

外化物の違いが学習者同士の相互作用に与える影響 —葉の付き方の学習を事例に—

清水 誠 福田 健
埼玉大学教育学部 清泉女子大学文学部

Effects to Interaction of the Presence of External Resources on Elementary School Students : A Unit on 'Learning of leaf arrangement'

Makoto SHIMIZU *, Takeshi FUKUDA **

* Faculty of Education, Saitama University

** Librarian and Teacher Education Section, Seisen University

Shimizu (2003) has pointed out that when a child studies leaf arrangement, study through model-making reveals more rules to the child than study through sketching. This research looks at why this is so.

The research focuses on differences in understanding of the outside world from different view points (model-making vs. sketching), in particular on the effect to interaction between individuals studying in small groups, how natural discussion arises between the children studying and the effects of the discussion. Analysis of the children's conversation showed that children in the model-making group talked more often and at greater length than those in the sketching group, and that their conversation more often concerned the rules of leaf arrangement. These results suggest that an environment where students can see each others models promotes learning, and is effective for assisting the discovery of scientific concepts.

Sketching is often used to encourage close observation at elementary and junior high school level. However, as it is difficult to sketch accurately, and sketches are often lacking in detail information, it may be necessary to reexamine the guidance given on use of sketching in schools.

Key words : External resource, Interaction, Model-Making, Sketching, Leaf arrangement

I. 問題と目的

内部で生じる認知過程を発話, 図, 文章化, モデル化等の観察可能な形で外界に表すことを外化(三宅・白水, 2002)という。外化することで内省や知識再編成という活動が生まれるため, 思考や理解深化が促進される場合が多く, 吟味の手続きを共同で行うことも可能になることが知られている(三宅・白水, 2003; 波多野・大浦・大島, 2004)。また, 科学的な概念を形成していくには, 他者と相互に関わるのが重要で

あることが指摘されるようになった。鈴木(1995)は, 他者は認知をサポートする外的資源とみなすことができるとする。三宅(2002)は, こうした協調的な認知作業場面では, それぞれの参加者の考えを表す文章, 図, モデル等の外化物¹⁾があると, いろいろな人の視点からの再解釈が導入されやすくなるとする。学校という学習の場は, 意図的であれ無意図的であれ協調的な学習環境が生まれやすい環境にあり, 人が理解を深めたり概念を獲得していくには協調的な学習の場での外的資源や外化物の重要性が予測される。

理科教育研究においては、これまで観察場面でメモやスケッチといった方法で観察結果を学習者に外化させることの効果を調べた多くの先行研究を見ることができる（例えば、高野，1964；田村・高野，1984；西川・川上，1996；西川・古市，1997）。また、モデルづくりとスケッチによる観察の効果の違いを調べた研究（清水，2003）も見ることができる。こうした研究では、高野（1964）が観察中にメモすることの効果を示し、西川・古市（1997）がスケッチはメモによる言語化を阻害するため小学校の観察ではメモを積極的に併用することが有効であることを示している。また、清水（2003）は、葉の付き方のきまりを調べる学習では、児童にモデルづくりを通して観察させると、スケッチを通して観察させるよりも多くの法則性を発見できることを示している。こうした研究は、観察における外化や外化物の違いによる教育効果について調べたものであることが分かる。しかしながら、これまでの研究では、観察したことを外化物として外化することや外化方法の違いがなぜ教育効果を高めたり制約するのか、その原因については十分な言及がなされていない。

そこで、本研究は、参加者の考えを表す異なる外化物を作成することの違いが教育効果に違いを生じさせる原因を探ることを目的とする。具体的には、葉の付き方を調べる学習を事例に、清水（2003）がモデルづくりを通して観察することがスケッチにより観察させるよりも多くの規則性を発見できたとする原因を、児童相互の話し合いの様子から探る。

II. 調査の方法

1. 調査

調査は、小グループの中で個々にモデルづくりやスケッチをしている児童同士の間で自然に生まれる発話の様子を記録した。

(1) 調査対象

埼玉県内の公立小学校2校の各2学級、計4学級の小学校6年生を対象とした。

各学校から1学級（2校で2学級）は、葉の付き方をモデルづくりをしながら観察する学級（以下、モデルづくり群）とし、残りの1学級（2校で2学級）を葉の付き方をスケッチをしながら観察する学級（以下、スケッチ群）とした。

