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

⑴ 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。

⑵ 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。

⑶ 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。

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。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。

⑷ 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るとともに，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ることとした。

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（理科ひろば）(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 9 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》

《わくプロ第Ⅱ期》
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)

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，学内 12 名と，3 名の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 23 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
	〃	教　　授	寺田健太郎
	〃	准 教 授	坂本　尚昭
	産学連携センター	教　　授	塚本　俊明
	〃	准 教 授	匹 田　　篤
	宇宙科学センター	特任教授	大 杉　　節
	大学院教育学研究科	講　　師	吉冨　健一
	わくプロ研究センター	ｺｰﾃﾞｨﾈｰﾀｰ	間處　耕吉
	（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		
	広島市立江波中学校	校　　長	中佐　博信
	広島大学附属東雲小学校	教　　頭	秋 山　　哲
	〃	教　　諭	土 井　　徹
	広島大学附属小学校	教　　諭	中田　晋介
	広島大学附属東雲中学校	教　　諭	野 添　　生
	広島県立広島中学校	教　　諭	乃美　一成
	東広島市立河内中学校	教　　諭	杉田　泰一
	福山市立東朋中学校	教　　諭	占部　正弘
	福山市立東朋中学校	教　　諭	村本　正太
	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
	○ 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，冬に尾道市を会場に実施し，定員は広島会場が 100 名，尾道会場が 50 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 10 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 22 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	・ 広島市と尾道市で開催 広島市会場：平成 22 年 8 月 1 日（日） 尾道市会場：平成 22 年 12 月 12 日（日） ・ 募集人員：広島 100 名，尾道 50 名（中高生対象） ・ 講師　　広島会場（坂本尚昭　准教授） 尾道会場（富川　光　講師）	決算額： 639,012 円 予算 600 千円
ジュニア科学塾	・ 第１回　平成 22 年 5 月 9 日（日） ・ 第２回　平成 22 年 8 月 7 日(土)～8 日(日) ・ 第３回　平成 22 年 10 月 24 日（日） ・ 第４回　平成 22 年 12 月 23 日（祝） ・ 第５回　平成 23 年 2 月 13 日(日) ・ 募集人員：中学生 24 名 ・ 講師　第１回　古賀信吉教授 第２回　林武広教授　竹下俊治准教授 第３回　ジュニア科学塾指導 Gr 第４回　蔦岡孝則教授 第５回　林武広教授	決算額： 1,113,465 円 予算 1,300 千円
科学塾研究室	・ 平成 21 年 5 月から平成 22 年 11 月まで連続講座 ・ 募集人員：高校生（主に Jr 科学塾修了）一般も可 各研究室 1～2 名 ・ 講師　生物分野:道端齊教授，天文分野:大杉節特任教授，川端弘治准教授，遺伝分野:田中伸和教授，細胞生物分野:細谷浩史教授，濱生こずえ助教，海洋生物分野：浦田慎助教	決算額： 696,994 円 予算 800 千円
小学校の先生のための理科ひろば	・ 平成 22 年 5 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。	決算額： 67,005 円 予算 200 千円
わくプロ研究交流会 ワーキンググループ会議	・ ワーキンググループ会議は各事業の総括を行い，次年度の計画を検討する。 ・ ワーキンググループ会議でつくられた案は定期的に行われるわくプロ研究交流会で承認を受け，執行する。	決算額： 99,885 円 予算 100 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	決算額： 1,510,719 円 予算 1,275 千円
広島大学間接経費負担		負担額： 225 千円
次年度への繰越金	・ 平成 22 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）	決算額： 381,713 円
決算合計	※うち 233，793 円は平成 21 年度からの繰越金を計上 平成 22 年度マツダ財団からの寄付金は 4，500 千円	合計額： 4,733,793 円

２．各事業別の概要

(1) サイエンスレクチャー

○　概要:　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します。

○　対象者：　中学生（小学，高校生を含む）

○　特徴：

・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
・講義と併せて，生徒自らができる体験活動を取り入れる。
・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

（広島会場）

○　開催：

・日　時　：　平成 22 年 8 月 1 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：　中高校生，一般：101 人
・テーマ：　「GFP を使った最新生命科学」

○　実施体制:

・講　師：　広島大学大学院理学研究科	准教授	坂本尚昭
・司会進行：わくプロ研究センター		間處耕吉
・支援教員等：　大学院教育学研究科	教　授	林武広
・(財)マツダ財団	事務局長	山根英幸
・学生スタッフ	教育学研究科	4 名
	理学研究科	4 名

（尾道会場）

○　開催：

・日　時：　平成 22 年 12 月 12 日（日）午後 1 時半から 4 時まで
・場　所：　しまなみ交流館大会議室
・参加人数：　中高校生，一般：27 人
・テーマ：　「砂から探る海の生態」

○　実施体制:

・講　師：　広島大学大学院教育学研究科	講　師	富川　光
・司会進行：わくプロ研究センター		間處耕吉
・支援教員等：　大学院教育学研究科	教　授	林武広
・(財)マツダ財団	事務局長	魚谷滋己
・学生スタッフ	教育学研究科	5 名

※その他　　両会場とも団体レクリエーション保険加入(わくプロ負担)

■講師報告「サイエンスレクチャー広島」

広島大学大学院理学研究科　准教授　坂本尚昭

１）目的

2008 年のノーベル化学賞の対象となった緑色蛍光タンパク質（GFP）は，現在の生命科学研究において不可欠なツールとなっている。そこで，GFP とはどのようなものか，また現在の生命科学研究においてどのように利用されているのかを学び，生命科学への深い興味を喚起することを目的とする。

２）スケジュール

８月１日（日）13:45-14:25　第一部　講演：GFP を使った最新生命科学
14:35-15:30　第二部　実験：細胞の活動をのぞいてみよう
15:40-16:00　第三部　講演：GFP を利用した生命科学研究

３）内容・方法

「GFP を使った最新生命科学　～細胞の活動をのぞいてみよう～」と題して，講演と実験を行った。第一部の講義では，光の性質，GFP が蛍光を発する原理，生命科学研究への応用に向けての GFP の改変について解説した。生物の光には，体内のエネルギーにより光る「発光」と，外部からの励起光のエネルギーにより光る「蛍光」の２種類がある。GFP は，励起光のエネルギーにより緑色に光る蛍光タンパク質である。GFP が蛍光を発する原理については，生命活動の基本原理でもある遺伝子のはたらきから解説し，GFP がオワンクラゲ（*Aequorea victoria*）のもつ遺伝子によってコードされるタンパク質であり，GFP のアミノ酸配列によってその性質（励起光と蛍光の波長）が決まること，またそのアミノ酸配列の改変によって GFP の励起光と蛍光の波長を変えられることなどを解説した。また，GFP 研究において，３名のノーベル賞受賞者（下村脩博士，マーチン・チャルフィー博士，ロジャー・ツェン博士）がどのような点で貢献したかについても解説した。

第二部では，実際に GFP の蛍光を観察する実習を行った。具体的には，オリンパスより四台の蛍光顕微鏡をレンタルし，これらを用いて以下の培養細胞およびウニ胚の観察を行った。ちなみにこれらの実験は，培養細胞を用いていることや *GFP* mRNA の注入を行っているため，遺伝子組換え生物の作出には該当しない。

① GFP で細胞質を光らせた培養細胞（GFP タンパク質を発現する培養細胞）
② ミトコンドリアを GFP で光らせた培養細胞
（ミトコンドリア局在化シグナルを付加された GFP を発現する培養細胞）
③ 核（染色体）を GFP で光らせたウニ胚（桑実胚）
④ 核（染色体）を GFP で光らせたウニ胚（プルテウス幼生）
（③と④はヒストンと GFP の融合タンパク質を発現するウニ胚）

また第二部では，GFP のアミノ酸配列を改変したタンパク質をあらかじめ細胞から抽出しておき，これを使って蛍光タンパク質の演示実験も行った。その際，一部の実験には紫外線の照射も含まれることから，参加者全員に紫外線カットのゴーグルを着

用してもらい，希望者には実際に LED ライトや蛍光タンパク質試料を手にして観察してもらった。実際に参加者に示したのは，以下のタンパク質である。

① GFP タンパク質
395 nm の波長をもつ光を LED ライトで照射し，緑色の蛍光を示した。
② 発色団を形成するアミノ酸のうち，チロシンをヒスチジンに改変した GFP
395 nm の波長をもつ光を LED ライトで照射し，シアン色の蛍光を示した。
③ 発色団を形成するアミノ酸のうち，セリンをトレオニンに改変した GFP
470 nm の波長をもつ光を LED ライトで照射し，緑色の蛍光を示した。
④ GFP の改変により作製された SCFP
430 nm の波長をもつ光を LED ライトで照射し，シアン色の蛍光を示した。
⑤ GFP の改変により作製された SYFP
505 nm の波長をもつ光を LED ライトで照射し，黄色の蛍光を示した。

第三部では，GFP が現在の生命科学研究においてどのように応用されているのかについて，講義を行った。一般的には，生きた細胞内におけるタンパク質の挙動を観察するバイオイメージングに使われるが，それ以外にも DNA の動態を観察したり，FRAP（光退色後蛍光回復）によりタンパク質の流動性を解析したり，FRET（蛍光共鳴エネルギー移動）によりタンパク質の相互作用や構造変化を解析するのにも用いられる。

最後の締めくくりでは，オワンクラゲが光るしくみについての研究が，生命科学研究に不可欠な解析ツールの開発へと発展し，それが評価されてノーベル賞の受賞へとつながったことを改めて紹介し，『身近にある様々な現象に興味をもち，そこで生じた疑問について追究する姿勢を大切にして欲しい』と参加者に伝えた。

４）成果及び今後の課題

今回のサイエンスレクチャーでは参加者を中学生と想定して準備していたが，当日は小学生の参加者（低学年を含む）が予想以上に多かった。したがって，講義の内容としては小学生には難しかったと思われるが，科学に興味のある子供にはある程度理解できる内容だったと思う。

実習の内容に関しては，光るものを見るというシンプルな内容であったため，むしろ小学生の方が積極的に参加している印象があった。質問についても，小学生や同伴の父兄からの質問が多かった。

蛍光顕微鏡で光るウニ胚や培養細胞を観察する実験では，教科書でしか見られないような核・染色体・ミトコンドリアなどを GFP の蛍光を通じて観察できたことは，参加者にも興味をもってもらえたと思う。また，小学校・中学校の理科室にある顕微鏡ではなく，実際に研究の現場で使われるような最新の蛍光顕微鏡を使うことが出来たのも，参加者にはよい経験だったと思う。しかし，蛍光顕微鏡の設置に関しては，部屋の明るさ（暗幕の有無）や電源数に関する準備が不十分だったのは反省点である。また今回の演示実験で，約 100 名の参加者に対して，退屈しないように効率よく演示を行うのは，難しいと感じた。今回は，第二部の前半と後半で参加者を半分に分け，さらに約 10 名ずつのグループを作って 5 つの演示を順に見てもらったが，参加者が実際に活動できたのは第二部の半分になる。理想としては，参加者全員が試料を手にし，実験時間をフルに活用できることが望ましいと思う。

■講師報告

広島大学大学教育学研究科　講師　富川　光

１）目的

砂浜の砂には，一見すると生物の姿は見当たらないが，良く観察してみるとたくさんの生物の遺骸を見つけることができる．本実習では，砂の中の生物の遺骸の標本作製と観察を通して生物多様性や生態系について学習することを目的とした．

２）内容・方法

「砂から探る海の生態 ～標本づくりを通して学ぶ生物の多様性～」と題して，講義および観察実習を行った．

2-1）講義について

講義では，次の項目について解説を行なった．

・観察対象生物の基礎的情報

砂浜の砂の中から見つかる主要な動物群の有孔虫類，貝類，ウニ類について分類・生態・個体発生等について概説を行った．

・食物網，炭素の循環について

今回観察を行う生物の役割や，生物と人間・人間生活との関わりについて意識できるように，海洋生態系における食物網や炭素の循環について概説した．

・生物の名前について

生物多様性を学ぶためには，生物の種の名前がどのようなルールでつけられているのかを知る必要がある．そこで，和名と学名に関する基礎的事項について，トキとライチョウの実例を挙げながら解説した．

2-2）観察実習について

観察実習ではまず，双眼実体顕微鏡を用いた試料の観察方法について説明した．参加者の多くは実体顕微鏡の使用経験が無かったため，基本的な操作方法について丁寧な解説を心がけた．次に，講師が事前に用意した島根県松江市北浦海岸の砂の中から有孔虫類の殻，微小貝の殻，ウニの棘などを濡らした割り箸で拾い出す作業を行った．当初，この拾い出し作業が一番の不安要素であったが，何回か試行錯誤することで，最終的に小学生でもうまく拾い出しができていた．拾い出した試料は，実体顕微鏡下で有孔虫用スライドケースに水性ボンドで貼り付け，スライド標本を作成した．

材料と方法は以下の通りである．

〔材　料〕

島根県松江市北浦海岸の砂，双眼実体顕微鏡，時計皿，割り箸，有孔虫スライド，木工用ボンド

〔方　法〕

①肉眼での観察

時計皿に砂を小さじ１杯程度入れ，肉眼で観察する．

②拾い出し

時計皿の砂の中から実体顕微鏡を使って，有孔虫，微小貝，ウニの棘などを見つ

ける．見つけたものは，先を水でぬらした割り箸（鉛筆削りで先をとがらせたもの）に付着させて拾い出し，別の時計皿に入れる．

③プレパラート標本作製

拾い出したサンプルを有孔虫スライドに貼り付けてプレパラート標本を作製する．まず，木工用ボンドを水で薄める．次に時計皿に集めた有孔虫などを，薄めた木工用ボンドを付けた割り箸での拾い出し，有孔虫スライドに移して貼り付ける．

④観察

双眼実体顕微鏡下で観察する．有孔虫については試料を参考にして種の同定を行なう．

３）スケジュール

2010 年 12 月 12 日（日）

13 時 30 分～14 時 30 分　講義
14 時 30 分～15 時 30 分　サンプル拾い出し・標本作製
15 時 30 分～16 時　まとめ

４）成果及び今後の課題

今回の活動は参加者数が比較的少なかったこともあり，参加者１名に１台ずつ双眼実体顕微鏡を用意することができた．そのため，砂中からの試料の拾い出し作業や標本作製がスムーズに行えたことはもちろん，微細な標本の観察も効果的に実施できた．特に拾い出し作業はサンプルが微小であるため不安要素であったが，今回の実習では小学生でも問題なく作業が行なえた．このことから，初学者や低学年の児童であっても適切な指導と観察器具類を用意することで，ある程度難易度の高い理科実験・観察も実施可能であることが分かったことは大きな成果である．

標本作成作業も問題なく行なえていた．今回の有孔虫等の標本作成方法は，有孔虫の分類学的・生態学的研究で実際に行なわれているものとまったく同じ方法をとった．参加者が研究現場の一端を体験することで，科学研究に少しでも興味関心を持ってもらえることを期待したい．

一方，当初予定していた有効虫類の標本の同定作業については，時間の都合上，割愛せざるを得なかった．ただ，拾い出し作業の時点で大きな３グループである有効虫類，貝類，ウニ類には分けることができ，それぞれに少しずつ形の異なるもの（別種）が含まれていいることを認識できていたため，生物多様性の認識という当初の目標は達成できたと考える．

講義内容については，参加者が小学生から高校生まで幅広い学年にわたっていたため，講義レベルの設定が難しかった．講義はできるだけ分かりやすい表現を心がけたが，小・中学校では未履修の生態系や食物連鎖等の分野については全員の理解が得られたか不安が残る．この点に関しては，今後の課題としたい．

本実習では，観察材料・器具の準備から参加者への指導補助まで比較的多数の学生スタッフがサポートしてくれたため，迅速な進行ときめ細かい指導が行なえたと考える．

(2) ジュニア科学塾

○　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，広島大学の最先端の設備を活用して，ハイレベルな科学体験の場を提供する。

○　対象者：　中学生　24名

○　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
- 昨年度，指導グループが中心となってすすめてきたが，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に移行。

○　開催

・ 日時・会場：

第1回：平成22年5月9日(日)	附属東雲中学校	8:30〜12:30
第2回：平成22年8月7日(土)	安芸太田町周辺	
〜 8月8日(日)	一泊二日	
第3回：平成22年10月24日(日)	附属東雲中学校	9:00〜12:00
第4回：平成22年12月23日(木)	大学院教育学研究科	9:00〜12:00
第5回：平成23年2月13日(日)	附属東雲中学校	16:00〜19:00

・参加人数：　中学生24人
　24名は，公募を行い，作文面接をもとに選考により決定

・ テーマ：

第1回「ヨウ素をつかまえよう」	化学分野
第2回「広島県の自然」	生物・地学分野
第3回「電波をつかまえよう」	物理分野
第4回「放射線の性質」	物理分野
第5回「望遠鏡づくりと天体写真」	地学分野

○　実施体制

・講師：

第1回	広島大学大学院教育学研究科	教授	古賀信吉
第2回	広島大学大学院教育学研究科	教授	林武広
	〃	准教授	竹下俊治
第3回	ジュニア科学塾指導グループ		
第4回	広島大学大学院教育学研究科	教授	蔦岡孝則
第5回	〃	教授	林武広

・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
・(財)マツダ財団　事務局長　山根　英幸，魚谷滋己
・プロジェクトコーディネーター　間處　耕吉

■ジュニア科学塾　報告

１）参加生徒について

参加生徒については，昨度から公募，選考によって決めることとなった。今年度は昨年度からの継続受講者が 12 名で，新規に 12 名の募集を行った。募集は 12 名の申込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 22 年 2 月末～4 月 11 日
応募総数　24 名（継続受講者 12 名を含む）
受講決定者　24 名
（附属 2 名，附属東雲 6 名，県立広島 4 名，広島学院 2 名，
広島なぎさ 1 名，市立安佐北中 1 名，公立中 8 名）

２）　ジュニア科学塾指導グループから新しい指導体制へ

指導に当たっては，昨年より比治山大学の鹿江宏明准教授を含む現役の中学校先生を中心とした8名の先生で構成されるジュニア科学塾指導グループを中心にすすめるように計画をした。しかしながら，先生達の調整がうまく進まなかったために，指導グループは 1 講座を担当するだけで，それ以外の講座については講師である教育学研究科の教員と院生が指導に当たることとなった。

昨年度は新しいジュニア科学塾を軌道に乗せるために，ジュニア科学塾指導グループは大きな役割を果たすことができたが，継続してこの体制を維持することは非常に困難である。このため，今年度からコーディネーターを中心に，教育学研究科の教員と連携して新しい指導体制を整えて移行することにした。よって，今年度でジュニア科学塾指導グループはその役割を終えて，解散することとなった。

新しい指導体制では，教育学研究科自然システム教育学講座の教員に講師を依頼し，その教員のゼミに所属する院生を指導補助に充てるようにした。これにより，講師と指導補助の院生との連携は申し分なく，すすめる実験の手順や観察の視点などが的確に生徒へ示され，複雑な実験でも非常にスムーズにすすめられるようになった。

３）各講座について

■第 1 回講座

１）テーマ　「ヨウ素をつかまえよう」

２）参加者　ジュニア科学塾 24 名

３）会場　附属東雲中学校　理科室

４）日程　　5 月 9 日(日)
8:30　開講式　記念撮影，オリエンテーション
9:00　第 1 回講座
12:30 講座修了

５）実施体制
・講師：　大学院教育学研究科　教授　古賀信吉
・ 支援教員等　・学生スタッフ
広島大学大学院教育学研究科　院生 9 名

・ジュニア科学塾指導グループ

比治山大学	准教授	鹿江　宏明
附属東雲中学校	教諭	野添　生
東広島市立河内中学校	教諭	杉田　泰一
広島県立広島中学校	教諭	乃美　一成
福山市立東朋中学校	教諭	村本　正太
広島大学附属三原中学校	講師	椋本　俊輔

・(財)マツダ財団　事務局長　山根　英幸
・科学わくわくプロジェクト研究センターコーディネーター　間處　耕吉
・　〃　センター長　林　武広
※その他　団体レクリエーション傷害保険加入(わくプロ負担)

６）講師報告

（ジュニア科学塾第１回講座）

広島大学大学院教育学研究科　教授　古賀　信吉

１）事業の目的

身近な物質からの元素抽出と定性分析，さらにその元素の関与する化学反応の速さについての簡単な計測実験を通じて，物質の性質や化学変化について調べる方法を体験させる。また，実験結果の考察を通じて物質を簡単な粒子モデルで捉え，粒子モデルをもとに化学変化を考える視点を育成する。

２）事業の内容・方法

参加者 24 名を 6 グループに分け，グループごとに「身近な化学：ヨウ素を捕まえよう」と題した実験テーマに取り組ませた。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それぞれのグループに１名ティーチング＝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。

