平成19年度国際協力イニシアティブ
教育協力拠点形成事業

生命科学を中心とした
統合型理科教育に関する国際協力

課題代表者：　遠藤　弥重太
愛媛大学無細胞生命科学工学研究センター

活動実施者代表：　林　秀則
愛媛大学無細胞生命科学工学研究センター

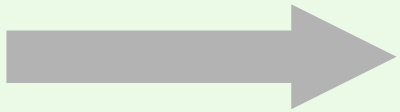
EHIME 愛媛大学 UNIVERSITY

生命科学を中心とした統合型理科教育に関する国際協力

背景

経済の急成長
急速な近代化
科学技術の普及
理科離れ

アンバランス
ねじれ



事　故
健康障害
食糧不足
環境破壊

目標

科学技術への正しい理解
生命に対する正しい認識

統合型理科教育に期待されること

生命現象は物理、化学の法則に従っている
（精神活動も含め、神秘的なものではない）

統合型理科教育

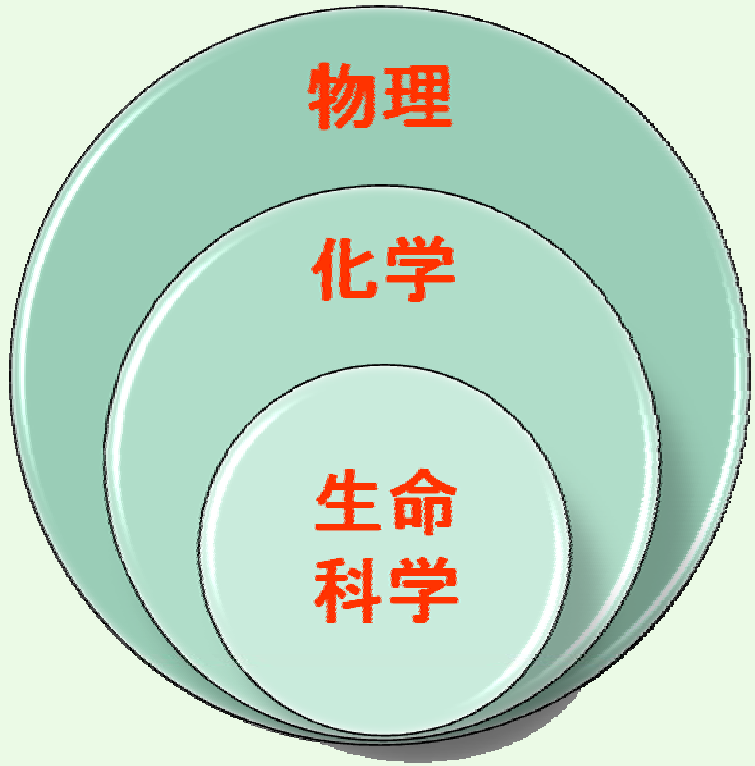
↓

人とは何か？
自分は何か？

合理的、論理的
思考能力の養成

↓

20年後の社会を支える人材の育成



本プロジェクトの特徴

対象：学部、共通教育、高校生
形態：実験、実習を組み込んだ授業
目的：生命を分子のレベルで理解する
特徴：生命現象を試験管内で再現する

（平成18、19年度愛媛大学教育改革推進事業）
「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
（無細胞生命科学工学研究センター、教育学部、理学部、工学部）

