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 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（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 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５回オプション講座（広島大学大学院教育学研究科，10 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

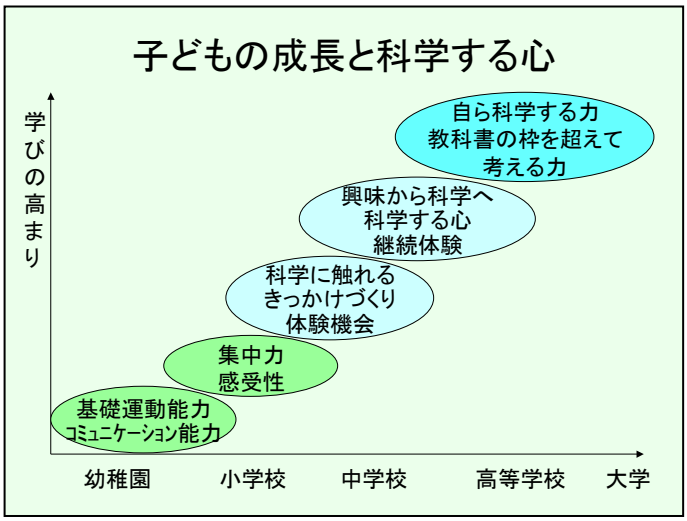
・科学の体験機会（実験や体験を通じて科学を考える機会をつくる）
・興味から科学へ（現象面の裏にある真理を考えつかむ心を持たせる）
・科学教育ネットワーク（科学教育のネットワークで多様な交流機会を生み出す）
・保護者の参加（保護者も子どもと一緒に体験し学ぶ）

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。

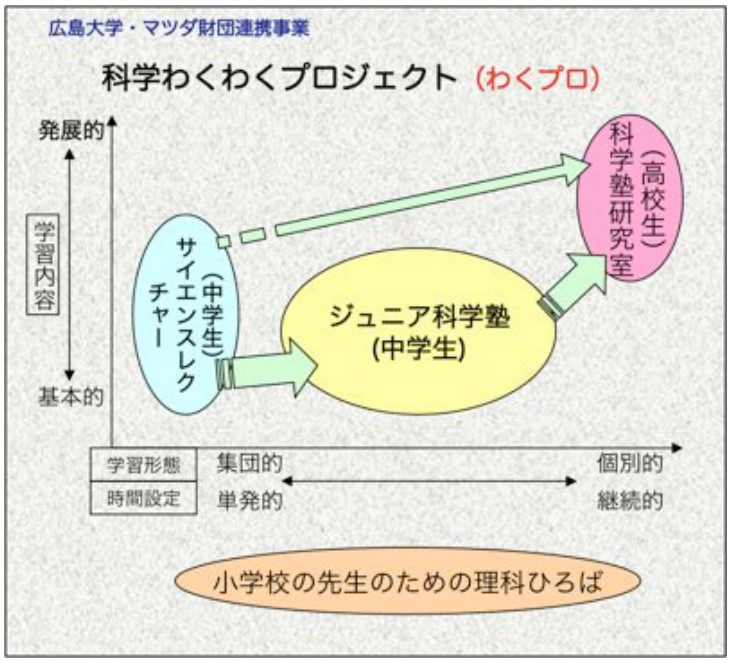
（3）わくプロⅡ期構想

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 24 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
	大学院先端物質科学研究科	教　授	鈴木　孝至
	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	吉冨　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	ｺｰﾃﾞｨﾈｰﾀｰ	間處　耕吉
	〃	〃	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		梶本　恵子
	〃		藤川貴世美
	○ 研究支援員	院生・学生	
設置期間	平成１５年４月１日　～　平成２５ 年３月３１日		

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 25 年 3 月 31 日

Ⅱ　平成 24 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 24 年８月 19 日（日） 場所　広島大学東千田キャンパス 募集人員　100 名（中高生対象） 講師　広島大学大学院理学研究科　泉俊輔教授 テーマ　キッチンタイマーを作ろう	予算額： 231 千円
ジュニア科学塾	第１回　平成 24 年４月 22 日（日） 第２回　平成 24 年５月 13 日（日） 第３回　平成 24 年８月４日（土）～５日（日） 第４回　平成 24 年 10 月 21 日（日） 第５回　平成 24 年 12 月 15 日（土） 第６回オプション講座　平成 25 年２月 10 日（日） 今年のテーマア「光」 受講生：中学生 26 名 講師　第１回　相原玲二教授 第２回　蔦岡孝則教授 第３回　田川訓史准教授（３名） 第４回　網本貴一准教授 第５回　川端弘治准教授 第６回　林武広教授	予算額： 795 千円
科学塾研究室	平成 24 年 5 月から平成 24 年 11 月まで連続講座 受講生：高校生（Jr 科学塾修了）３講座３名 講師　川端弘治准教授，坂本尚昭准教授，吉冨健一講師	予算額： 406 千円
小学校の先生のための理科ひろば	平成 24 年９月～１２月 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。(15 小学校 49 学級) 小学校教員向け手引き「広島市の自然観察」作成・配布。（広島市・府中町・海田町の全小学校，教育委員会，マツダ財団）	予算額： 305 千円
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	予算額： 1,088 千円
広島大学間接経費負担		負担額： 150 千円
次年度への繰越金	平成 25 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： 423.86 千円
予算合計	※うち 398.86 千円は平成 22 年度からの繰越金を計上 平成 24 年度マツダ財団からの寄付金は 300 万円, 理数教育研究所からの寄付金は 25 万円。	合計額： 3398,86 千円

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，今年度は広島市（広島会場）のみで実施した。

ア　計画

日時　　平成 24 年 8 月 19 日（日）午後 1 時半から 4 時まで
場所　　広島大学東千田キャンパス
参加人数　定員１００人
テーマ　　「キッチンタイマーを作ろう」

色が変わったり，温度が変わったりする化学反応。今回は，お家にあるものだけを使って，「キッチンタイマー」を作ってみましょう。キッチンタイマーだから３分が正確に測れるものがいいよね。「何を使って，どう作るか？」は，みんなで考えてきてね！（案内チラシより）

イ　実施

講師　　広島大学大学院理学研究科教授　　泉　俊輔
支援スタッフ　　大学院教育学研究科教授　　林　武広
(公財)マツダ財団事務局長　魚谷滋巳
わくプロ研究センターコーディネーター　間處耕吉
学生スタッフ理学研究科４名
教育学研究科４名

⑥　今年度の講座の概要

受講者は５９名（内訳は右の表）であったが，保護者も多数参加されたので，会場は約１００名の熱気に包まれた。前半はそれぞれメモを取りながら泉先生のレクチャーを聞き，学ぶことができた。後半は，A～J の１０グループに分かれ，正確なタイマー作りを競った。

受講生は，泉先生のレクチャーで学んだ「実験ノート」を書きながら実験に望んでいた。

＜レクチャーより＞

１）実験ノートは，なぜ必要か
２）理想的な実験ノート
３）実験ノートに書くべきこと
３）表記の工夫
４）実験ノートの活用

	人数（名）
小４	２
小５	６
小６	７
中１	２５
中２	９
中３	５
高１	３
大人	２
計（名）	５９

⑦　講座の評価

受講生に事前アンケートと，事後アンケートを依頼し，45 名から回答を得た。アンケート結果を報告する。

＜事前アンケートより＞

「一番期待すること」

一番多かったのが,“実験”への期待で,「どんな実験をするか」という回答に見られる（12 名)。次に多かったのが,“製作”への期待で,「「キッチンタイマーをつくること」という回答に見られる（６名)。５名の回答があったのは,“作り方”への期待と“理科がもっと好きになる”への期待であった。４名の回答があったのは,“楽しんでわかる”ことへの期待であった。

「次に期待すること」

一番多かったのが,「理科がもっと好きになること」や「おもしろいものが見られること」という回答に見られる,“理科がもっと好きになる”と“楽しさ・おもしろさ”の２つのカテゴリーであった（各５名)。４名の回答があったのは,「知識を広げること」,「生活での役に立てばうれしいです」に見られる,“知識や学び”と“今後の生活・身近な生活”の２つのカテゴリーであった。

質問への回答結果を，次に示す。

N=45	よくあてはまる	どちらかといえばあてはまる	どちらかといえばあてはまらない	全くあてはまらない	肯定的回答
理科が好きです	62.2	31.1	6.7	0	93.3
理科の観察や実験が好きです	71.1	24.4	2.2	2.2	95.5
実験・観察をもとに規則性を考えたり，見つけ出すことが好きです	33.3	35.6	28.9	2.2	68.9
科学に関する内容で，知りたいと思ったことを，自分で実験や観察をして調べた経験がある	44.4	24.4	26.7	4.4	68.8
科学に関する内容を知りたいと思ったとき，本やインターネットで調べることがある	53.3	20	15.6	11.1	73.3

結果にあるように，「理科が好き」「観察や実験が好き」と肯定的に考えている回答者が９割を越えている。「規則性を考える，見つけ出すのが好き」「自分で実験観察をして調べた経験がある」「本やインターネットで調べることがある」も，それぞれ７割前後であった。

＜事後アンケートより＞

「印象に残った場面または内容」

一番多かったのは,“色の変化”に関する印象で,「ビタミンＣとイソジンが反応して色が消えたこと」という回答に見られる（16 名)。次に多かったのは,“競争や協力”に関する印象で,「みんなで３分で反応するように協力して実験したこと」という回答に見られる（13 名)。その次に多かったのは,“時間の調整”に関するもので,「ラストのやつで誤差 10 秒以内まで縮められたこと」という回答に見られる（10 名)。“製作や実験”への印象は，その次に多い５名であった。

質問への回答結果を，次に示す。

N=45	よくあてはまる	どちらかといえばあてはまる	どちらかといえばあてはまらない	全くあてはまらない
内容が難しかった	79.5	18.2	2.3	0.0
すごく勉強になった	8.9	40.0	31.1	20.0
実験操作が楽しかった	73.3	24.4	2.2	0.0
時計反応そのものがおもしろかった	80.0	13.3	6.7	0.0
学校では習うことがない内容だったので役に立ちそうにない	71.1	24.4	4.4	0.0
学校ではできない学習だったので楽しかった	4.4	13.3	33.3	48.9
違う学校の人たちと勉強できたことがよかった	88.9	11.1	0.0	0.0
化学についてもっと勉強したくなった	66.7	24.4	8.9	0.0
研究者の仕事に興味がわいた	64.4	26.7	8.9	0.0
今回の講演によって，さらに理科がすきなった	42.2	37.8	15.6	4.4

８割を越えたのは，違う学校の人たちとの経験を好意的に受けとめたものであった。８割前後では,「内容が難しかった」と「時計反応そのものがおもしろかった」であった。内容理解面は難しかったものの，活動や紹介された事象へは満足できたと考えられる。それらの結果，次の表に見られるように,「わくわく」したと回答したのは，１００％であった。

N-33	とてもわくわくした	少しわくわくした	あまりわくわくしなかった	全くわくわくしなかった
今回の講座で化学の分野について興味関心が高まりわくわくできたか	69.7	30.3	0	0

わくわく感と，勉強になったという実感との関わりを Fisher の直接法で調べた。
その結果，両者は関わりがあると考えられる（p=0.047）。

度数

		すごく勉強になった				合計
		よくあてはまる	どちらかといえばあてはまる	どちらかといえばあてはまらない	全くあてはまらない	
今回の講座で化学の分野について興味関心が高まりわくわくできたか	とてもわくわくした	2	10	6	4	22
	少しわくわくした	2	0	5	3	10
合計		4	10	11	7	32

Fisher の直接法　　統計量＝7.532　　p=0.047

＜事前・事後アンケートより＞
事前アンケートの項目「実験・観察をもとに規則性を考えたり，見つけ出すことが好きです」と事後アンケート「内容が難しかった」との関連

		内容が難しかった			合計	
		よくあてはまる	どちらかといえばあてはまる	どちらかといえばあてはまらない		
実験・観察をもとに規則性を考えたり，見つけ出すことが好きです	よくあてはまる	14	1	0	15	
	どちらかといえばあてはまる	12	3	0	15	
	どちらかといえばあてはまらない	8	4	0	12	
	全くあてはまらない	0	0	1	1	
合計		34	8	1	43	

カイ 2 乗検定

	値	自由度	漸近有意確率（両側）	正確有意確率（両側）	正確有意確率（片側）	点有意確率
Pearson のカイ 2 乗	46.162a	6	0	0.007		
尤度比	12.763	6	0.047	0.026		
Fisher の直接法	12.356			0.028		
線型と線型による連関	7.331b	1	0.007	0.007	0.005	0.004
有効なケースの数	43					

a 9 セル（75.0%）は期待度数が 5 未満です。最小期待度数は .02 です。
b 標準化統計量は 2.708 です。

Fisher の直接法で検定したところ，両者は関連していることがわかった（p=0.028）。

事前アンケートの項目「実験・観察をもとに規則性を考えたり，見つけ出すことが好きです」と事後アンケート「すごく勉強になった」との関連

		すごく勉強になった				合計
		よくあてはまる	どちらかといえばあてはまる	どちらかといえばあてはまらない	全くあてはまらない	
実験・観察をもとに規則性を考えたり，見つけ出すことが好きです	よくあてはまる	1	3	5	6	15
	どちらかといえばあてはまる	3	10	1	2	16
	どちらかといえばあてはまらない	0	5	7	1	13
	全くあてはまらない	0	0	1	0	1
合計		4	18	14	9	45

カイ 2 乗検定

	値	自由度	漸近有意確率（両側）	正確有意確率（両側）	正確有意確率（片側）	点有意確率
Pearson のカイ 2 乗	18.533a	9	0.029	0.028		
尤度比	20.299	9	0.016	0.014		
Fisher の直接法	18.073			0.01		
線型と線型による連関	.940b	1	0.332	0.387	0.194	0.049
有効なケースの数	45					

a 13 セル（81.3%）は期待度数が 5 未満です。最小期待度数は .09 です。
b 標準化統計量は -.969 です。

Fisher の直接法で検定したところ，両者は関連していることがわかった（p=0.01）。

事前アンケートの項目「実験・観察をもとに規則性を考えたり，見つけ出すことが好きです」と事後アンケート「違う学校の人たちと勉強できたことがよかった」との関連

		違う学校の人たちと勉強できたことがよかった		合計		
		よくあてはまる	どちらかといえばあてはまる			
実験・観察をもとに規則性を考えたり，見つけ出すことが好きです	よくあてはまる	15	0	15		
	どちらかといえばあてはまる	15	1	16		
	どちらかといえばあてはまらない	10	3	13		
	全くあてはまらない	0	1	1		
合計		40	5	45		
カイ 2 乗検定						
	値	自由度	漸近有意確率（両側）	正確有意確率（両側）	正確有意確率（片側）	点有意確率
Pearson のカイ 2 乗	12.142a	3	0.007	0.012		
尤度比	9.868	3	0.02	0.018		
Fisher の直接法	8.367			0.018		
線型と線型による連関	7.734b	1	0.005	0.008	0.005	0.005
有効なケースの数	45					
a 5 セル（62.5%）は期待度数が 5 未満です。最小期待度数は .11 です。						
b 標準化統計量は 2.781 です。						

Fisher の直接法で検定したところ，両者は関連していることがわかった(p=0.018)。

事前アンケートの項目「実験・観察をもとに規則性を考えたり，見つけ出すことが好きです」と事後アンケート「化学についてもっと勉強したくなった」との関連

		化学についてもっと勉強したくなった			合計	
		よくあてはまる	どちらかといえばあてはまる	どちらかといえばあてはまらない		
実験・観察をもとに規則性を考えたり，見つけ出すことが好きです	よくあてはまる	13	1	1	15	
	どちらかといえばあてはまる	10	6	0	16	
	どちらかといえばあてはまらない	7	4	2	13	
	全くあてはまらない	0	0	1	1	
合計		30	11	4	45	
カイ 2 乗検定						
	値	自由度	漸近有意確率（両側）	正確有意確率（両側）	正確有意確率（片側）	点有意確率
Pearson のカイ 2 乗	16.903a	6	0.01	0.014		
尤度比	13.378	6	0.037	0.04		
Fisher の直接法	11.787			0.033		
線型と線型による連関	5.869b	1	0.015	0.02	0.011	0.006
有効なケースの数	45					
a 9 セル（75.0%）は期待度数が 5 未満です。最小期待度数は .09 です。						
b 標準化統計量は 2.423 です。						

