

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

本専攻は平成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。理学研究科生物科学専攻は、令和元年度に統合生命科学研究科基礎生物学プログラムに改組された。

1-1 プログラム・専攻の理念と目標

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

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

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

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

1-2 プログラム・専攻の組織と運営

生物科学専攻は、平成12年4月の大学院理学研究科の部局化に伴い、動物科学講座、植物生物学講座、多様性生物学講座、両生類生物学講座、及び植物遺伝子資源学講座の5つの講座に再編された。動物科学講座には、発生生物学、細胞生物学、情報生理学の3分野がある。植物生物学講座には、植物分類・生態学、植物生理化学、植物分子細胞構築学の3分野がある。多様性生物学講座には海洋分子生物学と島嶼環境植物学の2分野、植物遺伝子資源学講座には植物遺伝子資源学の分野がある。両生類生物学講座は発生研究グループ、進化多様性・生命サイクル研究グループ、遺伝情報・環境影響研究グループの3研究グループに分かれていたが、平成28年10月1日より附属両生類研究施設が改組され、学内共同教育研究施設の両生類研究センターとして設置された。これに伴い、新しくバイオリソース研究部門、発生研究部門、進化・多様性研究部門が設置され、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3年度構成員》 R4.3.31現在

動物科学講座

発生生物学研究室	菊池 裕（教授），高橋治子（助教），LEE SHIN YU（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	高橋陽介（教授），深澤壽太郎（助教）
植物分子細胞構築学研究室	鈴木克周（教授），守口和基（講師）

多様性生物学講座

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

植物遺伝子資源学講座

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

両生類生物学講座（両生類研究センター）

バイオリソース研究部門	荻野 肇（教授），井川 武（助教），鈴木 誠（助教）， 柏木昭彦（客員教授），平良眞規（客員教授）
発生研究部門	林 利憲（教授），鈴木 厚（准教授），高瀬 稔（准教授）， 古野伸明（准教授），田澤一朗（助教），中島圭介（助教）， 花田秀樹（助教）

進化・多様性研究部門	三浦郁夫 (准教授), Matthias Stöck (客員教授), Tariq Ezaz (客員教授), 島田知彦 (客員准教授)
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) 荒谷照美 (契約一般職員)
基礎生物学プログラム	
《令和3年度構成員》	R4.3.31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	高橋陽介 (教授), 深澤壽太郎 (助教)
植物分子細胞構築学研究室	鈴木克周 (教授), 守口和基 (講師)
研究科附属施設	
附属臨海実験所	田川訓史 (准教授), 有本飛鳥 (助教), 福田和也 (助教)
附属宮島自然植物実験所	坪田博美 (准教授)
附属植物遺伝子保管実験施設	草場 信 (教授), 小塚俊明 (助教), 信澤 岳 (助教) 谷口研至 (客員准教授)
両生類研究センター	
バイオリソース研究部門	*荻野 肇 (教授), *井川 武 (助教), *鈴木 誠 (助教), 柏木昭彦 (客員教授), 平良真規 (客員教授)
発生研究部門	*林 利憲 (教授), 鈴木 厚 (准教授), 高瀬 稔 (准教授), 古野伸明 (准教授), 田澤一朗 (助教), 中島圭介 (助教), 花田秀樹 (助教)
進化・多様性研究部門	三浦郁夫 (准教授), Matthias Stöck (客員教授), Tariq Ezaz (客員教授), 島田知彦 (客員准教授)
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) 荒谷照美 (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3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
1	3.4.1	LEE SHIN YU	採用	統合生命科学研究科	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
				研究員	助教
2	3.4.1	奥村 美紗子	昇任	統合生命科学研究科・理学部	統合生命科学研究科・理学部
				基礎生物学プログラム	基礎生物学プログラム
				助教	准教授
3	3.9.30	中野 道治	辞職	統合生命科学研究科・理学部	高知大学
				基礎生物学プログラム	
				特任助教	准教授
4	4.2.28	伊藤 岳	辞職	統合生命科学研究科・理学部	
				基礎生物学プログラム	
				特任助教	
5	4.3.31	高瀬 稔	辞職	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	
6	4.3.31	福田 和也	辞職	統合生命科学研究科・理学部	北里大学
				基礎生物学プログラム	海洋生命科学部
				臨海実験所	
				助教	助教
7	4.3.31	LEE SHIN YU	辞職	統合生命科学研究科	沖縄科学技術大学院大学
				基礎生物学プログラム	
				助教	助教

客員教員（非常勤講師）

《令和3年度》

青木 典子（金沢大学がん進展制御研究所・教授）

授業科目名：「がんの分子生物学」（オンライン）

今田 弓女（愛媛大学大学院理工学研究科 環境機能科学専攻・助教）

授業科目名：「植物と昆虫の関係をめぐる生物学」

三角 修己（山口大学大学院創成科学研究科・准教授）

授業科目名：「細胞小器官の生物学」

令和3年度理学研究科生物科学専攻・統合生命科学研究科基礎生物学プログラムの各種委員

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

委員会名	
専攻長・プログラム長	菊池
副専攻長・副プログラム長	草場
庶務（学科と兼務）	小塚

教務委員	守口
就職担当	草場（～9月30日），菊池（10月1日～）
広報委員	鈴木（厚）
LAN管理	守口
電子顕微鏡	濱生，嶋村
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	
人事交流委員会	専攻長（菊池）
安全衛生委員会	濱生
評価委員会	鈴木（克），植木，田川
広報委員会	鈴木（厚）
防災対策委員会	専攻長（菊池）
教務委員会	草場
入学試験委員会	嶋村，落合
大学院委員会	菊池
情報セキュリティ委員会	坪田
未来創生科科学人材育成センター 運営委員会	三浦，深澤
理学研究科副研究科長・理学部副学部長（広報担当）	今村

統合生命科学研究科基礎生物学プログラム各種委員会委員

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

全学各種会議・委員会委員

委 員 会 名	
評価委員会 委員	濱生
障害学生支援委員	花田
学生生活委員会	草場
ABS推進室委員	山口

ゲノム編集イノベーションセンター運営委員会	千原
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, 高瀬, 鈴木 (厚)
両生類研究センター研究員	植木
自然環境保全専門委員会	山口
生物圏科学研究科附属瀬戸内圏フィールド科学教育研究センター研究員 (海域生物圏部門)	植木

1-3 プログラム・専攻の大学院教育

1-3-1 大学院教育の目標とアドミッション・ポリシー

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

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

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

1-3-2 大学院教育の成果とその検証

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

基礎生物学プログラム：講義と演習、セミナーなどの授業、さらには学生と指導教員、副指導教員との密接な個別指導（研究室における修士論文、博士論文の指導）の2系統の教育を行っている。講義は、基礎的な内容について専門的な理解を深めて行くとともに、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3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）	3人
定員充足率		80%
在籍者数（各年度11.1現在）		32人
留年，退学，休学者数 ※1（全ての学年，各年度内の該当人数）		4人
留年，退学，休学者率		13%
学位（修士）授与数（各年度3.31現在）		14人
学位授与率 ※2		78%

【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）		2人
	うち，他大学出身者数 （各年度11.1現在）	1人
定員充足率		22%
在籍者数（各年度11.1現在）		11人
留年，退学，休学者数 ※1（全ての学年，各年度内の該当人数）		6人
留年，退学，休学者率		54%
学位（博士）授与数（各年度3.31現在）		3人
☆うち，いわゆる「満期退学」者や「単位取得後退学」者による博士号取得を課程博士として取扱っている場合にはその数（各年度3.31現在）		0人
学位授与率 ※2		60%
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を3年前（医・歯・獣医学は4年前，5年一貫制の場合は5年前）の入学者数で割った数値。

※ 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	14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	0人
公務員（公的な研究機関を除く）	1人
進学（博士課程, 留学等）	3人
その他	4人

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

1-3-3 大学院生の国内学会発表実績

令和3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	0	1	2
細胞生物学	1	0	0	1
情報生理学	0	0	0	0
植物分類・生態学	1	5	1	7
植物生理化学	4	0	0	4
植物分子細胞構築学	0	0	0	0
附属臨海実験所	0	0	0	0
附属宮島自然植物実験所	1	0	0	1

附属植物遺伝子保管実験施設		1	0	0	1
両生類研究センター	バイオリソース研究部門	0	0	0	11
	発生研究部門	2	2	7	
	進化・多様性研究部門	0	0	0	
合計		11	7	9	27

*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3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		1	0	0	1
情報生理学		0	0	0	0
植物分類・生態学		1	1	0	2
植物生理化学		0	0	0	0
植物分子細胞構築学		0	0	0	0
附属臨海実験所		0	0	0	0
附属宮島自然植物実験所		0	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	バイオリソース研究部門	0	0	0	2
	発生研究部門	0	0	2	
	進化・多様性研究部門	0	0	0	
合計		2	2	2	6

*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3年度 修士論文題目一覧》

学生氏名	論文題目
CHEN YUAN	Identification of transcription termination defect at DNA hypomethylated transcription termination sites in <i>DNA methyltransferase 3aa</i> knockout zebrafish (DNAメチルトランスフェラーゼ3aaノックアウトゼブラフィッシュにおけるDNA低メチル化転写終結部位での転写終結異常の同定)

WALAA SHERIF MOHAMMED ALHALABI	<i>In silico/In vitro</i> analysis of stress-resistant mechanism via liquid-liquid phase separation in breast cancer stem-like cells (乳癌幹細胞における液-液相分離によるストレス耐性機構の <i>in silico</i> ・ <i>in vitro</i> 解析)
XU MINGCONG	Prediction of cell clusters involved in myotendinous junction formation by bioinformatics (バイオインフォマティクス手法を用いた筋-腱接合部形成に関与する細胞集団の予測)
HE XINGJIAN	Antagonism against bacteria by some yeast strains, and its effect to inter-domain DNA transfer (酵母菌の示す細菌への拮抗的現象およびそのドメイン間 DNA 輸送への効果)
山本 董	ゼブラフィッシュ尾ビレ再生におけるプロスタグランジンD ₂ 、E ₂ の機能解明
清水 漠	樹状突起形態異常変異体 <i>II-45</i> の遺伝学的解析
森山 侑夏	ネッタイツメガエル幼生尾の再生過程におけるWntシグナルの機能解析
藤土 竜司	ダイナミン-2の膜結合能及び自己集合能を介した微小管の動態制御機構の解析
XIAO YANGYUXIN	Developmental study on branching in <i>Marchantia polymorpha</i> (ゼニゴケの分枝の発生学的研究)
高鋏 優	ニコチン性アセチルコリン受容体の発現によるヒトメラノーマ浸潤機構の解明
SHENG ZEPENG	A preliminary study on mechanism of invasion and colonization of Chinese tallow, <i>Triadica sebifera</i> (Euphorbiaceae) (ナンキンハゼの侵入と定着のメカニズムに関する基礎研究)
森 和也	ジャスモン酸によるジベレリンの生合成と不活性化の制御を介した植物の成長抑制
池田 皓	組織学及び生命情報科学的手法を用いた筋-腱接合部形成機構の解明
奈良 拓也	ストレス受容時における遺伝子の発現応答とゲノムの構造変化との関連性はストレス種によって異なる

1-3-6 博士学位

学位授与実績：令和3年度の学位授与数と論文題目は下記に示す（授与年月日を〔 〕内に記す）。

課程博士授与数 3件

VIRGINIA REGINA PUTRI〔令和3年9月3日〕（甲）（生物科学専攻）

Investigation of the role of Clk family proteins in *Xenopus* neural development

（ツメガエル神経形成における Clkファミリータンパク質の機能解析）

主査：鈴木 厚准教授

副査：荻野 肇教授，菊池 裕教授，千原 崇裕教授

ZHENG TIANXIONG〔令和4年3月4日〕（甲）（生物科学専攻）

Taxonomic revision of the genus *Marchantia* L. in Japan

（日本産ゼニゴケ属の分類学的再検討）

主査：嶋村 正樹准教授

副査：山口 富美夫教授，高橋 陽介教授，鈴木 克周教授，草場 信教授，
坪田 博美准教授

中村 誠〔令和4年3月23日〕(基礎生物学プログラム)
 ネットアイツメガエル幼生尾の再生過程における細胞分裂活性化機構の解析
 (Analysis of the molecular mechanisms that activate cell proliferation in *Xenopus tropicalis* tadpole tail regeneration)

主査：鈴木 厚准教授

副査：今村 拓也教授, 千原 崇裕教授, 林 利憲教授

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)	34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)	32人
TAとして採用されている者	21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)	12人
TAとして採用されている者	3人
在籍者数に対する割合	25%

※【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3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。

○産学官連携実績

坪田博美

- ・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（宮島ロープウエーターミナル（獅子岩駅）周辺の植生回復活動
- ・中国醸造株式会社との共同研究（2018-）広島県廿日市市（管理上廃棄される植物の有効活用に関する研究）
- ・株式会社アルモニーとの共同研究（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）

○高大連携の成果

- ・清心女子高等学校SSH臨海実習 2021年8月5日～8月7日（田川訓史，植木龍也，有本飛鳥，福田和也）
- ・広島大学公開講座 2021年8月7日（田澤一朗）
- ・広島大学公開講座 2021年8月21日（田澤一朗）
- ・高大連携公開講座「生物の多様性と進化」2021年9月23日.オンライン（坪田博美）
- ・高大連携公開講座「世界遺産宮島の植物と自然B」2021年10月9日．廿日市市宮島町（坪田博美）
- ・グローバルサイエンスキャンパス（GSC）宮島の自然と植物（野外活動）2021年10月24日．廿日市市宮島町（坪田博美）
- ・グローバルサイエンスキャンパス（GSC）分野別科学セミナー 2021年10月17日（田澤一朗）
- ・高大連携公開講座 2021年10月30日（田澤一朗，鈴木 誠，中島圭介，井川 武，林 利憲，三浦郁夫）
- ・グローバルサイエンスキャンパス（GSC）課題研究計画ポスター発表会審査 2021年11月3日（坪田博美，田澤一朗）
- ・ひらめき☆ときめきサイエンス 2021年12月26日（田澤一朗，中島圭介）

○生物科学専攻・基礎生物学プログラムのスタッフが令和3(2021)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	49
総説・解説	18
著書	8
国際学会	10
国内学会	13

*国際学会は，該当する全てをカウントする。

*国内学会は，招待，依頼，特別講演のみをカウントする。

○学術団体等からの受賞実績

(理) 生物科学専攻・(統合) 基礎生物学プログラムの学生および教員が、令和3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
安藤広記	中国四国植物学会第77回大会 優秀発表賞 (ポスター発表部門)	ジャスモン酸によるDELLAとMYC2を介した成長制御機構の解析	中国四国植物学会 会長	R3.6.20
谷永悠季	中国四国植物学会第77回大会 優秀発表賞 (口頭発表部門)	DELLA による ABA 感受性制御の分子機構の解析	中国四国植物学会 会長	R3.6.20
ZHENG TIANXIONG	日本蘚苔類学会第50回宮崎大会 優秀発表賞 (ポスター発表部門)	Taxonomic study on genus <i>Marchantia</i> L. in Japan	日本蘚苔類学会 会長	R3.9.4
中村 誠	研究科長表彰	学術研究活動における、特に顕著な業績	統合生命科学 研究科長	R4.3.23
小園梨央	理学部長表彰	学術研究活動における、特に顕著な業績	理学部長	R4.3.23
小園梨央	理学部後援会奨励賞	学術研究活動における、特に顕著な業績	理学部長	R4.3.23

○国際交流の実績

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

濱生こずえ

- ・ 長崎 晃博士 (産業技術総合研究所), Michael Ryan 教授 (Monash University) 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

奥村美紗子

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

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

- コケ植物タイ類における減数分裂前期での温度依存性細胞周期停止について (Karen Renzaglia博士 南イリノイ大学)
- ナンジャモンジャゴケのゲノム解析 (Kim Wonhee博士, National Institute of Biological Resources, ROK)

高橋陽介

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

深澤壽太郎

- Plant Molecular and Cellular Biology (Spain) M.A. Blázquez and D. Alabadi, DELLAによる転写制御機構の解析
- Rothamsted Research (England) Steve Tothmas, 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講師を7大学合同公開臨海実習へ講師を依頼し開催
- 米国ハワイ大学と共同でヒメギボシムシの再生研究を実施
- 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実施
- 広島大学との大学間, 部局間国際交流協定締結大学であるインドネシア共和国の州立イスラム大学マラン校, その他にも州立イスラム大学スラバヤ校, パレンバン校, バンテン校, ジャンピ校, メダン校, バンドン校, ジョグジャカルタ校, 台湾の国立中興大学から学生や研究者が参加し, JSTさくらサイエンスプランオンライン交流会を2日間実施

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 (井上侑哉助教とともに)
- Bednarek-Ochyra・Ochyra両博士 (ポーランド・Polish Academy of Sciences) *Racomitrium*属およびその周辺分類属の分子系統学的研究 (出口博則名誉教授とともに)

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」

荻野 肇

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

鈴木 厚, 竹林公子

- ・ウッズホール海洋生物学研究所（米国）Marko E. Horb博士, 「ツメガエル尾部の形成と再生におけるAP-1転写因子の機能解析」

中島圭介, 田澤一朗

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

三浦郁夫

- ・キャンベラ大学（豪州）Tariq Ezaz博士, 「性決定と性染色体の進化に関する研究」
- ・ローザンヌ大学（スイス）Nicolas Perrin博士, 「両生類の性染色体のターンオーバー」
- ・Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries – IGB Germany（ドイツ）Matthias Stöck博士, 「アマガエルの系統進化に関する研究」
- ・ウラル連邦大学（ロシア）Vladimir Vershinin博士, 「ゲノム排除の分子機構」
- ・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」
- ・Ewha Womans University（韓国）Amael Borzee博士, 「ツチガエル/アマガエルの系統進化」

○客員研究員・博士研究員

令和3年度に生物科学専攻・基礎生物学プログラムで受け入れた研究員等の人数は以下のとおり。

客員研究員	5人
博士研究員	2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	研究プロジェクト名
桑名知碧	両生類研究センター	D1	三浦 郁夫	タゴガエル種群の性染色体進化に関する研究
Phan Quynh Chi	附属宮島自然植物実験所	D2	坪田 博美	宮島の自然環境保全に関する生態学的研究
MUTMAINNAH Adriani	附属宮島自然植物実験所	D3	坪田 博美	瀬戸内海西部の海草の生物多様性

中村 誠	両生類研究センター	D3	鈴木 厚	ネッタイツメガエル幼生尾の再生過程におけるJunB転写因子の機能解析
西畑和輝	植物分類・生態学	D3	山口 富美夫	日本産カタシロゴケ科蘚類の分類学的再検討

○留学生支援経費（理学研究科・生物科学専攻）

ZHENG TIANXIONG	植物分類・生態学	D3	嶋村 正樹
-----------------	----------	----	-------

○広島大学創発的次世代研究者育成・支援プログラム

（統合生命科学研究科・基礎生物学プログラム）

中村 誠	両生類研究センター	D3	鈴木 厚
吉村 雅子	両生類研究センター	D2	古野 伸明

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3年度構成員：菊池 裕（教授），高橋治子（助教），Lee Shin-Yu（助教）

○研究活動の概要

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

発生生物学研究室は、基礎生物学の研究科に所属しているが、私達は生物学・工学・数理学・データ科学を融合させた、学際研究に取り組んでいる。昨年度から、生命科学とデータ科学（特に機械学習）との融合に力を入れており、機械学習による新しい生命現象の予測を目指している。

現在、主に以下の3つのテーマを中心に研究を行っている。

1. がん組織（微小環境・がん幹細胞）の解析

（1）がん微小環境の*in vitro*モデル化

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

（2）がん幹細胞のストレス耐性機構の解析

現在行われている3つのがん治療法（手術療法・化学療法・放射線療法）により一時的にがん組織が消失したように見えても、時間が経つとがんの再発が起こることが知られている。このようながん再発現象は、がん組織に存在しているがん幹細胞が原因であると予想されている。がん幹細胞は薬剤や放射線に対して高い耐性を有するため、治療後も生き残り、再びがん細胞を生み出すことによりがんが再発すると考えられている。私達は、良性腫瘍（MCF-10A）を初期化・部分的な分化により作製された人工がん幹細胞を用いて、がん幹細胞のストレス耐性に関与する遺伝子発現制御機構に関して、microRNAの解析を通じて研究を行っている。

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

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

2. ビックデータを用いた生命科学研究

(エピジェネティック制御による転写終結制御機構の予測)

転写開始機構の解析は、現在まで数多くの研究・解析が行われてきたが、転写終結機構に関する研究は少なく、なぜ特定の位置で転写が止まるのかに関しては、未だ明らかにされていない。私達は、ゲノムワイドなエピジェネティック修飾 (DNAメチル化・ヒストン修飾) の解析結果から、転写終結機構の解明を目指している。

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

◎[Haruko Takahashi](#), [Yutaka Kikuchi](#), 3D *in vitro* co-culture disc for spatiotemporal image analysis of cancer-stromal cell interaction, *Biomaterials Science*, 9 (2021), 4448–4458.

[Haruko Takahashi](#), Gregory A. Caputo, Kenichi Kuroda, Amphiphilic Polymer therapeutics: An alternative platform in the fight against antibiotic resistant bacteria, *Biomaterials Science*, 9 (2021), 2758–2767.

2. 総説・解説

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

◎Haruko Takahashi, Yutaka Kikuchi, 3D *in vitro* cancer and stromal cell co-culture disc for spatiotemporal image analysis, 1st JCA-AACR Precision Cancer Medicine International Conference, Online, 2021.9.11-12 (ePoster).

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

◎Haruko Takahashi, Shin-Yu Lee, Ikkei Kumoyama, Ruolin Hao, Hikaru Ikeda, Mingcong Xu, Mototsugu Eiraku, Yutaka Kikuchi, Engineering-assisted muscle-tendon assemble organoids (assembroids) for analysis of musculotendinous junction formation mechanism, 第44回 日本分子生物学会年会, オンライン, 2021年12月 (英語) .

4. 国内学会での一般講演

◎奈良拓也, 白井均樹, 高橋治子, 菊池 裕, 哺乳類における3'非翻訳領域のエピジェネティックマークと転写終結異常との関連性, 2021年日本バイオインフォマティクス学会年会・第10回生命医薬情報学連合大会 (IIBMP2021), オンライン, 2021年9月 (ポスター) .

◎山本泰久, 好村尚記, 高橋治子, 河原大輔, 菊池 裕, 次元削減手法を用いた画像・遺伝子統合解析によるがん診断基盤の構築, 2021年日本バイオインフォマティクス学会年会・第10回生命医薬情報学連合大会 (IIBMP2021), オンライン, 2021年9月 (ポスター) .

◎高橋治子, 菊池 裕, 3次元共培養法によるがん—間葉系細胞間相互作用の時空間画像解析, 第80回日本癌がん学会学術総会, オンライン, 2021年10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

菊池 裕 : Dalia Ibrahim Tawfik Mohamedien

外国人留学生

菊池 裕 : Yuan Chen (博士前期課程), Mingcong Xu (博士前期課程), Sun Weiyou (博士前期課程), Mohamed Nabil Bakr Abdelrahman (博士後期課程)

高橋治子 : Walaa Sherif Mohammed Alhalabi (博士前期課程)

○研究助成金の受入状況

外部研究資金

- 1) 共同研究 日本臓器製薬, 損傷組織の再生修復開始過程に及ぼすノイロトロピンの作用の解析と活性成分探索への応用, 6,728,000円, 2018年~2022年, 研究代表者 菊池 裕
- 2) 科学研究費補助金基盤C, メチル化による転写終結位置制御機構の解明, 1,200,000円, 研究代表者 菊池 裕
- 3) 令和3年度科学研究費助成事業基盤研究(C), 3次元培養系を利用したがん幹細胞性・薬剤耐性に対する抗がん性高分子の高機能化, 2021年4月~2024年3月, 直接経費 3,200,000円, 研究代表者 高橋治子
- 4) 令和3年度科学研究費助成事業基盤研究(C), DNA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, 研究分担者 高橋治子
- 5) 令和3年度金沢大学がん進展制御研究所共同研究, がん幹細胞のストレス耐性を制御するmiRNAの機構解明, 2021年4月~2022年3月, 直接経費 350,000円, 研究代表者 高橋治子
- 6) 2021年度「再生医学・再生医療の先端融合的共同研究拠点」共同研究課題, 生体外3次元筋・

腱複合組織の作製と筋-腱接合部形成・成熟過程の解明—組織内の細胞配向を可能にする3次元細胞培養材料の活用—, 2021年4月～2022年3月, 直接経費 900,000円,

研究代表者 高橋治子

- 7) 令和3年度国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B)), 筋骨格システムを制御する腱・靭帯のメカノバイオロジー機構の解明, 2021年10月～2026年3月, 直接経費 600,000円, 研究分担者 高橋治子

学内研究資金

- 1) 令和3年度人材育成コンソーシアム活動費, 2021年, 直接経費 500,000円.
2) 令和3年度統合生命科学研究科長裁量経費による研究支援【統合生命科学研究科奨励賞】, 3次元 *in vitro* 固形がんモデルによる、がん幹細胞に対する薬剤評価系の創出と抗がん性高分子の評価, 2021年, 直接経費 500,000円.

