

教員志望学生の「教材」を理解する力を 高める一方法 (3)

—— “条件制御と検証による問題追求” の視点より ——

にし の よし はる
西 野 芳 治

1. はじめに

著者は小学校教諭 2 種普通免許取得希望者を対象に、教科指導法の 1 つである“理科指導法”を担当している。開講年次・時期は 1 年次・前期である。

教授者が担当科目の目標や授業内容及び授業計画を明らかにし、それらを基に授業を行ったとしても、教授者が意図したことを学生が理解し、身につけているという保証はない。したがって、教授者は学生が授業の内容を理解しているかを把握し、授業の改善に努めなければならない。

著者は定期試験における答案を検討して授業内容を改善する試みをしている¹⁾。

講義においては、著者は理科の目標や内容及び指導方法を把握することの重要性を強調している。理科の目標及び学年目標は小学校学習指導要領²⁾や小学校学習指導要領解説理科編³⁾(以下“解説”という)に記述されている。しかし、学生がこれらの資料を読んで、理科の目標及び学年目標を十分に理解しているか、著者は危惧している。

そこで、授業改善の試みの 1 つとして、学生がこれらの資料を基に理科の目標及び学年目標をよりよく理解できるように、著者は学年目標を読み取る際の観点を 4 つ挙げた。そしてこの 4 つの観点から各学年の目標を読み取り一覧表に表した⁴⁾。

学生が教科書を読み取る力を高めるには、

まず理科の目標や学年目標及び指導要領の「内容」を理解することが必要である。これらに加えてさらに、各学年で示されている問題解決の能力について理解を深め、問題解決の能力を育成する視点から教科書を読み取ることが 1 つの方法であると考えられる。

そこで著者は第 3 学年で育成すべき問題解決の能力である“比較の思考”の視点より、学生が第 3 学年の教科書をどのように読み取ればよいか、読み取るプロセスを明らかにした⁵⁾。

次に第 4 学年で育成すべき問題解決の能力である事象と事象を関係づけながら捉える“関係的思考”の視点より、学生が第 4 学年の教科書をどのように読み取ればよいか、教科書を読み取るプロセスを明らかにした⁶⁾。

第 5 学年で育成すべき問題解決の能力は、自然の事物・現象をそれに関わる条件に目を向けながら調べる能力である。

本稿では、第 5 学年の問題解決の能力の視点より、教員志望の学生が第 5 学年の教科書をどのように読み取ればよいか、教科書を読み取る要点について考察する。

2. 自然の事物・現象をそれに関わる条件に目を向けながら調べるときの要点

2.1 条件という用語の確認

第 5 学年の学年目標では、領域“生物とその環境”及び“物質とエネルギー”において、

「それらにかかわる条件に目を向けながら調べ⁷⁾」という表現が見られる。条件に目を向けながら調べるためには、学生は“条件”という語の意味を理解する必要がある。三省堂の“大辞林”によれば、条件とは、「物事の成立あるいは実現に必要な事柄。ある事態を引き起こす原因。物事を決定したり約束したりするときに、前提あるいは制約となる事柄⁸⁾」である。また、岩波国語辞典には、条件とは、「ある物事が成り立つ、または起こる基となる事柄のうち、その直接の原因ではないが、しかしそれを制約するもの⁹⁾」と記してある。物事の成立あるいは実現に必要な事柄・要因がいくつかあることを想定している。

さらに、岩波科学百科には、条件とは、「あることを限定するときにつかう、文章や式などをいう¹⁰⁾」と述べられている。

2.2 自然の事物・現象に関わる条件に着目する

事物・現象の変化に着目して、その変化を起こす要因を見つけ出す場合、第4学年で扱った事物・現象では、変化を直接起こす要因は1つであった。あるいは、1つだけに着目して考えた。

第5学年では、いくつかの要因が関係している事物・現象も扱っている。第5学年では、変化に関わる要因を自然の事物・現象が成り立つ、あるいは生起するのに必要な事柄、すなわち“条件”として捉えるという新しい見方・考え方をする。次にそれらの条件に着目して問題を追求する。