Fisher の直接法で検定したところ，両者は関連していることがわかった(p=0.033)。

事前アンケートの項目「実験・観察をもとに規則性を考えたり，見つけ出すことが好きです」と事後アンケート「研究者の仕事に興味がわいた」との関連

		研究者の仕事に興味がわいた			合計	
		よくあてはまる	どちらかといえばあてはまる	どちらかといえばあてはまらない		
実験・観察をもとに規則性を考えたり，見つけ出すことが好きです	よくあてはまる	13	2	0	15	
	どちらかといえばあてはまる	7	8	1	16	
	どちらかといえばあてはまらない	9	2	2	13	
	全くあてはまらない	0	0	1	1	
合計		29	12	4	45	
カイ 2 乗検定						
	値	自由度	漸近有意確率（両側）	正確有意確率（両側）	正確有意確率（片側）	点有意確率
Pearson のカイ 2 乗	19.472a	6	0.003	0.004		
尤度比	14.986	6	0.02	0.019		
Fisher の直接法	13.322			0.014		
線型と線型による連関	4.605b	1	0.032	0.042	0.022	0.011
有効なケースの数	45					
a 9 セル（75.0%）は期待度数が 5 未満です。最小期待度数は .09 です。						
b 標準化統計量は 2.146 です。						

Fisher の直接法で検定したところ，両者は関連していることがわかった(p=0.014)。

事前アンケートの項目「実験・観察をもとに規則性を考えたり，見つけ出すことが好きです」と事後アンケート「今回の講演によって，さらに理科がすきなった」との関連

		今回の講演によって，さらに理科がすきなった				合計
		よくあてはまる	どちらかといえばあてはまる	どちらかといえばあてはまらない	全くあてはまらない	
実験・観察をもとに規則性を考えたり，見つけ出すことが好きです	よくあてはまる	10	3	2	0	15
	どちらかといえばあてはまる	5	9	2	0	16
	どちらかといえばあてはまらない	4	5	3	1	13
	全くあてはまらない	0	0	0	1	1
合計		19	17	7	2	45

カイ 2 乗検定						
	値	自由度	漸近有意確率（両側）	正確有意確率（両側）	正確有意確率（片側）	点有意確率
Pearson のカイ 2 乗	29.487a	9	0.001	0.008		
尤度比	15.323	9	0.082	0.07		
Fisher の直接法	14.305			0.062		
線型と線型による連関	7.133b	1	0.008	0.008	0.005	0.002
有効なケースの数	45					
a 11 セル（68.8%）は期待度数が 5 未満です。最小期待度数は .04 です。						
b 標準化統計量は 2.671 です。						

Fisher の直接法で検定したところ，両者はやや関連していることがわかった（p=0.062）。

■募集チラシ

WAKU PRO 科学わくわくプロジェクト 広島大学・マツダ財団連携事業

サイエンスレクチャー広島

キッチンタイマーを作ろう

日　時　8月19日(日) 13:30～16:00
会　場　広島大学　東千田キャンパス

色が変わったり，温度か変わったりする化学反応。今回はおうちにあるものだけを使って，「キッチンタイマー」を作ってみましょう。
キッチンタイマーだから3分が正確に測れるものがいいよね。
「何を使って，どう作るか？」は，みんなで考えてきてね！

中学生対象
小学・高校生可
定員 60名

講師　広島大学大学院理学研究科
泉　俊輔　教授

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　広島市教育委員会　海田町教育委員会　東広島市教育委員会
府中町教育委員会　中国新聞社

携帯からの申込み

申込み方法
web または FAX で，名前，学校名，学年，住所，連絡先，メールアドレスを明記し，送付して下さい。

参加費無料
申込み締切
8月10日(金)

申込み，問い合わせ先
〒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内　広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター
http://www.wakupro.hiroshima-u.ac.jp/
TEL　０９０－１７２９－６２１２　FAX　０８２－４２４－４２６１

広島大学　公益財団法人マツダ財団

（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（今年度は26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。今年度は，昨年度からの継続受講者が７名，新規の受講者が19名の合計26名が受講した。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。

※ 募集期間 平成24年2月12日～４月10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 24 年４月 22 日(日) 9:00～12:00 広島大学情報メディア教育センター
第２回	平成 24 年５月 13 日(日) 9:00～12:00 広島大学大学院教育学研究科
第３回	平成 24 年８月４日（土）～５日（日）一泊二日 広島大学大学院理学研究科附属臨海実験所
第４回	平成 24 年 10 月 21 日（日）9:00～12:00 広島大学大学院教育学研究科
第５回	平成 24 年 12 月 15 日（土）16:00～19:00 広島大学宇宙科学センター
第６回オプション講座	平成 25 年２月 10 日（日）17:00～19:00 広島大学大学院教育学研究科

テーマ 今年度のテーマ「光」

第１回「インターネットのしくみをさぐる」情報分野
第２回「光の不思議な物性」物理分野
第３回 第１部「干潟生物の採集，観察」
第２部「ウミホタルの発光」
第３部「ウニの発生実験」生物分野
第４回「化学変化による発光現象」化学分野

第５回「星の光から何がわかるか」天文分野
第６回オプション講座
「望遠鏡づくりと天体写真」天文分野

⑤　講座の参加者

受講生	中学生 26 名（中１：９名，中２：10 名，中３：７名）		
講師	第１回 広島大学情報メディア教育研究センター長	相原玲二	教授
	第２回 広島大学大学院教育学研究科	蔦岡孝則	教授
	第３回 広島大学大学院物理学研究科	田川訓史	准教授
	〃	浦田　慎	助教
	〃　技術センター	山口信雄	技術主任
	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 広島大学宇宙科学センター	川端弘治	准教授
	第６回 広島大学大学院教育学研究科	林　武広	教授
支援教員等	毎回，２～３名学生スタッフが支援員として参加		
コーディネート	（財）マツダ財団事務局長	魚谷滋己	
	プロジェクトコーディネーター	間處耕吉	
	〃	藤川義範	

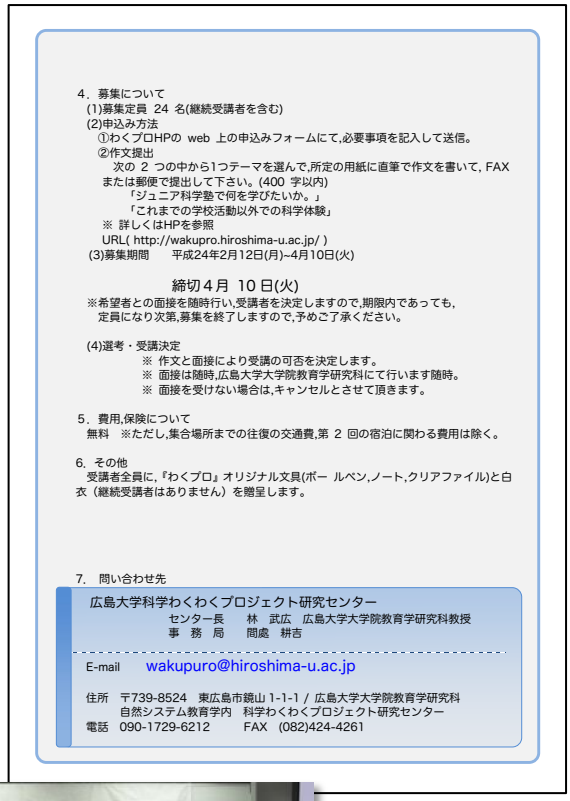
■募集チラシ（わくプロ HP に掲載）

【平成 24 年度科学わくわくプロジェクトジュニア科学塾】

1．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，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します。

2．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。

3．講座内容について（今年のテーマは「光」）
(1)開設講座，会場
第１回・開講式　情報講座　「インターネットの仕組み」
講　師：広島大学情報メディア教育研究センター長　相原玲二先生
日　時：４月 22 日(日)　8:30～12:30
会　場：広島大学情報メディア教育センター
第２回　物理分野　テーマ：「光の正体」
講　師：広島大学大学院教育学研究科教授　古賀信吉先生
日　時：５月 13 日(日)　9:00～12:30
会　場：広島大学大学院教育学研究科　物理実験室
第３回　生物分野　テーマ「干潟の生物・ウミホタルの発光」
講　師：広島大学大学院教育学研究科教授　鳥越謙治先生
広島大学大学院理学研究科助教　浦田　慎先生
日　時：８月４日(土)～５日(日)　一泊二日
会　場：理学研究科附属臨海実験所
第４回　化学分野　テーマ：「化学変化による発光」
日　時：10 月 21 日(日)　9:00～12:30
講　師：広島大学大学院教育学研究科准教授
網本　貴一先生
会　場：広島大学大学院教育学研究科
化学実験室
第５回　天文分野　テーマ：「恒星の光」
講　師：広島大学宇宙科学センター准教授
川端弘治先生
日　時：12 月 15 日(日)　17:00～20:00
会　場：広島大学宇宙科学センター　東広島天文台
第６回　お楽しみ講座　テーマ：未定
日　時：２月 10 日(日)　9:00～12:30



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24年2月12日(月)~4月10日(火)

締切４月 10 日(火)

※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頂きます。

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 局　間處　耕吉
E-mail　wakupuro@hiroshima-u.ac.jp
住所　〒739-8524　東広島市鏡山 1-1-1 / 広島大学大学院教育学研究科
自然システム教育学内　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）

「インターネットのしくみをさぐる」情報分野

広島大学情報メディア教育研究センター　教授　相原玲二

１）事業の目的

子供たちに，日常的に利用している電子メールやインターネットのしくみについて考える機会を提供し，情報通信分野に対する関心が高まることを目標とした。特に，電子メール送受信などの実習を通して，迷惑メールや詐欺メールなどの被害を受けないための注意や，光通信を中心とした情報通信の歴史について理解することを目的として行った。

２）事業の内容・方法

本事業は，広島大学情報メディア教育研究センター本館（東広島地区）２階端末室において実施した。最初に，広島大学におけるキャンパスネットワークなどの情報基盤整備の状況や教育用コンピュータの整備状況などについて説明した。コンピュータの利用には，利用者を識別するための ID とパスワードが必要で，それらの重要性については特に丁寧に解説した。

続いて，電子メールやインターネットの危険性について実例を交えながら具体的に説明した。最近多数の事例が出ている標的型メールや，メールから危険な Web ページへ誘導される状況等についての説明を行った。その後，電子メールやインターネットを安全に利用するために公開されている経済産業省の体験型 Web ページ等を使用して，受講生自身が PC 端末の操作を行い，それらのページを閲覧する実習を実施した。

実習には情報メディア教育研究センターが大学生の情報教育用に提供している Linux OS の PC を利用した。当初は，見慣れない Linux OS にややとまどった様子だったが，多くの子供たちはすぐに慣れ，準備した実習の操作を興味深く進めていた。中でも，迷惑メールを疑似体験できる Web ページには興味を示していた。その後，この講座の受講生１人に１つ準備したメールアドレスを使い，メール送受信の実習を行った。実習では，メールがどのような経路で配送され受信されたかを調べるため，メールヘッダに含まれる情報を解説した上で，実際に受信したメールヘッダを確認するなどした。また，事前に講師から全受講生に送信しておいた疑似迷惑メールを使い，メールに記載された Web ページのアドレス（URL）をクリックするとどのような画面になるかを体験した。どの受講生も楽しみながら学習できたようであった。

講義の最後は光通信の歴史についての講義を行った。19 世紀の光通信である「腕木通信」，電気信号による通信「モールス電信」，そして現代のインターネットが光ファイバを利用して通信を行っていることなどを解説した。中学生には難解と思われる内容も含まれていたが，熱心に受講してもらえた。光ファイバの説明のため，受講生１人に１本，短く切断した光ファイバを準備し，全員に持ち帰ってもらった。光ファイバの芯線に直接触れる機会は無いため，その実物に興味を示す受講生が多かった。

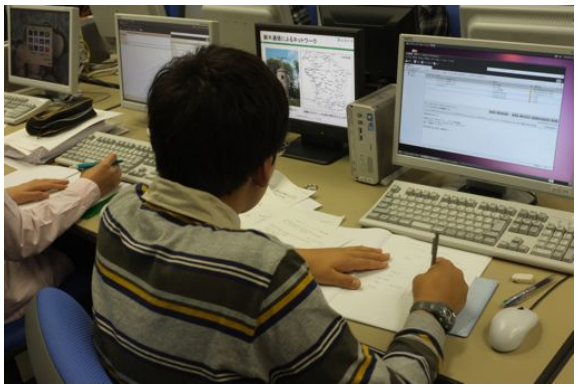
講義終了後には，同じ建物の１階に設置されているサーバ室の見学を行った。サーバ室の内部は狭いため，受講生を 10 名程度のグループに分け，順番に見学を行った。

サーバ室には，本学の全学生と教職員が利用している電子メールサーバなどが稼働しており，また，本講座の実習で使用した PC を動作させるために必要な各種サーバも設置されている。通常、立ち入りが制限されていて，入室には指静脈認証を登録した人だけが扉を開けられることなども説明した。

３）事業の成果及び今後の課題

受講者の多くが日ごろから電子メールやインターネットを使っているようであったが，電子メールの届くしくみや，経由したメールサーバ等の調べ方を知ったのは初めての様子で，興味を持って学習してくれた。日ごろ使っていないと思われる Linux OS のパソコンによる実習を織り交ぜたが，大きな混乱は無く，多くの受講者は比較的短時間で基本的な操作に慣れたようであった。操作支援のため教員 3 名に協力を依頼していたが，支援体制は適当であったように思う。

本講座では，最近社会的に問題となっている有害な電子メールを発端として，電子メール配送のしくみなどをある程度理解し，さらにインターネットの仕組みを理解するきっかけになったと思われる。PC を利用する実習は，その利用環境を準備するのが大変であるが，情報メディア教育研究センターの端末室を利用し，クラスアカウントと呼ばれる実習用の ID を利用することで円滑に準備することができた。また，全員が一斉に PC を操作しつつ実習を進めることができた。情報通信は見えにくいものを対象としているため，子供たちの学習意欲を維持するのが難しく，適切に実習を織り交ぜることが重要である。また，実際に利用されているサーバ等の機器を見学することも，情報通信だけでなく，自然科学に対する子供たちの興味を拡大させるきっかけになるであろう。



（ジュニア科学塾第２回講座）

「光の不思議な物性」物理分野

広島大学大学院教育学研究科　教授　蔦岡　孝則

１）事業の目的

光をテーマとした科学塾の第２回目として，光の波動性に関する講義と実験を通して光に関する理解を深め，反射，屈折の原理や光のスペクトルといった光の物理的性質を考える視点を育成する。

２）事業の内容・方法

まず，光の正体である電磁波について講義し，幾何光学の観点から光の回折と干渉および反射と屈折について解説した。次に，光の色が電磁波の波長に関連していることを述べ，プリズムと回折格子を用いて光を分離することにより光のスペクトルが得られることを示した。そして，水滴に入射した太陽光線が屈折してできる虹のメカニズムを解説した。

実験は，参加者 23 名をグループに分け，グループごとに「実験１：ガラスの屈折率測定」と「実験２：簡易分光器の製作」に取り組ませた。広島大学教育学部ならびに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，実験操作の技術的指導にあたらせた。

