

I 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 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）

(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

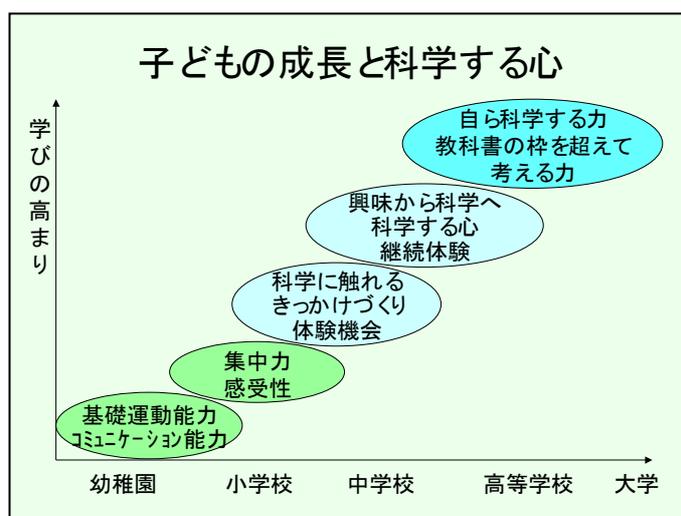
- ・科学の体験機会（実験や体験を通じて科学を考える機会をつくる）
- ・興味から科学へ（現象面の裏にある真理を考えつかむ心を持たせる）
- ・科学教育ネットワーク（科学教育のネットワークで多様な交流機会を生み出す）
- ・保護者の参加（保護者も子どもと一緒に体験し学ぶ）

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むブラック・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Ⅱ期構想

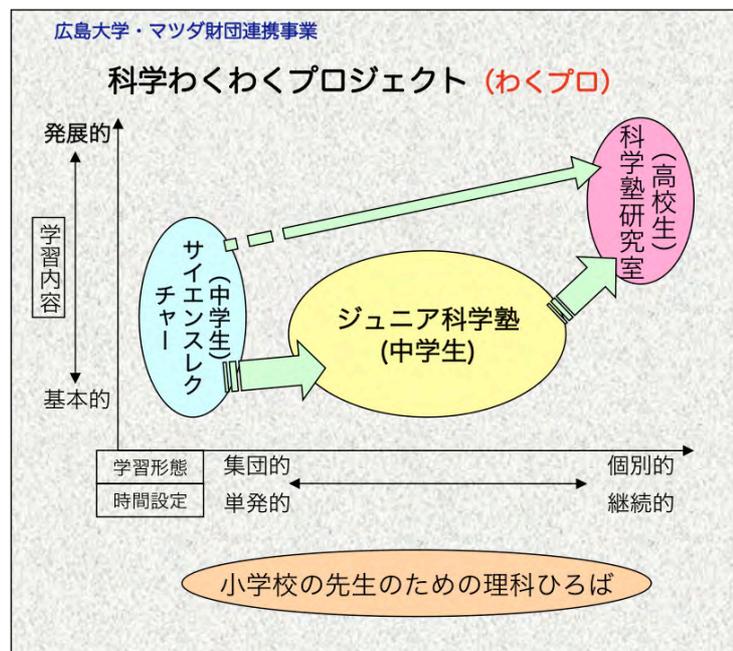
当プロジェクト、平成20年度までの試行を含めた6年間の活動を第Ⅰ期と位置づけ、平成20年度わくプロ研究交流会において、第Ⅰ期の成果と課題を考察し、平成21年度からの5年間をわくプロ第Ⅱ期として、中高校生の現実に即した、これよりも遙かに継続性、発展性のある具体的な計画を作成した。これまでの事業との違いは、大きく以下の3点があげられる。

- ① 中学生・高校生の現実に即した事業であること。
- ② 事業の位置づけ、目的を明確にすること。
- ③ 継続・発展性を重視した各事業のつながりをもたせた複合的事業にすること。

右図はわくプロⅡ期の事業全体を表したものである。

中高生を対象とした事業は、以下の3つで構成される。多人数で1回完結の科学体験講座の「サイエンスレクチャー」。さらに科学を学ぶ意欲の高い生徒を対象とした少人数で継続的に行う科学演習講座の「ジュニア科学塾」。高校生対象とした、個別に大学の研究室へ所属して本格的な研究を行う「科学塾研究講座」。これらの事業が発展的につながるように、それぞれの事業の位置づけ、目的を明確にした。

併せて、理科好きな子どもの裾野を広げることを目指してすすめてきた「理科ひろば」も継続して実施することとした。



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25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 崎 哲 夫
	大学院理学研究科	教 授	細 谷 浩 史
	〃	教 授	泉 俊 輔
	〃	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 富 健 一
	産学・地域連携センター	教 授	塚 本 俊 明
	〃	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
	○ 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 頭	秋 山 哲
	〃	教 諭	土 井 徹
	広島大学附属東雲中学校	教 諭	野 添 生
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		
設置期間	平成15年4月1日 ～ 平成26年3月31日		

研究概要	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>(研究事業)</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>(研究内容)</p> <p>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</p>
設置期間	平成15年4月1日 ～ 平成25年3月31日

II 平成 25 年度の事業報告

1 全体事業の概要

平成 21 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」、「科学塾研究室」、「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	開催日 平成 25 年 11 月 10 日 (日) 場所 広島市こども文化科学館 定員 70 名 (中高生対象) 講師 広島大学宇宙科学センター 植村誠准教授 テーマ 太陽系から宇宙の果てまで	予算額： 50 万円
ジュニア科学塾	第 1 回 平成 25 年 5 月 19 日 (日) 第 2 回 平成 25 年 8 月 7 日 (水) ~ 8 日 (木) 第 3 回 平成 25 年 10 月 20 日 (日) 第 4 回 平成 25 年 12 月 22 日 (日) 第 5 回 オプション講座 平成 25 年 3 月 16 日 (日) 今年のテーマ「粒子」 受講生：中学生 26 名 講師 第 1 回 網本貴一准教授 第 2 回 石橋昇名誉教授 第 3 回 前原俊信教授, 梅田貴士准教授 第 4 回 山崎博史教授 第 5 回 林武広教授, 吉富健一講師	予算額： 100 万円
科学塾研究室	平成 25 年 5 月から平成 25 年 11 月まで連続講座 受講生：高校生 (Jr 科学塾修了生；今年度は、2 講座継続受講生 2 名) 講師 川端弘治准教授, 吉富健一講師	予算額： 40 万円
小学校の先生のための理科ひろば	平成 25 年 7 月～平成 26 年 2 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。(16 小学校 47 学級) 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。(理科実技講習会, 竹原市立小学校の教師 35 名)	予算額： 20 万円
事務経費 (前年度からの繰越含む)	わくプロ活動の広報 わくプロ事業の募集 わくプロ事業の成果報告 連絡調整、報告書の作成等 専従事務補佐員、研究支援員の雇用 わくプロ運営委員会 研究員集会等 事業実施会議 広島大学間接経費負担 (負担額 15 万円)	予算額： 90 万円
次年度への繰越金	平成 26 年 4 月・5 月分事務補佐員等給与 (財務よりの指示による措置)	予算額： 239,496 円
予算合計	※うち 239,496 円は平成 24 年度からの繰越金を計上 平成 25 年度マツダ財団からの寄付金は 300 万円	合計額： 3,239,496 円

他の団体との連携事業 ディスカバリーキッズ科学実験館 (平成 26 年 3 月)

2 各事業別の概要

(1) サイエンスレクチャー

① 概要

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。広島大学の教員が、最新の科学や技術を、工夫された映像や説明器材などを使って実験を織り交ぜてわかり易く紹介し、生徒に対して科学の深さを感じさせ、科学する心を育てる動機付けをめざす。

② 対象者

中学生を対象とする（高校生、小学生も受講可）。
参加者は、一般に公募する。

③ 特徴

ア 広島大学の教員による中学生を対象としたハイレベルな科学紹介。
イ 講義と併せて、生徒自らができる体験活動を取り入れる。
ウ プレゼンテーション、パネル、工作の各形式によって高度な内容をわかりやすく説明。

④ 広報

チラシを作成配布する。
ホームページ上で公開する。

⑤ 今年度の講座計画

昨年度までの実績をもとに、今年度も引き続き広島市（広島会場）のみで実施した。今年度で第Ⅱ期が終了し、ひとつの区切りであることから、今後の方向の検討を兼ねて計画を見直した。その結果、広島市こども文化科学館を会場に11月に実施することとし、講演スタイルとした。講師の先生には、中学生にとっても高度な内容であることをお願いした。

⑥ 計画

日 時： 平成25年11月10日（日）
13:30～15:30（開場は13時）
会 場： 広島市こども文化科学館 1階アポロホール
タイトル： 「太陽系から宇宙の果てまで」

遠い遠い銀河の世界から、
私たちの住む太陽系まで。
大きな宇宙と小さな宇宙を、
今年やってくる明るい彗星の話も
交えてご紹介します。

講 師： 広島大学宇宙科学センター 植村誠准教授

対 象： 中学生対象（高校生・小学6年生可）

定 員： 70名

企 画： 講師の植村先生からの提案で、相互方向の情報交換ともなる

よう、参加希望者に申込時に“宇宙について知りたいこと”、“聞いてみたいこと”の質問を書いてもらい、講演会の場でそれらに答えていくという企画を盛り込んだ。

参加者には、講師の植村先生からの資料、それらを入れたクリアファイルをお渡しした。アンケート調査に協力して下さった方には、わくプロ特製「CD 分光器」を参加記念品としてプレゼントした。

⑦ 参加者

参加者は、一般受講生が 21 名（申込 24 名、当日欠席 3 名）、ジュニア科学受講生が 8 名、大人（大学生、保護者等）が 16 名だった。受講生 29 名の内訳を右表に示す。なお、小学 5 年生も受講しているのは、“高度な内容でもぜひ聞きたい”と強い希望・要望があったため、中学生対象の講座であることを前提に参加していただいた。

学年	受講生（名）
中3	4
中2	8
中1	11
小6	3
小5	3
計（名）	29

⑧ 講座の記録

講座の記録として「わくプロブログ」（事業報告用ブログ、後述）で紹介・公開した。その内容を次に示す。

サイエンスレクチャー広島 2013

日 時：11月10日（日）13：30～15：30

タイトル：「太陽系から宇宙の果てまで」

講師：広島大学宇宙科学センター 植村誠准教授

参加：45名（小・中学生29名，大学生・大人16名）

太陽系と彗星について、恒星の世界について、宇宙全体・宇宙の成り立ちについての20以上の質問の回答も織り交ぜながら話をされました。

質問の一部を紹介します。

Q：彗星や流れ星について詳しく知りたいです。

Q：彗星の大きさは尾の分だけ減っていくのか。あるいは変わらないのか。

Q：宇宙エレベータはできますか？ できそうなら仕組みを教えてください。

Q：ブラックホール同士が衝突するとどうなりますか？

Q：宇宙の成分は？

植村先生は、まとめて次のようなことを話されました。

○宇宙には階層構造があります。

（惑星の世界，恒星の世界，銀河の世界）

- 階層ごとに異なる宇宙が見えます。
それぞれの階層で面白い天体现象が見られます。
- アイソン彗星を楽しみにしましょう。

講座後のアンケートの回答（13項目から3つ選択）では、どの項目も選択されたうえ、12項目が5人以上と、反応は幅広かったです（36名から回答）。

11人以上が選択したのは、次の4つでした。

- 銀河のことがよく分かった。（11名）
- 星や宇宙についてくわしく勉強したくなった。（11名）
- 彗星を自分で観察してみたくなった。（15名）
- これまで疑問だったことが分かった。（11名）

なお、自由記載の欄にありましたものを1つ紹介します。

「自分の質問に対する答えが分かる、という貴重な体験でした。」

サイエンスレクチャー広島2013

サイエンスレクチャー広島2013

日 時：11月10日（日）13：30～15：30
 タイトル：「太陽系から宇宙の果てまで」
 講 師：広島大学宇宙科学センター 植村誠准教授
 参 加：45名（小・中学生29名、大学生・大人16名）

太陽系と彗星について、恒星の世界について、宇宙全体・宇宙の成り立ちについての20以上の質問の回答も織り交ぜながら話をされました。質問の一部を紹介します。

Q：彗星や流れ星について詳しく知りたいです。
 Q：彗星の大きさは尾の分だけ減っていくのか。あるいは変わらないのか。
 Q：宇宙エレベータはできますか？ できそうなら仕組みを教えてください。
 Q：ブラックホール同士が衝突するとどうなりますか？
 Q：宇宙の成分は？

植村先生は、まとめて次のようなことを話されました。

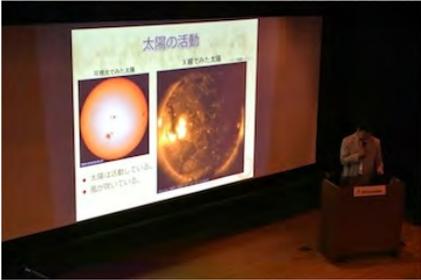
- 宇宙には階層構造があります。
（惑星の世界、恒星の世界、銀河の世界）
- 階層ごとに異なる宇宙が見えます。
それぞれの階層で面白い天体现象が見られます。
- アイソン彗星を楽しみにしましょう。

講座後のアンケートの回答（13項目から3つ選択）では、どの項目も選択されたうえ、12項目が5人以上と、反応は幅広かったです（36名から回答）。

11人以上が選択したのは、次の4つでした。

- 銀河のことがよく分かった。（11名）
- 星や宇宙についてくわしく勉強したくなった。（11名）
- 彗星を自分で観察してみたくなった。（15名）
- これまで疑問だったことが分かった。（11名）

なお、自由記載の欄にありましたものを1つ紹介します。
 「自分の質問に対する答えが分かる、という貴重な体験でした。」

わくプロブログより

⑨ 講座後のアンケートの回答結果

◎13項目の中から、よかったこと（印象に残ったこと）を3つ選ぶ回答人数の多い順に結果を示す。

- 15名：彗星を自分で観察してみたくなった。
- 11名：銀河のことがよく分かった。

- 1 1名：星や宇宙についてくわしく勉強したくなった。
- 1 1名：これまで疑問だったことが分かった。
- 9名：宇宙や天文の勉強は難しいと思った。
- 8名：太陽系のことがよく分かった。
- 8名：将来、宇宙に関係する仕事をやりたいと思う。
- 7名：パソコンの画面や写真がきれいだった。
- 6名：よく知らないことがたくさん出てきた。
- 6名：ほかの人の質問やその答えについて、講師の先生の説明がよく分かった。
- 5名：天体観測の重要性や方法が分かった。
- 5名：宇宙や星について新しい疑問やナゾができた。
- 3名：講師の先生の説明が難しくてよく分からなかった。

自由記述欄に書かれていたものを次に示す。

- 自分の質問に対する答えが分かる、という貴重な体験でした。
- 太陽系までは分かった。深く考えてなかったことを知れた。
- 将来的に量子力学を理解する。なのでとりあえず数学を頑張りたい。
- 自分の将来の夢は宇宙飛行士になって月と火星に行くことです。



講師（植村准教授）



はじめの挨拶（魚谷事務局長）



司会進行（加藤元館長）



おわりの挨拶（林センター長）

⑩ 講師報告

「サイエンスレクチャー広島 2013」

広島大学宇宙科学センター 准教授 植村誠

1) 目的

惑星系、恒星系、銀河系、という宇宙の基本的な構造を理解すると共に、それぞれの階層で興味深い現象を紹介することによって宇宙に対する漠然とした興味から具体的な問題への興味を喚起することを目的とした。

2) 内容・方法

参加者の主体性を高めるため、参加申し込み時に宇宙に関する質問を記入し、質問には講演内で答える形式をとった。質問は26項目集まり、階層ごとの内訳は、太陽系：3件、地球外生命：7件、恒星系（ブラックホール含む）：3件、宇宙論：10件、その他：3件、であった。これらのうち、講演内では太陽系3件、地球外生命7件、恒星系2件、宇宙論10件に対して回答した。また、全ての質問への回答を資料としてまとめ、当日受付時に参加者に配布した。

講演会では国立天文台が開発したフリーソフトウェア「Mitaka」を利用して、地球から太陽系—恒星系—銀河系—大規模構造へと移動していくような映像を見せながら、随時その階層でのトピックスや質問・回答をおり交ぜる形式をとった。「Mitaka」は宇宙旅行しているような気分にならせるため参加者に興味をもってもらいやすく、また、宇宙の階層構造を直感的に理解できることが特長である。講演は前半（13:40～14:30）と後半（14:40～15:30）に分け、前半では太陽系から恒星系、地球外生命のトピックスを話し、後半では銀河系から大規模構造、宇宙論のトピックスを話した。前半と後半の間には休憩を入れ、後半の講演後には質疑応答の時間を設けた。

参加者から頂いた質問のうち、地球外生命と宇宙論に関するものについてはより詳しい専門家である広島大学の観山正見教授、山本一博准教授にそれぞれ事前にインタビューし、ビデオ映像を講演会内で流した。インタビュー映像を挿入することで質問に対するより正確な回答を提供するとともに、会に変化を持たせ、参加者を飽きさせないことも意図した。

3) 成果及び今後の課題

参加者へのアンケートでは「これまで疑問だったことが分かった」と答えた数が多く、また興味の対象も彗星、恒星、銀河と幅広かったことがわかり、目的はある程度達成されたと考えられる。事前に「質問に回答する」と伝えていたため、自分の質問への回答を待っていたのか、全体的に講演を熱心に聴講する姿が印象的だった。

また、参加者から頂いた質問のなかで正しく理解するためには大学レベルの知識が必要となる問題もあった。そのような問題に対しては、適当にわかったつもりにはさせず、理解できないものはできないものとして、将来の勉強への意欲を持たせるよう

サイエンスレクチャー広島2013

太陽系から宇宙の果てまで

遠い遠い銀河の世界から、私たちの住む太陽系まで。
大きな宇宙と小さな宇宙を、今年やってくる
明るい彗星の話も交えてご紹介します。

中学生対象

高校生・小学6年生可

定員

70名

講師

広島大学宇宙科学センター
植村 誠 准教授

日時 **11月10日(日)**
13:30~15:30

会場 **広島市こども文化科学館**
(1階 アポロホール)

※問い合わせは、下記の広島大学へお願いします。

講師の先生が、皆さんから頂いた
質問に答えてくださいます。
申し込みのとき書いてください。
●宇宙について知りたいこと
●聞いてみたいこと

主催 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研究センター
共催 広島市こども文化科学館
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 中国新聞社

