

目 次

I 科学わくわくプロジェクト（わくプロ）の概要と意義

1. わくプロの意義と特徴	1
2. わくプロの経緯	2
3. 科学わくわくプロジェクト研究センター	7

II 平成 21 年度の事業報告

1. 全体事業の概要	9
2. 各事業別の概要	
(1) サイエンスレクチャー広島	10
(2) サイエンスレクチャー福山	
(3) ジュニア科学塾	19
(4) 科学塾研究室	39
(5) 小学校の先生のための理科広場	52
(6) わくプロ研究交流会	60
(7) わくプロ・ウェブサイト	60
(8) 研究発表など	61
3. 事業総括	62

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、マツダ財団と広島大学が連携して、青少年の健全育成と科学技術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。

19 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。

これにより、現場の実態に即した、実効性のあるプロジェクトが生まれた。

(2) 地域の財団と大学との連携事業であること

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、連携して行う事業である。

大学側としても、特定教員個人のプロジェクトではなく、理学部、教育学部など学内横断的な取り組みとして対応するという点に大きな意義がある。

大学の持つ知的資源が地域の資金と組み合わせることにより、地域の価値を高めていく、意義ある連携事業が生まれた。

(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が生まれた。

広島大学は一定レベル以上の科学教育に特化することとして、基礎レベルの科学体験教育については民間団体の活動に期待することとし、その活動を支援することとした。

(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評価を行い、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ている。

2. わくプロの経緯

(1) これまでの経緯

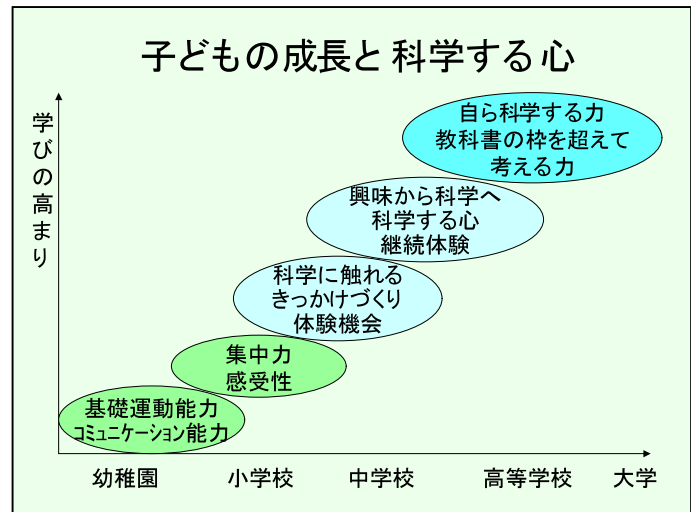
平成 14 年 2 月	マツダ財団から広島大学(大学情報サービス室)に、子どもの健全育成と科学技術の振興の複合事業について連携の可能性の打診
平成 14 年 3～5 月	広島大学で学内調整等
平成 14 年 6 月	子どものための科学わくわくプロジェクトをめざして、幼小中高校と広島大学の教員、科学館館長等 18 名による検討ワーキンググループ発足
平成 14 年 11 月	計 5 回延べ 22 時間にわたる議論を経て、ワーキンググループによる中間報告取りまとめ
平成 15 年 3 月	マツダ財団理事会でわくプロ事業実施の決定
平成 15 年 3 月	マツダ財団渡辺理事長と広島大学牟田学長が会談し、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	第 4 回サイエンスレクチャーを福山市で開催 (12 月 25 日)
平成 18 年 2 月	わくプロシンポジウム開催予定 (2 月 26 日)
平成 18 年 6 月	第 1 回土堂サタデーキッズ開催 (6 月 17 日)
平成 18 年 6 月	小学校の先生のための理科ひろば開催 (松山市考古館) (6 月 24 日)
平成 18 年 7 月	第 2 回土堂サタデーキッズ開催 (7 月 8 日)
平成 18 年 8 月	第 3 回土堂サタデーキッズ開催 (8 月 1 日)
平成 18 年 8 月	第 5 回サイエンスレクチャー開催 (8 月 8 日)
平成 18 年 8 月	第 4 回ジュニア科学塾開催 (8 月 10～11 日, 11 月 12 日)
平成 18 年 9 月	第 3 回科学塾開催 (9 月 3, 10, 17 日)
平成 18 年 9 月	第 4 回土堂サタデーキッズ開催 (9 月 30 日)
平成 18 年 10 月	第 5 回土堂サタデーキッズ開催 (10 月 14 日)

平成 18 年 11 月	第 6 回土堂サタデーキッズ開催 (11 月 18 日)
平成 18 年 12 月	第 7 回土堂サタデーキッズ開催 (12 月 16 日)
平成 18 年 12 月	第 6 回サイエンスレクチャー開催 (12 月 25 日)
平成 19 年 1 月	わくプロ研究交流会開催 (1 月 27 日)
平成 19 年 1 月	ひがしひろしまスペースクラブ開催 (1 月 31 日)
平成 19 年 2 月	ひがしひろしまスペースクラブ開催 (2 月 7 日)
平成 19 年 2 月	巡回天体観望会開催 (2 月 28 日)
平成 19 年 3 月	巡回天体観望会開催 (3 月 7 日)
平成 19 年 3 月	小学校の先生のための理科広場開催 (3 月 2 日)
平成 19 年 3 月	ひがしひろしまスペースクラブ開催 (3 月 28 日)
平成 19 年 6 月	第 7 回サイエンスレクチャー開催 (6 月 10 日)
平成 19 年 8 月	第 5 回ジュニア科学塾/第 4 回科学塾同時開催 (8 月 20 日・21 日、9 月 8 日)
平成 19 年 8 月	特別講座開催 (8 月 27 日)
平成 19 年 9 月	小学校の先生のための理科広場開催 (東西条小学校) (9 月 19 日)
平成 19 年 11 月	第 8 回サイエンスレクチャー開催 (11 月 11 日)
平成 20 年 1 月	小学校の先生のための理科広場開催 (海田東小学校) (1 月 23 日)
平成 20 年 1 月	わくプロ研究交流会開催 (1 月 29 日)
平成 20 年 2 月	実験教室開催 (海田東小学校) (2 月 13 日)
	小学校の先生のための理科広場開催 (東海田小学校) (2 月 20 日)
平成 20 年 5 月	2008 年度第 1 回わくプロ研究交流会開催 (5 月 24 日)
平成 20 年 6 月	第 9 回サイエンスレクチャー開催 (6 月 8 日)
平成 20 年 7 月	第 10 回サイエンスレクチャー開催 (7 月 21 日)
平成 20 年 7 月	2008 年度第 2 回わくプロ研究交流会開催 (7 月 23 日)
平成 20 年 7 月	小学校の先生のための理科広場開催 (海田東小学校) (7 月 29 日)
平成 20 年 7 月	小学校の先生のための理科広場開催 (海田東小学校) (7 月 30 日)
平成 20 年 9 月	第 5 回科学塾開催 (9 月 6 日・13 日・20 日)
平成 20 年 9 月	第 6 回ジュニア科学塾開催 (9 月 13 日・14 日・15 日) 開催
平成 20 年 10 月	小学校の先生のための理科広場開催 (海田東小学校) (10 月 22 日)
平成 20 年 11 月	わくプロ修了生 進路追跡調査の実施
平成 20 年 11 月	小学校の先生のための理科広場開催 (海田東小学校) (11 月 12 日)
平成 20 年 11 月	2008 年度第 3 回わくプロ研究交流会開催 (11 月 13 日)
平成 21 年 1 月	小学校の先生のための理科広場開催 (尾道市高見小学校) (1 月 23 日)
平成 21 年 2 月	小学校の先生のための理科広場開催 (尾道市高見小学校) (2 月 20 日)
平成 21 年 3 月	2008 年度第 4 回わくプロ研究交流会開催 (3 月 26 日)

平成 21 年 5 月	科学塾研究室 3 グループ 8 名で開講(広島大学理学部, 9 日) ジュニア科学塾 24 名開講, 第 1 回講座(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	平成 21 年度サイエンスレクチャー広島開催(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(広島大学理学部, 12 日)
平成 21 年 10 月	ジュニア科学塾第 3 回講座(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(広島大学理学部, 7 日)
平成 21 年 12 月	理科ひろば開催(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	理科ひろば開催(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(東雲中学校, 14 日)
平成 22 年 3 月	理科ひろば開催(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(教育学研究科, 4 日)

(2) わくプロ・ワーキンググループ報告書の要旨

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



(3) わくプロの基本構想

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

（科学の体験・興味から科学へ）

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

（これからを担う子どもたち）

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

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

(科学する心を育てる継続的事業)

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

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

(広島大学子ども科学塾など)

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

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

(3) わくプロⅡ期構想

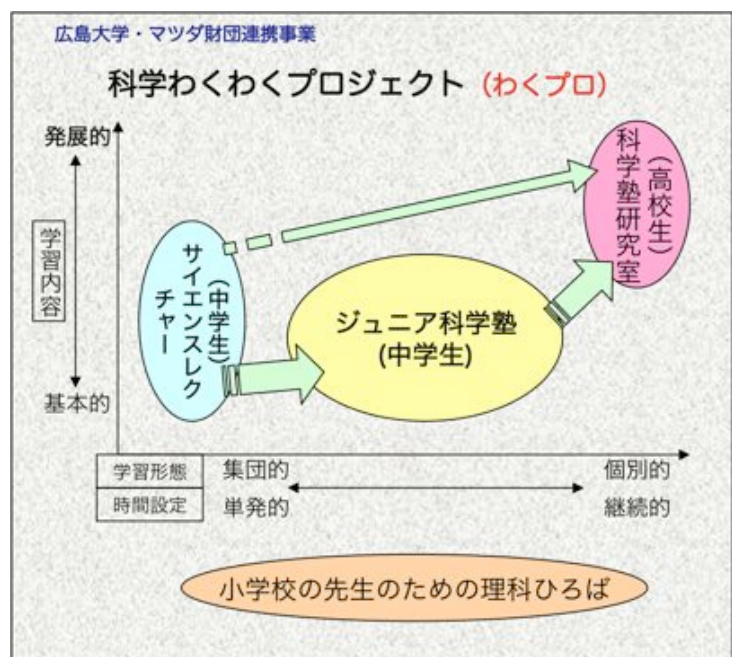
当プロジェクト、平成 20 年度までの試行を含めた 6 年間の活動を第Ⅰ期と位置づけ、平成 20 年度わくプロ研究交流会において、第Ⅰ期の成果と課題を考察し、平成 21 年度からの 5 年間をわくプロ第Ⅱ期として、中高校生の現実に即した、これよりも遙かに継続性、発展性のある具体的な計画を作成した。これまでの事業との違いは、大きく以下の 3 点があげられる。

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

右図はわくプロⅡ期の事業全体を表したものである。

中高生を対象とした事業は、以下の 3 つで構成される。多人数で 1 回完結の科学体験講座の「サイエンスレクチャー」。さらに科学を学ぶ意欲の高い生徒を対象とした少人数で継続的に行う科学演習講座の「ジュニア科学塾」。高校生対象とした、個別に大学の研究室へ所属して本格的な研究を行う「科学塾研究室」。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

「科学わくわくプロジェクト研究センター」は、広島大学内に学部横断的な研究活動のために設けられた、41の「プロジェクト研究センター」のうちの一つで、平成15年4月に教育学研究科 林武広教授を研究代表者として発足した。

これまで、各事業の実施にあたって、広島大学地域連携センターのサポートを受けながら活動してきたが、平成21年度からはこれまでの研究員、客員研究員の構成を見直し、新たに中学校の現役教員4名に参画して頂き、プロジェクトコーディネーターを中心とした新事業を推進できる新体制となった。

平成21年度「広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター」

研究代表者	広島大学 大学院教育学研究科 教授 林 武広			
研究組織及び構成メンバー	○ 研究員 大学院教育学研究科 教授 林 武広 〃 教授 磯崎 哲夫 大学院理学研究科 特任教授 大杉 節 〃 教授 細谷 浩史 大学院先端物質科学研究科 教授 鈴木 孝至 情報メディア教育研究センター 助手 吉富 健一 地域連携センター 教授 塚本 俊明 〃 准教授 匹田 篤 わくプロ研究センター コーディネーター 間 處 耕吉 ○ 客員研究員 広島市立江波中学校 校長 中佐 博信 広島市立比治山小学校 校長 野々村 雅美 広島大学附属小学校 教諭 中田 晋介 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 鹿江 宏明 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 東広島市立河内中学校 教諭 杉田 泰一 東広島市立高屋中学校 教諭 佐竹 靖 広島大学附属東雲中学校 非常勤講師 村本 正太 広島大学附属三原中学校 非常勤講師 椋本 俊輔 広島市こども文化科学館 館長 加藤 一孝 (財) マツダ財団 事務局長 山根 英幸 〃 事務局長代理 西川 俊秀 〃 事務局長代理 永松 貴文 ○事務補佐員 梶本 恵子			
設置期間	平成15年4月1日 ～ 平成23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演出面で工夫した双方向参加型のレクチャー ② ジュニア科学塾，科学塾 少人数を対象に継続的に考える場を提供する1テーマ4回のシリーズで行う科学版松下村塾。ジュニア科学塾は中学生を，科学塾は高校生を想定。 ③ 科学教育ネットワーク 科学についての教育に関心のある教員等の情報交換のネットワーク ④ 支援事業 わくプロの趣旨に沿った民間事業について事業費を支援 （研究内容） ① 子どもに単なる興味ではなく科学する心を持たせるための事業のあり方 ② 大学の知的資源を活用した学校外での民間主導での事業の可能性 ③ 民間団体等が実施する科学学習事業への効果的な支援のあり方 ④ これらの事業についての効果測定の進め方
設 置 期 間	平成 15 年 4 月 1 日 ～ 平成 21 年 3 月 31 日

Ⅱ 平成 21 年度の事業報告

1. 全体事業の概要

平成 21 年度は、以下の事業を実施しました。

事業名	計画内容	備 考
サイエンスレクチャー	- 前年度に続き、広島市と福山市で開催 広島市会場：平成 21 年 8 月 2 日（日） 福山市会場：平成 21 年 12 月 26 日（土） - 募集人員：広島 100 名、福山 70 名（中高生対象） - 講師 広島会場（高橋徹准教授） 福山会場（黒川隆志教授）	決算額 836,208 円 (900 千円)
ジュニア科学塾	- 第 1 回 平成 21 年 5 月 31 日（日） - 第 2 回 平成 21 年 8 月 8 日（土）～9 日（日） - 第 3 回 平成 21 年 10 月 25 日（日） - 第 4 回 平成 21 年 12 月 23 日（祝） - 募集人員：中学生 25 名 - 講師 第 1 回 鹿江宏明 東雲中学校教諭ほか 第 2 回 安井金也 教授 第 3 回 鹿江宏明 東雲中学校教諭ほか 第 4 回 大杉 節 特任教授	決算額： 1,114,729 円 (800 千円)
科学塾研究室	- 平成 21 年 5 月から平成 22 年 2 月まで連続講座 - 募集人員：高校生（主に Jr 科学塾終了）一般からも可 各研究室 1～3 名 - 講師 天文分野 大杉節特任教授 生物分野 道端 齊教授 物理分野 鈴木孝至教授	決算額： 515,467 円 (700 千円)
小学校の先生のための理科ひろば	- 平成 21 年 5 月～ - 小学校の教員に楽しい理科の実験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及び小学生に理科実験の模擬授業を行う。	決算額： 261,092 円 (100 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： 130,570 円 (100 千円)
事務経費	- 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： 1,163,498 円 (1,200 千円)
広島大学間接経費負担		負担額： 200 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： 388,231 円 (450 千円)
予算合計	※うち 609.8 千円は平成 20 年度からの繰越金を計上 平成 21 年度マツダ財団からの寄付金は 4,000 千円	合計額： 4,609,795 円

※ 決算額は平成 22 年 2 月末現在の見込み

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 97人
- 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 21 年 8 月 2 日（日）午後 1 時半から 4 時まで
 - ・ 場 所： 広島市こども文化科学館 アポロホール
 - ・ 参加人数： 中高校生，一般：94 人
 - ・ テーマ： 「アニメの世界は現実となるか」
- 実施体制：
 - ・ 講 師： 広島大学大学院先端物質科学研究科 准教授 高橋 徹
 - ・ 司会進行： 広島市こども文化科学館 館 長 加藤 一孝
 - ・ 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 3 名
 - ・ わくプロ研究センター 理学研究科 3 名
コーディネーター 間處 耕吉

(福山会場)

- 開催：
 - ・ 日 時： 平成 21 年 12 月 26 日（土）午後 1 時半から 4 時まで
 - ・ 場 所： 県民文化センターふくやま
 - ・ 参加人数： 中高校生，一般：43 人
 - ・ テーマ： 「スポーツと運動エネルギー」
- 実施体制：
 - ・ 講 師： 広島大学大学院教育学研究科教 授 黒川 隆志
 - ・ 司会進行： 広島市こども文化科学館 館 長 加藤 一孝
 - ・ 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 5 名
 - ・ わくプロ研究センター コーディネーター 間處 耕吉