第１時の実験では，食卓にある「とろろ昆布」を材料として，灰化，液層抽出，ろ過などの実験操作によりヨウ化物イオンを抽出し，金属イオンとの反応による沈殿生成反応により定性分析させた。また，ヨウ化物イオンの酸化によりヨウ素分子を遊離させ，ヨウ素デンプン反応により確認する実験を設定した。まず，ヨウ素の性質，日常生活における利用，生命維持のための必要性などについての簡単な導入を行った。その後，配布した資料に記載した実験手順について，それぞれの操作を行う理由や具体的な実験操作の方法と器具の取り扱いについて各グループで議論させた。必要に応じて，TA にアドバイスさせた。実験操作の後，考察のための三つの課題を与え，グループでの議論を通じて，分子やイオンを簡単な粒子モデルで捉えさせるための機会を与えた。

第２時は，ヨウ素酸カリウム水溶液と亜硫酸水素ナトリウム水溶液の混合によりヨウ素分子を遊離する反応（時計反応）を取り上げ，ヨウ素分子が遊離するまでの時間をヨウ素デンプン反応の呈色までの時間により計測する実験を設定した。演示実験により，時計反応についての興味を喚起したのち，前時と同様に実験操作といくつかの異なる濃度条件設定の意味についてグループで議論させた。実験操作の後，実験結果

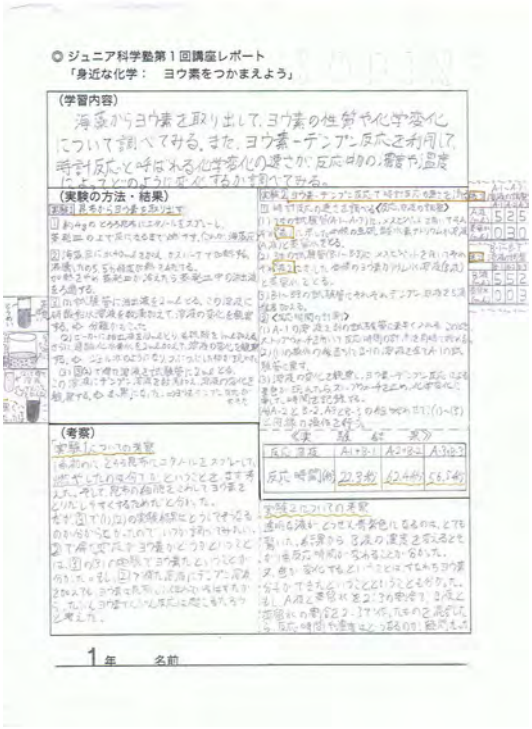
をもとに反応溶液の濃度と化学変化の速さとの関係を経験則として認識させ，この現象を粒子モデルで説明させるための議論を展開した。

３）事業の成果及び今後の課題

参加者は，これまでに経験したことのない実験器具の取り扱いや実験操作に真剣に取り組み，安全で合理的な化学実験の基礎的技術を習得することができた。また，多様な化学変化を実際に観察することにより，化学変化への興味も十分に喚起できたと思われる。同時に，身近な食品から取り出した化学物質を素材としたことにより，物質や化学変化を日常生活と関連させて捉えさせることができた。さらに，それぞれの実験操作や条件設定の意味を論理的に捉え，実験を通じて体験した結果を粒子モデルも用いて議論する場面も散見された。

限られた時間の中で，物質とその変化を粒子モデルで考えさせる目的の一端は達成できたと思われる。一方で，参加者の作成したレポートには，実験操作の手順とその結果が系統的に記載されているばかりではなく，複雑な化学変化を化学反応式をもちいて考察しているものも多数見受けられた。このような，化学反応式を用いた考察は，本講座の学習成果として設定した「単純な粒子モデルを用いた化学反応についての理解」を超えたものであり，十分な粒子論的な認識のうえで展開させたい学習である。その意味においては，実験結果の考察に十分な時間がとれず，粒子モデルによる物質や化学変化の認識を深化させる学習指導の不足の感は否めない。今後，複数回にわたる継続的な講座企画や他分野との統一テーマでの講座企画などの工夫により，参加者が体験した実験活動をもとにして，さらに充実した思考活動を展開することも必要と思われる。

■生徒レポート（第１回）　※一部抜粋

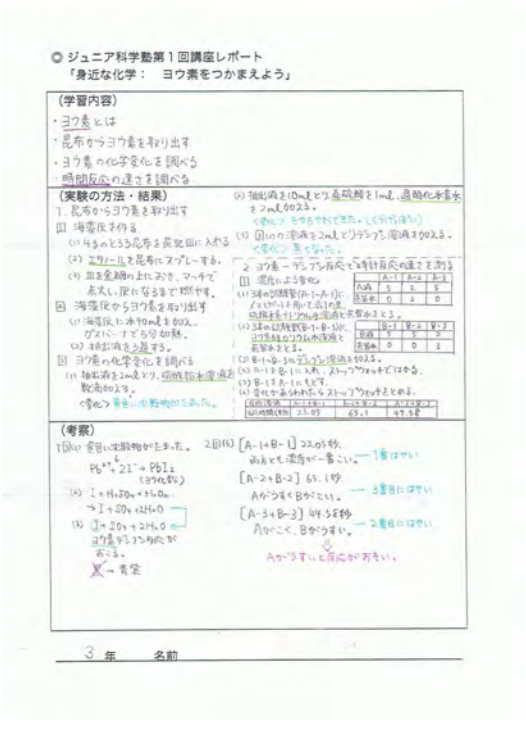

◎ ジュニア科学塾第１回講座レポート
「身近な化学：　ヨウ素をつかまえよう」

（学習内容）
海藻からヨウ素を取り出して，ヨウ素の性質や化学変化について調べてみる。また，ヨウ素－デンプン反応と利用して時計反応と呼ばれる化学変化の速さが，反応中の濃度や温度によってどのように変化するか調べてみる。

（実験の方法・結果）

（考察）

1年　名前


◎ ジュニア科学塾第１回講座レポート
「身近な化学：　ヨウ素をつかまえよう」

（学習内容）
・ヨウ素とは
・昆布からヨウ素を取り出す
・ヨウ素の化学変化を調べる
・時間反応の速さを調べる

（実験の方法・結果）

（考察）

3年　名前

（第 2 回講座について）

１）テーマ　「広島県の自然　植生と地形」

２）参加者　ジュニア科学塾受講生 22 名（2 名欠席）

３）会場　　広島県山県郡安芸太田町，芸北町　臥竜山，三段峡周辺

※宿泊：いこいの村ひろしま

（〒731-3834 広島県山県郡安芸太田町深入山

TEL 0826-29-0011）

４）日程　　8 月 8 日(土)～9 日(日)　一泊二日

５）実施体制

・講師：　広島大学大学院教育学研究科　　教授　　林武広

〃　　准教授　竹下俊治

・支援教員等

・学生スタッフ

広島大学大学院教育学研究科　1 年　三島　安城

〃　1 年　田中　庸介

〃　1 年　時澤　味佳

広島大学教育学部　4 年　中西　裕也

〃　3 年　伊神　雅乃

・ジュニア科学塾指導グループ

比治山大学　准教授　鹿江　宏明

東広島市立河内中学校　教諭　杉田　泰一

福山市立東朋中学校　教諭　村本　正太

附属三原中学校　講師　椋本　俊輔

・科学わくわくプロジェクト研究センターコーディネーター　間處　耕吉

・　〃　センター長　林　武広

※その他　　団体旅行保険加入（わくプロ負担）

６）講師報告書

（ジュニア科学塾第 2 回講座　～生物～）

広島大学大学院教育学研究科　准教授　竹下俊治

１）事業の目的

子どもたちに自然体験の機会を提供し，自然の事物・現象に対して積極的にかかわり，科学的に探究する態度を育成することを目標とした。特に本事業では，環境と植生の多様性の相互作用ならびに生態系の基盤を支える分解者に着目し，実際に調査・観察することで，生態系の多様性とそれを取り巻く人間活動の影響を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，広島県山県郡北広島町八幡原地区および臥竜山において行った。八幡原地区は，周囲を山で囲まれた標高約 800m の高地にあり，地区を流れる柴木川の流域には，かつては広大な湿原もあったとされる。現在では，入植により田畑や牧草地として利用され，湿原は地区の辺縁部に散在する状態となっており，地

区を代表する尾崎沼湿原，水口谷湿原，霧ヶ谷湿原を視察した。まず地区内で最大規模の尾崎沼湿原において湿原の概要を解説した後，水口谷湿原に移動し，そこに生育する植物を観察した。水口谷湿原はハンノキ林を主体とした湿原で，高低差のある湿原に木道が設置されており，比較的低く湿った地点ではヨシ，ハンカイソウ，ミゾソバなど湿性の植物が観察され，高く乾燥した地点ではススキやアカマツが侵入しており，環境により植生が異なることを観察した。植物の観察では，種名だけでなく，形態的特徴を説明する際に触感によって体感させるなどの工夫にも配慮した。霧ヶ谷湿原は，かつては湿原を排水によって土地改良を行った牧草地であったが，人工的に湿原を復元するために再生事業が施行された場所であり，自然に対する人為的影響を広大な裸地を観察することで実感させた。

臥竜山は標高 1,223m で，ふもとは薪炭林として利用されていたアカマツ，コナラ，ミズナラを主とした二次林，標高約 1，000m 以上がブナの原生林となっている。ここでは二次林およびブナ原生林について植生を比較した。二次林およびブナ林のそれぞれで，ブナ，ミズナラ，コナラ，アカマツの各種の樹幹に色画用紙を貼ることで色分けし，両者の植生を比較することで生育環境によって成立する森林が異なることを観察した。また，ブナ原生林の生物多様性を支える分解者に着目し，落葉の分解に重要な役割を果たしている土壌動物を探索した。

最後に宿舎において，湿原の成り立ちと変遷および二次林の発達と人間活動を，環境の変化と植生の遷移の観点から解説し，八幡湿原および臥竜山における観察実習の振り返りとまとめを行った。

３）事業の成果及び今後の課題

参加者は植物の名前をほとんど知らなかったようだが，実際に触れて観察することで，それまで漠然と「湿原」「山」と捉えていたものが，実は個々の多様な植物によって構成されていることに気付き，その多様性は環境の変化に伴って変遷すること，人間活動が生物の多様性に及ぼす影響について考えられるようになったようだ。特に霧ヶ谷湿原は完工後一年であり，未だ湿原と呼べる状態ではなかったが，数十年あるいは数百年後を目指した事業が実際に行われていることを目の当たりにすることで，一度破壊された自然を復元するには相応の労力が必要であり，自然の力によって再生されるには長い年月が必要であることを学習する良い機会となったと考える。

本事業のような学習活動に参加する子どもたちには，熱帯雨林の減少や地球温暖化などの環境問題には関心があるが，自然の事象を実際に意識して自分たちの目で見，体で触れ，身近な環境の変化と人間活動の関係について考えた経験が少ないという傾向がある。今回の参加者でも，生物多様性の言葉は知っていても実際の生物の名前は分からないという者がほとんどであった。それら自然の事物・現象が，自分たちの実生活とは異なる，どこか遠く離れた所のことのように感じてしまうのは，昨今の情報化社会の影響による体験不足だと指摘されることもある。この問題の是正には，本事業のような体験型の学習活動の果たす役割は非常に重要であるが，一方で，このような事業には，子どもたちにとって単なるイベントに終始しないための方策が求められている。例えば，湿原やブナ林という非日常な自然での体験を元に，自分たちの生活圏における植生と比較する活動や，水をテーマとして八幡原地区およびその周辺の山が広島市の水源の一翼であると同時に水力発電によるエネルギーの源であり，自分たちの生活と直結していることを実感する活動などが考えられる。このような一連の学習活動の仕組が，子どもたちの意識に客観的な自然観や科学的な探究心を定着させる一法となるであろう。

（ジュニア科学塾第 2 回講座　～地学～）

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

１）事業の目的

三段峡に見られる断裂系の野外調査を通して大地の変動に関する理解を深める。

２）事業の内容・方法

目標：野外調査から断裂系の特徴を把握し，地形発達との関連を考える

1. 三段峡に発達する断裂系を構成する要素を野外の露頭で確認する。
2. 断裂系の方向を測定する器具（クリノメーター）の使用法と測定結果の記録法を習得させる。
3. 三段峡の遊歩道を歩き，随所の露頭に見られる断裂系（断層，節理）の方向を２人１組でなるべく多く測定し，記録する。
4. 収集した測定値を全てローズダイアグラムにプロットする。
5. 西中国山地の特徴である北東–南西方向の特徴的な直線的地形（リニアメント）と測定した結果を比較検討し，両方に共通な要素，お互いに異質な要素を見いだす
6. 全員のデータを総括し三段峡地域で見られる断裂系の大まかな特徴を把握し，この地域の地形発達との関連を考察する

これらの内容は，中学校では扱われていない。高校地学Ⅱの断裂系の特徴，クリノメーターの仕組み等の概要に触れる程度である。もちろん授業で野外調査を実施することは希有である。従って，本内容で扱うデータは簡単なものであるが，それらを統計的でとらえて何らかの結論を得ることが本質である。しかもデータはグループによって異なっており，正答も存在しない。このような内容は中学生にとっては馴染みが薄いと考えられるが，学校では経験困難な内容，科学的プロセスでもあるので，ジュニア科学塾の生徒にはぜひ学習させたいと考えた。

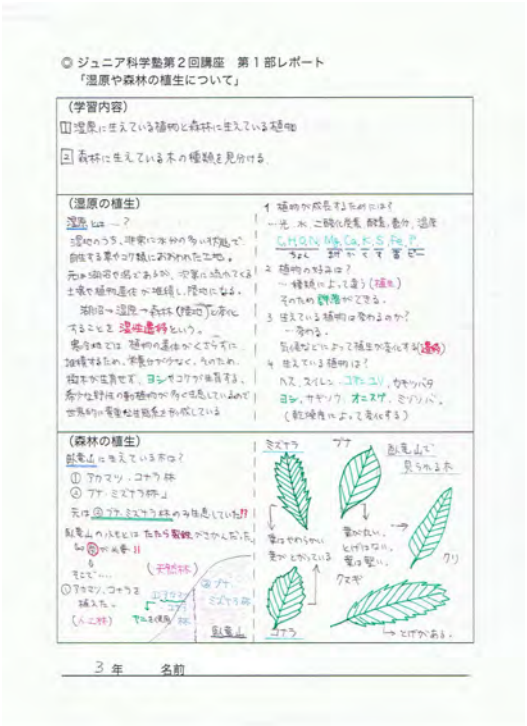
３）事業の成果及び今後の課題

本活動は，中学生にとっては始めてであり，新鮮であったようである。クリノメーターも始めてみる器具であったが，使い方はすぐに習得できた。クリノメーターは面的要素の 3 次元の姿勢を測定する器具であえるが，ここでは，あえて垂直あるいは垂直に近い面のみを選んで，それらの 2 次元の方向のみを測定し，記録させた。3 次元の測定が通常ではあるが，その場合，データ処理とプロットが非常に難しくなるため，地形発達に最も関連が深い垂直あるいは垂直に近い断裂面のみに限定すれば2次元的なプロットが可能であり，考察もさほど困難ではないと考えたからである。

生徒は野外で熱心に測定を行うことができた。1 グループ，合計 30 以上の断裂面を測定しており，室内に戻って，直ちにローズダイアグラムにプロットできた。プロット図からは，自ら測定したデータの集中範囲をみつけ，どのような面がもっとも多いかを把握できた。さらにこの地域の地形図からリニアメントに読み取ってローズダイ

アグラムに重ねてプロットし，両者に共通な方向を見いだすことができた。
　以上のように野外調査を中心とする地形・地質の学習は中学生でも可能であることが明らかとなった。最後の地形発達の考察は，十分な時間がとれず，やや中途半端になったきらいがあるので，考察にはもう少し多く時間を充てる必要があろう。

■生徒レポート（第 2 回）　※一部抜粋
～生物～


◎ジュニア科学塾第2回講座　第1部レポート
「湿原や森林の植生について」

（学習内容）
1 湿原に生えている植物と森林に生えている植物
2 森林に生えている木の種類を見分ける

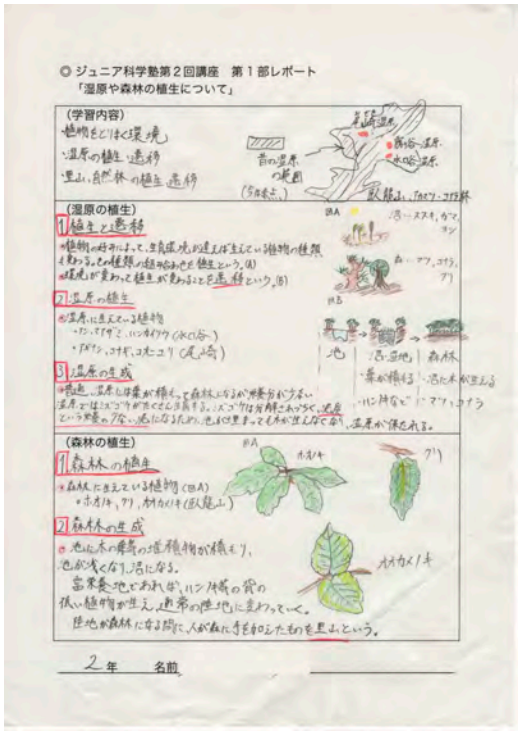
（湿原の植生）
湿原とは…？
湿地のうち，年間に水分の多い状態で自然を草がコケ類におおわれた土地。
元は湖沼や海であるが，堆積した泥炭でできる土壌や植物遺体が堆積し，陸地になる。
湖沼→湿原→森林（植物）と変化することを遷移という。
寒冷地では，植物の遺体がくさらずに堆積するため，栄養分が少なく，そのため，根本が発育せず，ヨシやコケが繁殖する。希少な野生の動植物が多く見られていることから貴重な自然を残している

1 植物が成長するためには？
→光，水，二酸化炭素，酸素，養分，温度
C, H, O, N, Mg, Ca, K, S, Fe, P
ちっそ　りん　カリウム
2 植物の好きは？
→種類によって違う（個性）
そのため競争ができる。
3 生えている植物は変わるのか？
→変わる。
気候などによって植生が変化する（遷移）
4 生えている植物は？
ハス，スイレン，コナギ，ガマ，ツバサ
ヨシ，サギソウ，オニスゲ，ミヤマハン。
（乾燥度によって変化する）

（森林の植生）
針葉樹に生えている木は？
① アカマツ，コナラ林
② アオ，ミズナラ林
元は②アオ，ミズナラ林の方が優勢していた。
針葉樹の葉とは？ 細くて鋭利がとがっている。
①が②に変化 ＝
そこで…（天然林）
①アカマツ，コナラを植えた。（人工林）
アオ，ミズナラ林
針葉樹

ミズナラ　アオ　針葉樹で見られる
雪はやわらかい雪がとどいている
雪がない，とどかない，雪が硬い
クリ
クマザサ
コナラ
→とげがある。

3 年　名前


◎ジュニア科学塾第2回講座　第1部レポート
「湿原や森林の植生について」

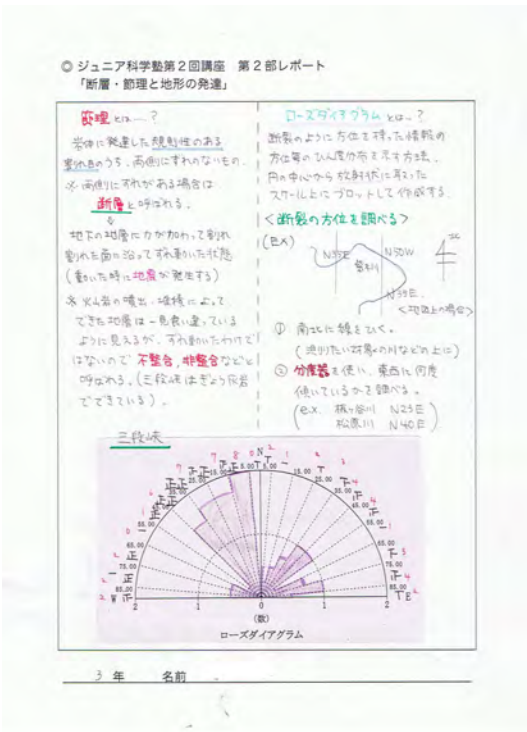
（学習内容）
・植物をとりまく環境
・湿原の植生遷移
・里山，自然林の植生遷移
昔の里山の様子
（写真など）
現在の里山，アカマツ・コナラ林

（湿原の植生）
1 植生と遷移
・植物の好みによって，生育環境が違えば生えている植物の種類も変わる。この種類の組成のことを植生という。(A)
・環境が変わって植生が変わることを遷移という。(B)
2 湿原の植生
・湿原に生えている植物
・ハンノキ，ヤチダモ（水に強い）
・アカマツ，コナラ，コメツガ（乾燥）
3 湿原の生成
・湿地，湿原には草が繁茂して森林になるが，栄養分が少ない。湿原ではミズゴケが生えてさらに酸性になる。ミズゴケは分解されずらく，湿度という点の方が，池になりやすい。池は埋まってそれが陸になり，湿原が保たれる。

（森林の植生）
1 森林の植生
・森林に生えている植物（B A）
・ホオノキ，クリ，オオカメノキ（里山）
2 森林の生成
・池に木の葉などの堆積物が積もり，池が浅くなり，沼になる。
富栄養池であれば，ハンノキなどの背の低い植物が生え，通常の陸地に変わっていく。
陸が森林になる時に人が森に手を加えたものを里山という。