2.3 実験において条件を制御し、自然の事物・現象の原因を推測する

ある自然の事物・現象に関係すると思われる事柄のうち、どの事柄が当該現象の起こる要因であるかを推測する場合、実験において条件を制御して調べる方法があることを学生

は知っておくべきである。ある1つの条件と事物・現象との関係を捉えるには、次の①、②に従って条件を制御して調べる方法がある。

- ① 当該条件1つだけを変える。
- ② 他の条件は同じにしておく。

分かりやすく言えば、自然の事物・現象をFとし、その生起に関係すると推測される事柄や要因がa、b及びcであったとする。自然の事物・現象Fと条件(要因)aとの関係を明らかにするには、条件b、cは同じにして条件aを変えて調べる。

他の条件b、cを同じにするということは、それらの諸条件b、cを捨象することであり、条件aと事物・現象Fとの関係が明確化されることになる。

このように第5学年では、事物・現象Fと要因a、Fとb、Fとcの関係を、制御すべき要因と制御しない要因とを区別しながら、条件を統一して観察、実験などを計画的に行うことによって調べる。そして事物・現象Fに関わる条件を見つけ出す。

2.4 条件間の決まりを見つける

自然の事物・現象の生起、成立に関わる条件がいくつか見つければ、次にそれらを変数として捉え、変数を変化させて、実験、観察を行い、事物・現象の生起・成立に関わる条件間の規則性を数量的に導き出す。これら要因間の決まりもまた事物・現象の成立、生起するときの条件として捉える。

3. 事物・現象をそれに関わる条件に着目して問題を追求する事例

教科書に書かれていることをただ漫然と教えても教育の効果は大きくないと考えられる。学生が学習指導要領や“解説”及び第2節の“自然の事物・現象をそれに関わる条件に目を向けながら調べるときの要点”にそって教科書を読み取る際のポイント及び確認すべき事項について述べる。また、どの部分が、

導入、学習課題、話し合い、まとめ、実験、実験方法、実験結果等であるか押さえておくことが大切である。

3.1 植物の発芽

3.1.1 “条件”という用語を理解する

種子の発芽について、学習指導要領の“内

容”では次のように述べられている。「植物を育て、植物の発芽、植物の成長及び結実の様子を調べ、植物の発芽、成長及び結実とその条件についての考えをもつようにする。ア 植物は、種子の中の養分を基にして発芽すること。イ 植物の発芽には、水、空気及び温度が関係していること¹¹⁾。」



資料1¹²⁾ 種子の発芽の条件

植物の発芽は、教科書(啓林館)では、単元“植物の発芽と成長”で扱われている。教科書の一部を抜粋して資料1¹²⁾として示す。教科書は、本学の学生が小学校教育実習で使用する可能性が高い新興出版社啓林館発行のものを引用する。

教科書の1～2頁の部分は、単元導入、特に種子の発芽についての導入である。教科書には、「種子が発芽するには、何が必要なのだろうか。種子をまいて、調べてみよう¹³⁾」と書かれている。種蒔きの経験などを基に発芽に必要な事柄・要因を調べようとしている。

3頁では、「植物に水をあたえて発芽させてみよう。水のほかに何が必要かな¹⁴⁾」と書かれており、脱脂綿をしき、水を与えて種子が発芽するかどうかを観察している。しかし、“水のほかに何が必要かな”は種子に水を与えて発芽させた後の課題であるので、ここでは必ずしも必要ではないと考えられる。

種子に水を与えて発芽させた後、「水は、やっぱり必要だね¹⁵⁾」と水があれば種子が発芽することを確認している。この段階で“水のほかに何が必要か”と問いかける方が分かりやすい。そうすると、「わたしたちは、空気をすって生きているよ。種子にも、空気が必要かな¹⁶⁾」という問いかけがよく理解できると思われる。また、種子の発芽に関わる要因が1つではないことを読み取ることが大切である。

