

小学校3年生の資質・能力の実態とその育成 —OPPAを活用したカリキュラム評価を中心にして—

On Revealing and Fostering the Potential and Real Abilities of Science
about the Third Grade Students of Elementary School:
Mainly Through the Curriculum Evaluation with Using OPPA

市川 英 貴* 堀 哲 夫**
ICHIKAWA Hideki HORI Tetsuo

要約：小学生が実験結果から考察を導き出す資質・能力を育成することの困難さが指摘されている。実験結果を帰納的に推論して考察し、科学的な見方や考え方を育てるカリキュラムが教科書には採用されているが、OPP (One Page Portfolio) シートの記述から判断すると、この方法では科学的な考え方の育成は困難であることが予想される。本研究では、実験の前にどのような実験をしてどのような結果になったら何がわかるのかを考える過程をカリキュラムに加えた。その結果をOPPシートの記述から評価すると、授業終了後に望ましい変容をとげた児童が多くいる反面、単元終了後には授業で扱った実験内容とは別の実験方法と結果を記述した児童がいるなど、まだ課題が残っていることが明らかになった。

キーワード：カリキュラム評価, 資質・能力, 観察・実験, OPPA

I. はじめに

学習指導要領の小学校理科の目標に「科学的な見方や考え方を養う」とある。そこでは、理科の学習は、児童の既にもっている自然についての素朴な見方や考え方を、観察、実験などの問題解決の活動を通して少しずつ科学的なものに変容させていく営みであるとしている¹⁾。また、観察、実験については「見通しをもつ」ことが必要とされ、「見通しをもつ」とは見いだした問題に対して予想や仮説をもち、それらを基にして観察、実験などの計画や方法を工夫して考えられることであるとしている²⁾。

観察、実験において重要とされる見通しをもつことの学習については授業の方法論や、教材論について論じられることは多いが、カリキュラムとして論じられることは少ない。授業の中に予想や仮説をもつ場面や実験の計画を話し合う場面がもうけられることはあるが、単元を通して、あるいはもっと長い学習期間を通して見通しをもった観察、実験ができ、それが科学的な見方や考え方ができる資質・能力の育成という目標の達成につながる必要があるであろう。

児童たちは、観察・実験の結果から考察を導き出すことが難しい。例えば水の対流を調べるために、みそやおがくずを使って水を温める実験をすると、「水をあたためると、みそが動くことが分かった。」という考察をすることがある。目の前の結果を結論にしてしまうのである。結果から考察を導く指導の重要性は今までも指摘されており、「キーワード方式」³⁾などの方法が提案されている。

限られた時数で行われる理科の授業では、1回の実験、つまり一つの例で結論を導くことが多い。たとえば、1回の実験から「水は100℃近くまで温度が上がるとそれ以上は上がらない。」と結論を

* 甲府市立千塚小学校 ** 教育実践創成講座

出す。また、天気と気温の関係では晴雨1回ずつの観測結果から、「雨の日は気温の変化が少ない。晴れの日には気温の変化が大きい」と結論を導く。

上の二つの例は、科学的に妥当であるから特に問題は感じないが、水の温度上昇の実験では、「水は5分温めたら温度が上がらなくなった」という結果から、それを結論としてしまうことがある。児童たちにとっては同じ実験の結果であるから「5分」も「100℃」も「結論」としてしまうのである。このような観察、実験の在り方は児童の既にもっている自然についての素朴な見方や考え方を適切な科学的見方や考え方に変容することにはなりにくいのではないだろうか。

少ない事例から結論を推論するのは過剰な一般化であり、観察・実験の結果から考察することを学習するために好ましいことであるとは必ずしも言えないだろう。

また、学習指導要領には学年別に「比較」「要因抽出」「条件制御」「推論」と問題解決の重点が示されているが、これは児童の学習の段階に必ずしもそっているものではない。どの学年でも理科を学習するときはこの4つの重点が必要になる。カリキュラム作成においては、育てたい資質・能力をどの学年ではどこまで目指すのかを意識することである。また、その学年のカリキュラムでは単元ごとに目指す資質・能力を明確にして、学年が終了するときにはどのような見方や考え方ができるようにするのかを明確にしていくことが必要である。

今までに各学校で作成する年間指導計画（年間カリキュラム）は目標・内容・評価などと時数は示すが、資質・能力を育てるための学習事項などは示されてこなかった。新しい学習指導要領でも「生きる力」つまり自ら学び自ら考えるための資質・能力の育成が求められている。資質・能力についても、いつ、何をどのように育てるのか具体的に示したカリキュラムが必要であろう。

そのためには、児童の資質・能力の実態を把握してカリキュラム作成し、授業によって児童がどのように変容したのかを評価する。そしてそれに基づいてさらにカリキュラムを改善していくことが必要である。カリキュラム評価と改善はとりもなおさずカリキュラムマネジメントであり、その重要性が指摘されているが⁴⁾ 具体的な方法や実践例は必ずしも多くはない。ここでいうカリキュラムマネジメントは、理科という教科を対象にした狭い意味で用いていることをお断りしておきたい。

II. 研究の目的

本研究では観察、実験の見直しをもつことと、結果を考察することができるための資質・能力を育成するためのカリキュラムの在り方を検討する。具体的には、小学校3年生理科の「電気の通り道」、「磁石の性質」の2単元の授業において、一枚ポートフォリオ評価（One Page Portfolio Assessment：OPPA）⁵⁾を活用し、カリキュラムの作成と評価を行い、その効果を検証することにある。もう少し詳しく説明すると授業を実施する2単元の内容に対して、資質・能力を育成できると考えられる内容を加えたり修正をしたりして、学習後の児童の変容をOPPシートにより検証することが目的である。