申し込み方法

WebまたはFAXで、①氏名、②学校名、③学年、④住所、⑤連絡先、⑥メールアドレス、
⑦講師の先生への質問を明記し、送付して下さい。

申し込み先、 問い合わせ先

Web (申込み) <http://www.wakupro.hiroshima-u.ac.jp/>

FAX (申込み, 問い合わせ) 082-424-4261

mail (問い合わせ) wakupuro@hiroshima-u.ac.jp

※電話によるお問い合わせはできません

〒739-8524 東広島市鏡山1丁目1-1

広島大学大学院教育学研究科自然システム教育学内
科学わくわくプロジェクト研究センター

参加費無料

申込み締切
10月28日(月)
午後5時

(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。定員に達する申し込みがきた時点で締め切り、面接を実施した上で希望者全員の受講を決定した。今年度は、昨年度からの継続受講者が15名、新規の受講者が10名の合計25名が受講者となった。

※ 募集期間 平成25年2月12日～2月28日

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，テーマ

日時と会場

開講式及び第1回	平成25年5月12日(日) 8:30～13:00 広島大学大学院教育学研究科
第2回	平成25年8月7日(水)～8日(木) 一泊二日 三段峡，臥竜山，八幡湿原
第3回	平成25年10月20日(日) 9:00～13:00 広島大学大学院教育学研究科
第4回	平成25年12月22日(日) 9:00～13:00 広島大学大学院教育学研究科
第5回オプション講座	平成26年3月16日(日) 9:00～13:00 広島大学大学院教育学研究科

テーマ 今年度のテーマ「粒子」

第1回	「物質を構成する粒子のすがたとエネルギー」化学分野
第2回	「西中国山地の植物」生物分野 1日目 三段峡 2日目 臥竜山，八幡湿原
第3回	「ニュートリノ振動と振子」物理分野
第4回	「地層の縞縞を解読しよう」地学分野
第5回	「自然からの美しい贈り物 -鉱物の世界-」地学分野

⑤ 講座の参加者

受講生 中学生 25 名 (中 1 : 7 名, 中 2 : 9 名, 中 3 : 9 名)

第 1 回 22 名 (中 1 : 7 名, 中 2 : 9 名, 中 3 : 6 名)

第 2 回 19 名 (中 1 : 6 名, 中 2 : 7 名, 中 3 : 6 名)

第 3 回 15 名 (中 1 : 7 名, 中 2 : 4 名, 中 3 : 4 名)

第 4 回 17 名 (中 1 : 6 名, 中 2 : 5 名, 中 3 : 6 名)

第 5 回 14 名 (中 1 : 5 名, 中 2 : 5 名, 中 3 : 4 名)

講師	第 1 回	広島大学大学院教育学研究科	網本貴一	准教授
	第 2 回	広島大学大学院教育学研究科	石橋 昇	名誉教授
	第 3 回	広島大学大学院教育学研究科	前原俊信	教授
			梅田貴士	准教授
	第 4 回	広島大学大学院教育学研究科	山崎博史	教授
	第 5 回	広島大学大学院教育学研究科	林 武広	教授
			吉富健一	講師

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

伊神雅乃	大谷智典	山本貴志
岩田真	工藤崇昭	小林智
長谷清史	北林 俊	吉川雅大
米島輝	友永沙希	弘中祥太
定松澄	岡本美貴	野村聡司

(順不同)



⑥ 新規受講生の面接時の回答

面接時に、受講希望者 (10 名) には 10 の質問, 保護者には 2 つの質問をした。そのときの回答から選び紹介する。

【受講希望者】

Q3 : 理科のどんなところが好きですか?

回答例 : 「知らないことを知ることができる。」

「実験したときに, こういうふうにしたらあれができるなどと考えるのが好き。」

Q4：学校の理科で物足りないと思っていることはありますか？

回答例：「危ないことをしてはいけないので、危ないけどやりたいな
ということができない。」

「自分が分かっていることについて、みんなが“分からない”と
返事して、なかなか前に進まない。」

		1	2	3	4	5
	質問	強い否定	弱い否定	普通、まあまあ	弱い肯定	強い肯定
1	理科は好きですか？	0	0	0	0	10
2	実験は好きですか？	0	0	0	1	9
5	考える活動は好きですか？	0	0	0	3	7
6	確かめる方法を考えることは好きですか？	0	0	2	4	4
7	実験の結果から考えることは好きですか？	0	0	1	1	8
10	講座のあとは、毎回レポート提出が必要で す。ちゃんと出せますか？	0	0	1	2	7

【保護者】

Q1：親（保護者）として、子どもの理科の学びに対して、どのような期待を持っ
ていますか？

回答例：「どの分野に進んでも科学的な見方は役立つ。ものをつきつめて考える
のは大切。」

「理科に非常に興味を持っているが、小学校は範囲が狭い。広い視野で
見たり、好奇心をかきたてられたりしたら。」

■ 募集チラシ（わくプロ HP に掲載）



【平成 25 年度科学わくわくプロジェクトジュニア科学塾】

- ジュニア科学塾とは
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です。科学に関する幅広く高度な内容を発展的、総合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します。
- ジュニア科学塾の目的
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。
- 講座内容について（今年のテーマは「粒子」）
(1)開校講座、会場
第1回・開講式 化学分野
講 師：広島大学大学院教育学研究科教授 網本 貴一先生
日 時：5月12日(日) 8:30～13:00
会 場：広島大学大学院教育学研究科化学実験室
第2回 講 師：広島大学 名誉教授 石橋 昇先生
広島大学大学院教育学研究科教授 林 武広先生
日 時：8月7日(水)～8日(木) 一日二日
会 場：広島県山県郡安芸太田町周辺
第3回 物理分野
日 時：10月20日(日) 9:00～13:00
講 師：広島大学大学院教育学研究科教授 前原 俊信先生
准教授 梅田 貴士先生
会 場：広島大学大学院教育学研究科物理実験室
第4回 地学分野
講 師：広島大学大学院教育学研究科教授 山崎 博史先生
日 時：12月22日(日) 9:00～13:00
会 場：広島大学大学院教育学研究科地学実験室
第5回 お楽しみオプション講座 テーマ：未定
日 時：2月9日(日) 9:00～13:00




4. 募集について
(1)募集定員 24 名(継続受講者を含む)
(2)申込み方法
①わくプロHPの web 上の申込みフォームにて、必要事項を記入して送信。
②作文提出
次の 2 つの中から1つテーマを選んで、所定の用紙に直筆で作文を書いて、FAX
または郵便で提出して下さい。(400 字以内)
「ジュニア科学塾で何を学びたいか。」
「これまでの学校活動以外での科学体験」
※ 詳しくはHPを参照
URL: <http://wakupro.hiroshima-u.ac.jp/>
(3)募集期間 平成25年2月12日(火)～2月28日(木)

締切 2月 28 日(木)
※希望者との面接を随時行い、受講者を決定しますので、期限内であっても、
定員になり次第募集を終了しますので、予めご了承ください。

(4)選考・受講決定
※ 作文と面接により受講の可否を決定します。
※ 面接は随時、広島大学大学院教育学研究科にて行います随時、
※ 面接を受けない場合は、キャンセルとさせていただきます。

5. 費用、保険について
無料 ※ただし、集合場所までの往復の交通費、第 2 回の宿泊に関わる費用は除く。

6. その他
受講者全員に、「わくプロ」オリジナル文具(ボールペン、ノート、クリアファイル)と白
衣(継続受講者はありません)を贈呈します。

7. 問い合わせ先
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 広島大学大学院教育学研究科教授
事務 梶 藤川 義範
E-mail: wakupuro@hiroshima-u.ac.jp
住所 〒739-8524 広島市南区山1-1-1 / 広島大学大学院教育学研究科
自然システム教育内 科学わくわくプロジェクト研究センター
電話 090-1729-6212 FAX (082)424-4261

⑥ 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）

「物質を構成する粒子ーそのすがたと熱エネルギーー」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

理科の学習は、小学校・中学校・高等学校を通じて、エネルギー・粒子・生命・地球という4つの科学の基本的な見方や概念を柱として、構造化・系統化された。その中で、化学分野では「粒子」概念を元に、物質の構造・性質・反応を理解させる。その指導の中で、エネルギーなどの他の学習内容との関連も意識させること、校種間の接続性や内容の系統性にも配慮すること、日常生活や社会との関連を重視すること、などが求められている。今回のジュニア科学塾では、この「粒子」概念を元にして、(1) 物質のすがたを理解する実験、(2) 物質の状態変化と熱の出入りを粒子モデルで捉える実験、の2つの実験テーマを扱った。これらの実験を通じて、「粒子」概念を定着させることに加え、高等学校での学習内容への発展的な接続、エネルギー分野や日常生活との関連に生徒の意識を向け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。参加者を大きく半数に分けた後、(1)と(2)の実験を2つのグループごとに前半・後半で交代しながら取り組ませた。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にあたらせた。最後に、生徒に実験結果をまとめさせた後、パワーポイントを用いてその解釈と生活との関わりを解説した。以下、行った実験の概要を述べる。

(1) 物質のすがたを理解する実験

物質を構成する粒子のすがたを知る目的で、モルタルウやiPadを使って原子や分子の模型を組み立てる実験を行った。

モルタルウ(MOL-TALOU)は、プラスチックのたまとスリーブを組み合わせて作る分子模型のキットであり、市販されているその他の分子模型キットと比較して安価である、原子の種類別に色分けがされていて目にも鮮やかな分子模型を作成できる、などの特徴があり、教育現場で使いやすい配慮がされている。生徒は水素から1本、酸素から2本、窒素から3本、炭素から4本の結合の手があるという中学校での学習内容を元に、接合部に合うパーツを組み合わせていくだけで分子を自然と構築することができる。はじめに中学校で登場する水素・水・二酸化炭素などの分子模型を作らせる中で、中学校の内容を再確認し、分子模型の組み方を習熟させる。さらに、単結合や二重結合・三重結合といった性格の違う結合があること、分子には形があること、同じパーツを同じ個数用いても形の違う分子を組むことができること、などに気づか

せる課題に取り組みさせた。これらの内容は高等学校化学で学習する化学結合や異性体に関する発展事項に相当しているが、生徒は分子模型を組みながら納得して進めていた。一連の活動を通じて、物質のすがたを理解させるとともに、中学校での学習内容を踏まえて高等学校での学習内容へ発展的に接続させることができたと考えている。なお、モルタルのパーツの一部を記念として持って帰ってもらった。生徒の学習机の一角にカラフルな分子が飾られ、理科の学習の動機付けになれば幸いである。

分子模型を作成する活動は、タブレット端末上で行うことができる。分子構造をiPadやiPhone上で描画するiアプリを用いると視覚に強く訴える分子構造を手軽に作成でき、教育現場で有効に活用することができる。ここでは、iPadアプリであるMobile HyperChem Freeを使って分子模型を描く活動を行った。先にモルタルで作成した分子をiPad上でも再現するとともに、原子間の距離を測って、結合の強さについても学習させた。理科の学習におけるタブレット端末の有効活用に関する具体例を生徒に示すことができたと考えている。

(2) 物質の状態変化と熱の出入りを粒子モデルで捉える実験

中学校理科第1学年で、物質の溶解と溶解度・再結晶、物質の状態変化と熱の出入りを学習する。この際に「粒子」モデルを使った学習指導が行われている。本実験では、その内容の定着を図るとともに、日常生活との関わりに触れることができる実験を2つ行った。

1つは「水溶液に雪が舞う」と題し、塩化アンモニウムの再結晶を行った。塩化アンモニウムは雪の結晶のような白色の星形をした結晶になる。円筒管に入れた塩化アンモニウムの過飽和溶液からの結晶化は水溶液の対流と結晶の沈降のバランスで、まさに雪がしんと降り積もるように起こる。生徒はその様子の美しさに感動している様子であった。

もう1つは「溶解や結晶化にともなう熱の出入り」に関する実験である。導入として、生徒が中学校1年生で学習する物質の状態変化に伴う熱の出入りに関する既習事項を復習させた。固体が融解して液体になるときは粒子が動けるようになるためのエネルギーが必要なので周囲から熱を奪い周りの温度は下がることを、粒子モデルを使って解説した。その後、水が凝固して氷になるときに発熱現象を生徒自らに説明させ、考え方の定着を図った。次いで、純物質の状態変化から混合物である溶液系における粒子の拡散と凝集とを対比させ、そのアナロジーから本テーマで取り扱う現象の理解につなげた。具体的な実験活動は次の通りである。溶解に伴う熱の出入りの実験として、尿素を水に溶かしたときの吸熱現象を観測させた。40質量%尿素水溶液を調製させると、23°Cから4°Cまで溶液の温度が低下する。この現象は「尿素が固体状態から解き放たれて水分子の間を拡散していくためには、尿素の粒子に運動エネルギーを与えることが必要なので、水溶液は周囲から熱を吸収し、周囲は熱を奪われて冷やされる」と解釈できる。一方、結晶化に伴う熱の出入りの実験として、酢酸ナトリウム三水和物の結晶形成の際の発熱現象を観測させた。酢酸ナトリウム水溶液は容易に過飽和状態となり、結晶核の投入によって急激に結晶化して溶液は著しく発熱する。この現象は「水溶液に存在する溶質が凝集して塩を作ることで溶質が持っていた運動エネルギーが不要になるから、そのエネルギーが水に熱として供給され温められる」と説明される。さらに、これらの現象は、たたくと水溶液ができて冷える「瞬間冷却バッグ」や衝撃で結晶化して暖まる「エコカイロ」として使われていることを紹介し、日常生活との関連性にも言及した。本内容は、物質の変化をエネルギーや日常生活と関

連づけて生徒が理解できる学習活動として有用である。

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見事に導き出していった。限られた時間と題材の中での実験と学習活動ではあったものの、「粒子」概念の定着を図るとともに、発展的な内容への接続およびエネルギー分野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、本事業の目的は達せられたと思われる。今後とも、継続的かつ幅広い事業の実施が望まれる。

2013 ジュニア科学塾(第 1 回)

物質を構成する粒子—そのすがたと熱エネルギー—

私たちの身のまわりには、いろいろなものがあります。ものを用途や大きさ・形でとらえる場合には「物体」、ものがどのような素材や材料によってできているかを意識したいときには「物質」と呼んでいます。物質のすがた(構造)や化学変化(反応)、性質(物性)を理解して私たちの生活に役立てようとする理科の分野が「化学(chemistry)」です。

今回のジュニア科学塾では、物質を構成する粒子に着目します。**実験 1**～**実験 2**では、物質を構成する粒子のすがたを知る目的で、モルタロウや iPad を使って原子や分子の模型を組み立てます。また、**実験 3**～**実験 4**では、物質の状態変化や溶解・結晶化とそれらの変化に伴う熱エネルギーの出入りを、粒子のモデルを使って考えます。これらの実験を通して、身のまわりの現象を化学の視点から捉えられとともに、化学が私たちの生活に役立っていることを知ってもらいたいと思います。

実験 1 分子の模型を作成しよう!

理科の教科書では原子のモデルを○や球で表し、分子や金属、塩の構造名のように描いています。ここでは、モルタロウという分子構造モジュールキットを使って、いくつかの分子の構造を作成します。

<使用するキット> モルタロウ(MOL-TALOU) <http://www.talou-world.com/index.html>

<分子模型を作るときの原則>

- それぞれの原子は色で区別されている。水素(H)=緑、炭素(C)=青、窒素(N)=黄緑、酸素(O)=赤、など。
- それぞれの原子から出る結合の手の数は決まっている。水素(H)=1本、炭素(C)=4本、窒素(N)=3本、酸素(O)=2本、など。
- 2つの原子の間に存在する結合の手の数が1本ときを**単結合**といい、2つの原子を水色の糸のスリーブでつなぎ合わせる。同様に、2本ときを**二重結合**といい、青色の平たいスリーブを使う。3本ときを**三重結合**といい、紫色の四角いスリーブを使う。原子の球に出ている結合の手の形状に合わせてそれぞれのスリーブをつなぐ。
- それぞれの原子から出る結合の方向とその結合の種類は以下のように決まっている。このため、分子にカタチが生じる。

-1-

2013 ジュニア科学塾(第 1 回)

原子	結合の手の数	結合の方向	結合の種類
水素	1		単結合を形成
炭素	4	四面体	4本すべてが単結合を形成
	3	平面	2本は単結合を、1本は二重結合を形成
	2	直線	1本が単結合を、もう1本が三重結合を形成 2本とも二重結合を形成
窒素	3	三角錐	3本すべてが単結合を形成
	2	平面	1本が単結合を、もう1本が二重結合を形成
	1		三重結合を形成
酸素	2	折れ線	2本とも単結合を形成
	1		二重結合を形成

⑤ 2つの原子の間の距離(結合距離)を知りたいときは、ものさしを使って cm 単位で測り、0.08 を乗じる。すなわち、**実際の結合距離(nm)=測定値(cm)×0.08**
※nm はナノメートルと呼び、1 nm = 10⁹ m を表す。

<やってみよう>

(1) 理科の教科書に登場する以下の分子について、分子模型を作成しよう。

分子の名前	化学式	教科書でのモデル	構造式	分子模型のスケッチ
水素	H ₂			
酸素	O ₂			
窒素	N ₂			
水	H ₂ O			
二酸化炭素	CO ₂			
アンモニア	NH ₃			
メタン	CH ₄			

-2-

2013 ジュニア科学塾(第 1 回)

(2) 2つの炭素原子に水素原子が結合した有機化合物には、エタン C₂H₆、エチレン C₂H₄、アセチレン C₂H₂ の3つの物質が知られている。これら物質の分子模型を作成し、分子の形を予測してみよう。また、それぞれの分子について、2つの炭素原子の間の結合は単結合、二重結合、三重結合のいずれか? さらに、炭素-炭素結合距離も見積もってみよう。

分子の名前	化学式	分子模型のスケッチ	炭素原子の間の結合	炭素-炭素結合距離
エタン	C ₂ H ₆ (CH ₃ CH ₃)			
エチレン	C ₂ H ₄ (CH ₂ CH ₂)			
アセチレン	C ₂ H ₂ (CHCH)			

(3) エタノールは酒類に含まれるアルコールの主成分であり、CH₃CH₂OH の化学式で表される。一方、ジメチルエーテルは打撲や捻挫の応急処置用の冷感スプレーとして使われており、CH₃OCH₃ の化学式で表される。エタノールとジメチルエーテルの両方のように、全く同じ原子の種類と数を持つがその分子構造が異なる化合物を**異性体**という。このことを、分子模型を作成して確かめてみよう。
◎袋には炭素(単結合4個+2個、水素6個、酸素(単結合2本)1個と単結合のスリーブ8個が入っている。この袋に入っている分子模型キットは記念に持ち帰ってください。

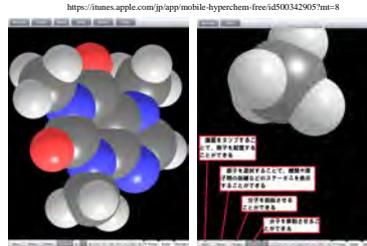
-3-

2013 ジュニア科学塾(第 1 回)

実験 2 iPad でも分子の模型が作れます

分子のかたちをパソコンやタブレット端末で作成できるソフトウェアやアプリが提供されています。これらを使うと、手軽で視覚に強く訴える分子模型を作成できます。また、原子間の結合距離も簡単に見積もりことができます。ここでは、無料で提供されている iPad アプリである Mobile HyperChem Free を使って分子模型を描き、その分子のかたちを理解しましょう。

