

独立行政法人科学技術振興機構協定事業
平成 25 年度サイエンス・リーダーズ・キャンプ

無細胞反応系を基盤とした
次世代のための統合型生命科学教育

開 催 報 告 書

国立大学法人愛媛大学
プロテオサイエンスセンター



目 次

(1)プログラム名、実施機関名	3
(2)業務の目的及びプログラムの目標	3
ア. 業務の目的	3
イ. 実施機関のプログラムの目標	3
(3)実施内容と成果	5
ア. 実施内容	5
7月上旬からキャンプ当日まで	5
キャンプ当日(8月1～4日)の実施状況	6
キャンプ1日目<8月1日(木)>	7
キャンプ2日目<8月2日(金)>	10
キャンプ3日目<8月3日(土)>	15
キャンプ4日目<8月4日(日)>	20
キャンプ終了後	23
イ. 参加者の成果物やレポート	25
ポスター発表の概要	27
発表スライド(講義報告書)	35
感想文 16名分	49
「生物基礎」「生物」の観察・実験指導資料(別冊)	別冊
ウ. アンケート	65
JST実施分 67-72 ページ	67
愛媛大学実施分 73-84 ページ	73
エ. 業務の目的及びプログラムの目標の達成状況	85
アドバイザーの所見	85
キャンプの目標の達成状況	86
今後に向けて～継続的取り組みの必要性	90

(4) 資料	91
①担当者名簿.....	91
②参加者名簿.....	92
③外部発表	93
大学ホームページの記事 95-97 ページ	95
学会発表の要旨 98-102 ページ	98
④その他.....	103
実習テキスト	105
講義資料(林)	117
講義資料(高井).....	131
講義資料(今井).....	139
講義資料(片山).....	143
講義資料(古賀).....	151
講義資料(真鍋).....	159
講義資料(坪井).....	171
講義資料(遠藤).....	181

(1) プログラム名、実施機関名

平成25年度サイエンス・リーダーズ・キャンプ

「無細胞反応系を基盤とした次世代のための統合型生命科学教育」

愛媛大学プロテオサイエンスセンター

(2) 業務の目的及びプログラムの目標

ア. 業務の目的

21世紀はバイオの時代といわれ、これからの社会において、生命の正しい理解は文系、理系を問わず、必須の教養となると考えられる。また技術立国においては優秀なバイオ系人材の輩出が最重要課題となるであろう。これに応えるためには高等学校等において次世代の生命科学教育を推進するとともに、関連分野における才能ある生徒を育成する必要がある、その実現にはまず高校教員のスキルアップが多方面からなされなければならない。本プログラムでは高校の理科教員(化学・生物)約20人を対象として、(1)最先端の科学技術を体感し、理数系教員としての素養を高める、(2)才能ある生徒を伸ばすための効果的な指導法を修得する、(3)都道府県等の理数教育において中核的な役割を担う教員となるための素養を身につける、(4)地域の枠を超えた教員間のネットワーク形成を支援する、ことを目的として、愛媛大学が推進してきた「試験管内タンパク質合成法を基盤とした新しい生命科学教育法」を中心とした3泊4日の合宿研修(キャンプ)を実施する。

イ. 実施機関のプログラムの目標

次世代の生命科学教育に向けて、新しい高等学校学習指導要領に沿った「生物基礎」、「生物」の「遺伝子とその働き」、「遺伝情報とその発現」には生化学や分子生物学に関わる内容が多く盛り込まれている。その内容を理解させ、究極的には生命活動を正しく理解させるためには、生物だけではなく関連する化学や物理の内容も統合的に学習する必要がある。しかし高校の教育現場では物理、化学、生物は独立した教科であり、生命の理解に向けた統合的な学習は容易ではない。加えてミクロで複雑な生命現象を理解させるための教材や探究活動等も充実しておらず、またそれに関わる知識や技術を習得している中学、高校教員の数も少ないため、新しい高等学校学習指導要領に基づいた授業の実施には多くの工夫と努力が必要となる。そこで本キャンプでは、愛媛大学が推進してきた「試験管内タンパク質合成法を基盤とした新しい生命科学教育法」を中心とした「講義」と「実習」および「研究センターの見学」、さらに高校における実験教材に関連した「ポスターセッション」などを実施する。これによって将来中核的な役割を担う教員が、**(1)遺伝情報の流れや、DNAとタンパク質の働きなどの基本的な生命現象を理解させるために、身近な「生き物」から学習を始め、化学や物理にも興味や関心を持たせるような統合型生命科学教育を推進できる素養を習得する、(2)高校教科書に紹介されている先端技術の現状や生命科学の将来展望を理解し、生命科学と日常生活との関連を考えさせる一方で、ハイレベルな探究活動へと発展させる素養を習得する、**ことを目標とする。

具体的な実施内容と主に関連すると思われる業務の目的は以下のとおりである。

- ✓ 「講義」と「実習」ではセントラルドグマを体感させるための高校生向けの実習「コムギ胚芽の抽出液を用いた無細胞タンパク質合成実験」と「RNA合成実験」およびその理解に必要となる「DNAの複製」および「組換えDNAの作製と遺伝子導入」など生命科学の先端的研究における基本技術を体験する。さらに色の異なる蛍光タンパクを試料とするため、発色団の化学構造と色の関係、色の違いと光エネルギーの関係など、構造化学や量子化学的な考察も行う。これによって生命現象を物理や化学の観点から理解する素養を体得する。
最終日の午後、各グループでこれらの実習の結果と考察をとりまとめて発表する。その際に高校の教育現場におけるこれらの実習の可能性や有用性などについて討論する。これらの討論をふまえ、本プログラムの実習内容が、基本的な生命現象の理解に化学の観点を導入し、遺伝情報の流れや、DNAとタンパク質の働きなどを生徒に理解させるために効果的であることを理解する。
関連する目的：(1)最先端の科学技術を体感し、理数系教員としての素養を高める
(3)中核的な役割を担う教員となるための素養
- ✓ より高度な「講義」と「実習」として「DNAの塩基配列決定」や「タンパク質の質量分析」など高校教科書で紹介されている先端技術を実際に体験する。またプロテオサイエンスセンターを見学し、医療などへの応用を目指したタンパク質研究を理解し、高校教科書で紹介されている先端技術の現状や生命科学の将来展望を実感することによって、生命科学と日常生活との関連を考えさせる一方で、ハイレベルな探究活動へと発展させる学習内容について検討する。
関連する目的：(2)才能ある生徒を伸ばすための効果的な指導法を修得する
(3)中核的な役割を担う教員となるための素養
- ✓ 「ポスターセッション」では「生命を理解するための教材と探究活動」を主題としたポスターを参加者が用意し、その発表を行い、新しい高等学校学習指導要領の「生物基礎」、「生物」における「遺伝子とその働き」、「遺伝情報とその発現」に関連する実験教材や探究活動を検討するとともに教員間のコミュニケーションの場とする。
関連する目的：(2)才能ある生徒を伸ばすための効果的な指導法を修得する
(4)地域の枠を超えた教員間のネットワーク形成を支援
- ✓ また当初の計画にはなかったが、教員間のネットワーク形成の支援の一環として「eラーニングの活用」を可能とするため、本学のムードルのサイトに本キャンプ専用のコースを開設し、その利用法について概説するとともにネットワーク上で分子モデリングのソフトの利用を体感し、コンピュータースキルの向上とキャンプ後のコミュニケーションツールとする。
関連する目的：(1)最先端の科学技術を体感し、理数系教員としての素養を高める
(4)地域の枠を超えた教員間のネットワーク形成を支援

(3)実施内容と成果

ア. 実施内容

7月上旬からキャンプ当日まで

事前学習

キャンプでの講義や実習における専門用語や生体分子の化学構造にあらかじめ馴染ませるため、「ブルーボックス:分子レベルで見た体のはたらき」および「HGS 分子模型:有機化学セット」を参加者予定者に送付し、1. 付属のCDを利用して、生体分子をコンピューターグラフィックスで立体的に見る練習をする、2. タンパク質合成に使われる標準アミノ酸のいずれかの分子模型を組み立てる、ように指示した。

ポスターおよび配付資料の準備

キャンプ初日の夕食後に実施予定のポスターセッション「生命を理解するための教材と探究活動」に向けて、ポスターおよび配付資料を作成させた。

配付資料として、新学習指導要領「生物基礎」、「生物」に適した生徒実験または探究活動に関する生徒用プリントをA4で作成させた(本報告書 27-34)。これまで実際に生徒に行わせたことがある実験や探究活動でも、行わせたことがない新たな実験の案でもかまわないが、新学習指導要領のどの単元の実験であるかを明記させた。キャンプ当日配付できるよう、30 部持参させた。提出物はキャンプ終了後加筆修正し、「生物基礎」「生物」の観察・実験資料集として冊子にまとめた(別冊)。

キャンプ当日(8月1～4日)の実施状況

プログラムの目標達成のため具体的には以下の「講義」、「実習」、「研究センターの見学」、「ポスターセッション」等を実施した。スケジュール的にはタイトな面もあり、一部3～40分の遅れもあったが、特に大幅な計画変更やトラブルもなく実施できた。

【講義】

「遺伝子とタンパク質－1」
「遺伝子とタンパク質－2」、
「無細胞タンパク質合成実験の新学習指導要領生物への導入」
「ヒトのタンパク質は何種類？」
「タンパク質はマラリアを無くす切り札」
「生命って？私って？」の実施

追加:「生体分子って何？－生体分子を視てみよう！パソコンで触てみよう！－」

【実習】

「プラスミドDNAの調製」
「大腸菌への遺伝子導入」
「セントラルドグマ転写編:mRNAの合成」
「セントラルドグマ翻訳編:タンパク質の試験管内合成」
「PCRによるDNAの増幅」、「電気泳動によるDNAの分析」
「DNAの塩基配列の解析－試料の調製」
「DNAの塩基配列の解析－データーの解読」
「電気泳動によるタンパク質の分析」
「質量分析によるタンパク質の分析」

【研究センターの見学】

「研究センター(プロテオリサーチ領域)の見学」
「研究センター(プロテオメディシン領域、プロテオイノベーション領域)の見学」

【参加者による成果発表】

【ポスターセッション】

【開講式／概要説明および閉講式】の実施

【交流会(講師、教員、実験補助者等と懇談)】

キャンプ 1 日目<8 月 1 日(木)>

開講式/概要説明

13:00～13:40（当初の予定:13:00～14:00）

柳澤康信愛媛大学長が歓迎の挨拶に続いて、本キャンプの意義、愛媛大学における先端研究や理科教育への取り組み、さらに専門とする生態学の観点から生命科学、分子生物学の重要性を指摘した。

主催者を代表して山本明利神奈川県立柏陽高等学校長が、本キャンプの意義、取り組みに対する期待などを説明し、本キャンプで体得したことを高校の教育現場に持ち帰って欲しいとの要望を述べた。



愛媛大学長の挨拶



主催者代表の挨拶

実施担当者による概要説明において、まず 16 名の参加者が 4 グループに分かれ、アイスブレイキングとして各グループ内での自己紹介等が行われた。休憩室や食堂の利用、宿舎へのアクセス、実験室の安全遵守などの事務的説明に続き、キャンプでの学習内容の概要やキャンプ実施の意図、さらには高校現場における生命科学教育に対する要望などが述べられた。

また最終日の発表テーマをグループごとに以下のように決め、実習で使用する 4 つの遺伝子と 4 つのタンパク質の関係をより具体的に考察するように指示した。

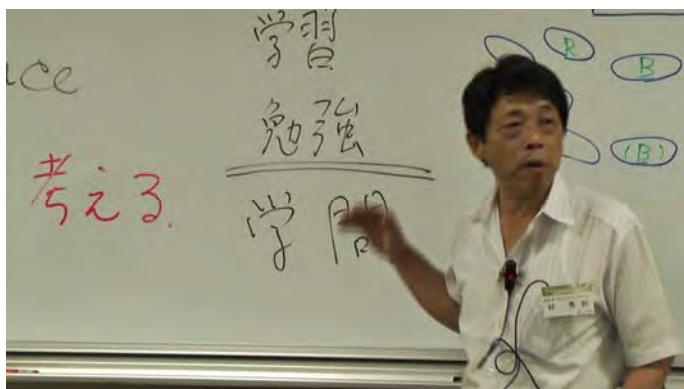
チーム 1 (G): 組換え DNA の作製と遺伝子導入の結果 (DNA の分析結果を含む)

チーム 2 (B): 試験管内における転写と翻訳の結果

チーム 3 (R): タンパク質の分析結果

チーム 4 (O): DNA の塩基配列とタンパク質の特徴 (ジデオキシ法による配列決定を含む)

最後にキャンプ期間中ティーチングアシスタントとして実験補助などを担当する 4 名の大学院生と 4 名の学部生計 8 名が紹介された。



キャンプの趣旨説明

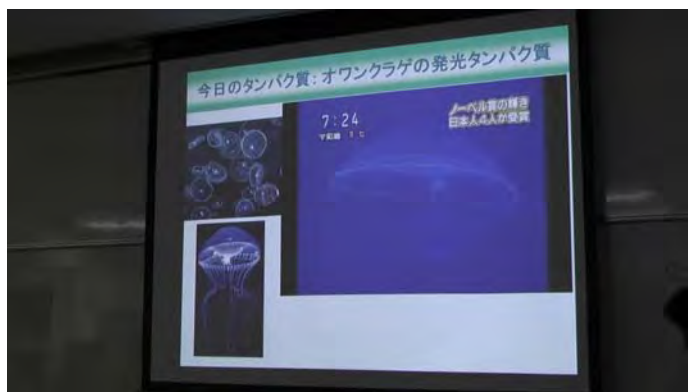


ティーチングアシスタントの紹介

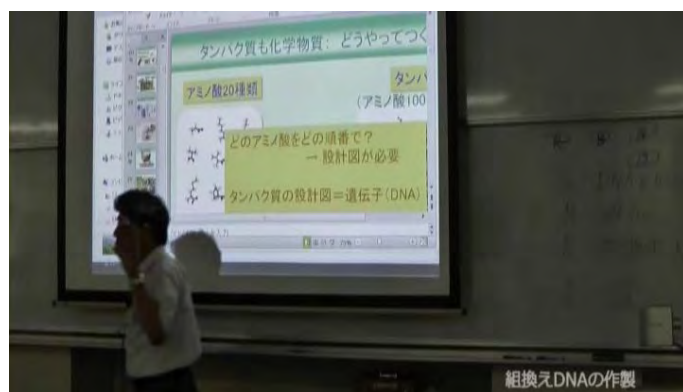
講義「遺伝子とタンパク質－タンパク質の多様性」

13:50～15:10（当初の予定:14:00～15:00）

キャンプにおける実習内容について理解を深める目的および高校における生命科学の授業の参考とする目的で、タンパク質の多様性、アミノ酸やタンパク質の化学構造、実験で使用するケイ光タンパク質の特徴、DNA の化学構造、DNA の塩基配列とアミノ酸配列との関連などが説明された。



緑色ケイ光タンパク質の説明



アミノ酸配列の説明

実習「組換えDNAの作製」

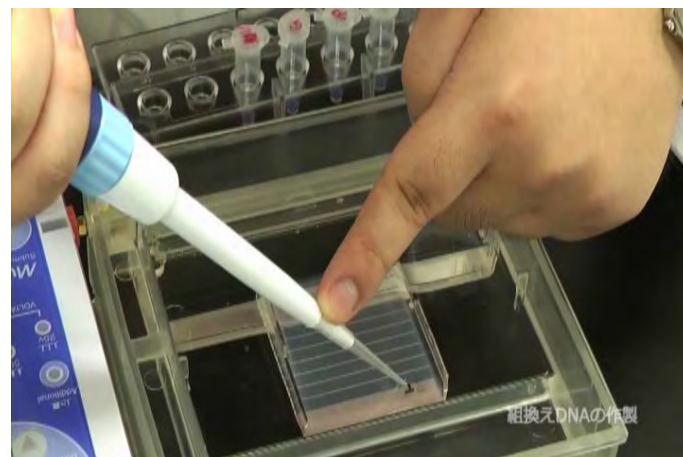
15:20～17:00（当初の予定:15:00～16:30）

インサートDNA(緑色ケイ光タンパク質の遺伝子(*gfp*)を含むDNA断片および赤色ケイ光タンパク質の遺伝子(*rfp*)を含むDNA断片のいずれか)とベクターDNA(大腸菌用プラスミドベクター:pBluescriptII KS⁺)を混合し、リガーゼを加えて約1時間反応させた。

またこの間に、DNAの電気泳動の練習を兼ね、反応に使用した3種類のDNA断片の電気泳動を行った。



DNA断片のライゲーション



電気泳動によるDNA断片の分析

実習「組換えDNAの大腸菌への導入」

17:10～18:30（当初の予定:16:30～18:00）

前述のインサートDNAとベクターDNAおよび両者を接続したプラスミドDNAを大腸菌 JM109 株に導入し、抗生物質を含む寒天プレート上で培養した。

またこれと並行して、遺伝子導入の練習として、緑色、青色、赤色、橙色のケイ光タンパク質のいずれか

の遺伝子がすでに組み込まれたプラスミド DNA を大腸菌 JM109 株に導入し、抗生物質を含む寒天プレート上に塗りひろげ、培養を開始した。



コンピテントセルの熱ショック処理

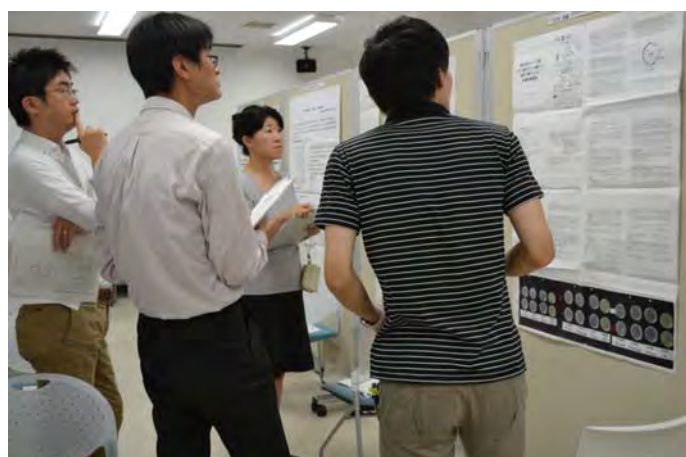
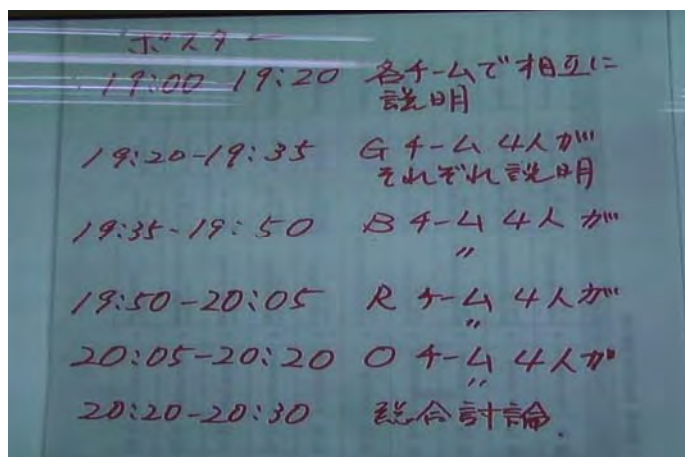


遺伝子導入した大腸菌のプレーティング

ポスターセッション「生命を理解するための教材と探究活動」

19:20～21:00（当初の予定 19:00～20:00）

参加者が高校の授業で実施している（あるいは今後実施したい）実験内容について、配付資料とポスターを使って説明した。各ポスターはキャンプ開始時までには貼り付けが終了し、休憩時間等にポスターを見て回った。夕食後に開始したポスターセッションの前半（約 20 分）では、各チームのメンバー 4 人の間で相互に説明した。後半は各チームに発表時間（15 分）を割り当て、担当チームのメンバー 4 人がそれぞれ自分のポスターを説明した。これを繰り返すことによって全員のポスターの説明を聞くことができた。



ポスターセッション「生命を理解するための教材と探究活動」

キャンプ2日目<8月2日(金)>

前日の実験結果の観察

8:45～9:00（当初の予定 8:45～9:00）

プラスミド DNA あるいは組換え DNA を導入した菌体が生育している様子を観察した。プレート上のコロニー、試験管の培養液、いずれもブラックライトの照射によって緑のケイ光が認められ、遺伝子導入によって大腸菌が緑色ケイ光タンパク質を合成していることが確認できた。



培養液の観察



寒天プレートの観察

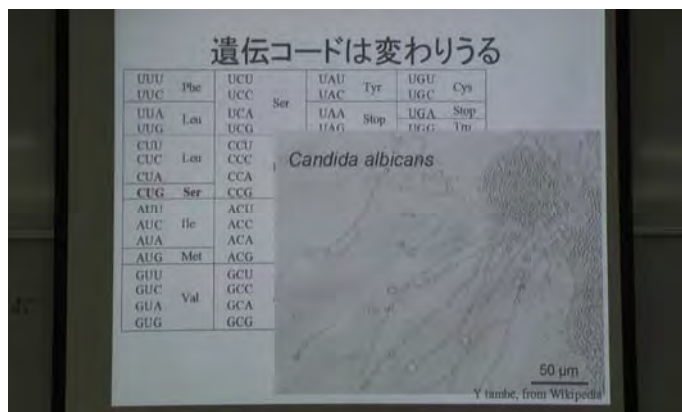
講義「遺伝子とタンパク質－遺伝情報の解読」

9:00～10:00（当初の予定 9:00～10:00）

タンパク質の構造と機能を決定するアミノ酸配列と DNA の塩基配列を対応づける遺伝コードに関して、アミノ酸によって重複の程度が異なっていること、進化的にどのようなことが考えられるか、異なった遺伝コードを持つ生物がいるのか、などについて説明し、タンパク質合成と遺伝情報の関係について理解させた。



講義「遺伝子とタンパク質－遺伝情報の解読」

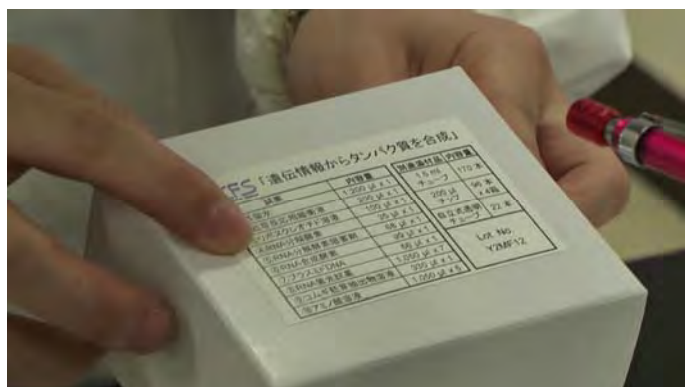


遺伝コードに関する考察

実習「セントラルドグマ転写編:mRNA の合成」

10:20～11:30（当初の予定 10:00～11:00）

本キャンプの最重要課題であるセントラルドグマを理解するための実験の前半である。転写と翻訳の実験キットを利用して、緑色ケイ光タンパク質の遺伝子を組み込んだプラスミド DNA (pEU/*gfp*) に RNA ポリメラーゼなどを加え、37℃で約 3 時間反応させた。合成された mRNA は午後からの試験管内翻訳反応で利用した。



転写と翻訳の実験キット



キットに含まれる試薬類



プラスミドDNAと RNA ポリメラーゼを混合

実習「PCR による *gfp* 遺伝子の増幅」

11:30～12:30（当初の予定:11:00～12:00）

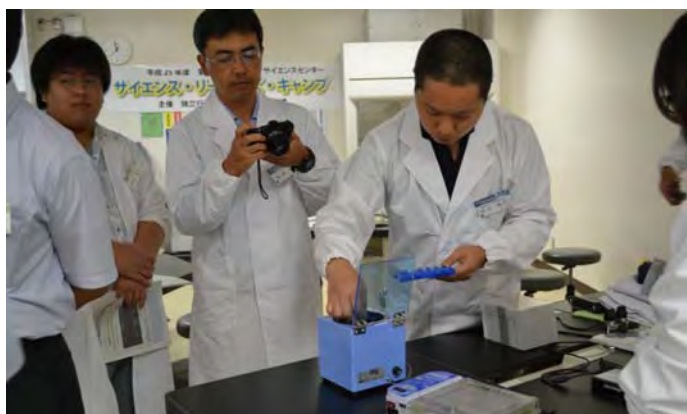
遺伝子導入した大腸菌に特定の DNA が存在するかどうか確認するため、前日遺伝子導入し、寒天プレート上で生育したコロニーに含まれる菌体の一部を直接の試料として、PCR (ポリメラーゼ連鎖反応) によって特定の DNA 断片を増幅させた。



分析する大腸菌のコロニーを決める



コロニーを PCR 反応液に加える



反応液をスピンドウン



反応チューブをサーマルサイクラーにセット

実習「電気泳動による DNA の分析」

13:15～14:15（当初の予定:13:00～14:00）

遺伝子組換えした大腸菌の菌体から直接増幅した DNA をアガロースゲル電気泳動によって分析した。インサートが結合したプラスミド DNA、およびベクターのみの DNA から増幅された DNA 断片のサイズに違いがあることを確認した。



反応液をゲルにロード



泳動終了後、DNAを検出

実習「セントラルドグマ翻訳編：無細胞タンパク質合成」

14:30～15:30（当初の予定:14:00～15:30）

本キャンプの最重要課題であるセントラルドグマを理解するための実験の後半である。

まず転写反応によって mRNA が合成されたことを RNA 検出試薬(リボグリーン)によって確認した。

mRNA が合成された溶液と、コントロールとして mRNA が合成されなかった溶液、それぞれにコムギ胚芽抽出液を加え、これをアミノ酸などが含まれる溶液の下に加え、2 層にして室温で反応させた。また同時に翻訳反応のみの簡易版実習キットを利用してより簡便な方法で試験管内タンパク合成実験も行った。医学部キャンパスの見学から帰った後、UV を照射して、緑色ケイ光タンパク質の合成を確認した。



リボグリーンによる RNA の検出



コムギ胚芽抽出液を利用してタンパク質を合成



コムギ胚芽を用いた翻訳実験キットの簡易版

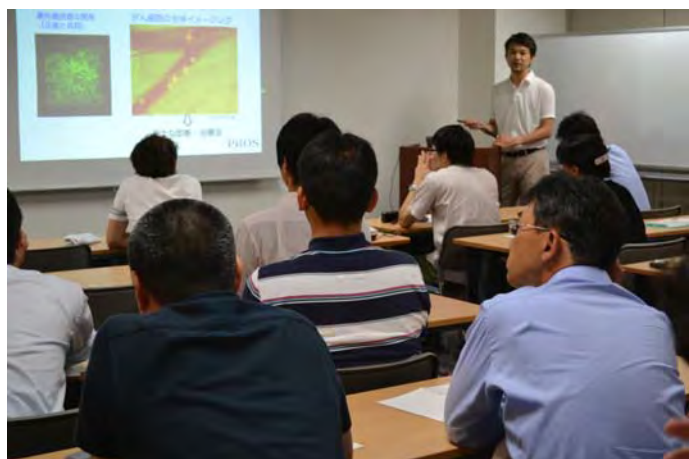


反応開始直後に GFP の存在を調べる。

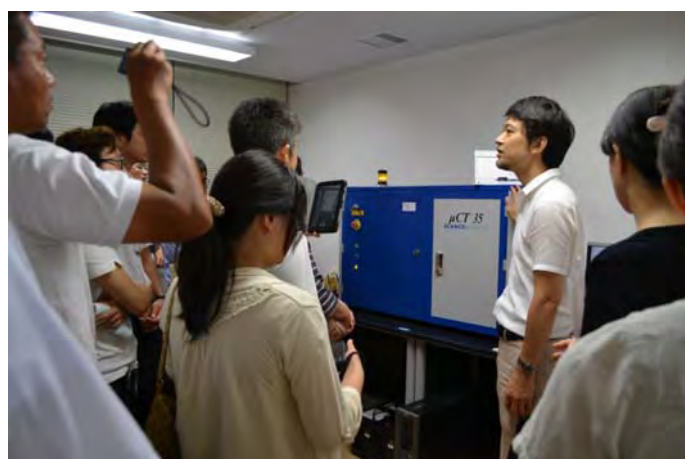
研究センター(プロテオメディシン領域、プロテオイノベーション領域)の見学

15:30～16:30 (当初の予定:15:30～18:30)

東温市の医学部キャンパスに移動し(車で約 30 分)、プロテオサイエンスセンター重信ステーションを見学した。研究センターにおける応用を目指したタンパク質研究やそのために必要な次世代シーケンサー、画像解析システム、動物実験施設など先端機器や研究設備を見学した。



研究センターの研究内容の説明



先端分析機器の説明

夕食／講師等との交流会

19:00～21:00 (当初の予定 19:00～21:00)

参加者、講師、ティーチングアシスタント、研究センターの教員、本学のスーパーサイエンス特別コースの学生および JST の担当者など約 40 名が参加して、情報交換や懇談を行った。



講師等との交流会

キャンプ3日目<8月3日(土)>

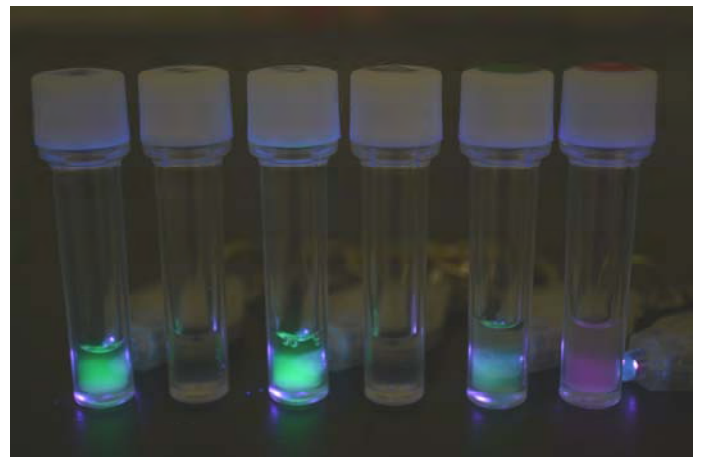
前日の実験結果の観察

8:45～9:00（当初の予定 8:45～9:00）

前日、RNAやアミノ酸を加えたコムギ胚芽の抽出液にブラックライトを照射し、緑色のケイ光が見られたことから合成されたコムギ胚芽の抽出液によって緑色ケイ光タンパク質が合成されることを理解した。



ブラックライトによる観察(8月2日夜に撮影)



コムギ胚芽の抽出液によって合成された GFP と RFP

講義「無細胞タンパク質合成実験の新学習指導要領生物への導入」

9:00～10:20（当初の予定 9:00～10:00）

本キャンプの目的の一つである新しい学習指導要領による生物の学習に有効な実験や教材を考えるため、一例として無細胞タンパク質合成実験を取り入れたセントラルドグマの学習について、具体的な実験内容や授業の実施例およびその有効性などについて説明した。



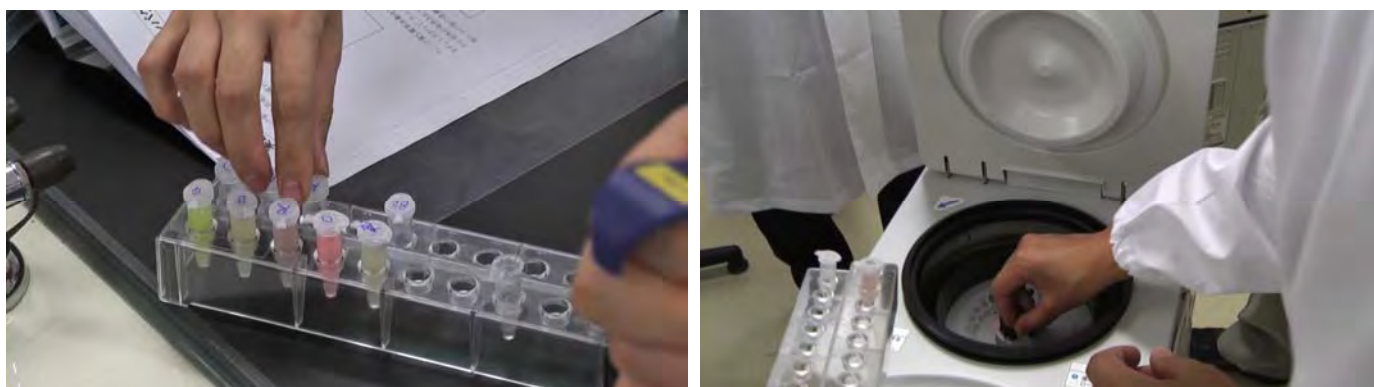
講義「無細胞タンパク質合成実験の新学習指導要領生物への導入」

※3日目の実習は2テーマが用意され、参加申込み時の希望に添って8名ずつ別の実験を並行して実施した。

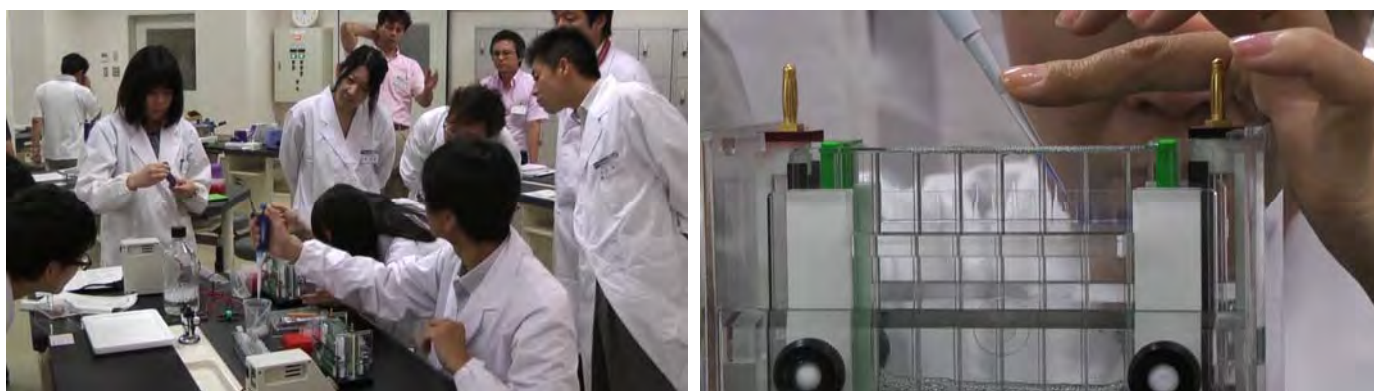
実習A「電気泳動による発現タンパク質の分析」

10:30～12:00 （当初の予定 10:00～11:30 ）

キャンプ1日目に遺伝子導入した大腸菌に含まれるタンパク質をSDSポリアクリルアミド電気泳動によって分析した。インサートとベクターを接続したDNAを導入した菌体および緑色蛍光タンパク質などの遺伝子が組み込まれたプラスミドDNAを導入した菌体を液体培地で培養したものを試料とした。またコムギ胚芽抽出液で合成したタンパク質についても同様に分析した。



培養液から菌体を集める



サンプルをアクリルアミドゲルにロード

実習B「DNAの塩基配列の解析－シーケンス反応溶液の調製」

10:30～12:00 （当初の予定 10:00～11:30 ）

近年の生命科学研究に必須となっているDNAの塩基配列の解析を行った。高校の教科書にジデオキシ法による塩基配列解析の原理は紹介されているが、解析には自動シーケンサーを必要とするため、高校での実施は不可能であり、ほとんどの参加者には初めての実験であったと思われる。約20分の原理の説明のあと、前日から培養した菌体からプラスミドDNAを抽出し、シーケンス反応に用いた。約3時間の反応終了後、プロテオサイエンスセンターの自動のシーケンサーにセットした。



