

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言え、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ことができるようになる。

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5年度構成員》 R6.1.24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	守口和基（講師）、鈴木克周（特任教授）

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）、信澤 岳（助教）、豊倉浩一（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）、近藤真理子（客員准教授）

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（教授），花田秀樹（助教）

Tariq Ezaz（客員教授），伊藤道彦（客員准教授）

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）

檜本真理（契約一般職員）

基礎生物学プログラム

《令和5年度構成員》 R6.3.31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

守口和基（講師），鈴木克周（特任教授）

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），信澤 岳（助教），豊倉浩一（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），近藤真理子（客員准教授）

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

田澤一朗（助教），中島圭介（助教）

古野伸明（客員准教授）

進化・多様性研究グループ

三浦郁夫（教授）、花田秀樹（助教）

Tariq Ezaz（客員教授）、伊藤道彦（客員准教授）

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）

樫本真理（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5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
5. 4. 1	豊倉 浩一	採用	グランドグリーン株式会社	統合生命科学研究科
				基礎生物学プログラム
				助教
5. 4. 1	鈴木 克周	採用	統合生命科学研究科・理学部	統合生命科学研究科
			基礎生物学プログラム	基礎生物学プログラム
			教授	特任教授
5. 10. 1	三浦 郁夫	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
			准教授	教授
6. 3. 31	三浦 郁夫	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	
			両生類研究センター	
			教授	
6. 3. 31	古野 伸明	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	
			両生類研究センター	
			准教授	

客員教員（非常勤講師）

《令和5年度》

朝比奈雅志（帝京大学理工学部バイオサイエンス学科・教授）

授業科目名：「植物生長制御学」

石崎公庸（神戸大学 大学院理学研究科・教授）

授業科目名：「植物の栄養繁殖の多様性とその分子機構」

高倉伸幸（大阪大学 微生物病研究所・教授）

授業科目名：「血管形成のバイオロジー」（オンライン）

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）

令和5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	山口
副専攻長・副プログラム長	菊池
庶務（学科と兼務）	岡本，細羽，豊倉
教務委員	鈴木（厚）
就職担当	菊池（～9月30日），山口（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，濱生
広報委員会	鈴木（厚）
防災対策委員会	専攻長（山口）
教務委員会	佐久間
入学試験委員会	奥村，守口
大学院委員会	山口
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，坪田
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	山口
副プログラム長	菊池
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	嶋村
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	
障害学生支援委員	花田
学生生活委員会	草場
アクセシビリティセンター会議委員	花田
ABS推進室委員	山口
北京研究センター委員	植木
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），井川
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5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）		16人
	うち、他大学出身者数 （各年度11.1現在）	7人
定員充足率		80%
在籍者数（各年度11.1現在）		34人
留年，退学，休学者数 ※1（全ての学年，各年度内の該当人数）		2人
留年，退学，休学者率		6%
学位（修士）授与数（各年度3.31現在）		15人
学位授与率 ※2		15/15

【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）		7人
	うち、他大学出身者数 （各年度11.1現在）	2人
定員充足率		70%
在籍者数（各年度11.1現在）		17人
留年，退学，休学者数 ※1（全ての学年，各年度内の該当人数）		2人
留年，退学，休学者率		10%
学位（博士）授与数（各年度3.31現在）		0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		0/0
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年前の入学者数で割った数値、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）の入学者数。

※ 入学定員，入学者数：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）	1人
企業（その他の職種）	5人
学校（大学を除く）の教員	3人
公務員（公的な研究機関を除く）	2人
進学（博士課程，留学等）	3人
その他	1人

【博士後期課程，博士課程（一貫制）】	
修了者数	0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）	0人
進学（留学等）	0人
その他	0人

1-3-3 大学院生の国内学会発表実績

令和5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		1	4	1	6
細胞生物学		2	0	0	2
情報生理学		0	1	0	1
植物分類・生態学		1	4	0	5
植物生理化学		4	2	0	6
植物分子細胞構築学		1	0	0	1
附属臨海実験所		1	0	0	1
附属宮島自然植物実験所		2	5	0	7
附属植物遺伝子保管実験施設		2	0	0	2
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	19
	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	1	1	0	
	進化・多様性研究グルー プ	2	0	0	
	発生再生シグナル研究ユ ニット	4	2	1	
合 計		25	23	2	50

＊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5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	0	0	0
細胞生物学		2	0	0	2
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	1	0	1
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	1	0	1
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	5
	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	1	0	
合 計		4	5	0	9

＊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5年度 修士論文題目一覧》

学生氏名	論 文 題 目
小山 克輝	A preliminary study on biodiversity of post-fire vegetation: a case study in the Southwest of Miyajima Island, Hiroshima Prefecture, Japan, after the forest fire 38 years ago (林野火災跡地に成立する植生の生物多様性に関する研究—林野火災発生から 38年が経過した宮島南西部を例として—)
中西 花奈	都市部の樹幹着生蘚苔類
梶田 純	ロングリードシーケンスによる海産無脊椎動物のゲノム配列決定手法の模索
小此木 のぞみ	DELLA を介した ABA と GA のクロストーク機構の解析
藤田 綾音	シロイヌナズナCYP78Aファミリーによる葉老化制御機構の解析
中村 創	A study of the relationship between spatial changes in the vegetation and environment over 50 years following an outbreak of pine wilt disease in Miyajima Island, SW Japan. (松枯れ後50年間の植生の経年変化と立地との対応関係に関する基礎研究)
鎗田 めぐ	八重山諸島に生息するカエル類の性決定と系統進化
村岡 和広	種特異的葉序角度をもたらすコケ植物茎頂での細胞壁の異方成長
藪本 壮太	ネッタイツメガエル <i>Xenopus tropicalis</i> における $olfm4$ 遺伝子の発現及び機能解析
石井 結香	人工交配実験を通じたコケ植物種間の生殖隔離機構の解明
有末 遼	キクタニギク自家和合性突然変異 $csc1$ の責任遺伝子の探索および機能解析
端野 桃子	ELF3 によるジベレリン生合成の制御機構の解析

真鍋 礼	線虫 <i>Pristionchus pacificus</i> の光忌避行動におけるGタンパク質の表現型解析
坂本 昌悟	シロイヌナズナにおける抽苔後葉老化の制御機構の解析
平野 和己	日本産 <i>Hynobius</i> サンショウウオの性決定と繁殖のメカニズム

1-3-6 博士学位

課程博士授与数 0件

論文博士授与数 0件

1-3-7 TAの実績

【学部4年生】	
区 分	
在籍者数(11.1現在)	28人
TAとして採用されている者	1人
在籍者数に対する割合	3%

【博士課程前期】	
区 分	
在籍者数(11.1現在)	34人
TAとして採用されている者	22人
在籍者数に対する割合	65%

【博士課程後期】	
区 分	
在籍者数(11.1現在)	17人
TAとして採用されている者	9人
在籍者数に対する割合	50%

※【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5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5年度 … 48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）（2024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）
- ・広島県環境保健協会との共同事業（2023-）広島県廿日市市（毒素を有するシアノバクテリアに関する研究）

○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、2023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、2023年度、植木龍也
- ・教材生物バザール「ショウジョウバエ樹脂サンプルの提供」、広島県東広島市、2023年5月23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、2023年5月23日、草場 信
- ・教材生物バザール「アフリカツメガエル固定胚の提供」、広島県東広島市、2023年5月23日、鈴木 厚
- ・高大連携公開講座「世界遺産宮島の植物と自然」、2023年5月27日、10月7日、廿日市市宮島町、坪田博美
- ・国泰寺高校大学訪問、2023年7月11日、高校生20名、研究室の紹介、奥村美紗子
- ・国泰寺高校大学訪問、2023年7月11日、草場 信、豊倉浩一
- ・清心女子高等学校SSH実習、2023年7月30日-31日、教員1名、高校1年生20名が参加、田川訓史
- ・呉宮原高校 大学訪問、2023年7月31日、生物科学科および研究室の紹介、高校生20名、奥村美紗子
- ・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（広島市会場）」、2022年8月5日、田澤一朗
- ・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（福山市会場）」、2022年8月9日、田澤一朗
- ・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」、2023年8月10

日, 田澤一朗, 中島圭介, 井川 武, 鈴木 誠

- ・ ひらめき★ときめきサイエンス, 2023年8月26日, 古野伸明
- ・ 高大連携公開講座「生物の多様性と進化」, 2023年9月23日, オンライン, 坪田博美
- ・ 広島大学附属高等学校見学, 2024年2月20日, 中島圭介, 田澤一朗
- ・ 2023 年度広島大学ホームカミングデー理学部企画 (中学生・高校生科学シンポジウム) コメントーター, 2023 年 11 月 4 日, 深澤壽太郎

○生物科学専攻・基礎生物学プログラムのスタッフが令和5(2023)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	47
総説・解説	10
著 書	3
国 際 学 会	28
国 内 学 会	143

*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

令和5年度 … 1件

(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5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
小池遼太	MBSJ2023サイエンス スピーチ優秀発表 賞	神経形成を促進する zinc finger タンパク質のツメガエル胚に おける機能解析	第46回 日本分 子生物学会年会 年会長	R5.12.8

○国際交流の実績

国際共同研究・国際会議開催実績

令和5年度 … 29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

千原崇裕, 濱生こずえ

- ・ 浅野桂教授（カンサス州立大学）とnonAUG翻訳の生理機能に関する研究

奥村美紗子

- ・ Ralf J Sommer教授（Max Planck Institute for Biology Tübingen）線虫捕食行動の神経制御メカニズムの解明に関する研究
- ・ Ray Hong教授（California State University Northridge）線虫における感覚応答メカニズムの解明に関する研究
- ・ James W Lightfoot博士（Max Planck Institute for the Neurobiology of Behaviour）線虫捕食行動の神経制御メカニズムの解明に関する研究

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

- ・ Artur Jarmolowski 博士, Zofia Szweykowska-Kulinska 博士, (アダム・ミツキエヴィチ大学, ポーランド) ゼニゴケ栄養成長期から生殖成長期への移行におけるマイクロ RNA の動態に関する共同研究

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より 7 大学合同公開臨海実習へ講師を招聘し開催した。
- ・ 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。
- ・ 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。
- ・ インドネシア共和国の STKIP PGRI Sidoarjo にてオンライン講義を実施した。
- ・ 教育共同利用国際拠点事業に関連して、外国人教員を招聘して行う科目の実施に向けてインドネシア共和国の国立イスラム大学の教員との協働を進めている。
- ・ 広島大学側の担当教員として参画していたインドネシア共和国の国立イスラム大学スラバヤ校

と広島大学の国際交流協定が締結された。

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

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,「ネッタイツメガエルにおける相同組換え法の開発」

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」
- ・ 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とスインホーハナサキガエルの種分化」
- ・ 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5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	1人
博士研究員	4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
小川 修平	両生類研究センター	D1	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
Phan Quynh Chi	附属宮島自然植物実験所	D3	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	D3	嶋村 正樹	野生植物の多様性研究
-------------------	--------------	----	-------	------------

○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	D3	古野 伸明
小池 遼太	両生類研究センター	D1	鈴木 厚

HU SPRING研究支援プログラム

安藤 広記	植物遺伝子保管実験施設	D1	草場 信
-------	-------------	----	------

広島大学大学院リサーチフェローシップ制度

奈良 拓也	発生生物学	D2	菊池 裕
SHENG ZEPENG	附属宮島自然植物実験所	D2	坪田 博美
安藤 広記	植物遺伝子保管実験施設	D1	草場 信
池松 泰一	植物分類・生態学	D1	嶋村 正樹

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5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・核小体形成）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・核小体形成）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、2021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、論文を投稿中である。

（2）がん細胞における核小体形成異常の解析

近年、細胞内で起こる液-液相分離（LLPS）によって形成された凝集体（コンデンセート；*condensate*）の生物学的な機能が次々と解明され、LLPSの形成異常ががんの発症や神経関連疾患に大きく関与することが明らかとなっており、*condensatopathy*（凝集異常症）として提唱され、新たな創薬対象として注目されている。細胞内で最大の凝集体として知られる核小体は、がん化及びがんの悪性化によるrRNA合成量の増加に伴い、その数・形態が大きく変化すると共に、物性の変

化（ゲル化）が予想されている。しかしながら，がん細胞における核小体の物性的変化に関しては未だ不明な点が多いため，核小体の物理化学的特性に関して研究を行っている。

2. 生命科学研究へのArtificial Intelligent (AI) の活用

ヒトのがん研究におい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, single cell RNA-seq) の情報がデータベースに蓄積されている。更に，多くの医療画像 (Hematoxylin & Eosin Staining, MRI, CT, Mammography, Ultrasound imagingなど) も蓄積され，ヒトのがんを用いた基礎研究も可能な時代となってきた。しかしながら，遺伝子・画像情報はビックデータであるため，人間が解析するのは困難な状況にある。そのため私達は，がん研究（主に婦人科系がん）にAIを積極的に導入し，遺伝子と画像イメージングの統合的解析系 (Multimodal AI) の確立を目指している。

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

◎Masaki Shirai, Nobuyoshi Shimoda, Haruko Takahashi, Kazuya Takayama, Yutaka Kikuchi, Microarray transcriptome datasets of maternal-zygotic DNA methyltransferase 3aa^{-/-} zebrafish during early developmental stages. *Data in Brief*, **47** (2023), 108967.

◎Mohamed Nabil Bakr, Haruko Takahashi, Yutaka Kikuchi, *CHRNA1* and its correlated-myogenesis/cell cycle genes are prognosis-related markers of metastatic melanoma. *Biochem. Biophys. Rep.*, **33** (2023), 101425.

2. 総説・解説

該当無し

○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

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

高橋治子, 3次元 *in vitro* 培養システムを用いたがん微小環境中の細胞間相互作用の解析. 第62回日本生体医工学会大会, OS3-6-1-2, 名古屋, 2023年5月 (招聘口頭発表)

◎○Takuya Nara, Haruko Takahashi, Akinori Awazu, Yutaka Kikuchi, Genomic sequence associates with chromatin dynamics. 2023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(IIBMP2023), 千葉, 2023年9月 (招聘口頭発表)

4. 国内学会での一般講演

◎○Takuya Nara, Haruko Takahashi, Akinori Awazu, Yutaka Kikuchi, What factors are associated with chromosome dynamics? 第61回日本生物物理学会年会, 名古屋, 2023年11月 (ポスター)

◎L. Cao, H. Takahashi, M. Nishi, A. Ryo, Y. Kikuchi, Analysis of gene expression regulation involved in drug/stress resistance in cancer stem-like cells. 第46回日本分子生物学会年会, 神戸, 2023年12月 (ポスター)

◎Sun Weiyu, Haruko Takahashi, Yuki Yoshimoto, Yasuyuki Ohkawa, Chisa Shukunami, Yutaka Kikuchi, Defects of tendon stem/progenitor cells (TSPCs) formation in *Scleraxis* KO mice. 第46回日本分子生物学会年会, 神戸, 2023年12月 (ポスター)

◎合田佑希, 奈良拓也, 高橋治子, 菊池 裕, Analysis of cancer-specific 3D chromatin structure. 第46回日本分子生物学会年会, 神戸, 2023年12月 (ポスター)

◎○奈良拓也, 高橋治子, 栗津暁紀, 菊池 裕, リピーター DNA 配列から染色体内および染色体間の動態の法則を探る. 第46回日本分子生物学会年会, 神戸, 2023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), Fan Kaidi (博士後期課程), Zhang Weicon (博士後期課程), Zhuang Yuan (博士前期課程), Song Jianhao (研究生), Wang Wenhao (研究生)

高橋治子: Cao Leyan (博士前期課程), Tian Haolong (博士前期課程), Kipkemoi Gideon (博士前期課程)

○研究助成金の受入状況

外部研究資金

1) 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

2) 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・靱帯のメカノバイオロジー機構の解明. 2021年10月-2027年3月, 直接経費 600,000 円(研究分担者, 代表: 宿南知佐), 研究分担者 高橋治子

- 3) 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, 研究代表者 高橋治子
- 4) 2023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, 周辺環境を制御可能な3次元培養システムを用いた筋・腱複合組織の作製と接合部形成過程の解析. 2023年4月-2024年3月, 直接経費 900,000 円, 研究代表者 高橋治子

学内研究資金

クラウドファンディング

ReadyFor 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

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

- 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

菊池 裕, 高橋治子：

日本バイオインフォマティクス学会 後藤修賞, 2023年9月, 最優秀ポスター賞, 奈良 拓,
発表タイトル「ゲノム配列はクロマチン動態と関連する」

高橋治子：

学外活動

令和5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, 2023年4月-
2024年3月

細胞生物学研究室

令和5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5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、*sNPFR* (*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、国際学術雑誌へ論文を発表した (Ishita et al.,

2023, *Molecular Biology and Evolution*)。

2. ダイナミンによる微小管の制御メカニズムの解明

様々な神経疾患で微小管のダイナミクス異常が報告されている。我々は、遺伝性末梢神経障害であるシャルコー・マリー・トゥース病（CMT病）の原因遺伝子ダイナミンに注目している。ダイナミンは、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紡錘体に局在するタンパク質であるが、ダイナミンによる微小管制御機構の詳細は不明のままである。

我々は、ゲノム編集技術を用いて、CMT病関連ダイナミン変異（555Δ3）をモデル生物のショウジョウバエに導入した。このダイナミン変異ショウジョウバエは、半致死性を示し、発生が遅延した。また、幼虫と成虫の両方で運動能の低下を示した。さらに、神経筋接合部でブートンの増加が見られた。以上のことから、ダイナミン変異ショウジョウバエは神経疾患のモデルとなりうることを明らかにした。現在、この疾患モデルショウジョウバエを用いて、ダイナミンによる微小管制御機構の解明を進めている。

○発表論文

1. 原著論文

Nakano S., Kashio S., Nishimura K., Takeishi A., Kosakamoto H., Obata F., Kuranaga E., Chihara T., Yamauchi Y., Isobe T., Miura M., “Damage sensing mediated by serine proteases Hayan and Persephone for Toll pathway activation in apoptosis-deficient flies” *PLoS Genetics*, 19(6): e1010761 (2023)

◎Ito A., Matsuda N., Ukita Y., Okumura M., Chihara T., “Akaluc/AkaLumine bioluminescence system enables highly sensitive, non-invasive and temporal monitoring of gene expression in *Drosophila*” *Communications Biology*, 6, 1270, (2023)

◎Ishita Y., Onodera A., Ekino T., Chihara T., Okumura M., “Co-option of an astacin metalloprotease is associated with an evolutionarily novel feeding morphology in a predatory nematode” *Molecular Biology and Evolution*, 40, msad266, (2023)

2. 総説・解説

◎Honda D., Okumura M., Chihara T., “Crosstalk between the mTOR and Hippo pathways” *Development Growth and Differentiation*, 65, 337-347, (2023)

○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

該当無し

2. 国際会議での一般講演

◎Ken-ichi Nakayama, Aya Manabe, Takahiro Chihara, Misako Okumura, Phototransduction is mediated

by cGMP pathway and GPCR kinase in the nematode *Pristionchus pacificus*. 24th International C. elegans Conference, グラスゴー, イギリス, 2023.6.26, 口頭発表

