

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：12611

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25560071

研究課題名(和文) 先端科学と小中学校理科の授業のつながりを実感できるプログラム開発と実践・展開

研究課題名(英文) Development and practice of the science experiment programs realizing the connection of advanced science and junior high school science class.

研究代表者

貞光 千春 (SADAMITSU, Chiharu)

お茶の水女子大学・サイエンス&エデュケーションセンター・特任准教授

研究者番号：50372420

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：子どもの理科離れを止める一助として、大学と小中学校と連携が行われてきたが、大学の研究者は「小中学校での理科の学習内容をよく知らず」、小中学校では「授業時間確保のためにも単元に関連した内容を望むが、単元と先端科学のつながりを意識するのが難しい」など食い違いがあることが明らかになってきた。本研究では、「骨伝導スピーカーと聴覚のしくみ」「かんたん旋光計と分子の世界」「ホタルが光るしくみと酵素反応」「食べものの酵素と犯罪捜査の関係」を開発し、中学生に向けて授業を行った。アンケート結果等により評価した結果、単元の発展でありながら、身近な感覚や先端科学を意識できるプログラム開発・実施を行うことができた。

研究成果の概要(英文)：Cooperation with universities and junior high schools are believed to be of help to stop the moving away from science of children. But to them there are some problems. University researchers do not know well the learning content of science in junior high school. On the other hand, the teacher in the junior high school hope the contents related to the unit in order to ensure school hours. In addition, they are difficult to be aware of the connection of unit learning and leading edge science.

In this study, I have developed four tuition programs including "the bone conduction speaker and the auditory sensation" and "the easy polarimeter and the world of molecular". I did tuition of these programs to a junior high school student. And I did the evaluation of them by the survey results. Despite of an extension of learning unit, those became programs that can be aware of the familiar sensations and advanced science.

研究分野：理科教育

キーワード：教材開発 科学コミュニケーション

1. 研究開始当初の背景

大学の専門的で高度な科学が、小中高等学校と連携することで、子どもの理科離れを食い止める一助となりうるか。これまで多くの試みがなされてきたことで、大学と小中学校双方の問題点や食い違いがはっきりしてきた(図1)。

(大学と小中学校の出前授業などの連携における)

小中学校の問題点

- ・ 理科の学習内容と先端科学のつながりを意識するのがむずかしい
- ・ 理科の専門家が少ない(小学校)
- ・ 授業時間の確保が重要(授業との関連を希望)
- ・ 教員自身の向上につながらない

大学・研究者の問題点

興味深い先端科学の実験や話題をもっているが、

- ・ 話が専門的で難しい(伝えたい、の押し売り?)
- ・ 理科の学習内容を知らない(興味もない)



先端科学を取り上げつつも、身近な例や授業単元との関連が実感できる『ストーリー性』『手軽さ』がある魅力的なプログラムが少ない!!

図 1

2. 研究の目的

本研究の目的は、教科書の内容から発展した先端科学の内容を取り扱いながらも、教員自身が授業に取り入れられる「ストーリー性」と「手軽さ」がある実験キットとそれを使った授業プログラムを開発し、実際に授業を行う。また展開することで教員の科学的技術向上を目指す。

3. 研究の方法

(1) 小中学校理科の学習指導要領、教科書を分析し、どのような実験であれば先端科学とのつながりを意識できるか検討する(図2)。先端科学を取り入れた実験コンテンツを開発する。身近な現象や材料を使う工夫を行うとともに、先端科学といえども、教科書の単元の発展であるかを明確にし、授業に取り入れやすい工夫をする。

(2) 開発した実験コンテンツを出前授業等で実施し、効果を検証する。

4. 研究成果

(1) 骨伝導スピーカーと聴覚のしくみ
単元 中学校 1 年生「音(光と音)」中学校 2 年生「聴覚(動物の体のつくりと働き)」「電流と磁界(電流と磁界)」

内容 携帯音楽プレーヤーとモーターをつなぎ、

エネルギー			
学年	エネルギーの見方	エネルギーの変換と保存	エネルギー資源の有効利用
小3	風やゴムの働き	光の性質	磁石の性質
小4			電気の働き
小5	振り子の運動		電流の働き
小6	この規則性		
中1	力と圧力	光と音	
中2		電流	
		電流と磁界	
中3	運動の規則性	力学的エネルギー	エネルギー
			科学技術の発展 自然環境の保全と科学技術の利用

