

令和2年度 事業報告書  
(令和2年4月1日～令和3年3月31日)

1. 研究事業

産学連携を含む研究開発ならびに学術研究を行い、その成果の論文もしくは知的財産を公表し科学研究の推進を目的とする事業

生物有機科学研究所を構造生物学・有機化学・分子生物学の異分野融合拠点と位置づけ、「分子を中心に据えた、生命現象のメカニズムの解明」を中心課題としている。設定した5カ年の計画の4年目にあたるため、それまでの進捗状況を確認し、次の中期計画に向けて課題を評価する会議を設けた。プログラスメETING、進捗評価会議等において、中西所長とのディスカッションを進めながら、「代謝」「生体膜」「シグナリング」を研究対象のキーワードとした以下の8課題を推進した。(\*研究代表者)



論文件数		学会発表等件数	
オリジナル	5	国際	0
共著	9	国内	2
レビュー・書籍等	15	セミナー等	2

令和3年3月末

I. 代謝

I-7. 植物二次代謝産物の生体内制御機構の解明 堀川\*・原田・大場

- ・ゴマリグナンおよびその生合成酵素の同定と植物における機能

ゲノム解析および発芽時の RNA-seq 解析により新たに数種のセサミン代謝酵素の候補を見出し、活性確認したところ Cyp 酵素であることが分かった。また、セサミン類の配糖化酵素のキネティクス、基質特異性等についても明らかにした。

**Harada E.\***, **Murata J.\***, Ono E.\*, Toyonaga H., **Shiraishi A.**, Hideshima K., Yamamoto M. P., **Horikawa M.** (+)-Sesamin-oxidizing CYP92B14 shapes specialized lignan metabolism in sesame. *Plant J.* **104**, 1117-1128 (2020).  
(\*, equal contributor)

- ・ゴマリグナン代謝酵素の機能解析

新規に同定した Cyp 酵素の大腸菌発現系を構築し、タンパク質の発現を確認した。

#### I-イ. 植物の新規な根圏環境適応機構の解明 村田純\*・渡辺

枯草菌による植物生長抑制を低減させる活性に絞り、シロイヌナズナの根伸長、植物組織重量、クロロフィル測定等を指標とするバイオアッセイ系を確立した。抽出物分画のステップにおいて、活性のある画分を見出すことができた。

#### I-ウ. マウス胎児の出産前後における脳の代謝物解析 山垣\*

脳に含まれるニューロペプチド Y (NPY) に焦点を絞り、LC-MS による解析の問題点や検量線による測定限界の検討等、極微量の NPY を定量的に測定するときのノウハウ等を確立した。

Yamagaki T., Yamazaki T. Practical protocol for making calibration curves for direct and sensitive quantitative LC orbitrap-MS of large neuropeptides. *Mass Spectrom.* **9**, A0087 (2020).

#### I-エ. 植物内在性キレート化合物による哺乳類の鉄吸収分子機構の解明 村田佳\*

近位空腸に多く発現するアミノ酸トランスポーター、PAT1 がニコチアナミン-鉄錯体を細胞内に吸収すること、またニコチアナミン-鉄投与が、鉄のみ投与より脾臓、腎臓で鉄濃度が高く、絶食時でもヘモグロビン量が維持されることを明らかにした。

Murata Y., Yoshida M., Sakamoto N., Morimoto S., Watanabe T., Namba K. Iron uptake mediated by the plant-derived chelator nicotianamine in the small intestine. *J. Biol. Chem.* **296**, 100195 (2020). Editor's picks

## II. 生体膜

#### II-ア. 糖脂質のシャペロン・酵素様活性の作用機構解明 島本\*・野村・藤川・森・大澤

- ・有機合成を基盤とした MPIase の活性部分構造と生合成経路の解明

固体 NMR を用いてタンパク質との相互作用を検討するため、<sup>13</sup>C ラベルした mini-MPIase-3 を合成した。また、構造を改変した mini-MPIase-3 類縁体を合成し、官能基レベルでの構造活性相関研究を実施した。

- ・トランスロコン非依存膜挿入経路における MPIase の作用機構の解明

物理化学的手法と計算科学により、MPIase とタンパク質との相互作用 MPIase 存在下でのタンパク質の構造変化、膜の状態変化等を解析し、これまでに想定してきた MPIase による膜挿入促進機構を検証する重要なデータを得ることができた。