- ◎Yuuki Ishita, Takahiro Chihara, Misako Okumura, The co-option of a “grinder-molting protease” is essential for predatory feeding in the nematode *Pristionchus pacificus*. 24th International C. elegans Conference, 73, グラスゴー, イギリス, 2023.6.24-28, 口頭発表
- ◎Ageha Onodera, Andrew Zhang, Takahiro Chihara, Ralf J Sommer, Misako Okumura, Phenotypic analysis of feeding behaviors in neurotransmitter related mutants in *Pristionchus pacificus*. 4th International *Pristionchus* Meeting, T15, Tübingen, Germany, 2023.9.22-23, 口頭発表
- ◎Hirokuni Hiraga, Ageha Onodera, Kenichi Nakayama, Chinatsu Kai, Takahiro Chihara, Misako Okumura, Light and oxidative stress affect mouth-form plasticity in the nematode *Pristionchus pacificus*. 4th International *Pristionchus* Meeting, P10, Tübingen, Germany, 2023.9.22-23, ポスター発表
- ◎Kenichi Nakayama, Aya Manabe, Yuuki Ishita, Keimei Ko, Ageha Onodera, Hirokuni Hiraga, Keigo Niimi, Takahiro Chihara, Misako Okumura, Establishment of genetic tools for analyzing neural functions in *Pristionchus pacificus*. 4th International *Pristionchus* meeting, P9, Tübingen, Germany, 2023.9.22-23, ポスター発表
- ◎Daichi Honda, Misako Okumura, Chisako Sakuma, Masayuki Miura, Takahiro Chihara, Hippo-activated cells induce non-cell autonomous carcinogenesis in *Drosophila*. The Allied Genetics Conference (TAGC) 24, 1523F, ナショナルハーバー, アメリカ, 2024.3.6-10, ポスター発表
- ◎Mizuki Tando, Kosuke Kamemura, Rio Kozono, Misako Okumura, Daisuke Koga, Satoshi Kusumi, Kanako Tamai, Aio Okumura, Sayaka Sekine, Daichi Kamiyama, Takahiro Chihara, ALS8-related endoplasmic reticulum protein Vap33/VAPB is extracellularly secreted via the topological inversion and MMP1/2-mediated cleavage. The Allied Genetics Conference (TAGC) 24, 2024.3.6-10, ナショナルハーバー, アメリカ, 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, ショウジョウバエ嗅覚を起点とした新研究分野の開拓. 熊本大学セミナー, 2023.10.18
- 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. 熊本大学キャリアパスセミナー, 2023.10.18
- 千原崇裕, ALS関連小胞体分子VAPB/Vap33の分泌機構. 東京大学セミナー, 2023.6.8
- 千原崇裕, 個体生理・行動を制御する嗅覚機能のポテンシャル. 東京大学セミナー, 2023.6.8
- 千原崇裕, Molecular Genetics and Neuroscience using *Drosophila melanogaster*. 名古屋市立大学セミナー, 2023.5.31

Misako Okumura, Light influences mouth form polyphenism through the cGMP pathway in the nematode *Pristionchus pacificus*. 12th Tokyo Tech International Symposium on Life Science and Technology “Photon explores new frontiers of biology, chemistry and medical therapy”, 東京工業大学, 2024.1.24

- ◎Hirokuni Hiraga, Ageha Onodera, Kenichi Nakayama, Chinatsu Kai, Takahiro Chihara, Misako Okumura, Light and oxidative stress influence the mouth form dimorphism in the nematode *Pristionchus pacificus*. 第46回日本分子生物学会, 3AS-03-01, 神戸, 2023.12.8
- ◎Yuuki Ishita, Takahiro Chihara, Misako Okumura, Molecular mechanisms of evolution of feeding habit of the predatory nematode *Pristionchus pacificus*. 日本進化学会, S04-02, 西原町, 沖縄, 2023.8.31
- ◎Nagisa Matsuda, Misako Okumura, Takahiro Chihara, 化学感覚受容によって抑制されるショウジョウバエ幼虫の共食い行動. 第71回日本生態学会大会, S06-2, 横浜国立大学, 2024.3.19

4. 国内学会での一般講演

- ◎Kenichi Nakayama, Aya Manabe, Takahiro Chihara, Misako Okumura, Identification of phototransduction and photosensory neurons in the nematode *Pristionchus pacificus*. 線虫研究の未来を創る会2023, O1-2, 理化学研究所神戸キャンパス, 2023.8.17, 口頭発表
- ◎Nagisa Matsuda, Misako Okumura, Takahiro Chihara, ショウジョウバエ幼虫の化学感覚受容による共食い制御メカニズムの発見 The discovery of molecular mechanism controlling cannibalism in *Drosophila*. 日本動物学会 第94回山形大会, 1H1345, 山形大学小白川キャンパス, 2023.9.7, 口頭発表
- ◎Sota Yuto, Misako Okumura, Takahiro Chihara, Elucidation of the regulatory mechanism in physiological states by Irs-dependent odor sensing in *Drosophila*. 日本分子生物学会, 2023.12.7, 神戸, ポスター発表, 口頭発表
- ◎Rio Kozono, Kosuke Kamemura, Misako Okumura, Daisuke Koga, Satoshi Kusumi, Sayaka Sekine, Daichi Kamiyama, Takahiro Chihara, Secretion of endoplasmic reticulum protein VAPB/ALS8 requires topological inversion. 日本分子生物学会, 2P-400, 2SP-05-03, 神戸ポートアイランド, 2023.12.7, ポスター発表, 口頭発表
- ◎Nagisa Matsuda, Misako Okumura, Takahiro Chihara, Chemosensation inhibits cannibalistic behavior in *Drosophila* larvae. 第46回日本分子生物学会年会, 3P-705, 3PS-18-05, 神戸ポートアイランド, 2023.12.8, ポスター発表, 口頭発表
- ◎Yuki Miki, Fumi Terada, Takahiro Chihara, Misako Okumura, Kozue Hamao, Phenotypic analysis of CMT disease-associated mutation in Dynamin using *Drosophila melanogaster*. 第46回日本分子生物学会年会, 3P-932, 3SP-11-13, 神戸ポートアイランド, 2023.12.8, ポスター発表, 口頭発表
- ◎Keigo Niimi (M1), Yuuki Ishita, Takahiro Chihara, Misako Okumura, Exploring regulators of behavioral polyphenism in *Pristionchus pacificus*, 関西中部地区線虫勉強会, 関西学院大学梅田キャンパス, 2024.1.20, 口頭発表
- ◎Yuuki Ishita, Ageha Onodera, Taisuke Ekino, Takahiro Chihara, Misako Okumura, アスタシンメタロプロテアーゼの遺伝子流用が*P. pacificus*の捕食形態の進化に寄与する. 関西中部地区 線虫勉強会, 関西学院大学梅田キャンパス, 2024.1.20, 口頭発表
- ◎Aya Manabe, Kenichi Nakayama, Takahiro Chihara, Misako Okumura, The G-protein β subunit gpb-2 is involved in photosensory adaptation in the nematode *Pristionchus pacificus*. 線虫研究の未来を創る会 2023, PS-31, 理化学研究所神戸キャンパス, 2023.8.17, ポスター発表
- ◎Ageha Onodera, Kenichi Nakayama, Chinatsu Kai, Takahiro Chihara, Misako Okumura, cGMP signaling is involved in polyphenism in *Pristionchus pacificus*. 線虫研究の未来を創る会 2023, PS-27 理化学研究所神戸キャンパス, 2023.8.17, ポスター発表
- ◎Yuki Miki, Fumi Terada, Takahiro Chihara, Misako Okumura, Kozue Hamao, ショウジョウバエを用いたCMT病関連変異Dynaminの表現型解析. 令和5年度 日本動物学会中国四国支部広島県例会, P08, 広島大学理学部, 2024.3.7, ポスター発表
- ◎Takenobu Inoue, Takahiro Chihara, Misako Okumura, Kozue Hamao, shibire 変異体ショウジョウバエを用いたプロテオミクス解析による微小管動態制御因子の探索. 令和5年度 日本動物学会中国四国支部広島県例会, P07, 広島大学理学部, 2024.3.7, 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：亀村興輔（AMED博士研究員）2023年4月1日から2024年3月31日

千原崇裕：伊藤 聖（日本学術振興会 特別研究員 DC1）

千原崇裕：浮田有美子（日本学術振興会 特別研究員 DC1）

千原崇裕：松田凧紗（日本学術振興会 特別研究員 DC1）

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 PD）

【外国人留学生】

千原崇裕：趙 家萱（研究生）

奥村美紗子：遅 舒然（研究生，博士前期課程）

奥村美紗子：Surui Zhang（西北農林科技大学インターンシップ生）

○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 4,200千円（13,300千円／3年間）

- ・基盤研究（C）「遺伝性末梢神経疾患の病態理解につながるダイナミンによる微小管動態の制御機構の解明」

代表者 濱生こずえ 1,600千円（3,600千円／3年間）

2. その他助成金

- ・広島大学基金のぞみH基金, 2023年度, 「機械ストレスを受けた正常細胞によるがん微小環境形成メカニズムの解明」

代表者 千原崇裕 1,000千円（1,000千円／1年間）

- ・三菱財団自然科学研究助成 若手助成, 「酸化ストレスに応答する表現型多型の制御機構」

代表者 奥村美紗子 2,700千円（4,000千円／2年間）

- ・山田科学振興財団 2023年度研究援助「光環境に応じた表現型多型の分子・神経制御の解明」

代表者 奥村美紗子 1,500千円（1,500千円／2年間）

- ・公益信託成茂動物科学振興基金「酸化ストレス依存的な表現型多型の制御メカニズムの解明」

代表者 奥村美紗子 500千円（500千円／2年間）

- ・科学技術振興機構 創発的研究支援事業, 「動物における第4の光受容体が拓く光生物学の新領域」

代表者 奥村美紗子 7,000千円（20,000千円／3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「培養細胞発現系に代わる昆虫の味覚受容体ー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)

○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
- ・日本生化学会 評議員 千原崇裕
- ・日本学術振興会 学術システム研究センター研究員 (生物PO) 千原崇裕
- ・虫のつどい Slack管理人 奥村美紗子
- ・日本動物学会 男女共同参画推進委員会委員 濱生こずえ

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

- ・第12回虫のタベオンラインセミナー&交流会, 2023.4.20, 水本公大, オンライン, 70人, 世話人 奥村美紗子
- ・第13回虫のタベオンラインセミナー&交流会, 2023.10.16, 黒柳秀人, オンライン, 70人, 世話人 奥村美紗子
- ・第14回虫のタベオンラインセミナー&交流会, 2024.3.18, 飯野雄一, オンライン, 100人, 世話人, 奥村美紗子
- ・24th international C. elegans conference, 2023.6.24-28, イギリス グラスゴー, 1700人, organizing committee 奥村美紗子

4. 産学官連携実績

該当無し

5. 高大連携の成果

- ・広島県立教育センター 第26回教材生物バザール, 2023.5.23, ショウジョウバエ樹脂サンプルの提供, 奥村美紗子
- ・呉宮原高校 大学訪問, 2023.7.31, 生物科学科および研究室の紹介, 高校生20名, 奥村美紗子
- ・国泰寺高校 大学訪問, 2023.7.11, 高校生20名, 研究室の紹介, 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

千原崇裕, 濱生こずえ

- ・浅野桂教授（カンサス州立大学）とnonAUG翻訳の生理機能に関する研究

奥村美紗子

- ・Ralf J Sommer教授（Max Planck Institute for Biology Tübingen）線虫捕食行動の神経制御メカニズムの解明に関する研究
- ・Ray Hong教授（California State University Northridge）線虫における感覚応答メカニズムの解明に関する研究
- ・James W Lightfoot博士（Max Planck Institute for the Neurobiology of Behaviour）線虫捕食行動の神経制御メカニズムの解明に関する研究

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
- ・松山誠部長（重井医学研究所）とショウジョウバエ嗅覚受容体のモノクローナル抗体作製研究 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

- ・線虫研究の未来を創る会 2023, 優秀口頭発表賞受賞, 中山賢一
- ・関西中部地区線虫勉強会, ベストプレゼンテーション賞, 新美慶剛
- ・広島大学理学部長表彰, 玉井奏子
- ・広島大学理学部 後援会奨励賞, 玉井奏子
- ・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, 浮田由美子
- ・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, 三木悠暉
- ・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, 優秀発表賞, 三木悠暉
- ・広島大学大学院リサーチフェロー, 平賀裕邦
- ・女性科学技術フェローシップ, 理工系女性M2奨学生, 小野寺揚羽
- ・夢ナビ 千原崇裕
- ・みらいぶっく「光環境によって口の形が決まる？線虫のユニークな発生に迫る」奥村美紗子
- ・ザ・ウィークリー・プレスネット 「広島大学の若手研究者に聞く、環境依存的な生物の形づくりと光感知を研究」2024年1月25日号 vol1179, 奥村美紗子
- ・プレスリリース, 【研究成果】改良型生物発光システム「Akaluc/AkaLumine」を用いた ショウジョウバエでの高感度、経時的、非侵襲的な 遺伝子発現解析手法の確立, 千原崇裕
- ・プレスリリース, 【研究成果】線虫を食べる線虫はその口をどう進化させてきたのか？その謎を解く遺伝子を発見しました, 奥村美紗子

情報生理学研究室

令和5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獲得と機能化が、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しうる、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に種特異的lncRNAがヒト特異的に獲得されていること、ヒト特異的遺伝子であるARHGAP11BがCD63の標的として機能することを明らかにし、これらのメカニズムによりCD63がヒトの大脳神経幹細胞に特徴的な性質を賦与したことを示した成果を論文発表した。

一方、ホヤによるバナジウムの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。今年度はバナジウム欠乏条件下でのホヤの生理的変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おり、新規バナジウム濃縮還元細菌に関する研究成果をとりまとめて論文発表した。この他、国内共同研究として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。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、通年成熟によって88個の神経ペプチド前駆体のほとんどが発現低下すること、ヒストンやDNAの化学修飾に関わる酵素遺伝子の発現が通年成熟個体で発現が有意に上昇するものがみられることを令和4年度に明らかにしている。今年度はその結果を受け、繁殖期である8月に採集したイボニシを用いてトランスクリプトーム解析を行ったところ、通年成熟によって発現低下した神経ペプチド前駆体遺伝子はわずか、3種であった。このことから、神経ペプチド前駆体遺伝子の発現が季節変動することが推定されたため、25種の神経ペプチド前駆体遺伝子を選び、正常・通年成熟イボニシ脳におけるそれらの発現を2ヶ月おきに定量的PCR法で定量した。その結果、正常イボニシ脳では、FLRFamideなど、数種の神経ペプチド前駆体遺伝子の発現が、雌では12月に、雄では8～10月にピークを迎える季節変動を示した。一方、TERP-1前駆体遺伝子などでは、雄では同様の季節変動が見られたが、雌では明確な季節変動は見られず、また、TEP-2前駆体遺伝子などでは雌雄共に顕著な季節変動は見られない、など、神経ペプチド前駆体遺伝子の発現は前駆体固有の季節変動パターンがあると思われた。興味深いことにFLRFamide等に見られた顕著な神経ペプチド前駆体遺伝子の発現ピークは、イボニシ生殖腺の発達と負の相関を示した。これに対し、通年成熟イボニシ脳では雌雄共に、いずれの神経ペプチド前駆体遺伝子においても顕著な発現ピークが観察されず、生殖腺の成熟度が高く維持されていた。これらの結果から、繁殖に不向きな冬期に生殖腺の発達を抑制する神経ペプチドの発現が通年成熟イボニシでは低下しているために、冬期になっても生殖腺の発達が維持されている、という通年成熟の発生に関する新たなシナリオが想定された。また、神経ペプチド前駆体遺伝子の発現と生殖腺の発達に相関が見られたことから、適切な神経ペプチド前駆体遺伝子を選んでその発現変動をモニタリングすることでイボニシの生殖サイクルの乱れを検出できる可能性があり、イボニシを用いた環境モニタリング系の開発に1つの方向性を示すことができた。

○発表論文

1. 原著論文

- Mayuri Tokunaga, Takuya Imamura, Emerging concepts involving inhibitory and activating RNA functionalization towards the understanding of microcephaly phenotypes and brain diseases in humans. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 11: 1168072 (2023)
- ◎Boyang An, Akari Ando, Hiroto Akuta, Fumihiro Morishita, Takuya Imamura, Human-biased TMEM25 expression promotes expansion of neural progenitor cells to alter cortical structure in the developing brain. *FEBS Letters*, 597: 2611 (2023)
- ◎H. Hanada, F. Morishita, S. Sanoh, K. Kashiwagi, A. Kashiwagi, Long-term *Xenopus laevis* tadpole -heart-organ-culture: Physiological changes in cholinergic and adrenergic sensitivities of tadpole heart with thyroxine-treatment. *Current Res. Physiol.* 6: 100100 (2023)
- ◎Mai Takehara, Mitsuki Kyakuno, Kazuko Okamoto, Ichiro Tazawa, Nobuaki Furuno, Megumi Furumitsu, Kazuyoshi Ukena, Takuya Imamura, Takashi Takeuchi, Toshinori Hayashi, Amphibian newts as experimental models for studying weight gain after castration. *Endocr J*, 71: 181 (2024)
- Keitaro Yamanouchi, Shizuka Kato, Yukie Tanaka, Masanari Ikeda, Yukina Oshimo, Takanori Shiga, Kei Hatamoto, James Chambers, Takuya Imamura, Ryuji Hiramatsu, Kazuyuki Uchida, Fuko Matsuda, Takashi Matsuwaki, Tetsuya Kohsaka, Identification and characterization of dystrophin-locus-derived testis-specific protein: a testis-specific gene within the intronic region of the rat dystrophin gene. *J Reprod Dev*, 70: 55 (2024)

◎Dewi Yuliani, Fumihiro Morishita, Takuya Imamura, Tatsuya Ueki, Vanadium accumulation and reduction by vanadium-accumulating bacteria isolated from the intestinal contents of *Ciona robusta*. Marine Biotechnology, 26: 338-350 (2024)

2. 総説・解説

◎飽田寛人, 今村拓也, 種差と“個性”. 「脳と個性」大隅典子(企画) 生体の科学 75: 40, ISSN 0370-9531 公益財団法人金原一郎記念医学医療振興財団/医学書院 (2024)

○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 gene-activation-associated lncRNAs involved in the diversification of mammalian brains. The 3rd IKIAM Conference “Epigenetics and Biodiversity”, 2023年4月25日, Universidad Regional Amazónica Ikiam, Tena, Ecuador

2. 国際会議での一般講演

Hiroto Akuta, Risako Nakai, Masanori Imamura, Takuya Imamura, Deciphering the factors that affect timescaling of early human neurodevelopment using direct neurosphere formation. Neuro2023, 2023年8月1日, 仙台

