

V 生物学専攻

- ・基礎生物学プログラム
- ・生物科学科

1 生物科学専攻・基礎生物学プログラム

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 専攻・プログラムの理念と目標

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ことができるようになる。

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

1-2 専攻・プログラムの組織と運営

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2年度構成員》 R3.3.31現在

動物科学講座

発生生物学研究室	菊池 裕（教授）、高橋治子（助教）
細胞生物学研究室	千原崇裕（教授）、濱生こずえ（准教授）、奥村美紗子（助教）
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（准助教）、井上侑哉（助教） ***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	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）、*中野道治（特任助教）、 *伊藤 岳（特任助教）

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）
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・多様性研究グループ	三浦郁夫（准教授）

生物科学専攻事務室

細川かすみ（契約一般職員）、近藤亜紀子（契約一般職員）
松浦友美（契約一般職員）

注）* 任期付き特任教員

*中野道治、*伊藤 岳：令和2年4月1日～令和3年3月31日

*** 客員教員

出口博則、谷口研至：令和2年4月1日～令和3年3月31日

基礎生物学プログラム

《令和2年度構成員》 R3.3.31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 (助教)
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 (准助教), 井上侑哉 (助教) ***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), *中野道治 (特任助教), *伊藤 岳 (特任助教)

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)
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・多様性研究グループ	三浦郁夫 (准教授)

生物科学専攻事務室	細川かすみ (契約一般職員), 近藤亜紀子 (契約一般職員) 松浦友美 (契約一般職員)
-----------	---

注) * 任期付き特任教員 *中野道治, *伊藤 岳: 令和2年4月1日～令和3年3月31日
 *** 客員教員 ***出口博則, ***谷口研至: 令和2年4月1日～令和3年3月31日
 ** 生命医科学プログラム併任

1-2-2 教員の異動

令和2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		
			現所属等	新所属等	
1	2.4.1	今村 拓也	採用担当	九州大学	統合生命科学研究科・理学部
					生命医科学・基礎生物学プログラム
				准教授	教授
2	2.4.1	福田 和也	採用担当	日本学術振興会特別研究員 (PD)	統合生命科学研究科・理学部
					基礎生物学プログラム
					助教

3	2.4.1	小塚 俊明	任用更新	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	助教
4	3.1.1	LEE SHIN YU	採用		統合生命科学研究科
					研究員
5	2.10.31	小林 健司	辞職	統合生命科学研究科	
				基礎生物学プログラム	
				特任助教	
6	3.3.31	井上 侑哉	辞職	統合生命科学研究科	
				基礎生物学プログラム	
				助教	

客員教員（非常勤講師）

《令和2年度》

井鷲 祐司（京都大学大学院農学研究科・教授）

授業科目名：「生物多様性保全学」

澤崎 達也（愛媛大学 プロテオサイエンスセンター 無細胞生命科学部門・教授）

授業科目名：「無細胞生命科学概論」

出口 真次（大阪大学大学院基礎工学研究科・教授）

授業科目名：「メカノバイオロジー／バイオメカニクスにおける力学と統計学の基礎」

高橋 淑子（京都大学大学院理学研究科生物科学専攻・教授）

授業科目名：「動物の発生と器官形成」

令和2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	草場
副専攻長・副プログラム長	菊池
庶務（学科と兼務）	高橋(治)，深澤
先端基礎生物学研究演習委員・ 生物科学セミナー委員	○嶋村，信澤，井川，鈴木(厚)，花田，森下
教務委員	○高橋(陽)，草場，三浦，濱生
就職担当	鈴木(克)（～9月30日），草場（10月1日～）
広報委員	○高瀬，植木，坪田
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（草場）
安全衛生委員会	森下
評価委員会	山口，菊池，田川
広報委員会	高瀬
防災対策委員会	専攻長（草場）
教務委員会	学科長（荻野）
入学試験委員会	濱生，佐久間
大学院委員会	草場
情報セキュリティ委員会	坪田
理学研究科副研究科長・理学部副学部長（広報担当）	千原

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	草場
副プログラム長	菊池
学務委員会委員	守口
入試委員会委員	山口
広報委員会委員	高瀬
研究推進委員会委員	草場

全学各種会議・委員会委員

委 員 会 名	
統合生命科学研究科研究科長補佐	草場
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，植木
学芸員資格取得特定プログラム委員	山口
ABS推進室委員	山口
研究設備サポート推進会議専門部会	嶋村，濱生
ゲノム編集イノベーションセンター教育部門長	千原
総合博物館運営委員会	山口，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 専攻・プログラムの大学院教育

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2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）	6人

定員充足率	80%
在籍者数（各年度11.1現在）	28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	20%
学位（修士）授与数（各年度3.31現在）	12人
学位授与率 ※ 2	92%

【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）		12人
留年，退学，休学者数 ※ 1（全ての学年，各年度内の該当人数）		3人
留年，退学，休学者率		25%
学位（博士）授与数（各年度3.31現在）		0人
☆うち，いわゆる「満期退学」者や「単位取得後退学」者による博士号取得を課程博士として取扱っている場合にはその数（各年度3.31現在）		0人
学位授与率 ※ 2		0%
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		12人
大学の教員（助手・講師等）		0人
公的な研究機関		0人
企業（研究開発部門）		0人
企業（その他の職種）		6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）	0人
進学（博士課程，留学等）	2人
その他	4人

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

1-3-3 大学院生の国内学会発表実績

令和2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		2	0	0	2
情報生理学		0	0	0	0
植物分類・生態学		1	2	0	3
植物生理化学		1	0	0	1
植物分子細胞構築学		1	1	0	2
附属臨海実験所		0	0	0	0
附属宮島自然植物実験所		0	0	0	0
附属植物遺伝子保管実験施設		0	0	0	0
両生類研究 センター	バイオリソース研究部門	0	0	0	8
	発生研究部門	0	3	5	
	進化・多様性研究部門	0	0	0	
合 計		6	6	6	18

*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2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		0	0	0	0
情報生理学		0	0	0	0
植物分類・生態学		0	0	0	0
植物生理化学		0	0	0	0
植物分子細胞構築学		0	0	0	0
附属臨海実験所		0	0	0	0
附属宮島自然植物実験所		0	0	0	0
附属植物遺伝子保管実験施設		0	0	0	0
両生類研究 センター	バイオリソース研究部門	0	0	0	2
	発生研究部門	0	0	0	
	進化・多様性研究部門	2	0	0	
合 計		2	0	0	2

* 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2年度 修士論文題目一覧》

学生氏名	論 文 題 目
PHAN QUYNH CHI	Alien plants on the islands in Hiroshima Bay with special reference to Miyajima(Itsukushima) Island,southwest Japan (広島湾の島嶼部とくに宮島の帰化植物に関する研究)
HUANG JIE	Analysis of stress resistance mechanism in breast cancer cell －Comprehensible analysis of microRNAs in breast cancer stem-like cells－
森脇 隼人	<i>vir</i> 遺伝子誘導活性をもつリグニン合成前駆物質 p-coumaryl alcohol を分解する <i>Agrobacterium</i> 遺伝子と酵素の同定と特性解析、およびイネ形質転換への寄与 (Identification and characterization of <i>Agrobacterium</i> genes and enzymes for degradation of <i>vir</i> -gene-inducing lignin synthesis precursor p-coumaryl alcohol, and contribution to rice transformation)
WANG WEI	Functional analysis of gene mutations related to human rare disease in <i>Drosophila melanogaster</i> (ショウジョウバエにおけるヒト希少疾患関連変異の機能解析)
月山 皓太	ゼニゴケ属タイ類における青色光受容体が関与する形態形成メカニズム
高橋 恵理	AP-1 ファミリー遺伝子によるツメガエル幼生尾の組織再生制御機構

本坊雄一朗	多面的発生制御に関わるシロイヌナズナ HLS1 およびその関連遺伝子の機能解析
浜添 葉	花成におけるジベレリン内生量制御機構
西田有理花	ELF3 によるジベレリン生合成の制御機構の解析
後藤 理史	広島県で発見されたオオサンショウウオの新しい地域集団に関する進化遺伝学的研究
内之八重 友典	水辺林における蘚苔類の種及び機能的多様性
桑名 知碧	タゴガエル種群の性染色体進化に関する研究

1-3-6 博士学位

(生物科学専攻) 申請基準：博士論文は、レフェリー付きの国際学術誌に公表論文が受理されていることが必須条件であり、専攻内における予備審査に合格したものが申請することができる。

学位授与実績：令和元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 0件

論文博士授与数 0件

1-3-7 TAの実績

【学部4年生】		【博士課程前期】		【博士課程後期】	
区 分		区 分		区 分	
在籍者数(11.1現在)	38人	在籍者数(11.1現在)	28人	在籍者数(11.1現在)	12人
TAとして採用されている者	1人	TAとして採用されている者	20人	TAとして採用されている者	2人
在籍者数に対する割合	3%	在籍者数に対する割合	71%	在籍者数に対する割合	17%

※【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 専攻・プログラムの研究活動

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2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（2021年3月実施）
- ・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）

鈴木 誠, 井川 武, 鈴木菜花, 古野伸明, 田澤一朗, 高瀬 稔, 荻野 肇

- ・ネットアイツメガエルを用いた遺伝学・ゲノム科学的リソース基盤の形成とその活用。（第43回日本分子生物学会年会, オンライン開催, 2020年12月2日-4日, バイオリソース展示）

○高大連携の成果

- ・グローバルサイエンスキャンパス ジャンプステージの高校生1名（藤縄悠之介）の研究指導（奥村美紗子）
- ・GSC4大学連携研究セミナー GSC受講生投票賞 藤縄悠之介（奥村美紗子）
- ・GSC4大学連携研究セミナー 特別賞 藤縄悠之介（奥村美紗子）
- ・ジュニア農芸化学会 銀賞 藤縄悠之介（奥村美紗子）
- ・清心女子高等学校SSH臨海実習 2020年8月3日～8月5日（田川訓史, 植木龍也, 有本飛鳥, 福田和也）
- ・高校生対象公開講座 廿日市市宮島町 2020年10月10日（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（生物） オンライン 2020年10月18日, 2020年11月1日（田川訓史, 有本飛鳥, 福田和也）
- ・広島国泰寺高校理学部訪問・オンラインセミナー講師（小塚俊明）
- ・ひらめき☆ときめきサイエンス 2020年12月20日（古野伸明, 中島圭介）
- ・出前授業 広島大学附属福山中・高等学校高等学校 2021年2月21日（古野伸明, 中島圭介）
- ・出前授業 広島大学オンライン研修 高度な金属濃縮能力をもった特異な生物—ホヤ類— 福井県立若狭高等学校2年生 2021年3月15日（植木龍也）

○生物科学専攻・基礎生物学プログラムのスタッフが令和2(2020)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	55
総説・解説	2
著 書	0
国際学会	1

国内学会	16
------	----

*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2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
Zheng Tianxiong	日本蘚苔類学会第49回高知大会 優秀発表賞 (ポスター発表部門)	The phylogenetic data supporting the segregation of <i>Marchantia paleacea</i> species complex into sub-species level.	日本蘚苔類学会 会長	R2.9.5
西畑和輝	日本蘚苔類学会第49回高知大会 優秀発表賞 (口頭発表部門)	<i>Calymperes boulayi</i> (カタシロゴケ科, 蘚類) が小笠原諸島母島で見つかる.	日本蘚苔類学会 会長	R2.9.5
植木龍也	Zoological Science Award (論文賞)	Xenacoelomorph-Specific Hox Peptides: Insights into the Phylogeny of Acoels, Nemertodermatids, and Xenoturbellids	公益社団法人日本動物学会 会長	R2.9.4
田川訓史	Zoological Science Award (論文賞)	Xenacoelomorph-Specific Hox Peptides: Insights into the Phylogeny of Acoels, Nemertodermatids, and Xenoturbellids	公益社団法人日本動物学会 会長	R2.9.4
有本飛鳥	Zoological Science Award (論文賞)	Xenacoelomorph-Specific Hox Peptides: Insights into the Phylogeny of Acoels, Nemertodermatids, and Xenoturbellids	公益社団法人日本動物学会 会長	R2.9.4
植木龍也	Fujii Award (論文賞)	Xenacoelomorph-Specific Hox Peptides: Insights into the Phylogeny of Acoels, Nemertodermatids, and Xenoturbellids	公益社団法人日本動物学会 会長	R2.9.4
田川訓史	Fujii Award (論文賞)	Xenacoelomorph-Specific Hox Peptides: Insights into the Phylogeny of Acoels, Nemertodermatids, and Xenoturbellids	公益社団法人日本動物学会 会長	R2.9.4

有本飛鳥	Fujii Award (論文賞)	Xenacoelomorph-Specific Hox Peptides: Insights into the Phylogeny of Acoels, Nemertodermatids, and Xenoturbellids	公益社団法人日本動物学会 会長	R2.9.4
桑名知碧	プレゼンテーション賞	7th Asian-Pacific chromosome colloquium	一般財団法人染色体学会 会長	R2.12.27
桑名知碧	プレゼンテーション賞	第71回染色体学会年会	一般財団法人染色体学会 会長	R2.12.27
Zheng Tianxiang	理学研究科長表彰	学術研究活動における, 特に顕著な業績	理学研究科長	R3.3.23
本田大智	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	R3.3.23

○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

奥村美紗子

- ・ Ralf J Sommer教授（Max Planck Institute for Developmental Biology）と線虫捕食行動の神経制御メカニズムの解明

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

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

- ・ ゼニゴケを用いて植物発生原理を解明する国際研究基盤の確立（イギリス・ブリストル大学, Jill Harrison博士との共同研究）
- ・ ゲノム情報を基盤としたツノゴケ類の総合的研究（カナダ・ラヴァル大学 Juan Carlos Villarreal

博士との共同研究)

高橋陽介

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

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国立イスラム大学マラン校, 大学間国際交流協定締結大学であるインドネシアの国立イスラム大学アラウデイン・マカッサル校とインドネシア共和国ブラビジャヤ大学, 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ジェンベル大学, その他にも国立イスラム大学ジャカルタ校, バンドン校, スマトラ・ウタラ校, ラデン・ファタ・パレンバン校, アル・ラニリ校, スター・ジャンピ校, バトサンカル校, ワリソンゴ校, クリンチ校, レデン・インタン・ランブン校, スナン・カリジャガ・ヨギョカルタ校, クドゥス校, ケンダリ校, スラバヤ校, トゥルンガグン校, 台湾の国立中興大学, インドネシア宗教省, ビリトンジオパーク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
- ・ 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国立イスラム大学マラン校科学技術部の学生向けにオンライン講義を実施

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, 井上侑哉助教とともに)

荻野 肇, 鈴木 誠

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

荻野 肇

- ・ 仏国ソルボンヌ大学
(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

- ・ 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」

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. Amael Borzee 「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2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	8人
博士研究員	4人

ORAの実績

氏名	所属研究室	学年	指導教員	研究プロジェクト名
橋本 環	(理・生物科学専攻) 植物分類・生態学	D3	嶋村 正樹	野生植物の生態，形態，遺伝的多様性研究
ZHENG TIANXIONG	(理・生物科学専攻) 植物分類・生態学	D3	嶋村 正樹	野生植物の遺伝的多様性研究
西畑 和輝	(統合・基礎生物学P) 植物分類・生態学	D2	山口 富美夫	日本産カタシロゴケ科の分類学的再検討
中村 誠	(統合・基礎生物学P) 両生類研究センター	D2	鈴木 厚	ネット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

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2年度構成員：菊池 裕（教授）、高橋治子（助教）

○研究活動の概要

細胞は外部からの様々な物理・化学・生化学的シグナルを受けることにより、その情報を細胞膜から核内へ伝え、エピゲノムや染色体構造を変化させることで遺伝子発現をコントロールし、自らの運命や可塑性を変化させている。このような細胞運命決定・可塑性により、生体の組織・器官が形作られ、成熟し、やがて疾患等により破綻を迎える。発生生物学研究室では、組織・器官の形成・成熟・破綻の分子メカニズムの解明を目標に、運動器形成機構の解析・がん組織（微小環境・がん幹細胞）の解析を行っている。私達は、「組織・器官がどのように形成されるのか（発生）？」、「損傷を受けた組織・器官はどのように修復されるのか（再生）？」、「組織・器官はどのように破綻するのか（がん化）？」という生物学の問題に取り組んでいる。発生・再生・がん化は、互い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。本年度から、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. 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。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。

2. 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ことにより、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に関して研究を行っている。

(2) がん幹細胞のストレス耐性機構の解析

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

(3) 発がん機構の解析

発がんは、がん遺伝子・がん抑制遺伝子の変異により起こることが知られている。遺伝子変異を起こした細胞は、脱分化・リプログラミング等によりがん幹細胞へと変化し、このがん幹細胞からがん細胞が分化することにより、ヘテロながん組織が形成されると考えられている。しかし、未だ発がん過程における脱分化・リプログラミングのメカニズムに関しては、十分な解析が行われていないのが現状である。私達は、がん誘導因子HRas^{G12V}、ドミナントネガティブp53によるメラノーマ誘導を実験系として、発がん過程における脱分化機構の解析を行っている。メラノサイトにおいてHRas^{G12V}、ドミナントネガティブp53を過剰発現させた結果、神経堤細胞のマーカー遺伝子であるsox10の発現が確認されたことから、脱分化が起こっていることが確認された。

3. 機械学習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。

○発表論文

1. 原著論文

該当無し

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

該当無し

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

◎[Haruko Takahashi](#), Yasuhisa Yamamoto, Ikkei Kumoyama, Hikaru Ikeda, Mingcong Xu, [Yutaka Kikuchi](#), Integrative understanding of musculotendinous junction formation and maturation during

musculoskeletal system development in mammals, 第43回 日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月(英語).

