

### 第3章 研究開発の内容

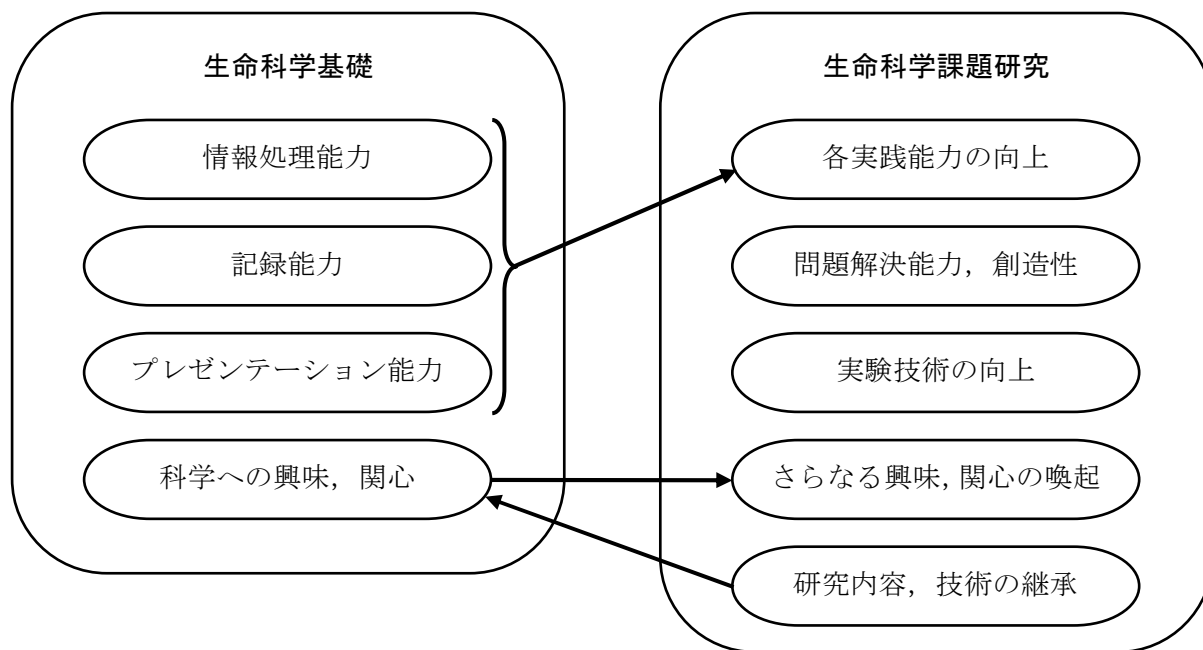
#### 研究テーマ①「女性の科学技術分野での活躍を支援できる教育課程、教育内容の開発」

##### 仮説

科学技術分野で活躍できるような女性を育てるためには、その分野に対する興味、関心の向上が不可欠である。その手段として、大学においてその施設を使い、大学の教員および学生の指導による実習に参加することで、高校のカリキュラムにはない実験、実習を受けることができ、大学での学びに対する期待と、高校での学びの先にある、より高度な内容との繋がりを感じることができる。そして、それらを手がかりに、高校の教科書にはないような内容を扱う研究課題に取り組み、その成果を何らかの形で発表することで、更なる興味、関心の喚起だけではなく、自ら探究する力、問題解決能力、創造性といった科学技術分野に携わっていく上で必要とされる能力を伸ばすことに繋がっていく。

##### 実施の流れ

仮説の検証のために教育課程の編成を行い、新たに実施された科目は、第1学年で「生命科学基礎」(1単位)、第2学年で「生命科学課題研究」「数理科学課題研究」(各2単位)である。このうち、生命科学コース在籍生徒を対象としている「生命科学基礎」と「生命科学課題研究」は下図のような関係で設定されている。



また、随時実施するものとして、第1学年で「生命科学実習Ⅰ」(全3回)、第2学年で「生命科学実習Ⅱ」(全2回)を設定している。

### 3-1 教育課程の編成

#### a. 教育課程表（生命科学コース 18年度・19年度入学生）

教科	科目	1年	2年	3年	計
宗教	キリスト教倫理	1	1		2
国語	国語総合	・5			5
	現代文		2	2	4
	古典		3	2	5
地理歴史	世界史A	・2			2
	地理A		・2		2
	地理B			3	③
公民	現代社会	・2			2
	現代社会演習			3	③
数学	数学I	・4			4
	数学II		4	4	4+④
	数学III			4	④
	数学A	2			2
	数学B		2		2
	数学C			2	②
	数学演習B			3	3
理科	理科総合A	・2			2
	物理I		2	2	②+②
	化学I		3		3
	化学II			4	4
	化学演習			2	②
	生物I	・2	2		4
	生物II		2	4	6
	生命科学基礎	・1★			1
生命科学課題研究		・2★		2	
保体	体育	・3	・2	・2	7
	保健	・1	0★		1
芸術	音楽I	・1	・1		2
	美術I	・1	・1		2
	書道I	・1	・1		2
外国語	オーラルコミュニケーションI	1	1	1	3
	英語I	・5			5
	英語II		4		4
	リーディング			4	4
	ライティング		1	2	3
	実践英語	1	1	1	3
家庭	家庭基礎	・2			2
情報	情報A	0★	0★		0
総合	生命		・2		2
	総合宗教			・1	1
	NELP		1	1	①~②
小計		35	35+□	35+□	105+□
ホームルーム		1	1	1	3
計		36	36+□	36+□	108+□

注1 ・印は必履修科目である。

注2 ★印はSSH指定による特例措置である。

注3 □印は希望者のみ選択する。

注4 平成19年度入学生は1年次数学I単位を3に減じ、数学A単位を3に増やした。

## (生命科学コース 20年度入学生)

教科	科目	1年	2年	3年	計
宗教	キリスト教倫理	1	1		2
国語	国語総合	・ 5			5
	現代文		2	2	4
	古典		3	2	5
地理 歴史	世界史 A	・ 2			2
	地理 A		・ 2		2
	地理 B			3	③
公民	現代社会	・ 2			2
	現代社会演習			3	③
数学	数学 I	・ 3			3
	数学 II	1	3	4	4+④
	数学 III		1	4	①,④
	数学 A	2			2
	数学 B		2		2
	数学 C			2	②
	数学演習 B		1	3	①+3
理科	理科総合 A	・ 2			2
	物理 I		□ 2	□ 2	②+②
	化学 I		3		3
	化学 II			4	4
	化学演習			2	②
	生物 I	・ 2	2		4
	生物 II		2	4	6
	生命科学基礎	・ 1 ★			1
生命科学課題研究		・ 2 ★		2	
保体	体育	・ 3	・ 2	・ 2	7
	保健	・ 1	0 ★		1
芸術	音楽 I	・ 1	・ 1		2
	美術 I	・ 1	・ 1		2
	書道 I	・ 1	・ 1		2
外国語	オーラルコミュニケーション I	1	1	1	3
	英語 I	・ 4			4
	英語 II	1	3		4
	リーディング		1	4	5
	ライティング		1	2	3
	実践英語	1	1	1	3
家庭	家庭基礎	・ 2			2
情報	情報 A	0 ★	0 ★		0
総合	生命		・ 2		2
	総合宗教			・ 1	1
	N E L P	□ 1	□ 1	□ 1	①~③
小計		35+□	35+□	35+□	105+□
ホームルーム		1	1	1	3
計		36+□	36+□	36+□	108+□

注1 ・印は必履修科目である。

注2 ★印はSSH指定による特例措置である。

注3 □は希望者のみ選択する。

(文理コース理系型 18年度・19年度入学生)

教科	科 目	1年	2年		3年			計
			文理系	理系	私立文理系	私立理系	国公立理系	
宗教	キリスト教倫理	1	1	1				2
国語	国語総合	・5						5
	現代文		4	2	4	2	2	4、6、8
	古典		2	2	4		2	4、6
	古典講読				2			②
	国語表現I				2			②
地理	世界史A	・2						2
	日本史B		・4					④
	地理A			・2				②
	地理B						4	④
公民	現代社会	・2						2
	現代社会演習				4		4	④
数学	数学I	・4						4
	数学II		4	4			4	4+④
	数学III					4	4	④
	数学A	2						2
	数学B		2	2				2
	数学C					2	2	②
	数学演習A				4	4		④
数学演習B					3	3	③	
理科	理科総合A	・2						2
	物理I			4				④
	物理II					4	4	④
	化学I		4	4				④
	化学II					4	4	④
	化学演習				4		2	②、④
	生物I	・2	4	4			4	2+④
生物II					4	4	④	
	生物演習				4		④	
保体	体育	・3	・2	・2	・2	・2	・2	7
	保健	・1	・1	・1				2
芸術	音楽I	・1	・1	・1				2
	音楽II				2			②
	美術I	・1	・1	・1				2
	美術II				2			②
	書道I	・1	・1	・1				2
	書道II				2			②
外国語	オーラルコミュニケーションI	1	1	1	2	1	1	3、4
	英語I	・5						5
	英語II		4	4				4
	リーディング				4	4	4	4
	ライティング		1	1	3	2	2	3、4
	英語演習					2		②
家庭	家庭基礎	・2						2
情報	情報A	・1	・1	・1				2
総合	発展科目		・2					②
	数理学課題研究			・2				②
	総合宗教				・1	・1	・1	1
	NELP		1	1	1	1	1	①～②
小 計		34+□	34+□	34+□	35+□	35+□	35+□	102+□ 103+□
ホームルーム		1	1	1	1	1	1	3
計		35+□	35+□	35+□	36+□	36+□	36+□	105+□ 106+□

注1 ・印は必履修科目である

注2 □印は希望者のみ選択する。

注3 平成19年度入学生は1年次数学I単位を3に減じ、数学A単位を3を増やした。

(文理コース理系型 20年度入学生)

	科 目	1年	2年	3年		計
				私立文理系	国公立理系	
宗教	キリスト教倫理	1	1			2
国語	国語総合	・5				5
	現代文		2	4	2	4,6
	古典		2	4	2	4,6
地理 歴史	世界史A	・2				2
	地理A		・2			2
	地理B				4	④
公民	現代社会	・2				2
	現代社会演習			4	4	④
数学	数学Ⅰ	・3				3
	数学Ⅱ	1	3		4	4+④
	数学Ⅲ		1		4	①+④
	数学A	2				2
	数学B		2			2
	数学C				2	②
	数学演習A			4		④
	数学演習B		1		3	①+3
理科	理科総合A	・2				2
	物理Ⅰ		4			④
	物理Ⅱ				4	④
	化学Ⅰ		4			4
	化学Ⅱ				4	④
	化学演習				2	②
	生物Ⅰ	・2	(2)			2+②
	生物Ⅱ		(2)	4		②+④
生物演習				4		④
保体	体育	・3	・2	・2	・2	7
	保健	・1	・1			2
芸術	音楽Ⅰ	・1	・1			2
	音楽Ⅱ			2		②
	美術Ⅰ	・1	・1			2
	美術Ⅱ			2		②
	書道Ⅰ	・1	・1			2
	書道Ⅱ			2		②
外国語	オーラルコミュニケーションⅠ	1	1	1	1	3
	英語Ⅰ	・4				4
	英語Ⅱ	1	3			4
	リーディング		1	4	4	5
	ライティング		1	4	2	3,5
家庭	家庭基礎	・2				2
情報	情報A	・1	・1			2
総合	発展科目		・2			②
	数理学課題研究		・2			②
	総合宗教			・1	・1	1
	N E L P	1	1	1	1	①~③
小 計		34+□	34+□	30+□	35+□	98+□ 103+□
ホームルーム		1	1	1	1	3
計		35+□	35+□	31+□	36+□	101+□ 106+□

注1 ・印は必履修科目である

注2 □印は希望者のみ選択する。

- b. 必要となる教育課程の特例と学校設定科目の目標  
 必履修教科・科目の履修単位数を次の通りとする。

	減少した科目	設定した科目
第1学年	「情報A」(1単位)	「生命科学基礎」(1単位)
第2学年	「情報A」(1単位)、「保健」(1単位)	「生命科学課題研究」(2単位)

(1)学校設定科目「生命科学基礎」 生命科学コース(1クラス)対象

設定のねらい: 生命科学の課題研究に必要な基礎的な知識・技術・考え方を身につけさせる。

学習内容は1学期に情報処理(パソコン操作の基礎、情報処理ソフトの使用、デジカメの原理など)、2学期にプレゼンテーション技能の修得、3学期に2年次の課題研究に向けた研究手法の学習をする。主に1学期に情報の収集・処理・発信という「情報A」の内容を含める。

(2)学校設定科目「生命科学課題研究」 生命科学コース(1クラス)対象

設定のねらい: 1年次の「生命科学基礎」で培われた能力・技能を生かして、科学研究として課題に取り組む。大学・研究機関等と連携して、より充実した内容を目指す。

課題テーマは①発生生物学、②生物工学、③時間生物学、④環境科学であり、年間を通して、情報の収集・処理・発信という「情報A」の内容を含める。

c. 教育課程の特例に該当しない教育課程の変更

	生命科学コース	文理コース
第1学年	「実践英語」(1単位)	
第2学年	「実践英語」(1単位) 「生命」(2単位)	「数理科学課題研究」(2単位)と 「発展科目」(2単位)から選択
第3学年	「実践英語」(1単位)	

(1)総合的な学習 学校設定科目「生命」 生命科学コース(1クラス)対象

設定のねらい: 「生命」にかかわる各分野の専門家を通して「生命」を多様な側面から考えさせる。学習内容は前半が芸術的視点やジェンダーの視点など社会科学的な視点を、後半では医療の視点や生命工学の視点など生命科学的な視点で考えさせる。医療問題や健康問題など「保健」の内容を含める。

(2)総合的な学習 学校設定科目「数理科学課題研究」 文理コース(4クラス)対象

設定のねらい: 大学等との連携により、学び方や考え方を身に付け、問題の解決や探究活動に主体的、創造的に取り組む態度を育てる。課題研究のテーマは「微小磁石の一次元配列の統計的考察」である。

(3)総合的な学習 学校設定科目「発展科目(高大連携医療福祉講座)」 文理コース(4クラス)対象

設定のねらい: 年間を通じた大学での講義や実習を体験させ、医療福祉分野への興味・関心を喚起させ、進路選択の動機付けとする。講義は①医療福祉経営学科②医療秘書学科③医療福祉デザイン学科④医療情報学科の順に進めていく。

(4)外国語科 学校設定科目「実践英語」 生命科学コース(各学年1クラス)対象

設定のねらい: 英語Ⅰ・英語Ⅱ等の精読で得た言語材料を基にして、多読・速読の機会を与え、将来、生命科学分野で速く正確に英語論文等が読める力を育成する。授業内容は生徒の読書中心で、原則として教師は教えないし、押しつけないスタンスをとる。

各授業科目について、今年度の取り組みを詳しく記述する。なお、学校設定科目「生命」と「発展科目(高大連携医療福祉講座)」については、研究テーマ②の箇所、「実践英語」については研究テーマ④の箇所でその内容を詳しく記述する。

### 3-2 学校設定科目「生命科学基礎」(生命科学コース第1学年1単位)

#### 目的

第2学年で「生命科学課題研究」を受講するときに必要とされる知識や技術として、情報処理能力、記録能力、プレゼンテーション能力の基礎を身につけさせる。さらに、科学研究に関する最先端の研究者の講義を直接聴くことにより、研究への興味、関心を喚起し、モチベーションを高める。

#### 今年度までの流れ

基本的な年間計画は、1年次に確立したものを踏襲して適宜改良を加えてきている。2年次の昨年度終盤は実施1年目となる課題研究の引き継ぎに重点を置いて展開した。3年次にあたる今年度、課題研究については行事や校外発表で紹介される場面が増してきたことから、年度終盤における大学等の研究者による講義を充実させ、研究者の生き方や研究の進め方を聴かせることで、研究に対する興味、関心をより一層喚起して、課題研究へのモチベーションを高めていくことにした。

#### 内容・方法

下表の年間指導計画に基づき、学習を進行した。

学期	月	学習項目	学習内容
1	4	1. コンピュータを用いた情報処理 (1) コンピュータのしくみ	<ul style="list-style-type: none"> <li>実際にコンピュータを組み立てるのを見て、そのしくみについて知る</li> <li>表計算ソフト(Microsoft Excel)の基本的な入力操作と自動計算の手法</li> <li>表計算ソフトに入力されたデータを直観的に捉えるためのグラフ化の手法</li> <li>電子メール(Webメール)の特徴や扱い方</li> </ul>
	5	(2) 表計算ソフトで自動計算 (3) 表計算ソフトで数値の グラフ化 (4) 電子メールによる情報交換	
	6	2. デジタルカメラによる記録保存 (1) デジタルカメラの操作法 (2) デジタルカメラで撮影 (3) レンズと絞り、露出、 フォーカス、ズームの関係	
2	7	(1) デジタルカメラの操作法 (2) デジタルカメラで撮影 (3) レンズと絞り、露出、 フォーカス、ズームの関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>デジタルカメラ(キヤノン EOS Kiss Digital N)の基本的な取り扱い方法</li> <li>実際に様々な条件下で撮影</li> <li>撮影結果を見ながら、レンズと絞りの関係や、露出・フォーカス・ズームの関係や撮像変化の理論</li> </ul>
	8	3. コンピュータを用いた プレゼンテーション	
	9	(1) プレゼンテーションソフト の操作	
	10	(2) プレゼンテーションの作成	
	11	(3) プレゼンテーションソフト を用いて発表	
	12		<ul style="list-style-type: none"> <li>プレゼンテーションソフト(Microsoft Power Point)の基本的な操作法</li> <li>グループに分かれ、校外でおこなった実験・実習の内容でテーマを設定し、実際に自分で撮影した写真などを用いてプレゼンテーションを作成</li> <li>グループで作ったプレゼンテーションを発表</li> </ul>

