算数・数学実験を取り入れた数理科学教材の開発
―電磁誘導現象の比例教材化―

伊 藤 昭 夫, 井 上 靖 浩

Development of the Teaching Materials for Mathematical Sciences Taking in the Mathematical Experiments
—Electromagnetic Induction Phenomenon as the Teaching Materials of Proportion—

Akio ITO and Yasuhiro INOUE

1．序論

文部科学省は、学校・家庭・地域社会が相互に連携しつつ、生活体験・社会体験・自然体験などの様々な活動を通して、子どもたちの自ら学び自ら考える力や豊かな人間性などの「生きる力」を育むために、完全学校週５日制と総合的な学習の時間を導入した。特に、総合的な学習の時間では、各教科学習の中で獲得した知識を様々な体験活動を通して実感させるとともに、学び方やものの見方・考え方を身につけさせ、生涯学習の基礎となる「生きる力」を育てることができる。更に、そこでは知識の定着のみを図る授業ではなく、自然現象や社会現象の

近畿大学工学部電子情報工学科
Department of Electronic Engineering and Computer Science
School of Engineering, Kinki University

解明を目的とした学び方や調べ方の定着を主なねらいとした授業をも展開することができる。実際、文部科学省は「生きる力」を変化の激しいこれからの社会を生きる子どもたちに身に付けさせたい「確かな学力」・「豊かな人間性」・「健康と体力」の３つの要素からなる総合的な力と定義している。そこで、我々は「確かな学力」を育成するために、算数・数学をどのように道具として活用し、どのように授業を展開していくのかを考える必要がある。その一方で、基礎・基本の定着は「確かな学力」を形成するために必要不可欠である。そして、その目的を達成するためには、学校教育の現場で充分な時間数が確保されていなければならない。しかし、充分な時間が保証されているとは断言できないのが現状であろう。

そこで、我々は土曜日を有効に活用することによって、学校で学んだ基礎的・基本的な算数・数学の知識を道具として活用する場面の提供を目指している。そして、その目的を達成するため、我々は工学の視点(1)からの工学的要素(2)を取り入れた算数・数学教材を開発している。更に、地域貢献活動の一環として実施している開発した教材を用いた授業実践を通して、子どもたちに身の回りのモノや現象に興味を持たせ、算数・数学の必要性や有用性に気づかせることができるのではないかと考えている。

本論文では、前述の見地から算数・数学実験を取り入れた数理科学ための比例教材の開発とその教材を利用した地域貢献活動(3)としての授業実践を通して得られた結果について報告する。

２．教材の目的

我々はまず『数理科学』を「自然現象や社会現象を解明することを第一の目的とし、解明するための手段（道具）として数学の理論を適用する教科」として位置付ける。そして、従来では主として理科教育の中で取り扱われてきた観察・実験・操作を数理科学教育の中では算数・数学実験として取り入れられるよう工夫をしなければならない。つまり、数理科学教育を実践する際に重要なことは次の2点である。

① 現象を解明することが重要である。

② 授業形態は算数・数学的体験活動(1)である。つまり、算数・数学実験を通して必要なデータを収集したり、数理モデリングを実践したりする段階の活動を取り入れている。

次に、数理科学教育と理科教育の違いについて述べる。理科教育では現象そのものの観察・実験・操作に主眼が置かれている。例えば、電磁誘導現象では、磁石とコイルを利用すると電流を発生させることができるという事実を学習することが第一の目的であり、磁石を固定することによってコイルの巻き数（入力変数）と発生する電流（以後、単に発生電流）の大きさ（出力変数）との間には比

例関係があるという事実を実験で確認することはしないのが一般的である。実際、電磁誘導の理科教材として市販されているコイルの巻き数は通常固定されている。つまり、理科教育の中で取り扱う現象の多くは関数関係を持っているにもかかわらず、その現象を関数教材として取り扱うことはしない。一方、我々が提案する数理科学教育では観察・実験・操作を通して現象を単に確認するのではなく、その現象の中に潜むメカニズムを数学の理論を利用して解明することが目的である。例えば、電磁誘導現象を取り扱う教材では磁石とコイルを用いて電流を発生させるだけではなく、コイルの巻き数と発生電流の大きさに着目し、算数・数学実験を通してその 2 つの変数の間に比例関係があることを確認し、文字式の理論を用いて数式で表現することが目標となる。

実際、数理科学教育のための比例教材として電磁誘導現象を取り上げた目的は次の通りである。

（1） 変化する 2 つの数量間の対応関係（コイルの巻き数と発電電流の大きさとの関係）を調べさせる。ただし、教科書等に記述されている現象の多くは理想化されていることに注意する。

（2） 算数・数学実験を取り入れた算数・数学的体験活動の形態で授業実践を行う。そして、子どもたちが比例や一次関数を学習する際に、今回の実験を具体例として思い出すような印象を与える。