次に留意すべきことは、「種子の発芽に必要な条件^{じょうけん}は何か、これまでのけいけんなどをもとに、予想してみよう¹⁷⁾」というように“条件”という用語が新しく出てくることである。発芽に必要なもの・事柄や要因を、発芽に必要な条件と言い換えている。児童には、まず第1に“条件”という用語の意味を理解させることが大切である。

そして発芽に必要な条件を児童が話し合い、予想するなど、具体的に発芽に関わる条件に着目して調べる態度を養う。

3.1.2 条件を制御して実験を行い、植物の発芽の条件について調べる

4頁では、「種子が発芽するには、どんな条件が必要なのだろうか¹⁸⁾」と解決すべき学習課題が出されている。第2節第3項“実験において条件を制御し、自然の事物・現象の原因を推測する”にそって教科書を読み取る。教科書の一部を抜粋して資料2¹⁹⁾として示す。

「発芽に空気が必要かどうかを調べるには…²⁰⁾」と述べられているように、考えた条件について調べるにはどんな方法があるかを考えさせている。変える条件は空気、同じ条件にするものは水、温度である。

発芽に温度が関係しているかどうかを調べるときは、変える条件は温度、同じ条件にするものは水、空気である。吹きだしに「調べる条件以外は、そろえておかないといけね²¹⁾」と書かれている。これはいくつかの要因が関係する場合、それらの要因と事物・現象との関わりを調べる実験方法のまとめとして捉えるとよい。

3.2 てんびんとてこ

てこについては、支点が力点と作用点の間にある場合が扱われている。てこについて学習指導要領の“内容”では次のように述べられている。「てこを使い、力の加わる位置や大きさを変えて、てこの仕組みや働きを調べ、てこの規則性についての考えをもつようにする。ア 水平につり合った棒の支点から等距離に物をつるして棒が水平になったとき、物の重さは等しいこと。イ 力を加える位置や大きさを変えると、てこを傾ける働きが変わり、てこがつり合うときにはそれらの間に一定の決まりがあること²²⁾。」教科書の一部を抜粋し、資料3²³⁾として示す。

3.2.1 てこのつり合いに関わる条件に着目する

教科書には、「てこはどんな条件じょうけんのときつり合うのか、実験用てこを使って、くわしく調べてみよう²⁴⁾」と述べられている。これは主題“てこのつり合い”の導入、動機づけの部分であり、また学習内容も示している。この場合の“条件”という語は、単に要因と言うよりも要因間の決まりなど“あることを限定するときの文章や式”という意味で使われ

ている。

問題の解決に向けて調べる場合、第2節で述べたように、てこのつり合いに関わる条件に着目して調べる必要がある。教科書にも問題の解決へ向けて話し合い、予想を立てるときの手だてとして、「てこのつり合いに関係のある条件は何か、考えてみよう²⁵⁾」と提示されている。

