

戦略的創造研究推進事業
－さががけ(個人型研究)－

研究領域「多細胞システムにおける
細胞間相互作用とそのダイナミクス」

研究領域事後評価用資料

研究総括：高橋 淑子

2025 年 1 月

目 次

1. 研究領域の概要	1
(1) 戦略目標	1
(2) 研究領域	1
(3) 研究総括	1
(4) 採択研究課題・研究費.....	2
2. 研究総括のねらい	7
3. 研究課題の選考について	8
4. 領域アドバイザーについて	13
5. 研究領域のマネジメントについて.....	14
6. 研究領域としての戦略目標の達成状況について.....	30
7. 総合所見	43

1. 研究領域の概要

(1) 戦略目標

「多細胞間での時空間的な相互作用の理解を目指した技術・解析基盤の創出」

(2) 研究領域

「多細胞システムにおける細胞間相互作用とそのダイナミクス」(2019 年度発足)

(3) 研究総括

氏名 高橋 淑子 (京都大学大学院理学研究科 教授)

上記詳細は、以下 URL をご参照ください。

JST 公開資料「新規研究領域の事前評価」

<https://www.jst.go.jp/kisoken/evaluation/before/index.html>

2019 年度新規研究領域の事前評価

https://www.jst.go.jp/kisoken/evaluation/before/hyouka_h31.pdf

(4) 採択研究課題・研究費

(百万円)

採択 年度	研究者	所属・役職 ²	研究課題	研究費 ¹
2019	岡部 泰賢	京都大学ウイルス・再生医科学研究所・特定准教授 (大阪大学免疫学フロンティア研究センター・特任准教授)	Heterogeneous な組織境界層を起点とした時空間的な細胞間相互作用	57
	沖 真弥	九州大学 大学院医学研究院・講師 (京都大学大学院医学研究科・特定准教授)	位置情報レコーディングによる多細胞システム解析	55
	小口 祐伴	理化学研究所開拓研究部・研究員	細胞間相互作用の理解に資するゲノムワイド1分子遺伝子空間分布解析	40
	木戸屋 浩康	大阪大学 微生物病研究所・助教 (福井大学学術研究院 医学系部門・教授)	高次血管網の形成を制御する微小環境ダイナミクス	52
	露崎 弘毅	理化学研究所生命機能科学研究センター・特別研究員	テンソル分解を利用した細胞間相互作用の時空間解析	40
	富樫 英	神戸大学大学院医学研究科・助教	接着の偏在によるモザイク形成メカニズム	47
	豊島 有	東京大学大学院理学系研究科・助教 (東京大学大学院理学系研究科・准教授)	線虫全神経の1細胞遺伝子発現解析と活動計測	50
	橋本 昌和	大阪大学大学院生命機能研究科・助教 (大阪大学大学院生命機能研究科・准教授)	多能性不均質さ解消機構の理解と再生医療への応用	47

	平島 剛志	京都大学大学院医学研究科・講師 (シンガポール国立大学メカノバイオロジー研究所・主任研究員)	曲率に対する力学応答システムによる分岐形態形成	51
	真野 弘明	自然科学研究機構・基礎生物学研究所・特別協力研究員	オジギソウの運動を支える植物独自の細胞間情報伝達	40
	三井 優輔	自然科学研究機構・基礎生物学研究所・助教	Wnt による平面細胞極性の動的形成機構の解明	42
	谷口 俊介	筑波大学生命環境系・准教授	光による消化管形成制御機構の解明	44
	吉田 聡子	奈良先端科学技術大学院大学研究推進機構・特任准教授 (奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科・教授)	異种植物間ネットワーク解析による植物間相互作用の理解	41
2020	小田 康子 (秋山 康子)	大阪医科大学医学部・非常勤講師 (JT 生命誌研究館・特別研究員)	縞パターン形成の多様性を生み出すネットワーク	40
	荒巻 敏寛	大阪大学大学院生命機能研究科・助教	膜電位を介した細胞間相互作用による形態形成機構の解明	43
	磯村 彰宏	京都大学高等研究院・特定助教 (京都大学医生物学研究科・特定准教授)	動的シグナル勾配と生物時計による組織構築原理の解明	40
	大谷 哲久	自然科学研究機構生理学研究所・助教 (東京都立大学大学院理学研究科・准教授)	接着と張力の操作で明らかにする上皮ダイナミクス	55
	京 卓志	大阪大学産業科学研究所・特任研究員	細胞間相互作用の可視化と操作のための技術開発	40

	石 東博	ハイデルベルグ大学生 物学研究所・博士研究 員/日本学術振興会海 外特別研究員 (ポツダム大学生化 学・生物学研究所・ジュ ニアグループリーダ ー)	継続的成長を支える形成層幹細胞 の動態と細胞間相互作用	51
	高橋 望	無し (奈良先端科学技術大 学院大学先端科学技術 研究科・助教)	葉から始まる植物概日時計の長距 離相互作用	40
	乗本 裕明	名古屋市立大学大学院 薬学研究科・研究員/日 本学術振興会特別研究 員 SPD (北海道大学大学院医 学研究院・准教授)	睡眠・冬眠を生み出す細胞間相互作 用	59
	藤井 耕太郎	スタンフォード大学医 学部・リサーチアソシ エイト (フロリダ大学医学 部・アシスタントプロ フェッサー)	タンパク質合成の時空間制御から 見た多細胞システムの理解	41
	村瀬 浩司	東京大学大学院農学生 命科学研究科・特任准 教授	植物の自家不和合性における細胞 間相互作用のダイナミクス	31
	森本 雄祐	九州工業大学大学院情 報工学研究院・准教授 (九州工業大学大学院 情報工学研究院・教授)	細胞の個性と共同性を統制する電 気化学ポテンシャル	60
	山崎 正和	秋田大学大学院医学系 研究科・准教授 (秋田大学大学院理工 学研究科・教授)	細胞集団移動が駆動する体毛のコ ーミング機構の解明	55

	米原 圭祐	オーフス大学医学部・准教授 (情報・システム研究機構国立遺伝学研究所・教授)	コンタクトーム解析の基盤技術の確立	50
2021	榎本 将人	京都大学大学院生命科学研究科・助教 (福井大学学術研究院医学系部門・特命教授)	組織修復を駆動する組織微小環境ネットワーク	42
	大森 俊宏	東北大学大学院工学研究科・助教 (東北大学大学院工学研究科・准教授)	体の左右非対称を形成する力学的な機構の解明	37
	淨住 大慈	大阪大学微生物病研究所・助教 (自然科学研究機構・基礎生物学研究所・特任研究員)	ルミクリンによる上皮組織の高次階層制御	37
	郷 達明	奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・助教 (同・准教授)	個々の細胞動態の集積による植物の成長運動の制御	38
	高岡 勝吉	徳島大学先端酵素学研究所・准教授	哺乳類胚における発生休止の多細胞ダイナミクス	38
	高野 哲也	慶應義塾大学医学部・特任助教 (九州大学高等研究院・准教授)	時空間的コネクトプロテオミクス技術の創出	47
	戸田 聡	金沢大学新学術創成研究機構・助教 (大阪大学蛋白質研究所・准教授)	細胞間相互作用の設計による多細胞パターン形成	48
	野田 大地	熊本大学大学院先端機構・准教授	遺伝子改変マウスを用いた配偶子相互作用とそのダイナミクスの解明	52

	橋本 秀彦	シカゴ大学分子遺伝学・リサーチプロフェッショナル (大阪大学大学院生命機能研究科・助教)	細胞間接着の破壊を介した新しいメカノセンシング機構の解明	46
	平野 恭敬	香港科学技術大学理学部・アシスタントプロフェッサー (香港科学技術大学理学部・アソシエイトプロフェッサー)	行動多様性を生み出すケモコネクトーム	37
	守山 裕大	青山学院大学理工学部・助教	胚の幾何情報感知システムと時空間制御機構	41
	箭原 康人	富山大学学術研究部医学系・助教 (大阪大学大学院生命機能研究科・准教授)	多核細胞が創り出す1細胞内転写マシナリーの解明	37
			総研究費	1,711

¹各研究課題とも研究期間の総額，進行中の課題は予定を含む(2024年12月1日現在)

²変更/異動のあった場合、さきがけ研究終了時の所属・役職を下段に括弧つきで記載

2. 研究総括のねらい

(1) 戦略目標の設定の経緯と研究領域の位置づけ

近年、ライフサイエンス分野では、イメージング技術やオミクス技術、計算機科学等の発展に伴い、ヒトやモデル生物の組織、器官等の細胞・分子地図作成に取り組み、細胞属性の同定や細胞間及び分子間ネットワークの特性の解明を行うことで、生命の理解に迫ろうとする研究が全世界的に進んでいる。このような研究潮流を踏まえて、細胞レベルや分子レベルでの生命現象の定量的な理解に向け、オミクス解析、イメージング、数理解析、データ解析等の多様な手段を適切に組み合わせることにより、生体分子や細胞が作る不均一で非連続なシステム動態の制御機構を解明するとともに、その予測・操作技術の創出を主な目的とした戦略目標「多細胞間での時空間的な相互作用の理解を目指した技術・解析基盤の創出」が制定された。本戦略目標では、「①多様な計測手段を活用した多細胞間での相互作用の定量的理解」、「②時空間情報を含む細胞間及び分子間ネットワーク等の解析技術の開発」、「③細胞集団の特性や動態を予測・操作する技術と理論の創出」の3つが達成目標として設定された。

これを踏まえて、さきがけ「多細胞システムにおける細胞間相互作用とそのダイナミクス（多細胞）」研究領域では、組織・器官・個体等を構成する多細胞からなる細胞集団を時空間的に解析することによって、多細胞システムにおいて繰り広げられる多様な「細胞間相互作用のダイナミクス」を通して、生命機能の本質を理解することを目指した。

(2) 研究領域で実現を詔ったこと、研究成果として目指したこと

1 細胞レベルでの各種オミクス解析技術やイメージング技術などの発展に伴い、細胞や生体分子の網羅的かつ定量的な解析が可能になり、旧来の個別の遺伝子や分子に着目した研究から、遺伝子群や分子群のネットワークの解析へと生命科学の研究手法が変化しつつある。また、ヘテロジニアスな細胞からなる細胞集団が相互作用しながら変化してゆくダイナミズムを通して、生命を理解することが可能になりつつある。このような動的な現象を対象とした研究開発を進める上では、特に空間情報や時間情報に着目しながら、生命科学と工学、化学、光科学、情報科学、数理科学などが連携することが有効と考えた。多様な技術を糾合することでこれまで困難とされていた分子や細胞の生命現象における理解を深めること、多細胞研究における現在の技術的な制約等を打破し、パラダイムの転換を可能にするような技術や理論等の創出による解析基盤の構築することを目指した。

(3) 科学技術の進歩への貢献や、科学技術イノベーション創出に向けてめざしたこと

多種の細胞を時空間的に識別し、その動態や相互作用を解析する技術の開発やデータサイエンス・数理科学による生命モデルの開発を期待した。また、多細胞からなる生命シ

システムの解明に向けて、それらの技術を活用して異分野の研究者が切磋琢磨し、オープンに議論する場を提供し、これにより各々の課題を洗練させるとともに、課題間のシナジー効果により新たな研究潮流の萌芽の形成と、創造性豊かな研究を通して、生命機能の本質に迫ることを目指した。

3. 研究課題の選考について

(1) 領域方針と募集について

本研究領域における研究開発は、「細胞間相互作用」というキーワードを基軸に幅広い生命現象を対象とし、戦略目標に対応して以下の3つのアプローチを主な柱とした。

① 多様な計測手段を活用した多細胞間での相互作用の定量的理解

分子情報等を1細胞レベルで多数の細胞から取得することにより生命現象を定量的に理解するための研究を通じて、多細胞間相互作用に関わる新たなパラダイムの提示を期待した。

② 時空間情報を含む細胞間及び分子間ネットワーク等の解析技術の開発

細胞-分子間や細胞間のネットワーク等を対象に、空間情報・時間情報に着目しながら、生命システムの振る舞いを理解するための技術開発の他、多次元のデータから、特性やパラメーターを抽出する研究等を推進した。また、分子、細胞、組織、器官、個体などの階層をつなぎ理解するための技術・理論や再現性の高い実験材料の創生に係る研究を推進した。

③ 細胞集団の特性や動態を予測・操作する技術と理論の創出

計測データから数理モデル等を構築・検証し、それを用いて細胞集団の動態を予測・操作するための技術や理論の創出を推進した。また、オミクス解析やイメージング等で生成される膨大なデータから有用な知見を見出したり、迅速に解析したりするための手法等も対象とした。研究終了時の成果として、生命現象の予測に関わる成功例を提示することを期待した。

これに対応して、研究課題の募集にあたり、「募集・選考・研究領域運営にあたっての研究総括の方針」を作成し、特に以下のような具体例を挙げて募集をおこなった。

- ・ 1細胞の形質情報に時空間情報を統合し、器官や組織の形態形成や機能発揮において、細胞間ネットワークが果たす役割の理解を深める研究
- ・ 器官や組織を構成する細胞の可塑性や不均一性、系譜に関する1細胞レベルでの解析
- ・ 細胞間相互作用のゆらぎや変化による生物進化

- ・細胞形質の計測情報に、時間あるいは空間情報を加味する技術の開発
- ・組織や個体の特定の細胞群を標識し、並列的に時空間的に追跡し、細胞の分化や移動を解明するための技術の開発
- ・生体内に近い特性を備えたオルガノイドの創生とそれを用いた細胞・分子レベルの解析や、細胞の動態を制御する因子やメカニズムを見出し、構築した理論やモデルを用いて、細胞や細胞集団の動態を予測・操作する研究
- ・細胞の動態を制御する因子やメカニズムを見出し、構築した理論やモデルを用いて、細胞や細胞集団の動態を予測・操作する研究
- ・オミクス解析やイメージング等で生成される大量のデータを数理的手法や機械学習などで解析し、特性を示すデータの抽出をとおしてモデルを構築・検証する研究等、ユニークで再現性の高い実験材料の創生に係る研究

ただし、これら以外にも、近視眼的な視野で成果を早急に求めるのではなく、長期的視野でインパクトをもたらすような心を揺さぶる挑戦的なテーマ設定による、従来のキーワードにはない新しい生物学の提案を求めた。