（3） 自転車のライトを分解させ、肉眼で確認させることにより発電の仕組みを理解させる。そのような体験活動を通して、子どもたちの身近なモノや現象への興味・関心を高める。

（4） 算数・数学実験を通して、データを獲得することの大切さを理解させる。

（5） 実験においては必ず誤差が生じるという事実を認識させる。実際、本教材で得られたデータは直線で近似することができることを次節で示す。

（6） 実験操作（コイルと磁石を用いた電磁誘導）や道具（テスター）の使い方を身に付けさせる。

（7） グループ活動を通して、他人と協力し合うことの大切さを認識させる。

3. 予備実験

理論上、電磁誘導現象では使用する磁石を固定することによってコイルの巻き数と発生電流の大きさとの間には比例関係が存在する。そこで、授業実践を行う前に、我々はまずコイルの巻き数と発生電流の大きさとの間に比例関係が存在するのかを確認する実験を実施した。教材の中では、この事前に行った実験が算数・数学実験として採用される。実際、100 回刻みで用意した 100 回巻きから 1000 回巻きのコイルを用いて発生電流の大きさを測定し、得られたデータから電磁誘導現象が比例教材として活用できるかどうかについて考察した。ただし、

発生電流の大きさはそれぞれの巻き数において 5 回ずつ測定した発生電流の大きさの平均値で定義した。その結果を表 1 に示すとともに、その平均値をもとに作成したグラフを図 1 に示す。ただし、x はコイルの巻き数（回）を、y は発生電流の大きさ（μA）をそれぞれ表す。

x	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
1 回目	2.5	4.6	7.8	8.3	11.5	11.9	16.7	19.8	21.7	26.3
2 回目	2.7	4.2	7.4	9.2	11.3	14.6	17.3	18.1	21.7	27.0
3 回目	2.7	4.5	8.1	8.3	10.6	13.1	16.3	20.3	23.6	26.4
4 回目	1.3	3.8	6.0	9.4	11.8	13.4	16.5	20.0	22.4	25.2
5 回目	2.6	4.4	8.1	8.4	11.8	14.2	15.6	20.4	22.0	27.6
y	2.4	4.3	7.5	8.7	11.4	13.4	16.5	19.7	22.3	26.5

表 1. 実測データ

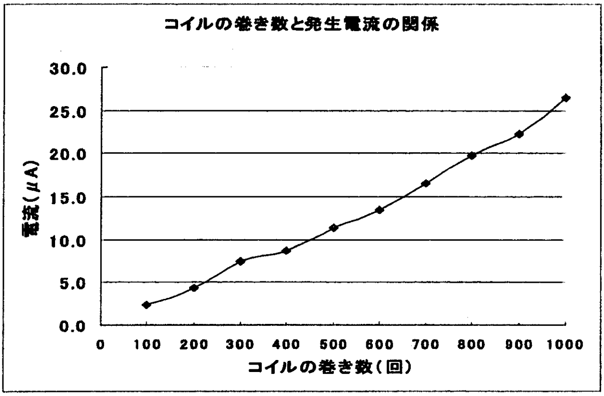

図 2. 実測データのグラフ

ここで、表 1 におけるデータをもとに回帰直線を求めると、回帰直線の中心は(550,13.3)であり、求める回帰直線はほぼ

$$y=0.026x-1.03$$

である。この回帰直線のグラフが図 2 の系列 2 として示されている。

次に、回帰直線の考え方を応用して、原点を通る直線（比例直線）を求める。つまり、実測値のデータ（図 2 の系列 1）に最も近いとみなすことができる比例直線を求める。実際には、求める比例の直線と実測データとの距離の 2 乗の和が最小となる比例定数を求める。つまり、2 次関数の最小値問題を考える。

$$(1/10)\Sigma(ax-y)^2=385000a^2-18890a+2325.9$$

$$=385000\{a-(1889/77000)\}^2+0.85$$

なので、求める比例の直線はほぼ

$$y=0.0245x$$

である。この式で表される比例直線を示したものが図2の系列3である。

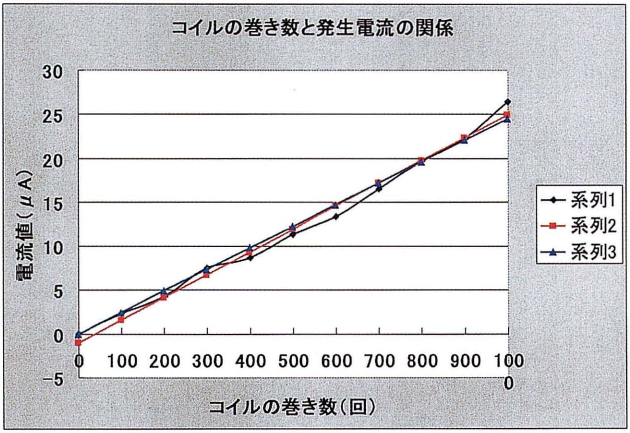

図2. 実測データと回帰直線

この2つの直線を比較すると傾きの値はそれぞれ0.026と0.0245という近い値を示し、回帰直線の切片の値1.03は巻き数と比べると非常に0に近いと思われる。従って、実験誤差を考慮すれば、予備実験の段階ではコイルの巻き数と発生電流の大きさは比例関係にあるとみなすことができる。