2 年　名前

～地学～


◎ジュニア科学塾第2回講座　第2部レポート
「断層・節理と地形の発達」

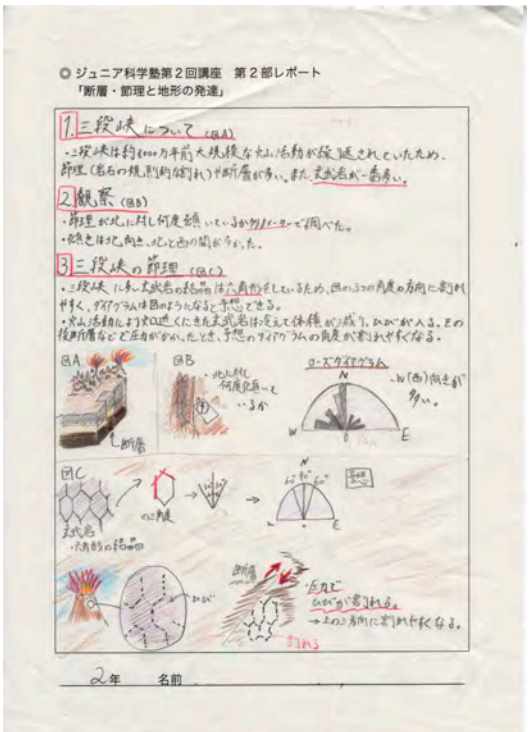
変動とは…？
岩体に発達した規則性のある割れ目のうち，両側にずれのないもの。
※両側にずれがある場合は断層と呼ばれる。
地下の地層にカが加わって割れ目を面に沿ってずれ動いた状態（動いた時に地震が発生する）
※火山の噴出・堆積によってできた地層は一見良く重なっているように見えるが，ずれ動いたわけではないので不整合，非整合などと呼ばれる。（三段峡はぎょう灰岩でできている）。

ローズダイヤグラムとは…？
断層のように方位を持った情報の方位毎の個人度分布を示す方法。円の中心から放射状に引いたスケールとにプロットして作成する。

<断層の方位を調べる>
(B A)
① 南北に線を引く。
（走りたい方角の川などの上に）
② 分度器を使い，東西に何度傾いているかを調べる。
(ex. 横ヶ原川　N25E
　松原川　N40E)

三段峡
ローズダイアグラム
(数)

3 年　名前


◎ジュニア科学塾第2回講座　第2部レポート
「断層・節理と地形の発達」

1.三段峡について (B A)
・三段峡は約6000万年前大規模な火山活動が繰り返されていたため，節理（岩石の規則的割れ）や断層が多い。また，玄武岩が一番多い。

2.観察 (B B)
・節理が北に対し何度傾いているかクリノメーターで調べた。
・傾きは北に向き，北と西の間が多かった。

3.三段峡の節理 (B C)
・三段峡にある玄武岩の節理は六角形をしているため，図の3つの角度の方向に割れやすく，ダイアグラムは図のようになると予想できる。
・火山活動により吹き出された玄武岩は冷えて体積が減り，ひびが入る。その後断層などで圧力がかかったとき，予想のダイアグラムの角度が割れやすくなる。

B A
B B
ローズダイアグラム
北に対し何度傾いているか
N
W(西)向きが多い。
W
E
B C
玄武岩
六角形の柱状節理
の2種
断層
圧力で
ひびが割れる。
→上の方向に割れやすくなる。
割れる

2 年　名前

■ジュニア科学塾第 3 回講座　報告

１）テーマ　「電波をつかまえよう」

２）参加者　ジュニア科学塾 22 名（2 名欠席）

３）会場　　附属東雲中学校　理科室

４）日程　　10 月 24 日(日)　9:00 ～　12:00

５）実施体制

・講師：　附属三原中学校　講師　椋本俊輔

・支援教員等　・学生スタッフ

大学院教育学研究科	1 年	三島　安城
〃	1 年	田中　庸介
教育学部	4 年	中西　裕也
〃	3 年	大谷　智典

・ジュニア科学塾指導グループ

広島県立広島中学校	教諭	乃美　一成
福山市立東朋中学校	教諭	占部　正弘
福山市立東朋中学校	教諭	村本　正太

・(財)マツダ財団　事務局長　山根　英幸

・科学わくわくプロジェクト研究センターコーディネーター　間處　耕吉

・　〃　センター長　林　武広

※その他　　団体レクリエーション傷害保険加入(わくプロ負担)

６）講師報告

（ジュニア科学塾第 3 回講座）

広島大学附属三原中学校　講師　椋本俊輔

１）事業の目的

電磁波に関する講義や簡易型電波受信機・発信機の作成，それらを用いた実験を通して電磁波の性質や利用に関する理解を深める。

２）事業の内容・方法

まず全体に電磁波の講義を行い，電磁波の種類やその分類についてと伝わり方，いろいろな電磁波の日常生活での利用についてを簡単に理解させた。その後 1 GHz 前後の周波数帯の電波を受信することで発光ダイオードが光る受信機(装置 1)を作成させ，目に見えない電波を確認させた。また，ライターに使われている圧電素子を用いて電波を発生させる発信機(装置 2)とアルミ箔を使った簡易受信スイッチ(装置 3)を作成させた。それらを用いた実験により前半の講義で学んだことを確認させた。

○装置 1

準備しておいた電池・発光ダイオード・コンデンサー・ショットキーバリアダイオードを回路図にとおなじように半田付けして完成。電波を受信していない状態では発光ダイオードがぎりぎり光らない電圧になっているが，1GHz 前後の電波を受信すること

により増幅されて発光ダイオードが光る。PHS の電波への感度が高く光らせやすかったため今回はこれを確認用に用いた。

○装置 2

圧電素子による放電を用いてクリップとアルミ箔のアンテナから電波を発信する。

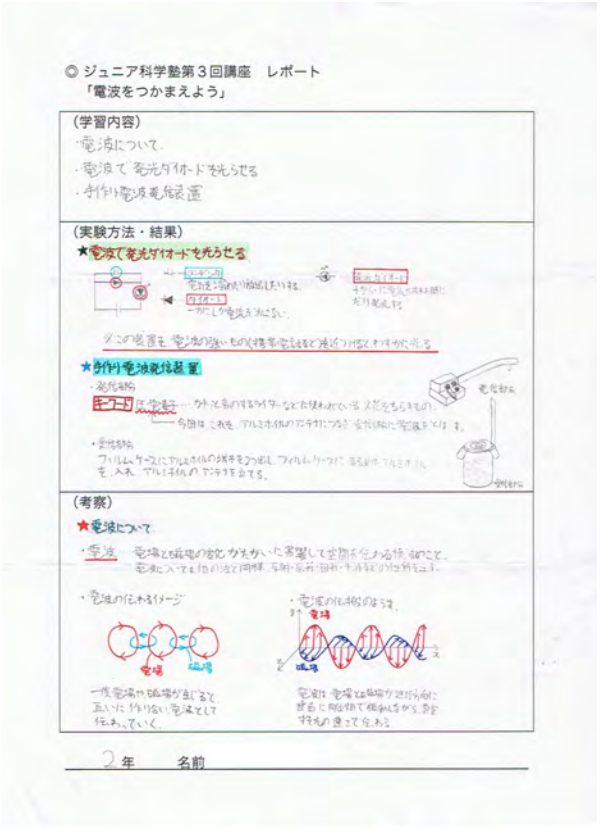
○装置 3

アルミ箔を丸めた玉はくっついているが表面の皮膜によりスイッチが入っていない状態だが，装置 2 の電波を受信することによりアルミ玉間で放電が起こり皮膜が破られスイッチが入る。電波によるスイッチのオフはできないため手動で装置を振りスイッチを切る。

3）事業の成果及び今後の課題

中学生が対象であったので基礎的な内容から講義したため時間がかかってしまったが，生徒自身による事前･事後の学習も含めてよく理解できていたようだった。特に電波の伝わり方や種類，生活への利用についての理解ができている。実験装置については半田付けの経験の差から進度に差が出たがなんとか時間内に作成させることができた。しかし実験については十分に時間をとることができなかった生徒もいたため改善の必要がある。また，装置 1 は最近の 2GHz 帯域の携帯電話の電波には反応しないため今後利用するためには改善の必要がある。また電波の利用に関しても携帯電話や GPS 等の発信と受信についての説明しか十分にできなかったため，さらなる理解のためにもその他の利用についての学習の必要があると考えられる。

■生徒レポート（第 3 回）　※一部抜粋


◎ ジュニア科学塾第３回講座　レポート
「電波をつかまえよう」

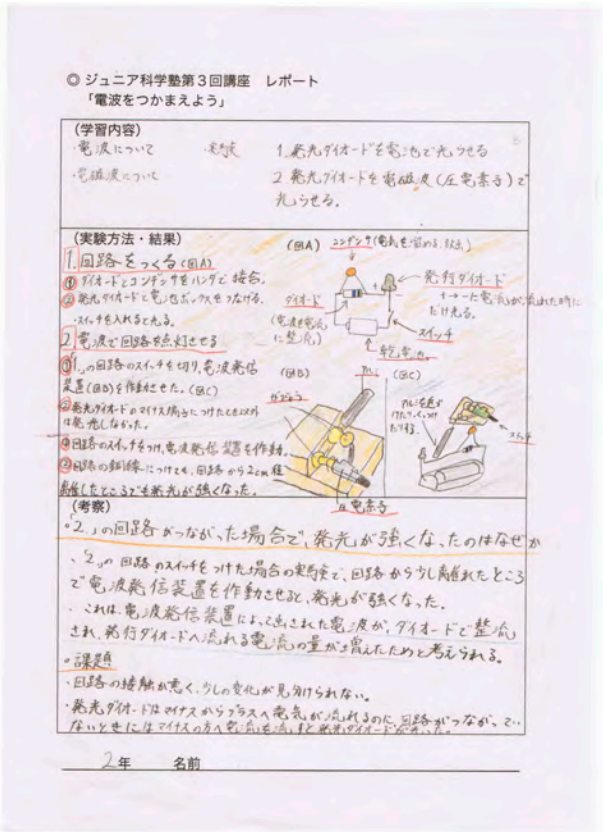
（学習内容）
・電波について
・電波で発光ダイオードを光らせる
・手作り電波発信装置

（実験方法・結果）
★電波で発光ダイオードを光らせる

★手作り電波発信装置

（考察）
★電波について

2年　名前


◎ ジュニア科学塾第３回講座　レポート
「電波をつかまえよう」

（学習内容）
・電波について　実験　1. 発光ダイオードを電波で光らせる
・電磁波について　2 発光ダイオードを電磁波（圧電素子）で光らせる。

（実験方法・結果）
1. 回路をつくる（図A）
① ダイオードとコンデンサをハンダと接合。
② 発光ダイオードと電池ボックスをつなげる。
・スイッチを入れると光る。
2. 電波で回路を点灯させる
③ この回路のスイッチを切り，電波発信装置（図B）を作動させた。（図C）
④ 発光ダイオードのマイナス端子につけたとき以外は発光しなかった。
⑤ 回路のスイッチをつけ，電波発信装置を作動。
⑥ 回路の銅線につけても，回路から2cm程離したところで発光が強くなった。

（考察）
・「2.」の回路がつながった場合で，発光が強くなったのはなぜか
「2」の回路のスイッチをつけた場合の実験で，回路から少し離れたところで電波発信装置を作動させると，発光が強くなった。
これは，電波発信装置により，送信された電波が，ダイオードで整流され，発光ダイオードへ流れる電気の量が増えたためと考えられる。
・課題
・回路の接触が悪く，少しの変化が見受けられない。
・発光ダイオードはマイナスからプラスへ電気が流れるのに，回路がつながっていないときにはマイナスの方へ電気を流すと発光ダイオードが光った。

2年　名前

■ジュニア科学塾第 4 回講座　報告

１）テーマ　「放射線の性質」

２）参加者　ジュニア科学塾 21 名（3 名欠席）

３）会場　　大学院教育学研究科　物理実験室

４）日程　　12 月 23 日(木・祝)　9:00 ～　12:30

9:00　第 4 回講座
12:00　講座修了・修了式
12:30　日程終了

５）実施体制

・講師：　大学院教育学研究科　教授　蔦岡孝則
・支援教員等　・学生スタッフ

大学院教育学研究科	1 年	三島　安城
〃	1 年	田中　庸介
教育学部	4 年	中西　裕也
〃	3 年	大谷　智典
〃	3 年	伊神　雅乃

・ジュニア科学塾指導グループ

福山市立東朋中学校	教諭	占部　正弘
福山市立東朋中学校	教諭	村本　正太
附属三原中学校	講師	椋本　俊輔

・(財)マツダ財団　事務局長　魚谷　滋己
・科学わくわくプロジェクト研究センターコーディネーター　間處　耕吉
※その他　団体レクリエーション傷害保険加入(わくプロ負担)
西条駅～広島大学　マイクロバスで送迎

６）講師報告

（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　教授　蔦岡　孝則

１）事業の目的

各種放射線の性質に関する演示実験と放射線計測器を用いた線量測定を通して，放射線の種類と性質に関する理解を深め，物質の性質や特徴を考える視点を育成する。

２）事業の内容・方法

参加者 21 名を 6 グループに分け，グループごとに「放射線を計ってみよう」と題した実験テーマに取り組ませた。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，クルックス管を用いて電子線を観測し，電子の性質について考察させた。まず，身近な放射線としてテレビのブラウン管や，レントゲン写真について解説し，演示実験によりクルックス管内の陰極線が電子の流れてあることを説明した。そして，電子がマイナスの電荷を帯びた粒子であり，電界によりプラス方向に力を受けること，及び磁界中でローレンツ力を受けて方向を変えることを実際に電界を加えたり，磁石を近づけたりして観察させ，電界と磁界による電子の運動変化について各グループで議論し考察させた。

次に，原子核から放出される３種類の放射線（α線，β線，γ線）について解説し，それらが，それぞれヘリウムの原子核，電子，電磁波であること，及びβ線が実験１で調べた電子線に比べて大きなエネルギーを持っていること，γ線がＸ線に比べて波長の短い電磁波であることを説明した。そして，これら放射線の透過力に大きな違いがあることを演示実験により示し，放射線の線量とその計測方法について解説した。

実験２では，身近な放射線であるマルトルと電気溶接用トリウム入りタングステン棒から放出されるβ線，γ線の測定を放射線計測器（ガンマスカウト）を用いて行い，結果について議論させ，放射線の線量が距離によって減衰することを考察した。

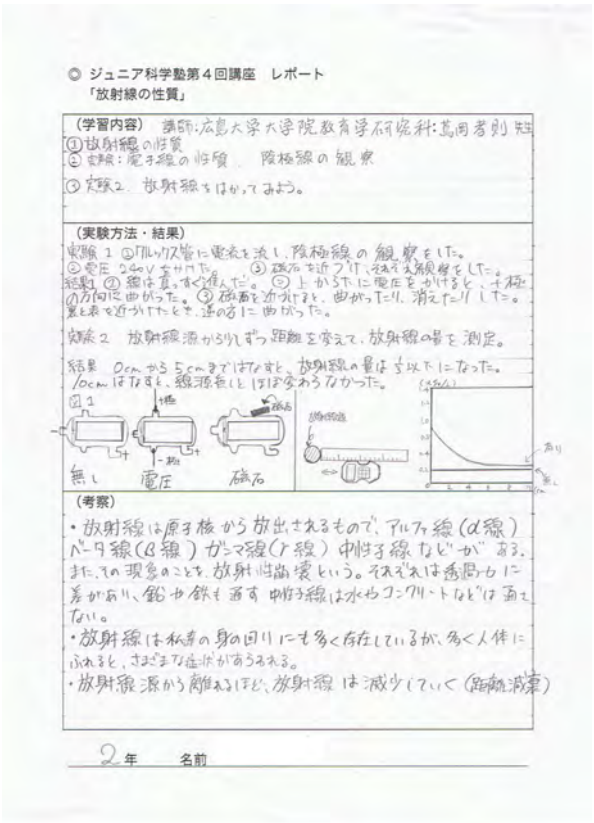
最後に身の回りにある放射線，及び放射線が人体に与える影響について解説した。

３）事業の成果及び今後の課題

参加者は，演示実験による放射線の観測や，放射線計測装置を用いた実験に真剣に取り組み，放射線に関する理解を深めることができた。クルックス管を用いた電子線の磁界による変化では，電流が磁界から受ける力を想起した質問があった。また，放射線が原子核から放出されるプロセスや，β崩壊により中性子が陽子に変換されることにも興味を示していた。放射線の人体への影響について触れたことで，放射線の危険性について理解した一方で，放射線のバックグラウンド測定や，１年間に浴びる放射線量のデータから身の回りには常に放射線が存在することも理解できた。

限られた時間内で，放射線についての一般的な理解と，実験を通じて計測に関する基礎的な技術を習得することができたと考えられるが，放射線や原子の構造に関するより深い理解と，実験技能の習得には関連したテーマによる継続的な活動が必要と思われる。

■生徒レポート（第４回）　※一部抜粋



◎ ジュニア科学塾第４回講座　レポート
「放射線の性質」

（学習内容）講師：広島大学大学院教育学研究科：高岡孝則 先生
①放射線の性質
②実験：電子線の性質　陰極線の観察
③実験２　放射線をはかってみよう。

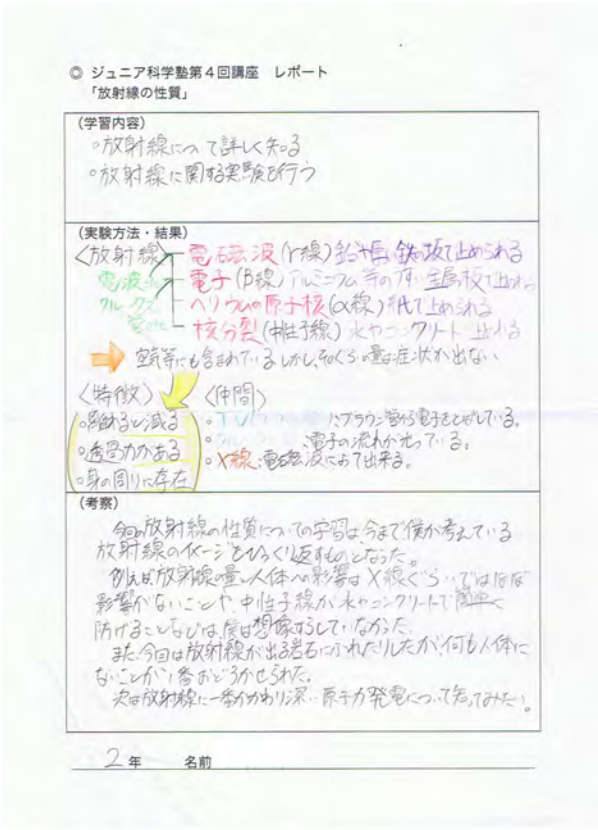
（実験方法・結果）
実験１ ①ガラス管に電流を流し、陰極線の観察をした。
②電圧 240V をかけた。　③磁石を近づけ、それぞれ観察をした。
結果 ②線は真っすぐ進んだ。③上から下に電圧をかけると、＋極の方向に曲がった。④磁石を近づけると、曲がったり、消えたりした。
裏と表を近づけたとき、逆の方に曲がった。

実験２　放射線源から少しずつ距離を変えて、放射線の量を測定。
結果　0cm から 5cm まではなすと、放射線の量は 5 以下になった。
10cm はなすと、線源無しとほぼ変わらなかった。

図１
無し　電圧　磁石

（考察）
・放射線は原子核から放出されるもので、アルファ線（α線）ベータ線（β線）ガンマ線（γ線）中性子線などがある。また、その現象のことを、放射性崩壊という。それぞれは透過力に差があり、鉛や鉄も通す中性子線は水やコンクリートなどは通さない。
・放射線は私達の身の回りにも多く存在しているが、多く人体にふれると、さまざまな症状があらわれる。
・放射線源から離れるほど、放射線は減少していく（距離減衰）

2年　名前



◎ ジュニア科学塾第４回講座　レポート
「放射線の性質」

（学習内容）
◦放射線について詳しく知る
◦放射線に関する実験を行う

（実験方法・結果）
〈放射線〉
電磁波（γ線）鉛板で止められる
電子（β線）アルミニウム等の薄い金属板で止められる
ヘリウムの原子核（α線）紙で止められる
核分裂（中性子線）水やコンクリート 止める
空気等にも含まれている しかし、その量は症状が出ない

〈特徴〉
◦離れると減る
◦透過力がある
◦身の回りに存在

〈仲間〉
◦TV ブラウン管から電子をとばしている。
◦電子の流れが光っている。
◦X線：電磁波にあて出来る。

（考察）
今回の放射線の性質についての学習は今まで僕が考えている放射線のイメージをひるがえすものとなった。
例えば放射線の量と人体への影響はX線ぐらいではなに影響がないことや、中性子線が水やコンクリートで簡単に防げることなどは僕は想像すらしていなかった。
また今回は放射線が出る岩石にふれたりしたが、何も人体にないことが一番おどろかされた。
次は放射線に一番かかわり深い原子力発電について知ってみたい。

