企画名

【添付：合宿概要資料】

タンパク質研究の先端技術を活用した実践型次世代生命科学教育

法人種別　国立大学法人

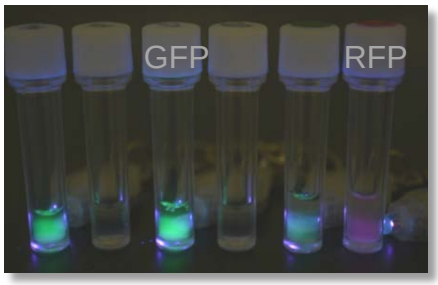
教科・科目　化学・生物

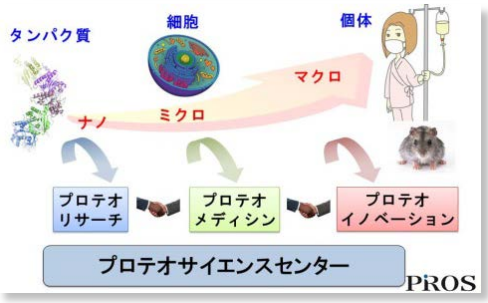
機関名 愛媛大学プロテオサイエンスセンター

会期：2014年7月30日（水曜日）14：00　～　8月2日（土曜日）14：00　　3泊4日

合宿の概要

21世紀はバイオの時代ともいわれ、一般教養としての生命科学のみならず、バイオ系人材の輩出のためのハイレベルな内容も必要となる。生命を正しく理解するためには化学の素養も必要であり、さらにミクロで複雑な生命現象の理解には、適切な実験教材も必要となる。このような背景に対して、生命を分子のレベルで理解させる教育プログラムを習得し、それを教育現場において実践、あるいは新たな教材を開発して、次世代の生命科学教育を推進することが求められる。本合宿ではタンパク質研究に特化した研究センターにおいて、コムギ無細胞タンパク質合成技術を利用した転写と翻訳を再現する実験教材の体験をはじめ、タンパク質研究に関する先端技術の講義と実習、先端研究センターの見学、e-ラーニングの実習、授業実施の事例紹介などによって、セントラルドグマの概念を直感的に生徒に理解させる素養を習得し、教員と関連情報を共有してこれを有効活用することを目指す。





会　場

会場名：　プロテオサイエンスセンター
所在地：　〒790-8577 松山市文京町3

アクセス：松山空港、JR松山駅から市内電車利用

会場URL：　http://www.pros.ehime-u.ac.jp/

宿泊場所：東急イン松山

募集人数

20 名

合宿のねらい

（1）DNAとタンパク質の働きおよび遺伝情報の流れ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実践できること。

（2）研究現場における先端技術の現状や生命科学の将来展望を理解し、日常生活との関連を生徒に考えさせる一方で、意欲や才能に優れた生徒にはハイレベルな探究活動へと発展させる機会を与えられること。

（3）「分子→細胞→個体」という一連の研究の流れを理解し、個体レベルでの理解にも分子レベルでの観点が重要であること認識し、「生物の進化」、「生物と環境応答」などの学習にも分子生物学的観点を取り入れること。

スケジュール（平成26年度合宿予定）

1日目　7月30日（水）
14:00～ 開講式／概要説明
15:00～ 講義「タンパク質の多様性」
16:00～ 実習「組換えタンパク質の大量発現」他
18:00～ 夕食/ポスターセッション

2日目　7月31日（木）
8:45～ 実習「タンパク質の試験管内合成」他
10:00～ 講義「遺伝情報の解読」
11:00～ 実習「PCRによるDNAの増幅」
13:00～講義「生体分子って何？」
14:30～実習「電気泳動によるDNAの分析」
16:00～講義「タンパク質はマラリアを無くす切り札」
17:00～研究センターの見学（城北キャンパス）
18:00～講師等との交流会

3日目　8月1日（金）
8:45～ 実習「電気泳動によるタンパク質の分析」
10:30～ 講義「ヒトのタンパク質は何種類？」他
11:30～ 実習「質量分析によるタンパク質の分析」
13:30～ 講義「無細胞タンパク質合成を利用した教材」
15:30～ 研究センターの見学（重信キャンパス）

4日目　8月2日（土）
8:45～ 講義「生命って？私って？」
12:30～ 結果の考察と発表/閉講式（14：00終了）

合宿の関連図書、Webサイト紹介

平成25年度サイエンスリーダーズキャンプ
URL: http://www.pros.ehime-u.ac.jp/slc/index.html

平成 26 年度サイエンスリーダーズキャンプ

「タンパク質研究の先端技術を活用した実践型次世代生命科学教育」

国立大学法人愛媛大学 プロテオサイエンスセンター

PROS
Proteo-Science Center, Ehime Univ.

