる人数が増える際も2人組を一つのユニットととらえ、このユニットがいくつか集まってグループを構成するように配慮している。

単元の流れにそって、ねらいを確認する。

まず、1人で行う運動は、自身の姿勢や体の部位に意識を向けさせ、正しい姿勢で運動することの重要性を感じさせる。

2人からグループへと複数人で行う運動では、相手に身を任せたり任せられたりしながら協力して活動を行うことを基盤とする。

単元の終わりには、4人または5人組で規定演技を習得しながら簡単な作品創りを行う。ここでは仲間と息を合わせて動くことで協調性を養い、これまでの授業で得た技能をグループで再構成して、動きをより良く連続させて行うための工夫を必要とする。

単元を通して、まず生徒自身が動いてみることを、やってみることが重要であることは言うまでもない。さらに、生徒達は2人組での活動を中心として、互いに支え合い、動きを見合い、声をかけあって協調して動くことを通して、自分自身そして仲間の動きを調整することができ、運動の幅を広げることができる。そして、仲間とのかかわりと動きの質をともに深めていくような学習を進めた。

## 3. 学習の内容と運動としての効用

### (1) バランス能力の向上

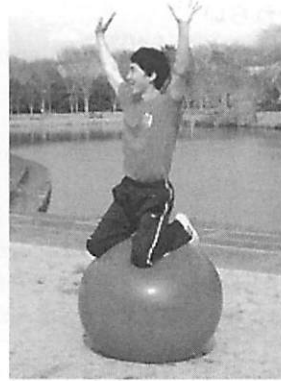
単元を通して、以下の二つの運動を継続して行い、単元の前後にファンクショナルリーチテストを行い、バランス能力向上の指標とした。

●「ボールロデオ」(写真1・2参照)

この運動はボールの上で正座位の姿勢をとり、バランスがとれたら両手をボールから離し、膝立ち姿勢を保つ運動である。授業毎に実施し、その運動継続時間を各自記録する。



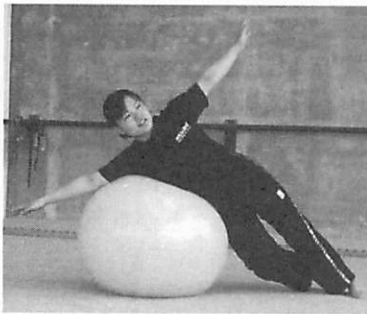
(写真1)



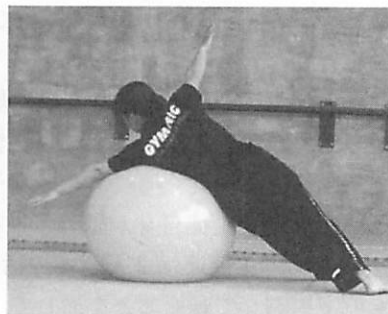
(写真2)

●はし置きローリング(写真3・4参照)

ボールの上に乗るだけではなく、ボール上で体幹を軸にして転がる運動(はし置きローリング)を行う。両足を床につけ、ボールに寄りかかり、バランスを保ちながら縦軸回転をする。この運動課題は、身体を箸のようにまっすぐにすることや、ボールを箸置きのようにイメージしていることから名付けられた。連続して実施できた縦軸回転数を記録し、姿勢が変わる中での運動の実施安定性を指標とする。チャレンジテストとして単元開始時、中間、終了時に行った。



(写真3)



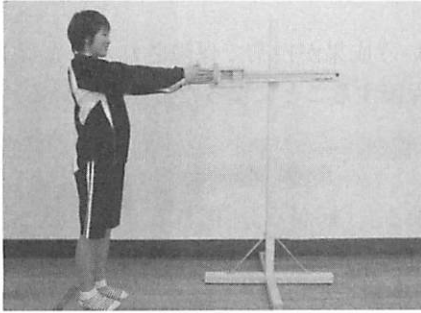
(写真4)

●ファンクショナルリーチテスト(写真5・6参照)

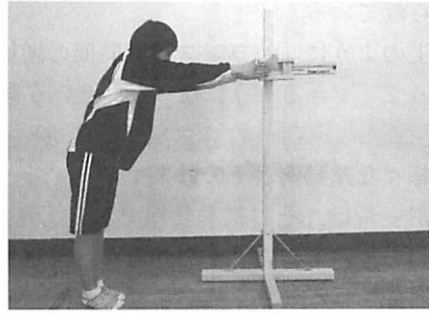
ファンクショナルリーチテストは、立位においてどれだけ重心を支持基底面の中心から離せるかというバランス能力を検査するものであり、高齢者の転倒予防活動などの際に用いられることの多い指標である。主には静的なバランス能力を示す指標であるが、バランス能力を示す指標としてよく用いられているものであるため、本単元においても客観的な指標の一つとして測定することとした。

検査の方法は、

- ① 被検者を測定器の測定部の正面に立たせる。
- ② 壁側の肩関節を90度屈曲させて上肢が水平になるように前に伸ばしてもらう。
- ③ その上肢の指尖の位置に測定部が軽く触れるようにし、測定器に水平に付いているスケールを測定部に合わせ、0cmとする。
- ④ 体を前傾させてできるだけ前方に指尖を伸ばす。
- ⑤ 伸ばしきったところまでの測定部の水平移動距離 (cm) がテスト結果である。



(写真5)



(写真6)

以上、3つの数値の変化を調査することで、バランス能力の向上を確かめ実感することができると考えた。運動継続時間が増加すること、もしくは、ボール上を安定して転がることで、自身の重心をコントロールする能力や体幹をコントロールする能力が高まり、そのことによって運動を安定して実施する能力、つまりバランス能力が高まっているということの指標とする。

これまでの授業実践を振り返ると、これらの測定で、生徒達は制限時間内集中して運動に取り組み、1回でも多く、1秒でも長く記録の向上を目指しその結果を楽しみにしている様子がうかがえる。バランスを崩してボールから落ちそうになった時には「落ちてなるものか」と足をふんばり、手の位置を変えたりして全身で落ちないように試行錯誤を繰り返していた。この記録への挑戦の姿を見ても、運動への興味関心の高まりは大きく、Gボールの教材としての可能性を感じることができた。

以下に、平成19年度に行ったGボール単元での測定結果の実際を紹介する。

本校では、「Gボール単元」の開設時より、バランス能力という言葉で「運動を安定して実施することができる力」と定義し大切な学習内容としてスタートしている。

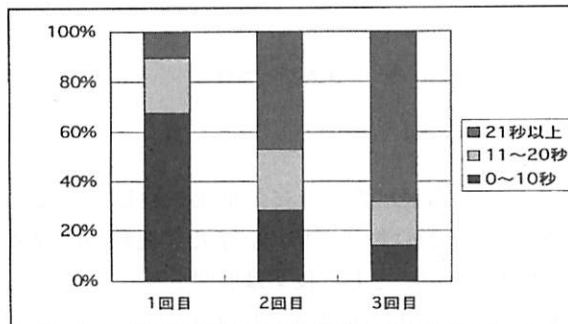


図2 バランス持続時間の割合

図2は、本校での授業実践における生徒の変容を、各時間における「バランス持続時間の割合」で比較したものである。上記の「ボールロデオ」でバランス持続時間を測定した。回数を重ねることで、20秒以上継続してボールの上に乗っていることのできる生徒の割合が明らかに増加していることがわかる。

