

小学校理科における学び文化の創造 (5)

——理科におけるポートフォリオ評価を中心に——

柴 一実 山崎 敬人 秋山 哲 西井 章司
土井 徹

はじめに

2002 (平成14) 年度から、学校現場では「目標に準拠した評価」(絶対評価)が導入され、それに伴い、評価のあり方が盛んに議論されている。現行の指導要録に示されている小学校理科観点別評価項目の4観点を適切に評価するには、どのような評価方法が可能であるのか。

筆者らは数年来、小学校理科授業において、「もの」や「ひと」との関わりを通して、子どもがいかに自然科学に関する学び文化を創造するのか、という課題を掲げて研究を行って来ている。そこで本年度は、子どもが「もの」や「ひと」と関わることによって構築した内なる文化と評価との関係について考察することを目的とした。

近年、新しい評価法としてポートフォリオ評価が注目を集めている。同評価法は従来、「総合的な学習の時間」や一部の技能系教科などにおいて用いられて来たが、小学校理科では、ポートフォリオ評価を取り入れた実践研究は多くない。こうした数少ない先行研究として、西岡加名恵氏らのグループは、パフォーマンス課題とその評価基準であるルーブリックについて、第4学年の「木の観察記録」について報告している。(西岡・梅澤・喜多・宮本・原田, 2003) また、堀哲夫氏は、ポートフォリオを一綴りにまとめた「1枚ポートフォリオ」法を提唱している。(堀, 2004)。

西岡氏によれば、ポートフォリオ評価には、①あらかじめ定められた評価基準を教師が提示する「基準準拠型ポートフォリオ」、②教師と子どもが共同で評価基準を考える「基準創出型ポートフォリオ」、③子どもが自己アピールする「最良作品集ポートフォリオ」の3種類が存在する、と指摘されている。同氏によれば、思考力や判断力などのような「高次の学力」を保障することが求められる教科では、指導者側が評価基準をあらかじめ設定し、それと照らし合わせて作品を

収集していく「基準準拠型ポートフォリオ」が有効である、と主張されている。(西岡2003)

そこで本研究では、小学校理科第3学年及び第6学年の電気単元において、「パフォーマンス課題」と「ルーブリック」による評価を試み、児童のパフォーマンスの分析を通して、児童の概念や考え方などの変容を探ることによって、同評価法の有効性について検討を行った。

ところで、第3・6学年の具体的事例は後述するが、本研究で用いた「パフォーマンス課題」及び「ルーブリック」は、一体どのような手順を経て作成されたのか。まず、この点を明確にしておきたい。第一に、「パフォーマンス課題」作成の手順は、次の通りであった。

- (1) 電気学習に関する先行研究の検討を行う。
- (2) 電気事象に関する児童の知識や考えなどの実態を把握する。
- (3) 学習指導要領において、第3・6学年の電気に関する目標を検討する。
- (4) 第3・6学年の電気単元における「パフォーマンス課題」を設定する。

第二に、「ルーブリック」を構成する、「評価基準」及び「パフォーマンス事例」作成の手順は、次の通りであった。

- (1) 電気事象に関する児童の素朴概念やメンタルモデルなどの実態を把握する。
- (2) 電気学習に関する先行研究を検討する。
- (3) 予め設定した電気単元に関する「パフォーマンス課題」(第3・6学年)に対応させながら、「評価基準」及び「パフォーマンス事例」を選び出す。

なお、本研究の実践を行った授業者は、広島大学附属東雲小学校、土井徹教諭及び西井章司教諭であった。土井教諭は同校第3学年1組(男子19名、女子20名)を担当し、授業実施日は2004(平成16)年11月12日か

ら12月22日までであった。また西井教諭は同校第6学年2組(男子19, 女子17名)を担当し, 授業実施日は2004(平成16)年11月12日から12月22日までであった。