※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」

広島大学大学院先端物質科学研究科 准教授 高橋 徹

1) 目的

テレビなどでなじみの深い空想科学を現代物理学の観点から考察した。「見て面白い」や「楽しい」から一歩進んで、「科学的な観点から深く考える」ことを通じた、科学に対するより深いレベルでの興味喚起を狙った。

2) 内容

「物理学からみた空想科学の世界」と題して、講演と実験を行った。講演では、ドラえもん、鉄腕アトム、ガンダム、エヴァンゲリオン、スタートレックなど、多くの参加者にとってなじみの深いアニメやドラマから題材を選び、前半は現代物理学の観点から「実現可能性が高いもの」、「現代物理学の知識では不可能なこと」などの解説をおこなった。後半はすこし高度な内容として、超光速航法などを考えることが、時間や空間の構造という素粒子物理学や宇宙物理学と密接に関係していることを解説した。前半と後半の間には、簡易放射線計測器による、環境放射線や食品からの β 線、 γ 線の測定や霧箱によるアルファ線の観測などの実習を行い、講演を聴くだけでなく、手を動かして実験することも体験させた。

3) スケジュール

8月2日(日)

13:45-14:25 第一部 講演：物理学からみた空想科学の世界

14:35-15:05 第二部 実験：霧箱の作成とアルファ線の観測

簡易放射線測定装置はかるくんによる環境放射線測定

15:15-16:00 第三部 講演：物理学からみた空想科学の世界

4) 実施概要

第一部の講義前半では、空想科学にでてくる題材をいくつかとりあげ、現代物理学や技術の観点からの実現性を考察した。宇宙ステーションは既に現実になっていることはもちろん、軌道エレベータはすでに実現に向けた検討が始まっていること、ガンダムの原型とも言えるパワースーツは、すでに介護の分野で普及し始めていること等々、空想科学から実科学となっていることも多いことを解説した。その一方、タケコプターのように現代物理学ではその原理を説明できないものや¹、兵器として登場する「ビーム」は実際には兵器として実用性は低いことなど、空想の世界も多いことを話した。ビーム兵器の非実用性の例として、陽電子を空気中で飛ばした場合のコンピュータシミュレーションを示し、空気中で散乱するため標的まで到達できない様子を示した。

講演だけでは、疲れてしまうことを考え、第二部では放射線測定の実習を行った。これは、ものを作ったり測定したりという科学の側面にふれてもらうとともに、第一

¹ 講演では、「現代の物理学、すなわちヘリコプターの原理では飛べない」と言ったのだが、「飛べない」だけが報道されてしまった。空想科学を否定するような印象を与えることは避けたい。「タケコプターはドラえもん世界では飛んでいる」のである。

部の最後にふれたビームの実態である放射線が身の回りにも存在し、実用的な側面もあることを知ってもらうことを目的とした。人数が100名近くと多かったため、霧箱による放射線の観測と、簡易放射線測定器による身の回りの放射線測定で2グループに分かれて実習をおこなった。霧箱グループは、ドライアイスとアルコールとプラスチック容器という簡単な道具で放射線（アルファ線）の飛跡がみえること、また空気中のチリを集めた紙片からも放射線がでていることが分かるなど、興味をもった深様子がうかがえた。放射線測定器グループでは、何もない部屋の中でも環境放射線が存在することや、食品や塗料などからも微量な放射線がでていることが分かり、放射線に対する認識が変わったようだった。

第三部では少し高度な話をした。空想科学の世界ではエネルギー源として反物質が頻繁に登場する。しかし、我々の宇宙には反物質は存在しないため、反物質を手に入れるためには造り出すしかないこと、そのためには造り出されるより遙かに大きなエネルギーが必要であること、従って現在我が国が使用しているエネルギーは、原子力も含めてすべて宇宙の歴史のどこかでつくられて蓄えられてきたものであることを解説した。また「なぜ宇宙に反物質が存在していないか」という問題は、素粒子物理学における未解決の大問題であり、2008年のノーベル物理学賞の対象となった小林・益川理論は、この問題に関する大きな貢献であることを紹介した。さらに、光速を超えた宇宙航法として登場する「ワープ」は、我々の住む時間や空間の構造と密接関わっており多く科学的考察がなされていること、その中でたびたび登場する「ワームホール」という概念は一般相対性理論から予想され、我々の宇宙の始まりとも密接に関係していることなどを解説した。これらお考察を通じて、空想科学の物理的な考察は素粒子や宇宙といった現代物理学の最先端にいたることを印象づけるように試みた。

5) まとめと今後の課題

空想科学を否定的に面白おかしく取り扱うのではなく、空想科学に出てくる事柄を科学的に考えることを契機に、物理学への興味を喚起することを心がけた。後半の内容はかなり高度であったと思うが、アンケートは肯定的な回答が多かった。理科離れという言葉がよく聞かれるが、理科好きな子供は決して少なくないと思われる。理科好きの子供たちが興味を失うことなく将来の科学を担うような人材に成長するためには、どのような環境と教育を整えるべきか。これは大人に科された重要課題であろう。科学わくわくプロジェクトがその一翼を担っていると信じている。

最後に、当日の進行について気づいたことを二点挙げたい。

1. わくプロの学生スタッフが、実習の人数割や内容をあまり把握していなかったようである。今回実習の内容を事前に打ち合わせる時間はとれなかったが、これも必要でないかと思う。
2. 講演開始後、受付に人がいなくなったようである。後から来た聴講希望者が会場に入れなかったと聞いている。事前登録制だが、当日の会場案内、受付には常時人を配すべきだろう。

以上今後の参考としていただきたい。



■講師報告 「サイエンスレクチャー福山」

広島大学大学院教育学研究科 教授 黒川隆志

1) 目的

さまざまなスポーツの世界で活躍するトップアスリートたちも取り入れている最新の科学的トレーニング方法の一端を実際の体験活動を通して学ぶ。このことにより、最近のトップアスリートたちの高いパフォーマンスは昔の根性主義ではなく、科学に裏打ちされたトレーニングの実践により達成されていることを理解する。

2) 内容

「スポーツと運動エネルギー - 心拍数と乳酸を利用した最新科学的トレーニングとは? - 」と題して、講演と実験を行った。講演の前半では、心拍数と乳酸をトピックとして最新の科学的トレーニングの基礎理論について解説した。講演の後半では、最新の科学的トレーニングの実例として、多くのオリンピック選手を輩出しているアメリカの大学水泳チームのトレーニングを紹介した。前半と後半の間には、運動中の心拍数を計測する実習を行い、講演を聴くだけでなく、身体を動かしてトレーニングの一端を体験させた。

3) スケジュール

12月26日(土)

13:30-14:20 第一部 講演：スポーツと運動エネルギー

14:30-15:20 第二部 実験：心拍数の測定によるトレーニング強度の体験

15:30-16:00 第三部 講演：スポーツと運動エネルギー

4) 実施概要

第一部の講義前半では、最近のトップアスリートのトレーニングは、人のエネルギー供給機構を高めることを基に組み立てられていることを解説した。このエネルギー供給には3つの機構がある。1つは30秒以下の運動で主体になり、爆発的なエネルギーを発揮するATP-CP系である。第2は1分前後の運動で主体になる乳酸系である。第3はエネルギー出力は最も低いが持続性があり、3分以上の運動で主体になる有酸素系である。トレーニングとは結局この3つの系を向上させることである。現在、運動強度と休息を組み合わせた4つの代表的なトレーニングを用いてこれらのエネルギー系の向上が図られている。ただし、いろいろなスポーツ種目で競技時間が異なる。このため、この3つのエネルギー系の割合は個々のスポーツ種目により異なっている。したがって、どのトレーニングをどの程度実施するかは種目により異なってくる。ここで問題になるのは、トレーニングの効果を決める最も重要な要因である運動の強さ(運動強度)をどのような手段で把握するかということである。この点は昔から重要な問題であったが、最近ではトレーニングの研究が進み、乳酸や心拍数を用いて運動強度を管理するようになった。水泳やテニス为例に、これらの2つの指標を用いたトレーニング強度の管理方法の具体について解説した。

講演だけでは疲れてしまうことを考え、第二部ではトレーニングしている時の心拍数を腕時計式心拍数モニターや触診法を用いて測定する実習を行った。これは、測定したデータからものを考えるという科学の側面にふれてもらうとともに、第一部で話

した身近な心拍数がトレーニングの現場で重用され、実用的な側面をもっていることを知ってもらうことを目的とした。人数が 50 名近くとそれほど多くなかったが、会場の関係で運動に利用できるスペースが狭く、事故防止のために、トレーニングの種類として速度の速い無酸素運動は割愛し、有酸素運動のみに限定した。主観的強度で「かなり楽である」、「ややきつい」、「かなりきつい」という 3 段階の有酸素運動を各 5 分間実施し、運動中と回復期の心拍数を 1 分毎に測定した。そして、運動中や回復期の心拍数の変化、また運動中の主観的強度と客観的な心拍数の対応をグラフで視覚化した。これらの活動を通して、運動に対する身体の反応に興味をもった様子が見えた。

第三部では、最先端の科学的トレーニングの実例として、アメリカの大学水泳チームが実施しているレジステッドトレーニングとアシステッドトレーニングの実例を紹介した。25 メートルの高さから重りを牽引しながら、あるいは牽引されながら泳ぐ大がかりな装置や、チューブ、フィン、パドル等を使うトレーニングなどである。これらのトレーニングや他のスポーツ種目の新しいトレーニングの多くはオーバーロードの原則に基づくものである。人間の体力（エネルギー）は、現在の体力水準以上の負荷をかけなければ向上しないために、水準の高いトップアスリートの体力をさらに高めるためにこれらの新しいトレーニングが開発されている。しかし、トップアスリートのトレーニングに限らず、一般の生徒のトレーニングでも、科学的原則に基づくトレーニングが最も安全で効果的になっていることを解説した。

5) まとめと今後の課題

スポーツトレーニングを経験のみに頼るのではなく、最近のトップアスリートのトレーニングが科学的に実施されていることを考えることを契機に、スポーツと科学の関わりへの興味を喚起することを心がけた。講義の内容はかなり高度であったにもかかわらず、事後アンケートでは肯定的な意見が多く、スポーツと科学のどちらにも関心が高まっている傾向が見られた。また、科学よりもスポーツが好きという生徒が圧倒的に多い中で、スポーツの世界における科学の重要性を実感できたとする生徒が 97.3% と非常に高かったことは、レクチャーによる効果が現れたものと思われる。最後に、今後の課題として次の 2 点を指摘しておきたい。

1. 今回は会場のスペースの関係から、トレーニングを有酸素運動のみに限定した。トレーニングには、これ以外に無酸素運動やインターバル運動など多様な種類がある。より広いスペースでこれらの多様なトレーニング中の生体反応を比較観察するようにすれば、生徒はスポーツトレーニングの内容をより深く理解できたのではないと思われる。
2. 今回は新型インフルエンザが流行している最中だったために、対象を中学生だけに限定することが困難だったようで、小学生や一般成人も多少含まれていた。話の水準を合わせるためにも、できるだけ均一な対象に絞ることが望ましい。

■事務局より

1) アンケート考察

事前アンケート			事後アンケート		
	Yes	No		Yes	No
理科がすき	91.8%	8.2%	もっと理科が好きになった。	94.5%	5.5%
アニメと物理ではアニメに興味がある	65.8%	34.2%	これまで以上にアニメに興味を持てるようになった	86.3%	13.7%
			これまで以上に物理学に興味を持てるようになった	91.8%	18.2%
実験がすき	91.8%	8.2%			
考える活動がすき	79.5%	20.5%			
			科学を学ぶ上で何が重要か		
			興味関心に関すること		14.9pt
			思考に関すること		37.9pt
			実験観察に関すること		23.7pt
			知識理解に関すること		21.9pt

【サイエンスレクチャー広島】

○事前アンケートより

元々理科が好きな生徒向けのイベントであるため、9割以上の生徒は理科が好きである。また、そのほとんどは実験などがすきである。一方で考える活動については2割以上が好きでないと答えている。また、テーマであるアニメに対する興味の方が物理学に対する興味を上回っている。

○事後アンケートより

事後アンケートでは、「これまで以上に理科が好きになりそう」と答えた生徒が95%近くになり、レクチャーによる効果が認められた。また、アニメと物理それぞれについて、「これまで以上に興味を持てたか」という問いに対しては、アニメ86.3%に対して、物理に対しては91.8%と、物理により興味を持つようになった生徒が多いという結果となった。元々アニメに興味のある生徒の方が多かったことから、興味深い結果といえる。

また、科学を学ぶために何が重要か選んでもらった結果、「思考」を重要と考える生徒が最も多く、「興味関心」を重要と考える生徒が最も少ない傾向を示した。もともと、理科に興味関心を持っている生徒たちであることの影響も考えられるが、現在の学校における理科教育の中で最も重要と位置づけられている「興味関心」を、生徒自身はあまり重要と考えていないことは非常に興味深い結果である。

【サイエンスレクチャー福山】

今回のサイエンスレクチャー福山はインフルエンザの影響もあって、参加者の応募が非常に少ない状況で、場合によっては開催も見合わせることを検討したが、締切間際で、定員には満たないものの応募が50名を越えた。実際の参加者は当日欠席もあり、43名にとどまった。また、残念なことではあるが、参加者の中には明らかに自身の意志で参加したとは思えない生徒も見られ、アンケートにも明らかに冷やかしのと思われる回答や名前の改ざんもあった。そのためアンケートの有効回答

数は 37 名と非常に少なかったため、実数での報告に止める。

事前アンケート			事後アンケート		
	Yes	No		Yes	No
理科がすき	32名	5名	科学に対する興味が高まった。	34名	3名
科学よりスポーツに興味がある	32名	5名	これまで以上にスポーツに対する興味が高まった。	34名	3名
			スポーツの世界における科学の重要性が実感できた	36名	1名
実験がすき	35名	2名			
考える活動がすき	23名	14名			

○事前アンケート

今回のサイエンスレクチャーは、これまでにないスポーツをテーマにしたため、理科好きの生徒はこれまでよりも若干少ない傾向が見られた。科学よりもスポーツに興味関心を持つ生徒が多かった。また、活動は好きの生徒が多く、思考活動は好きな生徒は少ない。

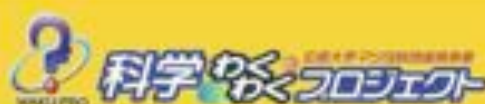
○事後アンケート

事後アンケートでは、スポーツ、科学のどちらについても関心が高まる傾向が見られ、レクチャーによる効果が現れたものと思われる。特に、科学よりもスポーツが好きという生徒が圧倒的に多い中で、スポーツの世界における科学の重要性を実感できたとする生徒が 36 名と非常に多かったことは、今回のレクチャーの目標が十分に達成できたことを示していると言える。

2) 事業全体に関わって

今年度のサイエンスレクチャーでは、中国新聞社の後援を頂き、エスパス広告欄とともに、文化紙面に案内記事の掲載もを行った。その結果、広島会場では 100 名を超える申込みがあり、非常に効率のよい告知方法であった。しかしながら、福山会場ではインフルエンザの流行に伴い、公立学校で校外行事への参加を控えさせる指導があり、エスパスの効果はほとんど無く、締切日間際まで申込みが 20 名に満たない状況であった。また、今年度より県教育委員会と会場となる各地教委に後援依頼をしたが、福山市のみ後援を断られたことも少なからず影響があった。

このため、今後については 2 回のサイエンスレクチャーの内、8 月開催は広島で固定し、2 回目の冬の開催については、福山開催は当面見合わせることにする。差し当たって、来年度は学園祭のイベントの 1 つとして、西条キャンパスでの開催として、調整中である。



サイエンスレクチャー広島

アニメの世界は現実となるか！ ～物理学からみた空想科学の世界～

日時 8月2日(日) 13:30～16:00

会場 広島市こども文化科学館
アポロホール

募集人数
100名

「アニメや漫画、小説で描かれる未来社会や空想科学の世界。
「これって、本当に実現するのだろうか？」と疑問をもったことはありませんか。
そんな空想科学の世界を、最先端の物理学の立場から、
その可能性や発展性について、解説する科学体験講座のご案内です。

講師 広島大学大学院 先端物質科学研究科 高橋 徹 准教授

写真提供：Sandbox Studio

主催 広島大学科学わくわくプロジェクト研究センター

共催 広島市こども文化科学館

後援 広島県教育委員会 尾道市教育委員会 海田町教育委員会 東広島市教育委員会
広島市教育委員会 府中町教育委員会 中国新聞社 RCC中国放送局

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。

申込み、問い合わせ先

〒739-8524 東広島市鞆山1丁目1-1
広島大学地域連携センター内 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 082-424-6134 FAX 082-424-4261