○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. 学会誌編集委員等

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

- 1) 菊池 裕, 高橋治子, 令和3年度金沢大学がん進展制御研究所共同研究, 共同研究員, 2021年4月～2022年3月.

○特記事項

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
- 3) プレスリリース: がんと周辺細胞の変化を可視化・定量化できる3次元 *in vitro* がんモデルへがん悪性化を抑える薬剤のスクリーニングへの応用に期待～
<https://www.hiroshima-u.ac.jp/sci/news/65506>

高橋治子：

学外活動

- 1) 令和3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，2021年4月～2022年3月

学内活動

- 1) 研究発表，第2回健康長寿シンポジウム（若手の部），3次元 *in vitro* 培養法を用いた再構成的アプローチによる正常・異常組織モデル構築と解析，2021年7月16日.
- 2) 統合生命科学研究科奨励賞，令和3年度統合生命科学研究科長表彰，広島，2021年5月.

海外共同研究

- 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

細胞生物学研究室

令和3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3年度の研究成果を記す。

1. 神経細胞の形成、成熟、老化を司る分子機構の解明

(1) 嗅覚感度を規定する分子基盤解明

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

(2) 行動の多様性を制御する神経回路の解明

動物は様々な行動をみせる。当研究室では行動の多様性のモデルとして線虫 *Pristionchus pacificus* を用い、遺伝学や細胞生物学などの最先端の技術を駆使することにより、行動の多様性を制御する神経回路基盤の解明とその形成過程の分子メカニズムの解明を目指している。興味深いことに、*P. pacificus* は集団密度などの生育環境に応じて口腔の形態に表現型多型を持ち、その形態に伴って摂食行動の違いがみられる。大きな歯を2つ持つ幅広型は他の線虫に対する捕食行動に適しているのに対し、1つの歯しか持たない狭小型はバクテリア食性であり捕食行動はみられない。これまでにセロトニンが捕食行動に重要であることを見出し、その成果を研究論文として国際学術雑誌に発表している (Okumura et al., 2017, **G3**; Ishita et al., 2021, **G3**)。令和3年度は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投稿中であ

る。

また *P. pacificus* におけるゲノム編集技術の改良を行い、それに関するプロトコール論文を発表した(Hiraga et al., 2021, *Development Growth and Differentiation*)。

2. ダイナミンによる微小管の制御メカニズムの解明

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

ダイナミンをHeLa細胞で発現抑制させると、安定化微小管のマーカーであるアセチル化チューブリンが増加する。この増加した安定化微小管は、GTPase活性をもたないダイナミンやオリゴマー形成できないダイナミンの発現により減少した。ダイナミンの微小管制御には、GTPase活性やオリゴマー形成が必要でないことを明らかにした。また、ダイナミンと相互作用する因子を探索しており、ダイナミンによる微小管制御の分子機構を解明していく予定である。

○発表論文

1. 原著論文

- ◎ Kamemura K., Moriya H., Ukita Y., Okumura M., Miura M., Chihara T.*, “Endoplasmic reticulum proteins Meigo and Gp93 govern dendrite targeting by regulating Toll-6 localization”. *Developmental Biology*, 484, 30-39 (2022)
- ◎ Takeuchi K., Honda D., Okumura M., Miura M.*, Chihara T.*, “Systemic innate immune response induces death of olfactory receptor neurons in *Drosophila*”. *Genes to Cells*, 27, 113-123 (2022)
- Lin Q., Guo R., Hamao K., Takagi R., Abe M., “2-(4-Nitrophenyl)-1*H*-indolyl-3-methyl chromophore: A versatile photocage that responds to visible-light one-photon and near-infrared-light two-photon excitations”. *Chemistry Letters*, 51, 153-156 (2022)
- ◎ Hiraga H., Ishita Y., Chihara T., Okumura M.*, “Step-by-step protocol for CRISPR/Cas9 genome editing in the nematode *Pristionchus pacificus*”. *Development Growth and Differentiation*. 63, 488-500 (2021)
- ◎ Kamemura K., Chen C., Okumura M., Miura M., Chihara T., “Amyotrophic lateral sclerosis-associated VAP33 is required for maintaining neuronal dendrite morphology and organelle distribution in *Drosophila*”. *Genes to Cells*, 26, 230-239 (2021)

2. 総説・解説

- ◎ Ukita Y., Okumura M., Chihara T.*, “Ubiquitin proteasome system in circadian rhythm and sleep homeostasis: Lessons from *Drosophila*”. *Genes to Cells*, 27, 381-391 (2022)

○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, Ageha Onodera, Chinatsu Kai, Takahiro Chihara, Misako Okumura, Forward genetic screening to understand the molecular mechanism responding to light in *P. pacificus*, 2nd International Pristionchus meeting, オンライン, 2021年10月12日-14日, 口頭発表
- ◎Runzhao Guo, Ryuji Fujito, Fumi Terada, Mikiko Nakagushi, Misako Okumura, Takahiro Chihara, Kozue Hamao, Dynamin-2 Regulates Microtubule Stability via an Endocytosis-independent Mechanism, Cell Bio Virtual 2021, オンライン, 2021年12月1日-10日, ポスター発表
- ◎Ken-ichi Nakayama, Takahiro Chihara, Misako Okumura, cGMP phototransduction pathway is involved in light avoidance behavior in the nematode *Pristionchus pacificus*, 23rd international *C. elegans* conference, オンライン, 2021年6月21日-24日, ポスター発表
- ◎Yuuki Ishita, Takahiro Chihara, Misako Okumura, Predatory feeding behavior is modulated via three serotonin receptors and other genetic factors in the nematode *Pristionchus pacificus*. 23rd international *C. elegans* conference, オンライン, 2021年6月21日-24日, ポスター発表

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

- 千原崇裕, 新規 Hippo 関連アミノ酸トランスポーターHiat は神経シナプスと組織サイズを制御する, 第73回日本細胞生物学会, オンライン, 2021年6月30日, 口頭発表
- 千原崇裕, ALS 関連小胞体タンパク質 VAP の細胞内及び細胞外における生理機能, 第64回日本神経化学学会, オンライン, 2021年9月30日, 口頭発表
- 千原崇裕, ALS 関連小胞体タンパク質 VAP の細胞内・外における生理機能, 第42回日本基礎老化学会シンポジウム, オンライン, 2021年11月28日, 口頭発表
- 奥村美紗子, 光環境による表現型多型の制御機構, 第6回HiHA Young Researchers Workshop 東広島統合生命科学・霞医系科学横断若手ワークショップ, オンライン, 2021年6月23日, 口頭発表

4. 国内学会での一般講演

- Kosuke Kamemura, Extracellular role of ALS-related ER-resident protein VAP in *Drosophila*, 広島大学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」令和3年度国際シンポジウム-ゲノム編集技術の最前線- 広島県, 2022年3月19日, 口頭発表
- ◎井下結葵, 千原崇裕, 奥村美紗子, Role of an astacin metalloprotease in evolutionally novel feeding behavior in the nematode *Pristionchus pacificus*. 第44回日本分子生物学会年会 横浜市, 2021年12月1日-3日, 口頭・ポスター発表
 - ◎中山賢一, 千原崇裕, 奥村美紗子, 線虫における光忌避行動の分子・神経基盤の解明, 第44回日本分子生物学会年会 横浜市, 2021年12月1日-3日, ポスター発表
 - ◎中山賢一, 千原崇裕, 奥村美紗子, cGMP経路は線虫*Pristionchus pacificus*の光伝達に関わる, 第44回日本分子生物学会年会 横浜市, 2021年12月1日-3日, ポスター発表
 - ◎Kosuke Kamemura, Misako Okumura, Takahiro Chihara, Exploring the extracellular functions of ALS-related protein VAP in *Drosophila*, 第44回日本分子生物学会年会 横浜市, 2021年12月1日, ポスター発表

- ◎本田大智, 千原崇裕, 奥村美紗子, *Hiat, a novel Hippo pathway-interacting amino acid transporter in the regulation of synapse formation and tissue growth in *Drosophila**, 第44回日本分子生物学会年会 横浜市, 2021年12月1日-3日, ポスター発表
- ◎本田大智, 千原崇裕, 奥村美紗子, *Identification and characterization of Hiata, a novel Hippo pathway-interacting amino acid transporter*, 14th Japan *Drosophila* Research Conference, オンライン, 2021年9月13日-16日, ポスター発表
- ◎Kosuke Kamemura, Misako Okumura, Takahiro Chihara, *Investigating the extracellular functions of ALS-related ER protein VAP in *Drosophila**, 14 th Japan *Drosophila* Research Conference, オンライン, 2021年9月13日-16日, 口頭発表
- ◎小野太一郎, 寺田富美, 奥村美紗子, 千原崇裕, 濱生こずえ, *がん関連変異DAPK3の発現は細胞質分裂を失敗させる*, 日本動物学会第92回オンライン米子大会, オンライン, 2021年9月1日-4日, ポスター発表
- ◎井下結葵, 千原崇裕, 奥村美紗子, *Astacin metalloprotease is required for predatory feeding in the nematode *Pristionchus pacificus*.*, 線虫研究の未来を創る会2021, オンライン, 2021年8月31日, 9月1日, 口頭発表
- ◎中山賢一, 千原崇裕, 奥村美紗子, *Forward and reverse genetic approaches to understand light avoidance behavior in *Pristionchus pacificus**, 線虫研究の未来を創る会2021, オンライン, 2021年8月31日, 9月1日, 口頭発表
- ◎小野寺揚羽, 井下結葵, 中山賢一, 甲斐千夏, 千原崇裕, 奥村美紗子, *Forward genetic screening to reveal the molecular mechanism of polyphenism in *Pristionchus pacificus**, 線虫研究の未来を創る会2021, オンライン, 2021年8月31日, 9月1日, ポスター発表
- ◎郭 潤昭, 寺田富美, 藤土竜司, 中串実姫子, 奥村美紗子, 千原崇裕, 濱生こずえ, *Dynamin-2 regulates microtubule stability by an endocytosis-independent mechanism.*, 第73回日本細胞生物学会大会, オンライン, 2021年6月29日-7月2日, 口頭発表
- ◎小野太一郎, 寺田富美, 奥村美紗子, 千原崇裕, 濱生こずえ, *DAPK3のがん関連変異の発現は細胞質分裂に失敗する*, 生物系三学会中国四国地区合同大会2021年度香川大会・日本動物学会第72回中国四国支部大会, オンライン, 2021年6月19日-20日, ポスター発表
- ◎郭 潤昭, 寺田富美, 藤土竜司, 中串実姫子, 奥村美紗子, 千原崇裕, 濱生こずえ, *Dynamin-2 regulates microtubule stability by an endocytosis-independent mechanism.*, 生物系三学会中国四国地区合同大会2021年度香川大会・日本動物学会第72回中国四国支部大会, オンライン, 2021年6月19日-20日, 口頭発表
- ◎Chinatsu Kai, Takahiro Chihara, Misako Okumura, *Exposure of light affects the mouth form dimorphism in the nematode *Pristionchus pacificus**, 第54回日本発生生物学会年会, オンライン, 2021年6月17日-18日, ポスター発表
- ◎本田大智, 千原崇裕, 奥村美紗子, *Identification and characterization of Hiata, a novel Hippo pathway-interacting amino acid transporter*, 日本発生生物学会年会第54回大会, オンライン, 2021年6月17日-18日, ポスター発表

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

【各種研究員】

- 千原崇裕 : 伊藤 聖 (日本学術振興会 特別研究員 DC1)
- 千原崇裕 : 亀村興輔 (日本学術振興会 特別研究員 DC2)
- 千原崇裕 : 高井嘉樹 (日本学術振興会 特別研究員 PD)

奥村美紗子：中山賢一（日本学術振興会 特別研究員 DC1）

【外国人留学生】

濱生こずえ：Guo Runzhao（博士後期課程）

○研究助成金の受入状況

- ・挑戦的研究（開拓）「匂い感覚能の個性を生み出す分子基盤解明」
代表者 千原崇裕 12,000 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 4,800 千円（13,300 千円／3年間）
- ・内藤記念科学振興財団 研究助成金「ALS関連小胞体分子VAPのトポロジー変換機構解明」
代表者 千原崇裕 3,000 千円（3,000 千円／1年間）
- ・アステラス病態代謝研究会 研究助成金「膜タンパク質トポロジー変化の分子機構と生理機能解明」
代表者 千原崇裕 2,000 千円（2,000 千円／2年間）
- ・G-7 奨学財団 研究開発助成「益虫・害虫の行動制御を可能にする味覚受容体ーリガンド解析系開発」
代表者 千原崇裕 1,500 千円（1,500 千円／1年間）
- ・若手研究 「線虫を用いた新規光受容体の探索」
代表者 奥村美紗子 2,080千円（4,160 千円／2年間）
- ・日本医療研究開発機構，革新的先端研究開発支援事業（AMED-PRIME），「光環境に応答する表現型多型の分子・神経制御機構」
代表者 奥村美紗子 14,900千円（52,000千円/4年間）
- ・理研-広大科学技術ハブ共同研究プログラム「線虫における光・温度感知の進化機構の解明」
代表者 奥村美紗子 1,100千円（1,100千円/1年間）
- ・特別研究員奨励費 「嗅覚による寿命制御メカニズムの解明」
代表者 伊藤 聖 800千円（2,200千円/3年間）
- ・特別研究員奨励費 「線虫における新規光受容体の同定および光情報伝達機構の解明」
代表者 中山賢一 800千円（2,200千円/3年間）
- ・特別研究員奨励費 「膜タンパク質のトポロジー変化を司るメカニズム及びその生理的意義の解析」
代表者 亀村興輔 800千円（1,700千円/2年間）
- ・特別研究員奨励費 「培養細胞発現系に代わる昆虫の味覚受容体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）

○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
- ・日本動物学会第92回米子大会準備委員会委員 濱生こずえ
- ・虫のつどい Slack管理人 奥村美紗子

2. 学会誌編集委員等

- ・Journal of Biochemistry, Associate Editor 千原崇裕

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

- ・広島大学健康長寿シンポジウム 2022年3月29日 講演者 千原崇裕
- ・JST創発的研究支援事業学内説明会 2022年3月30日 講師 奥村美紗子
- ・2021年度統合生命科学研究科創発的研究ワークショップキックオフ 2022年2月2日
奥村美紗子

5. セミナー・講演会開催実績

- ・第54回日本発生生物学会年会 2021年6月17日-18日, 組織委員, 千原崇裕
- ・線虫研究の未来を創る会2021 2021年8月31日-9月1日, 135名, メインオーガナイザー,
奥村美紗子
- ・23rd International C. elegans Conference 2021年6月21日-24日, 2252名, オンライン, Organizing
Committee, 奥村美紗子
- ・第4回虫のタベ オンラインセミナー&交流会 2021年5月28日, 77名, オンライン, オーガナイ
ザー, 奥村美紗子
- ・第5回虫のタベ オンラインセミナー&交流会 2021年7月9日, 84名, オンライン, オーガナイザ
ー, 奥村美紗子
- ・第6回虫のタベ オンラインセミナー&交流会 2021年10月8日, 76名, オンライン, オーガナイ
ザー, 奥村美紗子
- ・第7回虫のタベ オンラインセミナー&交流会 2021年11月26日, 79名, オンライン, オーガナイ
ザー, 奥村美紗子
- ・第8回虫のタベ オンラインセミナー&交流会 2022年3月16日, 86名, オンライン, オーガナイ
ザー, 奥村美紗子

6. 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
- ・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 千原崇裕
- ・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
- ・Ralf J Sommer教授（Max Planck Institute for Biology Tübingen）と線虫捕食行動の神経制御メカニ
ズムの解明の研究 奥村美紗子
- ・Ray Hong教授（California State University Northridge）と線虫における感覚応答メカニズムの解明
の研究 奥村美紗子
- ・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）、Michael Ryan教授（Monash University）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

7. その他

- ・日本学術振興会 学術システム研究センター センター研究員 千原崇裕
- ・2021年度広島大学創発的次世代研究者育成・支援プログラム 次世代フェロー 井下結葵
- ・2021年度広島大学創発的次世代研究者育成・支援プログラム 次世代フェロー 郭 潤昭
- ・線虫研究の未来を創る会2021 優秀ポスター発表賞 小野寺揚羽
- ・広島大学理学部後援会奨励賞 小園梨央
- ・広島大学理学部長表彰 小園梨央
- ・広島大学理学部 博士課程後期進学奨励金 本田大智
- ・広島大学理学部 博士課程後期進学奨励金 平賀裕邦
- ・広島大学理学部 博士課程後期進学奨励金 松田風紗
- ・広島大学理学部 博士課程後期進学奨励金 浮田由美子
- ・2021年度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 伊藤 聖
- ・2021年度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 亀村興輔
- ・2021年度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
- ・2021年度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
- ・2021年度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 平賀裕邦
- ・2021年度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 松田風紗
- ・令和3年度 広島大学卓越大学院ゲノム編集先端人材育成プログラム 奨学生 井下結葵
- ・第24回教材生物バザールへの教材提供 奥村美紗子

情報生理学研究室

令和3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する、という独自の発見を発展させている。特に、ヒト・チンパンジーの種特異的長鎖ncRNA(lncRNA)群を介した脳遺伝子発現活性化機構に着目し、ゲノム編集脳および脳オルガノイドのハイスループット産生系構築、トランスジェニック・イメージング・バイオインフォマティクス技術の活用を基礎に課題を進行している。進化淘汰圧をくぐり抜け、種にしたがって特異に適応したlncRNAの動作原理を時空間解析から明らかにすることを目標とする。そのねらいは、霊長類大脳皮質の遺伝子発現制御をげっ歯類細胞に再現することで、マウスのようなモデル実験動物種を異なる動物種の形質理解のために利用できるようにリソース化し、さらに新形質の自在操作のための分子基盤づくりを目指すことにある。

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。我々が発見した新規バナジウム結合タンパク質Vanabinはバナジウムを濃縮するホヤのみが持つユニークなタンパク質ファミリーであり、バナジウムを還元する還元酵素活性も持つことから、高選択的濃縮のカギを握ると考えている。現在は主としてトランスクリプトーム解析によって発見したバナジウム濃縮関連遺伝子の研究を進めるとともに、国内・国際共同研究としてホヤに共生する細菌叢のメタ16S解析及びホヤのゲノム解析、バナジウム濃縮還元能力を持つ腸内共生細菌株ならびに生分解性プラスチックの海洋環境での分解に関与する細菌の探索を行っている。これらと並行して、東広島地区の共同利用設備を活用し、ホヤの接着機構及び付着防止機構に関連するタンパク質の同定と発現・機能解析を進めた。

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。

我々の実験動物の1つである海産巻貝類のイボニシは、有機スズなどの環境汚染物質によって雌の雄性化（インボセックス現象）を起こすことから、かつては有機スズによる海洋汚染のモニタリングや有機スズの作用機序の解明に用いられ、さらに現在でも東日本大震災によって発生した福島第一原子力発電所の炉心融解事故によって壊滅的な打撃を受けた周辺沿岸の生態系の回復の

モニタリングにも用いられている。

最近、福島第一原子力発電所周辺の潮間帯で、本来、夏が生殖期であるイボニシが、年間を通じて生殖腺が成熟する通年成熟現象を起こしていることがわかった。軟体動物では生殖機能の調節に関わる神経ペプチドが多数、知られていることから、何らかの要因でイボニシの神経ペプチド調節系が機能不全を起こしたために通年成熟現象が発生したことが想定された。そこで、科学研究費補助金の採択を得て、神経ペプチド分泌に関して中心的役割を担う中枢神経系において、通年成熟によって発現が変動する遺伝子を、次世代シーケンサーを用いたトランスクリプトーム解析により網羅的に解析した。まず、解析で得られたデータから、われわれがこれまでにイボニシから同定していた約20種の神経ペプチドを含む計87個の神経ペプチド前駆体を同定した。次に、それらの前駆体の発現を通年成熟個体と正常個体の間で比較したところ、約2/3の神経ペプチド前駆体の発現が低下していることがわかった。このことから、当初のわれわれの作業仮説の通り、通年成熟を起こしたイボニシにおいて、神経ペプチド調節系が機能不全を起こしている、と推定された。現在、これらの神経ペプチドと通年成熟現象との関連を精査している。

○発表論文

1. 原著論文

- J. Takouda, S. Katada, T. Imamura, T. Sanosaka, K. Nakashima, SoxE group transcription factor Sox8 promotes astrocytic differentiation of neural stem/precursor cells downstream of Nfia. *Pharmacol Res Perspect*, 9: e00749 (2021)
- S. Katada, J. Takouda, T. Nakagawa, M. Honda, K. Igarashi, T. Imamura, Y. Ohkawa, S. Sato, H. Kurumizaka, K. Nakashima, Neural stem/precursor cells dynamically change their epigenetic landscape to differentially respond to BMP signaling for fate switching during brain development. *Genes Dev*, 35: 1431 (2021)
- T. Kameda, H. Nakashima, T. Takizawa, F. Miura, T. Ito, K. Nakashima, T. Imamura*, Neuronal activation modulates enhancer activity of genes for excitatory synaptogenesis through de novo DNA methylation. *J Reprod Dev*, 67: 369 (2021)
- T. Yoshino, T. Suzuki, G. Nagamatsu, H. Yabukami, M. Ikegaya, M. Kishima, H. Kita, T. Imamura, K. Nakashima, R. Nishinakamura, M. Tachibana, M. Inoue, Y. Shima, K. Morohashi, K. Hayashi, Generation of ovarian follicles from mouse pluripotent stem cells. *Science*, 373: eabe0237 (2021)
- H. Nakashima, K. Tsujimura, K. Irie, T. Imamura, C.A. Trujillo, M. Ishizu, M. Uesaka, M. Pan, H. Noguchi, K. Okada, K. Aoyagi, T. Andoh-Noda, H. Okano, A.R. Muotri, K. Nakashima, MeCP2 controls neural stem cell fate specification through miR-199a-mediated inhibition of BMP-Smad signaling. *Cell Rep*, 35: 109124 (2021)

2. 総説・解説

- B. An, T. Kameda, T. Imamura*, The evolutionary acquisition and mode of functions of promoter-associated non-coding RNAs (pancRNAs) for mammalian development. *Essays Biochem*, 65: 697 (2021)

○著書

- N. Yamamoto, M. Uesaka, T. Imamura, K. Nakashima, Roles of epigenetics in the neural stem cell and neuron. *Epigenetics in Psychiatry*, 53-84 (2021)

○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

Boyang An, Tomonori Kameda, Takuya Imamura, The human-specific pancCD63-CD63 pair can be involved in developing brain individuality by promoting basal progenitor proliferation. The 80th Fujiwara Seminar “Molecular and cellular mechanisms of brain systems generating individuality” (2021年8月30日, オンライン)

◎Arisa Makimura, Boyang An, Akari Ando, Mayuri Tokunaga, Fumihiko Morishita, Tomonori Kameda, Takuya Imamura, Species difference in structure and function of a gene for epigenome modification, BMI1/Bmi1, in human/mouse neural stem cells. The 80th Fujiwara Seminar “Molecular and cellular mechanisms of brain systems generating individuality” (2021年8月30日, オンライン)

◎Akari Ando, Boyang An, Mayuri Tokunaga, Arisa Makimura, Fumihiko Morishita, Tomonori Kameda, Takuya Imamura, Potentials of UCP2/Ucp2 for developing brain individuality through metabolic reprogramming of neural stem cells. The 80th Fujiwara Seminar “Molecular and cellular mechanisms of brain systems generating individuality” (2021年8月30日, オンライン)

◎Mayuri Tokunaga, Boyang An, Akari Ando, Arisa Makimura, Fumihiko Morishita, Tomonori Kameda, Takuya Imamura, Discovery of a species-specific long non-coding RNA for differentiating expression of human NRSN2 and mouse Nrsn2 in neural stem cells. The 80th Fujiwara Seminar “Molecular and cellular mechanisms of brain systems generating individuality” (2021年8月30日, オンライン)

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

今村拓也 (シンポジスト), 霊長類特異的プロモーターノンコーディングRNA(pancRNA)の獲得による神経幹細胞機能の変遷, 第21回日本再生医療学会総会シンポジウム「霊長類のiPSを用いた生命医科学」, 日本再生医療学会 (2022年3月17日, オンライン)