<使用する iApp> Mobile HyperChem Free
<https://itunes.apple.com/jp/app/mobile-hyperchem-free/id500342905?ml=8>



<アプリの使い方の要点>

- Draw** 原子の種類を指定してから画面をドラッグすると結合の手が描かれる。一旦手を離して、同じ位置からドラッグすると、次の結合の手が描かれる。**Build** をタップすると、原子同士に合わせて水素が付加されて、分子模型が完成する。結合をタップすると、単結合→二重結合→三重結合→1.5重結合(共役系)になる。分子中の原子を選択した後に画面下の元素記号をタップすると、原子の種類が変更できる。**Render** をタップすると、球棒モデル(原子を球、結合を棒で表した模型)→空間充填モデル(分子の厚みを考慮した模型)→シリンダモデル・針金モデル(ともに分子の骨組みのみを示した模型)へと変更される。
- Select** 原子を1つ選択するとその座標、2つ選択すると結合距離、3つ選択すると結合角、4つ選択すると二面角が表示される。

-4-

2013ジュニア科学塾(第1回)

③ **Rotate** 描いた分子を回転させてあらゆる角度から眺めることができる。**Translate** 描いた分子を平行移動できる。

④ **画面の長押し**、**Erase**では原子・分子の削除、**Select**では選択の解除、**Rotate**では3軸に沿った配置の指定、**Translate**では元の位置に戻すことができる。

<やってみよう> **実験1**の(1)、(2)で取り上げた分子をiPadを使って作成し、その結果を下の表にまとめてみよう。

分子の名前	化学式	分子模型のスケッチ	結合距離
水素	H ₂		水素 - 水素 = nm
酸素	O ₂		酸素 - 酸素 = nm
窒素	N ₂		窒素 - 窒素 = nm
水	H ₂ O		酸素 - 水素 = nm
二酸化炭素	CO ₂		炭素 - 酸素 = nm
アンモニア	NH ₃		窒素 - 水素 = nm
メタン	CH ₄		炭素 - 水素 = nm
エタン	C ₂ H ₆		炭素 - 炭素 = nm
エチレン	C ₂ H ₄		炭素 - 炭素 = nm
アセチレン	C ₂ H ₂		炭素 - 炭素 = nm

-5-

2013ジュニア科学塾(第1回)

実験3 水溶液に雪が舞う

物質の溶解度は温度に依存します。一般に、溶液の温度が上がると、溶質はよく溶けるようになります。ですから、溶液が温かいうちに多くの溶質を溶かしておいてから温度を下げると、溶解度が下がって溶質が結晶として析出します。この方法を利用して物質の分離精製法が「再結晶」です。この実験では、加熱したときと室温での溶解度が大きく異なる「塩化アンモニウム」という物質を使って、その風変わりな結晶化の様子を観察してみましょう。

<使用する薬品と実験器具>
【薬品】 □塩化アンモニウム NH₄Cl
【実験器具】 □100 mL サンプル管 □メスシリンダー □湯浴

<実験の方法>
(1) 塩化アンモニウム 40 g を量り取り、100 mL サンプル管に入れる(今日の実験では既に必要量の塩化アンモニウムがサンプル管の中に入れている)。これに水 70 mL を加えてふたをし、よく振り混ぜる。
(2) (1)のサンプル管を湯浴に浸けて溶解する。70℃ くらいを目安にして5分間温め、結晶を完全に溶解させる。
(3) (2)のサンプル管を湯浴から取り出して、机の上に静置して放冷し、結晶化の様子を観察する。
※この結晶化は繰り返し行うことができる。

<結果・考察> 観察されたことを書き込む。実験結果を表1のデータを元に説明してみよう。

温度 /℃	溶解度 /g
0	29.4
20	37.2
40	45.8
60	55.2
80	65.6
100	77.3

-6-

2013ジュニア科学塾(第1回)

実験4 溶解や結晶化にともなう熱の出入り

物質はその状態によって、粒子の集合状態が違っています。また、状態が変化するときには、必ず熱の出入りを伴います。例えば、固体が融解して液体になるとき、規則正しく並んでいた粒子の運動が乱雑になって、位置をある程度変えながら動くことができるようになります。このとき、粒子は運動に必要なエネルギーを獲得しなければならぬので、加熱することでエネルギーを与えるわけです。厳密には加熱をしていないでも、まわりから熱を吸収しているので、結果としてまわりは冷やされることとなります。このことを上手く利用するのが「打ち水」です。水が蒸発するときに必要なエネルギーをまわりから熱を奪うことによって得ているので、まわりは涼しくなります。

<考えてみよう>
上の説明を参考にしながら、「水が凝固して氷になる」状態変化を粒子のモデルと熱の出入りを踏まえて説明してみよう。

上で説明した物質の状態変化は、単一成分の粒子の集合状態の変化に相当します。これに対し、溶解や結晶化は溶質と溶媒という2成分の粒子における拡散と凝集に基づく現象です。このとき、どのような熱の出入りが起こるのでしょうか？ 2つの実験を通して、考えてみましょう！

【実験A】 尿素の溶解に伴う熱の出入り

<使用する薬品と実験器具>
【薬品】 □尿素 NH₂CONH₂
【実験器具】 □50 mL ビーカー □マグネチックスターラー □メートルグラス
 □デジタル温度計

<実験の方法>
(1) 50 mL ビーカーに水 15 mL と攪拌棒を入れたものをマグネチックスターラーの上に置き、攪拌する。デジタル温度計で三角フラスコ内の水溶液の温度が計測できるようにする。
(2) (1)に尿素 10 g を加えて溶解させる。このときの水溶液の温度変化を計測する。

-7-

2013ジュニア科学塾(第1回)

<結果・考察> 観察されたことを書き込む。温度変化が見られれば、その温度幅を記録しておこう。そして、このような現象が起こる理由を粒子のモデルで説明してみよう。

【実験B】 酢酸ナトリウム三水合物の結晶化に伴う熱の出入り

<使用する薬品と実験器具>
【薬品】 □酢酸ナトリウム三水合物 CH₃COONa · 3H₂O
【実験器具】 □50 mL ビーカー □ホットプレート □メートルグラス
 □デジタル温度計

<実験の方法>
(1) 50 mL ビーカーに水 10 mL と酢酸ナトリウム三水合物 25 g を入れ、ホットプレートの上で加熱溶解させる。
(2) (1)のビーカーをホットプレートから下ろして、室温まで放冷する。
(3) (2)のビーカー内の水溶液にデジタル温度計を挿し、酢酸ナトリウム三水合物の結晶 1 粒を加える。その後の水溶液の状態変化を観察し、水溶液の温度変化を計測する。

<結果・考察> 観察されたことを書き込む。温度変化が見られれば、その温度幅を記録しておこう。そして、このような現象が起こる理由を粒子のモデルで説明してみよう。

-8-





平成25年度ジュニア科学塾 開校式、第1回講座

〔開校式〕

5月19日、ジュニア科学塾が開講しました。今年度受講生は、新規受講生10名を含む、1年生7名、2年生9名、3年生9名の計25名です（3名欠席のため、22名が参加）。開校式では、林武広センター長と、魚谷滋己マツダ財団事務局長が、受講生に話をしてくださいました。
 “学ぶことにより景色が違って見えるようになり、わくわくできる。” “学校だけではできないことをやる。”ということも話されました。



〔第1回講座〕：「物質を構成する粒子のすがたとエネルギー」

今年度は「粒子」をテーマに進めていきます。第1回講座の講師は、網本貴一先生（広島大学大学院教育学研究科准教授）でした。先生は、「身のまわりの現象を化学の視点から捉えられるとともに、化学が私たちの生活に役立っていることを知ってもらいたい。」と、ふたつの内容を用意してくださいました。
 ひとつは、「物質を構成する粒子のすがたを知る」学習で、もう一つは、「物質の状態変化や溶解・結晶化とそれらの変化に伴う熱エネルギーの出入りを考える」学習です。「粒子のすがた」の学習では、「モルタロウ」という分子模型作成キットを使った実験1と、タブレット端末を用いた実験2を行いました。「熱エネルギーの出入り」の学習では、尿素と酢酸ナトリウムを用いた結晶化を行った実験3と、状態変化における熱の出入りを計測した実験4を行いました。受講生は、「粒子モデルで考えると熱の出入りが分かりやすい。」「単・二重・三重結合など、同じようにつながっているようで、実は違いがあることが分かった。」「原子という目に見えないもので身のまわりのものができていると思うとすごい。」などとまとめていました。（伊神、藤川）



わくプロブログより



開講式挨拶（林センター長）



開校式挨拶（魚谷事務局長）

「西中国山地の植物」 生物分野

広島大学名誉教授 石橋 昇

1) 事業の目的

現在の子供たちは自然から遠ざけられた生活を余儀なくさせられている。そのような子供達を、広島県で最も自然が残っている西中国山地に連れて行き、その自然に触れ合わせることが、最も大きな目的である。その次には歩きながら、植物と触れ合い、その名前を知ったり、聞いたりすることによって、多感な時期の中学生達の耳に、幾分かでも植物の名前が残れば、それはいつか再び興味をわかせる一助となるであろうという期待もある。将来、自然や植物に興味を持つ子供達を育てることにつながると考えられる。また、一泊して、夜遅く迄学習するというハードな体験も友人関係などの社会性や精神面を鍛えることにつながると考えられた。

2) 事業の内容・方法

8月7日に参加者は JR 広島駅新幹線口から貸し切りバスで安芸太田町の“深入山いこいの村”に行った。ここは本日の宿泊所である。荷物を置き、これからの日程について説明し、休憩と昼食をとった。午後にはマイクロバスに乗り換えて、水梨林道を下り、出合橋から、オオバアサガラ、ユクノキ、トチノキ、イタヤカエデ、イヌシデ、サワシバ、ウラジリガシ、ミヤマハハソ、コガクウツギ、コバノガマズミ、チャボガヤ、ミヤマガマズミ、タムシバ、ヤマフジ、オオカメノキ、ケンポナシ、ナガバモミジイチゴ、ケヤキ、ツガ、ダンコウバイ、ヤブムラサキ、ヤマグルマ、クロモジ、ゼンマイ、ミヤマイタチシダ、ニワトコ、コアカソ、ヤマモミジ、ハイイヌガヤ、ボタンヅル、ムラサキシキブ、ミヤマイラクサなどの植物を観察しながら、葎ヶ原まで歩き、少し休憩した。かつては営業していた茶店や売店も今は閉鎖されており、単なるトイレ休憩であった。

葎ヶ原から柴木川沿いに美しい溪谷を眺めながら、道沿いにツタウルシ、イワガラミ、エゾユズリハ、コカンスゲ、イロハモミジ、イヌブナ、サカキ、バイカツツジ、ソヨゴ、ナンキンナナカマド、ネジキ、コアジサイ、ウスギヨウラク、ミヤマカタバミ、クサギ、コバンノキ、ヤマジノホトトギス、マタタビ、ミヤマハハソ、オオバアサガラ、ウツギ、マユミ、ハリギリ、ツリバナ、アオダモ、メギ、ハウチワカエデ、ヤシャゼンマイ、ウラジロノキ、アセビ、チゴユリ、イヌツゲ、ウリカエデ、ミヤマイボタ、コマユミ、ホガエリガヤなどを見ながら進む、三段の滝の少し手前のところには三段峡の中では最もたくさんのサワグルミの大木が群生しているところがあり、サワグルミ林について説明し、サンショウ、チドリノキ、ハンショウヅル、クロタキカズラなど一緒に生えている植物を紹介した。ヨグソミネバリ（ミズメともいう）では、メンタムのような香りがするのを体験させた。そして、ラショウモンカズラ、リョウメンシダ、ジュウモンジシダ、サカゲイノデ、イノモトソウ、カラムシなどを見ながら、三段の滝へ到着し、しばし休憩の後、来た道を引き返したが、葎ヶ原の少し手前から、中山峠の方へ登り、峠ではアセビやソヨゴなどを見て、横川川へ下り、枯

れたコナラの大木やまだ元気なミズナラの大木を見て、葎ヶ原の方に川沿いに引き返して、宿舎にマイクロバスで帰った。

夕食後、林武広先生の研修を1時間あまり受けた。

その後で、私が三段峡周辺の主要な樹木の水平垂直分布について述べた。最初に冬の気温が植物の分布の北限と深い関わりがあることを示し、温暖化が広島県の植生分布にも大きな影響を与えること、それは寒い環境を好み海拔の高いところに分布している植生、例えばブナ林などが狭い範囲に追いつめられ、絶滅の危機を迎えることなどを説明した。まず、海拔の低い方からシラカシ、ウラジロガシ、ツガ、モミ、イヌブナ、ミズナラ、ブナなど垂直分布域が比較的狭く植生帯の指標になっている植物とその分布を紹介し、ケヤキ、トチノキ、サワグルミなどの湿った環境を好むものの分布や、二次林を構成して樹木が比較的広い垂直分布域を示すことを示した。

8月8日には、臥竜山にマイクロバスで移動し、菅原林道を通り、山麓部のアカマツ林から、少し行ってコナラ林、そしてミズナラ林、終点の駐車場に着いてブナ林と変化する植生帯について説明した。駐車場からは植物観察をしながら歩いて山頂へ、山頂ではサワフタギ、オオイタヤメイゲツ、ハスノハイチゴ、ヤマブドウなどについて説明した。それから掛頭山方面へ下り、猿木峠手前の広場から八幡湿原へ下った。山麓部をしばらく歩き、やがて八幡湿原に到着した。ここで予定のコースを変更し、一部だけを散策することにし、八幡湿原の特徴的な植物、カンボク、カラコギカエデ、サワシロギク、トモエソウなどを観察した。そして、マイクロバスで“かりお茶屋”に移動し、ここで昼食をとり、講座の終了の挨拶をした。その後、受講生たちは“深入山いこいの村”に戻り、大型バスに乗り換えて広島に帰った。

3) 事業の成果及び今後の課題

成果として、今回の植物観察をしながらの山歩きについては、負担の大きい内容だったと思われるが、受講生はよくついてきてくれたと思う。レポートをみると「観察の目的と方法」について、大部分が簡単に書いていたが、中には多くの植物名を書いている受講生もあり、植物への関心を抱かせるのに充分役立ったと思われる。多くの受講生には、知識の習得以前に豊かな自然に触れさせるという体験を主目的にしていたので、それは十分に果たせたと思う。

今後の課題としては、三段峡では1列縦隊で歩いたがかなり見通しがよく後方の様子も見え、ハンドマイクも用いたので、かなり広範囲に説明できた。さらに植物名を記したカードを付けて頂いたので、全員が植物を確認できて大変よかったと思われる。しかし、2日目の臥竜山では山道で見通しも悪く、非常に長いばらばらな列になったので、後方の様子も見えず、植物の説明も先頭に近い受講生にしか伝えられなかった。そのため、途中での説明は少なくし、休憩時にまとめてしたが、不十分であったと思われる。また、臥竜山から八幡湿原に歩いて降りるコースは、私の判断で前日の夜に決めたのであるが、それは、終点の駐車場からの頂上までを往復した後、マイクロバスで湿原に移動するのは活動不足との見方からであった。しかし、実際の活動時間が予想より長くかかったり、受講生に疲れも見られたので、昼食の予定時刻に着けるように八幡湿原の観察時間を短縮したり、マイクロバスで湿原から茶屋まで移動するなどの工夫をした。結果的にはうまくできたとは思いますが、計画段階で十分に検討しておけばよかったと反省している。



ジュニア科学塾 第2回講座

講座名：「西中国山地の植物」

日程：2013（平成25）年8月7日（水）～8日（木）

<1日目>

午前 JR広島駅新幹線口 ～ いこいの村 ～

午後 三段峡での植物観察・研修

夜 天体観察、講義、レポート作成、自主研修

<2日目>

午前 臥竜山、八幡湿原での植物観察・研修

午後 ～ いこいの村 ～ JR広島駅新幹線口

講師：広島大学名誉教授 石橋 昇 先生（両日とも）

広島大学大学院教授・わくプロセンター長

林 武広 先生（1日目の夜）

宿泊と言っても、学校の修学旅行や宿泊学習とは違います。生活面では「自分で自分を管理する」をベースに参加し、高度で幅広い科学の学習を勉強していきました。記録を取りながらしっかり学習し、その先にある「わくわく感」に出会ってほしいと願い実施されました。

植物観察のとき講師の先生がハンドマイクを持って歩いてくださったので、広いところでは説明がよく分かりました。道が細いところを歩くのが主体だったので、講師の先生を先頭に長い列になりました。そのため、補助スタッフが先生の話を聞いてすぐ、カードに植物の名前などの情報を記入して表示することにより、後ろの人にも分かるようにして進めました。受講生は、メモを取りながら記録しました。あわせて写真撮影する受講生もいました。列の後ろで回収したカードは、No.165までありました。

受講生は「三段峡周辺は流紋岩質の土なので粘土質である。よって水もちが良くなるから、水もちが良い所にある植生が見られた。」「植物の名前がそれぞれの特徴を表していることが分かった。葉や花、実などの特徴を覚えると見分けられるようになる。」「まだ全てはおぼえられてないが、おもしろい名前の植物などは少しかおぼえられた。家では、先生のせつめいや、とった写真をまとめ、図かんなどもつくってみたい。」「温度、水分、地質などにより、その場に生える植物は、大きく変化していることが分かった。たくさんの種類の植物が生えているということが分かった。」などとまとめていました。（藤川）



わくプロブログより

「ニュートリノ振動と振り子」物理分野

広島大学大学院教育学研究科 教授 前原 俊信
広島大学大学院教育学研究科 准教授 梅田 貴士

1) 事業の目的

粒子をテーマとした科学塾の物理分野として、ニュートリノ振動と振り子というテーマの講座を行った。簡単なニュートリノ振動入門と幾つかの振り子実験から物理学における重要な概念の一つである振動について、様々な視点から学ぶことを目的とした。

2) 事業の内容・方法

第一部では、簡単な素粒子論入門講義を行い、自然界の基本的な粒子の種類と性質を紹介した。その中で、どんな物質でもすり抜けてしまう性質をもつニュートリノについて詳しく説明した。特に世界の中でも日本が最先端の実験を行っているニュートリノ振動について、振動現象に焦点を当てて紹介した。第一部に限らず、講義の中ではクリッカーと呼ばれる装置を使って生徒にいろいろな質問に回答してもらい、生徒の反応を見ながら講義を進めた。

第二部では単振り子に関する実験を行った。周期1秒の振り子を作るという生徒実験を通して、本講義におけるウォーミングアップを兼ねると共に、探究実験の進め方や誤差に関する学びを目的とした。引き続きこの第二部では15連振り子の演示実験を行い、グループディスカッションを行った。これは長さが異なる15個の振り子を同時に振らせて、途中はバラバラに振り子が振れてしまうが、ちょうど一分経過したときに15個の振り子が一斉にそろろうという実験である。これは Pendulum Wave と呼ばれているもので、それぞれの振り子の周期の整数倍がちょうど1分になるように長さを調整している。長さ2メートル、高さも1メートル以上の大型の演示実験で、最初に説明無しで演示実験を行い、これらの原理を考えさせて、何人かの生徒に考えを発表してもらった。

第三部では固有振動数と共振をテーマにして、様々な共振に関係する現象をブランコなどの身の回りの例やタコマ橋の倒壊についての映像を見せながら説明した。さらに固有振動数と共振を実感できる実験として、念力振り子という、複数の単振り子からなる実験装置で、特定の振り子だけを手を触れずに揺らすことが出来るという実験を紹介した。

最後の第四部では最初の第一部で紹介したニュートリノ振動と同じ数学的な背景を持つ「連成振り子」をテーマとした。この連成振り子とは二つの振り子の間に一本の糸が結んであり、一方の振動が徐々にもう一方に伝わっていき、元の振動は止まってしまう。そしてその振動の交代が続いていくという振り子である。この連成振り子の理論で現れる数式はニュートリノ振動の理論とほとんど同じ数式で表現されており、振動という現象が物理学において重要な概念であることを垣間見せてくれる実験である。この連成振り子を生徒に実際に作ってもらって、一連の講義のまとめとした。

3) 事業の成果及び今後の課題

小学生から中学生からなる参加者にとってはやや難解と思われる内容にも関わらず、参加者は、講義と実験に真剣に取り組んでいた。特に15連振り子の演示実験におけるグループディスカッションは生徒達の間で非常に発熱した議論が行われ、何人かの生徒は自力でほぼ正解に近い考えまでたどり着いていた。

今回行ったニュートリノ振動の理論は、参加者のほとんどが学んでいない三角関数などの数学的な概念を必要としている。その為、なかなか現象の本質を理解することが困難であったのが課題として挙げられるが、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は役割を果たせたのではないかと思われる。

ニュートリノ振動 と 振り子

広島大学大学院教育学研究科
梅田 貴士、前原 俊信

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ことができます。
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!