ジデオキシ法による塩基配列解析の原理



プラスミドDNAの調製

講義「生体分子って何？ー生体分子を視てみよう！パソコンで触ってみよう！ー」

12:00～13:00（当初の予定 11:00～12:00）

今回のキャンプのために本学のeラーニングのサイトを利用したムードルのコースを開設した。参加者にはIDとパスワードが配付され、サイトへのアクセス方法が説明された。引き続き、このサイト内にあるプログラムを利用して、簡単な化合物をパソコン上で描く練習を行った。



eラーニングを利用した分子グラフィックスの学習

講義「ヒトのタンパク質は何種類？」

13:30～15:10（当初の予定 13:00～14:30）

タンパク質の構造と機能に関する説明に始まり、基本的な分析法、2次元電気泳動によるマッピングおよび質量分析とフィンガープリント法による網羅的同定、イオンスプレイ法によるアミノ酸配列解析、ゲノム情報によるプロテオーム解析など最先端のタンパク質研究について概説した。

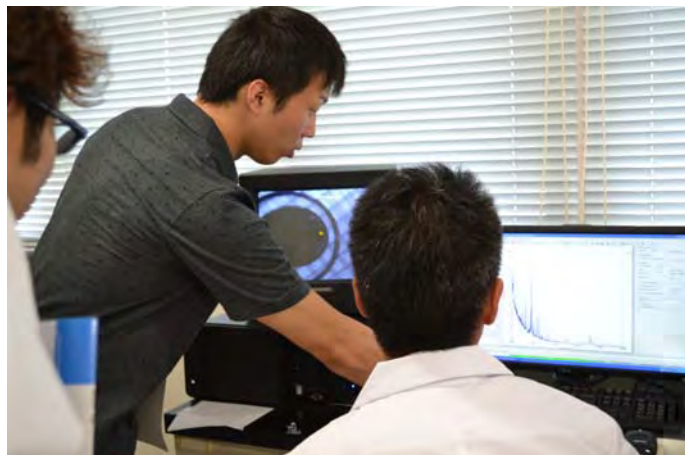


講義「ヒトのタンパク質は何種類？」

実習A「質量分析によるタンパク質の分析」

15:30～16:30（当初の予定 14:30～16:00）

遺伝子組換えによって合成されたタンパク質の分子量をより高精度に測定する目的で、MALDI-TOFMSによる解析を行った。測定にはプロテオサイエンスセンターに隣接するベンチャービジネスラボラトリーの装置を使用した。



MALDI-TOFMSによるタンパク質の分析

実習B「DNAの塩基配列の解析—シーケンスデータの解読」

15:30～16:30（当初の予定 14:30～16:00）

午前中に調製したシーケンス反応液をプロテオサイエンスセンターのシーケンサーによって解析している様子を見学した。



シーケンサーの動作原理の説明

講義「タンパク質はマラリアを無くす切り札」

16:45～17:30（当初の予定 16:30～17:00）

実施担当機関であるプロテオサイエンスセンター（城北ステーション）を見学する前に、全体の研究概要を含めて、医療への応用を目指したタンパク研究の一例として、マラリアワクチンの研究開発における現状が説明された。

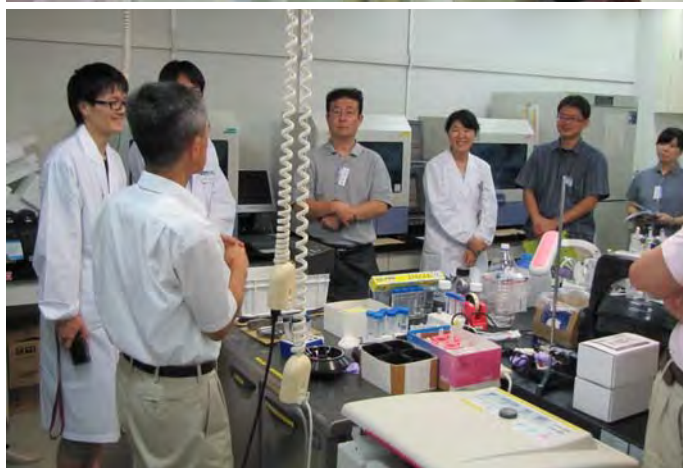


プロテオサイエンスセンターにおける研究の紹介

研究センター(プロテオリサーチ領域)の見学

17:30～18:30 (当初の予定 17:00～18:00)

講義に引き続き、プロテオサイエンスセンター(城北ステーション)の無細胞生命科学部門、マラリア研究部門、生体分子工学部門の3部門を、2グループに分かれて順次見学した。ポスターによる研究内容、実験室内で実験材料や先端分析機器などが紹介された。



プロテオサイエンスセンターの研究紹介および実験室の見学

実験結果の解析と発表の準備-1

19:30～21:30 (ポスターセッションを 19:00～20:30 に予定)

当初の予定ではポスターセッションの続きとして、リクエストの多かった何件かについて口頭で発表し、討論することになっていたが、参加者から実験結果の解析を先に進めたいという要望があり、そちらを優先した。TAの援助もあって、実験結果の解析を進めることができた。



実験データの解析と発表の準備

キャンプ4日目<8月4日(日)>

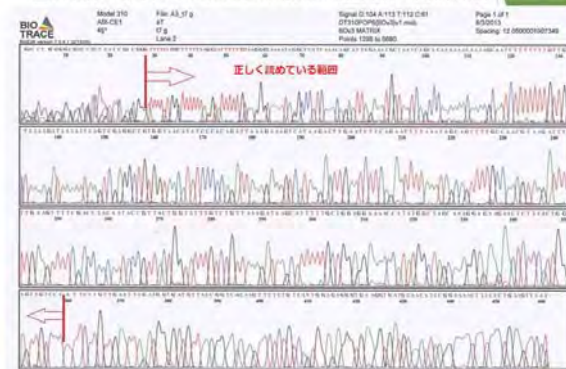
前日の実験結果の観察

8:45～ 9:00（当初の予定 8:45～ 9:00）

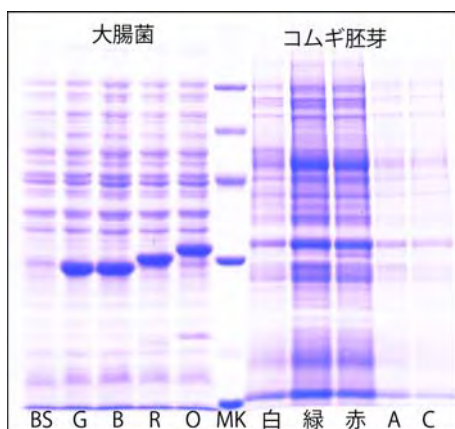
キャンプ3日目のオートシーケンサーのデータを解析し、緑色ケイ光タンパク質などの遺伝子の塩基配列を部分的に決定した。またタンパク質の電気泳動および質量分析の結果などを解析し、緑色ケイ光タンパク質などの分子量を推定した。

シーケンスされたDNA塩基配列の確認

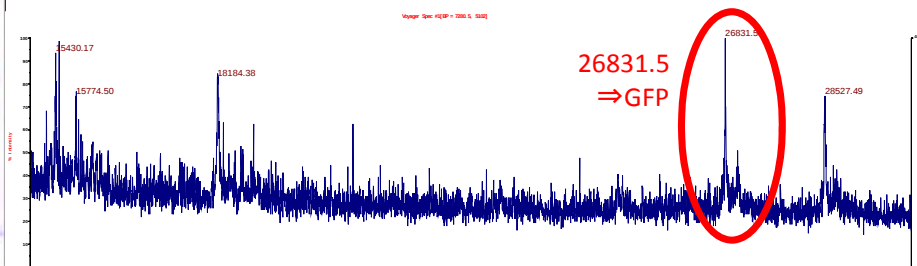
例) T7プロモーター側から読んだ遺伝子Gの配列
正確に読み取られている範囲を、既知の塩基配列と比較検討。



gfp 遺伝子の塩基配列の解読



電気泳動によるタンパク質の分析



MLDI-TOFMAS による GFP の分子量測定

講義「生命って、私って？」

9:00～10:00（当初の予定 9:00～10:30）

遠藤弥重太(特別荣誉教授)が、滞在先のカリフォルニア州サンタクルズのアパートからビデオ会議システムによって講義を行った。無細胞タンパク質合成の原理や実用化に至る経緯、生命科学の研究における重要性、今後の発展的な応用のみならず、分子生物学に基づいた生命観などを説明した。参加者の多くはアメリカからのリアルタイムでの講義に感激したのみならず、キャンプ中に学習した生命観や今後の生命科学研究に対する熱意に感動した様子であった。



テレビ会議システムによる講義「生命って、私って？」



ライブ映像の講師と記念撮影

実験結果の解析と発表の準備-2

11:30～12:00（当初の予定 10:30～12:00）

午後からの発表に備え、実験データを解析し、考察をまとめて発表用のスライドを作成した。

結果のまとめと発表会

12:40～14:00（当初の予定 13:00～14:00）

キャンプにおける学習のまとめとして、各チームがそれぞれキャンプ初日に提示されたテーマで実験結果をとりまとめ、解析結果と考察を発表した。各チームともの確なデータの解析とそれに基づく考察について、工夫をこらしたスライドを用いて説明した（改訂を加えた発表スライドを本報告書35-47ページに掲載）。



チーム 1(G)：組換え DNA の作製と遺伝子導入の結果
(DNA の分析結果を含む)



チーム 2(B)：試験管内における転写と翻訳の結果



チーム 3(R)：タンパク質の分析結果



チーム 4(O)：DNA の塩基配列とタンパク質の特徴
(ジデオキシ法による配列決定を含む)

講師等と記念撮影

12:30～12:40

閉講式のあとに記念撮影をする予定であったが、参加者の帰路の都合で、昼食後、予定を早めて記念撮影を行った。



講師等と記念撮影

閉講式

14:10～14:30（当初の予定 13:45～14:00）

坪井センター長から各参加者に終了証が手渡された。また4日間補助を務めてくれたTAに、参加者から感謝の気持ちを込めた記念品が贈られた。最後に山本明利神奈川県立柏陽高等学校長が主催者を代表して感謝と今後への期待を込めた挨拶をされ、全日程を終了した。



参加者にセンター長から修了証が授与



参加者からTAにプレゼント

キャンプ終了後

提出物のとりまとめ

キャンプ終了後の提出物について、「参加のしおり」において以下のように指示した。

①観察・実験、探究活動の生徒用プリント

ポスターセッションでいろいろな先生方と意見交換をした結果、事前学習で作成した生徒用プリントを修正してください。全員分を集めて冊子にしたいと思います。

②講義報告書

4 日間の講義および実験などの取り組みを報告書としてまとめたいと思います。3-4 人一組で決められたテーマについて作成して頂く予定です。書き方、担当テーマは後日連絡します。講師の講義風景や参加者の様子も写真を撮って報告書に貼り付けてください。

③感想

全体を通した感想を 1000 字程度で書いてください。用紙はキャンプの時にお渡しする予定です。

それぞれ提出されたものを以下のようにまとめた

①観察・実験、探究活動の生徒用プリントについては、提出されたものに教師用資料を追加して「生物基礎」「生物」の観察・実験指導資料とて冊子にまとめた。(別冊)

②講義報告書については、キャンプ最終日午後の発表スライドをもとにして、グループごとに相談し、修正したものを提出させた。特に文章化は求めなかった。(本報告書 35-48 ページ)

③感想については、キャンプ終了後に提出されたものを、(本報告書 49-64 ページ)にまとめた。

イ. 参加者の成果物やレポート

ポスター発表の概要

キャンプ期間中に実施したポスターセッション「生命を理解するための教材と探究活動」のためのポスター作成を指示するとともに、発表当日参加者に配布できるよう、発表概要を30部持参させた。内容は、「新学習指導要領「生物基礎」、「生物」に適した生徒実験または探究活動に関する生徒用プリント」とした。これまで実際に生徒に行わせたことがある実験や探究活動でも、行わせたことがない新たな実験の案でもかまわないが、新学習指導要領のどの単元の実験であるかを明記させた。

実際に配付された資料（一部はその抜粋）を27-34ページに掲載した。またこの概要を加筆修正し、新たに教師用資料を追加したものを「生物基礎」「生物」の観察・実験指導資料として別冊子にまとめた。

発表スライド(講義報告書)

キャンプ中の実験内容やその考察をとりまとめるため、初日に各グループに以下のようなテーマを設定し、最終日にスライドを使って結果の解析と考察を発表させた。キャンプ終了後、そのスライドを各自持ち帰り、追加訂正した後、最終的に提出されたものを35-48ページに掲載した。

チーム1(G)：組換えDNAの作製と遺伝子導入の結果(DNAの分析結果を含む)

チーム2(B)：試験管内における転写と翻訳の結果

チーム3(R)：タンパク質の分析結果

チーム4(O)：DNAの塩基配列とタンパク質の特徴(ジデオキシ法による配列決定を含む)

感想文 16名分

キャンプ終了後、各参加者が提出した感想文を、原文のまま49-64ページに掲載した。

「生物基礎」「生物」の観察・実験指導資料(別冊)

キャンプ期間中のポスターセッション「生命を理解するための教材と探究活動」に関するディスカッションおよび講義や実習で学んだことなどを参考として発表概要を加筆修正(あるいは新たに作成)して、提出された生徒用プリントと教師用指導用プリントをとしてものを冊子としてまとめた。

イチゴのDNAを抽出しよう

1 目的

身のまわりの材料を使って、生物からDNAを取り出し、生物がDNAをもつことを確かめる。

2 準備

イチゴ、塩化ナトリウム 10g、エタノール、蒸留水 100mL、家庭用食器洗剤 1mL、酢酸カーミン溶液、ガラス棒、ガーゼ、200mL ビーカー、乳鉢、乳棒、顕微鏡、ろ紙、ペトリ皿

3 方法

- ① 蒸留水 100mL に、塩化ナトリウム 10g と家庭用食器洗剤 1mL を加える。
- ② ①に乳鉢ですりつぶした 3～5 個分のイチゴを入れ、静かにき混ぜる。
- ③ ガーゼを用いてろ過する。
- ④ 冷蔵庫で冷やしたエタノールをペトリ皿に入れ、ろ過して得られた液体を駒込ビペットで滴下する。(5～10 滴程度)
- ⑤ 白い繊維状の物質が得られたら、ピンセットでつまみ上げ、ろ紙にとる。
- ⑥ 酢酸カーミン溶液を滴下し、色の変化を観察する。

4 観察記録

5 考察

- ① 方法①で、蒸留水に塩化ナトリウムを加えるのはなぜか。

ポスター発表の概要

- ② 方法①で、蒸留水に家庭用食器洗剤を加えるのはなぜか。

- ③ 方法④でろ過した液体をエタノールに加えると DNA が出てくるのはなぜか。

- ⑤ 方法④でエタノールを冷やしておくのはなぜか。

6 実験における自己評価 (○をつける)

- ① 実験内容を理解することができた。
良 4 3 2 1 不良
- ② 目的意識を持って実験を行うことができた。
良 4 3 2 1 不良
- ③ 班員と協力して実験を行うことができた。
良 4 3 2 1 不良
- ④ 実験操作をうまく行うことができた。
良 4 3 2 1 不良

7 感想・反省等

() 年 () 組 () 番 氏名 ()

参考資料

高校生物実験 HP

<https://sites.google.com/site/highschoolbiology/home>

岩手県立総合教育センター

高等学校「生物基礎」における観察、実験サポート資料

http://www.iwate-ed.jp/tantou/kagaku/3242_seibutsukiso/File/pdf/h24_0404_2_09.pdf

探究活動 体細胞分裂と各期の ()

- 1 体細胞分裂の各期の特徴を確認しよう。

間期	前期	中期	後期	終期	間期
染色体が分散した状態になっている。	染色体が	染色体が	染色体が	染色体が	染色体が分散した状態になっている。

- 2 タマネギの根端分裂組織の顕微鏡写真を用い、各期の細胞数を数えてみよう

	前期	中期	後期	終期	合計
細胞数					
割合					1

※ 割合 = 各期の細胞数 ÷ 合計



タマネギの根端

- 3 2の結果について気づいたことを書いてみよう。

() HR () 番 氏名 ()

- 4 3で気づいたことをもとに体細胞分裂の各期の細胞数と () について仮説をたててみよう。

- 5 仮説にもとづいてタマネギの細胞の分裂期に関する () をとして、表でグラフを作ってみよう。

	前期	中期	後期	終期	合計
推定値					
文献値					

※ 推定値 2 の割合を合計にかけて求めること。

体細胞分裂について 自己評価カード

今日の授業を振り返り、当てはまるところに○をつけてください。

- 【知識】
- 1 体細胞分裂の各期の特徴を復習できましたか？
1.とてもよくできました 2.だいたいできました
3.あまりできませんでした 4.まったくできませんでした
 - 2 対細胞分裂の各期の細胞数と時間との関係が理解できましたか？
1.とてもよくできました 2.だいたいできました
3.あまりできませんでした 4.まったくできませんでした
- 【関心・意欲・態度】
- 3 今日の授業に積極的に参加できましたか？
1.とてもよくできました 2.だいたいできました
3.あまりできませんでした 4.まったくできませんでした

探求生物 (基礎実験1) 顕微鏡と細胞観察

【細胞の観察1 (染色してみよう)】

材料 オオカナダモの葉 ヒトの口腔上皮 タマネギの鱗葉

器具 顕微鏡観察セット、ピンセット、シャーレ、ピーカー、スポイト (2)、ティッシュ
薬品 染色液、蒸留水

- サフラン溶液
- 1 タマネギの鱗葉を染色液に浸し10分程度置く。
 - 2 余分な染色液を除くため、蒸留水で洗浄する。
(水を入れた小シャーレの中でピンセットで挟んだまま数回動かす。)

- ヤススグリーン
- 1 タマネギの鱗葉・オオカナダモの葉を染色液に浸し10分程度置く。
 - 2 余分な染色液を除くため、蒸留水で洗浄する。
(水を入れた小シャーレの中でピンセットで挟んだまま数回動かす。)

- 酢酸オルセイン
- 1 タマネギの鱗葉・ヒトの口腔上皮を染色液に浸し5分程度置く。
 - 2 それぞれの細胞を観察し、何が染まっているかを確認し、記録する。(写真を残す)

- メチルグリーン・ピロニン
- 1 メチルグリーンとピロニンの混合液を作り、タマネギの鱗葉 (芯に近い部分) をシャーレに入れて5分間染色する。
 - 2 余分な染色液を薄くするために、蒸留水で洗浄する。
(水を入れた小シャーレの中でピンセットで挟んだまま数回動かす。)

それぞれ細胞を観察し、何が染まっているかを確認し、記録する。(写真を残す)

	サフラン溶液	ヤススグリーン	酢酸オルセイン	メチルグリーン	ピロニン
色					
染まった器官					

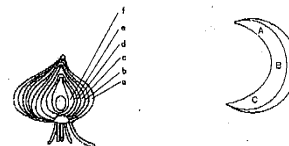
実験日	月	天気	気温
日	組	番	氏名
班			

【細胞の観察2 (大きさを測ってみよう)】

タマネギの鱗葉の核が占める割合を調べ細胞の成長について考えよう。

外側から a, b, c, d, e, ...

上部から A・B・C とする



- 1 タマネギの鱗葉をカミソリで切り目を入れ、薄くはぎ取る。
核を染色し、細胞の長さ (長さ)・短径 (幅)・核の直径を測定し、記録しよう。
(このとき10個の細胞を測定し記録する。平均値・標準偏差を求める。)

細胞	長さ (μm)	短径 (μm)	核の直径 (μm)	核の面積 (μm ²)	細胞の面積 (μm ²)	核の割合 (%)
A						
B						
C						

この実験から、細胞の成長についてどのようなことが考えられるでしょう。

「生物基礎」(1) 生物と遺伝子 ア 生物の特徴 (イ) 細胞とエネルギー

【実験】 酵素 (カタラーゼ) の性質 (その1)

目的

生体内でおこなうさまざまな化学反応は、触媒作用を持つ酵素によって促進される。生体触媒である酵素カタラーゼと、無機触媒の酸化マンガン (IV) を用いて、双方の性質を比較しながら酵素の一般的な性質を理解する。

準備

材料:ウシの肝臓片、煮沸した肝臓片

器具:試験管、試験管立て、ビベット、ピンセット、薬さじ、線香、マッチ

薬品:3%過酸化水素水 (H_2O_2)、6mol/L HCl、6mol/L NaOH、酸化マンガン (IV)、煮沸した

酸化マンガン (IV)

方法

- ① 6本の試験管 A~F に 5ml ずつ過酸化水素水を入れ、E には HCl、F には NaOH を 2ml

ずつ加える。(表参照)

- ② 試験管 A~F に、結果の表に従って物質を入れ、気体の発生量を調べる。
- ③ それぞれの試験管について、気体の発生する様子を観察する。
- ④ 発生した気体を調べるために、火の付いた線香を試験管に入れて、様子を観察する。
- ⑤ 反応終了後、試験管 C に過酸化水素水を 5ml 追加し、反応を観察する。

結果

- ① 気体の発生量の予想と結果を、次の表に記録する。
- ② 気体が発生した試験管の中に火の付いた線香を入れると、どのような変化が生じたか。
()
- ③ 反応終了後の試験管 C に過酸化水素水を追加すると、どのような変化が生じたか。
()

「生物基礎」(1) 生物と遺伝子 ア 生物の特徴 (イ) 細胞とエネルギー

	A	B	C	D	E	F
	酸化マンガン (IV)	煮沸した酸化マンガン (IV)	肝臓片	煮沸した肝臓片	肝臓片	肝臓片
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	5ml	5ml	5ml	5ml	HCl 5ml	NaOH 5ml
予想						
結果						

(性) (性) (性)

激しく発生:+++ 多く発生:++ 少し発生:+ 発生せず:-

(この+、-の数を参考に、各試験管を比較して記入する)

考察・まとめ

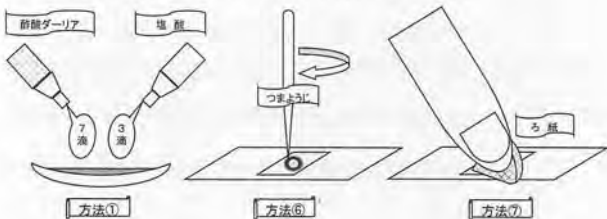
1. 実験結果からいえることをまとめた次の文中の () に適語を入れよ。
① 肝臓片の中に含まれる酵素は () である。
② C・D を比較して - 酵素は () でできているため熱に ()、煮沸した肝臓片中の酵素は () しているため、反応しない。
③ C・E・F を比較して - カタラーゼは、() 性や () 性の条件下ではほとんど反応しない。() 性でよく働く。
2. 結果②より、発生した気体は何といえるか。また、この実験で起こっている反応を化学反応式で示せ。
気体 () 化学反応式 ()
3. 結果③より、酵素にはどのような性質があると考えられるか。
()

「生物基礎」 (1) 生物と遺伝子 イ 遺伝子とその働き (イ) 遺伝情報の分配
～体細胞分裂の観察～

1. 目的
体細胞分裂を観察し、分裂の過程と染色体の形態変化及び動きを理解する。

2. 準備
材料： () の根
試薬： 0.5%酢酸ダーリア溶液、3%塩酸、グリセリン水
器具： 時計皿、ピーカー、カバーガラス、スライドガラス、つまようじ、ろ紙

3. 方法
① 時計皿に酢酸ダーリア液と塩酸を7:3の割合で入れて混合する。
(滴ビンから7滴と3滴を滴下して混合する)
② ①の染色液に根の根端を浸し、10～15分間染色する。
(室温が25℃:10分、20℃:15分)
③ 染色終了後、水を入れたピーカーに2分以上漬けて洗浄する。
④ スライドガラス上で、柄付き針の先を使用して根端を1mm程度だけ切り取る。
⑤ 根端にグリセリン水を1滴かけて、カバーガラスで封じる。
⑥ カバーガラスの上から、つまようじの柄の部分で軽くたたいて細胞を押し広げる。
⑦ 細胞が均一に広がったら、プレパラートをろ紙の間に挟み、カバーガラスが
ずれないように紙をつけて、親指の先で強く押しつぶす。
⑧ 顕微鏡で観察し、まずは低倍率で体細胞分裂の過程を観察する。
⑨ 分裂各期を探し、見つけたら600倍で検鏡し、スケッチする。



感想や反省等を書こう

「生物基礎」 (1) 生物と遺伝子 イ 遺伝子とその働き (イ) 遺伝情報の分配
4. 結果(体細胞分裂の前期・中期・後期・終期をスケッチ)

前期	中期
後期	終期

(すべて600倍)

5. 考察
方法②で染色液に浸すのは、固定、解離、染色という作業を同時に行っている。

	細胞や組織をできるだけ生きていたときに近い状態に固めてしまうこと。 () や (カルノア液)、本実験では ()
	個々の細胞や組織どうしの接着を弱め離れやすくすること。 本実験では () さらに、方法②で押し広げる
	細胞中の特定の構造体を色素で染めて観察しやすくすること。 本実験では () ○核・染色体 ()、 () ○液 胞 () ○ミトコンドリア (ヤヌスグリーン)

実験実施日20()年()月()日 天候()

()年()組()番 氏名()

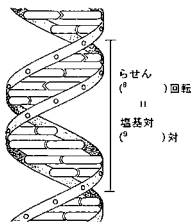
生物基礎
(1) 生物と遺伝子 イ 遺伝子とその働き (7) 遺伝情報とDNA

DNAモデルをつくらう

目的：ビーズでDNAの模型をつくり、二重らせん構造についての理解を深める

復習：空欄に適切な言葉を入れよ

DNAは(1)本の鎖が「らせん」に巻いた構造で、(2)構造とよばれる。それぞれの鎖は、(3)、(4)、(5)からなる「ヌクレオチド」の繰り返しでできており、(3)の部分で鎖が結合している。この結合は相補的で(6)と(7)と()の組み合わせとなる。

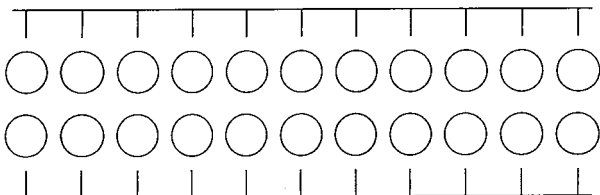


◎ 各鎖に並ぶ塩基の順序は生物(個人)ごとに異なる。

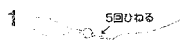
準備：丸ビーズ2色 → (10) と () を表す (色は各自で選ぶ)
管ビーズ小4色 → (11) を表す (赤= , 青= , 緑= , 金=)
管ビーズ大(銀色)1つ、ワイヤー60cm、ストラップコード1つ

自分の作るDNA鎖を設計してみよう

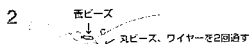
① 上の丸の中に塩基(A,C,G,T)を書き込み、下の丸の中に相補的な塩基を書く(11塩基対分)
② 丸を、指定の色で塗る。



作成方法：



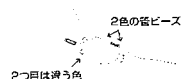
ワイヤーをストラップコードの金具に通し、金具が真ん中にくるようにして2つに折る。ワイヤーは、5回程度ひねって固定する。



ひねったワイヤーの部分に管ビーズ大(銀色)を1つはめる。片方のワイヤーに丸ビーズを1つ通し、ワイヤーをもう一度通してしっかりと止める。もう一方のワイヤーについても同様にする。

生物基礎
(1) 生物と遺伝子 イ 遺伝子とその働き (7) 遺伝情報とDNA

3



各ワイヤーに丸ビーズ(2と違う色)を1つずつ通す。次に管ビーズ小を片方のワイヤーに1組通し、もう一方のワイヤーを反対側から通す(両方向から通すのは管ビーズのみ)。

5



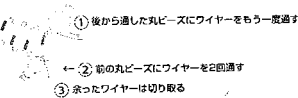
丸ビーズ2個(2色) → 管ビーズ小1組(2色) → 丸ビーズ2個(2色) → 管ビーズ小1組(2色)の順番で繰り返す。全体で11組の管ビーズ小を通す。

4



次に、両方のワイヤーそれぞれに丸ビーズを2個(2色)通す。また3と同様に管ビーズ小1組に2本のワイヤーを両方向から通し、はしご状にする。※ この作業を11回行い、11段のはしごをつくる。

6



最後は、両方のワイヤーそれぞれに丸ビーズを2個(2色)通す。両方とも、後から通した丸ビーズにワイヤーをもう一度通し、1つ前の丸ビーズには2回繰り返して通して、余ったワイヤーを切り取る。

7



最終的に全体をらせん状(反時計回り)にひねる。完成!!

最後に全体をらせん状(反時計回り)にひねる。これで完成!

自己評価 (A :よくできた B :ふつう C :できなかった)
二重らせん構造がどのようになっているかを理解できたか ()
塩基が相補的に結合していることを理解でき作品を完成させたか ()
最後まで熱心に取り組んで、作品を完成させたか ()

感想：

年 組 番 氏名

「生物基礎」(1) 生物と遺伝子 ア 生物の特徴 (イ) 細胞とエネルギーについて
「生物」(5) 生物の進化と系統 ア 生物の進化の仕組み (ア) 生命の起源と生物の変遷について

7 R

ミドリゾウリムシの観察～細胞内共生を考える～

1 はじめに

ミドリゾウリムシ (*Paramecium bursaria*) は、淡水中に生息する長さ 100～150 μm ほどの単細胞生物である。細胞内に 300～500 個のクロレラを共生させているため緑色に見える。ミドリゾウリムシは細菌を捕食し、その消化によって生じた窒素源を細胞内のクロレラが得ている。また、細胞内のクロレラは光合成産物を一部細胞外に放出し、ミドリゾウリムシがそれを利用してすることで共生している。

2 目的

細胞の進化は、細胞内共生によって起こったという共生説が有力である。ミドリゾウリムシもクロレラも単独での生育が可能であり、単離培養したクロレラを再共生させることもできる。

ミドリゾウリムシは、えさとなる細菌は消化し、異物は細胞外に排出するが、共生関係が成立しているクロレラは消化も排出もされないことを観察することで、細胞内共生を考える。

3 実験

実験Ⅰ 正常個体と白化個体の観察

(1) 準備

検鏡セット (ホールスライドガラス・カバーガラス・顕微鏡)

(2) 方法

明所で培養した個体 (正常個体) 暗所で3週間～1ヶ月暗所で培養した個体 (白化個体) とを適量分液器で 10 倍ほどに濃縮し、ホールスライドガラスに入れ、カバーガラスをかけて顕微鏡で観察する。

検鏡倍率: 10×40 倍

実験Ⅱ 異物 (墨汁) の排出の観察

(1) 準備

検鏡セット (ホールスライドガラス・カバーガラス・顕微鏡) 墨汁

(2) 方法

培養液中に墨汁を加え 30 分経過後、顕微鏡で観察する。検鏡倍率: 10×40 倍

実験Ⅲ 食胞の形成 (酵母菌) の観察

(1) 準備

ドライイースト、コンゴレッド、ピーカー、加熱装置、パスツールピペット、検鏡セット

(2) 方法

① コンゴレッド水溶液と水に懸濁したドライイーストを混ぜる。

② 鮮紅色になるまで加熱し、冷ます。

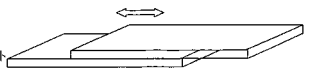
③ コンゴレッド染色した酵母菌をミドリゾウリムシに与え、検鏡する。検鏡倍率: 10×40 倍

「生物基礎」(1) 生物と遺伝子 ア 生物の特徴 (イ) 細胞とエネルギーについて
「生物」(5) 生物の進化と系統 ア 生物の進化の仕組み (ア) 生命の起源と生物の変遷について

実験Ⅳ クロレラの再生の観察

(1) 準備

正常個体・白化個体・スライドガラス・検鏡セット



(2) 方法

① スライドガラスに濃縮したミドリゾウリムシを培養液とともに 1、2 滴垂らす。

② スライドガラス上の液体の上にもう一枚スライドガラスを重ねてこすりあわせ、ミドリゾウリムシをつぶしクロレラを単離する。

③ 単離したクロレラを白化個体に与え、顕微鏡で観察する。検鏡倍率 10×40 倍

4 結果

(1) スケッチをし、観察できた細胞小器官を記入しなさい。(検鏡倍率 × 倍)

実験Ⅰ	実験Ⅱ
実験Ⅲ	実験Ⅳ

(2) 気付いたことを書きなさい。

「生物基礎」 第3部 生物の体内環境の維持
第1章 体内環境と恒常性 第2節 体液の恒常性

実験 プタの腎臓の観察

目標 1 プタの腎臓の一般的な構造を理解する。

2 プタの腎臓の腎動脈や糸球体などの微細な構造を理解する。

復習

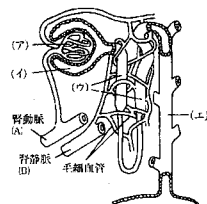
・右図の(ア)～(イ)の名称を答えよ。

(ア) _____ (イ) _____

(ウ) _____ (エ) _____

・腎動脈 (A)・腎静脈 (B) のうち老廃物が少ない血液が流れるのはどちらか。

()



準備 【実験1】プタの腎臓、バット、解剖バサミ、ピンセット

シリコン、シリコン充填用コーキングガン

水酸化ナトリウム水溶液 (1M/L)、熱湯

3%食塩-5%エタノール溶液

【実験2】プタの腎臓、バット、解剖バサミ、ピンセット

駒込ピペット (2mL)、墨汁 (2倍希釈)、顕微鏡、包丁

安全カミソリ、スライドガラス、セロハンテープ

方法

【実験1】

1 腎臓を観察して、輸尿管・動脈・静脈を探し出す。(被膜は剥がさないこと。)

※動脈は二股に分かれているのでそれを目印に探す。

2 シリコン充填用コーキングガンを用い、動脈と輸尿管からシリコンを注入する。

3 シリコンはすぐ固まるので、すぐに水酸化ナトリウム水溶液に入れる。

4 一定時間後、腎臓を取り出し、熱湯をかける。

5 動脈-腎動脈のシリコン標本と、腎う-輸尿管のシリコン標本を作成して観察する。

6 3%食塩-5%エタノール溶液で保管する。

*プタの肺でも同様の実験で肺動脈や気管支の標本を得ることができる。

「生物基礎」 第3部 生物の体内環境の維持
第1章 体内環境と恒常性 第2節 体液の恒常性

【実験2】

1 腎臓を観察して、輸尿管・動脈・静脈を探し出す。

*被膜がついていれば、剥がしておく。

2 動脈をピンセットで開き、そこに駒込ピペットを用いて、墨汁を注入する。

*腎臓の表面に黒い点々が確認できるようになるまで入れる。

3 腎臓の真ん中を水平に包丁で切断し、腎臓の構造を観察する。

4 墨汁で染まった部分をカミソリで薄く切って切片をつくりプレパラートを作成する。

*カバーガラスは用いず、2つのスライドガラスで、試料をしっかり挟み、

セロハンテープで固定する。

5 顕微鏡で糸球体やその周辺の構造を観察する。

考察

1 標本から、腎うには、いくつコブが確認できるか。(教科書や図説の図と比較してみよう。)

2 腎臓の断面図と糸球体を書いてみよう。(大きく丁寧に)

断面図 (皮質・髄質・腎うの区別を確認)	糸球体
----------------------	-----

3 糸球体は腎臓のどこに分布しているか。

4 この実験の感想または、気付いたことや疑問に思ったことを自由に書こう。

____年 ____組 氏名 _____

花粉管の伸長の観察

- 目標** : 実際に花粉を見ることで、植物の受精についての理解を深めよう。
- 準備** : 顕微鏡・加熱装置・ピーカー・駒込ピペット・スライドガラス
シャーレ・ろ紙・スクロース・寒天
- 材料** : 花粉 (アフリカボウセンカ)
- 方法** 1. スクロース濃度 10% の寒天培地を作る。(事前に作成済み)
2. カバーガラスを用い、培地をスライドガラス上にのせる。
3. やくから花粉を取り出し培地にかく。
4. カバーガラスをのせ、顕微鏡で花粉を観察する。
5. 温めた後、再び花粉を観察しスケッチする。
(6. 時間があれば一つの花粉を根気よく見て伸びているのを確認する。)

