

# 東北大学大学院生命科学研究科 自己評価報告書

～平成 24 ～令和 2 年度を振り返って～



2022 年 8 月



## はじめに

東北大学大学院生命科学研究所は、東北本学におけるライフサイエンス研究・教育の中核的拠点として、主に理学研究科、農学研究科、医学系研究科、遺伝生態研究センター、多元物質科学研究所、加齢医学研究所からの参画により平成13年（2001年）4月に学部をもたない独立研究科として設立されました。設立から17年目となる平成30年（2018年）4月に、新たな協力教員を含めて全学9部局からの教員が参画する、「脳生命統御科学専攻 (Integrative Life Sciences)」、「生態発生適応科学専攻 (Ecological Developmental Adaptability Life Sciences)」、「分子化学生物学専攻 (Molecular and Chemical Life Science)」の3つの専攻で構成される現行の組織へと改組しました。それぞれの専攻では、最先端の研究・教育を通して、ライフサイエンスに関する幅広い知識と研究力をもち、さまざまな面で活躍できるグローバルリーダーを育成しています。また、産業界において指導的立場で活躍する博士バイオ人材を育成するために、専攻横断的な「バイオ人材育成カリキュラム」を設けています。

21世紀のライフサイエンスはめざましい発展を続け、その一方で、私たちを取り巻く社会は、新型コロナウイルス感染症の拡大により激変しました。パンデミックに加え、地球規模の温暖化、生物多様性の喪失、人口増加、急速な高齢化など、さまざまな問題に直面し、社会における生命科学の重要性はますます高まっています。本研究科はライフサイエンスの研究・教育を推進することにより、これら諸問題の解決ならびに生命のさらなる探求に挑む責務があります。改組後3年が経過し新たな取り組みも実を結びつつあることから、あらためて生命科学研究所の活動の軌跡を振り返って自己点検を行い、本研究科に対して社会が求める新たなミッションの達成へと繋げるために、この度、第三回目の自己評価報告書のとりまとめを行うことにしました。

本報告書にありますように、この評価期間中（2012～2020）において、トップクラスの国際誌に発表されマスメディアにも注目された多くの研究成果、大学院生および若手教員の輝かしい活動成果、国際共同大学院プログラムをはじめとする高評価を受けた教育プログラム、高い水準の外部資金獲得、東日本大震災を契機に加速し続けている社会との共創など、本研究科の研究教育活動は高いレベルを維持しています。さらには研究科初となる寄附講座の設立や、各種DX化等による教育研究環境の改善、若手、女性、外国人教員の採用を促進し、ダイバーシティ&インクルージョンを柱とした生命科学研究所の運営を推し進めています。

一方、学生定員充足率向上、FWCIの向上、「産学連携」の成果の創出や、設備面の老朽化対応など、未解決あるいは新たな問題が存在しています。今後の我々のミッションの達成のためにはこれらの問題解決に向けて新たな戦略を立てていく必要があります。本報告書はその基盤となるものと考えています。本報告書のとりまとめにご尽力いただきました自己評価委員会、広報企画・評価分析室ならびに事務の皆様へ深謝申し上げます。

生命科学研究所長

杉本 亜砂子



## 目次

1.	生命科学研究科の現在.....	1
2.	運営組織.....	3
2-1.	研究科の管理運営組織.....	3
2-2.	教員の配置状況.....	3
2-3.	管理運営状況についての自己点検評価.....	14
3.	大学院教育活動.....	15
3-1.	教育の理念・目標.....	15
3-2.	大学院教育カリキュラム.....	15
3-3.	アドミッションポリシー.....	17
3-4.	学生定員.....	18
3-5.	志願者・入学者状況.....	18
3-6.	各専攻・分野における大学院生の総数.....	19
3-7.	外国人留学生の総数.....	23
3-8.	学位取得状況.....	24
3-9.	大学院教育の活動状況.....	26
3-10.	大学院修了者の進路からみた大学教育の効果.....	38
3-11.	学術振興会特別研究員（DC、PD）の受入と指導.....	39
3-12.	TA,RA,奨学金等の学生支援について.....	40
3-13.	広報.....	41
3-14.	修了生からの学生アンケート調査.....	41
3-15.	教育活動についての自己点検評価.....	42
4.	研究活動実績.....	45
4-1.	研究の理念・目標.....	45
4-2.	研究実施体制.....	45
4-3.	研究成果（論文・著書などの発表）.....	46
4-4.	研究成果（代表的な研究内容）.....	47
4-4-1.	脳・神経科学.....	48
4-4-2.	免疫.....	50
4-4-3.	発生・形態形成.....	51
4-4-4.	生態学.....	52
4-4-5.	植物.....	54
4-4-6.	有機化学.....	55
4-4-7.	構造生物学.....	57
4-4-8.	ゲノミクス.....	58
4-4-9.	微生物学.....	59
4-5.	競争的資金獲得状況.....	59

4-6. 受賞.....	79
4-7. 特許.....	86
4-8. 研究活動についての自己点検評価 .....	87
5. 社会貢献.....	89
5-1. 教育・研究成果等の国民や社会への還元.....	89
5-2. 広報.....	90
5-3. 共同研究等.....	90
5-4. 震災復興事業.....	91
5-5. 地域・国との連携.....	91
5-6. 社会貢献についての自己点検評価.....	91
6. 各分野による自己評価.....	93
6-1. 各分野による自己評価アンケートの実施.....	93
6-2. 各分野からの研究科に関する提言.....	156
7. 総括.....	173

## 編集後記

## 付属資料

- ・過去9年間における発表論文と著書
- ・委員の委嘱等を受けた事例一覧

# 1. 生命科学研究科の現在





## 1. 生命科学研究科の現在

生命科学研究科が平成 13 年度（2001 年）に発足してから 20 年の歳月が経過した。この 20 年の間に社会は急速に変革し、私たちを取り巻く環境もあわせて大きく変化している。本研究科は社会の変化に柔軟に対応するために、平成 30 年度（2018 年）に研究科改組を行った。今回の自己評価は、研究科改組を行った平成 30 年度（2018 年）を含む、平成 24 年度（2012 年）から令和 2 年度（2020 年）までの 9 年を対象としている。各種データに基づいて実際にその軌跡を辿ってみると、研究科の社会に適応するための大胆な変化を実感できる。

組織面では、改組により新 3 専攻に再編し、学内のより多くの他部局から協力教員を迎え、生命科学系研究のハブとしての機能強化がなされた点が挙げられる。新 3 専攻は「こころと体を制御するしくみの解明をめざす、脳生命統御科学専攻 (Integrative Life Sciences)」、 「環境変動下における細胞・生物個体から生態系までの維持機構の解明をめざす、生態発生適応科学専攻 (Ecological Developmental Adaptability Life Sciences)」、 「分子が生命体内で働く仕組みから生命制御の方法を解明する、分子化学生物学専攻 (Molecular and Chemical Life Science)」と、時代の要請に応える構成となっている。

教育面においては、改組に伴いカリキュラムを刷新し、本研究科の独自の「バイオ人材育成プログラム」の開始によりキャリア支援を強化するなど、時代に即した取組により博士課程進学への進学希望者が増加し、学生にとっての研究科の魅力も増加していることが伺える。

研究面では、平成 28 年度（2016 年）より公益財団法人発酵研究所（IFO）のサポートにより研究科初となる寄附講座「微生物進化機能開発寄附講座」が設立され、また、令和 2 年度（2020 年）より南澤特任教授を PM とするムーンショットプロジェクト「微生物による地球冷却」をはじめとした数多くの大型の研究費が獲得されるなど、基礎研究を主とする生命科学研究科の研究力は高く評価され続けている。

また、本研究科ではダイバーシティを推進し、女性教員の採用促進により令和 2 年度（2020 年）からは女性教授が 4 名となった。また令和元年度（2019 年）には初の女性研究科長が誕生し、運営機構の構成員 8 名中 3 名が女性となったことは先駆的な取り組みの成果といえる。

一方で、近年、大学に強く求められるようになった「産学連携」の成果創出については若干伸び悩んでおり、改善に向けて取り組まなければいけない課題である。

本自己評価は、これまでの研究科の歩みを振り返るとともに、激動の時代に適応してさらなる発展を遂げるために何をなすべきかを示す指針となるものである。



## 2. 運営組織



## 2. 運営組織

### 2-1. 研究科の管理運営組織

研究科の予算・教員人事の方向性などを含む重要事項を研究科長のリーダーシップのもと策定する運営機構と、教学に関する事項の決定と教員人事・研究科長ならびに評議員の専任に関わる教授会の役割を明確にし、相互に補完する仕組みのもと管理運営を行っている。また、一方でボトムアップをはかるために生命科学研究科の全教員からなる生命科学教員会議を設置し、研究科の理念・目標の実現に向けて全教員で推進できるような組織とした。

### 2-2. 教員の配置状況

平成 13 年度（2001 年）の本研究科設立以来、教授 26 名、准教授 23 名、講師 2 名、助教 22 名の計 73 名が専任教員として在籍していたが、法人化以降の効率化による、運営費交付金の削減に伴い、厳しい運営を迫られている。そのため、研究科の将来を長期的に見据えた戦略的な人事配置を行っている。一方で、平成 24 年度（2012 年）からは外部資金等で助教（研究特任）を採用できる制度を設け、また、本学学際科学フロンティア研究所の新領域創成部から 5 名の助教を基幹講座で受入れる（令和 2 年度実績）など、若手教員を増やす取り組みを積極的に推し進めている。さらに、東北大学本部からの支援制度を活用し、若手、女性、外国人教員の採用を促進し、ダイバーシティ&インクルージョンのコンセプトのもと生命科学研究科の運営体制を推し進めている。

また、平成 30 年度（2018 年）の改組に伴い、従来の加齢医学研究所、多元物質科学研究所、東北アジア研究センター、植物園からの協力講座に加えて、理学研究科、医学研究科、薬学研究科、情報科学研究科から新たな協力教員を招聘し、最先端の生命科学の幅広い知識と技術を兼ね備えた人材を育成するために十分な教員構成とした。

令和 2 年度（2020 年）は特に若手教員比率・女性教員比率・外国人教員比率の改善に取り組み、新規に女性教授 1 名、女性助教 2 名を採用した。また、大学本部の外国人教員雇用促進経費、若手女性・若手外国人特別教員制度を積極的に活用することによって、令和 3 年度（2021 年）より若手教員のべ 5 名、女性教員のべ 5 名、外国人教員のべ 3 名（各項目重複を含む）を新規に雇用した。クロスアポイントメント制度も積極的に活用しており、令和 2 年度（2020 年）はクロスアポイントメント制度によって採用した女性教員が講演者を務めるオンラインでのセミナーシリーズを開催し、学生、教員から好評を得た。また、令和 3 年（2021 年）6 月 1 日付で新規にクロスアポイントメントで女性教員を 1 名採用した。

これらの取り組みにより、女性教員比率は第三期中期計画の全学の目標値（19%）を大幅に超える 24.7%となった（本学、理・工・ライフ系部局では 2 位）。特筆すべきは、教授職の女性比率（14.3%；全学平均 6.5%）、および、研究科長を含む運営機構における女性比率の高さ（37.5%）であり、意思決

定の場におけるダイバーシティを実現している。教員のダイバーシティ実現は、すべての研究科構成員が個性を最大限発揮して研究・教育活動を行える環境構築に資するとともに、幅広い受験生や外部研究者に対して当研究科の魅力を最大化することにも繋がることが期待される。

表 2-2-1 平成 24 年～令和 2 年度の教員総数

	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度	H31年度	R2年度
教授	27 (10)	25 (10)	26 (12)	26 (10)	26 (11)	29 (11)	27 (19)	27 (18)	25 (18)
准教授	18 (5)	16 (5)	16 (6)	16 (5)	16 (5)	13 (5)	13 (5)	12 (6)	11 (7)
講師	2 (1)	2 (1)	2 (0)	2 (0)	2 (0)	2 (0)	3 (0)	2 (0)	2 (0)
助教	20 (10)	20 (11)	20 (15)	22 (17)	24 (18)	24 (20)	22 (19)	27 (13)	26 (16)
助教(研究特任)				10 (0)	10 (0)	15 (0)	10 (0)	6 (0)	3 (0)
助手	0 (1)	0 (1)	0 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
特任教授(研究)									1 (0)
合計	67 (27)	63 (28)	64 (34)	76 (32)	78 (34)	83 (36)	74 (43)	76 (34)	68 (41)

本研究科配属教員数と ( ) 内は協力講座、連携講座、兼任の教員数で外数。

表2-2-2 教員配属表(1) 改組前

専攻	講座	分野	職名	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
分子生命科学	生命有機情報科学	生命構造化学	教授	佐々木 誠						
			准教授	不破 春彦						
			助教				岩崎 浩太郎			
		分子情報化学	教授	有本 博一						
			助教	許 述						
			助教				一刀 かおり			
		活性分子動態	教授	山口 信次郎						
			助教	瀬戸 義哉						
			助教					増口 潔		
		生命素子機能	教授	村本 光二						
			准教授	小川 智久						
		応用生命分子解析	教授							田中 良和
	准教授								小川 智久	
	助教								松井 崇	
	遺伝子システム学	単分子動態生物学	教授	渡邊 直樹						
			助教	木内 泰						
		細胞動態制御分野	教授						倉永 英里奈	
			助教						梅津 大輝	
			助教(兼)						中嶋 悠一朗	
		遺伝子調節	教授	十川 和博						
			准教授	安元 研一						
			助教	鳥居 暁						
			助教				葛西 秋宅			
		分子細胞生物学	教授							大橋 一正
			准教授							安元 研一
			助教							山下 和成
		情報伝達分子解析	教授	水野 健作						
			准教授	大橋 一正						
			助教				永井 友朗			
		分子応答制御	教授	草野 友延						
			准教授	高橋 芳弘						
			助教(兼)				児島 征司			
		分子発生制御	教授						経塚 淳子	
助教								樽本 悟志		
生体機能分子科学		生体機能分子設計	教授		稲葉 謙次					
	准教授					門倉 広				
	助教					渡部 聡				
	生体機能分子解析	教授	高橋 聡							
		准教授	佐上 博							
		助教	鎌形 清人							
		助教					小井川 浩之			

専攻	講座	分野	職名	2012	2013	2014	2015	2016	2017
分子生命科学	生体機能分子科学	生体機能分子制御	教授	齋藤 正男					
			教授(兼)				稲葉 健次		
			准教授			松井 敏高			
			講師	松井 敏高					
			助教			南部 周介			
		生体機能分子制御	教授					水上 進	
			准教授					松井 敏高	
			助教					小和田 俊行	
		生体機能分子計測	教授	石島 秋彦					
			教授(兼)				高橋 聡		
			助教	井上 裕一					
			助教	福岡 創					

表2-2-2 教員配属表(2) 改組前

専攻	講座	分野	職名	2012	2013	2014	2015	2016	2017
生命機能科学	細胞機能構築統御学	膜輸送機構解析	教授	福田 光則					
			准教授(兼)	田嶋 玄一					
			助教	伊藤 敬					
			助教		大林 典彦				
			助教				藤田 尚信		
		細胞認識応答	教授	牟田 達史			(兼)水野健作		
			助教	丸山 貴司					
		脳機能発達	教授						安部 健太郎
		植物細胞壁機能	教授	西谷 和彦					
			講師	横山 隆亮					
			助教			黒羽 剛			
		発生ダイナミクス	教授	杉本 亜砂子					
			助教	久保田 幸彦					
			助教						春田 奈美
			助教(兼)					丹羽 伸介	
		器官形成	教授	田村 宏治					
			助教	横山 仁					
			助教					阿部 玄武	
			助教(兼)			齋藤 大介			
		脳機能遺伝	教授	山元 大輔					
			准教授	小金澤 雅之					
			助教	鳥羽 岳太					
			助教			佐藤 耕世			
		脳機能解析	教授	八尾 寛					
			講師	石塚 徹					



専攻	講座	分野	職名	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
生命機能科学	脳機能解析構築学	超回路脳機能	教授						松井 広		
			助教(兼)						常松 友美		
		脳情報処理	教授	飯島 敏夫							
			准教授	筒井 健一郎							
			助教	大原 慎也							
			助教(兼)					石井 宏憲			
			助手(兼)	石井 宏憲							
		システム神経科学	教授							筒井 健一郎	
			助教							大原 慎也	
			助教(兼)							小山 佳	
		脳構築	教授	仲村 春和							
			准教授	舟橋 淳一							
			助教	渡邊 裕二							
		神経行動学	教授		谷本 拓						
			助教		山方 恒宏						
		セ海洋生物学 ンター ー) 海(附 洋属 生浅 物虫 学海 教洋 育生 研物 究学 教 育 研 究	発生生物学	教授	加藤 秀生						
				准教授	経塚 啓一郎						
				准教授	美濃川 拓哉						
	発生生物学		教授		熊野 岳						
			教授(兼)		田村 宏治						
			准教授		経塚 啓一郎						
		准教授		美濃川 拓哉							
	海洋生態行動学	教授(兼)	占部 城太郎								
		助教	武田 哲								
	分化制御学	分子免疫	教授	佐竹 正延							
			准教授	千葉 奈津子							
			助教	昆 俊亮							
		腫瘍生物学	教授			千葉 奈津子					
			助教				吉野 優樹				
		分化再生制御	教授	松居 靖久							
			助教	前田 郁麻							
			助教		望月 研太郎						
			助教			林 陽平					
			助教							丹藤 由希子	
			助教(兼)					望月 研太郎			
		神経機能制御	教授	小椋 利彦							
			助教	渡邊 裕介							
			助教	宮坂 恒太							
			助教					久保 純			
	助教							松本 健			
	遺伝子導入	教授	高井 俊行								

表2-2-2 教員配属表(3) 改組前

専攻	講座	分野	職名	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
生態システム生命科学	環境遺伝生態学	遺伝情報動態	教授	津田 雅孝						
			准教授	永田 裕二						
			准教授					大坪 嘉行		
			助教	大坪 嘉行						
		植物生殖遺伝	教授	渡辺 正夫						
			准教授	菅野 明						
		ゲノム継承システム	教授	東谷 篤志						
			准教授	佐藤 雅志						
			准教授	日出間 純						
			准教授		佐藤 修正					
			助教	高浪 タカ子						
			助教	寺西 美佳						
			助教(兼)			泉 正範				
			助教(兼)				大学 保一			
		地圏共生遺伝生態	教授	南澤 究						
			准教授	三井 久幸						
			助教			菅原 雅之				
		宇宙環境適応生態	教授	高橋 秀幸						
	准教授		藤井 伸治							
	助教		小林 啓恵							
	助教(兼)							児島 征司		
	進化生態科学	生物多様性進化	教授	河田 雅圭						
			准教授			牧野 能士				
			助教	牧野 能士						
			助教				丸山 真一郎			
			助教(兼)			高橋 佑磨				
		植物生態	教授	中静 透						
			神教授	酒井 聡樹						
			助教	黒川 紘子						
			助教			饗庭 正寛				
			助教(兼)	太田 宏						
		群集生態	教授	占部 城太郎						
准教授			千葉 聡							
助教			鈴木 孝男							
助教			牧野 渡							
機能生態学	教授	彦坂 幸毅								
	助教	小口 理一								
	助教							上妻 馨梨		
微生物進化機能開発寄附講座	教授						永田 裕二			
	講師							矢野 大和		

専攻	講座	分野	職名	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
生態システム生命科学	微生物進化機能開発 発寄附講座		助教					加藤 広海		
			助教						佐藤 優花里	
	植物 構造 機能 進化 学	植物系統 分類学	教授	牧 雅之						
			助教	米倉 浩司						
			助教	大山 幹成						
	植物 多様 性生 物学	植物系統 分類学	教授		牧 雅之					
			助教		米倉 浩司					
			助教		大山 幹成					
	地域 生態 学	地域生態	教授(兼)	占部 城太郎						
			准教授	鹿野 秀一						
	保全 生物 学	保全生物学	教授		千葉 聡					
			准教授		鹿野 秀一					
	ゲノ ム生 態学	ゲノム構造機 能	客員教授	柴田 大輔						
			客員教授	長瀬 隆弘						
			客員准教授	佐藤 修正						
			客員准教授		平川 英樹					

表2-2-2 教員配属表(4) 改組後

専攻	講座	分野	職名	2018	2019	2020	
脳生命統御科学	神経ネットワーク	神経行動	教授	谷本 拓			
			准教授	山方 恒宏			
			准教授		小金澤 雅之		
			助教		THOMA VLADIMIROV		
		脳機能遺伝	教授(兼)	東谷 篤志			
			准教授	小金澤 雅之			
		分子行動	教授		竹内 秀明		
			助教		安齋 賢		
		脳機能発達	教授	安部 健太郎			
			助教	田中 雅史			
		脳神経システム	教授	筒井 健一郎			
			助教	大原 慎也			
			助教		中村 晋也		
			助教(兼)	中村 晋也			
		細胞ネットワーク	膜輸送機構解析	教授	福田 光則		
	准教授(兼)			田嶋 玄一			
	助教			藤田 尚信			
	助教			松井 貴英			
	発生ダイナミクス		教授	杉本 亜砂子			
			准教授(兼)		丹羽 伸介		
			助教	春田 奈美			
	細胞小器官疾患学		助教(兼)	丹羽 伸介			
			教授	田口 友彦			
	超回路脳機能		助教	向井 康治朗			
			教授	松井 広			
			講師	石塚 徹			
			助教(兼)	常松 友美			
	分化制御ネットワーク		分化再生制御	助教		常松 友美	
				教授	松居 靖久		
		腫瘍生物学	助教	林 陽平			
			教授	千葉 奈津子			
			助教	吉野 優樹			
		神経機能制御	助教	大塚 慧			
			教授	小椋 利彦			
			助教	久保 純			
		協力教員	(神経発生生物学)	助教			松本 健
	(分子腫瘍学)		教授	大隅 典子			
	(遺伝子導入)		教授	田中 耕三			
			教授	高井 俊行			

表2-2-2 教員配属表(5) 改組後

専攻	講座	分野	職名	2018	2019	2020	
生態発生適応科学	個体ダイナミクス	植物発生	教授	経塚 淳子			
			助教	檜本 悟史			
			助教	小松 愛乃			
			助教			亀岡 啓	
		組織形成	教授	倉永 英里奈			
			助教	梅津 大輝			
			助教(兼)	中嶋 悠一郎			
		環境応答	教授	高橋 秀幸			
			教授(兼)			東谷 篤志	
			准教授	藤井 伸治			
			助教	小林 啓恵			
			助教(兼)	児島 征司			
		動物発生	教授	田村 宏治			
			助教	阿部 玄武			
			助教(兼)	齋藤 大介			
			助教(兼)			塩見 こずえ	
		植物細胞壁	教授	西谷 和彦			
			講師	横山 隆亮			
	助教		黒羽 剛				
	植物細胞動態	教授			植田 美那子		
		助教			木全 祐資		
	生態ダイナミクス	水圏生態	教授	占部 城太郎			
			助教	牧野 渡			
		機能生態	教授	彦坂 幸毅			
			助教	小口 理一			
			助教			富松 元	
		進化生物	教授	河田 雅圭			
			准教授	牧野 能士			
			助教	丸山 真一郎			
		統合生態	教授	近藤 倫生			
			准教授	酒井 聡樹			
			助教	饗庭 正寛			
			助教		川津 一隆		
			助教(兼)	太田 宏			
		共生ゲノミクス	教授			佐藤 修正	
			准教授			三井 久幸	
		多様性ダイナミクス	植物進化多様性	教授	牧 雅之		
				助教	米倉 浩司		
				助教	大山 幹成		
	助教					伊東 拓朗	
	生物多様性保全		教授	千葉 聡			
			准教授	鹿野 秀一			
助教		平野 尚浩					

専攻	講座	分野	職名	2018	2019	2020
生態発生適応科学	多様性ダイナミクス	海洋生物多様性	教授	熊野 岳		
			教授(兼)	占部 城太郎		
			准教授	美濃川 拓哉		
			助教	武田 哲		
			助教	中本 章貴		
	生態複合ダイナミクス	生態系機能	客員教授	中静 透		
			客員教授			陀安 一郎
			客員准教授			石井 励一郎
	協力教員	(生命情報システム科学)	教授	木下 賢吾		
	特任教員	土壌微生物	特任教授			南澤 究
特任助教					板倉 学	

表2-2-2 教員配属表(6) 改組後

専攻	講座	分野	職名	2018	2019	2020	
分子化学生物学	ケミカルバイオロジー	分子情報化学	教授	有本 博一			
			助教	一刀 かおり			
			助教			高橋 大輝	
		生命構造化学	教授(兼)	有本 博一			
			教授	佐々木 誠			
			助教		梅原 厚志		
		活性分子動態	教授	山口 信次郎			
			教授(兼)	田中 良和			
			助教	増口 潔			
		活性分子動態	教授		石川 稔		
			助教		友重 秀介		
			助教(兼)			佐藤 伸一	
		分子細胞生物	教授	大橋 一正			
			准教授	安元 研一			
			助教	山下 和成			
		応用生命分子解析	教授	田中 良和			
			准教授	小川 智久			
			助教	松井 崇			
			助教		横山 武司		
		分子ネットワーク	微生物遺伝	教授	津田 雅孝		
				教授(兼)			永田 裕二
				准教授	大坪 嘉行		
			微生物共生	教授	南澤 究		
				教授(兼)			東谷 篤志
				准教授	三井 久幸		
			植物分子育種	助教	菅原 雅之		
				教授	渡辺 正夫		
准教授	菅野 明						

専攻	講座	分野	職名	2018	2019	2020	
分子化学生物学	分子ネットワーク	分子遺伝生理	教授	東谷 篤志			
			准教授	日出間 純			
			准教授	佐藤 修正			
			助教	寺西 美佳			
			助教(兼)	泉 正範			
			助教(兼)	大学 保一			
		進化ゲノミクス	教授	牧野 能士			
			講師		横山 隆亮		
			助教			別所 奏子	
			助教(兼)		市之瀬 敏晴		
	階層的構造ダイナミクス	生体分子ダイナミクス	教授	高橋 聡			
			准教授		鎌形 清人		
			助教	鎌形 清人			
			助教	小井川 浩之			
			生体分子機能制御	教授	水上 進		
				准教授	松井 敏高		
		助教		小和田 俊行			
		助教(兼)			岡本 泰典		
		生体分子構造		教授	稲葉 謙次		
				准教授	門倉 広		
			助教	渡部 聡			
		微生物進化機能開発寄附講座	教授	永田 裕二			
	講師		矢野 大和				
	助教		加藤 広海				
	助教		佐藤 優花里				
	ゲノム情報学	オミックス・情報学	客員教授	柴田 大輔			
			客員教授	長瀬 隆弘			
			客員准教授	平川 英樹			
	協力教員	天然物ケミカルバイオロジー	教授	上田 実			
		(分子反応化学)	教授	土井 隆行			
		(レドックス制御)	教授	本橋 ほづみ			
		(細胞機能)	教授	中山 啓子			

### 2-3. 管理運営状況についての自己点検評価

平成 18 年度（2006 年）～平成 23 年度（2011 年）についての自己評価（東北大学大学院生命科学研究科自己評価報告書、2013 年）では以下の諸点が以後の課題として挙げられている。まず、これらについて現状を点検しておく。

指摘事項 1：組織の地理的分散は、なおも解決すべき運営上の課題である。

現状：地理的分散についてはオンラインコミュニケーションツールを導入し活用することで、会議などにおける利便性が格段に向上した。

指摘事項 2：獲得研究費の激増とそれに伴う教員、研究者の増加によって事務作業が大幅に増加、複雑化しているにも拘らず、事務職員の増員が行われていない。組織の運営を滞りなく進めていくためには、事務職員の大幅な拡充が求められる。

現状：非常勤職員を研究科長裁量経費で独自に雇用することで対応している。また、本部事務機構での事務部の統合などが進められており、事務員の拡充は難しい状態ではあるが、全学的な業務の DX 推進の取り組みにより業務効率化が進み対応できている。

次に、平成 24 年度（2012 年）～令和 2 年度（2020 年）の組織運営の取組として、特に評価される項目、解決が必要とされる項目（上記以外）を以下に挙げる。

評価される項目 1：研究科改組による、時代に即した組織への再編。

評価される項目 2：女性教員数の大幅な増加と、教授職の女性の増加が挙げられる。令和 2 年度の女性教員比率は 24.7%となり、教授職の女性比率は 14.3%と学内トップレベルの女性比率となっている。引き続きダイバーシティの推進に努める。

評価される項目 3：戦略的な人事配置による研究科運営。教授の定年退職に備え、あらかじめ平成 29 年度（2017 年）には教授を公募により 5 名採用するなど、将来像を描き、大胆で戦略的な人事配置を行い、研究科が持続的に発展できるよう将来に備えて対応している。

解決すべき項目 1：生命科学研究科プロジェクト総合研究棟が建設され 10 年が経過したが、GHP エアコンの故障など設備面の老朽化が生じてきている。総長裁量経費や研究科長裁量経費などで対応を行っているが、今後も計画的設備保守等が必要不可欠であり、計画的な運営費の執行が求められる。



### 3. 大学院教育活動



### 3. 大学院教育活動

#### 3-1. 教育の理念・目標

本研究科では、「生命現象の包括的・統合的な理解」と「人類の福祉への貢献」を両立させ、高度な専門性を有して世界的に活躍・貢献できる人材を育成することを目標とする。また、社会のニーズと基礎生命科学の新しい進展を見据えて課題解決に取り組めるよう、基礎から専門までを一貫して学ぶ。

脳生命統御科学専攻では、こころとからだをコントロールする“脳”を中心に、細胞集団が生命を統御する仕組みについて教育研究を行う。

生態発生適応科学専攻では、生態学-発生学-進化学の新しいアプローチ、および生物の発生・再生から環境問題までを解明するための教育研究を行う。

分子化学生物学専攻では、分子が生体内で働く仕組みの解明と生命現象を制御する方法論の創出、および分子とゲノムの利活用のための教育研究を行う。

#### 3-2. 大学院教育カリキュラム

上記の理念・目標に呼応して、下記のようにカリキュラムを設定している。

##### 前期課程

各専攻の分野で先端研究を行うことにより研究力を養う。

生命科学の広い領域を俯瞰できる基礎知識を養う。

- (1) セミナー（必修）、課題研究（必修）、専門科目（9つの選択科目）
- (2) 専攻横断科目として、他研究科の教員と共に実施する3つの合同講義（生化学合同講義、細胞生物学合同講義、生態学合同講義）
- (3) 倫理教育を含む共通科目 A「生命倫理特論」「研究倫理・社会的責任論」、そして共通科目 B の2つの講義、「バイオ産業基礎論」「環境マネジメント講座」。

##### 後期課程

各専攻の講座および分野での研究を先導する研究能力を身につける。

- (1) 課題研究（必修）

## (2) イノベーションセミナー（必修）、起業支援論、バイオ産業実践科目

平成 30 年度（2018 年）の研究科改組の際に定められたこれらのカリキュラム編成に加えて、平成 24（2012 年）～令和 2 年度（2020 年）の間に以下のような新たな取り組みを実施している。

### ・バイオ人材育成カリキュラム

平成 30 年度（2018 年）より新たにバイオ人材育成カリキュラムを開始した。前期課程では、生命・情報・環境倫理など、生命科学に関わる人材として必要な教養を身につけ、バイオ産業界の動向や環境問題についての基本的な知識や考え方を習得するための基礎教育を行う。

後期課程では、前期課程で学んだことを発展・応用する形式で講義や演習等を展開し、企業からの講師招聘、起業に必要な基礎知識の修得、インターンシップ実施を含む多彩なカリキュラムを実施する。最終的に、博士の学位を取得した上で、研究や生命科学に関わる産業界、自治体や NGO において指導的立場として活躍できる人材を育成する。

### ・英語集中コース【Academic English for Researchers】

生命科学研究科・医学系研究科・知のフォーラムの共催により、平成 28 年（2016 年）～平成 30 年度（2018 年）に、英語集中コース【Academic English for Researchers】が開講された。

英語集中コースは、英国レスター大学の英語教育ユニット (English Language Teaching Unit, University of Leicester) の講師 2 名により、ライティング、スピーキングやプレゼンテーションについての講義が行われた。

### ・国際共同大学院プログラム

本研究科では 2 つの国際共同大学院プログラム（データ科学（平成 29 年度（2017 年）～）、生命科学（脳科学）（平成 30 年度（2018 年）～））に参画しており、国際社会で活躍するグローバルリーダーを輩出している。

### ・卓越大学院プログラム

本研究科は未来型医療創造卓越大学院プログラムに参画し（令和元年度（2019 年）～）、参加学生はデータ (Data) と技術 (Technology) を駆使して未来の社会 (Society) の課題解決に取り組み、超高齢社会である東北地方、日本そして世界の医療・福祉の理想を求めて活動を続けている。

### 3-3. アドミッションポリシー

本研究科の入学者選抜の方針として、学生募集要項には以下の4項目を挙げている。

1. 生命科学関連の学部（理学部生物・化学系、農学部、工学部生命科学系、薬学部、医学部など）卒業生の皆さんには、生物学又は化学の特定分野（例えば、有機化学、分子生物学、生態学など）についての深い知識を求めます。
2. 数理科学、物理学、工学など、非生命科学系の学部や大学院で学んだ学生の皆さんには、異分野の学識を生かして生命科学を専攻できるような入学者選抜法を用意しています。
3. 海外の大学を卒業した学生の方や、すでに社会人として生命科学関連の業務に従事した経験のある方にも広く門戸を開き、別枠での入学者選抜法を用意しています。
4. 学問世界の共通語である英語能力については、十分な基礎学力を求めます。

以上の方針は、創立時から一貫している。一方、社会情勢の変化に柔軟に対応すべく平成24年度（2012年）～令和2年度（2020年）の間に以下の改革を行った。

#### ・自己推薦入試制度

平成25年度（2013年）より自己推薦入試制度を設立し、本研究科所属教員に指導を受けていない大学4年生の学生に対して従来より1か月程度早く入試を行い、外部からより早く優秀な学生を確保することが可能となった。学生にとっても早期の進路決定により、その後は集中して卒業研究に取り組める環境となるため、メリットがある制度である。

#### ・入試専門科目の1科目化

従来は2科目選択だったが、1科目としたことにより、多様なバックグラウンドを持つ学生の入学者増に寄与している。

#### ・オンライン入試

新型コロナウイルス感染症の対応のためのオンライン入試を令和2年度（2020年）に実施した。

なお本評価の範囲外であるが、令和2年度（2020年）からのオンライン入試実施の実績を踏まえて入試制度を改革し、令和4年度（2022年）入試より英語スコア提出を必須化し、研究に必要な英語能力が備わっているかを客観的に判定できるようにするとともに全面的にオンラインでの入試を施行することとなった。

### 3-4. 学生定員

平成 30 年度（2018 年）に行った改組により、3 専攻合わせた定員は、博士前期課程は改組前から変更なく 106 名、博士後期課程は改組前から 17 名削減し 30 名である。

### 3-5. 志願者・入学者状況

平成 24 年度（2012 年）～令和 2 年度（2020 年）の研究科全体としての志願者数と入学者数を図 3-5-1 に示した。前期課程の志願者数を入学者数で割った実効倍率は平成 24 年度（2012 年）の 1.23 倍から令和 2 年度（2020 年）の 1.21 倍とほぼ一定となっている。また、平成 24 年度（2012 年）の入学者は定員 106 名を大きく下回る 84 名となっていたが、この年は前年に発生した東日本大震災が入学者数に大きく影響を及ぼした可能性がある。直近の平成 30 年度（2018 年）～令和 2 年度（2020 年）は 100 名程度と微増傾向である。

これに対して後期課程の在籍院生数は研究科創設後の 5 年間は平均で 35 名、平成 18～23 年度の 6 年間については平均 30 名である。改組前の平成 24～29 年度の 6 年間は平均で 25 名であり、それぞれ充足率に換算すると 74%、63%、53%となる。改組後の 3 年間は平均で 22 名であり、充足率に換算すると 73%とほぼ研究科設立当初と同じ高水準となった。

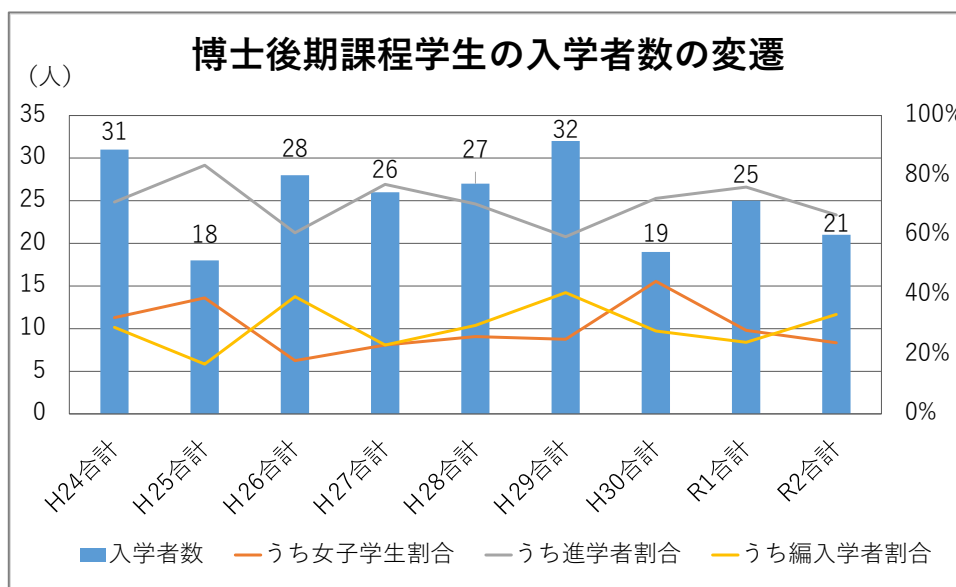


図 3-5-1 平成 24 年から令和 2 年度の博士後期課程の入学者数の変遷

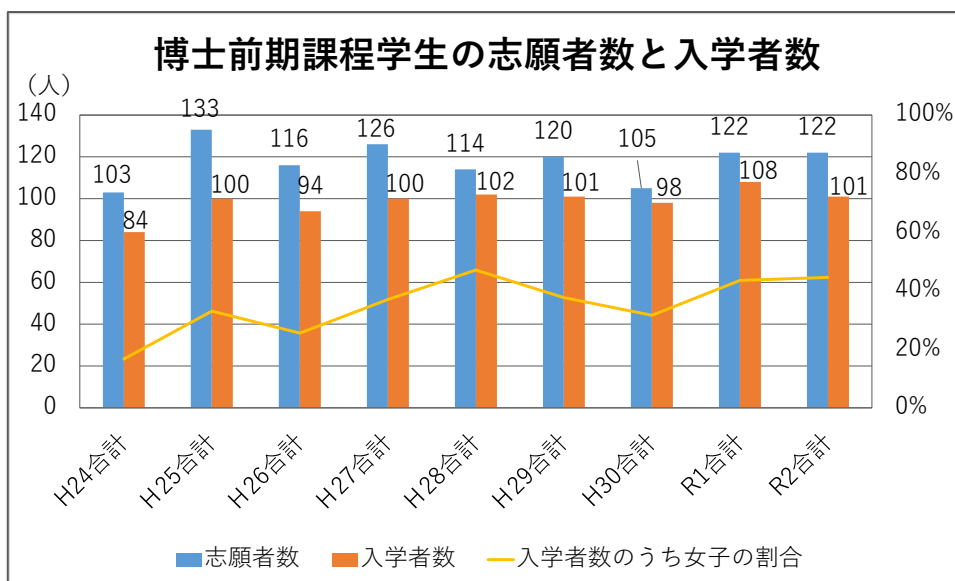


図 3-5-2 前期 2 年の課程の志願者数と入学者数の年次推移

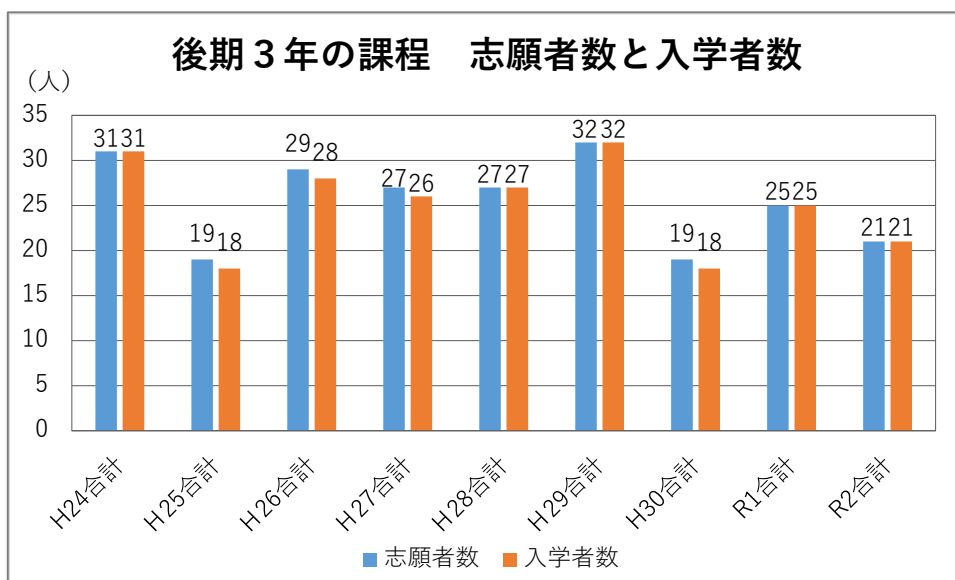


図 3-5-3 後期 3 年の課程の志願者数と入学者数の年次推移

### 3-6. 各専攻・分野における大学院生の総数

平成 24 年度（2012 年）～平成 29 年度（2017 年）の専攻、分野別の大学院生推移図を図 3-6-1 に示した。分野による偏りは特段見られないが、3 専攻を比較すると、「分子」の入学者は増加傾向で、「機能」は減少傾向が見られ、生態もどちらかという減少傾向にあった。これは主に博士前期課程の動向を反映している。改組後の平成 30～令和 2 年度の専攻、分野別の大学院生推移図は図 3-6-2 に示した。新 3 専攻では分子化学生物学専攻の学生数が多くなっている。

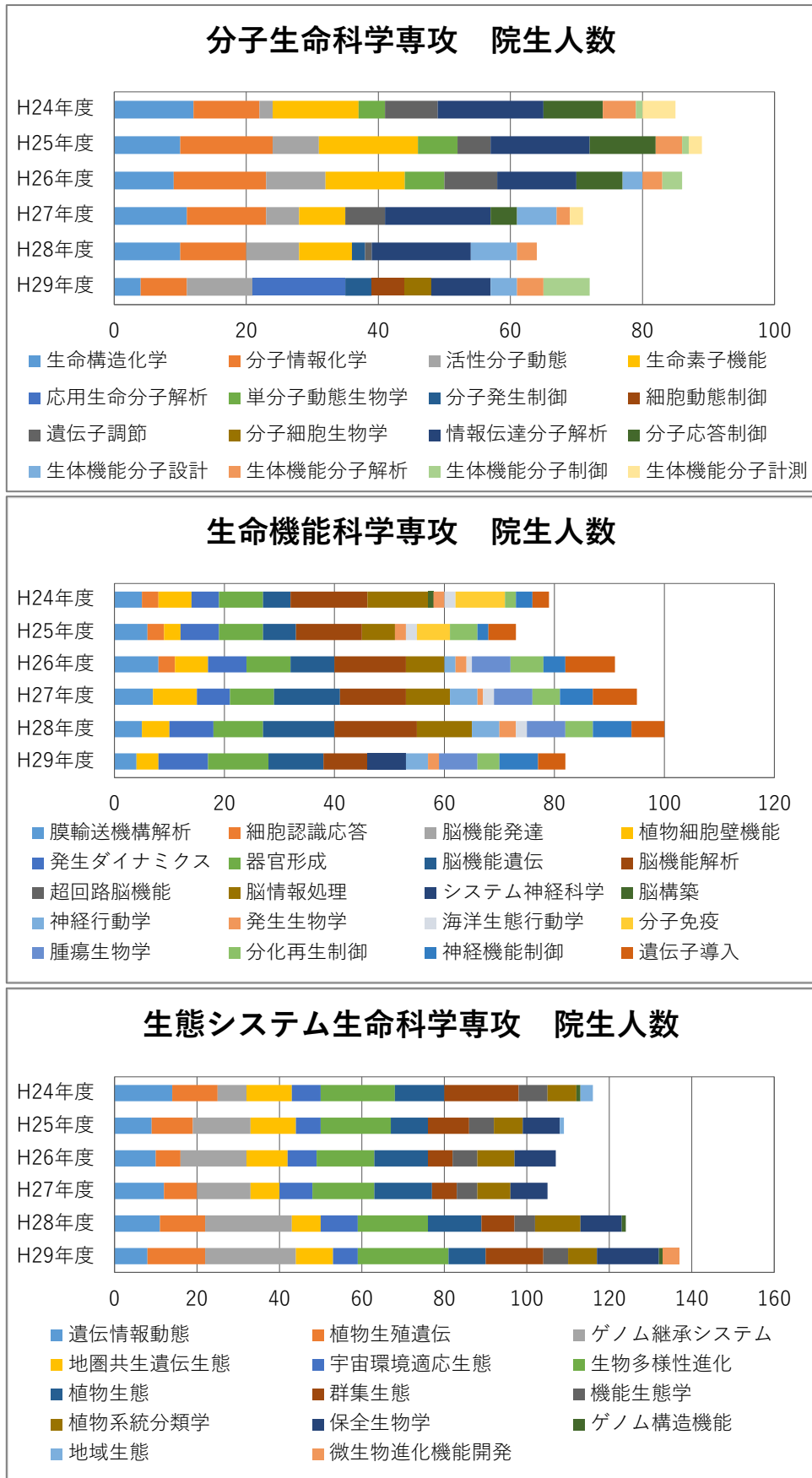
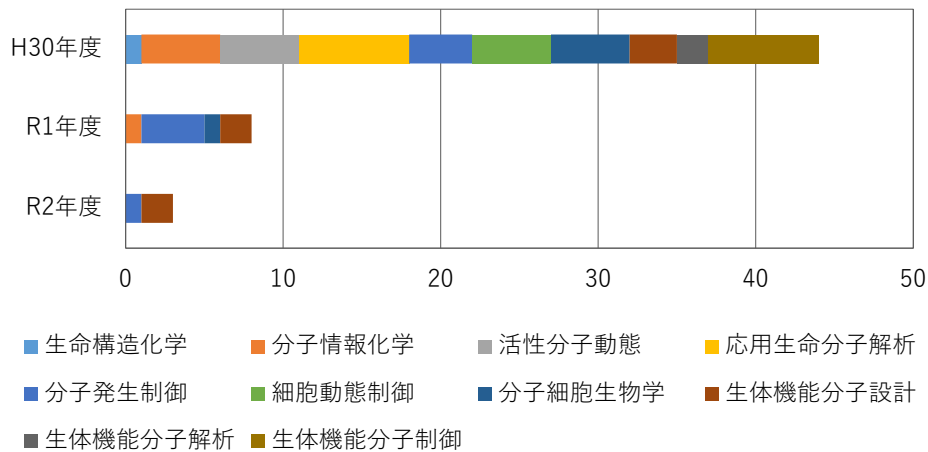


図 3-6-1 専攻・分野別の大学院生数推移 (改組前)

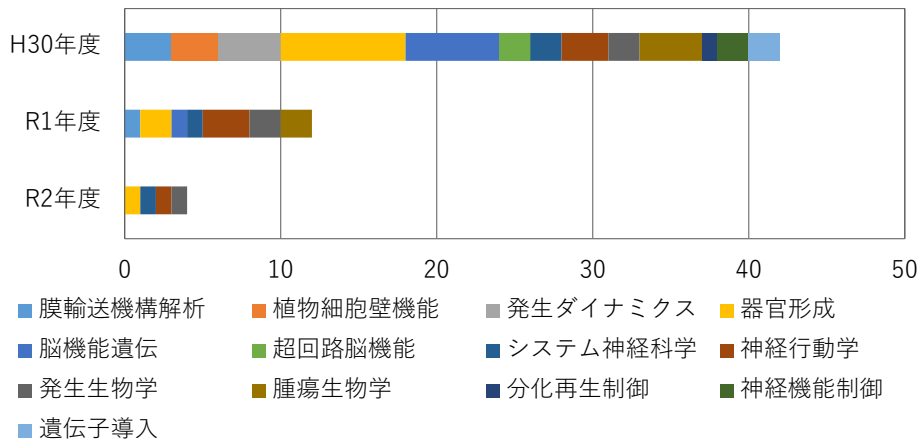
(A) 分子生命科学専攻、(B) 生命機能科学専攻、(C) 生態システム生命科学専攻



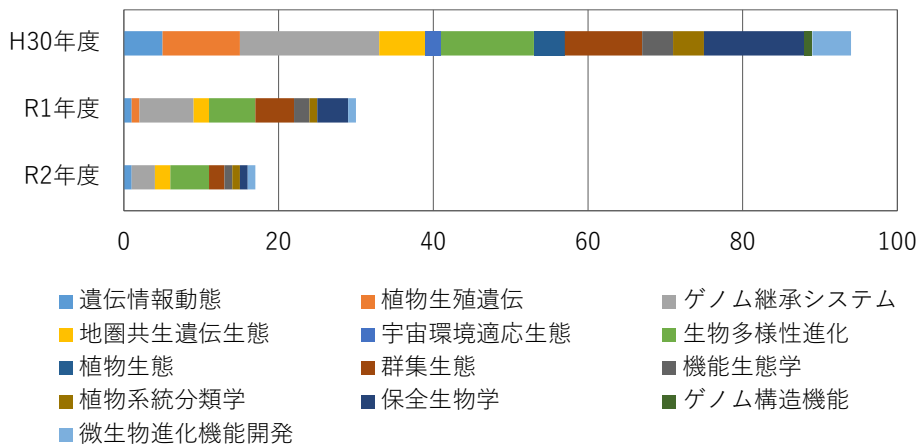
### 分子生命科学専攻 院生人数



### 生命機能科学専攻 院生人数



### 生態システム生命科学専攻 院生人数



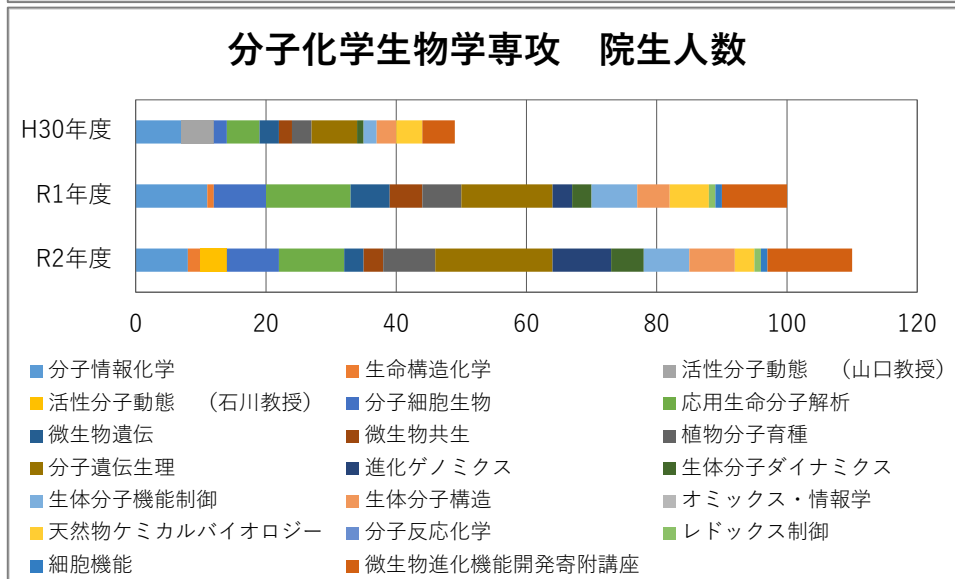
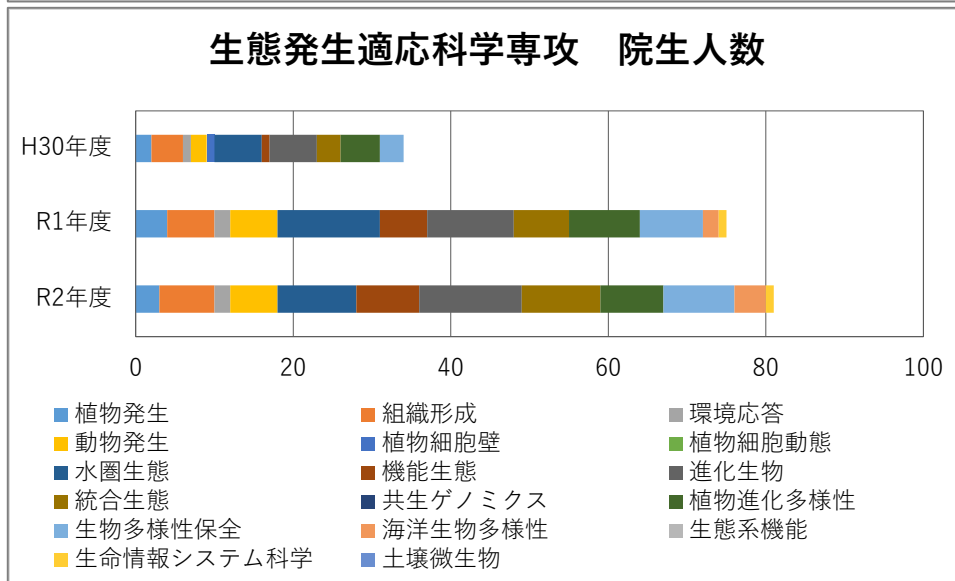
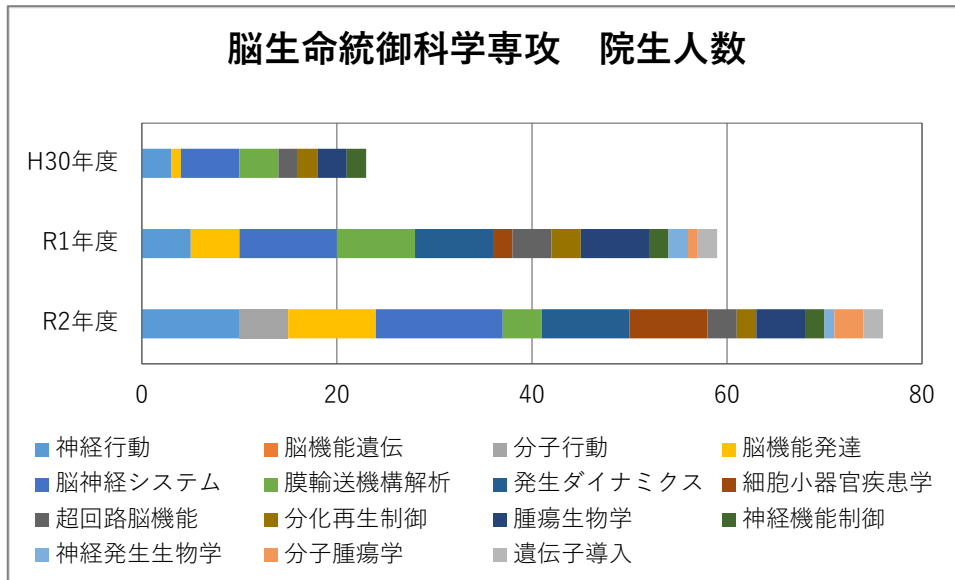