4. 国内学会での一般講演

- ◎池田 皓, 高橋治子, 宿南知佐, 菊池 裕, 運動器オルガノイド構築を目指した筋-腱-軟骨組織の作製と3次元培養, 第72回 日本細胞生物学会大会, Web開催, 2020年6月(ポスター).
- 白井均樹, 奈良拓也, 高橋治子, Yuan Chen, 高山和也, 廣瀬湧大, 栗津暁紀, 藤井雅史, 下田修義, 菊池 裕, 転写終結は、Dnmt3aによる転写終結部位のDNAメチル化レベルと関連がある, 第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月(ポスター).

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

外国人客員研究員

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, 造血におけるゼブラフィッシュDmt3aa標的ゲノム領域と領域異化因子の解明, 1,200,000円, 研究代表者 菊池 裕
- 3) 令和元年度広島大学女性研究者国際共同研究助成, マイクロン財団, がん細胞膜を標的とした抗がん性ポリマーの開発と評価, 2020年4月~2021年3月, 直接経費 833,000円.
- 4) 令和2年度金沢大学がん進展制御研究所共同研究, がん幹細胞維持に関わるmiRNAの探索と機構解明, 2020年4月~2021年3月, 直接経費 400,000円.

学内研究資金

- 1) 令和2年度人材育成コンソーシアム活動費, 2020年, 直接経費 500,000円.
- 2) 令和2年度統合生命科学研究科長裁量経費による研究支援【若手研究支援】, 3次元がん組織培養チップを用いたがん間質中の微小環境形成スパイラルの可視化, 2020年, 直接経費 300,000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

該当無し

○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

高橋治子:

学外活動

- 1) 令和2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, 2020年4月-2021年3月

学内活動

- 1) 研究発表, 第3回 HiHA Young Researchers Workshop, 統合生命科学研究科プログラム横断若手ワークショップ, 3次元 *in vitro* 培養によるがん微小環境モデルの構築と解析, 2020年12月11日
- 2) オーガナイザー(座長), 第4回 HiHA Young Researchers Workshop, 統合生命科学研究科プログラム横断若手ワークショップ, 2021年1月20日

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2年度構成員：千原崇裕（教授）、濱生こずえ（准教授）、奥村美紗子（助教）

○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2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。以上の状況を鑑み当研究室では、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。私達は前年度までに、

1. 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・実験条件を見出した。
2. 各ショウジョウバエの触角における嗅覚受容体細胞数を計測するための染色方法を開発した。
3. 嗅覚感度の高い個体と低い個体における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かった。
4. 「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。
5. ショウジョウバエ個体ごとの遺伝子発現変動・差異を、簡便且つ非侵襲的に検出することを可能するためのショウジョウバエ系統（*Akaluc*発現系統）の開発に着手した。

上記研究成果を発展させるべく研究を行い、令和2年度には以下の結果を得た。

1. 「嗅覚感度の高い集団」と「嗅覚感度の低い集団」における「*sNPF*の発現レベル」の違いから、嗅覚感度の違いは飢餓レベルの違いによるものではないかと仮説をたてた。「嗅覚感度の高い集団」と「嗅覚感度の低い集団」の間で、飢餓ストレス耐性実験、食餌付与による嗅覚感度レスキュー実験を行った結果、本仮説を支持する結果を得ることに成功した。
2. 個体ごとの遺伝子発現レベルを調べる系統として*Akaluc*発現系統を作製し、その解析を進めた。まず、*Akaluc*および*Akaluc*の基質である*Akalumine*はショウジョウバエの発生に影響を与えないことを確認した。次に、個体ごとのオートファジーレベルや免疫活性化レベルを知

る目的で、*Atg8a*遺伝子、*IBIN*遺伝子（細菌感染で大きく発現上昇する非コード長鎖RNA）、それぞれのプロモーター領域に*Akaluc*遺伝子を繋いだトランスジェニック系統を作出した。その結果、*Atg8a-Akaluc*系統は、ショウジョウバエの老化に伴って*Akaluc*発光が減少すること、更には*IBIN-Akaluc*系統は細菌感染に伴い大きく発光が上昇することを確認した。他にも様々な実験を行うことで、*Akaluc*発現系統の有用性を示すことに成功した。上記、1、2に示す結果は、それぞれ別の研究論文として国際科学雑誌へ投稿中である。

(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**)。令和2年度はさらにセロトニン受容体の変異体を作成し、捕食行動を制御する神経回路の解明を行い、一部のセロトニン受容体が重複して捕食行動の制御に関与していることを明らかにし、その成果を国際学術雑誌に発表した(Ishita et al., 2021, **G3**)。さらに順遺伝学的スクリーニングによって、捕食行動を示さない変異体の単離を行い、次世代シーケンサーによって原因遺伝子の同定を行った。今後得られた候補遺伝子の解析を行うことにより、口腔形態による行動の違いがどのような神経回路の変化によるものなのか解明する予定である。

2. 動物細胞の細胞質分裂のメカニズム解明に関する研究

(1) 細胞質分裂でのミオシンII調節軽鎖のリン酸化機構

動物細胞の細胞質分裂時に形成される収縮環は、アクチンフィラメントとミオシンIIフィラメントから構成されており、ミオシンIIのATPase活性が引き起こすミオシンIIとアクチンフィラメントの滑りにより、収縮する。ミオシンIIは、その構成成分であるミオシンII調節軽鎖(MRLC)がリン酸化されることにより、そのATPase活性を上昇させる。我々は、細胞質分裂時にDAPK3/ZIPキナーゼがMRLCのリン酸化することを明らかにしている。このDAPK3のがん関連変異(T112M, D161N, P216S)の発現は、収縮環のリン酸化MRLCを減少させることにより、細胞質分裂を失敗させることを明らかにした(Ono et al. 2020, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*)。

(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。現在、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

- ◎ 1. Ishita, Y., Chihara, T., Okumura, M., “Different combinations of serotonin receptors regulate predatory and bacterial feeding behaviors in the nematode *Pristionchus pacificus*”, *G3: Genes, Genomes, Genetics*, 11, jkab011 (2021)
- 2. Rödelsperger, C., Ebbing, A., Sharma, DR., Okumura, M., Sommer, RJ., Korswagen, HC. “Spatial transcriptomics of nematodes identifies sperm cells as a source of genomic novelty and rapid evolution”, *Molecular Biology and Evolution*, 38, 229-243 (2021)
- ◎ 3. Ono, T., Terada, F., Okumura, M., Chihara, T., Hamao, K. “Impairment of cytokinesis by cancer-associated DAPK3 mutations”, *Biochem Biophys Res Commun*, 533, 1095-1101 (2020)
- 4. Fujisawa, Y. Shinoda, N. Chihara, T., Miura, M. “ROS regulate caspase-dependent cell delamination without apoptosis in the *Drosophila* pupal notum”, *iScience*, 23, 101413 (2020)

2. 総説・解説

該当無し

○著書・その他

該当無し

○取得特許

該当無し

○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

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

- ・ Takahiro Chihara, Internal physiological state defines the individual sensitivity and cell death of olfactory sensory neurons in *Drosophila*, 第43回日本分子生物学会, オンライン, 2020年12月2日, 招待講演

4. 国内学会での一般講演

- ◎ 1. Yuuki Ishita, Takahiro Chihara and Misako Okumura. Three distinct serotonin receptors modulate predatory feeding behavior in the nematode *Pristionchus pacificus*. 第43回日本神経科学大会, 2020年7月29日～8月1日, オンライン, 口頭発表
- ◎ 2. 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, 「ダイナミン-2はエンドサイトーシスと異なるメカニズムで微小管を制御する」日本動物学会第91回オンライン大会, 2020年9月5日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 3. 寺田富美, 奥村美紗子, 千原崇裕, 濱生こずえ, 「ダイナミン2関連疾患の微小管制御を介した分子機構の解明」日本動物学会第91回オンライン大会, 2020年9月5日, オンライン, ポ

スター発表

- ◎ 4. 亀村興輔, 陳 俊安, 奥村美紗子, 関根清薫, 神山大地, 三浦正幸, 千原崇裕, 「Exploring the intra- and extracellular functions of ALS-related ER protein VAP」, 第53回日本発生生物学会, 2020年9月25日, オンライン, 口頭発表・ポスター発表
- ◎ 5. 奥村美紗子, 千原崇裕, 「表現型多型に影響する光環境条件の検討」線虫学ミーティング2020, 2020年11月10日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 6. 中山賢一, 千原崇裕, 奥村美紗子, 「*Pristionchus pacificus*を用いた新規光受容機構の探索」線虫学ミーティング2020, 2020年11月10日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 7. 平賀裕邦, 千原崇裕, 奥村美紗子, 「インスリンシグナル経路が*Pristionchus pacificus*の表現型多型に与える影響の解析」線虫学ミーティング2020, 2020年11月10日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 8. 井下結葵, 千原崇裕, 奥村美紗子, 「捕食性線虫*Pristionchus pacificus*における行動多型制御メカニズムの神経遺伝学的解析」線虫学ミーティング2020, 2020年11月10日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 9. Akira Ito, Nagisa Matsuda, Misako Okumura and Takahiro Chihara. 「Highly sensitive and non-invasive in vivo monitoring in Drosophila using the Akaluc/AkaLumine bioluminescence system」第43回日本分子生物学会, 2020年12月2日～4日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 10. 亀村興輔, 奥村美紗子, 関根清薫, 神山大地, 千原崇裕, 「ショウジョウバエを用いたALS関連小胞体膜タンパク質VAPの細胞外機能及び分泌機構解析」第43回日本分子生物学会, 2020年12月2日～4日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 11. 中山賢一, 千原崇裕, 奥村美紗子, 「Genetic approaches to understand the novel light-sensing mechanism using the nematode *Pristionchus pacificus*」第43回日本分子生物学会, 2020年12月2日～4日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 12. 井下結葵, 千原崇裕, 奥村美紗子, 「Two distinct feeding behaviors are regulated via different combinations of serotonin receptors in the nematode *Pristionchus pacificus*」第43回日本分子生物学会, 2020年12月2日～4日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 13. Taichiro Ono, Fumi Terada, Misako Okumura, Takahiro Chihara, Kozue Hamao, 「Impairment of cytokinesis by cancer-associated DAPK3 mutations」第43回日本分子生物学会, 2020年12月2日～4日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 14. Runzhao Guo, Mikiko Nakagushi, Fumi Terada, Misako Okumura, Takahiro Chihara, Kozue Hamao, 「Exploration of Dynamin-2-interacting protein in microtubule regulation」第43回日本分子生物学会, 2020年12月2日～4日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 15. Fumi Terada, Mikiko Nakagushi, Ryuji Fujito, Misako Okumura, Takahiro Chihara, Kozue Hamao, 「Elucidation of the molecular mechanism of microtubule regulation by disease-associated dynamin-2 mutations」第43回日本分子生物学会, 2020年12月2日～4日, オンライン, ポスター発表
- ◎ 16. 中山賢一, 千原崇裕, 奥村美紗子, 「Elucidation of a novel light-sensing mechanism in the nematode *Pristionchus pacificus*」広島大学先端人材育成プログラム 令和2年度国際シンポジウム, 2021年3月6日, オンライン, 口頭発表

○各種研究員と外国人留学生の受入状況

【外国人留学生】

千原崇裕 : Wang Wei (博士前期課程)

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 6,000 千円 (20,000 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)
- ・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)
- ・広島大学大学院統合生命科学研究所奨励賞 「線虫における新規光受容体の同定と光感知システムの解明」
代表者 奥村美紗子 500千円 (500 千円/1年間)

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
- ・Ralf J Sommer教授(Max Planck Institute for Developmental Biology)と線虫捕食行動の神経制御メカニズムの解明を行った 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

○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
- ・日本動物学会中国四国支部庶務幹事(2016年8月~2020年8月) 濱生こずえ
- ・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

該当無し

5. セミナー・講演会開催実績

- ・第43回日本分子生物学会年会 ワークショップ 1PW-12「広がる感覚器の世界・感覚器の多様性を生み出す分子基盤とヒト健康維持への応用」2020年12月2日、オンライン、オーガナイザー、千原崇裕
- ・第1回虫のタベ オンラインセミナー&交流会, 2020年11月27日, 約50名, オンライン, オーガナイザー, 奥村美紗子
- ・第2回虫のタベ オンラインセミナー&交流会, 2021年1月13日, 約100名, オンライン, オーガナイザー, 奥村美紗子
- ・第3回虫のタベ オンラインセミナー&交流会, 2021年3月26日, 約50名, オンライン, オーガナイザー, 奥村美紗子

6. 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
- ・広島大学大学院統合生命科学研究科 若手研究者奨励賞 奥村美紗子
- ・2020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 井下結葵
- ・2020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
- ・2020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 中山賢一
- ・令和2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 中山賢一
- ・グローバルサイエンスキャンパス ジャンプステージの高校生1名(藤縄悠之介)の研究指導 奥村美紗子
- ・GSC4大学連携研究セミナー GSC受講生投票賞 藤縄悠之介
- ・GSC4大学連携研究セミナー 特別賞 藤縄悠之介
- ・ジュニア農芸化学会 銀賞 藤縄悠之介

情報生理学研究室

令和2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被囊の微細構造観察と接着物質の同定を進めている。

また、神経系のペプチド性シグナル伝達物質である神経ペプチドは、構造と機能に極めて高い多様性を持ち、神経系による生理機能・恒常性さらには個体の行動の調節において重要な役割を担う。我々は、神経ペプチドによる調節機構を理解するため、軟体動物腹足類を主な研究対象として中枢神経系から多くの生理活性ペプチドを同定し、その構造と機能の解析を進めてきた。

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るなど、有用な環境汚染指標動物である。さらに、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、これまでにイボニシから同定した約20種の神経ペプチドについて、正常個体と通年成熟個体の中枢神経系における神経ペプチド前駆体遺伝子の発現を半定量的PCR法で比較したところ、いくつかの前駆体の発現が通年成熟個体で低下しており、通年成熟個体と神経ペプチド調節系の機能変化の関連が示唆された。この結果を踏まえ、神経ペプチド調節系の機能変化を、シグナル伝達経路や合成・代謝系などを含めて包括的に俯瞰するため、次世代シーケンサーを用いて中枢神経節のRNA-Seq解析による網羅的な遺伝子発現解析を開始した。イボニシはゲノム情報が得られていないため、現在、コンピューター解析による塩基配列のアセンブリと、相同性検索による転写産物の特徴づけを進めている。