ニュートリノとは？

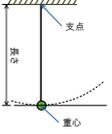
- 電氣的に中性
- 質量はほとんどゼロ (電子ニュートリノは電子の100000分の1以下)
- **凄く、電磁氣力、強いが、弱い力**
→ ほとんど物質と相互作用しない
1光年の厚さの鉛でも通り抜ける
1光年 = 地球-太陽間距離の60000倍
- 宇宙にたくさんある
個数で言えば、宇宙の全素粒子の99.999999%
地球上では1cm²あたり毎秒660億個 届く
宇宙の遠方の情報をそのまま届けてくれる

振り子の等時性

- 等時性 → 周期は長さだけで決まる

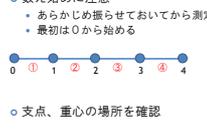
周期 = 1往復の時間

10往復の時間を測って1回分を求めろ。



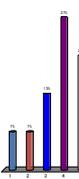
周期の測定の仕方

- 10往復の時間を測って1回分を求めろ。
- 数え始めに注意
 - ・ あらかじめ振らせておいてから測定
 - ・ 最初は0から始める
- 支点、重心の場所を確認



みんなで周期を測ってみよう

1. 1.900秒～1.930秒
2. 1.931秒～1.950秒
3. 1.951秒～1.970秒
4. 1.971秒～1.990秒
5. 1.991秒～2.010秒
6. 2.011秒～2.030秒
7. 2.031秒～2.050秒
8. 2.051秒～2.070秒
9. 2.071秒～2.100秒
10. その他



15連振り子の演示実験



30秒と1分の瞬間に注意して観察してみよう

15連振り子の原理

- 振り子の周期
 - ・ ニュートンの運動方程式から計算できる
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

g: 重力加速度 9.8 [m/s²]
L: ひもの長さ [m]
T: 周期 [s]

- ・ 振り角が大きくても正しい厳密な計算

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g} \left(1 + \frac{1}{4} \sin^2 \left(\frac{\theta_0}{2} \right) + \frac{9}{64} \sin^4 \left(\frac{\theta_0}{2} \right) + \dots \right)}$$

θ₀: 最大振り角

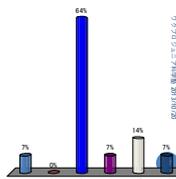
共振 (強制振動)

- 固有振動数 (のタイミング) で振動を加えると振幅がどんどん増大していく
- ・ 加えたエネルギーがどんどん溜まっていく
- ・ 加えた振動が固有振動数とずれているとタイミングがずれてエネルギーが溜まらない



電子レンジは何を温めている？

1. 炭素原子
2. タンパク質
3. 水分
4. 周りの空気
5. (食品)中の空気
6. 食品全体



念力振り子の原理

- それぞれの振り子の固有振動数 (長さ) が異なる
- 特定の振り子の固有振動数で揺らしてやればその振り子のみが揺れる
- 長さが4倍ずれるときはちょっと注意
長さが4倍 → 周期が2倍

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

念力振り子を作ってみよう



長い方から
60cm
50cm
40cm
30cm
20cm
位を目安に

ニュートリノ振動と連成振り子

ニュートリノ振動と連成振り子は似た方程式によって記述される

- 振動の起源
 - ニュートリノ振動
 - ニュートリノの世代間に質量差があると振動する(質量差が大きいと短い周期で振動する)
 - 連成振り子
 - おもりの間に糸が繋がっていると振動する(連結糸の張力が弱い方が短い周期で入れ替わる)

実際に試してみよう

連成振り子



3人で振り子の長さを変えて作り横糸の上からの位置をそれぞれ変えて振り子の周期、振れ方が交代するのにかかる時間を調べよう

まとめ

- 第1部
 - 素粒子論入門 ～ニュートリノとは?～
 - ニュートリノ振動と振り子の関係
- 第2部
 - 振り子について
 - 単振り子実験 + 16連振り子実験(演示)
- 第3部
 - 固有振動と共振
 - 念力振り子実験
- 第4部
 - ニュートリノ振動と連成振り子
 - 連成振り子実験

(抜粋)

ジュニア科学塾 第3回講座

ジュニア科学塾 第3回講座

講座名：「ニュートリノ振動と振り子」

日程：2013（平成25）年10月20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教授 前原俊信先生
 // 准教授 梅田貴士先生

参加受講生：15名（中3；4名、中2；4名、中1；7名）

内容：

- 第1部 ガイダンス
 - 素粒子論入門 ～ニュートリノとは?～
 - ニュートリノ振動と振り子の関係
- 第2部 振り子について
 - 単振り子実験
 - 15連振り子実験
- 第3部 固有振動と共振
 - 念力振り子実験
- 第4部 ニュートリノ振動と連成振り子
 - 連成振り子実験

まとめ

受講生は、「振動するものには全て別の固有振動数があり、そのタイミングで振動を加えていくと振幅がどんどん増大していく。」「振り子だけでなく、ニュートリノにも周期があることが分かった。」「ニュートリノ振動とは、ニュートリノの世代間に質量差があると振動するので連成振り子と似ている。」などとまとめていました。

学習後の質問紙で、「ニュートリノ振動現象について理解ができましたか。」に肯定的に回答した受講生は13名でした。「新しく分かるようになったことやできるようになったことはありましたか。」に肯定的に回答した受講生は14名でした。「今回の講座は、満足できましたか。」に肯定的に回答した受講生は全員でした。








わくプロブログより

「地層の縞縞を解読しよう」地学分野

広島大学大学院教育学研究科 教授 山崎 博史

1) 事業の目的

粒子をテーマとした科学塾の講座内容として、地学分野では、2つの異なるタイプの地層を観察・記載する活動を通して、地層の縞模様が構成粒子の違いによることを実感し、縞模様のできた方の多様性について理解を深めることを目的とした。また、地層の縞模様の意味を考察することにより、地層は過去の様子を知るためのツールであること、すなわち、過去のイベントを記録した記録メディアであるという視点の理解を促した。

2) 事業の内容・方法

実習では、2つの異なるタイプの地層として、河川堆積物と珪藻土を取り上げて、それらを観察・記載する活動を実施した。はじめに活動内容の概要を説明した後、学内のぶどう池上流の川原へ移動し、河川堆積物（氾濫原堆積物）を採取した。河川堆積物の採取は、参加者17名を6グループに分け、グループ毎にハンディジオスライサーを使用して行った。

採取した堆積物試料はハンディジオスライサーに入った状態で実験室に持ち帰った。実験室では6グループを4つの机に配分し、採取した試料についてグループ毎に堆積物を観察し、結果は柱状図として参加者が個人活動として記録した。観察に際しては、ハンディジオスライサーの本体からフタを外した後、堆積面に平行に堆積物表面をヘラで薄く削り取ることで観察しやすくなること、構成物の種類や粒径に注意を払うこと等指示し、粒径を認定するための粒度表を配布した。柱状図は縮尺1/2として、A3版方眼紙上に作成することとした。なお、各机に1人ずつ合計4名の広島大学大学院教育学研究科の学生をティーチングアシスタント（TA）として配置し、技術指導・助言にあたらせた。

柱状図作成作業が終了した後、柱状図を使用して、地層の広がりについての結果の共有化を計った。方法は、グループ毎に柱状図の代表作を選ばせ、その6つの柱状図をそれぞれ50%に縮小コピーして参加者全員に配布し、対比作業を行うというものである。その際、柱状図作成者に、堆積物の特徴を説明させた。

次に、淡水性の珪藻土試料の観察を行った。試料は事前に採取しておいた岡山県蒜山産の湖沼性縞状珪藻土である。この珪藻土は、明暗の縞が肉眼でも比較的明瞭に認められる縞状珪藻土である。明色部はステファノディスカス、暗色部はキクロテラが主要構成種であり、前者は冬期に形成されると考えられることから、明暗の縞が1年で堆積する年縞であることが明らかにされている。

実習では、はじめに、縞状堆積物について、その代表的な例や地層の縞が保存される条件等の解説を行った。次に、参加者各自がまず肉眼観察により試料のスケッチを行い、続いて、スミアスライドを作成して、双眼実体鏡により構成物を観察した。その際、生徒用の実体鏡は倍率が低いので、講師用の実体鏡の画像をスクリーンに映し

出して、構成粒子が珪藻化石であることを確認させた。また、地層の構成粒子が多様であることを実感させるため、講座の前半で観察した河川堆積物についてもスミアスライドを作成させ、両者を比較・観察させた。

最後にまとめとして、地層の縞をつくる粒子は多様であること、また、縞状珪藻土の縞模様から特定のリズム（周期）が見出され、それが太陽活動の周期と同期しているらしいという研究結果があることを解説した。

3) 事業の成果及び今後の課題

参加者は、実習に真剣に取り組んでいた。その結果、河川堆積物の観察・記録の活動では予定より早く作業が進んだため、作成した柱状図を基に地層を対比する活動を追加して実施した。これにより、実際の堆積物を使って、自分たちの観察結果に基づいて議論し、地層の空間的な広がりを確認することができたと考える。また、扱った河川堆積物が氾濫原堆積物であり逆級化構造が観察できた。これは、通常の流水の働きで形成される堆積構造とは異なるものであり、流れと粒子の動きとの関連を考える機会になったことを期待したい。

また、参加者が地層についてどのようなイメージを持っているのか不明であるが、一般には地味な印象を持っている人が多いと思われる。地層を情報源と捉え、地層の観察という地道な作業を通して得られた情報が基礎となり、ダイナミックな地球史を描くことに繋がっていることへの理解が深まるよう内容を充実させることが、今後さらに必要と思われる。



ジュニア科学塾 第4回講座、閉講式

(ジュニア科学塾 第4回講座)
 講座名: 「地層の縞縞を解説しよう」
 日程: 2013 (平成25) 年12月22日 (日) 9:00~13:00
 ※13:10~13:30 閉講式
 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教授 山崎 博史 先生
 参加受講生: 17名 (中3: 6名, 中2: 5名, 中1: 6名)
 内容:

第1部	川原の堆積物	
	地層採取	
	地層観察	地質柱状図の作成
	考察・解説	地層の広がりや縞縞の意味
第2部	湖沼性珪藻土層	
	地層観察	肉眼観察による縞縞の確認
	実体顕微鏡による粒子の正体の確認	
	考察・解説	縞縞の意味
まとめ	地層の縞縞	

受講生は、「地層全体の様子から、当時の環境を読みとり、ゴミ等の示準化石によって年代を特定できる。」「自然界にはしましまがたくさんあり、珪藻土のしましまからは、厚さによって、湖の環境を知ることができる。」などとまとめていました。

学習後の質問紙の回答結果は次のようでした (1名が早退、1名が未記入のため、15名中の結果)。
 「地層について理解ができましたか。」
 →肯定的回答15名, 否定的回答0名
 「新しく分かるようになったことやできるようになったことはありましたか。」
 →肯定的回答15名, 否定的回答0名
 「今回の講座は、満足できましたか。」
 →肯定的回答15名, 否定的回答0名

(閉講式)
 修了証書授与 林武広センター長
 挨拶 魚谷滋己マツダ財団事務局長



わくプロブログより

「自然からの美しい贈り物 ～鉱物の世界～」 地学分野

広島大学教育学研究科 講師 吉富 健一

1) 事業の目的

鉱物の持つ特徴をわかりやすく理解するため、結晶が持つ複屈折という性質を利用して、肉眼ではどちらも透明な玉にしか見えないガラス玉と水晶玉を見分けることを目的とした。またその過程において、複屈折という現象を観察するために偏光という光の性質を学習するとともに、偏光板を使った観察装置の作製を行った。



2) 事業の内容・方法

ガラス玉と水晶玉のそれぞれの特徴を示し、その違いを見分けるだけなら、サイエンスショーや体験学習的な内容として容易に実施可能である。ところが今回はジュニア科学塾として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、ではなぜ、そのような装置を使って、ガラスと結晶の違いを見分けることができるのか、という背景にある基礎知識・現象について、ステップ・バイ・ステップで説明および実習を行っていった。その構成を以下に示す。

■ 岩石と鉱物の違い

一定の化学組成・原子配列を持ち、内部が均質で一様である鉱物（結晶）に対して、鉱物の集合体としての不均質な岩石の特徴を説明し、岩石名と鉱物名の違いを認識させるとともに、岩石と鉱物の違いを理解する。また例外的な物質として、溶岩の急冷によって形成される鉱物でも岩石でもない黒曜石（火山ガラス）の存在を紹介し、決まった組成や原子配列を持たない物質の存在を示した。



■ 結晶とガラスの違い

今でこそ安価に手にすることができるガラス製品も、製造上の困難さから歴史的には高価な物質として扱われてきた経緯を説明し、正倉院の宝物として収蔵されている紺瑠璃杯などを代表歴として紹介した。物質を構成する原子の配列が規則正

しく並んでいる結晶に対して、ガラスはその配列が不規則になっていることを説明し、成分は同じでも原子や分子の配列の違いが結晶とガラスの境目となることを説明した。そして、透明な固体を容易に作れることや、成形が容易であること、成分を自由に調整可能であることなどが、結晶にはないガラスのメリットとして挙げられることを解説した。

■ 岩石を構成する結晶（様々な造岩鉱物）

花崗岩の研磨標本を利用して構成鉱物と組織の観察を行い、岩石名が造岩鉱物の組み合わせと組織の特徴に基づいて命名されていることについて学習を行った。そして岩石を構成する鉱物の中に、自形の鉱物と他形の鉱物があることを理解するとともに、そこからマグマからの晶出した順番を明らかにできることを解説した。また自形鉱物のもつ形と、割れやすさとしての劈開の形の違いを説明した。

◎実習（花崗岩の観察：造岩鉱物の識別）

◎実習（花崗岩の観察：自形鉱物と多形鉱物の識別）



■ 鉱物の持つ性質（複屈折とは何か）

ガラスにはない結晶特有の性質として、複屈折という現象があることを説明し、鉱物の中を通過する光が複屈折によって常光と異常光に分かれることで文字が二重に見えることを解説。また結晶を回転させた際に、複屈折によって得られた二重像がどのように変化するかで、常光と異常光の特性の違いを確認した。

◎実習（方解石の複屈折の観察 文字が二重に見える→複屈折の理解）

◎実習（方解石を回転させた際の複屈折の変化を観察→常光線と異常光線）



■ 偏光板の性質

偏光板と呼ばれる特定方向に偏光した光だけを通過させる板を実際に配布して、その特性について解説を行うとともに、写真撮影などで反射を抑えたり青空のコントラストをあげたりする用途について説明した。そして偏光板を通過した特定の方向にだけ振動する光を偏光と呼ぶことを説明した。この偏光板を用いて、先ほどの

複屈折を再度観察することで、複屈折によって2つに分かれた常光と異常光がそれぞれ90°で直行する偏光となっていることを理解。

◎実習（偏光板の様々な性質を観察する）

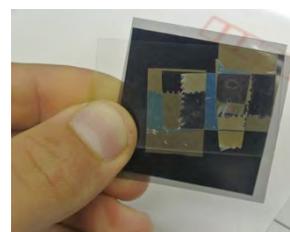
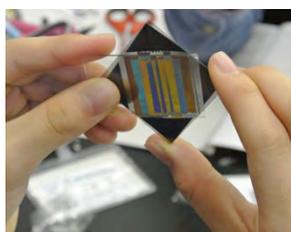
◎実習（方解石の回転を偏光板を通して観察する）

■ 偏光板を使った鉱物の観察

偏光板を二枚重ねたものの中に、スライドガラスを入れて観察した場合と、スライドガラスにセロハンテープを複数枚貼付けた場合の見え方の違いを観察した。そこで物質の持つ複屈折という現象で、直交させた偏光板を光が通過するようになることを解説。その発展型として、二枚の偏光板の間にガラス玉を置いた場合と、水晶玉を置いた場合の見え方の違いについて学習を行った。

◎実習（偏光板の作製と観察）

◎実習（水晶玉とガラス玉の見分け方）



3) 事業の成果及び今後の課題

参加した生徒は、水晶玉とガラス玉の観察を通して、原子・分子が不規則に配置しているガラスに対し、結晶内では原子・分子が規則正しく並んでいるがゆえに異方体として向きという概念が発生することを学習した。また、偏光板を使って鉱物を透過する光を観察することで、結晶が持っている複屈折という現象と概念を理解した。これにより本来、偏光方向を直交させて配置した偏光板は光を通過させないのに、間に鉱物を挟むと光線が通過するようになる、という現象を利用して等方体としてのガラスと異方体としての結晶を見分けることができるようになることを学習した。

実習に用いた岩石や鉱物の数が限られたものであったため、特に男子生徒ではお互いに遠慮して熱心に観察しにくい雰囲気があったことは否めない。また、観察装置の作成についても、発達段階や年齢の他に、個人の持つ力量の違いによって、頑張っている時間をかけている生徒がいたため、すぐに完成させてしまった生徒には手持ちぶさた状態となっている場面も見られた。講義の進め方として、この辺りをもっとスムーズに進められるよう、より実習や観察に集中できるよう進行について配慮を行う必要がある。