3	1	4. 科学技術研究を知る 先端科学研究者講義	・ 大学等の研究者による講義（全6回）
	2		
	3		
随時	先端科学研究者講義（追加）		・ 大学等の研究者による講義（不定期）

それぞれの学習項目の詳細は以下の通り。

### 1. コンピュータを用いた情報処理

コンピュータの中は生徒たちにとってブラックボックス化してしまっており、パソコン1台がさまざまな部品から成り立っているという意識はほとんどない。そこで、今年度は、まずはパソコンの部品組み立てを見せ、その際に生徒に手伝わせることにより、パソコンという1つの「機械」がさまざまな部品の集合体であることを意識させた。例えば故障をしたときにはそのいずれかの部品が故障するのであり、修理は比較的容易な場合があるということを知ること、使い捨てのような使い方をしない意識を持たせることができると考えた。また、ハードウェアそのものに興味をもつきっかけになり、エンジニアという将来の選択肢も示すことができると考えた。（写真1、2、3）



写真1：組み立て前



写真2：組み立て序盤



写真3：組み立て終盤

パソコンを使う上で一般的なソフトウェアの基本操作は中学校の技術・家庭の授業において習得しているものとして、科学研究には欠かせない表計算ソフトウェアによる数値処理のみに主眼をおいて展開した。処理する数値は、コンピュータの組み立てを見たときに実際に自分たちが記入したアンケート結果を利用し、表の作成からグラフ化による整理までを目標に進めた。

最後に、情報交換ツールとしての電子メールの利用方法の習得を目指した。今年度は自分専用のパソコンがなくても利用可能なWebメールを校内サーバで利用できるようにし、生徒個人個人にメールアドレスを配布した上で、実際にそれを使ってみることで実践的に展開した。（写真4、5）



写真4：Webメールログイン画面

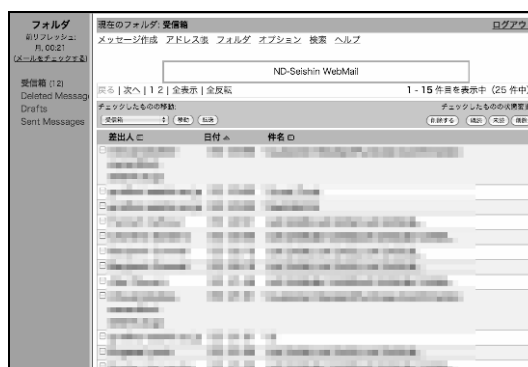


写真5：Webメール受信画面

### 2. デジタルカメラによる記録保存

画像による記録保存は、科学分野において重要なものである。そこで、デジタルカメラによる記録保存について、物理的な側面からの原理を含めて技術を身につけることを目的とした。

機器としてレンズや絞りとといったカメラの要素がわかりやすいデジタル一眼レフカメラ（キヤノン EOS Kiss Digital N）を用い、どのように撮影すれば、状況に応じた分かりやすい画像を撮影することができるかを理解できることを目標とした。実際の撮影と、絞りや露出、望遠などの原理解説を織り交ぜて実践的に展開した。



### 3. コンピュータを用いたプレゼンテーション

プレゼンテーションソフトウェアを使って実際にプレゼンテーションを作成することを目標に展開した。

その内容は、生徒自身が参加した校外（大学やその関連施設）での実習・実験をテーマに、いかに分かりやすく説明をするかということを目指して作業を進めた。実習・実験に参加する際には、生徒数人に1台ずつデジタルカメラ（キヤノン EOS Kiss Digital N）を持たせて撮影させておき、自分たちの撮影した写真を用いてプレゼンテーションを作成することを基本とした。プレゼンテーション作成は数人のグループで行い、お互いに発表し合うことで改善すべき点を意識させ、さらに改良を加えさせ、より高い完成度をめざすように進めた。

### 4. 科学技術研究を知る

3学期に週1回のペースで、6回にわたり先端科学技術を研究する大学等の研究者を招き、90分間の講義を聴講させた。それぞれが課題研究に向けた意識付けとなるように設定した。今年度はこの種の講義による課題研究への意識付けに重点を置き、講義数を昨年度までの4つから6つに増加した。

実際に設定した講義は次の6つである。

第1回（1月19日）「発生生物学」  
橋本主税先生（JT 生命誌研究館、大阪大学）



第2回（1月26日）「有機合成化学」  
伊藤敏幸先生（鳥取大学）



第3回（2月2日）「遺伝学」  
三浦郁夫先生（広島大学）



第4回（2月9日）「環境科学」  
田崎和江先生（金沢大学）



第5回（2月16日）「発生生物学」  
岡本光正先生（元名古屋大学）



第6回（2月23日）「時間生物学」  
富岡憲治先生（岡山大学）



更に、機会があればできるだけ研究者の話をお聴かせたいと考え、設定可能な範囲で年間に随時、研究者を招いた講義を設定した。本年度は次の2つを2学期に設定することができた。

第1回（9月22日）「大学と大学院」  
加藤茂明先生（東京大学分子細胞生物学研究所）



第2回（12月1日）「感染症と蚊」  
津田良夫先生（国立感染症研究所）



**評価**

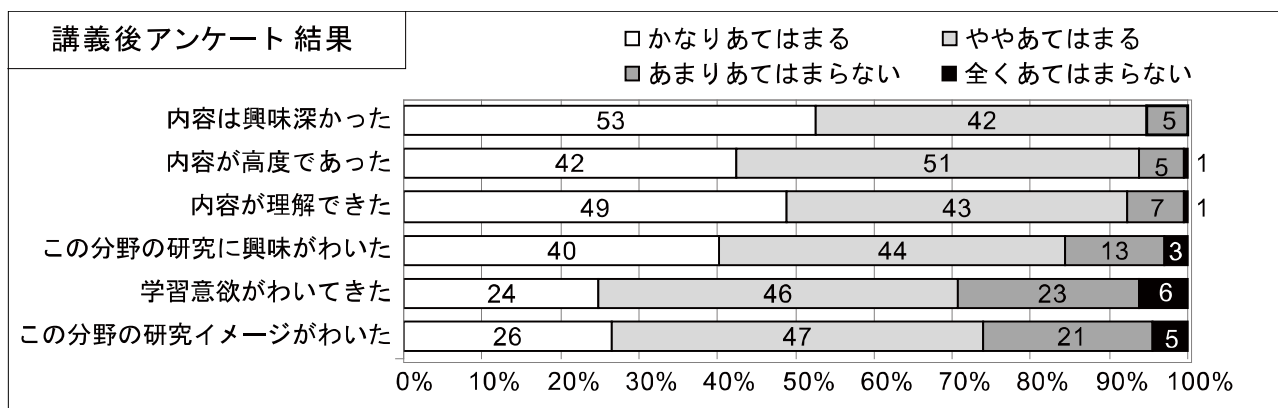
授業実施に先立って情報機器環境に関するアンケートをしたところ、ほぼ100%の生徒がパソコンでワープロソフトを使ったことがあり、表計算ソフトやプレゼンテーションソフトも半数以上の生徒が使ったことがあるという状況であったため、パソコンの操作に関しては予想した通り、それほど困る生徒はいなかった。よって、パソコンを用いた実習は予定通りにスムーズに進行することができた。また、今年度取り入れたパソコン組み立ての実習の事後アンケートの結果は次のようになった。

	□かなりあてはまる	□ややあてはまる	□あまりあてはまらない	■全くあてはまらない
組み立ては興味深かった	67	29	4	
いつか自分で組み立てたいと思う	38	38	19	4
コンピュータの仕組みに興味があった	43	43	14	
コンピュータに親しみが持てた	38	38	19	4

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

この結果から、多くの生徒が興味深く感じており、「組み立ててみたい」「仕組みに興味があった」という生徒も多く存在している。このような機会を得たからこそその反応であり、機械が苦手と思っている女子生徒であっても、やはり実際に見ることでハードウェア（機械）に対する距離感も縮めることができるということであろう。この取り組みは意味があると考えられる。

先端の科学者による講義（3学期全6回と2学期の随時2回）についての事後アンケート結果を整理すると次のようになった。



この結果から、多くは興味や意欲に繋がっていることが見受けられる。内容が高度であると感じている生徒は多いが、研究のイメージがあったという生徒が7割を超えており、研究に対する姿勢や研究の面白さといった講師からのメッセージは生徒にはほぼ届いていると考えられる。講師の方々も高校生向けに工夫された講義をしていただいたので、文章記述による感想でも、非常に興味を惹かれた生徒がどの講義においても見られる。この講義において得られたモチベーションを、次年度の課題研究において、スムーズかつ積極的な活動に繋げていきたい。

### 3-3 学校設定科目「生命科学課題研究」（生命科学コース第2学年2単位および随時）

#### 目的

高校履修内容より高度な内容を扱うテーマの研究に取り組み、専門家からの助言や研究施設等の協力を得ながら進める中で、真理を探究する姿勢や研究手法、実験技術を身につけさせ、問題解決能力や創造力を養う。さらに大学等で行われている研究の一端に触れることで、大学や大学院に進学する意味を考え、進路を考えるきっかけにする。そして、研究内容をさまざまな機会に発表することにより、「生命科学基礎」で培ったプレゼンテーション能力にも磨きをかけさせる。

#### 今年度までの流れ

2年次である昨年度から始まった科目である。本校の指導教員と繋がりのある大学等との連携のもと、あらかじめ設定したテーマの中から生徒自身が興味、関心に基づいて取り組むテーマを選んでいくというスタイルを踏襲する。昨年度の校外での発表は、生徒にとっての満足感に繋がるだけでなく成長の糧となり、内容に対する理解が深まり、その後の研究の進め方のヒントや助言も得られ、大変意味のあるものであると感じられた。そこで今年度は、より多くの発表機会を準備し、積極的に参加していく中で研究を進展させていくことを目指した。

#### 内容・方法

4つのグループに分かれ、研究を進めた。各グループの活動内容は以下の通り。

#### 1. 環境化学

##### (1) 今年度までの流れ

化学分野の指導教員の大学及び大学院における専門研究分野は有機化学であり、そのときの指導教官は現在でも最先端の研究を進めている。最近では、常温イオン液体を利用した反応を手がけており、それを手がかりに、最近注目を集めるイオン液体を使って化学反応をやってみることをテーマとした。つまり、そのイオン液体の特長を活かした、環境負荷を少なくする化学反応を目指したのは昨年度と同様である。そこで、昨年度の研究を次の学年に引き継ぎ、さらに進めていくこととした。

##### (2) 年間の活動内容

学期	月	学習項目	学習内容
1	4	1.ガイダンス 2.実験技術の習得	・ 昨年度の生徒からのテーマや実験技術の継承 ・ この班のテーマ（イオン液体を溶媒として用いたエステル化のより良い反応条件の探索）と有機合成化学という分野の学問とイオン液体という物質の理解
	5	3.実験計画と実験、考察(1)	・ 実験条件を考え、どのようにおこなうか計画し、分担して実験を実施
	6		・ 実験結果を元に考察し、次の実験計画に反映 ・ 計画→実験→考察→計画...を繰り返す
	7	4.校外発表(1)	・ ポスターを作成し、岡山大学大学院自然科学研究科主催の高大連携「高校生・大学院生による研究紹介と交流の会」にて発表
2	8	5.夏期化学実験研修	・ 鳥取大学工学部にて、有機化学実験および機器分析の実習（2泊3日）
	9	6.実験計画と実験、考察(2)	・ (1)と同様に計画→実験→考察→計画...を繰り返す
	10		

	11	7.校内発表、 校外発表(2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プレゼンテーションを作成し SSH 研究成果発表会にて発表</li> <li>・ポスターを作成し、「第5回高校化学グランドコンテスト」(主催：大阪市立大学、大阪府立大学、読売新聞大阪本社)にて発表</li> </ul>
	12	8.実験計画と実験、 考察(3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(2)と同様に計画→実験→考察→計画...を繰り返す</li> </ul>
3	1	9.校外発表(3)(4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ポスターを作成し、「岡山県理数科理数コース課題研究合同発表会」にて発表</li> <li>・ポスターを作成し、『「集まれ！科学好き」科学好き発表会』(岡山県、岡山光量子科学研究所主催)にて発表</li> </ul>
	2	10.実験計画と実験、 考察(4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(3)と同様に計画→実験→考察→計画...を繰り返す</li> </ul>
	3		

夏休みに実施した夏期化学実験研修の内容は次の通り。

●清心女子高等学校 生命科学コース2年生夏期化学実験研修

目的：今年度の課題研究授業において「化学」分野を選択し、有機化合物を扱っている生徒たちが、その分野の最先端を研究している大学の研究室で、大学の先生や大学院生の指導のもとに大学の設備を使用した本格的な有機化学実験を体験することで、実験手法やその考え方の習得や、今後の活動の参考および励みとし、大学での研究に対する興味の喚起を目的とする。

日時：2008年8月27日(水)～29日(金)2泊3日

場所：鳥取大学工学部物質工学科伊藤研究室

(住所)鳥取県鳥取市湖山町南4丁目101番

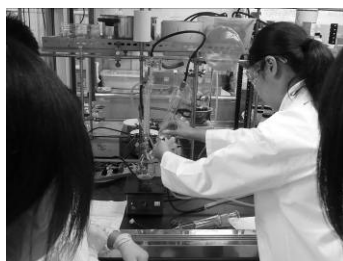
日程内容：

1日目	午後	<ul style="list-style-type: none"> <li>・オリエンテーション</li> <li>・講義「有機合成化学の基礎」(伊藤敏幸先生)</li> <li>・実験内容説明</li> <li>・有機合成反応実習(1)「Grignard 試薬の調製」</li> </ul>
2日目	午前	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有機合成反応実習(2)「Grignard 試薬の滴定」</li> </ul>
	午後	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有機合成反応実習(3)「1-phenylpentan-1-ol の合成」</li> </ul>
3日目	午前	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有機化合物機器分析実習 (IR、<sup>1</sup>H-NMR)</li> <li>・実験のまとめ</li> </ul>

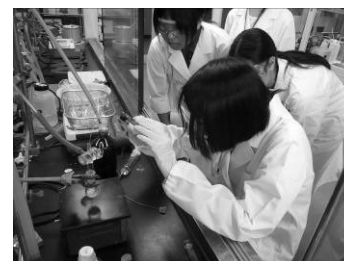
研修の様子



伊藤先生の講義



Grignard 試薬の調製



Grignard 試薬の滴定



合成反応実験



TLC プレート準備



NMR 測定

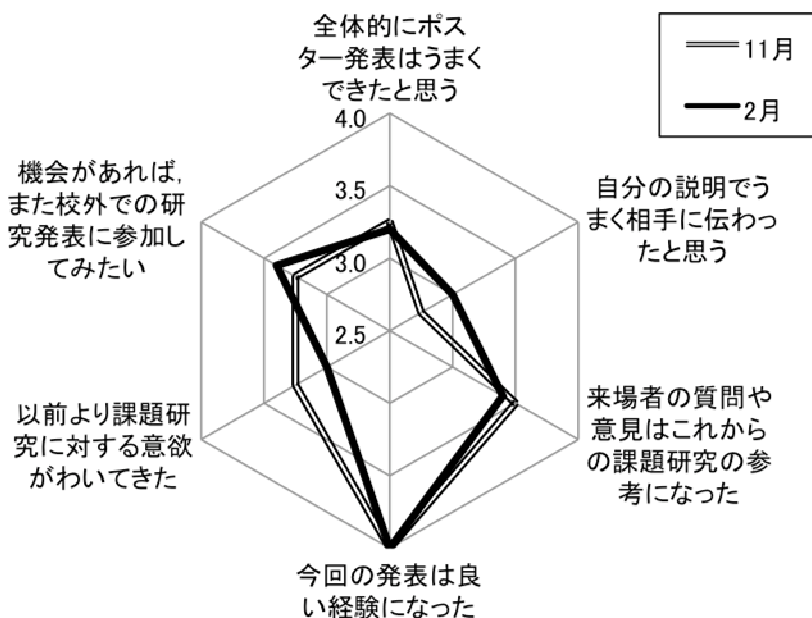
### (3) 研修と発表の影響

夏期化学実験研修の事後アンケートによる結果が下表である。参加人数が5人と少ないのは「環境化学」グループのみが対象であったためである。

設問	よくあてはまる	ややあてはまる	あまりあてはまらない	全くあてはまらない
内容は興味深かった	5	0	0	0
説明はわかりやすかった	1	3	1	0
高度な内容だった	2	3	0	0
以前よりこの分野（有機合成化学）に興味をわいてきた	3	2	0	0
この分野に関係しそうな学習に対する意欲がわいてきた	1	3	1	0
分子をつくる、とはどのようなことなのか理解できた	2	1	2	0
以前よりも大学での理系の研究に対するイメージが明確になった	5	0	0	0
分子の構造を調べるには多くの方法があり、その中のいくつかは何となく理解できた	1	3	1	0
化学とは社会の中でどのような位置づけのものなのか理解できた	0	5	0	0
大学で習う内容に興味をわいた	2	3	0	0

内容を大変興味深く感じた生徒は全員であり、化学をテーマに選択した生徒であることを大きく反映している。内容は高校で習うものではないため高度であったのは間違いないが、以前より興味も湧いており、学習意欲にも繋がっている。特に、「大学での理系の研究」に対するイメージが大変明確になったと答えた生徒が全員になっており、内容的には全て理解できな