ここで、OPPAは「単元を貫く本質的な問い」、「学習履歴」、「自己評価」の主な3つの要素から構成されるOPPシートを用いた評価である。授業で用いたOPPシートは後に詳しく説明するが、授業中に用いられ、児童にとっては学習のツールであり、教師にとっては学習前・中・後の児童の変容の実態を知ることができる評価のツールでもある。このOPPAによるカリキュラム評価を授業改善に生かす可能性も併せて検討したい。

Ⅲ. 研究方法

1. 調査対象 山梨県甲府市立X小学校3年生1クラス30名
2. 調査時期 平成23年11月～平成24年2月
3. 対象単元 「電気の通り道」と「磁石の性質」

4. 調査方法

まず、「電気の通り道」と「磁石の性質」の2単元の授業を行う際に、授業内容の構成に関して児童の資質・能力を育成できるように修正と改善を図った（「電気の通り道」は表2、「磁石の性質」は表9参照）。それをもとにしてOPPシートを作成した（「電気の通り道」は図1、2、「磁石の性質」は図4、5参照）。OPPシートの「単元を貫く本質的な問い」により児童の学習前、「学習履歴」により学習中、「単元を貫く本質的な問い」と「自己評価」により学習後の実態をそれぞれ把握するとともに主として授業の形成的評価を行った。本研究は、授業中に児童が記録したOPPシートをもとにしてその効果を検証しカリキュラム評価を行った。

なお、授業はすべてを独自の内容で行うのではなく、OPPAの検討結果から教科書の通りに行うことがよい場合には教科書のカリキュラムで授業を行った。また、授業時数は教科書に示された時数と大幅に異なることがないようにした。

Ⅳ. 調査結果

1. 「電気の通り道」の単元の授業と実施結果

まず、一つめの単元について検討したい。

(1) 使用したOPPシートの単元を貫く本質的な問い

この単元で利用したOPPシートを図1、2に示す。裏面左側の単元を貫く本質的な問いで単元学習前の実態を把握する。そして単元学習後に表面左側で同じ問題に答える。三つ折りにすると学習前後を並べて児童が自分の学習による変容を比較できるようになっている。

また、裏面の中央から1時間の学習ごとに今日の学習の題名と大切だと思ったことを記述していく。これが学習履歴となる。表面には自己評価欄があり、児童たちは本質的な問いの学習前後の比較や学習履歴を振り返り、学習によって自分がどのように変わったのか、なぜ変わったのか自己評価するようになっている。

(2) OPPシート単元を貫く本質的な問いと児童の記述内容

学習前後に記述する本研究に関わる本質的な問いを図3に示す。この問いで電気を通すものが金属であることが推論できるのかを評価する。

単元学習前の主な記述は、表1のようになった。「鉄」「金属」などの物質名の記述は3名と少なく、「はさみ」「はりがね」など具体物を答えることが多い。また、「わからない」の記述も多い。このような学習前の児童の実態からは、回路にいろいろな物を入れて、電気を通す物が金属であるこという結論を導き出すことは困難であろう。