EHIME 愛媛大学 UNIVERSITY

多様な生命活動 ← 多様なタンパク質の働き

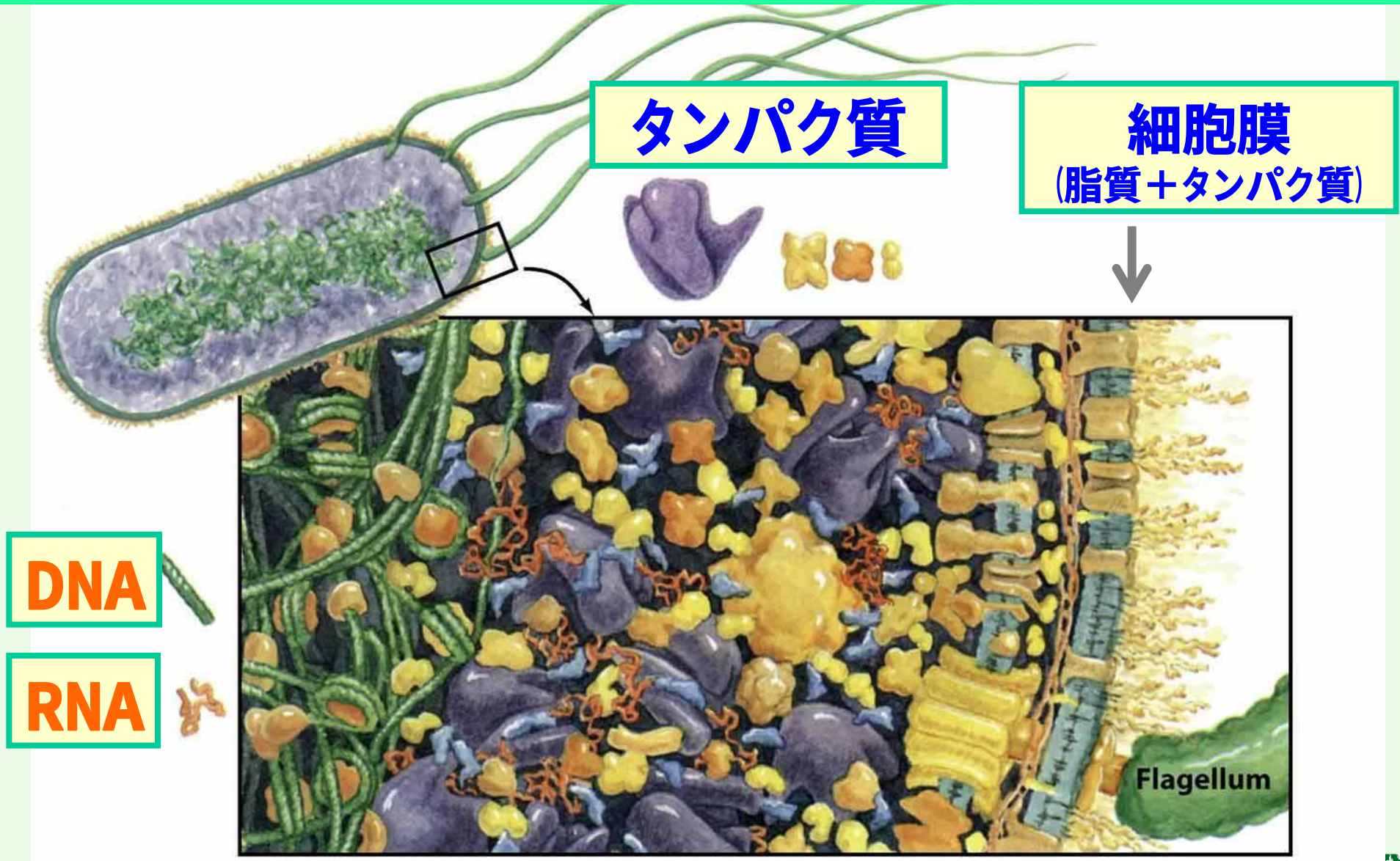


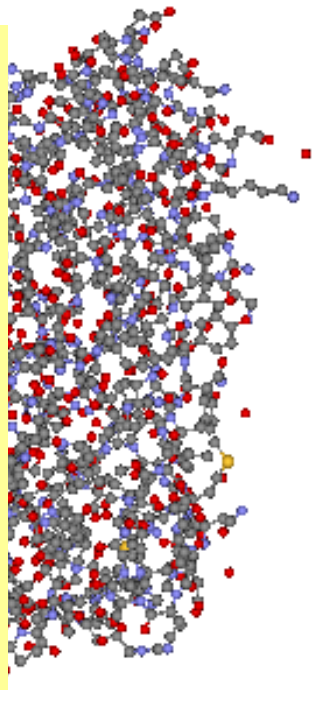
Figure 1-6 Fundamentals of Biochemistry, 2/e
© 2006 John Wiley & Sons

