

仮設プレハブ校舎における中学校理科の実践研究

～観察・実験を可能にするためのICT機器活用～

大崎市立古川東中学校

〒989-6117
宮城県大崎市古川旭4丁目5番1号

●背景とねらい

○3.11 校舎が使用不能分散・間借り授業開始

東日本大震災で生徒は幸い、全員無事であった。しかし、校舎は揺れによる基礎の破壊と液状化により最大 80cm 沈下, 1/25 傾斜し, 使用不能となった。

市内の他の中学校に被害がほとんど無かったため, 23 年 4 月 18 日から新学期が始まることになった。

近隣の中学校の教室を間借りしての授業が再開され, 早朝に集合, バスで移動という不便で過密な生活がはじまった。我々教員の勤務も過酷であったが, 理科教師として『理科室が使えない』ことが最も大きな問題であった。間借先の理科室借用も検討したが, そのための打ち合わせの時間が確保できず実現できなかった。

夏休み明けには仮設校舎が完成した。しかし, 全校生徒 575 名 (17 学級) に対し, 理科室はわずかに 1 つ。新指導要領の前倒し実施による理科の授業時数増も追い打ちとなり, 理科室の使用が大きく制限された。理科教師 4 名, 週 25 時間の授業のうち, 21 コマが重複しているのである。仮設校舎へ移転後も, 普通教室での観察・実験を行う必要性は続いた。

そのような中でも, 初めはガスバーナー, 水道, 電源装置などの実験器具を教室に持ち込み, 観察・実験を試みた。しかし, 試薬や器具の準備, 運搬, 片付け, 保管, 安全確保など解決しなければならない多くの課題が存在し, 普通教室での観察・実験は予想以上に困難であった。

授業の再開, 授業時数の確保が最優先される。教科書と板書による座学の授業もやむなしという暗黙の了解があった。しかし, このような状況だからこそ, 指導要領に謳われている「観察・実験を行う」ことが重要と考えた。生徒にとって中学校で学ぶ機会は一生涯にただ一度きりである。目の前にいる生徒に平常時と変わらぬ教育を受けさせたい。このような状況下においても「観察・実験を行い」実感を伴った理科の授業を行う必要があると考え本研究に至った。



図 校舎は使用不能に



図 生徒約 600 名に 1 つの理科室

●内容の説明

○電源の確保

教室で観察・実験を行う上では電源の確保が必要である。教室にあるコンセントは1～2か所である。延長コードの持ち込みも可能であるが、生徒が移動時にコードにつまづくトラブル、設置回収の時間も無視できない。

水溶液の電気分解を9V乾電池で行う。中学3年、電解質水溶液(CuCl_2)の電気分解、中学1年イオンの移動で使用する。また、陰極線の偏向など100V以上の高電圧が必要な実験には、9V電池をつなぎ合わせて行った。20個を直列につなぐことで180Vの高電圧を加えることができる。9V電池の+と-端子は、かみ合わせることで直列に接続できる。

○ガラス製器具を樹脂製で代用

ガラス製器具の使用は、グループでの観察・実験は生徒の机を4つ合わせて行う。プラスチック製の器具を使用し安全性(破損防止)の確保、軽量化を図る。

マイクロチューブ(1.5mL)は少量の試薬を、理科室で取り分けて運び込むのに使用する。こまごめピペットの代用として、ポリスポイト(5mL)を使用する。1mLごとに目盛りがあるため、使用後はそのまま廃棄できるため、時間短縮にもつながる。

ビーカーの代用として、セルプレート(24穴)を使用した。酸・アルカリのBTB溶液による呈色、塩化銅や塩酸の電気分解など、色の変化や発生する気体の臭いの確認などは少量で十分認識できる。また、かさ袋やポリ袋を、小型の水槽の代用として使用する。水圧の実験では、水を入れたかさ袋にシャープペンの先で穴を開け、深さと水の勢いの違いを調べた。また、持ち手付きのポリ袋に水を入れ、水圧実験器を沈め深さとゴム膜のへこみ方を調べる。強度の問題があるものの、軽量、安価、使い捨て可能というメリットがある。

○暗室の確保

仮設校舎の理科室には、要望した暗幕は整備されなかった。倒れた校舎から運び出した暗幕で窓をふさいでみたものの、重い上に、設置回収(開閉)に時間がかかる。光の反射、屈折、全反射、凸レンズによる像のできかたなど、光の実験では暗室が必要である。教室のカーテンは薄手で遮光性が低い。