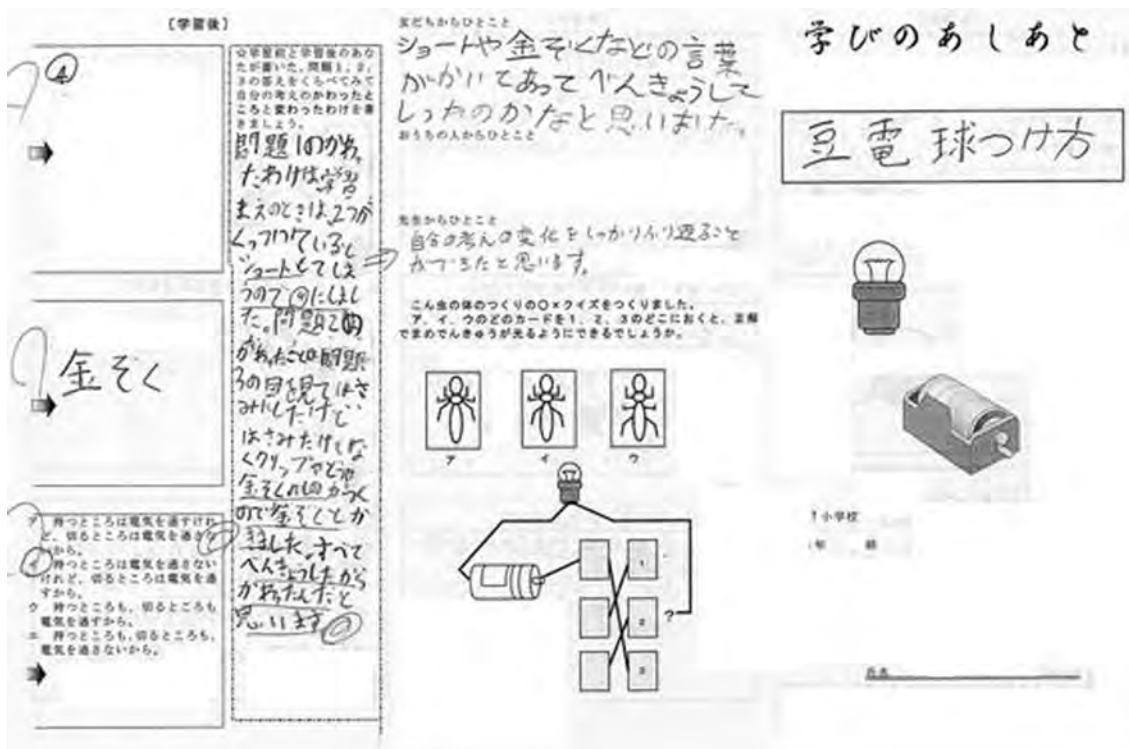


図1 電気の通り道OPPシートの表面と記入例



図2 電気の通り道OPPシートの裏面と記入例

(3) 授業のねらいを達成するための修正と改善

教科書に示される一般的な授業の流れでは、「電気を通すものをさがそう」という課題を提示し、回路に身の回りのものを入れて、豆電球がつくかどうかを表にして整理する。そして、「鉄やアルミニウムなどの金属は電気を通します。ガラスやプラスチックなどは電気を通しません。」とまとめる。

豆電球と乾電池の間の？に、何かものをいれて、電気を通そうと思います。

どんなものだと電気が通って、豆電球がつくと思いますか。

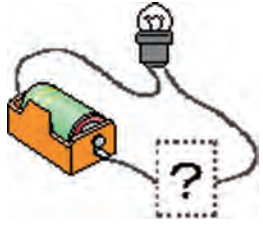


図3 単元を貫く本質的な問い

自由試行的な実験と帰納的な推論を通して、科学的に妥当な結論を導こうというのである。

しかし、単元学習前の問いに対するOPPシートの記述からは、自由試行的な実験と帰納的な推論を組み合わせた学習によって、児童たちの既有的知識を科学的に妥当な考えに変えることは難しいことが予想される。

表1 図3の問いに対する単元学習前の記述例

- ・はりがね ・はさみ など具体物
- ・鉄・金属
- ・電池・コンセント
- ・わからない

また、観察・実験の結果から結論を推論する能力の育成を図ることも困難であろう。

そこで、授業のねらいを達成するために、表2に示すような修正を加えたカリキュラムで授業を行った。表2は、教科書の内容に児童たちが観察・実験の結果から結論を推論できるように、金属に関わる内容を加えたものである。その加えた内容は斜字で示した。

表2 カリキュラムの比較

修正したカリキュラム	教科書に示されたカリキュラム
<p>第1時 学習前のOPPシートに本質を貫く問いを記述。乾電池、導線つきソケット、豆電球をつないで、豆電球をつける。</p> <p>第2時 回路ができると電気の通り道ができ、豆電球が点灯することを知る。</p> <p>第3時 回路の途中に導線以外のものをつないで電気を通すものを調べる。 <i>鉄、銅、アルミニウムは金属の仲間であることを知る。</i></p> <p>第4時 <i>回路の途中に導線以外のものをつないでどのような結果になったら電気を通すものは鉄と言えるのか、金属といえるのか考える。</i></p> <p>第5時 電気を通すもの通さないものを調べる。調べた結果をもとに考え、鉄やアルミニウムなどの金属は電気を通し、紙やプラスチックなどは電気を通さないことを知る。</p> <p>第6時 空き缶の電気の通り方を調べる。印刷してあるところは電気を通さない。削ったところは電気を通す。</p> <p>第7時 学習後のOPP本質を貫く問いと自己評価の記述。</p>	<p>第1・2時 乾電池、導線つきソケット、豆電球をつないで、豆電球をつける。</p> <p>第3時 回路ができると電気の通り道ができ、豆電球が点灯することを知る。</p> <p>第4・5時 回路の途中に導線以外のものをつないで電気を通すもの通さないものを調べる。</p> <p>第6・7時 ・調べた結果をもとに考え、鉄やアルミニウムなどの金属は電気を通し、紙やプラスチックなどは電気を通さないことを知る。 ・空き缶の電気の通り方を調べる。印刷してあるところは電気を通さない。削ったところは電気を通す。</p>

(4) 第3時のカリキュラム評価

① OPPシートの学習履歴の記述

表2に示した修正したカリキュラムで授業を実施したところ、第3時の授業終了時にOPPシートに書いた児童の学習履歴である「きょうの学習で大切だと思ったこと」の主な記述は表3のようになった。

表3 第3時のOPPシートの記述例

- ・金属からできているものは電気を通す。(女子、T.R.)
- ・鉄は金属に入っている。ほかにもアルミニウムも入っている(女子、M.A.)
- ・電気を通すものは金属みたいな固いものが通すと思います。(男子、H.K.)
- ・金属—鉄—銅—アルミニウム(女子、N.H.)

