

高校物理「電磁気」分野での『理科ねっとわーく』の特徴

^{a,b} 島野 誠大, ^b 林 壮一, [°] 出口 英二, [°] 川村 康文

^a 立教大学, ^b 立教新座中学校・高等学校, [°] 東京理科大学

1. はじめに

科学技術振興機構(以下, JST とする)は, 科学技術学習支援事業として平成 13 年より先進的な科学技術・理科教育用デジタル教材を集めた Web サイト『理科ねっとわーく』を提供している[1]。我々はこの『理科ねっとわーく』のデジタル教材(以下, デジタル教材とする)が従来の教材と比べて学習に有効であるかどうかを調べている[2]。文献[2]で我々は, 中学校理科と高等学校物理の「音」の分野において, 生徒実験でデジタルオシロスコープを用いる実験群と, 同様に生徒実験で従来のオシロスコープを用いる統制群を用意し, それぞれの群に対して行ったアンケートを分散分析で比較した。その結果, 我々は両群の学習効果に差が無いことを示した。そして, 学習効果に差が無い理由として次のようなことがあると考えた。a) 教員はどの教材を用いたとしても生徒の学習を促進させる最大限の努力をするため, どの教材を用いても学習効果に差が出ない。b) 生徒の気質が学習効果に影響する可能性がある。これらのことを実証するためには, a') あらゆる教材で学習効果を比較し, b') 生徒を気質ごとに分類し分析を行う必要があるだろう。そこで, あらゆる教材とまではいかないが, 本研究では高等学校物理 I の「電磁気」分野におけるいくつかのデジタル教材[3,4,5]を用い, 生徒の気質を理論派・実験派・デジタル派の 3 つに分類できると仮定し分析を行った。

2. 実証授業の詳細

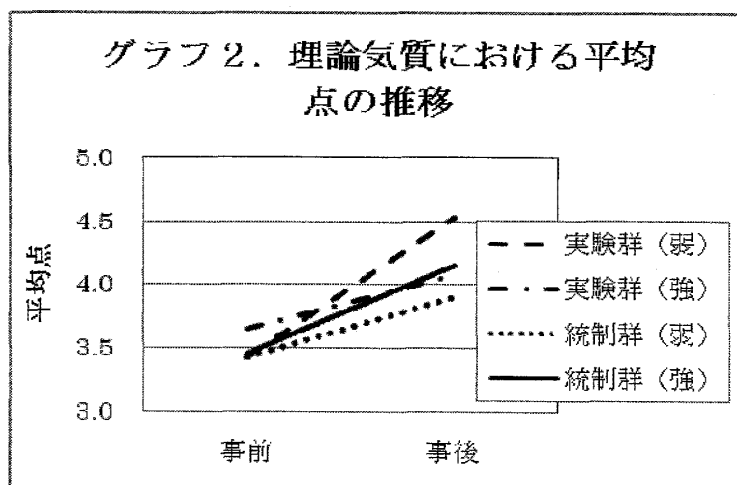
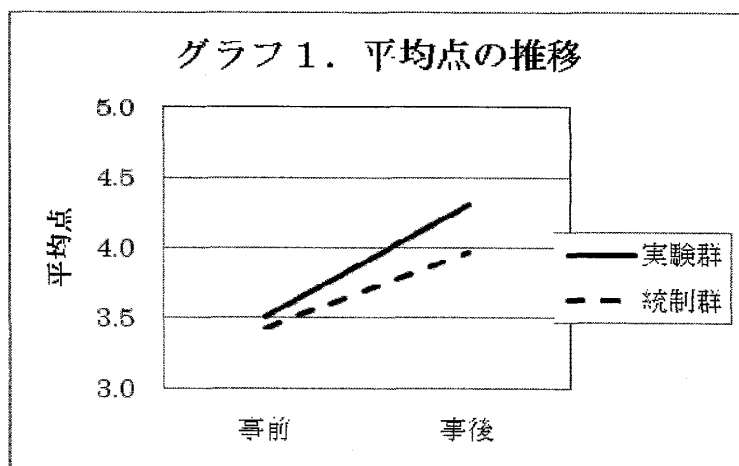
私立R高校の高校 2 年生物理 I 履修クラスのうち1クラスを実験群(デジタル教材を利用して授業を行ったクラス, 生徒数 25 名), 他の1クラスを統制群(デジタル教材を全く利用せずに授業を行ったクラス, 生徒数 29 名)として, 実証授業を行った。どちらの授業も同一授業者(第一著者)が行った。実証授業の学習内容は高等学校物理 I の「電磁気」分野の導入の摩擦電気の原理, 静電誘導であり, 「電子の動きを通して静電気現象を理解すること」を学習目標とした。我々は本実証授業の学習内容と関係するいくつかのデジタル教材[3,4,5]を利用することにしたが, これらのデジタル教材に生徒実験で利用できるものが無かったため, 生徒実験については両群ともに従来の教材を利用した。このため, 本実証授業では生徒実験の解説や演示実験に関する場面で, 実験群はデジタル教材を, 統制群は通常の教材を利用した。また, 両群の学習時間や学習内容を統一するため, 解説の時間や板書を統一するように注意しながら授業を行った。