タンパク質も化学物質： どうやってつくる？

アミノ酸20種類

タンパク質

（アミノ酸100～1000個）



どのアミノ酸をどの順番で？

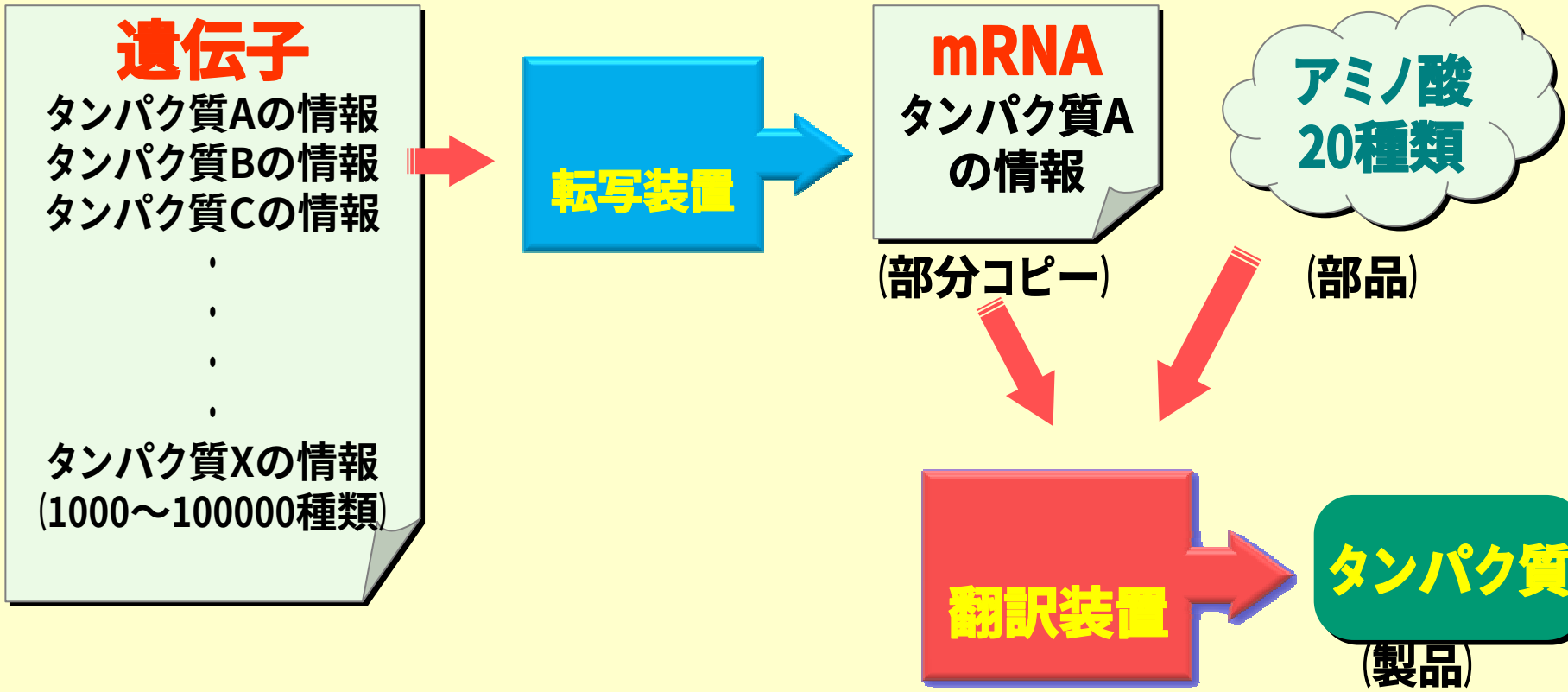
→ 設計図が必要

タンパク質の設計図＝遺伝子（DNA）

遺伝情報の解読

→タンパク質の情報

細胞の中でタンパク質をつくる



試験管の中でタンパク質をつくる

遺伝子から転写

mRNA
タンパク質A
の情報

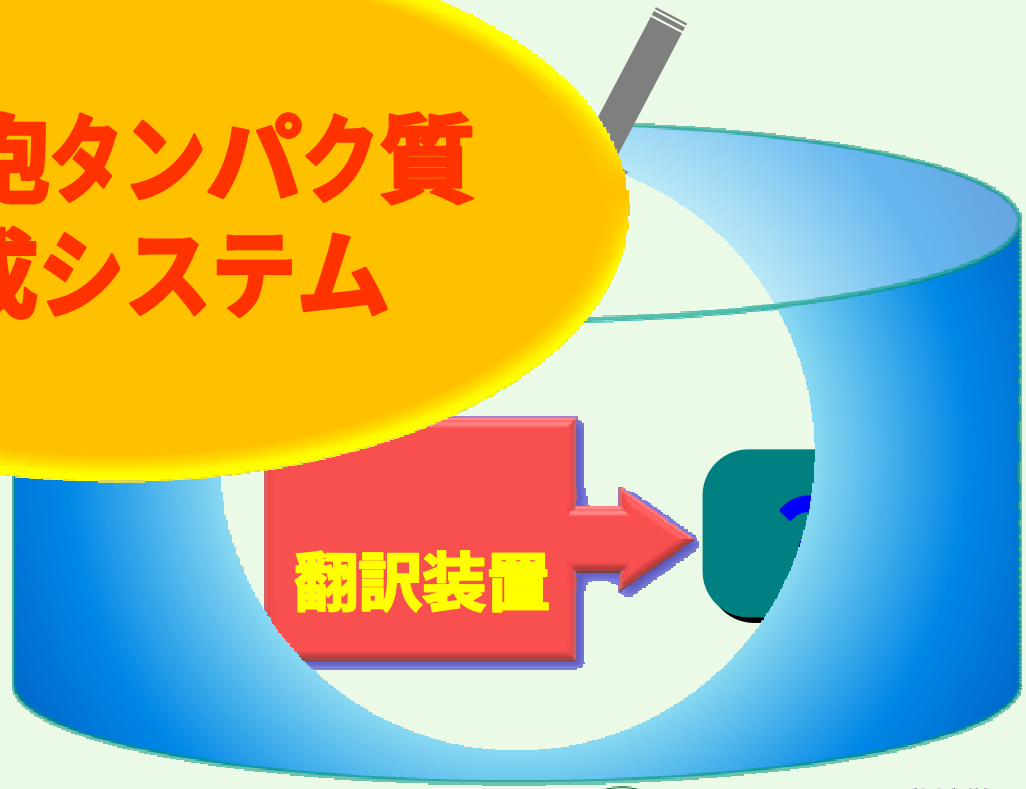
アミノ酸
20種類

無細胞タンパク質
合成システム

小麦胚芽から抽出

リボソーム、tRNAなど

翻訳装置



愛媛大学 EHIME UNIVERSITY

遺伝情報の解読のしくみは
すべての生物に共通
ヒトも例外ではない

調査および実施対象地域

実施スケジュール

6月	事前調査
7月	学習プログラムの作成 実験キットの作製 国内で試験的実施
8月	
9月	
10月	
11月	現地において実施
12月	
1月	実施結果の検証
2月	

事前調査

7月3日　中国、杭州第四中学校 (中高一貫校)
7月4日　中国、浙江工商大学生物工学科
7月10日 タイ王国、マヒドン大学理学部
7月12日 タイ王国、ブラパ大学理学部