参加費無料

申込み締切 7月25日(土)

サイエンスレクチャー福山

スポーツと運動エネルギー

～心拍数と乳酸を利用した最新科学的トレーニングとは?～

日時 12月26日(土) 13:15～16:00

会場 県民文化センターふくやま

募集人数
70名

さまざまなスポーツの世界で活躍するトップアスリートたちも
取り入れている最新の科学的トレーニング方法の一端を、
実際に体験活動を通して学ぶ科学体験講座。

講師 広島大学大学院教育学研究科 黒川隆志 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

後援 広島県教育委員会
尾道市教育委員会
海田町教育委員会
東広島市教育委員会
広島市教育委員会
府中町教育委員会
中国新聞社
中国放送

申し込み方法

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。

申し込み先(お住まいの方)

〒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.wakupuro.hiroshima-u.ac.jp/>
E-mail: wakupuro@hiroshima-u.ac.jp
TEL&FAX: 082-424-4261

携帯からの申込み



参加費無料

申し込み締切 12月11日(金)

(3) 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
 - ・ 指導に当たっては現役の中学校理科の先生を中心に指導グループが中心となって、きめ細かな指導を行う。
 - ・ 年2回は広島大学の先生を講師に、大学の施設を活用した講座を設ける。
- 開催
 - ・ 日時・会場：
 - 第1回：平成21年5月31日(日) 附属東雲中学校 9:30～12:30
 - 第2回：平成21年8月8日(土) 理学部附属臨海実験所
～ 8月9日(日) 一泊二日
 - 第3回：平成21年10月25日(日) 附属東雲中学校 9:30～12:30
 - 第4回：平成21年12月23日(水) 東広島天文台 16:00～19:30
 - 第5回：平成22年2月14日(日) 附属東雲中学校 9:30～12:30
 - ・ 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「水溶液のヒミツ」 化学分野
 - 第2回「海洋生物実習」 生物分野
 - 第3回「光の分析」 物理分野
 - 第4回「天文学入門」 地学分野
 - 第5回「おもしろ実験」 地学分野，化学分野
- 実施体制
 - ・ 講師：
 - 第1回 ジュニア科学塾指導グループ
 - 第2回 広島大学大学院理学研究科研究科 教授 安井 金也
 - 第3回 ジュニア科学塾指導グループ
 - 第4回 広島大学宇宙科学センター 特任教授 大杉 節
准教授 川端 弘治
 - 第5回 ジュニア科学塾指導グループ
 - ・ 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
 - ・ 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、今年度から公募，選考によって決めることとなった。今年度は25名の申込みがあり，1名の辞退者が出たため24名の選考を行った結果。24名全員の受講が決定した。この24名の生徒が年4回の講座を継続的に受講する形で行うこととなった。

募集期間 平成21年2月末～4月17日

応募総数 25名

受講決定者 24名

(附属2名，附属東雲3名，附属三原3名，県立広島4名，広島学院3名，
広島なぎさ2名，武田中1名，AICJ1名，公立中5名)

2) ジュニア科学塾指導グループ

指導に当たっては，中学生の実態に即した指導をすすめられるようにするため，現役の中学校の先生に協力をお願いすることとなった。今年度は8名の熱意ある先生の協力を得ることができた。この8名の先生をジュニア科学塾指導グループとし，実際の指導の中心的な役割を担って頂いた。大学内の先生が講師として参加する場合にも，指導グループは個別の指導に入るなどの形で，常に参加できる体制を整えた。

ジュニア科学塾指導グループ

鹿江 宏明	教 諭	広島大学附属東雲中学校
乃美 一成	教 諭	広島県立広島中学校
占部 正弘	教 諭	福山市立東朋中学校
杉田 泰一	教 諭	東広島市立河内中学校
佐竹 靖	教 諭	東広島市立高屋中学校
村本 正太	講 師	広島大学附属東雲中学校
椋本 俊輔	講 師	広島大学附属三原中学校
間處 耕吉	講 師	広島大学附属東雲中学校 (コーディネーター)

3) 各講座の報告

■第1回講座 報告

1) 講座の目的

水溶液をテーマに取り上げ、特に酸性、アルカリ性についての基本的な内容の学習を、様々な実験を通じて理解を深めることを主な目的とした。また、生徒実験を多く取り入れるとともに、学校では扱わない器具などを用いるとともに、より精密な実験を取り入れることで実験の技能を高めることも目指した。

さらに、受講生たちは互いに初顔合わせとなることから、受講生同士の親睦を深められるように、互いに交流しながら進められる活動も取り入れた。



2) 日程

9:30 開講式 記念撮影, オリエンテーション

10:30 第1回講座

「犯人は誰だ？」NaOH水溶液を用いたエンカウンター

11:30 「酸とアルカリ」

講義・中和実験

3) 実施体制

・講師： ジュニア科学塾指導グループ

広島大学附属東雲中学校	教諭	鹿江	宏明
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
東広島市立河内中学校	教諭	杉田	泰一
東広島市立高屋中学校	教諭	佐竹	靖
広島大学附属東雲中学校	講師	村本	正太
広島大学附属三原中学校	講師	椋本	俊輔

・支援教員等 広島大学大学院教育学研究科 2年 田岡 利紗

・(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)

4) 講座内容及び、実施概要

受講が決まった24名の生徒全員と指導グループの先生8名、林武広センター長、山根英幸マツダ財団事務局長がそろい、開講式とともに第1回の講座を行った。開講式では、センター長とマツダ財団事務局長のあいさつ、ジュニア科学塾指導グループの先生たちの紹介などを行うとともに、生徒一人ひとりに真新しい白衣を配布した。

全員その白衣を着ての記念撮影をしたのち、第1回講座を行った。

24名の生徒を6班に分けて、各グループに1名の先生が指導に付ける体制とした。全体指導は東雲中学校の鹿江宏明先生が担当し、コーディネーターを除いた残りの6名の先生が個別指導を担当した。

今回の講座で初めて知り合う受講生どうしが打ち解けられるよう、心理的なウォームアップとともに、内容的なウォームアップを兼ねたゲーム感覚の実験（エンカウンター）から始めた。1本だけ水酸化ナトリウム水溶液、残りはただの水が入っている24本の試験管を用意し、一人ひとりに配る。メスピペットを操作し自分の試験管内の液体を、別のひとと少しずつ交換させ、何回か相手を変えて液体を交換させた。その後、各自がフェノールフタレイン液を加え、みんなの試験管の色の变化から、はじめの1本の水酸化ナトリウム水溶液を誰がもっていたかを当てる。このゲームにより、知らず知らずのうちに、互いに言葉を交わしコミュニケーションを図りながら、今回使用するメスピペットの操作に慣れてもらった。



その後、中和反応についての説明を受け、メスピペットを使った「中和滴定」を行った。現在の中学教科書の実験ではフェノールフタレインを使って、アルカリ性が消えるところで中和したものとして扱っているが、今回使用したメスピペットは加える塩酸の量を微調整できるので、BTB溶液で完全に中和（中性の緑色に）することにチャレンジしてもらった。これは参加した生徒全員ができるまで行った。はじめのウォームアップで少しは操作に慣れたとはいえ、実際に緑色で止めるのはなかなか難しく、皆悪戦苦闘。こちらの予想していた時間をかなりオーバーしてしまい、予定していたプログラムの全ての実施はできなかった。当初の予定では、さらに別の中和反応と、水溶液を調べる方法の1つとして、炎色反応の取り上げる予定であった。炎色反応は後の講座へつながる内容であったので、是非やっておきたい内容であった。

しかし、事後アンケートの「わくわくしたり、おどろく場面が多かった」と感じた生徒は全員で、24名中20名が「実験が難しかった」と答えていたことから、学習する内容は、今回実施できた内容で充分であったと考えられる。また、24名中23名は「もっと難しい実験をやってみたい」と次へのつながる意欲も高いまま終わることができた点は大いに評価できるものといえる。

■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

テーマ「水溶液を調べる」

1. 字源内容

スプレッドシート
(スプレッドシートとデータベースを同時に使えるソフト (MS.))

2. 実験の方法と結果

「表-29」 又「表-30」に示す。

CONFIDENTIAL

・方 法 ① 4人の車から水筒を取り出し、4人の人それぞれ、決めた水筒を交換し、
またそれを2回繰り返す。

(四)

反应: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 条件: 浓硫酸, 加热
 产物: 乙酸乙酯, 水



3. 考题

[illegible]

（うまじいこと）
うまいと思ったことはどつぱら反対の理にたつたので、村には
人気があつた。まことに、日本人と交際することのできない、以爲
化ナリウツに強固な心をもつて、中立（無色）の立場で止まら
れた。4国は年々良し（善）たがひと最終的には成功（た）たせ

（疑問点）
なぜ、水素を混入することにより、さらに色や性質が変化するのかが
不明な点があるように思われます。

(2) 年 名前 ()

ジュニア科学塾 第1回講座レポート

テーマ「水溶液を調べる」

1. 學習內容

メスヒペクトヒペクトホルダーを使用し、
 だれが水酸化ナトリウムを持っているかを言明したり
 塩酸と水酸化ナトリウムを中和させたりした。

2. 実験の方法と結果

ここから口で吸う
スプレー
ここからスプレーを吸う
スプレーを吸う

1. 1つづつ試験管を持ち、ちがう人と1人ずつ交換する。みんなの中で1人だけ水酸化ナトリウム水溶液をうけるので、その交換した後に、5人グループに溶き入れ、アルカリ性になるまで、水酸化ナトリウム水溶液を補っていた人を特定する。

①回…1人 金井→中村→岡本 金井 犯人池西
 ②回…4人 金井→中村→岡本→中村→中村 金井 犯人池西

実験2
塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混ぜて中和を
させ、中性の塩化ナトリウムにする。

$$\begin{array}{ccc} \text{塩酸} & + \text{水酸化ナトリウム} & \rightarrow \text{塩化ナトリウム} + \text{水} \\ \text{HCl} & \text{NaOH} & \text{NaCl} \quad \text{H}_2\text{O} \\ \text{水素塩} & \text{アルカリ} & \end{array}$$

① NaOH B7B液を使う
試薬瓶を片手で持ち、片手につけて混ぜると
よく混ざる。
最初はお水をやつをいはい回して水をいはいとる。
最初の方は上のピストンを押しはいはい入れ。
最初にはなりかけた溶液をいはいとる。少しづつ入れる。

3. काल

試験管の側面には、少しずっ入れていた塩酸がけこうついているので、

このようにしてクルクル回せば、ひまわりな調節ができる。

僕は相当黄色、ほい緑色であって、
格てに行こうと思つたう合格ももう、たの
たが、黄色、ほい緑よりも、青、ほい緑の方が
緑、ほく見えると思う。

白っぽい物があつたが、それのおかげで
口で吸つても大丈夫なのではないかと思
うけれど、どうなのだろうか。

姓名() 学号()

テーマ「水溶液を調べる」

1. 学習内容

(実験) ノスピペットの操作

(実験) 塩酸と水酸化ナトリウムを完全に中和させ、中性にする。

2. 実験の方法と結果

(方法) 塩酸(HCl)を水酸化ナトリウム(NaOH)に

加え、中和させ、中性を示す水溶液(塩化ナトリウム(NaCl)+水(H₂O))にする。指示薬としてBTB液を使い変化を見る。

使用した器具: 試験管、ノスピペット、ビーカー、ビーカーホルダー、試薬、薬品、水溶液が目に入らないよう注意する。



(結果) ・時間内に中性の水溶液にすることはできなかった

・今回の実験では、5mlぐらい塩酸を加えても完全には中和せず、中性にならなかった

・もう少しで中性」というような状態になると

①塩酸を1滴加えるごとに黄色の広がりが見えてきた



②塩酸を1滴加えると上の方が黄色、その方が青と混ざると青(水酸化ナトリウム)が持ち残すことになった



・最後、0.1mlまで加えても中和は示されなかった

3. 考察

最初の予想は、いそいそ塩酸を加えていけば、たのしいくらいに中和するぐらいに思う加えてしまえば、時間内に終わることができたかもしれないと思う。ある程度目安を持ってから始められれば良かったと思うが、目安をつける時基準にするのは、濃度や量でいいのかわからないと思う。1滴加えると上と下で色が分かれたことで、1滴の塩酸は水酸化ナトリウムに比べ、多量に溶け込んでいた。その部分で中和が足りず、その後、全体を混ぜることで全体の結果として反映されることが理解できた。0.1mlが重要なポイントでは、常に全体の結果が分かるように混ぜることをしないと気づかぬうちに加え過ぎたということが出てしまうこともあると思う。また、もし塩酸を加え過ぎた場合は、その水溶液の中身はどうなっているのか、塩化ナトリウム・水もあるのなら、強い塩酸BTB液の反応として出るのを疑問に思う。

() 年 名前 ()

テーマ「水溶液を調べる」

1. 学習内容

実験1: ノスピペットの操作

・水酸化ナトリウムの抽出

実験2: 塩酸と水酸化ナトリウムの中和

・BTB液の性質に対する色の変化

など

2. 実験の方法と結果

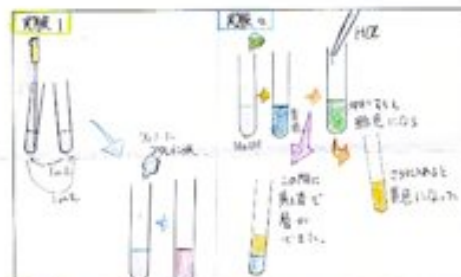
実験1 (方法) 材料: ノスピペット、試験管(20、12、6、3ml)

任意の12本の試験管の内容物を1mlずつ交換、これを何回か行った後、各試験管にBTB液を滴下。

(結果) (自分) 第1回目交換後は酸性を、第2回目交換後は(自分)と自分全て酸性。

実験2 (方法) 材料: BTB液、試験管(NaOH)、ビーカー(HCl) NaOH水溶液のビーカーにBTB液を加える。HClを1滴ずつ滴下し、よく混ぜて溶液が完全に緑色になるまで色の変化を見る。

(結果) HClを加えた滴数は50滴もこえたあたりから分からなくなりました。しかし、色が緑になるまでに100滴はこえたと思われました。また、完全に緑になる前に、黄色と青の色の層に分かれる現象が見られました。



3. 考察

実験1: 第1回目は交換相手と自分の試験管のどちらかと確認した。第2回目の結果より、自分が1回目の交換相手かNaOHの塩点と推測されたが、この結果のみで、真の塩点は確定できない。実際は自分たちとこのことより交換相手が同じ色に変わったため、100%では証明はできず、定量はできないと考えた。

実験2: HClとNaOHの中和実験の結果、 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ の反応が確認できた。1滴のHClは1滴のNaOHと反応し、その結果、溶液の色が青から緑に変化した。また、溶液の色が青から緑に変化したことで、塩酸が水酸化ナトリウムより軽いのではないかと考えた。

() 年 名前 ()

■第2回講座 講師報告

広島大学大学院理学研究科附属臨海実験所 教授 安井金也

1) 講座の目的

比較的身近に存在するにもかかわらず、普段の生活ではほとんど関わることもない干潟や海岸に生息する動物を自分で見つけて、目で観察するとともに、直に触ってもらうことを第一の目的とした。その経験を講義で補うことにより、まず、動物が示す多様なかたちを実感し、個々の動物種の形態的特徴が生息環境や行動とどのように関係しているか、さらに人間の社会や生活環境との関係について理解を促し、参加者の生物に対する興味を引き出す機会にした。

2) 講座の内容

参加者全員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。講師二人により、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。それぞれのテーマでは、実際の採集や観察の前やその過程で短い講義を行い、各実習の意義を説明し、動物に関する知識を補足して、参加者の意識を高め、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、実習の中で、できるだけ参加者と個別に会話することによって、各自の生物に対する多様な興味や疑問に答えるようにした。

3) 講座の日程

一日目 (8月8日 : 13:00 開始)

1. 干潟生物の採集と観察

- ・干潟とそこに生息する生物の特徴と環境に対する役割 (講義 : 浦田 慎)
- ・船で干潮時に出現する砂州「細の州」に移動して、そこに生息する動物を観察、採集する。
- ・採集した動物の観察
- ・レポートの作成

2. ウミホタルの採集と発光の観察

- ・ウミホタルの特徴と発光現象 (講義 : 安井金也)
- ・採集と採集時の発光現象
- ・電気刺激による発光
- ・顕微鏡の使い方
- ・レポートの作成

二日目 (8月9日 : 8:30- 13:30)

1. ムラサキウニの人工授精と発生の観察

- ・棘皮動物の特徴と発生および人工授精の方法 (講義 : 浦田 慎)
- ・卵と精子の採集、受精と卵割の顕微鏡観察
- ・プルテウス幼生の顕微鏡観察
- ・レポートの依頼