2年　名前

■修了式のようす

第４回講座の終了後に，今年度のジュニア科学塾の修了式を行い，受講生に修了証を授与しました。

■ジュニア科学塾第 5 回講座　報告

１）テーマ　「望遠鏡づくりと天体写真」

２）参加者　ジュニア科学塾希望者 17 名

３）会場　　大学院教育学研究科　地学実験室

４）日程　　2 月 13 日(日)　16:00 ～　19:00

５）実施体制

・講師：　大学院教育学研究科　教授　林武広
・支援教員等　　教育学研究科　　1 年　三島　安城
　　〃　　1 年　田中　庸介
　　教育学部　　3 年　大谷　智典
・(財)マツダ財団　　事務局長　魚谷　滋己
・科学わくわくプロジェクト研究センターコーディネーター　間處　耕吉
　※その他　　団体レクリエーション傷害保険加入(わくプロ負担)
　　西条駅～広島大学　マイクロバスで送迎

６）講座内容及び，実施概要

今回は希望者のみの参加であったが，半数を超える 17 名が参加した。

はじめに望遠鏡の仕組みについて簡単な説明のあと，手作り望遠鏡キットを組み立てた。その後，林武広教授による MITAKA４D シアターを使っての太陽系についての解説をして頂き，教育学研究科の屋上へ移動し，手作り望遠鏡を使って月の観察と写真撮影を行った。また，教育学研究科屋上にある望遠鏡で月と木星の観察も実施した。

今回の講座は次年度継続も考えて受講生同士の親睦を深めることを目的としたもので，内容的には，それほど高度なものではなかった。ジュニア科学塾は同じメンバーで 1 年間継続したため，生徒同士や指導グループの先生達との人間関係も築かれており，終始和やかな雰囲気で，充実した講座となった。

７）継続参加の申込み

ジュニア科学塾の受講生 24 名のうち，5 名は中学卒業となるが，次年度継続対象は 19 名の内 14 名が継続申込みをした。継続しない生徒 5 名の継続を辞めた理由については，部活動が忙しくなったため 1 名，受験のため 1 名，内容が思っていたよりも難しいため 3 名であった。また，中学を卒業する 5 名の生徒のうち 3 名は高校での科学塾研究室へ参加を希望している。

継続希望者（対象 19 名中 14 名）は昨年（対象 21 名中 13 名）よりも割合的に大幅に増え，現在のジュニア科学塾に対する満足度は非常に高いことがうかがえる。また，科学塾研究室への参加を希望する生徒も増えており，ジュニア科学塾から科学塾研究室へとつながる流れが出来つつあるといえる。

(3) 科学塾研究室

○概要：　科学に興味を持ち，学校の学習内容にとらわれることなく，高度な科学の内容を勉強したいと考えている高校生のための本格的な研究講座で，昨年までの「わくプロ」科学塾とは異なり，広島大学理学部などの研究室に所属し，最先端の設備や指導者の下，個人または少人数グループで高度な研究が体験できるプログラムである。

○対象者：　高校生（ジュニア科学塾修了生も含む）　6講座9名

○特徴：　広島大学の研究室に所属して，最先端の設備や指導者の下，個別または少人数の高校生を対象に行う本格的研究講座。

研究成果は，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を行い，必要に応じて各種学会への参加もする。

○開設講座および，講師：

【生物学講座】安田女子高３年　中道楓さん（生物系三学会発表のみ）
「金属イオンを高濃度に濃縮するホヤ」
講師：　道端　齋　大学院理学研究科教授
植木龍也　大学院理学研究科准教授

【化学講座】　安田女子高２年　東元芙美さん
「豆腐の中の化学 -タンパク質はなぜ固まるのか?」
講師：　泉俊輔　大学院理学研究科教授

【天文学講座】国泰寺高２年　下野起将くん，AICJ 高１年　宮﨑理文くん
「複数の散開星団の色－等級図と年齢推定」
講師：　大杉　節　宇宙科学センター特任教授
川端弘治　〃　准教授

【遺伝学講座】附属高１年　田口慧さん
「タバコ属植物に残るアグロバクテリウム感染の痕跡」
講師：　田中信和　自然科学研究支援開発センター教授

【海洋生物学講座】崇徳高１年　和田壮史くん
「ギボシムシの発光現象の観察」
講師：　浦田慎　大学院理学研究科附属臨海実験所助教

【細胞生物学講座】祇園北高３年　岸井直也，前田大志，山室沙也加
「細胞内における微小管構造の維持にアクチン繊維は関与しているのか？」
講師：　細谷浩史　大学院理学研究科教授
濱生こずえ　〃　助教

○開催：・日　時：平成 22 年 6 月 12 日(土)開講式
※その後は研究室ごとに実施
平成 23 年 2 月 19 日(土)修了式

・ 会　場：広島大学大学院理学研究科，
霞キャンパス，臨海実験所，東広島天文台
自然科学研究開発支援センター，など

○実施体制：　・各講座講師および院生
・(財)マツダ財団　事務局長　山根英幸・魚谷滋巳
・わくプロコーディネーター　間處　耕吉
・　〃　センター長　林　武広

※その他　団体レクリエーション傷害保険加入(わくプロ負担)

■研究発表内容

【平成 22 年度生物系三学会中国四国支部合同大会　高校生ポスター発表】

日　時：　平成 22 年 5 月 15 日(土)　13:00～16:00

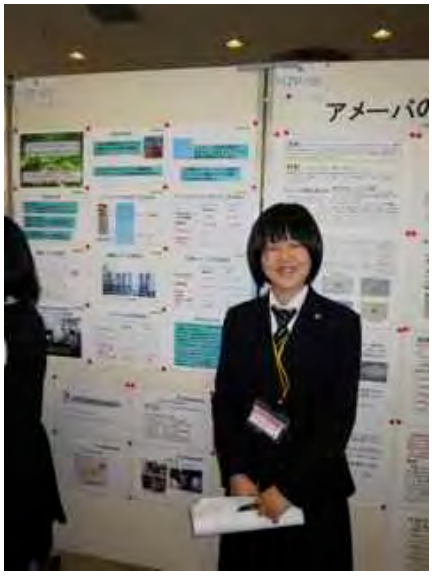
会　場：　山口大学

参加者：　安田女子高等学校 3 年　中道楓

発表題目：「スジキレボヤに含まれる巨大細胞の生理学的研究」

担当講師：　道端齋　大学院理学研究科教授，植木龍也　大学院理学研究科准教授

概　要：



5 月 15 日（土）生物系三学会中四国支部大会が山口大学にて，開催されました。

昨年度の科学塾研究室生物講座を修了した安田高 3 年生の中道楓さんが，本学会の高校生ポスター発表に参加してきました。研究テーマは「スジキレボヤに含まれる巨大細胞の生理学的研究」。

内容的には高度なものであったためか，他の高校生たちはあまり興味を持ってもらえなかった一方で，大学関係の先生には興味を持っていただけたようです。 彼女にとっては全く知らない場所での初めての経験ばかりで，かなりの緊張感はあったようでしたが,端から見ている限り,物怖じすることもなく，しっかりとした発表をして，質問にも堂々と答えられているように見えました。

中道さん，お疲れ様でした。余談になりますが，本学会の高校生発表には岡山県からの参加者が際だって多く，生徒たちはもちろん，引率の先生達までもが活気にあふれておりました。広島県からの参加はわくプロの中道さんひとりだけというのは，あまりにも寂しい気がしました。

「豆腐の中の化学 –タンパク質はなぜ固まるのか?」

安田女子高等学校２年　東元　芙美

研究の目的

豆腐はその種類，食べ方の多様性からもわかるように，日本人にとって最もポピュラーな食品のひとつとして古くから知られている。このように豆腐は身近な食品であるにもかかわらず，高校生の多くはその作り方を知らない。そこで本研究では，実際に豆乳から豆腐を作って，豆腐作りの過程で「豆腐のできる条件」，特に「豆乳が固まる条件」を調べた。

研究の内容

１．なぜ豆腐作りには「にがり」が必要なのか？

一般に豆腐は，豆乳に「にがり」を加えることによって作られている。そこで「にがり」の濃度を変えて，豆乳の固まり方を調べた。用いた豆乳は紀文あるいはマルサンアイの有機無調整豆乳，「にがり」は「天海のにがり」を用いた。

その結果，表１に示すように，豆乳は「にがり」を加えることで固まることがわかった。しかしながら，豆乳は「にがり」があるだけで固まるわけではなく，温度をかけることではじめて固まることも示された。

この理由を明らかにするために，「にがり」を加え，80℃まで加熱した豆乳の上清と沈殿をそれぞれ SDS-電気泳動で分析した。その結果，図１に示すように，「にがり」を用いて豆腐を作った場合は，豆腐の部分（沈殿）も上精も電気泳動の像はほぼ同じであることがわかった。すなわち「にがり」によってタンパク質が沈殿するのは，タンパク質の種類による特性の違いではなく，タンパク質の共通の性質によることが明らかになった。

表１　にがりの豆乳凝固作用

温度		5℃	25℃	40℃	60℃	80℃
にがり（$MgCl_2$）	0.0%	1	1	1	1	2
	1.0%	1	1	2	2	2
	2.0%	1	1	2	3	3
	3.0%	1	1	3	3	4
	5.0%	1	2	2	4	5
	7.0%	2	1	3	5	5
海水（NaCl）	0.0%	ー	1	ー	2	1
	1.0%	ー	1	ー	1	1
	2.0%	ー	1	ー	1	2
	3.0%	ー	1	ー	1	2
	5.0%	ー	1	ー	1	1
	7.0%	ー	1	ー	2	3

＊ 固まり具合の指標：1…豆乳のままの状態，2…少しどろどろ
3…全体にどろどろとしているが，シャーレにあけたとき，崩れる
4…豆腐として形になっているが，柔らかくて崩れている部分がある
5…完全な豆腐として固まっている。ーは測定していないことを示す。

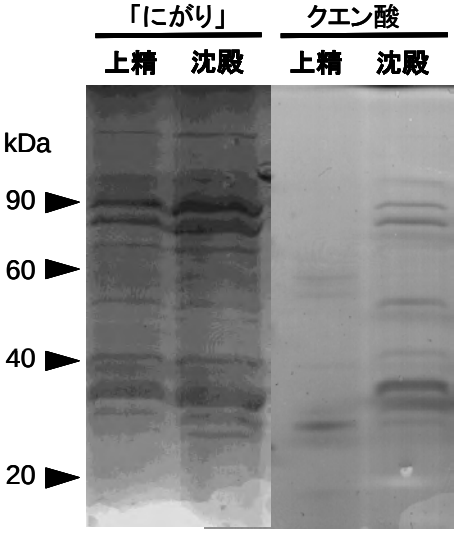


図1　豆乳の上清および沈殿物のSDS-電気泳動

ここで，「にがり」で沈殿したタンパク質をそれぞれ切り出し，トリプシンで消化した後，質量分析してタンパク質の種類を決定した。その結果，豆腐の中のタンパク質には，グリシニンに代表されるようなグルタミン酸(18.7%)やアスパラギン酸(11.7%)のようなアミノ酸が多く含まれていることがわかった。グルタミン酸やアスパラギン酸にはカルボン酸(-COOH)があるので，グリシニンに Mg^{2+}イオンを加えると，Mg^{2+}イオンを介して豆乳の中のタンパク質どおしが架橋することができ，これがタンパク質を凝集させる一つの理由であることが示された。一方，Na イオンは１価のイオンなので，一つのタンパク質と結合するだ

けで，タンパク質どうしが結合することがなく，固まらないと考えられる。

２．「にがり」はなくても豆腐はできるか？

次に，豆乳を「にがり」使わずに固める方法を考えてみよう。例えば，ヨーグルトは乳酸菌の出す乳酸によって牛乳のタンパク質を固めている。また，牛乳がみかんの汁でヨーグルトのようになることも良く知られている。それでは，豆乳に「にがり」ではなく，何らかの酸を加えることで，豆乳を固められないだろうか？

表２に豆乳にクエン酸を加えた場合の凝固結果を示す。これを見ると，クエン酸を 2%程度加えると，豆乳が固まることがわかった。しかしながら豆乳にさらにクエン酸を加え続けると，今度は固まらなくなることも示された。このような結果は，食酢でも同様であった。またこの効果は，「にがり」による場合と違って，熱によらず起こっていることも明らかになった。

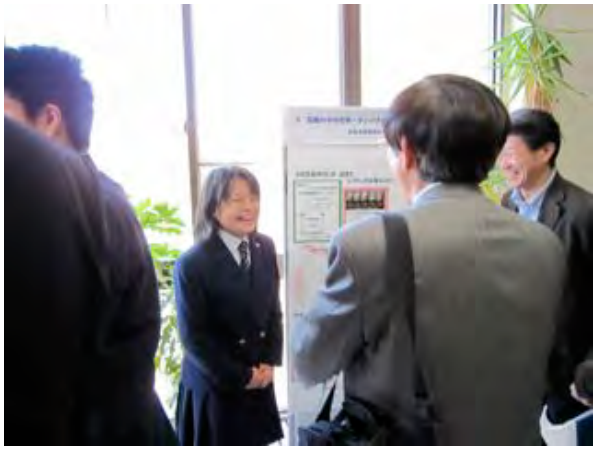
表2.　乳酸の豆乳凝固作用

	0.0%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	5.0%	7.5%	10.0%
乳酸(室温)	1	2	3	4	4	4	1	1	1
乳酸(60℃)	1	2	4	4	4	3	2	1	1

ここで豆乳にクエン酸を加え，その上清と沈殿をそれぞれ SDS-電気泳動で分析したところ，クエン酸を用いて豆乳を固めた場合は，沈殿と上精の電気泳動像は異なっていることがわかった。すなわちクエン酸によってタンパク質が沈殿するのは，タンパク質の種類による特性の違いであることが示された。質量分析によって，沈殿と上精のタンパク質を同定し，そのタンパク質の性質を調べたところ，上清のタンパク質は沈殿している多くのタンパク質と電気的な性質（等電点）が異なっていることが明らかになった。また沈殿したほとんどのタンパク質の等電点は 5 付近であり，これは 2%クエン酸の pH とほぼ等しかった。このことから，豆乳にクエン酸を加えたときの沈殿は，豆乳の中のタンパク質が電荷を失うことで起こっていることが示唆された。

研究のまとめ

以上の結果より，豆乳は「にがり」だけではなくクエン酸でも沈殿し，豆腐を作ることができることがわかった。ただし「にがり」での沈殿は，タンパク質の中の疎水性効果や金属イオンに対する結合など，タンパク質の共通の性質で沈殿しているのに対して，クエン酸での沈殿は個々のタンパク質の特定の電気的な性質で沈殿が起こることが示された。



「複数の散開星団の色－等級図と年齢推定」

広島県立広島国泰寺高等学校２年　下野 起将
私立 AICJ 高等学校１年　宮﨑 理文

・目的

夜空には星がこじんまりと集まった星団が見られるが，これらは散開星団と球状星団の２種類に分けられる。前者は星がばらばらと不規則に散らばっており，対して後者は星が中心に集中し，全体として丸くまとまって見えるという違いがある。我々は，この２つの種類の星団にはどのような違いがあるのかを，星団自身を構成する星ぼしの性質から探ることを目的として，研究をすることにした。調査には，ヘルツシュプルング＝ヘッセル図（HR 図）を用いる。HR 図とは，縦軸に等級，横軸にカラーをとったグラフのことであり，星の進化段階をうまく分類できるという特徴を持っている。これを利用し，散開星団，球状星団を構成する星ぼしを観測して，HR 図上にプロットしてその進化段階の違いを探った。

・観測とデータ解析

８月 29 日に広島大学東広島天文台の 1.5ｍかなた望遠鏡を用いて，球状星団 M13 と散開星団 NGC 188 を観測した。それぞれの露光時間は，M13 の V バンドは 30 秒と 300 秒，I バンドは 10 秒と 100 秒，NGC188 の V バンドは 10 秒と 300 秒，I バンドは５秒と 200 秒である。明るい星から暗い星まで明るさを正確に求める必要があるため，露出は短時間のものと長時間のものを採用した。視野は 15 分×φである。観測したデータは，画像処理ソフト マカリ（国立天文台）で測光解析をした。

データ解析の手順は次のとおりである。(1)観測光学系の周辺減光を補正するため，空間的に一様な光源をあてて撮影した画像で割り算する。(2)さらに，それ自身の露出時間で割り算する。(3)標準星が写っている方の短時間露光画像を用い，天体の見かけの等級を求める。(4) 二次的な標準星を設定し，長時間露光画像の等級を求める。(5)バンドごとに短時間露光データと長時間露光データを取りまとめる。(6)星間吸収を補正した天体の明るさ V，I を出す。(7)V-I カラーを導出し HR 図にプロットする。理論計算で求められている等時曲線と比較する。

・ 結果と考察

図１と図２に観測結果と理論モデル曲線を比較したものを示す。いずれも縦軸は絶対等級で横軸は V-I カラーである。M13 と NGC 188 ではカラーが大きく異なり，分布も大きく大きく異なっている。

この観測点と理論モデルを比較することで，星団の年齢と距離を求めてみる。図上において観測点は，距離が遠くなるにつれてＹ方向に小さくなる（＝絶対等級が明るくなる）が，横軸方向には動かないことと，主系列に存在する星が大多数であることとに留意して，Ｙ方向にどれだけ明るくしたとき，どの理論モデル曲線と最もよく合うかを目で見て判断した。図は最も合うと判断した組み合わせであり，M13 は 13 等級，NGC188 は 10 等級それぞれ明るくしたものになっている。この値から，目で合わせた

フィットが正しければ，それぞれの距離は，4000pc，1000pc と求められる。また年齢については，M13 が 100 億歳以上，NGC188 が 30-70 億歳であると判断した。球状星団である M13 は進化が進んだ星の集団であることがわかる。

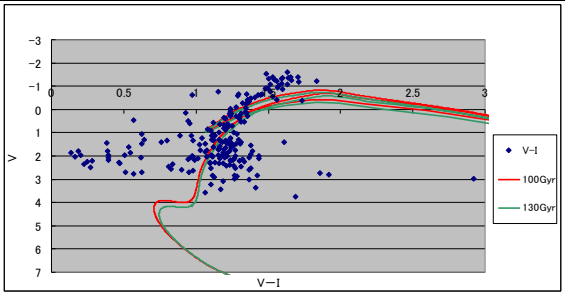


図１　球状星団 M13 の HR 図　縦軸が V バンドの絶対等級で横軸 V-I カラー。青点は観測点を縦軸方向に 13 等明るくしたもので，曲線は 100，130 億歳の恒星の等時曲線の理論モデル

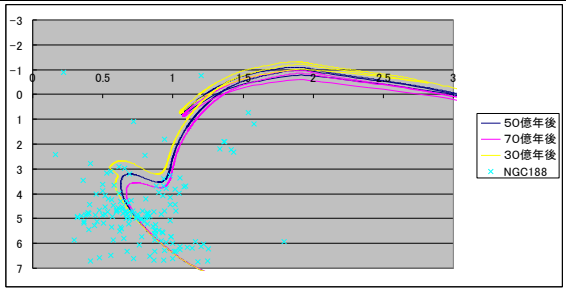
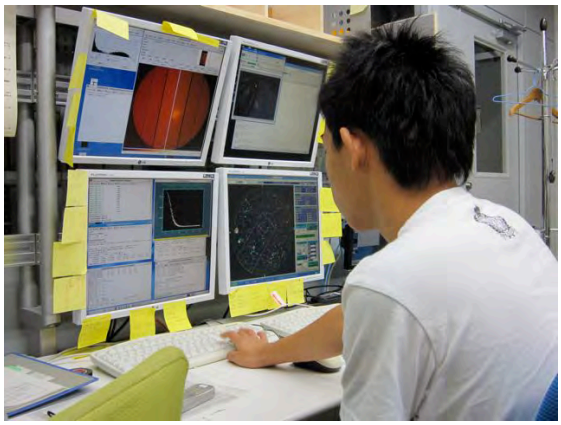


図２　散開星団 NGC188 の HR 図　水色点が観測点 V バンド等級は 10 等明るくしてある。曲線は 30，50，70 億歳の等時曲線



「タバコ属植物に残るアグロバクテリウム感染の痕跡」

広島大学付属高等学校１年　田口　慧

研究の目的

植物に感染し，根の形をした腫瘍を形成するアグロバクテリウム・リゾゲネスという細菌が存在する。この細菌は菌体内に発根（Root inducing: Ri）プラスミドと呼ばれる大きな DNA を持っており，この菌が感染する際に，その一部の転移（Transfer-: T-）DNA が切りだされ，植物細胞に移行して植物の染色体に組み込まれる。これは，自然界で起こる遺伝子導入現象である。

1983 年にタバコ属植物の一種のキダチタバコ（*Nicotiana glauca*）という種の染色体中に Ri プラスミド T-DNA の一部と相同性の高い DNA 配列が存在することが報告された。2004 年に田中のグループによって，この DNA の配列にミキモピンと呼ばれる非タンパク質態アミノ酸誘導体を植物に生産させる遺伝子（ミキモピン生合成酵素遺伝子：*mis*）が存在することが明らかにされ，その由来は日本で単離されたアグロバクテリウム・リゾゲネス 301724 株が持つミキモピン型 pRi1724 の T-DNA であることがわかった。さらに，*mis* 遺伝子は *Nicotiana tabacum* および *N. tometosiformis* と *N. tomentosa* の 3 種のタバコ属植物のゲノム中にも存在する可能性が示された。

