

## V 基礎生物学プログラム

- ・ 生物科学専攻
- ・ 生物科学科



## 1 基礎生物学プログラム・生物科学専攻

理学研究科生物科学専攻は平成5年4月に「生命の多様性を生み出す普遍法則と情報の探求」及び「フロンティアを拓き国際平和に貢献する独創的人材の育成」を教育・研究目標として誕生した。本専攻は、令和元年度に統合生命科学研究科基礎生物学プログラムに改組された。

### 1-1 プログラム・専攻の理念と目標

今日の科学技術の発展は基礎科学の基盤の上に成り立っていると見え、独創的な応用研究には基礎科学の進展が不可欠である。わが国では基礎科学としての生物学と応用研究との連携が不十分であり、両研究の素養を持つ人材の育成が求められている。また、基礎生物学分野においても異分野融合による新しい科学分野の醸成が必要とされている。

「基礎生物学プログラム」では、基礎生物学の専門的知識を持ちながら応用研究も含めた様々な分野・視点からも生物学を俯瞰できる素養を有する人材の育成を目的とする。そのような人材育成を実現するには、基礎から応用までの様々な専門分野のプログラムが1専攻として組織され、提供される生命系科学分野の科目を隔たりなく履修できる本システムが有効である。

基礎生物学プログラムの専門科目は、実験生物学を基盤として、基礎生物学に関する専門的知識を幅広い視点から包括的に学習できる教育体系となっている。一方、他プログラムでは、数理的解析方法や農業・医療・産業利用を含めた応用を目指した研究に関する科目、さらに融合・学際的な科目を提供している。これらの基礎生物学プログラムにない科目を他プログラム専門科目として6単位以上履修することで、生命現象を数理的に理解するという視点、基礎科学をどのように応用に結びつけるかといった視点を身に付けるなど、生物学を俯瞰的に見るようになる。

生物科学専攻では、21世紀は「生命の世紀」といわれている状況下において、「複雑生命系の成立機構」（動物科学講座）と「植物の多様性形成機構」（植物生物学講座）に焦点を当てて独創性の高い特徴ある研究を推進することを目指している。その一つの柱である「複雑生命系の成立機構」研究では、生命系をタンパク質と核酸からなる生体高分子の集合体とみなし、集合体の性質の解明を中心課題とする。生体高分子が集合すると、細胞、組織、及び器官の各階層の生命の存在目的に適う秩序を有する超複雑機能系が出現する。この出現を可能にしている原理とその原理に基づく仕組みの解明を目指す。「植物の多様性形成機構」については次の研究を推進する。植物は多様な地球環境に適応・進化し、多様な植物を生み出してきた。本研究は多様な植物を生み出した機構を、分子、細胞、個体、群集レベルで追求するものである。

### 1-2 プログラム・専攻の組織と運営

生物科学専攻は、平成12年4月の大学院理学研究科の部局化に伴い、動物科学講座、植物生物学講座、多様性生物学講座、両生類生物学講座、及び植物遺伝子資源学講座の5つの講座に再編された。動物科学講座には、発生生物学、細胞生物学、情報生理学の3分野がある。植物生物学講座には、植物分類・生態学、植物生理化学、植物分子細胞構築学の3分野がある。多様性生物学講座には海洋分子生物学と島嶼環境植物学の2分野、植物遺伝子資源学講座には植物遺伝子資源学の分野がある。両生類生物学講座は発生研究グループ、進化多様性・生命サイクル研究グループ、遺伝情報・環境影響研究グループの3研究グループに分かれていたが、平成28年10月1日より附属両生類研究施設が改組され、学内共同教育研究施設の両生類研究センターとして設置された。これに伴い、新しくバイオリソース研究部門、発生研究部門、進化・多様性研究部門が設置されたが、さらにそれらは令和4年度より進化発生ゲノミクス研究グループ、器官再生メカニズム研究グループ

プ、卵形成・変態研究グループ、進化・多様性研究グループ、発生再生シグナル研究ユニットへと再編され、これらは生物科学専攻に対する協力講座として活動することになった。令和元年度より、広島大学の生物・生命系分野の組織は統合生命科学研究科・統合生命科学専攻に改組された。それに伴い、生物科学専攻教員は統合生命科学専攻の基礎生物学プログラムあるいは生命医科学プログラムを担当することになった。

基礎生物学プログラムの運営は、プログラム長を中心に行われていて、副プログラム長がそれを補佐する。プログラムに関わる諸問題は、教員会において審議する。生物科学専攻の運営は、生物科学専攻長を中心にして行われていて、副専攻長がそれを補佐する。専攻長及び副専攻長は原則として動物分野と植物分野から交互に毎年選出される。大学院専攻に関わる諸問題について、教員会議で審議する。専攻における各種委員もここで選出し、必要に応じて講座代表、研究分野代表連絡会が開かれる。

学部教育（生物科学科）に関しては、基礎生物学プログラム・生命医科学プログラム・数理生命科学プログラムの教員が、共同で担当している。共通の理念で学部教育プログラム編成を行って、基礎的かつ分野に偏りのない幅広い生物科学教育を目指している。

## 1-2-1 教職員

### 生物科学専攻

《令和4年度構成員》 R5.3.31現在

#### 動物科学講座

発生生物学研究室	菊池 裕（教授）、高橋治子（助教）
細胞生物学研究室	千原崇裕（教授）、濱生こずえ（准教授）、 奥村美紗子（准教授）
情報生理学研究室	今村拓也（教授）、植木龍也（准教授）、森下文浩（助教）

#### 植物生物学講座

植物分類・生態学研究室	山口富美夫（教授）、嶋村正樹（准教授）、 出口博則（客員教授）
植物生理化学研究室	深澤壽太郎（助教）
植物分子細胞構築学研究室	鈴木克周（教授）、守口和基（講師）

#### 多様性生物学講座

附属臨海実験所	田川訓史（准教授）、有本飛鳥（助教）
附属宮島自然植物実験所	坪田博美（准教授）

#### 植物遺伝子資源学講座

草場 信（教授）、小塚俊明（助教）、信澤 岳（助教）  
谷口研至（客員准教授）

#### 両生類生物学講座（両生類研究センター）

##### 進化発生ゲノミクス研究グループ

荻野 肇（教授）、井川 武（准教授）、鈴木 誠（助教）、  
平良眞規（客員教授）

器官再生メカニズム研究グループ

林 利憲 (教授), 岡本和子 (助教)

卵形成・変態研究グループ

古野伸明 (准教授), 田澤一朗 (助教), 中島圭介 (助教)

進化・多様性研究グループ

三浦郁夫 (准教授), 花田秀樹 (助教)

Qi Zhou (客員教授), Tariq Ezaz (客員教授),

Leo Borkin (客員教授)

発生再生シグナル研究ユニット

鈴木 厚 (准教授)

生物科学専攻事務室

細川かすみ (契約一般職員), 福間範子 (契約一般職員)

広石敦湖 (契約一般職員)

基礎生物学プログラム

《令和4年度構成員》 R5.3.31現在

発生生物学研究室

\*菊池 裕 (教授), \*高橋治子 (助教)

細胞生物学研究室

\*千原崇裕 (教授), \*濱生こずえ (准教授),

\*奥村美紗子 (准教授)

情報生理学研究室

\*今村拓也 (教授), 植木龍也 (准教授), 森下文浩 (助教)

植物分類・生態学研究室

山口富美夫 (教授), 嶋村正樹 (准教授),

出口博則 (客員教授)

植物生理化学研究室

深澤壽太郎 (助教)

植物分子細胞構築学研究室

鈴木克周 (教授), 守口和基 (講師)

研究科附属施設

附属臨海実験所

田川訓史 (准教授), 有本飛鳥 (助教)

附属宮島自然植物実験所

坪田博美 (准教授)

附属植物遺伝子保管実験施設

草場 信 (教授), 小塚俊明 (助教), 信澤 岳 (助教)

谷口研至 (客員准教授)

両生類生物学講座 (両生類研究センター)

進化発生ゲノミクス研究グループ

\*荻野 肇 (教授), \*井川 武 (准教授), \*鈴木 誠 (助教),

平良真規 (客員教授)

器官再生メカニズム研究グループ

\*林 利憲 (教授), \*岡本和子 (助教)

卵形成・変態研究グループ

古野伸明 (准教授), 田澤一朗 (助教), 中島圭介 (助教)

進化・多様性研究グループ

三浦郁夫 (准教授), 花田秀樹 (助教)

Qi Zhou (客員教授), Tariq Ezaz (客員教授),  
Leo Borkin (客員教授)

発生再生シグナル研究ユニット

鈴木 厚 (准教授)

基礎生物学プログラム事務室 細川かすみ (契約一般職員), 福間範子 (契約一般職員)  
広石敦湖 (契約一般職員)

注) \* 生命医科学プログラム併任

## 1-2-2 教員の異動

令和4年度の教員の異動について、下記一覧表に示す。

発令 年月日	氏名	異動内容		
			旧所属等	新所属等
4. 5. 31	高橋 陽介	辞職	統合生命科学研究科	
			基礎生物学プログラム	
			教授	
4. 8. 1	秦 東	採用	統合生命科学研究科	統合生命科学研究科
			生物資源科学プログラム	附属植物遺伝子保管実験施設
			助教	特任助教
4. 10. 1	井川 武	昇任	統合生命科学研究科・理学部	統合生命科学研究科・理学部
			基礎生物学プログラム	基礎生物学プログラム
			助教	准教授
5. 1. 1	岡本 和子	採用	金沢大学	統合生命科学研究科・理学部
				基礎生物学プログラム
				両生類研究センター
			特任助教	助教
5. 3. 31	鈴木 克周	定年退職	統合生命科学研究科・理学部	
			基礎生物学プログラム	
			教授	
5. 3. 31	小塚 俊明	辞職	統合生命科学研究科・理学部	
			基礎生物学プログラム	
			助教	

## 客員教員 (非常勤講師)

《令和4年度》

Ezaz Tariq (キャンベラ大学・教授)

授業科目名: 「統合生殖科学特論」 (オンライン)

濱田隆宏 (岡山理科大学理学部生物化学科・准教授)

授業科目名: 「分子生理学特論」

瀬尾光範 (理化学研究所環境資源科学研究センター・ユニットリーダー)

授業科目名: 「植物ホルモンと環境応答」

令和4年度理学研究科生物科学専攻・統合生命科学研究科基礎生物学プログラムの各種委員  
 理学研究科生物科学専攻・統合生命科学研究科基礎生物学プログラム内の各種委員会委員

委 員 会 名	
専攻長・プログラム長	菊池
副専攻長・副プログラム長	草場
庶務（学科と兼務）	井川，信澤，高橋（治）
教務委員	林
就職担当	菊池（～9月30日），菊池（10月1日～）
広報委員	鈴木（厚）
LAN管理	田澤
電子顕微鏡	嶋村，細羽
動物飼育室	森下，坂本（尚）
東広島植物園	山口

理学研究科各種委員会委員

委 員 会 名	
評価委員会	荻野，植木
広報委員会	鈴木（厚）
防災対策委員会	専攻長（菊池）
教務委員会	林
入学試験委員会	落合，奥村
大学院委員会	菊池
情報セキュリティ委員会	坪田
未来創生科科学人材育成センター 運営委員会	三浦，深澤
理学研究科副研究科長・理学部副学部長（広報担当）	今村

統合生命科学研究科基礎生物学プログラム各種委員会委員

委 員 会 名	
プログラム長	菊池
副プログラム長	草場
学務委員会委員	鈴木（厚）
入試委員会委員	古野
研究推進委員会委員	古野
広報委員会委員	鈴木（厚）
国際交流委員	菊池
統合生命科学研究科研究科長補佐	草場

## 全学各種会議・委員会委員

委 員 会 名	
評価委員会委員	濱生
障害学生支援委員	花田
学生生活委員会	草場
ABS推進室委員	山口
ゲノム編集イノベーションセンター運営委員会	千原
ダイバーシティ研究センター運営委員会委員	奥村
総合博物館運営委員会	坪田
総合博物館研究員	山口, 坪田
両生類研究センター運営委員会	千原, 山口, 草場, 荻野, 林, 三浦, 古野, 鈴木 (厚)
両生類研究センター研究員	植木
自然環境保全専門委員会	山口
生物圏科学研究科附属瀬戸内圏フィールド科学教育研究センター研究員 (海域生物圏部門)	植木

### 1-3 プログラム・専攻の大学院教育

#### 1-3-1 大学院教育の目標とアドミッション・ポリシー

生物科学専攻では、多様な生命現象を分子から集団レベルまで多角的に捉え、基礎科学に貢献できる人材を育成するために、多様な専門性を持った学生を幅広く受け入れることを基本にしている。

基礎生物学プログラムでは、基礎生物学の専門的知識を持ちながら応用研究も含めた様々な分野・視点からも生物学を俯瞰できる素養を有する人材の育成を目的とする。基礎生物学プログラムでは次のような学生の入学を期待している。

- ①生物学について、分子・細胞・個体・生態・進化のレベルにおいて学部で習得すべき基礎的な知識や技能を身に付けた人
- ②自分の研究をプレゼンテーションできる程度の英語力を有する人
- ③社会人としての良識や倫理観を身に付けた人

#### 1-3-2 大学院教育の成果とその検証

生物科学専攻：大学院での教育は、講義と演習、セミナーなどの授業、さらには学生と指導教員、チューターとの密接な個別指導（研究室における修士論文、博士論文の指導）の2系統の教育を行っている。平成20年度に大学院教育の発展を期し、修士課程学生を対象としたスロー生物学演習と社会実践生物学特論（社会実践学特論）を開設した。スロー生物学演習受講者は研究に対する様々な視点が身についたという感想を寄せている。社会実践生物学特論は、平成27年度に理学融合教育科目の社会実践理学融合特論という科目と発展的に融合されたが、社会実践生物学特論と同様に研究だけではなく、社会の様々な分野で活躍している方を講師に招いており、受講者のアンケート調査の結果は好評であった。博士課程後期では、必修や選択などの授業は特に設定

されておらず、各自の研究テーマに沿った個別指導が中心である。年度毎に専攻独自の評価と紙媒体の学生による授業アンケートを実施して改善を図っている。

基礎生物学プログラム：講義と演習，セミナーなどの授業，さらには学生と指導教員，副指導教員との密接な個別指導（研究室における修士論文，博士論文の指導）の2系統の教育を行っている。講義は，基礎的な内容について専門的な理解を深めていくとともに，研究科共通科目や他プログラムの科目を履修することで多面的な視点を持てるように工夫されている。大学院生による学会発表が多くなされ，優秀賞等の受賞も多数あることから，十分な教育効果は上がっていると判断できる。

#### 令和4年度大学院学生の在籍状況及び学位授与状況

【修士課程，博士前期課程】		
入学定員（各年度4.1現在）		20人
入学者数（各年度11.1現在）		15人
	うち，他大学出身者数 （各年度11.1現在）	4人
定員充足率		75%
在籍者数（各年度11.1現在）		33人
留年，退学，休学者数 ※1（全ての学年，各年度内の該当人数）		4人
留年，退学，休学者率		12%
学位（修士）授与数（各年度3.31現在）		14人
学位授与率 ※2		82%

【博士後期課程，博士課程（一貫制）】		
入学定員（各年度4.1現在）		9人
入学者数（各年度11.1現在）		4人
	うち，他大学出身者数 （各年度11.1現在）	0人
定員充足率		44%
在籍者数（各年度11.1現在）		13人
留年，退学，休学者数 ※1（全ての学年，各年度内の該当人数）		3人
留年，退学，休学者率		23%
学位（博士）授与数（各年度3.31現在）		3人
☆うち，いわゆる「満期退学」者や「単位取得後退学」者による博士号取得を課程博士として取扱っている場合にはその数（各年度3.31現在）		0人
学位授与率 ※2		3/0
論文博士授与数（各年度3.31現在）		0人

※1 休学者数については，当該年度内（1年間）休学している者の数を留年，退学者数とあわせ記入。

- ※ 2 学位授与率については、修士課程の場合においては当該年度の学位授与数を2年前の入学人数で割った数値、博士課程の場合においては当該年度の課程博士授与数 / 3年前（医・歯・獣医学は4年前、5年一貫制の場合は5年前）の入学人数。
- ※ 入学定員，入学人数：統合・基礎生物学プログラムの数  
 在籍者数：理・生物科学専攻，統合・基礎生物学プログラムの学生の合計

#### 大学院学生の就職・進学状況

【修士課程，博士前期課程】	
修了者数	15人
大学の教員（助手・講師等）	0人
公的な研究機関	0人
企業（研究開発部門）	0人
企業（その他の職種）	7人
学校（大学を除く）の教員	0人
公務員（公的な研究機関を除く）	1人
進学（博士課程，留学等）	6人
その他	1人

【博士後期課程，博士課程（一貫制）】	
修了者数	3人
大学の教員（助手・講師等）	0人
公的な研究機関	0人
企業（研究開発部門）	0人
企業（その他の職種）	0人
公務員（公的な研究機関を除く）	0人
ポスドク（同一大学）	0人
ポスドク（他大学等）	1人
進学（留学等）	0人
その他	2人

### 1-3-3 大学院生の国内学会発表実績

令和4年度の大学院生による国内学会発表実績は下表のとおり。

		博士課程 前期	博士課程 後期	前期・後期 共	合計
発生生物学		0	5	0	5
細胞生物学		0	0	0	0
情報生理学		0	1	0	1
植物分類・生態学		5	5	0	10
植物生理化学		4	0	0	4
植物分子細胞構築学		0	0	0	0
附属臨海実験所		0	0	0	0
附属宮島自然植物実験所		0	0	0	0
附属植物遺伝子保管実験施設		3	0	0	3
両生類研究 センター	進化発生ゲノミクス研究 グループ	0	0	0	23
	器官再生メカニズム研究 グループ	4	4	0	
	卵形成・変態研究グルー プ	5	2	0	
	進化・多様性研究グルー プ	1	0	0	
	発生再生シグナル研究ユ ニット	2	0	5	
合 計		24	17	5	46

\*学部生はカウントしない。

\*「前期・後期共」とは、博士課程前期・後期の学生が共に共同発表した実績を記載。

\*理・生物科学専攻，統合・基礎生物学プログラムの学生の実績。

### 1-3-4 大学院生の国際学会発表実績

令和4年度の大学院生による国際学会発表実績は下表のとおり。

		博士課程 前期	博士課程 後期	前期・後期 共	合計
発生生物学		0	1	0	1
細胞生物学		0	0	0	0
情報生理学		0	0	0	0
植物分類・生態学		0	0	0	0
植物生理化学		0	0	0	0
植物分子細胞構築学		0	0	0	0
附属臨海実験所		0	0	0	0
附属宮島自然植物実験所		0	0	0	0
附属植物遺伝子保管実験施設		0	0	0	0

両生類研究センター	進化発生ゲノミクス研究グループ	0	0	0	4
	器官再生メカニズム研究グループ	2	2	0	
	卵形成・変態研究グループ	0	0	0	
	進化・多様性研究グループ	0	0	0	
	進化発生ゲノミクス研究グループ	0	0	0	
合計		2	3	0	5

\*学部生はカウントしない。

\*「前期・後期共」とは、博士課程前期・後期の学生が共に共同発表した実績を記載。

\*理・生物科学専攻、統合・基礎生物学プログラムの学生の実績

### 1-3-5 修士論文発表実績（個人情報保護法に留意）

《令和4年度 修士論文題目一覧》

学生氏名	論文題目
SUN WEIYOU	Analysis of gene expression pattern in the myotendinous junction formation process (筋腱形成過程における遺伝子発現パターンの解析)
池松 泰一	The phylogenetic and taxonomic study on <i>Anthoceros</i> L. in Japan (日本産ツノゴケ属の系統分類学的研究)
権田 真一	ナイカймチョウウズムシに対する外来分子導入の試み
御倉 彪生	タイ類ゼニゴケにおける中心体関連タンパク質セントリンの機能研究
小池 遼太	神経形成を促進する新規zinc fingerタンパク質のツメガエル胚における機能解析
雲山 一慧	筋-腱アッセンブロイド作製による運動器形成機構の解明
松嶋 直哉	シロイヌナズナの器官発生を調節するCYP78A5遺伝子の発現制御機構の解析
谷永 悠季	DELLAによるABA感受性制御の分子機構
安藤 広記	ジャスモン酸によるDELLAとMYC2を介した成長抑制機構の解析
小川 修平	甲状腺ホルモン受容体によって制御される 後肢の発達に関わる遺伝子の特定
西嶋 達郎	Functional Analysis of Pkmyt1 and Wee2 in the G2 arrest of oocytes in <i>X. tropicalis</i> ( <i>X. tropicalis</i> を用いた卵母細胞のG2期停止におけるPkmyt1, Wee2の機能解析)
GU YI	Integrated transcriptomic analysis by single cell and bulk RNA-seq for prognostic prediction of ovarian cancer (卵巣がん予後予測のための一細胞およびバルクRNA-seqを用いた統合的トランスクリプトーム解析)
岸田 知展	沖縄島の蘚苔類
藤田 悠大	キクタニギク深裂葉突然変異体needle leaf1の責任遺伝子の探索と機能解析
山本 泰久	シングルセルRNA-seq解析による筋腱接合部特異的細胞の同定

### 1-3-6 博士学位

学位授与実績：令和4年度の学位授与数と論文題目は下記に示す（授与年月日を〔 〕内に記す）。

#### 課程博士授与数 3件

白井 均樹〔令和4年9月2日〕（甲）（生物科学専攻）

A study on the association between DNA methylation overlapping the transcription termination sites and transcription termination

（転写終結部位のDNAメチル化修飾と転写終結の関連性に関する研究）

主査：菊池 裕教授

副査：荻野 肇教授，今村 拓也教授，栗津 暁紀准教授，高橋 治子助教

MOHAMED NABIL BAKR ABDELRAHMAN〔令和4年9月2日〕（甲）（生物科学専攻）

Functional analysis of pollutant nicotine-*CHRNA1* and identification of prognosis-related genes in melanoma using zebrafish and *in silico* approaches

（ゼブラフィッシュとインシリコ系を用いた、メラノーマにおけるニコチン-ニコチン性アセチルコリン受容体A1の機能解析と予後関連遺伝子の同定）

主査：菊池 裕教授

副査：荻野 肇教授，今村 拓也教授，高橋 治子助教

FATIN IFFAH RASYIQAH BINTI MOHAMAD ZOOKKEFLI〔令和5年3月6日〕（甲）（生物科学専攻）

Identification and Characterization of *Escherichia coli* Chromosomal Genes whose Deficiency in Donor Cells Enhances Bacterial and *Trans*-kingdom Conjugations by IncP1 T4SS Machinery

（細菌間接合と生物界間接合の効率が変異によって向上する大腸菌染色体遺伝子の探索と解析）

主査：鈴木 克周教授

副査：山口 富美夫教授，草場 信教授，守口 和基講師

#### 論文博士授与数 0件

### 1-3-7 TAの実績

【学部4年生】		【博士課程前期】		【博士課程後期】	
区 分		区 分		区 分	
在籍者数(11.1現在)	38人	在籍者数(11.1現在)	33人	在籍者数(11.1現在)	13人
TAとして採用されている者	1人	TAとして採用されている者	20人	TAとして採用されている者	5人
在籍者数に対する割合	3%	在籍者数に対する割合	60%	在籍者数に対する割合	38%

※【博士課程前期】【博士課程後期】

在籍者数：理・生物科学専攻，統合・基礎生物学プログラムの学生の合計

TAとして採用されている者：理・生物科学専攻，統合・基礎生物学プログラムの学生の合計

### 1-3-8 大学院教育の国際化

生物科学専攻および基礎生物学プログラムでは大学院教育の国際化を下記の項目について進めており，その成果は国際共同研究欄に記載した他，1-4-2項の研究グループ別研究活動に記載した。

- ・国際学会への積極的参加
- ・フィールドサイエンス分野における研究対象地域の海外での展開
- ・海外研究者との積極的交流及び，種々の形態による受け入れ
- ・外国人留学生の積極的受け入れ

## 1-4 プログラム・専攻の研究活動

### 1-4-1 研究活動の概要

生物科学専攻および基礎生物学プログラムの各研究グループにおいて、令和4年度に行われた研究活動の成果は、1-4-2項の研究グループ別研究活動に記載する。そこに示されたデータに基づいて、活動の概要を以下に示す。

#### ○講演会・セミナー等の開催実績

令和4年度 … 54件

#### ○産学官連携実績

##### 坪田博美

- ・広島森林管理署・廿日市市立宮島学園・宮島ロープウエー・一般社団法人宮島ネイチャー構想推進協議会との共同事業（2015-）広島県廿日市市（土砂災害の防止を目的とした宮島ロープウエー獅子岩駅周辺の植生回復のため自然植生を念頭に置いた植樹）（2023年3月実施）
- ・株式会社サクラオブルワリーアンドディスティラリー（旧、中国醸造株式会社）との共同事業（2018-）広島県廿日市市（管理上廃棄される植物の有効活用に関する研究）
- ・株式会社アルモニーとの共同事業（2018-2022）広島県廿日市市（管理上廃棄される植物の有効活用に関する研究）

#### ○高大連携の成果

- ・教材生物バザール「ショウジョウバエの樹脂サンプルの提供」 広島県東広島市 2022年5月19日（奥村美紗子）
- ・教材生物バザール「クレピス（種子）とキクタニギク（種子）の提供」 広島県東広島市 2022年5月19日（草場 信）
- ・高大連携公開講座「世界遺産宮島の植物と自然A・B」. 2022年5月28日, 10月8日. 廿日市市宮島町（坪田博美）
- ・夢ナビライブ2022 in Summer. 2022年7月9日-10日（坪田博美）
- ・清心女子高等学校SSH臨海実習 2022年7月27日-28日（田川訓史, 植木龍也, 有本飛鳥）
- ・高大連携公開講座「いろいろな両生類のおもしろくて多様な研究とその最前線」2022年8月4日（田澤一朗, 鈴木 誠, 中島圭介, 井川 武, 林 利憲, 三浦郁夫）
- ・国泰寺高校大学訪問 2022年8月12日（信澤 岳）
- ・高大連携公開講座「オオサンショウウオについての意外に知らない色々, その保護活動」2022年8月20日（田澤一朗）
- ・ひらめき☆ときめきサイエンス 2022年8月22日（有本飛鳥）
- ・高大連携公開講座「オタマジャクシの尾を切ると, そこから後ろ足が生える」2022年8月27日（田澤一朗）
- ・広島大学GSC, GSC広島StepStageセミナー（野外講習）. 2022年9月9日. 廿日市市宮島町.（坪田博美）
- ・高大連携公開講座「生物の多様性と進化」. 2022年9月23日. オンライン.（坪田博美）
- ・第3回高校生両生類サミット, コメンテーター. 2022年11月3日（中島圭介）
- ・令和4（2022）年度中高大連携公開講座「大学で何を学ぶか」（安芸太田地区, オンライン）. 2022年11月12日（坪田博美）
- ・広島大学体験科学講座～女性の高校生特別コース～「第22回 理学部」, 「ゲノム編集：生き物

を創り替える技術」. 2022年11月26日 (中島圭介)

- ・令和4年度広島県科学セミナー 第3回科学セミナー 審査員. 2023年2月12日 (奥村美紗子, 坪田博美)
- ・福山暁の星女子中学・高等学校見学および実習. 2023年3月24日 (中島圭介)
- ・グローバルサイエンスキャンパス (GSC) ジャンプステージ研究指導 2022年4月1日-2023年3月31日 (田澤一朗)
- ・夢ナビ講義Video「植物や植生を分類する」. 2022年度 (坪田博美)
- ・兵庫県立龍野高等学校スーパーサイエンスハイスクール運営指導委員会, 委員. 2022年度 (植木龍也)
- ・岡山ノートルダム清心女子高スーパーサイエンスハイスクール運営指導委員会, 委員長. 2022年度 (植木龍也)

○生物科学専攻・基礎生物学プログラムのスタッフが令和4(2022)年度に発表した論文, 総説・解説, 著書, 学会の総数を以下に示す。

項目	
論文	48
総説・解説	9
著書	4
国際学会	19
国内学会	21

\* 国際学会は, 該当する全てをカウントする。

\* 国内学会は, 招待, 依頼, 特別講演のみをカウントする。

### ○学術団体等からの受賞実績

(理) 生物科学専攻・(統合) 基礎生物学プログラムの学生および教員が, 令和4年度に受けた学会賞等を次にあげる。

氏名	賞の名称	研究内容	授与者	授与年月日
端野桃子	中国四国植物学会 第78回大会 優秀 発表賞	「ELF3によるジベレリン生合成の制御機構の解析」	中国四国植物学会 会長	R4.5.22
山下洋人	理学部長表彰	学術研究活動における, 特に顕著な業績	理学部長	R5.3.23

### ○国際交流の実績

#### 国際共同研究・国際会議開催実績

令和4年度 … 35件

## 国際共同研究・国際交流活動

### 高橋治子

- ・ Dr. Kenichi Kuroda, University of Michigan School of Dentistry, USA 研究テーマ：合成高分子のがん細胞膜に対する選択的活性と抗癌効果
- ・ Dr. Chann Lagadec, IMSERM, Université Lille 1, France, 研究テーマ：ALDH1A1誘導がん幹細胞を用いた抗がん活性評価に関する研究
- ・ Dr. Satyavani Vemparala, The Institute of Mathematical Sciences, India, がん特異的な天然変性タンパク質の構造形成異常の物理的理解と分子シミュレーションに関する研究

### 千原崇裕

- ・ 神山大地教授（ジョージア大学）、関根清薫博士（理化学研究所CDB）とsplit GFPを用いた神経発生研究
- ・ 神山大地教授（ジョージア大学）とVap33/Eph/cdc42による樹状突起形成に関する研究

### 奥村美紗子

- ・ Ralf J Sommer教授（Max Planck Institute for Biology Tübingen）と線虫捕食行動の神経制御メカニズムの解明の研究
- ・ Ray Hong教授（California State University Northridge）と線虫における感覚応答メカニズムの解明の研究

### 今村拓也

- ・ Andras Paldi教授（フランス・INSERM）「ヒト血球系細胞におけるノンコーディングRNA解析」
- ・ 小曾戸陽一主任研究員（韓国脳研究院）「発達期脳のトランスクリプトーム解析」

### 山口富美夫

- ・ Kim Wonhee氏（National Institute of Biological Resources, ROK）との韓国の蘚類フロラに関する共同研究

### 嶋村正樹

- ・ Frederic Berger博士（グレゴール・メンデル研究所、オーストリア）との野生ゼニゴケ種の遺伝的多様性の研究

### 高橋陽介

- ・ Dr. Zhiyong Wang, Staff Member, Department of Plant Biology, Carnegie Institution for Science, 260 Panama street, Stanford, CA 94305, USA

### 深澤壽太郎

- ・ Plant Molecular and Cellular Biology (Spain) M.A. Blázquez and D. Alabadí, DELLAによる転写制御機構の解析
- ・ Rothamsted Research (England) Steve Tohmas, 小麦のGA信号伝達, 生合成の制御

### 鈴木克周

- ・ LAVIRE Celine（リヨン第1大学, フランス）イネが分泌するクマリルアルコールを代謝する細菌遺伝子の研究
- ・ NESME Xavier（フランス国立農業研究所(INRA)) 新種*Rhizobium/Agrobacterium*属細菌の研究

### 田川訓史

- ・ 部局間国際交流協定校である台湾中央研究院に講師を依頼し7大学合同公開臨海実習を開催
- ・ 米国ハワイ大学とのヒメギボシムシの再生に関する共同研究
- ・ カリフォルニア州立大学及び台湾中央研究院とのヒメギボシムシに寄生するカイアシ類に関する共同研究
- ・ 広島大学の大学間部局間国際交流協定締結大学であるインドネシア共和国の州立イスラム大学マラン校, 大学間協定のブラウイジャヤ大学, 州立イスラム大学スラバヤ校, トゥルンガゲン校, バンドン校, ジョグジャカルタ校, 台湾の国立中興大学から学生や研究者を招待し, JSTさくらサイエンスプランオンライン交流会を3日間実施
- ・ 大学間協定のインドネシア共和国のブラウイジャヤ大学におけるオンライン講義
- ・ JSPS外国人招聘研究者(短期)としてカナダのモントリオール大学教授を招聘
- ・ インドネシア共和国の州立イスラム大学スラバヤ校より7名を招聘して国際交流協定締結に向けた打合せ会議を開催

### 坪田博美

- ・ Estebanez博士(スペイン・マドリッド自治大学)との蘚苔類の分子系統学的研究

### 草場 信

- ・ オランダ・ワーゲニンゲン大学「キク属全ゲノム塩基配列と多様性解析に関する共同研究」

### 荻野 肇, 鈴木 誠

- ・ ヴァージニア大学(米国) Rob Grainger教授, 「ネットアイツメガエルにおける相同組換え法の開発」

### 荻野 肇

- ・ ソルボンヌ大学(フランス) Jean-Francois Riou教授, 「ツメガエルをモデルに用いた腎臓形成機構の研究」

### 鈴木 厚, 竹林公子

- ・ ウッズホール海洋生物学研究所(米国) Marko E. Horb博士, 「体軸形成・器官形成・組織再生における細胞シグナル分子の機能解析」

### 中島圭介, 田澤一朗

- ・ NIH(米国) Yun-Bo Shi教授, 「両生類変態における脊索退縮分子機構の研究」

### 三浦郁夫

- ・ キャンベラ大学(豪州) Tariq Ezaz博士, 「性決定と性染色体の進化に関する研究」
- ・ ローザンヌ大学(スイス) Nicolas Perrin博士, 「両生類の性染色体のターンオーバー」
- ・ ベルン大学(スイス) Jeffries Daniel博士, 「性染色体のターンオーバー」
- ・ ソウル大学校(韓国) Mi-Sook Min教授, 「ムカシツチガエルの進化」
- ・ 台湾国立師範大学(台湾) Si-Min Lin博士, 「複合型性染色体の進化」
- ・ 浙江大学(中国) Dr. Qi Zhou and Dr. Guojie Zhang, 「Odrorrana属カエルの複合型性染色体のゲノム解析」

○客員研究員・博士研究員

令和4年度に生物科学専攻・基礎生物学プログラムで受け入れた研究員等の人数は以下のとおり。

客員研究員	5人
博士研究員	3人

○ORAの実績(統合生命科学研究科・基礎生物学プログラム)

氏名	所属研究室	学年	指導教員	研究テーマ
MUTMAINNAH Adriani	附属宮島自然 植物実験所	D3	坪田 博美	瀬戸内海西部の海草の生物多様性
Phan Quynh Chi	附属宮島自然 植物実験所	D2	坪田 博美	宮島の自然環境保全に関する生態学的 研究
XIAO YANGYUXIN	植物分類・ 生態学	D1	嶋村 正樹	野生植物の多様性研究
SUN WEIYOU	発生生物	D1	菊池 裕	発生過程における筋腱接合部形成機構 の解析