2. 観察器具、実験室・宿泊施設の後片付け

4) 実施概要

中学1年から3年の24名が参加した。初日の干潟の観察は最干潮時間が18:00過ぎであったため、事前に浦田慎氏による講義を行った。講義の内容は、海域に砂州ができる機構とそこに生じる生態系の特徴、潮間帯の特徴、干潟の動物の生態的役割であった。15:00ころに臨海実験所の実習船あびIIとSparus IIに乗船して、三原市沖の細の州に上陸したが、到着時は砂州の一部が露出している状態であった。砂州の広がりとともに2時間ほど採集活動を行った。採集はできるだけ各自の主体性に任せたが、砂中に生息する動物については、その発見方法、スコップと篩による採集法を説明した。採集した動物は、海綿動物、刺胞動物、扁形動物、環形動物、軟体動物、節足動物、棘皮動物、脊椎動物などであり、一部を臨海実験所に持ち帰って観察し、同定作業を行った。

夕食後は「ウミホタルの観察と発光」実習に移り、参加者全員で、砂浜の海岸で篩およびガラス瓶でつくったウミホタル捕獲器をセットした。その後、ウミホタルの分類学的位置づけ、形態的特徴、生物発光、ウミホタルの発光メカニズムについて短い講義を行った。採集したウミホタルは実習室に持ち帰り、電気刺激による発光実験を行った後、顕微鏡による形態観察を行った。実験・観察終了後は乾燥ウミホタルを作製して参加者へ配り、実習の記念とした。乾燥ウミホタルは、水道水中ですり潰すことによって簡単に発光を確認することができる。

二日目の「ムラサキウニの受精と発生」は事前に採集したムラサキウニを使って、塩化カリウム溶液による筋収縮誘発を利用した成熟卵の採集と、同様に精子の採集を体験してもらった。採集した卵と精子で、受精と受精膜の上昇を顕微鏡観察し、その後の卵割を8細胞期まで観察した。また、事前に受精させてプルテウス幼生まで育った個体の顕微鏡観察を行い、幼生の形態的特徴、遊泳方法を確認した。卵割と幼生については、カメラをセットした顕微鏡で動画をスクリーンに投影して、説明の補足に利用した。

初日の夕食と二日目の昼食は、賄いを雇って臨海実験所で調理したものを準備した。また、あびIIについては、外部から操船者を雇い上げた。

5) 事業の成果および今後の課題

体験を主体にしたプログラムにして、できるだけ過度の説明を避けるように心がけた。干潟の採集では、一部海水浴に熱中していた参加者がいたが、大方は主体的に砂中、干潟プール、アマモ生息地それぞれに生息する動物の特徴を理解しながら、採集を進めていた。図鑑の知識のある参加者にとっては、自分の知識を実際の生きている動物に対応させて、知識をより具体的なものにする機会になった。

講義はよくノートが取られていたと思われ、講義によって得られた知識をもとに、自分の体験をよく理解していることがうかがえる。実習内容のすべてが中学校では経験できない内容であったことから、大方の参加者に興味を持ってもらえたと思われている。

今回は講師にとって中学生を対象にした初めての経験であったが、ジュニア科学塾の目的、その中での本実習の位置づけについて、事前協議がやや不足であったと感じる。事前にどの程度のレベルの内容にすべきかが把握できれば、より効果的に実習を組むことができたと思われる。事務局の方から可能性のあるさまざまな実習テーマを

提案していただき、それをもとにして臨海実験所の特徴を生かしたプログラムを組み立てる方がベターかもしれない。ただし、生物は生態学的見方と形態学・進化史の見方のどちらを主体にするかによって、講義の内容、実習での説明の仕方が大きく変わってくる。それらを短い実習期間に混在させると受け手側の理解が浅くなり、誤解を生じる可能性が生じる。その点については、事務局とより緊密な協議をして本事業をつくり上げることが重要と思われる。今後本事業を継続する場合は、実習テキストを作成して、参加者に事前に配布することによって予習を促すことも考えられる。



↑
干潟生物の観察、採集のため船で移動



→
干潟生物の観察の様子(細の州)

(第2回講座について)

1) 対象

ジュニア科学塾受講生 24名(全員参加)

2) 会場

広島大学大学院理学研究科附属臨海実験所

〒722-0073 尾道市向島町 2445 TEL 0848-44-5914

3) 日程

8月8日(土)

11:10 尾道駅前集合

11:30 尾道駅発 尾道バス(貸切)

12:00 臨海実験所着 入所あいさつ 荷物を持って各部屋へ
(昼食) オリエンテーション

13:00 第2回講座 開始

14:00 出発(細の州) 船2隻に分かれて乗船

15:00 現地着

第1部「干潟生物の採集、観察」

16:30 現地発

17:30 臨海実験所着

(入浴・夕食)

20:00 第2部「ウミホタルの発光」

21:30 就寝準備 レポート作成

22:30 (就寝)

8月9日(日)

7:00 (起床・朝食)

8:30 第3部「ウニの発生実験」

11:00 宿泊室の片付け、退所準備

12:00 (昼食)

13:30 臨海実験所出発 尾道バス(貸切)

尾道駅着・解散

4) 実施体制

・講師： 広島大学大学院理学研究科研究科 教授 安井 金也
〃 准教授 浦田 慎

・支援教員等 ・ジュニア科学塾指導グループ

東広島市立河内中学校 教諭 杉田 泰一

東広島市立高屋中学校 教諭 佐竹 靖

広島大学附属東雲中学校 講師 村本 正太

広島大学附属三原中学校 講師 椋本 俊輔

・学生スタッフ

広島大学大学院教育学研究科 2年 田岡 利紗

広島大学教育学部 4年 三島 安城

広島大学教育学部 4年 中西 裕也

・(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 団体旅行保険加入(わくプロ負担)

■生徒レポート（第2回） ※一部抜粋

ジュニア科学塾 第2回講座 第1部レポート

テーマ「 干潟生物の観察 」

1. 学習内容

干潟にはどのような生物が暮らしているのか、その生態を調査する。

2. 観察の方法など

干潟は、陸上にながし、海中にながし、海の中に生きている生物が、潮が引くときには、干潟の表面に現れ、潮が満ちると、水中に沈んでいく。干潟には、さまざまな生物が暮らしている。干潟には、さまざまな生物が暮らしている。干潟には、さまざまな生物が暮らしている。

3. 観察を通して学んだこと

干潟には、さまざまな生物が暮らしている。干潟には、さまざまな生物が暮らしている。干潟には、さまざまな生物が暮らしている。

ジュニア科学塾 第2回講座 第2部レポート

テーマ「 ウミボタルの発光 」

1. 学習内容

ウミボタルの発光の仕組みを調査する。

2. 観察の方法など

ウミボタルの発光の仕組みを調査する。ウミボタルの発光の仕組みを調査する。ウミボタルの発光の仕組みを調査する。

3. 観察を通して学んだこと

ウミボタルの発光の仕組みを調査する。ウミボタルの発光の仕組みを調査する。ウミボタルの発光の仕組みを調査する。

ジュニア科学塾 第2回講座 第3部レポート

テーマ「 ウミの受精と発生 」

1. 学習内容

ウミの受精の仕組みを調査する。

2. 観察の方法など

ウミの受精の仕組みを調査する。ウミの受精の仕組みを調査する。ウミの受精の仕組みを調査する。

3. 観察を通して学んだこと

ウミの受精の仕組みを調査する。ウミの受精の仕組みを調査する。ウミの受精の仕組みを調査する。

ジュニア科学塾 第2回講座 第1部レポート

テーマ「 干潟生物の観察 」

1. 学習内容

干潟にはどのような生物が暮らしているのか、その生態を調査する。

2. 観察の方法など

干潟には、さまざまな生物が暮らしている。干潟には、さまざまな生物が暮らしている。干潟には、さまざまな生物が暮らしている。

3. 観察を通して学んだこと

干潟には、さまざまな生物が暮らしている。干潟には、さまざまな生物が暮らしている。干潟には、さまざまな生物が暮らしている。

ジュニア科学塾 第2回講座 第2部レポート

テーマ「 ウミボタルの発光 」

1. 学習内容

ウミボタルの発光の仕組みを調査する。

2. 観察の方法など

ウミボタルの発光の仕組みを調査する。ウミボタルの発光の仕組みを調査する。ウミボタルの発光の仕組みを調査する。

3. 観察を通して学んだこと

ウミボタルの発光の仕組みを調査する。ウミボタルの発光の仕組みを調査する。ウミボタルの発光の仕組みを調査する。

ジュニア科学塾 第2回講座 第3部レポート

テーマ「 ウミの受精と発生 」

1. 学習内容

ウミの受精の仕組みを調査する。

2. 観察の方法など

ウミの受精の仕組みを調査する。ウミの受精の仕組みを調査する。ウミの受精の仕組みを調査する。

3. 観察を通して学んだこと

ウミの受精の仕組みを調査する。ウミの受精の仕組みを調査する。ウミの受精の仕組みを調査する。

[illegible]

① 太陽の光が葉の緑の葉に当たると、光合成が行われ、酸素が放出される。
 ② 光合成の原料は、二酸化炭素と水である。
 ③ 光合成の反応式は、 $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{光}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ である。
 ④ 光合成は、植物の成長に必要である。
 ⑤ 光合成は、地球上の酸素のほとんどを生産している。
 ⑥ 光合成は、地球上のエネルギーのほとんどを生産している。
 ⑦ 光合成は、地球上の生態系の基盤である。
 ⑧ 光合成は、地球上の気候を調節している。
 ⑨ 光合成は、地球上の生物多様性を維持している。
 ⑩ 光合成は、地球上の生命の存在を可能にしている。

[illegible][illegible]

1. 学習内容	ワキの下の毛を平剃る。ワキの毛を刮ぐ。また、男剃る。剃後は肌荒れが起きる。
2. 観察のようすなど	① 剃る前のワキの毛の量 ② 剃る前のワキの毛の長さ ③ 剃る前のワキの毛の色 ④ 剃る前のワキの毛の太さ ⑤ 剃る前のワキの毛の量 ⑥ 剃る前のワキの毛の長さ ⑦ 剃る前のワキの毛の色 ⑧ 剃る前のワキの毛の太さ ⑨ 剃る前のワキの毛の量 ⑩ 剃る前のワキの毛の長さ ⑪ 剃る前のワキの毛の色 ⑫ 剃る前のワキの毛の太さ ⑬ 剃る前のワキの毛の量 ⑭ 剃る前のワキの毛の長さ ⑮ 剃る前のワキの毛の色 ⑯ 剃る前のワキの毛の太さ ⑰ 剃る前のワキの毛の量 ⑱ 剃る前のワキの毛の長さ ⑲ 剃る前のワキの毛の色 ⑳ 剃る前のワキの毛の太さ ㉑ 剃る前のワキの毛の量 ㉒ 剃る前のワキの毛の長さ ㉓ 剃る前のワキの毛の色 ㉔ 剃る前のワキの毛の太さ ㉕ 剃る前のワキの毛の量 ㉖ 剃る前のワキの毛の長さ ㉗ 剃る前のワキの毛の色 ㉘ 剃る前のワキの毛の太さ ㉙ 剃る前のワキの毛の量 ㉚ 剃る前のワキの毛の長さ ㉛ 剃る前のワキの毛の色 ㉜ 剃る前のワキの毛の太さ ㉝ 剃る前のワキの毛の量 ㉞ 剃る前のワキの毛の長さ ㉟ 剃る前のワキの毛の色 ㊱ 剃る前のワキの毛の太さ ㊲ 剃る前のワキの毛の量 ㊳ 剃る前のワキの毛の長さ ㊴ 剃る前のワキの毛の色 ㊵ 剃る前のワキの毛の太さ ㊶ 剃る前のワキの毛の量 ㊷ 剃る前のワキの毛の長さ ㊸ 剃る前のワキの毛の色 ㊹ 剃る前のワキの毛の太さ ㊺ 剃る前のワキの毛の量 ㊻ 剃る前のワキの毛の長さ ㊼ 剃る前のワキの毛の色 ㊽ 剃る前のワキの毛の太さ ㊾ 剃る前のワキの毛の量 ㊿ 剃る前のワキの毛の長さ
3. 観察を通して分かったこと	剃る前のワキの毛の量は、剃る後のワキの毛の量よりも多い。 剃る前のワキの毛の長さは、剃る後のワキの毛の長さよりも長い。 剃る前のワキの毛の色は、剃る後のワキの毛の色よりも濃い。 剃る前のワキの毛の太さは、剃る後のワキの毛の太さよりも太い。

[illegible]

■ジュニア科学塾第3回講座 報告

1) 講座の目的

今年度のジュニア科学塾は「光」を大きなテーマとして取り上げ、各講座の計画をしている。そのため、第3回の講座「光の分析」は今年度のジュニア科学塾のテーマの核心となる。

いろいろな物質の出す光のスペクトル分析を行うことにより、物質の出す光のスペクトルは光源となる物質によって、異なった特徴を示すこと、同じ物質でも温度によってスペクトルが変化することを理解させることを目指した。



2) 日程

- 9:30 第1回講座「水溶液」の続き、炎色反応
- 10:00 分光器の作成
- 10:30 様々な光源のスペクトル。
炎色反応のスペクトル
- 11:30 温度とスペクトルの変化。
- 12:30 講座終了

3) 実施体制

- ・講師： ジュニア科学塾指導グループ

広島大学附属東雲中学校
広島大学附属東雲中学校
広島県立広島中学校
東広島市立河内中学校
広島大学附属三原中学校

講師	村本	正太
教諭	鹿江	宏明
教諭	乃美	一成
教諭	杉田	泰一
講師	棕本	俊輔
4年	三島	安城
4年	中村	直志
2年	大谷	

- ・支援教員等

広島大学教育学部
〃
〃

- ・(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)



4) 講座内容及び、実施概要

インフルエンザのため2名の欠席があり、22名の全員となった。指導グループは6名で、全体指導は村本正太先生が担当し、残りの5名と学生スタッフのうちの1名が個別指導に当たった。

はじめに第1回講座で実施できなかった「炎色反応」を取り上げ、ステンレス網に水溶液を付けてあぶると、含まれる元素の違いによって、特有の発色を示すことを、実験を通して学習した。

次に、光の違いを詳しく調べるために必要な分光器のキットを、生徒自身に作成させた。このキットの作成は比較的簡単なもので、大きな時間差もなく短時間で作成できた。この分光器を蛍光灯など身近な光源に向けさせると、1色に見える光が分光されて、いろいろな色の光に分かれることを自分の目で確認ができる。こうして、光源によって光のスペクトルに違いがあることを理解させた上で、固形燃料を使った炎色反応を観察させ、その違いを、色鉛筆を使って記録させた。さらに、ナトリウムランプ、カドミウムランプ、水銀灯、ヘリウムランプなど様々な光源を観察し、元素の違いによるスペクトルの違いを観察させた。

本講座の最後は、鹿江宏明先生が全体指導を担当し、温度変化とスペクトルの変化についての解説と実験を行った。豆電球を使い、温度が高くなるにつれて、スペクトルが赤よりから、青の方へ推移していく様子の観察を行った。これは第4回講座の天文の学習につながるポイントとなる実験である。

生徒たちは、光源の物質によってスペクトルが異なることや、見た目には同じような光でも分光すると、明らかな違いがあらわれること、同じ光源でも温度が変わるとスペクトルが変化していくことなど、学校では全く学ぶことのない初めて知ることのため、非常に新鮮で驚きの連続のようであった。アンケートでも参加者全員が、「わくわくして、おどろく場面が多かった」としていた。さらに、学校では扱わない内容ではあるが、「内容が高度だった」とした生徒は半数程度にとどまり、もっと難しい内容や実験を求める声が非常に多かった。



■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

テーマ「 光の分析 」

1. 学習内容

- ・変色反応
- ・プリズムを使って光の分散
- ・分光器での様々な光の観察

2. 実験内容、結果など

1. 変色反応

→ 溶液を加熱したとき色が変わる反応

(方法) ステンレス金網がスチール種を調べた
い溶液を入れた水溶液に加熱し、その部分を
スチールで加熱して光の色を見る。

(結果)

・スチール金網
・銅 (Cu) → 赤
・銅 (Cu) → 青
・銅 (Cu) → 紫
・銅 (Cu) → 紫

2. 分光器での光の観察

本日の実験は、分光器を使って光の分散
(方法) 分光器を見て光のスペクトル
の表れるを観察する。

(結果) 分光器で光の色

・銅 (Cu) → 赤
・銅 (Cu) → 青
・銅 (Cu) → 紫

3. 実験を通じてわかったこと、疑問に思ったことなど

- ・色のついた光や電気の輝線によって分散のし方が違うことが分かった
- ・有線身の周りにある白色光もプリズムを通せば色が付く(分散)ことが分かった
- ・分散して離れた色が合わさって今見えている光になっているのが不思議だった
- ・輝線が明るく表れるのは光が強いからか疑問に思った
- ・なんで変色反応というものが起こるのか疑問に思った

(2) 年 名前 ()