◎Mayuri Tokunaga, Boyang An, Akari Ando, Arisa Makimura, Fumihiro Morishita, Takuya Imamura, Mimicking human-type expression in mouse neural stem cells towards the understanding of human brain diseases. 大学院教育改革フォーラム2023, 2023年12月2日, 筑波大学, つくば市

Hiroto Akuta, Risako Nakai, Takashi Umehara, Natsuki Osaka, Atsuo Sasaki, Masayuki Shimada, Masanori Imamura, Takuya Imamura, Integrative analysis of the developmental pace and direction during differentiation from pluripotent to neural stem cells. RIKEN BDR Symposium 2024: Time across scales, 2024年3月4日, RIKEN BDR, Kobe, Japan

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

飽田寛人, 仲井理沙子, 梅原 崇, 大坂夏木, 佐々木敦朗, 島田昌之, 今村公紀, 今村拓也, ヒト・チンパンジーiPS細胞誘導系を用いた初期神経発生のマルチオミクス解析から導く大脳進化の分子メカニズム. 日本動物学会第94回大会, 2023年9月7日, 日本動物学会, 山形市

今村拓也, 動物の種差をどのように理解し、そしてどう乗り越えていくのか. 第6回日本獣医薬理学・毒性学会 春季研究会, 2024年3月16日, 日本獣医薬理学・毒性学会, 北里大学獣医学部 十和田市

4. 国内学会での一般講演

◎Dewi Yuliani, 森下文浩, 今村拓也, 植木龍也, Accumulation and Sub-cellular Localization of Vanadium in Symbiotic Bacteria Isolated from the Intestinal Content of *Ciona robusta*. 中国四国地区生物系三学会合同大会徳島大会(公益社団法人日本動物学会中国四国支部大会), 2023年5月13日-14日, オンライン

- ◎Akari Ando, Boyang An, Mayuri Tokunaga, Arisa Makimura, Fumihiko Morishita, Tomonori Kameda, Takuya Imamura, UCP2 controls cell proliferation via SESN family in NSCs to differentiate mouse/human brain development. 第56回日本発生生物学会大会, 2023年7月23日, 仙台
- ◎Hiroto Akuta, Akari Ando, Boyang An, Fumihiko Morishita, Takuya Imamura, Human-specific non-coding RNA-mediated regulation of GDF11 determines behavior of cortical neural stem/progenitor cells. 第56回日本発生生物学会大会, 2023年7月23日, 仙台
- ◎Sota Nishida, Boyang An, Arisa Makimura, Fumihiko Morishita, Takuya Imamura, Human-specific non-coding RNA targets EFHC1, an epilepsy-associated gene, to regulate the proliferation of neural stem cells. 第56回日本発生生物学会大会, 2023年7月23日, 仙台
- 高村克美, 池原正恒, 植木龍也, 山口泰典, ミズクラゲ生殖巣で発現するHMGタンパク質ファミリー. 公益社団法人日本動物学会第94回山形大会, 2023年9月7日-9日, 山形
- ◎徳永真結莉, 安 博洋, 安東明莉, 榎村有紗, 森下文浩, 今村拓也, ヒトNRSN2遺伝子座は種で多様なノンコーディングRNA産生の際として機能し、神経幹細胞増殖に関与する. 第116回日本繁殖生物学会大会, 2023年9月27日, 日本繁殖生物学会, 神戸大学農学部 神戸市
- 植木龍也, スジキレボヤのゲノム解析とトランスクリプトーム解析 –バナジウム濃縮・還元機構と生理的役割の解明を目指して–. 第6回ホヤ研究会, 2023年11月3日, 鹿児島
- ◎森下文浩, 白石 慧, 佐竹 炎, 植木龍也, 飽田寛人, 堀口敏宏, 今村拓也, 福島第一原発近傍で生殖異常を起こした巻貝における神経ペプチド受容体の発現. 第47回日本比較内分泌学会大会及びシンポジウム 福岡大会, 2023年11月17日-19日, 福岡市
- ◎岸田尚之, AN Boyang, 飽田寛人, 西田壮汰, 森下文浩, 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46回日本分子生物学会年会, 2023年12月6日, 神戸ポートアイランド
- ◎Boyang An, Akari Ando, Hiroto Akuta, Fumihiko Morishita, Takuya Imamura, TMEM25 promotes generation of basal neural progenitors to alter cortical structure in a human-specific manner. 第46回日本分子生物学会年会, 2023年12月6日, 神戸ポートアイランド
- 慶雲寺匡, 植木龍也, スジキレボヤの鰓に共生する*Pseudomonas brenneri*の蛍光標識と局在解析. 令和5年度日本動物学会中国四国支部広島県例会, 2024年3月7日, 東広島
- 池原正恒, 植木龍也, 高村克美, ミズクラゲにおける生殖細胞および性決定関連遺伝子のリアルタイム PCR 法を用いた発現解析. 令和5年度日本動物学会中国四国支部広島県例会, 2024年3月7日, 東広島
- 池原正恒, 植木龍也, 高村克美, ミズクラゲにおける生殖細胞および性決定関連遺伝子のリアルタイム PCR 法を用いた発現解析. 令和5年度日本動物学会中国四国支部広島県例会, 2024年3月7日, 東広島
- ◎森下文浩, 堀口敏宏, 植木龍也, 今村拓也, 繁殖期に通年成熟イボニシの脳および卵巣で発現変動した遺伝子の特徴づけ. 令和5年度日本動物学会中国四国支部広島県例会, 2024年3月7日, 東広島
- ◎徳永真結莉, 安 博洋, 安東明莉, 榎村有紗, 森下文浩, 今村拓也, Mimicking human-type expression in mouse neural stem cells towards the understanding of human brain diseases. 令和5年度日本動物学会中国四国支部広島県例会, 2024年3月7日, 日本動物学会, 広島大学 東広島市
- ◎瓦田蒼良, 内田隼人, 森下文浩, 今村拓也, 霊長類脳におけるグリア新生メカニズムの理解に向けた発生期マカクザル前脳の single-cell データ解析. 令和5年度日本動物学会中国四国支部広島県例会, 2024年3月7日, 通常, 日本語, 日本動物学会, 広島大学 東広島市
- ◎内田隼人, 亀田朋典, 森下文浩, 植木龍也, 中島欽一, 今村拓也, Evolutionary Acquisition of a

Promoter-associated Non-coding RNA for MEIS1 Transcription Factor Contributes to Expansion of Human Neural Stem Cells. 令和5年度日本動物学会中国四国支部広島県例会, 2024年3月7日, 通常, 日本語, 日本動物学会, 広島大学 東広島市

鮑田寛人, 仲井理沙子, 梅原 崇, 大坂夏木, 佐々木敦朗, 島田昌之, 今村公紀, 今村拓也, ヒト特異的低エネルギー代謝による活性酸素種低減が制御する神経幹細胞動態. 第17回神経発生討論会・第20回成体脳のニューロン新生懇談会合同大会, 2024年3月9日, 名古屋市立大学桜山キャンパス 名古屋市

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

- ・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 挑戦的萌芽, ヒト特異的な神経分化過程をもたらすエピゲノム進化の理解と実験的検証, 当該年度配分額 520千円 (間接経費を含む), 研究代表者 一柳健司, 研究分担者 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 1,820千円 (間接経費を含む), 研究代表者 植木龍也

厚生労働省科学研究費補助金

該当無し

共同研究

該当無し

寄附金

- ・サタケ科学技術財団 研究助成, 500千円, 研究代表者 森下文浩
- ・JST COI-NEXT スタートアップ支援, 3,000千円 研究代表者 森下文浩, 研究分担者 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評議員
- ・ 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理事 (中国四国支部長)
- ・ 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, 2023年4月1日-2024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, 2023年6月10日-11日
- ・近畿大学臨海実習(教養特殊講義B), 協力教員, 2023年7月2日
- ・岡山ノートルダム清心女子高校臨海実習, 講師, 2023年7月30日-31日

3. セミナー・講演会開催実績

森下文浩

- ・令和5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, 2024年3月7日, 広島大学理学部, 参加者42名, 世話人
- ・令和5年度 広島大学理学部生物科学同窓会記念講演会, 2023年11月3日, 広島大学理学部, 参加者30名, 世話人

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, 2023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, 2023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

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, 2023年4月1日-9月30日
- ・国立研究開発法人 国立環境研究所 客員研究員, 2023年4月1日-2024年3月31日

○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

- ・ 飽田寛人（指導教員：今村拓也）

令和5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5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65万点；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5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

ゼニゴケ科ゼニゴケ属タイ類、*Marchantia formosana*の中国雲南省での分布を新たに報告した。さらに東アジア地域におけるゼニゴケ科の最新の検索表をまとめて原著論文として公表した。

ツノゴケ類では、蛍光顕微鏡下で観察すると、胞子の特異な自家蛍光が見られることが指摘されているが、その物理的な蛍光特性に関する詳細な情報は提供されていなかった。我々は、6種のツノゴケ類の胞子形成組織を観察し、紫外線（UV）および青色励起光を用いた蛍光顕微鏡下で胞子の特異な自家蛍光を再確認した。さらに共焦点レーザー走査顕微鏡（CLSM）を用いた観察により、胞子形成組織に存在する弾糸が固有の波長の自己蛍光を持つことを確認した。弾糸に特徴的な自己蛍光は*Anthoceros*属と*Folioceros*属では検出されなかった。弾糸に生じる特有の自己蛍光の有無は、ツノゴケ類の分類群を識別するための有効な特徴であることが示唆された。

(2) 蘚苔類フロラ及び生態に関する研究

伊豆諸島南部の青ヶ島の蘚苔類フロラについて2010年に山口が採集した標本204点について分類学的検討を行った結果、蘚類71種、苔類35種を確認した。

(3) 蘚苔類の生殖に関する研究

コケ植物の近縁種は同所的に生育し、有性生殖の季節が重なることも多いが、雑種の形成は稀である。コケ植物の有性生殖の際に近縁種間に存在する生殖隔離機構の基本的な仕組みを明らかにするために、雌雄異株の同属のコケ植物であるゼニゴケとフタバネゼニゴケの間での人工交配実験を行い、受精とその後の胞子体の発生過程を組織学的、細胞学的に観察した。異種間交配実験の結果、ゼニゴケの精子はフタバネゼニゴケの造卵器の内部にも侵入し、受精（精子の卵細胞への侵入）が起こり、精子の核が変形し雄性前核が形成されることを確認した。しかし、雑種胞子体が形成されることはなかった。一方、フタバネゼニゴケの精子がゼニゴケの造卵器内部へと確実に侵入している様子は確認されなかった。これらのことから、ゼニゴケ（雄株）とフタバネゼニゴケ（雌株）の間では、受精後隔離が生殖隔離機構として機能し、フタバネゼニゴケ（雄株）とゼニゴケ（雌株）の間では、受精前隔離が主要な生殖隔離機構として機能していることが示された。異種間の交配において、雌雄の組み合わせの違いにより、受精に関わる種間認識の正確さに差があることが示唆された。

(4) 蘚苔類の発生生物学的研究

コケ植物のシュートの分裂組織の中心には、一定の回転角度で細胞分裂を繰り返す幹細胞（頂端細胞）が存在する。これまでの研究では、頂端細胞の細胞分裂面の周期的回転が、コケ植物の

種に特有の葉序角度にほぼ対応していることが示されていた。しかし、頂端細胞の旋回分裂の角度によって大まかに決定された葉序が、どのような過程で種特異的なより厳密な角度に収束するのかは不明であった。本研究では、頂端細胞から派生した単一の細胞に由来する細胞群（メロファイト）の外形の変化、細胞分裂パターン、細胞数および体積の増加率を立体的に可視化し、葉序角度の異なるコケ植物種3種、ヨツバゴケ、ヒメツリガネゴケ、エゾスナゴケで比較した。その結果、メロファイトが成長する過程での、その外形の変化について、3種の間で明らかな違いが認められた。頂端細胞の分裂面旋回角度(約120度)と葉序の開度の間に差がないヨツバゴケでは、細胞壁の等方的な成長により、メロファイトは相似の外形を保ちながら成長を行う。一方、より開度の大きい回転葉序を形成するヒメツリガネゴケとエゾスナゴケでは、細胞壁が螺旋の回転方向に大きく伸長する異方的な成長を示し、メロファイトの外形の変化が大きいことが明らかになった。初期には歪んだ楔形であったメロファイトが平坦な外形に変化することで、メロファイトの上端から形成される葉の配置が変調し、より開度の広い葉序が成立することが明らかになった。メロファイトの異方成長にはヒメツリガネゴケでは細胞の体積の拡大、エゾスナゴケでは細胞数の増加が大きく寄与していることが示唆された。

(5) 蘚苔類の種分化に関する研究

本研究は、蘚類ハリヒノキゴケ種群として国内から報告されている *Pyrrhobryum spiniforme* var. *spiniforme* (ハリヒノキゴケ), var. *badakense* (ヒロハヒノキゴケ), var. *boninense* (コヒノキゴケ), var. *ryukyuense* (リュウキュウハリヒノキゴケ) の4変種について、形態と雌雄性、染色体解析、分子系統解析を行い、本種群の種分化の実態を解明することを目的としている。2023年度は琉球列島(西表島、石垣島、沖縄島、屋久島)、小笠原諸島(父島、母島)、伊豆諸島(黒島、八丈島、神津島)、九州(鹿児島県、宮崎県)で現地調査を行い、遺伝子解析と形態観察用の試料を採集した。その結果、琉球列島と伊豆諸島(黒島・八丈島)でリュウキュウハリヒノキゴケ、小笠原諸島でコハリヒノキゴケ、九州でヒロハヒノキゴケの生育を確認し、試料を採集した。ハリヒノキゴケについては他の3変種と比べて生育個体群数が少なく、今回の調査では屋久島と八丈島の2か所で確認できた。収集した試料および広島大学植物標本庫に保管されている標本をもとに、植物体の通常葉と生殖器官を包む葉(雌苞葉、雄苞葉)を中心に形態観察を行ったところ、これまでの報告のように、ハリヒノキゴケ種群の4変種の雌苞葉の形態に違いがあることを再確認した。

(6) 植物標本庫(HIRO)の整備

交換・寄贈標本として、*Bryophytes of Asia*, fasc.30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な管理に向けたデータベース構築を行った。2023年度には47点のタイプ標本を含む17294点の標本データをデータベース化した。登録済の標本データから、16000件のデータをサイエンスミュージアムネット(S-Net)に提供した。

○発表論文

1. 原著論文

Zheng T.-X., Long D.G., Shimamura M. (2023) Range extension of *Marchantia formosana* (Marchantiaceae, Marchantiophyta), with an updated key to Marchantiaceae taxa in East Asia. **Phytotaxa** 612: 093–098.

Ikematsu T., Shimamura M. (2023) Comparison of autofluorescence properties of sporogenous tissue in the six species of hornworts. **Hikobia** 19: 11–17.

Amamoto K., Inoue Y., Aung M.M., Yamaguchi T. (2023) Morphological and molecular evaluation of Japanese *Plicanthus* R.M.Schust. (Anastrophyllaceae, Marchantiophyta). **Taiwania** 68(2): 250–254.

秋山弘之, 伊藤 葛, 大隅志乃, 駿河 舞, 西脇千陽, 廣島唯楓, 米本春樹, 上田啓太郎, 中島健太郎,

山口富美夫 (2023) カシミールクマノゴケを兵庫県西部ならびに岡山県東部から報告する. **蘚苔類研究** 12(11): 274-277.

Yamaguchi T. (2023) Bryophytes of Asia. Fasc. 30. **Hikobia** 19(1): 53-54.

2. 総説・解説

嶋村正樹 (2023) ツノゴケ類のピレノイド：その進化起源の謎. **Plant Morphology** 35: 17-22

○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

◎池松泰一, 山口富美夫, 嶋村正樹, 日本産ツノゴケ属5種の分子系統解析に基づく分類学的再検討. 中国四国植物学会第79回大会, 2023年5月13日-14日, オンライン

池松泰一, 嶋村正樹, 日本産タカネツノゴケに関する形態学的・分類学的・系統学的知見. 日本蘚苔類学会第52回山形県西川大会, 2023年8月18日-20日, 山形県西川町

西畑和輝, 中西花奈, 山口富美夫, 咲くやこの花館植物温室内で見つかった国内に分布のない *Calymperes*. 日本蘚苔類学会第52回山形県西川大会, 2023年8月18日-20日, 山形県西川町

◎橋本 環, 井上侑哉, 坪田博美, 山口富美夫, 嶋村正樹, 日本産野生フキ(*Petasites japonicus*)の種内分類群の形態形質と地理的分布の研究. 日本植物学会第87回大会, 2023年9月7日-9日, 札幌市

石井結香, 嶋村正樹, 人工交配実験を通じたコケ植物異種間の生殖隔離機構の解明. 日本植物学会第87回大会, 2023年9月7日-9日, 札幌市

嶋村正樹, コケ植物の葉序角度を調整するメロファイトの異方的成長. 第6回コケ幹細胞研究会, 2023年12月27日-29日, 日南市

平島竜也, コケ植物の葉序角度を調整する頂端細胞の分裂面旋回機構の研究. 第6回コケ幹細胞研究会, 2023年12月27日-29日, 日南市

嶋村正樹, コケ植物の分類の基礎. 第6回コケ幹細胞研究会, 2023年12月27日-29日, 日南市

池松泰一, 日本のツノゴケ類の分類の現状,現状と将来の展望. 第6回コケ幹細胞研究会, 2023年12月27日-29日, 日南市

安居佑季子, 田中知葉, 下川瑛太, 井上慎子, 嶋村正樹, 河内孝之, 生殖様式の転換に関わるコケ植物苔類の性決定遺伝子発現制御の解析. 日本農芸化学会2024年度大会 創立100周年記念大会, 2024年3月24日-27日, 東京

嶋村正樹, コケ植物異種間の生殖隔離機構の解明. 第1回 植物精子研究会, 2024年3月16日, 神戸市
田中知葉, 下川瑛太, 井上慎子, 嶋村正樹, 河内孝之, 安居佑季子, 雌雄同株の苔類アカゼニゴケにおける季節依存的な性分化機構の解析. 第65回日本植物生理学会, 2024年3月17日-19日, 神戸市

安居佑季子, Giacomo Potente, 下川瑛太, 梅谷結佳, 田中知葉, 川村昇吾, 大和勝幸, 山口勝司, 重信秀治, 嶋村正樹, Péter Szövényi, 河内孝之, 雌雄同株アカゼニゴケと雌雄異株ゼニゴケのゲノム比較による性染色体進化の解析. 第65回日本植物生理学会, 2024年3月17日-19日, 神戸市

○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」 2,200千円（令和5年度 直接経費） 代表者 嶋村正樹
- ・基盤研究(A)「陸上植物に保存された有性生殖コア制御モジュールの機能と多様化」 550千円（令和5年度 直接経費） 分担者 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（令和5年度 直接経費） 分担者 嶋村正樹
- ・基盤研究(C)「蘚類ハリヒノキゴケ種群の種分化と性の進化を探る」 600千円（令和5年度 直接経費） 代表者 山口富美夫