## III. シグナリング

#### III-ア. シグナル分子や代謝酵素が制御する生物種の継続と拡大の分子機構 佐竹\*・川田・酒井・大杉・白石・山本・松原

- ・タキキニンによるゴナドトロピン非依存段階の卵胞成長機構の解明

タキキニン KO マウスの卵巣観察により、コントロールと比べて胞状卵胞の数が減少することを見出した。

・カタユレイボヤ卵巣におけるプロスタグランジンの作用と分子ネットワークの解明  
カタユレイボヤのプロスタグランジン受容体相同性タンパク質の発現系を確立した。さらに同遺伝子破損ホヤ作製の準備を行った。

・ホヤ卵胞成長の体系的理解へ向けた新規卵巣ペプチドの機能解明  
新規卵巣ペプチドの組織発現分布を明らかにし、機械学習によるペプチド受容体候補の選定と発現実験系の準備を行った。

Matsubara S., Shiraiishi A., Osugi T., Kawada T., Satake H. Fractionation of ovarian follicles and in vitro oocyte maturation and ovulation assay of *Ciona intestinalis* type A. *Bio-protocol*. **10**, e3577 (2020).

・ホヤにおける神経ペプチド支配機構の解明  
MS イメージングによる脳神経節のペプチドマッピングを可能にするため、画像データを処理するためのソフトウェアを構築した。

・ホヤカテプシンH 遺伝子のアンチセンス RNA 産物 Ci-CHUARP の役割  
卵黄形成期卵胞を抽出し、細胞質画分および膜画分のそれぞれに、抗 Ci-CHUARP 抗体による陽性シグナルを検出した。

・GPCR-ペプチド間相互作用の種を超えた新規法則の解明  
受容体の活性を説明しうるアミノ酸残基を予測し、それらを変異させた受容体の活性を測定したところ、予測通り、それらのアミノ酸残基が活性に重要であることを検証することができた。

・脊椎動物ペプチド遺伝子の下等動物への水平伝播の証明  
蚊から回収したウイルス画分から、キャプシド様タンパク質と相同性を示すタンパク質をコードする遺伝子を同定することができた。

・分子の「収斂」による生物多様性の解明  
酵素活性の温度感受性に関連すると思われる領域を入れ替えた変異体を作製し、それぞれの変異体の活性を比較する準備を整えた。

### III-イ. 非神経性アセチルコリンが制御する組織幹細胞の分化・増殖、維持機構の解明 高橋\*

腸幹細胞の分化・増殖を促進するチャンネル型 ACh 受容体のサブタイプの機能解析により、パネート細胞を介した腸幹細胞制御とそのシグナル伝達経路を明らかにした。

Takahashi T., Shiraiishi A., Osawa M. Upregulated nicotinic ACh receptor signaling contributes to intestinal stem cell function through activation of Hippo and Notch signaling pathways. *Int. Immunopharmacol.* **88**, 106984 (2020).

### Ⅲ-ウ. 葉の発生を実行する分子基盤の解明 小山\*・菅原

- ・TCP 転写因子による葉の形成制御の解明

TCP 転写因子の下流域に存在するオーキシン関連遺伝子、プロポンポンプ関連遺伝子等を解析する準備を進めた。

- ・植物ホルモンの機能を理解するための分子局在分析技術の開発

オーキシン類の高感度イメージング MS を可能にするための IAA の誘導体化を検討した。

#### 【シンポジウム、セミナー等の実施】

COVID-19 感染症対策のため、年度の研究所報告会、その他のシンポジウム等を中止することを余儀なくされたため、計画した会合を実施しなかった。

## 2. 解析センター事業

大学の行う学術研究等を対象に、核磁気共鳴ならびに質量分析など、新しい解析方法の提供ならびに解析サービスを通して科学研究の支援を目的とする事業

当財団は創設以来、大学等の公益研究・教育への支援を行ってきた。1980 年、当時では高価で配備の難しかった Fourier 変換型核磁気共鳴装置や高分解能質量分析装置等を設置し、以来、大学等の公益研究や学生教育の一環として構造解析等の無償支援を行っている。今年度は COVID-19 感染症対策のため、外部から学生等を受け入れて指導するなどを制限したが、以下に示す大学等へ、構造解析等のべ 17 件の支援を行った。

#### ① NMR 構造解析支援

低分子化合物構造解析等 3 件（東京農工大、熊本大、国立科学博物館）

#### ② MS 構造解析支援

低分子化合物構造解析 4 件（東京農工大、熊本大、大阪医科大、Balaton Limunological Institute (Hungary)）

#### ③ その他の学術支援

化合物合成、プロテオーム、RNA-Seq データマイニング、DNA 配列解読、トランスポーター解析、機械学習等 10 件（静岡大、大阪大、慶應大、甲南大、昭和台、農研機構、Slovak Academy of Sciences (Slovakia)）