4．授業実践と指導案例

我々は、東広島市立高美が丘小学校との連携による「第2回高美が丘数理科学教室」において、「コイルを使って発電しよう！」という算数・数学実験を取り入れた算数・数学的体験活動の授業実践を行った。授業実践の日時等及び指導案は次の通りである。

日時：平成16年10月2日（土）

場所：東広島市立高美が丘小学校理科室

授業者：井上靖浩

指導補助者：15名

参加児童：29名（3年生から6年生まで）

題材観：我々が生活する環境の中には様々な現象が存在している。しかし、我々は普段それらの現象を気にも止めずに過ごしている。しかし、適当な算数・数学実験の手法を開発し数値化することによって、数学的に取り扱うことができる現

象が数多く存在している。実際、肉眼では観察できない1つの現象の変化が肉眼で観察できる別の現象の変化を生み出す（例えば、風の強さ[(4)]の変化が風を受けて回るプロペラの回転数[(4)]を変化させる）ことがある。このような現象に対しては、肉眼で観察できる現象（プロペラの回転数）を適切な算数・数学実験によって数値化（測定）し、仮説を立て、その仮説をもとに換算式を作り出せば、そこから肉眼では捉えることのできない現象（風速）を数値化することができる。また、電磁誘導現象のようにコイルの巻き数と発生電流の大きさという2つの現象を同時に数値化し、データを収集することによって、2つの現象の間に存在する関係を数式で表現することも可能である。

このような工学の視点に立てば、「関数」を指導することによって子どもたちに育成しなければならない能力は少なくとも2つ存在する。1つは、適切な算数・数学実験を開発し、その実験からデータを収集すると同時に、仮説（換算式等の数理モデル）を構築し、結果として実験データと数理モデルから現象解明のためのデータを獲得し、そのデータをもとに自力で現象を解明する能力である。もう1つは、まず現象を注視し、そこから因果関係があると思われる要素を抽出し、算数・数学実験を通してデータを収集し、そのデータをもとにそれらの因果関係を数式で記述する能力である。

本題材では、後者の能力を育成するために、電磁誘導現象を取り上げる。実際、理想状況の下では、磁石（磁束密度）を固定するとコイルの巻き数と発生電流の大きさとの間には比例関係が存在する。

指導観：本教材では、自転車のライトを分解させることにより、発電の簡単な仕組みを理解させる。次に、様々な巻き数のコイルと磁石を用いて実際に発電させる。そして、テスターを利用して発生電流の大きさを計測させ、データを収集する。最後に、収集したデータを利用して、コイルの巻き数と発生電流の大きさとの間に存在する関係が算数・数学で学習する比例関係であることを認識させる。

指導計画：1つの授業を以下のように大きく「導入・展開・まとめ」の3つの内容に分ける。

導入	実験の目的について	5分	100分
展開	（1）テスターの使い方	20分	
	（2）ライトの分解	25分	
	（3）発光ダイオードの点灯	20分	
	（4）発生電流の測定	25分	
まとめ	実験のまとめ	5分	

目標及び活動内容：活動を次の5段階に分類し、それぞれの活動段階における目標及び活動内容を明示するとともに、授業の様子を示す。

活動A．乾電池を用いて豆電球を光らせるとともに、テスターを用いて電流の大きさを測定する。テスターという電流を測定する道具があることを知るとともに、テスターの使い方を理解する。更に、テスターを用いて実際に流れている電流を測定する。この活動は、教材の目的（6）と関連している。

活動B．自転車のライトを実際に分解する。この段階では、乾電池を使用せずにどのようなもので電気を起こしているのかを確認する。実際には、自転車のライトの内部には磁石とコイルしか存在していないことを確認する。この活動は、教材の目的（3）・（7）と関連している。【写真1参照】

活動C．400回巻きのコイルを用いて電流が発生するかを確認する。まず、豆電球を利用して電流が発生しているかどうかの確認をする。しかし、発生電流は微弱であるため、豆電球は光らない。そこで、微弱電流でも検知することができるテスターを用いて、電流が実際に発生しているかどうかを確認する。その後、発光ダイオードを用いて実際に光らせる。この活動は、教材の目的（3）・（7）と関連している。【写真2参照】

活動D．活動Cで400回巻きのコイルで実際に電流が発生することを確認した。そこで、コイルの巻き数を100回から1000回の100回刻みで変えることにより発生電流の大きさがどのように変化するのかを実際にテスターを用いて測定することで確認する。この活動は、教材の目的（1）・（2）・（4）・（5）と関連している。【写真3参照】