- ✓ 教育プログラムの概要説明
- ✓ 実験のデモンストレーション
- ✓ 理科教育の現状調査
- ✓ 事業実施の有効性の検討

事前調査： 概要説明、実験のデモ

タンパク質合成実験のデモ

質合成実験のデモ

ムの概要説明

事前調査： 実施結果

- ✓「生物」の教科書の内容は充実している
- ✓実験はほとんど行われていない
- ✓本プログラムの実施は有意義

準備-1　テキスト作成

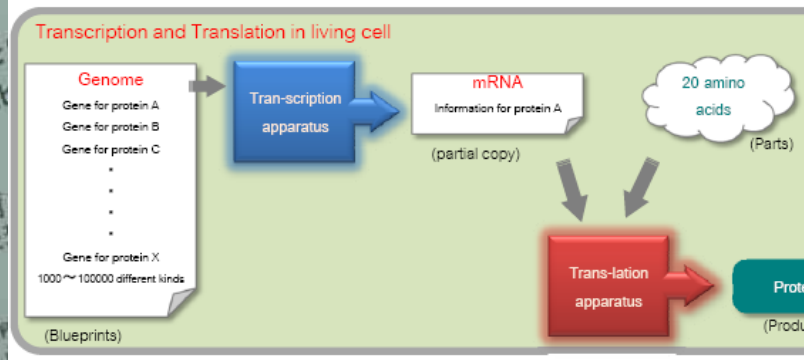
การทดลองที่ 2. สร้างโปรตีนในหลอดทดลอง!

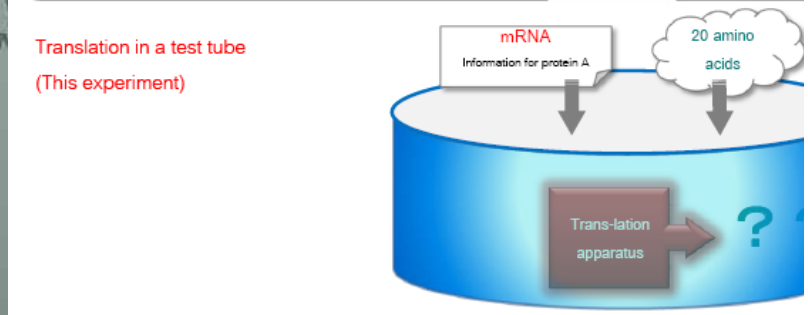
Genes and Proteins (Common to all living organisms on the Earth)

โปรตีนคือสายที่เรียงต่อกันของกรดอะมิโน เซลล์ของสิ่งมีชีวิตจำเป็นที่จะต้องรู้ลำดับของกรดอะมิโนก่อนที่จะทำการสังเค
โดยข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวกับโปรตีนนั้นถูกบรรจุอยู่ในยีน (gene) หรืออีกนัยหนึ่งอาจกล่าวได้ว่า ยีน คือ แม่แบบของการเกิดโปรตี
พันธุกรรม (Genome) บรรจุยีนเอาไว้จำนวนมากมายที่จะสามารถสังเคราะห์เป็น โปรตีนได้หลากหลายชนิดเพื่อปฏิบัติหน้าที่ต่าง
ในการสังเคราะห์โปรตีนที่ต้องการนั้น สิ่งแรกที่สำคัญคือการสิ่งเอาข้อมูลของโปรตีนนั้นออกมาจากยีน นั่นคือกระบวนการ Tr
หรือการถอดรหัสจากยีนลงมาสู่สาย ของ mRNA (messenger ribonucleic acid) ดังนั้น mRNA หนึ่งสาย ก็คือช่วงหนึ่งหรือ
หน่วยพันธุกรรม หรือ DNA ที่มีข้อมูลของยีนหนึ่งยีน ที่จะสามารถเข้าสู่กระบวนการสังเคราะห์โปรตีน หรือการแปลรหัส (Translati
โดยกระบวนการการสังเคราะห์โปรตีนเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและต้องอาศัยองค์ประกอบต่างๆมากมาย ไม่ว่าจะเป็นไรโบโซม (
หรือโปรตีนและ RNA ชนิดต่างๆมาเป็นเครื่องมือในการสร้างโปรตีน

ในเซลล์ที่มีชีวิต โมเลกุลต่างๆเหล่านี้มีความพร้อมที่จะสามารถสังเคราะห์โปรตีนได้อย่างเพียงพอตามความต้องการ ดังนั้น
ที่จะใช้ mRNA มาสังเคราะห์ให้เป็นโปรตีนขึ้นภายนอกเซลล์ โดยการนำเอา mRNA มาผสมกับองค์ประกอบต่างๆที่เป็นเครื่องมือ
โปรตีน โดยองค์ประกอบเหล่านี้อาจมีอยู่อย่างพอเพียงในบางเซลล์หรือบางอวัยวะ ซึ่งสิ่งหนึ่งที่พบว่ามีประสิทธิภาพยอดเยี่ยมคือ
เมล็ดข้าวสาลี (Wheat germ) โดยเราจะเห็นได้ว่ามันมีความพร้อมในการสร้างโปรตีนอย่างมาก อันเป็นสาเหตุให้เจิร์มสามารถเติบโ
อ่อน ได้อย่างรวดเร็ว

