

小学校理科における学び文化の創造 (11)

—子どもの金属概念の理解を促す教材の開発—

柴 一実 山崎 敬人 中田 晋介 小川 麻貴

1. はじめに

筆者らは長年にわたって、「小学校理科における学び文化の創造」という統一テーマのもとに、新しい教材の開発とその有効性の検証を行っている。本年度は「子どもの金属概念の理解を促す教材の開発」というサブテーマを掲げて、教材開発を行ったので、その成果を報告する。

最近、中国からのレアアースの輸入が制限され、産業界が痛手を受けているという報道が新聞紙面を賑わしており、金属資源に関する理解が広く市民に求められている。それにも拘わらず、市民の関心は必ずしも高いとは言えない。目を小学校教育に転じると、従来から、小学校における金属学習は断片的であり、それ故に子どもにとって金属概念を形成することは難しいと言われてきた。平成20年版小学校理科学習指導要領において、金属学習は第3学年の単元「磁石の性質」や単元「電気の通り道」、第4学年の単元「金属、水、空気と温度」、第6学年の単元「水溶液の性質」などで取り扱われている¹⁾。第3学年においては、いろいろな金属の種類や性質などが学ばれないまま、金属は非金属とを区別する方法として、「磁石につく・つかないこと」、「電気を通す・通さないこと」が学ばれている。第4学年の「熱による体積膨張・収縮、熱伝導」の学習において、金属は水(液体)、空気(気体)と並ぶ固体の一例として学ばれている。第6学年の「水溶液と金属の反応」において、学習の中心は酸性・アルカリ性・中性の水溶液の見分け方であり、水溶液による金属の化学変化に重点が置かれているわけではない。このように、金属は児童にとって系統的に学ばれる対象となっていないのである。しかしながら、金属はイオン性物資、分子性物資と並ぶ3大物資の一つとして重要な位置を占めており、物質理解を深める上において金属学習は大切であることが指摘されている^{2, 3)}。

このような金属学習の現状に鑑み、金属そのものに

焦点を当て、金属の種類や性質などを多面的に追究させ、子どもの金属概念をより豊かに育成する必要があると思われる。

そこで、本研究では金属学習を充実させるための第一歩として、ぬり絵付き科学読み物を第3学年の単元「電気の通り道」に導入し、その学習効果を検証することを目的とした。

2. 研究授業の計画と実施

(1) 研究授業の実施時期、対象学年及び対象児童

研究授業の実施時期は2010(平成22)年10月26日、対象学年及び対象児童は広島大学附属小学校1部3年41名(男子20名、女子21名)であり、授業者は中田晋介教諭であった。

(2) 研究授業の単元構成、授業時数及びアンケート調査の実施時期

単元名は「明かりをつけよう」であり、全授業時間数は8時間であった。なお、単元構成は次の通りであった。

- 第1次 豆電球の明かりをつけよう(2時間)
- 第2次 電気を通すものをさがそう(2時間)
- 第3次 金属について知ろう(2時間)
- 第4次 電気のおもちゃ作り(1時間)
- 第5次 金属の科学読み物(1時間)

なお、金属に関する事前アンケートは第1次の授業前に実施し、事後アンケートは第5次の授業後に実施した。

(3) 研究授業で用いた科学読み物の概要

本研究で用いたぬり絵付き科学読み物は全7ページであり、巻末にぬり絵を配している。質問を行う子ども役として「ゆうき」と「かおり」、質問に答える大人役として「博士」という3人のキャラクターを登場させ、

対話形式でストーリーが展開していくという構成になっている。質問内容は鉄、アルミニウム及び銅について、これらの鉱石からの製錬や日用品の製造などに及んでいる。写真は4枚載せ、1枚目は鉄鉱石から銅板の製造に至るまでの過程、2枚目は鉄くぎ、一円玉及び十円玉、3枚目はアルミニウム製品、4枚目は銅線を用いた電気コードの断面を提示している。3枚あるぬり絵には、(1) 金属と非金属を見分けるために、鍋やまな板、包丁、ペットボトル、一円玉硬貨などの絵、(2) 「金閣寺には20kgの金がはられています」という説明文と共に、金閣寺の絵が描き込まれている。

