

令和4年度 第10回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2022年6月18日(土) 15時～18時00分

主会場：埼玉大学教育学部

参加32名(大学内15名、オンライン17名{学生17名、教員15名})

1 開会

- (1) 開会の挨拶(小倉康埼玉大学教授)
- (2) スケジュールの確認、指導案の配布
- (3) 本日の授業者の紹介

2 中学校理科モデル授業

- (1) 授業者と授業内容

授業者：野口祥太(さいたま市立指扇中学校教諭)

授業：中学校第2学年「電流と磁界」

本時の学習活動：磁力と磁界、磁界の向きについて理解する。(1/12時)

本時の評価基準

- ・磁界の様子を磁力線で表し説明している。(知識・技能)
- ・磁界の向きを「N極」「S極」の表現を使用して説明している。(主体的に学習に取り組む態度)
- ・磁界のようすを調べる活動に進んで関わり、科学的に探究しようとしている。(主体的に学習に取り組む態度)

- (2) 授業者による事前説明

プログラミング教育を各教科に導入する中で、理科でできることを探り、考案してきた。「電流と磁界」の学習単元では、実際に実験で結果を出してみると、生徒達にとって腑に落ちない部分があることが伺える。そこをそのまま知識として身に付けさせることに違和感を覚えた。そこで、理科教育の中にプログラミング教育を組み込むという新しい発想で取り組んだ。その一例を紹介する。

- (3) モデル授業の実施・視聴

[記録動画の通り]

- (4) 授業者による事後説明 指導法・教材・授業で大切にしている点について

①プログラミング教育の導入

中学校の教育課程全体にプログラミング教育を導入することで、小学校から持ち上がるプログラミングを中学校で活かし、高等学校に接続し発展させることを考えた。

②「電流と磁界」へのプログラミング導入のねらい

本学習単元は、中学校第2学年の電流の単元である。小学校第3学年から高等学校に至るまで、学習が展開していく。従来の授業「磁界」の進め方は、棒磁石の周りに鉄粉を撒き、鉄粉の模様から磁力を可視化させる展開であった。ここまでは生徒達にも結果を導くことができ、スケッチをすることも可能である。だが鉄粉の模様と磁力の大きさに結び付き難さがある。更に磁石の周りに方位磁針を置き、磁界の向きについての理解、更にはフレミングの法則の理解へと学習内容が



図1 観察内容の整理

展開していくが、方位磁針を置いて電流の向きをスケッチによって確認するだけでは、磁力がN極から出てS極に向かうことの理解には及ぶにくい。そこで、「どうして鉄粉が多い箇所は磁力が強いといえるのか？」や、「方位磁針の針は場所によってさす方向が違うだけではないのか？」という疑問に対して、プログラミングを取り入れることで、生徒自らが、結果を解釈できるように導くことが、今回の授業のねらいである。

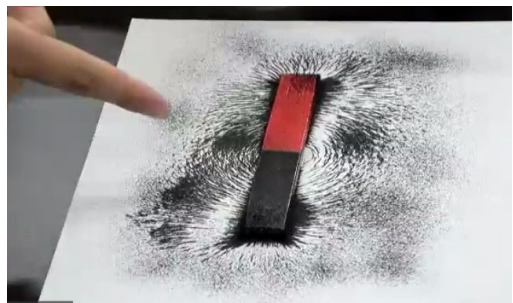


図 2 鉄粉の模様の観察

③micro:bit の活用

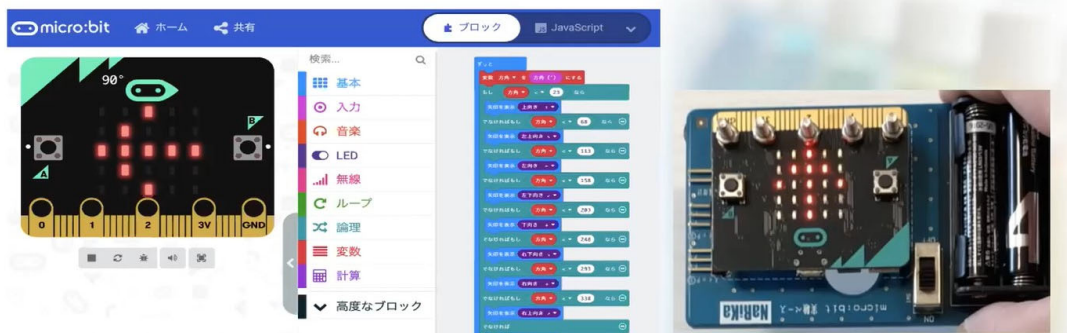


図 3 micro:bit

micro:bit は、英国の BBC が開発した教育用の小型コンピュータボードであり、生徒が簡単に使用できる。磁気・加速度・温度センサー等を搭載しており、生徒自身がプログラムすることで測定機器として用いることができる。今回は磁気センサーを用いた。