寄附金

- ・(株)環境トリニティ「東京都稲城市における蘚苔類の分類・生態に関する研究」 279千円 代表者 山口富美夫
- ・(株)環境トリニティ「長崎県佐世保市における蘚苔類の分類・生態に関する研究」 93千円 代表者 山口富美夫
- ・(株)沖縄環境分析センター「沖縄県宜野湾市における蘚苔類の分類・生態に関する研究」 613千円 代表者 山口富美夫

その他

- ・福島大学環境放射能研究所令和5年度連携研究推進事業 連携基盤強化費助成 1,500千円 代表者 嶋村正樹
- ・福島大学環境放射能研究所令和5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」 1,500千円 代表者 嶋村正樹
- ・特許権実施料還元「蘚苔類標本データ（国立科学博物館 S-Net）」 704千円 代表者 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-）
- ・中国四国植物学会会長（2023-）
- ・広島市生物現況調査マニュアル策定等業務検討委員会委員（2023-）

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-）
- ・国際蘚苔類学会評議員（2024-）

2. セミナー・講義・講演会講師等

- ・第7回サイエンスゆんたく「西表島の苔」（西表島野生生物保護センター）講師

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 19巻1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

- ・Artur Jarmolowski 博士, Zofia Szweykowska-Kulinska 博士，（アダム・ミツキエヴィチ大学，ポーランド）ゼニゴケ栄養成長期から生殖成長期への移行におけるマイクロ RNA の動態に関する共同研究

○特記事項

該当無し

植物生理化学研究室

令和5年度構成員：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。一生を同じ場所で過ごす植物にとって、発芽と、花成の時期の決定は最も重要な決定事項であり、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、発芽においては、ジベレリン(GA)とアブシシン酸の拮抗した制御が報告されている。花成においては、花成直前に GA 量が増加し、フロリゲン *FT* の発現を促進し花成を誘導することを明らかにしてきた。また、塩、乾燥、食害などの外的環境ストレス応答にも植物ホルモンを介した制御は重要であり、環境応答と植物の成長はトレードオフの関係となっている。本研究室では、GA 内生量制御と信号伝達の両面から GA による生長制御機構の研究を進めている。また、植物ホルモン間のクロストークによる植物の形態形成や環境応答の分子機構を解析している。

(1) DELLA-GAF1 による成長調節機構の解析

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 は GAF1 のコアクチベーターとしてはたらき、標的遺伝子の転写を促進すること。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。GAF1 複合体は GA フィードバック制御の根幹をなすことを明らかにした。GAF1 内の DELLA 相互作用領域を欠損させた Δ GAF1 を GA 欠損変異体で過剰発現させると GA 欠損変異体の発芽率の低下や花成の遅延が回復することから、DELLA-GAF1 の標的遺伝子の中には GA 生合成遺伝子の他に、発芽や花成を制御する遺伝子が存在すると考えられた。GAF1 を一過的に発現する植物体を作成し、GAF1 依存的な発現変動を示す遺伝子を RNA-seq 解析より探索し、分子生物学的な解析により DELLA-GAF1 複合体の標的遺伝子の選抜を行い、発芽、花成制御に関する新たな GAF1 標的遺伝子を複数同定した。

(2) GA 量内生量調節と花成制御機構

GA 花成経路において DELLA-GAF1 の標的遺伝子として4つの花成抑制遺伝子を見出した。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が明らかとなった。また、活性型 GA を蛍光観察できる GPS1 タンパク質、及び透明化技術を併用し、活性型 GA の視覚的定量化に成功した。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。また、*AtGA20ox* の発現を抑制する新たな転写抑制因子を複数見出した。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。

(3) ELF3 複合体による 成長調節機構

GAF1 標的遺伝子の1つ花成抑制遺伝子 ELF3 の変異体 *elf3* 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、GA 合成阻害剤処理により抑制された。ELF3 複合

体は花成統合遺伝子 *FT* の発現抑制の他に GA 生合成遺伝子の発現を制御し、伸長成長を制御する可能性が考えられた為、ELF3 複合体による GA 生合成遺伝子の発現制御機構について解析を行った。

(4) JA による GA 内生量の調節機構

ジャスモン酸 (JA) は、植物の生長において GA と拮抗的な役割を果たす植物ホルモンである。食害などのストレスを受けると JA が合成され、植物は一時的に生長を抑制し、防御応答遺伝子を発現する。生長と防御応答はトレードオフの関係にあると考えられる。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。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。JA 処理による GA 分解酵素遺伝子の発現を調べた結果、複数の GA 不活性化酵素遺伝子の発現量が増加することが明らかとなった。変異体を用いた解析から、JA 処理による GA 不活性化酵素遺伝子の発現変動は、JA 信号伝達のマスター制御因子 MYC2 依存的であること、MYC2 は複数の GA 不活性化酵素遺伝子の発現を直接制御することを明らかとした。また、JA 処理した植物体では GA 量が低下するにもかかわらず、フィードバック制御による *GA3ox1* の発現量の増加は認められず、反対に JA 処理により *AtGA3ox1* の mRNA の分解が促進されていた。さらに JA 依存的に発現量が増加する *miRNA5998* を発見した。JA 処理より MYC2 転写因子活性化されると *miRNA5998* の発現を促進し、標的である *AtGA3ox1* の mRNA の分解を促進することを明らかとした。JA 処理時には、GA 不活性化遺伝子の発現が促進されるばかりでなく、*AtGA3ox1* を標的とする *miRNA5998* の発現が誘導され GA フィードバックが抑制されることで効率的に GA 内生量が低下することが明らかとなった。

○発表論文

1. 原著論文

Fukazawa J., Mori K., Ando H., Mori R., Kanno Y., Seo M., Takahashi Y. (2023) “Jasmonate inhibits plant growth and reduces gibberellin levels via microRNA5998 and transcription factor MYC2 in Arabidopsis.” *Plant Physiol.*, 193:2197-2214 査読有

Soudthelath K., Nakamura T., Ushiwatari T., Fukazawa J., Osakabe K., Osakabe Y., Maruyama A. (2024) “SULTR2;1 adjusts the bolting timing by transporting sulfate from rosette leaves to the primary stem.” *Plant Cell and Physiol.* 65:770-780 査読有

2. 総説・解説

深澤壽太郎, 森 和也, 安藤広記, 森 亮太, 高橋陽介 (2023) “ジャスモン酸による MYC2 と miRNA を介したジベレリン内生量調節機構” 植物の成長調節, 58:2, 135-141

○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

Ando H., Mori K., Mori R., Kanno Y., Seo M., Takahashi Y., Fukazawa J., Jasmonate inhibits plant growth through the regulation of endogenous gibberellin levels. 24th International Plant Growth Substances Association Conference, Gyeongju, Korea 2023.7.4-8

Fukazawa J., Ohashi Y., Takahashi R., Nakai K., Takahashi Y., DELLA degradation by gibberellin promotes flowering via GAF1-TPR-dependent repression of floral repressors in Arabidopsis. 24th International Plant Growth Substances Association Conference, Gyeongju, Korea 2023.7.4-8

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

森 和也, 安藤広記, 森 亮太, 菅野裕理, 瀬尾光範, 高橋陽介, 深澤壽太郎, 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制御. 第 79 回 中国四国植物学会, 徳島大学, オンライン, 2023 年 5 月 14 日

小此木のぞみ, 谷永悠季, 中林誠太郎, 高橋陽介, 深澤壽太郎, DELLA を介した ABA と GA のクロストークの解析. 第 79 回 中国四国植物学会, 徳島大学, オンライン, 2023 年 5 月 13 日

小此木のぞみ, 高橋陽介, 深澤壽太郎, DELLA を介した ABA と GA のクロストークの解析. 第 58 回 植物化学調節学会, 明治大学, 2023 年 11 月 18 日

端野桃子, 西田有理化, 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 58 回 植物化学調節学会, 明治大学, 2023 年 11 月 18 日

安藤広記, 森 和也, 森 亮太, 菅野裕理, 瀬尾光範, 高橋陽介, 深澤壽太郎, ジャスモン酸による MYC2 と miRNA を介したジベレリン内生量制御機構, 第 58 回 植物化学調節学会, 明治大学, 2023 年 11 月 18 日

小此木のぞみ, 谷永悠季, 中林生誠太郎, 高橋陽介, 深澤壽太郎, DELLA を介した ABA と GA のクロストークの解析. 日本植物生理学会 第 65 回年会, 神戸国際会議場, 2024 年 3 月 19 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 の転写活性化能を介した成長抑制制御機構の解明」

代表 深澤壽太郎 1,840 千円 (4,550 千円/3 年間)

その他助成金

- ・内藤財団研究助成 代表 深澤壽太郎 1,500 千円 (3,000 千円/2 年間)

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 7 件

- ・Nature Plants 論文評価委員 (Reviewer) 1 件
- ・Plant Cell 論文評価委員 (Reviewer) 1 件
- ・Plant Physiology 論文評価委員 (Reviewer) 1 件

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

深澤壽太郎

講演者：朝比奈雅志 (帝京大学 教授)

第 35 回 HiPSI セミナー 「植物切断組織の癒合を制御する分子機構の解析」
(2023 年 8 月 8 日, 広島大学)

4. 産学官連携実績

該当無し

5. 高大連携の成果

中高生科学シンポジウムコメンテーター

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

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/琉球大学, 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, 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

深澤壽太郎

- ・ プレスリリース 「成長制御において相反する作用を示す 2 つの植物ホルモンによる成長制御機構が明らかに」 2023 年 8 月 21 日

安藤広記（指導教員：深澤壽太郎）

- ・ 広島大学創発的次世代研究者育成・支援プログラム 最上位フェロー
- ・ 第 24 回国際植物生長物質会議 (IPGSA2023) 派遣補助金助成
- ・ 令和 5 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

植物分子細胞構築学研究室

令和5年度構成員：守口和基（講師），鈴木克周（特任教授）

○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発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5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結果，これまでに 3884 変異株から $\Delta aceE$ 株と $\Delta priA$ 株の 2 株生物界間接合特異的な接合効率低下株が得られている。生物界間接合における *aceE* と *priA* の両遺伝子の機能を知るために，それらの関連遺伝子のノックアウト変異株における生物界間接合効率を調べた。*AceE* と共にピルビン酸デヒドロゲナーゼ複合体を構成する *AceF*, *Lpd* タンパク質遺伝子のノックアウト変異株の生物界間接合効率は，親株に比べそれぞれ 1/100, 1/10 程度に低下していたものの， $\Delta aceE$ 株のような検出限界以下となることはなかった。また，*ace* オペロンのリプレッサーノックアウト変異株 ($\Delta pdhR$ 株) では，生物界間接合効率の上昇は観察されなかった。さらにピルビン酸デヒドロゲナーゼによるピルビン酸からアセチル CoA を合成する経路を代替する可能性のある経路上の遺伝子 (*ydbK*, *pflB*, *tdcE*) のノックアウト変異株では，生物界間接合の低下は観察されなかった。一方，*PriA* と共にプライモソーム複合体を構成する *PriC*, *DnaT* タンパク質遺伝子のノックアウト変異株では，生物界間接合効率の低下は見られなかった。これらの結果は，*aceE*, *priA* 遺伝子にはこれまで明らかにされていた機能とは別に未解明の機能が存在する可能性を示唆しており，特に *priA* 遺伝子はその可能性が高い。
- (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 pRiNR3 を持っている。このプラスミド上に，サイトカイ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見つかった。NR3 の培養液をバイオアッセイしたところ著量のサイトカイニン活性が検出された。今年度は，上記遺伝子クラスターの機能を調べるため，欠失変異体を作成した。この変異体の培養液はサイトカイニン活性を示さなくなったことから，遺伝子クラスターはサイトカイニン生成機能を担っていることが判った。また，pRiNR3 の T-DNA 欠失変異体を作成した。T-DNA 欠失変異体にバイナリープラスミドを導入して植物培養細胞の形質転換に適用したところ高い形質転換頻度を示した。この高形質転換に上記遺伝子クラスターが寄与するか興味深い。
- (3) アグロバクテリアを介して遺伝子導入できる酵母菌用プラスミドベクター (pYAMT) に CRISPR Cas9 型 DNA 編集機能を付加したプラスミドを作成した。今年度は，ロイシン合成遺伝子の 1 つ *LEU2* を破壊するためのガイド RNA 配列を持たせた all-in-one プラスミドを変異体型配列合成オリゴ DNA と共に酵母 *Saccharomyces cerevisiae* 菌株へ適用した。その結果，2 倍体菌株でも高頻度で *leu2* 変異体が出現した。上記の *LEU2* 破壊用ガイド RNA 配列は *S. cerevisiae* が属する *Sense*

*stricto*グループ酵母種全般に適用できるよう設計してあるので、多くの酵母種で*leu2*変異体を作成でき、その結果として*LEU2*を選抜マーカーとして有する膨大な数の組換えプラスミドを活用可能にすると期待できる。アグロバクテリアによるモデルT-TNA輸送能力試験に受容細胞として酵母菌を使用すると簡便短時間に実施できる利点があるが、上記酵母2倍体は増殖が速いので更に試験時間を短縮できるという利点も生まれた。

○発表論文

1. 原著論文

◎Kiyokawa K., Yamamoto S., Moriguchi K., Sugiyama M., Hisatomi T., Suzuki K. (2023) Construction of versatile yeast plasmid vectors transferable by *Agrobacterium*-mediated transformation and their application to bread-making yeast strains. Journal of Bioscience and Bioengineering 136(2) 142-151.

○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

Suzuki K., Kiyokawa K., Kang B., Tsutiya E., Tani A., Rikiishi K., Smart molecule and gene cluster for host plant interaction noticed by genome analysis of an *Agrobacterium tumefaciens* strain NR3. 5th International Seminar on Smart Molecule of Natural Resources (ISSMART) held by Asian Federation of Biotechnology (AFOB), 2023.10.17-18, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

守口和基, IncP型プラスミドによる生物界を超えた接合伝達. 2023年度 国立遺伝学研究所研究会「プラスミドの網羅的データベースの再整備に向けて」, 2023年9月14日, 三島

4. 国内学会での一般講演

◎守口和基, 中村和之, 高橋雄大, 井上侑哉, Fatin Iffah Rasyiqah Mohamad Zoolkefli, 清川一矢, 鈴木克周, Identification of key genes in bacterial donor chromosome that are crucial for trans-kingdom conjugation—A genome-wide screening—. 日本農芸化学会2024年度東京大会, 2024年3月24日-27日, 東京

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と活用. 岡山大学資源植物科学研究所共同研究成果発表会, 2024年2月27日, 倉敷市芸文館

鈴木克周, 清川一矢, 山篠貴史, 力石和英, コムギ内生菌アグロバクテリウムのサイトカイニン合成と合成遺伝子クラスター. 日本分子生物学会, 2023年12月6日, 神戸国際会議場

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

【外国人留学生】

該当なし

○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」

(400千円) 守口和基

科研費 一般研究(B)「ムギ類由来のアグロバクテリア内生菌による穀類植物の形質転換」

(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

中国四国植物学会庶務幹事, 守口和基

2. セミナー・講義・講演会講師等

守口和基

- ・接合伝達—真正細菌以外への遺伝子導入系としての応用への取り組み—, 公益財団法人大隅基礎科学創成財団 微生物機能探究コンソーシアム グループ3【相互作用】定例会, 2023年9月22日, オンライン

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」
- ・杉山峰崇 (広島工業大学 環境学部), 赤尾 健 (酒類総合研究所), 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

臨海実験所・海洋分子生物学研究室

令和5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，令和5年9月末退職），重白奈珠香契約一般職員（令和5年10月1日付勤務）の3名からなり所属学生は大学院生1名と学部生が1名であった。令和5年度の述べ利用者数は1,787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科の「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24名，公開臨海実習に他大学の学生7名と広島大学の学生4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5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17名，近畿大学11名，広島修道大学4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，認定期間中（平成30年9月5日～令和5年3月31日）の教育活動を展開した。また，同事業の更新申請が認可され，「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日の事業期間で教育活動の一層の充実に取り組んでいる。

〈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5年度の研究活動は以下のとおりであり，原著論文1編，学会等の発表は国際会議での招待講演3回，一般講演2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ймチョウウズムシ *Praesagittifera naikaiensis* 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 *Caulerpa lentillifera* 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) インドネシア共和国の STKIP PGRI Sidoarjo にてオンライン講義を実施した。
- 5) 教育共同利用国際拠点事業に関連して、外国人教員を招聘して行う科目の実施に向けてインドネシア共和国の国立イスラム大学の教員との協働を進めている。
- 6) 広島大学側の担当教員として参画していたインドネシア共和国の国立イスラム大学スラバヤ校と広島大学の国際交流協定が締結された。

○発表論文

1. 原著論文

- ◎ Arimoto A., Nishitsuji K., Hisata K., Satoh N., Tagawa K. (2023) Transcriptomic evidence for *Brachyury* expression in the caudal tip region of adult *Ptychodera flava* (Hemichordata). *Development, Growth & Differentiation* 65(8):470-480.