ジュニア科学塾 第3回講座 レポート

テーマ「 光の分析 」

1. 学習内容

1. 変色反応 …… プリズムの光に色をつけて色をつける。
2. 光と色 …… 分光器を使って光のスペクトルを見る。

2. 実験内容、結果など

1. 変色反応

実験方法

・銅 (Cu) → 赤
・銅 (Cu) → 青
・銅 (Cu) → 紫

2. 光の色

分光器

・銅 (Cu) → 赤
・銅 (Cu) → 青
・銅 (Cu) → 紫

3. 実験を通じてわかったこと、疑問に思ったことなど

- ・スペクトルで見える色の並び方がわかることになった。
- ・分光器を通して光のスペクトルがわかることになった。
- ・なぜ分光器を通して光のスペクトルがわかるのか疑問に思った。

(1) 年 名前 ()

ジュニア科学塾 第3回講座 レポート

テーマ「 光の分析 」

1. 学習内容

分光器を作成し、光の分散、変色反応を観察する。

2. 実験内容、結果など

1. 変色反応

水溶液をついたステンレス金網がスチール種を調べた
い溶液を入れた水溶液に加熱し、その部分を
スチールで加熱して光の色を見る。

(結果)

・スチール金網
・銅 (Cu) → 赤
・銅 (Cu) → 青
・銅 (Cu) → 紫

2. 光の分散

プリズムを通して光の分散を観察

・銅 (Cu) → 赤
・銅 (Cu) → 青
・銅 (Cu) → 紫

3. 実験を通じてわかったこと、疑問に思ったことなど

- ・金属を光の中に入れて、各金属元素特有の色を示す。
- ・同じ光でも、連続スペクトル、輝線スペクトルが見られる。また、水銀灯などは輝線スペクトルが、変色反応はそれとスペクトルが異なっている。
- ・夜空の星の色は、その温度によって色が決まるとのこと。また、強い光(低い温度)は赤、弱い光(高い温度)は青、よく見える。

(2) 年 名前 ()

ジュニア科学塾 第3回講座 レポート

テーマ「 光の分析 」

1. 学習内容

1. 変色反応 …… プリズムの光に色をつけて色をつける。
2. 光と色 …… 分光器を使って光のスペクトルを見る。

2. 実験内容、結果など

1. 変色反応

実験方法

・銅 (Cu) → 赤
・銅 (Cu) → 青
・銅 (Cu) → 紫

2. 光の色

分光器

・銅 (Cu) → 赤
・銅 (Cu) → 青
・銅 (Cu) → 紫

3. 実験を通じてわかったこと、疑問に思ったことなど

- ・分光器を通して光のスペクトルがわかることになった。
- ・分光器を通して光のスペクトルがわかることになった。
- ・なぜ分光器を通して光のスペクトルがわかるのか疑問に思った。

(1) 年 名前 ()

広島大学宇宙科学センター 特任教授 大杉 節
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

晴れた夜に見上げる空には無数の星があり、それらは人間が到底行くことができない遠方にあることは多くの中学生が見聞きしているが、そのような手の届かない遠い宇宙にある天体や、宇宙で起こる現象をいったいどのようにして知り、理解しているのか、その一端を光（電磁波）の初歩的な物理の解説および望遠鏡を用いた観測を通じて学んでもらう。

2) 事業の内容・方法

国立天文台が配布している4次元宇宙シアターソフトウェア「Mitaka」（観測に基づいた3次元的な宇宙空間を旅行できるソフトウェア）を用いて、地球、太陽系から銀河団に至る宇宙の階層構造を、視覚的に学んでもらう。また、本格的な研究用の望遠鏡である広島大学東広島天文台の1.5m かなた望遠鏡に触れ、天体観望を経験してもらうことで、宇宙の研究を身近に感じてもらう。

さらに、光が電気と磁気の波であり、目に見える色が、波の波長と関係していること、および物体が自身の持つ温度に応じた波長で熱放射をしていることを解説したあと、色の大きく異なる二重星（アルビレオ）を観望してもらい、双方の星の「色」を定量的に観測・測定する方法を、かなた望遠鏡を使って実演し、その色から二つの星それぞれの表面温度を推定する。

3) 事業の成果及び今後の課題

本事業は、2009年12月23日の16:00から19:00過ぎに掛けて、広島大学宇宙科学センター附属東広島天文台（東広島市下三永）で行った。当日は空に広く雲が掛かっていたが、雲の合間を縫って多少観測することはできた。

まず、広島大学における宇宙の研究の概要について、プロジェクターを用いて中学生にも判りやすい内容で紹介した。生徒からの反応は必ずしも多くはなかったが、大学における研究、あるいは科学研究の一端に触れて新鮮な印象を受けた子もいたのではないかと思われる。また、四次元宇宙シアターソフトウェア・Mitakaを用いて、地球から飛び立ち、順次、太陽系、恒星、銀河系、銀河団、宇宙の大規模構造を立体映像を交えて簡潔に解説した。この目に訴える映像は彼らの評判もよく、途中歓声があがったり、終了後に宇宙や天体に関する様々な質問が飛び交ったりした。これは彼らの知的好奇心を鋭く刺激したと思われる。科学の授業では、その時代に見合った良い教材は欠かせないと思う。

次に、プロジェクターを用いて光・電磁波の解説を行った。「波」の基本的な性質から始めて、電磁波がどういったものであるか、波長と色の関係、色から物体の温度を測定できることを、式は殆ど用いずに、図を多用して説明した。光が電気と磁気の波であるという基本的性質は、彼らにはどうもイメージしがたいようであったが、光が波の一種であること、光の色が波長と関係していることなどは、おぼろげながらも理解した生徒が多かったように思われる。電磁波の性質を本格的に議論するには高校以降の物理を学ぶ必要があるので、中学生向けにはこ

の程度の知識を与えることで丁度良いと思う。

さらに、口径 1.5m のかなた望遠鏡を用いて月や木星、二重星アルビレオの観望を行った。アルビレオについては、二つの星の色を覚えてもらうよう心がけた。研究に用いられている望遠鏡に触れて観望できたことに感激した生徒も多かったようである。その後、望遠鏡を離れて制御室へ移り、さきほど見たアルビレオを波長の異なる 2 バンドで撮影し、それぞれ測光して、「色」を定量的に求めて二つの星の表面温度を推定した。観測から結果を出すまでの部分は、時間と機器の都合上、講師が実演してみせたが、これら一連の作業は必ずしも見栄えがしないものであり、生徒からの反応も薄かったことは反省材料である。しかし、天文学研究に対して時折見受けられる誤解である「望遠鏡を覗いているだけ」といった見解とは、現実とはかけ離れていることを経験してもらえたのではないかと思う。

今回の事業を通じて感じたのは、生徒の宇宙に対する興味は大きいこと、宇宙の話題について彼らなりに考えて疑問を持っていることである。その疑問には簡単に説明できるものもあるが、学界でも見解が分かれているものなどもある。そういった彼らの興味や疑問をうまく発展させる方策を練ることが求められるであろう。その意味では、今回のような、専門研究者が対応する課外授業的な活動は重要な役割をもっており、今後も発展的に継続することが望まれる。



(第4回講座について)

○ 対象

ジュニア科学塾受講生 24名(欠席2名)

○ 会場 広島大学宇宙科学センター 東広島天文台
〒722-0073 尾道市向島町 2445

○ 日程

12月23日(水・祝)

11:10 西条駅前集合

11:30 尾道駅発 尾道バス(貸切)

12:00 臨海実験所着 入所あいさつ 荷物を持って各部屋へ
(昼食) オリエンテーション

13:00 第2回講座 開始

14:00 出発(細の州) 船2隻に分かれて乗船

15:00 現地着

第1部「干潟生物の採集、観察」

16:30 現地発

17:30 臨海実験所着

(入浴・夕食)

20:00 第2部「ウミホタルの発光」

21:30 就寝準備 レポート作成

○ 実施体制

・講師： 広島大学宇宙科学センター 特任教授 大杉 節
〃 准教授 川端 弘治

・支援教員等 ・ジュニア科学塾指導グループ

広島大学附属東雲中学校 教諭 鹿江 宏明

東広島市立河内中学校 教諭 杉田 泰一

広島大学附属東雲中学校 講師 村本 正太

広島大学附属三原中学校 講師 椋本 俊輔

・学生スタッフ

広島大学教育学部 4年 三島 安城

広島大学教育学部 4年 中西 裕也

・(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)

■生徒レポート（第4回） ※一部抜粋

ジュニア科学塾 第3回講座 レポート

テーマ「宇宙物理入門」

1. 学習内容

- ・宇宙を見る(観る) 4次元: 3次元
- ・望遠鏡で見る

2. 実習内容

見るについて

- ・星が光を出した。
- ・なぜ光を出したか?
- ・核融合反応
- ・原子核が結合してヘリウムと熱を出す
- ・宇宙のエネルギー構成
- ・バリオン物質(光で見える物質) 4%
- ・暗黒物質(光×重力) 23%
- ・暗黒エネルギー(宇宙が膨張) 73%
- ・星の色と表面温度
- ・Vバンドの値からIバンドの値をわくと温度が分かる。
- (色いかなるかな?)
- (色か大きいかな? 小さいかな? 青いかな?)



3. 今回の講座を通じてわかったこと、疑問に思ったことなど

- ・星の色と星の表面温度が分かるというのが分かった。
- ・暗黒エネルギーや暗黒物質のふたつをいっしょに見つけたい。
- ・なぜあんなに96%もある物質を見つけないのか? 謎の多いのか?

() 年 名前 ()

ジュニア科学塾 第3回講座 レポート

テーマ「宇宙物理入門」

1. 学習内容

- ・宇宙を見る(観る)
- ・“なぜ” 光で見る? 他に?

2. 実習内容

望遠鏡で見る

- ・月
- ・木星
- ・星

星の色と温度

星は、1つ1つ色で違っている。色は表面温度と関係がある。温度が高いほど青い、低いほど赤い。

星の色と温度の関係は、黒体放射の法則で説明できる。

$$B_{\lambda}(T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}$$

(T: 温度, λ : 波長, B_{λ} : 放射強度)

3. 今回の講座を通じてわかったこと、疑問に思ったことなど

- ・星の色と温度の関係が分かった。温度が高いほど青い、低いほど赤い。
- ・星の色と温度の関係は、黒体放射の法則で説明できる。
- ・星の色と温度の関係は、黒体放射の法則で説明できる。

(中学2) 年 名前 ()

ジュニア科学塾 第3回講座 レポート

テーマ「宇宙物理入門」

1. 学習内容

- ・光の波長と色との関係を知り、実際に天体を観測して色を調べる。
- ・星の色と表面温度との関係を知る。
- ・40mm望遠鏡を通して、(観望) 宇宙の全体像をつかむ。

2. 実習内容

星の色と温度

- ・星の色と温度の関係を知る。
- ・星の色と温度の関係を知る。
- ・星の色と温度の関係を知る。

星の色と温度の関係は、黒体放射の法則で説明できる。

星の色と温度の関係は、黒体放射の法則で説明できる。

星の色と温度の関係は、黒体放射の法則で説明できる。

3. 今回の講座を通じてわかったこと、疑問に思ったことなど

- ・星の色と温度の関係が分かった。温度が高いほど青い、低いほど赤い。
- ・星の色と温度の関係は、黒体放射の法則で説明できる。
- ・星の色と温度の関係は、黒体放射の法則で説明できる。

(3) 年 名前 ()

ジュニア科学塾 第3回講座 レポート

テーマ「宇宙物理入門」

1. 学習内容

- ・光の波長と色との関係を知り、実際に天体を観測して色を調べる。
- ・星の色と表面温度との関係を知る。
- ・40mm望遠鏡を通して、(観望) 宇宙の全体像をつかむ。

2. 実習内容

星の色と温度

- ・星の色と温度の関係を知る。
- ・星の色と温度の関係を知る。
- ・星の色と温度の関係を知る。

星の色と温度の関係は、黒体放射の法則で説明できる。

星の色と温度の関係は、黒体放射の法則で説明できる。

星の色と温度の関係は、黒体放射の法則で説明できる。

3. 今回の講座を通じてわかったこと、疑問に思ったことなど

- ・星の色と温度の関係が分かった。温度が高いほど青い、低いほど赤い。
- ・星の色と温度の関係は、黒体放射の法則で説明できる。
- ・星の色と温度の関係は、黒体放射の法則で説明できる。

() 年 名前 ()

■ジュニア科学塾第5回講座 報告

1) 講座の目的

今年度のジュニア科学塾のオプション講座として希望者を対象。本講座は、物質の状態変化に関わる実験、状態変化を利用したお菓子作りを通して、状態変化についての理解を深めるとともに、受講生達の親睦を深めることを目指した。

2) 日程

- 9:00 エタノールの状態変化
ドライアイスを使ったブタンガスの状態変化
10:30 ドライアイスを使ったアイスクリームづくり
アンモナイト、三葉虫の化石レプリカづくり
12:00 講座終了

3) 実施体制

- ・講師： ジュニア科学塾指導グループ
広島大学附属東雲中学校 教諭 鹿江 宏明
広島大学附属東雲中学校 講師 村本 正太
広島大学附属三原中学校 講師 椋本 俊輔
- ・支援教員等 広島大学教育学部 4年 中西 裕也
〃 2年 大谷
- ・(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
- ※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)

4) 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13名が参加した。

はじめにエタノールの状態によって燃焼の仕方に違いがあることを実験によって確かめ、次にドライアイスを使ったブタンガスの状態変化の実験を行った。さらにドライアイスを使った、アイスクリームづくりを行い、その後、チョコを使ったアンモナイトと三葉虫の化石のレプリカづくりを行った。

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、充実した講座となった。

5) 継続参加の申込み

今回参加した13名の内、2名は中学卒業となるが、次年度継続対象は11名となる。その11名の内10名が継続申込みをした。今回参加できなかった残り11名の生徒については、1名が県外転校で継続対象は10名となり、そのうち3名から継続申込みがあった。全体では、継続対象21名のうち13名が継続申込みとなり、半数を超える生徒が継続となった。継続をしなかった生徒は三原などの遠方の生徒と運動部で土日の参加が難しくなった生徒がほとんどで、受講生の新しいジュニア科学塾に対する満足度は非常に高かった。

(4) 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
- 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な研究講座。
 - ・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う。
 - ・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：
 - 【生物分野】 道端 齋 広島大学大学院理学研究科教授
「金属イオンを高濃度に濃縮するホヤ」
 - 【天文分野】 大杉 節 広島大学宇宙科学センター 特任教授
「かなた望遠鏡で観測する太陽系の星」
「かなた望遠鏡で観測する銀河系の星」
 - 【物理分野】 鈴木 孝至 広島大学大学院先端物質科学研究科教授
「極低温の不思議『液体ヘリウムの超流動』」
- 開催：
 - ・日 時：平成 21 年 5 月 9 日(土)開講
その後は各研究室ごとに決定
 - ・場 所：広島大学大学院理学研究科，および先端物質科学研究科
 - ・参加人数：高校生 8 名
(生物：1 名， 天文：6 名 物理：1 名)
- 実施体制：
 - ・(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)

■ 研究発表内容

液体ヘリウムの超流動の不思議

広島大学科学わくわくプロジェクト科学研究室物理コース

広島大学附属高等学校 宮田 将徳（2年）

① 超流動とは何か？

聞き慣れない言葉である超流動。

ここでは H・K・Onnes によるヘリウムの液化から説き起こし、超流動がいったいどのような現象であるか、通常の物質の状態とは全く違い私たちの日常からは想像もつかないその特徴について話していきます。

主な内容

- ・ Onnes によるヘリウムの液化と超流動の発見
- ・ 超流動の特徴
- ・ 量子力学的なものの見方

② 超流動を「見る」

超流動の不思議な特徴を生かした実験の動画を基に作成したビデオを流しながら、各実験の現象がいったいどのような仕組みで起こるかを説明していきます。

【内容】

- ・ 超流動についての教育ビデオの上映
- ・ ビデオ内での実験（噴水効果、カピツァの蜘蛛等）の原理の説明
- ・ 二流体モデルについての簡単な説明

- ・ 超流動現象をビデオ撮影の様子



スジキレボヤに含まれる巨大細胞の生理学的研究

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

安田女子高等学校 中道 楓 (2年)

研究の目的

ホヤはバナジウムと硫酸イオンを濃縮することで有名である。スジキレボヤにはバナジウム濃縮細胞であるバナドサイトを含め約 10 種類の血球があるが、直径が $50\mu\text{m}$ 以上もあるジャイアント細胞と呼ばれる巨大細胞の機能は不明である。これまでに、ジャイアント細胞を除いた血球(バナドサイト画分)には海水のバナジウム濃度の 100 万倍に相当する 38mM のバナジウムと 86mM の硫酸イオンが濃縮していることが分かっている。そこで本研究では、ジャイアント細胞が硫酸イオンを濃縮しているか否かを解析したので報告する。

