

# 越馬徳治科学教育研究奨励の概要

## 光センサーと無線モジュールを利用した 重力加速度測定装置の開発とその教育実践

金沢市立工業高等学校 教諭 末栄 良弘

### 1. はじめに

従来、重力加速度を求める実験として、おもりを糸でつり下げて行う単振り子による重力加速度の測定実験を実施していた。従来の測定方法では、糸の長さが短すぎたり、振幅が大きすぎたりすると誤差が大きく生じるという欠点があった。また、生徒は物体が落下するというイメージがわからないので、落下する加速度(重力加速度)を求めている実感を持てなかった。

### 2. 実験装置のハード及びソフトの構成

この実験装置は透明アクリル円筒に光センサー3組を取り付けた ZigBee (無線モジュール) 搭載 PIC マイコン (PIC16F873A) と、USB 接続による ZigBee 搭載ノートパソコン (OS Windows Vista) で構成された無線通信による落下加速度測定装置である。

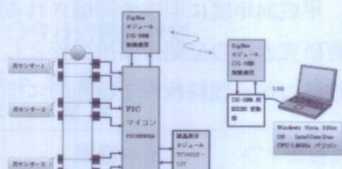


図1 落下加速度測定装置の全体システム

### 3. 内容の要約

3組の光センサーを透明アクリル円筒の3ヶ所に取り付け、体積が同じで質量が異なる5種類の物体の球体をその透明アクリル円筒の中に自由落下させる。PICマイコン (PIC16F873A) によって3組の光センサーを通過するときの球体の時間を求め、PICマイコンとノートパソコンを ZigBee 無線通信によって計測データを送受信し、球体の時間と速度の値をパソコンで求めて、そのデータをパソコンのハードディスクに保存する。次に、その保存データをパソコンに読み込んで、3組の時間と速度の測定値から数学の最小自乗法によりパソコンのディスプレイに速さと時間のグラフ (v-t グラフ) を描き、その傾きから物体の落下加速度を求めることができた。また、球体に働く重力に対する空気抵抗力の比率と質量の関係を求めることができた。

### 4. 学習指導における教育上の効果

いくつかの教育効果はあるが、特に、球体の物体に働く空気抵抗力の大きさと、そのものの質量を考えるのではなく、重力に対する空気抵抗の大きさの比率を基にしてその比率と質量を考えなければならないという科学的視点を生徒に持せることができた。

### 5. おわりに

今後も直感的に理解しやすい教材開発に努めたい。

## 子どもが創る理科

～実感を伴った学びをめざして～

金沢女性理科研究会

金沢市立泉野小学校 教諭 室木千恵子 (他2名)

主題に迫るため以下の2つの視点から3年「さぐろう!じしゃくのふしぎ」の実践を行った。

### 視点1. 実感を伴った学びにつながるような単元構成 や教材開発を行う

① 子どもの思考が連続し、既習を生かす単元構成  
導入時に魚釣りゲームを行い、磁石への問題意識をもたせた。また単元を通して、子どもの思考が連続するよう教師が意図的に働きかけた。さらに単元の終末に既習を生かす活用場を設けた。

② 思考力や説明力を育てる単元構成

3年生で重視されている「比較する力」を思考力ととらえ、単元を通して、比べながら考える活動を繰り返し行った。

③ 子どもが興味をもち、体感できる教材

磁石に対して興味をもち、体感できるような教材を意図的に扱った。このことは、学習のねらいを達成することにもつながった。

### 視点2. 学びを実感させるために、言語活動を充実させる

① 表やイメージ図の活用

表を用いることで、結果が比べやすくなったり、自分の結果のみでなく全体的な傾向として磁石の性質をとらえたりすることができた。

イメージ図を用いることで、「磁力」という目に見えないものが視覚化され、思考の一助となった。

② 交流の場の工夫

「だから」「このことから」「やはり」などの言葉を用いて結果と考えを区別することを意識させてきた。また、朱書きを入れて指導したり、学習便りを発行したりした。これにより、論理的思考の素地を養うことができた。