○発表論文

1. 原著論文

- R. Kitajima, R. Nakai, T. Imamura, T. Kameda, D. Kozuka, H. Hirai, H. Ito, H. Imai, M. Imamura. Modeling of early neural development in vitro by direct neurosphere formation culture of chimpanzee induced pluripotent stem cells. *Stem Cell Research*, 44: 101749 (2020)
- S. Minabe, S. Nakamura, E. Fukushima, M. Sato, K. Ikegami, T. Goto, M. Sanbo, M. Hirabayashi, J. Tomikawa, T. Imamura, N. Inoue, Y. Uenoyama, H. Tsukamura, K. Maeda, F. Matsuda. Inducible Kiss1 knockdown in the hypothalamic arcuate nucleus suppressed pulsatile secretion of luteinizing hormone in male mice. *Journal of Reproduction and Development*, 66: 369 (2020)
- K. Ikegami, T. Goto, S. Nakamura, Y. Watanabe, A. Sugimoto, S. Majarune, K. Horihata, M. Nagae, J. Tomikawa, T. Imamura, M. Sanbo, M. Hirabayashi, N. Inoue, K. Maeda, H. Tsukamura, Y. Uenoyama. Conditional kisspeptin neuron-specific Kiss1 knockout with newly generated Kiss1-floxed and Kiss1-Cre mice replicates a hypogonadal phenotype of global Kiss1 knockout mice. *Journal of Reproduction and Development*, 66: 359 (2020)
- S. Nagorny, M. Ferrante, M. Laubenstein, S. Nisi, T. Ueki. Characterization of vanadium of biological origin for possible applications in physics experiments. *Journal of Environmental Radioactivity*, 225, 106426 (2020).
- F. Morishita, T. Takahashi, T. Watanabe, T. Uto, K. Ukena, M. Furumitsu, T. Horiguchi, Identification of neuropeptides in gastropod mollusks. – Classical and brand-new approaches –, IOP Conf. Ser. : Earth Environ. Sci. 456: 022001 (2020)

2. 総説・解説

該当無し

○著書

該当無し

○特許

該当無し

○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

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

今村拓也 (シンポジスト) . 母体由来炎症シグナルを胎仔脳由来ノンコーディングRNA制御により緩和する. 第43回日本神経科学大会シンポジウム「病態脳克服に向けた脳・神経系細胞の環境応答特性の理解と活用」, 日本神経科学学会 (2020年8月1日, オンライン)

4. 国内学会での一般講演

今村拓也. 神経活性化は新規DNAメチル化を介して興奮性シナプス形成に関わる遺伝子のエンハンサー活性を制御する. 第14回神経発生討論会 (2021年3月19日, オンライン)

亀田朋典, 中嶋秀行, 滝沢琢己, 三浦史仁, 伊藤隆司, 中島欽一, 今村拓也. 神経活性化による新規DNAメチル化を介した遺伝子エンハンサー活性制御は興奮性シナプス形成に寄与する. 第14回エピジェネティクス研究会年会 (2021年3月30日, オンライン)

植木龍也. 深層学習によるホヤ類被囊外部形態の画像認識サーバーの構築. 日本動物学会第91回大会 (2020年9月4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

- ・大学院生博士課程後期 Tri Kustono Adi
- ・大学院生博士課程後期 Boyang An

○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 挑戦的萌芽, インターロイキン類によるほ乳類ニューロンのレトロトランスポゾン制御, 当該年度配分額2,600千円 (間接経費を含む), 研究代表者 今村拓也
- ・科学研究費補助金 新学術領域研究(研究領域提案型), 個性を創発する神経幹細胞におけるエピジェネティックメモリーとその制御, 当該年度配分額3,900千円 (間接経費を含む), 研究代表者 中島欽一, 研究分担者 今村拓也
- ・科学研究費補助金 基盤(B), ヒトとの共進化を支えたイヌの社会認知能力に関わる遺伝基盤の解明, 当該年度配分額390千円 (間接経費を含む), 研究代表者 永澤美保, 研究分担者 今村拓也
- ・科学研究費補助金 基盤(B), 犬悪性メラノーマの根絶を目指した新たな遺伝子組換え免疫細胞療法の確立, 当該年度配分額130千円 (間接経費を含む), 研究代表者 水野拓也, 研究分担者 今村拓也
- ・科学研究費補助金 二国間交流事業共同研究 (韓国NRF), てんかん発症制御における機能長鎖

ノンコーディングRNAの役割, 当該年度配分額1,140千円 (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

厚生労働省科学研究費補助金

- ・化学物質リスク研究事業, 家庭用品化学物質が周産期の中枢神経系に及ぼす遅発性毒性の評価系作出に資する研究 (ノンコーディングRNA解析), 当該年度配分額950千円 (間接経費を含む), 研究代表者 種村健太郎, 研究分担者 今村拓也

共同研究

該当無し

寄附金

- ・上原記念生命科学財団 2020年度研究助成金, ヒト形質賦与を目指したノンコーディングRNAの活用, 5,000千円, 研究代表者 今村拓也
- ・ノバルティス科学振興財団 2020年度研究奨励金, ヒト形質賦与マウス作製に向けたノンコーディングRNA情報活用システムズアプローチ, 1,000千円, 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

植木龍也

- ・ 公益社団法人日本動物学会理事・中国四国支部長 (2021.9.まで). 同支部代表委員 (2021.9.から)
- ・ 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
- ・ The International Vanadium Symposium (国際バナジウム会議), International Advisory Board (国際諮問委員).

森下文浩

- ・ 公益社団法人日本動物学会中国四国支部企画委員
- ・ 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
- ・ 独立行政法人国立環境研究所 客員研究員
- ・ 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

今村拓也

- ・第43回日本神経科学大会シンポジウム「病態脳克服に向けた脳・神経系細胞の環境応答特性の理解と活用」オーガナイザー, 日本神経科学学会 (2020年8月1日, オンライン), 参加者200名

森下文浩

- ・令和2年度 広島大学理学部生物科学同窓会記念講演会 世話人, 2020年11月7日, 講師: 浮穴和義氏 (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

植木龍也

- ・岡山ノートルダム清心女子高臨海実習, 講師, 2020年8月3日～5日
- ・出張講義, Vanadium in Ascidians: Molecular and Cellular Mechanism of Accumulation and Possible Function of Vanadium, UIN Malang 他 (オンライン講義), 院生・学部生他, 参加者約70名, 2020年11月26日
- ・出前授業, 広島大学オンライン研修, 高度な金属濃縮能力をもった特異な生物ーホヤ類ー, 福井県立若狭高等学校2年生(生徒数36名), 2021年3月15日.

5. その他

今村拓也

- ・統合生命科学研究科生命医科学プログラム・副プログラム長

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

○特記事項

- ・Zoological Science Award / Fujii Award 受賞(論文賞), Xenacoelomorph-Specific Hox Peptides: Insights into the Phylogeny of Acoels, Nemertodermatids, and Xenoturbellids, 植木龍也, 有本飛鳥, 田川訓史ほか1名, 公益社団法人日本動物学会, 2020.9.4.

植物生物学講座

植物分類・生態学研究室

令和2年度構成員：山口富美夫（教授）、嶋村正樹（准教授）、井上侑哉（助教）

○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2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、これまで注目されていなかった無性芽の形態の分類形質としての無性芽の有効性を報告した。日本新産種として *Marchantia papillata* を報告した。

(2) 蘚苔類フロラ及び生態に関する研究

日本産ナガサキツノゴケ (*Anthoceros punctatus* L.) について、広島大学植物標本庫に収蔵されている胞子体をつけた標本を精査し、植物季節学的研究を行った。

これまで国内で2箇所しか生育が知られていなかったヤチゼニゴケ *M. polymorpha* subsp. *polymorpha* の国内新産地を新たに2箇所発見し、国内初の例となるオス株も発見した。

小笠原諸島、宮崎県尾鈴山などで、蘚苔類フロラに関する現地調査を行い、希少種の分布状況を確認した。

(3) ゲノム情報を基盤としたコケ植物の形態学的・発生学的研究

タイ類ゼニゴケにおいて、少数の細胞を標識し、その系譜を可視化するクローナル解析系を用いて、気室と杯状体が細胞系譜を跨いで形成されることを示した。葉状性タイ類では、細胞系譜内で器官が形成される他のコケ植物とは異なり、位置情報が器官形成を制御することがあることが示唆された。

昨年度のツノゴケのゲノム解析論文の発表に引き続き、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。メロファイト同士のなす角度（発散角）は、メロファイトが成長する過程で次第に葉序に近い角度に収束することがわかった。また頂端細胞の近傍では、メロファイト同士の発散角が、葉序角度に対し、特徴的な偏差を示すことが明らかになった。この特徴的な偏差は、頂端細胞が分裂するごとに頂端細胞の重心位置が遷移することと関係しており、シミュレーション上で頂端細胞とメロファイトそれぞれの一定の分割面角度推移とスケーリング成長を仮定することで再現することができた。これにより、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できた。

(5) 植物標本庫 (HIRO) の整備

交換・寄贈標本として、*Bryophytes of Asia*, fasc. 27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1件、内研究機関に3件を貸し出し、国外研究機関に2件を贈与した。

新たに4,626件の標本産地データ、1,267件の種データをデータベースに入力した。また、約4,000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

1. Kim, W., Higuchi, M. & Yamaguchi, T. (2020). An updated list of mosses of Korea. *Journal of Species Research* 9(4): 377–412.
2. Kim, W & Yamaguchi, T. (2020). *Bryocrumia vivicolor*, new localities in Japan and Taiwan. *Bryophyte Diversity & Evolution* 42(1): 56–60.
- ◎ 3. Kim, W., Higuchi, M., Yamaguchi, T., Sato, T. & Inoue, Y. (2020). New and noteworthy records of the moss flora of Korea. *Korean J. Pl. Taxon.* 50: 419–426.
4. 根本秀一, 鄭 天雄, 嶋村正樹, 黒沢高秀, 大森威宏 (2020). 福島県尾瀬におけるヤチゼニゴケの新産地. *蘚苔類研究*12: 73–75.
5. Suzuki, H., Harrison, C. J., Shimamura, M., Kohchi, T. and Nishihama, R. (2020). Positional cues regulate dorsal organ formation in the liverwort *Marchantia polymorpha*. *J. Plant Res.* 133: 311–321.
- ◎ 6. Zheng T.-X., Inoue, Y. & Shimamura M. (2020). Morphology of gemmae, an overlooked taxonomic trait in the genus *Marchantia* L. (Marchantiaceae). *The Bryologist* 123: 601–610
- ◎ 7. Inoue, Y., Tsubota, H. & Yamaguchi, T. (2020). *Splachnobryum obtusum* (Pottiaceae) new to Japan and its molecular evolution. *Hikobia* 18: 83–91.
- ◎ 8. Zheng T.-X., Inoue, Y. & Shimamura M. (2020). *Marchantia papillata* Raddi subsp. *grossibarba* (Steph.) Bischl. (Marchantiaceae, Marchantiophyta) new to Japan. *Hikobia* 18: 93–96.
- ◎ 9. 井上侑哉, 南葉鍊志郎, 岩崎元道, 池田誠慈, 塩路恒生, 中原-坪田美保, 坪田博美 (2020). 広島県におけるヒナノシヤクジョウ *Burmattia championii* Thwaites の新産地. *Hikobia* 18: 99–103.
10. 吉富政宣, 鄭 天雄, 嶋村正樹 (2020). 日本国内で初めて見つかったヤチゼニゴケ (ゼニゴケ科, タイ類) の雄株. *Hikobia* 18: 105–107.
- ◎ 11. 嶋村正樹, 橋本 環, 井上侑哉 (2020). フキにおける冠毛のない小花からなる雄頭花の発見. *Hikobia* 18: 109–114.
12. 長谷川二郎, 池松泰一, 嶋村正樹 (2020). 日本産ナガサキツノゴケ (*Anthoceros punctatus* L.) の学名. *Hikobia* 18: 115–117.
- ◎ 13. Yamaguchi, T. & Inoue, Y. (2020). *Bryophytes of Asia*. Fasc. 27. *Hikobia* 18: 123–124.
- ◎ 14. Inoue, Y., Jiménez, J. A., Sato, T., Tsubota, H. & Yamaguchi, T. (2020). Taxonomic reevaluation of *Didymodon nigrescens* (Pottiaceae) in Japan. *Hattoria* 11: 61–75.
15. Frangedakis, E., Shimamura, M., Villarreal, J. C., Li, F. W., Tomaselli, M., Waller, M., Sakakibara, K., Renzaglia, K. S, Szövényi, P. (2021). The hornworts: morphology, evolution and development.

New Phytologist 229: 735–754.

©16. Nakajima K, Shimamura M, Furuno N. (2021). Generation of no-yellow-pigment *Xenopus tropicalis* by *slc2a7* gene knockout. Dev. Dyn. doi: 10.1002/dvdy.334.

17. 許 憲亮, 花田俊樹, 片桐知之, 山口富美夫 (2020). アカタカネゴケは九州にも産する. 蘚苔類研究 12(5): 133–134

2. 総説・解説

該当無し

○著書

該当無し

○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

2. 国際会議での一般講演

該当無し

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

該当無し

4. 国内学会での一般講演

嶋村正樹. コケ植物の規則的葉序を作り出すための頂端細胞分裂面の規則的旋回. 日本蘚苔類学会第49回オンライン高知大会. 2020年9月4日～5日. オンライン.

鄭 天雄, 嶋村正樹. Taxonomic re-evaluation of *Marchanita emarginata* subsp. *tosana* and related taxa in Japan 日本蘚苔類学会第49回オンライン高知大会. 2020年9月4日～5日. オンライン.

吉富政宜, 水野貴章, 鄭 天雄, 嶋村正樹. 長野県におけるヤチゼニゴケの発見. 日本蘚苔類学会第49回オンライン高知大会. 2020年9月4日～5日. オンライン.

◎西畑和輝, 井上侑哉, 山口富美夫. *Calymperes boulayi* (カタシロゴケ科, 蘚類) が小笠原諸島母島でみつかると. 日本蘚苔類学会第49回オンライン高知大会. 2020年9月4日～5日. オンライン.

◎井上侑哉, 坪田博美, 山口富美夫. 小笠原諸島から見つかった日本新産の *Splachnobryum obrusum* (センボンゴケ科, セン類). 日本蘚苔類学会第49回オンライン高知大会. 2020年9月4日～5日. オンライン.

山口富美夫. 立石コレクション. 日本蘚苔類学会第49回オンライン高知大会. 2020年9月4日～5日. オンライン.

◎本宮 炎, 小林 久, 本宮宏美, 井上侑哉, 坪田博美. 体験と学びの野外博物館の実践—広島県三段峡の例—. 日本蘚苔類学会第49回オンライン高知大会. 2020年9月4日～5日. オンライン.

嶋村正樹. ツノゴケの細胞生物学. 日本植物学会第84回大会. 2020年9月19日～21日. オンライン.

西山智明, 嶋村正樹, 榊原恵子. ツノゴケゲノムの特徴. 日本植物学会第84回大会, 2020年9月19日～21日. オンライン.

榊原恵子, 嶋村正樹, 西山智明. ツノゴケの特異性をもたらした遺伝子基盤. 日本植物学会第84回大会. 2020年9月19日～21日. オンライン.

鈴木秀政, Jill Harrison, 嶋村正樹, 河内孝之, 西浜竜一. 苔類ゼニゴケの無性芽発生における幹細胞系譜. 日本植物学会第84回大会, 2020年9月19日～21日, オンライン.

中村 亮, 小林淳平, 嶋村正樹, 小藤累美子. ツノゴケにおける雌雄の生殖器官形成過程の類似性. 日本植物学会第84回大会, 2020年9月19日～21日, オンライン.