3. アンケート調査の結果と考察

(1) 問1—金属の種類に関する知識

「金属の種類について、よく知っている順に、知っているだけ書いてください」という問1に対して、事前アンケートでは31名、事後アンケートでは39名の児童が複数回答していた。

表1 事前・事後アンケートでの金属の種類に関する知識の変容

金属名	事前(人数)	事後(人数)
鉄	17	38
アルミ	13	4
アルミニウム	3	34
銅	6	31
銀	5	14
金	4	21
スチール	6	0
鉛	0	4
合計	54	146

表2 金属の種類以外の名称に関する知識の変容

	金属の種類以外の名称
事前(人数)	お金・十円玉・一円玉(7),鉄釘(4),鉄筋(2),ハサミ(2),鐘(2),鉄板(1),フライパン(1),鉄鉱石(1),画鋸(1),磁石(1),キーホルダー(1),針金(1),線路(1),遊び道具(1),金属(1)
合計 27名	
事後(人数)	金属(6),釘(3),金箔(3),お金(2),磁石(2),銅線(1),プラスチック(1),ステンレス(1),土(1)
合計 20名	

表1及び2が示すように、金属の種類について事前と事後のアンケート結果を比較すると、金属の種類を挙げる児童が54名から146名へと約2.7倍に増加している。鉄は17名から38名、銅は6名から31名、銀は5名

から14名、金は4名から21名に増加しており、科学読み物講読の効果を窺うことができる。事前アンケートにおいてアルミと記した児童が13名、アルミニウムと記した児童が3名であったが、事後ではアルミと記述した児童が4名に減少し、アルミニウムと記述した児童が34名に増加していた。

事前アンケートでは81名中54名、約67%の児童が正確に金属の種類を挙げている。事後では166名中146名、約88%の児童が正確に金属の種類を挙げており、科学読み物講読の効果を見ることが出来る。

一方、事前及び事後のアンケートの結果からは、学習後においても依然として、(1) 児童の中には、鉄そのものと鉄を用いた生活用品との区別ができていない子どもがいること、(2) 鉄や銅などと同列に、「金属」の存在を捉えている子どもがいることを窺うことができる。

(2) 問2—金属の生活上の利用物に関する理解

「問1にあげた金属は生活の中でどういうものに使われていますか。説明してください。」という問2に対して、事前・事後アンケートでは表3・4のように回答している。

表3 金属の生活上の利用物に関する理解(事前)

金属名	生活上の利用に関する説明	
	正答(人数)	誤答(人数)
鉄	9名(50%)	9名(50%)
アルミニウム	12名(75%)	4名(25%)
銅	2名(約33%)	4名(約67%)
銀	1名(20%)	4名(80%)
金	3名(50%)	3名(50%)
スチール	5名(約83%)	1名(約37%)
合計	32名	25名

表4 金属の生活上の利用物に関する理解(事後)

金属名	生活上の利用に関する説明	
	正答(人数)	誤答(人数)
鉄	47名(約89%)	6名(約11%)
アルミニウム	47名(約90%)	5名(約10%)
銅	52名(約91%)	5名(約9%)
銀	15名(約94%)	1名(約6%)
金	39名(約98%)	1名(約8%)
鉛	2名(50%)	2名(50%)
合計	167名	19名

表3及び表4より、次のことが分かる。(1) 児童は事前・事後で6種類の金属を挙げているが、金属の生活上の利用物に関する説明を行っている児童数が32

名から167名に増加している。(2) 事前と事後で鉄、アルミニウム、銅、銀及び金の5種類の金属について、いずれも金属の生活上の利用物に関する説明の正答率が上昇している。これらの結果より、科学読み物を導入することによって、金属の生活上の利用物に関する理解が図られたことを窺うことができる。

(3) 問3 鉄くぎに関する児童の理解の変容

問3の設問は、次の通りであった。

問3. 鉄くぎはどのようにしてつくられていますか。正しいものには○、まちがっているものには×をつけなさい。

1. 鉄くぎは鉱山で直接、ほり出している。
2. 鉄くぎは鉄鉱石（磁鉄鉱）からつくられている。
3. 鉄くぎもアルミ缶も、同じ鉄鉱石からつくられている。
4. 鉄くぎや自動車、ハサミなどは鉄という同じ種類の金属からつくられている。
5. 鉄くぎは十円玉と同じ金属でできている。
6. 鉄くぎをアルミ缶にかえることができる。