実験１では，方形ガラス板とレーザーポインタを用いて，レーザー光線がガラスに入射して屈折する際の光の経路を観察し，ガラスに入射する光線とガラスから出て行く光線の行路をグラフ用紙に描き，光が入射するガラス面の法線と光線のなす角を測定してガラスの屈折率を求めさせた。

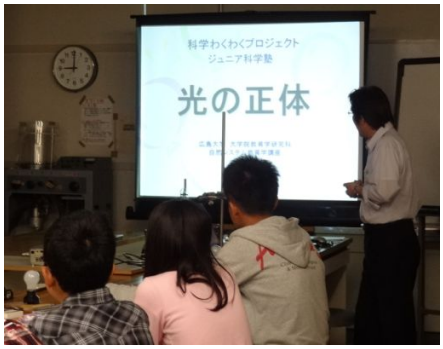
実験２では，回折格子として CD を利用した簡易分光器を製作し，単色光として水銀ランプ，ナトリウムランプ，ヘリウムランプ等の輝線スペクトルと，白色光(電球)の連続スペクトル（虹）を観察させた。

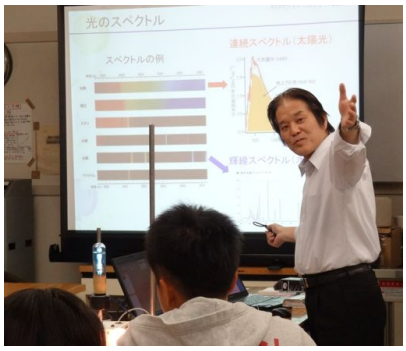
最後に，電磁波の屈折率が，媒質の誘電率と透磁率により決定されることを述べ，負の透磁率，誘電率を持つ媒質（左手系媒質）では，屈折率が負になること，これを利用して，光に対して透明な媒質を実現できる可能性があること等，近年注目されている左手系人口媒質と負の屈折率を用いたクローキングについて話題提供を行った。

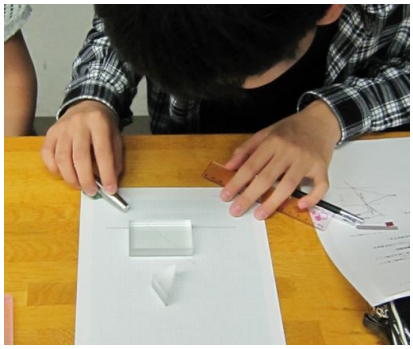
３）事業の成果及び今後の課題

参加者は，講義と実験に真剣に取り組んでおり，高等学校で学習する光の屈折や反射の原理を理解したようである。また，光のスペクトルを実際に観察することにより，光の色と波長の関係を理解し，多くの生徒が興味をもってスペクトルを観察していた。

限られた時間内での講義と実験を通じて，光線経路の作図，分度器による角度の読み取りと電卓を用いた三角関数の計算など基本的な実験とデータの解析を行ったが，光の波動性や，光のもう一つの側面である粒子性についての理解と，実験・観察技能の向上には，光電効果など関連したテーマによるさらなる学習活動が必要と思われる。


科学わくわくプロジェクト
ジュニア科学塾
光の正体


光のスペクトル
スペクトルの例
連続スペクトル（太陽光）
輝線スペクトル



（ジュニア科学塾第３回講座）

「干潟の生物・ウミホタルの発光」生物分野

第１部「干潟生物の採集，観察」
第２部「ウミホタルの発光」
第３部「ウニの発生実験」

広島大学大学院理学研究科　（准教授）　田川訓史
（助教）　浦田　慎
技術センター（技術主任）　山口信雄

１）事業の目的

我々の身近にありながら、直接接する機会の少ない海洋生態系について、理解と興味を深めることを主眼に置いた。野外実習では、干潟を中心とした浅海域の動植物について、生徒自身の力で発見し、観察と分類を体験することを第一の目的とした。さらにムラサキウニの発生過程の観察を通じて、生殖と発生機構の基礎的知識を得ることを第二の目的とし、全体として海洋生物の形態や生活様式の多様性と環境との関わりについて具体的なイメージが得られるよう促した。

２）事業の内容・方法

参加者が臨海実験所に宿泊して一泊二日の共同生活を行う、合宿型の実習である。講師三人とスタッフの指導のもとで、干潟生物の採集と観察、ウミホタルの採集と発光の観察、さらに、ムラサキウニの人工授精と胚発生の観察を行った。野外実習に先立っては、環境と動物の形態や生活との関係について解説を行い、さまざまな環境と、動物種の形態的特徴や行動との関係、また人間の社会活動との関係について理解を促した。ウミホタルの観察に際しては、発光生物全般についての解説を加え、ムラサキウニの人工授精と胚発生の観察ではその産卵の仕組みや受精と卵割について基礎的な解説を行った。これらの解説により、参加者の興味を高め、観察と理解が深まるようにした。それぞれのテーマについてレポートをまとめてもらい、実習体験の復習、整理を促した。また、実習中は参加者からの個別の質問に応じ、各自の多様な興味や疑問に答えるよう努めた。

３）事業の成果及び今後の課題

野外実習、発生実験のいずれについても、生徒一人一人が自らの手で体験することにより、教科書だけでは得られない経験に基づく知識を得られたものと思われる。また実習内容ごとの解説に対しては、真剣に聞く態度が認められ、実習での体験とあわせて理解が深まったものと思われる。

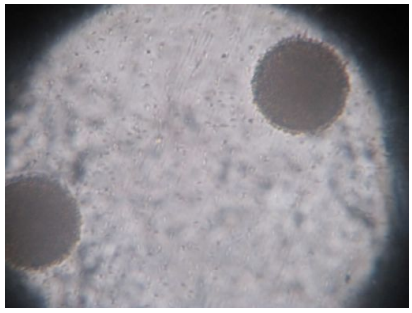
干潟では、各自がそれぞれの視点で熱心に観察と採集を行い、生息する動物の特徴を理解する様子が伺われた。これまで海岸での野外採集の経験の無い生徒のみならず、経験のある生徒にとっても、重要湿地に指定されている細の洲での実習は、貴重な経験になったと思われる。

ウニの発生実験では、自分でセットしたプレパラート上で生きている卵や精子を観察して、実際に受精させることにより、受精のメカニズムについて基本的な理解を得られたと思われる。またその後の卵割過程の観察についても、初期発生を理解する一

助になったと思われる。

緊張からなのか、恥ずかしさからなのか、実習当初生徒達の反応は中学生にしては元気のないものであったが、二日間にわたる実体験で徐々に本来の活発さを取り戻し、実習を終えて帰る頃には、見違えるように明るく元気な姿であった。怪我や病気もなく、純粋に生物に対する興味を深めてもらえたことは、やはり一番良かったのではないかとおもわれる。

課題としては、講師としての我々について、生徒やスタッフに対する説明の工夫が不足であったと感じる。特に、参加者が中学生ということで、器具、施設の利用に関して問題点が生じやすいので、次回以降改善したいと思う。具体例としては、海水がついたまま、スライドグラスがセットされたままの顕微鏡が残されていたこと、ゴミの分別が不十分であったこと、宿舎のエアコンが退所後も入ったままなど、である。わくプロ側の TA やスタッフによる注意、点検も重要なのではないかと感じるので、次回以降の改善目標として協力して頑張っていきたい。



（ジュニア科学塾第４回講座）

「色の化学ーいろいろな色素とその使われ方ー」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

化学は物質を対象とする科学であり，物質の構造・性質・反応を探究した上で，その成果を社会に還元する学問である。今回のジュニア科学塾では，生活のあらゆる場面で使われている「色素」を素材として，（１）色素を合成してその性質を調べる実験，（２）色素にどのような元素・イオンが含まれているかを明らかにする実験，そして（３）色素水溶液の吸光度から色素の含有量を決定する実験，の３つの実験を行う。これらの実験を通じて，色素をはじめとする化学物質が生活に役立てられている事実と，合成と性質探査および物質の同定と定量といった化学における探究のしかたに，生徒の意識を向けさせることを目的とする。

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 21 名を６グループに分け，２つのグループごとにローテーションしながら上述の３つの実験テーマに探究的に取り組ませた。広島大学大学院教育学研究科に所属する大学院生４名を各実験テーマに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。いずれの実験も，まず TA と一緒になって実験を経験する中で手法を理解させた後，類似の手法で生徒自らが実験を進めていけるよう配慮した。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，３つの実験の概要を述べる。

実験１　色素を作って，その性質を調べよう！

初等・中等教育理科で酸塩基指示薬として用いられるフェノールフタレインと蛍光ペンに使われているフルオレセインを合成して，それらの酸塩基指示薬・蛍光色素としての性質・機能を調べた。これらの色素は，フェノールあるいはレゾルシンと無水フタル酸を試験管に入れ，脱水触媒としての濃硫酸をごく少量加えてドライヤーで１分程度加熱するという，極めて簡便な手法で合成することができる。合成された色素をエタノールと水で希釈した水溶液に水酸化ナトリウム水溶液あるいは希塩酸を加えることで，液性の変化に伴って水溶液の色や蛍光が変化する様子を確認させた。

フェノールから合成された色素について，酸性条件では無色であるがアルカリ性にすると赤く着色するという観察結果と，生徒の酸塩基指示薬に対する既有知識とを照らし合わせることで，生徒はこの色素がフェノールフタレインであることに気づくことができる。さらに身の回りでそのような色変化を示す文具品はないかを生徒に問いかけ，赤色のマーカーの上から別のペンでなぞると色が消える暗記ペン，空気に触れると消色する消えるのりの動作原理を考えさせた。このように，フェノールフタレインは，生徒にとってなじみのある色素であることに加え，その性質を上手く利用して機能性文具品として使われていることは生徒にとって新鮮な事実であり，その原理を生徒自らが考察できるという点で，有用な化学教育素材であると言える。

レゾルシンから合成されるフルオレセインについて，アルカリ性水溶液にブラックライトの光を当てると黄緑色の強い蛍光が観察された。続いて日々の学習の中で生徒が使っている蛍光ペンに同様の性質を持つものがあることに気づかせ，フルオレセインが蛍光ペンの色素として使われている事実を認識させた。

実験２　絵の具の色は何の色？

図画工作・美術の時間に使う絵の具も染料や顔料と呼ばれる化学物質であることに触れ，金属酸化物・金属硫化物が使われている絵の具の金属元素をイオンとして検出する実験を行った。この実験では，硫化物形成によって特徴的な沈殿を生じる鉛イオン(Pb^{2+})，亜鉛イオン(Zn^{2+})，カドミウムイオン(Cd^{2+})を取り上げた。まず，これらの金属イオンを含む３種類の水溶液に硫化水素水を加えて加熱し，硫化物の沈殿を形成させた。このとき，鉛イオンを含む水溶液からは黒色の硫化鉛(PbS)，亜鉛イオンを含む水溶液からは白色の硫化亜鉛(ZnS)，カドミウムイオンを含む水溶液からは黄色の硫化カドミウム(CdS)が沈殿した。続いて，炭酸鉛あるいは酸化亜鉛を含む白色絵の具と，硫化カドミウムを含む黄色絵の具を素材として提示した。これらの絵の具に含まれる無機顔料を硝酸でそれぞれのイオンに分解した後，硫化物形成反応を行ったところ，炭酸鉛を含む白色絵の具からは黒色の硫化鉛が，酸化亜鉛を含む白色絵の具からは白色の硫化亜鉛がそれぞれ沈殿し，硫化カドミウムを含む黄色絵の具からは硫化カドミウムが再生した。この実験結果と，それぞれの金属イオンに対する硫化物形成反応を確認した先の結果と比較することで，白色絵の具には鉛イオンや亜鉛イオンを含むものがあること，黄色絵の具にはカドミウムイオンが含まれていることを生徒自身が示すことができた。一連の流れは，あらかじめ把握したイオンの性質・反応をもとに，素材に含まれる物質を構成するイオンを生徒自らが探究的に決定することのできる学習活動である。

実験３　鉄イオンはどのくらい入っているか？

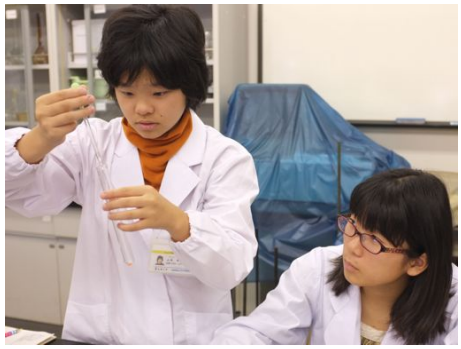
はじめに，着色溶質の吸光度は一定光路長のもとで溶質濃度に比例するというランベルトーベールの法則を生徒が日常生活の中で経験的に知る色の濃さと濃度の関係と関連づけて導入し，その比例関係を表す検量線から未知濃度の検液の濃度を知ることができることを説明した。加えて，色の濃さは吸光度として比色計で数値化できることや，無色の物質には吸光度を測定できるような着色反応を行うことを補足説明した。色の化学は色素や顔料としての利用のみならず，色を付けることで物質の定量に展開できることを生徒に理解させた上で，このことに関する探究活動のゴールを温泉水に含まれる鉄イオンの濃度決定に設定した。温泉水として含鉄炭酸泉である船小屋温泉(福岡県筑後市)の水を用い，鉄イオンの比色定量には 1,10-フェナントロリンとの錯形成によって赤色に着色する反応を用いた。比色計として，ICT（情報通信技術）を活用した授業展開での教育機器として近年注目されつつある，SPARK サイエンスラーニングシステム(島津理化)を用いた。

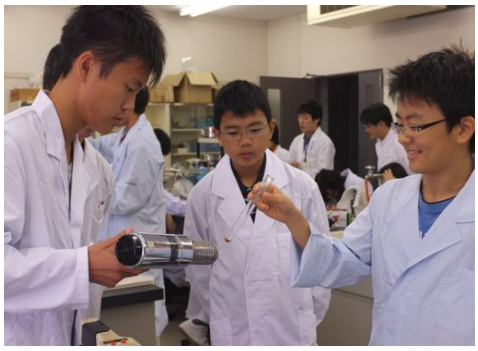
濃度既知の鉄イオンの着色溶液(Fe^{2+}濃度: 0 mg/L, 1 mg/L, 2 mg/L, 3 mg/L, 4 mg/L, 5 mg/L)を観察して色の濃さと濃度との関係を視覚的に把握した。その後，これら着色溶液の吸光度を SPARK 比色計で測定し，横軸に Fe^{2+}濃度，縦軸に吸光度をプロットして，検量線を作成した。続いて，未知濃度試料である温泉水を着色させた後，着色溶液の吸光度を測定し，その値を検量線に照らして，温泉水に含まれる鉄イオンの濃度を決定した。温泉水の成分分析表に記載されていた鉄イオンの濃度は 26.4

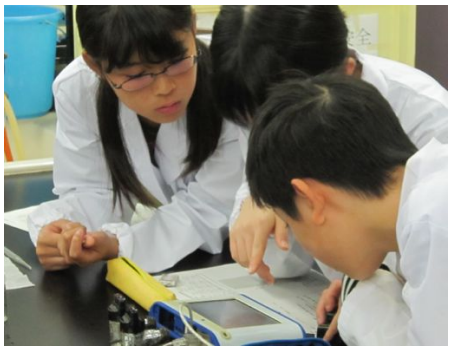
mg/L であったのに対し，生徒が求めた値はおよそ 20－26 mg/L であり，よく一致した結果となった。生徒は簡便な方法でありながら分析表の記載に合う値を得ることができ，満足いった様子であった。本実験は，化学における定量分析で多用される比色法の基礎を探究活動を通じて生徒が学ぶことのできる学習活動として有用である。