I 第3学年「電気で明かりをつけよう」の実践

1 授業実践

(1) 単元について

小学校第3学年の電気に関する学習の目標は, 現行指導要領では, 「乾電池に豆電球などをつなぎ, 電気を通すつなぎ方や電気を通す物を調べ, 電気の回路についての考えをもつようにする。」とある。内容は「ア 電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方があること。」「イ 電気を通す物と通さない物があること。」である。今回の実践では, 電気が通って明かりがつくときの仕組みに焦点を当てた。乾電池1個, 豆電球1個, 左右の導線の長さが等しい回路の他に, 左右の導線の長さが異なる回路や導線が折れ曲がっている回路, 長い導線を使った回路も取り上げた。回路ができていれば, どれも同じように明かりがつくかどうかを調べる学習は, 問題解決能力の形成を促すとともに, 電気回路の仕組みについての見方や考え方を養うことができると考えたからである。過去の自分の経験や知識から類推して, 予想の根拠を顕在化させる活動は思考力の形成にも適している。

(2) パフォーマンス課題とループリックについて

パフォーマンス課題は, 「明かりがつく仕組みについてのメンタルモデルを作る。」「左右の導線の長さが異なる回路や導線が折れ曲がっている回路, 長い導線を使った回路で明かりがつくかどうかを判断する。」を準備した。前者は, 単元の初めと中頃と終わりに同一のものを合計3回使用した。パフォーマンス課題をループリックを以下に示す。

【パフォーマンス課題①】

明かりがつく仕組みを図と文で表しましょう。

【評価基準】

理由を明らかにして, 明かりがつく仕組みを図や文で表現することができる。

【評価基準とパフォーマンス事例】

評価基準Ⅳ

明かりがつく仕組みについて, 理由を明確にして図と文を用いて具体的に説明を行っている。

児童のパフォーマンス事例

・電気が乾電池の+極と-極から出て, 豆電球のところでぶつかって明かりがつく。石ではぶつ

けると火が出るので, それと同じように電気の粒と粒がぶつかったときに明かりがつく。

評価基準Ⅲ

明かりがつく仕組みについて, 図または文を用いて説明を行っている。

児童のパフォーマンス事例

・電気は小さいまゝで, 豆電球のところで明かりがつくようになっていて, 豆電球のところで明かりをつけて少しかけて, また乾電池へ戻ってくる。

評価基準Ⅱ

明かりがつく仕組みについて図または文を用いて説明しようとしている。

児童のパフォーマンス事例

電気の粒が豆電球のところへ行って, また乾電池に戻る。それを繰り返して, 疲れたら電池が使えなくなる。

評価基準Ⅰ

明かりがつく仕組みについて説明することができない。

児童のパフォーマンス事例

豆電球や乾電池だけを描いており, 文や電流の向きを表す矢印は記入していない。

【パフォーマンス課題②】

- ①左右の導線の長さが違う回路
- ②導線が折れ曲がっている回路
- ③導線が長い回路

に明かりはつくでしょうか。

【評価基準】

自分が構成した豆電球に明かりがつく仕組みのモデルを利用して, 明かりがつくかどうかを推論することができる。

【評価基準とパフォーマンス事例】

評価基準Ⅳ

豆電球に明かりがつく仕組みのモデルを利用して, ①～③の全てについて理由を明確にして正しく判断する。

児童のパフォーマンス事例

・電池の片方の端から電気が出て, それが豆電球を通ることによって明かりがつくので, 左右の

導線の長さが違ってても、明かりはつく。

- ・電気は目に見えないほど小さいので、導線が折れ曲がっていても、そこでつまったりせずに、明かりはつく。
- ・導線が長くても、電気は遠くまで届くので、明かりはつく。

評価基準Ⅲ

豆電球に明かりがつく仕組みのモデルを利用して、理由を明確にして判断する。

児童のパフォーマンス事例

- ・電池の両端から電気が出て、それがぶつかることで明かりがつくので、①は明かりがつかない。
- ・導線が折れ曲がっていると、そこで電気がつまるので、②は明かりがつかない。
- ・導線が長いと、そこまでは電気が届かないので明かりはつかない。