図 3-6-2 専攻・分野別の大学院生数推移 (改組後)

(A) 分子生命科学専攻、(B) 生命機能科学専攻、(C) 生態システム生命科学専攻  
 (D) 脳生命統御科学専攻、(E) 生態発生適応科学専攻、(F) 分子化学生物学専攻

### 3-7. 外国人留学生の総数

平成24年度(2012年)～令和2年度(2020年)の外国人留学生在籍数を表3-7-1に示した。平成13年度(2001年)～17年度(2005年)の5年間についてみると、1年間に在籍した外国人留学生は博士前期課程で平均3.4人、後期課程で8.8人であったのに対し、平成18年度(2006年)～23年度(2011年)の6年間では年間それぞれ6.0人、10.8人に増加した。平成24年度(2012年)～令和2年度(2020年)の9年間では年間それぞれ14.8人、21.4人となり、前期課程、後期課程共に大幅に増加した。

表3-7-1 外国人留学生在籍数、留学生の年次、専攻、前期、後期、国費、私費ごとの分布

		前期課程		後期課程			国費	私費	
		1年	2年	1年	2年	3年		政府派遣	その他
H24年度	分子		2(1)	1	3(1)	1	1	5(2)	
	生命	1	2(2)	1(1)	1	1	2	5(4)	
	生態	1	2(2)	2(1)	3(1)	3	2	9(3)	
H25年度	分子	1	2(1)		2(1)	3(1)		7(3)	
	生命		1	2(2)	1(1)	1	2(1)	4(3)	
	生態		3(2)	1	4(3)	5(1)	3(1)	9(4)	
H26年度	分子	1(1)	1		1(1)	1		4(2)	
	生命	2(1)		4(1)	2(2)	2	4(2)	6(2)	
	生態	4(1)	2(2)	3(1)	3(2)	6(2)	5(2)	10(4)	
H27年度	分子								
	生命	1	2(1)	2	3	4(3)	4(2)	8(2)	
	生態	3(2)	2(1)	4(2)	4(1)	3(2)	6(3)	7(4)	
H28年度	分子	1(1)		1(1)			1(1)	1(1)	
	生命	2(1)	1	3(1)	2	3	3	7(2)	
	生態	4(2)	3(2)	2(1)	4(2)	5(1)	8(4)	8(4)	
H29年度	分子	3(2)	1(1)	3(2)	1(1)		3(2)	4(3)	
	生命	1	2(1)	2	3(1)	3	4	5(2)	
	生態	5(4)	5(2)	6(3)	2(1)	6(2)	11(6)	12(6)	
H30年度	分子		3(2)		3(2)		2(1)	3(2)	
	生命		1		2	3(1)	1	3(1)	
	生態		5(4)	2	6(3)	3(2)	10(6)	6(4)	
	脳生命	2(2)					1(1)	1(1)	
	生態発生	4(2)		3(2)			3(2)	4(2)	
	分子化学	2(2)		1(1)			2(2)	1(1)	
R1年度	分子					3(2)	2(1)	1	
	生命					3		3(1)	
	生態		1(1)	2(2)	2(1)	6(3)	9(5)	2(2)	
	脳生命	5(1)	2(2)	1				7(2)	
	生態発生	6(3)	4(2)	2(1)	3(2)			12(6)	
	分子化学	5(3)	2(2)	4(3)	1(1)			8(5)	
R2年度	分子					1		1	
	生命					1		1	
	生態					1	2(1)		
	脳生命	2(1)	5(1)	1(1)			1(1)	7(2)	
	生態発生	5(1)	7(3)		2(1)	3(2)	3(2)	14(5)	
	分子化学	6(3)	5(3)	3(2)	7(5)	1(1)	7(7)	15(5)	

※( )は女子数で内数

### 3-8. 学位取得状況

本研究科改組前平成 24 年度（2012 年）～29 年度（2017 年）の学位取得状況を図 3-8-1 に、改組後の平成 30 年度（2018 年）～令和 2 年度（2020 年）までの学位取得状況を図 3-8-2 にまとめた。博士前期課程については、修士論文提出後に最終試験として口頭発表を行わせ、審査員の教員の投票により、採点を行っている。後期課程進学希望者については、同時に進学可否の判定を投票によって諮っている。平成 24 年度（2012 年）～令和 2 年度（2020 年）についても、大半の前期課程大学院生が規定年数内に学位を取得できている。博士後期課程の修了に際しては、さらに質疑、審査の充実を図り、5 名以上の審査員により判定を行っている。そして博士授与の資格として、改組前はレフェリー付き国際誌に少なくとも 1 報、筆頭著者論文を公表していることを条件としていたが、改組後はレフェリー付きの雑誌に少なくとも 1 報、筆頭著者論文を公表していることに条件を変更している。博士の規定年数内取得率について、改組前は 60%前後で推移していたが、改組後は上昇し、令和 2 年度は 70%以上が規定内で学位を取得している。

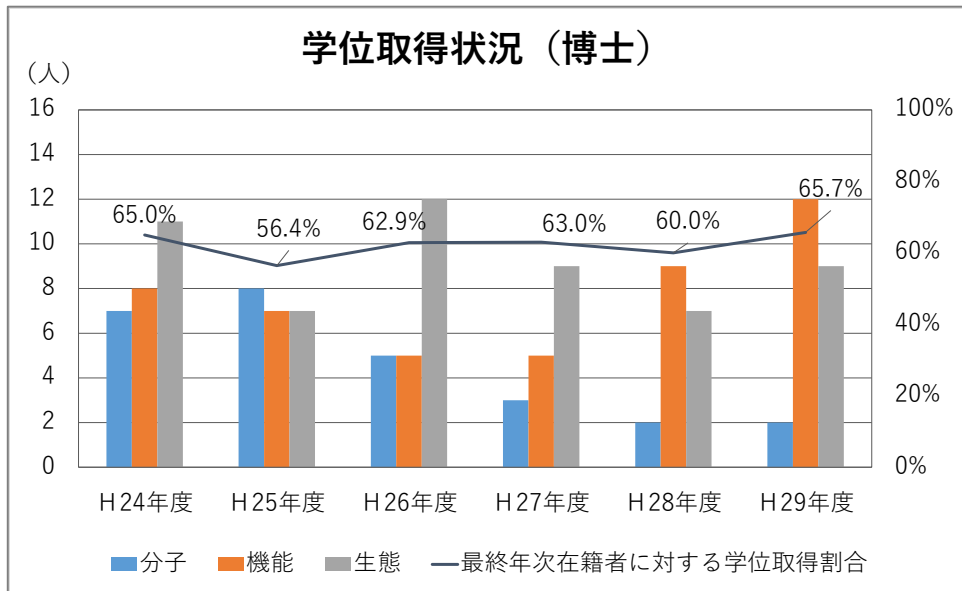
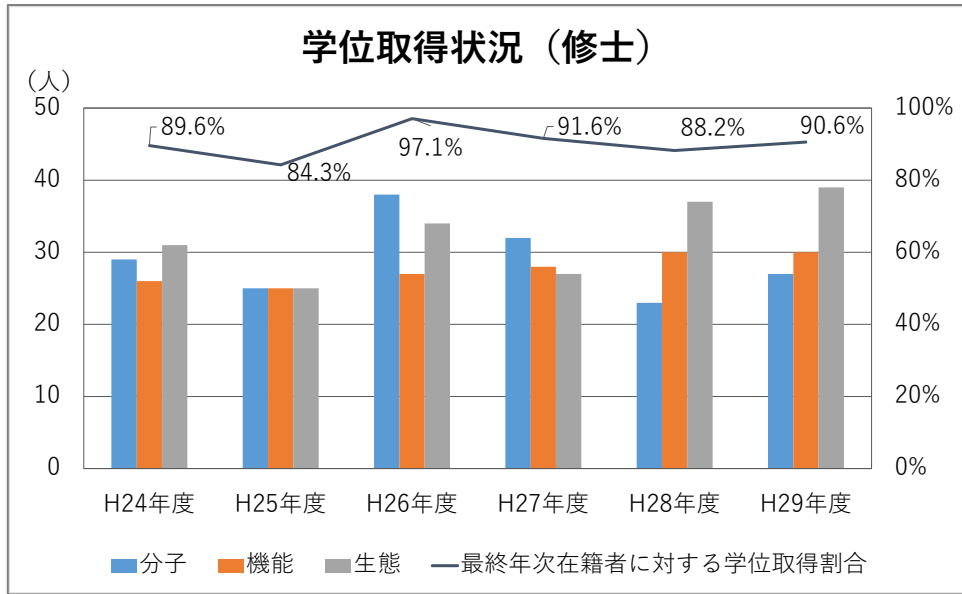


図 3-8-1 改組前の規定年数内学位取得者の割合の年次推移

博士前期課程と博士後期課程それぞれについて在籍数を専攻ごとに棒グラフにて、また研究科全体での規定年数内学位授与割合を示す。

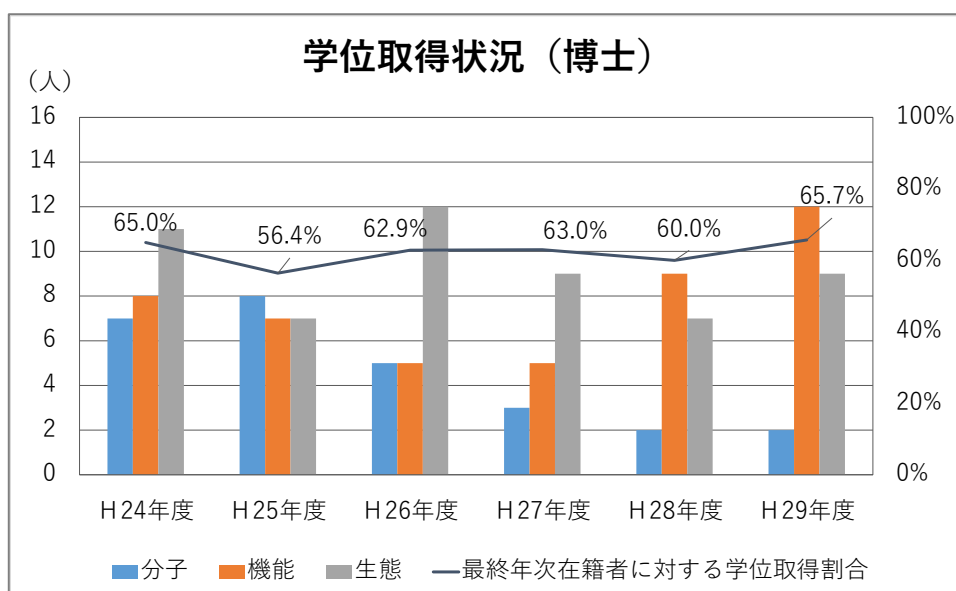
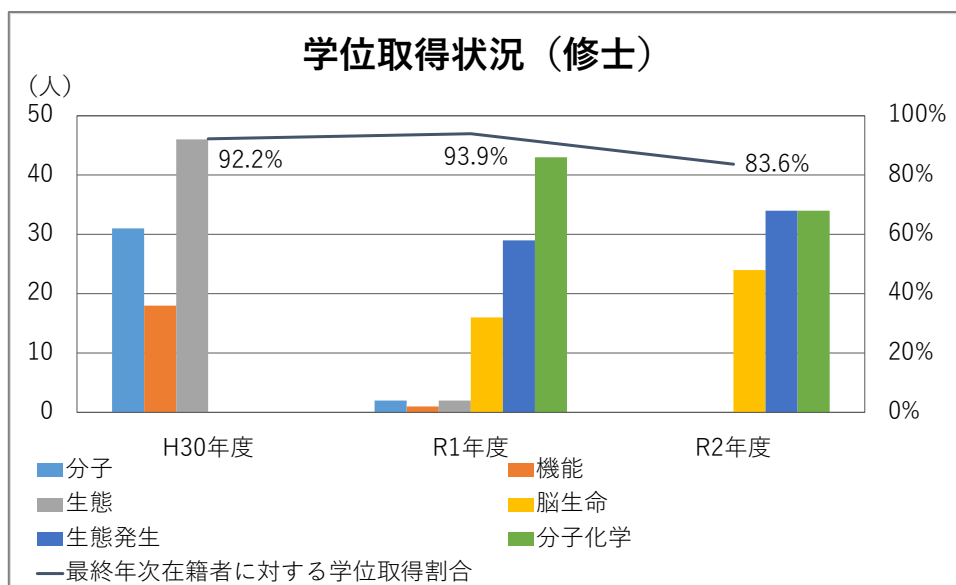


図 3-8-2 改組後の規定年数内学位取得者の割合の年次推移

博士前期課程と博士後期課程それぞれについて在籍数を専攻ごとに棒グラフにて、また研究科全体での規定年数内学位授与割合を示す。

### 3-9. 大学院教育の活動状況

大学院生の学会発表件数のまとめを図 3-9-1 に示す。平成 24 年度（2012 年）～令和 2 年度（2020 年）の 9 年間で最も発表件数の少なかったのは令和 2 年度（2020 年）の 134 件、最多は平成 29 年度（2017 年）の 231 件であった。令和元年度（2019 年）から令和 2 年度（2020 年）にかけては新型コロナウイルス感染症の影響により、多数の学会が中止となったためであり、そのような突発的な事態を除いては定常的に高いレベルを維持できていることを意味する。

図 3-9-2 は大学院生による執筆論文件数のまとめである。平成 24 年度（2012 年）～令和 2 年度（2020 年）の 9 年間のうち、1 年当たりの発表件数がもっとも少なかったのは平成 27 年度（2015 年）の 51 件、最大は平成 24 年度（2012 年）の 82 件であり、これまで本研究科の歴史の中で最高の 88 件だった平成 22 年（2010 年）と比較しても遜色のないレベルとなっている。

論文執筆や学会発表では、研究内容の質は勿論、プレゼンテーション能力、とりわけ英語力が問われる。そこで英語によるプレゼンテーション能力向上を目指し、平成 28 年度（2016 年）～平成 30 年度（2018 年）にわたって、医学系研究科、知の創出センターと連携し英語集中セミナーを行った。

表 3-9-1 は、平成 24 年度（2012 年）～令和 2 年度（2020 年）の大学院生の受賞一覧である、この間、1 年に平均で 13 件の受賞があり、これは研究科創設から順調に増加している。

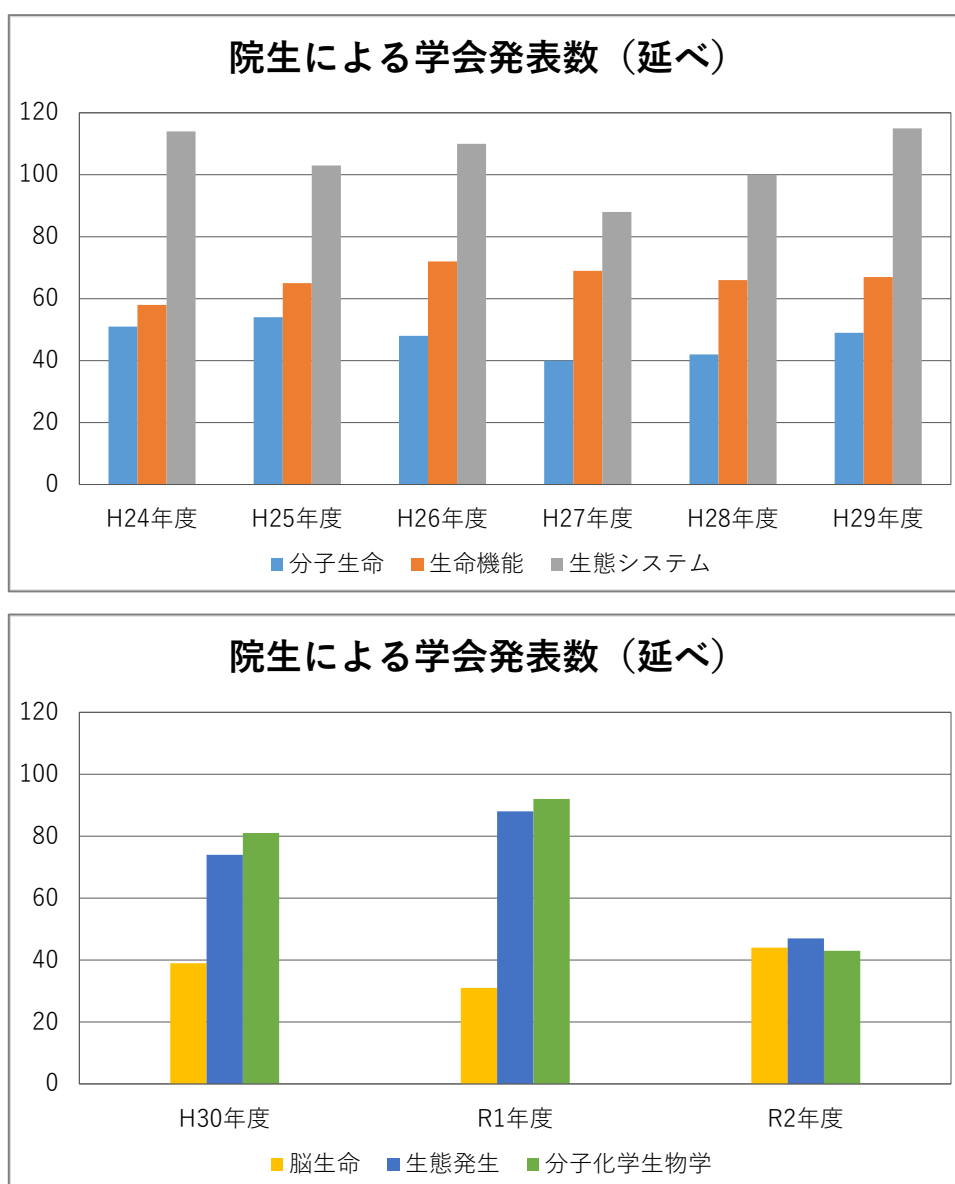


図 3-9-1 大学院生による学会発表件数の専攻別年次推移

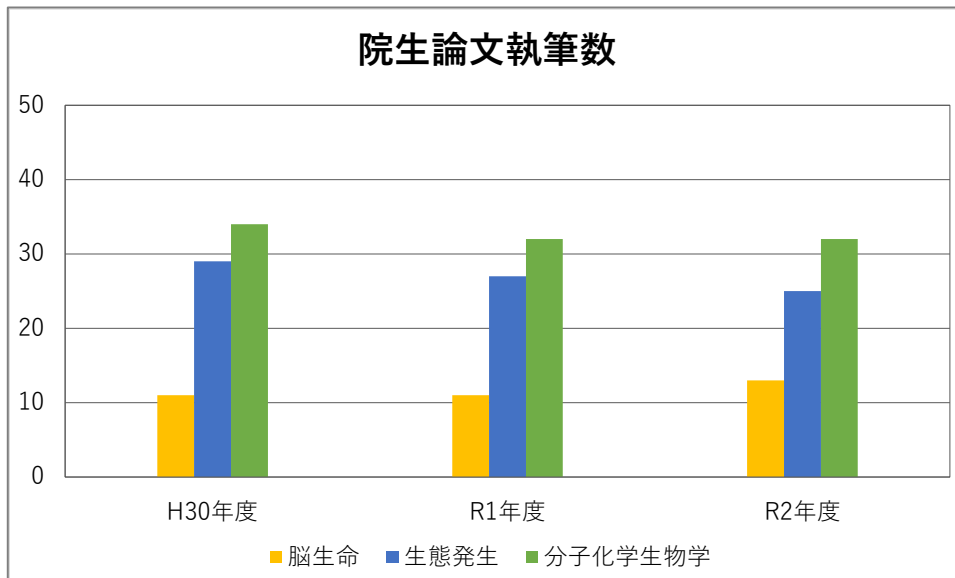
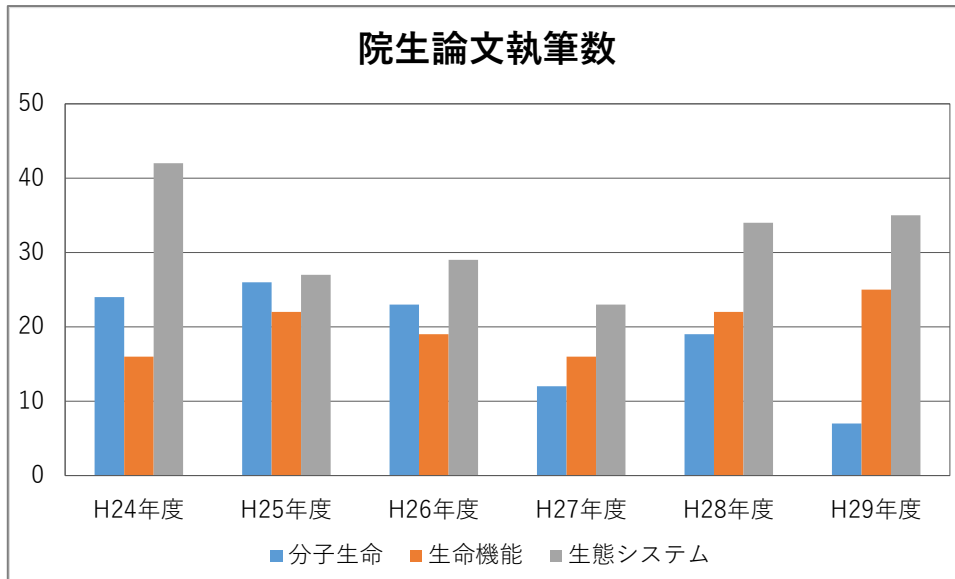


図 3-9-2 大学院生の発表論文数の専攻別年次推移



表3-9-1 大学院生の受賞一覧

年度	分野	学生氏名	受賞内容	受賞年月
2012	分子応答制御	金 東煜	公益財団法人日本科学協会 平成24年度 笹川科学研究助成	2012年4月
	分子応答制御	國廣 俊太	財団法人斎藤報恩会 平成24年度 学術研究助成	2012年4月
	植物生殖遺伝	林 里沙	平成24年度 笹川科学研究助成	2012年4月
	生命構造化学	石貝 和也	日本化学会第92春季年会 学生講演賞	2012年4月
	生命構造化学	石貝 和也	第23回万有仙台シンポジウム ベストポスター賞	2012年6月
	遺伝情報動態	永山 浩史	環境バイオテクノロジー学会2012年度大会 優秀ポスター賞	2012年6月
	膜輸送機構解析	小林 穂高	第3回新学術領域研究「包括型脳科学研究推進支援ネットワーク」夏のワークショップ 若手優秀発表賞	2012年7月
	脳機能解析	江川 遼	2012年度 包括型脳科学研究推進支援ネットワーク夏のワークショップ 若手優秀発表賞	2012年7月
	膜輸送機構解析	小林 穂高	Cold Spring Harbor Asia Conference Poster award	2012年9月
	ゲノム継承システム	高橋 さやか	日本宇宙生物科学会第26回大会 優秀発表賞	2012年9月
	ゲノム継承システム	山田 道子	日本宇宙生物科学会第26回大会 優秀発表賞	2012年9月
	地圏共生遺伝生態	按田 瑞恵	植物微生物研究会学生 優秀発表賞	2012年9月
	生命素子機能	安保 博仁	第6回東北糖鎖研究会みちのく糖鎖 ポスター賞	2012年10月
	植物生殖遺伝	大坂 正明	日本育種学会 第122回講演会 優秀発表賞	2012年10月
	生命構造化学	石貝 和也	第102回有機合成シンポジウム 優秀ポスター賞	2012年11月
	膜輸送機構解析	石田 森衛	鈴木紘一メモリアル賞	2012年12月
	植物生殖遺伝	大坂 正明	第20回日本育種学会中部地区談話会・優秀発表賞	2012年12月
	生物多様性進化	須田 亜也子	日本生態学会優秀ポスター賞	2013年3月
	群集生態	森井 悠太	日本生態学会ポスター賞	2013年3月
	群集生態	オウワンリン	生態学会論文賞	2013年3月

年度	分野	学生氏名	受賞内容	受賞年月
2012	群集生態	風間 健宏	日本プランクトン学会論文賞	2013年3月
2013	器官形成	神山 菜美子	DGD奨励賞 (DGD young investigator paper award 2013)	2013年5月
	生物多様性進化	若狭 甫	日本進化学会優秀ポスター賞	2013年8月
	生命素子機能	小川 紗也加	第7回東北糖鎖研究会みちのく糖鎖ポスター賞	2013年9月
	宇宙環境適応生態	金 慧正	日本宇宙生物科学会第27 回大会優秀発表賞	2013年9月
	生命構造化学	廣田 一晃	化学系学協会東北大会及び日本化学会東北支部70周年記念国際会議優秀ポスター賞	2013年9月
	生命構造化学	武藤 崇史	化学系学協会東北大会及び日本化学会東北支部70周年記念国際会議優秀ポスター賞	2013年9月
	宇宙環境適応生態	岩田 悟	植物化学調節学会第48 回大会 ポスター賞	2013年11月
	活性分子動態	浅見 慶	植物化学調節学会第48 回大会 ポスター賞	2013年11月
	地圏共生遺伝生態	森内 真人	微生物生態学会 最優秀ポスター賞会賞	2013年11月
	膜輸送機構解析	小林 穂高	The American Society for Cell Biology Travel award	2013年12月
	機能生態学	山口 大輔	生態適応シンポジウム2014「東北のグリーン復興を流域から考える」サラヤ賞	2014年2月
	機能生態学	今野 晋太郎	日本生態学会 最優秀ポスター賞	2014年3月
	生物多様性進化	赤司 寛志	2014 日本生態学会第61回大会, 優秀ポスター賞	2014年3月
生物多様性進化	岩瀬 祐也	日本生態学会 優秀ポスター賞	2014年3月	
2014	遺伝子導入	田澤 樹乃	第35回日本再生炎症学会, ポスター発表優秀演題発表賞	2014年7月
	膜輸送機構解析	石田 森衛	IPCC 2014: XXII International Pigment Cell Conference Travel Award	2014年9月
	膜輸送機構解析	石田 森衛	日本色素細胞学会 奨励賞	2014年9月
	膜輸送機構解析	荒井 沙希	第86 回日本生化学会大会 若手優秀発表賞	2014年10月
	活性分子動態	田中 海	植物化学調節学会第49 回大会 ポスター賞	2014年10月

年度	分野	学生氏名	受賞内容	受賞年月
2014	宇宙環境適応	金 慧正	10th Asian Microgravity Symposium Best Student Award	2014年10月
	遺伝情報動態	佐藤 拓哉	環境微生物系学会合同大会2014・優秀ポスター賞	2014年10月
	遺伝子導入	木村 俊文	第87回日本生化学会大会, 若手優秀発表賞	2014年10月
	脳機能解析	細島 頌子	東北日本生理科学 奨励賞	2014年12月
	植物生態	岡 千尋	第62回日本生態学会ポスター賞	2015年3月
	植物系統分類学	木村 拓真	日本植物分類学会第14回大会 口頭発表賞	2015年3月
2015	分子情報化学	高橋 大輝	日本ケミカルバイオロジー学会 第10回年回 ポスター賞	2015年6月
	生物多様性進化	玉手 智史	日本進化学会第17回大会 最優秀学生ポスター発表賞	2015年8月
	ゲノム継承システム	中村 咲耶	日本宇宙生物科学会 第29回大会 最優秀発表賞	2015年9月
	脳機能解析	阿部 健太	FAOPS2015, Young Scientist Award	2015年9月
	地圏共生遺伝生態	金原 一真	生命医薬情報学連合大会2015年度大会 ポスター賞	2015年10月
	活性分子動態	小野塚 祐太	植物化学調節学会 第50回記念大会 優秀発表賞	2015年10月
	脳機能解析	Mohammad Razuanul Hoque	2015年東北日本生理科学奨励賞	2015年10月
	植物細胞壁機能	九鬼 寛明	東北植物学会 大会発表賞受賞	2015年12月
2016	活性分子動態	小野塚 祐太	2016 IPGSA Meeting (22nd International Conference on Plant Growth Substances), Toronto, Canada ポスター賞	2016年6月
	情報伝達分子解析	西村 亮祐	第56回生命科学夏の学校のポスターセッション 優秀賞および最優秀デザイン賞	2016年8月
	海洋生態行動学	岡本 尚子	2016年日本ベントス学会大会 学生優秀発表賞 (ポスター発表)	2016年9月
	ゲノム継承システム	日下部 翔平	植物微生物研究会第26回研究交流会 学生優秀発表賞	2016年9月
	地圏共生遺伝生態	高橋 智子	植物微生物研究会第26回研究交流会 学生優秀発表賞	2016年9月
	ゲノム継承システム	伊坂 瑠莉	第62回日本宇宙航空環境医学会大会日本宇宙生物科学会第30回大会合同大会 大会アワード	2016年10月

年度	分野	学生氏名	受賞内容	受賞年月
2016	群集生態	時田 紘太郎	生態学会地区会 優秀発表賞	2016年10月
	群集生態	柳沼 康平	日本陸水学会第81回大会 優秀ポスター発表賞	2016年11月
	生体機能分子解析	御子柴 直紀	第54回日本生物物理学会年会 学生発表賞	2016年11月
	生体機能分子設計	太宰 結	第39回日本分子生物学会年会 優秀ポスター賞	2016年12月
	器官形成	江川 史朗	日本古生物学会第166回例会 優秀ポスター賞	2017年1月
	膜輸送機構解析	小口 舞	Excellent Poster Award The 2017 Japan-NIH joint Symposium on Advances in Biomedical Research and Disease (Sendai)	2017年2月
	発生ダイナミクス	津山 研二	東北大学大学院 理学・生命科学 2 研究科合同シンポジウム 優秀ショートプレゼンテーション賞	2017年2月
	膜輸送機構解析	石田 森衛	第33回井上研究奨励賞 公益財団法人 井上科学振興財団	2017年2月
	生体機能分子設計	金村 進吾	東北大学大学院生命科学研究所 生命科学研究会会長賞	2017年2月
	生体機能分子設計	太宰 結	東北大学大学院生命科学研究所 生命科学研究会会長賞	2017年2月
	植物生態	佐々木 春佳	第64回日本生態学会大会 大会ポスター賞 優秀賞	2017年3月
	膜輸送機構解析	本間 悠太	青葉理学振興会賞	2017年3月
	群集生態	風間 健宏	The 64th Annual meeting of the Ecological Society of Japan English Presentation Award/Excelent Award	2017年3月
	膜輸送機構解析	MROZOWSKA, Paulina Sandra	黒田チ力賞	2017年3月
	膜輸送機構解析	MROZOWSKA, Paulina Sandra	平成 2 8 年度 総長賞	2017年3月
	情報伝達分子解析	西村 亮祐	平成 2 8 年度 生命科学研究所長賞	2017年3月
	膜輸送機構解析	丸橋 総史郎	平成 2 8 年度 生命科学研究所長賞	2017年3月
	保全生物学	内田 翔太	平成 2 8 年度 生命科学研究所長賞	2017年3月
	生体機能分子設計	金村 進吾	平成 2 8 年度 生命科学研究所長賞	2017年3月
	膜輸送機構解析	本間 悠太	平成 2 8 年度 生命科学研究所長賞	2017年3月

年度	分野	学生氏名	受賞内容	受賞年月
2016	遺伝情報動態	岸田 康平	平成28年度 生命科学研究所長賞	2017年3月
	ゲノム継承システム	邵 震華	東北大学外国人留学生総長特別奨学生	2017年3月
2017	脳機能遺伝	田中 良弥	Neural Circuits in the Past, Present and Future Poster prize	2017年5月
	生体機能分子設計	平山 千尋	第17回日本蛋白質科学会年会優秀ポスター賞	2017年6月
	生物多様性進化	Pinglin Cao	Annual Meeting of the Society for Molecular Biology and Evolution 2017, Best Poster for Graduate Students	2017年7月
	活性分子動態	安井 令	Tohoku University's Chemistry Summer School 2017 poster award	2017年8月
	遺伝情報動態	田上 諒	環境微生物系学会合同大会2017 優秀ポスター賞	2017年8月
	地圏共生遺伝生態	大竹 遥	環境微生物系学会合同大会2017ポスター賞	2017年8月
	生物多様性進化	佐藤 大気	日本進化学会第19回大会, 優秀ポスター賞	2017年8月
	群集生態	平間 文也	日本陸水学会第82回大会優秀ポスター賞	2017年9月
	群集生態	丸岡 奈津美	日本陸水学会第82回大会優秀ポスター賞	2017年9月
	地圏共生遺伝生態	大竹 遥	植物微生物研究会第27回研究交流会新人賞	2017年9月
	生物多様性進化	佐藤 大気	The 6th IIBMP 生命医薬情報学連合大会 優秀ポスター発表賞	2017年9月
	活性分子動態	安井 令	植物化学調節学会第52回大会ポスター賞	2017年10月
	活性分子動態	鈴木 馨	植物化学調節学会第52回大会ポスター賞	2017年10月
	生命構造化学	川島 悠岐	第32回有機合成化学若手研究者の仙台セミナー賞	2017年11月
	植物細胞壁機能	九鬼 寛明	Taiwan-Japan Plant Biology 2017 Outstanding poster award	2017年11月
	生物多様性進化	上岡 駿宏	2017 ミツバチサミット ポスター賞	2017年11月
保全生物学	山崎 大志	The Third Asian Marine Biology Symposium. Best Student Presentation Award	2017年11月	
分子発生制御	志賀 敏秀	日本育種学会第132回講演会 優秀発表賞	2017年12月	

年度	分野	学生氏名	受賞内容	受賞年月
2017	発生ダイナミクス	津山 研二	第89回日本遺伝学会大会Best Paper賞 (2017年度)	2017年12月
	機能生態学	中村 由紀子	東北植物学会第7回大会優秀発表賞ポスター発表の部	2017年12月
	器官形成	植本 俊明	理学・生命科学研究科合同シンポジウム2018ポスター賞	2018年2月
	保全生物学	香川 理	第65回日本生態学会大会ポスター賞最優秀賞	2018年3月
	脳機能遺伝	田中 良弥	平成29年度 総長賞	2018年3月
	分子情報化学	前田 明日香	平成29年度 生命科学研究科長賞	2018年3月
	膜輸送機構解析	小口 舞	平成29年度 生命科学研究科長賞	2018年3月
	保全生物学	小関 丈一郎	平成29年度 生命科学研究科長賞	2018年3月
	生命構造化学	川島 悠岐	平成29年度 生命科学研究科長賞	2018年3月
	脳機能解析	阿部 健太	平成29年度 生命科学研究科長賞	2018年3月
	地圏共生遺伝生態	ARTHUR FERNANDES SIQUEIRA	平成29年度 生命科学研究科長賞	2018年3月
2018	進化生物	金森 駿介	2018 The 8th EAFES Poster Award	2018年4月
	生命構造化学	川島 悠岐	日本化学会第98春季年会 (2018) 学生講演賞	2018年4月
	生物多様性保全	香川 理	日本貝類学会平成30年度大会 学生最優秀発表賞	2018年5月
	生体分子構造	平山 千尋	第18回日本蛋白質科学会年会 優秀ポスター賞	2018年6月
	超回路脳機能	金谷 哲平	第70回日本細胞生物学会/第51回日本発生物学会 合同大会 Development, Growth & Differentiation - Young Investigator Paper Award 2018 (DGD 奨励賞)	2018年6月
	生体分子構造	藤本 拓志	Travel Award for the 2018 FASEB conference on Protein Folding in the Cell	2018年7月
	膜輸送機構解析	朽津 芳彦	第5回ケースウエスタンリザーブ大学・東北大学ジョイントワーク ショップ Best Poster Presentation Award(ポスター賞)	2018年8月
	膜輸送機構解析	村川 直柔	日本筋学会第4回学術大会 優秀発表賞	2018年8月
進化生物	佐藤 大気	日本進化学会第20回大会 学生口頭発表優秀賞	2018年8月	

年度	分野	学生氏名	受賞内容	受賞年月
2018	生体分子構造	平山 千尋	International Symposium on "Proteins; from the cradle to the grave" Nature Structural & Molecular Biology Poster Prize	2018年8月
	微生物共生	今野 勇希	植物微生物研究会 第28回研究交流会 学生ポスター賞	2018年9月
	膜輸送機構解析	朽津 芳彦	生化学若い研究者の会第58回生命科学夏の学校 最優秀発表賞	2018年9月
	分子遺伝生理	Surabhi Sudevan	宇宙生物科学会第32回大会・第15回宇宙環境利用研究日韓合同セミナー 合同国際大会、優秀発表賞	2018年9月
	分子遺伝生理	Yusdar Mustamin	6th Plant Dormancy Symposium 2018, Best Poster Awards	2018年10月
	植物発生	島崎 翔太	植物化学調節学会 第53回大会 ポスター賞	2018年11月
	応用生命分子解析	Agness Lakudzala	22nd Research Dissemination Conference, Best Poster Presentation Award	2018年11月
	分子遺伝生理	中村 咲耶	International Symposium on Photosynthesis and Chloroplast Biogenesis 2018, Best Poster Award	2018年11月
	分子遺伝生理	中村 咲耶	新学術領域研究「オルガネラ・ゾーン」平成30年度若手の会 優秀発表賞	2019年1月
	遺伝子導入	WONG YILI	第151回加齢医学研究所集談会 コンテスト1位	2019年1月
	膜輸送機構解析	衛藤 貴	平成30年度 青葉理学振興会 振興会賞	2019年3月
	植物分子育種	三苫 舞	平成30年度 青葉理学振興会 黒田チカ賞	2019年3月
	膜輸送機構解析	衛藤 貴	平成30年度 総長賞	2019年3月
	応用生命分子解析	橋本 翼	平成30年度 生命科学研究科長賞	2019年3月
	膜輸送機構解析	朽津 芳彦	平成30年度 生命科学研究科長賞	2019年3月
	生物多様性保全	香川 理	平成30年度 生命科学研究科長賞	2019年3月
	生体分子構造	藤本 拓志	平成30年度 生命科学研究科長賞	2019年3月
	膜輸送機構解析	衛藤 貴	平成30年度 生命科学研究科長賞	2019年3月
	生物多様性保全	齊藤 匠	平成30年度 生命科学研究科長賞	2019年3月
	2019	生体分子構造	平山 千尋	第19回日本蛋白質科学会年会 第71回日本細胞生物学会大会 合同年次大会優秀ポスター賞

年度	分野	学生氏名	受賞内容	受賞年月
2019	応用生命分子解析	橋本 翼	第46回生体分子化学討論会 優良ポスター賞	2019年6月
	水圏生態	丸岡 奈津美	Zoological Science Award (動物学会論文賞)	2019年7月
	進化生物	若宮 健	日本進化学会第21回大会 学生ポスター最優秀賞	2019年8月
	発生ダイナミクス	大村 駿	線虫研究の未来を創る会2019 Presentation Award	2019年8月
	応用生命分子解析	弓削多 春貴	第66回トキシシンポジウム 毒素シンポジウム奨励賞	2019年9月
	微生物進化機能開発 寄附講座	仁平 賢	日本微生物生態学会第33回大会 優秀ポスター賞	2019年9月
	細胞小器官疾患学	朽津 芳彦	第18回次世代を担う若手ファーマ・バイオフォーラム2019 最優秀発表賞	2019年9月
	植物発生	Miao Yiling	CSHA meeting 2019, Plant cell and developmental biology Poster Award	2019年11月
	植物発生	秦 有輝	CSHA meeting 2019, Plant cell and developmental biology Poster Award	2019年11月
	進化生物	若宮 健	ミツパチサミット2019 ポスター賞 つくば市長賞	2019年12月
	膜輸送機構解析	丸橋 総史郎	青葉理学振興会賞	2020年3月
	膜輸送機構解析	丸橋 総史郎	令和元年度 東北大学総長賞	2020年3月
	膜輸送機構解析	木下 理子	令和元年度 生命科学研究所科長賞	2020年3月
	組織形成	富士田 壮佑	令和元年度 生命科学研究所科長賞	2020年3月
	植物分子育種	小川 萌菜	令和元年度 生命科学研究所科長賞	2020年3月
	膜輸送機構解析	丸橋 総史郎	令和元年度 生命科学研究所科長賞	2020年3月
2020	生体分子構造	陳 正豪	第3回多元研-台湾科技大ジョイントシンポジウム 優秀ポスター賞	2020年11月
	生体分子構造	平山 千尋	令和2年度多元研発表会 優秀ポスター賞	2020年12月
	進化生物	佐藤 大気	令和2年度 青葉理学振興会賞 振興会賞	2021年3月
	膜輸送機構解析	小口 舞	令和2年度 青葉理学振興会賞 振興会賞	2021年3月



年度	分野	学生氏名	受賞内容	受賞年月
2020	分子細胞生物	二宮 小牧	令和2年度 青葉理学振興会賞 黒田子力賞	2021年3月
	進化生物	佐藤 大気	令和2年度 総長賞	2021年3月
	膜輸送機構解析	大崎 双葉	令和2年度 生命科学研究科長賞	2021年3月
	動物発生	吉田 溪悟	令和2年度 生命科学研究科長賞	2021年3月
	超回路脳機能	小野寺 麻理子	令和2年度 生命科学研究科長賞	2021年3月
	共生ゲノミクス	原 沙和	令和2年度 生命科学研究科長賞	2021年3月
	生体分子構造	ZHANG YUXIA	令和2年度 生命科学研究科長賞	2021年3月

### 3-10. 大学院修了者の進路から見た大学教育の効果

図 3-10-1 には博士前期課程修了者の進路を進学・就職に分けて示した。また、図 3-10-2 は就職先を業種別に分類したものである。例年 20%から 25%程度の修士修了生が進学していたが、令和 2 年度（2020 年）は 30%の修了生が進学するなど、改組によるキャリア教育などの効果が現れ始めたと言える。修了時に進路未定の者の割合はこの令和 3 年度（2021 年）では 5%程度と少ない状況が続いている、また、就職業種の多様化も顕著である。

一方、博士後期課程修了者の進路（表 3-10-1）は、平成 24 年度（2012 年）からはポスドクとなる者の比率が多かったが、令和 2 年度（2020 年）には民間企業への就職した者の割合が最も高くなるなど、学生のキャリアへの意識が変化したことが見て取れる。これは改組後のバイオ人材育成カリキュラムが大きな役割を果たしている。博士のキャリア教育の強化が実を結んだ結果であると言える。

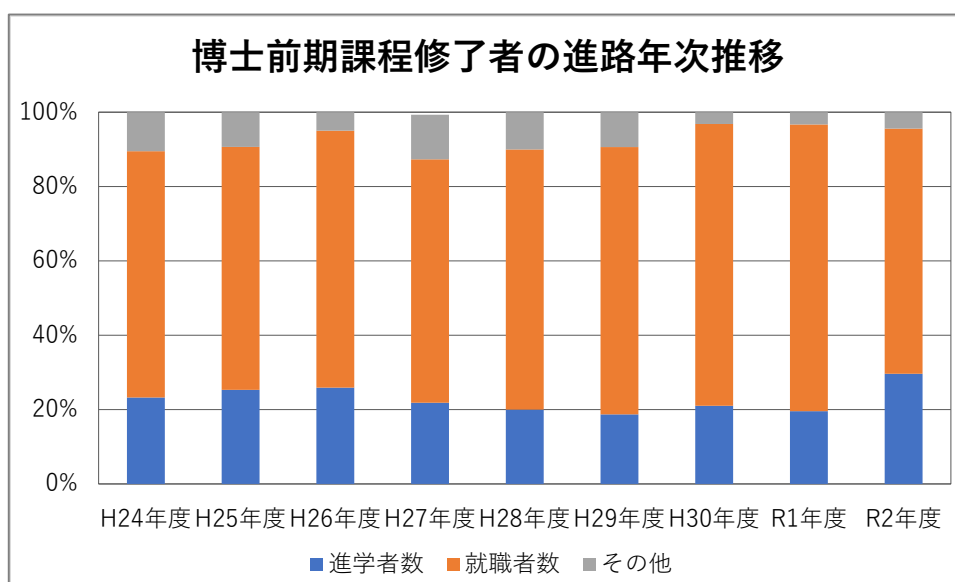


図 3-10-1 博士前期課程修了者の進路年次推移

表 3-10-1 博士後期課程修了者の進路年次推移

	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2
民間企業	6	9	3	2	2	9	8	6	11
大学	3	0	8	4	5	3	0	3	0
研究機関	3	0	4	2	1	5	4	0	3
ポスドク	13	10	3	6	5	5	3	2	10
その他	1	3	4	3	5	1	9	6	2
合計	26	22	22	17	18	23	24	17	26

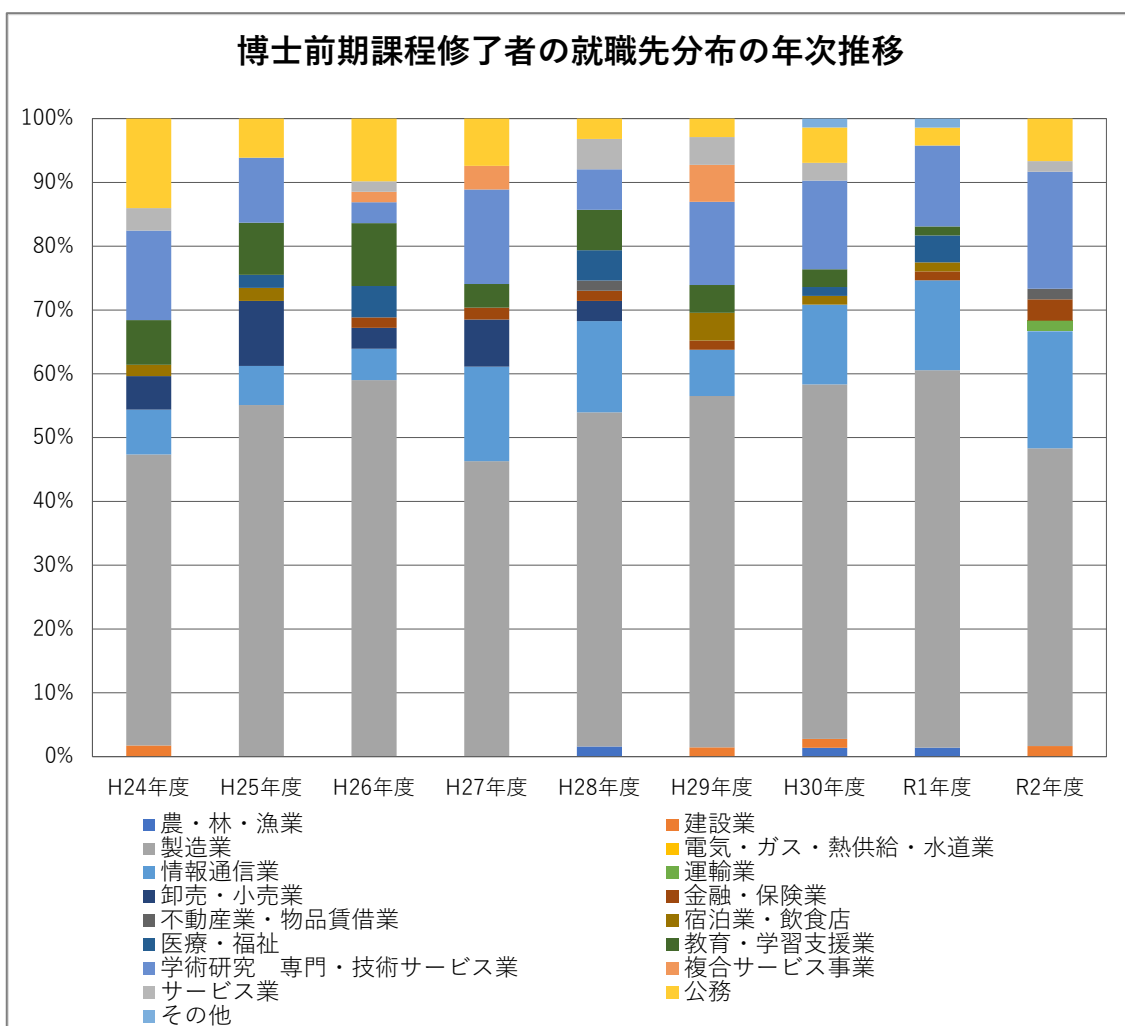


図 3-10-2 博士前期課程修了者の就職先分布の年次推移

### 3-11. 日本学術振興会特別研究員 (DC, PD) の受入と指導

図 3-11-1 は平成 24 年度 (2012 年) ~令和 2 年度 (2020 年) の日本学術振興会特別研究員の受入実績である。平成 24 年度 (2012 年) は受入数のピークとなっており、全学第 1 位に立っていた。その後は平成 24 年 (2012 年) のレベルの採択レベルまでは至っていないが、他の年に関しても全学トップレベルを維持しており、さらなる採択増を目指し、本評価の対象年度外ではあるが、令和 3 年度 (2021 年) には初めて研究科主催の学振セミナーを開催した。

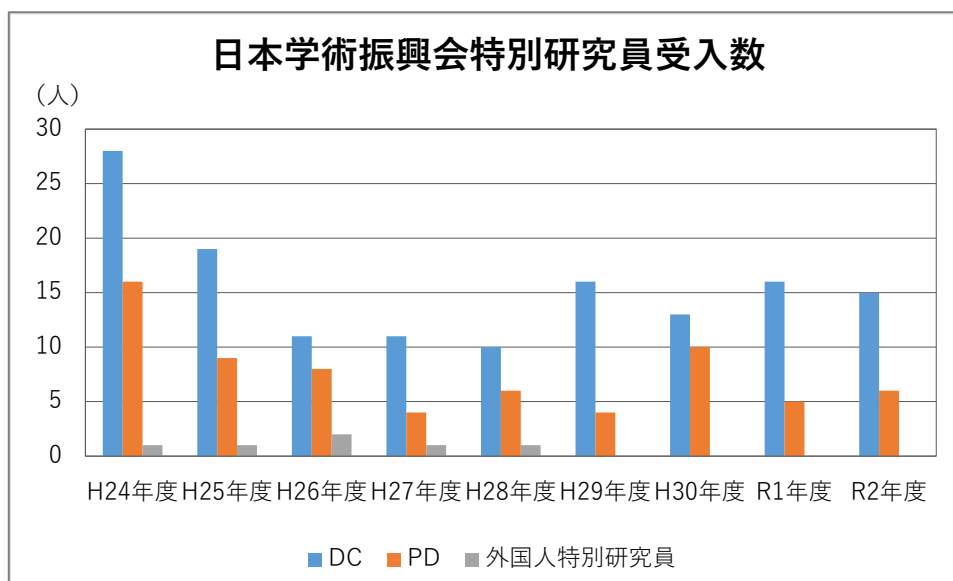


図 3-11-1 日本学術振興会特別研究員受入数の年次推移

### 3-12. TA, RA, 奨学金等の学生支援について

図 3-12-1 は本研究科の日本学生支援機構奨学生数を博士前期課程、後期課程について平成 24 年度（2012 年）～令和 2 年度（2020 年）にわたり、まとめたものである。採否は、入試成績等に基づき研究科が推薦し、全学レベルで調整の上、決定されている。受給者の割合が減少しているように見えるが、このほかにも近年は研究科独自に研究科長裁量経費に基づく支援制度や、TA, RA 経費によるサポートを従来通り継続し、さらに、平成 27 年度（2015 年）からは生命科学（脳科学）国際共同大学院プログラム、平成 29 年度（2017 年）からデータ科学国際共同大学院プログラム、平成 29 年度（2017 年）より未来型医療創造卓越大学院プログラムに本研究科は参画を開始した。そのため、これらに参画している分野では博士後期課程の大学院生に対して同プログラム予算からの RA 経費等の支援が可能になった。こうして令和 2 年度（2020 年）には、何らかの経済的支援を受けている大学院生が、後期課程ではほぼ 8 割となっている。

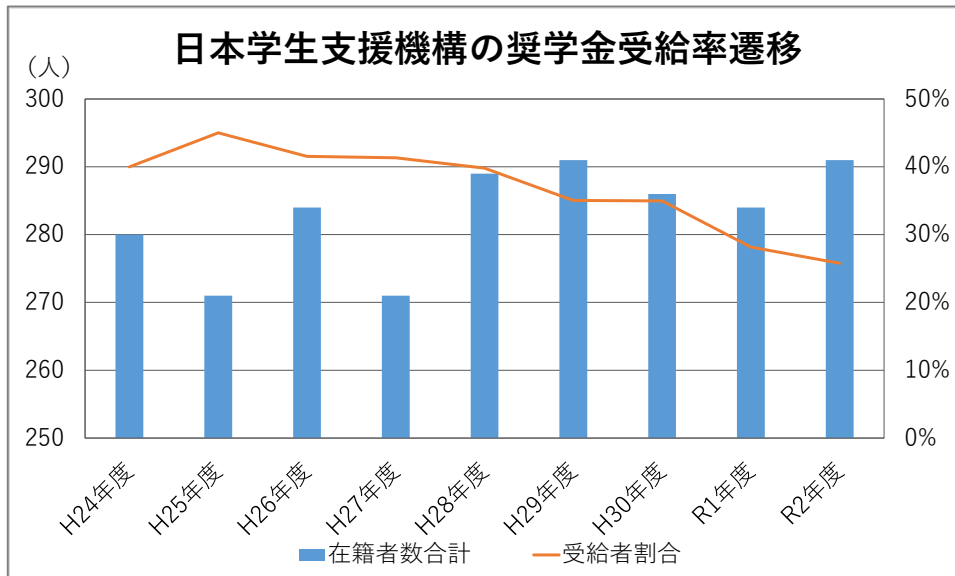


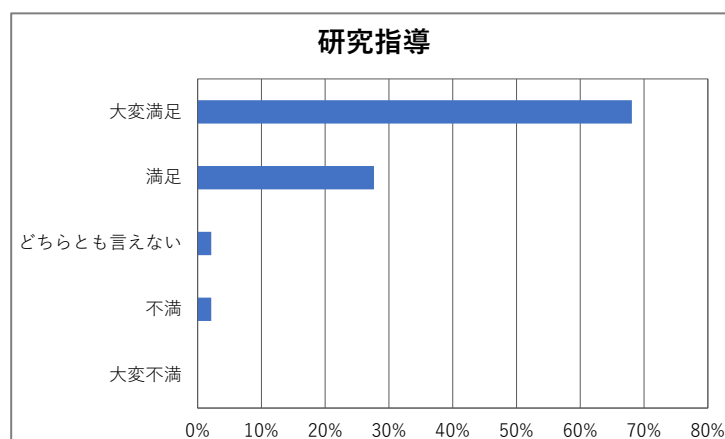
図 3-12-1 日本学生支援機構の奨学金受給率遷移

### 3-13. 広報

本研究科の教育・研究活動については、大学ホームページや研究科の Twitter、教務の Twitter を通じて常時新しい情報の発信に務めている。大学院生には大学のメールアドレスが賦与され、通常の連絡はネットワークを介して行われている。また、入試説明会は令和 2 年度（2020 年）よりオンライン化を開始し、日本全国の学生が旅費の負担なしに説明会に参加できるようにするなど、幅広い受験者層の確保に努めている。