研究の内容

1.血球の分画

スジキレボヤを解剖して血液を抽出した。スクロースの密度勾配遠心法によって、ジャイアント細胞画分とバナドサイト画分を分離した。それぞれの細胞画分を人工海水で希釈し、血球計算板を用いて計数した。同時に血球の平均直径と体積を求めた。結果を表 1 に示す。

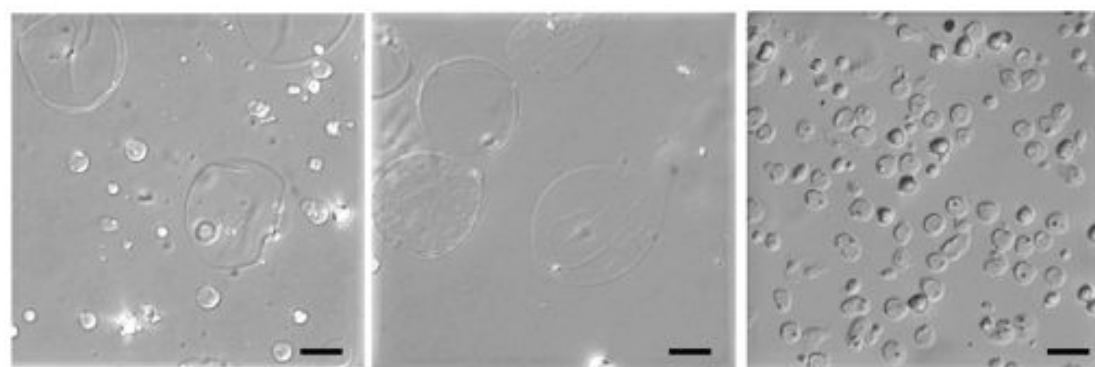


図 1.血球画分。左：全血球、中：ジャイアント細胞画分、右：バナドサイト画分(スケールバーは $20\mu\text{m}$)

表 1.スジキレボヤから得られた血球画分

	ジャイアント細胞画分	バナドサイト画分
血球の量(みかけの沈殿量)	約 1mL	約 0.1mL
細胞数	1.2×10^7 個	1.44×10^8 個
平均の直径	$64\pm 13\mu\text{m}$	$11\pm 1.3\mu\text{m}$
細胞 1 個あたりの体積	$1.4\times 10^{-13}\text{m}^3$	$7.0\times 10^{-16}\text{m}^3$

2.硫酸イオンの定量

それぞれの細胞画分を純水で希釈した後、超音波破碎機で破碎した。ジメチルスルホナゾ III を用いる吸光度定量法により、バナジウムの定量を行った。結果を表 2 に示す。

表 2.硫酸イオン定量結果

	ジャイアント細胞画分	バナドサイト画分
測定時の濃度	$5.6 \times 10^{-5} \text{ M}$	$1.37 \times 10^{-5} \text{ M}$
総硫酸量	$2.8 \times 10^{-4} \text{ mol}$	$7.0 \times 10^{-5} \text{ mol}$
細胞あたりの硫酸量	$2.33 \times 10^{-11} \text{ mol}$	$4.86 \times 10^{-13} \text{ mol}$
細胞中の硫酸濃度	$1.7 \times 10^{-1} \text{ M (170mM)}$	$7.0 \times 10^{-1} \text{ M (700mM)}$

3.バナジウムの定量

上記の細胞破碎液を一部取り、0.1N 硝酸で希釈した。原子吸光分光光度計を用いて、バナジウムの定量を行った。結果を表 3 に示す。

表 3.バナジウム定量結果

	ジャイアント細胞画分	バナドサイト画分
測定時の濃度	34.73 ng/ml	1406.85 ng/ml
総バナジウム量	$3.41 \times 10^{-9} \text{ mol}$	$1.38 \times 10^{-7} \text{ mol}$
細胞あたりのバナジウム量	$2.84 \times 10^{-16} \text{ mol}$	$9.58 \times 10^{-16} \text{ mol}$
細胞中のバナジウム濃度	$2.0 \times 10^{-6} \text{ M (2.03 } \mu \text{ M)}$	$1.37 \times 10^{-3} \text{ M (1.37mM)}$

研究のまとめ

今回の研究によって、スジキレボヤのジャイアント細胞には 170mM 濃度の硫酸イオンが含まれていることが初めて明らかになった。バナドサイトの硫酸濃度 700mM と比べると低い、ジャイアント細胞は直径が $64 \mu \text{ m}$ もあり、体積ではバナドサイト画分(平均 $11 \mu \text{ m}$)よりも 3 桁大きく、細胞当たりの硫酸イオンの量はバナドサイトのそれを大きく上回る。一方、ジャイアント細胞に含まれるバナジウム濃度はバナドサイトのそれより 3 桁少なかった。ジャイアント細胞の硫酸イオンがどのような役割をしているのか、今後の検討が必要である。

可視光観測による散開星団の年齢と距離の推定

広島大学科学わくわくプロジェクト科学塾研究室 天文コース

ノートルダム清心高校 上野 恵那 (2年)

広島大学附属高等学校 秋光 花 (1年)

広島県立尾道北高等学校 江野 華子 (1年)

広島県立国泰寺高等学校 下野 将起 (1年)

1. 目的

散開星団M11の測光観測を行い、星団メンバー星の色—等級図を作成して、理論進化モデルと比較することにより、年齢と距離を求める。

2. 方法

(1) 東広島天文台かなた望遠鏡による観測

2009年8月4日に散開星団M11を観測。観測モードはV, Iバンド撮像。

数領域をいくつかの露出時間で撮影。標準星が飽和せずに写る画像も得た。

観測終了後、フラットフィールド画像を取得。

(2) データ解析

(a) 一次処理

- ・バイアスの差し引き
- ・画像のフラット化 (感度ムラの平滑化)

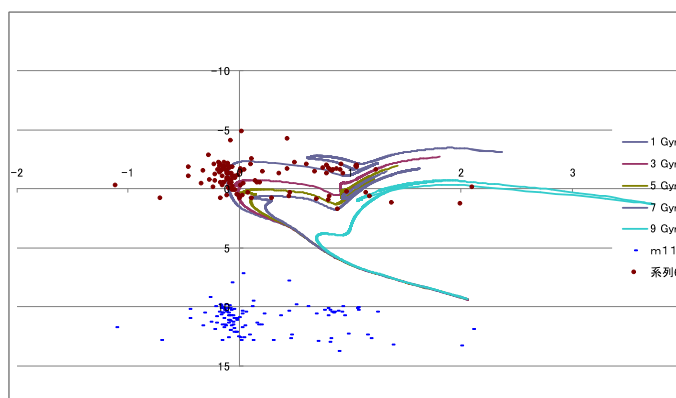
(b) 開口測光

- ・V, Iバンドそれぞれの画像で視野内の星(113個)のカウントを測光する。
- ・カウント(f)から等級(m)への変換： $m = m_0 - 2.5 \log f$
- ・V等級とV-Iカラー (V等級からI等級を差し引いたもの) を色—等級図にプロットする。

(c) 恒星進化モデルとの比較

3. 結果

グラフの横軸はV-I, 縦軸はV等級。青い点は星団の観測データを示し、赤い点は絶対等級に直したものである。いくつかの曲線は、図の左に示してある年齢における星団の、等時曲線を理論進化モデルから計算したものである。



4. 考察

見かけの等級は星本来の明るさ (絶対等級) と距離によって決まるが、カラー (等級どうしの差) は距離によらない。つまり、距離が変わるとこの図上でデータ点が上下方向にのみ移動する。その条件のもとで観測データと進化モデルを比較すると、12等ほど等級を明るくしたときに、1-3Gyr (10-30億年) の分布と近いことがわかる。

この比較から星団の年齢を10-30億年と求めた。また見かけの等級と絶対等級との差 ($m-M=12$ 等) を求め、地球から星団までの距離 ($=2500\text{pc}=8200$ 光年) を求めた。

偏光観測による若い星周辺の反射星雲の研究

広島大学科学わくわくプロジェクト科学塾研究室 天文コース

広島大学附属高等学校 半田 祐喜 (3年)

近畿大学附属東広島高等学校 大亀 侑里子 (3年)

1, 目的

本研究は, **R Mon** およびその周辺にある反雲射星雲を対象に, 偏光ベクトルマップを作成し, その星雲自身の偏光の分布を解析することで, 星雲の中心にある星とその周辺の星雲の様子を明らかにするとともに, 星とその周辺にある物質の分布から, 星雲やその中心にある星がどのように生まれたのかを調べることにした。

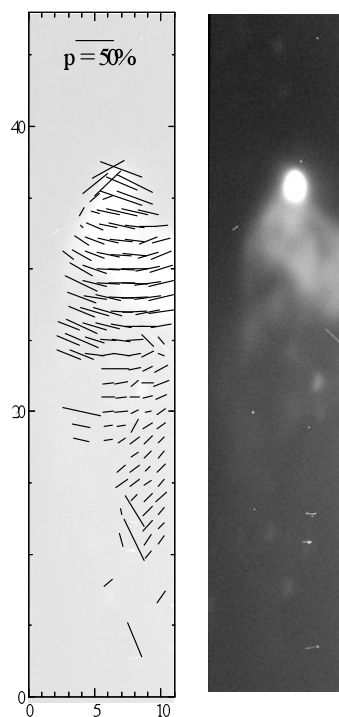
2, 方法

広島大学東広島天文台 1.5m かなた望遠鏡と偏光撮像装置 HOWPol を使い, 2009 年 3 月 20 日に若い星 **R Mon** とその周辺の星雲を観測したデータを用いた。

偏光ベクトルマップを作成するため, 4つの半波長板方位角で得たデータそれぞれについてフラット(感度平滑化)処理を行った後、測光して輝度を出して、偏光パラメーターを計算し、偏光ベクトルマップを作成した。

3, 結果

右の図は, 明るさを示した図で一番明るいところが **R Mon** で, その周辺は星雲である。左の図は, 各場所の偏光をベクトルを表した図でベクトルの向きが偏光の向きを表し, ベクトルが長いところほど偏光が大きいことを表している。



図：上が南で右が東

4, 考察

偏光を表すベクトルが同心円状にあり, 雲が明るいところより暗いところで偏光が大きい傾向が見られることから, ①光源は中心星のみで, ②雲がガスやちりを含んでいて中心からの光を散乱している、と考えられる。雲自身が光っている場合(輝星星雲など)雲が少ないと思われる場所では, 光の散乱が少なくなるので偏光が小さくなるはずである。この明るさの分布と偏光の様子から、この星の周辺には, チリを含む上下方向のガスの流れと, 反対側の星雲を隠す濃

い星周円盤の存在が予想される。生まれたばかりの星の周りにはさまざまな構造が存在するということがわかった。

■講師報告 (物理分野)

広島大学大学院先端物質科学研究科 教授 鈴木孝至

1) 事業の目的

科学塾研究室：

①科学に興味を持つ高校生・科学の研究を志す高校生に対し，本格的な研究活動を体験させることにより，科学への興味を深化させるだけでなく，高度な理解へも誘う。

②参加高校生は，研究活動に基づく成果発表を行い，研究活動における達成感も味わう。

2) 事業の内容・方法

科学に興味を持ち，これまでの学習内容にとらわれることなく，高度な内容の科学を学習したいと考えている高校生のためのプログラムである。受講者は，広島大学の研究室に所属し，大学教員の指導を受けながら最先端の研究設備等を使用して個人または少人数グループで高度な研究体験や成果公表などを行う。

本事業初回となる本年度は，生物，天文，物理の3分野にわたる講座を開設した。私は，「極低温の不思議『液体ヘリウムの超流動』」なる表題をかかげ，物理分野を担当した。以下，物理分野の実施内容・方法ならびに成果と課題を報告する。

【物理分野】

実際に目で見ることの出来る巨視的な量子現象は，ほぼ超伝導と超流動のみに限られる。高温超伝導体の発見以降，液体窒素を用いた高温超伝導体の磁気浮上実験などは初等・中等教育の現場でも，ある程度容易に実施できるようになってきている。一方，超流動は，今のところ先端の実験設備を備えかつ初学者にも扱えるよう工夫した実験器具を開発しているところでしか体験できない。

私の研究室および広島大学自然科学研究支援開発センターでは，大学生の前期量子論学修の一端として専用の実験器具を開発しているので，これを用いることにより，本プログラムを実施した。

本プログラムでは，液体ヘリウムをマイナス271℃以下に冷却することにより超流動状態へ移行させ，「沸騰しているのに全く泡が出来ず静止している液体」，「壁を自発的に這い上ってしまう液体」，「壁をすり抜けてしまう液体」，「光を当てると，ひとりでに噴水となる液体」，「出口が一つしかない容器に封入された液体に光を当てると出口から液体は噴出しつづけるのに，容器中の液体の量が全く変化しない現象」など，日常的にはまずあり得ない現象を実際に体験することによって，科学への興味を深化させる。さらに，高校までの知識で解釈可能な前期量子論の学修によって，これらの現象を理解する。これらの体験を元に，高校までの学習は極めて学問分野の狭い領域のみを扱っており，実際には，「わくわく」するような未知の広大な学問領域が生徒の前途に広がっていることを実感させることを目的とした。

①講座の形態：個人講座とした。基本的に，生徒と講師1対1の学習である。本講座は，時間軸に沿って，「実験前の基礎知識学習」，「実験の実施」，「実験結果の考察とまとめ」，「研究成果発表」の順に構成されている。

②実験前の基礎知識学習：超流動現象の数々は，「ものが落下する」のと同じ，種も仕掛けもない物理現象である。しかし，目にする現象はあまりにもあり得な

いものであることから、その裏側に存在する物理原理を理解しないで目にすると、手品を見たときのような驚き程度の感動しか味わうことが出来ない。一方、ある程度、奇異な現象の物理を理解したうえで観察すると、この上ない自然の神秘を垣間見ることが出来るため、その感動は極めて大きい。前期量子論に関する基礎的学習は次のように行った。生徒の自宅が広島市であり高校の課外学習や塾などもあり、当該学習のたびに東広島キャンパスに来るのは困難である。そこで、インターネットと Skype を利用したテレビ電話的オンライン学習を、生徒と講師の 1 対 1 の形で行った。使用した教科書は、長岡洋介著「低温・超伝導・高温超伝導」である。あらかじめ学習課題を決めておき、オンラインでは主に質問と解説を繰り返すことによって理解度を上げるよう努めた。

③**実験の実施**：実験は、生徒の夏休み期間において、広島大学自然科学研究支援開発センター低温実験部製作の学生向け超流動実験クライオスタットを用いて行った。付加的に、高温超伝導体を用いた磁気浮上リニア鉄道実験も行った。これら実験の詳細を記述すると紙面が足りなくなるので割愛する。ただし、実験の特色として、生徒にデジタルビデオカメラを貸与し、実験で観測される量子現象をつぶさに撮影させた。

④**実験結果の考察とまとめ**：考察とまとめは、次のような特色をもって行った。ビデオカメラで撮影した実験内容を、パーソナルコンピュータを用いて編集することにより、「高校生向けの超流動現象に関する教育ビデオ」を作成することを課題とした。教育ビデオを同学年の生徒たちに見せることを前提に作成するため、モチベーションの維持が容易であるとともに、教育ビデオとして纏めるためには自分の理解も必要となり自ずと学習効果が上がる。以上の教育手法は、私が担当する大学の講義「教養ゼミ」で開発し継続することにより、学習効果があることが実証されていたので、本講座にも採用したものである。

⑤**研究成果発表**：成果の発表は、広島大学理学部・理学研究科公開 中学生・高校生科学シンポジウム」で行った。発表は、研究概要の説明と作成した教育ビデオ上映の 2 部構成で行った。会場の反応は、すこぶる良かったと記憶している。

3) 事業の成果及び今後の課題ならびに謝辞

成果：今年度担当した生徒は、もともと学力の高い生徒であった。オンライン講義では、こちらから適切なヒントを与えることにより即座に課題発見できるようになったように推測される。また、実験においては生き生きとした反応を示しており、元々持っていた科学への興味を深めた印象である。成果発表会では、積極的に私と議論し、その内容は広島大学の新入生が舌を巻くようなレベルであった印象である。ここに書く内容は、教員から見た印象のみであるので、真の成果は生徒からの評価並びに生徒の今後の進路・成長で判断すべきであろう。

課題：個人講座の形態をとったことから、日程や課題締め切りなどがルーズになりがちな面があった。今後は、節目として数回の生物、天文、物理 3 分野の合同スクーリングなどを予めスケジュールしておき、課題の締め切りもスクーリング開催日に合わせるなどして、メリハリのある講座設計をするとよいかもしれない。

謝辞：超流動実験実施においては、私が部門長を務める広島大学自然科学研究支援開発センター低温機器分析部門および当該部門准教授の梅尾和則先生にご尽力頂いた。この場を借りて、厚く御礼申し上げたい。