鉄くぎに関する問3の結果を事前・事後アンケートで比較したものが表5である。

表5 鉄くぎに関する理解の変容

設問	正答数及び正答率	
	事前 (39名)	事後 (39名)
1	36名 (約92%)	35名 (約90%)
2	32名 (約82%)	38名 (約97%)
3	26名 (約67%)	33名 (約85%)
4	20名 (約51%)	37名 (約95%)
5	19名 (約49%)	37名 (約95%)
6	22名 (約56%)	32名 (約82%)

問3の設問1は事前アンケートの正答者が39名中36名、事後の正答者が39名中35名で1名減少しているが、設問2から6までは全ての問題において、正答率が増加している。これらの増加率の上昇を、科学読み物の効果と見なしたい。

(4) 問4 アルミニウム缶に関する児童の理解の変容

問4の設問は、次の通りであった。

問4. アルミニウムの缶はどのようなせいしつをしていますか。正しいものには○、まちがっている

ものには×をつけなさい。

1. アルミ缶の表面をみがくと、ピカピカひかっている。
2. アルミ缶は電気を通さない。
3. アルミニウムの板を機械でおさえると、アルミ缶の材料になるうすい板をつくることができる。
4. アルミニウムの板を機械でどんどんおさえると、アルミの板をいくらでもうすくすることができる。
5. アルミ缶のような金属はアルコールランプでねっすると、すぐあつくなる。
6. アルミ缶と一円玉は同じ金属ではない。

問4と同様に、アルミニウム缶に関する問5の結果を事前・事後アンケートで比較したものが表6である。

表6 アルミニウム缶に関する理解の変容

設問	正答数及び正答率	
	事前 (39名)	事後 (39名)
1	25名 (約64%)	38名 (約97%)
2	24名 (約62%)	23名 (約59%)
3	21名 (約54%)	31名 (約79%)
4	20名 (約51%)	13名 (約33%)
5	32名 (約82%)	21名 (約54%)
6	19名 (約49%)	24名 (約62%)

表6が示すように、問4の設問1、3及び6については、事後の正答者数及び正答率が増加しており、科学読み物の効果を見ることができる。しかし、設問2では正答者数がほぼ同じである。アルミニウム缶の通電性については、設問2において塗装部分か、或いは塗装をはがした部分かを判断することが難かったのかも知れない。設問4については、科学読み物で紹介されている金閣寺の金箔が強く印象に残り、展性の限界に気づき難かったのではないかとと思われる。設問5については、アルコールランプを用いて金属を加熱するという体験不足が起因しているのではないかと考えられる。

(5) 問5 科学読み物に対する児童の興味

授業実施後、科学読み物に対する興味度を、(1) たいへんおもしろい、(2) ややおもしろい、(3) あまりおもしろくない、(4) まったくおもしろくない、の4件法で問うたところ、1部3年の児童39名のうち、(1)と回答した児童が19名(約49%)、(2)と回答した児童が14名(約36%)、(3)と回答した児童が5名(約13%)、(4)と回答した児童が1名(約2%)