【企画概要】

- ◆ 生命を分子のレベルで理解する教育プログラムを習得し、それを教育現場において実践、あるいは新たな教材を開発して、次世代の生命科学教育の推進を図る。
- ◆ タンパク質研究に関する先端技術の講義と実習、先端研究センターの見学、e-ラーニングの実習、前年度参加者による事例紹介などを実施する。
- ◆ タンパク質研究に特化した先端研究センターが実施する。本学が開発したコムギ無細胞タンパク質合成技術を利用した実験教材を実際に体験でき、希望があれば勤務校においても実施できる。
- ◆ 現代生命科学を基盤とした授業の展開や先端技術を取り入れた教材の開発によって、セントラルドグマの概念を直感的に生徒に理解させること、および県内外の教員と関連情報を共有し、同等の技量を習得させることを目標とする。

【キャンプのねらい】

今回のキャンプでは、生命を分子のレベルで理解する教育プログラムを習得し、それを教育現場において実践、あるいは新たな教材を開発して、次世代の生命科学教育を推進していただくことを最大のねらいとしています。

20 世紀後半、生命科学に関する知識と技術は大きく進展し、多くの生命現象が分子レベルで理解できるようになり、その結果、医薬、農業、環境 、エネルギーなど多方面に新規手法の応用が可能となりました。続く 21 世紀はバイオの時代といわれ、現に新聞やテレビなどでも遺伝子組換えや先端医療に関する話題が日常的に取り上げられ、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、必須の教養になると思われます。さらに、技術立国として世界をリードするためには優秀なバイオ系人材の輩出も生命科学教育における最重要課題と考えます。

このような次時代に向けて、新しい高等学校学習指導要領に沿った「生物基礎」、「生物」には「遺伝

子とその働き」、「遺伝情報とその発現」など分子生物学に関わる内容が多く盛り込まれるようになりました。しかし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るにもかかわらず、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、また生化学や分子生物学の知識や技術を習得している高校教員は少数であるため、生命の理解に向けた統合的な学習が十分に行われていない可能性があります。さらに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いません。

このような背景において、生命科学における先端研究を行っている大学や研究機関が分子生物学の基礎や先端技術とその応用を、中高生に直接あるいは教員を通じて紹介することは、(1)多くの中高生が生命を分子のレベルで理解することによって、社会人として安全で健康的な生活に役立てる、(2)生命や自然を論理的、合理的に捉えることによって、総合的な科学的思考能力を向上させる、(3)多くの高校生に先端的なバイオ技術やその応用を紹介することによって、生徒の興味・関心をさらに高め、バイオ系分野への進学希望者を増やす、ためにも重要な取り組みであると考えています。

今回のキャンプでは、タンパク質の合成とその分析に関する基礎から先端技術までを主な内容としています。講義と実習を通じて、生物を専門とする教員には生命を分子のダイナミクスとしてとらえることを、化学を専門とする教員は物質が生命現象として作用していることを、体得していただきます。具体的に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、実験結果の考察に関する口頭発表、研究センターにおける応用研究や先端機器の見学、参加者が実施している実験授業に関するポスター発表、e-ラーニングを利用した学習と情報交換を実施します。