2. 総説・解説

該当無し

3. 著書

該当無し

○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

Tagawa K., Our Research & Education and SDGs related. The 13th International Conference on Green Technology, Ijen Suites Resort & Convention, Malang, East Java, Indonesia, 2023 年 10 月 17 日

Tagawa K., Marine Biotechnology. International Guest Lecture of Marine Biotechnology, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, Indonesia, 2023 年 10 月 16 日

Tagawa K., Marine Biology. International Guest Lecture week at Department of Biology, Maulana Malik Ibrahim Islamic State University Malang, Indonesia, 2023 年 10 月 18 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

該当無し

4. 国内学会での一般講演

◎梶田 純, 有本飛鳥, 田川訓史, ロングリードシーケンスによる海産無脊椎動物のゲノム配列決定手法の模索. 令和 5 年度日本動物学会中国四国支部広島県例会, 広島, 2024 年 3 月 8 日

有本飛鳥, クビレズタ *Caulerpa lentillifera* におけるロングリード RNA-seq 法の開発. 日本藻類学会第 48 回大会, 神戸, 2024 年 3 月 24 日

○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)

1,900 千円

- ・基盤研究(C)「Brachyury 発現細胞のシグナルセル解析から左右相称動物の口と肛門の進化に迫る」(研究代表者) 900 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」

(研究代表者) 1,500千円

- ・基盤研究(C)「Brachyury 発現細胞のシグナルセル解析から左右相称動物の口と肛門の進化に迫る」

る」(研究分担者) 300 千円

2. 受託事業

該当無し

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 6,887 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
- ・国立イスラム大学マラン校 客員教授 (インドネシア共和国)
- ・国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

該当無し

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。

2023年6月14日, 引率教員2名, 小学3年生8名が参加

- 2) 清心女子高等学校SSH実習を行った。

2023年7月30日-31日, 教員1名, 高校1年生20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。

2023年9月26日, 引率教員2名, 小学3年生8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。

2024年2月15日, 引率教員1名, 小学3年生8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等の来所者は学内者35名, 他大学・他機関14名の計49名 (延べ142名) であった。

- 6) 実験所で採集し収集した海産生物を学内外の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, 広島大学大学院統合生命科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。

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5年度構成員：和崎 淳（教授・グリーンイノベーション部門長），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施設として組織替えの後，平成31年4月に大学院統合生命科学研究科附属施設を経て，令和5年4月に瀬戸内CN国際共同研究センターに組織替えされ，植物研究拠点とともにグリーンイノベーション部門を構成している。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5年度に629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が，前年度より増加した。

理念・目的・目標：センターは，学内共同教育研究施設として，瀬戸内圏の豊かな自然を生かし生物の多様性を守りつつ，カーボンニュートラルを推し進めて持続可能な発展を支えるために必要な教育研究を推進するとともに，里海・里山・島嶼環境という地域の特色を生かしながら世界的な環境問題の解決に貢献することを目的としている。また，宮島自然植物実験所は，宮島のすぐれた自然を利用して植物学の教育・研究を行うことを目的として昭和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きた。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」，「展開ゼミ」，「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。本実験所が担当の「宮島生態学実習」は隔年開講となっており，令和5年度は開講しなかった。上記科目のうち学部1年生対象の「教養ゼミ」は，東広島キャンパスでの対面授業およびオンラインを併用して実施した。「展開ゼミ」は，廿日市市宮島および東広島植物園などで実施した。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計12回（勉強会1回を含む、G7広島サミット2023のため中止した5月は除く、のべ参加人数381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。宮島島内で、平成30(2018)年7月の豪雨災害やうぐいす道の復旧、一般廃棄物最終処分場の工事に関連した緑化の経過調査を行った。東広島植物園では、CSR活動の場となるとともに、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。また、宮島自然植物実験所と東広島植物園が共同で特定外来生物駆除や稀少種の保全活動を行った。

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や微生物叢の解析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、植物の拡散・散布に関する研究、林野火災や豪雨などの災害跡地、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、種子の成熟時期に関する予備的研究も行った。ナショナルバイオリソースプロジェクト（NBRP）のリソース拠点である植物遺伝子保管実験施設から提供を受、キクタニギクを検定植物に使ったアレロパシー活性の検出に関する基礎研究を行った。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（11件）及び学会発表等（14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。広島大学研究拠点および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5年度の広島大学デジタルミュージアムの利用ユーザー数は421,990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、香川大学の小宅博士と緑化に関する共同研究を行った。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。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。今年度はセンター化に伴う予算措置があり、植生判読の効率化・高精度化のためのドローンや、3次元点群データや塩基配列データ解析のため

の計算サーバなどを導入した。

○発表論文

1. 原著論文

Handa S., Nakahara-Tsubota M., Shoda I., Mizobuchi A., Nakano T., Tsubota H. (2024) *Trentepohlia brevicellulis* comb. et stat. nov. (Trentepohliaceae, Ulvophyceae) found in Japan. **Phycol. Res.** 72(1): 12–26.

◎Nagasaki R., Uchida S., Yamaguchi T., Furuki T., Tsubota H., Inoue Y. (2023) Complete chloroplast genome of *Frullania muscicola* Steph. (Frullaniaceae, Marchantiophyta). **Hikobia** 19(1): 1–9.

Park D.S., Feng X., Akiyama S., Ardiyani M., Avendaño N., Barina Z., Bärtschi B., Belgrano M., Betancur J., Bijmoer R., Bogaerts A., Cano A., Danihelka J., Garg A., Giblin D.E., Gogoi R., Guggisberg A., Hyvärinen M., James S.A., Sebola R.J., Katagiri T., Kennedy J.A., Komil T.S., Lee B., Lee S.M.L., Magri D., Marcucci R., Masinde S., Melnikov D., Mráz P., Mulenko W., Musili P., Mwachala G., Nelson B.E., Niezgodá C., Sepúlveda C.N., Orli S., Paton A., Payette S., Perkins K.D., Ponce M.J., Rainer H., Rasingam L., Rustiami H., Shiyan N.M., Bjorå C.S., Solomon J., Stauffer F., Sumadijaya A., Thiébaud M., Thiers B.M., Tsubota H., Vaughan A., Virtanen R., Whitfeld T.J.S., Zhang D., Zuloaga F.O., Davis C.C. (2023) The colonial legacy of herbaria. **Nature Hum. Behav.** 7: 1059–1068.

Phan Q.C., Nagasaki R., Inoue Y., Tsubota H. (2023) The complete chloroplast genome of *Callicarpa dichotoma* (Lour.) K.Koch (Lamiaceae). **Mitochondrial DNA Part B** 8(11): 1174–1178.

小宅由似, ファン=クイン=チ, 小山克輝, 河野遼人, 紙本由佳理, 中原-坪田美保, 坪田博美 (2023) 宮島の地域性に配慮した緑化斜面における緑化2年後までの成立植生. **日本緑化工学会誌** 49(1): 27–32.

ファン=クイン=チ, 小山克輝, 盛 沢鵬, 内田慎治, 紙本由佳理, 中原-坪田美保, 坪田博美 (2023) 広島県廿日市市宮島ドンドン川砂防堰堤予定地の維管束植物フロア. **巖島研究** 19: (1)–(15).

中村 創, 小山克輝, ファン=クイン=チ, 中原-坪田美保, 坪田博美 (2023) 広島県宮島の維管束植物: 1. クマシデ, アカシデ, ハマニンドウ. **Hikobia** 19(1): 37–47.

2. 総説・解説・短報

◎池松泰一, 井上侑哉, 坪田博美, 山口富美夫, 嶋村正樹 (2023) 日本産ツノゴケ類数種の系統的位置と分類学的問題点. **蘚苔類研究** 12(11): 286–287.

半田信司, 溝渕 綾, 中原-坪田美保, 坪田博美 (2024) *Oocystaenium elegans* (オオキスチス科) に近縁な未記載種の形態と系統. **藻類** 72(1): 67.

弘松瑤希, 井上侑哉, 坪田博美 (2023) 日本産エビゴケ (蘚類) の分子系統学的研究. **蘚苔類研究** 12(11): 287–288.

溝渕 綾, 半田信司, 中原-坪田美保, 坪田博美 (2024) 日本国内から単離されたOocystaceae (トレボウクシア藻綱) の複数種の分類・系統学的研究. **藻類** 72(1): 71.

○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
該当無し

2. 国際会議での一般講演

Phan Q.C., Oyake Y., Nakahara-Tsubota M., Tsubota H., Sustainable forest preservation in Miyajima's World Heritage Site: local species-focus revegetation and collaborative community engagement. NERPS 2024 Conference, Higashi-hiroshima, 2024年3月6日-9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

井上侑哉, 小木曾映里, 中原-坪田美保, 坪田博美, コケ植物のDNAバーコードライブラリ構築に向けた取り組み. 日本植物分類学会第23回大会, 口頭, 仙台, 2024年3月8日-12日

小宅由似, ファン=クイン=チ, 小山克輝, 河野遼人, 紙本由佳理, 中原-坪田美保, 坪田博美, 宮島の地域性に配慮した緑化斜面における緑化2年後までの成立植生. 第54回日本緑化工学会大会, 口頭, 新潟, 2023年9月21日

河原希実佳, 坪田博美, ダンゴゴケ (*Sphaerocarpos*) 属植物の胞子培養 (予報). 日本蘚苔類学会第52回大会, ポスター, 山形県西川町, 2023年8月19日

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, モロコシソウ *Lysimachia sikokiana* Miq. の生育状況. 日本生態学会中国四国地区会第66回大会, オンライン, 徳島, 2023年5月13日

○盛 沢鵬, 根平達夫, 和崎 淳, 坪田博美, アレロパシーに関する外来植物とバクテリア相の相互作用—ナンキンハゼを例に—. 日本生態学会中国四国地区会第66回大会, オンライン, 徳島, 2023年5月13日

坪田博美, ファン=クイン=チ, 小山克輝, 中村 創, 本郷圭祐, 長崎涼平, 紙本由佳理, 中原-坪田美保, 河野遼人, 小宅由似, 平成30年7月豪雨災害後の在来性種苗を用いた緑化による回復状況—広島県宮島の例—. 第54回日本緑化工学会大会, ポスター, 新潟, 2023年9月21日

長崎涼平, 井上侑哉, 坪田博美, タイ類 *Frullania muscicola* の葉緑体およびミトコンドリアゲノム配列の決定 (予報). 日本蘚苔類学会第52回大会, ポスター, 山形県西川町, 2023年8月19日

半田信司, 溝渕 綾, 中原-坪田美保, 坪田博美, 淡水産ヒビミドロ目藻類 *Interfilum paradoxum* はクレブソルミジウム目の気生種と混同されている. 日本植物学会第88回大会, 口頭, 宇都宮, 2023年9月9日

半田信司, 溝渕 綾, 中原-坪田美保, 坪田博美, *Oocystaenium elegans* (オオキスチス科) に近縁な未記載種の形態と系統. 日本藻類学会第48回大会, 口頭, 神戸, 2024年3月24日

弘松瑤希, 井上侑哉, 坪田博美, 日本産ヒジキゴケについて (予報). 日本蘚苔類学会第52回大会, ポスター, 山形県西川町, 2023年8月19日

溝渕 綾, 半田信司, 中原-坪田美保, 坪田博美, 日本国内から単離された *Oocystaceae* (トレボウクシア藻綱) の複数種の分類・系統学的研究. 日本藻類学会第48回大会, ポスター, 神戸, 2024年3月24日

Lydia B.R., Sheng Z.-P., Wasaki J., The impact of phosphorus supply on the temperature response of hydroponically cultivated *Lotus japonicus*. 第65回日本植物生理学会年会, ポスター, 神戸, 2024年3月17日-19日

Sheng Z.-P., Lydia B.R., Koyama Y., Nehira T., Wasaki J., Tsubota H., The mechanism of invasion for Chinese tallow, *Triadica sebifera* (Euphobiaceae). 日本生態学会第71回全国大会, ポスター, 横浜, 2024年3月

○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

- ・宮島弥山を守る会 90千円
- ・サクラオブルワリーアンドディスティラリー 27千円
- ・株式会社ウェッジ 56.7千円
- ・株式会社ROFL 30千円
- ・株式会社セトウチ 93千円

○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 (2012-2024)
- ・環境省自然環境局, 稀少野生動植物保存推進員 (2012-)
- ・日本蘚苔類学会, 会長 (2024-2025)
- ・廿日市市, 文化財保護審議会委員 (2015-2024)
- ・廿日市市, 宮島地域シカ対策協議会, 専門委員 (2016-)
- ・広島市生物調査, 委員 (2023-)

2. セミナー・講演会開催実績

坪田博美

- ・植物観察会, 2023年4月-2024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) (2024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)
- ・広島県環境保健協会との共同事業 (2023-) 広島県廿日市市 (毒素を有するシアノバクテリア

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」，2023年5月27日，10月7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」，2023年9月23日，オンライン
- ・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，2023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），2023年度，廿日市市宮島町
- ・講師，広島市植物公園特別展，野外観察会，2023年6月4日，6月10日
- ・講師，公益財団法人ひろしま国際センター，野外観察会，2023年12月8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，2023年4月～8月
- ・講師，夢ナビ講義Video「植物や植生を分類する」，2023年度

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（大阪公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

一) 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）

- ・ 三合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。
- ・ 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として研究を推進した。なお、本プロジェクト研究センターは2023年度で設置期間満了のため廃止。
- ・ 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

- ・ 学生指導（理学部生物科学科）
- ・ 打合せ（県立宮島工業高校）

学会・調査・研究

- ・ 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，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，京都大学，大阪公立大学，兵庫県立大学，香川大学，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

- ・ 施設利用（ウォンツメディカルウォーキング大会）

- ・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（8件・団体）

行政・企業・取材・その他

- ・打合せ（広島森林管理署，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，その他（G7関連を含む））
- ・取材・現地調査・立会（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，株式会社サクラオブルワリーアンドディスティラリー，三分一博志建築設計事務所，中国新聞，広島テレビ，中国新聞文化センター，広島大学施設部等）
- ・捜索協力（廿日市警察署，宮島消防署）
- ・情報提供・資料貸出（広島市植物公園）
- ・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，ナンキンハゼ，オオキンケイギク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工の経過調査を実施した。（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，その後の経過調査を実施した。（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。
- ・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。（ユーザー数/ページビュー数：2021年度 318,819/595,230件，2022年度 383,220/669,086件，2023年度 421,990/1,760,090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ビ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。宮島自然観察講座，宮島ユネスコ協会主催の野外観察会など。

- ・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。また、東広島植物園からブールバールにかけて同生物科学科の初年次インターンシップとして特定外来生物駆除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。今年度は特別展に関連した野外観察会を行った。

植物遺伝子資源学講座／植物遺伝子保管実験施設

令和5年度構成員：草場 信（教授）、豊倉浩一（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5年度は以下のような報告を行った。

シロイヌナズナは葉を暗黒処理すると老化が促進されることが知られている。この際に重要な役割を果たすのが赤色光の受容体であるphytochrome B (phyB)である。phyBは赤色光で活性化され、遠赤色光により不活性化される。活性化されたphyBは老化の促進因子である phytochrome-interacting factors (PIFs)を分解することにより葉の老化を抑制するが、暗黒処理はphyBを不活性化するため、葉の老化が促進されることが考えられた。したがって、赤色光は葉老化を抑制し、遠赤色光は促進する。巨大プリズムを利用して老化抑制効果がある他の波長の光を探索したところ、青色光にも老化抑制効果があることが分かった。そこでそのメカニズムを探索することにした。赤色光と同様に青色光受容体が老化抑制に関与していると考えられたため、シロイヌナズナでは3種類ある青色光受容体のうち、cryptochromeについて解析した。chrypochromeにはCRY1とCRY2の二種類が知られている。この二重突然変異体 (*cry1 cry2*) を作成し、青色光による老化抑制に対する影響を調べたところ、青色光による老化抑制効果が著しく減じていた。したがって、青色光による老化抑制は主にcryptochromeによって制御されていると考えられた。次にchrypochromeにより制御される下流因子のうち、どの因子が葉老化制御に関与しているか検討した。chrypochrome-interacting factorがその候補として考えられたが、パラログの多重変異体は青色光に対する応答に明確な差異が認められなかったことから、その可能性は低いと考えられた。一方、hy5変異体では青色光による老化遅延効果が減少したため、chrypochromeの下流で働いているのはHY5である可能性が考えられた。

○発表論文

1. 原著論文

Toshiaki Kozuka, Yoshito Oka, Kaori Kohzuma, Makoto Kusaba (2023) Cryptochromes suppress leaf senescence in response to blue light in Arabidopsis. **Plant Physiol.** 191: 2506-2518.

Arens P., Van Lieshout N., Van Kaauwen M., Hooykaas M., Nakano M., Visser R.G.F., Kusaba M., Finkers R., Smulders R.M.J.M. (2023) Towards understanding the genome complexity of hexaploid chrysanthemum. **Acta Hort.** 1383, 37-46

Chieko Goto, Akira Ikegami, Tatsuaki Goh, Kaisei Maruyama, Hiroyuki Kasahara, Yumiko Takebayashi, Yuji Kamiya, Koichi Toyokura, Yuki Kondo, Kimitsune Ishizaki, Tetsuro Mimura, Hidehiro Fukaki (2023) Genetic Interaction between Arabidopsis *SUR2/CYP83B1* and *GNOM* Indicates the Importance of Stabilizing Local Auxin Accumulation in Lateral Root Initiation. **Plant and Cell Physiol.** 64: 1178–1188,

2. 総説・解説

草場 信 (2023) RNA干渉が引き起こす顕性突然変異. JATAFFジャーナル 11:9

○著書

◎Takeshi Ito, Hiroshi Yamatani, Takashi Nobusawa, Makoto Kusaba (2023) Development of a CRISPR-Cas9-Based Multiplex Genome-Editing Vector and Stay-Green Lettuce. Gene Editing in Plants-CRISPR-Cas and Its Applications, Ashwani Kumar, Sudipti Arora, Shinjiro Ogita, Yuan-Yeu Yau, Krishnendu Mukherjee Editors, Springer

佐藤和広, 草場 信, 中園幹生編 (2023) 植物の遺伝と育種 (第3版) . 朝倉書店

Kazuhiro Sato, Makoto Kusaba, Mikio Nakazono Editors (2023) Plant Genetics and Breeding. Asakura Publishing

○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

Koichi Toyokura, Motohiro Fujiwara, Koichi Fujimoto, Tatsuo Kakimoto, Haruko Ueda, Yrjo Helariutta, SPIKE1 regulates cell division orientation in Arabidopsis. Taiwan-Japan Plant Biology 2023, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, 2023年10月14日-15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

◎豊倉浩一, 藤田悠大, 中野道治, 小塚俊明, 有賀悠貴, 谷口研至, 草場 信, キクタニギクの自家和合性系統を利用した葉の形態多様性研究. 日本植物学会第 87 回大会, 北海道大学札幌キャンパス・口頭発表, 2023 年 9 月 7 日-9 日

Huang C., Kurotani K., Toyokura K., Notaguchi M., Study on *VASULAR-RELATED NAC-DOMAIN7* homologs in *Nicotiana benthamiana* during interfamily grafting. 日本植物学会第 87 回大会, 北海道大学札幌キャンパス・口頭発表, 2023 年 9 月 7 日-9 日

上田晴子, 岡村さとし, 津川 暁, 三宅唯月, 林 杏樹, 八木宏樹, 豊倉浩一, 西村いくこ, 植物の器官運動と姿勢復元力の解析. 日本植物学会第87回大会, 北海道大学札幌キャンパス・口頭発表,

2023年9月7日-9日

◎藤田綾音, 信澤 岳, 草場 信, シロイヌナズナCYP78Aファミリーによる葉老化制御機構の解析.
第15回中国地域育種談話会, 高原の宿 氷太くん (鳥取県・八頭郡), 2023年9月24日

有末 遼, 中野道治, 草場 信, キクタニギク自家和合性突然変異csc1責任遺伝子の探索および機能
解析. 第15回中国地域育種談話会, 高原の宿 氷太くん (鳥取県・八頭郡), 2023年9月24日

◎秦 東, 草場 信, 中野道治, NBRP広義キク属: 広義キク属リソースの収集・保存・提供. 第46回
日本分子生物学会, 神戸国際会議場, 2023年12月8日

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. 令和6年度日本植物病理学
会, 仙台国際センター, 2024年3月15日

◎信澤 岳, 草場 信, シロイヌナズナHOOKLESS1は非細胞自律的に葉老化を制御する. 第65回
日本植物生理学会年会, 神戸国際会議場, 2024年3月17日-19日

池松朱夏, 辻野建貴, 南井啓太, 坂本智昭, 信澤 岳, 木村成介, 水陸両生植物 *Rorippa aquatica*の
水中でのガス交換を可能とするクチクラ層の機能的可塑. 第65回日本植物生理学会年会, 神戸
国際会議場, 2024年3月17日-19日