(2) 調査人数

観察時の児童同士の間で自然に生まれる話し合いの様子を探る対象として、2つの小学校のモデルづくり群、スケッチ群の中から、それぞれ5グループをランダムに抽出した。なお、グループを抽出する際には、授業者や参観していた授業学級の担任の教師からのリヴォイス（質問、補足、支援の言葉かけ）が見られたグループは事前に除外した。

調査対象となった両群の人数は、A小学校はモデルづくり群16人、スケッチ群17人、B小学校はモデルづくり群19人、スケッチ群18人である。2校の合計は、各群ともに計10グループ（35人）である。

(3) 調査時期

授業は、2校とも2003年9月に実施した。授業時間は、いずれも45分間で行った。

2. 授業の概要

授業は、A小学校は研究者の清水、B小学校は、40歳前半の教師によって受け持たれた。実施された授業の主な流れは、ア～エのようである。これは、清水（2003）が実施した授業展開と同じである。

ア. 課題の確認をする。

「植物は、日光を受けやすいように、どのように葉を付けているのだろうか。」と教師から課題を提示した。

イ. 予想を自分の言葉と図でワークシートに記述する。その後、友達の代表的ないくつかの予想も聞き、自分の考えと比較した。次に、教師が児童の予想をカテゴリー分けして板書し、各児童は自分の予想が該当する板書の記述に自分の名前を書いた付箋紙を貼った。

ウ. 観察の方法について確認し、互生の草本を約20分間観察する。

観察する互生の草本（セイタカアワダチソウ、ヒメムカシヨモギ、オオイヌタデ、ヒメジョオン、シロザ）は、教師が用意した。植物を各個人が選択する場合は、各小グループでできるだけ違う種類の植物を選ぶようにさせた。なお、観察の際には、授業者である教師は児童同士の話し合いに介入しないようにした。また、小グループの編成は、通常の授業で行われている生活グループからなる。

モデルづくり群とスケッチ群の観察は、下記のよ

うに行った。

＜モデルづくり群＞植物を観察しながら、茎に見立てたポリエチレンフォームでできた丸棒に紙で作成した葉をさしていく。できあがったモデルから気付いたことをワークシートにメモをとる。葉の大きさは、変更可とした。

＜スケッチ群＞植物を観察しながら、ワークシートにスケッチし、気付いたことをメモにとる。

なお、初学者には適切なスケッチをすることがそもそも難しい。そのことが、モデルづくり群を有利にする可能性もある。そこで、スケッチをすることの負荷を軽減するため²⁾、葉を1枚書いた例をワークシートに示した(図1)。

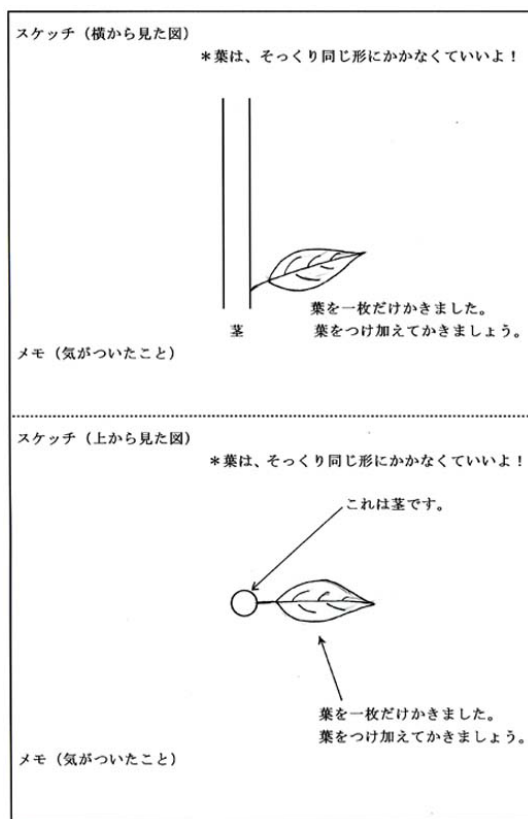


図1 葉の付き方のワークシート(スケッチ)一部

エ. 葉の付き方にどんなきまりがあるか、気付いたことをワークシートにまとめた。

3. 分析の手続き

(1) 両群の等質性

両群の等質性は、児童がワークシートの予想の欄に記述した葉の付き方についての記述数を比較した。記述は、清水(2003)が分類した葉の付き方のカテゴリ

ーに従い分類した。

(2) 話し合いの分析

話し合いの分析は、研究の目的である外の世界を捉える手だての違い(モデルづくり、スケッチ)が、小グループで学習している仲間との相互作用にどのような影響があるのかを調べるために行われた。