4. 国内学会での一般講演

Boyang An, Tomonori Kameda, Takuya Imamura, The human-specific pancCD63-CD63 pair can promote basal progenitor proliferation for expansion of the cerebral cortex, 第114回日本繁殖生物学会大会 (2021年9月24日, オンライン)

◎安東明莉, Boyang An, 徳永真結莉, 榎村有紗, 森下文浩, 亀田朋典, 今村拓也, pancUCP2-UCP2ペアはヒト特異的神経幹細胞代謝リプログラミングに関与しうる, 第114回日本繁殖生物学会大会 (2021年9月24日, オンライン)

◎徳永真結莉, 安 博洋, 安東明莉, 榎村有紗, 森下文浩, 亀田朋典, 今村拓也, ヒトNRSN2は種特異的ノンコーディングRNAによる転写活性化を介して神経幹細胞増殖制御に機能しうる, 第114回日本繁殖生物学会大会 (2021年9月24日, オンライン)

◎榎村有紗, 安 博洋, 安東明莉, 徳永真結莉, 森下文浩, 亀田朋典, 今村拓也, ヒト・マウス神経幹細胞におけるエピゲノム修飾因子Bmi1遺伝子の構造的・機能的種差の同定, 第114回日本繁殖生物学会大会 (2021年9月24日, オンライン)

今村拓也, 動物種特異的プロモーターノンコーディングRNA(pancRNA)による神経幹細胞動態制御, 第15回神経発生討論会 (2022年3月20日, オンライン)

植木龍也, スジキレボヤvWFAタンパク質の接着部位への局在と接着能力, 2021年度中国四国地区生物系三学会合同大会 (2021年5月19日, オンライン)

◎三浦隆匡, 島村麻美子, 臼井絵里香, 森美穂子, 内野佳仁, 山口 薫, 笠石里江子, 森 知里, 寺尾拓馬, 日高皓平, 齋藤祐介, 山田美和, 加藤太一郎, 吉田真明, 植木龍也, 田川訓史, 木下浩, 高橋幹男, 紙野 圭, 実海域に浸漬した生分解性プラスチックフィルムの付着菌叢と崩壊度の関係, 微生物生態学会 (2021年10月30日, オンライン)

◎山口 薫, 稲葉重樹, 三浦隆匡, 森美穂子, 内野佳仁, 島村具仁子, 田淵由希子, 寺尾拓馬, 日高皓平, 山田美和, 加藤太一郎, 吉田真明, 植木龍也, 田川訓史, 岩田忠久, 磯部紀之, 木下浩, 高橋幹男, 紙野 圭, 実海域に浸漬した生分解性プラスチック素材等より分離されたラビリントラ類について, 第6回ラビリントラシンポジウム (2021年12月4日, 広島大学)

◎仁ノ内 唯, 森下文浩, 今村拓也, 植木龍也, スジキレボヤの鰓におけるバナジウムの取り込みと共生細菌の関係, 2021年度中国四国動物生理シンポジウム (2021年12月18日, オンライン)

◎植木龍也, Tri Kustono Adi, 森下文浩, 今村拓也, スジキレボヤVanabinXのバナジウム還元促進活性, 令和3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 (2022年3月8日, オンライン)

◎三浦隆匡, 島村麻美子, 臼井絵里香, 森美穂子, 内野佳仁, 山口 薫, 笠石里江子, 森 知里, 寺尾拓馬, 日高皓平, 齋藤祐介, 山田美和, 加藤太一郎, 吉田真明, 植木龍也, 田川訓史, 木下浩, 高橋幹男, 紙野 圭, 安定的な国際標準試験法の構築に向けた実海域における生分解性プラスチック付着菌叢の季節変動の調査, 日本農芸化学会大会 (2022年3月15日, オンライン)

◎中川雄介, 古満芽久美, 浮穴和義, 植木龍也, 小原政信, 堀口敏宏, 森下文浩, 軟体動物腹足類イボニシからOrbitrap-MS/MS分析で同定した3つのペプチドの構造と生理作用, 2021年度 中国四国地区生物系三学会合同大会 オンライン香川大会 (2021年6月19日-20日)

◎森下文浩, 堀口敏宏, 植木龍也, 今村拓也, 福島第一原発周辺沿岸で生殖の季節性を失った巻貝の神経節に発現する遺伝子の網羅的解析, 公益社団法人 日本動物学会 第92回オンライン米子大会 (2021年9月2日-4日)

◎森下文浩, 堀口敏宏, 植木龍也, 今村拓也, 福島第一原発近海で通年成熟現象を起こした巻貝 (イボニシ) の中枢神経系における遺伝子発現変動の網羅的解析, 第45回 日本比較内分泌学会大会及びシンポジウム (2021年11月12日-14日, オンライン金沢大会)

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

外国人留学生

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

○研究助成金の受入状況

科学研究費補助金

- ・科学研究費補助金 基盤(B), ノンコーディングRNA獲得による霊長類脳エピゲノム成立機構の実験的解明, 当該年度配分額4,420千円 (間接経費を含む), 研究代表者 今村拓也
- ・科学研究費補助金 基盤(C), ホヤ血球による金属運搬と被囊接着機構に関する形態学および機能解析, 当該年度配分額1,300千円 (間接経費を含む), 研究代表者 植木龍也, 研究分担者 古野伸明
- ・科学研究費補助金 挑戦的研究 (萌芽), 福島第一原子力発電所周辺の潮間帯で見られた巻貝の生殖の季節性喪失の分子基盤, 当該年度配分額4,550千円 (間接経費を含む),

研究代表者 森下文浩，研究分担者 今村拓也，堀口敏宏

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

- ・ 第一三共生命科学財団 2021年度研究助成，細胞間を連絡するRNAの潜在能力の計測に基づく
個体差の理解と組織改変，2,000千円，研究代表者 今村拓也

○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

今村拓也

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

植木龍也

- ・ 公益社団法人日本動物学会中国四国支部代表委員
- ・ The International Vanadium Symposium, International Advisory Board (国際バナジウム会議，国際
諮問委員) .
- ・ 公益社団法人日本動物学会第92回米子大会準備委員会委員
- ・ 2021年度中国四国動物生理シンポジウム主催者

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
- ・ 公益社団法人日本動物学会第92回米子大会準備委員会委員
- ・ 日本比較生理生化学会評議員

2. セミナー・講演会開催実績

森下文浩

- ・ 令和3年度 広島大学理学部生物科学同窓会記念講演会 世話人，2021年11月6日，
講師：奥田敏統氏（広島大学大学院統合生命科学研究科），広島大学理学部，参加者40名

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

今村拓也

- ・九州大学医学部，非常勤講師，2021年4月1日～2022年3月31日

植木龍也

- ・放送大学瀬戸内海向島海洋生物学実習，協力教員，2021年5月11日～12日.
- ・岡山ノートルダム清心女子高臨海実習，講師，2021年8月5日～7日

森下文浩

- ・山口大学理学部，非常勤講師，2021年8月26日，27日（集中講義）

5. 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

- ・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
- ・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
- ・島根大学生物資源科学部付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
- ・インドネシア国立イスラム大学マラン校理工学部，客員教授

森下文浩

- ・広島工業大学生命学部 非常勤講師
- ・独立行政法人国立環境研究所 客員研究員

○特記事項

- ・Boyang An（指導教員：今村拓也）
令和3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
The 80th Fujihara Seminar国際会議Outstanding Poster Award受賞，2021.8.31

植物生物学講座

植物分類・生態学研究室

令和3年度構成員：山口富美夫（教授）、嶋村正樹（准教授）

○研究活動の概要

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

令和3年度の植物分類・生態学研究室の研究活動の概要は以下のとおりである。

(1) 蘚苔類の系統・分類学的研究

日本産ゼニゴケ属（ゼニゴケ科、苔類）の系統・分類学的研究を進めた。従来トサゼニゴケと呼ばれていたゼニゴケ属の*Papillatae*節に属する日本の植物は、分子系統解析の結果、2つの異なるクレードに分けられることが明らかとなった。この2つのクレードに属する植物は、葉状体上の黒色の中央帯の有無、腹鱗片の付属物の形態、生殖枝の形態によって区別された。また日本における地理的分布や生態学的特徴も異なることが明らかになった。*M. emarginata* Reinw. Blume et Nees subsp. *cuneiloba* T.X.Zheng & M. Shimamura comb. et. stat. nov. および *M. papillata* Raddi. subsp. *grossibarba* (Steph.) Bischl.をそれぞれのクレードに属する植物の適切な分類名として提案した。

(2) 蘚苔類フロラ及び生態に関する研究

2016年に返還された米軍北部訓練場跡地、大宜味村の石灰岩地、やんばる国立公園区域を中心に蘚苔類の生育状況を調査し、約1200点の標本を得た。その結果、与那覇岳では約60年ぶりにマルバツガゴケ *Distichophyllum obtusifolium* Thér.の生育を確認し、ネクマチジ岳では新種の可能性がある *Neckeropsis* 属の一種を発見するなどの成果を得た。

(3) ゲノム情報を基盤とした植物の形態学的・発生学的研究

ナンジャモンジャゴケの葉緑体ゲノム配列を報告し、コケの葉緑体ゲノムとしては最大の遺伝子数と高頻度のRNA編集について、進化の観点から議論した。ナンジャモンジャゴケの葉緑体ゲノムには、コケ植物としては唯一、*ccsA*, *cysA*, *cysT*, *petN* *rpoA*, *rps16*, および *trnPGGG* 遺伝子が保持されている。コケ植物の進化の過程でのこれらの遺伝子の喪失パターンから、コケ植物の系統関係を議論した。栄養組織の単色素体性と、葉緑体ゲノムの高頻度なRNA編集部位との間に密接な相関関係があることを示した。ナンジャモンジャゴケを含むいくつかの初期の分岐陸上植物の栄養細胞内の色素体の小さな集団サイズが、細胞内遺伝的ドリフトを介して色素体ゲノムの変異の頻繁な固定を引き起こし、有害な変異が継続的に補償される可能性があるという新しい仮説を提案した。

ツノゴケ類の形態学的、発生学的研究を進め、生殖器官の発生過程や、葉緑体内部の微細形態について研究を行った。

それぞれ1/3（120度）、3/8（135度）2/5（144度）の螺旋状葉序を示す、ヨツバゴケ、エゾスナゴケ、ヒメツリガネゴケについて、頂端細胞から分裂した1つの派生細胞に由来する細胞群（メロファイト）について、個々のメロファイトの重心と頂端細胞の重心がなす角度を測定し、葉序

と頂端細胞の分裂方向の周期的旋回角度の相関について検証した。頂端細胞の分裂方向の周期的旋回が存在し、その角度の違いが植物種ごとの葉序の決定に寄与していることが初めて証明し、論文として発表した。

(4) 日本産フキ (*Petasites japonicus*) の分子系統地理学的研究

フキ *Petasites japonicus* (Siebold & Zucc.) Maxim. はロシア・中国・韓国・日本に分布するキク科フキ属の雌雄異株の多年生草本植物である。北海道から東北地方北部にかけて、生育・栽培されている大型のフキは、一般的にアキタブキとして亜種 *subsp. giganteus* に区別される。しかしフキとアキタブキの遺伝的差異は明らかにされておらず、植物体の大きさ以外に両者を識別できる形質も分かっていない。日本各地の自生と栽培のフキとアキタブキについて、核ITS領域、葉緑体 *atpB-rbcL* 間領域の塩基配列に基づく系統解析、外部形態の比較を行った。核ITS領域では(1)北海道、(2)東北地方北部、(3)本州・四国・九州に広く分布する3つの遺伝的グループが認められ、葉緑体 *atpB-rbcL* 間領域では(1)北海道・東北北部、(2)本州・四国・九州に広く分布する2つの遺伝的グループが認められた。また雄小花の萼筒が長い(冠毛形成位置が高い)という形質は、北海道と本州北部の一部のフキのみで見られた。黄色の花粉を形成する雄植物は、西日本(本州・四国・九州)のみで見つかった。また大型フキのみからなる遺伝的グループは認められなかった。むしろ北海道と東北北部のフキは植物体の大きさにかかわらず、まとまった遺伝的グループとして認められた。今後はフキとアキタブキの両者を識別できる形態形質のさらなる検索を行う予定である。

(5) ハチクの開花状況調査

120年ぶりとされる開花のタイミングを機に花の形態の観察を行った。また、今後大規模な一斉開花に繋がっていくかどうか、開花・枯死の後、竹林の更新はどのように起こるのか等、経過を観察するために、東広島市におけるハチクの開花状況、場所を詳細に記録した。

(6) 高等学校の生物学教材開発

形態観察に基づく分類と分子系統解析の結果を統合して考察する学習教材の開発を富川光准教授(広島大学大学院人間社会科学部)と行った。形態的特徴が把握しやすく、時期を問わず生材料の入手ができる点を重視して、針葉樹の葉の形態を用いた分類と分子系統解析を統合した教材を開発し、論文として発表した。

(7) 植物標本庫 (HIRO) の整備

交換・寄贈標本として、*Bryophytes of Asia, fasc. 28* を国内外の46研究機関に配布した。これらを含めた収蔵標本の整理と体系的管理に向けたデータベース構築を行った。また、研究用蘚苔類標本として、国外研究機関に5件、内研究機関に2件を貸し出し、国外研究機関に2件、国内研究機関に3件を贈与した。

新たに1,019件の標本産地データ、12,849件の標本種データをデータベースに入力した。また、約5,000点のコケ植物標本の標本袋入替作業、整理保管作業を行った。

○発表論文

1. 原著論文

Kamamoto N., Tano T., Fujimoto K. & Shimamura M. 2021. Rotation angle of stem cell division plane controls spiral phyllotaxis in mosses. *Journal of Plant Research* 134: 457–473.

◎Sadamitsu A., Inoue Y., Sakakibara K., Tsubota H., Yamaguchi T., Deguchi H., Nishiyama T. & Shimamura M. 2021. The complete plastid genome sequence of the enigmatic moss, *Takakia lepidozoides* (Takakiopsida, Bryophyta): evolutionary perspectives on the largest collection of genes in mosses and the intensive RNA editing. *Plant Molecular Biology* 107: 431–449.

◎Hashimoto T., Tsubota H., Shimamura M., Inoue Y. 2021. The complete chloroplast genome of *Petasites japonicus* (Siebold & Zucc.) Maxim. (Asteraceae). *Mitochondrial DNA Part B* 6: 3503–3505. 原著論文

○富川 光, 倉林 敦, 嶋村正樹. 2021. ヒノキ科針葉樹を用いた生物の分類と系統に関する教材の開発. 広島大学大学院人間社会科学研究科紀要. 教育学研究 2: 36–42.

池松泰一, 嶋村正樹. 2021. 120年の開花周期を持つと推測されるハチクの西条盆地（東広島市）における開花状況について. *Hikobia* 18: 177–183.

Yamaguchi T. 2021. Bryophytes of Asia. Fasc. 28. *Hikobia* 18(3): 189–190.

Zheng T.-X. & Shimamura M. 2022. Taxonomic reevaluation of the Japanese *Marchantia* taxa belonging to sect. *Papillatae* of subg. *Chlamidium* (Marchantiaceae). *The Bryologist* 125: 135–147.

2. 総説・解説

Kyozuka J., Nomura T. & Shimamura M. 2022. Origins and evolution of the dual functions of strigolactones as rhizosphere signaling molecules and plant hormones. *Current Opinion in Plant Biology* 65: 102154–102154. 総説

西山智明, 嶋村正樹, 榊原恵子. 2021. 陸上植物起源研究の最後のフロンティア, ツノゴケの生物学. *植物科学の最前線* 12: 183–185.

西山智明, 嶋村正樹, 榊原恵子. 2021. ツノゴケゲノムと陸上植物の発進進化. *植物科学の最前線* 12: 186–195.

嶋村正樹 2021. ツノゴケの細胞生物学. *植物科学の最前線* 12: 196–205.

小藤累美子, 嶋村正樹. 2021. ツノゴケの組織と形態. *植物科学の最前線* 12: 206–222.

西山智明, 嶋村正樹, 榊原恵子 2021. ゲノム解析から見たツノゴケの二酸化炭素濃縮機構とシアノバクテリア, 菌類との共生. *化学と生物* 59(10): 484–487.

嶋村正樹 2021. 陸上植物の進化史と地球気候変動. *太陽エネルギー* 47(5): 26–30.

○著書

山口富美夫 2022. コケ植物, p. 649-677. In 生物多様性戦略推進会議希少生物分科会(編), 広島県の絶滅のおそれのある野生生物(第4版)ーレッドデータブックひろしま2021ー. 761 pp. 広島県環境県民局自然環境課, 広島.

○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

Shimamura M. 2021. Cell biology of hornworts. BL2021: Bryophytes, lichens, and northern ecosystems in

a changing world. Quebec, Canada. 2021年7月6日-9日, オンライン

Shimamura M., Tano T., Kamamoto N. & Fujimoto K. 2021. Rotation angle of apical cell division plane controls spiral phyllotaxis in mosses. BL2021: Bryophytes, lichens, and northern ecosystems in a changing world. Quebec, Canada. 2021年7月6日-9日, オンライン

Zheng T.-X. & Shimamura M. Recent taxonomic progress on genus *Marchantia* L. in Japan. BL2021: Bryophytes, lichens, and northern ecosystems in a changing world. Quebec, Canada. 2021年7月6日-9日, オンライン

Yangyuxin X. & Shimamura M. Behavior of apical cells in gemmarling and early bifurcation of *Marchantia polymorpha*. BL2021: Bryophytes, lichens, and northern ecosystems in a changing world. Quebec, Canada. 2021年7月6日-9日, オンライン

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

嶋村正樹. 陸上植物の進化史5億年と地球気候変動. 日本太陽エネルギー学会 気象・環境セミナー「気候変動と植生変化, 農業の適応」2021年7月26日. 招待公演.

4. 国内学会での一般講演

Tian-Xiong Zheng, 嶋村正樹. 日本産ゼニゴケ属Papillata節の分類学的再検討. 中国四国植物学会第77回大会. 2021年6月19日~20日. オンライン香川大会

池松泰一, 西畑和輝, 山口富美夫. 沖縄島の蘚苔類フロラ-特に返還された米軍訓練場跡地に着目して-. 中国四国植物学会第77回大会. 2021年6月19日~20日. オンライン香川大会

◎御倉彪生, 嶋村正樹, 小塚俊明, 野村佳織, 石崎公庸. 中心体関連タンパク質セントリンのゼニゴケにおける機能研究. 中国四国植物学会第77回大会. 2021年6月19日~20日. オンライン香川大会

西畑和輝, 池松泰一, 井上侑哉, 山口富美夫. *Syrhophodon chenii* Reese & Lin (カタシロゴケ科, 蘚類) の新産地. 中国四国植物学会第77回大会. 2021年6月19日~20日. オンライン香川大会

◎中島圭介, 嶋村正樹, 古野 伸明. 透明ガエルの作り方. 日本動物学会第92回オンライン米子大会. 2021年9月2日~4日. オンライン.

嶋村正樹. アカゼニゴケのフェノロジーと稀に生じる両性生殖器托について. 日本蘚苔類学会第50回記念宮崎大会. 2021年9月3日~4日. オンライン

Zheng T.-X. & Shimamura M. 2021 Taxonomic study on genus *Marchantia* L. in Japan 日本蘚苔類学会第50回記念宮崎大会. 2021年9月3日~4日. オンライン

西畑和輝, 井上侑哉, 山口富美夫. 石垣島から見つかった日本新産の *Calymperes graeffeanum* (カタシロゴケ科, セン類). 日本蘚苔類学会第50回記念宮崎大会. 2021年9月3日~4日. オンライン宮崎大会

嶋村正樹, 小栗恵美子. フィールド調査からみたコケ植物の個性. 日本植物学会第85回大会. シンポジウム植物の個性—植物にとって「個体」とは何か. 2021年9月18日. オンライン

藤本仰一, 鎌本直也, 北沢美帆, 嶋村正樹. 細胞配置と器官配置の周期を構成し変調するメリステム動態の理論生物学. 日本植物学会第85回大会. シンポジウム 異分野協調と周期の変調で解き明かす植物の発生メカニズム. 2021年9月18日. オンライン

児玉恭一, 島崎翔太, 小松愛乃, 亀岡 啓, Yi Luo, 野村崇人, 嶋村正樹, 西山智明, 経塚淳子. コケ植物を用いた植物ホルモンとしてのストリゴラクトンの祖先的機能の解析. 日本植物学会第85回大会. 2021年9月18日. オンライン

石井結香, 嶋村正樹. タイ類ゼニゴケ属における異種間交配実験. 日本植物学会第85回大会. 2021

年9月16日. オンライン

依田彬義, 謝 肖男, 児玉恭一, 島崎翔太, 秋山康紀, 米山香織, 嶋村正樹, 経塚淳子, 野村崇人.
新規ストリゴラクトンbryosymbiolの生合成. 植物化学調節学会第56回大会. 2021年11月13日～
14日. オンライン

◎中島圭介, 嶋村正樹, 古野伸明. Slc2a7ノックアウトによる, 黄色色素を持たないネットアイツメ
ガエルの作製. 第44回分子生物学会年会. 2021年12月1日～3日. 横浜市

◎橋本 環, 井上侑哉, 坪田博美, 山口富美夫, 嶋村正樹. 日本産フキ (*Petasites japonicus*) の分
子系統地理学的研究. 日本植物分類学会第21回神奈川大会. 2022年3月4日～6日. オンライン

○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】

鄭 天雄 (中国) (博士課程後期)

肖 楊雨昕 (中国) (博士課程前期)

○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) 「規則的葉序を作り出すための頂端細胞の分裂面の規則的
旋回機構の研究」代表者 嶋村正樹 1,300千円 (令和3年度 直接経費)
- ・基盤研究(S) 「ストリゴラクトンを介した植物の環境情報と成長を統御するシステムの原型
と進化」分担者 嶋村正樹 2,800千円 (令和3年度 直接経費)

その他

- ・藤原ナチュラヒストリー財団学術研究助成 「人工交配実験を通じたコケ植物の有性生殖に
おける自他認識の研究」嶋村正樹 500千円
- ・福島大学環境放射能研究所令和3年度連携研究推進事業 「指標生物を用いた放射性物質の生
態系への影響研究」(共同研究)嶋村正樹 2,000千円
- ・福島大学環境放射能研究所令和3年度連携研究推進事業 「環境放射能の動態と影響を解明す
る先端的研究」嶋村正樹 (受託研究) 2,000千円
- ・株式会社環境トリニティ 「広島県呉市, 江田島市, 東広島市におけるコケ植物の多様性調査
研究」山口富美夫 697千円
- ・株式会社沖縄環境分析センター 「沖縄県普天間市におけるコケ植物の多様性調査研究」
山口富美夫 384千円

○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

- ・公益財団法人服部植物研究所委託研究員 (1992-)
- ・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-）

嶋村正樹

- ・日本蘚苔類学会会長（2020-）
- ・ヒコビア会編集幹事（2014-）
- ・中国四国植物学会 広島県幹事（2014-）

2. 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）

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

- ・嶋村正樹，広島大学のコケ植物自然誌研究 ～90年のあゆみと現在～，広島大学統合生命科学研究所シンポジウム 2021年6月21日～7月4日，オンライン

5. その他

- ・研究雑誌 HIKOBIA 18巻3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

- ・コケ植物タイ類における減数分裂前期での温度依存性細胞周期停止について（Karen Renzaglia 博士，南イリノイ大学）
- ・ナンジャモンジャゴケのゲノム解析（Kim Wonhee博士，National Institute of Biological Resources, ROK）

○特記事項

- [1] 日本蘚苔類学会第50回宮崎大会 優秀発表賞 2021年9月（ポスター発表部門）Tian-Xiong Zheng: Taxonomic study on genus *Marchantia* L. in Japan

植物生理化学研究室

令和3年度構成員：高橋陽介（教授）、深澤壽太郎（助教）

○研究活動の概要

光エネルギーを化合物に転換することで、地球上における他のすべての生命を支える植物は、自らは移動せず、大地に根を張り、その生存の領域を広げ、外部環境の激しい変化を克服して生育する。そのために植物は柔軟な形態形成と環境応答のメカニズムを発達させてきた。本研究室では、植物の形態形成や環境応答の分子機構を解析している。

一生を同じ場所で過ごす植物にとって、花を咲かせるタイミングは最も重要な決定の一つであり、様々な要因によって制御されている。シロイヌナズナでは、光周期経路、春化経路、自律的制御経路、ジベレリン (gibberellin; GA) 経路の4つの花成制御系が知られており、その制御の多くは、インテグレーターと呼ばれる *FT*、*SOCl* の発現に統合される。GA 経路は短日条件下の花成で特に重要である。GAは葉で花成ホルモンをコードする*FT*の発現を、茎頂で *SOCl* の発現を促進するが、その制御機構は解明されていない。GA 内生量制御と GA 信号伝達の両面から GA による花成制御機構の解明を目的とし研究を進めている。