○広島大学大学院支援プロジェクト

広島大学創発的次世代研究者育成・支援プログラム

吉村 雅子	両生類研究センター	D2	古野 伸明
-------	-----------	----	-------

広島大学大学院リサーチフェロシップ制度

奈良 拓也	発生生物学	D1	菊池 裕
SHENG ZEPENG	附属宮島自然植物実験所	D1	坪田 博美

## 1-4-2 研究グループ別研究活動

### 動物科学講座

#### 発生生物学研究室

令和4年度構成員：菊池 裕（教授）、高橋治子（助教）

#### ○研究活動の概要

細胞は外部からの様々な物理・化学・生化学的シグナルを受けることにより、その情報を細胞膜から核内へ伝え、エピゲノムや染色体構造を変化させることで遺伝子発現をコントロールし、自らの運命や可塑性を変化させている。このような細胞運命決定・可塑性により、生体の組織・器官が形作られ、成熟し、やがて疾患等により破綻を迎える。発生生物学研究室では、組織・器官の形成・成熟・破綻の分子メカニズムの解明を目標に、運動器形成機構の解析・がん組織（微小環境・がん幹細胞）の解析を行っている。私達は、「組織・器官がどのように形成されるのか（発生）？」、「損傷を受けた組織・器官はどのように修復されるのか（再生）？」、「組織・器官はどのように破綻するのか（がん化）？」という生物学の問題に取り組んでいる。発生・再生・がん化は、互に関連性が低いように思われているが、多くの点で共通性が見られる。例えば、脱分化すること・細胞増殖が重要であること、同じようなシグナル伝達系が機能すること、などである。これら3つに共通する生命現象のメカニズム・システムを明らかにすることを研究目標としている。

発生生物学研究室は、基礎生物学の研究科に所属しているが、私達は生物学・工学・数理学・データ科学を融合させた、学際研究に取り組んでいる。特に、データ解析に基づく科学（データ駆動型研究）に力を入れると共に、人工知能（AI）を活用する事による新しい生命現象の予測を目指している。

現在、主に以下の3つのテーマを中心に研究を行っている。

#### 1. がん組織（微小環境・がん幹細胞）の解析

##### （1）がん微小環境の*in vitro*モデル化

がん組織は、ガン細胞のみで構成されている訳ではなく、多くの細胞種（免疫細胞・線維芽細胞・血管内皮細胞・ペリサイト・間葉系幹細胞等）から構成されており、特殊ながん微小環境を形成している。この中で、特に線維芽細胞は、がん微小環境内においてがん関連線維芽細胞へと変化することにより、がんの悪性化（増殖・転移など）に関与していることが示唆されている。しかしながら、がん関連線維芽細胞の実体や線維芽細胞からがん関連線維芽細胞への変化に関しては、未だ分子生物学的な解析が十分に進んでいないのが現状である。私達は、がん関連線維芽細胞形成過程の解明を研究目的に、ヒト肺がん細胞株と肺線維芽細胞を体外で三次元培養する研究を行った。その結果、がん関連線維芽細胞への変化の過程とがん悪性化への影響を調べる事が可能な*in vitro*モデルの開発に成功し、昨年論文報告（*Biomaterials Science*）とプレスリリースを行った。今年度は、*in vitro*モデルを用いてがん細胞の浸潤に関する研究へと発展させ、論文投稿の準備を行っている。

##### （2）がん幹細胞のストレス耐性機構の解析

現在行われている3つのがん治療法（手術療法・化学療法・放射線療法）により一時的にがん組織が消失したように見えても、時間が経つとがんの再発が起こることが知られている。このようながん再発現象は、がん組織に存在しているがん幹細胞が原因であると予想されている。がん幹細胞は薬剤や放射線に対して高い耐性を有するため、治療後も生き残り、再びがん細胞を生み出すことによりがんが再発すると考えられている。私達は、良性腫瘍（MCF-10A）を初期化・部分

的な分化により作製された人工がん幹細胞を用いて、がん幹細胞のストレス耐性に関する遺伝子発現制御機構に関して、microRNAの解析を通じて研究を行っている。

### (3) 機械学習手法を用いたメラノーマの予後に関連する遺伝子発現シグネチャの解析

近年、ヒトの癌に関しては遺伝子情報の解析が進み、多量の遺伝子変異・発現遺伝子 (bulk RNA-seq, sc-RNA-seq) の情報がデータベースに蓄積されている。既存のデータを用いた癌の解析も盛んに行われ、特に予後予測に関連する遺伝子発現特徴 (遺伝子発現シグネチャ) のデータ解析が、多くの種類の癌で行われている。私達は、メラノーマの既存データ (bulk RNA-seq, sc-RNA-seq) を用いて、AI (機械学習手法) を駆使することにより、予後予測に関連した新規遺伝子発現シグネチャの同定を目指してBioinformatics解析を進め、今年度論文発表 (*Biomedicines*) を行った。

## 2. ビックデータを用いた生命科学研究

### (エピジェネティック制御による転写終結制御機構の予測)

転写開始機構の解析は、現在まで数多くの研究・解析が行われてきたが、転写終結機構に関する研究は少なく、なぜ特定の位置で転写が止まるのかに関しては、未だ明らかにされていない。私達は、マウス細胞におけるゲノムワイドなエピジェネティック修飾 (DNAメチル化) の解析を行った。その結果、世界で初めて転写終結サイトのDNAメチル化と転写終結異常の関連性を見出し、今年度論文発表 (*Genes & Genetic Systems*) を行った。

## 3. 運動器形成機構の解析 (筋-腱接合部形成機構の解明)

私達の体は、筋-腱-軟骨から構成される運動器により動くことが出来る。この運動器は、人体最大の器官であり非常に身近なものであるにも拘らず、体の深部で形成・発達するため、「どのようにして運動器が作られるのか?」に関しては、不明な点が多く残されている。特に筋-腱接合部は、互いの組織 (筋・腱) が指状形態を作って結合する、という不思議な構造をしていることが報告されている。私達は、マウス胚の四肢を発生段階毎に透明化し、関連タンパク質の発現や分布を観察することで、指状構造の形成メカニズムを明らかにすることを目標に研究を行っている。また、筋-腱接合部特異的に発現する遺伝子の単離を目指して、sc-RNA-seqデータを用いてBioinformatics解析を行っている。更に、マウス胚四肢から採取した細胞を用いて、生体外で運動器の再構成—特に、筋・腱から構成される複合オルガノイド (アッセンブロイド) の構築—を目指している。

## ○発表論文

### 1. 原著論文

◎Mohamed Nabil Bakr, [Haruko Takahashi](#), [Yutaka Kikuchi](#), Analysis of melanoma gene expression signatures at the single-cell level uncovers 45-gene signature related to prognosis, *Biomedicines*, **10** (2022), 1478.

◎○Masaki Shirai, Takuya Nara, [Haruko Takahashi](#), Kazuya Takayama, Yuan Chen, Yudai Hirose, [Masashi Fujii](#), [Akinori Awazu](#), Nobuyoshi Shimoda, [Yutaka Kikuchi](#), Identification of aberrant transcription termination at specific gene loci with DNA hypomethylated transcription termination sites caused by DNA methyltransferase deficiency, *Genes & Genetic Systems*, **97** (2022), 139–152.

◎○Masaki Shirai, Kazuya Takayama, [Haruko Takahashi](#), Yudai Hirose, [Masashi Fujii](#), [Akinori Awazu](#), Nobuyoshi Shimoda, [Yutaka Kikuchi](#), Methylome data derived from maternal-zygotic DNA

*methyltransferase 3aa<sup>-/-</sup>* zebrafish, *Data in Brief*, **44** (2022), 108514.

- ◎○Daisuke Kawahara, Ikuno Nishibuchi, Masashi Kawamura, Takahito Yoshida, Iemasa Koh, Katsuyuki Tomono, Masaki Sekine, Haruko Takahashi, Yutaka Kikuchi, Yoshiki Kudo, Yasushi Nagata, Radiomic analysis for pretreatment prediction of recurrence post-radiotherapy in cervical squamous cell carcinoma cancer, *Diagnostics*, **12** (2022), 2346.

## 2. 総説・解説

- ◎○Haruko Takahashi, Daisuke Kawahara, Yutaka Kikuchi, Understanding Breast cancers through spatial and high-resolution visualization using imaging technologies, *Cancers*, **14** (2022), 4080.  
白井均樹, 菊池 裕, 「転写終結の制御機構と疾病に与える影響」, *細胞* (2022) **54**: 44-46

## ○著書・その他

該当無し

## ○特許

該当無し

## ○講演

### 1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

Haruko Takahashi, Synthetic anti-cancer polymer therapeutics to target cancer cell membrane, 3<sup>rd</sup> International Conference on Materials Science & Engineering (Materials2022), Boston, USA (via online), 2022.4.18–22

Haruko Takahashi, Disc-type 3D *in vitro* cancer modeling system for spatiotemporal visualization of cell-cell interaction, 2<sup>nd</sup> International Congress of Asian Oncology Society, Seoul, Korea (via online), 2022.6.16–18

### 2. 国際会議での一般講演

該当無し

### 3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

高橋治子, アッセンブロイドを利用したマウス胚四肢における筋—腱接合部形成過程の解析, 第40回日本骨代謝学会学術集会, O5-5, 岐阜, 2022年7月.

◎Takuya Nara, Haruko Takahashi, Yutaka Kikuchi, Correlation between nuclear membrane-less organelle positioning in the nucleus and chromatin rheology, 2022年日本バイオインフォマティクス学会年会・第11回生命医薬情報学連合大会 (IIBMP2022), 大阪, 2022年9月.

◎高橋治子, 菊池 裕, マウス胎児期における運動器の筋—腱接合部形成過程の統合的解析, 第45回日本分子生物学会年会, 千葉, 2022年12月.

### 4. 国内学会での一般講演

高橋治子, *In vivo*, *in vitro* 系を組み合わせたマウス胚四肢の筋—腱接合部形成過程の解析, 2022年度若手支援技術講習会, OS-24, 名古屋, 2022年8月(口頭).

◎Takuya Nara, Haruko Takahashi, Yutaka Kikuchi, Mechanisms of nuclear stress granule positioning in the nucleus via rheological properties of chromatin, 第60回日本生物物理学会年会, 北海道, 2022年9月(ポスター).

- ◎Takuya Nara, Haruko Takahashi, Yutaka Kikuchi, Correlation between Nuclear Membrane-less Organelle Positioning and Chromatin Rheology, The International Conference on Bioinformatics (InCoB2022), オンライン, 2022 年 11 月(ポスター).
- ◎奈良拓也, 合田佑希, 高橋治子, 菊池 裕, テンソル分解法を用いた広範の癌種で共通に認められる染色体の立体構造異常の探索, 第 45 回日本分子生物学会年会, 千葉, 2022 年 12 月(ポスター).
- ◎○Masaki Shirai, Takuya Nara, Haruko Takahashi, Kazuya Takayama, Yuan Chen, Yudai Hirose, Masashi Fujii, Akinori Awazu, Nobuyoshi Shimoda, Yutaka Kikuchi, Identification of aberrant transcription termination at specific gene loci with DNA hypomethylated transcription termination sites caused by DNA methyltransferase deficiency, 第 45 回日本分子生物学会年会, 千葉, 2022 年 12 月(ポスター).

#### ○各種研究員と外国人留学生の受入状況

外国人客員研究員

該当無し

外国人留学生

菊池 裕 : Sun Weiyou (博士前期課程), Mohamed Nabil Bakr Abdelrahman (博士後期課程), Cao Leyan (研究生), Tian Haolong (研究生), Zhuang Yuan (研究生)

高橋治子 : Gu Yi (博士前期課程)

#### ○研究助成金の受入状況

外部研究資金

- 1) 共同研究 日本臓器製薬, 損傷組織の再生修復開始過程に及ぼすノイロトロピンの作用の解析と活性成分探索への応用, 6,728,000 円, 2018 年~2022 年, 研究代表者 菊池 裕
- 2) 科学研究費補助金基盤(C), メチル化による転写終結位置制御機構の解明, 2021 年 4 月~2024 年 3 月, 直接経費 450,000 円, 研究代表者 菊池 裕
- 3) START 研究成果展開事業 大学発新産業創出プログラム, 早期診断を可能とするデータ可視化型 AI による臨床意思決定支援システムの開発, 2022 年, 直接経費 6,592,000 円, 研究代表者 菊池 裕
- 4) 令和 3 年度科学研究費助成事業基盤研究(C), 3 次元培養系を利用したがん幹細胞性・薬剤耐性に対する抗がん性高分子の高機能化, 2021 年 4 月~2024 年 3 月, 直接経費 3,200,000 円, 研究代表者 高橋治子
- 5) 2022 年度「ウイルス・幹細胞システム医生物学共同研究拠点」共同研究課題, 配向制御型 3 次元細胞培養システムを利用した筋・腱複合組織の作製と筋-腱接合部形成機構の解明, 2022 年 4 月~2023 年 3 月, 直接経費 900,000 円, 研究代表者 高橋治子
- 6) 令和 3 年度国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B)), 筋骨格システムを制御する腱・靭帯のメカノバイオロジー機構の解明, 2021 年 10 月~2026 年 3 月, 直接経費 600,000 円, 研究分担者 高橋治子
- 7) 令和 4 年度広島大学基金「のぞみ H 基金」がん医療研究推進助成金, がん幹細胞性・薬剤耐性に効果的な膜活性型抗がん性高分子の開発と機能評価, 2023 年 2 月~2025 年 1 月, 直接経費 1,000,000 円, 研究分担者 高橋治子

## 学内研究資金

1) 令和4年度人材育成コンソーシアム活動費, 2022年, 直接経費 500,000円.

## クラウドファンディング

1) **Ready For** クラウドファンディング, 卵巣がん: 診断と治療を支えたい! AIを用いた新規予測システムの開発, 2022年募集, 寄付総額 5,019,000円 (研究チームによる募集).

## ○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

該当無し

2. セミナー・講義・講演会講師等

招待講演

1) 菊池 裕, ONCOLille Seminars, Approaches to cancer research using a novel 3D in vitro model and bioinformatics, 2022.11.17, フランス (online講演)

3. セミナー・講演会開催実績

該当無し

4. 産学官連携実績

該当無し

5. 高大連携の成果

該当無し

6. その他

該当無し

## ○共同研究

1. 国際共同研究

1) Dr. Kenichi Kuroda, University of Michigan School of Dentistry, USA 研究テーマ: 合成高分子のがん細胞膜に対する選択的活性と抗癌効果

2) Dr. Chann Lagadec, IMSERM, Université Lille 1, France, 研究テーマ: ALDH1A1 誘導がん幹細胞を用いた抗がん活性評価に関する研究

3) Dr. Satyavani Vemparala, The Institute of Mathematical Sciences, India, がん特異的な天然変性タンパク質の構造形成異常の物理的理解と分子シミュレーションに関する研究

2. 国内共同研究

菊池 裕, 高橋治子:

### 学内活動

1) 産科婦人科・放射線腫瘍学との共同研究 (人を対象とする医学系研究計画(疫学))

研究課題: 婦人科癌に対する生物学的解析と放射線画像を用いた新規人工知能診断・予後予測システムの構築

2) 産科婦人科・放射線腫瘍学・薬学研究科との共同研究（動物実験）

研究課題：婦人科癌に対する生物学的解析と放射線画像を用いた新規人工知能診断・予後予測システムの構築

○特記事項

高橋治子：

学外活動

- 1) 令和4年度専門調査員，文部科学省科学技術・学術政策研究所科学技術予測センター，  
2022年4月-2023年3月.
- 2) 科学の芽育成講座(出前授業)，東広島市立入野小学校，生き物の身体ができる不思議，  
2022年7月8日.
- 3) 科学の芽育成講座(出前授業)，東広島市立御菌宇小学校，生き物の身体ができる不思議，  
2022年11月22日-29日.

## 細胞生物学研究室

令和4年度構成員：千原崇裕（教授）、濱生こずえ（准教授）、奥村美紗子（准教授）

### ○研究活動の概要

細胞生物学研究室では、「神経回路の形成、成熟、老化を司る分子機構の解明」、および「動物細胞の細胞質分裂のメカニズム解明」に関する研究を行っている。研究手法としてはショウジョウバエや線虫の分子遺伝学、神経生理学、細胞生物学、生化学、ゲノム編集技術、バイオインフォマティクス、動物行動学など様々な解析技術を用いている。以下に令和4年度の研究成果を記す。

#### 1. 神経細胞の形成、成熟、老化を司る分子機構の解明

##### (1) 嗅覚感度を規定する分子基盤解明

人類の匂いに対する興味は尽きない。我々の周りは匂いに溢れており、常に何かしらの匂い刺激に曝されていると言っても過言ではない。そしてその匂いは我々の身体に大きな影響を及ぼす。匂いだけで食欲、性欲など生理現象をコントロールすることも可能である。動物ごとに異なる嗅覚能力をもつことに加えて、同じ動物種内であっても個体ごとに嗅覚の敏感さ（質と強度）の違いがあることも知られている。では、この嗅覚の感度はどのように規定されるのだろうか。これまで匂い物質の質的情報については、嗅覚受容体の種類によって規定されることが知られている。そして、最終的に生物が匂いを認知するためには嗅覚受容体の種類だけではなく、ニューロンの数、神経突起の接続精度、シナプス強度などが複合的に影響すると予想される。しかし、嗅覚感度の規定におけるこれら要因の関与や連携に関しては殆ど理解が進んでいない。以上の状況を鑑み我々は、嗅覚感度を規定する分子、ニューロン、そしてその回路構造について体系的に理解することで、「鼻が利くとは？」という単純かつ重要な疑問に対して実験的な回答の取得を目指している。これまでに同じ遺伝的バックグラウンドをもったショウジョウバエから、「嗅覚感度の高い集団」と「嗅覚感度の低い集団」を選別する手法・実験条件を見出し、「嗅覚感度の高い集団」と「嗅覚感度の低い集団」の嗅覚受容体細胞数を比較した結果、嗅覚感度と嗅覚受容体の細胞数の間に明確な相関はないことを明らかにした。さらに「嗅覚感度の高い集団」と「嗅覚感度の低い集団」の間における遺伝子発現量を比較検討した結果、*sNPF* (*sNPF*神経ペプチドの受容体)遺伝子の発現量が顕著に異なることを見出した。解析を進めた結果、嗅覚感度の違いは個体ごとの飢餓レベルの違いによるものであることが明らかになった。本研究結果に関しては、国際科学雑誌に論文を投稿中である。

##### (2) 行動の多様性を制御する神経回路の解明

動物は様々な行動をみせる。当研究室では行動の多様性のモデルとして線虫*Pristionchus pacificus*を用い、遺伝学や細胞生物学などの最先端の技術を駆使することにより、行動の多様性を制御する神経回路基盤の解明とその形成過程の分子メカニズムの解明を目指している。興味深いことに、*P. pacificus*は集団密度などの生育環境に応じて口腔の形態に表現型多型を持ち、その形態に伴って摂食行動の違いがみられる。大きな歯を2つ持つ幅広型は他の線虫に対する捕食行動に適しているのに対し、1つの歯しか持たない狭小型はバクテリア食性であり捕食行動はみられない。これまでにセロトニンが捕食行動に重要であることを見出し、その成果を研究論文として国際学術雑誌に発表している(Okumura et al., 2017, **G3**; Ishita et al., 2021, **G3**)。さらに順遺伝学的スクリーニングによって、捕食行動を示さない変異体の単離を行い、次世代シーケンサーによって原因遺伝子の同定を行った。その結果アスタシンメタロプロテアーゼが、捕食行動の際の歯の動きや、口腔形態の形成過程において重要なことを見出し、現在、国際学術雑誌へ論文を投稿中である。

## 2. ダイナミンによる微小管の制御メカニズムの解明

微小管は細胞分裂を制御している代表的な細胞骨格である。細胞分裂時に微小管を制御する微小管結合タンパク質は多数報告されているが、細胞質分裂時の微小管の制御メカニズムは不明のままである。我々は、微小管結合タンパク質として発見され、細胞質分裂時の中央微小管に局在するタンパク質、ダイナミンに注目している。

ダイナミンをHeLa細胞で発現抑制させると、安定化微小管のマーカーであるアセチル化チューブリンが増加する。この増加した安定化微小管は、GTPase活性をもたないダイナミンやオリゴマー形成できないダイナミンの発現により減少した。ダイナミンの微小管制御には、GTPase活性は必要ないが、オリゴマー形成が必要であることを明らかにした (Guo et al., 2022, *Cytoskeleton*)。また、ダイナミンと相互作用する因子を探索した結果、微小管のマイナス端に結合するタンパク質を同定した。現在、ダイナミンと相互作用因子の機能解析を進めている。

### ○発表論文

#### 1. 原著論文

◎Runzhao Guo, Ruji Fujito, Akira Nagasaki, Misako Okumura, Takahiro Chihara, Kozue Hamao, “Dynamin-2 regulates microtubule stability via an endocytosis- independent mechanism”. *Cytoskeleton*, 79, 94-104 (2022)

#### 2. 総説・解説

該当無し

### ○著書・その他

該当無し

### ○取得特許

該当無し

### ○講演

#### 1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

Misako Okumura, An astacin metalloprotease is required for predation in the nematode *Pristionchus pacificus*, Asia-Pacific Worm Meeting 2022, 57, オンライン, 2022年7月18日-20日, 口頭発表

#### 2. 国際会議での一般講演

◎Yuuki Ishita, Takahiro Chihara, Misako Okumura, An evolutionarily conserved metalloprotease is co-opted for the predatory feeding in *Pristionchus pacificus*, 3rd *Pristionchus* meeting, オンライン, 2022年10月4日-6日, 口頭発表

◎ Yuuki Ishita, Takahiro Chihara, Misako Okumura, Co-option of an astacin metalloprotease is associated with evolution of predation in the nematode *Pristionchus pacificus*, 3rd Franco-Japanese Developmental Biology meeting, フランス, ストラスブール, 2022年11月7日-10日, 口頭発表

◎ Ageha Onodera, Hirokuni Hiraga, Yuuki Ishita, Ken-ichi Nakayama, Chinatsu Kai, Takahiro Chihara, Misako Okumura, Light exposure during development influences the mouth form dimorphism in the nematode *Pristionchus pacificus*, 3rd Franco-Japanese Developmental Biology meeting, 38, フランス,

ストラスブール, 2022年11月7日-10日, ポスター発表

### 3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

千原崇裕, メンターから学んだ“科学者・教育者”としての生き方, SOKENDAI特別研究員(挑戦型) 成果報告・異分野交流会, 2022年11月10日, オンライン

千原崇裕, 老化研究から見えてきた嗅覚と自然免疫の相互作用, 第20回HiHA Workshopモデル生物から学ぶ健康長寿, 2022年12月9日, 広島

千原崇裕, 遺伝学的研究の面白さと難しさ～嗅覚研究からヒト疾患理解まで～, 東京大学分子生物学特論での研究セミナー, 2022年11月25日, 東京

奥村美紗子, 線虫における捕食行動の制御および進化機構の解明, 第5回 和光ー精神神経懇話会, 静岡県, 伊豆市, 2022年12月10日-11日, 口頭発表

### 4. 国内学会での一般講演

◎Yuuki Ishita, Takahiro Chihara, Misako Okumura, The evolution of multiple traits associated with a derivative feeding habit is mediated by co-option of an astacin metalloprotease in the nematode *Pristionchus pacificus*, 第55回日本発生生物学会, OP12-07 (P022A), 石川県, 金沢市, 2022年5月31日-6月3日, 口頭発表

◎Ageha Onodera, Yuuki Ishita, Ken-ichi Nakayama, Chinatsu Kai, Takahiro Chihara, Misako Okumura, Forward genetic screening to reveal the molecular mechanism of polyphenism responding to light in the nematode *Pristionchus pacificus*, 第55回日本発生生物学会, P068B, 石川県, 金沢市, 2022年5月31日-6月3日, 国内会議, ポスター発表

◎Nagisa Matsuda, Misako Okumura, Takahiro Chihara, A chemosensory mutant exhibits cannibalism-like behavior in *Drosophila*, 第55回日本発生生物学会年会, P035B, 石川県, 金沢市, 2022年5月31日-6月3日, ポスター発表

◎Daichi Honda, Misako Okumura, Tomoki Umehara, Chisako Sakuma, Masayuki Miura and Takahiro Chihara, Non-autonomous induction of tumor-like cells by strip-knockdown cell population in *Drosophila*, 第55回日本発生生物学会年会, P032B, 石川県, 金沢市, 2022年5月31日-6月3日, ポスター発表

◎Kosuke Kamemura, Rio Kozono, Misako Okumura, Sayaka Sekine, Daichi Kamiyama, Takahiro Chihara, Extracellular role and secretion mechanism of VAP, an ALS-related ER-resident protein, NEURO2022, 2WD06m2-04, 沖縄県, 那覇市, 2022年6月30日-7月3日, 口頭発表

◎Ken-ichi Nakayama, Takahiro Chihara, Misako Okumura, cGMP-gated cation channel and G protein-coupled receptor kinase are involved in light avoidance behavior in the nematode *Pristionchus pacificus*, NEURO2022, 2P-212, 沖縄県, 那覇市, 2022年6月30日-7月3日, ポスター発表

◎Ken-ichi Nakayama, Takahiro Chihara, Misako Okumura, Identification of a novel phototransduction pathway in *Pristionchus pacificus*, 線虫研究の未来を創る会2022, O1-2, オンライン, 2022年8月29日-30日, 口頭発表

◎Yuuki Ishita, Takahiro Chihara, Misako Okumura, A conserved astacin metalloprotease is co-opted for an evolutionarily novel feeding habit in the nematode *Pristionchus pacificus* 線虫研究の未来を創る会 2022 O1-1, オンライン, 2022年8月29日-30日, 口頭発表

◎Hirokuni Hiraga, Takahiro Chihara, Misako Okumura, Transcriptome analysis understanding mouth-form polyphenism responding to light in *P. pacificus*, 線虫研究の未来を創る会2022, P5, オンライン, 2022年8月29日-30日, ポスター発表

- ◎Ageha Onodera, Yuuki Ishita, Ken-ichi Nakayama, Chinatsu Kai, Takahiro Chihara, Misako Okumura, The molecular mechanism of polyphenism influenced by light exposure in the nematode *Pristionchus pacificus*, 線虫研究の未来を創る会2022, P1, オンライン, 2022年8月29日-30日, ポスター発表
- ◎Nagisa Matsuda, Misako Okumura, Takahiro Chihara, Chemosensation is necessary to control cannibalistic behavior in *Drosophila* larva, 第15回日本ショウジョウバエ研究集会, P-77A 愛知県, 名古屋市, 2022年9月12日-14日, ポスター発表
- ◎Daichi Honda, Misako Okumura, Tomoki Umehara, Chisako Sakuma, Masayuki Miura and Takahiro Chihara, Non-autonomous induction of tumor-like cells by strip-knockdown cells in imaginal wing disc, 第15回日本ショウジョウバエ研究集会, P108B, 愛知県, 名古屋市, 2022年9月12日-14日, ポスター発表
- ◎Yumiko Ukita, Misako Okumura, Takahiro Chihara, The role of olfactory receptors in non-olfactory tissues 第15回日本ショウジョウバエ研究集会, P-5A, 愛知県, 名古屋市, 2022年9月12日-14日, ポスター発表
- ◎Kosuke Kamemura, Rio Kozono, Misako Okumura, Sayaka Sekine, Daichi Kamiyama, Takahiro Chihara, ALS-related ER-resident protein Vap33 secreted from motor neurons plays essential extracellular functions, 15th Japan *Drosophila* Research Conference (JDRC15), O-11, 愛知県, 名古屋市, 2022年9月12日-14日, 口頭発表
- ◎中山賢一, 小野寺揚羽, 甲斐千夏, 千原崇裕, 奥村美紗子, 線虫における光忌避行動の分子・神経基盤の解明, 第1回広島大学脳神経科学セミナー, 総合⑧, 広島県, 広島市, 2022年10月5日, ポスター発表
- ◎Kosuke Kamemura, Rio Kozono, Misako Okumura, Sayaka Sekine, Daichi Kamiyama, Takahiro Chihara, Investigating the secretion mechanism of ALS-related protein VAP in *Drosophila*. The 95th Annual Meeting of the Japanese Biochemical Society, 3T08a-06, 愛知県, 名古屋市, 2022年11月9日-11日, 口頭発表
- ◎Nagisa Matsuda, Misako Okumura, Takahiro Chihara, Chemosensation is necessary to control cannibalistic behavior in *Drosophila* larvae (ショウジョウバエ幼虫において化学感覚受容は共食い行動を制御するために必要である), 第45回日本分子生物学会年会, 1SP-28-05, 千葉県, 千葉市, 2022年11月30日-12月2日, 口頭発表
- ◎Nagisa Matsuda, Misako Okumura, Takahiro Chihara, Chemosensation is necessary to control cannibalistic behavior in *Drosophila* larvae (ショウジョウバエ幼虫において化学感覚受容は共食い行動を制御するために必要である), 第45回日本分子生物学会年会, 1P-694, 千葉県, 千葉市, 2022年11月30日-12月2日, ポスター発表
- ◎三木悠暉, 寺田富美, 奥村美紗子, 千原崇裕, 濱生こずえ, 「ショウジョウバエを用いた Dynamin-2関連疾患分子機構の解明」令和4年度日本動物学会中国四国支部広島県例会, 広島県, 東広島市, 2023年3月7日, ポスター発表

## ○各種研究員と外国人留学生の受入状況

### 【各種研究員】

- 千原崇裕: 伊藤 聖 (日本学術振興会 特別研究員 DC1)  
千原崇裕: 亀村興輔 (日本学術振興会 特別研究員 DC2)  
千原崇裕: 高井嘉樹 (日本学術振興会 特別研究員 PD)  
奥村美紗子: 中山賢一 (日本学術振興会 特別研究員 DC1)  
奥村美紗子: 井下結葵 (日本学術振興会 特別研究員 DC2)

## 【外国人留学生】

濱生こずえ : Guo Runzhao (博士後期課程)

### ○研究助成金の受入状況

#### 1. 科学研究費補助金

- ・挑戦的研究（開拓）「共食い分子遺伝学分野の開拓」  
代表者 千原崇裕 4,000千円（20,000千円／3年間）
- ・基盤研究（B）「匂いによる個体寿命制御の分子基盤解明」  
代表者 千原崇裕 4,300千円（13,300千円／3年間）

#### 2. その他助成金

- ・武田科学振興財団 生命科学研究事業 「個体老化を制御する嗅覚神経回路の同定と分子メカニズムの解明」  
代表者 千原崇裕 7,500千円（10,000千円／2年間）
- ・日本医療研究開発機構 革新的先端研究開発支援事業（AMED-PRIME）「光環境に応答する表現型多型の分子・神経制御機構」  
代表者 奥村美紗子 14,909千円（52,000千円/4年間）
- ・成茂動物科学振興基金 令和4年度研究助成「神経の微小管ダイナミクスによる個体寿命の制御機構」  
代表者 濱生こずえ 500千円（500千円／1年間）

#### 3. 学生の研究助成金の受入状況

- ・特別研究員奨励費「嗅覚による寿命制御メカニズムの解明」  
代表者 伊藤 聖 800千円（2,200千円/3年間）
- ・特別研究員奨励費「線虫における新規光受容体の同定および光情報伝達機構の解明」  
代表者 中山賢一 800千円（2,200千円/3年間）
- ・特別研究員奨励費「膜タンパク質のトポロジー変化を司るメカニズム及びその生理的意義の解析」  
代表者 亀村興輔 800千円（1,700千円/2年間）
- ・特別研究員奨励費「培養細胞発現系に代わる昆虫の味覚受容体—リガンド解析系の構築」  
代表者 高井嘉樹 1,200千円（3,100千円/3年間）
- ・特別研究員奨励費「アスタシンメタロプロテアーゼから迫る線虫捕食行動のメカニズムとその進化」  
代表者 井下結葵 900千円（1,700千円/2年間）
- ・笹川科学研究助成 2022年度助成「神経疾患の理解を目指したDynamin-2とCAMSAPの相互作用による微小管動態制御機構の解明」  
代表者 GUO RUNZHAO 750千円（750千円／1年間）

### ○学界ならびに社会での活動

#### 1. 学協会役員・委員

- ・日本神経化学会 評議員 千原崇裕
- ・虫のつどい Slack管理人 奥村美紗子

## 2. セミナー・講義・講演会講師等

該当無し

## 3. セミナー・講演会開催実績

- ・線虫研究の未来を創る会2022 2022年8月29日-30日, 137名, プログラム委員, 奥村美紗子
- ・第9回虫のタベ オンラインセミナー&交流会 2022年5月12日, 113名, オンライン, オーガナイザー, 奥村美紗子
- ・第10回虫のタベ オンラインセミナー&交流会 2022年10月5日, 98名, オンライン, オーガナイザー, 奥村美紗子
- ・第11回虫のタベ オンラインセミナー&交流会 2023年1月25日, 82名, オンライン, オーガナイザー, 奥村美紗子
- ・細胞生物学研究室セミナー 講師: 吉田恒太博士, 2022年9月8日 奥村美紗子
- ・細胞生物学研究室セミナー 講師: 井垣達吏博士, 2022年9月29日 千原崇裕
- ・細胞生物学研究室セミナー 講師: 曾我部隆彰博士, 2022年12月14日 千原崇裕
- ・細胞生物学研究室セミナー 講師: 佐久間知佐子博士, 2023年1月26日 千原崇裕
- ・第一回広島大学脳神経科学セミナーの企画・運営, 2022年10月5日 千原崇裕

## 4. 産学官連携実績

該当無し

## 5. 高大連携の成果

- ・教材生物バザール「ショウジョウバエの樹脂サンプルの提供」広島県東広島市, 2022年5月19日 奥村美紗子
- ・令和4年度広島県科学セミナー 第3回科学セミナー 審査員, 2023年2月12日 奥村美紗子

## 6. その他

該当無し

## ○共同研究

### 1. 国際共同研究・国際交流活動

#### 千原崇裕

- ・神山大地教授 (ジョージア大学), 関根清薫博士 (理化学研究所CDB) と split GFP を用いた神経発生研究
- ・神山大地教授 (ジョージア大学) と Vap33/Eph/cdc42 による樹状突起形成に関する研究