バランス感覚や体への意識、筋力そのものが不足している現代の生徒にとって、身体感覚に意識を向けながら様々な姿勢で運動を行うことや、安全を確保された場においてたくさん転ぶことを繰り返し行うことによって、不足している身体能力の向上により影響を与えると考えられている。

以上のように「バランス持続時間の増加」という成果が授業で保障されることは、生徒達にとって「できるようになった」という喜びを保障することになったと感じている。

(2) 様々な運動例とその効果

Gボールは、その基本動作である「弾む」「乗る」「転がる」「揺れる」を中心として様々な運動を体験することができる。長谷川<sup>6)</sup>は表1のような分類方法を示し、様々な運動例とその期待される効果を紹介している。

<表1 Gボールを用いた運動例とその期待される効果>

運動群	代表的な運動例	人数	ねらい							姿勢 づくり
			体ほぐし			体力の向上				
			気づき	調整	交流	柔らかさ	巧みな動き	力強い動き	動きの持続	
乗る	静的バランス 1. 玉乗り 2. 重心探し 3. 円陣玉乗り	1人 ペア グループ	○ ◎	◎ ○	○ ◎			◎ ○		○ ◎
	ストレッチ 1. 体回伸ばし 2. 背伸ばし 3. 肩伸ばし	1人 1人ペア	○ ○ ○	◎ ◎ ◎	○	◎ ◎ ◎				○ ○ ○
弾む	座位姿勢 1. バウンド(タッチ) 2. バウンド(腕伸ばし) 3. バウンド(肩押し)	1人 1人 ペア		◎ ◎ ◎	○		◎ ◎ ◎		◎ ◎ ◎	◎ ◎ ◎
	各種姿勢 1. バタ脚 2. 伏臥バウンド 3. 仰臥バウンド	1人 ペア ペア		◎	○	◎	◎ ◎ ◎		○ ○ ○	◎ ◎ ◎
揺れる	座位姿勢 1. 腰回し 2. すべり台 3. 連続すべり台	1人 ペア グループ	○ ○	◎ ○	◎ ◎	◎	◎ ◎ ◎	○ ○		○
	各種姿勢 1. スーパーマン 2. スーパーマン 3. 連続スーパーマン	1人 ペア グループ	◎ ○	○	◎ ◎		◎ ◎ ◎	○ ○ ○		○ ○ ○

注 ○：効果が期待される ◎：高い効果が期待される

(3) 生徒同士のかかわり

「Gボール単元」の概要でも述べたように、単元を通して一人での運動から二人、複数人での運動へと運動に携わる人数は増えていく。また、運動への理解と動きの質を高めることを期待して2人組での活動を中心とし、授業は展開された。

そのため、生徒同士のかかわりは重要な学習内容と考えた。



● 生徒同士のかかわり

- ・ 補助（運動の観察・運動のコツを見つけ、伝え合う・実際に支える）
- ・ 時間管理
- ・ 安全管理

(4) インターネットを用いた動き探し

体験を通して「G ボール」の運動イメージが広がったところで、各自の興味・関心・必要性に合わせた動きの自己選択を行わせる。

パーソナルコンピューターを用いて、実際に運動している映像を見ることで動きのイメージを作りやすく、運動そのものの内容や方法を理解しやすいと考え、映像での新たな動き探しの授業を行っている。具体的には、CD-ROM及びインターネットのG ボール運動紹介のページ内にある運動プログラムを用いて、各自の必要性及びチャレンジ精神に応じて選択し、記録することができるようにした。

なお、グループでの作品創りに生かす運動の要素を同時に見つけ出し、生徒同士で一連の運動のイメージを膨らませる機会としても活用した。

5. 教師のかかわり

教師の授業の進め方として、単元の始めには、基礎的・基本的な知識・技能の習得を図るため、教師は課題となる運動を師範し共に動いてみる活動を中心に行う。また、2人組での活動へのかかわりとして、まず2人の役割、観察・助言のポイントを簡単に伝え、生徒同士が動き方や補助の仕方を含む運動のコツを考えられるような支援を行うようにする。

● 生徒への教師のかかわり

- ・ 運動の提示
- ・ 生徒同士のかかわり方の提示
- ・ 時間管理
- ・ 安全管理

6. 単元構成及び授業内容

時 間	内 容
1	オリエンテーション
2	1人で動く①（はずむ・のる・ころがる） チャレンジテスト①
3	1人で動く②（はずむ） ペアで動く①（のる・ころがる）
4	ペアで動く②（はずむ・ころがる） グループで動く①（のる・ころがる）
5	グループで動く②（のる・つく） チャレンジテスト②
6	新しい動きを探そう（PC教室）
7	探した動きをやってみよう
8	グループで動く③（規制作品の練習・生徒作品づくり）
9	グループで動く④（生徒作品練習）
10	グループで動く⑤（作品発表・まとめ） チャレンジテスト③

### Ⅲ. バランス能力向上に関する研究について

ボールロデオ, はし置きローリング, ファンクショナルリーチ測定器による測定を用いたバランス能力向上に関する研究については以下の通りである。

#### 1. 調査・研究計画

##### (1) 対象生徒および授業者

本校第1学年1～5組204名(1・3・4・5組41名, 2組40名。うち, 男女割合はほぼ同数)を対象とした。

バランス能力向上の指標として, ボールロデオの持続秒数, はし置きローリングの連続回数及び, ファンクショナルリーチテストの数値を用いる。(それぞれの運動内容については先述の通り)

ボールロデオ及び, はし置きローリングの測定結果については, それぞれの測定を全て行い, 学習カード記入が正確にされている生徒を比較対象にした。ボールロデオの持続時間は最高で60秒とし, 手がボールに着いたり, ボールから落ちたりするまでの時間を測定した。はし置きローリングにおいては, 60秒の間にボール上で体幹を中心とした回転を行い, 行き帰り2回ずつ, 計4回を1セットとしてそのセット回数を測定した。ファンクショナルリーチテストは, 単元の開始前と終了後に数値を測定した。

本単元においては先述のとおり, バランス能力という言葉を, 「運動を安定して実施することができる力」と定義し, 進めることとした。

##### (2) 単元の実施時期

10月初旬～12月中旬までの週1時間で実施

#### 2. バランス能力向上のために利用する指標について

「Ⅱの3. 学習の内容と運動としての効用」を参照されたい。

#### 3. 結果

##### (1) ボールロデオについて

バランス能力向上の指標として, ボールロデオの持続秒数を実技授業1回目から4回目にかけて測定を行い, それぞれの平均値を多重比較した。

測定結果は表3及び図3のとおりである。

測定1回目から2回目, 1回目から3回目, 1回目から4回目, 2回目から4回目, 3回目から4回目について有意な差が見られた。

表3 単元過程におけるボールロデオ持続時間の平均値 (n = 148)

	測定 1回目	測定 2回目	測定 3回目	測定 4回目	F値	多重比較
m	27.7	33.1	35.0	39.4	20.650	*** ①<② **, ①<③ ***,
SD	21.7	21.9	21.6	20.8		①<④ ***, ②<④ ***, ③<④ *