(1) GAF1 複合体による GA フィードバック制御機構の解析

DELLA は GA 信号伝達の中心的な抑制因子であり、GA 依存的に分解される。これまでに、DELLA 相互作用因子として転写因子 GAF1 を単離し、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を明らかにした。GAF1 複合体は GA 依存的に、その構成を変化させることによって標的遺伝子の発現の ON/OFF を調節している。この制御モデルは、GA フィードバック制御に合致し、GAF1 複合体が GA フィードバック制御に関与すると考えられた。実際に、GA フィードバック制御を受ける GA 生合成遺伝子 *AtGA20ox1*、*AtGA20x2*、*AtGA3ox1*、GA 受容体 *AtGID1b* 遺伝子が GAF1 複合体の標的遺伝子であることを明らかにした。さらに、形質転換体を用いたプロモーター解析より、*AtGA20ox1*、*AtGA20ox2* の GA フィードバック制御においては、GAF1 複合体が主要な制御因子であることを明らかとした。また、活性型 GA を FRET により蛍光観察できる GPS タンパク質、及び植物の透明化技術を併用し、植物体の各成長段階における組織特異的な活性型 GA の変動を視覚的定量化することに成功した。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量の増加がすると考えられた。今後、花成直前の茎頂近傍で観察される GA 量増加の分子機構解明に取り組む。

(2) 花成制御に関与する GAF1 標的遺伝子の同定

形質転換体を用いた解析から、GAF1 過剰発現体では花成が促進され、*gaf1 gaf2* 二重変異体では花成が遅延することが明らかとなった。これらの表現型は短日条件下で特に顕著になることから、GAF1 の標的の中には GA による花成促進経路に関与する遺伝子が存在すると予想された。GAF1 による花成制御の解明を目的として、新たな GAF1 標的遺伝子を探索し、DELLA-GAF1 複合体を介した GA による花成制御機構について解析を行った。GAF1 を一過的に誘導できる形質転換体を作成し、GAF1 の発現誘導前後で発現が変化する遺伝子を RNA-seq 解析を用いて探索した。GAF1 の発現誘導によって発現量が増加する花成遺伝子を選抜し、さらに、GAF1 過剰発

現体, 及び *gaf1 gaf2* 変異体において発現量が変動する遺伝子を GAF1 の標的候補遺伝子として複数選抜した。候補遺伝子群の中から, GAF1 により直接制御される標的遺伝子を同定するため, 培養細胞を用いたトランジェント解析により, GAF1 複合体により制御される遺伝子を選抜した。さらに, 分子生物学的な解析より, GAF1 が選抜した候補遺伝子プロモーターに結合することを明らかとし, 最終的に, 4つの花成抑制遺伝子 *TEM1, TEM2, ELF3, SVP* を GAF1 の直接の標的遺伝子として同定した。

(3) GAF1 複合体による GA 花成経路の制御機構

新たに同定した GAF1 の標的遺伝子の発現部位を調べる為に, 各遺伝子プロモーターの下流にGUSをつないだ形質転換体を作製し, 4つの花成抑制遺伝子の発現部位を調べた結果, 葉, 又は茎頂近傍で発現していることが明らかとなった。GA による花成促進経路では, 葉で *FT* の発現が誘導され, 茎頂で *SOCI* の発現が誘導されることから, 4つの GAF1 標的遺伝子は, *FT, SOCI* の発現を抑制すると考えられた。そこで, 同定した4つの花成抑制遺伝子による *FT, SOCI* の発現制御機構についてトランジェント解析等を用いて検証した。解析の結果, *SVP* は, 茎頂で *SOCI* の発現を抑制し, *TEM1* は, 葉で *FT* の発現を抑制することを明らかとした。また, *ELF3* は, 単独では機能せず *LUX, ELF4* と複合体を形成し, 葉で *FT* の発現を抑制することが明らかとなった。以上の解析より, GA 存在下では, GAF1 は, 転写抑制複合体を形成し, 葉, 及び茎頂で標的遺伝子である4つの花成抑制遺伝子の転写を抑制することで, *FT, SOCI* の発現を誘導し花成を促進することを明らかにした。

○発表論文

1. 原著論文

- ◎[Fukazawa J., Ohashi Y., Takahashi R., Nakai K. and Takahashi Y. \(2021\) DELLA degradation by gibberellin promotes flowering via GAF1-TPR-dependent repression of floral repressors in Arabidopsis. Plant Cell, 33: 2258-2272.](#)
- ◎[Fukazawa J., Miyamoto C., Ando H., Mori K. and Takahashi Y. \(2021\) DELLA-GAF1 complex is involved in tissue-specific expression and gibberellin feedback regulation of GA20ox1 in Arabidopsis. Plant Mol. Biol., 107, 147-158.](#)

2. 総説・解説

○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

[深澤壽太郎](#) “ジベレリンによる花成制御と内生量調節機構” 日本農芸化学会中国四国支部
第 32 回 若手シンポジウム 愛媛大学 オンライン 2021.7.30

4. 国内学会での一般講演

- ◎安藤広記, 深澤壽太郎, 高橋陽介 “ジャスモン酸による DELLA と MYC2 を介した成長抑制機構の解析” 第77回 中国四国植物学会 香川大学 オンライン 2021.6.20
- ◎谷永悠季, 深澤壽太郎, 高橋陽介 “DELLA による ABA 感受性制御の分子機構の解析” 第77回 中国四国植物学会 香川大学 オンライン 2021.6.20
- ◎深澤壽太郎, 大橋由紀, 中居可奈子, 高橋竜平, 高橋陽介 “DELLA-GAF1複合体を介したジベレリン花成経路の制御” 第77回 中国四国植物学会 香川大学 オンライン 2021.6.20
- 深澤壽太郎 “ジベレリンによる花成制御と内生量調節機構” 日本農芸化学会中国四国支部 第32回 若手シンポジウム 愛媛大学 オンライン 2021.7.30
- ◎深澤壽太郎, 大橋由紀, 中居可奈子, 高橋竜平, 高橋陽介 “ジベレリンによる花成制御の分子機構” 第56回 植物化学調節学会 オンライン 2021.11.13
- ◎森 和也, 菅野裕理, 瀬尾光範, 深澤壽太郎, 高橋陽介 “ジャスモン酸によるジベレリンの生合成と不活性化の制御を介した植物の成長抑制” 第56回 植物化学調節学会 オンライン 2021.11.14
- ◎安藤広記, 深澤壽太郎, 高橋陽介 “ジャスモン酸による DELLA と MYC2 を介した成長抑制機構の解析” 第56回 植物化学調節学会 オンライン 2021.11.14
- ◎伊藤 岳, 勝部隆義, 寺脇綾香, 宮原一也, 深澤壽太郎, 高橋陽介 “GRASタンパク質SCL3は GAF1のコリプレッサーとして機能することでジベレリン関連遺伝子の転写を制御する” 第44回日本分子生物学会 (パシフィコ横浜) 2021.12.1-3
- ◎深澤壽太郎, 大橋由紀, 中居可奈子, 高橋竜平, 高橋陽介 “Molecular mechanism of flowering regulation by gibberellin in *Arabidopsis*” 日本植物生理学会 第63回年会 オンライン (筑波大学) 2022.3.22-24

○研究助成金の受入状況

科学研究費補助金

- ・基盤研究 (C) 「DELLAタンパク質の二重の役割による花成制御機構」
代表者 深澤壽太郎 1,690千円 (4,420千円/3年間)

その他助成金

- ・愛媛大学 プロテサイエンスセンター共同研究 澤崎達也・野澤彰 “AirIDを用いたDELLAタンパク質の転写活性化能を決定する因子の同定” 代表者 深澤壽太郎 (200千円/1年間)

共同研究

高橋陽介

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

深澤壽太郎

- ・ Plant Molecular and Cellular Biology (Spain) M.A. Blázquez and D. Alabadí, DELLAによる転写制御機構の解析
- ・ Rothamsted Research (England) Steve Tothmas, 小麦のGA信号伝達, 生合成の制御
- ・ 理化学研究所 瀬尾光範 『植物ホルモンによる成長制御機構の解析』に関する実験・研究
- ・ 山形大学農学部 豊増知伸 bZIP型転写因子と14-3-3結合に関する研究
- ・ 愛媛大学農学部 米山香織 ストリゴラクトンと植物ホルモンの相互作用に関する研究
- ・ 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

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

高橋陽介

- ・国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
イノベーション創出強化研究推進事業評議委員

深澤壽太郎

国際誌論文レビュー 3件

- ・Scientific report 論文評価委員 レビュー 2件
- ・Plant Cell and Physiology 論文評価委員 レビュー 1件

4. セミナー・講義・講演会講師等

深澤壽太郎

- ・東洋大学 植物生理学（非常勤講師）
- ・日本農芸化学会中国四国支部 第32回 若手シンポジウム オンライン講演

5. その他

受賞

- ・安藤広記, 深澤壽太郎, 高橋陽介 “ジャスモン酸による DELLA と MYC2 を介した成長抑制機構の解析” 第77回 中国四国植物学会 優秀発表賞（ポスター部門）
- ・谷永悠季, 深澤壽太郎, 高橋陽介 “DELLA による ABA 感受性制御の分子機構の解析” 第77回 中国四国植物学会 優秀発表賞（口頭発表部門）

植物分子細胞構築学研究室

令和3年度構成員：鈴木克周（教授）、守口和基（講師）

○研究活動の概要

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

令和3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。3884変異株から81株にまで絞り込んだ候補変異株の中で、培養時に顕著な成長阻害の見られない69株について集中的に解析を行った。この段階からのスクリーニングでは、変異株の生物界間接合効率の測定を、親株BW25113を供与菌として用いた場合の接合体数との相対比から、供与菌または受容菌あたりの接合体数を計測することに切り替えたところ、顕著な効率低下を示す変異株は含まれなかった。残り12株についての解析が残るものの、昨年度までの研究で接合伝達を抑制する遺伝子が同定されたこととは対照的に、促進する遺伝子は見つからなかったことから、大腸菌は、IncP型プラスミドの接合伝達を、抑制的に制御していることが示唆された。
- (2) アグロバクテリアを介して遺伝子導入する方法(AMT法)は植物だけでなく数多くの菌類に適用されているが、アグロバクテリアが植物以外の生物とどのような相互作用をするか未知な点が多い。酵母ではAMTの機構を研究する目的で実験室株に適用した例を除くと実施例自体が無かった。そこで先ず幅広い酵母菌株でAMT操作実験を実施するために、酵母用抗生物質耐性遺伝子を付加した酵母AMT用汎用ベクタープラスミドを作成した。自律複製型プラスミドを用いてパン製造用工業株のAMT実験を行ったところ、いずれの菌株でも実験室株と比べて著しく低いAMT効率を示すか、形質転換体を得られない菌株もあった。一方で、共存培養後の生菌数は工業株の方が実験室株よりも有意に多かった。初発の酵母菌数を少なくすることによって工業株のAMT効率は高まるという相関が観察された。工業株の細胞数を減らして使用したところ、遺伝導入の実用水準を満たすだけでなく、染色体へのDNA組込みも容易に行えるようになった。以上のことから、アグロバクテリアに及ぼす作用は酵母菌間で多様であること、共存培養中に酵母菌が多く存在することはAMTを限定する大きい要因であることが明瞭になった。
- (3) コムギから内生菌として単離したアグロバクテリア菌株のなかの2菌株は、内生菌であるにも関わらずタバコへ感染する能力を示し、毛状根病マーカー遺伝子*rolA*~*rolC*の有る毛状根病誘導プラスミドRiを持っている。Riを持つことは、この2菌株が典型的な毛状根病病原体で主に構成されているゲノムグループG7に属していることと対応する結果である。岡山大学との共同研究によって今年度は2菌株の1つNR3の全塩基配列を決定した。ゲノムDNAの全長は 5,529,299 bpであり、環状染色体と線状染色体および3種類の環状プラスミドで構成されていた。Riプラスミドは234 kbpであり近縁のRiプラスミドよりも17~30 kbp長い。このゲノム上に植物への感染と植物

内生双方に有効であろうと推測する候補遺伝子を3つ見出したので、今後はこれらを手掛かりに解析を行う。

○発表論文

1. 原著論文

◎Zoolkefli FIRM, Moriguchi K, Cho Y, Kiyokawa K, Yamamoto S and Suzuki K (2021) Isolation and Analysis of Donor Chromosomal Genes Whose Deficiency Is Responsible for Accelerating Bacterial and Trans-Kingdom Conjugations by IncP1 T4SS Machinery. *Frontiers in Microbiology*, 12: 620535. (DOI: 10.3389/fmicb.2021.620535)

2. 総説・解説

鈴木克周 (2022) 遺伝子の水平伝播. 遺伝学の百科事典 継承と多様性の源 (遺伝学普及会・日本遺伝学会編 丸善出版) 690ページ中の2ページ分

○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

2. 国際会議での一般講演

該当無し

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

該当無し

4. 国内学会での一般講演

◎守口和基, Zoolkefli Fatin Iffah Rasyiqah Mohamad, Cho Yunjae, 清川一矢, 鈴木克周. FrmR は IncP1 型プラスミドによる細菌間及び生物界間接合の供与菌側染色体コード抑制因子である.

日本農芸化学会2022年度(令和4年度)[京都]大会 2022年3月15日-18日, オンライン

鈴木克周, 清川一矢, 谷 明生, 力石和英. 小麦内生菌アグロバクテリアで見つかったRiプラスミドの構造決定. 岡山大学資源植物科学研究所共同研究成果発表会 2022年3月1日, オンライン

◎○清川一矢, 佐久間哲史, 守口和基, 山本 卓, 鈴木克周. 酵母菌用プラスミド資源を実用酵母菌へ適用可能にする酵母菌改変ツールの開発. 第7回デザイン生命工学会 2022年3月10日, オンライン

鈴木克周, 清川一矢, 谷 明生, 力石和英. コムギから単離した内生アグロバクテリア菌株 NR3 の特性とゲノム. 第7回デザイン生命工学会 2022年3月10日, オンライン

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

【外国人留学生】

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

He Xingjiang (中国) 統合生命科学研究科基礎生物学P前期課程

○研究助成金の受入状況 (金額は直接経費)

微生物機能探究コンソーシアム研究助成「他の生物と共生する微生物の生き様の理解：微生物間での遺伝子のやりとりの理解」 (250千円) 守口和基

科研費 基盤研究(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」 (3,200千円) 鈴木克周

○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

中国四国植物学会会計幹事 守口和基

2. セミナー・講演会開催実績

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

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

- ・澤田宏之 (農業・食品産業技術総合研究機構 遺伝資源センター) 「*Rhizobium/Agrobacterium*属病原菌の研究」
- ・谷 明生, 力石和英 (岡山大学 資源生物科学研究所) 「植物内生*Rhizobium/Agrobacterium*属細菌の研究」
- ・久富泰資 (福山大学 生命工学部) 「酵母菌用プラスミドの開発」

○国際交流の実績

国際共同研究

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

○特記事項

原著論文 Zoolkefli FIRM, et al. (2021) について, ScienceDaily誌など7誌のオンライン科学ニュース誌で紹介された。

多様性生物学講座

附属臨海実験所・海洋分子生物学研究室

令和3年度構成員：田川訓史（准教授，所長併任）

有本飛鳥（助教），福田和也（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），福田和也助教（令和2年4月1日付勤務），樋口絵里子契約一般職員（令和元年10月1日付勤務）の4名からなり所属学生は大学院生1名と学部生が2名であった。令和3年度の述べ利用者数は1702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いに関係する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29名，海洋生物学実習Bに3名，公開臨海実習に他大学の学生6名と広島大学の学生6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7名の参加があった。また本学他学部（総合科学部）の実習も1実習を支援した。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，2回開講した。リカレント教育として，教員免許状更新講習や，放送大学広島学習センターの面接授業を実施している。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。

〈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3年度の研究活動は以下のとおりである。公表論文は原著論文3編，学会等の発表は国内会議での招待講演1回，一般講演1回であった。

- 1) ヒメギボシムシ *Ptychodera flava* の再生研究を分子生物学的に押し進めるために再生芽 cDNA ライブラリーのクローン解析特に他の生物で再生に関与していると考えられるクローンの発現解析ならびに幹細胞で発現する因子・リプログラミングに関与すると考えられる因子の解析を進めている。

- 2) 基礎生物学研究所・慶應義塾大学・沖縄科学技術大学院大学と共同でカタユレイボヤ *Brachyury* 下流遺伝子群の新口動物間における比較解析を進めている。
- 3) 沖縄産ヒメギボシムシ *Ptychodera flava* に寄生するカイアシ類に関して鹿児島大学, 琉球大学, カリフォルニア州立大学, 台湾中央研究院と共同で進めている。
- 4) ヒメギボシムシの国内外を含めた生息地域差による遺伝的多様性の研究を進めている。
- 5) 実験室内でのヒメギボシムシの飼育を行っている。これまで砂を入れた容器で成体を一定期間飼育し続けることには成功しているが実験室内で性成熟させるまでには至っていない。また長期間の幼生期を経て幼若個体に至る飼育を初めて成功させたがさらに実験室内で大量飼育が可能になるよう進めている。
- 6) ナイカイムチョウウズムシの発生進化に関する共同研究を学内及び沖縄科学技術大学院大学と共同で進めている。
- 7) クビレズタ等の巨大単細胞生物の形態形成に関する研究を沖縄科学技術大学院大学と共同で進めている。

〈国際交流活動〉

- 1) 部局間国際交流協定校である台湾中央研究院より 7 大学合同公開臨海実習へ講師を依頼し開催した。
- 2) 米国ハワイ大学と共同でヒメギボシムシの再生研究を進めている。
- 3) カリフォルニア州立大学及び台湾中央研究院と共同でヒメギボシムシに寄生するカイアシ類の研究を進めている。
- 4) 広島大学との大学間, 部局間国際交流協定締結大学であるインドネシア共和国の州立イスラム大学マラン校, その他にも州立イスラム大学スラバヤ校, パレンバン校, バンテン校, ジャンビ校, メダン校, バンドン校, ジョグジャカルタ校, 台湾の国立中興大学から学生や研究者が参加し, JSTさくらサイエンスプランオンライン交流会を2日間実施した。

○発表論文

1. 原著論文

田川訓史

©Humphreys T., Weiser K., Arimoto A., Sasaki A., Uenishi G., Fujimoto B., Kawashima T., Taparra K., Molnar J., Satoh N., Marikawa Y., Tagawa K. (2022) Ancestral Stem Cell Reprogramming Genes Active in Hemichordate Regeneration. *Frontiers in Ecology and Evolution*. DOI: 10.3389/fevo.2022.769433

有本飛鳥

Maeda T., Takahashi S., Yoshida T., Shimamura S., Takaki Y., Nagai Y., Toyoda A., Suzuki Y., Arimoto A., Ishii H., Satoh N., Nishiyama T., Hasebe M., Maruyama T., Minagawa J., Obokata J., Shigenobu S. (2021) Chloroplast acquisition without the gene transfer in kleptoplastic sea slugs, *Plakobranthus ocellatus*. *eLife* 10: e60176.

Kawato S., Nishitsuji K., Arimoto A., Hisata K., Kawamitsu M., Nozaki R., Kondo H., Shinzato C., Ohira

T., Satoh N., Shoguchi E., Hirono I. (2021) Genome and transcriptome assemblies of the kuruma shrimp, *Marsupenaeus japonicus*. **G3 Genes|Genomes|Genetics** 11: jkab268.

福田和也

Mori T., Fukuda K., Ohtsuka S., Yamauchi S., Yoshinaga T. (2022) Reproductive behavior and alternative reproductive strategy in the deep-sea snailish, *Careproctus pellucidus*. **Marine Biology** 169:42.

2. 総説・解説

有本飛鳥

有本飛鳥 (2021) 単細胞生物海ぶどうのゲノム研究：単細胞の陸上植物は作れるか。
植物の生長調節 56: 51-54.

福田和也

◎福田和也, 有本飛鳥, 田川訓史 (2021) シングルセル解析の進歩と進化発生生物学研究における活用. **Precision Medicine** 4:759-762.

福田和也, 邊見由美 (2022) なぜ今ハゼ研究なのか？-ハゼに見る多様性の魅力と研究モデルとしての可能性- **月刊海洋** 54:87-94.

福田和也 (2022) 脳と行動からハゼのここを探る-ベニハゼ類の配偶システムに注目して-
月刊海洋 54:141-147.

3. 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

有本飛鳥

川戸 智, 西辻光希, 有本飛鳥, 久田香奈子, 川満真由美, 野崎玲子, 近藤秀裕, 新里宙也, 大平 剛, 佐藤矩行, 將口栄一, 廣野育生, クルマエビのドラフトゲノム, 第 21 回マリンバイオテクノロジー学会大会 (2021 年 5 月 15 日)

福田和也

福田和也, 脳内バソトシン・イソトシン系に注目したハゼ類の多様な婚姻形態を生み出す神経基盤の探索, 日本動物学会第 92 回大会シンポジウム S4-6 (2021 年 9 月)

椋田崇生, 小山友香, 濱崎佐和子, 福田和也, 海藤俊行, 短時間の暑熱曝露が海馬神経新生と空間学習に及ぼす効果, 第 127 回日本解剖学会総会・全国学術集会 2P-05-05 (2022 年 3 月)

○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

有本飛鳥

- ・若手研究「巨大単細胞海藻クビレズタにおける翻訳後生体分子の局在解析による形態形成機構の解明」（代表）
- ・科学研究費助成事業（科学研究費補助金）（研究成果公開促進費）（研究成果公開発表（B）（ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI））「巨大な単細胞生物：形づくりの不思議」（代表）

福田和也

- ・研究活動スタート支援「異なる性表現を創出する発生メカニズムの進化的起源を探る」（代表）
- ・国際共同研究加速基金（国際共同研究強化（B））「アフリカ古代湖産魚類の婚姻形態と子育ての多様化機構を生態・認知・脳から探る」（分担）
- ・科学研究費助成事業（基盤研究B）「子殺しの内分泌メカニズムから探る「親による子の保護」の新しい枠組み」（分担）

2. 受託事業

田川訓史

- ・JST さくらサイエンスプランオンライン交流会 960,333 円（間接経費 87,303 円）
- ・NEDO「海洋生分解性プラスチックの社会実装に向けた技術開発事業／海洋生分解性に係る評価手法の確立」（NITE 再委託事業）4,402 千円（間接経費 574 千円）

3. その他

田川訓史

- ・文部科学省教育関係共同利用拠点経費 5,739 千円

福田和也

- ・一般財団法人中辻創智社会議開催費助成 300 千円

○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

田川訓史

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

有本飛鳥

- ・日本動物学会中四国支部会計幹事

福田和也

- ・日本魚類学会若手の会 世話人（庶務幹事）
- ・2021年度中四国動物生理シンポジウム 実行委員
- ・生物系三学会中四国支部大会 高校生ポスター発表審査員

2. セミナー・講義・講演会講師等

田川訓史

- 1) 日本・アジア青少年サイエンス交流事業「さくらサイエンスプラン」オンライン交流会を実施した。（2021年12月2日～3日） 参加者228名

福田和也

- 1) 麻布大学から依頼を受け、生命・環境科学部 環境科学科 1年次を対象に特別講義「フィールドワーク入門」を実施した。

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。
（2021年6月22日） 引率教員3名，小学3年生14名が参加
- 2) 教員免許状更新講習を行った。
（2021年8月2日） 小・中・高校の教員と元教員の20名が参加
- 3) 清心女子高等学校SSH実習を行った。
（2021年8月5日～8月7日） 教員2名，高校1年生12名が参加
- 4) 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。
（2021年10月13日） 引率教員3名，小学3年生14名が参加
- 5) 学内外から依頼を受けた研究材料の採集や飼育依頼に対応した。また野外調査への協力を行った。本実験所への試料採集のための来所者は学内者19名（広大教職員9名，広大学生10名）他大学・他機関85名の計104名であった。
- 6) 実験所で採集し収集した海産生物を教育研究機関に提供した。内訳は福山大学へミズクラゲ，沖縄科学技術大学院大学へ無腸類・ギボシムシ・海藻類，広島大学大学院理学研究科へイボニシ・アメフラシ，広島大学総合科学部へ磯の生き物全般・無腸類，高見小学校へ磯の生物全般を提供した。
- 7) 一般からの問い合わせへの対応や写真及び情報の提供を行った。