話し合いの分析時間は、モデルづくり群とスケッチ群いずれも、授業概要のウで示した観察時間の中から教師が観察開始と児童に指示した時間から1000秒間³⁾とした。話し合いの様子は、各グループにステレオマイクのついたMDレコーダーを設置し、記録した。これをもとに、発話プロトコルを作成した。

書き起こされた発話プロトコルは、佐藤(1996)の作成した14個の発話カテゴリ「提案」、「主張」、「反論」、「反対」、「質問」、「支持」、「自説精緻化」、「他説精緻化」、「追加」、「自説繰り返し」、「他説繰り返し」、「否定的評価」、「説明」、「理由」に、「進行」、「内容に関するその他」、「内容に関しないその他」を付け加え17個の発話カテゴリに分類した。

分類は、発話プロトコルが読み上げられ、分析協力者4人の合意によって決定された。その後、各カテゴリごとの発話数、発話時間を求めた。

分類された発話カテゴリは、さらに「内容に関しないその他」を「内容に関しない発話」、17個にカテゴリ分けした発話の中から「内容に関しないその他」を除いた発話を「内容に関する発話」として発話数、発話時間を求めた。また、「内容に関する発話」の中から「反論」、「自説精緻化」、「他説精緻化」の3つをあわせた発話を特に「社会的相互作用の強い発話」として発話数、発話時間を求めた。

III. 結果とその分析

1. 両群の等質性

葉の付き方のきまりについてワークシートに1つでも正しい予想を記述できた児童数と正しい予想を記述できない児童数を表1に示す。なお、正しい予想とは清水(2003)が児童の記述をもとに分類した葉の重なり方(位置)、葉の大きさ、葉面の向き(角度)、葉の間隔と密度、葉柄の長さといったことに着目して書かれた記述をいう。また、正しい予想を記述できない児童には、「日にあたりやすく」といった漠然とした記述や日光と葉の付き方について関連が見られない記

表 1 正しい予想が記述できた児童数

	モデルづくり群		スケッチ群	
	A小	B小	A小	B小
記述できた児童	12	13	15	13
記述できない児童	4	6	2	5

注. 単位は人.

述をした児童を含む.

予想時のワークシートに1つでも正しい予想が記述できた児童と記述できなかった児童について、A小学校とB小学校のモデルづくり群同士及びA小学校とB小学校のスケッチ群同士の間に有意な有意な差が見られるか直接確率計算 2×2 で調べてみた. 結果は、モデルづくり群 (両側検定: $p=0.72$), スケッチ群 (両側検定: $p=0.40$) とともに2つの学校の間で有意な差は見られなかった.

次に、2校のモデルづくり群とスケッチ群について正しい予想が記述できた児童と記述できなかった児童をそれぞれ合計し、両群の間に有意な差が見られるか直接確率計算 2×2 で調べてみた. 結果は、モデルづくり群とスケッチ群の間に有意な差は見られなかった (両側検定: $p=0.58$).

さらに、清水 (2003) が分類した5つの葉の付き方のカテゴリ分けに基づき児童が記述したものを分類し、両校のモデルづくり群とスケッチ群の記述を集計した人数を示したものが表2である. なお、予想を複数記述している児童がいるため、各カテゴリの計は表1の記述できた児童数とは一致していない.

表 2 予想時の葉の付き方についての記述

	モデルづくり群	スケッチ群
葉の重なり方 (位置)	11	15
葉の大きさ	7	5
葉面の向き (角度)	3	6
葉の間隔と密度	4	3
葉柄の長さ	2	1

注. 単位は人. 両群ともに $N = 35$.

各カテゴリごとに記述できた人数について直接確率計算 2×2 で調べてみた. 両側検定した結果は、葉の重なり: $p=0.46$, 葉の大きさ: $p=0.75$, 葉面の向き: $p=0.48$, 葉の間隔と密度: $p=0.99$, 葉柄の長さ:

$p=0.99$ であり、いずれも有意な差は見られなかった. 記述内容についても両群に差は見られない.