#### 奥村美紗子

- ・Ralf J Sommer 教授 (Max Planck Institute for Biology Tübingen) と線虫捕食行動の神経制御メカニズムの解明の研究
- ・Ray Hong 教授 (California State University Northridge) と線虫における感覚応答メカニズムの解明の研究

## 2. 国内共同研究

- ・三浦正幸教授（東京大学大学院薬学系研究科）とショウジョウバエ遺伝学を用いた神経発生機構の理解に向けた研究 千原崇裕
- ・齋藤都暁教授（国立遺伝学研究所）とショウジョウバエ嗅覚受容体の非嗅覚機能研究 千原崇裕
- ・甲賀大輔准教授（旭川医科大学）とVap33に関する電子顕微鏡観察研究 千原崇裕
- ・武石明佳博士（理化学研究所）と線虫における光・温度感知の進化機構の解明の研究 奥村美紗子
- ・長崎晃博士（産業技術総合研究所）とダイナミンによる微小管制御機構の解明に関する研究 濱生こずえ

## ○特記事項

- ・日本学術振興会 学術システム研究センター，センター研究員 千原崇裕
- ・2022年度広島大学創発的次世代研究者育成・支援プログラム，次世代フェロー Guo Runzhao
- ・線虫研究の未来を創る会2022，優秀口頭発表賞 井下結葵
- ・3rd Franco-Japanese Developmental Biology Meeting, Prize for the best oral presentation 井下結葵
- ・日本発生生物学会, Young Investigator Paper Award 2022 平賀裕邦
- ・Neuro2022, 国内Travel Award 中山賢一
- ・第55回日本発生生物学会年会, Best Poster Award for an excellent presentation 松田風紗
- ・第15回日本ショウジョウバエ研究集会, Daigoro Moriwaki Award (Poster Prize) 松田風紗
- ・MBSJ2022, Science Pitch Award (第45回日本分子生物学会年会 優秀発表賞), EMBO Science Pitch Prize (同時受賞) 松田風紗
- ・NEURO2022, 優秀発表賞 亀村興輔
- ・広島大学エクセレントスチューデントスカラシップ 井下結葵
- ・広島大学エクセレントスチューデントスカラシップ 浮田由美子
- ・広島大学エクセレントスチューデントスカラシップ 平賀裕邦
- ・広島大学エクセレントスチューデントスカラシップ 松田風紗
- ・広島大学統合生命科学研究科生命医科学プログラム中間発表, 優秀質問賞 本田大智
- ・広島大学統合生命科学研究科生命医科学プログラム中間発表, 優秀質問賞 中山賢一
- ・広島大学統合生命科学研究科 博士中間発表, 優秀発表賞 伊藤 聖
- ・令和4年度 広島大学卓越大学院ゲノム編集先端人材育成プログラム, 奨学生 井下結葵
- ・令和4年度 広島大学卓越大学院ゲノム編集先端人材育成プログラム, 奨学生 亀村興輔
- ・第25回教材生物バザールへの教材提供 奥村美紗子
- ・RCC テレビ イマナマ取材 千原崇裕
- ・プレスリリース, 【研究成果】細胞のタンパク質工場(小胞体)が正常な神経回路を作り上げる仕組み～工場員 Meigo と工場製品 Toll-6 が織り成す神経のパートナー探し～ 千原崇裕
- ・広島大学の広報誌 大学案内 2022-2023 概要編および大学案内「広島大学で何が学べるか」 奥村美紗子

## 情報生理学研究室

令和4年度構成員：今村拓也（教授）、植木龍也（准教授）、森下文浩（助教）

### ○研究活動の概要

情報生理学研究室では脊椎動物や海産無脊椎動物など、幅広いモデル系を用いて生理機能の調節機構の解明のための研究を行っている。特に、ヒト・マウスの遺伝子活性化型ノンコーディングRNAや脊索動物ホヤ類のバナジンなどの金属タンパク質や、軟体動物腹足類の神経ペプチドの前駆体の翻訳後修飾に係わる酵素群等を中心に、これらが、動物細胞における酸素の運搬や貯蔵、酸化還元、電子伝達、膜電位の保持、薬物代謝、神経幹細胞増殖・分化、神経伝達、癌転移等においてどのような役割を担うかを分子レベルで解析してきた。今後も先端の分子遺伝学的手法を取り入れながら、個々のタンパク質の生理機能解明を目指して研究を継続する。

脳の形態学的・機能的な違いは遺伝的に98%の相同性を示すヒト・サルでも明らかであり、実験動物として汎用されるマウスも、殆どの遺伝子セットを共通に利用しているが、独特な神経系を獲得している。一方、タンパクになれないノンコーディングRNA(ncRNA)セットは種間多様度が極めて高い。我々は、偽遺伝子挿入あるいは塩基置換によるncRNA獲得と機能が、既存のタンパク質をコードする遺伝子の発現スイッチを多様化する、という独自の発見を発展させている。特に、ヒト・チンパンジーの種特異的長鎖ncRNA(lncRNA)群を介した脳遺伝子発現活性化機構に着目し、ゲノム編集脳および脳オルガノイドのハイスループット産生系構築、トランスジェニック・イメージング・バイオインフォマティクス技術の活用を基礎に課題を進行している。進化淘汰圧をくぐり抜け、種にしたがって特異に適応したlncRNAの動作原理を時空間解析から明らかにすることを目標とする。そのねらいは、霊長類大脳皮質の遺伝子発現制御をげっ歯類細胞に再現することで、マウスのようなモデル実験動物種を異なる動物種の形質理解のために利用できるようにリソース化し、さらに新形質の自在操作のための分子基盤づくりを目指すことにある。本年度は、CD63・TMEM25・UCP2・BMI1・NRSN2・PRTG・GDF11・EFHC1・MEIS1・DDB2に発見した種特異的lncRNAの機能解析を進めた。

一方、ホヤによるバナジウム濃縮という特異な生理現象は、金属イオンの選択的濃縮機構を解明する上で格好のモデルであり、長年にわたって化学と生物学の学際的問題として強い関心を引き付けてきた。我々はこの生理現象を、選択的濃縮機構、バナジウムの還元機構、濃縮のエネルギー機構の3つに分けて、それぞれに関与するタンパク質や遺伝子の探索とその機能解析を精力的に行い、世界をリードしてきた。今年度はホヤ血球のトランスクリプトーム解析によって発見した新規Vanabinの構造・機能に関する研究成果をとりまとめて論文発表するとともに、バナジウム欠乏条件下でのホヤの生理的变化および遺伝子発現変動に関する新しい研究を開始した。バナジウム濃縮還元能力を持つ腸および鰓の共生細菌については引き続き研究を進め、ホヤ自身の生理現象への寄与について明らかにしようとしている。その他、国内共同研究として生分解性プラスチックの海洋環境での分解に関与する細菌の探索およびクラゲ類の生殖器官の分化に関連するタンパク質の同定と発現・機能解析も行っている。

また、神経系のペプチド性シグナル伝達物質である神経ペプチドは、構造と機能に極めて高い多様性を持ち、神経系による生理機能・恒常性さらには個体の行動の調節において重要な役割を担う。我々は、神経ペプチドによる調節機構を理解するため、軟体動物腹足類を主な研究対象として中枢神経系から多くの生理活性ペプチドを同定し、その構造と機能の解析を進めてきた。特に海産巻貝類のイボニシは海洋汚染に敏感に応答する有用なバイオマーカーであることから、主要な研究対象となっている。

東日本大震災に伴って炉心溶融事故を起こした福島第一原子力発電所周辺の潮間帯では、本来、

夏が生殖期であるイボニシにおいて年間を通じて生殖腺が成熟する通年成熟現象が過去5年以上に渡って継続しており、その原因究明と原発事故との関連性の解明が急務であった。軟体動物では生殖機能の調節に関わる神経ペプチドが多数、知られていることから、我々は何らかの要因でイボニシの神経ペプチド調節系が機能不全を起こしたために通年成熟現象が発生した、と推定した。そこで、科学研究費補助金の採択を得て、神経ペプチドの合成・分泌に中心的役割を担う中枢神経系において、通年成熟によって発現が変動する遺伝子を、次世代シーケンサーを用いたトランスクリプトーム解析により網羅的に解析した。まず、解析で得られたデータから、われわれがこれまでにイボニシから同定していた約20種の神経ペプチドを含む計88個の神経ペプチド前駆体を同定した。これらの前駆体遺伝子の正常個体における発現レベルを定量したところ、最大で約3000倍の発現差がみられたが、発現レベルの性差がみられたのは数種に留まった。次に、それらの前駆体の発現を通年成熟個体と正常個体の間で比較したところ、通年成熟個体では、特定の前駆体というよりほとんどの前駆体で発現低下がみられ、およそ半数の神経ペプチド前駆体においては統計的に有意な発現低下が確認された。このことは、われわれの「通年成熟を起こしたイボニシにおいて神経ペプチド調節系が機能不全を起こしている」という作業仮説を支持する。

全般的な神経ペプチド前駆体の発現低下の原因として、通年成熟個体では遺伝子発現調節機構に変調が生じていることが考えられた。そこで、転写調節因子として知られるエストロゲン受容体などの核内受容体8種の発現を比較したが、通年成熟による発現変動はみられなかった。一方、ヒストンメチル化酵素、DNAメチル化酵素などのヒストンやDNAの化学修飾に関わる酵素遺伝子の中に通年成熟個体で発現が有意に上昇するものがみられた。これらのことから、通年成熟個体ではDNAやヒストンの化学修飾が亢進してエピゲノムによる遺伝子発現調節が攪乱されていると推定され、このことが神経ペプチド前駆体遺伝子の全般的な発現低下の原因と考えられた。また、環境リスクが遺伝情報そのものに影響を与えることなくエピゲノム調節を攪乱させるだけで動物の生殖活動に影響を与え、結果的に環境への適応度を変えてしまう可能性も示唆する。今後、神経ペプチド前駆体遺伝子の発現低下と通年成熟の因果関係を精査する必要があるが、通年成熟の原因究明に向けた研究の方向性を示すことができた。以上の成果はFrontiers in Endocrinology誌に掲載されるとともに、プレスリリースを行い、朝日新聞、日本経済新聞、中国新聞に記事が掲載された。

## ○発表論文

### 1. 原著論文

T. K. Adi, M. Fujie, N. Satoh, T. Ueki, The acidic amino acid-rich C-terminal domain of VanabinX enhances reductase activity, attaining 1.3- to 1.7-fold vanadium reduction. Biochem. Biophys. Rep. 32: 101349 (2022)

◎F. Morishita, T. Horiguchi, H. Akuta, T. Ueki, T. Imamura, Concomitant downregulation of neuropeptide genes in a marine snail with consecutive sexual maturation after a nuclear disaster in Japan. Front. Endocrinol., 14: 1129666 (2023)

### 2. 総説・解説

該当無し

## ○著書

該当無し

## ○特許

該当無し

## ○講演

### 1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

Takuya Imamura, Evolutionary acquisition of lncRNAs involved in the diversification of mammalian brains, 韓国脳研究院 研究本部セミナー, 招待, 英語, Korean Brain Research Institute (2023年3月30日, 大邱)

### 2. 国際会議での一般講演

◎Takuya Imamura, Boyang An, Akari Ando, Arisa Makimura, Mayuri Tokunaga, Tatsuya Ueki, Fumihiko Morishita, Differential regulation of human and mouse neural stem cells mediated by species-specific promoter-associated non-coding RNAs (pancRNAs), Neuro2022 (第45回日本神経科学大会・第65回日本神経化学学会大会・第32回日本神経回路学会大会), 通常, 英語, 沖縄コンベンションセンター (2022年7月2日, 宜野湾市)

### 3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

今村拓也, ヒト特異的プロモーターノンコーディングRNA(pancRNA)の獲得による神経幹細胞機能の変遷, 第76回日本人類学会大会・第38回日本霊長類学会大会連合大会シンポジウム, シンポジウム, 日本語, 京都産業会館ホール (2022年9月18日, 京都)

今村拓也, 遺伝子活性化型lncRNAの獲得とほ乳類大脳進化, RNAフロンティアミーティング2022, 招待, 英語, RNAフロンティアミーティング, 大阪大学 (2022年10月12日, 吹田市)

### 4. 国内学会での一般講演

◎森下文浩, 堀口敏宏, 飽田寛人, 植木龍也, 今村拓也, 福島第一原発周辺の潮間帯で通年成熟現象を起こしたイボニシにおける神経ペプチド前駆体遺伝子の発現変動, 中国四国地区生物系三学会合同大会島根大会(公益社団法人日本動物学会中国四国支部大会) (2022年5月21日-22日, オンライン)

◎Akari Ando, Boyang An, Mayuri Tokunaga, Arisa Makimura, Fumihiko Morishita, Tomonori Kameda, Takuya Imamura, UCP2/Ucp2 can control the number of neural stem/progenitor cells to differentiate mouse and human brain development, 第55回日本発生生物学会大会, 通常, 英語, 金沢市文化ホール (2022年6月1日, 金沢)

Boyang An, Tomonori Kameda, Takuya Imamura, Human-specific pancCD63-CD63 pair contribute to the generation of basal neural progenitors forevolutionary expansion of cerebral cortex, 第55回日本発生生物学会大会, 通常, 英語, 金沢市文化ホール (2022年6月1日, 金沢)

◎森下文浩, 堀口敏宏, 飽田寛人, 植木龍也, 今村拓也, 生殖の季節性を失った巻貝(イボニシ)の神経節における遺伝子の発現変動, 本動物学会第93回早稲田大会 (2022年9月8日, 東京)

高村克美, 水上雅晴, 植木龍也, ミズクラゲ生殖巣で発現するHMGタンパク質, 日本動物学会第93回早稲田大会 (2022年9月8日, 東京)

飽田寛人, 仲井理沙子, 平田真由, 一柳健司, 今村公紀, 今村拓也, ヒト・チンパンジーiPS細胞分化系のトランスクリプトーム比較による神経幹細胞発生における機能的種差の推定, 第15回エピジェネティクス研究会年会, 2022年6月9日, 通常, 日本語, 福岡

◎Boyang An, Akari Ando, Fumihiko Morishita, Takuya Imamura, The human-specific pancTMEM25-

- TMEM25, a molecular pair involved in the expansion of the cerebral cortex, 第115回日本繁殖生物学会大会, 通常, 英語, 九州大学 (2022年9月13日, 福岡市)
- ◎Boyang An, Akari Ando, Fumihiko Morishita, Takuya Imamura, The human-specific pancTMEM25-TMEM25, a molecular pair involved in the expansion of the cerebral cortex, 第115回日本繁殖生物学会大会, 通常, 英語, 東京大学 (2022年9月13日, 東京都文京区)
- ◎岸田尚之, 安 博洋, 鮑田寛人, 西田壮汰, 森下文造, 仲井理沙子, 今村公紀, 今村拓也, ヒト神経幹細胞の増殖におけるProtogeninの関与及びその発現制御因子の探索, 第115回日本繁殖生物学会大会, 通常, 日本語, 東京大学 (2022年9月13日, 東京都文京区)
- ◎西田壮汰, 安 博洋, 榎村有紗, 森下文造, 今村拓也, ヒト特異的ノンコーディングRNAによるてんかん関連遺伝子EFHC1転写活性化を介した神経幹細胞制御, 第115回日本繁殖生物学会大会, 通常, 日本語, 東京大学 (2022年9月13日, 東京都文京区)
- ◎森下文造, 堀口敏宏, 鮑田寛人, 植木龍也, 今村拓也, 福島第一原発近傍で通年成熟現象を起こした巻貝の脳における神経ペプチド前駆体遺伝子発現の一斉低下, 第46回日本比較内分泌学会大会及びシンポジウム (2022年10月28日-30日, 東京)
- ◎三浦隆匡, 島村麻美子, 臼井絵里香, 森美穂子, 内野佳仁, 山口 薫, 笠石里江子, 日高皓平, 坪井 隼, 三森クリスティーナ, 齋藤祐介, 山田美和, 加藤太一郎, 吉田真明, 植木龍也, 田川訓史, 木下 浩, 照井保幸, 紙野 圭, 実海域における生分解性プラスチックへの付着菌叢および崩壊度と相関性が高い菌種について, 微生物生態学会第35回大会 (2022年10月31日, 札幌)
- ◎榎村有紗, 亀田朋典, 安 博洋, 安東明莉, 徳永真結莉, 森下文造, 今村拓也, ヒト・マウス神経幹細胞の性質を分けるCOMMD3-BMI1遺伝子座の構造的・機能的種差の解析, 第45回日本分子生物学会年会, 通常, 日本語, 日本分子生物学会, 幕張メッセ (2022年11月30日, 千葉市)
- ◎森下文造, 堀口敏宏, 鮑田寛人, 植木龍也, 今村拓也, トランスクリプトーム解析からみたイボニシの通年成熟現象, 2022年度中国四国動物生理シンポジウム (2022年12月10日, 山口)
- ◎Dewi Yuliani, 森下文造, 今村拓也, 植木龍也, Identification and characterization of vanadium-resistant bacteria from the intestinal content of *Ciona robusta*, 2022年度中国四国動物生理シンポジウム (2022年12月10日, 山口)
- ◎森下文造, 堀口敏宏, 鮑田寛人, 植木龍也, 今村拓也, 福島第一原子力発電所近傍で生殖の季節性を喪失した巻貝の中樞神経節における神経ペプチド前駆体の一斉発現低下の発見, 第27回日本生殖内分泌学会学術集会 (2022年12月17日-18日, 広島)
- ◎西田壮汰, 森下文造, 今村拓也, ヒト特異的ノンコーディング RNA が直接標的化したてんかん関連遺伝子 EFHC1 転写活性化を介した神経幹細胞制御, 令和3年度日本動物学会中国四国支部広島県例会, 通常, 日本語, 日本動物学会, 広島大学 (2023年3月7日, 東広島市)
- ◎鮑田寛人, 仲井理沙子, 森下文造, 今村公紀, 今村拓也, ヒト・チンパンジーiPS 細胞分化系を用いた初期神経発生モデルから導く大脳進化の分子ロジック, 令和3年度日本動物学会中国四国支部広島県例会, 通常, 日本語, 日本動物学会, 広島大学 (2023年3月7日, 東広島市)
- ◎岸田尚之, 森下文造, 今村拓也, ヒト神経幹細胞における PROTOGENIN の機能とその発現制御メカニズムモデル, 令和3年度日本動物学会中国四国支部広島県例会, 通常, 日本語, 日本動物学会, 広島大学 (2023年3月7日, 東広島市)
- ◎Mayuri Tokunaga, Boyang An Akari Ando, Arisa Makimura, Fumihiko Morishita, Tomonori Kameda, Takuya Imamura, Human NRSN2 can regulate proliferation of neural stem cells through species-specific non-coding RNA-mediated gene activation, 令和3年度日本動物学会中国四国支部広島県例会, 通常, 日本語, 日本動物学会, 広島大学 (2023年3月7日, 東広島市)
- 植木龍也, 低バナジウム条件下でのスジキレボヤの飼育方法の検討, 令和4年度日本動物学会中国

四国支部広島県例会（2023年3月7日，東広島）

## ○各種研究員と外国人留学生の受入状況

外国人留学生

- ・大学院生博士課程後期 Boyang An
- ・大学院生博士課程後期 Dewi Yuliani

## ○研究助成金の受入状況

科学研究費補助金

- ・科学研究費補助金 基盤(B), ノンコーディングRNA獲得による霊長類脳エピゲノム成立機構の実験的解明, 当該年度配分額 7,410千円（間接経費を含む）, 研究代表者 今村拓也
- ・科学研究費補助金 基盤(C), バナジウム除去海水環境下で飼育したホヤの生理学的変化の網羅的検証, 当該年度配分額 1,040千円（間接経費を含む）, 研究代表者 植木龍也
- ・科学研究費補助金 挑戦的研究(萌芽), 福島第一原子力発電所周辺の潮間帯で見られた巻貝の生殖の季節性喪失の分子基盤, 当該年度配分額 1,820千円（間接経費を含む）, 研究代表者 森下文浩

厚生労働省科学研究費補助金

該当無し

共同研究

- ・令和4年度イボニシ脳における遺伝子発現解析（イボニシの通年成熟現象に関する原因とメカニズムの究明に関する研究）, 600千円, 研究代表者 森下文浩, 相手先：国立研究開発法人国立環境研究所 堀口敏宏

寄附金

- ・三菱財団 2022年度自然科学研究助成（一般助成）, ノンコーディングRNAの細胞間情報伝達の実現による脳エピゲノムヴァリエーション化モデルの構築, 7,500千円, 研究代表者 今村拓也

## ○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

今村拓也

- ・ Editorial Board Member, BMC Genomics
- ・ Editorial Board Member, Journal of Reproduction and Development
- ・ 公益社団法人日本繁殖生物学会編集委員
- ・ 公益社団法人日本獣医学会評議員
- ・ 日本生殖内分泌学会理事

植木龍也

- ・ 公益社団法人日本動物学会中国四国支部代表委員（2022年9月まで）・同理事（中国四国支部長）（2022年9月から）
- ・ The International Vanadium Symposium, International Advisory Board（国際バナジウム会議, 国際諮問委員）

## 森下文浩

- ・公益社団法人日本動物学会広島県委員
- ・公益社団法人日本動物学会教育委員会中国四国支部委員

## 2. セミナー・講義・講演会講師等

### 今村拓也

- ・九州大学医学部, 非常勤講師, 2022年4月1日-2023年3月31日

### 植木龍也

- ・山陽小野田市立山口東京理科大学実習（理科指導法1）, 非常勤講師, 2022年5月14日-15日
- ・近畿大学臨海実習, 協力教員, 2022年7月9日-10日
- ・岡山ノートルダム清心女子高臨海実習, 講師, 2022年7月27日-29日

## 3. セミナー・講演会開催実績

### 森下文浩

- ・令和4年度 公益社団法人 日本動物学会中国四国支部広島県例会, 2023年3月7日, 広島大学理学部, 参加者42名

## 4. 産学官連携実績

該当無し

## 5. 高大連携の成果

- ・兵庫県立龍野高等学校スーパーサイエンスハイスクール運営指導委員会, 委員, 2022年度, 植木龍也
- ・岡山ノートルダム清心女子高スーパーサイエンスハイスクール運営指導委員会, 委員長, 2022年度, 植木龍也

## 6. その他

### 今村拓也

- ・理学部・副学部長
- ・理学研究科・副研究科長
- ・統合生命科学研究科生命医科学プログラム・プログラム長
- ・九州大学医学部 非常勤講師

### 植木龍也

- ・島根大学生物資源科学部附属生物資源教育研究センター海洋生物科学部門隠岐臨海実験所, 共同利用運営委員会, 委員

### 森下文浩

- ・広島工業大学生命学部 非常勤講師
- ・国立研究開発法人 国立環境研究所 客員研究員

## ○共同研究

### 1. 国際共同研究・国際交流活動

#### 今村拓也

- ・ Andras Paldi教授（フランス・INSERM）「ヒト血球系細胞におけるノンコーディングRNA解析」
- ・ 小曾戸陽一主任研究員（韓国脳研究院）「発達期脳のトランスクリプトーム解析」

## ○特記事項

- ・ Boyang An（指導教員：今村拓也）  
令和4年度広島大学エクセレントスチューデントスカラシップ（成績優秀学生賞）受賞

## 植物生物学講座

### 植物分類・生態学研究室

令和4年度構成員：山口富美夫（教授）、嶋村正樹（准教授）

#### ○研究活動の概要

本研究室は、旧広島文理科大学時代（1929年に研究室創設）から一貫して隠花植物（藻類、菌類、地衣類、コケ植物、シダ植物）の分類学的研究と植物群落の生態学的研究を行ってきた。現在、この豊富な研究資産を受け継ぎ、それを基礎として、新しい手法を用い、生物多様性研究領域の拡大・発展をめざして活動を展開している。本研究室では、これらの研究を裏づける標本資料の保存と管理を生物科学専攻の植物標本庫（収蔵標本数約60万点；国際標準標本庫略号HIRO）のもとで行い、標本の国内外研究機関・研究者への貸与を行っている。その結果、コケ植物、地衣類に関して、その収蔵数は、現在、国内大学第一位である。

令和4年度の植物分類・生態学研究室の研究活動の概要は以下のとおりである。

#### (1) 蘚苔類の系統・分類学的研究

日本に分布するゼニゴケ属の種を、形態学的検討と分子系統学的分析に基づいて分類学的に修正した。その結果、*M. polymorpha* subsp. *polymorpha*, *M. polymorpha* subsp. *ruderalis*, *M. paleacea* subsp. *paleacea*, *M. paleacea* subsp. *diptera*, *M. emarginata* subsp. *cuneiloba*, *M. papillata* subsp. *grossibarba*, *M. pinnata*, *M. quadrata*の8種が日本産種として認められた。各分類群の形態学的定義、分布、生育地、分類学上の注意点、特徴的な形質、ゼニゴケ属の識別のための検索表を整備した。

#### (2) 蘚苔類フロラ及び生態に関する研究

昨年度に引き続き、2016年に返還された米軍北部訓練場跡地、大宜味村の石灰岩地、やんばる国立公園区域を中心に蘚苔類の生育状況を調査した。その結果、絶滅危惧種に指定されているジャバシラガゴケの新たな生育地を確認するなど、新知見を得た。

#### (3) コケ植物を用いた植物ホルモン「ストリゴラクトン」の祖先的機能の解明

植物はシグナル物質としてストリゴラクトンを根から分泌し、AM菌に働きかけて植物との共生を促す。その一方でストリゴラクトンは、植物体内では植物ホルモンとしても働き、植物の成長を制御する。このような2面的機能の進化的起源は不明であった。コケ植物を用いた研究から、陸上植物の共通祖先が獲得した土壌中でのシグナル物質としての機能がストリゴラクトンの祖先的機能であり、それにより陸上植物とAM菌共生が可能となったこと、さらには種子植物の共通祖先がストリゴラクトン受容体遺伝子を獲得したことで植物ホルモンとして機能するようになったことを証明した。本研究結果は、*Nature Communications*誌に掲載された。

#### (4) タイ類コマチゴケの減数分裂様式の研究

タイ類コマチゴケ *Haplomitrium mnioides* (Haplomitriopsida) の6か月間に及ぶ減数分裂期における微小管配向と色素体の分布の変化を研究した。

#### (5) 植物標本庫（HIRO）の整備

交換・寄贈標本として、*Bryophytes of Asia*, fasc. 29を国内外の40研究機関に配布した。これらを含めた収蔵標本の整理と体系的管理に向けたデータベース構築を行った。また、研究用蘚苔類標本として、国内研究機関に4件を貸し出し、国内研究機関に2件を贈与した。

新たに2,050件の標本産地データ、461件の標本種データをデータベースに入力した。また、約10,000点のコケ植物標本のデータ整理、約5,000点の標本保管整理作業を行った。

## ○発表論文

### 1. 原著論文

Zheng T.-X. & Shimamura M., 2022. Taxonomic revision of the genus *Marchantia* (Marchantiaceae) in Japan and the redefinition of the genus. *Hattoria* 13: 145.

Kodama K., Rich M.K., Yoda A., Shimazaki S., Xie X., Akiyama K., Mizuno Y., Komatsu A., Luo Y., Suzuki H., Kameoka H., Libourel C., Keller J., Sakakibara K., Nishiyama T., Nakagawa T., Mashiguchi K., Uchida K., Yoneyama K., Tanaka Y., Yamaguchi S., Shimamura M., Delaux P.-M., Nomura T., Kyojuka J. An ancestral function of strigolactones as symbiotic rhizosphere signals. *Nature Communications* 13: 3974.

Kyojuka J., Nomura T. & Shimamura M., 2022. Origins and evolution of the dual functions of strigolactones as rhizosphere signaling molecules and plant hormones. *Current Opinion in Plant biology* 65: 102154102154.

Shimamura M., 2022. Microtubule organization and plastid distribution during meiosis of *Haplomitrium mnioides* (Haplomitriopsida). *Bryophyte Diversity and Evolution* 45: 75–84.

Zheng T.-X., Oishi Y. & Shimamura M., 2022. Notes on some Marchantiales taxa from Rishiri Island, Japan. *Hikobia* 18: 251–257.

Zheng T.-X., Ikematsu T. & Shimamura M., 2022. Observation of an isotype of *Megaceros aenigmaticus* R.M.Schust. and nomenclatural notes on *Nothoceros aenigmaticus* (Dendrocerotaceae, Anthocerotophyta). *Hikobia* 18: 245–249.

Amamoto K., Inoue Y., Alonso-García & Yamaguchi T., 2022. New localities for *Chionoloma orthodontum* (Pottiaceae, Bryophyta) in Japan. *Acta Phytotax. Geobot.* 73(2): 131–139.

Yamaguchi T., 2022. Bryophytes of Asia. Fasc. 29. *Hikobia* 18(4): 277-278.

### 2. 総説・解説

嶋村正樹, 2022. コケ植物の個性性. *植物科学の最前線* 13: 122–127.

嶋村正樹, 2022. コケ植物が語る過去・現在・未来〈総論〉*生物の科学 遺伝*, 76(3): 176–182.

西山智明, 榊原恵子, 嶋村正樹, 2022. ツノゴケ-ゲノム解読と形質転換技術が拓く植物進化研究の新機軸. *生物の科学 遺伝*, 76(3): 183–189.

小栗恵美子, 嶋村正樹, 2022. コケ植物と放射線-福島第一原子力発電所事故からコケ植物の特性を考える*生物の科学 遺伝*, 76(3): 208–212.

## ○著書

該当無し

## ○講演

### 1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

### 2. 国際会議での一般講演

該当無し

### 3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

該当無し

### 4. 国内学会での一般講演

嶋村正樹, Tian-Xiong Zheng, 日本産ゼニゴケ属植物の分類・生態・分布について. 中国四国植物学会第78回大会, 2022年5月21日-22日, オンライン

◎池松泰一, 山口富美夫, 嶋村正樹, 日本産ナガサキツノゴケ種複合体の分類・生態学的研究. 中国四国植物学会第78回大会, 2022年5月21日-22日, オンライン

嶋村正樹, 日本産ヤチゼニゴケの形態, 生態, 分布について. 日本蘚苔類学会第51回島根県江津大会, 2022年8月6日, オンライン

西畑和輝, 岸田知展, 井上侑哉, 山口富美夫, *Syrhropodon mammillosus* Müll. Hal.(カタシロゴケ科, 蘚類) は日本にも産する. 日本蘚苔類学会第51回島根県江津大会, 2022年8月6日, オンライン

◎池松泰一, 井上侑哉, 坪田博美, 山口富美夫, 嶋村正樹, 日本産ツノゴケ類数種の系統的位置と分類学的問題点. 日本蘚苔類学会第51回島根県江津大会, 2022年8月6日, オンライン

岸田知展, 西畑和輝, 山口富美夫, 59年ぶりに沖縄島で再発見されたマルバツガゴケ *Distichophyllum obtusifolium* Thér. について. 日本蘚苔類学会第51回島根県江津大会, 2022年8月6日, オンライン

Xiao Yangyuxin, 嶋村正樹, Morphological study on the reproductive branches of *Marchantia quadrata* (=Preissia quadrata). 日本蘚苔類学会第51回島根県江津大会, 2022年8月6日, オンライン

嶋村正樹, ツノゴケ類のピレノイド. 日本植物学会第86回大会, 2022年9月19日, 京都

森本芽依, 豊島拓樹, 嶋村正樹, 竹下俊治, 川崎信治, 潮間帯から単離された新規微細藻類の系統・分類学的研究. 日本植物学会第86回大会, 2022年9月18日, 京都

池松泰一, 嶋村正樹, 紫外線励起光下での孢子体組織における自家蛍光の違いから見たツノゴケ類の分類体系. 日本植物学会第86回大会, 2022年9月17日, 京都

嶋村正樹, コケ植物の葉序を生み出す細胞分裂面・分裂頻度・成長の制御. 第5回 コケ幹細胞研究会, 2022年12月9日, 日南市

Xiao Yangyuxin, Developmental study on branching in *Marchantia polymorpha*. コケ幹細胞研究会, 2022年12月9日, 日南市

池松泰一, モデルツノゴケ種の分類学的研究の現状およびツノゴケ類幹細胞の特徴. コケ幹細胞研究会, 2022年12月9日, 日南市

Shimamura M., Oguri E. & Berger F., Evaluation of genetic effects induced by radiation exposure for wild bryophytes, *Marchantia polymorpha*. 2022年度ERAN年次報告会, 2023年2月13日, 福島市

石井結香, 嶋村正樹, タイ類ゼニゴケ属における生殖隔離機構. 日本植物生理学会, 2023年3月15日, 仙台市

安居佑季子, 田中知葉, 井上慎子, 嶋村正樹, 河内孝之, 苔類の雌雄同株アカゼニゴケと雌雄異株ゼニゴケの性分化制御機構の比較解析. 日本植物生理学会, 2023年3月16日, 仙台市

### ○各種研究員と外国人留学生の受入状況

【外国人研究生】

該当無し

## 【外国人留学生】

肖 楊雨昕（中国）（博士課程後期）

## ○研究助成金の受入状況

### 科学研究費補助金

- ・新学術領域研究(研究領域提案型) 「コケ植物の規則的葉序を生み出す細胞分裂面制御と細胞壁成長制御」 2,900千円（令和4年度 直接経費） 代表者 嶋村正樹
- ・基盤研究(C) 「陸上植物の原始形質を探る～ツノゴケからのアプローチ～」 400千円  
分担者 嶋村正樹

### その他

- ・福島大学環境放射能研究所令和4年度連携研究推進事業 連携基盤強化費助成 2,000千円  
代表者 嶋村正樹
- ・福島大学環境放射能研究所令和4年度連携研究推進事業 福島連携研究プロジェクト「指標生物を用いた放射性物質の生態系への影響研究」 2,000千円 代表者 嶋村正樹
- ・株式会社環境トリニティ「長崎県佐世保市におけるコケ植物の多様性調査研究」 697千円  
山口富美夫
- ・株式会社沖縄環境分析センター「沖縄県普天間市におけるコケ植物の多様性調査研究」465千円  
山口富美夫

## ○学界ならびに社会での活動

### 1. 学協会役員・委員

#### 山口富美夫

- ・環境省稀少野生動植物保存推進員（2003-）
- ・日本植物分類学会絶滅危惧植物専門第二委員会委員（2009-）
- ・生物多様性広島戦略推進会議希少生物分科会検討委員会委員（2013-）
- ・ヒコビア会会長（2014-）
- ・環境省第5次絶滅のおそれのある野生生物の選定・評価検討会植物II分科会検討委員（2014-）
- ・公益財団法人広島市みどり生きもの協会理事（2019-）
- ・福岡県希少野生生物保護検討会議委員（2021-）
- ・沖縄県レッドデータブック編集委員会委員（2022-）