附属宮島自然植物実験所・島嶼環境植物学研究室

令和3年度構成員：山口富美夫（教授・所長），坪田博美（准教授）

○研究活動の概要

宮島自然植物実験所は、世界遺産に登録され日本三景で有名な「安芸の宮島」にある。廿日市市宮島町の大元公園から上室浜に至る国立公園内にある国有地が昭和38年に広島大学へ所属替えとなり、昭和39年学内措置によって理学部附属自然植物園として発足した。平成10年現在の敷地面積は、約10.2 ha（＝10万2千平方メートル）である。平成12年4月に大学院理学研究科附属宮島自然植物実験所に組織替えされ、平成31年4月に大学院統合生命科学研究科に組織替えされた。また、旧植物管理室も同実験所東広島植物園として組織替えされた。島嶼環境植物学研究室は、宮島自然植物実験所に設置されている。令和3年度に427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、普及活動などが大幅に減少した。

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

教育活動：本実験所は、理学部生物科学科の学部学生を対象とした科目である「植物生態学B」と「島嶼生物学演習」、「卒業研究」を担当し、「教養ゼミ」、「生物学概説A」、「先端生物学」、「生物科学基礎実験」について分担した。本実験所が担当で隔年開講の「宮島生態学実習」は、令和3年度は未開講であった。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新カリキュラムとして、「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。上記科目のうち学部1年生対象の「教養ゼミ」は、新型コロナウイルス感染症の影響で一部内容を変更し、オンラインおよび東広島キャンパスでの対面授業を併用して実施した。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、総合科学部や生命環境総合科学プログラム、安田女子大学などの教育・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。例年利用のある高等学校の教育活動や一般向け・子ども向けの講座については新型コロナウイルス感染症の影響で実施されなかった。高校生向けの公開講座として野外観察会およびオンライン講義を実施した。社会貢献活動としてヒコビア植物観察会を7回（のべ参加人数263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。なお、前年度に引き続いて平成30（2018）年7月の豪雨災害の復旧工事に伴う緑化について補植等が行われた。また、宮島一般廃棄物最終処分場嵩上げに係る整備工事で緑化を行った。東広島植物園では学部生・大学院生に対する植物の栽培に関する技術指導や材料の提供、特別支援学級や附属幼稚園の野外学習などを行った。

研究活動： 蘚苔類や維管束植物、藻類、地衣類の分子系統学的研究や系統分類学的研究・比較形態学的研究、蘚苔類の島嶼生物学的研究や植物地理学的研究、蘚苔類や維管束植物の地理的変異や集団遺伝学的研究、植物のアレロパシーに関する研究、稀少植物のフェノロジーなどの生態学的研究、宮島の維管束植物の遺伝的多様性に関する研究、空气中に浮遊する散布体から蘚苔類・藻類の拡散・散布に関する研究、林野火災や宮島白糸川崩壊地、災害復旧場所等での植生回復や植物相・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・ウラボシ科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ラや外来植物、広島県内のタンポポの分布と遺伝的背景についても研究を行った。埋土種子や種子の散布様式、種子の成熟時期、種子や果実を食害する昆虫類に関する予備的研究も行った。前年度に引き続き東広島キャンパスの東広島植物園（旧植物管理室）と共同でフロラ調査を行った。植物分類・生態学研究室と共同で日本産フキ類の系統地理学的研究を行った。生命環境総合科学プログラムの和崎研究室と共同で低リン環境下に生育する植物及びそれが生育する森林内の植物の生理生態学的研究を行った。同プログラムの根平研究室と共同で植物のアレロパシーに関する基礎研究を行った。外部機関と共同で緑藻類や地衣類の共生藻や地衣類に関する系統・分類学的な研究を行った。広島工業大学と共同で宮島の塩性湿地に関する研究を行った。広島森林管理署と共同で林野火災跡地の現状把握のための研究を行った。また、広島のプロラに関して新しい知見が得られた種等について報告した。これらの研究成果については、論文・著書・総説等（8件）及び学会発表等（10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、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」の構成員および総合博物館研究員として研究を推進した。世界遺産・厳島-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宮島に関する研究を推進した。広島大学総合博物館研究員を担当した。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3年度の広島大学デジタルミュージアムのページビュー数は1,071,289件であった。国公立大学附属植物園長・施設長拡大会議・植物園協会第1分野拡大会議に参加した。2018年7月の豪雨災害の復旧に対応して、廿日市市の事業に引き続き協力するとともに、緑化に関する基礎研究を行った。東広島植物園では教材生物バザールへの参加や学校教育での自然体験学習などを通じた理科教育に関する教材開発を行った。また、キャンパス・スチューデント・レンジャー制度が発足し、学生のボランティア活動として認定することとした。

○発表論文

1. 原著論文

- ◎Hashimoto T., Tsubota H., Shimamura M. & Inoue Y. 2021. The complete chloroplast genome of *Petasites japonicus* (Siebold & Zucc.) Maxim. (Asteraceae). *Mitochondrial DNA Part B* 6: 3503–3505.
- Inoue Y., Nakahara-Tsubota M. & Tsubota H. 2022. The complete chloroplast and mitochondrial genomes of *Scopelophila cataractae* (Mitt.) Broth. (Pottiaceae, Bryophyta). *Mitochondrial DNA Part B* 7: 125–127.
- Phan Q. C., Nakahara-Tsubota M., Inoue Y. & Tsubota H. 2021. New record of *Dysphania pumilio* (Amaranthaceae) from Hiroshima Prefecture, southwest Japan. *Hikobia* 18: 145–156.
- ◎Sadamitsu A., Inoue Y., Sakakibara K., Tsubota H., Yamaguchi T., Deguchi H., Nishiyama T. & Shimamura M. 2021. The complete plastid genome sequence of the enigmatic moss, *Takakia lepidozooides* (Takakiopsida, Bryophyta): evolutionary perspectives on the largest collection of genes in mosses and the intensive RNA editing. *Plant Mol. Biol.* 107: 431–449.
- Sheng Z.-P., Nakai A., Koyama Y., Nehira T. & Tsubota H. 2021. Detection of allelopathic activity of Chinese tallow *Triadica sebifera* (Euphorbiaceae) by the sandwich method. *Hikobia* 18: 157–163.
- ファン=クイン=チ, 小山克輝, 本郷圭祐, 中村 創, 盛 沢鵬, 河原希実佳, 内田慎治, 諸石智大, 紙本由佳理, 中原-坪田美保, 坪田博美. 2022. 保全地域での自然災害後の緑化工について—広島県宮島で発生した平成30年7月豪雨災害復旧工事での緑化事業—. *総合博物館研究報告* 13: 159–172.

2. 総説・解説・短報

- 本宮 炎, 小林久哉, 本宮宏美, 井上侑哉, 坪田博美. 2021. 体験と学びの野外博物館の実践—広島県三段峡の例—. *蘚苔類研究* 12: 164.
- 半田信司, 溝淵 綾, 中原-坪田美保, 坪田博美. 2022. ジオデシック構造の細胞壁を持つ気生藻類 (Stichococcaceae) の系統と特異な生活史. *藻類* 70: 82.

○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

Inoue Y. & Tsubota H. Systematic studies and species diversity of the moss family Pottiaceae in Japan. The 9th East Asian Plant Diversity and Conservation Virtual Symposium 2021 (オンライン) (2021年10月29日–30日)

2. 国際会議での一般講演

Hiromatsu T., Inoue Y. & Tsubota H. *Bryoxiphium japonicum* (Bryoxiphiaceae, Bryophyta) rediscovered on Miyajima Island, Hiroshima Prefecture, SW Japan after 45 years and its phylogenetic position. The 9th East Asian Plant Diversity and Conservation Virtual Symposium 2021 (オンライン) (2021年10月29日–30日)

Phan Q. C., Kamimoto Y., Uchida S., Nakahara-Tsubota M. & Tsubota H. The status and distribution of alien

plant species in Miyajima Island based on database information before and after the inclusion in UNESCO's World Heritage List in 1996. Hiroshima International Conference on Peace and Sustainability 2022 (ハイブリッド) (2022年3月1日-4日)

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

坪田博美. 企画研究集会3「植生回復の目標の置き方について考える」事例2「近隣の森林を参考に目標植生を設定した緑化〈広島県・宮島〉」日本緑化工学会大会第52回大会・研究集会（オンライン）（2021年9月11日）

4. 国内学会等での一般講演

○愛原健司, 坪田博美, 和崎 淳. クラスタ根形成種ヤマモモの低リン耐性. 日本土壌肥料学会 2021年度北海道大会（オンライン）（2021年9月14日-16日）

○愛原健司, 坪田博美, 和崎 淳. クラスタ根形成種ヤマモモの低リン耐性. 植物の栄養研究会第6回研究交流会（オンライン）（2021年11月13日）

半田信司, 溝渕 綾, 中原-坪田美保, 坪田博美. ジオデシック構造の細胞壁を持つ気生藻類 (Stichococcaceae) の系統と特異な生活史. 日本藻類学会第46回大会（オンライン）（2022年3月28日-30日）

◎橋本 環, 井上侑哉, 坪田博美, 山口富美夫, 嶋村正樹. 日本産フキ (*Petasites japonicus*) の分子系統地理学的研究. 日本植物分類学会第21回大会（オンライン）（2022年3月5日）

弘松瑤希, 井上侑哉, 坪田博美. 広島県宮島におけるエビゴケの再発見. 日本蘚苔類学会第50回宮崎大会（オンライン）（2021年9月3日-4日）.

弘松瑤希, 井上侑哉, 坪田博美. 日本産エビゴケ *Bryoxiphium japonicum* (エビゴケ科, 蘚類) の系統的位置. 日本植物分類学会第21回大会（オンライン）（2022年3月5日）

井上侑哉, 中原-坪田美保, 坪田博美. セン類センボンゴケ科の系統関係とオルガネラゲノム構造の多様性—ホンモンジゴケを例に一. 日本蘚苔類学会第50回記念宮崎大会（オンライン）（2021年9月3日-4日）

松坂啓佑, 坪田博美. 広島県宮島で見つかった生物地理学上興味深い地衣類について. 日本地衣学会第20回大会（オンライン）（2021年12月5日）

○研究助成金の受入状況

1. 科学研究費補助金

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

2. 共同研究・受託研究

該当なし

3. 寄附金・その他

坪田博美

寄附金

- ・株式会社アルモニー 30千円
- ・相生エンジニアリング株式会社 500千円
- ・宮島弥山を守る会 100千円

○学会ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

坪田博美

- ・ヒコビア会，庶務幹事（2006-）
- ・日本植物分類学会，編集委員（2012-）
- ・日本植物分類学会，評議委員（2020-2021）
- ・環境省自然環境局，稀少野生動植物保存推進員（2012-2015，2015-2018，2019-2022，2023-）
- ・日本蘚苔類学会，地方幹事（2019-2020，2021-2022）
- ・日本蘚苔類学会，庶務幹事（2022.1-）
- ・廿日市市，文化財保護審議会委員（2015-）
- ・廿日市市，宮島地域シカ対策協議会，専門委員（2016-）
- ・一般社団法人ネイチャー構想推進協議会，理事（2015-）

2. セミナー・講演会開催実績

坪田博美

- ・植物観察会．2021年4月-2022年3月（毎月1回開催，勉強会1回と特別回2回開催，年間15回計画．そのうち新型コロナウイルス感染症の影響で中止となった回があったため，合計で7回実施できた），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

- ・一般社団法人宮島ネイチャー構想推進協議会・広島森林管理署・廿日市市立宮島学園との共同事業（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）（2022年3月実施）
- ・中国醸造株式会社との共同事業（2018-）広島県廿日市市（管理上廃棄される植物の有効活用に関する研究）
- ・株式会社アルモニーとの共同事業（2018-）広島県廿日市市（管理上廃棄される植物の有効活用に関する研究）

4. セミナー・講義・講演会講師等

坪田博美

- ・講師．高大連携公開講座「世界遺産宮島の植物と自然B」．2021年10月9日．廿日市市宮島町．（新型コロナウイルス感染症の影響で5月は中止）
- ・講師．高大連携公開講座「生物の多様性と進化」．2021年9月23日．オンライン．
- ・講師．広島大学GSC，宮島の自然と植物（野外講習）．2021年10月24日．廿日市市宮島町
- ・講師．宮島学園（宮島小中学校）の理科・生活科・総合学習等（含，野外学習）およびクラブ活動の指導．2021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．2021年10月21日．廿日市市宮島町．
- ・研修講師．環境省宮島パークボランティア．野外調査指導．2021年8月7日．廿日市市宮島町．

- ・研修講師。広島県神社庁佐伯大竹支部研修会。宮島の自然について，2021年10月27日。廿日市市宮島町，
- ・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次年度に延期）
- ・講師。教員免許状更新講習「生物学の最新事情－進化・系統・生物多様性－」。2021年8月5日。東広島市。（新型コロナウイルス感染症の影響でオンライン開催）
- ・講師。安田女子大学授業。宮島の植物と自然の解説。2021年9月15日。廿日市市宮島町。
- ・非常勤講師。広島工業大学。基礎生物学。2021年4月－8月

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・マドリッド自治大学）との蘚苔類の分子系統学的研究
- ・ Bednarek-Ochyra・Ochyra両博士（ポーランド・Polish Academy of Sciences）*Racomitrium*属およびその周辺分類属の分子系統学的研究（出口博則名誉教授とともに）

○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）
- ・ 西野貴子博士（大阪市立大学）（2018-）広島県福山市（タンポポ属植物の遺伝的分化）
- ・ 石川直子博士（大阪市立大学理学部附属植物園）（2020-）広島県廿日市市（島嶼環境に生育するオオバコの生理生態学的研究）
- ・ 松本達雄博士（武田中・高等学校）（2020-）広島県廿日市市（地衣類の系統分類学的研究）
- ・ 広島森林管理署（2018-）広島県廿日市市（宮島の林野火災跡地の経年変化に関する基礎研究）
- ・ 中国醸造株式会社（2019-）広島県廿日市市（管理上廃棄される植物の有効活用に関する研究）
- ・ 株式会社アルモニー（2020-）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）
- ・ 井藤賀操博士（2018-）（理化学研究所環境資源科学研究センター，ジャパンモスファクトリー）神奈川県・東京都（コケ植物などの培養株のDNAバーコーディングに関する研究）
- ・ 三分一博志建築設計事務所（2016-）香川県直島町，広島県廿日市市，山口県岩国市（自然環

境に配慮した建築や植栽に関する研究)

- ・ 廿日市市・香川大学 (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 (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) (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)
- ・ 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。

○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: 2022年3月17日
- ・ 資料提供・情報提供. 宮島の自然や植物, 紅葉, ミヤジマトンボに関する資料や情報の提供を随時行った (宮島観光協会, 中国新聞, 各テレビ局)

3. おもな施設利用・活動

教育・研修・講演会 (一部, オンライン等で実施)

- ・ 野外教育・野外学習 (広島中央特別支援学校)
- ・ 研修・実習 (宮島パークボランティアの会, 環境省)
- ・ 学生指導 (理学部生物科学科, 愛媛大学)

学会・調査・研究 (一部, オンライン等で実施)

- ・ 打合せ・研究資料閲覧 (安田女子大学, 広島市植物公園, 広島市森林公園こんちゅう館, 服部植物研究所, 広島大学総合博物館)
- ・ 研究打合せ・研究調査・資料の提供 (広島工業大学, 香川大学, 神戸大学, 大阪市立大学, 日本モンキーセンター, 広島大学総合科学部・統合生命科学研究科生命環境総合科学プログラム, 広島大学生物生産学部, 広島大学総合博物館, 植物分類・生態学研究室)
- ・ 共同研究・研修 (広島県環境保健協会)

施設見学・施設利用・野外観察・ボランティア活動

- ・ 野外観察・施設利用 (宮島パークボランティア (2回), ヒコビア植物観察会 (1回))
- ・ 施設利用・ボランティア活動 (宮島学園, 中国醸造, 宮島パークボランティア, 宮島弥山を守る会, 宮島の山道をきれいにする会など)
- ・ 施設見学・砲台見学 (14件・団体)

行政・企業・取材・その他

- ・ 打合せ (広島県, 広島県警, 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, 相生エンジニアリング)
- ・ 取材・打合せ・現地調査 (広島森林管理署, 広島県, 廿日市市, 中国電力ネットワーク, 電

力調査株式会社，中国醸造，アルモニー，三分一博志建築設計事務所，中国新聞，中国放送，NHK広島，広島大学施設部等)

- ・ 捜索（廿日市警察署）
- ・ 情報提供・資料貸出（広島市植物公園，広島市森林公園こんちゅう館）
- ・ 助言．行政や研究機関等からの依頼で廿日市市宮島島内の自然や植物，絶滅危惧種の保護，ニホンジカ，イノシシ等に対して専門家として助言を行った。

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。
- ・ 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）
- ・ 前年度に引き続いて，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，種子や苗木提供を行うとともに，その後の管理や経過観察についても担当した緑化を実施した。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）
- ・ 宮島一般廃棄物最終処分場嵩上げに係る整備工事に伴う地域性種苗提供と緑化工を広島県廿日市市宮島で実施した。（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。
- ・ 日本モンキーセンターのニホンザルの野外調査に関して情報提供を行った。
- ・ 前年度に続き，広島大学デジタルミュージアムのサーバ運営を担当した。広島大学総合博物館等と共同で，広島大学デジタルミュージアム (<https://www.digital-museum.hiroshima-u.ac.jp/>) のコンテンツを更新した。現在アクセス数が大幅に増加傾向にあり，これは新型コロナウイルス感染症の影響による利用増加と考えられる。（2019年度ページビュー数 356,780件，2020年度 476,059件，2021年度 1,071,289件）
- ・ 宮島自然植物実験所と植物分類・生態学研究室が毎月一回共催しているヒコピア植物観察会や宮島自然植物実験所の園路を一般に公開しており，植物や自然を学習するための場として利用され，一部ではリカレント教育にも活用されている。
- ・ 前年度からの新型コロナウイルス感染症の影響で延期や中止になった事業があった。広島大学および他大学の学生実習，植物観察会の一部の回，高等学校向けの実験指導，宮島自然観察講座（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），宮島ユネスコ協会主催の野外観察会，宮島学園の理科・生活科・総合学習等（含，野外学習）の指導の一部，JR西日本やウォンツの事業への屋外コース提供など。
- ・ 学内の他研究室の博士課程前期・後期の学生の実験および分子系統解析の指導を行った。
- ・ 「世界遺産宮島およびキャンパス内のリソースを活用したデジタル教材開発と広島大学デジタルミュージアムを使った発信」について予算を獲得し，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。

植物遺伝子資源学講座／植物遺伝子保管実験施設

令和3年度構成員：草場 信（教授）、小塚俊明（助教）、信澤 岳（助教）

○研究活動の概要

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

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

平成29年度にはAEV2の自殖5代目系統について全ゲノム塩基配列を決定し、平成30年度には論文発表を行った。キクタニギクのゲノムサイズはおよそ3.0Gbであるが、ショートリードシーケンシングにより解析を行った結果、89%に当たる2.72Gbのアッセンブル配列を得た。約7万2千個の遺伝子を予測された。これはモデル植物であるシロイヌナズナの全遺伝子数の3倍近くであり、二倍体であるキクタニギクも進化の過程で倍数化を経ていることを反映している。令和元年度は、pseudomoleculeレベルでの高精度な全ゲノム配列を得るために、Gojo-0を用いてPacBio SequelによるロングリードシーケンスとHi-Cによるスキャフォールドリングを組み合わせた全ゲノム塩基配列決定を進め、キクタニギクの一倍体染色体数にあたる9本の巨大スキャフォールドを得ることができた。

令和3年度は、Gojo-0系統の全ゲノム塩基配列について遺伝子予測を行うとともに、ゲノム構造の解析を行った。キクタニギクゲノムは3.15Gbの大きさであり、7万4000遺伝子が予測されたが、これはモデル植物であるシロイヌナズナのゲノムサイズとしては30倍、遺伝子数としては2.7倍であった。したがって、そのゲノムの進化の過程でリピート配列の増大と遺伝子重複が予想された。実際、全予測遺伝子を用いた系統樹による解析で、キク属とヨモギ属分化後にキク属に共通に遺伝子重複が起きたことが示唆された。また、予想通り、全ゲノムの60%はレトロトランスポゾンが占めていることも判明した。*shiboridama*と名付けたキクタニギクの花器官変異体にはSbdRTと名付けたレトロトランスポゾンがキクタニギクのLEAFYオーソログに挿入されていることが明らかになった。このトランスポゾンは現在も転移活性を維持していると考えられ、染色体の遺伝子密度が高い領域に多く存在していることから、遺伝子を破壊する可能性が高いトランスポゾンと考えられた。また、ゲノム中に数百存在するSbdRTを用いた進化系統樹を使った解析により、キクタニギク分化後にコピー数が大きく増加したことが推察された。これらの結果は、ポジショナルクローニングなどへの活用例などの内容とともにCommunications Biologyに公表した。

また、植物特異的なP450ファミリーのひとつCYP78Aの研究も進めた。シロイヌナズナCYP78AファミリーのひとつCYP78A5は葉の形成速度を含む多面的機能をもつ新奇生理活性物質の合成に関わると考えられている。我々はその他のCYP78Aファミリーの機能解析を行ったところ、CYP78A6とCYP78A9は葉の形成速度には全く関与しないことがわかった。一方、*cyp78a6 cyp78a9*は葉の老化が早まるが、CYP78A5は葉の老化には全く関与しないことも明らかになった。しかし、

CYP78A6はcyp78a5変異体の葉の形成速度の表現型を相補できることから生化学的な機能はCYP78A5もCYP78A6も同じであると考えられた。CYP78A5は葉で全く発現がみられないことなどから、CYP78A5とCYP78A6・CYP78A9は発現の組織特異性により機能分化しているものと考えられた。cyp78a5変異体に非常に良く似た変異体にカルボキシペプチダーゼをコードするAMPの変異体がある。二重変異体作成などによる遺伝的相互作用の解析からCYP78AファミリーとAMP1は部分的に同一経路で作用している可能性が示唆された。両者が同一の新奇生理活性物質の生合成に関与している可能性もあり、興味深い。これらの結果はPlant Physiology誌に発表された。

○発表論文

1. 原著論文

Yamatani H, Heng T, Yamada T, Kusaba M and Kaga A (2021) Identification and characterization of an early leaf senescence gene *ELSI* in soybean. **Front. Plant Sci.** 12: 784105. [IF=6.627]

◎○Michiharu Nakano, Hideki Hirakawa, Eigo Fukai, Atsushi Toyoda, Rei Kajitani, Yohei Minakuchi, Takehiko Itoh, Yohei Higuchi, Toshiaki Kozuka, Hidemasa Bono, Kenta Shirasawa, Ippei Shiraiwa, Katsuhiko Sumitomo, Tamotsu Hisamatsu, Michio Shibata, Sachiko Isobe, Kenji Taniguchi, and Makoto Kusaba (2021) A chromosome-level genome sequence of *Chrysanthemum seticuspe*, a model species for hexaploid cultivated chrysanthemum. **Commun. Biol.** 4:1167 [IF=6.268]

Ken-ichiro Hibara, Masayuki Miya, Sean Akira Benvenuto, Naoko Hibara-Matsuo, Manaki Mimura, Takanori Yoshikawa, Masaharu Suzuki, Makoto Kusaba, Shin Taketa, Jun-ichi Itoh (2021) Regulation of the plastochron by three manynoded dwarf genes in barley. **PLoS Genet.** 17: e1009292 [IF=5.917]

◎Takashi Nobusawa, Misaki Kamei, Hiroaki Ueda, Naoya Matsushima, Hiroshi Yamatani, and Makoto Kusaba (2021) Highly pleiotropic functions of CYP78As and AMP1 are regulated in non-cell autonomous/organ-specific manners. **Plant Physiol.** 186:767-781. [IF=8.034]

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

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

◎御倉 彪生, 嶋村 正樹, 小塚 俊明, 野村 佳織, 石崎 公庸 中心体関連タンパク質セントリンのゼニゴケにおける機能研究 2021年度中国四国地区生物学系三学会合同大会香川大会 (オンラ

イン) (2021年6月19日～20日)