### 3-14. 修了生からの学生アンケート調査

前期 2 年の課程ならびに後期 3 年の課程修了時に、本研究科の研究指導、講義等、施設設備、そして研究科全体を含めた研究科への満足度についてアンケート調査を行っている。図 3-14-1 にその集計を示す。全体的に満足度は高いが、少数の「不満」や「大変不満」を選んだ学生からの意見を参考に改善を進めていく。



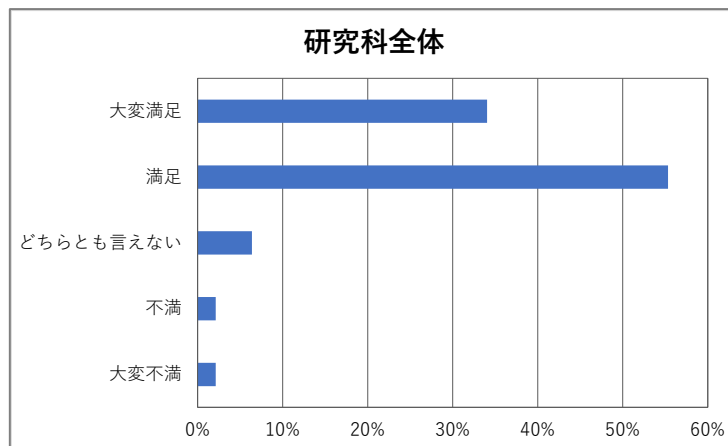
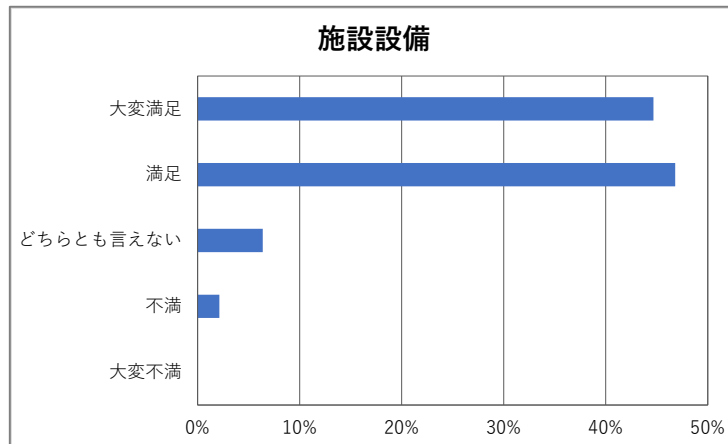
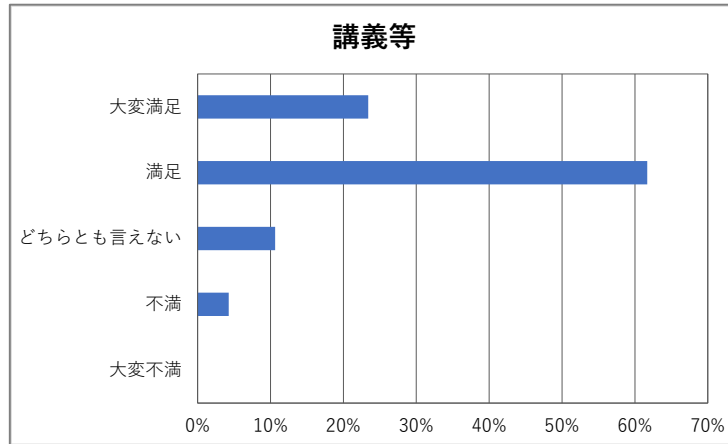


図 3-14-1 学生アンケート調査 令和 2 年度の例  
前期、後期の結果を合わせて算出している。

### 3-15. 教育活動についての自己点検評価

平成 18 年度（2006 年）～23 年度（2011 年）の自己評価において、以下の諸点が課題として挙げられている。まず、これらについて検証しておく。

解決すべき項目1：入学志願者の減少が続いており、平成23年度（2011年）には博士前期課程においても定員割れを起こした。入試制度改革や広報活動をさらに一層、強化する必要がある。なお、評価対象期間以後となる平成25年度（2013年）入試（平成24年（2012年）実施）には自己推薦入試を実施するなど、大幅な制度の変更を行い、博士前期課程の定員充足率は100%に近づく見通しである。博士後期課程については従来から定員割れが続いており、有効な対策を見出さなければならぬ。

現状：自己推薦入試の設立などの様々な入試制度改革により、博士前期課程の定員充足率は例年95%程度を維持している。また、改組後は博士後期課程の充足定員率が年々増加しており、従来と比較し大幅に改善できた。

解決すべき項目2：志願者減に伴い、競争倍率が低下しているため、「学生の質」を高く維持出来ているか懸念される。他学の大学院ではなく本研究科へ、という魅力づくりに一層務める必要がある。

現状：研究科独自の取り組みとして、様々な経済支援やキャリア支援に力を入れており、学生にとっての魅力が増加していることは学生アンケートからも見て取れる。

解決すべき項目3：博士前期課程修了者の就職率に目立った低下は起こっていないものの、就職活動に学生が割く時間とエネルギーは著しく大きくなっている。東京や関西圏の大学と比べて、学生の就職活動には東北の地が不利であることは否めず、支援策を検討する必要がある。また、博士後期課程修了者の就職は従来からより困難であり、キャリアパス支援が必要である。

現状：バイオ人材育成カリキュラムを改組により設立し、キャリア教育、特に博士後期課程へのキャリア教育に力を入れた。そのため令和2年度（2020年）には大幅に博士後期課程学生の企業への就職が増えるなど、大きな効果が出ている。

次に、平成24年度（2012年）～令和2年度（2020年）について、改善された点、解決すべき点を挙げる。

評価される項目1：平成30年度（2018年）に研究科改組を行い、大胆な改革によって専攻を再編し、キャリア教育に力を入れるなど、学生にとっての研究科の魅力が大幅に高まった。

評価される項目2：2つの国際共同大学院プログラムに参画し、RAとしてのサポートの拡充、留学の促進、ジョイントディグリー等の極めて大きな教育効果が得られた。データ科学、生命科学の2つの国際共同大学院プログラムに本研究科の多くの教員が携わり、大学院生はその支援を受けることが出来た。

評価される項目3：「浅虫海洋生物学教育研究センター」が平成23年度（2011年）に文部科学省教育関係共同利用拠点として認定され、その後、第二期、評価機関対象外になるが令和3年度（2021

年)より第三期も教育関係共同利用拠点として認定された。多くの基礎レベル臨海実習及び展開レベル臨海実習等を他大学及び本学の学生に提供し続けており、同センターの臨海実験教育実績は大変高く評価されている。

解決すべき項目1：定員充足率は前期、後期ともに安定的に100%を充たしていないため、入試方法や入試説明会のさらなる改善が求められている(評価年度の対象外となるが、令和4年度(2022年)実施の入試よりオンライン入試を本格的に実施する)。

解決すべき項目2：新型コロナウイルス感染症の流行もあり、従来とは異なる学生生活となり、生活や将来に不安を抱いた学生の増加により、学生相談の件数が増加傾向にあり、学生が安心して就学に取り組めていない事例が散見された。不安を抱えた学生の早期発見と、学生の不安を取り除くため、指導教員との面談に加え、副指導教員制の改正・副指導教員との面談を義務化する対策を検討し、評価対象ではないが令和3年度から面談を義務化し、不安解消に努めている。

解決すべき項目3：最終試験において、一部の審査員の点数に偏りが生じていることが明らかになったため、評価対象ではないが、令和3年度により明確な基準を設け、厳格な運用を行うこととなった。



## 4. 研究活動実績



## 4. 研究活動実績

### 4-1. 研究の理念・目標

研究の理念・目標として「高次生命システムの解明と維持・保全」を謳い、特に専攻横断的に推進すべき課題として、以下の4つを挙げている。

- (1) 高次脳機能を支える神経基盤の構築と動態の研究
- (2) 生体シグナルとセンシングの分子、細胞、個体レベル統御機構の研究
- (3) 環境変動下における高次生命システムの創出・維持・保全の研究
- (4) 高次生命現象の統合的理解のためのゲノム、ポストゲノム研究

### 4-2. 研究実施体制

本研究科は分子生命科学専攻（3講座 12分野）、生命機能科学専攻（4講座 15分野）、生態システム生命科学専攻（5講座 12分野）の3専攻で構成されていたが、平成30年度（2018年）より脳生命統御科学専攻（3講座 14分野）、生態発生機能科学専攻（4講座 14分野）、分子化学生物学専攻（5講座 19分野）の3専攻からなり、教授44名（うち客員教授2名、特任教授1名）、准教授18名（うち客員准教授2名）、講師2名、助教42名を擁する組織へと改組を行った（協力講座、連携講座、寄附講座、協力教員を含み、助教（研究特任など）定員外スタッフを含まない）。令和2年度（2020年）実績）。これらの教員が中心となって、大学院生・ポスドクなどの参加のもと、研究を行っている。研究支援組織はURA1名、事務職員22名（うち常勤職員10名）、技術職員4名、その他の職員58名からなる。

各分野がそれぞれ実験装置、機器などを保有、管理するほか、生命科学プロジェクト総合研究棟1階に設置された最新鋭の共同利用機器（共焦点レーザー顕微鏡、質量分析装置、生体分子間相互作用解析装置等）を活用して研究を推進している。また、令和元年度（2019年）には大坪嘉行准教授が開発した研究科独自の研究機器共用利用促進システム「DeviceFace」の運用を開始し、研究機器の共通利用を強く推し進めている。



図 4-2-1 Device Face の画面

### 4-3. 研究成果（論文・著書等の発表）

図 4-3-1 は 2012 年～2020 年に本研究科の構成員によって発表された原著論文ならびに著書・総説の件数を年次を追って示したものである。（Scopus よりダウンロードしたデータを使用。）論文数は毎年 200 報前後であり、FWCI の平均は 1 を超えている。

図 4-3-2 は専攻毎の論文発表数を示した。各専攻を構成する分野の規模（所属大学院生の数）にほぼ対応した分布となっている。

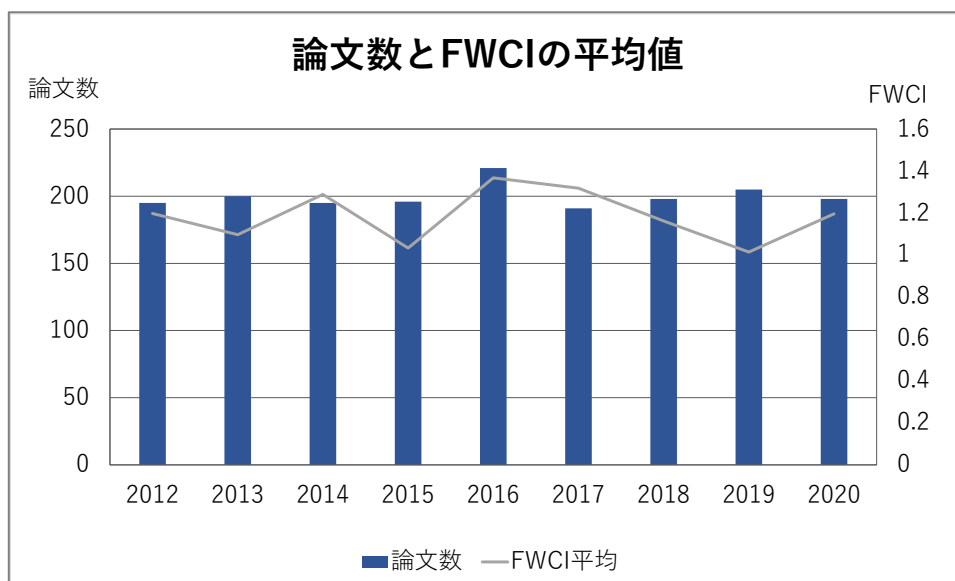


図 4-3-1 教員の発表論文数等の年次推移

論文数には左の目盛り、FWCIは右の目盛りが対応。

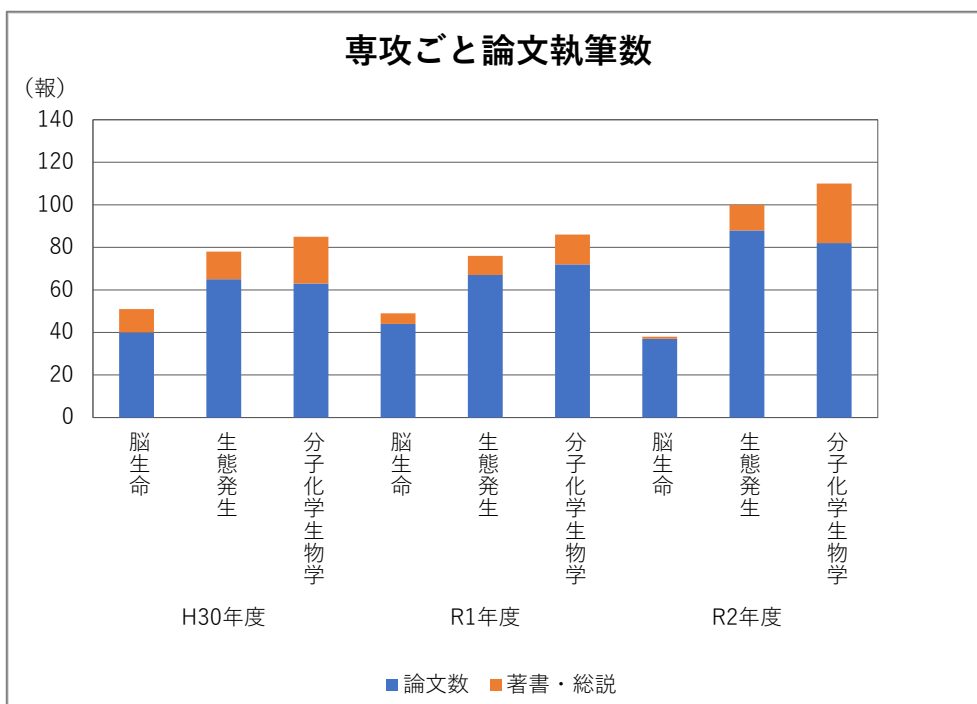
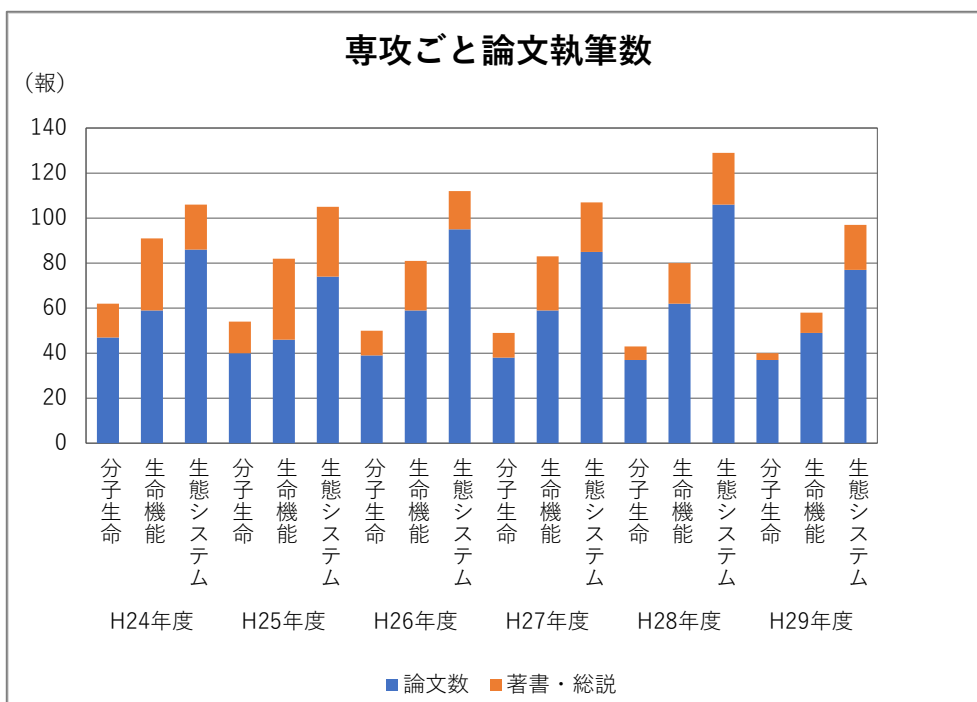


図 4-3-2 専攻別の教員発表論文数年次推移

上の図は改組前の専攻毎、下の図は改組後の専攻毎の年次推移を示す。

#### 4-4. 研究成果（代表的な研究内容）

本評価期間の中から、直近の平成 29 年度（2017 年）から令和 2 年度（2020 年）の研究成果のうち、特に注目される成果を以下に挙げる。

## 脳・神経科学

筒井教授、大原助教、中村助教の研究グループは様々な革新技术を駆使しながらサルや齧歯類を被検体とした動物実験を行って、情動や記憶を生み出している神経系の回路構成とそこで行われている情報処理への理解を深めるとともに、社会行動下でのこころの機微や行動選択とその背景にある神経過程の間の動的関係性の解明を推し進めている。本評価の対象範囲外となるが、筒井教授は令和3年度にムーンショット型研究開発事業目標9：2050年までに、こころの安らぎや活力を増大することで、精神的に豊かで躍動的な社会を実現のコア研究のPM（研究開発プロジェクト名：多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなぐ「自在ホンヤク機」の開発）として採択され、ますますの研究の発展が広く期待されている。また、大原助教は令和3年度にさきがけ「生体多感覚システム」に採択された（研究課題名：情動が制御する側頭葉の感覚ゲーティング機構を探る）。

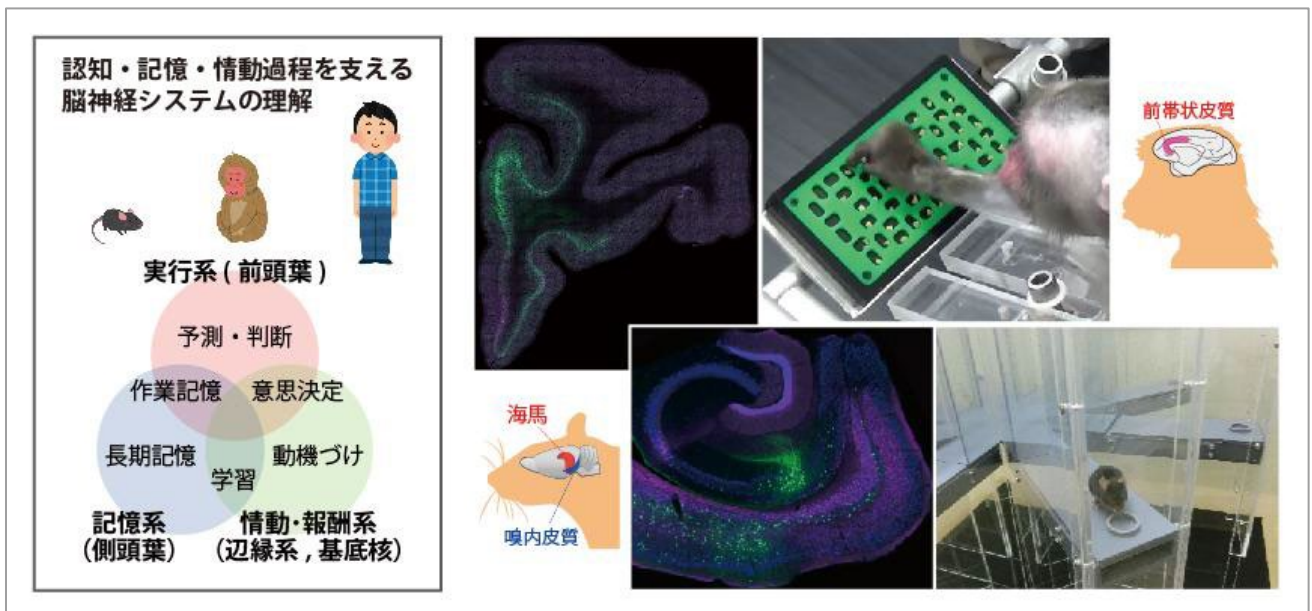


図 4-4-1 脳・神経科学研究（1）

市之瀬助教（兼学際フロンティア）と谷本教授らの研究グループは、ショウジョウバエが複数の匂いの中から学習した匂いを選択し、その匂い源を集中して探索する、「選択」と「集中」が脳内で独立して制御されていることを発見した。「選択と集中」は、日常の様々な局面で重要になる行動様式である一方、誤った選択や過度な集中はリスクが増大するため、効率的な運用には適正な見極め（制御）が欠かせない。この研究成果は、1ミリに満たない微小な脳に潜む効率的に生きるための神経回路の仕組みを解明したもので、2021年1月に Current Biology 誌に掲載された。

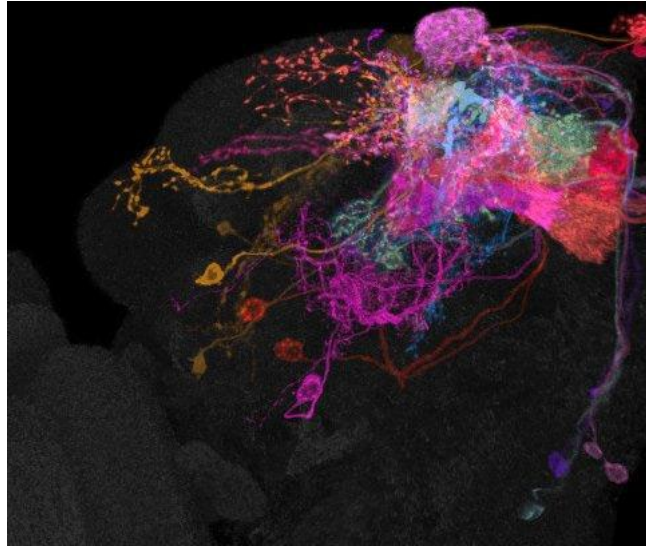


図 4-4-2 学習した匂いの選択と集中を指令する神経細胞群。  
それぞれの細胞が異なる色で示されている。

竹内教授らの研究グループはメダカが親密な異性を好むか否かをオキシトシンが制御していることを解明した。メダカのメスには「そばにいたオス」を目で見て記憶し、そのオスの求愛を積極的に受け入れる傾向がある一方、オスは親密度に関係なくメスに求愛する。オキシトシン遺伝子を壊すと、メスでは好みは消失し、オスでは親密なメスを好むようになる。

メダカの基礎研究から親密な異性への好みや性差を生み出す機構の解明に期待される。研究成果は2020年2月に Proceedings of the National Academy of Sciences 誌に掲載された。

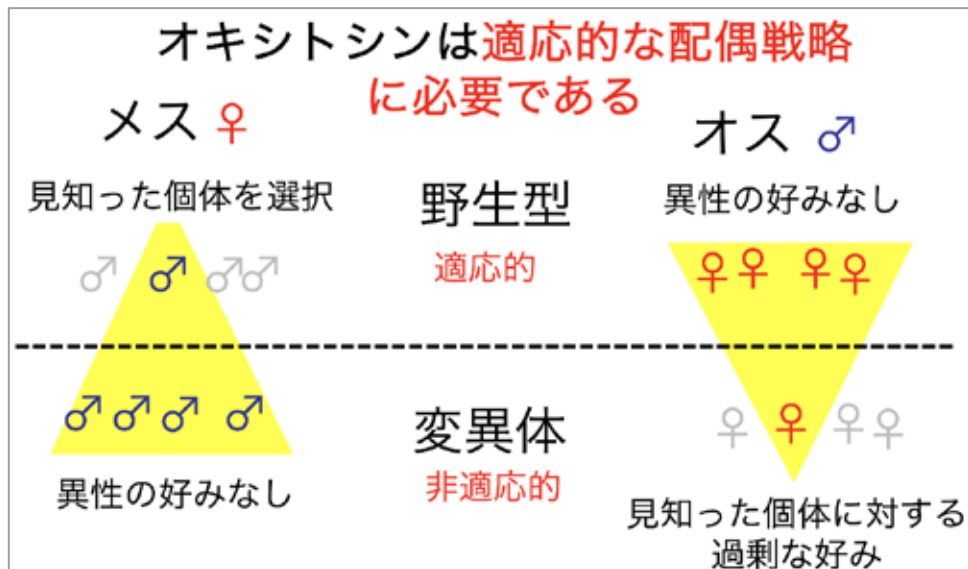


図 4-4-3 脳・神経科学研究 (3)

## 免疫

向井助教と田口教授らの研究グループは COP-I 小胞による STING のゴルジ体から小胞体への逆行性輸送が、STING 経路の不要な活性化を防いでいることを明らかにした。DNA ウイルスに感染すると、自然免疫応答経路の 1 つである STING 経路が活性化し、自然免疫・炎症応答が生じるが、STING の異常な活性化は SAVI や COPA 異常症等の自己炎症性疾患を引き起す。田口教授らは、ウイルス感染時などに産生される STING リガンドはこの機構を阻害することで STING のゴルジ体への蓄積を促していることを発見した。SAVI や COPA 異常症では、この STING の小胞体における局在の維持機構が破綻することで STING が恒常的に活性化してしまっていたことから、STING の活性化阻害剤がこれらの自己炎症性疾患の治療に有用であることが期待される。研究成果は、2021 年 1 月に Nature Communications 誌に掲載された。



図 4-4-4 免疫研究



## 発生・形態形成

梅津助教、倉永教授らのグループは、細胞同士の接着性の違いによって境目が維持されるという、50年以上も前に提案された仮説が正しいことを上皮組織において初めて証明した。土地が区画化されているように、私たちの体の中にある組織も区画化されてる。増殖や変形を繰り返す組織の中できれいな境目を維持することはそうたやすいことではなく、区画間の境目を維持する仕組みについてはこれまで長い論争が続いていた。境界維持の役割を担うのは、免疫細胞において病原体の認識に働く Toll 遺伝子群の一つであった。通常、免疫系でシグナル伝達を受容体として働く Toll 遺伝子群が上皮組織の区画維持の過程においては接着分子として機能していることを明らかにした。静的な物理的性質である細胞間接着性が、細胞が備えている収縮と弛緩という動態と協調する事によって、乱れた組織境界を能動的に真っ直ぐに保つ機構が明らかとなった。

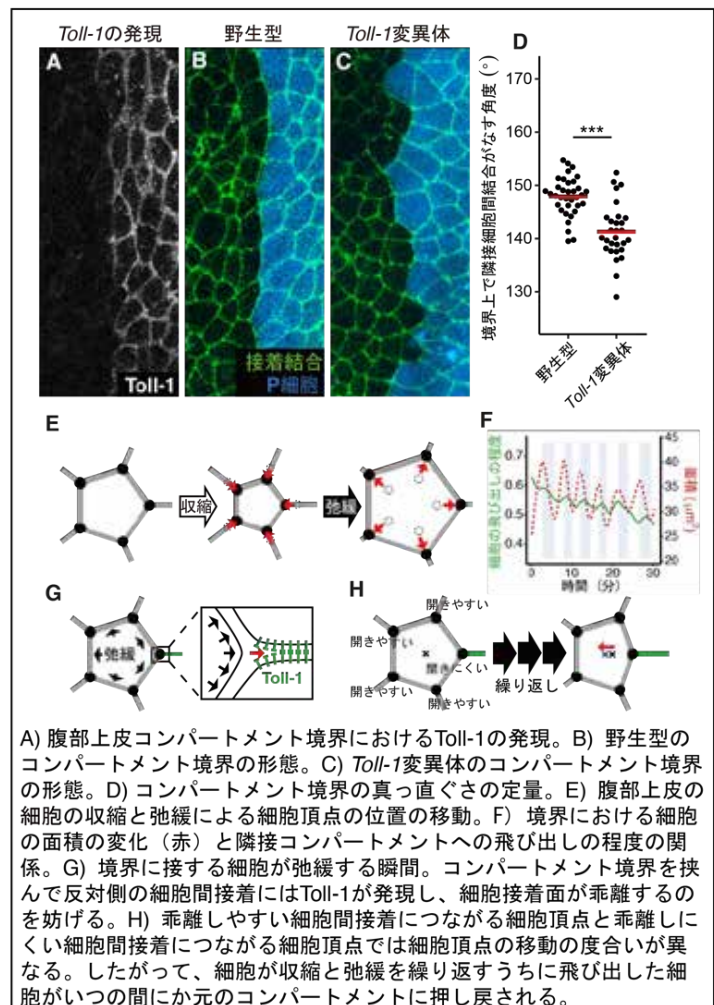


図 4-4-5 発生・形態形成研究

今回の成果は哺乳類でも広く保存される Toll 遺伝子群が多く、組織の形態形成過程で利用されている可能性を示唆する。研究成果は 2020 年 12 月に Nature Communications 誌に掲載された。

## 生態学

近藤教授とクイーンズ大学等が参画する国際共同研究チームは、「ムダの進化」こそが、自然界で競争排除を生じにくくしている要因である可能性を理論的に示した。生物の装飾や求愛行動などの適応的特徴の進化は、その個体にとっては有利でも、種全体の増殖率への貢献は期待できないことから、種の繁栄にとっては、いうなれば「ムダの進化」と捉えることができる。本研究では、これまで生物多様性との関係が省みられることのなかった要因が、種多様性の維持にとって重要であることを明らかにした。本研究結果は2020年7月に Trends in Ecology & Evolution に掲載された。

また、上述の研究成果に加えて近藤教授は総合地球環境学研究所、森林総合研究所との共同研究により、生物多様性を知るための指標として知られていたシャノン・ウィーナー指数 (H') をもとに算出できる3つのD指標を用いることで、食物網の複雑な構造を捉えられることを示した。本研究成果は、生態学分野のトップジャーナルである Ecology Letters 誌に2018年5月に公開された。

さらに生態学における未解決問題であった、複雑な生態系のバランスがいかんして保たれているのかという問いに対して、種間相互作用の強さが生物の量に合わせて変化するマイクロレベルでのルールが、マクロレベルでの生態系のバランスを保つ鍵であることを理論的に示した。この理論的成果をもとに、生態系の成立が理解できるだけでなく、効率的な多様性保全法の開発など応用にも期待される。この成果は「Proceedings of the Royal Society B」に2018年5月に掲載された。

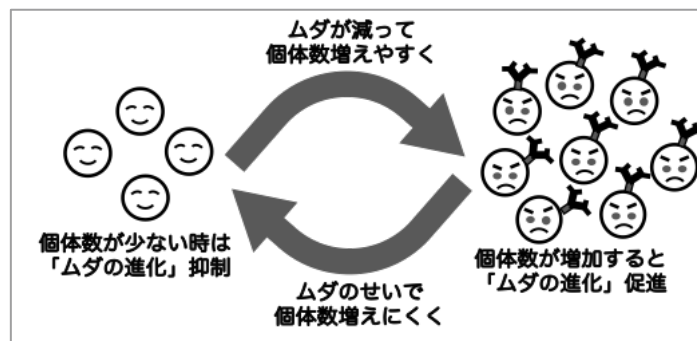


図 4-4-6 生態学研究 (1)

河田教授らの研究グループは、色覚に関わるオプシン遺伝子の発現量が、遺伝的変異と生育時の光環境の影響の双方の影響を受け、そのオプシン遺伝子の発現量が、行動レベルで個体の光感受性に影響すると同時に、オスの体色であるオレンジ色に対するメスの好みにも影響することを行動レベルで実証した。グッピーは、オスの派手な体色およびオスの体色に対するメスの好みに非常に顕著な種内多様性があることが知られ、進化生態学のモデル生物となっている。本研究の成果は、メスの好みと感覚の特性の進化的な関係性について重要な知見を提供するとともに、野外における表現型多様性の維持メカニズ

ムの解明に向けても大きな足がかりとなる可能性がある。研究成果は 2018 年 11 月に Proceedings of National Academy of Science of the United States of America に掲載された。

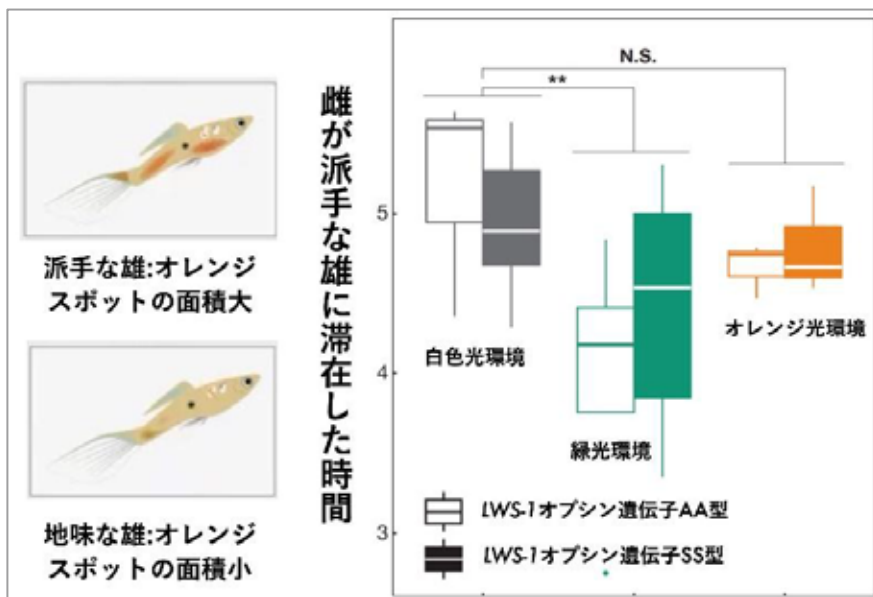


図 4-4-7 生態学研究 (2)

## 植物

経塚教授らの研究グループは、これまで葉の形態形成に関与する遺伝子の一つとして知られていた *BLADE ONPETIOLE (BOP)* 遺伝子が、葉の基部側の成長を決定するマスター遺伝子であり、個体の成長段階に合わせて BOP のはたらきが変化することによってイネの葉の形が段階的に調節されることを発見した。同一個体においても個体の成長段階に応じて葉の形が変化することは一般的によく知られている現象であるが、その制御の詳細は不明であった。本研究は、葉の形態が成長に応じて変化するしくみを初めて明らかにしたものであり、植物の柔軟な形づくりのしくみの解明につながる重要な発見である。本成果は 2019 年 2 月に Nature Communications 誌に掲載された。

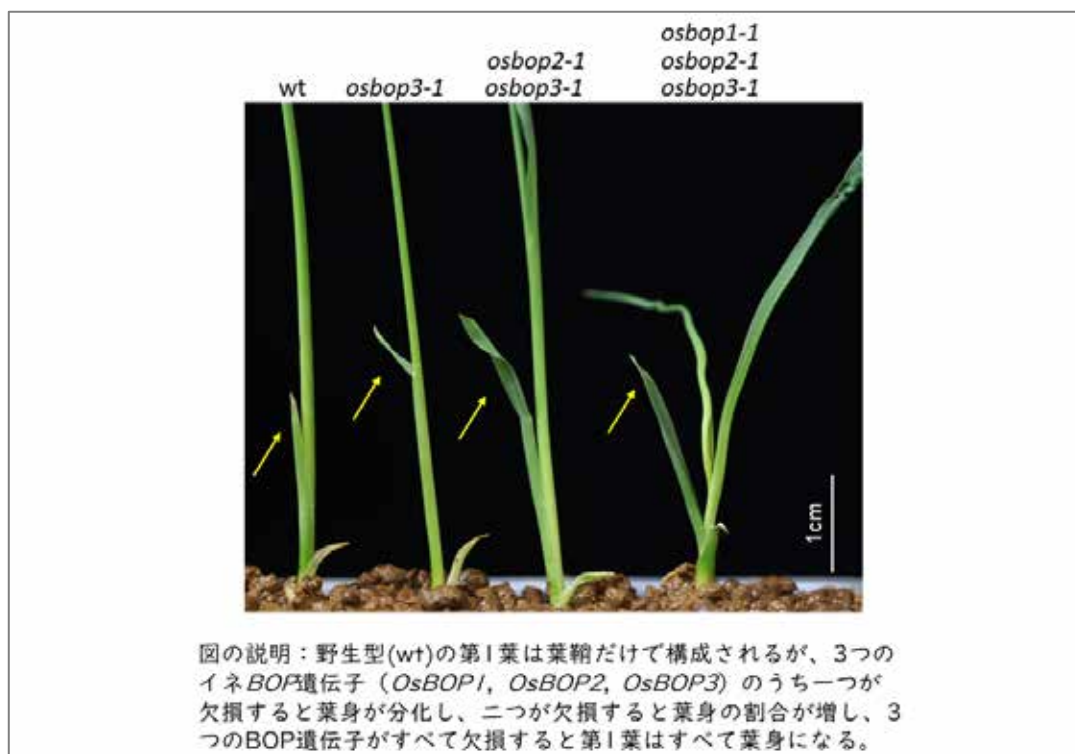


図 4-4-8 植物研究 (1)

渡辺教授らの研究グループは同一種であるにもかかわらず、日本とトルコという地理的に離れたアブラナ同士に生じる不和合性現象（受粉・受精を妨げる反応）の仕組みを解明した。種の存続には、適切な交雑組合せで子孫を残すことが重要であり、植物は動けないことから、適切な交雑相手を選別する様々な仕組みを発展させてきた。その分子機構は自己認識遺伝子の重複により新規に「他者認識」が可能なシステムを生み出す点が興味深く、アブラナ科野菜（ハクサイ、カブ、キャベツなど）の採種効率が良い品種改良系への応用が期待される。研究成果は2017年6月にNature Plantsに掲載された。

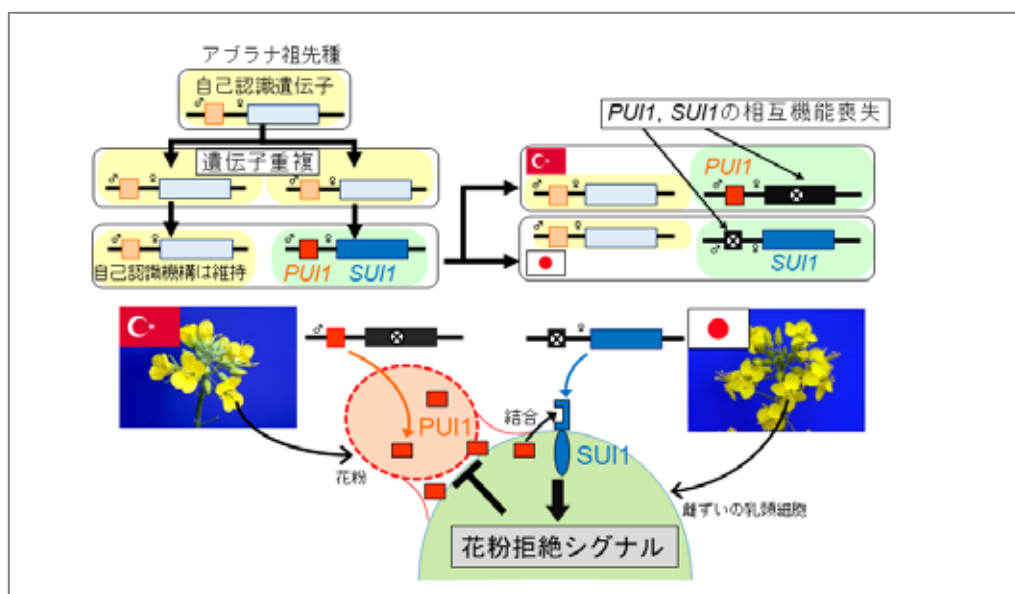


図 4-4-9 植物研究（2）

## 有機化学

オートファジーは我が国が強みを持つ研究領域である。一方、分解基質を区別する制御法が欠けていたため、オートファジー創薬は思うように進んでいない。有本教授らは、新規創薬手法 AUTAC の発明により、この課題を解決した。AUTAC は、細胞内に存在する特定の疾患原因物質に結合し、その周囲に選択的オートファジーを誘起する世界初の化合物である。Molecular Cell 誌に2019年10月に掲載された研究成果は、創薬手法を大きく変革するとして産業界からも高い注目を浴びている（被引用 top 1%, FWCI 9.5）。本研究成果により、有本教授は有機合成化学協会企業冠賞 カネカ・生命科学賞、及び全米医学アカデミー「Healthy Longevity Grand Challenge (HLGC)：健康長寿に向けた課題解決」による Healthy Longevity Global Competition のカタリスト・アワード (International Catalyst Award) を受賞した。AUTAC 技術は複数の科研費課題、社会実装を目指す AMED 次世代治療・診断実現のための創薬基盤技術開発プロジェクト、ならびに AMED PRIME の支援を受けている。東北大学は AUTAC 技術について国

際特許を出願し、社会実装を目指している。製薬会社において、多様な疾患標的に合わせた AUTAC 分子が研究されていくと期待される。

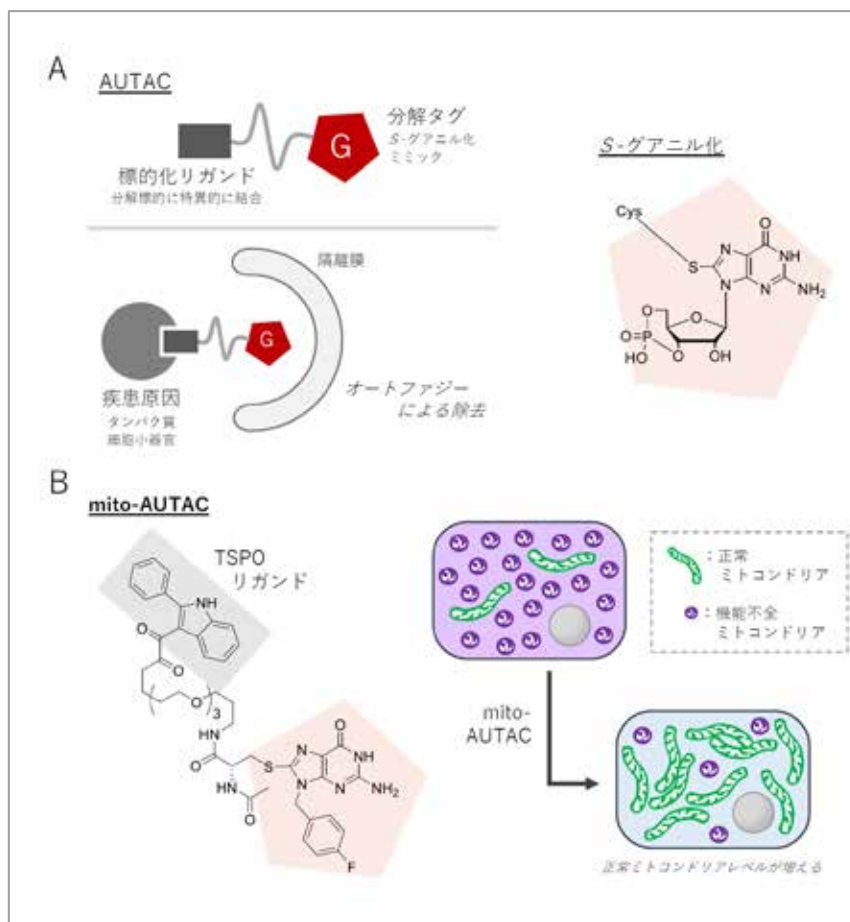


図 4-4-10 分解標的の周囲にオートファジーを誘起する AUTAC

A) 標的タンパク質に結合する「標的化リガンド」と「分解タグ」を連結したキメラ分子 AUTAC。内在性タンパク質や機能不全ミトコンドリアの選択的オートファジー分解が可能。

B) 機能不全ミトコンドリアを分解する mito-AUTAC。ミトコンドリア外膜タンパク質 TSPO に結合する標的化リガンドを使った。ダウン症由来細胞の mito-AUTAC 処理では、機能不全ミトコンドリアの分解と再生により正常ミトコンドリアが増加した。

## 構造生物学

稲葉教授らの研究グループは、高速原子間力顕微鏡により、ジスルフィド結合注導入酵素プロテインジスルフィドイソメラーゼ (PDI) が構造未成熟な基質を捕獲する様子を可視化することに世界で初めて成功し、同酵素によるたんぱく質の立体構造形成促進機構に関する全く新しい概念を提唱した。細胞内には、たんぱく質高次構造の形成反応を促進する仕組みがあり、特に構造未成熟なたんぱく質の構造修復の仕組みは、我々の生体内で不良たんぱく質の蓄積を防ぐために必要不可欠である。しかしながら、どのようにして細胞内の補助因子が構造未成熟なたんぱく質を認識し、構造修復のため働いているのかよくわかっていなかった。本研究成果は、2019年4月に Nature Chemical Biology で公開された。さらに同グループは、構造未成熟なタンパク質をゴルジ体から小胞体へ輸送し、立体構造の成熟化を促す ERp44 というタンパク質が亜鉛イオン依存的に働くことを発見し、亜鉛イオンの新たな生理機能を明らかにした。本研究成果は、2019年2月に Nature Communications で公開された。

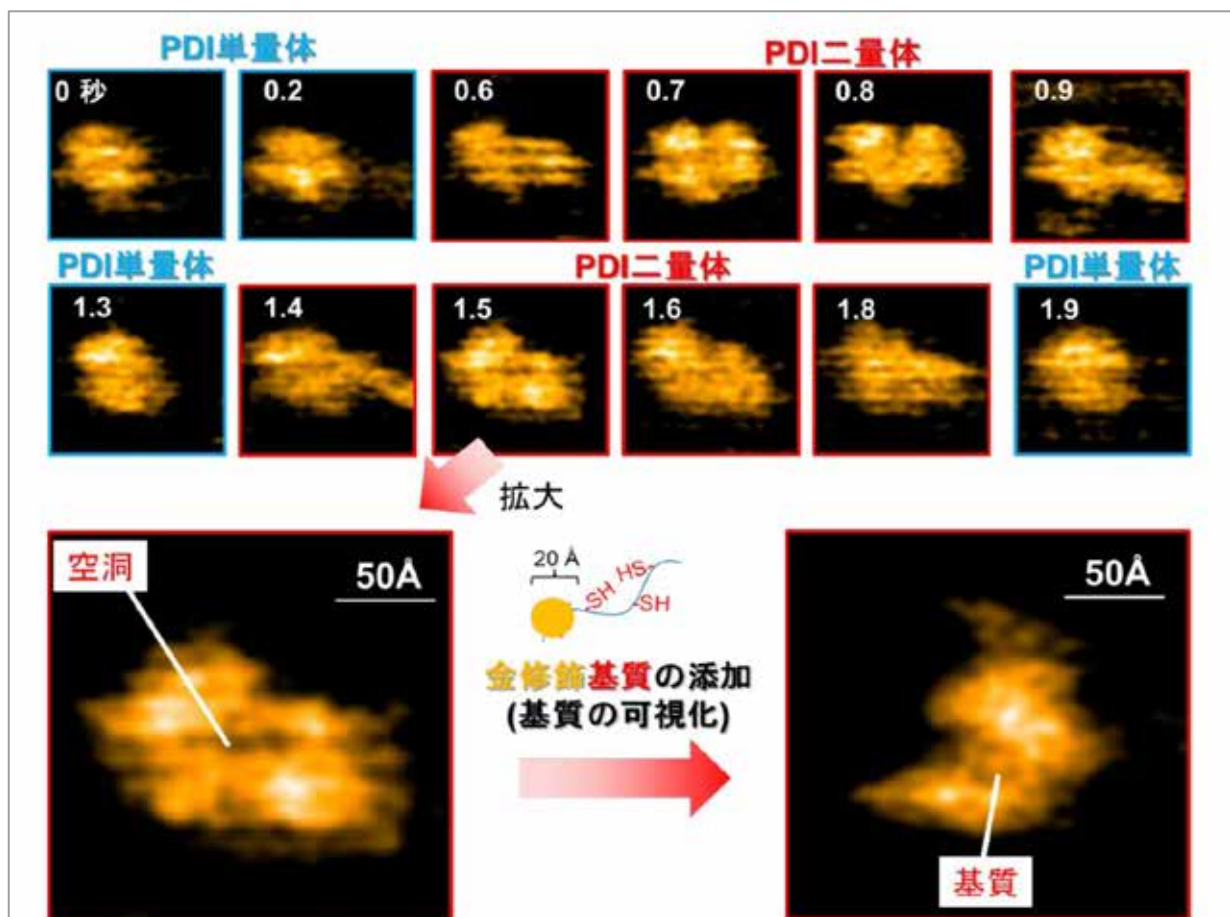


図 4-4-11 高速原子間力顕微鏡により観測された、PDI が二量体を形成しながらフォールディング途上の基質を捕まえる様子

## ゲノミクス

牧野教授らの研究グループは、小笠原諸島の絶滅危惧植物とその近縁普通種のゲノム情報を比較し、絶滅危惧植物のみに見られる3つの遺伝的な特徴(高・有害変異蓄積量、低・遺伝的多様性、低・重複遺伝子含有率)を見出した。急速な生物種の絶滅が世界的に進行しているため、生態系保全の効率化を推進し、種の絶滅抑制に貢献する研究が求められている。絶滅危惧種の中には、環境省の保護増殖事業のように手厚い保護対策が取られているにも関わらず、保全効果がみられない希少種も少なくない。こうした希少種には保全を困難にするゲノムの特徴があると考えられるが、その実態は分かっていない。今後、ゲノム情報を用いた全く新しいアプローチによる種の絶滅危険性評価の実現が期待できる。本研究結果は、2019年6月に *Communications Biology* 誌に掲載された。



図 4-4-12 ゲノミクス研究



## 微生物学

食料生産に伴って、一酸化二窒素 ( $N_2O$ ) やメタン ( $CH_4$ ) といった  $CO_2$  以外の人為起源の温室効果ガスが発生しており、地球温暖化を防止する食料生産システムの改変が人類生存に必須の課題となっている。南澤特任教授はこれまでに、 $N_2O$  還元活性を持った根粒菌や水稻根内の  $CH_4$ 酸化窒素固定菌などの植物共生微生物により、土壌からの  $N_2O$  と  $CH_4$  を削減できることを圃場レベルから分子レベルまで明らかにしてきた。令和 2 年度 (2020 年) より南澤教授はこれらの成果に基づいて、ムーンショット目標 4 : 地球温暖化問題の解決 (クールアース) および地球環境汚染の解決 (クリーンアース) の PM として採択されている。(研究開発プロジェクト名: 微生物による地球冷却 資源循環の最適化による農地由来の温室効果ガスの排出削減)

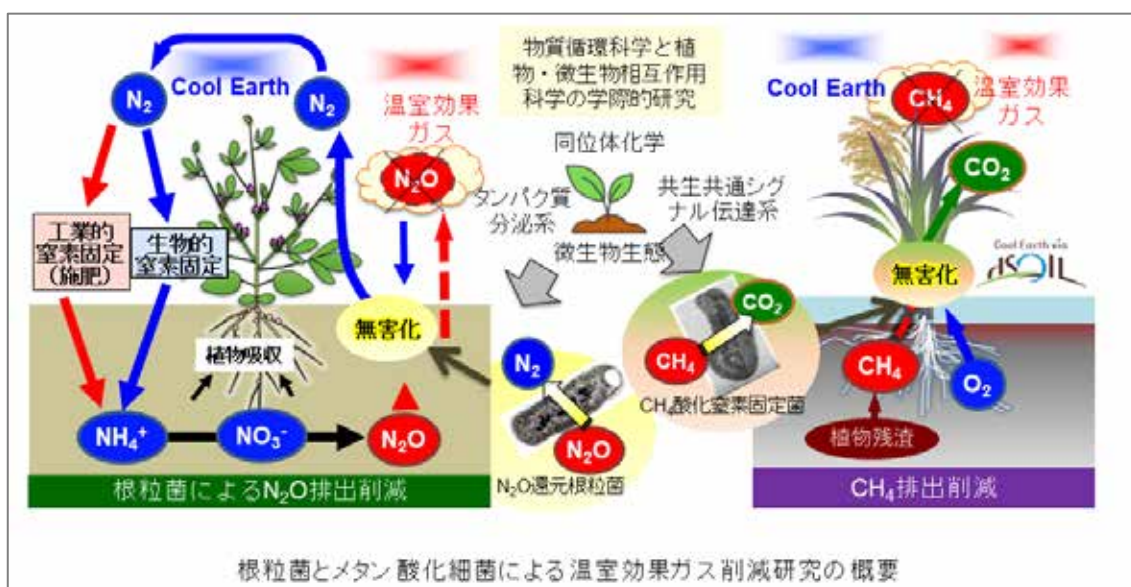


図 4-4-13 微生物学研究

## 4-5. 競争的資金獲得状況

平成 24 年度 (2012 年) から令和 2 年度 (2020 年) の科学研究費補助金獲得状況を図 4-5-1~4-5-2 にまとめた。図 4-5-1 は科研費獲得額の推移である。科研費獲得額は高いレベルを維持している。引き続き科研費獲得額の増加に向けて一層の取り組みが必要である。図 4-5-3~4-5-5 にはその他の資金の獲得状況をまとめた。これについても競争資金の獲得は高いレベルで維持されていることが見て取れる。特筆すべきは平成 28 年度 (2016 年) に大きく獲得額が増加しているが、これはこの年に IFO 発酵研究所による寄附講座が設立されたためであり、研究科の発展に大きく寄与している。

実施期間全体の給付額を実施期間 (年) で割った年平均受給額が 1000 万円を越える大型研究費について、代表者、種目、研究題目、金額を表 4-5-1 にまとめた。科学研究費補助金の研究代表者では新学術

領域研究の領域代表（1件）、基盤研究（S）（2件）が特に注目される。その他の研究資金では、ムーンショット型研究（1件）CREST（5件）、農研機構（1件）で研究代表者となっており、研究科全体として着実に大型研究費を獲得している。