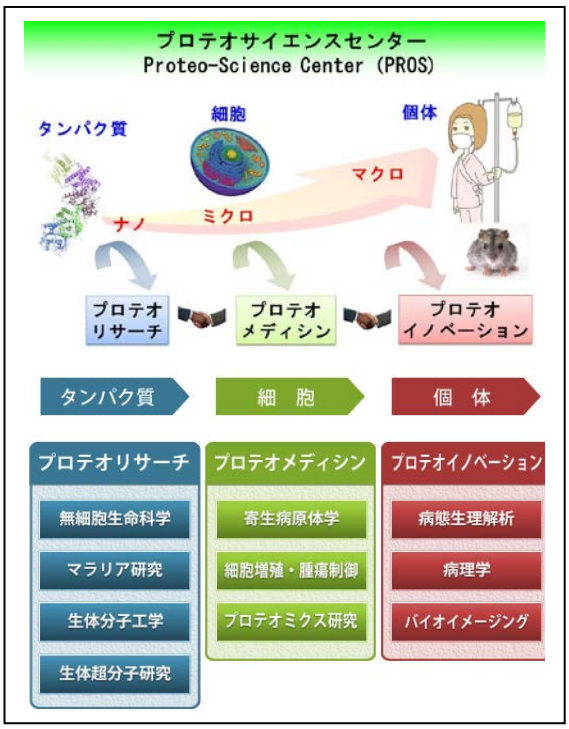
またキャンプ終了後も以下のような活動を継続的に支援します。

(1)勤務校の授業でキャンプの実習内容をビデオ等で紹介する。
(2)できれば無細胞タンパク質合成の実習、それが困難な場合はDNAの分析、タンパク質の分析など、生化学や分子生物学的内容の実験授業を実施する。
(3)教育委員会や研究部会の研修会などでキャンプの実習内容などを紹介する。
(4)セントラルドグマの理解に有効な新しい教材を開発し、授業で実施したり学会や研究会で紹介する。
(5)次年度のキャンプに参加して取り組み事例を紹介する。

【主会場や活動の特徴】

愛媛大学プロテオサイエンスセンター(Proteo-Science Center (PROS) 、平成25年4月設置)は生命現象の鍵となるタンパク質を「分子→細胞→個体」といったサイズの異なる一連の対象に対して連鎖的な解析を可能とする独創的な研究センターであり、遠藤弥重太愛媛大学特別栄誉教授が世界に先駆けて実用化に成功したコムギ無細胞タンパク質合成法を基盤技術とする無細胞生命科学工学研究センター(平成15年4月設置)と、コムギ無細胞タンパク質合成技術を基盤として医学応用研究を指向する愛媛大学プロテオ医学研究センター(平成21年4月設置)が、発展的に融合しています。

右図のように、タンパク質研究に特化した「プロテオリサーチ領域」（無細胞生命科学、マラリア研究、生体分子工学、生体超分子研究の各部門）、細胞レベルの分子機能解析に特化した「プロテオメディシン領域」（寄生病原体学、細胞増殖・腫瘍制御、プロテオミクス研究の各部門）、および個体レベルの分子機能解析に特化した「プロテオイノベーション領域」（病態生理解析、病理学、バイオイメージングの各部門）から構成され、タンパク質機能から生命現象の解明に至るポストゲノムの生命科学研究のみならずその医学応用研究を行い、プロテオサイエンスの国際拠点形成、および、がん、自己免疫病、難治性感染症など難病の新しい診断・治療法の開発を目指しています。



コムギ無細胞タンパク質合成技術は、遺伝子情報を基にタンパク質を試験管内で自由自在に合成できる画期的なものであり、無細胞生命科学工学研究センターではこの技術を活用して病原体やヒト遺伝子から高品質のタンパク質をハイスループットに生産し、タンパク質アレイを用いた疾患特異的タンパク質分子の網羅的検索、細胞バイオマーカーの同定、タンパク質ネットワーク解析、感染症に対するワクチン作製など、多様な分野のタンパク質研究をリードしてきました。本研究センターにおけるタンパク質研究の「分子→細胞→個体」の流れは、基礎研究において疾患モデル動物や臨床サンプル等の医療資源も活用が可能となり、応用的な解析を推進できる一方で、臨床医学応用における難病の診断・治療法の開発等に必須であるにもかかわらず技術的に困難であった、膜タンパク質やタンパク質の翻訳後修飾などに関する基盤技術の有効活用も可能となります。

教育活動に関して、無細胞生命科学工学研究センターでは「新しい生命科学教育法開発の試み－試験管内タンパク質合成法を基盤とした実習教材の開発と教育法の実施」を推進し、コムギ無細胞タンパク質合成法を活用して、遺伝情報の翻訳過程を試験管内で可視化する実験教材を考案し、これを基盤とした体験型授業を数多く実施してきました。この教材は、遺伝子情報発現のすべての過程（中心教義）を試験管内で再現させることができ、基本的な生命現象の理解に化学の観点を導入できるという点に最大の特徴がある。さらに、生物汚染の問題が無く、また簡単な操作によってタンパク質の合成を目視できるようになるために、高校での教材としての利用も容易である。毎年国際シンポジウムの一環としての「一般公開セミナー」や「ウィンターサイエンスキャンプ」などの中高生を対象にした実習の他、「SPP 事業」や「高等学校総合理科教育講座」など主に県内の中学、高校教員を対象とした実習も実施してきました。