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，想定される結果を見事に導き出していた。その結果とこれまでの学習や生活体験からの既有知識とを関連づけて，「色の化学」がもたらす恩恵について TA とともに議論する姿が見られた。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，化学物質が生活に役立てられている事実や化学における探究のしかたに対して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。このような取り組みは，生徒の科学的好奇心を高めながら意欲的に学習する態度を育成することのみならず，現代社会における科学とそれを支える物質の恩恵について生徒が今一度考えるよいきっかけとなる。今後とも，継続的かつ幅広い事業の実施が望まれる。







（ジュニア科学塾第５回講座）

「星の光から何がわかるか？」天文分野

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

ジュニア科学塾は、学校の学習内容には捕らわれずに、高度で幅広い科学を勉強したいと考えている中学生のために開かれている。2012 年度のテーマは「光」で、計 6 回の講座が設けられており、本講座はその５回目となる。

今回は、望遠鏡による「可視光」の観測から、どのようにして、遠い天体の事を知ることができるのか、そして東広島天文台で実際にどういった研究が行われているのかを理解することを目的として、東広島天文台を会場に行われた。

２）事業の内容・方法

今回の事業は、以下の内容で行われた。

日時：　２０１２年１２月１５日（土）１６：００－１９：００
会場：　広島大学宇宙科学センター附属東広島天文台
講師：　広島大学宇宙科学センター・准教授・川端弘治
参加中学生：　１９名
プログラム：
　１６：００－　集合・開会の挨拶
　１６：２０－　講義「星の光から何がわかるか？」　於：１Ｆセミナー室
　１７：３０－　４Ｄシアター「Mitaka と宇宙の階層構造」観賞
　１７：５０－　かなた望遠鏡見学　　於：２Ｆ観測室
　１８：２０－　４Ｄシアター「月の誕生シミュレーション」観賞
　１８：４０－　閉会の挨拶・事務連絡等

講義は、プロジェクタで投影したものを説明する形式で、第１章「光と波」、第２章「光り方と天体のスペクトル」、第３章「天体スペクトルと観測的研究～広島大学における研究を例に～」という章立てで行った。事後に復習できるよう、スライドを縮小してカラー印刷したものを参加者に配布した。

講義の主題は、観測される光からどのようにして天体の情報を得ることができるかを理解する、というもので、光の波の性質から始めて、物体の出す連続光と単色光、恒星が実際に出すスペクトルの特徴、光のドップラー効果による天体の運動などを順次、解説した。最後に、東広島天文台で成果を出しているガンマ線バーストや超新星の研究に触れて締めくくった。80 億光年先の天体の光を東広島天文台のかなた望遠鏡で捕えて分析していることに驚いた、と話す中学生が印象的であった

４Ｄシアターでは、偏光板を用いて立体視できるシステムと、国立天文台で開発された立体視用ソフトウェア「Mitaka」を利用して、地球から宇宙の大規模構造までの宇宙の階層構造と、月の生成に関するシミュレーション計算結果を可視化した映像を用いて、解説を行った。

かなた望遠鏡見学は、1.5m かなた望遠鏡とそのドームの実物を見ながら、方位軸

速度 5°/秒というこのサイズの望遠鏡として世界最高レベルの駆動性能を持つ望遠鏡について解説を聞いてもらった。残念ながら、当日の天候が悪く、天体観望は行うことができなかった（観望に充てていた時間を使って、上記の４Ｄシアター・月の生成シミュレーションを鑑賞してもらった）。

３）事業の成果及び今後の課題

天文台という研究施設の現場で、それを用いて研究を行っている大学教員から直接、話を聞くことができるという機会は、通常の中学生にとっては多くは無いであろう。今回は１９名という手頃な人数でもあり、参加者と講師とが身近に接することもできて、大きな講演会とは違った良い経験ができたのではないかと思う。このようなジュニア科学塾の取り組みは貴重で、今後もぜひ継続して頂きたい。

最初の講義では、講師の用意したスライドが中学生にとって難解だったようで、質問も少なく、少々反省している。ただ、これには参加者がまだ慣れていなかったことも関係しているかもしれない。４Ｄシアターや望遠鏡見学では、参加者も積極的に質問するようになり、理解も進んだようである。天体の観望が出来れば、参加者にとってなお一層良い経験になったと思うが、これは単純に天候に左右されるので、致し方ないところである。

宇宙科学センターの HP より
「天文台広場上空から大学キャンパス方面を望む」
「かなた望遠鏡」

（ジュニア科学塾第６回オプション講座）

「望遠鏡づくりと天体写真」

わくプロ研究センター研究員　藤川義範

１）事業の目的

今回の講座は，オプション講座として準備されている。そのため，対象となる受講生は，これまでと同じメンバーであるものの，参加は任意である。

今回の講座は，受講生が今後自分で活用できる手作り望遠鏡製作と，それを使っての観測を行うことを骨子として計画した。単に“作って眺める”活動にならないよう，製作にあたっては，望遠鏡の種類や原理，特徴などの理解をあわせて図ることを重視した。観測にあたっては，ターゲットを決めてそれを観察すること，デジカメで撮影し記録すること，目と望遠鏡との見え方の比較など，視点を持って行うことを重視した。これらにより，今回制作した望遠鏡が，ただの置物とならず，今後自分の生活の中で活用されることが期待されると考えた。

２）事業の内容・方法

今回の講座は，広島大学大学院教育学研究科の林武広教授が講師として計画，準備が進んでいたが，直前に林教授に急用が入り，当日は事務局が講座を運営した。前半の講義では，広島大学大学院教育学研究科学生で，広島大学附属東雲中学校非常勤講師である大谷智典氏が担当した。後半の観測では，大谷氏と，広島大学教育学部学生である山本貴志氏が担当した。また，当日は，雲が空のほとんどを埋め尽くすほどの状態であったため，自作望遠鏡での観測は困難であった。そのため，急遽，両氏が常設の天体ドームの望遠鏡を使って，木星，ベテルギウス等を紹介した。

「組立天体望遠鏡 35 倍」
編／川村晶
監修／渡部潤一
星の手帖社

写真
　左：箱の表
　中：箱の裏
　上：組立した望遠鏡

３）事業の成果及び今後の課題

受講生２６名のうち，１７名がオプション講座参加を申し込み，当日は病欠による２名を除く１５名が受講した。

	出席	欠席
中３	1	６（１名病欠）
中２	7	3
中１	7	２（１名病欠）

講義では，望遠鏡の種類（屈折式望遠鏡，反射式望遠鏡），望遠鏡の目的，望遠鏡の原理，屈折式望遠鏡と反射式望遠鏡のそれぞれの利点と欠点，色収差，望遠鏡の性能と倍率を学習した。図も用いての丁寧な話のため，受講生はよく理解できていたようだ。そのため，製作の場面でも，説明書の意味がよくわかり，光を意識しながら丁寧に仕上げていた。天体ドームでの星の観察の場面では，光をたくさん集めたからころ見える星の姿に見入っていた。天体ドームには，２種のタイプの望遠鏡が設置されている。実物をすぐそばで見ることにより，また，実際に星を眺めることにより，講義で学んだことの復習ができた。

日没後空が暗くなってから屋上に上がり，自作の望遠鏡で観察することとした。三脚に取り付けてから屋上に上がり空を見上げたものの，今回の望遠鏡は，ピント合わせに少々の慣れが必要だったようだ。受講生にとって，星を見つけ，手元が暗い屋上で三脚を操作し，ピントを合わせるのは困難だった。明るいところで前もって，遠くの町灯りなどを目印にピント合わせの練習をしておくと，もう少し容易にできたと思われた。ただ，この日は，雲が空のほとんどを埋め尽くすほどだったため，星そのものを見つけるのが難しかった。空が晴れて星がよく見えるときならば，ピント合わせの困難さが変わっていたかもしれない。

（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２４年５月～平成２４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

３講座３名（高２：１名，高１：２名）

（団体レクリエーション傷害保険加入，わくプロ負担）

講師　大学院理学研究科　　坂本　尚昭准教授

宇宙科学センター　　川端　弘治准教授

大学院教育学研究科　吉冨　健一講師

開校式

魚谷滋己（公財）マツダ財団事務局長の話

⑤　研究要旨

ウニ胚はなぜ左回りに回転するのか（２）

広島県立国泰寺高等学校　下野　文栄（２年）

ウニ胚は、受精から桑実胚期までは静止した状態で分裂を繰り返すが、胞胚期から繊毛の運動により回転し始め、ふ化後も回転をしたまま海中を泳ぎ回る。また、初期プルテウス幼生まではウニ胚の体は左右対称であるが、その後左右に一対ある体腔のうのうち左側の体腔のうのみが将来の成体となるウニ原基を形成する。

胞胚期以降の回転は、ほぼすべてのウニ胚で左回りである。私は昨年度から、ウニのプルテウス幼生が左回りに回転する理由について興味をもち、ウニ胚の左回りの回転とウニ原基（将来の稚ウニ）が形成される方向との関連について調べてきた。昨年度の研究において私は、繊毛を除去する化合物（図１）でバフンウニ（*Hemicentrotus pulcherrimus*）胚を処理して左回りの回転を止めると、右側の体腔のうからウニ原基が形成される割合が上昇することを明らかにした。これにより、ウニ胚が繊毛運動によって左回りに回転することは、左右どちらの体腔のうがウニ原基を形成するかを決定するのに重要であることが示唆された。

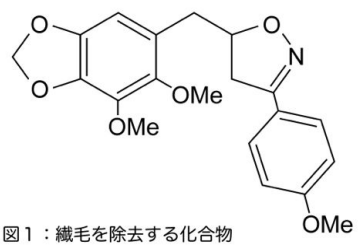


図１：繊毛を除去する化合物

そこで今年度の研究では、ムラサキウニ（*Anthocidaris crassispina*）においても同様の結果が得られるかを調べることにした。ムラサキウニ胚の左回りの回転を止めるために、1 μM，2 μM，4 μM の繊毛を除去する化合物でウニ胚を処理したところ、濃度依存的にムラサキウニ胚の回転運動が抑えられることが分かった。そこでこの胚を一ヶ月間培養し、左右どちらの体腔のうがウニ原基を形成したかを顕微鏡で観察して調べた。しかし、今回の実験ではウニ胚の生育が異常で結果が得られなかった。

次に、胚の回転がどのようにウニ原基形成の方向を決定するのか、その分子機構について検討するために、ウニの左右性の決定に関わる遺伝子の発現パターンを調べた。正常なバフンウニ胚と繊毛除去処理されたウニ胚をパラホルムアルデヒドで固定し、*Nodal* 遺伝子の mRNA と相補的なプローブを用いて、ホールマウント *in situ* ハイブリダイゼーションを行ったところ、繊毛除去処理により *Nodal* 遺伝子の発現が乱されることが明らかになった。したがって、ウニ胚の繊毛運動による左回転は、ウニの左右性の決定に関わる遺伝子の発現制御に関与することが示唆された。また、ウニ胚の外表面の繊毛による回転運動が重要なのか、胞胚腔内にも繊毛を介した何らかの運動があるのかについても検討したので、あわせて報告する。

ブラックホール連星の軌道計算

広島大学科学わくわくプロジェクト科学塾研究室

広島県立広島高等学校　1年　谷　昌典

１．　研究の目的

ブラックホール連星とは、ブラックホールと恒星が互いに連星系をなしてまわっている天体のことである。ブラックホール自身は電磁波を出さないため、ブラックホールの質量や連星系のパラメータ（周期、長半径など）は、伴星をなす恒星の観測から求める必要がある。しかし、これまでのところ、光のドップラー効果を利用した視線方向（我々が天体を見る方向）の速度の情報しか得られていないため、軌道傾斜角や軌道の向き（天空面上の方位角）、ブラックホールの質量など、重要な物理パラメータには不明なものが多い。一方、数年後の打ち上げが期待される小型 JASMINE 衛星は、10 マイクロ秒角という詳細な位置決定精度をもっていることから、軌道を正確に決められる可能性がある。それが現実となれば、ブラックホール連星の研究において革新的な進展が見込まれる。

そこで今回は可視域で比較的明るい Cyg X-1 と SS433 という 2 つのブラックホール連星候補、および LS I+61 303, LS 5039 という 2 つのマイクロクエーサー（コンパクト星かブラックホールか中性子星かは未決着）について、それぞれ距離や軌道がどのように求められ、天球面上でどのように見えるかを計算してみた。最終的な目標は、小型 JASMINE 衛星でこれらの軌道を空間分解して観測可能かどうかを見極めることである。

２．　JASMINE 衛星について

JASMINE 衛星は、Japan Astrometry Satellite Mission for Infrared Exploration の略で、赤外線や可視光で星の位置を高精度で計測することを目的としている。より早く打ち上げられる予定である小型 JASMINE 衛星では、Hw バンドで 11.5 等より明るい天体に対し、JASMINE 衛星と同じ 10 マイクロ秒角の精度で位置を決定することが出来る。

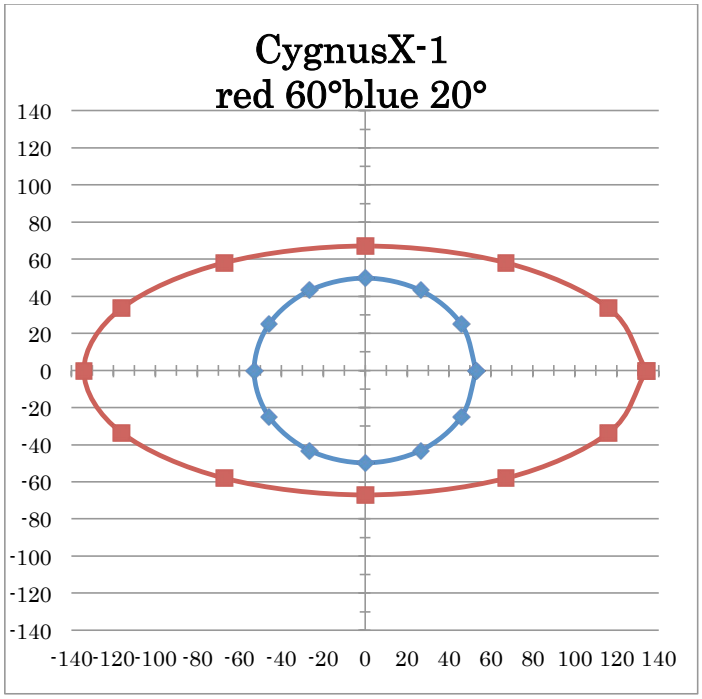
３．　天体の軌道について

一般に、天体の軌道は楕円形をしている。その公転面が私たちにたいしてどの程度傾いているか（軌道傾斜角）、楕円の長軸がその公転面の中でどれだけ回転しているか、という２つの角度によって、天球面上での見え方は異なってくる。これまでに伴星の視線方向の運動から得られた軌道データに基づき、公転面の傾きやブラックホールの質量を取り得る範囲でいろいろ変えて、それに応じて軌道が天球面上でどう見えるか考えてみた。

４．　結果

計算は 4 天体について行ったが、以下では代表例として Cyg X-1 について述べる。軌道パラメータや距離は McClintock & Remillard (Black Hole Binaries, §4.1)に従った。図は、軌道傾斜角　i=60°、20°の場合にそれぞれ、私たちに見える伴星の動きを示している。つまり公転面が、私たちが天体を見る方向に対し、それぞれ 30°、70°の場合に対応する。軌道傾斜角が異なると、軌道を再現するブラックホール質量が変わるため、見え方も大きく変化することがわかる。

小型 JASMINE 衛星の位置決定精度は 10 マイクロ秒角で、Cyg X-1 の伴星の動きはそれよりも充分大きいことから、軌道を決定可能であることが分かる。さらに、LS I +61 303 においては Cyg X-1 よりも大きく変化することが判った。つまり、小型 JASMINE による観測で、これらのブラックホール連星の軌道傾斜角や軌道の向き、そしてブラックホールの質量を決定することも可能になると期待される。