\*\*\*:p<.001, \*\*:p<.01, \*:p<.05

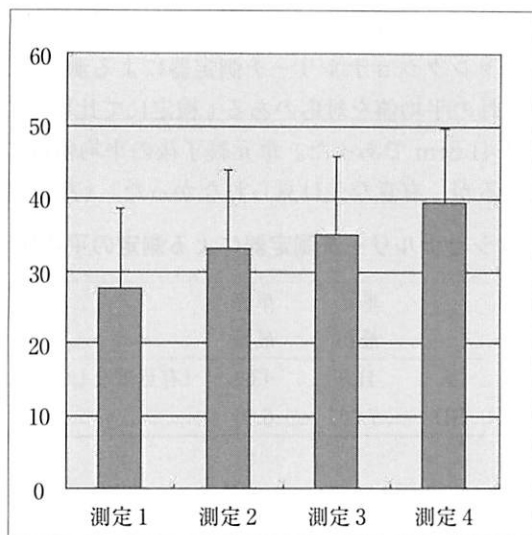


図3 バランス持続秒数の平均値

(2) はし置きローリングについて

はし置きローリングにおいては、授業2回目（測定1）、授業3回目（測定2）、授業4回目（測定3）に測定を行い、それぞれの平均値を多重比較した。

測定1回目の平均値は4.76回であった。測定2回目の平均値は5.97回であった。測定3回目の平均値は6.77回であった。1回目から2回目、2回目から3回目、1回目から3回目において有意な差が見られた。（表4、図4）

表4 単元過程におけるはし置きローリング成功回数の平均値 (n = 134)

	測定 1回目	測定 2回目	測定 3回目	F 値	多重比較
m	4.76	5.97	6.77	39.274	*** ①<②***, ②<③***,
SD	2.88	3.09	3.28		①<③***

\*\*\*:p<.001

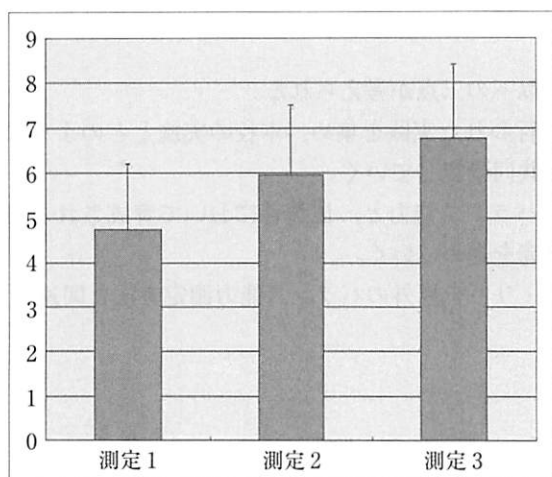


図4 はし置きローリング実施回数

## (3) ファンクショナルリーチ測定器による測定について

今回新たに導入したファンクショナルリーチ測定器による測定においては、単元最初と最後に測定を行い、それぞれの平均値を対応のある t 検定にて比較した。

単元開始前の平均値は 41.8cm であった。単元終了後の平均値は 43.6cm であった。平均値上は若干数値が伸びているが、有意な差は見られなかった。(表 5, 図 5)

表 5 ファンクショナルリーチ測定器による測定の平均値 (n = 110)

	単元 最初	単元 最後	
m	41.8	43.6	(有意差なし)
SD	7.06	6.40	

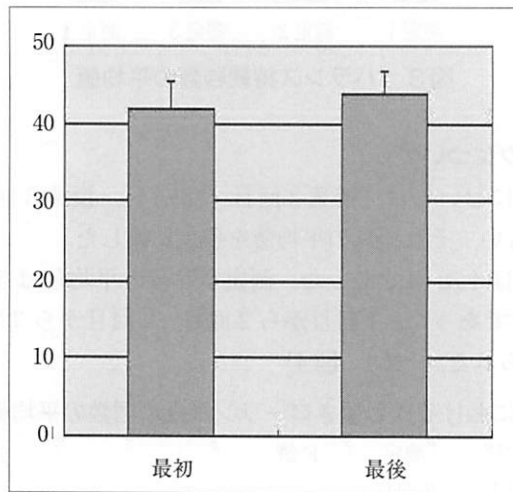


図 5 ファンクショナルリーチテスト測定結果

## IV. 今後の課題

今後の課題としては、以下の三点が考えられる。

- ・ 実際に他の学校で行われた実践を集め、本校の実施とどのように異なり、また、課題点は何かということをも共同研究していく。
- ・ 本単元で向上したバランス能力と、他種目において育成されるバランス能力の影響と関連性について調査研究を進めていく。
- ・ ファンクショナル・リーチ以外のバランス能力測定方法と関連した比較検討を行う。

## 引用文献

- 1) 文部科学省 HP
- 2) 「教育課程部会におけるこれまでの審議のまとめ」中央教育審議会教育課程部 2007/11/7
- 3) 「なぜ今 G ボールか！?—その意味と可能性を考える」 「こどもと体育 Vol.128」 光文書院 2004.1 pp,23 - 24
- 4) 小西正三 「FBM のすすめ」 大阪教育大学教育学部附属養護学校出版部 1992
- 5) 筑波大学附属中学校 第 37 回研究協議会発表要項 2009
- 6) 長谷川聖修 「体操ボールを用いた体幹筋の運動プログラム試案」 筑波大学運動学研究 15:17 ~ 29 1999

## 参考文献等

- ・筑波大学附属中学校 第 38 回 研究協議会発表要項 2010
- ・Anne Spalding, 長谷川聖修訳 「チャレン G ボール～ Kids on the Ball using Swiss balls in a complete fitness program」 ギムニク 2000
- ・体を動かすことの楽しさや心地よさを発見し、進んで体を動かすことのできる学習指導のあり方～チャレン G ボールを通して～ 平成 16 年度前期 筑波大学体育専門学群内地留学 つくば市立吉沼小学校教諭 柳下浩一朗

## 付記

本研究は、平成 23 年度日本学術振興会科学研究費補助金奨励研究（課題番号 23934006）の援助を受けて行われた。

（注）本稿は、筑波大学附属中学校の調査研究報告書「筑波大学附属中学校の調査研究報告書」に基づき、その内容を要約して記述したものである。

筑波大学附属中学校の調査研究報告書「筑波大学附属中学校の調査研究報告書」に基づき、その内容を要約して記述したものである。

筑波大学附属中学校の調査研究報告書「筑波大学附属中学校の調査研究報告書」に基づき、その内容を要約して記述したものである。

筑波大学附属中学校の調査研究報告書「筑波大学附属中学校の調査研究報告書」に基づき、その内容を要約して記述したものである。

## 小・中・高に一貫した技術教育への改革 IV —必修化された「生物育成」の取り扱いについて(3)—

筑波大学附属中学校 技術科 佐 俣 純  
神奈川県相模原市立向陽小学校 佐 俣 美智子

### 要 約

平成24年度より完全実施される、新中学校学習指導要領において、「生物育成に関する技術」が必修化された。この学習内容の習得、活用、探求を図るため、及び指導上の問題解決のために、生物育成において再現性の高い「LEDを使用した養液栽培」を導入してみた。また、PCを活用した実験計画法などのデータ分析の手法を用いることにより、経験や勘に頼らない、科学的な、検証的な学習に効果的で、児童、生徒の学びに即した、栽培原理の理解を高める適切な教材開発、及び若干の指導法の工夫を試みた。

キーワード：新学習指導要領、「生物育成に関する技術」、実験計画法、LEDを用いた養液栽培、PCを用いたデータ分析、スプラウト

### 1. はじめに

以下は、我が国の「3・11の震災」以前のことであるが、国連の調査統計によると、地球上の人類の過半数の人々が、明日食べるものに事欠いている現実があり、飢えている現実があると言われている。また一方で、食糧増産はもう既に不必要である、と主張する農学者グループの研究・発信もある。実態は、我が国の現実を見れば理解もできる。食糧の大量輸入や、地産・地消だけではなく、北京のスーパーでは、一頃、日本の農産物が飛ぶように売れて、すごく人気があったそうである。北京の富裕層にとって、安心で、安全で、おいしい日本ブランドは羨望的であるそうである。そして、これらは容易に備蓄され得るような対象物ではないことも事実である。