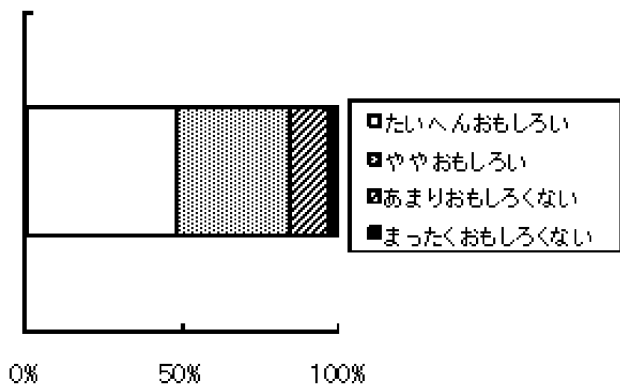


図1 科学読み物に対する児童の興味

であった。(1)及び(2)と回答した児童が全体の約85%を占めており、数字の高さから児童が強く科学読み物に対して興味を示したものと見なしたい。

(6) 問6—科学読み物に採り入れたぬり絵に対する児童の情意面での評価

今回、授業で自作教材として用いた科学読み物には、2種類のぬり絵を巻末に載せていた。一つは、「日常生活で使用されている道具や器具などを、金属と非金属の視点から色分ける」ぬり絵であり、もう一つは、「金閣寺を色づける」ぬり絵であった。授業実施後、ぬり絵に対する情意面での評価を、(1)たいへんたのしい、(2)ややたのしい、(3)あまりたのしくない、(4)まったくたのしくない、の4件法で問うたところ、1部3年の児童38名のうち、(1)と回答した児童が27名(約71%)、(2)と回答した児童が6名(約16%)、(3)と回答した児童が3名(約8%)、(4)と回答した児童が0名であった。(1)及び(2)と回答した児童が全体の約92%を占めており、数字の高さから児童が科学読み物の内容を振り返りながら、ぬり絵を行うという活動を高く評価していたことが分かる。

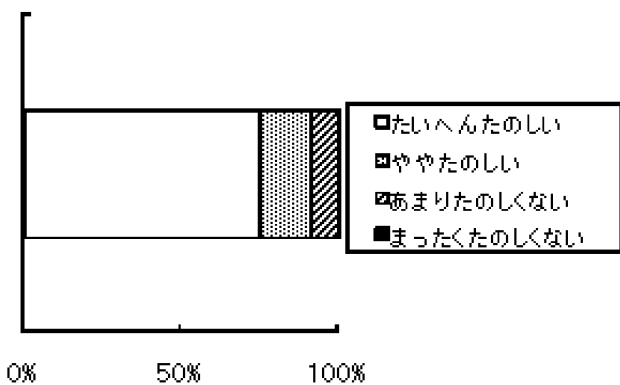


図2 塗り絵に対する児童の情意面での評価

(7) 問7—科学読み物の講読を契機とした理科に対する児童の好き嫌い

授業実施後、「この読み物を読んで、理科がすきになりましたか」という問7に対して、(1)たいへんすき、(2) ややすき、(3) あまりすきではない、(4) まったくすきではない、の4件法で問うたところ、一部3年の児童39名のうち、(1)と回答した児童が32名(約82%)、(2)と回答した児童が6名(約15%)、(3)と回答した児童が1名(約3%)、(4)と回答した児童が0名であった。(1)及び(2)と回答した児童が全体の約97%を占めており、科学読み物の講読が子どもにとって理科好きになる契機の可能性を示している。

(8) 問8—ぬり絵を契機とした理科に対する児童の好き嫌い

授業実施後、「ぬりえをして理科がすきになりましたか」という問8に対して、(1)たいへんすき、(2) ややすき、(3) あまりすきではない、(4) まったくすきではない、の4件法で問うたところ、一部3年の児童38名のうち、(1)と回答した児童が27名(約71%)、(2)と回答した児童が8名(約21%)、(3)と回答した児童が2名(約5%)、(4)と回答した児童が1名(約3%)であった。(1)及び(2)と回答した児童が全体の約92%を占めており、ぬり絵を行うことが子どもにとって理科好きになる契機の可能性を示している。

(9) 問9—科学読み物の講読及びぬり絵活動を導入した金属学習に対する児童の意欲

授業実施後、「金属についてもっとしらべたいですか」という問9に対して、(1)たいへんしらべたい、(2) ややしらべたい、(3) あまりしらべたくない、(4) まったくしらべたくない、の4件法で問うたところ、1部3年の児童39名のうち、(1)と回答した

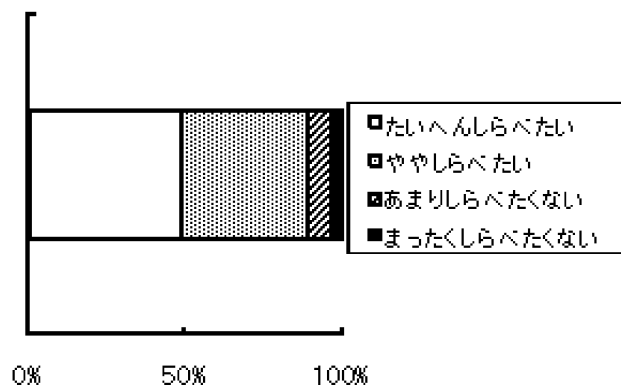


図3 金属学習に対する児童の意欲

児童が19名（約49%）、（2）と回答した児童が16名（約41%）、（3）と回答した児童が3名（約8%）、（4）と回答した児童が1名（約2%）であった。（1）及び（2）と回答した児童が全体の約90%を占めており、科学読み物の講読及びぬり絵活動を行うことが金属学習に対する意欲を高める可能性を示している。

