

## 予想時にもものづくりを学習に取り入れる効果

— 中学校 1 年生の葉のつくりの学習での事例 —

清水 誠\*・舘野 俊之\*\*

**キーワード** : 自信度, ものづくり, 予想時の活動, 中学校理科, 葉のつき方

### I 研究の背景と目的

我が国の戦後の学校教育は、デューイの反省的思考を通しての問題解決と呼ばれる仮説の局面等を重視した問題解決学習論<sup>1)</sup>や 1960 年代にアメリカを中心として巻き起こった教育の現代化運動の影響を強く受けた<sup>2)</sup> 1969 年の中学校学習指導要領理科の改訂以来<sup>3)</sup>, 指導過程に予想や仮説の段階を設定することは科学の方法として広く認められ、重視されてきた。

一方、理科の学習論に大きな影響を与えてきた科学観は、1960 年代半ばを分水嶺として大きく転回したとされる。野家は、この科学哲学における潮流の変化を「科学の論理学」から「科学の解釈学」へという問題意識の転轍だったとする<sup>4)</sup>。こうした考え方は、平成 14 年度から完全実施された小学校の学習指導要領「理科」にも大きな影響を与えてきたことが分かる<sup>5)</sup>。研究者の間では、森本は意味というものは、人間から独立して存在しているものではないし、客観的なものでもなく、理解に基づいているとし<sup>6)</sup>、遠西・大西は何かを予測させるのは理論であり、そもそも実験の方法や手続きは理論をもとに企てられると述べている<sup>7)</sup>ように、新たな科学観に基づいた授業の構想の必要性が求められている。

小川は、西洋科学の教育価値について触れ、人間が意図的に設定している枠組みであるから

こそ、それを我々はいつでも自覚的に認識し、世界了解の一つの道具として利用することが可能なのであるとし、自分自身の世界了解の仕方に気付くためのメガネが必要であるとする<sup>8)</sup>。

しかしながら、予想や仮説を設定する場面で自らの枠組みを設定するための指導方法を検討した研究は少ない。

本研究では、観察前の活動に着目し、予想を立てる場面でもものづくり(モデルづくり)を通して自分の考え方を持つことの効果について検証する。

### II 研究の方法

本研究では、仮説演繹的思考ができることとされる中学生に対し<sup>9)</sup>、ものづくりといった活動を通して予想を立てるクラスと従来から行われているように図や言葉でのみ予想を立てるクラスを設定し、見方や考え方の変容と自分の見方や考え方について説明することの自信の度合いをワークシートの記述や質問紙に表れる記述を比較し、その分析を試みる。

### III 実験授業の実施

実験授業は、中学校 1 年生の学習内容「植物の体のつくりと働き」の中の葉の茎への付き方などを観察し、その観察結果を光合成との関連において考察し、葉のつくりと働きを総合的に理解させるという内容(平成元年に告示された学習指導要領第 2 分野の内容(1)イ(イ))で実施

\* 埼玉大学教育学部

\*\* 春日部市立春日部中学校

した。

## 1 実験授業の概要

### (1) 調査対象

埼玉県内の公立中学校1年生9クラス(318人)を対象に実施した。

### (2) 事前調査とクラス分け

対象者を実験群と統制群の2つの集団に分けるため、授業実施前の6月に①葉の役割、②葉の付き方の規則性、③規則性があると考えた理由、④葉の付き方について説明することの自信の度合いについて生徒がどのように捉えているか質問紙調査した。

