

考察を深めることが理解の深まりに与える効果

－「植物のはたらき」の学習を事例に－

清水誠・矢野聖也

I. はじめに

自然の事物・現象について児童・生徒が理解を深めていくには、問題解決の過程の中の考察の場面は重要である。しかし、PISA2003調査では、科学的な事柄を証拠として解釈することが必要な問題や論述形式の問題において前回に比較し低下が認められることが明らかになった¹⁾。得られた情報をもとに、考察する力や表現する力の育成が課題であることが分かる。また、中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会の審議経過報告²⁾においても、科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、観察実験の結果を考察する学習活動や科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動の見直しの必要性が指摘されている。しかしながら、考察の時間を実際の授業ではあまり取れないといった教師の声や、教科書の観察・実験のページの記述を見ると「石灰水の変化はどうか」といった結果を尋ねる設問はあるが、考察を促す設問が見られないものを多く目にする。理科教育学の研究を見ても、考察の時間の確保が、児童にどのような効果を促すかを調べた研究はほとんど見られない。

そこで、本研究では、個々人に十分に結果を考察させてから学習のまとめを行うことが、理解の深まりにどのような効果を与えるのか調べることを目的とする。

なお、本研究では「理解」とは、波多野が述べているように、「首尾一貫した解釈が確信をもって採用されていること」³⁾と定義する。この

定義に基づき、考察することを通して理解がどのように深まるかを探る方法として児童の概念獲得に関する調査とその概念に対する確信度を調査する。考察を深める授業の工夫としては、個々人が自分の予想に基づきながら実験結果について考察したことを記述させるという形で外化させ、それをもとに議論させることにした。また、小グループで議論する際には、個々人が記述した考察を他者にも見えるようにして説明させるようにした。その理由として、三宅が「協調的な過程で理解が深化するためには、外化と共有、見直しが必要である」⁴⁾とすることによる。

II. 研究の方法

1. 実験群と統制群の設定

考察を深めることが理解の深まりにどのような効果があるかを探るため、実験授業では実験結果を個々人でまず考察し、個々人の考察を外化させてから小グループで議論を行い、その後クラスの中で考察を練り上げる教授方法による授業を行った（以下、実験群と呼ぶ）。

これとは別に、実験群で生起する効果と比較するため、従来から多くの理科授業で行われてきたように個々人では考察は行わずに、小グループで実験結果をもとに議論しながら考察を行い、その後クラスの中で考察を練り上げる教授方法による授業も行った（以下、統制群と呼ぶ）。

2. 研究対象

(1) 調査対象及び時期

調査は、埼玉県内の公立小学校6年生、3クラ

ス 68 人を対象とした。実験群が 2 クラス 45 人、統制群が 23 人である。

(2) 調査

授業は 2005 年 6 月に実施した。授業は、共同研究者の矢野が、いずれのクラスも 2 単位時間（1 単位時間：45 分）で行った。学習内容は、小学校学習指導要領⁵⁾の中の第 6 学年 A (2) ア「植物の葉に日光が当たるとデンプンができること」である。

(3) 両群の等質性

両群の等質性は、学習前の 2005 年 5 月に図 1 に示したような質問紙により調査を行った。

質問 ジャガイモは、たねいもを成長させるための養分（デンプン）をどこから得ていますか。あなたの考えに近いものをア～オの中から 1 つ選びなさい。

ア. 根から、デンプンを手に入れている。

イ. 茎から、デンプンを手に入れている。

ウ. 葉から、デンプンを手に入れている。

エ. 根・茎・葉のすべてから、デンプンを手に入れている。

オ. その他（あなたの考えを書いてね）

図 1 事前調査用紙（一部）

3. 授業の概要

実験群の授業は、ア～カの流れに沿って進めた。

ア. 課題の確認をする。

子いもがついたジャガイモを提示し、「新しいいものデンプンはどこでつくられているのか？」と教師から課題を確認した。

イ. 自分の予想をワークシートに記述する。

－児童の主な予想－

- ・葉でデンプンがつくられる。
- ・茎でデンプンがつくられる。
- ・根からデンプンを取り入れている。
- ・その他。

ウ. 各児童の予想をグループ化し、同じ予想をたてた児童によりジグソーグループをつくる。その後、各グループで実験方法を考え、実験を行う。

エ. 個々人が得られた実験結果を予想と比べなが

ら考察を行い、考察したことをワークシートに記述する。

オ. もとの小グループにもどり議論を行い、議論を踏まえて考察の修正を行う。

その際、各自が記述したワークシートの記述を他者にも見えるように外化しながら議論させ、その後、考察の修正がある児童には修正をさせた。また、考察したことに対する確信度も併せて記述させた。