活動E．子どもたちの実験データをまとめ、パソコンを用いてグラフを作成し、そのグラフがどのようになっているかについて考察する。本授業実践においては、コイルの巻き数が大きくなると発生電流の大きさが大きくなるという事実に触れ、その変化を可視化したグラフが直線のように見えるという事実を伝える程度に留める。この活動は、教材の目的（1）・（2）・（4）・（5）と関連している。【写真4参照】

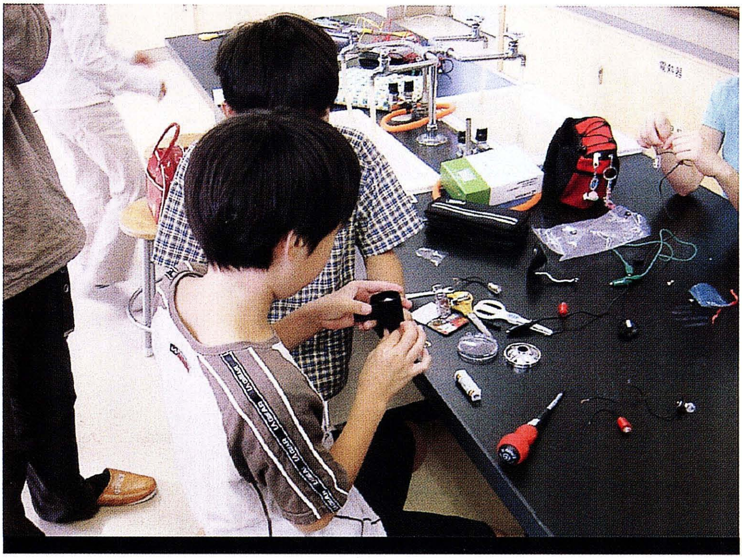

写真 1

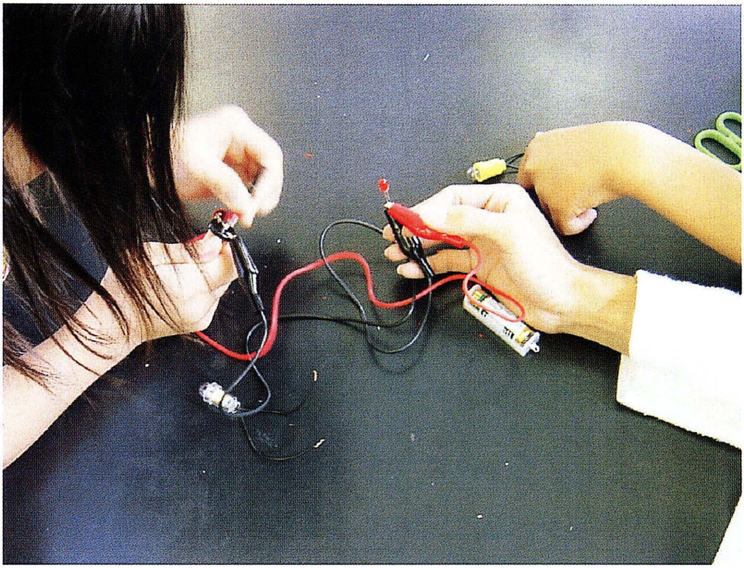

写真 2

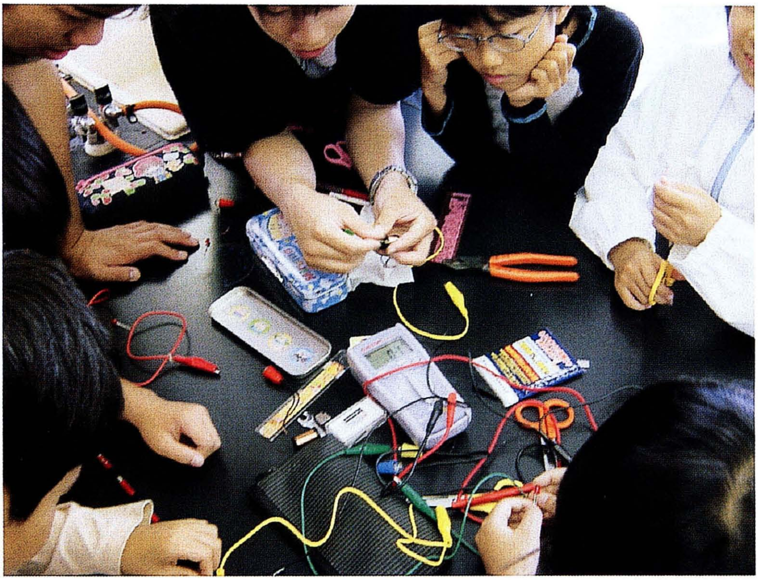

写真３

写真４

指導過程：

	学習のねらいと発問	学習活動・予想される生徒の反応	指導上の留意事項
導入 ５分	◆指導者は自己紹介をした後、指導補助者を紹介する。（今後、指導補助者も指導者とする。） ◆実験の内容や目的について簡単に説明する。		□子どもたちがしっかりと目的を聞いているかどうか確認する。
展開 （１） ２０分	＜電流の確認＞ ◆使用する道具［乾電池・豆電球・豆電球のソケット・ワニロクリップ］を各班の代表に取りに来るように指示する。 ◆豆電球のソケットがこのままでは使えないことを伝え、使えるようにするための作業方法について説明する。 ◆豆電球を光らせるために豆電球のソケットからエナメル線の部分を作り出す。	◇数を間違えたり、違う道具を持っていったりする可能性がある。 ◇エナメル線ごと切ってしまう。	□全ての班に間違いなく必要なものが揃っているかを確認する。 □難しい場合は指導者などに助けてもらうよう一言伝えておく。

	◆豆電球を実際に光らせてみる。これによって，乾電池と豆電球を用いて、実際に電流が発生していることを肉眼で確認させる。	◇独り占めしている児童や参加していない児童がいる可能性がある。	□全員が行っているかを確認する。
	〈テスターの使用方法の確認〉 ◆電流の大きさを測定するためにテスターという道具があることを伝える。		
	◆各班一台ずつテスターを取りに来るよう指示する。	◇班員と協力しながら行う。	□全員が、テスターを使用しているかを確認する。
	◆テスターを使って実際に電流が流れているかを確認する。	◇班員全員が順番に作業を行う。	□班員と協力し合っているか、全員が実験を行っているかを確認する。
	◆乾電池では、どれくらいの電流が流れているのかみんなで確認する。	◇m（ミリ）という単位が出てきて戸惑う児童がいる。	□m（ミリ）について説明をするが、あまり深くは踏み込まない。

展開 （2） ２５分	◆身近なものとして自転車のライトを例として取り上げ、実際に自転車のライトの内部構造を見たことがあるか質問する。	◇「ある」という児童がいる。	