岡村さとこ, 三宅唯月, 梅村優那, 八木宏樹, 豊倉浩一, 西村いくこ, 上田晴子, シロイヌナズナ
花茎のストレートニングに関わるミオシンXI発現組織の解析. 第65回日本植物生理学会年会,
神戸国際会議場, 2024年3月17日-19日

◎豊倉浩一, 藤田悠大, 中野道治, 小塚俊明, 有賀悠貴, 谷口研至, 草場 信, キクタニギクの葉の
形態の遺伝学的解析. 第65回日本植物生理学会年会, 神戸国際会議場, 2024年3月17日-19日

○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（特任准教授）

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）
- ・研究活動スタート支援「植物細胞の3次元的な細胞分裂方向の制御メカニズムの解明」
豊倉浩一（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

- ・イノチオホールディングス「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」
草場 信（代表）

○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

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

草場 信

- ・講演者：篠山治恵（福井県立大学 准教授）
「広義キク属植物における培養技術と遺伝子組換え技術・ゲノム編集に関する研究について」
（2023年11月22日，高知大学・ハイブリッド）

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
2023年5月23日，草場 信，豊倉浩一
- ・国泰寺高校大学訪問，2023年7月11日，草場 信，豊倉浩一

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「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 助教が着任し、平成31年4月1日付けで鈴木 誠 助教が着任した。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，田澤一朗，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），客員准教授2名（伊藤道彦 北里大学准教授，近藤真理子 東京大学研究員），研究員4名（竹林公子，林 舜，Nusrat Hossain, Dalia Mohamedien），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5名（中島妙子，堀内智子，原田加代子，池田 礼，池田誠慈），教育研究補助職員2名（山本克明，光重智子，清野芳伸），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〉

本部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8名，学部4年生7名，博士課程前期1年7名，2年9名，後期1年4名，2年2名，3年2名，合計39名の学生が本センターで研究に励んだ。学部学生の国内学会発表は3件，国際学会発表は0件であった。博士課程前期学生の国内学会発表は12件，国際学会発表は0件であった。博士課程後期学生の国内学会発表は9件，国際学会発表は5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4回の対面式特別生体展示会を開催した（5/20，7/22，9/23，11/18，訪問者のべ558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5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）、林 舜（研究員）、平良真規（客員教授）、
近藤真理子（客員准教授）、柏木昭彦（客員研究員）、
柏木啓子（客員研究員）

○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「ネッタイツメガエル」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. ゲノム編集によるヒトの遺伝性疾患のモデリング研究

遺伝性疾患の発症機序の解明には、実験動物を用いて疾患表現型を再現することが必須である。ネッタイツメガエルは、そのゲノム中にヒト疾患関連遺伝子の79%以上に対するオーソログを持ち、かつ高効率なゲノム編集実験が可能のため、疾患モデリング研究に適した実験動物のひとつである。本研究では、CRISPR/Cas9法を用いて、ネッタイツメガエルの*sox9*遺伝子変異体群を作製することにより、ヒトの屈曲肢異形成症（Campomelic Dysplasia）に見られるシンドローム型の表現型を再現し、その多様性をもたらす遺伝的メカニズムを解析した。これまでもマウスを用いた遺伝子破壊実験により、同疾患表現型の一部を再現した研究はあるが、それらはヒトで報告されているような、顎や心臓、腸等の多臓器にわたる形成不全がその一部のみ、あるいは様々な組み合わせで発症するという複雑な表現型を再現するには至っていなかった。この問題に対して本研究では、*sox9*においてヒトを含む顎口類で特異的に保存されているドメイン（Jawed vertebrate-specific amino-terminal domain, JAD）のコード部位のみを欠失させると、ヤツメウナギの無顎類を想起させる顎形成不全をもたらす、遺伝子機能を完全に喪失させると、顎から心臓や腸までの多臓器形成不全をもたらすことを明らかにした。以上の成果を、SCI国際学術雑誌に発表した（Hossain, N. et al., *Dev. Growth Differ.*, 2023）。

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℃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タ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. X線マイクロCTによるツメガエル幼生の三次元形態の解析に関する研究

ツメガエルの幼生は、脊椎動物の後期発生を研究するための重要なモデル生物である。後期発生過程では、器官の再生や変態など、組織形態の大規模な変化が器官レベルで起こる。しかし、これらの過程を三次元的に理解することは依然として困難である。

本研究では、X線マイクロCT (micro-computed tomography) を用いて、ツメガエル幼生の軟部組織の三次元観察を試みた。その結果、脳、心臓、腎臓などの主要な臓器は、ブアン液で固定した後、リンタンングステン酸で染色することによって、高いコントラストで可視化できることが明らかになった。次に、ツメガエル幼生の臓器再生研究にマイクロCTを利用した最初の例として、終脳再生時の脳形状の変化を解析した。その結果、切断された終脳の大きさは約1週間で元の長さの80%以上に回復することがわかった。また、脳室は切断後に縮小する傾向があり、少なくとも3日間はその状態が維持されることが観察された。この縮小は一過性のものであり、その後には脳室は元の大きさを超えるまで拡大した。脳室の一時的な収縮と拡大は、トランスジェニック系統や蛍光色素を注入した幼生の終脳切断後でも観察されたことから、大規模な脳損傷とその後の修復・再生に反応する組織の恒常性において重要である可能性がある。

本研究によって確立された軟部組織の三次元観察手法は、ツメガエル幼生を用いた発生生物学や生命医学の実験解析を向上させると期待される。以上の成果をSCI学術誌に発表した (Ishii, R. et al., *Dev. Growth Differ.*, 2023)

4. ツメガエル類を用いた人為ゲノム重複研究

アフリカツメガエルの進化系譜では、2種類の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5年度は、令和4年度に引き続き、F1個体を成熟させてF2作出のための交配を試みた。令和4年度の実験から、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ことが明らかになったため、その最適化をおこなったところ、ようやく交尾行動が観察されるようになった。

5. NBRP事業「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」

本研究グループではNBRP事業の一つとして (https://xenopus.nbrp.jp/NBRP_Xenopus/NBRP_Clawed_frogs_Newts_Top.html)、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、世界で唯一の野生型近交系4系統 (Nigerian A, Nigerian H, Nigerian BH, Ivory Coast) を作出して提供すると共に、その全ゲノム配列の解析をおこない、得られたデータを公開している (<http://viewer.shigen.info/xenopus/index.php>)。今年度はNigerian AとIvory Coastの成体各臓器のトランスクリプトームデータを作成公開した (DDBJ: PRJDB17814)。また前年度に引き続き、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*変異系統等の組換え体8系統の提供も実施した。これらを合わせると令和6年3月末の収集・保存数は95系統になった。令和5年度の生体リソース提供数は、学内外の研究者に対して123件2,546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5年度の生体リソース提供数は、学内外の研究者に対して48件416匹であった。

○発表論文

1. 原著論文

- ◎Ishii R., Yoshida M., Suzuki N., Ogino H., Suzuki M., X-ray micro-computed tomography of *Xenopus* tadpole reveals changes in brain ventricular morphology during telencephalon regeneration. *Dev Growth Differ.* 2023 Aug;65(6):300-310. doi: 10.1111/dgd.12881. Epub 2023 Aug 4. PMID: 37477433.
- ◎Kitamura K., Yamamoto T., Ochi H., Suzuki M., Suzuki N., Igawa T., Yoshida T., Futakuchi M., Ogino H., Michiue T., Identification of tumor-related genes via RNA sequencing of tumor tissues in *Xenopus tropicalis*. *Sci Rep.* 2023 Aug 14;13(1):13214. doi: 10.1038/s41598-023-40193-7. PMID: 37580380; PMCID: PMC10425369.
- ◎Hossain N., Igawa T., Suzuki M., Tazawa I., Nakao Y., Hayashi T., Suzuki N., Ogino H., Phenotype-genotype relationships in *Xenopus sox9* crispants provide insights into campomelic dysplasia and vertebrate jaw evolution. *Dev Growth Differ.* 2023 Oct;65(8):481-497. doi: 10.1111/dgd.12884. Epub 2023 Aug 17. PMID: 37505799.
- ◎Asaeda Y., Shiraga K., Suzuki M., Sambongi Y., Ogino H., Igawa T., Rapid and collective determination of the complete “hot-spring frog” mitochondrial genome containing long repeat regions using Nanopore sequencing. *PLoS One.* 2023 Oct 31;18(10):e0280090. doi: 10.1371/journal.pone.0280090. PMID: 37906558; PMCID: PMC10617713.
- Tada R., Higashidate T., Amano T., Ishikawa S., Yokoyama C., Kobari S., Nara S., Ishida K., Kawaguchi A., Ochi H., Ogino H., Yakushiji-Kaminatsui N., Sakamoto J., Kamei Y., Tamura K., Yokoyama H., The *shh* limb enhancer is activated in patterned limb regeneration but not in hypomorphic limb regeneration in *Xenopus laevis*. *Dev Biol.* 2023 Aug;500:22-30. doi: 10.1016/j.ydbio.2023.05.009. PMID: 37247832.
- Lau Q., Igawa T., Kosch T.A., Dharmayanthi A.B., Berger L., Skerratt L.F., Satta Y., Conserved evolution of MHC supertypes among Japanese frogs suggests selection for Bd resistance. *Animals (Basel).* 2023 Jun 27;13(13):2121. doi: 10.3390/ani13132121. PMID: 37443920; PMCID: PMC10340028.
- ◎Asaeda Y., Shiraga K., Suzuki M., Sambongi Y., Ogino H., Igawa T., Rapid and collective determination of the complete “hot-spring frog” mitochondrial genome containing long repeat regions using Nanopore sequencing. *PLoS One.* 2023 Oct 31;18(10):e0280090. doi: 10.1371/journal.pone.0280090. PMID: 37906558; PMCID: PMC10617713.

2. 総説・解説

- ◎Ogino H., Kamei Y., Hayashi T., Sakamoto J., Suzuki M., Igawa T., Kondo M., Taira M., Invention sharing is the mother of developmental biology (part 4). *Dev Growth Differ.* 2023 Aug;65(6):286-287. doi: 10.1111/dgd.12883. PMID: 37610050.

○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

◎○Ogino H., Suzuki M., Igawa T., Suzuki N., Hayashi T., Okamoto K., Furuno N., Tazawa I., Nakajima K., Suzuki K., Ochi H., Kato T., Updating the NBRP as a new resource project for three amphibian model species, *Xenopus tropicalis*, *Xenopus laevis*, and *Pleurodeles waltl* (Iberian ribbed newt). The 19th International Xenopus Conference, Hyatt Regency Chesapeake Bay, Cambridge, Maryland, USA, 2023年8月24日, 招待講演

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

鈴木 誠, ツメガエルを用いた器官形成における細胞骨格制御機構の解明. 第63回 日本先天異常学会, つくば国際会議場, 2023年7月29日, 招待講演

◎○井川 武, 白神賢人, Bagus Priambodo, 浅枝優花, 坊農秀雅, 荻野 肇, 温泉ガエルの新規ゲノム決定と遺伝子発現解析による高温適応因子の同定. 第46回 日本分子生物学会年会, 神戸ポートアイランド (兵庫県神戸市), 2023年12月8日, 招待講演

井川 武, 川原の湯っこに産するカジカガエル幼生の高温耐性とシアノバクテリア・腸内細菌叢について. 第7回ゆざわジオパーク研究成果発表会, 秋田県湯沢市雄勝文化会館, 2024年2月15日, 招待講演

4. 国内学会での一般講演

◎○鈴木菜花, 古野伸明, 鈴木 誠, 井川 武, 田澤一朗, 中島圭介, 岡本和子, 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50回日本毒性学会学術年会, パシフィコ横浜, 2023年6月19日-21日, リソース展示

◎○鈴木菜花, 古野伸明, 鈴木 誠, 井川 武, 田澤一朗, 中島圭介, 岡本和子, 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63回日本先天異常学会学術集会, つくば国際会議場, 2023年7月28日-30日, リソース展示

◎○鈴木菜花, 古野伸明, 井川 武, 岡本和子, 鈴木 誠, 田澤一朗, 中島圭介, 林 利憲, 荻野 肇, 水の中で暮らす両生類. 第63回日本先天異常学会学術集会, 山形大学 小白川キャンパス, 2023年9月9日, リソース展示

◎○Hossain N., Igawa T., Suzuki M., Tazawa I., Nakao Y., Hayashi T., Suzuki N., Ogino H., Phenotype-genotype relationships in *Xenopus sox9* crispants provide insights into campomelic dysplasia and vertebrate jaw evolution. 第94回日本動物学会, 山形大学, 2023年9月7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Tet-Onシステムの改良と新たなベクターの構築. 第94回日本動物学会, 山形大学, 2023年9月9日, 口頭発表
横山千風優, 多田玲美, 東館拓也, 天野孝紀, 奈良 咲, 川口 茜, 薬師寺那由他, 越智陽城, 荻野 肇, 坂本 丞, 亀井保博, 田村宏治, 横山 仁, ツメガエルの四肢再生におけるshhの四肢エンハンサー・MFCS1の活性調節とDNAメチル化との関連. 第94回日本動物学会, 山形大学, 2023年9月9日, 口頭発表

- ◎○鈴木菜花, 古野伸明, 鈴木 誠, 井川 武, 田澤一朗, 中島圭介, 岡本和子, 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. 日本人類遺伝学会第68回大会, 東京 都市センターホテル, 2023年10月12日-14日, リソース展示
- ◎○鈴木菜花, 古野伸明, 鈴木 誠, 井川 武, 田澤一朗, 中島圭介, 岡本和子, 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46回日本分子生物学会年会, 神戸ポートアイランド, 2023年12月6日-8日, リソース展示
- ◎加藤陽菜子, 井川 武, 鈴木菜花, 荻野 肇, 鈴木 誠, ネットアイ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. 第46回日本分子生物学会年会, 神戸ポートアイランド, 2023年12月6日, ポスター発表
- ◎吉田真菜, 川崎詩織, 坂口祐介, 鈴木菜花, 鈴木 誠, 荻野 肇, ツメガエル幼生における新たなTet-Onシステムの構築. 第46回日本分子生物学会年会, 神戸ポートアイランド, 2023年12月8日, ポスター発表
- ◎高橋 雄, 内山英穂, 井川 武, 難波ちよ, 荻野 肇, アカガエルとアフリカツメガエルは変態期において顕著に異なる脊椎骨形成の様式を示す. 第46回日本分子生物学会年会, 神戸ポートアイランド, 2023年12月8日, ポスター発表
- ◎○岩越栄子, 古満芽久美, 成松勇樹, 鈴木 誠, 荻野 肇, 浮穴和義, 非冬眠両生類アフリカツメガエルの低温耐性能力. 第47回日本比較内分泌学会大会, 九州大学, 2023年11月18日, ポスター発表
- ◎木根森一仁, 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, 脊椎動物の眼形成遺伝子*rax*の発現調節機構の研究. 日本動物学会中国四国支部広島県例会, 広島大学, 2024年3月7日, ポスター発表
- ◎○鈴木菜花, 古野伸明, 鈴木 誠, 井川 武, 田澤一朗, 中島圭介, 岡本和子, 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. 日本農芸化学会2023年度大会, 東京農業大学 世田谷キャンパス, 2024年3月24日-27日, リソース展示
- ◎原田一平, バグス プリアンボド, 荻野 肇, 井川 武, 日本産無尾両生類における幼生の温度嗜好性と行動様式の比較. 日本爬虫両生類学会第62回船橋大会, 東邦大学, 2023年12月9日-10日, 口頭発表
- ◎○井川 武, 白神賢人, Priambodo Bagus, 浅枝優花, 坊農秀雅, 荻野 肇, カジカガエル類2種の新規ゲノム決定と温度適応関連遺伝子の同定. 日本爬虫両生類学会第62回船橋大会, 東邦大学, 2023年12月9日-10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

林 舜（研究員）2023年4月1日から2024年3月31日

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）

○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」
1,100千円（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」
350千円（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」
50千円（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」
200千円（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」
400千円（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」
600千円（代表）
- ・基盤研究(B)「副甲状腺ホルモン（PTH）シグナル障害による顎顔面形成不全の治療法開発」
100千円（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」
50千円（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5年度）16,234千円（課題管理者）
- ・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」
ゲノム情報等整備プログラム（令和5年度）1,310千円（課題管理者）

○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

- ・成瀬 清, 荻野 肇, 笹倉靖徳, 第94回日本動物学会大会シンポジウム「水棲動物バイオリソースから紐解く生命現象の最前線 –第5期事業の種横断的挑戦–The Fifth Term of NBRP:Challenges from the Aquatic Animal Bioresource」(山形大学, 2023年9月8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

鈴木菜花

- ・ナショナルバイオリソースプロジェクト ネットaitツメガエル 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4日-7日)

鈴木菜花, 鈴木 誠

- ・ナショナルバイオリソースプロジェクト ネットaitツメガエル 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25日-29日)

鈴木菜花, 難波ちよ, 宇都武司, 中島妙子, 古野伸明, 田澤一朗, 中島圭介

- ・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5月20日, 7月22日, 9月23日, 11月18日開催, 訪問者のべ558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, 井川 武

- ・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

荻野 肇

- ・広島放送【三四郎のDearボス】取材対応と出演 (2023年4月20日)

器官再生メカニズム研究グループ

令和5年度構成員：林 利憲（教授），岡本和子（助教）， Dalia Mohamedien （研究員）

○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5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。器官再生の過程では、失われた組織を回復するため、様々なタイプの細胞が増殖する。このため、損傷を受けたイモリの期間において、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、心臓、脾臓、腸などの各器官において損傷後の再生反応と細胞増殖のパターンについて解析を行なった。また、岡本助教を中心に、イモリの再生能力をその細胞レベルで解明するために、イモリの細胞培養系の立ち上げを行った。この他、イモリの全ゲノム情報の整備事業も推進した。

2. イベリアトゲイモリのナショナルバイオリソース整備

引き続き、イベリアトゲイモリの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継続実施した。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実施した。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追加整備を行なった。

○発表論文

1. 原著論文

Ikuta H., Uemasu H., Kyakuno M., Satoh Y., Namba N., Takeuchi T., Hayashi T., Step-by-step protocol for alternative injury models in newt cardiac regeneration. *Dev Growth Differ.* 2023 Jun;65(5):266-271. doi: 10.1111/dgd.12854. Epub 2023.6.7, PMID: 37155321.

Sato F., Masuda Y., Suzuki D., Hayashi T., Iwasaki T., Kim J., Matsumoto T., Maeda E., Biomechanical analysis of tendon regeneration capacity of Iberian ribbed newts following transection injury: Comparison to a mouse model. *J Orthop Res.* 2023.10.11, doi: 10.1002/jor.25705. Epub ahead of print. PMID: 37819002.

©Takehara M., Kyakuno M., Okamoto K., Tazawa I., Furuno N., Furumitsu M., Ukena K., Imamura T., Takeuchi T., Hayashi T., Amphibian newts as experimental models for studying weight gain after castration. *Endocr J.* 2024.1.13, doi: 10.1507/endocrj.EJ23-0207. Epub ahead of print. PMID: 38220202.