中学校段階ではプログラミング教育を総合的な学習の時間に位置づけ、小学校からのプログラミング教育を受け継いで進めている。micro:bit にデータを転送することや USB 接続や拡張子などについては、総合的な学習の時間に情報活用能力として育成している。理科のみならず他教科でも教科の中でプログラミングの活用を進めている。

理科では授業時数を変えることなく、実験の中にプログラミング教材を組み込み、学習を進めている。(本時の例：磁界を見る) また、中学校 3 年間の各単元で、プログラミングをとり入れた授業展開を進めている。micro:bit の他に、Scratch をアニメーションやシミュレーションに活用している。

④本時における micro:bit の活用とその他の ICT の活用例

- ・磁力を可視化する：鉄粉を用いて磁界を見た後、磁力を棒グラフで表示し、磁力線の間隔と磁力の大きさの関係理解に繋げる。
- ・磁界の向きを可視化する：方位磁針で確認後、N極から矢印で表示。磁界の向きが継続的に表示されることでN極からの流れのイメージが容易になる。

<その他の ICT 活用例の紹介>

- ・Scratch の活用例の紹介：「電池」に関して、

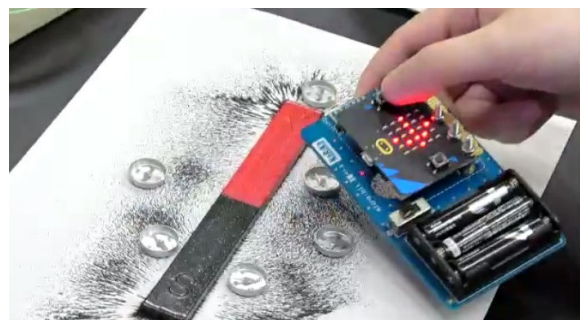


図 4 磁力・磁界の可視化

イオン、電子の流れが発生することを、生徒に Scratch を用いてアニメーションを作成させることにより、動的な理解へと繋げられる。

- Teams を活用し、画像を提示しながら結果を共有したり、生徒が自らの端末で結果を撮影したりすることで、実験のまとめや考察に活用している。

3 モデル授業についての協議

(1) グループ協議 20 分間、5名程度のグループ協議

- 以下の視点を中心に協議を進めた。
「学習者が実験の結果から事実を理解する際に、プログラムした測定機器が懸け橋となっていたか」そのほか、教材や学習の難しさや大切にしていること等自由に討議。
- ブレイクアウトセッションが終わり、協議で出された質問や感想等について、各グループの記録係が報告するとともに、すべてのグループからの報告後、まとめて授業者から回答する形態で協議した。

以下に、報告された主な質問や回答、感想を示す。

《グループ協議後に各グループから報告された事項》

〈感想・意見〉

○授業展開

- IC カードを接触させると、動いて見えない何かがあることと、磁力には向きがあることが飛躍しているように感じられた。例えば机にクリップを糸で括り付け、磁石を近づけると上に引っ張られる等、見えないけれど何か働いていること、引っ張られることには向きがあるなど、小学生の学習を想起させるのが良いと感じた。
- micro:bit 単体の実験だけでなく、教科書にも掲載されている砂鉄を使った実験から micro:bit を使った実験へと移行する流れが良かった。
- 磁力や磁界など目に見えないものを、鉄粉を用いて掴み、micro:bit を用いて、よりその様子を見易くしてよかった。その後も結果において具体的な数値が出てよかった。このように可視化することで、生徒も見やすくなり、理解に繋がる。
- 生徒たちが実際に micro:bit をどの程度扱えるのか興味がある。
- micro:bit の利用が、事実をおさえるための架け橋になっていた。
- 平面だけでなく、三次元的に可視化できるようになり、この後の導線のまわりの磁界の学習につながり、学習内容につながりができる。
- 見えない磁力を数値や矢印を可視化させることができている、事実をしっかり押さえることができた。
- 説明の時間が短く、生徒の活動の時間が多く確保されていた。
- 立体的に理解するのに micro:bit が役立ち、架け橋になっていた。
- 写真を撮って共有しても良いと感じた。
- 磁力の向きや大きさを動的に捉えられて、分かりやすかった
- 磁力を三次元的に捉えられたが、それが逆に分かりにくさに繋がったという人もおり、全員が同じ理解や捉え方ではないこともあると感じた。
- 鉄粉が多いところでは磁力が大きいということに意識が向かなかった。
- 磁石と電子機器を同じ机に乗せて大丈夫なのか？
- 方位磁針で授業を行っても、方位磁針を動かしながら向きを追う生徒が多くいる。磁針が矢印