カ. 教師が、児童が考察したことを発表させ、各児童の考察をクラスの中で練り上げながら、まとめを行う。

なお、統制群では、実験群の授業の流れで示したエの個人での考察を行っていない。実験群のオにあたる部分では、実験後もとの小グループにもどり、それぞれの実験結果がまとめられた発表用紙を見ながら小グループでの議論を行い、議論を踏まえて各自が考察したこと及び確信度を記述させた。それ以外は、同じである。

4. 調査内容

理解の深まりを探るため、科学的概念の形成とその確信度について調査を行った。

調査は、予想時と議論後、及び 2 ヶ月後に行った。予想時と議論後の児童が保持する概念については、ワークシートの記述を分析した。ワークシートには、「新しいいものデンプンは、どこでつくられているのでしょうか」という学習課題に対する予想とその理由及び実験結果をもとにグループでの議論後の自分なりの考察を記述するように作成されている。また、予想及び考察した記述内容には、「自信あり」、「ふつう」、「自信なし」の 3 段階の確信度のいずれかに○をつけさせた。

2 ヶ月後調査は、図 2 に示すような質問紙への回答を分析した。また、選択した回答に対し、「自

質問 植物は子葉が落ちた後、大きく成長するための養分（デンプン）をどこから得ていますか。あなたの考えに近いものをア～オの中から 1 つ選びなさい。

*選択肢のア～オは、事前調査の質問紙のア～オと同じである。

図 2 2 ヶ月後調査用紙（一部）

信あり」、「ふつう」、「自信なし」の3段階の確信度のいずれかに○をつけさせた。

Ⅲ. 結果とその分析

1. 両群の等質性

図1に示した質問紙により調査した結果は、表1のようであった。

表1 事前調査の結果

選択肢	実験群	統制群
ア. 根から	33 (73.4)	14 (60.9)
イ. 茎から	3 (6.7)	6 (26.1)
ウ. 葉から	2 (4.5)	2 (8.7)
エ. 根・茎・葉	3 (6.7)	1 (4.4)
オ. その他	4 (8.9)	0 (0)

注. 単位は、人数。()内の数字は%。調査対象者数は、実験群：N=45、統制群：N=23。

正答である「ウ. 葉からデンプンを手に入れている」を選択した児童は、両群ともに2名と少なく、誤答である「ア. 根からデンプンを取り入れている」を選択した児童が両群とも最も多いことが分かる。正答である「ウ」を選択した児童数と「ウ以外」を選択した児童数について直接確率計算2×2で比べてみると有意な差は見られないことが分かり(両側検定：p=0.599)、両群はほぼ等質である。

2. 概念調査の結果とその分析

児童が学習を通して、本学習での科学的な概念となる「植物は、成長するための養分を葉から手に入れていること」をどのように獲得していったかを調査した結果が、表2である。

表2 科学的概念を記述した児童数

	予想時	議論後	2ヶ月後
実験群	7	39	40
統制群	3	7	21

注. 単位は、人数。調査対象者数は、実験群：N=45、統制群：N=23。

実験結果をもとに小グループで議論がなされ

た後に科学的な概念となる新しいものデンプンは葉でつくられたデンプンだと記述できた児童は、議論後では統制群が7人、実験群が39人、2ヶ月後では統制群が21人、実験群が40人という結果であった。予想時では、科学的な概念を記述できた児童は両群ともにわずかである。しかし、議論後は実験群では約9割の児童が授業のねらいとする科学的な概念を記述できていることが分かる。一方、統制群では議論後でも3割の児童しか記述できていない。議論後に、新しいものデンプンは葉でつくられたデンプンだと記述できた児童数と記述できなかった児童数について直接確率計算2×2で比べてみると、有意な差が見られた(両側検定：p=0.000)。しかし2ヶ月後調査の結果は、議論後と同様に直接確率計算2×2で比べてみると、有意な差は見られない(両側検定：p=0.999)。

3. 確信度調査の結果とその分析

予想時、議論後、2ヶ月後の各段階で、本学習での科学的な概念「植物は、成長するための養分を葉から手に入れていること」を記述したり選択した児童の中で、確信度の「自信あり」に○をつけた児童数をまとめたものが表3である。