⑦ 日本教科教育学会

ジュニア科学塾の活動と成果の検討を行い、日本教科教育学会第39回全国大会で発表した。発表は2013年11月23日(土)で、会場は岡山大学だった。ここでは、「日本教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。



◆日本教科教育学会全国大会論文集 (2013)

理科好き・科学好きの中学生対象の科学講座の活動とその成果

— “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 (広島大学) 林 武広 (広島大学)
磯崎 哲夫 (広島大学) 吉富 健一 (広島大学)
魚谷 滋己 ((公財)マツダ財団)

“ジュニア科学塾”は、公募から選ばれた中学生を対象とした年5回継続的に行う科学講座で、講師は広島大学大学院教育学研究科の教員(OB教員を含む)が務め、「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」を目標としている。各講座後、受講生はレポートを提出する。第2回宿泊講座の終了時質問紙による調査を実施し、レポートとともにその活動と成果の検討を行った。その結果、レポートの得点が高い者は「分かる」ことに高い自己評価であり、講師の話の聞き理解を深めることおよび観察結果から考察することが“新しく分かるようになった”ことと繋がっており、“内容が分かる”ことの重要性が示唆された。

キーワード：理科好き、科学好き、中学生、科学講座、分かる

1. はじめに

筆者らは、公益財団法人マツダ財団と広島大学との共同研究組織である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事業の一環として、理科好き・科学好きの中学生を対象とした科学講座“ジュニア科学塾”を実施している。高校生や小学校教員を対象としたプログラムを含むこの事業全体を、以下“わくプロ”と表記する。

ジュニア科学塾は、わくプロ事業計画書の中で次のように示されている。

「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。講師は広島大学大学院教育学研究科自然システム教育学講座の教員が務める。」

2. わくプロジュニア科学塾の目的・特徴

上記の事業計画を受け、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、実施されている。今年度も化学(第1回講座)、生物(第2回講座)、物理(第3回講座)、地学(天文を含む;第4回講座)分野の講座が計画に沿って進められている

(第5回講座はオプション講座)。各分野の専門家でもあり、教育の専門家でも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(OB教員を含む)が講師を務めるのが特徴のひとつで、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。各講座終了時には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。

今年度第2回講座(宿泊講座)終了時に受講生に質問紙による調査を実施し、講座後のレポートとともにその活動と成果の検討を行った。

3. 講座の概略と質問紙

- (1) 平成 25 年度第 2 回講座：「西中国山地の植物」(生物分野)
- (2) 講師：石橋昇名誉教授(広島大教育学研究科自然システム教育学講座教員 0B)
- (3) 実施時期(1泊2日)：平成 25 年 8 月 7 日(水)～8 日(木)
- (4) 野外観察場所：三段峡(1日目)、臥竜山・八幡湿原(2日目)
- (5) 宿泊・室内研修：いこいの村ひろしま(広島県山県郡安芸太田町)
- (6) 野外観察の概略

1 日目は三段峡の一般歩道を歩きながら植物観察した。2 日目は標高 1223.4m の臥竜山八合目まで小型バスで行き、そこから植物を観察しながら頂上に到着。その後、観察しながら登山道を下り山麓の八幡湿原に行った。両日も講師の先生を先頭に山道を歩くので、話を直接聞くのは難しいう歩きながらメモをとりつつ観察するなど、受講生にはかなり根気を要する活動であった。

(7) 質問内容(それぞれ4段階で回答)

質問内容は、次の8項目である。

- ①参加の際、ほかのものより優先して参加しましたか。
- ②体力的にきつかったですか。
- ③講師の先生の説明が分かりましたか。
- ④メモをとることができましたか。
- ⑤何をどのように観察したらいいかが分かりましたか。
- ⑥標高の違いと環境や植物の関係が分かりましたか。
- ⑦この研修で新しく分かるようになったことやできるようになったことはありましたか。
- ⑧今回の宿泊講座は、満足できましたか。

(8) レポートの記述項目

レポート用の用紙には、次の4項目を示していた。

- ①講師の先生の話の内容
- ②観察の目的と方法
- ③観察の結果と考察
- ④本日のまとめ

今回は宿泊講座のため、各日1枚の計2枚

提出させた。上記①～④の4項目それぞれを4点満点で評価した。

4. 結果と検討

今回参加した18名それぞれのレポートの評価点合計(16点満点)と質問紙①～⑧の4段階評価との相関を調べた(スピアマンの ρ)結果を表1に示す。

質問紙	相関係数
①	0.6294
②	0.8390
③	0.2142
④	0.3279
⑤	0.8191
⑥	0.6205
⑦	0.8656
⑧	0.4359

表1 レポートの評価と質問紙評価との相関

レポートの得点が高い者は、質問⑦、⑤にある「分かる」ことに高い自己評価であった。今回のような野外観察が主体の講座では「体力」とも相関がみられた。③との相関が低いのは、山道で列も長くなり話が聞きづらかったこと、④が低いことは、メモをとるという活動そのものには満足せず、内容の理解を図る事がより重要と認識していることを示唆すると考える。

次に、高い相関がみられた⑦に着目し、レポートの4項目それぞれの得点との相関を検討した。結果を表2に示す。

レポート	相関係数
①講師の先生の話の内容	0.6415
②観察の目的と方法	0.1973
③観察の結果と考察	0.9674
④本日のまとめ	0.5346

表2 分かるようになったことや

できるようになったことと、レポートの項目との相関

その結果、講師の話聞き理解を深めること、および観察結果から考察することが「新しく分かるようになった」と繋がり、重要性を示唆している。

(3) 科学塾研究室

① 概要： わくプロジュニア科学塾などの科学体験を通じて育成した生徒の興味関心に応じた、高度な科学内容の研究を、個別または少人数グループで行う研究講座。広島大学の研究室に所属し、最先端の設備や指導者のもとで高度な研究を体験させる。

② 事業の目的： 科学の研究を志す高校生に本格的な研究活動を体験させることで、科学に対する興味関心をより一層高め、科学に対する理解を深める。また、研究成果を発表することで、研究活動の達成感を実感させる。

③ 講座内容について

ア 開設講座，講師および研究テーマ

申し込みにあわせて講座を開設していく

ジュニア科学塾修了生を対象に3月20日から4月20日まで

イ 開設期間

平成25年5月～平成25年11月

担当の先生（指導講師）と話し合いのうえ，計画を立てて実施

ウ 対象者，人数

高校生（ジュニア科学塾修了生）

各講座1～2名（4講座5名を限度とする）

エ 特徴

広島大学の研究室に所属

最先端の設備や指導者

個別または少人数の高校生を対象

本格的な研究講座

研究成果 理学研究科主催の中学生高校生科学シンポジウムにて発表

各種学会への参加

④ 講座の参加者

2講座2名（高2：2名，昨年度からの継続）

講師 広島大学宇宙科学センター 川端 弘治 准教授

広島大学院教育学研究科 吉富 健一 講師

⑤ 講師報告 1 (2013 年科学塾天文班)

広島大学宇宙科学センター 准教授 川端弘治

1) 事業の目的

天文・宇宙に興味を持つ高校生を対象に、波・電磁波の理解を深めてもらいつつ、光を受けて解析することのみによって、遙か彼方に存在する天体の性質を知ることができる、という観測天文学の醍醐味を味わってもらおう。

自身の持つ強い重力場により、光さえも出てくることが出来ない「ブラックホール」という天体は、物理学的にも天文学的にも重要であるだけでなく、その不可思議な素性から、多くの人の興味を引き付けている。昨年度、科学塾天文班に属した受講生の彼は、2年生になった今年も、昨年に引き続きブラックホールについて学びたいという希望を持っていた。昨年度は、次世代高精度アストロメトリ衛星による観測で、我々の銀河系内に存在する有名なブラックホール連星において、ブラックホールと対をなして回る伴星の動きを空間的に捕えられるかどうかを、天体力学的に検証してもらったが、今年度は、ブラックホールそのものの理解を深めたいということであった。

そこで、まず相対論的宇宙物理学の入門編の教科書を読み合わせて、その後、ブラックホールによる重力レンズ効果を自身の計算で検証することを目標に掲げて取り組むことにした。

2) 事業の内容・方法

本事業では、参加高校生 1 名（県内高等学校 2 年生）と、相対論的宇宙物理学の入門書である「白色矮星とブラックホール」（R.Sexl, H. Sexl 著、Weisse Zwerge-Schwarze Locher; 岡村浩, 黒田正明 共訳、培風館）の読み合わせを行った。この教科書は、一般相対論を大学数学を用いることなく記述することをめざした、大学生 1-2 年生向けの入門書である。一般的な高校生には太刀打ちが難しいと考えられるが、彼は、自助努力により高校数学は既にマスターしており（数学検定準 1 級を有している）、高校物理についても、昨年の本事業と 2 年生になって高校で始まった物理学の授業によって理解が進んでいることから、大学生レベルのこの入門書も十分に読みこなせると考えてのものである。理解が進んだところで、ブラックホール回りの空間のゆがみを計算して重力レンズ効果がどのように現れるのかを図示することを目指した。

まず、開校式が行われた 2013 年 5 月 12 日に、今年目標を決めて、教科書の読み合わせを開始した。そして、6 月 29 日に島大学東広島キャンパスにて 1-3 章（一般相対性理論の基礎、古典的検証、歪んだ時空）を読み合わせ、続いて 7 月 14 日に同キャンパスで 4 章（星の形成と平衡条件、縮退のない星、縮退した物質の状態方程式、白色矮星、中性子星、宇宙の構造）を読み合せた。ところどころ出てくる式についても、その意味を捉えられているかを必要に応じて黒板を使いながら読み進めた。

その後、夏休み中に、ブラックホールの章の読み合せと、3 章に基づいた光線の軌跡の手計算に取り掛かる予定にしていたが、彼から、学校の課外行事が忙しいことや、加えて折から体調を崩しておりリハビリが必要であるとの連絡を受けて、セミナーを延期した。その後、8 月から 9 月に掛けて何度か日程調整をしたが、体調が万全では

なかったことや、課外行事等のため都合が合わなかったことや受験勉強も始まったことなどから、開催を見送り、11月の広島県中高生科学シンポジウムでの発表は見送ることになった。彼はその後の活動に意欲を示していたものの、結局都合が合わなかったことから、2014年春季天文学会のジュニアセッションの申し込みが締め切られた2014年1月には、今年度の天文班の活動を終了することを決定した。

3) 事業の成果及び今後の課題

本事業では、例年、「第一線の研究に用いているかなた望遠鏡と観測装置を高校生が動かし、観測を行い、データ処理をして、その過程で対象天体の素性が見えてくるという現場の雰囲気味わう」ということに主眼を置いてきたが、一方で昨年度の彼については、本人に希望から、特に観測は行うことなく理論的な計算のみによってブラックホールに関する研究を行うことにした。当時、まだ1年生で、高校物理も学んでいなかったが、ブラックホール連星の見かけの軌道を詳細に計算し、期待以上の結果を出して、11月の広島県中高生科学シンポジウムに加え、2013年3月に埼玉大学で開かれた日本天文学会春季年会ジュニアセッションでの成果発表に結び付いた。今年度も、その一連の流れから、受講生自身が希望していたブラックホールまわりの時空について、観測を伴わずに、理論的な勉強と計算を行うことを当初、目標に掲げた。しかし、2)に述べた事情により、残念ながら、3回セミナーを行ったのみで、特に成果を出すことなく、終了することになった。

その原因として、本人の高校での勉強や行事が忙しくなり、科学塾の勉強を進める余裕が少なくなったことに加えて、内容が少々高度過ぎて、結果を出すまでに要する時間が長かったこともあるかもしれない。受講生自身の体調が万全であれば状況は誓っていたかもしれないが、やはりブラックホールを扱うためには、一般相対論の知識が必要であり、今回用いた大学クラスの入門書は、高校数学をマスターしている彼でさえも片手間でできるものではなかったかもしれない。

本事業を進める上で、高校生本人の希望するテーマをまず優先させることが重要であることは変わらないが、最近の高校生はみな忙しく、日々の学習や行事と干渉することなく、無理せずに進められるような目標設定とすることも大事であることを痛感した次第である。

彼は、依然ブラックホールに強い関心をもっているようで、高3で取り組む卒業研究でブラックホールを扱いたいと考えているそうである。本科学塾で学んだ知識が、高3での卒業研究で、さらに彼が大学に入学して以後の本格的な勉強や研究に、必ずや役立つものと確信している。



1) 事業の目的

調査・研究の始まりは、地層中から発掘した貝化石をクリーニングした際、海岸で拾った貝殻と、肉眼やルーペで観察した限りでは特に違いがないように感じ、化石化とはどういう現象なのか疑問に思ったことである。わくわくプロジェクト科学塾研究室では、高校生の感じた二枚貝の化石化に関する素朴な疑問について、その謎を解き明かすための調査と分析を行い、科学的発見の喜びを体感させることを目的とした。

2) 事業の内容・方法

2-1. 研究目的

高校一年生が、広島県の庄原市や岡山県勝田郡奈義町に分布する、新生代新第三紀中新世の地層群（勝田層群）から産出した貝化石をクリーニングした際、海岸で採取できる現生の貝殻と肉眼で観察した限りでは区別がつきにくいものが多数あることに対して疑問を感じたことが研究の始まりである。

化石とは、過去に生きていた生物の痕跡全てを対象とするが、過去に生きていた生物が、地層中に化石として保存される過程の中には、生物の遺体そのまま保存されている例に始まり、鉱物質に置換される例、印象だけが残る例などさまざまな形態があるが、石化すること自体は必要条件ではない。古生代の三葉虫や、中生代の恐竜やアンモナイトなどのように絶滅してしまった生物の化石や、珪化木のように生物の遺骸が、完全に別の鉱物等で置換され、石になってしまったものに関しては、“化石＝現在生きていない生物”という認識を持ちやすい。これに対し、二枚貝の特定の種類に関しては、新生代から現世までほぼ同じ形で生きており、地層中から化石として産出したものと、海岸で拾ってきた現生の貝殻とは、形態や貝殻を構成する元素に関して、ほとんど違いは認められない。

そのため本研究では、比較的試料の入手が容易な新生代新第三紀中新世（およそ1,500 万年前）産のサルボウガイ（フネガイ科）の貝殻化石について、貝の化石化とはいったいどのような化学変化を伴う現象なのか、現生の二枚貝との比較検討において調査・実験・考察を行った。分析の結果、化石化について一定の理解と成果が得られたので以下に報告する。

2-2. 分析方法と結果

貝殻を構成する貝殻を構成する炭酸カルシウム（ CaCO_3 ）について、化石化に伴って成分が置き換わったり、結晶の構造が変化したりするかどうかわかるため、フーリエ変換赤外分光光度計を用いて、現生種と新第三紀中新世の貝化石の貝殻を構成する物質の分析を行った。

A. 二枚貝の貝殻の主な構成鉱物

二枚貝を含む軟体動物の多くは、炭酸カルシウム (CaCO₃) の殻を持つ。炭酸カルシウムは、結晶構造の違いにより、主にカルサイト(方解石)と、アラゴナイト(アラレ石)の二種類に区別される。

アラゴナイトは高圧条件で安定な結晶構造のため、通常の温度圧力条件下では、より安定なカルサイトに容易に転移することが想定される。実際、中生代にサンゴ礁などを形成していた六射サンゴなど、中生代より古い時代の地層に含まれる化石の多くは、カルサイトに変化していることが確認されている。

一方、広島三角州を形成する地層(数千年前)から産出した二枚貝の貝殻は、アラゴナイトのままであることが報告されている。このことから、貝殻を構成するアラゴナイトは、数千年やそこらでは変化しないが、続成作用に伴う熱や圧力、風化による地下水の働きなど、何かしらの作用が地層中の貝殻に働くことによって、アラゴナイトからカルサイトへと次第に相転移することが想定される。

B. 分析方法

フーリエ変換赤外吸収分光分析法 (FT-IR) を用い、CaCO₃ の結晶構造の同定を行った。FT-IR は、測定対象に赤外線を照射し、透過(反射)光のスペクトルの変化から、化合物を定性・定量する測定方法である。

FT-IR で炭酸カルシウムを測定した場合、図1に示すように、貝殻がカルサイトで主に構成されている場合 713cm⁻¹ のみで吸収が認められるのに対し、アラゴナイトを主体とする場合には 700・713cm⁻¹ の二ヶ所で吸収が見られることを利用して、貝殻を構成する鉱物の分析を行った。

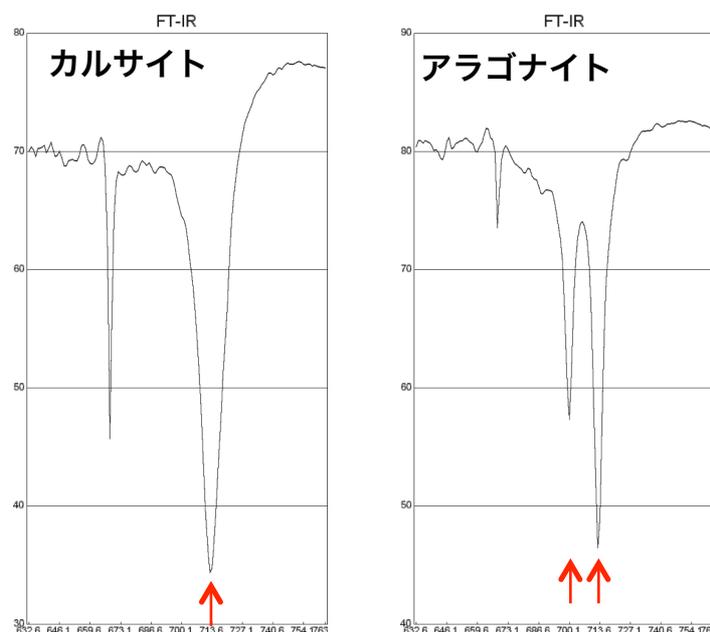


図1 FT-IR によるアラゴナイトとカルサイトのスペクトルの違い

C. 分析結果

FT-IR による分析の結果、以下の3点が明らかとなり、整理すると図2のようにまとめることができた。

1. 現生のサルボウガイの貝殻を分析した結果、内層・外層ともにアラゴナイトから構成されていることが確認できた。
2. 新生代第三紀(約1,500万年前)産のサルボウガイの化石では、7例中3例と約半数の個体において、貝殻を構成する炭酸カルシウムの結晶構造が、アラゴナイトからカルサイトへと変化していることが確認できた。
3. 広島県庄原地域の備北層群および、岡山県勝田郡奈義町の勝田層群で比較を行

った結果、化石の産出地域に関わらず、カルサイトに变化する割合は大きく変わらないことが判明した。

	サルボウガイ	
現生種	アラゴナイト 4 個体	
化石種	備北層群産 (庄原) 4 個体	勝田層群産 (奈義) 3 個体
	アラゴナイト 2 個体 カルサイトに变化 2 個体	アラゴナイト 2 個体 カルサイトに变化 1 個体

