

理工学教育最前線特集 特集記事2

小学校における科学教育

——主として材料の教育について

轟木信也
Shinya Todoroki

群馬県渋川市立金島小学校 教諭

Scientific Education at Elementary School

1 かつての社会科での鉄に関連した授業風景の中から

十数年前の5年生社会科の教科書に載っている「製鉄所の仕事」という単元の授業記録を引っ張りだしてきた。だいぶ、赤茶けてはいるが、読んでみるとその時のことを思い出す。どのような質問がされ、それに対して、子供たちがどのような反応（挙手、発言など）をしたか、また、どのような板書がされたか、資料には何が用いられたか、など当時の授業の様子が、それには書かれているのだ。

社会科の製鉄業の授業なのに、スタートはまるで国語の授業のようだ。漢字の部首の勉強から始めている。

部首について、私は子供たちに質問をした。黒板に金という字を書いて、読みを尋ね、金へんの漢字にはどんなものがあるか、子供たちに聞いた。

銀、鉄、銅、銭、釣、鏡、鐘、鈴、銃、鉦、銅

私は、子供たちが言う金へんの漢字を聞きながら、黒板に書いていった。

「全部で11か……。小学5年生くらいだと、こんなものかなあ……」

「それじゃあ、金がつく金へんの漢字は、一体、どのくらいあると思いますか？」

と、尋ねた。



図1 学習課題を選び、資料を調べる

「……15」

「……20」

「……40」

子供たちは、好き勝手に思い付いた数字をあげた。私は、にこにこ(?)しながら、それを聞いていたが、「実はね、金へんのつく漢字っていうのは、何と、200以上もあるのです」

と言うと、子供たちは、いっせいに、

「エー」

と言う声を上げた。私は、さらに、

「金へんのつく、一番画数の多い漢字は、28画の」

と言いながら、紙にうつしてきたその28画の漢字を見ながら、黒板に書いた。

鑊

「この字は、かく、と読んで、くわの意味だそうです。それでは、この金へんの漢字の中で、一番価値があって、大事なものはなんだと思いますか？」

子供たちは、思い思いの漢字を言い出した。クラスのリーダー的存在であるTが、

「先生、金が一番いいんだよ。だって、金があれば、いろいろなものを買えるよ。だから、何と言っても、金が一番大事なものだよ」

と言うと、子供たちの意見のほとんどは、Tの意見にならうものが多くなった。そして、「みんな、金が一番大事なかな？」と言うと、うなずき(?)あっていた。

ところが、別の男の子Sが違う意見を言い出した。

「先生、おれは鉄の方が大事だと思うんだけど……。うちの父ちゃん、鉄を作る会社に勤めているんだけど、酒を飲むと、よく鉄みたいに強くなれとか、鉄みたいに何にでも使われるような、立派な人間になれ、っていつも言ってるよ」

彼の発言に、クラスの子供たちはどよめいた。

「そんなことないよ、鉄は金を失うって書くんだよ。金がなくなるのだから、当然、鉄より金のほうが大事に決まってるよ」

物知りで、クラスの知識人のAが漢字の組み立ての面から、

発言した。すると、

「それもそうだけど、金だけじゃ、なににもならないと思うんだけど……。金だけなら、せいぜい、家のじいちゃんの、金園くらいにしかならないと思うけど」

おもしろいことを言って、いつも友達を笑わせているBがそう言うと、クラスの子供たちの笑い声が響いた。私も思わず笑ってしまった。

「それじゃあ、みんなに聞いてみるか。金か鉄か、大事と思うほうに手を挙げてくれ」

その結果は、38人中、金が23人、鉄が15人というものだった。「金は、そのものの価値は一番あります。というのは、昔は、お札が金に替えられた時代もあったくらいで、それだけ金の価値があったということです。それじゃあ鉄はどうかというと、歴史を見るとね、鉄を使い始めた人達が国を支配できるようになったし、鉄が使われるようになって、農業がとても発展したんだね。現在の、みんなの生活を見てごらん。鉄は、どこでも目にすることができるけれど、金は、それこそみんなのうちのおじいちゃんの金園くらいだろう」