表2に加えた内容を学習することによって、鉄、アルミニウム、銅が金属であることを知り、「金属が電

気を通す」と記述する児童は多くなる。しかし、「～という結果になったから金属といえる。」という表現はできていない。つまり結果から考察を導くことが、まだできているわけではないことがうかがわれる。

(5) 第4時のカリキュラム評価

① 第4時における話し合いの内容

そこで、第3時のOPPシートの記述の評価から、修正したカリキュラムのとおり、どのような結果になったのなら電気を通すのが金属といえるのか、あるいは鉄といえるのかを考えるために、以下に示した課題についてグループで話し合い、ホワイトボードに書いて発表させた。

- i _____という結果になったら電気を通すものは金属といえる。
- ii _____という結果になったら電気を通すものは鉄と言える。

ホワイトボードの記述は表4のような内容であった。

表4 第4時ホワイトボードの記述

- Aグループ
 - i 全部電気を通すという結果だったら電気を通すものは金属といえる。
 - ii 鉄だけ電気を通すという結果だったら電気を通すものは鉄だといえる。
- Bグループ
 - i 鉄が電気を通さないという結果だったら電気を通すものは金属といえる。
 - ii 金属が電気を通さないという結果だったら電気を通すものは鉄だといえる。
- Cグループ
 - i 電気が通るといふ結果だったら電気を通すものは金属といえる。
 - ii 電気が通るといふ結果だったら電気を通すものは鉄だといえる。
- Dグループ
 - i 電気を通すという結果だったら電気を通すものは金属といえる。
 - ii 電気を通すという結果だったら電気を通すものは鉄だといえる。
- Eグループ
 - i 磁石につかないというけっかだったら電気を通すものは金属だといえる。
 - ii 磁石にくっつかないという結果だったら電気を通すものは鉄だといえる。
- Fグループ
 - i 電球がついたら金属といえる。
 - ii 電球がつかなかったら金属ではない。
- Gグループ
 - i アルミニウムという結果だったら電気を通すものは金属だといえる。
 - ii 鉄という結果だったら電気を通すものは鉄だといえる。

A、B、Cグループのように、間に入れるものを主体として結果を表現できたグループもあるが、結果と考察の関係を理解していない児童も多いことが推察できる。どのグループの考えがよいか全体で話し合ったところ、Aグループの考えがよいことに気づいた児童もいた。

② 第4時におけるOPPシートの学習履歴の記述

ホワイトボードを使っての発表と話し合いの終了後、OPPシートに書いた「きょうの学習で大切だと思ったこと」の主な記述は表5のようになった。

表5 第4時のOPPシート学習履歴の記述例

- ・電気を通さないのが鉄だったら電気を通すのが金属といえる。電気を通さないのが金属だったら電気を通すものが鉄だと言える。(男子、H.K.)
- ・全部電気を通す結果だったら電気を通すものは金属といえる。鉄だけ電気を通す結果だったら鉄だと言える。(男子、F.W.)
- ・鉄が電気を通さない結果だったら電気を通すものは金属だと言える。金属が電気を通さない結果だったら電気を通すものは鉄だと言える。(女子、S.H.)
- ・ i. 全部電気を通すという結果だったら電気を通すものは金属といえる。 ii. 鉄だけ電気を通すという結果だったら電気を通すものは鉄という。(女子、N.S.)
- ・電気を通す結果だったら電気を通すものは金属といえる(女子、I.A.)

話し合いを経たことで、男子F.W.や女子N.S.のように正しく考えられる児童もいるが、多くの児童は正しい推論はできていなかった。このまま、実験を行っても、結果から考察を導くことは難しいと考えられる。

(6) 第5時におけるOPPシート学習履歴の記述

第5時には前時のOPPシートの記述の評価に基づいて、どのような結果になったら金属といえるのかあるいは鉄と言えるのかを再度全体で話し合い、確認する過程をもった。その後、鉄、銅、アルミニウムを間に入れて調べる実験を行った。

その結果、第5時の授業終了時にOPPシート書いた「きょうの学習で大切だと思ったこと」の主な記述は表6のようになった。

表6 第5時のOPPシートの記述例

- ・(結果の表を示し)電気を通すのは金属だと言える。(男子、H.K.)
- ・(間に入れる回路図を示し)電気を通すのは金属といえる。(男子、F.W.)
- ・電気を通すのは鉄銅アルミニウム全部で金属が電気を通した。(女子、S.H.)
- ・(結果の表を示し)分かったこと電気を通すものは金属だと言える。(女子、N.S.)
- ・全部豆電球でついたので金属だった。(女子、I.A.)

多くの児童が、電気を通すのは金属だと記述した。また、表にまとめた結果と結論を両方書いた児童もいた。

カリキュラムに「～の結果から～とわかる」ことを考える過程をもうけたことで望ましく変容した児童がふえたことがわかる。

(7) 「単元を貫く本質的な問い」単元学習後の記述

こうした学習活動や授業の結果、単元学習後には、欠席者をのぞく全員が電気を通すものは「金属」と答えた。本単元のカリキュラムはこの内容に関しては妥当であったといえるだろう。

2. 「磁石の性質」の単元の結果

次に、二つめの単元の研究について検討する。

(1) 本単元で使用した OPP シート

本単元で利用した OPP シートを図4, 5に示す。前単元の OPP シートと同様の形式になっている。単元を貫く本質的な問い、学習履歴、自己評価より構成されていて三つ折りで使用する。

(2) 単元を貫く本質的な問い

学習前後に記述する本研究に関わる本質的な問いを次に示す。「電気の通り道」の単元では、電気を通すものが金属であることを推論できるかどうかのみを目標にしたが、本単元では磁石につくものが鉄であることと、それを考察するための根拠である実験方法と結果を説明できることを目標に加えた。問題1と2はその2点を評価するための問題である。