ในการทดลองนี้ การสังเคราะห์โปรตีนซึ่งปกติเกิดขึ้นภายในเซลล์จะถูกทำให้เกิดขึ้นในหลอดทดลอง โดยการใช้ mRNA ที่
โปรตีนเรืองแสงของแมงกระพรุน (โปรตีนชนิดนี้เป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่มีความพิเศษโดยเรืองแสงได้เอง เนื่องจากโปรตีนโดยปก
คุณสมบัติเรืองแสง) ก็จะทำให้เราเห็นได้ง่ายว่ามีโปรตีนที่สังเคราห์อย่างถูกต้องแม่นยำมาจากการ mRNA นี้หรือไม่

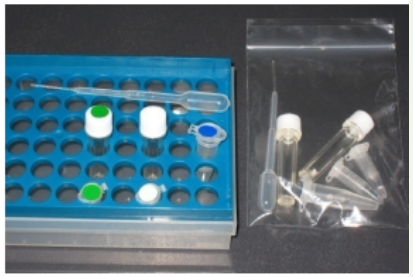




เตรียมพร้อม

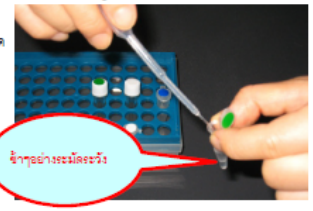
นำสิ่งของ ออกจากถุง วางบนแท่นวาง และทำการตรวจสอบดังนี้

- ✓ หลอดขนาดใหญ่ 2 หลอดภายในบรรจุผงแห้ง (ติดฉลากสีขาว และ เขียว)
- ✓ หลอดขนาดเล็ก 1หลอด ภายในบรรจุของเหลวที่มี mRNA (ฉลากเขียว)
- ✓ หลอกขนาดเล็ก 1หลอด ภายในบรรจุของเหลวที่ไม่มี mRNA (ฉลากสีขาว)
- ✓ หลอดขนาดกลาง 1หลอด ภายในสารละลายที่ประกอบไปด้วยกรดอะมิโน และอื่นๆ (ฉลากสีน้ำเงิน)
- ✓ หลอดหยด 1 อัน



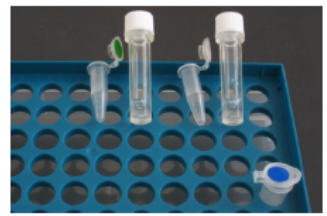
Protocol วิธีทดลอง

1. ใช้หลอดหยดนำของเหลวที่มี mRNA ออกจากหลอดขนาดเล็กติดฉลากสีเขียว (ประมาณ 0.05 ml)
2. หยอดของเหลวจาก ข้อ 1 ลงในหลอดขนาดใหญ่ที่ติดฉลากสีเขียว (ซึ่งมีผงที่เป็นสารสกัดจากเมล็ดข้าวสาลี) จากนั้นปิดฝาแล้วจึงผสมสารละลาย และผงเข้าด้วยกัน โดยใช้ปลายนิ้วเขี่ยเบาๆที่ก้นหลอด



3. ใช้หลอดหยดดูดของเหลว จากหลอดขนาดกลางสีน้ำเงิน (มีกรดอะมิโน และ อื่นๆอยู่ภายใน) 2 ml
4. จากนั้น นำของเหลวจากข้อ 3 ค่อยๆหยอดลงบนสารละลายในหลอดขนาดใหญ่ที่ติดฉลากสีเขียวจากข้อ 2 อย่างช้าๆ และ ห้ามผสม หรือ เขย่า

5. สำหรับใช้ในการเปรียบเทียบ ละลายผงจากหลอดขนาดใหญ่ที่ติดฉลากสีขาวด้วยของเหลวจากหลอดขนาดเล็กที่ติดฉลากสีขาว (ไม่มี mRNA) และจากนั้นนำสารละลายจากหลอดขนาดกลางที่ติดฉลากสีน้ำเงินมาหยอดลงในหลอดด้วยวิธีที่กล่าวมาแล้วในข้อที่ 4
6. นำหลอดขนาดใหญ่ทั้งสองตั้งไว้ในที่วางหลอด และภายหลังจากตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง จึงลองสังเกตุว่ามีโปรตีนเรืองแสงเกิดขึ้นหรือไม่



準備-2　実験キットの作製

タンパク質合成：小麦胚芽の抽出液、mRNA、アミノ酸混液、スポイト
愛媛大学オリジナル

準備-2　実験キットの作製

DNAの抽出：すり鉢セット、はさみ、茶こし、カップ、ブロッコリーなど
参考：http://www.biotech-house.jp/library_video/main/index_hi.htm

試験的実施：プロテインアイランド松山 (9月29日)

中国からの参加者

中国からの参加者

タイからの参加者

リーからDNAを抽出

授業の時間割例

13:00	講義1	Essential mechanism of protein synthesis
13:30	実験1	Let's make a protein in a test tube
14:00	講義2	What are we? A new strategy for life science
14:30		
15:00	実験2	Let's get DNA from broccoli
15:30	解説	結果の解析、解説、質問
16:00		