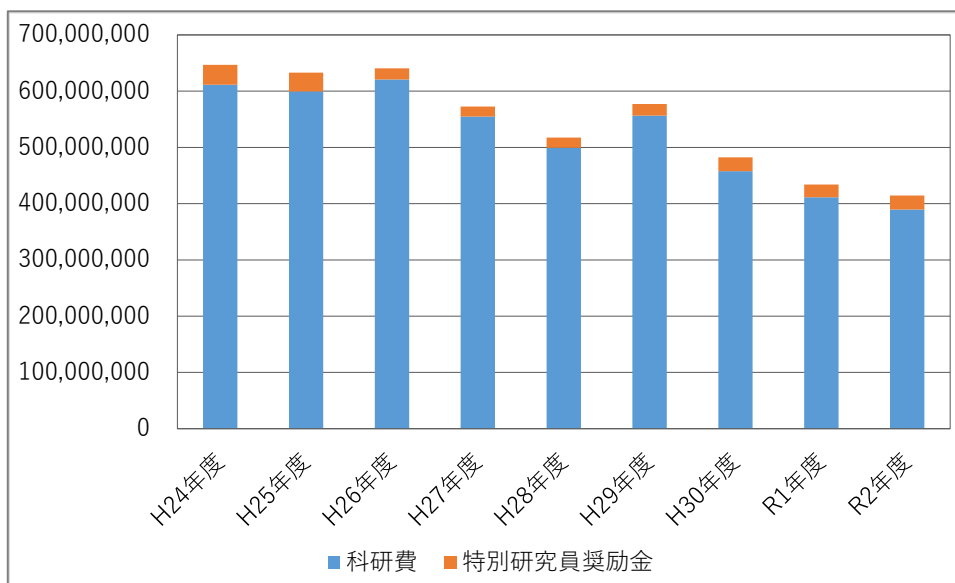


図 4-5-1 平成 24～令和 2 年度の科学研究費補助金の獲得状況

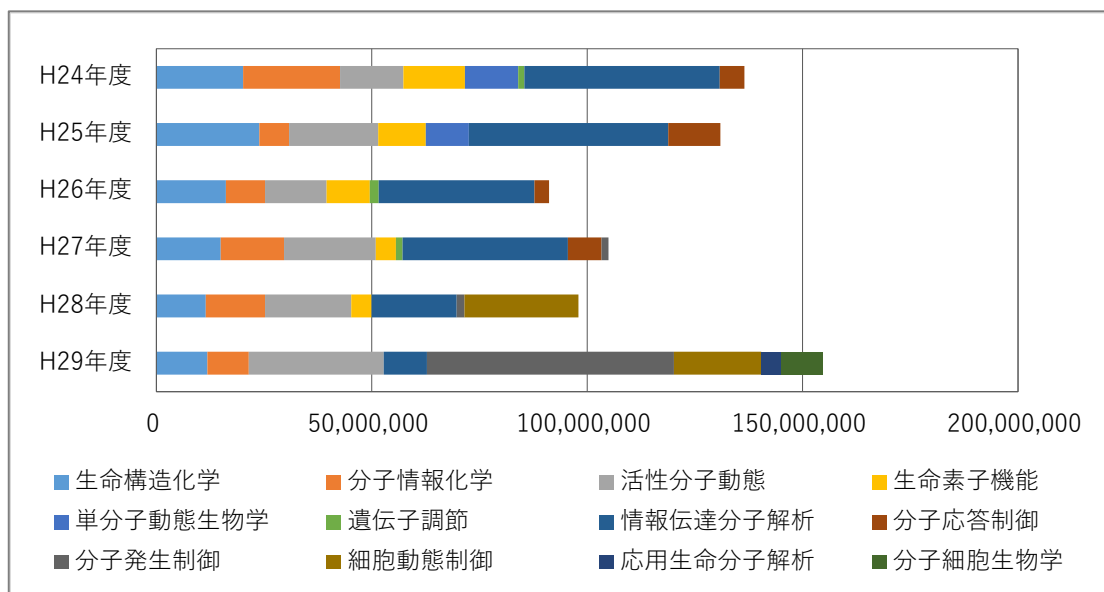


図 4-5-2 A

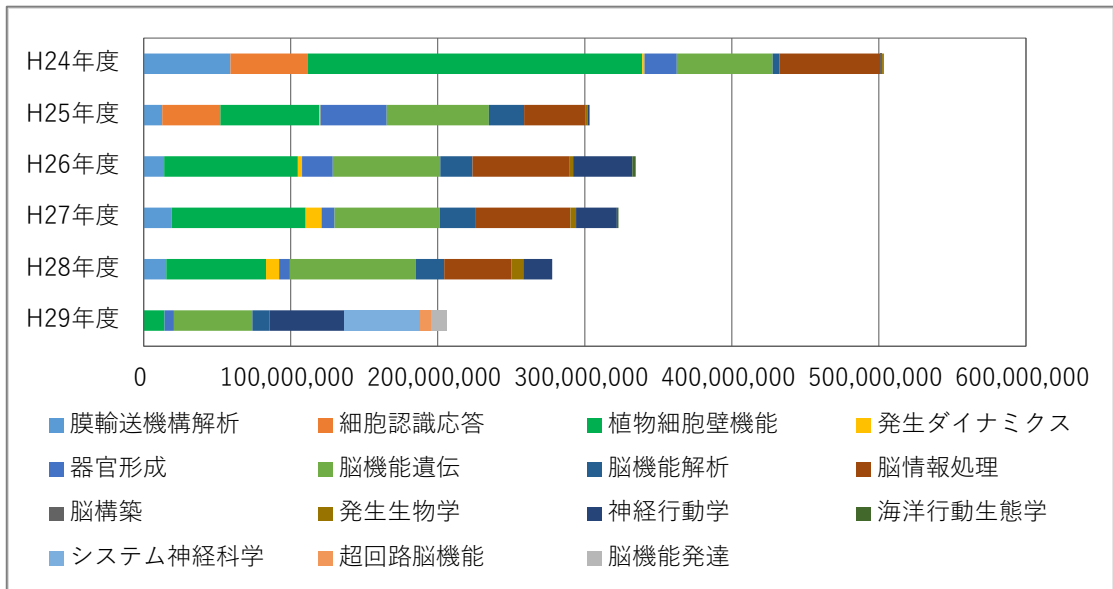


図 4-5-2 B

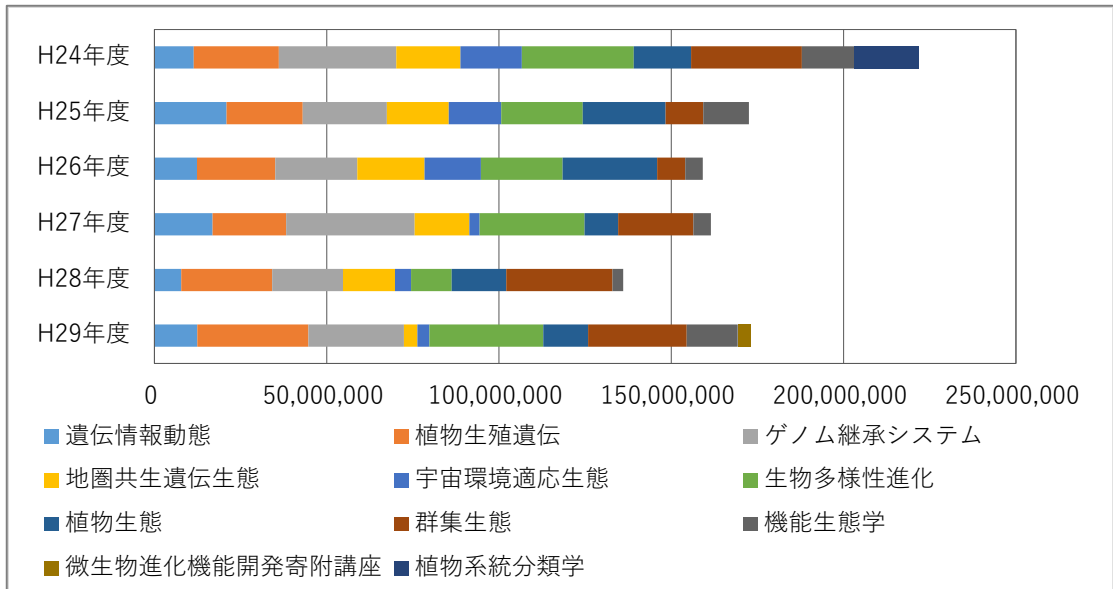


図 4-5-2 C

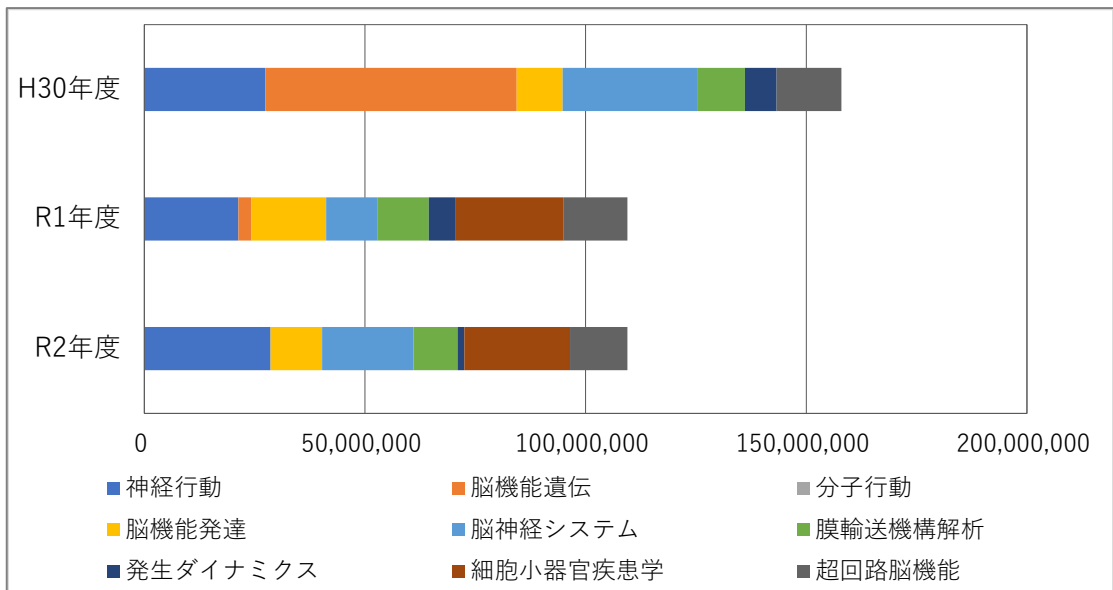


図 4-5-2 D

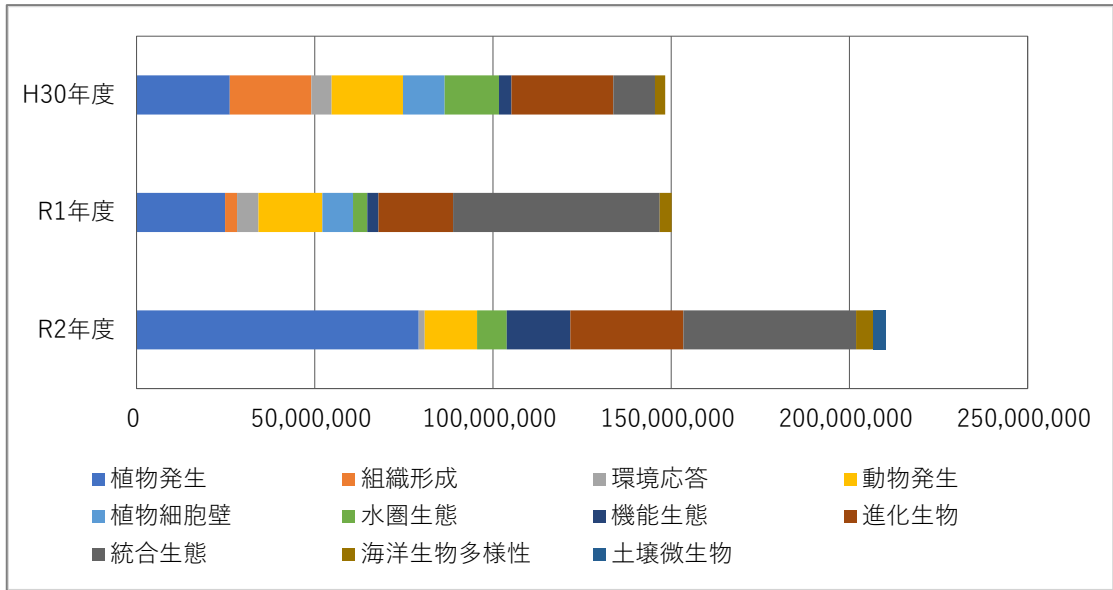


図 4-5-2 E

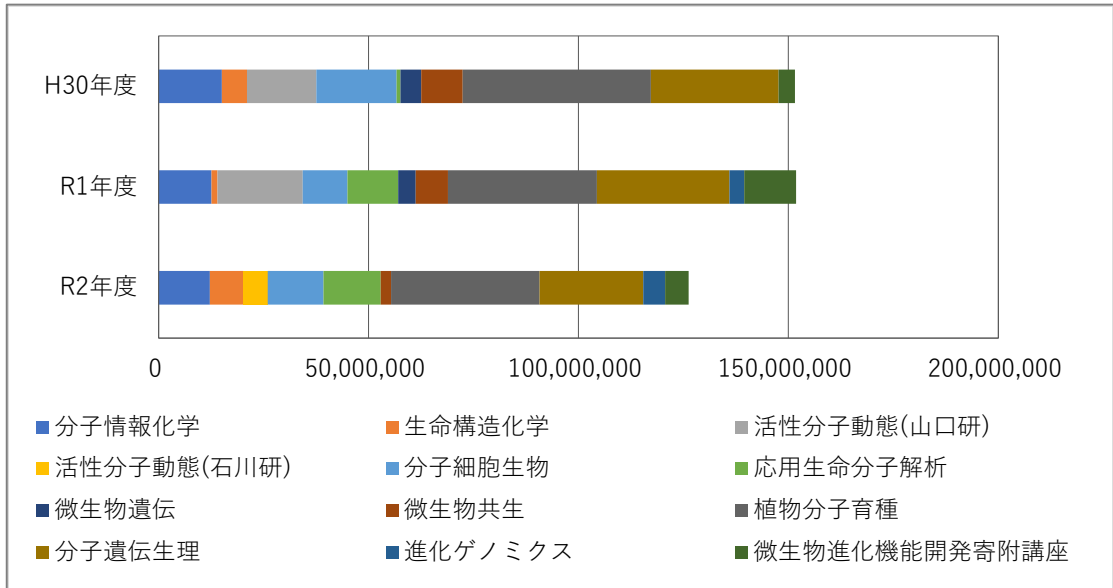


図 4-5-2 F

図 4-5-2 平成 24～令和 2 年度の科学研究費補助金の獲得状況 (分野ごと)

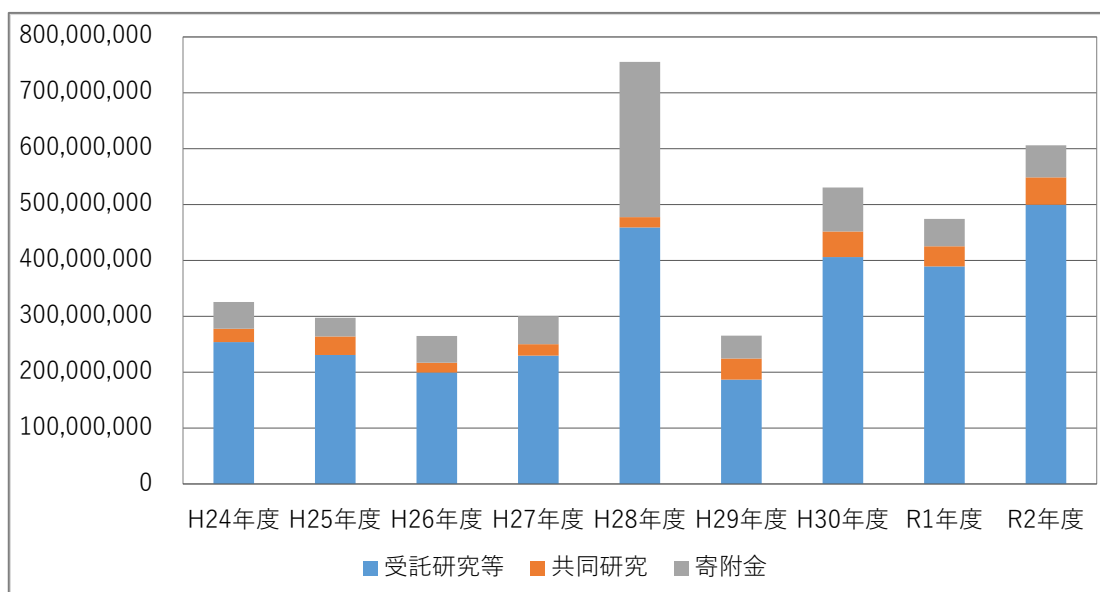


図 4-5-3 その他の研究費受入の年次推移

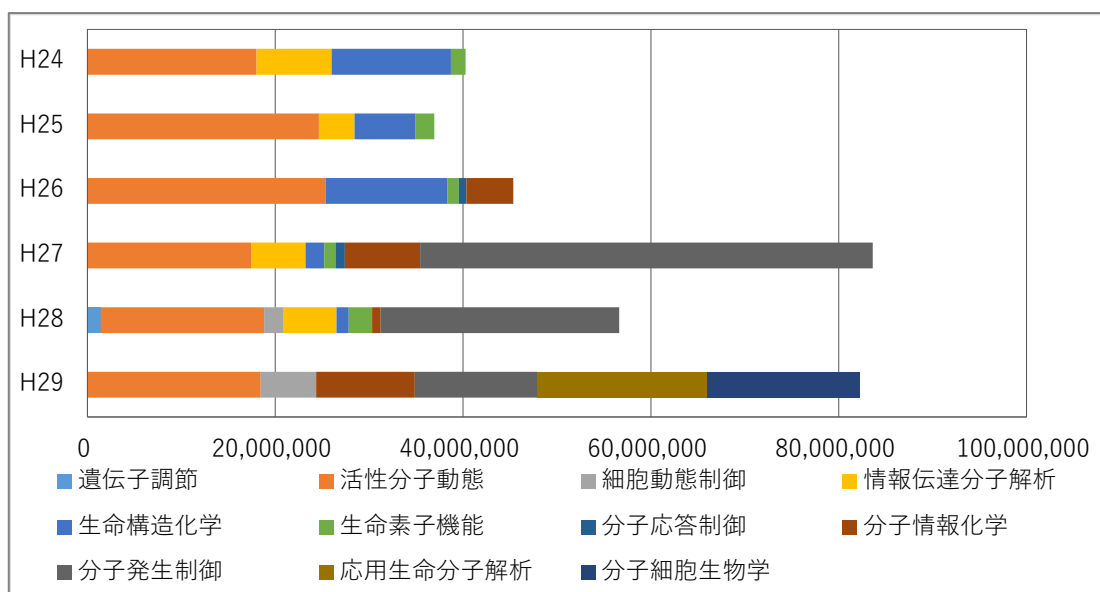


図 4-5-4 A

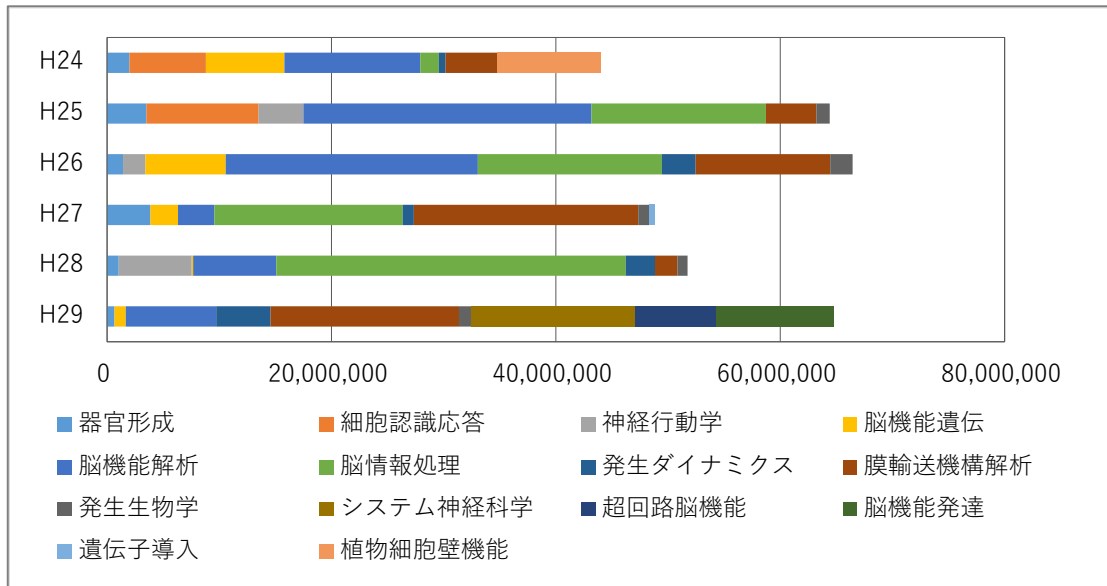


図 4-5-4 B

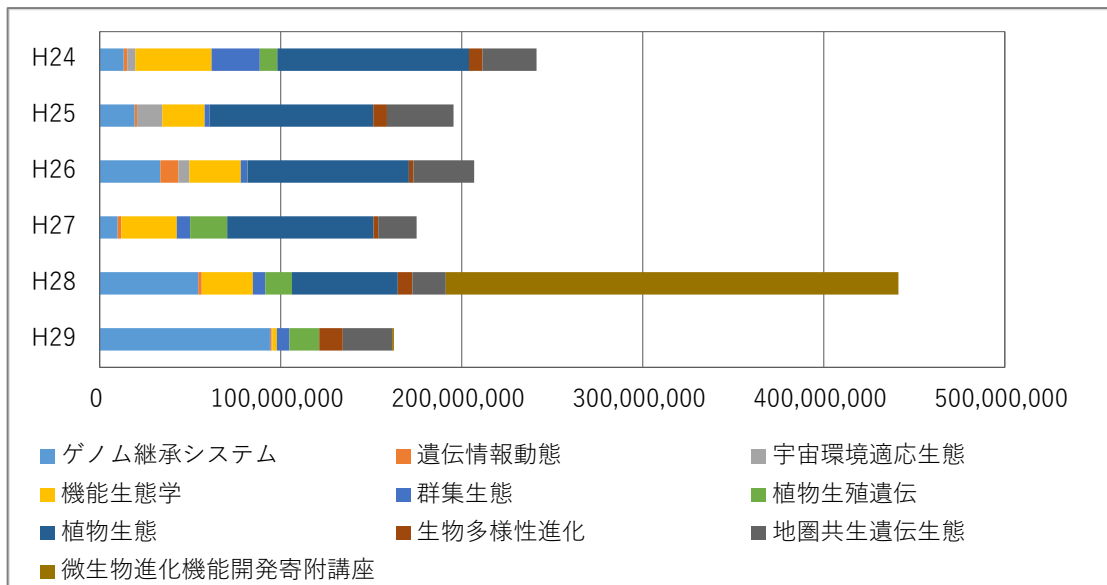


図 4-5-4 C

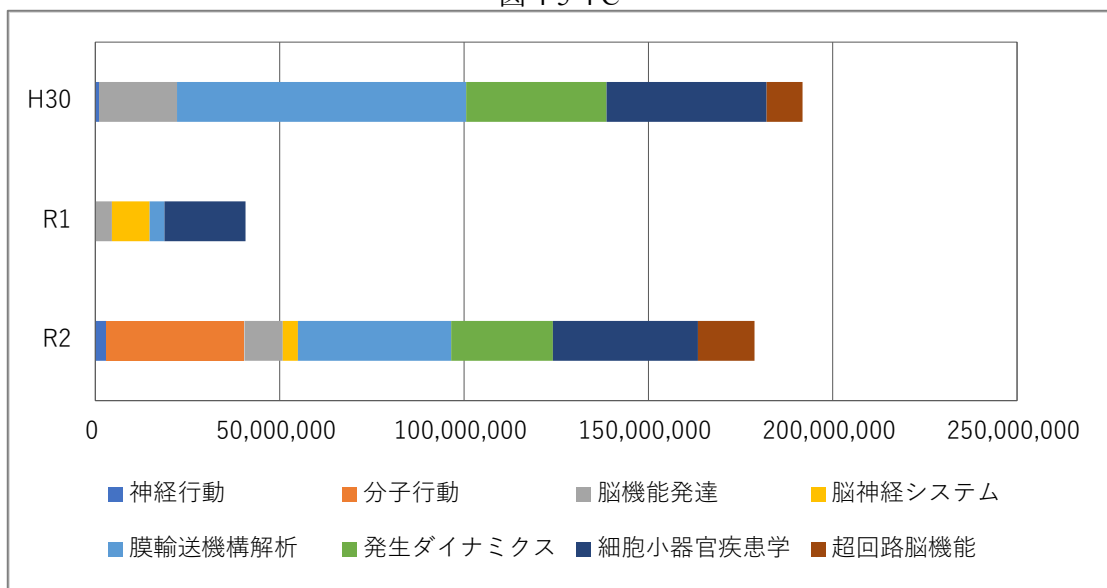


図 4-5-4 D

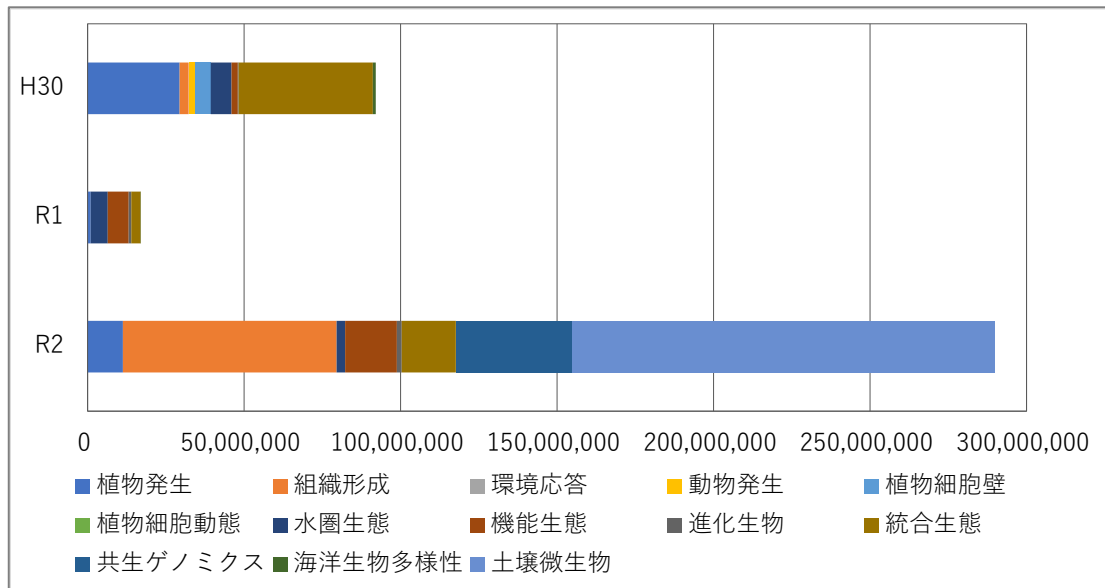


図 4-5-4 E

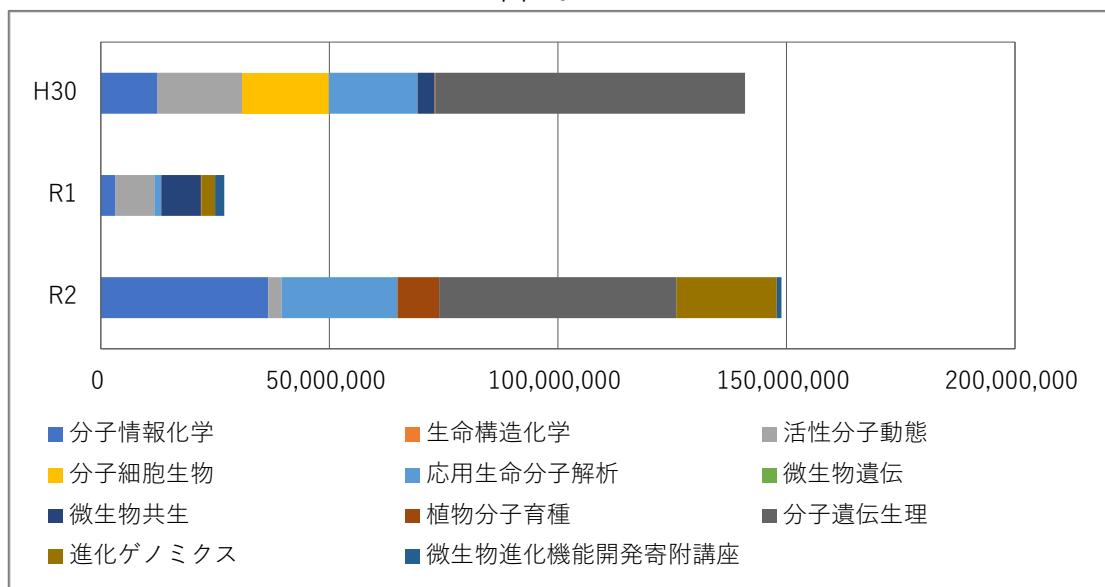


図 4-5-4 F

図 4-5-4 専攻・分野別にみた「その他の研究費」受入年次推移

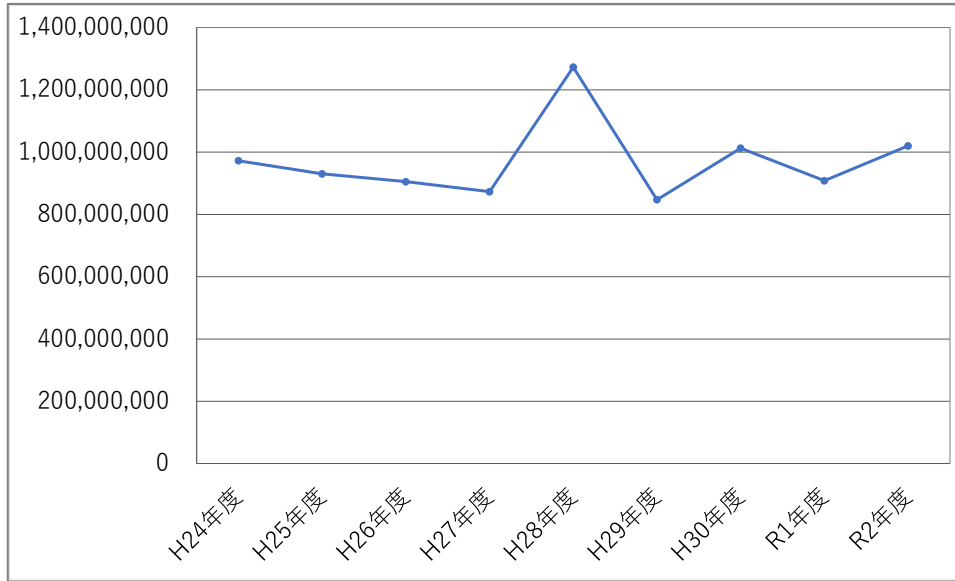


図 4-5-5 外部資金獲得総額の年次推移



表4-5-1 大型研究費一覧  
平成24年度

種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
科研費	西谷 和彦	新学術領域研究 (研究領域提案型)	植物の細胞外インテリジェントシステム	192,140
	筒井 健一郎	基盤研究 (S)	実行系機能の脳内メカニズム-最新技術で神経回路の構成と働きに心の動作原理を探る	62,790
	山元 大輔	基盤研究 (S)	種特異的性行動を規定するfru遺伝子とfru神経回路の解明	42,640
	福田 光則	新学術領域研究 (研究領域提案型)	リソソーム関連オルガネラの細胞内動態とその破綻による疾患発症の分子基盤	31,980
	牟田 達史	新学術領域研究 (研究領域提案型)	病原体センサー活性化に伴う選択的遺伝子発現誘導機構とその破綻	30,290
	西谷 和彦	新学術領域研究 (研究領域提案型)	インテリジェント空間としての細胞壁高次構造の構築と動態制御	27,690
	横山 仁	新学術領域研究 (研究領域提案型)	脊椎動物の器官再生能を規定する普遍原理の解明	20,410
	日出間 純	基盤研究 (A)	植物の量子ビーム突然変異誘発の分子機構解明と産業化に向けた新技術開発に関する研究	19,890
	有本 博一	新学術領域研究 (研究領域提案型)	化学プローブを駆使した活性酸素シグナルの制御機構解明	19,110
	渡辺 正夫	若手研究 (S)	アブラナ科植物の自家不和合性における自己・非自己識別機構の分子基盤	18,720
	大橋 一正	新学術領域研究 (研究領域提案型)	上皮管腔形成過程における細胞動態と機能分子動態の3次元イメージング解析	18,330
	彦坂 幸毅	若手研究 (S)	“未来の生態系”天然二酸化炭素噴出地を利用した植物の高二酸化炭素適応の研究	14,560
	高橋 秀幸	新学術領域研究 (研究領域提案型)	陸上植物の水獲得に機能する根の水応答機構の解明	14,170
	南澤 究	基盤研究 (A)	植物共生微生物のメタゲノム解析による物質循環機能の解明	13,130
山元 大輔	新学術領域研究 (研究領域提案型)	種間雑種の行動を規定するゲノム・遺伝子相関の解明	11,310	
その他の競争的資金	中静 透	環境省 環境研究総合推進費	アジア地域における生物多様性劣化が生態系の機能・サービスに及ぼす影響の定量的解明	58,449
	彦坂 幸毅	(独) 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 CREST	高CO <sub>2</sub> 適応植物の選抜と評価	42,197
	占部 城太郎	環境省 環境研究総合推進費	湖沼生態系のレトロスペクティブ型モニタリング技術の開発	24,700

種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
その他の競争的資金	山口 信次郎	(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術 研究支援センター イノベーション創出 基礎的研究推進事業	ストリゴラクトン生成と作用機構の生化学的解析	18,000
	中静 透	文部科学省 気候変動 リスク情報創成ブ ログラム	生物系・生物多様性に関する気候変動リスク情報の創出	17,000
	南澤 究	(独) 農業生物資源 研究所 新農業展開ゲ ノムプロジェクト	エンドファイトーイネの共生相互作用の解明	14,000
	西谷 和彦	(独) 農業生物資源 研究所 新農業展開ゲ ノムプロジェクト	イネ細胞壁多糖類の改変	9,200

平成25年度

種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
科研費	山元 大輔	基盤研究(S)	種特異的性行動を規定する f r u 遺伝子と f r u 神経回路の解明	42,640
	西谷 和彦	新学術領域研究 (研究領域提案型)	植物細胞壁の情報処理システム	35,490
	筒井 健一郎	基盤研究(S)	実行系機能の脳内メカニズム – 最新技術で神経回路の構成と働きに心の動作原理を探る	35,490
	西谷 和彦	新学術領域研究 (研究領域提案型)	情報処理空間としての細胞壁高次構造の構築と動態制御	30,030
	牟田 達史	新学術領域研究 (研究領域提案型)	病原体センサー活性化に伴う選択的遺伝子発現誘導機構とその破綻	29,380
	大橋 一正	新学術領域研究 (研究領域提案型)	上皮管腔形成過程における細胞動態と機能分子動態の3次元イメージング解析	21,190
	横山 仁	新学術領域研究 (研究領域提案型)	脊椎動物の器官再生能を規定する普遍原理の解明	18,980
	渡辺 正夫	基盤研究(A)	遺伝子導入SIシロイヌナズナを利用した自家不和合成自他認識下流因子の網羅的解析	14,690
	南澤 究	基盤研究(A)	植物共生微生物のメタゲノム解析による物質循環機能の解明	13,130
	日出間 純	基盤研究(A)	植物の量子ビーム突然変異誘発の分子機構解明と産業化に向けた新技術開発に関する研究	13,130
	山口 信次郎	新学術領域研究 (研究領域提案型)	細胞外空間を経由する植物ホルモン動態と機能に関する研究	13,000
八尾 寛	基盤研究(A)	触覚パターン時空間認知の神経回路機構の光遺伝学的研究	12,480	

種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
科研費	高橋 秀幸	新学術領域研究 (研究領域提案型)	陸上植物の水獲得に機能する根の水応答機構の解明	12,350
	山元 大輔	新学術領域研究 (研究領域提案型)	種間雑種の行動を規定するゲノム・遺伝子相関の解明	11,310
	中静 透	基盤研究(A)	大規模降水遮断実験による熱帯林の一斉開花現象のメカニズム解明	10,270
その他の競争的資金	中静 透	環境省 環境研究総合推進費	アジア地域における生物多様性劣化が生態系の機能・サービスに及ぼす影響の定量的解明	58,449
	彦坂 幸毅	(独) 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 CREST	高CO <sub>2</sub> 適応植物の選抜と評価	35,094
	山口 信次郎	(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター イノベーション創出 基礎的研究推進事業	ストリゴラクトン生合成と作用機構の生化学的解析	16,000
	南澤 究	(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター イノベーション創出 基礎的研究推進事業	根粒菌N <sub>2</sub> O還元能を利用した根圏N <sub>2</sub> O発生削減技術の開発	15,800
	中静 透	文部科学省 気候変動リスク情報創成プログラム	生態系生物多様性に関する気候変動リスクの創出	15,000
	筒井 健一郎	文部科学省 国家課題対応型研究開発推進事業 脳科学研究戦略推進プログラム	TMSとモノアミン神経系動態のモニタリングに基づく脳幹-大脳皮質ネットワークダイナミクスの解明と磁気刺激治療の最適化	14,440

平成26年度

種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
科研費	西谷 和彦	新学術領域研究 (研究領域提案型)	情報処理空間としての細胞壁高次構造の構築と動態制御	53,430
	山元 大輔	基盤研究(S)	種特異的性行動を規定する f r u 遺伝子と f r u 神経回路の解明	42,640
	西谷 和彦	新学術領域研究 (研究領域提案型)	植物細胞壁の情報処理システム	35,750
	筒井 健一郎	基盤研究(S)	実行系機能の脳内メカニズム-最新技術で神経回路の構成と働きに心の動作原理を探る	35,490
	谷本 拓	基盤研究(A)	新規細胞ラベリング法による神経伝達物質コードの解明	23,140
	横山 仁	新学術領域研究 (研究領域提案型)	脊椎動物の器官再生能を規定する普遍原理の解明	18,070

種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
科研費	大橋 一正	新学術領域研究 (研究領域提案型)	上皮管腔形成過程における細胞動態と機能分子動態の3次元イメージング解析	17,550
	渡辺 正夫	基盤研究(A)	遺伝子導入SIシロイヌナズナを利用した自家不和合性自他認識下流因子の網羅的解析	14,820
	筒井 健一郎	新学術領域研究 (研究領域提案型)	情動・注意の制御に関わる大脳皮質間神経回路の適応動態	14,690
	南澤 究	基盤研究(A)	ダイズ根粒菌の共生進化ダイナミズムと温室効果ガス削減の分子機構	14,560
	日出間 純	基盤研究(A)	植物の量子ビーム突然変異誘発の分子機構解明と産業化に向けた新技術開発に関する研究	14,300
	山口 信次郎	新学術領域研究 (研究領域提案型)	細胞外空間を経由する植物ホルモンの動態と機能に関する研究	13,130
	高橋 秀幸	新学術領域研究 (研究領域提案型)	陸上植物の水獲得に機能する根の水応答機構の解明	11,830
その他の競争的資金	中静 透	環境省 環境研究総合推進費	アジア地域における生物多様性劣化が生態系の機能・サービスに及ぼす影響の定量的解明	58,449
	彦坂 幸毅	(独) 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 CREST	高CO <sub>2</sub> 適応植物の選抜と評価	28,418
	山口 信次郎	(独) 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 CREST	地下茎の形成・伸長におけるストリゴラクトンの役割の解明	16,705
	中静 透	文部科学省 気候変動リスク情報創成プログラム	生態系生物多様性に関する気候変動リスクの創出	14,250
	筒井 健一郎	文部科学省 国家課題対応型研究開発推進事業 脳科学研究戦略推進プログラム	TMSとモノアミン神経系動態のモニタリングに基づく脳幹-大脳皮質ネットワークダイナミクスの解明と磁気刺激治療の最適化	14,211
	南澤 究	東京大学	根粒菌N <sub>2</sub> O還元能を利用した根圏N <sub>2</sub> O発生削減技術の開発	13,900
	佐藤 修正	(独) 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 ACCEL	共生ネットワークの分子基盤とその応用展開	10,041
津田 雅孝	公益財団法人発酵研究所	公益財団法人発酵研究所平成27年度大型研究助成研究課題3	10,000	

平成27年度

種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
科研費	山元 大輔	基盤研究(S)	種特異的性行動を規定するfru遺伝子とfru神経回路の解明	42,640
	西谷 和彦	新学術領域研究 (研究領域提案型)	植物細胞壁の情報処理システム	35,620

種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
科研費	筒井 健一郎	基盤研究(S)	実行系機能の脳内メカニズム－最新技術で神経回路の構成と働きに心の動作原理を探る	35,490
	西谷 和彦	新学術領域研究 (研究領域提案型)	情報処理空間としての細胞壁高次構造の構築と動態制御	30,030
	東谷 篤志	新学術領域研究 (研究領域提案型)	神経から筋・代謝へのメカノストレス伝達と適応応答機構	28,470
	大橋 一正	新学術領域研究 (研究領域提案型)	上皮管腔形成過程における細胞動態と機能分子動態の3次元イメージング解析	17,550
	占部 城太郎	基盤研究(A)海外	水界生物群集に及ぼす光－栄養バランスの生態化学量効果：北米での野外実験による検証	15,080
	渡辺 正夫	基盤研究(A)	遺伝子導入SIシロイヌナズナを利用した自家不和合性自他認識下流因子の網羅的解析	14,820
	山口 信次郎	新学術領域研究 (研究領域提案型)	細胞外空間を経由する植物ホルモンの動態と機能に関する研究	13,130
	筒井 健一郎	新学術領域研究 (研究領域提案型)	情動・注意の制御に関わる大脳皮質間神経回路の適応動態	12,220
	山元 大輔	新学術領域研究 (研究領域提案型)	行動の種差を規定するゲノム・遺伝子相関の解明	10,010
その他の競争的資金	中静 透	環境省 環境研究総合推進費	アジア地域における生物多様性劣化が生態系の機能・サービスに及ぼす影響の定量的解明	55,527
	経塚 淳子	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	地下茎からの分枝成長パターン決定機構の解析	48,204
	彦坂 幸毅	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	高CO <sub>2</sub> 適応植物の選抜と評価	30,582
	菅野 明	国立研究開発法人 農業・食品産業技術 総合研究機構 農林 水産業・食品産業科 学技術研究推進事業	日本固有種で実現させる世界初のアスパラガス茎枯病抵抗性系統育成とマーカー開発	20,410
	山口 信次郎	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	地下茎の形成・伸長におけるストリゴラクトンの役割の解明	17,420
	中静 透	文部科学省 気候変動リスク情報創成プログラム	生態系生物多様性に関する気候変動リスクの創出	16,006
	筒井 健一郎	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 脳科学研究戦略推進プログラム (脳プロ)	TMSとモノアミン神経系動態のモニタリングに基づく脳幹－大脳皮質ネットワークダイナミクスの解明と磁気刺激治療の最適化	15,756
	福田 光則	公益財団法人武田科学振興財団	武田科学振興財団2015年度生命科学研究助成	10,000

平成28年度

種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
科研費	山元 大輔	基盤研究(S)	神経行動形質を決定付ける遺伝子-環境相互作用の細胞機構	44,850
	西谷 和彦	新学術領域研究 (研究領域提案型)	植物細胞壁の情報処理システム	35,620
	西谷 和彦	新学術領域研究 (研究領域提案型)	情報処理空間としての細胞壁高次構造の構築と動態制御	30,030
	筒井 健一郎	基盤研究(S)	実行系機能の脳内メカニズム-最新技術で神経回路の構成と働きに心の動作原理を探る	18,850
	倉永 英里奈	新学術領域研究 (研究領域提案型)	表皮組織のバリア機能を維持する細胞競合因子の同定と作用機序の解明	17,940
	渡辺 正夫	新学術領域研究 (研究領域提案型)	複二倍体種形成時の受粉・ゲノム安定性に機能する「鍵と鍵穴」因子の解析	17,290
	占部 城太郎	基盤研究(A)	クローナル生物共存の生態機構解明と遺伝基盤：絶対単為生殖型ミジンコを用いた解析	15,730
	東谷 篤志	新学術領域研究 (研究領域提案型)	神経から筋・代謝へのメカノストレス伝達と適応応答機構	13,910
	占部 城太郎	基盤研究(A)海外	水界生物群集に及ぼす光-栄養バランスの生態化学量効果：北米での野外実験による検証	13,260
	山口 信次郎	新学術領域研究 (研究領域提案型)	細胞外空間を経由する植物ホルモンの動態と機能に関する研究	13,130
	南澤 究	基盤研究(A)	ダイズ根粒菌の共生進化ダイナミズムと温室効果ガス削減の分子機構	12,480
	筒井 健一郎	新学術領域研究 (研究領域提案型)	情動・注意の制御に関わる大脳皮質間神経回路の適応動態	12,220
その他の競争的資金	永田 裕二	公益財団法人発酵研究所	微生物進化機能開発講座	250,000
	中静 透	環境省 環境研究総合推進費	陸域における自然資本・生態系サービスがもたらす自然的価値の予測評価	47,498
	筒井 健一郎	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 脳科学研究戦略推進プログラム (脳プロ)	TMSとモノアミン神経系動態のモニタリングに基づく脳幹-大脳皮質ネットワークダイナミクスの解明と磁気刺激治療の最適化	30,160
	彦坂 幸毅	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	高CO <sub>2</sub> 適応植物の選抜と評価	27,300
	東谷 篤志	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 AMED-CREST	筋委縮の病態に迫るミトコンドリアのメカノバイオロジー	19,244
	山口 信次郎	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	地下茎の形成・伸長におけるストリゴラクトンの役割の解明	17,420
	経塚 淳子	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	地下茎からの分枝成長パターン決定機構の解析	16,900

種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
その他の競争的資金	菅野 明	国立研究開発法人 農業・食品産業技術 総合研究機構 農林 水産業・食品産業科 学技術研究推進事業	日本固有種で実現させる世界初のAPL <sup>0</sup> が <sup>0</sup> 茎枯病抵抗性系統育成とマーカー開発	14,250
	中静 透	文部科学省 気候変 動リスク情報創成プ ログラム	生態系生物多様性に関する気候変動リスクの創出	10,893

平成29年度

種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
科研費	山元 大輔	基盤研究(S)	神経行動形質を決定付ける遺伝子-環境相互作用の細胞機構	32,110
	筒井 健一郎	基盤研究(A)	レジリエンスとエフォートを支える内側前頭皮質の神経ネットワーク機能の解析	24,050
	渡辺 正夫	新学術領域研究 (研究領域提案型)	複二倍体種形成時の受粉・ゲノム安定性に機能する「鍵と鍵穴」因子の解析	23,010
	谷本 拓	基盤研究(A)	新しいイメージング技術による神経伝達物質受容体の多様性の理解	18,200
	筒井 健一郎	新学術領域研究 (研究領域提案型)	情動・注意の制御に関わる大脳皮質間神経回路の適応動態	16,380
	東谷 篤志	新学術領域研究 (研究領域提案型)	神経から筋・代謝へのメカノストレス伝達と適応応答機構	13,910
	占部 城太郎	基盤研究(A)	クローナル生物共存の生態機構解明と遺伝基盤：絶対単為生殖型ミジンコを用いた解析	13,910
	占部 城太郎	基盤研究(A)海外	水界生物群集に及ぼす光-栄養バランスの生態化学量効果：北米での野外実験による検証	13,260
	倉永 英里奈	新学術領域研究 (研究領域提案型)	表皮組織のバリア機能を維持する細胞競合因子の同定と作用機序の解明	10,790
その他の競争的資金	東谷 篤志	国立研究開発法人 日本医療研究開発機 構AMED-CREST	筋委縮の病態に迫るミトコンドリアのメカノバイオロジー	40,083
	山口 信次郎	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	地下茎の形成・伸長におけるストリゴラクトンの役割の解明	18,460
	田中 良和	国立研究開発法人 科学技術振興機構 さきがけ	超巨大蛋白質会合体の内部空間を利用した結晶化デバイスの創出	16,380
	菅野 明	国立研究開発法人 農業・食品産業技術 総合研究機構 農林 水産業・食品産業科 学技術研究推進事業	日本固有種で実現させる世界初のAPL <sup>0</sup> が <sup>0</sup> 茎枯病抵抗性系統育成とマーカー開発	16,300
	大橋 一正	国立研究開発法人 日本医療研究開発機 構AMED-PRIME	アクチン骨格再構築に関連するメカノセンサー蛋白質の同定とその機能解明	16,250

種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
その他の競争的資金	筒井 健一郎	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 構脳科学研究戦略推進プログラム (脳プロ)	TMSとモノアミン神経系動態のモニタリングに基づく脳幹-大脳皮質ネットワークダイナミクスの解明と磁気刺激治療の最適化	12,386
	経塚 淳子	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	地下茎からの分枝成長パターン決定機構の解析	11,700
	佐藤 修正	国立研究開発法人 科学技術振興機構 ACCEL	農耕地生態解析および分子マーカーに基づく菌根菌リン供給能評価技術の開発	10,790
	佐藤 修正	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	ミヤコグサおよびダイズのPE値計測とゲノム多型情報の整理	10,400

平成30年度

種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
科研費	渡辺 正夫	新学術領域研究 (研究領域提案型)	複二倍体種形成時の受粉・ゲノム安定性に機能する「鍵と鍵穴」因子の解析	24,440
	経塚 淳子	新学術領域研究 (研究領域提案型)	植物幹細胞の多能性を維持するメカニズムの解明	21,450
	筒井 健一郎	新学術領域研究 (研究領域提案型)	情動・注意の制御に関わる大脳皮質間神経回路の適応動態	16,380
	山口 信次郎	新学術領域研究 (研究領域提案型)	幹細胞新生のタイミングを制御する分子機構の解明	14,040
	東谷 篤志	新学術領域研究 (研究領域提案型)	神経から筋・代謝へのメカノストレス伝達と適応応答機構	13,910
	占部 城太郎	基盤研究(A)	クローナル生物共存の生態機構解明と遺伝基盤：絶対単為生殖型ミジンコを用いた解析	13,390
	谷本 拓	基盤研究(A)	新しいイメージング技術による神経伝達物質受容体の多様性の理解	12,220
	倉永 英里奈	新学術領域研究 (研究領域提案型)	表皮組織のバリア機能を維持する細胞競合因子の同定と作用機序の解明	10,920
	筒井 健一郎	基盤研究(A)	レジリエンスとエフォートを支える内側前頭皮質の神経ネットワーク機能の解析	10,010
その他の競争的資金	福田 光則	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	上皮細胞を用いた細胞外小胞の輸送・分泌の分子機構とその異質性を生み出す仕組みの解明：Rab分子の網羅的機能解析	75,400
	近藤 倫生	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	環境DNAを利用した生態系モニタリングのための技術基盤および数理手法の開発	42,883
	杉本 亜砂子	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	生殖システム進化を駆動するゲノム変化の原理解明と操作	37,050
	田口 友彦	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 AMED-PRIME	細胞内小器官特異的脂質環境が制御するシグナル伝達とその破綻に起因する疾患の分子機構の解明	22,100



種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
その他の競争的資金	東谷 篤志	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構AMED-CREST	筋委縮の病態に迫るミトコンドリアのメカノバイオロジー	20,215
	山口 信次郎	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	地下茎の形成・伸長におけるストリゴラクトンの役割の解明	18,460
	大橋 一正	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構AMED-PRIME	アクチン骨格再構築に関連するメカノセンサー蛋白質の同定とその機能解明	18,200
	安部 健太郎	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構AMED-PRIME	ストレス経験が長期にわたり個体に及ぼす影響の解明と制御	16,250
	田中 良和	国立研究開発法人 科学技術振興機構 さきがけ	超巨大蛋白質会合体の内部空間を利用した結晶化デバイスの創出	12,103
	経塚 淳子	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	地下茎からの分枝成長パターン決定機構の解析	11,206
	南澤 究	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	農耕地からのN <sub>2</sub> Oガス発生を削減し作物の増収・減農薬を実現する革新的微生物資材の開発	11,016
	有本 博一	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構	革新的中分子創薬技術の開発/先端的な中分子創薬関連技術の開発	10,400
	佐藤 修正	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	ミヤコグサおよびダイズのPE値計測とゲノム多型情報の整理	10,400
	藤田 尚信	国立研究開発法人 科学技術振興機構 さきがけ	オートファジーを介した分泌のメカニズムとその生物学的意義の解明	7,150
	常松 友美	国立研究開発法人 科学技術振興機構 さきがけ	グリア細胞光計測によるレム睡眠理解	5,720
	佐藤 修正	国立研究開発法人 科学技術振興機構 ACCEL	農耕地生態解析および分子マーカーに基づく菌根菌リン供給能評価技術の開発	5,460
倉永 英里奈	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	生体組織内での光力学操作技術開発および発生生物研究への応用	2,860	

令和元年度

種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
科研費	近藤 倫生	基盤研究(S)	沿岸生態系における構造転換：高度観測と非線形力学系理論に基づく実証アプローチ	44,330
	渡辺 正夫	新学術領域研究 (研究領域提案型)	複二倍体種形成時の受粉・ゲノム安定性に機能する「鍵と鍵穴」因子の解析	25,220
	田口 友彦	基盤研究(A)	細胞内輸送が厳密に制御する自然免疫分子STINGの活性・不活性化の分子機構	23,270
	経塚 淳子	新学術領域研究 (研究領域提案型)	植物幹細胞の多能性を維持するメカニズムの解明	22,360

種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
科研費	山口 信次郎	新学術領域研究 (研究領域提案型)	幹細胞新生のタイミングを制御する分子機構の解明	14,040
	東谷 篤志	新学術領域研究 (研究領域提案型)	神経から筋・代謝へのメカノストレス伝達と適応応答機構	13,910
	谷本 拓	基盤研究(A)	新しいイメージング技術による神経伝達物質受容体の多様性の理解	12,220
	筒井 健一郎	基盤研究(A)	レジリエンスとエフォートを支える内側前頭皮質の神経ネットワーク機能の解析	10,010
その他の競争的資金	倉永 英里奈	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	生体組織内での光力学操作技術開発および発生生物研究への応用	67,808
	福田 光則	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	上皮細胞を用いた細胞外小胞の輸送・分泌の分子機構とその異質性を生み出す仕組みの解明：Rab分子の網羅的機能解析	47,048
	常松 友美	国立研究開発法人 科学技術振興機構 さきがけ	グリア細胞光計測によるレム睡眠理解	31,720
	田口 友彦	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 AMED-PRIME	細胞内小器官特異的脂質環境が制御するシグナル伝達とその破綻に起因する疾患の分子機構の解明	28,719
	杉本 亜砂子	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	生殖システム進化を駆動するゲノム変化の原理解明と操作	27,560
	有本 博一	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構	革新的中分子創薬技術の開発/先端的な中分子創薬関連技術の開発	26,800
	東谷 篤志	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 AMED-CREST	筋委縮の病態に迫るミトコンドリアのメカノバイオロジー	17,940
	大橋 一正	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 AMED-PRIME	アクチン骨格再構築に関連するメカノセンサー蛋白質の同定とその機能解明	14,950
	安部 健太郎	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構 AMED-PRIME	ストレス経験が長期にわたり個体に及ぼす影響の解明と制御	14,950
	牧野 能士	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	近傍保存配列CNSのゲノム編集による作物遺伝子発現の精密調整基盤の開発	14,571
佐藤 修正	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	ミヤコグサおよびダイズのPE値計測とゲノム多型情報の整理	11,415	
佐藤 修正	国立研究開発法人 科学技術振興機構 ACCEL	農耕地生態解析および分子マーカーに基づく菌根菌リン供給能評価技術の開発	3,380	