本研究では, 5 件法のアンケートの結果を数値化し, それを共分散分析することで実験群と統制

群の学習効果が比較できると考えた。そこで、両群に対して実証授業の前後に学習内容に関するアンケートを8問実施した。ただし、共変量として1・2学期の成績の平均点を用いた。また、1章のb')の状況を達成するために、我々は生徒の気質が理論派・実験派・デジタル派の3つの気質に分類できると仮定した。この分類をするため、我々は全ての生徒に対して次のアンケートを5件法で実施した。1) 実際にモノを動かしたり、映像を見たりするよりも、本などを読んだ方が理解しやすい。2) 映像や本で現象を見るよりも、実際にモノを動かした方が理解しやすい。3) 本などを読んだり、実際にモノを動かしたりするよりも、イメージビデオなどの映像を見た方が理解しやすい。今後本文では1)の対象となる生徒の気質を理論気質、2)の対象となる生徒の気質を実験気質、そして3)の対象となる生徒の気質をデジタル気質と呼ぶことにする。このアンケートの点数から絶対的な気質の決定をすることは難しいので、個人ごとの気質の点数を相対的に評価することにより気質の強弱を決めた。例えば、ある生徒の(理論, 実験, デジタル)の点数の組が(5, 3, 3)の場合は(強, 弱, 弱)、同様に、(1, 3, 3)の場合は(弱, 強, 強)とした。この操作では、例えば(3, 3, 3)などの強弱を分類できない組があるため、これらの組を除いて分析した。

3. 結果

まず、共分散分析で実験群と統制群の間の有意差について分析した結果、事前アンケートでは($F(1, 54)=0.926$, n.s.)となり両群の間に有意差は見られなかったが、事後アンケートでは($F(1, 54)=4.982$, $P<.05$)となり両群の間に有意差が無いとは言えないことがわかった。そこで、どちらの群の学習効果が高いかを調べるために、アンケートの合計点を5点満点とし、それぞれの群で平均点の推移を調べた。グラフ1はこのときの平均点の推移を表す。グラフ1より、事前の平均点では両群に大差は無いが、事後の平均点では実験群の方が統制群よ



りも約 0.5 点高いことがわかる。共分散分析とこの平均点の推移の結果を考慮すると、デジタル教材を用いた方がデジタル教材を用いない場合よりも学習効果が高いことがわかる。

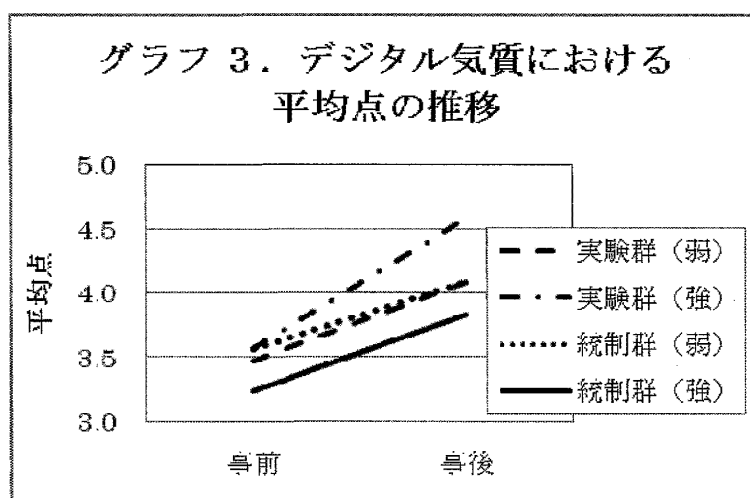
次に、気質を考慮した結果について述べる。特徴的なのは理論気質と群間の相互作用($F(1,$