評価基準Ⅱ

豆電球に明かりがつく仕組みのモデルを利用して判断しているが、①～③の中で理由が書けないものがある。

児童のパフォーマンス事例

- ・①②についての理由は書けているが、③の理由は書けていない。

評価基準Ⅰ

豆電球に明かりがつくかどうかだけを判断している。理由は書けない。

児童のパフォーマンス事例

- ・①②③それぞれについて、明かりがつくかどうかは書いているが、理由は書けていない。

(3) 指導目標

- ・電気を通すつなぎ方や電気を通す物を進んで調べる態度を養う。
- ・電気の回路や電気を通すものについての考えをもつことができるようにする。
- ・電気の回路についての考え方を、図や文で表すことができるようにする。
- ・電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方があることや、電気を通す物と通さない物があることを理解することができるようにする。

(4) 授業の概要

第1次では、まず豆電球、乾電池、導線付ソケットを使って豆電球に明かりがつくつなぎ方とつかないつなぎ方を調べる活動をさせた。次に、豆電球のガラス

球部を口金からはずしたものと乾電池を導線につなぎ、明かりがつくときは豆電球と乾電池が導線によって一つの輪のようにつながっていることを視覚的に確認した。続いて、明かりがつく仕組みを考え、表現させた（パフォーマンス課題①）。児童各々が自分なりのメンタルモデルを作成した後、中学生による電流のモデルの説明を視聴させた。このモデルは、予め児童の電流に関するイメージを調査し、考えが分かれている点について中学生が作成したものである。中学生によるプレゼンテーション後、児童に改めて明かりがつく仕組みを問うた（パフォーマンス課題①）。以上の活動の後、左右の導線の長さが異なる回路や導線が折れ曲がっている回路、長い導線を使った回路について明かりがつくかどうかを考えさせた（パフォーマンス課題②）。第2次では、回路の途中に身の回りにあるいろいろな物を挟んでつなぐ活動を通して、電気を通す物と通さない物を把握させた。第3次では、金属と非金属の性質の違いを利用したスイッチ作りをさせた。最後に、児童に改めて明かりがつく仕組みを問うた（パフォーマンス課題①）。指導目標を達成するための主たる方途は、児童に考えをはっきりさせることを促す言葉かけを行ったことと、各々の考えを交流させる場を設けたことである。

2 結果とまとめ

表1 課題①についてのルーブリックに基づく評価

評価基準	1回目(人)	2回目(人)	3回目(人)
Ⅳ	2	28	30
Ⅲ	9	4	4
Ⅱ	22	7	5
Ⅰ	6	0	0

明かりがつくときは豆電球と乾電池が導線によって一つの輪のようにつながっていることを視覚的に確認した後に表示したパフォーマンスが1回目のものである。中学生による電流モデルのプレゼンテーション後のパフォーマンスが2回目のものである。3回目のは、単元終了時のパフォーマンスである。

1回目と2回目を比較すると、明かりがつく仕組みについて図または文を用いて説明しようとしているが表現が十分ではなかった児童（基準Ⅱ）や明かりがつく仕組みについて説明することができなかった児童（基準Ⅰ）が大幅に減少し、明かりがつく仕組みについて、理由を明確にして図と文を用いて具体的に説明を行っている児童（基準Ⅳ）が大幅に増加している。1回目では基準Ⅰの児童が多いが、このうちの多くは、乾電池のプラス極とマイナス極から電気が出て行く欠

印を記入していた。そして、これらの児童の多くが2回目では「電気が豆電球のところでぶつかって明かりがつく」と記していた。中学生によるプレゼンテーションの中に、電気と電気がぶつかって明かりがつくとするものがあつたことから、自分の持つ考えが、中学生の示したモデルによってうまく説明がついたことによって、自分なりのメンタルモデルを作ることができたのではないかと考える。2回目と3回目を比較すると、表1を見る限り大きな変化は見られない。しかし、パフォーマンスを詳細に検討すると、基準Ⅳから基準Ⅲ、基準Ⅱへ移行した児童が5名見られた。このうち3名は、2回目のパフォーマンスでは、電気と電気がぶつかって明かりがつくと考えていたが、豆電球から乾電池の両極までの左右の長さが異なる導線を使った回路でも明かりがついたことから、自分の考えを修正した児童である。うまく説明がついていたモデルでは説明がつかなくなったが、新しく考えた電気の流れ（一方向に流れる流れ）では明かりがつく仕組みを未だうまく説明できない状況にあることが伺える。