い高度な実習であったとしても、現場で体験することがイメージの確立に大きく寄与している。ただそのことだけではなく、全員が大変興味深く感じているということとの因果関係も推察される。このように、同じ方向性を持った生徒が集まった集団においては、グループ全体の興味や意識の向く対象を絞りやすく、実習などに高い意識をもって取り組ませることができることから、実験・実習がより効果的に作用する傾向が確認できた。



また、校外においてポスター発表を3回することができたので、発表をすることによる意識の変化をみるために6つの項目について、1～4の4段階（4が最もよい）で自己評価アンケートをとった結果の平均値を変化がわかるようにレーダーチャートにしたものが前ページのグラフである。二重線が11月のもので、太線が2月のものである。「以前より課題研究に対する意欲がわいてきた」という項目では2月で明らかに下がっているが、2月は課題研究（年度）の終わりが近づいているための傾向であると思われる。「ポスター発表はうまくできたと思う」という項目は変化していないが、これはもっとうまくなりたいという向上心が評価を上げることを妨げているのだろう。これは、「機会があれば、また校外での研究発表に参加してみたい」という項目が上昇していることから推測される。「良い経験になった」という項目は全員がそう思っており、これも同様の裏付けと言えるだろう。実際に、生徒の発表力は向上しており、「うまく相手に伝わったと思う」という項目が上昇していることから、生徒自身も自分の成長を感じていることが伺え、自信にも繋がっていくものだと言ってよいだろう。

## 2. 時間生物学

### (1) 今年度までの流れ

本校は岡山大学理学部生物学科時間生物学研究室との高大連携を密に行っているため、課題研究のテーマとして時間生物学分野を設定した。時間生物学に関する内容は現行の高校教科書では大幅に削減されており、生徒の知識が乏しいことと、生徒の活動時間が限られているという2つの点で時間生物学における研究テーマの選択は難しい。しかし、前年度は身近な話題である“花の開閉リズム”に注目して、花の開閉現象に関わる生物リズムの解明をテーマとした。今年度は引き続き同じテーマで研究を続け、データ数を増やして信憑性を高めたり、体内時計による花の開閉リズムの周期を算出したりと、より時間生物学らしい研究内容になるよう指導した。また、花の開閉リズムに限らず、葉の就眠運動リズムにも注目し、光周期への同調具合や概日リズムによる制御を実験的に証明した。

また、前年度と同様に、夏期休暇中に岡山大学理学部生物学科で時間生物学実習を行った。実習ではショウジョウバエを用いて、時計遺伝子の発現を蛍光顕微鏡で観察した。時間生物学においても、遺伝子が関与しリズムが生まれていることなど、時間生物学のより専門的な知識の習得に加え、大学での研究生生活をイメージさせるなど、研究に対する興味・関心を高めることを目指した。

### (2) 年間の活動内容

- 1 学期
  - ・ 時間生物学という研究分野についての基礎講義
  - ・ 前年度研究した生徒からの研究内容の引き継ぎ
  - ・ 花の開閉リズムや葉の就眠運動リズムの解析に着手
  - ・ 平成20年度生物系三学会中国四国支部大会に向け、ポスター作成
- 夏季休暇
  - ・ 平成20年度SSH生徒研究発表会のためのポスター作成
  - ・ 岡山大学理学部生物学科で時間生物学実習を行う
- 2 学期
  - ・ 研究データ数を増やし、それらをまとめ、考察を行うとともに、研究データについて随時ディスカッションを行う
  - ・ 2008年度清心女子高等学校SSH研究成果発表会に向け、口頭発表資料の作成
  - ・ 日本植物学会第72回大会のためのポスター作成
- 3 学期
  - ・ 1年間の研究データのまとめ
  - ・ 第50回日本植物生理学会年会特別企画「高校生生物研究発表会」のためのポスター作成

### (3) 具体的な研究内容

- ① 前年度から作成している花時計についてそのデータ数を増やし、より質の高いものにする。
- ② 温度20度、明暗12時間周期の環境条件下におけるタンポポ、アキノノゲシの花の開閉状況を、赤外線Webカメラを用いて観察し、15分間隔で写真撮影する。



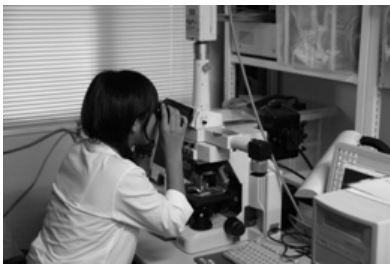
- ③ 温度 20 度、恒暗の環境条件下におけるタンポポ、アキノノゲシの花の開閉状況を、赤外線 Web カメラを用いて観察し、15 分間隔で写真撮影する。
- ④ ③の結果から、体内時計による花の開閉リズムの周期を解析する。
- ⑤ 野外のカタバミとムラサキカタバミを、温度 25 度、明暗 12 時間・6 時間・3 時間・1.5 時間・1 時間・恒暗のそれぞれの光条件下で栽培し、葉の就眠運動の様子を赤外線 Web カメラで観察。
- ⑥ ⑤の結果から、それぞれの光への同調具合と、2 種間での就眠運動リズムの比較を行う。
- ⑦ ムラサキカタバミの葉全体、小葉、葉枕のそれぞれに局部的に光を照射し、就眠運動が特に葉のどの部分で光を感じて行っているのかを明らかにする。

(4) 結果と考察 (各番号は(3)の番号に対応)

- ① より洗練された花時計を作成できた。
- ② 温度 20 度、明暗 12 時間周期において観察した 2 種とも花の開閉リズムがきちんと観察された。よって、明暗 12 時間周期であれば温度一定条件下でも花の開閉は行われると考えられる。
- ③ 温度 20 度、恒暗条件下で花の開閉する個体が見られたことから、花の開閉に関しては体内時計が存在することが考えられる。しかし、アキノノゲシに関しては、開閉した個体数が少なかったため、十分なデータとは言えない。
- ④ タンポポは温度一定、恒暗条件下では一度閉花してから  $12.07 \pm 0.55$  時間後に開花し、その後  $11.75 \pm 2.16$  時間後に再び閉花したので、体内時計の制御により、約 24 時間周期で開閉を繰り返すと考えられる
- ⑤ 2 種とも、明暗 12 時間・6 時間・3 時間・1.5 時間・1 時間のいずれの光条件においても、明暗サイクルに同調し、就眠運動を行った。よって光周期にきちんと同調して就眠運動を行うことが分かった。また、明暗 1.5 時間周期などの短い光周期条件や恒暗条件の結果から、就眠運動に体内時計による制御も働いていることが分かった。
- ⑥ 2 種間で就眠運動の明確な違いは分からなかったが、明暗 1 時間周期では葉の大きいムラサキカタバミの方が同調しにくい傾向が見られた。
- ⑦ 小葉に照射しても就眠運動は行われず、葉枕に照射したときに就眠運動が行われたので、就眠運動は葉枕で光を感じて行っていることが分かった。

(5) 岡山大学理学部生物学科での時間生物学実習

詳細を下に示す。

<p>実施日：平成 20 年 8 月 28 日 (木) 14 時 00 分～17 時 00 分</p> <p>場 所：岡山県岡山市津島中一丁目 1 番 1 号 岡山大学理学部生物学科</p> <p>対 象：生命科学コース 2 年 7 人 (時間生物学班)</p>		
<p>日 程：14:00～15:00 ・講義『体内の時計に関係する遺伝子』</p> <p style="padding-left: 100px;">・以後行われる実験についての説明 (理学部生物学科富岡憲治教授)</p> <p style="padding-left: 100px;">15:00～17:00 ・実験『キイロショウジョウバエ突然変異体から脳の抽出』</p> <p style="padding-left: 100px;">『時計遺伝子の発現状況の観察』</p>		
		
<p>講義の様子</p>	<p>ショウジョウバエの脳の抽出</p>	<p>時計遺伝子発現の様子の確認</p>



評価：高等学校ではとり扱わない色々な器具を使用しての実験・観察であるので、生徒たちは大変真剣に、意欲的に取り組んでいた。実習内容も豊富であり、扱う生物は違うにしろ、生徒達の課題研究との関連性は大きい。特に顕微鏡下での解剖は非常に繊細な手つきが要求されたが、きちんとショウジョウバエの脳を摘出できた生徒もいた。ただし、高等学校2年の1学期を終えた程度の科学知識なので、時計遺伝子の働きなどの細かい原理については理解不十分なのは止むを得ない。しかし、ここで得た知識をもとに、自分たちの研究をさらに深めようとする意識は生まれていた。

#### (6) 校外での発表実績

- ・平成20年度生物系三学会中国四国支部大会（08'5/17）…最優秀ポスター賞 受賞
- ・平成20年度SSH生徒研究発表会（08'8/7～8）
- ・日本植物学会第72回大会（08'9/26）…優秀な研究として表彰
- ・科学Try アングル岡山の研究交流会（08'3/14）
- ・第50回日本植物生理学会年会特別企画「高校生生物研究発表会」（09'3/22）…発表前のため結果記述不可

### 3. 発生生物学

#### (1) 今年度までの流れ

生物部で、有尾両生類について1989年から継続して研究に取り組んでおり、今年で20年になる。環境を考える教材として、授業と部活動で恒常的に活用してきた歴史がある。飼育方法については独自に確立しているので、SSH指定時にサンショウウオの飼育下での繁殖と保護を中心テーマに設定した。サンショウウオ科を含む両生類は、近年その数を激減させている。その原因は、大規模な土地開発による生息地の消失、それにとまなう汚水の流入などの環境悪化、水田の乾燥化、ペットとしての捕獲、外来生物の影響などである。レッドリストにサンショウウオ科で6種が指定され、その保護が必要とされている。

現在、生物教室で飼育しているのは、サンショウウオ科では、カスミサンショウウオ・オオイタサンショウウオ・ブチサンショウウオ・ヒダサンショウウオ、イモリ科では、アカハライモリ・シリケンイモリ・イボイモリ・ミナミイボイモリである。その内のオオイタサンショウウオとカスミサンショウウオ、イボイモリで、飼育下での繁殖を試みている。オオイタサンショウウオ、カスミサンショウウオは、ゴナトロピン注射を使っての人工授精や水槽での自然産卵に成功し、多くは卵から約3年（早いものでは2年）で繁殖可能になることを確認した。また、イボイモリでも、人工授精は試みているが、水槽飼育下での自然繁殖に成功している。また、岡山県内のカスミサンショウウオの生息地で、個体数が激減している地域の卵囊を持ち帰り、卵から幼生上陸直前まで飼育し、放流する活動も行っている。

2007年度は、オオイタサンショウウオとカスミサンショウウオを用いて、人工受精の方法の確立と孵化後の幼生の良好な飼育条件を見つけることを中心に行った。2008年度は、これまでの研究を8月のSSH生徒研究発表に向けてまとめるとともに、遺伝子レベルの研究にも取り組んでいく方針を立てた。また、カスミサンショウウオについては、社会的な活動として、繁殖地の復旧活動に取り組むことにした。

#### (2) 実施内容及び結果

##### 【年間計画】

##### ① オオイタサンショウウオについて

人工受精・胚の観察（2月～3月）幼生を使った（2月～6月）、DNA関連の実験（6月～3月）を実施した。なお、成体の飼育は年間を通じた活動としている。

##### ② カスミサンショウウオについて

繁殖地の復元を、①大型台風で土砂が崩れて、埋まってしまった池を掘り起こす作業（4月～1月）、②近隣の生息地で採取した卵を変態直前まで飼育し放流する作業（4月～6月）、の両面で取り組んだ。

③ 新たなテーマについて

アカハライモリ、淡水カメについて、研究対象とするために生息状況の調査から始めた。

【実施内容】

① オオイタサンショウウオについて

人工受精には、雄は総排出腔付近が隆起し、白くなっている個体を使用した。ヒト絨毛性腺刺激ホルモンを100単位注射して、精子の成熟を促し、3～4日後に精子を採取した。一方、雌は腹部が膨らみ、体腔に排卵されたときを成熟した時期と判断して、雄同様にホルモン注射して、産卵を誘発した。注射後2～3日で採卵し、採取したばかりの精子を塗り、5分程度静置した後、1/10SB液を注ぐという方法で受精させた。採卵後、受精させるまでの温度や時間を変え、正常発生率の変化を調べた。

幼生の飼育については、オオイタサンショウウオの幼生を用いた。具体的には、19cm×28cmのバットで、教室内で飼育するのに最も効率的な（死亡個体数を抑える）密度や餌のやり方を探求した。

また、飼育下で採卵するためには雌個体を確保する必要があるので、性別を判断する方法としてDmrt1について着目して、まず、オオイタサンショウウオにDmrt1が存在するかどうか、RCR法により増幅したDNAを使って調べた。

② カスミサンショウウオについて

1月までに、産卵場所である池を復旧し、飼育した幼生も放流した。2月には、復旧した池で13対の卵嚢が確認できた。

③ 新たなテーマについて

アカハライモリについては、生殖器官の年変化の研究、淡水カメについては、テレメによる行動追跡を考えた。新たなテーマを進めるための材料を確保するための生息場所を見つけることができた。

【野外での調査】

4月13日 アカハライモリの調査（マイクロチップで行動調査）

5月4日 アカハライモリの調査（マイクロチップで行動調査）

6月9日 カスミサンショウウオの放流（繁殖地の復旧事業）

8月14日 カメの調査（テレメ調査のための生息確認）

8月28日 カスミサンショウウオの繁殖地で池を造成（繁殖地の復旧事業）

8月31日 タワヤモリの調査（ニホンヤモリ生息地の比較のための生息調査）

9月16日 アカハライモリの調査（産卵実験に使う材料の採取）

10月27日 アカハライモリの調査（産卵実験に使う材料の採取）

1月22日 カスミサンショウウオの繁殖地で池を造成（繁殖地の復旧事業）

2月26日 カスミサンショウウオの調査（産卵の確認）

【研究内容に関する写真】



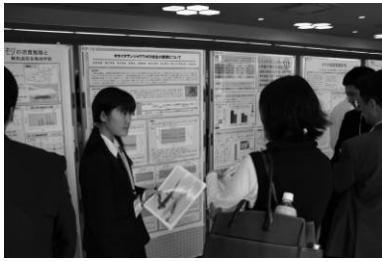
卵の摘出 (08/3/21)



アカハライモリの調査 (08/5/4)



アカハライモリの産卵 (08/5/17)



生物系三学会での発表 (08/5/17)



繁殖池の復旧 (09/1/22)



復旧した池に産卵された卵囊

### 【結果】

- ・2007年度に、人工受精では、採卵から受精までの時間が長いほど、正常発生率が低くなること、そして採卵から 35 時間後に受精させた場合でも正常発生する卵を観察することができることを解明した。今年度は、成体にホルモン注射後の保持の条件を変えれば（低温のまま産卵させる）、正常発生率が高くなることと、採卵後 48 時間経過しても受精可能なことを確認した。
- ・幼生の飼育では、生徒の管理下（朝、餌をやって、昼食時に水換えをするサイクル）で、どのような条件が最も安全に飼育できるかを検討した。全体的には、高密度で死亡率が高く、低密度では死亡率が低いという結果になったが、①1バット当たり、40～60匹の条件が好ましいこと、②極端に巨大な“共食い個体”が条件によって出現することが判った。
- ・性成熟について、環境省のレッドデータブックでは、3年で成熟すると記載されているが、孵化後2年目で産卵した2個体を確認した。
- ・オオイタサンショウウオ、アカハライモリに *Dmrt 1* が存在することを確認した。

### 【今後の方針】

オオイタサンショウウオについては、飼育2年目産卵した個体を確認したが、性成熟の経年変化について、さらに詳細に調べたい。また、繁殖実験を行うためには雌の個体数を確保する必要がある。しかしながら、雌雄を外見的に区別して、雌を選別することは難しいので、*Dmrt 1* を手掛かりに遺伝レベルの研究で、雌雄の性徴について解明したい。

### 【発表】

- 5月17日 生物系三系学会で、「オオイタサンショウウオの幼生の飼育について」を発表。
- 8月7日 SSH 生徒研究発表会の分科会で「サンショウウオの人工繁殖」を発表。
- 8月8日 SSH 生徒研究発表会の全体会で「サンショウウオの人工繁殖」を発表。
- 8月30日 私学フェスタで「サンショウウオの人工繁殖」を発表。
- 9月5日 日本動物学会で「飼育下でのオオイタサンショウウオの人工繁殖」を発表。
- 10月31日 SSH 成果発表会でアカハライモリを使った発生実験を公開。
- 11月9日 RSK 夢フェスタで有尾類の紹介ポスター及びアカハライモリを展示（岡山 ESD 活動の一環としてエコブースで発表）
- 3月4日 淡水魚シンポジウムで「飼育下でのオオイタサンショウウオの人工繁殖」を発表。
- 3月8日 平成20年度中学高校環境研究発表交流会で「飼育下でのオオイタサンショウウオの人工繁殖」を発表
- 3月8日 ESD・環境活動発表交流会「エコ・ワールド・カフェ in 岡山」で生物部の紹介をポスター発表。
- 3月14日 科学 Try アンゲル岡山の研究交流会で、「飼育下でのオオイタサンショウウオの人工繁殖」を発表。

## 4. 生物工学

### (1) 今年度までの流れ

「生命科学実習」で、1年次に福山大学生命工学部（年3回）で研究の基礎技術を学んでいる。高

大連携で進める課題研究のテーマとして、2007年度から新たに酵母の研究を設定した。

現在、花や果実に比較的多く生息しているといわれる“花酵母”（野生の酵母）の取得に取り組んでいる。花をつける植物は蜜を求めにやってくる昆虫によってその繁殖が助けられているが、花の蜜は酵母の増殖にも役立っている。蜜の近くで生息している酵母は、花粉と同じように昆虫に付着して別の花へと運ばれ、そこで新たに増殖するから、同じ酵母がいろいろな花に分布していることが予測される。花の種類と分布する酵母の種類の相関を分析することによって、生態系の理解が深まると考えている。