ブラパ大学、生物学科、1年生（チョンブリ、11月8日）

授業終了

レストランで懇親会

DNAの抽出に成功

講義2　生命を知る

遺伝子とタンパク質

カセサート大学附属高校（バンコク、11月9日）

タンパク質の

テレビ局のインタビュー

テレビ局の取材

実験2　DNAの抽出に成功

1　遺伝子とタンパク質

タイ王国のTVニュースが授業を紹介

浙江工商大学、生物工学科（杭州、11月20日）

DNAの抽出に成功

アンケートに回答

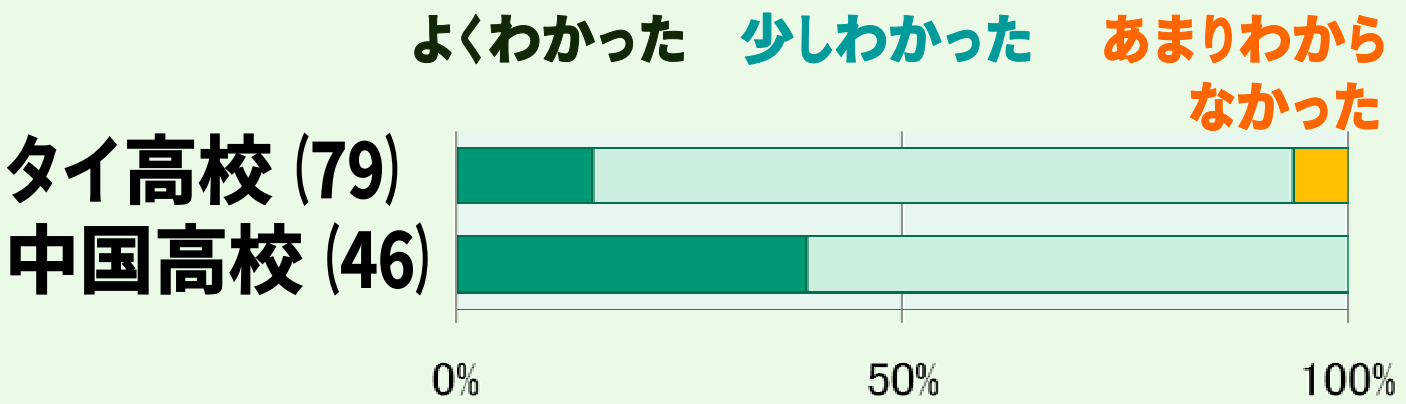
実験2　ＤＮＡの抽出

遺伝暗号の解読

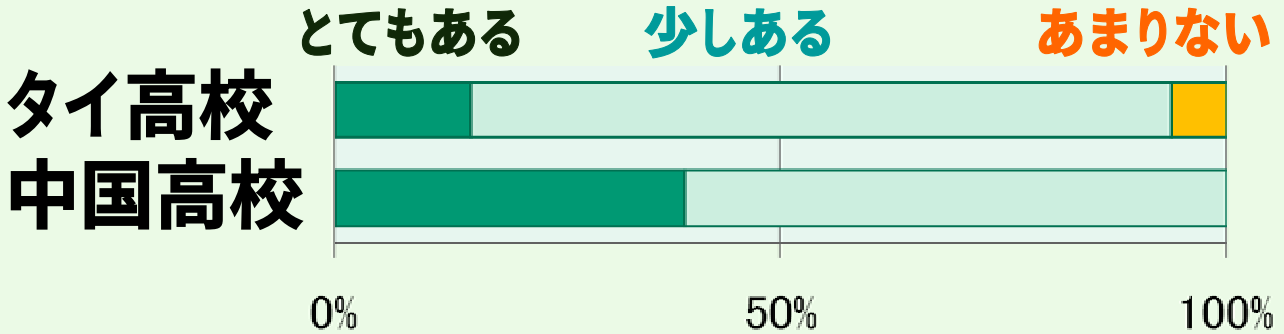
杭州第四中学校、高校2、3年生 (杭州、11月21日)