【参加者に求める要件】

（1）化学の素養をもっている生物の教員および生命に強い興味を持っている化学の教員。これから分子生物学実験を授業に導入したいと考えている意欲的な若手教員を優先します。
（2）日頃の授業実践に関するポスターセッションを行うため、自分が開発した教材または日頃行っている観察・実験・探究活動を紹介するポスターを持参していただきます。

【開催期間】

平成 26 年 7 月 30 日（水）午後 2 時～8 月 2 日（土）午後 2 時 3 泊 4 日

【会場】

国立大学法人愛媛大学 プロテオサイエンスセンター
（主な講義と実習は愛大ミューズで実施）
790-8577 松山市文京町 3
089-927-9686
http://www.pros.ehime-u.ac.jp/index.php

【スケジュール概略（予定）】

7 月 30 日（水曜日）

14:00～15:00 開講式／概要説明
15:00～16:00 講義「遺伝子とタンパク質－タンパク質の多様性」
16:00～17:00 実習「大腸菌による組換えタンパク質の大量発現」
17:00～18:00 実習「無細胞合成系によるタンパク質の合成-1：mRNA の合成」
18:00～19:00 夕食（生協食堂）
19:00～20:30 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」

7 月 31 日（木曜日）

8:45～ 9:00 実験結果の観察と解析
9:00～10:00 実習「無細胞合成系によるタンパク質の合成-2：タンパク質の試験管内合成」
10:00～11:00 講義「遺伝子とタンパク質－遺伝情報の解読」
11:00～12:00 実習「PCR による DNA の増幅」
12:00～13:00 昼食
13:00～14:30 講義「生体分子って何？－生体分子を視てみよう！パソコンで触ってみよう－」
14:30～16:00 実習「電気泳動による DNA の分析」
16:00～17:30 講義「タンパク質はマラリアを無くす切り札」

および研究センター（城北キャンパス、プロテオリサーチ領域）の見学
18:00～20:00 講師等との交流会

8 月 1 日（金曜日）

8:45～ 9:00 前日の実験結果の観察
9:00～10:30 実習「電気泳動によるタンパク質の分析」
10:30～11:30 講義「ヒトのタンパク質は何種類？」
11:30～12:30 実習「質量分析によるタンパク質の分析」
12:30～13:30 昼食
13:30～15:00 生命科学教育の事例紹介および講義「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」
15:30～18:30 研究センター（重信キャンパス、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
19:00～20:00 夕食（弁当）
20:30 宿舎に移動

8 月 2 日（土曜日）

8:45～ 9:00 前日の実験結果の観察
9:00～10:30 講義「生命って？私って？」
10:30～11:30 実験結果の解析および発表の準備
11:30～12:30 昼食（弁当）
12:30～13:45 結果の考察と発表（各グループで実施）
13:45～14:00 閉講式

【プログラムの特徴】

◆教員の指導力向上を図る工夫

1～3 日目の講義と実習は生命現象と化学的素養をより強く連結させ、DNA とタンパク質の働きおよび遺伝情報の流れ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させるための内容です。生命の基本原理（セントラルドグマ）を化学反応として再現できる実験、すなわちPCRによるDNA の「複製」、RNA ポリメラーゼによる「転写」、無細胞タンパク質合成による「翻訳」を組み込んでいるため、生命科学への理解をより深めることができます。扱うタンパク質として緑色蛍光タンパク質だけでなく、赤色蛍光タンパク質や青色蛍光タンパク質などを用意しているため、それぞれの遺伝子の塩基配列を翻訳することによって、アミノ酸配列と発色の関係を発見できる。さらにそれぞれのタンパク質の

構造と発色の関係を考察することによって、発色団の化学構造と色の違い、色の違いと光エネルギーの関係といった量子化学的内容も必要であることを認識できます。これらのことを理解することによって、生命科学を理解するためには化学的素養が必須であることを認識させ、高校での授業においてもそれを反映できるように工夫されています。