## (2) 実施内容及び結果

### 【年間計画】

4月から9月までが酵母の採取及び分離と精製

10月から12月までが酵母の顕微鏡観察と塩基配列及び電気泳動による解析

### 【実施内容】

日常的には学校内（それ以外に、鳥取大学蒜山演習林の野外実習や西表島の研修のとき）で開花している花の蜜に近い部分から酵母を採取し、純粹分離し、以下の実験をする。

①顕微鏡観察による形態的な分類

②リボソーム RNA をコードする DNA の塩基配列や電気泳動核型をもとにした分類

③発酵能力の確認

④酵母の種類を特定する作業

具体的には、花の柱頭、やく、花びらの中心などを綿棒でこすり取り、分離源とした。分離用の培地には YPG (Yeast extract 1%、Peptone 2%、Glucose 2%)、YPM (Yeast extract 1%、Peptone 2%、Malt extract 2%)、PDA (Potato dextrose agar) の 3 種を用いた。培地にはクロラムフェニコールを最終濃度 100 $\mu$ g/ml となるように添加した。分離源を各液体培地に懸濁し、懸濁液を各平板培地にスプレッドして、25~28 $^{\circ}$ C で数日~1 週間培養した。形成されたコロニーの大きさ、形状、色、つやより、酵母と推定されるものを選択し、各々新しい培地に移した。各コロニーを形成している細胞を顕微鏡観察し、酵母と判断されるものについては再度単コロニー分離を行い、独立コロニーとして分離した。分離した菌株は分離用培地で作製した斜面培地で 4 $^{\circ}$ C で保存した。

### 【研究内容に関する写真】



生物系三学会での発表 (08/5/17)



福山大学での実験指導

### 【結果】

顕微鏡観察では、細胞の形状は卵型、楕円型、円錐型、レモン型などであった。大きさは短径 3~5 $\mu$ m、長径 5~10 $\mu$ m の範囲であった。同一の花から数種類分離される場合と、全く分離されない場合があった。数種の分離菌株について、リボソーム DNA の塩基配列決定を試みた。また、アルコール発酵能力について調べたが、アルコール発酵能力をもった酵母はいなかった。

### 【今後の課題】

サンプル数が少ないので、サンプルをさらに増やして花の種類と酵母の種類の関連を考察することや、アルコール発酵能力をもつ酵母を見つけだすことを重点的に進めていきたいと考えている。

### 【発表】

5月17日 生物系三系学会で、「花酵母の採取・分類とその働き」を発表。

### 3-4 学校設定科目「数理学課題研究」（文理コース第2学年2単位および随時）

#### 目的

高校履修内容より高度な内容を扱うテーマの研究に取り組み、専門家からの助言や大学等の協力を得ながら進める中で、真理を追究する姿勢や研究手法、実験技術を身につけさせ、問題解決能力や想像力を養う。さらに複数回にわたって大学の研究室を訪問し、そこで行われている研究や施設にふれることで、研究の意味や進路を考えるきっかけにする。

#### 今年度までの流れ

2年次である昨年度から始まった科目である。文理コースに「発展科目」と共に設定された科目で、選択した生徒が履修している。本校の指導教員と繋がりのある大学との連携のもと、物理学分野の課題を設定して取り組ませている。研究テーマは年度を超えて引き継ぐ形をとっており、現在のところは「微小磁石の1次元配列の統計的考察」をテーマとして展開している。校外における発表会への参加は、研究内容の理解を深め、さらに研究を進める上でのヒントも得られ、良い経験となっていることから、今年度も機会があれば積極的に発表を行うようにした。

#### 内容・方法

年間指導計画は次の通りである。

1 学期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・磁石の基本的性質を観察</li> <li>・研究テーマの学習</li> <li>・計測、実験をおこなう</li> <li>・中間発表</li> </ul> 「高校生・大学院生による研究紹介と交流会」（岡山大学主催）にて口頭発表（2008.7.31）
2 学期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測実験</li> <li>・SSH中間発表会にて口頭発表（2008.11.1）</li> </ul>
3 学期	<ul style="list-style-type: none"> <li>・研究発表</li> <li>第9回岡山県理数科理数コース課題研究合同発表会 ポスター発表(2009.1.31)</li> <li>「集まれ！科学好き」発表会（岡山県、岡山光量子科学研究所主催）ポスター発表（2009.2.7）『ストリート・サイエンティスト賞』を受賞</li> <li>・年間活動の報告書を作成</li> </ul>

随時、岡山大学理学部物理学科や研究施設の訪問や研究者の講義を取り入れた。内容は次の通り。

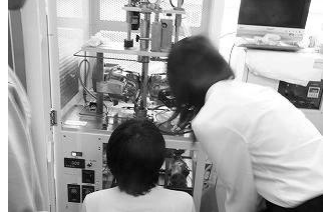
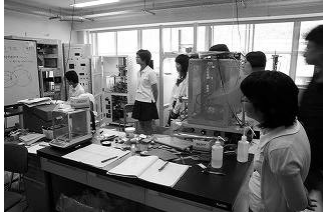
施設訪問	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大型放射光施設 Spring-8（兵庫県西播磨）見学(2008.4.27)</li> <li>・岡山大学理学部物理学科 量子物質物理学研究室訪問(2008.5.27)</li> <li>・岡山大学理学部物理学科 放射光関連物理学研究室訪問(2008.6.24)</li> <li>・岡山大学理学部物理学科 数理物理学研究室訪問(2008.11.2)</li> <li>・岡山大学理学部物理学科 量子物質物理学研究室訪問(2008.12.2)</li> <li>・岡山大学理学部物理学科 物性基礎物理学研究室訪問(2009.2.17)</li> </ul>
講義・実習	<ul style="list-style-type: none"> <li>・物理学実習（日本女子大学理学部小川賀代先生と学生の本谷さん〔本校卒業生〕） 「CD分光器とLED発光回路の作成」「白色LEDの観察・混色の体験」（2008.9.30）</li> <li>・岡山光量子科学研究所研究員による講義（石本志高先生） 「ノーベル物理学賞を受賞した自発的対称性の破れについて」（2008.11.25）</li> </ul>

各種活動のようす：

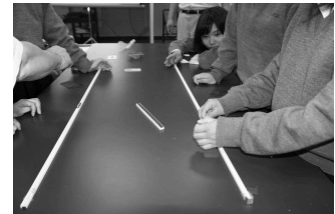
○Spring-8 見学



○岡山大学 放射光関連物理学研究室訪問



○岡山大学 量子物質物理学研究室訪問



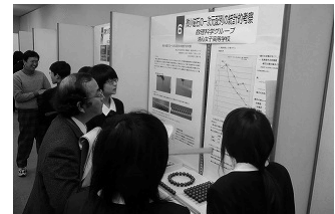
○物理学実習（本校にて）



○岡山光量子科学研究所研究員による講義



○「集まれ！科学好き」発表会



**研究活動の概要**

①磁石についての観察、学習

- ・岡山大学理学部物理学科を訪問し低温下における物理現象—超伝導、超流動、磁石の働きなどを体験し磁石に対する理解を深めるとともにこれからおこなう研究の位置づけなどを学習した。
- ・昨年までの研究 [磁石と磁場]の学習
- ・磁石の基本的性質の体験、説明

②小磁石の配列を考える

磁石が微小磁石の集合によってできており、微小磁石はお互いに作用しあって向きがそろろう。このことは「自発的対称性の乱れ」として強磁性体の中の原子の間で見られる。このとき原子の配列がそろった領域は磁区として観察される。巨視的にこの磁区の磁化の方向がそろって磁石となる。

私たちはこの現象がカーアクセサリーの方位磁石を並べたものに外部から擾乱をあたえてその運動

が止まった時の様子とよく似ていることから、方位磁石の配列によるモデル実験をおこない磁区の大きさなどについて調べた。

2次元モデルで予備実験を重ねたが配列の数学的扱いが困難なため、1次元モデルでその配列の様子を実験観察してその結果を数学的モデルと比較した。

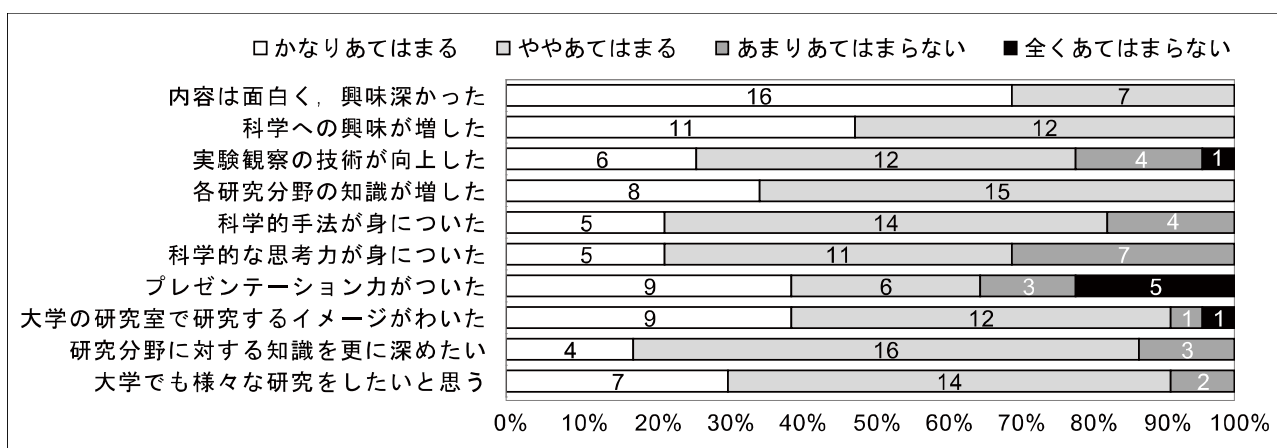
### ③今後の課題

計算モデルと実験結果の差がどのような原因で生じるか、計算モデルの改良、環状と直線状の差について方位磁石の数を変えて検討してみる。

この現象のように相互作用で配列が決まり、領域の大きさが決まる現象は生物などの群れ、コロニーの大きさ、化学では結晶の大きさなどいろいろなところに見られる。それらの現象の解明の糸口になればと考えている。

## 「課題研究」全体における検証・評価

年度末に、「生命科学課題研究」および「数理科学課題研究」を履修した生徒に対し、その効果を計るためにアンケートを実施した。結果をグラフ化したものが下図である。



内容を面白く、興味深く感じたかどうかに関しては、全員がどちらかといえば肯定している。これに連動して、科学への興味や知識に対する欲求も高くなっていることが見られる。これらのことから、課題研究に対するモチベーションはある程度高く維持されていたと思われる。

対して、どちらかというとな否定的な回答が多く見られる項目を見ると、実験観察の技術や科学的な思考力、プレゼンテーション力に関する項目になっている。これらに関しては、グループ活動として取り組んだ結果、グループ内において生徒各自の得手不得手に応じたある程度の役割分担が起こったことが原因と考えられる。役割分担自体は悪いことではなく、グループ研究を効率的に進めるためには必要なことなので、指導をうまくすることでいろいろな経験を積むことができるように進めていく必要があるかもしれない。ただし、この中で特にプレゼンテーション力については、グループによって校内および校外における成果発表の機会の多少があったことが影響していると思われる。この点に関しては、発表の機会を多く設定することが、直接効果を示すものと考え、積極的にその機会を利用するように指導を進めることが有効であろう。

自由記述の部分には、「成長できた」「よい経験だった」というような言葉が多く見られ、課題研究の活動が、生徒自身の意識に何らかの変化をもたらし、研究に対するプラスイメージを作り上げている面が多々見られることを示す。生徒にとって、これから先の進路を考える上で大いに参考になるであろうし、大学での研究に対する具体的なイメージの構築に一役買ったことは間違いない。改善点はあれども、これらの点において、課題研究設定の目的をある程度達成していると考えられる。

### 3-5 学会等発表

#### 目的

生徒が自分の行った研究をポスターセッションや口頭で発表することで、自分の研究を他の人達に伝えるためのプレゼンテーション能力を身につけるとともに、発表に向けてデータの整理や考察を重ねるなかで、研究内容に関する理解を深める。また、生徒が発表後の質疑応答を行ったり、様々なアドバイスを聞くことにより、次に向けての研究意欲を高める。

#### 昨年度までの流れと実施の状況

生命科学課題研究・数理学課題研究の研究成果の校内発表会は、課題研究が始まった昨年度から、年3回行われる運営指導委員会や、毎年1回行われる本校のSSH研究成果発表会の中で定期的に行っている。また、各種学会や科学コンテストなどの外部主催の発表会にも積極的に参加している。昨年度に比べ、今年度は課題研究の全ての研究グループが外部主催の発表会に参加することを目標とし、研究内容に磨きをかけてきた。その結果、全ての研究グループが1年間で3~4回の外部主催の研究発表会に参加することができ、また、平成20年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会での科学技術振興機構理事長賞をはじめとして数々の賞を受賞した。平成20年度の各種研究発表会の参加状況を以下に示す。

	発表会名称	発表形式	受賞結果	年月日
学 会	平成20年度生物系三学会 中国四国支部大会	ポスターセッション	最優秀プレゼンテーション賞	2008/ 5/9
	日本植物学会第72回大会	ポスターセッション	優秀な研究として表彰 (具体的な賞名はなし)	2008/ 9/26
	第50回日本植物生理学会年会特別 企画「高校生生物研究発表会」	ポスターセッション		2009/ 3/22
研 究 発 表 会	SSH国際連携シンポジウム	英語での口頭発表		2008/ 7/31
	岡山大学「高校生・大学院生に よる研究紹介と交流の会」	ポスターセッション		2008/ 7/31
	平成20年度スーパーサイエンス ハイスクール生徒研究発表会	口頭発表 ポスターセッション	科学技術振興機構理事長賞	2008/ 8/2~3
	2008年度清心女子高等学校SSH研 究成果発表会	口頭発表		2008/ 11/1
	第5回高校化学グランドコンテスト	ポスターセッション		2008/ 11/2
	岡山理科大学主催 「わくわく科学の広場」	口頭発表		2008/ 11/22
	岡山県理数科理数コース課題研究 合同発表会	ポスターセッション		2009/ 1/31
	岡山県・岡山光量子科学研究所 主催「集まれ!科学好き」	ポスターセッション	ストリート・サイエンティスト賞	2009/ 2/7
	第4回淡水魚シンポジウム 岡山大会	ポスターセッション		2009/ 3/4



平成 20 年度 中学高校 環境研究発表交流会	ポスターセッション	奨励賞	2009/ 3/8
平成 20 年度 ESD 活動発表交流会 「エコ・ワールド・カフェ in 岡山」	ポスターセッション		2009/ 3/8
女性科学技術者講演会 2009—おこやま 発、サイエンスな女性たち「研究交流会」	ポスターセッション		2009/ 3/14

### 実施の効果

生徒達は多くの時間を費やし、実験データの整理と考察、参考文献を読むなど、発表の準備を入念に行っていた。また、発表を終えた生徒の感想文には、「研究内容について曖昧な理解の部分をきちんと理解し直すことが出来た。」や、「私たちの研究内容が少しでも多くの人たちに理解してもらっていると思うと励みになった。」との記述があったため、仮説どおりの結果が得られたと考えられる。

平成 20 年度は 15 の学会・発表会において発表を行った。昨年度参加した発表会の数は 9 つであったので、発表の機会は大幅に増えている。その中でも、英語での研究発表会に参加したことは今年度が初めてである。理系に進むのであれば、国際学会において英語でプレゼンする機会は頻繁にあるため、そのイメージが出来るようになることは重要であるし、英語でコミュニケーションを取ることにより国際性が高まった。また、高校生や学校関係者のみが参加する研究発表会だけでなく、“第 4 回淡水魚シンポジウム岡山大会”や“平成 20 年度 ESD 活動発表交流会「エコ・ワールド・カフェ in 岡山」”などの一般参加者の多い発表会にも積極的に参加したことは、生徒達にとっても良い刺激となったと考えられる。自分たちの研究について様々な立場の人達にプレゼンすることにより、“聞く人に合わせてプレゼンする技術”が自然と身についたと考えられる。

各生徒が年間を通じて数回の発表をこなすことにより、全体的なプレゼン能力・技術もどんどん高まっていったし、研究意欲も向上している様子もうかがえた。また様々な賞を受賞したことにより、生徒達が自分たちの研究内容について自信と誇りをもつようになった。今年度は SSH 指定から 3 年目であり、“平成 20 年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会”ではポスターセッションに加えて口頭発表も行った。そこで第 6 分科会の代表校に選ばれ、全体会で科学技術振興機構理事長賞を受賞できたことは、発表生徒や共同研究の生徒達にとって非常に大きな励みとなり、今後の大学進路を決定する意味でも非常に大きな成果があったと考えられる。

※主な発表会で使用したポスターセッション資料を参考資料として次ページ以降に示す。

# オオイトサシヨウウオの幼生の飼育について

前田祐伽 樋口智香 長井香依 奥智美 近藤裕季 柴田千穂子 秋山繁治 (清心女子高等学校・生命科学)

## はじめに

世界的な規模で、両生類の仲間が激減する傾向にある。日本でも『日本の絶滅のおそれのある野生生物』として環境省が 2006 年に公表したレッドリストで、両生類、特にサンショウウオ科はランクが上がった種が多く、10 種が絶滅危惧種に指定されている。動物園や水族館では保護の対象になった動物の増殖に役立てる手段として、飼育下での繁殖の試みが始まっているが、両生類について、飼育下での完全な繁殖方法が確立されているものは少ない。本研究では、野外での水中生活で、水質や捕食の影響により特に生息数が減りやすい幼生の時期の“効率的な飼育方法”を確立することを目指した。