スケッチ

倍率 _____ 倍

考察

- 採取した花粉はラグビーボールのような形をしているが、培地にまいてしばらくすると吸水して球状に膨らむ。さらに吸水すると、その圧力で花粉管が発芽 (=花粉管を伸長し始めること) する。花粉管の伸長にはこの①の他に、加えてあるスクロースの分解によって生じるエネルギーも関与していると考えられている。
- スクロースを加えない場合には、多量に吸水する結果、花粉や花粉管が破裂してしまうことが多い。逆にスクロースを加えすぎた場合には、花粉や花粉管の内部から外部 (培地) に水が移動してしまい、花粉管が伸長しないことが多い。このように花粉管の伸長には②の影響がある。
- 花粉管の内部にあるものとは細胞質である。生きた細胞の細胞質が流動している現象を③という。原形質流動は一定方向に動くため、花粉管はまっすぐ伸びる。
- 温める理由は④を活性化させるためである。

感想

月 日 () () 年 組 番 氏 名

「生物基礎」 (1) 生物と遺伝子 イ 遺伝子とその働き (ア) 遺伝情報とDNA

観察・実験 DNAの抽出

【目的】 DNAを見る。

【予想】 抽出したDNAの見た目は、どのようなと思うか。

【準備】 材料: ブロッコリー (小房にわけ冷凍したもの)

器具: はさみ、乳鉢、乳棒、ピーカー、ロート、ガラス棒、メスシリンダー、ガーゼ

薬品: DNA抽出液 [塩化ナトリウム、洗剤 (漂白剤などの添加物の少ない台所用中性洗剤)], 99%エタノール (冷やしたもの)、水

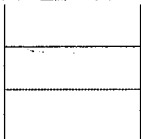
【方法】

- ① 冷凍したブロッコリーの花芽をはさみで細かく切り、2分程度で手早く乳鉢でよくすりつぶす。すりつぶしたブロッコリー30g程度を100mL ピーカーに入れる。
 - ② ①のピーカーにDNA抽出液30mLを加えてゆるやかに混ぜる。
~ここまでの作業は5分以内で手早く行う~
- *注意...②の作業をしたとき、ピーカーの中身がドロツとしてこなければ失敗しているの、始めからやり直す。
- ③ ②を10分ほど放置する。
 - ④ 200mL ピーカーに、③をガーゼでこす (約20mL)。最後にガーゼをしっかり搾る。
 - ⑤ ろ液を、氷水を入れたピーカーの中に入れて良く冷やす。
 - ⑥ 冷えたエタノール (約40mL) を静かにピーカーの壁に伝わらせ、抽出液の上に層になるように注ぐ。
 - ⑦ しばらく放置すると、DNAが析出する。DNAが析出したら、【結果】①に取り組む。
 - ⑧ ガラス棒でかき回してDNAを巻き取る。
 - ⑨ 取り出したDNAを観察する。【結果】②に取り組む。

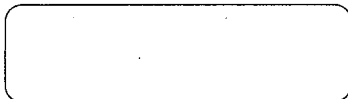
【結果】

① 析出したDNAの様子のスケッチ

【図1】は、ピーカーにろ液とエタノールが入っている状態を表したものである。DNAを描き入れよ。また、右の空欄にスケッチについての説明を書け。



【図1】



「生物基礎」 (1) 生物と遺伝子 イ 遺伝子とその働き (ア) 遺伝情報とDNA

② 抽出したDNAの見た目は、どのようなであったか。

【考察】

- ① なぜブロッコリーの花芽だけを使うのか。
細胞質に対して () の割合が大きいから。
- ② 【方法】①・②の作業を、5分以内で手早く行わなければならない理由は何か。
細胞内の () 分解酵素によってDNAが分解されるから。
- ③ 【方法】②で使用するDNA抽出液について
・塩化ナトリウム水溶液はどのような役割があるか。
DNAと () を解離させる。
・洗剤はどのような役割があるか。
() を溶かし、DNAの抽出を容易にする。
- ④ 【方法】⑥について
・エタノールを注ぐのはなぜか。
エタノールを、冷やして使用するのはなぜか。

⑤ 抽出したものがDNAであることは、どのような方法で確認できるか。

【まとめと感想】

【自己評価】 (5段階評価) あてはまる数値に○をしてください。

班で協力しながら実験をすることができましたか。	5	4	3	2	1
それぞれの操作の意味を考えながら実験をすることができましたか。	5	4	3	2	1
DNAを見ることができましたか。	5	4	3	2	1

() 年 () 月 () 日 天気 ()
2 年 () H () 番 氏 名 ()

高知県立室戸高等学校 氏 名 千恵

タンパク質を構成する標準アミノ酸の分離 (二次元マップの作成とその活用)

1 目的

多くのタンパク質は 100～400 個のアミノ酸がつながるポリペプチドからできており、生物体内で様々なはたらきを担っている。タンパク質を構成するアミノ酸は 20 種類あるが、タンパク質の種類はどのようなアミノ酸がどのような配列で結合しているかによって決まる。

本実験の目的は、標準アミノ酸の分離を通してタンパク質の構造を調べる上で最も基本的な構造である一次構造の分析の流れを知り、アミノ酸の性質や生物体内での遺伝情報とタンパク質の合成に対する知識・理解へとつながる。

2 実験および結果のまとめと考察

【実験 1】標準試料と混合試料の含有アミノ酸の確認（薄層クロマトグラフィー）

(1) 試薬と器具

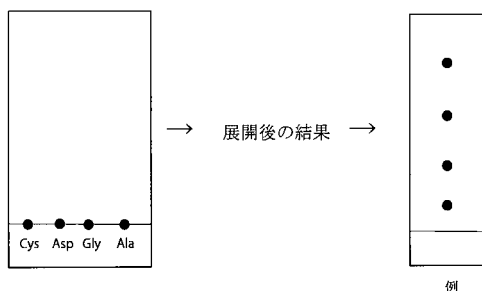
キャピラリー シリカゲル薄層 (15×7.5)
展開溶媒 1 ブタノール：水酢酸：水 = 12:3:5
展開溶媒 2 フェノール：水
展開容器 ニンヒドリン発色試薬 加熱乾燥機

試料 システイン(Cys) アスパラギン酸(Asp) グリシン(Gly)
アラニン(Ala)

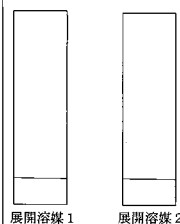
(2) 方法

標準試料 システイン(Cys)、アスパラギン酸(Asp)、グリシン(Gly)、アラニン(Ala)の各水溶液

- ① 各アミノ酸水溶液を作成。
- ② 下図のように薄層に各アミノ酸をスポットしたものを 2 つ作成する。
- ③ 展開溶媒①、②に浸し展開させる。
- ④ 展開後、ニンヒドリン発色試薬を加熱乾燥機に入れ発色させる。
- ⑤ 展開溶媒 1、2 で分離の可否およびスポットの高さを記録し展開溶媒ごとに一直線上に並べ物質名を記す。



実験結果と考察



課題 実験 1 の結果を縦軸に展開溶媒 1 を横軸に展開溶媒 2 の結果を記入し 2 次元マップを作成せよ。

展開溶媒 1

展開溶媒 2

「緑色蛍光タンパク質(GFP)遺伝子の大腸菌への 遺伝子導入による形質転換実験」

◆目的

オワンクラゲの GFP 遺伝子を組み込んだプラスミドを大腸菌に導入し、紫外線照射で緑色に光る大腸菌を作成する。また、アラビノースの有無による遺伝子発現調節を確認する。

◆実験

- I 大腸菌へのプラスミドの導入
- II 寒天培地への植菌、培養
- III コロニー形成の確認、紫外線照射による光る大腸菌の確認
- IV 形質転換効率の計算

※本実験の特徴

- ・教科書の実験行程を実際に操作する
- ・GFP によって形質転換の結果が視覚的に現れる。
- ・薬剤耐性、遺伝子の発現調節等も視覚的に現れる。

実験キット

pGLO バクテリア遺伝子組み換えキット(BIO-RAD 社) 17,000 円
(8 班分：4 人×8 班=32 名、1 班 5 名なら 40 人対応)

※本実験は平成 22 年度静岡県高等学校理科教育研究会西部生物部会にて行った実験キットの紹介となります。

<学生・生使用テキスト>

◆Lesson 1 遺伝子組換えについて

このキットでは、実験の中で大腸菌の遺伝子組換えを行います。形質転換とは、細胞がもともと持っていない遺伝子・DNA を取り込んで、それが表現されることです。実験では、故意に、大腸菌が持っていない遺伝子を取り込ませ(遺伝子導入)、その新しい遺伝情報を大腸菌内で表現させます。これを遺伝子組換え実験、形質転換実験と言います。形質転換とは遺伝子によってその性質を変えることを意味し、バイオテクノロジーの分野では、性質を変えるために他の生物の遺伝子を挿入することも含まれます。遺伝子組換えは、バイオテクノロジーにおいて、広範囲に使われています。農業の分野では、農作物に害虫や病害虫、干ばつに耐えるための遺伝子を導入します。薬理科学では、流出した原油を分解できる性質を持つような遺伝子が、微生物などに導入されます。医療では、欠陥遺伝子が引き起こす病気の治療をするために、患者の細胞に健康な人の遺伝子を取り込ませる、遺伝子治療が始められています。

ただし、ここで大事な事は、ほとんどの場合、取り込まれた遺伝子が直接作用するのではなく、遺伝子にコードされたタンパク質が作用するように、間接的に働くことを忘れてはいけません。

人間や動物、植物の DNA から一部分を切り取って、バクテリアの細胞中に取り込ませることができます。例えば、大腸菌にホルモンインシュリンをコードした健康な人の遺伝子を取り込ませることができ、その大腸菌は、ある環境に置くと人のインシュリンと同じインシュリンを作り出すことができます。こうして得られたインシュリンは、治療のために、糖尿病の患者へ投与することができます。

このキットでは、Green Fluorescent Protein、GFP というタンパク質をコードする遺伝子が大腸菌に導入します。この遺伝子は、蛍光を発する、オワンクラゲの DNA から切り取ってきたものです。オワンクラゲが暗闇の中で光を発することができるのは、この遺伝子がコードしている GFP が存在するからなのです。

形質転換の各段階に従って、大腸菌は今まで持っていなかった、クラゲの遺伝子を発現させて、紫外線を当てると明るく緑色に光るタンパク質をつくりだします。

この実験で、プラスミドを使って、ある生物から別の生物に遺伝子を組み込む手法を学びます。大腸菌は染色体遺伝子の他に、プラスミドと呼ばれる比較的小さな環状の DNA を持っています。

pGLO プラスミドは GFP タンパク質遺伝子と、抗生物質アンピシリン耐性のため(=β-ラクタマーゼというアンピシリン分解酵素)の遺伝子が含まれています。また、pGLO は取り込まれた細胞中で、GFP の発現が糖の一種、アラビノースの有無によりコントロールされるように作成されています。

新しい遺伝子を取り込んだ後、培養される寒天培地の中にアラビノースが含まれていると細胞は蛍光を発し、アラビノースが含まれていない培地では白く(もともと細胞の色)見えることでしょう。ここではじめて、遺伝子発現調節とセクションのメカニズムを、目で見ることで簡単に体験することができるのです。

* これから行なう実験で用いる大腸菌は O-157 のような毒性を持たない、K-12 という種類の大腸菌です。また、その大腸菌にあらたに作らせようとする GFP 等のタンパク質も毒性を持ちません。安全性の非常に高い実験系である実験となります。

タンパク質の定性分析実験

名古屋市立菊里高校 本田 忠弘

1 目的

タンパク質は20種類存在するアミノ酸がペプチド結合でつながり、鎖状に重合してできた高分子化合物であり、生物の重要な構成成分のひとつである。タンパク質に関する呈色、沈殿、凝固反応を通して、その性質や構成アミノ酸の構造や反応性について学ぶ。

2 実験手順および結果のまとめと考察

実験Ⅰ 卵白を用いたタンパク質溶液の調製

(1) 方法

- ① 鶏卵を割り、卵白のみをとりだす。
- ② ①で得られた卵白20 mLに蒸留水100 mLを加え、ガラス棒で攪拌する。
- ③ ②の溶液に塩化ナトリウムを少しずつ加え、ガラス棒で攪拌する。

(2) 結果

- ① 卵白に蒸留水を加えると、どのような変化が起きたか。

- ② さらに、塩化ナトリウムを少しずつ加えていくとどのような変化が起きたか。

参考 卵白は、主に卵アルブミンと卵グロブリンの2種類のタンパク質を含んでいる。卵アルブミンは水に溶けやすいが、卵グロブリンは卵アルブミンよりも水に溶けにくく、食塩水に溶けやすい。

(3) 考察

結果からはじめに生じた水に不溶な成分は、何であると考えられるか。

実験Ⅱ タンパク質の変性実験

(1) 方法

実験Ⅰで調製したタンパク質溶液を4本の試験管にそれぞれ3 mLずつはかりとる。ここに、

- ① 試験管1：濃塩酸1 mLを加える。
- ② 試験管2：エタノール1 mLを加える。
- ③ 試験管3：0.1 mol/L 硫酸銅水溶液1 mLを加える。
- ④ 試験管4：ガスバーナーで加熱をする。

(2) 結果

- ① 試験管1では何が観察できたか。
- ② 試験管2では何が観察できたか。

- ③ 試験管3では何が観察できたか。
- ④ 試験管4では何が観察できたか。

(3) 考察

試験管1～4では何が起こったと考えられるか。

実験Ⅲ タンパク質の成分元素の検出実験

(1) 方法

- ① 実験Ⅰで調製したタンパク質溶液を3 mLはかりとる。
- ② NaOH 2粒を①の試験管に加え、加熱する。
- ③ 水にぬらした赤色リトマス試験紙を試験管の口に近づけ、色の変化を観察する。
- ④ 加熱後、冷ましてから0.1 mol/L の $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 水溶液を1 mL加えて、変化を観察する。

(2) 結果

- ① NaOHを加えて加熱すると、溶液および赤色リトマス試験紙はどのように変化したか。

- ② $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 水溶液を加えると、溶液はどのように変化したか。

(3) 考察

- ① リトマス試験紙の色の変化は、何を意味すると考えられるか。

- ② $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 水溶液を加えたことによる変化は、タンパク質を構成するアミノ酸について、何を意味すると考えられるか。

- ③ ②の結果から、タンパク質を構成するアミノ酸として含まれると考えられるものを挙げ、そのうちの1つを、構造式を用いて示せ。

「生物基礎」(1)生物と遺伝子 イ 遺伝子とその働き (ア)遺伝情報とDNA

【実験課題：1】 ヒトのDNAの抽出

【教科書：____ページ、資料集：____ページ】

■目的

ヒトのほおの内側の口腔内上皮細胞から、DNAを抽出する。

■準備

ガーゼ（細胞採取用）（3過用）

100mLプラスチック容器、100mLメスシリンダー、100mLビーカー（2つ）、ガラス棒、電子てんびん、

葉包紙

蒸留水、食塩、台所用洗剤、コンタクトレンズ用洗浄液、エタノール（あらかじめ冷やしておく）

お湯（40℃くらい）、氷水

■方法

- 1) 手をよく洗い、新しいガーゼ（細胞採取用）を用いて両方のほおの内側をこする。そのガーゼを100mLプラスチック容器に入れる。

- 2) メスシリンダーを用いて蒸留水を10mLはかりとり、ガーゼを入れたプラスチック容器に入れる。

- 3) 電子てんびんを用いて葉包紙上に食塩を1gはかりとり、プラスチック容器に入れる。さらに台所用洗剤1滴を加える。

- 4) 次の、プラスチック容器にコンタクトレンズ用洗浄液1滴を加え、1分以上よく振る。

- 5) 40℃のお湯を入れたビーカーを用い、プラスチック容器を振りながら、3分間温せんする。

- 6) プラスチック容器内の溶液をガーゼ（3過用）を用いてろ過し、そのろ液をビーカーに入れる。

- 7) ろ液を氷水で冷やし、よく冷えたエタノールを静かに加える。

- 8) 浮遊してきた物質をガラス棒でとり出す。

■結果

- ・エタノールを加えた後の溶液の詳細を報告しなさい。

■考察&結論

- 1) 方法4) で加えた「コンタクトレンズ用洗浄液」は、どのような役割を担っているのだろうか。
- 2) 取り出した物質がDNAであるかどうかは、どのように判断できるのだろうか。
- 3) ヒトの「だ液」からもDNAが抽出できるだろうか。

- *4) 独自の視点で、本実験の操作手順や原理を考察しよう。

◇実験日：

◇共同実験者：

◇実験課題レポート提出しめきり→2013年____月____日（____）朝8:15

年	組	番	氏名	
---	---	---	----	--

安田和宏（神戸大学附属中等教育学校） yasuda.kazuhiro@port.kobe-u.ac.jp

酵素反応速度と温度の関係を可視化・数値化してみよう

1. 目的

生体触媒である酵素の主成分は、タンパク質でできており、無機触媒と異なった性質がみられる。一般的に無機触媒によって反応が触媒される場合、温度が高くなるにつれて反応速度も大きくなるが、酵素によって触媒される場合には、最適温度があり、それを超える温度の下では酵素は失活する。酵素の反応速度が温度によりどのように影響されるのか、 α -アミラーゼを用いた実験により確かめる。

2. 実験手順および結果のまとめと考察

【器具】 小型試験管、試験管立て、マイクロピペット (1000-5000、50-200)、ピペット用チップ
小型三角フラスコ (50mL)、ストップウォッチ、細胞培養プレート (96 穴)
恒温槽 (30, 40, 50, 60, 70, 80℃に設定。0℃は発泡スチロールのアイスボックスを使用)
デジタルカメラ、ライトビューアー、パソコン (画像処理ソフト GIMP など)

【薬品】 デンプン水溶液 (重量 0.2%) ・ ・ ・ 基質液

可溶性デンプン 800mg を電子天秤で秤量し、蒸留水 300mL を加えた後で加熱する。
デンプンが溶けたらメスリンダーに移し、蒸留水を加えて 400mL とする。

ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液 (ヨウ素溶液：遮光瓶保管) ・ ・ ・ 反応停止液・発色液

蒸留水 100mL にヨウ化カリウム 1.5 g を溶解し、さらにヨウ素 (I₂) 0.3 g を溶解する。
蒸留水で 20 倍に希釈した液を反応停止液・発色液として使用する。

α -アミラーゼ水溶液 (枯草菌由来 1 万 1000 単位/g：東京化成) ・ ・ ・ 酵素液

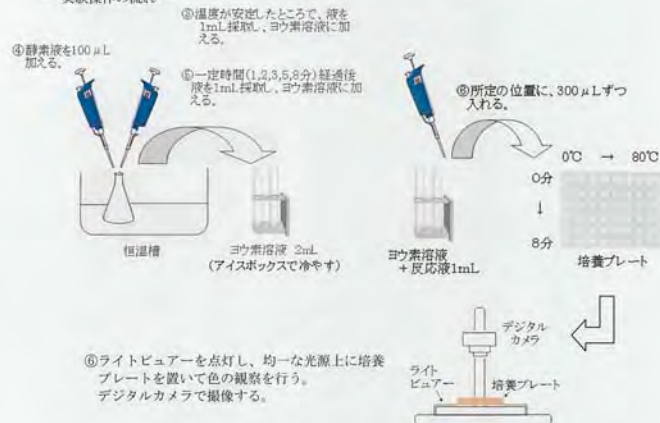
電子天秤で 100mg 秤量し蒸留水 20mL に溶解した後、ろ過して不溶性デンプンを除いた液を用いる。

実験. α -アミラーゼによる触媒反応の反応速度と温度の関係を調べる

(1) 方法

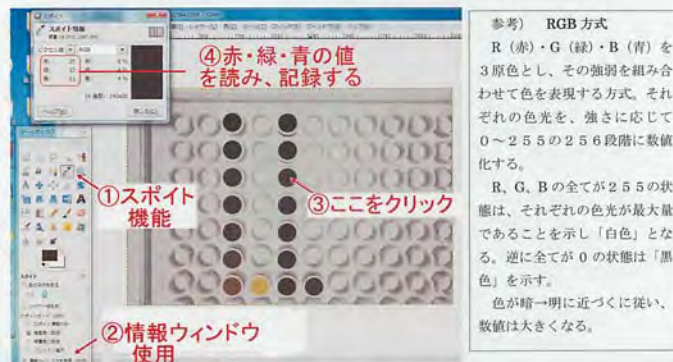
- ① マイクロピペットを使い、小型試験管に 20 倍希釈したヨウ素溶液 2mL を分注する (測定する各温度について 6 本ずつ)。分注後の試験管をアイスボックスで冷却する。
- ② 小型三角フラスコ (50mL) にデンプン水溶液 5mL と蒸留水 10mL をマイクロピペットでとり (3 倍に希釈した基質液)、恒温槽 (0, 30, 40, 50, 60, 70, 80℃) に入れて温度をあわせる。
- ③ 三角フラスコ内の液温が安定したところで、中の液をマイクロピペットで 1mL とり、①の試験管に加える (反応時間：0 分)。
- ④ 酵素液 100 μ L をマイクロピペットでとり、三角フラスコ内の液に加える。酵素液を加えるのと同時にストップウォッチをスタートさせる。
- ⑤ 一定時間 (1, 2, 3, 5, 8 分) 経過後、三角フラスコ内の液 (反応液) をマイクロピペットで 1mL とり、①の試験管に加える。
- ⑥ 小型試験管内の発色した液をマイクロピペットで 300 μ L とり、細胞培養プレートの所定の穴に移す。ライトビューアーに置いて発色の様子を確認し、デジタルカメラで撮影する。
- ⑦ 撮影した画像を画像処理ソフトで開き、液の色データ (RGB 値) を読み、表に記録する。

実験操作の流れ



⑦ 色データ (RGB) の取得の仕方

(スポイト機能のある画像処理ソフトを使用： GIMP(フリー)、Photoshop(Adobe) など)



大分県立日田高等学校 教諭 池 恩 愛 (ち うんそふ) unsobu.chi@gmail.com

カタラーゼの働きと温度・pH (改訂版)

<目的>

過酸化水素(H₂O₂)を分解するカタラーゼの酵素作用が、温度によってどのように変化するかを調べ、最適温度や最適 pH を求める。

<準備>

- ① 材料：ジャガイモ(「メークイン」・「男爵薯」など)から作成した粗酵素液*
- ② 器具：おろし金、薬さし、温度計 3 本、試験管 12 本、試験管立て、駒込ピペット、物差し
- ③ 薬品：蒸留水、3% (質量%) 過酸化水素水、二酸化マンガンの、リン酸緩衝液(pH=7)、HCl(pH=3)、NaOH 水溶液(pH=10)

* 1 粗酵素液：ジャガイモをおろし金ですりおろし、ガーゼでこして、水で2倍に薄めたもの。

<方法>

実験 I：温度

- ① 500mL の大型ビーカーに湯や水を利用して、低温 (3℃)・中温 (30℃)・高温 (50℃) の3段階の温度条件を設定し、その中に試験管を置く。
- ② そこへ3%過酸化水素水を2mL と、pH7 のリン酸緩衝液 2mL を加え、5分間おき、温度を一定にさせる。
- ③ その上に、3つの試験管には粗酵素液を2mL ずつ加え、残り3つの試験管には二酸化マンガンを加え、白く柱上に泡が上がってくるので、5分後にその高さを物差しで測定する。

実験 II：pH

- ① 3 本の試験管には、3%過酸化水素水を2mL ずつと、それぞれ 3 段階に pH を調整したリン酸緩衝液などを2mL ずつ加える。
- ② その上に、3つの試験管には粗酵素液を2mL ずつ加え、残り3つの試験管には二酸化マンガンを加え、5分後にその高さを物差しで測定する。

<結果>

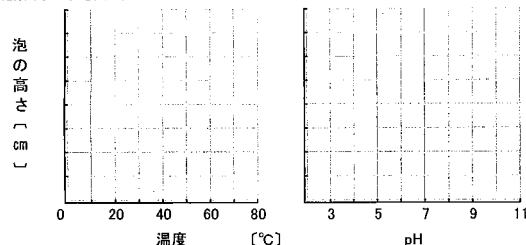
実験 I

温度	低温 (3℃)	中温 (30℃)	高温 (50℃)
泡の高さ (酵素)			
泡の高さ (マンガ)			

実験 II

pH	3	7	10
泡の高さ (酵素)			
泡の高さ (マンガ)			

結果のデータを元に、グラフを完成させる。



<考察>

- ① 今回の実験結果から考えて、カタラーゼの最適温度は何℃か。
- ② 今回の実験結果から考えて、カタラーゼの最適 pH はいくらか。
- ③ なぜ、高温にすると酵素作用が低下するのか。簡潔に説明せよ。
- ④ pH とカタラーゼの働きにはどのような関係があるか。
- ⑤ この実験で生じた反応を化学反応式で表すとどのようなになるか。

2 年 組 番 氏 名

参加者の発表スライド 【チーム1】

組み換えDNAの作製と遺伝子導入

2013年8月4日（日）

G班

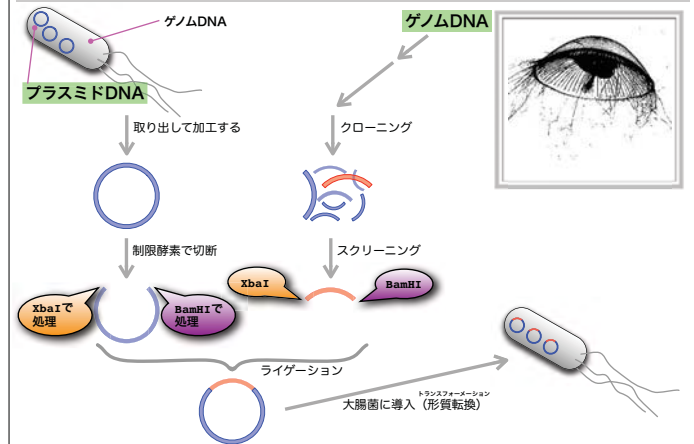
井上哲也（香川県立三木高等学校）
河中辰仁（愛媛県立八幡浜高等学校）
古田美和（徳島県立辻高等学校）
安田和宏（神戸大学附属中等教育学校）

[ティーチング・アシスタント]
佐伯真穂・神森貴文

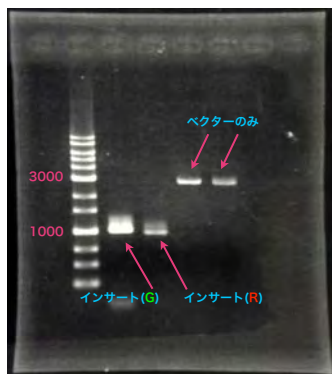
サイエンス・リーダーズ・キャンプ 2013
愛媛大学プロテオサイエンスセンター
2013.8.1 - 4



遺伝子操作の基本原則



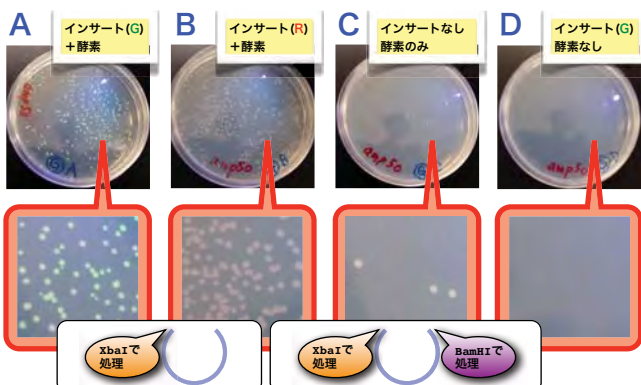
電気泳動によるDNAの分析



プラスミドDNAの作製

	チューブA	チューブB	チューブC	チューブD
インサート DNA	G 1μL	R 1μL	—	G 1μL
ベクターDNA	1μL			
酵素溶液	2μL			—
水	—	—	1μL	2μL
予想	緑	赤	なし	なし

プラスミドDNAによる大腸菌の形質転換



PCR による DNA の増幅

■大腸菌の菌体コロニーを用いたPCR■

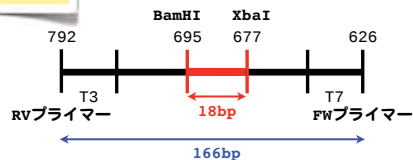
- ①インサートDNA(G)を加えたプレートのコロニー (緑)
- ②インサートDNA(G)を加えたプレートのコロニー (白)
- ③インサートDNA(R)を加えたプレートのコロニー (赤)
- ④インサートDNA(R)を加えたプレートのコロニー (白)
- ⑤ベクターのみから作製したプレートのコロニー
- ⑥作製済みプラスミドDNA(G)を加えたプレートのコロニー
- ⑦作製済みプラスミドDNA(B)を加えたプレートのコロニー
- ⑧作製済みプラスミドDNA(R)を加えたプレートのコロニー
- ⑨作製済みプラスミドDNA(O)を加えたプレートのコロニー
- ⑩作製済みプラスミドDNA(pBS)を加えたプレートのコロニー

■プラスミドDNAを用いたPCR■

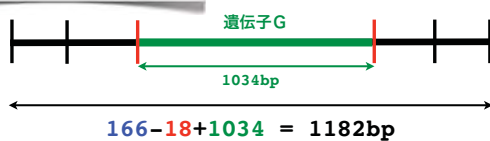
- ⑪形質転換に用いたプラスミドDNA(G)
- ⑫形質転換に用いたプラスミドDNA(B)
- ⑬形質転換に用いたプラスミドDNA(R)
- ⑭形質転換に用いたプラスミドDNA(O)
- ⑮形質転換に用いたプラスミドDNA(pBS)

PCR による DNA の増幅の予想

【ベクター】



【レーン①の場合】 遺伝子Gを導入



PCRの予測 ①～⑤

大腸菌コロニー (ライゲーション)

	①	②	③	④	⑤
プライマー間	166	166	166	166	166
切断部位	-18	—	-18	—	—
インサート	G 1034	—	R 992	—	—
予想	1182	166	1140	166	166

PCRの予測 ⑥～⑩

大腸菌コロニー (形質転換)

	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
プライマー間	166	166	166	166	166
切断部位	-18	-18	-18	-18	—
インサート	G 1034	B 1034	R 992	O 1046	—
予想	1182	1182	1140	1190	166

PCRの予測 ⑪～⑮

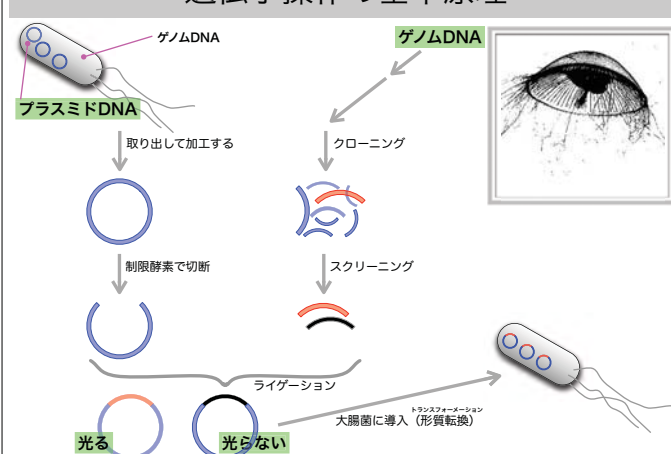
プラスミドDNA

	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮
プライマー間	166	166	166	166	166
切断部位	-18	-18	-18	-18	—
インサート	G 1034	B 1034	R 992	O 1046	—
予想	1182	1182	1140	1190	166

電気泳動の結果



遺伝子操作の基本原則



■ まとめ ■

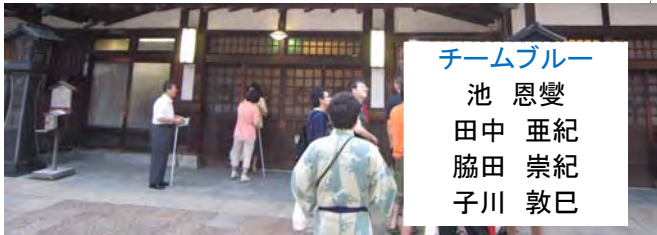
コロニーPCRの結果より…

色素タンパク質遺伝子を
ライゲーションして作製した
プラスミドDNAが、
大腸菌に導入されたことを確認できた。

参加者の発表スライド 【チーム2】



試験管内における転写と翻訳の結果



実験1-3.試験管内での転写と翻訳の再現

1-3-1 mRNAの合成(転写反応)

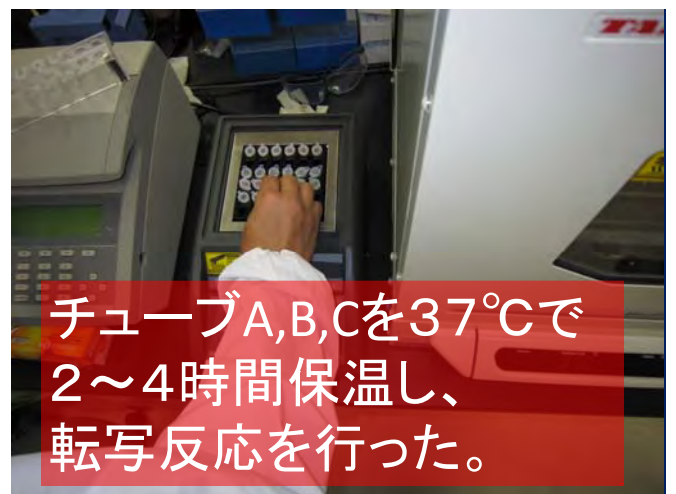
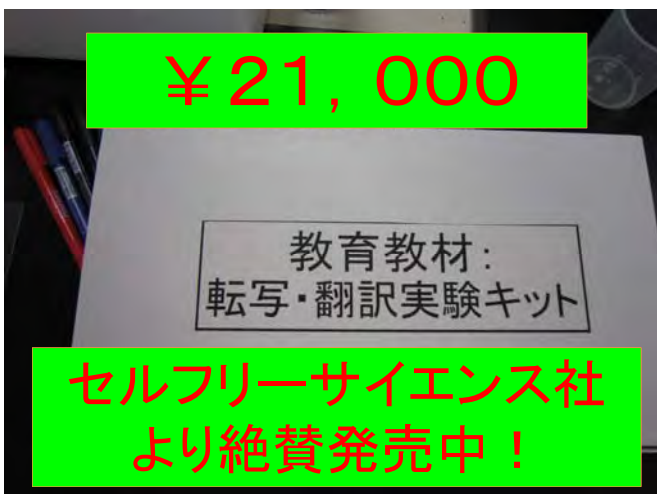
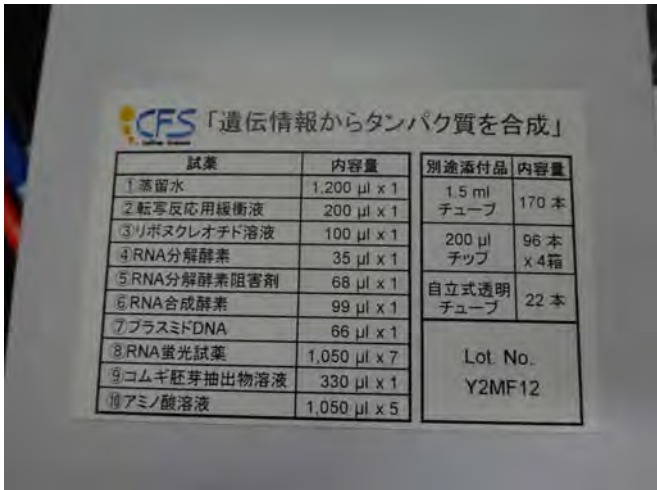
予想