図2 現生種と化石種での貝殻を構成する主成分の変化

2-3.スケジュール

- 2012年 5月18日 初顔合わせ
6月 2日 開講式 研究計画の策定
6月24日 化石化についての文献調査
7月 1日 研究対象とする二枚貝の選定および生物学的な検討
7月 8日 庄原での化石の採取
7月14日 江田島で現生サルボウガイの貝殻採取
7月21日 分析試料の選出と分析試料の作成
9月 2日 FT-IRによる分析
9月19日 発表要旨の作成 (メールにて実施)
10月28日 ポスター作成および発表の打合せ
(その後のポスターの微修正等は、メールで行った)
11月 3日 中高生科学シンポジウムにてポスター発表
- 2013年 5月15日 地学教育学会での発表に向けた打ち合わせ
6月16日 学会講演要旨作成に向けた打ち合わせ
6月27日 学会講演要旨作成
7月10日 発表用のポスター原稿およびミニトーク用の
パワーポイント原稿の作成
8月17日 地学教育学会での
ポスター発表 (図3)



図3 学会発表中の風景

2-4. 研究のまとめ

今回の研究によって、二枚貝の貝殻は、肉眼では現生の貝殻と同じように見えるが、炭酸カルシウムの結晶配列という鉱物レベルにおいて、化石化ともいべき現象が進行していることが明らかとなった。一方、文献調査によると、広島三角州を形成する地層（約5千年前）から産出した二枚貝の貝殻を構成する炭酸カルシウムは、アラゴナイトのままであること、また中生代以前の化石では、ほとんどがカルサイトに変化していること、などが報告されている。このため、高圧条件で安定な結晶構造であるアラゴナイトから、通常温度圧力条件でより安定なカルサイトに転移するという現象が、約1,500万年の間に約半分の確率で発生する、ということが明らかとなったことは、化石化という現象を理解する上で重要な意義を持つと考えられる。

3) 事業の成果及び今後の課題

貝殻の鉱物レベルでの相転移という、肉眼における観察や研磨薄片による顕微鏡観察では明らかにすることができなかった“化石化”に伴う現象を、大学のもつFT-IRという分析機器を用い、グラフのスペクトルの違いとして表すことで、高校生にも理解できる形で分析を行うことができた。また、文献調査および今回の分析結果を比較することにより、数千万年から数億年という時間スケールで語られる地質的な年代スケールを、いくらか実感することができたのではないかと考える。

参加する高校生の学校行事・クラブ活動・模試等の予定および私自身の都合により、科学塾研究室の日程調整は非常に難しく、十分な日程が取れたとはいえないが、熱心に広島市内から通って調査や分析を進めたことにより、上記のような成果を挙げることが出来たとともに、学内のシンポジウムにとどまらず地学教育学会の全国大会にて発表を行う機会を得て、学会の会場で他の高校生や、ポスター発表を見学に訪れた参加者などから、研究方法や調査結果に対して様々なアドバイスや貴重なご指摘を受ける良い機会となった。このことは、高校生ながらも研究を行う上で必要となるPDCAの基本を一巡できたこととなり、研究に限らず自分で計画して実行し、それを評価して次の行動につなげるという受動的な学生生活とはことなる社会人としての行動の基本を経験したことにより、将来に向けて良い経験を得たと考える。

また、最後に参加する高校生が興味を持ちながら楽しく活動を行いつつ、限られた日程の中で調査・学習を行いつつ、最低限の成果を上げるためには、高校生のやる気と主体性がとても重要であり、それに対して、教員からいかに適切なアドバイスを送ることができるかが重要であると感じた。



⑦ 日本地学教育学会

受講生が、その成果を日本地学教育学会第 67 回全国大会のジュニアセッション(ミニトーク)とポスターセッションで発表した。発表は 2013 年 8 月 17 日(土)で、会場は大阪教育大学だった。ここでは、日本地学教育学会第 67 回全国大会の「大阪大会講演予稿集」に掲載されたものを紹介する。

J - 2

現生種との比較における中新世貝化石の化石化の研究

Research on fossilization process of shells from the Miocene formation by comparison with modern species.

○光野 萌¹・吉富健一²・藤川義範²

Moe MITSUNO¹, Kenichi YOSHIDOMI², Yoshinori FUJIKAWA²

広島大学マツダ財団科学わくわくプロジェクト科学塾研究室¹, 広島大学²

WAKUPURO¹, Hiroshima University²

概要: 広島県の三次市・庄原市や岡山県勝田郡奈義町に分布する、新生代新第三紀中新世(およそ1,500万年前)の地層群から産出した二枚貝の化石と、現生に存在する同じ種類の貝殻の成分とを、フーリエ変換赤外吸収分光分析法 (FT-IR) を用いて貝殻を構成する CaCO₃ の結晶構造の同定を行って、比較分析することで、二枚貝の化石化とはどのような作用なのか調べた。

Keywords: 貝、中新世、化石化、カルサイト、アラゴナイト、FT-IR

1. 二枚貝の貝殻の主な構成鉱物

～カルサイト、アラゴナイト～

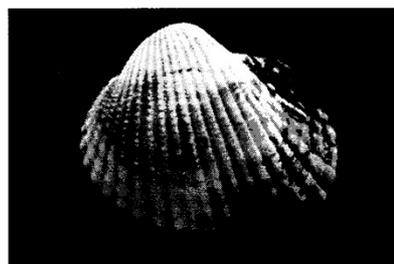
二枚貝を含む軟体動物の多くは、炭酸カルシウム (CaCO₃) から構成される石灰質の殻を持っている。一般に炭酸カルシウムは、結晶構造の違いにより、主にカルサイト(方解石)と、アラゴナイト(アラル石)の二種類に区別される。また、二枚貝の殻の多くは、外層と内層の二層(種によっては中層を含めた三層)より構成され、電子顕微鏡で観察すると、構成鉱物の形や配列の違いにより表1に示すように分類される。

貝殻を構成するアラゴナイトは、高压条件下で安定とされる結晶構造であるため、通常の温度圧力条件下でより安定なカルサイトに容易に転移する。このため、中生代や古生代など、古

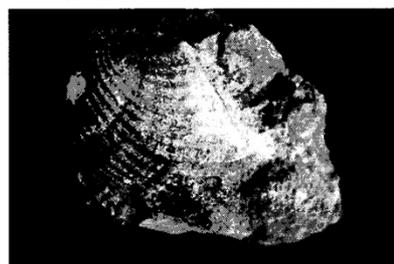
表1. 貝殻の構成鉱物の構造による分類

構造	主な鉱物	一般的な分布	代表的な二枚貝
交差板構造	アラゴナイト	外層	フネガイ、タマキガイ、バカガイ、マルスダレガイ
真珠構造	アラゴナイト	内層	アコヤガイ、ハボウキ、イガイ、カラスガイ、イシガイ
稜柱構造	カルサイト	外層	アコヤガイ、カラスガイ、ハボウキガイ
葉状構造	カルサイト	外層	カキ、ホタテガイ、ナミマガシワ

※下線は、今回分析を行った対象の貝殻



現生のサルボウ貝 (広島県呉市)



備北層群産のサルボウ貝 (広島県庄原市)

図1 分析を行った貝化石の例

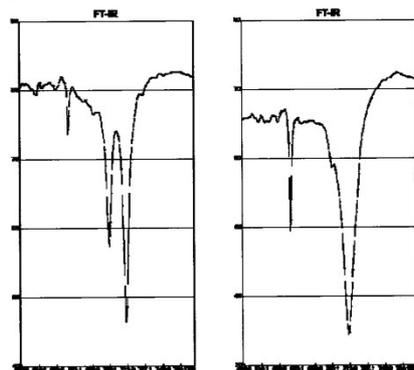
表2. FT-IR 法による成分の分析結果

	サルボウガイ		ホタテガイ	カキ
現生	アラゴナイト (7)		カルサイト (2)	カルサイト (2)
化石	庄原産出 (4)	奈義産出 (3)	庄原産出 (2)	庄原産出 (2)
	アラゴナイト (2) カルサイト (2)	アラゴナイト (2) カルサイト (1)	カルサイト (2)	カルサイト (2)

い地質時代の化石の多くはカルサイトに变化していると考えられる。一方、広島の三角州を形成する地層から産出した二枚貝の貝殻は、アラゴナイトのままであることが報告されており、数千年程度では変化しないことが明らかとなっている。

2. 分析方法

フーリエ変換赤外吸収分光分析法 (FT-IR) を用い、貝殻を構成する CaCO_3 の結晶構造の同定を行った。識別にはカルサイトは 713 波のみで、アラゴナイトでは 710、713 波の両方で吸収バンドが見られることを利用した (図2)。



アラゴナイトの吸収波形の例
カルサイトの吸収波形の例
図2 FT-IR による炭酸カルシウムの結晶構造の違いによる吸収波形の違い

分析を行った試料は、新生代新第三紀の化石 (サルボウガイ7つ、キムラホタテ2つ、オオガキ2つ) と、比較対照とした現生の貝殻 (サルボウガイ4つ、ホタテガイ2つ、イワガキ2つ) の計19 サンプルである。

3. 分析結果

分析の結果を表2にまとめる。現生の貝殻の分析では全例、サルボウガイはアラゴナイト、ホタテガイとイワガキはカルサイトが主成分であることが確認された。これに対し、新生代新第三紀中新世の地層群から産出したサルボウガイの化石では、7例中3例の主成分がカルサイトに变化していることが判明した。

4. 考察と今後の課題

約1,500 万年前という比較的新しい地質時代の化石において、貝殻を構成する炭酸カルシウムの結晶構造が、初生的なアラゴナイトからカルサイトへと变化しているものがあることが確認された。また、その頻度が試料のおよそ半数であることと、産出地域が違っていても、变化する割合は大きく変わらないことも判明した。

化石のキムラホタテとオオガキの主成分のカルサイトは生前のままのものか、二次的にカルサイトに变化したものか、FT-IR による分析からは判定不可能であったため、今後は、電子顕微鏡等を用いた詳細な組織の観察や微小領域における化学分析を行ってみたい。

謝辞

ご指導いただきました広島大学の先生方、サンプルの採取や鑑定にご協力下さった庄原化石集談会の方々、どうもありがとうございました。

参考文献

- 1) 地学団体研究会編, 化石と生物進化 (pp38-47), 東海大学出版会, 2004
- 2) 化石研究会編集, 化石の研究法, 共立出版株式会社, 2000

科学塾研究室

科学塾研究室受講生の光野萌さんが、学会で研究成果を発表しました。

「平成25年度全国地学教育研究大会
日本地学教育学会第67回全国大会」
主催：日本地学教育学会
発表：平成25年8月16日（金）
会場：大阪教育大学天王寺キャンパス

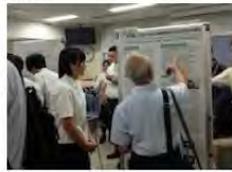
ジュニアセッション、及びポスターセッションでの発表（J-2）

「現生種との比較における中新世貝化石の化石化の研究」

研究概要（「大阪大会講演予稿集」より抜粋）

広島県の三次市・庄原市や岡山県勝田郡奈義町に分布する、新生代新第三紀中新世（およそ1,500万年前）の地層群から産出した二枚貝の化石と、現生に存在する同じ種類の貝殻の成分とを、フーリエ変換赤外吸収分光分析法（FT-IR）を用いて貝殻を構成するCaCO₃の結晶構造の同定を行い、比較分析することで、二枚貝の化石化とはどのような作用なのか調べた。

発表を聞いた人から「埋まっていた場所、深さなどの条件によるものか、年数によるものか、どう考えているか?」「個体全体は同じなのか、個体内の場所によって異なるのか?」「標本は同じ地層からの産出と考えていいか」などの質問が出ました。それぞれ質問の意図に的確に返答していました。（藤川）



わくプロブログより

⑧ これまでの科学塾の記録（事業実施報告書をもとに記録）

〔第I期〕科学塾

平成15年度（実施されなかった）

平成16年度 12名（高1：7名，高2：4名，高3：1名）
8月26日（木），8月27日（金），8月28日（土），
9月4日（土）の4回

平成17年度 22名（うち，中学生1名）
10月30日（日），11月6日（日），11月13日（日），
11月20日（日）の4回

平成18年度 中高生19名
9月3日（日），9月10日（日），9月17日（日）の3回

平成19年度 中学生18名，高校生12名
ジュニア科学塾と科学塾の合同企画
8月20日（月），8月21日（火），9月8日（土）の3回

平成20年度 18名
9月6日（土），9月13日（日），9月20日（土）の3回

〔第Ⅱ期〕科学塾研究室（講師は、当時の役職名）

平成21年度 8名

物理分野（高2：1名），講師：鈴木孝至（教授）
生物分野（高2：1名），講師：道端齋（教授）
天文分野（高1：3名，高2：1名，高3：2名），
講師：大杉節（特任教授），川端弘治（准教授）

平成22年度 6講座9名

生物学講座（高3：1名），講師：道端齋（教授），植木龍也（准教授）
化学講座（高2：1名），講師：泉俊輔（教授）
天文学講座（高2：1名，前年度も受講，高1：1名），
講師：大杉節（特任教授），川端弘治（准教授）
遺伝学講座（高1：1名），講師：田中信和（教授）
海洋生物学講座（高1：1名），講師：浦田慎（助教）
細胞生物学講座（高3：3名），
講師：細谷浩史（教授），濱生こずえ（助教）

平成23年度 6講座6名

遺伝学講座（高1：1名），講師：田中信和（教授）
分子生物学講座（高1：1名）講師：坂本尚昭（准教授）
海洋生物学講座（高2：1名，前年度も受講），
講師：浦田慎（助教）
低温物理学講座（高1：1名），講師：鈴木孝至（教授）
天文学講座（高2：1名），講師：川端弘治（准教授）
素粒子物理学講座（高2：1名，前年度も受講），
講師：大杉節（特任教授）

平成24年度 3講座3名

分子生物学講座（高2：1名，前年度も受講），
講師：坂本尚昭（准教授）
天文学講座（高1：1名），講師：川端弘治（准教授）
地学講座（高1：1名），講師：吉富健一（講師）

平成25年度 2講座2名

天文学講座（高2：1名，前年度も受講），講師：川端弘治（准教授）
地学講座（高2：1名，前年度も受講），講師：吉富健一（講師）

(4) 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

理科の授業に苦勞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 教師研修の支援

理科実技講習会を7月31日(水)に実施した。

会場	竹原市立東野小学校及び隣接の東野公民館		
受講者	近隣の理科部の教員、東野小学校の教員 約40名		
講習・実技	月や太陽の学習		
講習時間	9:30~11:30		
講師	広島大学大学院教授	林 武広	
補助	わくプロコーディネーター	藤川義範	



④ 模擬授業による支援

講師，授業 広島大学大学院教授 林 武広
 補助 わくプロコーディネーター 藤川義範

- 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。
- イ 広島市教育委員会と連携する（担当：中田晋介指導主事）。
 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。
- ウ 本年度実施校は，次の16校（昨年度14校，一昨年度12校）。

【第5学年】

「天気の変化」

広島市立戸坂小学校（東区） 10月16日（水） 4学級 児童128名

「流れる水のはたらき」

広島市立彩が丘小学校（佐伯区） 10月22日（火） 2学級 児童53名
 広島市立竹屋小学校（中区） 10月23日（水） 2学級 児童46名
 広島市立藤の木小学校（佐伯区） 11月11日（月） 1学級 児童32名
 広島市立比治山小学校（南区） 11月12日（火） 4学級 児童128名
 広島市立深川小学校（安佐北区） 11月20日（水） 2学級 児童66名

【第6学年】

「月と太陽」

広島市立古田台小学校（西区） 11月13日（水） 2学級 児童52名
 広島市立古田小学校（西区） 11月15日（金） 5学級 児童142名
 広島市立五日市中央小学校（佐伯区） 11月19日（火） 4学級 児童103名
 尾道市立土堂小学校 12月10日（火） 2学級 児童55名
 広島市立五日市観音小学校（佐伯区） 12月13日（金） 4学級 児童116名
 広島市立牛田小学校（東区） 12月17日（火），12月18日（水）
 5学級 児童153名
 広島市立河内小学校（佐伯区） 12月17日（火） 1学級 児童27名
 広島市立戸坂城山小学校（東区） 12月18日（水） 2学級 児童50名
 広島市立みどり坂小学校（安芸区） 1月22日（水） 4学級 児童102名
 安芸郡府中町立府中中央小学校 2月10日（月） 3学級 児童113名

※夜，天体観察会も実施（当日天候が悪く延期，3月10日に実施）
 児童・保護者，教員など約40名参加

理科特別授業 5年1組



広島大学の林武広教授が5年「流れる水の動き」で、特別に授業をしてくださいました。先生は「物事の本質を考えさせたい」という願いの元、授業を進められました。いつもの授業とは少しやり方が違います。例えばノートには自分が考えた事を書く・発達はノートを渡し、交流の意見を聞いて付け加えてもよいなどです。これは中学校・大学の授業の雰囲気にも少し似ています。その授業通り、子ども達は楽しみそっくり動かせました。問われたことは「流れる水はどこで見た？」「流れる水の中には何が流れている？」「流れる水の中で何が起きている？」といった事から、流れる水の動きについて学びました。画像や流水の実験装置で実際に流れる水の中では砂や石がどんな動きをするかも見ました。

先生は、「とてもよく考える子ども達だね。程度の高い思考もあつたけど最後までよくついて来ましたね」と感心しておられました。壁で見ている「あ」「あー台風と同じだ！」などどどんふい突づきをしていました。さすが彩が丘っ子達です。

理科特別授業 5年2組



こちらは5年2組の授業です。学級によって若干展開の様子の違いはありますが、最後の目標到達は同じです。「流れる水の動き」について学習していく興味・関心・意欲が盛り上がったかどうかです。前、今後の学習にとでも意欲をもたせようでした。

[学校の様子] 2013-10-22 18:07 up!

出前授業 11月11日



理科の学習で、大学の先生による出前授業を受けました。「流れる水のはたらき」の学習で、実際の川の機子をビデオで観察したり、大きな水槽の模型で、子どもたちの予想が当たっているかどうか、水や石を流して確認したり、たくさん考えてたくさん観察してたくさん発表した授業でした。

「ノートは板書を写すだけではなく、自分の考えをたくさん書きましょう。」「予想を言うときは、必ず根拠をはっきりさせましょう。」授業の内容だけでなく、勉強の仕方も指導していただき、子どもたちはたっぷりと知的好奇心をくすぐられたようです。

[5年生] 2013-11-12 07:42 up!