## オオイトサシヨウウオについて

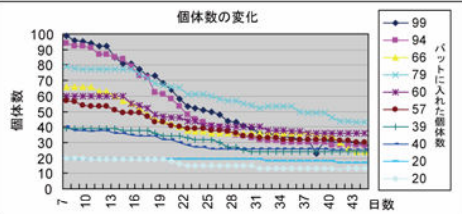
オオイトサシヨウウオは、全長が 10～16cm あり、体色は緑がかかった褐色をしている、止水性の種である (図 1)。大分県、熊本県、高知県の一部に分布している。卵嚢は大きく外膜がしっかりしており、同所的に生息する可能性のあるカミサンショウウオのものとは区別できる (図 2)。繁殖期は 1 月から 3 月で、3～4 週間幼生は孵化する (図 3)。幼生期は水生昆虫などを食べるが、動くものであれば何でも噛みつくので、幼生どうしの共食いをすることも多い。幼生は、5 月～7 月に変態して上陸する。飼育下では 2 年目から産卵が見られることから、約 2 年で性成熟するものもいると考えられる。



図 1. 成体の写真 図 2. 卵嚢の写真 図 3. 孵化直後の幼生

**実験①** 2007 年 4 月 10 日に孵化した幼生を、19 cm × 28 cm (532 cm<sup>2</sup>) のパットに入れる幼生の数を変え、一定量の餌 (冷凍赤虫 4g) を与えて孵化直後から変態 (最初に上陸する個体がでたとき) までを飼育した。

### 【結果】

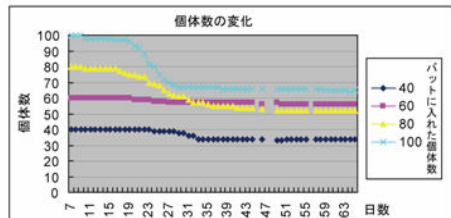


### 【考察】

- 餌をパットあたり一定にしたため、高密度では餌不足が原因で生存率が低下したと考えられる。
- このパットの面積と餌の量では、最多で 43 匹を飼育できる可能性がある。

**実験②** 高密度では餌不足が原因で生存率が下がったと考えられるので、1 匹あたりの餌量が同じになるようにして飼育した。(餌: 0.1g/匹)

### 【結果】



### 【考察】

- 80、100 匹など高密度でも餌量を増やせば多く生き残り、最多で 64 匹飼育できた。
- 幼生の時期は動くものであれば何でも噛みつくので、高密度では四肢の一部が欠損した個体が多くなり、傷が原因で死亡すると考えられる。
- 100 匹で飼育したとき、孵化して 19 日目から 28 日目までに個体数が激減したので、さらにその原因を考えなければならない。

## 実験③

餌の処理の仕方による影響を調べるため、

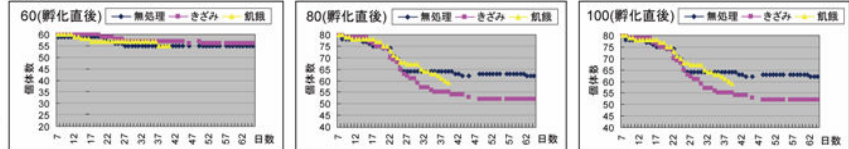
- ・通常どおり餌を与えたもの
- ・餌を刻んで与えたもの
- ・餌を与えないもの

以上の三つの条件下で飼育した。(餌: 0.1g/匹)

### 【考察】

- 80 匹と 100 匹で飼育した場合、成長段階初期では餌を細かくして与えた方が生存率は高かったが、孵化後 22 日目以降からは通常どおり餌を与えた方が生存率は高くなった。
- 孵化後 22 日目以降生存率が低くなったのは、餌を刻んで与えることで水質が悪くなったことが原因と考えられる。
- 餌をまったく与えずに飼育した場合でも、低密度では共食い個体が出現しなかった。

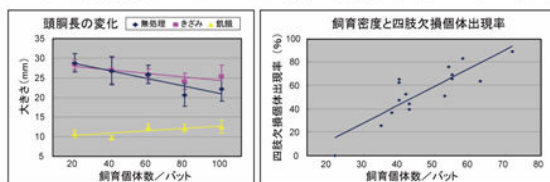
### 【結果】



## 実験④

実験③で、孵化後 63 日目の幼生 (通常どおり餌を与えたもの、細かくして与えたもの) と孵化して 31 日目の幼生 (餌を与えないもの) と頭胴長について調べた。また、密度を変えたパットごとに、最初の上陸個体が出現したときの四肢欠損状況個体の出現率について調べた。

### 【結果】



### 【考察】

- 餌を与えた場合は、高密度条件では低密度条件よりも頭胴長が小さくなった。
- 餌を与えずに飼育した場合は、高密度条件の方が頭胴長が大きくなった。原因は共食いによって栄養を摂取できるためと考えられる。
- 餌を刻んで与えたものの方が全体的に体が大きくなり、密度の影響が少なかった。
- 高密度になるほど、四肢欠損個体出現率は高かった。このことから高密度条件だと共食いの機会が多くなっていると考えられる。

### 【まとめ】

密度の影響・・・低密度で飼育したほうが生存率が高い。しかし適切な量の餌を与え、水質の良い状態に保つことができれば、個体数の減少を抑えられる可能性がある。

餌の影響・・・成長段階によって適切な餌のやり方があると考えられる。

共食いの影響・・・餌不足で高密度で飼育した場合に、共食いの機会が多くなると考えられる。

### 【今後の課題】

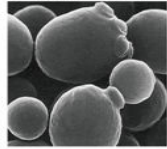
- ・生存率を向上させる餌のやり方についてさらに改善していきたい。
- ・共食い個体の出現時期と密度が関係しているのかについて調べたい。
- ・どの時期に共食い個体が多く出現するのかについて調べたい。

## 花酵母の採取・分類とその働き

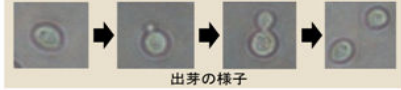
柴田千穂子 奥智美 近藤裕季 長井香奈 樋口智香 前田祐伽 秋山繁治 (清心女子高等学校・生命科学)

### 酵母菌とは

#### ■ 酵母について



- “酵母”は正式な分類群の名称ではなく、生活型を示す名称である
- 一般的に、球形または楕円形の単細胞の子菌である
- 出芽または分裂によって増殖する



出芽の様子

- #### ■ 研究の目的
- ①花の種類とそれぞれに生息する酵母菌との相関性を調べる。
  - ②野生酵母の人間が利用できる機能を調べる。

#### ■ 人間生活との関わり

- パン酵母、清酒酵母などは工業的に利用されている。
- 遺伝子工学の研究で利用されている。



野生酵母とよばれる、花蜜や果実などに生息する酵母菌は、その生態や働きの新たな可能性も盛んに研究が行われている。



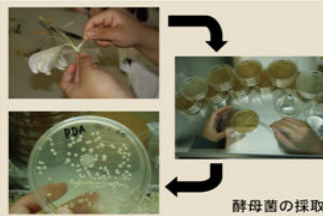
酵母を利用した製品

### 研究内容① 酵母菌の採取・分類

#### ■ 実験方法

- ・校内で咲いていた以下の 11 種類の花から酵母菌を採取

キンギョソウ	イトマ
ゼラニウム	ヒラドツツジ
サツキツツジ	ランの一種
コスモスの一種	ボタン
ペチュニア	パンジー
リュウキュウツツジ	



酵母菌の採取

- ・採取した菌株を以下の①～④の方法で分類

#### ①コロニーの観察

コロニーの大きさ、色などが異なるものをそれぞれ単離



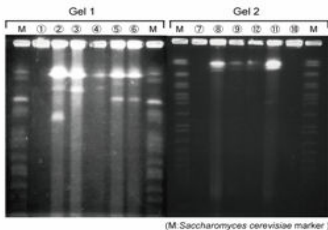
#### ②顕微鏡観察

各々のコロニーからとった細胞を顕微鏡で観察



#### ③染色体数による分類

電気泳動法により、染色体数を測定。

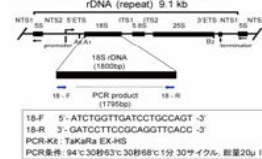


(M: Saccharomyces cerevisiae marker)

#### ④塩基配列による分類

塩基配列から具体的な菌の名前を推測。

【PCR に用いた primer と PCR 条件】



【解読できた 18S rDNA の塩基配列】



- #### ■ 結果
- ①～⑦はイトマ
  - ⑧はヒラドツツジ
  - ⑨⑩はリュウキュウツツジ
  - ⑪⑫はコスモスの一種

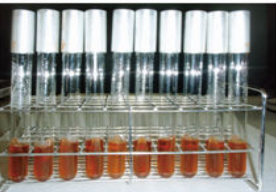
	顕微鏡観察	染色体数	塩基配列の DB 検索結果
①			
②		4	<i>Sarcinomyces</i> sp.
③		3 or 4	
④		2	<i>Schizosaccharomyces pombe</i>
⑤		2	
⑥		3	
⑦			<i>Sarcinomyces</i> sp.
⑧		3	<i>Sarcinomyces</i> sp.
⑨		2	
⑩			
⑪		3 or 4	<i>Sarcinomyces</i> sp.
⑫		2	<i>Sarcinomyces petricola</i>

- ・②と⑧は、同じ種だといえる。
- ・*pombe* はアルコール発酵する可能性がある。

### 研究内容② アルコール発酵能の調査

#### ■ 実験器具

- 簡易ダーラム管



アルコール発酵により発生した CO<sub>2</sub> を試験管内のチューブにためる。

#### ■ 結果



コントロール (協会 7 号、YP1、パン酵母) の管内では CO<sub>2</sub> が発生したが、野生酵母を入れた試験管では発生しなかった。

#### ■ 考察

- ・アルコール発酵をする酵母菌が確認できなかった。
- ・気体がチューブの中にとまりにくい構造であったことが、発生した CO<sub>2</sub> を集めにくくしていたと考えられる。

#### ■ 改良

- ・実験した結果を元に、次の 2 種類の試験管を考えた。
- ・上面で増殖するのを防ぐため、酵母菌が底に沈殿できるように、さらに大きい試験管で培養する。
- ・試験管の入り口に風船を取り付け、発生した二酸化炭素を全て集める。

### 今後の課題

- 年間を通じて、様々な植物から酵母菌を採取し、酵母菌が生息する植物とその外部条件との関連を調べる。
- 今回、顕微鏡観察、電気泳動、データベース検索の結果が一致しなかったものについて、原因を解明していく。
- 同一の植物で、はえている場所によって生息している酵母菌がどのように違うかを調べる。

# 植物における花の開閉リズムと葉の就眠運動リズムの解析

黒住朱杏 佐藤奈緒美 行廣藍 天野沙織 高木桃子 高原由佳子 丹智都瑠 (清心女子高等学校・生命科学)

## 【研究背景と目的】

時間と生命現象との関係についての研究は様々な例があるが、動物に比べ植物の研究例は少ない。植物の具体的な話題としては花時計があり、250年以上前にカール・フォン・リンネが最初の花時計を作った。現在でも花時計は作られているが、開花時刻を正確にまとめたものは少ないので、学校の周辺に生息する野草について調べたら面白いと考えた。よって本研究では、野外での花の開閉時刻を調査して学校周辺の野草についての花時計を作成することから始め、その後、花の開閉リズムを制御する体内時計の存在の証明し、開閉リズムの解析を行うことを第一の目的とした。また、カタバミ科2種の就眠運動リズムに着目し、就眠運動に関わる光受容体の所在を調べ、様々な光周期の下での就眠運動リズムの解析を行った。それらの結果をもとに、カタバミ科2種間での就眠運動リズムの比較を行うことを第二の目的とした。

## 【実験1】野外での花の開閉時刻の調査と花時計の作成

2007、2008年4月初旬から7月中旬にかけて、校内に生息する様々な野草の観察を行い、約1時間間隔で花の開閉状況を写真に記録した。その後開閉時刻の分かった種について花時計を作成した。



図1. 身近な野草についての花時計

## 【実験2】花を開閉させる体内時計の存在の証明と開閉リズムの解析

温度一定条件下でも花の開閉が行われるかどうかを調べるため、野草を鉢に植え替え、温度25℃、明暗12時間周期の条件下で花の開閉の様子をビデオ撮影した(図2.3)。



光・温度一定条件下でも花の開閉が行われるかを調べるため、タンポポの花の咲く地上部分を水あげし、温度20℃、恒暗条件下での花の開閉状況をビデオ撮影した(図4)。そして開閉が見られた11個体の頭花については、開閉時刻を調べた(図5)。

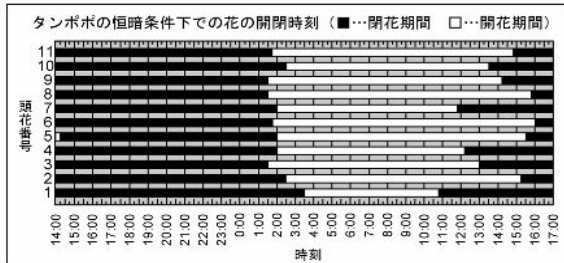


図5. タンポポの温度20℃・恒暗条件下における花の開閉の様子と開閉時刻

図5をもとに、最初に頭花が閉じ始める時刻(A)と、その後、開き始めた時刻(B)と、さらにその後、再び閉じ始めた時刻(C)について頭花1本ずつそれらの間の時間を調べて花の開閉リズムの周期を調べた。それらの平均は

AB間...12.07±0.55時間 BC間...11.75±2.16時間  
AC間...23.82±1.83時間 であった。  
このことから、タンポポの頭花の開閉は、体内時計の制御により、約24時間周期で繰り返すと考えられる。

## 【実験3】様々な光サイクルの下での就眠運動リズムの解析と比較

様々な光サイクルの下でのカタバミとムラサキカタバミが行う就眠運動リズムを調べるため、箱体を以下のような条件に設定したインキュベーター内に入れ、終日ビデオ撮影した。

設定条件	温度: 全て20℃	①明暗12時間周期	②明暗6時間周期	③明暗3時間周期
	光サイクル:	④明暗1.5時間周期	⑤明暗1時間周期	⑥恒暗

その後15分置きに葉の開閉状況を調べた。開閉の判断基準として、葉が閉じた状態から開き始める瞬間から開閉したと判断した(図6)。実験に用いた株全体の中で葉が開いている割合を百分率で表し、光サイクルと合わせてグラフを作成した(図7)。①~⑤は同じ光サイクルで5~7日間連続して記録したデータの時間ごとの平均を取り、⑥は2日間連続して記録したデータの平均を取った。

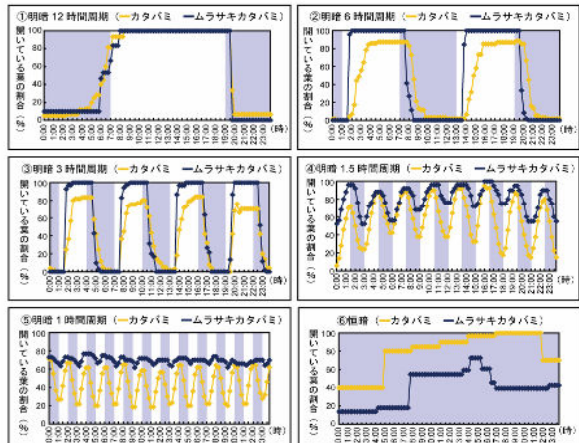


図7. 様々な光サイクルにおけるカタバミ、ムラサキカタバミの就眠運動リズム (□...明期 □...暗期)

## 【実験4】就眠運動に関わる光受容体の所在

就眠運動に関わる光受容体の所在を明らかにするため、ムラサキカタバミの「1枚の葉全体」、「3枚の小葉のうち1枚の小葉のみ」、「小葉が合わさる葉枕」の3つの部分にそれぞれ局所的に光を照射し、就眠運動を行うかを調べた(図8)。

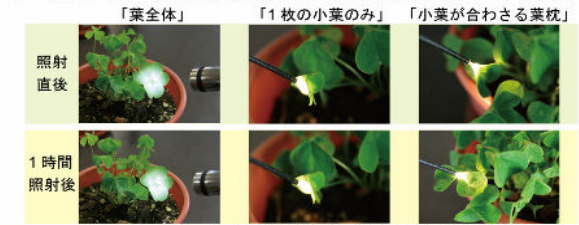


図8. ムラサキカタバミに局所的に光を照射した場合の就眠運動

## 【まとめ】

- ・自然条件下では、気温の変化により花の開閉時刻は前後すると考えられる。しかし、光・温度一定条件下でも花の開閉が行われたので、花の開閉リズム自体は約24時間周期で植物の体内時計により制御されていると考えられる。
- ・カタバミ、ムラサキカタバミの葉は光刺激に反応し、各光周期に同調して就眠運動を行うが、恒暗条件下でも就眠運動リズムが観察されたため、体内時計による制御が働いていると考えられる。また、就眠運動に関わる光受容体は、葉の小葉ではなく葉枕部分に存在すると考えられる。

# イオン液体を用いたエステル化反応の条件検討

清心女子高等学校 課題研究化学班

梶原真理子・小西貴子・多田麻友子・多田羅佑佳・三宅晃代

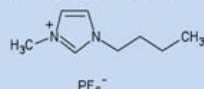
## 研究目的

- イオン液体を再利用可能な溶媒として利用し、環境への負荷が少ないエステル化反応を実現する。
- 高校の設備でも実験可能で、効率的なエステル化反応の条件検討をおこなう。