問題1 じしゃくにつくのはどんなものですか。

問題2 問題1は、どんな実験をして、どんな結果になると、たしかめることができますか。くわしく書きましょう。

問題1の単元学習前の主な記述は、表7のようであった。

表7 問題1の記述例

・鉄	6名
・金属	16名
・鉄、金属	2名
・はさみ、ホチキスのしん	2名
	(欠席4名)

電気の通り道の学習のときと違い、鉄あるいは金属と物質名で答える児童がほとんどであった。また、金属と答える児童が多いが、この中には、鉄は金属に含まれるという関係を正しく理解していない児童も多いと思われる。

問題2の単元学習前の記述例は次の表8のようであった。

表8 問題2の記述例

- ・磁石につくかという実験をしてつくものもあればつかないものもある。(女子、U.K.)
- ・磁石はアルミニウム、銅、鉄にくっつくかたしかめ、全部くっついたら金属で鉄だけだったら鉄と言える。(女子、N.S.)
- ・わからない(男子、T.S.)
- ・磁石をいろいろなものにくっつけてみる実験(女子、S.K.)
- ・棒磁石を鉄にくっつけると確かめることができる。(女子、U.R.)

女子N.S.のように、学習前から適切な記述をした児童は、「電気の通り道」の単元での学習の効果があつたものと思われる。しかし、多くの児童は電気の学習で結果から考察にいたる推論を行ったが対象が磁石に変わると正しい推論ができない。女子S.K.のように「いろいろなものにつけてみる」というふうに帰納的な推論を前提としている記述が多い。これは教科書のカリキュラムと同じ過程を児童も意識しているといってもよい。

(3) 授業のねらいを達成するための修正と改善

教科書に示される一般的な授業の流れでは、「磁石につくものをさがそう」という課題を提示し、身の回りのものに磁石を近づけて、引きつけられるかどうかを調べて表に整理する。そして、「磁石は鉄でできたものを引きつける。紙やガラス、プラスチックなどは磁石につかない。また、アルミニウムなどの鉄以外の金属も磁石につかない。」とまとめる。「電気の通り道」のときと同様に自由試行的な実験と帰納的な推論を通して、科学的に妥当な結論を導こうというのである。

しかし、単元学習前の本質的な問いに対する記述からは、自由試行的な実験から帰納的な推論



図4 磁石の性質OPPシートの表面

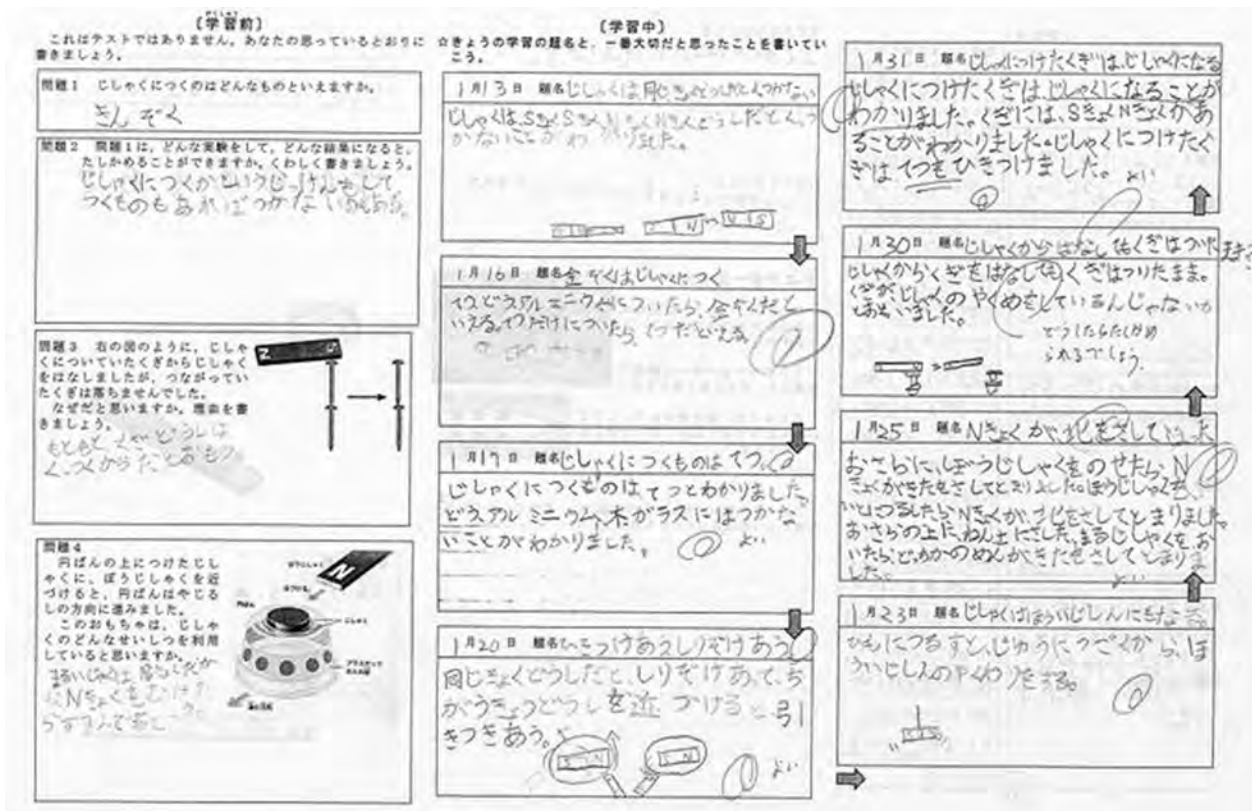


図5 磁石の性質OPPシートの裏面

を行う学習によって、児童たちの既有的知識が科学的に妥当な考えに変わることは困難であることが予想される。また、観察・実験の結果から結論を推論する能力の育成を図ることも困難であろう。「電気の通り道」の単元と同様に「～の実験をして、～という結果になったら、～ということが分かる」ことを考える過程をカリキュラムの中に位置づけることが必要であると考えられる。そこで表9に示すように修正したカリキュラムで授業を行う（加えた内容は斜字で示す）。

