広島大学・マツダ財団共同研究事業

科学わくわくプロジェクト

（第Ⅲ期）

平成26年度事業実施報告書

主催：広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター
　　公益財団法人 マツダ財団

後援：広島県教育委員会　　海田町教育委員会
　　東広島市教育委員会　　広島市教育委員会
　　府中町教育委員会　　中国新聞

目　　次

Ⅰ　科学わくわくプロジェクト研究センター規約（運営内規）　3

Ⅱ　科学わくわくプロジェクト（わくプロ）の概要　6

1　わくプロの意義と特徴　6

2　わくプロの経緯　7

3　科学わくわくプロジェクト研究センター　16

Ⅲ　平成26年度の事業報告　18

1　全体事業の概要　18

2　各事業別の概要　19

（1）サイエンスレクチャー　19

（2）ジュニア科学塾　30

（3）小学校の先生のための理科ひろば　72

（4）わくプロ運営委員会　86

（5）わくプロ・ウェブサイト　86

3　事業総括　87

Ⅳ　決算報告と来年度予算　89

Ⅰ　科学わくわくプロジェクト研究センター規約（運営内規）

（科学わくわくプロジェクト）

第１条　科学わくわくプロジェクト（以下「わくプロ」という）はマツダ財団と広島大学が連携・共同し青少年の健全育成と科学技術の振興をめざした事業を企画・実施するプロジェクトである。

（センターの目的）

第２条　科学わくわくプロジェクト研究センター（以下「わくプロセンター」という）は，広島大学のプロジェクト研究センターとして，科学わくわくプロジェクトの目的達成に向け，広島大学の人的・物的資源を活用した多様な事業を企画，実施し，併せてそれらの事業を通した科学教育推進の研究を行うことを目的とする。

（センターの事業）

第３条　具体的な事業として，中等教育では中学生・高校生を直接対象とした事業，初等教育では小学校教員を対象とした事業を行う。事業の具体的内容は，事業年度ごとに第７条で定める研究員集会で広く意見を聴取し，運営委員会で審議，決定する。

（センター員の構成）

第４条　わくプロセンターの組織は以下の各員で構成する

（１）センター長　１名
（２）監事　１名
（３）研究員　若干名
（４）客員研究員　若干名
（５）事業コーディネーター　１名
（６）事業補助員　若干名

（センター員の資格・選出）

第５条　センター各員の資格・選出は，次のとおりとする。

（１）センター長は研究員をつとめる広島大学教員から選出する。
（２）監事は研究員の中からセンター長が任命する。
（３）研究員は科学わくわくプロジェクトの事業全般に関わる高度な専門的識見を有する広島大学の研究科教員および連携・共同して事業を行うマツダ財団の事務局長同財団職員とする。
（４）客員研究員は科学わくわくプロジェクトの事業実施に関わる専門的識見を有する広島大学附属学校の教員および広島大学外の学校教員，専門家

等とする。

（５）事業コーディネーターは科学わくわくプロジェクトの事業実施のために必要な企画，調整およびわくプロセンターの業務を担うことが可能な者とする。

（６）事業補助員は科学わくわくプロジェクトの各事業実施において適当と判断される広島大学の学部生，大学院生とし必要に応じてその都度委嘱する。

（センター員の役割）

第６条　各センター員の役割は以下の通りとする。事業補助員以外の任期は１年とし，再任可とする。

（１）センター長はわくプロセンターを統括する。

（２）監事は会計を監査する。

（３）研究員はわくプロセンターの事業の企画と実施に参画し，研究を行う。

（４）客員研究員は各員の専門分野に関わりがある事業に参画する。

（５）事業コーディネーターはプロジェクト事務局長を担い，各事業の企画・調整を行う。

（６）事業補助員は事業コーディネーターの指示により各事業実施の際の補助業務を担う。

（会議の種類）

第７条　わくプロセンターの運営を行うための会議とそれぞれの構成員は以下とする。

（１）運営委員会　　研究員を構成員とする

（２）研究員集会　　研究員，客員研究員を構成員とする。必要に応じ，それ以外の者も参加させることができる。

（３）事業実施会議　それぞれの事業実施に応じ，第3条に定めた構成員から若干名を充てる。

（会議の開催）

第８条　第６条で定める各会議の目的および開催要領は以下とする。

（１）運営委員会はわくプロセンターの運営に関わる基本事項の審議と承認を目的とし事業年度当初と年度末には必ず開催し，必要に応じ随時開催する。センター長が会議を招集し，議長をつとめることとする。出席研究員の過半数以上で決し，可否同数のときは議長が決するところによる。

・　センター長の選出

・　研究員，客員研究員の任免

・　事業に関わる年度予算と年度決算

・　年度事業計画および年度事業報告

・　本内規の改正
・　その他，運営に関わる重要事項

（２）研究員集会は，わくプロセンターの事業評価，事業推進，研究推進に関する諸事項の検討と各種情報の交換，研修等を行うことを目的に原則として事業年度内に1回以上開催する。

（３）事業実施会議は，各事業の実施に併せて随時開催する。事業コーディネーターが会議を招集する。

（センター員規定）

第９条　この内規に定めるもの他，わくプロセンターの運営に関し必要な事項は，センター長が定める

２　当分の間，事業コーディネーターを研究員に加えることとする。

３　22年度については，同年4月1日でセンター長が委嘱した構成員をそのまま継続する。

附則

この内規は，平成22年5月1日から施行する。

Ⅱ　科学わくわくプロジェクト（わくプロ）の概要

1　わくプロの意義と特徴

科学わくわくプロジェクト（以下「わくプロ」と言う。）は，公益財団法人マツダ財団と広島大学が連携・共同して，青少年の健全育成と科学技術教育の振興をめざして実施する事業であり，その意義と特徴は次のとおりである。

わくプロの意義と特徴
- ○　現場の教員の議論により生まれたプロジェクトであること
- ○　地域の財団と大学との連携・共同事業であること
- ○　多様な事業で構成される複合的な事業であること
- ○　教育効果の評価を通じて学校教育への波及効果も期待されること

（1）現場の教員の議論により生まれたプロジェクトであること

わくプロは，平成14年度における幼小中高校と広島大学の教員や科学館館長などによる半年間にわたる議論から生まれた。

18人のメンバーによる１回当たり４時間程度の議論を合計５回開催し，教育現場における科学教育の現状と問題点，取り組むべき方向性，事業化の基本的な考え方，事業アイデアと事業の進め方をまとめた。

（2）地域の財団と大学との連携・共同事業であること

わくプロは，地域の財団が資金を提供し，広島大学がその施設，設備，人材（教員，学生）を提供して実施する，連携・共同事業である。

広島大学は理学研究科，先端物質科学研究科，宇宙科学センター，教育学研究科など幅広い人材により構成されるプロジェクト研究センターを設置。大学の持つ知的資源と地域の資金が組み合わさることにより，地域の価値を高めていく意義深い共同事業となった。

（3）多様な事業で構成される複合的な事業であること

子どもの理科離れだから科学教室というのではなく，現状と問題点，民間団体と大学の特性などを踏まえて，現実的できめ細かい複合的事業群を創出してきた。

理科離れの対策ではなく，理科好きな中高生が幅広く，高度な科学に触れ，学べる場として一定レベル以上の科学教育に特化している。基礎レベルの科学体験教育については小学校の先生を支援する事業を通じて，理科好きな子どもの裾野を広げる活動を支援してきた。

（4）教育効果の評価を通じて学校教育への波及効果も期待されること

わくプロでは，教育分野に高い評価を得ている広島大学の特性を生かして，専門的な視点からの成果の評価，研究を行い，それをわくプロ事業の発展に反映させてきた。さらに，教員をめざす学生の教育や教育法の開発などにも反映させてきた。

2　わくプロの経緯

（1）これまでの経緯

平成14年２月	マツダ財団から広島大学(大学情報サービス室)に，子どもの健全育成と科学技術の振興の複合事業について連携の可能性の打診
平成14年３～５月	広島大学で学内調整等
平成14年６月	子どものための科学わくわくプロジェクトをめざして，幼小中高校と広島大学の教員，科学館館長等18名による検討ワーキンググループ発足
平成14年11月	計５回延べ22時間にわたる議論を経て，ワーキンググループによる中間報告取りまとめ
平成15年３月	マツダ財団理事会でわくプロ事業実施の決定
平成15年３月	マツダ財団渡辺理事長と広島大学牟田学長が会談し，わくプロ事業についての連携実施に合意
平成15年４月	広島大学が新たな制度として発足させた「プロジェクト研究センター」の一つとして，「科学わくわくプロジェクト研究センター」の設置が承認され，教育学研究科林教授が代表者に就任
平成15年８月	第１回サイエンスレクチャー開催（８月８日）
平成15年８月	わくプロのロゴマーク決定
平成15年10月	第１回ジュニア科学塾開催（10月11・25日，11月８・22日開催）
平成15年12月	中四国地区大学の地域貢献シンポジウムで事例発表
平成15年12月	小学理科ネットのテスト運用開始
平成16年５月	小学理科ネット本格運用開始
平成16年8月	第２回サイエンスレクチャー開催（８月５日）
平成16年8月	第１回科学塾開催（８月17～19日，９月11日）
平成16年8月	第２回ジュニア科学塾開催（8月26～28日，９月４日）
平成17年１月	第１回わくプロシンポジウム開催（１月10日）
平成17年６月	第３回ジュニア科学塾開催（６月４，５，12，19日）
平成17年８月	第３回サイエンスレクチャー開催（８月９日）
平成17年10月	小学理科ネットで動画配信開始

平成17年10月　第２回科学塾開催（10月30日，11月６，13，20日）
平成17年12月　サイエンスレクチャーを福山（25日）
平成18年２月　わくプロ意見交流会開催（26日）
平成18年６月　第１回土堂サタデーキッズ（理科ひろば）（土堂公民館，17日）
平成18年６月　松山総合運動公園子どもチャレンジ教室（理科広場）（愛媛・松山，24日）
平成18年７月　第２回土堂サタデーキッズ（理科ひろば）（土堂公民館，８日）
平成18年８月　第３回土堂サタデーキッズ（理科ひろば）（土堂公民館，１日）
平成18年８月　第５回サイエンスレクチャー（８日）
平成18年８月　第４回ジュニア科学塾（10～11日，11月12日）
平成18年９月　第３回科学塾（９月３日，10日，17日）
平成18年８月　第４回土堂サタデーキッズ（理科ひろば）（土堂公民館，30日）
平成18年10月　第５回土堂サタデーキッズ（理科ひろば）（土堂公民館，14日）
平成18年11月　第６回土堂サタデーキッズ（理科ひろば）（土堂公民館，18日）
平成18年12月　第７回土堂サタデーキッズ（理科ひろば）（土堂公民館，16日）
平成18年12月　サイエンスレクチャー福山（25日）
平成19年１月　わくプロ研究交流会（27日）
平成19年１月　ひがしひろしまスペースクラブ（理科ひろば）（31日）
平成19年２月　ひがしひろしまスペースクラブ（理科ひろば）（７日）
平成19年２月　巡回天体観望会（理科ひろば）（28日）
平成19年３月　巡回天体観望会（理科ひろば）（７日）
平成19年３月　小学校の先生のための理科ひろば（府中中央小，２日）
平成19年３月　ひがしひろしまスペースクラブ（理科ひろば）（28日）
平成19年６月　サイエンスレクチャー広島（10日）
平成19年８月　ジュニア科学塾/科学塾同時開催（20日・21日，9月8日）
平成19年８月　特別講座（27日）
平成19年９月　小学校の先生のための理科ひろば（東西条小学校）（19日）
平成19年11月　サイエンスレクチャー福山（11日）
平成20年１月　小学校の先生のための理科ひろば（海田東小学校，23日）
平成20年２月　小学校の先生のための理科ひろば（海田東小学校，13日）
　　小学校の先生のための理科ひろば（海田東小学校，20日）
平成20年５月　第１回わくプロ研究交流会（24日）

平成20年６月	サイエンスレクチャー広島（８日）
平成20年７月	第10回サイエンスレクチャー福山（21日）
平成20年７月	第2回わくプロ研究交流会（23日）
平成20年７月	小学校の先生のための理科ひろば（海田東小学校，29日）
平成20年７月	小学校の先生のための理科ひろば（海田東小学校，30日）
平成20年９月	科学塾（９月６日・13日・20日）
平成20年９月	ジュニア科学塾（９月13日・14日・15日）
平成20年10月	小学校の先生のための理科ひろば（海田東小学校，22日）
平成20年11月	わくプロ修了生（大学生）追跡調査実施
平成20年11月	小学校の先生のための理科ひろば（海田東小学校，12日）
平成20年11月	第３回わくプロ研究交流会開催（13日）
平成21年１月	小学校の先生のための理科ひろば（尾道市立高見小学校，23日）
平成21年２月	小学校の先生のための理科ひろば（尾道市立高見小学校，20日）
平成21年３月	第4回わくプロ研究交流会開催（26日）
	《わくプロ第Ⅰ期》終了
平成21年４月	《わくプロ第Ⅱ期》スタート
平成21年５月	科学塾研究室３グループ８名で開講(大学院理学研究科，９日)
	ジュニア科学塾24名開講，第１回講座(附属東雲中学校，31日)
平成21年６月	科学塾研究室，生物講座(12日)・天文講座(21日)
平成21年７月	科学塾研究室，物理講座，天文講座，生物講座
平成21年８月	サイエンスレクチャー広島(広島市こども文化科学館，２日)
	科学塾研究室天文講座(東広島天文台，４日～６日)
	ジュニア科学塾第2回講座(理学部附属臨海実験所，８日～９日)
	科学塾研究室生物講座，物理講座(大学院学理学研究科，12日)
平成21年10月	ジュニア科学塾第３回講座（附属東雲中学校，25日）
平成21年11月	第12回中学生・高校生科学シンポジウム
	科学塾研究室３グループ８名の発表（大学院理学研究科，７日）
平成21年12月	理科ひろば(広島市立阿戸小学校，８日)
	ジュニア科学塾第4回講座（東広島天文台，23日）
	ジュニア科学塾修了式(東広島天文台，23日)
	サイエンスレクチャー福山(県民文化センターふくやま，26日)
平成22年１月	理科ひろば(尾道市立重井小学校，21日)
平成22年２月	ジュニア科学塾第５回講座(附属東雲中学校，14日)
平成22年３月	理科ひろば(尾道市立土堂小学校，２日)
	2009年度わくプロ研究交流会開催(大学院教育学研究科，４日)

平成22年４月　わくプロ研究センターを代表し３名が，平成22年度科学技術分野の文部科学大臣表彰（理解増進部門）を受賞（京王プラザ，13日）
（受賞者）センター長　林武広　教育学研究科教授
研究員　鈴木孝至　先端物質科学研究科教授
客員研究員　山根英幸　マツダ財団事務局長

平成22年５月　ジュニア科学塾開講式・第１回講座（附属東雲中学校，９日）

平成22年６月　科学塾研究室開講式（広島大学大学院理学研究科，13日）
以後，講座ごとに不定期で開催

平成22年８月　サイエンスレクチャー広島（広島大学東千田キャンパス，１日）
ジュニア科学塾第２回講座（北広島町，安芸太田町，10日～11日）

平成22年10月　ジュニア科学塾第3回講座（附属東雲中学校，24日）

平成22年11月　第13回中学生・高校生科学シンポジウム
科学塾研究室５グループ８名の発表（大学院理学研究科，６日）

平成22年12月　サイエンスレクチャー尾道開催（しまなみ交流館，12日）
理科ひろば（東西条小学校，13日）
ジュニア科学塾第4回講座，修了式（大学院教育学研究科，23日）

平成23年２月　ジュニア科学塾第５回オプション講座(大学院教育学研究科，13日)
理科ひろば開催（東広島市立東西条小学校，18日）
科学塾研究室修了式（大学大学院理学研究科，19日）

平成23年２月　わくプロ運営委員会，研究員集会開催（大学院教育学研究科，24日）

平成23年４月　ジュニア科学塾開講式（大学院教育学研究科，24日）

平成23年５月　科学塾研究室開講式（大学院理学研究科，７日）
※以後，講座ごとに不定期で開催
ジュニア科学塾第1回講座（大学院教育学研究科，8日）

平成23年７月　サイエンスレクチャー広島開催（東千田キャンパス，31日）

平成23年８月　ジュニア科学塾第2回講座（庄原市帝釈峡周辺，６日～７日）

平成23年10月　ジュニア科学塾第3回講座（大学院教育学研究科，30日）

平成23年11月　第14回中学生・高校生科学シンポジウム
科学塾研究室５グループ５名の発表（大学院理学研究科，５日）
理科ひろば開催（東広島市立高屋東小，24日）

平成23年12月　理科ひろば開催（東広島市立高屋東小，15日）

	ジュニア科学塾第４回講座（大学院教育学研究科，18日）
平成24年１月	理科ひろば開催（東広島市立乃美尾小，24日）
平成24年３月	わくプロ運営委員会，研究員集会開催（広島大学大学院教育学研究科，16日）
	ジュニア科学塾第５回オプション講座（マツダ，20日）
平成24年４月	ジュニア科学塾開校式　及び
	第１回講座（広島大学情報メディア教育センター，22日）
平成24年５月	ジュニア科学塾第２回講座（広島大学大学院教育学研究科，13日）
平成24年８月	ジュニア科学塾第３回講座（広島大学大学院理学研究科附属臨海実験所，４日～５日）
	サイエンスレクチャー広島開催（広島大学東千田キャンパス，19日）
平成24年９月	理科ひろば（小学校の先生のための理科ひろば）開始（広島市立小学校，尾道市立小学校，９月～12月）
平成24年10月	ジュニア科学塾第４回講座（広島大学大学院教育学研究科，21日）
平成24年12月	ジュニア科学塾第５回講座（広島大学宇宙科学センター　東広島天文台，15日）
平成25年２月	ジュニア科学塾第６回オプション講座（広島大学大学院教育学研究科，10日）
平成25年３月	わくプロ運営委員会，研究員集会開催（広島大学大学院教育学研究科，８日）
平成25年５月	ジュニア科学塾開校式　及び
	第１回講座（広島大学大学院教育学研究科，12日）
平成25年７月	理科ひろば（理科実技講習会）（竹原市立東野小学校・東野公民館，31日）
平成25年８月	ジュニア科学塾第２回講座（三段峡・臥竜山・八幡湿原，７日～８日）
平成25年10月	理科ひろば（小学校の先生のための理科ひろば）開始（広島市立小学校，尾道市立小学校，10月～１月）
	ジュニア科学塾第３回講座（広島大学大学院教育学研究科，20日）
平成25年11月	サイエンスレクチャー広島2013（広島市こども文化科学館，10日）
平成25年12月	ジュニア科学塾第４回講座（広島大学大学院教育学研究科，22日）
平成26年３月	ディスカバリーキッズ科学実験館～コズミックカレッジ～（広島大学東千田キャンパス，２日）

わくプロ運営委員会，わくプロ交流会（広島大学大学院教育学研究科，14日）
ジュニア科学塾第５回オプション講座（広島大学大学院教育学研究科，16日）

平成26年４月　《わくプロ第Ⅲ期》スタート
平成26年５月　ジュニア科学塾開講式　及び　第１回講座（広島大学大学院教育学研究科，18日）
平成26年６月　ジュニア科学塾第２回講座（広島大学大学院教育学研究科，15日）
平成26年８月　ジュニア科学塾第３回講座（マツダ，５日）
平成26年10月　ジュニア科学塾第４回講座（広島大学大学院教育学研究科，19日）
平成26年11月　サイエンスレクチャー（広島市こども文化科学館，15日）（安田女子高等学校，21日）
平成26年12月　理科ひろば（小学校の先生のための理科ひろば）開始（広島市立小学校，府中町立小学校，尾道市立小学校，広島大学附属東雲小学校，12月～３月）
ジュニア科学塾第５回講座（広島大学大学院教育学研究科，21日）
平成27年３月　ジュニア科学塾第６回講座　及び　閉講式（広島大学大学院教育学研究科，１日）
サイエンスレクチャー（広島大学宇宙科学センター，４日）（広島市こども文化科学館，14日）
わくプロ運営委員会，わくプロ交流会（広島大学大学院教育学研究科，６日）

（2）わくプロ･ワーキンググループ報告書の要旨

① 現状と問題点

・子どもの体験機会の不足
・興味だけで終わってしまい発展性がない
・教員のネットワーク，研修機会の不足
・教育カリキュラムに一貫性連続性が不足，地域の教材の不足
・保護者も体験不足

② 協議結果のポイント

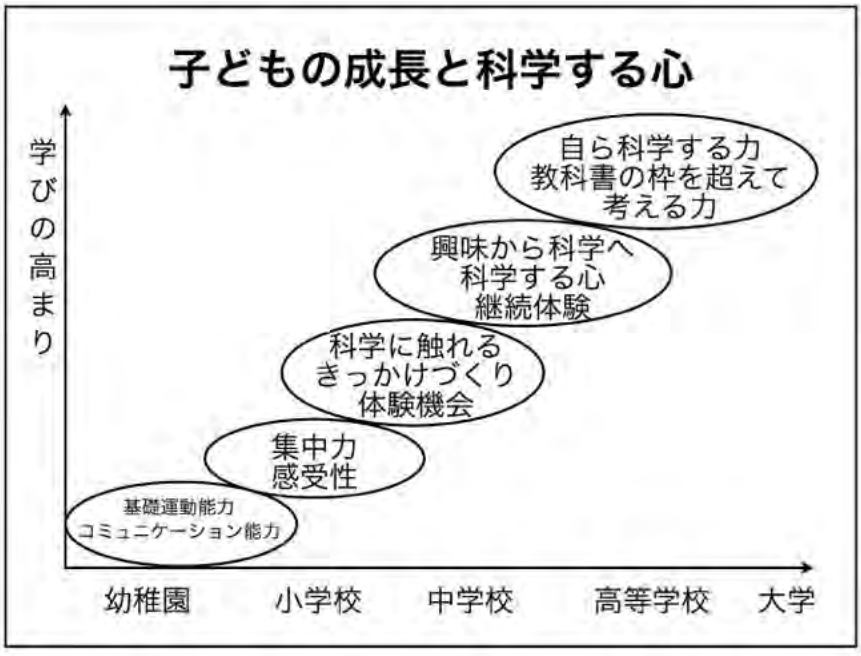
・科学の体験機会（実験や体験を通じて科学を考える機会をつくる）
・興味から科学へ（現象面の裏にある真理を考えつかむ心を持たせる）
・科学教育ネットワーク（科学教育のネットワークで多様な交流機会を生み出す）
・保護者の参加（保護者も子どもと一緒に体験し学ぶ）

③ 事業化について

・成長過程に応じた事業提供
・ストーリー性のある事業展開
・教育側のネットワーク化

④ 広島大学への期待

・人的・物的資源の活用による貢献，学部横断的な協力，学生の参加，プロジェクトのコーディネート，評価と研究



（3）わくプロの基本構想

わくプロには，考えること，学ぶことにわくわくする体験，正解のない問題に取り組みブラック･ボックスをこじ開けてみる体験といった機会を継続して提供することにより，科学する心を育てていきたい，そんな願いがこもっています。

（科学の体験・興味から科学へ）

幼稚園から大学までの教員などが一緒に議論する中で，子どもの科学体験不足やものづくりの試行錯誤の機会不足などの問題点，興味を持つきっかけづくりだけではなくそれを科学する心に発展させていくことの重要性，教員の側のネットワークの必要性，保護者自身の体験不足という課題など，様々な点が指摘されました。

（これからを担う子どもたち）

現代は日本にとって手本のない時代であり，新たな世紀を担う子どもたちには，知らないことに興味を持ち新たなことを学び新鮮な感動を覚える，素直で柔軟な思考力と磨かれた理性が求められています。

いままで知らなかった現象の裏側にある原理が分かるようになる喜び，人類がこれまで築き上げてきた知の蓄積に触れる感動，学んだ知識を組み合わせながら課題を解決していくことの面白さ，そんな，わくわくする経験が大切だと考えます。

（科学する心を育てる継続的事業）

上記の議論から，広島大学の教員の協力を得て各種研究・実験施設なども活用し，科学に興味を持つ子どもたちに対して，継続的な学びの機会を提供することが提案されました。

なお，学校現場では現在既に多種多様な事業が取り組まれていることから，「わくプロ」では学校外における事業について取り組むことにしています。

（広島大学子ども科学塾など）

具体的には，広島大学サイエンスレクチャーや，小中学生を対象として継続的に実施していく広島大学子ども科学塾，その修了者を主な対象としてより高度な内容を提供する広島大学子ども志学塾などが提案されています。