1 種子の発芽の条件

「種子が発芽するには、どんな条件が必要なのだろうか。」

発芽に空気が必要かどうか調べるには…。



空気と種子の発芽

考えた条件について調べるには、どんな方法で実験すればよいかな。

大仲 理絵

〈変えること〉

●空気にふれているか、ふれていないか。

〈同じにしておくこと〉

○水をあたえる。

○あたたかいところに置く。

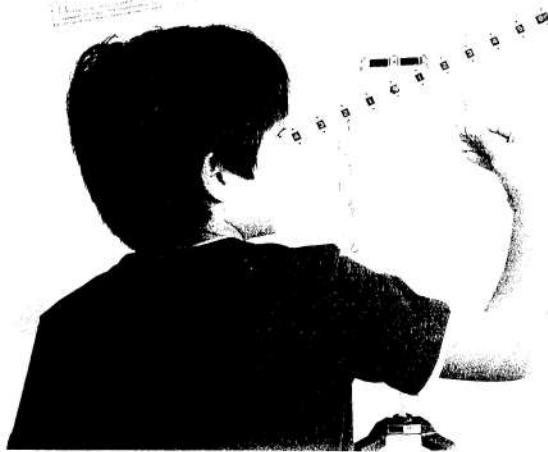
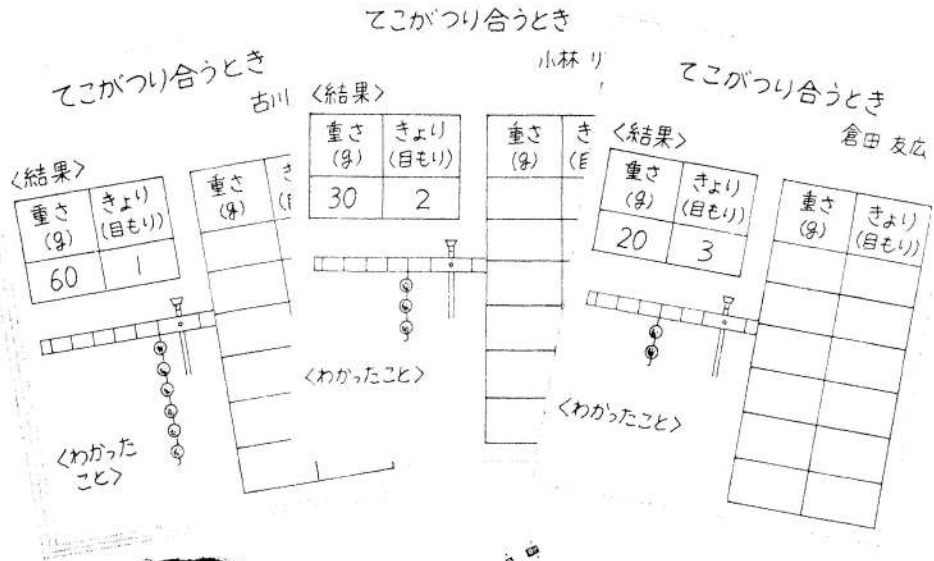
空気にふれている種子と、ふれないようにした種子で、くらべよう。

資料2¹⁹⁾ 実験において条件を制御する

やってみよう…実験3

てこがつり合うとき

左のうでのおもりの重さと支点からのきよりを決めて、それぞれ、つり合うときの右のうでのおもりの重さと、支点からのきよりを調べる。



つり合うときには、
どんなきまりが
あるのかな。

+

×

資料3²³⁾ てこがつり合うときの条件

3.2.2 てこがつり合うときの規則性を見つけ出す

次に「てこは、左右のおもりの重さと支点からのきよりがどうなったとき、つり合うのだろうか²⁶⁾」と解決すべき学習課題、すなわち、てこがつり合うとき、左右のおもりの重さ及び支点からの距離という2つの要因間の

決まりを求めるという課題が具体的に提示されている。

実験を通して2つの要因間の決まりを求める場面では、おもりの数を変えたり、支点からの距離を変えるなど、おもりの数と距離の関係に着目させて、つり合う場合を調べている。

そして、実験結果を整理し、要因間の決まりを見つける方法として、左右のおもりの重さと支点からの距離との関係を表に表している。要因間の決まりを見つけにくい表の場合には、分かりやすいように工夫することが必要である。

最後に、実験結果から、てこを傾ける働きに着目し、どんなことが分かるか、てこがつり合うときにどんな決まりがあるか、話し合い、考えさせればよい。「てこは、支点の左右でうでをかたむけるはたらきが等しいとき、つり合う。うでをかたむけるはたらきは、“おもりの重さ(力の大きさ)×支点からのきより”であらわすことができる²⁷⁾」のように、てこがつり合うときの条件がまとめられている。

なお、本単元の特徴は、実験結果から帰納的な考えを用いて規則性を見つけ出し、言葉でまとめるだけでなく、それを式の形「重さ(力)×きより＝重さ(力)×きより」で捉えることである。帰納的な考え方を養う数少ない教材の1つであり、丁寧な指導が求められる。