Okamoto K., Fujita H., Okada Y., Shinkai S., Onami S., Abe K., Fujimoto K., Sasaki K., Shioi G., Watanabe T.M., Single-molecule tracking of Nanog and Oct4 in living mouse embryonic stem cells uncovers a feedback mechanism of pluripotency maintenance. *EMBO J.* 2023 Sep 18;42(18):e112305. doi: 10.15252/embj.2022112305. Epub 2023.8.23, PMID: 37609947; PMCID: PMC10505915.

○Watanabe K., Fujita M., Okamoto K., Yoshioka H., Moriwaki M., Tagashira H., Awazu A., Yamamoto T.,

Sakamoto N., The crucial role of CTCF in mitotic progression during early development of sea urchin. *Dev Growth Differ.* 2023 Sep;65(7):395-407. doi: 10.1111/dgd.12875. Epub 2023.7.22, PMID: 37421304.

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

◎Morozumi R., Kyakuno M., Uemasu H., Suzuki N., Kamei Y., Tazawa I., Furuno N., Nanba N., Ogino H., Hayashi T., Functional analysis of the Pdx genes in the process of pancreas development in newts. 56th Annual Meeting of the Japanese Society of Developmental Biologists, Sendai International Center. Sendai, Miyagi, 2023.7.22-25

◎Takehara M., Kyakuno M., Sato Y., Takeuchi T., Tazawa I., Furuno N., Imamura T., Hayashi T., Investigation of regulating factors for testicular regeneration in newts. 56th Annual Meeting of the Japanese Society of Developmental Biologists, Sendai International Center. Sendai, Miyagi, 2023.7.22-25

Enomoto E., Matsubara H., Takeuchi T., Kamei Y., Hayashi T., Improvement of heat shock promoter for development of inducible gene expression system in Iberian ribbed newt. 56th Annual Meeting of the Japanese Society of Developmental Biologists, Sendai International Center. Sendai, Miyagi, 2023.7.22-25

◎Nakao Y., Tazawa I., Furuno N., Hayashi T., Cell proliferation in CDK1 knockout newts. 56th Annual Meeting of the Japanese Society of Developmental Biologists, Sendai International Center. Sendai, Miyagi, 2023.7.22-25

Okamoto K., Okuda S., Spatiotemporal analysis of lumen formation using single cell-derived neural tube-forming mimetic spheroids. 56th Annual Meeting of the Japanese Society of Developmental Biologists, Sendai International Center. Sendai, Miyagi, 2023.7.22-25

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

林 利憲, 両生類リソースが切り開くクロスプラットフォーム研究. 第94回 日本動物学会大会, 山形大学, 2023.9.8

4. 国内学会での一般講演

◎中尾勇太, 岡本和子, 田澤一朗, 古野伸明, 林 利憲, CDK1遺伝子のノックアウトがイモリの細胞増殖に及ぼす影響の解析. 第94回 日本動物学会大会, 山形大学, 2023.9.9

◎榎本英理子, 松原 遼, 竹内 隆, 亀井保博, 岡本和子, 林 利憲, イベリアトゲイモリ誘導型遺伝子発現系の構築に向けたヒートショックプロモーター配列の改良. 第94回 日本動物学会大会, 山形大学, 2023.9.9

◎竹原 舞, 客野瑞月, 佐藤幸夫, 竹内 隆, 田澤一朗, 古野伸明, 今村拓也, 林 利憲, イモリにお

ける精子形成機構の解明に向けた再生モデルの確立. 第116回日本繁殖生物学大会, 兵庫県, 2023.9.24

◎諸角涼介, 客野瑞月, 上榎仁志, 鈴木菜花, 亀井保博, 田澤一朗, 古野伸明, 難波範行, 荻野 肇, 岡本和子, 林 利憲, イモリの腓臓の形態形成におけるPdx遺伝子の機能. 第46回日本分子生物学会年会, 神戸ポートアイランド, 兵庫県, 2023.12.6

◎渡辺大貴, 岡本和子, 林 利憲, イモリへのCRISPR/Cas12aシステムの応用. 第46回日本分子生物学会年会, 神戸ポートアイランド, 兵庫県, 2023.12.6

岡本和子, 奥田 寛, 単一ES細胞由来の神経管形成模倣スフェロイドにおける管腔形成の時空間動態. 第46回日本分子生物学会年会, 神戸ポートアイランド, 兵庫県, 2023.12.6

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

1. 研究員

Dalia Mohamedien 2023年11月1日から2024年3月31日

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」4,500千円(代表)
- ・挑戦的研究(萌芽)「p53遺伝子改変イモリの皮膚をモデルとした腫瘍発生機序の解明」2,500千円(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)

2. その他の補助金

岡本和子

- ・金沢大学がん進展制御研究所共同研究「グリオーマの核小体形態変化とエネルギー代謝イメージング」350千円(代表)
- ・令和5年度 統合生命科学研究科奨励賞「イモリ脱分化細胞での定量的ATP代謝動態イメージング」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

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

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

岡本和子

令和5年度広島県科学セミナー第3回科学セミナー（発表会）に係る指導助言者

○その他特記事項

該当無し

卵形成・変態研究グループ

令和5年度構成員：古野伸明（准教授）、田澤一朗（助教）、中島圭介（助教）

○研究活動の概要

本研究グループは、一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タイツメガエル、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、樹上性カエル垂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5年度の研究・教育活動は以下のとおりである。

1. ネッタイツメガエル*Pkmyt1*, *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卵細胞でG2期にはたらくCKI（Cyclindependent kinase inhibitor）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を試みた。まずF0としてKD個体を作成し、そのヘテロ個体を掛け合わせてF1を作成してKO個体を作成した。KO個体かどうかは、オタマジャクシの尾からDNAを抽出して配列を決定して確認した。

その結果、ノックアウト個体は、現時点では正常に変態した。ただ、KO個体は2匹しかおらず、また、まだ完全に成熟していないため性別は不明である。これがオスならば、*PkMyt1*は卵母細胞のみで働くという仮説から、正常に発生して個体まで成長するのは仮説に反しないが、メスならば卵母細胞特異的に働くG2期のCKIという仮説に反する。成長を待つとともに、さらなるKO個体を得て解析していきたい。

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停止の機構を解明したい。

2. Gtr2pとリボゾームタンパク質のRps31pの相互作用は、出芽酵母におけるRps31pのリボゾームへの組み込みに影響を与える（九州大学の関口先生との共同研究）

出芽酵母においては、*ras*様タンパク質であるGtr1pとGtr2pは二量体を形成し、細胞分裂やアミノ酸の代謝に影響を及ぼし、成長制御や栄養シグナル伝達、ストレス制御などに関与するTORC1活性の調節に関与している。Gtr2pの新規の機能を明らかにするために、Gtr2pの活性化型である*gtr2S32Np*を用いてTwo-hybridを行い、Gtr2pと相互作用する新規のタンパク質としてRps31pとRpl21pを同定した。さらに、Gtr1pでなくGtr2pがリボゾームの40SサブユニットRps31pと相互作用することを見出した。Rps31pは、ユビキチンタンパク質のUbi3pとの融合タンパク質で、リボゾームの40Sサブユニットのタンパク質であり、翻訳の開始とペプチド伸長に必須である。出芽酵母に

において、Gtr2pの不活性型であるGtr2Q66Lpを強制発現させるとRps31pの発現とGtr2pの相互作用も下がった。しかしながら、Rpl21pの発現レベルは変化しなかった。Rps31pのユビキチン結合に必要なリジンに変異を入れた遺伝子 (*rps31p-5kr*)を強制発現させると、*gtr2Q66L*を強制発現させた時に観察されるrapamycinとcafeine感受性がなくなり、Rps31pの発現も回復した。Rps31pとgtr31pQ66Lを強制発現させた酵母の細胞中質液をショ糖密度勾配遠心で解析したところ、リボゾームへの取り込みがRsp31pは減少していたがrps31p-K5Rの取り込みは効果的に取り込まれていた。これらの結果から、Gtr2pの新しい機能として、はRps31pのリボゾームへの取り込みに影響を与え、Rps31pとの相互作用を通じて薬剤耐性に関与している事を示唆した。

3. 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 α と β が有り、TR α をノックアウトした個体では正常に尾が退縮するが、TR β 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 β 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。

4. 甲状腺ホルモン受容体(TR) α と β の機能的な差についての解析

野生型とTR β 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 β 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 β ノックアウトガエルの退縮中の脊索では、TR α 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 β 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。

5. 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。

6. 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タ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。

7. 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)。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した。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ある程度観察できる (Nakajima 2023)。

8. 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た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におけるおよび I型コラーゲン (硬骨の細胞外マトリクス) II型コラーゲン (軟骨の細胞外マトリクス) の分布を比較した。ニホンアマガエルのI型のみがIE全体に認めれた。一方、シュレーゲルアオガエルでは殆どのIEの領域でII型のみが分布していたが、末節骨 (最遠位の指骨) に面する狭い範囲だけはI型のみが分布していた。これら両種のI型コラーゲン分布領域が共通祖先の組織に由来する可能性があると考えられる。

9. 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を示すデータを得た。一方、自家移植によって異所的な仙肋骨を生じた例はなかった。

10. 前変態期において甲状腺ホルモン受容体 α 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 α 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 α 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。これに加え、甲状腺ホルモン受容体 α の後肢芽発達抑制がいつ始まっているのかを特定するために、この遺伝子のノックアウト個体と正常個体との間で後肢芽の形態比較を行っており、正常個体では肢芽の兆しが見え始めるころに既に抑制が起きていることを示すデータが得られてきている。

11. 無尾両生類後肢形成における甲状腺ホルモンシグナルの役割

ヤマアカガエルの幼生をビタミンAで処理しても後肢の発達に外観上の影響はない。ところがビタミンAとともに甲状腺ホルモンおよびメチマゾール（甲状腺ホルモンの内生を阻害する化学物質）で処理すると左右の後肢が高頻度で鏡像対称重複を起こすことが当研究室で発見された（未公開）。本研究ではこの現象を利用して、無尾両生類における後肢形態形成の遺伝子調節ネットワークにおける甲状腺ホルモンシグナルの位置付けを明らかにしていく。

○発表論文

1. 原著論文

©[Nakajima K.](#), [Tazawa I.](#), [Furuno N.](#), Generation of translucent *Xenopus tropicalis* through triple knockout of pigmentation genes. *Dev Growth Differ.* 2023 Dec;65(9):591-598. doi: 10.1111/dgd.12891. Epub 2023.10.2, PMID: 37750430.

Sekiguchi T., Ishii T., Funakoshi M., Kobayashi H., [Furuno N.](#), Interaction between Gtr2p and ribosomal Rps31p affects the incorporation of Rsp31p into ribosomes of *Saccharomyces cerevisiae*. *Biochem Biophys Res Commun.* 2024 Mar 5; 699:149499. doi: 10.1016/j.bbrc.2024.149499. Epub 2024.1.11, PMID: 38281328.

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

©[吉村雅子](#), [田澤一朗](#), [中島圭介](#), [古野伸明](#), イモリ *Pleurodeles waltl* 幼生の発生過程における後肢芽由来組織と仙肋骨との相互作用. 第94回日本動物学会, 山形大学, 2023年9月7日, 口頭発表

©[中島圭介](#), [藪本壮太](#), [田澤一朗](#), [古野伸明](#), 変態において見落とされていた thyroxine の役割. 第94回日本動物学会, 山形大学, 2023年9月9日, 口頭発表

[関口 猛](#), [石井健士](#), [船越 稔](#), [小林英紀](#), [古野伸明](#), 酵母TOR伝達系のGタンパク質Gtr2と相互作用するタンパク質の同定と解析. 第13回TOR研究会, 千葉大学, 2023年11月11日, 口頭発表

[関口 猛](#), [石井健士](#), [舟越 稔](#), [小林英紀](#), [古野伸明](#), 酵母TOR伝達系のGタンパク質Gtr2は、リボソ

ームRps31と結合し,Rps31のタンパク質量の調節に関わる. 第46回分子生物学会, 2023年12月6日-8日, ポスター発表

◎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初期胚における細胞周期制御因子MYT1およびWEE1BのCRISPR/Cas9法を用いた機能解析. 第46回分子生物学会, 2023年12月6日-8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)「イペ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)

- ・ひらめき☆ときめきサイエンス「がん遺伝子の本当の働きを知っていますか?—動物卵から学ぶがん遺伝子の本来の機能」

400千円

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」

868千円 (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

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

該当無し

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。

- ・キャンパスガイド高屋中学校訪問 2023年7月13日
- ・広島大学オープンキャンパス対応 2023年8月18日
- ・広島大学技術センター見学対応 2023年9月14日
- ・北広島町立豊平中学校見学対応 2023年10月24日
- ・ホームカミングデー対応 2023年11月4日
- ・両生類研究センター企画展 2023年11月18日
- ・近畿大学工学部見学対応 2024年2月13日
- ・広島大学附属高等学校見学対応 2024年2月20日

進化・多様性研究グループ

令和5年度構成員：三浦郁夫（教授）、花田秀樹（助教）、
Tariq Ezaz（客員教授）、伊藤道彦（客員准教授）

○研究活動の概要

本研究グループでは、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や培養組織を用いて化学物質の影響解析を目的とした研究を推進している。令和5年度の研究内容は以下の通りである。

1. タゴガエルの性染色体ターンオーバーと種分化

カエルの性染色体は、種あるいは集団を単位として性染色体が入れ替わることが知られている。しかし、性染色体が頻繁に交代する進化学的理由はよくわかっていない。日本に生息するタゴガエルは、種分化ないし地域集団の遺伝的分化が激しいことで知られる。そこで、今回、タゴガエル種群の性染色体を解析した。その結果、3種類の性染色体が同定できた。1つは、13対の染色体うち(2n=26)、第7番染色体が性染色体として機能している場合で、タゴガエルの千葉や東京集団、秋田B'集団およびナガレタゴガエルの東日本集団が該当した。2つ目は第13番染色体が性染色体であり、タゴガエルの四国や九州、およびナガレタゴガエルの西日本集団が該当した。そして、3つ目は秋田のA集団であり、第3番染色体が性染色体であった。以上の集団について1塩基多型(SNP)解析を行い、集団の遺伝的構造を調べたところ、種間ないし地域集団の交雑を頻繁に繰り返しており、その結果として、性染色体の入れ替えが生じたことが推測された。特に、ナガレタゴガエルの東日本集団の場合、東京のタゴガエルと交雑が生じ、その結果、後者のY染色体（第7番染色体）がナガレタゴガエル集団へ導入され、異形な対の性染色体（第7番）を形成したことが判明した。以上から、遺伝的に異なる集団、あるいは種の間での交雑が性染色体の交代を誘導する要因となっていることが推測された。

2. 性染色体進化の一足飛び仮説の提唱

性染色体は一般的に同形の常染色体から進化する。性決定遺伝子を獲得した常染色体が性染色体となり、その後、逆位などの染色体の再配列が生じると異形対となり、XとYあるいはZとW染色体の間で乗り換えが抑制され、結果としてY染色体やW染色体が矮小化していく。これが従来から考えられている性染色体進化の一般的な方向である。日本に生息するツチガエルやタゴガエルは哺乳類や鳥類と同様、雌雄で異形を示す性染色体を進化させている。これまでの遺伝学的解析に加え、多数の性連鎖や常染色体の遺伝的マーカーを解析してみた結果、これら2種のカエルの性染色体は元々の集団で進化したものではなく、姉妹種から1対のうち一方が移入されて進化したことがわかった。つまり、異なる2種が過去に交雑し、その後、一方の種の特定の染色体だけが他方の種のゲノムに残ったことになる。しかも受け入れた集団の当該染色体はもともと常染色体であり、導入によって初めて性染色体に進化したことになる。導入された染色体は2つの種の間でもともと形が異なっているため、導入された時点でいきなり異形対の性染色体として進化したことになる。すなわち、性染色体進化の過程で言えば、常染色体から異形の染色体へ一足飛びに進化したことを示す。同様の現象がイトヨや鳥でも知られていることから、動物の世界では決して珍しくない現象であることが想定される。そこで、この進化様式を性染色体進化の一足飛び仮説と提唱した。

○発表論文

1. 原著論文

Mawaribuchi S., Ito M., Ogata M., Yoshimura Y., Miura I., Parallel Evolution of Sex-Linked Genes across XX/XY and ZZ/ZW Sex Chromosome Systems in the Frog *Glandirana rugosa*. *Genes (Basel)*. 2023 Jan 18;14(2):257. doi: 10.3390/genes14020257. PMID: 36833183

Miura I., Shams F., Ohki J., Tagami M., Fujita H., Kuwana C., Nanba C., Matsuo T., Ogata M., Mawaribuchi S., Shimizu N., Ezaz T., Multiple Transitions between Y Chromosome and Autosome in Tago's Brown Frog Species Complex. *Genes (Basel)*. 2024 Feb 26;15(3):300. doi: 10.3390/genes15030300

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

Miura I., Shams F., Ogata M., Ezaz T., ‘Leaping’ evolution of sex-chromosomes: Rapidly and easily acquiring a supergene. 9th International Symposium on the Biology of Vertebrate Sex Determination, Hawaii (Kona), 2023.4.17-21

Ezaz T., Schimek C., Shams F., Miura I., Clulow S., Majtanova Z., Deakin J., Sex determination in an Australian frog with a small genome and homomorphic sex chromosomes. 9th International Symposium on the Biology of Vertebrate Sex Determination, Hawaii (Kona), 2023.4.17-21

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

三浦郁夫, “両生類の色彩変異と色彩発現のメカニズム”, 第16回色素細胞シンポジウム(動物学会第94回山形年会), 山形市, 2023年9月7日

三浦郁夫, “例外こそが生命現象の原理・原則を証明する ～カエルの色彩と性～”, 第4回高校生両生類サミット, オンライン, 2023年11月1日

三浦郁夫, “性染色体はなぜ,どのようにターンオーバーするのか”, 第62回日本爬虫両生類学会企画集会 ハペから再考する多様な性決定システムの世界, 習志野, 2023年12月9日

三浦郁夫, “オオサンショウウオの起源と進化 ～岐阜集団に生じた中国種との交雑が意味すること～”, はざこシンポジウム2024, 岐阜県郡上市和良町, 2024年1月28日

4. 国内学会での一般講演

須田皓介, 三浦郁夫, 田村 啓, 塚本大輔, 奥山ほのか, 松尾拓哉, 伊藤道彦, 異種交配におけるサブゲノム非対称的トランスポゾン発現の脱抑制: piRNAおよび片親ゲノム排除との関連性の検討. 日本分子生物学会, 神戸, 2023年12月6日-8日

三浦郁夫, Shams F., 大木淳一, 青西靖夫, 林 浩介, 田上正隆, 藤田宏之, 桑名知碧, 回渕修治, Ezaz

T., タゴガエル種群における性染色体進化：Y染色体の種間移動とその起源. 第62回日本爬虫両生類学会船橋大会, 船橋市, 2023年12月10日

鎗田めぐ, 三浦郁夫, 石垣島および西表島に生息する無尾両生類の2島間におけるゲノムと性決定機構の違い. 第62回日本爬虫両生類学会船橋大会, 船橋市, 2023年12月10日

平野和己, 内藤順一, 田上正隆, 池田誠慈, 三浦郁夫, 日本産Hynobiusサンショウウオの性決定と繁殖のメカニズム. 第62回日本爬虫両生類学会船橋大会, 船橋市, 2023年12月10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」 300千円

花田秀樹

- ・科学研究費基盤C（代表）「両生類に対するジクロロボスの影響」 2,200千円

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

- ・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 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

- ・マスメディア取材協力

三浦郁夫

2023年5月21日, ABEMA的ニュースショウ (TBS), アマガエルの毒について.