このほか，科学に関する教育についての情報交換・意見交換のための情報ネットワークづくり，「わくプロ」の趣旨に沿った民間団体の事業への支援なども提案されています。

（4）わくプロⅢ期構想

サイエンスレクチャー，ジュニア科学塾，小学校の先生のための理科ひろばの３つを柱として，科学の学びについて研究を進めていく。

○　サイエンスレクチャー
- こちらから出かけるスタイルとする
- 体験講座ではなく，分かることの意義を伝えることを基盤におく

○　ジュニア科学塾
- 全般には，平成25年度の方向性で実施
- 講師は，教育学研究科の教員を中心
- 生徒に“分かる”ことを核とした学習を定着させる場としての位置づけ
- 理科ひろばへのリンク
  特に“分かる姿”の解明と，学習現場への伝達

○　小学校の先生のための理科ひろば
- 全般には平成25年度の方向性で実施
- 講師は，センター長の林先生，客員研究員を中心に
- 「分かる」ことの意義を，先生自身が “見て，知る” 場としても活用

3　科学わくわくプロジェクト研究センター

広島大学では，平成15年４月から，新たに「プロジェクト研究センター」の一つとして，「科学わくわくプロジェクト研究センター」を設置した。

「科学わくわくプロジェクト研究センター（わくプロセンター）」は，広島大学大学院教育学研究科の林武広教授をセンター長として，下記の表で示す学内及びマツダ財団職員による研究員，学外の客員研究員及び事務補佐員，学生の研究支援員によって構成されるユニークな組織である。本プロジェクトは，この「科学わくわくプロジェクト研究センター」によって，推進されている。

（平成15年4月1日設置：平成26年度）

研究代表者	広島大学 大学院教育学研究科　教授　林　武広
研究組織及び構成メンバー	○ 研究員 大学院教育学研究科　教　授　林　武広 〃　教　授　磯﨑　哲夫 大学院理学研究科　准教授　坂本　尚昭 大学院先端物質科学研究科　教　授　鈴木　孝至 大学院教育学研究科　講　師　吉冨　健一 産学・地域連携センター　教　授　塚本　俊明 大学院総合科学研究科　准教授　匹田　篤 宇宙科学センター　〃　川端　弘治 わくプロ研究センター　コーディネーター　藤川　義範 （公財）マツダ財団　事務局長　魚谷　滋己 〃　事務局長代理　西川　俊秀 〃　〃　佛圓　哲朗 ○ 研究員兼監事 （公財）マツダ財団　事務局長代理　永松　貴文 ○ 客員研究員 広島大学附属東雲小学校　教　諭　土井　徹 広島大学附属中高等学校　教　諭　杉田　泰一 広島市こども文化科学館　館　長　幾田　擁明 広島市こども文化科学館　嘱託職員　加藤　一孝 ○事務補佐員　藤川　貴世美 ○研究支援員　学生

研究概要	子どもが科学にわくわくする体験の企画及び教育関係者の情報交換・共有のネットワークづくりなどに，大学の知的資源（人材，施設･設備）を活用し，学校外において民間主導で実施する事業の可能性について，実践を通じて研究する。また，同様の目的を持つ民間団体の事業への支援策についても研究する。 具体的には，地元財団であるマツダ財団の支援を得て下記の事業を実施し，その事業評価を通じて，効果的な事業実施のあり方について研究する。 （研究事業） ① サイエンスレクチャー 単なる講演会ではなく，構成を工夫して双方向参加型となる科学体験講座。中学生を中心に小学校高学年～高校生までを対象とする。 夏に広島市で実施し，定員は100名を見込んでいる。 ② ジュニア科学塾, 少人数（24名）の広島県内中学生を対象に継続的に考える場を提供する年５回の講座を設け，継続的に行う科学演習講座。 公募により選ばれた24名の中学生が継続して参加。講師は教育学研究科自然システム教育学講座の教員が務める。 ③ 科学塾研究室 高校生を対象とした個別に行う本格的な科学研究講座。理学研究科や先端物質科学研究科の教員指導の下，約半年間に渡って広島大学へ通学して継続的に実施する。ジュニア科学塾修了生の中から希望者を対象に6講座６名を上限として，講座を開設。 ④ 小学校の先生のための理科ひろば 現場の小学校の先生を対象とした理科授業支援のための講座。校内研として行う理科授業実践講座や，講師による模擬授業など要望にあわせた内容で講座を実施。講師は教育学研究科や附属学校の教員が務める。 （研究内容） ① 各事業による参加者への教育的効果の検証および評価 ② 理科好きな生徒達の科学に対する興味関心をさらに高め，科学を志す生徒を育成する事業のあり方 ③ 民間団体と大学が共同で行う青少年育成事業のあり方 ④ 小学校における理科授業支援による効果の検証と評価
設置期間	平成１５年４月１日　～　平成２７ 年３月３１日

Ⅲ　平成26年度の事業報告

１　全体事業の概要

今年度から事業全体の見直しが図られ，「サイエンスレクチャー」，「ジュニア科学塾」，「理科ひろば」を事業の柱として，互いの事業が継続，発展的につながっていく事業群へと進化した。

事業名	計画内容	備考
サイエンスレクチャー	「みんなの知らないバクテリアのふしぎな話」 講師　広島大学大学院理学研究科生物科学専攻・守口和基〕 日時　２０１４年１１月１５日（土）午後２時～４時 場所　広島市こども文化科学館	予算 20万円
ジュニア科学塾	第１回　平成26年５月18日（日） 第２回　平成26年６月15日（日） 第３回　平成26年８月５日（火） 第４回　平成26年10月19日（日） 第５回　平成26年12月21日（日） 第６回　平成27年３月１日（日）（オプション講座） 今年のテーマ「エネルギー」 受講生：中学生25名 講師　第１回　竹下俊治教授 第２回　梅田貴士准教授 第３回　マツダ㈱技術研究所　今井一雄・川野盛樹研究員，（公財）マツダ財団　魚谷滋己事務局長 第４回　網本貴一准教授 第５回　吉冨健一講師 第６回　大杉節宇宙センター特任教授	予算 140万円
小学校の先生のための理科ひろば	平成26年11月～平成27年３月 ①小学校の教員にハイベルな理科授業を提案することを目的として，小学校等に出向き教員または小学生に理科実験の模擬授業を行う。 ②理科の苦手な小学校教員を対象に，授業づくりに関する研修を支援する。	予算 40万円
事務	わくプロ活動の広報 わくプロ事業の募集 わくプロ事業のコーディネート・連絡調整 わくプロ事業の成果報告・報告書作成 わくプロ運営委員会・研究員集会・事業実施会議	予算 100万円 （負担金15万円を含む）
		当初予算 300万円
	放射線測定器	追加予算で購入 99万円

２　各事業別の概要

（１）サイエンスレクチャー

①　事業の目的

最先端の科学を多くの生徒たちに紹介するとともに，科学に対する興味関心を高める。

②　事業の概要

中高生を対象とした講座（要請により，可能な範囲で社会人等も対象とする）
広島大学で行っている最先端科学の研究に関する科学体験講座。
講師は，研究員，客員研究員，その他必要に応じて検討。
出張（出前）型サイエンスレクチャー（学校等に出向く）。
　　要請のある学校で，５，６校（講座）程度

③　講座の内容，運営

単元内指導（各学校からの希望をもとに講師が中心となり調整）。
必要に応じて，事務局が補助。
サイエンスレクチャー申込は随時（研究員，客員研究員に要請）。

④　今年度実施したサイエンスレクチャー（実施日，場所，講師）

＜１＞１１月１５日（土）午後２時～４時，広島市こども文化科学館
　　広島大学大学院理学研究科生物科学専攻　守口和基

＜２＞１１月２１日（金），安田女子高校
　　広島大学宇宙科学センター　大杉節

＜３＞１１月２１日（金），安田女子高校
　　広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻　坂本尚昭

＜４＞３月４日（水），広島大学東広島天文台
　　広島大学宇宙科学センター　植村誠

＜５＞３月１４日（土），広島市こども文化科学館
　　広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻　坂本尚昭

【講師報告】

「みんなの知らないバクテリアのふしぎな話」

広島大学大学院理学研究科生物科学専攻　　守口　和基

１　話の内容（目的・概要）

一般的な遺伝学の概念である垂直伝播（親から子,母細胞から娘細胞への遺伝情報の伝達）ではなく，垂直伝播（別個体,別種からの遺伝情報の伝達）という現象があること，それが意外と身近な現象であることを紹介することを目的とした。
まず，バクテリアが抗生物質に対する多剤耐性能を獲得する道筋として，突然変異以外に耐性遺伝子を別個体・別種のバクテリアから水平伝播によって獲得することを紹介した。次にバクテリアの持つ水平伝播システムは形質転換（バクテリアが外界のDNAを取り込むこと）・形質導入（バクテリアのウイルスであるファージを介して別のバクテリアの遺伝情報を取り込むこと）・接合（バクテリアどうしが物理的に結合してプラスミドを送り出すことにより遺伝情報を伝達すること）の３つがあることを紹介した。それぞれに関連する材料や現象は，高校で遺伝情報の本体がDNAであることを示す過程で学ぶグリフィスの実験やハーシーとチェイスの実験，遺伝子工学で学ぶプラスミドやアグロバクテリアによる形質転換といった具合に実は既に学んだことがあるものであることを話した。最後に，最近のゲノム解析の進展に伴い，水平伝播はバクテリアだけでなく真核生物でもこれまで考えられていたよりも繁茂に起こっていて，真核生物の進化に影響を与えていると考えられるようになりつつあることを紹介した。

２　日時，場所

２０１４年１１月１５日（土）午後２時～４時
広島市こども文化科学館

３　参加者数

３名

４　参加者の様子や感想等

３名の参加者は全て女性で，高校で生物学を習っていないとのことであった。小規模かつ皆さん時間にゆとりがあるということで，途中途中で自由に質問を頂きながらゆっくりと話を進めた。講演後の談話時間にも一般の方から目線の色々な質問をいただき，１時間の講演予定が２時間となった。参加者のお一人が「知らないことを知ることが楽しい」とおっしゃっておられたのが深く印象に残った。

５　成果及び今後の課題

演者はこれまで一般社会人向けの講演をおこなったことがなく，その機会を思いがけなく頂いたことは，良い勉強の機会となった。聴講者の方に「知らないことを知ることが楽しい」という言葉を頂いたのも今後の大きな励ましになろう。その上で今後の課題として以下を挙げる。

１）事前の広報の更なる充実

今回の件は，本来の演者であった細谷先生より直接依頼を受けて引き受けたものであったが，わくプロ側には正しく伝わっていなかったようである。演者自身も受け身的に講演のことだけを考えていて情報のやり取りが不十分であった。そのためか講演についての掲示は広島市こども文化科学館のHPでも掲示されず，わくわくプロジェクトでも掲示されていない。３月に坂本先生の講演が予定されているが，「大人の科学談話室」，「わくプロ」双方でタイトルと簡単な内容について事前に掲示することを提案します（現在は未掲示）。

２）タイトルについて

講演タイトルは「みんなの知らないバクテリアのふしぎな話」という形でお受けしていたが，当日掲示されていたタイトルは「バクテリアの話」となっており，聴講者にとってつかみ所のないものになった可能性がある。

３）　知識のベースラインの設定

演者は高校で習う生物学のレベルをベースとして講演内容を考えたが，実際の聴講者は何れも高校で生物学を履修していないということであった。幸い少人数かつ時間にゆとりがあるということで，中学の生物分野の知識まで遡って説明をおこなったが，時間の縛りがはっきりしていた場合は講演内容がうまく伝わらなかった可能性がある。これは私が「社会人の聴講層は，科学知識の素養がある程度あるからこそ聴きに来ている」との先入観を持って講演内容を組み立ててしまった為であり，今後は「知らないことを知ることが楽しい」という方へ向けた発信へ変えるべきであることを痛感した。良い勉強となった。

【講師報告】

「放射能・放射線入門」

広島大学宇宙科学センター　　大杉　節

1　日時，場所

２０１４年１１月２１日（金）

安田女子高等学校

2　参加者数

40名Ｘ２クラス（５０分授業を２度）

3　参加者の様子や感想等

とても熱心に聴いていた。最後に質問も複数出たのはよかった。

感想の中に，「放射能・放射線の問題は，今まで他人事のように思っていたが，意外と身近な問題である事を気付かされた」という趣旨のものがあったので，一定の目的は達成できたのではと思う。

4　話の内容（目的・概要）

「話の目的」

福島の原発事故の際のマスコミ報道等から，一般的に放射能・放射線に関するリテラシーが著しく不足していると感じたので，放射能・放射線に関し最低限の教養を身につけてもらう事を目的とした。

「話の概要」

１）世界には４００基以上の原子力発電所（原発）が稼働中であり，日本にある５０基の原発を止めても既に１万５千トンもの核の灰（強烈な放射性物質）が蓄積されていること。この放射性物質は原発を止めても消滅しないこと。

２）最も怖いことは，このまま原発を止め，多量の核の灰を蓄積したまま，原子力，放射能・放射線への関心が薄れ，専門家がいなくなってしまい，一般に放射能・放射線への警戒感がなくなってしまうことです。

3）その結果，人間の五感では捕らえることの出来ない放射能・放射線源が，すぐ傍に存在しても気付くことなく，知らないうちに被曝してしまうことです。

4）自然界（我々の宇宙，地球）には，自然の構成物質として放射能・放射線が存在します。我々の体の中にも一定量放射能を含んでいますし，地中，食物中にも含んでいますし，宇宙からも飛来しています。その量は一秒間に約20000個の放射線が私達の体を貫いている計算になります。

5）放射能・放射線のない世界は存在しません。地上の生物は，発生以来放射能・放射線の影響を受けつつ進化して来ました。その結果，放射能・放射線の影響を最小化する仕組み，免疫・酵素などの仕組みを発達させて来ました。

6）放射能・放射線の正しい知識を持ち，万が一の事故の際，危険な被曝を避ける対処法や，被爆の影響を和らげるための知識を伝授します。

5　成果及び今後の課題

受講生には，事前に放射能・放射線について説明した小冊子を渡してあり，それを読んだ生徒は，最低限の知識を習得したものと期待する。

今後の課題としては，自然放射線を検出する実習を伴った講座を行い，もっと身近な知識・経験として習得できる方法を実践したい。

【講師報告】

「学問への入り口」

–広島市こども文化科学館 大人の科学談話室–

広島大学大学院理学研究科　准教授　坂本尚昭

1　日時，場所

２０１４年１１月２１日（金）１２時５０分～１５時４０分

安田女子高等学校

2　参加者数

１クラス約３０名×２クラス（５０分授業を２度）

3　話の内容（目的・概要）

安田女子高等学校で行われている課題研究の出発点として，１年生を対象に「学問の入り口」と題した講演を行った。テーマ研究(個人研究)への動機づけおよび大学受験・職業選択をみこした「進路観の醸成」を目的とし，広島大学と安田女子大学より６名の講師が講演を行った。

私は，『生命の設計図～「遺伝子とゲノム」を読み解く』と題して，「遺伝子のはたらき方」や「ゲノム情報から分かること」について講義を行った。『ゲノム』『インスレーター』『エピジェネティクス』などについての概論的な話の中から，生徒の個人研究のテーマに関するヒントが見つかるといいのかなと思い，話をした。

生徒たちは「生物基礎」において遺伝情報の発現についての基礎は既に学んでいたため，簡単なイントロの後に「遺伝子の発現制御」と「ゲノム情報から分かること」について話をした。また，私自身の研究の話もしながら，研究の面白さ，研究を進めていく上での心構えについても，私の経験を踏まえて紹介した。

4　参加者の様子や感想等

生徒たちは，とても熱心に話を聞いていた。遺伝子についての話については，身近な動物や双子の話などを例にしていたので，その辺りにはみんな興味を持ったらしく，講義後の質問も多かった。また，研究の面白さや研究を進める上での心構えなどについて話すときには，とくに熱心にメモをする姿が見受けられた。私が研究者になった理由についても質問があった。

5　成果及び今後の課題

講義後の感想を読むと，「生物基礎」において学んだ知識をさらに深めることができたというものがあった。また，私の話の中から個人研究のテーマを見つけたという生徒もおり，有意義なものであったと思われる。やはり，身近な動物などをテーマに遺伝子の話をしたので，『遺伝』や『遺伝子』や『ゲノム』についてより身近なものに感じ，生徒たちにはより強い印象が残ったのではないかと思われる。

【講師報告】

「星の誕生と進化 」

- 崇徳中・高等学校 広島大学東広島天文台施設見学会・天体観望会 -

広島大学宇宙科学センター　准教授　植村　誠

1　日時，場所

２０１５年3月４日（水）

広島大学東広島天文台

2　参加者数

生徒１０名，保護者・教員５名

3　目的

「星の誕生と進化」をテーマに，講演と天体観望の双方から宇宙の理解を深めることを目的とした。

4　内容・方法

３月４日（水）の夕方に崇徳中・高等学校から生徒１０名，保護者・教員５名が広島大学東広島天文台を訪れ，施設見学会と天体観望会を行った。午後６時に到着し，持参してきた弁当で夕食をとった後，東広島天文台１Ｆ「セミナー室」にて６時20分から３０分間，国立天文台４Ｄ２Ｕプロジェクト作成の「Mitaka」立体映像を視聴，２０分間の講演を挟んで、ドーム棟に移動し，天体観望を行った。８時に天体観望会を終了した。

セミナー室では全体テーマである「星の誕生と進化」を意識した講演を行った。「Mitaka」を使った立体映像では冬の大三角形からベテルギウスに着目し，星のみかけの明るさと距離との関係から星の種類（主系列星，巨星，超巨星）について興味が持たれるように紹介した。その後の講義は液晶プロジェクタにパワーポイントで作成したスライドを映す方式で，原始星の成り立ちと核融合の始まり，巨星，超巨星への進化を解説した。

天体観望会ではベテルギウスと他の恒星の色の違いや，月・惑星と恒星の見た目の大きさの違い等，全体テーマに沿った観望天体を選んだ。また，最後に望遠鏡の仕組みと観測装置 について簡単な解説を行った。

5　成果及び今後の課題

今回は事前に崇徳中・高等学校側から全体テーマを「星の誕生と進化」としたい旨，相談を受けていたため，通常の施設見学会・天体観望会よりはテーマが絞られた会となった。会に参加した生徒はいずれも宇宙や天文に興味がある生徒で，そのような場合，雑多な話をするよりは，講義と天体観望に関連性をもたせ特定の内容に特化した方が生徒も理解が深めやすいかもしれない。

天候には恵まれず，天体観望時は薄雲が多い天気だったため，予定していたオリオン星雲等の淡い天体は省略せざるを得なかった。一方で，講義でベテルギウス（超巨星）の話題を出していたため，明るい恒星でも一定の満足度は得られたかもしれない。一方で，講義時も天体観望時も生徒からの質問は少なかった。これは時間的に余裕のある進行でなかったため，挙手しにくい雰囲気になっていたことが原因かもしれない。今後は自由時間を設けるなどして，質問しやすい雰囲気作りが重要となるだろう。

【講師報告】

「研究者から聞くとっておきのウニの話」

–広島市こども文化科学館 大人の科学談話室–

広島大学大学院理学研究科　准教授　坂本尚昭

1　日時，場所

２０１５年3月１４日（土）１４時００分～１６時００分

広島市こども文化科学館

2　参加者数

５名

3　話の内容（目的・概要）

広島市こども文化科学館で行われている「大人の科学談話室」において，一般の大人を対象として「研究者から聞くとっておきのウニの話」と題した講演を行った。一般的にウニといえば，寿司ネタや瓶詰めの食材として馴染みのある生物だが，生物としての特徴についてはトゲに覆われた生きものであること以外はあまり知られていない。しかしウニは，発生学の研究材料として古くから使われてきており，一般にはあまり知られていない特徴や魅力がたくさんある。そこで今回の「大人の科学談話室」では，学校の授業では教えてくれないとっておきのウニの秘密を，大学の現役研究者の立場から紹介した。

今回の講演では，ウニが属する棘皮動物の進化上の位置付け・棘皮動物の特徴である５放射相称な体のつくり・ウニの種類・ウニの旬について科学的な説明など，ウニにまつわる身近な話題を科学的に紹介した。また後半では，実際に持っていたウニを使って採卵・採精の実験を行い，生命のスタートである受精という現象を観察してもらった

4　参加者の様子や感想等

参加者は２０代～６０代くらいの幅広い年齢層の大人であり，みなさん科学に興味のある方ばかりであった。食材として馴染みのあるウニについての話だったので，興味深く聞いてもらえたようである。また，少人数で気軽に話しができたので，講演中の質問もたくさんあり，こちらも楽しく講演ができた。

この講演に実験を入れたことにより，参加者も実際の生物を扱って体験できた

のは良かったと思う。受精のデモンストレーションで，顕微鏡下で受精がおこなわれ，受精膜があがっていく様子をリアルタイムで観察できたときは，とくに盛り上がっていたように思われる。

5　成果及び今後の課題

実験を組み込むことにより，ただ講演を聴くだけでなく実際に手を動かして参加できるため，参加者の興味を引き出すことができたと思う。大学から他の施設へ顕微鏡や撮影装置などの実験器具を運搬するのは大変な労力であったが，そうするだけの価値はあったと思われる。

（2）ジュニア科学塾

① 概要

ジュニア科学塾とは，科学（理科）に興味を持ち，学校の学習内容にとらわれることなく，高度で幅広い科学の内容を勉強したいと考えている人のための科学演習講座。科学に関する幅広く高度な内容を発展的，継続的に学習する演習講座で，実験・観察実習を行うとともに，広島大学の設備を活用して，ハイレベルな科学体験の場を提供する。

② 対象者

中学生　24名
公募を行い，作文と面接をもとに選考により決定

受講生は，平成22年度から公募，選考によって決めている。その際，昨年度まではレポート提出と面接を実施していたが，今年度は，質問への回答による方法に変更した。選考は，わくプロの趣旨を確認して申し込んでいるかを回答から判断することにより行い，選考により不可になった希望者はいなかった。定員に達する申し込みがきた時点で締め切り，受講者を決定した。今年度の受講者は，25名（26名でスタート，第３回講座から１名辞退）で，その内訳は，昨年度からの継続受講者が10名，新規の受講者が15名である。

※ 募集期間（今年度）　平成26年４月13日～５月９日
※ 平成26年度　25名
　平成25年度　25名
　平成24年度　26名
　平成23年度　24名
　平成22年度　24名

③ 特徴

○　少人数の中学生を対象に，教科書にとらわれないハイレベルで幅広い科学の内容を継続的に学習する科学演習講座。
○　現代の松下村塾科学版をめざす。
○　教育学研究科自然システム教育学講座の教員と院生を中心とした指導体制。
○　指導に当たっては，教育学研究科自然システム教育学講座の教員が講師を務めるとともに，同講座の院生と学生が指導補助に当たる。

④　今年度の講座日時と会場，テーマ

＜日時と会場＞

開講式及び第１回	平成26年５月18日(日) 8:30～13:00 広島大学大学院教育学研究科
第２回	平成26年６月15日（日）9:00～13:00 広島大学大学院教育学研究科
第３回	平成26年８月５日（火）13:00～16:00 マツダ（株）
第４回	平成26年10月19日（日）9:00～13:00 広島大学大学院教育学研究科
第５回	平成26年12月21日（日）9:00～13:00 広島大学大学院教育学研究科
第６回及び閉講式	平成27年３月１日（日） 9:00～13:30 広島大学大学院教育学研究科

＜テーマ　今年度のテーマ「エネルギー」

第１回　「生物におけるエネルギーの変換と利用」生物分野
第２回　「ガウス加速器におけるエネルギー保存」物理分野
第３回　「自動車を走らせるエネルギー」
第４回　「化学反応で生み出すエネルギー」化学分野
第５回　「太陽エネルギーと天気の変化」地学分野
第６回　「放射能・放射線に強くなろう」

⑤　講座の参加者

＜受講生＞　中学生25名（中１：12名，中２：６名，中３：７名）

第１回	24名	（中１：11名，中２：６名，中３：７名）
第２回	22名	（中１：11名，中２：５名，中３：６名）
第３回	18名	（中１：９名，中２：３名，中３：６名）
第４回	22名	（中１：10名，中２：５名，中３：７名）
第５回	17名	（中１：９名，中２：４名，中３：４名）
第６回	21名	（中１：９名，中２：５名，中３：６名） （小６：１名，プレ受講生として参加）