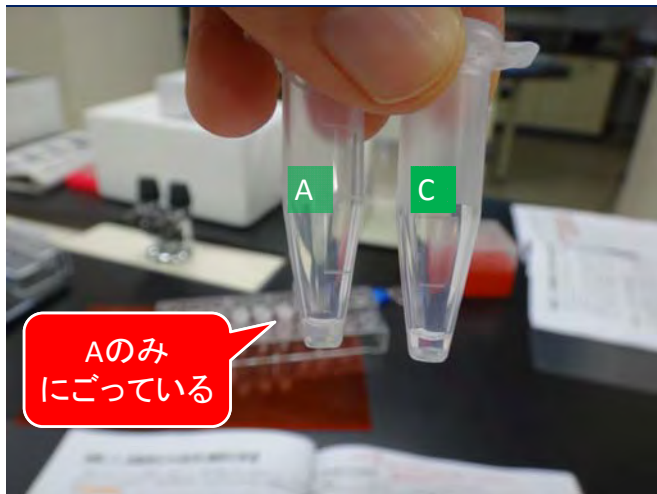
mRNAが
合成される

mRNAが合成され
るが、分解される

mRNAが合成
されない

溶液	チューブA	チューブB	チューブC
蒸留水	8μL	8μL	10μL
転写反応用緩衝液	4μL	4μL	4μL
リボヌクレオチド溶液	2μL	2μL	2μL
RNA分解酵素阻害剤	2μL	0μL	2μL
RNA分解酵素	0μL	2μL	0μL
RNAポリメラーゼ	2μL	2μL	2μL
プラスミドDNA	2μL	2μL	0μL
合計	20μL	20μL	20μL





実験1-3.試験管内での転写と翻訳の再現

1-3-1 mRNAの合成(転写反応)

結果

溶液	チューブA	チューブB	チューブC
蒸留水	8μL	8μL	10μL
転写反応用緩衝液	4μL	4μL	4μL
リボヌクレオチド溶液	2μL	2μL	2μL
RNA分解酵素阻害剤	0μL	0μL	2μL
RNAポリメラーゼ	2μL	2μL	2μL
プラスミドDNA	2μL	2μL	0μL
合計	20μL	20μL	20μL

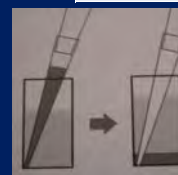
予想通り！

実験1-3.試験管内での転写と翻訳の再現

1-3-2 タンパク質の合成(翻訳反応)

実験操作

溶液	チューブA mRNAあり	チューブC mRNAなし
転写終了液	10μL	10μL
小麦胚芽抽出液	10μL	10μL
アミノ酸溶液	200μL	200μL
合計	220μL	220μL



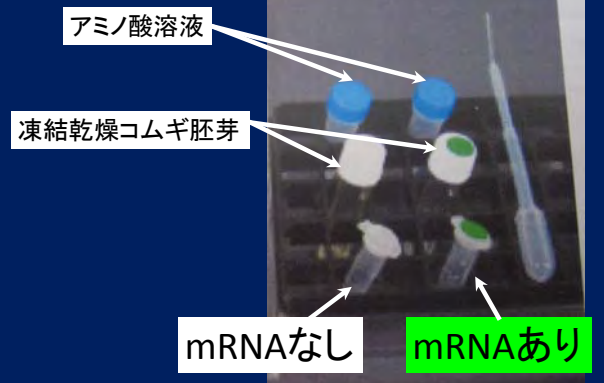
アミノ酸溶液
反応液(RNA液+小麦胚芽抽出液)

Aのみ翻訳される
のではないかな



実験1-3.試験管内での転写と翻訳の再現

1-3-2 タンパク質の合成(簡易版:凍結乾燥させたコムギ胚芽抽出液を使用)



実験1-3.試験管内での転写と翻訳の再現

1-3-2 タンパク質の合成(簡易版:凍結乾燥させたコムギ胚芽抽出液を使用)

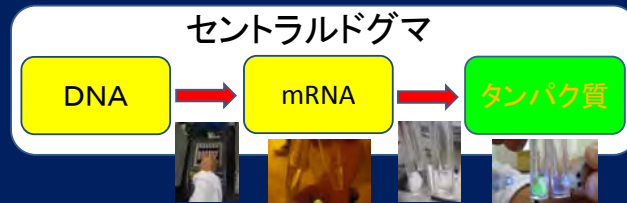
結果



mRNAが入っているものは美しい蛍光を観察できた。

実験1-3.試験管内での転写と翻訳の再現

まとめ



今回の実験を通して、遺伝子情報発現の全ての過程(セントラルドグマ)を試験管の中で再現できた。

実験1-3.試験管内での転写と翻訳の再現

1-3-2 タンパク質の合成(簡易版:凍結乾燥させたコムギ胚芽抽出液を使用)

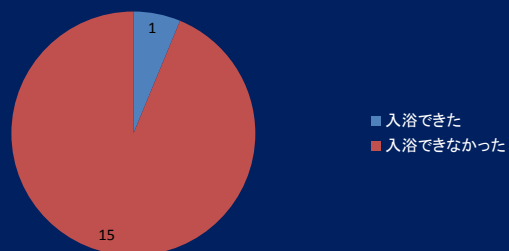
まとめと考察

	転写・翻訳のキット	簡易版キット(翻訳のみ)
手軽さ・実験に要する時間	△	○
価格	△	○
対象生徒	高校生～(操作技術・内容の理解の必要)	小学生～(入門)
セントラルドグマについての理解	○	△

高校現場では転写・翻訳のキットを使いたい但価格面をクリアする必要がある。

実験2.天然ウォーターバスでのin vivo気持ちいいについて

道後温泉に入浴できた人



道後温泉に入るには5:30起床か22:30からの入浴の必要がある。

最後に、ご指導いただいた林先生をはじめ、諸先生方、TAのみなさんに感謝いたします。

ありがとうございました。

チームブルー

タンパク質の分析

チームR
森田淳子 山崎隆史
杉本直毅 津川大輔

実験の目的

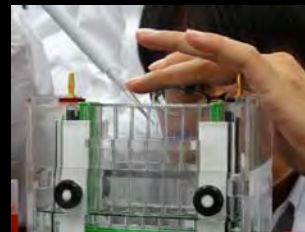
大腸菌によって作成した蛍光タンパク質とコムギの胚芽によって作成した蛍光タンパク質の種類を、電気泳動とMALDI-TOFMSを用いて分析をおこなう。

実験方法

- 1 電気泳動によるタンパク質の分析
大腸菌とコムギ胚芽から生成した試料を25mAで1時間泳動する。その後、CBBで染色し、分子量を求める。
- 2 MALDI-TOFMSによるタンパク質の分析
マトリックスと試料を混ぜレーザー光を照射しイオン化した後、その移動距離で試料の分子量を求める。

実験風景(電気泳動)

ゲルへの試料打ち込み



ゲルの染色

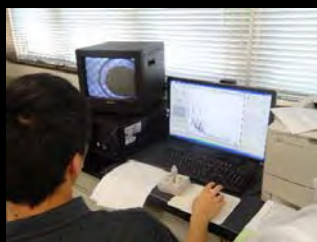


実験風景(MALDI-TOFMS)

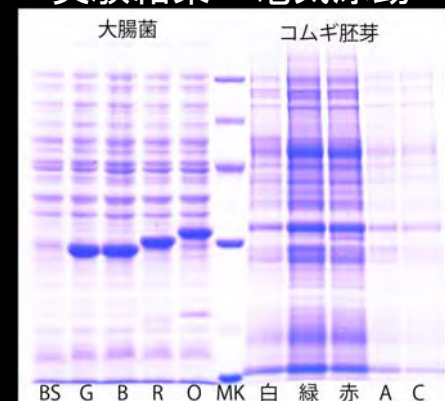
マトリックス試料の調整



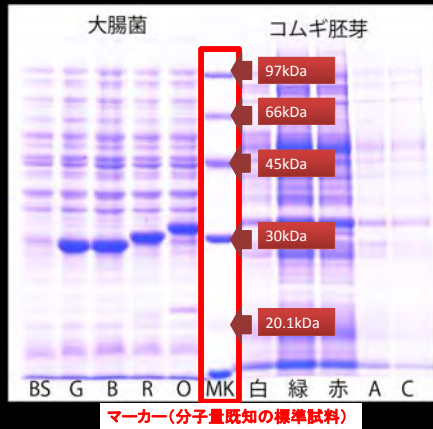
MALDI-TOFMSによる測定



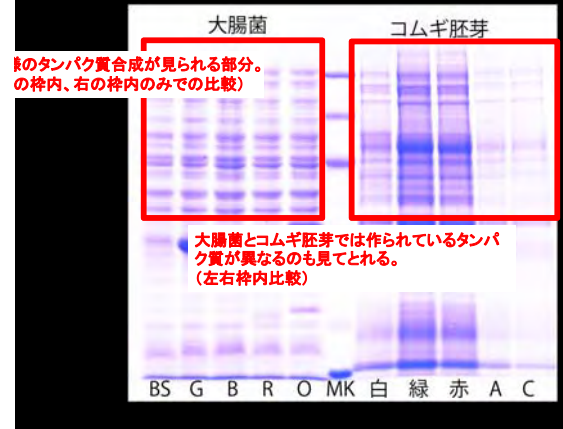
実験結果～電気泳動～



実験結果～電気泳動～



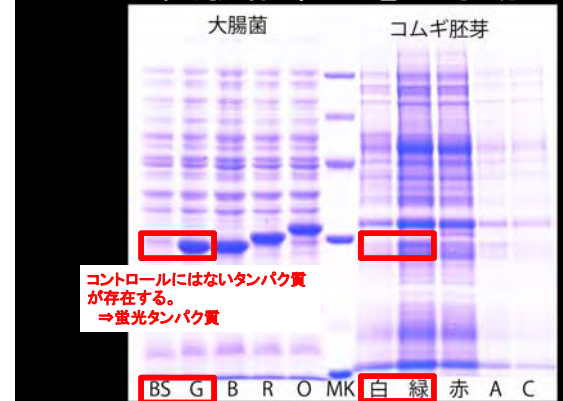
実験結果～電気泳動～



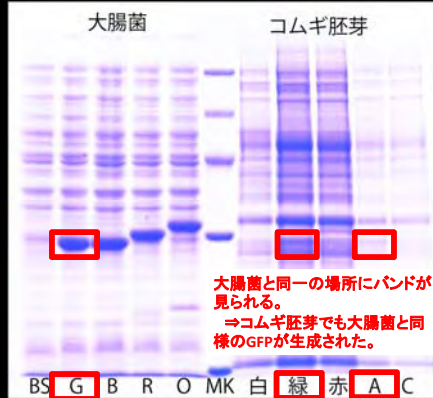
実験結果～電気泳動～



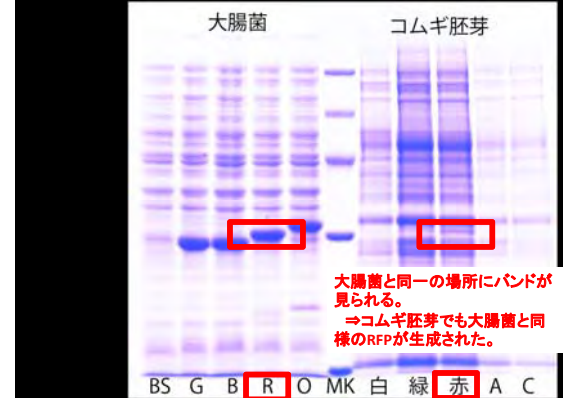
実験結果～電気泳動～



実験結果～電気泳動～

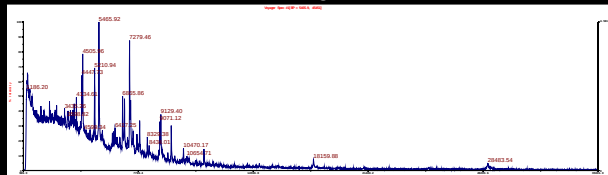


実験結果～電気泳動～

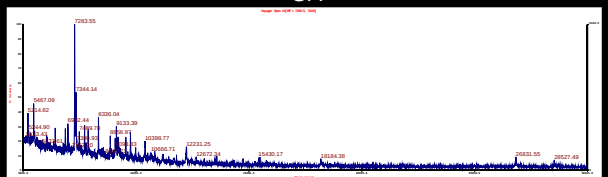


実験結果～MALDI-TOFMS～

PBS

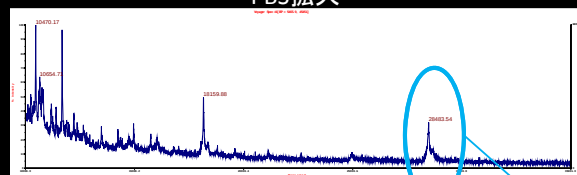


GFP

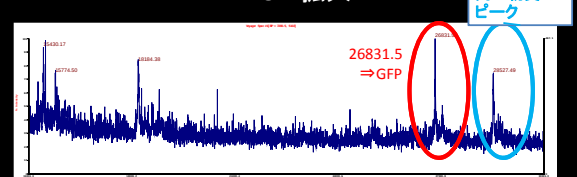


実験結果～MALDI-TOFMS～

PBS拡大

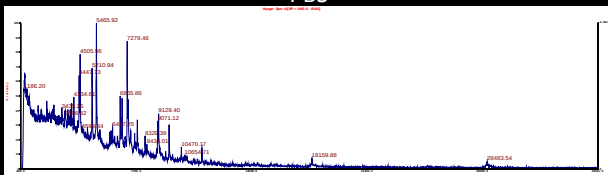


GFP拡大

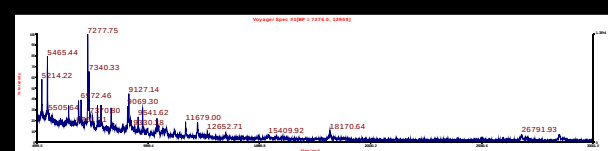


実験結果～MALDI-TOFMS～

PBS

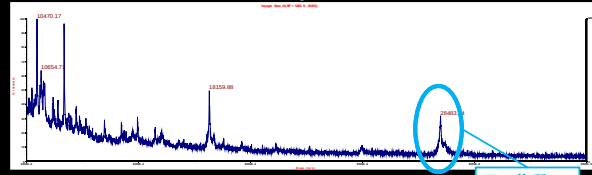


BFP



実験結果～MALDI-TOFMS～

PBS拡大

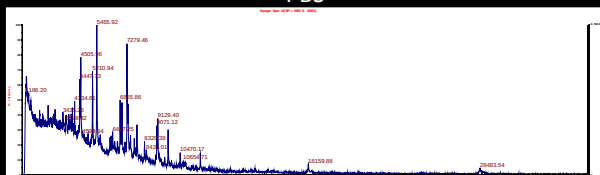


BFP拡大

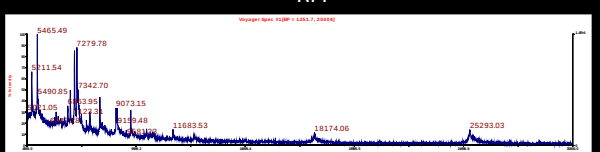


実験結果～MALDI-TOFMS～

PBS

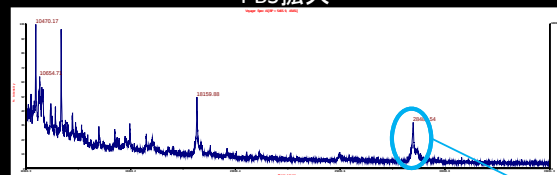


RFP

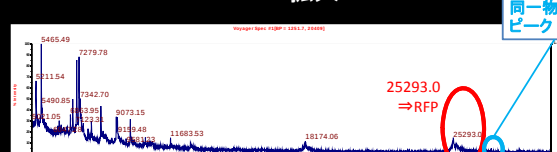


実験結果～MALDI-TOFMS～

PBS拡大

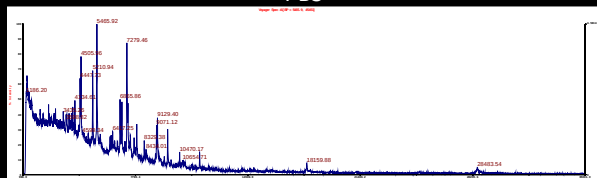


RFP拡大

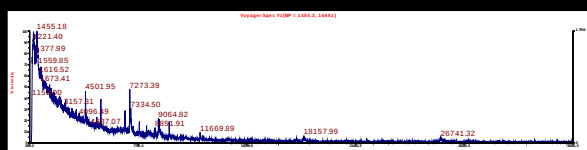


実験結果～MALDI-TOFMS～

PBS

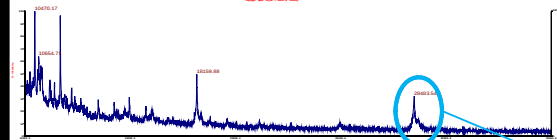


OFP

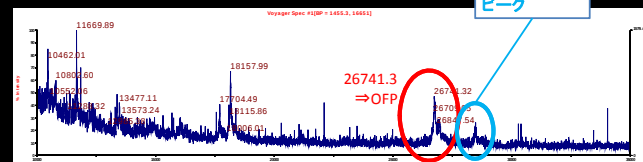


実験結果～MALDI-TOFMS～

PBS拡大



OFP拡大



考察①

電気泳動の結果より、大腸菌で生成された蛍光タンパク質とコムギ胚芽により生成された蛍光タンパク質はそれぞれ同一であると推測される。

MALDI-TOFMSの結果から、ベクターのみ(PBS)にはないピーク(赤丸)が現れ、そのピークが蛍光タンパク質であると考えた。

また、テキストのインサートDNAの遺伝情報よりアミノ酸配列を求め、正確な分子量を計算してMSの結果と比較した。

蛍光タンパク質の分子量[kDa]

	GFP	BFP	RFP	OFP
MALDI-TOFMS による測定値	26831.55	26791.93	25293.03	26741.32
計算理論値	26777.3	26898.3	25078.3	27020.6
差	54.25	-106.37	214.73	-279.28

考察②

電気泳動の結果とMALDI-TOFMS、計算理論値の値を比較すると、TOFMSのRFPとOFPが200以上の大きな誤差がある。今回はキャリブレーションを行わなかったが、キャリブレーションを行うことで、測定誤差を小さくできると思われる。

考察③

蛍光タンパク質の分析では電気泳動やMALDI-TOFMSなどが用いられる。

今回の実験から、まずは電気泳動により、タンパク質生成の有無とその分子量の概数を把握し、MALDI-TOFMSにより正確に測定した分子量からタンパク質を分析することが望ましいことがわかる。

謝辞

- 愛媛大学 林秀則 教授
- 高崎健康福祉大学 片山豪 教授
- JST 山本明利先生 水本大吾先生
- 愛媛大学関係者各位
- TAの皆さん
- データを提供していただいたOチームの皆様

このような機会を与えていただき、この場を借りて
お礼申し上げます。

ご清聴ありがとう
ございました

DNAの塩基配列とタンパク質の特徴

〇班

藤江一成（岡山県立岡山城東高等学校）

本田忠弘（名古屋市立菊里高等学校）

藤本博文（香川県立丸亀城西高等学校）

氏原千恵（高知県立室戸高等学校）

目的

- ① 蛍光タンパク質をコードするプラスミドを大腸菌培養液から回収し、ジデオキシ法により蛍光タンパク質のDNA塩基配列を読む。
- ② 読み取られたDNA塩基配列を既知の配列と比較し、ジデオキシ法の特徴を検討する。
- ③ 各蛍光タンパク質（G、B、R、O）の一次配列を比較し、発光に関わる領域を推定する。また、発光の仕組みについて考察する。

ジデオキシ法 の概念

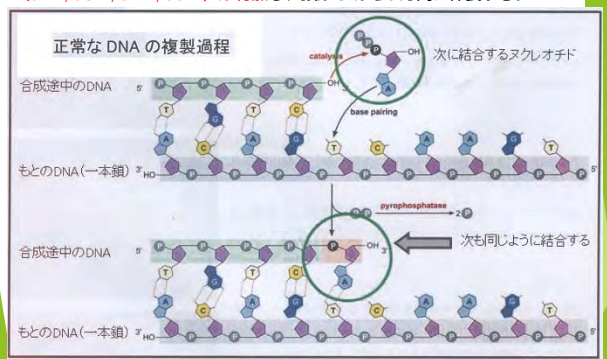
dNTP(通常のヌクレオチド)に、3'をデヒドロキシ化したddNTP(次のヌクレオチドが結合できない：塩基を蛍光標識)を混ぜた状態でPCRを行う。



デオキシ化された3'末端をもつ、様々な長さのDNA鎖が得られる。DNA鎖を長さ順に分離し、レーザー光を照射したときに発する蛍光から3'末端の塩基を読む。

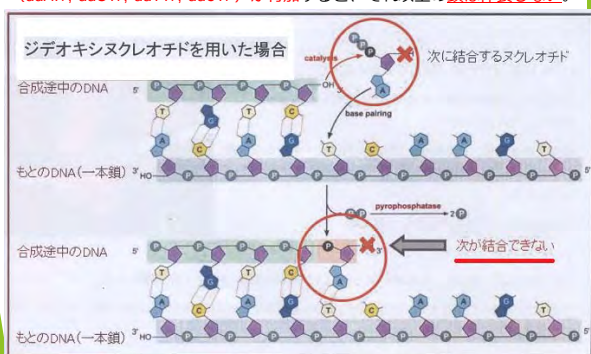
ジデオキシ法におけるDNA複製過程①

ポリヌクレオチド鎖の3'-ヒドロキシル末端にデオキシリボヌクレオチド(dATP, dGTP, dTTP, dCTP)が付加し、鎖が5'から3'方向に伸長する。



ジデオキシ法におけるDNA複製過程②

ポリヌクレオチド鎖の3'-ヒドロキシル末端にジデオキシリボヌクレオチド(ddATP, ddGTP, ddTTP, ddCTP)が付加すると、それ以上の鎖は伸長しない。



方法

- 1) 前日の夜：プラスミドを導入した大腸菌（5種類）を液体培養する。
 - ア) プラスミド(pBluescript II：pBS)を導入
 - イ) 遺伝子G(緑色蛍光タンパク質遺伝子：G)を導入したプラスミド
 - ウ) 遺伝子B(青色蛍光タンパク質遺伝子：B)を導入したプラスミド
 - エ) 遺伝子R(赤色蛍光タンパク質遺伝子：R)を導入したプラスミド
 - オ) 遺伝子O(橙色蛍光タンパク質遺伝子：O)を導入したプラスミド
- 2) 培養液から大腸菌を集め、プラスミドを回収する(p30参照)。
 - ① 遠心分離により集めた大腸菌を懸濁する(P1緩衝液：DNaseの不活性化)。
 - ② 大腸菌を破碎する(P2緩衝液)。
 - ③ 大腸菌の細胞壁、タンパク質、染色体などを沈殿させて取り除く(N3緩衝液)。
 - ④ 上澄み液をスピニングカラムに注入し、プラスミドを樹脂に吸着させる。
 - ⑤ 樹脂の上にPE緩衝液を加え、塩を溶出させ、除去する。
 - ⑥ 樹脂に吸着したDNAを溶出させ（TE緩衝液）、プラスミドを回収する。

方法

3) 回収したプラスミドを鋳型とし、PCRを行う。

- 反応液の組成：緩衝液
プレミックス（DNAポリメラーゼ、dNTP、ddNTP）
プライマー-DNA（T7，T3のどちらか一方）
回収したプラスミド（1種類ずつ）
- 反応条件：解離（96℃ 10秒）→アニーリング（50℃ 5秒）→伸長（60℃ 2分）を25サイクル。

4) PCR産物（1本鎖DNA）をオートシーケンサーにかける。

- 〔オートシーケンサーの構成〕
- キャピラリー部：PCR産物である1本鎖DNAを、鎖長別に分ける。
- 検出部：レーザー光を照射し、蛍光を検出する。

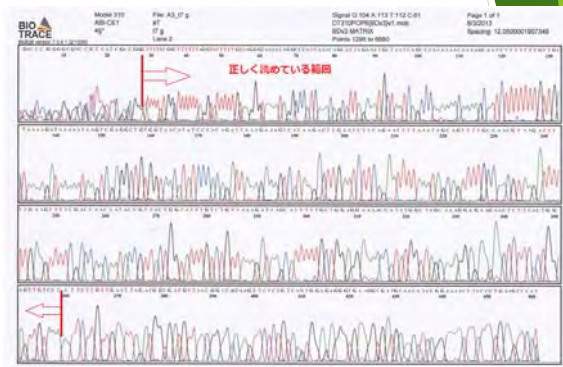
DNA鎖の短いものから順々にキャピラリーを移動するので、5'→3'方向の塩基配列を読み取ることができる。



シーケンスされたDNA塩基配列の確認

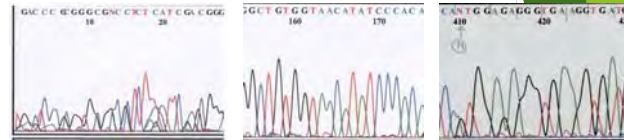
例) T7プロモーター側から読んだ遺伝子Gの配列

正確に読み取られている範囲を、既知の塩基配列と比較検討。



シーケンスの精度

読み始め付近 中間領域 (配列を正しく読んでいる) 後半領域 (読み誤りが出始める)



- 記録が始まるのはプライマーの3'末端から20塩基ほど離れた塩基からであった。
- 記録が始まったばかりの部分は、小さなピークが重なり塩基配列を正しく読み取られていなかった。
- 塩基配列を正しく読まれ始めるのは、プライマーの3'末端から50塩基程度離れた位置からであった。
- 正しい塩基配列が読まれているのは、300～400塩基程度であった。
- 後半部分は、ピークが重なり、ピークの肩がなだらかになったり、ノイズが大きくなったりするなどで、正しく塩基配列を読み取れなくなった。

インサートDNAの解析

翻訳を開始する位置

```

1 TCTAGAATTGAGCGGGATTATAGGCTTTTATAGGATTTTGTAGGGTAAATAGGC
61 CCATCAACAGCATTAGAAATGCTATCAGCCCAAAAAAGCAATCTTTTGTGTT
121 GCTAAAAGATAAAATAAGTCGAGGCTGTGTAACATATCCACAGATTAAAGAAAGTCA
181 TAAGACTTGAATCTTCAGAAATTTAAAGAGCAGTTTGCACAGTAAGATTTTGAAGTT
241 TTCGACCAACAATACCGTTACTGTATTTGTCTGTAAGAATAAGCATTTTGCTGGAGG
301 AAAACCATATGGCTAGCAAGGGAAGAAGCTCTTACTGGAAGTGTGCAATCTTGTG

```

インサートDNAのDNA配列

原核細胞のmRNAにおいて、翻訳開始点の上流にみられる共通配列（SD配列）が下線の位置にあるので、インサートDNAの翻訳は309番目から始まるコドンが開始コドン(ATG)であると判断できる。4種類のインサートDNAの開始コドンまでの配列は、遺伝子G,B,R,Oのいずれも共通している。

蛍光タンパク質の解析

①アミノ酸組成の比較

緑色・青色蛍光タンパク質は、システイン(C)とセリン(S)を除いたアミノ酸組成が同じであり、構成するアミノ酸の合計も同じである。また、赤色蛍光タンパク質は、アミノ酸組成において、青色・緑色蛍光タンパク質よりも、橙色蛍光タンパク質の方により類似性が見られる。

	非極性側鎖												塩基性側鎖			酸性側鎖			非荷電極性					合計
	G	A	V	L	I	P	F	M	W	C	K	R	H	D	E	N	Q	S	T	Y				
緑色 蛍光タンパク	22	9	17	20	11	10	12	6	1	3	19	7	10	18	16	14	7	10	16	11	239			
青色 蛍光タンパク	22	9	17	20	11	10	12	6	1	2	19	7	11	18	16	14	7	11	16	10	239			
赤色 蛍光タンパク	23	12	14	12	9	12	10	9	3	0	22	9	5	14	22	4	8	12	14	11	225			
黄色 蛍光タンパク	26	11	14	12	11	12	12	10	3	0	24	9	6	12	24	6	7	13	18	12	236			

蛍光タンパク質の解析

②緑色・青色蛍光タンパク質の一次構造比較

一次構造を比較すると、66,67番目のアミノ酸が異なるという点を除いて、全く同じ配列であることが分かる。蛍光色の違いは、この部分のアミノ酸配列の違いに由来すると考えられる。

緑色蛍光タンパク質 1	MASKGEELFTGVPILVELDGDVNGHKFSVSGEGEGDATTYGLTLKFICTTQKLVPVPIPT	180
青色蛍光タンパク質 1	MASKGEELFTGVPILVELDGDVNGHKFSVSGEGEGDATTYGLTLKFICTTQKLVPVPIPT	180
61	LVITLGVGDCFSRYPDIMKRIHFFKSAMPEGVQERTIFFKDDGNKYKTRAEVWFEGDTL	120
61	LVITLGVGDCFSRYPDIMKRIHFFKSAMPEGVQERTIFFKDDGNKYKTRAEVWFEGDTL	120
121	VNRTELKGIQFREDIGNILGHKLEYNYSINVIYIMADKQNGIKVNFKTRINIEDGSVOLA	180
121	VNRTELKGIQFREDIGNILGHKLEYNYSINVIYIMADKQNGIKVNFKTRINIEDGSVOLA	180
181	DHYDQNTPIGDGPVLLPDIHYLSTQSALSKDPNEKRDIMLLEFVTAAGITHTMDIELYN	239
181	DHYDQNTPIGDGPVLLPDIHYLSTQSALSKDPNEKRDIMLLEFVTAAGITHTMDIELYN	239

* 共通しているアミノ酸

蛍光タンパク質の解析

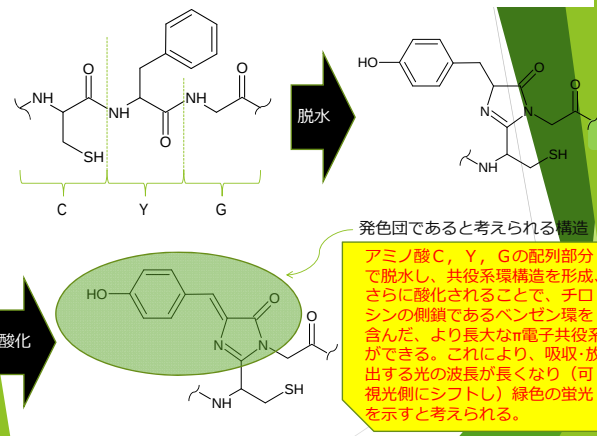
③緑色・赤色・橙色蛍光タンパク質の一次構造比較

緑色・赤色・橙色蛍光タンパク質の一次構造で共通するアミノ酸を*で示した。一次構造の共通性、および緑色・青色蛍光タンパク質の一次配列比較の結果から、蛍光色の違いに関わると推定される部位を赤枠で示した。

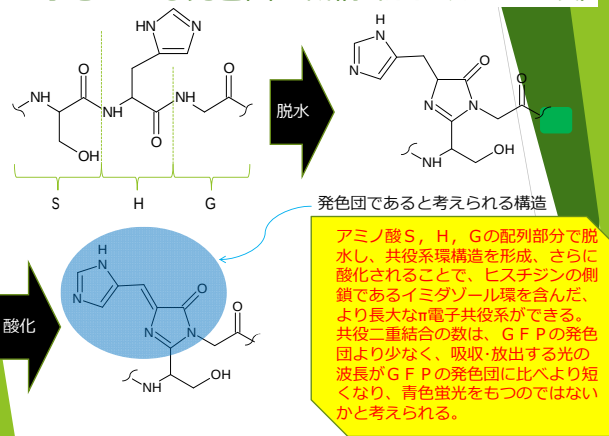
緑色蛍光タンパク質 1	MASKGEELFTGVPILVELDGDVNGHKFSVSGEGEGDATTYGLTLKFICTTQKLVPVPIPT	180
赤色蛍光タンパク質 1	MASKGEELFTGVPILVELDGDVNGHKFSVSGEGEGDATTYGLTLKFICTTQKLVPVPIPT	180
青色蛍光タンパク質 1	MASKGEELFTGVPILVELDGDVNGHKFSVSGEGEGDATTYGLTLKFICTTQKLVPVPIPT	180
180	LVITLGVGDCFSRYPDIMKRIHFFKSAMPEGVQERTIFFKDDGNKYKTRAEVWFEGDTL	123
180	LVITLGVGDCFSRYPDIMKRIHFFKSAMPEGVQERTIFFKDDGNKYKTRAEVWFEGDTL	123
180	LVITLGVGDCFSRYPDIMKRIHFFKSAMPEGVQERTIFFKDDGNKYKTRAEVWFEGDTL	123
121	VNRTELKGIQFREDIGNILGHKLEYNYSINVIYIMADKQNGIKVNFKTRINIEDGSVOLA	180
121	VNRTELKGIQFREDIGNILGHKLEYNYSINVIYIMADKQNGIKVNFKTRINIEDGSVOLA	180
121	VNRTELKGIQFREDIGNILGHKLEYNYSINVIYIMADKQNGIKVNFKTRINIEDGSVOLA	180
181	DHYDQNTPIGDGPVLLPDIHYLSTQSALSKDPNEKRDIMLLEFVTAAGITHTMDIELYN	239
181	DHYDQNTPIGDGPVLLPDIHYLSTQSALSKDPNEKRDIMLLEFVTAAGITHTMDIELYN	239
181	DHYDQNTPIGDGPVLLPDIHYLSTQSALSKDPNEKRDIMLLEFVTAAGITHTMDIELYN	239

* 共通しているアミノ酸

予想される発色団の機構 (緑色蛍光タンパク質)



予想される発色団の機構 (青色蛍光タンパク質)

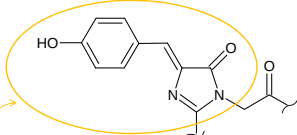


予想される発色団の機構 (赤・橙色蛍光タンパク質)

一次配列比較の結果から、蛍光色の違いに関わると推定される部位

緑色蛍光タンパク質: ...	66	67	68	...
赤色蛍光タンパク質: ...	C	Y	G	...
赤色蛍光タンパク質: ...	Q	Y	G	...
赤色蛍光タンパク質: ...	71	72	73	...
赤色蛍光タンパク質: ...	T	Y	G	...