(2) 研究課題の選考方針、および選考結果

本研究領域では、2019 年度から 3 年度にわたり、3 回の研究提案募集を実施した。また、選考に先立ち選考方針検討会を開催し、研究総括、領域アドバイザー間で選考に関わる考え方を共有して選考を進めた。

さがけ研究提案の中には、課題が提案者自身で構想したものではなく、所属研究室のプロジェクトを部分的に切り取った内容であるように見受けられるものも散見された。本研究領域では、選考にあたって、提案が自身のアイデアを基に構成されており、提案者が主体的に研究を進めようとする内容であることを重視した。特に 2020 度からは、面接選考の際に提案内容が所属研究室のプロジェクトの一構成要素となっていないことを確認する項目を加えた書類の提出を求めて選考を進めた。

2019 年度の募集では、幅広い分野から 319 件もの応募があり、これらの応募書類を 12 名の領域アドバイザーに加えて 5 名の外部評価者の協力を得て書類選考を進め、27 件の提案を面接選考の対象とした。研究総括と領域アドバイザーによる 2 日間にわたる対面方式での面接選考を実施し、最終的に 13 件を採択した。Wnt による平面細胞極性の動的形成機構を解明しようとする課題から、トランスクリプトーム解析に位置情報を加える技術の開発や、発生研究に力計測データを加えて数理モデル化を目指す課題、さらにはテンソル分解アルゴリズムを利用した時空間的な細胞間インターラクシオン解析技術を開発する課題に至るまでの幅広い分野を含む研究課題を採択できた。ただし、採択率約 4.1%という非常に厳しい選考となった。

2020 年度も、生命システムの理解とその技術基盤の構築に資する研究提案として幅広い分野から 215 件もの応募を受け、領域アドバイザーに加えて 2 名の外部評価者の

協力を得て、書類選考を進めた。26 件を面接対象に選び、最終的に 13 件の採択を決定した。採択率約 6.0% という前年度に続き非常に厳しい選考となったが、細胞の接着をモニターし、人工的に制御するシステムを構築したりしようとする課題、また、爬虫類を用いてレム、ノンレム睡眠を再現する ex vivo 系の構築に挑む課題や、MD シミュレーションを用いた植物不和合性を支える機構の解明に挑む課題など幅広い研究課題を採択することができた。なお、コロナ感染拡大の下、書類選考会、面接選考会はともに Web 会議方式で実施した。会議の前後や休憩時間に行うスモールトークによる議論・情報交換ができないという制約はあったが、Web 会議でも丁寧な議論を時間をかけて行い、対面式会議方式に劣らない選考ができたと考える。

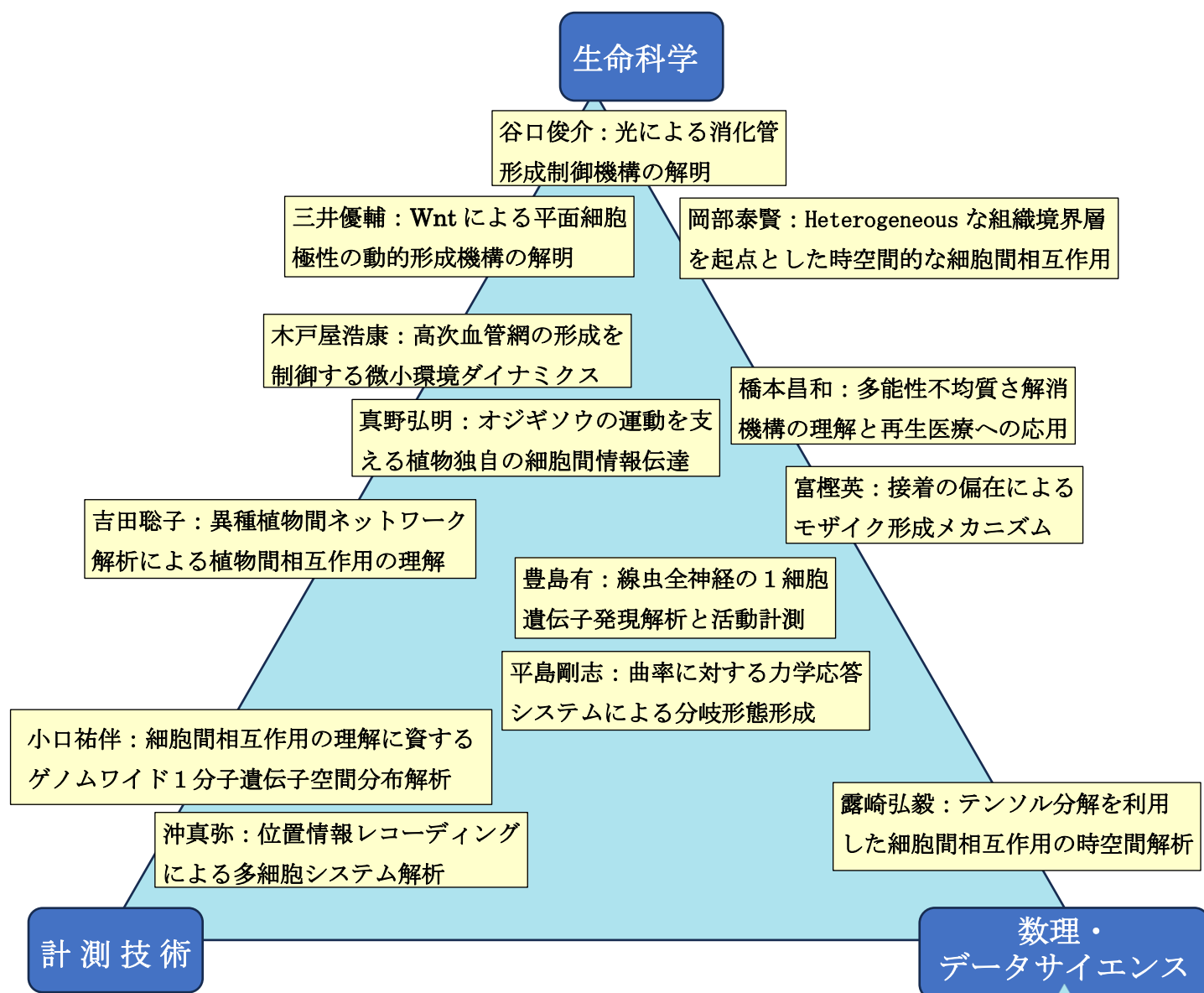


図 1 2019 年度採択者ポートフォリオ

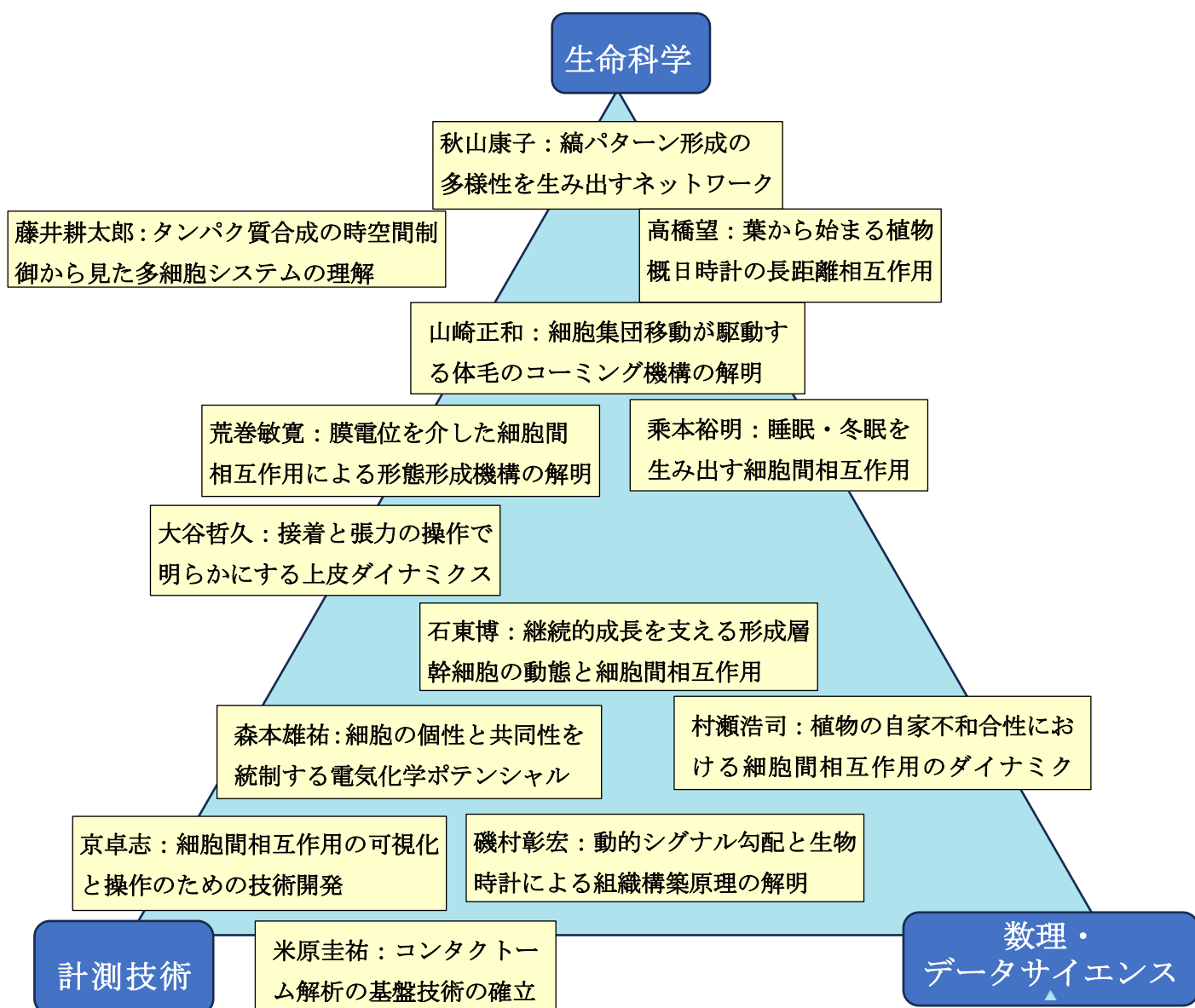


図2 2020年度採択者ポートフォリオ

2021 年度の募集では、前年までと同様の募集方針であったが、さらに、問題の本質を見極めずに普及してきた新しい解析技術を安易に適用するのではなく、長期的な視野でインパクトをもたらす研究課題を求めた。コロナ感染拡大が続く中、幅広い分野から 163 件の応募があり、12 名の領域アドバイザーに加え 2 名の外部評価者の協力を得て、Web 会議による書類選考会により 20 件を面接対象に絞り、さらに Web 形式の面接選考の結果 12 件の採択課題を決定した。採択率は、7.4%として依然厳しい選考であったが、植物科学を含む生命科学の問題を計測技術や、数理データサイエンスを利用して解明しようとする研究課題や、人工的な細胞間シグナルによって多細胞からなる組織形成のデザインを志す研究課題、特定の脳神経のシナプスに存在する分子を選択的に解析する手法の開発を目指す課題など、幅広い分野からレベルの高い研究課題を採択することができた。

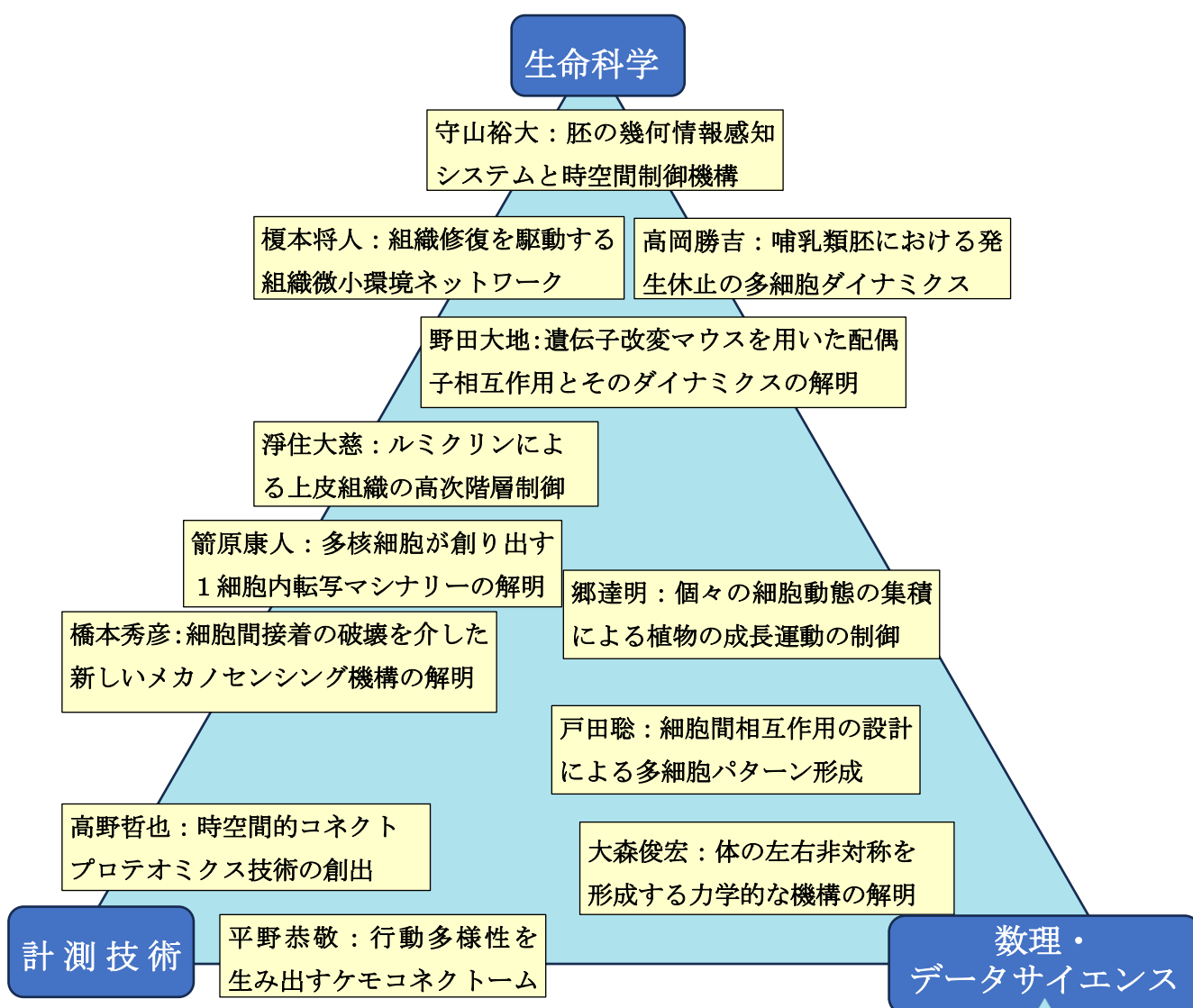


図3 2021年度採択者ポートフォリオ

4. 領域アドバイザーについて

本研究領域では、生命科学と計測技術開発や数理解析の融合を目指し、工学、バイオイメージング、情報科学、数理科学など幅広い分野の研究者を選考対象とすることを意図した。このため、領域アドバイザーにも生命科学を専門とする方々だけでなくバイオイメージング、ナノテク、生物物理学、データサイエンス、計算力学など様々な異なる専門性を持つ方々にお集まりいただいた。皆、研究者として一流であり高い視点からサイエンスがどうあるべきかについて定見をお持ちの方々ばかりである。研究課題の選考から領域運営まで、高い志の下、精力的に取り組んでいただいたことに大変感謝している。