＜講師＞

第１回	広島大学大学院教育学研究科	竹下俊治　教授
第２回	広島大学大学院教育学研究科	梅田貴士　准教授

第３回　マツダ（株）技術研究所　　今井一雄・川野盛樹　研究員
　　（公財）マツダ財団　　魚谷滋己　事務局長
第４回　広島大学大学院教育学研究科　　網本貴一　准教授
第５回　広島大学大学院教育学研究科　　吉冨健一　講師
第６回　広島大学宇宙センター　　大杉　節　特任教授

＜スタッフ＞
（財）マツダ財団事務局長　魚谷滋己
センター長　　林　武広
プロジェクトコーディネーター　　藤川義範
撮影（マツダ）　　日高徹郎
毎回３名以上の学生スタッフが支援員として参加
浅海詩織，米島輝，弘中祥太，定松澄，西川和志，仲野将慶，
垣迫真未，山本貴志，野村聡司，小林智，木村崇志，井上遼（順不同）

⑥　わくプロWebページで掲載した募集案内

広島大学科学わくわくプロジェクト第Ⅲ期
ジュニア科学塾受講生募集

新年度になりました。
もう少しして，
下記の要領で，ジュニア科学塾受講生を募集します。
希望の方は，前もって下記をご覧になっておいてください。
申し込みは，わくプロのホームページで案内します。

１）ジュニア科学塾とは
科学（理科）に興味を持ち，高度で幅広い科学の内容を
勉強したいと考えている中学生のための科学演習講座。
学校の学習内容にとらわれることなく，ハイレベルな科
学の内容を学習する場を提供。
２）ジュニア科学塾の目的
受講生の科学に対する興味関心をさらに高めるとともに，
中学生として高度な科学的スキルを習得する。
（体験そのものを楽しむ場ではありません。）
３）講座の概要
固定した受講生による継続的な講座。
募集は，一般公募で，定員は２４名（少数精鋭，増減あり）。
会場，活用する施設は，広島大学（講座内容に応じて変更あり）。

マツダ財団からの資金活用による運営。

４）平成２６年度受講生募集内容

①科学に関する幅広く高度な内容を発展的，継続的に学習する演習講座です。実験や観察，測定を通して「エネルギー」に関して学び，理解を深めます。

②次のような受講生を募集します。

ア　講座の趣旨に賛同し，自分の学びを進めていく人。
（保護者も賛同，理解，応援する人）

イ　講座後レポート提出（後日郵送，Ａ４-１枚程度）が必須ですから，必ずレポート提出する人。

ウ　学校行事等でやむ終えない事情があるとき以外，全て出席することが前提にできる（クラブや塾などがあっても，講座の日だけは極力優先する）人。

エ　講座の日に，JR西条駅に往復できる人，あるいは会場に直接来られる人（ひとりでなくても構いません，家の方の送迎を含みます）。

③その他

ア　今回，作文提出や面接は行いません。
代わりに，申し込みをされた方に，後日，メールで，いくつかの質問等をいたします。その返事の内容を総合的に判断し受講者を決定します。

イ　今年度テーマ　「エネルギー」

第１回	５月１８日（日）	生物	竹下俊治教授
第２回	６月１５日（日）	物理	梅田貴士准教授
第３回	８月		マツダ様
第４回	１０月１９日（日）	化学	網本貴一准教授
第５回	１２月２１日（日）	地学	吉冨健一講師
第６回	２月１日（日）		（光エネルギー関係の施設）

※予定ですから，変更する場合があります。
※講座時間は，９：００～１３：００が基本ですが，変更する場合があります。（第１回目は，開講式も予定していますので，８：３０からと考えてください。）

ウ　講座参加費は無料を基本としていますが，事情により実費等をお願いする場合があるかもしれません。
JR西条駅との送迎（バス），講座のときの保険料は無料です。

エ　飲食は，必要に応じて，各自で持参。
服装，携行品等は，講座の趣旨に従い各自で判断（講座に必要なものは，別途連絡）。

広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター
事務局

⑦　受講希望者および保護者への質問

受講希望者および保護者に，下記の事項を質問した。

質問（1）受講希望者用

☆　下の①～⑨の質問に，
それぞれ次の１～５の「番号で」答えてください。　（※５件法で回答）

1　否定的（××）　…　強い否定
2　否定的（×）　…　弱い否定
3　普通，まあまあ　…　普通
4　肯定的（○）　…　弱い肯定
5　肯定的（○○）　…　弱い肯定

① ジュニア科学塾の目的を理解していますか？　（　）
② 家の人（保護者）の理解や応援はありますか？　（　）
③ Ａ４用紙１枚程度の講座レポート提出ができますか？　（　）
④ 学校行事等でやむ終えない事情があるときなど以外，
わくプロに参加することを優先に考えていますか？　（　）
⑤ JR西条駅か会場に直接，時間に間に合うように
来ることができますか？　駅，会場から帰れますか？　（　）
⑥ 理科は好きですか？　（　）
⑦ 実験や観察は好きですか？　（　）
⑧ 確かめる方法を考えること，結果から考えることなど
考える活動は好きですか？　（　）
⑨ 自分で，ノートに記録やメモをすることができますか？（　）

質問（2）受講希望者用

☆　次の２つの問いに，自由記述で答えてください。

①「科学への思い」

②「わくプロへの期待と抱負」

質問（3）保護者用

☆　もしよろしければ，ひと言お願いいたします。
「お子様の理科の学びに対して，どういう期待や支援を考えていますか？」

⑧　質問の回答結果・回答例

＜質問⑴＞回答結果

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
平均	4.7	4.9	4.7	4.3	4.9	4.8	4.9	4.8	4.6
標準偏差	0.5	0.3	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.6

平均は，すべて4.6を上回っている。
受講希望者は，わくプロジュニア科学塾講座の高度な内容に対し，強い希望（要望）を持っている。

＜質問⑵＞回答例

①　科学への思い

僕の夢は研究者になることです。そのために知識をたくさん身に付けていろいろなことに役立てたいと思っています。

②　わくプロへの期待と抱負

僕はこの「ジュニア科学塾」を通してより科学の知識を増やし，科学の学び方を身につけるようにしたいです。中学校では学ぶことができないような深い知識を身につけ，科学的な観察の仕方や正しい実験の仕方をしることで，より自ら学習できるようになると思います。そのために，ジュニア科学塾で中学校では学べない様々なことを学びたいです。

＜質問⑶＞回答例

中1、中2のわくプロでは大変お世話になり、どうもありがとうございました。「科学のすばらしさを追求したい」と娘が申しておりますので、娘のさらなる飛躍に向けて、私たちの役割はそれを全力でサポートすることだと思っております。娘は、先生方が高度な理論をわかりやすく説明してくださることに、毎回非常に感銘を受けて帰ってきておりました。科学はとても身近なものだと、とても情熱をもって私たちに語ってくれたこともあります。このような情熱を、これから先もずっと持ち続けてほしいと心から願っております。今後ともどうぞよろしくお願い致します。

昨年度に続き２年目の受講を希望する希望者と保護者から次の回答が届いた。わくプロが目指している方向を理解・支持している例と考える。

①「科学への思い」

私の将来の夢は、獣医になることです。そのためには、生物や化学が必要であることは知っています。ですが、学校の授業では、それらの科目を好きになれそうにありません。生物は始まったばかりですが、化学の成績はそんなに良くなかったです。勉強しなければならないこともわかっていますが、 できないのです。

ですが、わくプロで学んでいる科学は朝早く出かけることも克服できるぐらい楽しいです。もし、わくプロで学んだことを試験されたなら、きっといい成績が取れると思います。地学もそうでした。学校の授業で聞いているときはわかった気がするのですが、いざ、復習しようとしたらよくわからなかっ たです。でも、わくプロで教えてもらった地学のことは、思い出してみると映画の様に習ったことが頭に浮かびます。

私は、将来の夢のためにも科学から遠ざかることはできないので、身近に科学があってほしいと思っています。わくプロでいろいろなことを 知ると私の家の中にも、通学の途中にも、たくさんの科学的な出来事があることに気が付きました。雨上りに道路から煙が上がること、橋に架 かっているロープが規則正しく揺れていること、圧力鍋が加圧されると安全のために開かなくなること、などまだまだあります。

小学校の時に大好きだった理科が、中学校での授業で苦手だと思うようになりました。でも、きっと本当の科学はわくプロで学んでいるようなことだと思います。それだったら、大好きだし、もっともっとたくさんのことを知りたいし、そうすれば、もっと化学が好きになると思います。

②「わくプロへの期待と抱負」

わくプロへの期待というよりかは、私にとってわくプロの効果は２つあります。１つは、わくプロに参加するだけで学校の授業でわからなかったこともわかるようになります。本当は、学校でしっかり勉強しなければならないのだと思いますが、今の私には、わくプロが私の夢を叶えるための大切な学びの場となっています。もちろん、わくプロで教えてもらってもわからないこともあります。わからないことがあれば、お母さんに聞きます。わくプロ効果の２つめは、お母さんは、学校の勉強がわからないと言うと「先生に聞きなさい」と言いますが、わくプロのことでわからないことがあると教えてくれることです。中学生になってからお母さんと仲よくできないことが多いので、わくプロのことでお母さんと仲よく話ができるのもうれしいです。

わくプロでの抱負は、学んだことを上手にまとめられるようになることです。わくプロのレポートを書くのにも時間がかかっているので、短い時間でわかりやすくレポートが書けるようになれば、どんなことでもうまくできるようになると思うからです。

質問（3）保護者用
☆　もしよろしければ，ひと言お願いいたします。
「お子様の理科の学びに対して，どういう期待や支援を考えていますか？」

理系と文系という言い方が定着していますが、両親ともに理系の家庭で育った娘が必ずしも理系に育つとは限らないと感じていました。理科的なことを学ぶ家庭環境にあるにもかかわらず、なぜ娘が理科が苦手と感じているのか不思議に思っていましたが、質問（2）について娘が書いた文章をタイピングしていて、学校での「記憶することを求められるお仕着せの理科教育」が苦手なのであって、わくプロの「化学現象を観 察しながら気づきにより納得する学び」は楽しいと感じているのだと知りました。娘自身、この1年間「好きだけど苦手になってしまった理科」について、しんどい思いをしたのだと思います。

また、母親の私も、学校の教育は学校にお任せした方がいいと思い、娘のわからないことに答えてやっていなかったことにも改めて気が付き反省しました。わくプロで学んだことからの娘の質問内容というのは、基礎的なことではなく、私も興味を持つ内容であったこともあり雄弁に解説をしていたことも言われてみるとその通りです。

娘はまだ体力もさほどなく毎日部活で疲れていても、休日に5時に起きて出かけなければならない「わくプロ」に、それでも行かせてほしいと望むのであれば、娘の希望を叶えてやりたいですしできる支援はしてやりたいと思っています。そして、娘自身がわくプロで学ぶことによってくらしの中の科学現象に面白さを感じているのであれば、私の知りうる限りの知識を機会のあるたびに娘に与えてやりたいと思います。

学校(座学）での学びでは得られない「理科のアクティブラーニング」について、私ももう少し考えてみたいと思いますが、まずは、「わくプロ」が娘の理科的世界への扉を開けるきっかけを与えてくださっているのであれば、この後も理科的世界への道を示す役割を「わくプロ」に　期待したいと思っています。そして、私に可能な分野であれば、わくプロでの学びのフォローをしてやりたいと思っています。

⑨　各講座についての詳細（講師報告）

（ジュニア科学塾第1回講座）

「生物におけるエネルギーの変換と利用」生物分野

広島大学大学院教育学研究科　教授　竹下 俊治

1　目的

生命活動はエネルギーを利用していることで成り立ち，そのエネルギーは太陽の光に依存していることを理解するとともに，子どもたちに科学的に探究する態度を育成することを目的とした。特に本講座では，実際に自分たちの身体で消費しているエネルギーを実感したり，植物が光エネルギーを吸収していることを実験により確かめたりすることで，食物連鎖とエネルギーの変換を関連づけて理解できることを目指した。

2　内容・方法

本講座は，次の４段階の活動を通して行った。

1）ルシフェリンの発光実験

エネルギー変換の例として，ルシフェリンの発光実験を行った。化学エネルギーが光エネルギーに変換されることを実感させることを目的とした。また，生体内のエネルギー変換にはATPという物質が関わっていることも説明した。

2）人の運動で消費されるエネルギー

自分たちの身体が運動することで消費するエネルギー量を試算する実験を行った。呼吸基質をグルコースとし，ランニング後，呼吸が平常にもどるまでの呼気中の二酸化炭素量から，消費したエネルギー量（熱量）とグルコース量を求めさせた。実験に際しては，物質からエネルギーを取り出すために生物は呼吸を行っていることを説明し，排出される二酸化炭素は，エネルギー源となる物質（グルコース）の分解により生成されることを解説した。

3）カロリー計算

ピーナッツの燃焼熱を元に，ヒトの基礎代謝および運動（ランニング）に必要なエネルギー量（熱量）を得るためのピーナッツの個数を求めさせた。ピーナッツを

燃やし，水の温度上昇から熱量を算出しており，その値は不正確であるが，これは，食物と運動とをエネルギーを介して具体的に関連づける目的で，あえて行った実験である。

４）光合成の実験

光合成は，光エネルギーを化学エネルギーに変換する反応（いわゆる「明反応」）と，その化学エネルギーを使って炭水化物を合成する反応（いわゆる「暗反応」）の，二つの連続した反応により行われている。光合成の実験は，光の照射でデンプンが合成されることを検証するものが一般的である。しかし，これでは植物体内でのエネルギー変換が十分に理解できないと考え，明反応と暗反応を別の実験として行った。具体的には，①二酸化炭素の無い条件で光を照射して酸素の発生を確認し，続いて②暗所で二酸化炭素を与えてその消費を確認する実験を行った。最終的には，ランニングによるグルコースの消費・二酸化炭素の排出と，光合成による二酸化炭素の吸収・グルコースの合成を関連づけることで，本講座を締めくくった。

３　成果及び今後の課題

生態系における食物連鎖やエネルギーの流れを扱う際には，通常は植物（生産者）から始まり，草食動物（一次消費者），肉食動物（二次消費者）の順に解説するのが一般的である。しかし本講座では，ヒトによる生命活動を中心に，その源となるエネルギーをどのようにして得ているのかを辿るような方向性で進めた。これは疑問を追究するという意味で，探究の一つのプロセスを示すことができたと考える。また，個々の実験の原理は非常にシンプルで，使用した機器も，自作したものも含めて一般的なものばかりである。探究に高度な最先端機器は必須ではないことも体験できたのではないだろうか。

本講座の活動において，実験の考え方やワークシートの計算は，参加者の中には難しく感じた者もいたようである。グループ内に牽引役の上級生がおり，また，学生TAのサポートがあったものの，内容が多かったこともあり，作業手順に追われて十分に理解できないまま終えた受講生も相当数いたものと思われる。この点については，内容を精査したり，参加者には事前学習を促したりなどの改善が必要であろう。

昨今の子どもたちには，種々の課題をこなすスピードが求められ，様々な物事の関連性にまで思いが及ばないと指摘されることもある。本講座のように一つのテーマを基軸とし，連鎖的に生じる疑問を解決していくプロセスは，それまで別の事象として捉えていたことでも，実際には相互に関連していることに気づかせる機会として有意義と考える。

ジュニア科学塾

第1回講座

『生物におけるエネルギーの変換と利用』

科学わくわくプロジェクト

【実験１】ルシフェリンの発光実験

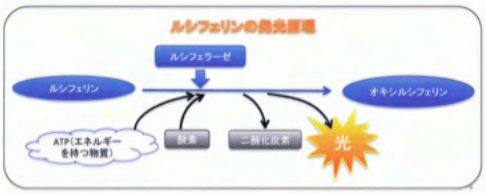
（1）ビーカーAに粉末A（ルシフェラーゼ）を入れ，50 mLの水で溶かす→A液

（2）ビーカーBに粉末B（ルシフェリン・ATP）を入れ，50 mLの水に溶かす→B液

（3）合図と同時に，A液をビーカーBに静かに注ぎ入れる。

（4）ガラス棒で静かにかき混ぜる。

［注意］　液をこぼさないように気をつけよう！



〈課題〉
① ガラス棒でかき混ぜる前と後では，どのような違いがあったか

② ①の違いはなぜ起きるのか考えてみよう

/

【実験２】運動によるエネルギーの消費量を求める

（1）ランニングの前後で呼気に含まれる二酸化炭素量の差を求めてみよう

① はき出した息を集める方法を考える。

② 集めた息の体積を測る方法を考える。

③ 二酸化炭素濃度（%）から二酸化炭素量（g）の求め方を考える。
※ 二酸化炭素　22.4 L ＝ 約44 g

④ 一回の息ではき出した呼気の量（体積）を求める。

L(リットル)

⑤ ランニング前の呼気中の二酸化炭素濃度（%）を測定する。

%

⑥ ランニング前の呼気中の二酸化炭素量（g）を求める。

（式）

⑦ ランニング後の二酸化炭素濃度（%）を測定する。

%

⑧ ランニング後の呼気中の二酸化炭素量（g）を求める。

（式）

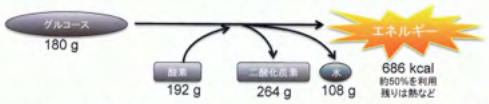
⑨ ⑧−⑥を求め，ランニング後に呼吸が落ち着くまでの呼吸数を掛ける。
（平常時にくらべて余分に出した二酸化炭素量を求める）

（式）

2

【実験２】運動によるエネルギーの消費を求める

（２）二酸化炭素量からエネルギー量を求める方法を考えてみよう



① エネルギー源をグルコースとした場合，運動に使えるエネルギー量は二酸化炭素1 g あたり何kcal になるかを求める。

（式）

② ランニング後の二酸化炭素量をもとに，消費したエネルギー量を求める。

（式）

③ ランニング後の呼吸で消費したグルコースの量を求める。

（式）

④ 平常時に必要なエネルギー量を，呼吸1回あたりの量として求める。

（式）

〈課題〉　もっと正確な二酸化炭素量の測定方法を考えてみよう

3

【実験３】cal（カロリー）って何？　ピーナッツでお湯を沸かそう

・「カロリー」は熱量の単位。記号は「cal」　1000 cal = 1 kcal
・1グラムの水の温度を1℃上げるのに必要な熱量
・人や動物が摂取するものの熱量．人や動物が代謝により消費する熱量（エネルギー量）
・1 cal = 約4.2 J（ジュール）

ピーナッツ 100 g 中の成分	
水分	6.0 g
タンパク質	25.4 g
脂質	47.5 g
炭水化物	18.8 g
その他	2.3 g
総エネルギー	562 kcal

（1）ピーナッツを殻から出して1個の重さを量る。

g

（2）ピーナッツ1個あたりの総エネルギー量を求める。

（式）

（3）ピーナッツを燃やして水の温度変化を測定する。

（方法）
・ピーナッツ1個を針に刺し，粘土の土台で「コンロ」に固定する。
・ビーカーに水を50 mL入れ，温度計を立ててアルミホイルでふたをする
・ビーカーを「コンロ」にのせる。
・水の温度を測定する。
・ピーナッツに火を付けて，消えるまで待つ。
・水の温度上昇が止まったときの温度を記録する。

（4）ピーナッツ1個を燃やして発生した熱のうち，水の温度上昇に使われた熱量を求める。

（結果）

（式）

〈課題〉
①　中学生の基礎代謝（何もせずじっとしているだけでも必要なエネルギー量）を，男子が体重1 kgあたり約30 kcal/日，女子が体重1 kgあたり約28 kcal/日とすると，1日にピーナッツを何個食べる必要があるか，計算してみよう。

②　【実験２】のランニングをするには，何個のピーナッツが必要か計算してみよう。

4

【実験４】光合成によるエネルギーの変換を確かめる

（1）二酸化炭素の無い状態で光を当てるとどうなるだろう？
①　結果を予想してみよう。

②　コマツナまたはホウレンソウを入れたビニール袋にチッ素を入れて密閉する。
酸素濃度と二酸化炭素濃度を測定する。

酸素	%	二酸化炭素	%

③　光をあてる。光の強さを測定しておく。
［注意］光で熱くならないように，水に浮かべておく

光の強さ	LUX

④　30分後，酸素濃度と二酸化炭素濃度を測定する。

酸素	%	二酸化炭素	%

⑤　④の結果から分かること。

考察

5

【実験４】光合成によるエネルギーの変換を確かめる

（2）光の無い状態でも光合成はするのだろうか？
①　結果を予想してみよう。

②　コマツナまたはホウレンソウを入れたビニール袋に呼気を入れて密閉する。
酸素濃度と二酸化炭素濃度を測定する。
［注意］　息をしばらく止めて二酸化炭素濃度の高い呼気を使うと良い。

酸素	%	二酸化炭素	%

③　暗箱に入れて20分後，酸素濃度と二酸化炭素濃度を測定する。

酸素	%	二酸化炭素	%

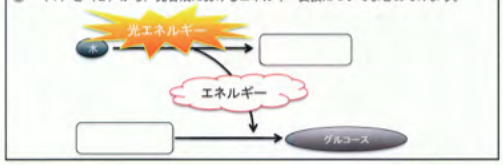
④　③の結果から分かること。

考察

〈課題〉
①　この光合成で吸収された二酸化炭素量（g）と，できたグルコース量（g）を求めてみよう。

②　ランニングで消費したのと同じ量のグルコースを光合成で作るには，二酸化炭素が何g必要か，求めてみよう。

③　（1）と（2）から，光合成におけるエネルギー変換についてまとめてみよう。



6

【実験５】葉緑素（クロロフィル）の性質

（1）乳鉢に緑葉を入れてすりつぶす

（2）エタノールを適量入れ，葉緑素を抽出する→葉緑素抽出液

（3）葉緑素抽出液をビーカーに入れる
［注意］なるべく葉の断片を入れないようにする

（4）葉緑素抽出液に紫外線を当ててみる。

結果

（5）直視分光器を使い，蛍光灯の光を直接見たときと，葉緑素抽出液を通して見たときとを比べる。

結果

〈課題〉（5）の結果から何が分かるか考えてみよう。

※　今回の実験1～実験5は，全て限られた条件で行ったものです。
実際にはもっと精密な測定や対照実験が必要になります。

7

ジュニア科学塾　開講式，第１回講座　　編集 | 削除

ジュニア科学塾　開講式，第１回講座

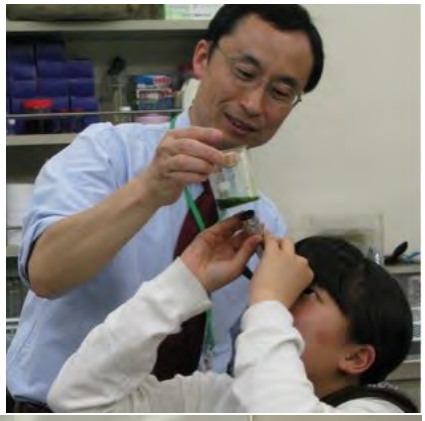
日時　５月１８日（日）８：３０～１３：００

〔ジュニア科学塾　開講式〕
時間　　８：３０～９：００
場所　　C３２０
平成26年度受講生　２６名
　中３　　８名（女子２名，男子６名，昨年度からの継続６名）
　中２　　６名（女子５名，男子１名，昨年度からの継続５名）
　中１　１２名（女子５名，男子７名）
　開講式出席　２４名
挨拶　魚谷滋己　公益財団法人マツダ財団事務局長

〔第１回講座〕
講座名：「生物におけるエネルギーの変換と利用」
日　程：９：００～１３：００
場　所：教育学研究科１階　生物実験室
講　師：広島大学大学院教育学研究科教授　竹下俊治先生
参加受講生：２４名（中３　７名，　中２　６名，　中１　１１名）
内　容：講義を受けながら，次の５つの実験を行い，考察しました。
　実験１　ルシフェリンの発光実験
　実験２　運動によるエネルギーの消費量を求める
　実験３　cal（カロリー）って何？　ピーナッツでお湯を沸かそう
　実験４　光合成によるエネルギーの変換を確かめる
　実験５　葉緑素（クロロフィル）の性質

受講生は，「光合成は，水がもととなって行われていることが分かった。」「植物は動かないかわりに光合成をしてCO2やＨ２Ｏなどからエネルギーをつくっていた。」「生物は体内に持っていないものを吸収し生きていてエネルギーを光などに変換することがわかった。」「植物はCO2がなくても日光を受けるとＯ２を作り出す。しかし光合成ができなくなると受けたエネルギーが余るので赤色に蛍光して放出する。」などとまとめていました。また，「二酸化炭素と日光と水がないと光合成は絶対できない。という私の辞書を覆す授業でした。①の実験もはじめてやったので，ホタルの光る秘密が分かったのです。今回は私の好きな生物でしたが，計算や運動もあり，とても頭を使う，楽しい授業でした。」という感想もありました。

