

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 20 日現在

機関番号：52605

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501041

研究課題名(和文)小中学生を対象にした体験型理科教室のための教材開発

研究課題名(英文)Teaching materials development of experience science class for primary and secondary school students

研究代表者

吉田 健一 (YOSHIDA, Kenichi)

東京都立産業技術高等専門学校・ものづくり工学科・准教授

研究者番号：60252201

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円、(間接経費) 1,260,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、酸化物超伝導体、放射線などを題材とし、クリッカーを用いたアクティブラーニング形式の教材開発を行う、理科教室の実施を通して小中学生の科学についての好奇心を刺激し、理科離れに対する取り組みとする、という2つの目的を持ち研究に取り組んだ。その結果、超伝導と放射線の2つの教材を開発し、3年間で7件、合計参加人数は514名となる、小中学生向けの理科教室を開催した。

研究成果の概要(英文)：I have accomplished this research with two purposes. (1) To develop teaching materials of active learning style by using superconductor, radiation, clicker and so on. (2) To open science classes for students of a primary and a secondary school. As the result, I have made two teaching materials of superconductor and radiation, and opened seven science classes during the research period. Furthermore, the total number of participants was 514. These activities have motivated students to improve the interest of science.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育

キーワード：小中学生 理科教室 超伝導 放射線 クリッカー アクティブラーニング

1. 研究開始当初の背景

現在日本では、児童・生徒の理科離れの対応策が急務となり、様々な試みが行われている。一方教育現場では、小学校低学年では理科好きが多いのにも関わらず、小学校高学年から中学生にかけて理科嫌いな生徒が急速に増加することから、理科嫌いが始まる初等・中等教育機関での理科離れ対策が重要になっている。

2. 研究の目的

本研究では小中学生の理科離れ対策として、魅力的な教材を開発し、それらを用いて理科教室を開催することを主な目的とした。

理科離れに対する対策としては、小中学生に先端科学の内容を実際に体験してもらい、好奇心を刺激して理系への進路選択の動機付けを行うことが重要である。一方申請者は、これまでに中学校出前授業の実践に加え、小学生向けの理科教室を開催してきた。これらの催しでは、主に講師が生徒・児童に講義を行い、必要に応じて演示実験を行うものとなる。しかしながらこの方式では、生徒の授業態度は受身となり、生徒の活発な授業参加が困難である。

一方最近、生徒が教員から一方的に知識を受け取る受動的学習から、学生と学生、学生と教員が相互作用をしながら学ぶ能動的学習(アクティブラーニング)への転換の必要性が叫ばれている。アクティブラーニング実践のための有効な道具の一つとして、クリッカーと呼ばれる小型端末が知られている。クリッカーは携帯電話程度の大きさで、端末ボタンを押すことで、選択情報の無線送信が可能である。さらに参加人数分のクリッカー、信号受信機、情報集計用のノート PC でパーソナルレスポンスシステム(個人応答集計システム)を構成している。この装置により、授業中に出題される問題に対する学生の選択情報を瞬時に表示できるため、学生の理解度に合わせた双方向授業が可能となる。また

回答結果を学生同士で議論させることで、学生同士が学び合う Peer Instruction と呼ばれる授業も実施できる。

本研究では小・中学生向けの理科教室用に、クリッカーを用いた教材を開発し、理科教室を開催することを目指した。

3. 研究の方法

教材に関しては、パワーポイントとキーボードジャパン製のクリッカーを組み合わせ、生徒と講師が双方向に意見を交換しながら学習するアクティブラーニング形式のものを開発した。本研究で開発した教材は、主に以下の2項目である。

極低温と超伝導について学ぶ教材

以下の5項目に関して、パワーポイントとクリッカーを組み合わせた教材を開発した。

- (1) 温度って何だろう？
- (2) -196 に空気を冷やすと？
- (3) -196 に金属を冷やすと？
- (4) 超伝導による磁気浮上
- (5) 持ち寄った物を-196 に冷やすと？

まず(1)に関しては、温度の定義と絶対零度の考え方について解説する教材とした。(2)に関してはクリッカーによる設問を交えながら、空気を冷やすと体積が減少し、最終的には気体が液体、固体と変化することを理解できる教材とした。また実際に空気を液体窒素で冷却するとどうなるか、デモンストレーションも取り入れた。(3)に関しては、まず固体であるステンレス鋼を冷やすと、金属がどうなるかをクリッカーによるクイズで予想させた。次に実際に生徒が液体窒素で冷却したステンレス鋼と室温のステンレス鋼を金づちで叩き、金属の脆化を体験できる内容とした。(4)に関しては、すでに開発済の熔融体型の酸化超伝導体を用いて、磁気浮上を体験できる内容とした。(5)に関しては、生徒が持ち寄った物を-196 に冷却するとどうなるのか、体験できる内容とした。

放射線について学ぶ教材

放射線の教材に関しては、以下の5つを主テーマとして、パワーポイントで各テーマに関して数十枚程度の手稿を教材として作成した。実際の理科教室では、その実施時間に応じ、主に(1)、(2)、(4)の一部の内容を用いて、教室を開催した。