アンケート評価 1　講義について

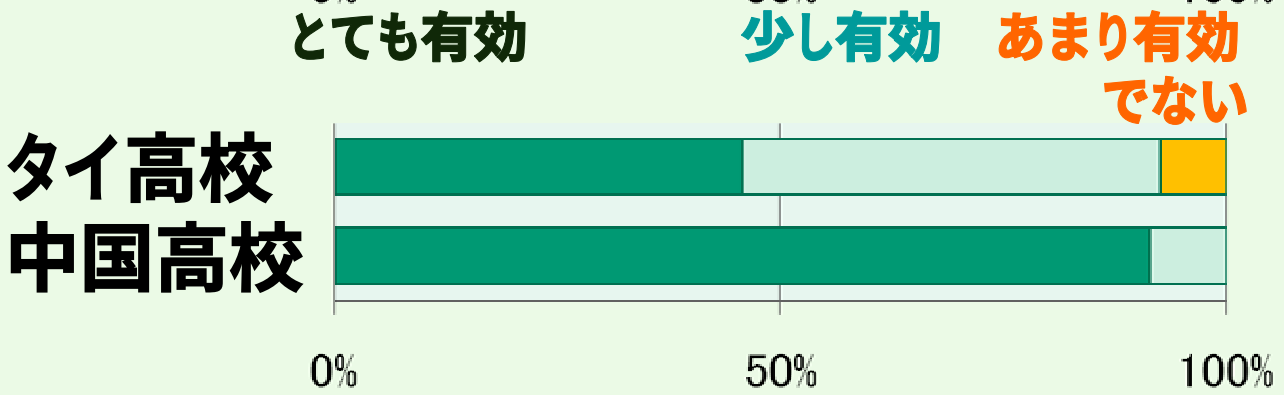
講義の理解



講義への興味

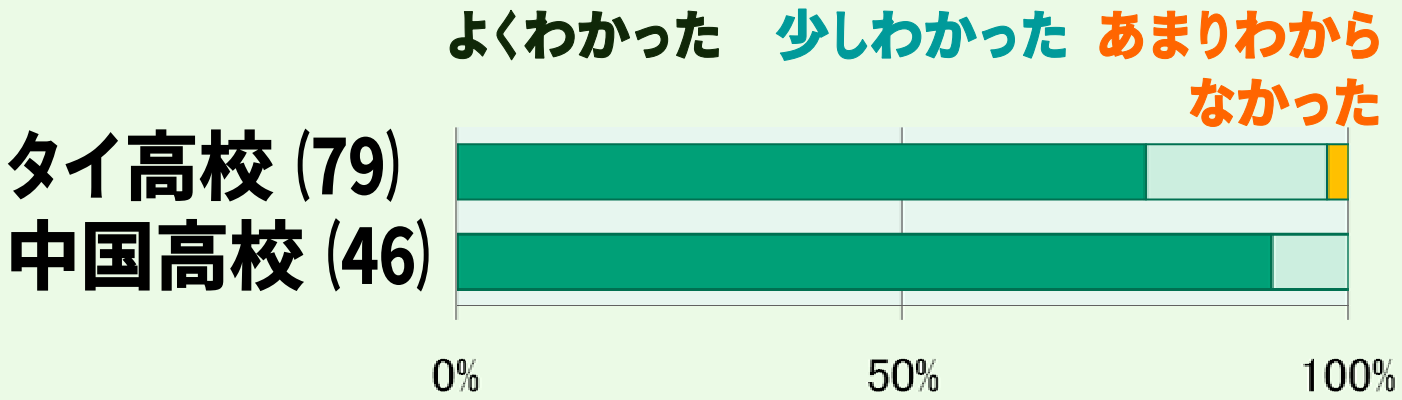


講義は有用か？

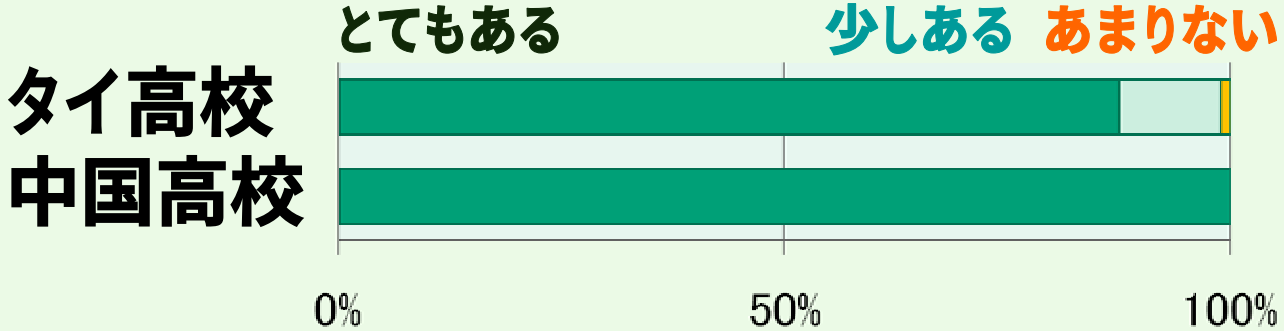


アンケート評価 2　実験について

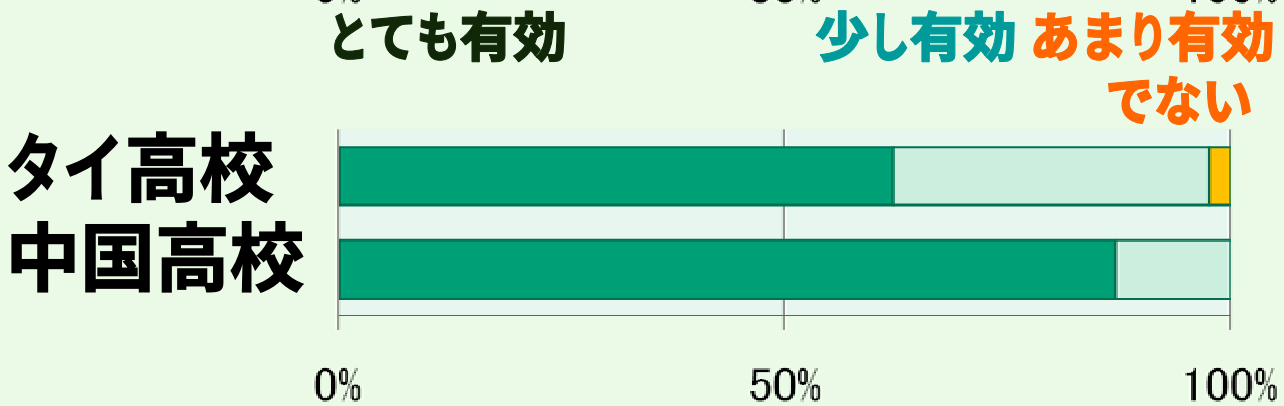
内容の理解



内容への興味



内容は有用か？



コメント・感想等（タイ、高校生）

Total comments, opinions, questions, etc Thank you:

I hope and look forward to do a work shop like this again.
It was interesting!!!