領域アドバイザー名 (専門分野)	着任時の所属 ¹	役職 ¹	任期
井上 康博 (生体数理工学、 メカノバイオロジー)	京都大学大学院工学研究科	教授	2019 年 4 月～ 2025 年 3 月
入江 直樹 (発生進化学)	東京大学大学院理学系研究科 (総合研究大学院大学 統合進化科学研究センター)	准教授 (教授)	2019 年 4 月～ 2025 年 3 月
永樂 元次 (形態形成・幹 細胞・オルガノ イド)	京都大学ウイルス・再生医科学研 究所 (京都大学医生物学研究所)	教授	2019 年 4 月～ 2025 年 3 月
大川 恭行 (オミクス解析・ クロマチン構造 制御)	九州大学生体防御医学研究所	教授	2019 年 4 月～ 2025 年 3 月
小石 龍太 (分子生物学・ 医薬開発)	第一三共 RD ノバーレ(株) トランスレーショナル研究部 (第一三共(株)トランスレーシ ョナル研究所)	主席 (主席研究員)	2019 年 4 月～ 2025 年 3 月
近藤 寿人 (分子発生学)	京都産業大学総合学術研究所／ 大阪大学 (JT 生命誌研究館)	研究員／ 名誉教授 (顧問)	2019 年 4 月～ 2025 年 3 月

清田 純 (統合ゲノミクス・データサイエンス)	理化学研究所医科学イノベーションハブ推進プログラム	チームリーダー	2019 年 4 月～ 2025 年 3 月
永井 健治 (生体機能イメージング・生物物理学)	大阪大学産業科学研究所	教授	2019 年 4 月～ 2025 年 3 月
藤森 俊彦 (発生生物学・細胞生物学)	基礎生物学研究所	教授	2019 年 4 月～ 2025 年 3 月
谷内江 望 (データサイエンス・バーコード生物学)	東京大学先端科学研究センター (ブリティッシュコロンビア大学)	准教授 (教授)	2019 年 4 月～ 2025 年 3 月
吉田 松生 (生殖発生学)	基礎生物学研究所	教授	2019 年 4 月～ 2025 年 3 月
渡邊 力也 (生体計測・技術開発)	理化学研究所開拓研究本部	主任研究員	2019 年 4 月～ 2025 年 3 月

¹変更/異動があった場合、下段に括弧つき記載。

5. 研究領域のマネジメントについて

本研究領域では、多細胞からなる生体システムとそのダイナミックスの解析を進める上で、まず研究対象をよく観察することが第一義的に重要であると考えた。これを達成するために、多細胞からなる生体システムとそのダイナミックスを新たな切り口から観察し、これを制御するメカニズムを解明する生命科学研究と、生体を新たな切り口で定量的に観察する技術開発、および、得られたデータを解析する技術の開発からのアプローチを本研究領域の柱とした。

(1) 研究進捗状況の把握と評価、それに基づく指導

① 採択時の個別の課題に対する指導について

本研究領域の運営方針として、さきがけ研究者が各自主体的に研究に取り組むことを求め、必要以上に研究方針や研究計画を細かく指導することは避けた。ただし、採択時に、研究方針を確認する必要があると考えられた以下の3課題については、研究

開始当初に、個々にさきがけ研究者と研究総括と適当な領域アドバイザーによる研究方針確認会議を実施し、研究方針・研究計画等にアドバイスをを行った上で、さきがけ研究の実施を求めた。

露崎研究者（1期生）：課題名：テンソル分解を利用した細胞間相互作用の時空間解析

露崎研究者には本研究領域では多細胞からなる生体システムとそのダイナミクスについては生体を間近に観察することを重視していることを伝え、応募時に提案したテンソル分解による細胞間相互作用の解析技術の開発にとどまらず、自身のもつ数理解析技術を本研究領域内の研究者が取り組む生命現象の解明に展開することを強く求めた。この結果、本研究領域内の数名の研究者と共同研究に取り組む他、多数の研究者の Single Cell RNA-Seq (scRNA-Seq) データの実験計画や解析手法の相談に乗り、多くの成果を上げることに貢献した（詳細は 6(1)③参照）。

箭原研究者（3期生）：課題名：多核細胞が創り出す1細胞内転写マシナリーの解明

応募時には発表されたばかりの斬新な転写解析システムを利用して、破骨細胞内の多数の核間の相互作用を解析することを提案していたが、研究総括・領域アドバイザーからこれらのシステムを安定して運用するまでにかなりの試行錯誤と時間を要することをアドバイスされ、まずは、卵黄嚢由来と骨髄由来の細胞核の破骨細胞における運命をきっちりと解析する研究計画に改めた。その結果、異なる発生起源を持つ破骨細胞の移動・融合・成熟やその構成の時空間的な変化を明らかにし、骨髄腔形成機構の解明等、生物学的にも医学的にも有用な知見をもたらした（詳細は 6(1)⑱参照）。

大森研究者（3期生）：課題名：体の左右非対称を形成する力学的な機構の解明

左右非対称性確立の問題の数理解析部分だけを担当するのではなく、共同研究者とよく協議して生命科学的な側面をよく考えながら研究を進めることを求めた。大森研究者の力学的解析結果と生命科学分野の研究者の知見の組み合わせから左右決定機構の解明につながる大きな成果があがった（詳細は 6(1)⑬参照）。

② 領域会議

各さきがけ研究課題の進捗を把握するために、研究総括、領域アドバイザー、およびさきがけ研究者が参加する領域会議を年に1〜2回、合計8回開催した。2020年度の第2回の開催以降、コロナ感染拡大の影響もあり、2022年の第4回までは対面式開催ができなかったためWeb開催とした。Web開催では、研究者間の交流や本研究領域内連携が進みにくいことが懸念された為、Web会議ツールを用いたポスター発表による交流や、個別のディスカッションルームの設置なども実施した。第5〜7回の領域会議は、一部の研究者や領域アドバイザーはWeb参加となったが、ほぼ全員のさきがけ研究者がリアルに参加する形で領域会議を開催し、研究発表と質疑応答だけでなく、休憩時間や意

見交換会での濃密な交流を持つことができた。特に問題があると研究総括、領域アドバイザーが判断したいくつかの研究課題については、会議後にも研究に対する考え方や研究方針について議論するなど、個別指導も実施した。なお、第8回領域会議は対面式開催の予定であったが、台風のためWeb開催となった。

また、毎回、領域会議開催の際には、研究総括および領域アドバイザーによる総括アドバイザー会議を開催し、領域運営の方針や今後の領域関連行事、および課題の進捗状況等について議論し、すり合わせを行った。

年度	会議名等	開催時期
2019	第1回領域会議 (ホテルビナリオ嵯峨嵐山)	2019. 12. 12-13
2020	第2回領域会議 (Web 開催)	2020. 12. 17-18
2021	第3回領域会議 (Web 会議)	2021. 9. 13-14
2021	第4回領域会議 (Web 会議)	2022. 3. 4-6
2022	第5回領域会議 (Hybrid、京都リサーチパーク)	2022. 8. 29-31
2022	第6回領域会議 (Hybrid、TKP ガーデンシティ 京都タワーホテル)	2023. 3. 4-5
2023	第7回領域会議 (Hybrid、京都リサーチパーク)	2023. 10. 31-11. 1
2024	第8回領域会議 (Web 会議)	2024. 9. 2-3

③ 国際シンポジウム

本研究領域では、1、2、3期生がそれぞれさがけ研究期間終了する時期に、海外から、国際的なリーダーとして活躍中の若手研究者を含むトップサイエンティストを複数名招聘し、さがけ研究成果について口演し議論する国際シンポジウムを開催した。また、第1回は2、3期生、第2回は1、3期生有志、第3回は1、2期生有志もポスター発表を行った。参加者は本研究領域関係者と外部招聘者に限定したことによって、海外等からの外部招聘講師の新たな視点を加えつつも、領域会議と同様にクローズドで親密な議論が行うことができた意義は大きいと考える。

年度	会議名・外部招聘講師	開催時期
2023	第1回さがけ「多細胞」領域-国際シンポジウム @からすま京都ホテル 外部からの招聘講師 ・Olivier Pourquié Harvard Medical School Brigham and Women's Hospital, USA ・Mo Ebrahimkhan University of Pittsburgh, USA ・Nika Shakiba University of British Columbia, Canada ・Tyler Huycke University of California San Francisco, USA	2023. 7. 27-28

	・稲葉 真史 京都大学大学院理学研究科	
2023	第2回さきがけ「多細胞」領域-国際シンポジウム @からすま京都ホテル 外部からの招聘講師 ・Scott F. Gilbert Swarthmore College, USA ・Miguel Torres Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares, SPAIN ・Nandan Nerurkar Columbia University, USA ・Yasmine Cantaut-Belarif Centre National de la Recherche Scientifique, FRANCE	2024. 2. 27-28
2024	第3回さきがけ「多細胞」領域-国際シンポジウム @ホテル日航奈良 外部からの招聘講師 ・Angela Nieto Instituto de Neurociencias and CIBERER, SPAIN ・Roberto Mayor University College London, United Kingdom ・Vanessa Barone Stanford University, U.S.A. ・Alessandro de Simone Universite de Geneve, Switzerland	2024. 12. 2-3

④ サイトビジット

サイトビジットについては、2019年度は研究総括の体調不良により、2020～2023年度はコロナ感染拡大の影響により、実施を見送った。これに代わって、研究総括や領域アドバイザーが個別にオンライン会議を利用してさきがけ研究者と研究の進捗等について、適宜アドバイスをを行った。また、コロナが収束した2024年度には、研究総括が研究環境の確認の必要を認めた2件についてはサイトビジットを行い、研究環境だけでなく、研究の報告性や進捗を議論した。

(2) コミュニティー形成

さきがけ研究者が、研究者同士あるいは研究総括・領域アドバイザーとのコミュニケーションを取り易くするため、以下の①～③のようなWebベースで参加しやすい催しを企画し、密な研究者ネットワークの構築を図った。

① AD-Duo

研究者に研究総括、領域アドバイザーの研究や専門性をよく理解してもらい、互いの距離を縮め、研究方針等のアドバイスを求めやすくする目的で、研究総括と全領域アドバイザーが自身の研究履歴や現在の研究についてWeb形式にて講演会を実施した。ま

た、都合が悪く参加できない研究者も、期間限定でビデオを視聴できる様手配した。いずれの会も、これまでよく知らなかった領域アドバイザーの専門性を把握する上でも大変有用だとの意見が多数聞かれた。特に、参加者を本研究領域内限定で開催することによって、最新の研究成果の報告や、他では聞けないような今後の研究方針等を聴くことができる、白熱した質疑が行われ、また、領域アドバイザーが研究する分野のホットなトレンドが把握できると大変好評であった。

回数	講師・演題	開催日
1	高橋 淑子 「「細胞間相互作用」と共に歩む人生」 谷内江 望 「DNA イベントレコーディング」	2021. 2. 12
2	吉田 松生 「ほ乳類の精子形成を支える幹細胞の究明」 渡邊 力也 「マイクロチップを利用した生体膜機能の再構築と 1 分子生物物理研究」	2021. 3. 31
3	入江 直樹 「大進化スケールの法則性解明と進化可能性」 永井 健治 「私の「先駆け研究」と「先駆け研究」秘話・極意」	2021. 4. 22
4	永樂 元次 「幹細胞からの機能的組織誘導：構成論的アプローチ による発生システムの理解」 大川 恭行 「クロマチン構造が規定する細胞運命の決定」	2021. 6. 30
5	井上 康博 「計算力学による生命科学へのアプローチ」 藤森 俊彦 「見て考える哺乳類初期発生」	2021. 8. 20
6	小石 龍太 「自己紹介とアカデミアへの期待」 清田 純 「データ駆動型サイエンス事始め」	2021. 9. 27
7	近藤 寿人 「Imaging the process of developmental regulation at nano- and milli-scales」 高橋 淑子 「私の『1本の論文』と『多細胞フェス』」	2021. 11. 11

② 多細胞フェス

コロナ流行拡大下、新しく加わったさきがけ3期生に対して、1、2期生が自身のさきがけ研究を説明した。Web形式にて開催した。

回数	講師	開催日
1	小口祐伴、露崎弘毅、富樫英、平島剛志、三井優輔、谷口俊介、 吉田聡子（以上1期生） 藤井耕太郎、乗本裕明、村瀬浩司、森本雄祐、山崎正和、 大谷哲久、秋山康子、荒巻敏寛（以上2期生）	2021. 12. 24
2	木戸屋浩康、岡部泰賢、豊島有、橋本昌和、真野弘明（以上1期生） 磯村彰宏、高橋望、石東博、米原圭祐、京卓志（以上2期生）	2022. 1. 11