私は、そんなふうにして、金も鉄も大切なものであることを、子供たちに話してあげた。そして、本題に入っていた。「鉄が使われているものに何があるか、あげてみよう」

子供たちは、様々な意見を出した。

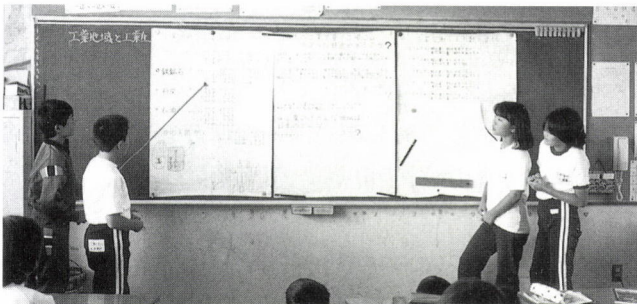


図2 学習課題の発表

「先生、橋とかビルにはいっぱい使われているよ」

「高速道路の橋げただって鉄だよ」

「自動車には、エンジンにも使われてるし、車体にだって使われてるよ」

「先生、ロケットにだって使われてるよね」

「校舎だって、橋だって、ビルだってみんな鉄でできてるよ」

「スプーンやフォークだって鉄だよ」

子供たちの発言から、家庭用品から文明を支える産業にまで、幅広い用途で鉄が利用されていることがわかる。

「それでは、鉄のどういう点がいいのだと思いますか？」

という質問に対し、鉄は、硬いし丈夫だけれど、いろいろなものに加工しやすいという意見が出されていた。私が、小学5年生にはちょっとハイレベルな、こんな事も聞いている。「鉄は国家なり、っていう言葉があるんだけどね、この意味は、

どういうものだと思う？」

という質問には、子供たちは、やはり難しかったのだろう、挙手はなかった。

「この言葉はね、鉄が国の中心だって事なんだ。さっき言っただろう、むかし鉄を使った人達が自分たちの国を作ったって。それから、日本が今みたいに、世界でも特に発展するようになったのは、工業が発展したからなんだけど、その工業の元になっているのは、鉄だって事なんだ。鉄は、工場の建物にも使われているし、いろいろなものを作る機械も、みんな鉄から出来ているからね」

子供たちは、分かったような分からないような顔(?)をしていた。その後、原料の鉄鉱石や石炭がどこから輸入されているのか、また高炉や圧延工場などの役割についても勉強している。さらに、製鉄所で働く人達は、どんなことに注意して仕事をしているか、などということについても話が及んでいる。

授業の最後に、鉄の将来について、子供たちに意見を出してもらった。

- ・ 新しい技術を開発すること。電気、水、鉄鉱石、石炭などを大量に使い、鉄を作っているので、出来るだけ少ない原料で品質のよい鉄を作る技術を開発する。
- ・ 空気を汚したり、土や水を汚したりしない、公害のない鉄作りをする。
- ・ 鉄を原料として、いろいろな金属を混ぜ合わせた新しい金属(特殊鋼)を作る。軽くて、さびなくて、丈夫で、加工もしやすく、さらに値段も安いもの。
- ・ これからは、人間が海底や宇宙に活動の幅を広げていく時代になるので、鉄の原料についても、そういうところから持ってくるような機械を考える。
- ・ 日本は先進国だけれど、世界にはまだ、遅れている国がたくさんあるので、そういう国に日本が持つ鉄を作る技術を教える。
- ・ 製鉄所で働く人たちは、夜中も仕事をするので、これからは、人間にかわって仕事のできるロボットを使うようにする。

子供たちは、いろいろな資料を見たり、話し合ったりして、未来の製鉄業について考えてくれたが、これは、十数年前だけにはおさまらず、現在の課題としても、当然通用するものであると思う。

授業の終わりに、クイズが出されていた。

「ギリシアで行われていた、古代オリンピックの賞品は何でしょう？」

というものであった。カンのいい子供の中には鉄に関するものだ、ということは分かったらしいが正解は出ず、

「正解は鉄のかたまりです。そのかたまりで、何と、5年間生

活できたそうです」

と言うと、子供たちは、みな驚いた声をあげている。



現在の社会科の教科書から ——製鉄所の学習が消えたわけ

小学校の社会科では、主として、3、4年は地域学習を、5年は産業学習を、6年は歴史・公民学習をする。これは、文部省からだされている学習指導要領に基づいているのだが、教科書の記述もそれに制約を受けている。学習指導要領は、約10年で1度改訂される。教科書も、この場合は大きく変わる。