- (1) 放射線についての基礎知識
- (2) 放射線の人体の影響について
- (3) 原子力発電について
- (4) 放射線の計算について
- (5) 今後のエネルギー源の展望

教材の内容としてまず(1)に関しては、以下の6項目についての資料を作成し、放射線や核分裂に関する基礎的理解を深め、半減期に関しては計算ができるような内容とした。

- 1-1 物質の構造,放射線の種類,放射性同位体
- 1-2 核分裂,連鎖反応,臨界,核分裂生成物
- 1-3 物理的半減期,生物的半減期,有効半減期
- 1-4 体外被ばく,体内被ばく,体内濃縮
- 1-5 なぜI, Cs, Sr, Puが危険なのか
- 1-6 I について

次に(2)に関しては、以下の5項目についての資料を作成し、ベクレルやシーベルト,放射線障害などについて定性的な理解ができるようにした。さらにBqからSv, Bq/kgからBq/m²への換算方法を学べるような内容とし、放射能の定量的理解も深められるようにした。

- 2-1 Bq, Gy, Svの定義について
- 2-2 Bq, Svの変換について
- 2-3 放射線障害(確定的影響,確率的影響)
- 2-4 体外被ばくの概算数値
- 2-5 海洋汚染, 土壌汚染について

(3)に関しては、以下の4項目についての説明資料を作成し、原子力発電の仕組みと、事故の内容について理解できるような教材とした。

- 3-1 原子炉のしくみ(压力容器,格納容器)
- 3-2 事故の概要
- 3-3 語句説明(水素・水蒸気爆発,炉心溶融,再臨界,汚染水)
- 3-4 事故収束の見込み

(4)に関しては、以下の3項目に関する内容とし、放射性物質の崩壊と遮蔽に関する定量的な理解を目指した。

- 4-1 放射性物質の崩壊の説明と計算
 - 4-2 放射線の遮蔽についての説明と計算
 - 4-3 片対数グラフを用いた作図と定数の導出
- 放射性物質の崩壊に関しては、実際の報道の情報から安全日を計算できるような内容とした。放射線の遮蔽の計算に関しては、Sr90線源を用いて線遮蔽の演示実験を行い、この結果を片対数グラフにプロットすることで、線減弱定数 μ を導出した。またこの実験の誤差原因についても考察する内容とした。

(5)に関しては以下の5項目とし、原発賛成,反対,現状維持派の具体案を提示した。案に関しては、原理と合わせて利点と欠点を説明し、生徒が考えを深められるようにした。

- 5-1 各種エネルギーの利用価値について
- 5-2 原発推進派への提言(高速増殖炉,トリウム原発,核融合炉)
- 5-3 原発反対派への提言(電源周波数統一,電力自由化,自然エネルギー)
- 5-4 原発の現状維持派への提言(安全対策,シェールガス,燃料電池など)
- 5-5 今後の社会像

4. 研究成果

超伝導,放射線の2つの教材を小中学生向けの理科教室に現場投入し,3年間で7件,合計参加人数は514名となる,以下の理科教室を開催した。

- (1) -196 の世界と超伝導による磁気浮上を体験しよう(小学生対象), 国立科学博物館サイエンススクエア, 平成25年8月9日, 参加者120名
- (2) 身近な暮らしの放射線, 都立産業技術高専 中学生向け模擬授業,平成25年6月30日, 参加者14名
- (3) 極低温と超伝導について, 都立産業技術高専 理科教室(中学生対象),平成24年10月8日,参加者50名
- (4) 身近な暮らしの放射線, 都立産業技術高専 公開講座(小学生対象), 平成24年8月18日~19日, 参加者20名
- (5) 極低温と超伝導について,国立科学博物館サイエンススクエア(小学生対象),平成24年8月10日, 参加者100名
- (6) 第13回産業ときめきフェア in EDOGAWA 理科教室:超伝導デモンストラーション(小学生+一般対象),平成23年11月18~19日 参加者約200名
- (7) 都立産業技術高等学校説明会 体験理科教室 暮らしの中の放射線(中学生対象),平成23年10月6日 15:00~16:00 参加者10名

以下に実施内容の詳細を記す。

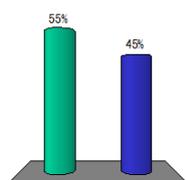
- (1) -196 の世界と超伝導による磁気浮上を体験しよう(小学生対象), 国立科学博物館サイエンススクエア, 平成25年8月9日, 参加者120名
- 出題される設問をクリッカーで回答していくことで、温度の考え方や低温での気体の変化について 学ぶ内容とした。図1にクリッカーで出題した問題の例を示す。このような設問では、生徒の議論が白熱したものとな

った。これらに加え、液体窒素を用いたバラの花の冷却や、図 2 に示した溶融体型の酸化物超伝導体による磁気浮上デモンストラーションなども合わせて実施した。1 回の講演参加人数は 30 名で、合計 4 回の講演を講師 1 名、アシスタント 1 名の体制で開催した。