こう言った食糧生産技術を含んだ「生物育成に関する技術」すなわち「栽培」とは、耕作場に目的を持って「作物」すなわち「生物」を増殖するよう育て、収穫したものを人間の生活に活用することである。生物を育て、収穫するまでには、意図的に自然と向き合い、観察し、適時に手入れを施し、長期的に環境を含めて生物を管理していくことが必要である。その過程において、自然体験や計画的・永続的な実践活動、環境管理の自己責任などを経験することで、豊かな人間性を培うことができる。

これまでの技術・家庭科の「栽培」学習は、選択的に履修させる位置づけであったことも影響しているが、社会構造の変化に伴い、生徒の生活範囲から栽培活動の実態が減少し、身近な体験ができにくい状況になっている。それに学校を取り巻く環境の変化に伴い、学校農園や学

校栽培地などが減少したことも事実である。それから生物を育成するためには、中長期的な期間が必要であり、学校を取り巻く実状から中長期的な指導計画を作成できにくい状況もある。その結果、「栽培」学習の全国的な履修状況は、近年20%を超えることなく、技術科の他の学習内容と比べても履修率は一番低いようである。

しかし、今回の改訂では、「栽培」はこれまでと異なり、必修化され内容名称も変わり、「生物育成に関する技術」として位置づけられた。現状では、科学技術の著しい発展と普及から、児童・生徒一人一人を取り巻く生活環境も学習環境も大きく変化し、格差も広がってきている。このような時代・背景に生まれ育ってきた児童・生徒たちは、高度の流通化や情報化による肥大化した間接経験に比べ、自然や生産に対する直接経験がますます減少して格差が広がる傾向にある。そのため、「自分自身の正しい欲求から、自らの手で育て、活用して生きる力」を児童・生徒一人一人に育成する機会が少なくなってきた。一方、教師の立場から考えると、「栽培」すなわち「生物育成に関する技術」の学習は、客観的、論理的に扱うには難しい側面があり、うまく指導するには様々な経験を要し、栽培する作物、対象によっては、経験や勤も必要になる。例えば、「土壌」による栽培は、多くの複合体に支えられた育成活動であって、一般に長期間にわたる自然の微細な変化の結集が成果となっていく複雑なものである。また、気象の変動や、他の生物の影響も大きい等という他の学習内容を扱うのとは著しく異なった特色から、施設や指導時間、方法などでの制約も大きい。

したがって、より確実である「生物育成に関する技術」の習得をはかるためには、題材の選定や開発と学習展開についての工夫が必要である。そこで、先に述べた指導上の問題解決のために、最近再び注目されてもきている「LED光による養液栽培」を導入すれば、経験や勤に頼らない科学的な、検証的な学習に効果的であるのではないかと考えた。以下、児童・生徒の学び方に即した、栽培原理の理解や、検証的学習の効果を高める適切な教材を探求しようと試みた。

## 2. 試行方法

近年、植物工場が再び注目されてきている。高級レストランが植物工場で生産された無農薬野菜を提供したり、さらには、カレッタ汐留のように店舗内に植物工場システムを配置し、顧客自身にそこで栽培された野菜を選択させ、それを調理して食べさせる施設も登場してきている。このような植物工場の利点としては、①ほとんど自然の天候や気温に左右されず栽培ができる、②病害虫の防除に農薬の使用をほとんど控えられる、③簡易な労働形態で、労働時間や労働姿勢など労力が大幅に軽減できることである。近年ではLEDの性能向上により、消費電力を従来に比べ大幅に抑えて生産できるようになってきている。

先にも述べたように、生物の育成に関する技術とは、生命体と自然環境を生かした生産技術であり、生活に密着した必要不可欠なものである。一方、教育の立場から考えると「生物育成」は客観的、論理的に扱うには難しい側面があり、指導するには経験を要し、勤も必要になる。これは、多くの要素の複合体に支えられた育成活動であり、一般に長期にわたる自然の微細な変化の結集が成果となっていく複雑なものであるからと考える。このような他の技術教育の内容と著しく異なった特色から教育空間的および教育時間的制約も大きい。

そこで、本研究ではペットボトルを工夫して加工活用し、主たる制御可能な環境因子の要因



実験を生徒相互で組み合わせ、菜花のスプラウトの育成結果を表計算ソフトウェアを活用してデータ分析することにより、より検証的、共域的な技術学習を構成し、あえてニッチ戦略的な「生物育成に関する技術」の学習と、「情報に関する技術」の学習の隙間部分に関する技術の学習の共域的な実践を目指した。

### 3. 試行の方向性

以前、第3学年の特別選択学習という授業帯で「スプラウト育成とデータ分析」というテーマで行ったことがある。これを基礎にして、構想を組み立てようと試みたものである。第3学年の特別選択学習「技術コース」という授業帯で「スプラウト育成とデータ分析」というテーマで、男子16名、女子6名で行った。全6回12単位時間で、平成21年1月から3月にかけて開かれた。始めの第1～2回で、多因子要因実験のデータ分析の手法の基礎論をプリントで学習し、第3回～4回でスプラウトの育成実験を行った。第5回～6回で表計算処理ソフトMS-EXCELを使って計算表を作成して分析し、結果をまとめた。

#### (1) 実験①

「生物育成」に関する多因子要因実験（4因子2水準実験）として、スプラウトの育成環境に関するデータ分析—について、以下に示した通り実施した。

実験方法は、菜花スプラウトの育成容器として2リットルのペットボトル2本を用意する。1本目は上から160mm、また下から110mmを切り取り分離し、フタを取り除いた上部を逆さまにして培地と菜花の種をセットして下部にはめ込む。ここに培養液を注いだ。2本目は上から160mmを切り取り、この部分を先のセットにフタとして被せてセロハンテープで半密閉容器とした。（写真-1）



写真-1：播種セット直後



写真-2：収穫・測定時

A：明るさ，B：播種の粗密度，C：肥料の濃度，D：培地の種類，R：ブロック（播種実施時間帯）の各因子を2水準とって、16通りの異なる条件下で菜花スプラウトを育成した。播種後およそ10日後に容器のフタ部分を分離してスプラウトの状態を測定した。（写真-2）

それらの「標準伸長」，「3本単位の重量」をデータとして計測した。これらのデータをもとに「要因効果」，「分散分析」について表計算ソフトEXCELで計算し，「分散比」から

の要因がスプラウトの育成に働くのかを調べた。因子単独での効果のみについて考えるのではなく、2因子の交互作用までを考慮して、これらの効果を調べられるような実験配置で行った。

$L_{16}(2^{15})$  の直交表は、16処理(16回の実験)を実施するときに用いられ、列の数は  $16 - 1 = 15$  である。ここに15個の要因を割り付けることができる。

いま、収穫量データとして、標準的なスプラウトの3本単位の重量をパラメータに、これに影響を与えると考えられる次の4つの因子を、各2水準ずつに変えることにした。(表-1)