2 日目および 3 日目の研究センターの見学は研究現場における先端技術の現状や生命科学の将来展望を理解し、これを勤務校において紹介し、生命科学と日常生活との関連を生徒に考えさせる一方で、意欲や才能に優れた生徒にはハイレベルな探究活動へと発展させるような指導力向上を図るための内容です。また同時に、「分子→細胞→個体」という一連の研究の流れを理解することによって、個体レベルでの理解にも分子レベルでの観点が重要であること認識し、高校生物における「生物の多様性」、「生物の進化」、「生物と環境応答」などの学習にも生化学や分子生物学的観点を取り入れることができるような指導力向上を図ることができます。

2 日目の「事例紹介」では教育現場における指導力向上のため、キャンプで実施する内容を勤務校の授業の実施した事例を聞き、その効果や改善点などを学び、今後の授業に反映させることを目的としています。過去のキャンプ参加者で、転写・翻訳キットを用いて研究授業を実施した先生がいるので、そのときの様子を話していただき、授業での効果などを考える機会とします。

4 日目の講義は、単に無細胞タンパク質合成技術の開発と応用を知るだけではなく、生命科学を正しく学ぶことによって、人間や自分自身を考えるきっかけとなり、学業だけでなく生活指導にも活用できる内容としています。

◆受講者間および受講者・研究者間のネットワーク構築を図る工夫

ポスターセッション、交流会、成果発表などによってネットワーク構築を図ります。

1 日目に予定しているポスターセッションにおいて、教員相互及び指導に当たる教員との交流を深め、相互に情報交換できる。

2 日目夜の懇親会には講師、TA の他、関連した研究室の大学院生、本学のスーパーサイエンス特別コースの学生を参加させ、大学生活、研究を始めたきっかけ、将来の展望などの話題について話し合える機会とする。

最終日に取り組み内容の発表会を行うので、その作成に当たり前日には参加者の協力だけでなく、講師、TA と意見交換が必要となり、情報交換ができる。また発表当日は内容理解だけでなく、参加者間の理解を深めることもできる。

◆受講者が教育現場に戻った後におけるフォローアップ等の取組

キャンプ終了後、勤務校において授業の実践や、教材開発、研修会などでの報告等を行えるように支援する。

少なくとも以下のいずれかを義務づける一方で、可能な範囲で試薬の提供や器具の貸し出し、より詳細なプロトコールの紹介、講師の派遣など、に応じる。要望、質問、指導、助言などは基本的に e-ラーニン

グ上で行い、可能な範囲で全員が閲覧できるようにする。また効果的な取り組みを行った場合は、次年度のキャンプに参加させ、取り組み事例として紹介させる。講義・実習についての技術的支援は講義・実習担当者が、教材開発に関するアドバイスは、高等学校で理科教育の経験のある講師が行う。担当した講師の都合がつけば、実施校での実験授業や教育委員会等の主催の研修会に参加し、指導助言、講義等も行うことが可能である。学会発表や論文にする場合も、支援を行う。

（1） 勤務校の授業で実習内容をビデオ等で紹介する。

（2）できれば無細胞タンパク質合成の実習、それが困難な場合は DNA の分析、タンパク質の分析など、生化学や分子生物学的内容の実験授業を実施する。

（3） 勤務校の生徒を本学に引率して、研究センターの見学や簡単な実験を体験させる。

（4） 教育委員会や研究部会の研修会などでキャンプの実習内容などを紹介する。

（5） セントラルドグマの理解に有効な新しい教材を開発し、授業での実施状況を学会や研究会で紹介する。

◆受講者間および受講者・研究者間のネットワーク構築を強化

e-ラーニングシステムを利用します。まずキャンプ終了後 e-ラーニングのシステムを通じて簡単な課題を提供し、閲覧の仕方や文章や画像のアップロードの仕方に習熟していただきます。その後各参加者のキャンプに関連した取り組み（勤務校における実習の再現、研修会）などの様子を報告していただきます。報告された実施状況などをセンター教員が見てコメントをし、それを参加者全員が閲覧することによって、効果や課題を検討します。フォーラム欄への書き込みを推奨するとともに勤務校における関連した内容の実施状況をアップすることお願いし、これを参加者全員が閲覧できるようにします。また質問等があれば e-ラーニングにアップし、これに対する教員の回答もまた全員で閲覧できるようにします。