令和2年度

種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
科研費	経塚 淳子	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	44,590

種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
科研費	近藤 倫生	基盤研究(S)	沿岸生態系における構造転換：高度観測と非線形力学系理論に基づく実証アプローチ	38,870
	渡辺 正夫	新学術領域研究 (研究領域提案型)	複二倍体種形成時の受粉・ゲノム安定性に機能する「鍵と鍵穴」因子の解析	25,350
	経塚 淳子	新学術領域研究 (研究領域提案型)	植物幹細胞の多能性を維持するメカニズムの解明	22,360
	筒井 健一郎	基盤研究(A)	情動と社会行動を司る脳内ネットワークの構成と動態の理解	19,370
	谷本 拓	基盤研究(A)	学習依存的に合成されるタンパク質の同定と記憶の長期化における動態の解明	15,990
	田口 友彦	基盤研究(A)	細胞内輸送が厳密に制御する自然免疫分子STINGの活性・不活性化の分子機構	11,440
その他の競争的資金	南澤 究	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ムーンショット型研究開発事業	地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現/資源循環の最適化による農地由来の温室効果ガスの排出削減	120,202
	倉永 英里奈	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	生体組織内での光力学操作技術開発および発生生物研究への応用	68,250
	福田 光則	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	上皮細胞を用いた細胞外小胞の輸送・分泌の分子機構とその異質性を生み出す仕組みの解明：Rab分子の網羅的機能解析	39,364
	東谷 篤志	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構AMED-CREST	筋委縮の病態に迫るミトコンドリアのメカノバイオロジー	29,212
	有本 博一	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構	革新的中分子創薬技術の開発/先端的中分子創薬関連技術の開発	28,000
	杉本 亜砂子	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	生殖システム進化を駆動するゲノム変化の原理解明と操作	27,560
	竹内 秀明	三菱財団	2020年度三菱財団研究助成金	16,000
	牧野 能士	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	近傍保存配列CNSのゲノム編集による作物遺伝子発現の精密調整基盤の開発	14,823
	田口 友彦	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構AMED-PRIME	細胞内小器官特異的脂質環境が制御するシグナル伝達とその破綻に起因する疾患の分子機構の解明	13,000
	安齋 賢	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	染色体編集技術の開発	11,440
	安部 健太郎	国立研究開発法人 日本医療研究開発機構AMED-PRIME	ストレス経験が長期にわたり個体に及ぼす影響の解明と制御	10,400
	竹内 秀明	公益財団法人 武田 科学振興財団	武田科学振興財団生命科学研究助成	10,000
常松 友美	国立研究開発法人 科学技術振興機構 さきがけ	さきがけ グリア細胞光計測によるレム睡眠理解	9,230	

種別	氏名	種目	研究題目	金額 (千円)
その他の競争的資金	横山 武司	国立研究開発法人 科学技術振興機構 さきがけ	リボソームの動的分子構造と細胞内分布の統合的理解	9,100
	佐藤 修正	国立研究開発法人 科学技術振興機構 CREST	ミヤコグサおよびダイズのPE値計測とゲノム多型情報の整理	8,165
	亀岡 啓	国立研究開発法人 科学技術振興機構 さきがけ	新規植物分子によるAM菌培養技術の開発と共生制御の解明	5,200

#### 4-6. 受賞

表 4-6-1 は、平成 24 年度（2012 年）から令和 2 年度（2020 年）の本研究科教員の受賞一覧である。平成 26 年度（2014 年）に西平守孝名誉教授が、平成 27 年度（2015 年）に大類洋名誉教授が二年連続で秋の叙勲瑞宝中綬章を授与され、本研究科にとって快挙となる受賞であった。さらに、クラリベイト・アナリティクス（旧トムソン・ロイター）Highly Cited researchers に本研究科から山口信次郎教授（当時）と佐藤修正准教授（当時）の 2 名が 5 年連続で受賞し、本研究科のアクティビティが高まっていることが示された。倉永英里奈教授が第 16 回日本学術振興会賞を受賞し、その他本研究科に関係する 6 名の研究者が文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞するなど若手研究者の活躍もめざましい。

表4-6-1 教員受賞一覧

年度	分野	教員名	受賞内容	受賞年月
2012	生物多様性進化	牧野 能士 助教	日本進化学会研究奨励賞	2012年8月
	機能生態学	小口 理一 助教	第9回日本植物学会奨励賞	2012年9月
	植物生殖遺伝	渡辺 正夫 教授	日本遺伝学会 日本育種学会第122回講演会優秀発表賞	2012年9月
	ゲノム継承システム	寺西 美佳 助教	日本宇宙生物科学会 第26回大会 優秀発表賞	2012年9月
	植物生殖遺伝	渡辺 正夫 教授	日本育種学会中部地区 第20回日本育種学会中部地区談話会・優秀発表賞	2012年12月
	遺伝情報動態	大坪 嘉行 助教	日本ゲノム微生物学会研究奨励賞	2013年3月
	群集生態	占部 城太郎 教授	日本プランクトン学会 プランクトン学会論文賞	2013年3月
	群集生態	占部 城太郎 教授	日本生態学会 The Ecological Research Award 2012	2013年3月
2013	機能生態学	小口 理一 助教	文部科学省 文部科学大臣表彰 若手科学者賞	2013年4月
	生物多様性進化	牧野 能士 助教	文部科学省 文部科学大臣表彰 若手科学者賞	2013年4月
	植物生殖遺伝	渡辺 正夫 教授	平成25年度科学技術分野の文部科学大臣表彰受賞者（科学技術省・理解増進部門）	2013年4月
	ゲノム継承システム	日出間 純 准教授	平成25年度科学技術分野の文部科学大臣表彰受賞者（科学技術省・理解増進部門）	2013年4月
	活性分子動態	山口 信次郎 教授	IPGSA (International Plant Growth Substances Association) IPGSA Silver Medal	2013年6月
	細胞認識応答	丸山 貴司 助教	第15回 国際免疫学会 Bursary	2013年8月
	ゲノム継承システム	東谷 篤志 教授 寺西 美佳 助教	平成25年度日本宇宙生物科学会賞	2013年9月
	生命構造化学	佐々木 誠 教授	2013年度有機合成化学協会企業冠賞 第一三共・創薬有機化学賞	2014年1月
	群集生態	占部 城太郎 教授	日本生態学会 日本生態学会賞	2014年3月
	植物生殖遺伝	渡辺 正夫 教授	国立科学博物館 平成25年度野依科学奨励賞	2014年3月
遺伝情報動態	大坪 嘉行 助教	農芸化学奨励賞	2014年3月	

年度	分野	教員名	受賞内容	受賞年月
2014	活性分子動態	山口 信次郎 教授	トムソン・ロイター Highly Cited Researchersに選出	2014年6月
	ゲノム継承システム	佐藤 修正 准教授	トムソン・ロイター Highly Cited Researchersに選出	2014年6月
	器官形成	田村 宏治 教授	平成25年度特別研究員等審査会専門委員（書面担当）表彰	2014年9月
	分子情報化学	有本 博一 教授	平成26年度 日本学術振興会 科学研究費助成事業 審査委員表彰	2014年10月
	-	西平 守孝 名誉教授	平成26年度 秋の叙勲 瑞宝中綬章	2014年11月
	遺伝情報動態	永田 裕二 准教授	Siemens Innovation Prize 2014 in Czech Republic	2015年2月
	分子情報化学	有本 博一 教授	平成26年度 日本化学会 学術賞	2015年3月
2015	生物多様性進化	高橋 佑磨 助教	平成27年度科学技術分野 文部科学大臣表彰 若手研究者賞	2015年4月
	発生生物学	経塚 啓一郎 准教授	平成27年度日本動物学会動物学教育賞	2015年9月
	遺伝子調節	葛西 秋宅 助教	The FEBS Journal Poster Prize 2015	2015年10月
	ゲノム継承システム	大学 保一 助教	第23回DNA修復・組換え・修復ワークショップ 若手優秀発表賞 口頭部門	2015年10月
	地圏共生遺伝生態	南澤 究 教授	2015年度 日本微生物生態学会 M&E論文賞	2015年10月
	活性分子動態	瀬戸 義哉 助教	植物化学調節学会 第50回記念大会 優秀発表賞	2015年10月
	-	大類 洋 名誉教授	平成27年秋の叙勲 瑞宝中綬章	2015年11月
	分子情報化学	有本 博一 教授	公益財団法人 アステラス病態代謝研究会 最優秀理事長賞 研究テーマ「個体の寿命を制御する内因性分子の研究」	2015年11月
	ゲノム継承システム	大学 保一 助教	第87回日本遺伝学会大会 B P 賞	2015年12月
	神経行動学	谷本 拓 教授	第12回（平成27年度）日本学術振興会賞	2015年12月
	活性分子動態	山口 信次郎 教授	トムソン・ロイター Highly Cited Researchers 2015	2016年1月
	ゲノム継承システム	佐藤 修正 准教授	トムソン・ロイター Highly Cited Researchers 2015	2016年1月
	植物生殖遺伝	渡辺 正夫 教授	平成27年度「仙台市理科特別授業」への貢献で感謝状	2016年2月

年度	分野	教員名	受賞内容	受賞年月
2016	発生ダイナミクス	久保田 幸彦 助教	2016 Asia-Pacific C. elegans Meeting, Beijing, China, Best Poster Award	2016年6月
	神経行動学	谷本 拓 教授	トムソン・ロイター 第4回リサーチフロントアワード	2016年7月
	脳情報処理	石井 宏憲 助教	第39回日本神経科学大会 第一回時実利彦記念神経科学優秀博士研究賞	2016年7月
	宇宙環境適応生態	児島 征司 助教	2016年度日本農芸化学会 東北支部 奨励賞	2016年9月
	膜輸送機構解析	Paulina S. Mrozowska 助教	2016 FASEB Science Research Conference "GTPases in Trafficking, Autophagy and Disease" Travel award	2016年9月
	分子情報化学	有本 博一 教授	2016年度 矢上賞	2016年10月
	分子発生制御	檜本 悟史 助教	東北植物学会奨励賞	2016年12月
	活性分子動態	山口 信次郎 教授	トムソン・ロイター Highly Cited Researchers 2016	2017年1月
	ゲノム継承システム	佐藤 修正 准教授	トムソン・ロイター Highly Cited Researchers 2016	2017年1月
	植物生殖遺伝	渡辺 正夫 教授	平成28年度 「仙台市理科特別授業」への貢献で感謝状	2017年2月
	植物生殖遺伝	渡辺 正夫 教授	平成28年度 「今治市理科特別授業」への貢献で感謝状	2017年2月
	宇宙環境適応生態	児島 征司 助教	B.B.B論文賞	2017年2月
	活性分子動態	増口 潔 助教	日本植物生理学会 2017年度 PCP論文賞	2017年3月
	活性分子動態	増口 潔 助教	2nd International Congress on Strigolactones, Torino, Italy, Syngenta Poster Award	2017年3月
2017	ゲノム継承システム	大友 保一 助教	平成29年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞	2017年4月
	膜輸送機構解析	藤田 尚信 助教	第69回 日本細胞生物学会 若手優秀発表賞	2017年6月
	生物多様性進化	河田 雅圭 教授	平成29年度 日本進化学会学会賞	2017年8月
	生物多様性進化	河田 雅圭 教授	公益信託進化学振興木村資生基金 木村資生記念学術賞	2017年8月
	分子発生制御	檜本 悟史 助教	平成29年度 日本植物細胞分子生物学会 奨励賞	2017年8月
	活性分子動態	山口 信次郎 教授	Highly Cited Researchers 2017	2017年12月



年度	分野	教員名	受賞内容	受賞年月
2017	ゲノム継承システム	佐藤 修正 准教授	Highly Cited Researchers 2017	2017年12月
	植物生殖遺伝	渡辺 正夫 教授 高田 美信 技術職員	日本育種学会第132回講演会 優秀発表賞	2017年12月
	植物生殖遺伝	渡辺 正夫 教授	平成29年度 東北大学全学教育貢献賞	2018年1月
	遺伝情報動態	津田 雅孝 教授	(独) 製品評価技術基盤機構 遺伝子組換え生物等取去・検出技術検討委員功労賞	2018年2月
	植物生殖遺伝	渡辺 正夫 教授	平成29年度「仙台市理科特別授業」への貢献で感謝状	2018年2月
	植物生殖遺伝	渡辺 正夫 教授	平成29年度 総長教育賞	2018年3月
2018	発生ダイナミクス	丹羽 伸介 助教	平成30年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞	2018年4月
	超回路脳機能	石塚 徹 講師	第5回 Biophysics and Physicobiology Editors' Choice Award	2018年7月
	動物発生	田村 宏治 教授	2018年度 日本進化学会学会賞	2018年8月
	動物発生	田村 宏治 教授	木村資生記念学術賞(木村賞)	2018年8月
	微生物進化機能開発	矢野 大和 講師	Plasmid Biology 2018. Seattle WA. Best Poster Presentation Award	2018年8月
	分子遺伝生理	大学 保一 助教	日本遺伝学会奨励賞	2018年9月
	超回路脳機能	松井 広 教授	平成29年度特別研究員等審査会専門委員(書面担当)及び国際事業委員会書面審査員 「有意義な審査意見を付していただいた専門委員等」	2018年9月
	脳機能遺伝	小金澤 雅之 准教授	平成29年度特別研究員等審査会専門委員(書面担当)及び国際事業委員会書面審査員 「有意義な審査意見を付していただいた専門委員等」	2018年9月
	分子遺伝生理	佐藤 修正 准教授	Highly Cited researchers 2018	2018年11月
	活性分子動態	山口 信次郎 客員 教授	Highly Cited researchers 2018	2018年11月
	動物発生	田村 宏治 教授	平成30年度 日本動物学会学会賞	2018年12月
	組織形成	倉永 英里奈 教授	2018年度アステラス病態代謝研究会最優秀理事長賞	2018年12月
	植物分子育種	渡辺 正夫 教授	仙台市教育委員会より平成30年度「仙台市理科特別授業」への貢献で感謝状	2019年2月
	微生物進化機能開発	佐藤 優花里 助教	第2回東北大学優秀女性研究者賞「紫千代萩賞」	2019年3月

年度	分野	教員名	受賞内容	受賞年月
2018	微生物進化機能開発	矢野 大和 講師	第1回日本遺伝学会春季分科会 ポスター賞	2019年3月
2019	分子遺伝生理	泉 正範 助教	平成31年度科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞	2019年4月
	環境応答	小林 啓恵 助教	日本宇宙生物科学会第33回大会 優秀発表賞	2019年9月
	微生物進化機能開発	矢野 大和 講師	第4回抗酸菌研究会 ベストプレゼンテーション賞	2019年11月
	組織形成	倉永 英里奈 教授	第16回日本学術振興会賞	2019年12月
	生命構造化学	梅原 厚志 助教	第61回天然有機化合物討論会 奨励賞	2020年1月
	植物分子育種	渡辺 正夫 教授	仙台市教育委員会より令和元年度「仙台市理科特別授業」への貢献で感謝状	2020年2月
	進化生物	河田 雅圭 教授	第18回日本生態学会賞	2020年3月
	機能生態	彦坂 幸毅 教授	第18回日本生態学会賞	2020年3月
2020	植物分子育種	渡辺 正夫 教授	今治自然科学教室より長年の「今治自然科学教室・特別授業」への貢献で感謝状	2020年3月
	土壌微生物	南澤 究 特任教授	2020年度 日本農学賞	2020年4月
	土壌微生物	南澤 究 特任教授	2020年度 読売農学賞	2020年4月
	膜輸送機構解析	福田 光則 教授	国際色素細胞学会連合 (IFPCS) 国際賞・Takeuchi Medal	2020年6月
	海洋生物多様性	藤本 心太 助教	eDSBS Early Career Outstanding Posters Honorable Mention	2020年8月
	生命構造化学	梅原 厚志 助教	第61回天然有機化合物討論会 奨励賞	2020年9月
	進化ゲノミクス	玉川 克典 研究員	日本進化学会第22回大会 ポスター発表賞	2020年9月
	分子遺伝生理	東谷 篤志 教授 寺西 美佳 助教	2020年度 全米医学アカデミー「カタリスト・アワード」	2020年11月
	活性分子動態	佐藤 伸一 助教	2021年度日本薬学会奨励賞 (The Pharmaceutical Society of Japan Award for Young Scientists)	2020年12月
	統合生態	酒井 聡樹 准教授	令和2年度東北大学全学教育貢献賞	2020年12月
植物分子育種	渡辺 正夫 教授	令和2年度東北大学全学教育貢献賞	2020年12月	

年度	分野	教員名	受賞内容	受賞年月
2020	進化ゲノミクス	別所-上原 奏子 助教	第10回東北植物学会 優秀発表賞	2020年12月
	細胞小器官疾患学	田口 友彦 教授	第4回日本免疫不全・自己炎症学会学術集会 優秀演題賞	2021年2月
	植物分子育種	渡辺 正夫 教授	仙台市教育委員会より令和2年度「仙台市理科特別授業」への貢献で感謝状	2021年2月

#### 4-7. 特許

平成24年度（2012年）～令和2年度（2020年）に本研究科から出願した特許の一覧を表4-7-1に示す。平成24年度（2012年）出願の高校生を対象に本研究科が実施した「科学者の卵」養成講座（後述）の受講者の生徒による発見に端を発する特許出願、「抗菌銀」は特に注目される。

表 4-7-1 特許出願一覧

出願年度	分野	教員	特許内容
H24年度	ゲノム継承システム	東谷 篤志	抗菌剤及びこれを含むマスターバッチ（特開2013-241350）
H24年度	脳情報処理	筒井 健一郎	車両用情報提供装置（特開2013-257777）
H24年度	生命構造化学	不破 春彦 佐々木 誠	抗がん作用を有する複素環化合物（特許6004372）
H24年度	ゲノム継承システム 植物生殖遺伝	東谷 篤志 渡辺 正夫	イネ用低温雄性不稔抑制剤（特開2014-105203）
H25年度	地圏共生遺伝生態	南澤 究	N <sub>2</sub> O還元能が強化された根粒菌及びN <sub>2</sub> Oの除去方法（特開2014-230534）
H25年度	地圏共生遺伝生態	南澤 究	植物の生育促進剤（特許6236660）
H28年度	遺伝情報動態	大坪 嘉行 永田 裕二 津田 雅孝	二本鎖DNA末端の加工方法（特許7010489）
H28年度	分子情報化学	有本 博一 一刀 かおり	複素環化合物（特開WO2018/143403）（アメリカ・ヨーロッパにも出願）
H29年度	分子情報化学	有本 博一 一刀 かおり	傷害を受けたミトコンドリアのオートファジー機構による分解剤（特願2019-529720）（アメリカ・ヨーロッパにも出願）
H30年度	植物分子育種	菅野 明	茎枯病抵抗性クサスギカズラ属植物の作出方法、選抜マーカー及び選抜方法（特開2020-018251）
H30年度	超回路脳機能	松井 広	光コネクタ用フェルール、光コネクタおよび複合ファイバ接続構造体（特願2018-163950）（アメリカにも出願）
R2年度	地圏共生遺伝生態	南澤 究	微生物資材および植物の栽培方法、並びに、細菌株（特願2021-002474）
R2年度	植物分子育種	菅野 明	アスパラガス及びハマタマボウキにおけるX染色体及びY染色体の有無を検出するためのバイオマーカー及び方法（特願2021-038728）

#### 4-8. 研究活動についての自己点検評価

まず、前回の自己評価の際に改善を要する点となった項目について検討を加える。

指摘事項 1：解決すべき項目 1：GCOE 終了後を見据え、組織的な研究費の獲得に十全の対策を付す必要がある。

現状：GCOE 終了後も組織的な研究費の獲得は高いレベルで推移している。

続いて、平成 24 年度（2012 年）～令和 2 年度（2020 年）の研究活動のうち、改善された点、解決すべき点を挙げる。

評価される項目 1：前評価期間から引き続き Nature、Science を含むトップジャーナルへ研究成果を掲載されている。

評価される項目 2：平成 28 年度（2016 年）より IFO 発酵研究所の寄附により研究科初となる寄附講座「微生物進化機能開発寄附講座」が設立された。

評価される項目 3：外部研究費の獲得は毎年高いレベルで維持されている。

解決すべき項目 1：外部資金の総額は高いレベルではあるが、科研費の獲得額は減少している。科研費の獲得の増加が望まれる。

解決すべき項目 2：トップジャーナルへの論文の掲載は一定数維持されているが、FWCI は 1 を超えた程度と、FWCI の増加への対策が必要である。



## 5. 社会貢献





## 5. 社会貢献

### 5-1. 教育・研究成果等の国民や社会への還元

以前から、ほぼ全国（東北、北関東、北陸、関西、四国、九州）の高等学校等を訪問して出前授業を行うなど、研究科として、あるいは全学のプログラムに基づいて社会貢献事業を地道に進めてきた。また、中学生や高校生の研究室見学も積極的に受入れてきた。平成 21 年度（2009 年）から科学技術振興機構（JST）の協定事業“未来の科学者養成講座”の一つとして東北大学は「科学者の卵養成講座」を実施し、本研究科の教員が中心となり実行委員として運営した。本評価期間に「科学者の卵養成講座」は発展を続け、平成 24 年度（2012 年）は「次世代型「科学者の卵養成講座」」、平成 25 年度（2013 年）は「循環型「科学者の卵養成講座」」、そして平成 26 年度（2014 年）～29 年度（2017 年）では JST「グローバルサイエンスキャンパス（GSC）」事業として「飛翔型「科学者の卵養成講座」」が採択された。平成 30 年度（2018 年）からは、新たに GSC 事業として継続採択され、「探求型「科学者の卵養成講座」」として、さらに 4 年間の継続事業として実施された。このプログラムは全国の高校生から応募を募り、選抜された約 100 名が東北大学で科学の講義を聴き、研究基礎コース、研究発展コース、研究重点コースに分けて「科学の見る眼」を養う講座を実施している。JST の講座は好評を博して成功裏に終了した。この事業を進める中で、高校生の出したアイデアから新発見が生まれ、企業とタイアップして特許出願を果たしただけでなく、米国の専門誌に論文として成果を発表している。

また本研究科が中心となって運営した二つの GCOE を通じて社会活動を活発化させている。脳科学 COE では市民向けの講演会等を開催し、生態 GCOE では一般向けの書籍の出版や、会合を活用して、市民、企業に向け、環境問題への提言を行い、またアクションリーダーとしての活動をすすめた。特に生態 GCOE から発展して設立された生態適応センターは、学際研究重点拠点「地球環境変動下における自然共生社会の構築に関する拠点」（平成 28 年度（2016 年）～令和 2 年度（2020 年））に認定されるとともに、東北大学の全学的プロジェクトである社会にインパクトある研究 A-2「自然資本の利用による心豊かな社会の創造」にも深く携わっており、活発な活動が継続されている。また、社会にインパクトある研究 F-1「生命の奇跡のプロセスに学ぶイノベーション」にも本研究科が主導部局として参画している。

令和元年度（2019 年）末からは新型コロナウイルス感染症が全世界に蔓延したが、本学・本研究科は通常通りの教育研究活動とは形を変えたが質の高い教育研究を維持し、社会への貢献を続けている。特に、新たに立ち上げられた東北大学新型コロナウイルス対応特別研究プロジェクトにおいては、本評価の対象範囲外ではあるが、田中良和教授のプロジェクト「海洋天然物ライブラリーから得られた抗コロナウイルス活性化化合物の機構解明」が採択された。

## 5-2. 広報

平成 26 年度（2014 年）より研究科に広報室を設立し、専任の教員 1 名を採用し、研究科の広報力の強化に努めた。研究成果の積極的なプレスリリースを行い、社会へのアピールとともに本研究科のブランドを高めるための戦略的広報を強化してきた。本研究科に関するメディア報道件数を図 5-2-1 にまとめた。年によって多少ばらつきはあるものの、近年、報道件数が増加している傾向は明らかである。

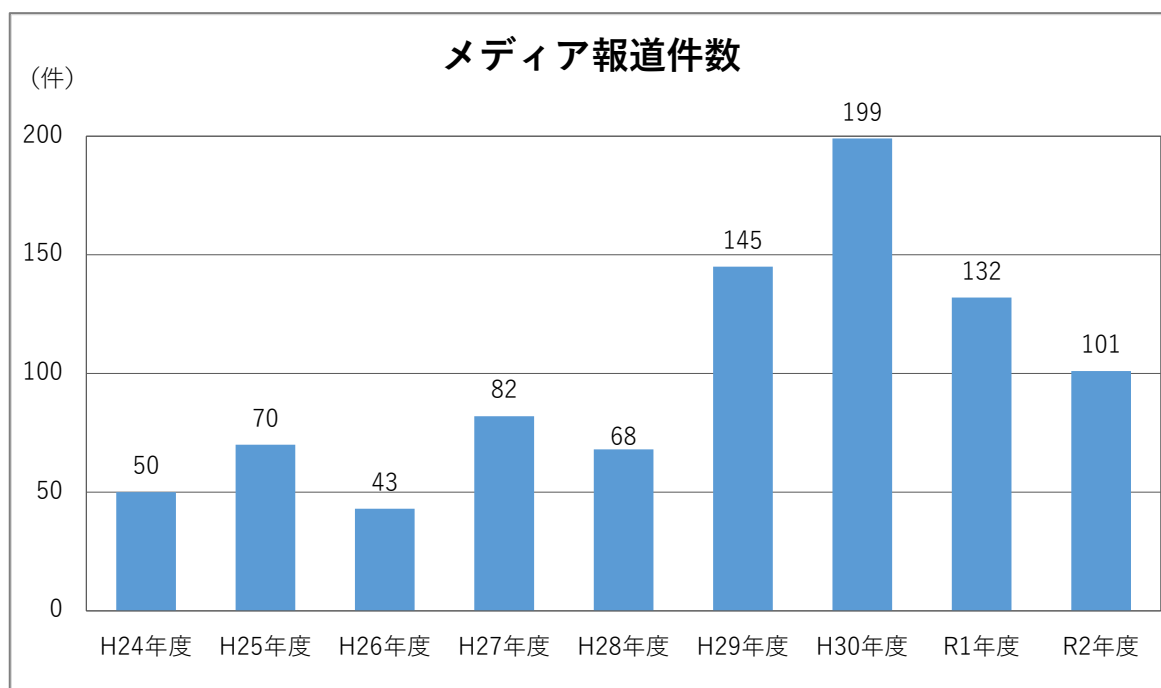


図 5-2-1 メディア報道件数

## 5-3. 共同研究等

各教員がそれぞれのテーマで積極的に海外との共同研究を行っている。本研究科の教員が研究代表者となって、日本学術振興会の二国間共同研究プログラムや JST の戦略的国際共同研究プログラムが実施されている。平成 29 年度（2017 年）にはエーゲ大学（トルコ）との大学間協定を締結した。また、同年にはノルウェー科学技術大学（NTNU）医学部健康科学部との部局間学術交流協定、ベルギーのルーベン・カソリック大学医学部およびバイオメディカルサイエンスグループとも部局間交流協定を締結した。さらに令和元年度（2019 年）には、ドイツのハインリッヒ・ハイネ大学デュッセルドルフ（HHU）数理学部および、セシル・オスカー・フォークト脳研究所（MNF）との部局間交流協定を締結した。また、国際宇宙ステーション“きぼう”内での実験を通じ、宇宙空間での生物学国際共同研究に参画している教員もあり、独自の国際貢献を果たしている。

#### 5-4. 震災復興事業

生態系 GCOE では、生態系を配慮した復興をめざし「海と田んぼからのグリーン復興プロジェクト」を立ち上げた。このグリーン復興プロジェクトのコンセプトは環境省の中央環境審議会の答申で採用された。このプロジェクトの中で、津波被害を受けた地域の復興に生命科学研究科の専門性を生かして貢献することを目指し、国際 NGO「アースウォッチ・ジャパン」と共に「津波大規模攪乱の生態系への影響評価と地域再生へ向けた生物モニタリング」を開始した。この事業は三井物産環境基金の支援を受けたものである。また、国連大学などと共同で、塩竈市浦戸諸島において、被災田んぼの復興や地域の自然を活かした地域振興などのグリーン復興事業を行っている。

また、生命科学研究科では、平成 29 年（2017 年）9 月に東日本大震災の被災後に資源循環型の新たなまちづくりを目指している南三陸町と「持続可能環境の実現に関する研究活動」についての協定を結び、震災復興から持続可能な社会創造を見据えた 新たな課題解決型研究の展開として生態学分野の活動を実施している。平成 30 年度（2018 年）には「海と田んぼからのグリーン復興」の活動を総括した著書「生物多様性は復興にどんな役割を果たしたか：東日本大震災からのグリーン復興」が総合地球環境学研究所の叢書として出版された。さらに、本の出版を記念してグリーン復興の反省と今後の可能性について議論するシンポジウム「自然資本を活かした防災と震災復興：東日本大震災からのグリーン復興と今後の展開」を平成 30 年（2018 年）12 月 1 日に東北大学大学院生命科学研究科生態適応センターと総合地球環境学研究所との共催で開催した。これらの取り組みは、5-1 にも記載された学際研究重点拠点「地球環境変動下における自然共生社会の構築に関する拠点」の認定期間から引き続き、認定終了後も取り組みを続けている。

#### 5-5. 地域・国との連携

本研究科の構成員の学識をもって社会に貢献し、政策提言と社会実装へ結実させるため国や地方公共団体等に多くの委員を送り出している。その一覧については参考資料としてウェブサイトに掲載した。参考資料の URL は本冊子の奥付に記載した。

#### 5-6. 社会貢献についての自己点検評価

前回の自己評価の際に今後の課題とされた項目について、まず以下に検討する。

指摘事項 1：広報や市民向けの活動の活発化は GCOE の枠組みに大きく依存しており、GCOE 終了後にこうした活動を維持、発展させる方策を検討する必要がある。

現状：GCOE 終了後も GCOE で得られたネットワークを大いに活用し、社会とともにある研究科として  
広報や市民向けの活動の活発化を維持している。

指摘事項 2：被災地復興に対して継続的な寄与ができるよう、長期的プランの策定と実行が求められる。

現状：被災地復興に対しては研究科を挙げて取り組みを続けている。中でも南三陸町と「持続可能環境  
の実現に関する研究活動」の協定の締結を契機として、より被災地復興に対して持続可能な社会創  
造を見据えた新たな課題解決型研究への展開を構成員も意識するようになっている。

次に本評価期間での活動について評価される項目と解決すべき項目をあげる。

評価される項目 1：本研究科教員が主体となり GCOE を活用し、市民向けの活動を盛んに行った。

評価される項目 2：JST のプログラムに基づいて高校生に対する斬新な教育プログラムを実践しただけ  
でなく、毎年継続し、発展させた。

評価される項目 3：被災地への復興支援を長期に渡って行っている。

解決すべき項目 1：オンラインツール（SNS）の普及に合わせて、広報活動も多岐のツールによる積極  
的な発信が求められる。

解決すべき項目 2：被災地復興に関して、引き続き継続的な寄与が求められ、さらなる長期的なプラン  
の策定と実行が求められる。

## 6. 各分野による自己評価



## **6. 各分野による自己評価**

### **6-1. 各分野による自己評価アンケートの実施**

本項では、令和 4 年度に各分野長に対して実施したアンケートに基づき、各分野の概要と研究科改組後の平成 30 年度（2018 年）～令和 2 年度（2020 年）を中心とした代表的な業績を掲載する。

### 【研究概要】

我々はこれまでに経験した感覚情報を統合し、学習した"記憶"に基づき適切な行動をとる。これは動物界に広くみられる脳・神経系の本質的な機能の一つであり、その複雑な過程の一端を担うのが、2種の刺激を結びつける連合学習である。本分野では、この連合学習の神経基盤を個別のニューロンレベルで理解するため、脳細胞数が比較的少なく、遺伝子工学によって細胞の機能操作が容易であるショウジョウバエ (*Drosophila melanogaster*) を使って研究している。特に、報酬と罰がどのように脳内で処理されているのか、ドーパミン神経群に焦点を当てて解析を進めている。行動学・組織形態学・遺伝子工学・画像解析を統合的に用いるほか、新たな行動解析のためソフト・ハードの両面からツール開発も行う。さらに、神経可塑性を生み出すより起源的な神経基盤を見出すため、クラゲを用いた実験解析系を立ち上げた。

### 【代表的な業績】

- 1) Kondo S. et al. (2020) Neurochemical organization of the *Drosophila* brain visualized by endogenously tagged neurotransmitter receptors. *Cell Rep.* DOI: 10.1016/j.celrep.2019.12.018
- 2) Sun H. et al. (2020) Dopamine receptor Dop1R2 stabilizes appetitive olfactory memory through the Raf/MAPK pathway in *Drosophila*. *J Neurosci.* DOI: 10.1523/JNEUROSCI.1572-19.2020
- 3) Ichinose T. et al. (2021) Mushroom body output differentiates memory processes and distinct memory-guided behaviors. *Curr Biol.* DOI: 10.1016/j.cub.2020.12.032
- 4) Kanno M. et al. (2021) Voluntary intake of psychoactive substances is regulated by the dopamine receptor Dop1R1 in *Drosophila*. *Sci Rep.* DOI: 10.1038/s41598-021-82813-0
- 5) Ikarashi M. and Tanimoto H. (2021) *Drosophila* acquires seconds-scale rhythmic behavior. *J Exp Biol.* DOI: 10.1242/jeb.242443
- 6) Yamagata N. et al. (2021) Presynaptic inhibition of dopamine neurons controls optimistic bias. *eLife.* DOI: 10.7554/eLife.64907
- 7) Onodera Y. et al. (2019) Courtship behavior induced by appetitive olfactory memory. *J Neurogenet.* DOI: 10.1080/01677063.2019.1593978
- 8) Katow H. et al. (2019) Tango knock-ins visualize endogenous activity of G protein-coupled receptors in *Drosophila*. *J Neurogenet.* DOI: 10.1080/01677063.2019.1611806



### 【研究概要】

ヒトや高等霊長類は主に視覚情報を用いて他者を認知し、その社会関係に応じて適切な行動選択をする。しかし近年の行動生態学の発展によって、シクリッド等の魚類も視覚情報を用いて他者を認知することが分かってきた。視覚情報を用いて社会情報を知覚・認知する機構は「ソーシャルビジョン」と言われているが、本研究では魚類ソーシャルビジョンに関わる神経機構を解明することで、比較生物学的な観点からその進化的起源を辿ることを目指している。これまでに分子遺伝学のモデル生物である小型魚類（メダカ）に着目し、群れ行動、社会的学習、メスの配偶者選択、オスの配偶者防衛行動、同種認知行動を定量化する行動実験系を確立した。その結果、メダカは視覚的に仲間を見分ける能力を持っており、個体認知に基づく高度な社会行動を示すことを発見した。例えば、メスマダカは長時間そばにいたオスを視覚記憶し、「見知ったオス」と「見知らぬオス」を見分けて、前者を配偶相手として選択する傾向がある。また遺伝子改変技術を駆使して、これらの社会行動に関わる遺伝子やニューロンの同定に成功している。今後メダカの基礎研究が魚類脳のソーシャルビジョンや行動選択に関わる脳情報処理機構の原型の発見に繋がることを期待している。

### 【代表的な業績】

- 1) Yokoi S. et al. (2020) Sexually dimorphic role of oxytocin in medaka mate choice. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. DOI: 10.1073/pnas.1921446117
- 2) Hosoya O. et al. (2021) A modified Tet-ON system minimizing leaky expression for cell-type specific gene induction in medaka fish. *Dev Growth Differ*. DOI: 10.1111/dgd.12743
- 3) Abe E. et al. (2019) Development of omnidirectional aerial display with aerial imaging by retro-reflection (AIRR) for behavioral biology experiments. *Optical Review*. DOI: 10.1007/s10043-019-00502-w
- 4) Ogoshi M. et al. (2021) Adrenomedullin 2 and 5 activate the calcitonin receptor-like receptor (clr) - Receptor activity-modifying protein 3 (ramp3) receptor complex in *Xenopus tropicalis*. *Gen. Comp. Endocrinol*. DOI: 10.1016/j.ygcen.2021.113752
- 5) Nakahata R. and Takeuchi H. (2022) Collective Decision-making in Response to Visual Looming Stimuli in Medaka Fish. *BioRxiv*. DOI: 10.1101/2022.06.14.494464
- 6) Daimon M. et al. (2022) Effect of the first mating experience on mating behaviors and brain gene expression in male medaka. *Research Square*. DOI: 10.21203/rs.3.rs-1368136/v1

- 7) Yokoi S. et al. (2022) Quantifying Social Interactions in Medaka Fish. Behavioral Neurogenetics. DOI: 10.1007/978-1-0716-2321-3\_7

## 脳生命統御科学専攻 神経ネットワーク講座 脳機能発達分野

### 【研究概要】

人は社会や環境からの影響を受け成長し、また、常に変容し続けるものです。実際、我々動物の脳神経系は、ゲノム情報などの内因性の情報のみならず、生活環境や親・社会との相互作用などの外因性の情報も受けて形作られます。また、成体になっても、神経ネットワーク構造やその生理学的な機能が随時変化することが分かってきました。本分野では、鳴禽類が個体間音声コミュニケーション能力を生後発達させる機構や、げっ歯類における認知学習機構、病態時における脳機能の障害機構、培養細胞における遺伝子発現制御機構などを現在、研究対象としています。研究手法としては、分子生物学的技術、細胞生物学、光遺伝学、脳内イメージング、動物行動解析技術を使用し、これらの技術を統合的に用いることで、脳が“変わる”機構を明らかにすることを研究の目的とします。将来的には、脳機能の根源的理解を深めるとともに、脳機能疾患に対する予防法・治療法の開発や、学習や健全な発育を促進するよりよい教育システムの確立を目指します。

### 【代表的な業績】

- 1) Tanaka M. et al. (2018) A mesocortical dopamine circuit enables the cultural transmission of vocal behaviour. Nature. DOI: 10.1038/s41586-018-0636-7
- 2) Sugiyama T. et al. (2020) The potential role of Arhgef33 RhoGEF in foveal development in the zebra finch retina. Sci Rep. DOI: 10.1038/s41598-020-78452-6
- 3) Abe H. and Abe K. (2022) PCR-based profiling of transcription factor activity in vivo by a virus-based reporter battery. iScience. DOI: 10.1016/j.isci.2022.103927

## 脳生命統御科学専攻 神経ネットワーク講座 脳神経システム分野

### 【研究概要】

認識し、判断し、行動を指令することによって「こころ」の実態をなしている、われわれの脳の仕組みを明らかにするため、神経回路の構成とそこで行われている情報処理の動態をしらべる研究を、局所神経回路から大規模神経回路までマルチスケールに展開し、システム論的な理解をすすめることを目指している。研究の対象は、作業記憶と実行機能、長期記憶、報酬系と情動など、多岐にわたっているが、当該期間においては、長期記憶と関わりの深い嗅内皮質の神経回路構成の詳細解析や、行動選択と関わりの深い前頭連合野における価値表現にかかわる脳機能イメージングなどに成果があった。

### 【代表的な業績】

- 1) Ohara S. et al. (2019) Entorhinal Layer II Calbindin-Expressing Neurons Originate Widespread Telencephalic and Intrinsic Projections. *Frontiers in Systems Neuroscience*. DOI: 10.3389/fnsys.2019.00054
- 2) Fujiwara J. et al. (2018) Ventrolateral Prefrontal Cortex Updates Chosen Value According to Choice Set Size. *Journal of Cognitive Neuroscience*. DOI: 10.1162/jocn\_a\_01207
- 3) Ohara S. et al. (2018) Intrinsic Projections of Layer Vb Neurons to Layers Va, III, and II in the Lateral and Medial Entorhinal Cortex of the Rat. *Cell Reports*. DOI: 10.1016/j.celrep.2018.06.014

## 脳生命統御科学専攻 細胞ネットワーク講座 膜輸送機構解析分野

### 【研究概要】

Ras スーパーファミリーに属する低分子量 G 蛋白質 Rab は、酵母から哺乳類に至るまで全ての真核生物に普遍的に保存されており、細胞内の様々なタイプの小胞（膜）の輸送を制御すると考えられている。しかし、哺乳類には約 60 種類の異なる Rab 分子が存在するため、個々の Rab の詳細な機能はほとんど明らかになっていない。当研究分野では、哺乳類の Rab ファミリーの役割を解明するため、哺乳類に存在する全ての Rab のノックアウト細胞株のコレクションを世界で初めて作製し、Rab ファミリーを網羅的に解析するツール（『Rab panel』と命名）を独自に開発してきた（*J. Cell Biol.*, 2019; *J. Cell Sci.*, 2021）。これらのツールを駆使した解析を行うことで、エンドリソソームの成熟（*J. Cell Sci.*, 2018; 2019; 2020）、一

次繊毛形成、神経突起伸長、メラニン輸送、エクソソーム分泌 (EMBO Rep., 2021; Cell Rep., 2022)、オートファジーなどの制御機構を独自の切り口から明らかにし、それらの成果を 2018 年から現在までに 35 報の原著論文として発表した。また、これまでの発表論文が毎年 1750 件以上引用されており、国際的にも高い評価を得ている。

### 【代表的な業績】

- 1) Homma Y. et al (2021) Rab family of small GTPases: an updated view on their regulation and functions. FEBS J. DOI: 10.1111/febs.15453

本論文では、哺乳類に存在する約 60 種類の低分子量 G 蛋白質 Rab の機能やヒト疾患との関連性などを網羅的に調べたもので、F1000Prime の Recommended paper に選定されている。また、1 年間に 50 報以上の論文に引用されるなど、掲載誌のトップ引用論文の一つにも選定されている。

- 2) Murakawa T. et al (2020) An autophagy-dependent tubular lysosomal network synchronizes degradative activity required for muscle remodeling. J. Cell Sci. DOI: 10.1242/jcs.248336

本論文では、ショウジョウバエの幼虫から成虫への変態に伴い、筋肉の再構成が起こることに着目し、オートファジー依存性の管状リソソームと言うユニークな構造を発見すると共に、筋肉再構成における重要性を明らかにした。本成果は、日刊工業新聞に記事が記載されただけでなく、2020 年度の JCS Prize に輝いた。

- 3) Homma Y. et al (2019) Comprehensive knockout analysis of the Rab family GTPases in epithelial cells. J. Cell Biol. doi: 10.1083/jcb.201810134

本論文では、哺乳類に共通して存在する 58 種類全ての Rab のノックアウト細胞株のコレクションを世界で初めて作製し (リソースとして全世界に公開)、膜蛋白質と可溶性蛋白質は異なる仕組みで分泌経路に沿って輸送されることを見出した。本成果は、河北新報などのメディアに取り上げられ、社会的にも大きな反響を得た。

- 4) Etoh K. and Fukuda M. (2019) Rab10 regulates tubular endosome formation through KIF13A and KIF13B motors. J. Cell Sci. DOI: 10.1242/jcs.226977

本論文では、網羅的な Rab の局在スクリーニングとノックアウト細胞株の解析を組み合わせることで、環状エンドソームの形成に必須の因子として Rab10 とその結合因子 KIF13A/B を同定することに成功した。この成果は、掲載号の Highlighted Article に選定され、国際的にも高い評価を得ている。

- 5) Kuchitsu Y. et al (2018) Rab7 knockout unveils regulated autolysosome maturation induced by glutamine starvation. J. Cell Sci. DOI: 10.1242/jcs.215442

本論文では、Rab7 のノックアウト細胞株の解析により、オートリソソーム (オートファゴソームとリソソームが融合したオルガネラ) の成熟がグルタミン飢餓により促進されるという全く新しい現象を発見した。この成果は、掲載号の Highlighted Article に選定され、国際的にも高い評価を得ている。

- 6) Fujita N. et al (2017) Genetic screen in Drosophila muscle identifies autophagy-mediated T-tubule remodeling and a Rab2 role in autophagy. eLife. DOI: 10.7554/eLife.23367

本論文では、ショウジョウバエの筋細胞が変態期にオートファジーにより大規模に作り替えられる現象を見出し、オートファゴソームとリソソームの融合を制御する新分子として Rab2 を同定することに成功した。本成果は、日本経済新聞など多数のメディアに取り上げられ、社会的にも大きな反響を得た。

- 7) Mrozowska PS. and Fukuda M. (2016) Regulation of podocalyxin trafficking by Rab small GTPases in 2D and 3D epithelial cell cultures. *J. Cell Biol.* DOI: 10.1083/jcb.201512024

本論文では、極性化した上皮細胞を用いて、ポドカレキシンの頂端膜への輸送機構を詳細に解析し、2次元と3次元（シスト）の培養条件では異なるセットの Rab やエフェクター分子がその輸送を制御することを見出した。この成果は、掲載号の Spotlight に加えて、F1000Prime の対象論文にも選定された。

- 8) Homma Y. and Fukuda M. (2016) Rabin8 regulates neurite outgrowth in both GEF-activity-dependent and -independent manners. *Mol. Biol. Cell.* DOI: 10.1091/mbc.E16-02-0091

本論文では、Rabin8 という分子の機能解析を行い、この分子が Rab10 の活性化を介して神経突起の伸長を促進するだけでなく、Rab11 依存的に Rab10 の活性化とは無関係に神経突起伸長を制御することを明らかにした。この成果は、掲載号の Highlights に選定され、国際的にも高い評価を得ている。

## 脳生命統御科学専攻 細胞ネットワーク講座 発生ダイナミクス分野

### 【研究概要】

本分野では、発生過程における細胞動態の制御メカニズムとその進化について、モデル線虫 *C. elegans* とその近縁種 (*C. inopinata*、*P. pacificus* など) を用いて研究を進めている。(1) 微小管動態の時空間的制御: 細胞周期や各組織に特異的な微小管動態の制御メカニズムを理解するために、微小管形成核である  $\gamma$ -チューブリン複合体・中心体・チューブリンアイソタイプなどに着目し、分子遺伝学・細胞生物学・生化学的手法を統合的に用いて解析している。(2) 生殖顆粒の形成機構と機能: 生殖細胞特異的な RNP 顆粒である生殖顆粒の形成機構と機能の普遍性と多様性を明らかにするために、*C. elegans* と近縁種 *P. pacificus* の比較解析を行っている。(3) 線虫近縁種をモデル系とした進化細胞生物学・進化発生生物学: モデル線虫である *C. elegans* と最近発見されたその姉妹種 *C. inopinata* を用いて、2 種間の形質の顕著な違い (初期発生過程、生殖システム、個体サイズ、生活環など) の遺伝的要因を、ゲノム比較と遺伝子操作を駆使して解析を進めている。

## 【代表的な業績】

- 1) Kanzaki N. et al. (2018) Biology and genome of a newly discovered sibling species of *Caenorhabditis elegans*. Nat Commun. DOI: 10.1038/s41467-018-05712-5
- 2) Namai S. and Sugimoto A. (2018) Transgenesis by microparticle bombardment for live imaging of fluorescent proteins in *Pristionchus pacificus* germline and early embryos. Dev Genes Evol. DOI: 10.1007/s00427-018-0605-z
- 3) Honda Y. et al. (2017) Tubulin isotype substitution revealed that isotype combination modulates microtubule dynamics in *C. elegans* embryos. J Cell Sci. DOI: 10.1242/jcs.200923
- 4) Obinata H. et al. (2018) Streptothricin acetyl transferase 2 (Sat2): A dominant selection marker for *Caenorhabditis elegans* genome editing. PLoS One. DOI: 10.1371/journal.pone.0197128
- 5) Kubota Y. et al. (2019) The Role of Tissue Inhibitors of Metalloproteinases in Organ Development and Regulation of ADAMTS Family Metalloproteinases in *Caenorhabditis elegans*. Genetics. DOI: 10.1534/genetics.119.301795
- 6) Nishida K. et al. (2021) Expression Patterns and Levels of All Tubulin Isoforms Analyzed in GFP Knock-In *C. elegans* Strains. Cell Struct Funct. DOI: 10.1247/csf.21022
- 7) Nakajo M. et al. (2022) Centrosome maturation requires phosphorylation-mediated sequential domain interactions of SPD-5. J Cell Sci. DOI: 10.1242/jcs.259025

## 脳生命統御科学専攻 細胞ネットワーク講座 細胞小器官疾患学分野

### 【研究概要】

細胞小器官の研究は、それぞれの細胞小器官が持つ個性的な内部空間（ルーメン）の機能を解き明かすことを中心に進んできましたが、細胞小器官を形作っている膜そのものにも重要な機能が潜んでいると考え研究をすすめています。これまでに、自然免疫作用に重要なシグナルがゴルジ体膜で、細胞増殖に重要なシグナルがリサイクリングエンドソーム膜で発生していることなどを明らかにし、さらにその分子機構の解明を進めています。

## 【代表的な業績】

- 1) Nishitani-Isa M. et al. (2022) Trapping of CDC42 C-terminal variants in the Golgi drives pyrin inflammasome hyperactivation. *J Exp Med*. DOI: 10.1084/jem.20211889  
新規自己炎症疾患 CDC42 C 末端病の発症分子機構の解明（共著論文：プレスリリース）
- 2) Kawasaki A. et al. (2022) PI4P/PS countertransport by ORP10 at ER–endosome membrane contact sites regulates endosome fission. *J Cell Biol*. DOI: 10.1083/jcb.202103141  
膜輸送を制御するリン脂質交換システムの発見（共著論文：プレスリリース）
- 3) Mukai K. et al. (2021) Homeostatic regulation of STING by retrograde membrane traffic to the ER. *Nature Communications*. DOI: 10.1038/s41467-020-20234-9  
自己免疫疾患 COPA 異常症の発症分子機構の解明（プレスリリース）
- 4) Deng Z. et al. (2020) A defect in COPI-mediated transport of STING causes immune dysregulation in COPA syndrome. *J Exp Med*. DOI: 10.1084/jem.20201045  
自己免疫疾患 COPA 異常症の発症分子機構の解明（共著論文：プレスリリース）
- 5) Tsuji T. et al. (2019) Predominant localization of phosphatidylserine at the cytoplasmic leaflet of the ER, and its TMEM16K-dependent redistribution. *PNAS*. DOI: 10.1073/pnas.1822025116  
リン脂質 phosphatidylserine のオルガネラ分布の決定（共著論文：プレスリリース）
- 6) Hansen A. et al (2018) Nitro-fatty acids are formed in response to virus infection and are potent inhibitors of STING palmitoylation and signaling. *PNAS*. DOI: 10.1073/pnas.1806239115  
内在性 STING 阻害分子の同定（共著論文：プレスリリース）

## 脳生命統御科学専攻 細胞ネットワーク講座 超回路脳機能分野

### 【研究概要】

脳の中には神経細胞以外に数多くのグリア細胞が存在する。グリア細胞は、神経細胞の恒常的な機能を支持するにとどまると考えられてきた。しかし、グリア細胞の一種のアストロサイトは、周囲の局所脳内環境変化に応答し、情報処理を左右することが示されてきた (Beppu et al., 2021)。近年、グリア細胞の活動を光で自在に操作し、局所脳内環境変動の光計測を可能にするオプトジェネティクス (光遺伝学) 技術が誕生した。脳神経機能のうち、特にシナプス伝達については、100 年来、電気生理学的な解析が進んできたが、グリア機能の解析は困難であった。そこで、オプトジェネティクスを活用することで、グリア細

胞によるシナプス・メタ可塑性調節機構は検証され、学習記憶の形成・定着におけるグリア細胞の役割は調べられてきた。印象に残る経験とすぐ忘れてしまう経験があるが、記憶の成立のしやすさを左右しているのは、脳内グリア細胞の活動なのではないだろうか。当分野長の東北大学での研究は、この仮説の提唱に至るまでの9年間の軌跡（医学系研究科2013-2017; 生命科学研究科2017-現在）と重なる。さらに、グリア細胞は血流・代謝との強い相互作用があり（Takata et al., 2018; Hatakeyama et al., 2021）、心身機能連関を担う要と考えられる。グリア細胞の機能次第での脳の病気、特にてんかん病態が左右されることにも注目してきた（Onodera et al., 2021; Shimoda et al., 2022）。今後、グリア細胞をターゲットとした新たな治療戦略の開拓が期待される。

### 【代表的な業績】

- 1) Shimoda Y. et al. (2022) Optogenetic stimulus-triggered acquisition of seizure resistance. *Neurobiol Dis.* DOI: 10.1016/j.nbd.2021.105602
- 2) Beppu K. et al. (2021) Glial amplification of synaptic signals. *J Physiol.* DOI: 10.1113/JP280857
- 3) Onodera M. et al. (2021) Exacerbation of epilepsy by astrocyte alkalization and gap junction uncoupling. *J Neurosci.* DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2365-20.2020
- 4) Hatakeyama N. et al. (2021) Differential pial and penetrating arterial responses examined by optogenetic activation of astrocytes and neurons. *J Cereb Blood Flow Metab.* DOI: 10.1177/0271678X211010355
- 5) Tsunematsu T. et al. (2021) Region-specific and state-dependent astrocyte  $Ca^{2+}$  dynamics during the sleep-wake cycle in mice. *J Neurosci.* DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2912-20.2021
- 6) Natsubori A. et al. (2020) Intracellular ATP levels in mouse cortical excitatory neurons varies with sleep-wake states. *Commun Biol.* DOI: 10.1038/s42003-020-01215-6
- 7) Takata N. et al. (2018) Optogenetic astrocyte activation evokes BOLD fMRI response with oxygen consumption without neuronal activity modulation. *Glia.* DOI: 10.1002/glia.23454
- 8) Igarashi H. et al. (2018) Targeted expression of step-function opsins in transgenic rats for optogenetic studies. *Scientific Reports.* DOI: 10.1038/s41598-018-23810-8