### 3. 研究奨励助成事業

研究助成制度、奨学金制度、ならびに研究集会助成制度により学術研究と科学人材育成を助成する事業

#### ア. 研究助成制度 (SUNBOR GRANT)

財団の主たる研究領域とする「分子を中心に据えた生命現象のメカニズム解明」に関連する分野の中から、令和2年度は、「生命現象メカニズム解明に寄与する有機化学的手法の開発」に関連する課題を募集課題とした。

##### ・課題の説明

ケミカルバイオロジーに新展開をもたらす有機化学的手法の開発研究を支援する。クリック反応や蛍光基の開発により、生命現象の解明は大きく進んだが、生体内で使える反応には未だに制限がある。生体内でも高選択的な反応の開発、標的物質の同定法の開発、生体内物質の活性制御法の開発等を対象とする。有機化学を基盤とするが、生物学的な見地から、研究の意義や手法の有用性・汎用性を明確に判断できる研究であること、また、開発した手法を検証するための生物系研究者との連携を前提とする。

疾病の診断や治療等、臨床や医療目的の研究、医薬品ないし健康食品等の開発を目的とする研究を除く。

##### ・募集対象者

SUNBOR GRANT の趣旨に合致する研究を行っている若手研究者（2020年4月1日現在で満40歳未満。職位を問わない）を対象とする。制度や契約等により、他から研究資金を受けることを禁じられている者、もしくは国等より大型の競争的研究資金等（2020年度の合計5,000千円以上）を受けている研究者を除く。また、基礎的な生命現象解明を目指す研究者に限定する。

##### ・応募の制限

SUNBOR GRANT 採択者の連続しての応募を認めない。また、今年度募集しているサントリーSunRiSE 生命科学研究支援プログラムとの重複の応募は、課題の内容に関わらず不可とする。

##### ・応募と選考方法

研究概要、外部資金獲得状況、主要業績、研究の成果目標、課題の将来性、発展性等の展望、論文等の業績を記載した申請書による選考を行う。

##### ・GRANT の金額、支給期間、および採択件数

上限2,000千円/年、3年間、6件を予定。支給金額は採択課題ごとに選考委員会で決定する。

##### ・報知の方法

公募情報をホームページ開示の他、関連する主要学会等のメーリングリスト等を通じて、また、全国の主要大学の産学連携課等、外部の研究助成情報を扱っている部署などに報知を依頼する。

20件の応募があり、各委員の評価に基づき、審議の結果、表1の3件を採択した。助成額について、それぞれ1,000千円/とした。それぞれの助成額を3年間支給する。

表 1. 令和 2 年度 SUNBOR GRANT 採択者と研究課題

令和 2 年度採択の助成先と助成額(千円)				
1	西川慶祐	大阪市立大学大学院理学研究科	講師	1,000
2	山次健三	東京大学大学院薬学系研究科	助教	1,000
3	三木卓幸	東京工業大学生命理工学院	助教	1,000

上記の 3 件と表 2 に示した令和元年度採択 6 件、平成 30 年度採択 7 件と合わせて合計 16 件の助成を実施した。

表 2. SUNBOR GRANT 継続給付先

令和元年度採択の助成先				
1	上田奈津実	名古屋大学大学院理学研究科	講師	1,000
2	松井貴輝	奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科	准教授	1,000
3	柴田淳史	群馬大学未来先端研究機構	准教授	1,000
4	河村奈緒子	岐阜大学生命の鎖統合研究センター	特任助教	1,000
5	新藤 豊	慶應義塾大学理工学部	特任助教	1,000
6	國枝 正	奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科	助教	1,000
平成 30 年度採択の助成先				
1	高橋秀行	新潟大学農学部	准教授	1,000
2	高橋宏和	名古屋大学大学院生命農学研究科	助教	1,000
3	吉田守克	国立循環器病研究センター研究所	上級研究員	800
4	宮島俊介	奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス領域	助教	800
5	福島エリザベット	UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM Ecuador	准教授	800
6	島田貴士	千葉大学大学院園芸学研究科	助教	800
7	加藤信樹	東北大学大学院理学研究科	講師	800

表 2. 令和 2 年度 SUNBOR GRANT 予算と実績(千円)

予算	実績	件数(継続+新規)
18,000	15,000	16(13+3)

#### イ. 奨学金制度 (SUNBOR SCHOLARSHIP)

令和 2 年度に採択した奨学生 6 名(表 3)に加えて、平成 30 年度から継続する奨学生 12 名(表 4)の計 18 名に奨学金を支給した(月額 60 千円、学年に応じて最長 3 年間)。