わくプロブログより



開講式挨拶（魚谷事務局長）

（ジュニア科学塾第２回講座）

「ガウス加速器におけるエネルギー保存」物理分野

広島大学大学院教育学研究科　准教授　梅田 貴士

１　目的

エネルギーをテーマとしたジュニア科学塾の物理分野として，ガウス加速器におけるエネルギー保存というテーマの講座を行った。ガウス加速器という，一見エネルギーの保存則を破っているような実験を通して，様々な視点からエネルギーについて学ぶことを目的とした。

２　内容・方法

第一部では，エネルギー保存則に関する入門的な講義を行った。一般的なエネルギーとその保存則やエネルギーの移り変わりについて説明した後に，力学的エネルギーの保存則について解説した。力学的エネルギーの保存則とは運動エネルギーと重力による位置エネルギーの合計が保存する物理法則のことで，例として振り子を用いて力学的エネルギーが保存される様子を説明した。さらに，重力による位置エネルギーは本来，地球の中心からの距離に反比例する重力のポテンシャルエネルギーであり，後で出てくるガウス加速器における磁石における位置エネルギーとの対比の前振りとした。さらに運動量の保存則について，鉄球の衝突を例にして説明した。運動量と運動エネルギーが保存する場合，同質量の物体の衝突では，運動が著しく制限される。特に止まっている球に同質量の球を衝突させた場合，必ず飛び出すのは1つだけであることを，保存則を用いて数学的に証明して見せた。これらの単振り子による力学的エネルギーの保存則と，運動量と運動エネルギーが保存する球の衝突を合わせた実験として，ニュートンのゆりかごの演示実験を行った。ここで，球の１つを磁石に変えるとどうなるかという問いかけとともに，実際に「ガウス加速器」の演示実験を行った。この後第二部までの休憩の間，各班において自由にガウス加速器の実験を行ってもらった。

第二部ではガウス加速器の理論的説明と，最速チャレンジを行った。理論的説明では，第一部で行った，力学的エネルギーの保存則を復習しつつ，磁石における位置エネルギーが存在することを説明し，力学的エネルギーの保存則と同様に，磁石における位置エネルギーと運動エネルギーの合計においても保存則が成立することを説明した。これらの理論的説明を踏まえた上で，様々な鉄球，磁石の配置について，ガウス加速器となるかどうかをクリッカー問題として，議論，解答させつつ，ガウス加速器の理論について理解の定着を図った。この後は磁石球2個，鉄球12個

という制限の中で，最もスピードの出るガウス加速器の配置を探求する「最速チャレンジ」の活動を行った。鉄球の速度はビースピを用いて測定させた。最後にクリッカーで最高速度を報告してもらって，最も速度が大きかった複数のグループに配置とその理由について発表してもらった。

第三部ではガウス加速器を利用したループコースターを作成してもらった。木片にレールを2回転させるコースを作り，ガウス加速器で加速した鉄球がジェットコースターのようにレールを2回転させるようにした。ガウス加速器によって発生した鉄球の大きな運動エネルギーを視覚的に演示できる実験器具を生徒自身に作ってもらい，磁石球，鉄球とともに各家庭に持ち帰ってもらうことによって，家庭での話題にしてもらうことや，後日じっくりと実験をしてもらうことを期待した。

３　成果及び今後の課題

本講座の最後に，クリッカーによるアンケートを行った。このクリッカーアンケート結果では，特にガウス加速器実験，最速チャレンジ，ループ実験作成などの手を動かしいて実験や制作を行う活動の人気が高かった。また，中学生には比較的難易度の高い内容であったにもかかわらず難易度がちょうど良いという生徒が多かったのはやや驚きであり，受講生のモチベーションの高さと基礎学力の高さを実感した。本科学塾の目的でもあるハイレベルな科学体験の場の提供としてさらに高度な内容にも取り組んでみたいと考えている。

ガウス加速器における エネルギー保存

広島大学大学院教育学研究科
梅田 貴士

1

本日の流れ

- ガイダンス
- 第1部：エネルギー保存則とガウス加速器
  - エネルギー保存則
  - ニュートンの揺りかご
  - ガウス加速器実験　（休憩）
- 第2部：ガウス加速器の理論的解説
  - 理論的解説
  - 最速チャレンジ　（休憩）
- 第3部：ガウス加速器ループ実験
  - 演示実験
  - 自分で作ってみよう
- まとめ

3

自己紹介

- 広島大学大学院教育学研究科
  自然システム教育学講座
  物理研究室

- 講師
  - 梅田貴士（准教授）
- ティーチングアシスタント（TA）
  - 定松澄　（大学院修士1年）
  - 弘中祥太　（大学院修士1年）

2

クリッカーとは？

授業中に教員が出す質問に対して回答をする為のリモコン装置です。

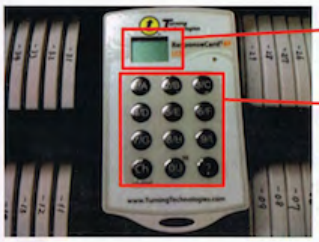
回答結果がリアルタイムで集計されグラフなどにする事ができます。

アメリカで特に普及が進んでいて、近年日本でも興味を持つ人が増えているようです。

Ch と？を押さないように！

4

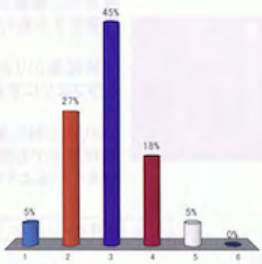
クリッカーの使い方



Takashi Umeda (Hiroshima Univ.)　5

一番好きな教科は何ですか？

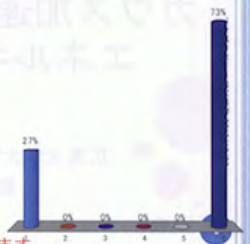
1. 国語
2. 数学
3. 理科
4. 社会
5. 英語
6. ない



7

クリッカーを知ってる？

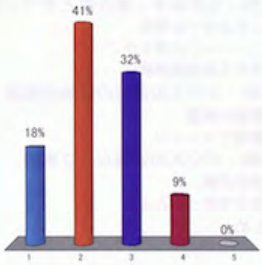
1. 使ったことある
2. テレビで見た
3. ネットで見た
4. 新聞、雑誌、本でみた
5. その他で見た
6. 知らなかった



※ 何度でも押し直しが出来ます

理科の中で一番好きな科目は何ですか？

1. 物理
2. 化学
3. 生物
4. 地学
5. その他



8

強力な磁石を近づけると危ないのは？

1. 携帯電話
2. 時計
3. 磁気カード
4. 銀行の通帳
5. パソコン
6. 上記全部

9

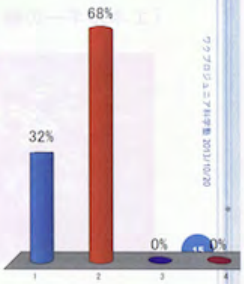
第１部

エネルギー保存則とガウス加速器

10

重力の正体は？

1. 物体が落ちようとする力
2. 地球からの万有引力
3. 実は存在しないみかけの力
4. ブラックホールによる引力



力学的エネルギー保存則とは？

- 振り子

18

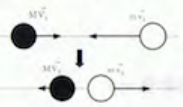
力学的エネルギー保存則とは？

- 振り子

19

運動量保存則

- 運動量 ＝ 質量 x 速度



運動量保存則：
衝突の前後で運動量の合計が変わらない

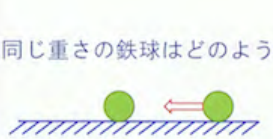
跳ね返り係数が１の場合
力学的エネルギーも保存する。
跳ね返り係数が１より小さい場合
一部が熱エネルギーなどになる

- 運動量と運動エネルギーの保存

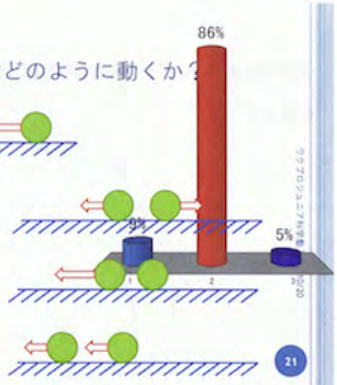
	運動量	運動エネルギー
鉄球の衝突	保存する	保存する
粘土球の衝突	保存する	保存しない

20

同じ重さの鉄球はどのように動くか？

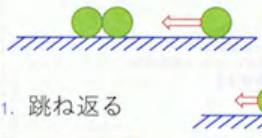


1. 跳ね返る
2. 飛び出す
3. 一緒に動く

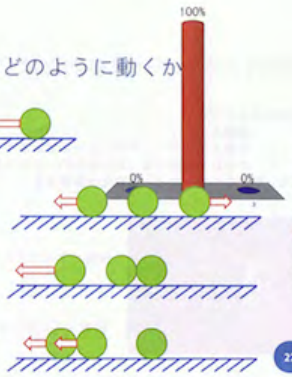


21

同じ重さの鉄球はどのように動くか



1. 跳ね返る
2. 飛び出す
3. 一緒に動く

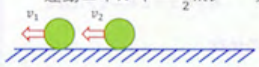


22

運動量と運動エネルギーの保存

- 同じ質量 m の鉄球があって、最初１つだけ動いている

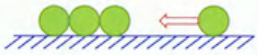
運動エネルギー $\frac{1}{2}mv^2$　　運動量 mv



$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2$ → $v^2 = v_1^2 + v_2^2$

$mv = mv_1 + mv_2$ → $v = v_1 + v_2$

同じ重さの鉄球の衝突



- 幾つ鉄球があっても衝突後は
  - 動いている球は１つ
  - 速さは衝突前と同じ

鉄球の衝突　＋　磁石

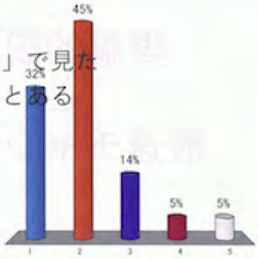
- 鉄球の衝突実験で、鉄球の１つを磁石に置き換えるとどうなる？

磁石

鉄球

「ガウス加速器（ガウスライフル）」を知ってる？

1. 知らない
2. 聞いたことある
3. 映画「ガリレオ」で見た
4. 実験してみたことある
5. 原理も分かる



ガウス加速器

- 鉄球の衝突実験で、鉄球の１つを磁石に置き換えるとどうなる？

- ネオジム磁石

ネオジム、鉄、ホウ素を主成分とする希土類磁石（レアアース磁石）の一つ。永久磁石のうちでは最も強力とされている。

ガウス加速器

- 配布物
  - 袋（ネオジム磁石球１個、鉄球６個）ｘ２
  - プラスチックレール２本
  （２つに分離、溝が浅い方は後で使います。）

  - ニッパー（注意！）、ラジオペンチ
  - 定規
  - ドライバー
  - 袋（ビス８本、小磁石２個）
  - ピースピ
  - 油性ペン

  - 両面テープ、セロテープ、はさみ、カッター

磁石の保管方法

磁石はそのままにしておくと弱ってしまう（減磁）

磁力線の経路を磁性体で閉じると良い

ガウス加速器をやってみよう

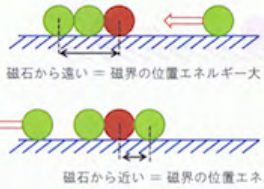
- 鉄球を落とさないように２人で協力して！
- ネオジム磁石は強力なので指を挟まないように！
- このまま休憩に入ります。

第２部

理論的説明
と
最速チャレンジ

32

ガウス加速器の理論的解説



- 入射球は磁石のすぐ近くまで来る
- 射出球は磁石の遠くから射出される

35

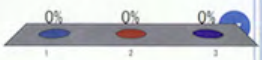
ガウス加速器の理論的解説

坂道によるイメージ図

36

この衝突はガウス加速器になる？

1. なる
2. ならない
3. 分からない



この衝突はガウス加速器になる？

1. なる
2. ならない
3. 分からない

38

この衝突はガウス加速器になる？

1. なる
2. ならない
3. 分からない

39

この衝突はガウス加速器になる？

1. なる
2. ならない
3. 分からない

40

この衝突はガウス加速器になる？

1. なる
2. ならない
3. 分からない

ビースピとは？

2カ所の光センサー部分を
通過した時間を計測

速さ＝距離÷時間

最速ガウス加速器チャレンジ

各班で最速のガウス加速器を作りましょう

- スピードはビースピで計測
- 使える磁石は２人分の計２個まで
- 使える鉄球は２人分の計１２個まで
- 入射球を手で加速するのは禁止
- レールは２段重ねにして使う
  （ビースピの高さに合わせるため）
- 再現できるように方法と結果をメモしておく事

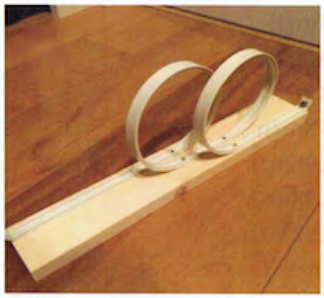
ガウス加速器の最高速度は？

1. 0～4.9Km/h
2. 5～6.9Km/h
3. 7～8.9Km/h
4. 9～10.9Km/h
5. 11～12.9Km/h
6. 13～14.9Km/h
7. 15～16.9Km/h
8. 17 Km/h～

第３部

ガウス加速器
ループコースター

ガウス加速器によるループコースター

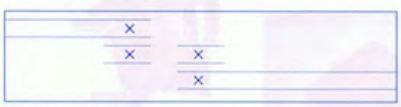


ガウス加速器によるループコースター

磁界の位置エネルギーが
ループの最高点の位置エネルギー
よりも大きい
最高点で運動エネルギーがある
＝遠心力でレールから外れない

これを自分で作ってみよう
配布物：ループ用レール、木片、両面テープ、ねじ、ドライバー

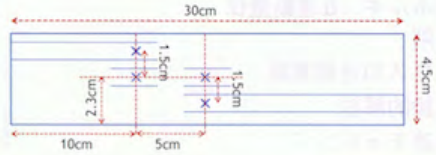
ループコースター設計図（木片）



× はネジを指す場所

はレールを通す場所

ループコースター設計図（木片）



× はネジを刺す場所の目印

はレールを置く場所の目印
（実際にレールを置いて線を引く）

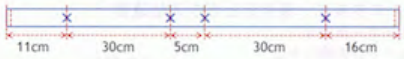
ループコースター設計図（レール）

× はネジを刺す場所
（あらかじめ少しだけ穴を開けておく）

の場所の裏面に両面テープを貼っておく
ネジ止め直前に剥がして木片に設置する
ネジ止めの場所にかかっても良い

左から 10cm，5cm，10cm 程度（大体で良い）

ループコースター設計図（レール）



× はネジを刺す場所
（あらかじめ少しだけ穴を開けておく）

✓ レールは100cmなので不要分は切り取る

✓ 最後には両端を 1cm ほど折り曲げる

ループコースターの作り方

1. 木片、ループにネジ止めの目印を書く
2. 木片にレール位置の目印を書く
3. レールに少しだけ穴を開けておく（ネジとドライバー使用）
4. レールの裏に両面テープを貼る
5. レールの端から両面テープを剥がして、木片にレールを設置してネジ止めをする。
6. 真ん中の両面テープを剥がしてループを作って、2番目、3番目のネジ止めをする。
7. 最後の両面テープを剥がして、ループを作って、最後のネジ止めをする。
8. レールの両端を1cmほど折り曲げて停止用磁石を付ける。（ネジ止めから11cmの方の端に磁石）

本日のまとめ

- ガイダンス
- 第1部：エネルギー保存則とガウス加速器
  - エネルギー保存則
  - ニュートンの揺りかご
  - **ガウス加速器実験**

（休憩）

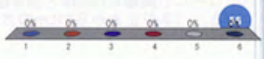
- 第2部：ガウス加速器の理論的解説
  - 理論的解説
  - **最速チャレンジ**

（休憩）

- 第3部：ガウス加速器ループ実験
  - 演示実験
  - **自分で作ってみよう**
- まとめ

今日の内容の難易度は？

1. すごく難しかった
2. ちょっと難しかった
3. 丁度よい
4. ちょっと易しかった
5. すごく優しかった
6. その他



興味深かったのは？（３つ選択可能）

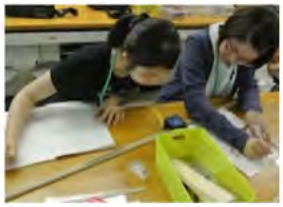
1. エネルギー&運動量保存則
2. ガウス加速器実験
3. 理論的解説
4. 最速チャレンジ
5. ループ実験作成
6. クリッカー
7. その他

おわり

ジュニア科学塾　第２回講座　　編集 | 削除

〔第２回講座〕
講座名：「ガウス加速器におけるエネルギー保存」
日　時：６月１５日（日）９：００～１３：００
場　所：教育学研究科１階　物理実験室
講　師：広島大学大学院教育学研究科准教授　梅田貴士先生
参加受講生：２２名（中３：６名，　中２：５名，　中１：１１名）
内　容：次の流れで学びました。
　ガイダンス
　第１部　エネルギー保存則とガウス加速器
　　○エネルギー保存則
　　○ニュートンの揺りかご
　　◎ガウス加速器実験
　第２部　ガウス加速器の理論的解説
　　○理論的解説
　　◎最速チャレンジ
　第３部　ガウス加速器ループ実験
　　○演示実験
　　◎自分で作ってみよう
　まとめ

受講生は，「エネルギー保存則は総量は同じであるが，力学的エネルギーや波のエネルギーなどと形態を変えることができる。」，「ガウス加速器でも力学的エネルギー保存則が成り立つ。（磁場による鉄球の位置エネルギー＋鉄球の運動エネルギー＝一定）」，「①エネルギーの総量は変化しない。②ガウス加速器は，磁界の位置エネルギーの消費の差がポイント。③ガウス加速器で発射される球は，ループをまわれるほどいりょくがある。」などとまとめていました。また，「磁石から射出球が遠いと速さが速くなり，射出球が近いと速さは小さくなるということが分かりました。家に帰って，この２つをふまえ，また実験していきます。」という感想もありました。



わくプロブログより

（ジュニア科学塾第３回講座）

「自動車を走らせるエネルギー」

マツダ株式会社

ジュニア科学塾　第３回講座　　編集 | 削除

〔第３回講座〕
講座名：「自動車を走らせるエネルギー」
日　時：８月５日（火）１３：００～１６：００
場　所：マツダ（株）＜技術研究所，マツダミュージアム＞
講　師：マツダ（株）技術研究所研究員の方々
引率・案内：（公財）マツダ財団魚谷滋己事務局長，西川俊秀事務局長代理，スタッフの方々
参加受講生：１８名（中３：６名，　中２：３名，　中１：９名）
内　容：
　第１部　自動車をめぐるエネルギー変換について
　　講義室　　技研　今井氏
　　水素ステーション　　技研　川野氏
　第２部　自動車の歴史と技術（工場，マツダミュージアム）
　　魚谷滋己事務局長

マツダ（株）での講座そのものを，観察・実験と位置づけて実施しました。
受講生は，「車のエンジンのエネルギー変換率は25～30%ほどしかないため，それを少しでも良くすることができれば少ないガソリンでたくさんの距離を移動できて，排気ガスの排出量も少なくなる。」「燃費という言葉をよく聞くが，少しのエネルギーでたくさん走るということだけでなく，車が完成するまでに使われるエネルギーや車の燃料を作るエネルギーのことも考えなくてはならない。」などとまとめていました。また，「電気で動く車はとても静かで乗りごこちが良かった。」という感想もありました。

＜受講生のレポートより＞

○　車のエンジンは化学エネルギーから熱エネルギーに変換し，その熱エネルギーの一部が運動エネルギーに変わります。化学エネルギーはガソリンからきていて，ガソリンが燃えると有害な物質が発生するので，近年は，水素や電気で走る車がつくられている。

○　2006年の時点で，世界で280億ｔのCO_2排出量があるということは，現在はもっと多くのCO_2が排出されているのではないかと思う。また，世界のCO_2排出量のうち，23%，約1/4が交通によるものだとすると，車から出るCO_2排出量を減らせば，大幅にCO_2削減ができると思う。そのためにも，再生可能エネルギーで発電し，その電気で走る電気自動車，または水素自動車を普及させることは重要であると考えた。

○　いろいろな種類のエネルギーがあるが，そのエネルギーをえらんだり，組み合わせてつかったりすることによりコストをおさえられるし低燃費になる。ものによっては環境をはかいしていしまうエネルギーもあるので自然にいいエネルギーでどのようによりよく運転できるか，かいてきに乗れるかを考えることが大切だと思う。私は再生エネルギーをつかっていい車をつくることがいいと今日の話をきいて考えた。

○　化石燃料には限りがあり，また，地球温暖化防止のためにもCO_2排出の無いものが期待されるため，今後は水素自動車が主流となるべきであろう。
［水素自動車のメリット］
1）CO_2など温室効果ガスを排出しない。
2）既存のエンジンを活用でき，触媒にレアメタルなどの高価な原料を使用せず，製造コストが比較的安価。
［水素自動車のデメリット］
1）水素の供給インフラが整っていない。
2）水素ステーションが少ない。

○　自動車は，二酸化炭素を発生させ，地球温暖化を促進させてしまいます。だから，いろいろと解決策があります。
1　燃費をよくする。
2　ハイブリッドガソリンエンジン車
3　電気自動車

（ジュニア科学塾第４回講座）

「化学反応で生み出すエネルギー」化学分野

広島大学大学院教育学研究科　准教授　網本 貴一

１　事業の目的

中学校におけるエネルギーに関する学習は，第1分野物理での取り扱いを主にしつつ，化学エネルギーや光合成など化学や生物においても行われる。そして，中学校第３学年では，さまざまなエネルギーが相互変換されることを学び，エネルギー概念の包括化が図られる。今回のジュニア科学塾では，化学エネルギーを取り上げ，[A] 化学反応によって熱・光・電気などさまざまな形態のエネルギーが取り出せること，および[B] 化学反応を介してエネルギーの形態が相互に変換できること，の２点を，実験を通じて段階的に理解させることを目的とした。

２　事業の内容・方法

冒頭に，今回のジュニア科学塾で取り上げる内容のイントロダクションをパワーポイントで説明した。参加者を３つのグループに分けた後，[A]に関する３つの実験（１）～（３）をグループごとに交代しながら取り組ませた。その後，[B]に関する実験（４）を全員で行った。実験（１）～（４）において，広島大学大学院教育学研究科に所属する大学院生３名をティーチングアシスタント（TA）として配置し，実験操作の技術的指導と生徒による考察の助言にあたらせた。最後に，一パワーポイントを用いて一連の実験結果を総括した。以下，実施した実験の概要を述べる。

（１）化学反応と熱エネルギー

酸化カルシウムCaOの水和によって水酸化カルシウムCa(OH)2が生成する反応は63.7　kJ/molという大きな発熱反応であり，駅弁など身近な加熱式容器の加熱原理に用いられている。この化学事象を素材にして，発熱反応の原理を探究させるとともに，化学反応とエネルギーの出入りに関する考え方を理解させる学習活動を行った。

酸化カルシウム25　gに水50　mLを注いだ反応混合物の温度は100℃近くまで上昇し，ウズラの卵焼きを作るのに十分な熱量が得られる。反応後の固体にフェノールフタレイン指示薬1滴を加えると赤色に着色する事実と，フェノールフタレインの赤変が水酸化物イオンOH-の生成を意味するという既習事項を元に，生徒はこの発熱反応では水酸化カルシウムを生じていることを導き出せていた。また，生成した水酸化カルシウムを加熱すると水を失って元の酸化カルシウムが生じることを説明し，

発熱的に進行する水和反応の逆反応である分解反応は吸熱反応であるため加熱する必要があることに気づかせ，化学反応に伴うエネルギーの出入りに関する考え方の定着を図るようにした。さらに，本実験に関連して，酸化カルシウムが乾燥剤として日常生活に使われていることを導入し，本実験で行った水和反応という化学反応を上手く用いている水を取り除いていることや，水気のあるところに捨ててはいけない・口や目に入ったときはすぐに水洗いすることという注意事項が乾燥剤表面に書かれている根拠についても，生徒自らが考察することができていた。

（2）化学反応と光エネルギー

シュウ酸エステルの酸化によって生じるジオキセタンの解裂に伴うエネルギーが有機色素に吸収されて蛍光を発する化学発光は，ケミカルライトとして非常用発光体や科学玩具として用いられており，化学反応によって光エネルギーを生み出す演示実験には最適の素材である。本実験では，ケミカルライトを素材として化学発光の原理を探究させるとともに，加法混色による白色発光も行った。