になることで視覚的にわかりやすい（低位の生徒に対しての支援になる）と思うが、可視化することで生徒の思考にどのような変化がみられるのか、知りたい。

- ・結局は、プログラミングの提示の場面で磁針の向きを矢印に変える思考を行っているため、この橋渡しは相変わらず難しい。
- ・両極の端の磁力が強いだろうと考えられるが、3次元的な事象を扱っている棒グラフや数値化によって中央部の磁力が大きき感じられ、混乱が生じた。（3次元的な事象を無理やり扱ってしまう。）
- ・方位磁石で実験を過去に行ったが、今回は連続的で、見やすい。

○教材・教具について

- ・紙での二次元的な磁力の理解だけではなく、micro:bit の使用により三次元での理解が深まり、良かった。
- ・方位磁針が8個欲しかった。
- ・動画は滑らかで、実験後動画で上手くいった例を補足していて良かった。
- ・矢印をみることで興味が高まり、とても惹かれた。
- ・鉄粉の紙と方位磁針の紙で分けたほうが、記録を書き込むことが出来て良いと感じた。
- ・鉄粉の上からだと、結果を書き込みにくい。
- ・磁力が線として、また連続しているものとして、実感するのに役立っていた。
- ・鉄粉・方位磁針・micro:bit で、よりイメージができるようになる。
- ・基盤からの作り方が知りたい。
- ・機械は繊細で、実際に試してみると思ったように動かないこともあった。

○指導法、その他

- ・学校全体としてプログラミングをやっていく必要があり、生徒のスタートラインが大切だと思う。

〈質問・課題〉

質問 先生と生徒の関わりが少ないように見受けられる。また板書の時にコミュニケーションが少ないとも感じたが意図するものがあるのか？

授業者：端末が一人1台配布となってから、授業では主に端末を使って授業を進めており、ノートをとらせることは避けている。板書を写真に撮ってノートに貼り付け、データは後出しで配布している。板書を写す時間を削除し、micro:bit の活用に充てるように敢えて心掛けている。教師が意図的に話しかけることで、生徒の思考が止まることに繋がりがねないと思うところもある。授業の最初と最後になるべく意図した必要事項を伝え、後は自分の作業に徹し、試行錯誤の時間に満てられるように努めている。

質問 もし誤作動が起こった時、どのように対処するのか。

授業者：PC がうまく動かない、インターネット環境が悪い、充電し忘れていた等、常に誤作動や不具合が起こりうることを想定し、端末予備を2～3台用意している。本日はmicro:bit の予備は人数分用意している。

意見 最初の導入の自販機にカードをかざすという内容と、今回の学習内容との関わりがつかみづらい。

意見 導入のICカードの仕組みの話が最後まで無かったため、疑問のまま終わってしまったのが残念であった。良い話題であると思うので、最後に軽く原理の説明をすると良いと思った。

授業者：1時間の構成のため、今回のICカードのしくみは後の学習内容であるファラデーの電磁誘導に繋がり、疑問のままに終わらせ、結論を出さないこととした。

意見 micro:bit を使って同じ場所の磁力の動きを確認しても、他の人とは違う動き方をすることがあったので、一人で進めると勘違いに繋がることもあり、結果や経過を共有する時間もあるとよい。

授業者：通常は3人一組でグループ活動をするようにしている。2人はPCを触り、もう1人が実験をして記録をとる。3人の意見を集約し、実験なり結果について検討することとなる。