表 3. 令和 2 年度 SUNBOR SCHOLARSHIP 給付先

	大学院・研究科・専攻	学年 (R2. 4. 1)	指導教員
1	九州大・生物資源環境科学・生命機能科学	D1	竹川 薫
2	名古屋大・工学・生命分子工学	D1	浅沼浩之
3	徳島大・薬科学教育・創薬科学	D1	大高 章
4	大阪大・理学・化学	D1	村田道雄
5	北海道大・総合化学・総合化学	D1	谷野圭持
6	東京工業大・生命理工学・生命理工学	D1	上野隆史

表 4. SUNBOR SCHOLARSHIP 給付先

	大学院・研究科・専攻	学年 (H2. 4. 1)	指導教員
平成 30 年度採択の奨学生			
1	徳島大・薬科学・創薬科学	D3	難波康祐
2	群馬大・理工学・物質生命理工学	D3	松尾一郎
3	北海道大・生命科学・生命科学	D3	小谷友也
平成 31 年度採択の奨学生			
1	東京大・農学生命科学・応用生命化学	D2	東原和成
2	大阪大・基礎工学・物質創成	D3	岩井成憲
3	京都大・農学・応用生命科学	D2	三芳秀人
4	筑波大・数理物質科学・物性・分子工学	D2	栗田僚二
5	北海道大・水産科学院・海洋応用生命科学	D2	酒井隆一
6	大阪大・理学・化学	D2	深瀬浩一
7	名古屋工業大・工学・共同ナノテクノロジー科学	D2	築地真也
8	九州大・総合理工学府・物質理工学	D3	友岡克彦
9	名古屋大・生命農学・応用生命科学	D3	中崎敦夫

なお、平成 30、31 年度採択の奨学生 5 名が、学振 DC に採用されたが、学振の制度変更により他の奨学金制度を重複することが可能となったため、本人の希望に沿って令和 2 年度は継続支給することとした。ただし、この件については、選考委員会で検討し、従来のスタートアップ資金支給制度を継続し、人材育成を推進するため、令和 3 年度の支給を停止することとした。

本期間に令和 3 年度の奨学生募集を財団ホームページに開示し、主要な大学の奨学金取扱い担当部署に募集要領の掲示を依頼した。今回の募集では、大学、研究機関等のアカデミアにおける研究職・教

育職を志す人材の育成を目的とすることを明確にした。研究概要ならびに「10年後の理想の研究者像」を記述させたエントリーシートによる一次選考と指導教授等の推薦状および自己紹介書による二次選考を実施した。一次選考では147名の応募があり、選考委員会において、それぞれの研究課題が本制度の対象分野に合致するかを主な判断基準として審議し、61名を二次選考に進めた。3月24日の選考委員会において、指導教授等の推薦状および自己紹介書を審議し、9名程度を採択する予定である。

表5. 令和2年度 SUNBOR SCHOLARSHIP 予算と実績 (千円)

予算	実績	件数(継続+新規)
11,520	12,960	18(12+6)

#### スタートアップ研究資金の支給

日本学術振興会特別研究員 DC 採用による奨学金辞退者が大学等アカデミアの研究職に就いた場合、辞退した金額を上限としてスタートアップ資金を支給する制度に2名の応募があり、選考委員会において審議の結果、以下のように決定・支給した。

四坂 勇磨	2017年度奨学生3年間支給、2018年学振DC採用により18-19年度辞退(1,440,000円) 名古屋大学大学院理学研究科物質理学専攻生物無機化学研究室 CREST 研究員
貴嶋 紗久	2015年度奨学生3年間支給、2017年学振DC採用により17年度辞退(720,000円) 国立遺伝学研究所細胞制御研究室博士研究員

#### ウ. 研究集会助成制度

14件(国際3件、国内11件)の申請に対して、選考委員会において審議し、若手研究者の育成や新しい分野の開拓等に取り組んでいる国内ないし国際の学会・シンポジウム等の研究集会を中心に、国内6件を採択したが、1件が中止、助成辞退となったため、5件(50千円/件)の助成を実施した(表6)。

表6. 令和2年度研究集会助成

期日	学術集会名	金額	
		国内	国際
11.9-10	第46回反応と合成の進歩シンポジウム <sup>1)</sup>	国内	0
7.13-14	生体機能関連化学部会若手の会 第32回サマースクール <sup>2)</sup>	国内	50
8.28-30	生化学若い研究者の会「第60回生命科学夏の学校」 <sup>5)</sup>	国内	50
10.29-30	第43回溶液化学シンポジウム	国内	50
10.24-25	生物リズム若手研究者の集い <sup>4)</sup>	国内	50
11.9-11	第57回ペプチド討論会 <sup>5)</sup>	国内	50