③ あるあるトーク

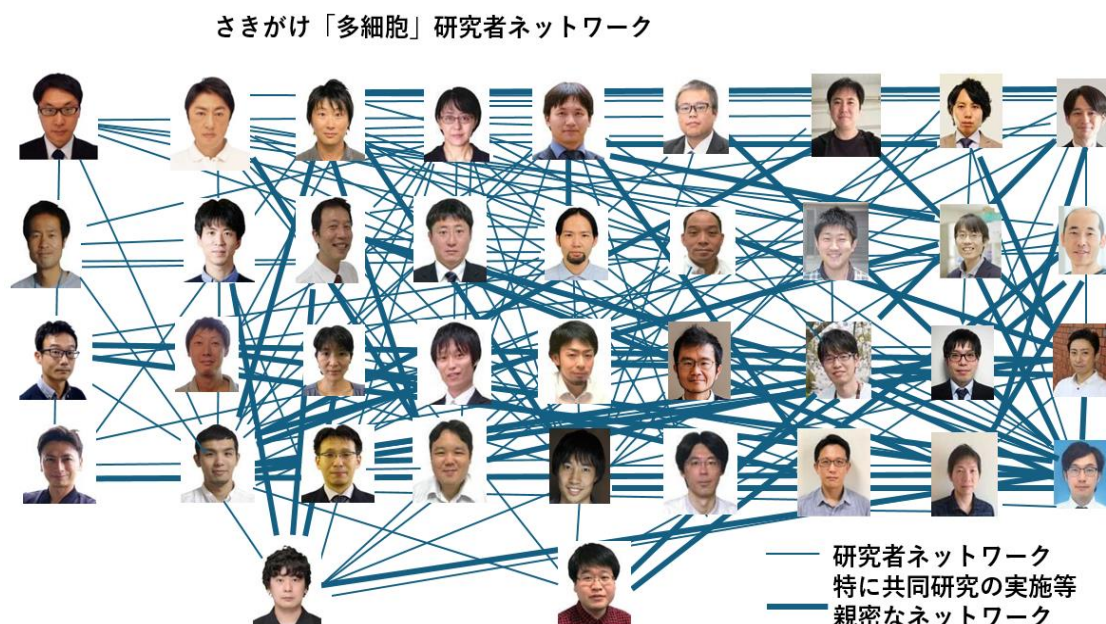
さきがけ研究者や領域アドバイザーが、さきがけ研究の枠に縛られずに題目を決めて自由なトークを行い、議論を行った。現在の本研究領域課題に密接に関連する話題のほか、様々な分野の研究の歴史から興味深い研究論文紹介まで、広い視点から非常に活発な議論が行われ本研究領域内での交流を深める上で重要な機会となった。

回数	講師・演題	開催日
1	谷口 俊介「ウニのあるある」 藤井 耕太郎「「リボソームのあるある」日本人大貢献！」	2022. 5. 20
2	三井 優輔「「いまさらゼノパス」Biology 革命の騎手+FGF は転写因子だった！」 吉田 聡子「寄生植物のあるある」	2022. 6. 17
3	森本 雄祐「ヘンテコなバクテリア大集合」 秋山 康子「「クモと生きる」・・・虫はショウジョウバエだけじゃない！」	2022. 7. 22
4	乗本 裕明「オーストラリアドラゴンのあるある」 郷 達明「曲がる植物」	2022. 9. 16
5	岡部 泰賢「食細胞あるある：多細胞社会の Division of Labor」 露崎 弘毅「「バイオロジストと仲良くなる数学者」のあるある」	2022. 10. 28
6	橋本 秀彦「「ホヤのあるある」脊椎動物に一番近いご先祖様」 乗本 裕明「オーストラリアドラゴンのあるある」	2022. 11. 18
7	米原 圭祐「ウィルスベクター開発の歴史」 守山 裕大「すべてはHoxだ！・・・かな？」	2022. 12. 16

8	木戸屋 浩康「「美しい血管」Vesalius” De Humani Corporis Fabria” (On the Fabric of the Human Body)」 富樫 英「カドヘリン発見の裏話あるある」	2023. 1. 20
9	平野 恭敬「ローレンツあるある&シナプスの将来」 村瀬 浩司「植物の自殖回避あるある+ダーウィンの予想」	2023. 2. 10
10	真野 弘明「オジギソウより速い植物のあるある（びっくりの植物）」 大谷 哲久「MDCK のあるある。MDOK」	2023. 3. 24
11	谷口 俊介「ウニのあるある、パート2」 高橋 淑子「ルドワランの人生:Neural crest だけじゃない！免疫もガッ ツリ」	2023. 4. 14
12	高野 哲也、乗本 裕明、平野 恭敬「もう脇役とはいわせない（ぞ）、 グリア細胞」	2023. 6. 2
13	戸田 聡「多細胞の合成あるある、それでも僕は作りたい」 荒巻 敏寛「意外とある？神経以外での生体電気現象」	2023. 6. 23
14	山崎 正和「ヒト組織学 僕のあるあるベスト 10」 高橋 望「植物時計あるある 見えないものを見ようとして」	2023. 8. 25
15	藤井 耕太郎「Ribosome heterogeneity の発見と今」 高岡 勝吉「胚発生の休止・遅延あるある」	2023. 10. 6
16	平島 剛志「男性生殖路のマニアックな世界」 野田 大地「精子が卵と受精するまでのあるある」	2023. 11. 10
17	森本 雄祐「ヘンテコなバクテリア”運動”大集合」 淨住 大慈「男性生殖路のマニアックな世界：Season2」	2023. 12. 22
18	露崎 弘毅「繋げづらいデータあるある」	2024. 1. 19
19	高岡 勝吉「胚発生の休止・遅延あるあるパート2」 吉田 聡子「ストリゴラクトン研究の歴史（現在進行形）」	2024. 3. 22
20	清田 純、谷口 俊介、露崎 弘毅「五角形のヒトデの頭はどこなのか？」	2024. 5. 17
21	戸田 聡「受容体いじりあるある」 米原 圭祐「網膜研究の発展と今」	2024. 7. 19
22	高岡 勝吉「胚発生の遅延・休止あるある パート3」 木戸屋 浩康「もう一つ管、リンパ管について」	2024. 12. 20
23	高橋 淑子「心揺さぶるサイエンスあるある」	2025. 1. 28

④ 本研究領域内でのネットワーク形成について

本研究領域内連携の強化を図った結果、以下のような緊密なネットワークが形成されている。



⑤ 本研究領域内での共同研究実績

領域内連携の強化の結果、盛んに共同研究が実施され、その研究成果は既に 3 件が論文文化されており、数件が論文としてまとめられようとしている。

共同研究者	共同研究内容	論文発表
木戸屋 浩康 (1 期生) 橋本 昌和 (1 期生) 高岡 勝吉 (3 期生)	マウスの作成および表現型解析の共同研究	Tumor endothelial cell-derived Sfrp1 supports the maintenance of cancer stem cells via Wnt signaling. In Vitro Cell Dev Biol Anim. 2024 Apr 16. (2024) doi: 10.1007/s11626-024-00899-y.
戸田 聡 (3 期生) 平島 剛志 (1 期生)	モルフォゲンと細胞接着によるパターン形成原理の数値モデル解析	Robust tissue pattern formation by coupling morphogen signal and cell adhesion. EMBO Reports. 25, 4803-4826 (2024)
露崎 弘毅 (1 期生) 豊島 有 (1 期生)	線虫全脳の活動解析手法	WormTensor: a clustering method for time-series whole-brain activity data from C. elegans. BMC bioinformatics, 24, 254-254 (2023)

(3) 研究費配分上の工夫

領域会議等で把握した研究課題の進捗状況や、さきがけ研究者間の連携促進の観点からの研究費の増額や、研究機関の異動に伴う研究室の立ち上げに伴うスタートアップ支援を行った。特にスタートアップ支援については、下表（氏名に＊印）にある通り、14 件のスタートアップ支援を行い、研究環境の整備をサポートした。また、研究進捗に応じた予算の前倒しや後ろ倒し措置をおこなった。

また、さきがけ研究終了者にはさきがけ研究成果を広く外部に展開するといった観点から、厳選の上、国際学会での発表費用（旅費・参加費）、論文掲載費用の支援を行った。

(4) 人材の輩出、成長の状況について

① 異動・昇任

本研究領域では、全 38 名のさきがけ研究者の内 27 名が研究期間中および研究期間終了後に異動し、そのほとんどが独立した研究室を構えることができた。さきがけプログラムが意図する将来的に主導的に研究を進める研究者の育成に貢献できたものと考ええる。その内 14 名のさきがけ研究者に対しては、さきがけ研究期間中の異動・独立後の研究環境の整備のためのスタートアップ支援制度を利用した支援を行った。

	研究者氏名	採択時	さきがけ終了時	2025 年 1 月
1 期生	岡部 泰賢＊	京都大学・ 特定准教授	大阪大学・ 特任准教授	—
1 期生	沖 真弥＊	九州大学・講師	京都大学・ 特定准教授	熊本大学・教授
1 期生	木戸屋 浩康＊	大阪大学・助教	福井大学・教授	福井大学・教授
1 期生	露崎 弘毅	理化学研究所・ 特別研究員	—	千葉大学・ 特任講師
1 期生	豊島 有＊	東京大学・助教	東京大学・准教授	—
1 期生	橋本 昌和	大阪大学・助教	大阪大学・准教授	福島県立医科大学 ・准教授
1 期生	平島 剛志＊	京都大学・講師	シンガポール国立大 学・主任研究員、助教 授	—
1 期生	吉田 聡子	奈良先端科学技術 大学院大学・ 特任准教授	奈良先端科学技術 大学院大学・教授	—

2 期生	磯村 彰宏	京都大学・ 特定助教	京都大学・ 特定准教授	理化学研究所・ 副グループリーダー
2 期生	大谷 哲久*	生理学研究所・助教	東京都立大学・ 准教授	—
2 期生	京 卓志	大阪大学・ 特任研究員	—	三重大学・助教
2 期生	石 東博*	ハイデルベルグ大 学・博士研究員	ポツダム大学・ ジュニアグループ リーダー	理化学研究所・ ユニットリーダー
2 期生	乗本 裕明*	名古屋市立大学・ 研究員	北海道大学・ 准教授	名古屋大学・教授
2 期生	藤井 耕太郎	スタンフォード 大学・リサーチアソ シエイト	フロリダ大学・ アシスタント プロフェッサー	—
2 期生	村瀬 浩司	東京大学・ 特任准教授	—	横浜市立大学・ 特任教授
2 期生	森本 雄祐*	九州工業大学・ 准教授	九州工業大学・ 教授	—
2 期生	山崎 正和*	秋田大学・准教授	秋田大学・教授	—
2 期生	米原 圭祐*	オーフス大学・ 准教授	国立遺伝学研究所・ 教授	—
3 期生	榎本 将人	京都大学・助教	福井大学 特命教授	—
3 期生	大森 俊宏	東北大学・助教	東北大学・准教授	—
3 期生	淨住 大慈	大阪大学・助教	基礎生物学研究所・ 特任研究員	—
3 期生	郷 達明	奈良先端科学技術 大学院大学・助教	奈良先端科学技術 大学院大学・准教授	—
3 期生	高野 哲也*	慶應義塾大学・ 特任助教	九州大学・准教授	—
3 期生	戸田 聡*	金沢大学・助教	大阪大学・准教授	—
3 期生	橋本 秀彦*	シカゴ大学・ リサーチプロフェッ ショナル	大阪大学・助教	—

3 期生	平野 恭敬	香港科学技術大学・ 助教	香港科学技術大学・ 准教授	—
3 期生	箭原 康人	富山大学・助教	大阪大学・准教授	—

＊：スタートアップ支援受給者

② さきがけ研究終了後の展開

競争的研究資金の獲得に関しては、大型のものとしては科研費学術変革領域研究(A)の研究代表者として10件(計画研究を含む)、創発的研究支援事業に4件、国立研究開発法人日本医療研究開発機構のAMED PRIMEや次世代がん医療加速研究の研究代表4件などの獲得に成功している。これ以外にも多数の研究費が獲得されており、さきがけ研究成果や関連する研究課題が発展することを期待している。

主な大型獲得予算

年次	研究者氏名	獲得した予算の名称	(開始・終了 時期)
1 期生	沖 真弥	AMED-PRIME (代表) 科研費 学術変革領域研究(A) (代表) JST NBDC 統合的な転写制御データ基盤の構築 (代表)	2022～25 年度 2023～27 年度 2022～26 年度
1 期生	木戸屋 浩康	科研費 学術変革領域研究(A) 計画班 (代表) JST 創発的研究支援事業 (代表) AMED 次世代がん医療加速化研究事業 (代表)	2023～27 年度 2023～28 年度 2023～25 年度
1 期生	谷口 俊介	JST A-STEP (代表)	2020～24 年度
1 期生	吉田 聡子	科研費 学術変革領域研究(A) (代表)	2020～25 年度
2 期生	米原 圭祐	科研費 学術変革領域研究(A) (代表) 科研費 学術変革領域研究(A) (代表) 科研費 学術変革領域研究(A) (代表)	2024～28 年度 2024～26 年度 2023～24 年度
2 期生	石 東博	DFG Individual research grant (代表) DFG Collaborative Research Centres (代表)	2023～24 年度 2024 年度
2 期生	森本 雄祐	科研費 学術変革領域研究(A) (代表)	2023～24 年度
2 期生	乗本 裕明	科研費 学術変革領域研究(A) (代表) JST 創発的研究支援事業 (代表)	2024～26 年度 2024 年度～
3 期生	榎本 将人	科研費 学術変革領域研究(A) (代表)	2023～25 年度

3 期生	高野 哲也	さがけ「生命力の二面性」研究領域（代表） AMED 脳神経科学統合プログラム（個別重点研究 課題）「領域 1 革新的技術・研究基盤の 整備・開発・高度化」ソロ型	2024～28 年度 2024～28 年度
3 期生	大森 俊宏	JST 創発的研究支援事業（代表）	2025 年度～
3 期生	戸田 聡	JST 創発的研究支援事業（代表） AMED「再生医療実現拠点」 ネットワークプログラム（代表） 科研費 学術変革領域研究(A)（代表）	2025 年度～ 2024～26 年度 2021～25 年度

③ 本研究領域の主な表彰

さらに、文部科学大臣表彰若手科学者賞 5 件をはじめ、学長表彰、学会賞、財団賞など数多くの受賞に輝き、研究の独創性や研究成果が高く評価されたと言える。以下に主な表彰を記す。