### 【成果と課題】

以上のような手立てを工夫することで、子どもたちは学習に主体的に取り組み、磁石の性質への理解を深めることができた。

今後は、実験技能や結果を吟味する力を高め、3年生なりに「再現性」「実証性」「客観性」のある実験を行っていきたい。

子どもが主体的に知を創造・更新していく理科学習  
～小学校高学年エネルギー領域の研究～

金沢理科の会 高学年研究グループ  
金沢市立中央小学校 教諭 北村弘樹 (他7名)

本研究では、子どもが獲得する知識やものの見方、考え方を「知」と定義し、理科学習を通して、既知では説明できない、結びつかない事象・現象と出合わせ、子どもにとって新しい知を創造し、更新していくことをめざした。昨年度の「粒子」領域に続き、今年度は小学校高学年における「エネルギー」領域において、エネルギーに関する見方・考え方（エネルギー概念）を育成するため、以下の6つの手立てを実施して、5つの単元で、その有効性を検討した。

- 手だて1 子どもが持っているエネルギー概念（素朴概念）の分析計画を立てる。
- 手だて2 エネルギーの存在を意識していない段階からエネルギーの存在が実感できるための教材・手立てを工夫する。
- 手だて3 エネルギーが変換されることにより、生活が豊かになっていることを意識させる展開の工夫をする。
- 手だて4 エネルギーを節約し、有効に利用しようとする意識・態度を形成するおもしろ実験や教材の工夫する。
- 手だて5 エネルギー概念の変容を見取るための評価方法を考える。
- 手だて6 単元間のエネルギー概念をつないでいくための方策を探る。

子どもにとってエネルギーというのは、外からは見えないが、内に蓄えられているもの、例えば乾電池の中の電気や筋肉の中に隠れている力（パワー）といった「見えにくいもの」である。そのエネルギーが「見える化」されるのは、エネルギーが何らかの変化を起こす要因となった時であると考えられる。

本研究の実践において、エネルギー概念を育成するためのプロセスとして『エネルギーの存在を明らかにできる実験（モデル実験）の工夫』を単元中に取り入れて、その結果から得られた『エネルギーの見方・考え方を自ら再構成して、表現する』ことで、見えにくかったエネルギーの存在が、「見える化」されることが明らかになった。また、「見える化」したエネルギーに対する見方を広げるために、エネルギーの節約、有効利用を意識させる実験（モデル実験）を工夫することによって、エネルギーへの意識の高まり、エネルギーの節約、有効利用の態度につながれることができると分かった。エネルギーについて考え、エネルギーの見方・考え方を広げていくことは、ESD（持続可能な社会）の担い手の育成に寄与することになるとも考えられ、今後も継続して研究を進めていきたい。

子どもが主体的に知を創造・更新していく理科学習  
～小学校中学年エネルギー領域の研究～

金沢理科の会 中学年グループ  
金沢市立小坂小学校 教諭 久野将義 (他6名)

本研究では、「子どもが獲得する知識やものの見方、考え方を「知」と定義した。子どもたちが自らの知の創造や更新を自覚し、そこに楽しさを感じることができれば、子どもは主体的にそのような理科学習に取り組むようになるのではないかと考え、上記の研究課題を設定した。また、小学校中学年で、エネルギーの概念や見方等をどのように育てればよいかを実践研究するために、上記の研究副題を設定した。

研究課題及び研究副題に迫るために、以下の3つの手立てを取ることにした。

- (1) エネルギーを「見える化」するための教材・手立ての工夫
- (2) エネルギーの変換と保存を意識させる展開の工夫
- (3) エネルギー概念（素朴概念）の変容を見取るための評価方法の工夫



(1)の工夫として、「風とゴムのはたらき」の単元では、ゴムがもとの形に戻ろうとする力をバネばかりで数値化したり、風やゴムの力で進んだ車の停車位置、距離ではなく体育館平面図にシールでプロットさせたりする等の工夫を行った。

(2)の手立てとして、「物の体積と温度」の単元では、「フラスコの栓が飛ぶのは熱を加えたから」であることを意識させるため、導入や単元構成等の工夫を行った。

(3)の工夫として、「じしゃくにつけよう」の単元で、磁石に対する概念が変容すると考えられる場面毎に、継続的にイメージ図を描かせ、概念の変容を見取った。

上記の3つの手立てを取ることで、目に見えないエネルギーの概念を創造、更新する一助になったと考える。しかし取り組みの中には、一部の児童にのみ有効であったり、思考を複雑にさせたりするなど、効果が限定的なものもあり、さらなる研究が必要である。