<sup>1)</sup> 中止、助成辞退、<sup>2)</sup> 延期、助成繰越実施、<sup>3)</sup> 日程短縮、オンラインで実施、<sup>4)</sup> ネットワーク会議を実施、<sup>5)</sup> オンラインで実施

令和2年度予算と実績 (千円)

予算	実績	採択件数(国際+国内)
1,000	250	6(0+6)



エ. サントリーSunRiSE 生命科学研究者支援プログラム

Suntory Rising Stars Encouragement Program in Life Sciences (SunRiSE)

2020年10月2日、SunRiSE 選考委員会において、本プログラムの選考を終了し、10名の採択者を選出した。

スケジュール

2020年5月11日	財団ホームページ、主要学会メーリングリスト、大学外部資金窓口等において募集開始
2020年6月10日	締切り
2020年7月10日	審査員による審査コメントとりまとめ
2020年8月18日	審査員コメントを参考に応募領域別に選考委員による一次選考
2020年9月18日	全領域にわたって選考委員による二次選考
2020年10月1, 2日	最終面接により採択者の選出

国内外より487件の応募（女性82件、海外からの応募31件、財団特別研究員希望50件）があり、一次選考により64件採択（女性14件、海外6件、財団特別研究員希望7件）とした。二次選考では、21件を採択（女性6件、海外2件、財団特別研究員希望4件）した。面接では、一人あたり10分の説明、15分の質疑応答、5分の選考委員協議により、10件を採択した。うち、女性3件、財団特別研究員希望2件となった。但し、財団特別研究員希望者2名とも別機関での研究遂行を選択した。

表8. 採択者リスト

氏名	年齢	所属機関	職位	研究課題名	新所属機関	職位
植田美那子	42	名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所	特任講師	たった一つの受精卵から、何がどうなって植物の形ができるの？	東北大学大学院生命科学研究科	教授
後藤彩子	40	甲南大学理工学部生物学科	准教授	女王アリによる長期間の精子貯蔵メカニズムとその進化の解明		
金 尚宏*	39	東京大学大学院理学系研究科	特任助教	カルシウムクロック: 全生命共通時計の追究	名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所	特任講師
砂川玄志郎	43	理化学研究所生命機能科学研究センター	研究員	生と死の間: 哺乳類の休眠から迫る生命の必要最小限分子機構		上級研究員
田尻怜子*	40	東京大学大学院新領域創成科学研究科	学振特別研究員	昆虫クチクラに nm~ $\mu$ m スケールの多彩な 3D 構造をつくりだす分子機構		
谷口雄一	41	理化学研究所生命機能科学研究センター	チームリーダー	ゲノムを対象とした新規の構造生物学分野の創生	京都大学高等研究院物質-細胞統合システム拠点	教授
豊田正嗣	40	埼玉大学大学院理工学研究科	准教授	植物の高速運動および記憶形成機構の解明		
豊福雅典	38	筑波大学生命環境系	准教授	細胞壁の分解によって駆動される細菌の細胞質間分子輸送		
藤井壮太	38	東京大学大学院農学生命科学研究科	助教	植物の有性生殖における雌雄相互作用分子の探索		准教授
山本 玲	44	京都大学高等研究院ヒト生物学高等研究拠点	准教授	造血幹細胞の対称性・非対称性分裂の分子機構の解明		

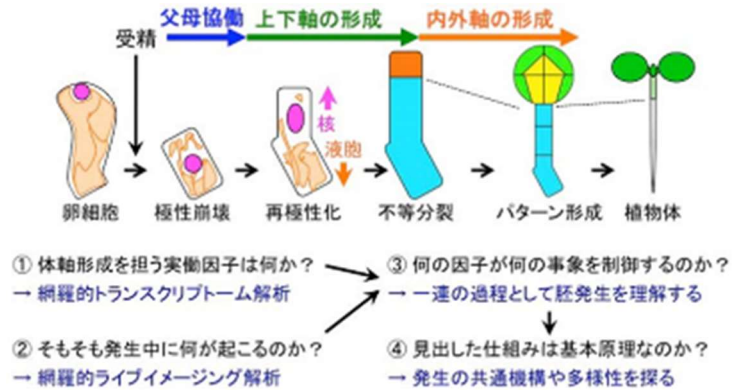
\*: 財団特別研究員希望者

採択課題の概要

たった一つの受精卵から、何がどうなって植物の形ができるの？

植田美那子（東北大学大学院生命科学研究科教授）

単一細胞である受精卵から、植物の基本構造が作られる初期発生過程に注目する。シロイヌナズナの受精卵では、母の卵細胞と父の精細胞から持ち込まれた因子が協働することで、細胞が極性化して不等分裂に至る。これによって上下軸が確定し、次いで内外軸も作られる。そこで、父母因子がどのような遺伝子群を活性化し、どのような事象を制御するかを突き止めることで、受精を起点として体軸形成に至る仕組みを明らかにする。