(10) 問10—金属に関する児童の知識面での自己評価

授業実施後、「金属についてわかりましたか」という問10に対して、（1）たいへんよくわかった、（2）ややわかった、（3）あまりわからなかった、（4）まったくわからなかった、の4件法で問うたところ、1部3年の児童39名のうち、（1）と回答した児童が24名（約62%）、（2）と回答した児童が15名（約38%）、（3）と回答した児童が0名、（4）と回答した児童が0名であった。（1）及び（2）と回答した児童が全体を占めている。科学読み物の講読及びぬり絵活動を採り入れることによって、児童は金属に関する理解が深まったと自己評価している。

(11) 問11—ぬり絵つき科学読み物に対する児童の感想（自由記述）

1部3年の児童39名を対象として、ぬり絵付き科学読み物の感想を自由記述させた。表7においては、金属学習の知識・理解面を5つのカテゴリーに分類し、度数分布を作成した。

表7 ぬり絵付き科学読み物を用いた金属学習の知識・理解面に関する感想

自由記述による子どもの感想 (N = 39)	N
<金属の性質>	17
・金属の性質が分かった。	(11)
・金属は電気を通す。	(2)
・ピカピカ・ビリビリ・ペラペラの意味が分かった。アルミニウム・鉄・銅などの金属の共通点が分かった。	(2)
・金属には磁石にくっつくものとくっつかないものがあることが分かった。	(2)
<金属全般>	11
・金属について分かった。	(8)
・金が金属あること、大変薄い金箔が金閣寺には用いられていることが分かった。	(2)
・鉄のことが分かった。	(1)
<日用品の製造>	11
・日用品が金属からつくられている。	(5)
・鉄くぎのつくられ方が分かった。	(2)
・アルミ缶のつくられ方が分かった。	(2)

・10円玉が銅からつくられているのが分かった。	(2)
<金属の精錬>	7
・金属がどのようにしてつくられているか分かった。	(4)
・鉄がどのようにしてつくられているか分かった。	(3)
<金属の種類>	4
・金属の種類が分かった。	(4)

表7が示すように、金属の知識・理解面に関する感想において、児童のうち17人（約44%）が「金属の性質」、11人（約28%）が「金属全般」、11人（約28%）が「日用品の製造」、7人（約18%）が「金属の精錬」、4人（約10%）が「金属の種類」を指摘していた。

表8 ぬり絵付き科学読み物に関する感想

自由記述による子どもの感想 (N = 39)	N
<科学読み物の写真>	4
・科学読み物の写真が分かり易い。	(4)
<科学読み物のキャラクター>	4
・キャラクターが簡単な言葉で話していて分かり易かった。	(2)
・博士等のキャラクターの対話形式でストーリーが進むので読み易かった。	(2)
<科学読み物全般>	3
・科学読み物はよく分かる。	(2)
・よく分かったことが一つあった。	(1)
<科学読み物の表>	2
・鉄・アルミニウム・銅の共通性質をまとめた表（4頁）が分かり易い。	(2)
<科学読み物のぬり絵>	2
・ぬり絵が分かり易い。	(2)

表8においては、ぬり絵付き科学読み物の感想を5つのカテゴリーに分類し、度数分布を作成した。表8が示すように、科学読み物に関する感想において、児童のうち4人（約10%）が「科学読み物の写真」、4人（約10%）が「科学読み物のキャラクター」、3人（約8%）が「科学読み物全般」、2人（約5%）が「科学読み物の表」、2人（約5%）が「科学読み物のぬり絵」を指摘していた。ここで、児童が指摘している表とは、鉄、アルミニウム及び銅について、金属の性質を「色」、「ひかりぐあい」、「ねつ」、「電気」及び「磁石」の5観点からまとめたもので、空欄を設け、児童自身でそれを埋めるようにしたものである。