受賞リスト

木戸屋 浩康（1 期生）

- ・大阪大学賞 若手教員部門（2019 年度）
- ・アステラス病態代謝研究会 優秀発表表彰（2019 年度）

富樫 英（1 期生）

- ・令和 3 年度神戸大学学長表彰

豊島 有（1 期生）

- ・The University of Tokyo Excellent Young Researcher（2022 年度）

平島 剛志（1 期生）

- ・令和 5 年度 文部科学大臣表彰若手科学者賞（2023 年度）

三井 優輔（1 期生）

- ・基礎生物学研究所若手研究者賞（第 1 位）（2021 年度）
- ・第 11 回自然科学研究機構若手研究者賞（2022 年度）

大谷 哲久（2 期生）

- ・The 4th International Tight Junction Conference Poster Award（2021 年度）

乗本 裕明（2 期生）

- ・令和 4 年度 文部科学大臣表彰若手科学者賞

山崎 正和（2 期生）

- ・日本解剖学会第 68 回東北・北海道連合支部学術集会（2022 年度）
- 学会賞（2022 年度）
- ・秋田医学会学術賞（2022 年度）

大森 俊宏 (3 期生)

- ・令和 4 年度 文部科学大臣表彰若手科学者賞 (2022 年度)
- ・東北大学デイスティングイシュードリサーチャー (2022 年度)
- ・12th Asia-Pacific Conference on Biomechanics Best Abstract Award (2022 年度)

浄住 大慈 (3 期生)

- ・2021 NICONJOICO AWARD Runner up Prize (2021 年度)
- ・第 37 回日本生殖移植免疫学会総会・学術集会 学会賞 (2022 年度)
- ・UBE 学術振興財団 第 63 回学術奨励賞 (2023 年度)

郷 達明 (3 期生)

- ・日本植物学会奨励賞 (2023 年度)
- ・日本植物生理学会の PCP Best Paper Award (2024 年度)

高野 哲也 (3 期生)

- ・令和 4 年度 文部科学大臣表彰若手科学者賞 (2022 年度)
- ・慶応義塾大学医学部三四会奨励賞 (2022 年度)

戸田 聡 (3 期生)

- ・令和 4 年度 文部科学大臣表彰若手科学者賞 (2022 年度)

箭原 康人 (3 期生)

- ・とやま賞 公益財団法人 富山県ひとづくり財団 (2022 年度)
- ・United Japanese researchers Around the world (2022 年度)
- ・日本リウマチ学会ベーシックリサーチカンファレンス (2022 年度)
- ・優秀口演賞 学術変革領域研究先端モデル動物支援プラットフォーム (2023 年度)
- ・優秀演題賞 日本炎症再生学会 (2023 年度)
- ・研究奨励賞 日本骨代謝学会 (2023 年度)

④ 本研究領域の研究者によるアウトリーチ活動

このほか、平島剛志研究者は自身の研究について内閣府主催の中高生向けに紹介するアウトリーチ活動を行った。また露崎弘毅研究者は自らの研究成果を初学者向けに普及させるため、行列・テンソル分解によるバイオデータ統合解析の総説論文シリーズの連載を行ったり、Web ツールの紹介雑誌に、Code Ocean という論文のデータ解析の再現性に関わるサービスを紹介したりした。

平島 剛志 (1 期生)

- ・内閣府/総合科学技術・イノベーション会議 e-CSTI での中高生向け研究紹介

内閣府/総合科学技術・イノベーション会議のエビデンス事業：エビデンスシステムである e-CSTI と連携し、どのような研究を行い、それがどのように社会とつながり、どのように社会を変えようとしているのか、中高生含め一般の人にも理解でき

るように平易な文章で紹介した。<https://www.sekaiwokaeyo.com/wakate/s2209/>
(2020 年度)

露崎 弘毅 (1 期生)

・行列・テンソル分解によるヘテロバイオデータ統合解析の数理

日本バイオインフォマティクス学会が取りまとめている査読付き論文誌である JSBi Bioinformatics Review にて行列・テンソル分解を、初学者に対して解説する総説論文「行列・テンソル分解によるヘテロバイオデータ統合解析の数理」の連載を行った。

—第 1 回 行列分解— JSBi Bioinformatics Review. 2021, 1(2), 18-25

—第 2 回 行列同時分解— JSBi Bioinformatics Review. 2021, 2(1), 15-29

—第 3 回 テンソル分解— JSBi Bioinformatics Review. 2022, 3(1), 20-33

—第 4 回 質的データ、距離、グラフ— JSBi Bioinformatics Review. 2022, 3(2), 33-46

—第 5 回 ランダムウォーク— JSBi Bioinformatics Review. 2024 5(1) 1-15

・バイオ DB とウェブツール：ラボで使える最新 70 選：知る・学ぶ・使う、
バイオ DX 時代の羅針盤 小野浩雅 (担当:分担執筆), 羊土社 2022

オープンソースで利用可能な Web ツールの紹介雑誌に、Code Ocean という論文のデータ解析の再現性に関わるサービスを紹介した。

(3) その他のマネジメントに関する特記事項

① 課題事後評価

2022～2023 年度に研究終了した 26 課題については、各研究者の研究終了報告書と領域会議での発表をベースに研究総括、領域アドバイザーによる課題事後評価会を実施し、終了課題に対して領域アドバイザーから挙げられる良かった点、改善すべき点、どのような基礎研究・科学技術イノベーションの進展や社会への貢献が期待されるのかについて議論を行った。これらの議論をベースに研究総括がこれらの議論を踏まえて課題終了報告書として取りまとめ。各研究者に研究総括名にてフィードバックを行った。2024 年度に研究終了予定の 12 課題についても、下記の 2023 年度 1 年延長課題 3 件を加えた課題事後評価会を実施済みで、研究総括による 2023 年度課題事後評価報告書を作成中であり、研究者へのフィードバックも実施する予定である。

なお、2023 年度に終了する課題から、さきがけ研究期間を 1 年延長する制度が開始されたため、2023 年度の課題事後評価会では 1 年延長に推薦すべき課題についても議論を行い、最終的には、研究総括判断で下記の 3 件を国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) に推薦し、採択された。これら 3 課題の 2024 年度の研究成果についても担当研究者が報告書を作成し、この報告書をベースに 2024 年度の課題事後評価会で成果を議

論した。評価会では 2024 年度でも 1 年延長申請課題についても議論があり、これらの議論をベースに研究総括が推薦課題を最終判断する予定である。

2023 年度 1 年延長課題（2 期生）

研究者名	研究課題名
荒巻 敏寛	膜電位を介した細胞間相互作用による形態形成機構の解明
大谷 哲久	接着と張力の操作で明らかにする上皮ダイナミクス
森本 雄祐	細胞の個性と共同性を統制する電気化学ポテンシャル

② 成果展開：成果報告会と分子生物学会年会でのシンポジウム

さきがけ多細胞領域の研究成果を対外的に広く展開するために、国際シンポジウムに加えて、第 47 回分子生物学会年会において平島剛志、戸田聡研究者がオーガナイザーとなりシンポジウム「多細胞システムのかたち・パターン・ダイナミクスを生み出す仕組み」を開催し、本研究領域から平島剛志、戸田聡、京卓志、吉田聡子、秋山康子、郷達明研究者が、本研究領域における成果を発表した。

また、1～3 期生のさきがけ研究成果を本研究領域内外の研究者に広く展開することを目的に 2025 年 2 月 17～18 日に成果報告会を実施する予定である。

年度	会議名・外部招聘講師	開催時期
2024	第 47 回分子生物学会年会 シンポジウム「多細胞システムのかたち・パターン・ダイナミクスを生み出す仕組み」オーガナイザー 平島剛志、戸田聡、本研究領域から平島剛志、戸田聡、京卓志、吉田聡子、秋山康子、郷達明が、さきがけ研究成果を発表。	2024. 11. 28
2024	さきがけ「多細胞システムにおける細胞間相互作用とそのダイナミクス」領域成果報告会 TKP ガーデンシティー京都タワーホテル さきがけ研究者 1～3 期生 38 名中 37 名が研究成果を発表	2025. 2. 17-18

③ プレスリリース

本研究領域からは、研究成果を一般に広く周知するために、JST から 3 件のプレスリリースを行い、海外科学ニュースサイトや、新聞などの公共メディアにも取り上げられた。他にも JST からのプレスリリースを相談されたが、JST からのプレスリリースは論文の公開前に行うという条件に合致せず、JST からのプレスリリースは実施できなかった案件も多数あった。これらは、所属機関からプレスリリースし、海外ニュースサイト等で取り上げられた。

JST からのプレスリリース

公開日	研究者名	プレスタイトル
2021. 4. 6	谷口 俊介	ウニは光の刺激で胃から腸へのゲートを開く https://www.jst.go.jp/pr/announce/20210406/index.html 日本経済新聞等に取り上げられた: https://www.nikkei.com/article/DGXLRS607998_W1A400C2000000/
2021. 7. 21	沖 真弥	光照射を用いた超高解像度な遺伝子解析技術の開発に成功 ～組織内に潜むがん細胞の病理診断などに応用可能～ https://www.jst.go.jp/pr/announce/20210721/index.html 日本経済新聞等に取り上げられた。 https://www.nikkei.com/article/DGXLRS615142_R20C21A7000000/ 多数の海外の科学ニュースサイトに取り上げられた。代表例を以下に示す。 EurekAlert!: https://www.eurekalert.org/news-releases/924251 AlphaGalileo: https://www.alphagalileo.org/en-gb/Item-Display/ItemId/211260?returnurl=https://www.alphagalileo.org/en-gb/Item-Display/ItemId/211260
2023. 7. 18	京 卓志	蛍光センサー I P A D を新開発 ～神経細胞の「自己認識」を世界で初めて可視化～ https://www.jst.go.jp/pr/announce/20230718/index.html 日経新聞などの多数の報道機関に取り上げられた。 https://www.nikkei.com/article/DGXZRS659267_Y3A710C2000000/ 多数の海外の科学ニュースサイトに取り上げられた。代表例を以下に示す。 EurekAlert! : https://www.eurekalert.org/news-releases/974575 AlphaGalileo: https://www.alphagalileo.org/en-gb/Item-Display/ItemId/228685?returnurl=https://www.alphagalileo.org/en-gb/Item-Display/ItemId/228685

6. 研究領域としての戦略目標の達成状況について

(1) 研究領域全体として見た場合の特筆すべき研究成果

本研究領域では、高い目標を掲げ、心揺さぶる“おもしろい”研究を行おうとする研究課題を採択した。多くの課題が予測しない問題に遭遇したが、ある課題は中央突破を図り、ある課題は問題を回避する方法を探り、また共同研究者の協力を仰ぐなどの対応をとり研究を進めた。その結果、いくつかの課題では大きな成果が上がっており、その他にも現在は研究途上であるが、将来大きな成果につながる見込みがある研究課題が多数ある。これらの研究の中でも、優れた成果をあげた研究課題の成果概要と今後への期待を以下に記載する。

① 沖 真弥 (2019 年度採択 (1 期生))

研究課題名： 位置情報レコーディングによる多細胞システム解析

本研究課題では、Single Cell RNA-Seq (scRNA-Seq) に用いられる逆転写用プライマーに特定波長の光で開裂する化学修飾を付加することによって、光照射領域だけで *in vitro* transcription によるライブラリ増幅が起こる Photo-Isolation Chemistry (PIC)-RNA-Seq 法の開発に成功した。本空間情報付きの scRNA-Seq 解析技術では細胞内器官レベルの空間情報もサブミクロンの高い解像度を得ることができた。また、オープンクロマチン解析技術 (ATAC-Seq) や、少数細胞でタンパク質-DNA 相互作用をゲノムワイドに検出できる ChIL-Seq 法にも適用可能であることを示した。

基礎生物学に留まらず、病理解析等の医学分野にも広く応用し易いように PFA 固定した凍結またはパラフィン切片にも本法を適用できるよう技術開発を行うなどの工夫をによって共同研究の輪を広げていることも評価したい。さきがけ研究後は AMED-PRIME で本さきがけ研究成果をさらに発展させており、我が国の RNA-Seq 技術開発を牽引している。研究期間中に九州大学から京都大学に異動し准教授としてラボを構え、2024 年度より熊本大学に教授として異動した。益々の活躍を期待する。

・ Nature Communications 12, 4416 (2021)

② 木戸屋 浩康 (2019 年度採択 (1 期生))

研究課題名： 高次血管網の形成を制御する微小環境ダイナミクス

本研究課題では、高次構造として形成された血管群が組織中を移動する現象を見出し「血管束移動」と名付けた。この血管束移動に血管制御好中球と名付けた好中球サブセットが関与することを見出し、それらの細胞群から分泌される血管束移動を誘導する分子の同定を進めている。今後、基礎生物学のみならず、腫瘍環境における血管形成機構の解明や治療薬の開発等、医学・創薬領域への展開も期待される。

本研究者は本研究領域に加わる前から高い評価を受けていたが、本研究課題においても成果を着実に積み上げた。2023 年度に福井大学学術研究院医学系部門の教授に着

任し、独立した研究室を運営しており、さきがけ研究終了後も目覚ましい研究成果をあげている。

- In Vitro Cellular & Developmental Biology-Animal 60, 1123-1131 (2024)
- Life 13, 42 (2023)

③ 露崎 弘毅 (2019 年度採択 (1 期生))

研究課題名： テンソル分解を利用した細胞間相互作用の時空間解析

本研究課題では、数学的手法であるテンソル分解を、本研究領域内の様々な生命科学研究者が取り組む生命現象の理解に適用した。1 期生豊島有研究者と共同で複数個体の線虫の時系列神経活動データから、特定の機能を持つ神経細胞同士の相互作用をテンソル分解で抽出する Worm Tensor という解析手法を開発・公開し、細胞間相互作用や遺伝子発現に関わる重要なパターンを抽出できることを示した。同じく 1 期生の吉田聡子研究者が寄生生物コシオガマと、その宿主シロイヌナズナとで行ったバルク/単核 RNA-Seq データを解析し、寄生に関する寄生・宿主側の細胞間相互作用に関わる遺伝子群を特定した。また、同じく 1 期生の谷口俊介研究者と共同で、バフンウニの RNA-Seq データを解析し、バフンウニの発生・分化に関連した細胞間相互作用や、光と消化管形成の関係性の解析を進めた。この他にも本研究領域内の研究者に scTensor のデータの準備方法や使い方の指導を行った。本研究領域内の研究者との共同研究を通じて、生命科学の研究の現場で作成されるデータに対応したソフトウェアが作成されたことの意義は大きい。さらに興味深い細胞間相互作用が見出されていくと期待される。