◎小塚俊明, 月山皓太, 花田俊樹, 御倉彪生, 草場 信, 嶋村正樹. フタバネゼニゴケにおける青色光受容機構の解析. 日本植物学会第84回大会, 2020年9月19日～21日, オンライン.

◎嶋村正樹. セン類の葉序の多様性を生み出す頂端細胞分裂面の回転角の制御. 第3回コケ幹細胞研究会, 2021年1月5日, オンライン.

Xiao Yangyuxin, 嶋村正樹. Behavior of the apical cells in gemmaling of *Marchantia polymorpha*. 第3回コケ幹細胞研究会, 2021年1月5日, オンライン.

◎Yuya Inoue, Emiko Oguri, Hironori Deguchi, Masaki Shimamura. Evaluation of Genetic Effects Induced by Radiation Exposure for Wild Bryophytes. 福島大学環境放射線研究所 第7回成果報告会, 2021年3月18日, オンライン.

◎井上侑哉, 中原-坪田美保, 坪田博美. コケ植物セン類ホンモンジゴケのオルガネラゲノム構造と系統的位置. 日本植物分類学会第20回大会, 2021年3月8日～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2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2年度 直接経費)

その他

- ・藤原ナチュラル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元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」嶋村正樹 2,000千円

○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-)
- ・日本植物学会代議員 (2014-)
- ・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-)

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-)

井上侑哉

- ・環境省稀少野生動植物保存推進員 (2018-)
- ・公益財団法人服部植物研究所理事 (2019-)
- ・公益財団法人服部植物研究所非常勤研究員 (2019-)
- ・日本蘚苔類学会副編集幹事 (2020-)

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

「知を鍛える-広大名講義 100 選-

演者：嶋村正樹 「コケの増え方～精子は泳ぐし空も飛ぶ～」2020年7月27日収録

5. その他

- ・研究雑誌 HIKOBIA 18巻2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

- ・ゼニゴケを用いて植物発生原理を解明する国際研究基盤の確立 (イギリス・ブリストル大学, Jill Harrison博士との共同研究)
- ・ゲノム情報を基盤としたツノゴケ類の総合的研究 (カナダ・ラヴァル大学 Juan Carlos Villarreal博士との共同研究)

○特記事項

- 日本蘚苔類学会第49回高知大会発表賞（ポスター発表部門）. 2020年9月5日. 鄭 天雄, 井上侑哉, 嶋村正樹. The phylogenetic data supporting the segregation of *Marchantia paleacea* species complex into sub-species level.
- 日本蘚苔類学会第49回高知大会発表賞（ポスター発表部門）. 2020年9月5日. 西畑和輝, 井上侑哉, 山口富美夫. *Calymperes boulayi*（カタシロゴケ科, 蘚類）が小笠原諸島母島でみつかると.
- 令和2年度理学研究科学生表彰. 鄭 天雄 2021年3月23日

植物生理化学研究室

令和2年度構成員：高橋陽介（教授）、深澤壽太郎（助教）

○研究活動の概要

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

一生を同じ場所で過ごす植物にとって、花を咲かせるタイミングは最も重要な決定の一つであり、様々な要因によって制御されている。シロイヌナズナでは、光周期経路、春化経路、自律的制御経路、ジベレリン (gibberellin; GA) 経路の4つの花成制御系が知られており、その制御の多くは、インテグレーターと呼ばれる*FT*、*SOC1*の発現に統合される。GA経路は短日条件下の花成で特に重要である。GAは葉で花成ホルモンをコードする*FT*の発現を、茎頂で*SOC1*の発現を促進するが、その制御機構は解明されていない。GA内生量制御とGA信号伝達の両面からGAによる花成制御機構の解明を目的とし研究を進めている。

(1) GAF1複合体によるGA内生量制御機構の解析

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おいて主要な役割を果たすことを明らかにした。また、活性型GAをFRETにより蛍光観察できるGPSタンパク質を用いて、植物体内における活性型GAの局在の確認が可能となった。解析の結果、花成直前の茎頂及びその周囲で活性型GAが増加することが明らかとなった。GA生合成遺伝子の発現を制御する複数の因子を同定した。今後、花成直前にいかにしてGA生合成遺伝子の発現が促進され、茎頂近傍で観察されたGA量増加の分子機構解明に取り組む。

(2) 花成を制御する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た。さらに、選抜した花成遺伝子のうち、GAF1過剰発現体、及び*gaf1gaf2*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。培養細胞を用いたトランジェント解析により、候補遺伝子群の中から、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をGAF1の直接の標的遺伝子として同定した。

(3) GAF1標的遺伝子による花成制御機構の解析

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SOC1の発現が誘導されることから、4つのGAF1標的遺伝子は、FT, SOC1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, SOC1の発現制御機構についてトランジェント解析等を用いて検証した。

○発表論文

1. 原著論文

Ito, T., Fukazawa, J. (2021) SCARECROW-LIKE3 regulates the transcription of gibberellin-related genes by acting as a transcriptional co-repressor of GAI-ASSOCIATED FACTOR1. *Plant Molecular Biology*, 105, 463-482

◎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 (DOI:10.1093/plcell/koab102)

2. 総説・解説

該当無し

○著書

該当無し

○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

該当無し

2. 国際会議での一般講演

該当無し

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

該当無し

4. 国内学会での一般講演

◎深澤壽太郎, 大橋由紀, 中居可奈子, 高橋竜平, 浜添 栞, 西田有理花, 高橋陽介. DELLA-GAF1複合体による花成制御機構の解析 第55回植物化学調節学会 オンライン2020年11月15日

○研究助成金の受入状況

科学研究費補助金

・基盤研究 (C) 「DELLAタンパク質の二重の役割による花成制御機構」

代表者 深澤壽太郎 1,690千円 (4,420千円/3年間)

その他助成金
該当無し

共同研究

- ・ Dr. Zhiyong Wang, Staff Member, Department of Plant Biology, Carnegie Institution for Science, 260 Panama street, Stanford, CA 94305, USA (高橋陽介)
- ・ 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 (深澤壽太郎)
- ・ 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 (深澤壽太郎)
- ・ 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 (深澤壽太郎)
- ・ 京都大学 化学研究所 山口信次郎 気相を移動する植物分子の定量解析 (深澤壽太郎)

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 6件

- ・ Scientific report 論文評価委員 レビュー 3件
- ・ Plant Cell and Physiology 論文評価委員 レビュー 2件
- ・ Plant Journal 論文評価委員 レビュー 1件

2. セミナー・講義・講演会講師等

該当無し

3. その他

該当無し

植物分子細胞構築学研究室

令和2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* 属の病原性菌株) 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。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。本研究室では、実験室で繰り返し再現できるこれらの広域水平伝達現象の特質を明らかにする研究と水平伝達を発揮する能力の高いバクテリアならびにプラスミドの機能および多様性に関する研究を行っている。

令和2年度において、以下の成果を得た。

- (1) 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制限している遺伝子をゲノムワイドに探索し、親株BW25113より約10倍高い接合効率を示す3種の遺伝子を欠失した変異株を単離している。3種の遺伝子の一つ *frmR* は CsoR/RcnR ファミリー転写抑制因子 FrmR をコードしている。大腸菌には *frmR* と *rcnR* の2遺伝子があるため、 $\Delta rcnR$ 株の生物界間接合効率を解析したところ、効率の上昇は観察されなかった。また、FrmR はホルムアルデヒド存在下でリプレッサー活性が解除されるため、ホルムアルデヒド添加による IncP型プラスミドの接合効率の変化を調べた。その結果、親株では添加による効率の上昇が観察され、 $\Delta frmR$ 株では更なる上昇は観察されなかった。このことから大腸菌内のホルムアルデヒド濃度に反応して *frmR* を介した IncP型プラスミドの接合制御が行われ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なかった。そこで先ず、幅広い酵母菌株へ AMT を適用可能にするために、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。パン製造用工業株の AMT 実験を行ったところ、自立複製型プラスミドを用いても工業株は全て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上昇していた。初発の酵母菌数を減すことによって工業株の AMT 効率は自立複製型だけでなく、組込み型プラスミドでも改善されて、DNA 形質転換の実用水準を満たした。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) 岡山大学との共同研究によってコムギから内生菌として単離した7菌株の *Rhizobium radiobacter* の2菌株は、タバコへの感染能があり、毛根状病マーカー遺伝子 *rolA* ~ *rolC* 遺伝子等を持つことから毛根状病誘導プラスミド Ri を持つことが明らかになっている。2菌株が典型的な毛根状病病原体で主に構成されているゲノムグループ G7 に属することとも対応する結果である。一方、イネ科植物は毛根状病および根頭癌腫病の病原体を接種しても発病しないことから、なぜコムギに2菌株の病原体が内生しているか謎である。また、自然界や健全な圃場では毛根状病および根頭癌腫病は稀な病気であり、圃場土壌に病原体はみられないので、病気が散発する場合に病原体がどこからもたらされるか理解されていなかった。そこで、イネ科等植物の内生菌および

根圏微生物として同病原性菌が維持継体され、感染に適した状態の感受性植物が近くに偶然に現れた時に感染発病するというサイクルを主とする仮説を提案した。

○発表論文

1. 原著論文

◎Kiyokawa, K., Ohmine, Y., Yunoki, K., Yamamoto, S., Moriguchi, K., & Suzuki, K. (2020). Enhanced *Agrobacterium*-mediated transformation revealed attenuation of exogenous plasmid DNA installation in recipient bacteria by exonuclease VII and SbcCD. *Genes to Cells*, 25:663-674. (DOI:10.1111/gtc.12802)

Kang B, Maeshige T, Okamoto A, Kataoka Y, Yamamoto S, Rikiishi K, Tani A, Sawada H, Suzuki K. (2020) The presence of the hairy-root-disease inducing (Ri) plasmid in wheat endophytic rhizobia explains a pathogen-reservoir function by healthy resistant plants. *Appl. Environ. Microbiol.* 86(17): e00671-20 (DOI: 10.1128/AEM.00671-20)

2. 総説・解説

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

◎守口和基, Fatin Iffah-Rasyiqah, Cho Yunjae, 清川一矢, 鈴木克周. ドメインを超えた遺伝子水平伝播機構としての接合伝達 日本遺伝学会第92回大会 ワークショップ「遺伝学における遺伝子水平伝播の意義を考える」2020年9月16日-18日, 熊本市 (依頼講演) *COVID-19流行により要旨集の発行をもって大会の開催とした。

◎守口和基, 鈴木克周, 清川一矢, Zoolkefli Fatin Iffah Rasyiqah Mohamad. IncP-1 型広宿主域プラスミドの伝達を左右する受容側因子の探索から何が見えるのか 日本農芸化学会2021年度大会 シンポジウム「微生物の進化・適応の原動力となるプラスミドの接合伝達現象」2021年3月18日-21日, オンライン開催 (依頼講演)

4. 国内学会での一般講演

◎Fatin Iffah Rasyiqah Mohamad Zoolkefli, Kazuki Moriguchi, Yunjae Cho, Kazuya Kiyokawa, Shinji Yamamoto, Katsunori Suzuki. Isolation and Analysis of Donor Chromosomal Gene(s)-Deficient that Responsible in Accelerating the Inter- and Intra-kingdom Conjugations by IncP1 T4SS Machinery. 第43回日本分子生物学会年会 2020年12月2日-4日, オンライン (ポスター発表)

清川一矢, 森脇隼人, 福満啓博, 庄田佐知子, 山本真司, 鈴木克周. H リグニン合成前駆体物質 *p-coumaryl alcohol* を分解するアグロバクテリア代謝経路の第1段階に関与する脱水素酵素遺伝子の特定と酵素特性解析. 第43回日本分子生物学会年会 2020年12月2日-4日 オンライン

(ポスター発表)

◎清川一矢, 守口和基, 鈴木克周. アグロバクテリアから酵母へ輸送できる汎用ベクターの開発.
第6回デザイン生命工学研究会 2021年3月5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

Cho Yun Jae (韓国) 生物科学科 (日韓理工系学部留学生事業留学生)

○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(400千円) 守口和基

令和2年度高木俊介パン科学技術振興財団助成金(1,000千円) 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(2021年1月～) 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

・科学体験ブース出展 小さい生物(微生物)のパワーを觀よう. 大隅基礎科学創成財団「小中高生と最先端研究者とのふれあいの集い」2021年3月27日(於)広島市こども文化科学館

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

- ・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 (鈴木克周)
- ・NESME Xavier (フランス国立農業研究所(INRA)) 新種*Rhizobium/Agrobacterium*属細菌の研究 (鈴木克周)

○特記事項

原著論文Kang B, et al. (2020) で提唱した「健全な圃場で毛状根病および根頭癌腫病が植物で散発的に発病する仕組み」を説明する仮説の図版が米国微生物学会Appl. Environ. Microbiol.誌のHPカバーとして掲示された。

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2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），小林健司（特任助教）

〈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），小林健司特任助教（令和元年7月1日付勤務，令和2年10月末退職），樋口絵里子契約一般職員（令和元年10月1日付勤務）の5名からなり所属学生は学部生が2名であった。令和2年度の述べ利用者数は1,641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25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16名と広島大学の学生4名の参加があった。本年度より新規に開講し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6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，後期に1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2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国立イスラム大学マラン校，大学間国際交流協定締結大学であるインドネシアの国立イスラム大学アラウディン・マカッサル校とインドネシア共和国ブラビジャヤ大学，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ジェンベル大学，その他にも国立イスラム大学ジャカルタ校，バンドン校，スマトラ・ウタラ校，ラデン・ファタ・パレンバン校，アル・ラニリ校，スター・ジャンピ校，バトサンカル校，ワリソンゴ校，クリンチ校，レデン・インタン・ランブン校，スナン・カリジャガ・ヨギョカルタ校，クドゥス校，ケンダリ校，スラバヤ校，トゥルンガグン校，台湾の国立中興大学，インドネシア宗教省，ビリトンジオパーク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。
- 5) 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国立イスラム大学マラン校科学技術部の学生向けにオンライン講義を行った。

○発表論文

1. 原著論文

有本飛鳥

Nishitsuji K, Arimoto A, Yonashiro Y, Hisata K, Fujie M, Kawamitsu M, Shoguchi E, Satoh N (2020) Comparative genomics of four strains of the edible brown alga, *Cladosiphon okamuranus*. BMC Genomics 21:422.

Beedessee G, Kubota T, Arimoto A, Nishitsuji K, Waller RF, Hisata K, Yamasaki S, Satoh N, Kobayashi J, Shoguchi E (2020) Integrated omics unveil the secondary metabolic landscape of a basal dinoflagellate
BMC Biology 18:139.

福田和也

Fukuda K, Sunobe T (2020) Group structure and putative mating system of three hermaphrodite gobiid fish, *Priolepis akihitoi*, *Trimma emeryi*, and *Trimma hayashii* (Actinopterygii: Gobiiformes).
Ichthyological Research 67:552.