問1 -273℃まで空気(窒素)を冷やすと？

1. 体積がゼロになる
2. 体積はゼロにならない

正解 2
ゼロにはならず空気が固体になる



1 55% 2 45%

図 1 小学生対象の実践例(1)での設問とその回答

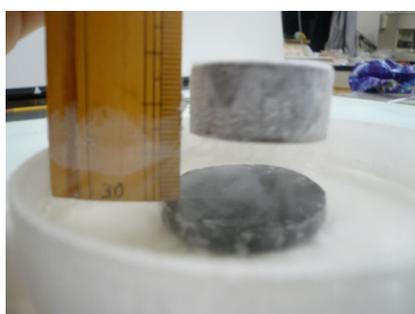


図 2 溶融体型超伝導体による磁気浮上

(2) 身近な暮らしの放射線, 都立産業技術高専 中学生向け模擬授業, 平成 25 年 6 月 30 日, 参加者 14 名

中学生とその保護者が放射線に関連する問題をクリッカーで回答し、その結果を解説した。さらに化学肥料、花崗岩、ランタンマンツルのホ口の放射線量の測定結果を親子でまとめ、放射線に対する理解を深めた。内容に関しては、実践例(4)での教訓を生かし、なるべく理解しやすい内容とした。



図 3 授業風景

<http://www.keepad.com/jp/casestudies/docs/Case%20study%202020.pdf>

(3) 極低温と超伝導について, 都立産業技術高専 理科教室 (中学生対象, 平成 24 年 10 月 8 日, 参加者 50 名)

内容は実施例(1)に中学生相当の内容を加えたものとした。参加者の生徒同士が初対面だったこともあり議論等はあまり起こらず、通常の講義形式の授業のように、生徒が講師の話の聞きながら授業が進んだ。

(4) 身近な暮らしの放射線, 都立産業技術高専 公開講座 (小学生対象), 平成 24 年 8 月 18 日~19 日, 参加者 20 名

この講座では、まず放射線に関する基礎知識を、クリッカーを交えた講義で参加者が学習した後、身の回りにある物質の放射線量をガイガーカウンターで計測し、放射線に対する理解を深める内容とした。表 1 にその際に用いた物質の測定結果を示す。表より、昆布などの食料や化学肥料、床材として使われている赤御影石やアウトドアで使用するランタン(石油ランプ)のホ口布が放射線を発していることが分かる。なおランタン布に関しては至近距離で測定を実施すると、強い線量が計測されたが、この放射線の主体が貫通力の弱い線であることを紙による遮蔽で示し、放射線に対する理解を深める内容となった。しかしながら保護者から小学生には内容が難しすぎるとの指摘を受けたため、内容の更なる改善が必要となった。

表 1 ガイガーカウンターを用いた各物質の測定結果

測定物	1 回目	2 回目	3 回目	平均値
教室机(BG)	30cpm	33cpm	31cpm	31cpm
ぬか	50cpm	26cpm	39cpm	38cpm
昆布	55cpm	39cpm	49cpm	47cpm
化学肥料	134cpm	138cpm	158cpm	143cpm
赤御影石	147cpm	133cpm	169cpm	149cpm
ランタン布	5292cpm	5141cpm	5123cpm	5185cpm

(5) 極低温と超伝導について,国立科学博物館サイエンススクエア(小学生対象),平成24年8月10日,参加者100名
基本的には実施例(1)と同じ内容であったが,催し物終了後に保護者に自由意見を聞いたところ,設問中の漢字の意味が分かりづらいつの指摘を受けた。よって小学生対象では,設問に平易な漢字を使用し,簡潔で分かり易い表現にするよう注意が必要であることが分かった。またステンレス鋼の低温脆性のデモンストレーションに関しては,終了後に騒音が大きいとの苦情があった。したがってこれらの項目を改善した内容で,後日開催した実績(1)は実施することになった。

(6) 第13回産業ときめきフェア in EDOGAWA 理科教室:超伝導デモンストレーション(小学生+一般対象),平成23年11月18~19日 参加者約200名

この催しは講師1名,アシスタント1名の合計2名で実施した。基本的には,ブースの来場者に対してパネルを用いて超伝導の説明を行い,その後に溶融体型超伝導体による磁気浮上を演示する内容となった。

(7) 都立産業技術高専学校説明会 体験理科教室 暮らしの中の放射線(中学生対象),平成23年10月6日,参加者10名
内容としては,実施例(2)と同様の内容で実施した。

5. 主な発表論文等
(研究代表者,研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0件)

〔学会発表〕(計 0件)

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

〔その他〕

クリッカーを用いた中学生向けの放射線教材の紹介記事

<http://www.keepad.com/jp/casestudies/docs/Case%20Study%202020.pdf>

ホームページ

<http://www.metro-cit.ac.jp/~kenyoshi/demae/demae.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者 吉田健一
研究者番号:60252201