#### 嶋村正樹

- ・ヒコビア会編集幹事（2014-）
- ・中国四国植物学会 広島県幹事（2014-）
- ・日本蘚苔類学会編集委員（2021-）

### 2. セミナー・講義・講演会講師等

該当無し

### 3. セミナー・講演会開催実績

- ・ヒコビアセミナー（全24回、宮島自然植物実験所と共催）

#### 4. 産学官連携実績

該当無し

#### 5. 高大連携の成果

該当無し

#### 6. その他

- ・ 研究雑誌 HIKOBIA 18巻4号を刊行した（編集幹事 嶋村正樹，ヒコビア会会長 山口富美夫）

#### ○国際交流の実績

国際共同研究・国際交流活動

山口富美夫

- ・ Kim Wonhee氏（National Institute of Biological Resources, ROK）との韓国の蘚類フロラに関する共同研究

嶋村正樹

- ・ Frederic Berger博士（グレゴール・メンデル研究所，オーストリア）との野生ゼニゴケ種の遺伝的多様性の研究

#### ○特記事項

該当無し

## 植物生理化学研究室

令和4年度構成員：高橋陽介（教授）、深澤壽太郎（助教）

### ○研究活動の概要

光エネルギーを化合物に転換することで、地球上における他のすべての生命を支える植物は、自らは移動せず、大地に根を張り、その生存の領域を広げ、外部環境の激しい変化を克服して生育する。そのために植物は柔軟な形態形成と環境応答のメカニズムを発達させてきた。本研究室では、植物の形態形成や環境応答の分子機構を解析している。一生を同じ場所で過ごす植物にとって、花を咲かせるタイミングは最も重要な決定の一つであり、様々な要因によって制御されている。シロイヌナズナでは、光周期経路、春化経路、自律的制御経路、ジベレリン (gibberellin; GA) 経路の4つの花成制御系が知られており、その制御の多くは、インテグレーターと呼ばれる *FT*, *SOC1* の発現に統合される。GA 経路は短日条件下の花成で特に重要である。GAは葉で花成ホルモンをコードする *FT* の発現を、茎頂で *SOC1* の発現を促進するが、その制御機構は解明されていない。GA 内生量制御と GA 信号伝達の両面から GA による花成制御機構の解明を目的とし研究を進めている。

#### (1) GAフィードバック制御機構とその打破機構の解析

DELLAはGA信号伝達の中心的な抑制因子であり、GA依存的に分解される。これまでに、DELLA相互作用因子として転写因子GAF1を単離した。DELLAはGAF1のコアクチベーターとしてはたらく、標的遺伝子の転写を促進し、GA依存的にDELLAが分解されると、GAF1はコリプレッサーであるTPRと複合体を形成し、標的遺伝子の転写を抑制することを明らかにした。GAF1複合体はGA依存的に、その構成を変化させることによって標的遺伝子の発現のON/OFFを調節する。この制御モデルは、GAフィードバック制御に合致し、実際に、GAフィードバック制御を受けるGA生合成遺伝子 *AtGA20ox1*, *AtGA20x2*, *AtGA3ox1*, GA受容体 *AtGID1b* 遺伝子がGAF1複合体の標的遺伝子であることを明らかにした。また、活性型GAをFRETにより蛍光観察できるGPSタンパク質、及び植物の透明化技術を併用し、活性型GAの変動を視覚的定量化することに成功し、植物体の各成長段階における活性型GAの組織特異的な局在の解析を行った。短日条件下で培養したシロイヌナズナでは、若い葉、及び茎頂近傍で、花成直前に活性型GAが増加することが明らかとなった。通常、茎頂ではGA生合成は抑制されているが、花成直前には、抑制が解除され、さらにGAフィードバック制御による恒常性の維持も打破され活性型GA量が増加すると考えられた。本年度は新たに *AtGA20ox* の発現を抑制する新たな転写抑制因子を見出した。これらの因子は、DELLA-GAF1複合体によるGAフィードバック制御と拮抗してはたらくと考えられた。転写抑制因子による、*AtGA20ox* の発現制御機構を調べるとともに、野生型、変異体における *AtGA20ox* の組織特異的な発現を調べることにより、花成直前の茎頂近傍で観察されるGA量増加の分子機構解明に取り組んでいる。

#### (2) GAF1複合体による花成制御機構

GAは、花成を促進するがその詳細な制御機構は不明であった。GA信号伝達因子GAF1の過剰発現体では花成が促進され、*gaf1 idd1* 二重変異体では花成が遅延することからGAF1複合体が、GA花成経路に関与すると考えられた。RNA-seq解析を用いて、GAF1の一過的発現により発現量が変化する遺伝子の中から、花成制御に関する遺伝子を抽出し解析を進めた結果、4つの花成抑制遺伝子をGAF1の標的遺伝子として同定した。GAによる花成促進経路では、葉で *FT*、茎頂で *SOC1* の発現が誘導されることから、GAF1標的遺伝子である4つの花成抑制遺伝子は、葉、又は茎頂で、*FT*, *SOC1* の発現を抑制していると考えられた。4つの花成抑制遺伝子の組織特異的な発現を調べる

為に、各遺伝子のプロモーターにGUSを繋いだ形質転換体を作製し解析を行った。その結果、4つの花成抑制遺伝子は、葉、又は茎頂近傍での発現しており、GA依存的に発現量が減少することを明らかにした。花成抑制遺伝子による *FT*、*SOC1* の発現制御機構についてトランジェント解析等を用いて検証した結果、*SVP*は、茎頂で *SOC1* の発現を抑制し、*TEM1*は、葉で *FT* の発現を抑制することを明らかとした。一方、*ELF3*は、単独では *FT* や、*SOC1* の発現を抑制しなかった。以上より、GA存在下では、*GAF1*は、転写抑制複合体を形成し、葉、及び茎頂で標的遺伝子である4つの花成抑制遺伝子の転写を抑制することで、*FT*、*SOC1* の発現を誘導し花成を促進することを明らかにした。

### (3) *ELF3*複合体による 成長調節機構

花成抑制遺伝子である*ELF3*の変異体 *elf3* は、*FT* の発現量が増加し、花成が促進された。しかしながら、*ELF3*は、単独で花成統合遺伝子 *FT* の発現を抑制することができなかった。トランジェント解析等より、*ELF3*は転写抑制能を有するが、DNA結合能は有さず、*LUX*、*ELF4*と複合体を形成し転写抑制複合体を形成することで *FT* の発現を抑制することが明らかとなった。また、*elf3* 変異体は、花成が促進されるばかりでなく、徒長した表現型を示した。この表現型は、他の花成抑制遺伝子の変異体では見られないことから、*ELF3*複合体は花成統合遺伝子 *FT* の発現を抑制するばかりでなく、伸長成長に関わる遺伝子の発現も制御すると考えられた。今後、*ELF3*複合体を介した、植物の伸長成長の分子機構の解明に取り組む。

### (4) JAによるGA内生量の調節機構

植物は、虫などの外敵から食害ストレスをうけると植物ホルモンの1つであるジャスモン酸 (JA) を合成し防御応答遺伝子の発現を促進する。JA は、同時に植物の成長を阻害することから、成長と防御応答にはトレードオフの関係が成立する。GAとJAは、植物の成長において拮抗的なはたらきを担う。GA信号伝達の抑制因子である*DELLA*は、GA依存的に分解が促進される。*DELLA*にGFP蛍光タンパク質を融合したGFP-*DELLA*を発現する形質転換体を用いて、JA処理時におけるGFP-*DELLA*の根における蓄積を蛍光観察した。その結果、GFP-*DELLA*タンパク質は、JA処理により顕著に蓄積し、根の伸長成長を阻害することが明らかになった。JA処理により蓄積したGFP-*DELLA*タンパク質は、GA処理により速やかに分解されることから、JA処理は、*DELLA*の分解等を抑制するのではなく、植物のGA内生量を低下させる可能性が示唆された。GA内生量を調べた結果、JA処理により顕著に活性型GAが減少することが明らかとなった。

さらに、JAによる複数のGA合成遺伝子の発現量が変化することが明らかとなった。今後、JAによるGA内生量の制御機構解明を目指す。

## ○発表論文

### 1. 原著論文

該当無し

### 2. 総説・解説

該当無し

## ○著書

該当無し

## ○講演

### 1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

### 2. 国際会議での一般講演

該当無し

### 3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

該当無し

### 4. 国内学会での一般講演

◎端野桃子, 西田有理花, 菅野裕理, 瀬尾光範, 高橋陽介, 深澤壽太郎, “ELF3 によるジベレリン生合成の制御機構の解析”, 第 78 回 中国四国植物学会, 島根大学, オンライン, 2022 年 5 月 22 日

◎安藤広記, 野澤 彰, 小迫英尊, 澤崎達也, 高橋陽介, 深澤壽太郎, “DELLA-GAF1 と MYC2 複合体による成長抑制制御機構の解析”, 第 78 回 中国四国植物学会, 島根大学, オンライン, 2022 年 5 月 22 日

深澤壽太郎, 森 和也, 森 亮太, 安藤広記, 菅野裕理, 瀬尾光範, 高橋陽介, “ジャスモン酸による MYC2 を介したジベレリン内生量調節と成長抑制機構の解析”, 第 57 回 植物化学調節学会, 福井県立大学, 2022 年 11 月 26 日

深澤壽太郎, 森 和也, 森 亮太, 安藤広記, 菅野裕理, 瀬尾光範, 高橋陽介, “ジャスモン酸による MYC2 を介したジベレリン内生量調節と成長抑制機構”, 日本植物生理学会 第 64 回年会, 東北大学, 2023 年 3 月 15 日

## ○研究助成金の受入状況

### 科学研究費補助金

- ・基盤研究 (C) 「DELLAタンパク質の二重の役割による花成制御機構」代表 深澤壽太郎  
1,040千円 (4,420千円/3年間)

### その他助成金

- ・内藤財団研究助成 3,000千円 代表 深澤壽太郎
- ・広島大学:融合研究支援 2022年 250千円 分担

### 受託事業

該当無し

## ○学界ならびに社会での活動

### 1. 学協会役員・委員

深澤壽太郎

国際誌論文レビュー 5件

- ・Plant Physiology 論文評価委員 (Reviewer) 2件
- ・Plant Communications 論文評価委員 (Reviewer) 2件
- ・Frontiers in Plant science 論文評価委員 (Reviewer) 1件

### 2. セミナー・講義・講演会講師等

該当無し

### 3. セミナー・講演会開催実績

該当無し

### 4. 産学官連携実績

該当無し

### 5. 高大連携の成果

該当無し

### 6. その他

該当無し

## ○共同研究

### 1. 国際共同研究・国際交流活動

#### 高橋陽介

- ・ Dr. Zhiyong Wang, Staff Member, Department of Plant Biology, Carnegie Institution for Science, 260 Panama street, Stanford, CA 94305, USA

#### 深澤壽太郎

- ・ Plant Molecular and Cellular Biology (Spain) M.A. Blázquez and D. Alabadí, DELLAによる転写制御機構の解析
- ・ Rothamsted Research (England) Steve Tohmas, 小麦のGA信号伝達, 生合成の制御

### 2. 国内共同研究

#### 深澤壽太郎

- ・ 理化学研究所 瀬尾光範 『植物ホルモンによる成長制御機構の解析』に関する実験・研究
- ・ 山形大学 農学部 豊増知伸 bZIP型転写因子と14-3-3結合に関する研究
- ・ 愛媛大学 農学部 米山香織 ストリゴラクトンと植物ホルモンの相互作用に関する研究
- ・ 愛媛大学 プロテオームセンター 澤崎達也, 野澤 彰 新奇DELLA相互作用因子の探索・スクリーニング
- ・ 徳島大学 小迫英尊 新奇DELLA相互作用因子の探索・質量分析
- ・ 京都大学 化学研究所 山口信次郎 気相を移動する植物ホルモン様分子の研究
- ・ 広島大学 統合生命科学研究科 上田晃弘 海水でも自生可能な超耐塩性植物アイスプラントの全ゲノム解読
- ・ 広島大学 ナノデバイス・バイオ融合科学研究所 小出哲士 FLIRを用いた葉の表面温度の測定

## ○特記事項

### 受賞

- ・ 端野桃子, 西田有理花, 菅野裕理, 瀬尾光範, 高橋陽介, 深澤壽太郎, “ELF3 によるジベレリン生合成の制御機構の解析”, 第78回 中国四国植物学会, 優秀口頭発表賞
- ・ 山下洋人, 広島大学理学部長表彰

## 植物分子細胞構築学研究室

令和4年度構成員：鈴木克周（教授）、守口和基（講師）

### ○研究活動の概要

所謂アグロバクテリア (*Rhizobium/ Agrobacterium* 属の細菌) は自然界で植物に遺伝子を注入して根頭癌腫病と毛状根病を引き起こすとして知られている。また、伝達域の広い接合プラスミドを持つ大腸菌が真核微生物の出芽酵母へプラスミドを移すことが見出されたことを契機として、細菌接合系による真核生物への遺伝子の水平伝達 ((超) 生物界間接合) 現象の報告が増えつつある。当研究室では、これら実験室で繰り返し再現できる広域水平伝達現象の特質を明らかにする研究と水平伝達を發揮する能力の高いバクテリアならびにプラスミドの機能および多様性に関する研究を行っている。

令和4年度において、以下の成果を得た。

- (1) 広宿主域型プラスミドである IncP 型プラスミドの 4 型分泌装置による、大腸菌-出芽酵母のモデル生物界間接合系で、ドナー大腸菌において効率的な輸送を促進している遺伝子をゲノムワイドに探索してきた。前年度までに 3884 変異株から 12 株にまで絞り込んだ候補変異株の中から、 $\Delta priA$  株と  $\Delta aceE$  株の生物界間接合効率低下株が得られた。この 2 株を供与菌として大腸菌間での接合伝達を行ったところ、効率の低下は観察されなかった。受容菌の大腸菌が  $\Delta priA$  株と  $\Delta aceE$  株で欠失している何らかの因子を供給している可能性を考え、供与菌と受容菌を共に  $\Delta priA$  株または  $\Delta aceE$  株にして接合効率を調べたが、低下は観察されなかった。従って生物界間接合特異的な抑制因子または促進因子が存在し、前者の場合は  $\Delta priA$  株と  $\Delta aceE$  株では誘導されており、後者の場合は  $\Delta priA$  株と  $\Delta aceE$  株では抑制されていると推測される。今後は *priA* や *aceE* と関連する遺伝子の生物界間接合効率との相関について詳細な解析を進めたい。
- (2) アグロバクテリア菌株 NR3 は、コムギから内生菌として単離したものであるが、毛状根病誘導プラスミドを持っている。ムギ類植物は毛状根病非感受性であること、植物の罹患部以外の試料由来のアグロバクテリアが毛状根病誘導プラスミドを持っている例は無いことなどから特異な菌株である。植物病原菌は植物共生菌に由来するという仮説に基づくと、その典型例になるともいえる。昨年度には NR3 株のゲノム塩基配列を決定した。今年度は、毛状根病誘導プラスミド pRiNR3 に注目して解析した。pRiNR3 は近縁の Ri プラスミドよりも 17~30 kbp 大きい。pRiNR3 上には、サイトカニンおよびその生合成原料を合成する酵素と推定される一連のタンパク質をコードする遺伝子がクラスター化している領域があった。NR3 の培養上清液をバイオアッセイしたところ著量のサイトカニン活性が検出され、一方、pRiNR3 を失った変異体では検出されなかった。サイトカニンは植物の細胞分裂促進とストレス軽減作用が知られているので、NR3 株がサイトカニンを合成分泌することは植物内生と感染双方に寄与する可能性がある。
- (3) アグロバクテリアを介して遺伝子導入する方法 (AMT 法) は植物だけでなく数多くの菌類に適用されている。既存の AMT 法用のベクタープラスミドは Ti プラスミドの T-DNA と同様に 2 つのボーダー配列 (RB と LB) 部位を持ち、RB と LB 間が輸送される。一方、LB が無く RB を持つプラスミドはプラスミド全体が輸送されることから、小型ベクタープラスミドとして利用価値が高いと考えて、昨年度までにこの現象を利用した酵母菌用の自律複製型と染色体組込型プラスミドベクターシリーズ (pYAMT) を作成した。今年度は、予めアグロバクテリアにこのプラスミドを持たせれば、実験室株と工業株を含む複数の酵母菌株へ同時に容易に移入できることを実証した。

## ○発表論文

### 1. 著書

◎Zoolkefli FIRM, Moriguchi K., Cho Y., Kiyokawa K., Yamamoto S. and Suzuki K., (2022) Isolation and Analysis of Donor Chromosomal Genes Whose Deficiency Is Responsible for Accelerating Bacterial and Trans-Kingdom Conjugations by IncP1 T4SS Machinery. In *Plasmid Transfer: Mechanisms, Ecology, Evolution, and Applications* (eds Chin-Yi Chen, Clay Fuqua, Charlene Renee Jackson, Kristina Kadlec, Eva M. Top), pp. 371-383. Frontiers Media SA, ISBN 2889766454, 9782889766451 (Frontiers in Microbiology誌に掲載された2021年の論文が, 上記タイトルの元に集められた他の論文と共にまとめられてeBook化したもの)

## ○講演

### 1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

### 2. 国際会議での一般講演

該当無し

### 3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

該当無し

### 4. 国内学会での一般講演

◎守口和基, 鈴木克周, 高等学校「生物基礎」における形質転換, 「生物」におけるバイオテクノロジーに関する, より安全な大腸菌実験素材の探索. 日本生物教育学会第107回全国大会, 2023年3月4日-5日, 高崎

鈴木克周, 清川一矢, 谷 明生, 力石和英, 小麦内生菌アグロバクテリアで見つかったRiプラスミドの構造決定. 岡山大学資源植物科学研究所共同研究成果発表会, 2023年2月28日, 倉敷市芸文館.

## ○各種研究員と外国人留学生の受入状況

### 【外国人留学生】

Fatin Iffah-Rasyiqah Mohamad Zoolkefli (マレーシア) 生物科学専攻博士後期課程

## ○研究助成金の受入状況 (金額は直接経費)

微生物機能探究コンソーシアム研究助成

「他の生物と共生する微生物の生き様の理解: 微生物間での遺伝子のやりとりの理解」

(300千円) 守口和基

公益財団法人サタケ技術振興財団研究助成金 (500千円) 守口和基

科研費 一般研究(B) (2,100千円) 鈴木克周

## ○学界ならびに社会での活動

### 1. 学協会役員・委員

中国四国植物学会会計幹事 守口和基

2. セミナー・講義・講演会講師等

該当無し

3. セミナー・講演会開催実績

該当無し

4. 産学官連携実績

該当無し

5. 高大連携の成果

該当無し

6. その他

該当無し

○共同研究

1. 国際共同研究・国際交流活動

鈴木克周

- ・LAVIRE Celine (リヨン第1大学, フランス) イネが分泌するクマリルアルコールを代謝する細菌遺伝子の研究
- ・NESME Xavier (フランス国立農業研究所(INRA)) 新種*Rhizobium/ Agrobacterium*属細菌の研究

2. 国内共同研究

守口和基

- ・佐藤真伍 (日本大学生物資源科学部) 「バルトネラ属細菌の形質転換法および実験株の樹立に向けた研究」(継続中)

鈴木克周

- ・力石和英, 谷 明生 (岡山大学 資源生物科学研究所) 「植物内生*Rhizobium/ Agrobacterium*属細菌の研究」
- ・久富泰資 (福山大学 生命工学部) 「酵母菌用プラスミドの開発」

○特記事項

該当無し

## 多様性生物学講座

### 附属臨海実験所・海洋分子生物学研究室

令和4年度構成員：田川訓史（准教授，所長併任），有本飛鳥（助教）

#### 〈施設の概要等〉

所員は田川訓史准教授（所長併任，平成29年4月1日付就任），有本飛鳥助教（令和元年7月1日付勤務），樋口絵里子契約一般職員（令和元年10月1日付勤務）の3名からなり所属学生は大学院生2名と学部生が2名であった。令和4年度の述べ利用者数は2,697名であった。

#### 〈教育活動〉

本学理学部生物科学科で「比較発生学」を開講し「先端生物学」・「生物科学セミナー」の一部を担当した。実験所内では2年次生を対象に多様な海産生物に直に接してそれらの分類・系統関係・生態を学ぶ「海洋生物学実習A」，3年次生対象のウニやホヤの発生過程の比較観察と分子発生学的手法を習得することを目的にした「海洋生物学実習B」を開講している。大学院教育としては本学統合生命科学研究所の「生物科学研究セミナー」「自然史学特論」の一部ならびに卓越大学院プログラム「ゲノム編集先端人材育成プログラム」の一部を担当した。また，臨海実験所において「先端基礎生物学研究演習」を開講した。また本学の学生に対する教育活動に加えて，全国の大学学部生を対象にした「公開臨海実習」を臨海実験所にて開講し，比較分子発生学のある程度高度な実験を実施して発生学の現状を理解できるように組み立ててある。この実習は，国立大学法人に属する全国20の臨海・臨湖実験所のうち研究分野が互に関係する7大学（北海道・東北・お茶の水女子・東京・筑波・広島・島根）合同で実施しているが，昨年度に続き本年度も主催した。なおその際に部局間国際交流協定を締結した台湾中央研究院より，本年度も講師を依頼し開催した。海洋生物学実習Aに33名，公開臨海実習に他大学の学生10名と広島大学の学生5名の参加があった。教員免許を取得予定の学生を主な対象とした海洋生物教育臨海実習には3名の参加があった。また本学総合科学部の臨海実習・同講義についても実施を支援した。また，臨海実験所を利用して他大学が開講する実習科目に関しては，山陽小野田市立山口東京理科大学23名，近畿大学15名，島根大学6名の参加があり，それらの実施を支援した。その他，教育ネットワーク中国の単位互換履修科目「しまなみ海道域海洋生物学実習」を，前期と後期に1科目ずつ開講した。実習の他に，他大学の卒論，修論，博士論文や研究に係わる支援を行っている。

平成30年度9月より文部科学省に認定された教育関係共同利用拠点事業「生物の多様性や発生と進化を学ぶ・しまなみ海道広域海洋生物教育共同利用国際拠点」としての教育活動を本年度も継続して展開している。認定期間は平成30年9月5日～令和5年3月31日である。また，同事業の更新申請を本年度行い，「時空を超えて学ぶ・しまなみ海道広域海洋生物教育共同利用国際拠点」として令和5年4月1日～令和9年3月31日の事業期間が認定された。

国立大学全国臨海臨湖実験所の所長会議を令和4年6月9日，10日の2日間主催し，文部科学省の高等教育局専門教育課の担当官2名の訪問を受けた。その様子は，令和4年6月17日付けの中国新聞にて報道された。

#### 〈研究活動〉

半索動物ギボシムシや無腸動物ムチョウウズムシ，巨大単細胞生物クビレズタ等を研究材料として再生研究や比較発生学的・比較ゲノム科学的に広い視野に立った研究を進めている。令和4年度の研究活動は以下のとおりであり，著書1編，学会等の発表は国際会議での招待講演1回，

一般講演 1 回であった。

- 1) ヒメギボシムシ *Ptychodera flava* の再生研究を分子生物学的に押し進めるために再生芽 cDNA ライブラリーのクローン解析特に他の生物で再生に関与していると考えられるクローンの発現解析ならびに幹細胞で発現する因子・リプログラミングに関与すると考えられる因子の解析を進めている。
- 2) 基礎生物学研究所・慶應義塾大学・沖縄科学技術大学院大学と共同でカタユレイボヤ *Brachyury* 下流遺伝子群の新口動物間における比較解析を進めている。
- 3) 沖縄産ヒメギボシムシ *Ptychodera flava* に寄生するカイアシ類に関して鹿児島大学, 琉球大学, カリフォルニア州立大学, 台湾中央研究院と共同で進めている。
- 4) ヒメギボシムシの国内外を含めた生息地域差による遺伝的多様性の研究を進めている。
- 5) 実験室内でのヒメギボシムシの飼育を行っている。これまで砂を入れた容器で成体を一定期間飼育し続けることには成功しているが実験室内で性成熟させるまでには至っていない。また長期間の幼生期を経て幼若個体に至る飼育を初めて成功させたがさらに実験室内で大量飼育が可能になるよう進めている。
- 6) ナイカイムチョウウズムシの発生進化に関する共同研究を学内及び沖縄科学技術大学院大学と共同で進めている。
- 7) クビレズタ等の巨大単細胞生物の形態形成に関する研究を沖縄科学技術大学院大学と共同で進めている。

〈国際交流活動〉

- 1) 部局間国際交流協定校である台湾中央研究院より 7 大学合同公開臨海実習へ講師を招聘し開催した。
- 2) 米国ハワイ大学と共同でヒメギボシムシの再生研究を進めている。
- 3) カリフォルニア州立大学及び台湾中央研究院と共同でヒメギボシムシに寄生するカイアシ類の研究を進めている。
- 4) 広島大学との大学間, 部局間国際交流協定締結大学であるインドネシア共和国の州立イスラム大学マラン校, 大学間協定のブラウィジャヤ大学, その他にも州立イスラム大学スラバヤ校, トゥルンガガン校, バンドン校, ジョグジャカルタ校, 台湾の国立中興大学から学生や研究者が参加し, JST さくらサイエンスプランオンライン交流会を3日間実施した。
- 5) 大学間協定のインドネシア共和国のブラウィジャヤ大学にてオンライン講義を実施した。
- 6) JSPS 外国人招聘研究者 (短期) にて, カナダのモントリオール大学の教授を招聘した。
- 7) インドネシア共和国の州立イスラム大学スラバヤ校より, 国際交流協定締結に向けて打合せの為7名を招聘した。

## ○発表論文

### 1. 原著論文

該当無し

### 2. 総説・解説

該当無し

### 3. 著書

◎Arimoto A, Tagawa K, Studying Hemichordata WBR using *Ptychodera flava*. In: Blanchoud, S., Galliot, B. (eds) Whole-Body Regeneration. Methods in Molecular Biology, vol 2450. Humana, New York, NY.

## ○講演

### 1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

Tagawa K, Our Research and Education related to SDGs. 13th International Conference on Global Resources Conservation 2022. Brawijaya University, Indonesia, 2022年7月25日

### 2. 国際会議での一般講演

Arimoto A, Proteomic analysis of the unicellular macroalga *Caulerpa lentillifera*. 24th International Seaweed Symposium, Hobart, Australia, 2023年2月20日

### 3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

該当無し

### 4. 国内学会での一般講演

該当無し

## ○各種研究員と外国人留学生の受入状況

### 【外国人留学生】

該当無し

### 【研究員・特任助教（外部資金雇用）】

該当無し

### 【外国人客員研究員】

該当無し

## ○研究助成金の受入状況

### 1. 科学研究費補助金

#### 田川訓史

- ・挑戦的研究(萌芽)「囊舌類ウミウシにおける驚異的な再生能力の実態解明」(研究分担者)  
1,500千円

## 有本飛鳥

- ・若手研究「多核巨大単細胞生物のRNA局在を支える部位特異的な転写および核外輸送の検証」  
(代表) 1,690千円
- ・科学研究費助成事業(科学研究費補助金)(研究成果公開促進費)(研究成果公开发表(B)(ひらめき☆ときめきサイエンス~ようこそ大学の研究室へ~KAKENHI))「巨大な単細胞生物:形づくりの不思議」(代表) 490千円

## 2. 受託事業

### 田川訓史

- ・JST さくらサイエンスプランオンライン交流会 951,789 円(間接経費 86,508 円)
- ・NEDO「海洋生分解性プラスチックの社会実装に向けた技術開発事業/海洋生分解性に係る評価手法の確立」(NITE 再委託事業) 4,402 千円(間接経費 574 千円)

## 3. その他

### 田川訓史

- ・文部科学省教育関係共同利用拠点経費 5,739 千円
- ・日本学術振興会 外国人招へい研究者(短期)「半索動物の細胞外分泌構造と水腔動物の進化」  
1,026 千円

## ○学界ならびに社会での活動

### 1. 学協会役員・委員

#### 田川訓史

- ・岡山大学理学部附属臨海実験所運営委員
- ・州立イスラム大学マラン校 客員教授(インドネシア共和国)
- ・州立イスラム大学スラバヤ校 客員教授(インドネシア共和国)

#### 有本飛鳥

- ・日本動物学会中四国支部会計幹事

### 2. セミナー・講義・講演会講師等

#### 田川訓史

- 1) 日本・アジア青少年サイエンス交流事業「さくらサイエンスプラン」オンライン交流会を実施した。2023年1月17日-19日, 参加者496名

### 3. その他

- 1) 尾道市立高見小学校3年生を対象に臨海実験所周辺の磯採集を行った。  
2022年6月13日, 引率教員3名, 小学3年生17名が参加
- 2) 清心女子高等学校SSH実習を行った。  
2022年7月27日-28日, 教員1名, 高校1年生22名が参加
- 3) 尾道市立高見小学校3年生を対象に臨海実験所周辺の磯採集を行った。  
2022年11月1日, 引率教員3名, 小学3年生15名が参加
- 4) 尾道市立高見小学校3年生を対象に海藻のしおり作りを行った。  
2023年2月13日, 引率教員3名, 小学3年生16名が参加

- 5) 学内外から依頼を受けた研究材料の採集や飼育依頼に対応した。また野外調査への協力を行った。本実験所への試料採集のための来所者は学内者31名（広島大学教職員11名，広島大学学生20名）他大学・他機関155名の計186名であった。
- 6) 実験所で採集し収集した海産生物を教育研究機関に提供した。内訳は福山大学へミズクラゲ，沖縄科学技術大学院大学へ無腸類・ギボシムシ・海藻類，広島大学大学院理学研究科へイボニシ・アメフラシ，広島大学総合科学部へ磯の生き物全般・無腸類，高見小学校へ磯の生物全般を提供した。
- 7) 一般からの問い合わせへの対応や写真及び情報の提供を行った。

## 附属宮島自然植物実験所・島嶼環境植物学研究室／同 東広島植物園

令和4年度構成員：山口富美夫（教授・所長）、坪田博美（准教授）

### ○研究活動の概要

宮島自然植物実験所は、世界遺産に登録され日本三景で有名な「安芸の宮島」にある。廿日市市宮島町の大元公園から上室浜に至る国立公園内にある国有地が昭和38年に広島大学へ所属替えとなり、昭和39年学内措置によって理学部附属自然植物園として発足した。平成10年現在の敷地面積は、約10.2 ha（＝10万2千平方メートル）である。平成12年4月に大学院理学研究科附属宮島自然植物実験所に組織替えされ、平成31年4月に大学院統合生命科学研究科に組織替えされた。また、旧植物管理室も同実験所東広島植物園として組織替えされた。島嶼環境植物学研究室は、宮島自然植物実験所に設置されている。令和4年度に468名（記帳者数）の施設外部からの来所者があった。今年度も新型コロナウイルスの影響で、来園者や利用、普及活動などが少なかった。

**理念・目的・目標：**宮島自然植物実験所の設置目的は、宮島のすぐれた自然を利用して植物学の教育・研究を行うことにある。本実験所は、昭和39年に設置されて以来、宮島という人為攪乱の少ない自然を対象として、主として植物学の分野において研究を深化するとともに、学術研究において国際的な役割を果たし、成果を社会に還元することを目指している。島嶼という地理的条件を生かして、隔離環境下における植物の種分化・分布・生態などの生物地理学に関する諸問題の解明及び生物の保全・自然保護、地球規模での環境保全対策、共生などの生命現象の基礎的解明を目標として教育・研究活動を行っている。また、広島大学植物標本（HIRO）の分室として位置づけられており、維管束植物・蘚苔植物・地衣類など約35万点の貴重な植物標本などの研究資料をはじめ、教育・研究資料が蓄積されている。これらの資料を活用するとともに外部に公開することを目的として、標本のデータベース作成を行った。また、広島大学総合博物館や東広島植物園などと共同で広島大学デジタルミュージアムのコンテンツ作成による教育・研究リソースの公開を進めている。東広島植物園では教育・研究に必要な植物の栽培・展示、生態実験園を含む学内の植物の維持・管理などを行っている。また、広島大学総合博物館と共同でキャンパス・スチューデント・レンジャー（CSR）制度を運用している。

**教育活動：**本実験所は、理学部生物科学科の学部学生を対象とした科目である「植物生態学B」と「島嶼生物学演習」、「卒業研究」を担当し、「教養ゼミ」、「生物学概説A」、「先端生物学」、「生物科学基礎実験」について分担した。本実験所が担当で隔年開講の「宮島生態学実習」は、令和4年度は宮島で実施した。上記科目のうち学部1年生対象の「教養ゼミ」は、新型コロナウイルス感染症の影響でオンラインおよび東広島キャンパスでの対面授業を併用して実施した。大学院生を対象とした科目としては、統合生命科学研究科の「基礎生物学特別研究」と「統合生命科学特別研究」を担当し、「基礎生物学特別演習」、「先端基礎生物学研究演習」、「自然史学特論」について分担した。実習や授業の一部について本実験所で実施した。生物科学科以外の学内及び学外の利用もあり、生命環境総合科学プログラムなどの教育・研究に利用された。また、小・中・高等学校の教育のための利用があり、ユネスコ・スクール宮島学園の総合学習などの教育活動を行った。高等学校の教育活動や一般向け・子ども向けの講座については新型コロナウイルス感染症の影響で実施されなかった。高校生向けの公開講座として野外観察会およびオンライン講義を実施した。社会貢献活動としてヒコビア植物観察会を14回（含、特別回1回、勉強会1会、のべ参加人数522名）開催した。広島県や廿日市市、広島森林管理署、環境省と共同でミヤジマトンボやモロコシソウの保護や森林の保全に関する研究・普及活動を行うとともに、行政に対して助言を行った。平成

30 (2018) 年7月の豪雨災害に関連した道路付け替え工事に伴う緑化等が行われた。また、宮島うぐいす道の復旧工事で緑化を行った。東広島植物園では学部生・大学院生に対する植物の栽培に関する技術指導や材料の提供、特別支援学級や附属幼稚園の野外学習などを行った。

**研究活動：** 蘚苔類や維管束植物、藻類、地衣類の分子系統学的研究や系統分類学的研究・比較形態学的研究、蘚苔類の島嶼生物学的研究や植物地理学的研究、蘚苔類や維管束植物の地理的変異や集団遺伝学的研究、植物のアレロパシーに関する研究、稀少植物のフェノロジーなどの生態学的研究、宮島の維管束植物の遺伝的多様性に関する研究、空気中に浮遊する散布体から蘚苔類・藻類の拡散・散布に関する研究、林野火災や宮島白糸川崩壊地、災害復旧場所等での緑化や植生回復、植物相・地衣類相・藻類相に関する研究、瀬戸内海西部での海草や塩生植物、塩性湿地に関する研究などを行った。また、照葉樹林の遷移及び植生単位の抽出と植生図化、宮島及びその周辺地域の森林植生の現状把握とその動態、植物社会学的植生図にもとづいた宮島のアカマツ二次林の遷移に関する研究、宮島内や周辺海域での植物の分布についても継続して研究を行った。コシダ・ウラジロが植生の遷移に与える影響と、リターが発芽に与える影響、シカが植物相や森林遷移に与える影響について継続調査を行った。宮島島内及び周辺の雑草フロアや外来植物、広島県内のタンポポの分布と遺伝的背景についても研究を行った。埋土種子や種子の散布様式、種子の成熟時期、種子や果実を食害する昆虫類に関する予備的研究も行った。前年度に引き続き東広島キャンパスの東広島植物園（旧植物管理室）と共同でフロア調査を行った。植物分類・生態学研究室と共同で日本産フキ類の系統地理学的研究を行った。生命環境総合科学プログラムの和崎研究室と共同で低リン環境下に生育する植物及びそれが生育する森林内の植物の生理生態学的研究を行った。同プログラムの根平研究室と安田女子大学の川上博士と共同で植物のアレロパシーに関する基礎研究を行った。外部機関と共同で緑藻類や地衣類の共生藻や地衣類に関する系統・分類学的な研究を行った。広島工業大学と共同で宮島の塩性湿地に関する研究を行った。広島森林管理署と共同で林野火災跡地の現状把握のための研究を行った。また、広島のフロアに関して新しい知見が得られた種等について報告した。これらの研究成果については、論文・著書・総説等（8件）及び学会発表等（5件）で公表した。重要なコレクションを含む学術標本の標本整理については多くのボランティアの協力を得た。蘚苔類や維管束植物を中心とした植物の腊葉標本、種子標本の作成・収集を行うとともに、植物標本のデータベース化を行った。また、標本閲覧や試料提供などの利用があった。広島大学研究拠点、世界遺産・厳島ー内海の歴史と文化プロジェクト研究センターの構成員および広島大学総合博物館研究員として研究を推進した。広島大学デジタルミュージアム構築に参加し、インターネットで研究・教育活動ならびにその成果物を外部に公開した。令和4年度の広島大学デジタルミュージアムのページビュー数は669,086件であった。国公立大学附属植物園長・施設長拡大会議・植物園協会第1分野拡大会議に参加した。2018年7月の豪雨災害の復旧に対応して、廿日市市の事業に引き続き協力するとともに、緑化に関する基礎研究を行った。東広島植物園では教材生物バザールへの参加や学校教育での自然体験学習などを通じた理科教育に関する教材開発を行った。

## ○発表論文

### 1. 原著論文

Inoue Y., Nakahara-Tsubota M., Ogiso-Tanaka E. & Tsubota H., 2023. Complete chloroplast and mitochondrial genomes of *Ditrichum rhynchostegium* Kindb. (Ditrichaceae, Bryophyta). **Mitochondrial DNA Part B**: 8(3): 383–388.