また、常に Teams を活用しており、授業中においても接続済みで、机の上では Zoom を介して他の班の手元の様子を常に観られる状況にしている。

質問 他の機器もある中で、micro:bit を用いることのメリットはあるか。

授業者：理由は自治体での導入が micro:bit であったから。代用も別の種類であるかと思うが、micro:bit についているセンサーが優秀である。加速度、磁気、デジタル温度計など。他機器は基盤の形が異なり、説明や使用法に時間を費やすことが多かったが、micro:bit は同じ基盤であり、使いやすい。

授業者 理科への興味・関心が上がったという結果は得られた。総合的な学習の時間で（スマホアプリの）コンパスのしくみについて考える学習に取り組んでいる。このような取り組みも踏まえ、理科への導入によって、理解力が上がっているのではないか。メリットもあるといえる。

4 モデル授業についての講評

(1) 小倉康埼玉大学教授より

本日のモデル授業は、新しい発想での中学校理科の授業提案であった。

今日STEM教育という用語に触れることが多くなった。Sは Science、Tは Technology、Eは Engineering、Mは Mathematics の頭文字で、科学技術を活かして実社会で活躍する人材を育成する教育全般を意味する。単に、理科と数学と情報科・技術科の総称ではなく、それらの教科に関する資質・能力が教科横断的に働いて、実社会に近い文脈で総合的な問題を解決する過程で、実用性の高い資質・能力を育成するものである。

私が日本のSSHに相当するような米国のハイスクールで15年ほど前に見たSTEM教育の例では、いわゆるセグウェイのような電動の乗り物を、生徒が電気回路を含むハードとソフトを設計し製作していた。その過程では、物理、数学、技術、プログラミングの資質・能力をすべてはたらかせて、快適かつ安全な乗り物として完成させていく高度で複雑なプロセスを体験する。この経験が、将来、科学技術を生かして社会で活躍していく上で生きて働く知識・技能となることは明らかである。

日本では、何よりも教科の基礎学力を身につけることが重要視される。どんな問題の解決にも基礎学力を身につけていることが肝心だからである。しかし、教科の基礎学力だけでは、教科横断的な実社会の問題を解決することはできないことも事実である。そこで「生きる力」の育成のため「総合的な学習の時間」が平成10年の学習指導要領改訂で導入された経緯がある。

本日の野口先生の授業提案は、教科横断的に育成する資質・能力である情報活用能力を、中学校理科の学習過程と総合的な学習の時間を関連させて育成するもので、STEM教育の取り組みと言える。目に見えない磁界を視覚的に捉えるという理科の問題に対して、鉄粉だけでは磁界の向きや強さが見えないところ、micro:bit をプログラミングして用いることで、磁界を計測し、その向きと強さを表示させることで、解決していく授業であった。

授業後に解説されたように、生徒の情報活用能力が高まるだけでなく、理科の理解度が高まり、学力と学習意欲の向上にもつながるといふシナジー効果が確認されている。このことは、生徒たちは、理科だけを学習する授業よりも、実社会で実用可能な教科横断的な資質・能力を合わせて学習できる授業に、より動機づけられることを示唆している。

野口先生の「パラレルストーリー型カリキュラム」によって、中学校3年間の理科学習を通じて、生徒たちは、計測・制御をプログラミングして理科の問題解決に用いる資質・能力や、Scratchでシミュレーションプログラムを作成して、科学的な疑問を探究する資質・能力を身につけていくことができる。今の生徒たちが成人となって生活する社会は、IoT (Internet of Things) やAIが社会基盤となる Society5.0の社会です。micro:bitのハードウェアとソフトウェアは、普及しつつあるIoTの基盤技術と共通性が高いものとなっている。

中学校段階で、自分たちの将来の社会生活の基盤となる知識・技能を身につけながら、理科、数学、その他の教科の基礎学力を習得していくことは、すべての生徒が期待する義務教育の姿ではないかと思うところである。

率直に、本日の生徒役を務めた学生・教員の皆さんは、得をしたように感じられたのではないだろうか。GIGA Schoolが実現した今日、このような授業提案が教育関係者の多くに共感されていくことで、中学校理科の必修の内容に取り入れられ、理科教育産業振興法等の補助金によって、すべての学校に実験観察機器として整備される時が、早期に実現することを願っている。