粒子			
学年	粒子の存在	粒子の結合	粒子の保存性
小3			粒子のもつエネルギー
小4	空気と水の性質		物と重さ
小5			物と温度
小6			物の溶け方
中1	燃焼の仕組み	水溶液	状態変化
中2	物質のすがた	化学変化	
		化学変化と物質の質量	
中3	物質の成り立ち	水溶液とイオン	融・アルカリとイオン

生命			
学年	生物の構造と機能	生物の多様性と共通性	生命の連続性
小3	昆虫と植物		生物と環境のかかわり
小4	人の体のつくりと運動	季節と生物	身近な自然の観察
小5		植物の発芽、成長、結実	動物の誕生
小6	人の体のつくりと働き	植物の養分と水の通り道	生物と環境
中1	植物の体のつくりと働き	植物の仲間	生物の観察
中2	動物の体のつくりと働き	動物の仲間	生物と細胞
		生物の変遷と進化	
中3		生物の成長と殖え方	生物と環境
		遺伝の規則性と遺伝子	自然の恵みと災害
			自然環境の保全と科学技術の利用

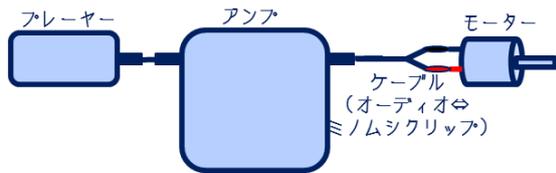
地球			
学年	地球の内部	地球の表面	地球の周辺
小3		太陽と地面の様子	
小4		天気の様子	月と星
小5	流水の働き	天気の変化	
小6	土地のつくりと変化		月と太陽
中1	火山と地震		
	地層の重なりと過去の様子		
中2		気象観測	
		天気の変化	
		日本の気象	
中3			天体の動きと地球の自転・公転
			太陽系と恒星

図2 学習指導要領の内容構成(今回取り上げた分野に色付け)

モーターを歯で噛むと音楽が聞こえる骨伝導スピーカーを組み立てて実験を行う。音の伝わり方(気導音と骨導音)や音が聞こえるしくみ(聴覚)とスピーカーのしくみ(電流と磁界)の流れがとてもよく似た反対の流れであることを学習する(図3)。

実施結果

「東京都北区サイエンスラボ」
 日時:2013年10月19日(150分)
 場所:東京都北区教育未来館
 参加者:東京都北区在住中学生22名



スピーカー(1)		共通点	聴覚(1)	
音源	信号	信号	脳	
アンプ		信号と振動を変換&増幅	内耳(うずまき管)	
電気信号を振動に変換			中耳(耳小骨)	頭蓋骨
スピーカー	骨伝導	振動	外耳(鼓膜)	骨導音
空気を振動	骨を振動		空気振動	骨を振動

図3 骨伝導スピーカーのしくみとスピーカーと聴覚の比較

「岩手県立一関第一高等学校附属中学校(出前授業)」

日時:2013年11月26日(100分)

場所:岩手県立一関第一高等学校附属中学校

参加者:中学校2年生 2クラス80名、教員1名

感想等:生徒からは「自分の声なぜ録音した時と変わるのかわかった」「もっと骨伝導を利用できるのではないか」、教員からは「耳のつくり、刺激と反応、音、電流と磁界など、たくさんの分野が関連する教材で、理科の授業と日常生活との関わりについて深く理解し、役立てることができると生徒たちが気付いたようでした」などの感想が得られた。

(2) かんたん旋光計と分子の世界

単元 中学校1年生「光(光と音)」中学校2年生「原子・分子(物質の成り立ち)」「嗅覚(動物の体のつくりと働き)」

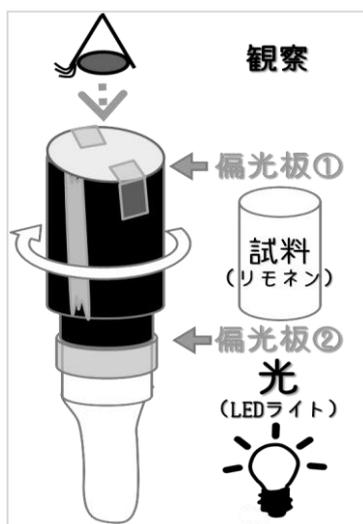


図4 かんたん旋光計のしくみ

内容 光学異性体であるR-リモネンとS-リモネンの分子模型やにおいを観察する。さらに偏光板を使った簡単な旋光計を組み立て、光学異性体が反対の旋光性を持つことを観察