小山克輝, ファン=クイン=チ, 内田真治, 中原-坪田美保, 坪田博美, 2022. 広島県のモロコシノウ

の生育状況について—2022年時点の状況—. *Hikobia* 18: 265-272.

Matsuzaka K. & Tsubota H., 2022. New record of *Graphis cleistoblephara* Nyl. (lichenized Ascomycota, Graphidaceae) in the Chugoku Region, SW Japan. *Hikobia* 18: 259–264.

中村 創, 本郷圭祐, 松坂啓佑, 長崎涼平, 池田誠慈, 塩路恒生, 清水則雄, 坪田博美, 2023. 広島大学東広島キャンパスの植栽樹木. *広島大学総合博物館研究報告* 14: 75–92.

ファン=クイン=チ, 本郷圭祐, 中村 創, 小山克輝, 盛 沢鵬, 内田慎治, 武内一恵, 若木小夜子, 紙本由佳理, 中原-坪田美保, 坪田博美, 2023. 廿日市市宮島一般廃棄物最終処分場嵩上げ工事に伴う緑化工実施地で確認された維管束植物. *広島大学総合博物館研究報告* 14: 93–103.

○Sheng Z.-P., Wasaki J. & Tsubota H., 2022. A preliminary study on the influence of invasive plant through allelopathy: effects of Chinese tallow tree, *Triadica sebifera* (Euphorbiaceae), on its rhizosphere microbial community in Miyajima Island, SW Japan. *Hikobia* 18: 199–220.

## 2. 総説・解説・短報

半田信司, 溝渕 綾, 中原-坪田美保, 坪田博美, 2023. 新設の横瀬川ダム（高知県）における植物プランクトン初期遷移と日本新産 *Cosmarium wilsonii* (Desmidiaceae) の大增殖. *藻類* 71(1): 65.

弘松瑤希, 井上侑哉, 坪田博美, 2022. 広島県宮島におけるエビゴケの再発見. *蘚苔類研究* 12(8): 221–222.

## ○著書・その他

近藤裕介, 大塚 攻, 佐藤正典(編). 2022. ハチの干潟の生きものたち, 広島県竹原市に残る瀬戸内海の内原風景. 170 pp. NextPublishing Authors Press. 坪田博美: 「コラム1 魚つき林」および「第4章 ハチの干潟とその周辺の動植物（海草・海浜植物）」を担当.

広島大学総合博物館(編). 2022. 東広島キャンパスの自然観察. 140 pp. NextPublishing Authors Press. 坪田博美

## ○取得特許

該当無し

## ○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

2. 国際会議での一般講演

○Wasaki J., Aihara T., Okamura T., Yamada H. & Tsubota H., Uptake and utilization of phosphorus by cluster root forming woody plants grown in poor nutrient soils in western Japan. PSP7: 7th Symposium on Phosphorus in Soils and Plants, Montevideo Uruguay, 2022年10月3日–6日

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

該当無し

4. 国内学会等での一般講演

長崎涼平, 内田慎治, 井上侑哉, 坪田博美, 苔類カラヤスデゴケ (*Frullania muscicola*) の葉緑体ゲノムの解析 (予報). 日本植物分類学会第22回大会, 千葉, 2023年3月1日

半田信司, 大村嘉人, 溝渕 綾, 中原-坪田美保, 坪田博美, ジオデシック構造の細胞による孢子形成型と筒型細胞の二分裂型の生活史を持つ気生藻類*Pseudostichococcus* sp. 日本植物学会第86回大会, ハイブリッド, 京都, 2022年9月15日

半田信司, 溝渕 綾, 中原-坪田美保, 坪田博美, 新設の横瀬川ダム (高知県) における植物プランクトン初期遷移と日本新産*Cosmarium wilsonii* (Desmidiaceae) の大増殖. 日本藻類学会第47回大会, オンライン, 北海道, 2023年3月22日

弘松瑶希, 井上侑哉, 坪田博美, 日本産エビゴケ (蘚類) の分子系統学的研究 (予報). 日本蘚苔類学会第51回大会, オンライン, 江津, 2022年8月6日

## ○研究助成金の受入状況

### 1. 科学研究費補助金

- ・基盤研究(A)「持続的作物生産に向けたクラスター根の形成能とリン供給能の活用」  
坪田博美 (分担) 720千円

### 2. 共同研究・受託研究

該当無し

### 3. 寄附金・その他

#### 坪田博美

##### 寄附金

- ・一般財団法人広島県環境保健協会 100千円
- ・Marc Peter Keane 15千円
- ・サクラオブルワリーアンドディスティラリー 60千円
- ・一般財団法人広島県環境保健協会 100千円

## ○学会ならびに社会での活動

### 1. 学協会役員・委員

#### 坪田博美

- ・ヒコビア会, 庶務幹事 (2006-)
- ・日本植物分類学会, 編集委員 (2012-2022)
- ・環境省自然環境局, 稀少野生動植物保存推進員 (2012-2015, 2015-2018, 2019-2022, 2023-)
- ・日本蘚苔類学会, 庶務幹事 (2022-2023)
- ・廿日市市, 文化財保護審議会委員 (2015-)
- ・廿日市市, 宮島地域シカ対策協議会, 専門委員 (2016-)

### 2. セミナー・講演会開催実績

#### 坪田博美

- ・植物観察会, 2022年4月-2023年3月 (毎月1回開催, 勉強会1回と特別回1回開催, 年間14回), 広島県内・その他, 宮島自然植物実験所・ヒコビア会共催

### 3. 産学官連携実績

#### 坪田博美

- ・広島森林管理署・廿日市市立宮島学園・宮島ロープウエー・一般社団法人宮島ネイチャー構想

- 推進協議会との共同事業（2015-）広島県廿日市市（土砂災害の防止を目的とした宮島ロープウエー獅子岩駅周辺の植生回復のため自然植生を念頭に置いた植樹）（2023年3月実施）
- ・株式会社サクラオブルワリーアンドディスティラリー（旧、中国醸造株式会社）との共同事業（2018-）広島県廿日市市（管理上廃棄される植物の有効活用に関する研究）
  - ・株式会社アルモニーとの共同事業（2018-2022）広島県廿日市市（管理上廃棄される植物の有効活用に関する研究）

#### 4. セミナー・講義・講演会講師等

##### 坪田博美

- ・講師，高大連携公開講座「世界遺産宮島の植物と自然A・B」，2022年5月28日，10月8日，廿日市市宮島町
- ・講師，高大連携公開講座「生物の多様性と進化」，2022年9月23日，オンライン
- ・講師，広島大学GSC，GSC広島StepStageセミナー（野外講習），2022年9月9日，廿日市市宮島町
- ・講師，宮島学園（宮島小中学校）の理科・生活科・総合学習等（含，野外学習）およびクラブ活動の指導，2022年度，広島県廿日市市宮島町
- ・研修講師，宮島弥山を守る会，緑化事業に関連した指導（含，ヤマザクラの育苗指導），2022年度，廿日市市宮島町
- ・研修講師，環境省宮島パークボランティア，野外調査指導，2022年11月19日，廿日市市宮島町
- ・講師，広島市植物公園友の会，野外観察会，2022年11月27日
- ・講師，公益財団法人ひろしま国際センター，野外観察会，2022年12月9日
- ・講師，広島市植物公園特別展，野外観察会，2022年12月11日
- ・研修講師，宮島ユネスコ協会，野外観察会，廿日市市宮島町，（新型コロナウイルス感染症の影響で延期）
- ・非常勤講師，広島工業大学，基礎生物学，2022年4月-8月
- ・講師，海田町，野外研修会，2023年3月17日
- ・講師，令和4（2022）年度中高大連携公開講座「大学で何を学ぶか」（安芸太田地区，オンライン），2022年11月12日
- ・講師，夢ナビ講義Video「植物や植生を分類する」，2022年度
- ・講師，夢ナビライブ2022 in Summer，2022年7月9日-10日

#### 5. その他

該当無し

#### ○国際共同研究

##### 坪田博美

- ・Estebanez博士（スペイン・マドリード自治大学）との蘚苔類の分子系統学的研究

#### ○国内共同研究

##### 坪田博美

- ・広島商船高等専門学校との共同研究（2017-）広島県世羅郡（ため池・湿地の植物の分子系統学的研究および湿地の絶滅危惧種に関する研究）
- ・広島工業大学・長崎大学（名誉教授）（2017-）広島県広島市・廿日市市（塩生植物の分子系統学的研究）

- ・広島工業大学（2018-）広島県廿日市市（宮島の塩性湿地の経年変化に関する基礎研究）
- ・千葉県立中央博物館（2017-）千葉県千葉市（茎葉性タイ類および地衣類の分子系統学的研究）
- ・国立科学博物館（2021-）広島県廿日市市ほか（植物の系統分類学的研究，とくにフキの遺伝的分化およびコケ植物の葉緑体ゲノムに関する研究）
- ・広島県環境保健協会（2006-）広島県廿日市市・広島県広島市（気生藻類の分子系統学的研究）
- ・石川直子博士（大阪市立大学理学部附属植物園）（2020-）広島県廿日市市（島嶼環境に生育するオオバコの生理生態学的研究）
- ・松本達雄博士（武田中・高等学校）（2020-）広島県廿日市市（地衣類の系統分類学的研究）
- ・広島森林管理署（2018-）広島県廿日市市（宮島国有林内の林野火災跡地の経年変化に関する基礎研究）
- ・井藤賀操博士（2018-）（理化学研究所環境資源科学研究センター，ジャパンモスファクトリー）神奈川県・東京都（コケ植物の遺伝的分化と培養株のDNAバーコーディングに関する研究）
- ・三分一博志建築設計事務所（2016-）香川県直島町，広島県廿日市市，山口県岩国市（自然環境に配慮した建築や植栽に関する研究）
- ・小宅由似博士（香川大学）・廿日市市（2021-）広島県廿日市市宮島町（自然災害跡地および人為的地形の緑化に関する基礎研究）
- ・和崎 淳教授（統合生命科学研究科生命環境総合科学プログラム）（2014-）広島県廿日市市宮島町（低リン耐性のある植物・クラスター根をつくる植物に関する研究）
- ・根平達夫准教授（統合生命科学研究科生命環境総合科学プログラム）・川上晋博士（安田女子大学）（2016-）広島県廿日市市宮島町（植物のアレロパシー活性物質の探索）
- ・西堀正英教授（統合生命科学研究科食品生命科学プログラム）（2022-）広島県廿日市市宮島町（宮島のシカの遺伝的多様性）
- ・Randy Kuiper博士（オランダ）・宮崎県立博物館（2021-）宮崎県・長崎県（Albizia属の保全生物学）
- ・広島大学研究拠点「次世代を救う 広大発 Green Revolution を創出する植物研究拠点」の構成員として研究を推進した。
- ・広島大学総合博物館研究員として研究を推進した。

## ○特記事項

### 1. 受賞

該当無し

### 2. 新聞・メディア報道・資料提供

- ・取材・情報提供，ニュース（宮島学園と進めている宮島ロープウエーターミナル付近の植生回復に関連した体験植樹について）．中国新聞
- ・資料提供・情報提供，宮島の自然や植物，紅葉，ミヤジマトンボ，植生回復に関する資料や情報の提供を随時行った（宮島観光協会，中国新聞，各テレビ局）

### 3. おもな施設利用・活動

#### 教育・研修・講演会（一部、オンライン等で実施）

- ・研修・実習（宮島パークボランティアの会、環境省）
- ・学生指導（理学部生物科学科）

#### 学会・調査・研究（一部、オンライン等で実施）

- ・打合せ・研究資料閲覧（国立科学博物館、安田女子大学、広島市植物公園、宮島水族館、服部植物研究所、広島大学総合博物館）
- ・研究打合せ・研究調査・資料の提供（岐阜大学、香川大学、岡山大学、大阪市立大学、岡山理科大学、広島工業大学、日本モンキーセンター、広島大学総合科学部・統合生命科学研究科生命環境総合科学プログラム、広島大学生物生産学部、広島大学総合博物館、植物分類・生態学研究室）
- ・共同研究・研修（広島県環境保健協会）

#### 施設見学・施設利用・野外観察・ボランティア活動

- ・野外観察・施設利用（宮島パークボランティア2回）
- ・施設利用・ボランティア活動（理学部生物科学科、宮島学園、中国醸造、宮島パークボランティア、宮島弥山を守る会、宮島の山道をきれいにする会など）
- ・施設見学・砲台見学（14件・団体）

#### 行政・企業・取材・その他

- ・打合せ（広島県、広島県警、福山市役所世界バラ会議推進室、廿日市市教育委員会、廿日市市観光課、廿日市市水道局、廿日市市宮島支所、宮島観光協会）
- ・取材・打合せ・現地調査（広島森林管理署、広島県、廿日市市、中国電力ネットワーク、電力調査株式会社、中国醸造、アルモニー、三分一博志建築設計事務所、広島テレビ、広島大学施設部等）
- ・捜索（廿日市警察署）
- ・情報提供・資料貸出（広島市植物公園、広島市森林公園こんちゅう館）
- ・助言、行政や研究機関、会社等からの依頼で宮島の自然や植物、絶滅危惧種の保護、ニホンジカ、イノシシ、カワウ等に対して専門家として助言を行った。（環境省、広島県、廿日市市、東広島市、三分一博志建築設計事務所等）

### 4. その他

- ・学内外の来園者に対して、施設案内や宮島の自然等の紹介・解説を行った。
- ・宮島の自然に関する海外からの問い合わせに対して、対応を行った。
- ・野外観察会や野外教育、実習、研修等で宮島自然植物実験所および宮島島内を訪れた団体や教育施設、学校等に対して、講演または野外での指導を行った。
- ・外部からの標本閲覧と標本借用の依頼に対して対応を行った。
- ・前年度に引き続いて、絶滅危惧種のモロコシソウ保護のための自生地の調査と生育環境整備を行った。（広島森林管理署や廿日市市立宮島小中学校との共同事業）
- ・保全地域での緑化工に関する基礎研究の応用として、広島県廿日市市宮島町で発生した2018年7月の豪雨災害の復旧工事に伴う緑化工に関連して、その後の管理や経過観察を実施した。また、これに関連した道路付け替え工事の緑化を実施した。（廿日市市との共催）
- ・宮島島内の道路陥没復旧工事の緑化に在来性種苗を提供し、緑化工を実施した。（広島県との

共催)

- ・宮島一般廃棄物最終処分場嵩上げに係る整備工事に伴う緑化工について、その後の管理や経過観察を実施した。(廿日市市との共催)
- ・環境省および広島県のRDB編纂に関して基礎調査を行い、情報提供を行った。廿日市市からの依頼で廿日市市宮島島内の工事に関して絶滅危惧種の保護に対して助言を行った。また、絶滅危惧種モロコシソウ・ミヤジマシモツケの域外保全に関する研究を行った。
- ・日本モンキーセンターのニホンザルの野外調査に関して情報提供を行った。
- ・前年度に続き、広島大学デジタルミュージアムのサーバ運営を担当した。広島大学総合博物館等と共同で、広島大学デジタルミュージアム (<https://www.digital-museum.hiroshima-u.ac.jp/>) を運営した。宮島の植物や、サクラの開花情報、紅葉情報、蘚苔類に関するコンテンツとデータベースなどを公開・更新した。(2020年度 476,059件, 2021年度 1,071,289件, 2022年度 669,086件)
- ・宮島自然植物実験所と植物分類・生態学研究室が毎月一回共催しているヒコピア植物観察会や宮島自然植物実験所の園路を一般に公開しており、植物や自然を学習するための場として利用され、一部ではリカレント教育にも活用されている。
- ・新型コロナウイルス感染症の影響で延期や中止になった事業があった。広島大学および他大学の学生実習、高等学校向けの実験指導、宮島自然観察講座、宮島ユネスコ協会主催の野外観察会、宮島学園の理科・生活科・総合学習等(含、野外学習)の指導の一部、JR西日本やウォンツの事業への屋外コース提供など。
- ・学内の他研究室の博士課程前期・後期の学生の実験および分子系統解析の指導を行った。
- ・「世界遺産宮島およびキャンパス内のリソースを活用したデジタル教材開発と広島大学デジタルミュージアムを使った発信」について、デジタル教材を開発した。一部については広島大学デジタルミュージアムで公開した。
- ・廿日市市宮島町で理学部生物科学科の初年次インターンシップとして清掃ボランティアを実施した。
- ・広島市植物公園の活動に関して研究資料の提供、助言・情報提供を行った。今年度は特別展について資料の貸出を行った。

## 植物遺伝子資源学講座／植物遺伝子保管実験施設

令和4年度構成員：草場 信（教授）、小塚俊明（助教）、信澤 岳（助教）

### ○研究活動の概要

本施設は昭和52年、文部省令により広島大学理学部に設置された系統保存施設であり、遺伝的に多様な植物群の保存及びそれら保存系統を用いた生命現象の解明に取り組んでいる。主に、広義キク属植物・ソテツ類の野生系統および様々な種の突然変異体を研究材料とし、ゲノム多様性の研究や植物機能の分子遺伝学的な研究を行っている。

本施設は、平成14年よりナショナルバイオリソースプロジェクトに広義キク属中核拠点として参加しており、広義キク属系統の収集・保存・提供を行っている。これまで、キク属にはモデル植物と呼べる種が確立されていない。そこでキク属のモデル植物として二倍体種であるキクタニギク (*Chrysanthemum seticuspe*) を選定した。ほとんどのモデル植物は自家和合性であるが、キク属は自家不和合性であり、モデル植物として利用しにくい。平成22年度に野生集団から自家和合性キクタニギク系統AEV2を発見し、平成29年度には、自殖9代目の純系化系統をモデル系統Gojo-0とした。さらに、令和2年度はGojo-0と兄弟系統の交雑後代からGojo-0よりも生育の良い系統Gojo-1を選抜した。

平成29年度にはAEV2の自殖5代目系統について全ゲノム塩基配列を決定し、平成30年度には論文発表を行った。キクタニギクのゲノムサイズはおよそ3.0Gbであるが、ショートリードシーケンシングにより解析を行った結果、89%に当たる2.72Gbのアッセンブル配列を得た。約7万2千個の遺伝子を予測された。これはモデル植物であるシロイヌナズナの全遺伝子数の3倍近くであり、二倍体であるキクタニギクも進化の過程で倍数化を経ていることを反映している。令和元年度は、pseudomoleculeレベルでの高精度な全ゲノム配列を得るために、Gojo-0を用いてPacBio SequelによるロングリードシーケンスとHi-Cによるスキャフォールドリングを組み合わせた全ゲノム塩基配列決定を行った。得られた塩基配列および遺伝子予測データはPlantGardenから公開している。

令和4年度は以下のような報告を行った。

*Chrysanthemum*グループと*Ajania*グループは交雑も可能であり、*Chrysanthemum*属（キク属）に属すとされているが、花序形態が著しく違うため（*Ajania*属には舌状花という長い花弁をもつ小花が存在しない）、以前は*Chrysanthemum*属と*Ajania*属に分けられると考えられていた。*Chrysanthemum rupestre*（旧*Ajania rupestre*: イワインチン）の葉緑体全ゲノム塩基配列を決定したところ、*Chrysanthemum*属のクレードに含まれることが判明した。このことはイワインチンがキク属に含まれることを支持する。一方、*Ajania variifolia*はキク属のクレードには含まれず、旧*Ajania*属にはキク属に含まれる種と含まれない種が存在することが示された。

また、シロイヌナズナBALANCE of CHLOROPHYLL METABOLISM (BCM) と転写因子GOLDEN2-LIKE (GLK) の機能解析を行った。シロイヌナズナには機能が重複したBCM1とBCM2が存在する。BCM1とBCM2はchlorophyll a分解酵素SGRの安定性を制御することで老化時のクロロフィル分解を制御することが知られている。我々はトランスアクティベーションアッセイやクロマチン免疫沈降法により、BCM1の発現は光による転写を制御する転写因子GLK1により直接制御されていることを明らかにした。光化学系の集光タンパク質LHCIIは光に応答して葉緑体内に蓄積するが、GLK1はLHCIIタンパク質の光化学系関連タンパク質の転写も直接制御していることが知られている。一方、LHCIIタンパク質はクロロフィルの結合により安定化されている。つまり、GLKは光に応答したBCM1の転写量促進を通してクロロフィル分解酵素SGRのタンパク質量を減少させることでLHCIIタンパク質量を正に制御していることになる。したがって、GLKは転写レベルとタンパク質レベルの二つの経路でLHCII量を制御していると考えられた。

## ○発表論文

### 1. 原著論文

◎Takashi Nobusawa, Hiroshi Yamatani and Makoto Kusaba, (2022) Early flowering phenotype of the *Arabidopsis altered meristem program1* mutant is dependent on the *FLOWERING LOCUS T*-mediated pathway. **Plant Biotech.** 39: 3217-321

Yu Masuda, Michiharu Nakano and Makoto Kusaba, (2022) The complete sequence of the chloroplast genome of *Chrysanthemum rupestre*, a diploid disciform capitula species of *Chrysanthemum*. **Mitochondrial DNA Part B** 7:4:603-605

Yamatani H., Ito T., Nishimura K., Yamada T., Sakamoto W. and Kusaba M., (2022) Genetic analysis of chlorophyll synthesis and degradation regulated by BALANCE of CHLOROPHYLL METABOLISM. **Plant Physiol.** 189:431-444. [IF=8.034]

Yusuke Tokumitsu, Takuto Kozu, Hiroshi Yamatani, Takeshi Ito, Haruna Nakano, Ayaka Hase, Hiroki Sasada, Yoshitake Takada, Akito Kaga, Masao Ishimoto, Makoto Kusaba, Taiken Nakashima, Jun Abe and Tetsuya Yamada, (2022) Functional Divergence of *G* and Its Homologous Genes for Green Pigmentation in Soybean Seeds. **Front. Plant Sci.** 12:796981. [IF=6.627]

### 2. 総説・解説

草場 信, (2022)メンデルの遺伝子-遺伝子の実態と遺伝の法則の拡張. 生物の科学 遺伝 76:267-22

## ○著書

該当無し

## ○講演

### 1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

Kusaba M., Development of a model strain for the self-incompatible autohexaploid chrysanthemum. International Symposium on Ornamental Horticulture (Nanjing Agricultural University, Nanjing (online)) 2022年8月16日-17日

### 2. 国際会議での一般講演

該当無し

### 3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

草場 信, キクタニギク:キク属における種間多様性研究のプラットフォーム, 日本育種学会第124回講演会シンポジウム, 帯広畜産大学(北海道・帯広市), 2022年9月23日

### 4. 国内学会での一般講演

◎小塚俊明, 下谷祐貴, 坂本昌吾, 福田智代, 山谷浩史, 草場 信, 光受容体フィトクロムによるエチレン合成制御機構の解析, 日本植物学会第86回大会, 京都府立大学 下鴨キャンパス(京都府・京都市), 2022年9月15日-19日, 口答発表

信澤 岳, 環境適応における植物脂質の役割, 植物科学フロンティア研究会 2022, 自然と教育研究所(岡山市), 2022年9月23日-25日, 口頭発表

◎草場 信, 秦 東, NBRP 広義キク属: 広義キク属リソースの収集・保存・提供, 第45回日本分子生物学会, 幕張メッセ(千葉県・千葉市), 2022年11月30日-12月2日, ポスター発表

◎藤田悠大, 中野道治, 小塚俊明, 草場 信, キクタニギク深裂葉突然変異体 *needle leaf1* 責任遺伝子の探索, 第14回中国地域育種談話会, 山口大学(山口県・山口市), 2022年12月10日-11日, ポスター発表

◎坂本昌悟, 信澤 岳, 草場 信, シロイヌナズナにおける抽だい後葉老化の制御機構の解析, 第14回中国地域育種談話会, 山口大学(山口県・山口市), 2022年12月10日-11日, ポスター発表  
草場 信, NBRP 広義キク属: 広義キク属リソースの収集・保存・提供, 第64回日本植物生理学会, 東北大学 川内北キャンパス, 2023年3月10日-17日, ポスター展示

## ○各種研究員と外国人留学生の受入状況

### 【外国人留学生】

該当無し

### 【研究員・特任助教(外部資金雇用)】

谷口研至(客員准教授)

秦 東(特任助教)

### 【外国人客員研究員】

該当無し

## ○研究助成金の受入状況

### 1. 科学研究費補助金

- ・基盤研究(B)「葉老化抑制による窒素施肥耐性のイネ良食味・酒造好適品種開発のための基礎研究」 草場 信 (代表)
- ・基盤研究(C)「キクタニギク自家和合性変異の分子機構解明」 草場 信 (分担)
- ・基盤研究(C)「暗黒下におけるエチレン合成依存的・非依存的な葉老化制御機構の解明」 小塚俊明 (代表)
- ・基盤研究(C)「高湿度下での花器官形成と生殖成立における表層脂質微量成分の分子機能と進化」 信澤 岳 (代表)
- ・基盤研究(B)「葉老化抑制による窒素施肥耐性のイネ良食味・酒造好適品種開発のための基礎研究」 信澤 岳 (分担)

### 2. 研究開発施設共用等促進費補助金

- ・ナショナルバイオリソースプロジェクト「広義キク属植物の収集・保存・提供」  
草場 信 (代表)

### 3. その他

該当無し

## ○学界ならびに社会での活動

### 1. 学協会役員・委員

草場 信

- ・日本植物生理学会・代議員
- ・日本育種学会・運営委員

- ・広島県バイオテクノロジー推進委員会理事
- ・生物遺伝資源委員会委員（国立遺伝学研究所）
- ・日本メンデル協会・評議員

#### 信澤 岳

- ・中国四国植物学会 庶務幹事

#### 2. セミナー・講義・講演会講師等

草場 信, メンデルの遺伝子, 第 19 回メンデル講演会, 下諏訪総合文化センター（公益財団法人日本メンデル協主催）, 2022 年 8 月 20 日

#### 3. セミナー・講演会開催実績

##### 草場 信

- ・講演者：住友克彦（農研機構野菜花き研究部門 野菜花き品種育成研究領域 上級研究員）  
「キクの白さび病抵抗性を選抜できるDNAマーカーの開発」  
（2022年12月16日, オンライン）

#### 4. 産学官連携実績

該当無し

#### 5. 高大連携の成果

- ・教材生物バザール「クレピス（種子）とキクタニギク（種子）の提供」, 広島県東広島市  
2022年5月19日, 草場 信
- ・国泰寺高校大学訪問, 2022年8月12日, 信澤 岳

#### 6. その他

該当無し

### ○共同研究

#### 1. 国際共同研究・国際交流活動

##### 草場 信

- ・オランダ・ワーゲニンゲン大学「キク属全ゲノム塩基配列と多様性解析に関する共同研究」

#### 2. 国内共同研究

##### 草場 信

- ・イノチオホールディングス・広島県総合技術研究所「自殖四倍体及びゲノム編集によるイエギク新品種の育成」
- ・イノチオホールディングス・広島県総合技術研究所「フザリウム菌による立枯症に抵抗性を有す栽培ギク新品種の育成」

### ○特記事項

該当無し

## 両生類生物学講座／両生類研究センター

### 〈センター概要〉

本部局の前身の理学研究科附属両生類研究施設は、故川村智次郎博士（名誉教授、第3代学長）による両生類を用いた人為単性発生の研究等の業績を基盤として、昭和42年に設置された。その後、トノサマガエルやアマガエル、ツチガエル等の在来種を用いた人為倍数体の研究や種間雑種の研究、色彩変異に関する研究や性決定機構の研究、西南諸島に分布する絶滅危惧種の保存と種分化の研究等に関して業績を挙げてきた。平成12年以降は在来種に加えて、分子生物学研究用モデル動物のツメガエルを用いて、変態や初期発生の研究、内分泌攪乱物質の研究を推進してきた。

またリソース事業として、昭和51年より国内外の各地から9科27属112種320集団12,600匹の両生類を野外収集し、これらと共に実験的に作製した特殊系統100種類4,000匹の両生類を冷凍保存してきた。また生体として、絶滅危惧種や突然変異系統、遺伝子改変系統等の約66種類500系統、総数約3万匹を飼育維持している。これらは世界的にユニークな両生類コレクションとして認知されているのみならず、次世代シーケンサー解析が普及した現在、極めて重要な遺伝子資源となっている。平成14年度からは、文部科学省のナショナル・バイオリソース・プロジェクト（NBRP）中核的拠点整備プログラムの代表機関として、遺伝学・ゲノム科学研究に適したネットイツメガエルの野生型近交系の収集改良と繁殖保存を行い、それらを内外の研究者に対して提供してきた。

平成28年10月1日、生命・生物系の特長と実績のあるリソースを活かした教育研究組織の整備を行うという第3期中期目標・計画に基づき、理学研究科附属両生類研究施設は、学内共同教育研究施設として両生類研究センターに改組された。この改組に伴い、本部局は次の(1)と(2)を達成課題として設定した。

- (1) ネットイツメガエルのNBRP事業や、その他のモデル両生類や絶滅危惧種等のリソース事業をコアとして、国際的な両生類総合リソース拠点としての機能を強化する。
- (2) ゲノム編集やバイオインフォマティクス等の先端技術を取り入れて、発生や再生、進化等の基礎研究を先鋭化しながら、それらを基盤として医学との学際的融合分野の創生をめざす。

これらの課題を達成する為、バイオリソース研究部門を新設すると共に、既存研究グループを発生研究部門、進化・多様性研究部門、リーディングプログラムに再編し、バイオリソース研究部門の管轄にリソース事業を専門とする系統維持班を設置した。バイオリソース研究部門には、平成29年1月1日付けで他大学から荻野 肇教授が着任し、平成29年5月1日付けで井川 武助教授が着任し、平成31年4月1日付けで鈴木 誠助教授が着任した。発生研究部門の矢尾板芳郎教授は平成31年3月31日をもって定年退職し、同年4月1日付けで他大学から同部門に林 利憲教授が着任した。また平成29年4月1日付けで、荻野 肇教授がセンター長に着任し、山本 卓 理学研究科教授が副センター長（兼任）に着任した。平成31年4月1日からは、林 利憲教授も副センター長に着任した。その後、各部門は新しく進化発生ゲノミクス研究グループ、器官再生メカニズム研究グループ、卵形成・変態研究グループ、進化・多様性研究グループ、発生再生シグナル研究ユニットへと再編された。令和4年3月31日に高瀬 稔准教授が退職したが、同年10月1日付けで井川 武助教授が准教授に昇任し、令和5年1月1日からは、他大学から岡本和子助教授が林 利憲教授の主宰する器官再生メカニズム研究グループに着任した。バイオリソース事業は進化発生ゲノミクス研究グループ、器官再生メカニズム研究グループ、卵形成・変態研究グループが共同運営する体制になった。

令和4年度末におけるセンター教職員の構成は、教授2名（荻野 肇，林 利憲），准教授4名（鈴

木 厚, 古野伸明, 三浦郁夫, 井川 武), 助教5名 (中島圭介, 花田秀樹, 田澤一郎, 鈴木 誠, 岡本和子), 客員教授4名 (平良眞規 中央大学非常勤講師, Qi Zhou 浙江大学教授, Leo Borkin ロシア科学アカデミー主任研究員, Tariq Ezaz キャンベラ大学教授), 研究員1名 (竹林公子), 客員研究員2名 (柏木昭彦, 柏木啓子), 技術専門職員1名 (宇都武司), 技術員1名 (鈴木菜花), 契約技能員2名 (難波ちよ, 栗原智哉), 契約技術職員4名 (中島妙子, 堀内智子, 原田加代子, 池田 礼), 教育研究補助職員2名 (山本克明, 光重智子), 契約一般職員2名 (豊田知子, 濱本由美子), 契約用務員2名 (島田由紀, 武本明子) である。

