

---

## マイクロスケール実験を活用し、生徒が「気づき、考え、議論する」授業の研究

---



写真1 マイクロスケール実験夏季講習会

### 1. はじめに

マイクロスケール実験は、実験に使う化学薬品の量を極力少なくし、廃棄物を減らすことにより、環境に優しいグリーンケミストリーという観点から科学教育に導入された。廃棄物が少ない、使用する薬品が少なく器具が小型なため低コストである、反応時間が短く短時間で結果が出る、省スペースで一人1個または二人1個の実験ができることなどの利点がある。このため、環境対策にとどまらず、アクティブラーニングとして積極的な意義を持った手法として活用されている。短時間に一人一人が主体的に関わって実験することができるようになった結果、実験結果について一人ひとりが考察を加え、パートナーと相談し、クラス全体で議論をすすめ、探求していく活動ができるようになった。この研究では『マイクロスケール実験を活用し、生徒が「気づき、考え、議論する」授業の研究』をテーマに研究をすすめた。

### 2. 研究組織

加古川市は、兵庫県の神戸市と姫路市の中間に位置する人口27万人ほどの都市である。この研究を推進するため、市内12校の市立中

実施担当者 加古川市立平岡中学校  
主幹教諭 和田 雅之

学校の理科教員が加入する、加古川市中学校教育研究会理科部会と加古川市教育委員会、かがく教育研究所が構成員となり「加古川市科学教育推進研究会」を立ち上げ、マイクロスケール実験を活用した教材の開発と授業の研究を行ってきた。

かがく教育研究所は平成23年に設立された民間の教育研究所である。中学校の授業研究の支援・補助を担当し、マイクロスケール実験を活用した授業のために、1クラスあたり20セットから40セットの実験機材・消耗品の調達・加工・準備などを行った。

### 3. 研究活動

当市の中学校理科教員においても、初めてマイクロスケールに取り組む者が多く、まず教員対象の講習会を開催し、その後この方法を活用した公開授業を行い、その効果を研究するという手順をとった。

マイクロスケール実験講習会(H27.6.12)

マイクロスケール夏季実験講習会(H27.8.26)

公開授業（化学分野 平岡南中学校 10.7）

公開授業（物理分野 中部中学校 10.23）

授業研究（物理分野 平岡南中学校、陵南中学校、浜の宮中学校）

総括研究会（加古川市教育研修所 H28.3.15）

以下、研究授業内容等について報告する。



写真 2 公開授業 中部中学校 (H27. 10. 23)

#### 4. 電気分野のマイクロスケール実験

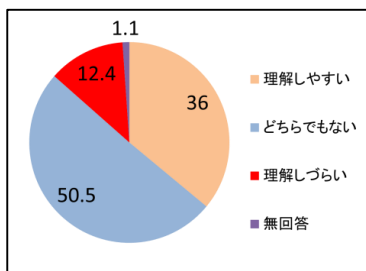
実施担当者 加古川市立中部中学校  
教諭 春名 盛也

電気分野は生徒にとって理解しにくい分野の一つである。また、実験においても回路の配線に手間取り、測定だけに終わってしまい、実験結果を考察する時間が取れないことが多かった。そこで、ビニル導線を使わず短時間で接続できる A6 版の「回路カード」という器具を使い、生徒実験を行った。

(1)「2つの豆電球をより明るく光らせる方法を考えよう」電圧と電流の規則性を調べる  
平成 27 年 9 月 7 日 2 年生 37 人×4 クラス  
内容 回路カードを使って、豆電球 2 つをより明るく光らせる方法を考えて、回路を組む実験。電池の数を増やすことと並列回路にすることによって電球が強く光る小学校の内容を復習する実験を、一人一人が実験した。

生徒の感想

・自分で回路を作ったので楽しかったし、つなぎ方の工夫ができた。・電気の通り道が見えてわかりやすかった。・回路カードを使うと自分で工夫しているいろいろな回路ができるので勉強になった。・器具の使い方が簡単



グラフ 1 アンケート結果

でわかりやすい。

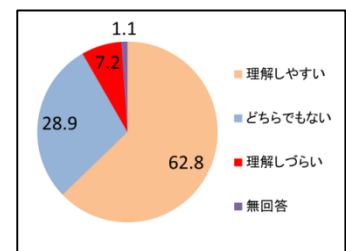
(2)「テスターを使って全体抵抗の規則性を調べよう」直列、並列回路の全体抵抗の規則性を調べる実験

平成 27 年 10 月 1 日 2 年生 37 人×4 クラス  
内容 2 人で 1 台デジタルテスターを使い、抵抗値を測定する実験を行った。抵抗の数を増やすことで、回路の組み方と合成抵抗の値との規則性に気づかせる実験とし、理論値との検証も行った。