また、より汎用的に様々なデータを統合し、テンソル解析できる手法 (DelayedTensor、mwTensor) を開発し、R パッケージのソフトウェアとして公開した。丁寧な説明書とともに実行例が明示されており、多くの分野において研究の進展に貢献することが期待される。非営利的な活動の中で、ソフトウェアの開発や普及活動に取り組んでいる点についても評価したい。

- BMC Bioinformatics 24, 254 (2023)
- BMC Bioinformatics 24, 420 (2023)
- JSBi Bioinformatics Review. 1, 18-25 (2021)
- JSBi Bioinformatics Review. 2, 15-29 (2021)
- JSBi Bioinformatics Review. 3, 20-33 (2022)
- JSBi Bioinformatics Review. 3, 33-46 (2022)
- JSBi Bioinformatics Review. 5, 1-15 (2024)

④ 豊島 有 (2019 年度採択 (1 期生))

研究課題名： 線虫全神経の 1 細胞遺伝子発現解析と活動計測

本研究課題では神経系での情報処理のしくみを理解するために、自由に動き回る線

虫の頭部を自動追尾して全神経細胞の活動を 4D イメージングできる独自の顕微鏡システムを完成させた。また、画像中の細胞が既知の 302 個の神経細胞のいずれであるかをアノテーションするための基盤情報を、細胞遺伝子発現解析技術を活用した個々の細胞の遺伝子発現情報の取得によって強化した。さらに完成した顕微鏡システムと改良したアノテーション手法を組み合わせ、複数個体に共通する神経活動モチーフとその出現頻度時系列を抽出して個体間で共通した神経活動や個体差の大きな神経活動を解析する手法を開発し、自由行動中の線虫の前進や後退、首振りといった行動と強く関連する神経活動を見出した。

生命現象を多角的に詳細に解析する手法を開発して実際に大量の定量的なデータを取得し、それらを解析する研究手法の開発を並行して進めるというデータ駆動型のサイエンスを着実かつ統合的に進めている。また、本研究領域の露崎弘毅研究者と共同で、テンソル分解を用いて線虫の多階層の全脳神経活動データから機能的な神経モジュールを抽出する新規クラスタリング技術を開発していることも高く評価できる。

これまでの実績に加えて本研究領域における成果が認められ、准教授に昇任し、独立した研究室を立ち上げており、益々の研究の発展を期待する。

- Neural Networks 145, 107-120 (2022)
- BMC bioinformatics, 24, 254 (2023)

⑤ 平島 剛志 (2019 年度採択 (1 期生))

研究課題名： 曲率に対する力学応答システムによる分岐形態形成

本研究課題では、上皮シートにおける組織曲率に対する力学応答システムと自律的な形態形成の理解に向けて、細胞間相互作用が生み出す形-力シグナルの関係の解明に取り組んだ。ERK 活性のライブイメージング測定技術と、細胞が基質に対して及ぼす牽引力のイメージング手法を組み合わせ、力学刺激が ERK 活性を通じてアクトミオシン重合を制御し細胞が生み出す力にフィードバックされることを上皮細胞培養系で示した。さらにマウス胎児組織生体外培養系で上皮細胞が曲率に依存して ERK 活性を制御し、また ERK 活性がアクトミオシン重合を介して組織の曲率を制御することを示した。得られた実験結果を基に生化学反応と多細胞間の力学を含めた数理モデルを構築してシミュレーション解析を行い、ERK 活性と組織曲率の間に負のフィードバック制御が存在し上皮組織が自律的に形態形成を駆動できることを示した。

形態形成についてシグナル伝達や力学を貫いて統一的な理解を進めた非常に意義深い研究である。原著論文に加えて、総説論文の発表や国際研究集会の開催等を通じて国際的にも認知度を上げ、理論生物学分野での重要国際誌である Journal of Theoretical Biology 誌の編集委員となるとともに、シンガポール国立大学メカノバイオロジー研究所に研究室主宰者として 2022 年 6 月に着任し、この分野を国際的にも牽引している。

- Developmental Cell 53, 646-660 (2020)
- Nature Physics 17, 267-274 (2021)

- Frontiers in Cell and Developmental Biology 14, 820391 (2022)
- Biochemical Journal 79, 129-143 (2022)
- Current Biology 34, 683-696. (2024)

⑥ 三井 優輔 (2019 年度採択 (1 期生))

研究課題名： Wnt による平面細胞極性の動的形成機構の解明

従来、Wnt は濃度勾配によって平面細胞極性を方向づけると考えられてきた。本研究課題では、Wnt11 および平面細胞極性関連分子の可視化と細胞接着面での高解像度イメージングの組み合わせにより、分泌された Wnt11 タンパク質が必ずしも濃度勾配を作らず、これを係留する足場分子の分布を反映することを示した。さらに平面細胞極性のコアグループと分類されていた遺伝子・タンパク質が、足場分子の合成や分布を制御することを明らかにした。従来の Wnt による平面細胞極性の制御機構に見直しを迫る先駆的な研究である。また、培養細胞系で平面細胞極性を少なくとも部分的に再現できる系を構築したことも注目される。従来の *in vivo* での解析系では迫ることができなかった詳細な Wnt/平面細胞極性形成のメカニズムの解明や、平面細胞極性をもったオルガノイドの実現などに結びついて再生医療等への展開の可能性も秘めている。

- eLife 10, e55108 (2021)
- Development, Growth Differentiation 66, 248-255 (2024)

⑦ 谷口 俊介 (2019 年度採択 (1 期生))

研究課題名： 光による消化管形成制御機構の解明

本研究課題では、体が非常に透明で、生きたままでも消化管を外側から丸ごと観察することができるバフンウニ幼生というユニークな系を地道に観察する中で、光に応答して消化管の幽門が開くことを見出し、そのシグナル伝達経路の解明と分子実態の解明に取り組んだ。熟練した顕微操作やノックダウン技術を駆使し、脳の Go-Op sin 細胞がセロトニン神経を介して、幽門近傍に NO 産生を誘導して開くことを見出した。さらにこれらの Go-Op sin 細胞とセロトニン神経の配置が幼生の成長に伴って変化してゆく様子を明らかにした。

研究対象の注意深い観察をきっかけとする興味深い知見であり、高く評価できる。同時に、棘皮動物幼生の光応答の包括的な理解に取り組んでおり、また光刺激に応答する遺伝子の網羅的な探索を本研究領域の露崎弘毅研究者と共同で取り組んでおり、今後の進展に期待したい。さらに、ハリサンショウウニにおけるゲノム編集技術を開発し、アルビノの作成に成功したことは、限られたモデル生物に偏りがちな生物学研究において、多様な生物の理解に貢献する優れた業績である。ウニから得られた生命現象に関する知見を生物-生命現象全体の理解に結びつけてゆく高い視点を持った研究者として成長してゆくことを期待する。

- BMC biology 19, 64 (2021)
- Nature Communications 15, 8881 (2024)

⑧ 吉田 聡子 (2019 年度採択 (1 期生))

研究課題名： 異種植物間ネットワーク解析による植物間相互作用の理解

本研究課題では、異種植物である宿主に侵入する寄生植物コシオガマに着目し、侵入部における連続切片画像の丁寧な解析から、侵入組織と宿主の導管の接続様式を明らかにし、さらに宿主の師部は侵入植物の師部とは接続しないことを明らかにした。また、寄生植物の変異体作成による遺伝学的な解析を進め、植物ホルモナーエチレンのシグナル経路や、宿主の維管束の形成能が寄生植物との道管連結に必要であることを見出した。また変異体に感染したコシオガマ吸器の時系列トランスクリプトームおよびシングルセルトランスクリプトーム解析に露崎弘毅研究者や石東博研究者と協力して取り組み、宿主の維管束分化シグナルが寄生植物吸器内の維管束幹細胞分化に必要であることを明らかにした。

地道な作業をベースに、寄生植物が宿主細胞に侵入する様子を精緻に解析した素晴らしい業績である。新しい解析技術も積極的に取り入れて異種植物の寄生という興味深い現象の解明に取り組んでいることは高く評価できる。

- Plant and Cell Physiology, 63, 1446-1456 (2022)
- Plant Pathogen Interactions 13, 1077996 (2022)

⑨ 石 東博 (2020 年度採択 (2 期生))

研究課題名： 継続的成長を支える形成層幹細胞の動態と細胞間相互作用

本研究課題では、植物の二次成長を細胞レベルで詳細に観察し、形成層幹細胞が自らを維持するとともに木部細胞と師部細胞へ分化する運命決定機構の解析に取り組んだ。シロイヌナズナをモデルに二次成長中の胚軸のシリアルイメージングシステムの構築と形成層幹細胞の遺伝子発現を単一核から解析する技術の開発から詳細な遺伝子発現アトラスを得て、形成層幹細胞が配置や形態だけではなく、遺伝子発現の観点からも特異的な状態を持つことを明らかにした。さらに、組織特異的な遺伝子群の解析から、ストリゴラクトンシグナルが二次成長に重要な働きをすることを見出し、組織間相互作用に寄与する因子とその受容体の組み合わせ候補を絞りこんだ。

植物の二次成長の機構の本格的な解明に向けて研究が進展・展開しており、今後の成果が期待される。石研究者が植物の二次成長における幹細胞の役割に関する研究成果を次々と発表したことは、この分野を国際的にも visible な研究分野とすることに大きく貢献したことも指摘しておきたい。

ドイツのポツダム大学でジュニアグループリーダーとして独立した研究室を立ち上げた後、2024 年 9 月から理研のユニットリーダーに昇任した。今後のますますの研究

の進展を期待したい。

・ The Plant Cell, 33, 200-223 (2021)

⑩ 乗本 裕明 (2020 年度採択 (2 期生))

研究課題名： 睡眠・冬眠を生み出す細胞間相互作用

乗本研究者は、睡眠や冬眠の背景にある神経の仕組みを明らかにすることに取り組み、オーストラリアドラゴンがレム睡眠とノンレム睡眠のサイクルを有すること、摘出した脳をそのまま培養でき、冬眠が誘導できることを見出していた。本研究課題ではオーストラリアドラゴンの脳の Neuropixel 測定によって、レム、ノンレム睡眠の切替え速度が外気温に大きく影響されることを見出し、また、冬眠時でも神経活動を発する脳領域を特定した。さらに、摘出した眼球・脳標本を用いて ex vivo 標本上で徐波睡眠、レム睡眠、覚醒時の状態を再現することに成功した。

レム睡眠、ノンレム睡眠、覚醒の切り替え機構や、概日リズムについて新しい切り口での研究成果が生まれてくることを期待する。また、視覚だけでなく他の感覚器との神経接続を残した ex vivo 研究によって知覚情報処理の研究が大きく発展する可能性を感じている。

本さきがけ研究が始まってすぐに北海道大学医学研究院の准教授に昇任し、さらには 2024 年度から名古屋大学理学研究科の教授として新しいラボを運営している。さらに大きく研究を飛躍させていくことを期待したい。

・ Neuroscience Research 189, 20-28 (2023)

⑪ 森本 雄祐 (2020 年度採択 (2 期生))

研究課題名： 細胞の個性と共同性を統制する電気化学ポテンシャル

本研究課題では生物全ての細胞が保持する電気化学ポテンシャルの 1 細胞毎のふるまいや多細胞システムにおける役割の解明に主に細胞性粘菌を用いて取り組んだ。

多数の成果をあげたが、中でも 1 細胞内でのシグナル伝搬の計測における時空間分解能を、細胞分裂を阻害して細胞のサイズを巨大化させることで向上させ、cAMP および Ca^{2+} が 1 細胞内で勾配を形成して伝搬することを明らかにしたことは注目を引く。昨今、エクспанジョン顕微法による超解像イメージングが多数行われ、ハイインパクトジャーナルを賑わしたが、いずれも固定した細胞の観察に留まっている。森本研究者の手法では生きた細胞を巨大化させて高解像度のイメージングに成功しており、技術的にエポックメイキングな成果である。本法を用いたさらなる研究展開を期待する。

また、細菌サルモネラのタンパク質輸送タンパクを用いて新規高感度膜電位センサープローブの開発や、レプトスピラ属バクテリア由来の新規タンパク質 LprA が光照射に応答して cAMP を合成しバクテリアの運動を瞬時に加速することを示した。

これらの成果が認められ、複数の国際誌 Editor や、国内の学会での委員を任される

ようになるなど、関係する分野の研究の進展に貢献することを求められる立場となった。本研究期間中に九州工業大学内で教授に昇任し、新しいラボを運営している。今後の一層の活躍を期待する。

- Scientific Reports 12, 12428 (2023)
- Frontiers in Cell and Developmental Biology 11, 1237778 (2023)
- Biophysical Journal. S0006-3495 (24) 00476-4 (2024)

⑫ 山崎 正和 (2020 年度採択 (2 期生))

研究課題名： 細胞集団移動が駆動する体毛のコーミング機構の解明

組織平面において体毛や繊毛などの向きが特定の方向に揃う平面細胞極性 (planar cell polarity: PCP) を司ると考えられてきたコア因子群が、ショウジョウバエの遺伝学などを利用して明らかにされてきた。こうした中で、山崎研究者はショウジョウバエ PCP コア因子機能欠損変異体とバイオイメーjing技術を用いて背板の感覚毛が PCP コア因子に依存せず、「櫛のように機能する細胞外物質の中を組織が通過することにより、通過方向と反対方向に配向される」ことを検証した。PCP コア因子が機能しない際にも代償的に組織の極性を整える仕組みがあることを見出したことは、平面細胞極性形成研究に新たな局面をもたらす大きな研究成果である。

山崎研究者は、これらの研究成果に加えて過去の数々の研究成果が評価され、本研究期間中に秋田大学大学院理工学研究科の教授に昇任し、新しい研究室をスタートさせている。益々の研究の発展を期待したい。

- Cell Reports 40, 111388 (2022)

⑬ 大森 俊宏 (2021 年度採択 (3 期生))