因子	第1水準	第2水準
A: 明るさ	A 1: 窓辺 1000lux	A 2: 部屋奥 125lux
B: 播種の粗密度	B 1: 粗 (5粒)	B 2: 密 (40粒)
C: 肥料の濃度	C 1: 濃い (2%)	C 2: 薄い (0.25%)
D: 培地の種類	D 1: ロックウール	D 2: 培養土
R: ブロック	R 1: 第6校時	R 2: 第5校時

表-1: 実験計画の因子と水準

これより、 $2^4 = 16$  処理組合せを得て、これを各1回実施することにした。よって、これは「一部実施法」ではなく、完全な要因実験である。ただし、実際には1単位時間に8回しか実験できないので、2単位時間に分けて実施した。そこで「校時」をブロック因子とし、これをRで表す。このように一揃い16回の実験を2ブロックに分けて実施すると、各校時の8回の実験は、全体の  $1/2$  実施となる。このような計画は、交絡法 (confounding) - ある要因効果がブロックと交絡する - と呼ばれて、種々の割付け法が紹介されているが、現在では直交表を用いる実験計画の中に含めて考えることができる。

「割付けの原則」に従って、ブロック因子Rを、まず第(1)列に割り付ける。次に、主効果A, B, Cを列名がそれぞれb, c, dであるところの第(2), (4), (8)列に割り付ける。最後の主効果Dの割付け方だけは注意しないと、2因子交互作用が主効果と別名になる恐れがある。簡単には、次のようにして決める。

- (i) Dを、列名がaを含む2文字の列へ割り付けると、 $A \times D$ ,  $B \times D$ ,  $C \times D$ のどれかがRと交絡する。たとえば第(3)列abをとると

$$A \times D \rightarrow b \cdot ab = ab^2 \equiv a \rightarrow R$$

となって、2因子交互作用  $A \times D$  がRと交絡して評価できなくなる。

- (ii) Dを、aを含まない2文字の列へ割り付けると、Dは2因子交互作用のどれかと別名になる。たとえば、第(12)列cdへ入れると、

$$D \rightarrow cd = c \cdot d \rightarrow B \times C \equiv BC$$

となって、主効果Dと2因子交互作用  $B \times C$  が別名になってまずい。

- (iii) Dを、aを含む3文字の列(たとえば第(7)列abc)に割り付けると

$$D \rightarrow abc = a \cdot b \cdot c \rightarrow RAB$$

となり、定義対比は

$$I = RABD \rightarrow RA = BD, RB = AD, RD = AB$$

となるが、ブロック因子Rとの交互作用は無視できる(誤差と考える)から、2因

子交互作用 BD, AD, AB は「推定可能」となる。

(iv) D を, a を含まない 3 文字の列 (これは第(14)列の bcd しかない!) に割り付けると,

$$D \rightarrow bcd - b \cdot c \cdot d = ABC$$

となり,  $D = ABC$  よって,  $AB = CD, AC = BD, AD = BC$  と, どの 2 因子交互作用も他の 2 因子交互作用と別名になって, 2 因子交互作用に関する情報は, 他の技術的知識がない限り完全に失われてしまう。

(v) D を 4 文字の列 (第(15)列の abcd) に割り付けると

$$D \rightarrow abcd = a \cdot b \cdot c \cdot d \rightarrow RABC$$

$$\therefore I = RABCD$$

となるから, R との交互作用が無視される限り, すべての 3 因子交互作用まで推定可能となる。

それゆえ, 最善の方策は, (v) に従って D を第(15)列に割り付けることであり, 次善の策としては, (iii) に従って, D を第(7), (11), (13)列のどれかに割り付けることである。それ以外はすべて好ましくないことは明らかである。

(2) 割付けとデータ

いま, D を第(5)列に割り付けると,  $L_{16}$  直交表の各列がどの要因をになうかを表-2の下欄に示す。また, 表の右欄には, 変換したデータ  $x$  とその 2 乗  $x^2$  を記入する。また, 実験順序としては,  $R_2$  に対応する Na 9~16 が第 5 校時に,  $R_1$  に対応する Na 1~8 が第 6 校時に実施された (これはランダムに決めた) が, 表には通し番号で実験順序を示した。(表-2)

Na	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	実験順序	データ $x$	$x^2$
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	0.44	0.19
2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	16	0.85	0.72
3	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	10	1.29	1.66
4	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	13	0.27	0.073
5	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	12	0.22	0.048
6	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	15	0.20	0.04
7	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	14	0.20	0.04
8	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	9	0.19	0.036
9	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	3	1.08	1.17
10	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	7	0.39	0.15
11	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	0.33	0.11
12	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	6	0.95	0.90
13	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	8	0.19	0.036
14	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	4	0.22	0.048
15	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2	2	0.21	0.044
16	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	5	0.20	0.04
列名	a	b	b	a	a	b	b	c	c	c	d	d	d	d	d		7.23	5.305
要因	R	A	e	B	e	A	C	C	e	A	B	B	A	e	D	I = RABCD		

表-2 :  $L_{16}(2^{15})$  直交表への割付けとデータ

実験 番号	処理					データ x	Yatesの計算				効果 分散		列名	列番	要因
	R	A	B	C	D		(1)	(2)	(3)	(4)	(4)/16	(4) <sup>2</sup> /16			
1	1	1	1	1	1	0.44	1.29	2.85	3.66	7.23	0.452	3.2671	(合計)	-	(CT)
2	1	1	1	2	2	0.85	1.56	0.81	3.57	0.69	0.043	0.0298	d	(8)	C
3	1	1	2	1	2	1.29	0.42	2.75	0.64	-0.05	-0.003	0.0002	c	(4)	B
4	1	1	2	2	1	0.27	0.39	0.82	0.05	-0.15	-0.009	0.0014	c d	(12)	BC
5	1	2	1	1	2	0.22	1.47	0.61	-0.24	3.97	0.248	0.9851	b	(2)	A
6	1	2	1	2	1	0.20	1.28	0.03	0.19	0.67	0.042	0.0281	b d	(10)	AC
7	1	2	2	1	1	0.20	0.41	0.07	-1.42	-0.11	-0.007	0.0008	b c	(6)	AB
8	1	2	2	2	2	0.19	0.41	-0.02	1.27	-0.09	-0.006	0.0005	b c d	(14)	e
9	2	1	1	1	2	1.08	-0.41	-0.27	2.04	0.09	0.006	0.0005	a	(1)	R
10	2	1	1	2	1	0.39	1.02	0.03	1.93	0.59	0.037	0.0218	a d	(9)	e
11	2	1	2	1	1	0.33	0.02	0.19	0.58	-0.43	-0.027	0.0116	a c	(5)	e
12	2	1	2	2	2	0.95	0.01	0.00	0.09	-2.69	-0.168	0.4523	a c d	(13)	AD
13	2	2	1	1	1	0.19	0.69	-1.43	-0.30	0.11	0.007	0.0008	a b	(3)	e
14	2	2	1	2	2	0.22	-0.62	0.01	0.19	0.49	0.031	0.0150	a b d	(11)	BD
15	2	2	2	1	2	0.21	-0.03	1.31	-1.44	-0.49	-0.031	0.0150	a b c	(7)	CD
16	2	2	2	2	1	0.20	0.01	-0.04	1.35	-2.79	-0.174	0.4865	a b c d	(15)	D
						7.23	0.44 × 16 = 7.04 → 7.04				0.44	5.3			