図 乾電池を直列で180Vの電源

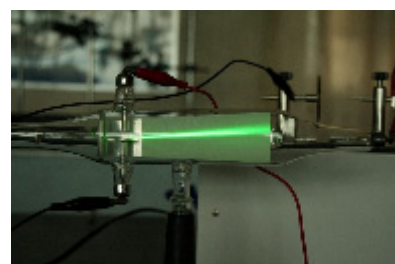


図 乾電池で陰極線の偏向



図 24穴プレートと



図 かさ袋も水圧の実験に使用



図 窓枠への取り付け



図 遮光前



図 遮光後

そこで、農業に使用されるマルチ遮光シートを窓に貼り付ける。使用したのは、三層シルバーポリ保温用（イワタニ）である。厚さ 0.1mm で、遮光性が 99% 以上ある。教室を暗室にするのに必要なサイズは、窓：190cm×210cm×5 枚，出入り口ドア 210cm×110cm×2 枚，廊下側上部窓 210×100cm×3 枚である。教室ではマグネットに取り付け，使用頻度の高い理科室は既存のカーテンにクリップで留め，開閉を容易にする。

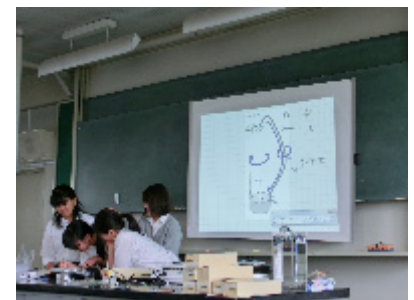
○簡易電子黒板の開発

電子黒板など ICT 機器の活用による効果が期待されるが，50 インチのプラズマ型（TH-50PH12KR）で幅 1.4m，高さ 1.7m，質量が 86kg で，移動が困難で仮設校舎には搬入されていない。そこで，持ち運び可能で，設置回収が容易な電子黒板の開発が必要であった。

タッチパネル搭載形の P C（Let's note C1 CF-C1BEAADR, Panasonic）と，手書き入力ソフト（PenPlusPro 4 , プラスソフト）を組み合わせたフルワイヤレス電子黒板システムを考案した。表示は超短焦点プロジェクターと，黒板に貼り付け可能なマグネットスクリーンを使用した。短焦点のため教卓に設置してスクリーン全体に投影できる。端末を完全ワイヤレスにすることで，教室内を持ち運び生徒が画面に記入することが可能である。ワイヤレス HDMI ディスプレイアダプタ（EZR601FHD, ウィザージャパン）を使用する。P C のバッテリーが約 14.5 時間駆動するため，授業中のバッテリー切れがない。また，静止画や動画などのデジタル資料の提示，顕微鏡や望遠鏡の画像をリアルタイムで提示可能である。



図 フルワイヤレス電子黒板



○熱源の確保

ガスバーナーなどの加熱器具が使えないことも大きな制約であるため、熱源の確保を工夫する必要がある。

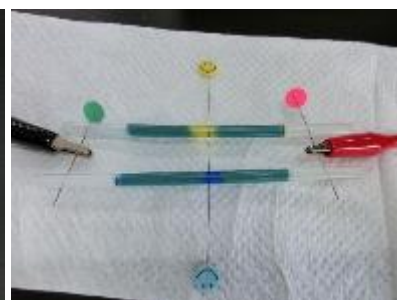
エタノールなど引火性のある液体や、少量の液体、花粉管の観察に用いる寒天溶液の加熱は、電子レンジを使用する。デンプンの観察、ベネジクト反応など、比較的多人数が同時に加熱する場合は、ホットプレート（深型）にお湯を入れて加熱する。雲の発生などの実験では、ドライヤーを使用。大量の熱湯を使用する場合には電気ポット（保温タイプ）を用いる。状態変化における食塩の融解など、演示実験ではボンベタイプのハンディガスバーナーを使用する。



図 ホットプレートでベネジク

○マイクロスケール化

教室での実験は機材の搬入、回収、廃液の処理などの課題により、教科書通りの手法では困難である。そこで、マイクロスケール化学実験の手法を導入、応用する。中和実験など、液体を使用するものには容器として点眼式のプッシュバイアルびん（5mL）を使用し、準備する試薬、廃液を減量する。イオンの電気泳動の観察では、細いストローに BTB 溶液入り寒天をいれ、電極には炭素棒の代りに裁縫用の待ち針を使用する。また、水溶液の電気分解は、セルプレート（32 穴）と乾電池（9 V）で行う。使用する電極はピンセットで小型のものを自作する。だ液によるデンプンの分解には、マイクロチューブを用いる。ボイルプルーフタイプのためそのまま熱湯に入れることで、ベネジクト反応による糖の検出が可能である。



○顕微鏡による観察

教室での観察でも困難だったのが顕微鏡による観察であった。葉の表皮の観察など、比較的低倍率で観察しやすい対象には、ペットボトルとガラスビーズで作った簡易顕微鏡で 1 人 1 台の顕微鏡観察が可能である。

高解像度、高倍率が必要な染色体の観察、葉緑体の観察などは顕微鏡による観察が必要である。顕微鏡を教室へ持ち込んでの観察になるが、光源（電源）の確保が困難である。コンセントを使わず単 4 電池で利用できる LED ブックライトを反射鏡の部分に設置して使用する。

観察する試料を大量に準備できない場合には、教師用の顕微鏡にデジタルー

眼レフカメラを取り付け、HDMIケーブルでプロジェクターを介して提示する。観察対象の見え方、対物レンズの倍率との関係などを、事前に提示しておくことで、初めて観察する対象でも的確に観察することをねらいとする。撮影も可能なため、事前に撮影し、観察できなかった生徒への提示も有効である。