	◆各班の代表の人は必要な道具[自転車のライト・ドライバー・スパナ・ペンチ]を取りに来る。	◇各班の代表は，自転車のライトを分解するために必要な道具を取りに来る。	□道具が間違いなく揃っているかを確認する。
	◆自転車のライトを分解し、どのような構造かを実際に肉眼で確認する。	◇班員や大学生と協力しながら行う。	□協力しないとできない部分があるため、みんなで協力し合っているかを確認する。 □分解のペースを見ながら指示を出していく。 □相当の力を要する作業段階があるので必要に応じて指導者は補助する。 □ケガをしないように細心の注意を払う。
	◆自転車のライトの中には電池が存在しないことを確認	◇自転車のライトの中にどのような部品が存在するかを	□班員全員が自転車のライトの内部部品を確認している

	する。	分解できた班から確認する。	かを確認する。
	◆磁石とコイルだけしか見当たらないことを確認し、次の過程へ進む。	◇本当にコイルと磁石で電流が起こるのか疑問に思う子どもが存在する可能性がある。	
展開（3）２０分	◆磁石とコイル（400回巻き）を各班に配り、本当に豆電球が点灯するか確認する。	◇各班の代表の人が必要な道具を取りに来る。	□全ての班に配られているかを確認する。 □実際には光らないので様子を見ながら途中で作業を中断する。
	◆豆電球が光らないことを確認し、本当に磁石とコイルで電流が発生しているかテスターを用いて計測する。	◇テスターを用いて、班員全員で電流値を計測する。 ◇協力し合いながら、測定する人と記録する人など作業を分担する。	□正しいつなぎ方しているかを確認する。
	◆電流の単位「μA」（特に、「μ」）について説明する。		
	◆世の中には微弱電流で光る発光ダイオードがあることを説明する。	◇発光ダイオードの説明を聞く。	□発光ダイオートを点灯させるためには、工夫がいるので、机間巡視しなが

			ら適切なアドバイスをする。
	◆実際に発光ダイオードを点灯させてみる。	◇実際にダイオードを用いた回路を作成し、点灯させてみる。	□実際に光っている発光ダイオードを全員が観察したかどうか確認する。
展開（４）３０分	◆400 回巻きでの電流値を確認し、もしコイルの巻き数が変化したとき発生電流の大きさはどのように変化するのかを考察させる。	◇コイルの巻き数が変わったときに発生電流の大きさがどのように変化するか予想してみる。 ◇「増える」「減る」「変わらない」などの意見が出る。	□考察する時間を与える。
	◆ 100 回巻きから 1000 回巻き（100 回刻みで計 10 個）のコイルを各班毎に 2 個ずつ割り当て、配布する。	◇各班の代表が必要な道具を取りに来る。	□すべての班に行き届いたかを確認する。
	◆2 個のコイルとテスターを利用して発生電流の大きさを調べる。	◇班毎に与えられたコイルで電流を計測する。	□何回も計測している場合は最大値を授業者に報告するよう伝えておく。
	◆各班の代表者にデータを報告させ、指導者はそのデータをもとにグラフを作成する。	◇計測したデータを班の代表の人が結果を伝えに来る。	