Total comments, opinions, questions, etc Thank you:

The experiment you provided was very interesting, especially the broccoli-making-DNA one. I appreciated it very much.

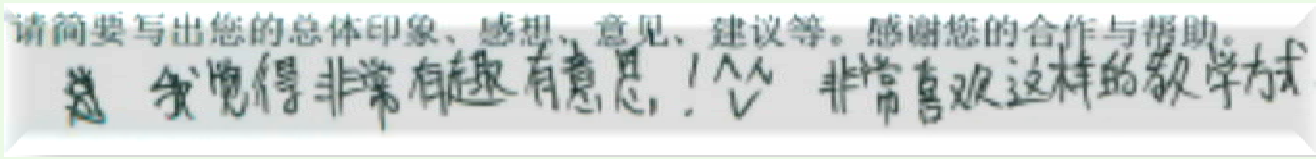
Thank you very much ^^
Your experiments were so wonderful. I love it! ^^

Total comments, opinions, questions, etc Thank you:

Thanks so much, The experiments were fantastic!
We appreciated your works today Well done! you guys!

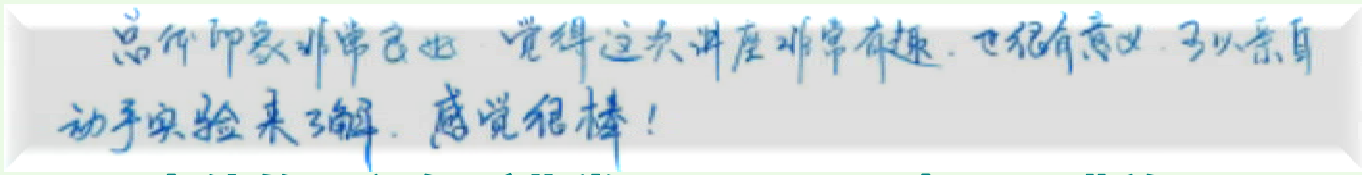
EHIME 愛媛大学 UNIVERSITY

コメント・感想等（中国、大学生）

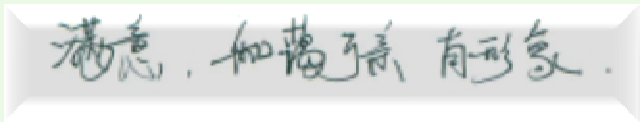


大変興味があって面白いと思う。このような授業方法が大好きです。

今回は非常に面白くて有意義な体験だった。

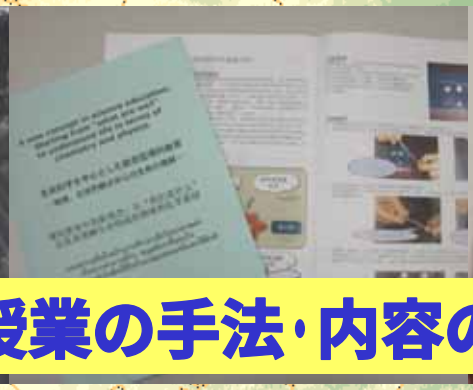


全体的に印象が非常によかった。今回の講義はとても面白くて有意義で、自らの手で実験して理解するのが素晴らしいと思う。



満足でした。優しくて親しみやすい。

まとめ・考察・謝辞



授業の手法・内容の新鮮さに強い興味

Sawrarat 先生
Krissana 先生

相手国の教員・日本の学生の活躍

徐 彬 先生

井出 有紀、竹本智恵
(愛媛大学4年生)

授業の拡大・充実のための実施方法の検討

生命・人間の理解を根幹とする新しい教育法の確立・発信

Microsoft(R) Encarta(R) 2007. (C) 1993-2006 Microsoft Corporation. All rights reserved.

2nd Phase: より効果的な実施法の工夫
3rd Phase：理科教育法の世界標準を日本から発信

アジアを中心に（人生観の相性）
地域の拡大および継続的実施

- ✓ 講義、実習内容の精査
- ✓ 実験キットの改良（費用、保存法など）
- ✓ 実習内容のムービー作製
- ✓ 現地教員の指導
- ✓ 学部生、留学生の教育

- ✓ 実施結果
- ✓ 学生の招聘
- ✓ 教員の招聘

- ✓ 講師の派遣
- ✓ 機材・試料の送付
- ✓ 学生の派遣
- ✓ インストラクションビデオの送付

- ✓ 派遣講師・学生による実施
- ✓ 現地教員による実施
- ✓ 学部生、留学生による支援

Microsoft(R) Encarta(R) 2007. (C) 1993-2006 Microsoft Corporation. All rights reserved.

EHIME 愛媛大学 UNIVERSITY

結　論

- ✓ 授業を聞いて、興味を持った学生、役に立つと考えた学生が多かった。
- ✓ 今後、この中からさらに学習を続け、生命に対する正しい認識を社会において役立てる人物がでると期待できる。

謝　辞

徐 彬 先生　　陳 超君さん　馮 涛 君
蘇 苗声君　張 書馳 君

Sawrarat 先生
Krissana 先生 Natchapol 君

竹本智恵さん（愛媛大学4年生）
井出 有紀さん（愛媛大学4年生）

EHIME 愛媛大学 UNIVERSITY