生徒の感想

・何の抵抗が少ないか身近なものも確かめることができた。・予想した値とほぼ同じ値になった。・自分の目の前で起こる実験でとても楽しかった。

生徒の意欲が高く、有効だった。テスターを使うことは初めてであったので戸惑いが見られたが、徐々に



使いこなしていた。グラフ 2 アンケート結果  
(3)「電流がつくる磁界を調べよう」

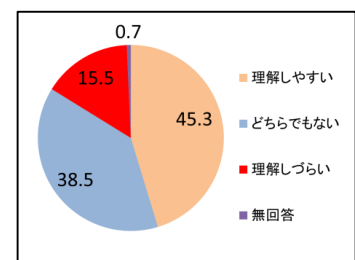
電流が流れるまっすぐな導線にできる磁界の向きを調べる実験

平成 27 年 10 月 23 日 2 年生 37 人×4 クラス  
この授業は、加古川市中学校教育研究会理科部会における公開授業として行った。

内容 回路カードの導線の周りにできる磁界を方位磁針を使って規則性を見つける実験

生徒の感想

・電流を流すと、導線の周りが見えない力が働くことがおもしろかった。・一人でするとよくわからないので複数でやったほうがいいと思う。



グラフ 3 アンケート結果



写真3 回路カードを使った実験

## 5. マイクロスケール実験

### 「電流の性質とその利用」の授業実践

実施担当者 加古川市立陵南中学校  
教諭 加山 敦子

2年生の「電流の性質とその利用」の単元で、回路カードを2人に1つ使った生徒実験を活用した一連の授業を行いました。これらの授業では、回路カードシステム（クリップ固定型）と磁石固定型を使用しました。磁石固定型を使うと、B5判のホワイトボードの上に回路カードを置き、銅テープ上にゴム磁石製の部品ベースを置くだけで電気回路が形成されます。すぐに接続が変更できるので、実験時間が短縮され、その結果生徒には様々な「気づき」が生まれました。

主な実験項目

- 1 発光ダイオード（LED）の点灯
- 2 モーターと豆電球直列回路
- 3 豆電球の直列、並列回路  
デジタルテスターを使った電圧測定  
小型電流計を使った測定
- 4 電流が作る磁界（エルステッドの実験、アルミ針金コイル）
- 5 直線電流が作る磁界
- 6 電流が磁界から受ける力

本実践で気づいたこと

2人に1つ、だれがやっても成功するマイクロスケール実験だからこそ、教え込む授業から能動的に、適切な距離の発問から自分で

法則をやきまりを発見できたようです。生徒のみならず何と教師自身も「おもしろい!」「そうなんだ～」と毎時間、感動そしてワクワクした電気分野の授業でした。生徒も教師も「気づき」のある授業でした。

生徒は、豆電球の並列回路でとても明るく点灯したとき、小さなことだけど、「すごい!」と言って声を上げました。自分をつないだからこそその声と思います。生徒が「電球が切れとる」、「電池ないで～」など、自分がやっている実験のことを口にするのは、2人1個で実験しているからこそではないかと思います。ブラックボックスで4人に1個では、そんなコメントも出てきません。

初めて使うデジタルテスターでも、テスターの切り替えスイッチに色別のシールを、抵抗の板書と同じ緑色、電流は赤色を、貼る工夫をしました。これでレンジ切り替えの説明も簡単になり生徒はすぐ使えるようになりました。

抵抗の計算でも活発な発言が見られました。「電気は難しいと思っていたけど、簡単だった。でもテストではよく間違うので問題演習が必要だと思った」という生徒もいました。3学期学年末のテストはおもに電気分野中心の出題にもかかわらず、いつもより平均点が高得点になりました。回路のきまりや回路全体の抵抗を求める問題は、これまでは一部の生徒しかできなかったところですが、クラスの約半数が全問正解しました。理解はよく進んでいたようです。一人ひとりが実験することで、生徒が主体的に実験に取り組み、興味・関心・理解の深まる学習となりました。



写真4 個人で行うアンモニアの噴水実験  
平岡中学校公開授業 (H27. 10. 7)

## 6. 一人一実験で行うマイクロスケール実験

実施担当者 加古川市立平岡南中学校  
主幹教諭 和田 雅之

加古川市科学教育推進研究会が開催したマイクロスケール実験講習会での講習を参考に、マイクロスケール実験を活用した授業を実施した。

気体発生実験をしてみると、とても生徒の反応がよく、次に、小さなフラスコを使うアンモニアの噴水実験を公開授業として実施した。この授業には生徒たちはとても積極的に参加し、発言も多かった。これは一人一実験で行うマイクロスケール実験の効果だと考え、今まで生徒が苦手であった光分野の学習にも取り入れたところ、非常に効果的であった。この実験法は短時間に、確実に様々な実験をすることができる。また、全員が自分で実験しているので、一人ひとりが考えを持っている。1時間の授業の中で実験し、実験結果を発表し、それに基づいて議論する時間をもつことができた。生徒の理解は深まったと思われる。