ケミカルライトを分解して取り出した反応液と色素液を用いて，まず発光液が紫外光吸収によって発光することを確かめた。このことによって，有機色素が光を集めること，そして紫外光を可視光として出力するという光エネルギー変換が理解される。続いて，反応液を発光液に加えることで紫外光を当てることなく発光することを観察させ，反応液によって何らかの化学反応が起こることで発光していることに気づかせた上で，化学反応を探究させる活動へと移る。酸化マンガン(Ⅳ)に発光液を加えて酸素の気体が発生する事実と，過酸化水素と酸化マンガン(Ⅳ)との反応で酸素が発生するという既習事項を元に，反応液には過酸化水素が含まれていること，ケミカルライトの化学発光には酸化反応が関与していることを，生徒が導き出せていた。反応液の代わりに過酸化水素水を用いても発光液が発光することを観察することで，この考察が正しいことを確認できる。さらに，光の三原色である青・緑・赤の色素を適切に混合した溶液を化学発光させると，白色発光を得ることができる。生徒は，発光液の混合比を変えながら白色に近い発光が作り出せることに興味を示しながら，実験を進めていた。

（3）化学反応と電気エネルギー

化学反応によって電気エネルギーを取り出す装置が電池であり，中学校３年生理科「水溶液とイオン」で電池の仕組みを学習する。本実験では，備長炭電池を素材として，電池の仕組みを学習するとともに，備長炭電池が作動するときに起こっている化学反応を探究させた。

備長炭電池の作成では，アルミホイルを負極，備長炭を正極とし，電解質溶液に食塩水，絶縁層にキッチンペーパーを用いる。その起電力は0.6-0.8 V程度で，ソーラーモーターを動作させることができる。電池を解体してアルミホイルの表面を観察するとアルミホイルが腐食されていたこと，キッチンペーパーにフェノールフタレイン指示薬を滴下すると赤変することから，アルミニウムが溶けてアルミニウムイ

オンAl3+になるとともに水酸化物イオンOH-が生じる化学反応が起こっていることを，生徒は導き出すことができていた。そして，アルミニウムがイオンAl3+となった際に生じる電子が導線を伝って外部装置を作動させるという電池の原理の理解へと繋がった。

（4）エネルギーの相互変換

生徒は，（2）の実験で色素が光エネルギーを吸収する(＝集める)こと，（3）の実験で電子の流れを作ることで電池が構築できること，の２点を理解している。そこで，光エネルギーを集めて電子の流れを作り出せば光エネルギーを電気エネルギーに変換できるシステムが構築できることを生徒にあらかじめ理解させる。その上で「色素増感太陽電池」を導入する。光エネルギーを集める物質に有機色素，負極に酸化チタン(Ⅳ) TiO2，そして正極にステンレス板を用い，絶縁層を挟んで酸化チタンをコートした透明電極とステンレス板を合わせることで電池を構成する。これまでに学習した段階を踏まえて，太陽電池の構成と作成手順を生徒は無理なく理解しながら，太陽電池を作成することができていた。

３　事業の成果及び今後の課題

参加した生徒は，TAの適切な指導のもと，想定した結果と議論を導き出していた。本活動で取り上げた素材はいずれもよく知られたものであるが，教育実践の多くが講師による動作原理の教授に留まっている中で，本活動は，生徒が観察した事実を既習事項に照らして動作原理を生徒ができるだけ解釈できるように努めていること，そして[A]の実験で理解した内容を踏まえて[B]の実験へと進むことで太陽電池という電気材料を読み解く探究活動へと段階的に発展させていること，の2点が大きな特徴である。限られた時間と素材の中での実験と学習活動ではあったものの，エネルギーと化学現象との関わりについての理解を促すとともに，発展的な内容への接続や日常生活との関連に生徒の意識を向けさせたいという，本事業の目的に貢献できたと考えている。

化学反応で生み出すエネルギー

私たちはエネルギーを使って人間生活を営んでいます。このエネルギーを生み出したり、適当なかたちに変換したりするのに、化学反応が使われています。そこで、今回のジュニア科学塾では、「化学反応で生み出すエネルギー」に着目します。実験 1～3 では熱・光・電気が生み出される化学反応を取り上げて、どのような化学反応が起こっているかを探究します。実験 4 では太陽電池を取り上げて、光から電気へのエネルギー変換とそれに関与する化学反応を考えます。

実験 1　化学反応と熱エネルギー

酸化カルシウムに水を加えると化学反応が起こって、熱が発生します。この化学反応によって、ウズラの卵焼きを作るのに十分な熱エネルギーが得られます。この発熱現象は、私たちの生活の中で実際に利用されているのですが、どこかで見かけたことはありませんか？

＜使用する薬品と実験器具＞

【薬品】　□酸化カルシウム CaO　　□フェノールフタレイン指示薬
【実験器具】　□紙コップ　　□アルミホイル　□メスシリンダー
【その他】　□ウズラの卵

＜実験の方法＞

(1) 紙コップにアルミホイルを敷き、少しくぼませて器を作る。できた器を外しておく。
※(4)で、器の中にウズラの卵を割り入れるので、その操作に適するアルミホイルの器を作ること。

(2) 紙コップに酸化カルシウム 25 g を入れる。

(3) (2)の中に水 50 mL を注ぐ。速やかにアルミホイルの器をかぶせ、器にウズラの卵を割り入れる。器の上にアルミホイルでふたをして、しばらく様子を観察する。

(4) 反応がおさまってきたら、アルミホイルのふたを外し、卵の様子を観察する。

(5) 紙コップの中身に、フェノールフタレイン指示薬を数滴滴下する。どのような変化が観察されるか？

＜結果・考察＞

○ 酸化カルシウムと水との反応の様子

○ 観察された発熱反応では、どのような化学反応が起こっているだろうか？　フェノールフタレイン指示薬の色変化を手がかりに考えてみよう。

＜考えてみよう！＞

○ 酸化カルシウム CaO は生石灰とも呼ばれ、乾燥剤として使われている。乾燥剤として使用できるのはなぜか？　使用にあたって注意しなければならないことがあれば、それらを書きだしてみよう。

○ 水酸化カルシウム $Ca(OH)_2$ を加熱すると、酸化カルシウム CaO と水 H_2O に分解する。この反応で加熱が必要になる理由を説明してみよう。

実験 2　化学反応と光エネルギー

化学反応で光を作り出すことができれば、暗いところでも電力などの助けを借りることなく、明かりを灯すことができます。このように、化学反応によって光る現象を「化学発光」といいます。ケミカルライトは、化学発光を科学玩具や非常用照明に応用したサイエンス商品で、非常に安価に入手することができます。この仕組みを探ってみましょう。

＜使用する薬品と実験器具＞

【薬品他】　□反応液　　□発光液(4 種類：青・緑・赤・白)
□酸化マンガン(IV)　　□試薬 X
※市販のケミカルライトを分解すると、プラスチックチューブの中に透明な反応液とガラスアンプルに封入された発光液(色素を含むので着色している)が入っている。ここでは、それらの反応液と発光液を使用する。
【実験器具】　□試験管 7 本　□試験管立て 1 台　□パスツールピペット 5 本
□スパーテル 1 本　□紫外線 LED 1 個

＜実験の方法＞

(1) 試験管 4 本に 4 種類の発光液 3 滴をそれぞれ入れる。紫外線 LED の光を照射して、紫外線のエネルギーを得て発光する様子を確かめる。

(2) (1)の試験管のそれぞれに反応液 3 滴を加える。どのような現象が見られるか？

(3) 光の三原色である青・緑・赤を適切に混ぜ合わせると、白色の光を作ることができる(加法混色)。試験管 1 本に 3 種類の発光液(青・緑・赤)を 1 滴ずつ入れ、紫外線 LED の光を照射して、発光の様子を観察する。いずれかの色あいが強いときは他の 2 色を 1 滴ずつ加え、白色に近づくようにする。こうして調製した白色発光液に、反応液 3 滴を加える。期待通りの白色発光は見られるか？

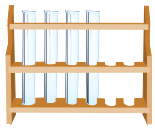
(4) 試験管 1 本に酸化マンガン(IV)の粉末をスパーテルで 1 さじ入れる。この中に反応液を 1 滴ずつ加える。どのような反応が見られるか？　この結果から、反応液には何が含まれているかについて、考えてみよう。

(5) 反応液に含まれると考えられた試薬 X を使って、発光液を光らせてみよう。

＜結果・考察＞

○ 発光液の色と紫外線を当てたときの発光の様子

○ 発光液と反応液とを混ぜたときの発光の様子



○ 加法混色による白色発光
3 種類の発光液の配合など、白色に発光させるためのポイントをまとめよう。

○ 反応液に含まれる試薬は何か？　発光液と酸化マンガン(IV)との反応の結果から予想し、予想した試薬 X を使って実際に発光が起こるかを検証してみよう。

反応液を酸化マンガン(IV)に加えたところ、[　　]。
この反応は、[　　]を示している。
よって、反応液には[　　]が含まれていると予想した。そこで、反応液に含まれると考えられる[　　]を直接発光液に加えたところ、[　　]。
このことから、ケミカルライトの化学発光には[　　]が関与する化学反応が使われていることがわかった。

実験 3　化学反応と電気エネルギー

化学反応によって生じるエネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置が電池です。陽イオンが生じることに伴ってできる電子を、導線を伝って外部に取り出し、電流とするわけです。例えば、金属が化学反応でイオンになると外部に電子が流れ出すので負極(-)、もう一方の極が正極(+)となります。そのような電池を簡単に作製して、その機能を調べるとともに、金属が溶けてイオンになっていることを確かめてみましょう。

＜使用する薬品と実験器具＞

【薬品他】　□備長炭　□食塩水　□アルミホイル　□綿線
□フェノールフタレイン指示薬

【実験器具】　□キッチンペーパー　□わにクリップ付きリード線　□ソーラーモーター
□電子オルゴール　□発光ダイオード(LED)
□デジタルマルチメーター

＜実験の方法＞

(1) 備長炭の一方に綿線を巻き付け、正極とする。

(2) キッチンペーパーを食塩水に浸し、軽く絞って、備長炭に巻き付ける。このとき、正極に触れないように、ぎりぎりのところまで包むようにする。

(3) 食塩水で濡らしたキッチンペーパーの全面をアルミホイルでくるむ。このとき、アルミホイルが備長炭に直接触れないように注意する。

(4) 正極の反対位置に、わにロクリップ付きリード線を取り付ける。これで、備長炭電池が完成する。
※通常、赤のリード線をプラス側、黒のリード線をマイナス側に使用する。

(5) ソーラーモーターや電子オルゴール、発光ダイオード(LED)などの電子機器を備長炭電池に接続し、備長炭の部分を強く握る。電子機器は作動するだろうか?
※電子オルゴールから出ている赤のリード線を電池の正極、黒のリード線は負極につなぐ。LED は足の長い方を電池の正極、短い方を部局につなぐ(逆向きにつなぐと点灯しない)。

(6) 備長炭電池の両極をデジタルマルチメーターに接続して、備長炭電池の起電力を測定する。

(7) 実験後、電池を解体し、アルミホイルの表面を観察する。キッチンペーパーの部分にフェノールフタレイン指示薬を滴下してみる。どのような変化が観察されるか?

＜結果・考察＞

○　作製した備長炭電池の概略図

○　備長炭電池の性能を調べた結果を下の表にまとめよう。

	ソーラーモーター	電子オルゴール	LED
備長炭電池 1 個			
備長炭電池 2 個(直列)			

○　備長炭電池の起電力はどのくらいか?　デジタルマルチメーターで測定した結果をまとめなさい。その値をもとに、ソーラーモーターや電子オルゴール、発光ダイオード(LED)などの電子機器で必要になる起電力の大きさを議論してみよう。

○　備長炭電池が作動するときには、どのような化学反応が起こっているだろうか?　アルミホイルの表面の変化やフェノールフタレイン指示薬の色変化を手がかりに考えてみよう。

電池を解体してアルミホイルの表面を観察したところ、[　　]。また、キッチンペーパーにフェノールフタレイン指示薬を滴下したところ、[　　]。これらのことから、[　　]という化学反応が起こっていると考えられる。

実験 4　エネルギーの相互変換

エネルギーには力学的エネルギーの他、実験 1～3 で取り扱ったように熱・光・電気など、いろいろな種類があります。また、実験 3 で電気エネルギーをモーターの回転運動やオルゴールの音に変えたように、エネルギーはあるものを媒介して相互に変換することができます。

そこで実験 4 では、光エネルギーを化学反応によって電気エネルギーに変換する「太陽電池」を取り上げます。光エネルギーに太陽の光を用いることができれば、現在行われている火力発電等と異なって資源は枯渇しないので、環境に優しい理想的な発電システムになるかもしれません。ここで作成する太陽電池は「色素増感太陽電池」といい、光エネルギーを集める物質に色素、電子を放出する負極(-)に酸化チタン(Ⅳ) TiO_2、そして電子を受け取る正極(+)にはステンレス板を使います。作製した太陽電池の性能を確かめるとともに、どのような化学反応が関係しているかを考えてみましょう。

＜使用する薬品と実験器具＞

【薬品等】　□酸化チタン(TiO_2)ペースト　□電解液(ヨウ化物イオン I^- を含む溶液)
□色素溶液(橙色色素を含む溶液)　□ステンレス板 1 枚
□透明導電性プラスチックフィルム 1 枚

【実験器具】　□ダブルクリップ(小)2 個　□セロハンテープ　□鉛筆
□わにロクリップ付きリード線　□電子オルゴール　□ソーラーモーター

＜実験の方法＞　詳しい作製手順は、別紙の説明書を参考にしてください。

(1) **[負極の作製]**　透明導電性プラスチックフィルムの導電面(切り込みが左上になるように)を上にして、台紙にセロハンテープで固定する(テープはフィルムの上端を横方向に 1 枚、左右を縦方向に 3 枚重ねて、それぞれ貼り付ける)。上端を固定したセロハンテープの上に酸化チタンペーストをのせ、鉛筆を滑らせるようにして、透明導電性プラスチックフィルムの上に酸化チタンペーストを塗る。その後しばらく放置して、ペーストを自然乾燥させる。

(2) **[正極の作製]**　ステンレス板の長辺 1 つと短辺 2 つにセロハンテープを貼り、その内側を鉛筆で黒く塗りつぶす。

(3) **[色素の吸着]**　(1)でペーストが乾燥したら、セロハンテープをはがしてフィルムを取り外す。酸化チタン膜の上に色素溶液を均一に滴下する。しばらくして、余分な色素溶液を吸い取る(酸化チタン膜を壊さないように注意する)。

(4) **[太陽電池の作製]**　(2)で作製した正極の鉛筆で黒く塗りつぶした部分に、電解液を 3-4 滴落とす。この上に、(3)の負極を 0.5 cm 程度ずらして重ね合わせ、ダブルクリップで両者を固定する(ステンレス板の上に貼ったセロハンテープのところで固定する)。

(5) **[太陽電池を動かす]**　作製した太陽電池をデスクライトの下に置き、ソーラーモーターや電子オルゴール、発光ダイオード(LED)などの電子機器を接続する。電子機器は作動するだろうか?
※太陽電池 1 個で作動しないときは、右写真のように複数個をダブルクリップで直列に接続して、試してみよう。

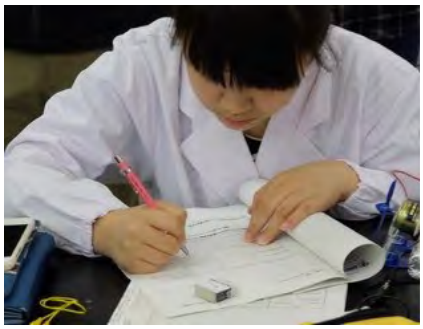
＜結果・考察＞

○　作製した太陽電池の概略図

○　太陽電池の性能を調べた結果をまとめよう。

○　作製した太陽電池の起電力はどのくらいか?　実験 3 で作製した備長炭電池と比べてみよう。

○　太陽電池が作動するときには、どのような化学反応が起こっているだろうか?　備長炭電池とは異なり、太陽電池の負極は腐食されずに再生される仕組みが備わっている。どのような工夫がされているか?
Hint!　電子を失った負極に電子が戻ってくるように、電子の流れを考えてみよう。このとき、電解液に含まれているヨウ化物イオン I^- が重要な役割を果たす。



ジュニア科学塾　第４回講座　　編集 | 削除

（第４回講座）
講座名：「化学反応で生み出すエネルギー」
日　時：１０月１９日（日）９：００～１３：００
場　所：教育学研究科２階　化学実験室
講　師：広島大学大学院教育学研究科准教授　網本貴一先生
参加受講生：２２名（中３：７名，　中２：５名，　中１：１０名）
内　容：
講師の先生の言葉より：私たちはエネルギーを使って人間生活を営んでいます。このエネルギーを生み出したり，適当なかたちに変換したりするのに，化学反応が使われています。そこで，今回のジュニア科学塾では，「化学反応で生み出すエネルギー」に着目します。
（熱・光・電気が生み出される化学反応を取り上げて，どのような化学反応がおこっているかを探求）
　　実験１　化学反応と熱エネルギー
　　実験２　化学反応と光エネルギー
　　実験３　化学反応と電気エネルギー
（太陽電池を取り上げて，光から電気へのエネルギー変換とそれに関与する化学反応を考える）
　　実験４　エネルギーの相互変換：太陽電池

受講生は，「物質によって，エネルギーの放出の仕方が光や熱などと異なったり，エネルギーの得る割合も違ったりして，それぞれの物質にも個性があることが分かった。また，今回の実験で，化学反応には，イオン結合が深く関わっているように思った。」「物質にはエネルギーの量が決まっており，高い物質が低い物質に変化するときはエネルギー（熱）を発し，低い物質を高い物質に変化させるためにはエネルギー（熱）が必要となる。」などとまとめていました。また，「生活の中で化学反応がよくつかわれていることがわかった。」という感想もありました。

わくプロブログより

（ジュニア科学塾第５回講座）

「太陽エネルギーと天気の変化」地学分野

広島大学大学院教育学研究科　講師　吉冨 健一

１　目的

地球は絶えず太陽からの放射エネルギーを受けており，人類の生活は太陽からのエネルギーによって支えられている。今回の科学塾では簡易日射計を用いて，太陽からのエネルギーを熱に換算して測定するとともに，簡易分光器を作成して，光源の違いによるスペクトルの構成を観察することで，太陽から届くエネルギーの量とその特徴をわかりやすく理解することを目的とした。またその過程において，太陽の活動の指標とされる太陽黒点を観測も併せて行った。

２　内容・方法

季節の変化を生み出すのは，地球と太陽との距離が変化するためではなく，地球の自転軸が傾いていることに起因する。地球が太陽の周りを公転する公転面に対し，自転軸が23.4°傾いているため，太陽の周りを１周する間に北半球が太陽光線に対して直交する季節（北半球で夏）と南半球が太陽光線に対して直交する季節（北半球で冬）があり，その間に赤道が太陽光線に対して直交する季節（春と秋）がやってくる。

このことを実感するために，今回はジュニア科学塾の本来の目的である「科学（理科）に興味を持ち，学校の学習内容にとらわれることなく，高度で幅広い科学の内容を勉強したいと考えている人のための科学演習講座」という趣旨に沿って，太陽から降り注ぐエネルギーを熱エネルギーに変換して測定するとともに，太陽光線と簡易日射計との角度を調節することで，太陽から受ける熱エネルギーがどのように変化するかという点を基本として説明および実習を行った。その構成を以下に示す。

■　地球と太陽の距離

地球はケプラーの第１法則に定義されているように，太陽をひとつの焦点とする楕円軌道上を動いて公転している。大学生へのアンケート調査においても，季節の変化が地球と太陽の距離に起因すると誤解している学生が少なからず存在する。この誤解を解くために地球が太陽に最も接近したとき（近日点）と，最も遠ざかったとき（遠日点）で太陽３個分程度の違いが生じることを紹介し，距離の変化に伴う光量の変化が約７％程度にあたることを解説。ただし近日点は１月初旬で遠日点は７月初旬であるため，季節の変化そのものの原因にはならない。

■　季節によって変化する太陽高度

地球の自転軸は公転面に対して23.4°の傾きをもっているため，公転軌道のどこに位置するかによって太陽光線と地表とのなす角が変化する。この角度は緯度によって様々であるが，春分および秋分の時期の太陽の南中高度は，北半球では90から北緯を引いたもので求めることができる（北緯34.2°の広島では55.8°）。夏至の時期，地球の自転軸は太陽の方を向くため，主に北半球に太陽からのエネルギーが集中し，この時期の太陽の南中高度は春分・秋分の南中高度に自転軸の傾きである23.4をプラスすることで求めることができる（広島では79.2°）。逆に冬至の南中高度は，春分・秋分の南中高度から自転軸の傾き23.4°をさらに引くことで求めることができる（広島では32.4°）。

季節		夏　至	春分・秋分	冬　至
太陽の南中高度	90°	79.2°	55.8°	32.4°
地表の受けとるエネルギー	100%	98%	82%	54%

この季節によって変化する太陽光線と地表とのなす角の変化が地表に気温や気圧配置の変化に伴う季節の変化を生み出すことを解説した。

■　地表に届く太陽エネルギーの測定

実際に測定機器を用いて，地表で受ける太陽放射エネルギーの大きさを測定してみることとした。ここでは，光として地表に届くエネルギーを，測定しやすい熱エネルギーに変換することで，測定を行う。また測定器を太陽光線と直行させた場合（夏至の太陽）と，太陽光線と60°（冬至の頃の太陽の高度）の角度を持たせた場合とを比較して，地表と太陽とのなす角の違い，すなはち地表に対する太陽高度の違いが季節の変化に影響を与えることへの理解につなげた。

◎実習（簡易日射計を用いた太陽エネルギーの測定）

◎実習（太陽光線との角度の違いによる変化を調べる）

太陽放射エネルギーの測定は，黒く塗られた銅製の容器でできた簡易日射計に，前日より準備して外気温と十分なじませた水を利用して行った。手順は以下の通りである。

＜屋外にて＞

・容器の中を水で満たし，温度計を差し込む。

・黒く塗ってある受熱部を太陽光線に直行する向きに水平・垂直方向に調整を行う。

受熱部に垂直に立てた爪楊枝の影がなくなる角度が太陽光線と受熱部が水平方向・垂直方向ともに直交した状態である。この際，測定開始までは黒く塗ってある受熱部を太陽光線にあてないよう十分注意。
・同時に太陽光線に直交した状態から60°垂直方向に傾けて簡易日射計を設置する。
・１分おきに約15〜20分測定を行い，温度の変化を読み取る。
・測定終了後，容器内の水の堆積をメスシリンダーで測定し，１cm3を1ｇとして質量を求める。
当日の気温は零度前後であったが，みんな頑張って計測してくれた。
＜屋内にて＞
・太陽からのエネルギー〔W/m2〕
　　＝熱容量〔J/℃〕×温度上昇率〔℃/秒〕／面積〔m2〕
　の形で求めることができることを解説。
・熱容量＝簡易日射計を構成する銅のケースと中を満たした水を合わせたもの
　　＝（銅の比熱0.38×銅の質量38g）＋（水の比熱4.18×水の質量43g）
　　＝194.18〔J/℃〕
・温度上昇率
　　＝グラフの直線的部分を参考に１秒間あたりの平均温度上昇率を求める
　　＝１分間で約1℃上昇の場合，約0.017〔℃/秒〕
・面積　＝簡易日射計の黒い部分の面積＝36〔cm2〕＝0.0036〔m2〕

以上の値を元に，太陽からのエネルギーを実際に計算してみると，上記の例だと約917〔W/m2〕が求められる。

実習は，時間を計る係や，温度計を見る係，記録係など複数人必要とするため計20名を各５名の４班に分けて計測を行った。実際に得られた太陽エネルギーの数値は，各班で490〜950〔W/m2〕と差が開いたものの，太陽光線に直交方向に設置した簡易日射計と比較して，太陽光線と60°の角度に設置したものは，約半分の値になるという結果が得られた。