各クラスごとの集計結果をもとに、できるだけ等質となるように、実験群5クラス(178人)、統制群4クラス(140人)を選定した。その結果は、図1～4のようである。

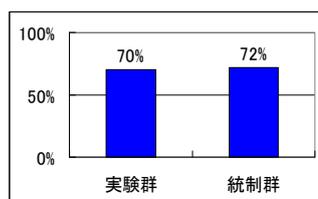


図1 葉の役割

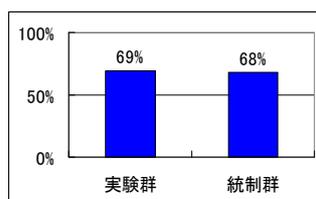


図2 葉の付き方

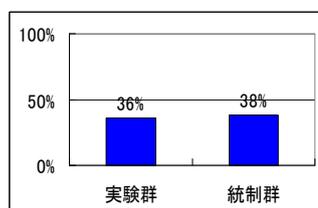


図3 図2の理由

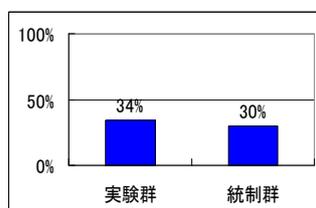


図4 説明できる

授業前の調査で、葉の役割は光合成であると回答した生徒の割合は実験群では70%、統制群では72%であった。葉の付き方には規則性があると回答した生徒の割合は実験群では69%、統制群では68%であった。葉の付き方に規則性があるとした生徒の中で、その理由を光との関係で捉えていた生徒は実験群36%、統制群38%であった。また、葉の付き方について自信を持って説明することができるという回答した生徒の割合は、実験群34%、統制群30%であった。以上の結果から、実験群と統制群の間の質的な差はあまりないと考える。

### (3) 調査時期と調査内容

授業は、2001年7月11日・12日に共同研究者である館野の指導で実施した。

調査は大きく3つの内容について調べた。1点目は、予想時の活動が役に立っていると生徒が考えているか。2点目は、授業を通して内容面でのねらいが達成されているか。3点目は、自らの考え方を説明することの自信の度合いがどの程度と捉えているかである。

なお、葉の茎への付き方を光との関係で捉えられたか(内容面でのねらいの達成)は授業前、葉の観察後、授業後1ヶ月後の質問紙及び生徒のワークシートの記述を調査した。生徒の意識調査については、①予想時の活動が役に立ったか(活動の意義)を授業後の質問紙により、②葉の付き方について説明する自信があるか(自信の度合い)については授業前、葉の観察後、授業後1ヶ月後に質問紙により調査した。

### (4) 授業の概要

授業は、両群について図5のような流れで1単位時間(50分)扱いで実施した。

課題の確認、野外での実際の観察(スケッチとメモにより観察を行った)、結果のまとめ、教師による補足説明は両群とも時間・指導方法共に全く同じである。

実験群・統制群の授業の違いは、予想の段階で①ものづくりを取り入れたか、②図や言葉で表現したかにある。予想の段階の時間は、両群共に同じ時間とした。

教師による補足説明では、本時のねらい「光合成をしている植物の葉は、光がよくあたるように上の葉が下の葉に重ならないようにしている」を両群共に確認をして授業を終了した。

なお、ものづくりをさせた群(実験群)には茎にみたてた発泡ポリウレタンの丸棒と葉柄を楊枝で葉身を紙で作成した葉のモデルを用意した。実験群の生徒は、予想の段階で自分の考えを発泡ポリウレタンの丸棒に葉のモデルをさしながら自分の考えをまとめ、ワークシートにまとめさせることにした。統制群では、自分の頭の中で考えた考えをワークシートに図や言葉で書き表させることにした。