そこで，本研究では，上の 3 種のタバコのゲノム中に本当に *mis* 遺伝子が存在するかを明らかにする。

研究の方法

Nicotiana tabacum ，*N. tometosiformis* ，*N. tomentosa* より，ゲノム DNA を抽出し，*mis* 特異的プライマーを用いて PCR を行う。陽性コントロールとして *N. glauca* ，陰性コントロールとして *N. sylvestris* より同様にゲノム DNA を抽出し，PCR を行う。DNA 断片が増幅されれば，その塩基配列を決定し，アグロバクテリウムおよび *N. glauca* の *mis* 遺伝子の DNA 配列と比較する。

また，RNA を抽出し，DNA からの転写を確認するために RT-PCR を行う。

研究の結果

1.　3 種のタバコ属植物のゲノム DNA の *mis* 遺伝子の存在

mis 遺伝子が存在する可能性がある 3 種のタバコ属植物及び陽性，陰性コントロールタバコ属植物の葉からゲノム DNA を抽出し，*mis* 遺伝子の一部が増幅できるプライマーを用いた PCR を行った。その結果，陰性コントロールからは DNA 断片の増幅は見られなかったが，陽性コントロール及び 3 種のタバコ属植物から，期待されるサイズの DNA 断片が増幅された（図 1）。また，これらの DNA 断片の塩基配列を調べたところ，アグロバクテリウム及び *N. glauca* の *mis* 遺伝子と非常に相同性が高いことが分かった。

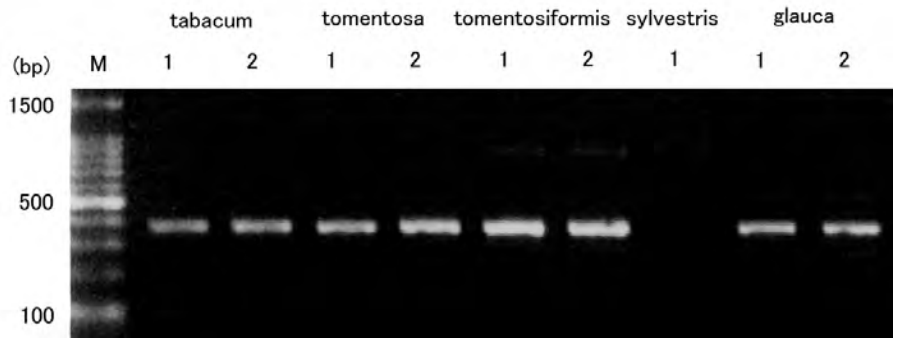


図 1. タバコゲノム DNA 中の *mis* 遺伝子の存在

2.　*N. tabacum* および *N. tomentosiformis* の *mis* 遺伝子の転写

3 種のタバコのうち，*N. tabacum* と *N. tomentosiformis* からトータル RNA を抽出し，RT-PCR 法で各々のゲノム DNA に存在する *mis* 遺伝子からの転写があるかを調べた。その結果，これらの遺伝子からの mRNA の cDNA 由来の DNA 断片は増幅されず，転写されていないことが明らかになった（図 2)。

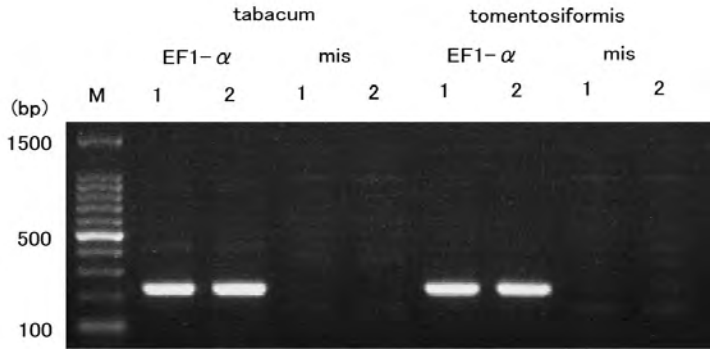
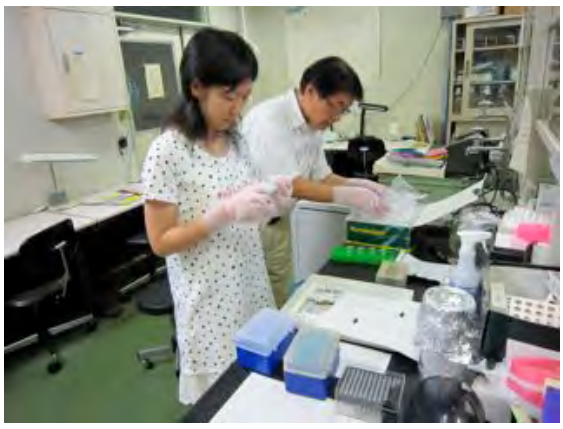


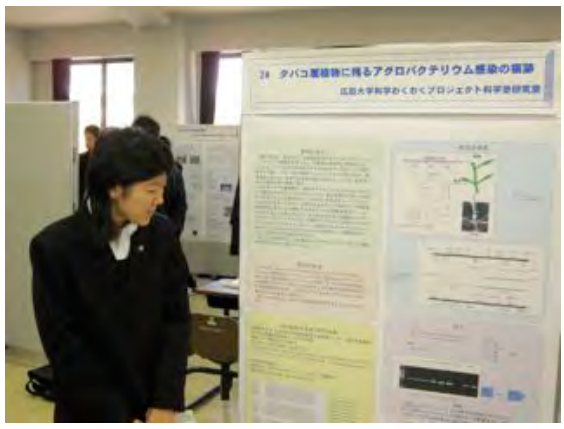
図 2.　タバコ *mis* 遺伝子の転写
（EF1－α は内部標準）

研究のまとめ

今回の研究によって，3 種のタバコで *mis* 遺伝子の存在が明らかになった。また，これらはアグロバクテリウムおよび *N. glauca* の *mis* 遺伝子の DNA 配列と相同性が高いため，タバコの進化の過程でアグロバクテリウムに感染し，T-DNA が導入されたと考えられる。

一方，これらの遺伝子からは mRNA が転写されていないこと分かり，タバコ植物でが機能していないと考えられた。したがって，これらのタバコ属植物では，ミキモピンの生産は行われていないと思われ，進化途上で導入された DNA の痕跡といえる。





「ギボシムシの発光現象の観察」

崇徳高校１年　和田　壮史

①ギボシムシとは？

半索動物で後口動物に属するものであり，虫体は黄白色の紐状で体表は繊毛と粘膜に覆われ体の一部が細くなっており非常に軟弱で千切れやすい。においはかなり強烈で，卵が腐ったようなにおいがする。

②研究の動機

海中で幻想的に光輝く　ウミホタルを見るたび，どのように発光するのか疑問に思っていたが，未知の生物であるギボシムシが発光することを知り観察してみたいと思った。

③ギボシムシの採集と飼育

a)採集　2010 年　7 月 24 日～30 日・石川県　能登島

そわじ海水浴場・八ヶ崎海水浴場・マリンパーク海水浴場・松島海水浴場

結果：砂地の浅瀬で穴を掘り，採集を試みたが採集できなかった。自分で採集は出来なかったため，今回は青森県産のギボシムシを送っていただくことにした。

b)飼育

図 2 のように飼育されている。

常に新しい海水と酸素が送られている。

このときのギボシムシの保存されている数は 2 匹であり，とても貴重な 2 匹であった。

④どのような刺激でどのような発光をするのか？

実験	方法	ちぎれていないギボシムシ	ちぎれたギボシムシ
物理的刺激	突く	突いたところの一部が光る	突いたところの一部が光る
	落とす	全体がﾎﾞﾜｰっと光る	全体がﾎﾞﾜｰっと光る
電気刺激	電気を流す	刺激をうけた時のみスポット状に強い光で数秒～弱い光で 1 分くらい光る 刺激を受けた部分は体のどこでも大体光る	刺激をうけた時のみスポット状に強い光で数秒～弱い光で 1 分くらい光る 刺激を受けた部分は体のどこでも大体光る

結果：物理的刺激よりも電気刺激のほうがより強く発光する。

体がちぎれていてもいなくても刺激をうけたら大体発光する。

⑤解析

a) デジカメ

海水の入ったトレイにギボシムシに刺激を与える。

結果：わずかな緑色の発光が撮影できた。図 1

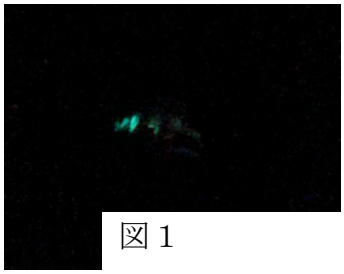
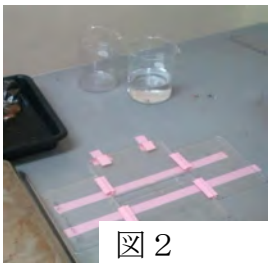


図 1

b) フィルムに直接感光（FUJIFILM，ASA400 を使用）

カメラのフィルムに直接ギボシムシを置き発光させる。図２
暗室の中で物理的刺激，電気刺激をする。



緑：ギボシムシを置いた場所

赤：フィルムを置いた場所

図２

結果：デジカメよりもはっきりした緑色の発光が撮影できた。図３
フィルムに直接感光した場合

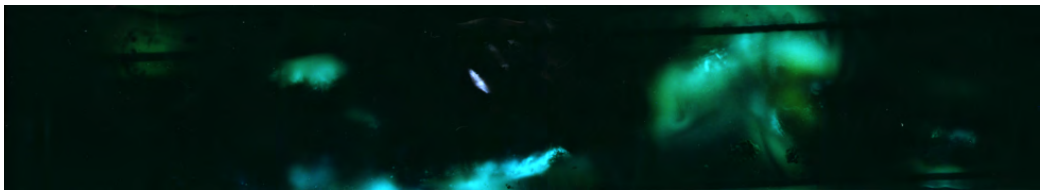


図３

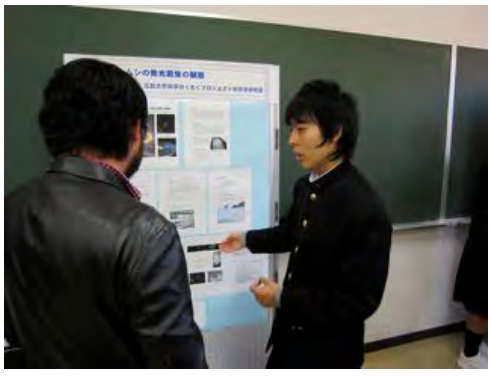
c）発光イメージ解析装置

広島大学自然科学研究支援開発センターの発光イメージ解析装置　ChemiDoc XRS（Bio-Rad 社）を用いて解析を行った。ギボシムシをラップの上に置き，装置の中で物理的刺激を与えて発光の解析を試みた結果，発光がはっきり確認できなかった。

⑥まとめ

この実験によって発光する他の動物と比較してみると発光色は青かやや緑であったので海産動物では一般的であった。刺激を与えたときのみ光り，発光物質を出すのではなく体の一部が光ることが確認できた。生物の発光は何らかのルシフェラーゼ，ルシフェリンが関与していることは明らかと考えられるので，今後の課題としては，検出感度を高める工夫をし，体のどの部分がどのように光っているか，より詳しく調べる。また，他のギボシムシでは発光物質が見つかっているので，より詳しく発光物質を調べていく必要がある。

お世話になった先生方：　広島大学／浦田慎先生・北村憲司先生
東北大学／美濃川拓也先生，金沢大学／山口正晃先生



「細胞内における微小管構造の維持にアクチン繊維は関与しているのか？」

祇園北高等学校３年　岸井直也，前田大志，山室沙也加

１　実験の背景

細胞には，構造を支える３種類の細胞骨格が含まれている。そのうちの１種類だけに焦点を当てた研究はされているが，３種類の細胞骨格同士の相互関係を同時に調べる研究は例がなく，解明されていない。そこで，今回は２種類の細胞骨格同士の相互関係を明らかにするため，アクチン繊維と微小管に焦点を当て，相互関係を調べる実験を行った。

２　実験の目的

微小管が壊れたときのアクチン繊維の様子を見る。
アクチン繊維が壊れたときの微小管の様子を見る。

３　実験の使用物および設備

- HeLa 細胞
- 微小管を壊す試薬［ノコダゾール］＊final 濃度 (0, 0.1, 0.3, 0.9, 2.7) [μg/mL]
- アクチン繊維を壊す試薬［ラトランキュリン A］＊final 濃度（0，0，1，0，3，0，9）[μM]
- チューブリン抗体, Alexa568 結合二次抗体, アクチン染色試薬 FITC-phalloidin, 核染色剤 DAPI
- 蛍光顕微鏡(ニコン TE300)及びライブ観察型共焦点レーザー走査顕微鏡(オリンパス FV1000)

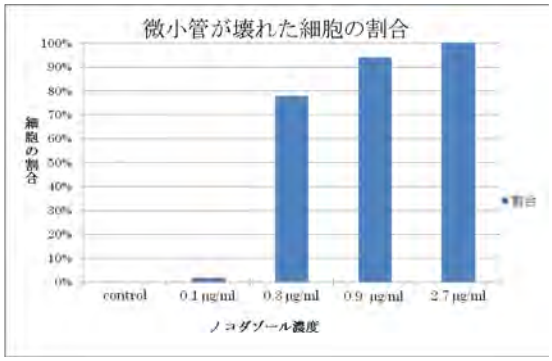
４　実験の方法

（ｉ）ノコダゾール処理による微小管の破壊

HeLa 細胞にノコダゾールを各濃度で加えて 40 分間インキュベーション後，細胞を固定し間接蛍光抗体法で二重染色をして，蛍光顕微鏡でアクチン繊維，微小管を観察する。

（ii）ラトランキュリン A 処理によるアクチン繊維の破壊

HeLa 細胞にラトランキュリン A を各濃度で加えて 30 分間インキュベーション後，細胞を固定し間接蛍光抗体法で二重染色をして，蛍光顕微鏡でアクチン繊維，微小管を観察する。



（iii）ラトランキュリン A とノコダゾールの同時処理

ラトランキュリン A 処理後にノコダゾールの濃度を(ｉ)と同じ濃度で加えて，固定し間接蛍光抗体法で二重染色を行い，蛍光顕微鏡でアクチン繊維，微小管を観察する

５　結果

(ｉ)ノコダゾール処理した細胞

図 2　ノコダゾール処理(−)

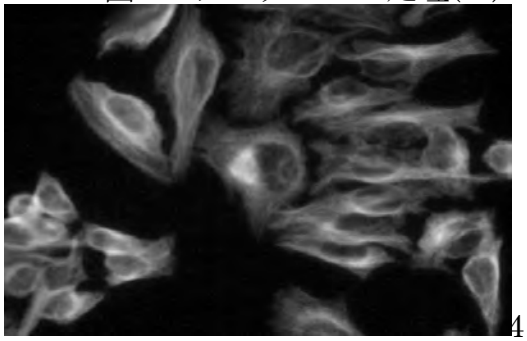
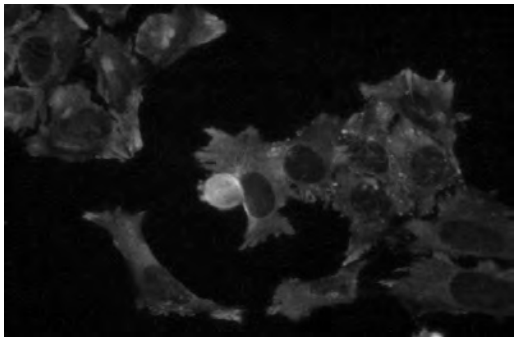


図 3　ノコダゾール処理(＋)



実験(ｉ)において，微小管の繊維がほぼ 100%なくなった状態の細胞を微小管が壊れた細胞と定義する。図 2 が微小管の壊れていない細胞で，図 3 が微小管の壊れた細胞である。この定義で微小管を観察したところ，左のようなグラフ（図 1）を得た。

微小管構造

(ⅱ)ラトランキュリン A 処理した細胞

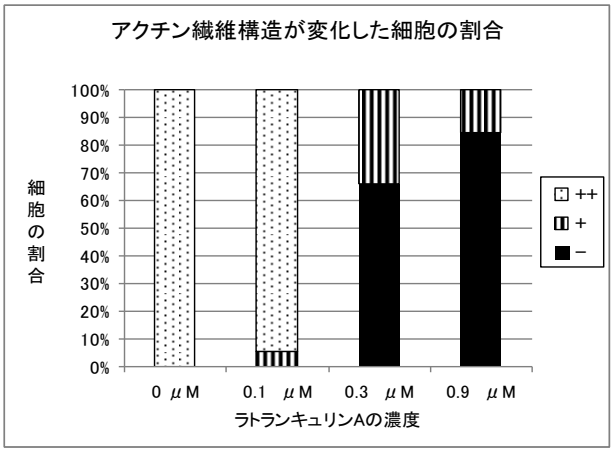


図 4

左のグラフ（図 4）においてラトランキュリン A の濃度が 0μM を control（図 5）とし，++がアクチン繊維の見え方が control と同じ細胞の割合，+がアクチン繊維の見え方は明らかに control と違うが，アクチン繊維は壊れたとは断定できない細胞（図 7）の割合，－がアクチン繊維の壊れた細胞（図 6）の割合を示す。

ただし，目視した際にシャーレと細胞の接着部の縁にあるアクチン繊維以外のアクチン繊維が見られない細胞をアクチン繊維が壊れた細胞と定義する。

図 5　ラトランキュリン A 処理(−)

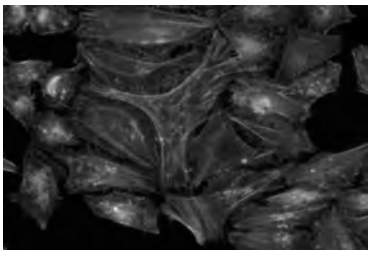


図 6　ラトランキュリン A 処理(+)

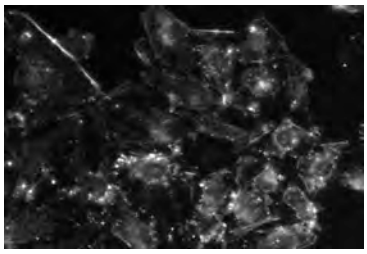
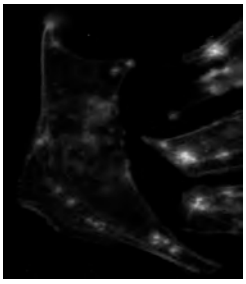


図 7　アクチン繊維



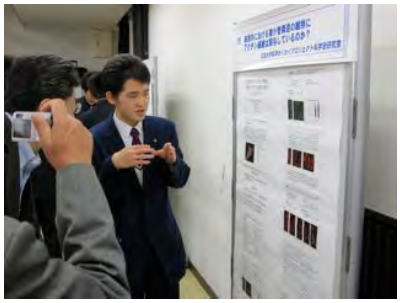
6　考察

実験(ｉ)から微小管はノコダゾール濃度が 0.3μg/mL 以上では壊れ，0.1μg/mL 以下ではほとんど壊れないことがわかった。

実験(ⅱ)からラトランキュリン A 濃度 0.3μM 以上でアクチン繊維がほとんど壊れ，特に 0.9μM では図 6 で示した様に形状の変異した細胞が多く見られた。

7　これから

現在実験（ⅲ）を行い，アクチン繊維がない場合の微小管の壊れやすさの違いがあるかなどを調べているところである。蛍光顕微鏡に加えて，共焦点レーザー走査顕微鏡で細胞内部の細胞骨格構造の詳細を詳しく調べている。



■講師報告

【化学講座】

広島大学大学院理学研究科　教授　泉　俊輔

1）事業の目的

身近な現象の中に潜む化学を Open-ended に研究することは，「課題研究」などとして現行の「化学Ⅱ」の学習指導要領では必修の単元とされている。しかしながら，「課題研究」は現状ではほとんどの高校で未履修である。本事業ではわくわくプロジェクト科学塾に参加している高校 2 年生の参加者（東元芙美さん）と共に，テーマ設定，実験・考察およびプレゼンテーションなど「課題研究」を行う中で，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. テーマの設定（6 月 12 日～19 日）:

科学塾の開校式に引き続いて，東元さんとテーマの設定を行った。その結果，食品の中に潜む化学にテーマを絞ることとした。特に東元さんは蛋白質と発酵に興味があったので，次回（6 月 20 日）までに，ヨーグルトや豆腐を東元さん自身が作ってみることを薦めた。6 月 19 日に東元さんから「豆腐について研究したい」との電話連絡があった。

翌 20 日に東元さんともう少し具体的にテーマについて検討した。その結果，１）「豆腐を作るときになぜ苦汁が必要か」，２）「豆腐を作るときに熱を加える理由は何か」，３）「苦汁を使わない豆腐の作り方はないのか」について研究を行って行くことにした。