女王アリによる長期間の精子貯蔵メカニズムとその進化の解明

後藤彩子（甲南大学理工学部准教授）

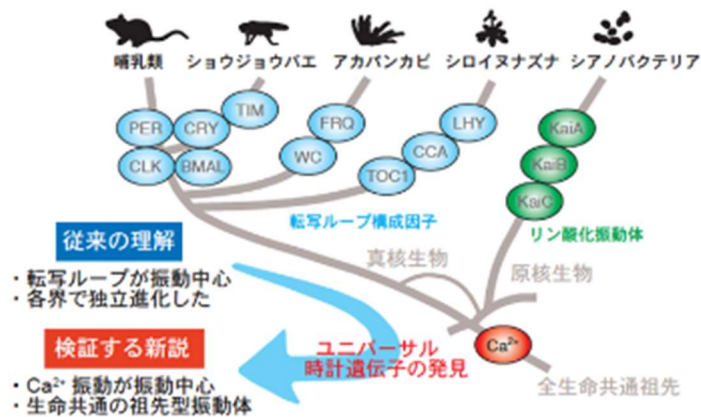
女王アリは交尾後 10 年以上もの長い間、体内で大量の精子を常温で生かしたまま貯蔵する。精子がこのような長期にわたり生存することは、細胞生物学の常識を覆すものである。本研究では、女王アリの精子貯蔵器官「受精嚢」の機能に着目し、女王アリの精子貯蔵メカニズムの解明を目指す。また、この特異な繁殖システムの進化は、特に高度な社会性をもつアリの生態的繁栄を考える上でも重要である。そのため、精子貯蔵に重要な分子の有無や機能をアリと近縁であるハチ類でも調べ、その進化にも迫りたい。



カルシウムクロック：全生命共通時計の追求

金 尚宏(東京大学大学院理学系研究科特任助教)

体内時計はどのように誕生したのだろうか？睡眠・覚醒などの概日リズムは、時計遺伝子による転写ループに基づいている。転写ループは多くの種で観察されるが、時計遺伝子の相同性は動物や植物、細菌の間で限られており、体内時計源は謎に包まれていた。私達はここで、細胞内  $Ca^{2+}$  制御因子が種を超え普遍的に機能する時計因子であること突き止めた。本研究では、概日  $Ca^{2+}$  体・カルシウムクロックの原理をし、種間保存性の検証によって太共通祖先に誕生した全生命共通時計に迫る。

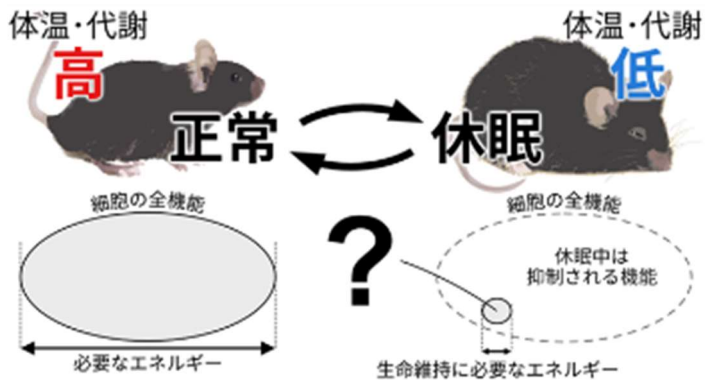


の起  
れま  
て普  
とを  
振動  
理解  
古の  
計の

生と死の間：哺乳類の休眠から迫る生命の必要最小限分子機構

砂川玄志郎 (理化学研究所生命機能科学研究センター老化分子生物学研究チーム  
兼 網膜再生医療研究開発プロジェクト上級研究員)