表-3: 要因効果の計算

(3) 要因効果の推定

これは、Yatesの算法によって行う。 $2^4 = 16$ 個のデータであるから、表-3に示した通り4回同じ手続きを繰り返した。

検算: ①第(4)列の一番上の数字7.23はデータの総計に一致する。

②第(4)列の計7.04は一番上のデータ0.44の16倍にあたる(あるいは、「効果」の列の計が0.44になる)。

③「分散」の列の計5.3は表-2での $x^2$ の和5.305と、四捨五入の誤差しか食い違わない。

(4) 分散分析と結果の解釈

表-3の結果を、表-4の分散分析表にまとめると次のようになる。

変 動 因	自由度 f	平方和 S	分散 V	分散比 F
全 体	T	15	2.03	
ブロック	R	1	0.0005	-
明るさ	A	1	0.9851	113.2
粗密植度	B	1	0.0002	-
肥料濃度	C	1	0.0298	3.42
培地種類	D	1	0.4865	55.9
2	A × B	1	0.0008	-
因	A × C	1	0.0281	3.23
子	A × D	1	0.4523	51.99
交	B × C	1	0.0014	-

相互作用	B × D	1	0.0150	1.7
	C × D	1	0.0150	1.7
誤差	e	4	0.0347	$V_e = 0.0087$

表-4：分散分析表

ここで、 $F(1, 4; 0.05) = 7.71$ ,  $F(1, 4; 0.01) = 21.2$  と比べると、主効果 A, D は 1% 水準で有意、 $A \times D$  も 1% 水準で有意であることがわかる。このように 2 因子交互作用が有意になったときには、これに関係する主効果 A と D 自身はあまり意味をもたなくなる。特に、主効果 A および D の分散は  $A \times D$  のそのの高々 2 倍程度まででしかないから、判断は、A と D との 2 元表を作ってから行うべきである。

表-3 の第(4)列の数字から、合計、A, D,  $A \times D$  に対応するものを拾い、これに逆 Yates 算法 (Inverse Yates Algorithm) - 各要因効果から、もとの処理組合せにおける母平均の推定値を求める計算 - を適用する。その計算法は Yates 算法とまったく同じで、 $2^2 = 4$  の組合せの数字を、平均を含めた 4 つの要因効果から推定するので、表-5 (a) に示した通り操作は 2 回繰り返せばよい。次にこれらの要因効果は、表-3 の第(4)列の数字を用いているから、あとで 16 で割る必要がある。こうして得られた平均値は、要因の欄の「合計」に対応する行では、A1D1, 要因が A の行では、A だけ第 2 水準になり A2D1, 要因 D に対しては D の水準が第 2 水準となり A1D2,  $A \times A$  に対応して A2D2 を得る。この結果を 2 元表に書き直したのが表-5 (b) である。A1 水準の効果 0.25 は、表-2 で求めた A の効果 0.25 に、また、D1 水準の効果 -0.17 は、同じく D の効果 -0.17 に等しい。

要因 (表-3の(4)列から)	要因効果	Yates 算法		平均値 (2)/16	処理組合せ
		(1)	(2)		
合計	7.23	11.2	5.72	0.36	A1D1
A	3.97	-5.48	3.16	0.20	A2D1
D	-2.79	3.26	16.68	1.04	A1D2
$A \times D$	-2.69	-0.1	3.36	0.21	A2D2

表-5 (a)：A と D の 2 元表の求め方 逆 Yates 算法

	D 1	D 2	平均	効果
A 1	0.36	1.04	0.70	0.25
A 2	0.20	0.21	0.20	-0.25
平均	0.28	0.63	0.45	
効果	-0.17	0.17		0.00

表-5 (b)：A と D の 2 元表

この 2 元表での最小有意差は、

$$\begin{aligned} \text{l.s.d.} &= t(4; 0.05) \sqrt{2 V_e / 4} \quad (\text{各組合せ A1D1 は 4 データの平均だから}) \\ &= 2.776 \sqrt{0.0087 / 2} = 0.183 \end{aligned}$$

となる。これを物差しとすると、A1D1, A2D1, A2D2 の間には有意差が認められないが、ただ A1D2 (1000lux の明るさで培養土使用のとき) の収穫重量だけは非常に大きいことが分かる。換言すれば、明るさは D1 (ロックウール培地) を用いるとき大差なく、D2 (培養土) のとき明るさ 1000lux にしてやると収穫量が大きくなること、あるいは、明るさが部屋奥 125lux では、培地はロックウールでも培養土でも、どちらでも大差ないが、窓辺で明るさ 1000lux のときには、必ず培養土を用いるべきであるといえる。以上の結果を図に示す

と、図-1の通りとなる

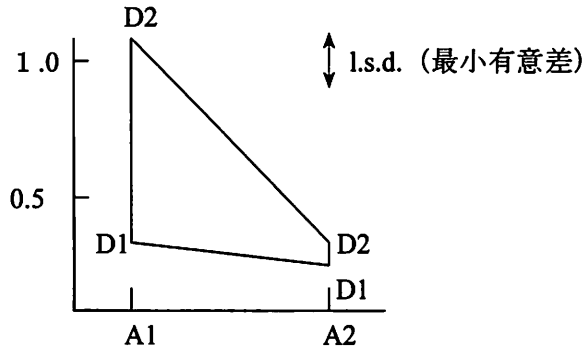


図-1：有意になった要因効果の表現

#### (5) 実験①の結果とまとめ及び生徒の感想

4因子2水準の実験計画法に基づく要因実験を行い、表計算処理ソフトMS-EXCELによってYatesの計算により各要因の効果と分散を算出し、分散分析表を作成した。分析結果は、Aが1%で有意、Dも1%で有意、A×Dも1%で有意であった。そのため、因子単独の効果重視するのではなく、逆Yates算法で2元表を作成し、l.s.d.の値から結論を導いた。得られた結論は、「菜花のsprautは培養土で1000luxの明るさの状態で育てると、収穫量が多くなる。」である。

ここに至るまでの、生徒たちの感想は、おもに以下に示した通りである。

「今回の授業で、Yatesの計算方法を初めて体験した。どうして、うまくそうなるのか、分からない点もいくつかあったが、予想・推定した結論と実験結果が再現性の高い関係にあったのには、驚いた。このような複雑な計算方法を思いついた人はすごいと思った。」

「植物を育て、成長記録をつけるといった作業は、やったことがあったが、このようにデータを分析して、単独作用、交互作用などを考察して成長に影響するものを調べるというのは初めてのことだった。パソコンで計算式を作ったり、それを分析したりと大変なこともあったが、結果を考察するうちに仕組みが分かってきたように思う。データを分析したりするのは、これからもたくさんやると思うので、今回の経験を生かして、取り組んでいきたい。」

「今回、このような形でsprautの実験ができて本当によかったと思う。このような経験は、一人ではできない、教えてもらわないとできないからである。とても貴重な経験だったと思う。理解するときまで、とても難しかったが、しっかりと考えていくと分かっていき、最後にはきっちりまとめられ、考察もできるようになった。これからもこの経験を生活に生かしていけたらいいと思う。」

「今回、総合・特別選択学習のこのコースになって、本当に楽しかったです。やっている授業内容も自分の得意なことだったので、自分にとても合っていました。技術の時間では、あやふやだった文書処理ソフトWordと表計算処理ソフトMS-Excelの復習ができてよかったです。自分の育てたsprautは問題なく育ち、安心しました。小学校の時、理科で植物を枯らしたことがあったので、この総合の時間で得た経験や手法を今後生かしてい