2-2. 実験方法と結果（6 月 20 日～11 月 3 日：東元さんの「理学部公開」での発表を引用）

１．なぜ豆腐作りには「にがり」が必要なのか？

一般に豆腐は，豆乳に「にがり」を加えることによって作られている。そこで「にがり」の濃度を変えて，豆乳の固まり方を調べた。用いた豆乳は紀文あるいはマルサンアイの有機無調整豆乳，「にがり」は「天海のにがり」を用いた。

その結果，表１に示すように，豆乳は「にがり」を加えることで固まることがわかった。しかしながら，豆乳は「にがり」があるだけで固まるわけではなく，温度をかけることではじめて固まることも示された。

表１　にがりの豆乳凝固作用

温度		5℃	25℃	40℃	60℃	80℃
にがり（$MgCl_2$）	0.0%	1	1	1	1	2
	1.0%	1	1	2	2	2
	2.0%	1	1	2	3	3
	3.0%	1	1	3	3	4
	5.0%	1	2	2	4	5
	7.0%	2	1	3	5	5
海水（NaCl）	0.0%	ー	1	ー	2	1
	1.0%	ー	1	ー	1	1
	2.0%	ー	1	ー	1	2
	3.0%	ー	1	ー	1	2
	5.0%	ー	1	ー	1	1
	7.0%	ー	1	ー	2	3

＊ 固まり具合の指標：1…豆乳のままの状態，2…少しどろどろ
3…全体にどろどろとしているが，シャーレにあけたとき，崩れる
4…豆腐として形になっているが，柔らかくて崩れている部分がある
5…完全な豆腐として固まっている。ーは測定していないことを示す。

この理由を明らかにするために，「にがり」を加え，80℃まで加熱した豆乳の上清と沈殿をそれぞれ SDS-電気泳動で分析した。その結果，図１に示すように，「にがり」を用いて豆腐を作った場合は，豆腐

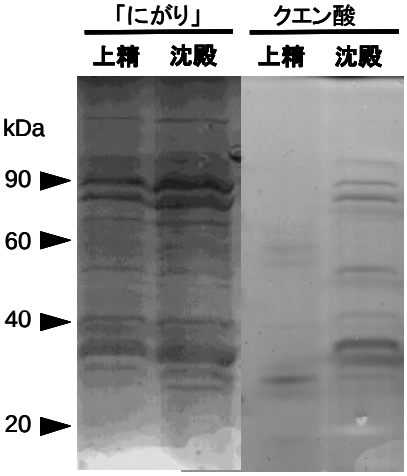


図1　豆乳の上清および沈殿物のSDS-電気泳動

の部分（沈殿）も上精も電気泳動の像はほぼ同じであることがわかった。すなわち「にがり」によってタンパク質が沈殿するのは，タンパク質の種類による特性の違いではなく，タンパク質の共通の性質によることが明らかになった。

ここで，「にがり」で沈殿したタンパク質をそれぞれ切り出し，トリプシンで消化した後，質量分析してタンパク質の種類を決定した。その結果，豆腐の中のタンパク質には，グリシニンに代表されるようなグルタミン酸(18.7%)やアスパラギン酸(11.7%)のようなアミノ酸が多く含まれていることがわかった。グルタミン酸やアスパラギン酸にはカルボン酸(-COOH)があるので，グリシニンに Mg^{2+}イオンを加えると，Mg^{2+}イオンを介して豆乳の中のタンパク質どおしが架橋することができ，これがタンパク質を凝集させる一つの理由であることが示された。一方，Na イオンは 1 価のイオンなので，一つのタンパク質と結合するだけで，タンパク質どうしが結合することがなく，固まらないと考えられる。

２．「にがり」はなくても豆腐はできるか？

次に，豆乳を「にがり」使わずに固める方法を考えてみよう。例えば，ヨーグルトは乳酸菌の出す乳酸によって牛乳のタンパク質を固めている。また，牛乳がみかんの汁でヨーグルトのようになることも良く知られている。それでは，豆乳に「にがり」ではなく，何らかの酸を加えることで，豆乳を固められないだろうか？

表２に豆乳にクエン酸を加えた場合の凝固結果を示す。これを見ると，クエン酸を 2%程度加えると，豆乳が固まることがわかった。しかしながら豆乳にさらにクエン酸を加え続けると，今度は固まらなくなることも示された。このような結果は，食酢でも同様であった。またこの効果は，「にがり」による場合と違って，熱によらず起こっていることも明らかになった。

表2.　乳酸の豆乳凝固作用

	0.0%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	5.0%	7.5%	10.0%
乳酸(室温)	1	2	3	4	4	4	1	1	1
乳酸(60℃)	1	2	4	4	4	3	2	1	1

ここで豆乳にクエン酸を加え，その上清と沈殿をそれぞれ SDS-電気泳動で分析しところ，クエン酸を用いて豆乳を固めた場合は，沈殿と上精の電気泳動像は異なっていることがわかった。すなわちクエン酸によってタンパク質が沈殿するのは，タンパク質の種類による特性の違いであることが示された。質量分析によって，沈殿と上精のタンパク質を同定し，そのタンパク質の性質を調べたところ，上清のタンパク質は沈殿している多くのタンパク質と電気的な性質（等電点）が異なっていることが明らかになった。また沈殿したほとんどのタンパク質の等電点は 5 付近であり，これは 2%クエン酸の pH とほぼ等しかった。このことから，豆乳にクエン酸を加えたときの沈殿は，豆乳の中のタンパク質が電荷を失うことで起こっていることが示唆された。

３）事業の成果及び今後の課題

高校のスケジュール等で，想定しているよりもかなり少ない日程で実験をこなす必要があったが，東元さんは熱心に実験を進め，上記のような成果を挙げ，理学部公開で発表した。また，本研究成果は東元さんの母校である安田女子中・高等学校の「安田高校模擬講義」でも発表された。

一方で研究開始当初，東元さんは「仮設を立て」，それを「どのように検証するか」という考え方に慣れていないところが見受けられた。これはわが子も含め，多くの最近の高校生に見られる傾向である。このような傾向は現在の高校での実験のほとんどが，「確認実験」に留

まっていることと無縁ではないように思える。今後，高校理科において「実験」に対する考え方の変革が「課題研究」の履修率を上げることにつながるのかも知れない。

なお，本事業の推進には本研究室の武田　智君（M2）の全面的な協力を得た。

【天文学講座】

広島大学宇宙科学センター　　准教授　川端弘治
広島大学宇宙科学センター　特任教授　大杉　節

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恒星の性質を知る，という観測天文学の醍醐味を味わってもらう。観測には，研究の第一線で活躍中の広島大学かなた望遠鏡（有効径 1.5m）を用いる。

恒星の集団である星団は，宇宙の時間スケールで見た場合，ほぼ同じ時刻に，同じガス塊から生まれた星の集まりであると考えられることや，地球に届くまでに受ける星間減光が星団内のどの星もほぼ一定と仮定できることから，恒星の進化を探る上で良いサンプルである。今年度の科学塾では，前年度に行った散開星団の測光観測による年齢および距離の推定を，もう一歩拡張し，散開星団に加えて球状星団に対しても同様の観測を行い，銀河系内における恒星の生まれ方や進化について，より深く考察することを目指した。

２）事業の内容・方法

本事業では，参加高校生に必要な講義を受けてもらい，自分たちで対象天体を選定してもらってから，広島大学かなた望遠鏡を利用して，みかけの分布が異なる２種類の星団「散開星団」と「球状星団」に対して観測を行い，色－等級図を作成してもらって，そのパターンを理論モデルの計算値と比べることで，星団の年齢と距離を求め，両者の星団の違いについて考察してもらう，という方法をとった。

参加高校生は，広島国泰寺高校 2 年 下野起将くんと，AICJ 高校 1 年 宮﨑理文くんの２名である。

まず，開校式の行われた 2010 年 6 月 12 日に，天文学で使う「等級」および「スペクトル」について高校生向けに解説する資料を渡して，家庭学習を促した。

また，7 月 21 日には広島大学東広島キャンパスに集まってもらい，「波と光」「発光機構とスペクトル」「恒星とその進化」「等級とカラー」に関する講義をそれぞれ行ったあとに，観測データの解析方法について，実際に試験データを測光してもらいつつ，じっくり学んでもらった。

その上で，8 月 28 日の晩に，広島大学宇宙科学センター附属東広島天文台での観測

に臨んだ。利用した望遠鏡は，有効径 1.5m の広島大学かなた望遠鏡，観測装置は１露出型偏光撮像器 HOWPol と呼ばれる装置である。当日は 19:30 から較正用データ（ドームフラット）を撮影し，空が充分に暗くなった 20:00 からは対象天体に向けての観測を行った。

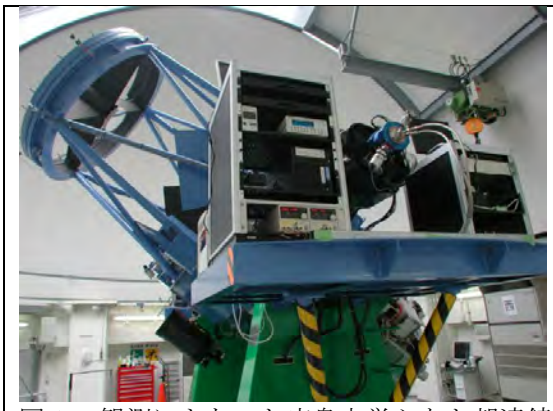


図１　観測にもちいた広島大学かなた望遠鏡（奥）とナスミス台の上に設置された観測装置 HOWPol の様子。HOWPol の撮像モードの視野は直径 15 分角の円。

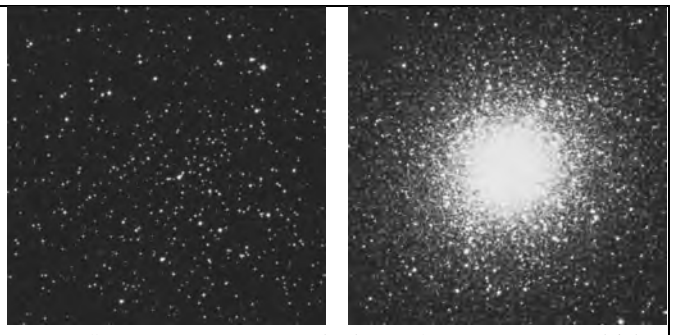


図２　散開星団 NGC 188（左）と球状星団 M 13（右）の写真（SIMBAD/POSS II による）。視野は共に 13 分角で，データ解析に用いた範囲とおおよそ一致する。みかけの恒星の分布が，散開星団は不規則でまばらであるのに対し，球状星団は丸く，中心に集中しているといった違いがある。

観測対象は，散開星団 M 39 および NGC 188 と，球状星団 M 2 および M13 で，資料や図鑑を基にして参加高校生に選定してもらった。それぞれの天体に対し，V バンド（中心波長 0.55μm），I バンド（同 0.80μm）の２色で，等級が既知の比較星のカウントが飽和しない程度の短い露出のものと,暗い星まで写しこむよう露出時間を 20 倍程度に増やしたものとを，それぞれ撮影した。

取得したデータの解析は，翌日の 29 日，同じく東広島天文台において，国立天文台で開発された画像処理ソフトウェア Makalii と Excel を使って，フラットフィールド処理や，開口測光といった，恒星の明るさを測る標準的な方法に従って行った。データ処理に時間を要することが判明したため，散開星団２つ，球状星団１つのうち，今回はより暗い星までのデータが得られた NGC 188（散開星団）と M 13（球状星団）について最後までデータ処理を進めることにした。8 月 29 日だけではでデータ解析が完了しなかったことから，10 月 4 日に広島大学に集まってもらい，作業を継続して行った。（なお，中高生科学シンポジウムの発表原稿（ポスター及び１分口頭）を作成するため，10 月 24 日にも集まってもらった。）

データ解析によって得られた星団のメンバー星の等級とカラーをグラフにプロットしたものが，図３および図４である。理論モデルによって計算された等時曲線（同一の年齢で様々な初期質量の星が位置する点を結んだもの； Pietrinferni et al. 2004, Astrophysical Journal, 612, 168）で，太陽と同じ化学組成で 10-20 億年おきの年齢の計算結果と比較して，観測結果に合うと判断したものも載せている。これらから，NGC 188 の年齢は約 50 億年で距離は 1 キロパーセク程度（約 3000 光年），M 13 の年齢は 100-130 億年で距離は 4 キロパーセク（約 13000 光年）と推定される。これから，球状星団である M 13 は，宇宙初期に生まれた星の集まりで，散開星団に比べて遠い距離に存在することがわかった。これは両者の星団の形成過程や進化の違いに起因している可能性もあるが，それを確認するためには，より詳細な検討が必要

になるであろう。また，今回の研究では，対象天体が限られるため，散開星団と球状星団の一般的な違いまでは言い及ぶことはできないが，その足がかりになる結果が得られたと考えられる。

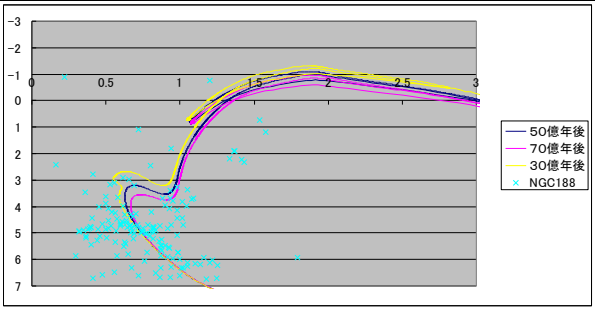


図３　散開星団 NGC 188 の色－等級図。横軸が V-I カラーで，縦軸が V 絶対等級（観測等級から 10 等明るくしている）。水色の点がメンバー星の観測値で，曲線が理論モデル計算で得られた各年齢の恒星群における等時曲線であり，およそ 50 億年の等時曲線が観測データに合う。距離は 1 キロパーセクと推定される。

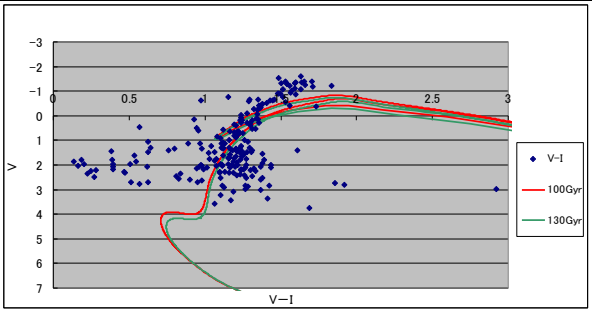


図４　球状星団 M 13 の色－等級図。書式は図１とほぼ同一。縦軸は，観測された V 等級から 13 等明るくしている。プロットのパターンが合うものは 100 億年以上のもので，散開星団 NGC 188 よりも古い恒星の集団であることがわかる。また 13 等明るくしたことから距離が約 4 キロパーセクと求められる。

３）事業の成果及び今後の課題

第一線の研究に使っている望遠鏡と観測装置に実際に手に触れて，自らの選んだ対象天体について研究を行うことで，彼らの知的好奇心は，相当程度，刺激されたようである。通常の授業とは異なる研究の醍醐味を味わってもらえたのではないだろうか。また，今回の参加高校生の下野君は，昨年度の科学塾で散開星団 M11 の観測を行った経験があったことで，昨年に比べてより深い考察を必要とするテーマであったにもかかわらず，宮﨑君に適宜教えながら，二人で議論しつつ，スムーズに研究を進めるというより良い相乗効果が働いたことも記しておきたい。

反省すべき点としては，時間の制約上，観測データを撮りながらもデータ解析が中途で終わってしまった天体があった点である。現実的に実行可能な計画を立てるべきであった。また参加高校生二人とも，週末は学校やクラブの行事が入っていることが多く，一緒に集まれる時間が少なく，実行できる範囲が限られた点も要検討事項であろう。今後は，生徒個人が家庭で研究活動を進められるような，なんらかの方法を取ることが望まれる。

【遺伝学講座】

広島大学自然科学研究支援開発センター　教授　田中伸和

１）事業の目的

若者の科学離れに対しては様々な対策が講じられ，その成果も少しずつ現れてきているが，科学の将来を考えれば，できるだけ早い時期に「最先端科学」に接する機会を与えることが必要である。本事業では遺伝子の水平伝搬と進化を採り上げた研究テーマを高校生に実施してもらうことで，先端科学に触れる機会の一つとすることを目的とした。

２）事業の内容・方法

① 研究テーマ：「タバコ属植物に残るアグロバクテリウム感染の痕跡」

② ねらい

- ○ DNA を植物から抽出し，遺伝物質の本体を物質として認識する。
- ○ DNA の塩基配列の決定法ならびに決定した配列から遺伝情報の構成を理解する。
- ○ PCR（ポリメラーゼ連鎖反応）法で，DNA が増幅される原理を理解する。
- ○ 植物病原細菌と植物との相互関係を理解する。
- ○ 遺伝子が導入されることによる形質転換の機構を学ぶ。
- ○ 遺伝子の水平伝搬による植物の進化への影響を推測する。

③ 目標

- ○ 植物から DNA・RNA が抽出できるようにする。
- ○ PCR，RT－PCR ができるようにする。
- ○ 塩基配列の比較ができるようにする。
- ○ 実験結果のまとめができるようにする。
- ○ 実験結果から考察ができるようにする。
- ○ 研究結果の発表ができるようにする。

④ 内容

植物病原細菌の一つに毛状根と呼ばれる根の形をした腫瘍を形成させるアグロバクテリウム・リゾゲネスがある。本細菌の感染の際には，本菌が持つ発根（Root inducing: Ri）プラスミドの一部の転移（Transfer-: T-）DNA が切り出され，植物細胞に移行して植物の染色体に組み込まれる。1983 年にタバコ属植物の一種のキダチタバコ（*Nicotiana glauca*）染色体中に Ri プラスミド T-DNA の一部と相同性が高い DNA 配列が存在することが報告された。最終的に，2004 年に田中のグループによって，この DNA 配列にミキモピンと呼ばれる非タンパク態アミノ酸誘導体を植物に生産させる遺伝子（ミキモピン生合成酵素遺伝子：*mis*）が存在し，その由来はアグロバクテリウム・リゾゲネス 301724 株が持つミキモピン型 pRi1724 の T-DNA であることが示された。さらに，*mis* 遺伝子は *Nicotiana tabacum* および *N. tometosiformis* と *N. tomentosa* の３種のタバコ属植物のゲノム中にも存在する可能性が示された。

本研究では，広島大学付属高等学校１年・田口　慧さんが，上記の３種のタバコゲノム中の *mis* 遺伝子の存在および塩基配列ならびに発現の有無を調べた。

⑤ 方法

N. tabacam，*N. tomentosifomis*，*N. tomentosa* よりゲノム DNA を抽出し，*mis* 遺伝子特異的プライマーを用いて PCR を行う。陽性コントロールとして *N. glauca*，陰性コントロールとして *N. sylvestris* を使用する。DNA 断片が増幅され

れば，その塩基配列を決定し，アグロバクテリウムおよび *N. glauca* の *mis* 遺伝子の DNA 配列と比較する。また，RNA を単離し，RT - PCR で *mis* 遺伝子の転写の有無を調べる。最後に，本遺伝子の由来を考察する。

⑥　実験の日程

1 回目（7 月 17 日）: 実験操作の説明と機器使用の練習を行った。次に，タバコ植物（*N. tabacum*）の葉からゲノム DNA を抽出し，電気泳動で抽出 DNA を観察した。

2 回目（7 月 27 日）: タバコ植物（*N. tometosiformis*, *N. tomentosa*, *N. sylvestris*, *N. glauca*）の葉からゲノム DNA を抽出し，電気泳動で抽出 DNA を観察した。５種のタバコ植物のゲノム DNA を鋳型とし，*mis* 遺伝子の一部が増幅されるような PCR を行った。

3 回目（7 月 29 日）: 前回の増幅 DNA を電気泳動で確認した。PCR 産物をカラムで精製し，電気泳動による濃度推定を行い，塩基配列の決定するサンプルの調製を行った。DNA 塩基配列の決定については，研究室側で行った。幾つかのプライマーを用いて PCR を行った。

4 回目（8 月 3 日）: 前回の PCR の結果を電気泳動で確認した。DNA シーケンスの分析結果の波形データの読み方を理解した。さらに別のプライマーを用いた PCR を行った。

5 回目（8 月 28 日）: 前回の PCR の結果を電気泳動で確認した。*N. tabacum* と *N. tomentosiformis* の幼植物から RNA を単離し，電気泳動で RNA を確認後，*mis* 遺伝子および内部標準の EF1 - α 遺伝子のプライマーを用いて RT-PCR を行った。

6 回目（9 月 12 日）: RT-PCR による *mis* 遺伝子の転写を電気泳動で確認した。塩基配列の結果を基に，相同性の比較を行った。研究結果をまとめた。