表2 課題②についてのループリックに基づく評価

評価基準	(人)
Ⅳ	10
Ⅲ	22
Ⅱ	5
Ⅰ	2

パフォーマンス課題①の2回目において電流が一方向に流れるメンタルモデルを作っている児童7名のうち1名を除いて全員は、左右の導線の長さが違う回路に明かりがつくと判断した。乾電池のプラス極とマイナス極から電気が出て、電気と電気がぶつかって明かりがつくと考えていた児童の中にも、左右の導線の長さが違う回路に明かりがつくと判断した児童が5名いた。理由は「豆電球と乾電池が導線で輪のようにつながっているから。」ということであった。「短い導線の方を通る電気は、長い導線を通る電気が豆電球に届くまで待つ。」というパフォーマンスを示した児童もいた。電気と電気がぶつかって明かりがつくと考えていた児童の多くは、左右の導線の長さが違う回路に明かりがつかないと判断した。理由として、「左右の導線の長さが違うと豆電球のところで電気と電気がぶつかることができないから。」「導線が長いほうの電気が疲れてしまって、豆電球まで届かないから。」「片方だけ電気が早く来るから。」「タイミングが合わないから。」などのパフォーマンスが見られた。

導線が長い回路（左右それぞれ長さ3メートル程度の導線を用いた回路）では、全員が明かりはつくと判

断した。理由として「左右の導線の長さが同じだから。」「電気は少しくらい遠くても届く。」などが見られ、「家の延長コードやこたつのコードも長いけれど、電気が届いている。」という生活経験から導き出されたパフォーマンスもあつた。先に述べた、左右の導線の長さが違う回路については「導線が長いほうの電気が疲れてしまって、豆電球まで届かないから、明かりがつかない。」と判断した児童は、この課題では明かりがつくと判断していた。導線が折れ曲がっている回路では、明かりがつかないと判断した児童は4名で、理由として、「折れ曲がっているところで電気がつまる。」と述べている。明かりがつくと判断した児童の理由の多くは、「左右の導線の長さが同じだから。」であった。「電気の形は稲妻だから、どんなところでも通る。」「狭かったら、大きさを変えて小さくなって通る。」「電気は硬くないから狭くても通る。」「電気の粉はとても小さいからどんなところでも通る」「家の通信ケーブルは折れ曲がっていても大丈夫だから。」などが見られた。

本研究では、小学校第3学年の電気の学習において、パフォーマンス課題とループリックによる評価を試み、その有効性を探った。

同一のパフォーマンス課題とループリックを複数回用いることで、以前の自分の考えとそれを覆す実験の結果からメンタルモデルを修正する姿が見られた。一方で、自分の考えを覆す実験結果が提示されても、自らのメンタルモデルを修正せずに現象を説明できる理由を探る姿も見られた。複数のパフォーマンス課題を関連させることで、多くの児童が、以前のパフォーマンスを用いて課題に対処した。児童のパフォーマンスには、生活経験から導き出されたもの、中学生が提示した電流モデルに影響を受けたと思われるものが見られた。

以上から、理科学習において、パフォーマンス課題とループリックを用いることは以下の点において有効であると考えられる。

- ・児童の思考を促すこと。
 - ・児童の思考を適切に評価し、指導に生かすこと。
- なお、ループリック評価に関する今後の課題としては、次のものがあげられる。
- ・ループリックの児童との共有化について検討する。
 - ・複数単元で活用可能なループリックについて検討する。