GFPと同じ発色団の構造をもつ



アミノ酸 Y, G から生じる、発色団になり得ると考えられる構造

一次配列比較の結果から赤色・橙色蛍光タンパク質は、緑色蛍光タンパク質と同じチロシンの側鎖であるベンゼン環を含んだ共役系をもった発色団を形成できると予想できる。この発色団の周辺のアミノ酸や、タンパク質の立体構造の違いにより、蛍光色の違いが生じると考えられる。

まとめ

- ① 蛍光タンパク質の発光色の違いに関わる領域は、一次構造の比較から
 - ・緑色、青色、赤色蛍光タンパク質の66~68番目のアミノ酸
 - ・赤色蛍光タンパク質の71~73番目のアミノ酸
 であると推定される。
- ② 蛍光タンパク質の発光には、共役系環構造が形成されていると考えられる。発光色の違いは、共役系の範囲の違いによるものと考えられる。
- ③ 形質転換した大腸菌体も特有の蛍光を発していたことから、導入遺伝子から転写・翻訳されてきたポリペプチド鎖は、大腸菌体内で折りたたまれ、適切な立体構造をとっていたと推測される。
- ④ 大腸菌にオワンクラゲ等の異種生物の遺伝子を導入し、大腸菌体内で機能をもつタンパク質を合成させることが可能であると考えられる。

サイエンス・リーダーズ・キャンプに参加して

広島県立神辺旭高等学校 脇田 崇紀

キャンプのねらいに「生命を正しく理解するには生物だけではなく関連する化学や物理の内容も統合的に学習する必要があります。」とあり、今回のキャンプではこのことを痛感した。

ねらいの続きに「高校の教育現場では物理、化学、生物は独立した教科であり、生命の理解に向けた統合的な学習は容易ではありません。」と記されているように、生徒の進路希望及び興味・関心によって各科目が切り離されて「別教科」になってしまっているのが高校の現状である。しかし、キャンプを通して、生命現象が生命体の内部でのみ起こるものではなく、必要な材料と反応条件さえそろえれば試験管の中でもDNAの複製やmRNA及びタンパク質の合成を行うことができること、すなわち生命現象は「化学反応」であることを示していただいた。生物と化学は切り離してはならないものであることを突きつけられた思いがした。

「セントラルドグマのことは、文系・理系に関わらず、すべての高校生に理解しておいてもらいたい。」という林教授の言葉が印象的であった。セントラルドグマという、生命の根幹をなすダイナミックな営みに関する学習を通して、生命現象に対する感動や生命を尊重する態度を養うことができる。教育内容としての有用性に疑いはないが、高校生に知識として教えることはできても、実感をともなった理解をさせることは難しいと感じた。

しかし、今回の実習で使用した「転写・翻訳実験キット」を使えば、「DNAが無ければmRNAが合成されない」こと、「mRNAが無ければタンパク質が合成されないこと」を目で見て確認することができる。セントラルドグマの流れを観察・実験により確認することができる。授業展開次第では、緑色蛍光タンパク質と青色蛍光タンパク質を合成するためのインサートDNAの塩基配列の違いや、アミノ酸配列の違いにも触れ、生命現象の繊細さも授業することができる。非常に優れた画期的教材であると感じる。一方で、説明書の通りに作業を進めていけばタンパク質が合成できてしまうことから、生徒は「よくわからないけど、タンパク質ができたらしい。」という状態になってしまいやすい。目的意識を持たせ、操作の意味を考えさせながら観察・実験を行う必要があると感じた。そのためには教員に知識や技術が必要であり、今回のキャンプではその一端を身につけることができた。

林教授、片山教授、時間を割いて講義及び施設見学をさせて下さった愛媛大学の皆様、今回のような機会を提供して下さいましたJSTの皆様、関係職員ならびにTAの皆様に深く感謝を申し上げます。キャンプで学んだことを少しでも広めていけるよう取り組んでいきたいと思っています。

「サイエンスリーダーズキャンプ」に参加して

徳島県立辻高等学校 古田 美和

今回「サイエンスリーダーズキャンプ」に参加する際、三つの期待があった。

一つ目は化学の観点を導入し、生命現象を教室で再現する方法の習得を期待していたが、参加前にはSSH校などの設備の整った高校でしか実験は無理であろうと想像していた。しかし、転写・翻訳の実験教材が製品化され、しかもマイクロピペットを使用することなく行うことのできる簡易版実験教材が開発されていることに驚いた。この教材が製品化される過程を思うと、生徒に生命現象を可視化して見せるための並々ならぬ情熱を感じる。それを思うと、日々の教育活動のなかで、時間がとれないことや、実験器具不足などを理由に、実験を省略してきたことを深く反省した。生徒が生命活動のしくみを理解するためには、現象を直に目にすることが重要であることを知っていながら、言い訳をしつつ、実験を遠ざけていたように思う。この機会を利用して生徒に翻訳の実験教材を用いて授業してみたいと強く思った。ただこの実験が結果への驚きや喜びだけで終わらず、この結果が生徒の学んだセントラルドグマの理論に結びつくような説明が必要であると考えた。また、私自身生化学の分野に苦手意識があったが、このキャンプで苦手意識は準備(予習)によってなくなることも再確認し、この経験を生徒に伝えることで生徒の理科への苦手意識を取り除くために少しでも役に立つかと思われる。

二つ目に、大学で学んだ最先端の科学技術を生徒に伝えるためにどのようなことが学べるかと期待していた。愛媛大学では多くの施設を見学させていただき、また多くの講義を拝聴させていただいた。そのことで忘れかけていた「新しいことを知る喜び」を思い出したように思う。より多くの生徒に「新しいことを知る喜び」を与えられる授業が行えるように、まずは今回の研修で知り得たことを伝えていくことから始めて生きたい。また、生徒の中には理科系の進路を選択する者もいるが、高校では積極的に自分から学び探求する力を身につけて大学へ進学してもらいたい。そのために教員が今回のような研修で最先端の技術に触れ、生徒に伝えることで生徒の興味関心を引くことができる。まず教員が驚き楽しむことが必要であると再確認した。

三つ目に参加教員同士の情報交換であるポスターセッションに日々の授業のヒントをと期待していた。この三つ目の期待も裏切られることはなく、どの参加者のポスターも分かりやすく、日々の授業活動で活用していること、授業活動に必要なポイント・ヒントが丁寧にまとめられていた。この取組の中で紹介されているミドリゾウリムシを分けていただいたり、詳しい実験内容・実験成功の秘訣を教えていただいたりと、授業に導入し、生徒に体験させたい内容ばかりであった。

このキャンプへの参加によって得たことを日々の授業活動に活かせるよう教材研究に取り組んでいきたい。

そしてこの三日間で班で協力して実験を行ったことで、コミュニケーションをとることの大切さ、役割分担の大切さ(私は何の役に立ったのかは疑問であるが)も学ぶことができた。同じ班の参加者の皆さんには本当に感謝しています。

今回のキャンプを企画し、3泊4日の間、朝早くから夜遅くまで御指導いただいた林先生、片山先生、講義くださった先生方、愛媛大学や関係の方々、そしてこのような機会を提供してくださったJSTに深く感謝をしています。

Enjoy Science

徳島県立脇町高等学校 津川 大輔

参加以前は、遺伝子組換えや電気泳動などの実験をすでに体験しており、今回の研修プログラムに目新しさを感じてはいなかった。また、無生物系を用いたタンパク質合成と言われても、*in vitro* なので当たり前なのではくらいにしか考えていなかった。しかし、予想に反して愛媛大学での3泊4日の研修は、まさに「Enjoy Science」のすばらしい経験で、次のような4つの学び(気付き)があった。

1つ目は、実験の意味を考えて行う重要性である。私自身、以前におこなった遺伝子組換えや電気泳動の実験、PCR法などは、機械的に試薬を入れるだけになっていた。実験の手順の意味を考えながら実験をおこなうことで実験に対する疑問点がどんどん出てき、新しい気付きがいくつもあった。生徒が大学に入学したとき、実験はどんどんオートマチック化が進んでいると考えられる。つまり、自分自身が考えなくても装置がどんどん実験を進めてくれる。だからこそ、実験装置の原理や実験の目的を理解することが重要になるのではないだろうか。高校生のときにこそ基礎実験をしっかりおこない、考えながら実験をするおもしろさ、そして、重要性を伝えることを意識していきたい。

2つ目は、新しい知識の習得である。例えば、原核生物を用いたタンパク質合成の際、遺伝暗号が共通しているだけでは、タンパク質の立体構造が再現できないことを恥ずかしながら知らなかった。真核生物のタンパク質合成には真核生物の合成系、つまりコムギ胚芽を用いることの重要性を認識することができた。また、遺伝暗号の偶然凍結説やマラリアについてなど新しい知識がとても新鮮であった。

3つ目は、新学習指導要領に対応するための授業方法である。研修に参加前は、いかに新しい生物を教えるのか考えがまとまっていなかった。実際に4単位の生物の授業は、試行錯誤というよりも暗中模索の状態であった。しかし、研修に参加して、生徒自らが学ぶことが新しい教育課程では大切なのではないかと考えるようになった。そのために自分にできることは、大局的な視点を忘れずに新しい知識を伝えることである。細々した用語を覚えさせることも必要であるが、それだけになることは絶対にしないようにしたい。そうすると、パワーポイントなどを利用した授業や Mastering Biology の画像やアニメーション用いた授業を実践したい。

4つ目は、研修の最初に林先生が話された「学習と勉強と学問の違い」から考える大学に入学する意味である。当たり前のことであるが、大学は学問の場である。主体的に学び、疑問を問う場所である。その意味を考えずに入学したら、大学と本人両方にとって不幸であるという言葉に、自分の進路指導を改めて考えさせられた。両者にとって不幸な出会いを勧めた場合が多々あった。だからこそ、大学で学ぶ意味を授業だけでなく、普段のホームルームなどを通して、常に発信していきたい。両者にとって幸せな出会いを演出できる担任でありたいと改めて考えさせられた。

最後に、JSTの山本先生の言葉にあったように、研究することが私の仕事ではなく、授業や実験を通して理科好きを増やすことが私の仕事である。今回の研修は、今まで受けた研修と違い、その目的を達成するための様々な知識や気付きがあった点において、とても実践的な研修であった。私は理科好きになるためには、大学でやるような実験をして、小難しい考察をすることが大切ではなく、科学的な知的好奇心が刺激されることが重要であると思う。今後、この研修で得たものを最大限利用して生徒の知的好奇心を刺激していきたい。

サイエンス・リーダーズ・キャンプに参加して

香川県立高松南高等学校 田中 亜紀

サイエンス・リーダーズ・キャンプ。その名称から、どんなにかたい研修なのだろうと少々不安な気持ちで愛媛大学の門をくぐりました。しかし、開講式での林先生の「Enjoy Science(科学は感動だ！)」のお話で気が楽になり、生徒たちを感動させるにはまずは自分が楽しんで帰ろうと思えるようになりました。

一番興味深かったのは実習です。セントラルドグマが高校現場のようなふつうの場所で可視化できることに大変驚きました。大学時代、遺伝学研究室では大腸菌を用いていたため、実験後はすべてオートクレーブにかけ、完全滅菌していました。ところが、無細胞系を利用すれば、生物汚染を気にすることなく試験管の中で分子レベルの反応が観察できます。生物Ⅱや生物基礎でDNAの転写・翻訳が出てきますが、自分の中で起きている反応とはいえ、生徒にとって非常に理解しづらく、実感しにくい内容です。授業では模型やワークシートを用い、mRNA を動かしながら転写・翻訳の説明をしていましたが、そういった学習をしてある程度理解した上でこの実験を導入すれば、片山先生の実践例にもあったように、生徒の定着は格段に良くなるだろうと感じました。オワンクラゲ由来の緑色の光はとても神秘的な色合いで、見るものを飽きさせない力があります。ぜひ、その感動を生徒と共有したいと感じています。

また、講義で驚いたのはマラリアです。今までは、かま状赤血球症とマラリアの関係を扱う程度でしたが、その生活史を知り、ヒトへの感染過程を示すVTRを見て、なんとたくましく生き延びるよう進化した生物なのかと感心しました。新課程ではかま状赤血球症は発展内容ですが、ぜひマラリア原虫のすごさにも触れたいと思いました。余談になりますが、キャンプ後に香川県生地部会のボルネオ島巡検に参加しました。坪井先生のご助言に従って朝夕は虫除けを欠かさなかったおかげで、怪しい蚊に刺されることなく無事帰って来られました。ありがとうございました。その他、ふだん見ることのできない研究室では、小型化された多くのPCR装置、いくつもの試料を同時に読み取れるシーケンサー、自動で連続断面が解析できるMRIなど、自分の学生時代からはるかに進んだ実験装置の数々を見て、技術の進歩に驚愕しました。

このキャンプは、多くの先生方の講義、実習、施設見学と盛りだくさんな内容で、飽きることなく学生に戻ったような4日間を過ごせました。林先生や片山先生の情熱やバイタリティに触れ、自分ももっと学び、それを次に伝えていく使命があるのだと再認識しました。最後になりましたが、このような研修機会を与えて下さった皆様に感謝いたします。ありがとうございました。

サイエンス・リーダーズ・キャンプを終えて

香川県立三木高等学校

井上 哲也

学習指導要領の改訂に伴い、高校生物で学習する内容が変化した。特に「遺伝子」に関係する分野において、正しい知識とそれに関連する技術について自分自身がリアルタイムで学ぶ機会が無かったこともあり、これまで生物の教員として生徒に教えることに不安を持ちながら授業を展開していました。その不安を取り除くために今回のサイエンス・リーダーズ・キャンプ(SLC)へ参加しました。正直なところ、過去にPCR法や大腸菌の遺伝子組換えなどの研修は受講したことがありました。しかしそれらの研修ではスケジュールが短時間のためなのか、操作の意義や試薬の意味を理解することがなく、ただ機械的に作業をするばかりで、科学実験において一番重要な思考するという過程が欠落していたように感じました。そのために研修での成果を普段の授業において生徒に還元できたかという疑問が残ります。

今回のSLCに参加して一番の収穫はこの科学的思考をする時間が十分に与えられ、その過程がいかに面白いのかということを再発見できたことです。講義によって技術の原理を理解したうえで実習をすることによって、各操作の意義や試薬を加える意味を理解した上で作業することができたことは、後の対照実験と各実験区の結果の比較検討や考察を行っていくうえでとても重要でした。同じグループの仲間と議論を重ね、一つの結論を導き出していく面白さを久しぶりに自分自身が体験できた。そんなことは科学実験では当然のことだと思います。ただ、日常の多忙化の中で、何をするにしてもいかに簡便にするか、効率を上げるかということばかりに気を取られる中で、結果ありきの生徒実験を企画することが多くなっている功罪について反省する機会となりました。忘れかけていた理科教育に携わるものとしての本質を再度確認できる機会となりました。

最後になりましたが、今回のSLCにて御指導いただいた愛媛大学の林先生をはじめとする関係者の皆さま、また多くの指導助言していただいた高崎健康福祉大学の片山先生、ティーチングアシスタントとしてサポートしていただいた愛媛大学の学生の皆さま、企画していただいたJSTの関係者には深く御礼を申し上げます。微力ではありますが、今回のSLCでの経験を活用して、香川県の理科教育の充実につなげていけたらと考えております。

サイエンス・リーダーズ・キャンプに参加しての感想

香川県立丸亀城西高等学校 教諭 藤本 博文

本キャンプでは、様々なものを得ることができた。

まず、一生懸命頑張っている先生方の姿を見て、「自分も、もっと頑張らねば」と思えたことである。参加されている先生方、講師の先生方やTAの方々も皆、自分の実践を語るだけのパワーに満ち溢れていた。参加前は、「キャンプについていけるだろうか、内容を理解できるだろうか」や、「ただでさえ忙しいところに、このキャンプがあるから、更に忙しくなるなあ」という後ろ向きな気持ちが心を占めていたが、時間が経つにつれ「自分も、愚痴ばかり言わずに、もっと頑張らなければ！」と、前向きな気持ちになれた。

自らの知識が大きく増えたことも、大きな収穫であった。メインの実験はもとより、ポスターセッション、講演、施設見学、移動中や食事の先生方との情報交換、慌ただしくはあったが、どれも自分の世界を広げる体験の連続で、いつの間にかワクワクさせられていた。本キャンプのテーマの「Enjoy Science」のもと、充実した密度の濃い時間を過ごせたのではないか。今回得たことを、自分の中にだけ留め、風化させてはいけない。しっかりと自分の実力にして、よりよい授業、課外活動の実践ができればと思う。

愛媛大学の元気な部分を見ることができたのも、大きな収穫であった。TAの方々の指導のレベルの高さ（説明の分かりやすさ、質問に対する反応、礼儀作法）にも感心したが、懇親会や休憩時間来られていた学生さん達も大変元気で、やる気に満ち溢れていた。指導される先生方の、きめ細やかな指導が生きていたと思った。自分は、忙しさを理由に、生徒の指導がついおろそかにしてしまうことがあるが、それではいけない。忙しくても、きちんと目の前の生徒に向かっていかなくてはと、強く思った次第である。

ところで私は、昆虫が大変好きであり、昆虫展を目的に愛媛大学のミュージアムを訪れたことがある。本キャンプ終了後も、昆虫の展示を見に、ミュージアムの常設展に立ち寄った。ふと昆虫の隣のコーナーを見ると、生命科学工学のコーナーがあるではないか。そこでは、遠藤先生の研究の歩みや、マラリア研究の紹介など、つい先ほどまで聞いていた話がしっかりと紹介されていた。以前訪れた時には、全く気付かずに通り過ぎていたのだ。知識が増えて、見えないものがちゃんと見えるようになった。早速、今回のキャンプの成果があらわれた瞬間であった。

サイエンス・リーダーズ・キャンプに参加して

愛媛県立松山中央高等学校 森田 淳子

この研修の最初に愛媛大学の林先生が話された『Enjoy Science』という言葉が最も強く私の中に残っている。『Enjoy Science』をどう訳しますか、という林先生の問いかけに対し、「科学を楽しもう」としか思いつかなかったが、この言葉を林先生は、「科学は感動だ！」と訳された。日々の教育活動の中で、私自身が科学を楽しめているだろうか、生徒にその楽しさが伝わっているだろうか、ましてや科学に対して私自身が「感動」し、生徒が科学の中に「感動」を見出せるような指導ができているだろうか。先生の言葉で、理科教員としての大切なことを忘れていたことに気付かされた。そして、科学の楽しさ、感動を伝えるために必要な知識や技能も今の自分に足りず、日々研鑽を積みなければならないこともあらためて感じた。

新教育課程では文系・理系に関わらず多くの高校生が「生物基礎」・「生物」でセントラルドグマを学習することとなっている。医学の分野だけでなく、様々な分野でも遺伝子の研究を応用した技術が実用化されつつある現在、「遺伝情報の流れ」や「DNAとタンパク質のはたらき」についての内容は必要な知識であるが、実感を伴う学習や実験を行うことは難しい分野であると感じていた。今回の実習では、高校の現場でも実用可能なセントラルドグマを理解するための実験を体験することができ、また、電気泳動やシーケンサー、質量分析など教科書の内容には出てくるが高校にはない装置を使った実験をさせていただいた。できあがった大腸菌のコロニーや試験管の溶液が蛍光を発したときには、思わず感嘆の声を上げて喜び、このような化学反応が私たち生命の根幹なのだとということを実感することができた。生徒にも同じような感動を与えたいと思うが、そのためには、この反応の意義について事前にしっかりと学習させることの大切さをあらためて感じた。その点において、プロテオサイエンスセンターの様々な施設を見学させていただき、医学やその他の分野での最先端の研究が私たちの生活にどのように関わっているのか教えていただいたことで、授業で教えるときも具体的なイメージを持って教えることができると思う。

また、新学習指導要領に向けての実習教材、探究活動の開発についてのポスターセッションでは、それぞれの先生が実践されている実験の細かな工夫点を教えていただくこともでき、大変刺激を受け、私自身の実験の改善点も見つけることができた。

この4日間の実験や講義は、純粋に実験や研究の楽しさを感じることができ、この感動を生徒に伝えていくことが、私の今後の役割なのだとことを再確認できた。このような感動を得ることができたのも、この4日間のために多くの準備をし、丁寧にご指導してくださった林先生をはじめ、多くの方々のおかげだと思っています。本当にありがとうございました。

サイエンス・リーダーズ・キャンプに参加して

愛媛県立八幡浜高等学校 河中 辰仁

学習指導要領の改訂に伴い、生物領域の内容は大きく変化した。学習指導要領が変わったというよりは、よりどころとしている生物学が近年大きく変化したことに原因がある。この改訂に伴い、これまでの学習内容とは扱い方が異なるものが多くあり、指導方法や教材、観察、実験については新たに開発しなければならないものが増えた。自分自身もう一度学び直しをする必要があると感じていたので、今回の研修はちょうどよい機会となった。

特に今回の研修で取り扱った分子生物学の分野は、現在の生物学を理解するための根幹となるものであるとともに、生徒が今後、社会において安全で健康な生活を送り、生命の尊厳や生物の多様性などを考える上で不可欠な教養となる。しかし、毎年この分野の反応を見ると、生徒に興味関心を持たせ、理解させる授業が展開できているかとても不安に思っていた。また、昨年度「生物基礎」を教えたことで、さらにその不安が募っていた。それは自分の授業スキルが至らないこともあるが、その原因の1つとして、セントラルドグマなどの分子生命現象は眼で見ることのできないミクロの現象で、その現象を体験できる実験の実施が難しいことにあると思っていた。しかし、今回研修で用いたコムギ胚芽の無細胞タンパク質合成系を用いた教材は、セントラルドグマ可視化することで概念を理解できるすばらしいものであった。この実験は大腸菌などの生きた細胞を用いず、コムギ胚芽という安全性の高い材料でできるため、機材や試料の問題、倫理的問題、バイオハザードなどの諸問題をクリアし、実験室に限らず普通の教室でも実施が可能である。また、DNA とタンパク質の分析や、遺伝子組み換えなどの実験と組み合わせることによって、分子生物の現象をより深く理解させるとともに、蛍光を発するしくみや反応条件と生成物の関係など他の領域への発展も可能であり、生徒が自然科学を学ぶのに大変魅力ある教材である。操作的な実験に陥らないようにするために、事前事後の指導を入念に行うことや、化学や物理の知識も身に付けておくことが必要となるが、まずは実践を行いどんどん発展させていきたい魅力的な教材であると思った。

最後にこのプログラムを企画してくださった林先生をはじめ多くの関係者の方々に感謝します。先生方が入念に準備していただいたお陰で、4日間の濃密な研修をととても楽しく行うことができた。昨年度より学習指導要領の改訂により、新科目の「生物基礎」や「生物」の実施に不安感ばかりが先行していたが、変化に触れることを戸惑うことなく、自分自身が好奇心を持ち、今回の研修のようにいきいきとした姿で授業を行い、生徒たちに生物学のおもしろさを伝えていきたいと改めて思った。

サイエンス・リーダーズ・キャンプに参加して

愛媛県立伊予高等学校 子川 敦巳

化学が専門の私にとってはこれまでにあまり深く学んでいない内容がほとんどで、言葉の一つ一つに戸惑いながらの参加であったが、林先生をはじめ講師の先生方、ティーチングアシスタントの学生の方々、同じチームで活動した参加者の先生方のおかげで研修内容を理解しながら活動することが出来た。

実習では、大腸菌の形質転換、培養、転写と翻訳、DNA の電気泳動による分析、タンパク質のマトリックス支援レーザー脱離イオン化法ー飛行時間型質量分析法による分子量の測定などの操作をさせていただいた。これまでニュースや科学雑誌で遺伝子組み換えや再生医療について耳にしてきて、その解説などからその手法や原理を理解しているつもりでいたが、実際にはどのような実験操作で遺伝子を扱うのかも、目的とするタンパク質が合成されているかの確認方法も知らなかったことに気づかされた。そして、たった数十マイクロリットルの溶液を加えたか加えなかったかで、転写・翻訳の実験結果が変わってくることを確認した時、生命の神秘と化学反応の関わりについて触れることが出来たと感じた。また、自分で形質転換させた大腸菌を培養し、日に日にそれらが分裂して増殖し目的のタンパク質を合成している様をみて、彼らへの愛着がわいた。改めて生徒実験で実物を見せる、触れさせることの教育効果の大きさを体感することが出来た。講義では生命の基本原理(セントラルドグマ)についての知識から、遺伝子操作の技術とその歴史、教育現場でいかにして生命を化学的な観点から理解させるかについてまで、質疑・応答を交えながら教えていただいた。そのおかげで、実習での一つ一つの操作の意味を考えながら取り組むことが出来た。

研究センター(プロテオメディシン領域、プロテオイノベーション領域、プロテオリサーチ領域)の見学では、コムギ胚芽無細胞タンパク質合成系を用いた最先端の研究現場とその研究内容を紹介していただいた。無細胞生命科学、細胞増殖・腫瘍制御、生体分子工学、病態生理解析、寄生病原体学、マalaria研究など多岐にわたる研究にコムギ胚芽無細胞タンパク質合成系が用いられていることと、その有用性を知ることが出来た。

今回の研修の初めに林先生がおっしゃられた「Enjoy Science！」を堪能させていただいた。この感動を生徒に伝えられるよう実物を見せる、触れさせることを心がけ、今後の教育活動を行っていきたい。最後に、今回私にこのような機会を与えてくださったすべての皆様に感謝申し上げます。

「サイエンス・リーダーズ・キャンプ」に参加して

高知県立室戸高等学校 氏原 千恵

高等学校学習指導要領が平成21年に改訂されました。「生物基礎」、「生物」の「遺伝子とその働き」、「遺伝情報とその発現」に分子生物学に関わる内容が多く盛り込まれており、授業の実施には工夫が必要です。私は今年度、「生物基礎」の授業を受け持っており、来年度は「生物」も受け持つ予定です。そのため、遺伝情報の流れや、DNAとタンパク質の働きを理解させるための効果的な授業内容や実習教材に関する知識や情報を得たいと考え、このキャンプに参加しました。

3泊4日のキャンプで実施された講義や実習は、どれも興味深い内容で、今後の授業の実施に活用したいと思うものばかりでした。とくに、コムギ胚芽を用いたタンパク質合成技術を体験できたことが印象に残っています。こんなにも簡単な操作で、しかも短時間に緑色蛍光タンパク質が合成できるというのは衝撃的で、ぜひ実際に授業で利用したいと思いました。それから、林先生をはじめ講義をしてくださった先生方の熱意に刺激を受けました。先生方が私たちに伝えてくださったことは、高校生たちに還元しなければなりません。このキャンプに参加した私たちには大きな責任があると感じました。

しかし、今回のキャンプで体得したことを授業で利用するためには、実験器具等の価格についてなど、克服しなければならない課題があります。いくつか解決方法を教えていただいたので、自分が在籍している学校に合った良い方法を考えていきたいと思います。

今回のキャンプに参加して、本当に良かったと思っています。キャンプで得たことを生徒に伝え、文系・理系に関係なく生命の基本原理を正しく理解させていきたいです。そして、自分自身も勉強を続けていきます。有意義な4日間を過ごすことができたのは、林先生をはじめとする愛媛大学の先生方、TAの方々、職員の方々、JSTの方々など、多くの方々のおかげです。キャンプまでの準備やキャンプ中の変さは想像以上のものであったと思います。また、一緒にキャンプに参加した先生方にも大変お世話になりました。すべての方々に心からお礼を申し上げます。ありがとうございました。

「サイエンス・リーダーズ・キャンプに参加して」

高知県立中村高等学校 山崎 隆史

今回の愛媛大学で開催されたサイエンス・リーダーズ・キャンプに参加させていただいて、生物はもちろん、その土台となる高校化学の重要性・役割を再認識することができました。現在、生物医療分野の研究においてタンパク質の研究が中核となっていく中で、本校では、理系選択者の中で化学が苦手だからという理由で生物分野への進学を希望する生徒が少なからずいる。しかし、このような生徒たちにこそ基礎的な化学の知識、実験、思考力をしっかりと身につけさせていかないと、現在の大学レベルの研究に関わることが非常に困難な状況に直面してしまうことが懸念される。キャンプ中の実験に関しても、様々な測定機器を使用することにより、理論を理解していなくても分析結果を得、結果に対していろいろと考察することはできたが、より深い考察を必要とされたとき、それらの理論をきちんと理解するための土台の育成を、高校現場で担っていく必要性を痛感させられた。特に日々研究が進む中で、大学での基礎実験の内容がどんどん変化することを知り、一昔前の基本的かつ重要度の高い基礎実験の基盤はきちんと高校現場で身につけさせる必要性を実感した。そして、高校から大学への接続をいかにスムーズに行っていくか、どのような人材を育て、大学へさらに社会へと送り出していくかという問題にも関わるものであると私自身は考える。

このキャンプに参加するにあたり、私自身の専門が化学、とりわけ生物の授業への関わりが薄いため参加してもいいものか、またこの研修の内容を理解し、生徒への還元ができるのかという不安があった。しかし、素晴らしい参加者・講演者に恵まれ、講義では分子生物学の基礎から丁寧に指導していただき、また細かな部分まで配慮された多くの実験を通して、生物基礎および生物のセントラルドグマの取り扱いの意義を知ることができ、大変充実した中身の濃い研修となった。特に「無細胞タンパク質合成実験の新学習指導要領生物への導入」に関しては、生物が専門でない私でも具体的な生徒実験へのイメージをもつことができる内容であり、有用性の高さを感じた。これらの内容をまず身近な本校の生徒や生物の教員に伝え、今後の指導に役立てていきたい。

林先生の『Enjoy Science』。身が引き締まる言葉であった。しかし、それ以上に『大学に進学する目的をきちんともった生徒を・・・』という言葉も耳に残っている。もう一度教員としての役割を見直し、次世代を担う人材の育成について、真剣に仲間と議論していきたいと思っている。

最後になりましたが、サイエンス・リーダーズ・キャンプに参加する機会をいただいた高知県教育委員会、JST、ご指導頂いた林秀則教授をはじめ、本キャンプ企画・運営に関わっていただいた関係者の皆様に深くお礼申し上げます。

サイエンスリーダーズキャンプを終えて

浜松日体高等学校 杉本直毅

サイエンスリーダーズキャンプを終え、私が強く感じたことは以下の三点である。

- ① 実験・教材の工夫と開発
- ② 交流による刺激と教員の資質の向上
- ③ 他校・他機関との連携の重要性

- ① ポスターセッションにおいて、他校の先生方が様々な工夫を凝らした実験、教材を開発しているのを目にし、自分自身を含め、我が校の教員にその気持ちが薄れている現状を痛感した。進学校として、試験で点数が取れることを目的とした授業展開を行うことで、机上だけで自然科学を理解させた気になっているのは非常に問題がある。学習指導要領において、理科の目標を「自然の事物・現象に対する関心や探究心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に探究する能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な自然観を育成する。」としたねらいを再認識し、最低限、教科書に記載されている実験を全うした上で、実験教材開発に力を入れていく。また、それを、一個人のみで行うのは限界があるため、教員の入れ替えのほとんどない私立としての利点を生かし、理科教員一丸となってこの問題に取り組む所存である。
- ② 今回、愛媛大学のサイエンスリーダーズキャンプの参加者一覧を見て、私立高校の教員が自分一人であることに非常に驚いた。私立高校では教員の入れ替えがほとんどないため、このような機会を利用することで、他校教員との交流が生まれ、それが刺激となり、教員としての資質が向上するものであると考えているし、そのことを強く実感できた。また、化学の教科の特性上、今回のように、最先端技術が教科書に実験として新しく載ることがほとんどないため、教員の知識は古くなりがちである。このような場に率先して参加していくことが、自身の新しい知識の習得につながることを、校内の教員に促していきたい。
- ③ 今回の研修で最も強く感じたことは、「技術は進歩している」ということである。当たり前のことではあるが、上記に示したように、「教員の中の最先端」技術は、自分が大学を卒業したときで止まってしまうがちであるように思われる。もちろん、雑誌やインターネット等を用いて最先端技術を知ることはできるが、他校の先生方や様々な教育機関で開発される教材に触れたり、大学や企業の最先端技術・機材を目の当たりにすることで、その最先端技術がどのような経緯で生まれ、どのように研究が行われ、その結果どのようなことが可能になったのかということまで、生徒に説明できるかが教員としての力量の差であるのだと思う。今回のキャンプを機に、今一度『理科教育』というものが何であるかを再確認し、日々の授業に還元していきたい。

サイエンスリーダーズキャンプを通して

名古屋市立菊里高校 本田忠弘

化学を専門とする私は、この愛媛大学プロテオサイエンスセンター主催のプログラムに参加することが決まった際には、生物を中心とするプログラムについて行けるかどうか、大変不安を感じていました。実際には、下準備の段階で自主的に勉強をするいい機会になり、またキャンプに参加した際にもスタッフの方々が丁寧に説明をしてくださり、困ることもなく、大変有意義な機会になりました。自分の専門でない分野をしっかりと学ぶことにより、視野が広まり、知識・経験の幅を広げられ、生徒に指導する際にも生かすことができると思います。また、チームとして「DNAの塩基配列とタンパク質の特徴」というテーマをいただき、DNAの塩基配列からアミノ酸の配列を予想し、各蛍光タンパク質の発色の仕組みを考察することができ、生物の現象を化学的にとらえることができました。私としては、大変興味深い内容でした。

キャンプ中には、先生方の熱意のある講義を受けることができ、研究施設をまわったときには丁寧に説明をしてくださり、複雑な内容でもなんとか理解することができました。そして、実験においてはTAの方々が懇切丁寧に準備・説明をしてくださり、質問をした際にも、納得するまで粘り強く教えてくださり、大変ありがたかったです。講義の中で、無細胞反応系でタンパク質合成を行うことの意義、これを利用して試験管の中で転写・翻訳を再現して高校生にセントラルドグマを体感させることのすばらしさ、またこの方法を利用して愛媛大学で研究が行われていることの意味を知ることができ、自分も無細胞タンパク質合成実験を授業の中で行い、高校生にこのすばらしさを伝えたいと強く感じました。

このキャンプでは、他の地域の先生方と交流することができ、いろいろな話をうかがい、視野を広げることができました。特に、ポスター発表の際には、それぞれの先生方が工夫し実践されている実験をたくさん見ることができ、自分では考えもしないような内容もたくさんありました。それぞれ手法を参考に、自分でも研究をしていきたいと思います。有意義な機会でした。

勤務校の実情を考えると、設備・時間の面ですぐにここでの実験を実践するというわけにはいきませんが、可能なところから始めていき、今回の経験によって学んだ内容、先生方から感じ取った熱意を、これからの自分の指導に生かしていきたいと思います。今回、このような密度の高い、今思えば夢のような機会を与えていただき、この愛媛大学のサイエンスリーダーズキャンプに携わってくださった方々に大変感謝しています。ありがとうございました。

愛媛大学プロテオサイエンスセンターにおける 「サイエンス・リーダーズ・キャンプ」受講報告

神戸大学附属中等教育学校 安田和宏

「最先端の科学技術を体感し、理数系教員としての素養を高める」ことを大きな目的に、今回のプログラムに参加した。化学的な知見とのリンケージを、本講座のタイトル中にある「無細胞反応系」というキーワードに感じたためである。

中等教育段階でも有効性の高い教育手法・実験教材を体感することができた。遺伝子組換え生物等の規制の対象外となる、愛媛大学が開発した「コムギ胚芽無細胞タンパク質合成系」が紹介された。これは、生徒たちの関心を強力ひきつけるにちがひなく、教材購入コストや必要な実験器具の調達さえクリアできれば、即時体験させたいと感じた。

1グループ4名の受講者で、実習が進んだことは非常に心強かった。他の3名はすべて生物担当であり、実験操作に長けた方もいた。さらに、ティーチング・アシスタントとして2名の学生にも関わっていただいた。まずは、基本原理の丁寧な説明を提供する先輩であり、長時間に渡り予想外の結果に対する考察の相談相手でもある講師でもあった。おかげで有意義な時間を(夜遅くまで…)過ごすことができた。

本プログラム中、折りに触れて愛媛大学の研究施設の見学が叶った。生命科学研究の中心であるプロテオサイエンスセンターや、それとの連携の強い医学部領域は、研究機関としての大学の理想型ではないだろうか。「プロテイン・アイランド・松山(PIM)」という名称に偽りなく、世界初の全自動タンパク質合成ロボットの性能の高さには驚かされた。

また平成 17 年度に開始された「スーパーサイエンス特別コース」は、才能ある生徒を伸ばすための効果的な教育体制といってよい。早い段階から大学院との接続を想定し、グローバルな研究者育成を目指しているという(さっそく高2の生徒に愛媛大学のパンフレットを見せなければ！)。

他の教員等との交流・ネットワーク作りに関して、その成否は今後の私自身の研鑽にかかっている。やはり、専門外の生物学、特にセントラルドグマを扱う先端バイオテクノロジーは手強かった。生物担当の先生方と、有意なディスカッションを行うには、まず、自身の基礎学力を高めなければならない。いずれ行うであろう「生物基礎」や「生物」の授業において高校生と共に、文献を読み込みながら、そしてマイクロピペットを握りながら、生命科学教育に携わっていきたいとおもう。

サイエンス・リーダーズ・キャンプに参加して

岡山県立岡山城東高等学校 藤江一成

私はこのキャンプに参加するにあたり、(1)愛媛大学プロテオサイエンスセンターで開発された無細胞タンパク質合成技術とはどんなものか、(2)どのように活用されているのか、(3)教育現場でどう活用できるのかについてに見てこうと考え、キャンプに臨んだ。ここでは、(2)(3)を踏まえた感想を述べたい。

プロテオサイエンスセンター見学では、無細胞タンパク質合成技術が主に医療の分野でどのように活用されているのかを教えていただいた。マラリアに対してワクチン療法の開発が進められていること、ワクチン開発と無細胞タンパク質合成技術が深く結びついているお話を詳しく聞かせていただいた。マラリア原虫が赤血球に感染する映像や、実際に原虫をプレパラートで見せて頂くなど、とても興味をひかれる内容であった。膜タンパク質を合成する研究についても、大学の頃の研究テーマと重なるところがあり、興味深く話を伺った。膨大な cDNA ライブラリー、マイクロプレートに次々分注していく大型装置や何台ものタンパク質合成装置などを見るにつけ、今、ホットな研究領域の現場に来ていることを実感した。ヒトゲノム計画の進行期に学生生活を送った身にとって、ポストゲノム時代の研究の雰囲気をつかむ貴重な体験だった。