7 回目（10 月 10 日）: 研究発表用のパワーポイントスライドの作成を開始した。

8 回目（10 月 31 日）: 研究発表用のパワーポイントスライドを仕上げ，発表内容を確認した。

9 回目（11 月 6 日）: 中高生科学シンポジウムでポスター発表を行った。

⑦　研究結果･考察

今回の研究によって，*N. tabacam*，*N. tomentosifomis*，*N. tomentosa* の３種のタバコ属植物で *mis* 遺伝子の存在が明らかになった。また，これらはアグロバクテリウムおよび *N. glauca* の *mis* 遺伝子との DNA 配列と相同性が高いため，タバコの祖先植物にアグロバクテリウムが感染し，T-DNA がゲノムに挿入されたと思われた。一方，２種のタバコ属植物の幼植物では *mis* 遺伝子から mRNA が転写されておらず，酵素としての Mis タンパク質は存在しないと考えられた。以上より，これらのタバコ属植物ではミキモピンの生合成は行われず，*mis* 遺伝子は進化途上で導入された DNA の痕跡といえる。

３）事業の成果及び今後の課題

今回の成果は，３種のタバコ属植物で *mis* 遺伝子を持つアグロバクテリウムの感染が明確に証明され，高校生の研究としての成果だけでなく，この研究領域での新たな発見である。今のところ，決定した DNA の配列は *mis* 遺伝子の一部であるので，今後はこの配列を含めた T-DNA の挿入領域の DNA 配列を決定する必要がある。また，幼植物では *mis* 遺伝子の発現は検出できなかったが，成熟植物の各器官における *mis* 遺伝子の発現を調べることが残っている。これらの結果が得られれば，学会発表ならびに学術論文の作成ができる内容であり，さらなる研究の進展が望まれる。

【海洋生物学講座】

広島大学大学院理学研究科　助教　浦田　慎

１）事業の目的

今回担当した広島大学科学わくわくプロジェクト科学塾研究室生物コースでは，臨海実験所を始めとする広島大学のもつ研究環境を生かし，生物現象のより専門的なテーマについて学習し，自ら考えて研究する体験を得させることを目標とした。

２）事業の内容・方法

2-1. 研究目的

ギボシムシは我々脊索動物に比較的近縁な動物で，脊索を持たないながらも鰓孔を持つなど，進化上興味深い動物とされているが，研究はわずかしかなされていない。これまで沖縄産のギボシムシの一種で発光物質の解析がなされているが，そのメカニズムは不明で，我が国の代表的なギボシムシであるミサキギボシムシについては，これまで十分な観察も行われていなかった。したがって今回は，その発光現象を研究することを目的とし，崇徳高校，和田壮史さんが取り組んだ。

2-2. 研究内容

a)ミサキギボシムシの採集

2010 年　7 月 24 日～30 日

石川県　能登島

そわじ海水浴場・八ヶ崎海水浴場・マリンパーク海水浴場・松島海水浴場

結果：砂地の浅瀬で穴を掘り，採集を試みたが採集できなかった。自分での採集には成功しなかったため，今回は青森県産の 2 個体を東北大学より送っていただくことにした。

b)飼育

広島大学理学研究科附属臨海実験所の飼育装置で飼育した。

砂の入ったプラスチックケースに海水が満たし，常時換水とエアレーションを行った。

c)発光現象の観察

完全長の個体と体の切断片のそれぞれについて，刺激に対する発光を目視で観察した。また 3 種類の方法を用いて撮影を試み，結果を比較した。

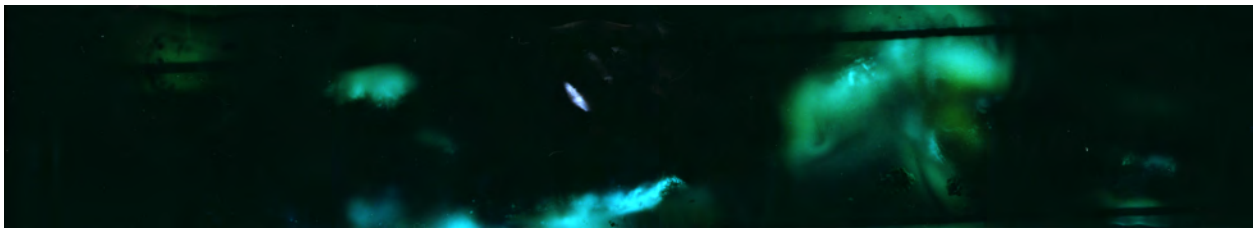
c-1)刺激に対する反応

静置状態では全く発光は見られなかった。落下や圧迫といった物理的刺激に対しては，主として強く刺激を受けた部分を中心として数秒から数十秒間の発光が見られた。電気刺激は交流 5V で行い，電極針を体表に接することにより強い発光が誘発された。刺激を与えた部分は粘液層を含め虫体全体が弱く光る他，体表中に強く光るスポット上の領域があることが初めて明らかとなった。また，完全長個体のみならず，切断片でも刺激を受ければ発光することが確認された。

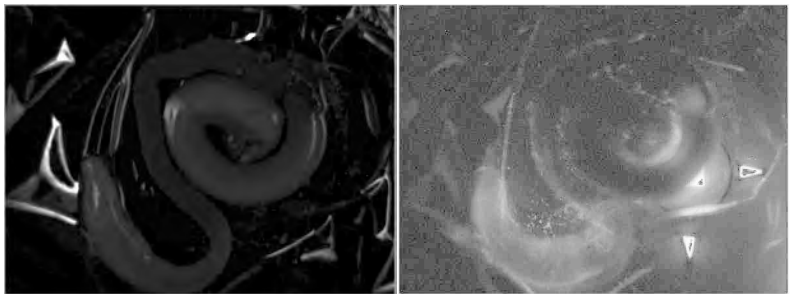
c-2)撮影方法

1)デジタルカメラによる直接撮影
ウミホタル等の発光の撮影では一般的に行われているデジタルカメラによる撮影を試みた。もっとも簡便であるが，本種の発光は比較的弱いためか，ごく強く発光した部位のみは撮影できるものの，弱く光っている部位は撮影できなかった。機材や設定を工夫すれば，より良い像が得られる可能性はあると考えられるため，今後の検討課題としたい。

2)ネガフィルムによる直接感光
暗室下でカートリッジ式ネガフィルム（FUJIFILM，ASA400）を伸展させ，感光面上にポリエチレンフィルムを敷き，その上にギボシムシを置き発光させた。約 10 秒間ていどの露光で，発光部位の像が得られた。発光について，色が青から緑色であること，粘液層を含め虫体全体が弱く光ることの他，体表の強く光るスポット上の領域が撮影できた。この撮影方法では明視野像を同時に撮影することが困難であるため，体の部位ごとの比較は困難であるが，発光組織について微細な情報が得られた点が評価できる（下写真)。



3)発光イメージ解析装置による解析
広島大学自然科学研究支援開発センターの発光イメージ解析装置　ChemiDoc XRS (Bio-Rad 社）を用いて解析を行った。ギボシムシをラップの上に置き，装置の中で物理的刺激を与えて発光の解析を試みた。検出感度が低く，解像度も十分でなかったため，詳細な発光状況の解析はできなかった。



明視野像　　発光解析像

３）事業の成果及び今後の課題

高校のスケジュールと野生動物の採集の日程を調整する点が難しく，当初予定していた日程を大幅に変更し，生徒が研究に携わる日数も多くなったが，当該の生徒はご家族の理解もあり，熱心かつ十分に取り組むことができ，成果をあげることができた。今後は検出感度を高める工夫をし，体のどの部分がどのように光っているか，より詳しく調べる必要があると考えられる。また今回の研究結果を学会等で発表する過程を通じて，より発展的な研究につなげたいと考えている。

なお，本事業には広島大学北村憲司博士，東北大学美濃川拓也博士，金沢大学山口正晃博士の協力をいただいた。深く感謝申し上げる。

【細胞生物学講座】

広島大学大学院理学研究科　教授　細谷　浩史
助教　濱生こずえ

１）事業の目的

生物のさまざまな生理現象を化学的手法や分子生物学的手法を駆使して解明しようとする学際的研究の流れが大きくなっている。わくわくプロジェクト科学塾研究室生物コースでは，高校生にその流れ添った実験をさせ，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

細胞には，構造を支える３種類の細胞骨格が含まれている。そのうちの１種類だけに焦点を当てた研究はされているが，３種類の細胞骨格同士の相互関係を同時に調べる研究は例がなく，解明されていない。そこで本事業では，２種類の細胞骨格同士の相互関係を明らかにするため，アクチン繊維と微小管に焦点を当て，相互関係を調べる実験を行った。広島県立祇園北高等学校３年，岸井直也さん，前田大志さん，山室沙也加さんが，「細胞内における微小管構造の維持にアクチン繊維は関与しているのか？」という研究課題で実験を行ったので以下に報告する。

2-2. 実験方法と結果

A. 微小管破壊薬ノコダゾール処理による微小管の破壊

HeLa 細胞にノコダゾールを各濃度で加えて 40 分間インキュベーション後，細胞を固定し間接蛍光抗体法で二重染色を行った。その後，蛍光顕微鏡で微小管を観察した結果を図１に示す。図１(C)より，0.3 μg/ml 以上のノコダゾール処理で微小管が破壊されることが明らかとなった。

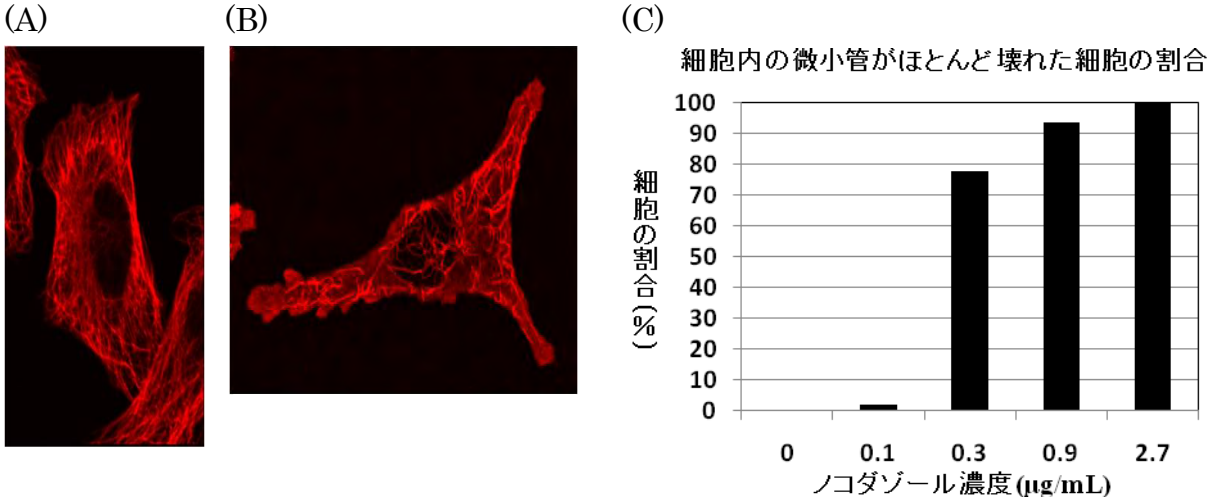


図１　(A) コントロール HeLa 細胞の微小管染色像。(B) 0.9 μg/ml ノコダゾール処理した HeLa 細胞の微小管染色像。(C) 各濃度のノコダゾール処理により微小管が破壊された細胞の割合のグラフ。

B. アクチン繊維破壊薬ラトランキュリン A 処理によるアクチン繊維の破壊

HeLa 細胞にラトランキュリン A を各濃度で加えて 30 分間インキュベーション後，細胞を固定し間接蛍光抗体法で二重染色を行った。蛍光顕微鏡でアクチン繊維を観察した結果を図 2 に示す。図 2 (C)より，0.3 mM 以上のラトランキュリン A 処理でアクチン繊維が破壊されることが明らかとなった。

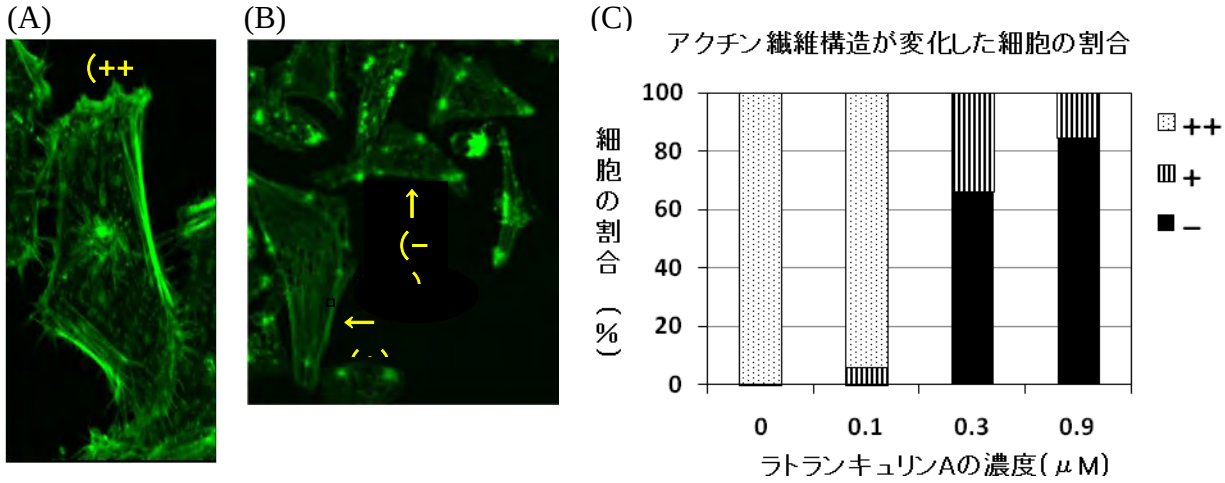


図 2　(A) コントロール HeLa 細胞のアクチン繊維染色像。(B) 0.3 μM ラトランキュリン A 処理した HeLa 細胞のアクチン繊維染色像。(C) 各濃度のラトランキュリン処理によるアクチン繊維の変化の割合のグラフ。

C. ラトランキュリン A とノコダゾールの同時処理

HeLa 細胞を 0.3 μM ラトランキュリン A で 30 分間処理した後に，0.3 μg/ml ノコダゾールで 40 分間の処理を行った。その後，細胞を固定し間接蛍光抗体法で二重染色を行った。蛍光顕微鏡で微小管とアクチン繊維を観察した結果を図 3 に示す。0.3 μM ラトランキュリン A 処理後に，0.3 μg/ml ノコダゾール処理を行うと，ノコダゾール単独処理に比べて，微小管の破壊が抑制されている様な結果が得られた。

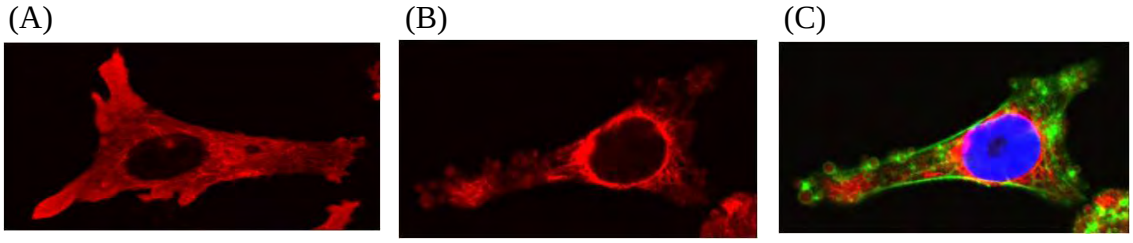


図3　(A) 0.3 μg/ml ノコダゾール処理したHeLa細胞の微小管染色像。(B) 0.3 μM ラトランキュリンA処理後に0.3 μg/ml ノコダゾール処理したHeLa細胞の微小管染色像。(C) Bと同様の細胞のアクチン繊維染色像。

2-3. 実験のスケジュール

6月12日　初回打合せ　研究計画の策定

8月 2日　第1回実験計画の策定

8月 3日　HeLa細胞の染色

8月 4日　蛍光顕微鏡での観察，画像の取得

8月 5日　蛍光顕微鏡での観察，画像の取得

8月 9日　第2回実験計画の策定
HeLa細胞へのノコダゾール処理
HeLa細胞の染色

8月10日　蛍光顕微鏡での観察，画像の取得

8月11日　蛍光顕微鏡での観察，画像の取得

9月18日　第3回実験計画の策定

9月19日　HeLa細胞へのラトランキュリンA処理
HeLa細胞の染色

9月20日　蛍光顕微鏡での観察，画像の取得

10月 9日　第4回実験計画の策定
HeLa細胞へのラトランキュリンAとノコダゾールの同時処理
HeLa細胞の染色

10月10日　蛍光顕微鏡での観察，画像の取得

10月11日　蛍光顕微鏡での観察，画像の取得

11月 3日　発表用パワーポイント作成
発表練習

11月 6日　中高生科学シンポジウムにてポスター発表と口頭発表

2-4. 研究のまとめ

今回の研究によって，(1) HeLa 細胞の微小管は 0.3 μg/ml 以上のノコダゾール処理により破壊されること，(2) HeLa 細胞のアクチン繊維は 0.3 μM 以上のラトランキュリン A 処理により破壊されること, (3) 0.3 μM ラトランキュリン A 処理後に, 0.3 μg/ml ノコダゾール処理を行うと，ノコダゾール単独処理に比べて，微小管の破壊が抑制されていることを明らかにした。これらのことから, アクチン繊維が破壊された細胞は, 破壊されていない細胞に比べて微小管が破壊されにくいことが示唆された。そこで, アクチン繊維がないと微小管が安定化するのではないか？アクチン繊維には微小管の脱重合を促進する働きがあるのではないか？と予想を立てたが，これを実証するまでに至らなかった（追試が必要である）ため，今後のさらなる検討が必要である。

３）事業の成果及び今後の課題

今回の参加者三名は高校三年生ということもあったため，模試などで土日を利用できないことも多くあり，実験の日程を十分に取ることができなかった。しかし，当該の生徒は熱心でその都度広島市内から通って実験を進め，上記のような成果を挙げることが出来た。今回の研究内容を十分に行うためには，最低２～３回の実験が必要である。11月の発表を目標に結果を出すためには，研究開始時期を早くする必要があると考える。

■科学塾研究室修了生の声

広島県立祇園北高等学校３年
山室　沙也加さん
（鳥取大学農学部　進学）

私がこのプロジェクトを知ったきっかけは，顧問の先生でした。「広島大学で研究をさせてもらえるみたいなんだけど，応募してみないか」ということでした。私は，この機会に大学での研究をしてみたいと思い，同じ部の仲間と応募することにしました。私たちの代は，自分たちで研究のテーマを決めて応募するというかたちでした。なので，私たちは「細胞骨格」について研究をさせてもらうことになりました。ただ，私たちは高校３年で，受験を控えていたので模試や補習などが忙しく，広島大学に行く時間がなかなかとれませんでした。それでも，私たちのテーマの研究は時間がかかるため，夏休みの１週間や秋の３連休に通い詰めで研究を行いました。それによって研究も進み，11 月のシンポジウムにも間に合うことができました。このプロジェクトに参加することで，大学での研究に対する実感を持てたし，他にもたくさん有意義な体験をさせてもらえて本当によかったと思います。

広島県立広島国泰寺高校２年
下野　将起くん

小学生の頃から科学者になるという夢があり，6 年生の時に科学わくわくプロジェクトのジュニア科学塾に参加して以来，サイエンスレクチャー，ジュニア科学塾や科学塾に数多く参加しました。中学 1 年生の時に「測る」・「計る」・「量る」という科学塾に参加しました。その時は 3 回に分けて研究を進めて行きました。しかし，まだ大きな研究というわけではありませんでした。高校に入ると同時に，1 年間を通して大学レベルの研究をする科学塾研究室が分野ごとに設置されました。私は天文に興味があり，科学塾研究室天文講座に参加しました。昨年度は特定の星団の年齢と距離を求めること，今年度は複数の星団を用いて，その違いを比較することを目標に研究を進めました。すぐに天文台で観測するのではなく，まじめのうちは教授による講義があり，そこでこれから何をするのか，何故その処理をするかなど分りやすく説明していただきました。星団の観測は夏休みを利用して，泊まりこみで夜遅くまで続きました。観測データを Exel や専用のソフト等を使用して解析を行い，結果をまとめていきました。この研究成果は秋に広島大学で行われている中学・高校生科学シンポジウムで発表しました。シンポジウムでは様々な質問や意見をいただき，とても勉強になりました。科学塾研究室は，大学生レベルの研究ができるとともに，発表の場などではたくさんの教授や他校の先生から意見や質問をいただくなど，普通の高校生では経験できないことがたくさん出来ました。科学に興味がある人には，この科学塾研究室に参加することをオススメします。

(4) 小学校の先生のための理科ひろば

○　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等が学校等に出向いて模擬授業を行い提案する。

○　特徴：・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。
・小学校の理科授業のためのノウハウの提供や教材教具の提案をする。
・現場の先生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。