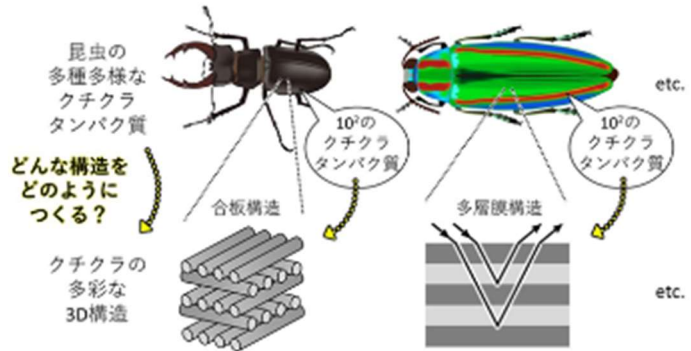
冬眠に代表される哺乳類の「休眠」はエネルギー源の枯渇する冬などを乗り切るために動物が自ら代謝を低下させる省エネ機構である。休眠中は体温が外気温近くまで低下し、酸素消費量が正常時の数%まで低下するが細胞は障害を受けない。つまり、休眠中の動物は生命維持に必要な最小限の分子機構は駆動していると考えられる。本課題では冬眠モデルマウスを用いて、生と死の間で機能し続ける生命の必要最小限分子機構を明らかにしたい。



昆虫クチクラに nm~μm スケールの多彩な 3D 構造をつくりだす分子機構

田尻怜子（東京大学大学院新領域創成科学研究科日本学術振興会特別研究員）

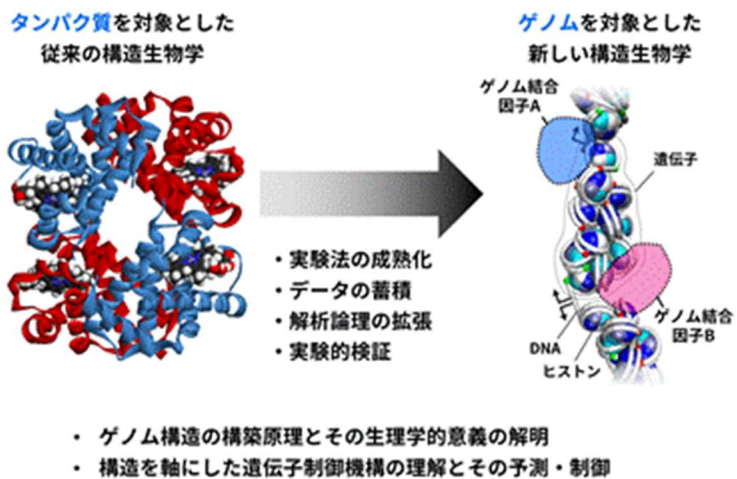
昆虫の体を覆う殻（クチクラ）はタンパク質とキチンの複合体で、緻密な 3D 構造にもとづく多彩な性質を示す。クチクラの多彩な 3D 構造をつくりだす鍵は、各昆虫種が百以上もつくクチクラタンパク質にあると考えられるが、個々のクチクラタンパク質がどのような構造を、どうやって、つくりだすのか、未だよく分かっていない。本研究ではモデル生物のショウジョウバエを実験台として、この問いに実験的に答えることを目指す。



ゲノムを対象とした新規の構造生物学分野の創生

谷口雄一（京都大学高等研究院教授）

本研究では、ゲノムからの遺伝子発現現象の原子論的なメカニズムに注目する。遺伝子をコードした数億レベルの塩基対から DNA 分子と、コンパクトに格納するためのヒストン分子、そして伝子発現を制御する転写因子などの各種因子によって形成される超分子複合体としてのゲノム構造に着目し、その 3 次元構造変化を超高分解能で捉えるの開発を通じて、ゲノムを対象とした新たな構造生物学の創生を挑戦する。