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

福田和也

濱崎佐和子, 福田和也, 椋田崇生; トビハゼは前脳で渴きを感じるのか
日本動物学会第91回大会シンポジウム S3-02 (2020年9月4日)

4. 国内学会での一般講演

有本飛鳥

西辻光希, 有本飛鳥, 與那城由尚, 近藤 忍, 久田香奈子, 藤江 学, 川満真由美, 將口栄一, 佐藤 矩行; 形態的に異なるオキナワモズク *Cladosiphon okamuranus* 4株の比較ゲノム解析
日本藻類学会第45回大会 (2021年3月17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)】

小林健司特任助教 (2019年7月1日付勤務)

【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)

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)

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 994,180円(間接経費 90,380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

○学界ならびに社会での活動

1. 学協会役員・委員

田川訓史

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

有本飛鳥

- ・日本動物学会中四国支部会計幹事

2. セミナー・講義・講演会講師等

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1月18日～19日) 参加者230名

3. その他

- 1) 尾道市立高見小学校3年生を対象に臨海実験所周辺の磯採集を行った。
(2020年7月17日) 引率教員2名, 小学3年生19名が参加
- 2) 清心女子高等学校SSH実習を行った。
(2020年8月3日～8月5日) 教員2名, 高校1年生20名が参加

- 3) 教員免許状更新講習を行なった。
(2020年8月7日) 小・中・高校の教員10名が参加
- 4) ボーイスカウト尾道の生き物観察会の支援を行った。
(2020年8月16日) 54名が参加
- 5) 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。
(2020年10月13日) 引率教員2名,小学3年生19名が参加
- 6) 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 (生物) をオンラインで実施。
(2020年10月18日) 高校生17名が参加
- 7) 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 (生物) の発表会をオンラインで実施。
(2020年11月1日) 高校生20名が参加
- 8) 尾道市立高見小学校にて3年生の海藻採集と海藻のしおり作りを行った。
(2021年2月4日) 引率教員2名と小学3年生19名が参加
- 9) 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5名 (広大教職員4名, 広大学生1名) 他大学・他機関95名の計100名であった。
- 10) 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。
- 11) 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2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2年度に420名（記帳者数）の施設外部からの来所者があった。令和元年度からの新型コロナウイルスの影響で規制などがあったため、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自然史博物館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。令和2年度末に広島大学デジタルミュージアムとしてリニューアルした。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。令和2年度に学生ボランティアの仕組みとして、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）制度を発足させた。

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」、「情報活用演習」、「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2年度は新型コロナウイルス感染症の影響により宮島で開講した。大学院生を対象とした科目としては、統合生命科学研究科の新カリキュラムとして、「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」、「統合生命科学特別研究」について分担した。また、旧理学研究科の「島嶼環境植物学演習」を担当した。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、広島大学附属三原学園との共同研究については新型コロナウイルス感染症の影響により行わないこととなった。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を実施した。社会貢献活動としてヒコビア植物観察会を9回（のべ参加人数345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。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・ウラボシが植生の遷移に与える影響と、リターが発芽に与える影響、シカが植物相や森林遷移に与える影響について継続調査を行った。宮島島内及び周辺の雑草フロアや外来植物、広島県内のタンポポの分布と遺伝的背景についても研究を行った。埋土種子や種子の散布様式、種子の成熟時期、種子や果実を食害する昆虫類に関する予備的研究も行った。前年度に引き続き東広島キャンパスの東広島植物園（旧植物管理室）と共同でフロア調査を行った。植物分類・生態学研究室と共同で日本産フキ類の系統地理学を研究を行った。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現地調査を行うとともに、研究推進のための協定を締結した。また、広島の花に関する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（7件）及び学会発表等（5件）で公表した。重要なコレクションを含む学術標本の標本整理については多くのボランティアの協力を得た。蘚苔類や維管束植物を中心とした植物の腊葉標本、種子標本の作成・収集を行うとともに、植物標本のデータベース化を行った。7月の大雨の影響で標本庫の補修を行い、標本整理を実施した。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。広島大学デジタル自然史博物館構築に参加し、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2年度の広島大学デジタル自然史博物館のページビュー数は476,059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

- ◎池田誠慈, 井上侑哉, 久保晴盛, 松井健一, 中原-坪田美保, 武内一恵, 若木小夜子, 坪田博美. (2021). 広島県三原市の維管束植物(II): 被子植物について. *広島市植物公園紀要* 35: 7-140.
- ◎Inoue, Y., Jiménez, J. A., Sato, T., Tsubota, H. & Yamaguchi, T. (2020). Taxonomic reevaluation of *Didymodon nigrescens* (Pottiaceae) in Japan. *Hattoria* 11: 61-75.
- ◎Inoue, Y., Tsubota, H. & Yamaguchi, T. (2020). *Splachnobryum obtusum* (Pottiaceae) new to Japan and its molecular evolution. *Hikobia* 18: 83-91.
- ◎井上侑哉, Jan Kučera, 久保晴盛, 坪田博美. (2020). セン類センボンゴケ科 *Barbula chenia* (テリハネジクチゴケ, 新称) 日本に産す. *植物地理・分類研究* 68: 76.
- ◎井上侑哉, 南葉鍊志郎, 岩崎元道, 池田誠慈, 塩路恒生, 中原-坪田美保, 坪田博美. (2020). 広島県におけるヒナノシヤクジョウ *Burmattia championii* Thwaites の新産地. *Hikobia* 18: 99-103.
- 坪田博美, 内田慎治, 中原-坪田美保. (2021). 宮島のモミジ. *巖島研究* 17: (1)-(14).

2. 総説・解説・短報

- 半田信司, 溝渕 綾, 中原-坪田美保, 坪田博美. (2021). 長崎と沖縄で確認された気生藻 *Spongiochrysis* スポンギオクリシス属 (シオグサ目, アオサ藻綱) の未記載種の系統と分類. *藻類* 69: 65.

○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

該当無し

3. 国内学会での招待・依頼・特別講演

該当無し

4. 国内学会等での一般講演

- ◎井上侑哉, 坪田博美, 山口富美夫. 小笠原諸島から見つかった日本新産の *Splachnobryum obtusum* (センボンゴケ科, セン類). 日本蘚苔類学会第49回高知大会 (オンライン) (2020年9月4日-5日).
- ◎井上侑哉, 中原-坪田美保, 坪田博美. コケ植物セン類ホンモンジゴケのオルガネラゲノム構造と系統的位. 日本植物分類学会第20回大会 (オンライン) (2021年3月8日-10日).
- 半田信司, 溝渕 綾, 中原-坪田美保, 坪田博美. 長崎と沖縄で確認された気生藻 *Spongiochrysis* スポンギオクリシス属 (シオグサ目, アオサ藻綱) の未記載種の系統と分類. 日本藻類学会第45

回東京大会（オンライン）（2021年3月15日-17日）。

- ◎本宮 炎, 小林久哉, 本宮宏美, 井上侑哉, *坪田博美. 体験と学びの野外博物館の実践—広島県三段峡の例—. 日本蘚苔類学会第49回高知大会（オンライン）（2020年9月4日-5日）。
- 和崎 淳, 岡村惟史, 山田大綱, 愛原健司, 坪田博美, 渡部敏裕. 中国地方の貧栄養な花崗岩質土壌に生育する木本植物の養分吸収特性. 日本土壌肥料学会2020年度岡山大会（オンライン）（2020年9月8日-10日）。

○研究助成金の受入状況

1. 科学研究費補助金

該当無し

2. 共同研究・受託研究

- ・千葉県立中央博物館, 茎葉タイ類および地衣類の分類学的研究
- ・一般社団法人 広島県環境保健協会, 気生藻類の分子系統学的研究
- ・広島工業大学, 宮島の塩性湿地の経年変化に関する基礎研究
- ・広島森林管理署, 宮島の林野火災跡地の経年変化に関する基礎研究
- ・廿日市市, 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

3. 寄附金・その他

坪田博美

寄附金

- ・特定非営利活動法人 宮島ネットワーク 5千円
- ・一般社団法人 広島県環境保健協会 100千円
- ・一般社団法人 宮島観光協会 20千円
- ・宮島弥山を守る会 50千円
- ・相生エンジニアリング株式会社 600千円
- ・中国醸造株式会社 30千円

○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-）
- ・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）
- ・日本蘚苔類学会, 地方幹事（2019-2020, 2021-2022）
- ・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（2016-）
- ・一般社団法人ネイチャー構想推進協議会, 理事（2015-）
- ・一般社団法人瀬戸内海エコツアーリズム協議会, ワーキングメンバー（2018-）

2. セミナー・講演会開催実績

坪田博美

- ・植物観察会. 2020年4月-2021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6回中止), 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 (2021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。高校生対象公開講座。2020年10月10日。廿日市市宮島町。(新型コロナウイルス感染症の影響で当初5月の予定を10月に実施)
- ・講師。2020年11月2日・6日・16日。広島県廿日市市宮島町,宮島学園 (宮島小中学校)。宮島学園の理科・生活科・総合学習等 (含,野外学習) およびクラブ活動の指導。2020年度。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。2020年1月21日。廿日市市宮島町。
- ・講師。教員免許状更新講習「生物学の最新事情ー進化・系統・生物多様性ー」。2020年8月25日。東広島市。(新型コロナウイルス感染症の影響で日程変更およびオンライン開催)
- ・講師。安田女子大学授業。宮島の植物と自然の解説。2020年9月15日。廿日市市宮島町。

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 (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, 井上侑哉助教とともに)

○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)
- ・広島工業大学・長崎大学 (名誉教授) との共同研究 (2017-) 広島県広島市・廿日市市 (塩生植物の分子系統学的研究)
- ・千葉県立中央博物館との共同研究 (2017-) 千葉県千葉市 (タイ類および地衣類の分子系統学的研究)

- ・広島県環境保健協会との共同研究（2006-）広島県廿日市市・広島県広島市（気生藻類の分子系統学的研究）
- ・石川直子博士（大阪市立大学理学部附属植物園）との共同研究（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）との共同研究（2020-）広島県廿日市市（地衣類の系統分類学的研究）

○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: 2021年3月12日
- ・資料提供・情報提供. 宮島の自然や植物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）
- ・取材・情報提供. 広島県による国の天然記念物弥山原始林の違法伐採に関連して, 報道機関からの問い合わせに対応した.

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（広島工業大学, 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, キュートク株式会社, 木戸工業）
- ・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, 日本トンボ学会, 中国新聞, 中国放送, 広島大学施設部）

- ・取材・打ち合わせ（中国新聞, NHK広島）
- ・捜索（宮島消防署）

4. その他

- ・2020年度は大雨による倒木が発生して標本保管庫が大きな影響を受け,修繕を行った。それに伴い,標本の移動・整理・修復などを行った。
- ・前年度に引き続いて,香川県直島町で自然植生を念頭に置いた植栽について助言を行った。
（直島町・三分一博志建築設計事務所との共催）
- ・山口県岩国市で茅場再生を念頭に置いた植栽について助言を行った。（岩国市・三分一博志建築設計事務所との共催）
- ・前年度に引き続いて,絶滅危惧種のコシソウ保護のための自生地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,広島県廿日市市宮島で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を実施した。これは土砂災害の危険防止を目的とするものである。（廿日市市立宮島学園・広島森林管理署・一般社団法人宮島ネイチャー構想推進協議会との共催）
- ・前年度に引き続いて,以前から行っている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2018年7月の豪雨災害の復旧工事に伴う緑化工について緑化を実施した。（廿日市市との共催）
- ・広島県廿日市市宮島で,宮島一般廃棄物最終処分場嵩上げに係る整備工事に伴う緑化を実施した。（廿日市市との共催）
- ・前年度に引き続いて,三永水源地のフジについて,今後の対策について助言を行った。（東広島市産業部観光振興課からの依頼）
- ・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。
- ・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/>）のサーバーおよびトップページを更新した。前年度から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。（2018年度ページビュー数 261,386件, 2019年度 356,780件, 2020年度 476,059件）
- ・宮島自然植物実験所と植物分類・生態学研究室が毎月一回共催しているヒコビア植物観察会や,宮島自然植物実験所の園路を一般に公開しており,植物や自然を学習するための場として利用されたり,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6回中止,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。

植物遺伝子資源学講座／植物遺伝子保管実験施設

令和2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析を行っている。キク科植物・ソテツ類の野生系統及び様々な種の突然変異体を研究材料とし、ゲノム進化の研究、分子細胞遺伝学的研究、さらに様々な植物機能の分子メカニズムの研究を行っている。

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によるスキヤフォールディ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本の巨大スキヤフォールドを得ることができた。

令和2年度は、シロイヌナズナにおける暗黒誘導性老化におけるフィトクローム、エチレン、アブシジン酸の相互作用について詳細な研究を行い、結果を論文として公表することができた。フィトクローム経路上の転写因子PHYTOCHROME INTERACTING FACTOR (PIF)4とPIF5はエチレン合成を制御するとされているが、エチレン非感受性の突然変異体*ein2*との多重変異体の解析からPIF4・PIF5経路とエチレン経路は部分的に独立に作用することが明らかになった。また、PIF4・PIF5は主に葉の老化の初期ステップに重要な役割を果たすものと考えられた。これらの研究は *Frontiers in Plant Science* 誌に発表された。

○発表論文

1. 原著論文

- ◎Ueda, H., Ito, T., Inoue, R., Masuda Y., Nagashima Y., Kozuka, T., and Kusaba, M. (2020) Genetic interaction among phytochrome, ethylene and abscisic acid signaling during dark-induced senescence in *Arabidopsis thaliana*. *Frontiers in Plant Science* 11: 564
- ◎Kajiya-Kanegae, H., Takanashi, H., Fujimoto, M., Ishimori, M., Ohnishi, N., Fiona, W., Omollo, E. A., Kobayashi, M., Yano, K., Nakano, M., Kozuka, T., Kusaba, M., Iwata, H., Tsutsumi, N., and Sakamoto, W. (2020) RAD-seq-based high-density linkage map construction and QTL mapping of biomass-related traits in sorghum using a Japanese landrace Takakibi NOG. *Plant and Cell Physiology* 61 : 1262-1272.

Shimoki A, Tsugawa S, Ohashi K, Toda M, Maeno A, Sakamoto T, Kimura S, Nobusawa T, Nagao M, Nitasaka E, Demura T, Okada K, Takeda S. (2021) Reduction in organ-organ friction is critical for corolla elongation in morning glory. *Communications Biology* 5:285.

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

◎信澤 岳, 草場 信 シロイヌナズナCYP78AアイソフォームとAMP1の葉間期と葉老化における機能の解析 第62回日本植物生理学会年会 (オンライン) (2021年3月14日～16日)

中野道治, 平川英樹, 豊田 敦, 伊藤武彦, 白澤健太, 磯部祥子, 谷口研至, 草場 信 キク属モデル系統Gojo-0の高精度全ゲノム配列決定とポジショナルクロニングへの活用 園芸学会令和3年度春季大会 (2020年3月27日～28日)

中野道治, 平川英樹, 豊田 敦, 伊藤武彦, 白澤健太, 磯部祥子, 谷口研至, 草場 信 キク属モデル系統Gojo-0の高精度全ゲノム配列決定と分子遺伝学的研究基盤 第139回日本育種学会オンライン (岡山大学) (2020年3月19日～20日)

◎松嶋直哉, 信澤 岳, 草場 信 多面的機能を持つシトクロムP450モノオキシゲナーゼCYP78Aファミリーの解析 第12回中国地域育種談話会 オンライン (岡山大学) (2020年12月12日)

◎伊藤 岳, 山谷浩史, 信澤 岳, 草場 信 新規マルチターゲットゲノム編集ベクターによるレタスの高効率変異導入 第12回中国地域育種談話会 オンライン (岡山大学) (2020年12月12日)

◎小塚俊明, 月山皓太, 花田俊樹, 御倉彪生, 草場 信, 嶋村正樹 フタバネゼニゴケにおける青色光受容機構の解析 日本植物学会第84回大会 オンライン (名古屋大学) (2020年9月19日～21日)

◎草場 信, 中野道治, 小塚俊明, 谷口研至 NBRP「広義キク属」: キク属モデル系統Gojo-0を活用した分子遺伝学研究の展開 第43回日本分子生物学会年会 オンライン (2020年12月2日～4日)

小塚俊明 青色光依存的な不等成長分枝を行うフタバネゼニゴケの青色光受容体の研究第3回コケ幹細胞研究会 オンライン (2021年1月5日～6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(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

- ・ AMED・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
- ・ 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
- ・ 拡散防止措置確認会議植物検討会委員

小塚 俊明

- ・ 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 高校生生物研究発表会審査委員
- ・第62回日本植物生理学会年会 高校生生物研究発表会各賞選考委員

信澤 岳

- ・中国四国植物学会 会計幹事
- ・第62回日本植物生理学会年会 高校生発表 審査員

2. セミナー・講演会開催実績

草場 信

- ・講演者：草場 信（広島大学 附属植物遺伝子保管実験施設）（オンライン）
「キクタニギク高精度全ゲノム塩基配列決定と分子遺伝学研究への展開」
(2020年12月25日, 広島大学)

