

派遣者番号	29J03	氏名	佐藤 誠
研究主題 —副主題—	理科における問題解決の各過程で求められる資質・能力と評価についての研究		
派遣先	千葉大学大学院	担当教官	藤田 剛志
所属校	江戸川区立東葛西小学校	校長	吉丸 清昭

キーワード：電流電磁石モデルと理解概念変容構成主義

1 研究の背景と目的

小学校理科エネルギー領域では、3年～6年の各学年において電気に関する学習が行われる。前学年での学習内容を基礎として次学年の学習を行うことが、小学校理科における電気の学習の特徴であると言える。しかし、先行研究から、4年生で学習をした電流の向きや強さについてどのような理解をしているのか、5年生以上の児童を対象に調査をすると、電流についての理解は様ではないことが指摘されている。

それでは、電流についての理解の違いによって、学習内容の理解はどのように変わってくるのだろうか。児童が電流について多様な理解をしていることを踏まえると、次のように予想することができる。1つ目は、もし児童が電流についての誤った考えに基づき、5年生での電磁石に関する学習を行っているならば、児童は電磁石の学習内容が十分に理解できないのではないか、という予想である。2つ目は、電流についての誤った考えを科学的な考えに変容させることができれば、児童は電磁石の学習内容を十分に理解するのではないかと、という予想である。本研究では、小学校理科における電磁石単元に着目し、電流モデルと学習内容の理解の関係を明らかにするとともに、電流について誤った考えをもつ小学生の理解を促す教授方略について検討することを目的とした。

2 小学生が表現する電流モデルと学習内容の理解の実態

(1) 調査目的

本調査は、電流についての誤った考えに基づき、5年生での電磁石に関する学習を行っているならば、児童は電磁石の学習内容が十分に理解できないのではないかと、という予想を検証することを目的として実施した。

(2) 調査方法

本調査では、調査目的を達成するため「描画法」「理解度テスト」「抽出児に対する面接法」を行った。描画法による調査は、児童が表す電流モデルを明らかにするために実施した。授業による電流モデルの変容も想定されたことから、授業前・授業中・授業後に、全児童を対象に調査した。理解度テストは、電磁石単元の学習内容の理解度を明らかにするために、全授業後に全児童に対して実施した。抽出児に対する面接法は、電流モデルが変容したり保持されたりする理由を明らかにするために実施した。

(3) 調査対象および調査時期

東京都江戸川区A小学校5年生3クラス112名を対象に平成29年11月～平成30年2月に行った。なお、児童112名は無作為に4グループに分け学級担任3名と筆者合計4名の教師によって各グループで同一内容の授業を行った。面

接については、特徴的な描画を表したことから抽出した9名の児童に対して行った。

(4) 結果と考察

電流モデルと学習内容の理解の関係を明らかにするために、まず、授業前に表した衝突モデル、減衰モデル、科学モデルの各集団の、理解度テストのスコアを、対応のない一元配置分散分析で比較した。その結果、統計的に有意な差は見られなかった。このことから、授業前に表した電流モデルの違いによって、学習内容の理解には差が見られないことが明らかになった。一方、授業後の児童に対して豆電球、モーター、コイルの各問題でとった電流モデル（衝突モデル、減衰モデル科学モデル）各集団の理解度テストのスコアを対応のない一元配置分散分析で比較した。その結果、豆電球とコイルでの電流モデル各集団においてそれぞれ統計的に有意な差が見られた（表1）。このことから、授業後に衝突モデルを表した児童は、科学モデルや減衰モデルを表した児童と比較して電磁石単元の理解度が低いことが明らかになった。

表1 事後の電流モデルと事後テストの得点との関連

	衝突	減衰	科学	F値	多重比較
豆電球	11.62	13.37	13.78	5.26 **	衝突<科学
モーター	12.06	13.18	13.48	2.00	
コイル	11.50	13.62	13.87	7.22 **	衝突<減衰=科学

**p<.01

面接を通じた抽出児の説明からは次の3点が特徴として挙げられた。第1の特徴は、「プラスはプラスでマイナスはマイナスだから、（電流は）同じものではない」といった児童の発言に見られるような異なる電流に対する捉え方を示したグループの存在である。第2の特徴は、「電流が逆になったら磁石（の極）も逆になる感じ」や「コイルが引っ付ける力を出すためには、プラスとマイナスからの電流で力をためないといけない」といった発言が同一の児童に見られるような、電流についての「多重概念」の保持を示唆する発言をしたグループの存在である。第3の特徴は「プロペラの回る向きが電流の向きによって変わったことを思い出したので、ぐるっと回るモデルに変えた」といった児童の発言に見られるような既習事項の学習内容を根拠として考えていることを示唆する発言をしたグループの存在である。これらの抽出児の発言からは、学習者のプリコンセプションは強固に残ることが確認されるとともに、衝突モデルでの説明に矛盾を感じ、4年生までの学