Ⅱ 第6学年「電流と電磁石」の実践

1 授業実践

(1) 単元について

現代の子どもたちは電気エネルギーやモーターの性質を利用した製品に囲まれている。日常生活は電気とのかかわりなしでは成立し得ないと言っても過言ではないであろう。しかし、直接見たりさわったりすることができないため、子どもたちは電流やモーターなどの性質について意識して利用しているわけではない。そこで本単元では電流を流すと、鉄心が磁化されることや電磁石の強さ、極の向きなどについて調べ、電流は磁力を発生させるという見方や考え方をもちようにするとともに、子どもたちが電流の働きに興味を持ち、日常接している現象に結び付けられることがねらいである。本学級の児童は、水よう液の性質の学習において、水にとけた二酸化炭素がどのような状態になっているのかモデル図に表すという目に見えない状態のものを見る形に置き換えて考える学習を行ってきている。電流や磁力も目に見えないものであり、本単元においてもモデル図を用いることは有効であると考えている。また、ほとんどの児童が実験やものづくりなどの活動に対して意欲的である。本単元の学習では具体的に操作する時間を十分に取ることで見えない世界を想像していくための体験を蓄積することに結びつけるとともに、意欲的に追究を続けていくことができるものとする。

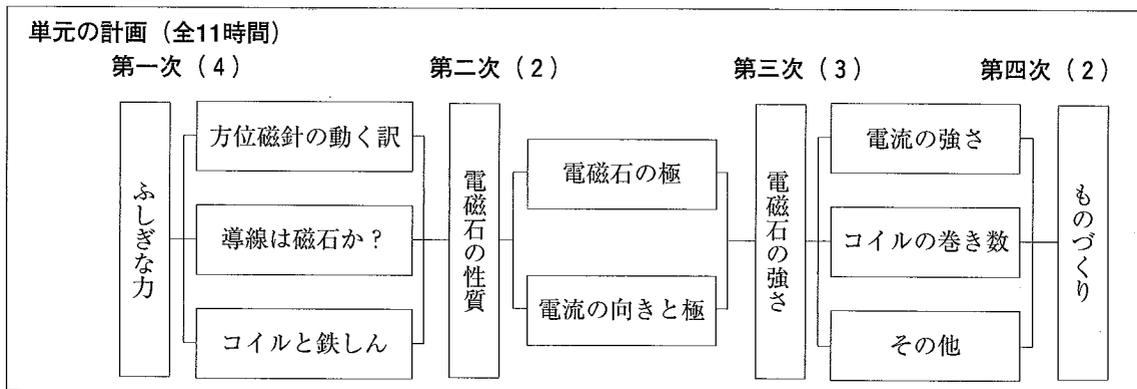
(2) 単元のねらい

- 1 電気を働かせたときの現象に興味を持ち、意欲的に調べようとするができるようにする。
- 2 電磁石に電流を流したときの電流の働きの変化とその要因について、条件に着目して実験計画を立てたり、結果を考察したりすることができるようにする。
- 3 予想をもとに実験を計画し、行うことができるようにする。
- 4 電流の流れている巻き線は、鉄心を磁化することや電磁石の極や強さなどの性質について理解することができるようにする。

(3) 授業設計の焦点

本時ではいきなり電磁石から単元を始めるのではなく、エナメル線に電流を流し、方位磁針の針が動くことを観察することから始める。電流は磁力を発生させるという見方や考え方をもちようにするためには、1本のエナメル線でも周りに変化が起こるということをしつくり観察し、また考えることが必要であると考えたからである。

またどうして方位磁針の針が振れるのか予想するときには、予想だけでなくそう考えた根拠を発表する場を設ける。根拠を明らかにしようとする中で、自分の考えがより鮮明になるし、相手を説得していく際により説得力のある考えとなるからである。



(4) パフォーマンス課題とルーブリックについて

本単元におけるパフォーマンス課題は「エナメル線に電流を流すとどうして方位磁針の針が動くのかモデル図に示す。」と「ひきつける力の強い電磁石を作るにはどうすればよいのだろうか。できるだけ多く考える」の二つを準備した。前者については単元の導入時とまとめのときに使用した。ここでは前者のパフォーマンス課題とルーブリックを以下に示す。