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

小塚 俊明

- ・広島国泰寺高校理学部訪問・オンラインセミナー講師・対象者「普通科（理数コース）」
- ・兵庫県立大学理学部集中講義「形態学I」講師・対象者「学部生」

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2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3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），客員准教授1名（Kornsorn Srikulnath タイ国立カセサート大学准教授），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，佐々木直子，堀内智子），教育研究補助職員4名（川口香名子，山本克明，河本さや

か、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。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、基礎生物科学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4名、博士課程前期1年3名、2年4名、後期1年2名、2年3名、3年1名、合計23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2件、国際学会発表は2件であった。博士課程後期学生の国内学会発表は8件、国際学会発表は1件であった。大学院生の教育活動の一環として、月に2回、教員、研究員、大学院生が研究活動報告を両生類研究センター公開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、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。しかし今年度はコロナ禍の為、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2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。これまでの研究から、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れり、両生類においては、ネッタ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。

以前に本研究部門では、ネッタイツメガエルとアフリカツメガエルの間での遺伝子比較研究から、ゲノム重複によって倍加遺伝子ペアが形成されると、その片方のコピーにおいてエンハンサー変異による発現量の低下と、それに伴うコード配列変異の蓄積が起きること等を発見した(Ochi, H. et al., *Dev. Biol.*, 427: 84-92, 2017)。その後、倍加遺伝子ペアの片方のコピーが偽遺伝子化して失われ、再びシングルコピー遺伝子に回帰する現象、いわゆる「シングルトン化」が、遺伝子の種類を問わず偶発的に起きるのか、あるいは倍加後にシングルトン化しやすい遺伝子があるのかどうかを明らかにすることを目的として研究を続けてきた。まず今年度は、約1,000種類の発生制御遺伝子に注目し、硬骨類の系譜でシングルトン化したグループと、ツメガエルの系譜でシングルトン化したグループの比較解析をおこなった。両方の系譜で共通してシングルトン化した遺伝子群を抽出し、統計解析をおこなったところ、少なくとも一部の遺伝子は偶発的ではなく必然的にシングルトン化したことが明らかになった。さらにGO解析をおこなったところ、それら「シングルトン化しやすい遺伝子」には機能上の共通性があることが明らかになった。

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的に行っている。本年度は前年度までに明らかになった温度耐性関連遺伝子座を含むゲノム配列を解明するため、両種の全ゲノム解読を進めるとともに、高温耐性に関わる遺伝子及び環境要因の同定を進めている。本年度は環境要因を同定するため、温泉水の成分を分析し、その水質を模した飼育水と通常の脱塩素処理水との生存率を検証した。その結果、高温下において温泉水が高温耐性にある程度寄与していることが考えられた。また、カジカガエルにおいても高温暴露実験を行ったところ、変態までの生育可能温度に5°C以上の差異があることが判明した。カジカガエルにおいても高温下において発現が変動する遺伝子を同定するため、RNA-seqを行うことを計画している。

3. ツメガエル再生尾部における遺伝子発現誘導系の構築

アフリカツメガエルの幼生は不応期を除いて尾部を構成する脊索、筋肉、脊髄などの組織を再生することができる。本研究部門では脊髄の再生過程に着目した解析により、メチル化、脱メチル化といったヒストン修飾の阻害が正常な尾部再生を損なうことを明らかにしている。しかし、これまでの研究では薬剤によって阻害実験を行っていたため、時期あるいは組織特異的なヒストン修飾の機能を明らかにすることは困難であった。本研究ではこの問題を解消するために、Tet-onシステムを用いて再生尾部における時期、組織特異的な遺伝子誘導系を構築することを試みた。その結果、プロモーター依存的なレポーター遺伝子の発現は、誘導物質ドキシサイクリンの添加で時期特異的に誘導できることが明らかになった。また、ユビキタスプロモーターであるXeXとCAGを用いることで、全身と再生尾部の筋肉や脊髄あるいは血球においてレポーター遺伝子の発現を誘導できることが明らかになった。加えて、神経特異的なプロモーターとしては、sox3遺伝子のプロモーターが脊髄特異的なレポーター遺伝子の発現誘導に適していることが明らかになった。以上の結果から、Tet-onシステムと様々なプロモーターを組み合わせることによって、再生尾部において、より時期、組織特異的な遺伝子発現の誘導及び機能解析が可能になると期待される。

4. ツメガエル類を用いた人為ゲノム重複研究

これまでの研究から、アフリカツメガエルの進化系譜では、2つの2倍体祖先種の間で交雑が起きてゲノムが重複し、その結果、4倍体ゲノムを持つアフリカツメガエルが種として形成され、現在に至っていると考えられている。このような交雑による新種形成は、生物進化においてしばしば起きていると考えられているが、異種ゲノムが同一種に宿ることにより、どのように遺伝子ネットワークが変化するのかについては未だ良くわかってはいない。この問題にアプローチする為、アフリカツメガエル近交系（4倍体）とその近縁種のキタアフリカツメガエル近交系（同じく4倍体）を人工交配させ、得られた受精卵を低温処理することによって第1卵割を阻害し、両種のゲノムを同時に持つ8倍体個体の作製を行った。今年度は、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。人工交雑個体であるため、特に雌の成長が遅く、性成熟が不十分な可能性が考えられる。次年度は雌の成長を確認しながら交配を行い系統化した後、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を進めている。これらを合わせると令和3年3月末の収集・保存数は102系統、5,800匹になった。本年度の生体リソース提供数は、28名の研究者に対して195件2,006匹であった。

○発表論文

1. 原著論文

◎ Suzuki M., Igawa T., Suzuki N., Ogino H. and *Ochi H.

Spontaneous neoplasia in the western clawed frog *Xenopus tropicalis*.

MicroPub. Biol., (2020) <https://doi.org/10.17912/micropub.biology.000294>

◎*Lau Q., Igawa T., Ogino H., Katsura Y., Ikemura T. and Satta Y.

Heterogeneity of synonymous substitution rates in the *Xenopus* frog genome.

PLoS One., 15: e0236515 (2020) (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236515>)

◎*Igawa T., Okamiya H., Ogino H. and Nagano M.

Complete mitochondrial genome of *Hynobius dunni* (Amphibia, Caudata, Hynobiidae) and its phylogenetic position.

Mitochondrial DNA B Resour., 5: 2241-2242 (2020) (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236515>)

Komaki S., Sutoh Y., Kobayashi K., Saito S., Saito CT., Igawa T. and Lau Q.,

Hot spring frogs (*Buergeria japonica*) prefer cooler water to hot water. *Ecol. Evol.* 10: 9466-9473 (2020) (<https://doi.org/10.1002/ece3.6637>)

Hata A., Takenouchi A., Kinoshita K., Hirokawa M., Igawa T., Nunome M., Suzuki T., Tsudzuki M., Geographic origin and genetic characteristics of Japanese indigenous chickens inferred from

mitochondrial D-loop region and microsatellite DNA markers. *Animals* 10: 2074 (2020)
(<https://doi.org/10.3390/ani10112074>)

- Mori T., Kitani Y., Hatakeyama D., Machida K., Goto-Inoue N., Hayakawa S., Yamamoto N., Kashiwagi K. and Kashiwagi A.
Predation threats for a 24-h period activated the extension of axons in the brains of *Xenopus* tadpoles. *Scientific Reports* 10:11737 (2020)

*責任著者

- 2. 総説・解説
該当無し

- 著書
該当無し

- 取得特許
該当無し

○講演等

- 1. 国際会議での招待・依頼・特別講演
該当無し

- 2. 国際会議での一般講演
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. (ナショナルバイオリソースプロジェクト(NBRP)オンラインフォーラム2020, オンライン開催, 2020年12月2日, 口頭)

鈴木菜花, 荻野 肇, *越智陽城. クロマチンダイナミクスの解析から再生特異的なエンハンサーの活性化メカニズムに迫る. (日本動物学会第91回大会, オンライン開催, 2020年9月4日, 口頭)

- 4. 国内学会での一般講演

- ◎阪上起世, 井川 武, 齊川佳織, 鈴木菜花, 鈴木 誠, *荻野 肇. ツメガエル 胚におけるヒト胎盤型アルカリフォスファターゼをレポーターとして用いた三次元組織解析系の構築 (日本動物学会第91回大会, オンライン開催, 2020年9月4日, ポスター)

- ◎Tanouchi M., Igawa T., Suzuki M., Suzuki N. and *Ogino H. Convergent evolution of duplicated genes in different evolutionary lineages. (第53回日本発生生物学会大会, オンライン開催, 2020年5月19日~22日, ポスター)

*責任者

○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」
1,100千円（代表）
- ・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」200千円（分担）

井川 武

- ・基盤研究(C)「温泉ガエルゲノムから探る高温耐性の獲得メカニズム」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）

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「ネッタイツメガエルを中心とした両生類リソースの収集・保存・提供」中核機関（令和2年度）84,920千円（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ッタイツメガエル近交系の3D表現型解析」354千円（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 補助事業責任者
- ・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 補助事業分担者
- ・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 補助事業分担者
- ・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 補助事業分担者

2. セミナー・講演会開催実績

- ・両生類研究センター特別セミナー
講演者：越智陽城 博士（山形大医学部メディカルサイエンス推進研究所）
演題：進化的に保存された再生エンハンサーの活性化メカニズム
2020年11月17日, 鈴木 誠

3. 産学官連携実績

鈴木 誠, 井川 武, 鈴木菜花, 古野伸明, 田澤一朗, 高瀬 稔, *荻野 肇
ネットイツメガエルを用いた遺伝学・ゲノム科学的 リソース基盤の形成とその活用.
(第43回日本分子生物学会年会, オンライン開催, 2020年12月2日~4日, バイオリソース展示)

4. セミナー・講義・講演会講師等

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

荻野 肇, 林 利憲, 井川 武, 鈴木 誠, 鈴木菜花

- ・カエルとイモリの学校（オープンラボ）講師

(広島大学, 広島県東広島市, 2021年3月29日～31日)

荻野 肇, 鈴木菜花, 中島圭介

- ・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, 2020年7月22日～24日, 9月3日～10日, 11月11日～14日, 11月16日～19日, 2021年3月25日～27日)

井川 武

- ・多里はんざけ守る会 ハンザケよもやま話 in 多里 2021 講師
(多里地域振興センター, 鳥取県日野郡日南町, 2021年3月13日)

5. その他の学界ならびに社会での活動

- ・古野伸明, 荻野 肇, 井川 武, 鈴木 誠, 鈴木菜花, 田澤一朗, 鈴木克周, 難波ちよ, 宇都武司, 河本さやか 科学体験ブース出展 大隅基礎科学創成財団「小中高生と最先端研究者とのふれあいの集い」(広島市こども文化科学館, 2021年3月27日)
- ・センター見学者に対するリソース事業紹介(大学関係3件41名, 高校2件35名)

○国際共同研究

荻野 肇, 鈴木 誠

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

荻野 肇

- ・仏国ソルボンヌ大学
(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」)

○特記事項

該当無し

○大学院教育

1. 大学院生の国内学会発表実績(博士課程後期)

該当無し

2. 大学院生の国際学会発表実績

◎Tanouchi M., Igawa T., Suzuki M., Suzuki N. and *Ogino H. Convergent evolution of duplicated genes in different evolutionary lineages. (第53回日本発生物学会大会 [アジア太平洋発生物学会ネットワーク (APDBN) との共催], オンライン開催, 2020年5月19日～22日, ポスター)

*責任著者

3. 修士論文発表実績

該当無し

4. 博士学位

該当無し

5. TAの実績

該当無し

6. 大学院教育の国際化

英語による授業の実施

(セルダイナミクス・ゲノミクス特論, 統合生命科学特別研究, 生命医科学セミナーA, B, C, D, 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, 生命科学研究法, 先端生命技術概論)

発生研究部門

令和2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）

○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，生殖器官発生・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2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心臓再生機構の研究

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，心臓を再生する。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。

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。今年度は，*dazl*遺伝子について母性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論文を執筆して，国際科学誌に投稿した。

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昨年に引き続き沿進した。本研究部門で飼育している，世界で唯一の近交系3種類を維持しつつ，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，2021年度運用開始予定の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に関する施設の設計を行った。

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た（Takebayashi-Suzuki *et al.*, *Development, Growth and Differentiation* 60, 158-173, 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。

これまでに**bap**と**biz/zbtb14**はツメガエル原腸胚期の背側領域で発現が重なっていることがわかった。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たところ、BapはBiz/Zbtb14単独の場合に比べて前方と後方の神経マーカー遺伝子の発現をそれぞれ強め、表皮マーカーの発現低下も引き起こした。ツメガエルL・S各染色体由来の**bap**遺伝子を同時に翻訳阻害することが期待できるモルフォリノオリゴを作製し、Bapの機能阻害実験を行った結果、後方神経マーカー**hoxb9**の発現が低下し、神経マーカー**pax6**の前方発現領域が拡大することがわかった。さらに、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を確認した。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、初期発生過程の前後・背腹軸の体軸形成にBapが重要な役割を果たすことが明らかになった。

5. 誘導因子に対する細胞応答の制御と組織再生

受精卵を構成する個々の細胞は、受容した誘導因子に応答して、その分化運命を決定していく。つまり、発生初期には幹細胞として様々な細胞に分化する能力を持ち、誘導因子に対する応答能力も高いが、発生が進行するにつれて応答能力が制限される。しかしながら、多能性の幹細胞状態から細胞応答が次第に制限されていく機構は明確ではない。本研究部門の鈴木と竹林は、この点に着目して中胚葉や神経誘導の制御に働くTGF-betaシグナル伝達経路を抑制する遺伝子群をスクリーニングし、Oct-25転写因子を単離することに成功している（Takebayashi-Suzuki *et al.*, *Mechanisms of Development* 124, 840-855, 2007）。その後の解析から、Oct-25はBMPシグナルを抑制して神経を誘導するだけでなく、Activin/NodalやFGFのシグナルも調節することが可能で、より広域なシグナルに対する細胞応答を制御することが示されている。そこで、誘導因子に対する細胞応答を制御する機構を明らかにすることを目的として、Oct-25が発現を制御する遺伝子の機能解析を行い、これまでにFoxB1転写因子とJunB転写因子を単離・解析して論文を発表した（Takebayashi-Suzuki *et al.*, *Developmental Biology* 360, 11-29, 2011; Yoshida *et al.*, *Zoological Science* 33, 282-289, 2016）。また、ツメガエル幼生尾部領域を切断すると、損傷した組織が再生することが知られており、この過程において**junb**が強く発現することが明らかになった。**junb**ノックアウト胚を用いて組織再生過程におけるJunBの機能を解析したところ、尾部再生に遅延が認められ、細胞増殖の低下および神経・筋肉・脊索の分化マーカーの発現が減少した。さらに、**junb**の発現にはTGF-betaシグナルが重要であることが判明し、TGF-betaシグナルが発現誘導したJunBが細胞増殖を引き起こし、組織再生が行われると考えられた（Nakamura *et al.*, *Biochemical and Biophysical Research Communications* 522, 990-995, 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。そこで、令和2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およびTGF-beta2リガンドが再生前後で発現

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た。現在、組織再生過程の細胞増殖および細胞分化に対する、TGF-beta1機能阻害の影響を詳細に解析している。

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Smad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.*, *Development, Growth and Differentiation* 61, 365-377, 2019)。

令和2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開始した。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。現在、Clk1, Clk2, Clk3のノックダウン解析を進めている。また、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執筆し、論文発表した (Takebayashi-Suzuki and Suzuki, *Genes* 11, 341, 2020)。

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とノックアウトによる機能解析の試み

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。

また、受精後、卵は最初の一回を除き、G1, G2期のない細胞分裂（卵割）を中期胚まで行うが、そのためには、卵特異的な細胞周期調節因子であるWee1Aの発現が必須である。もし、体細胞特異的なWee1Bが発現すれば受精後の卵割は失敗する。よって、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*wee1A*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ガエル作製用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。

また、これらの遺伝子のノックアウトも行なっている。現在、*mos*や*wee1A*, *myt1*のノックアウトを作成中である。*myt1*に関しては、詳しくは次の章で述べる。また、体細胞型のWee1Bの機能が本当に体細胞に特化しているか調べるため、ネットイツメガエル*wee1b*のノックアウトを試みている。