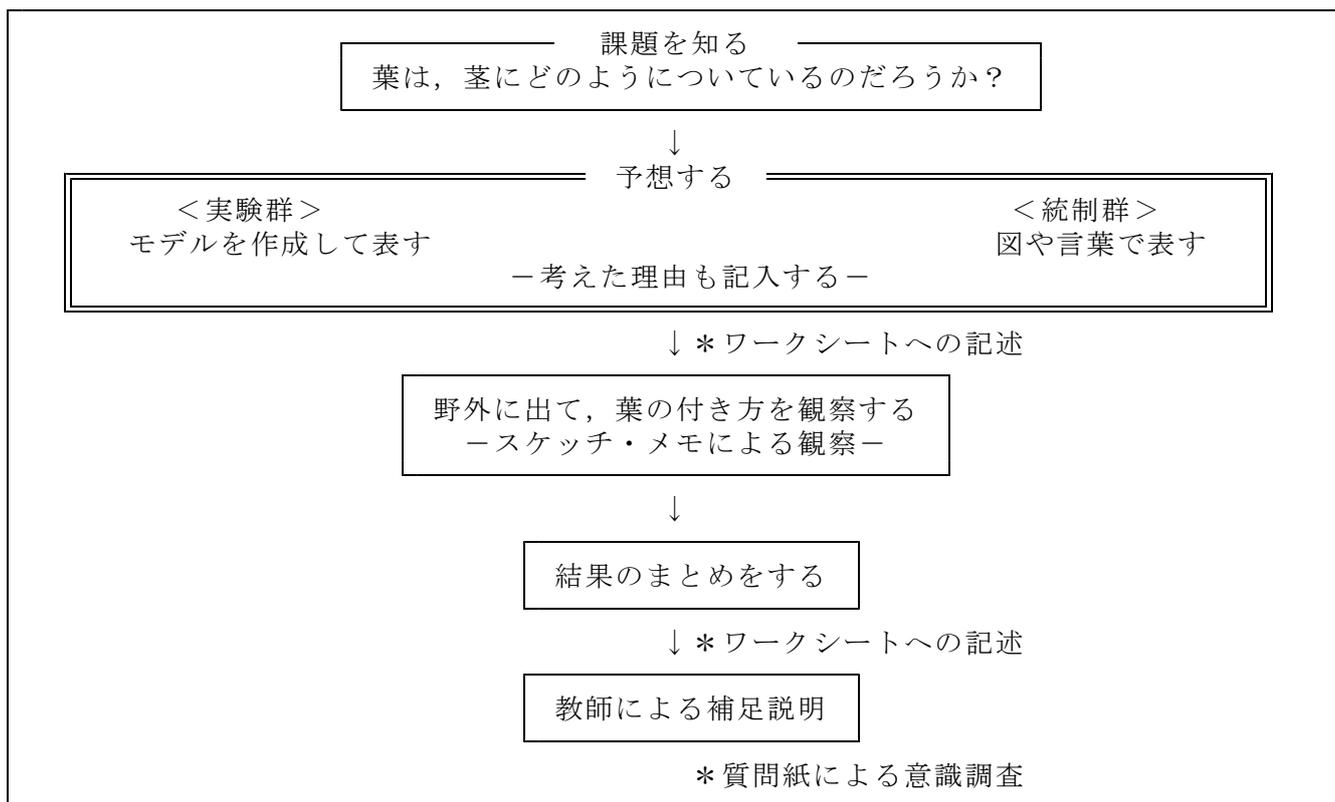


図 5 授業の流れ

### Ⅲ 調査結果と考察

#### 1 葉の付き方の記述の変容

内容面でのねらいである葉の茎への付き方を光との関係で捉えられたかについて、授業前、葉の観察後、授業1ヶ月後の結果を調べたものが図6である。

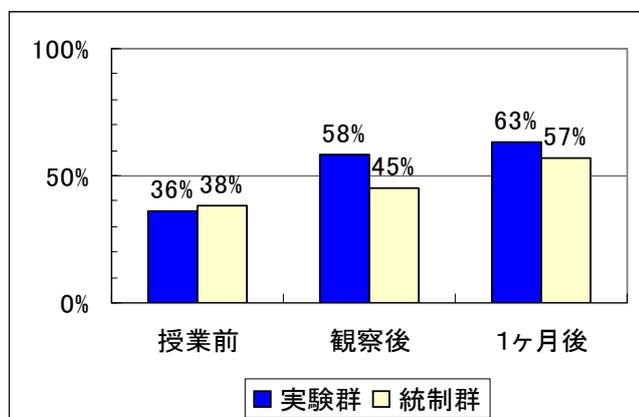


図 6 光との関係から付き方を記述した生徒

授業前では実験群 36 %，統制群 38 % とほぼ同じであったが，葉の観察後では光との関係で葉の付き方の規則性に気付いた生徒の割合は実験群の生徒ほうが 58 % と統制群の生徒の 45 % に比べ多いことが分かる（5 % 水準で有意差あり）。しかし，1ヶ月後の調査では実験群 63 % が統制群 57 % に比べわずかに多いものの有意な差は見られないこと，葉の観察後に比べ両群共に割合が増加していることが分かる。この理由としては，授業のまとめで両群に指導の教師が補足説明をし内容面のねらいの達成を図ったためと考える。

#### 2 予想時の活動に対する生徒の評価

予想時のモデルづくりや図や言葉で課題に対する予想を考える活動を，生徒が役に立ったと考えているか質問紙により調査した結果が図7である。

なお，質問紙では5段階の選択肢（5：かなり役に立った，4：役に立った，3：どちらと

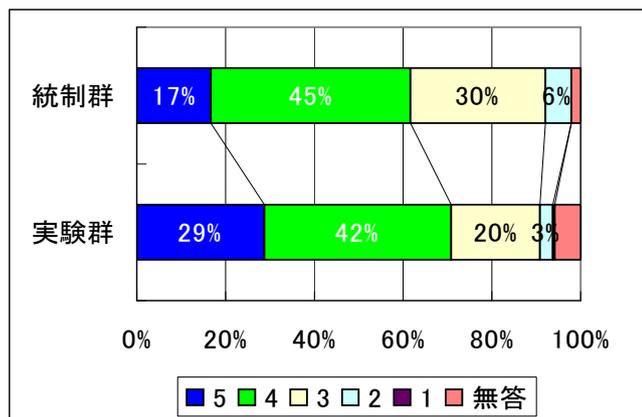


図7 予想時の活動が役に立ったとする生徒

もいえない、2：あまり役に立たない、1：全然役に立たない）を選択させた。

結果は、5のかなり役に立ったを見ると、実験群が29%と統制群の17%に比べ多いことが分かる（5%水準で有意差あり）。モデルづくりといった活動をするには、従来の図や言葉で予想をまとめていく活動に比べ有効な活動であるとする生徒が多くいたということが分かる。