表9 カリキュラムの比較

修正したカリキュラム	教科書に示されたカリキュラム
<p>第1時</p> <ul style="list-style-type: none"> 学習前のOPP本質を貫く問い記述。 いろいろなものを磁石に近づける。 <p>第2時</p> <ul style="list-style-type: none"> どんな実験をして、どのような結果になったら磁石につくものは金属といえるのか、またどんな結果なら磁石につくものは鉄と言えるのか考える。 <p>第3時</p> <ul style="list-style-type: none"> 鉄、銅、アルミニウムを含めいろいろなものを磁石につけて何が磁石につくのか調べる。 磁石は鉄でできたものを引きつける。 紙、ガラス、プラスチックなどはつかない。アルミニウムのなどの鉄以外の金属も磁石につかない。 	<p>第1・2時</p> <ul style="list-style-type: none"> いろいろなものを磁石に近づけ、磁石につくものをさがす。結果を表にする。 <p>第3時</p> <ul style="list-style-type: none"> 磁石につくものはどんなものか調べた結果をもとに考える。 どんなものが磁石につくのか分かったことを発表する。 磁石は鉄でできたものを引きつける。 紙、ガラス、プラスチックなどはつかない。アルミニウムのなどの鉄以外の金属も磁石につかない。
<p>第4～6時</p> <ul style="list-style-type: none"> 2つの磁石のちがう印の極どうしを近づける。同じ印の極どうしを近づける。 ちがう印の極どうしは引き合い、同じ印の極どうしはしりぞけ合う。 磁石のN極は北をさす。 	<p>第4・5時</p> <ul style="list-style-type: none"> 2つの磁石のちがう印の極どうしを近づける。同じ印の極どうしを近づける。 ちがう印の極どうしは引き合い、同じ印の極どうしはしりぞけ合う。 磁石のN極は北をさす。
<p>第7時</p> <ul style="list-style-type: none"> 磁石に付けた釘を小さい鉄の釘に近づける。 磁石に付けた釘を方位磁針に近づける。 どんな実験をしてどんな結果になったら釘は磁石になったといえるのか考える。 <p>第8時</p> <ul style="list-style-type: none"> 調べた結果を整理して磁石に付けた鉄の釘が磁石になっているか考える。 磁石についた釘は磁石になっている。 	<p>第6・7時</p> <ul style="list-style-type: none"> 磁石に付けた釘を小さい鉄の釘に近づける。 磁石に付けた釘を方位磁針に近づける。 調べた結果を整理して磁石に付けた鉄の釘が磁石になっているか考える。 磁石についた釘は磁石になっている。
<p>第9時</p> <ul style="list-style-type: none"> 身の周りで磁石を利用しているもの考える。 学習後のOPP本質を貫く問いと自己評価の記述。 	<p>第8時</p> <ul style="list-style-type: none"> 身の周りで磁石を利用しているもの考える。

(4) 第1時の学習活動

① 発表内容

第1時は、自由試行をした後、気づいたことや調べてみたいことを発表した。その中には磁石の極などに関する発言もあったが、「じしゃくにつくもの」についての発言のみを表10に示す。

表 10 主な発表内容

- ・金属についている。
- ・鉄についた。
- ・鉄でもついたりつかなくなったりする。
- ・同じ色なのになぜつかないのだろう。
- ・プラスチックにつかない。

② OPP シートの学習履歴の「じしゃくにつくもの」の記述

第1時のOPPシート学習履歴の記述は表11のような内容であった。

金属と鉄の関係を理解しておらず、多くの児童が金属につくと記述した。「鉄にはつく」と記述した児童もいたが、

「ほかの金属にはつかない」ことを記述した児童はいなかった。また、前単元「電気の通り道」で学習した、「結果から考察を導く推論」を行っていない児童も多かった。内容が変わると以前の学習内容を活用して思考をすることは困難である。

第1時の学習では、学習前の本質的な問いの記述から予想されたとおり、自由試行からは科学的に妥当な考えは出てこなかった。しかし、男子M.K.のように、磁石につくのは金属とはいえないことに気づき始めた児童もいる。磁石につくのは金属といえるのか鉄といえるのかどうか課題として意識されるようになった。

表 11 第1時のOPPシート学習履歴の記述例

- ・金属はつくことがわかった。プラスチックはつかない。(女子、S.K.)
- ・磁石はプラスチックにはつかないけれど鉄だとくっつく。(女子、U.R.)
- ・鉄は金属の仲間だけど、金属はつかない(女子、I.M.)
- ・プラスチックはくっつかない。(男子、T.S.)
- ・金属でも磁石につかない金属があった。(男子、M.K.)