8. ネットイツメガエルおよびアフリカツメガエル*myt1*の初期発生における機能解析

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が知られているが、それぞれの機能分化については知られていなかった。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はG2期で停止には、Myt1が特異的に働くことが示された。すなわち、ホルモン刺激によりMyt1が不活化されCDK/サイクリン複合体が活性化し、M期に進行し卵成熟を起こす。タンパク質リン酸化酵素であるMyt1は、ホルモン刺激を受けるまでCDKをリン酸化することで活性を抑制し、細胞周期（卵成熟）を抑制すると考えられている。

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G2期ではたらくCKI (Cyclin dependent kinase inhibitor)ではないかと考え研究をしている。G1期で働くCKIは、p21^{cip}やp27^{kip}をはじめとしていることが知られているが、卵はG2期で分化する細胞なので、当然、G2期で特異的に細胞周期を停止させる因子が必要である。我々はその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示している。これらのことから、Myt1は、卵母細胞・第一卵割のG2期で働いていると考えている。

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、前年度にこのG2期の出現にMyt1が主に関与することを論文としてまとめた。

これらのことから、卵形成のある時期から、第一卵割までは、MPFの負の制御はWee1でなくMyt1が主になっていることが予想される。そこで、ネットイツメガエル*myt1*をクローニングし初期発生における機能解析を今まで行った。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示唆された。それを遺伝学的に確かめるため、最近*myt1*のCRISPR/CASによるノックアウトを試みている。その結果、ノックアウト効率が最高のバッチでも60%弱と低くF0での解析はモザイクのため不可能であった。現在、F0が性成熟して交配できるようになったので、交配して*myt1*^{-/-}を選別して育てているところである。

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、それらのタンパク質が相互作用するのに必要な領域と必須なアミノ酸を同定した。また、RagAをbaitとしたtwo hybrid systemを用いて、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）が、C末のfree coil部分で相互作用していることを示した。WDR35/IFT121は、形態形成に重要な働きをするHedgehog伝達系と繊毛機能に関与すると言われているタンパク質であるので、mTORC系は、初期発生にも関与することが示唆された。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Intragragellar 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。今年度は、WDR35と相互作用するタンパク質を、マスマスペクトリーを用いて同定を行い、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。

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水平伝播していることを発見した。また、世界各地で水平伝播が起こっていること、マダガスカルで極めて高いことが明らかにした。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。今まで知られていた水平伝播現象は、起きた時代が非常に古いことから、起きた地域や媒介（ベクター）生物の解明が困難であったが、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いる。よって、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する寄生虫を仮定し、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。

11. 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。

12. 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、この分子機構を研究した。退縮前の尾、退縮中の尾、脊索を除去した退縮中の尾からRNAを抽出し、RNA-Seqにより遺伝子発現パターンを比較した。退縮前後の比較により、変態期に発現量が増大する遺伝子群を同定した。また、脊索を除去した退縮中の尾と脊索を含む退縮中の尾の比較により、尾の退縮中に脊索で発現量が多い遺伝子群を同定した。次に、これら二つの遺伝子群の中で共通する遺伝子群を「変態期に脊索で発現量が増大する遺伝子群」と判断した。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F1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。もしもこの過程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。

13. 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ッタイツメガエルの表現型の解析により変態関連遺伝子の機能を明らかにすることを目的とする。変態関連遺伝子として、甲状腺ホルモン受容体や細胞外基質分解酵素 (MMP9TH) 等を選び、各々の遺伝子に対して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。

14. 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た(Nakajima 2021)。

15. 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

カエル目には指の第一関節に挿入骨格要素 (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を持つ種はカエル亜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の比較発生学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小および組織学的に比較した。その結果、両種のIEの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。

16. *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

Maximina Y*, Hayashi T*, Simon A*, Standardised gene and genetic nomenclature for the newt *Pleurodeles waltl*. *Dev. Dyn.*, in press. DOI: 10.1002/dvdy.355

Sekiguchi T., Ishii T., Kobayashi H. and Furuno N., WDR35 is involved in subcellular localization of acetylated tubulin in 293T cells. (2021) *Biochemical Biophysical Research Communications* 547, 169-175

◎Nakajima, K., Shimamura, M. and Furuno, N. Generation of no-yellow-pigment *Xenopus tropicalis* by *slc2a7* gene knockout. (2021) *Development Dynamics* 250, March <https://doi.org/10.1002/dvdy.334>

◎Keisuke Nakajima, Masaki Shimamura, Nobuaki Furuno, Generation of no-yellow-pigment *Xenopus tropicalis* by *slc2a7* gene knockout, *Developmental Dynamics* 2021; 1-12

○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.

*責任著者

2. 総説・解説

林 利憲* ゲノム編集技術が創り出す新しいモデル両生類, イベリアトゲイモリ
生体工学 99: 261-264. (2021)

Takebayashi-Suzuki K. and Suzuki A. 2020, Intracellular communication among morphogen signaling pathways during vertebrate body plan formation. Genes 11: 341.

○講演等

1. 国際会議での招待講演

該当無し

2. 国際会議での一般講演

該当無し

3. 国内学会での招待講演

○林 利憲, 中島美英, 梅山穂香, 岡村珠代, 佐久間哲史, 山本 卓, 竹内 隆, p53遺伝子に着目したイモリのがん抵抗性の研究 (第27回がん予防学会, オンライン開催, 2020年9月15日)

◎Hayashi T., Uemasu H, Ikuta H, Igawa T., Kyakuno M, Tazawa I., Ogino H., Takeuchi T, Namba N, 日本循環器学会 Meet The Expert Introduction of Iberian Ribbed Newt as the Emerging Amphibian Model for Cardiac Regeneration (第85回日本循環器学会学術集会, 横浜市, 2021年3月26日)

Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Eri Takahashi, Yuka Moriyama, Marcin Wlizla, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “The AP-1 transcription factor JunB induced by TGF-beta signaling plays an essential role in the initiation of cell proliferation during *Xenopus* tadpole tail regeneration” JSDB Online Trial Meeting 2020 (2020年9月)

Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Eri Takahashi, Yuka Moriyama, Marcin Wlizla, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “The AP-1 transcription factor JunB induced by TGF-beta signaling plays an essential role in the initiation of cell proliferation during *Xenopus* tadpole tail regeneration” 第53回日本発生生物学会大会, 熊本 (2020年5月)

4. 国内学会での一般講演

佐藤史哉, 鈴木大輔, 林 利憲, 松本健郎, 前田英次郎, 臍損傷再生モデル確立を目指したイベリアトゲイモリ屈筋腱の力学特性の計測 (第52回学生会卒業研究発表講演会 TOKAI ENGINEERING COMPLEX 2021(TEC21), オンライン開催, 2021年3月13日)

Regina Putri Virgiriina, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Makoto Nakamura, Fatchiyah Fatchiyah and Atsushi Suzuki “Regulatory mechanism of morphogen signals by the autism-related gene *cdc2*-like kinase 2 (*clk2*) in *Xenopus* neural development” (第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月)

Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Eri Takahashi, Yuka Moriyama, Itsuki Kawakita, Marcin Wlizla, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “Injury-induced JunB promotes tissue regeneration through FGF signaling in *Xenopus* tadpole tail” (第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月)

Eri Takahashi, Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Marcin Wlizla, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “FGF signaling is required for AP-1 function during *Xenopus* tail regeneration” (第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月)

Yuka Moriyama, Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Eri Takahashi, Itsuki Kawakita, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “Functional analysis of JunB-related genes during tail regeneration in *Xenopus* tadpoles” (第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月)

○◎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を用いた遺伝学・ゲノム科学リソース基盤の形成とその活用」(第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月)

Regina Putri Viririnia, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Makoto Nakamura, Fatchiyah Fatchiyah and Atsushi Suzuki “Regulatory mechanism of morphogen signals by the autism-related gene *cdc2*-like kinase 2 (*clk2*) in *Xenopus* neural development” (JSDB Online Trial Meeting 2020, 2020年9月)

Regina Putri Viririnia, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Makoto Nakamura, Fatchiyah Fatchiyah and Atsushi Suzuki “Regulatory mechanism of morphogen signals by the autism-related gene *cdc2*-like kinase 2 (*clk2*) in *Xenopus* neural development” (第53回日本発生生物学会大会, 熊本, 2020年5月)

麻野翔太, 岩崎哲史, 井口 将, 李 智博, 古野伸明, Tokmakov Alexander, 佐藤賢一, 長野太輝, 鎌田真司, STAT3 はアフリカツメガエル卵母細胞を安定化させる (日本動物学会第91回大会, 2020年9月4日)

◎中西健介, 長谷川 真, 竹尾紘一, 古野伸明, 田澤一朗, 系統の離れたカエル亜目2種における指第一関節に見られる挿入骨格要素の発生過程. (日本動物学会第91回大会, オンライン, 2020年9月4日)

◎鈴木 誠, 井川 武, 鈴木菜花, 古野伸明, 田澤一朗, 高瀬 稔, 荻野 肇, ネットアイツメガエルを用いた遺伝学・ゲノム科学的 リソース基盤の形成とその活用. (第43回日本分子生物学会年会, オンライン開催, 2020年12月2日~4日, バイオリソース展示)

神林千晶, 掛橋竜祐, 佐藤祐輔, 古野伸明, 水野英明, 大島一彦, 熊澤慶伯, 森 哲, Stephen C. Donnellan, 太田英利, 畑 将貴, 佐藤 宏, Miguel Vences, 倉林 淳, ヘビからカエルへの遺伝子水平伝播: 発生年代および地域の解明. (第91回日本動物学会, オンライン開催, 2020年9月4日)

◎矢尾板芳郎, 中島圭介, 田澤一朗, 藤本健太, 変態と甲状腺ホルモン (第63回日本甲状腺学会学術集会, オンライン, 2020年11月19日)

○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 文部科学省国費留学生 (Regina Putri Viririnia, 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 (代表)
 - ・基盤研究(C) 「精巢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
 - ・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

鈴木 厚 (代表), 竹林公子 (分担)

- ・基盤研究(C) 「神経形成におけるClk2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」 1,300千円

竹林公子 (代表), 鈴木 厚 (分担)

- ・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」

900千円

古野伸明 (分担)

- ・ 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

- ・ ひらめき☆ときめきサイエンス 「動物の卵はどうやってできるのか?—この特別な細胞ができるときにがん遺伝子が関与する」 290千円

高瀬 稔 (代表)

- ・ 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

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) 「カエル亜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) 「カエル亜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~」 1,264千円 (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

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 補助事業分担者
- ・ 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

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 補助事業分担者
- ・ 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 補助事業分担者

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 補助事業分担者

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 補助事業分担者

2. セミナー・講演会開催実績

林 利憲

- ・ゲノム編集技術が創り出す新しいモデル両生類イベリアトゲイモリの紹介(2020年度第2回広島大学先端科学セミナー, オンライン開催, 2020年10月29日)

3. 産学官連携実績

該当無し

4. セミナー・講義・講演会講師等

古野伸明, 中島圭介

- ・出前授業 広島大学附属福山中・高等学校高等学校 2021年2月21日
- ・ひらめき☆ときめきサイエンス 2020年12月20日

田澤一朗

- ・第30回東広島市生涯学習フェスティバル「オタマジャクシの尾を切るとそこから後ろ足が生える?!」, ホームページ会場 2020年11月1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: 2誌5件 (Annals of Anatomy, 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

○大学院教育

1. 大学院生の国内学会発表実績

(博士課程前期)

Eri Takahashi, Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Marcin Wlzlzla, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “FGF signaling is required for AP-1 function during Xenopus tail

regeneration” (第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月)

Yuka Moriyama, Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Eri Takahashi, Itsuki Kawakita, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “Functional analysis of JunB-related genes during tail regeneration in *Xenopus* tadpoles” (第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月)

(博士課程後期)

○客野瑞月, 佐久間哲史, 鈴木賢一, 山本 卓, 野瀬俊明, 恒川直樹, 竹内 隆, 林 利憲*, 新規モデル生物“イベリアトゲイモリ”を用いた始原生殖細胞決定の分子機構の解析. (日本動物学会大阪大会, オンライン開催, 2020年9月4日)

○◎客野瑞月, 佐久間哲史, 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*, dazl遺伝子はイモリの性分化以前の生殖細胞形成に機能する. (第46回日本分子生物学会年会, オンライン開催, 2020年12月4日)

Regina Putri Virgiriina, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Makoto Nakamura, Fatchiyah Fatchiyah and Atsushi Suzuki “Regulatory mechanism of morphogen signals by the autism-related gene *cdc2*-like kinase 2 (*clk2*) in *Xenopus* neural development” (第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月)

Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Eri Takahashi, Yuka Moriyama, Itsuki Kawakita, Marcin Wlizla, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “Injury-induced JunB promotes tissue regeneration through FGF signaling in *Xenopus* tadpole tail” (第43回日本分子生物学会年会, オンライン, 2020年12月)

Regina Putri Virgiriina, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Makoto Nakamura, Fatchiyah Fatchiyah and Atsushi Suzuki “Regulatory mechanism of morphogen signals by the autism-related gene *cdc2*-like kinase 2 (*clk2*) in *Xenopus* neural development” JSDB Online Trial Meeting 2020 (2020年9月)

Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Eri Takahashi, Yuka Moriyama, Marcin Wlizla, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “The AP-1 transcription factor JunB induced by TGF-beta signaling plays an essential role in the initiation of cell proliferation during *Xenopus* tadpole tail regeneration” JSDB Online Trial Meeting 2020 (2020年9月, 口頭発表)

Regina Putri Virgiriina, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Makoto Nakamura, Fatchiyah Fatchiyah and Atsushi Suzuki “Regulatory mechanism of morphogen signals by the autism-related gene *cdc2*-like kinase 2 (*clk2*) in *Xenopus* neural development” (第53回日本発生生物学会大会, 熊本, 2020年5月)

Makoto Nakamura, Hitoshi Yoshida, Eri Takahashi, Yuka Moriyama, Marcin Wlizla, Kimiko Takebayashi-Suzuki, Marko E. Horb and Atsushi Suzuki “The AP-1 transcription factor JunB induced by TGF-beta signaling plays an essential role in the initiation of cell proliferation during *Xenopus* tadpole tail regeneration” (第53回日本発生生物学会大会, 熊本, 2020年5月, 口頭発表)

*責任著者

2. 大学院生の国際学会発表実績

(博士課程前期)

該当無し

(博士課程後期)

該当無し

3. 修士論文発表実績

生田裕美「心筋細胞の増殖開始機構の解明に向けたcyclinD1の転写制御機構の解析と遺伝子機能解析」

高橋恵理「AP-1ファミリー遺伝子によるツメガエル幼生尾の組織再生制御機構」

4. 博士学位

該当無し

5. TAの実績

中村 誠

6. 大学院教育の国際化

林 利憲

- ・大学院講義の英語対応

鈴木 厚

- ・セミナーの一部英語化, および研究室内連絡の英語化

古野伸明

- ・発生生物学演習を英語対応, 「細胞生命学特論」の英語授業

進化・多様性研究部門

令和2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2年度の研究内容は以下の通りである。

1. 6本の性染色体の転座機構の解明

性染色体が常染色体と融合して形成される新たな性染色体を複合型性染色体と呼ぶ。昨年、私たちは、台湾に生息するスインホーハナサキガエルが、メスは13対全ての染色体が同形で対を成すのに対し、オスでは3対の染色体が異型（ヘテロ）であること、すなわち♂ $X_1Y_1X_2Y_2X_3Y_3$ -♀ $X_1X_1X_2X_2X_3X_3$ 型の複合型性染色体を持つことを報告した。さらに、減数第一分裂中期ではリング状の6価染色体が1個同定された。今回、染色体ペインティングの分子手法を用いることで、雄の3本のX染色体と3本のY染色体を構成する染色体が、第1・第3・第7番染色体であること、さらに3本の染色体が三つ巴式に連続的に転座した結果誕生したことを直接的に証明した。一方、転座が生じていない元祖集団が存在し、元祖型性染色体は雌雄同形で細胞遺伝学的には識別できないことがわかった。そこで、性連鎖DNAマーカーを単離したところ、この元祖集団では第1染色体が性染色体であることが証明できた。さらに、転座集団からは、第1と第7染色体の性連鎖マーカーが単離されたことから、スインホーハナサキガエルでは、第1番の性染色体から転座に伴い第7番染色体への性染色体のターンオーバーが生じた可能性が示された。今後、さらに証明が必要ではあるが、この現象が事実であれば、1億7千万年前に単孔類から真獣類への進化の過程で生じたたった一度の性染色体のターンオーバーがカエルで再現されたことを意味する。本成果は、カエルにおける性染色体の進化およびターンオーバーの解明にとどまらず、脊椎動物全体に新しい進化的視点を提供する。