	◆指導者が作成したグラフを子どもたちに提示する。		
	◆グラフから何が読み取れるかを考察する。	◇子ども達もそれぞれで考えてみる。	□実際にどのようになっているか考察する時間を与える。
	◆指導者が事前に行った実験結果と比較させながら考察させる。	◇自分達の結果と比較する。結果として、自分たちの結果が間違えていると誤った判断を下す可能性がある。	□実験誤差等を考慮し、自分達の結果と指導者の事前の実験結果が食い違っていても、それが間違いではないことを伝える必要がある。
まとめ 5分	◆活動全体の評価をし、これから子どもたちが身の回りにあるものに興味を持ち、自分たちで色々と試していこうと思うようにまとめる。	◇しっかりと今日のまとめを聞く。	□実験のまとめになるようにする。 □どのようなものがあるか例を考えておく。

本節の最後に、授業実践の中で子どもたちが求めたデータを表2に示すとともに、それをもとに作成したグラフを図3に示す。

x	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
y	2	4.7	7.2	9	87	18	17.7	17.5	19.4	148

表2. 授業実践におけるデーターその1ー

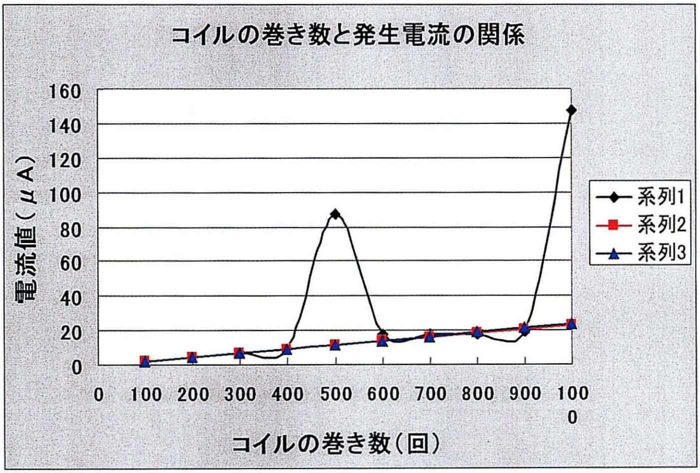

図 3．授業実践におけるデーターその 2−

ここで、注意しなければならないことは 500 回巻きと 1000 回巻きのコイルにおけるデータが他のデータと比較して著しくずれている点である。しかし、このデータは同一のグループから提出されたものであり、しかも、このグループだけテスターの種類が異なっていた。つまり、実験が失敗したのではなく、他のグループと同じ環境条件の下で実験させなかったことが今回のような結果を招いたと考えるのが妥当である。

そこで、500 回巻きと 1000 回巻きで得られたデータは上記の理由で無視し、第 3 節と同様の手法で回帰直線と比例直線を求める。

まず、回帰直線の中心は(500,11.9)であり、求める回帰直線はほぼ

$$y=0.0233x+0.25$$

である。この回帰直線のグラフが図 3 の系列 2 として示されている。

次に、図 3 の系列 1 で示したグラフに最も近いと思われる比例の直線を求めると、ほぼ

$$y=0.0237x$$

であり、そのグラフは、図 3 の系列 3 で示されている。

5．算数・数学教材としての可能性

子どもたちの授業への取り組み姿勢やその授業における表情、更には、授業実践終了後の簡単なアンケートをもとに本教材が算数・数学教材として活用できるかどうかについて考察する。そこで、今回の授業実践を次の 4 つの観点から分析

する。

（１）数理科学への興味・関心

本実践授業終了後、「次はどんな実験がしたいですか？」と発問したところ、ほとんどの児童が何らかの実験を挙げた。このことから、子どもたちが算数・数学実験を通して、自分なりに「今度はどのような実験をしたいか」を考えるようになったと推察される。また、実験しているときの子どもたちの表情は、写真からも見て取れるように、とても生き生きしている。このことから、本教材は数理科学に興味を持たせるための第一歩の授業として利用することができると考える。

（２）算数・数学への興味・関心

授業実践の最後に、子どもたちのデータをグラフ化したことはとても有効であった。データを可視化し、そこに潜むメカニズムを解明するために、グラフを描くことは有効な数学の 1 つの活用法であることを認識させることができたからである。また、学習を深めていく中で、今回のグラフと酷似したグラフは必ず登場してくる。そのときに、子どもたちが今回の授業実践を想起することは算数・数学を日常生活と結び付ける上でも非常に重要である。