(2) 中村琢岐阜大学准教授より

挑戦的で新しい授業であった。ICTの活用において、新しいことに挑戦すべきとされ、現場では苦勞している様子を伺う。例えばプログラミング教育は、教科「技術」で行うべきなのか「理科」で行うべきなのか等、現場では悩ましい課題である。このような課題を踏まえ、今回は、理科の実験の中に組み込まれており、是非実践してみたいと感じる試みであった。

砂鉄の模様が見られる実験は、教科書には平面的に表されており、生徒達にとっては平面上に広がっていくと意識してしまいがちで、誤概念が危惧される。その解決策として、ペットボトル中に油を入れ、そこに鉄粉を充てんし、砂鉄の動きについて三次元的に見られるように試みた経験がある。油の抵抗が大きく、目に見えない物や定性的にしか使えないものを対象とする際の課題である。本時では、定量的に情報技術を用いて可視化した点が素晴らしい。まずクリップを用いて磁力の違いが場所によってどのように異なるか、平面で鉄粉を観察し、それを用いて測定し可視化することで、それぞれの関係性がわかり、良かった。バーチャルだけすすめるのではなく、事前に自分達でまいた鉄粉の上で micro:bit を用いることで、実験の結果とプログラムした測定機器が、まさに懸け橋の役割を担っていた。

日常生活においても、ある物理量を計る際には、まず大まかな見当をつけて測定し、ある程度の当たりを付けたところで細かく測定するとよい。磁力とは距離が離れていても働いている。磁界を伴ったブラックボックスになりがちであるが、プログラミングの能力も育てている、素晴らしい提案であった。

5 ネットワーキング (小倉康埼玉大学教授)

それぞれ勤務校や地域で理科教育に関わる中で、感じている課題や効果的な取り組みの様子、今後取り組みうと構想しておられることなどをお話いただくことで、他地域の先生も、同様の課題を感じていたり、解決策を考えたり取り組まれていたりするとわかる。そうした情報共有が進むことで、中核的理科教員としての共通理解、協働性や同朋性が深まると考える。

<状況紹介>

- **Society5.0** に向けて、理科のみならず他の教科担当と指導内容をすり合わせていくことが大切と考え、取り組んでいる。google チャットを利用し、合わない時間の中で隙間時間を活用して、内容をより良く合わせていこうという動きが進みつつある。この参加しやすさから少しずつ輪が広がりつつある。
- 一昨日初任者研修があり、実験教具の紹介を対面で実施。意欲的に初任者が参加し、若手の先生方は情報を求めていることを理解した。ネットでの情報を知っているものの、実践する方法を知りたいと感じていることがよくわかった。実践例として校内研修で紹介し、深めることができた。
- 市では県単位での CST の先生が、1 校 1 名で悉皆研修の講師として観察実技実習研修を実施。学校によってはどのようなレベルで内容を準備すべきか考えるところである。幾つかのコース分けをしてアドバンスなども含め、いくつかのレベルを用意して進めている。
- 校内で半教科担任制を進めている。どうしても忙しくなりがちなので、理科室ではなく職員室で教材研究をすることにした。双眼実態顕微鏡でメダカの観察に、職員室で取り組むことで、理科の話ができたり取り掛かりのきっかけを提供したりすることができている。
- 5 月から元は中学校理科を担当されていた理科支援員が来校。複数校の掛け持ちの指導である。木曜・金曜の週 2 回本校に来校。来校と同時に実践についての相談事が多く、指導支援に対応して貰っている。担任を持っていると時間的にも対応が難しく大変心強い。CST の立場の教員がいろいろ支援くださることで現場は助かる。
- 1 週間に 1 回ミーティング、隔週で小・中学校との連携指導、学校全体での理科研修会などがある。このような研修の機会において、共感してくれる人がいることは大切だと実感している。共感から繋がりができ、研修へと発展する。ただ批判になりがちでなく、共感が含まれる批判により、一緒に前に進もうとする方向性を見出すことができ、やっつけてよかったと思える。教育に携わっていくには、共感できる仲間を探し、どういうことをしたいのか、どういうことに課題を感じているのか等、理解し合うことや語り合える場を作ることの大切さを感じている。

6 次回の予定

8 月 11 日（木曜・祝日）岐阜大学と埼玉大学とで合同研修会を開催予定。

それぞれの会場で、講師の先生から紹介される観察実験教材や指導の工夫に直接触れながら、参加者間で交流し、ネットワークを深める機会と位置付ける。その様子をオンラインでも配信予定。

（詳細は後日公開）