### 【研究概要】

特定の代謝産物がエピジェネティック制御に密接に関連していることに注目し、これまでほとんど知られていなかった胎仔期生殖細胞の代謝状態の網羅的解析を行なった。その結果、胎仔生殖細胞は、ヒストンや DNA の脱メチル化酵素の活性化に必要な  $\alpha$  ケトグルタル酸( $\alpha$ KG)とヒストンアセチル化の基質となるアセチル CoA を産生する TCA 回路や、解糖系から分岐したタンパク質の糖鎖修飾 (N アセチルグルコサミン化) に至るヘキソサミン経路などの活性化を含む、特徴的なエネルギー代謝状態を示すことを見いだした。さらに実際に  $\alpha$ KG が胎仔生殖細胞から卵母細胞への成熟に向かう際に必要なこと、またヘキソサミン経路が糖鎖修飾を介してエピジェネティック制御因子を安定化することが、PGC 形成に重要な役割を果たしていることなど、代謝産物による生殖細胞の形成・分化の、新たな制御機構を解明した。さらに生殖細胞のエピゲノム状態が次世代にも影響しうる点に注目し、環境要因によるエピゲノム変化が関与するしくみについての研究を開始した。そしてプラスチック可塑剤として使われているフタル酸ジエチルヘキシル(DEHP)を投与した妊娠マウスの産仔で起こる精子形成異常に、精子形成に必要な遺伝子のメチル化の誘導と発現抑制が関与している可能性を示した。

### 【代表的な業績】

- 1) Mochizuki K. et al. (2018) Repression of somatic genes by selective recruitment of HDAC3 by BLIMP1 is essential for mouse primordial germ cell fate determination. *Cell Reports* DOI: 10.1016/j.celrep.2018.07.108
- 2) Mochizuki K. et al. (2018) SETDB1 is essential for mouse primordial germ cell fate determination by ensuring BMP signaling. *Development*. DOI: 10.1242/dev.164160
- 3) An Y. et al. (2019) Derivation of pluripotent stem cells from nascent undifferentiated teratoma. *Developmental Biology*. DOI: 10.1016/j.ydbio.2018.11.020
- 4) Aoki N. and Matsui Y. (2019) Comprehensive analysis of mouse CTA functions in cancer cells and roles of TEKT5 in cancer cells and testicular germ cells. *Molecular and Cellular Biology*. DOI: 10.1128/MCB.00154-19
- 5) Hayashi Y et al. (2020) Proteomic and metabolomic analyses uncover sex-specific regulatory pathways in mouse fetal germline differentiation. *Biology of Reproduction*. DOI: 10.1093/biolre/iaaa115
- 6) Yoshizaki K. et al. (2021) Paternal age affects offspring's traits via an epigenetic mechanism involving REST. *EMBO Reports*. DOI: 10.15252/embr.202051524

- 7) Tanaka K. et al. (2021) Abnormal early folliculogenesis due to impeded pyruvate metabolism in mouse oocytes. *Biology of Reproduction*. DOI: 10.1093/biolre/ioab064
- 8) Tando Y. et al. (2021) Epi-mutations for spermatogenic defects by maternal exposure to Di (2-ethylhexyl) phthalate. *eLife*. DOI: 10.7554/eLife.70322

## 脳生命統御科学専攻 分化制御ネットワーク講座 腫瘍生物学分野

### 【研究概要】

当分野は、遺伝性乳がん・卵巣がん症候群の原因遺伝子産物である Breast cancer gene 1 (BRCA1)の機能解析を行っている。中心体は、細胞分裂時に紡錘体極となり、染色体分配に機能する。我々は、BRCA1の新規結合分子として Obg-like ATPase 1 (OLA1)、Receptor for activated C kinase (RACK1) を同定し、これらが BRCA1 とともに、中心体の数を制御し、これらのがん由来の変異により中心体の複製能が障害され、中心体数の増加が引き起こされることを明らかにした。また、これらの機能異常が組織特異的な発がんに関与する可能性も示した。DNA 修復能に関しては、DNA 二本鎖切断を修復する相同組換え(HR)活性の新たな測定法 Assay for Site-Specific HR Activity (ASHRA)を開発した。ASHRA を用いて多数の BRCA1 バリエーションの HR 活性を測定し、それらの病的意義を明らかにした。さらに、BRCA1 バリエーション発現細胞の、HR 活性の低下により高感受性となる Poly [ADP-ribose] polymerase (PARP) 阻害薬への感受性を測定し、ASHRA が従来法より簡便にかつ定量的に HR 活性を測定できることを明らかにした。

### 【代表的な業績】

- 1) Yoshino Y. et al. (2018) BRCA1-interacting protein OLA1 requires interaction with BARD1 to regulate centrosome number. *Molecular Cancer Research*. DOI: 10.1158/1541-7786.MCR-18-0269
- 2) Yoshino Y.\*, Endo S.\* et al. (\*co-first author) (2019) Evaluation of site-specific homologous recombination activity of BRCA1 by direct quantitation of gene editing efficiency. *Scientific Reports*. DOI: 10.1038/s41598-018-38311-x
- 3) Yoshino Y et al. (2019) RACK1 regulates centriole duplication by controlling localization of BRCA1 to the centrosome in mammary tissue-derived cells. *Oncogene*. DOI: 10.1038/s41388-018-0647-8
- 4) Yoshino Y\*, Kobayashi A\* et al. (\*co-first author) (2020) RACK1 regulates centriole duplication through the activation of polo-like kinase 1 by Aurora A. *Journal of Cell Science*. DOI: 10.1242/jcs.238931

## 脳生命統御科学専攻 分化制御ネットワーク講座 神経機能制御分野

### 【研究概要】

運動すれば肥満が解消し、II型糖尿病が改善する。また、無重力下の宇宙飛行士の骨は急速に萎縮してしまう。心臓は、常に血圧をモニターし、一定に保とうとしている。このように、生体の恒常性は、力に起因する刺激の変化を感知し、正確に反応することで維持されている。私たちは、力刺激の感知機構、反応機構を解明し、疾病治療法開発のために全く新しい創薬ターゲットを見つけ出そうとしている。そして、骨格筋、心筋にかかる力学刺激が糖代謝、脂質代謝を直接制御する新しいメカニズムを見出した。この研究は、Exercise pill を作ることに発展する可能性を秘めており、また、肥満に対する究極の治療法の発見に結びつくかも知れないと考えている。

### 【代表的な業績】

- 1) Furukawa S. et al. (2021) Findings from recent studies by the Japan Aerospace Exploration Agency examining musculoskeletal atrophy in space and on Earth. *npj Microgravity*. DOI: 10.1038/s41526-021-00145-9
- 2) Kim SY. et al. (2021) Structural insights into vesicle amine transport-1 (VAT-1) as a member of the NADPH-dependent quinone oxidoreductase family. *Scientific Reports* DOI: 10.1038/s41598-021-81409-y
- 3) Watanabe Y. et al. (2020) Importance of endothelial Hey1 expression for thoracic great vessel development and its distal enhancer for Notch-dependent endothelial transcription. *Journal of Biological Chemistry*. DOI: 10.1074/jbc.RA120.015003
- 4) Ihara D. et al. (2020) Expression of Hey2 transcription factor in the early embryonic ventricles is controlled through a distal enhancer by Tbx20 and Gata transcription factors. *Developmental Biology*. DOI: 10.1016/j.ydbio.2020.02.001

## 脳生命統御科学専攻 協力教員 神経発生生物学分野

### 【研究概要】

当分野では、脳の発生・進化・疾患に興味の軸足を置き、現在、1)哺乳類大脳新皮質構築における神経幹細胞内 mRNA 輸送メカニズムの解明、2)哺乳類大脳新皮質形成から行動に至る雌雄差の解明、3)父加

齢が次世代個体の神経発生や行動に与える影響の解明を中心に、主としてマウスを用いて分子レベル、細胞レベル、組織レベル、個体レベルの階層横断的な理解を目指している。1)については、細胞周期制御因子サイクリン D2 の mRNA 輸送メカニズムに関して、3'UTR の輸送配列を同定するとともに、輸送に必要なキネシンモーター分子の機能を明らかにした（論文投稿準備中）。2)に関しては、チュラロンコン大学との共同研究により、内分泌攪乱物質の母体暴露の影響の雌雄差について論文報告し、現在、マウス胎仔脳の網羅的遺伝子発現データの雌雄差分析を進めている。3)については、父加齢により次世代個体に神経発達障害様行動異常を示す個体が増加することを示すとともに、精子から次世代の神経発生に影響する分子メカニズムとして、精子 DNA 低メチル化領域に共通する REST 転写制御因子を同定した。現在、神経発生に影響を与える継精子エピジェネティック修飾と加齢による変異の解明に取り組んでいる。2016～2020 年度は新学術領域「多様な〈個性〉を創発する脳システムの統合的理解」の領域代表を務め、「個性」の科学的理解の推進を目指して学際融合的な研究グループを統括した。2021～2024 年度は、AMED 精神・神経疾患メカニズム解明プロジェクト「神経発達障害の病因・病態の理解に資する脳の性差のマルチモーダルな探求」において 2)の研究を推進している。3)の研究は現在、キャンノン財団からの支援によって進めている。上記の研究活動からのスピノフとして、「抗加齢コーディネータ転写因子としての Pax6」の機能解析に今後取り組む予定である。

### 【代表的な業績】

- 1) Yoshizaki K. et al. (2021) Paternal age affects offspring via an epigenetic mechanism involving REST/NRSF. EMBO Rep. DOI: 10.15252/embr.202051524
- 2) Thongkorn S. et al. (2021) Sex differences in the effects of prenatal bisphenol A exposure on autism-related genes and their relationships with the hippocampus functions. Sci Rep. DOI: 10.1038/s41598-020-80390-2
- 3) Casingal CR. et al. (2020) Identification of FMRP target mRNAs in the developmental brain: FMRP might coordinate Ras/MAPK, Wnt/ $\beta$ -catenin, and mTOR signaling during corticogenesis. Mol Brain. DOI:10.1186/s13041-020-00706-1
- 4) Nakagawa T. et al. (2020) The autism-related protein SETD5 controls neural cell proliferation through epigenetic regulation of rDNA expression. iScience. DOI: 10.1016/j.isci.2020.101030
- 5) Kikkawa T. et al. (2020) *Dmrt* genes participate in the development of Cajal-Retzius cells derived from the cortical hem in the telencephalon. Dev Dyn. DOI:10.1002/dvdy.156
- 6) Tatehana M. et al. (2020) Comprehensive histochemical profiles of histone modification in male germline cells during meiosis and spermiogenesis: Comparison of young and aged testes in mice. PLoS One. DOI: 10.1371/journal.pone.0230930

- 7) Kikkawa T. et al. (2019) The role of Pax6 in brain development and its impact on pathogenesis of autism spectrum disorder. *Brain Res.* DOI: 10.1016/j.brainres.2018.02.041
- 8) Kimura R. et al. (2018) Risk of neurodevelopmental disease by paternal aging: a possible influence of epigenetic alteration in sperm. *Adv Exp Med Biol.* DOI: 10.1007/978-981-10-5526-3\_8

## 脳生命統御科学専攻 協力教員 分子腫瘍学分野

### 【研究概要】

分子腫瘍学分野では、がんや老化における染色体不安定性の成因とその影響の解明について研究を行っている。最近では、がん細胞では細胞分裂期における紡錘体上で整列した染色体の反復運動 (オシレーション) が減弱しており、これが動原体上の分子のリン酸化の減少を介して染色体不安定性の一因となっていることを明らかにした (*J Cell Biol* 2021)。また染色体不安定性のレベルが高い細胞は、通常の平面培養では増殖が遅いものの、生体内の状況に近い 3 次元培養では、遺伝的に不均一な細胞集団の中から増殖に適したものが選択されることにより、大きなスフィアを形成することを明らかにした (*Cancer Sci* 2022)。これらに加え、染色体分配に関与する分子として当分野で同定された CHAMP1 (chromosome alignment maintaining phosphoprotein) について、様々な側面から研究を進めており、その細胞生存 (*Cancer Sci* 2021) や相同組換え修復 (*Oncogene* 2022) に関する機能を明らかにすると共に、知的障害関連分子としてのノックアウトマウスでの神経学的解析 (*Brain Commun* 2022) について報告している。

### 【代表的な業績】

- 1) Nagai M. et al. (2022) Deficiency of CHAMP1, a gene related to intellectual disability, causes impaired neuronal development and a mild behavioral phenotype. *Brain Commun*, in press, 2022.
- 2) Iemura K. et al. (2022) High levels of chromosomal instability facilitate the tumor growth and sphere formation. *Cancer Sci.* DOI: 10.1111/cas.15457
- 3) Fujita H. et al. (2022) CHAMP1-POGZ counteracts the inhibitory effect of 53BP1 on homologous recombination and affects PARP inhibitor resistance. *Oncogene.* DOI: 10.1083/s41388-022-02299-6
- 4) Medina MAC. et al. (2021) A mathematical model of kinetochore-microtubule attachment regulated by Aurora A activity gradient describes chromosome oscillation and correction of erroneous attachments. *Biomed Res.* DOI: 10.2220/biomedres.42.203

- 5) Iemura K. et al. (2021) Chromosome oscillation promotes Aurora A-dependent Hec1 phosphorylation and mitotic fidelity. *J Cell Biol.* DOI: 10.1083/jcb.202006116
- 6) Hino M. et al. (2021) CHAMP1 (CAMP) plays a role in cell survival through regulating Mcl-1 expression. *Cancer Sci.* DOI: 10.1111/cas.15018
- 7) Kuniyasu K. et al. (2018) Delayed Chromosome Alignment to the Spindle Equator Increases the Rate of Chromosome Missegregation in Cancer Cell Lines. *Biomolecules.* DOI: 10.3390/biom9010010
- 8) Itoh G. et al. (2018) Lateral attachment of kinetochores to microtubules is enriched in prometaphase rosette and facilitates chromosome alignment and bi-orientation establishment. *Sci Rep.* DOI: 10.1038/s41598-018-22164-5

## 脳生命統御科学専攻 協力教員 遺伝子導入分野

### 【研究概要】

第四のがん治療法として確立されつつある免疫チェックポイント抗体医薬の奏効率を格段に向上させるため、T細胞の免疫チェックポイントと同時並行的に作動するミエロイド免疫チェックポイントが有望であると着想し、このうち長いあいだ生理的リガンドが分かっていたLILRB4 (B4) が自己免疫のリスクを下げる特徴を持ちながらも免疫チェックポイントとしての性質を有する発見を行った (Inui M et al. *Int Immu* 2016)。さらに B4 の生理的リガンドとして唯一、ヒトとマウス B4 に共通するフィブロネクチン (FN) N 末端 30 kDa ドメイン (FN30) を同定した (2019 年特許出願)。B4 阻害抗体は自己免疫モデルマウスでは自己抗体産生を抑制し (Wong YL et al. *Int Immu* 2019; Su MT et al. *Int Immu* 2021)、担がんモデルマウスではがん転移・増殖を顕著に抑制した (Su MT et al. *Oncoimmunol* 2022)。2019 年の特許は米国製薬企業にライセンスされ、がん患者を対象にした臨床試験に入り、抗 PD-1 抗体医薬との 2 剤併用療法の有効性も評価しつつ、全世界 45 か国に及ぶ特許成立を目指している。B4 抗体医薬は近い将来に FDA に承認されることが期待される。

### 【代表的な業績】

- 1) Su MT. et al. (2022) LILRB4/gp49B promotes tumor metastasis by regulating MDSC-mediated immunosuppression and inhibiting anti-tumor exosomal miRNA secretion. *Oncoimmunol* DOI: 10.1080/2162402X.2022.2060907

- 2) Takahashi N. et al. (2022) Co-localization of fibronectin receptors LILRB4/gp49B and integrin on dendritic cell surface. *Tohoku J Exp Med.* 2022 June 10, in press.  
樹状細胞において B4 がどのように細胞調節を行うかを発見した。
- 3) Mitsune A. et al. (2021) Upregulation of leukocyte immunoglobulin-like receptor B4 on interstitial macrophages in COPD; their possible protective role against emphysema formation. *Respiratory Res.* DOI: 10.1186/s12931-021-01828-3  
B4 と COPD 患者のマクロファージ機能との関連を発見した。
- 4) Su MT. et al. (2021) Blockade of checkpoint ILT3/LILRB4/gp49B binding to fibronectin ameliorates autoimmune disease in BXSB/Yaa mice. *Int Immu.* DOI: 10.1093/intimm/dxab028
- 5) Wong YL. et al. (2019) Gp49B is a pathogenic marker for autoantibody-producing plasma cells in lupus-prone BXSB/Yaa mice. *Int Immu.* DOI:10.1093/intimm/dxz017
- 6) Sugahara–Tobinai A. et al. (2019) Amelioration of Kawasaki disease is coupled with down-regulation of peripheral blood plasmablast/plasmacell subset and its ILT3/LILRB4 expression. *Pediatr. Infect. Dis. J.* DOI: 10.1097/INF.0000000000002259  
川崎病患児のプラズマセルに B4 が高発現していることを発見した。
- 7) Inui M. et al. (2016) Tolerogenic immunoreceptor ILT3/LILRB4 paradoxically marks pathogenic auto-antibody-producing plasmablasts and plasma cells in non-treated SLE. *Int Immunol.* DOI: 10.1093/intimm/dxw044
- 8) 特許申請中：PCT/JP2020/030175 (公開 WO/2021/029318): 「免疫チェックポイント阻害剤 (以下略)」  
発明者：高井俊行 (以下略)；出願人：東北大学，2022 年：製薬企業に抗体医薬の独占的实施権を許諾，45 か国に審査請求中。

## 【研究概要】

植物は生涯にわたって幹細胞集団を生み出し形づくりを続ける。新たに作られた幹細胞は枝分かれをして成長するため、植物の成長とは枝分かれの繰り返しであるともいえる。基本的な枝分かれは規則的に起こるが、枝分かれパターンは個体の成長段階や環境に応じて柔軟に調節される。植物発生分野では、植物の枝分かれパターンを決定する遺伝子の仕組みとその進化を研究してきた。最終的に植物が生存戦略として進化させた成長の可塑性を分子レベルで解明することを目指している。

イネ穂の分枝パターンを決定する主要遺伝子群を単離し、それらの機能解析や進化について研究している。イネ穂の分枝形成を促進する遺伝子として報告した TAWAWA1 (TAW1) は細胞の分化を抑制しその結果として未分化性を維持するという機能を持ち、それはコケ植物から保存されていることを見出し、さらに研究を続けている。

ストリゴラクトン (SL) やサイトカイニン (CK) は分枝を制御する植物ホルモンである。SL は他の植物ホルモンとは異なり、二面的機能をはたしており、体外で異種とのシグナル物質として機能し体内で成長を調節する植物ホルモンとして機能する。SL 機能の起源や進化について研究を進めている。CK の祖先的な機能についても研究を行っている。

## 【代表的な業績】

- 1) Kodama K. et al. (2022) An Ancestral Function of Strigolactones as Symbiotic Rhizosphere Signals. *Nat Comm.* DOI: 10.1038/s41467-022-31708-3  
ストリゴラクトンは陸上植物の共通祖先で根圏シグナル物質として起源し、種子植物の祖先で遺伝子重複により受容体を獲得したことにより植物ホルモンとしても働くようになったことを明らかにした。
- 2) Kodama K. et al. (2022) An Ancestral Function of Strigolactones as Symbiotic Rhizosphere Signals. *Nat Comm.* DOI: 10.1038/s41467-022-31708-3  
ストリゴラクトンは陸上植物の共通祖先で根圏シグナル物質として起源し、種子植物の祖先で遺伝子重複により受容体を獲得したことにより植物ホルモンとしても働くようになったことを明らかにした。
- 3) Toriba T. et al. (2020) Suppression of Leaf Blade Development by *BLADE-ON-PETIOLE* Orthologs Is a Common Strategy for Underground Rhizome Growth. *Curr Biol.* DOI: 10.1016/j.cub.2019.11.055  
地下を水平方向に延びる地下茎は旺盛に成育するために有効である。地下茎を伸ばす植物では、地



上茎が生殖成長段階になっても地下部分は幼若期にとどまっております、地上部と地下茎が別の成長のステージが独立に制御されていることを明らかにした。

- 4) Toriba T. et al. (2019) BLADE-ON-PETIOLE genes temporally and developmentally regulate the sheath to blade ratio of rice leaves. *Nat Comm*. DOI: 10.1038/s41467-019-08479-5

同一個体においても個体の成長段階に応じて葉の形が変化することはよく知られている現象であるが、その制御の詳細は不明であった。本研究では BLADE ONPETIOLE (BOP) 遺伝子が、葉の基部側の成長を決定するマスター遺伝子であり、個体の成長段階に合わせて BOP のはたらきが変化することによってイネの葉の形が段階的に調節されることを発見した。

- 5) Naramoto S. et al. (2019) A conserved regulatory mechanism mediates the convergent evolution of plant shoot lateral organs. *PLoS Biol*. DOI: 10.1371/journal.pbio.3000560

*LATERAL ORGAN SUPPRESSION1* 遺伝子が葉の発生・成長を制御する遺伝子であり、陸上植物の葉の進化において共通して用いられたことを発見した。植物の葉はコケ、シダ、種子植物に分化後、独立に収斂進化として獲得されたものであるとされていることから、本研究は植物の葉の多様化・進化の礎となるメカニズムの解明に繋がる重要な発見である。

## 生態発生適応科学専攻 個体ダイナミクス講座 組織形成分野

### 【研究概要】

多細胞生物の発生過程にはたくさんの細胞が、増殖・分化・接着・移動・死などの個性的なイベントを積み重ねて個体発生を成立させている。このような細胞のふるまいは細胞間ネットワークを形成して組織形成を成し遂げると考えられるが、そのシステムを解明するためには生体内での時空間的な情報を考慮した実験的アプローチ、つまり生きた個体のなかで起こる現象をリアルタイムで捉えるライブイメージングの手法が有効である。当研究室では、発生生物学の研究に有用でかつ遺伝学的知見が豊富なショウジョウバエをモデルとして選択し、組織形成を支える多彩な細胞のふるまいがどのようにして協調しているのか、ライブイメージングと遺伝学的スクリーニングを用いて研究している。ショウジョウバエの豊富な遺伝学的ツールと生体イメージングの技術を駆使し、これまでに解析が困難だった生きた個体における個々の細胞のふるまいを可視化して包括的にとらえることで、組織形成を成し遂げる細胞間ネットワークシステムの解明 にアプローチしたい。

## 【代表的な業績】

- 1) Uechi H. and Kuranaga E. (2019) The Tricellular Junction Protein Sidekick Regulates Vertex Dynamics to Promote Bicellular Junction Extension. *Dev Cell*. DOI: 10.1016/j.devcel.2019.06.017
- 2) Okuda S. et al. (2019) Apical Junctional Fluctuations Lead to Cell Flow while Maintaining Epithelial Integrity. *Biophys J*. DOI: 10.1016/j.bpj.2019.01.039
- 3) Iijima N. et al. (2020) Differential cell adhesion implemented by *Drosophila* Toll corrects local distortions of the anterior-posterior compartment boundary. *Nat Commun*. DOI: 10.1038/s41467-020-20118-y
- 4) Hoshika S. et al. (2020) Reduction of endocytic activity accelerates cell elimination during tissue remodeling of the *Drosophila* epidermal epithelium. *Development*. DOI: 10.1242/dev.179648
- 5) Fujita S. et al. (2019) Cell proliferation controls body size growth, tentacle morphogenesis, and regeneration in hydrozoan jellyfish *Cladonema pacificum*. *PeerJ*. DOI: 10.7717/peerj.7579
- 6) Tsuboi A. et al. (2018) Competition for Space Is Controlled by Apoptosis-Induced Change of Local Epithelial Topology. *Curr Biol*. DOI: 10.1016/j.cub.2018.05.029
- 7) Uechi H. and Kuranaga E. (2018) Mechanisms of unusual collective cell movement lacking a free front edge in *Drosophila*. *Curr Opin Genet Dev*. DOI: 10.1016/j.gde.2018.06.012
- 8) Uechi H. et al. (2018) Ubiquitin-Binding Protein CG5445 Suppresses Aggregation and Cytotoxicity of Amyotrophic Lateral Sclerosis-Linked TDP-43 in *Drosophila*. *Mol Cell Biol*. DOI: 10.1128/MCB.00195-17

## 生態発生適応科学専攻 個体ダイナミクス講座 環境応答分野

### 【研究概要】

植物は固着性であるため、移動により生存環境を変えることができない。そのため、植物は水、重力、光などの環境因子に応答して成長や形態を制御し、遭遇する環境ストレスを回避・軽減することにより、環境に適応している。すなわち、根は重力屈性を発現して下側に伸長し、土壌に侵入するとともに、水分屈性を発現し、より水分の多い方向に成長し、効率的に養水分を獲得している。また、植物の器官（茎や根）の先端部が回旋しながら伸長する回旋転頭運動は、重力応答依存的に生じ、成長に有利な環境に自らを誘導する。本研究分野では、このような植物の環境応答に必要な遺伝子・タンパク質機能と植物ホルモン作用を理解するために、植物の成長制御機構を生理学的および分子遺伝学的に解析するとともに、宇宙

の微小重力下での検証実験を目指して研究を行なっている。これらの研究により、植物の環境応答機構を解明するだけでなく、地球の環境・食糧問題の解決や人類の宇宙活動にも貢献する。

### 【代表的な業績】

- 1) Kobayashi A et al. (2019) Circumnutational movement in rice coleoptiles involves the gravitropic response: analysis of an agravitropic mutant and space-grown seedlings. *Physiol Plant*. DOI: 10.1111/ppl.12824  
単子葉植物のイネの幼葉鞘における回旋転頭運動の重力応答依存性を検討した。その結果、宇宙実験での微小重力下では、野生型‘亀の尾’の回旋転頭運動が、人工 1G 重力下に比較して低下した。したがって、イネの幼葉鞘においても、重力応答が回旋転頭運動の重要な要因であることが明らかになった。

## 生態発生適応科学専攻 個体ダイナミクス講座 動物発生分野

### 【研究概要】

脊椎動物の付属肢の形態形成をモデルとして、動物の発生・進化・再生における形づくりの重要性について研究を行なっている。これまでの研究室の研究成果・実績に対して、分野長の田村は 2018 年に日本動物学会賞ならびに日本進化学会賞を受賞した。この 5 年間には、これらの研究について 16 本の論文発表に貢献してきた。なかでも、四肢発生におけるサリドマイド作用機序の種間差メカニズムの解明 (*EMBO J.*, 2020)、魚類ヒレの進化的起源に関する 150 年来の定説の反覆 (*Sci. Rep.*, 2022)、胸ビレ内骨格再生とその再生能低下の発見 (*Dev., Biol.*, 2020) は、特筆に値する。これらの研究教育の成果として、2018 年から 2022 年までのあいだに 7 名の日本学術振興会特別研究員 (DC1、DC2) を輩出・教育したことも評価に値する。田村はこれらの研究内容をオンライン講義 (MOOC 東北大学 2019 年より 4 年連続で開講) として一般向けに配信したり、著述 (岩波ジュニア新書、2022 年) として出版するなどアウトリーチ活動も積極的に展開している。

### 【代表的な業績】

- 1) Miyamoto K. et al. (2022) Developmental independence of median fins from the larval fin fold revises their evolutionary origin. *Scientific Reports*. DOI: 10.1038/s41598-022-11180-1
- 2) 田村宏治. 進化の謎をとく発生学：恐竜も鳥エンハンサーを使っていたか. 岩波ジュニア新書. 2022.

- 3) Takeuchi T. et al. (2022). Newt Hoxa13 has an essential and predominant role in digit formation during development and regeneration. *Development*. DOI: 10.1242/dev.200282
- 4) Yamanaka S. et al. (2021) Thalidomide and its metabolite 5-hydroxythalidomide induce teratogenicity via the cereblon neosubstrate PLZF. *The EMBO Journal*. DOI: 10.15252/emj.2020105375
- 5) Yoshida K. et al. (2020) Zebrafish can regenerate endoskeleton in larval pectoral fin but the regenerative ability declines. *Developmental Biology*. DOI: 10.1016/j.ydbio.2020.04.010
- 6) Uemoto T. et al. (2020) Regrowth of zebrafish caudal fin regeneration is determined by the amputated length. *Scientific Reports*. 2020 DOI: 10.1038/s41598-020-57533-6
- 7) Wakamatsu Y. et al (2019) Homeobox code model of heterodont tooth in mammals revised. *Scientific Reports*. DOI: 10.1038/s41598-019-49116-x

## 生態発生適応科学専攻 個体ダイナミクス講座 植物細胞動態分野

### 【研究概要】

植物は複雑な形をしています、それらのほとんどは、たった一つの細胞である受精卵にまで遡ることができます。私たちは、受精卵の内部で起こる変化をリアルタイムで捉えることに成功し、受精後に細胞内の極性がいったん損なわれ、その後、徐々に受精卵の内部で微小管やアクチン繊維といった細胞骨格が方向性を持って並ぶことで、非対称分裂に至ることを発見しました。受精卵の非対称分裂によって生じた2つの娘細胞は、それぞれ植物の地上部（葉や花）と地下部（根）を作る元となることから、私たちの発見は、植物の上下軸を作る初期の過程を明らかにしたと言えます。さらに、植物細胞の大半を占める液胞が、受精卵の内部でダイナミックに変形しながら下方向に移動することで、核が上方向に移動して非対称分裂に繋がることや、この非対称分裂によって液胞が下側の娘細胞に多く受け継がれることが、その後の胚のパターン形成にも重要であることなど、さまざまな仕組みが分かりつつあります。

本分野では、植物の細胞のなかで何が起こり、それがどのように植物全体のかたち作りにつながるかを理解することを目指しています。具体的には、植物の受精卵を始めとする、かたち作りの中核を担う細胞に注目し、高精細ライブイメージングによる細胞内動態の解明や、遺伝子解析による制御機構の同定などを進めます。

## 【代表的な業績】

- 1) Kimata Y. et al. (2019) Polar vacuolar distribution is essential for accurate asymmetric division of *Arabidopsis* zygotes. PNAS. DOI: 10.1073/pnas.1814160116

## 生態発生適応科学専攻 生態ダイナミクス講座 水圏生態分野

### 【研究概要】

河川・湖沼・沿岸に生息する生物を対象に、生物の生理生態的特性や生物種間相互作用を分子生態、生態化学量論や栄養動態理論の観点から解析し、遺伝子から生態系へ至る水圏生態過程を統合的に理解することを目的に研究を進めています。人間活動に伴う地球規模での環境変化が懸念されている現在、多様な生物種からなる生物群集の成立機構を解明し環境変化に伴う生態系の応答予測を行うことが緊急課題として生態学に求められています。そこで、細菌から、藻類、プランクトン・ベントス、魚類に至る幅広い水生生物を視野に入れ、分析科学、系統地理学や分子遺伝学、個体群動態・群集理論などを手がかりに、水生生物がたどってきた進化過程や水圏生態系の成り立ちを捉えることで、地球・地域環境変化に対する生物群集と生態系の応答を予測することを目指しています。

### 【代表的な業績】

- 1) Urabe J. et al. (2018) Understanding the stoichiometric limitation of herbivore growth: the importance of feeding and assimilation flexibilities. *Ecology Letters*. DOI: 10.1111/ele.12882  
動物の成長速度が多様な餌を食べると促進する現象を、生態化学量論の視点から解析し、餌に含まれるリンや不可欠脂肪酸含量が減少すると、摂食速度が増加するとともに同化効率が上昇することで、栄養補償をしていることを発見した。
- 2) Yamamichi M. et al. (2018) A shady phytoplankton paradox: When phytoplankton increases under low light. *Proceedings of the Royal Society B*. DOI: 10.1098/rspb.2018.1067  
生物群集は太陽光をエネルギー源に各種栄養塩を物質基盤として成立しているが、その池沼生態系における供給バランスを具体的に調べる野外大規模実験を実施したところ、光が減少するとむしろ植物プランクトンが増える現象を発見し、その代替安定状態は藻類と水草の生物間相互作用によるものであることを示した。
- 3) Maruoka N. et al. (2018) Rediscovery after almost 120 years: morphological and genetic evidence supporting the validity of *Daphnia mitsukuri* (Crustacea: Cladocera). *Zoological Science*. DOI: 10.2108/zs170081

手賀沼で採集され、研究室内で維持されていたミジンコ (*Daphnia*) について、詳細な形態観察と分子遺伝解析を行ったところ、従来知られていた *D. pulex* ではなく、石川千代松博士が100年前に日本で記載し、その後忘れられていた *D. mitsukuri* であること発見し、その種名が分類学的に有効であることの再記載を行った。

- 4) Gurung A. et al. (2019) River Metabolism along a Latitudinal Gradient across Japan and in a global scale. *Scientific Reports*. DOI: 10.1038/s41598-019-41427-3  
日本全国の河川中流～下流域の一次生産速度と群集呼吸速度を、酸素の日変化量を手がかりに測定するとともに、世界各地で報告されている河川のこれら代謝速度を比較解析したところ、一次生産速度に比べて群集呼吸速度が高く、集水域からの有機物に涵養されていること、さらに一次生産速度は高緯度地域ほど上昇することを明らかにした。
- 5) Tian X. et al. (2019) Evolution of asexual *Daphnia pulex* in Japan: variations and covariations of the digestive, morphological and life history traits. *BMC Evolutionary Biology*. DOI: 10.1186/s12862-019-1453-9  
絶対単為生殖型ミジンコ (*Daphnia pulex*) を対象に、詳細な成長実験を行い、形態・栄養・生活史形質を含む23の形質の遺伝特性と分散について解析を行ったところ、各形質は3つの共分散形質に別れ、それら形質は捕食や栄養条件に強依存して進化してきたことを示唆した。
- 6) Zhang X. et al. (2020) Variations in effects of ectosymbiotic microbes on the growth rates among different species and genotypes of *Daphnia* fed different algal diets. *Ecological Research*. DOI: 10.1111/1440-1703.12194  
ミジンコの腸内細菌等の共生細菌叢の宿主生態に果たす機能的役割を明らかにするため、無菌化した個体の成長実験を行った。その結果、共生細菌叢には宿主成長に影響を及ぼす特異的な1群がいること、しかし宿主に果たす生態効果は、宿主遺伝子型により異なることを示した。
- 7) Kazama T. et al. (2021) A unified framework for herbivore-to-producer biomass ratio reveals the relative influence of four ecological factors. *Communications Biology*. DOI: 10.1038/s42003-020-01587-9  
植物と植食者の生物量比を決める要因を解明するため、光（太陽光投入量）と捕食者（魚類）量を操作した大規模野外実験を行い、その生物量比は、捕食者量について、植物の化学量比や防衛形質により決まっていることを定量的に示した。
- 8) Kawamoto Y. et al. (2021) Microbial communities on fish carcasses in a tidal flat. *PLoS ONE* DOI: 10.1371/journal.pone.0247220  
干潟における大型有機物（魚死骸）に繁殖する細菌叢と原生動物群集の群集集合過程について追跡を行い、細菌叢については周辺にはないユニークな群集が創設されるが、やがて消滅していくこと、原生動物群集については、魚死骸のみならず、細菌により新たに作られる環境によっても形成されていることを示した。

### 【研究概要】

植物の光合成生産に着目し、様々な研究を展開している。現在の大きなテーマは二つあり、一つは自然変異に着目した植物の適応機構の解明と強化植物の創出である。多くの生物には、同一種内でも様々な遺伝的・機能的変異があり、その一部は特定の環境への適応の結果生じたと考えられている。特定の環境に適応している集団の個体はエコタイプと呼ばれ、ある環境に適応するためにどのような遺伝子・形質が有利なのかを知るためのよい研究材料である。これまで、生理生態学・遺伝学的手法を用いて様々な研究を行い、高 CO<sub>2</sub> 環境での成長促進に関係する遺伝子の同定などを行った。もう一つのテーマはリモートセンシングによる光合成機能検出法の確立である。地球環境問題や人口増加問題をふまえ、植物機能を様々な空間スケールで迅速に検出する必要性が増している。そこで、ドローンや人工衛星などのリモートセンシングツールを使って光合成やストレス状況の把握を可能にする手法の開発を行っている。これまで、新しい光合成予測モデルを提案し、その優位性を示してきた。その他、CO<sub>2</sub> 応答、温度応答、生態系炭素貯留など地球環境に関連した研究を進めている。国際共同研究にも多数参加し、研究の国際化を進めている。

### 【代表的な業績】

- 1) Oguchi R. et al. (2022) Enhanced growth rate under elevated CO<sub>2</sub> conditions was observed for transgenic lines of genes identified by intraspecific variation analyses in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Molecular Biology*. DOI: 10.1007/s11103-022-01265-w
- 2) Hikosaka K. et al (2021) Intraspecific variations in leaf traits, productivity, and resource use efficiencies in the dominant species of subalpine evergreen coniferous and deciduous broad-leaved forests along the altitudinal gradient. *Journal of Ecology*. DOI: 10.1111/1365-2745.13603
- 3) Machino S. et al. (2020) The latitudinal and altitudinal variations in the biochemical mechanisms of temperature dependence of photosynthesis within *Fallopia japonica*. *Environmental and Experimental Botany*. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2020.104248
- 4) Yamaguchi DP. et al. (2019) An upper limit in the photosynthetic acclimation to high temperature in canopy leaves of *Quercus serrata*. *Frontiers in Forests and Global Change*. DOI: 10.3389/ffgc.2019.00019
- 5) Kumarathunge DP. et al. (2019) Acclimation and adaptation components of the temperature dependence of plant photosynthesis at the global scale. *New Phytologist*. DOI: 10.1111/nph.15668

- 6) Hikosaka K. and Noda HM. (2019) Modeling leaf CO<sub>2</sub> assimilation and photosystem II photochemistry from chlorophyll fluorescence and the photochemical reflectance index. *Plant, Cell and Environment*. DOI: 10.1111/pce.13461
- 7) Yoshinaka K et al. (2018) The role of biomass allocation between lamina and petioles in a game of light competition in a dense stand of an annual plant. *Annals of Botany*. DOI: 10.1093/aob/mcy001
- 8) Hikosaka K. (2021) Photosynthesis, chlorophyll fluorescence and photochemical reflectance index in photoinhibited leaves. *Functional Plant Biology*. DOI: 10.1071/FP20365

## 生態発生適応科学専攻 生態ダイナミクス講座 進化生物分野

### 【研究概要】

生物の集団内多様性の生成維持機構とその進化的意義、環境変化に対する生物の適応に関わる遺伝的基盤の解明、そして、ヒトの精神的特性の進化について研究、刺胞動物と共生藻類との共生進化機構の研究を進めた。集団内多様性の維持については、集団内の色彩多型がもっとも顕著であるグッピーを対象に、色覚の違いが、オプシン遺伝子の遺伝的変異と光環境の違いの両者によって影響されており、さらにその色覚の違いが雄の体色に対する選好性の違いに関わることを初めて明らかにした。また、環境変化に対する遺伝的基盤に関しては、アノールトカゲにおいて温度センサーである TRPA1 が重要であることを明らかにした。また、侵略的外来種が新規環境で適応可能な遺伝的基盤として、ゲノム中の遺伝子重複率の高さが影響する可能性を示した。ヒトの精神的特性の進化においては、VMAT1 の変異がヒトの進化において不安傾向を高める方向に進化し、現在は、低不安傾向の変異と集団内で多型が維持されていることを明らかにした。

### 【代表的な業績】

- 1) Sato D. X and Kawata M. (2018) Positive and balancing selection on SLC18A1 gene associated with psychiatric disorders and human-unique personality traits. *Evolution Letters*. DOI: 10.1002/evl3.81
- 2) Sakai Y. et al. (2018) Genetic and plastic variation in opsin gene expression, light sensitivity, and female response to visual signals in the guppy. *PNAS*. DOI: 10.1073/pnas.1706730115
- 3) Akashi H. et al. (2018) Comparisons of behavioral and TRPA1 heat sensitivities in three sympatric Cuban Anolis lizards. *Molecular Ecology*. DOI: 10.1111/mec.14572



- 4) Takahashi Y. et al. (2018) Balanced genetic polymorphism improves a population fitness. *Proceedings of Royal Society of London B*. DOI: 10.1098/rspb.2017.2045
- 5) Makino T. and Kawata M. (2019) Invasive invertebrates associated with highly duplicated gene content. *Molecular Ecology*. DOI: 10.1111/mec.15019
- 6) Bridle J. et al. (2019) Local adaptation stops where ecological gradients steepen or are interrupted. *Evolutionary Applications*. DOI: 10.1111/eva.12789
- 7) Nakayama T. et al. (2019) Single-cell genomics unveiled a cryptic cyanobacterial lineage with a worldwide distribution hidden by a dinoflagellate host. *PNAS*. DOI: 10.1073/pnas.1902538116
- 8) Sakai Y. et al. (2020) Environmental factors explain spawning day deviation from full moon in the scleractinian coral *Acropora*. *Biology Letters*. DOI: 10.1098/rsbl.2019.0760

## **生態発生適応科学専攻 生態ダイナミクス講座 統合生態分野**

### **【研究概要】**

基盤 B 「ムダの生態学：種内競争による形質進化が多種共存に及ぼす影響の解明」、基盤 S 「沿岸生態系における構造転換：高度観測と非線形力学系理論に基づく実証アプローチ」、学術変革領域研究 A 「土壌微生物機能発揮の鍵となる群集・メタゲノム構造の特定」等の競争的研究資金のほか、企業や認定 NPO 法人等からの寄付金を獲得している。群集生態学、微生物生態学、理論進化生態学を含む幅広い課題で研究活動を実施し、その成果は部局の広報等でも活用された。また、環境 DNA を活用した全国の生物多様性観測網 ANEMONE を主催し、2022 年にはここで取得したデータをオープンデータとして公開する ANEMONE DB を発表、環境 DNA データの活用について議論する産官学の ANEMONE コンソーシアムを設立した。また、南三陸町や神奈川県、滋賀県等との共同研究は、研究室の学生にとっても社会連携による研究推進や社会課題解決のプロセスについて学ぶ良い機会を提供している。

### **【代表的な研究成果】**

- 1) Ushio M. et al. (2018) Fluctuating interaction network and time-varying stability of a natural fish community. *Nature*. DOI: 10.1038/nature25504
- 2) Kawatsu K. and Kondoh M. et al. (2018) Density-dependent interspecific interactions and the complexity–stability relationship. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. DOI: 10.1098/rspb.2018.0698

- 3) Kato Y. et al. (2018) Using food network unfolding to evaluate food–web complexity in terms of biodiversity: theory and applications. *Ecology letters*. DOI: 10.1111/ele.12973
- 4) Yamamichi M. et al. (2020) Intraspecific adaptation load: a mechanism for species coexistence. *Trends in Ecology & Evolution*. DOI: 10.1016/j.tree.2020.05.011
- 5) Kawatsu K. et al. (2021) Are networks of trophic interactions sufficient for understanding the dynamics of multi-trophic communities? Analysis of a tri-trophic insect food-web time-series. *Ecology Letters*. DOI: 10.1111/ele.13672
- 6) Minamoto T. et al. (2020) An illustrated manual for environmental DNA research: Water sampling guidelines and experimental protocols. *Environmental DNA*. DOI: 10.1002/edn3.121
- 7) Kyogoku D. et al. (2019) Who determines the timing of inflorescence closure of a sexual dandelion? Pollen donors versus recipients. *Evolutionary Ecology*. DOI: 10.1007/s10682-019-10000-9
- 8) ANEMONE DB  
<https://db.anemone.bio>

## 生態発生適応科学専攻 生態ダイナミクス講座 共生ゲノミクス分野

### 【研究概要】

共生ゲノミクス分野では、「共生」というキーワードを狭義の「相利共生」の視点と広義の「自然共生」の視点でとらえ、これらの研究対象を集団ゲノミクスや比較ゲノミクスの手法で解析しております。

研究分野の特色の一つは研究リソースの整備から、それを応用した研究までを展開している点にあります。研究リソースの整備ではNBRP(ナショナルバイオリソースプロジェクト)のミヤコグサ・ダイズの分担機関としてマメ科植物の研究に有用なリソースの整備提供を行うとともに、ネギ属等の作物のゲノムリソースの整備を行っています。「相利共生」の分野では、宿主植物による共生微生物の制御機構の解明を目指し、ミヤコグサ系統間の微生物相互作用の表現型の差に着目した集団ゲノミクス解析や宿主植物が内生菌や土壌微生物の菌叢に与える影響についてメタゲノム解析やネットワーク解析の手法を用いてアプローチしています。「自然共生」の分野では、ミヤコグサの集団のゲノム解析と、圃場栽培実験により、ミヤコグサが日本全土に分布域を広げた分子機構を解明するとともに、ダイズのコレクションを用いた集団ゲノミクスの手法で、環境因子と遺伝子因子の交互作用の分子メカニズムの解析を行っています。

これらの研究により、生物間および生物と環境のつながりという意味での共生をキーワードとして、気候変動時代における持続可能な農業の展開に貢献できる成果を目指しております。

### 【代表的な業績】

- 1) Shah N. et al. (2020) Extreme genetic signatures of local adaptation during *Lotus japonicus* colonization of Japan. *Nat Commun.* DOI: 10.1038/s41467-019-14213-y  
136系統のミヤコグサのゲノム解析と、鹿島台圃場での表現型情報の解析から、ミヤコグサの地域適応機構を解明した。比較ゲノム解析から、ミヤコグサが約2万年前に九州に定着し、その後日本全土に分布域を広げたことを見出すとともに、表現型情報を用いた GWAS 解析から、地域適応の鍵になった遺伝子を明らかにした。
- 2) Shimamura M. et al. (2022) Phenolic acids induce Nod factor production in *Lotus japonicus*-*Mesorhizobium* symbiosis. *Microbes Environ.* DOI: 10.1264/jsme2.ME21094  
ミヤコグサ根粒菌から分泌される Nod ファクターの直接分析と、独自に開発した遺伝子発現解析系を組み合わせることで長年物質同定ができていなかったミヤコグサ根粒菌の共生シグナルがフェノール酸であることを同定した。これよりマメ科植物からの共生シグナルの幅が広がり根粒菌の資材利用への貢献が期待される。
- 3) Arashida H. et al. (2022) Evolution of rhizobial symbiosis islands through insertion sequence-mediated deletion and duplication. *ISME J.* DOI: 10.1038/s41396-021-01035-4  
マメ科植物との共生生活に欠かせない根粒菌の共生アイランドで高頻度で大規模な欠失・重複が起こるメカニズムを室内進化実験で明らかにした。これにより、根粒菌共生ゲノム領域の再編成が自然界における根粒菌の共進化機構であることが強く示唆された。
- 4) Fujito S. et al. (2021) Construction of a high-density linkage map and graphical representation of the arrangement of transcriptome-based unigene markers on the chromosomes of onion, *Allium cepa* L. *BMC Genomics.* DOI: 10.1186/s12864-021-07803-y  
16Gbp という巨大なゲノムサイズを持つタマネギのゲノム情報を整備するため、トランスクリプトームをターゲットとした配列解析を実施し、異種染色体添加系統や倍加半数体系統というリソースの特徴を活かすことで、世界で初めてタマネギの高密度遺伝地図の作成に成功した。
- 5) Bamba M. et al. (2020) Massive rhizobial genomic variation associated with partner quality in *Lotus*-*Mesorhizobium* symbiosis. *FEMS Microbiol Ecol.* DOI: 10.1093/femsec/fiaa202  
日本のミヤコグサ系統から単離した根粒菌 9 株のゲノムを解読し詳細な比較ゲノム解析を行うとともに、各菌株を 15 種類のミヤコグサ系統に接種し、窒素固定活性の比較を行うことにより、窒素固定活性に GxG の影響があることを見出し、その要因が根粒菌のゲノム領域にあることを明らかにした。
- 6) Kusakabe S. et al. (2020) *Lotus* accessions possess multiple checkpoints triggered by different type III secretion system effectors of the wide-host-range symbiont *Bradyrhizobium elkanii* USDA61. *Microbes Environ.* DOI:

10.1264/jsme2.ME19141

ミヤコグサとダイズ根粒菌の相互作用を 3 型分泌系(T3SS)に着目して解析し、T3SS エフェクターを介した免疫防御反応が既知の侵入時に加えて、侵入後の複数のタイミングで誘導されること明らかにするとともに、それらが異なるエフェクターで誘導されることを明らかにした。

- 7) Bamba M. et al. (2019) Exploring genetic diversity and signatures of horizontal gene transfer in nodule bacteria associated with *Lotus japonicus* in natural environments. *Mol Plant Microbe Interact.* DOI: 10.1094/MPMI-02-19-0039-R

日本の各地に自生するミヤコグサから根粒菌計 106 株を採取し、ゲノム領域と共生アイランドの遺伝子の系統解析を行なった。その結果、ゲノム領域の遺伝子の系統解析では 10 種以上に分類されたのに対して、共生アイランドの遺伝子は単系統となり共生アイランドの水平伝播による根粒菌多様性の成立経緯が明らかとなった。

- 8) Akyol TY. et al. (2019) Impact of Introduction of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on the Root Microbial Community in Agricultural Fields. *Microbes Environ.* DOI: 10.1264/jsme2.ME18109

6 圃場でのネギへの菌根菌資材の接種実験で得られた根のサンプルを用いて、大規模な細菌叢、真菌叢のデータ収集を行なった。得られた菌叢データを用いたネットワーク解析により、菌根菌資材の定着には競合するタイプの土着の菌根菌の密度が影響を与えることを明らかにし、菌根菌の生物資材利用に向けた基盤情報を提供した。

## 生態発生適応科学専攻 多様性ダイナミクス講座 植物進化多様性分野

### 【研究概要】

陸上植物はきわめて多様な進化を遂げている。現在のような多様性を示すようになったメカニズムを明らかにすることとその実体を科学的に記載することを課題として、分子系統学、集団遺伝学、形態学、分類学、年輪年代学などのさまざまな観点から研究を行っている。また、現存の植物から得られるデータを用いて、過去に起きた進化について考察することも重要な課題の一つであり、特定の分類群の系統関係や現在の日本の植物相を構成する種についての過去の分布変遷なども研究対象としている。さらに植物と共生する動物や菌類が、植物との相互作用の中で、どのように共生関係を築いてきたかを明らかにすることも重要な研究課題である。一方、現在の多様性を維持するための方策を考えるための基礎学問として、保全生物学的研究も行っている。本研究室は、仙台市川内にある植物園本園と青森県八甲田山にある八甲田分園の 2 カ所のスタッフで構成され、恵まれたフィールドを活用して研究教育活動を行っている。

## 【代表的な業績】

- 1) Yamada T. et al. (2021) Refugia during the last glacial period and the origin of the disjunct distribution of an insular plant. *Journal of Biogeography*. DOI: 10.1111/jbi.14090
- 2) Kyan R. et al. (2021) Phylogeographic and demographic modelling analyses of the multiple origins of the rheophytic goldenrod *Solidago yokusaiana* Makino. *Heredity* DOI: 10.1038/s41437-021-00408-x
- 3) Wang HX. et al. (2020) Plastome phylogenomic insights into the Sino-Japanese biogeography of *Diabelia* (Caprifoliaceae). *Journal of Systematics and Evolution*. DOI: 10.1111/jse.12560
- 4) Nagasawa K. et al. (2020) Genetic consequences of plant edaphic specialization in solfatara fields; phylogenetic and population genetic analysis of *Carex angustisquama* (Cyperaceae). *Molecular Ecology*. DOI: 10.1111/mec.15324
- 5) Chung MY. et al. (2020) Incorporating differences between genetic diversity of trees and herbaceous plants in conservation strategies. *Conservation Biology*. DOI: 10.1111/cobi.13467
- 6) Ogishima M. et al. (2019) Frequent chloroplast capture among *Isodon* (Lamiaceae) species in Japan revealed by phylogenies based on variation in chloroplast and nuclear DNA. *Plant Species Biology*. DOI: 10.1111/1442-1984.12239
- 7) Ogura-Tsujita Y. et al. (2018) The giant mycoheterotrophic orchid *Erythrorchis altissima* is associated mainly with a divergent set of wood-decaying fungi. *Molecular Ecology*. DOI: 10.1111/mec.14524
- 8) Sakaguchi S. et al. (2018) Phylogenetic analysis of East Asian goldenrod (*Solidago virgaurea* complex, Asteraceae) reveals hidden ecological diversification with recurrent formation of ecotypes. *Annals of Botany*. DOI: 10.1093/aob/mcx182

## 生態発生適応科学専攻 多様性ダイナミクス講座 生物多様性保全分野

### 【研究概要】

生物多様性の創出、維持機構を、遺伝的变化、適応、生物間相互作用、気候変動、地殻変動、人間活動の効果を総合的に捉える新しい視点で研究した。島嶼や湖沼の生物相を対象として、種多様性と遺伝的多様性が創出され、維持される機構の解明に取り組んだ。新規に形成された島や湖沼では、急速な生態的ニッチの分化が起き、それと連動して種分化が起こることを、ゲノム解析と生態学的解析と化石記録を組み合わせる新しい手法で解明した。一方、グローバルな地球レベルでの生物多様性の創出機構に

も取り組み、大陸の衝突など過去の大規模な地殻変動が、生物の多様化の速度や地理的な分布パターンを劇的に変化させることを示した。

人間活動が及ぼす集団の遺伝的多様性への影響を解明し、過去2千年に及ぶ人間との関係、例えば食料利用の有無が、集団の遺伝的構造や進化に大きく影響したことを示した。

島嶼を中心に生物多様性の保全研究に取り組み、外来生物の及ぼす影響評価や、外来生物のモニタリング、影響緩和などの技術の開発を行った。これらの評価結果や開発した技術は、環境省およびその委託企業に技術移転され、実際の保全事業に活用された。

### 【代表的な業績】

- 1) Miura O. et al. (2019) Recent lake expansion triggered the adaptive radiation of freshwater snails in ancient Lake Biwa. *Evolution Letters*. DOI: 10.1002/evl3.92  
多数の固有種からなる琵琶湖のカワニナ類の遺伝的変異、ニッチ利用、化石記録の解析を行い、過去40万年における種分化の過程を淡水貝で初めて総合的に推定することに成功した。湖の広さ、深さの増加が種分化速度を決定し、放散過程では異種間交雑が頻繁に起きること、ニッチ分化が種分化を駆動することを明らかにした。
- 2) Hirano T et al. (2019) Role of ancient lakes in genetic and phenotypic diversification of freshwater snails. *Molecular Ecology*. DOI: 10.1111/mec.15272  
琵琶湖のタニシ類の分子遺伝、生態、古生物研究を行い、40万年の進化史を解明、種分化が現在も進行中であることを示した。琵琶湖固有属ナガタニシは、琵琶湖周辺のオオタニシから分化途上にあることが示された。中国のタニシ類を含めた解析から、湖沼化が淡水貝類の多様化を促進することを示した初の成果である。
- 3) Miura O et al. (2020) Ancient drainage networks mediated a large-scale genetic introgression in the East Asian freshwater snails. *Ecology and Evolution*. DOI: 10.1002/ece3.6523  
日本固有種のカワニナ類の多様性の進化史をゲノムワイドの解析で推定し、過去に存在した水系が、現在の集団の遺伝的変異のパターンに残存していることを示した。過去の水系は消滅したにもかかわらず、数百万年の長期に渡り現生集団に影響を留めることを示した初めてのケースである。
- 4) Ye B. et al. (2020) Human-geographic effects on variations in the population genetics of *Sinotaia quadrata* (Gastropoda: Viviparidae) that historically migrated from continental East Asia to Japan. *Ecology and Evolution*. DOI: 10.1002/ece3.6456  
淡水貝類ヒメタニシが、中国から自然、人為分散で日本に移住拡散した歴史を推定した。中国では食用利用のための遺伝的攪乱で遺伝的分化が阻害されたが、日本では利用されなかったために、遺伝的分化が進んだ。長期の人間活動の有無が、遺伝的分化のパターンを大きく変えることを示した初めてのケースである。