●学習指導における実績

平成23年4月18日から、間借り先での授業実践を行った。間借り先では、理科室が完全に使えない状況であったが、中学3年の「ニンニクの根端で細胞分裂の観察」「花粉管の観察」「加速度運動」「等速直線運動」「力のつり合い」など教科書記載の実験に加え、「イトマキヒトデの卵・精子の観察」など、発展的内容の実験も行った。



同年8月からは仮設校舎が実践の場となった。「位置エネルギー」「道具を使った仕事」「発電器を用いた仕事の変換効率」「電流が流れる水溶液」「酸アルカリの水溶液と指示薬」「中和」「 H^+ 、 OH^- イオンの電気泳動」などの実験を行った。

●学習指導における成果

震災で校舎を失い、間借り先や仮設校舎での授業となった平成23年度において、教科書記載の観察・実験（東京書籍「新しい科学3年」）16種を全て行った事が最大の成果である。現在もその手法を生かして実践を継続している。



図 運搬を手伝う生徒

事後アンケートの結果は下記グラフの通りである。興味・関心の向上に加えて、学習効果についても肯定的な意見が7割近い。さらに、試験管やフラスコといった、実験専用器具の

代用として、ペットボトルなど身近な素材を使用したことで、理科を身近に感じるようになったという回答が8割を超えている。また、4月と9月の比較では、5教科の中で理科をもっとも好きな教科と答えた生徒は7%から30%に増加した。

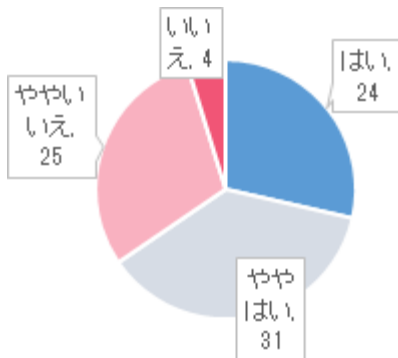
本実践により、理科室が使用できない環境において、教科書と同等、あるいはそれ以上の観察・実験の継続的な実施が可能であることが実証できた。これらの実践方法についてひろく公開することができれば、仮設校舎や間借りなどの環境にある他の学校での実践が期待できる。また、今後、校舎の耐震工事や改築、移転に伴い、理科室の使用が制限される場合にも生かされる実践と考える。

また、準備、片付け時間の短縮できたことで、生活指導や、部活動指導、保護者対応など、多忙を極める中学校の現場において、観察・実験を実施するための一助になると考える。

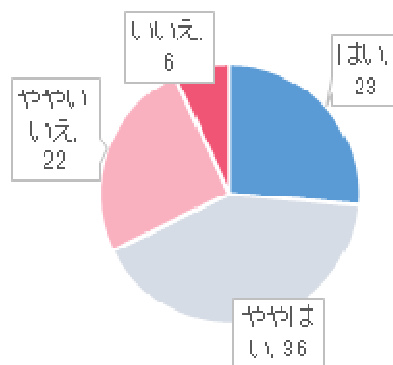
震災から1年が過ぎた今年4月、校舎が使えず、間借りやプレハブの仮設校舎で授業を行う公立の小中学校は宮城県内で47校に上った。校舎建設は急務

となっているものの，津波の被害にあった石巻市内の中学校 2 校は，校舎建設地の選定が必要で完成は最短で平成 29 年と見積もられている。
同様に，古川東中学校跡地は更地で，業者入札も決まらず，校舎建設はまだ手つかずのままである。理科教育の充実をうたう学習指導要領の下で，真に豊かな指導や学習を行うためにも，1 日も早い本校舎の完成が望まれる。

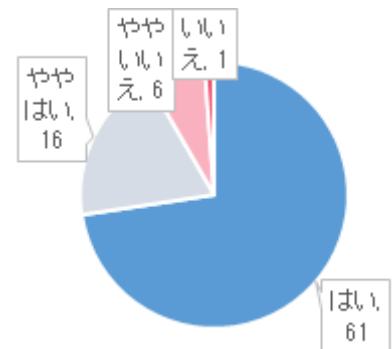
普通教室で観察・実験をおこなったことで興味・関心が高まった。(人)



普通教室に器具を持ち込んで観察・実験をおこなったことで学習効果が上がった。(人)



身近な材料をつかって観察・実験を行ったことで，理科をより身近に感じるようになった。(人)



自由記述

- ・理科が大嫌いでしたが，理科がわかるようになり今では大好きになりました。将来は理科に関わりたいと思います。
- ・実験の道具について，身近なもので作ったほうが理科への親近感がわくと思いました。
- ・手作りのものは，とても簡単な材料でできたりするので，家でもできそうだった。
- ・高価な器具を使わずに，身近な材料で実験器具を作れたので，自宅でも同じようなことができると思いました。理科をより身近に感じることができました。
- ・小型化したことで一人一人が実験できた。