#### 〈教育活動の概要〉

本局はセンター化後も, 理学部生物科学科及び理学研究科生物科学専攻, 統合生命科学研究科生命医科学プログラム及び基礎生物学プログラムの協力講座として, 教育活動を担当している。以下, 両プログラムの兼任教員が多いため, 両プログラムに所属する学生および教員の業績を合わせて記載する。今年度, 学部教育科目としては, 教養ゼミ, 生物の世界, 両生類から見た生命システム, 生物学実験A, 生物科学概説A, 基礎生物科学A,B, 生物科学英語演習, 生物科学基礎実験I, II, III, IV, 生物学入門, 先端生物学, 動物形態制御学, 内分泌学・免疫学, 再生生物学, 両生類生物学演習, 卒業研究, グローバル対策セミナーA,B, サイエンス入門を担当した。理学研究科と統合生命科学研究科では, 統合生命科学特別講義, 生命科学研究法, 先端基礎生物学研究演習A, B, C, D, E, F, 基礎生物学特別演習A, B, 基礎生物学特別研究, 科学技術英語表現法, 細胞生命学特論, セルダイナミクス・ゲノミクス特論, 自然史学特論, 統合生殖科学特論, 統合生命科学特別研究, 生命医科学セミナーA, B, C, D, 先端生命技術概論, 疾患モデル生物概論, 生命医科学特別演習A, B, 生命医科学特別研究, ゲノム機能学概論を担当した。また学部3年生7名, 学部4年生6名, 博士課程前期1年8名, 2年10名, 後期1年1名, 2年2名, 3年2名, 合計36名の学生が本センターで研究に励んだ。博士課程前期学生の国内学会発表は14件, 国際学会発表は2件であった。博士課程後期学生の国内学会発表は10件, 国際学会発表は2件であった。学部生と大学院生の教育活動の一環として, 月に2回, 教員, 研究員, 大学院生, 学部生が研究活動報告を両生類研究センターセミナーとして行った。

また地域教育に対する貢献事業として, 系統維持班が本邦の様々な両生類の生体を常時展示し, 加えて3回の対面式特別生体展示会を開催した (7/30, 9/24, 11/26, 訪問者のべ463名)。これらの特別展示会と連携するオンライン展示企画「Amphibian University」(<https://www.amphibian-university.jp/>) も公開し, 特別展示会のアナウンスや, 飼育室や胚発生過程のライブ公開等を実施した。

#### 〈研究活動及びその他〉

進化発生ゲノミクス研究グループ, 器官再生メカニズム研究グループ, 卵形成・変態研究グループ, 進化・多様性研究グループ, 発生再生シグナル研究ユニットに分けて記載する。

## 進化発生ゲノミクス研究グループ

令和4年度構成員：荻野 肇（教授・センター長）、井川 武（助教）、鈴木 誠（助教）、  
鈴木菜花（技術員）、平良真規（客員教授）

### ○研究活動の概要

本研究グループは、両生類研究センターを国際的なバイオリソースセンターとして発展させると共に、両生類を用いた最先端の基礎及び応用研究を行う為に、2016年10月1日に創設されたバイオリソース研究部門に由来する。国際的に汎用されている2種類のモデル両生類「ネットイツメガエル」と「アフリカツメガエル」を用いて、発生・再生・進化・環境応答についてのゲノム科学的研究を展開している。また本センターは、文部科学省の推進するナショナルバイオリソースプロジェクト（NBRP）「ツメガエル・イモリ」の中核的リソース拠点として活動しているが、本研究部門はその要の1つのツメガエル生体リソース事業を担当している。主要な研究活動は以下の通りである。

#### 1. 腎発生と再生の研究

##### 腎発生の研究（ソルボンヌ大学（フランス）Jean-Francois Riou教授との共同研究）

脊椎動物の前腎の発生は、神経胚の背側中胚葉の一部にレチノイン酸（RA）の作用下で予定腎領域が形成されることによって起きる。この予定腎領域では、*pax8*等の腎形成マスター制御遺伝子群が発現するが、RAによるそれらの発現誘導機構については未だに不明なままであった。この機構を解明する為、本研究ではまずツメガエルの未分化中胚葉でRA合成酵素Cyp26a1を発現させ、時間を追ってトランスクリプトーム解析をおこない、RAの下流で起きる遺伝子発現の変遷過程を解析した。その結果、RAの直接の標的遺伝子である*meis3*, *hox*, *lhx1*が最初に発現し、続いて*Meis3*と*Hox*タンパク質が*pax8*のエンハンサーに結合し、協調的に作用して*pax8*の転写を活性化することを発見した。以上の成果をSCI学術誌に発表した（Durant-Vesga, J. et al., *Dev. Biol.*, 2022）。

##### 腎再生の研究（山形大学医学部 越智陽城准教授との共同研究）

ヒトとは異なり、ツメガエル幼生は損傷した腎組織を再生することができる。この腎再生を可能にする遺伝子ネットワークを解明するため、ATAC-seq解析法とH3K27ac-ChIP解析法により、ツメガエル幼生の再生中の腎組織で活性化しているエンハンサーをゲノムワイドに同定した。これらのエンハンサー群で共有されている配列モチーフの抽出と、そこに結合する因子の探索をおこなったところ、転写因子*Klf15*を同定するに至った。さらに*Klf15*がアドレナリンシグナリング関連遺伝子群を活性化すること、アドレナリンシグナリングの活性化薬を投与すると腎再生を促進できることを発見した。以上の成果をSCI学術誌に発表した（Suzuki, N. et al., *PNAS*, 2022）。

#### 2. 温泉ガエル（リュウキュウカジカガエル）の適応進化とゲノム変異に関する研究

リュウキュウカジカガエルはトカラ列島・口之島において幼生が40°Cを越える温泉に生息する顕著な適応進化を遂げた種である。本種の温度耐性に関わる遺伝的基盤を明らかにするため、姉妹種であるカジカガエルを比較対象としてゲノム進化学的研究を行っている。

本年度は、ロングリードデータによるゲノム解読と、昨年度までに同定したリュウキュウカジカガエルに特異的な発現変動遺伝子についてネットイツメガエルにおいて相同遺伝子KO個体を作成し、機能解析を行った。ゲノム解読については、Nanoporeシーケンサーの一つであるPromethion

シーケンサーを用いて両種において100GB程度のデータを取得し、これまでに取得していたショートリードデータと合わせてハイブリッドアセンブリを行った。その結果、Scaffold lengthのN50値において約1MBのドラフトゲノムを作成することに成功した。またこれまでに取得したRNAseqデータについてもこれらのドラフトゲノムに再度マッピングを行って、発現変動遺伝子の同定を行った。これによって得られたリュウキュウカジカガエル特異的高温下発現上昇遺伝子について、ネッタイツメガエルにおいて相同遺伝子のKO個体を作成したところ、高温下での生活力低下が確認された。

### 3. エピジェネティック制御を介した再生プログラム活性化機構の解析

ツメガエルの幼生は高度な再生能力を有し、切断後約一週間で脊髄や脊索などを含む尾部の再構築が可能である。この尾部再生に関与している分子として、ヒストンH3の27番目のリシン残基(H3K27)の脱メチル化酵素Jmjd3が示唆されているが、その詳細な分子機構は明らかになっていない。そこで、尾部再生過程におけるJmjd3の発現制御機構を解明する目的で、再生時に機能する*jmd3*遺伝子のエンハンサー候補領域を*in silico*解析で推定した。この候補領域の活性について、Fosmidベクターを用いたレポーター解析により検証した結果、再生芽及び再生尾部の脊髄や脊索でのレポーター活性が確認された。この結果は、推定した候補領域に尾部の再生過程で機能するエンハンサー(再生エンハンサー)が存在する可能性を示唆している。

さらに、各組織におけるJmjd3の機能を明らかにするため、Tet-Onシステムによる組織特異的な遺伝子発現誘導系の至適化を行った。その結果、ツメガエルに対するTet-Onシステムの問題点を改良した新たなシステムを開発することに成功した。この新システムが全身及び神経組織での高レベルの遺伝子発現誘導を可能にし、尾部の再生においても強力な遺伝子発現を誘導することを確認した。この新システムの応用により、尾部再生過程におけるJmjd3及び関連因子の機能について時空間的な解析が可能になると期待される。

### 4. ツメガエル類を用いた人為ゲノム重複研究

これまでの研究から、アフリカツメガエルの進化系譜では、2つの2倍体祖先種の間で交雑が起きてゲノムが重複し、その結果、4倍体ゲノムを持つアフリカツメガエルが種として形成され、現在に至っていると考えられている。このような交雑による新種形成は、生物進化においてしばしば起きていると考えられているが、異種ゲノムが同一種に宿ることにより、どのように遺伝子ネットワークが変化するのかについては未だ良くわかってはいない。この問題にアプローチする為、アフリカツメガエル近交系(4倍体)とその近縁種のキタアフリカツメガエル近交系(同じく4倍体)を人工交配させ、得られた受精卵を低温処理することによって第1卵割を阻害し、両種のゲノムを同時に持つ8倍体個体の作製を行った。令和4年度は、令和3年度に得たF1個体を成熟させ、F2作出のための交配を試みた。その結果、この人為倍数化個体では、交配のためのホルモン刺激の条件がアフリカツメガエルとキタアフリカツメガエルのいずれとも異なる可能性が明らかになったため、その最適化を進めている。

### 5. NBRP事業「ネッタイツメガエルを中心とした両生類リソースの収集・保存・提供」

本研究グループではNBRP事業の一つとして、両生類遺伝学の標準モデル動物として用いられているネッタイツメガエルについて、兄妹交配の継続により、世界で唯一の野生型近交系4種類(Nigerian A, Nigerian H, Nigerian BH, Ivory Coast)の作出と、その全ゲノム配列の決定と公開(<http://viewer.shigen.info/xenopus/index.php>)に成功している。また受精卵を低温処理することによ

って雌性発生2倍体個体を作成し、その系統化を進めている。全身あるいは組織特異的にGFPを発現するトランスジェニック系統群や、ゲノム編集によりチロシナーゼ遺伝子を破壊したアルビノ系統やhps6遺伝子を破壊したヘルマンスキー・パドラック症候群モデル系統、胸腺を持たない為に組織移植の容易なfoxn1変異系統等についてもリソース化し提供体制を整備した。これらを合わせると令和5年3月末の収集・保存数は90系統になった。令和4年度の生体リソース提供数は、学内外の研究者に対して98件2,111匹であった。

また本研究グループでは、ネッタイツメガエルに加えて、発生生物学や生理学研究で汎用されるアフリカツメガエルもNBRP事業対象種の1つとして収集保存し、学内外に提供している。令和4年度の生体リソース提供数は、学内外の研究者に対して17件127匹であった。

## ○発表論文

### 1. 原著論文

Suzuki N., Kanai A., Suzuki Y., Ogino H., Ochi H., Adrenergic receptor signaling induced by Klfl5, a regulator of regeneration enhancer, promotes kidney reconstruction. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2022 Aug 16;119(33): e2204338119. doi: 10.1073/pnas.2204338119. Epub 2022 Aug 8. PMID: 35939709; PMCID: PMC9388080.

Durant-Vesga J., Suzuki N., Ochi H., Le Bouffant R., Eschstruth A., Ogino H., Umbhauer M., Riou JF., Retinoic acid control of *pax8* during renal specification of *Xenopus* pronephros involves *hox* and *meis3*. *Dev Biol*. 2022 Oct 22;493: 17-28. doi: 10.1016/j.ydbio.2022.10.009. Epub ahead of print. PMID: 36279927.

Ogino Y., Ansai S., Watanabe E., Yasugi M., Katayama Y., Sakamoto H., Okamoto K., Okubo K., Yamamoto Y., Hara I., Yamazaki T., Kato A., Kamei Y., Naruse K., Ohta K., Ogino H., Sakamoto T., Miyagawa S., Sato T., Yamada G., ... Iguchi T., (2023). Evolutionary differentiation of androgen receptor is responsible for sexual characteristic development in a teleost fish. *Nature communications*, 14(1), 1428. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37026-6>

Hasan M., Kurniawan N., Soewondo A., Nalley W.M.M., Matsui M., Igawa T., Sumida M., Postmating isolation and evolutionary relationships among *Fejervarya* species from Lesser Sunda, Indonesia and other Asian countries revealed by crossing experiments and mtDNA Cytb sequence analyses. *Ecol Evol*. 2022 Oct 22;12(10):e9436. doi: 10.1002/ece3.9436. PMID: 36284521; PMCID: PMC9587461.

Saito S., Saito C.T., Igawa T., Takeda N., Komaki S., Ohta T., Tominaga M., Evolutionary Tuning of Transient Receptor Potential Ankyrin 1 Underlies the Variation in Heat Avoidance Behaviors among Frog Species Inhabiting Diverse Thermal Niches. *Mol Biol Evol*. 2022 Sep 1;39(9):msac180. doi: 10.1093/molbev/msac180. Erratum in: *Mol Biol Evol*. 2022 Nov 3;39(11): PMID: 35994363; PMCID: PMC9447854.

Fujii S., Somei K., Asaeda Y., Igawa T., Hattori K., Yoshida T., Sambongi Y., Heterologous expression and biochemical comparison of two homologous SoxX proteins of endosymbiotic *Candidatus Vesicomysocius okutanii* and free-living *Hydrogenovibrio crunogenus* from deep-sea environments. *Protein Expr Purif*. 2022 Dec; 200:106157. doi: 10.1016/j.pep.2022.106157. Epub 2022 Aug 18. PMID: 35987324.

Ogata S., Doi H., Igawa T., Komaki S., Takahara T., Environmental DNA methods for detecting two invasive alien species (American bullfrog and red swamp crayfish) in Japanese ponds. *Ecol. Res*. 2022 Jul 5; 37(6):701–710. doi: 10.1111/1440-1703.12341.

Yoshimi T., Fujii S., Oki H., Igawa T., Adams H.R., Ueda K., Kawahara K., Ohkubo T., Hough M.A.,

Sambongi Y., Crystal structure of thermally stable homodimeric cytochrome c'- $\beta$  from *Thermus thermophilus*. *Acta Crystallogr F Struct Biol Commun*. 2022 Jun 1;78(Pt 6):217-225. doi: 10.1107/S2053230X22005088. Epub 2022 May 27. PMID: 35647678; PMCID: PMC9158659.

## 2. 総説・解説

該当無し

## ○著書

該当無し

## ○取得特許

該当無し

## ○講演等

### 1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

### 2. 国際会議での一般講演

◎Tsumimoto T., Kurosaka H., Murata Y., Suzuki M., Ou Y., Inubushi T., Morita C., Ogino H. & Yamashiro T., Mislocalization of ACTB in epithelial cells underlies the etiology of facial cleft in Baraitser-Winter syndrome. 14th International cleft congress, オンライン開催, 2022年7月11日-15日, ポスター発表.

◎Suzuki M., Igawa T., Suzuki N., Tazawa I., Nakajima K., Furuno N., Suzuki K.T., Ochi H., Kato T., Hayashi T. & Ogino H., NBRP Clawed frogs / Newt – Genetic and genomic resources of amphibian model organisms and their applications. The 13th International Meeting of the Asian Network of Research Resource Centers (ANRRC 2022年), オンライン開催, 2022年11月8日, ポスター発表.

### 3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

◎鈴木 誠, 井川 武, 鈴木菜花, 加藤陽菜子, 欧 語詩, 辻本貴行, 黒坂 寛, 林 利憲, 荻野 肇, NBRPツメガエル・イモリとツメガエルを用いたヒト疾患研究. 第93回日本動物学会大会, 早稲田大学, 2022年9月7日, 招待講演.

◎鈴木 誠, 加藤陽菜子, 欧 語詩, 辻本貴行, 黒坂 寛, 荻野 肇, ツメガエルを用いたヒト疾患研究. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジウム, 広島大学, 2023年3月15日, 招待講演.

齋藤 茂, 斎藤くれあ, 井川 武, 小巻翔平, 太田利男, 富永真琴, 無尾両生類における温度ニッチの多様化に連動した忌避行動と高温受容体の進化. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジウム, 広島大学, 2023年3月15日, 招待講演.

◎荻野 肇, 田内幹大, 井川 武, 坂口裕介, 鈴木 誠, 鈴木菜花, 越智陽城, ツメガエルを用いたオオノログ進化メカニズムの研究とNBRP (Analysis of mechanisms of ohnolog evolution in *Xenopus* and National BioResource Project) . 第93回日本動物学会大会, 早稲田大学, 2022年9月9日, 招待講演.

荻野 肇, 第5期NBRPツメガエル・イモリの展開と両生類をモデルに用いたゲノム進化研究. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジウム, 広島大学, 2023年3月14日, 招待講演.

#### 4. 国内学会での一般講演

- ◎欧 語詩, 鈴木 誠, 成瀬 清, 笹倉靖徳, Paix Alexandre, 荻野 肇, ツメガエルにおける CRISPR/Cas9 と長鎖一本鎖DNA を用いた簡便な遺伝子ノックイン. 第93回日本動物学会, 早稲田大学, 2022年9月8日, 口頭発表.
- ◎吉田真菜, 川崎詩織, 坂口裕介, 鈴木菜花, 鈴木 誠, 荻野 肇. ツメガエルにおける至適Tet-On システムの開発. 第93回日本動物学会, 早稲田大学, 2022年9月8日, 口頭発表.
- ◎吉田真菜, 川崎詩織, 坂口裕介, 鈴木菜花, 鈴木 誠, 荻野 肇. 至適化されたツメガエル用のTet-On システムは神経特異的な遺伝子発現を誘導できる. 第45日本分子生物学会, 幕張メッセ, 2022年12月1日, ポスター発表.
- ◎加藤陽菜子, 鈴木 誠, 荻野 肇. ツメガエルにおける母体年齢が胚発生に与える影響の解析. 令和4年度 日本動物学会中国四国支部広島県例会, 広島大学, 2023年3月7日, ポスター発表.
- ◎吉田真菜, 鈴木 誠, 井川 武, 鈴木菜花, 荻野 肇. ツメガエル幼生の尾部再生におけるヒストン脱メチル化因子jmd3の発現制御解析. 令和4年度 日本動物学会中国四国支部広島県例会, 広島大学, 2023年3月7日, ポスター発表.
- ◎荻野ひなよ, 荻野 肇, 鈴木 誠, 井川 武, 温度応答メカニズム解析のためのカジカガエル類初代培養細胞系の確立. 令和4年度 日本動物学会中国四国支部広島県例会, 広島大学, 2023年3月7日, ポスター発表.
- ◎加藤陽菜子, 鈴木 誠, 黒坂 寛, 荻野 肇, 頭蓋骨縫合早期癒合症におけるGNAS遺伝子変異の意義の解析. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジウム, 広島大学, 2023年3月14日, ポスター発表.
- ◎吉田真菜, 川崎詩織, 坂口裕介, 鈴木菜花, 鈴木 誠, 荻野 肇, 至適化されたTet-Onシステムはツメガエルにおいて神経特異的な遺伝子発現を誘導できる. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジウム, 広島大学, 2023年3月14日, ポスター発表.
- ◎白神賢人, 井川 武, 鈴木 誠, 鈴木菜花, 荻野 肇, リュウキュウカジカガエルにおける高温耐性関連遺伝子の同定と機能解析. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジウム, 広島大学, 2023年3月14日, ポスター発表.
- ◎浅枝優花, 白神賢人, 鈴木 誠, 荻野 肇, 井川 武, リュウキュウカジカガエルの高温耐性に関する遺伝的要因の探索・同定. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジウム, 広島大学, 2023年3月14日, ポスター発表.
- ◎荻野ひなよ, 荻野 肇, 鈴木 誠, 井川 武, 温度応答メカニズム解析のためのカジカガエル類初代培養細胞系の確立. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジウム, 広島大学, 2023年3月14日, ポスター発表.
- ◎○鈴木菜花, 鈴木 誠, 井川 武, 田澤一朗, 中島圭介, 古野伸明, 越智陽城, 小俣和輝, 加藤尚志, 鈴木賢一, 林 利憲, 荻野 肇, NBRPツメガエル・イモリ 遺伝学・ゲノム科学的リソース基盤の形成とその活用. 第45回 日本分子生物学会年会, 幕張メッセ (千葉県千葉市), 2022年11月30日-12月2日, リソース展示.
- ◎○林 利憲, 井川 武, 鈴木菜花, 鈴木 誠, 田澤一朗, 中島圭介, 古野伸明, 越智陽城, 小俣和輝, 加藤尚志, 鈴木賢一, 荻野 肇, NBRPツメガエル・イモリ 遺伝学・ゲノム科学的リソース基盤の形成とその活用. 日本薬学会第143回年会, 北海道大学, 2023年3月26日-28日, リソース展示.
- ◎Hossain N., Igawa T., Suzuki M., Suzuki N. & Ogino H., Development of *Xenopus* as a high-throughput modeling system for human diseases caused by non-coding mutations. 第45回 日本分子生物学会年会, 幕張メッセ (千葉県千葉市), 2022年12月1日, ポスター発表.

Tada R., Higashidate T., Amano T., Ishikawa S., Nara S., Ishida K., Kawaguchi A., Ochi H., Ogino H., Yakushiji-Kaminatsui N., Sakamoto J., Kamei Y., Tamura K. & Yokoyama H., Transgenic *Xenopus laevis* with a limb-specific shh enhancer, outlines the competence to express shh in regenerating limbs. 第55回日本発生生物学会大会, 石川県金沢市, 2022年6月2日, 口頭発表.

◎◎坂口裕介, 高野友篤, 井川 武, 阪上起世, 鈴木 誠, 鈴木菜花, 荻野 肇, 脊索動物の双眼の進化の分子メカニズム. 第93回日本動物学会, 早稲田大学, 2022年9月10日, 口頭発表.

◎◎白神賢人, 井川 武, 鈴木 誠, 鈴木菜花, 荻野 肇, リュウキュウカジカガエルの高温耐性関連遺伝子の同定および機能解析. 第93回日本動物学会, 早稲田大学, 2022年9月10日, 口頭発表.

◎井川 武, 荻野 肇, 温泉ガエル・リュウキュウカジカガエルとカジカガエルのゲノム配列決定とゲノム比較. 第93回日本動物学会, 早稲田大学, 2022年9月8日, 口頭発表.

齋藤 茂, 齋藤くれあ, 井川 武, 小巻翔平, 太田利男, 富永真琴, 無尾両生類における温度ニッチの多様化に応じた忌避行動および高温センサー分子の進化. 第93回日本動物学会, 早稲田大学, 2022年9月8日, 口頭発表.

◎◎鈴木菜花, 古野伸明, 井川 武, 鈴木 誠, 林 利憲, 荻野 肇, 水の中で暮らすカエルやイモリを観察しよう. 第93回日本動物学会「動物ひろば」, 早稲田大学, 2022年9月10日, リソース展示.

◎◎鈴木菜花, 鈴木 誠, 井川 武, 田澤一朗, 中島圭介, 古野伸明, 越智陽城, 小俣和輝, 加藤尚志, 鈴木賢一, 林 利憲, 荻野 肇, NBRPツメガエル・イモリ 遺伝学・ゲノム科学的リソース基盤の形成とその活用. 第93回日本動物学会, 早稲田大学, 2022年9月8日-10日, リソース展示.

◎Hossain N., Igawa T., Suzuki M., Suzuki N. & Ogino H., Development of *Xenopus* as a high-throughput modeling system for human diseases caused by non-coding mutations. 広島大学両生類研究センターバイオリソース棟落成記念シンポジウム, 広島大学, 2023年3月14日, ポスター発表.

◎井川 武, 鈴木 誠, 高柳春希, 荻野 肇, 秋田県湯沢市・川原の湯っこに産するカジカガエル幼生の長期高温耐性と同所的に産する藍藻類について. 日本爬虫両生類学会 第61回沖縄大会, 琉球大学, 2022年11月5日, 口頭発表.

◎◎Bagus Priambodo, Shohei Komaki, Makoto Suzuki, Hajime Ogino, Takeshi Igawa, Population demography of *Buergeria japonica* based on Genotyping by Random Amplicon Sequencing-Direct (GRAS-Di) methods. 日本爬虫両生類学会 第61回沖縄大会, 琉球大学, 2022年11月5日, 口頭発表.

井川 武, ネットイツメガエル近交系からXY/ZW染色体の入れ替わり機構を探る. 学術変革領域研究B「性染色体サイクル」キックオフシンポジウム, 東京都立大学, 2022年8月26日, 口頭発表.

井川 武, ネットイツメガエル近交系からXY/ZW染色体の入れ替わり機構を探る. 学術変革領域研究B「性染色体サイクル」第1回領域会議, 東京都立大学, 2023年2月22日, 口頭発表.

## ○各種研究員と外国人留学生の受入状況

### 1. 研究員

柏木昭彦 (客員研究員), 柏木啓子 (客員研究員)

### 2. 外国人留学生

博士後期課程 文部科学省国費留学生 (Nusrat Hossain, バングラデシュ)

博士後期課程 文部科学省国費留学生 (Bagus Priambodo, インドネシア)

博士前期課程 私費留学生 (欧 語詩, 中国)

## ○研究助成金の受入状況

### 1. 科学研究費補助金

#### 荻野 肇

- ・基盤研究(C)「スーパーエンハンサーによるオオノログ進化運命の拘束機構の研究」  
1,000千円（代表）
- ・基盤研究(B)「イペリアトゲイモリが示す新規の細胞周期制御機構と強力な再生能力との関係を解明する」  
500千円（分担）
- ・基盤研究(C)「温泉ガエルの表現型可塑性におけるエピジェネティック制御機構の解明」  
100千円（分担）
- ・基盤研究(C)「近交系ネッタイツメガエルを利用した従順性に関わる遺伝的基盤の解析」  
100千円（分担）
- ・基盤研究(C)「異質倍数体化がもたらすサブゲノムの非対称進化の実験的検証」  
300千円（分担）

#### 井川 武

- ・基盤研究(C)「温泉ガエルゲノムから探る高温耐性の獲得メカニズム」  
1,100千円（代表）
- ・基盤研究(C)「スーパーエンハンサーによるオオノログ進化運命の拘束機構の研究」  
100千円（分担）
- ・基盤研究(C)「近交系ネッタイツメガエルを利用した従順性に関わる遺伝的基盤の解析」  
100千円（分担）
- ・学術変革(B)性染色体サイクル：性染色体の入れ替わりを基軸として解明する性の消滅回避機構  
「XY/ZW染色体が頻繁に入れ替わる両生類の性染色体から迫る性の消滅回避機構」  
5,500千円（分担）
- ・学術変革(B)性染色体サイクル：性染色体の入れ替わりを基軸として解明する性の消滅回避機構  
「性染色体サイクル：性染色体の入れ替わりを基軸として解明する性の消滅回避機構」（総括班）  
100千円（分担）

#### 鈴木 誠

- ・基盤研究(C)「近交系ネッタイツメガエルを利用した従順性に関わる遺伝的基盤の解析」  
1,750千円（代表）
- ・基盤研究(C)「温泉ガエルの表現型可塑性におけるエピジェネティック制御機構の解明」  
100千円（分担）

### 2. その他の補助金

#### 荻野 肇

- ・文部科学省 第5期NBRP「ネッタイツメガエルを基軸とした両生類リソースの収集・保存・提供」  
中核機関（令和4年度）17,106千円（課題管理者）

#### 井川 武

- ・湯沢市ゆざわジオパーク学術研究等奨励補助金 88千円（代表）

## ○学界ならびに社会での活動

### 1. 学協会役員・委員

#### 荻野 肇

- ・XCIJ日本ツメガエル研究会 世話人
- ・XCIJ日本ツメガエル研究集会 (XCIJ-JXM) 運営委員
- ・NBRP (カタユウレイボヤ) 運営委員
- ・NBRP (メダカ) 運営委員
- ・次世代両生類研究会 コアメンバー
- ・生物遺伝資源委員会委員 (国立遺伝学研究所)
- ・Xenopus Gene Nomenclature Committee member (国際ツメガエル遺伝子命名委員会委員)
- ・文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 課題管理者
- ・日本発生生物学会誌「Development, Growth & Differentiation」編集委員

#### 井川 武

- ・文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 課題管理協力者
- ・Journal of Tropical Life Science, Editor
- ・Frontiers in Genetics / Ecology and Evolution, Guest Editor
- ・日本発生生物学会誌「Development, Growth & Differentiation」Guest Editor

#### 鈴木 誠

- ・文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 課題管理協力者
- ・XCIJ日本ツメガエル研究会 世話人会拡大会議委員
- ・Frontiers in Cell and Developmental Biology, Review Editor
- ・日本発生生物学会誌「Development, Growth & Differentiation」Guest Editor

### 2. セミナー・講演会開催実績

荻野 肇, 林 利憲, 鈴木菜花, 井川 武, 鈴木 誠, 古野伸明, 田澤一朗, 中島圭介, 三浦郁夫, 花田秀樹, 鈴木 厚, 宇都武司, 難波ちよ, 中島妙子, 豊田知子, 濱本由美子

- ・両生類研究センターバイオリソース棟落成記念シンポジウム (広島大学, 広島県東広島市, 2023年3月14日-15日, NBRP共催, XCIJ後援, <https://sites.google.com/view/arcsympo2023/>)

### 3. 産学官連携実績

該当無し

### 4. セミナー・講義・講演会講師等

#### 井川 武

- ・2022年ノーベル賞解説講演会「私たちのゲノムに残る化石人類の痕跡」講師 (広島大学東千田キャンパス, 広島県広島市, 2022年12月11日)

#### 鈴木菜花, 鈴木 誠, 荻野 肇

- ・ナショナルバイオリソースプロジェクト ネットイツイメガエル カスタマイズド講習会講師 (広島大学, 広島県東広島市, 2022年11月14日-19日)

#### 鈴木 誠, 鈴木菜花, 荻野 肇

- ・ナショナルバイオリソースプロジェクト ネットイツイメガエル カスタマイズド講習会講師 (広島大学, 広島県東広島市, 2023年3月24日-30日)

鈴木菜花, 難波ちよ, 宇都武司, 中島妙子

- ・両生類研究センター生体展示会

(広島大学, 広島県東広島市, 2023年7月30日, 9月24日, 11月26日開催, 訪問者のべ463名)

鈴木菜花, 難波ちよ, 宇都武司, 中島妙子

- ・オンライン展示「Amphibian University」<https://www.amphibian-university.jp/>

鈴木菜花, 難波ちよ, 宇都武司, 中島妙子

- ・常設生体展示

(広島大学, 広島県東広島市, 両生類研究センター1階に常時展示)

## ○その他特記事項

井川 武

- ・Voice Cue (エフエムみしま・かんなみ)「サイエンスNOW」出演 (2022年9月18日, 25日)

井川 武

- ・広島FM「大窪シゲキの9ジラジ・広島大学Radio Campus (第97回)」出演 (2022年11月7日)

鈴木 誠

- ・NHK「サイエンスZERO」資料提供 (2022年6月26日)

荻野 肇

- ・論文成果「腎尿細管再生メカニズムの解析から再生を促進する薬剤を発見 (Suzuki N et al., *PNAS*, 2022) が科学新聞に掲載。

## 器官再生メカニズム研究グループ

令和4年度構成員：林 利憲（教授），岡本和子（助教），岩田 唯（研究員，7月末退職）

### ○研究活動の概要

本研究部門は両生類の器官再生機構を中心に、実験発生学、細胞生物学、分子生物学、遺伝子工学、ゲノム編集等のさまざまな研究手法を用いた解析を行っている。また、文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクトに貢献するために、国際連携活動、生体リソースの整備、実験技術講習会、ホームページとデータベースの整備も行っている。令和4年度の研究・教育活動は以下のとおりである。

#### 1. イベリアトゲイモリを用いた器官再生機構の研究

有尾両生類のイモリは脊椎動物の中で際立って強い再生能力を持ち、様々な器官を再生する。心臓の再生の過程では、失われた組織を回復するため、既存の心筋細胞が増殖する。イモリの心筋細胞が心臓の損傷後に増殖を開始する分子メカニズムを解明することが重要である。我々は、損傷の種類に応じたイモリ心臓の再生反応の違いを比較検討するために、これまで広く行われてきた心室切除法に加えて、液体窒素による凍結損傷法を確立した。それぞれの損傷後に見られる遺伝子発現パターンの変化を次世代シーケンシング技術とバイオインフォマティクス技術により解析した成果を国際科学雑誌に発表した。さらに、臍臓の再生機構の研究に着手した。

#### 2. イベリアトゲイモリのバイオリソース整備

本年度より、イベリアトゲイモリがナショナルバイオリソースに加えられたことに伴い生体リソース整備を推進した。本研究グループで飼育している、世界で唯一の近交系3系統を維持しつつ、将来の純系統作出に向けた兄妹交配の作業を実施した。加えて、蛍光タンパク質を発現するトランスジェニック系統群や、ゲノム編集個体の系統についてもリソースとしての配布に向けた個体数の管理作業を進めた。さらに、両生類研究センターバイオリソース棟について、イベリアトゲイモリ飼育施設としての整備を推進した。

### ○発表論文

#### 1. 原著論文

Satoh A., Kashimoto R., Ohashi A., Furukawa S., Yamamoto S., Inoue T., Hayashi T., Agata K., An approach for elucidating dermal fibroblast dedifferentiation in amphibian limb regeneration. *Zoological Lett.* 2022 Apr 28;8(1):6. doi: 10.1186/s40851-022-00190-6. PMID: 35484631; PMCID: PMC9047331.

Takeuchi T., Matsubara H., Minamitani F., Satoh Y., Tozawa S., Moriyama T., Maruyama K., Suzuki K.T., Shigenobu S., Inoue T., Tamura K., Agata K., Hayashi T., Newt Hoxa13 has an essential and predominant role in digit formation during development and regeneration. *Development.* 2022 Mar 1;149(5):dev200282. doi: 10.1242/dev.200282. Epub 2022 Mar 11. PMID: 35274676.

Matsubara H., Kawasumi-Kita A., Nara S., Yokoyama H., Hayashi T., Takeuchi T., Yokoyama H., Appendage-restricted gene induction using a heated agarose gel for studying regeneration in metamorphosed *Xenopus laevis* and *Pleurodeles waltl*. *Dev Growth Differ.* 2023 Feb;65(2):86-93. doi: 10.1111/dgd.12841. Epub 2023 Feb 16. PMID: 36680534.