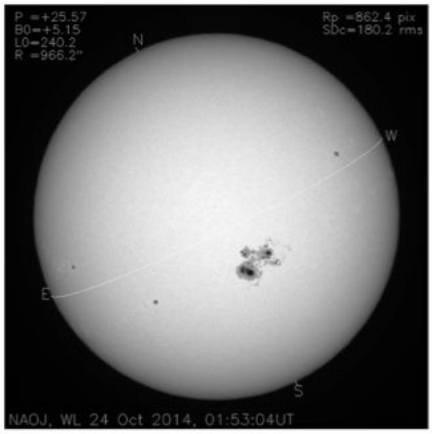
■　地表を暖める太陽エネルギー

実際に地表に届く太陽光線のエネルギー量を測定した後，大気圏外で測定される太陽定数との差から地球を取り巻く雲や大気の影響で一定の割合で太陽のエネルギーが吸収・反射されていることを説明した。次に，実際に地表を暖めるエネルギー量の計算を行った。太陽からみたら地球は円であり，実際に地球が太陽から受け取ることのできるエネルギーの量は地球の断面積（πr2）分となり，それを地球の表面積（４πr2）で共有している状態であることを解説した。赤道付近に集中するエネルギーを極地方へ運ぶ役割が気象や海洋の循環のエネルギーとなっていることを併せて説明した。また地球と太陽の公転軌道を半径とする球の面積に太陽定数をかけ

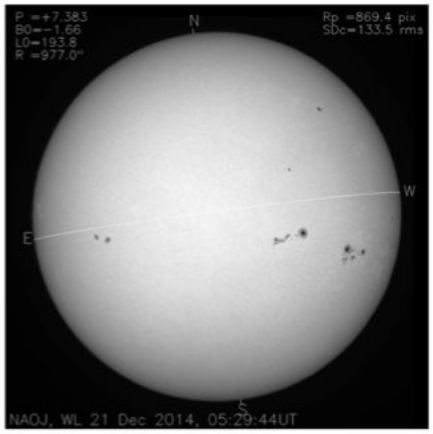
合わせることで，太陽が宇宙に放射している全エネルギーを，理論的に計算できるという方法を示した。

■　太陽黒点の観察

太陽は約11年周期で周期的な活動の変化を示し，太陽黒点の数やフレア等の太陽の見かけの変化は，太陽放射のレベルや物質の放出等の太陽活動の変化と密接に関わっていることが知られている。1755年からの11年間を第１太陽周期とし，現在は第24太陽周期に入っているとされる。この周期の中で太陽黒点の数は，2011年末から2012年にかけてほぼ極大を迎えたとされていたが，2014年に入り再び黒点の数が増加傾向を示し，10月後半には1990年以来となる巨大な太陽黒点群（地球約66個分）が発生している。



2014/10/24



2014/12/21

国立天文台太陽観測所 HP より

ジュニア科学塾当日は，雲も少なく太陽の観察に適していたので，屋上の望遠鏡に太陽光線を遮る特殊なフィルターを設置した状態で，太陽黒点の観察を行った。10月に見られたほど巨大ではないものの，十分太陽表面の黒点を観察できた。

◎実習（望遠鏡を使った太陽黒点の観察）

■　簡易分光器の作成

コンパクトディスク（CD）による光の回折作用を利用し，太陽光や蛍光灯などの発光スペクトルを観察するための簡易分光器を作成。様々な波長（色）の光の屈折率に応じて分光する，その特性について解説を行うとともに，太陽光線を観察する

ときれいな虹色の連続スペクトルになっているのに対し，蛍光灯やLEDを光源とすると，特定の色の部分だけが観測できる飛び飛びのスペクトルになっていることを観察。
◎実習（簡易分光器の作成）
◎実習（光源の違いによる光のスペクトルを観察）

■　ウィーンの変位則

太陽などの恒星から放たれる光は，星の温度を反映したもので，黒体からの輻射のエネルギーが最大となる波長は，温度に反比例するというウィーンの変位則について解説を行った。ウィーンの変位則は，

Λ（波長〔nm〕）×T（温度〔°K〕）＝2900

という式で表すことができ，実際にスペクトルメーターを使用して太陽光線の計測を行った場合，ピーク波長が500nmにあることから，逆に太陽の表面温度が約6千度であることを導くことができることを説明。恒星の場合でも，青白く光るシリウスの方が，赤く光るベテルギウスより温度が高い，というように適用できる。

３　成果及び今後の課題

参加した生徒は，太陽そのものの活動の様子や，太陽から放射されるエネルギーの量・性質について学ぶとともに，太陽光線のスペクトルから太陽表面の温度を推定する方法について学んだ。またその延長として，夜に見える星（恒星）も，その温度の違いによって赤く見えたり，青白く見えたりすることを学習した。

12月の早朝から寒い屋上で冷たい水を用いて実際に観測を行う過程で，きっちり時間を計測して目盛りの1/10まで温度計の数値を読み取ることなどは，教科書で知識として知っているものの実際にはあまり経験したことのない動作であったと思う。また，中学校では扱わない桁数の計算が出てくることでさまざまな戸惑いもあったと推察される。今回は単純な計測や，既習事項である球の断面や表面積の計算式を用いることで，太陽のエネルギーを計算できることなどを学習し，その桁数の多さに驚いたことと思われる。

課題としては，様々な単位を持つ数値や，後ろにゼロがたくさんつくような数値をべき乗として計算する内容が多かったため，低学年を中心に計算についていけない生徒が多く発生した。ただ特に今回は，１班（５名）に１人の割合で，中学校等の非常勤講師を経験している大学生がアシスタントとして配置されていたため，実験や講義の途中で生徒達が戸惑っている時には，的確にサポートしてもらうことができた。

ジュニア科学塾　第５回講座

〔第５回講座〕
講座名：「太陽エネルギーと天気の変化」
日　時：１２月２１日（日）９：００～１３：００
場　所：教育学研究科３階　地学実験室
講　師：広島大学大学院教育学研究科講師　吉冨健一先生
参加受講生：１７名（中３：４名，　中２：４名，　中１：９名）
内　容：①太陽から届くエネルギー量を調べる（簡易日射計を用い，容器内の水の温度を測定し，測定結果を用いて計算してエネルギー量を求める。太陽高度の違いによる受け取るエネルギー量の違いを調べる。）　②黒点を観察（天体ドーム内の望遠鏡による黒点の観察）する。　③スペクトルの違いを調べる（太陽光，蛍光灯，LED；簡易分光器製作）。

受講生は，「太陽が放つエネルギー量を計算すると，3.860316×10（26乗）Wとなり，膨大な量であることが分かった。」「地球は太陽から多くのエネルギーを受けている。エネルギーを最も多く受けるには，太陽光に対して垂直になればよい事が，今回の実験から分かる。」「太陽から地球に太陽エネルギーが届くまでに雲やいろいろなものでカットされ実際地球にとどくのは80%ほどになる。」などとまとめていました。また，「今回は実際に太陽の出力エネルギー量を調べ，計算したが，講座のなかで出てきた，星の温度や光の波長などを計算してみたいと思った。」「太陽光線に垂直の場合と30°の場合では，受けとるエネルギー量が変わることを初めて知ったのでおもしろかった。」という感想もありました。

（ジュニア科学塾第６回講座）

「放射能・放射線に強くなろう」

広島大学宇宙センター　特任教授　大杉　節

１　目的

放射能・放射線については怖いというイメージが一般に定着しており，正しい知識が完全に欠落しています。無知のために放射能・放射線の本当の怖さを知らず，その害から逃れる術をまったく持たない状態で風評被害も無視できません。正しい知識を持てば，福島の事故のような緊急事態に，状況に応じて身を守る最良の方法を見つけることができます。世界には４００基以上の原子力発電所が稼動しており，事故を完全になくす事は不可能です。被害を最小にし，生き残るために放射線知識は必須です。また癌の治療や，病気の診断など放射線のメリットを生かすためにも正しい知識を習得する事が重要です。また宇宙には，放射線は満ち満ちており，放射能・放射線の存在しない世界は無い事を学びます。

２　内容・方法

この講座では，放射線を捕らえ，エネルギーを測ることの出来る最新の測定器を塾生自身が使いながら，自然界にある放射性物質から放射されている放射線をモニターし，放射能・放射線についての知識を学びます。

３　成果及び今後の課題

最新の放射線測定器で自然界にある放射能・放射線を捕らえながら，放射線について学び，放射能・放射線は自分達の身近に常に存在し，その様な環境の中で生活している事を知りました。そのことから，放射能・放射線が福島から遠く離れた自分達には関係ない問題と思っていた事が，実は身近な現象である事を学びました。同時に少量の放射能・放射線の存在は，直ちに命に致命的な存在ではない事もわかりました。

この事は，放射能・放射線事故のとき，十分考え，最も適切な行動を取る時間的余裕があることを示しており，パニックにならない事，また無責任な風評を信じない事が最も重要であることが示されました。

４　今後の課題

放射能・放射線は怖いもの，遠ざけておくものという認識から脱し，何が危険で何がうまく利用すればとても有用であるか，科学的原理を学習し，どの様な状況でも適切な判断が出来るように学習する。

身の回りに沢山ある

放射能・放射線を学ぼう

（ジュニア科学塾）

広島大学　宇宙科学センター
大杉　節

放射線を捕まえる装置　（G－スペクトルくん）

・この部屋の放射線量を測ってみよう

放射能・放射線は身近にある

・宇宙は放射線に満ち溢れている。太陽も多量の放射線を出している
・地球も放射性物質（放射性元素）を多種類含んでいる
・従って、食物（植物、動物）の中にも放射性物質は一定の割合で含まれている
・今現在、私たちは1秒間に～2万の放射線を浴びている
　体の中の放射能から～6000/秒、宇宙から～8000/秒、
　空中＋地面＋コンクリーの壁から～10000/秒
＊地球生物は最初の生物が誕生したときから放射線を浴び、その害を
　克服しながら、時には利用して進化してきた！
＊生物新種は常に原爆マグマ（放射性物質を多量に含むマグマ地帯）で誕生

放射能・放射線を恐れ過ぎないことがとても大事。冷静に勉強しよう。

放射線量　測定記録（　　年　月　日）
観測者:＿＿＿＿　記録者:＿＿＿＿

時刻	場所	放射線線量率（μSv/毎時）	毎秒放射線計数	コメント（気付いた事をメモ）
	机の上			
	床の上			
	コンクリート壁			
	草木灰			
	柏の土			

測定とデータ保持

1）日時、線量（μSv）、毎秒計数（CPS）は、
　　自動的に内部メモリーに記録されます
2）ガンマ線エネルギー分布は、積算表示されていますが、メモリーに
　自動記録されるのは30分（設定時間）経過ごとであり、途中で電源を
　切ると、その時積算されていた分布データは失われる。
3）エネルギー分布の途中データをメモリーに記録するためには
　「SW3」を押し、途中データをメモリーに入れ、電源スイッチを切る。

放射能・放射線とは何か？

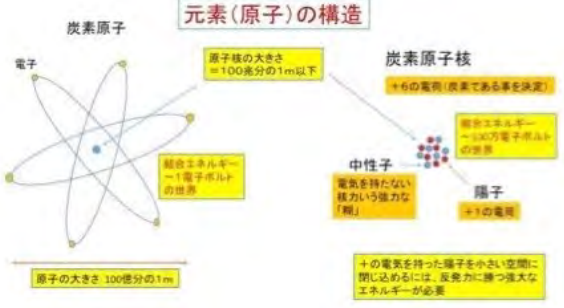
・放射線：エネルギーの非常に高い原子核の世界で起こる現象の結果
　　生じる、高速・高エネルギーの素粒子・原子核や光
・放射能：放射線を出す能力の事。（単位：ベクレル）
・放射能を持つ物質を放射性物質という。一般に「放射能」＝放射性物質
　を意味している場合が多い
・放射線が人体に当たると、細胞を壊したり、細胞の中で毒物を作ったり、
　遺伝子を壊して悪い影響を与える・・・放射線障害
・放射線は、我々の体を作っている元素や素粒子と同じものですから
　止まってしまえば無害。またピールスや病原菌のように増殖はしない。

放射線の大きさ

放射線は、高速で走る素粒子、原子核
　＊原子核や素粒子の大きさを考えてみよう
人間の細胞の大きさは：～10ミクロン（10万分の1m）
細胞を作る元素の大きさ：～10^{-8}cm＝～10^{-10}m（100億分の1m）
元素（原子）の中心にある核の直径：～10^{-14}m（100兆分の1m）

放射線の例：
陽子、中性子の大きさ：＜10^{-15}m
ガンマ線（1000keV）=～10^{-12}m）
＊とても小さいため、見えない、感じない、匂わない・・・五感に感じない

元素（原子）の構造



原子核と放射線のエネルギー

＊私たちの体を構成している元素（炭素、窒素、酸素等）が結合して
　分子を作るエネルギー・レベルは数電子ボルトです。
＊元素の中心にいる原子核は陽子と中性子がいくつか結合して、例
えば炭素は6個の陽子と6個の中性子が結合して炭素原子核を作って
います。この原子核の中の陽子、中性子の結合するエネルギーはな
んと数百万電子ボルトです。
＊分子・原子の世界と原子核の世界は、100万倍もエネルギーの単
位が異なる世界です。
＊原子核の世界で起こった現象から生じる放射線は非常に大きなエ
ネルギーを持っている
＊核反応を利用した原子炉も非常に大きなエネルギーを生み出す。

放射性物質の原子核

$n + {}^{14}_{7}N \rightarrow {}^{14}_{6}C + p \quad {}^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + e^{-} + \bar{\nu}_{e}$

「炭素14」という放射性物質 （植物が炭素同化作用で取り込み、それを食べた私達の体の中にも含む）

宇宙線の中にある「中性子」が上空空気の主な成分である「窒素原子核」と反応し作る中性子を過剰に含む炭素

安定な窒素原子核

7個の陽子と7個の中性子

窒素原子核が中性子を吸収 ー＞陽子と中性子を合わせた数
↓
15（奇数）・・・不安定
↓
陽子を一つ放出し偶数の炭素14になる
（安定度は良くなるが完全ではない
↓
放射性元素！

炭素14（放射性元素）の原子核

6個の陽子と8個の中性子

半減期5千年で中性子が一つベータ崩壊し、放射線として β線を出す

一般に、安定な元素に中性子を吸収させる事により放射性物質を作る （原子炉の中等）

記録データの読み出し方 （オフィスが使えるパソコンを立ち上げておく）

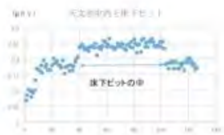
1）USBケーブルをパソコンにつなぐ。・・・赤いLEDランプが点灯する
2）SW1を押しながら、電源SWを押す・・・電源SWの赤いランプがつく
3）「フォルダーを開いてファイルを表示」をクリック・・・データファイルの一覧がでる
4）「CPS」と名前の付いたフォルダーをダブル・クリックするとその中にファイルが沢山表示される
5）その中で、日付、時間から適当なファイルをクリックすると下のような表示が出る

グラフの作り方
1）「D」をクリック・・・Dの列のデータが全て選択（色が付く）される。
2）「挿入」をクリック、グラフの種類を選び、 グラフの「タイトル」を入れる

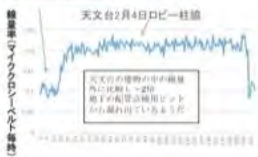
A：西暦　年/月/日
B：時刻（時：分：秒）
C：電源投入からの積算時間（秒）
D：線量率（マイクロシーベルト/毎時）
E：放射線計数値（カウント/毎秒）
F：放射線センサーの温度（℃）

天文台・建物の中

放射線レベルが高い理由（可能性）：
1）コンクリーとに入れた砕石、砂に含まれるウラン系列元素
2）地下（地下水）からラドンガスが出て室内に溜まる
（地下室などには溜まりやすい）
3）近くにはラジューム（ラドン）温泉があちこちにある



天文台周りの土地



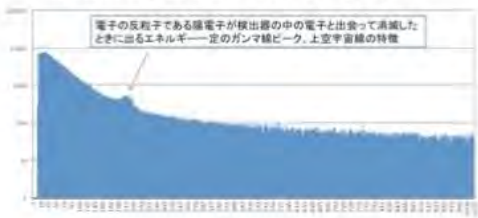
米国旅行の際取得したデータ

スペクトルファイルの内容
A1　西暦　年/月/日
A2　時刻（時：分：秒）
A3　スペクトル測定積算時間（秒）
A4　電源ONから積算時間（秒）
A5　積算放射線計測パルス数
A6　記録時の毎秒あたりの放射線計数値
A7　温度（℃）
A12－A1035　放射線エネルギーを1024チャネルに分けて測定し、それぞれの積算計数値を示します（エクセルで読み出しグラフに図示できる）。

GPSオプションつきの場合
A8　GPS 有効A、無効V　　A9　GPS 緯度
A10　GPS 経度　　A11　GPS 標高

1）ファイルホルダーの名前はフォルダーを作った日付になっているので、測定日で探す、ダブルクリックでフォルダーを開く
2）ファイルの更新日時を確認し、測定を行った時間からデータファイルを探す
ファイルネーム SPOOO・・・（6桁の数字）　ファイルを作った日時（測定した日時）ファイルの種類　サイズ
3）見つけたファイルを開くと、上記のようなEXCELL ファイルが開く
4）「A」を選択し、次に「挿入」を選択、表示の中の「2－D縦棒」グラフを選択する
5）次に「軸」の書式設定をする、縦軸の数値の場所を「右クリック」する、新しく出た表示の中の「対数表示」を選択する
6）この時表示されたグラフが、「測定したガンマ線のエネルギー分布」です

高度～10000m上空（ジェット旅客機中）の放射線（宇宙線）エネルギー分布



放射能・放射線の強度の単位

- 放射能（放射線を出す能力）・・一般には放射性物質を指す場合が多い
- 放射能の強度：

1Bq（ベクレル）＝1秒間に1個核が壊れ放射線を出す様な放射性物質量

注）1Bqの放射能は、1秒間に必ず1ヶの放射線を出すとは限らない。壊れて出来た娘核がまた放射性である場合も多い。ウラン238の場合は14種の放射性物質を経て安定核の鉛206になる。地球の地殻にはウラニウム235, 238 を一定量含んでおり、花崗岩岩盤の上にある中国地方には、ウランから崩壊途中のラジウム、ラドン濃度が比較的高い

＊放射能の寿命・半減期

放射性物質の崩壊は確率的に一定の割合で起こる。従って放射能は指数関数的に減少して行き、半分になる時間を「半減期」として寿命を表わす。

寿命と放射線強度との関係

- 半減期が約30年のセシウム137と、半減期2年のセシウム134が同じ重さあったとする。どちらの放射能が強いか？どれだけ強いか？

「Cs137」1gの放射能は？　～3.1兆ベクレル

「Cs134」1gの放射能は？　～ 47兆ベクレル

- 2年後のセシウム137とセシウム134の放射能は？

Cs137はほとんど変わらない（95. 5%）・・・Cs134は半分（50%）

＊最初、同量あったCs137とCs134の放射能が同じ強さになるのは何年後でしょうか？　（～8年5ヶ月後）

福島原発事故・・・「メルトダウン」を起こした

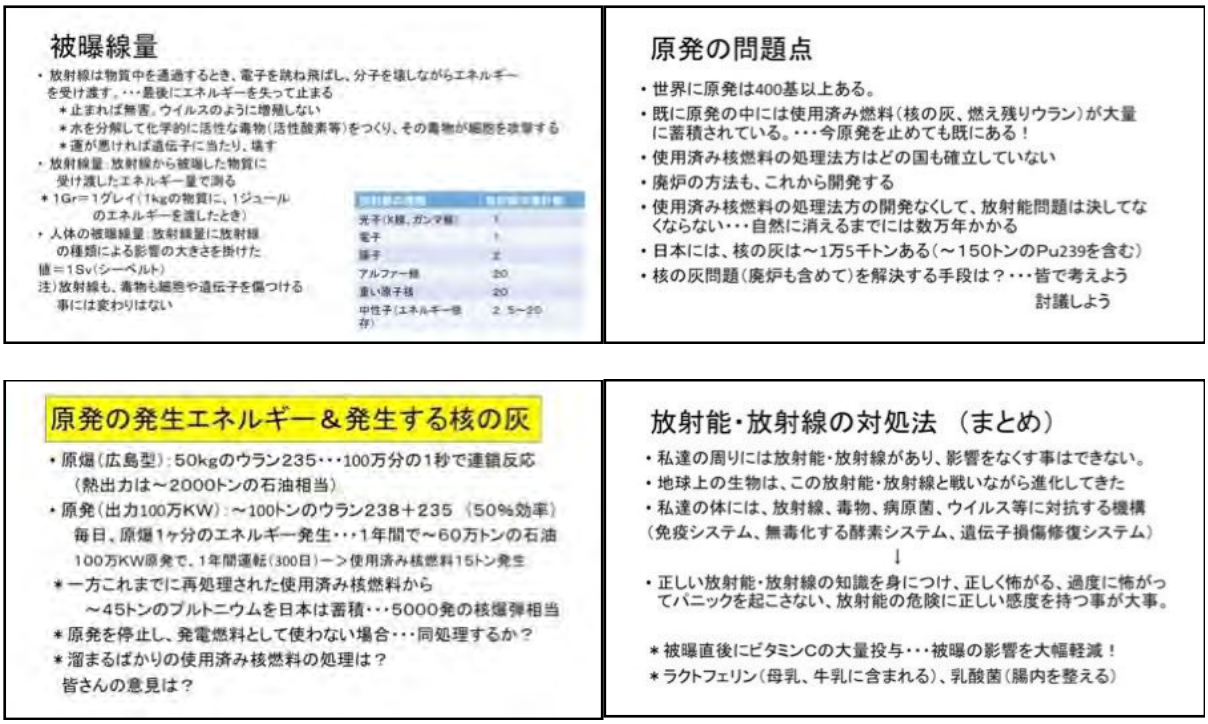
なぜメルトダウンが起こったのか？

1） 地震で原発が暴走し、爆発を起こしたか？
2） 原発の炉心で核連鎖反応が止まらなくなって核爆発を起こした？
3） 核の連鎖反応はうまく止めることが出来たが原子炉の冷却が出来なくなって、炉の底が溶けた

なぜ放射能が漏れたのか？

福島第一原子力発電所から放出された主要な放射性物質の量　（IAEA推定）

核種	放出放射能量（兆ベクレル）	放出重量（g）	相対質量（%）	放出放射線の種類とエネルギー (MeV)	半減期
セシウム137 融点：28.4℃ 沸点：671℃	15000 ($1.5x10^{16}$ヶ/毎秒)	4700 (2×10^{25} ヶ)	70	ベータ線 0.514(94.4%) ガンマ線 0.662(85.1%)	30年
キセノン133 （気体）	11000000 ($1.1x10^{19}$ヶ/毎秒)	1600 (7×10^{24} ヶ)	24	ベータ線 (0.427)	5.2日
セシウム134 （凝縮粒子）	18000	380	5.6	ガンマ線 (0.605) ガンマ線 (0.796)	2.1年
ヨウ素131 （気体、微粉） 融点：113.7℃ 沸点：184.3℃	160000	35	0.52	ベータ (0.606) ガンマ線 (0.365)	8日
ストロンチウム90	140	28	0.42	ベータ (0.545) ー＞Y ベータ (2.28) Y＞Zr	28年
テルル132（固性） 融点：449℃ 沸点：988℃	88000	7.7	0.11	ベータ	3.2日



＜受講生のレポートより＞

○　核反応でおきた問題は核反応でしか解決することができない。
なくならないから「消す」技術が必要になってくる。

○「使用後の核燃料を消す方法」と聞いた時，宇宙に持っていけば，核融合反応を起こすことに使われるのではないか，と考えた。しかし，持っていく過程などを考えると，非常に難しいことが分かった。がんの治療などの際にする放射線治療に，核の灰から出る放射線が使えたらいいと思う。先生のおっしゃったように，世界中にある核の灰をどうするか，という問題を大事なこととして考えていきたい。

○　正しい知識を持たずに放射線という言葉を耳にすると，全て恐ろしいものの様な印象を受ける。しかし，放射線性のK40やC14などを私達は普段摂取していることや，宇宙放射線量が大変多いことを知った。放射線の影響を考える時に，放射能の強度，半減期，放射線の種類，線源からの距離，遮蔽物の有無など総合的に考える必要があることが分かった。そして，すでに地球上に蓄積された核の灰を無害にする核反応の開発は持続可能な社会の実現に不可欠だと考えた。

○　放射能・放射線は身近なところにあり，自分自身も放出していることがわかった。また，五感では感じることができないため，忘れがちになってしまうが，忘れるのが一番怖い。放射線の使い方，処理についても今後私達の世代の課題となるだろう。

○　放射線は恐れるばかりでなく，上手に向き合わないといけない。原子力発電により発生した放射性廃棄物は原子力発電を止めようと残るので，どのようにして安全に処分するのかを考えないといけない。将来に残すのではなく，どうにかしないと危険なままとなる。