●10月23日「理科出前授業」(5年生)



広島大学の林武広先生をゲストティーチャーに、5年生の理科の出前授業がありました。単元は「流れる水のはたらき」です。DVDを視聴したり、実際に水を流して実験をしたり、水の方でものが動く様子がよくわかりました。

小学校のHPより(彩が丘小、竹屋小、藤の木小)

月と太陽

1.月の形の見え方

月は、丸い形をしているが、太陽からの光(日光)に照らされている部分だけが明るく光って見え、かげになっている部分は、暗く見えな。

月の形の見え方が、日によって変わるのは、どうしてだろうか。

太陽の光がある部分、半分だけ明るく照らされるね。

かげになっている、明るく照らされている。

地球

予想 上の図のように、月に光が真横から当たると、ちぎりと半分に見えたりけれど...



実験1

月の形の見え方と太陽

① 暗くした部屋で、ボールを月に、電灯を太陽に見立て、ボールに一方から光を当ててみる。

球体のボールのうち、どの部分が明るく光って見えたか。

② いろいろな位置にボールを動かし、光が当たった部分の見え方を観察する。

ボールがアークの位置にあるとき、光が当たった部分は、それぞれどんな形に見えたか。また、そのとき光は、ボールの左右どちら側から当たっていたか。

③ 実際に実際の月を見て、月の形の見え方と位置、そのときの太陽の位置を観察する。ちがう形の月が見られる日にも、同じようにして観察する。

その結果から、月の形の見え方は、どうして変わると考えられるか。

月の形の見え方と太陽 (約10年毎に全時 小林 友希)

④ 観察 右側が「光」が見えた。そのとき太陽は、真横の空に

太陽の位置を観察するとき、必ず目と太陽を一直線にする。目をいためるので、太陽を直接見るのは危険。



月と太陽

まとめ

① ボールの見え方と電灯の位置には、どんな関係があるだろうか。

② 実際の月の見え方と太陽の位置には、どんな関係があるだろうか。

ボールの右側が光って見えるときは電灯も右側に、左側が光って見えるときは電灯も左側にあつた。

これは三日月、うは右側の半月、うは真横と同じだから。

実験して、ボールを動かすとボールと電灯の位置関係が変わり、光が当たった部分の見え方が変わった。このことから、月の形の見え方が日によって変わるのには、月と太陽の位置関係が変わるからだと考えられる。

月の見え方は、下の図のように、約1か月間でもとの形にもどる。

月の見え方の変化 観察は、月が見える1時間を目安に日数(月れい)



教科書の記載 (新興出版社啓林館「わくわく理科6」より)

⑤ 日本地学教育学会

昨年度の模擬授業について児童および教師の反応から成果を検討し、その結果を日本地学教育学会第67回全国大会で発表した。発表は2013年8月18日(日)で、会場は大阪教育大学だった。ここでは、日本地学教育学会第67回全国大会の「大阪大会講演予稿集」に掲載されたものを紹介する。

B - 17

教員研修を目的とした小学校6年「月」の模擬授業

The Demonstration Lesson of the Moon in Elementary School Science
as an In-service Teacher Training

○林 武広¹・藤川 義範¹・吉富健一¹・磯崎哲夫¹・間處耕吉²

Takehiro HAYASHI¹, Yoshinori FUJIKAWA¹, Kenichi YOSIDOMI¹, Tetsuo ISOZAKI¹ and
Kokichi MADOKORO²

広島大学大学院教育学研究科¹, 高知大学総合教育センター²
Hiroshima University¹, Kochi University²

概要：広島大学科学わくわくプロジェクトの1事業である小学校理科の授業支援と現職研修のための模擬授業について児童および教師の反応から成果を検討した結果、児童、教師とも観察・実験以上に説明が持つ大切さへの認識を高めた。

キーワード：広島大学科学わくわくプロジェクト、模擬授業、月、現職研修、特別講師

1. 前書き

筆者らは2003年に公益財団法人マツダ財団と広島大学の連携事業（現在は共同研究）として広島大学科学わくわくプロジェクトを立ち上げ、現在に至るまで事業を継続している。このプロジェクトの目的は広島大学の人的・物的資産を活用し、青少年の健全育成と科学教育振興を推進することにある。

当プロジェクトが実施する具体的事業の1つとして小学校教員対象の理科授業支援事業として「小学校理科ひろば」（以下、理科ひろば）を実施している。理科ひろばの目的は、小学校教員が行う日常の理科授業を充実させるために有効な支援活動を企画・実施することにある。ここ数年来、広島市教委と連携し大学教員が小学校へ出向き、児童を対象に行う模擬授業を通じた授業支援・教員研修を実施している。この事業は児童を対象とした特別講師による授業の面と現職教員対象の授業づくり研修の面を併せ持っている。これまでに本学会等で前者に焦点をあて活動内容とその成果について報告してきた（例えば林ほか、2011）。

ここでは特に小学校からの要望が多い6年「月」の模擬授業に焦点をあて、教員研修としての意義やあり方について検討を試みた。

2. 小学校6年「月」の模擬授業

月の学習は学習指導要領の改訂によって6年で詳しく学習することになったためか小学校からの

要望が最も多い内容である。この学習では児童が実際の観測を行い、満ち欠けのきまりを見いだしたうえ、その仕組みを月の公転軌道上の位置と関連づけて推測する。このプロセスには天体を観る視点の変換をはじめ3次元空間での位置イメージなど児童にとって、のみならず教える教師にとっても難しい内容を含む。一方、児童による観測を内容理解の深まりにどう結びつけていくかといった課題もある（土井ほか、2013）。

模擬授業はゲストによる特別講義ではなく基本的に各校の希望に沿い学習単元内の位置づけで実施している。内容に関し担任教諭（または理科専科）と事前に「月」の学習単元で授業を希望する次時と内容を協議する。単元のまとめに相当する授業を担う場合には、協議の際に児童の観測と記録について助言を行っている。2012年では単元の導入または前半部分への希望が多く、児童の観測と記録の指導も含めて欲しい旨の希望もある。

当模擬授業は基本的には授業支援であると同時に一種の研修であるため“講師と共に授業を作っていく”ことを通し、この単元の内容と指導方法の深化を図ることをねらいとしている。そこで、授業の際には担任教師は必ず講師と連携することとしており発表の際の指名、児童がノート記述する際のアドバイス、講師と協同して実験を行うことが通常である。

授業内容は学校によって相違はあるが、基本的に、①月の望遠鏡写真・動画から月が太陽光を反



図1：月の位置と見え方のモデル実験

射して輝いている証拠探し、②太陽に見立てた大型ランプと月に見立てたスチロール球によるモデル実験(図1)による見え方の違い(球を見る場所の変化、球の位置変化)を確かめた後、この実験結果と児童が実際に観測した月の位置と見え方とを関係づけて考察させる場合、実際の月ではどうなっているかを確かめるための観測について考察させる場合がある。単元まとめとして、児童が観測で確かめた月の位置と見え方の関係をこのモデル実験結果をもとに考察する場合もある。

3. 模擬授業の成果

ここでは2012年度に6校で実施した「月」の模擬授業における児童および教師の反応、児童および担任(担当)教諭対象の質問紙調査の結果から教員研修としての模擬授業の意義を考察する。

(1) 模擬授業における児童の反応

授業の始めに自分の考えや必要なことをノートに書くよう促すと怪訝な様子であったが、多くの児童は対応できた。モデル実験の内容は理解できたが実際の観測結果と関連づけての考察は難しいようであった。

児童対象の7項目で構成する質問紙調査は各校

表1：児童回答の応答数

	応答数
自分でしっかり考えること	244
先生の説明をしっかりと聞くこと	201
友だちの意見を聞くこと	76
自分の考えを発表すること	82
実験や観察でたしかめること	181
実験や観察を楽しむこと	131
何も無かった	25
合計	940

で月の学習が全て終了後に実施した(n=534)。そのうち授業内容理解に関する質問では9割の児童が肯定的回答であった。下記質問の結果を表1に示す。なお、他は発表時に紹介する。

- ・特別講師の先生の授業を通し、理科の学習で大切と思ったこと(複数選択、2つ以内)

応答数の分布にあるように児童は“自分で考える”、“説明をしっかりと聞く”さらに“実験・観察で確かめる”大切さを認識できたと判断される。

(2) 担任(担当)教師の反応

月の位相と見える位置、それらと軌道上の位置との関係について模擬授業を通して改めて理解できた、モデル実験の扱いと月の観測と記録の指導についても事前協議または授業後の説明も含め、納得できたとの反応が多く得られている。

教師対象(n=16)の質問は3項目のうち下記2質問の回答の集計結果を表2および表3に示す。他は発表時に紹介する。

- ・特別講師の授業で、教師にとって最も参考になると思ったこと(6項目から単選択)

表2:教師にとって最も参考になると思ったこと

	応答数
教材・教具	6
講師の説明	7
教材の扱い方や扱う視点	3
合計	16

- ・特別講師の授業のあとの指導はいかかがか(7項目から複数選択、数は制限なし)。

表3: 模擬授業後の学習指導

	応答数
①特に変わらない	3
②自信をもって指導できた	3
③質的に高い指導ができた	2
⑤観察や実験の指導がスムーズにできた	11
合計	19

参考になったことでは「講師の説明」と「教材・教具」に回答が多いこと、また模擬授業後では「スムーズな観察・実験」が多く選択されている。

本模擬授業を通し児童、教師が共通して講師の“説明を聞く”を大切と捉えており、理科授業においては観察・実験以上に説明・解説が持つ重要性への認識が高められたと考える。

[文献]

土井 徹・藤川義範・林 武広(2013):小学校6年「月」における観測を促す工夫と学習効果、本大会発表要旨集

⑥ 日本教科教育学会

昨年度、小学校教員を対象とした質問紙調査を実施し、その回答から検討を行い、その結果を日本教科教育学会第39回全国大会で発表した。発表は2013年11月24日(日)で、会場は岡山大学だった。ここでは、「日本教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。



小学校教員の理科授業に関する認識の傾向

○林 武広 (広島大学), 藤川義範 (広島大学), 間處耕吉 (高知大学),
吉富健一 (広島大学), 中田晋介 (広島大学), 磯崎哲夫 (広島大学)

小学校教員の理科及び理科授業に関する認識状況を解明するため広島県内の15校、計208名の現職教員を対象とした質問紙調査を実施した。その結果、回答を寄せたほとんど全ての教師が理科の内容や指導法について何でも聞けることを強く望んでいる。また観察・実験ではできるだけ「子どもが喜ぶ実験」行いたい気持ちが高い。この点は今後の授業改善のための研修ポイントと考えられる

キーワード: 小学校, 現職教員, 理科の授業, 観察・実験, 認識の傾向

1 本研究の背景と目的

小学校理科授業の充実をめざすうえでは、現職教員に対する効果的な研修が重要である。本研究はそのための基礎的研究として小学校現職教員の理科授業に対する認識傾向を明らかにすることを目的とした。

まず林ほか(2013, 本大会発表論文)は小現職教員および小教員志望学生の科学リテラシーを調査し、現職小学校教員では「生活重視型(科学は苦手だけど社会的な興味は高い人々)」が4割を占めることを報告している。

筆者らは小学校において少なからぬ教師が理科授業に苦慮している現況の改善をめざし、過去数年来、広島大学科学わくわくプロジェクトの小学校理科支援プログラム「小学校理科ひろば」の一環として小学校高学年における理科模擬授業や実践研修会を行い、その成果を報告してきた(Hayashi & Isozaki, 2013; 林ほか, 2011など)。

さらに、林ほか(2013)は6年「月」の

学習を例に理科を得意としない教員の場合には“模擬授業”を通じた内容や観察・実験の研修が有効であることを報告している。中教審初等中等教育分科会(2012)は小学校から中学校への接続が必ずしも円滑ではない要因として、例えば小・中学校の授業形態の違い、生徒指導方法の違い、学習上や生徒指導上の問題共有が不十分、教師間、生徒-教師間の人間関係の違い等を指摘している。言うまでもなく理科に関しても小・中学校での学びの連結には課題がある。そこで土井ほか(2013, 本大会発表論文)は小学生および中学生の理科授業に対する意識を調査し、両者の共通点と相違点を明らかにし、特に小学校5・6年生の授業内容・方法について「何のために理科を学ぶのか」という視点で再検討を提案している。これらをふまえ本研究では現職小学校教員が持つ理科および理科授業に対する認識の特徴や傾向を探り、それらと小学校の理科授業の課題との関連を考察する。

表1 質問および回答分布

Q	質問内容	単位%				N
		そう思わない	あまりそう思わない	ややそう思う	そう思う	
1	理科の指導に自信がある	17.3	65.4	16.8	0.5	208
2	理科を学ぶことは将来の幸福な生活に欠かせない	0.0	13.0	63.0	24.0	208
3	理科で教える内容を理解している	4.3	23.6	63.9	8.2	208
4	教材の内容を深く理解していればいほどよい授業ができる	0.0	3.8	30.3	65.9	208
5	理科では教授(指導)方法が適切であればいほどよい授業ができる	0.0	2.4	34.3	63.3	207
6	理科では知識の獲得よりも考えさせることが大切である	0.0	9.7	57.0	33.3	207
7	理科の授業のために用意する教材はできるだけ精選絞った方がよい	0.0	7.2	50.2	42.5	207
8	理科の授業では子どもが喜ぶ観察・実験を行いたい	0.0	5.8	28.6	65.5	206
9	教科書に挙げられている観察・実験は全て行うことが必要である	1.0	30.9	52.2	15.9	207
10	観察・実験の結果が教科書どおりにならなかったら失敗である	18.4	56.3	21.4	3.4	205
11	危険が伴う観察・実験は安全のことを考えできるだけ実施しない	21.0	52.2	22.0	4.9	205
12	理科の観察・実験の準備は手間や時間がかかる	1.0	5.8	44.7	48.5	206
13	理科で考える活動を高めるためには観察・実験を多く行うことが必要である	0.5	11.2	54.6	33.7	205
14	理科嫌い・理科離れは学校の理科の授業が良くないからである	2.4	49.5	39.3	8.7	206
15	理科の授業には理想的で規範となるモデルがある	8.3	45.1	39.7	6.4	203
16	理科の授業マニュアルがあれば欲しい	1.4	11.6	49.8	37.2	207
17	理科の内容について何でも聞けて教わる機会が欲しい	0.0	4.3	42.5	53.1	207
18	理科の指導法について何でも聞けて教わる機会が欲しい	0.0	3.9	40.8	55.3	206

2 研究方法

2012年9月～2013年1月の期間に広島県内の公立小学校15校で質問紙調査を実施した。質問は「授業づくりの基盤」,「観察・実験への取り組み」,「授業力向上」に関する合計18である(表1)。本調査の質問は林ほか(2013)に準じて設定した。回答は「そう思わない」から「そう思う」までの4件法とした。併せて各教科の得意不得意の程度も問うている。回答者総数は208名であった。

3. 回答集計結果および考察

各質問の回答集計結果を表1に示す。ここでは「そう思わない」,「あまりそう思わない」を否定的回答,「ややそう思う」,「そう思う」を肯定的回答とする。

回答分布を概観すると理科や理科の授業に関する認識として肯定的,あるいは否定的回答が期待される質問に対し,それぞれの期待に添う回答結果が多い。

個別に見ると質問番号1(表1のQ欄,以下Q1)では否定的回答が卓越しており理科の指導へ自信の無さがうかがえる。その一方,Q3の理科の内容理解では肯定的回答が7割を越えている。そこでQ1-Q3の回答について4×4分割表を用いたFisherの直接法検定の結果,内容理解程度と指導の自信程度には高い関連が見いだされた($p=0.00$)。教科ごとの得意・不得意に対する回答でも理科では,得意+非常に得意が18%で全教科中,最少,不得意が23%で音楽の次に多い結果であった。

理科学習の特徴的活動とも言える“観察・実験”への向き合い方や扱いに関するQ8~Q13では否定的回答が期待されるが,実際には肯定的回答が多い。特にQ8では肯定的回答が9割5分近く,“目的を持った活動である観察・実験の”本来の意味“把握が不十分であることが示唆される。このことは土井ほか(2013,本大会発表論文)の指摘とも整合する。

Q10,11では7割程度が否定的回答であるが,教科書準拠およびリスク回避指向を示すと考えられる。Q12は多忙な教育現場において率直な感想と受け取れる。一方,Q13では肯定的回答が多く,小学校教員に多い几帳面さ,完全主義的側面の反映であ

ろう。Q14,15,16は否定的回答が期待されるが,実際には肯定的回答が5割に迫ろうとする状況である。Q16では肯定的回答が8割,Q17,18では9割を越えている。両者の回答間には深い関連があり,どちらか内容,指導法に偏らず両方を尋ねたいとの強い意思が見て取れる。

表2 Q17とQ18の回答 クロス表

		Q18			合計
		あまりそう思わない	ややそう思う	そう思う	
Q17	あまりそう思わない	6	3	0	9
	ややそう思う	2	76	10	88
	そう思う	0	5	104	109
合計		8	84	114	206

Fisherの直接法 $p=0.000$

4. まとめ

今回の調査から多くの小学校教科書どおり几帳面にこなそうとする気持ちが現れている。反面,柔軟性に乏しいマニュアル主義的な面も見取れる。特に観察・実験ではできるだけ「子どもが喜ぶ実験」行いたい気持ちが強いようである。このことが課題の核心と考えられ,今後,現職研修を行ううえで注目すべきポイントと言えよう。

主要引用・参考文献

- 土井徹・秋山哲・野添生,磯崎哲夫・林武広(2013)理科授業に関する小学生と中学生の認識の共通点と相違点,本大会発表論文集。
Hayashi T. & Isozaki T. (2013) Improvement of elementary teachers' science lessons through joining demonstration lessons by scientists as a part of in-service teacher training, EASE International Conference 2013.
林武広・平野俊英・佐藤崇之・磯崎哲夫(2013)教育実習を通じた中等理科教員志望学生の意識変容,日本科学教育学会年会論文集,37, pp274-275.
林武広・鹿江宏明・鈴木盛久・藤川義範・土井徹(2013)小学校現職教員および志望学生の科学リテラシー,本大会発表論文集。
文部科学省(2011),中央教育審議会初等中等教育分科会 学校段階間の連携・接続等に関する作業部会 資料2, p.1.