表3 考えに「自信あり」とした児童

	予想時	議論後	2ヶ月後
実験群	1	6	20
統制群	0	1	2

注. 単位は、人数。調査対象者数は、実験群：予想時 N=7、議論後 N=39、2ヶ月後 N=40、統制群：予想時 N=3、議論後 N=7、2ヶ月後 N=21。

「自信あり」に○をつけた児童数は、予想時や議論後では両群に有意な差はない。しかし、2ヶ月後では、「自信あり」を選択した児童が実験群に多く見られた。「自信あり」を選択した児童数とそれ以外を選択した児童数について直接確率計算2×2で比べてみると実験群が統制群に比べ有意な差が見られることが分かる(両側検定：p=0.002)。

Ⅳ. 考察

概念調査の議論後の結果からは、個々人が自

分の予想に基づきながら実験結果について考察し、ワークシートに記述することが科学的な概念を獲得していくのに有効であるといえる。しかし、2ヶ月後の結果を見ると両群に差は見られず、両群ともにねらいとする概念を獲得していることが分かる。2ヶ月後の概念獲得で両群に差が生じなかった理由の1つとして、両群とも教師が考察の練り上げを行い、学習のまとめを行ったためではないかと考える。しかしながら、本研究では概念獲得に対する質問紙が単純な選択問題であったため、差がはっきりせず、概念理解の深い部分では違いがあるのかもしれない。

確信度調査の結果からは、予想時や小グループで議論した後の考察で本学習で獲得すべき概念を児童が記述できても、実験群、統制群どちらの児童も自ら記述した考えに対し確信をもった状態とはなっていないことが分かる。しかしながら2ヶ月後に確信度を調査した結果は、実験群が統制群に比べ「自信あり」と回答する児童が多かった。このことから、実験結果を個々人でまず考察し、個々人の考察を外化させながら小グループで議論を行わせることを取り入れた教授方法に加え、教師が学級全体で考察を練り上げ、まとめを行うことで、多くの児童が獲得した概念を確信をもって採用するようになることができる。

理解するとは「首尾一貫した解釈が確信をもって採用されていること」と定義した本研究の結果からは、児童が理解を深めていくには個々人で考察を行い、考察したことを小グループの中で議論しまとめていくようにする。そのうえで、教師は児童が考察したことをクラスの中で練り上げをしていくことが必要であるといえる。

V. まとめと今後の課題

本研究は、小学校6年生の「植物のはたらき」の学習のみを対象としているため、ここでの考察は実験授業の範囲内という制約つきではある。しかしながら、結果をまず個々の児童に考察させることの重要性と、教師と児童による考察の練り上げが概念理解を深めていくために重要であることを示せたことは、これまで行われてきた教授方法を改善していくうえで重要な示唆となると考える。

しかし、今回の2ヶ月後の質問紙では概念理解を調査するには十分とはいえない。また、確信度調査も児童の自信の度合いを質問紙調査だけで判断するには十分とはいえない。今後、概念理解や児童の確信度を把握できる調査方法を考案していくことが課題である。加えて、PISA調査等で課題とされる科学的思考力、科学的に解釈する力、表現力等が今回提案した授業デザインでどのように育成できるようになったのか、調査方法を確立し、その効果を探ることも今後の課題としたい。

付記

本論文は、日本理科教育学会第56回全国大会においても予備的に考察されている。しかし、本格的な分析と議論は、本稿において初めてなされている。

本研究は、科学研究費補助金（基盤研究(C)）「理解深化を促す教授・学習方法の開発と教師教育への適用」（平成17-19年度）（研究代表：清水誠）（課題番号：17500574）の研究成果の一部である。

引用文献

- 1) 文部科学省/[編]:「小学校理科・中学校理科・高等学校理科指導資料 PISA2003(科学的リテラシー)及び TIMSS2003(理科)結果の分析と指導改善の方向」, 東洋館出版社, 2005.
- 2) 中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会:「審議経過報告」,
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/06021401/all.pdf, 2006.
- 3) 波多野誼余夫・永野重史・大浦容子:「教授学習過程論—学習の総合科学をめざして—」, 放送大学教育振興会, 2002.
- 4) 前掲書3)
- 5) 文部省:「小学校学習指導要領」, 大蔵省印刷局, 1998.

しみず まこと/埼玉大学教育学部
やの まさや/吉川市立関小学校

(2006年10月17日受付, 2007年3月8日受理)