【パフォーマンス課題1】

「どうして方位磁針の針が動いたのだろうか。図や文章で書きなさい。またそう考えた根拠を書きなさい。」

【評価規準】

どうして方位磁針の針が振れるのか推論し、自分の根拠をもってモデル図や文章に表すことができる。

(5) 授業の概要

第一次ではまず、1本のエナメル線に電流を流して

【評価基準とパフォーマンス事例】

	評価基準	児童のパフォーマンス事例
V	<p>①3年生の学習を想起し、方位磁針の針が動くには磁力と関係があることを推測できる。(説明できる)</p> <p>②本時の実験から、電流を流したときだけ方位磁針の針がふれることから電流が関係していることを推測できる。(説明できる)</p> <p>③電流の流れる向きを変えると針が反対に動くことや乾電池を増やすと強く振れることなどにも触れている。</p>	
IV	上記の①と②について書くことができる	(略)
III	エナメル線が磁石になったのではないかと推測できる。	
II	○磁力には気づいていないが、自分の考えや図を書くことができる。	
I	○予想や図などを書くことができない	(略)

みることから授業を始めた。それについて気づいたことを発表しあった。以下のような気づきが出された。

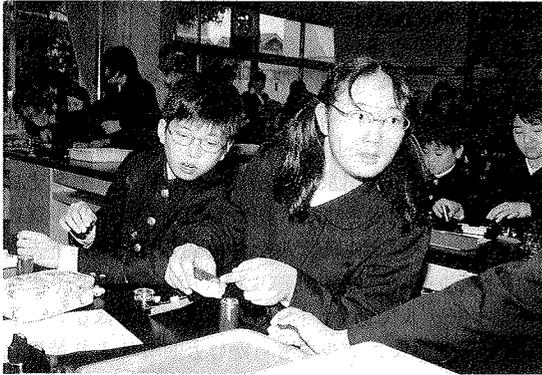
- ・方位磁針の針が振れる
- ・エナメル線を方位磁針の上に置くのと下に置くのとでは振れる向きが反対
- ・乾電池を1個から2個を増やすと方位磁針の振れ幅が大きくなる
- ・乾電池を入れ替えると振れる向きが反対になる

その中の方位磁針の針がふれたという意見を取り上

げ、それはどうしてか検討していった。

(パフォーマンス課題)

その後、どうすれば証明できるか検討する場を設けた。電流を流すと方位磁針の針はふれるけれども、エナメル線自体には極ができないことや、永久磁石とは鉄のつき方が違うことから、エナメル線自体が磁石になったわけではなく、磁力が出ているという結論を子どもたちは導き出した。ここでは手立てとして個々の実験に応じた実験道具を準備するとともに、永久磁石



を提示し、比較することに目を向けられるようにした。

さらに、このエナメル線をコイルにすることで鉄しんの磁化作用について学習を進めた。

第二次ではさらに、コイルを発展させて電磁石の極について調べた。ここでも手だてとしては永久磁石の提示をした。さらにこれまでの学習経験や生活経験に基づいて考えるように促した。

第三次では電磁石の強さについて学習した。上述したようにひきつける力の強い電磁石を作るにはどうすればよいのだろうか。できるだけ多く考えなさい」というパフォーマンス課題をもとに学習を進めていった。おこでの手立ては個々の実験に応じた準備をすることが中心となった。また全体に加えてグループやペアでの話し合いの時間を十分に取ることで学習を深めることができるように留意した。

第四次では電磁石の性質を利用したおもちゃづくりに取り組んだ。

単元のまとめにもう一度、第一次で取り上げたパフォーマンス課題「どうして方位磁針の針が動いたのだろう。図や文章で書きなさい。またそう考えた根拠を書きなさい。」についてワークシートに記入した。

2 結果とまとめ

ここではパフォーマンス課題1について考察したい。

(1) パフォーマンス課題は適切であったか。

電気を扱う単元は目に見えないため、子どもたちがイメージすることは難しい単元であると言える。そこでモデルの図示による説明を取り入れることで、お互いの考えを具体的に比較することができるようになる。自分と違った考えと出会うことで、それまで意識していない視点から自分の考えを見直すことができる。また、教師にとっても子どもの考えを把握するのに参考になり、より具体的な支援を考える手助けにもなる。これらの点から図示を取り入れたパフォーマンス課題を設定した。