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

ホヤはバナジウムと硫酸イオンを濃縮することで有名である。スジキレボヤにはバナジウム濃縮細胞であるバナドサイトを含め約 10 種類の血球があるが、直径が $50\mu\text{m}$ 以上もあるジャイアント細胞と呼ばれる巨大細胞の機能は不明である。これまでに、ジャイアント細胞を除いた血球(バナドサイト画分)には海水のバナジウム濃度の 100 万倍に相当する 38mM のバナジウムと 86mM の硫酸イオンが濃縮していることが分かっている。

そこで本事業では、「スジキレボヤに含まれる巨大細胞の生理学的研究」という題目で、安田女子高等学校2年中道 楓さんが、ジャイアント細胞が硫酸イオンを濃縮しているか否かを実験したので以下に報告する。

2-2. 実験方法と結果

A. 血球の分画

スジキレボヤを解剖して血液を抽出した。スクロースの密度勾配遠心法によって、ジャイアント細胞画分とバナドサイト画分を分離した。それぞれの細胞画分を人工海水で希釈し、血球計算板を用いて計数した。同時に血球の平均直径と体積を求めた。結果を表 1 に示す。

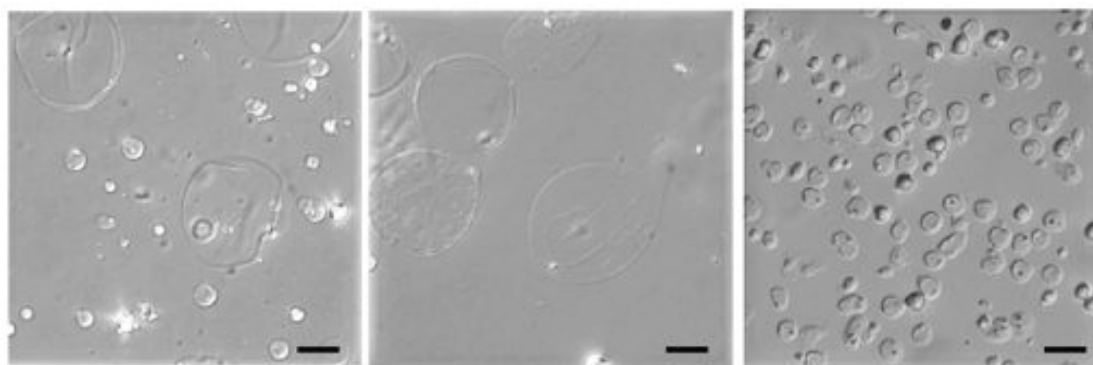


図 1.血球画分。左：全血球、中：ジャイアント細胞画分、右：バナドサイト画分(スケールバーは $20\mu\text{m}$)

表 1.スジキレボヤから得られた血球画分

	ジャイアント細胞画分	バナドサイト画分
血球の量(みかけの沈殿量)	約 1mL	約 0.1mL
細胞数	1.2×10^7 個	1.44×10^8 個
平均の直径	$64 \pm 13 \mu\text{m}$	$11 \pm 1.3 \mu\text{m}$
細胞 1 個あたりの体積	$1.4 \times 10^{-13} \text{m}^3$	$7.0 \times 10^{-16} \text{m}^3$

B.硫酸イオンの定量

それぞれの細胞画分を純水で希釈した後、超音波破砕機で破砕した。ジメチルスルホナゾ III を用いる吸光度定量法により、硫酸イオンの定量を行った。結果を表 2 に示す。

表 2.硫酸イオン定量結果

	ジャイアント細胞画分	バナドサイト画分
測定時の濃度	$5.6 \times 10^{-5} \text{M}$	$1.37 \times 10^{-5} \text{M}$
総硫酸量	$2.8 \times 10^{-4} \text{mol}$	$7.0 \times 10^{-5} \text{mol}$
細胞あたりの硫酸量	$2.33 \times 10^{-11} \text{mol}$	$4.86 \times 10^{-13} \text{mol}$
細胞中の硫酸濃度	$1.7 \times 10^{-1} \text{M}$ (170mM)	$7.0 \times 10^{-1} \text{M}$ (700mM)

C.バナジウムの定量

上記の細胞破砕液を一部取り、0.1N 硝酸で希釈した。原子吸光分光光度計を用いて、バナジウムの定量を行った。結果を表 3 に示す。

表 3.バナジウム定量結果

	ジャイアント細胞画分	バナドサイト画分
測定時の濃度	34.73 ng/ml	1406.85 ng/ml
総バナジウム量	$3.41 \times 10^{-9} \text{mol}$	$1.38 \times 10^{-7} \text{mol}$
細胞あたりのバナジウム量	$2.84 \times 10^{-16} \text{mol}$	$9.58 \times 10^{-16} \text{mol}$
細胞中のバナジウム濃度	$2.0 \times 10^{-6} \text{M}$ (2.03 μM)	$1.37 \times 10^{-3} \text{M}$ (1.37mM)

2-3. 実験のスケジュール

6月14日 初回打合せ
研究計画の策定
スジキレボヤの血球観察（観察と写真撮影）

6月27日 試薬調製
Ca/Mg-free人工海水
硫酸イオン標準液、硫酸イオン測定試薬
バナジウム標準液

- 7月22日 硫酸イオンの定量（標準液）
検量線の作成（標準液）
- 8月12日 スジキレボヤの解剖
血球の分離、密度勾配遠心
血球のカウント、ホモジナイズ処理
- 9月6日 硫酸イオンの定量（ホヤ血球画分）
バナジウムの定量（ホヤ血球画分）
- 9月23日 データ処理、計算
- 10月12日 発表用パワーポイント作成
- 11月3日 発表練習
- 11月7日 中高生科学シンポジウムにて口頭発表

2-4. 研究のまとめ

今回の研究によって、スジキレボヤのジャイアント細胞には 170mM 濃度の硫酸イオンが含まれていることが初めて明らかになった。バナドサイトの硫酸濃度 700mM と比べると低い、ジャイアント細胞は直径が $64\mu\text{m}$ もあり、体積ではバナドサイト画分(平均 $11\mu\text{m}$)よりも3桁大きく、細胞当たりの硫酸イオンの量はバナドサイトのそれを大きく上回る。一方、ジャイアント細胞に含まれるバナジウム濃度はバナドサイトのそれより3桁少なかった。ジャイアント細胞の硫酸イオンがどのような役割をしているのか、今後の検討が必要である。

3) 事業の成果及び今後の課題

高校のスケジュール等で、当初予定していた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、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。本研究成果は 2010 年 5 月山口市で開催される日本動物学会中四国支部大会の高校生ポスター発表で中道楓さんが報告する予定である。

生物系のコースは今回初めてで参加者は一人であったため、スケジュール調整はそれほど問題がなかったが、グループ実験をすることになれば、スケジュール調整に加えて化学や生物学の履修状況の違いに対応する必要が生ずると思われる。

なお、本事業の推進には本研究室の植木龍也准教授の全面的な協力を得た。

■講師報告 (天文分野)

広島大学宇宙科学センター 特任教授 大杉 節
准教授 川端弘治

1) 事業の目的

科学塾研究室：高校生が大学の研究室に入って先端研究、もしくはそれに近い研究を高校生自身がやってみることにより、研究の真髄に触れる。

2) 事業の内容・方法

広島大学東広島天文台の「かなた望遠鏡」を用いて、データを取り、研究者が標準として用いている解析プログラムまたはそれに準じたプログラムを用い、データリダクションから物理的解釈までの一連の処理を行った。

希望者が6人と多かったために2種類のテーマを用意した。

- 1) 星雲の偏光撮像観測により、星雲が星の光を散乱して光っていることを確認するとともに、星雲を構成しているチリ（ダスト）が主にどの星の光を受けているか、星雲に隠された星がないか探す。（大亀、半田）
- 2) 星団の星を各種色フィルターを変えながら撮像し、色・等級図を描き、恒星の進化モデルとの比較から、星団の年齢を推定する。（上野、秋光、江野、下野）

5月から7月までスクーリングを3度行って、基本的な天文学の観測手法および光の性質について学習した。8月初めに2泊3日にわたり開催した「大学学部生のための天文実習」に参加し、望遠鏡と観測装置を用いた観測データの取得およびそのデータ解析を実行した。最後に解析結果を大学生に交じって発表した。

また、11月7日に行われた、広島大学理学部主催の「中・高生科学シンポジウム」でも発表した。

3) 事業の成果及び今後の課題

成果：

天文観測を実際にやってみたいと希望する熱意ある高校生がいて、各地の大学から参加した天文実習の大学生の中で活動出来た事は大いに刺激になったと思われる。

今後の課題：

今時の高校生はとても忙しい。わくプロ研究室で活動したい気持ちが有っても自由になる時間が少ない。特にわくプロに参加したいと思う生徒は進学校に通っており1年生から忙しい。希望者の熱意に答えたいとたくさん引き受けたため、土曜、日曜日といえども共通の空いた日を探すのが非常に困難であった。出来るだけ多くの生徒に機会を提供しようとした試みは予期しない困難に遭遇した。来年度は人数を絞らざるを得ない。

■科学塾研究室修了生の声



近畿大学附属東広島高等学校 3 年
大亀 侑里子さん

(広島大学理学部地球惑星システム学専攻に入学予定)

私がこのわくプロ科学塾研究室に参加したきっかけは、新聞に掲載されていた記事を読んだからです。天文学に興味があり参加したいと思いましたが、高校最後で受験生だったので悩みました。でも、広島大学理学部は第一志望でしたので思い切って参加しました。わくプロ科学塾研究室は大学の雰囲気、特徴など知れるチャンスだと思いました。

わくプロ科学塾研究室は、三つのコースがありました。私は天文学に興味があったので天文コースにしました。天文コースは東広島天文台での観測、また観測データの解析方法など普段学べないことが学べました。天文台に行く前に教授による簡単な講義があり、わからないことなど丁寧に教えてもらいました。夏休みの三日間宿泊も兼ねて、東広島天文台で観測会は行われました。観測は夜中まで続けました。そのときのメンバーは六人でなかなか話せない子もいましたが、この3日間で仲良しになれてすごく楽しかったです。最終日にはデータ解析した資料を用いて発表をしました。また、秋のシンポジウムでも発表しました。皆の前で話をするのはとても緊張しましたが、有意義でした。発表の後には大学の先生から講評を頂きました。シンポジウムは色々な学校が参加するので新しい発見などが見つかるのではないかと思います。

私はわくプロ科学塾研究室に参加して、色々なことを学べるとともに大学の先生とも話すことができ、今広島大学がどんな研究をしているかなど知るきっかけができました。また大学の雰囲気を味わうことができ、ますます広島大学に行きたいと思いAO入試を受けました。直接AO入試に関係はありませんが、広島大学の素晴らしさを知ることができて、実際理学部塔で講義などもあったので大学をより知ることができました。人前で発表など高校では余りできないことができて、将来この研究をしたいと思えるものばかりだと思います。実験や観測などやってみたい人はぜひわくプロ科学塾研究室に参加してみてください。

(5) 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：
 - ・理科の授業に苦勞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や裏ワザを提供する。
 - ・現場の先生方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 21 年 8 月 7 日	広島市南区 元宇品海岸	元宇品の野外観察	広島大学教育学研究科 教授 林 武広
平成 21 年 12 月 8 日	広島市立 阿戸小学校	「火山の活動」 (5 年対象，模擬授業)	広島大学附属東雲小学校 教諭 土井 徹
平成 22 年 1 月 21 日	尾道市立 重井小学校	「水溶液の性質」 (5 年対象，模擬授業)	広島大学附属東雲中学校 講師 間處耕吉
平成 22 年 3 月 2 日	尾道市立 土堂小学校	「電磁石の利用」 (5 年対象，模擬授業)	広島大学教育学研究科 教授 林 武広

○ 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
- 附属東雲中学校 講 師 間處耕吉

■講師報告

小学校教員教科研修

広島大学大学院教育学研究科
教授 林 武広

1) 事業の目的

小学校教員の理科、地学に関する専門的内容の理解増進を図る。

2) 事業の内容と方法

- ・実施日時：平成 21（2009）年 8 月 7 日 13 時～15 時
- ・実施地：広島市南区元宇品海岸
- ・対象：広島市の小学校教員 約 20 名
- ・講座内容：地学野外学習を想定し、元宇品における多様な地学事象の観察し、地学的な見方、考え方と基礎的な知識・技能習得を目指した野外実地研修
- ・準備物：観察ガイド（別紙資料）参加者一人一人に配布

3) 事業の具体

研修実施地の特徴：

元宇品は瀬戸内海国立公園の一部であるため自然がよく保存されている。都会地にありながらこれほどの自然観察適地が存在することは珍しいことである。特に、動植物や地形・地質に関する観察に適しており交通の便にも恵まれているため、しばしば学校単位での野外観察が行われてきた。遊歩道に沿いの露頭には簡単な説明板があるものもいくつか存在する。

元宇品は全域が花崗岩のみの分布であるため、小学校理科で直接的に教材にできる事象は多くない。ただし、当地の花崗岩には主体となる中粒花崗岩には西北西―南南東方向の断層を主体とする断裂系が顕著に発達しており、それらと同じ方向を持つ細粒花崗岩が貫入している。これらの断層や岩脈にそって熱水が通った現象も頻繁に見られるなどマグマの活動や地殻変動に関わる現象がよく観察できる。岩脈の周辺ではマグマの急冷を示す細粒相がみられる。さらに、断層や岩脈の伸長方向がそのまま元宇品の長軸方向に一致していることから、地形発達の背景も推察できる。また、花崗岩の風化に関わる節理の役割や植物の寄与なども容易に理解できるなど、地域全体で大地の形成と変化の仕組みを総合的に考察可能である。灯台直下の海岸では波による砂粒の運搬堆積と砂浜の形成過程も直接観察が可能である。

研修概要：

本研修は地学領域の研修として広島市内の小学校教員を対象に、広島市小学校理科部会（部会長：広島市立比治山小 野々村雅美校長）と連携して実施したものである。

そこで広島市理科教育部会と協議し、小学校 6 年理科、「土地のつくりと変化」の関連内容としての位置づけで教員スキルアップのための野外研修を夏期休業中に元宇品において実施することとした。特に元宇品で考察が可能な「火成岩の分類」、「マグマの活動」、「断層」、「岩石の風化」を焦点とした直接観察を行う。

研修は炎天下で元宇品の海岸遊歩道の露頭を巡る野外観察実習であり、参加者にとっては負荷が高い活動であったが、約 20 名の参加があった。まず、灯台前の駐車場に集合後、研修内容の概要説明と観察ルートの説明を行い、別紙のような資料を配布した。資料に示した順に海岸の遊歩道を歩きながら露頭前で詳しい説明を行った。観察終了後には、再び灯台前の駐車場に集合し、簡単なまとめを行った後、解散した。

研修成果：

この研修で扱った地学関連内容は参加者にとって必ずしも馴染みがないが、直接、野外において実物を観察しながら可能な限り分かりやすい解説を行い、事象の地球科学的意味や調査方法が理解できるよう工夫した。参加者は資料を参考に歩きながら順に露頭を観察した（下の写真）。その際、現在見えているものは約 8 千万年の地下の現象であり、今歩いているところは即ち昔の地下を歩いていることを強調した。地上で見られる地学現象の多くは地下で生じたもので、その認識がない場合には、現象の意味が理解できないからである。

多くの参加者にとっては初めて、あるいは久しぶりの地学野外観察であったため、活動が新鮮であったようである。また狭い範囲にも関わらず多くの地学的知見が得られることを実感したようである。各露頭では参加者は熱心にメモや写真をとったり、積極的に質問が寄せられるなど充実した研修であったと考える。研修成果を理科の指導に活用して欲しい旨、期待を述べて研修を終えた。



写真：元宇品において露頭で観察する研修参加者

(講座資料)

広島市が平島 縄文ポインタ



縄文ポインタの位置

穴や土坑を掘るポインタは、平野に面した丘陵（左のCD）と谷を貫く狭いサイズのアップライト岩棚に近接している。この地形は、縄文時代の生活環境を反映している。また、この地形は、縄文時代の生活環境を反映している。また、この地形は、縄文時代の生活環境を反映している。



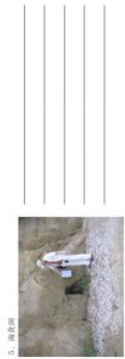
穴や土坑に掘るポインタ

縄文ポインタの位置

1. 平野に面した丘陵、アップライト岩棚に近接するポインタの地形



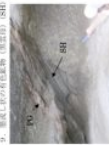
2. 平野に面した丘陵、アップライト岩棚に近接するポインタの地形



8. 穴や土坑を掘るポインタの位置



9. 平野に面した丘陵、アップライト岩棚に近接するポインタの地形



10. 穴や土坑を掘るポインタの位置



11. 穴や土坑を掘るポインタの位置



12. 平野に面した丘陵、アップライト岩棚に近接するポインタの地形



13. 平野に面した丘陵、アップライト岩棚に近接するポインタの地形



14. 穴や土坑を掘るポインタの位置



15. 穴や土坑を掘るポインタの位置



■講師報告

出前授業・校内研修

広島大学附属東雲小学校
教諭 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、広島市立阿戸小学校の6年生児童を対象とした出前授業を行った。阿戸小学校の先生方には、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