５．　感想

ブラックホール連星は非常に遠いので、地球からみると公転による見かけの運動は小さすぎて、空間的に分解できていない。それが観測技術の向上で天体の運動の様子が見えるようになることはすごい事で、それで研究が一気に進むということは面白いと肌身で感じた。

現生種との比較における中新世貝化石の化石化の研究

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
広島なぎさ高等学校　光野　萌（１年）

Ⅰ　研究の動機

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気がついた。生物が化石化して保存されるさまざまな過程の中には、その成分が置き換わって化石となるものがあると言われることを知った。そこで、比較的サンプルの入手が容易な二枚貝（フネガイ科に属するサルボウガイの貝殻）の化石と、現生に存在する同じ種類の貝殻の成分を比較分析することで、化石化とはどのような作用なのか調べたいと考えた。

Ⅱ　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（$CaCO_3$）から構成される石灰質の殻を持つが、カルシウムの炭酸塩は、結晶構造の違いによって主にカルサイト（方解石）とアラゴナイト（アラレ石）に区別される。二枚貝の貝殻は電子顕微鏡で観察すると、外層内層の 2 層（種によっては中層があり３層）になっていることが知られており、表１に示すように構成鉱物の形や配列により種々の構造が見られる。どちらかというとアラゴナイトは高圧条件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は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、古い地質時代の化石の多くはカルサイトに変化しているとされる。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。

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	<u>フネガイ</u>、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	<u>カキ</u>、<u>ホタテガイ</u>、ナミマガシワ

※下線は、今回分析を行った対象の貝殻

Ⅲ　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。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。分析を行った試料は、以下の 19 サンプルである。

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）

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）

Ⅳ　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、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変化していた。

表２．現生の貝殻の FT-IR 法による成分の分析結果

	サルボウ		ホタテ	カキ
現生	アラゴナイト(4)		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)

Ⅴ　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変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、変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変化したものか、FT-RI による分析からで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。

参考文献

化石と生物進化（P.３８～４７）　地学団体研究会編　東海大学出版会

化石の研究法　化石研究会編　共立出版株式会社

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。

⑥　講師報告

広島大学大学院理研究科　准教授　坂本尚昭

1）事業の目的

わくわくプロジェクト科学塾研究室分子生物学コースでは、「ウニの発生」に関連した素朴な疑問について、その謎を解き明かすような実験を行い、科学的発見の喜びを体感させることを目的とした。また、分子生物学的実験手法を体験することも、目的のひとつとした。

2）事業の内容・方法

2-1. 研究目的

ウニ胚は、受精から桑実胚期までは静止した状態で分裂を繰り返すが、胞胚期から繊毛運動により回転し始め、ふ化後も回転したまま海中を泳ぎ回る。このときの回転方向は、すべてのウニ胚で左回りである。また、初期プルテウス幼生まではウニ胚の体は左右対称であるが、その後左右に一対ある体腔のうのうち左側の体腔のうのみが将来の成体となるウニ原基を形成する。昨年度の事業より、広島県広島国泰寺高等学校の下野文栄さんが「ウニ胚はなぜ左回りに回転するのか？」という研究課題で実験を開始し、繊毛を除去する化合物でバフンウニ胚を処理して左回りの回転を止めると、右側の体腔のうからウニ原基が形成される割合が上昇することを明らかにしてきた。今年度はさらにこの研究課題を発展させ、この現象が他のウニでも見られるのか確認するとともに、胚の回転がウニ原基形成の方向を決定する分子機構についても検討することを目的とした。

2-2. 実験方法と結果

A. ムラサキウニにおける胚の回転と成体原基形成位置との相関について

ムラサキウニ（*Anthocidaris crassispina*）の卵と精子を集めて受精させた後、通常のろ過海水・1 μM の繊毛を除去する化合物（図 1）を含む海水・2 μM の繊毛を除去する化合物を含む海水中でウニ胚を培養した。24 時間後または 5 日後にウニ胚を通常のろ過海水に移し、エサの浮遊珪藻を与えながら約 1 ヶ月培養した後、左右どちらの体腔のうがウニ原基を形成したか観察した。

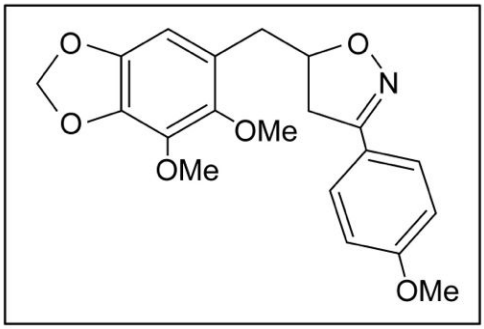


図 1　繊毛を除去する化合物の構造。

ムラサキウニの胚においても繊毛を除去する化合物は効果的に作用し、1 μM または 2 μM の化合物を含む海水中においてはムラサキウニ胚の繊毛回転による動きを止めることが出来た。ところが、今回の実験ではムラサキウニ胚の生育が異常であったため、結果が得られなかった。

B. 胚の回転がウニ原基形成の方向を決定する分子機構

ウニ胚の回転がウニ原基の形成に関与する仕組みを調べるために、ウニの左右性に関わると知られている遺伝子の発現部位を調べることにした。バフンウニ（*Hemicentrotus pulcherrimus*）の正常胚および繊毛を除去する化合物で処理した胚をパラホルムアルデヒドで固定し、ホールマウント *in situ* ハイブリダイゼーションにより *Nodal* 遺伝子の発現部位を調べた。(図 2)。

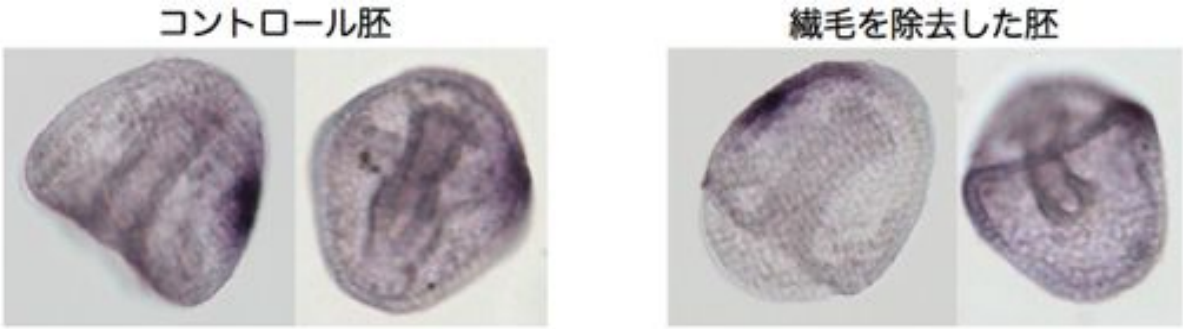


図 2　ホールマウント *in situ* ハイブリダイゼーションにより検出した Nodal 遺伝子の発現部位

コントロール胚では*Nodal* mRNAが胚の片側でのみ検出されたのに対し、繊毛除去胚では左右両側に検出されたものあった。したがって、繊毛除去してウニ胚の回転を止めたことにより、左右の決定に関わる遺伝子の発現が乱されたと考えられる。

C. 胞胚腔内に注射した蛍光ビーズの観察

ウニ胚の外表面の繊毛による回転運動が左右性の決定に重要であると考えられる。しかし、胞胚腔内にも繊毛を介した何らかの運動があり、それによって生じる体腔液の流れが左右性に関与する可能性も考えられる。そこで、胞胚腔内に蛍光ビーズ（直径1.7～2.2 μm）を注射し、その動きを追跡することにより体腔液に流れがあるかを調べた（図 3）。その結果、胞胚壁に入ったビーズと胞胚腔内のビーズの動きにずれはなく、胞胚の回転と体腔液の動きは一致していた。

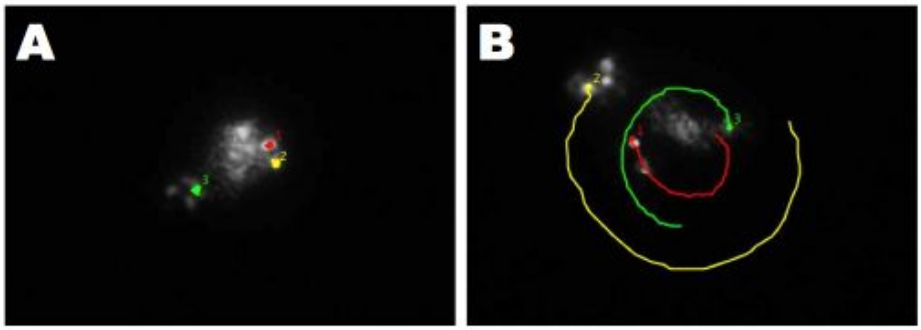


図 3　(A) 未ふ化胞胚期における、蛍光ビーズの動き
(B) ふ化直後における、胞胚壁に入ったビーズ（黄）と胞胚腔内のビーズ（赤と緑）の動き

2-3. 実験のスケジュール

6月30日　今年度の実験計画の打合せ
　　ムラサキウニの卵の受精、繊毛を除去する化合物での処理
7月22日　胚の洗浄と観察
8月 6日　胚の洗浄と観察
8月16日　左右性関連遺伝子のin situハイブリダイゼーション
10月 1日　胞胚腔内への蛍光ビーズの注射
10月28日　ポスターの作成および発表の打合せ
　　（要旨およびポスターの作成・添削は、主にメールで行った）
11月 3日　中高生科学シンポジウムにてポスター発表

2-4. 研究のまとめ

これまでに、ウニ胚の繊毛による回転運動を阻害すると、成体原基が形成される位置に乱れが生じることが示されていた。今回の実験において、ウニ胚の繊毛による回転運動を阻害するとウニ胚の左右性の決定に関わる遺伝子の発現パターンに乱れが生じることが示された。したがって、ウニ胚の繊毛運動による左回転は、ウニの左右性の決定に関わる遺伝子の発現制御に関与すると示唆される。また、ウニ胚の左右性の決定には外表面の繊毛による回転運動が重要であり、胞胚腔内には体腔液の流れはないことが示唆された。

３）事業の成果及び今後の課題

ウニの左右性と繊毛回転との関係についての実験は、今年は２年目であった。より発展的な内容の実験を計画していたが、そのような実験は日数を要するものが多い。高校での学校行事・クラブ活動・模試等の予定および私自身の都合により、実験の日程調整は非常に難しく、すべての実験を週末だけで行うのは困難であった。しかし、熱心に広島市内から通って実験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。

ムラサキウニを用いた実験では、胚の生育不良により結果を得ることが出来なかった。この実験は開始から結果を得るまで１ヶ月かかり、ウニの産卵期も限られているため、同じ実験をやり直すには時間が足りなかった。生きた生物を用いて実験することの難しさを、改めて実感した。

今年度の実験では、私が指導する大学院生にも手伝ってもらった。高校生にとって、大学院生とコミュニケーションをとって実験に取り組むのは、非常によい刺激になったのではないかと思われる。また、生物の実験でありながら数学的な解析手法も取り入れ、サイエンスの奥深さをさらに感じてもらえたのではないかと期待している。

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、遥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。今回、天文班に属した県立広島高等学校１年の谷 昌典君もその一人ということである。しかし、ブラックホールの実態を知ることは、その「すべて飲み込む」素性ゆえ簡単ではない。例えば、有名なブラックホール候補天体においても、実はまだその質量がよく判ってないという現状である。光で中を見ることができないことから、観測的には、天体周辺における活動的な現象を介して切り込むことしかできない、間接的にしか知り得ない、といった事情から、ブラックホールの本質を掴むためには、どうしても物理学の素養が必要となる。そこで、谷君には、次期超高精度アストロメトリ衛星で、有名なブラックホール候補天体の質量を決定できるかどうかを、力学的・天文学的に検証することを目標として、高校物理、および大学教養レベルの物理における力学を学んでもらうことにした。

２）事業の内容・方法

本事業では、参加高校生１名に、高校物理の力学の講義と演習、されに大学教養レベルの力学の講義に続き、天体力学の講義を行った。適宜宿題を出して、家庭でも自習してもらった。その後、次世代アストロメトリ衛星として日本のグループが計画している小型 JASMINE 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ついて、ブラックホールと対をなして回る伴星の軌道が空間的に分解できるかどうかを、天体力学的に検証してもらった。これらブラックホール連星におけるブラックホール質量は、軌道の傾斜角が不明であることなどから、依然よく判っていないものが多く、場合によってはブラックホールではなく中性子星である可能性があるものもある。アストロメトリ衛星で軌道が分解できれば、ブラックホールの質量を初めて精度良く見積もることができる他、連星系のパラメータも確定して、もともとどういった連星として誕生したのかといった恒星・銀河進化の観点からも重要な貢献となる。

まず､開校式の行われた 2012 年６月２日に､高校力学の初歩の講義を行ったあと、高校力学､及び大学教養レベルの力学に関するテキストを渡して､家庭学習を促した。そして、6 月 24 日、7 月 21 日、28 日、8 月 4 日と広島大学東広島キャンパスで講義を重ねつつ、演習問題を解いてもらうなどして、ケプラー運動（2 体が重力を及ぼし合って行う公転運動で、片方の質量がもう片方に比べてずっと大きい場合）に関しては大学入試レベルの問題にも対応できるまで理解を深めてもらった。

そして、8 月 18 日、9 月 16 日には、大学教養レベルの力学、および天体力学へとステップアップし、同程度の質量の星が互いの重力で公転する場合についての取扱い方を理解し（図１）、さらに有名な 4 つのブラックホール連星に関する既知のパラメータから、地球から見た場合の（＝空に投影した）連星の公転運動を計算する方法を一緒にじっくりと考え出した。この辺りから、わくプロのノートパソコン１台を谷くんに貸与して、エクセルを用いてブラックホール連星候補の公転運動を計算するシート

を組んでもらった。この段階では、谷君が慣れないエクセルの扱い方を訊くため、あるいは計算結果が正しいかどうか確認して欲しい、という電子メールがよく送られてきたが、電子メールのおかげで離れていてもスムーズに意思疎通ができて助かった。

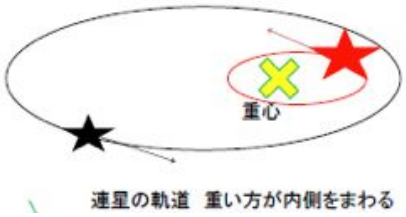


図１　連星軌道の模式図。２つの星の共通重心を中心として、重いほうがより内側の軌道を回る。

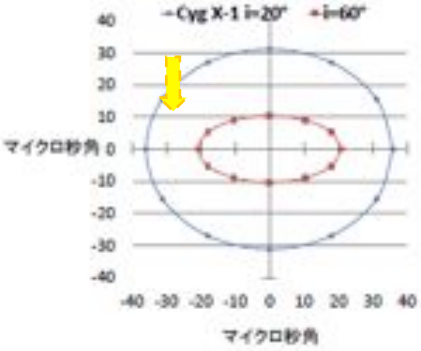


図２　谷君が計算した、ブラックホール連星 はくちょう座 X-1 の伴星（H バンド 6.7 等で小型 JASMINE で観測可能）の、地球から見上げた空に投影した場合の軌道。青が軌道傾斜角 20° で赤が 60° の場合。いずれも、小型 JASMINE の位置分解能~10 マイクロ秒角を上回り、観測可能なことが判った。

そして、10 月 28 日までに、Cyg X-1, SS 433, LS 5039, LS I +61°303 の４つのブラックホール天体候補について、既存の観測で得られている連星パラメータ（軌道周期、連星までの距離、伴星の質量等）を基に、様々な軌道傾斜角を仮定した場合の伴星の見かけの軌道と対応するブラックホール質量を計算して、小型 JASMINE 衛星で軌道を空間分解することができるかどうかを検証した（表１）。