たいと思います。』

## (6) 実験②

実験①の結果では、スプラウトの成長量に有意に影響を与えるのは、A 明るさ、D 培地のそれぞれの交互作用であることが、危険率1%水準で、結論づけられた。その後、植物の生育に関わる実験・研究や論文等から、明るさや培地について、一般的な植物の成長に関わる若干の知見や詳細な情報が得られた。これらを参考に、考慮に入れてスプラウトの成長に、より強く関わる要因の適切な分析を行い、適切な生育環境を探求し、その最適化を図る実験計画を試行しようとした。

実験方法は、菜花スプラウトの育成容器として2リットルのペットボトル2本を用意する。1本目は上から160mm、また下から110mmを切り取り分離し、フタを取り除いた上部を逆さまにして培地と菜花の種をセットして下部にはめ込む。ここに培養液を注いだ。

この容器の上方に各種（青色・赤色）LEDを配線装着して、適切な光量が照射できるように工夫した。この実験装置の基本的な形態は、次の写真1、写真2に示したとおりである。

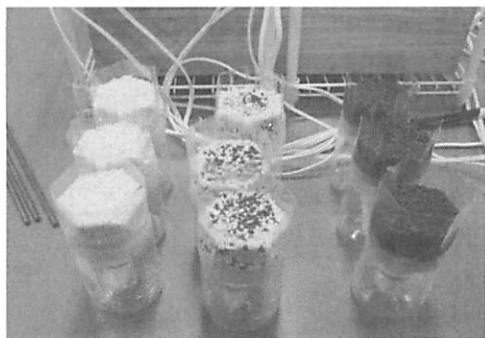


写真-3：播種時の容器

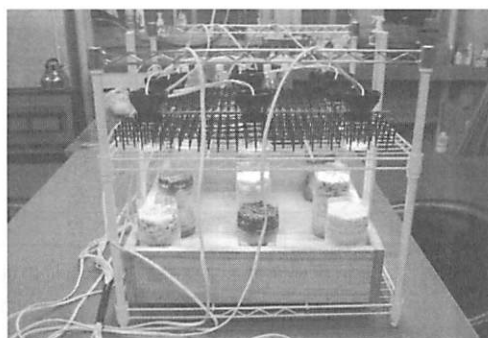


写真-4：セットした容器

A：LED光の種類、B：培地の種類、C：培養液濃度の各因子を3水準とって、9通りの異なる条件下で菜花スプラウトを育成した。播種後10日間後に容器のフタ部分を分離してスプラウトの状態を測定した。それらの「10本単位の重量」をデータとして計測した。これらのデータをもとに「分散分析」について表計算ソフトウェアで計算し、「分散比」から各因子がどのように、スプラウトの育成に有意にはたらくのかを調べた。これらの効果を調べられるよう次のように行った。（表-6）

因子	第1水準	第2水準	第3水準
A：LEDの種類	赤色	赤色+青色	青色
B：培地の種類	発泡煉石	発泡煉石+パーライト	パーライト
C：培養液濃度	1ml/L	2ml/L（標準）	4ml/L

⑨：A：赤色の発光中心波長はおよそ、660nm、青色の発光中心波長はおよそ、470nm

光量子束密度は、およそ、 $100 \sim 140 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{sec}$

B 1：発泡煉石のみ      B 2：発泡煉石と真珠岩系パーライトを半分等量に

B 3：真珠岩系パーライトのみ

C：培養液はハイポニカ A,B の希釈液を使用

表-6：実験計画の因子と水準

LED光 A と培地の種類 B をそれぞれ3水準に変えて、スプラウトの収穫重量に与える影響を調べた。このとき、 $L_9$  直交表の第(1), (2)列に A と B を割り付けると、残りの2列は交互作用  $A \times B$  を示すが、この実験では、 $A \times B$  は無視できると考えた。その代わりにブロック因子として、培養液の濃度 C を取り上げ、これを第(4)列に割り付けた。

割付けとデータ (10本単位の重量), および計算は表-7のとおりである。この解析は、C がなければ、A と B との2因子実験、C が入れればラテン方格法として行える。

列番	(1)	(2)	(3)	(4)	データ(g)
1	1	1	1	1	0.63
2	1	2	2	2	0.65
3	1	3	3	3	0.54
4	2	1	2	3	0.80
5	2	2	3	1	0.62
6	2	3	1	2	0.54
7	3	1	3	2	0.78
8	3	2	1	3	0.61
9	3	3	2	1	0.30
列名	a	b	a	a <sup>2</sup>	
要因	A	B	e	C	
1水準の和	1.82	2.21	1.78	1.55	
2水準の和	1.96	1.88	1.75	1.97	
3水準の和	1.69	1.38	1.94	1.95	
計	5.47	5.47	5.47	5.47	

Ⓢ: ただし、データはスプラウト10本単位の重量(g)

表-7:  $L_9$  実験の割付けと解析

これより、

$$S_a = (1.82^2 + 1.96^2 + 1.69^2) / 3 - CT = 0.01216$$

$$S_b = (2.21^2 + 1.88^2 + 1.38^2) / 3 - CT = 0.11643$$

$$S_e = (1.78^2 + 1.75^2 + 1.94^2) / 3 - CT = 0.00696$$

$$S_c = (1.55^2 + 1.97^2 + 1.95^2) / 3 - CT = 0.03743$$

ここに、

$$CT = 5.47^2 / 9 = 3.32454$$

として計算でき、この結果は表-8の分散分析表 i に示す通りである。

変動因	f	S	V	F	E [V]
全体	8	(0.17298)			
A	2	0.01216	0.00608	1.8 <	$\sigma^2 + 3\kappa A^2$
B	2	0.11643	0.058215	16.7 >	$\sigma^2 + 3\kappa B^2$
C	2	0.03743	0.018715	5.4 $\nabla$	$\sigma^2 + 3\kappa C^2$
e	2	0.00696	0.00348		$\sigma^2$

$$f(2,3;0.05) = 9.55$$

表-8: 分散分析表 i



## (7) 実験②の結果 (i)

L<sub>9</sub>のような小規模の実験では、誤差の自由度が小さいために、どの要因も有意にはなりにくい。この実験ではBの培地の種類が5%水準で有意になった。このことは、スプラウトの成長重量には、この程度の発光ダイオードの分光特性はほとんど影響しておらず、培地の種類による影響の方が大きいことを意味する。さらに、培地には発泡煉石のみの方が、収穫重量も多いことが危険率5%の水準で言えることが分かった。はじめ、スプラウト自体が短期間の育成期間なので、根系にはさほど影響はなからうと考えたが、真珠岩系パーライト単体培地や、真珠岩系パーライトと発泡煉石混合体培地よりも、発泡煉石単体培地のほうが養液栽培には、やはり適しているという結果が得られた。

## (8) 実験②の結果 (ii) とまとめ

スプラウト10本の単位重量をデータとして分析した結果では見えなかったが、スプラウトの食感、すなわちテクスチャーについて考察する。実際に実験測定中に感じたのだが、重量はあっても、ひよろ長いものや、やけに短いどっしりしたスプラウトも見受けられた。これを重視して、単位長さあたりの重量すなわち、長さ密度 (g/cm) をパラメータにデータ分析してみると、次の通りである。