既習を生かし実感を伴ってエネルギーについての  
見方や考え方をとらえる単元の工夫

～4年「電気のはたらき」の実践から～

金沢市立三和小学校 教諭 戸田 真実

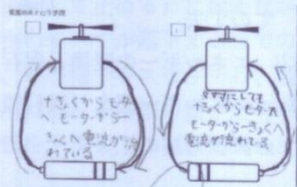
4年「電気の働き」の学習において、3年生で学習した電気や光、風のエネルギーについての見方や考え方を生かして電流と電気の働きの関係を捉えさせたいと考え、上記の課題、副題を設定した。そのために以下の工夫を行った。

①既習を生かした実験 ②電流の働きによるエネルギーの数値化 ③電流のイメージ図 ④用語を使った説明

#### 【豆電球の回路の電流調べ】

第0次に豆電球の回路で電流が+極から-極に流れることを調べ、イメージ図で表した。この経験をした子ども達は、モーター

の回る向きが変わる現象に出会ったとき、電流の向きが変わったからではないかと思通しをもつことができた。



#### 【ウインドカーによるモーターの力調べ】

モーターの回る速さを比べるときは、プロペラの回る速さを観察するとともに、回転で生じた風でウインドカーが動いた距離を調べさせる。ウインドカーは、3年「風とゴムの働き」と同じ物を使用した。



乾電池1個の場合と2個直列つなぎの場合、2個並列つなぎの場合や乾電池の種類を変えるなどの実験を行った。その結果、直列つなぎ以外は走行距離が乾電池1個の場合とほぼ同じになり、モーターの働きの大きさを定量的に確かめることができた。

#### 【鏡を使った光電池の電流調べ】

光電池に当てる光を調節するときは、3年「光を当てよう」と同じ場所で、鏡の数を変えて実験させた。光の学習を想起しながら調べることによって、光の強さと物の温度、光の強さと電流の強さを比べながら考えられるようにした。班によって数値に差はあったが、どの班の子も光が強くと電流が強くなること、それによってモーターが速く回ることを捉えることができた。振り返りには、今まで勉強してきたことを生かす喜びや、光電池の有用性を感じていることも読み取ることができた。

#### 感動のある理科学習をめざして

～3年生における3つの場面で見方や考え方を  
変容させていく理科学習の工夫～

金沢大学附属小学校 教諭 岩崎 誠

子どもの自然事象に対するイメージや概念などを大事にし、観察や実験、友だちの考えなどから納得してイメージや概念などを更新していくことによって、子どもは自ら「わかった」「そうなんだ」「なるほど」などの納得の言葉を、感動を伴って表出し、子どもの見方や考え方がより科学的な見方や考え方に変容していくであろう。このような理科の学習を『感動のある理科学習』と称して研究の主題として定めた。感動のある理科学習をめざすために、見方や考え方が変容するために必要な3つの場面を以下のように設定し、ポイントを絞っていくことにした。

#### A：イメージや素朴な概念などをもつ場面

この場面は、理科の学習において課題や予想の活動にあたる。自然事象に出会いイメージや素朴な概念などをもつことによって、不思議を感じたり、予想を考えたりする。イメージや素朴な概念などをもつための手だてとして、[興味をもてる課題や教材の提示] [予想などの話し合いよりイメージをもつ] の2点を重点とした。

#### B：新しいイメージや概念などを更新していく場面

この場面は、理科の学習においてまとめや考察の活動にあたる。観察や実験の事実(結果)をもとに新しいイメージや概念などを更新していくことによって、見方や考え方を更新していく。新しいイメージや概念などを更新していくための手だてとして、[結果をもとにイメージや概念などを図や絵に表し伝え合う] [授業展開を工夫する] を重点とした。

#### C：イメージや概念などの更新を自覚する場面

Aの場面→Bの場面への更新の道筋を振り返ることによって、自分の更新してきたイメージや概念などを自覚することができる。この更新を自覚するための手だてとして、[ポイントをしばらく話し合いをもとに振り返る] [子どもと共有する評価基準を作り自分たちで評価する] を重点とした。

以上の各場面の手だてを、3年生の各単元において行った手だてとそれによる子どもの見取りをもとに研究を進めていった。