表１　様々な軌道傾斜角（i）を仮定した場合の、ブラックホール質量とみかけの軌道の長径・短径の計算結果。（周期や伴星の H バンド等級は参考文献より引用）

結果　図は縦軸、横軸共にマイクロ秒角。iは軌道傾斜角（度）、H等級はHバンド(波長1.6μm)でのベガ等級を表す。表のMsunは太陽の質量の何倍かを示し、hは時間を、microはマイクロ秒角を表す。

Cyg X-1	質量	長径	短径
i=20°	14.5Msun	70micro	62micro
i=60°	7.32Msun	41micro	20micro
周期	134.396h	H等級	6.65等

SS 433	質量	長径	短径
i=40°	24.09Msun	152micro	116micro
i=75°	13.20Msun	138micro	35micro
周期	313.968h	H等級	8.74等

LS 5039	質量	長径	短径
i=15°	6.4Msun	18micro	17micro
i=60°	1.7Msun	5.2micro	2.9micro
周期	93.74472h	H等級	8.75等

LS I +61 303	質量	長径	短径
i=20°	4.2Msun	64micro	42micro
i=90°	1.25Msun	20micro	5.4micro
周期	635.904h	H等級	8.23等

その結果、Cyg X-1 と SS 433 については、広い軌道傾斜角範囲において推定されるブラックホール質量が太陽質量の３倍を超えており、ブラックホールの可能性が既に充分高い上に、軌道も小型 JASMINE で分解可能であり、観測することでブラックホール質量を確定できうることが判った。LS 5039 と LS I +61°303 については、軌道傾斜角が 90°に近い場合には小型 JASMINE をもってしても軌道が分解できないが、小さい場合には分解可能であることが判った。軌道傾斜角が大きい場合は、推定されるブラックホール質量も太陽質量の３倍を割り込むことから、中性子星かブラックホ

ールかを判定するには小型 JASMINE レベルの観測を待つしかないことも判った。

これまでの計算結果について、11 月 3 日の中高生科学シンポジウムで発表するポスター原稿として、10 月中旬までにまとめてもらい、電子メールで意見交換しつつ改訂を繰り返した。そしてシンポジウム 1 週間前の 10 月 28 日に、広島大学理学部で最後のセミナーを行い、計算結果を再確認するとともに、ポスターを完成させた。

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を味わう」ということに主眼を置いてきたが、谷くんと協議した結果、今回はこのテーマは見送って、観測は行わずに、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。これは、ブラックホール周辺の天体現象は、かなた望遠鏡で観測可能な可視光や近赤外線では暗いことが殆どである、という理由による。しかし、ブラックホール連星の相手の星（伴星）は、通常の星と同じく、可視光で明るいことから、観測可能な対象となる。そこで、天体力学の理論を用いて、未だよく判っていないブラックホール候補天体の質量に、次期アストロメトリ衛星で迫ることができるか、というテーマを掲げ、それに向けた力学の勉強を行うこととした。

高校 1 年生の谷くんは、まだ高校物理を学んでいなかったが、得意な数学を操りつつ、独学でも粘り強く勉強して、マスターしていった。そして、大学教養レベルの力学も理解するようになり、遂にはその応用ともいえる天体力学まで扱えるようになった。ブラックホールに関わる研究がしたいという一心で、ここまで高いモチベーションを維持できた意志には感服する。

今回の谷くんの計算で、次期アストロメトリ衛星が、ブラックホール天体の研究に対しても大きな貢献ができる可能性がより明確になった。ただ、アストロメトリ衛星は通常、一つの天体に対して数か月間隔といった低頻度の反復観測しか行わないので、今回、谷くんに計算してもらったようなブラックホール連星の軌道を追う観測を行うためには、例外的に高頻度の観測モードを設けてもらう必要がある。そのための根拠として今回のような計算は重要であり、学術的な意義も高いと考える。

反省点としては、谷くんが本来目指していた、ブラックホール天体そのものに関する研究には至らなかったことである。その点は彼自身もまだやり残していると考えているのではないだろうか。ブラックホールを扱うためには、一般相対論の勉強が必要となるため、高校生にはなかなか手が出せるものではないが、期間がもっと長ければ、何がしかの解があったかもしれない。今後の課題である。

なお、今回の研究について、本人の希望もあることから、2013 年 3 月に埼玉大学で開かれる日本天文学会春季年会のジュニアセッションに発表を申し込む予定である。

広島大学大学院教育学研究科　講師　吉冨健一

１）事業の目的

地層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。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気がついたことが研究の始まりである。そもそも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，生物の遺体が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。

本研究では，比較的試料の入手が容易な中新統産のサルボウガイ（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

貝殻を構成する炭酸カルシウム（CaCO3）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調べるため，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，中生代よりも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，広島の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，$CaCO_3$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２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710・713cm^{-1}の二ヶ所で吸収が見られることを利用して，貝殻の主成分の分析を行った。

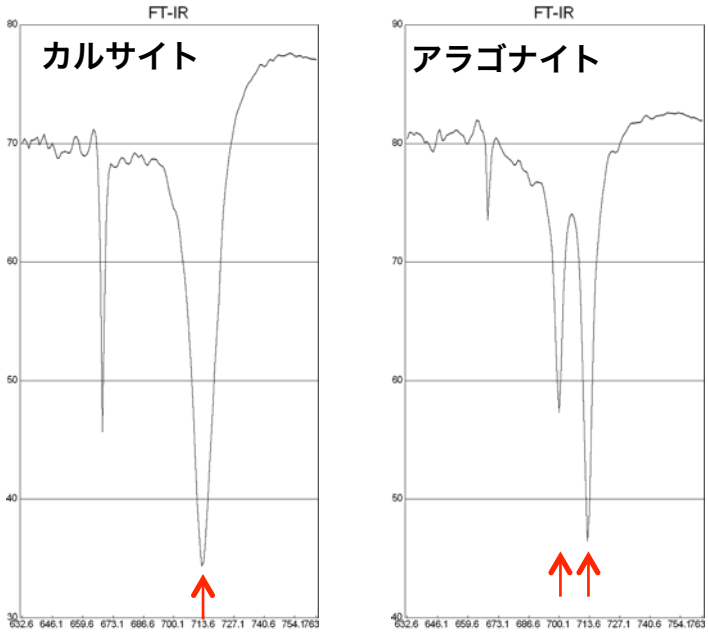


図１　FT-IR によるアラゴナイトとカルサイトのスペクトルの違い

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わかった。
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，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，カルサイトに変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 **カルサイトに変化**　２個体	アラゴナイト　２個体 **カルサイトに変化**　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

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

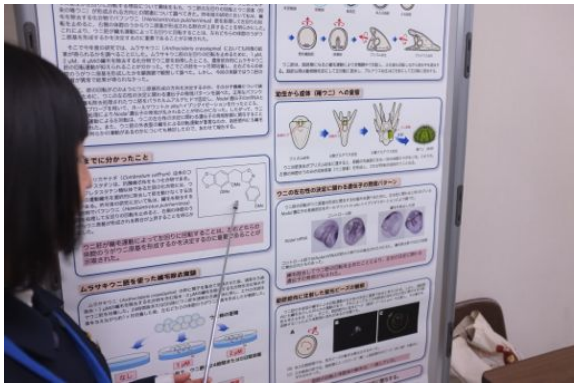
2-4. 研究のまとめ

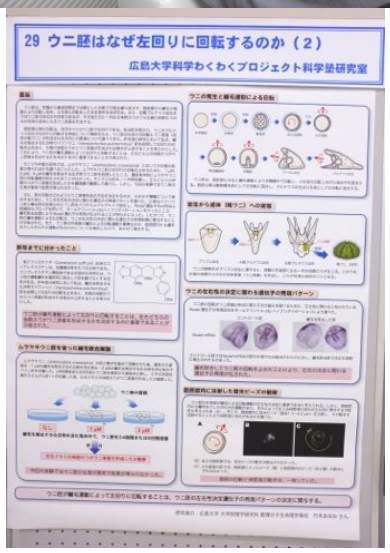
今回の研究によって，二枚貝の貝殻は，肉眼では現生の貝殻と同じように見えるが，炭酸カルシウムの結晶配列という鉱物レベルにおいて，化石化ともいうべき現象が進行していることが明らかとなった。一方，文献調査によると，広島の三角州を形成する地層（約５千年前）から産出した二枚貝の貝殻を構成する炭酸カルシウムは，アラゴナイトのままであること，また中生代以前の化石では，ほとんどがカルサイトに変化していること，などが報告されている。このため，高圧条件で安定な結晶構造であるアラゴナイトから，通常の温度圧力条件でより安定なカルサイトに転移するという現象が，約 1,500 万年の間に約半分の確率で発生する，ということ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。

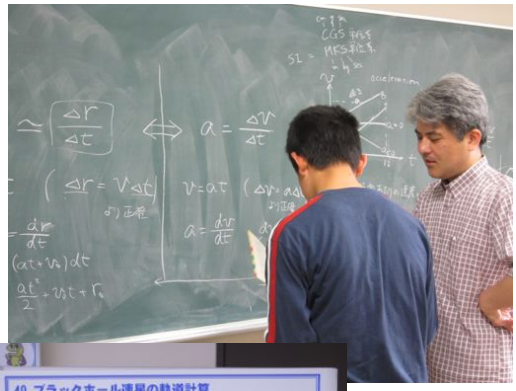
３）事業の成果及び今後の課題

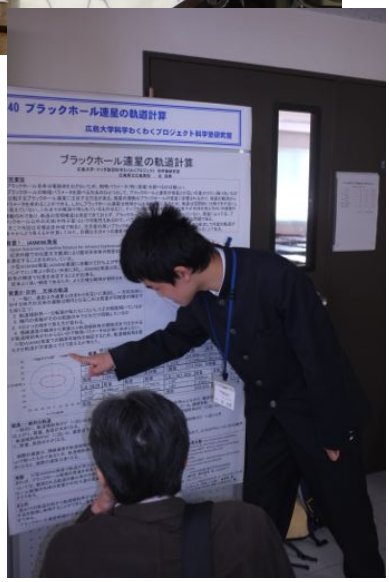
貝殻の鉱物レベルでの相転移という，肉眼における観察や研磨薄片による顕微鏡観察では明らかにすることができなかった“化石化”に伴う現象を，大学のもつFT-IRという分析機器を用い，グラフのスペクトルの違いとして表すことで，高校生にも理解できる形で分析を行うことができた。また，文献調査および今回の分析結果を比較することにより，数千万年から数億年という時間スケールで語られる地質的な年代スケールを，いくらか実感することができたのではないかと考える。

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。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成果を上げるためには，高校生のやる気と主体性，教員からの適切なアドバイスが重要であると感じた。

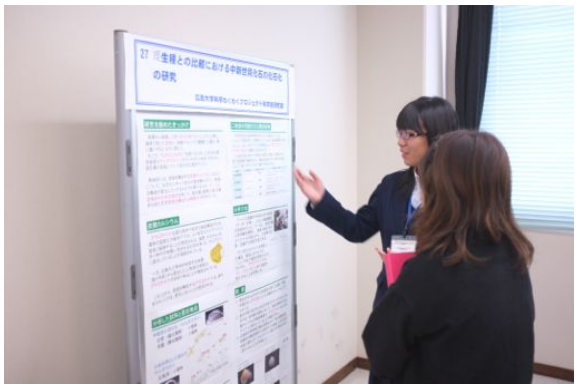



29 ウニ胚はなぜ左回りに回転するのか（2）
広島大学科学わくわくプロジェクト科学塾研究室




40 ブラックホール連星の軌道計算
広島大学科学わくわくプロジェクト科学塾研究室
ブラックホール連星の軌道計算

40 ブラックホール連星の軌道計算
広島大学科学わくわくプロジェクト科学塾研究室
ブラックホール連星の軌道計算



平成24年度科学塾研究室開講式

6月2日(日)大学院理学研究科において、今年度の科学塾研究室の開講式を行いました

今年度の受講生は3名と規模が小さくなりましたが、全員がジュニア科学塾出身者という顔見知りのメンバーでの開講となりました。
今回の講座は天文学、分子生物学、古生物学の3講座です。それぞれ、宇宙科学センターの川端弘治准教授、理学研究科坂本尚昭准教授、教育学研究科吉冨健一講師が講師を担当します。開講式以後は各講座での単独活動となりますが、当面は秋の中学・高校生科学シンポジウムの発表へ向けて頑張ってもらいたいと思います。

わくプロブログより

わくプロブログより

中国四国地区生物系三学会合同大会　島根大会

5月12日（土）中国四国地区生物系三学会合同大会　島根大会にて，昨年度科学塾研究室の受講生の崇徳高校3年，和田壮史くんが高校生ポスター発表へ参加しました。

彼は高校1年生のときからギボシムシの発光についての研究を2年間続けてきました。ギボシムシが発光することは知られていましたが，そのメカニズムなどについてはまだ解明されていないことが多いようです。昨年は発光している様子を記録（写真）に取るところで，終わっていました。今年はギボシムシのもつ発光物質を抽出し，発光のメカニズムを調べる研究を行いました。しかし，限られた時間で発光物質の抽出はできませんでしたが，発光のメカニズムの一端を明らかにすることができました。

学会発表は昨年に続いて2年連続となりました。彼はどちらかというと人前で話すのは得意な方ではない生徒でしたが，ポスター発表はシンポジウムも含めて4回目となり，かなり場慣れしてきてているようすで，落ち着いて熱の入った発表をしていました。

そして，今回これまでの努力の甲斐もあって，優秀プレゼンテーション賞を受けることができました。

わくプロの科学塾研究室受講生としての受賞は初めての快挙です。

和田くん，おめでとうございます。また，2年間指導担当をして頂きました大学院理学研究科　浦田慎先生，ありがとうございました。

（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　講座の内容について

ア　開設講座，日程

講座内容や日程などは，申し込みのあった学校と話し合って決めていく。
県教育委員会，各地教育委員会との連携した取り組みへ。

イ　募集方法

これまで，実績のある小学校を中心に実施。
各地域の教育委員会を通じて，参加校を募集する。

④　教師研修の支援

理科実技講習会が，８月１日（水）に予定され，準備ができていたが，急な都合により前日に中止となった。延期も可能ということをお伝えしたが，残念ながら受講希望教師（複数の学校にわたる）の都合がつかないということであった。しかし，来年度に実施してほしいという申し込みが３月にあったので，今後計画を進めることになっている。

予定していた内容の概略を，次に記録する。

会場	竹原市立東野小学校及び隣接の東野公民館
受講予定	近隣の理科部の教員，東野小学校の教員　約４０名
実技予定	月や太陽の学習
講習時間	９：３０～１１：３０

⑤　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。

イ　広島市教育委員会と連携する

広島市教育委員会事務局指導第一課		
	理科指導員コーディネーター	柿木澄男
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

⑥　模擬授業の概要

ア　希望調整

⑤–イは，広島市教育委員会（担当者：指導第一課，柿木コーディネータ）と連携した活動で過去数年来行ってきたが，一昨年度（平成 22 年度）から「理科ひろば」としての位置づけを明確化し，本格的に活動を推進している。一昨年の実施校は５校であったが，希望校が多いことから広島市教育委員会と協議し，昨年度（平成 23 年度）は 12 校で実施した。今年度も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した。希望状況と，調整結果を下記に示す（黄色のところが実施日）。