火山についての調べ学習の授業を行った。阿戸小学校からの指定された授業場面である。理由は「やりにくい」「どうやって授業していいのかわからない」であった。授業の目標と展開は以下の通りである。

目標：火山について調べたことをノートにまとめることができる。

展開：

1 火山について授業者と子どもがやりとりする（そうしながら調べることをつくる）。

- ・地球上にある噴火の起こりそうな火山（活火山）の数は？
- ・そのうち日本にある活火山の数は？
- ・火山が噴火するときって、どうなるの？
- ・火山があることで困ることってあるかな？
- ・火山があることでいいことってないかな？

2 火山について調べる（調べるための書籍として「火山の大研究」を7冊準備した）。

調べる項目は以下の通り

- ・世界にある活火山の数 ・日本にある活火山の数と位置 ・噴火の起こり方
- ・噴火したらどんなことが起こるか・火山があることで困ること
- ・火山があることでいいこと

3 まとめの時間

まず調べたことを発表することを促す。

鉾取山の紹介をする。

「火山国に住んでいるのだから火山と上手に付き合おう」ということを伝える。

「次の時間は、担任の先生と火山の噴火に関する動画を見てはどうか」と伝える。

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る。

3) 事業の成果及び今後の課題

先生方のアンケートを見ると「準備不要で身構えることなく充実した研修ができたこと」「日頃困っていることの相談ができたこと」「指導しにくい内容をどう指導すればいいのかがわかったこと」など満足度が高かった。高い満足度とともに再訪を期待する記述が見られたのは成果である。出前授業・研修は現場のニーズに合う企画であると考えているが、これを活用してもらうための宣伝広告のあり方が課題であろう。

■講師報告

出前授業・校内研修

広島大学附属東雲中学校
非常勤講師 間處 耕吉

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、広島県教育委員会主催の理科特別講師派遣事業と共催により、尾道市立重井小学校 5 年生を対象に出前授業を行うとともに、近隣の小学校の先生も含めた 8 名の先生に参観してもらい、授業後に研修会を行った。



①出前授業 2 時間連続

授業の目標と展開は以下の通りである。

目標：「水溶液」の単元の授業で、教科書の内容よりも発展的な内容を生徒の実験観察を通して、理解を深める。

展開：

1 ものが水に溶けるとは？

- ・ものが溶けるとはどういうことか？ レーザー光の透過実験（演示）
- ・溶けた物質はどうなったのか？質量や体積はどう変化するのか？ 生徒実験

2 溶けたものを取り出してみよう

限られた時間なので、顕微鏡を使って観察

- ・高温の飽和したミョウバン水溶液をスライドガラスにとり、自然に冷ましながらか結晶が成長していくようすを顕微鏡で観察。
- ・飽和した食塩水をスライドガラスにとり、ドライヤーで加熱し水分を蒸発させながらか結晶が成長していくようすを顕微鏡で観察。

3 質疑応答

1 時間目の終わりに質問票を配り、生徒全員に質問を書いてもらい、2 時間目のはじめに全ての質問に答えた。答える順番を調整して、2 時間目の内容の導入に活用した。

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る。

3) 事業の成果及び今後の課題

今回参加された先生方全員が、「大変参考になった」と満足度は非常に高かった。また、多く先生に教材研究の重要性を感じて頂けたことは大きな成果であったといえる。しかし、授業後の研修では、理科授業についての悩み（準備のための時間不足、実験のための教材教具の不足など）など、生の声を聞くと、思いはあってもなかなかそれを実行できないという、現場の先生のジレンマともいえる状況を改めて知る機会となった。今後、「理科ひろば」のような研修の場は、さらに求められていくものと感じた。

■講師報告
■講師報告
出前授業

広島大学大学院教育学研究科
教授 林 武広
研究員 間處 耕吉

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理科授業をつくるヒントを得て、充実した指導ができるよう支援する。

2) 事業の内容・方法

尾道市立土堂小学校の5年生 2 クラス児童を対象とした出前授業を行った。土堂小学校の先生方には、その授業を参観してもらった。



①出前授業

電磁石の発展学習として、電磁石の利用をテーマに製作活動を軸とする授業を行った。土堂小学校からの依頼された内容である。小学校教員では扱いが難しいこと、また、特別講師の特徴を生かすことからの依頼であった。授業は林と間處のチームチーティングによって進めた。両講師が入れ替わりながらの説明と個別指導を行った。2 クラスで同じ展開で授業を行った。授業の目標と展開は以下の通りである。

目標：電磁石を利用した製作活動を通して電磁石の性質への興味関心を深める。

準備物：

- ・ 児童用：製作セット（一人 1 セット配布）銅線（2 m）、イヤホン用プラグ、紙ヤスリ、ペーパークリップ用磁石、紙コップ
- ・ 演示用：モーター模型、小型モーター、プロペラ、ラジカセ（4 台）、扇風機、両面テープ、セロハンテープ、カッター、はさみ など

授業の展開：

1 これまで学習した磁石の性質をまとめる（主担当 林）。

- ・ 磁石にくっつくもの、くっつかないものは？→鉄、アルミ、布、鉛筆・・・
- ・ くっつく金属とくっつかない金属がある理由は高校で学ぶことを伝えた。
- ・ 永久磁石と電磁石？
- ・ 磁石同士はどうなる？→強くくっつく、退けあう
- ・ 身の回りで磁石をつかったものを知っているか？

2 磁石をつかったものを作ってみよう（主担当 間處）。

- ・ 紙コップスピーカーを作ることを知らせ、作り方の解説を行う。
- ・ 使う材料（紙コップ、銅線、ペーパークリップ用磁石、プラグ、紙ヤスリ）を各自で確認した。
- ・ 制作手順の説明、特にコイルは単一乾電池を使って丁寧に巻くこと、プラグの線と銅線をつなぐため、銅線の先を紙ヤスリで丁寧に磨くことを強調した。
- ・ 一人一人でスピーカー作りを行う（担任教師と共に机間巡視で個別支援）

- ・完成したら班ごとにラジカセのヘッドホン端子にプラグを差し込んで放送を聞いてみる。
- ・よく聞こえない場合は銅線とプラグの線の接触を確かめるよう促した。

3 まとめの時間（主担当 林）

- ・できたことを確認する。
- ・身の回りには磁石を使ったものが沢山あることを伝える。
- ・例としてモーターを挙げ、磁石が使われている部分を内部が見える模型モーターで説明。
- ・小型モーターにプロペラを取り付け、さらにモーターの導線を別のモーターの導線に繋いで、プロペラを扇風機で回転させたときどうなるかを問う。
- ・演示が風力発電と同じあることを押さえる。発電所、洗濯機、掃除機、テレビ、ラジオ、電気自動車など多くの機械や道具でモーターが使われていることを知らせる
- ・磁石と電気は関係が深いことを知らせる。
- ・本日作ったスピーカーがより大きな音で聞こえる工夫を示す。

3) 事業の成果及び今後の課題

先生方および児童のアンケートを見ると、今回の学習が非常に有意義であったことがうかがえる。児童からは別途、手紙も寄せられており、大きなインパクトが会ったようである。理科の時間に製作活動を行うことは少ないため、身近な材料を使った活動は児童にとっても教師にとっても新鮮であったようである。特に児童のアンケートからは、理科の研究に関心が深まったとの回答が多く寄せられている。このことは、専門家による特別授業の成果として注目すべきである。今回の事業は、現場教師と連携しつつ模擬授業を行う形態ではあったが、小学校教師による授業の充実化に加え、大学教員など専門家による直接授業も有意義であることが本事業から示唆された。

(6) わくプロ研究交流会

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。

【第1回】

- ・日時：平成 22 年 3 月 4 日(木)16:30～17:30
- ・場所：広島大学 教育学部 C320
- ・参加人数：8 名 わくプロ研究員・客員研究員
- ・内容：平成 21 年度事業報告，平成 22 年度事業計画について

(7) 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「わくわくプロジェクトの公式ウェブサイト」(URL: <http://www.wakupro.jp/>) を平成 15 年 6 月に開設し，運用してきた。サイトのトップページには，上記それぞれのページを作成し，情報発信，情報交換に活用している。

平成 20 年 12 月末でわくプロ公式ウェブサイトは学内サーバーへ移転し，これまでと同じ内容で継続運用している。さらに，活動報告は学外の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。

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

外部 URL : http://geocities.yahoo.co.jp/gl/wakupro_h_univ

(8) 研究発表など

昨年度と今年度のサイエンスレクチャーを対象に「サイエンスレクチャー参加者の興味関心の変容に関する研究」を第 58 回日本理科教育学会中国支部大会にて発表を行った。

広島大学科学わくわくプロジェクト サイエンスレクチャー（科学講演会） 参加者の興味関心の変容に関する研究

間處 耕吉^A 高橋 徹^B 寺田健太郎^C 林 武広^A

MADOKORO Kokichi, TAKAHASHI Tohru, TERADA Kentaro, HAYASHI Takehiro

広島大学大学院教育学研究科^A 広島大学大学院先端物質科学研究科^B、広島大学大学院理学研究科^C

【キーワード】：科学体験講座、興味関心、変容

1. はじめに

広島大学では、科学教育の振興を目的とし、地元企業のマツダと連携して立ち上げた科学わくわくプロジェクト、通称わくプロがある。わくプロは、理科好きの子ども達が、最先端の科学に触れ、学んでいく場を提供するとともに、理科好きな子どもを育てるための基盤づくりを目指して活動を続け、今年で 7 年目となる。

本研究では、わくプロ事業の内、中学生向け科学体験講座『サイエンスレクチャー』参加者の科学全般および、講演内容に対する興味関心に関する事前と事後のアンケート調査を行い、その変容に関する調査結果をもとに、科学講演会の効果や、その意義について考察を行った。

2. サイエンスレクチャーについて

サイエンスレクチャーとは、主に中学生を対象に「理科好きな生徒が最先端の科学を学ぶことで、科学に対する理解を深め、興味関心をさらに高める」ことを目的とした、専門家による体験型レクチャーである。講師は広島大学の教員が担当し、毎年広島市と福山市を会場で開催している。本研究の調査対象としたレクチャーは以下の通り。

○08 年度サイエンスレクチャー広島(6/8 実施)

○08 年度サイエンスレクチャー福山(7/21 実施)

「隕石からわかる太陽系の歴史」講師：広島大学大学院理学研究科 寺田健太郎准教授

（参加者数）広島会場 97 名、福山会場 71 名

○09 年度サイエンスレクチャー広島(8/2 実施)

「アニメの世界は現実となるか」講師：広島大学大学院先端物質科学研究科 高橋徹准教授

（参加者数）80 名

3. アンケートについて

レクチャーの前後に、理科の好き嫌い、理科の実験観察に対する興味関心、理科の思考活動に対する意識、講座のテーマに対する興味関心などについて、事前と事後に四段階一斉アンケートを実施した。

4. 参加者の意識とその変容

(1) 昨年度のサイエンスレクチャー

事前アンケートでは理科が好きと答えた生徒は 90%と、非常に高い割合で、事後アンケートの、これまでに以上に「理科が好きになれそう」と答えた生徒は 93.6%と、事前のアンケートと比べ、上昇する結果となった。高度な内容であっても普段触れることもできない教材を

扱った体験活動が生徒達の興味関心を高める一定の効果があったと考えられる。

さらに、理科が好きで生徒の中には「思考好き」な生徒と「活動好き」な生徒が存在するとともに、両者には興味関心の変容に大きな違いが認められた。

「思考好き」な生徒は、事前の「理科が好き」、事後の「理科がもっと好きになりそう」が「当てはまる」と答えた割合がそれぞれ 92.4%、100%と大きく上昇したのに対して、「活動好き」な生徒は、それぞれ 81%、68.4%と大きく下がっていた。事前の「宇宙について興味がある」、事後の「宇宙のことをもっと知りたい」という問いに対して、91.1%、96.2%に対して、85.7%、73.7%と下がるなどの興味深い傾向が見られた。

(2) 今年度のサイエンスレクチャー

今年度は昨年度見られた「活動好き」の生徒の割合が少なく、その数が少ないため昨年度と同様の比較が困難であった。全体で見ると、事前の「理科が好き」と答えた生徒 91.6%から、事後の「もっと理科が好きになった」生徒 94.5%と、昨年度と同様にサイエンスレクチャーによる効果が確認できた。

また、今年度の事後アンケートでは「科学を学ぶために、重要と考える」項目を選択してもらった。選択肢は、中学校理科における評価の観点をもとに①興味関心、②思考活動、③実験観察の技能、④知識の習得とした。アンケートの結果、受講した生徒たちのおよそ半数が②思考活動を最も重要と考え、①興味関心を選ぶ生徒の割合は最も低かった。これは、「活動好き」な生徒だけで見ても同様な傾向であった。

5. まとめ

サイエンスレクチャーのような、理科が好きで生徒を対象に学校で扱うことのない高度な内容を体験活動を通して学習することは、生徒達の興味・関心を高める一定の効果があると確認できた。

しかし、いわゆる「理科好き」の生徒の中には、実験観察などの「活動好き」な生徒と、実験観察を基にして考える「思考好き」な生徒がおり、両者には興味関心に関わる明らかな違いが存在していることも分かった。

さらに、今年度のアンケートで、生徒の考える「科学を学ぶために重要なこと」として、思考活動を選ぶ生徒が半数を超えたこと、また、数名ではあるが、いわゆる活動好きな生徒も本レクチャーの後で思考活動を重要と考えるようになったことは今後のサイエンスレクチャー企画立案への重要な示唆と考える。

3. 事業総括

昨年度1年間かけて、これまでの6年間の活動を基にした新たな事業内容を検討し、今年度からわくプロ第Ⅱ期をスタートすることとなった。全体としてはこれまでの事業を継承しつつ、より継続・発展的なものに生まれ変わった。とりわけ、ジュニア科学塾と科学塾研究室の2つの事業は、名称こそ継承しているが、内容は全く新しいものとなった。

わくプロ第Ⅱ期のサイエンスレクチャー、ジュニア科学塾、科学塾研究室の中・高校生対象の3事業は、それぞれ科学体験講座、科学演習講座、科学研究講座と、その役割を明確に位置づけることで、事業全体として継続・発展的に繋がるものになるように考え出された。

サイエンスレクチャーは、単発の科学体験講座として位置づけ、これまでと大きな変更はしなかった。全体の中での位置づけが明確になったことを受けて、ジュニア科学塾や科学塾研究室の広報の場としても活用できるようになった。また、これまでの学校単位の広報・募集活動を改め、中国新聞社の後援を得ることで、新聞紙面での広報・募集活動を行った。8月の広島会場では、その効果もあり、募集定員の100名を超える応募が得られた。一方で12月の福山会場については、インフルエンザの流行の影響もあり、あまり効果はなかった。福山会場での実施には、そのほか実施するにあたり、難しい課題もあり、冬のサイエンスレクチャーについては、時期や会場についての見直しも必要と思われる。

ジュニア科学塾は、継続して学ぶ科学演習講座として位置づけ、24名の固定メンバーで、年間を通じて継続的に学ぶ講座となった。実施には現役の中学校の先生の協力を頂くことで、その内容も非常に充実したものとなった。わくプロを立ち上げた当初、標榜していた科学版松下村塾を具現化した形に大きく近づいたものといえる。

科学塾研究室については、高校生を対象とした本格的科学研究講座と位置づけ、大学の研究室に所属して、半年間かけて本格的な研究を進める講座となった。今年度は試行の年として、講座はあらかじめ事務局で準備したものへ参加する形とした。講座によって、それぞれ特徴があり、充実した内容であったといえる。しかし、天文講座では6名もの受講生を受け入れざるを得なかったため、日程の調整などが難しく、十分な内容の研究とまではいかなかった点が残念である。また、今年度は試行の年であったため講座をあらかじめこちらで準備したが、来年度からは受講希望者本人の研究テーマを基にして、講座を決めていく形へと改める。来年度以降の活動が、科学塾研究室の真価が問われるものとなる。

小学校の先生を対象とした理科ひろばについては、今年度、実質的なスタートが10月末にずれ込んだため、実施校は3校と1団体と、実施回数が限られてしまった。しかし、理科ひろばの潜在的な需要は高く、広島県教育委員会との連携体制も整ったことで、来年度は開始時期を早めて、実施回数を大幅に増やし、内容をさらに充実させていける環境を整えることができた。

全体として、わくプロ第Ⅱ期の初年度は、これまでにない充実した内容で、よいスタートが切れたといえる。しかし、まだ新しい種が芽を出した段階であり、個々の事業にはそれぞれ課題も見いだされている。これらの新たな課題を解決しながら、新しい芽を大きく育て、より充実した事業へと高めていかなければならない。