（３）本教材の問題点

子どもたちは本授業実践を算数・数学の授業として捉えているわけではない。むしろ、実験が主となっている理科の授業としての印象が強いように思える。結果として、子どもたちには「楽しかった」という印象のみが強く残るという危険性がある。

また、子どもたちの実験結果からもわかるように、2 箇所だけデータが明らかに違う。これは前節の最後にも述べたように、そのグループだけテスターの種類が異なっていたため生じた現象である。つまり、このような算数・数学実験を通して得られたデータをもとに授業を展開する際には、子どもたちを取り巻いている環境をできる限り同じ条件にすることが必要不可欠であることを確認することができた。

最後に、アンケートとは別に本授業実践に参加した児童 4 人から感謝の手紙をもらうことができた。その内容を以下に示す。

①近畿大学の人へ：今日は、詳しく教えていただきありがとうございました。楽しかったよ。次回あったら、行きたいと思います。

②近畿大学の人へ：今日は、わざわざ忙しい中来てくれてありがとうございました。すごく楽しかったです。また、来たいです。

③近畿大学の人へ：今回は、ありがとうございました。ほかにも教えてください。

④近畿大学の人へ：今日は私達のために、道具を揃えたり、教えに来てくれたりありがとうございました。

参加した子どもたちからこのような感謝の手紙をもらうことができたということは、このような学生主体の授業実践は、学生が大学で学んだ知識を利用して、地域の子どもたちと積極的な関わりを持つという 1 つの地域貢献活動として十分な意義があることを示している。そして、一連の活動の中に、算数・数学の要素を積極的に取り入れることも可能である。

6．数理科学教育教材としての可能性

我々は、科学技術振興機構主催の理科大好きボランティア「親子科学実験教室」において、東広島市内在住の小学生と保護者を対象に授業実践を行った。本節では、これまで示してきた本教材の実験部分（第３節で示した指導計画の導入部分から展開の（３）まで）が、数理科学教育教材として適しているかを確かめるために行った授業実践について報告する。

そのために、まずアンケート結果を以下にまとめる。このアンケートは授業実践に参加した保護者と子どもを対象に実施した。また、本論文では、誤字・脱字等がある感想もそのまま打ち出していることに注意する。

アンケート項目 1：次はどんな教室をやってほしいですか？

①じっけんしてあそぶ
②発掘、ソーラー　など
③酸素を作る実験
④虫の研究
⑤外の実験がしてほしい。
⑥なんでもいいからもっとしたい！！
⑦Hz のちがい（東と西）
⑧コイルをつくってみたい。分解して作り直してみたい。
⑨ちく音機
⑩同じ物
⑪じっけん、あそび
⑫くみ立てる物を作りたい

アンケート項目 2：授業を通して感じたことを書いてください。

①楽しかった（２名）
②すごくわかりやすかった。
③電池がなくてもつくからすごかった。
④今日の先生の生徒になりたいな～
⑤コイルで発電したのがつかれた
⑥もっといろんな実験がしたい。もっと分解したかったです。
⑦人力で明りがどうしてつくか、自分たちでやってみてついたのですごかったで

す。

⑧たのしい、おもしろい

⑨マイクロアンペアとかあること、自転車のライトは磁石とコイルで動くのが分かりました。

⑩無回答（２名）

アンケート項目３：保護者の方へ（感想、意見、要望をお願いします）

①実験にゆとりがあったので焦らずにマイペースで進めることができたので良かった。先生の説明もわかりやすかった。分解作業に子供の目が輝いていました。

②なぜコイルと磁石で電流が流れるかを説明してほしかった。

③先生のお話し、わかりやすく楽しかったです。電気も簡単におこせるのだなと、びっくりしました。

④とてもわかりやすくて、楽しかったです。子供の興味をひく用な実験教室をまたお願いします。親であっても、わからないことがたくさんあります。というより、ふしぎに思ってないものの方が多いので、もっと身のまわりにいろいろ興味を持って、子供とたのしんで調べたいと思いました。

⑤楽しい授業をありがとうございました。わかりやすくくだいてせつめいしてくださっておもしろかったです。私も学生気分でした。

⑥今の玩具はハイテクなものが安価に購入できるようになりましたが、その反面機構・構造を理解しなくなっていることが、物作りへの意欲をなくしていると考えています。今回は電気発生の原理を判りやすく教えて貰い有益だったと思います。これからの玩具は自分で考えて作れるようになれば良いと思います。

⑦実際に子供たちにふれさせてやらせて頂けて、成功も失敗も全て何かの学びになると思うので、とてもうれしく楽しかったです。もっともっとこういうチャンスを与えて頂けたら幸いです。どうもありがとうございました。