2. タゴガエル種群における性染色体進化の解明

タゴガエルは、日本固有の種であり、地域集団において著しい遺伝的分化を遂げており、これまでナガレタゴガエルやネバタゴガエルが新たに新種として記載されている。また、依然、多くの隠蔽種が存在することもミトコンドリアDNAの解析から示唆されている。今回、タゴガエルの2つの地域集団とナガレタゴガエルの性染色体の同定を試みた。その結果、九州と四国の集団は13対のうち、もっとも小さい性染色体である第13番染色体の動原体にヘテロクロマチンの分布に雌雄差があり、XX-XY型の性染色体であることがわかった。アカガエル科の性染色体はこれまで6本が潜在的性染色体として知られているが、今回新たなメンバーが追加された。一方、関東のナガレタゴガエルは第7番染色体が異形の性染色体であることが知られていたが、今回、西日本集団を調べたところ、雌雄同形であり性染色体を特定できず、関東の集団とは大きく異なることがわかった。また、関東近郊に生息するタゴガエルは第7番染色体の形が関東のナガレタゴガエルのY染色体と相同であることから、タゴガエルからナガレタゴガエルへ7番染色体が導入され、新たにY染色体として進化したことが示唆された。今後、DNAマーカーを取得して、本仮説の実証を試みる。

○発表論文

1. 原著論文

Miura I, Shams F, Lin S-M, I, Cioffi MB, Liehr T, Al-Rikabi A, Kuwana C, Srikulnath K, Higaki Y, Ezaz E. (2021) Evolution of a multiple sex-chromosome system by three-sequential translocations among potential sex-chromosomes in the Taiwanese frog *Odorrana swinhoana*. *Cells* 10(3), 661. doi: 10.3390/cells10030661

Miura I, Vershinin V, Vershinina S, Lebedinsky A, Trofimov A, Sitnikov I and Ito M (2021) Hybridogenesis in the Water Frogs from Western Russian Territory: Intrapopulation Variation in Genome Elimination. *Genes* 12(2), 244. doi: 10.3390/genes12020244

Katsura Y, Ikemura T, Kajitani R, Toyoda A, Itoh T, Ogata M, Miura I, Wada K, Wada Y, and Satta Y (2021) Comparative genomics of *Glandirana rugosa* using unsupervised AI reveals a high CG frequency. *Life Science Alliance*. doi: 10.26508/lsa.202000905

Kuwana C, Fujita H, Tagami M, Matsuo T, and Miura I (2021) Evolution of sex-chromosome heteromorphy in geographic populations of the Japanese Tago's brown frog complex. *Cytogenetic and Genome Research*. doi:10.1159/000512964.

2. 総説・解説

該当無し

3. 著書

該当無し

○特許

該当無し

○講演

1. 国際会議での招待・依頼・特別講演

Miura I and Ogata M. “Optimistic destiny of sex chromosome evolution in frogs” 7th Asian-Pacific Chromosome Colloquium. Pusan, Korea, 26th November 2020.

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

該当無し

○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」 1,690千円

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 補助事業分担者

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

8誌9件（Current Herpetology 1, Genes to Cells 1, Sexual Development 1, Integrative Zoology 1, Zoological Science 1, genes 2, Philosophical Transaction B 1, Genome, 1）

- ・マスメディア取材協力

三浦郁夫

2020年7月16日 小田原箱根経済新聞「神奈川・開成町の小学生女兒、金色と水色のアマガエル

を発見」

2020年7月16日 読売新聞 金色と水色のアマガエル、女兒が喜ぶ「緑じゃないカエルにビックリ」

2020年7月24日 (金) 番組 つながるNews湘南・小田原

○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. Amael Borzee 「ツチガエル/アマガエルの系統進化」

○特記事項

該当無し

○大学院教育

1. 大学院生の国内学会発表実績 (博士課程前期)

該当無し

2. 大学院生の国際学会発表実績 (博士課程前期)

Kuwana C, Fujita H, Tagami M, Matsuo T, Sriklunath K, Miura I. Sex chromosome evolution in Japanese togo's brown frog species complex. 7th Asian-Pacific Chromosome Colloquium (APCC7) 一般財団法人染色体学会第71回年会, 2020年11月25日~27日, Pusan, Korea (Poster)

Goto S, Shimizu N, Tsubota H, Ikeda S, Taguchi Y, Minami S and Miura I: Evolutionary genetic study on giant salamander, the geographic populations newly found in Hiroshima Prefecture, Japan. 7th Asian-Pacific Chromosome Colloquium (APCC7) 一般財団法人染色体学会第71回年会, 2020年11月25日~27日, Pusan, Korea (Poster)

3. 修士論文発表実績

桑名知碧 「タゴガエル種群の性染色体進化に関する研究」

後藤理史 「広島県で発見されたオオサンショウウオの新しい地域集団に関する進化遺伝学的研究」

4. 博士学位

該当無し

5. TAの実績

桑名知碧 生物科学基礎実験

後藤理史 生物科学基礎実験, 生物科学概説A

6. 大学院教育の国際化

国際学会でのプレゼンテーション賞受賞

桑名知碧 7th Asian-Pacific Chromosome Colloquium (APCC7) プレゼンテーション賞受賞

1-4-3 各種研究員と外国人留学生の受入状況

【令和2年度研究員】

- ・清川 一矢（研究員）（2020年4月1日から2021年3月31日まで）
- ・柏木 啓子（研究員）（2020年4月1日から2021年3月31日まで）
- ・竹林 公子（研究員）（2020年4月1日から2021年3月31日まで）
- ・高井 嘉樹（研究員）（2020年5月18日から2020年9月30日まで）
- ・LEE SHIN YU（研究員）（2021年1月1日から2021年3月31日まで）

【令和2年度外国人客員研究員】

- ・Marko Horb（Bell Center for Regenerative Biology and Tissue Engineering, Marine Biological Laboratory, USA・Senior Scientist）
2019年4月1日から2021年3月31日
「Analysis of AP-1 transcription factors in tail formation and regeneration」
- ・Nicolas Perrin（University of Lausanne・Professor）
2019年4月1日から2021年3月31日
「Turnover of sex chromosomes in amphibians」
- ・Vladimir Vershinin（Eltsyn Ural Federal University, Russia・Professor）
2019年4月1日から2021年3月31日
「Genome Exclusion in germ line of frog」
- ・Matthias Stöck（Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries – IGB, Germany・Ass. Professor）
2019年4月1日から2021年3月31日
「Geographic differentiation of Japanese tree frog, *Dryophytes japonicus*」
- ・Kornsorn Srikulnath（Kasetsart University, Thailand・Ass. Professor）
2019年4月1日から2021年3月31日
「Cytogenetics of sex chromosomes in the brown frogs」
- ・Tariq Ezaz（University of Canberra, Australia・Professor）
2019年4月1日から2021年3月31日
「Evolution of sex chromosomes in frogs」
- ・Yun-Bo Shi（NIH・Senior Investigator）
2019年4月1日から2021年3月31日
「Study of the role of thyroid hormone receptor isoforms during amphibian metamorphosis」

【令和2年度外国人留学生】

博士課程後期

- ・TRI KUSTONO ADI（インドネシア）（2016年4月入学）
- ・FATIN IFFAH RASYIQAH MOHAMAD ZOLKEFLI（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

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

1-4-4 研究助成金の受入状況

令和2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	2
	基盤研究(S)	1
	基盤研究(A)	0
	基盤研究(B)	5
	基盤研究(C)	15
	挑戦的研究(萌芽・開拓)	2
	若手研究(A)	0
	若手研究(B)	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	1
国際共同研究加速基金	国際共同研究強化 (B)	1
厚生労働省科学研究費補助金		1
受託研究		1
受託事業		4
共同研究		6
寄附金		13
補助金		3
その他		4

1-4-5 学界ならびに社会での活動

令和2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
	32	14	4	4	18	8	13

・セミナー・講師等 28 件

・高大連携, イベント等の社会活動, その他 70 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3年3月末現在）及び令和2年度の客員教員（非常勤講師）を次にあげる。

令和2年度 生物科学科教員組織

職	氏名	所 属	
教 授	井出 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	
	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
		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
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	
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
	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
講 師	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**
	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
	井上 侑哉	生物科学専攻植物生物学講座・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**
	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
	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
	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
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**
特任准教授	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**

注) **生命医科学プログラム併任

令和2年度客員教員（非常勤講師）

井鷲 祐司（京都大学大学院農学研究科・教授）

授業科目名：「生物多様性保全学」

澤崎 達也（愛媛大学 プロテオサイエンスセンター 無細胞生命科学部門・教授）

授業科目名：「無細胞生命科学概論」

出口 真次（大阪大学大学院基礎工学研究科・教授）

授業科目名：「メカノバイオロジー／バイオメカニクスにおける力学と統計学の基礎」

高橋 淑子（京都大学大学院理学研究科生物科学専攻・教授）

授業科目名：「動物の発生と器官形成」

令和2年度の生物科学科に関わる人事異動

	発令 年月日	氏名	異 動 内 容		
				現 所 属 等	新 所 属 等
1	2.4.1	今村 拓也	採用 担当	九州大学	統合生命科学研究科・理学部
					生命医科学・基礎生物学プログラム
				准教授	教授
2	2.4.1	福田 和也	採用 担当	日本学術振興会特別研究員 (PD)	統合生命科学研究科・理学部
					基礎生物学プログラム
					助教
3	2.4.1	小塚 俊明	任用更新	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	助教
4	2.4.1	佐久間哲史	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	2.4.1.	坊農 秀雅	採用 担当		統合生命科学研究科・理学部
					生命医科学・数理生命科学プログラム
					特任教授
					助教
6	2.4.1	杉 拓磨	採用 担当		統合生命科学研究科
					基礎生物学プログラム
					附属臨海実験所
					特任准教授
7	2.10.1	高井 嘉樹	採用 担当	統合生命科学研究科・理学部	統合生命科学研究科・理学部
					生命医科学プログラム
				研究員	
8	2.10.31	小林 健司	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	
9	3.3.31	井上 侑哉	辞職	統合生命科学研究科・理学部	
				基礎生物学プログラム	
				助教	
10	3.3.31	井出 博	定年退職	統合生命科学研究科・理学部	
				数理生命科学プログラム	
				教授	

生物科学科の運営

生物科学科の運営は、生物科学科長を中心に行われている。副学科長が補佐を行う。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2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2年度
学科長	荻野
副学科長	山本
庶務	信澤, 森下, 津田
入学試験委員会	佐久間, 嶋村
教務委員	学科長(荻野), 山本, 三浦, 高橋(陽), 島田, 植木, 守口
学生実習委員	○三浦, 濱生, 高橋(治), 井上, 深澤, 高橋(美), 津田
HP委員	○植木, 坪田, 津田
日韓理工学生チューター	鈴木(克)

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2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2年5月1日現在）

入学年度	在籍学生数
令和2年度	37
令和元年度	36
平成30年度	34
平成29年度	38
平成28年度	4
平成27年度	1
合 計	150

【2】チューター

入学年度	チューター
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2年度 卒業論文題目一覧

卒 業 論 文 題 目 名
スジキレボヤの各組織における金属輸送体 Ferroportin の発現の解析
DNA の物理的特性がバリア活性に与える影響の解析

DELLA-GAF1 複合体と MYC2 による成長制御機構の解析
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-
ツノゴケ類の造精器発生の比較形態学的研究
睡眠とシナプス可塑性の関係性について —睡眠/覚醒によるシナプス分子 BRP の制御機構の解明—
p53 遺伝子改変によるイモリの腫瘍形成機構の解明
Nicotine および Transforming Growth Factor- β によるヒトメラノーマ浸潤機構の解析
ネッタイツメガエル幼生尾の再生過程における TGF- β 1 の機能解析
ツメガエル再生尾部における遺伝子発現誘導系の構築
筋-腱-軟骨アッセンブロイド作製による運動器形成・成熟機構の解明 —マウス胎児間葉系細胞を用いた三次元培養法の確立—
乳癌幹細胞様細胞における microRNA miR-574-3p の機能解析
ナイカイムチョウウズムシの転写調節の解析へ向けたゲノム DNA ライブラリ作成の試みと試料胚の調達
脊索動物における眼形成遺伝子 <i>rax</i> のシス調節進化の研究
CsoR/RcnR ファミリー転写制御因子による IncP1 プラスミド輸送の制御解析
アラントイン合成酵素遺伝子破壊株の植物ストレス生理学的解析
DELLA による ABA 感受性制御の分子機構の解析
御嶽山の蘚苔類調査 -標高に着目して-
低酸素条件下で X 線が誘発する DNA 損傷の修復機構—DNA 修復欠損細胞パネルを用いた解析
エンハンサー・プロモーター間の DNA 特性による転写活性化への影響
ジベレリン信号伝達に関与する糖付加酵素 SPY と SEC の発現制御解析
キクタニギク <i>LEAFY</i> オルソログ <i>CsFL</i> 遺伝子の機能解析
ケミカルバイオロジーによる光合成促進物質のスクリーニングと 試験管内進化による光合成促進遺伝子の同定
線虫 <i>Pristionchus pacificus</i> におけるインスリン受容体 <i>daf-2</i> の機能解析
キクタニギク深裂葉突然変異体 <i>needle leaf1</i> の責任遺伝子の探索
アミノ酸トランスポーターHiAT による細胞増殖制御機構の解明
広島県宮島の火災跡地の地衣類相
シロイヌナズナの器官発生を調節する <i>CYP78A5</i> 遺伝子の発現制御機構の解析

シヨウジョウバエ嗅覚変異体を用いた個体間相互作用の解析-共食いの可能性の検証-
中心体関連タンパク質セントリンのコケ植物における機能研究
シロイヌナズナ <i>cyp78a6 cyp78a9</i> 二重変異体の早期老化機構の解析
カエル初期胚を用いた低線量率放射線の新規影響評価方法の確立
チロシル-DNA ホスホジエステラーゼ 1 および 2 の基質特異性
ヒト培養細胞での精密な遺伝子ノックインに寄与するゲノム要素の実証の試み
MAPK の機能阻害による微細藻類のリン欠乏応答への影響
細胞形態特徴抽出および機械学習による筋芽細胞の分化・融合機構の解明
酸化失活ルビスコタンパク質を還元活性化する BSD2 を過剰発現したトマトは光合成活性が上昇する
微細藻類 <i>Nannochloropsis</i> における新規遺伝子ノックイン技術の開発

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、附属施設での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、毎月一回ヒコピア植物観察会（一般対象）を共催し、参加者の一部は資格取得のためのリカレント教育の場として利用している。また、宮島自然植物実験所は園路を一般に公開しており、植物や自然を学習するための場として利用され、一部ではリカレント教育にも活用されている。

令和2年度は、附属臨海実験所では「発光海産動物を用いた生物実験の基礎」(令02-10069-506901号)として新型コロナウイルス感染症のための密を避けつつ、対面での実習を行った。8月7日に附属向島臨海実験所において開催し、10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02-10069-506900号)としてオンラインでの講習を実施した。参加者は16名であった。

令和2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延期した。また、臨海実験所にて予定された放送大学広島学習センターの面接授業は、新型コロナウイルス感染症の影響を受け中止となった。

2-5 その他特記事項

該当無し