2. 観察中に見られた発話数と発話時間

予想時の記述からは学習前の葉の付き方についての知識は、A小学校とB小学校のモデルづくり群同士及びスケッチ群同士等質であると考えられる. そこで、2校のモデルづくり群、スケッチ群それぞれのグループの1000秒間の観察中に見られた発話プロトコルを「内容に関する発話」「内容に関しない発話」の2つに分け、発話数と発話時間を求め、両群それぞれ10グループについて合計したものが表3である.

表 3 観察中に見られた発話数と発話時間

	モデルづくり群	スケッチ群
内容に関する発話数 及び発話時間	657 個 1898 秒	343 個 807 秒
内容に関しない発話数 及び発話時間	1251 個 2862 秒	1172 個 2597 秒
発話数の合計 及び発話時間の合計	1908 個 4760 秒	1515 個 3404 秒

注. 10グループの観察時間の合計は、両群ともに10000秒間.

A小学校とB小学校の各群10グループの児童は、内容に関する発話をモデルづくり群では発話数で合計657個、発話時間で合計1898秒 (観察時間全体の約19%), スケッチ群では発話数で合計343個、発話時間で合計807秒 (観察時間全体の約8%) 行っていることが分かる. モデルづくり群とスケッチ群を比べると、発話数ではモデルづくり群が1.9倍多く、発話時間ではモデルづくり群が2.4倍長い. また、内容に関する発話と内容に関しない発話を合計すると、モデルづくり群では発話数で1908個、発話時間で4760秒 (観察時間の約48%), スケッチ群では発話数で1515個、発話時間で3404秒 (観察時間の約34%) 行っていることが分かる. 観察中に発話をしていない鼻歌等も含めた沈黙の時間を見ると、スケッチ群が6596秒、モデルづくり群が5240秒となり、スケッチ群が長いことが分かる.

モデルづくり群とスケッチ群の10グループの観察中 (各グループ:1000秒間) に見られた内容に関する発話数の平均 (\bar{X}) と標準偏差 (SD) を示したものが表4である.

表4 モデルづくり群・スケッチ群の発話数

	モデルづくり群	スケッチ群
N	10	10
\bar{X}	65.7	34.3
SD	35.8	17.7

注. 表中の数字は、個数.

分散の大きさが等質とみなせないため、ウェルチの法による t 検定を行なってみた。結果は、両条件の平均の差には有意な差が見られた（両側検定：t (13) = 2.36, .05 < p < .01）。モデルづくり群では、スケッチ群に比べ内容に関する話し合いを多く行っていることが分かる。

次に、モデルづくり群とスケッチ群の 10 グループの観察中（各グループ：1000 秒間）に見られた内容に関する発話時間の平均 (\bar{X}) と標準偏差 (SD) を示したものが表 5 である。

表5 モデルづくり群・スケッチ群の発話時間

	モデルづくり群	スケッチ群
N	10	10
\bar{X}	189.8	80.7
SD	101.9	37.8

注. 表中の数字は、秒.

発話数と同様に分散の大きさが等質とみなせないため、ウェルチの法による t 検定を行なってみた。結果は、両条件の平均の差には有意な差が見られた（両側検定：t (11) = 3.01, .05 < p < .01）。モデルづくり群では、スケッチ群に比べ内容に関する話し合いを長時間行っていることが分かる。

次に、A小学校とB小学校の各群 10 グループの観察中に見られた特に社会的相互作用の強い発話数及び発話時間をモデルづくり群、スケッチ群ごとに合計したものが表 6 である。

児童同士の相互作用という視点から特に社会的相互作用の強い発話が生まれているグループを探ると、モデルづくり群が 6 グループに生まれているのに比べ、スケッチ群は 3 グループと少ないことが分かる。また、発話数、発話時間もモデルづくり群が多い。しかし、モデルづくり群においても発話時間は 1 グループあたりにすると、1000 秒間の中の 8.0 秒 (0.8 %) とごく

わずかである。観察時にモデルづくりやスケッチをしている中から自然に発生する話し合いには、社会的相互作用の強い発話はあまり生まれていないことが分かる。

表6 社会的相互作用の強い発話数と発話時間

モデルづくり群			スケッチ群		
班	発話数	発話時間	班	発話数	発話時間
A 2	7	25	A 1	0	0
A 3	0	0	A 2	2	8
A 4	0	0	A 3	0	0
A 5	4	14	A 5	0	0
A 6	1	1	A 6	1	3
B 1	0	0	B 1	2	6
B 2	6	16	B 2	0	0
B 3	0	0	B 3	0	0
B 4	1	2	B 4	0	0
B 6	5	22	B 6	0	0
計	24	80	計	5	17