特別授業実施希望日及び担当者一覧表

学校名（区名）	学級数	単元名	第１希望日	第２希望日	第３希望日	担当者
古田台（西）	2	流れる水のはたらき	９／10（月）	９／18(火)	９／14（金）	田中・川本　教諭
川内（安佐南）	6	天気の変化	９／19（水）	９／21(金)	９／12（水）	木村　教諭
阿戸(安芸)	1	天気の変化	10／３(水)	10／10（水）	10／17（水）	光田　教諭
向洋新町（南）	2	流れる水のはたらき	10/17(水)	10/30(火)	10/31(水)	宝沢　教諭
牛田新町（東）	2	流れる水のはたらき	10/23(火)	10/24(水)	10/26（金）	笠井　教諭
宇品（南）	6	流れる水のはたらき	11/7(水)	11/9(金)		平岡　教諭
山本（安佐南）	4	天気の変化	11/13(火)	11/16(金)	10/30（火）	辻岡　教諭
竹屋（中）	2	月と太陽	11/27 火)	11/26(月)	11/29(木)	永島　教諭
早稲田（東）	2	月と太陽　１２／４	12/5(水)	12/6(木)	12/3(月)	島野　教諭
日浦（安佐北）	2	月と太陽	12/7(金)午後	12/14（金）	12/12(水)	市位　教諭
福木(東)	4	月と太陽	12/10(月)	12/13(木)	12/14(金)	武田　教諭
牛田(東)	5	月と太陽	12/10(月)	12/14(金)	12/17(月)	荏原　教諭
舟入小（中）	3	流れる水のはたらき	10/12(金)			
舟入小（中）	4	月と太陽	11/28(水)			
尾道市立土堂小	2	天気の変化	12/17（月）			

イ　学校の所在地

【広島市西区】

広島市立古田台小学校　　広島市西区古田台１丁目５－１

【広島市安佐南区】

広島市立川内小学校　　広島市安佐南区川内五丁目４０番１号

広島市立山本小学校　　広島市安佐南区山本３丁目１３－１

【広島市安芸区】

広島市立阿戸小学校　　広島市安芸区阿戸町２８６２－１

【広島市南区】

広島市立向洋新町小学校　　広島市南区向洋新町１丁目６－２

広島市立宇品小学校　　広島市南区宇品御幸４丁目５－１１

【広島市東区】

広島市立牛田新町小学校	広島市東区牛田新町１丁目１５－１
広島市立早稲田小学校	広島市東区牛田早稲田４丁目９－１
広島市立福木小学校	広島市東区馬木９丁目１－２
広島市立牛田小学校	広島市東区牛田旭１丁目１４－４５

【広島市中区】

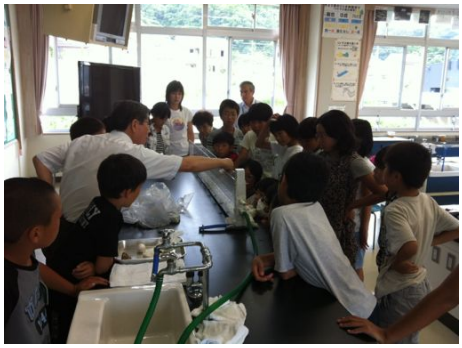
広島市立竹屋小学校	広島市中区鶴見町８－４９
広島市立舟入小学校	広島市中区舟入南２丁目９－４８

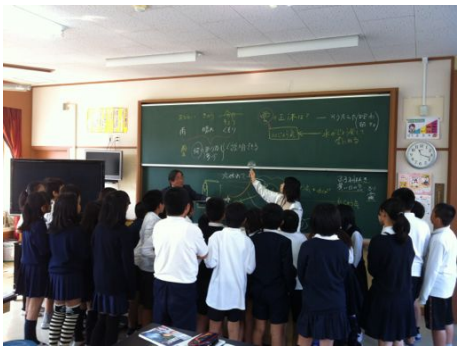
【広島市安佐北区】

広島市立日浦小学校	広島市安佐北区あさひが丘７丁目１２－１

【広島県尾道市】

尾道市立土堂小学校	広島県尾道市西土堂町６－４４





⑦　講師報告

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

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当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，空気中の水蒸気の存在，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。一部は中学校での学習内容を含む。まず発砲スチロール球にハロゲン光源を当て，球の位置を変えず見る位置を変える，見る位置を変えずに球の位置を変える操作を行い，見え方（形）と光源（太陽）との位置関係を把握させた。続いて日周運動に留意しつつ，月の位置変化と位相変化を公転と関連づけて理解させた。

３　模擬授業の成果

今年度は，理科広場の対象とした 14 校にセンター長の林が出向いて，合計 49 学級で模擬授業を行った。小学校教員対象の研修として模擬授業の効果を検討するために，授業を行った学級担任（担当）教諭に対し質問紙調査を行った。本調査は担任（担当）教諭によるその後の理科指導に対し，模擬授業のどの点が有効であったかを調べるため，模擬授業を含む学習単元が完全に終了した後に行うことを要請した。

質問紙を以下に示す。

１．　特別講師の授業の後，当該単元の指導を行われるなかで，特別講師の授業が児童にとって有効であったと思われた点について次のうちから３つ以内を選んで番号に○をつけてください。１つでも，２つでもかまいません。

① 学習内容への興味・関心の広がり・深まり
② 学習内容と生活との関わり認識の深まり
③ 科学的な見方・考え方の深化
④ 学習内容の理解促進
⑤ 既習事項の想起と理解
⑥ 学習意欲の高揚
⑦ 科学への興味関心の喚起
⑧ 実験へどう向き合うか
⑨ 科学関連の職業への興味・関心の高陽
⑩ その他（　　）

２．　特別講師の授業のあとの指導はいかがでしたか。（あてはまる番号に○をお願いします。いくつ選択されてもかまいません）。

① 特に変わらない
② 自信をもって指導できた
③ 質的に高い指導ができた
④ 指導がしづらかった
⑤ 観察や実験の指導がスムースにできた
⑥ 特別講師の授業との関連づけが難しかった
⑦ その他（　　）

３．　特別講師の授業で，教師にとって最も参考になると思われたことを次から１つ選んで番号に○をつけてください。

① 教材・教具
② 講師の説明
③ プレゼンや資料

④ 教材の扱い方や扱う視点
⑤ 授業の展開
⑥ その他（　　）

本質問への有効回答数は４３件であり，９割程度の回収率であった。

本質問の集計および解析結果を以下に示す。

（1）質問１について

質問１は，模擬授業に際に連携あるいが参観した担任教諭に対して，授業を受けた児童に対する効果をみるために，10 の選択肢から 3 項目以内で複数項目を選択する形式とした。43 名の回答者数に対し，合計 110 の応答があったことから，一人平均 2.6 項目を選択したことになる。

選択肢ごとの応答（選択）数を下の表に示す。「①学習内容への興味・関心の広がり・深まり」が圧倒的に多く，9 割近くの教諭がこの項目を選択している。「②学習内容と生活との関わり認識の深まり」，および「⑧実験へどう向き合うか」の 2 項目は 1 割程度の応答数であったが，それら以外では 3 割程度の選択であった。

度数分布表			
N=43		応答数	選択割合
		N	%
選択項目	①学習内容への興味・関心の広がり・深まり	38	88.40%
	②学習内容と生活との関わり認識の深まり	5	11.60%
	③科学的な見方・考え方の深化	13	30.20%
	④学習内容の理解促進	13	30.20%
	⑤既習事項の想起と理解	9	20.90%
	⑥学習意欲の高揚	13	30.20%
	⑦科学への興味関心の喚起	14	32.60%
	⑧実験へどう向き合うか	5	11.60%
合計		110	255.80%

外部の科学専門家（ゲストティーチャー）による講師には，実験や観察の扱い方や操作法等の伝授への要望が多いとの声があるので，講師はその点にも留意して模擬授業を行っているが，その点での選択は予想以上に少ないことが明らかとなった。

（2）質問２について

質問２では教諭にとって模擬授業はどのような効果があったかをみるために設定している。模擬授業を行った後に該当学習単元の授業を引き続いて行った担任教諭が，どのように授業が進められたかを，７つの選択肢から複数選択を求めたものである。

選択肢ごとの応答（選択）数を下の表に示す。「⑤観察や実験の指導がスムースにできた」の選択が最も多く，回答者の 5 割がこの項目を選択している。次いで，「①特に変わらない」を４分の１の回答者が選択している。模擬授業では，上述のように児童は

実験へどう向き合うかに有効との回答が少ない反面，教師の立場からは，観察や実験の指導がスムースにできたとの回答が多いことは，児童の興味関心が高いことが即ち，観察・実験の指導もスムースに行えると認識されていると考えられる。

選択項目	①特に変わらない	11	26.20%
	②自信をもって指導できた	7	16.70%
	③質的に高い指導ができた	5	11.90%
	⑤観察や実験の指導がスムースにできた	22	52.40%
	⑥特別講師の授業との関連づけが難しかった	1	2.40%
	⑦その他	2	4.80%
合計		48	114.30%

（3）質問３について

質問３では，模擬授業で講師が行った活動や使用した教材・教具などのうち，最も参考になったことを６つの項目から１つを選ぶ形式とした。実際には，ここで挙げた複数が参考になったと思われるが，この質問では教師へのインパクトも尋ねるため１つの選択としている。下の表に集計結果を示す。表の右端の合計欄に選択数を示す。「教材・教具」の選択が最も多く，割合は回答者の約半数である。次いで，「講師の説明」と「教材の扱い方や扱う視点」が２割程度の回答者が選択している。教員にとって模擬授業のインパクトとして「教材教具およびその扱い・視点」と「内容の説明（解説）」と見なすことができよう。

			①特に変わらない	②自信をもって指導できた	③質的に高い指導ができた	⑤観察や実験の指導がスムースにできた	⑥特別講師の授業との関連づけが難しかった	⑦その他	合計
教師にとって最も参考になると思ったこと	教材・教具	度数	3	1	3	11	0	1	18
	講師の説明	度数	1	5	2	4	0	0	9
	プレゼンや資料	度数	0	0	0	0	1	0	1
	教材の扱い方や扱う視点	度数	3	1	0	5	0	0	8
	授業の展開	度数	1	0	0	1	0	0	2
	その他	度数	3	0	0	1	0	1	4
合計		度数	11	7	5	22	1	2	42

なお，上表は質問３の回答と質問２の回答をクロス集計している。その結果，質問２で最も回答が多かった「観察や実験の指導がスムースにできた」と質問３で最も回答が多かった「教材・教具」が同時に選択されている。質問３における「講師の説明」の選択者では質問２で「観察や実験の指導がスムースにできた」および「自信を持って指導できた」の選択者も少なからず存在する。

４　活動の総括

これらの結果を総合すると，今回の模擬授業によって児童は内容への興味・関心の高まりが得られ，教師は「教材教具およびその扱い・視点」と「内容の説明（解説）」に主たるインパクトがあり，特に模擬授業後の教師自身の授業において，実験・観察の指導がスムースに実行できたと認識した教員が多いと判断される。

今年度は，小学校理科ひろばの活動として，小学校での出前模擬授業を行ったが，現場教員にとっては，科学の内容に関する講義などの座学よりも，実際に児童の指導

を行う模擬授業を通して教材教具や学習内容を伝える方が好適と考えられる。その方が，教員にとって身近であるうえ教員にとっても自らが直ちに実践を試みることもできる。模擬授業後に担当教諭から「内容がよく分かった」，「どう教えたらよいかにヒントが得られた」の声が多く寄せられ，講師へ直接，内容に関して質問する機会も少なくなかった。

15 校での模擬授業全体を通して，中学校につながる小学校５・６年としては指導が不十分な面の存在が挙げられる。小学校５・６年の内容は，抽象度も高くなっており，内容理解のためには自ら論理的に考える活動が必須である。その点において，現在の小学校理科の指導には「論理的に考える」ことの不足が随所で現れている。したがって来年度は，この点の重要性を伝えられる模擬授業を行い，併せて，研修会等も開催したいと考える。

（５）小学校教員向け手引き「広島市の自然観察」

① 企画

小学校理科での自然観察学習推進に寄与するため，観察の手引書として編集，発行。理科の授業計画立案に直接役立つことをねらいとする。

理科を得意としない先生を主対象とする
身近にある自然を対象とする
→広島市で見られる植物，動物，地形，岩石，科学館などを扱う
関連学習単元を明記する
観察の位置づけや指導のポイントを記す

② 発行

２０１２年６月２０日（初版第１刷）　1300 部印刷
広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター

③　監修，協力，協賛

監修　広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター長　　林　武広
　　編集主担　同研究センター研究員　　藤川義範

協力　広島市小学校教育研究会理科部会有志
　　広島大学大学院教育学研究科教授　　竹下俊治
　　〃　　講師　　吉冨健一
　　広島大学付属東雲小学校教諭　　土井　徹

協賛　公益財団法人　マツダ財団
　　一般財団法人　理数教育研究所

④　配布（無料配布）

広島市の全小学校
府中町の全小学校
海田町の全小学校
教育委員会（広島県，広島市，府中町，海田町）
マツダ財団
理数教育研究所
わくプロ関係者

⑤　今後の予定（検討中）

わくプロホームページ上での動画公開
電子版の公開

それぞれ，まだ具体的には進んでいないが，
可能かどうかを含め，検討しているところ。

⑥　手引書の紹介（概要）

表紙

小学校理科の授業に役立つ自然観察の手引書

広島市内の自然観察ポイント

教員向け手引書作成

広島大とマツダ財団

広島大とマツダ財団（広島県府中町）は、広島市内の自然観察ポイントをまとめた教員向け観察の手引書を作成した。小学校の理科の学習指導要領に沿った内容で、市内や周辺の小学校に無料で配っている。

A4判、フルカラー48ページ。校庭、公園、川原に分け、観察できる植物や生き物などを解説している。指導のポイントも添えた。

南区の元宇品公園にある重源の断層や比治山公園の樹木など、写真約300枚も盛り込み資料としての役割も備えた。

「科学わくわくプロジェクト」として、連携して2年前から準備した。プロジェクトのリーダーの一人、広島大大学院教育学研究科の林武広教授は「理科に興味を持つ子を増やしてほしい」と話している。（川井直哉）

中国新聞 2012年（平成24年）7月30日（月曜日）

はじめに

公益財団法人マツダ財団−広島大学共同研究
広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター長
広島大学大学院教育学研究科教授　林　武広

科学わくわくプロジェクト，通称「わくプロ」は青少年の科学教育振興を目的として公益財団法人マツダ財団と広島大学が共同で取り組んでいる研究プロジェクトです。わくプロは幼稚園，小学校，中学校，高等学校，大学，科学館等の教員による半年間の議論から生まれたプロジェクトで平成 15 年 4 月に発足しました。発足以来，理科好きの中・高校生を対象としたサイエンスレクチャーや科学塾を行ってきました。小学校についても理科の充実を目的として先生方を対象とした実験の研修や科学専門家による模擬授業等の支援事業を行ってきました。特に小学校理科では近年，理科支援員制度の導入，新学習指導要領による理科の学習内容拡大等，授業充実化に焦点が当てられてきました。自然を対象とする理科の学習では児童生徒が直接，生の自然に向き合って学ぶことが重要であることは言うまでもありません。とはいえ実際に野外に出ようとしても，“どこに何があるのか”，“何をどう見せるか”等，授業の設計に先立つ課題が浮かび上がることも多いと思います。小学校では一人の先生が全教科担当を原則としているため，理科の教材研究のみに時間や労力を注ぐことは困難です。その一方で理科を専門としない，あるいは得意としない先生方が多いという現実もあります。

わくプロではこのような状況に鑑み，上記の活動に加え，小学校理科での自然観察学習推進に寄与するため観察の手引きとすべく本書の編集・発行を企画いたしました。本書は理科の授業計画立案に直接役立つことをねらいとして，“理科を得意としない”先生を主対象とすること，身近にある自然を対象とすることの視点から広島市で見られる植物，動物，地形，岩石，科学館などを扱うこと，関連学習単元を明記すること，さらに観察の位置づけや指導のポイントも記すことを旨としております。場所として，ごく身近な校庭から公園，河川まで範囲を拡大し，それぞれの自然を紹介しています。本書は小学校の理科授業のみならず，広島市の自然観察ガイドとしても利用できると思いますので，皆様の傍らに置いていただきご愛用いただければ幸いです。