表9においては、ぬり絵付き科学読み物を用いた金属学習の興味・関心・意欲面に関する感想を5つのカ

表9 むり絵付き科学読み物を用いた金属学習の興味・関心・意欲面に関する感想

自由記述による子どもの感想 (N = 39)	N
<科学読み物の講読意欲>	8
・もっと科学読み物を読みたい。	(8)
<金属学習に対する意欲>	4
・金属の種類をもっと知りたい。	(2)
・金属の精錬についてもっと知りたい。	(1)
・金属についてもっと知りたい	(1)
<むり絵に対する興味>	3
・むり絵がおもしろい。	(2)
・金閣寺のむり絵がおもしろい。	(1)
<理科好きへの契機>	3
・科学読み物で理科が好きになった。	(2)
・むり絵をして理科が好きになった。	(1)
<その他>	2
・科学読み物に登場するキャラクターをもっと増やしてほしい。	(1)
・むり絵を増やしてほしい。	(1)

テゴリーに分類し、度数分布を作成した。表9が示すように、科学読み物に関する感想において、児童のうち8人(約21%)が「科学読み物の講読意欲」、4人(約10%)が「金属学習に対する意欲」、3人(約8%)が「むり絵に対する興味」、3人(約8%)が「理科好きへの契機」を指摘し、2人(約5%)が「その他」を要望していた。

4. おわりに

以上のように、質問紙を用いて、児童の金属に関する知識・理解面での変容や金属学習に関する興味及び意欲などの情意面を調査し、むり絵付き科学読み物が児童に及ぼした影響について分析・検討したところ、次の諸点が明らかになった。

第一に、問1から問5の結果が示すように、むり絵付き科学読み物の講読によって、金属の種類や金属を用いた日用品、鉄くぎ・アルミ缶の製造などに関する理解が深まっていることが分かる。金属の性質に関する理解についても、問11の結果が示すように、多くの児童が「金属の性質が分かった」と回答しており、この点についても、科学読み物の講読が児童の理解に影

響を与えていることを窺うことができる。自由記述の中には、「(金属の性質に関するメタファ表現である)『ピカピカ・ビリビリ・ペラペラ』の意味が分かった」と答えている児童もいた。

第二に、問5、問7の結果が示すように、児童が科学読み物に対して強い興味を示していることを窺うことができる。それと共に、科学読み物の講読が契機となって理科が好きになる可能性が示されている。問11の自由記述では、2名の児童が事実、「科学読み物で理科が好きになった」と答えている。

第三に、問6、問8及び問11の結果が示すように、児童はむり絵についても楽しく感じ、むり絵を契機として理科が好きになる可能性が示されている。

第四に、問9及び問10の結果が示すように、むり絵付き科学読み物を導入したことによって、児童は「金属のことがよく分かった」「もっと金属について調べたい」と答えており、科学読み物は金属学習に関する意欲を喚起する上において有効であることが分かる。

最後に、本研究では科学読み物の講読だけではなく、むり絵活動も採り入れていた。むり絵については、近年、高齢者の認知症予防に効果があることが指摘され、脳科学の分野でも注目されている。むり絵の対象者は高齢者や幼児、小学校低学年児童だけでなく、医学生を対象として、人体の学習に解剖図のむり絵が用いられている⁴⁾。今回のむり絵に対する児童の反応を受けて、今後、むり絵の小学校理科教材としての可能性も探って行きたい。

引用(参考)文献

- 1) 文部科学省『小学校学習指導要領解説・理科編』東京：大日本図書、2008.
- 2) 采女詠一「『物質と人間生活』の授業—『金属』で知識をつなげ、楽しめる授業ノートの作成—」『理科教室』第47巻第8号、2004、pp.70-73.
- 3) 山本喜一「イオン、分子、金属の学習—3大物質は化学の基礎・基本—」『理科教室』第52巻第1号、2009、pp.22-29.
- 4) T. アレン・ツウィートメイヤー&トーマス・マックラッケン著天野修・千田隆夫・鳥橋茂子監訳『人体解剖カラーリングブック』東京：丸善、2008.