自由試行からは科学的に妥当な考えは出てこなかった。しかし、男子M.K.のように、磁石につくのは金属とはいえないことに気づき始めた児童もいる。磁石につくのは金属といえるのか鉄といえるのかどうか課題として意識されるようになった。

(5) 第2時のカリキュラム評価

① 話し合いの内容

「磁石につくものは鉄と言えるのか、金属といえるのか」確かめる方法と「どのような結果になると何が言えるのか」をグループで話し合い、ホワイトボードで発表する。ホワイトボードは表12のような記述になった「何が言えるのか」の部分が考察にあたる。

鉄が金属に含まれることを正しく表現できていないグループも多いが、「～の結果だったらば～といえる。」と推論の形は整ってきている。

② OPP シートの学習履歴の記述例

話し合いと発表のあと、OPPシートに今日に授業で大切だと思うことの本質的な記述は表13のような記述になった。

どのような実験をして、どのような結果になったら鉄と言えるのか金属といえるのか、表現できる児童が多くなった。前時までは、結果から結論を導くことは難しかったが、本時のOPPシートの記述からは望ましく変容している児童が増えていることが分かる。カリキュラムに加えた「～の結果だったらば～といえる」ことを考える活動の効果がかがえる。次時の授業では実験結果から考察できる児童が多くなることが予想される。

(6) 第3時の学習活動

授業では鉄、銅、アルミニウムを含めいろいろなものを磁石に近づけて結果を表にする。そして考察を記述させた。実際の授業では考察という言葉は用いず、「わかったこと」として考察を考えさせている。

① OPP シートの学習履歴の記述例

第3時におけるOPPシートの学習履歴は表14のような記述であった。

表12 話し合いの内容のホワイトボードへの記述

<p>Aグループ 方法 まず、鉄に磁石をあてる。次に金属に磁石をあてる。 結果 金属にくっつかなかったら鉄だといえる。鉄にくっつかなかったら金属だといえる。</p> <p>Bグループ アルミニウムや鉄に磁石をくっつけてみてくっついたら金属だといえる。くっつかなかったら金属だといえない。</p> <p>Cグループ 方法 磁石に鉄・アルミニウム、どうがくっついたら磁石につくのは金属といえる。 結果 鉄だけ磁石にくっついたら磁石につくのは鉄だと言える。金属が磁石についたら磁石につくのは金属といえる</p> <p>Dグループ 方法 磁石を金属と鉄にくっつけてみる。 結果 銅、鉄、アルミについたら金属といえる。鉄だけについたら鉄といえる。</p> <p>Eグループ 方法 鉄、アルミニウム、銅をじしゃくにくっつける。 結果 鉄アルミニウム銅にくっついたら金属だといえる。くっつかなかったら鉄だといえる。</p> <p>Fグループ 方法 鉄と金属を磁石にくっつけてみる。くっついた方が結果となる。 結果 になったら鉄といえる。 になったら金属といえる。「(になったら)」の前には何も書いていない</p> <p>Gグループ 方法 鉄と金属に磁石をつける 結果 金属がつかない結果になったら鉄だといえる。鉄がつかない結果になったら金属だといえる。</p>

表13 第2時のOPPシート学習履歴の記述例

<ul style="list-style-type: none"> ・鉄銅アルミニウムについたら金属だといえる。鉄だけについたら鉄と言える。(女子、U.K.) ・結果は銅アルミニウム鉄についたら金属といえる。鉄だけについたら鉄と言える。(女子、U.R.) ・鉄銅アルミニウムに磁石をつける。結果銅アルミニウム鉄についたら金属といえる。鉄だけについたら鉄と言える。(女子、N.S.) ・実験方法 鉄・銅・アルミに磁石をつける。結果 鉄・銅・アルミにつくと金属だと言える。(女子、S.K.) ・銅・アルミニウム・鉄につけてみて鉄だけについたら鉄と言える。(男子、T.S.)
--

表14 第3時のOPPシートの学習履歴の記述例

<ul style="list-style-type: none"> ・鉄・磁石につくものは鉄と分かりました。銅アルミニウム木ガラスにはつかないことが分かりました。(女子、U.K.) ・磁石につくものは鉄だと言える。(女子、U.R.) ・実験の結果鉄だけについた。磁石の性質①磁石は鉄にくっつく。(女子、S.K.) ・磁石につくものは鉄だと言える。磁石の性質①磁石につくものは鉄。(女子、N.S.) ・磁石につくものは鉄。(男子、T.S.)

表 15 問題2 単元学習後の記述例

学習後の記述の種類	学習後の記述例	学習前の記述	人数
	・磁石に金ぞくはつくという実験をして鉄だけについた。(女子、U.K.)	磁石につくかという実験をしてつくものもあればつかないものもある。(女子、U.K.)	7
適切な方法と結果を記述	・鉄・銅・アルミニウムを磁石につける。鉄・銅・アルミニウムについたら金属だと言え。鉄だけについたら鉄だと言え。(女子、N.S.)	・磁石はアルミニウム銅鉄にくつつくかたしかめ、全部くつついたら金属で鉄だけだったら鉄と言え。(女子、N.S.)	
鉄がつくことのみを結果を記述	・釘は鉄で磁石にくぎがつくから。(男子、T.S.)	わからない。(男子、T.S.)	5
方法のみ記述	・金属に磁石をくつつける。(女子、S.K.)	磁石をいろいろなものにくっつけてみる実験。(女子、S.K.)	7
別の実験の方法と結果を記述	・磁石に釘をつけて、磁石を釘からはなしたら釘に引きつける性質がのこってくつつく。(女子、U.R.)	棒磁石を鉄にくっけると確かめることができる。(女子、U.R.)	5
わからない			3