## イオン液体

常温でも液体の塩で、蒸発しにくい、燃えにくい、電気を伝えやすい、熱に耐えるといったような性質を持ったものがあり、今回は溶媒として使用した。

【使用したイオン液体の1つ】



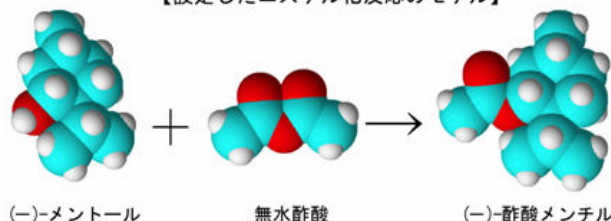
1-ブチル-3-メチルイミダゾリウム  
ヘキサフルオロホスファート



## エステル化

アルコールと酸無水物（またはカルボン酸）という2種類の化合物から、エステル結合を持つ化合物ができることをいう。この反応では、触媒を使用する。

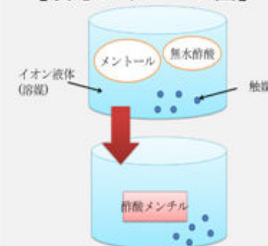
【設定したエステル化反応のモデル】



## 実験手順

- ① イオン液体にメントール、無水酢酸、触媒を加えて、攪拌する。
- ② ヘキサンを加えて再度約1分攪拌し、生成物の抽出を行う。(2回)
- ③ 取り出した溶液に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて混ぜる。必要な部分を残して水の層を捨てる。
- ④ 水を加えて混ぜ、水の層を捨てる。(2回)
- ⑤ 溶液に硫酸マグネシウムを入れて混ぜ、しばらく置いてろ過する。
- ⑥ 三角フラスコに入れ、ヘキサンを蒸発させると目的物が残る。

## 【反応のイメージ図】



## 条件検討

### 検討① 抽出する液体の種類を変える

条件	抽出する液体の種類	生成物回収量
攪拌 15 分 触媒 35mg	ヘキサン	296mg
	ジエチルエーテル	246mg

※触媒=トリフルオロメタンスルホン酸銅(Ⅱ)

### 検討② 抽出するための溶媒量を変える

条件	ヘキサンの量	生成物回収量
攪拌 15 分 触媒 35mg	2mL × 2 回	296mg
	3mL × 2 回	256mg
	4mL × 2 回	273mg

※触媒=トリフルオロメタンスルホン酸銅(Ⅱ)

### 検討③ 攪拌時間を変える

条件	攪拌時間	生成物回収量
触媒 35mg	5 分	297mg
	10 分	306mg
	15 分	296mg
	20 分	318mg
	30 分	305mg

※触媒=トリフルオロメタンスルホン酸銅(Ⅱ)

### 検討④ 触媒の種類を変える

触媒の種類	攪拌時間	触媒の量	生成物回収量
Amberlyst15	15 分	70mg	251mg
		140mg	322mg
	30 分	70mg	365mg
		140mg	310mg
トリフルオロメタンスルホン酸スカンジウム(Ⅳ)	15 分	35mg	312mg

※Amberlyst15 = 酸性のイオン交換樹脂

## まとめ

- ✓ 抽出する液体はジエチルエーテルよりヘキサンの方がよい。
- ✓ 触媒は Amberlyst15 を 70mg、攪拌時間は 30 分で生成物の最高回収量を記録。  
(これが全部酢酸メンチルだとすると、収率 96%)

## 今後の課題

- ・ 攪拌時間や触媒の影響を詳しく調べる。
- ・ イオン液体の種類を換えてみる。
- ・ 連続でイオン液体と触媒が利用できるかを探る。
- ・ 生成物に含まれる酢酸メンチルとメントールの割合を正確に測る方法を検討する。

# 微小磁石の一次元配列の統計的考察

清心女子高等学校 課題研究 数理科学グループ

遠藤愛美 杉本光 原由希子 深川いづみ

吉田江梨香 吉森千智

## 1. はじめに

磁石には鉄を引き付ける性質がある、その性質は温度を高くすると急激に無くなる。鉄原子の配列が熱によって崩れることによる。鉄原子は小さな磁石で、その配列によって磁石になる。この微小磁石の配列の性質がどのようなものであるか、＜カーアクセサリーの方位磁石＞でモデル実験をおこない磁区の大きさなどについて調べた。



## 2 実験方法

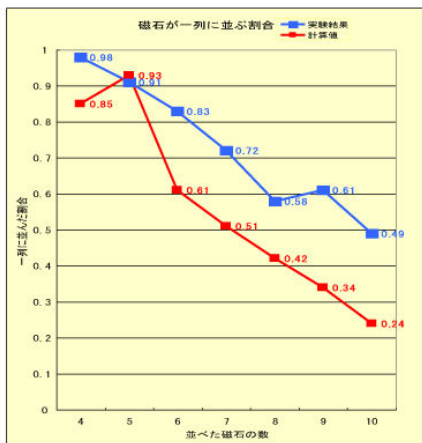
直線に並べた方位磁石に外部から磁場による擾乱を与えランダムな初期条件をあたえ静止したとき逆転の様子を観測する。



## 3 実験結果と計算モデル

**直線配列** 並べる磁石の数が増えるにしたがって向きが逆転する割合の変化を、実験結果と計算モデルで求めた値の差について考察を進めた。

方位磁石がすべて同じ向きに並ぶ割合 (確率) は方位磁石の数によって決まる。数が増えると割合しやすくなる。



### 計算モデル

磁石の状態は右 (1) 左 (0) の2方向のみ。(初期条件の状態数  $2^n$ )

磁石は隣の磁石と同じように並ぶ。両隣が逆のときは向きが変わらない。

例  $\rightarrow (\leftarrow) \leftarrow$  (100) 向きは変化しない

$\rightarrow (\leftarrow) \rightarrow$  (101)  $\Rightarrow \rightarrow (\leftarrow) \rightarrow$  (111) 真ん中の向きが変わる

操作の例 ( $n=4$ の時) \* 初期条件によって不安定な配列が生じることがある

初期値	0111	1101	1010
1回操作	1111	1110	0101
2回操作	1111	1111	1010
	安定	安定	不安定

**環状配列** 微小磁石を環状のときの計算と実験を比較した。

環状と直線状の比較 (10個の磁石が同じ向きに並ぶ割合)

	直線	環状
実験	0.49	0.63
計算値	0.24	0.24

実験結果は環状のほうが同じ向きに並ぶ割合が大きくなった。計算値では直線と変化がなかった。



## 4. 考察

実験の測定結果と計算値の傾向は似ているが差が大きい。これはモデルとして単純すぎるためと思われる。

磁石の数が増えると、計算量が2倍と膨大になるため計算方法の検討が必要である。

# 飼育下でのオオイトサシヨウウオの人工繁殖

清心女子高等学校・生物部

## 1. はじめに

オオイトサシヨウウオは 2000 年環境省のレッドデータブックの「絶滅危惧Ⅱ類 (VU)」に指定されている種である。大分県を中心とした九州、四国のごく限られた地域に生息しているが、多くの繁殖場所が圃場整備などの人為的な改変で奪われている。高知県では 1970 年代に発見された後、新産地の発見はない。変遷後の生活場所となる周囲の森林や濁水しない水辺環境も失われているので、近年、個体数の激減が推測されている。1997 年からオオイトサシヨウウオの卵からの飼育に取り組み、繁殖できる段階まで成長した個体が確保できたので、実験室内飼育下での繁殖を試みた。

### 【飼育下の繁殖】

飼育下で繁殖させる方法に、

- ①開腹して、卵巣、輸精管を取り出して受精させる方法
- ②ホルモン注射などを行い、繁殖行動を誘発する方法
- ③自然産卵を模した飼育環境を与える方法

などがある。

今回は親個体を殺してしまう方法（希少野生動物には適さない）は避け、ホルモン注射をして、開腹しないで卵巣と精子を採取して受精させる方法と、水槽で自然産卵させる方法を試みた。

## 2. オオイトサシヨウウオについて

### 【特徴】

大分県（本研究では大分県産を使用）では、産卵期は 1～2 月が中心で、コイル状に巻いた形の卵を産む。枯れ枝、草、石などに産み付ける。片卵巣に 40～70 個の卵を含んでいる。繁殖場所は、山沿いに上り詰めたため池の浅い水域や、流れの緩い水田側溝、湿地の水溜りである。同所に生息する可能性があるカシミヤシヨウウオとよく似ているが、全長 10～16cm で、カシミヤシヨウウオ（8～10cm）より大きく、カシミヤシヨウウオのような上下に黄色い線取り（条線）はない。また、卵巣も大きく細くない。（図 1～3）



図 1. 卵巣の写真 (右: オオイトサシヨウウオ 左: カシミヤシヨウウオ) 図 2. 孵化直後の幼生 図 3. 上: 1 年目成体 下: 3 年目成体

### 【生活環】



図 4. オオイトサシヨウウオの生活環 (※) 飼育下では雌が 3 年で性成熟した例がある (『改訂・日本の絶滅のおそれのあるレッドデータブック野生生物』)。

### 【9 年間の体重・頭胴長の推移】

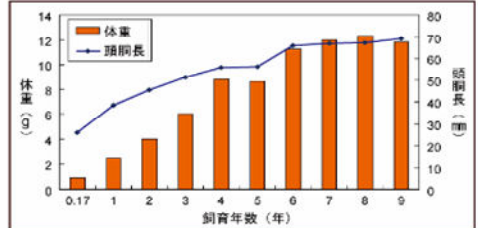


図 5. 飼育個体（1 年目～9 年目個体）の体重・頭胴長の推移

### 【性成熟に要する年数】

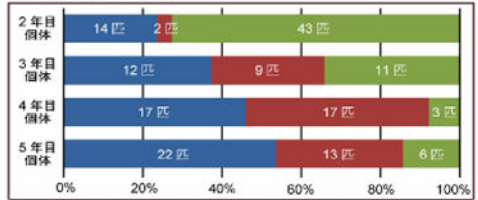


図 6. 性成熟に要する年数 (■雄 ■雌 ■不明) 雌雄の判断は、ゴナトロピンを注射して、産卵すれば雌、精子を放出すれば雄とした。

## 3. 水槽での産卵

120cm×60cm 水槽に 15cm×10cm の合板に 3 本の竹ひごを挿した産卵床を設置して産卵させた。雌雄の区別は 12 月から明らかな性徴が表れる。雄の頭部は幅広く、やや角ばった頑強な形態に変化し、雌の頭部は丸みを帯びた形態のまま変化しない。総排 outlet 周辺にもそれぞれ変化が現れる (図 7、8)。また、雄は尾が幅広く大きくなるのに対し、雌は卵の成熟とともに腹部が膨らむ。他に雌は行動的になり、水中で雄を待機するようになる。



図 7. 繁殖期の雄 図 8. 繁殖期の雌

### 【水槽での産卵の観察】

1. 雄が行動的になり、水槽内を動き回るようになる。
2. 雌が支持物（竹ひご）にしがみつく。(図 9 写真①)
3. 雌が体を細かく震えさせながら、卵巣の先端を支持物に付着させる。(図 9 写真②③)
4. 雌に雄が群がってくる。(図 9 写真④)
5. 雌は意識がないような状態になり、雄が雌の身体や卵巣にしがみついても放精する。(図 9 写真⑤⑥)
6. 雄の行動がだんだん緩慢になる。(図 9 写真⑦)
7. 雄が卵巣から離れていく。(図 9 写真⑧)

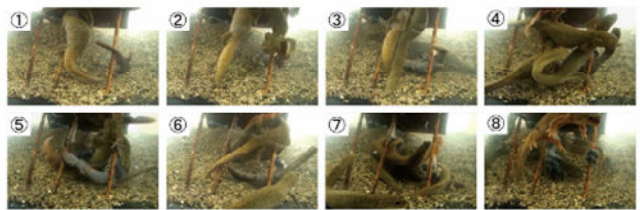


図 9. 水槽での産卵

## 4. 人工受精

### 【人工受精の手順】

1. 雌雄の成熟…卵と精子のどちらかが未熟又は過熟ならば人工受精は成立しない。年間を通しての日常的な観察から繁殖期のピークを雌雄の外見的性徴で判断した。
2. 精子の採取…繁殖期の雄にゴナトロピン 100 単位を注射して精子の成熟を促し、注射後 4 日目に精子を採取した。注射後 30 日以上経ても精子が採取できた。
3. 採卵…繁殖期の雌にゴナトロピン 100 単位を注射して産卵を誘発し、注射後 3 日目に、総排 outlet から卵巣のゼリーの端をピンセットで引っ張り出して採取した。
4. 受精…取り出した卵巣に雄から採取したばかりの精子を塗り、5 分程静置した後、1/10 SB 液を注ぐという方法で受精させた。

### 【結果】

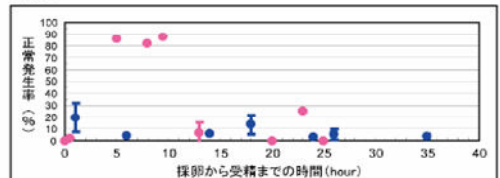


図 10. 2007・2008 年の人工受精結果 (●07 年結果 ●08 年結果) (野外での正常発生率: 2006 年臼杵市調査 (卵巣 15 対) 96.3%)

## 5. まとめ

- ・2 年で繁殖可能な段階に性成熟する個体を確認した。また、性成熟は一律ではなく、経年的に繁殖可能な個体の率が増加していく形で進む。
- ・飼育下では、繁殖可能な段階に雄の方が早く到達し、多くの個体は、ほぼ 3 年で性成熟する。
- ・8 年目でも産卵が確認でき、9 年目でも性徴が見られることから、9 年間は繁殖が可能である。
- ・人工受精で、野外と同じ程度の正常発生率を達成できるが、人工受精では、卵の状態が正常発生率に大きく影響すると考えられる。

## 清心学園 校内樹木調査

清心女子高等学校・生物部

### 清心学園校内樹木調査と樹木観察資料集の作成

清心女子高等学校生物部・植物学研究班は、校内に生育する樹木の所在をまとめた校内樹木所在図の作成と、目につきやすい約 70 種の樹木について、葉のスケッチを中心に、観察の参考になる解説を加えた校内樹木観察資料集の作成を行った。本校校内周辺を 6 つの区画に分け、分担して調査し、樹木の名前を図鑑やインターネットで調べて地図に書き込む作業を繰り返し行った。その後、ワープロで植物名をプリントし、それを地図に貼り付けて図を完成させた。(図 1)。

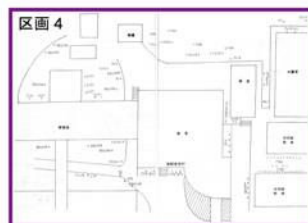
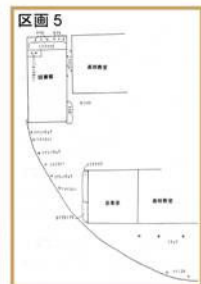
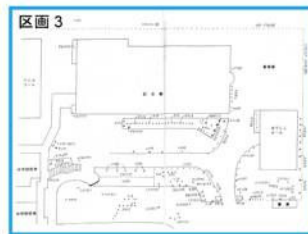
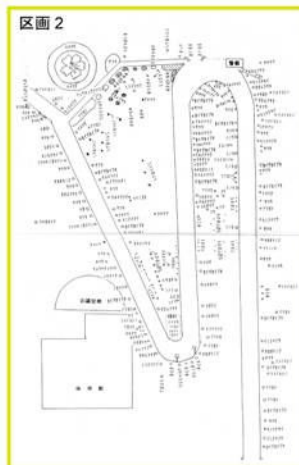
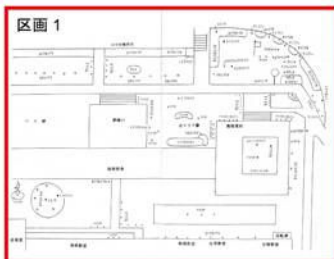


図 1. 本校校舎とその周辺に生育する樹木の調査結果

(清心学園樹木観察資料集より一部抜粋)

区画 1～6 内それぞれについて生育する樹木名を記した。校内の樹木観察をさらにしやすいために、樹木観察資料集本体には、樹木の葉のスケッチと樹木の説明文章を加えた。



# 校内に生育するマツの比較とマツの気孔の汚れの調査

清心女子高等学校・生物部

## はじめに

清心女子高等学校・植物学研究班は、校内に生育する樹木の所在をまとめた校内樹木所在図の作成を行った。その際にクロマツ・アカマツ・リギダマツの3種のマツが観察できたが、それらの違いについてまとめ、校内で樹木観察をする人達に向けて情報を提供することを第一の目的とした。また、マツの気孔に付着する汚れについてその原因を調査するとともに、本校のマツの気孔の汚れ具合を調べることを第二の目的とした。

## 校内に生育するマツの比較

校内に生育するクロマツ・アカマツ・リギダマツについて葉の外観による比較を行った(図1、2)。また、クロマツとアカマツについては葉の断面を観察し樹脂道の数と比較した(図3)。



マツの名称	松葉の本数
クロマツ	2
アカマツ	2
リギダマツ	3

図1. マツの葉の外観(左)と松葉の本数の比較(右)



図2. クロマツ(左)とアカマツ(右)の全体的特徴  
アカマツの葉は細くて柔らかく、冬芽は赤褐色であるのに対し、クロマツの葉は太くて硬く、冬芽は灰白色である。

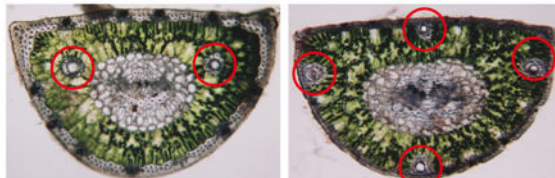


図3. クロマツ(左)とアカマツ(中)の樹脂道の比較  
クロマツの樹脂道は葉肉内に存在し、アカマツの樹脂道は葉辺に存在する。

## クロマツの樹脂道に関して文献との比較

クロマツの樹脂道について、観察結果と文献の記載とを比較した。文献には「葉肉中に3個」とあるが、観察では記載とは異なる以下の3点を確認した。

- ・個体によって、数が異なる(2~8個)
- ・同じ個体でも、葉によって数が異なることがある
- ・葉肉中に数個、葉辺にも1個混在の葉(樹脂道混在型)もある(図4)。