指導法について補足すれば、実験結果から要因間の規則性を見つけ、式に表す場面で見られる児童のつまづきを解消するために、他教科である算数の視点(関数「比例」)を取り入れた実践例²⁸⁾が報告されている。

4. 各学年における問題解決の能力間の関係

第3学年では、事物・現象を差異点や共通点という視点から比較しながら調べる。そして学習の過程で事物・現象の違いに気づいたり、比較する能力を育成することが重視されている。

第4学年では、たとえば、植物と季節との成長を関係づけて調べる。このとき、事物・現象の差異点を事物・現象の変化として捉え直す。そして、事物・現象の変化と関係する要因を抽出する能力を育成することがねらいである。

第5学年では、事物・現象の変化と関係する要因がいくつかある場合を取り上げ、それらの要因を、事物・現象の成立や生起に関わる条件として捉え直す。次にこれらの条件に着目して事物・現象を調べる能力を育てる。さらに、条件を変数として捉え、それらを変化させて要因間の規則性を見出す能力を育成しようとしている。このように、各学年における問題解決の能力を関連的、発展的に捉えることが大切である。

5. おわりに

教員を志望する学生が教科書を読み取る能力を高めるためには、教科書を理科の目標や学年目標にそって読み取ることに加えて、問題解決の能力の視点を基に読み取ることが1つの有効な方法であると考えられる。

第5学年で育成すべき問題解決の能力は、自然の事物・現象をそれに関わる条件に目を向けながら調べる能力である。事物・現象をそれに関わる条件に目を向けて調べるときの要点を確認し、この要点にそって、教科書を読み取れば分かりやすいことを示した。

引用・参考文献

- 1) 西野芳治：授業者の授業目標達成意志と授業目標の明確化の必要性——「理科教育研究」の授業改善の試み——，大阪信愛女学院短期大学紀要，第33集，45-54頁(1999)
- 2) 文部省：小学校学習指導要領，大蔵省印刷局，50-60頁(1998)
- 3) 文部省：小学校学習指導要領解説 理科編，東洋館出版社，9-70頁(1999)
- 4) 西野芳治：教員志望学生の「教材」を理解する力を高める一方法(1)——“比較する能力”の視点より——，大阪信愛女学院短期大学紀要，第38集，9-10頁(2004)
- 5) 前掲書4)，7-18頁
- 6) 西野芳治：教員志望学生の「教材」を理解する力を高める一方法(2)——“関係的思考”の視点より——，大阪信愛女学院短期大学紀要，第39集，21-29頁(2005)

- 7) 前掲書2), 54頁
- 8) 松村 明編：大辞林，三省堂，1174頁(1988)
- 9) 西尾 実・岩淵悦太郎・水谷静夫編：岩波国語辞典，岩波書店，522頁(1979)
- 10) 岩波書店編集部編：岩波科学百科，岩波書店，504頁(1988)
- 11) 前掲書2), 54頁
- 12) 竹内敬人・武村重和・森 一夫・大隈良典他：理科5年上，新興出版社啓林館，3頁(2002)
- 13) 前掲書12), 2頁
- 14) 前掲書12), 3頁
- 15) 前掲書12), 3頁
- 16) 前掲書12), 3頁
- 17) 前掲書12), 3頁
- 18) 前掲書12), 4頁
- 19) 前掲書12), 4頁
- 20) 前掲書12), 4頁
- 21) 前掲書12), 4頁
- 22) 前掲書2), 55-56頁
- 23) 前掲書12), 53頁
- 24) 前掲書12), 52頁
- 25) 前掲書12), 52頁
- 26) 前掲書12), 53頁
- 27) 前掲書12), 54頁
- 28) 塚田昭一：関数的な見方(比例)を取り入れた「てこの働き」の授業実践，初等理科教育，農村漁村文化協会，26-29頁(2005)

(受理 2006年2月6日)