今、手元に同じ出版社から出された5年生社会科の2冊の教科書（16年前のものと平成2年から用いられている現行のもの）がある。産業学習中心であることには変わりはないが、内容に変化がみられることが分かる。（表1、表2）

表1 16年前の教科書（上下2冊 B版 総ページ204）

大 単 元	ページ数	割合(%)
1 農業	50	25
2 水産業	26	12
3 工業	60	29
4 伝統的な工業	18	9
5 日本の国土	50	25

表2 現行の教科書（上下2冊 A版 総ページ172）

大 単 元	ページ数	割合(%)
1 農業・水産業	46	27
2 工業・伝統的な工業	54	31
3 運輸業	24	14
4 情報産業	18	10
5 日本の国土	30	18

16年前の教科書は、日本が80年代の高度成長期に突入する頃に作られたものである。両方とも、工業についての割合は高いが、現行の教科書には、新しく運輸・情報という分野の学習が導入された。さらに、材料に関する学習が行われる工業の分野の細かい単元をみてみよう。（表3、表4）

表3 16年前の教科書

単 元 名	ページ数
1 工業学習についてのオリエンテーション	2
2 おもな工業地域	8
3 新しい工業地域 水島の製鉄所について	18
4 自動車工業のさかんな地域 豊田市	8
5 工業と公害	14
6 工業と国民生活	10

表4 現行の教科書

単 元 名	ページ数
1 工業学習についてのオリエンテーション	4
2 伝統的な技術を生かした工業	12
3 自動車をつくる工業	18
4 工業地域と工業生産 （このうち、製鉄所の記述は1ページ）	10
5 これからの工業と環境	10

これをみれば分かるように、現行の教科書では、工業製品の材料になる鉄鋼を作り出す製鉄所（業）の学習は、ほとんど行わないのが現状である。以前には製鉄所だけで18ページを費やしていたが、今は、たったの1ページという状態である。その扱いについても、工業地帯の中にある1つの工場という程度である。その理由は、前に挙げた、教科書を編纂する基準になる学習指導要領の内容の変化があげられる。5年生では、今までは、農業・水産業・工業などの産業と国民生活との関連を中心に学習を進めることが決められていたが、新指導要領では、これに運輸・通信という、比較的新しい産業の学習が付け加えられたのである。地球的規模でのモノの移動が行われるようになったり、世界の出来事をリアルタイムで、茶の間で見ることができるようになったのは、運輸・情報・通信の発達があげられる。これらの産業は国民生活に密接な関係があるので、新しいこれらの分野についての学習は欠かせないものになる。その結果、限られた時間（週3時間 年105時間）の中で、より多くの内容を学習するには、必要性の順位が低いものをカットせざるを得なくなるのである。日本経済の牽引役でもある自動車産業については、日本の工業の特色を理解する上で、たいへん重要なものとなっているので、今まで以上の詳しい学習が求められるようになった。反面、素材産業の「製鉄業」についての学習は、ほとんど行われなくなったのである。華やかな消費社会の中で、素材産業は、直接国民の目に触れにくい、というデメリットがある。しかし、それだけではなく、現在の日本の工業と国民生活の関連を理解するには、製鉄業では不十分、といわざるを得ない状況になってしまっているのである。

これは、この出版社の教科書だけではなく、他の出版社のものも同様である。



小学校での材料教育について

現在の小学校の教育課程では、1、2年生には、従来の社会科と理科を統合した教科として「生活科」が導入されている。この教科では、街中を探検したり、畑でさつまいもを作ったり、森や林の中で遊んだり、塾やお稽古ごとで忙しい今の子供たちに、様々な体験を積み、将来の自立の基礎を養うことを目標としている。

3年生からは、従来通りの「社会科」「理科」の2教科にわかれる。社会科については、前にも述べたとおり、製鉄業での材料教育が5年生の工業の単元で行われていたが、現在は、ほとんど行われていない。ただ、体験学習として、6年生の歴史の授業で、古代の製鉄所の遺跡を見学することもある。その際、本物の鉄鉱石を児童にさわらせてあげると、その重み・質量に驚く。