図4. クロマツの樹脂道混在型

## マツの気孔の汚れの調査

マツの葉の観察を行うと、黒い汚れをもつ気孔が多数見られた(図4)。そこで以下の2点について調査を行った。

- ・マツの気孔の黒い汚れの原因調査
- ・本校のマツの汚れ具合の調査

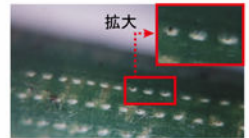


図4. 汚れの付着したマツの気孔

## 【マツの気孔の黒い汚れの原因調査】

仮説: 排気ガスをビニル袋に採取し、底にたまった微小な粒子を観察したところ黒色だった。よってマツの気孔の黒い汚れは、車の排気ガスが主要な原因である。

実験: 仮説を検証するため、下の1~4の順序で実験を行った。

1. 交通量の多い岡山市の吉備津神社参道(図5)と、砂川沿いの県道の南北(図6)で、道路からの距離が0m、50m、100mの場所にあるアカマツ各1本を選ぶ。
2. 各マツについて、地上1.5mの高さにある一昨年に出た葉を採集する。
3. 採集した葉から任意の30本を取り出し、各葉を顕微鏡で観察する。観察した気孔50個のうち、黒い汚れの出現率(%)を記録する。
4. 各個体ごとに出現率の平均値を求める。



図5. 吉備津神社参道



図6. 砂川沿いの県道

結果: 道路からの距離と黒い汚れ出現率の平均との関係を図7に示す。

道路からの距離(m)	0	50	100
黒い汚れ出現率の平均(%) (吉備津神社参道)	47.4	26.1	21.1
黒い汚れ出現率の平均(%) (砂川沿いの県道南)	27.9	15.5	10.6
黒い汚れ出現率の平均(%) (砂川沿いの県道北)	37.2	21.6	18.3

図7. 道路からの距離と黒い汚れの出現率との関係

考察: 3つの場所のいずれにおいても、車の交通量が多い道路に近いほど黒い汚れの出現率が高いことから、仮説が正しいといえる。

## 【本校のマツの汚れの具合の調査】

実験: 本校のマツの汚れ具合を吉備津や砂川のアカマツと比較した。また、葉のある高さで黒い汚れ出現率の平均との関係も調査した。

結果①: 道路からの距離0mにおけるアカマツの気孔の汚れ具合を図8に示す。

データ採取場所	吉備津	砂川南	砂川北	清心A	清心B
黒い汚れ出現率の平均(%)	47.4	27.9	37.2	4.2	2.2

図8. アカマツの汚れ具合の比較(清心ではバスが通る坂道沿いの2本を調査)

結果②: マツの気孔の汚れ具合と高さとの関係を図9に示す。

高さ	清心A	清心B	清心C	清心D	清心E
1.5m	4.2	2.2	—	—	11.2
7.0m	—	—	20.9	22.9	37.3

図9. マツの気孔の汚れ具合と高さとの関係(清心A~Dはアカマツ、清心Eはクロマツ)

考察: 図8から、他の場所に比べ本校のマツの気孔の汚れ具合は少ない。また図9から、7.0mの高さの葉の方が1.5mの高さの葉より汚染率が高い傾向がみられる。

## まとめ

本研究結果から、クロマツ・アカマツ・リギダマツの3種については松葉の本数・硬さ・樹脂道をもとに区別できるが、クロマツの樹脂道については葉によって異なる場合があることが明らかになった。また、マツの気孔の汚れの原因は排気ガスであるが、本校のマツは周囲の道路が国道や県道に比べて交通量が少ないため、あまり汚れていないこと、高い位置にある葉の方が比較的汚染率が高いということが分かった。

# 清心女子高等学校生命科学コース

現在の日本では、個性・能力を生かして社会に貢献できる女性が社会的に期待されるようになり、これまで活躍することが厳しかった自然科学の分野でも女性の活躍が期待されています。本校は平成20年度より、文部科学省からスーパーサイエンスハイスクール（SSH）に指定され、「生命科学コース」の導入から出発する女性の科学技術分野での活躍を支援できる女子校での教育モデルの構築」という研究開発課題のもと、科学教育とそれを支える語学教育を十分に学べる機会を準備し、女子の理系進学を積極的に支援しています。

## 清心女子高等学校 SSH スタディーサポートシステム

知識 体験 研究

・基礎となる総合的な学力の育成 ・英語、数学、理科の授業を重点配分

通常授業科目以外の特徴的な活動

「野外実習」  
鳥取大学と連携  
「沖縄研修旅行」  
自然の直接体験  
リーダーシップの育成

学校設定科目  
「生命」  
専門家による講義

学校設定科目  
「生命科学基礎」  
「実践英語」  
「生命科学実習」  
岡山大学・岡山理科大学と連携

「ボルネオ海外研修」  
マレーシア国立サバ大学と連携  
国際理解 環境学習

学校設定科目  
「生命科学課題研究」  
問題解決能力の育成

～清心女子高等学校 SSH がめざすもの～

- (1) 女性の科学技術分野での活躍を支援できる教育課程、教育内容の開発
- (2) 「生命」を科学的に捉える視点の育成
- (3) 女性の積極的に学ぶ姿勢とリーダーシップを育てる教材と指導法の開発
- (4) 国際的な科学技術系人材の育成をめざした教育内容の開発
- (5) 大学や研究機関と連携した教育体制の構築

### 女子の理系進学を支援するさまざまな取り組みの詳細

#### 「生命科学実習」

「生命科学実習」では、大学の実験設備を利用した実習を取り入れています。1年生は岡山大学生命工学部で3回の実習、2年生では岡山理科大学理学部で2回の分子生物学実習を行っています。



生物工学の実習（岡山大学） 分子生物学の実習（岡山理科大学）

#### 「生命」

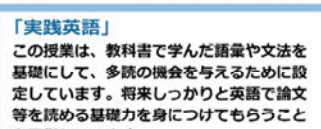
この授業では、人には多様な考え方が存在することを認識することから出発し、最終的に生徒自身が「どのように生きるか」を再考することを目的としています。様々な連携機関から外部講師を招き、様々な視点から「生命」を捉えます。



専門家による講義「形骸家の視点から」 専門家による講義「臓器移植について」

#### 「生命科学基礎」

生命科学基礎では、パソコンソフトやデジタルカメラ、研究機器の使い方を学んだり、プレゼンテーションの練習をすることで、将来大学に必要なスキルを身につけます。



「実践英語」  
この授業は、教科書で学んだ語彙や文法を基礎にして、多読の機会を与えるために設定しています。将来しっかりと英語で論文等を読める基礎力を身につけてもらうことを目指しています。

#### 「野外実習」

自然の直接体験をする機会を与えるため、鳥取大学フィールドサイエンスセンター教育研究林（森の森）で徹底的に森林について学習します。主な植物を覚えることから始め、色々な道具を使って樹齢・樹高を調べる学習をし、その後実際に森林で調査します。



ヒノキ林で枝打ちの実習

#### 「沖縄研修旅行」

「生命科学」を学ぶ者には自然環境についての理解が絶対必要であるということから、この研修旅行を企画しました。西表島を研修場所を選び、研究者の講義と自然の直接体験を中心とした内容で実施しています。



ニシキヘビに触れる

#### 「ボルネオ海外研修」

マレーシア国立サバ大学と連携し、『環境学習』を中心とした研修を行っています。熱帯生物保護研究所の先生方の全面的な協力により、環境をテーマにした講義や、キナバル山、マングローブ林での自然観察、野生動物との出会いなど豊富な内容です。



ボルネオ島の自然についての解説

#### 「生命科学課題研究」

「生命科学課題研究」では、様々な実験機材を整備し、4つのグループに分かれて研究を進めています。大学と連携し、より深い研究をしています。

- (1) 発生生物学グループ  
現在、オオイトササンショウウオとカスミサンショウウオを用いて、人工受精の方法の確立と孵化後の幼生の良好な飼育条件を見つけることを目指しています。具体的に人工受精については、受精後の正常発生率を上げることなど、そして幼生の飼育については、飼育密度、餌、共食いの影響などを調べて好ましい条件を見つけることを研究しています。
- (2) 時間生物学グループ  
生物が体内に持つリズムに着目し、特に花について体内時計による花の開閉リズムや、葉の就眠運動リズムの解析を行っています。また、そのリズムと周りに生息する昆虫との関係性についても考察しています。
- (3) 生物工学グループ  
現在、花や果実と比較的によく生息しているといわれる「花酵母」（野生の酵母）の取得に取り組んでいます。花の種類と分布する酵母の種類の間を分析することで、生態系の理解が深まるのではないかと考えています。
- (4) 環境化学グループ  
特に最近注目を集めるイオン液体を使って化学反応をやってみることを題材とし、そのテーマは環境負荷を少なくすることに目を向けた化学である「グリーンケミストリー」をテーマにして取り組んでいます。

### サンショウウオの保護 ～絶滅危惧種の救済～

世界的な規模で、両生類の仲間が激減する傾向にあります。日本でも『日本の絶滅のおそれのある野生動物』として環境省が2006年に公表したレッドリストで、両生類、特にサンショウウオ科はランクが上がった種が多く、10種が絶滅危惧種に指定されています。しかし、両生類の増殖に役立てるための、飼育下での完全な繁殖方法はあまり確立されていません。本校では、1989年から岡山市内のカスミサンショウウオの卵を幼生上陸直前まで飼育し、放流する活動を行うとともに、飼育下での繁殖にも取り組んできた歴史があります。現在はそれらの活動に加えカスミサンショウウオの生息地の復元や、絶滅危惧Ⅱ類のオオイトササンショウウオの人工繁殖法を確立させ、絶滅危惧種の保護活動に貢献しています。



オオイトササンショウウオの飼育下での産卵



生息地の復元作業



幼生の放流



放流した池に産みつけられた卵

### SSH全国大会で

「科学技術振興機構理事長賞」受賞！

平成20年8月7～8日に横浜で開催された「平成20年度SSH生徒研究発表会」にて、本校の「サンショウウオの人工繁殖」というテーマの研究発表が、全国レベルで高く評価され、「科学技術振興機構理事長賞」（全国第2位に相当する賞）を受賞しました。この受賞は、岡山県勢SSH校としては初めて、私立女子校としては全国初となる快挙です！！



### 3-6 生命科学実習

#### 目的

大学において、高校で学習する内容よりも高度な内容の実験を、大学の教員や学生の指導の元で体験することにより、科学分野に対する興味、関心を喚起する。また、大学という場所に足を踏み入れることで、進学を意識させ、主体的な進路選択と高校での学習に対する真摯な姿勢を養う。

#### ●高大連携事業「生命科学実習Ⅰ」（生命科学コース第1学年随時）

#### 今年度までの流れ

SSH 1年次より福山大学と連携し、年3回の実習を行っているが、2年次および3年次（本年度）も同様に年3回の実習を行った。福山大学生命工学部の中で、生命工学科、海洋生物学科、生命栄養科学科の3つの学科で実習を行い、生物学において幅広く知識・技術を得ることができている。実習はおもにグループに分かれて行き、各グループにそれぞれ大学の先生とTAがついての指導であるのできめ細やかな指導を実現している。

#### 内容・方法

年間の活動計画は次の通り。

学期	月	実施場所	テーマ
1	6	福山大学生命工学部生命工学科	生命科学実習Ⅰ① 「大学の実験室や研究室を覗いてみよう」
2	9	福山大学生命工学部海洋生物学科	生命科学実習Ⅰ② 「海洋生物の研究」
2	12	福山大学生命工学部生命栄養科学科	生命科学実習Ⅰ③ 「食品栄養学実験」

実施内容の詳細を以下に示す。

#### ■生命科学実習Ⅰ①「大学の実験室や研究室を覗いてみよう」

実施日時：平成20年6月14日（土）10:30～16:00

実施場所：広島県福山市学園町1番地三蔵 福山大学生命工学部生命工学科

内容（概要）

1. 講義「生命科学とは何だろう」「生命科学ではどんな実験をするの？」（講師：秦野琢之先生）
  2. 実験内容説明
  3. 生物・化学実験
    - ① 見る技術
    - ② 微生物と親しむ
    - ③ 遺伝子組換え大腸菌を用いた植物酵素の分解
    - ④ クロマトグラフィー
    - ⑤ Let's try 酵素分析法
    - ⑥ DNAの単離と電気泳動による解析
    - ⑦ 色の変化について
  4. 質問コーナー
- ※ 実験はグループに分かれて①～⑦の中から1つを体験

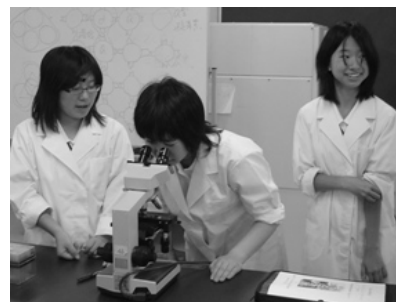
## 活動の様子



講義風景



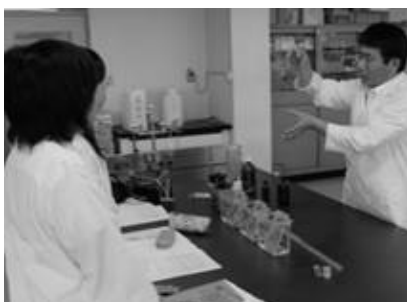
実験①



実験②



実験③



実験④



実験⑤

### ■生命科学実習 I ②「海洋生物の研究」

実施日時：平成 20 年 9 月 27 日（土）10:30～16:00

実施場所：広島県福山市学園町 1 番地三蔵 福山大学生命工学部海洋生物科学科

内容（概要）

1. 講義「生物の多様性と共通性」（講師：三輪康彦先生）

2. 実験内容説明

3. 生物実験

① 海洋動物の形態観察

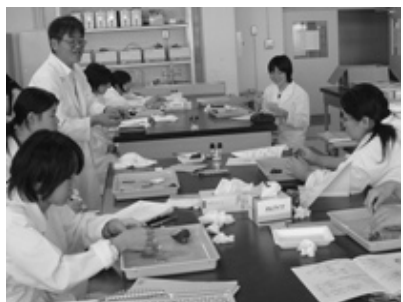
② 魚の解剖

③ 海藻の光合成色素の分離

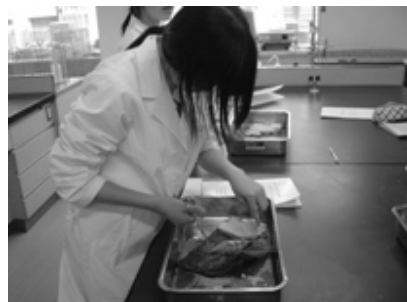
※ 実験はグループに分かれて①～③の中から 1 つを体験

4. 質問コーナー

## 活動の様子



実験①



実験②



実験③

■生命科学実習 I ③「食品栄養学実験」

実施日時：平成 20 年 12 月 17 日（土）10:30～16:00

実施場所：広島県福山市学園町 1 番地三蔵 福山大学生命工学部生命栄養科学科

内容（概要）

1. 講義「栄養とは？～ヒトの身体や食物から探ろう～」（講師：石井香代子先生 廣井祐三先生）
  2. 実験内容説明
  3. 栄養学実験
    - ① 食品機能科学実験
      - ・食品中のビタミン C の測定
      - ・調理によるビタミン C の分解
    - ② 運動栄養学実験
      - ・安静時代謝量の算定
      - ・糖分を分解する運動と脂肪を分解する運動
- ※ 実験はグループに分かれて①②のいずれかを体験
4. 質問コーナー