本書発行にあたり調査の段階からご協力いただいた広島市小学校教育研究会理科部会の先生方，原稿の調整や編集に尽力くださった科学わくわくプロジェクト研究センター研究員の藤川義範氏，内容に関し多くのご示唆を頂いた広島大学教育学研究科教授，竹下俊治先生，貴重な写真を提供いただいた広島大学教育学研究科講師，吉冨健一先生，同附属東雲小学校教諭，土井徹先生，公益財団法人マツダ財団および一般財団法人理数教育研究所より多大なご支援をいただいたことを記し，皆様に改めて深く感謝申しあげます。

観察場所の位置

三滝の山より望んだ中央公園，比治山，黄金山，絵下山

ためになる広島版「理科図鑑」の発刊

公益財団法人マツダ財団
常務理事・事務局長　魚谷　滋己

マツダ財団は，「理科教科書」の枠を超えて，子供たちの科学する心を育む事を目的に，広島大学との共同研究として，「科学わくわくプロジェクト」(わくプロ)を推進しています。

実際の活動は，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　林武広教授)が推進しています。このわくプロの中には，小学生から高校生までを対象にいくつかの事業がありますが，その中に「小学校の先生のための理科ひろば」という事業があります。これは，林武広先生が中心となって，理科好きの子どもを増やすことを目的に，小学校に出向き理科の模擬授業などを行う事で，ハイレベルな理科授業を提案するものです。わくプロの基盤をなす活動と位置づけており，今回の「広島市の自然観察」発刊に結びつきました。

皆さんには，こんな想い出はありませんか？

小学校の遠足で登った山道で，道端に咲いている花を見つけて「あ，教科書に出てたあの花だ！」と，うれしく思ったこと。ほんの些細な感動ですが，私は，半世紀近く経った今でも，不思議にあの時の情景が浮かんできます。

学校で先生が話したことが，自分の身の回りに見つかる。実感する。理解が深まる。なんでだろう？と思う。興味がわく。自分で調べる。親に聞く。もう「科学する心」の始まりです。

「広島の自然観察」は，そんな宝石の原石が自分の身の回りに沢山あることを教えてくれます。見方を変えれば，広島に住む子供達にとっては，世にある立派な理科図鑑よりためになる，最高の「理科図鑑」ではないかと思います。

先生方と保護者の方々への提案があります。

是非，本書を片手に，子どもさんと一緒に出掛けて頂き，確かめて頂ければと思います。必ず，新しい発見があり，「こんな所に，こんなものがあったのか！」と，ご自分の町を再認識なさることでしょう。　郷土への理解が深まってこそ，誇りが生まれ，愛着に変わります。本書は，大人の方々にとっても，「故郷再発見のガイドブック」とも言えます。うちのすぐ近くに山があり，川があり，海がある「広島」。美しい広島を誇りに感じ，故郷に持つことの喜びを感じさせてくれる良書でもあります。

この自然観察の手引きを，心より推薦致します。教室で，ご家庭で，野外で，革編三度絶つ程に，ご活用されることを願っております。

最後に，本書の発刊にご尽力された，林武広先生，広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター研究員藤川義範氏，広島市小学校教育研究会理科部会の先生方に敬意を表しますとともに，ご支援頂きました一般財団法人理数教育研究所に深謝申し上げます。

「広島市の自然観察」発刊によせて

一般財団法人 理数教育研究所
常務理事 窪田 博明

広島市の豊かな自然を紹介した本書「広島市の自然観察」が発刊となり，おめでとうございます。

理数教育研究所は，本年 2012 年 3 月に大阪市にて，日本の科学技術振興の礎となる理数科教育の充実・発展に寄与することを目指して設立いたしました。「科学技術創造立国」を標榜する我が国も，最近は児童・生徒の学力低下や「理科離れ」が叫ばれています。このような状況の改善に少しでも役立つ活動をしてまいりたいと考え，本書の発刊に些少ながら支援させていただきました。

さて，理科教育においては，自然事象の観察・実験をもとに，それら観察・実験の結果を踏まえて，自然に潜む様々な規則性や構造を理解させることが重要です。とりわけ，小学校理科の段階では，自然を観察し直接体験することが，観察方法を身につけるとともに，自然への興味・関心を高めるうえで大切であると思います。また，近年実施されています学力テストでは，理科においては，観察・実験をベースにした出題がされていて，単に知識だけではなく，観察・実験を通して自然を見る力も「学力」として位置づけられています。

本書は，広島市で身近に観察できる動植物や地層，岩石など，豊富な題材を紹介しています。そして，それぞれに観察の意義やポイントが丁寧に解説されていますので，上述の自然を見る力の育成にも効果的だと思います。

また，学校での利用はもちろんのこと，家庭でお子さんと一緒に近くに出かけて観察する際のガイドブックにもなると思います。ふだん気がつかなかった多様な自然に出会うことでしょう。広島市の公園や科学館も紹介されていますので，是非，ご家族で広島の自然に触れたり，施設の見学に出かけてみてはいかがでしょうか。

最後になりましたが，本書の発刊にご尽力されました広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター長の林武広先生ならびにセンターの皆様，公益財団法人マツダ財団の皆様に敬意を表しますとともに，理数教育研究所に支援の機会を与えていただきましたこと，深謝申し上げます。

広島市の自然観察
目　次

観察場所の位置

校庭で観察できる自然

１　校庭で観察できる植物　１
２　校庭で観察できる動物　３
３　校庭で観察できる流れる水の働き　６
４　月や星の観察　８
５　かげの観察　１０

公園で観察できる自然

６　近所の公園で観察できる植物　１１
７　平和大通り・平和記念公園で観察できる植物　１３
８　広島城址公園で観察できる植物　１５
９　江波山公園・江波皿山公園で観察できる自然
（１）江波山の樹木　１７
（２）土地のつくり　１８
１０　比治山公園で観察できる自然
（１）樹木，セミ　１９
（２）土地のつくり　２１

１１　黄金山で観察できる土地のつくり　２３
１２　元宇品公園で観察できる自然
（１）植物　２４
（２）貝やチョウの仲間　２６
（３）土地のつくり　２７

川原で観察できる自然

１３　太田川で観察できる自然
（１）植物　２９
（２）川や川原の様子　３２
１４　八幡川で観察できる自然
（１）植物，野鳥　３７
（２）川や川原の様子　３９
１５　瀬野川で観察できる自然
（１）植物，動物　４０
（２）川や川原の様子　４２

関連施設の活用

１６　広島市植物公園　４３
１７　広島市森林公園　４４
１８　広島市安佐動物公園　４６
１９　広島市こども文化科学館　４７
２０　広島市江波山気象館　４８

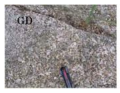
１２　元宇品公園で観察できる自然
（３）土地のつくり

【　６年：大地のつくりと変化　】

１　観察の意義

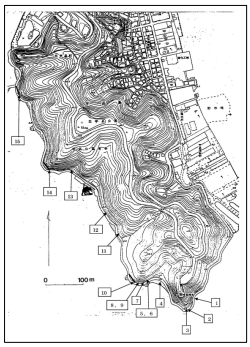
元宇品は，周囲約３km，頂上の標高が 57mの平坦な台地状の地形をなしていますが，昔は広島湾に浮かぶ島でした。その後の埋め立てで，現在は陸続きとなっています。

岩石は，粒が粗くやや黒っぽい中粒花崗岩と粒が細かく白っぽい細粒花崗岩があり，様々な地質現象や地形を観察することができます。



中粒花崗岩

細粒花崗岩



元宇品の地質観察ポイント
広島市発行１：２５００地形図を引用

２　元宇品で見られる現象

上の図に示す遊歩道に沿った①～⑮のポイントで観察します。

①では，細粒花崗岩，中粒花崗岩および両者の境界が見られます。

断層紹介表示

境界（左が細粒，右が中粒）

②では，断層破砕帯が見られます。

③で見られる現象は，細粒花崗岩に発達する「節理」です。断層とは，ずれの有無で見分けます。ずれがあれば断層で，なければ節理です。花崗岩の多い広島市でよく見られる現象です。

細粒花崗岩に発達する節理

④は，砂浜です。ここでは，太田川河口付近と同じように，砂浜を掘ると縞模様が見られるので，土地のつくりと変化に関連させた学習を行うことができます。砂を掘って，しばらく乾燥させておくと，地層に似た縞模様が現れてきます。

波によって打ち上げられる砂

地層に似た縞模様

⑤は，海食洞です。断層のあるところは，岩石が砕かれているため風化・侵食されやすく洞ができやすくなります。この海食洞は海面の高さが変わった証でもあります。

１５　瀬野川で観察できる自然　（１）植物，動物

【　３年：しぜんのかんさつ，出かけようしぜんの中へ　　４年：生き物のくらし，出かけよう科学の世界へ　】

【植物】

１　観察の意義

瀬野川は，源を東広島市八本松町に発し，海田湾に注ぐ流路が約 23 kmの川です。ＪＲ中野東駅や中野駅の辺りでは，近年川辺や流路の整備が進められていますので，瀬野川周辺の様子も変わりつつあります。

瀬野川の川原では，四季折々の草花の観察が可能です。主に草本ですが群生しているものが多く，様々な活動が期待できます。

２　観察場所と瀬野川で見られる植物

（１）観察場所

瀬野川の中流～下流域にある中野東小学校から平原橋までの区間を散歩するのがいいでしょう。水辺や川原，土手などで，さまざまな植物が観察できます。

川原や土手での観察

水辺での観察

クズ

（２）見られる植物

瀬野川では，ヨシ，ヒガンバナ，センダングサ，アカメガシワ，イノコズチ，オオオナモミ，セイタカアワダチソウ，イタドリ，カラシナ，オオイヌノフグリ，コウゾリナ，アブラナ，クレソン，ジュズダマ，ヤブジラミ，オヘビイチゴ，ヤエムグラ，カラスノエンドウ，コバンソウ，ヒメコバンソウ，マメグンバイナズナ，クズなどが観察できます。

コバンソウ

カラスノエンドウ

ヒガンバナ

マメグンバイナズナ

３　観察指導のポイント

近年の整備により，観察できる植物も変わりつつあるようですので，上に紹介した植物も変わっていくかも知れませんので，野外学習の前には，事前に現地の様子を調べておきましょう。

河川の整備

（6）わくプロ運営委員会・研究員集会

① 平成 23 年度事業報告，平成 24 年度事業計画

日時　平成 24 年 3 月 16 日（金）16:00～17:00
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　12 名

② 平成 24 年度事業報告，平成 25 年度事業計画

日時　平成 25 年 3 月 8 日（金）16:00～18:00
場所　広島大学教育学部 C３２０
参加　わくプロ研究員　7 名（委任状を含め過半数）

公式サイト

（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。

昨年度，全体のデザインを改善したため，それまで以上に分かりやすく発進力のあるサイトになった。今年度は，それを継続した。

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/

ブログの記事題名（日付け）

平成 24 年度ジュニア科学塾開講　第 1 回講座（2012-04-22）
中国四国地区生物系三学会合同大会　島根大会（2012-05-12）
ジュニア科学塾第 2 回講座（2012-05-13）
平成 24 年度科学塾研究室開校式（2012-06-05）
ジュニア科学塾第 3 回講座　1 日目（2012-08-04）
ジュニア科学塾第 3 回講座　2 日目（2012-08-05）
平成 25 年度ジュニア科学塾・科学塾受講生募集について（2013-02-04）

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	吉冨健一
ブログ管理	わくプロコーディネーター		間處耕吉

ブログ

３　事業総括

（１）意義，特徴，経緯，組織

今年度は，平成 21 年度から始まった「わくプロⅡ期」の４年目であった。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ている。それは，この報告書や過去の報告書から読み取ることができる。

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，これから必要となってくる。その際，各事業の記録が残されている本誌の意義は大きいことであろう。

マツダ財団，広島大学をはじめ，広島の英知が集まった研究員，客員研究員からなる研究組織により，本誌に示されているように，各事業は充実したものとなっている。

（２）各事業

一般公募のサイエンスレクチャーは，昨年度の反省に基づき，広島市に限定して行った。人数という面では，昨年度のように１００名を超える参加者とはならなかったが，小学校５年生から高校１年生と幅広い参加であり，こういった事業への根強い支持は認められていると考える。アンケート等参加者から得られた情報からも，来年度も概ねこの方向で実施するのがよいであろう。

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 24 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も，この事業は認知され，支持されていると言える。今年度は「光」をテーマに講座を構成した。固定メンバーでの講座であるため，テーマを設けて進めるのは意義がある。そのため，来年度もテーマをもって講座を構成することとし，そのテーマは「粒子」である。広島大学の教員が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。ジュニア科学塾については，来年度の計画（第１回～第５回）を立て，準備を進めている。

高校生を対象としたプログラムである科学塾研究室は，昨年度の報告書に記載されている「今後は，予算や運営環境の変化により，大変残念ではあるが，科学塾研究室の規模は縮小する方向で調整していかなくてはならない。参加者もジュニア科学塾の修了生のみとし，開設講座数も縮小する。」に基づき，今年度の事業を実施した。今年度の受講生３名とも，報告にあるように充実した研究であった。来年度は，高校１年生であった２名が候補であり，新たな募集は停止している。

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。今回は，事務局の都合で一般公募をかけなかった。それにもかかわらず直接申し込まれたところがあり，準備を進めたが，急な都合で直前に中止となった。しかし，年度末に再度申し込みがあったので，８月を目安に実現の方向で検討している。ほかからも希望があれば，それに応える方向で考えている。広島市教育委員会との連携で進めている，センター長による出前授業は，今年度も多くの希望があったそうである。実施校の決定は，広島市教育委員会が行っている。授業後，その場で「来年もお願いします」という希望を話される学校も多くなっている。センター長の都合の範囲ではあるが，来年度も１校でも多くと，その希望に応える予定である。理科を得意としない先生を主な対象とした冊子「広島市の自然観察」は，数は把握できないものの，多くの先生の目に触れたようで，学校を訪問した際など，話題になることも多い。今後は，情報の更なる充実と発展，効果の検討などが必要と考えているが，まだ検討の段階である。

（３）わくプロ運営委員会・研究員集会

今年度は，３月に実施しただけで，あとは実施できていない。来年度（平成 25 年度）は，「わくプロⅡ期」の節目の年でもある５年目である。わくプロ運営委員会，研究員集会の場でも，これまでの取り組みを総括するとともに，その次に向け検討することが必要と考える。

（４）わくプロ・ウェブサイト

今年度は，事務局の都合で，ホームページの更新も，ブログでの情報発信も停滞してしまった。一方，ホームページ上からだけで公開しているジュニア科学塾の一般公募では，希望が殺到する。そのため，ウェブサイトへの注目度は高いと考える。そのため，来年度は，それぞれの更新の頻度が課題である。

Ⅲ　決算報告と来年度予算

平成24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	151,512	151,512	0
寄付金	3,000,000	3,250,000	-250,000
収入合計	3,151,512	3,401,512	-250,000

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	231,000	327,366	-96,366
ジュニア科学塾	795,000	584,375	210,625
科学塾研究室	406,000	452,985	-46,985
理科広場	305,000	747,035	-442,035
会議費	0	0	0
事務費	1,088,000	712,439	375,561
負担金	150,000	162,500	-12,500
支出合計	2,975,000	2,986,700	-11,700
繰越金	176,512	414,812	-238,300

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25年3月7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，５年目を迎える。これまでの４年間は，期待する成果がほぼ達成されており，平成 25 年度もその方向性を継続して維持，発展の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	５０万円
ジュニア科学塾	１００万円
科学塾研究室	４０万円
小学校の先生のための理科ひろば	２０万円
事務経費	９０万円
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 24 年度事業実施報告書

平成 25 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）
連絡　℡：090-1729-6212　Mail：wakupuro@hiroshima-u.ac.jp
URL　http://www.wakupro.hiroshima-u.ac.jp