注. 各グループの観察時間は、1000 秒間。A2 とは、A小学校 2 班を指す。

3. 観察中の話題

観察時に見られた話し合いの中で、葉の付き方のどのような内容が話題となっていたかを、葉の重なり方（位置）、葉の大きさ、葉面の向き（角度）、葉の間隔と密度、葉柄の長さの 5 つのカテゴリーに分け、発話プロトコルを分析したものが表 7 である。なお、表中の数字は観察中に一度でも小グループ内で話題になった場合は 1 回とし、同じ内容について再度話題になった場合でも複数のカウントはしていない。

表 7 からは、モデルづくり群がスケッチ群に比べ、葉の大きさ、葉面の向き、葉の間隔と密度といったこ

表7 各10グループの中で話題となった内容

	モデルづくり群	スケッチ群
葉の重なり方（位置）	8	8
葉の大きさ	6	2
葉面の向き（角度）	6	2
葉の間隔と密度	5	1
葉柄の長さ	0	1

注. 表中の数字は、例えば葉の重なりについて 10 グループの中の 8 グループが観察中に話題にしていたことを示す。

とについて、より多くのグループが話題にしていることが分かる。モデルづくり群で、話題となった発話プロトコルの一部を記述すると次のようである。

<事例1 葉の重なり方についてのプロトコル>

- 183A よし、できたぞ。
184D あー、少しかぶさっちゃった。
185D 上行けばここにもう1本だ。
187C あー。
188D なんかこれ階段みたいじゃない？
189B そお？
190C あー…。

事例1に見られた話し合いは、B小学校2班に見られた発話プロトコルである。児童Aは、葉が茎についている様子をモデルをつくる作業の中で188D：「なんかこれ階段みたいじゃない」と気付いたことが分かる。児童Cは、児童Dの気付きを受け190C：「あー…」と声をあげている。重なり方の違いに気付いたことは、この少しあとに「ホントに、見事に重なっていないよね」という発話が見れることから分かる。

<事例2 葉の向きや間隔についてのプロトコル>

- 12A こんな感じでいいの？ ねえ、これ、さげていいの？…ね、ね、これ、たれさげていいんでしょう？こうやって…。
13B …犬のしっぽよりも少し上向いている。こんな感じで。
14A すげえな。
(中略)
122A 比べましょう。
(A, B, お互いのモデルを見比べる。)
123B 違うね。
124A 上の方が、もっと、ぱーってついている。
125B えー。

事例2に見られた話し合いは、A小学校5班に見られた発話プロトコルである。児童Aが植物を観察しながら、その付き方を児童Bに問いかけている。児童Bが自分のモデルを見せながら葉が斜め上に向かって付いていると述べると、児童Aは14A：「すげえな」と葉の付き方に感動している様子を見ることができる。また122Aでは、児童AとBがお互いのモデルを見比

べている。児童Aが、茎の上の方に葉がたくさん付いていることを指摘すると児童Bは125B：「えー」と驚いた様子を見て取ることができる。

<事例3 葉の大きさについてのプロトコル>

- 32B あの一、ここってこんな感じでいいのかな。
33A みて、これって細くない。
34B 切るの？
35A 切るんでしょ。

事例3に見られた話し合いは、A小学校の6班に見られた発話プロトコルである。児童Bは、32B：「ここって、こんな感じでいいのかな」と作成したモデルを児童Aに見せた。すると、児童Aは児童Bが作成したモデルの葉について「これって細くない」と大きさを指摘している。指摘を受けて児童Bはモデルの葉を小さく切る必要があることを確認している。モデルを見合いながらの話し合いを通して、児童Bが葉の大きさに気付いていく様子を見ることができる。

事例1～3からは、児童同士が作成しているモデルを見合う中から葉の付き方に気付いていく様子を見ることができる。こうしたことは、モデルづくり群すべての発話プロトコルの中に見ることができる。一方で、スケッチ群の発話プロトコルは次のようであった。