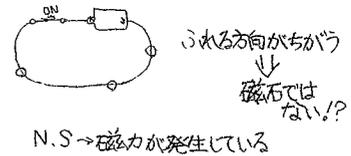


図1

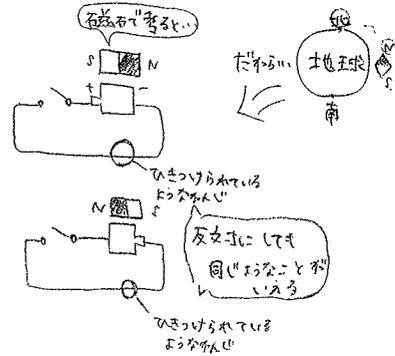


図2

下記の例に見られるように、

- ・磁石と磁力を同じと考えていても、根拠やイメージは異なっており、お互いの考えを確認することができたので、相手の考えの不明な点や納得できる点が明らかになり話し合いが深まったこと
 - ・自分のイメージを明らかにしたことで、どんな実験をしてどんなことを確かめたらよいか明確になり、見通しをもって活動できたこと
- などの成果が見られた。しかし、モデル図をなかなか表すことができない、あるいは根拠を文章にすることが容易ではない子どもも見られた。課題が適切であったのか、あるいはどういう支援が必要であったのかという検討すべき課題も残された。

表3 課題についてにルーブリックに基づく評価

評価基準	1回目(人)	2回目(人)
V	1	9
IV	16	25
III	6	2
II	13	0
I	0	0

- (2) ルーブリックに基づくパフォーマンスの考察
まず、1本のエナメル線に電流を流してみても方位磁

針の針が動いたことを視覚的に確認した後、気がついたことから方位磁針の針が動いたのはなぜなのかを表現したパフォーマンスが1回目のものである。2回目は、単元終了時のパフォーマンスである。

1回目の学習が始まったときと2回目の学習を終えたときを比較すると、基準Ⅱは全て基準Ⅲ以上に移行した。1回目の基準Ⅱは全体の36%いるが、ほとんどの児童が電流が何らかの働きをしていることについては予想しているものの、うまく説明ができなかったり、磁力の関与が予想できなかったりした児童である。しかし、2回目のパフォーマンスでは13人全ての児童が基準Ⅳ以上に移行した。これは自分なりに予想し、他の児童の意見と触れ合う中で実験方法を工夫し、追求した結果であると言える。

しかし一方1回目と2回目のパフォーマンスがともに基準Ⅲで、移行しなかった児童が2名いた。

これは教師の手立てが十分ではなかったことが原因であると考えられる。今後の課題としたい。

6年生の電流と電磁石の学習においても、3年生の実践同様、パフォーマンス課題とループリックによる評価を試みた。

パフォーマンス課題とループリック評価を取り入れることで話し合いが深まる、見通しをもって実験に取り組むことができるなどの成果があった。また、同一のパフォーマンス課題を複数回用いたことで、自分の予想のもとに追及を深めた実験の結果や他の児童との意見交換の結果から自分の考えを修正した児童の姿が見られた。しかし、モデル図や考えの根拠を文章にすることが容易ではない児童、考えを修正できない児童が見られるという課題も残った。

今後も継続してパフォーマンス課題とループリックによる評価の有効性と教師の有効的な支援のあり方を探っていきたい。

Ⅲ 考察

(1) 第3学年の実践について

第3学年の「パフォーマンス課題①」に対応した「評価基準Ⅳ」の「児童のパフォーマンス事例」として、「電気が乾電池の+極と-極から出て、豆電球のところでぶつかって明かりがつく。」というループリックが示されている。これは児童の「衝突」メンタルモデルをもとにして作成されたものである。実際の授業において、児童は附属東雲中学校生との相互交流によって、このモデルを形成するに至った。また、同「評価基準Ⅲ」の「児童のパフォーマンス事例」として、「豆電球のところで明かりをつけて少しかけて、また乾電池へ戻ってくる。」というループリックが示