2023年5月26日, Yahoo ニュース, アマガエルの毒について.

2023年5月24日, NスタとNews 23, カエル混入相次ぐ 混入した食品の安全性と企業の再発防止策.

【Nスタ解説】

2023年6月7日18:55, テレビ朝日 テレ朝ニュース, 金色オタマジャクシを発見! 幸運呼ぶ? カエルは何色に 佐渡との関連は. https://news.tv-asahi.co.jp/news_society/articles/000306240.html

2023年6月7日18:55, テレビ朝日 テレ朝ニュース, 金色オタマジャクシを発見! 幸運呼ぶ? カエルは何色に 佐渡との関連は. https://news.tv-asahi.co.jp/news_society/articles/000306240.html

2023年7月7日16:49, 広島テレビRCC イナマナ, 激レア「金色スケルトンカエル」を発見“カエル博士”も興奮 ピンクオタマジャクシが成長して.

<https://newsdig.tbs.co.jp/articles/rcc/589625?display=1&mwplay=1>

2023年7月9日, 読売新聞, [科想空感] カエルの「ど根性」に敬意を.

2023年7月13日, 中京テレビ キャッチ, (アマガエルの写真提供) 【黄金カエル】金運アップ!? 家族に変化が... 愛知・安城市

<https://www.google.com/search?client=safari&rls=en&q=%E4%B8%AD%E4%BA%AC%E3%83%86%E3%83%AC%E3%83%93%E3%80%80%E3%82%AD%E3%83%A3%E3%83%83%E3%83%81%E3%80%80%E3%82%AB%E3%82%A8%E3%83%AB&ie=UTF-8&oe=UTF-8#fpstate=ive&vld=cid:8ea7ce51,vid:4zC-Ue8QxZs>

2023年8月10日, テレビ朝日 テレ朝ニュース, ABEMA, Yahooニュース等, ヒマワリ色? 珍しいカエル発見 黄金色に黄色も 相次ぐ理由は?

<https://news.yahoo.co.jp/articles/cf7646e8e5837afbd64c94002bee2e101abd48c6>

2023年11月1日, 中国新聞朝刊 中国ワイド, 極めて珍しい 黄色タゴガエル 江津で成体発見.

<https://www.chugoku-np.co.jp/articles/gallery/379566>

2023年11月17日, 山陰中央新報, 珍しい 黄色のタゴガエル 江津の主婦発見, アクアスで展示.

<https://www.sanin-chuo.co.jp/articles/-/483238>

2023年12月31日, 中国新聞朝刊, 在来? 交雑? 簡単に判別 オオサンショウウオ 広島大チームが方法確立.

2024年1月29日, 中日新聞, オオサンショウウオ交雑種 県内でも確認 日本の固有種守ろう.

<https://www.chunichi.co.jp/article/845061>

2024年1月29日, 岐阜新聞, 下呂のオオサンショウウオ 3割で交雑確認. 郡上でシンポジウム開催

<https://topics.smt.docomo.ne.jp/article/gifu/region/gifu-20240129013306>

2024年1月29日, NHK, 日本固有種のサンショウウオ保護を考える. 郡上市

<https://www3.nhk.or.jp/lnews/gifu/20240129/3080012895.html>

2024年3月21日, 読売新聞夕刊, 生き残り戦略 様々 越冬と目覚め編 (上).

(ツチガエル幼生の越冬について)

○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」
- ・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とスインホーハナサキガエル

の種分化」

- ・ 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5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5年度の研究・教育活動は以下の通りである。

1. 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などの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等）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TGF-beta1リガンドが再生開始因子として働いてJunB転写因子の発現を誘導し、JunB転写因子が再生に重要な細胞増殖を促進することを明らかにした。

令和5年度は、TGF-beta1/JunB経路と協調して働く遺伝子の探索と機能解析を行った。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/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リガンドとしてInhibin betaAを同定することに成功した。*inhibin betaA*と*junb*の二重ノックアウト胚では尾部の再生が著しく遅れ、細胞増殖も低下することから、Inhibin betaAとJunBが協調的に働いて再生を促進していることが分かった。特に、*junb*ノックアウト胚では、FGF20リガンドの発現が低下しており、FGF20過剰発現によって*junb*ノックアウト胚の表現型が救助されることから、JunBの下流でFGF20が機能していると考えられた。本研究により、再生能力の高いツメガエルは、TGF-beta1/JunB/Inhibin betaA/FGF20経路を使って組織再生を行うことが明らかになった。以上の成果を国際誌に発表した（Nakamura *et al.*, *Sci. Rep.*, 2024）。

2. 神経堤細胞の発生過程におけるZbtb14の機能解析

頭蓋顔面疾患は口唇口蓋裂を含む先天異常の一つで、神経堤細胞の分化と移動の異常が主な原因と考えられている。神経堤細胞の分化は、BMP, Wnt, FGFなどの誘導因子のバランスによって緻密に制御されており、頭蓋顔面疾患の発症機構の理解と治療には、そのバランス調節機構の詳細な解析が不可欠である。我々は、これまでにzinc fingerタンパク質・Zbtb14がBMPとWntのシグナルバランスを調節して、後方神経の形成を促進すること（2018年）、さらにZbtb21がZbtb14と結合して、Zbtb14の働きを強めることを明らかにした（2022年）。令和5年度からは、Zbtb14による誘導因子シグナルのバランス調節に着目し、神経堤細胞の分化制御と頭蓋顔面疾患発症の分子機構を解明することを目的として研究を進めた。神経堤細胞分化におけるZbtb14の機能を解析するため、Zbtb14に対するアンチセンスモルフォリノオリゴをツメガエル胚に頭微注入して機能阻害を行い、神経堤細胞のマーカー発現変化を全胚の定量的RT-PCRとホールマウント*in situ*ハイブリダイゼーション法により解析した。その結果、神経堤細胞マーカー*foxd3*, *snai2*, *twist*の発現が著しく減少することを見出した。今後は、Zbtb14機能阻害胚における頭蓋顔面軟骨の形成を解析する

ためアルシアンブルー染色を行う予定である。

3. 神経発生におけるClkファミリーリン酸化酵素の作用機構

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。これまでの研究から、Clk2を初期胚で過剰発現するとFGFとBMPのシグナルを調節して神経誘導を引き起こすことが分かっている。また、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。

令和5年度は、Clkファミリーリン酸化酵素の作用機構を明らかにするために、Clk2と結合して働く共役因子 (Clk共役因子) を同定し、胚発生過程におけるClk共役因子の時期および領域特異的な発現と機能を解析した。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完全長cDNAを単離し、ホールマウント*in situ* ハイブリダイゼーション法によって、時期および領域特異的な発現を調べた。その結果、2つの候補遺伝子は、神経組織に強い発現が見られた。また、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たため、今後は候補遺伝子の変異体を用いて詳細な機能解析を行なうことを予定している。

○発表論文

1. 原著論文

Nakamura M., Kyoda T., Yoshida H., Takebayashi-Suzuki K., Koike R., Takahashi E., Moriyama Y., Wlitzla M., Horb M.E., Suzuki A., Injury-induced cooperation of Inhibin β A and JunB is essential for cell proliferation in *Xenopus* tadpole tail regeneration. ***Sci Rep.*** 2024 Feb 14;14(1):3679. doi: 10.1038/s41598-024-54280-w. PMID: 38355764; PMCID: PMC10867027.

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. 国際会議での招待講演

該当無し

2. 国際会議での一般講演

Koike R., Virginia R.P., Nakamura M., Takebayashi-Suzuki K., Suzuki A., Functional analysis of a new zinc finger protein that promotes the formation of neural tissue in *Xenopus* embryos. 19th International *Xenopus* Conference, Cambridge, Maryland USA, 2023年8月20日-24日, ポスター発表.

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

京田竜弥, 中村 誠, 森山侑夏, 吉田和史, 小池遼太, 竹林公子, Marko E. Horb, 鈴木 厚, ネットアイツメガエル幼生尾の再生過程におけるWntリガンドの機能解析. 生物系三学会中国四国地区合同大会2023年度 徳島大会, オンライン開催, 2023年5月13日-14日, 口頭発表

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zinc fingerタンパク質のツメガエル胚における機能解析. 第46回日本分子生物学会年会, 神戸ポートアイランド, 2023年12月6日-8日, ポスター発表

京田竜弥, 中村 誠, 森山侑夏, 吉田和史, 小池遼太, 竹林公子, Marko E. Horb, 鈴木 厚, ネットアイツメガエル幼生尾部の再生過程におけるWntリガンドの機能解析. 第46回日本分子生物学会年会, 神戸ポートアイランド, 2023年12月6日-8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, 広島大学, 2024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, 竹林公子, 鈴木 厚, ネットアイツメガエル幼生尾部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, 広島大学, 2024年3月7日, ポスター発表

賀 然, 小池遼太, Regina P. Virginia, 竹林公子, 鈴木 厚, Clkファミリーの神経誘導活性を調節する共役因子の機能解析. 日本動物学会中国四国支部・広島県例会, 広島大学, 2024年3月7日, ポスター発表

西嶋龍太郎, 京田竜弥, 暮石琴乃, 竹林公子, 鈴木 厚, モルフォゲンとその下流因子を介した組織再生の制御機構. 日本動物学会中国四国支部・広島県例会, 広島大学, 2024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

1. 研究員

竹林公子 2023年4月1日から2024年3月31日

2. 外国人留学生

該当無し

3. 外国人客員研究員

Marko Horb (Bell Center for Regenerative Biology and Tissue Engineering, Marine Biological Laboratory, USA・Senior Scientist) 2023年4月1日から2025年3月31日

「Analysis of cell signaling factors in axis formation, organogenesis, and tissue regeneration」

○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)「Clkファミリーと共役因子による神経形成制御とその破綻による自閉症発症機構」
1,400千円(代表)

2. 受託事業

該当無し

3. その他の補助金

鈴木 厚

- ・公益財団法人 蓬庵社 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

- ・Xenopus Gene Nomenclature Committee member（国際ツメガエル遺伝子命名委員会委員）
- ・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 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

鈴木 厚

- ・両生類研究センター特別セミナー（演者：三川 隆 (Takashi Mikawa) 博士 Camilla and George D. Smith Distinguished Professor in Science and Medicine Cardiovascular Research Institute, University of California San Francisco, USA）, 2023年11月2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

鈴木 厚, 竹林公子

- ・広島県立教育センター主催「第26回教材生物バザール」教材の提供及び解説, 2023年5月23日

鈴木 厚

- ・Virtual public lecture（Faculty of Dentistry, Universitas Brawijaya, Indonesia）, 2023年9月26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1件（Disease Models & Mechanisms）

○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」

○その他特記事項

- ・MBSJ2023サイエンスピッチ優秀発表賞, 第46回 日本分子生物学会年会, 小池遼太（D1）, 指導教員（鈴木 厚）
- ・広島大学創発的次世代研究者育成・支援プログラム, 小池遼太（D1）, 指導教員（鈴木 厚）

1-4-3 各種研究員と外国人留学生の受入状況

【令和5年度研究員】

- ・ 竹林 公子 2023年4月1日から2024年3月31日
- ・ 亀村 興輔 2023年4月1日から2024年3月31日
- ・ 林 舜 2023年4月1日から2024年3月31日
- ・ Dalia Mohamedien 2023年11月1日から2024年3月31日

【令和5年度外国人客員研究員】

- ・ Marko Horb (Bell Center for Regenerative Biology and Tissue Engineering, Marine Biological Laboratory, USA ・ Senior Scientist) 2023年4月1日から2025年3月31日
「Analysis of cell signaling factors in axis formation, organogenesis, and tissue regeneration」

【令和5年度外国人留学生】

博士課程後期

- ・ 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
- ・ FAN KAIDI (中国) (2023年10月入学) 基礎生物学プログラム
- ・ ZHANG WEICONG (中国) (2023年10月入学) 基礎生物学プログラム

博士課程前期

- ・ TIAN HAOLONG (中国) (2023年4月入学) 基礎生物学プログラム
- ・ CAO LEYAN (中国) (2023年4月入学) 基礎生物学プログラム
- ・ ZHUANG YUAN (中国) (2023年4月入学) 基礎生物学プログラム
- ・ KIPKEMOI GIDEON (ケニア) (2023年10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5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)	2
	基盤研究 (B)	9
	基盤研究 (C)	24
	挑戦的研究 (萌芽・開拓)	4
	若手研究	1
	研究成果公開促進費	0
	研究活動スタート支援	1
	特別研究員奨励費	0
	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		0
共同研究		2
寄附金		12
補助金		3
その他		15

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
	52	4	2	8	2	1	7

・セミナー・講師等 20 件

・高大連携, イベント等の社会活動, その他 17 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6年3月末現在）及び令和5年度の客員教員（非常勤講師）を次にあげる。

令和5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
	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）＊
	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）＊
	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
	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）＊
	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
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
	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（生命）＊
	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
	豊倉 浩一	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
	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（生物）＊
特任准教授	栗田 朋和	ゲノム編集イノベーションセンター
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5年度客員教員（非常勤講師）

朝比奈雅志（帝京大学理工学部バイオサイエンス学科・教授）

授業科目名：「植物生長制御学」

石崎公庸（神戸大学 大学院理学研究科・教授）

授業科目名：「植物の栄養繁殖の多様性とその分子機構」

石谷 太（大阪大学 微生物病研究所・教授）

授業科目名：「モデル生物で解き明かす生体防御機構・老化制御機構」

高倉伸幸（大阪大学 微生物病研究所・教授）

授業科目名：「血管形成のバイオロジー」（オンライン）

令和5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	5.4.1	豊倉 浩一	採用	グランドグリーン株式会社	統合生命科学研究科・理学部
					基礎生物学プログラム
					附属植物遺伝子保管実験施設
					助教
	5.4.1	佐久間 哲史		統合生命科学研究科・理学部	統合生命科学研究科・理学部
				数理生命科学・生命医科学プログラム	数理生命科学・生命医科学プログラム
				准教授	教授
2	5.4.1	栗田 朋和	昇任	統合生命科学研究科	統合生命科学研究科
				ゲノム編集イノベーションセンター	ゲノム編集イノベーションセンター
				特任助教	特任准教授
3	5.10.1	坊農 秀雅	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
				生命医科学・数理生命科学プログラム	数理生命科学・生命医科学プログラム
				特任教授	教授
4	5.10.1	三浦 郁夫	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
				准教授	教授
5	6.3.30	佐久間 哲史	辞職	統合生命科学研究科・理学部	
				数理生命科学・生命医科学プログラム	
				教授	
6	6.3.31	三浦 郁夫	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	
				両生類研究センター	
				教授	
7	6.3.31	古野 伸明	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	
				両生類研究センター	
				准教授	

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5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5年度
学科長	林
副学科長	佐久間
庶務	細羽，豊倉，岡本
入学試験委員会	奥村，守口
教務委員	教務委員長(副学科長・佐久間)，林，坂本 敦，濱生，嶋村，井川，守口
学生実習委員	○嶋村，島田，奥村，井川，森下，中島
HP委員	○植木，坪田
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术を修得させ、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5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5年5月1日現在）

入学年度	在籍学生数
令和5年度	34
令和4年度	35
令和3年度	35
令和2年度	35
令和元年度	3
合 計	142

【2】チューター

入学年度	チューター
令和5年度	井川，高橋美佐，高橋治子
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

2-3-4 卒業論文発表実績（個人情報保護法に留意）

令和5年度 卒業論文題目一覧

卒業論文題目名
キク属の開花過程の遺伝学的解析
<i>shibire</i> 変異体ショウジョウバエを用いたプロテオミクス解析による微小管動態制御因子の探索
Evolutionary Acquisition of a Promoter-associated Non-coding RNA for MEIS1 Transcription Factor Contributes to Expansion of Human Neural Stem Cells
細胞周期インジケーター Fucci 導入トランスジェニックイモリの作製
脊椎動物の眼形成遺伝子 <i>rax</i> の発現調節機構の研究
ネッタイツメガエル幼生尾の再生過程における JunB 経路と Wnt シグナル経路の解析
スジキレボヤの鰓に共生する <i>Pseudomonas brenneri</i> の蛍光標識と局在解析
線虫 <i>Pristionchus pacificus</i> における強度依存的な光受容機構の解明
DELTAタンパク質によるABA信号伝達制御機構の解析 Analysis of the regulatory mechanism of ABA signaling by DELLA proteins
ネッタイツメガエル近交系における表現型多型の解析
シアノバクテリア PCC6803 のCO ₂ 固定酵素ルビスコの高活性型への変換
逆転写酵素の改良による プライム編集法の特異性向上の試み
精巣における嗅覚受容体の発現と機能解析
イベリアトゲイモリリソース系統のミトコンドリア DNA 解析による野生個体群との系統関係の推定
液-液相分離に関与する長鎖ノンコーディングRNAの解析
高コピー数化した変異pBBR1型広宿主域ベクターpCir22のコピー数及び宿主域の評価
小胞体膜タンパク質VAPのトポロジー制御化合物探索
シロイヌナズナCYP78A5遺伝子の器官間境界領域における発現制御機構の解析
ヒト培養細胞における遺伝子ノックインクロンの効率的な樹立方法の開発の試み
指骨格の発生比較によるカエルの樹上性の進化的起源の探索
高精度化ライトフィールド量子温度イメージング技術の開発と応用 Precision-enhanced quantum thermometry using light-field microscopy
青ヶ島の蘚苔類フロラ
日本産無尾両生類における幼生の温度嗜好性の比較 Comparison of thermal preference of Japanese anuran tadpoles
蘚類ヒジキゴケの葉緑体ゲノムの解析と日本産ヒジキゴケの分子系統的位置

葉老化によるシロイヌナズナMAX3発現誘導機構の解析
バフンウニにおける <i>HpPks1</i> 遺伝子を標的とした遺伝子ノックイン
迅速なアブシシン酸生成能の欠損がストレス初期応対におけるトランスクリプトームに与える影響
STM-BLH9による組織特異的なGA生合成遺伝子の発現制御機構の解析 Analysis of the regulatory mechanism of tissue-specific GA biosynthesis gene expression by STM-BLH9

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。

宮島自然植物実験所では令和5年度に広島市植物公園特別企画展「牧野富太郎と広島」に関連して、野外観察会を広島県廿日市市宮島で開催し、合計で約50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