- 5) Hirano T et al. (2019) Divergence before and after the isolation of islands: Phylogeography of the *Bradybaena* land snails on the Ryukyu Islands of Japan. *Journal of Biogeography*. DOI: 10.1111/jbi.13575  
琉球列島に固有の陸産貝類を対象に、大陸島で種分化と遺伝的分化が生じる歴史と機構を推定した。その結果、島グループ間の種分化や遺伝的分化は、琉球列島形成以前、大陸だった時に形成され、その後は移動分散がその主要因であることが示された。従来の大陸島での多様化機構の常識に大きな変更を迫る成果である。
- 6) Kagawa O et al. (2020) Citizen science via social media revealed conditions of symbiosis between a marine gastropod and an epibiotic alga. *Scientific Reports*. DOI: 10.1038/s41598-020-74946-5  
潮間帯の海産貝類と藻類の共生関係の強さが、気候など環境要因で決定されるという仮説を検証するため、SNS を利用した日本と韓国の市民の協力による調査を行った結果、従来の考えと異なり、基質が強く影響する一方、温度は影響しないことが示された。市民科学の利点を生かした新しい知見である。
- 7) Saito T et al. (2022) Uncovering overlooked diversity using molecular phylogenetic approach: A case of Japanese sphaeriid clams (*Bivalvia*: *Sphaeriidae*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. DOI: 10.1016/j.ympev.2022.107508  
ユーラシア全域にわたり、淡水二枚貝マメシジミ類の進化史を推定した。その結果、驚くべきことに北方系の群は、ユーラシアを東西に頻繁に横断していた。南方系の群は日本で独自の進化を遂げていた。二枚貝が高頻度かつ長距離にわたり、上空を飛ぶことを示した非常にユニークな成果である。
- 8) Aota T. et al. (2021) Detection of *Anolis carolinensis* using drone images and a deep neural network: an effective tool for controlling invasive species. *Biological Invasions*. DOI: 10.1007/s10530-020-02434-y  
小笠原諸島に進入し在来生態系に被害を及ぼしているアノールトカゲの影響評価のため、AI とドローンを利用したモニタリングシステムを開発した。動画から AI によりアノールを自動判別することに成功し、環境省のモニタリング事業の省力化に大きく貢献する成果が得られた。

## 生態発生適応科学専攻 多様性ダイナミクス講座 海洋生物多様性分野

### 【研究概要】

当分野では浅虫の周辺に生息する多様な海洋生物を研究対象として、個体発生メカニズムの遺伝子・分子・細胞レベルの研究から、個体群の維持機構、生物群集の成立機構に至るまで幅広い研究を行っており、海洋生物の多様性を多角的に理解することを目指している。被嚢動物ホヤ・オタマボヤ、棘皮動物ウニ・トリアシ、腕足動物シャミセンガイ、刺胞動物クラゲなどを用いて、発生過程での発生運命決定や細胞分化、形態形成運動の仕組みや、それらの進化機構を明らかにしようとする研究を行っている。また、数十

年、数百年に一度しか起こらない稀で大規模な攪乱が生態系の構造決定や生物多様性の維持にどのようなかわるかを明らかにするため、東北地方太平洋沖地震が沿岸の生物群集に及ぼした影響と回復過程について野外研究を進めている。さらに当分野が置かれる浅虫海洋生物学教育研究センターは文部科学省教育関係共同利用拠点に認定されており、海洋生物学教育を強力に推し進めている。毎年東北大学だけでなく国内外からの他大学の学生、地元小中高生を対象とした実習を開催し、卒論、修論、博士論文作成のための学生・院生の利用を広く受け入れている。利用者は年間約 2,500 名に至る。

### 【代表的な業績】

- 1) Nakamoto A. and Kumano G. (2020) Dynein-mediated regional cell division reorientation shapes a tailbud embryo. *iScience*. DOI: 10.1016/j.isci.2020.100964
- 2) Zheng T. et al. (2020) H3K27me3 suppresses sister-lineage somatic gene expression in late embryonic germline cells of the ascidian, *Halocynthia roretzi*. *Dev. Biol.* DOI: 10.1016/j.ydbio.2019.12.017
- 3) Yamazaki A. et al. (2020) *pmar1/phb* homeobox genes and the evolution of the double-negative gate for endomesoderm specification in echinoderms. *Development*. DOI: 10.1242/dev.182139
- 4) Takeda S. (2020) Burrowing site selection by the soldier crab *Mictyris guinotae* Davie, Shih & Chan, 2010 (Decapoda: Brachyura:Myctiridae). *Journal of Crustacean Biology*. DOI: 10.1093/jcbiol/ruz097
- 5) Fujimoto S. et al. (2020) A new genus and species of Loricifera (Nanaloricida: Pliciloricidae) from the deep waters of Japan. *Marine Biodiversity* DOI: 10.1007/s12526-020-01130-3.
- 6) Fujiki A. et al. (2019) Branching pattern and morphogenesis of medusa tentacles in the jellyfish *Cladonema pacificum* (Hydrozoa, Cnidaria). *Zoological Letters*. DOI: 10.1186/s40851-019-0124-4
- 7) Hibino T. et al. (2019) Cidaroids, clypeasteroids, and spatangoids: Procurement, culture, and basic methods. *Methods in Cell Biology*, DOI: 10.1016/bs.mcb.2018.09.012
- 8) Miyaoku K. et al. (2018) Control of Pem protein level by localized maternal factors for transcriptional regulation in the germline of the ascidian, *Halocynthia roretzi*. *PLoS One*. DOI: 10.1371/journal.pone.0196500

### 生態発生適応科学専攻 生態複合ダイナミクス講座 生態系機能分野

#### 【研究概要】

2020 年度から客員教授を務めているが、本務の総合地球環境学研究所での研究活動について記す。



元素の安定同位体比は、環境中の水や食べ物から吸収される物質を元にし、生物の代謝に基づいて生物体に記録される。これらの情報を解析することで、生物と環境の関係を明らかにすることができる。環境中の物質動態は、物理化学的な法則によって変動するが、生物体となって動く元素は、生物の主体性をもとに動くため、独自の挙動を示す。これらの関係を明らかにすることによって、植物、動物、微生物（菌類を含む）の関係を明らかにしてきた。

主たる研究成果は、生物の移動履歴を、環境中の元素の安定同位体比の分布状況と、生物体に蓄積された履歴を示す部位の比較によって、生物の移動について明らかにした研究や、光合成を部分的にしか行わず、他の生物から炭素を得ている植物の炭素源依存割合を解明した例、また土壌生態系において今まで土壌腐植由来と考えられていた炭素源が、植物から直接得られていたことが分かった例などがある。

### 【代表的な業績】

- 1) Kato Y. et al. (2018) Using food network unfolding to evaluate food-web complexity in terms of biodiversity: theory and applications. *Ecology Letters*. DOI: 10.1111/ele.12973
- 2) Naoe S. et al. (2019) Downhill seed dispersal by temperate mammals: a potential threat to plant escape from global warming. *Scientific Reports*. DOI: 10.1038/s41598-019-51376-6
- 3) Matsubayashi J. et al. (2020) Tracking long-distance migration of marine fishes using compound-specific stable isotope analysis of amino acids. *Ecology Letters*. DOI: 10.1111/ele.13496
- 4) Suetsugu K. et al. (2020) Use of radiocarbon for assessing the mycorrhizal status of mycoheterotrophic plants. *Plant Signaling & Behavior*. DOI: 10.1080/15592324.2020.1785667
- 5) Nitzsche KN. et al. (2020) Magnesium and zinc stable isotopes as a new tool to understand Mg and Zn sources in stream food webs. *Ecosphere*. DOI: 10.1002/ecs2.3197
- 6) Fujii S. et al. (2021) Radiocarbon signature reveals that most springtails depend on carbon from living plants. *Biology Letters*. DOI: 10.1098/rsbl.2021.0353
- 7) Kato Y. et al. (2021) Segmental isotope analysis of the vertebral centrum reveals the spatiotemporal population structure of adult Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in Sendai Bay, Japan. *Marine Biology*. DOI: 10.1007/s00227-021-03868-1
- 8) Umezawa Y. et al (2021) Evaluation of origin-dependent nitrogen input through atmospheric deposition and its effect on primary production in coastal areas of western Kyusyu, Japan. *Environmental Pollution*. DOI: 10.1016/j.envpol.2021.118034

## 【研究概要】

人類の生存と繁栄には食料生産とその安定供給が必須であるが、食料生産に伴う環境負荷や温暖化など負の要因が懸念されている。これらの問題を解決する糸口が、自然界の物質循環を生かした微生物機能の解明にあると考え、植物共生微生物および微生物叢のゲノム解析を軸に、微生物の生命活動と物質循環システムの関連を科学的に捉え直す研究を行ってきた。具体的には、(i)イネ科植物の根組織内のメタン酸化菌による窒素固定の発見、(ii)ダイズ根圏からの  $N_2O$  の発生機構とその削減、(iii)土壌・植物系細菌の先駆的なゲノム研究である。いずれの研究も農耕地からの温室効果ガス発生削減や肥料削減に植物共生微生物が深く関与することを科学的に明らかにしたもので、現在着目されているゲノム情報を基盤としたマイクロバイオーム農業への展開が期待されている。実際、これらの研究成果がコアとなり、NEDO ムーンショット事業に採択された。

## 【代表的な業績】

- 1) Sugawara M. et al. (2018) Variation in bradyrhizobial NopP effector determines symbiotic incompatibility with Rj2-soybeans via effector-triggered immunity. *Nature Communications*. DOI: 10.1038/s41467-018-05663-x  
本来は共生する根粒菌と宿主植物であるにもかかわらず、共生できない特定の組合せ（共生不和合性）が1966年から知られていた。その分子メカニズムは、タイプ III 型分泌系の根粒菌エフェクター NopP が植物抵抗性遺伝子 Rj2 に認識され防御応答を誘導することを発見し、歴史的な微生物・植物共生の課題を解決した。
- 2) Sugawara M. et al. (2019) Symbiotic incompatibility between soybean and Bradyrhizobium arises from one amino acid determinant in soybean Rj2 protein. *PLoS One*. DOI: 10.1371/journal.pone.0222469  
ダイズ宿主と根粒菌の Rj2/NopP 共生不和合性が起こるためには、Rj2 タンパク質の1アミノ酸残基で決定されることを、ダイズコアコレクションと宿主植物の形質転換体で証明した。
- 3) Sánchez C. et al. (2018) Redundant roles of Bradyrhizobium oligotrophicum Cu-type (NirK) and cd1-type (NirS) nitrite reductase genes under denitrifying conditions. *FEMS Microbiol Lett*. DOI: 10.1093/femsle/fny015  
脱窒素遺伝子群の亜硝酸還元酵素遺伝子は、通常 nirK と nirS の二つのどちらかのタイプである。土壌低栄養細菌 *Bradyrhizobium oligotrophicum* は nirK と nirS を両方を保有していることを見出して、NirK を亜硝酸還元、NirS は亜硝酸還元ではなく運動性といった機能分担が起こっていることが明らかとなった。
- 4) Sánchez C. and Minamisawa K. (2019) Nitrogen cycling in soybean rhizosphere: Sources and sinks of nitrous oxide ( $N_2O$ ). *Front Microbiol*. DOI: 10.3389/fmicb.2019.01943  
南澤グループが長年行ってきた  $N_2O$  削減根粒菌の転写制御と  $N_2O$  還元酵素活性の強い根粒菌による

野外の N<sub>2</sub>O 削減の総説である。この関連で発表した 20 報以上の成果を系統的に紹介し、その他の知見も含めて南澤グループの研究独自性を強調した。

- 5) Wasai-Hara S. et al. (2020) Diversity of Bradyrhizobium in non-leguminous sorghum plant: *B. ottawaense* isolates unique in genes for N<sub>2</sub>O reductase and lack of Type VI secretion system. *Microbes Environ.* DOI: 10.1264/jsme2.ME19102

イネ科のソルガム根組織から分離された *B. ottawaense* 根粒菌のゲノム解析を行い、N<sub>2</sub>O 還元酵素遺伝子を保有し、大部分の根粒菌ゲノムに見出せる Type VI 型のタンパク質分泌系遺伝子は欠損していることを明らかにした。この材料が N<sub>2</sub>O 削減を強力に削減できる根粒菌株としてムーンショット事業のコアになっている。

- 6) Shinoda R. et al. (2019) CH<sub>4</sub> oxidation-dependent 15N<sub>2</sub> fixation in rice roots in a low-nitrogen paddy field and in *Methylosinus* sp. strain 3S-1 isolated from the roots. *Soil Biol. Biochem.* DOI: 10.1016/j.soilbio.2019.01.021

メタン酸化菌の窒素固定活性測定にアセチレン還元法が従来用いられてきたが、アセチレンはメタン酸化初発酵素であるメタンモノオキシゲナーゼを阻害するという矛盾があった。そこで、安定同位体を用いて水稲根から分離されたメタン酸化菌の窒素固定活性を評価し、メタン酸化依存的な窒素固定活性があることを発見した。この材料もムーンショット事業のコアになっている。

- 7) Yoneyama T. et al. (2019) Molecular analyses of the distribution and function of diazotrophic rhizobia and methanotrophs in the tissues and rhizosphere of non-Leguminous plants. *Plants (Basel)*. DOI: 10.3390/plants8100408

水稲根メタン酸化窒素固定も含めて、植物に広義の意味で共生している窒素固定微生物の文献情報を集め、植物との共生モード（細胞内共生、細胞間隙共生、根圏共生）による類型を提案した。特に、沼沢性植物のメタン酸化窒素固定菌は系統的にも共生モードでも根粒菌と類似しているところが新規性がある。

- 8) Hara S. et al. (2019) Identification of nitrogen-fixing Bradyrhizobium associated with roots of field-grown sorghum by metagenome and proteome analyses. *Front. Microbiol.* DOI: 10.3389/fmicb.2019.00407

圃場栽培ソルガムの窒素固定エンドファイトを、重窒素を用いた窒素固定活性、プロテオームを駆使した Omics 解析を行い、Bradyrhizobium 属窒素固定菌を同定した。さらに、原因菌を分離しゲノム比較や接種実験により窒素固定活性発現を証明した。現代的な手法による系統的な研究として評価されている。

## 【研究概要】

生命科学は情報科学ときっても切れない状態になっており、次世代シーケンサを始めとする最新の実験機器が産出する大規模なデータを情報科学的なアプローチで解析し、生物学的な知見を得る研究・教育活動を実施している。具体的には、東北メディカル・メガバンク計画における大規模ゲノム解析のデータ解析やそのデータ解析を支える基盤としてのスパコンの設計・構築・運用や、医学系研究科を始めとするヒトを中心とする生命科学データとしての発現量解析、scRNA-seq, ChIP-seq などの多様なデータ解析も数多く実施している。また、これらデータを活用した創薬支援研究として、タンパク質の立体構造情報を活用した薬剤設計や候補化合物探索などの基礎的な研究も実施している。データを活用した研究の他にもデータの利用推進するためのデータベース構築にも力を入れており、jMorp(日本人マルチオミックス参照データベース)や COXPRESdb(ヒトを始めとするモデル生物を対象とした遺伝子鏡発現データベース)など多数の世界的にも認知度の高いデータベースを構築・運用している。

## 【代表的な業績】

- 1) Tadaka S. et al. (2021) jMorp updates in 2020: large enhancement of multi-omics data resources on the general Japanese population. *Nucleic Acids Res.* DOI: 10.1093/nar/gkaa1034  
jMorp: 日本人マルチオミックス参照データベース  
東北メディカル・メガバンク計画で解析を行った 1.4 万人の全ゲノムデータや 3 万人を超えるメタゲノムデータなど複数のオミックスデータを参照できるデータベースである。日本人一般住民集団における参照データとして世界的にも広く活用されている。
- 2) Sakurai-Yageta M. et al. (2021) Japonica Array NEO with increased genome-wide coverage and abundant disease risk SNPs. *J Biochem.* DOI: 10.1093/jb/mvab060  
Japonica Array NEO の設計  
日本人に最適化した SNP アレイとして開発を行った。3500 人の全ゲノムデータを元に約 65 万プローブを選出し、遺伝子型推定も併せて高い精度で擬似的な全ゲノム解析を可能とした。現在は研究用途であるが、将来的には個別化医療の実現のためのキーデバイスとして発展していくことを期待している。
- 3) Tadaka S. et al. (2019) 3.5KJPNv2: an allele frequency panel of 3552 Japanese individuals including the X chromosome. *Hum Genome Var.* DOI: 10.1038/s41439-019-0059-5  
大規模全ゲノム解析  
全ゲノム解析はデータ量が多く、多数のサンプルの解析を実現することは容易ではない。これに対し

て我々は、生命科学系で最大規模となるスーパーコンピュータの設計と構築を行い、英国、米国とならぶ10万人規模の大規模全ゲノム解析を実施中であり、現在は5万人規模まで解析を完了している。

- 4) Takayama J. et al. (2021) Construction and integration of three de novo Japanese human genome assemblies toward a population-specific reference, Nature Comm. DOI: 10.1038/s41467-020-20146-8

#### 日本人基準ゲノム構築

日本人の全ゲノム解析の高精度化をめざして、国際参照配列に変わる日本人の基準となるゲノム配列を構築した。3人の日本人ボランティアから取得した高深度の長鎖データをデノボアセンブルし、3人のコンセンサスをとることで、公開可能な形で構築された世界的にも画期的な配列情報である。

- 5) Kojima K. et al. (2020) A genotype imputation method for de-identified haplotype reference information by using recurrent neural network. PLoS Comput Biol. DOI: 10.1371/journal.pcbi.1008207

#### AI技術を利用した遺伝子型推定手法の開発

これまでの遺伝子型推定では個人情報であるゲノムデータの利用が不可欠であり、アレイデータの解析で不可欠であった遺伝子型推定の精度が十分に出せていなかった。これに対して我々は、大規模な全ゲノムデータに基づく遺伝子型推定 AI を開発することで、個人情報を共有することなく高精度な遺伝子型推定を可能とした。

## 【研究概要】

創薬を意識しつつ、ストーリー性を持つ独自のケミカルバイオロジー研究を進めている。

私たちは、内因性の新規 cGMP 誘導体 8-ニトロ cGMP、ならびにタンパク質翻訳後修飾反応：S-グアニル化を発見した(Nature Chem Biol, 2007)。この新規翻訳後修飾の生理的意義、特にオートファジーとの関係性に注目している。

細胞質に侵入した病原細菌は、選択的オートファジーにより排除される。A 群レンサ球菌の場合、排除の初期段階で菌周囲に上記 S-グアニル化が集積し、排除効率を向上させていることがわかった (Mol Cell, 2013)。この観察は、「S-グアニル化がオートファジー分解の目印」として基質認識に関わることを示唆している。そこで、病原体以外のタンパク質、機能不全ミトコンドリアに対し、簡便に、かつ選択的にグアニル化を導入するための新規化合物 Autophagy-targeting Chimera (AUTAC) (Mol Cell, 2019) を創製した。

疾患原因物質を選択的に分解する技術はデグレーダーと呼ばれ、世界中の製薬企業で活発に研究されている。従来のデグレーダーは、すべてユビキチン-プロテアソーム系(UPS)を利用するため、適用対象がタンパク質に限定される。AUTAC は、オートファジーを活用するデグレーダーとして世界初の例であることから、国内外の 20 社以上からの問い合わせを受けている。本学では国際特許 2 件を出願し、現在登録に向けて各国で審査中である。

S-グアニル化関連研究以外でも、オートファジー関連タンパク質(atg タンパク質)の新規機能に関する研究、個体寿命を制御する内因性化合物の研究、多剤耐性菌に有効な抗菌剤の研究も進めている。

## 【代表的な業績】

- 1) Takahashi D. et al. (2019) AUTACs: Cargo-Specific Degradation Using Selective Autophagy. *Molecular Cell*. DOI: 10.1016/j.molcel.2019.09.0  
任意の基質を分解する AUTAC 技術。オートファジーを活用する世界初のデグレーダー (Top 1%論文、FWCI 9.5) 有本教授は、Keystone 会議、日本認知症学会、抗加齢医学会、大日本住友製薬ほか幅広い分野から多数の招待講演。全米医学アカデミー国際カタリスト賞、カネカ生命科学賞。  
高橋助教は ACT-X に採択。
- 2) Takahashi D. and Arimoto H. (2020) Targeting selective autophagy by AUTAC degraders. *Autophagy*. DOI: 10.1080/15548627.2020.1718362  
AUTAC に関する簡潔な解説 (Scopus 被引用 Top 2%, FWCI 8.26)。

- 3) Takahashi D. and Arimoto H. (2021) Selective autophagy as the basis of autophagy-based degraders. *Cell Chemical Biology*. DOI: 10.1016/j.chembiol.2021.05.006  
オートファジーを用いるデグレーダーについて、現状と将来の展望を解説した総説。編集部からの招待論文。

## 分子化学生物学専攻 ケミカルバイオロジー講座 生命構造化学分野

### 【研究概要】

生物の生産する二次代謝産物（天然物）は、歴史的に医薬品開発のリード化合物として重要な役割を果たしてきた。近年では、海洋生物から特異な化学構造を持ち、新たな作用メカニズムで強力な生物活性を示す海洋天然物が数多く発見されている。これら海洋天然物は有機合成のチャレンジングな標的分子であるばかりでなく、新たな医薬・農薬の候補化合物やケミカルバイオロジー研究の分子プローブとして大きな期待が寄せられている。しかし、その多くは自然界から極微量しか得られないため、詳細な化合物の評価や作用メカニズムの解析において化学合成（全合成）による物質供給の果たす役割は非常に重要になっている。また、機器分析の技術が目覚ましく発展した現在においても、複雑な天然物の立体配置の確認や決定において天然物合成の重要性は益々大きくなりつつある。我々の研究室では、重要な生物活性を示す複雑な海洋天然物と人工類縁体の全合成研究を基盤として、それらの構造および生物機能の解析を行い、ケミカルバイオロジー・創薬科学への貢献を目指している。

### 【代表的な業績】

- 1) Sasaki M. et al. (2022) Convergent synthesis of the HIJKLMN-Ring Fragment of Caribbean Ciguatoxin C-CTX-1 by a Late-Stage Reductive Olefin Coupling Approach, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* DOI: 10.1246/bcsj.20220070
- 2) Sasaki M. et al. (2021) Synthesis and structural implication of the JKLMN-ring of Caribbean ciguatoxin C-CTX-1, *J. Org. Chem.* DOI: 10.1021/acs.joc.0c03031
- 3) Sakurai K. et al. (2020) Unified total synthesis of (–)-enigmazole A and (–)-15-O-methylenenigmazole A, *Chem. Asian J.* DOI: 10.1002/asia.202001015
- 4) Sasaki M. et al. (2018) Studies towards the total synthesis of Caribbean ciguatoxin C-CTX-1: Synthesis of the LMN-ring fragment through reductive olefin cross-coupling, *Org. Lett.* DOI: 10.1021/acs.orglett.8b03102
- 5) Sakurai K. et al. (2018) Total synthesis of enigmazole A, *Angew. Chem. Int. Ed.* DOI: 10.1002/anie.201801561

- 6) Molgó J. et al. (2020) Gambierol potently increases evoked quantal transmitter release and reverses pre-and post-synaptic blockade at vertebrate neuromuscular junctions, *Neuroscience*. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2019.06.024
- 7) Raposo-Garcia S. et al. (2022) Determination of toxicity equivalency factors for ciguatoxins using human sodium channels, *Food and Chemical Toxicology*. DOI: 10.1016/j.fct.2022.112812
- 8) Yanagi S. et al. (2019) Fluorescence-labeled neopeltolide derivatives for subcellular localization imaging, *Org. Biomol. Chem.* DOI: 10.1039/c9ob01276a

## 分子化学生物学専攻 分子ネットワーク講座 活性分子動態分野

### 【研究概要】

低分子医薬と疾患関連タンパク質の関係は、「鍵と鍵穴」に例えられますが、低分子創薬は疾患関連タンパク質の機能制御が主流です。この「鍵と鍵穴創薬」の成功例が多い一方で、薬らしい「鍵」が未発見のタンパク質（結合タンパク質・凝集性タンパク質・タンパク質複合体など）については、疾患原因タンパク質が特定されているにもかかわらず創薬の成功例が少ないのが現状です。この課題を解決すべく、私達は有機化学と分子細胞生物学を両輪として、低分子創薬の新しい手法開発を目指しています。同時に、この手法を食品成分のケミカルバイオロジーに展開しています。

これまでの研究を二つ紹介します。ひとつは、疾患原因タンパク質の寿命を低分子によって縮める手法を開発しました。この手法を用いて、鍵と鍵穴創薬では対応が難しい、難病である神経変性疾患の原因タンパク質も減少させることを示しました。もう一つの研究は、化合物の体内動態を改善する分子設計です。分子間相互作用を減少させる分子設計により、一見矛盾する物理化学的性質である化合物の水溶性と脂溶性の両方を向上させ得ることを示しました。化合物の経口吸収性改善に適した方法と言えます。

### 【代表的な業績】

- 1) Tomoshige S. et al. (2017) Discovery of Small Molecules that Induce the Degradation of Huntingtin. *Angew. Chem. Int. Ed.* DOI: 10.1002/anie.201706
- 2) 石川稔 et al. (2020) 生細胞内の疾患関連タンパク質を減少させる低分子創薬手法の開発. *有機合成化学協会誌*. DOI: 10.5059/yukigoseikyokaishi.78.402



- 3) Tomoshige S. et al. (2021) PROTACs and Other Chemical Protein Degradation Technologies for the Treatment of Neurodegenerative Disorders. *Angew. Chem. Int. Ed.* DOI: 10.1002/anie.202004746
- 4) 石川稔. (2021) 医薬リード化合物の体内動態改善法 –水溶性・脂溶性のアウトフーバーベン–, *ファルマシア*, DOI: 10.14894/faruawpsj.57.7\_620
- 5) Nakane K. et al. (2021) Proximity Histidine Labeling by Umpolung Strategy Using Singlet Oxygen. *Journal of the American Chemical Society.* DOI: 10.1021/jacs.1c01626
- 6) Hirai K. et al. (2022) Conversion of a PROTAC Mutant Huntingtin Degradator into Small-Molecule Hydrophobic Tags Focusing on Drug-like Properties. *ACS Med. Chem. Lett.* DOI: 10.1021/acsmchemlett.1c00500
- 7) Nakane K. et al. (2022) BODIPY Catalyzes Proximity-Dependent Histidine Labelling. *ChemCatChem.* DOI: 10.1002/cctc.202200077

## 分子化学生物学専攻 ケミカルバイオロジー講座 分子細胞生物分野

### 【研究概要】

私たちの体を構成する細胞は、集団となって組織や器官を形成し、恒常性を維持している。その過程において、細胞が外環境からの機械的な力を受容して応答する力覚応答は、様々な細胞内シグナル伝達機構と連動して働き、秩序ある細胞社会の形成、維持に必須である。私たちは、この力覚応答による細胞骨格の再構築に注目し、その分子機構の解明を目的に研究を行ってきた。血管内皮細胞への繰り返し伸展刺激による細胞の配向と整列をモデルに、関与する細胞内アクチン骨格の再構築を制御する蛋白質の探索を行い、低分子量 G 蛋白質 Rho ファミリーの活性化因子として働く RhoGEF 蛋白質の一つである Solo を同定した。Solo は、細胞への張力負荷に応答して RhoA を活性化し、アクチン骨格による収縮力を発生させることや、中間径フィラメントの一つであるケラチン 8/ケラチン 18 繊維に結合し、その正常なネットワーク形成に関与することを明らかにした。さらに、Solo とケラチン繊維の結合が、Solo を介する力覚応答に必要であることを明らかにした。また、Solo が上皮細胞の集団移動時のケラチンネットワーク構造と細胞間接着部位における張力を制御し、集団としての移動速度を制御していることを明らかにした。さらに、細胞外基質内の 3 次元培養下での上皮細胞の管腔形成において、内腔の形状を細くする働きを持つことを明らかにした。

## 【代表的な業績】

- 1) Ninomiya K. et al. (2021) PLEKHG4B enables actin cytoskeletal remodeling during epithelial cell-cell junction formation. *J. Cell Sci.* DOI: 10.1242/jcs.249078
- 2) Isozaki Y. et al. (2020) The Rho-guanine nucleotide exchange factor Solo decelerates collective cell migration by modulating the Rho-ROCK pathway and keratin networks. *Mol. Cell Biol.* DOI: 10.1091/mbc.E19-07-0357
- 3) Fujiwara S. et al. (2019) Keratin-binding ability of the N-terminal Solo domain of Solo is critical for its function in cellular mechanotransduction. *Genes Cells.* DOI: 10.1111/gtc.12682
- 4) Nishimura R. et al. (2018) Solo and keratin filaments regulate epithelial tubule morphology. *Cell Struc. Funct.* DOI: 10.1247/csf.18010
- 5) Fujiwara S. et al. (2018) Solo, a RhoA-targeting guanine nucleotide exchange factor, is critical for hemidesmosome formation and acinar development in epithelial cells. *PLoS One.* DOI: 10.1371/journal.pone.0195124
- 6) Fujiwara S. et al (2016) Interplay between Solo and keratin filaments is crucial for mechanical force-induced stress fiber reinforcement. *Mol. Biol. Cell.* DOI: 10.1091/mbc.E15-06-0417

## 分子化学生物学専攻 ケミカルバイオロジー講座 応用生命分子解析分野

### 【研究概要】

本研究分野では、X線結晶構造解析、クライオ電子顕微鏡を用いた生体分子の立体構造解析を軸に、分子間相互作用の精密解析や分光学的解析などを組み合わせ、さまざまな生体分子の機能を解き明かすことを目指している。毒素やがん特異性抗体などの疾患に関連するタンパク質の他、リボソームや酸素運搬タンパク質といった生命の根幹を担う重要分子の作用機構を構造学的側面から明らかにし、さらに、タンパク質の特徴的な構造や機能を応用した工学的応用にも取り組んでいる。リボソームの解析に関しては、リボソームに結合して抗菌作用を示す抗菌薬の作用機構をクライオ電顕単粒子解析により明らかにした他、大腸菌内で終止コドンがリードスルーされる現象に着目し、その機構解明に向けて取り組んでいる（いずれも未発表データ）。2018年からは海洋天然物にも着目し、特異な生理活性を有する分子を取得し、それを創薬研究へと展開することにも注力している。未発表であるが、SARS-CoV-2を含む複数のウイルスに対する阻害分子を取得することに成功し（特願 2022-013983）、さらに一部の抗ウイルス活

性を有する分子についてはターゲットタンパク質に結合した状態の立体構造解析や阻害機構の解明にも成功している。

### 【代表的な業績】

- 1) 酒井 隆一、辺 浩美、高田 礼人、田中 良和、国立大学法人北海道大学、国立大学法人東北大学、フコース結合型レクチンを含む抗ウイルス剤、特願 2022-013983
- 2) Tsugita A. et al. (2022) The carbohydrate tail of landomycin A is responsible for its interaction with the repressor protein LanK. *The FEBS J.* DOI: 10.1111/febs.16460
- 3) Ghanem N. et al. (2022) Chimeric mutants of staphylococcal hemolysin, which act as both one-component and two-component hemolysin, created by grafting the stem domain. *The FEBS J.* DOI: 10.1111/febs.16354
- 4) Makabe K. et al. (2021) Anti-EGFR antibody 528 binds to domain III of EGFR at a site shifted from the cetuximab epitope. *Sci. Rep.* DOI: 10.1038/s41598-021-84171-3
- 5) Wakui H. et al. (2020). A straightforward approach to antibodies recognising cancer specific glycopeptidic neoepitopes. *Chemical Sci.* DOI: 10.1039/D0SC00317D
- 6) Chen M. et al. (2020) The [4Fe-4S] cluster of sulfurtransferase TtuA desulfurizes TtuB during tRNA modification in *Thermus thermophilus*. *Commun Biol.* DOI: 10.1038/s42003-020-0895-3
- 7) Tanaka Y. et al. (2019) CryoEM reveals the asymmetric assembly of squid hemocyanin. *IUCrJ*, DOI: S205225251900321X
- 8) Matsui T. et al. (2019) SDS-induced oligomerization of Lys49-phospholipase A2 from snake venom. *Sci. Rep.* DOI: 10.1038/s41598-019-38861-8

## 分子化学生物学専攻 分子ネットワーク講座 微生物遺伝分野

### 【研究概要】

環境汚染物質分解細菌を中心として、分子生物学的、遺伝学的、ゲノム生物学的、生態学的研究を実施した。接合伝達性プラスミドについて *mpfK* 遺伝子の接合伝達必須性を見出したことをはじめ、土壌細菌の鉄硫黄クラスター合成系遺伝子群の発現制御機構について解明し、また細菌による協調的難分解性物質分解の一端を明らかにした。また、ゲノム解析実施のための新しい方法論を構築するため DNA を対象とした基礎研究を実施し成果を得た。これには特許取得につながった、2本鎖 DNA 末端に対して逆転写

酵素を利用して数ヌクレオチドの突出を形成する方法の確立、この突出を利用して PCR プライマーのアーニリング部位として利用可能な任意の DNA 配列を DNA 末端に連結する方法の確立、超音波による断片化で生じた DNA 末端の性状の解明、上記反応が起こるように効率良く末端する修復方法の開発が含まれる。さらに、ゲノム解析関連ソフトウェア、キャピラリーシーケンサーを用いて DNA の分子生物学的解析を行うのに有用なソフトウェア、DNA 配列の解析ソフトウェアなどを作成あるいは維持管理を行い、研究コミュニティに公開した。

### 【代表的な業績】

1) 【特許】登録日 2022/01/17

二本鎖 DNA 末端の加工方法 特願 2018-523956(P2018-523956)

二本鎖 DNA の 3'末端に、モロニーマウス白血病ウイルス由来の逆転写酵素を利用して、塩基を付加する方法についての特許。発見した反応促進剤を利用することで、限定された数個の A、C、G、または T を付加することができる。

2) Ohtsubo Y. et al. (2018) Optimization of single strand DNA incorporation reaction by Moloney murine leukaemia virus reverse transcriptase. DOI: 10.1093/dnares/dsy018

平滑二本鎖 DNA 末端の 3'末端から数ヌクレオチドを突出させることができる(別途報告)。本報告では、突出ヌクレオチドを足がかりとして、ほぼ 100%近い効率で任意の DNA 配列を逆転写酵素の活性を利用して取り込ませる方法(CIS 法と命名)を確立した。

3) Kishida K. et al. (2018) Establishment of plasmid vector and allelic exchange mutagenesis systems in a mycobacterial strain that is able to degrade polycyclic aromatic hydrocarbon. Biosci Biotechnol Biochem. DOI: 10.1080/09168451.2018.1445522

4) Ohtsubo Y. et al. (2019) Properties and efficient scrap-and-build repairing of mechanically sheared 3' DNA ends. Communications Biology. DOI: 10.1038/s42003-019-0660-7

物理的な剪断で生じる DNA の 3'末端は水酸基であると長らく考えられてきたが、超音波処理によって得られる DNA の 3'末端のおおよそ半分はリン酸基末端であること、水酸基末端、リン酸基末端以外の未知の構造の末端も 20%程度存在していることを示した。さらに、修復効率の高い末端修復法(SB 法)を構築した。

5) Kishida K. et al. (2019) Conjugative Transfer of IncP-9 Catabolic Plasmids Requires a Previously Uncharacterized Gene, *mpfK*, Whose Homologs Are Conserved in Various MPF<sub>T</sub>-Type Plasmids. Appl Environ Microbiol. DOI: 10.1128/AEM.01850-19

ナフタレン資化に関わる NAH7 プラスミド上にある *mpfK* 遺伝子は、MPFT-タイプの類縁プラスミドに保存されている。この遺伝子が接合伝達に必須であること、遺伝子産物がペリプラズムに局在すること、を見出し、4つのシステイン残基が機能に重要であることを見いだした。

- 6) Ogawa N. et al. (2019) Suppression of substrate inhibition in phenanthrene-degrading *Mycobacterium* by co-cultivation with a non-degrading *Burkholderia* strain. *Microbiology*. DOI: 10.1099/mic.0.000801  
多環芳香属化合物(PAHs)資化性 *Mycobacterium* 属細菌の生育が PAHs によって阻害されること、当該生育阻害効果を *Burkholderia* 属細菌が緩和することを発見した。自然界でも難分解性化合物分解細菌の生育およびこれらの分解に、共存細菌が重要な役割を果たしている可能性を提唱した。
- 7) Nonoyama S. et al. (2020) A transcriptional regulator, *IscR*, of *Burkholderia multivorans* acts as both repressor and activator for transcription of iron-sulfur cluster-biosynthetic *isc* operon. *Res Microbiol*. DOI: 10.1016/j.resmic.2020.06.005  
*Burkholderia multivorans* ATCC 17616 株はモデル土壌細菌である。本株の鉄硫黄クラスター合成に関わる *isc* オペロンの正と負の両方の転写調節に *IscR* が関わることを見出し、プロモーター上の結合配列を同定した。転写活性可能を有することを *in vitro* の系で示した。
- 8) GenomeMatcher、TraceViewerForMolecularBiology、SeqView、ArcWithColor、ShortReadManager、GenoFinisher、AceFileViewer など研究有用ツール多数の保守管理を行い、サイエンスコミュニティに無料提供している。<http://www.ige.tohoku.ac.jp/joho/portalsite/>

## 分子化学生物学専攻 分子ネットワーク講座 植物分子育種分野

### 【研究概要】

植物ゲノムには、発生、形態形成、生殖形質を統御する細胞間相互作用因子・環境適応因子が刻まれているが、その機能原理は不明である。本分野では、先端ゲノム・情報科学などとの領域融合的研究により、統御鍵因子の機能原理、因子間ネットワークを理解する。細胞間相互作用因子、生殖形質のモデルであるアブラナ科植物の自家不和合性における対立遺伝子間の優劣性発現が低分子 RNA で制御されていること、地理的に隔離された集団間での一側性不和合性が自家不和合性遺伝子座の重複によること、シロイヌナズナが自家和合性になる過程に 2 つのシナリオが取り得ること、雌雄認識因子が 2 分子ずつで立体構造を構築していること、屋久島をモデルとして自然生態系での自家不和合性対立遺伝子の分布とその多様性機構を明らかにした。さらに、雌ずい上での花粉吸水をアクアポリンが制御していること、ウメ花粉の蛍光性化合物とミツバチの訪花程度の関連性を解明し、アブラナ科植物を対象にした「文理領域融合した」一般書を発表し、新たな研究分野を開拓した。また、これらの自家不和合性に関する研究成果を分かりやすく一般書、専門書に公開した。専門書としては韓国の大学との共著の図書の発刊も行った。一方、ラン科植物サギソウの花器官形成の突然変異体を用いた解析により、ランの花被片の形態形成に関

わる遺伝子の単離に成功した。また茎枯病抵抗性を有するアスパラガス近縁野生種のハマタマボウキを用い、アスパラガスとハマタマボウキに茎枯病菌を接種することによって発現に変化がある遺伝子を網羅的に解析する手法を用い、茎枯病抵抗性に関与する遺伝子群の特定に成功した。さらにハマタマボウキの全ゲノム配列を解読にも成功した。

### 【代表的な業績】

- 1) Suwabe K. et al. (2020) Double-locking mechanism of self-compatibility in *Arabidopsis thaliana*: the synergistic effect of transcriptional depression and disruption of coding region in the male specificity gene. *Front. Plant Sci.* DOI: 10.3389/fpls.2020.576140
- 2) Murase K. et al. (2020) Mechanism of self/nonself-discrimination in *Brassica* self-incompatibility. *Nature Commun.* DOI: 10.1038/s41467-020-18698-w
- 3) Fukushima K. et al. (2021) Spatiogenetic characterization of *S* receptor kinase (*SRK*) alleles in the naturalized populations of *Raphanus sativus* L. var. *raphanistroides* on Yakushima island. *Genes Genet. Syst.* DOI: 10.1266/ggs.20-00066
- 4) Takada Y. et al. (2021) Genetic diversity of genes controlling unilareral incompatibility in Japanese cultivars of Chinese cabbage. *Plants.* DOI: 10.3390/plants10112467
- 5) 武田和哉・渡辺正夫編著 (2019) 菜の花と人間の文化史-アブラナ科植物の栽培・利用と食文化.-, ISBN: 978-4-585-22701-4
- 6) Abdelrahman M. et al. (2020) Comparative metabolome and transcriptome analyses of susceptible *Asparagus officinalis* and resistant wild *A. kiusianus* revealed insights into stem blight disease resistance. *Plant Cell Physiol.* DOI: 10.1093/pcp/pcaa054
- 7) Mitoma M. et al. (2019) Molecular mechanism underlying pseudopeloria in *Habenaria radiata* (Orchidaceae). *Plant J.* DOI: 10.1111/tpj.14334
- 8) Mitoma M. and Kanno A. (2018) The greenish flower phenotype of *Habenaria radiata* (Orchidaceae) is caused by a mutation in the SEPALLATA-like MADS-box gene HrSEP-1. *Frontiers Plant Sci.* DOI: 10.3389/fpls.2018.00831

## 分子化学生物学専攻 分子ネットワーク講座 分子遺伝生理分野

### 【研究概要】

本分野では、多様な環境要因（放射線・紫外線・温度など）が、生物の遺伝情報である核・ミトコンドリア・葉緑体のゲノムDNAの維持、修復と変異、次世代への継承に対して及ぼす影響を研究しています。なかでも、様々な生物（線虫、シロイヌナズナ、イネ、ミヤコグサなど）を研究材料として用い、研究の場合も、実験室内の顕微鏡下から、日本各地の野外環境、さらには宇宙ステーションまでを利用し、ゲノム情報を包括的に活用しながら、分子・細胞・個体レベルでの統合的な解析を行っています。

### 【代表的な業績】

- 1) Sudevan S. et al. (2022) Loss of physical contact in space alters the dopamine system in *C. elegans*. *iScience*. DOI: 10.1016/j.isci.2022.103762  
Top 10%論文。宇宙無重力で育った生物ではドーパミン低下による運動能力の減弱リスクが生じることを発見（プレスリリース）
- 2) Higashitani A. et al. (2021) Histone deacetylase HDA-4-mediated epigenetic regulation in space-flown *C. elegans*. *npj microgravity*. DOI: 10.1038/s41526-021-00163-7  
宇宙無重力環境による「からだづくり」の調節機構の解明 - 線虫の宇宙実験にみられたエピジェネティックな変化（プレスリリース）
- 3) Otake M. et al. (2021) 222 nm ultraviolet radiation causes more severe damage to guard cells and epidermal cells of *Arabidopsis* plants than does 254 nm ultraviolet radiation. *Photochemical & Photobiological Sciences*. DOI: 10.1007/s43630-021-00123-w  
222 nm 紫外線ランプの植物への悪影響に懸念 - 254 nm 紫外線（殺菌灯）とは植物への障害の作用が異なる -（プレスリリース）
- 4) Mmbando G.S. et al. (2020) Very high sensitivity of African rice to artificial ultraviolet-B radiation caused by genotype and quantity of cyclobutane pyrimidine dimer photolyase. *Sci. Rep.* DOI: 10.1038/s41598-020-59720-x  
アフリカで栽培されているイネが、太陽紫外線 UVB に弱い原因を発見 - アフリカ栽培イネの生産性向上に期待 -（プレスリリース）
- 5) Khan L. et al. (2020) Ultra-high-purity iron is a novel and very compatible biomaterial. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. DOI: 10.1016/j.jmbbm.2020.103744  
（日本経済新聞 記事 他）「超高純度鉄」は優れた生体適合性を示す新奇生体材料を開発 - 新たな医療資材、細胞培養基質として有望 -（プレスリリース）

- 6) Kikuchi Y. et al. (2020) Chloroplast Autophagy and Ubiquitination Combine to Manage Oxidative Damage and Starvation Responses. *Plant Physiology*. DOI: 10.1104/pp.20.00237  
Top 10%論文 (94.80 Percentile in subject area) 二大分解系が独立に支える植物の成長戦略 – 葉緑体分解をめぐる一つの議論に決着 – (プレスリリース)
- 7) Sudevan S. et al. (2019) Mitochondrial dysfunction causes Ca<sup>2+</sup> overload and ECM degradation-mediated muscle damage in *C. elegans*. *FASEB JOURNAL* DOI: 10.1096/fj.201802298R (Covered Issue)  
ミトコンドリアの働きの低下による筋細胞の崩壊メカニズムを説明 (モデル生物線虫を用いた実験成果) – 加齢や疾患に伴う筋萎縮の予防に期待 – (プレスリリース)
- 8) Nakamura S. et al. (2018) Selective Elimination of Membrane-Damaged Chloroplasts via Microautophagy. *Plant Physiology*. DOI: 10.1104/pp.18.00444  
Top 5%論文 (96.93 Percentile in subject area) 植物の強光障害時における葉緑体の品質管理経路を発見 (プレスリリース)

## 分子化学生物学専攻 分子ネットワーク講座 進化ゲノミクス分野

### 【研究概要】

ゲノム中の遺伝的多様性の低下や有害な変異の蓄積の程度は、個体数の変動や動植物の栽培化といった人為選択の影響を受けると考えられる。我々の研究グループは、家畜種・栽培種において、野生種よりも遺伝的変異が有意に減少し、有害変異の割合が増加していることを見出した。また、小笠原諸島の絶滅危惧植物とその近縁普通種のゲノム情報を比較し、絶滅危惧植物のみに見られる3つの遺伝的な特徴(高・有害変異蓄積量、低・遺伝的多様性、低・重複遺伝子含有率)を見出した。さらに、ヒアリなどの侵略的外来種を含む34種の動物を対象に比較ゲノム解析を行い、遺伝情報に基づいた侵略性の高さの予測に成功し、外来種が新規環境へ適応進化可能にする遺伝的基盤を提示した。一連の研究で観察された遺伝的多様性と有害変異の蓄積量は、環境変動に対する脆弱性を評価する新たなゲノム科学的アプローチによる指標として、種の保全管理への応用が期待できる。

我々の研究グループは、比較ゲノム解析によりプラナリアなど再生能力が高い生物だけが持つ遺伝子HRJDを発見した。HRJDをノックダウンしたプラナリアでは切断後に再生しなくなることから、HRJDが再生過程に関与することが強く示唆された。第一著者の博士学生 Cao Pinglinさんは本雑誌の年間最優秀学生論文賞である Best Student Paper Awards 2020を受賞した。また、本論文は F1000Prime で最も評価の高い Exceptional に選出された。



## 【代表的な業績】

- 1) Makino T. et al. (2018) Elevated proportions of deleterious genetic variation in domestic animals and plants. *Genome Biology and Evolution*. DOI: 10.1093/gbe/evy004
- 2) Makino T. and Kawata M. (2019) Invasive invertebrates associated with highly duplicated gene content. *Molecular Ecology*. DOI: 10.1111/mec.15019
- 3) Hamabata T. et al. (2019) Endangered island endemic plants have vulnerable genomes. *Communications Biology*. DOI: 10.1038/s42003-019-0490-7
- 4) Cao P. et al. (2019) JmjC domain-encoding genes are conserved in highly regenerative metazoans and are associated with planarian whole-body regeneration. *Genome Biology and Evolution*. DOI: 10.1093/gbe/evz021
- 5) Yokoyama R. (2020) A Genomic Perspective on the Evolutionary Diversity of the Plant Cell Wall. *Plants*. DOI: 10.3390/plants9091195
- 6) Bessho-Uehara K et al. (2021) Exploring the Loci Responsible for Awn Development in Rice through Comparative Analysis of All AA Genome Species. *Plants*. DOI: 10.3390/plants10040725
- 7) Itoh T. and Makino T. (2021) Capturing hidden regulation based on noise change of gene expression level from single cell RNA-seq in yeast. *Scientific Reports*. DOI: 10.1038/s41598-021-01558-y
- 8) Suenaga Y. et al. (2022) Open reading frame dominance indicates protein-coding potential of RNAs. *EMBO reports*. DOI: 10.15252/embr.202154321

## 分子化学生物学専攻 階層的構造ダイナミクス講座 生体分子ダイナミクス分野

### 【研究概要】

本研究分野ではタンパク質の物性の理解を目的として、以下のテーマにおける研究を推進した。第一は、独自の一分子蛍光観察装置の開発とそれを用いたタンパク質の特性の解明であり、一分子蛍光観察の時間分解能を数十マイクロ秒にまで短縮することに成功し、タンパク質のフォールディング運動を観察した。第二は、液液相分離を示すタンパク質の特性を解明する研究である。がん抑制タンパク質である p53 が相分離を示すことを初めて報告したほか、液滴におけるタンパク質の取り込みや拡散運動の特徴を解明した。第三は、DNA 結合タンパク質の特性を解明する研究である。例えば、DNA

上を p53 が滑る運動を高時間分解能にて観測したほか、DNA 上を滑るタンパク質の運動が他の DNA タンパク質によりどのような影響を受けるのかを解明した。さらに、DNA 編集タンパク質である Cas9 の DNA 上における滑り運動を加速する方法を提案した。第四に、新型コロナウイルスが持つカプシッド形成タンパク質の物性を調べる研究をスタートした。

### 【代表的な業績】

- 1) Oikawa H. et al. (2018) Microsecond resolved single-molecule FRET time series measurements based on the line confocal optical system combined with hybrid photodetectors. *Phys. Chem. Chem. Phys.* DOI: 10.1039/c7cp06268k
- 2) Takahashi S. et al. (2018) Hypothesis: structural heterogeneity of the unfolded proteins originating from the coupling of the local clusters and the long-range distance distribution *Biophys. Rev.* DOI: 10.1007/s12551-018-0405-8
- 3) Takahashi S. et al. (2020) Unique Electronic Structures of the Highly Ruffled Hemes in Heme-Degrading Enzymes of *Staphylococcus aureus*, IsdG and IsdI, by Resonance Raman and Electron Paramagnetic Resonance Spectroscopies. *Biochemistry.* DOI: 10.1021/acs.biochem.0c00731
- 4) Kamagata K. et al. (2021) Molecular principles of recruitment and dynamics of guest proteins in liquid droplets. *Sci. Rep.* DOI: 10.1038/s41598-021-98955-0
- 5) Kamagata K. et al. (2020) Liquid-like droplet formation by tumor suppressor p53 induced by multivalent electrostatic interactions between two disordered domains. *Sci. Rep.* DOI: 10.1038/s41598-020-57521-w
- 6) Banerjee T. et al. (2021) Engineering of the genome editing protein Cas9 to slide along DNA. *Sci. Rep.* DOI: 10.1038/s41598-021-93685-9
- 7) Kamagata K. et al. (2018) High Free-Energy Barrier of 1D Diffusion Along DNA by Architectural DNA-Binding Proteins. *J. Mol. Biol.* DOI: 10.1016/j.jmb.2018.01.001
- 8) Kamagata K. et al. (2022) Structure-dependent recruitment and diffusion of guest proteins in liquid droplets of FUS. *Sci. Rep.* DOI: 10.1038/s41598-022-11177-w

## 【研究概要】

有機合成化学、蛋白質工学を活用して、生体分子機能および疾患機構の解明、ならびに疾病診断・創薬を目指して、機能性分子の開発を行っている。研究テーマを大別すると、生体内物質の可視化、および細胞内蛋白質機能の光制御、の二つである。可視化標的とする生体物質としては、亜鉛、銅などの金属イオン、細胞内シグナル伝達に関わる蛋白質、疾患において高発現している酵素などが挙げられる。開発した蛍光プローブを細胞内の局所、特に様々なオルガネラの内部に標的化し、それらの微小環境における濃度定量に取り組んでいる。蛋白質機能の光制御においては、ケージド化合物とフォトクロミック化合物の二種類のアプローチを行っている。細胞内蛋白質ラベル化技術と組み合わせることで、これまでに様々な蛋白質の細胞内局在を光制御する技術などを開発している。

## 【代表的な業績】

- 1) Novianti I. et al. (2022) Clip to Click: Controlling Inverse Electron-Demand Diels–Alder Reactions with Macrocyclic Tetrazines. *Org. Lett.* DOI: 10.1021/acs.orglett.2c01010  
近年非常に大きな注目を集めている生体直交性反応である逆電子要請型 Diels-Alder 反応 (IEDDA 反応) の反応性を大環状化とその開裂で制御できることを発見し、その機構について量子化学計算を用いて明らかにした。関連特許あり。
- 2) Liu R. et al. (2022) Organelle-Level Labile  $Zn^{2+}$  Mapping Based on Targetable Fluorescent Sensors. *ACS Sens.* DOI: 10.1021/acssensors.1c02153  
亜鉛イオンを検出する新規蛍光プローブを開発し、様々な細胞内局所において遊離亜鉛イオン濃度が異なることを定量的に明らかにした。
- 3) Kowada T. et al. (2021) Optical manipulation of subcellular protein translocation using a photoactivatable covalent labeling system. *Angew. Chem. Int. Ed.* DOI: 10.1002/anie.202016684  
異なる二種類のタグ蛋白質を、生きた細胞内で光照射により共有結合で連結する技術を世界で初めて開発した。プレスリリースあり。
- 4) Kowada T. et al. (2020) Quantitative Imaging of Labile  $Zn^{2+}$  in the Golgi Apparatus Using a Localizable Small-Molecule Fluorescent Probe. *Cell Chem. Biol.* DOI: 10.1016/j.chembiol.2020.09.003  
亜鉛イオンを検出する新規蛍光プローブを開発し、ゴルジ体内に数十 nM の濃度で遊離亜鉛イオンが存在することを初めて明らかにした。プレスリリースあり。
- 5) Mashita T. et al. (2019) Light-wavelength-based Quantitative Control of Dihydrofolate Reductase Activity Using Photochromic Isostere of Inhibitor. *ChemBioChem.* DOI: 10.1002/cbic.201800816