し、分子の不思議を感じる(図4)。

実施結果

「東京都北区サイエンスラボ」

日時:2014年11月8日(150分)

場所:東京都北区教育未来館

参加者:東京都北区在住中学生24名

「東京都文京区理科支援事業(出前授業)」

日時:2014年12月-2015年3月(50分)

場所:東京都文京区立中学校 全10校

参加者:各校の中学校1-3年生のいずれかの約660名

科学好きの中学生が集まる北区のサイエンスラボでは大変高い評価が得られた(図5)。また約660名を対象にした文京区理科支援事業でも「大変そう思う」「そう思う」を合わせると『楽しく学習できた(81.3%)』『自分から進んで学習に参加することができた(68%)』であり、高い評価を得ることができた(図6)。

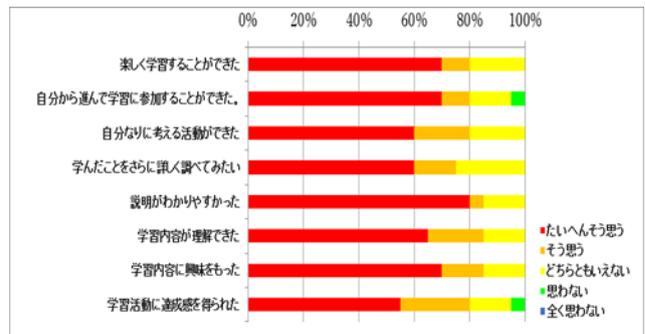


図5 北区サイエンスラボのアンケート結果

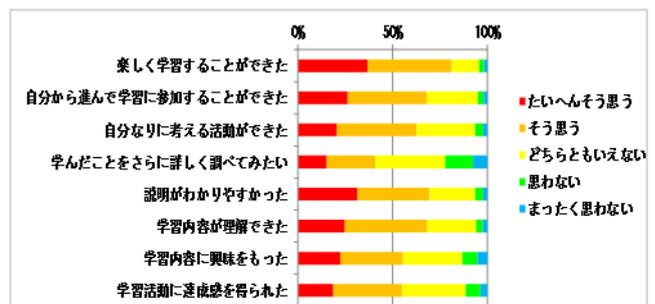


図6 文京区理科支援事業のアンケート結果

感想等:生徒からは「私の嫌いな分子のはたらきについてやりましたが、五感などあまり使わない分野をとり入れるなど工夫がたくさん入っていて楽しかったです」「分子や原子の分野は苦手だったけど、興味が出たからもう少し学習したい」等、単元横断的な内容に興味や、授業への意識づけが見られ、教員からは「五感に訴える授業で子どもたちも興味をひかれていました」との意見を得られた。

(3) ホタルが光るしくみと酵素反応

単元 中学校2年生「酸化反応(化学変化)」「酵素(動物の体のつくりと働き)」

内容 ホタルが光るしくみが酵素反応であり、反応には酵素(ルシフェラーゼ)と基質(ルシフェリン)とエネルギーの元(ATP)が必要であることを学習(図7)し、酵素が助ける化学反応の条件(温度等)を変えることで光の色が変化することを観察する。この反応を利用して、微生物検査を行う機械を使って手洗い前後のATPの変化を計測できることを体験して、酵素(化学)反応の実用についても知る。



図7 ホタルが光るしくみ

実施結果

「東京都北区サイエンスラボ」
 日時:2013年11月16日(150分)
 場所:東京都北区教育未来館
 参加者:東京都北区在住中学生12名

「東京都文京区理科支援事業(出前授業)」
 日時:2014年1-3月(50分)
 場所:東京都文京区立中学校 全10校
 参加者:各校の中学校1-3年生のいずれかの約640名

生徒のアンケート結果からは、『楽しく学習することができた』『自分から進んで学習することができた』の質問に対して「大変そう思う」「そう思う」あわせて、それぞれ78%と66%と多くの好評な回答が得られた。