- ◎坂本昌悟, 小塚俊明, 福田智代, 山谷浩史, 草場 信 暗黒誘導性エチレン生合成の制御機構の解析 2021年度中国四国地区生物学系三学会合同大会香川大会 (オンライン) (2021年6月19日～20日)
 - ◎松嶋直哉, 信澤 岳, 草場 信 シロイヌナズナの器官発生を調節するCYP78A5遺伝子の発現制御機構の解析 2021年度中国四国地区生物学系三学会合同大会香川大会 (オンライン) (2021年6月19日～20日)
 - ◎伊藤 岳, 山谷浩史, 信澤 岳, 草場 信 BCMとGLKによるレタスのクロロフィル量の調節 第13回中国地域育種談話会 (オンライン) (2021年12月11日)
 - ◎草場 信, 中野道治, 小塚俊明, 谷口研至 キクタニギクモデル系統Gojo-0の全ゲノム配列決定とその活用 第44回日本分子生物学会 (オンライン) (2021年12月1日)
 - ◎小塚俊明, 挾間田敬, 中野道治, 谷口研至, 草場 信 キクタニギクFLORICAULA/LEAFY遺伝子による頭状花序形成機構の解析 日本植物学会第85回大会八王子大会 (オンライン) (2021年9月16日～20日)
 - ◎小塚俊明, 坂本昌悟, 福田智代, 山谷浩史, 草場 信 避陰応答によるエチレン合成制御機構の解析 第63回日本植物生理学会年会 (つくば) (オンライン) (2022年3月22日～24日)
 - ◎草場 信, 中野道治, 小塚俊明, 谷口研至 キク属における分子遺伝学: モデル系統と全ゲノム塩基配列情報 第63回日本植物生理学会年会 (つくば) (オンライン) (2022年3月22日～24日)
 - ◎中野道治, 深井英吾, 白岩一平, 小塚俊明, 谷口研至, 草場 信 キクタニギクに見出された新奇レトロトランスポゾンSbdRTの解析 第141回日本育種学会 (オンライン) (2022年3月20日～21日)
- 白澤健太, 江角智也, 坂井章浩, 草場 信, 他 ゲノム解析で解き明かすサクラ品種「ソメイヨシノ」のルーツ 第141回日本育種学会 (オンライン) (2022年3月20日～21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 (客員准教授)

中野 道治 (特任助教)

伊藤 岳 (特任助教)

【外国人客員研究員】

該当無し

○研究助成金の受入状況

1. 科学研究費補助金

- ・基盤研究 (B) 「葉老化抑制による窒素施肥耐性のイネ良食味・酒造好適品種開発のための基礎研究」草場 信 (代表)
- ・基盤研究 (C) 「キクタニギク自家和合性変異の分子機構解明」草場 信 (分担)
- ・基盤研究 (C) 「暗黒下におけるエチレン合成依存的・非依存的な葉老化制御機構の解明」小塚俊明 (代表)

- ・基盤研究 (C) 「高湿度下での花器官形成と生殖成立における表層脂質微量成分の分子機能と進化」 信澤 岳 (代表)
- ・基盤研究 (B) 「葉老化抑制による窒素施肥耐性のイネ良食味・酒造好適品種開発のための基礎研究」 信澤 岳 (分担)
- ・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」 中野道治 (代表)

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)
- ・イノベーション創出強化研究推進事業「多重変異蓄積による実用的ステイグリーン葉野菜の開発」 草場 信 (代表)

3. その他

該当無し

○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

草場 信

- ・日本植物生理学会・代議員
- ・日本育種学会・運営委員・シンポジウム委員
- ・広島県バイオテクノロジー推進委員会理事
- ・生物遺伝資源委員会委員 (国立遺伝学研究所)
- ・日本メンデル協会・評議員

信澤 岳

- ・中国四国植物学会 庶務幹事
- ・第62回日本植物生理学会年会 高校生発表 審査員 (2021年)
- ・第77回中国四国地区生物系三学会合同大会 高校生発表 審査員 (2021年)

2. セミナー・講演会開催実績

草場 信

- ・講演者：柴田 道夫 (東京大学 農学生命科学研究科)
「キクの種間交雑と開花生態に関する研究」
(2021年12月17日, オンライン)

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

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。

令和3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、高瀬 稔）、助教5名（中島圭介、花田秀樹、田澤一郎、井川 武、鈴木 誠）、客員教授4名（柏木昭彦 元広島大学特任教授、平良眞規 中央大学非常勤講師、Matthias Stöck ライプチヒ淡水生態・内水面魚類研究所研究員、Tariq Ezaz キャンベラ大学教授）、客員准教授1名（島田知彦 愛知教育大学准教授）、研究員1名（竹林公子）、客員研究員1名（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3名（中島妙子、堀内智子、原田加代子）、教育研究補助職員3名（川口香名子、山本克

明, 光重智子), 契約一般職員1名 (豊田知子), 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, 情報活用演習, 生物学実験A, 生物科学概説A, 基礎生物学A, B, 生物科学セミナー, 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, 生物科学英語演習を担当した。理学研究科と統合生命科学研究科では, 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6名, 学部4年生6名, 博士課程前期1年10名, 2年3名, 後期1年3名, 2年2名, 3年4名, 合計34名の学生が当センターで研究に励んだ。博士課程前期学生の国内学会発表は7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8件, 国際学会発表は2件であった。学部生と大学院生の教育活動の一環として, 月に2回, 教員, 研究員, 大学院生, 学部生が研究活動報告を両生類研究センターセミナーとして行った。

また地域教育に対する貢献事業として, 系統維持班が本邦の様々な両生類の生体を常時展示しており, 一昨年度までは毎年約1000名の訪問者に対して解説を行ってきた。しかし昨年度に引き続き今年度もコロナ禍の為, これらの地域貢献事業を自粛せざるを得なかった。

〈研究活動及びその他〉

バイオリソース研究部門, 発生研究部門, 進化・多様性研究部門に分けて記載する。

バイオリソース研究部門

令和3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), 柏木昭彦 (客員教授), 柏木啓子 (客員研究員), 鈴木菜花 (技術員)

○研究活動の概要

本研究部門は, 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。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, 日本医療研究開発機構 (AMED) の推進するナショナルバイオリソースプロジェクト (NBRP) 「ネッタイツメガエル」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となる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. ゲノム重複に伴う遺伝子進化機構の研究

ゲノム重複が起きると, それぞれ1つの祖先遺伝子から2つの重複遺伝子が形成され, 全遺伝子が倍加する。その結果, 純化選択圧が低下し, 各遺伝子の進化が促進される。これまでの研究が

ら、5億5千万年以上昔、ヒトや両生類、硬骨類（サカナ）を含む脊椎動物の共通祖先種がナメクジウオ等の頭索類と分岐した後に、このようなゲノム重複がその共通祖先種で2回起きたと考えられている。またその後で硬骨類（サカナ）の進化系譜においては、約3億7千万年前に更にもう一回ゲノム重複が起こり、両生類においては、ネットイツメガエルとアフリカツメガエルの系統が分岐した後で、1,700万年前にアフリカツメガエルの系譜でゲノム重複が起きたと考えられている。

これまでの多くのゲノム重複研究は、遺伝子を機能で分類して、どのようなグループが倍加後も2コピーで維持されやすいか、あるいはシングルトン化しやすいかの傾向を調べることに留まってきた。本研究では今年度、遺伝子の構造が進化運命に与える影響を抽出するため、倍加後も2コピーで維持されやすい転写制御因子の遺伝子群に注目し、祖先型2倍体ゲノムを持つネットイツメガエルの遺伝子と、それに対する4倍体ゲノムを持つアフリカツメガエルのオーソログのペア885組を対象として解析を進めた。これらにおいて、アフリカツメガエルにおいて2コピーで維持されているものと、シングルトン化しているものの数を調べたところ、それぞれ783組（88%）と102組（12%）であった。さらにヒストン修飾に対するChIP-seqデータを用いて、それぞれのオーソログ組のネットイツメガエル遺伝子が持つエンハンサーを同定し、その数を数えたところ、アフリカツメガエルにおいて2コピーで維持されている遺伝子に対するネットイツメガエルオーソログのグループの方が、アフリカツメガエルでシングルトン化している遺伝子に対するネットイツメガエルオーソログのグループよりも、エンハンサーの数が統計的に有意に多いことが明らかになった。また本研究を進める中で、2コピー維持されている遺伝子において進化的な機能分化が起きている可能性を検討するため、それぞれを高効率で破壊する技術の開発に成功し、学術論文として発表した（Tanouchi, M. et al., *Dev. Growth Differ.*, 2022）。

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

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

本年度はリュウキュウカジカガエルの比較対象種であるカジカガエルの高温暴露実験を行い、RNAseqにより発現変動遺伝子の同定を試みた。その結果、両種の間には変態までの生育可能温度に10°C以上の差異があることが判明し、遺伝子発現変動解析の結果、リュウキュウカジカガエルとカジカガエルの発現変動遺伝子には共通したものは少なく、多くの遺伝子は両種で異なることが明らかになった。このことは、高温暴露時の反応機序が両種の間で顕著に異なることを意味しており、今後はリュウキュウカジカガエルに固有な発現上昇遺伝子について、ゲノム編集による遺伝子破壊実験などを行う予定である。

3. ツメガエルを用いた希少・未診断疾患の候補遺伝子変異の意義検証

近年、次世代シーケンサーの発展によって遺伝性疾患の原因となる遺伝子変異の候補が多く同定されるようになり、それら遺伝子変異の意義についてモデル生物を用いて解析する必要性が増している。本研究では、臨床医学系の研究者との共同研究により、頭蓋骨縫合早期融合症、顔面形成異常、腎不全との関連が疑われる遺伝子（GNAS, ACTB, ANLN）の変異の意義に関する解析を進めた。具体的には、患児で見出された変異型のGNAS, ACTB, ANLNの強制発現実験を実施し、ツメガエル胚に与える影響を検討した。その結果、GNASは野生型の過剰発現によって起こる頭部形成異常が変異型では強く抑えられたことから、機能喪失型変異であることが示唆された。またACTBは反対に変異型を過剰発現した際に野生型では見られない原腸形成運動の異常が観察され

たことから、機能獲得型変異であることが示唆された。一方でANLNについては、解析した2つの変異の片方は機能喪失型変異であることを示唆する結果を得たが、もう片方については野生型との間に顕著な差は観察されなかった。今後はゲノム編集個体を作成して解析し意義の検証を進める予定である。また表現型解析において高空間分解能のマイクロCTを用いることができる観察条件を検討した。

4. ツメガエル類を用いた人為ゲノム重複研究

これまでの研究から、アフリカツメガエルの進化系譜では、2つの2倍体祖先種の間で交雑が起きてゲノムが重複し、その結果、4倍体ゲノムを持つアフリカツメガエルが種として形成され、現在に至っていると考えられている。このような交雑による新種形成は、生物進化においてしばしば起きていると考えられているが、異種ゲノムが同一種に宿ることにより、どのように遺伝子ネットワークが変化するのかについては未だ良くわかってはいない。この問題にアプローチする為、アフリカツメガエル近交系（4倍体）とその近縁種のキタアフリカツメガエル近交系（同じく4倍体）を人工交配させ、得られた受精卵を低温処理することによって第1卵割を阻害し、両種のゲノムを同時に持つ8倍体個体の作製を行った。昨年度は、得られたファウンダーの交配を数回試みたが、残念ながらF1個体を得るには至らなかった。しかし今年度はついにF1個体を得ることに成功した。次年度はこれらF1を育てて系統化した後、RNA-seq解析等を行って、交雑に伴う遺伝子発現の変動を解析する予定である。

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

本研究部門ではNBRP事業の一つとして、両生類遺伝学の標準モデル動物として用いられているネットイツメガエルについて、兄妹交配の継続により、世界で唯一の野生型近交系4種類（Nigerian A, Nigerian H, Nigerian BH, Ivory Coast）の作出と、その全ゲノム配列の決定と公開（<http://viewer.shigen.info/xenopus/index.php>）に成功している。また受精卵を低温処理することによって雌性発生2倍体個体を作成し、その系統化を進めている。全身あるいは組織特異的にGFPを発現するトランスジェニック系統群や、ゲノム編集によりチロシナーゼ遺伝子を破壊したアルビノ系統やhps6遺伝子を破壊したヘルマンスキー・パドラック症候群モデル系統、胸腺を持たない為に組織移植の容易なfoxn1変異系統等についてもリソース化し提供体制を整備した。これらを合わせると令和4年3月末の収集・保存数は85系統、5,800匹になった。本年度の生体リソース提供数は、30名の研究者に対して151件2,376匹であった。

○発表論文

1. 原著論文

©Tanouchi M, Igawa T, Suzuki N, Suzuki M, Hossain N, Ochi H, Ogino H. Optimization of

CRISPR/Cas9-mediated gene disruption in *Xenopus laevis* using a phenotypic image analysis technique. *Dev Growth Differ*. 2022 May;64(4):219-225. doi: 10.1111/dgd.12778. Epub 2022 Apr 12. PMID: 35338712.

Koyama H, Suzuki M, Yasue N, Sasaki H, Ueno N, Fujimori T. Differential Cellular Stiffness Contributes to Tissue Elongation on an Expanding Surface. *Front Cell Dev Biol*. 2022 Mar 29;10:864135. doi: 10.3389/fcell.2022.864135. PMID: 35425767; PMCID: PMC9001851.

©Ogino H, Kamei Y, Hayashi T, Sakamoto J, Suzuki M, Igawa T. Invention sharing is the mother of developmental biology (Part 3). *Dev Growth Differ*. 2022 Jan;64(1):4. doi: 10.1111/dgd.12770. PMID: 35102551.

- ◎Uemasu H, Ikuta H, Igawa T, Suzuki M, Kyakuno M, Iwata Y, Tazawa I, Ogino H, Satoh Y, Takeuchi T, Namba N, Hayashi T. Cryo-injury procedure-induced cardiac regeneration shows unique gene expression profiles in the newt *Pleurodeles waltl*. *Dev Dyn*. 2022 May;251(5):864-876. doi: 10.1002/dvdy.450. Epub 2022 Jan 17. PMID: 34964213.
- ◎Ogino H, Kamei Y, Hayashi T, Sakamoto J, Suzuki M, Igawa T. Invention sharing is the mother of developmental biology. *Dev Growth Differ*. 2021 Dec;63(9):458. doi: 10.1111/dgd.12763. PMID: 34967943.
- ◎Ogino H, Kamei Y, Hayashi T, Sakamoto J, Suzuki M, Igawa T. Invention sharing is the mother of developmental biology. *Dev Growth Differ*. 2021 Oct;63(8):395-396. doi: 10.1111/dgd.12755. PMID: 34708406.
- Komaki S, Matsunami M, Lin JW, Lee KH, Lin YP, Lee Y, Lin SM, Igawa T. Transcriptomic changes in hot spring frog tadpoles (*Buergeria otai*) in response to heat stress. *Front Ecol Evol*. 2021 Oct; 9: 658. Doi: 10.3389/fevo.2021.706887.

2. 総説・解説

- ◎荻野 肇, 井川 武, 鈴木 誠, 高瀬 稔, 中島圭介, 田澤一朗, ネットアイツメガエル・ナショナルバイオリソースプロジェクト(NBRP), *比較内分泌学* 47 (173): 40-43, 2021.

○著書

- 荻野 肇, XI-2 「両生類」, 実験動物の技術と応用 増補改訂版 入門編 (アドスリー), 182-183, 2021.
- 荻野 肇, XI-2 「両生類」, 実験動物の技術と応用 増補改訂版 実践編 (アドスリー), 373-375, 2021.

○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

- ◎Igawa T, Suzuki M, Suzuki N, Kashiwagi A, Kashiwagi K, Ochi H, Ogino H. Morphological and behavioral characteristics of *Xenopus tropicalis* inbred strains in NBRP. 18th International Xenopus Conference. オンライン開催 (Portsmouth, UK), 2021.8.19, 招待講演.

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

- ◎○鈴木 誠, 井川 武, 柏木昭彦, 柏木啓子, 古野伸明, 鈴木菜花, 田澤一朗, 高瀬 稔, 三浦郁夫, 鈴木 厚, 花田秀樹, 中島圭介, 彦坂 暁, 越智陽城, 加藤尚志, 森 司, *荻野 肇. ネットアイツメガエルの遺伝学・ゲノム科学的リソース基盤の形成とその活用. 第44回日本分子生物学会年会, オンライン開催, 2021.12.1-3, 依頼ポスター発表.
- 荻野 肇. 第4期ネットアイツメガエルNBRP/2020年度までの報告. 第14回日本ツメガエル研究集会, オンライン開催, 2021.6.19, 依頼講演.

4. 国内学会での一般講演

- ◎吉田真菜, 川崎詩織, 坂口裕介, 鈴木菜花, 鈴木 誠, 荻野 肇. ツメガエル再生尾部における脊髄特異的な遺伝子発現誘導系の構築. 日本動物学会中国四国支部広島県例会, オンライン開催, 2022.3.8, ポスター発表.
- ◎坂口裕介, 高野友篤, 井川 武, 阪上起世, 鈴木 誠, 鈴木菜花, 荻野 肇. 脊索動物における単眼から双眼への進化機構の研究. 第92回日本動物学会大会, オンライン開催, 2021.9.2, ポスター発表.
- ◎石井理央奈, 鈴木 誠, 鈴木菜花, 荻野 肇. ツメガエル幼生における終脳再生の初期過程の三次元形態解析. 第92回日本動物学会大会, オンライン開催, 2021.9.2, ポスター発表.
- ◎坂口裕介, 高野友篤, 井川 武, 阪上起世, 鈴木 誠, 鈴木菜花, 荻野 肇. 脊索動物における眼形成遺伝子*rax*のシス調節進化の研究. 第14回日本ツメガエル研究集会, オンライン開催, 2021.6.19, 一般口頭発表.

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

1. 研究員

柏木啓子 (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)

博士前期課程 私費留学生 (欧 語詩, 中国)

○研究助成金の受入状況

1. 科学研究費補助金

荻野 肇

- ・基盤研究(C)「ゲノム重複に伴う発生制御遺伝子の進化とその運命決定機構の研究」
800千円 (代表)
- ・基盤研究(C)「温泉ガエルの表現型可塑性におけるエピジェネティック制御機構の解明」
100千円 (分担)

井川 武

- ・基盤研究(C)「温泉ガエルゲノムから探る高温耐性の獲得メカニズム」1,820千円 (代表)
- ・基盤研究(C)「ゲノム重複に伴う発生制御遺伝子の進化とその運命決定機構の研究」
100千円 (分担)

鈴木 誠

- ・基盤研究(C)「温泉ガエルの表現型可塑性におけるエピジェネティック制御機構の解明」
100千円 (分担)

2. その他の補助金

荻野 肇

- ・日本医療研究開発機構 (AMED) 第4期NBRP「ネットイツメガエルを中心とした両生類リソースの収集・保存・提供」中核機関 (令和3年度) 13,472千円 (課題管理代表者)

井川 武

- ・基礎生物学研究所 共同利用研究「リュウキュウカジカガエルの高温耐性獲得に関わるHSF1の分子進化及び機能解析」266千円（共同研究代表者）

鈴木 誠

- ・日本医療研究開発機構（AMED）難治性疾患実用化研究事業「J-RDMM:モデル生物コーディネーティングネットワークによる希少・未診断疾患メカニズム解析」1,001千円（研究開発代表者）
- ・基礎生物学研究所 共同利用研究「コンピューター断層撮影法によるネツタイツメガエル近交系の3D表現型解析」276千円（共同研究代表者）

○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 課題管理代表者
- ・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
- ・日本爬虫両生類学会 会計監査
- ・Journal of Tropical Life Science, Editor
- ・Frontiers in Genetics / Ecology and Evolution, Guest Editor
- ・Animals, 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
- ・Frontiers in Cell and Developmental Biology, Review Editor
- ・日本発生生物学会誌「Development, Growth & Differentiation」Guest Editor

柏木昭彦

- ・広島大学総合博物館客員研究員
- ・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

鈴木菜花, 荻野 肇

- ・ナショナルバイオリソースプロジェクト ネットアイツメガエル カスタマイズド講習会講師
(広島大学, 広島県東広島市, 2022年3月28日～31日)

井川 武

- ・2021年度広島大学ホームカミングデー理学部企画「現代科学をあなたの目で！」コメンテーター
(広島大学, 広島県東広島市, 2021年11月7日)
- ・教育ネットワーク中国高大連携公開講座「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」(広島大学, 広島県東広島市, 2021年10月30日, オンライン)

鈴木 誠

- ・教育ネットワーク中国高大連携公開講座「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」(広島大学, 広島県東広島市, 2021年10月30日, オンライン)

柏木昭彦

- ・安田女子短期大学非常勤講師 (前期「人間と環境」を担当)
- ・山陽女子短期大学フレッシュマンセミナー「環境ホルモン(内分泌かく乱化学物質)とその影響」講師

○その他特記事項

荻野 肇

- ・両生類研究の拠点新棟除幕式(広島大学, 広島県東広島市, 2021年7月1日, 中国新聞)

荻野 肇, 井川 武, 鈴木 誠

- ・センター見学者対応(山陽小野田市立山口東京理科大学, 2022年2月28日)

井川 武

- ・テレビ朝日「ナニコレ珍百景」・「赤ちゃんのように鳴くカエル」解説(2021年9月12日)
- ・テレビ朝日「たけしの超常現象!? 不思議だなニュース」・「お腹が光るカエル」「ホコリまみれの謎の生物」解説(2021年12月1日)

鈴木 誠

- ・プレスネット「広島大学の若手研究者に聴く:体の形がどうできるのかを解明, ヒト疾患の治療の糸口に」解説(2021年7月29日)
- ・TBS「THE TIME」世界初の生体ロボット「ゼノボット」解説(2021年12月2日)

発生研究部門

令和3年度構成員：林 利憲（教授）、鈴木 厚（准教授）、古野伸明（准教授）、高瀬 稔（准教授）、中島圭介（助教）、花田秀樹（助教）、田澤一朗（助教）、竹林公子（研究員）、岩田 唯（研究員）

○研究活動の概要

本研究部門は両生類の器官再生、卵形成・成熟、初期発生、変態、生殖器発生・分化の分子機構などに関して実験発生学、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/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貢献するために、国際連携活動、cDNAと全ゲノムBACライブラリーを含む非生体リソースと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3年度の研究・教育活動は以下の通りである。

1. イベリアトゲイモリを用いた器官再生機構の研究

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

2. イモリの生殖細胞分化機構の研究

脊椎動物の生殖細胞は始原生殖細胞（PGC）に由来する。発生過程においてPGCの分化運命の決定機構は生殖質型と誘導型に大別される。生殖質型では、卵の一部の細胞質に局在する母性因子によりPGCが決定され、誘導型では、細胞間の相互作用によりPGCが決定される。イモリなどの有尾両生類はカエルと似た初期発生を経るが、PGCの決定様式は誘導型とされている。我々は、イモリでは、*vasa*や*dazl*など、他の動物において生殖細胞形成に重要な遺伝子の産物が、母性に存在することに注目して、その機能解明を進めてきた。*dazl*遺伝子について母性因子として存在するmRNAの阻害を行い、生殖細胞形成への影響を解析した。その結果、阻害操作を行った時期に依存したPGCの減少が観察された。このことから、母性由来の*dazl*はPGC決定に必要であることを示した。加えて、イベリアトゲイモリの精巣形成の全過程と、精子分化における日長の影響を解析した成果を執筆して、国際科学誌に発表した。さらに、精巣の再生機構の研究に着手した。

3. イベリアトゲイモリのバイオリソース整備

本研究部門では、新規有尾両生類のモデル動物として利用が進みつつあるイベリアトゲイモリのバイオリソース整備を推進した。本研究部門で飼育している、世界で唯一の近交系3系統を維持しつつ、将来の純系統作出に向けた兄妹交配の作業を実施した。加えて、蛍光タンパク質を発現するトランスジェニック系統群や、ゲノム編集個体の系統についてもリソースとしての配布に向けた個体数の管理作業を進めた。さらに、両生類研究センターバイオリソース棟について、イベリアトゲイモリ飼育施設としての運用を開始した。

4. 発生過程におけるBiz結合因子 (Biz associated protein, Bap) の機能解析

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

前年度までに**bap**と**biz/zbtb14**が神経誘導に重要な時期と場所で共に発現することを明らかにした。さらに、BapをBiz/Zbtb14と同時にツメガエル胚外胚葉で過剰発現させて背腹と前後軸のマーカ遺伝子や全前脳胞症の原因遺伝子群の発現を定量的RT-PCRやWISH法で解析した結果、BapはBiz/Zbtb14単独の場合に比べて後方神経マーカを含む数種類の遺伝子の発現が強く誘導し、神経誘導時にBiz/zbtb14と協調的にはたらくことがわかった。また、アンチセンスモルフォリノオリゴによりBapの機能阻害実験を行った結果、後方神経マーカ**hoxb9**の発現が低下する一方で、前方領域では神経マーカ**pax6**の発現が拡大した。この表現型がモルフォリノオリゴ標的配列を持たない**bap** mRNAの顕微注入によってレスキューされることも確認している。以上の結果から、BapはBiz/Zbtb14による神経誘導作用を強める活性をもち、神経組織の前後軸パターン形成に必要不可欠であることが明らかになった。今年度は、エピトープタグをN末またはC末に付加したBapとBiz/Zbtb14を培養細胞に発現させた後、共免疫沈降法を用いてタンパク質間の結合を解析した。その結果、ヒトの場合と同様に両者が結合することがわかり、今後、初期神経発生の知見が豊富なカエル胚を用いて、BapとBiz/Zbtb14の協調作用を詳細に調べるための基盤を構築することができた。