「理科」は、A「生物とその環境」、B「物質とエネルギー」、C「地球と宇宙」の3分野にわかれる。どの出版社の教科書も、このA、B、Cの3分野の教材がバランスよく配置され、さらに、3年から6年まで、週3時間、最低、年105時間で学習が終わるように編集されている。3分野の中で、本稿に関係するところは、Bの「物質とエネルギー」である。そこに含まれるものは、「力・重さ」「熱・燃焼」「光・音」「水溶液」「電気・磁石」の5つの内容である。材料教育に関するような学習は、4年と6年の2つの学年で行われる。

4年生では「熱・燃焼」のところの、「金属の温度とかさ」「金属のあたたまりかた」という単元で、金属の球や棒を使って、金属にはどんな性質があるか調べる実験をする。その方法は、次のようなものである。

「金属の温度とかさ」

金属は、温度によって、体積が変わるかを確かめる実験。

(図3、図4)

- (1) 金属の球（材質は限定しない）が、輪を通り抜けられることを確かめる。
- (2) 金属の球を熱い湯にしばらくつけてから、輪に通してみる。
- (3) 金属の球をアルコールランプであたためて輪に通してみる。
- (4) 金属の球がじゅうぶんに冷えるまで待ち、輪に通してみる。

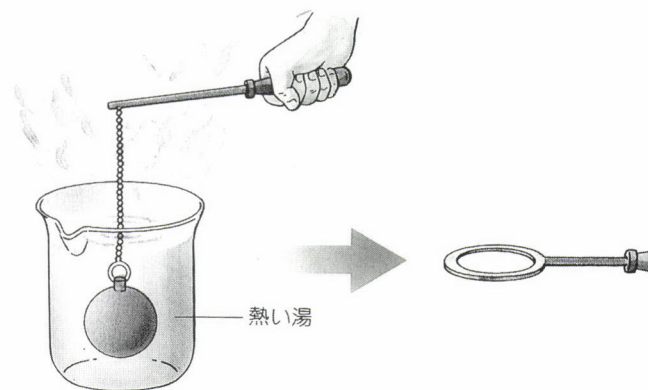


図3 金属の球を熱い湯にしばらくつけ、輪に通す*

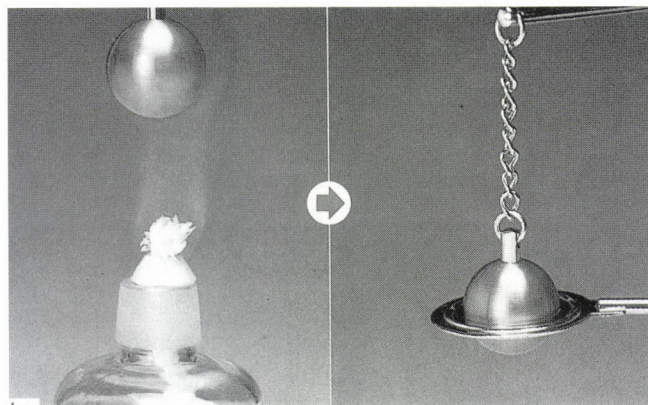


図4 金属の球をアルコールランプであたため、輪に通す*

「金属のあたたまりかた」

金属の棒や板は、熱したところから順にあたたまっていくことを確かめる実験。(図5、図6)

- (1) 金属の棒にろうをぬり、棒の中央を熱してろうのとけかたを調べる。
 - ・ろうのとけかたから、どんなことがわかるか。
 - ・棒をななめにしたときの、ろうのとけかたはどうか。
- (2) 金属の板にろうをぬり、板のはしを熱してろうのとけかたを調べる。
- (3) 金属の板に切りこみを入れて板のはしを熱し、ろうのとけかたを調べる。