⑧家庭や学校ではできない事を子供たちに自由にさせながら発見、発想させて、引き出していく、親から子どもたちがこんな考えが生まれるんだとおどろきました。またわかりやすく、親も知らない事を学ぶことができました。苦手な理科が少し好きになれたように思え、子供も楽しんでやっていました。

⑨子供が興味をもつ教え方で楽しかったです。

⑩4年生で電池の学習をしているので、今回興味をもって体験することができました。赤色発光ダイオードなど、普段使用していながら部品としては見ることがないものにも触れることができありがとうございました。

⑪無回答（２名）

以後、上述のアンケート結果や子どもたちの授業への取り組み姿勢などを参考にし、次の３つの観点から分析する。

（１）科学への興味・関心

まず、アンケート項目1から子どもたちは何らかの実験に対して興味を持ったのではないかと考えられる。次に、アンケート項目2における感想③・⑥・⑦・⑨から本教材に興味を持つとともに電磁誘導現象以外の現象や身の回りのモノに対しても興味を持つようになったと考えられる。以上のことから、本教材が科学への興味・関心を持たせるための教材として有効であると結論付ける。

（2） 日常生活への回帰

アンケート項目1における感想③·④·⑦·⑨のように子どもたちは身近なモノや現象について記述している。このことから、学習した内容を自らの生活と関連付けながら振り返ろうとする子どもたちの意識を高める可能性が高いと判断できる。

（3） 本教材の問題点

今回の授業実践には小学校低学年も参加していたので、内容的に難しかったと感じる児童も数名いた。このことから本教材が低学年向きの教材ではないことが考えられる。次に、アンケート項目 1 における感想①・⑥・⑩・⑪・⑫やアンケート項目 2 における感想①・④・⑤・⑧から、子どもたちにとって本教材における実験を単なる遊びや作業として認識してしまっていることがわかる。また、アンケート項目 1 における⑩やアンケート項目 2 における⑪のように感想を書かない子どもがいるということは、本教材の目的が 1 つも伝わっていない可能性を否定できない。

（4） 保護者の意識

本実践に参加した保護者の方のアンケート結果をもとに保護者から見た本実践の位置付けという点で考察する。アンケート結果からわかるように、子どもたちの表情や新たな一面を見ることができたという意見があり、子どもたちと触れ合う機会が持てたことに対して評価している。また、保護者も子どもと一緒に楽しむことにより、身近なモノや現象に対して興味や関心を持つようになっている。我々は、授業実践に参加した子どもたちが家に戻ったときに親と一緒になってもう一度身の回りの現象について考えるようになってもらうことを願っている。最後に、本活動は家庭や学校では難しいという意見と同時に、複数の保護者の方からこのような活動にまた参加したいという意見があった。このことから、我々が実践している活動の必要性というものを改めて確認することができた。

7．結語

2つの活動を総合して本教材の有効性を検討すると、次の通りである。

1． 本教材を用いた算数・数学的体験活動は、子どもたちにとって楽しい活動であり、数理科学や科学そのものへの興味・関心を引き出す可能性が高い。
2． 本教材において実験の大切さなどを伝え、ある程度の実験誤差を無視する

ことの必要性を認識させる可能性が高い。
また、第5・6節で記した問題点は、このような活動を繰り返し行うことにより、解決していくことができるのではないかと考える。

最後に、本教材を算数・数学のカリキュラムの中にどのように取り入れていくのか、本教材以外に比例教材や一次関数といった現象が起こる教材を作りどのように展開していくか、更には、21世紀に相応しい新しい数理科学教育プログラムをどのように開発していくのかを考えることが今後の課題であることを記しておく。

謝辞：本教材の実践の場として、「高美が丘数理科学教室」を提供してくださった東広島市立高美が丘小学校、理科大好きボランティア「親子科学実験教室」の場を提供してくださった科学技術振興機構、この講座に参加してくださった児童や保護者の方々に心から感謝の意を表します。

また、マツダ財団研究補助金「第19回（2003年度）マツダ研究助成－青少年健全育成関係－」・平成16年度東広島まちづくり活動補助金・科学技術振興機構補助金「理科大好きボランティア」のもとで、本研究が進められていることをここに記すとともに、心より厚く御礼申し上げます。

参考文献

(1) 伊藤昭夫、工学の視点から見た算数・数学教材の開発を目指して－近畿大学工学部教職課程数学コースにおける実践事例－、数学教育学会誌、Vol.44、71-84、2004
(2) 宮崎望・伊藤昭夫、工学的要素を取り入れた算数・数学教材の開発とその授業実践、岐阜数学教育研究、Vol. 3、65-77、2004
(3) 伊藤昭夫、工学部学生の地域及び初等・中等教育において果たす役割とその実践、工学教育、Vol. 53、No. 6、80-84、2005
(4) 伊藤昭夫・川谷晃真・宮崎望、モノづくりを取り入れた算数・数学の教材開発を目指して－その2－、2003 年度数学教育学会秋季例会発表論文集、131-133、2003