5. 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。本研究部門の鈴木と竹林は、BMP, Wnt, FGFといった誘導因子のシグナルを調節して胚発生を制御する因子 (Oct-25/Pou5f3.2, FoxB1, JunB, Clk2, Biz/Zbtb14) を同定することに成功している。また、両生類は極めて高い組織再生能力を持ち、胚発生で働く誘導因子が再生過程においても重要な働きをすることが示唆されている。そこで、ツメガエル幼生尾部の組織再生系を用い、誘導因子とその調節因子の機能解析を開始した。昨年度までに、ツメガエル幼生尾部領域を切断するとJunB転写因子が発現して細胞増殖を促進すること、および**junb**の発現にはTGF-betaシグナルが重要であることが分かっている (Nakamura *et al.*, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 2020)。組織再生過程におけるTGF-betaシグナル/JunB経路の重要性が明らかになったが、再生開始のきっかけとなるTGF-betaリガンドは特定されていない。令和3年度は、組織再生過程におけるTGF-betaリガンドの発現を解析した結果、TGF-beta1とTGF-beta2が再生前後で発現していることが分かった。特に、**tgfb1**の発現レベルは高く、**tgfb1**ノックアウト胚では、尾部再生に遅延が認められ、組織再生過程の細胞増殖が抑制されることが分かった。また、尾の切断直後に誘導されるTGF-betaシグナル (pSmad2/3の発現) が**tgfb1**ノックアウト胚で減少した。したがって、TGF-beta1リガンドがTGF-betaシグナルの活性化を

介してJunB転写因子を誘導し、組織再生に必須な細胞増殖を引き起こすことが明らかになった (Nakamura *et al.*, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 2021)。

6. 神経発生におけるClkファミリーリン酸化酵素の機能解析と作用機構

本研究部門の鈴木と竹林は、ツメガエルの神経板で強く発現するリン酸化酵素・Cdc2-like kinase 2 (Clk2) を同定し、機能解析を進めている。Clk2は、初期胚で過剰発現すると神経誘導を引き起こし、FGF処理もしくはBMPシグナル抑制処理と協調的に働いて、神経誘導を強める。また、Clk2がリン酸化MAPKを増加させてFGFシグナルを活性化する一方で、リン酸化Smad1を減少させてBMPシグナルを抑制することが分かっている (Virginia *et al.*, *Develop. Growth Differ.*, 2019)。また、これらの成果を取りまとめ、FoxB1, Biz/Zbtb14, およびClk2が関与する体軸形成と神経パターンニング機構について総説を発表している (Takebayashi-Suzuki and Suzuki, *Genes*, 2020)。

令和3年度は、神経発生過程における*clk*ファミリー遺伝子の機能解析を行った。ゲノム配列データを基にして遺伝子検索を行ったところ、ツメガエルには*clk2*の他に*clk1*と*clk3*が存在することが分かった。これらの遺伝子発現を調べると初期発生過程での発現を検出することができ、RT-PCR法によってネットイツメガエルから*clk1*と*clk3*のcDNAをクローニングすることに成功した。また、Clk1とClk3をツメガエルの外胚葉で過剰発現すると、それぞれが神経誘導活性を示し、特にClk3はClk2と同等の高い神経誘導活性を持つことが分かった。さらに、*clk1*と*clk3*の組織特異的な発現パターンについて解析した結果、それぞれ神経胚期と原腸胚期から発現が上昇し、その後、神経組織に強い発現が見られた。Clk1, Clk2, Clk3のノックダウン解析を行った結果、Clk1, Clk2, Clk3のそれぞれについて神経組織の減少が見られ、Clk3のノックダウンで強い表現型が得られた。また、Clk3ノックダウンでは、神経マーカーの発現が低下する一方で中胚葉マーカーは正常であった。以上の結果から、*clk*ファミリー遺伝子は神経形成に必須であり、とりわけClk2とClk3は重要な働きをしていると考えられた (Virginia *et al.*, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 2021)。

7. 卵形成・初期発生における卵特異的細胞周期調節遺伝子の発現調節機構解析の試み

卵は、減数分裂や受精後に特殊な細胞分裂を行う。例えば、減数分裂では、DNA複製をスキップした2回の連続した分裂を行い、受精後はG1期・G2期のない分裂を行う。これらの特殊な分裂は、卵特異的に発現する細胞周期調節因子によって行われているという仮説に基づいて研究を行っている。これらの卵特異的な細胞周期調節因子の発現調節機構の解明は、卵への決定・分化の機構解明につながる。現在、ネットイツメガエルの*mos*と*wee 2*のプロモーター領域と思われる部分（翻訳開始点より10kbp上流まで）をクローニングし、GFPの上流にその5kbpを挿入したtransgenicガエル作製のベクターを構築した。このコンストラクトや、プロモーターにいろんな欠失を導入したコンストラクトでtransgenicガエルを作製し、卵特異的な発現に必要な領域を特定する。

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

細胞周期をG2期からM期へ進むのを抑制する因子としてWee1とMyt1が知られている。1999年に、アフリカツメガエルを用いて、ツメガエル卵母細胞のG2期での停止には、Myt1が特異的に働くことが示された。今まで、体細胞分裂におけるMyt1の機能については、培養細胞をはじめとして色々調べられてはいるが、決定的なこと (Wee1がここで働いておらず、Myt1がそのところで特異的に働いているというところ) は報告されていない。我々は、Myt1は個体レベルの分化した細胞でG2期にはたらくCKI (Cyclin dependent kinase inhibitor) ではないかと考え研究をしている。卵はG2期で停止して分化する細胞なので、そのCKIがMyt1と考えている。また、Myt1は卵母細胞だけでなく初期胚でも発現しているが、初期発生での機能については、我々が第一卵割のG2期の創出に

必要であるという研究結果を報告している。

受精直後だけに現れるG2期について、前述したように Myt1が関与しているということを示唆する結果も得ていたので、アフリカツメガエルを用いて詳しく解析し、このG2期の出現にMyt1が主に関与することを報告した。さらに、ネッタイツメガエル*myt1*をクローニングし初期発生における機能解析を行った。その結果、ツメガエルの卵成熟だけでなく初期発生の過程でも、細胞周期の抑制因子として機能していることが示唆された。また、中期胞胚以後、卵割に影響が見られた*myt1*変異DNAを発現させても発生に影響が見られなかった。これらのことから、Myt1は卵母細胞、初期胚で特異的に働くことが強く示唆された。

それを遺伝学的に確かめるため、*myt1*のCRISPR/CASによるノックアウト個体を作成した。その結果、ノックアウト個体は、変態後、やく13mmに成長した段階で全て死んだ。KO個体の期待した表現形は、卵形成過程でG2停止が起こらず卵巣癌が起こることであったが全くの予想外の結果であった。このことは、Myt1が個体の維持のため必須の機能を持つことを示唆する。現在、なぜ死んだか解析している。また、卵形成過程初期では、Myt1が存在せず、その代わりにWee2が存在する。このことは、卵形成過程でのG2の停止は、単純にMyt1だけでなくWee2も関与していると考えられる。すなわち、卵形成初期はWee2が、後期はMyt1が働いていると推察している。それを確かめるために*wee2*遺伝子のKO個体の作成も試みている。現在、*wee2*のKDのF1を得ている。Myt1, *wee2*のKO個体を作成、解析することで卵形成過程におけるG2停止の機構を解明したい。

9. mTOR情報伝達系の解析: RagA familyタンパク質とWDR35との相互作用

炎症は、生体の損傷に対する組織の反応であり、その反応の一部にmTOR情報伝達系が関与している。研究の目的は、炎症に関与するmTOR情報伝達系に関与するタンパク質や、その相互作用を調べる事でこの情報伝達系の全貌を解明することである。

この伝達系では、Small GTP binding タンパク質群が関与していることが知られている。そのなかで、RagA, RagB/RagC, RagDにくわえ、Ego1, Ego3とGtr1, Gtr2のタンパク質がmTORのシグナル伝達に新たに関与していることを示した。また、RagAはWDR35/IFT121（このタンパク質は、遺伝病であるSensendon症候群の原因遺伝子の1つ）と、C末のfree coil部分で相互作用していることを示した。さらに、RagAは、*in situ* 染色の結果から、一次繊毛のマーカーであるacetyl tubulinと共局在することが示された。WDR35は、一次繊毛における物質輸送に関わるIntragaragellar transport (IFT-A) complexの構成成分IFT21であるので、一次繊毛の物質輸送の制御にmTORが関係することが示唆された。昨年度は、WDR35と相互作用するタンパク質を、TCP/CCT1というタンパク質を含むCCT complexを同定した。CCT complexは、 α -tubulinのシャペロンとして機能することが知られており、免疫染色の結果、acetyl tubulinと局在することも示した。さらに、RagAやWDR35の293T細胞におけるknockout細胞においては、acetyl tubulinが分散した。これらの結果から、一次繊毛形成に、WDR35がRagAやCCT complexを介して関与することを明らかにした。今年度はこのTOR系に関与するGtr1が酸化ストレス反応に関与するかどうか調べた。Gtr1のGDP型は過酸化水素処理に対して耐性があり、逆にGTP型は耐性がなかった。この結果に一致して、Gtr1のGTP分解酵素であるIlm1p遺伝子の欠損株は、過酸化水素に感受性が高かった。また、耐性株では、参加ストレス時にオートファジーが強く誘導されることも示した。

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

遺伝子の水平伝播は細菌や単細胞生物間ではごく一般的な現象であるが、高等な脊椎動物間では極めて稀な現象であると考えられている。ところが我々は、トランスポゾン的一种がヘビからカエルへ世界各地で水平伝播していることを発見した。また、通常とは違ったヘビからカエル（捕

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

11. フクラガエルの抱接時に放出される「糊」の解析

アフリカの乾燥地域に分布するフクラガエル類は、体が風船のように丸い形状をしている。また、フクラガエルはメスがオスに比較して非常に大きく、かつ、オスは腕も短いため、普通のカエルのように、繁殖行動の際にオスがメスを抱きかかえる(抱接という)ことができない。代わりにフクラガエル類は、糊状の粘液を出し、雌雄が接着することで抱接するという特別な繁殖行動を行う。このフクラガエル類の奇妙な繁殖生態は60年以上前から知られていたが、糊を人工的に分泌させることができなかったため、フクラガエルの糊の研究は進んでいなかった。今回、皮膚に電気刺激を与えることで、糊粘液を採取することに成功した。この技術を用い、フクラガエル糊について、その接着力の強さと雌雄どちらが糊を出すのかを明らかにした。なおこの研究は、アメフクラガエルという種類を使用した。

まず、引っ張り試験機を使って、アメフクラガエルの糊粘液の接着力(剥離強度)を測定した。その結果、接着後、時間経過とともに糊の接着力は強まり、およそ1時間から3時間置いた時に最も強くなり、1時間で1 cm²あたり約0.8 kg重、3時間では約0.7 kg重の接着力を発揮した。これは、洋服などについている面ファスナー(ベルクロ)の接着力と同じぐらいの強さである。その後、接着力は徐々に弱くなり、3日後には接着力がなくなった。また、この接着力の変化は、粘液中の水分量に関係しており、自然乾燥で水分が失われると接着力が無くなることも示唆された。

抱接の際に、フクラガエルのオス・メスどちらが糊を出すのかという議論は、40年ほど前から続いていた。その議論の中で、オスとメスが違う種類の糊を出し、その両者が混ぜ合わさることでより強い接着力が生じるという仮説(エポキシ仮説)が特に有名だった。今回の研究の結果、糊の接着力や接着持続時間がオスとメスの間でほとんど変わらないことが明らかになった。さらにオスとメスの糊を混ぜて接着を行った場合でも、その接着力はオス・メスそれぞれの糊と変わらなかったことから、エポキシ仮説は否定された。さらに現地調査の過程で、フクラガエルのオスが糊を出さない別種のカエルに接着していることを発見し、オスの糊分泌物だけで抱接が行えることを明らかにした。

本研究成果は、国際科学雑誌「*SALAMANDRA*」58巻1号43-51ページ(2022年2月15日)において、同雑誌の表紙も飾っている。

12. 生殖腺分化転換関連遺伝子の解析

これまでに、ネッタイツメガエル雄決定遺伝子探索のためにYY超雄を作製し、XX雌個体と共にゲノム解析を行い比較検討した。さらに、ネッタイツメガエル雄決定遺伝子を絞り込むために性分化時期の生殖腺における遺伝子発現についてRNA-seq解析を行った。しかし、性分化時期の生殖腺は非常に小さいために中腎や副腎と一緒に取り出して全RNAを抽出する必要があるため、中腎や副腎といった生殖腺以外の器官で発現している遺伝子がRNA-seq解析のノイズになることが考えられる。そこで、ツチガエル幼生への性ホルモン投与による卵巣から精巣への分化転換に着目した。広島県産ツチガエルは、これまでに用いてきたネッタイツメガエルと同じくXX/XY型の性決定様式を持ち、性ホルモン投与により精巣および卵巣への分化転換が誘導される。特に、広島県産ツチガエルでは発達した卵巣から精巣に分化転換することから生殖腺のみを容易に取り出すことができ、精巣への分化転換過程における生殖腺での遺伝子発現変化を解析することができる。また、性ホルモン投与による分化転換過程において、雄決定遺伝子の発現が誘導されている可能性も考えられる。今回、性ホルモン投与により作製したXX雄個体の精子懸濁液を用いてXX雌個体の未受精卵に人工媒精を行い、全雌幼生集団を作製した。そして、発達した卵巣を持つ幼生にTP腹腔内注射を行い、卵巣から精巣への分化転換を誘導した。まず、分化転換過程における組織学的解析により顕著な分化転換像が観察される時期を調べた。次に、TP注射後1日目と顕著な分化転換時期の実験群の生殖腺から全RNAを抽出し、対照群と共にRNA-seq解析を行った。今後さらに、これまでの様々な解析結果を統合的に比較検討するなど、ネッタイツメガエル雄決定遺伝子の探索を進めていく予定である。

13. 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なので、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。

また、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4つの遺伝子の発現量をRT-PCRを用いて測定したところ、意外なことにolfm4以外の3つの遺伝子の発現量はTR β ノックアウトガエルの脊索における発現の方が野生型のものよりも多かった。このことはTR α によ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。もしもこの仮定が正しいものであったとすると、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。このことは、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のプロモーター解析を行っている。

14. TALEN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TALENによる標的遺伝子破壊を行ったネツ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TALENを設計して、TALEN mRNAを受精卵に注入した。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が順次得られ始め、解析を行っている。

15. 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)。

16. 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。樹上性とIEはカエル目の中ではカエル亜目のみに認められ、IEを持つ種はカエル目の中では多数の系統に広くやや疎らに分布している。もし、これらIEの進化的起源が単一であれば、そのことはカエル亜目の現在の繁栄が進化初期における樹上性の新規獲得と関係が深いことを示唆する。しかしIEの比較発生的解析はこれまでに殆どなされていない。そこで私たちは、カエル亜目の中で系統的に離れ形態的に異なるIEを持つ2種、ニホンアマガエルおよびシュレーゲルアオガエルを用い、IEの発生過程がどの程度共通であるかを骨学的および組織学的に比較した。その結果、両種のIEはアルシアンブルー染色性こそ異なるが、組織学的にはいずれも軟骨様構造であること、および発生位置が同一であることがわかった。IEが形成され始める発生段階 (後肢の形態に基づく) は、シュレーゲルアオガエルの方が早かった。しかしながら、IE周辺の組織の発達程度を基準に置いた場合は両種のIEの形成開始タイミングはほぼ一致していた。このことは両種のIEの発生開始機構が基本的に同じであること、およびIEの進化的起源が共通であることを支持する。

17. *Xenopus*類心臓を用いた器官培養法の開発と応用

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

○発表論文

1. 原著論文

- ◎Nakajima K, Shimamura M, Furuno N. Generation of no-yellow-pigment *Xenopus tropicalis* by slc2a7 gene knockout. *Dev Dyn*. 2021 Oct;250(10):1420-1431. doi: 10.1002/dvdy.334. Epub 2021 Apr 14. PMID: 33760303.
- Watabe M, Hiraiwa A, Sakai M, Ueno T, Ueno S, Nakajima K, Yaoita Y, Iwao Y. Sperm MMP-2 is indispensable for fast electrical block to polyspermy at fertilization in *Xenopus tropicalis*. *Mol Reprod Dev*. 2021 Nov;88(11):744-757. doi: 10.1002/mrd.23540. Epub 2021 Oct 7. PMID: 34618381.
- Sanoh S, Hanada H, Kashiwagi K, Mori T, Goto-Inoue N, Suzuki T K, Mori J, Nakamura N, Yamamoto T, Kitamura S, Kotake Y, Sugihara K, Ohta S, Kashiwagi K. 2020. Amiodarone bioconcentration and suppression of metamorphosis in *Xenopus*. *Aquatic Toxicology* 228: 105623.
- Virgiriina RP, Nakamura M, Takebayashi-Suzuki K, Fatchiyah F, Suzuki A. The dual-specificity protein kinase Clk3 is essential for *Xenopus* neural development. *Biochem Biophys Res Commun*. 2021 Aug 27;567:99-105. doi: 10.1016/j.bbrc.2021.06.005. Epub 2021 Jun 16. PMID: 34146908.
- Nakamura M, Yoshida H, Moriyama Y, Kawakita I, Wlizla M, Takebayashi-Suzuki K, Horb ME, Suzuki A. TGF- β 1 signaling is essential for tissue regeneration in the *Xenopus* tadpole tail. *Biochem Biophys Res Commun*. 2021 Aug 6;565:91-96. doi: 10.1016/j.bbrc.2021.05.082. Epub 2021 Jun 5. PMID: 34102475; PMCID: PMC8255271.
- Sekiguchi T, Ishii T, Kamada Y, Funakoshi M, Kobayashi H, Furuno N. Involvement of Gtr1p in the oxidative stress response in yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Biochem Biophys Res Commun*. 2022 Apr 2;598:107-112. doi: 10.1016/j.bbrc.2022.02.016. Epub 2022 Feb 8. PMID: 35158208.
- Kakehashi R, Hemmi K, Willem L, Furuno N, Lous Du P, Minterm L and Kurabayashi A. Better than mere attraction-adhesive properties of the skin secretion in the common rain frog, *Breviceps adspresus*. *Salamandra, German Journal of Herpetology* 2022, 58, 43-51, 2022

2. 総説・解説

- ◎中島圭介, 田澤一朗, 矢尾板芳郎 両生類における二つの甲状腺ホルモン受容体の役割
糖尿病・内分泌代謝科 53(5): 565-576. (2021)

○講演等

1. 国際会議での招待講演

- Nakamura M, Yoshida H, Takahashi E, Moriyama Y, Kawakita I, Wlizla M, Takebayashi-Suzuki K, Horb ME, Suzuki A. The AP-1 transcription factor JunB and TGF- β 1 ligand are critical components of the early injury response leading to cell proliferation in *Xenopus* tadpole tail regeneration. 18th International *Xenopus* Conference, オンライン開催 (Portsmouth, UK) , 2021.8.15-19, 招待講演.

2. 国際会議での一般講演

- ◎○Kyakuno M, Sakuma T, Suzuki K, Yamamoto T, Tazawa I, Furuno N, Noce T, Tsunekawa N, Takeuchi T, Hayashi T. Maternal expression of dazl contributes to the early stage of PGC differentiation in the urodele amphibian. 54th Annual Meeting of JSDB, オンライン開催, 2021.6.17-18, ポスター発表.
- Nakamura M, Yoshida H, Takahashi E, Moriyama Y, Kawakita I, Wlizla M, Takebayashi-Suzuki K, Horb ME, Suzuki A. The AP-1 transcription factor JunB and TGF- β 1 ligand are critical components of the early injury response leading to cell proliferation in *Xenopus* tadpole tail regeneration. Society for Developmental Biology 80th Annual Meeting, オンライン開催, 2021.7.12-16, ポスター発表.

3. 国内学会での招待講演

◎○鈴木 誠, 井川 武, 柏木昭彦, 柏木啓子, 古野伸明, 鈴木菜花, 田澤一朗, 高瀬 稔, 三浦郁夫, 鈴木 厚, 花田秀樹, 中島圭介, 彦坂 暁, 越智陽城, 加藤尚志, 森 司, 荻野 肇. ネットアイツメガエルの遺伝学・ゲノム科学的リソース基盤の形成とその活用. 第44回日本分子生物学会年会, オンライン開催, 2021.12.1-3, 依頼ポスター発表.

4. 国内学会での一般講演

◎○客野瑞月, 佐久間哲志, 鈴木賢一, 山本 卓, 田澤一朗, 古野伸明, 野瀬俊明, 恒川直樹, 竹内 隆, *林利 憲. イモリの発生初期における生殖細胞形成には母性因子が寄与する. 第92回日本動物学会, オンライン開催, 2021.9.2-4, ポスター発表.

◎竹原 舞, 客野瑞月, 佐藤幸雄, 竹内 隆, 田澤一朗, 古野伸明, *林 利憲. イモリにおける精巢再生機構の解明. 第92回日本動物学会, オンライン開催, 2021.9.2-4, ポスター発表.

◎諸角涼介, 客野瑞月, 上樹仁志, 難波範行, 田澤一朗, 古野伸明, *林 利憲. イモリの睪臓の発達過程の解析. 第92回日本動物学会, オンライン開催, 2021.9.2-4, ポスター発表.

竹林公子, 内田実沙, 鈴木 厚. Zbtb14/Bizと結合因子Bapは背腹と頭尾の体軸形成を協調的に制御する. 日本動物学会中国四国支部・広島県例会, オンライン開催, 2022.3.8, ポスター発表.

小池遼太, Regina P. Virgirinia, 中村 誠, 竹林公子, 鈴木 厚. ツメガエル胚の神経誘導を引き起こす新規zinc fingerタンパク質の機能解析. 日本動物学会中国四国支部・広島県例会, オンライン開催, 2022.3.8, ポスター発表.

京田竜弥, 中村 誠, 森山侑夏, 小池遼太, 吉田和史, 竹林公子, Marko E. Horb, 鈴木 厚. ネットアイツメガエル初期発生と幼生尾の再生における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, オンライン開催, 2022.3.8, ポスター発表.

竹林公子, 内田実沙, 鈴木 厚. ツメガエルの体軸形成におけるbap遺伝子の機能解析. 第44回日本分子生物学会年会, オンライン開催, 2021.12.1-3, ポスター発表.

Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Eri Takahashi, Yuka Moriyama, Itsuki Kawakita, Marcin Wlzl, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb, Atsushi Suzuki. JunB and TGF- β 1 are critical components of the early injury response leading to cell proliferation in *Xenopus* tail regeneration. 第44回日本分子生物学会年会, オンライン開催, 2021.12.1-3, ポスター発表.

森山侑夏, 中村 誠, 吉田和史, 竹林-鈴木公子, 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シグナルの機能解析. 第44回日本分子生物学会年会, オンライン開催, 2021.12.1-3, ポスター発表.

小池遼太, Regina P. Virgirinia, 竹林公子, 鈴木 厚. ツメガエル胚の神経誘導を引き起こす新規zinc fingerタンパク質の機能解析. 第44回日本分子生物学会年会, オンライン開催, 2021.12.1-3, ポスター発表.

Regina Putri Virgirinia, Makoto Nakamura, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Fatchiyah Fatchiyah, Atsushi Suzuki. Clk family proteins promote early neural development in *Xenopus* embryos. 第44回日本分子生物学会年会, オンライン開催, 2021.12.1-3, ポスター発表.

Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Eri Takahashi, Yuka Moriyama, Itsuki Kawakita, Marcin Wlzl, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb, Atsushi Suzuki. The AP-1 transcription factor JunB and TGF- β 1 ligand are critical components of the early injury response leading to cell proliferation in *Xenopus* tadpole tail regeneration. 第14回日本ツメガエル研究集会, オンライン開催, 2021.6.19, 一般口頭発表.

Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Yuka Moriyama, Itsuki Kawakita, Marcin Wlzl, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb, Atsushi Suzuki. Injury-induced TGF- β 1 signaling is essential for tissue regeneration in the *Xenopus* tadpole tail. 第54回日本発生生物学学会大会, オンライン開催, 2021.6.17-18, ポスター発表.