(なお欠席者は3名)

学習前の自由試行のあとで金属と答えていた子も、全員磁石につくものは鉄だという考えに変わった。

(7) 単元を貫く本質的な問い単元学習後の記述

問題1には欠席者をのぞく全員が磁石につくものは鉄であると答えた。磁石につくものは鉄であるという知識については、修正したカリキュラムが妥当であったといえる。

問題2の「実験方法と結果」の問いの記述例を類型別にした人数は表15のとおりであった。学習前後を比較できるように、同じ児童の学習前の記述も示した。

学習前の記述と比較すると方法・結果・考察を記述できるようになってきている。修正したカリキュラムの効果が表れているといえるが、適切に記述できる児童は7名と多いとはいえない。

V. 考 察

1. カリキュラムマネジメントの必要性和重要性

授業で児童たちを望ましい形に変容させ、適切な資質・能力を育成するためには、児童の実態を把握した上で教材や指導方法を工夫し、効果的な観察・実験を行うことが必要である。そのためには1時間の授業だけでなく、本研究で検討してきたようにカリキュラムを評価して改善するという、カリキュラムマネジメントの考え方が必要であると考えられる。

自ら学び自ら考える力、つまり生きる力を育むためにどのようなカリキュラムが望ましいのであろうか。理科においては自ら学び、自ら考える力を育てるための中心的な問題解決として「見通しを持った観察、実験」のカリキュラムを具体化する必要がある。問題についての予想や仮説をもち、観察、実験の計画や方法を考える過程、観察、実験の実施、結果を表やグラフに整理して考察、表現するなどの一連の活動をカリキュラムに具体化する必要がある。

資質・能力を高めるためには児童の実態を把握し、目標と照らし合わせながら学習活動を計画す

る。これがカリキュラムの作成である。このカリキュラムを授業で実践し、児童が望ましく変容しているのかどうかを評価する。これは児童の評価であると同時にカリキュラムの評価でもある。カリキュラム評価の結果からカリキュラムの改善を行うのである。これらの一連の流れがカリキュラムマネジメントである。カリキュラムは各学校で作成することになっているのであるから、カリキュラムマネジメントはその学校の児童の実態の変容をもとに各学校で行わなくてはならない。

しかし、学校では教科書で示された例のとおりのカリキュラムで授業を行うことが多い。また、授業評価を行ったにしても教師の感想や児童の意識調査によるものが多く、カリキュラムマネジメントによる具体的な改善はあまり行われてこなかった。今後は、本研究の中で行われたような授業改善、ひいては児童の資質・能力育成のためのカリキュラムマネジメントという視点が重要になってくると考えられる。

2. OPPAによる学習者の実態把握の重要性と授業の狙い達成のためのカリキュラム改善

OPPAによって学習前の実態を把握することで、児童たちが実験結果から帰納的に推論して結論を導き、科学的に妥当な考えに変容することは困難な場合があることが分かった。教科書には帰納的な推論による問題解決的な過程が示されているが、実験を行う前に「～の結果になったなら～ということが分かる」ことを学び、見通しをもつ過程を加えることで実験結果から自らの考えを科学的に妥当な考え方に変えることができる。

また、修正したカリキュラムの効果は、学習履歴「きょうの学習で大切だと思ったこと」のOPPシートの記述により、評価することができる。電気の通り道と磁石の性質の2つの単元では、「鉄」なのか「金属」なのかということについて、言葉による知識とともに実験方法や結果と結びついた手続き的な知識を獲得していくようすが評価できる。

OPPAによる学習後の評価から、電気を通すものは金属で、磁石につくものは鉄であることが記述でき、このカリキュラムの有効性がうかがわれた。しかし、磁石につくものが鉄であることについては、方法と考察（わかったこと）が記述できる児童は、学習中には多くなったが、学習後の問いについて妥当な答えが記述できる児童は学習中に比べて減っていた。学習後に書けなかった児童の中には表15の女子U.R.のように、この単元で学習した磁石の別の性質について確かめる方法と結果を記述していた児童も5人いた。学習内容が多くなると新しい実験や、印象の強い実験について記述するのではないだろうか。これもまたカリキュラム評価を行った結果である。3年生として、目標も含め問題点を再検討する必要があるだろう。

OPPAによって児童たちの資質・能力の実態が評価でき、カリキュラムづくりに生かすことができる。そして児童の変容もOPPAによって評価できる。児童の変容はカリキュラム評価でもある。望ましく変容していればそのカリキュラムは効果的であるといえる。望ましい変容が見られない場合はカリキュラムの問題点を検討し修正を行うことができる。OPPAはカリキュラムマネジメントを行うためのカリキュラム評価の具体的なツールとなりうる。

(附記) 本研究の一部は、科学研究費基盤研究(B)(課題番号21300291)よった。

(註)

- 1) 文部科学省「小学校学習指導要領解説理科編」pp. 7-11、大日本図書、2008
- 2) 同上書
- 3) 猿田祐嗣・中山 迅編著「思考と表現を一体化させる理科授業」東洋館出版社、2011

- 4) 松原道夫「理科におけるカリキュラムマネジメントの視点」『理科の教育』Vol. 61、pp. 5-8、2012
- 5) 堀 哲夫『一枚ポートフォリオ評価 理科—児童と先生がつくる「学びのあしあと」』日本標準、2004