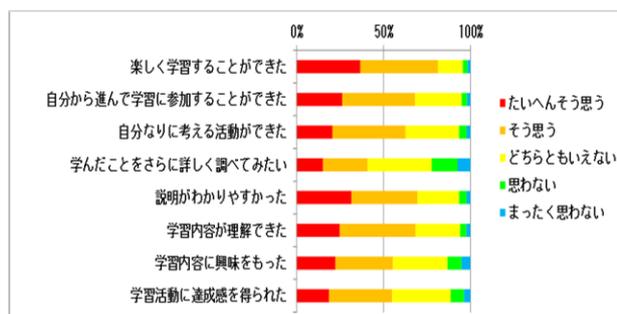


図8 文京区理科支援事業アンケート結果

感想等:生徒から「ホタルと酵素や化学反応に関係があることが意外だった」「生物の持ちょうを人のためにいかせるのはおもしろい」といった理科・科学と身近なものつながりや応用に興味を持ったという意見や「ホタルの発光のしくみに、授業で学習した酵素

が関わっていることに興味を持った」といった授業との関わりについて感想が得られた。

(4) 食べものの酵素と犯罪捜査の関係!?
単元 中学校1年生「酸素の発生(物質のすがた)」
 「結晶(水溶液)」
 中学校2年生「酵素(動物の体のつくりと働き)」

内容 ダイコンの酵素が触媒するルミノール反応による光と酸素の発生を観察する(図8)。より光らせるための工夫を生徒自身が考え(ダイコンに傷つけたり、おろしたりなど)実践する。犯罪捜査の血液検出でも同じ反応が使われ、市販のヘム鉄サプリでも光ることを観察する。さらにタンパク質の結晶を観察して、構造によって機能を明らかにする研究や、ダイコン酵素と血液ヘモグロビンが同じヘム鉄を持つために、同じ化学反応を触媒することを紹介する。

実施結果

「東京都北区サイエンスラボ」
 日時:2015年10月17日(150分)
 場所:東京都北区旧教育未来館
 参加者:東京都北区在住中学生35名

「東京都文京区理科支援事業(出前授業)」
 日時:2015年12月-2016年3月(50分)
 場所:東京都文京区立中学校 全10校
 参加者:各校の中学校1-3年生のいずれかの約660名



図8 ルミノール反応で光るダイコン

感想等:生徒からは「理科の授業で習った酵素について発展的なことが学べて楽しく感じた」「いつもは教科書通りなので、自分でどうすればよいか考えて実験するのは楽しかった」、教員からは「先端科学に触れられながらもダイコンやヘム鉄サプリなど身近に手に入れられるもので、少人数でも実施できる」等の感想が得られた。

このプログラムでは、短い時間の中でも、生徒自身が仮説を立て検証する過程を取り入れた。生徒の感想からも、自分で考えた実験でダイコンの光り方が変わることでより達成感を得られたようだった。

北区教育委員会広報誌「くおん」2016年7月号に「身の回りで役立つ科学の話 大根と犯罪捜査の関係とは!!」のコラムを掲載予定。

以上の結果から、本研究において、4つの授業コンテンツを開発し、中学生に向けて実施した。アンケート結果から、授業単元とのつながりを意識できる内容でありながら、身近な感覚や先端科学を意識できる内容となったと評価できる。

調査とコンテンツ開発は主に科研費で行い、学校等への実践・展開はそれぞれ東日本大震災被災地理科教育支援事業および東京都北区、文京区教育委員会からの委託研究と共同で実施した。

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 2 件)

- ① 貞光千春、千葉和義「身近な現象と中学校理科のつながりを実感できる教材開発 骨伝導スピーカーと聴覚のしくみ」2014年8月23日、日本理科教育学会第64回全国大会、愛媛大学(松山)
- ② 貞光千春、千葉和義「身近な現象と中学校理科のつながりを実感できる教材開発 かんたん旋光計と分子の世界」2015年8月2日、日本理科教育学会第65回全国大会、京都教育大学(京都)

〔その他〕

北区教育委員会広報誌「くおん」第72号(平成28年7月号)にてコラム掲載予定
お茶の水女子大学サイエンス&エデュケーションセンター連携企画～身のまわりで役立つ科学の話 大根と犯罪捜査の関係とは!!
<http://www.city.kita.tokyo.jp/k-seisaku/kosodate/kyoiku/kuon/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

貞光 千春 (SADAMITSU, Chiharu)

お茶の水女子大学・サイエンス&エデュケーションセンター・特任准教授

研究者番号：50372420