活動の様子



講義風景



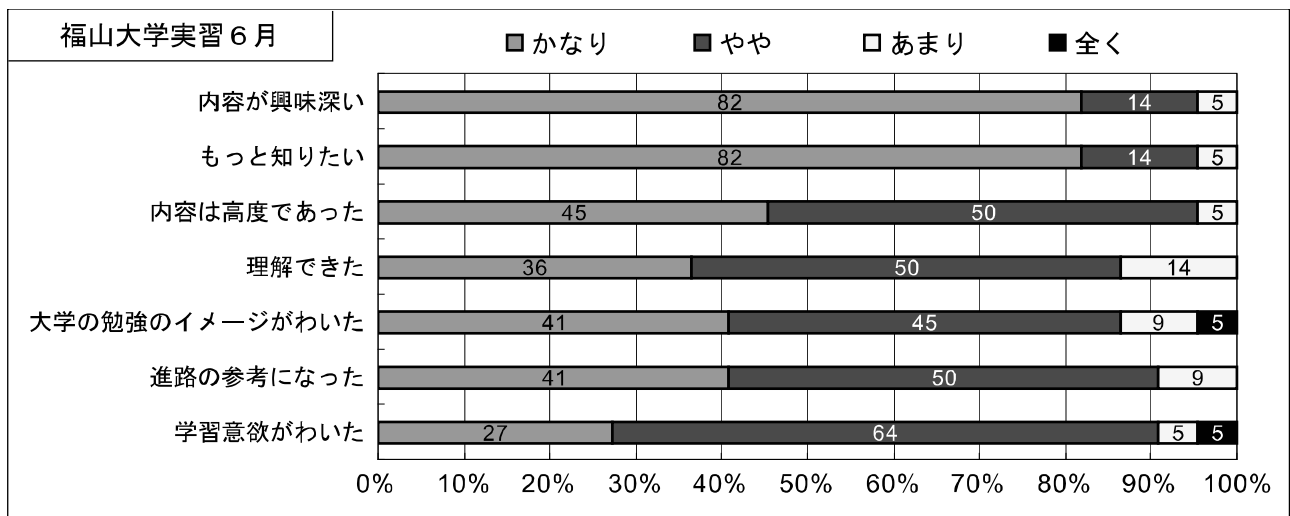
実験①

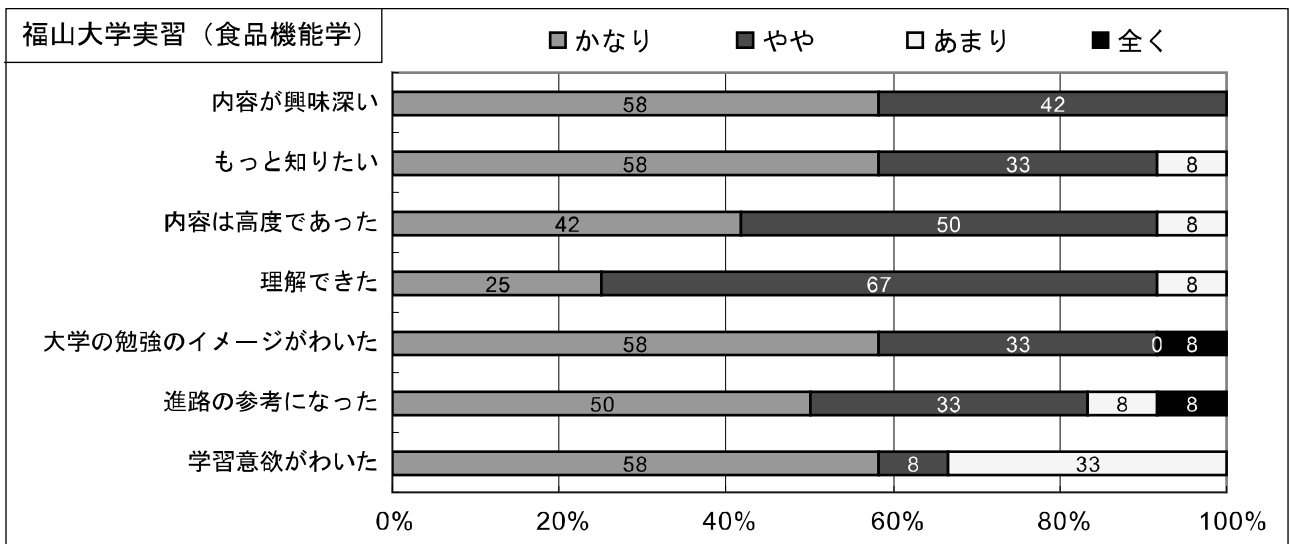
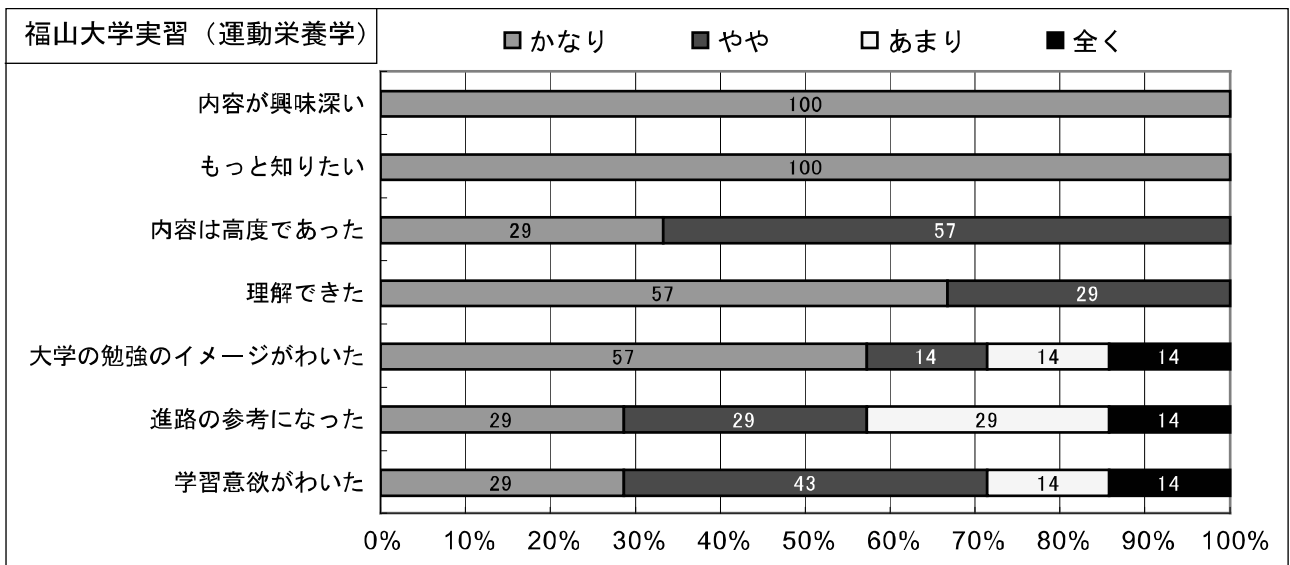
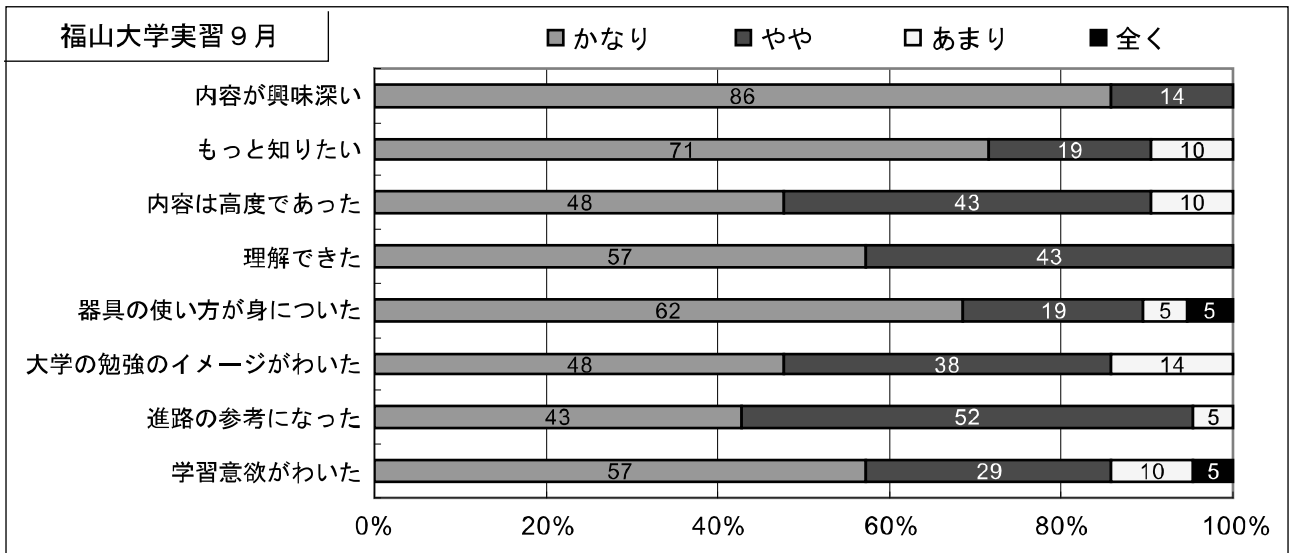


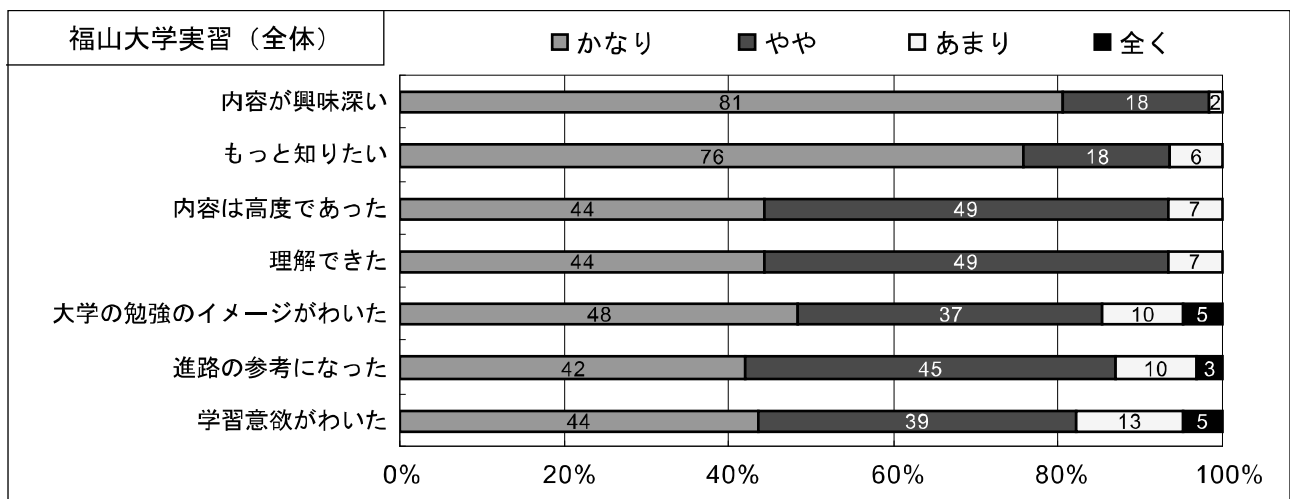
実験②

**検証・評価**

仮説を検証するため、生命科学実習 I（福山大学との高大連携講座）の実習後にとったアンケート結果を示す。







生命科学コースは、将来理系進学を考えている生徒が大半であるため、実習に対する評価は高く、実習内容について「興味深い」「もっと知りたい」という項目に対して、9割以上の生徒が「かなりあてはまる」「ややあてはまる」と回答した。また、内容が高度であっても「かなり理解できた」と回答した生徒が4～5割以上いた実習に対しては、「興味深くもっと知りたい」と回答する割合が7割を超えるのに対し、「かなり理解できた」と回答した生徒が3割以下の実習に対しては、「興味深くもっと知りたい」と回答する割合が6割以下と減少することから、高度な内容であっても理解できたと実感することで興味関心が高まると考えられる。実習内容のレベルが適当であるかどうかは大切なポイントである。

実習を通して「大学の勉強のイメージがわいた」「進路の参考になった」と回答する生徒も実習合計でみると8割を超えており、大学進学への意欲や主体的な進路選択への意識が高まったと考えられる。

### ●高大連携事業「生命科学実習Ⅱ」（生命科学コース第2学年随時）

#### 今年度までの流れ

1年次より実施した年間の流れをほぼ踏襲している。「生命科学実習Ⅱ」は岡山理科大学理学部との連携で年2回実施した。この連携については、1年次は岡山理科大学の「女子中高生理系進路選択支援事業」の一環として実施したが、2年次および3年次（本年度）は本校SSH事業の一環として連携をお願いすることとなった。実習におけるTAは女子学生の比率を高くしてもらうなど、細かな点は改良を加えていっている。

#### 内容・方法

年間の活動計画は次の通り。

学期	月	実施場所	テーマ
2	9	岡山理科大学理学部生物化学科	生命科学実習Ⅱ① 「ゲノムDNAの抽出とDNAプロファイリング」
3	3	岡山理科大学理学部臨床生命科学科	生命科学実習Ⅱ② 「尿タンパク半定量検査」

実施内容の詳細を次ページより示す。

●生命科学実習Ⅱ①「分子生物学実習」

実施日時：平成20年10月 4日（土）10時00分から17時00分まで

実施場所：岡山県岡山市理大町1-1 岡山理科大学理学部生物化学科

内容（概要）：

1. 講義「DNA とは」（講師：南喜子先生）
2. 実習「DNA の可視化」：ヒトの口内上皮細胞の採取、タンパク質除去、DNA の析出、瓶封入
3. 講義「遺伝子操作と DNA プロファイリング」（講師：南喜子先生）
4. 実習「DNA プロファイリング」：PCR、電気泳動、染色による PCR 法模擬プロファイリング  
（午後実習中随時、DNA シークエンサー、培養室、低温室の見学）

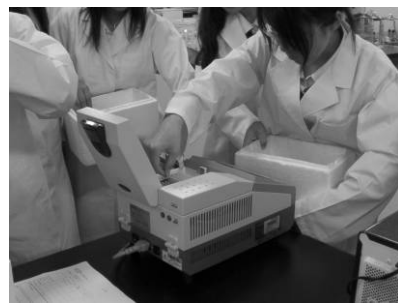
活動の様子



講義風景



DNA の析出



PCR 準備



DNA シークエンサー見学



電気泳動準備



染色

●生命科学実習Ⅱ②「尿タンパク半定量検査実習」

実施日時：平成21年 2月 7日（土）13時30分から16時00分まで

実施場所：岡山県岡山市理大町1-1 岡山理科大学理学部臨床生命科学科

内容（概要）

1. 講義「臨床検査とは」（工藤芳子先生）
2. 講義「尿に関する基礎知識と尿検査について」（TA 3人）
3. 実習「尿タンパク半定量検査」  
試験紙法（目視、自動分析器）、スルホサリチル酸法、煮沸法、尿沈渣
4. まとめ

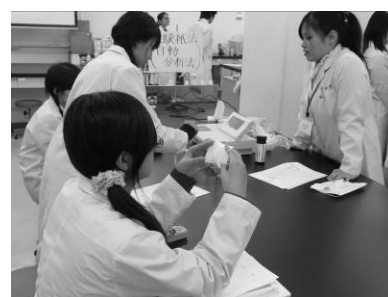
活動の様子



講義風景

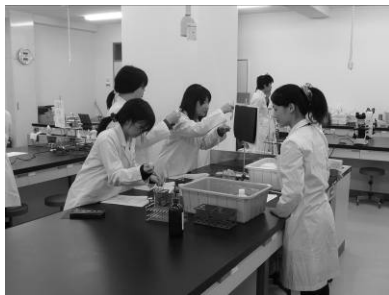


試験紙法（目視）



試験紙法（自動分析器）





スルホサリチル酸法



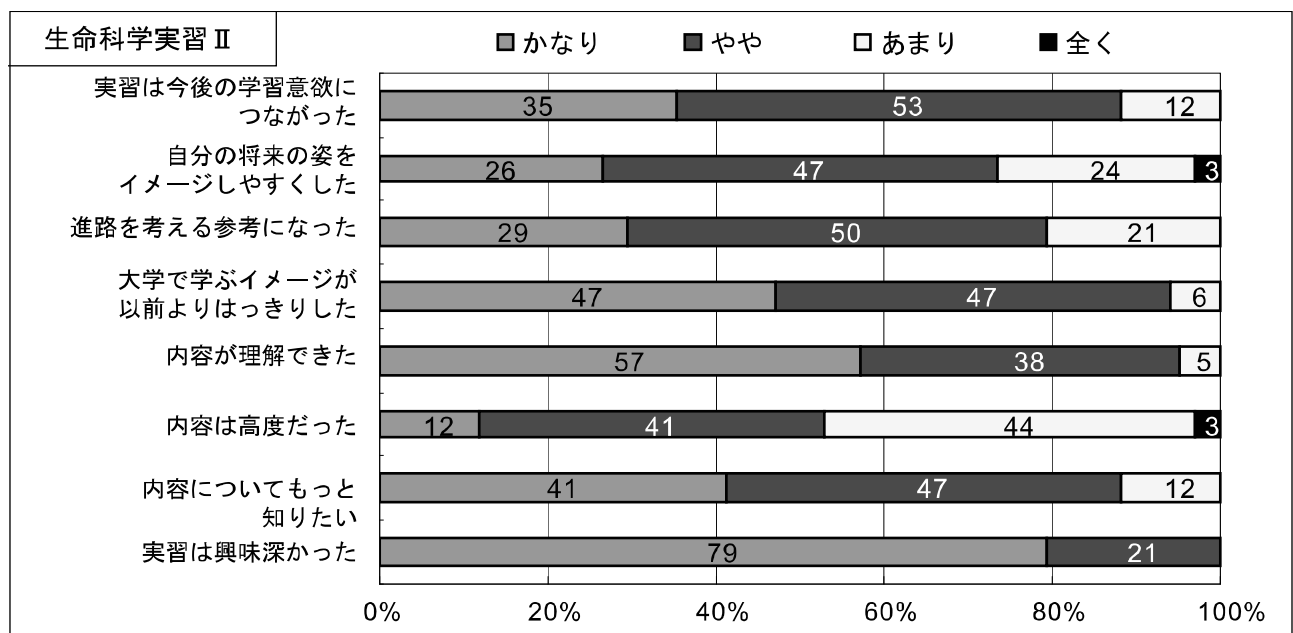
煮沸法



尿沈渣観察

**検証・評価**

実習後に実施したアンケート結果は次のようになった。



実習内容は興味深く感じており、「もっと知りたい」という知的好奇心を少しでも感じた生徒は9割に迫る結果となっていることから、科学分野への興味、関心の喚起には十分な効果があったと言える。これらの実習においては、内容的に「高度である」とはあまり感じていない傾向がでていたため、難しく感じさせないような工夫された実習の組み立てになっていたと考えられ、これを反映して内容の理解に繋がっているという因果関係が推測できる結果になっている。大学や進路、将来の自分といったものに対しても、少なからずイメージの確立に良い影響を与えていると見ることができる。また、学習意欲に少しでも繋がった生徒が9割近くと高い値を示しており、全般的に目的に沿った成果が得られていると言える。