### (1) アンモニアの噴水実験

アンモニアの噴水実験は、生徒にとっても人気がある楽しい実験である。これを一人一人が実験する授業を公開授業として行った。

平成27年10月7日(水)5限 1年生36名  
指導計画と授業数

- ① 気体の捕集法と酸素の性質 (1時間)
- ② 二酸化炭素の性質 (1時間)
- ③ アンモニアの性質 (1時間) 本時

授業内容

①アンモニアと私たちの生活との関係

②アンモニアの性質について

③実験の説明

漏斗台に100mL丸底フラスコに入れ、下に約90°Cの湯を入れたビーカーを置き、濃アンモニア水を入れた試験管を入れた。

試験管にプラスチックピペットの軸を通したゴム栓をはめ、加熱して発生したアンモニアをフラスコ内に捕集した。一人一人がフラスコにアンモニアを充填し終えたら、フェノールフタレイン溶液を入れた100mL注射器の針に、シリコン栓を取り付けたものをフラスコの口に差し込み、シリンダーを押すと、針の先から噴水のようになり、水が噴き出し、ピンク色に変化した。

生徒の様子・反応

一人一人が実験し、ほぼ全員が成功し、とても楽しそうに取り組んでいた。赤い液体が噴出した時には、歓声があがった。

生徒の感想

・噴水が出たときは、なんでやろと思いました。楽しかったのは、みんなの意見を出し合う時です。・すごい不思議なことや、「なぜこうなるのか」という疑問がいっぱいあるのを見るのも楽しいし、それを解こうと班で考えるもの楽しい。

小さなフラスコを使うことにより、薬品量が少なく、短時間で実験できた。一人一人が自分の手で実験しているので、あとの結果についての話し合い活動においても、全員が主体的に取り組み、考えが深まったようである。今まで、班で実験をやっていた時に、見ているだけだった生徒が、自分でできることに、喜びを感じている。

授業後のアンケートでは、①から④の項目に対して「よくできた」と「いつもよりよくできた」という回答を合わせて

- ①集中して取り組めた 97%
- ②興味関心が持てた 97%

③理由を積極的に考えた 73%

④自分の意見を説明できた 56%

とほとんどの生徒が積極的に取り組んでいたことがわかった。

## (2) 光の単元でのマイクロスケール実験

アンモニアの実験に取り組んだ結果から、今まで不安で実験出来なかった生徒も取り組めるのではないかと、もっとマイクロスケール実験をやろうと考えた。次の単元のわかりにくい「光」の単元でこそやるべきと考え、授業を企画した。

### ①光の反射実験

A4版ホワイトボードの上に分度器をコピーした紙を置き、LED光源装置(アーテック)とプラスチックL型棒を

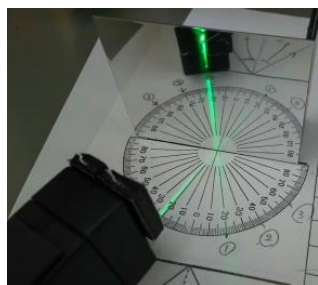


写真5 光の反射角実験

5cmに切ったものに、一面にゴム磁石、もう一面にミラーシートを貼り付けた器具を置いた。光源装置の光線を分度器の中心に当てると、反射光が普通教室でもはっきり見えた。同様に、鏡に写る像も実験したところ、生徒から、「うわ〜・・・おもしろいこれ〜・・・」「なるほど・・・ここか〜」という声が上がった。

### ②90度に合わせた2枚の鏡にできる像

これは理解が難しいものだが、一人ひとりがやってみることで簡単に作図することができた。

### ③光の屈折実験

全反射の気づき、水での実験、凸レンズの性質、レンズの中心を通る光の実験など、基本的な実験を短時間で目の前でできたので、明確に観察することができた。

マイクロスケール実験を活用した授業を実践してきた結果、分かったことは、

1. 興味関心を引き出せる。2. 実験操作が簡単なので時間が確保しやすい。3. 班での話し合いに真剣に取り組む。ことである。これらのことが、生徒も教員も積極的にマイクロスケール実験を活用した授業に取り組む原動力となっていると思われる。

## 7. まとめ

当初マイクロスケール実験という言葉にもなじみがなかったが、マイクロスケール実験講習会を開催し、実際に教員一人ひとりがやってみて、はじめてその意義が理解できた。2人の教員が研究授業のために授業研究に取り組む中で、いくつかの工夫が生まれ、研究授業は成功裏に終わった。何より、生徒の楽しそうな笑顔が、参観者全員の心を打った。「私もやってみよう!」と3人の教員が授業に取り入れて実践した。またさらに「他の分野でもやってみよう!」と範囲を広げて工夫し授業した。

「今まで見るだけだった生徒が参加できる、授業に積極的になれる」この研究を通して、マイクロスケール実験を活用した授業の効果を確信することができた。

次年度は研究の成果を踏まえ、生物、地学分野へ適用し、研究を進めたい。

## 8. 謝辞

この研究は、中谷医工計測技術振興財団の平成27年度科学教育振興プログラム助成をいただき実施いたしました。このような研究の機会を実現いただきましたことに、心より感謝いたします。

## 9. 参考文献

マイクロスケール実験

-環境にやさしい理科実験-

2011/11 芝原 寛泰(著), 佐藤 美子(著)