$52) = 4.561, P < .05$)とデジタル気質と群間の相互作用($F(1, 51) = 6.040, P < .05$)であった。この結果から、理論気質、およびデジタル気質と群の間に相互作用が無いとは言えないことがわかる。それぞれの気質がどちらの群と高い相互作用を示すのかを調べるために、ここでもアンケートの合計点を 5 点満点とし、それぞれの気質ごとに群ごとの平均点の推移を調べた。その結果を表したのがグラフ 2 とグラフ 3 である。グラフ 2 では実験群(弱)がそれ以外の項目と比べて特徴的であり、グラフ 3 では実験群(強)が最も特徴的である。これらの結果から、理論気質が弱く、デジタル気質の強い生徒に対してデジタル教材が効果的であることがわかる。

4. まとめと議論

高等学校物理 I の「電磁気」分野において実験群(デジタル教材を用いた授業)と統制群(デジタル教材を用いない授業)の学習効果を 5 件法のアンケートを用いた共分散分析で比較した。ただし、共変量として 1, 2 学期の成績の平均点を用いた。この結果、デジタル教材は通常の教材と比べて学習効果が高いことがわかった。さらに、我々は生徒を理論派、実験派、デジタル派の 3 つの気質に分類し、この気質と両群との相互作用を共分散分析で調べた。その結果、本研究で用いたデジタル教材は、理論的な思考方法を得意としない生徒やデジタル映像に好印象を持つ生徒に対して有効であることがわかった。以上のような結果が出た理由として、本研究の実証授業の学習内容が「いかに生徒が電子の運動をイメージすることができるか」ということと密接に関係していたことが考えられる。

デジタル教材を用いた方が通常の教材を用いたときよりも学習効果が高くなるのは、生徒にとってデジタル教材の方が通常の教材よりも電子の運動をイメージし易かったからで



あろう。また、気質と群の間の相互作用についても次のようなことが考えられる。例えば、理論的な気質が強い生徒は本などを読めば現象を理解できるため、もともとイメージ能力が非常に高いと考えられる。このような生徒はデジタル教材を用いても用いなくとも電子のイメージができるため、群間の学習効果に差が出ないのではないだろうか。一方、理論的な気質が弱い生徒は、イメージ能力が乏しいと考えられる。このため、デジタル教材を用いることによりイメージの難しい現象も理解ができるようになったのではないだろうか。グラフ 2 の結果はこの考えと合っており、理論的な気質とイメージ能力の間に関連があることがわかる。また、デジタル気質が強い生徒は、グラフ 3 を見てわかるように、その気質の通りデジタル教材を用いた方が通常の教材を用いるよりも電子のイメージが行い易かったようである。これらのように、生徒の気質はイメージ能力と関係しており、この生徒の気質が本実証授業の学習効果に影響しているようだ。一般に物理の成績が悪い生徒はイメージ能力が乏しいと考えられるので、物理の成績の悪い生徒に対する補習授業で今後デジタル教材を有効に活用できるかもしれない。

謝辞

本研究は2008年度JST理科教材開発・活用支援事業推進委員会普及促進分科会第2ワーキンググループ(代表者:川村康文)の助成を受け研究を行った。

引用文献

- [1] 独立行政法人 科学技術振興機構：『理科ねっとわーく』,
<http://www.rikanet.jst.go.jp/>
- [2] 島野誠大, 林壮一, 教職研究, 立教大学 学校・社会教育講座 教職課程, 19
(2009) 21-29.
- [3] 3次元でわかる物理「電磁気学」編 ～電磁気現象から地球磁気の研究まで
を見てみよう!～,
[http://rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0090f/ start.html](http://rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0090f/start.html)
- [4] センサー技術で学ぶ電気と磁気,
[http://rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0050b/ start.html](http://rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0050b/start.html)
- [5] ケイタイ! カイタイ新書! 暮らしの中の科学技術を通した高校物理「電気」
の理解,
[http://rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0370/ start.html](http://rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0370/start.html)