大腸菌ジヒドロ葉酸還元酵素の酵素活性を波長の光照射によって可逆的に制御可能な機能性分子を開発した。関連特許申請あり。

6) 特許出願

発明の名称： 外部刺激応答性クリック反応技術  
出願人： 国立大学法人東北大学  
発明者： 水上進, イラノヴィアンティ, 小和田俊行  
出願番号： PCT/JP2021/040154  
出願年月日： 2021年10月29日

7) 特許出願

発明の名称： 光応答性化合物  
出願人： 国立大学法人東北大学  
発明者： 水上進, 間下貴斗, 小和田俊行, 松井敏高  
出願番号： 特願 2018-165991  
出願年月日： 2018年9月5日  
特開 2020-037539 (2020年3月12日)

## 分子化学生物学専攻 階層的構造ダイナミクス講座 生体分子構造分野

### 【研究概要】

細胞内には、たんぱく質高次構造の形成反応を促進する仕組みがあり、特に構造未成熟なたんぱく質の構造修復の仕組みは、我々の生体内で不良たんぱく質の蓄積を防ぐために必要不可欠である。しかしながら、どのようにして細胞内の補助因子が構造未成熟なたんぱく質を認識し、構造修復のため働いているのかよくわかっていなかった。我々は、高速原子間力顕微鏡により、ジスルフィド結合導入酵素プロテインジスルフィドイソメラーゼ (PDI) が構造未成熟な基質を捕獲する様子を一分子レベルで可視化することに世界で初めて成功し、同酵素によるたんぱく質の立体構造形成促進機構に関する全く新しい概念を提唱した。さらに我々は、構造未成熟なタンパク質をゴルジ体から小胞体へ輸送し、立体構造の成熟化を促す ERp44 というタンパク質が亜鉛イオン依存的に働くことを発見し、亜鉛イオンの新たな生理機能を明らかにした。

## 【代表的な業績】

- 1) Okumura M. et al. (2019) Dynamic assembly of protein disulfide isomerase in catalysis of oxidative folding. Nature Chemical Biol. DOI: 10.1038/s41589-019-0268-8
- 2) Watanabe S. et al. (2019) Zinc regulates ERp44-dependent protein quality control in the early secretory pathway. Nature Communications. DOI: 10.1038/s41467-019-08429-1
- 3) Inoue M. et al. (2019) Structural basis of sarco/endoplasmic reticulum Ca<sup>2+</sup>-ATPase 2b regulation via transmembrane helix interplay. Cell Reports. DOI: 10.1016/j.celrep.2019.03.106
- 4) Zhang Y. et al. (2020) Cryo-EM structures of SERCA2b reveal the mechanism of regulation by the luminal extension tail. Science Advances. DOI: 10.1126/sciadv.abb0147
- 5) Kadokura H. et al. (2020) Observing the nonvectorial yet cotranslational folding of a multidomain protein, LDL receptor, in the ER of mammalian cells. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. DOI: 10.1073/pnas.2004606117
- 6) Zhang Y. et al. (2021) Cryo-EM analysis provides new mechanistic insight into ATP binding to Ca<sup>2+</sup>-ATPase SERCA2b. EMBO Journal. DOI: 10.15252/embj.2021108482

## 分子化学生物学専攻 微生物進化機能開発寄附講座

### 【研究概要】

2016年10月より2022年3月までの5年半、発酵研究所 (IFO) のサポートを受け、「微生物進化機能開発寄附講座」を主宰した。本寄附講座では、自然界で誕生して間もないと考えられる高度に難分解性の人為起源有機塩素系殺虫剤を分解・資化する細菌を主な研究対象として、遺伝子・ゲノム・酵素・細胞・集団の各レベルから細菌が有する特殊機能を多面的に解析することで、細菌の環境適応・機能進化機構の本質を包括的に理解すると共に、得られる知見を元に細菌の実環境での高度利用、および画期的な未開拓潜在機能開発に応用するための基盤を確立することを目的として研究を実施した。期間内に、論文としては未発表のものも含めて、(1) 特殊性の高い遺伝子の起源と細菌がそれら遺伝子を獲得する機構 (遺伝子・ゲノムレベル)、(2) 脱ハロゲン酵素の機能進化 (酵素レベル)、(3) 環境適応・進化に関する細胞機能 (細胞レベル)、(4) 細菌集団の形成と進化 (集団レベル) に関する多くの重要な知見を得た。また、関連研究として、細菌の特定環境での生育に重要な遺伝子の網羅的解析手法の開発、ゲノム解析に有用なソフトウェアの開発、人工の有機塩素系農薬の分解活性を有する形質転換植物体の作製などにも成功した。

## 【代表的な業績】

- 1) Nagata Y. et al. (2019) Lessons from the genomes of lindane-degrading sphingomonads. *Environ. Microbiol.* DOI: 10.1111/1758-2229.12762  
人工の有機塩素系殺虫剤分解細菌の出現と進化のモデルを提示
- 2) Kato H. et al. (2022) Genome evolution related to  $\gamma$ -hexachlorocyclohexane metabolic function in the soil microbial population. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* DOI: 10.1093/bbb/zbac042  
人工の有機塩素系殺虫剤分解細菌の土壌環境中でのゲノム進化の明示
- 3) 従属栄養細菌の CO<sub>2</sub> 固定を伴う新奇低栄養環境増殖現象の発見  
Inaba S. et al. (2020) Expression of an alcohol dehydrogenase gene in a heterotrophic bacterium induces carbon dioxide-dependent high-yield growth under oligotrophic conditions. *Microbiology*. DOI: 10.1099/mic.0.000908  
永田裕二 従属栄養細菌の CO<sub>2</sub> 依存的な極貧栄養環境適応 *バイオサイエンスとインダストリー* 78: 498-500 (2020)  
永田裕二、加藤広海、大坪嘉行 従属栄養細菌の極貧影響環境での CO<sub>2</sub> 依存的な増殖現象 *環境バイオテクノロジー学会誌* 22 (1): 9-13 (2022)
- 4) 細菌のゲノムワイドの機能遺伝子の同定技術等に必要 DNA 加工技術の開発  
特許出願「二本鎖 DNA 末端の加工方法 P20150409」  
本技術に関わる論文  
*Scientific Reports* 7: 41769 (2017) doi.org/10.1038/srep41769  
*Scientific Reports* 7: 6520 (2017) doi.org/10.1038/s41598-017-04765-8  
*DNA Research* 25: 477-487 (2018) doi.org/10.1093/dnares/dsy018  
*Communications Biology* 2: 409 (2019) doi.org/10.1038/s42003-019-0660-7
- 5) Ohtsubo Y. et al. (2022) Algorithms used for in silico finishing of bacterial genomes based on short-read assemblage implemented in GenoFinisher, AceFileViewer, and ShortReadManager. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* DOI: 10.1093/bbb/zbac032  
ゲノム解析に有用なソフトウェアの開発
- 6) Marek M. et al. (2020) Structural and catalytic effects of surface loop-helix transplantation within haloalkane dehalogenase family. *Computational and Structural Biotechnology Journal*. DOI: 10.1016/j.csbj.2020.05.019  
脱ハロゲン酵素の機能を規定する新奇因子の発見 (国際共同研究)
- 7) Ogawa N. et al. (2019) Suppression of substrate inhibition in phenanthrene-degrading *Mycobacterium* by co-cultivation with a non-degrading *Burkholderia* strain. *Microbiology*. DOI: 10.1099/mic.0.000801  
フェナントレン分解細菌の分解時生育阻害効果の非分解細菌による緩和現象の発見
- 8) Kishida K. et al. (2019) Conjugative Transfer of IncP-9 Catabolic Plasmids Requires a Previously Uncharacterized Gene, *mpfK*, Whose Homologs Are Conserved in Various MPF<sub>T</sub>-Type Plasmids. *Appl Environ*

## 分子化学生物学専攻 ゲノム情報学講座 オミックス・情報学分野

### 【研究概要】

主に植物を対象として、次世代シーケンサーを用いて、ゲノム配列の解読、トランスクリプトーム解析、菌叢解析といった様々な内容でのゲノム情報解析を行っている。2018年から2021年の間に発表した論文は共著を含め41報であり、様々な情報解析を行っている。植物については、バラ野生種であるノイバラやカリフォルニアポピー、キクタニギクといった花き、カキ野生種であるマメガキ、桜島ダイコン、チャボイナモリなど9種の作物についてのゲノム配列を解読し、それぞれの作物において重要と考えられる遺伝子やゲノム比較解析などの情報解析を行った。トウサイカチでは、トランスクリプトームデータ (RNA-Seq) に対するアセンブルを行うことで unigene を構築し、その中からサポニン生合成関連遺伝子を同定することで、その代謝経路を推定した。また、実生において高発現されているサポニン生合成関連遺伝子を同定し、メタボローム解析によって実生においてサポニンが多く産生されていることを明らかにした。ハウレンソウについても RNA-Seq データから unigene を構築することで性決定領域を推定する研究を行った。環境中に生息する真正細菌と真菌の菌叢を明らかにするため、次世代シーケンサーから得られたデータを入力すると菌叢を自動的に調べ結果が出力される細菌叢解析パイプライン (Arbuscular mycorrhizal fungi classification pipeline) を構築した。

### 【代表的な業績】

- 1) Nakamura N. et al. (2018) Genome structure of *Rosa multiflora*, a wild ancestor of cultivated roses. *DNA Res.* DOI: 10.1093/dnares/dsx042  
ノイバラのゲノム解読に関する論文。得られたゲノムデータを *Rosa multiflora* DB (<http://rosa.kazusa.or.jp>) にて公開した。
- 2) Hori K. et al. (2018) Mining of the Uncharacterized Cytochrome P450 Genes Involved in Alkaloid Biosynthesis in California Poppy Using a Draft Genome Sequence. *Plant Cell Physiol.* DOI: 10.1093/pcp/pcx210  
カリフォルニアポピーのゲノム解読に関する論文。得られたゲノムデータを *Eschscholzia* Genome DataBase (<http://eschscholzia.kazusa.or.jp>) にて公開した。

- 3) Hirakawa H. et al. (2019) De novo whole-genome assembly in *Chrysanthemum seticuspe*, a model species of Chrysanthemums, and its application to genetic and gene discovery analysis. DNA Res. DOI: 10.1093/dnares/dsy048  
キクタニギクのゲノム解読に関する論文。得られたゲノムデータを Mum GARDEN (<http://mum-garden.kazusa.or.jp>) にて公開した。
- 4) Shirasawa K. et al. (2020) Genome sequence and analysis of a Japanese radish (*Raphanus sativus*) cultivar named 'Sakurajima Daikon' possessing giant root. DNA Res. DOI: 10.1093/dnares/dsaa010  
桜島ダイコンのゲノム解読に関する論文。得られたデータを *Raphanus sativus* Genome Database (<http://radish.kazusa.or.jp>) にて公開した。
- 5) Rai A. et al. (2021) Chromosome-level genome assembly of *Ophiorrhiza pumila* reveals the evolution of camptothecin biosynthesis. Nat. Commun. DOI: 10.1038/s41467-020-20508-2  
抗がん剤チャボイナモリのゲノム解読に関する論文、得られたデータを *Ophiorrhiza pumila* Genome DataBase (<https://pumila.kazusa.or.jp>) にて公開した。
- 6) Kuwahara Y. et al. (2019) Identification of potential genes involved in triterpenoid saponins biosynthesis in *Gleditsia sinensis* by transcriptome and metabolome analyses. J. Nat. Med. DOI: 10.1007/s11418-018-1270-2  
薬用植物トウサイカチのトリテルペノイドサポニン合成経路に関わる遺伝子を推定した。
- 7) Okazaki Y. et al. (2019) Molecular evidence for recent divergence of X- and Y-linked gene pairs in *Spinacia oleracea* L. PLoS One. DOI: 10.1371/journal.pone.0214949  
ホウレンソウの遺伝子と発現をトランスクリプトーム解析により調べ、性決定領域を推定した。
- 8) Niwa R. et al. (2018) Dissection of niche competition between introduced and indigenous arbuscular mycorrhizal fungi with respect to soybean yield responses. Sci Rep. DOI: 10.1038/s41598-018-25701-4  
土壌中の真菌を検出できる菌叢解析パイプラインを構築し、それを用いて、フィールドにおける菌叢を調べた。パイプラインを <http://amfungi.kazusa.or.jp> にて公開した。

## 分子化学生物学専攻 協力教員 天然物ケミカルバイオロジー分野

### 【研究概要】

植物ホルモン ジヤスモン酸類は、植物の防御応答や二次代謝産物生産を制御する小分子である。本分野では、その受容体とリガンドの相互作用に関するケミカルバイオロジー研究を通じて、遺伝的に冗長な遺伝子ファミリーにおける個別遺伝子の機能を解明する分子技術の開発を行っている。また、新規リガンドの探索によって新たな展開を模索している。



## 【代表的な業績】

- 1) Takaoka Y. et al. (2022) Protein-protein interactions between jasmonate-related master regulator MYC and transcriptional mediator MED25 depend on a short binding domain, *J. Biol. Chem.* DOI: 10.1016/j.jbc.2021.101504
- 2) Saito R. et al. (2021) Extended JAZ degron sequence for plant hormone binding in jasmonate co-receptor of tomato SICO11-SIJAZ. *Sci. Rep.* DOI: 10.1038/s41598-021-93067-1
- 3) Wang J. et al. (2021) Syntheses of dinor-cis/iso-12-oxo-phytodienoic acid (dn-cis/iso-OPDAs), ancestral jasmonate phytohormones of the bryophyte *Marchantia polymorpha* L., and their catabolites. *Sci. Rep.* DOI: 10.1038/s41598-021-81575-z
- 4) Suzuki K. et al. (2021) Structure-based rational design of a stapled JAZ9 peptide as the jasmonate-related master regulator MYC-selective inhibitor, *RSC Chem. Biol.* DOI: 10.1039/D0CB00204F
- 5) Takaoka Y. et al. (2019) A comprehensive in vitro fluorescence anisotropy assay system for screening ligands of the jasmonate CO11-JAZ co-receptor in plants, *J. Biol. Chem.* DOI: 10.1074/jbc.RA118.006639
- 6) Takaoka Y. et al. (2018) A rationally designed JAZ subtype-selective agonist of jasmonate perception. *Nature Commun.* DOI: 10.1038/s41467-018-06135-y
- 7) Oikawa T. et al. (2018) Ion channels regulate nyctinastic leaf opening in *Samanea saman*, *Curr. Biol.* DOI: 10.1016/j.cub.2018.05.042
- 8) Ishimaru Y. et al. (2018) Jasmonic acid inhibits auxin-induced lateral rooting independently of the CORONATINE INSENSITIVE 1 receptor, *Plant Physiol.* DOI: 10.1104/pp.18.00357

## 分子化学生物学専攻 協力教員 分子反応化学分野

### 【研究概要】

天然有機化合物は多様な構造、特異な生物活性を示すものが多く、それらの全合成と類縁体の合成に興味を持っています。この際、天然物の類縁体が効率良く合成できる合成法を開発するように心がけています。そして、生物活性評価、および NMR と計算科学を基に三次元構造解析を行い、三次元構造を加味した構造活性相関を明らかにしたいと考えています。表現系でのスクリーニングで見出された天然物は、しばしばその標的分子がわかりません。その際は、構造活性相関をもとに活性に関与しない部位を利用

して分子プローブを合成し、標的分子を解明することが可能になります。さらに、活性に関与する部位を見出し、構造を最適化することで、有望な創薬シードを見出す研究を展開しています。

### 【代表的な業績】

- 1) Ohsawa K. et al. (2021) Gold-Catalyzed Amide/Carbamate-Linked N,O-Acetal Formation with Bulky Amides and Alcohols. *J. Org. Chem.* DOI: 10.1021/acs.joc.0c02640
- 2) Kurosawa R. et al. (2019) Identification of Celastramycin as a Novel Therapeutic Agent for Pulmonary Arterial Hypertension-High-throughput Screening of 5,562 Compounds. *Circulation Research.* DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.119.315229
- 3) Ohsawa K. et al. (2019) Total Synthesis and Structural Revision of Cyclotetrapeptide Asperterrestide A, *J. Org. Chem.* DOI: 10.1021/acs.joc.9b00526
- 4) Yoshida M. et al. (2019) Parallel Synthesis and Biological Evaluation of Destruxin E Analogs Modified with a Side Chain in the  $\alpha$ -Hydroxycarboxylic Acid Moiety. *Eur. J. Org. Chem.* DOI: 10.1002/ejoc.201801826
- 5) Tsukamoto H. et al. (2018) Conjugate Addition to Acylketene Acetals Derived from 1,8-Dihydroxynaphthalene and Its Application To Synthesize the Proposed Structure of Spiroreussione A. *Org. Lett.* DOI: 10.1021/acs.orglett.8b01259
- 6) WO2020166710, 菅原明, 横山敦, 鈴木歩, 岩渕好治, 土井隆行, 1, 3-ジオキソラン誘導体, 国際出願日 2020年2月14日, 国際公開日 2020年8月20日, PCT/JP2020/005858
- 7) WO2018012634, 下川 宏明, 大島 吉輝, 菊地 晴久, 青木 淳賢, 土井 隆行, 可野 邦行, 佐藤 公雄, 黒澤 亮, 不飽和複素5員環含有化合物を含有する肺高血圧症の予防又は治療剤, 国際出願日 2017年7月14日, 国際公開日 2018年1月18日, 発行日 2019年4月25日

## 分子化学生物学専攻 協力教員 レドックス制御分野

### 【研究概要】

様々な環境要因に対する生体応答の分子機構を解明し、その強化による健康長寿の実現を目指している。外因性・内因性ともに生体の恒常性に加わる摂動は、最終的に生体の酸化還元反応の攪乱に帰着する場合が多く、これまで酸化ストレス応答の主たる担い手である KEAP1-NRF2 制御系を中心に研究を進めていた。ここ数年は、NRF2 による抗炎症作用と抗老化作用、さらにミトコンドリア活性化作用を中心に

研究している。なかでも、これまで不明であった NRF2 によるミトコンドリア活性化機構を、近年新たな生体分子として同定された超硫黄分子を考慮することで明らかにした。また、超硫黄分子産生酵素の遺伝子変異マウスの作成を通して、その抗酸化機能、抗炎症作用、そして細胞分化制御における役割を明らかにしつつある。さらに、老齢マウスの解析から、加齢に伴い超硫黄分子が減少することがわかり、適切な超硫黄分子の補給、または、その合成経路の活性化が健康長寿の実現に重要と予想している。一方、NRF2 が過剰に活性化したがんは、極めて予後の悪い難治がんであることが知られており、がん細胞に特異的な NRF2 機能を、転写因子の制御ネットワークから明らかにして、新たな治療標的を明らかにした。現在は、ヒト肺がん検体の解析から、NRF2 活性化がんが抗腫瘍免疫が抑制されていることを見出し、NRF2 による代謝制御の視点から新たな治療標的の同定をすすめている。

### 【代表的な業績】

- 1) Okazaki K. et al. (2020) Enhancer remodeling promotes tumor-initiating activity in NRF2-activated non-small cell lung cancers. *Nat Commun.* DOI: 10.1038/s41467-020-19593-0
- 2) Marutani E. et al. (2021) Sulfide catabolism ameliorates hypoxic brain injury. *Nat Commun.* DOI: 10.1038/s41467-021-23363-x
- 3) Yamamoto M. et al. (2018) The KEAP1-NRF2 System: a Thiol-Based Sensor-Effector Apparatus for Maintaining Redox Homeostasis. *Physiol Rev.* DOI: 10.1152/physrev.00023.2017
- 4) Kitamura H. and Motohashi H. (2018) NRF2 addiction in cancer cells. *Cancer Sci.* DOI: 10.1111/cas.13537
- 5) Wati SM. et al. (2020) NRF2 pathway activation by KEAP1 inhibition attenuates the manifestation of aging phenotypes in salivary glands. *Redox Biol.* DOI: 10.1016/j.redox.2020.101603
- 6) Hayashi M. et al. (2020) Microenvironmental Activation of Nrf2 Restricts the Progression of Nrf2-Activated Malignant Tumors. *Cancer Res.* DOI: 10.1158/0008-5472.CAN-19-2888
- 7) Onoki T. et al. (2021) Skeletal muscle-specific Keap1 disruption modulates fatty acid utilization and enhances exercise capacity in female mice. *Redox Biol.* DOI: 10.1016/j.redox.2021.101966
- 8) Oishi T. et al. (2020) Activation of the NRF2 pathway in Keap1-knockdown mice attenuates progression of age-related hearing loss. *NPJ Aging Mech Dis.* DOI: 10.1038/s41514-020-00053-4

## 【研究概要】

神経変性疾患、特に筋萎縮性側索硬化症(ALS)の発症メカニズムの理解を目指して研究を行っている。ALS の多くは孤発性であるが遺伝子解析によって様々な発症関連遺伝子変異が報告されている。私たちの分野はこれまでタンパク質分解機構の解明に取り組んできたので、ALS 関連遺伝子の中でもタンパク質分解に関わる遺伝子を中心に解析を進めている。神経変性疾患は、細胞内に特長的な封入体を形成することが知られているが、それらができるメカニズムやそれらが発症に関わるメカニズムを解明することで、ALS 発症におけるタンパク質分解の役割を探索している。

また、がんの発生進展のメカニズムについて臨床検体を用いた研究を継続的に行っている。この研究では、臨床検体を用いたトランスクリプトーム解析などを起点として、腫瘍部で特異的な変化を示している遺伝子に注目して、腫瘍における変異が機能に果たす役割や、その遺伝子の細胞生物学的な機能、発現変化のメカニズムなど、分子生物学から細胞生物学、病理学などの技術を駆使して腫瘍生物学への貢献を目指している。

## 【代表的な業績】

- 1) Nakagawa T. et al. (2020) The Autism-Related Protein SETD5 Controls Neural Cell Proliferation through Epigenetic Regulation of rDNA Expression. *iScience*. DOI: 10.1016/j.isci.2020.101030  
自閉スペクトラム症で変異が認められている SETD5 の機能解析を行なった。Setd5<sup>+/-</sup>マウスが ASD に関連した行動表現型を示すこと、これらのマウスの脳ではリボソームタンパク質遺伝子と rDNA の発現が阻害されており、特に SETD5 欠損細胞では、サイクリン D1 mRNA の翻訳が特異的に低下が見出された。
- 2) Watanabe Y. et al. (2020) An Amyotrophic Lateral Sclerosis-Associated Mutant of C21ORF2 Is Stabilized by NEK1-Mediated Hyperphosphorylation and the Inability to Bind FBXO3. *iScience*. DOI: 10.1016/j.isci.2020.101491  
C21ORF2 と NEK1 は ALS に関連する遺伝子である。我々は FBXO3 が C21ORF2 をユビキチン化し、プロテアソーム分解することを明らかにした。また、C21ORF2 は NEK1 を安定化させ、FBXO3 の欠損は C21ORF2 だけでなく NEK1 も安定化させるという結果を得た。
- 3) Yu Y. et al. (2019) Pathogenic mutations in the ALS gene CCNF cause cytoplasmic mislocalization of Cyclin F and elevated VCP ATPase activity. *Hum Mol Genet*. DOI: 10.1093/hmg/ddz119  
ALS 患者において変異している Cyclin F 遺伝子が ALS で変異が報告されている VCP と結合し、VCP

の ATPase 活性を Cyclin F が増強していた。また、ALS に関連する Cyclin F の VCP 結合領域のアミノ酸置換により VCP の活性に影響を与えた。

- 4) Wada Y. et al. (2020) Metabolic and pathologic profiles of human LSS deficiency recapitulated in mice. PLoS Genet DOI:10.1371/journal.pgen.1008628

LSS は、コレステロールの生合成経路において、(S) -2, 3-エポキシスクアレンをラノステロールに変換する酵素である。組織における LSS の機能欠損変異により、低毛細血症や白内障を引き起こすことが確認され、額皮脂中の (S) -2, 3-エポキシスクワレン/ラノステロール比が有用なバイオマーカーであることを示した。

- 5) Masamune, A et al. (2020) Variants That Affect Function of Calcium Channel TRPV6 Are Associated With Early-onset Chronic Pancreatitis. Gastroenterology. DOI: 10.1053/j.gastro.2020.01.005

若年発症の慢性膵炎患者は、アルコール摂取と関連せず、TRPV6 に変異を有することを見出した。TRPV6 は、膵実質細胞における  $Ca^{2+}$  バランスを変化させることによって、 $Ca^{2+}$  のホメオスタシスの変調をきたし、炎症を制御している。

- 6) Akiyama T. et al. (2019) Aberrant axon branching via Fos-B dysregulation in FUS-ALS motor neurons. EBioMedicine. DOI: 10.1016/j.ebiom.2019.06.013

FUS に変異を持つ hiPSCs 由来の運動神経軸索において、索分岐が異常に増加することを同定した。FUS の結合標的である Fos-B mRNA のレベルが FUS 変異運動神経軸索で上昇していることを確認した。正常細胞で Fos-B を過剰発現させると in vivo でも軸索分岐の異常が観察された。またこれらの表現型は、FUS 以外の ALS 原因変異でもさらに確認された。

- 7) Nakagawa T. et al. (2018) Transforming Growth Factor  $\beta$ -Induced Proliferative Arrest Mediated by TRIM26-Dependent TAF7 Degradation and Its Antagonism by MYC. Mol Cell Biol. DOI: 10.1128/MCB.00449-17

マウス培養乳腺上皮細胞において TGF- $\beta$  がユビキチンリガーゼ TRIM26 の転写を促進し TFIID サブユニット TAF7 をユビキチン化し分解を誘導することを示した。また、TGF- $\beta$  にさらされた細胞は、Myc 癌遺伝子の増幅に伴って増殖停止から回復し、MYC は TGF- $\beta$  による TRIM26 の誘導を阻害した。

- 8) Ashraf S. et al. (2018) Mutations in six nephrosis genes delineate a pathogenic pathway amenable to treatment. Nat Commun. DOI: 10.1038/s41467-018-04193-w

部分治療感受性ネフローゼ症候群の家系から 6 つの異なる遺伝子 (MAGI2、TNS2、DLC1、CDK20、ITSN1、ITSN2) の変異を明らかにした。これらのタンパク質は相互作用し、Rho 様低分子量 GTPase (RLSG) 活性を制御しており、ネフローゼ患者ではその活性が低下していることを見出した。

## 6-2. 各分野からの研究科に関する提言

本項では、令和4年度に各分野長に対して実施したアンケートに基づき、研究科の運営、教育、研究、社会貢献、その他に関する分野長からの提言と、教育研究活動での生の声を取りまとめて掲載する。分野長からの提言は、今後の研究科運営の指針となるものである。

### 【運営】

田口 友彦 教授

・コロナ禍に対応して、教授会などの会合を完全オンライン化したことは大変良かった。今後も対面とオンラインをうまく利用することで、運営の効率化をはかってほしい。同意見 他2件

中山 啓子 教授

・研究科長のリーダーシップの元、構成員のコンセンサス形成が十分になされていると思います。

熊野 岳 教授

・遠隔地施設であるのにもかかわらずこれまでの浅虫へのご支援ご協力大変感謝申し上げます。今後も引き続き、連絡を密にできる体制を維持し、ご相談や現状報告等容易にできる機会を確保していただけますと幸いです。

田中 良和 教授

・多くの教員が研究科の将来を真剣に考えている。特に後進の育成に非常に積極的である。

佐藤 修正 教授

・ダイバーシティ&インクルージョン推進の研究科方針を継続し、多様な構成員が公平に活躍できる研究科運営を目指していただきたいと思います。構成員全体で研究科を盛り立てる雰囲気を作り出すためにも、研究成果のような目に見えて現れる貢献以外の研究科への貢献を相互に評価できる体制を作っていけると良いと思います。

・当分野准教授の三井久幸先生から、以下のような提言をいただきました。現在の組織の枠組みの範囲で、大学院教育の体制を、任期に余裕のある准教授・助教をも組み込んだ教育研究科目と講義科目を含むように変えてゆくことを提言いたします。人材を有効に活用して、教育面で生物学・生命科学を幅広く充

実させるのが目的です。そのような人材の有効活用には、それなりの処遇(研究室の確保など)が必要で、教員個人の希望や事情によっては、准教授ないし助教単独の分野の設置も必要と思います。

彦坂 幸毅 教授

・研究科長を始めとした運営機構メンバーがよく研究科を運営していると考えます。研究科の運営指針としてダイバーシティ&インクルージョンというキーワードを大学本部に先駆けて掲げ、女性人材の登用やクロスアポイントメント制度の活用など、人材の多様化を図った。また、人件費運営計画を立て、今後数十年の人事計画を策定した。このような将来を念頭においた運営を今後も続けてほしい。

有本 博一 教授

・運営費交付金や競争的資金の間接経費だけでは研究科活動の維持が困難になりつつあり、財政状況の改善に向けて収入ルートの開拓を図るべきと考えています。

・オンラインの講義や会議など、コロナ禍の3年間で大きく進んだ研究科のDX化をさらに進めて、教員の教育研究時間の確保につなげてほしいと思います。

・研究科運営にあたっては、研究科内に蓄積されたノウハウだけに限らず、他大学の関連研究科との意見交換(継続中)などから新たなアイデアを集め、変化する外部環境に対応をお願いしたい。

松井 広 教授

・現在、進められているオンライン大学院説明会は、学生にとってもアクセスしやすい形式であり、特に遠方からの進学を検討している学生にとっては大変便利であることが想像できる。一方、大学院で過ごす2年~5年間を考えるならば、やはり、現地でラボを目で見たいという希望もあると考えられる。また、選考する教員としても、その学生にとって、自身のラボがベストマッチなのかどうかを判断して、学生と直接相談するには、やはり、対面で会う必要がある。研究科としても、オンライン大学院説明会に加え、公式の現地での大学院説明会の復帰を早急に検討したほうが良いように思える。

水上 進 教授

・教授会での情報共有や丁寧な議論による合意形成の文化、学生リクルーティングに関する広報、等については優れていると感じる。助教・准教授などの若手教員の意見を反映させる仕組みがあるかどうかについては、やや不明瞭と感じる。

永田 裕二 教授

・研究室間・専攻間の「壁」を取り除く(低くする)努力(しくみの導入)をより推進し、研究科の活性を図るべきである。

・研究科設立の経緯から様々な立場の構成員が存在することを鑑み、個々人の状況を把握し、それぞれに適した対応により、研究科全体の活性化・ボトムアップを図るべきである。

大橋 一正 教授

・分野の教員について、最低1人の助教を配置する方針は維持していくべきだと思います。また、教授が退職された分野に残る教員について、研究科で受け持つ役割や配置を柔軟に考慮して、適材適所で活躍できるようにすることを期待します。

南澤 究 特任教授

・すでに定年後なので、「・運営・教育」については老婆心での意見となります。今は、実質的に小講座制なので、大講座制を実質化させて、運営・教育を安定させた方が良いのではないのでしょうか。現役の先生方は本当に大変と思います。教員が研究に専念できる仕組みづくりも大切と思います。

稲葉 謙次 教授

・各研究室、教授以外に2名スタッフの体制確保が急務。そのためには、研究室数を減らす決断も必要ではないか。

安部 健太郎 教授

・研究分野や研究材料によって必要なスペースは異なるので、研究室の広さは一律とするにしても、共通スペースとして動物を飼育できるスペースを配慮して頂きたいと思います。

高橋 聡 教授

・(女性教員のクロスアポイントを増やして大学の数字合わせに協力するよりも)女子学生に対するエンカレッジの機会を増やすなどの生命独自の活動はできないでしょうか？

筒井 健一郎 教授

・間接経費の戻し額の減少、フロア賃貸費の値上げなど、研究教育活動へのサポートの低下が著しい。



## 【教育】

杉本 亜砂子 教授

・改組の際に設置したバイオ人材育成カリキュラムは着実に成果を挙げており、博士後期課程への進学者増にも貢献している。後期学生向けのキャリア支援も含め、当研究科の特長の一つとして継続していくことが望ましい。 同意見 他1件

佐藤 修正 教授

・改組で導入したバイオ人材育成カリキュラムの成果が出始めている状況だと思しますので、このカリキュラムメリットを活かし、学生に多様なキャリアパスを提示でき、その実現に必要な知識、技術の習得をサポートする体制を強化していくことを望みます。そのために、バイオインダストリー協会等を通じた産業界との連携を進めていくことを検討しても良いかと考えております。

・当分野准教授の三井久幸先生から、以下のような提言をいただきました。将来的に、現在の「共通科目C」などにおいて、生物学・生命科学を広くカバーするよう、基礎的な内容を（講師間で）重複なく含めるように調整したカリキュラムを作ることを提言いたします。現状、修士の最終試験の段階でも、基礎知識が不足気味の学生がたまに見受けられるので、その改善が目的です。

田中 耕三 教授

・大学院生や若手研究者の発表や交流の場が多く設けられており、高いレベルの研究に接することで、大学院生全体のレベルアップやキャリア支援、博士課程進学率の上昇などにつながっている。このような活動をさらに推進すべきである。

中山 啓子 教授

・多様な背景を持つ学生に対して、きめ細かな教育的取り組みを行なっていると思います。

水上 進 教授

・入学時点の学生レベルにばらつきが大きいですが、各科目に関しては幅広いレベルの学生が受講できるように工夫されたカリキュラムになっている。奨学金等のサポートプログラムが複数あり、博士課程の学生の経済的サポートは大変充実している。留学生に対する講義は、研究科単独の科目に関してはほぼ日本語と同じものが開催されているが、合同講義などについては留学生向けの講義は少ないと感じる。留学生は現時点ではマイノリティでかつ、声を上げにくい存在であり、日本人学生と同等の教育サービスが受けられているかどうか検証が必要かもしれない。全学の課題かもしれないが、日本人学生への英語教育も必要。

田中 良和 教授

・将来的な大学院講義の実施方法について検討する必要がある。また、留学生向けのプログラムを整備する必要がある。

高橋 聡 教授

・改組後の講義はかなり改善されたと思います。しかし、各教員が自分の専門を説明するだけの講義になっていないか、修了生が就職後に応用できる知識を提供しているかなどの観点から、さらに内容を検討する必要があると思います。

平川 英樹 客員教授

・ゲノム情報学講座は連携講座であり、千葉県木更津市にあるかずさキャンパスにあるため、学生と接する機会が殆どありません。現在、様々な研究に重要となっているゲノム情報解析（バイオインフォマティクス解析）について、かずさキャンパスは仙台から遠く実現は難しいかと思いますが、実習などの教育を行う機会があっても良いかもしれないと考えています。

大橋 一正 教授

・異なる分野の教員による副指導教員の制度と学生への面談の義務化は、学生が閉鎖的な環境で孤立しないために良い試みだと思います。

・未来型医療創造卓越大学院プログラムなどの博士課程の学生への支援プログラムへの参加は、学生の博士課程へ進学する非常に良い動機付けになるとと思いますので、研究科として積極的な参加を期待します。

大隅 典子 教授

・より優秀な学生をリクルートする戦略が必要だと思います。オンライン大学院説明会は成功していると思われませんが、「この先生のもとで研究したい！」という学生を惹きつけるような魅力・インパクトのある教員をさらにリクルートすることと、動画の利用を含めた SNS 活用などが広報としても必要ではないでしょうか？

稲葉 謙次 教授

・高い資質を持つ学生を選抜することの重要性。日本人学生の博士課程進学を促す制度の拡充が必要。

渡辺 正夫 教授

・JSPS-DC、PD の受入、学内の教育関係の受賞などへの高い評価を期待したい。若手を育成することは大学の根幹であり、国力そのものです。多角的に人材育成を評価することを考えて頂きたい。

永田 裕二 教授

・達成目標を明示し、学位論文審査では目標の達成度に応じた評価をするべきである。

筒井 健一郎 教授

・入試において筆記試験をなくしたのは、痛恨の判断ミス。面接だけでは、学力の正確な判定ができない。早く復活させるべき。

高井 俊行 教授

・多様な院生の興味にどう応えるか。医学や疾患治療、創薬に興味をもっている院生に十分対応できていないのでは。

松井 靖久 教授

- ・高校と連携して出前授業や実験実習生の受け入れ
- ・グループワークやディベートなどを取り入れたカリキュラム編成

有本 博一 教授

・オンデマンド形式の講義は、自由な時間に受講できるため、周囲を見る限り学生には好評と理解している。オンラインのメリットは今後も保ってほしい。双方向性を保つという観点からは、学会における Meet the speakers のような会を行って、学生の知的興味を満足させる工夫もよいかもしれないと考えている。  
(他の分野の教員と研究の話がしやすい)。

田口 友彦 教授

・5月に講義が集中し学生が疲弊している。オンラインになりレポートも格段に増えたことも要因。もう少し講義の期間を分散できないだろうか（上手にオンライン講義を取り入れて）。

石川 稔 教授

・コロナ禍において、学生と本音で話す機会が減っていると感じています。言い訳ですが、当分野で博士後期課程進学者が増えないのは、これが原因ではないかとの意見もあります。4人以内、2時間以内などなど制限のもと、生命科学科内での飲酒を緩和して頂けないでしょうか。（店での飲食よりも、感染リスクは少ないと考えています。）

竹内 秀明 教授

・コロナ禍で学生が学会参加の機会や学生同士の交流が失われたことを懸念している。今年度から学会参加、研究室間の学生同士の交流を活性化したい。

## 【研究】

田中 良和 教授

- ・第一線の研究者が集い、ハイレベルの研究が展開されている。

田中 耕三 教授

- ・生命科学の広範な分野でハイレベルの研究成果が継続的に発表されており、高いアクティビティが維持されている。有望な若手研究者のリクルートが、それぞれの専攻でうまく機能しているのが一因と思われる。

占部 城太郎 教授

- ・研究環境も比較的良好で、競争資金を取りやすい環境が醸成されていると感じています。

杉本 亜砂子 教授

- ・分子・細胞から個体・生態までの幅広い生命科学分野を網羅しているのが本研究科の特徴である。近年は研究科内共同研究も増えてきているが、今まで以上に、研究室の枠を超えた分野横断的研究が生み出されるようなオープンな研究科となってほしい。 同様意見 他2件

佐藤 修正 教授

- ・幅広い研究分野を網羅する研究科の強みを活かして、研究科内共同研究の推進を継続することを希望します。そのために、生命科学交流ミーティングの活動を活性化するとともに、もう少し小さい規模でのインフォーマルな進捗報告会のような研究アドバイスや議論の場を設定していけると良いのではないかと思います。

大隅 典子 教授

- ・研究対象の多様性は重要と思いますが、ある程度、コアやピラーになるような研究テーマがあると「東北大学大学院生命科学研究科」としてのブランディングになのではないかと思います。若手研究者向けの研究科内研究費が充実すると良いですね。

渡辺 正夫 教授

- ・発表論文を短期的だけでなく、長期的に評価するため、被引用数など多角的な評価軸での評価を期待したい。また、海外の研究室との共同研究等、大学本部で評価されている点の重点的な評価があればよい。

松井 広 教授

・脳生命統御科学専攻を抱える生命科学研究科には、共通の動物飼養保管施設が存在しない。片平キャンパスの生命科学研究科にも、基幹施設として動物飼養保管施設を設置することが必須と考えられる。また、マウス等の小動物を用いた実験であっても、ある程度の床面接のある実験室を用意しないと、多様な行動を引き出した行動解析をすることができない。生態学的な観点も取り入れた実験系を整備する上でも、共通の動物飼養保管／動物行動解析室を設置することが望ましい。 同様意見 他1件

田口 友彦 教授

・研究面でのラボの横のつながりが甚だ乏しい。隣の人は何する人ぞ、になってしまっているのは勿体無い。機器などの共通利用を促進する整備面は評価できる。

石川 稔 教授

・研究の効率化、また研究不正を抑止できることを期待し、実験ノートや生データを含めた全研究データを分野内で共有しており、多くは google drive に保存しています。この効果はとても高く、広くお勧めしたいと感じています。しかし最近本学では、個人当たりの google drive の使用容量が制限されたため、この運用が危うくなってしまいました（上限 100GB に対して現在 70GB）。一律に容量を制限するのではなく、目的に応じた容量を割り振って頂けましたら幸いです。

大橋 一正 教授

・共通機器を管理する人員については現状で良い環境が維持されていると思います。また、研究科の基礎的な研究のポテンシャルを上げるために、汎用性が高い大型設備や高額な機器を共通機器として充実を図る工夫をしていくことが望まれます。

稲葉 謙次 教授

・星陵キャンパスに設置されたクライオ電子顕微鏡の利用拡大に期待。種々の最先端顕微鏡を揃えた細胞イメージング施設の設置が必要。

高橋 聡 教授

・バイオインフォマティクスや分子動力学などの理論研究を担う研究者をメンバーとすることを検討しませんか？

竹内 秀明 教授

・ゲノム解析や行動実験データ解析の他大学との共有のために外部からアクセスできるサーバーが設置できると良い。

本橋 ほづみ 教授

・以前の教授会での議論で、学生の卒業のための要件になっている論文が、provisionally accepted であっても accept にならないとだめ、という議論になっていたと思います。ですが、最近では、投稿時のフォーマットが自由になっている分、accept 直前にフォーマットを治す作業がはいつており、時間がかかるケースが多いようです。ですので、provisionally accepted がきた時点で、accept とおなじに扱ってもよいのではとおもいました。

平川 英樹 客員教授

・現在、シーケンサー技術の向上により、従来より迅速に、かつ、高精度に真核生物のゲノム配列を決めることができるようになりました。今後、大量の生物学的データから意味のある情報を解析によって見出す研究がより一層必要になると考えています。

## 【社会貢献】

田中 良和 教授

・学会の会長や理事を務める教員、課外授業を積極的に行う教員などが在籍しており、多くの社会貢献活動が実施されている。

田中 耕三 教授

・アウトリーチ活動が積極的に行われており、生命科学の面白さを社会に広めるのに貢献している。

渡辺 正夫 教授

・アウトリーチ活動は研究成果の社会普及活動であり、また、次々世代の育成であり、広い意味での生命科学分野へのリクルートでもある。そうした貢献への高い評価を期待したい。

杉本 亜砂子 教授

・地域連携（生態学系研究室と南三陸町）や市民サイエンスの取り組み（南澤研、近藤研）がすでにはじまっているが、産・官・民との連携の可能性を広げていくことは今後ますます重要になると思われる。一般市民向けのセミナーシリーズなどを行なってもよいかもしれない。 同様意見 他2件

松井 広 教授

・生命科学研究科としては、非常にしっかりとした広報室の体制が整っているため、論文成果の発表の際には、早急にプレスリリースの準備等に対応していただいている。また、全学からのプレスリリース等の宣伝にも効率よくつなげていただいている。特に、SNSでの研究成果の宣伝は、Altmetrics等によって自動的に集計され、今、一番ホットで話題の科学研究が定量的に評価される仕組みができています。研究者の評価にもつながる広報のさらなる充実が望まれる。願わくは、新聞や一般メディアへの投げ込みもさらに活発に実施していただき、広いオーディエンスが得られるようないっそうの工夫をしていただければ大変有難い。

筒井 健一郎 教授

・広報室を設けたのは先見の明があった。新たなメディアを活用した効果的な広報のありかたを目指していただきたい。

永田 裕二 教授

・一般向けの成果発進や交流をより活性化すべきである。 同様意見 他1件



・地方自治体や地域産業との交流の機会を設け、地域社会問題を把握すると共に、生命科学研究科としてどのような貢献ができるか検討するべきである。

大橋 一正 教授

・近隣地域の高校生や中学生に対して、研究室見学や実験の体験などを行って、生命科学の基礎研究についての理解を足下から広げていくことが良いと考えます。 同様意見 他1件

高橋 聡 教授

・自信のある成果を出した場合に、高校生を意識して内容を説明する 3 分ほどの動画を作成いただき、生命のウェブサイトに掲載することはいかがでしょうか。

本橋 ほづみ 教授

・加齢研やほかの附置研では、2年に1度、片平まつり、という研究所の一般公開をしています。医学部も医学祭があります。生命科学研究科の先生がたのご研究は、植物やいろいろな生物種のご研究が多く、小学生や中学生の興味を惹く内容がとて多いように思います。なにか、研究科の活動の一般公開の機会があってもよいのかとも思いました。

大隅 典子 教授

・社会貢献の仕方には種々ありますが、もっとも正統派な観点から言えば、現状では一般書の執筆を行う教員が少ないように感じています。

有本 博一 教授

・バイオ系はスタートアップ企業が多い分野であることを考えると、大学（研究科）の支援体制はあまり十分といえないと考えている。

田口 友彦 教授

・basic science 系の研究室が多い以上仕方ないことだと思うが、そもそも社会貢献を念頭に入れていないラボが多い。

石川 稔 教授

・他の主要国立大学と比較して、地元（東北地方や宮城県）に企業の研究所が少ないと感じています。ほとんどの卒業生が宮城県から離れて就職する現状も、産学連携が難しい一因かもしれません。ライフサイエンス系企業の研究所を誘致できれば、積極的な産学連携が可能になり、また地元志向の学生からの人気も高まると思われます。

占部 城太郎 教授

- ・社会貢献については、研究・教育に比べて、研究科内ではあまり評価していないと感じています。

## 【その他】

高井 俊行 教授

・生命科学と医学や加齢医学の立ち位置が異なるとは思いますが、生命科学研究科が主宰するシンポジウムなどの催事、あるいは多様な企画立案において、疾患の理解や加齢の理解など、他領域とオーバーラップしたところをクローズアップした企画が今より多くなると院生の興味を充足できたり、予算獲得においても、よりいいのかなと思います。

大隅 典子 教授

・全学の中でも DX 推進が進んでいることは素晴らしいと思っています。

福田 光則 教授

・生命科学研究科が発足してもう 20 年以上になりますので、そろそろ本研究科の卒業生が世界的に活躍し、PI となっても良さそうな頃だと思います。身近でキャリアパスを見せることができれば、現役生の励みになるかと思いますが、まだそのような事例は少ないのでしょうか？

杉本 亜砂子 教授

・ダイバーシティ&インクルージョンに関しては、教授会や運営機構などの意思決定の場における女性比率が近年急激に上昇し、学内および国内生命系研究科の中でもトップレベルとなっている。今後も引き続き、性別・国籍・年代などの属性にかかわらず能力を発揮できる研究・環境を構築・維持していくことが重要である。また、さらなる国際化のためには、専任の外国人教員も増やしていく必要がある。

・これまで生命科学研究科では同窓会組織が稼働していなかったが、創立 20 周年を超え、卒業生もさまざまな分野で活躍している年代となっているので、卒業生ネットワークを構築すべき時期だと思われる。

占部 城太郎 教授

・研究科内での研究領域がやや偏り始めているのではないかと懸念しています。東北大生命の特色は、なんといっても幅広い分野構成にありますので、一時的な潮流にながされず、引き続き化学・分子から発生・生態・環境まで、幅広い分野構成を維持されていくことを期待しています。

## 【教育研究活動の生の声】

大隅 典子 教授

・生命科学はきわめて面白い時期を迎えており、面白いアイデアが浮かびますが、研究する時間が足りません……。

熊野 岳 教授

・周りに他の多くの研究室があり研究者がおり、共通機器等もある環境に憧れます。

田中 耕三 教授

・協力教員としての活動が、研究のレベルアップにつながっている。

牧野 能士 教授

・コロナ禍でコミュニケーションを取るのが以前より難しい状況の中で、毎日 zoom のコアタイムで顔を合わせることで、毎月開催するチームミーティングで学生と直接話す機会を設けるなどして、教員と学生、また学生間のコミュニケーションを促進することを意識した研究を行ってきた。そうしたことを意識した教員を行っていても、研究室に來れなくなる学生がおり、どのような対応がベストなのかが分からなくなる。他研究室でも同様なことがあるという話を聞くので、研究科としてそうした学生の対応について議論する機会があるのは有意義であると思う。

石川 稔 教授

・研究に対するエフォートを増やしたいです。最近、査読に費やす時間が多く困っています。

佐藤 修正 教授

・多様な専門分野、研究テーマを持つ研究者と交流しながら研究を展開できる環境を非常にありがたく感じております。生命科学研究科に移ったことがきっかけで圃場を使った研究展開や生態系を意識した研究へとテーマを広げることができました。また、自身の研究スタイルの中でこだわりのあった研究リソースの整備という点においてもご理解とご協力をいただいていることに感謝しております。

田村 宏治 教授

・ここ数年の、セミナーや講演会などの部局のさまざまな取り組みはアピールになるだけでなく、実際とても役に立っていたり何より楽しい企画だったと思います。大変ではありますが、さまざまな組み合わせ（部局全体、専攻、講座など）の企画によって交流を作って帰属感が高まるといいなと思っています。

田中 良和 教授

・専攻長として運営機構に2年間在籍し、今後20年、生命科学研究科を支えてゆく教員として、研究科運営に関する非常に多くのことを勉強させてもらいました。後進の育成に注力してくださっていることがとてもよくわかりました。どうもありがとうございました。期待に応えられるようにがんばります。

本橋 ほづみ 教授

・生命科学研究科としての大学院生を受け入れることができるようになり、研究室への問い合わせがとも増えました。大変うれしくおもっております。

筒井 健一郎 教授

・コロナの悪影響がじわじわと出てきているような気がする。将来にわたって高い研究教育の質を保てるかどうか、正念場であると感じている。



## 7. 総括





## 7. 総括

今回の自己評価の結果をまとめると、以下のようになる。

### I. 管理運営

ダイバーシティ & インクルージョン実現を念頭に運営し、クロスアポイントメントなど各種制度を活用した。女性教員比率、若手教員比率などの項目では、すでに成果が表れている。研究科の運営機構における女性比率の高さ（37.5%）は特筆すべき点である。一方、外国人教員比率向上に関しては一層の努力を要する。

研究科構成員は複数のキャンパスに分かれて活動している。教員の研究時間確保を図るため、移動時間削減につながる教授会オンライン化など DX 化を積極的に進めた。また、大学院入試のオンライン化を実現した。

改組にあたり、学内の複数部局より協力教員を迎え、生命科学研究のハブとして一層存在感を増すことができた。

### II. 教育

平成 30 年度（2018 年）の改組にあわせてカリキュラムを再編した。特徴的なものとして、キャリア教育に力を入れたバイオ人材育成カリキュラムを開始した。これにより博士課程への進学率が上昇するなど、改組の効果は着実に表れている。また、二つの国際共同大学院プログラムに参画することによって、RA のサポートの拡充、留学の促進、ジョイントディグリー等の大きな教育効果を得ている。

改組により後期課程学生の定員充足率は改善が見られるが、今後も前期、後期ともに学生の定員充足率の 100% を達成、維持する努力が求められる。

### III. 研究

質の高い論文を数多く発表し、プレスリリースなどで積極的に世界への発信を行った。競争的研究費獲得は、本学内トップクラスの水準で順調に推移しており、ムーンショットプログラムを含む大型プロジェクトの採択も多い。教員、学生ともに各種受賞が続いている。民間資金導入の観点から特筆すべきことは、研究科初となる寄附講座「微生物進化機能開発寄附講座」が設置されたことである（IFO 発酵研究所、平成 28 年度）。

これらの研究の高いレベルをさらに発展させるため、研究機器の共通利用や研究科内共同研究の促進など、戦略的な研究科施策を展開している。

### IV. 社会貢献

市民を研究に取り込むシチズン・サイエンスを推進している。市民向け、高校生向けのアウトリ

ーチプログラムを実施・継続した。また、被災地の復興支援活動として、地元宮城県南三陸町と「持続可能環境の実現に関する研究活動」の協定を締結したことは意義深い。研究科付属の浅虫海洋研究教育センターにおける社会貢献活動なども活用して、今後も東北地方、全国での活動を幅広く推進する計画である。

以上のように平成24年度(2012年)～令和2年度(2020年)の9年間、本研究科は一貫して高いレベルの研究教育活動を行ってきた。基礎科学を志向する研究科として、質の高い論文を発表しているが、FWCIなどの論文指標に反映しきれていない部分についてはさらに向上させる余地があると思われる。運営費交付金の削減が継続するなかで、研究科の経済的な基盤が揺らぎつつあるので、これまで以上に大学外のステークホルダーと協働を進めていく必要がある。また、次の10年を見据えると、現在50歳代後半に偏っている教授層の世代交代が重要課題となる。テニュアトラック准教授制度など、新たな施策を活用して国内外を問わず傑出した人材を獲得していきたい。

東北大学は世界に伍する大学を目標としており、本研究科も一層の発展が求められているが、FWCIに関して本研究科の貢献が充分であるとは言えない。FWCIについては、研究力を数値指標で表し、それらが大学のランキング付けに利用されるという世界的な流れがあり、より魅力的で学生から選ばれる大学となるためには現状では論文被引用数を上げ、大学ランキングへの対応も責務となっている。本研究科の出版論文のFWCIは世界平均の1を超えてはいるが、FWCI=1.5以上、さらには世界平均の2倍の引用数となるFWCI=2を目指し、様々な対応策をさらに講じていきたい。

一方、FWCIは出版年から3年間で固定されるため、将来的かつ大きな成果の基盤となるような論文のインパクトに対しての十分な評価にはつながらないなどの種々の問題がある。数値のみでは研究の本当の価値は測りきれないことを念頭に置き、他にはない独創的な研究や垣根を越えた融合研究の推進、これらを長期的にサポートしていくことができる包容力のある組織を目指すべきとの信念に基づいた運営を展開していく。

## 編集後記

本報告書は、平成24年度（2012年）から令和2年度（2020年）までの9年間に行われた本研究科構成員の活動について、教育、研究、社会貢献、管理運営を中心に、生命科学研究科の評価委員会・広報企画評価分析室がとりまとめ、自己評価を行ったものである。

今回の評価では、東北大学として構築している情報データベースに個々の教員が入力したデータ、ならびに、本研究科の年報（2012年度～2020年度）の記述内容、事務部に集約されているデータ、さらに、必要に応じて適宜、各分野からの情報提供を依頼した。これらをもとに、研究科、各専攻、各分野、そして特記すべき事項として個々人のレベルでの活動について収録した。

令和4年8月

東北大学大学院生命科学研究科 評価委員会、広報企画・評価分析室

評価委員会委員長	副研究科長	有本 博一
評価委員	専攻長	谷本 拓
	専攻長	佐藤 修正
	専攻長	永田 裕二
事務部	事務長	櫛引 加代子
広報企画・評価分析室	特任助教	高橋 さやか
	技術職員	半澤 栄子

東北大学大学院生命科学研究科

〒980-8577

仙台市青葉区片平 2-1-1

TEL: 022-217-5702

FAX: 022-217-5704

## 付属資料

- ・ 過去9年間における発表論文と著書
- ・ 委員の委嘱などを受けた事例一覧

生命科学研究科ウェブサイトに掲載しております。

下記 URL、QR コードよりご確認ください。

[https://www.lifesci.tohoku.ac.jp/outline/pamphlet/r4\\_hyoka/](https://www.lifesci.tohoku.ac.jp/outline/pamphlet/r4_hyoka/)