⑦ 活動報告

小学校の先生のための理科ひろば

— 模擬授業 —

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

コーディネーター 藤川義範

1 模擬授業

模擬授業は、理科の授業における内容の意味と扱い、観察・実験の方法と記録、考察の進め方などについて特別講師（林）が各学級で実際に授業を行うことを通して理科授業のスキルアップを図ることを目的としている。今年度は、第5学年の「流れる水のはたらき」、「天気の変化」および第6学年の「月と太陽」の授業を行った。いずれも指導が難しいとされる単元であり、要望の多いものである。

模擬授業は、特別講師のための特設ではなく、あくまでも通常の授業計画内の1時限を担当することを基本としている。そのため担当教師（担任または理科専科）が模擬授業を希望する単元とその単元内で希望する授業の次時をあらかじめ聴き取った後、模擬授業を計画し、担当教師との協議し授業過程を決定した。実際の授業は各学級の担当教師と連携する形式、ここでは講師がT1、担当教師がT2をつとめるチームティーティングで行った。具体的には、主たる指導はT1、授業中に児童に意見や考えを発表させる場合の発表者指名と補助説明はT2が行った。

2 授業の概略

(1) 流れる水のはたらき（第5学年）

いずれの授業でも生活の中で台所やトイレなどで見られる流水の存在に気づかせた後、雨の日の運動場、水路、川などでの流水はどこでも見られることを強調した。続いて流水が何をするのか、どのような働きをするのかに焦点をあてて考えをまとめさせた。続いて、礫、砂、泥と流水モデル実験装置を見せ、流水の働きを確かめるためにどのような実験が適切かを児童に考えさせた。その後、児童の考えに沿った実験と考察を行わせた。

(2) 天気の変化（第5学年）

この単元の授業では一部、中学校で扱う内容も取り入れた指導を行った。特に雲に焦点をあて、空気中の水蒸気存在、暖められた空気の上昇を簡単な実験で紹介した。さらに雲の形成と移動がわかる自作動画教材を視聴させ、雲の形成が空気の動きと密接な関連があることを確かめさせた。

(3) 月と太陽（第6学年）

月の学習は学習指導要領の改訂によって昨年度から6年で扱いが開始された。この内容の指導が難しいと感じる教師が多いことは、当初から予想されており、多くの学校から依頼があった。月の位相と見える位置の関係を理解するためには、3次元的な視点の変換が必要となるため、その点に焦点をあてた指導を行った。一部は中学校で

⑧ 児童の学び

卒論研究として大学生(わくプロ研究支援員)が模擬授業に同行し、授業観察した。観察したのは14校で、授業中に観察した児童の行動と、授業後に撮影した学習ノートの記述を検討した。そのうちの第6学年「月と太陽」の学習について、卒論としてその成果をまとめたのでその一端を紹介する。

小学校理科の授業における児童の学習活動について

岡本 美貴 (科学わくわくプロジェクト研究支援員)

藤川 義範 (同上 コーディネータ兼研究員)

1. 研究目的

現在小中学校の理科は、学習指導要領によると、9年間の学習内容を「エネルギー」、「粒子」「生命」「地球」の4つの科学の基本的な見方や概念を柱として構成し、小中の一貫性や内容の系統性を高めようとしている。

その一方で、小学校では理科の授業の内容理解度と興味・関心・意欲が高いのだが、中学校で大きく低下するが分かっている。平成24年度全国学力・学習状況調査(文科省実施)にて、小学校で理科の授業内容がよく分かるとはつきり答えた51.8%の児童が、中学校では23.5%に減少し、理科の勉強がとてもしんどいと感じた51.6%の児童は29.6%に減少していることからうかがえる。中学校で理科を嫌いになる生徒が増える原因の一つとして、学習内容の増加また高度化がある。また小学校と中学校では授業の仕方が変わる。

これらのことから、理科において小学校から中学校への円滑な学びのつながりを目指すためには、内容の系統化に加え、他の方向からアプローチしていく必要があると考えられる。本研究では、小中の円滑な学びのつながりを目指す指導に資するため、高学年の児童が理科授業中「どう行動するのか」及び「児童のノート記述」の調査から児童の学習行動や学習方法の実態を探る。

2. 研究方法

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」の中の事業である特別講師の模擬授業に同行し、授業中の児童の学習態度を観察し、児童のノートをデジカメで撮影した。調査対象は、講師が

授業を行った広島市内の全16校の内、14校42学級1192名。なお、講師は、授業での活動として、板書をそのまま写すのではなく、児童各自が必要だと判断したことをノートに書くこと、そして可能な限り多くノートに記述し、間違った記述も残すようにすることを、授業開始時児童に伝えている。

3. 結果と考察

学校規模、地域(地区)、記録の精度等を総合的に判断し、「月と太陽」の単元であった8校(26クラス)から3校3クラスを抽出した(合計83人、そのうち2人はデータが不十分のため除く)。抽出した学校にて記録した授業中の児童観察とノート記述を検討する。学習行動は、書く行動と話す行動という2観点から検討する。

まず、書く活動について着目する。メモ(講師が児童に記述を指示していない内容の記述を指す)も板書も十分といえる児童が56.8%いた。そのうち、板書をほとんどすべて書く児童は4.9%、メモを非常によくとる児童は全体の18.5%存在した。全体的に見ても、板書を写すよりもメモをとる児童の割合が多いことが分かる。日頃板書を写す授業形式が多いと想定されるので、講師の授業開始時の指示によってメモをとる行動が強化され、その一方、板書を写す行動が弱くなったと考えられる。このことから、児童は板書を写すという学習行動に意義を感じていない可能性があると考えられる。

次に、話す行動について着目すると、児童が挙手をして自分の考えを発表する場面は、多くて4回少なくても1回あったのだが、挙手をした児童は全体で21.0%であっ

た。それに対して、授業中ほとんど話さないという児童は 65.4%と非常に大きな割合で存在することが分かった。したがって、小学校高学年理科の授業において、自主的な発表を中心とした授業には限界があると思われる。話す行動が少ない児童を考慮し、なんらかの対策・指導する必要があると考える。

表 1 学習行動の分類

	両方 ○以上	メモ× 板書○	メモ○ 板書×	両方 ×
ほとんど話さない。	35.8% 1型	7.4% 5型	19.8% 6型	2.5%
近くの人と話すことがある。	7.4% 2型	1.2%	1.2%	1.2%
講師に話しかけることや挙手が 1 回程度。	7.4% 3型	2.5%	4.9% 7型	0.0%
挙手 2 回以上。	6.2% 4型	0.0%	1.25%	1.2%
合計	56.8%	11.1%	27.2%	4.9%

授業中の書く行動と話す行動という 2 観点から児童の行動を分類する (表 1)。分類した行動の中で主な行動として 7 つ挙げられる。また、7 つの行動のうち、話す行動がほとんどないが書く行動が多い 1 型が最大であった。次に多い行動の型は、話す行動と板書を写す行動が少ないがメモを比較的好くする 6 型であった。また、話す行動がある児童のうち書く行動が多い 2 型 3 型 4 型の児童は、合計すると 21.0% になった。これらことから、小学校高学年の理科の授業において、児童は話す行動よりも書く行動によって学習する傾向があり、話す行動がある児童の中でも書く行動が多い児童の割合が大きいといえる。

ノート記述の分類は、表 2 が示すように、記述内容の質と量の 2 観点から行った。N5 型続いて N3 型が多く、2 つの型を合わせると 5 割以上になる。約半数の児童が、ノート記述の質を高めることができていないということが分かる。N3 型に比べ N2 型が非常に少ないということから、ノート記述の量を増やすことよりも質を高める方が難しい、または児童がノート記述において質よりも量を重視している等が考えられる。それらに伴って N1 型は 16.1% に止まっている。以上のことより、小学校高学年の理科授業のノート記述について、量的面は各自で伸ばすことができるが、質的面的にはなんらかの指導・支援が必要であると考えられる。

表 2 ノート記述の分類

型	ノート記述の主な内容	割合
N1 型	質も量もよい。	16.0%
N2 型	質はよいが、量は十分とはいえない。	9.9%
N3 型	量はよいが、質は十分とはいえない。	22.2%
N4 型	質も量も十分とはいえない。	18.5%
N5 型	質も量もよいとも不十分ともいえない。	33.3%

最後に、授業中の学習行動とノート記述の関係について検討する。主な学習行動 1 型～7 型とノート記述 N1 型～N5 型のクロス表を作成した (表 3, 4)。

まず、N1 型のノート記述について着目する。表 4 では、近くの人と話すかつ書く行動が多い 2 型の児童のうち、約半数が N1 型のノートを書くことが分かった。一方、表 3 では N1 型のノートを取る児童の 46.2% は 1 型の行動をとるという結果である。つまり、近くの人と話す児童は、ノートの質も量も高くなる傾向があるが、それ以外の多くの児童は、話すより書く行動をし、ノートの質と量が高い。

表3 ノート記述からみた行動

	1型 (%)	2型 (%)	3型 (%)	4型 (%)	5型 (%)	6型 (%)	7型 (%)
N1型	20.7	50.0	16.7	20.0	0.0	6.3	0.0
N2型	3.4	0.0	16.7	0.0	0.0	0.0	25.0
N3型	41.4	0.0	16.7	20.0	33.3	6.3	25.0
N4型	10.3	16.7	16.7	0.0	16.7	43.8	0.0
N5型	24.1	33.3	33.3	60.0	50.0	43.8	50.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

表4 行動からみたノート記述

	N1型 (%)	N2型 (%)	N3型 (%)	N4型 (%)	N5型 (%)
1型	46.2	12.5	66.7	20.0	25.9
2型	23.1	0.0	0.0	6.7	7.4
3型	7.7	12.5	5.6	6.7	7.4
4型	7.7	0.0	5.6	0.0	11.1
5型	0.0	0.0	11.1	6.7	11.1
6型	7.7	0.0	5.6	46.7	25.9
7型	0.0	12.5	5.6	0.0	7.4
その他	7.7	62.5	0.0	13.3	3.7
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

次に、N4型 N5型のノート記述に着目してみると6型の行動をとる児童の多くが、N4型 N5型のノート記述を書くことが分かる。加えて、N4型 N5型のノート記述を書く児童のそれぞれ約2割が1型の行動をするという結果である。加えて、表1にて、書く活動が両方○以上であった児童のノート記述について調べると、N4型とN5型の占める割合が41.3%であり、N1型に関しては23.9%であった。6型によく似た行動として5型と7型が挙げられる。しかし、以上のような6型とノート記述の型の関係性については類似しない。したがって、話す行動が少なく書く行動が多い児童が、ノートの質と量が十分であるとは一概に言えない。また、ほとんど話す行動がなく

且つ板書をあまり写さずメモを取る傾向がある児童のノート記述は、質も量も十分と言いきれない結果であった。

学習行動1型～7型に分類できなかったその他において、N2型のノート記述を取る傾向があると分かった。N2型のノート記述に注目すると、N2型のノート記述を書く児童の62.5%が挙手を1回以上していることが分かる。また、N2型の75.0%の児童が、授業中講師の発言に集中する行動も見られた。よって、書く行動よりも、話すまたは聞く行動をとる傾向があるため、ノートの質を高めることができて、量を多くすることができにくかったのではないかと思われる。

4. まとめ

ここでは、中学校理科への円滑な学びのつながりを目指す指導について考える。書く行動よりも、話す又は聞く行動を通して思考し理解する児童も少なからず存在していたが、中学校理科では抽象的概念を扱うようになり、複数の概念を同時に操作するようになっていくので、書いて思考することが重要になると考える。調査した児童の多くが、学習中話す行動よりも書く行動をとっていたのだが、今回調査したノート記述の質が児童の内容理解を反映しているとすれば、書く活動が多い児童のうち、書く行動が形だけになっており、ノート記述の質だけでなく量も十分といえないノート記述が少なくないという結果であった。また指導方法に関して、従来の授業形式である、児童に板書を写させる授業、挙手し発表した者の発言を中心に進める授業ばかりでは十分といえないと示唆される。以上のことから、中学校理科への学びのつながりに目指す指導に資するためには、指導者は児童の書くという行動を大切にしながら、児童がその行動そのものを優先するのではなく、思考を優先する又は同時進行して学習できるように指導していく必要があると考える。

(5) 他団体との連携事業

今年度も JAXA とディスカバリー・ジャパンから要請があり、科学体験活動に積極的に我が子を参加させてようとする親の価値観を調査するにはいい場であると考え、主催者として連携事業を実施した。

今回調査を試みたのは、次の3点である（アンケート調査を実施）。

- 保護者自身の科学的リテラシー
- 我が子に対する意識、認識
- 我が子に対する期待

事業の名称	ディスカバリーキッズ科学実験館 ～コズミックカレッジ～
日時	2014年3月2日(日) 午前の部 10:30～12:30 午後の部 14:30～16:30
場所	広島大学東千田キャンパス(501講義室)
参加対象	小学校3～6年生とその保護者・家族
講座内容	JAXA とディスカバリー・ジャパンが企画、実施 テーマ：宇宙大航海時代へ！
参加人数	午前 おとな48名、こども58名 午後 おとな46名、こども57名

講座の内容(活動の内容)や進行は、すべて JAXA とディスカバリー・ジャパンが行った。活動の内容は、テレビ番組と同じようであり、“子どもに力をつける”や“子どもを高める”視点に欠けるなど、教育的配慮の不十分なものであったため、連携事業としては、今後検討が必要と判断した。連携事業の相手として考えても、どちらもわくプロの価値観とは距離があるため、わくプロ事業としては大きな負担の割には収穫の少ない事業と考える。

本原稿作成時、実施したアンケート調査の結果の分析、検討を進めているところであるため、ここでは省略する。

アンケート(左)と中国新聞に掲載された案内(上)(2014年2月11日 朝刊)

(6) わくプロ運営委員会・交流会

① わくプロ運営委員会

日時 平成26年3月14日(金) 15:00~16:00
場所 広島大学教育学部 C320
参加 わくプロ研究員 5名(委任状を含め過半数)
議事 平成25年度事業報告案
平成25年度決算報告案
平成26年度事業計画案
平成26年度予算案

② わくプロ交流会

日時 平成26年3月14日(金) 16:00~16:30
場所 広島大学教育学部 C320
参加 わくプロ研究員, 客員研究員 6名
話題 第Ⅲ期のプロジェクト

(7) 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://www.wakupro.hiroshima-u.ac.jp/>

事業報告用ブログ URL: <http://pub.ne.jp/wakupro/>

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	講師	吉富健一
ブログ管理	わくプロコーディネーター		藤川義範

科学塾研究室 ジュニア科学塾 サイエンスレクチャー 理科ひろば

WAKU PRO 科学わくプロプロジェクト 広島大学マツタ財団連携事業

メニュー
トップ
トビックス
わくプロとは?
・科学塾研究室
・ジュニア科学塾
・サイエンスレクチャー
・小学校の先生のための理科ひろば
応募について
わくプロブログ
これまでの活動の記録

リンク
広島大学
公益財団法人マツタ財団
わくプロ ブログ

2014 (平成26) 年度ジュニア科学塾の募集 (計画中)
詳細が決まりましたらHP上で連絡いたします。(2014.1.21)

お問合せ先: 科学わくプロジェクト研究センター
TEL: 082-424-6212
FAX: 082-424-4261
wakupuro@hiroshima-u.ac.jp

わくプロ公式サイト Top ページ

3 事業総括

(1) わくプロⅡ期

研究員、客員研究員からなる、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により、本誌を含めこれまでの事業実施報告書に示されているように、各事業は進められ成果を残してきた。本プロジェクトにおいては、わくプロの持つ4つの意義と特徴がいわば骨格をなしているため、これまで着実に事業を継続、発展させることができた。

今年度は、平成21年度から始まった「わくプロⅡ期」の5年目であり、第Ⅱ期締めくくりの1年だった。Ⅱ期の特徴として示されている①中学生・高校生の現実に即した事業であること、②事業の位置づけ、目的を明確にすること、③継続・発展性を重視した各事業のつながりを持たせた複合的事業にすることの総合的検討は、本事業報告書作成時点、今まさに進められているところで、第Ⅲ期の検討とも関連している。

(2) 各事業

① サイエンスレクチャー

一般公募のサイエンスレクチャーは、従来の視点に加え、第Ⅱ期の締めくくりであること、第Ⅲ期の可能性をさぐることの視点を加味して実施された。今回得た情報も加味し、第Ⅲ期の検討を進めたい。一般公募のよさと限界などから、出張型のレクチャーも候補と言えよう。

② ジュニア科学塾

公募を行い、作文と面接をもとに選考により受講生を決定したジュニア科学塾は、今回（平成25年度生）も募集を始めて短期間に定員に達した。いわば口コミだけで集まることから、この事業は認知され、支持されていると考える。継続受講生に欠席がちの者が多い傾向が認められたのは、学年があがると受験や学校関連のことの負荷が高くなるのも原因だと考えている。継続受講に関して、希望受付の際に学校の負荷を尋ねるなど、いくらか考慮する余地があると考えている。

宿泊講座の意義は認められるものの、受講生の忙しさや事務局の負担のことを考えると、宿泊講座の見直しは必要であろう。

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、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」が概ね達成されていると考えてよいだろう。ジュニア科学塾は、第Ⅲ期においてもプロジェクトの重要な柱と考えるため、宿泊のことを含めて実施時間や時期の検討が必要であろう。

③ 科学塾研究室

高校生を対象としたプログラムである科学塾研究室は、これまでの実績を認めつつも、昨今の高校生の多忙さを考えれば、予定通り今年度で終了することが現実的であろう。

修了生の進路や就職状況は、成果の確認の意味でも情報を得たいところだであるが、個人情報扱いを含め昨今の状況を考えるならば、事務局としての把

握は現実的には無理がある。期待するならば、指導教官と研究面でのつながりが継続されることを望む。

④ 小学校の先生のための理科ひろば

小学校の先生のための理科ひろばは、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。「教師研修の支援」では、昨年度からの要請を受け7月に理科実技講習会を行った。「模擬授業による支援」は、学校からの直接の依頼を受けて実施したものと、広島市教育委員会が実施校を決定し、当委員会と連携して実施したものがある。第Ⅲ期でも、理科ひろばはプロジェクトの重要な柱と考える。

⑤ 他団体との連携事業

実施の際に課題が見えたものの、今後の検討の際の情報を提供したものとして「他団体との連携事業」がある。今回連携した「ディスカバリーキッズ科学実験館 ～コスミックカレッジ～」については、上述のように検討を要するものである。

⑥ 第Ⅲ期

第Ⅲ期も、“研究センター”であることがプロジェクトの根幹であり、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、発展させる予定である。



III 決算報告と来年度予算

平成25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 A-B
繰越金	239,496	239,496	0
寄付金	3,000,000	3,000,000	0
収入合計	3,239,496	3,239,496	0

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	500,000	193,581	306,419
ジュニア科学塾	1,000,000	1,171,553	-171,553
科学塾研究室	400,000	48,880	351,120
理科ひろば	200,000	166,571	33,429
事務局	750,000	715,903	34,097
負担金	150,000	150,000	0
繰越金	239,496	0	239,496
支出合計	3,239,496	2,446,488	793,008

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26年3月//日

監事 永松 貴文 

来年度予算

平成 21 年度から始まった第Ⅱ期事業も、今年度で終了。これまでの5年間は、期待する成果がほぼ達成されている。第Ⅲ期開始の平成 26 年度は、さらにその特徴をが発揮されると見込まれる計画を作成した。来年度の予算を次に示す。

サイエンスレクチャー	40万円
ジュニア科学塾	120万円
小学校の先生のための理科ひろば	40万円
事務経費	100万円
合計	300万円

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Ⅱ期）
平成25年度事業実施報告書

平成26年3月発行

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

Mail : wakupuro@hiroshima-u.ac.jp

URL <http://www.wakupro.hiroshima-u.ac.jp>