図5 金属の棒をななめにした時のろうのとけ方はどうか*

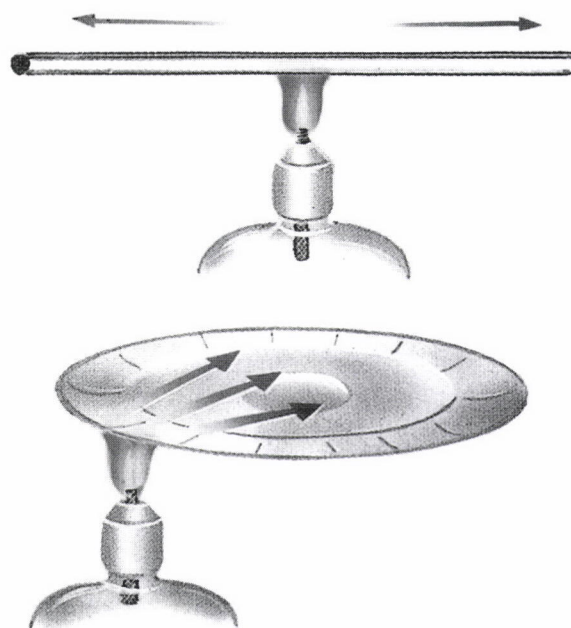


図6 金属の熱の伝わり方*

次に、6年生では「熱・燃焼」のところの「金属の加熱と変化」という単元で、鉄線や銅線を熱すると、その性質が変わるという実験を、さらに、「水溶液」のところの「金属をとく水溶液」という単元で、鉄、アルミニウムなどの金属は水溶液によって変化する、という実験を、直接金属材料を用いて行う。その方法は、次のようなものである。

「金属の加熱と変化」

鉄線や銅線を空気中で熱すると、表面の色や光たくななどが変わり、また電流を通さなくなることを確かめる実験。(図7、図8)

- (1) スチールウールを熱する。
- (2) 火がついたら、アルコールランプからはなし、静かに吹いてみる。
- (3) スチールウールが冷えた後、色や光たく、手ざわりなどを燃える前と比べる。
- (4) よくみがいた鉄線と銅線を熱し、冷えたら、加熱した所としない所の色や光たくを比べてみる。
- (5) 加熱した銅線と鉄線をまめ電球とかん電池の回路につなぎ、加熱した所と、そうでない所の電流の通り方を比べる。

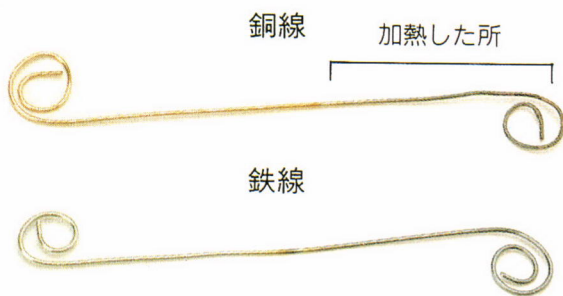


図7 加熱した銅線と鉄線*

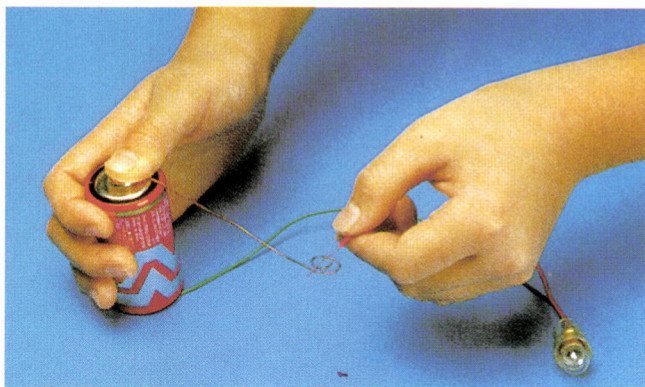


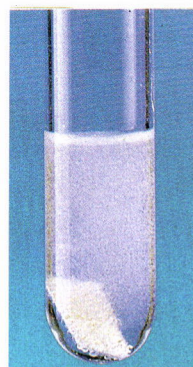
図8 加熱したところは電気を通さない*

「金属をとかす水溶液」

水溶液には金属を変化させる性質があることを調べる実験。

- (1) うすい塩酸+アルミニウム 水素を出し溶ける
うすい塩酸+スチールウール 水素を出し溶ける
水酸化ナトリウム+アルミニウム 水素を出し溶ける
水酸化ナトリウム+スチールウール 変化しない
- (2) 金属がとけた液を、スライドガラスにとり、アルコールランプでゆっくり加熱する。
- (3) 出てきた白い粉を、ふたたび、元の液の中に入れてみる。