◎藪本壮太, 中島圭介, 古野伸明. ネットアイツメガエルにおける *olfm4* 遺伝子のKOによる機能解析. 令和3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, オンライン, 2022.3.8

◎中島圭介, 嶋村正樹, 古野伸明. 透明ガエルの作り方. 第92回日本動物学会, オンライン, 2021.9.2-4

◎中島圭介, 嶋村正樹, 古野伸明. *Slc2a7* ノックアウトによる, 黄色色素を持たないネットアイツメガエルの作製. 第44回日本分子生物学会, 横浜市, 2021.12.1-3

神林千晶, 掛橋竜祐, 佐藤佑輔, 古野伸明, 水野英明, 大島一彦, 熊澤慶伯, 森 哲, 太田英利, 細 将貴, 柳田哲矢, 佐藤 宏, ミグエル・ヴェンセス, 倉林 敦. ヘビからカエルへの遺伝子水平伝播: 地理的発生傾向と伝播経路の解明 第66回日本遺伝学会 現地開催とオンライン 2021.10.13-16

◎○鈴木 誠, 井川 武, 柏木昭彦, 柏木啓子, 古野伸明, 鈴木菜花, 田澤一朗, 高瀬 稔, 三浦郁夫, 鈴木 厚, 花田秀樹, 中島圭介, 彦坂 暁, 越智陽城, 加藤尚志, 森 司, *荻野 肇. ネットアイツメガエルの遺伝学・ゲノム科学的リソース基盤の形成とその活用. 第44回日本分子生物学会年会, オンライン開催, 2021.12.1-3, ポスター発表.

◎小川修平, 田澤一朗, 古野伸明. 後肢の発達に関わる甲状腺ホルモン受容体標的遺伝子の特定～その進捗状況～. 令和3年度日本動物学会中国四国支部広島県例会, オンライン, 2022.3.8

◎吉村雅子, 田澤一朗, 古野伸明. イベリアトゲイモリにおける仙腸関節形成メカニズムの研究. 令和3年度日本動物学会中国四国支部広島県例会, オンライン, 2022.3.8

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

1. 外国人留学生

博士後期課程 私費留学生 (Regina Putri Virginia, インドネシア)

2. 外国人客員研究員

該当無し

3. 研究員

竹林公子

○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(C)「精巣の再生を可能にするシグナルと幹細胞システムの解明」

1,300千円 (代表)

- ・基盤研究(C)「遺伝子改変両生類を用いた新たな骨リモデリング機序の解析方法の確立」

100千円 (分担)

鈴木 厚

- ・基盤研究(C)「神経形成におけるCdk2キナーゼ経路の役割とその破綻による自閉症発症機構の解明」700千円 (代表)

- ・基盤研究(C)「ダウン症と全前脳胞症に繋がる神経形成異常の発症メカニズムの解明」

500千円（分担）

竹林公子

- ・ 基盤研究(C)「ダウン症と全前脳胞症に繋がる神経形成異常の発症メカニズムの解明」
200千円（代表）
- ・ 基盤研究(C)「神経形成におけるCdk2キナーゼ経路の役割とその破綻による自閉症発症機構の解明」300千円（分担）

古野伸明

- ・ 基盤研究 (C)「ホヤ血球による金属運搬と被囊接着機構に関する形態学及び機能解析」
200千円（分担）

高瀬 稔

- ・ 基盤研究(C)「YY超雄両生類を用いたゲノム解析および雄決定遺伝子の探索」
500千円（代表）

中島圭介

- ・ 基盤研究(C)「椎間板の髄核形成に甲状腺ホルモンシグナルは関与しているのか？」
864千円（代表）
- ・ 基盤研究(C)「カエル垂目の指第一関節に存在する挿入骨格要素の比較発生学～カエルの樹上性の起源～」 200千円（分担）

田澤一朗

- ・ 基盤研究(C)「椎間板の髄核形成に甲状腺ホルモンシグナルは関与しているのか？」
136千円（分担）
- ・ 基盤研究(C)「カエル垂目の指第一関節に存在する挿入骨格要素の比較発生学～カエルの樹上性の起源～」 700千円（代表）
- ・ ひらめき☆ときめきサイエンス 「カエルの樹上性の起源を、現在のカエルの指先にある特殊な骨の発生過程から読み解く」450千円（代表）

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

林 利憲

- ・ 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

鈴木 厚

- ・ 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
- ・ 国際ツメガエルデータベース (Xenbase) ツメガエル遺伝子命名委員会 (Xenopus Gene Nomenclature Committee) 委員
- ・ 日本ツメガエル研究会 世話人会委員

- ・日本ツメガエル研究集会 組織委員
- ・科学学習塾エデュパーク 学習成果発表会審査員
- ・JST創発的研究支援事業 評価者（外部専門家）

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

高瀬 稔

- ・環境ホルモン学会評議員
- ・文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト 課題管理協力者

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

花田秀樹

- ・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

田澤一朗

- ・ひらめき☆ときめきサイエンス 「カエルの樹上性の起源を、現在のカエルの指先にある特殊な骨の発生過程から読み解く」 2021年12月26日

鈴木 厚, 竹林公子

- ・広島県立教育センター主催「第24回教材生物バザール」教材の提供及び解説
2021年6月10日

5. その他の学界ならびに社会での活動

田澤一朗

- ・国際誌論文レビュー：1誌2件（JEZ Part B: Molecular and Developmental Evolution）

○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：「ツメガエル尾部の形成と再生におけるAP-1転写因子の機能解析」

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

該当無し

進化・多様性研究部門

令和3年度構成員：三浦郁夫（准教授）

○研究活動の概要

本研究部門では、両生類における種の多様性と分化、性の決定と生殖、そしてゲノムの分子進化プロセスの解明などを目的とした研究を推進している。令和3年度の研究内容は以下の通りである。

1. ツチガエルにおける性染色体進化の全容の解明

日本固有種のツチガエルは、多様な性決定機構及び性染色体を持つことで知られる。本種は6つの異なる地域集団に分けられ、そのうち3つは第7番染色体(2n=26)が異形のXX-XY型あるいはZZ-ZW型の性染色体を持っている。そして、その2つの集団、XY集団とZW集団は2つの祖先集団（西日本と東日本）の交雑に由来することがわかっているが、両集団の性染色体は完全な雌雄同形であり、これまで同定が困難であった。今回、性連鎖DNAマーカーを単離し、ヨーロッパアカガエルおよびネッタイツメガエルのゲノムへマッピングすることによって、2つの元祖集団の性染色体はそれぞれ、第1染色体（西日本）および第3染色体（東日本）であることがわかった。これにより、異なる性染色体を持つ2つの集団が交雑することで、さらに異なる別の染色体が性染色体として進化した、という新しい性染色体の進化機構が明らかとなった。

2. ニオガエル種群における性染色体進化の解明

昨年、我々は台湾に生息するスインホーハナサキガエルが3つの連続した転座によって6本の性染色体を進化させたことを明らかにした。今回、その転座が起こる前の祖先集団において、性連鎖DNAマーカーを取得したところ、元祖型の性染色体は13対のうちの第1染色体であることが明らかとなった。さらに、近縁種で日本の石垣島と西表島に生息するコガタハナサキガエルにおいて性染色体を同定したところ、第9染色体がZZ-ZW型の性染色体であり、しかもW染色体はすでにほぼ全長に渡って断続的にヘテロクロマチン化していることがわかった。以上の研究の結果、2種が分岐するおよそ300万年前、スインホーでは一部の集団で転座による複合型性染色体が進化する一方、コガタハナサキでは性染色体が1番から9番染色体に取り替わり、しかも性決定様式がXX-XY型からZZ-ZW型に変換したこと、さらに性染色体の異形化が生じたことがわかった。ツチガエル同様、世界でも稀に見る性染色体の多様な進化の実態が明らかとなった。

○発表論文

1. 原著論文

Ogata M, Suzuki K, Yuasa Y, Miura I. Sex chromosome evolution from a heteromorphic to a homomorphic system by inter-population hybridization in a frog. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2021 Sep 13;376(1833):20200105. doi: 10.1098/rstb.2020.0105. Epub 2021 Jul 26. PMID: 34304590; PMCID: PMC8310708.

2. 総説・解説

該当無し

3. 著書

三浦郁夫. ニホンアマガエルの色の変化, はっけん! ニホンアマガエル (ZZ Relief/藤谷武史編著), p108-109, 緑書房, 2021年10月20日出版.

三浦郁夫, 檜垣友哉. ニホンアマガエルの東西, はっけん! ニホンアマガエル (ZZ Relief/藤谷武史編著), p110-111, 緑書房, 2021年10月20日出版.

後藤理史, 三浦郁夫. オオサンショウウオの性の謎に迫る, 広島市安佐動物公園50周年記念 オオサンショウウオを知る守るそして共に, p122-123, 公益財団法人広島市みどり生きもの協会, 2021年9月1日出版.

三浦郁夫. オオサンショウウオのDNAメロディーを聴く, 広島市安佐動物公園50周年記念 オオサンショウウオを知る守るそして共に, p125-126, 公益財団法人広島市みどり生きもの協会, 2021年9月1日出版.

○特許

該当無し

○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

Miura I and Ogata M. “Evolutionary history of sex chromosomes in the frog *Glandirana rugosa*: Two times turnover and four times recycling” 23rd International Chromosome Conference (ICC) 2021.7.17, Canberra, Australia (online)

Miura I. “Frog and Biology: Sex, Evolution and DNA music” Special seminar Animal Genomics & Genome project: lessons learned from global partnerships 2021.10.28, Kasetsart University (online), Bangkok, Thailand.

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

三浦郁夫, 尾形光昭. “性染色体の動的進化: ターンオーバーとリサイクル”, 第23回進化学会シンポジウム “動物の性決定システムの進化”, 2021年8月20日.

三浦郁夫, 後藤理史. “オオサンショウウオの性決定と性比”, 第7回 オオサンショウウオ共同研究シンポジウム, 安佐動物公園 (on line), 広島市, 2021年11月27日.

4. 国内学会での一般講演

三浦郁夫, 林 思民, 大西 拓, 戸田 守, 桂有加子, 回渕修治, Foyez Sham, Tariq Ezaz. 6本の性染色体をもつカエルの祖先型性染色体の同定と近縁種間で生じたターンオーバーの発見, 第73回一般財団法人染色体学会年会, 2021年9月16日, オンライン.

須田皓介, 三浦郁夫, 鈴木貴大, 林 舜, 廣田直哉, 田村 啓, 高松信彦, Vershinin Vladimir, 伊藤道彦. 異種交配における片親ゲノム特異的排除 (雑種生成) の分子機構の解明に向けて: トランスポゾン vs piRNAs, 分子生物学会第44回大会, 横浜, 2021年12月1日-3日.

回渕修治, 三浦郁夫. ツチガエルにおけるX,Y,ZおよびW染色体連鎖遺伝子群の分子進化, 分子生物学会第44回大会, 横浜, 2021年12月1日-3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C（代表）「主要な性決定遺伝子3種類をつなぐ複合型性染色体の性決定と進化」 700千円
- ・科学研究費基盤C（分担）「豪雨から天然記念物オオサンショウウオを守れ！消滅を回避させる保全モデルの構築」 1,000千円

2. 受託事業

該当無し

○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

三浦郁夫

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

2. 学会誌編集委員等

三浦郁夫

- ・Editorial Board member of Asian Herpetological Research
- ・Editorial Board member of Sexual Development
- ・Editorial Board member of Chromosome Science
- ・Editorial Board member of Binomina

3. 産学官連携実績

該当無し

4. セミナー・講義・講演会講師等

該当無し

5. セミナー・講演会開催実績

該当無し

6. その他

- ・論文レビューサービス

三浦郁夫

6件 (Journal of fish biology 1, Philosophical transaction B 1, Aquaculture 1, Chromosome research 1, DNA 1, Journal of evolutionary biology 1)

- ・ マスメディア取材協力

三浦郁夫

NHKダーウィンがきた！ “アマガエルのケロ次郎を探せ”，2021年9月19日．

BSS山陰放送ニュース「テレポート山陰」“幸せを呼ぶ？青いアマガエル発見”，2021年10月19日．

“性別の謎解くヒントが「イボガエル」に”，広島大両生類研究センター三浦郁夫准教授（遺伝学）

【研究室発】，中国新聞デジタル，2021年10月24日．

“黄色いツチガエル”，東頸新聞，2021年6月1日．

“研究者も関心，黄色いツチガエル”，妻有新聞，2021年6月5日．

“珍，キイロイツチガエル，十日町で小学生が発見，メラニン欠損”，毎日新聞，2021年6月10日．

“発見！黄色いツチガエル”，新潟日報，2021年6月12日．

“ヒトや鳥とは異なるカエルの世界，性染色体の謎に迫る”，サイエンスポータル，2021年10月4日．
https://scienceportal.jst.go.jp/gateway/clip/20211004_g01/index.html

○国際共同研究

三浦郁夫

- ・ キャンベラ大学（豪州） Dr. Tariq Ezaz 「性決定と性染色体の進化に関する研究」
- ・ ローザンヌ大学（スイス） Dr. Nicolas Perrin 「両生類の性染色体のターンオーバー」
- ・ Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries – IGB Germany （ドイツ）
Dr. Matthias Stöck 「アマガエルの系統進化に関する研究」
- ・ ウラル連邦大学（ロシア） Dr. Vladimir Vershinin 「ゲノム排除の分子機構」
- ・ 台湾国立師範大学（台湾） Dr. Si-Min Lin 「複合型性染色体の進化」
- ・ Ewha Womans University（韓国） Dr. Arael Borzee 「ツチガエル/アマガエルの系統進化」

○特記事項

該当無し

1-4-3 各種研究員と外国人留学生の受入状況

【令和3年度研究員】

- ・清川 一矢（研究員）（2021年4月1日から2022年3月31日まで）
- ・岩田 唯（研究員）（2021年6月1日から2022年3月31日まで）
- ・竹林 公子（研究員）（2021年4月1日から2022年3月31日まで）

【令和3年度外国人客員研究員】

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

【令和3年度外国人留学生】

博士課程後期

- ・FATIN IFFAH RASYIQAH MOHAMAD ZOOKKEFLI（マレーシア）（2017年10月入学）
- ・VIRGINIA REGINA PUTRI（インドネシア）（2017年10月入学）
- ・MOHAMED NABIL BAKR ABDELRAHMAN（エジプト）（2018年10月入学）
- ・ZHENG TIANXIONG（中国）（2018年10月入学）
- ・MUTMAINNAH ADRIANI（インドネシア）（2019年10月入学）基礎生物学プログラム
- ・PHAN QUYNH CHI（ベトナム）（2020年10月入学）基礎生物学プログラム
- ・DEWI YULIANI（インドネシア）（2021年10月入学）基礎生物学プログラム

博士課程前期

- ・何 行健（中国）（2019年4月入学）基礎生物学プログラム
- ・ALHALABI WALAA SHERIF MOHAMMED（アラブ首長国連邦（UAE））
（2019年10月入学）基礎生物学プログラム
- ・XU MINGCONG（中国）（2019年10月入学）基礎生物学プログラム
- ・CHEN YUAN（中国）（2019年10月入学）基礎生物学プログラム
- ・XIAO YANGYUXIN（中国）（2020年4月入学）基礎生物学プログラム
- ・SHENG ZEPENG（中国）（2020年4月入学）基礎生物学プログラム
- ・SUN WEIYOU（中国）（2020年10月入学）基礎生物学プログラム
- ・GU YI（中国）（2021年4月入学）基礎生物学プログラム

1-4-4 研究助成金の受入状況

令和3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)	1
	基盤研究 (A)	1
	基盤研究 (B)	5
	基盤研究 (C)	20
	挑戦的研究 (萌芽・開拓)	2
	若手研究	2
	研究成果公開促進費	2
	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)	2
厚生労働省科学研究費補助金		0
受託研究		5
受託事業		2
共同研究		9
寄附金		10
補助金		1
その他		2

1-4-5 学界ならびに社会での活動

令和3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 93 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
	35	20	0	5	23	4	22

・セミナー・講師等 24 件

・高大連携, イベント等の社会活動, その他 69 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4年3月末現在）及び令和3年度の客員教員（非常勤講師）を次にあげる。

令和3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・基礎生物学プログラム*	
	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*	
	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*	
	草場 信	生物科学専攻植物遺伝子資源学講座・基礎生物学プログラム	
	坂本 敦	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム	
	鈴木 克周	生物科学専攻植物生物学講座・基礎生物学プログラム	
	高橋 陽介	生物科学専攻植物生物学講座・基礎生物学プログラム	
	千原 崇裕	生物科学専攻動物科学講座・基礎生物学プログラム*	
	林 利憲	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*	
	准教授	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・基礎生物学プログラム*
		落合 博	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*
		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*
		佐久間哲史	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム*
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・数理生命科学プログラム*	
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	
高瀬 稔		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*
	古野 伸明	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム
	三浦 郁夫	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム
講 師	守口 和基	生物科学専攻植物生物学講座・基礎生物学プログラム
助 教	有本 飛鳥	生物科学専攻多様性生物学講座・基礎生物学プログラム
	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*
	小塚 秀明	生物科学専攻植物遺伝子資源学講座・基礎生物学プログラム
	清水 直登	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム
	下出 紗弓	ゲノム編集イノベーションセンター*
	鈴木 誠	生物科学専攻両生類生物学講座・基礎生物学プログラム*
	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*
	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
	津田 雅貴	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*
	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
	福田 和也	生物科学専攻多様性生物学講座・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・数理生命科学プログラム*
	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
	LEE SHIN YU	生物科学専攻動物科学講座・基礎生物学プログラム
特任教授	坊農 秀雅	数理分子生命理学専攻生命理学講座・数理生命科学プログラム*

注) *生命医科学プログラム併任

令和3年度客員教員（非常勤講師）

- 青木 典子（金沢大学がん進展制御研究所・教授）
授業科目名：「がんの分子生物学」（オンライン）
- 今田 弓女（愛媛大学大学院理工学研究科 環境機能科学専攻・助教）
授業科目名：「植物と昆虫の関係をめぐる生物学」
- 三角 修己（山口大学大学院創成科学研究科・准教授）
授業科目名：「細胞小器官の生物学」

令和3年度の生物科学科に関わる人事異動

	発令	氏名		異 動 内 容	
	年月日			前 所 属 等	新 所 属 等
1	3.4.1	清水 直登	採用	京都大学	統合生命科学研究科・理学部
					数理生命科学プログラム
					助教
2	3.4.1	LEE SHIN YU	採用	統合生命科学研究科	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
				研究員	助教
3	3.4.1	奥村美紗子	昇任	統合生命科学研究科・理学部	統合生命科学研究科・理学部
				基礎生物学プログラム**	基礎生物学プログラム**
				助教	准教授
4	3.4.1	落合 博	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
				数理生命科学プログラム**	数理生命科学プログラム**
				講師	准教授
5	3.4.1	杉 拓磨	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
				数理生命科学プログラム**	数理生命科学プログラム**
				特任准教授	准教授
6	4.3.31	高瀬 稔	辞職	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	
7	4.3.31	福田 和也	辞職	統合生命科学研究科・理学部	北里大学
				基礎生物学プログラム	海洋生命科学部
				臨海実験所	
				助教	助教
8	4.3.31	LEE SHIN YU	辞職	統合生命科学研究科	沖縄科学技術大学院大学
				基礎生物学プログラム	
				助教	助教

生物科学科の運営

生物科学科の運営は、生物科学科長を中心に行われている。副学科長が補佐を行うとともに学科教務委員長を務める。また、生物科学科の円滑な運営のために各種委員会委員が活動している。令和3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3年度
学科長	山本
副学科長	草場
庶務	小塚, 中坪, 細羽
入学試験委員会	嶋村, 落合
教務委員	教務委員長(副学科長・草場), 山本, 千原, 島田, 植木, 守口
学生実習委員	○濱生, 植木, 落合, 信澤, 高橋(美), 花田
HP委員	○植木, 坪田, 津田
日韓理工学生チューター	該当なし

2-3 学科の学士課程教育

2-3-1 アドミッション・ポリシーとその目標

【アドミッション・ポリシー】

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

【教育目標】

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

2-3-2 学士課程教育の理念と達成のための具体策

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

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

ための極めて貴重な期間と位置づけ、きめ細かな研究指導を行う。

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

2-3-3 学士課程教育の成果とその検証

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

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

令和3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3年5月1日現在）

入学年度	在籍学生数
令和3年度	37
令和2年度	37
令和元年度	36
平成30年度	34
平成29年度	1
平成28年度	3
平成27年度	1
合 計	149

【2】チューター

入学年度	チューター
令和3年度	杉，奥村，津田
令和2年度	鈴木(誠)，古野，落合，荻野
令和元年度	中島，信澤，濱生
平成30年度	千原，佐久間，井川
平成29年度	鈴木(厚)，鈴木(克)，高橋(美)，花田，坂本(敦)
平成28年度	菊池，小塚，古野，中坪
平成27年度	森下，山口，島田

2-3-4 卒業論文発表実績（個人情報保護法に留意）

令和3年度 卒業論文題目一覧

卒業論文題目名
Radiotranscriptomicsによるがん診断基盤の研究－放射線画像と遺伝子発現との統合解析－
キクタニギク自家和合性突然変異 <i>cscI</i> 責任遺伝子の探索
ナйкаイムチョウウズムシの飼育方法の検討
CRISPR-Cas9およびCas12aを用いたゲノム編集の変異パターン制御技術の開発
ネッタイツメガエル <i>Xenopus tropicalis</i> におけるOlfm4遺伝子の機能解析
ヒトNRSN2は種特異的ノンコーディングRNAによる転写活性化を介して神経幹細胞増殖制御に機能しうる
DELLA を介した塩ストレス耐性獲得機構の解明
リュウキュウカジカガエルの環境適応に関わる遺伝的変異の探索: ミトコンドリアゲノムにコードされるタンパク質について
散布様式からみた埋土種子集団の解析－広島県廿日市市宮島の常緑樹林の例－
頭蓋骨縫合早期癒合症におけるGNAS遺伝子変異の意義の解析
ジベレリン合成遺伝子の発現抑制に関与するKNOXの探索
スジキレボヤの鰓に共生する <i>Pseudomonas brenneri</i> の分布と機能的役割
ELF3 によるジベレリン合成の制御機構の解析
ケミカルバイオロジー法と試験管内進化法それぞれによる光合成促進技術の開発
ストレスに応答した ABA 生成に密接に関わる小胞体ボディの動態解析
バフンウニ <i>nodal</i> 遺伝子の発現制御機構の解析
平尾台の蘚苔類フロラ
ネッタイツメガエルの初期発生過程におけるTRPチャネルファミリーの機能解析
ヒト・マウス神経幹細胞の性質を分けるエピゲノム修飾因子 <i>Bmi1</i> 遺伝子の構造的種差の同定
嗅覚系 Ionotropic Receptor を介した個体生理の制御メカニズムの解明
小胞体膜タンパク質VAPのトポロジー制御と細胞外機能の解明
セン類における頂端細胞とその周辺メロファイトの三次元的観察
イモリにおける精巣再生機構の解明
DNAにトラップされたトポイソメラーゼ1の修復機構の解明
植物社会学的植生図を用いた植生の経年変化－広島県廿日市市宮島を例に－

小胞体分子VAPを起点としたALSモデルシヨウジョウバエの作出と遺伝学的解析
シロイヌナズナCYP78A6・CYP78A9を介した葉老化制御機構の解析
pancUCP2-UCP2ペアはヒト特異的神経幹細胞の代謝リプログラミングに関与しうる
ACC SYNTHASE8を介したエチレン生合成制御機構の解析
生物界を超えたプラスミドの接合伝達の制御に関わる供与菌側の遺伝子の探索
CO ₂ 固定化酵素Rubiscoの酸化失活耐性化への改変
イベリアトゲイモリの細胞周期進行におけるcyclin D3遺伝子の機能解析
ゼニゴケとフタバネゼニゴケの生殖隔離機構について
生化学的解析を用いたチロシル-DNAホスホジエステラーゼ2の反応機構の解明
光環境に応答した表現型多型の順遺伝学的解析

2-4 リカレント教育を推進するための社会人向けプログラムの提供

生物科学科では教員免許状更新講習として毎年講習を実施している。加えて、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。なお、令和3年度は新型コロナウイルス感染症の影響で一部中止となった。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。

附属臨海実験所では放送大学広島学習センターの面接授業「瀬戸内海向島海洋生物学実習」を5月11日-12日の1泊2日で開催し、6名が参加した。また、「発光海産動物を用いた生物実験の基礎」として新型コロナ感染症のための密を避けつつ、対面での教員免許状更新講習を行った。8月2日に附属向島臨海実験所において開催し、20名の県内小・中・高校教員が受講した。

附属宮島自然植物実験所では「生物学の最新事情-進化・系統・生物多様性-」(令03-10069-503656号)としてオンラインでの講習を実施した。参加者は14名であった。令和3年度に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