2日目の試験管内での翻訳の再現は、特に注目していた実験だった。アミノ酸溶液の下に、蛍光タンパク質の mRNA を含む溶液とコムギ胚芽抽出液の混合液を加え、二液の界面でタンパク質を合成させるという実験だった。こんな簡単な操作でタンパク質ができるのかなあと半信半疑だったが、数時間たつと界面にはっきり蛍光が見えた。「必要な成分さえそろっていれば、細胞外でも翻訳は進む」ということを、自分の目で確認できたのは貴重だった。一般に分子生物学の実験は、試験管内で何が起きているのかをイメージするのに骨が折れるが、この実験は蛍光タンパク質を用いて可視化しているので、生徒が納得しやすく、取り組みやすいという印象をもった。器具の整備を手はじめに、導入を検討してみたいと考えている。

3泊4日のキャンプに盛りこまれた実習や講義、施設見学は、スケジュール以上の密度に感じられた。林秀則先生の熱意、TAをはじめスタッフの方々の誠実な対応に心動かされ、疲れも忘れ、充実した実りある時間を過ごさせていただいた。教職10年を経験して少し倦んだ自分を自覚していたのだが、それを乗り越えるヒントやエネルギーを得ることができたように感じている。ここで得たものを日々の教育実践で活かしていきたい。このキャンプのプログラムは、私たち理科教員が「science」を「enjoy」できるものであった。このような機会を提供して頂いたことに、この場を借りてお礼を申し上げます。

無細胞反応系を基盤とした次世代のための統合型生命科学教育

愛媛大学 プロテオサイエンスセンター

大分県立日田高等学校 池 恩燮

私は、新課程「生物」で、大きく取り上げられている分子生物学の分野が生徒にとって非常に理解しづらいものとなると考え、この研修への参加を申請しました。特に生徒が理解しづらい範囲として、セントラルドグマの概念が予想されました。それは、実際に目で観察することが困難な点と、専門的な用語が多い点に起因していると考えています。そこで、この研修で学んだ実験を活かせば、生徒に視覚的、体験的にこの概念を理解させることができるのではと考えました。更に今回の実験では、原核生物の大腸菌でなく真核生物の植物体の無細胞系を使用しているので、安全性や事務手続きの面から実験準備が容易になるのではないかと期待していました。この様な思惑の中で受講したこの研修は、私の期待に十分に答え、更に、それ以上の成果を得ることができました。それ以上の成果とは、「タンパク質はマラリアを無くす切り札」や「生命って？私って？」などの講義で新たな知識を得て、「質量分析によるタンパク質の分析」など先端の研究技術に触れて、そして、他県から来ている先生方と情報交換を行うことができたことです。これらは、今後の学校業務の中で、生徒に生物学の素晴らしさを示していくのに大きなヒントを与えてくれました。また、本研修の目的とは、離れてしまいましたが、マラリアの研究のお話を伺い、研究室を訪問した時には、高知大学で今年の 3 月のまで、研究していた自分を思い出し、まだやり残した研究の続きや非常に興味がそそられたマラリアの研究を愛媛大学でしたくなりました。この気持ちや、この研修で学んだことを生徒に授業を通して伝えながら、国際的に活躍できる科学者の卵を育て、大学に受け渡したいと考えています。お忙しい中、多くの時間と労力を使って、このような貴重な体験を提供して頂いた林先生をはじめとする愛媛大学のスタッフの皆様には、とても感謝をしています。ありがとうございました。

ウ. アンケート

JST実施分 67-72ページ

JSTが実施したアンケートの設問は大きく分けてキャンプの日程、会場など実施形態に関するものと実施プログラムの内容および達成状況に関する全般的な質問である。後者の結果については「エ. 業務の目的及びプログラムの目標の達成状況」において述べる。

日程に関しては8月第1週、3泊4日のスケジュールは概ね受け入れられたと思われる。開催時期として8月（第一週）の回答率は52.0%であり全機関の平均より高い。次に回答率が高かったのは7月（第5週）であったが、本学では授業中（期末試験期間）のため、担当者、教室などの確保が困難である。期間として3泊4日の回答率52.9%ではあるが、全機関の平均68.2%よりは低かった。スケジュールがタイトで3日目、4日目には疲労が出てきたためかもしれない。

会場、施設、機器等およびキャンプの運営面については、問10、問11の「そう思う」の回答率がそれぞれ93.8%、68.8%であったため、ほぼ問題なかったと考える。キャンプの運営に関して一名が「時間不足、時程がタイトなどプログラムの時間設定に無理があった」と回答しているが、自由記述の問18「改善を希望する点」などにおいては「日程・内容がハード」等の記述もいくつか見られた。

その他、自由記述 問18「改善を希望する点」において、日程や運営に関する以下のような記述があり、中には相反する意見もあるが、今後の改善に役立てたい。

- ◆ 受講者の立場からすると、これくらいタイトなスケジュールの方が充実感が味わえるので、ありがたい。
- ◆ 日程-2泊3日程度が理想
- ◆ 日数を増して、PCの実験への利用も教えていただきたい。
- ◆ 土日を含まない日程であれば参加しやすいと思う。
- ◆ 日程・内容がハードで大変であった。
- ◆ 日程(スケジュール)が過密気味なので、もう少し余裕が欲しい。
- ◆ 日程(スケジュール)が後ろにずれ込んでいくことが常にあることを周知していて欲しい(帰りの便の予約のため)
- ◆ どうしてもスケジュールがタイトになりがちだったので、もう少し余裕があると良いと思う。最終日の発表会の準備にあてられる時間が少なく、深夜(1時すぎまで)ホテルに帰って準備をしてもまだまにあわず。当日(4日目)の発表直前までとてもバタバタして
- ◆ 昼休みの時間は、予定通りきちんと取ってほしい。たとえば仕事の電話ができるのは昼休みしかない。
- ◆ ポスターセッションを十分に行うことができなかったように感じている。スケジュールが盛りだくさんで時間をとりにくかった面もあると思うが、是非聴いてみたい内容もあった。食事を一緒にとりながらセミナー形式で行う等してもよいのかなとは思った。
- ◆ 参加前に課題があるのであれば、もう少し準備する期間が欲しいと感じた。

愛媛大学実施分 73-84ページ

本学が実施したアンケートの設問はプログラム中の個々の実験及び講義に対するものであり、結果については「エ. 業務の目的及びプログラムの目標の達成状況」において述べる。アンケートの質問事項は 73-76ページに掲載した。

JST 実施分(人数16人、最も回答の多かった項目を本学および機関全体それぞれにおいて影をつけた。)

問1 今回のキャンプの参加者募集を最初に知ったのは次のどれですか？	計(人)	割合	6機関全体
1 JSTのホームページ	2	12.5%	8.1%
2 理科ねっとわーくメルマガ	0	0.0%	4.9%
3 教育委員会からの案内	8	50.0%	43.9%
4 学校内での案内	5	31.3%	35.8%
5 教育関連団体からの案内	1	6.3%	3.3%
6 その他	0	0.0%	4.1%

問2 今回のキャンプに申し込むきっかけは何でしたか？

1 教育委員会から参加を勧められた	8	50.0%	31.5%
2 上司(校長、教頭など)に参加を勧められた	5	31.3%	33.1%
3 同僚に参加を勧められた	0	0.0%	3.1%
4 学校外の教育関係者等に参加を勧められた	0	0.0%	3.9%
5 自ら参加を希望した	3	18.8%	28.3%
6 その他	0	0.0%	0.0%

問3 今回のキャンプには以下の4つの大きな目的があります。キャンプに参加するにあたり、あなたの期待が大きかった順に①～④の順位をつけてください。

1位…1点、2位…2点、3位…3点、4位…4点 空欄…0点

最先端の科学技術を体感し、理数系教員としての素養を高める	18	1位	1位
才能ある生徒を伸ばすための効果的な指導法を修得する	34	2位	2位
都道府県等の理数教育において中核的役割を担う教員となるための素養を身につける	57	4位	4位
他の教員等との交流・ネットワーク作り	51	3位	3位

問4 今回のキャンプの4つの目的を達成できたと思いますか？

(1)最先端の科学技術を体感し、理数系教員としての素養を高める

そう思う	12	75.0%	66.4%
どちらかといえばそう思う	4	25.0%	31.1%
どちらかといえばそう思わない	0	0.0%	2.5%
そう思わない	0	0.0%	0.0%

(2)才能ある生徒を伸ばすための効果的な指導法を修得する

そう思う	8	50.0%	34.7%
どちらかといえばそう思う	7	43.8%	54.5%
どちらかといえばそう思わない	1	6.3%	9.1%
そう思わない	0	0.0%	1.7%

(3)都道府県等の理数教育において中核的な役割を担う教員となるための素養を身につける

そう思う	2	12.5%	16.7%
どちらかといえばそう思う	12	75.0%	70.0%
どちらかといえばそう思わない	2	12.5%	11.7%
そう思わない	0	0.0%	1.7%

(4)他の教員等との交流・ネットワーク作り

そう思う	6	37.5%	62.8%
どちらかといえばそう思う	8	50.0%	33.9%
どちらかといえばそう思わない	2	12.5%	2.5%
そう思わない	0	0.0%	0.8%

問5 問4を総合的に見た場合、キャンプの目的は達成されたと思いますか？

そう思う	12	75.0%	73.3%
どちらかといえばそう思う	4	25.0%	24.2%
どちらかといえばそう思わない	0	0.0%	2.5%
そう思わない	0	0.0%	0.0%

自由記述

問5 キャンプの目的が達成された理由・その他コメント

【そう思う】 ◆講義や実験は自分が想像していた事よりはるかに充実していました。プログラムや指導者などすべてがすばらしかった。 ◆最先端の実験や研究施設等に触れることができ、非常に刺激になりました。 ◆内容も盛りだくさんで非常にためになりました。充実した時間をすごすことができました。 ◆セントラルドグマの概念(分子生物学)は、生徒にとって理解が難しい。しかしそれを実験を通して理解させるヒントを得ることができた。また愛媛大学についても知ることができ、今後の進路指導にも活用できそうであった。さらに、教員間のネットワークが今後大きな可能性を持った存在だと思う。 ◆スタッフの方々の熱意に感化されることが多かった。教える立場の者にとって大切なことを再認識したキャンプであった。 ◆想像以上に熱心に指導してくださり、ありがたかったです。 ◆苦手意識を持っている分野でしたが、もっと学びたいと感じています。 ◆有意義でした。 ◆コメントなし4人 【どちらかといえばそう思う】 ◆最先端の知見に基づく実験を紹介されたが、それを効果的な指導としてねりあげる議論に関しては、時間が足りなかったように感じた。また参加者の多くが、四国近県の先生方であった点は気になった。 ◆コメントなし3人

問6 今回のキャンプのプログラムの難易度は適切でしたか？

難しい	0	0.0%	4.9%
やや難しい	3	18.8%	24.6%
丁度良い	13	81.3%	69.7%
易しい	0	0.0%	0.8%

問7 問6で「難しい」「やや難しい」と回答した人にお聞きします、あなたが最も難しく感じたのはどのような点ですか？(一つ選択)(複数回答あり)

1 最先端の科学技術に関する内容	1		13 人
2 効果的な指導法に関する内容	1		5 人
3 実験方法・実験技術・機器の使用法等	0		16 人
4 ディスカッション・グループワーク・発表等	0		1 人
5 その他	1		2 人

問8 キャンプの開催時期・開催日程は適切だと思いますか？

そう思う	5	31.3%	44.2%
どちらかといえばそう思う	10	62.5%	50.0%
どちらかといえばそう思わない	1	6.3%	5.8%
そう思わない	0	0.0%	0.0%

問9 平成26年度に実施する場合のキャンプの開催時期・開催日程についてもっとも適切だと思うものはどれですか。

(1)開催時期について

1 夏季休業中の7月(第1週頃)	0	0.0%	0.0%
1 夏季休業中の7月(第2週頃)	0	0.0%	0.0%
1 夏季休業中の7月(第3週頃)	0	0.0%	0.5%
1 夏季休業中の7月(第4週頃)	0	0.0%	1.9%
1 夏季休業中の7月(第5週頃)	7	28.0%	17.5%
2 夏季休業中の8月(第1週頃)	13	52.0%	33.0%
2 夏季休業中の8月(第2週頃)	2	8.0%	10.8%
2 夏季休業中の8月(第3週頃)	2	8.0%	30.2%
2 夏季休業中の8月(第4週頃)	1	4.0%	6.1%
2 夏季休業中の8月(第5週頃)	0	0.0%	0.0%

(2)開催日程について

1 1泊2日	1	5.9%	0.8%
2 2泊3日	5	29.4%	19.4%
3 3泊4日	9	52.9%	68.2%
4 4泊5日	0	0.0%	8.5%
5 日帰り	0	0.0%	0.8%
6 その他	2	11.8%	2.3%

問10 キャンプで使用した会場・施設・設備・機器等は適切だったと思いますか？

そう思う	15	93.8%	82.8%
どちらかといえばそう思う	1	6.3%	15.6%
どちらかといえばそう思わない	0	0.0%	1.6%
そう思わない	0	0.0%	0.0%

問11 キャンプの運営面(連絡・指示・進行・宿泊・食事・その他サポート)は適切だったと思いますか？

そう思う	11	68.8%	71.3%
どちらかといえばそう思う	4	25.0%	24.6%
どちらかといえばそう思わない	1	6.3%	3.3%
そう思わない	0	0.0%	0.8%

問12 問10、11で「どちらかといえばそう思わない」「そう思わない」と答えた人にお聞きします。その理由は何ですか？
(複数回答可)

1 会場への交通アクセスが不便	0		2人
2 会場が狭い	0		0人
3 会場が広すぎる	0		0人
4 他にも会場を使用する団体や個人があったので集中できなかった	0		0人
5 使用する施設・設備・機器等が不備・不調だった	0		0人
6 使用する施設・設備・機器等が不足だった	0		0人
7 実施機関からの事前の連絡・指示が十分ではなかった	0		2人
8 会期中のスタッフからの連絡・指示が十分ではなかった	0		1人
9 会期中のプログラム運営・進行が円滑ではなかった	0		0人
10 会時間不足、時程がタイトなどプログラムの時間設定に無理があった	1		4人
11 会期中のスタッフのサポート体制が十分ではなかった	0		0人
12 宿泊に関して十分ではなかった	0		3人
13 その他()	0		1人

自由記述

問10、11で「どちらかといえばそう思わない」「そう思わない」と答えた人のみ その理由

◆問10: 時間不足、時程がタイトなどプログラムの時間設定に無理があった【具体的に】スケジュール通りにほぼ毎日進行せず、後ろに遅れていく。

問13 今回のキャンプで最も良かったプログラム内容とその理由を教えてください。

実習1組換えDNAの作製	1	2.4%	
実習2組換えDNAの大腸菌への導入	1	2.4%	
実習3PCRによるDNAの増幅	3	7.1%	
実習4セントラルドグマ転写編:mRNAの合成	6	14.3%	
実習5電気泳動によるDNAの分析	1	2.4%	
実習6セントラルドグマ翻訳編:無細胞タンパク質合成	8	19.0%	
実習7 A DNAの塩基配列の解析-シーケンス反応溶液の調製	1	2.4%	
実習8 B タンパク質の分析-電気泳動	1	2.4%	
実習9 A DNAの塩基配列の解析-配列	2	4.8%	
実習10B タンパク質の分析-質量分析	1	2.4%	
講義1遺伝子とタンパク質1	3	7.1%	
講義2遺伝子とタンパク質2	3	7.1%	
講義3無細胞タンパク質合成を利用した数	2	4.8%	
講義4ヒトのタンパク質は何種類?	2	4.8%	
講義5タンパク質はマラリアをなくす切り札	2	4.8%	
講義6生命って?私って?	3	7.1%	
ポスターセッション 新学習指導要領にむけての実習教材、探究活動の開発	1	2.4%	
医学部の研究施設を見学	1	2.4%	
プロテオサイエンスセンターなど見学	1	2.4%	
結果のまとめと発表会	3	7.1%	

自由記述

問13 最も良かったプログラムとその理由

【プログラム内容】セントラルドグマ転写編・翻訳編【理由】高校で実習可能である可能性の高い内容であったため。
【プログラム内容】セントラルドグマの転写・翻訳【理由】最先端技術を高校の生徒でも行えることを実感できたため。
【プログラム内容】セントラルドグマ翻訳編:タンパク質の試験管内合成【理由】今回のキャンプのメインでもあり、実際に試験管内で光るタンパク質GFP RFPを合成できた点。
【プログラム内容】試験管内での転写・翻訳【理由】今まで生物体の中でしか起こらないと思っていたので、生物を使わず組換え、その確認ができるという現象に触れられたから。
【プログラム内容】実験1-3試験管内での転写と翻訳【理由】高校現場でも実践できそうな内容で、かつ今まであまりなかったタイプの実験でもあるため。
【プログラム内容】DNAの増幅や転写の実習【理由】マイクロピペットを用いたごく微量の試料を用いての実験は新鮮でTAの方の解説・助言がありよくわかった。
【プログラム内容】DNAの塩基配列の解析【理由】今までの知識と新しい知識を使つての実験で興味深かった。
【プログラム内容】タンパク質の試験管内合成【理由】全体の流れが理解でき、高校現場での指導法が具体的にイメージできた。
【プログラム内容】PCRによるDNAの増幅とシーケンサーによる分析【理由】研究者が日常的に用いる実験手法を体験できたため。
【プログラム内容】講義「遺伝子とタンパク質」「生命って?私って?」【理由】科学(生物学)を楽しむことの大切さをあらためて感じた。
【プログラム内容】講義全般(特に遠藤先生、片山先生、林先生、坪井先生)【理由】実際に授業で生徒に説明できる内容が盛り込まれていたり、生徒の理科力を向上させるための取組を知ることができたので。
【プログラム内容】結果の考察と発表【理由】実験を通して考える。これが理科で最も大切な姿勢だと考えているから。考えることで内容への理解を深めることができた。
【プログラム内容】各グループでの発表とその準備【理由】教員間でサイエンスキャンプでの学習内容の理解を深めると同時に、生徒への指導法や自己の弱点を考えることができた。
【プログラム内容】すべて【理由】林先生をはじめ、愛大関係者、TAの学生さん、講師の先生方、すべてに熱意を感じた。本当に充実したキャンプである。
未記入1人

問14 今回のキャンプで、あなたにとって特に有意義だった点を挙げてください。(複数回答可)

1 最先端の科学技術を体感できたこと	14	13.6%	10.5%
2 高度な機器や設備を扱う体験ができたこと	7	6.8%	6.4%
3 研究者や研究現場の実際を知ることができたこと	12	11.7%	10.5%
4 科学に関する新しい知識を得たこと	10	9.7%	9.8%
5 効果的な指導法を学ぶことができたこと	6	5.8%	5.1%
6 理数教育への取り組み意欲が向上したこと	8	7.8%	9.4%
7 都道府県等における理数教育の中核を担う教員としての自覚が深まったこと	2	1.9%	4.1%
8 同じ志を持った他地域の仲間と交流できたこと	9	8.7%	11.4%
9 日頃接する機会の少ない研究者と交流できたこと	8	7.8%	9.3%
10 久しぶりに大学や研究施設の雰囲気を味わうことができたこと	9	8.7%	7.4%
11 科学技術と社会生活との係わりを知ることができたこと	3	2.9%	4.4%
12 中学や高校時代に育成すべき資質について学べたこと	5	4.9%	5.2%
13 次代の人材を育成することの大切さを理解できたこと	10	9.7%	6.4%
14 その他	0	0.0%	0.1%

問15 今回のキャンプに参加して、日々の教育活動の中で活かすことができる成果を得たと思いますか？

そう思う	11	68.8%	63.6%
どちらかといえばそう思う	5	31.3%	32.2%
どちらかといえばそう思わない	0	0.0%	3.3%
そう思わない	0	0.0%	0.8%

問16 問15で「どちらかといえばそう思わない」「そう思わない」と答えた人にお聞きします。その理由は何ですか？
(最も当てはまるものを一つ選択)

1 授業で扱わない内容だから	0		0人
2 日々の教育活動の中で活かすための環境が整っていないから	0		1人
3 日々の教育活動の中で活かすための知識・経験が不足しているから	0		2人
4 日々の教育活動の中で活かすほどの内容ではないから	0		0人
5 その他	0		2人

自由記述

問17 今回のキャンプでの成果を踏まえて、あなたが今後身につけたい、学びたいと思っていることはどんなことですか？

◆タンパク質分析の詳細について
 ◆本校ではSSHに選ばれており、生徒は2年後半から研究活動をしている。そのテーマ設定が毎年苦労しているようなので、今回学んだ、セントラルドグマやタンパク質合成などの教材化に取り組んでみたい。
 ◆日々の雑務に追われるうちに、授業準備がおろそかになることがあるので「科学は日々進歩している。まず自分自身が勉強する姿勢が大切」であると実感した。実験1つにしてもこれで生徒に何を分かってほしいか、考察してほしいかを熟考して臨みたい。
 ◆今回のキャンプで知り得た情報や技術を実際の高校の授業の中で、どのようにして(どのような方法で)生徒に還元していくのかということ。
 ◆分子生物学的な実験を少しでも実践したい。
 ◆セントラルドグマの事件はまだまだブラックボックスの部分が多いのでより生徒にわかりやすい提示ができるようにしたい。
 ◆入試問題でも扱う内容と実社会での現象や先端技術で利用されている事がらとをつなげた学習内容の確立
 ◆今以上に生物に関する最新の情報を知り、指導に役立てたいです。
 ◆専門科目だけでなく、もっと広い視野をもちたい。
 ◆化学の教科書には最先端の技術があまり載っていないが、これを機に自信が最先端の技術を知り、生徒たちにわかりやすく伝えていくことをしていく。
 ◆化学が専門ではあるが、今回のキャンプを通して、生物分野のおもしろさ、奥深さを感じた。ポスターセッションでも生物の授業・実験をする際に大きなヒントになるものを得たので、生物の授業をするときに生かしていきたい。
 ◆本校設定の総合学習へのテーマ設定を見据えた、カリキュラム構成力を養いたい。
 ◆生物が共通にもつ遺伝情報発現の流れを実験を通して確かめる術について、キャンプで学習できた。今後は共通するその仕組みと通して生物間のつながりを理解する。そんなプログラムで授業ができるよう、学習を進めていきたい。
 ◆実験機器の購入法や作製法。今回、学んだことを生徒に還元する為には、ある程度の機器などが必要であるので、機器を購入する為の予算のとり方や、簡易な機器の作製法を学ぶ必要があると感じている。
 ◆最新の科学技術等の授業への応用、授業での紹介ができるよう、手法を身につけたい。
 ◆未記入1人

自由記述

問18 今回のキャンプについて、改善を希望する点を挙げてください。

- ◆受講者の立場からすると、これくらいタイトなスケジュールの方が充実感が味わえるので、ありがたい。ただ、林先生やTAの学生の皆さんなど負担が大きいのではと考えてしまう。
- ◆・参加前に課題があるのであれば、もう少し準備する期間が欲しいと感じた。・土日を含まない日程であれば参加しやすいと思う。・日程(スケジュール)が過密気味なので、もう少し余裕が欲しい。・日程(スケジュール)が後ろにずれ込んでいくことが常にあることを周知しておいて欲しい(帰りの便の予約のため)。
- ◆実験等では仕方がないと思うが、終了時間(特に最終日)は、時間延長がないようお願いしたい。
- ◆昼休みの時間は、予定通りきちんと取ってほしい。大学の先生の熱意はよく分かるし、それだけ学ぶ内容が多く充実していることも理解できるが、たとえば仕事の電話ができるのは昼休みしかない。非常によいキャンプだったが、まだ精選すべき余地はあったと思う。
- ◆日程・内容がハードで大変であった。
- ◆日数を増して、PCの実験への利用も教えていただきたい。また、受講した教員に今回のKit等をJSTの方より配布し、学校現場で行なった結果等をJSTにレポートで報告するなどの事後学習を行いたい。
- ◆日程-2泊3日程度が理想
- ◆とても内容が濃く、あっという間の4日間でした。特に希望はありません。
- ◆どうしてもスケジュールがタイトになりがちだったので、もう少し余裕があると良いと思う。特に、最終日の発表会の準備にあてられる時間が少なく、深夜(1時すぎまで)ホテルに帰って準備をしてもまだまにあわず。当日(4日目)の発表直前までとてもバタバタしてしまった。
- ◆・現場で行った実験・観察の教材に関するポスターセッションは、生物分野が専門の教員同士でないと、有意義な議論になりにくい。・参加教員の所属都道府県に、大きなかたよりがあったことは残念。
- ◆ポスターセッションを十分に行うことができなかったように感じている。スケジュールが盛りだくさんで時間をとりにくかった面もあると思うが、是非聴いてみたい内容もあった。食事を一緒にとりながらセミナー形式で行う等してもよいのかなとは思った。
- ◆専門科目でなくても、わかりやすいものでした。
- ◆特にありません。充実した4日間でした。
- ◆未記入2人

自由記述

問19 今後、より良いキャンプにするために、新しい企画内容など、ご提案があればお願いいたします。

- ◆自ら希望する先生方をもっと増やすべきである。そのために多くの教員に知ってもらえるよう案内をするべきではないだろうか。
- ◆教育委員会の紹介で参加したのだが、このような企画があることを知らなかった。もっともっと広く情報が伝わるともっと意欲的な先生方が全国から集まってくるように思う。
- ◆このような最先端技術に触れることができるキャンプが生物が多かったため、化学や物理などでも企画があるとありがたいです。
- ◆今年度は、全体的に生物内容のプログラムが多い印象をうけましたが、物理・化学・生物・地学それぞれバランスを考えていただきたいと思いました。
- ◆・フリーにディスカッションできる時間帯、空間を用意していただけるとよいのではないかと。・他プログラム(他会場)とのリンク、交流があってもよい。
- ◆これまでの参加者が、どのように成果を生かしているのか、実践例等を紹介するようなことがあってもよいのかなと思う。(新たな参加者の参考例となるようなものがあってもいい)
- ◆4日間という長時間、大変ありがとうございました。
- ◆「特になし」と記載2人
- ◆未記入7人

サイエンス・リーダーズ・キャンプ 2013 年 8 月 1～4 日(愛媛大学)

今後の改善の参考にします。授業や実験についてコメント、感想、提案等を自由を書いて下さい。

1. 講義およびポスターセッションについて

講義全体の内容に興味がもてましたか？

☐とても興味もてた ☐少し興味もてた ☐あまり興味もてなかった ☐全く興味もてなかった

コメント(特に興味を持った内容など):

講義全体の内容はこれからの授業や研究指導の参考になりますか？

☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない

コメント(特に役に立ちそうな内容など):

講義:タンパク質と遺伝子(林)の内容は理解できましたか？興味もてましたか？

☐よくわかった ☐少しわかった ☐あまりわからなかった ☐全く理解できなかった

☐とても興味もてた ☐少し興味もてた ☐あまり興味もてなかった ☐全く興味もてなかった

コメント(よかった、あるいはわかりにくかった、特に興味を持った内容など):

講義:タンパク質と遺伝子(林)の内容はこれからの授業や研究指導の参考になりますか？

☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない

コメント(特に役に立ちそうな内容など):

講義:遺伝暗号を見てみよう(高井)の内容は理解できましたか？興味もてましたか？

☐よくわかった ☐少しわかった ☐あまりわからなかった ☐全く理解できなかった

☐とても興味もてた ☐少し興味もてた ☐あまり興味もてなかった ☐全く興味もてなかった

コメント(よかった、あるいはわかりにくかった、特に興味を持った内容など):

講義:遺伝暗号を見てみよう(高井)の内容はこれからの授業や研究指導の参考になりますか？

☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない

コメント(特に役に立ちそうな内容など):

講義:「新学習指導要領生物への導入」(片山)の内容は理解できましたか？興味もてましたか？

☐よくわかった ☐少しわかった ☐あまりわからなかった ☐全く理解できなかった

☐とても興味もてた ☐少し興味もてた ☐あまり興味もてなかった ☐全く興味もてなかった

コメント(よかった、あるいはわかりにくかった、特に興味を持った内容など):

講義:「新学習指導要領生物への導入」(片山)の内容はこれからの授業や研究指導の参考になりますか？

☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない

コメント(特に役に立ちそうな内容など):

講義:「生体分子って何？」(古賀)の内容は理解できましたか？興味もてましたか？

☐よくわかった ☐少しわかった ☐あまりわからなかった ☐全く理解できなかった

☐とても興味もてた ☐少し興味もてた ☐あまり興味もてなかった ☐全く興味もてなかった

コメント(よかった、あるいはわかりにくかった、特に興味を持った内容など):

講義:「生体分子って何?」(古賀)の内容はこれからの授業や研究指導の参考になりますか?

☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない

コメント(特に役に立ちそうな内容など):

講義:「ヒトのタンパク質は」(真鍋)の内容は理解できましたか? 興味がもてましたか?

☐よくわかった ☐少しわかった ☐あまりわからなかった ☐全く理解できなかった

☐とても興味がもてた ☐少し興味がもてた ☐あまり興味がもてなかった ☐全く興味がもてなかった

コメント(よかった、あるいはわかりにくかった、特に興味を持った内容など):

講義:「ヒトのタンパク質は」(真鍋)の内容はこれからの授業や研究指導の参考になりますか?

☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない

コメント(特に役に立ちそうな内容など):

講義:「マラリアを無くす切り札」(坪井)の内容は理解できましたか? 興味がもてましたか?

☐よくわかった ☐少しわかった ☐あまりわからなかった ☐全く理解できなかった

☐とても興味がもてた ☐少し興味がもてた ☐あまり興味がもてなかった ☐全く興味がもてなかった

コメント(よかった、あるいはわかりにくかった、特に興味を持った内容など):

講義:「マラリアを無くす切り札」(坪井)の内容はこれからの授業や研究指導の参考になりますか?

☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない

コメント(特に役に立ちそうな内容など):

講義:「生命って? 私って?」(遠藤)の内容は理解できましたか? 興味がもてましたか?

☐よくわかった ☐少しわかった ☐あまりわからなかった ☐全く理解できなかった

☐とても興味がもてた ☐少し興味がもてた ☐あまり興味がもてなかった ☐全く興味がもてなかった

コメント(よかった、あるいはわかりにくかった、特に興味を持った内容など):

講義:「生命って? 私って?」(遠藤)の内容はこれからの授業や研究指導の参考になりますか?

☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない

コメント(特に役に立ちそうな内容など):

ポスターセッションの内容は理解できましたか? 興味がもてましたか?

☐よくわかった ☐少しわかった ☐あまりわからなかった ☐全く理解できなかった

☐とても興味がもてた ☐少し興味がもてた ☐あまり興味がもてなかった ☐全く興味がもてなかった

コメント(よかった、あるいはわかりにくかった、特に興味を持った内容など):

ポスターセッションの内容はこれからの授業や研究指導の参考になりますか?

☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない

コメント(特に役に立ちそうな内容など):

その他、講義、ポスターセッションに関する感想、要望など自由にお書き下さい

2.実験について

実験操作は理解できましたか？

☐よくわかった ☐少しわかった ☐あまりわからなかった ☐全くわからなかった

コメント(よかった、あるいはわかりにくかった内容など):

実験で観察した生命現象は理解できましたか？

☐よくわかった ☐少しわかった ☐あまりわからなかった ☐全くわからなかった

コメント(よかった、あるいはわかりにくかった内容など):

実験操作および学習内容に興味がもてましたか？

☐とても興味もてた ☐少し興味もてた ☐あまり興味もてなかった ☐全く興味もてなかった

コメント(特に興味を持った内容など):

実験操作および学習内容はこれからの学習や研究の参考になりますか？

☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない

コメント(特に役に立ちそうな内容など):

実験 1-1「(組換え DNA の作製)」、「遺伝子導入」の内容は理解できましたか？興味もてましたか？

☐よくわかった ☐少しわかった ☐あまりわからなかった ☐全く理解できなかった

☐とても興味もてた ☐少し興味もてた ☐あまり興味もてなかった ☐全く興味もてなかった

コメント(よかった、あるいはわかりにくかった、特に興味を持った内容など):

実験 1-1「(組換え DNA の作製)」、「遺伝子導入」の内容はこれからの授業や研究指導の参考になりますか？

☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない

コメント(特に役に立ちそうな内容など):

実験 1-3「試験管内での転写と翻訳」の内容は理解できましたか？興味もてましたか？

☐よくわかった ☐少しわかった ☐あまりわからなかった ☐全く理解できなかった

☐とても興味もてた ☐少し興味もてた ☐あまり興味もてなかった ☐全く興味もてなかった

コメント(よかった、あるいはわかりにくかった、特に興味を持った内容など):

実験 1-3「試験管内での転写と翻訳」の内容はこれからの授業や研究指導の参考になりますか？

☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない

コメント(特に役に立ちそうな内容など):

実験 2-1「PCR による DNA の増幅」の内容は理解できましたか？興味もてましたか？

☐よくわかった ☐少しわかった ☐あまりわからなかった ☐全く理解できなかった

☐とても興味もてた ☐少し興味もてた ☐あまり興味もてなかった ☐全く興味もてなかった

コメント(よかった、あるいはわかりにくかった、特に興味を持った内容など):

実験 2-1「PCR による DNA の増幅」の内容はこれからの授業や研究指導の参考になりますか？

☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない

コメント(特に役に立ちそうな内容など):

実験 2-2「DNA の塩基配列」の内容は理解できましたか？興味もてましたか？

☐よくわかった ☐少しわかった ☐あまりわからなかった ☐全く理解できなかった

☐とても興味もてた ☐少し興味もてた ☐あまり興味もてなかった ☐全く興味もてなかった

コメント(よかった、あるいはわかりにくかった、特に興味を持った内容など):

実験 2-2「DNA の塩基配列」の内容はこれからの授業や研究指導の参考になりますか？

☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない

コメント(特に役に立ちそうな内容など):

実験 3-2「電気泳動によるタンパク質の分析」の内容は理解できましたか？興味がもてましたか？

☐よくわかった ☐少しわかった ☐あまりわからなかった ☐全く理解できなかった
☐とても興味もてた ☐少し興味もてた ☐あまり興味もてなかった ☐全く興味もてなかった
コメント(よかった、あるいはわかりにくかった、特に興味を持った内容など):

実験 3-2「電気泳動によるタンパク質の分析」の内容はこれからの授業や研究指導の参考になりますか？

☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない
コメント(特に役に立ちそうな内容など):

実験 3-3「MALDI-TOFMS」の内容は理解できましたか？興味がもてましたか？

☐よくわかった ☐少しわかった ☐あまりわからなかった ☐全く理解できなかった
☐とても興味もてた ☐少し興味もてた ☐あまり興味もてなかった ☐全く興味もてなかった
コメント(よかった、あるいはわかりにくかった、特に興味を持った内容など):

実験 3-3「MALDI-TOFMS」の内容はこれからの授業や研究指導の参考になりますか？

☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない
コメント(特に役に立ちそうな内容など):

その他、実験に関する感想、要望など自由にお書き下さい

3. 研究センターの見学について

「研究センターの見学(医学部キャンパス)」での説明は理解できましたか？興味もてましたか？

☐よくわかった ☐少しわかった ☐あまりわからなかった ☐全く理解できなかった
☐とても興味もてた ☐少し興味もてた ☐あまり興味もてなかった ☐全く興味もてなかった
☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない
コメント(特に役に立ちそうな内容など):

「研究センターの見学(医学部キャンパス)」での説明はこれからの授業や研究指導の参考になりますか？

☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない
コメント(特に役に立ちそうな内容など):

「研究センターの見学(城北キャンパス)」での説明は理解できましたか？興味もてましたか？

☐よくわかった ☐少しわかった ☐あまりわからなかった ☐全く理解できなかった
☐とても興味もてた ☐少し興味もてた ☐あまり興味もてなかった ☐全く興味もてなかった
☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない
コメント(特に役に立ちそうな内容など):

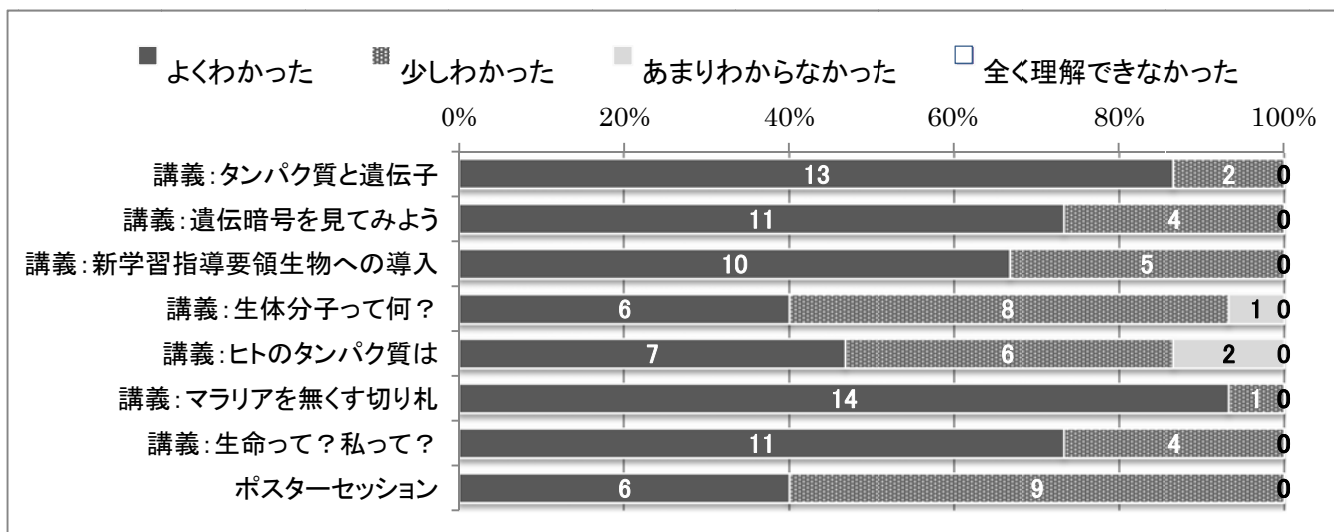
「研究センターの見学(城北キャンパス)」での説明はこれからの授業や研究指導の参考になりますか？

☐とても役に立つ ☐少し役に立つ ☐あまり役に立たない ☐全く役に立たない
コメント(特に役に立ちそうな内容など):

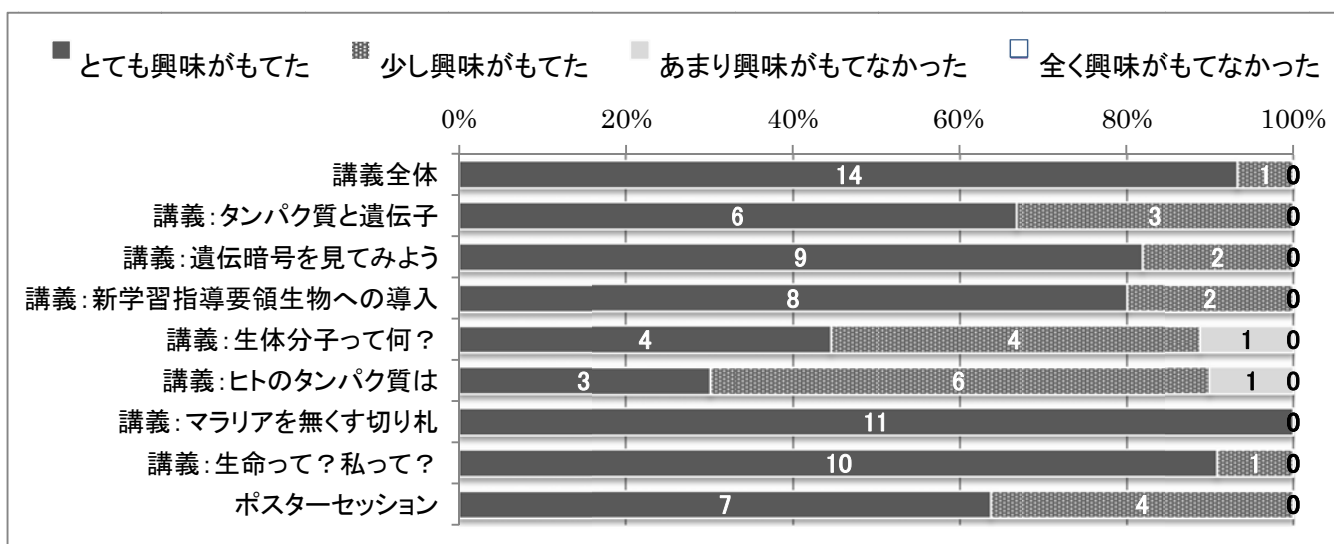
4 その他、全体的な感想、意見、提案など

1. 講義およびポスターセッションについて

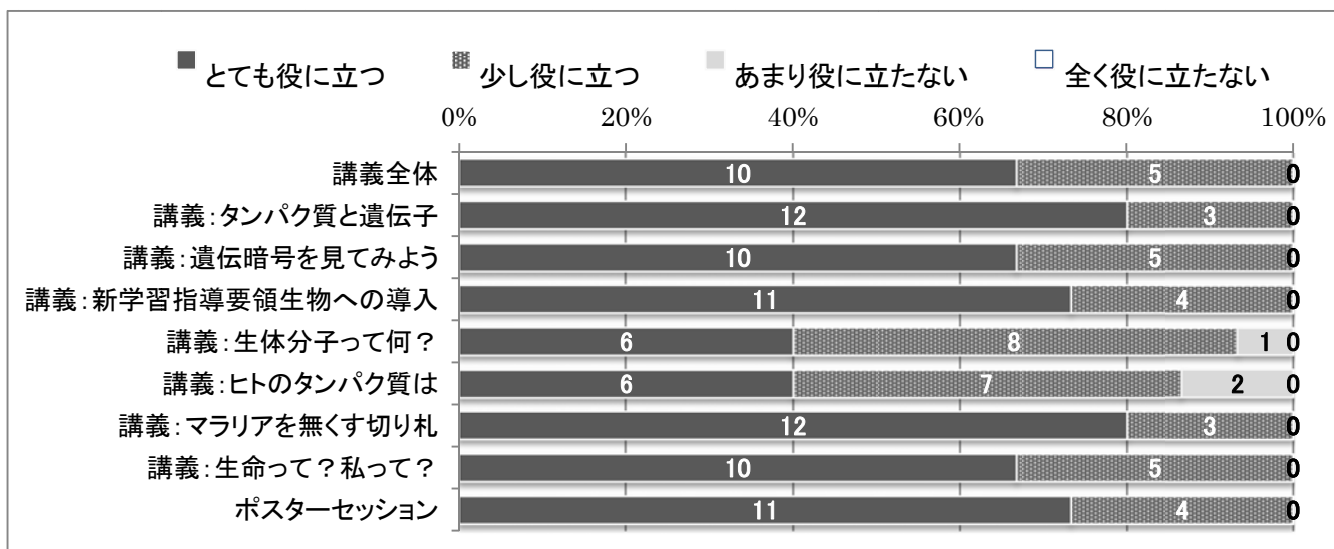
講義の内容は理解できましたか？



講義の内容に興味がもてましたか？

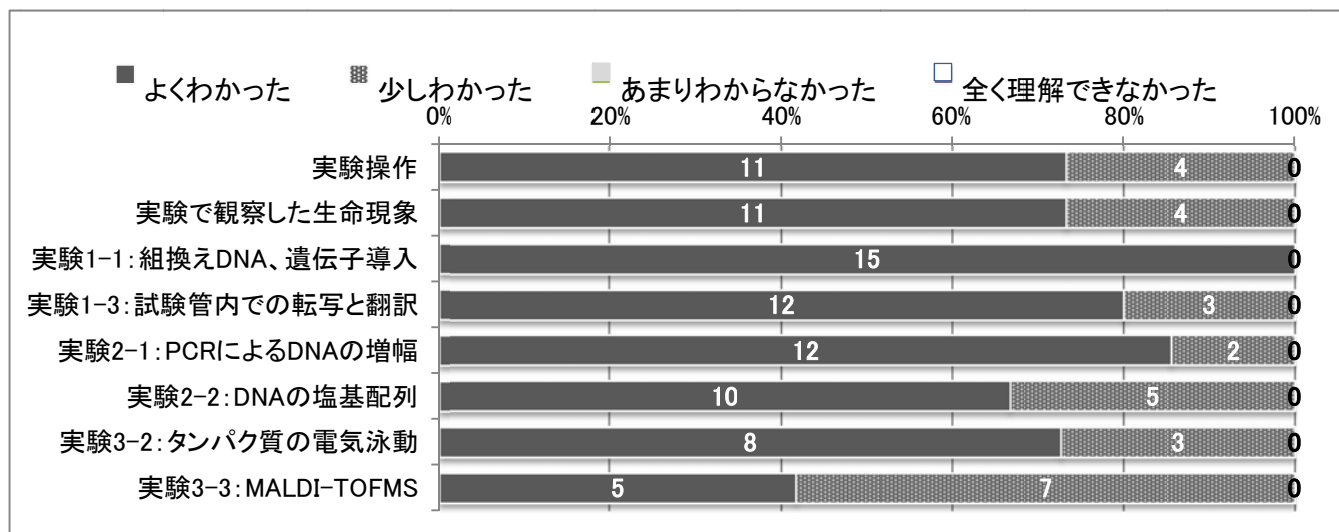


講義の内容はこれからの授業や研究指導の参考になりますか？

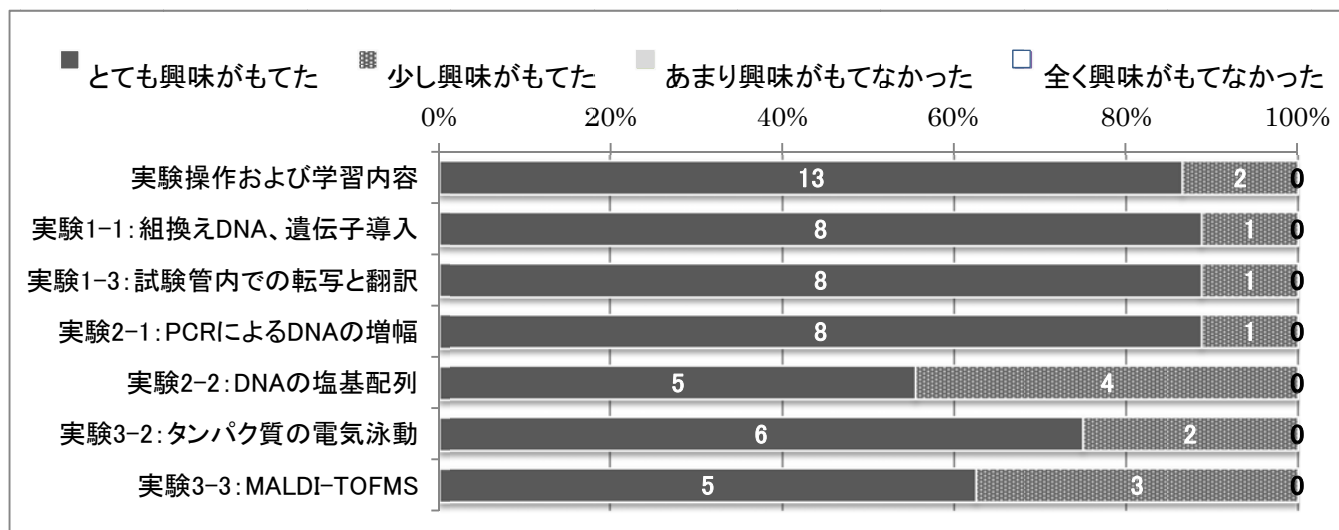


2. 実験について

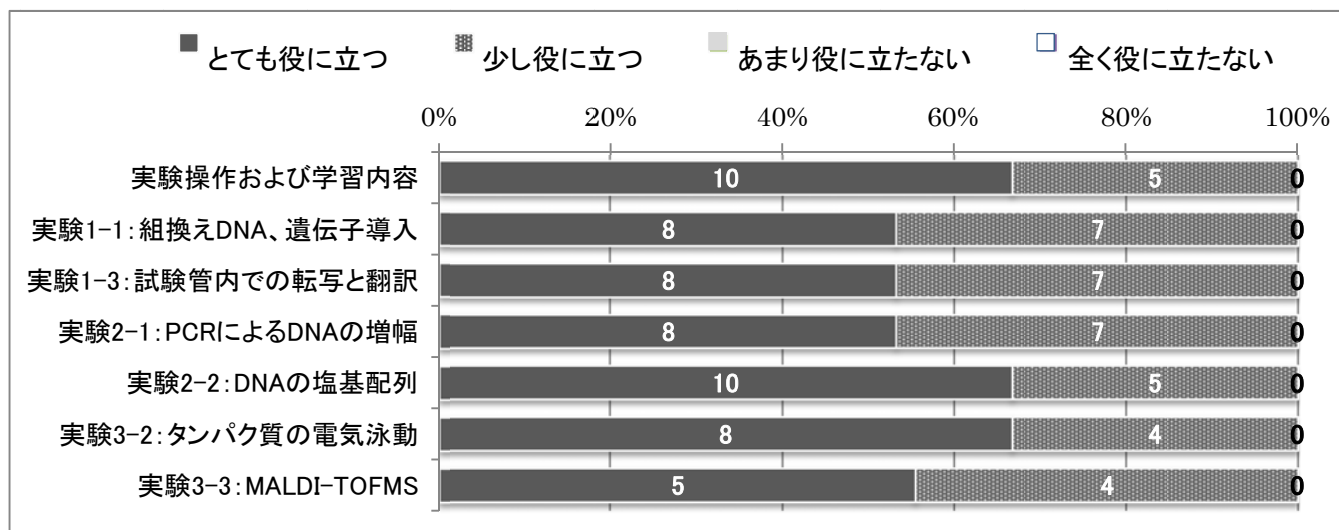
実験の内容は理解できましたか？



実験の内容は興味がもてましたか？

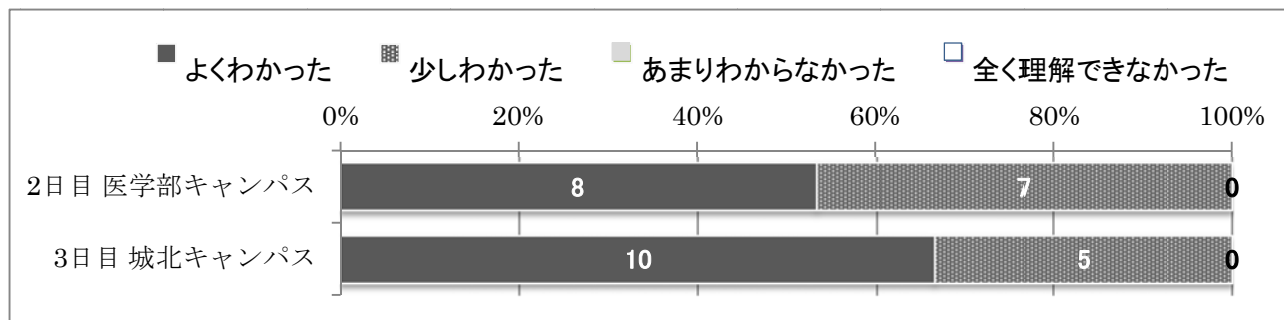


実験の内容はこれからの授業や研究指導の参考になりますか？

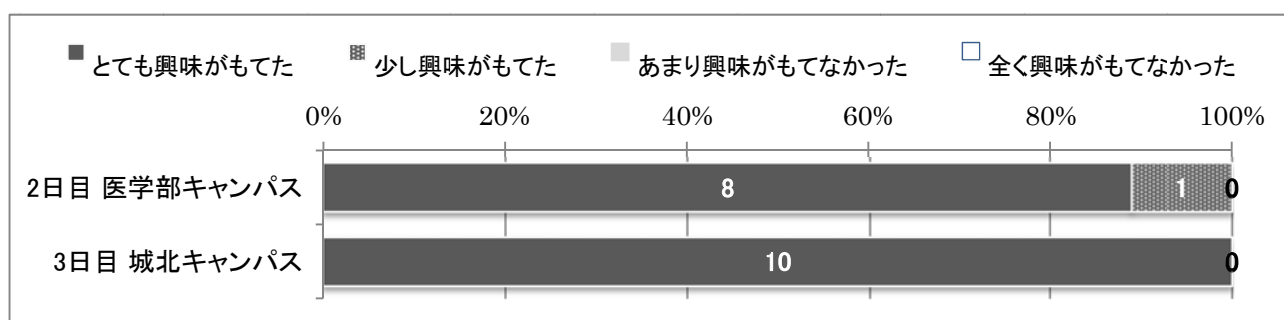


3. 研究施設の見学について

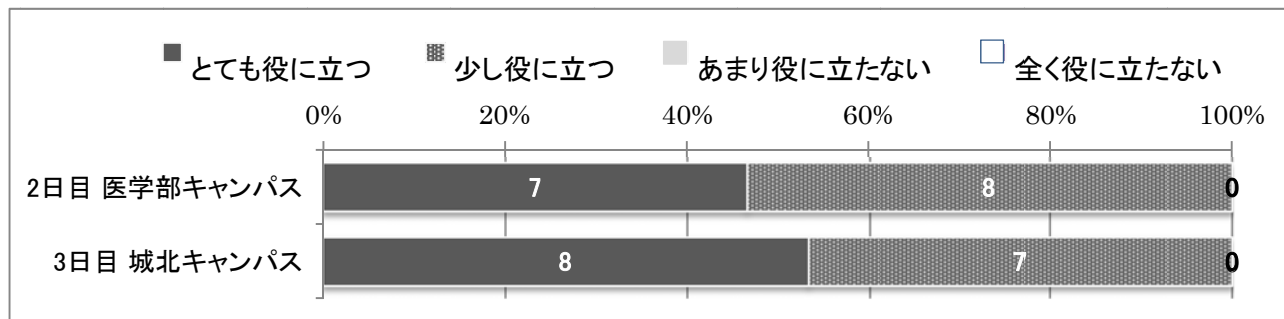
「研究センターの見学」での説明は理解できましたか？



「研究センターの見学」での説明は興味をもてましたか？



「研究センターの見学」での説明はこれからの授業や研究指導の参考になりますか？



アンケート自由記述

アンケートにおける自由記述を以下に転載した。各項目の「内容は理解できましたか?」、「興味がもてましたか?」、「授業や研究指導の参考になりますか?」それぞれに記述欄を設けてあったが、それぞれの記述を項目ごとにまとめた。

1. 講義およびポスターセッションについて

講義全体の内容

- ◆ 実験の実習がとても新鮮で勉強になりました。
- ◆ 全体的に教科書にははっきりと記載されておらず、生徒に対して指導するときに迷っていた点が、質問に答えていただき、解決しました。
- ◆ 教科書に載っているような、自分で学べば何とかなる内容だけではなく、その先にある解釈など、どこでしか聞けない話をたくさん聞けて良かったです。
- ◆ 全体的に知識が増えた 授業に生かしたい
- ◆ 帰ってさっそく今回見てきたことを生徒に話します。化学の教員なので内容を深くは扱えませんが愛媛大学の良い雰囲気を伝えたいと思います。
- ◆ 授業をする中でも、教科書の基本的なことを教えた先の発展的内容として話すことができるが多かったです。興味を持たせることができると思います。

講義:タンパク質と遺伝子(林)

- ◆ 生命現象は化学反応であり、試験管の中で再現可能であるという内容が興味深かった。
- ◆ 先生や研究室が行っている最新の研究の話をもっと聞きたかったです。
- ◆ タンパク質・遺伝子の基本的な事柄はもちろんのこと、学問や科学に対する熱い思いが伝わってとても良かったです。
- ◆ 「Enjoy Science」という気持ちが大切だということがよくわかった。今後の授業に生かしたい。
- ◆ タンパク質合成に関して生徒に指導する場合、もっと大局的な話から始めるべきだと思い至った。
- ◆ 化学の授業の中でも今回のキャンプの内容を役立たせるきっかけになる。課題研究等で活用したい。
- ◆ 役に立つように努力したい。
- ◆ Scienceに対する思い、姿勢は生徒に教える上で参考になりました。

講義:遺伝暗号を見てみよう(高井)

- ◆ 「UUU がフェニルアラニンである必然性はない」という話は初めて聞いた話で、目から鱗が落ちた。
- ◆ リボソームの働きを初めて知りました。
- ◆ アミノ酸とコドンの間に化学構造上の関連が全くないという話におどろきました。
- ◆ コドンの特徴については興味深い話でした。
- ◆ コドン表の成り立ちの話、偶然凍結説が興味深いです。
- ◆ 基本的な内容から詳しいメカニズムまでよくわかった。
- ◆ 偶然凍結説は大変興味深かった。
- ◆ 遺伝コードの対称性の話を初めて知り、授業するときに紹介できると思います。

講義:「新学習指導要領生物への導入」(片山)

- ◆ 先生の教育への思いが伝わってきました。自分も頑張らなければと思いました。
- ◆ 教材キットが、生徒のセントラルドグマの理解に大きな効果がある点。
- ◆ 先生の大学の話や今の研究の話も聞きたかったです。(進路指導に生かすため。
- ◆ 転写・翻訳実験キット誕生の話をうかがい、これを使うことの意義が良くわかりました。
- ◆ 新課程では遺伝子など新しい内容を教えることが大切だが、大学入試(センター、二次)を考えると時間的に難しい面があり、今後そのバランスをうまく取っていく工夫が必要だと思う。
- ◆ 理科教員としての心構えを教えてもらった。
- ◆ 教材について、勤務校の生物教員に伝えます。
- ◆ 役に立つように努力したい。
- ◆ キットの授業への導入の色々なパターンのヒントとなった。
- ◆ 分かりやすい教材の開発(可視化すること)がどれだけ大切かが分かった。

講義:「生体分子って何?」(古賀)

- ◆ 古賀先生は短い時間で大変だったのではないのでしょうか?
- ◆ 短い時間で指導して下さり、ありがとうございました。
- ◆ 時間が短かったこともあり、操作の説明が多く残念だった。先生のお話を伺いたかったです。
- ◆ タンパク質等の三次元構造を体感できるCGはぜひ授業でも使いたい。
- ◆ 立体的に分子をとらえるのにコンピューターは有用であることがわかりました。
- ◆ e-ラーニングについて生徒に話すことができるようになりました。
- ◆ ソフト自体は自分が使いこなせるようにし、授業で使えたらいいと思います。

講義:「ヒトのタンパク質は」(真鍋)

- ◆ 質量分析の技術について感心させられました。
- ◆ タンパク質の分析方法について、わかりやすく説明があり、理解ができました。
- ◆ アミノ酸の変化と立体構造の関係の話が面白かった。
- ◆ 今日の講義をそのまま授業に利用してみます。
- ◆ タンパク質の分析方法について話ができる部分があると思いました。

講義:「マラリアを無くす切り札」(坪井)

- ◆ 誰でも興味を持てるような講義をしていただいていたありがとうございました。今後の自分の授業でも生徒に興味を持てるような工夫をしていきたい。
- ◆ 先生の人柄がでた講義で、私も生徒のことを考えた授業を心がけようと感じました。
- ◆ なぜ愛大でマラリア?と思ったが、研究の意義や研究するための環境などの大切さを生徒に伝えたい。
- ◆ マラリアについて研究する意義がよく理解できました。
- ◆ 無細胞反応系でタンパク質合成を行うことの意義がよく分かりました。
- ◆ 他の高校の先生にも聞いて欲しい内容だった。
- ◆ 生徒にグローバルな視点で考えさせる教材にします。
- ◆ 現代社会と科学の関係を考えさせるヒントが多くある。
- ◆ タンパク質の話と、実際に問題となっているマラリアの話が結びついており、生徒も興味を持ちやすいと思う。

講義:「生命って？私って？」(遠藤)

- ◆ TV 中継での講義にまず驚きました。先生の気さくな人柄に触れることができてよかったです。
- ◆ なぜ小麦胚芽なのか、疑問が解けました。
- ◆ 無細胞タンパク質合成の技術が発展する過程の話聞くことができ、良かったです。
- ◆ 「生物学」の大切さを伝えていくことの大切さがよくわかった
- ◆ 生命の中心教義から生命倫理、研究の利用例まで幅広い授業展開に利用できます。
- ◆ コムギ胚芽を使うことの意義がよく分かり、実験をする上でもとても分かりやすいと思いました。

ポスターセッション

- ◆ いろいろな取り組みを見ることができ、参考になった。また自分の発表にも反応があり、やりがいを感じた。ただ時間がもう少し欲しかった。そしてもう少し建設的なコメントが欲しかった。
- ◆ いろいろな工夫がこらされた手法が多数あり、興味深かった。
- ◆ とにかく時間がなく、特定の方だけでなく一人一人のポスターをじっくり見られると良かった。

その他、講義、ポスターセッションに関する感想、要望など自由にお書き下さい

- ◆ 講義の多くがそのまま高校生に話してもよいとてもわかりやすい表現になっており、興味を引かれました。楽しい講義の数々、ありがとうございました。
- ◆ ポスターセッションは1対全体ではなく、グループ単位から始めたので、お互い緊張もせず、説明・質問がしやすかった。全部を見ていないので、上位3つでも説明を聞きたかった。講義は知っていることもあり、初めて知ることもあり、今後の授業の内容を深められそうだと感じた。
- ◆ 研究の話や授業に役立つ話を聞けてとてもよかった。
- ◆ ポスターセッションがあることはもう少し早期に知らせておいて欲しい。準備期間がもっと欲しかった。
- ◆ ポスターセッションは1回の説明で十分である。
- ◆ 内容は盛りだくさんでとても良かったのですが、もう少し時間的に余裕があると良いと思いました。3泊4日→4泊5日にするとか……。

2.実験について

実験操作、実験で観察した生命現象は理解できましたか？

- ◆ 全体にTAの方の説明がとても丁寧でわかりやすかった。
- ◆ TAの方々がとてもいねいに指導して下さいました。
- ◆ TAの方がとてもいねいに説明して下さいだったのでよくわかりました。
- ◆ TAの方のとてもいねいな説明のおかげで技術も身につくように感じます。
- ◆ TAの方々に感謝
- ◆ TAの方が丁寧に教えて下さったので、分かりやすかったです。
- ◆ そこまで複雑ではなかったので、理解はできました。

実験操作および学習内容

- ◆ 普段なかなか実験ができない中で、このような機会をいただき、とても興味がもてました。
- ◆ 器具や時間の面ですべて学校で行うことは難しいですが、可能なものは取り入れたいです。

実験 1-1「組換え DNA の作製」、「遺伝子導入」

- ◆ 授業でも実践したことのある内容だったが、より理解が深まった。
- ◆ 講義でも説明して頂いていたので、分かりやすかったです。
- ◆ 本校で実施するには経費の面の工夫が必要である。
- ◆ ばくぜんとこれまで授業していたが、自信をもって伝えられるようになったと思う。
- ◆ 遺伝子操作の基本的な操作として授業でもふれるべき内容だと思います。

実験 1-3「試験管内での転写と翻訳」

- ◆ 実験前に説明して下さって良かったです。
- ◆ 現場でも実践してみたい。
- ◆ キットの値段、器具的な問題がありますが、方法論として教えられると思います。

実験 2-1「PCR による DNA の増幅」

- ◆ 図やスライド(動画)で説明頂き、分かりやすかったです。
- ◆ 教科書でもふれられている方法なので、体験できて良かった。

実験 2-2「DNA の塩基配列」

- ◆ 目に見えない塩基配列を、シーケンサーで分析できる技術にとっても興味をもてた。
- ◆ ジデオキシ法など、分析方法について授業でもふれられると思います。

実験 3-2「電気泳動によるタンパク質の分析」

- ◆ 実際にはやってはいないが、報告会での話をうかがい理解した。
- ◆ 実践してみたい。
- ◆ これもメジャーな方法なので、実験方法として授業でも紹介したい。

実験 3-3「MALDI-TOFMS」

- ◆ MALDI は自分も使ったことがあったので、理解しやすかった。
- ◆ 生徒が実際にふれられるものではないが、こういうものがあるという程度の話になるかと思います。

その他、実験に関する感想、要望など自由にお書き下さい

- ◆ TA の学生の皆さんに本当に感謝します。ありがとうございました。
- ◆ 4日間という長期にわたり、お世話してくださり、誠にありがとうございます。機材の関係で勤務校で再現できる内容は少ないですが、機材のそろった学校に行ったときに今回の経験が生きるようにします。
- ◆ 基本操作等、ほとんどは行ったことがあるものだが、久しぶりだったのでTAの方が丁寧に見て下さり、やりやすかった。in vitro で転写・翻訳が無細胞でできるというのは、本当に画期的であると実感できた。
- ◆ ゲルの染色や洗いが体験できなかったのが、残念だった。しかし全体的には非常に興味を持てた。もし可能なら低予算でゲルを作る方法や泳動装置を作る方法を知りたい。
- ◆ 講師の先生方、TA のみなさんの熱心な指導によりとても理解しやすくおもしろい(興味深い)実験でした。ありがとうございました。

3.研究センターの見学について

研究センターの見学(医学部キャンパス)」

- ◆ 初めて入る施設でした。生徒達に、目的を持って研究に取り組める大学であると伝えられます。
- ◆ 内容は難しいものが多かったが、熱心に説明して頂き、興味をもてました。
- ◆ 大学でどのような研究をしているのか、高校の現場で生徒達に少しでも語る内容ができたのは大きい。
- ◆ 医学部の研究内容を見て、生徒たちに未来は明るいという話ができそうです。
- ◆ 最新の技術および研究として授業等でも話をしていきたいと思います。

研究センターの見学(城北キャンパス)」

- ◆ 同上ですが、研究に取り組んでいる学生さんの表情もよく、満足度の高い教育をされているのだろうと感じました。
- ◆ これまでの大学の学部・学科への固定観念が取り払われた。これからの進路指導に活かしたい。
- ◆ 実際に多くの実験装置を見せていただき、説明いただき興味がもてました。
- ◆ 大学でどのような研究をしているのか、高校の現場で生徒達に少しでも語る内容ができたのは大きい。
- ◆ 最新の技術および研究として授業等でも話をしていきたいと思います。

4 その他、全体的な感想、意見、提案など

- ◆ ハードなスケジュールだったが、様々な刺激を受け大得ものの多かった4日間だった。
- ◆ TAの方々がとてもいいに指導して下さいました。
- ◆ HPだけではわからない大学での研究の実体を知ることができたので生徒へも説明することができると思います。ありがとうございました。
- ◆ 4日間ありがとうございました。林先生の明るさとパワフルさに引っぱってもらって、どうにか研修を終えることができました。学校に帰って生徒達に科学をEnjoyさせられるよう取り組みます。
- ◆ 本当に有意義な研修でした。講義、実験ともにおもしろく、あっという間の4日間でした。学校に戻りSSHのみならず普段の授業にいかしていきます。林先生、片山先生関係者の皆様に本当に感謝です。すばらしい研修です。
- ◆ 4日間という長い時間、たくさんのことを教えてくださり、ありがとうございました。大学という場所について、イメージを改めるとともに生徒に大学で学ぶ意味について伝えられるようになった気がします。TAの皆さんにも長時間ありがとうございました。
- ◆ 化学専門の方もいるのでセントラルドグマ等の基礎講義は必要かもしれませんが、生物の方としては、教科書に載っているような内容の講義も多かったように思う。実験は非常に楽しんで行った。核施設の見学も高校とは異なることばかりでとても興味深かった。
- ◆ サイエンスキャンプに参加し、大学の様子もわかり、進路指導にも活かせると思います。ただ班ごとにわりふられた課題の難易度に差があり、少し残念だった。(大学でMALDI・TOFMSを使用したことがなかったので、その課題を行って見たかったです)
- ◆ 有意義で刺激的な4日間でした。これからも自己研鑽につとめます。ありがとうございました。
- ◆ 何よりも林先生、片山先生のバイタリティーに驚かされました。日々毎日同じことの繰り返しとなっていた生活を考え直すよい機会となった。大きなパワーをもらえました。ありがとうございました。
- ◆ 大学でどのような研究が行われているか、その研究はどのような意義があるのか等、大変熱心に、詳しく説明していただき、分かりやすかった。これを生徒に還元していきたいです。

エ. 業務の目的及びプログラムの目標の達成状況

アドバイザーの所見

キャンプ実施に際して、愛媛大学教育学部、向 平和教授(専門:理科教育)にアドバイザーを依頼した。キャンプ実施中は常時在席し、実施内容に対するアドバイスをいただいたり、参加者からの質問に答えていただいた。またキャンプ終了後は専門的立場から本プログラムに対する所見をいただいた。この所見の内容も併せてプログラムの目標の達成状況を検討する。

平成 25 年度 愛媛大学 サイエンス・リーダーズ・キャンプを見学して

愛媛大学教育学部 向 平和

平成 24 年度より全面実施となっている教育課程において、理科の教科内容の現代化は顕著である。特に生物的領域に関する内容では、個体レベルの内容は前期中等教育段階までに学習し、後期中等教育段階では分子レベルの取り扱いが多くなっている。このような大幅な教育内容の変更は、現場の高等学校理科教員に対して大きな負担であると容易に想像できる。また、その対応のための教材開発、実験設備などの物的整備はもちろん、教員研修や教員養成といったソフト面での支援が不足している。

愛媛大学で実施された本プログラムは上記の課題に対して以下の 3 点からとても有効なものであると考えられる。

第 1 に実施したプログラム内容である。本プログラムで取り扱っている内容は、分子生物学を中心とした観察・実験を取り扱っている。現行の生物基礎や生物の教科書で取り扱われている観察・実験に関係する内容であり、参加した現職の高等学校理科教員が体験したことがない観察・実験が多く扱われていた。そのため、参加した現職教員の講義や実験内容に対する理解度や興味関心が高くなっている。また、細菌を用いる遺伝子に関する実験は、様々な規制や安全対策を気にする必要がある。本プログラムで紹介しているコムギ胚芽の抽出液を用いた無細胞タンパク質合成技術は高等学校の教育現場に導入が容易である。すぐに活用できる教材の紹介は何よりも高等学校理科教員が求めている情報である。

第 2 に実施体制である。遠藤先生、林先生といった第一線の研究者と高等学校の教職経験がある片山先生、大学院生・学部学生の TA が協働で実施している。第一線の研究者からは、研究に取り組む姿勢、科学的探究心を伝えられていた。教職経験がある大学教員からは、理論と実践の往還も含めて、生物教育としての考え方が伝えられた。さらに、TA が一生懸命補助していることも効果的な実施に一役買っていたと感じた。

第 3 に担当教員の熱意である。担当している教員が生物教育に対して理解と情熱を有している。セントラルドグマを中心として捉えた生物概念を構築するために、効果的な観察・実験教材を通して、科学的な素養を生徒に身につけて欲しいと考えられ、本プログラムが構成されている。また、継続的な支援を行うために、ICTを活用した交流を企画していることも、担当教員の情熱の賜物である。これからの科学研究者を育てて欲しいという担当教員の情熱が最も本プログラムを効果的なものにしている。

上述したように本事業はこれからの科学教育を発展させていく上で効果的であり、継続する必要がある。今後、本プログラムに参加した高等学校理科教員が得られたものを勤務校の生徒に活用することはもちろん、地域の教員に伝播させていくことが求められる。

キャンプの目標の達成状況

キャンプの4つの目的のうち

- (1)最先端の科学技術を体感し、理数系教員としての素養を高める、および
 - (2)才能ある生徒を伸ばすための効果的な指導法を修得する
- については“達成できた”と考える。
- (3)都道府県等の理数教育において中核的な役割を担う教員となるための素養を身につけるおよび、
 - (4)教員間のネットワーク形成を支援
- については“どちらかというと達成できた”と考える。

またこれらの目的を達成するために本学のキャンプでは(1) 遺伝情報の流れや、DNA とタンパク質の働きなどの基本的な生命現象を理解させるために、身近な「生生物」から学習を始め、化学や物理にも興味や関心を持たせるような統合型生命科学教育を推進できる素養を習得する、(2) 高校教科書に紹介されている先端技術の現状や生命科学の将来展望を理解し、生命科学と日常生活との関連を考えさせる一方で、ハイレベルな探究活動へと発展させる素養を習得する、ことを目標としたが、これに対しては“達成できた”と考える。

キャンプの目的のうち(1)と(2)が“達成できた”と判断する理由は以下のとおりである。

1. JST で実施したアンケート(本報告書 67-72 ページ)の「問 4 今回のキャンプの目的を達成できたと思いますか？」の(1)と(2)において強い肯定が半数以上、弱い肯定を含めると 9 割以上が目的を達成できたと回答している。
2. JST で実施したアンケートの「問 14 今回のキャンプで、あなたにとって特に有意義だった点」に対する回答として
 1. 最先端の科学技術を体感できたこと、
 3. 研究者や研究現場の実際を知ることができたこと、
 4. 科学に関する新しい知識を得たこと、
 13. 次代の人材を育成することの大切さを理解できたことを挙げた参加者がそれぞれ 16 名中 10 名以上いた。
3. JST で実施したアンケートの「問 5 目的が達成できた理由・その他コメント」において以下のような記述が見られた
 - ◆ 最先端の実験や研究施設等に触れることができ、非常に刺激になりました。
 - ◆ 内容も盛りだくさんで非常にためになりました。充実した時間をすごすことができました。
 - ◆ セントラルドグマの概念(分子生物学)は、生徒にとって理解が難しい。しかしそれを実験を通して理解させるヒントを得ることができた。さらに、教員間のネットワークが今後大きな可能性を持った存在だと思う。
 - ◆ 苦手意識を持っている分野でしたが、もっと学びたいと感じています。
4. 愛媛大学で実施したアンケート(本報告書 73-85 ページ)の感想にも、以下のように、「先端技術に触れた、授業にも活かしたい」という感想が多かった。
 - ◆ 授業をする中でも、教科書の基本的なことを教えた先の発展的内容として話すことができることが多かったです。
 - ◆ 化学の授業の中でも今回のキャンプの内容を役立たせるきっかけになる。課題研究等で活用したい。

- ◆ 教材について、勤務校の生物教員に伝えます。
- ◆ e-ラーニングについて生徒に話すことができるようになりました。
- ◆ 生命の中心教義から生命倫理、研究の利用例まで幅広い授業展開に利用できます。
- ◆ 大学でどのような研究をしているのか、高校の現場で生徒達に少しでも語る内容ができたのは大きい
- ◆ 大学の様子もわかり、進路指導にも活かせると思います。
- ◆ HPだけではわからない大学での研究の実体を知ることができたので生徒へも説明することができると思います。
- ◆ これまでの大学の学部・学科への固定観念が取り払われた。これからの進路指導に活かしたい。
- ◆ 初めて入る施設でした。生徒達に、目的を持って研究に取り組める大学であると伝えられます。
- ◆ 各施設の見学も高校とは異なることばかりでとても興味深かった。

キャンプの目的のうち(3)と(4)が“ほぼ達成できた”と判断する理由は以下のとおりである。

1. JST で実施したアンケートの「問 4 今回のキャンプの目的を達成できたと思いますか？」の(3)と(4)において、強い肯定が 12.5%と 37.5%とやや少なく、逆に少数ではあるが弱い否定の回答があったため、“どちらかという達成できた”と判断した。
2. 愛媛大学で実施したアンケートにおいて、ハイレベルな内容として実施した「DNA の塩基配列の解読」と「MALDI-TOFMS によるタンパク質の分析」については「内容の理解」および「興味をもてた」に対する強い肯定の回答率が他より低かった。

キャンプの目標が達成できたと判断した理由は以下のとおりである。

目標1.