<事例4 スケッチ群A小1班のプロトコル>

- 34B うーん。長さ違うねえ。
35A しかも、太さが違う。
36A こういう、虫喰いの痕も書いた方がいいのかねえ？ 自然的でいいよね、それ。
37B いや、いらんいんじゃない？
38A いや、でも、うちの的に書きたい気分なん。
39B じゃ、どうぞ…

事例4からは、実際に見ている植物から葉の規則性に気付いていく様子を見ることができるが、作成しているスケッチを見合いながら葉の付き方を話題にしてはいない。スケッチをお互いに見合いながら規則性を発見しているプロトコルは、スケッチ群の1つの班を除くと他には見ることができなかった。スケッチを見合っただけの話し合いは、ほとんど生まれていない。

IV. 考察

モデル、スケッチという異なる外化方法を採用して植物の葉の付き方を観察させた違いが、学習にどのような違いを及ぼすかを分析した結果からは、観察中の内容に関する発話時間や発話数はモデルづくり群がスケッチ群に比べ多いことが分かった。また、モデルづくり群のほうがスケッチ群に比べ、葉の付き方の規則性について作成しているモデルを見合いながらより多くのカテゴリー（内容）について話題としていることも分かった。こうした結果からは、他者にもやることがよく見える外化物が学習環境にあったことが相互作用を促進し、仲間からの認知をサポートし、結果として科学的な解釈を生むことができたのではないかと考えることができる。発話プロトコルの分析結果が示唆することは、考えていることや表現していることを他者によりよく見え、操作できる外化物を用意したこと（本研究では、モデルを用意したこと）が、他者との話し合いを促し、規則性の発見につながっていったのではないかとということである。三宅（2002）は、解への一次案や特に解決プロセスそのものが外化、公開されて、相互吟味の対象となっていることが他者との共有のために望ましいとするが、葉の付き方のモデルはスケッチに比べ他者がやっていることや考えていることがよく見え、共有できたことで他者との関わりを活性化させ、規則性の発見に有効に働いているのではないかと考える。葉の付き方をモデル化する外化方法は、スケッチに比べ他者にもやることがよりよく見える外化物をつくり、そのことが小グループの話し合いを促し、認知をサポートする外的資源として有効に機能すると解釈することができよう。

一方、発話プロトコルの分析からは、本実験授業の中では概念形成に重要であると考えられる相手に対して反論したり、自分の考えを精緻化したり、他者の考えを精緻化したりといった社会的相互作用の強い発話が少なくということも分かった。Wertsch & Toma（1995）は、集団討議が進むと自己の意見を主張するだけのモノローグ的な会話から相手の意見と絡めながら自分の主張を述べるダイアローグ的な社会的相互作用の強い会話へと変わること指摘している。しかし、発話を分類した本研究からは、外化物が存在するだけでは社会的相互作用は多くは生まれにくいといえる。

また、西川・古市（1997）は、メモとスケッチを併用した場合、スケッチがメモによる言語化を阻害する

ことを明らかにしているが、本研究の結果からはスケッチという外化方法を学習に取り入れることはモデルをつくるという外化方法に比べ他者との関わりが生まれにくいという問題点もあることが分かる。

V. 研究のまとめ

本研究では、学習者が認知活動を外化物を使って外の世界に表象することが学習にどのような効果を及ぼすかを調べた。その結果、考えていることや表現していることが他者によりよく見え、操作できる外化物（ここでは、モデル）があると、観察対象に対する話し合いが生まれやすいことが明らかになった。このことが、清水（2003）がすでに明らかにしているスケッチによる観察よりもモデルづくりを通しての観察のほうが、葉の付き方の法則性の発見に有効であった理由の1つとなることを示すことができた。実験授業の範囲内という制約付きではあるが、他者に認知過程がよく見え、操作できる外化物を用意することで、他者との間に学習している内容についての話し合いが生まれやすくなり、結果として概念の獲得に有効に働くと考える。