○　これまで本当に放射線・放射能という怖いものがあると思っていたのでとても驚いた。自分のような誤解をしている人が他にもたくさんいると思うので，本当の事を教えてあげて，これからの課題について考えていきたい。

⑩　学会での報告

ジュニア科学塾の活動と成果の検討を行い，日本理科教育学会第64回全国大会で発表した。発表は2014年８月24日（日）で，会場は愛媛大学だった。ここでは，「日本理科教育学会全国大会論文集」に掲載されたものを紹介する。

24I-704　　日本理科教育学会（2014）

理科・科学好き中学生対象の科学講座受講生の要望と活動

－　“科学わくわくプロジェクトジュニア科学塾”の例　－

○藤川義範[A]，林武広[A]，磯﨑哲夫[A]，吉冨健一[A]，魚谷滋己[B]
FUJIKAWA Yoshinori, HAYASHI Takehiro, ISOZAKI Tetsuo, YOSHIDOMI Kenichi, UOTANI Shigemi
広島大学大学院教育学研究科[A]，（公財）マツダ財団[B]
【キーワード】　理科好き，中学生，科学講座，レポート

１　ジュニア科学塾の目的・特徴・概要

広島大学科学わくわくプロジェクト研究センターが主管するジュニア科学塾は，理科好き・科学好きの中学生を対象とし，「科学に対する興味関心をさらに高めるとともに，中学生として高度な科学的スキルを習得する」を目標として実施されている。第Ⅲ期初年の今年度は，エネルギーをテーマとし，生物（第１回講座），物理（第２回講座），科学（第３回講座），化学（第４回講座），地学（第５回講座），科学（第６回講座）の講座が計画に沿って進められている。生物・物理・化学・地学の講座は，各分野の専門家であり教育の専門家である広島大学教育学研究科自然システム教育学講座の教員が講師を務めること，いわゆる学校のカリキュラムとは別の角度から高校～大学レベルの内容を学習することを特徴としている。

受講生（今年度26名，中１:12名，中２:６名，中３:８名）は，一般公募による募集で，受講希望者及び保護者対象とする趣旨確認を含む質問紙回答や同意を経て決定した。

各講座後，受講生はＡ４用紙１枚のレポートを作成し，後日郵送提出することとしている。受講者決定時の質問紙回答と講座後郵送されたレポートにより，受講希望者の要望と活動の検討を行ったのでその結果を報告する。

２　募集時の質問紙・レポート用紙

（１）質問１：受講希望者用（５件法で回答）

ここでは，概要のみ示す。①講座目的を理解している？　②家の人の理解・応援はある？　③レポート提出できる？　④講座参加を優先する？　⑤集合場所のJR駅の往復できる？　⑥理科は好き？　⑦実験・観察は好き？　⑧考える活動は好き？　⑨自分で記録やメモができる？

（２）質問２：受講希望者用（自由記述）

２つの問いに回答を求めた。①科学への思い　②わくプロへの期待と抱負

（３）質問３：保護者用（任意回答，自由記述）

次の事柄を問うた。「お子様の理科の学びに対して，どういう期待や支援を考えていますか？」

（４）レポート用紙の記述項目

次の４項目を示した用紙を受講生に渡した。①講師の先生の話の内容　②実験の目的と方法　③実験の結果と考察　④本日のまとめ

３　記載の結果と検討

（１）募集時の質問紙（26名）

質問１各項目の回答結果を次に示す。平均はすべて4.6を上回っている。受講希望者は，高度な内容に対し，強い要望を持っている。

質問1	①	②	③	④	⑤	⑤	⑦	⑧	⑨
平均	4.7	4.9	4.7	4.8	4.9	4.8	4.9	4.8	4.6
標準偏差	0.5	0.3	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.6

質問２の記載内容について，４つの観点（A関心意欲態度-生き方・生活，B科学的思考-解明・理論，C表現処理-体験・実験・技術，D知識理解-発見）が記載されているかを調べた。記載されていた人数を次に示す。科学分野に興味を持つ自分の将来に向け，学校では得られない学びの場を求めている。

質問2	A	B	C	D
科学への思い	17	3	7	8
期待と抱負	11	3	16	13

質問３については，今回は省く。

（２）第１回講座のレポート（23名）

講座後に届いたレポートの記載内容について，４項目（記述項目①～④）それぞれを４点満点で評価した。その結果を次に示す。平均はすべて２に及ばず，学校のノートとは異なる記録である“自ら考えて書く”レポートは容易ではないことがうかがえる。若干ではあるが①③の平均が高いことから，受講生は負荷の高い高度な内容を理解，吸収しようと活動に取り組んだと考える。

	①	②	③	④
平均	1.9	1.6	1.7	1.6
標準偏差	0.9	0.8	0.7	0.7

（3）小学校の先生のための理科ひろば

① 事業の概要

小学校の先生に対して，子ども達が強く関心を示すような楽しくためになる理科の実験授業について，当プロジェクトの研究員及び客員研究員等が学校等に出向いて模擬授業を行い提案する。

② 事業の目的

・理科の授業に苦労されている小学校の先生に直接授業を提案できること。
・小学校の理科授業のためのノウハウや裏ワザを提供すること。
・現場の先生達の生の声を聴くことで，小学校理科教育に求められている問題点を明らかにする。
・対象小学校における教員研修の年間計画に組み込まれることで，教員の参加しやすい環境整備を図る。

③ 模擬授業による支援

ア 学校から依頼があれば，可能な範囲でそれに応じる。
講師は，依頼に応じて，研究員，客員研究員がつとめる。

今年度講師　広島大学大学院教授・センター長　林　武広
補助　わくプロコーディネーター　藤川義範

イ 広島市教育委員会と連携する。
実施校は広島市教育委員会が希望校を募り，その後の調整と協議によって選定する。

今年度担当　中田晋介指導主事

ウ　本年度実施校は，次の１７校（昨年度１４校，一昨年度１２校）。

【第５学年】

「天気の変化」

広島市立比治山小学校（南区）	２月18日（水）	４学級

「流れる水のはたらき」

広島市立古市小学校（安佐南区）	12月１日（月）	３学級
広島市立宇品小学校（南区）	12月15日（月）	３学級
〃	12月19日（金）	３学級
広島市立大塚小学校（安佐南区）	12月16日（火）	４学級
広島市立東野小学校（安佐南区）	１月13日（火）	４学級
〃	１月16日（金）	２学級
尾道市立土堂小学校	１月20日（火）	２学級
広島市立伴東小学校（安佐南区）	２月４日（水）	２学級
広島大学附属東雲小学校（南区）	３月３日（火）	２学級

【第６学年】

「月と太陽」

広島市立古田台小学校（西区）	12月５日（金）	２学級
広島市立己斐東小学校（西区）	12月17日（水）	１学級
広島市立己斐小学校（西区）	１月８日（木）	３学級
広島市立川内小学校（安佐南区）	１月９日（金）	２学級
〃	１月16日（金）	３学級
広島市立真亀小学校（安佐北区）	１月20日（火）	２学級
広島市立藤の木小学校（安佐北区）	２月２日（月）	１学級
広島市立美鈴が丘小学校（佐伯区）	２月３日（火）	３学級
広島市立亀山小学校（安佐北区）	２月５日（木）	４学級

「環境（自然災害）」

府中町立府中中央小学校	１月21日（水）	３学級

④　活動報告　　【講師報告】

小学校の先生のための理科ひろば
広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター
センター長　　林　武広

今回，訪問し模擬授業を行った全クラスの児童を対象とした質問紙調査を行った。調査項目は以下である。

【質問１】理科の特別講師の授業でよく分かったこと，なっとくできたこと（自由記述）

【質問２】特別講師の授業を受けて，理科の学習で<u>もっとも大切と思ったことに１</u>，<u>次に大切と思ったことに２</u>を（　）の中に書いて下さい。

（　　）自分でしっかり考えること
（　　）先生の説明をしっかり聞くこと
（　　）友だちの意見を聞くこと
（　　）必要なことはしっかりノートに書くこと
（　　）自分の考えを発表すること
（　　）実験や観察でたしかめること
（　　）実験や観察を楽しむこと
（　　）何もなかった

【質問３】特別講師の先生の授業で最も印象(いんしょう)に残っていることを次から<u>１つ選んで</u>（　）に○をつけてください。

（　　）実験
（　　）パソコンによる写真やビデオ
（　　）講師の先生の説明
（　　）自分で考えてノートに書いたこと
（　　）自分の考えを発表したこと
（　　）なかった

質問紙調査は模擬授業を含む単元学習終了後，２～３週間後に実施を各校に依頼した。担任教師の指導によって回答であったので殆ど１００％の回収率であった。以下に集計結果を記す。

【質問１】（理科の特別講師の授業でよく分かったこと，なっとくできたこと（自由記述）

〔５年，流れる水の働きの授業について〕

５年生の流れる水の働きの授業では，昨年８月に広島市安佐南区および安佐北区に発生した大規模土砂災害に鑑み，新規に開発した流水モデル実験装置での実験によって通常の流れる水の働きへの理解を深め，さらに土石流の再現実験も併せて観察させた（後述の小学校のHP）。これらの実験結果をもとに両者の仕組みの違いを焦点化しながら土石流の特徴を理解させ，それらへの備えを考えさせることを目標とした。

また，この単元ではグランドや砂場などにホースで水を流す実験が教科書に掲載されているが，その方法では良い結果が得られないとの声を多くの教師から聞いている。そのため模擬授業は，簡便ではあるが本格的な流水モデル装置を用いた実験（右図）を通し，小学校教師にも流れる水の働きと土石流について学ぶための研修の機会とした。

児童による記述例は以下のようなものであった。児童の授業時の様子およびこれらの記述から授業の目標は概ね達成できたと判断している。

- 林先生は、道具や人間を使って実験をしてくれて説明だけではなく道具を使いながら説明をしてくれたのでよく分かりました。教科書にのっていないことまで教えて下さったのでとてもなっとくできた。
- 小さな石はすぐながれたが大きな石はいくら水をためても流すことができなかったりしたけど流にはかたむいたことなどが理由で土砂災害がなったということがよく分かる。
- 土石流はいつくるか分からない、とても危険なものなので、にげるということがなっとくできました。大きさや重さで見ずに流れるかが、分かる。
- 石の大きさによって流れるか流れないか、速度などがちがうということが実験を通して、勉強したことよりも深く学んだ。
- 理くつなどを考えたり、自分の意見などを持って、実験をするという事が出来たからです。そして、こういう事をする事によって、自分が思っていることが分かると思います。なので、自分も意識して、勉強したいです。
- 大きい石や小さい石まとめておいたとき水のいきおいだとながれなかったけど、水＋ななめにしていったらいっきにながれたということがわかりました。
- 運ぱん・しん食・たい積のしかたが分かりました。人をつかってやりかたを説明してくださったり持ってきてくださったきかいで説明してくださったりでとても分かりやすかったです。

〔６年，太陽と月について〕

６年生の月と太陽では，月の軌道上の位置によって，地球から見える月面の昼の部分と夜の部分の割合の異なることが月の満ち欠けの本質であり，三日月や上弦の月などの軌道上の位置と空での実際の見え方（太陽との位置関係と月の位相）とを関係づけて理解させることを目標とした。そのための月の軌道モデル実験を行うこととし，太陽に見立てる最新のLED電球照明，月に見立てる指示棒につり下げたプラスチック球，球の照らされ方を大型テレビに写すタブレットPCを用意した。担任教師は太陽の役を担ってLED電球を持ち，特別講師が地球上の観察者として，吊り下げたプラスチック球を講師の周りを一周させながら，講師からの球の見え方をタブレットPCでテレビに提示する（下図）。実験では夕方および朝の状況を再現し，月の軌道上の位置によって地球からの月の見え方が異なる仕組みを理解させた。それらを月の満ち欠けの“理論”をとし，その理論どおり月が観察できるかどうかを各自が実際に観測して確かめることを促す授業展開とした。このプロセスは，基本的な科学の手続きでもあるので中学校以後の理科学習のためにも重要である。

なお，この内容は現在の学習指導要領から採用されたため多くの小学校教師には戸惑いがあり，指導に苦慮している単元との声が多い。月の軌道や見え方について理解不十分な点が多いようなので，月に関する教師の理解を深めることもねらいとした。

児童による記述例は以下のようなものであった。児童の授業時の様子およびこれらの記述から授業の目標は概ね達成できたと判断している。

・　月の形は太陽との関係で変わることがよく分かりました。ボールと光で月と太陽を再現して、「あ～、本当に変わってる」となっとくできました。
・　なぜ月が満ちかけをするのかがよく分かった。そして、月が東から西へ移動するのかも分かった。ノートに自分でなぜまとめることが大切か納得できた。

・　ライトとボールを使った実験で月の見え方がよく分かった。月が自ら光っている星ではないということがクレーターにかげができているということから分かり、なっとくできた。
・　いつもの理科よりも、ちょっと違った感じで、内容が深くおもしろかった。月と、太陽の関係が良く分かった。
・　太陽がどこにあるかを、月のかげで読み取ることで、正確に読みとるのがすごいと思った。板書するだけではなく、自分で、大切だと思うところをノートにかくことが大切なんだと思った。
・　月がどのようにして見えるかがよく分かった。月や太陽などの位置関係がよく分かった。
・　実験がわかりやすく、すごくなっとくできた。自分で自分のノートをつくることの大切さに気づいた。先生の説明や、お話などで、はじめてきくようなことも多く、よく学べた。
・　太陽と月の関係がよく分かりました。太陽の位置と月の位置の関係で月の形が変わることが分かりました。

【質問２】（授業を受けて，理科の学習でもっとも大切と思ったこと，次に大切と思ったこと）

１６校全ての児童による質問２回答の集計結果を下の表に示す。児童の回答から，理科の学習で最も大切なこととして「自分でしっかり考えること」が最も多く，ついで「先生の説明をしっかり聞くこと」であった。また次に大切なことでは「必要なことはしっかりノートに書くこと」が最も多く，次いで「実験や観察でたしかめること」である。また「自分でしっかり考えること」と「先生の説明をしっかり聞くこと」も少なくない。これら４項目は児童が理科で大切なことと考える主たるものと見なされる。また，これらの結果は学習内容を“分かりたい”と願う児童は少なくないことを示すと判断される。

		選択無し		最も大切と思う		次に大切と思う	
		度数	行の有効 N %	度数	行の有効 N %	度数	行の有効 N %
理科の学習で大切と思ったこと	自分でしっかり考えること	741	52.6%	492	34.9%	176	12.5%
	先生の説明をしっかり聞くこと	822	58.3%	370	26.3%	217	15.4%
	友だちの意見を聞くこと	1224	86.9%	55	3.9%	130	9.2%
	必要なことはしっかりノートに書くこと	815	57.8%	259	18.4%	335	23.8%
	自分の考えを発表すること	1163	82.5%	97	6.9%	149	10.6%
	実験や観察でたしかめること	900	63.9%	209	14.8%	300	21.3%
	実験や観察を楽しむこと	1175	83.4%	86	6.1%	148	10.5%
	何もなかった	1383	98.2%	3	0.2%	23	1.6%

【質問３】（授業で最も印象に残っていること）

１６校全ての児童による質問３回答の集計結果を下の表に示す。

	度数	有効%
実験	736	53.2%
パソコンによる写真やビデオ	232	16.8%
講師の先生の説明	295	21.3%
自分で考えてノートに書いたこと	78	5.6%
自分の考えを発表したこと	21	1.5%
なかった	22	1.6%
合計	1384	100%

模擬授業の展開は，まず説明による“理論的”な理解を図り，続いて実験によるそれらの検証を行う，所謂，科学的なプロセスを基軸としている。このような授業を受けて児童が最も印象に残ったことで最も多い回答は「実験」であり，ついで「講師の説明」であった。

今回行った授業では十分に講師の説明を聞き，さらに実験でたしかめることができた児童が多かったとことを示しており，当初の授業目的は一定程度，達成できたと判断した。

【教師向け質問調査】

児童向けの質問に加え，模擬授業を実施した学校の全教師，２００数十名に対する質問紙調査を依頼した。今回の質問は，理科の授業に対する価値観と向き合い方に関する内容で構成し，あらかじめ設定している項目から選択する方式である。これまでの研究で課題となっている小学校教師の理科授業に対する価値観として「児童の興味・関心を高めること」が顕著であることが見出されている（例えば林ほか，2013；2014）。そこで今回，教師は理科授業においてどのような場面で児童が興味・関心を高めたと判断しているかについて質問してみた。その結果を下の表に示す。

全回答を集計した結果，最も強く思うことでは，「子どもの表情がいきいきした」が最も多く，ついで「進んで観察や実験にとりくんだ」,「積極的に発言・発表した」が選択されていた。次に強く思うことでも，これらの２項目の選択が最も多い。つまり多くの教師は，児童の“表情（情緒的側面？）”と観察・実験や発表など“活動”の向き合い方（積極性）で判断している。しかし，これらの項目と児童の興味関心とがどう関連するかについては，必ずしも明らかではないうえ，教師間での判断の個人差も大きいことや教師の好みの影響が予想される。一方で，内容の理解に関連する項目である「教師の説明に耳を傾けた」や「授業をもっと続けたい」などへの選択は非常に少ない。教師の理科授業への価値観については今後も調査を継続し，その実態と課題を明らかにしたいと考える。

	興味や関心の高まり判断			
	最も強く思う		次に強く思う	
	度数	有効%	度数	有効%
教師の説明に耳を傾けた	9	3.7	4	1.7
内容に関する疑問を教師に質問した	25	10.2	11	4.5
積極的に発言・発表した	44	18.0	26	10.7
ねらいに応じた実験や観察の予想ができた	29	11.9	27	11.2
進んで観察や実験に取り組めた	45	18.4	57	23.6
積極的に友だちと話し合えた	6	2.5	22	9.1
身近なものや生活に関係づけてまとめができた	23	9.4	27	11.2
テストで興味・関心を問う問題が解けた	0	0.0	2	0.8
子どもの表情がいきいきした	52	21.3	37	15.3
授業をもっと続けたいと希望した	7	2.9	21	8.7
次の学習を楽しみにしていた	4	1.6	8	3.3
合計	244	100.0	242	100.0

⑤　学会での報告

＜日本理科教育学会＞

24K-701　　日本理科教育学会（2014）

小学校教諭の理科授業に関する価値観と期待する研修形態

-広島県の小学校教諭への質問紙調査から-

○林武広[A]，中田晋介[A]，土井徹[B]，磯﨑哲夫[A]
HAYASHI Takehiro, NAKATA Shinsuke, DOI Tohru, ISOZAKI Tetsuo
広島大学大学院教育学研究科[A]，広島大学附属東雲小学校[B]
【キーワード】　理科授業，価値観，研修希望形態

1　まえがき

筆者らは，小中学校の理科授業の改善と充実化に資する研修のあり方を明らかにすることを目指し，教員を目指す学生や現職教員の科学リテラシーの特徴（林ほか，2013a;2013b)，小学校教員の理科授業に関する認識の傾向(林ほか，2013c)，教育実習を通した中等理科教員志望学生の意識変容（林ほか，2013a)，現職研修としての科学専門家による小学校理科の模擬授業の効果（Hayashi et al,2013;林ほか，2013d）等を提案してきた。土井ほか（2013）は小学生，中学生に対する理科授業に関する認識調査から，小学校教員の授業観の影響が大きいことを報告している。これらの報告のみならず現職教員が理科授業づくりを進める際に基本的支柱となる“理科授業に対する価値観”が重要であることは言うまでもない。そこで本研究では，理科授業で児童が身につけることに関する現職教員の価値観と彼らが期待する研修形態を明らかにするため質問紙調査を行ったのでその結果を報告する。

2　調査の方法と内容

質問紙調査は2013年9月～2014年2月の期間に広島県内の公立小学校 15 校の現職教諭を対象に行い，238名から回答を得た。

価値観に関する質問内容は表1に示すとおり「理科の授業で児童が身につけること」について「最も重要と思う」，「次いで重要と思う」，「3 番目に重要に思う」それぞれについて12項目から1つ選択を求めた。

期待する研修形態については表2に示すとおり，「最も希望すること」，「次いで希望すること」それぞれについて6項目から1つ選択を求めた。さらに回答者の属性として，教師経験年数も質問した。

表1:理科の授業で児童が身につけることで重要と思うこと(%)

	最も重要	次に重要	3番目に重要
自然や自然現象への興味・関心を高める	48.7	7.1	7.6
科学的な見方・考え方を身につける	21.4	35.3	5.9
科学的思考力を高める	9.2	11.8	17.8
科学的な表現力を高める	0	2.1	2.5
自然を愛する心情を育てる	1.7	2.5	5.5
科学的好奇心を培う	11.8	15.5	12.7
知識を着実に獲得する	1.7	8.8	6.8
内容の理解を深める	0.4	3.4	2.5
問題解決する力を高める	2.5	5.5	13.6
観察や実験の技能を高める	0	5.9	13.6
考えや意見を交流する力(コミュニケーション力)を高める	0	1.3	7.2
学習意欲を高める	2.5	0.8	4.2

3　結果

価値観に関する質問では「自然や自然現象への興味・関心を高める」を最も重要とする教員が多く，次いで「科学的見方考え方を身につける」である。さらなる解析の結果，児童が習得することで重視する内容は「興味・関心を高める」と「科学的思考力を身につける」の組み合わせが最も多い。

期待する教員研修形態では「授業参観」が卓越し、次いで「教材作成等の実技講習」であることが明らかとなった。

表2:理科の授業作りのための研修希望(%)

	第一希望	第二希望
他校の教育研究会等で授業参観	31.5	18.5
教育研究会の分科会出席	0.8	4.6
校内研で授業の観察	12.2	11.3
専門家による模擬授業や特別授業の参観	22.3	21.8
教育センターや大学等で専門家の講義を聞く	2.9	5.9
教材づくりや実技講習会への参加	30.3	37.8

主な参考文献

・林武広，平野俊英，佐藤崇之，磯﨑哲夫：教育実習を通した中等理科教員志望学生の意識変容，科学教育学会年会論文集37, pp. 274-275, 2013a.
・林 武広，藤川義範，間處耕吉，吉富健一，中田晋介，磯﨑哲夫：小学校教員の理科授業に関する認識の傾向，教科教育学会第39回全国大会論文集，pp. 240-241, 2013c.

Elementary school teachers' values for teaching and learning in science
A case study in Hiroshima prefecture, Japan

Takehiro HAYASHI*, Shinsuke NAKATA*,Yoshinori FUJIKAWA*, Tohru DOI**, Toshihide HIRANO***, Takako ISOZAKI****, Tetsuo ISOZAKI*
(*Hiroshima University, **Shinonome Elementary School attached to Hiroshima Univ., ***Aichi University of Education, ****The University of Toyama)

Keyword: elementary school teacher, value, teaching/learning

Abstract: We think teachers' values for teaching and learning play an important roles when planning and implementing science lessons. Modification and/or change of the value is to be significant for qualification of science teaching. We have investigated teachers' value of elementary school with analyzing questionnaires.

These questionnaires have been done in school years of 2012 and 2013, Hiroshima pref., Japan. The questionnaire in 2012 includes 18 items, each of them set up by 4-point scale, on teachers' attitude and action in science lesson (14 schools, N=208). The results show that most of teachers have less confidence in science teaching as well as strong willing for practical work with which pupils can be delighted. They also wish to meticulously teach following the teaching manual. After those results, in 2013 we have additionally carried out the next questionnaires research (15 schools, N=238) to clarify teachers' values for teaching and learning. The questionnaire includes what should pupils be acquired through science learning and what are important actions during teaching, both set up by selecting 3 items in an important order. Consequently, the most dominant answer of the former question is "rouse interest to nature". On the other hand, "deepen understanding" is quite few. For the latter, the most dominant is "built up hypothesis of an experiment". Many teachers have selected both these two dominant.

It suggests that many teachers believe that "the rouse interest" is linked to "the built up hypothesis". This belief, however from the perspective of secondary school science, includes some problem, so it's important for teachers to consider deeply the basic role of experiment for both "understanding" and "interest".

Aim: To clarify elementary teachers' value for science teaching/learning, closely reflected on their science teaching practice.
Method: Empirical approaches (a survey mainly by questionnaire to totally 446 teachers of 29 elementary schools in Hiroshima Pref., Japan).