されている。これは児童の「減衰」メンタルモデルがもとになっている。第3学年で初めて、理科を学習する児童にとって、メンタルモデルを用いて、日常生活と関連づけながら、電気現象を説明することは重要である。一方、「衝突」メンタルモデルを用いて電気現象を説明していた児童が、左右長さの異なる導線を豆電球につないだときでも、明かりがつくという事実直面して、メンタルモデルを「減衰」モデルに下方修正するという場面が生じている。メンタルモデルは「心的」モデルであり、「科学的」モデルではない。子どものメンタルモデルをきっかけとして、より精緻化された科学的モデルを創造することが電気学習に求められている。そのためにも、小学校理科単元の全体構成を見通して、各学年段階のループリックを作成する必要がある。

(2) 第6学年の実践について

第6学年の実践について言えば、表1が示すように、単元開始直後、ループリックの「評価基準」がⅣ、Ⅴであった児童は全体の約40%を占めていた。しかし単元終了時には、同基準Ⅳ、Ⅴの児童は全体の約94%に達していた。児童による「評価基準」の遷移が、本授業の学習効果の大きさを示していると解釈したい。しかし、ここで気になるのは、単元終了後、同基準Ⅴに達した児童は全体の25%であり、約69%の児童は「評価基準Ⅴ」に示されている「電流の流れる向きを変えると針が反対に動くことや乾電池を増やすと強く振れることなどに触れる」ことができている点である。単純には比較できないが、2001（平成13）年、国立教育政策研究所教育課程研究センターが実施した「平成13年度小中学校教育課程実施状況調査報告書・小学校理科」によれば、「電磁石を強くすることができるための条件について、変数固定するための実験装置を比較するとともにその根拠について考察することができる」というテストの通過率は37.3%であり、児童にとって電磁石の強さは理解困難な内容であることが実証されている。（国立教育政策研究所・2003）今回の実践でも同様の結果が示されている。現在、科学教育スタンダードを定め、学力向上を目指しているアメリカで用いられている最新版小学校理科教科書『Harcourt Science』では、第4学年で永久磁石及び電磁石による磁界や電磁石の強さとコイルの巻き数との関係、静電気、電界などが図入りで解説されている。（Harcourt Science・2005）ポートフォリオによる評価の改善と同時に、子どもの科学的電気概念の形成を容易にするために、絶えず教材内容の見直しを行うことも不可欠であることが認められる。

おわりに

以上のように、本研究によって明らかになった諸点が次の通りである。

第一に、堀哲夫氏が提唱するように、「一枚ポートフォリオ評価」では、前もってルーブリックは作成されていない。今回、「はじめに」に述べたような手順に従って、あらかじめ「パフォーマンス課題」及び「ルーブリック」を作成することによって、授業者は、授業前・中・後の子どもの概念や考え方の変容を予想することが容易になった。

第二に、具体的な「パフォーマンス課題」の提示によって、子どもの概念やメンタルモデルなどの変容のプロセスを辿ることが可能となり、これによって学習の進展度・達成度が明確になり、評価と結びつけることが容易になった。

第三に、ルーブリックで評価基準を明示することによって、即座に子どもの学習達成度を評価することが可能になった。第3学年の表1及び表2、第6学年の表1が示すように、評価基準間の児童の遷移数が学習効果を如実に表している。

注及び引用・参考文献

- 西岡加名恵『日本教育方法学会第37回大会・課題研究Ⅲ・発表資料』（2001年9月29、30日、於：岡山大学）による。
- 西岡加名恵『教科と総合に生かすポートフォリオ評価法』図書文化、2003。
- 堀哲夫『一枚ポートフォリオ評価・理科』日本標準、2004。
- 国立教育政策研究所『平成13年度小中学校教育課程実施状況調査報告書・小学校理科』東洋館出版社、2003。
- Harcourt Science・Grade 4*, Harcourt School Publishers, 2005, pp. F4-F29.
- 堀哲夫『学びの意味を育てる理科の教育評価』東洋館出版社、2004。
- 西岡加名恵・梅澤実・喜多雅一・宮本浩子・原田知光『ポートフォリオ評価法を用いたルーブリックの開発（第1号・第2号合冊版）』鳴門教育大学「教育研究支援プロジェクト経費」研究報告書、2003。