しかし、本研究からは、児童の間で自然に生まれる話し合いには社会的な相互作用はあまり生まれていないことも分かった。また、モデルづくり群の中にも内容に関する発話があまり生まれていないグループも見られた。概念獲得や理解深化を促進するには、外化物に加えコミュニケーションや協同の技能を育てること、さらには教師からの適切なリヴォイスをどうするかが今後の課題であることが示唆された。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、2006年1月にご逝去された波多野誼余夫先生には貴重なご示唆をいただきました。謹んで哀悼の意を表します。また、授業の実施をご快諾いただいた上尾市立上尾小学校の宮崎四郎校長先生、さいたま市立大宮小学校の船越忠男校長先生、同校の高後仁先生に多大なるご協力をいただきました。資料の整理、発話プロトコル分析の際の妥当性の検討等では、さいたま市立大成小学校の豊田由香先生、熊谷市立荒川中学校の吉田順一先生、吉川市立関小学校の矢野聖也先生、埼玉大学大学院生の吉田恭子さん、渡邊文代さん、4年生の今田剛君、上吉原悠貴君、佐久間千絵さん、藤井宏君、島寄亜津子さん、島

田直也君，中村友之君には多大な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，日本科学教育学会第 28 回年会上に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。

注

- 1) 本研究では，外化物とは三宅（2002）を踏まえ，内部で生じる認知過程が「見える」形で外の世界に表されたものとする。文章，記号，図，モデル等が考えられ，学習者が認知課題を実行する際に利用可能な資源となる。本研究での葉の付き方のスケッチや作成したモデルは，いずれも外化物である。
- 2) 村山（1995）は，初学者はそもそも適切な図を書くこと，それらを理解すること自体に困難があるとす。また，村山は，外的資源を利用することが認知主体の認知的負荷を軽減するのに有効だとする。Larkin & Simon（1987）に対し，力学の図を例に外的資源の効果はそれを利用するスキルと表裏一体であり，図を描くこと自体が困難な課題の場合は，それによって得られる外的資源が全体の課題の解決を容易にしないとする。そこで本研究では，児童の負荷を軽減するためにスケッチの仕方をワークシートに示し，モデルづくりの負荷と変わらないような手続きをとった。
- 3) 授業計画では，観察時間を 20 分としたが，児童から観察をもう少ししたい等の要望により，すべての学級を 20 分間にそろえることができなかつた。しかし，本研究の目的（モデル，スケッチという異なる外化物を採用して観察させた違いが，2つの群の間で法則性を発見する違いを生んだ原因を探る）からすると 20 分間の発話プロトコルを必ずしも分析する必要はない。そこで，本研究では 1000 秒間の発話数と発話時間を比較することにした。

引用文献

- 波多野誼余夫・大浦容子・大島純：学習科学，放送大学教育振興会，107-108，2004。
- 三宅なほみ：学習における協調「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。
- 三宅なほみ・白水始：認知科学辞典，共立出版，2002。
- 三宅なほみ・白水始：学習科学とテクノロジー，放送大

学教育振興会，2003。

村山功：外的資源による課題と認知主体の変化，認知科学 2(4)，共立出版，28-38，1995。

西川純・川上洋子：イメージ記憶に対するメモ及びスケッチの教育効果の比較研究—アブラナの花の観察を事例にして—，日本理科教育学会研究紀要 36(3)，37-43，1996。

西川純・古市恵：イメージ記憶及び言語記憶に対するメモ及びスケッチの教育効果の比較研究，日本理科教育学会研究紀要 37(3)，15-23，1997。

佐藤公治：認知心理学からみた読みの世界—対話と協同的学習をめざして—，北大路書房，165，1996。

清水誠：モデルづくり及びスケッチによる観察の効果についての比較研究，科学教育研究 27(3)，179-185，2003。

鈴木宏昭：特集—認知における内的，外的資源編集にあたって—，認知科学 2(4)，共立出版，3-6，1995。

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 18 報)，茨城大学教育学部紀要 14，79-100，1964。

田村直明・高野恒夫：理科教育における観察・記録に関する実験的研究 I—アジサイとクリの葉を用いた観察・スケッチについて—，日本理科教育学会研究紀要 25(2)，27-33，1984。

Wertsch, J.V. & Toma, C. : Discourse and learning in the classroom ; A sociocultural approach, In L.P. Steffe & J.Gale (Eds.) Constructivism in education, Hillsdale, NJ : LEA, 1995.

(受付日 2005 年 3 月 2 日 ; 採録決定日 2006 年 7 月 31 日)

〔問い合わせ先〕

〒338-8570 埼玉県さいたま市下大久保 2 5 5

埼玉大学教育学部理科教育講座

清水 誠

e-mail : shimizum@post.saitama-u.ac.jp