研究課題名： 体の左右非対称を形成する力学的な機構の解明

マウスの胚発生における左右軸の決定において、胚の腹側にあるノードと呼ばれるくぼみの中でノード内の水流によって左側の不動繊毛が活性化することが重要であることが知られていた。本研究課題では、ノード領域の不動繊毛の変形を定量的な解析を通じて左右差が生じること、さらに力学モデルから、左と右の繊毛では各々背側と腹側に高い膜張力が働くことを見出した。一方、共同研究者により膜張力センサー蛋白の PKD2 は左右のいずれの不動繊毛でも背側により多く分布することが見出された。ノード内の流れにより左の不動繊毛の背側で生じた高い膜張力を、同じく不動繊毛背側に局在する PKD2 が感知することが、左側の不動繊毛だけの活性化につながっていることを強く示唆する結果を得た。

描写的・定性的な発生現象の理解を一気に定量的・物理的・数学的なものにすることを実現したことは高く評価できる。

- Bio-protocol 13, e4715 (2023)

• Science 379, 66-71 (2023)

⑭ 郷 達明 (2021年度採択 (3期生))

研究課題名： 個々の細胞動態の集積による植物の成長運動の制御

重力に応答して屈曲するシロイヌナズナの根の先端領域における細胞の分裂、伸長、系譜情報を経時的に観察できる水平光軸型動体トラッキング顕微鏡開発し、さらに得られる大量の画像情報を処理して生物学的パラメーターを定量的に取り出すソフトウェアの開発を通じて、根端の細胞がいつ、どのように分裂し、伸長することで根の屈曲を駆動するのかを初めて明らかにした。さらに、水平光軸型顕微鏡に取り付けた回転ステージにより根に重力刺激を与えそれに応じて根が屈曲する過程を経時的に観察する手法を確立し、根の曲率の時間変化と細胞レベルの動態を定量的に解析し、根の屈曲は根端部における重力感受とそれに応じた重力方向側へのオーキシンの偏在に依存することを確認した。一方で、重力によって根が屈曲する部位は根端部とは少し離れた部位で起こっており、この部位ではオーキシンの偏在はないことを見出した。これらの知見から、重力に応じた屈曲部位の細胞伸長にはオーキシンとは別の制御機構が働いているという非常にユニークかつ重要な知見をもたらした。今後の屈曲駆動部の細胞伸長の制御機構の解明に期待する。

• Plant and Cell Physiology, 64, 1262-78 (2023)

⑮ 高野 哲也 (2021 年度採択 (3 期生))

研究課題名： 時空間的コネクトプロテオミクス技術の創出

本研究課題では、近年生まれた近位依存性ビオチン標識法技術をさらに進化させ、軸索投射依存のおよび神経活動依存的なシナプス構成分子を標識するコネクトプロテオミクス技術の開発を進めた。まず、プレシナプスに特異的に局在するシグナル配列 (GAP43のパルミトイル化シグナル配列) と高活性型ビオチン化酵素を融合した神経回路特異的な近位依存性ビオチン標識法 (TurboID) を開発した。これをアデノ随伴ウイルス (AAV) によりマウス大脳皮質一次視覚野に導入して局所神経回路、長距離神経回路、対側神経回路毎に特異的な分子成分を解析し、各神経回路で細胞内輸送制御に関わる分子が大きく異なることが見出された。さらに神経活動依存的な空間プロテオーム解析を行うため、神経活動依存的に発現するc-Fosプロモーターを利用したTurboIDを開発し、片眼遮蔽テストを通じて、視覚情報により活性化した側の視覚野領域で特異的にビオチン標識されるタンパク質を同定し、シナプス小胞輸送に関与する分子が濃縮されていることを明らかにした。

本研究領域内での近位ビオチン化技術の利用のサポートを行っており、この点でも本研究領域への大きな貢献があった。

2024 年 4 月には九州大学で独立した研究室を立ち上げることとなった。より一層研

究が進展することを期待する。

⑩ 戸田 聡 (2021 年度採択 (3 期生))

研究課題名： 細胞間相互作用の設計による多細胞パターン形成

本研究課題では、培養細胞を用いて細胞間シグナル伝達を人工的に構築したモデルシステムを作製し、細胞集団が自発的に正確な多細胞パターンを形成するための十分条件の解明に取り組んだ。3次元培養系において細胞が緑色蛍光分子 GFP を分泌・受容することで、細胞集団間のシグナル伝達を操作・解析できる 3次元人工モルフォゲンシステムを樹立し、シグナル分子の勾配と細胞接着分子カドヘリンの誘導を連動させると、勾配状のシグナルから活性がオンとオフの 2 領域からなる多細胞パターンを自発的に形成できることを見出した。さらに、1 期生の平島剛志研究者との共同研究により、モルフォゲン勾配と細胞接着の連動によるパターン形成メカニズムを数理モデル上でも検証した。また、細胞が動きやすい条件であるほど頑強に細胞を凝集させる細胞接着分子を反応拡散回路に導入すると、反応拡散回路による明確なパターン形成が可能となり、反応拡散系においても細胞間シグナルだけでなく細胞接着などの細胞形態変化との連動が重要であることを見出した。

丁寧な仕事ぶりであり、着実に研究成果を論文発表している点は高く評価される。また、国際学会も含め学会発表も多数行うことにより、独自の研究スタイルが研究者コミュニティに受け入れられ高い評価を勝ち得ている。独立したポジションを獲得し、ますます研究を発展させていくことが期待される。

- EMBO Reports 25, 4803-26 (2024)
- ACS Synthetic Biology 13, 1705-15 (2024)

⑪ 平野 恭敬 (2021 年度採択 (3 期生))

研究課題名： 行動多様性を生み出すケモコネクトーム

シナプス結合を可視化するための技術である GRASP 法 (GFP の N 末と C 末フラグメントをシナプス前神経とシナプス後神経に各々発現させて GFP を再構成したときのみ蛍光を発生させるシステム) はイメージングは可能であっても、GFP の N 末と C 末フラグメントの結合力が弱く、GFP の N 末を発現する神経と C 末を発現する神経が会合したシナプスの単離に利用することは困難であった。そこで、GFP の C 末側に N 末 GFP と結合する nanobody を挿入し、再構成した GFP 内の結合を強化することによって、GFP の N 末と C 末が会合するシナプスの単離を可能にした (GripGRASP 法)。さらに本法を用いて、ショウジョウバエのシナプスにおいて可塑的变化を示すタンパク質群を同定することに成功した。また、ストレス依存的な不安症と老化依存的な睡眠障害に寄与する神経回路を解析した。

GripGRASP 法を用いて特定のシナプスを単離しプロテオーム解析することによってシナプスに存在する分子の多様性や可塑性を明らかにする方法論を確立したことは高く評価できる。また、研究成果の学会発表や論文発表も着実に進めている点も評価できる。また、3 期生の高野哲也研究者と 2024 年度の日本神経科学学会ではシンポジウムを主宰し、自らの研究成果を発表するとともに第一線の研究者と最先端のシナプスのオミクス解析について意見交換できたことは喜ばしい。

- SLAS Discovery 27, 440-447 (2022)
- Proceedings of the National Academy of Sciences 120, e2304851120 (2023)
- Open Biology 14, 23055 (2024)

⑩ 箭原 康人 (2021 年度採択 (3 期生))

研究課題名： 多核細胞が創り出す 1 細胞内転写マシナリーの解明

破骨細胞は、造血幹細胞 (HSC) および胎児卵黄嚢由来の赤血球骨髓球系前駆細胞 (EMP) を起源とする二種類の細胞集団から構成され、細胞融合を介して骨組織リモデリングを制御する。本研究課題では、マウスモデルにおいて異なる起源を持つ破骨細胞の骨組織への集積パターンを、新たに同定した EMP および HSC 由来破骨前駆細胞マーカーを目印とした由来の異なる破骨細胞を追跡するシステムを作成して解析し、骨発生過程における破骨細胞の起源特異的な動態と時空間的な分布パターンを明らかにした。これにより、異なる発生起源を持つ破骨細胞が細胞融合を介して機能的な破骨細胞へと成熟しその構成が経時的に変化すること、HSC と EMP 由来の前駆細胞が誘導した細胞も存在すること、EMP 由来破骨細胞の機能欠損により骨髓腔形成が遅延することを明らかにする等、数々の生物学的にも医学的にも有用な知見をもたらした。

研究成果の外部展開も学会報告、論文の両面から着実に行われている。本研究期間中に大阪大学に異動し、准教授として独立したラボを構えて研究を進めている。益々の研究の発展を期待したい。

- Journal of Bone and Mineral Research 39, 1340-55. (2024)

(2) 研究総括のねらいに対する研究成果の達成状況

上記のような特筆すべき研究成果のみならず、本研究領域では「多細胞システムにおける細胞間相互作用とそのダイナミクス」についての研究を推進し、研究領域全体として大きな成果を得たと考える。第 2 章で述べた研究総括の 3 つの狙いに対して得られた成果を項目ごとに整理する。

① 多様な計測手段を活用した多細胞間での相互作用の定量的理解

多数の細胞からの情報を丁寧な観察を通して取得することにより、生命現象を定量的に理解し、多細胞間相互作用に関わる新たなパラダイムの提示につながることを求めた。これに応えるような成果がいくつか得られている。

1 期生では、木戸屋浩康研究者は発生や癌形成に伴い血管が一本一本発生するのではなく束としてまとまって移動する機構を明らかにした。また、Wnt はいわゆるモルフォゲンとして濃度勾配を作ることで平面細胞極性を制御すると考えられてきたが、三井優輔研究者は、従来モルフォゲンとして濃度勾配を作ることで平面細胞極性を制御すると考えられてきた Wnt が必ずしも濃度勾配ではない局在性を示すことを見出し、平面細胞極性に関わる因子やヘパラン硫酸鎖などによる Wnt の局在性の制御機構の解明を進めている。谷口俊介研究者は光に応答して消化管の幽門が開くことを見出し、そのシグナル伝達経路の解明と分子実態を解明した。吉田聡子研究者は寄生植物が宿主にどのように侵入するのかについて組織学と遺伝学を利用した細胞間シグナルの解析を行った。橋本昌和研究者は発生の遅れた細胞に細胞死を誘導し多分化能の低い細胞を排除する機構を、露崎弘毅研究者が開発した scTensor を利用して明らかにした。岡部泰賢研究者は未開拓であった大網乳斑における免疫細胞の新規動態を見出した。真野弘明研究者はオジギソウのおじぎ運動において、多数の葉の運動が高速かつ同調して起こるメカニズムの解析に取り組んだ。

2 期生では、秋山康子研究者はオオヒメグモという昆虫とも大きく隔たった節足動物・鋏角類のユニークな発生様式を単一細胞の遺伝子発現レベルで解析し、パターン形成機構と細胞間ネットワークの解明に迫った。荒巻敏寛研究者はゼブラフィッシュを用いて、従来型のモルフォゲンなどの他に、膜電位変化による形態形成制御のメカニズムを解明し、神経・筋細胞以外の組織における生体内の電気シグナルの役割に対する理解を深めた。高橋望研究者は、接ぎ木技術を利用して植物の概日リズムは、哺乳動物などでみられるような個体の概日時計を管制する中枢組織を持つ中央集権型ではなく、器官同士の概日時計が互いに影響を与え合う非中央集権型ネットワーク型であることを示した。乗本裕明研究者はオーストラリアドラゴンから摘出した眼球・脳標本を用いて *ex vivo* 標本上で徐波睡眠様、レム睡眠様、覚醒時の状態を再現することに成功した。山崎正和研究者は、平面細胞極性を司ると考えられてきたコア因子群を欠損したショウジョウバエでも背板の感覚毛が一定の方向に揃うメカニズムを解明し、PCP コア因子が機能しない場合にも代償的に組織の極性を整える仕組みがあることを示した。

3 期生では、榎本将人研究者はショウジョウバエ翅原基の上皮損傷に応答した組織修復を支える生体ネットワークの存在とその制御メカニズムを明らかにした。淨住大慈研究者は精巣側から管腔内へ分泌され、生殖路の管腔上皮組織を上皮性管腔を通じて遠隔制御する分泌シグナル伝達物質であるルミクリンの分子プロフィールと機能解明に取り組んだ。高岡研究者は哺乳類胚の着床前の発生休止では、胚細胞全体が G0 状態

に入ると考えられてきたが、増殖している細胞やアポトーシスを起こしている細胞が存在していることを見出し、定説を覆した。野田大地研究者は、精子と卵の相互作用に関わる新たなタンパク質群を見出しそれらの機能を詳細に解析した。橋本秀彦研究者はホヤ胚をモデルに神経管閉鎖時に新規メカノセンシング経路“機械的な力→接着の破壊→生化学シグナル（力生成）”が働いていることを明らかにした。守山裕大研究者はゼブラフィッシュ胚原腸形成期に *hoxb* 遺伝子発現細胞がどのように正しいタイミングで移動・陥入し胚の空間パターンを作り上げているかに取り組んだ。箭原康人研究者は骨発生過程における多核破骨細胞を形成するプロセスを時空間的に解析し、卵黄嚢と骨髓に由来する破骨前駆細胞の系譜を明らかにした。

② 時空間情報を含む細胞間及び分子間ネットワーク等の解析技術の開発

細胞-分子間や細胞間のネットワーク等の生命システムの振る舞いを理解するための技術開発・分子、細胞、組織、器官、個体などの階層をつなぎ理解するための技術・理論や再現性の高い実験材料の創生という観点からは下記のような成果があげられた。

1 期生については、沖真弥研究者が scRNA-Seq に用いられる逆転写用プライマーに、特定波長の光で開裂する化学修飾を付加することによって、光照射領域だけで *in vitro* transcription によるライブラリ増幅が起こる Photo-Isolation Chemistry (PIC)-RNA-Seq 法の開発に取り組み、サブミクロンレベルの解像度を持つ空間情報付きの scRNA-Seq 解析技術を完成させた。小口祐伴研究者は非増幅シーケンス原理を応用し、非増幅シーケンサーと既存の次世代シーケンサーを併用することによって網羅性と 1 分子単位の空間精度を兼ね備えた空間遺伝子発現解析技術の開発に取り組んだ。平島剛志研究者は上皮シートにおける組織曲率に対する力学応答システムと自律的な形態形成の理解に向けて、細胞間相互作用が生み出す形-力シグナルの関係の解明に取り組んだ。豊島有研究者は自由に動き回る線虫の頭部の全神経細胞の神経活動情報を取得する技術を開発し、大量の定量的なデータの取得と解析手法の開発を並行して進めるというデータ駆動型の研究を着実かつ統合的に進めて線虫の神経系の動作原理に迫った。