#### 2. 総説・解説

該当無し

## ○著書

該当無し

## ○取得特許

該当無し

## ○講演等

### 1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

Hayashi T., Cardiac Regeneration, Newt. International Salamander Meeting, Istanbul Medipol University, Istanbul, TR, 2022.8.23

### 2. 国際会議での一般講演

◎Ikuta H., Uemasu H., Azuma S., Igawa T., Tazawa I., Furuno N., Namba N., Ogino H., Takeuchi T., Hayashi T., Function of cyclin D1 in the regulation of the cell cycle in newts. 55th Annual Meeting of the Japanese Society of Developmental Biologists, Kanazawa Bunka Hall. Kanazawa, Ishikawa, 2022.6.1-2

◎Nakao Y., Tazawa I., Furuno N., Takeuchi T., Hayashi T., Analysis of the progression of cell proliferation in CDK1 knockout newts. 55th Annual Meeting of the Japanese Society of Developmental Biologists, Kanazawa Bunka Hall. Kanazawa, Ishikawa, 2022.6.1-2

◎Morozumi R., Kyakuno M., Uemasu H., Suzuki N., Kamei Y., Tazawa I., Furuno N., Namba N., Ogino H., Hayashi T., Developmental process of pancreas in newt. 55th Annual Meeting of the Japanese Society of Developmental Biologists, Kanazawa Bunka Hall. Kanazawa, Ishikawa, 2022.6.1-2

◎Takehara M., Kyakuno M., Sato Y., Takeuchi T., Tazawa I., Furuno N., Hayashi T., Investigation of the initiation mechanism of testicular regeneration in the newt. 55th Annual Meeting of the Japanese Society of Developmental Biologists, Kanazawa Bunka Hall. Kanazawa, Ishikawa, 2022.6.1-2

### 3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

林 利憲, モデルイモリを用いた新世代の再生研究. 日本機械学会第34回バイオエンジニアリング講演会, 福岡マリンメッセ, 2022.6.25

林 利憲, イベリアトゲイモリリソースの紹介. イベリアトゲイモリゲノム解読記念シンポジウム & 第3回イベリアトゲイモリ研究会, 岡崎市, 2022.9.25

林 利憲, リソースから提供できるイモリの詳細と遺伝子改変イモリ作製の現状. イベリアトゲイモリゲノム解読記念シンポジウム & 第3回イベリアトゲイモリ研究会, 岡崎市, 2022.9.26

### 4. 国内学会での一般講演

◎岡本和子, 林 利憲, 再生過程におけるエネルギー代謝イメージングの試み. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジウム, 広島大学, 2023.3.14, ポスター発表.

◎竹原 舞, 客野瑞月, 佐藤幸夫, 竹内 隆, 田澤一朗, 古野申明, 林 利憲, イモリの精巣摘出に誘起される再生の過程と体型変化の解析. 動物学会第93回大会, 早稲田大学, 2022.9.8, ポスター発表.

◎諸角涼介, 客野瑞月, 上榎仁志, 鈴木菜花, 亀井保博, 難波範行, 田澤一朗, 古野申明, 荻野 肇, 林 利憲, イベリアトゲイモリの睪嚢発生・再生機構の解明. 動物学会第93回大会, 早稲田大学, 2022.9.8, ポスター発表.

- ◎中尾勇太, 田澤 一郎, 古野伸明, 竹内 隆, 林 利憲, イベリアトゲイモリを用いたCDK1ノックアウトが細胞増殖に及ぼす影響の研究. 動物学会第93回大会, 早稲田大学, 2022.9.8, ポスター発表.
- ◎生田裕美, 上榎仁志, 東 翔平, 井川 武, 田澤一郎, 古野伸明, 難波範行, 荻野 肇, 竹内 隆, 林 利憲, イモリの細胞周期開始におけるcyclin D1 の機能の解明. 動物学会第93回大会, 早稲田大学, 2022.9.8, ポスター発表.
- ◎生田裕美, 上榎仁志, 東 翔平, 井川 武, 田澤一郎, 古野伸明, 難波範行, 荻野 肇, 竹内 隆, 林 利憲, イモリの細胞周期開始におけるcyclin D1の機能解明に向けた研究. イベリアトゲイモリゲノム解読記念シンポジウム&第3回イベリアトゲイモリ研究会, 岡崎市, 2022.9.26, ポスター発表.
- ◎竹原 舞, 客野瑞月, 佐藤幸夫, 竹内 隆, 田澤一郎, 古野伸明, 林 利憲, イモリの精巣摘出が再生を開始させる機構の研究. イベリアトゲイモリゲノム解読記念シンポジウム&第3回イベリアトゲイモリ研究会, 岡崎市, 2022.9.26, ポスター発表.
- ◎諸角涼介, 客野瑞月, 上榎仁志, 鈴木菜花, 亀井保博, 難波範行, 田澤一郎, 古野伸明, 荻野 肇, 林 利憲, イベリアトゲイモリの膀胱発生におけるPdx1の機能解析. イベリアトゲイモリゲノム解読記念シンポジウム&第3回イベリアトゲイモリ研究会, 岡崎市, 2022.9.26, ポスター発表.
- ◎中尾勇太, 田澤一郎, 古野伸明, 竹内 隆, 林 利憲, イモリにおけるCDK1のノックアウトが細胞増殖に及ぼす影響の解析. イベリアトゲイモリゲノム解読記念シンポジウム&第3回イベリアトゲイモリ研究会, 岡崎市, 2022.9.26, ポスター発表.
- ◎杉山妃奈, 田澤一郎, 古野伸明, 林 利憲, イモリの腸再生研究に向けた手術法の検討. イベリアトゲイモリゲノム解読記念シンポジウム&第3回イベリアトゲイモリ研究会, 岡崎市, 2022.9.26, ポスター発表.

## ○各種研究員と外国人留学生の受入状況

1. 研究員  
該当無し

2. 外国人留学生  
該当無し

## ○研究助成金の受入状況

1. 科学研究費補助金

林 利憲

- ・基盤研究(B)「イベリアトゲイモリが示す新規の細胞周期制御機構と強力な再生能力との関係を解明する」5,850千円 (代表)

岡本和子

- ・基盤研究(C)「核内の粘弾的特性がNanogの転写調節領域の空間的ゆらぎを制御する」1,400千円 (代表)
- ・基盤研究(B)「三次元多細胞組織のアクティブな機械特性とその適応的な制御機構の解明」200千円 (分担)

2. その他の補助金  
該当無し

## ○学界ならびに社会での活動

### 1. 学協会役員・委員

林 利憲, 岡本和子

- ・文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 課題管理協力者

### 2. セミナー・講演会開催実績

林 利憲

- ・ International Salamander Meeting, co-organizer, Istanbul, 2022.8.23-25.

林 利憲

- ・イベリアトゲイモリゲノム解読記念シンポジウム&第3回イベリアトゲイモリ研究会, 代表世話人, 岡崎市, 2022.9.25-26

### 3. 産学官連携実績

該当無し

### 4. セミナー・講義・講演会講師等

林 利憲

- ・新たな両生類モデル動物の紹介, 鳥取バイオフィロンティア講演会, オンライン, 2023.2.28

## ○その他特記事項

該当無し

## 卵形成・変態研究グループ

令和4年度構成員：古野伸明（准教授）、田澤一郎（助教）、中島圭介（助教）

### ○研究活動の概要

本研究グループは、昨年度の発生研究部門に由来する。国際的に汎用されているモデル両生類であるネットイツメガエル、アフリカツメガエル、イベリアトゲイモリや在来種を用いて、卵形成の特殊な細胞周期の解析・変態における甲状腺ホルモン受容体の機能解析や後肢芽形成に関わる遺伝子の解析、仙腸関節形成の機構解析、樹上性カエル亜目の指第一関節に存在する挿入骨格要素の解析などを行っている。また、文部科学省/日本医療研究開発機構（AMED）ナショナルバイオリソースプロジェクトにおける、cDNAと全ゲノムBACライブラリーを含む非生体リソースと、実験技術講習会、ホームページとデータベースの整備も行っている。令和4年度の研究・教育活動は以下のとおりである。

#### 1. ネットイツメガエル*myt1*, *wee2*の卵母細胞における機能解析

細胞周期をG2期からM期へ進むのを抑制する因子としてWee1とMyt1が知られている。1999年に、アフリカツメガエルを用いて、ツメガエル卵母細胞のG2期での停止にはMyt1が特異的に働くことが初めて示された。今まで、体細胞分裂におけるMyt1の機能については、培養細胞をはじめとして色々調べられてはいるが、決定的なこと（Wee1がここで働いておらず、Myt1がそのところで特異的に働いているというところ）は報告されていない。我々は、Myt1は個体レベルの分化した細胞でG2期にはたらくCKI（Cyclindependentkinaseinhibitor）ではないかと考え、卵の長期にわたるG2期で停止に主にMyt1が働いていると推定し研究している。

それを遺伝学的に確かめるため、*myt1*のCRISPR/CASによるノックアウト個体を作成した。その結果、ノックアウト個体は、変態直後（約13mm）に成長した段階で全て死んだ。死んだ個体を解剖学的に解析した結果、その時点での卵巣や精巣に異常は観察されなかったため、予想のように雌特異的に死ぬわけではなかった。また、他の臓器（腎臓、肝臓、消化器官）にも特に形態学的な異常は観察されなかった。KO個体の期待した表現形は、卵形成過程でG2期停止が起こらず卵巣癌が起これることであったが全くの予想外の結果であった。このことは、Myt1が個体の維持のため必須の機能を持つことを示唆する。そのため、Myt1は組織特異的に必要なタンパク質でなく、多くの組織で普遍的に必要なことを示唆されたので、RT-PCRを行い各組織における発現を調べた。その結果、やはり卵巣での発現が一番高かった。さらに、タンパク質の各組織における発現を調べるため複数のペプチド抗体を作成したが、内在性のMyt1を検出できる抗体は得られなかった。引き続き、タンパク質の各種組織における存在を調べる予定である。

また、卵形成過程初期では、Myt1が存在せず、その代わりにWee2が存在する。このことは、卵形成過程でのG2の停止は、単純にMyt1だけでなくWee2も関与していると考えられる。すなわち、卵形成初期はWee2が、後期はMyt1が働いていると推察している。それを確かめるために*wee2*遺伝子のKO個体の作成も試みている。現在、*wee2*のKDのF1を得ている。Myt1, *wee2*のKO個体を作成、解析することで卵形成過程におけるG2期停止の機構を解明したい。

#### 2. 酸化ストレス反応におけるGtr1の関与（九州大学の関口先生との共同研究）

Gtr1はGTP分解酵素であり、別のGTP分解酵素であるGtr2と二量体を形成している。Gtr1pは、アミノ酸の利用や成長制御を含む栄養シグナル伝達におけるTORC1活性の制御に関与している。TORC1は、酸化ストレスを含む特定の栄養・環境条件下で様々な細胞機能（タンパク質合成やオートファジーなど）を制御するキナーゼであり、Gtr1はそのTORC1の正の制御因子である。この研究では、酸化ストレス応答におけるGtr1pの役割を調べた。その結果、グアノシン二リン酸（GDP）

結合型Gtr1p (Gtr1-S20Lp) を発現する酵母細胞は、過酸化水素 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) に対して抵抗性であるのに対し、グアノシン三リン酸 (GTP) 結合型Gtr1p (Gtr1-Q65Lp) は野生型と比較してH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>に対して感受性であることがわかった。また、Gtr1pのGTPアーゼ活性化タンパク質複合体の構成要素であるIml1pを欠損した酵母細胞は、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>感受性表現型を示した。gtr1S20L細胞では、酸化ストレス下でオートファジーが強く誘導された。gtr1Q65L細胞では、酸化ストレス耐性に関与する多剤輸送体をコードするSNQ2遺伝子の発現が低下し、SNQ2の過剰発現によりgtr1Q65L細胞の酸化ストレス感受性が回復した。これらの結果は、Gtr1pがオートファジーとSNQ2の発現を含むメカニズムを通して酸化ストレス応答に関与していることを示唆している。

### 3. 脊椎動物における遺伝子の水平伝播 (倉林 敦 (長浜バイオ大学准教授) との共同研究)

遺伝子の水平伝播は細菌や単細胞生物間ではごく一般的な現象であるが、高等な脊椎動物間では極めて稀な現象であると考えられている。ところが、我々はトランスポゾン的一种がヘビからカエルへ世界各地で水平伝播していることを発見した。また、通常とは違ったヘビからカエル (捕食者から被捕食者) へ遺伝子が水平伝播していることから、媒介生物の存在を強く示唆された。マダガスカルで見られた水平伝播は比較的最近で地域が特定されておりベクター生物の特定が可能で高等動物の水平伝播の進化的起源やメカニズム解明に有効である。水平伝播仲介候補としてヘビとカエルを行き来しうる寄生虫を仮定し、日本とマダガスカルにおいて収集された寄生虫サンプルについてロエアンスポゾンのスクリーニングを行い、3つの動物門に属する寄生虫からトランスポゾンを検出した (日本で4.9%, マダガスカルで55.3%)。これに加え、今までのヘビ・カエルのサンプルを加えて解析した結果、少なくとも37回の水平伝播の発生が示され、その水平伝播は130万年前~7200万年前の間に世界各地で発生されたと推定された。また、系統解析に使用した寄生虫から宿主と系統的に異なるトランスポゾン物者が複数見出され、これは寄生虫の宿主転換に伴う水平伝播が生じたことを示す直接的な証拠と考えられる。なかでも、ヘビ型のトランスポゾンを持ちながらカエルに寄生していたツツガムシや線虫は、ヘビからカエルへのトランスポゾンの水平伝播の極めて有力な仲介候補であることが示唆された。この仕事は新聞などで紹介された。

### 4. 脊索退縮に関わる分子機構の研究

ネッタイツメガエル幼生変態期における尾部退縮の分子機構を研究している。甲状腺ホルモン受容体 (TR) には $\alpha$ と $\beta$ が有り、TR $\alpha$ をノックアウトした個体では正常に尾が退縮するが、TR $\beta$ をノックアウトした個体では脊索の消失が大幅に遅れる (Nakajima 2018)。このことから脊索の消失にはTR $\beta$ が特異的に働いていると考え、変態期の脊索において発現量が増大する遺伝子群を RNA-Seq を用いて網羅的に同定した。この解析により、mmp9-th, mmp13, olfm4, scppa2の4つの遺伝子が、変態期の脊索で発現が誘導され、かつ、多量に発現していることを明らかとした (Nakajima 2019, 2020)。MMPは細胞外基質分解酵素であるため、脊索の退縮に関与しているであろうことは容易に想像がつく。しかし、olfm4は小腸の幹細胞のマーカーとして知られており、scppa2は骨や歯の形成に関わる遺伝子群の仲間である。これらの遺伝子が、どのように脊索の退縮に関与しているのかを解析するために、olfm4, scppa2のノックアウトガエルを作製した。現在、これらのノックアウトガエルのF2世代が取れ始めたので、変態期における尾の退縮にどのような影響が現れるかを解析中である。また、野生型の個体におけるolfm4遺伝子の発現量をRT-PCRを用いて解析し、尾においてはstage 62以降に発現量が増加すること、腸においてはstage 62において一過的に発現量が増加することを明らかとした。この一過的な発現が腸のどの部位で起こっているのかを明らかにするために、stage 62の腸を部位ごとに分け、RT-PCRを行っている。大まかな発現部位を同定後、in situ hybridizationを行い、発現細胞を同定する予定である。

## 5. 甲状腺ホルモン受容体(TR) $\alpha$ と $\beta$ の機能的な差についての解析

野生型とTR $\beta$ ノックアウトガエルの退縮中の脊索における上記4つの遺伝子 (mmp9-th, mmp13, olfm4, scppa2) の発現量をRT-PCRを用いて測定したところ、意外なことに3つの遺伝子 (mmp9-th, mmp13, scppa2) の発現量はTR $\beta$ ノックアウトガエルの脊索における発現量の方が野生型のものよりも多かった。このことは、TR $\beta$ ノックアウトガエルの退縮中の脊索では、TR $\alpha$ によるこれら3つの遺伝子に対する補償的な発現誘導が起こっていることを示唆している。もしもこの仮説が正しければ、olfm4のみはTR $\beta$ 特異的な発現誘導を受けていることとなる。この結果は、これまで機能的には同じであると考えられてきた二つの受容体の間に機能的な差があることを示唆しており、極めて興味深い。そこで、現在、olfm4の転写開始点上流配列にGFPをつなぎ、トランスジェニックガエルを作成し、プロモーター解析を行っている。

## 6. 変態期の遺伝子発現を模倣する、幼若個体を用いたアッセイ系の確立

プロモーター解析を行うためには該当プロモーターが発現する条件を整える必要がある。変態期に発現誘導される遺伝子のプロモーター解析を行うためには、トランスジェニック個体を変態させる必要があり、数ヶ月の時間を要する。この問題を解決する手段として、*Xenopus laevis*では受精後1週間の胚を甲状腺ホルモン (T3) 処理することにより、変態期の遺伝子発現の変化を模倣できるという報告がある (Huang 1999)。しかし、*Xenopus tropicalis*においてはolfm4の発現は変態期の尾において150倍以上の発現量の増加が観察されるが、*Xenopus laevis*と同様に幼若個体を甲状腺ホルモン処理したところ、olfm4の発現誘導は3倍ほどしか観察されなかった。この結果は、*Xenopus tropicalis*においては幼若個体のT3処理では変態期の遺伝子発現を模倣できないことを意味する。そこで、*Xenopus tropicalis*の幼若個体を用いてプロモーターを可能とするため、T4, corticosteroneなど様々なホルモン処理により、幼若個体において変態期の遺伝子発現を模倣できる実験系を開発中である。

## 7. 生体硬骨染色法の開発

個体を殺さずに硬骨を観察する方法はかねてより報告されているが、代表的なモデル実験動物である*Xenopus tropicalis*においてどのような染色条件が最適であるかはこれまで検討されてこなかった。我々はアリザリンレッドとカルセインという試薬を用いて幼生-変態期-変態後の個体を染色し、カルセインは非特異的な染色が観察されること、発生段階61以前は0.01%、以後は0.1%のアリザリンレッド染色がS/N比の高い硬骨染色を可能とすることをDevelopment & Growth differentiationに発表した。

## 8. ゲノム編集による両生類変態の分子機構の解析

一連の変態関連遺伝子を標的としたゲノム編集による標的遺伝子破壊を行ったネットアイツメガエルの表現型の解析により変態関連遺伝子の機能を明らかにすることを目的とする。変態関連遺伝子として、甲状腺ホルモン受容体や細胞外基質分解酵素 (mmp9th) 等を選び、各々の遺伝子に対してゲノム編集を行った。このF0の交配により、現在、各標的遺伝子が両染色体上で破壊されたF1, F2個体が順次得られ始め、解析を行っている。

## 9. 色素変異体の開発

両生類には黒色色素、虹色色素、黄色色素の3つの色素細胞がある。このうち、黒色色素の破壊はチロシナーゼをノックアウトすることによって達成されている (Nakajima 2012)。また、虹色色素を持たない変異体の原因遺伝子がhps6であることを示し、TALENを用いたノックアウト個体およびチロシナーゼとのダブルノックアウト個体の作成を中山らとともに報告した

(Nakayama 2017)。残る黄色色素の変異体はこれまで知られていなかったが、メダカにおける黄

色素に変異を起こす原因遺伝子をノックアウトすることによって、黄色色素を持たないツメガエルの作成に成功し、論文として発表した (Nakajima 2021)。現在、これら三つの色素を全て持たないトリプルノックアウト個体を作製中である。トリプルノックアウト個体は全ての色素を持たないため、生きたまま体内の様子を容易に観察できることが期待される。

#### 10. 樹上性カエル亜目の指第一関節に存在する挿入骨格要素の発生過程

カエル亜目には指の最遠位の指骨間に挿入骨格要素 (IE: intercalary element) をもつ種が存在する。「IEを持つこと」は「指先に吸盤があり樹上性であること」と強い相関がある。私たちは、カエル亜目の中で系統的に離れ形態的に異なるIEを持つ2種、ニホンアマガエルおよびシュレーゲルアオガエルを用い、IEの発生過程を骨学的および組織学的に比較した。その結果、両種で発生位置および発生タイミングが基本的に同一であることがわかった。このことは両種のIEの発生開始機構が基本的に同じであること、およびIEの進化的起源が共通であることを支持する。以上は論文として発表した (Nakanishi et al., 2023)。

#### 11. 仙腸関節形成過程における後肢芽と仙肋骨との相互作用

四肢動物の後肢骨格は仙腸関節にて、仙椎に付属する肋骨と関節する。この関節は四肢動物が後肢を使って陸上を移動するのに重要であるが、その形成機構は未解明である。我々はイベリアトゲイモリの後肢芽の切除および切除した後肢芽の自家移植を行うことにより後肢芽と仙肋骨との相互作用を調べた。その結果、後肢芽切除によって仙肋骨が通常より短くなることがわかった。

#### 12. 前変態期において甲状腺ホルモン受容体 $\alpha$ に発現が抑制される後肢発生に必要な遺伝子の探索

甲状腺ホルモン受容体 $\alpha$ は前変態期 (血中甲状腺ホルモンレベル未上昇) における後肢芽発達抑制に必要であることが知られている。本研究では甲状腺ホルモン受容体 $\alpha$ が前変態期にどの遺伝子の発現を抑制することで後肢発達を抑えるかを同定する。その初段階として、公開されているトランスクリプトーム情報を精査し候補遺伝子を選抜している。今後は候補遺伝子の甲状腺ホルモン応答領域を破壊するなどして目的の遺伝子か否かを検討する予定である。

### ○発表論文

#### 1. 原著論文

©Nakajima K., Yabumoto S., Tazawa I., Furuno N., Intravital staining to detect mineralization in *Xenopus tropicalis* during and after metamorphosis. *Dev Growth Differ.* 2022 Sep;64(7):368-378. doi: 10.1111/dgd.12804. Epub 2022 Sep 1. PMID: 36054601.

Sekiguchi T., Ishii T., Kamada Y., Funakoshi M., Kobayashi H., Furuno N., Involvement of Gtr1p in the oxidative stress response in yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Biochem Biophys Res Commun.* 2022 Apr 2; 598:107-112. doi: 10.1016/j.bbrc.2022.02.016. Epub 2022 Feb 8. PMID: 35158208.

Kambayashi C., Kakehashi R., Sato Y., Mizuno H., Tanabe H., Rakotoarison A., Künzel S., Furuno N., Ohshima K., Kumazawa Y., Nagy Z.T., Mori A., Allison A., Donnellan S.C., Ota H., Hosono M., Yanagida T., Sato H., Vences M., Kurabayashi A., Geography-Dependent Horizontal Gene Transfer from Vertebrate Predators to Their Prey. *Mol Biol Evol.* 2022 Apr 10;39(4): msac052. doi: 10.1093/molbev/msac052. PMID: 35417559; PMCID: PMC9007160.

©Nakanishi K., Hasegawa N., Takeo K., Nakajima K., Furuno N., Tazawa I., Osteological and histological comparison of the development of the interphalangeal intercalary skeletal element between hyloid and ranoid anurans. *Dev Growth Differ.* 2023 Feb;65(2):100-108. doi: 10.1111/dgd.12844. Epub 2023 Feb 24. PMID: 36762977

## 2. 総説・解説

該当なし

### ○講演等

#### 1. 国際会議での招待講演

該当無し

#### 2. 国際会議での一般講演

該当無し

#### 3. 国内学会での招待講演

該当無し

#### 4. 国内学会での一般講演

◎藪本壮太, 中島圭介, 田澤一朗, 古野伸明, ネットアイツメガエルにおける *olfm4* の機能解析およびサイロキシンの見落とされていた役割の発見. 令和4年度 公益社団法人 日本動物学会 中国四国支部広島県例会, 広島大学, 2023年3月7日, ポスター発表.

◎中島圭介, 藪本壮太, 田澤一朗, 古野伸明, 二つの甲状腺ホルモン受容体における機能的な差はあるのか?. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジウム, 広島大学, 2023年3月14日, ポスター発表.

◎藪本壮太, 中島圭介, 田澤一朗, 古野伸明, ネットアイツメガエル *Xenopus tropicalis* における *olfm4* 遺伝子の発現および機能解析. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジウム, 広島大学, 2023年3月14日, ポスター発表.

◎西嶋達郎, 中島圭介, 田澤一朗, 古野伸明, *X. tropicalis* を用いた卵母細胞の G2 期停止における *Pkmyt1*, *Wee2* の機能解析. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジウム, 広島大学, 2023年3月14日, ポスター発表.

◎藪本壮太, 中島圭介, 古野伸明, ネットアイツメガエルにおける *olfm4* 遺伝子の発現解析及びノックアウトによる機能解析. 第93回日本動物学会, 早稲田大学, 2022年9月8日-10日, 口頭発表.

◎吉村雅子, 田澤一朗, 中島圭介, 古野伸明, イベリアトゲイモリにおける異所への仙肋骨誘導の試み. 第93回日本動物学会, 早稲田大学, 2022年9月8日-10日, 口頭発表.

◎吉村雅子, 田澤一朗, 中島圭介, 古野伸明, イベリアトゲイモリにおける後肢芽移植による異所への仙肋骨誘導の試み. 日本爬虫両棲類学会第61回大会, 琉球大学, 2022年11月5日-6日, 口頭発表.

◎林太功磨, 田中隆太郎, 吉田美優, 中條信成, 吉留 賢, 西嶋達郎, 中島圭介, 古野伸明, 渡部 稔, アフリカツメガエルの細胞周期制御因子 *MYT1* および *WEE1B* の CRISPR/Cas9 法を用いた機能解析. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジウム, 広島大学, 2023年3月14日, ポスター発表.

佐藤賢一, 寺西竜雅, Alexander A. Tokmakov, 中島圭介, ツメガエル卵細胞の成熟と排卵、受精、および細胞死に関する研究. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジウム, 広島大学, 2023年3月14日, ポスター発表.

◎小川修平, 田澤一朗, 中島圭介, 古野伸明, 甲状腺ホルモン受容体によって制御される後肢の発達に関わる遺伝子の特定. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジ

ウム, 広島大学, 2023年3月14日, ポスター発表.

◎吉村雅子, 田澤一朗, 中島圭介, 古野伸明, イベリアトゲイモリの仙肋骨の成長に腸骨は必要か. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジウム, 広島大学, 2023年3月14日, ポスター発表.

◎中西健介, 田澤一朗, 長谷川 真, 竹尾紘一, 中島圭介, 古野伸明, 樹上性カエルの指趾第一関節に見られる付加的骨格要素の比較発生学的研究. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジウム, 広島大学, 2023年3月14日, ポスター発表.

## ○各種研究員と外国人留学生の受入状況

1. 外国人留学生  
該当無し

2. 外国人客員研究員  
該当無し

3. 研究員  
該当無し

## ○研究助成金の受入状況

1. 科学研究費補助金

### 古野伸明

- ・基盤研究(B)「イベリアトゲイモリが示す新規の細胞周期調節機構と強力な再生能力との関係を解明する」  
350千円 (分担)

### 中島圭介

- ・基盤研究(C)「脊索崩壊に着目した両生類変態における尾部退縮機構の解析」  
1,268千円 (代表)

### 田澤一朗

- ・基盤研究(C)「脊索崩壊に着目した両生類変態における尾部退縮機構の解析」  
132千円 (分担)

2. 受託事業  
該当無し

3. その他の経費  
該当無し

## ○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

### 古野伸明

- ・文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 課題管理協力者
- ・広島工業大学入試委員

## 中島圭介

- ・文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 課題管理協力者

## 田澤一朗

- ・文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 課題管理協力者

## 2. セミナー・講演会開催実績

### 中島圭介

- ・第93回日本動物学会にてシンポジウム「両生類はワンダーランド」を開催（早稲田大学早稲田キャンパス, 参加者 100名）2022年9月9日

## 3. 産学官連携実績

該当無し

## 4. セミナー・講義・講演会講師等

### 中島圭介

- ・福山暁の星女子中学・高等学校見学および実習. 2023年3月24日
- ・第3回高校生両生類サミット, コメンテーター. 2022年11月3日
- ・長浜バイオ大学において「n-bio バイオセミナー（第195回）：ゲノム編集による両生類変態の研究」. 2022年12月27日
- ・広島大学体験科学講座～女性の高校生特別コース～「第22回 理学部」, 「ゲノム編集：生き物を創り替える技術」. 2022年11月26日

## 5. その他の学界ならびに社会での活動

該当無し

## ○国際共同研究

### 中島圭介, 田澤一朗

- ・NIH（米国）  
研究テーマ：「両生類変態における脊索退縮分子機構の研究」

## ○特記事項

両生類研究センタープロジェクト室として古野, 田澤, 中島は以下の見学等に対応した。

- ・玉法保育園見学対応 2022年6月27日
- ・国泰寺高校見学対応 2022年7月12日
- ・福岡新宮高校見学対応 2022年7月19日
- ・ひとむすび／東広島市見学対応 2022年7月21日
- ・キャンパスガイド 2022年8月4日
- ・広島大学オープンキャンパス対応 2022年8月18日
- ・岡山商科大学附属高等学校見学対応 2022年8月29日
- ・北広島町立大朝中学校見学対応 2022年9月14日
- ・広大付属三原幼稚園見学対応 2022年10月18日
- ・ホームカミングデー対応 2022年11月5日

- 玉法保育園見学対応 2022年11月24日
- 桜ヶ丘認定保育園見学対応 2022年11月24日
- 広島大学体験科学講座 女性の高校生特別コース 2022年11月26日
- 「広島大学歴史」フィールドワーク 2023年1月16日, 23日

## 進化・多様性研究グループ

令和4年度構成員：三浦郁夫（准教授）、花田秀樹（助教）、Qi Zhou（客員教授）、  
Tariq Ezaz（客員教授）、Leo Borkin（客員教授）

### ○研究活動の概要

本研究部門では、両生類における種の多様性と分化、性の決定と生殖、そしてゲノムの分子進化プロセスの解明などを目的とした研究を推進している。令和4年度の研究内容は以下の通りである。

#### 1. ツチガエルにおける性連鎖遺伝子の平行進化を解明

X-XY型とZZ-ZW型の2つの異なる性決定様式をもつツチガエルにおいて、RNAseqにより766個の性連鎖遺伝子を同定し、それらの進化の共通点と相違点を明らかにした。塩基置換率はY染色体やZ染色体上の遺伝子がXやW染色体上の遺伝子より高く、脊椎動物でよく知られる突然変異の雄駆動進化を支持した。非同義置換率の同義置換率に対する比率は、X染色体やW染色体連鎖遺伝子がY染色体やZ染色体連鎖遺伝子よりも高く、メスに偏りが見られた。この結果は、哺乳類や鳥類とは異なっていた。そして、脳、生殖腺および筋肉における遺伝子発現については、Y染色体やW染色体連鎖遺伝子がX染色体やZ染色体連鎖遺伝子より高く、ヘテロな性(XY雄とZW雌)で高いことがわかった。以上のことは、共通の性連鎖遺伝子が2つの異なる性決定様式の間で同じ方向に進化する、平行進化が生じたことを示している。一方、遺伝子発現が2つの様式の間で大きく異なる、特異的なゲノム領域が染色体の端部付近に見つかった。そこではY染色体連鎖遺伝子の発現がX染色体より著しく高い一方、W染色体とZ染色体連鎖遺伝子の発現には大きな差が見られなかった。

#### 2. ツチガエルのX染色体からリサイクリングを繰り返して進化したW染色体

ツチガエルにはZZ-ZW型性決定様式を持つ2つの集団、ZW集団とNeo-ZW集団があり、XX-XY型を持つ集団はXY集団と呼ばれる。そして、ZW集団はNeo-ZW集団と、後者はXY集団と分布が接している。これらの性染色体は全て第7染色体(2n=26)に相当し、W染色体とX染色体は同じ形をしており、進化起源を共有している。これらW染色体がどのように進化してきたのかを明らかにするため、ZW、Neo-ZWおよびXY集団についてミトコンドリアDNA、性連鎖および常染色体SNPを調べて系統解析を行った。その結果、ZW集団はミトコンドリアのハプロタイプに基づいて4つのサブグループに分かれ、SNP解析によると、XY集団やNeo-ZW集団が複数回ZW集団へ侵入したことが推測された。そして、その侵入に伴い、W染色体はX染色体から独立して4度のリサイクリングを経て進化してきたことが明らかとなった。

#### 3. *Xenopus*類心臓を用いた器官培養法の開発と応用

両生類の心臓を用いた研究は古く、100年前のLoewiのアセチルコリンの研究に遡る。静脈洞に存在するペースメーカー組織を電氣的に刺激し、化学物質の効果を拍動のパターンで記録する方法については科学技術が発達した今日でもなおそれほど大きく変わっていない。一般的に心臓器官は、体外に取り出され、一時的に生理学的塩類溶液に置かれただけで、自発な拍動能力を失う。カエル心臓も例外ではなく、自発な拍動能力を失うメカニズムは全くわかっていない。カエル心臓は、静脈洞、2つの心房および1つの心室から構成されている。上述にあるとおり、静脈洞に位置するペースメーカー組織から発生するパルスが、心房心室へとその刺激が伝わる仕組みになっている。本研究における心臓の器官培養法の開発は、静脈洞における自発的なパルスの発生を損なわず、長期にわたり、拍動する心臓の長期培養法の開発を試みている。現在、培養開始から100日間を超え、心臓が拍動し続けることを確かめることができた。今後は、この培養法を用いて、様々な化学物質を心臓に暴露し、その影響を確かめる。

## ○発表論文

### 1. 原著論文

Senzaki M., Sano S., Takemoto A., Miura I., Ogata M., Phylogenetic Origins of a Newly Found Japanese Red-bellied Newt Population in Yokohama City and Other Populations in Kanagawa Prefecture. *Curr Herpetol* 41(1): 132–137, February 2022. Doi: 10.5358/hsj.41.132

Ogata M., Shams S., Yoshimura Y., Ezaz T. and Miura I., W Chromosome Evolution by Repeated Recycling in the Frog *Glandirana rugosa*. *DNA* 2022, 2(3), 172-184. doi: 10.3390/dna2030012.