### 3 自信の度合いの変容

授業を進めている各段階で、生徒が自分の考え方を他者に説明するときの自信の度合いを質問紙により調査した結果が図8である。

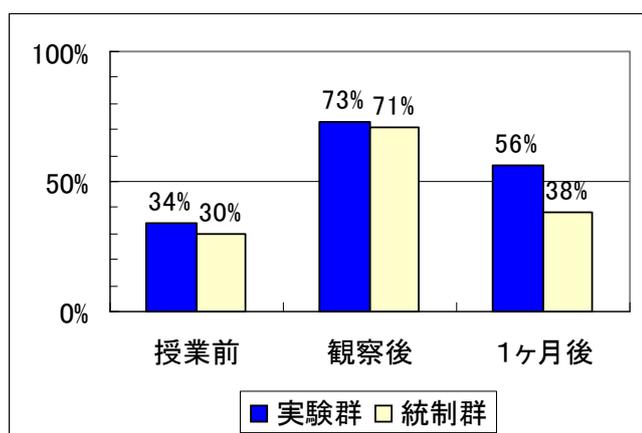


図8 葉の付き方を説明できるとする生徒

なお、質問紙ではどの程度説明できると考えているかを4段階の選択肢（4：自信を持って説明できる、3：なんとなく説明できる、2：

たぶん説明できない、1：全く説明できない）を選択させた。図9の各段階での割合は、選択肢の4及び3を合計したものを「説明できる」としている。

授業前や葉の観察後では実験群・統制群に差が見られなかった葉の付き方を説明できるとする生徒の割合は、1ヶ月後の調査では実験群が56%と統制群の38%に比べ多いことが分かる（5%水準で有意差あり）。時間が経過しても、ものづくり（モデルづくり）といった活動を通して活動を通して予想をさせたほうが自分の考え方に自信を持っている生徒が多いといえる。

## IV 全体の考察

本研究からは、予想の段階で自分の考えをもつくり（モデルづくり）といった具体的な活動を通して検討することは、①観察の直後で法則的なものに気付く生徒が多い、②授業後においても、生徒は自身が気付いた法則的なものに対する解釈を自信を持って説明できるという点で有効であるといえた。

高野は、観察は現象のありのままの把握、いかにすれば記述的观察を基礎としながら、現象の中にひそむ法則的なものの発見に到達してこそ、その機能を十分に果たすことになるとする<sup>10)</sup>。本研究で得られた知見の一つは、予想の段階でものづくり（モデルづくり）といった具体的な活動を通して自分の見方や考え方を持って観察に臨むことは、図や言葉で表現するといった頭の中で自分の見方や考え方を持って観察に臨むことに比べ、高野が指摘する「現象の中にひそむ法則的なものに、気付くことができる。」という点であるといえる。さらに、具体的な活動を通して自らが予測した法則的なもの（解釈）であるため、授業が終わってからも見方・考え方が強く保持していたと考えることができよう。こうしたことは、小川が自分自身で自分自身の世界了解の仕方に気付くには、人間がまず枠組みを設定することが必要であるとし、その枠組みがなければ困難であるとする<sup>11)</sup>が、具体的な活動を通して予想を立てることが図や言葉での

み考えることに比べ有効に機能しているもの  
と考える。

## V 本研究から教育実践への示唆

平野らは、小学校3年生に対し、直接目に見えない諸現象を観察させたとき、モデルを考え具体的なイメージをえがきながら現象を説明しようとするとしている<sup>12)</sup>。中学生においても、観察前の予想の段階で、ものづくりといった具体的な活動を通して考えることは、観察の視点が明確となるため、現象の中にひそむ法則的なもの(解釈)に対する自分の見方・考え方を確かに持つことができるようになると推論できる。結果として、学習後においても観察によって得た法則的なもの(解釈)を自信を持って説明できるようになると考えられる。予想の段階でものづくりを通して考えるとといった活動を通して考えさせることは、見方や考え方をより確かなものにするという点で有効な手立てであることが示唆される。