○　開催：

日　時	会　場	テーマ	講　師
平成 22 年 9 月 30 日	広島市立 美鈴が丘高校	「天文講座−光をとらえる−」 (高校対象，模擬授業)	広島大学教育学研究科 教授　林　武広
平成 22 年 10 月 6 日	広島市立 中山小学校	「天気の変化」 (5 年生対象，模擬授業)	〃
平成 22 年 10 月 27 日	広島市立 祇園小学校	「太陽と月」 (5 年対象，模擬授業)	〃
平成 22 年 11 月 1 日	広島市立 古田台小学校	「流れる水のはたらき」 (5 年生対象，模擬授業)	〃
平成 22 年 11 月 10 日	広島市立 舟入小学校	「流れる水のはたらき」 (5 年生対象，模擬授業)	〃
平成 22 年 11 月 11 日	広島市立 尾長小学校	「太陽と月」 (6 年生対象，模擬授業)	〃
平成 22 年 12 月 13 日	東広島市立 東西条小学校	「月の見え方」 (6 年対象，模擬授業)	〃
平成 23 年 2 月 18 日	東広島市立 東西条小学校	「水を冷やすとどうなるか」 (4 年生対象，模擬授業)	広島大学附属東雲小学校 教諭　土井　　徹

○　実施体制

・代表：　大学院教育学研究科　　教　授　　林　武広
・講師：　大学院教育学研究科　　教　授　　林　武広
　　附属東雲小学校　　教　諭　　土井　徹
・科学わくわくプロジェクト研究センターコーディネーター　間處　耕吉

■講師報告

出前授業・校内研修

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

小学校向けの模擬授業

本年度，小学校理科ひろばの事業として広島市の公立小学校で模擬授業を実施した。本模擬授業は，広島市教育委員会との連携によって，下記５校，合計 14 クラスに出向いて行い，授業後は教員へ観察・実験のアドバイス，資料提供等を行った。なお，本年度，模擬授業を希望する市立小学校は２０校程度あったが，広島市教委がこれまでに未実施の５校を選定し実施要請があった。本年度の場合，模擬授業の希望は，小学校教員にとって指導が難しいとされる天文，気象，地形・地質内容である。特に小学校６年「太陽と月」は新学習指導要領で復活導入された内容であるため，教育現場で戸惑いが生じている背景のあり，多くの希望があったと考えられる。これらの内容はそれぞれ自然の事物・現象そのものを対象としているので観察，実験のため「何をどう使うか」について，模擬授業を通して教員に伝えることを主目的とした。また，わくプロ研究センターとして，学校外の特別講師や研究者によるこの種の授業の教育効果を測定し，小学校教員のみでは達成困難なプラスアルファの部分を明らかにし，科学の専門家や研究者による授業の意義や有効性を提案できればと考える。

実施日時，学校，学習単元等

① 平成 22 年 10 月 6 日　午前　広島市立中山小学校
　5 年生　３クラス各 1 時限　「天気の変化」
② 平成 22 年 10 月 27 日　午前　広島市立祇園小学校
　6 年生　３クラス各 1 時限　「太陽と月」
③ 平成 22 年 11 月 1 日　午前　広島市立古田台小学校
　5 年生　2 クラス各 1 時限　「流れる水のはたらき」
④ 平成２２年 11 月 10 日　午前　広島市立舟入小学校
　5 年生　3 クラス各 1 時限　「流水のはたらき」
⑤ 平成 22 年 11 月 11 日　午前　広島市立尾長小学校
　6 年生　３クラス各 1 時限　「太陽と月」
　各クラスとも，約３５名
⑥ 平成 22 年 12 月 13 日　午前　東広島市立東西条小学校
　6 年生　2 クラス合同　2 時限　「太陽と月」

実施形態：模擬授業，担当（担任）教諭との連携は，各学級に応じて進める（児童の発言指名，補助的説明，講師紹介，机間巡視，実験の補助など）

模擬授業の内容概要：

○５年「天気の変化」–授業の流れ

・ アルコール温度計の使い方の説明
・ 気温を測定して目的と目標の確認（いろいろな場所の気温，地面の温度）
・ 測定方法と測定データの表現方法の確認
・ 二人一組で校庭に出て，それぞれ異なる３～４カ所で気温を測って記録する
・ 測定データと測定場所の発表
・ 全ての測定データをマグネットで黒板に描かれたメモリ上にプロットする
・ 全員で測定したデータから「現在の気温」として最適な値を考察

○５年「流れる水のはたらき」

・ 身近に見られる「流れる水」を想起する
・ 流れる水の様子を発表する
・ 流れる水はどのような働きがあるかを，現象を見ながら考える
・ 流れる水は「ものを動かす」ことを確認する
・ 流水実験装置で，流れ方と流されるものの違いを観察する
・ 観察結果をまとめ，流れの速さ，水の量と流されるものの関係を考察する
・ 時間があれば，グランドで水が流れた痕跡を探し，そのときの水の流れを推察する

○６年　「太陽と月」–月の動き–

・ 月の観察記録をもとに，月にはいろいろな形でみえることを確認する
・ 月の出から入りまでの動きを確認する
・ 日没のとき見えた月の位置と形を順に並べてみる
・ 太陽から離れるほど欠けた部分が小さくなり満月に近づくことを確認し，電球とつり下げた発砲スチロール球によるモデルで確かめる
・ ３球儀で月，地球，太陽の位置関係とモデル実験の結果を関連づけて把握する
・ 月のハイビジョン映像によって月の表面を観察する
・ 月のクレーターの陰から太陽がある方向を推察する
・ クレーター，月の表面の様子から考えられる月のでき方の解説を聞く
状況に応じて遮光板による太陽の観察を実施

これら全ての授業については，児童向けに事前，事後のアンケート調査を実施した。アンケートの解析は現在，進行中であるので結果は改めて報告する。

高校生向けの出張講座

本年度は高校生向けに学校に出向いた講座を実施した。昨年度まで別のプロジェクトとして広島市立美鈴が丘高校国際理数コースで行っていた体験型講義「天文講座–光をとらえる」を，今後の事業展開のための試みとして本年はわくプロ事業として９月 30 日午後，2 時限続きで施した。

■講師報告

出前授業・校内研修

広島大学附属東雲小学校
土　井　　徹

１）事業の目的

理科を指導することが得意でない小学校の先生が，少しでも充実した指導ができるようになるよう手助けをする。

２）事業の内容・方法

今回は，東広島市立東西条小学校の４年生児童を対象とした出前授業を行った。学級担任等複数の先生に，その授業を参観してもらい，授業後に研修会をもった。

①出前授業

「水を冷やしつづけるとどうなるか」についての授業を行った。東西条小学校から指定された授業場面である。理由は「教科書に掲載されている実験方法では，ビーカーに曇りが生じて観察が難しい。何かよい方法を教えてほしい」ということであった。

授業の目標と展開，使用した実験装置は次のとおりである。

目標：水を冷やし続けると０℃で凍り始めることがわかる。
水がすべて氷になると，氷の温度はさらに下がることがわかる。
水が氷になると体積がふえることがわかる。

展開：

１　「水を冷やし続けるとどうなると思う？」…授業者と子どもで対話する。
(そうしながら観察の視点をつくる)。

子どもの反応

・氷になる（下から凍る　試験管の壁のところから凍る　上から凍る）
・温度が下がる（０℃　－２℃　－５℃　－10℃など）
・かさが増える　変わらない　　など

○**「ある瞬間にいきなり全部氷になるの？」**と揺さぶってみた
→いや。じわじわと凍っていくと思う。

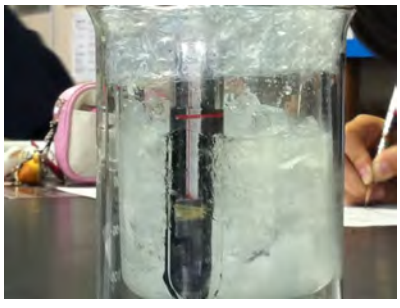
○**「じゃあやってみよう。見るのは『氷になるかどうか』『何℃くらいまで温度が下がるのか』『かさが増えるのか増えないのか』の３つだね。**

２　予想を確かめるための実験を行う。

・当日の実験装置は右のとおり。
・凍る様子も温度が下降することも非常によく見えるようであった。

３　まとめの時間

・ノートへの記述から，ほぼ全員が目標に到達したと判断した。



↑ビーカーを重ねて空気の層を作った。
試験管には黒テープを貼り視認性を高めた。

②校内研修

内容は，出前授業および日々の理科授業に関する質疑応答が中心であった。

３）事業の成果及び今後の課題

今回の要望に応えられる実験器具が準備でき，しかも子どもたちが学習を楽しむ様子を見て，授業を参観された先生方の満足度は高かったことが成果である。本企画は現場のニーズに合うものであると考える。今後は，急増中の若い先生方を対象とした同様の企画を検討してみてはどうだろうか。おそらくニーズは高い。

(5)わくプロ運営委員会・研究員集会

概要：　わくプロ研究員及び客員研究員によって，当プロジェクトの運営評価について協議し，課題の抽出および次年度計画案を作成した。昨年度はわくプロ第Ⅱ期の検討のため，回数も多く実施したが，今年度は第Ⅱ期が始動し，活動も軌道に乗ったため，年1回の開催となった。

・日時：平成 21 年 3 月 4 日(火)16:30～18:30
・場所：広島大学　教育学部　C320
・参加人数：13 名　わくプロ研究員・客員研究員・研究支援員人
・内容：平成 21 年度事業報告，平成 22 年度事業計画について

(6) わくプロ・ウェブサイト

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」（URL：http//www.wakupro.hiroshima-u.ac.jp/）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。

また，全体のデザインを改善し，これまで以上に分かりやすく発進力のあるサイトに改良を進めている。

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/

○　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　助　教　吉冨　健一
・ブログ管理：科学わくわくプロジェクト研究センターコーディネーター　間處　耕吉

(7) 研究発表など

■口頭発表

○学会　日本地学教育学会第 64 回全国大会
○日時　平成 22 年 8 月 21 日(土)
○会場　鹿児島大学
○題目　「ゲストティちゃーによる小学校理科学習の意義−天体学習を中心に−」
○発表者　間處耕吉，林武広（大学院教育学研究科）

○関連事業　「理科ひろば」（平成 21 年度）
○発表内容

ゲストティーチャーによる小学校理科学習の意義―天体学習を中心に―
Educational merits of a guest teacher on elementary school science classes
- focusing on astronomy study-
○間處耕吉*，林武広*
Kokichi MADOKORO*, Takehiro HAYASHI*

*広島大学大学院教育学研究科
*Graduate School of Education ,Hiroshima University

概要：ゲストティーチャー(外部講師)による天文学習を受けた児童に行ったアンケート調査から，外部講師による授業の効果や意義についての検証を行った。また，児童の中に存在している「思考活動が好き」な児童と，「思考活動が好きではない」児童に注目し，今回の天文学習後の興味関心や学習意欲の変容について詳しく分析したところ，「思考活動が好きな」児童と「思考活動が好きでない」児童では，興味関心や学習意欲の変容に異なる傾向が見出された。

キーワード：小学校理科　出張授業　天文　ゲストティーチャー　外部講師

1．はじめに

近年，理科離れが叫ばれるようになり公立小学校の理科教育はこれまで以上に，重要視されるようになってきている。こうした理科離れを食い止めるために，学校内外を含めて，全国的に様々な取り組みがなされるようになってきた。学校外では，多種多彩な科学体験教室などのイベントが各地で行われ，学校内においては実験観察などの体験活動や，実生活と結びつけることによる有用感を重視した授業研究が盛んに行われるようになっている。さらに，理科教育推進の一環として，外部講師による出張授業も盛んに行われている。こういった科学イベントの数は相当数あるが，科学イベントや外部講師による授業の効果に関わる研究報告は，ほとんどなされていない。

本研究では，昨年度，広島市内小学校で実施したゲストティーチャーによる天文授業を受けた児童のアンケート調査から，ゲストティーチャーによる出張授業の効果とその意義について考察する。

2．調査対象

(1)　ゲストティーチャー

ゲストティーチャーとは，広島大学科学わくわくプロジェクト「理科ひろば」の一環として実施している派遣講師のことである。そして，この「理科ひろば」は小学校の先生の理科授業実践力向上を目的に実施している。

(2)　授業について

ここでは，広島市内の小学校で実施した天文（太陽と月）の授業をとりあげる。今回は学校での単元指導過程の中に位置づけられ，担任教師との協議の上，授業内容などを決めて，実施されたもので，一過性の体験学習とは目的が異なる。単なる興味関心心を高めるだけでなく，担任教師の指導の支援と，子どもたちの理解を深めることを目指している。そして，この授業へ参加した 6 年生 2 クラス児童 54 名を対象に，授業の前後でアンケートを実施し，興味関心や学習効果についての意識調査を行った。

(3)　講師

広島大学大学院教育学研究科　林武広教授

(4)　学習過程

授業は「太陽と月」の単元で，どちらかと言えば，小学校の先生の多くが苦手としている単元である。今回は，1 時間の授業で，それまでの学習で行った生徒たちの月の観測記録をもとにして，複数のモデル実験を行い，自らの観測記録に照らし合わせながら，学習を進めた。具体的には，月と太陽の実際の大きさや互いの距離に関わる説明をモデルで示しながらの解説，3 球儀を使ったモデルによる説明，および発泡スチロール珠とハロゲンランプを使ったモデルによる観測実験で，これらの学習活動を児童たちの観測記録と照らし合わせながら進めた。

3．調査結果

事前アンケートより，理科の学習について，「とても好き」，「少し好き」，「あまり好きではない」，「きらい」を選んだ児童は，それぞれ，29%，56%，11%，4%で，理科が好きな生徒が非常に多いことが伺える。実験観察について，「とても好き」，「少し好き」，「あまり好きではない」，「きらい」を選んだ児童はそれぞれ，55%，41%，2%，2%，実験観察をもとに考えることについては，それぞれ，20%，56%，22%，2%であった。この 2 つから，「考えること」を好む児童は，「実験観察」好む児童と比べて少ない傾向であった。

授業後の事後アンケートでは，今回の授業で理科の勉強についての質問と，授業を終えて強く思ったことを，14 個の選択肢から 4 つ選んでもらった。この選択肢の中には興味関心に関すること，思考活動に関すること，知識理解に関すること，

① 太陽や月のことをもっとくわしく知りたくなった。
② 自分でもっと月のかんさつをしてみたい。
③ 理科ではおぼえることが大切。
④ 理科では考えることが大切。
⑤ 理科ではさとうみをもつことが大切。
⑥ 月や太陽へのぎもんやなぞが増えた。
⑦ よく考えれば分かる。
⑧ 月や太陽は生活にかんけいあることが分かった。
⑨ 説明がむずかしかった。
⑩ 実験の意味が分からなかった。
⑪ たいくつだった。
⑫ ないようが多かった。
⑬ 科学の研究にきょうみが深まった。
⑭ 科学の専門家の仕事に興味が深まった。
⑮ その他

ネガティブな考えなどを入れておいた。

表 1：事後アンケートの選択項目

今回の授業後に理科の学習について「もっと好きになりそう」，「少し好きになりそう」と答えた児童は 94.5%と肯定的な回答が非常に多かった。このことから，小学校の学習内容の中でも，特に高度な内容であるにもかかわらず，その分野に精通した専門家による授業によって意欲を高める一定の効果があったと考えられる。

今回はさらに詳しい分析を行うために，事前アンケートの結果から，思考活動に対する志向性によって，児童を 3 つのタイプに分類し，事後アンケートを整理した。考えることが「とても好き」とした児童をタイプ 1，「少し好き」とした児童をタイプ 2，「あまり好きではない」と「きらい」な児童をタイプ 3 とした。

授業後に強く思ったことを選択してもらった項目を，これら 3 つのタイプ別に集計するといくつかの特徴が見出された。選択項目の 1 については，タイプ 1 の児童では割合が最も高く，タイプ 3 の児童では割合が最も低い結果になった。つまり，思考活動をより好む児童ほど，関心が高まる傾向がより強い。また，2と6の割合も，タイプ 1 の児童の割合が高かった。この 2 項目は学習意欲に関する項目で，ここでも思考活動を好む児童ほど意欲が高まる傾向が強い。

選択項目	全体		タイプ1		タイプ2		タイプ3	
	数	割合	数	割合	数	割合	数	割合
1	33	61%	8	73%	19	63%	6	46%
2	22	41%	6	55%	11	37%	5	38%
3	13	24%	2	18%	4	13%	4	31%
4	23	43%	4	36%	11	37%	8	62%
5	17	31%	2	18%	10	33%	4	31%
6	25	46%	7	64%	14	47%	4	31%
7	14	26%	0	0%	9	30%	5	38%
8	12	22%	3	27%	6	20%	3	23%
9	17	31%	2	18%	9	30%	4	31%
10	4	7%	0	0%	2	7%	2	15%
11	2	4%	1	9%	1	3%	0	0%
12	5	9%	1	9%	3	10%	1	8%
13	18	33%	5	45%	8	27%	5	38%
14	2	4%	0	0%	2	7%	0	0%
15	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%

図 1　授業後，強く思ったこと

これらのことから，学習内容が高度な内容について，その分野に精通している専門家による特別授業は，学校現場の先生の手助けとなるとともに，児童たちの学習意欲を高める一定の効果がある。しかし，詳しく分析してみると，「理科が好き」，「きらい」とは別に，思考活動が好きな児童と，そうでない児童がおり，これらの間には，興味関心や学習意欲の変容についての傾向の違いが見出される。このことは，間處，林他による 2008 年地学教育学会全国大会および，2009 日本理科教育学会中四国支部大会における報告とも，整合する結果である。

■論文発表

○広島大学大学院教育学研究科紀要第二部（文化教育開発領域）第 59 号
○題目「社会教育における科学体験講座参加者の意識の変容に関する考察
　　−科学わくわくプロジェクト　サイエンスレクチャーを通して−」
○発表者　間處耕吉（大学院教育学研究科）

○関連事業　「サイエンスレクチャー」（平成 20 年度～平成 22 年度）

３．事業総括

今年度は，4 月早々に本研究センターの研究員である林武広教育学研究科教授，鈴木孝至先端物質科学研究科教授，山根英幸マツダ財団事務局長の 3 名が科学技術分野の文部科学大臣表彰理解増進部門を受賞するという，素晴らしいニュースから始まった。このことにより，「わくプロ」の活動が非常に高く評価されている事を再認識する事となった。折しも今年度は第Ⅱ期の 2 年目であり，科学塾研究室が昨年度の試行を踏まえて本格的に実施されることで，第Ⅱ期の事業を軌道に乗せるための大事な一年であり，身の引き締まるスタートとなった。

その科学塾研究室は昨年度あらかじめ準備した講座に生徒を募るのではなく，応募生徒の希望によって講座の開設を決定する形となった。ただし，主な対象と考えていた前年度ジュニア科学塾の修了生で高校進学した生徒は 2 名しかおらず，そのうち 1 名が科学塾研究室への参加を希望するにとどまっていた。このため，一般高校生からも公募する事にした。昨年度からの継続を含め最終的に 6 講座 9 名の参加者が集まった。このうち昨年からの継続講座のひとつ，生物講座については，5 月に山口大学で行われた生物系三学会中四国大会にて高校生ポスター発表に参加した。その他の 5 講座は参加生徒の意欲が非常に高く，ご指導頂いた先生方の熱意により大変充実した講座となった。

中学生のジュニア科学塾については指導体制を徐々に教育学研究科へ移行しながらではあったが，講座内容も昨年以上に充実し，生徒達の満足度も高く継続受講生の割合がさらに高くなった。ジュニア科学塾の存在も広く浸透してきたこともあって追加募集も，募集開始 10 日足らずで定員を超える盛況ぶりであった。また，ジュニア科学塾を修了し，高校へ進学する生徒 5 名の内 3 名が科学塾研究室への参加を決めるなど，各事業のつながりがこちらの構想通りにうまく機能してきている。

サイエンスレクチャーについては広島を東千田キャンパス，東部は尾道しまなみ交流館での開催となった。広島会場は 100 名を超える参加者があり募集状況も安定してきているようである。また，サイエンスレクチャー参加者が来年度のジュニア科学塾へ申込をする数も増えてきた。このことは，第Ⅱ期になって，科学塾研究室，ジュニア科学塾，サイエンスレクチャーの三事業それぞれの位置づけが明確になり，つながりを意識して運営がすすめられてきた成果だと考えられる。一方で東部については，今年度初めて尾道市で開催したが，生徒数も少ないこともあって残念ながら参加者が非常に少ない状況であった。特に公立中学校からの参加は全くなかったため，今後の募集活動などには大きな課題が残された。これについては附属福山と附属三原の中間点でもあることから各附属小・中との連携をより緊密にとることで安定して参加者が得られるようにしていきたい。

このように中心となる三事業全体を通して，尾道のサイエンスレクチャーの募集に課題が残ってはいるものの，各事業がうまく機能して長い継続的な流れができつつあり，わくプロ立ち上げ当初に標榜していた「科学版松下村塾」が体現されつつあるといえる。来年度は 3 年目となり，中高校課程の一巡にあたる年である。現在の良い流れがより強固なものとなるような運営が必要となってくる重要な 1 年となる。

最後に理科ひろばでについては，センター長の林武広教授による出張授業が中心で，一般での申込は 1 校に留まっている。一般からの応募をさらに増やすためには，各教育委員会と連携をこれまで以上に強めることが望まれる。来年度は広島市，東広島市，尾道市の三地域に重点を置いて，参加校の募集をすすめることを検討している。