列 番	(1)	(2)	(3)	(4)	データ (g/cm)
1	1	1	1	1	0.0090
2	1	2	2	2	0.0100
3	1	3	3	3	0.0090
4	2	1	2	3	0.0089
5	2	2	3	1	0.0113
6	2	3	1	2	0.0098
7	3	1	3	2	0.0071
8	3	2	1	3	0.0087
9	3	3	2	1	0.0060
列 名	a	b	a	a <sup>2</sup>	
要 因	A	B	e	C	
1水準の和	280	250	275	263	
2水準の和	300	300	249	269	
3水準の和	218	248	274	266	
計	798	798	798	798	

㊦：ただし、データの長さ密度は、スプラウトの単位重量 (g) / 標準長さ (cm) とし、計算上10000倍して変換処理した

表-9: L<sub>9</sub> 実験の割付けと解析 ii

これより、

$$S_a = (280^2 + 300^2 + 218^2) / 3 - CT = 1218.7$$

$$S_b = (250^2 + 300^2 + 248^2) / 3 - CT = 578.7$$

$$S_e = (275^2 + 249^2 + 274^2) / 3 - CT = 144.7$$

$$S_c = (263^2 + 269^2 + 266^2) / 3 - CT = 6.0$$

ここに、

$$CT = 798^2 / 9 = 70756$$

として計算でき、この結果は表-10の分散分析表iiに示す通りである。

変 動 因	f	S	V	F	E [V]
全 体	8	(1948.1)			
A	2	1218.7	609.4	8.4 >	$\sigma^2 + 3 \kappa A^2$
B	2	578.7	289.35	4.0 <	$\sigma^2 + 3 \kappa B^2$
C	2	6.0	3.0	-	$\sigma^2 + 3 \kappa C^2$
e	2	144.7	72.35		$\sigma^2$

$f(2,3;0.10) = 5.46$

表-10：分散分析表ii

このように、AのLED光の発光中心波長の違いによる長さ密度への影響が、10%水準で、有意であることがわかる。

ここで、歯触りの良さというテクスチャーの観点から、最適な発光色の割合の条件を考察してみる。直交多項式のあてはめを考える。

赤のみ、赤青混合、青のみのLEDの割合の3水準を  $t = -1, 0, 1$  とすると、

$$y = -0.0051t^2 - 0.0031t + 0.0300$$

が得られる。(表-11及び図-2)

A	1	2	3
水 準	赤6	赤3青3	青6
t	-1	0	1
平均y	0.0280	0.0300	0.0218

⑩ 平均yは、変換値を10000で割って、もとに戻した

表-11：LEDの発光色の3水準の平均

また、 $dy/dt = 0$  より、 $t = -0.304$  のとき、極大値  $y_{max} = 0.0305$

すなわち、 $t = -0.304$  において、最大のテクスチャーの長さ密度  $0.0305 \text{ g/cm}$  が得られることがわかる。したがって最適化を考えると、表-11より、赤色LEDと青色LEDの割合は、赤色：青色 = 2：1の比率が最適であることがわかる。

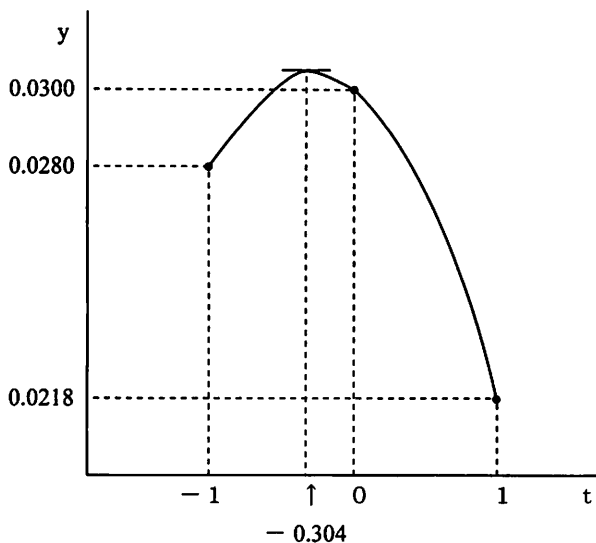


図-2：LEDの発光色に対する反応

なお、本研究では、中学校3年間のまとめとして、高校の「情報科」にも繋げようとも意図した。限られた授業の時数の中で、「生物育成に関する技術」の中に生かされる「情報に関する技術」を実感することができるものとする。また、「スプラウト育成とデータ分析」の実践に取り組むことは、「生物育成」と「情報」の共域について、多因子要因分析など数理統計学の応用体験を通して、客観的な、検証的な、より正しい結論を導くことが求められる実験・実習学習であり、繰り返すことに時間や手間のかかる「生物育成」などの実験結果のより正しい評価・考察の際に、大変有用な手段であることを確認できると考える。繰り返すが、これは中学校3年生技術科における「生物育成」、「情報」学習の共域の教材として、また、本校における特別選択学習の中で、「技術」とは何かを考えるに有効な学習として活用できるものと確信する。

#### 4. 参考文献

- ① 実験計画法 培風館 1976, 奥野忠一, 芳賀敏郎
- ② 「栽培」領域の教材開発 東京都立教育研究所 産業教育第一研究室報告書 1989, 佐俣純
- ③ 小・中・高に一貫した技術教育への改革(2) 筑波大学附属中学校研究紀要 2009, 佐俣純, 佐俣美智子
- ④ 第50回全日本中学校技術・家庭科研究大会 第3分科会提案授業指導案 2011, 浦山浩史

研究紀要 第64号

印刷・発行 2012年3月

編集・発行 〒112-0012 東京都文京区大塚1-9-1

筑波大学附属中学校研究部

代表者 荘 司 隆 一

印刷所 株式会社 甲 文 堂

〒112-0012 東京都文京区大塚1-4-15

アトラスタワー茗荷谷1F

TEL. 03(3947)0844

〔非売品〕

BULLETIN  
OF  
JUNIOR HIGH SCHOOL AT OTSUKA  
UNIVERSITY OF TSUKUBA

Vol.64 MARCH 2012

Articles

1. IIDA Kazuaki, OKADA Koichi, GOMI Kikuko, AKITA Teturo : A Study on New Course of Study and Practical Teaching of Japanese (4)  
- Concerning the Term "Linguistic Activity" from the View-point of Japanese Teaching -  
..... 1
2. SAKAMOTO Masahiko : One Consideration about Handling and Proof of Construction with Ruler and Compass in Junior High School Mathematics  
- It Points to Positioning to Instruction of Proof - ..... 35
3. KANEKO Takeo, SHOJI Ryuichi, ARAI Naoshi, INOUE Waka : Teaching Strategy to Develop Scientific Thinking Abilities (2) ..... 55
4. SHOJI Ryuichi : A Study on Teaching of Ion for Junior High School Students ..... 75
5. KOYAMA Hiroshi : Research on the Educational Effects of Field Activities (Seaside Life at Tomiura) ..... 89
6. NAGAOKA Tatsuki, TAKAHASHI Ayumi, MIYAZAKI Akiyo : Developing Materials for Junior High School Students to Acquire Good Throwing Motion ..... 99
7. SEKINO Tomohito , KUNIKAWA Shoko : Unit Composition of a Fitness Training Program on Improving Balance Abilities with a G-ball - Focusing on Pair Activities- ..... 111
8. SAMATA Jun, SAMATA Michiko : About Innovations the Ver.4th of Technology Education Consisted with Elementary Schools, Junior High Schools, and Senior High Schools  
- For Treatments (the Ver.3rd) of Fixed Course "Cultivational Growth of Living Things" -  
..... 125

Published by

JUNIOR HIGH SCHOOL AT OTSUKA, UNIVERSITY OF TSUKUBA