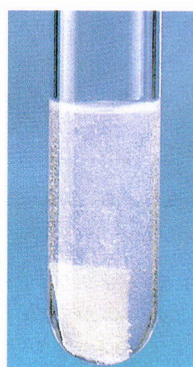
*図3～図9は、学校図書株式会社発行 小学校理科教科書4年、6年より引用



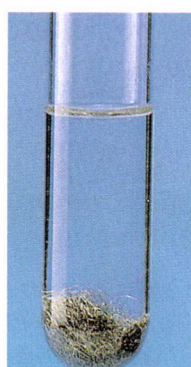
(a) うすい塩酸
+
アルミニウム



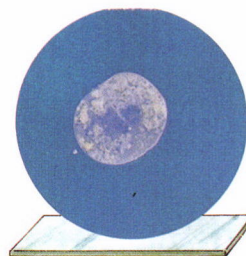
(b) うすい塩酸
+
スチールウール



(c) 水酸化ナトリウム
+
アルミニウム



(d) 水酸化ナトリウム
+
スチールウール



(e) 出てきた白い粉

図9 水溶液には金属を変化させる性質があることを調べる実験*

4年と6年の金属という材料を用いた実験は、時数は合わせれば、それぞれ2時間と4時間である。つまり、4年生では、年105時間のうち2時間が、6年生では、年105時間のうち4時間が、材料教育にあてられる時間であるということである。この時間数を、少ないと見るか、妥当と見るか、それは判断する人の知識・経験・希望などの要素によるので一概には言えない。ただ、実験する子供たちの様子を見てみると、全員ではないが、熱心に取り組む子が多かった。材料教育の未来は、授業時数よりも、実験に意欲的に取り組む児童の肩にかかっていると思う。彼等の将来に期待したい。

4

まとめ

—小学校における科学教育について

小学校で学習する理科の最大の目標は、子どもたちの「科学的な見方や考え方を養う」ことである。3年生から6年生までの4年間で、理科でなければ育たない、あるいは理科が果たす人間形成の役割はなにかといえ、科学的な見方や考え方を養うことが中核となる。つまり、科学教育の基礎は、小学校にあるのである。

この科学的な見方や考え方は、実験や観察を通して得るものである。疑問に思ったことを解決するために、本を読んだり実験をしたりすることによって、子どもの興味・関心は高まり、意欲的な学習姿勢も生まれ、科学に対する見方や考え方が育つのであろう。

ところで、先日新聞に、小学校の先生が苦手とする教科のアンケートが載っていた。子どもに聞くのではなく、先生にアンケートをするというのが面白い。いくつかの教科のうち、最も苦手・嫌いという割合が高かったのが、何と、理科なのであった。小学校は、原則として全教科を担当が行うことが多いのだが、理科の嫌いな先生が、子どもたちに理科を

教える、ということで、果たして、子どもに、科学的な見方や考え方が育つのだろうか？逆に、理科を嫌いになってしまう子どもが増えてしまうのではないだろうか。先生の理科嫌いの理由は、準備の時間がかかり、継続的な観察が大変だったり、さらに、実験や観察が教科書のようにうまくいかない、などのためのようである。筆者自身も、実は、おおいに、それらのことで悩んでいる。しかし、この問題の解決には、教師自身の努力しかないように思われる。嫌いではなく、実験・観察も楽しい、と思うことが大切である。

助け船を出すわけではないが、科学教育は理科ばかりではなく、実は国語科でも扱うのである。どの学年の教科書にも、科学的な読み物が説明文として載っているのである。内容的には高度なものを、子どもに分かりやすく論理的・実証的に、そして楽しく書きおろしてある。こういう科学的な文章を読むだけでも、科学の面白さを感じられるのである。

これからは、楽しくて、身につく科学教育を行うには、どのような手立てを取っていったらよいのか、授業ではどのようにしていけばよいのか、教師自身がしっかりと考えて取り組んで行かなければならないだろう。

(1996年10月24日受付)