遺伝情報の流れや、DNAとタンパク質の働きなどの基本的な生命現象を理解させるために、身近な「生き物」から学習を始め、化学や物理にも興味や関心を持たせるような統合型生命科学教育を推進できる素養を習得する。

関連する目的:(1)理数系教員としての素養を高める

(3)中核的な役割を担う教員となるための素養

1. 参加者が実習内容を正しく理解できたかどうかを、最終日の各グループによる実験のとりまとめの発表(本報告書 35-48 ページ)から判断した。その結果、本キャンプで取り扱った内容に関して最高レベルの理解と考察をしたと判断できる。各グループともまず実験の目的(どのようなことを教えるか)をしっかりと理解していたこと、そして実験結果を正しく解釈し(例えば、予測と結果を対比させていた)、結果が意味することを正しく説明できた点である。これから判断して、統合型生命科学教育に求められる素養が体得できたと判断する。
2. JST で実施したアンケートの「問 13 最も良かったプログラムとその理由」において「転写・翻訳」を上げた参加者が 7 名もいた。またその理由として
 - ◆ 高校で実習可能である可能性の高い内容であったため
 - ◆ 高校現場でも実践できそうな内容で、かつ今まであまりなかったタイプの実験でもあるため
 - ◆ 最先端技術を高校の生徒でも行えることを実感できたため
 などがあげられており、「化学や物理にも興味や関心を持たせるような統合型生命科学教育を推進できる素養を習得する」ことができたと判断する。
3. 本学が実施したアンケートにおいて、「講義の内容は理解できましたか?」、「講義の内容に興味をもてましたか?」、「講義の内容はこれからの授業や研究指導の参考になりますか?」の問に対して、「タ

ンパク質と遺伝子」、「遺伝暗号を見てみよう」、「新学習指導要領……」などは強い肯定が過半数を占めている。また実験に関してもほぼすべての項目に対して強い肯定が過半数を占めている。特に実験 1-1「(組換え DNA の作製)」、「遺伝子導入」、実験 1-3「試験管内での転写と翻訳」、実験 2-1「PCR による DNA の増幅」、実験 2-2「DNA の塩基配列」に対してはほぼ 80%の参加者が「内容を理解した」、「興味をもてた」と回答しており、新学習指導要領に取り入れられた生化学や分子生物学的な内容に対する関心の強さがうかがえる。また自由記述の中にも以下のようにこれらの講義や実習内容を今後の授業に活用したいという意欲的な記述が多かった。

- ◆ 講義の多くがそのまま高校生に話してもよいとてもわかりやすい表現になっており、興味を引かれました。
- ◆ 講義は知っていることもあり、初めて知ることもあり、今後の授業の内容を深められそうだと感じた。
- ◆ これもメジャーな方法なので、実験方法として授業でも紹介したい。
- ◆ もし可能なら低予算でゲルを作る方法や泳動装置を作る方法を知りたい。
- ◆ 研究の話や授業に役立つ話を聞けてとてもよかった。
- ◆ ばくぜんとこれまで授業していたが、自信をもって伝えられるようになったと思う。
- ◆ in vitro で転写・翻訳が無細胞でできるというのは、本当に画期的であると実感できた。
- ◆ 現場でも実践してみたい。
- ◆ 教材キットが、生徒のセントラルドグマの理解に大きな効果がある。
- ◆ 先生の大学の話や今の研究の話も聞きたかったです。(進路指導に生かすため)。
- ◆ 転写・翻訳実験キット誕生の話をうかがい、これを使うことの意義が良くわかりました。
- ◆ 分かりやすい教材の開発(可視化すること)がどれだけ大切かが分かった。

4. 上記のアンケートの回答および感想はアドバイザーが所見において指摘した以下の内容を裏付けるものである。「実施したプログラム内容が効果的であった。本プログラムで取り扱っている内容は、分子生物学を中心とした観察・実験を取り扱っている。現行の生物基礎や生物の教科書で取り扱われている観察・実験に関係する内容であり、参加した現職の高等学校理科教員が体験したことがない観察・実験が多く扱われていた。本プログラムで紹介しているコムギ胚芽の抽出液を用いた無細胞タンパク質合成技術は高等学校の教育現場に導入が容易である。すぐに活用できる教材の紹介は何よりも高等学校理科教員が求めている情報である。」

目標2.

高校教科書に紹介されている先端技術の現状や生命科学の将来展望を理解し、生命科学と日常生活との関連を考えさせる一方で、ハイレベルな探究活動へと発展させる素養を習得する。

関連する目的:(2) 才能ある生徒を伸ばす指導法の修得

(3)中核的な役割を担う教員となるための素養

1. キャンプ終了時の学習到達度が非常に高かった。最終日の結果のとりまとめの発表(本報告書 35-48 ページ)において、チーム 3(R)はタンパク質の分子量を MALDI-TOFMS によって 5 桁の精度で測定した結果、緑色ケイ光タンパク質と青色ケイ光タンパク質では分子量の差が「40」と結論し、チーム 4(O)は塩基配列の解析から両者において 2 ヶ所にアミノ酸の変異が存在し(Cys→Ser、Tyr→His)、その分子量の差がまさしく「40」であることを示し、先端分析化学の実験と分子遺伝学の両者を考察したことになる。またチーム 4(O)は緑色ケイ光タンパク質と青色ケイ光タンパク質における Tyr→His の変異によって、発色団の構造が変化して、両者のケイ光の波長が異なることも指摘した。これは

構造生物学と量子化学両方の理解が求められる内容であり、今回のキャンプにおける最も難易度の高い内容である。これまで同様の内容で実習を実施したが、このレベルまで理解させることはほとんど不可能であった。

2. 本学が実施したアンケートにおいて、「DNA の塩基配列の解読」と「MALDI-TOFMS によるタンパク質の分析」については「内容の理解」および「興味をもてた」に対する強い肯定の回答率が他より低かったものの「これからの授業に役立つか？」に対する強い肯定の回答率は 60%以上であった。研究センターの見学に対しても「理解」、「興味」、「役に立つ」いずれも強い肯定が 50%を越えており、ほとんど目にしたことのない医学部での研究をみて、生命科学の応用が身近な医療と密接に関連していることを実感したと思われる。
3. 同じく、本学が実施したアンケートの自由記述の中には以下のように、これらの実験内容は高校の授業での実施は難しいものの、今後課外活動に活用したいという意欲的な意見や、また研究センターの見学では最先端の研究内容や基礎的な研究の応用を知ることができ、授業などに反映させたいとの記述が見られる。
 - ◆ 目に見えない塩基配列を、シーケンサーで分析できる技術にとっても興味をもてた。
 - ◆ ジデオキシ法など、分析方法について授業でもふれられると思います。
 - ◆ 器具や時間の面ですべて学校で行うことは難しいですが、可能なものは取り入れたいです。
 - ◆ 医学部の研究内容を見て、生徒たちに未来は明るいという話ができそうです。
 - ◆ 最新の技術および研究として授業等でも話をしていきたいと思います。

目標 3.

ポスターセッションでは「生命を理解するための教材と探究活動」を主題とし新しい高等学校学習指導要領の「生物基礎」、「生物」における「遺伝子とその働き」、「遺伝情報とその発現」に関連する実験教材や探究活動を検討する。

関連する目的：(2)才能ある生徒を伸ばすための効果的な指導法を修得する
(4)地域の枠を超えた教員間のネットワーク形成を支援

1. ポスター発表の内容には「DNA」を扱ったものが 4 件、「酵素の化学反応」あるいは「タンパク質の分析」を扱ったものが計 4 件あり、統合型生命科学教育に求められる、化学的観点からの生命の理解に関するものが多かった。また新しい高等学校学習指導要領の「生物基礎」、「生物」における「遺伝子とその働き」、「遺伝情報とその発現」の教育法に関する関心の高さも示している。ポスターセッションの時間そのものは限られていたが、実験チームのメンバー相互で発表したり、期間中常時見ることができたため、今後の授業展開や実験教材について討論ができたと判断する。さらにこれらの内容は冊子にまとめられ、参加者全員に送付されるため、今後の教育現場において何らかの役に立つと思われる。アンケートにも以下のような感想が述べられていた。
 - ◆ ポスターセッションは 1 対全体ではなく、グループ単位から始めたので、お互い緊張もせず、説明・質問がしやすかった。全部を見ていないので、上位 3 つでも説明を聞きたかった。講義は知っていることもあり、初めて知ることもあり、今後の授業の内容を深められそうだと感じた。

今後に向けて～継続的取り組みの必要性

前述したように今回のキャンプに参加した教員は「最先端の科学技術を体感し、理数系教員としての素養を高める」、あるいは「統合型生命科学教育に求められる素養を体得できた」と判断する。しかしこれはあくまで教員個人の素養であり、今後、同様の体験授業を生徒に対して実施した場合、初めて、中学生や高校生の生命に対する正しい理解(化学的観点から生命を理解)が進み、教育効果が現れることになる。残念ながら、現在の取り組みでは中・高生における教育効果を検証する手段はない。

愛媛大学が中心となって開発した「無細胞タンパク質合成系を利用した生命科学教育プログラム」は本来、中・高生に体験させるためのものである。しかし本学の教員だけでは全国の多数の中・高生に体験させることは物理的に不可能であり、できることなら技量のある中学や高校の先生方が授業で実践されることによって、その普及を図り、広範囲に教育効果が上がることを期待している。

例えば今回のキャンプの参加者からも

- ◆ 現場でも実践してみたい。

という前向きな感想もある一方で、

- ◆ キットの値段、器具的な問題がある。
- ◆ 本校で実施するには経費の面の工夫が必要である。

という現実的な感想もあった。

実際、今回のキャンプ参加者で、自校において同様の実験を授業で実施したのは一名のみである。

教員側にも時間的な問題があると思うが、経費が許されるのであれば、キャンプ終了後も参加者には何らかの支援ができる仕組みが望まれる。

参加者からも以下のような要望があった。

- ◆ 日数を増して、PCの実験への利用も教えていただきたい。また、受講した教員に今回のKit等をJSTの方より配付し、学校現場で行なった結果等をJSTにレポートで報告するなどの事後学習を行いたい。

ネットワーク形成の支援に関しても同様のことが考えられる。キャンプ中は参加者同士のコミュニケーションも活発であったと感じるが、元の職場に戻れば一部の個人的な関係を除いて、ほとんどのコミュニケーションがなくなる可能性が大である。今回、教員間のネットワーク形成の支援も視野に入れて大学のeラーニングのサイトを開設した。現在大学ではeラーニングがかなり利用されていて、早晚高校などにも普及すると予測されるものの、30才以上の教員は学生だった頃には使用経験がないと思われるので、そのようなシステムに馴染んでもらうことも目的の一つであった。今回のキャンプのために開設したサイトは今後3年間アクセスが可能にしているため、何らかの課題を準備すれば、継続的なネットワーク形成が可能である。ただキャンプ終了後は特に活用機会もなく、さらに高校によってはネット利用に厳しい制限が設けられていたりするケースもあり、参加者同士のネットワーク形成のツールは用意したものの、有効活用されそうにないのが現状である。

以上のようにキャンプの成果をより効果的にするためには、キャンプの期間だけの取り組みで終わるのではなく、終了後も何らかのフォローができるような継続的な取り組みが望まれる。

(4) 資料

① 担当者名簿

所属機関	役職	氏名	実施業務
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	教授	林 秀則	実施主担当、 遺伝子組換えの実習および講義の実施
愛媛大学	特別栄誉教授	遠藤 弥重太	生命科学に関する講義の実施
愛媛大学教育学部	准教授	向 平和	アドバイザー
高崎健康福祉大学	教授	片山 豪	タンパク質合成実験および新学習指導要領に おける実験教材の講義の実施
愛媛大学	名誉教授	真鍋 敬	タンパク質の分析に関する講義の実施
愛媛大学理工学研究科	教授	高井 和幸	遺伝情報に関する講義の実施
愛媛大学教育・学生支援機構	准教授	古賀 理和	e-ラーニングに関する実習と講義の実施
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	センター長	坪井 敬文	研究施設見学および概要説明の実施
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	助手	小笠原 富夫	転写と翻訳実験の実施
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	教授	澤崎 達也	タンパク質合成実験の実施
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	教授	戸澤 譲	研究施設見学の実施
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	准教授	高島 英造	研究施設見学の実施
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	准教授	小川 敦司	研究施設見学の実施
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	准教授	杉浦 美羽	研究施設見学の実施
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	助教	竹田 浩之	タンパク質合成実験の最適化
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	助教	高橋 宏隆	タンパク質合成実験の最適化
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	助教	野澤 彰	研究施設見学の実施
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	教授	鳥居 本美	研究施設見学の実施
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	教授	東山 繁樹	研究施設見学の実施
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	講師	武森 信暁	研究施設見学の実施
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	教授	今井 祐記	研究施設見学および概要説明の実施
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	教授	増本 純也	研究施設見学の実施
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	教授	今村 健志	研究施設見学の実施
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	事務課長	武田 興昌	準備・運営および報告に関する事務統括
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	チームリーダー	宇都宮 美恵	準備・運営および報告に関する事務全般
愛媛大学プロテオサイエンスセンター	事務補佐員	清家 紫	準備・運営および報告に関する事務全般

②参加者名簿

所属学校名	氏名
広島県立神辺旭高等学校	脇田 崇紀
徳島県立辻高等学校	古田 美和
徳島県立脇町高等学校	津川 大輔
香川県立高松南高等学校	田中 亜紀
香川県立三木高等学校	井上 哲也
香川県立丸亀城西高等学校	藤本 博文
愛媛県立松山中央高等学校	森田 淳子
愛媛県立八幡浜高等学校	河中 辰仁
愛媛県立伊予高等学校	子川 敦巳
高知県立室戸高等学校	氏原 千恵
高知県立中村高等学校	山崎 隆史
日本体育大学浜松日体中・高等学校	杉本 直樹
名古屋市立菊里高等学校	本田 忠弘
神戸大学附属中等教育学校	安田 和宏
岡山県立岡山城東高等学校	藤江 一成
大分県立日田高等学校	尾畑 恩秀

③外部発表

大学ホームページの記事 95-97ページ

WEBサイトに掲載されたものを転載した。

学会発表の要旨 98-102ページ

以下の学会発表、研究会での講演を行った。それぞれ要旨集あるいはプログラム等を転載した。

実施日・取材日等	平成 25 年 9 月 18 日
発表会名・取材名等	The 11 th Matsuyama International Symposium on Proteo-Sciences
発表者等 所属・氏名	Takeshi Katayama, Hidenori Hayashi, Kazuyuki Takai, Tomio Ogasawara, Yaeta Endo
内容	http://www.pim-sympo.jp/index.html Development and Outreach of the educational material for understanding transcription and translation using the wheat-germ cell-free protein synthesis system (ポスター)

実施日・取材日等	平成 26 年 1 月 11 日
発表会名・取材名等	日本生物教育学会(筑波大学)
発表者等 所属・氏名	片山 豪, 林 秀則
内容	http://www.envr.tsukuba.ac.jp/~seibutsu-tsukuba/index.html 試験管内で転写・翻訳を再現する実験の普及 ―コムギ胚芽無細胞タンパク質合成系をつかった転写・翻訳実験― (口頭)

実施日・取材日等	平成 26 年 1 月 12 日
発表会名・取材名等	日本生物教育学会(筑波大学) 日本生物教育学会(筑波大学)
発表者等 所属・氏名	片山 豪, 林 秀則
内容	http://www.envr.tsukuba.ac.jp/~seibutsu-tsukuba/index.html 試験管内で転写・翻訳を再現する実験 ―コムギ胚芽無細胞タンパク質合成系を用いてGFPを発現してみよう― (ワークショップ/ポスター)

実施日・取材日等	平成 25 年 11 月 14 日
発表会名・取材名等	平成 25 年度香川県高等学校教育研究会 生地部会 秋季生物研究会
発表者等 所属・氏名	林 秀則
内容	コムギ胚芽無細胞タンパク質合成系を利用した生命科学教育プログラムの開発と実施

[教育](#)

教育活動トピックス 詳細

[HOME](#) [教育](#) [教育活動トピックス](#) 理数教育担当教員のための最先端科学技術体験合宿プログラム「平成25年度サイエンス・リーダーズ・キャンプ」(木)～4日(日)】

教育 2013年08月22日

理数教育担当教員のための最先端科学技術体験合宿プログラム「平成25年度サイエンス・リーダーズ・キャンプ」を実施しました【8月1日(木)～4日(日)】

平成25年8月1日(木)～4日(日),プロテオサイエンスセンターで,サイエンス・リーダーズ・キャンプ「無細胞反応系を基盤とした次世代のための統合型生命科学教育」を実施しました。

独立行政法人科学技術振興機構が主催する「サイエンス・リーダーズ・キャンプ」とは,中学校,高等学校等の理数教育を担当する教員が,合宿形式で最先端の科学技術を体感し,才能ある生徒を伸ばすための効果的な指導方法を修得することにより,理数教育における指導力の向上を図るものです。また,参加者が将来,都道府県等の理数教育において,中核的な役割を担う教員となるための素養の育成を図るとともに,地域の枠を超えた教員間のネットワーク形成を支援することも目的としています。今年度は全国の6大学で開催されています。

本学におけるキャンプの特徴は,遺伝子操作やDNAの分析実験のみならず,本学で開発された無細胞タンパク質合成実験を活用した実習によって,新しい高等学校学習指導要領に沿って「生物基礎」,「生物」に大幅に取り入れられた「遺伝情報の流れ」や「DNAとタンパク質の働き」を理解させるために必要となる「生命現象を分子レベルで理解する素養」を体得すること,および研究センターにおける生命科学の先端研究の見学や,先端技術に関する実習によって,高校での学習レベルを超えた高度な課題研究などを実施できるようになること,にあります。また,キャンプ終了後には,新しい指導要領に沿った生命科学の学習により効果的な実験テーマや教材などを参加した高校教員自身が考案することになっています。

各県の教育委員会などから推薦を受けた16人の化学あるいは生物担当の高校教員(愛媛県,香川県,各3人,徳島県,高知県,各2人,静岡県,愛知県,兵庫県,岡山県,広島県,大分県,各1人)は,まず,プロテオリサーチ領域の林秀則教授から,遺伝子とタンパク質に関する講義を受けた後,理工学研究科の大学院生および理学部学生などから指導を受けながら実験に取り組みました。1日目はDNA断片を接続して組換えDNAを作製し,これを大腸菌に導入しました。2日目は本キャンプの目玉となるコムギ胚芽による無細胞タンパク質合成実験を,高校向け教材として市販されているキットを主に用いて実施しました。3日目はDNAの塩基配列をオートシーケンサーで解析したり,遺伝子組換えによって作られたタンパク質の分子量を質量分析装置で決定したり,さらに本学のe-ラーニングのサイトを利用して分子模型のグラフィックスにチャレンジしたりと,通常,高校では実施できないような実験にも取り組みました。多くの参加者にとってほとんど初めての実験もあり,器具の使い方や試薬の成分,各操作の意義などを学生補助員に熱心に質問していました。



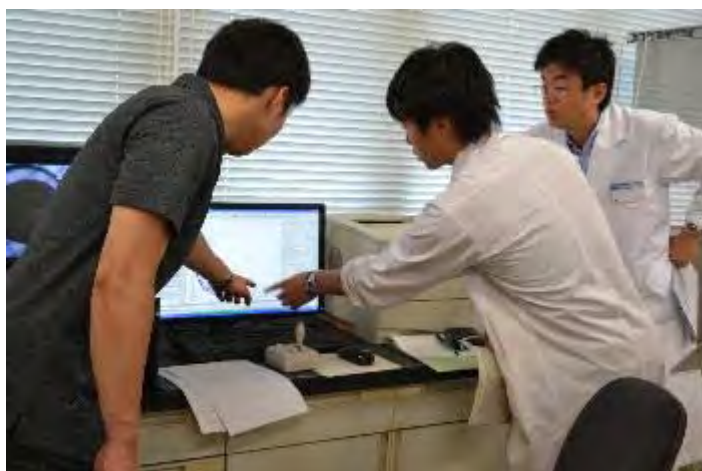
本学学生の指導を受けながら実験開始



各自が考案した実験教材などを相互に紹介



e-ラーニングを利用した学習

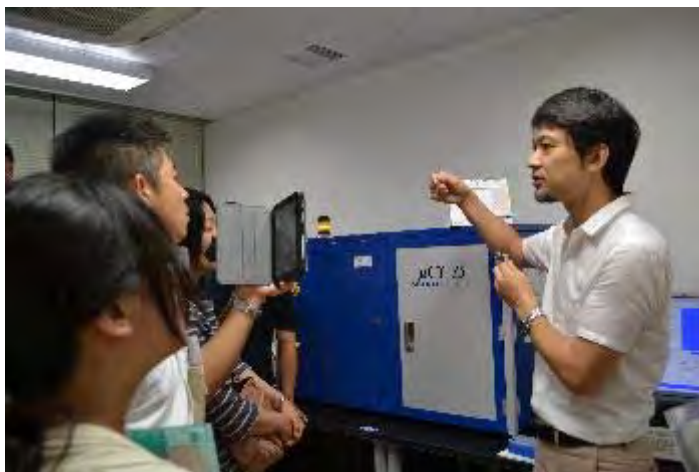


先端機器を使つての実習(VBL)

2日目の午後は重信キャンパスに移動し、プロテオミクス領域の今井祐記教授からゲノム情報やタンパク質研究の医療への応用に関する講義や各研究部門の研究内容の紹介を受けたり、質量分析装置、画像解析装置などを見学したりしました。3日目の午後には、坪井敬文センター長からマラリアワクチンの開発状況や、プロテオミクス領域の各研究において研究内容や実験装置などの説明を受けました。両日の見学とも活発な質問と説明が交わされ、「生命科学の現状と医学への応用について聞くことができ、高校生に教えるときにより具体的なイメージをもって教えることができる」といった感想が聞かれました。また4日目にはテレビ会議システムによって米国サンタクルーズから遠藤弥重太特別栄誉教授による「生命って？私って？～神秘的な生命の原理を探ってみよう」と題した講義を受け、海外との双方向授業に感動した様子でした。

食後の時間などにはポスターセッションが行われ、新しい学習指導要領に関連した実験授業や探究活動、あるいは生命活動を分子レベルで理解させるための教材などについて活発な討議がおこなわれました。ポスターセッションでの討議および3日目の高崎健康福祉大学の片山豪教授による「無細胞タンパク質合成実験の新学習指導要領生物への導入」と題した授業などを参考として、今後各参加者はより洗練された学習内容や実験教材を考案することになっています。

今回のキャンプに参加した熱心な教員によって、無細胞タンパク質合成法を活用した統合型生命科学教育が高校でも実施されること、また本学における生命科学の研究が多くの高校生に紹介されることが期待されます。一般的に、大学における高校教員に対する各種事業が県単位であるのに対し、今回のキャンプの参加者は複数の県にまたがっているため、教員間の連携によって同様の内容に触れる高校生の数はさらに多くなるものと期待されます。



先端機器の見学(重信ステーション)



センター長による研究紹介



成果発表に向けてデータの解析



実験結果の発表



カリフォルニアの遠藤特別栄誉教授とともに



参加者の集合写真

プログラム概要  (PDF 171KB)

サイエンス・リーダーズ・キャンプHP

新しい高校教科書「生物」  (PDF 2,269KB)

[前のページに戻る](#)

[ページの先頭へ戻る](#)

日本生物教育学会 2014 第96回全国大会研究発表予稿集



平成26年1月11日(土)～12日(日) 筑波大学・大学会館

主催 日本生物教育学会
共催 筑波大学
後援 文部科学省
茨城県教育委員会
つくば市教育委員会

1A1155	試験管内で転写・翻訳を再現する実験の普及 ーコムギ胚芽無細胞タンパク質合成系をつかった転写・翻訳実験ー
○片山 豪（高崎健康福祉大学人間発達学部）・林 秀則（愛媛大学大学院理工学研究科）	
平成 21 年に改訂された高等学校学習指導要領解説「生物基礎」に、「転写と翻訳の概要については、DNA の塩基配列から mRNA の塩基配列へ、mRNA の塩基配列からアミノ酸の配列へという情報の流れを扱う」との記載がある。このことから、セントラルドグマの流れのみを生徒に理解させることをねらいとする教材を開発し、本学会の学会誌「生物教育」に報告するとともに、文部科学省検定済教科書 高等学校理科用『生物』（啓林館）にもこの実験を掲載した。そして、この論文を元に作成された実験キット「転写・翻訳実験キット」がセルフリーサイエンス社から発売された。この実験キットは発売されてはいるが、実験操作の複雑さ、実験器具の普及、金額等の問題から、この実験が転写と翻訳のスタンダードな実験に至っていない。普及に関して、上記の課題を解消するため行った改良点や工夫を紹介する。また、この実験を行ったサイエンスリーダーズキャンプ、教員免許更新講習、サイエンスリーダーズキャンプ、授業実践について紹介したい。	

－ 25 －

WSC4	試験管内で転写・翻訳を再現する実験 ーコムギ胚芽無細胞タンパク質合成系を用いて GFP を発現してみようー
片山 豪（高崎健康福祉大学人間発達学部）・林 秀則（愛媛大学大学院理工学研究科）	
平成 21 年に改訂された高等学校学習指導要領解説「生物基礎」に、「転写と翻訳の概要については、DNA の塩基配列から mRNA の塩基配列へ、mRNA の塩基配列からアミノ酸の配列へという情報の流れを扱う」との記載があることから、セントラルドグマの流れのみを生徒に理解させることが主なねらいになる。そこで、コムギ胚芽無細胞タンパク質合成系を用いて、セントラルドグマの概念を理解する実験教材を開発した。この教材は、RNA 特異的色素の RiboGreen を用いて転写を可視化し、無細胞タンパク質合成系によって緑色蛍光タンパク質（GFP）を合成することで翻訳を可視化したものである。この教材キットは食品であるコムギを用いた無細胞タンパク質合成系なので、バイオハザード、倫理的な問題をクリアーしているので、教育現場に最適な教材であると考えます。体験できる実験内容は、①転写確認実験（mRNA の確認）、②翻訳実験、③翻訳確認実験（GFP の確認）である。	

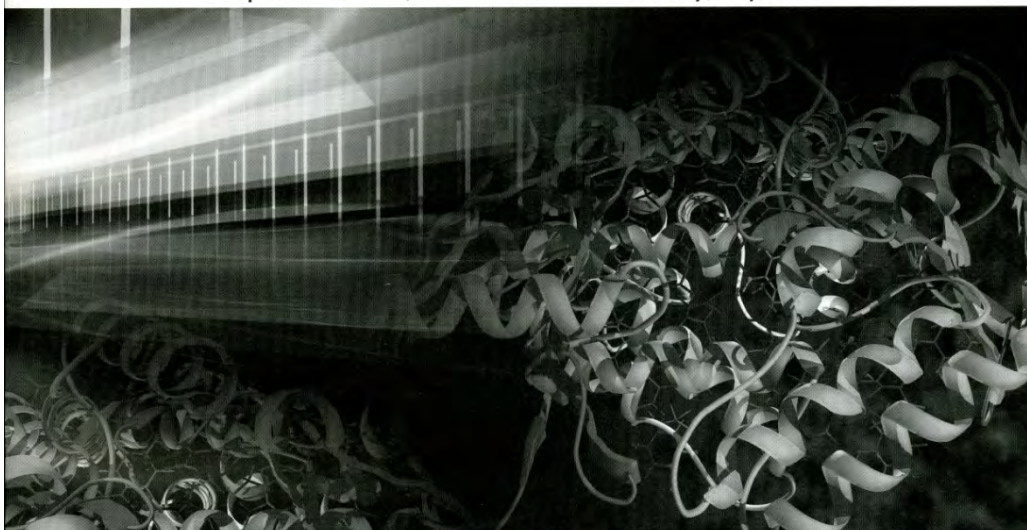
－ 97 －

**Protein Island Matsuyama(PIM)
International Symposium**

2013

**The 11th Matsuyama International Symposium on
Proteo-Sciences**

September 18th, 2013 – Ehime University, Japan –



Organized by

Ehime University, Ehime Prefectural Government, Matsuyama City Hall,
Matsuyama Chamber of Commerce and Industry,
Ehime Association of Corporate Executives

Operated by

PIM International Symposium Organizing Committee

Supported by

CellFree Sciences Co., Ltd., Hokuto Corporation,
Otsuka Pharmaceutical Co., Ltd., PerkinElmer Japan Co., Ltd.

Sponsored by

Ehime Prefectural Federation of Small Business Associations
The Ehime Association of Small Business Entrepreneurs
Ehime Industrial Promotion Foundation
Matsuyama Convention and Visitors Bureau
Japan Broadcasting Corporation Matsuyama Regional Headquarters
The Ehime Shimbun Co., Ltd.
The Japanese Biochemical Society
The Chemical Society of Japan
Japan Society for Bioscience, Biotechnology, and Agrochemistry
Ehime Prefectural Board of Education
Matsuyama City Board of Education

pim

<http://www.pim-sympo.jp/>

Development and outreach of the educational material for understanding transcription and translation using the wheat-germ cell-free protein synthesis system.

Takeshi Katayama^{1,2)}, Hidenori Hayashi^{2,3)}, Kazuyuki Takai³⁾, Tomio Ogasawara^{2,3)}, Yaeta Endo^{2,3)}

1) *Faculty of Human Development, Takasaki University of Health and Welfare*

2) *Proteo-Science Center, Ehime University*

3) *Graduate School of Science and Engineering, Ehime University*

We developed an educational experimental kit to visualize the transcription and translation steps using the wheat-germ cell-free protein synthesis system, and reported its essential procedure at this symposium last year. This education material is composed of two visualization processes in test tubes. The transcription was carried out using a phage RNA polymerase, and transcribed mRNA was visualized using a RNA staining dye. The translation process was optimized to synthesize a Green Fluorescent Protein (GFP), and visualized by its fluorescence. We confirm that the educational programs including this experimental kit are highly useful for high school students to understand "The central dogma".

Although this educational material was powerful to teach modern biology in high school, it is difficult for science teachers without general skills in molecular biology to conduct this experiment. We considered that it was important to allow the science teachers to experience it to enhance the biological knowledge of young generation, because this material has never been appeared in textbooks of high school biology. Thus, we have incorporated this material in the educational programs for high school teachers, such as (1) a training session in the workshops of annual meeting of The Society of Biological Sciences Education of Japan, (2) Science Leaders Camp sponsored by The Japan Science and Technology Agency (JST), and (3) renewal lecture for teacher's license under the sponsorship of The Ministry of Education, Science, Sports and Culture. We will present these activities at this symposium.

平成 25 年度

香川県高等学校教育研究会

生地部会 秋季生物研究会

日時 平成 25 年 11 月 14 日 (木)

9:20～16:00

会場 香川県立丸亀城西高等学校

主催 香川県高等学校教育研究会 香川県教育委員会

6. 学術講演 12:30～14:00 多目的室

演題：「コムギ胚芽無細胞タンパク質合成系を利用した
生命化学教育プログラムの開発と実施」

講師：愛媛大学プロテオサイエンスセンター 林 秀則 教授

7. 研究協議 2 14:00～15:30 多目的室

- (1) 各学校の教育課程に関する情報交換
- (2) 海外巡検の報告

④その他

実習テキスト

講義資料(林)

講義資料(高井)

講義資料(今井)

講義資料(片山)

講義資料(古賀)

講義資料(真鍋)

講義資料(坪井)

講義資料(遠藤)

平成25年度サイエンス・リーダーズ・キャンプ
無細胞反応系を基盤とした次世代のための統合型生命科学教育
「開催報告書」

発行日 平成25年(2013年)12月26日

編集・発行 国立大学法人 愛媛大学
プロテオサイエンスセンター
〒790-8577 松山市道後樋又10番13号

問い合わせ先 愛媛大学 林 秀則
hayashi.hidenori.mj@ehime-u.ac.jp

高崎健康福祉大学 片山 豪
katayama@takasaki-u.ac.jp

印刷 不二印刷㈱
松山市空港通2丁目13-30