Katsumi T., Shams F., Yanagi H., Ohnishi T., Toda M., Lin S.M., Mawaribuchi S., Shimizu N., Ezaz T., Miura I., Highly rapid and diverse sex chromosome evolution in the *Odorrana* frog species complex. *Dev Growth Differ.* 2022 Aug;64(6):279-289. doi: 10.1111/dgd.12800. Epub 2022 Aug 25. PMID: 35881001

Miura I., Shams F., Jeffries D.L., Katsura Y., Mawaribuchi S., Perrin N., Ito M., Ogata M., Ezaz T., Identification of ancestral sex chromosomes in the frog *Glandirana rugosa* bearing XX-XY and ZZ-ZW sex-determining systems. *Mol Ecol.* 2022 Jul;31(14):3859-3870. doi: 10.1111/mec.16551. Epub 2022 Jun 12. PMID: 35691011

Schimek C., Shams F., Miura I., Clulow S., Majtanova Z., Deakin J., Ezaz T., Sex-linked markers in an Australian frog *Platyplectrum ornatum* (Limnodynastidae) with a small genome and homomorphic sex chromosomes. *Sci Rep.* 2022 Dec 3;12(1):20934. doi: 10.1038/s41598-022-25105-5. PMID: 3646330

Shimada T., Matsui M., Ogata M., Miura I., Tange M., Min M.S., Eto K., Genetic and morphological variation analyses of *Glandirana rugosa* with description of a new species (Anura, Ranidae). *Zootaxa.* 2022 Aug 8;5174(1):25-45. doi: 10.11646/zootaxa.5174.1.2. PMID: 36095413

Hanada H., Morishita F., Sanoh S., Kashiwagi K., Kashiwagi A., Long-term *Xenopus laevis* tadpole-heart-organ-culture: Physiological changes in cholinergic and adrenergic sensitivities of tadpole heart with thyroxine-treatment. 2023 *Current Research in Physiology*: 6:100100. doi.org/10.1016/j.crphys.2023.100100

### 2. 総説・解説

該当無し

### 3. 著書

該当無し

## ○特許

該当無し

## ○講演

### 1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

### 2. 国際会議での一般講演

該当無し

### 3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

清水則雄, 池田誠慈, 三浦郁夫, 田口勇輝, 阿部勝彦, 桑原一司, “広島における交雑問題について”

第8回安佐動物公園オオサンショウウオ共同研究シンポジウム, 広島, 2022年10月16日  
伊藤道彦, 林 舜, 荻田悠作, 須田皓介, 奥山ほのか, 塚本大輔, 田村 啓, 三浦郁夫, 高松信彦,  
“性&種多様性ワンダーランド:遺伝子間競合(新・性決定遺伝子の下剋上)&異種ゲノム間競合”  
シンポジウム第7回両生類はワンダーランド 第93回動物学会年会, 東京, 2022年9月9日  
三浦郁夫, “オオサンショウウオの起源と進化” 第1回「広大きてみんセミナー」～守れ！生きた国  
宝オオサンショウウオ～ 広島大学きてみんさいラボ, 広島, 2022年12月24日

#### 4. 国内学会での一般講演

鎗田めぐ, 三浦郁夫, 石垣島および西表島間における無尾両生類の遺伝多様性, 日本爬虫両棲類  
学会第61回大会, 那覇, 2022年11月5日

丹下麻衣, 島田知彦, 松井正文, 尾形光昭, 三浦郁夫, Min Mi Sook, 朝鮮半島産チョウセンツチガ  
エルの形態形質に関する再検討, 日本爬虫両棲類学会第61回大会, 那覇, 2022年11月5日

Bonzom J-M., Armant O., Car C., Dasque L., Frelon S., Nanba K., Ishiniwa H., Wada T., Nagata H., Miura  
L., Gilles A., Mondy N., Lengagne T., Delignette-Muller M-L., Camoin L., Audebert S., Baudelet E.,  
Granjeaud S., The effects of radioactive contamination on wildlife : The case of the tree frog: from the  
individual to the evolutionary responses. The Japan ERAN (Environmental Radioactivity Research  
Network Center) conference, 福島, 2023年2月13日

#### ○各種研究員と外国人留学生の受入状況

該当無し

#### ○研究助成金の受入状況

##### 1. 科学研究費補助金

三浦郁夫

- ・科学研究費基盤B (分担) 「豪雨から天然記念物オオサンショウウオを守れ！消滅を回避させる  
保全モデルの構築 1,000千円

##### 2. 受託事業

該当無し

#### ○学界ならびに社会での活動

##### 1. 学協会役員・委員

三浦郁夫

- ・(一財) 染色体学会・学会誌編集委員
- ・キャンベラ大学 (豪州) 非常勤教授
- ・An expert for the international committee on amphibian and reptiles anomalies, Ural Federal University  
(ロシア)
- ・文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 課題管理協力者

##### 2. 学会誌編集委員等

三浦郁夫

- ・Editorial Board member of Asian Herpetological Research
- ・Editorial Board member of Sexual Development

- Editorial Board member of Chromosome Science
- Editorial Board member of Binomina

### 3. 産学官連携実績

該当無し

### 4. セミナー・講義・講演会講師等

該当無し

### 5. セミナー・講演会開催実績

該当無し

### 6. その他

- 論文レビューサービス

三浦郁夫

6件 (Philosophical transaction B 1, Journal of Evolutionary Biology 1, Fish Biology 1, Current Herpetology 1, Molecular Ecology 1, Fishes 1)

- マスメディア取材協力

三浦郁夫

ダーウィンが来た (NHK) 「実はすごい!身近なアマガエル 意外な素顔」 2022年6月12日 (日)  
 1500万年前からの生き残り? 関東・東北にツチガエルの新種 朝日新聞デジタル 2022年8月8日 (月)  
 色薄いカエル遺伝脈々 田川小・小林寛次君飼育 23年前にも松本市内で発見 市民タイムス (長野県松本市) 2022年9月10日 (土)

実は先住者 新種・ムカシツチガエル 関東・東北太平洋側に1500万年前の生き残り 朝日新聞夕刊 2022年9月22日 (木)

オオサンショウウオ生態学学ぶセミナー 読売新聞朝刊 2022年12月26日 (月)

### ○国際共同研究

三浦郁夫

- キャンベラ大学(豪州) Dr. Tariq Ezaz教授, 「性決定と性染色体の進化に関する研究」
- ローザンヌ大学(スイス) Nicolas Perrin教授, 「性染色体のターンオーバー」
- ベルン大学(スイス) Jeffries Daniel博士, 「性染色体のターンオーバー」
- ソウル大学校(韓国) Mi-Sook Min教授, 「ムカシツチガエルの進化」
- 台湾国立師範大学(台湾) Si-Min Lin教授, 「複合型性染色体の進化」
- 浙江大学(中国) Dr. Qi Zhou and Dr. Guojie Zhang, 「Odrorrana属カエルの複合型性染色体のゲノム解析」

### ○特記事項

該当無し

## 発生再生シグナル研究ユニット

令和4年度構成員：鈴木 厚（准教授）、竹林公子（研究員）

### ○研究活動の概要

本研究ユニットは、誘導因子とその下流のシグナル伝達因子や転写因子の働きに着目し、両生類をモデルとした脊椎動物の初期発生、幹細胞の維持と細胞分化、器官形成、組織再生の分子機構を解析している。令和4年度の研究・教育活動は以下の通りである。

#### 1. 初期発生過程におけるZbtb21の機能解析

ツメガエルの前後・背腹軸の形成にはWntシグナルとBMPシグナルの統合・制御が重要である。これまでに、両生類のメリットを活かした発現クローニング法を用いて、BMPシグナルを抑制して神経を誘導するzinc fingerタンパク質・Zbtb14を単離し、Zbtb14がWntシグナルを促進して後方（尾部側）神経を形成することを見出している（Takebayashi-Suzuki *et al.*, *Develop. Growth Differ.*, 2018）。さらに、ヒトでは21番染色体上に位置するZBTB21のツメガエルホモログが、Zbtb14と協調的に働いて神経誘導を促進することを発見した。これらの遺伝子は、それぞれがヒト染色体上の全前脳胞症原因遺伝子座に位置するため、胚発生期の神経形成を調節して、ダウン症と全前脳胞症の病態に寄与している可能性が考えられた。そこで、神経形成におけるZbtb21とZbtb14の機能的な相互作用と生理機能を解析し、ダウン症と全前脳胞症の発症メカニズムを解明することを目的として研究を行っている。

前年度までに、ツメガエル初期発生過程の神経誘導に重要な時期と場所で、*zbtb21*と*zbtb14*が共に発現することを明らかにした。次に、Zbtb21とZbtb14を同時にツメガエル胚外胚葉で過剰発現させると、Zbtb21はZbtb14による背腹・前後軸のマーカー遺伝子や全前脳胞症の原因遺伝子群の発現を増強することがわかった。また、アンチセンスモルフォリノオリゴによりZbtb21の機能阻害実験を行った結果、後方神経マーカー*hoxb9*の発現が低下する一方で、前方領域では神経マーカー*pax6*の発現が拡大した。この表現型はモルフォリノオリゴ標的配列を持たない*zbtb21* mRNAの顕微注入によってレスキューされた。さらに、エピトープタグをC末に付加したZbtb21とZbtb14を培養細胞に発現させ、共免疫沈降法を用いてタンパク質間の結合を解析した結果、両者が結合することがわかった。したがって、ツメガエルZbtb21は、Zbtb14に結合してZbtb14による神経誘導作用を強める活性をもち、神経組織の前後軸パターン形成に必要な不可欠であることを初めて明らかにした。今年度は、以上の結果を論文にまとめて国際学術雑誌に報告した（Takebayashi-Suzuki *et al.*, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 2022）。

#### 2. 誘導因子に対する細胞応答の制御と組織再生

発生過程では、受精卵を構成する個々の細胞が誘導因子に応答して分化や増殖を行っており、誘導因子シグナルの調節は正常な個体発生において極めて重要である。本研究ユニットでは、BMP, Wnt, FGFといった誘導因子のシグナルを調節して胚発生を制御する因子（Oct-25/Pou5f3.2, FoxB1, JunB, Zbtb14, Clk2, Zbtb21）を同定することに成功している。また、両生類は極めて高い組織再生能力を持ち、胚発生で働く誘導因子が再生過程においても重要な働きをすることが示唆されている。そこで、ツメガエル幼生尾部の組織再生系を用い、誘導因子とその調節因子の機能解析を開始した。昨年度までに、ツメガエル幼生尾部領域を切断するとJunB転写因子が発現して細胞増殖を促進すること、および*junb*の発現にはTGF-betaシグナルが重要であることが分かっている（Nakamura *et al.*, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 2020）。さらに、組織再生過程におけるTGF-betaシグナル/JunB経路の重要性に加えて、再生開始のきっかけとなるTGF-betaリガンドとしてTGF-beta1を特定した（Nakamura *et al.*, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 2021）。

令和4年度は、TGF-beta1/TGF-betaシグナル/JunB経路と協調して働く遺伝子の探索を行った。これまでの研究で、*junb*ノックアウト胚における細胞増殖低下は不完全であること、および再生中期以降でTGF-betaシグナルを阻害することによっても細胞増殖が低下することが分かっていた。そこで、TGF-beta1/TGF-betaシグナル/JunB経路と協調する遺伝子は、TGF-beta1とは別のTGF-betaリガンドであると予想した。ツメガエル幼生尾部の再生過程におけるRNA-seqデータベースから、再生過程で発現が上昇するTGF-betaリガンド遺伝子を複数同定することに成功した。また、このうちの一つをノックアウトしたところ尾部の再生が遅れる表現型が得られ、現在、細胞増殖に対する影響やJunBとの協調作用について解析を行っている。

### 3. 神経発生におけるClkファミリーリン酸化酵素の機能解析と作用機構

ツメガエルの神経板で強く発現するリン酸化酵素・Cdc2-like kinase 2 (Clk2) を同定し、機能解析を進めている。Clk2は、初期胚で過剰発現すると神経誘導を引き起こし、FGF処理もしくはBMPシグナル抑制処理と協調的に働いて、神経誘導を強める。また、Clk2がリン酸化MAPKを増加させてFGFシグナルを活性化する一方で、リン酸化Smad1を減少させてBMPシグナルを抑制することが分かっている (Virginia *et al.*, *Develop. Growth Differ.*, 2019)。また、これらの成果を取りまとめ、FoxB1, Zbtb14, およびClk2が関与する体軸形成と神経パターンニング機構について総説を発表した (Takebayashi-Suzuki and Suzuki, *Genes*, 2020)。さらに、Clk2のパラログであるClk1とClk3が神経誘導作用を持つことに加えて、これらのClkファミリーが神経形成に必須であることを明らかにした (Virginia *et al.*, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 2021)。

令和4年度は、Clk2と協調して神経形成を促進する共役因子の探索を行った。タンパク質結合データベースにおいてClk2と結合するタンパク質を検索した後、ツメガエル遺伝子発現データベースを使用して、ツメガエルの初期発生過程で発現する遺伝子を絞り込んだ。これらの候補遺伝子について特異的なプライマーを設計し、RT-PCR法によってツメガエル初期胚のRNAから完全長cDNAを単離することに成功した。候補遺伝子の一つについては、Clk2と過剰発現した際にClk2の神経誘導を強める作用が確認され、現在、さらに詳細な解析を行っている。

## ○発表論文

### 1. 原著論文

Takebayashi-Suzuki K., Uchida M., Suzuki A., Zbtb21 is required for the anterior-posterior patterning of neural tissue in the early *Xenopus* embryo. *Biochem Biophys Res Commun.* 2022 Nov 19;630:190-197. doi: 10.1016/j.bbrc.2022.09.048. Epub 2022 Sep 15. PMID: 36166855.

### 2. 総説・解説

該当無し

## ○講演等

### 1. 国際会議での招待講演

該当無し

### 2. 国際会議での一般講演

該当無し

### 3. 国内学会での招待講演

該当無し

### 4. 国内学会での一般講演

竹林公子, 内田実沙, 鈴木 厚, Zbtb21はZbtb14に結合し、ツメガエル発生過程における神経の前後軸形成に必要である. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジウム, 2023年3月14日-15日, ポスター発表.

小池遼太, Regina P. Virginia, 中村 誠, 竹林公子, 鈴木 厚, 神経形成を促進する新規zinc fingerタンパク質のツメガエル胚における機能解析. 広島大学両生類研究センター バイオリソース棟落成記念シンポジウム, 2023年3月14日-15日, ポスター発表.

竹林公子, 内田実沙, 鈴木 厚, Zbtb21はZbtb14に結合し、ツメガエル発生過程における神経の前後軸形成に必要である. 日本動物学会中国四国支部・広島県例会, 2023年3月7日, ポスター発表.

小池遼太, Regina P. Virginia, 中村 誠, 竹林公子, 鈴木 厚, 神経形成を促進する新規zinc fingerタンパク質のツメガエル胚における機能解析. 日本動物学会中国四国支部・広島県例会, 2023年3月7日, ポスター発表.

京田竜弥, 中村 誠, 森山侑夏, 小池遼太, 吉田和史, 竹林公子, Marko E. Horb, 鈴木 厚, ネットイ ツメガエルの組織再生におけるWntリガンドの機能解析. 日本動物学会中国四国支部・広島県例会, 2023年3月7日, ポスター発表.

小池遼太, Regina P. Virginia, 中村 誠, 竹林公子, 鈴木 厚, 神経形成を促進する新規zinc fingerタンパク質のツメガエル胚における機能解析. 第45回日本分子生物学会年会, 2022年11月30日-12月2日, ポスター発表.

Ryota Koike, Regina Putri Virginia, Makoto Nakamura, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Atsushi Suzuki, Functional analysis of a new zinc finger protein that induces formation of neural tissue in *Xenopus* embryos. 第55回日本発生生物学会大会, 2022年5月31日-6月3日, ポスター発表.

### ○各種研究員と外国人留学生の受入状況

#### 1. 外国人留学生

該当無し

#### 2. 外国人客員研究員

該当無し

#### 3. 研究員

竹林公子, 中村 誠

### ○研究助成金の受入状況

#### 1. 科学研究費補助金

鈴木 厚

- ・基盤研究(C)「神経形成におけるCdk2キナーゼ経路の役割とその破綻による自閉症発症機構の解明」800千円 (代表)

竹林公子

- ・基盤研究(C)「神経形成におけるCdk2キナーゼ経路の役割とその破綻による自閉症発症機構の解

明」300千円（分担）

## 2. 受託事業

該当無し

## 3. その他の経費

鈴木 厚

- ・公益財団法人 篷庵社 研究助成 「誘導因子シグナルによる胚発生と組織再生の制御機構」  
500千円（代表）

## ○学界ならびに社会での活動

### 1. 学協会役員・委員

鈴木 厚

- ・国際ツメガエルデータベース（Xenbase）ツメガエル遺伝子命名委員会  
（Xenopus Gene Nomenclature Committee）委員
- ・日本ツメガエル研究会 世話人会委員
- ・日本ツメガエル研究集会 組織委員
- ・科学学習塾エデュパーク 学習成果発表会審査員

### 2. セミナー・講演会開催実績

該当無し

### 3. 産学官連携実績

該当無し

### 4. セミナー・講義・講演会講師等

鈴木 厚, 竹林公子

- ・広島県立教育センター主催「第25回教材生物バザール」教材の提供及び解説, 2022年5月19日

### 5. その他の学界ならびに社会での活動

鈴木 厚

- ・国際誌論文レビュー：1誌3件（Develop. Growth Differ.）

## ○国際共同研究

鈴木 厚, 竹林公子

- ・米国ウッズホール海洋生物学研究所  
研究テーマ：「体軸形成・器官形成・組織再生における細胞シグナル分子の機能解析」

## ○特記事項

該当無し

### 1-4-3 各種研究員と外国人留学生の受入状況

#### 【令和4年度研究員】

- ・清川 一矢（研究員）（2022年4月1日から2023年6月30日まで）
- ・岩田 唯（研究員）（2022年4月1日から2022年7月31日まで）
- ・竹林 公子（研究員）（2022年4月1日から2023年3月31日まで）
- ・中村 誠（研究員）（2022年4月1日から2023年6月30日まで）

#### 【令和4年度外国人客員研究員】

- ・Dalia Ibrahim Tawfik Mohamedien 2020年9月1日から2021年12月31日
- ・Marko Horb（Bell Center for Regenerative Biology and Tissue Engineering, Marine Biological Laboratory, USA・Senior Scientist）2022年4月1日から2023年3月31日  
「Analysis of AP-1 transcription factors in tail formation and regeneration」
- ・Si-Min Lin（National Taiwan Normal University, Taiwan・Professor）2022年4月1日から2023年3月31日  
「The evolution of multiple sex-chromosomes in a Taiwanese frog *Odorrana swinhoana*」
- ・Yun-Bo Shi（NIH・Senior Investigator）2022年4月1日から2023年3月31日  
「Study of the role of *scppa2* during amphibian metamorphosis」

#### 【令和4年度外国人留学生】

##### 博士課程後期

- ・FATIN IFFAH RASYIQAH MOHAMAD ZOLKEFLI（マレーシア）（2017年10月入学）
- ・MOHAMED NABIL BAKR ABDELRAHMAN（エジプト）（2018年10月入学）
- ・MUTMAINNAH ADRIANI（インドネシア）（2019年10月入学）基礎生物学プログラム
- ・PHAN QUYNH CHI（ベトナム）（2020年10月入学）基礎生物学プログラム
- ・DEWI YULIANI（インドネシア）（2021年10月入学）基礎生物学プログラム
- ・SHENG ZEPENG（中国）（2022年4月入学）基礎生物学プログラム
- ・XIAO YANGYUXIN（中国）（2022年4月入学）基礎生物学プログラム
- ・SUN WEIYOU（中国）（2022年10月入学）基礎生物学プログラム

##### 博士課程前期

- ・GU YI（中国）（2021年4月入学）基礎生物学プログラム

#### 1-4-4 研究助成金の受入状況

令和4年度の実績は下記の表に示す。詳細は1-4-2の各研究グループの項で具体的な課題と研究経費が示されている。

項 目	研 究 種 目	件 数
科学研究費	新学術領域研究	1
	基盤研究 (S)	0
	基盤研究 (A)	1
	基盤研究 (B)	7
	基盤研究 (C)	15
	挑戦的研究 (萌芽・開拓)	3
	若手研究	1
	研究成果公開促進費	1
	研究活動スタート支援	0
	特別研究員奨励費	5
	二国間交流事業共同研究	0
国際共同研究加速基金	国際共同研究強化 (B)	1
厚生労働省科学研究費補助金		0
受託研究		0
受託事業		3
共同研究		4
寄附金		15
補助金		4
その他		7

#### 1-4-5 学界ならびに社会での活動

令和4年度の実績は下記の表に示す。詳細は各研究グループの項で具体的な役職等の名称が示されている。

- ・学会等などの学外委員等 86 件

種別	1.学会	2.政府・中央省庁関連審議委員等	3.大学共同利用機関	4.地方自治体(審議会委員, 理事等)	5.国際関連	6.財団・法人関係(1,2を除く)(理事, 評議員等)	7.その他
	22	12	1	6	28	2	15

- ・セミナー・講師等 30 件
- ・高大連携, イベント等の社会活動, その他 95 件

#### 1-5 その他特記事項

該当無し

## 2 生物科学科

### 2-1 学科の理念と目標

生物科学科は、平成5年「生命の多様性を生み出す普遍法則と情報の探求」と「フロンティアを拓き基礎科学に貢献する独創的人材の育成」を教育・研究目標として生まれた。生物科学分野における中四国の拠点的存在を目指し、分子レベルから個体・集団レベルまで広く基礎生物学の諸分野をカバーしたバランスのとれた教育・研究を指向している。生物科学科では、生物学の知識経験をもち、基礎的研究や応用的開発に従事する技術者、産業界における実務や理科教育などあらゆる関連分野の第一線で活躍できる人材の育成を目指している。

### 2-2 学科の組織

#### ・生物科学科の教員

生物科学科は、生物科学専攻・基礎生物学プログラム、数理分子生命理学専攻・数理生命科学プログラム、生命医科学プログラム及びゲノム編集イノベーションセンターの生物系の教員により構成されている。生物科学科授業科目担当教員（令和5年3月末現在）及び令和4年度の客員教員（非常勤講師）を次にあげる。

#### 令和4年度 生物科学科教員組織

職	氏名	所 属
教授	今村 拓也	生物科学専攻動物科学講座・生命医科学プログラム（生物）*
	荻野 肇	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム（生命）*
	菊池 裕	生物科学専攻動物科学講座・基礎生物学プログラム（生命）*
	草場 信	生物科学専攻植物遺伝子資源学講座・基礎生物学プログラム
	坂本 敦	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム
	鈴木 克周	生物科学専攻植物生物学講座・基礎生物学プログラム
	千原 崇裕	生物科学専攻動物科学講座・生命医科学プログラム（生物）*
	林 利憲	生物科学専攻両生類生物学講座・生命医科学プログラム（生物）*
	山口富美夫	生物科学専攻植物生物学講座・基礎生物学プログラム
	山本 卓	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム（生命）*
准教授	井川 武	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム（生命）*
	植木 龍也	生物科学専攻動物科学講座・基礎生物学プログラム
	奥村美紗子	生物科学専攻動物科学講座・生命科学プログラム（生物）*
	坂本 尚昭	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム（生命）*
	佐久間哲史	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム（生命）*
	島田 裕士	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム
	嶋村 正樹	生物科学専攻植物生物学講座・基礎生物学プログラム
	杉 拓磨	数理分子生命理学専攻生命理学講座・生命医科学プログラム（数理）*
	鈴木 厚	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム
	田川 訓史	生物科学専攻多様性生物学講座・基礎生物学プログラム
	坪田 博美	生物科学専攻多様性生物学講座・基礎生物学プログラム

	濱生こずえ	生物科学専攻動物科学講座・基礎生物学プログラム（生命）*
	古野 伸明	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム
	三浦 郁夫	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム
講 師	守口 和基	生物科学専攻植物生物学講座・基礎生物学プログラム
助 教	有本 飛鳥	生物科学専攻多様性生物学講座・基礎生物学プログラム
	小塚 俊明	生物科学専攻植物遺伝子資源学講座・基礎生物学プログラム
	清水 直登	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム
	下出 紗弓	ゲノム編集イノベーションセンター*
	鈴木 誠	生物科学専攻両生類生物学講座・生命医科学プログラム（生物）*
	高橋 治子	生物科学専攻動物科学講座・基礎生物学プログラム（生命）*
	高橋 美佐	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム
	田澤 一朗	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム
	中島 圭介	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム
	中坪 敬子	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム
	信澤 岳	生物科学専攻植物遺伝子資源学講座・基礎生物学プログラム
	花田 秀樹	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム
	深澤壽太郎	生物科学専攻植物生物学講座・基礎生物学プログラム
	細羽 康介	数理分子生命理学専攻生命理学講座・生命医科学プログラム（数理）*
	森下 文浩	生物科学専攻動物科学講座・基礎生物学プログラム
	岡本 和子	生物科学専攻両生類生物学講座・生命医科学プログラム
特任教授	坊農 秀雅	数理分子生命理学専攻生命理学講座・生命医科学プログラム（数理）*

注）（生命）\*：生命医科学プログラム併任

（生物）\*：基礎生物学プログラム併任

（数理）\*：数理生命科学プログラム併任

#### 令和4年度客員教員（非常勤講師）

瀬尾 光範（理化学研究所環境資源科学研究センター・准教授）

授業科目名：「植物ホルモンと環境応答」

井垣 達吏（京都大学大学院生命科学研究科・教授）

授業科目名：「細胞の競合と協調による組織恒常性維持とがん制御」

米原 圭佑（国立遺伝学研究所・教授）

授業科目名：「ほ乳類の感覚神経回路の発達と機能・疾患」

令和4年度の生物科学科に関わる人事異動

	発令 年月日	氏 名		異 動 内 容	
				前 所 属 等	新 所 属 等
1	4. 5.31	高橋 陽介	辞職	統合生命科学研究科・理学部	
				基礎生物学プログラム	
				教授	
2	4. 8. 1	秦 東	採用	統合生命科学研究科	統合生命科学研究科
				生物資源科学プログラム	附属植物遺伝子保管実験施設
				助教	特任助教
3	4.10. 1	井川 武	昇任	統合生命科学研究科・理学部	統合生命科学研究科・理学部
				基礎生物学プログラム	基礎生物学プログラム
				両生類研究センター	両生類研究センター
				助教	准教授
4	4.11.30	津田 雅貴	辞職	統合生命科学研究科・理学部	国立医薬品食品衛生研究所
				数理生命科学プログラム	
				助教	
5	5. 1. 1	岡本 和子	着任	金沢大学	統合生命科学研究科・理学部
					生命医科学プログラム
					両生類研究センター
				特任助教	助教
6	5. 2. 28	落合 博	辞職	統合生命科学研究科・理学部	九州大学
				数理生命科学プログラム	
				准教授	
7	5. 3.31	鈴木 克周	定年 退職	統合生命科学研究科・理学部	
				基礎生物学プログラム	
				教授	
8	5. 3.31	小塚 俊明	任期 満了	統合生命科学研究科・理学部	金沢大学
				基礎生物学プログラム	
				助教	

## 生物科学科の運営

生物科学科の運営は、生物科学科長を中心に行われている。副学科長が補佐を行うとともに学科教務委員長を務める。また、生物科学科の円滑な運営のために各種委員会委員が活動している。令和4年度の学科長、副学科長及び各種委員会委員の一覧を次にあげる。

	令和4年度
学科長	草場
副学科長	林
庶務	小塚, 中坪, 細羽
入学試験委員会	落合, 奥村
教務委員	教務委員長(副学科長・草場), 山本, 千原, 島田, 植木, 守口
学生実習委員	○落合, 植木, 森下, 信澤, 嶋村, 津田, 花田
HP委員	○植木, 坪田, 津田
日韓理工学生チューター	該当なし

## 2-3 学科の学士課程教育

### 2-3-1 アドミッション・ポリシーとその目標

#### 【アドミッション・ポリシー】

大学において、生物学を学ぶために必要な基礎学力を有し、かつ生命現象に関する課題を主体的に探求し解決する熱意を持ち、将来、研究者あるいは高度な専門性を持つ技術者として社会で活躍することを目指す学生を求めている。

#### 【教育目標】

生物科学科では、生物現象を物質レベルから集団レベルまで多角的に捉えることができる人材の育成を目標としている。生物現象を理解し探求するには、動物・植物・微生物についての知識と生態学・生理学・生化学・遺伝学等の基礎技術を習得し、学際領域にわたる幅広い分野に対する理解を深めることが必要である。生物科学科では、生物学の知識経験を持ち、基礎的研究や応用的開発に従事する技術者、産業界における実務や理科教育などあらゆる関連分野の第一線で活躍できる人材、英語によるプレゼンテーション能力を併せ持つ国際人の資質を備えた人材などの養成を目的に教育を行う。

### 2-3-2 学士課程教育の理念と達成のための具体策

現代生物科学の成果を取り入れた講義及び実習を通じて、新しい生物学の幅広い知識や考え方を基礎生物学とともに修得させることを教育目標とする。また、生体高分子や、細胞、組織及び器官の操作法など先端的技術を修得させ、研究者及び高度な専門性を持つ技術者の育成を目指す。

専門の実験・実習は少人数教育体制をとり、きめ細かい教育を実施する。2年次生と3年次生は、専用の実験室において基礎から高度な実験を微生物から幅広い系統群の動植物を実験材料として分子レベルから個体・生態レベルまでの内容で構成し実施する。附属臨海実験所と附属宮島自然植物実験所の設備と周辺の自然環境を潤沢に活用した実習、ならびに日本各地へ出かけて野外実習を行う。さらに、生物科学科では4年次の卒業研究を、研究への興味、知識・技術を身につける

ための極めて貴重な期間と位置づけ、きめ細かな研究指導を行う。

これらのカリキュラムは、充実したチューター制度と1年次から3年次までの実験・実習の実施ならびに各研究室での効果的な卒業研究指導によって支えられている。

### 2-3-3 学士課程教育の成果とその検証

生物科学科の教育の中で最も重視している卒業研究において十分な成果が認められている。1研究室あたり3～4名によるきめ細かい指導により、高い教育効果が得られている。卒業生からは、研究は大変で苦しい時もあったが、研究室で熱心な指導を受けることが出来た、それによって高度な実験技術や深い知識が得られ、また発表技術等も身に付いて、社会に出てから大変役立っているとの高い評価を得ている。

年2回実施される授業評価アンケートの結果を分析し、次年度の授業改善に役立てている。生物科学科授業科目では、「授業の予習・復習」や「質問や発言による授業への積極的参加」の設問に対して、評価点が低いという問題があるため、今後改善の必要がある。

#### 令和4年度在籍学生数とチューター

##### 【1】生物科学科の在籍学生数（令和4年5月1日現在）

入学年度	在籍学生数
令和4年度	34
令和3年度	35
令和2年度	36
令和元年度	35
平成30年度	2
平成29年度	0
平成28年度	1
合 計	143

##### 【2】チューター

入学年度	チューター
令和4年度	細羽，田澤，守口
令和3年度	杉，奥村，津田
令和2年度	鈴木(誠)，古野，落合，荻野
令和元年度	中島，信澤，濱生
平成30年度	千原，佐久間，井川
平成29年度	鈴木(厚)，鈴木(克)，高橋(美)，花田，坂本(敦)
平成28年度	菊池，小塚，古野，中坪

## 2-3-4 卒業論文発表実績（個人情報保護法に留意）

令和4年度 卒業論文題目一覧

卒業論文題目名
表層プランクトンの網羅的同定法の比較検証
沖縄諸島の蘚苔類フロラ -特に苔類に着目して-
ヒト・チンパンジーiPS細胞分化系を用いた初期神経発生モデルから導く大脳進化の分子ロジック(Molecular logic of Cerebrum evolution inferred by using early neurogenesis models derived from humans and chimpanzees iPS cells)
バフンウニにおける標的遺伝子座のライブイメージング解析
動物集団における活性化伝播機構の解明
遺伝子発現と組織構造の統合解析を目指した子宮体癌患者情報の取得と解析
熱誘導型プロモーターの改良とトランスジェニックイモリ作製の効率化
CRISPR-Cascadeを用いた高機能転写活性化システムの開発
温度応答メカニズム解析のためのカジカガエル類初代培養細胞の確立
ALS関連タンパク質VAPBのMSPドメイン分泌量の定量法開発
ニオイガエル種群における性染色体と性決定メカニズムの進化 (Evolution of sex chromosomes and sex determining mechanisms in <i>Odorrana</i> species complex)
ヒト神経幹細胞の増殖におけるPROTOGENINの関与及びその発現制御因子の探索
ネッタイツメガエルの組織再生におけるWntリガンドの機能解析とヒレの重要性
アフリカツメガエルにおける疾患関連変異のゲノムワイドな同定
シロイヌナズナのストレス応答を活性化するアラントインの新規生合成酵素の探索
<i>in silico</i> アプローチによる上皮性がんに通ずるクロマチン構造の探索
ショウジョウバエにおける嗅覚感度の個体差研究
避陰応答によるエチレン合成制御機構の解析
シロイヌナズナCYP78A5の花序における発現制御機構の解析
シロイヌナズナにおける花卉老化制御機構の解析
苔類カラヤスデゴケ ( <i>Frullania muscicola</i> ) の葉緑体ゲノムの解析
IncP1α-T4SSによる大腸菌から出芽酵母への遺伝子導入系特異的な大腸菌染色体コードの導入促進遺伝子priAの発見
塩基欠失型p53遺伝子強制発現イモリの作製
線虫 <i>Pristionchus pacificus</i> における捕食欠損変異体の原因遺伝子の同定および表現型解析

ヒト特異的ノンコーディングRNAによるてんかん関連遺伝子EFHC1転写活性化を介した神経幹細胞制御
相同組換え中間体解消における動的変化を可視化する技術の開発
核内タンパク質DAYSLEEPERの転写制御機構の解析
ライブイメージングを利用したX染色体不活性化動態の解明
ゲノム編集による葉緑体Rubisco large subunit遺伝子改変の技術開発
ショウジョウバエを用いたDynamin-2関連神経疾患分子機構の解明
キクタニギク白花粉変異体の解析と原因遺伝子の探索
DELLAと相互作用する概日時計因子の機能解析
改変CO <sub>2</sub> 固定化酵素Rubiscoの酵素反応速度論解析

#### 2-4 リカレント教育を推進するための社会人向けプログラムの提供

生物科学科では社会人向けプログラムとして次のものを実施している。附属臨海実験所では、社会人やリタイア後の学生が多くを占める放送大学広島学習センターの面接授業を毎年実施している。宮島自然植物実験所と植物分類・生態学研究室では、毎月一回ヒコビア植物観察会（一般対象）を共催し、参加者の一部は資格取得のためのリカレント教育の場として利用している。また、宮島自然植物実験所は園路を一般に公開しており、植物や自然を学習するための場として利用され、一部ではリカレント教育にも活用されている。

植物分類・生態学研究室と附属宮島自然植物実験所では令和4年度に広島市植物公園特別展および同友の会に関連して、コケ植物の野外観察会を東広島キャンパス等で開催し、合計で約80名の受講があった。宮島ユネスコ協会主催の野外観察会に宮島自然植物実験所が協力して開催を予定していたが、新型コロナウイルス感染症の影響で開催を再度延期した。

#### 2-5 その他特記事項

該当無し