2 期生では、磯村彰宏研究者はマウス ES 細胞から誘導した未分節中胚葉組織をモデルにして、光遺伝学を駆使した *Hes7* 転写リズムの解析技術、分節時計制御のための光遺伝学的発現誘導ツールの開発に取り組み成果をあげた。大谷哲久研究者は膜リンカーに相補的な繰返しをもつ DNA 鎖を結合することで、従来の細胞間接着因子に依存しない接着現象を誘導できる技術を開発した。京卓志研究者は細胞間の接着において接着タンパク質がいつ、どこで接着し、どのくらいの時間接着が維持され、いつ解離するのかをリアルにモニターするシステムを初めて開発した。石東博研究者は植物の形成層幹細胞が自らの維持とともに木部細胞への分化と師部細胞への分化の両方を行うことを見出し、シリアルイメージングシステムの構築を行うとともに、二次成長中の胚軸

の形成層幹細胞の遺伝子発現を単一核から解析する技術を開発し、詳細な遺伝子発現アトラスを得た。藤井耕太郎研究者はタンパク質の翻訳の正確さをモニターするリポーター系を考案し、mRNA からタンパク質への翻訳の誤りと発生、老化、疾患の関係の解明に取り組んでいる。森本雄祐研究者は粘菌において細胞質分裂を阻害し細胞のサイズを巨大化させ、cAMP および Ca^{2+} が 1 細胞内で勾配を形成して伝搬することを明らかにした。固定標本しか解析できないエクспанション顕微法による高解像イメージングとは違い、生きた細胞をエクスパンドして高解像度イメージングすることに成功した。米原圭祐研究者はこれまで良い方法がなかった神経の順行性の連結を解析できるコンタクトーム解析ツールを開発した。

3 期生では、高野哲也研究者は軸索投射依存的および神経活動依存的なシナプス構成分子を標識するコネクトプロテオミクス技術を開発した。平野恭敬研究者は GripGRASP 法を用いて特定のシナプスを単離しプロテオーム解析することによってシナプスに存在する分子の多様性や可塑性を明らかにする手法を確立した。

③ 細胞集団の特性や動態を予測・操作する技術と理論の創出

計測データから数理モデル等を構築・検証し、細胞集団の動態を予測・操作する技術や理論の創出や、オミクス解析やイメージング等で生成される膨大なデータから有用な知見を見出し、迅速に解析する手法の開発という観点からは、以下のような成果があげられた。

1 期生では、露崎弘毅研究者が数学的手法であるテンソル分解による解析を豊島有研究者の線虫時系列神経活動データ、吉田聡子研究者の寄生生物コシオガマと宿主シロイヌナズナの RNA-Seq 解析データ、谷口俊介研究者のバフンウニ RNA-Seq データ等に合わせて展開するなど、本研究領域内の研究者に scTensor のデータの利用法を普及させるとともに、より汎用的に様々なデータを統合し、テンソル解析する手法 (Delayed Tensor、mw Tensor) を開発した。

富樫英研究者は、界面張力 (= 接着力の逆数) をパラメーターとして細胞界面のネットワーク運動を記述する数理モデル (Interfacial network dynamics model) を数学者らと創出した。このモデルでは従来の数理モデルでは表現することが出来なかった曲線などの多様な形態を含むマウス感覚上皮のモザイクパターン形成の特徴をよく近似することができた。

2 期生では、村瀬浩司がアブラナ科の不和合性を決める S 遺伝子座がどのように多数のハプロタイプを持つに至ったのかの解明に、MD シミュレーションを用いた雌蕊の SRK タンパク質と花粉表面の SP11 タンパク質との相互作用の解析を通じて取り組んだ。

3 期生では、大森俊宏研究者は、胚のノード内の不動絨毛の変形や膜張力の詳細な解析を通じて、左右の形成のもとになるノード内の左側の不動絨毛だけが活性化する機構を明らかにした。また、郷達明研究者はシロイヌナズナの根が重力に応答して屈曲す

る機構の解明に、独自に水平光軸型動体トラッキング顕微鏡の作製と得られる大量の画像情報を処理するソフトウェアの開発を通じて取り組んだ。これにより、重力により根が屈曲する部位は重力に応じてオーキシンが偏在する根端部分とは少し離れていることが明らかになった。従来言われてきたように重力によって偏在するオーキシンが根の屈曲部の細胞伸長を直接的に駆動しているのではなく、根の屈曲をもたらす細胞伸長はオーキシンの偏在とは別の機構によって駆動されていることが示唆された。戸田聡研究者は、培養細胞を用いて細胞間シグナル伝達を人工的に構築したモデルシステムを作製し、細胞集団が自発的に正確な多細胞パターンを形成するために必要な条件を数理モデルでの検証を加えながら解析した。

7. 総合所見

(1) 研究領域のマネジメント

本研究領域では、さきがけ研究者が各自主体的に研究に取り組むことを求め、必要以上に研究方針や研究計画を細かく指導することは避けてきた。ただし、個別に指導が必要と思われた研究課題については、個々に研究方針・研究計画等にアドバイスをを行った上で、研究の実施を求めた。また、研究者間や、研究総括・領域アドバイザーとコミュニケーションを円滑におこなう仕掛けとして、「AD-Duo」「あるあるトーク」などの Web meeting を頻繁に開催した。その効果として、研究者間の緊密なコミュニケーションネットワークが構築され、また多数の研究者間で共同研究が進んだ。

研究者が自身の研究を発展させ展開する上で、自らの研究の面白さ・重要性を必ずしも専門が一致しない研究者にも分かり易く説明することは大切である。領域会議では、研究者にどこが面白いポイントなのかをはっきり伝える工夫をするように指導してきた。また、英語で自らの研究をわかり易く説明する能力は、研究者にとって必須となってきた。3 回にわたって開催した国際シンポジウムは、海外でも活躍する第一線の研究者にどのように説明したら自分の研究を分かってもらえるのかを訓練する良い機会となったと考える。

(2) 研究領域としての戦略目標の達成状況

2019 年度の戦略目標に沿って立ち上げた「多細胞システムにおける細胞間相互作用とそのダイナミクス（多細胞）」研究領域では、組織・器官・個体等を構成する多細胞からなる細胞集団を時空間的に解析することによって、多細胞システムにおいて繰り広げられる多様な「細胞間相互作用のダイナミクス」をとおして、生命機能の本質を理解することを目指した。

空間情報や時間情報に着目しながら、従来の生命科学に加えて、計測・解析技術の開発、得られた計測データから細胞集団の動態を予測・操作する技術を組み合わせて研究を進

めることが有効と考えられた。このため、生命科学と工学、化学、光科学、情報科学、数理科学など幅広いバックグラウンドを持つ 38 名の研究者を採択し、研究者が互いに連携しながら研究を進められる環境づくりに努めた。

その結果、本研究領域がなければ数理研究者と直に接する機会もなかったであろう生命科学系の研究者が、例えば露崎弘毅研究者のようなデータサイエンス分野の研究者や MD シミュレーションを得意とする村瀬浩司研究者と組み共同研究を進めるに至っている。さらに、平島剛志研究者、郷達明研究者、戸田聡研究者、豊島有研究者のように、自ら生命科学の問題を提起し、解析ツールやデータ処理システムを開発した上で生命科学の問題にフィードバックする研究者も現れている。また、大森俊宏研究者のように生命科学者と共同で体の左右の決定の仕組みを数理面から深く追求し優れた研究成果をあげている研究者もいる。さらに、沖真弥研究者の空間情報付きの Single Cell RNA-Seq 技術などの優れた計測技術の開発も行われた。生命科学・技術開発・数理データサイエンスを統合し、生命機能への理解を深めるという当初の戦略目標は十分に達成されたと考えている。

(3) 本研究領域を設定したことの意義と妥当性（研究開始以前と事後評価時点の比較を念頭において）

本研究領域は、2019 年度の戦略目標に沿って、CREST「多細胞間での時空間的相互作用の理解を目指した定量的解析基盤の創出（多細胞）」研究領域と同時に発足した。CREST「多細胞」研究領域では多細胞間での相互作用を分子・細胞レベルでの時空間情報を伴う形で定量的に解析することを求めたのに対し、さがけ「多細胞」研究領域ではさがけ研究の予算規模的に多種の計測機器を揃えることは困難と考え、画一的に定量的な解析中心の研究を求めるのではなく、多細胞間の相互作用について研究者の自由な発想による“おもしろい”、心が打ち震えるような研究提案を求めることとした。その結果、幅広い分野から多数の応募があり、その中から様々な研究背景をもつ 38 名の研究者を採択し、ここまで報告してきたような多くの成果をあげることができた。38 名中、26 名はさがけ研究に参加した当時のポジションから異動・昇任しており（教授への昇任 8 名、准教授レベルへの昇任 13 名）、独立した研究を進める PI の数も 8 名から 25 名と増えた。どの研究者も独自のアイデアに基づきこれまでにない研究成果を生み出そうとしており、その研究の進展は日本の研究レベルの向上に大いに貢献してくれると期待している。研究者の育成という意味でも大きな成果があったと考える。

(4) 今後への期待、展望、課題

本研究領域では、「心打ち震える研究を！」を合い言葉に、若手研究者の育成を目指した。昨今の我が国の生命科学の現場では、論文になりやすいデータを要領良く出し、そしてうまく研究費を獲ることへの偏重ぶりが目立つ。その多くは科学行政のあり方に帰するところではあるが、このような状況が続く限り、日本の科学技術の「後進国化」は避け

られないだろう。

本研究領域の3本柱にもなった、生命科学、技術開発、数理を考える時、そこには未来型研究の高いポテンシャルを期待できる一方で、危険性も潜んでいる。たとえば、①胚や細胞を目的もなく漫然と遺伝子操作することで何らかのデータは得られ、(誰の心にも残らない)論文発表も可能である、②技術開発はエンドレスであるため、なにが目的かを見失ったまま自己満足に終始する、③ある程度の生命現象であれば、それを表面的な数式で表すことができるため、これをもって数理-バイオ融合であると吹聴できる、などである。さらに悪いことは、これらの「潜んでいた危険性」が、今や市民権を得て常態化されているという現実も見え隠れする。我が国の生命科学研究がなぜこのような事態に陥っているかを考えると、「本質的なクエッションを問う力の醸成」という視点の欠落が挙げられる。つまり、一見実験対象の選択が無限に許されているようにみえる生命科学の研究現場において、クエッションの本質と非本質を自分自身に厳しく問い、常に軌道修正していく実力とそれを育む科学文化が、昨今希薄になっている。

このような背景のもと、本研究領域では、さきがけ研究者に求める最も重要な資質として、「心打ち震える研究を」というテーマを掲げ、領域発足時の説明会においてもこのテーマを強調した。研究課題採択審査会では、単にその時点でどれだけ論文を出しているかといった一義的な評価ポイントではなく、研究者としての将来性、つまりどれだけ「心揺さぶる」研究を推進させることができるかというポテンシャルを真剣に議論し評価した。生命科学の分野においては、新規プロジェクトを開始した場合、3.5年というさきがけ研究期間内で大きな論文を出せるとは考えにくい(大きな論文がでたとしても、それらはさきがけ採択以前から続けていた研究である場合が多い)。むしろ、本人の独自性豊かな発想で始めた研究が、今後どのような花を咲かせるかという点が最重要視されるべきものと位置づけた。

「心打ち震える研究」という感性の定義や数値化は難しい。とはいえ、今も昔も大成した研究者は口を揃えて「感性を磨く」ことの重要性を叫ぶ。ここであえて、本研究領域に照らし合わせて、その「感性」の実相例をいくつか挙げるとすれば、生き物(細胞)への共感、他人の研究への強烈な好奇心、将来的なビッグピクチャーへのあこがれ、未開拓分野への強い挑戦心と不安感の克服力、独創的なひらめき力への向上心などがある。そしてこれらを可能にするためには、高いコミュニケーション能力が不可欠である。領域運営にあたり、たとえば領域会議での発表力や質疑応答能力、そしてコーヒブレイクにおける研究総括や領域アドバイザーへのアプローチ力などに関して、機会あるごとにアドバイスした。その際、すでにプロとして活躍中のさきがけ研究者に対して、「心打ち震える研究に持っていくために」どのようなアドバイスが最も効果的かについて、研究総括や領域アドバイザーたちも研鑽を積む必要があった。

本研究領域を終了するにあたり、我々(研究総括と領域アドバイザーたち)の熱き心をもって、「打てば響く」さきがけ研究者が(さらに)育ったことは至上の喜びであり、同

時に彼らによって開拓される新時代の生命科学が楽しみである。「心打ち震える」感性の成功体験をとおして、今後大きな花を咲かせてくれると期待する。一方で、発想があまりにも独創的であったり他人が理解できない先見性をもつために、かえって孤独感で苦しむことがあるかもしれないが、本研究領域で培ったネットワークをフルに活かして孤独感を乗り越えていって欲しいし、我々もそういう若者の背中をそっと押しつづけたい。

(5) 所感、その他

本研究領域の発足にあたり、JST と研究総括との間に激しい議論があった。研究総括としては、領域テーマを広く設定して多くの研究者を募るという方針を提言した。というのも、昨今のさきがけ領域（生命科学）では、テーマがあまりにも限定されているために、たとえ素晴らしい研究をしている若手研究者でも応募できるさきがけ領域が無いという現場の窮状を頻繁に耳にしていたからである。本研究領域では、「細胞間相互作用」というキーワードを基軸とした未来型研究を目指した。多細胞体制ではもちろんであるが、たとえ単細胞の生物であっても、広い視点でみるとそれらは互いに作用していることから、生命科学のほぼすべての分野の研究者に興味をもってもらえる本質的テーマであると確信したからである。事実、初年度は 300 件をこえる応募があった。このことはまた、テーマが限定されているという理由だけで、若手研究者が応募できるさきがけ領域があまりにも少なかったことを証明する形となった。JST には、今後のさきがけ領域設定にあたり、広いテーマを掲げることを考慮していただきたい。複数のさきがけ領域がこのような方針のもとで走ることで、我が国全体の若手研究者が大いに活性化されると期待される。

本研究領域の運営にあたり、JST 事務局から非常に手厚いサポートをいただいた。領域会議の開催（外国人招へい手続きを含む）や、研究者への報告書や計画書の作製依頼とそのとりまとめなどにおいて、充実した事務サポートがあったおかげで研究総括や領域アドバイザーは領域運営に集中することができた。この場をお借りして心より感謝申し上げます。

以上