習内容について理解している場合、衝突モデルは科学モデルに変容されることが示唆された。

3 誤ったモデルを表す小学生の理解を促すための教授方略の有効性

(1) 調査目的

ここまでの調査で、授業後に衝突モデルを表した児童の電磁石単元の理解度が低いこと、また衝突モデルは強固に残ることが分かった。本調査は、衝突モデルを科学的なモデルに変容させることができれば、児童は電磁石の学習内容を十分に理解するのではないかと、という予想を検証することを目的として実施した。

(2) 調査方法

衝突モデルを表す児童の理解を促す教諭方略の有効性を検討するため、コンフリクトマップを用いた教授方略を実験群教科書通りの教授方略を統制群として「描画法」「理解度テスト」「抽出児に対する面接法」を行った。

描画法による調査は児童が表す電流モデルを明らかにするために実施した。各場面での児童の電流モデルを明らかにするため授業前・授業中・授業後に、全児童を対象に調査した。理解度テストは電磁石単元の学習内容の理解度を明らかにするために全授業後に全児童に対して実施した。抽出児に対する面接法は電流モデルが変容したり保持されたりする理由を明らかにするために実施した。

(3) 調査対象および調査時期

東京都江戸川区内A小学校5年生4クラス133名を実験群統制群各2クラスに分け平成30年11月～平成30年12月に行った。面接については特徴的な描画を表したことから抽出した実験群統制群各12名ずつ合計24名の児童に対して行った。

(4) 結果と考察

実験群において授業前において衝突モデルを表した児童は36名であった。全8時間中4時間目すなわちコンフリクトマップを用いたアプローチの直後の調査（電磁石の強さについて予想する場面）では7名（19%）が衝突モデルを表した。全8時間の授業実践後の調査では8名（22%）が衝突モデルを表した。一方統制群においては授業前において衝突モデルを表した児童は31名であった。全8時間中3時間目すなわち実験群においてコンフリクトマップを用いたアプローチ直後に該当する場面（電磁石の強さについて予想する場面）における調査では15名（48%）が衝突モデルを表した。全8時間の授業実践後の調査では16名（52%）が衝突モデルを表した。

実験群と統制群でのコンフリクトマップを用いたアプローチの直後の場面における衝突モデルと一方向モデル（減衰モデルと科学モデルの合計）の出現率を χ^2 検定を用いて検定したところ有意差が認められた（ $\chi^2(1)=5.082 p<.05$ ）。このことからコンフリクトマップを用いたアプローチは衝突モデルを一方向モデルに変容させる効果があることが明らかになった。また授業

前に衝突モデルを表した実験群の児童に対して豆電球の問題でとった電流モデル（衝突モデル減衰モデル科学モデル）各集団の事後テストのスコアを対応のない一元配置分散分析で比較した。その結果統計的に有意な差が見られた（ $F(232)=15.338 p<.001$ ）。Tukey法による多重比較を行ったところ減衰モデルと科学モデルをとるグループは衝突モデルをとるグループよりも得点が高く統計的に有意であった（表2）。このことからコンフリクトマップを用いたアプローチによって減衰モデルや科学モデルを表した児童は衝突モデルのまま変容しなかった児童と比べて学習内容をより理解していることが明らかになった。

表2 授業前に衝突モデルを表した実験群の児童が授業後に表した電流モデルと事後テストの得点の関連

衝突	減衰	科学	F値	多重比較
9.875	14.090	14.125	15.338 **	衝突<科学=減衰

** $p<.001$

次に実験群統制群それぞれにおいて衝突モデルから科学モデルに変容した各集団の事後テストのスコアを対応のない t 検定で比較した。その結果統計的に有意な差は見られなかった。また実験群統制群それぞれにおいて衝突モデルから一方向モデルに変容した各集団の事後テストのスコアを対応のない t 検定で比較した。その結果有意傾向は見られたものの統計的に有意な差は見られなかった。このことからコンフリクトマップによって電流モデルの変容を促した場合の電磁石単元の学習内容の理解は通常の授業と比較して同程度以上であることが明らかになった。

面接を通じた抽出児の説明からはコンフリクトマップを用いた教授方略について実験群の抽出児全員が記憶に残っていることが明らかになった。また電流モデルを変容させた児童の多くが変容の要因として2台の簡易検流計が同一方向に同程度触れる事象の観察を挙げた。これは簡易検流計の観察が臨界事象としての役割を果たし「新しい知覚や感覚と子どもの見方や考え方の間で生じる葛藤」と「子どもの見方や考え方と科学概念の間で生じる葛藤」の両者を解消したものと考えることができる。

4 本研究のまとめ

本研究からは以下の2点が明らかになった。

まず授業後に衝突モデルを表した児童について科学モデルや減衰モデルを表した児童と比較して電磁石単元の理解度が低いことが明らかになった。また児童の衝突モデルは容易に変容せずまた変容しても再び衝突モデルに戻る場合があることが明らかになった。

次に衝突モデルを表す児童の理解を促す上でコンフリクトマップを用いた教授方略は通常の授業と比較して電流モデルの変容の観点からも学習内容の理解度の観点からも概ね有効であることが明らかになった。