Research findings:

1) Many elementary school teachers have less confidence in science teaching(☞ Fig. 1), which is supported by the evidence that 42% of them belong to the "cluster3" of science literacy type (Saijo *et al.*,2010) . In contrast with it, most of the secondary school science teachers belong to the cluster2(☞ Fig. 2).
2) Many elementary school teachers have appropriate concept and positive attitude toward science teaching, and also they have realized their shortage and weakness, therefore they favor manuals and want consulting both teaching contents and method with experts(☞ Fig. 3).
3) Self-confidence of those teachers for science lesson depends on the "science literacy cluster", in which most of teachers belonged to the cluster3 showing negative response(☞ Fig. 4).
4) For the handling of experimental activities, many elementary school teachers tend to devote themselves for experiments, which is supported by pupils' opinion toward science lessons(☞ Fig. 5).
5) Throughout the interview to elementary school teachers, much of them mentioned to feel stressed to both preparing and cleaning up of science experiments.
6) Even teachers showing negative response for Q1(self-confidence) wants to implement experimental activity as much as the students are delighted(☞ Fig. 6)

Data:2012

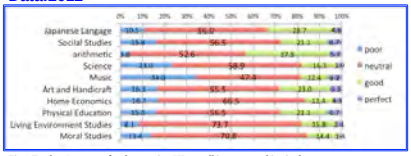


Fig.1:Teachers' response for the question "How well is your teaching in these subjects?" (Hayashi, *et al.*, 2013)

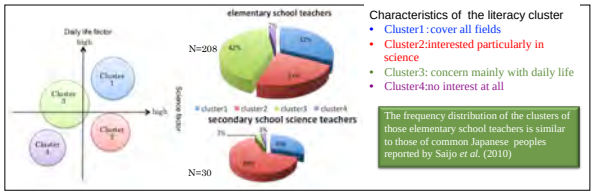


Fig.2:Science literacy cluster of the teachers (Hayashi, *et al.*, 2013)

Fig.3: Elementary school teachers' responses about their perceptions and attitudes toward science teaching (Hayashi, *et al.*, 2013).

Literacy cluster	Q1	disagree	somewhat disagree	somewhat agree	agree	total
	1	3	46	15	1	65
	2	5	33	10	0	48
	3	26	52	6	0	84
	4	1	3	1	0	5
total		35	134	32	1	202

Fig.4: A cross table between response for Q1(fig.1) and the literacy cluster.

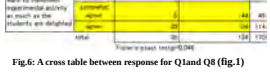


Fig.6: A cross table between response for Q1and Q8 (fig.1)

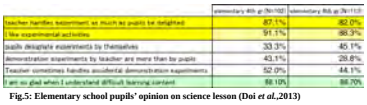


Fig.5: Elementary school pupils' opinion on science lesson (Doi *et al.*,2013)

Based on another survey result, both elementary and high schools pupils' desire to science lesson is doing experiments as much as possible, and they also desire to be able to understand the learning contents. They want to assist others to understand the learning content as well.

Research findings (continued):

7) Many elementary school teachers selected the values: heightening pupils' interest to the nature and making them acquire scientific thinking and view point as the first priority, and many teachers also selected the value of making the pupils acquire scientific thinking and view point as the second priority in their science lesson (☞ Fig. 7).
8) Many elementary school teachers selected the important teaching practice: setting up the hypothesis for the experiment as the first priority, which is normally carried out before every experiment. Despite the fact that the item of the spending as much time as possible for experiments was less selected, as shown above, many teachers wished to implement a lot of experiments (☞ Fig. 8).

Data:2013

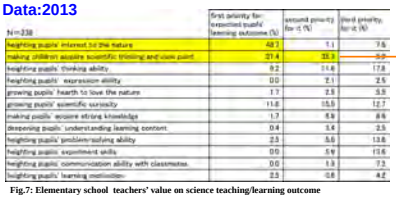


Fig.7: Elementary school teachers' value on science teaching/learning outcome

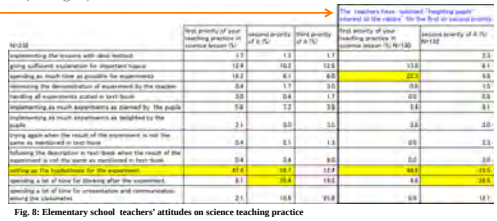


Fig. 8: Elementary school teachers' attitudes on science teaching practice

Conclusion and recommendation

It is clarified that the elementary school teachers are concerned to experiments so much, with which they expect pupils to be delighted and motivated. The fact that their dominant selection, the setting up the hypothesis for the experiment, as an important practice may be connected to this fact. Also their dominant selection of the learning outcome is the heightening pupils interest to the nature. But those can be hardly linked to each other directly. On the other hand, the selection of the outcome and the practice related science education such as the deepening pupils' understanding learning contents, the heightening pupils' problem-solving ability, the making pupils' acquire strong knowledge, the giving sufficient explanation for important topics were little selected. From the viewpoint of secondary school science, we recommend elementary school teachers to take these important factors into consideration when carrying out science lessons at least in higher grades.

Main References:
Doi. T. *et al.*(2013): Difference and common feature of elementary and Jr. high school pupils, the collection of presentation abstract for annual conference, No.39, JCRDA.
Hayashi.T. *et al.*(2013): A tendency of elementary school teachers' recognition for science lesson, the collection of presentation abstract for annual conference, No.39, JCRDA.
Saijo.M. *et al.*(2010): The research report of science and technology literacy project, The Tokyo Institute of Technology.

⑥　小学校のHPより

（広島市立己斐小学校）

6年出前授業「月の形」

6年生が、広島大学大学院教育研究科教授　林　武広先生に、理科「月と地球」出前授業をしていただきました。2～4時間目まで3コマで1クラスずつ、理科室でしていただきました。

最初に、ノートのとり方について言われました。その内容は、4月からは中学生になる6年生にとって、とても大切なことだと思いました。

◎自分で授業を受けながら、大切なことをノートに書いていく。
◎あとで、今日の授業が自分でわかるように書いてください。
◎ノートは黒板です。
◎ノートは自分の頭の鏡です。

ノートづくりが上手な子は、理解力がある！　聞く力が高いことにもなります。

【学校日記】 2015-01-09 18:16 up!

林教授出前授業

「月面写真から月が太陽の光で光っている証拠を見つけてください」と林教授から問われました。それを発表しています。～クレーターの影に注目

太陽と月の大きさ、その距離の関係をモデルで提示。

【学校日記】 2015-01-09 18:21 up!

林教授の出前授業

演示実験は大変おもしろいものでした。

地球と月・・林教授が地球儀と月を表す発泡スチロールの球もってておられます。
　月はひもでつるしています。気球の周りを月が動きます。

太陽・・・担任がもっている電球です。

ipatの動画で、月を動かしながら、変わっていく月の光の部分と影の部分の変化を大型テレビに映し出しています。

今は、半月ができているのがわかるでしょうか。

【学校日記】 2015-01-09 18:34 up!

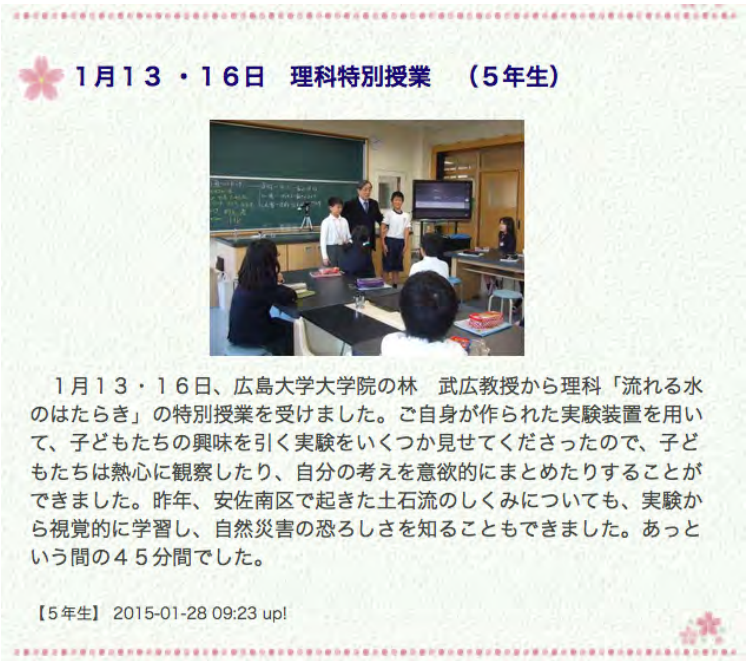
（広島市立川内小学校）

理科特別講師派遣授業

広島大学大学院の林教授をお招きして、「月と太陽」について特別授業を行いました。月の形が日によって違って見えるのはなぜか、ICTを活用してわかりやすく教えていただきました。

【6年】 2015-01-20 07:17 up!

（広島市立東野小学校）



1月13・16日　理科特別授業　（5年生）

1月13・16日、広島大学大学院の林　武広教授から理科「流れる水のはたらき」の特別授業を受けました。ご自身が作られた実験装置を用いて、子どもたちの興味を引く実験をいくつか見せてくださったので、子どもたちは熱心に観察したり、自分の考えを意欲的にまとめたりすることができました。昨年、安佐南区で起きた土石流のしくみについても、実験から視覚的に学習し、自然災害の恐ろしさを知ることもできました。あっという間の45分間でした。

【5年生】 2015-01-28 09:23 up!

（広島市藤の木小学校）

出前授業（理科）　02/02 （月）

今日は広島大学の林先生に来ていただき、「月と太陽」について教えていただきました。
「復習です。月は何日で地球のまわりを一周する？新月から３日目の月をなんて言いますか？」の問いに、子どもたちは「一ヶ月で回ります。」とか「三日月です。」とか口々に答えていました。
また、太陽の光を地球が反射して月の影の部分がほんのり光っている様子や、月や地球の模型を使って月が公転する様子を見せていただきました。
月についての学習がより深いものになりました。

【6年生】 2015-02-05 19:37 up!

（尾道市立土堂小学校）

尾道市立土堂小学校

流れる水の働き

こんにちは。しんしんです。

今日の6時間目に、広島大学教授の林先生が土堂小学校に来られました。
林先生は、ぼく達のために流れる水の働きについての実験装置を作って下さいました。
林先生に、土砂災害や流れる水の働きについて分かりやすく教えていただきました。
今まであまりよく分からなかったことが、「なるほど。」と理解できた所もありました。

装置を作って楽しい授業をして下さった林先生のおかげで、たくさん楽しく学ぶことができました。
また林先生の授業を受けられるとうれしいです。

しんしん（5年生）

ツイート 0　いいね！ 9

2015/01/20 [平成26年度]土堂っ子日記 コメント(0) 見る♥ トラックバック(0)

Pagetop

尾道市立土堂小学校

理科の実験

こんにちは。れーたんです。
今日は、大学の先生に来ていただき、水の働きや土石流について学びました。
土石流は、水の働きによって起こります。
平らな場所だったら、このようなことは起きません。
山などのしゃ面のような場所だと起こりやすいのです。
災害は、とてもこわいですね。

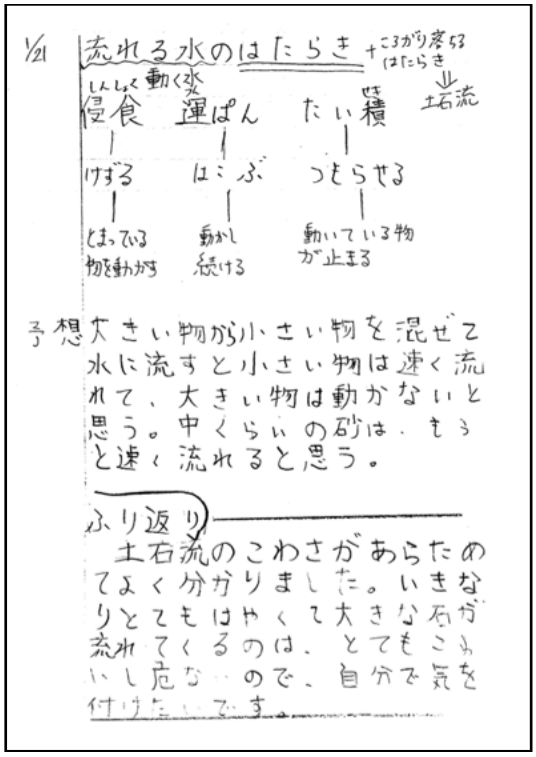
れーたん（5年）

ツイート 2　いいね！ 5

2015/01/21 [平成26年度]土堂っ子日記 コメント(0) 見る♥ トラックバック(0)

Pagetop

⑦　児童の反応　　（学習ノートより）



1/21 流れる水のはたらき＋こまが変わるはたらき

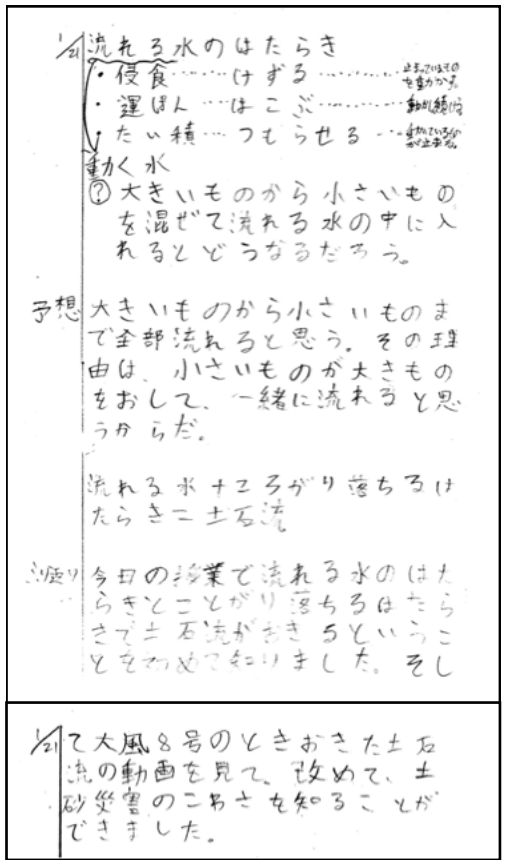
侵食（しんしょく）　運ぱん　たい積（せき）　土石流

けずる　はこぶ　つもらせる

とまっている物を動かす　動かし続ける　動いている物が止まる

予想 大きい物から小さい物を混ぜて水に流すと小さい物は速く流れて、大きい物は動かないと思う。中くらいの砂は、もっと速く流れると思う。

ふり返り
土石流のこわさがあらためてよく分かりました。いきなりとてもはやくて大きな石が流れてくるのは、とてもこわいし危ないので、自分で気を付けたいです。



1/21 流れる水のはたらき

・侵食……けずる……よわ土はその土地かた
・運ぱん…はこぶ……動かし続ける
・たい積…つもらせる…動いている物が止まる

動く水

① 大きいものから小さいものを混ぜて流れる水の中に入れるとどうなるだろう。

予想 大きいものから小さいものまで全部流れると思う。その理由は、小さいものが大きいものをおして、一緒に流れると思うからだ。

流れるボイコろがり落ちるはたらき二土石流

ふり返り 今日の授業で流れる水のはたらきとこまがり落ちるはたらきで土石流がおきるということをわかりました。そして大風8号のときおきた土石流の動画を見て、改めて、土砂災害のこわさを知ることができました。

（学習後の手紙より）

今日学習したことを書きましょう。

とてもおもしろかったことは、川や海意外にもあった所です。

新しく知ったことは、大きな石、じゃりちいさな石を合わせて、水の
いきおいを強くすると、じゃりちいさな石は流れるけれど
大きな石は、どんなにふくが多くても、どんなにいきおいが
強くても、木のねっこがはえているみたいに、じっとしてう
ごかなかったことです。

私は深く考えすぎていたのか、林先生が「もっとかんたんに流
せる方法がある」と言った時、まったく分かりませんでした。
再度を変えると、全てスッキリ流がれる所が、山と同じように
思えました。

林先生への質問や感想を書きましょう。

今日の実験はとても楽しかったです。
あまり深く考えすぎず、思ったことを口に出せば良いことが
分かりました。
林先生におしえてもらったおかげで理科は
すごくおもしろい勉強だなーと思いました。

⑧　レター・新聞による紹介

LETTER FROM MAZDA
マツダ短信
VOL.107 2015.3

06 マツダ財団「科学わくわくプロジェクト」～土石流のしくみを学んでいます

マツダ財団と広島大学との連携事業「科学わくわくプロジェクト(わくプロ)」では、「流れる水のはたらき」をテーマに小学校への出前授業を始めました。

わくプロ事業の一つ「小学理科ひろば」では、小学校の教師と児童向けに理科実験の出前授業を行ってきましたが、昨年8月の広島での豪雨災害を受け当初の予定を変更し、土石流のしくみを実験で学ぶ授業として、これまでに広島県内8校25クラスで実施しました。

広島大学大学院教育学研究科教授・わくプロ研究センター長の林 武広先生が開発された授業内容で、オリジナルのデモ装置を用い流れる水の中での石や砂の動きを可視化するとともに、実際の土石流の映像も用いて確認します。参加した児童の皆さんは、土石流のしくみや破壊力を体感し学んだようです。

これからもわくプロは、日々の生活から芽生える子どもたちの「科学するこころ」を大切に育んでまいります。

林教授(左)による実験の様子

LETTER FROM MAZDA vol.107（Mar. 2015）

2015年（平成27年）3月20日（金曜日）　中　国

土石流実演 見て納得

広島大大学院教授 児童に出前授業

自ら設計した装置を使い、土石流の仕組みを説明する林教授（中央）

広島大大学院教育学研究科（東広島市）の林武広教授（64）が、土石流が発生する仕組みを伝える実験装置を作り、県内の小学校で出前授業をしている。昨年の広島土砂災害がきっかけ。災害が起きる理由を学べば、正しい避難行動につながると説いている。

装置は、透明アクリル板で作った長さ150㌢、幅6㌢の細長い水路で、水流量を調節できる水門付き。谷川に見立てた装置の上流から水を流し、土砂がどのように流れるかを観察する。

広島大付属東雲小（広島市南区）では5年生約80人が授業を受けた。水路が水平だと最大水量でも動かない石が、水路をわずかに持ち上げて傾けると勢いよく流れ出す様子を実演。「水の流れと、石が斜面を転がり落ちる力が合わさると大きな力になる。これが土石流」と説明した。

林教授は、5年理科で学ぶ「流れる水の働き」の授業での取り入れを提案している。「実験を見れば知識に実感が加わり、理解も深まる。どんな場所で災害が起きやすいか考える材料になるはずだ」と力を込める。

出前授業は、理科教育の充実を図る同大とマツダ財団（府中町）の連携事業の一環。昨年12月から要望のあった県内の小学校で授業をしており、新年度も応じる。（奥田美奈子）

中国新聞（３月20日）

夕★You☆ライフ

2015年（平成27年）4月21日（火曜日）　中　国　新　聞　（夕刊）

安心くらし隊

昨夏の広島土砂災害を受け、土石流が発生する基礎的な仕組みを学ぶ理科の出前授業が、広島市南区の広島大付属東雲小であった。広島大大学院教育学研究科（東広島市）の林武広教授（64）が実験装置を考案。5年生約80人を指導した。「仕組みを理解して、どんな場所で災害が起きやすいのか考えてみてほしい」と話した。

元気なまちを写真で紹介します

中国新聞（夕刊：４月21日）

（4）わくプロ運営委員会

日時　　平成27年３月６日（金）15:30～17:00
場所　　広島大学教育学部Ｃ３２０
参加　　わくプロ研究員　８名（委任状を含め過半数）
議事　　平成２６年度事業報告案
　　平成２６年度決算報告案
　　平成２７年度事業計画案
　　平成２７年度予算案

（5）わくプロ・ウェブサイト

①　わくプロ公式ホームページ

わくプロの趣旨，事業概要を説明し，その活動状況を公表するための「わくプロ公式ホームページ」を運用。
平成21年度より，外部無料ホームページを使ってブログ形式で報告サイトを開設し，事業が終わり次第，その様子などを掲載している。

公式サイト　　URL：http://wakupro.hiroshima-u.ac.jp/
事業報告用ブログ　URL：http://wakupro.exblog.jp/

②　実施体制

代表	大学院教育学研究科	教　授	林　武広
ＨＰ管理	大学院教育学研究科	准教授	吉冨健一
ブログ管理	わくプロコーディネーター		藤川義範

３　事業総括

第Ⅲ期がスタートした今年度も，“研究センター”であることがプロジェクトの根幹であり，マツダ財団，広島大学をはじめとする広島の英知が集まった研究組織・メンバーにより，各事業において青少年のための科学教育振興の研究を基軸として活動を展開した。

①　サイエンスレクチャー

サイエンスレクチャーは，第Ⅱ期の「最先端の科学を多くの生徒たちに紹介するとともに，科学に対する興味関心を高める。」という事業目的を継続したが，土日も忙しい中高生が増え，結果的に多くの参加者が見込めないことや，これまでの実績をもとに判断し，一般公募によるイベント型のものから出張（出前）型サイエンスレクチャーに変更した。記録からもわかるように，充実した内容のレクチャー実施と，より多くの受講生数となり，来年度（平成27年度）もこの方向で実施するよう予定している。

②　ジュニア科学塾

第Ⅲ期においてもプロジェクトの重要な柱であるジュニア科学塾は，これまでの実績をもとに判断し，第Ⅱ期の延長で実施した。受講生の選出は，昨年度（平成25年度）同様HP上で公募を行い，質問紙による趣旨確認で先着順に決定した。今年度（平成26年度）も，いわば口コミだけで定員に達したため，このジュニア科学塾事業は認知され，支持されていると考える。第３回講座から１名辞退したものの，昨年度見られた「継続受講生に欠席がちの者が多い傾向」は，今年度は見られなかった。これは，継続受講生にも新規受講生同様に質問紙による趣旨確認を行った効果が出たものと考える。

広島大学の教員の熱意により，大学の設備を活用して高度な科学体験の場を提供されているので，各講座の記録からもわかるように，また，受講生の反応（レポートなど）からもわかるように，ジュニア科学塾の目的である「科学に対する興味関心をさらに高めるとともに，中学生として高度な科学的スキルを習得する」が，第Ⅲ期の今年度も概ね達成されていると考えてよいだろう。したがって，来年度もこの延長で実施するのがよいだろう。

③　小学校の先生のための理科ひろば

いわゆる理科を得意としない小学校教員を対象としている「小学校の先生のための理科ひろば」は，第Ⅲ期ではさらに重要な位置づけであり，一昨年度（平成24年度）の１２校，昨年度（平成25年度）の１４校を上回る１７校で「模擬授業による支援」を行った。広島市教育委員会が実施校を決定し，わくプロと連携して実施したものと，学校からの直接の依頼のを受けて実施したものとがあり，１７校の内訳

は，広島市立小学校１４校，府中町立小学校１校，尾道市立小学校１校，国立小学校１校である。

これまでの研究成果や実績をもとに，「流水実験器」と「模擬太陽光源」を業者に依頼して開発・改良した。将来小学校の先生方が授業で活用できることを見据え，今後も引き続き教材開発することが望まれる。

来年度も，「研究センター」であることがプロジェクト（わくプロ）の根幹であり，青少年のための科学教育振興を基軸として，活動を展開・発展させる予定である。

Ⅳ　決算報告と来年度予算

平成26年度「科学わくわくプロジェクト」収支決算監査報告書

1　収入　　（単位：円）

科目	当初予算額 A	決算額 B	差額 B−A
繰越金	509,579	509,579	0
寄付金	3,000,000	3,000,000	0
寄付金（追加）		990,000	990,000
収入合計	3,509,579	4,499,579	990,000

2　支出

科目	当初予算額 A	決算額 B	差額 A−B
サイエンスレクチャー	200,000	47,000	153,000
ジュニア科学塾	1,400,000	1,054,041	345,959
理科ひろば	400,000		
理科ひろば（追加後）	1,340,500	2,040,988	−700,488
事務局	850,000	498,885	
負担金	150,000		
負担金（追加後）	199,500	199,500	0
繰越金	509,579	0	509,579
支出合計	4,499,579	3,840,414	659,165

監査報告書

上記，収入及び支出の内容について会計帳簿等を監査した結果，いずれも適正に処理されていることを認めます。

平成27年3月3日

監事　永松貴文

＜来年度予算＞

サイエンスレクチャー	２０万円
ジュニア科学塾	１４０万円
小学校の先生のための理科ひろば	５０万円
事務経費等	９０万円
合計	３００万円

広島大学・公益財団法人マツダ財団共同研究事業
科学わくわくプロジェクト（第Ⅲ期）
平成２６年度事業実施報告書

平成27（2015）年３月
発行　広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター
（広島大学大学院教育学研究科内）
TEL：090-1729-6212
FAX：080-424-4261
Mail：wakupuro@hiroshima-u.ac.jp
URL：http://wakupro.hiroshima-u.ac.jp/