## 謝辞・附記

本研究を遂行するに当たり、実験授業の実施をご快諾下さった埼玉県春日部市立春日部中学校の植竹英生校長先生、同校の先生方や生徒諸君に多大なるご協力をいただきました。心より感謝申し上げます。

なお、本研究は、日本理科教育学会第52回全国大会において口頭発表した内容をもとに、さらに研究を深め、加筆・修正したものである。

## 註及び引用文献

- 1) 鶴岡義彦：「第3章 問題解決学習論」、『日本理科教育学会編；理科教育講座4』，pp.208-210，1993，東洋館出版社。
- 2) 小川正賢：「第1章 探究学習論」、『日本理科教育学会編；理科教育講座5』，pp.8-9，1993，東洋館出版社。
- 3) 中学校指導書理科編の「第3 指導計画の作成と各分野にわたる内容の取り扱い」の中で、予測、仮説の設定などの学習を適宜組み合わせることで指導できるようにすることとある。

文部省：「中学校指導書理科編」，p.358，1970，大日本図書。

- 4) 野家啓一：「科学の解釈学」，pp.16-21，1993，新曜社。
- 5) 小学校指導要領解説理科編では、「自然の特性は人間の創造の産物である」，「科学の理論や法則は，科学者という人間が創造したものである」という考え方に転換してきている」という記述が見られ，その影響を伺うことができる。  
文部省：「小学校学習指導要領解説理科編」，pp.11-14，1999，東洋館出版社。
- 6) 森本信也：「子どもの論理と科学の論理を結ぶ理科授業の条件」，pp.141-142，1993，東洋館出版社。
- 7) 遠西昭寿・大村理恵：「理科授業において実験が意味するもの」，日本理科教育学会第52回全国大会横浜大会要項，P.111，2002。
- 8) 小川正賢：「理科の再発見－異文化としての西洋科学－」，P.214，1998，農山漁村文化協会。
- 9) 森一夫：「第2章 子どもの自然観の発達と自然認識の形成」，『日本理科教育学会編；現代理科教育大系4』，p.33，1978，東洋館出版社。
- 10) 高野恒夫：「理科教育における観察の機能に関する実験的研究（第12報）」，茨城大学教育学部紀要，10，pp.183-195，1960。
- 11) 小川正賢，前掲書8)，pp.214-215。
- 12) 平野一彦・河合希枝子・内木勝巳・石上裕子・菅野忠彦・岩井徳二・八木橋幹夫・木暮周平・塚田庸子・武村正輝・貫井正納「小学校理科授業における観察スキルの変遷（II）」，千葉大学教育実践研究，4，73-85，1997。

(2002年9月 日提出)

(2002年9月 日受理)

# 予想時にもものづくりを学習に取り入れる効果

－中学校1年生の葉のつくりの学習での実践－

清水 誠\*・館野 俊之\*\*

**キーワード**：自信度，ものづくり，予想時の活動，中学校理科，葉のつき方

本研究の目的は，次のことである。予想を立てる場面でもものづくりを実施することは，生徒が自分の考え方を確かに持つことができる方法であるか検証しようとするものである。授業は，葉序の規則性に気づくことができるかを調べた。

その結果、以下のことが明らかになった。

予想の段階で具体的な活動しながら学習することは，次の2つの効果があることがわかった。1. 観察の直後で，規則性に気付く生徒が多い。2. 時間が経過しても，生徒は気付いた規則性について自信を持って説明できる。

それは，具体的な活動を通して考えることで観察の視点が明確となるからであろう。そのため，自然の法則に対する自分の見方や考え方を確かに持つことができるようになると推論できる。科学的な見方や考え方を育成する指導方法として有効であるといえる。

## **The Effects of Using "Products Creation" to Test Hypotheses in Science Class ; A Case Study of Learning the Structure of a Leaf in Junior High School**

Makoto Shimizu and Toshiyuki Tateno

The purpose of this research is to verify whether students can use "products creation" as a method to test hypotheses, or validate expectations, in a science class. In this case, students were experimenting with whether the regularity of phyllotaxis could be detected by performing concrete activities to verify their expectations. Two results were found :1) many students noticed the regularity immediately after observation, 2) even after time passed, students were confident about explaining the regularity.

These results show that the point of view of observation becomes more definite through the use of concrete activities. In the process, students learn how to verify their expectations and test their points of view against the laws of nature. As a result, "products creation" can be said to be an effective way of teaching students to adopt a more scientific point of view in guiding their thinking.

**Key words** : commitment, products creation, stage of the expectations, science class, phyllotaxis