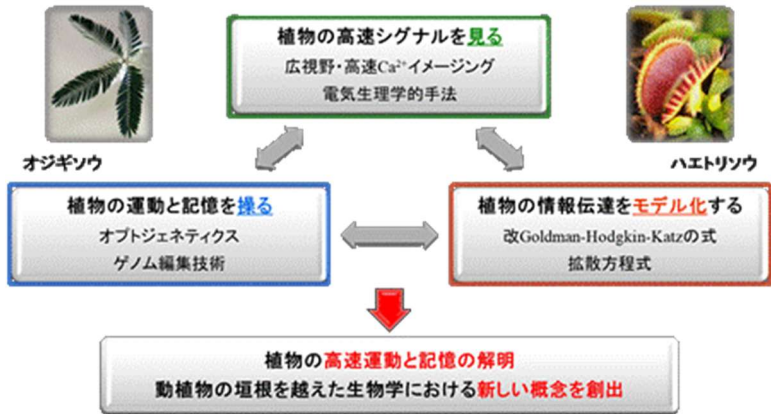


なる  
納す  
て遺  
子な  
され  
ノム  
造の  
手法  
象と  
生に

## 植物の高速運動および記憶形成機構の解明

豊田正嗣（埼玉大学大学院理工学研究科准教授）

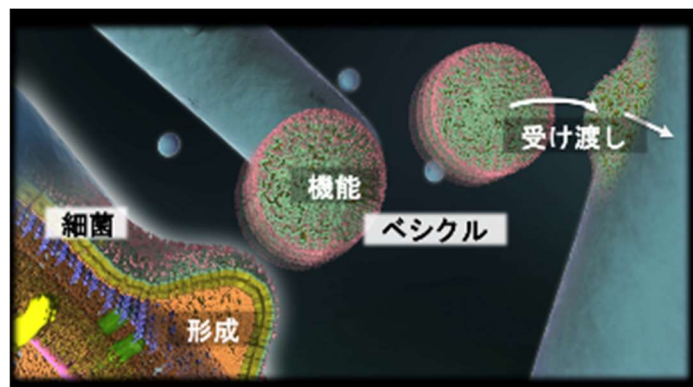
植物に神経や脳、筋肉はない。しかし、オジギソウやハエトリソウは、接触などの刺激を感知し、その情報を全身に伝達・記憶させることで、瞬時に葉を閉じることができる。本研究は、生物界に広く保存されているイオンチャネルやアクアポリン、植物特有の器官（構造）である篩管やプラズモデスマータが、植物の高速運動および記憶を生み出す分子実体であるという仮説に立ち、生物学における新しい情報伝達機構の概念を提唱することを目的とする。



## 細胞壁の分解によって駆動される細菌の細胞質間分子輸送

豊福雅典（筑波大学生命環境系准教授）

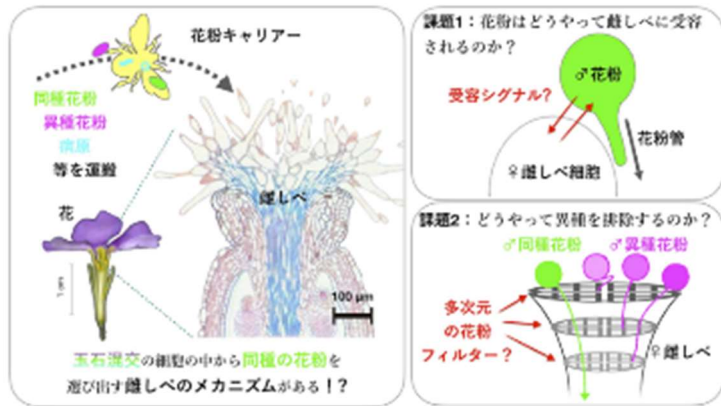
細菌は細胞外に放出する膜小胞（ベシクル）を介して細胞間で分子を輸送できるが、その詳細は明らかになっていない。特に、ベシクルの中身がどのようにして細胞に受け渡されるのかは、ベシクル研究における最大の謎の一つになっている。本研究では、形質が一様と思われていた細菌集団のなかで見逃されてきた“異形”な細胞に着目し、その細胞のベシクル輸送における役割を解明するとともに、細菌における形態の恒常性を問い直す。



植物の有性生殖における雌雄相互作用分子の探索

藤井壮太（東京大学大学院農学生命科学研究科准教授）

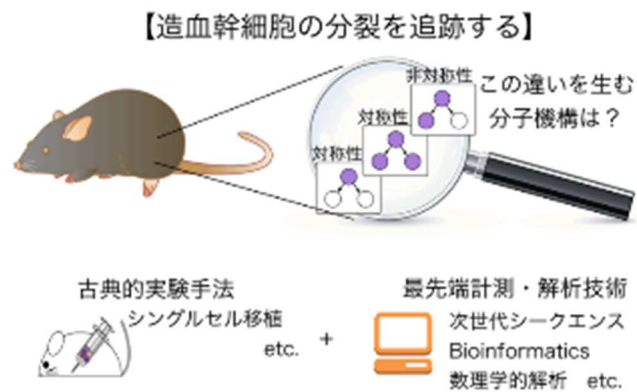
有性生殖は多様性を生み出す機構であり、生物種が集団の力で予測不可能な未来の地球環境変動へと適応する手段である。本研究では植物の有性生殖の本質に迫るべく、その分子メカニズムの解明を目指す。生殖におけるふたつの選択メカニズム、1) 花粉が雌しべに有性生殖を開始させるしくみ、2) 雌しべが異種の花粉を選択的に排除するしくみ、に着目し、現象に関わる分子を網羅的に探索することを目的とする。



造血幹細胞の対称性・非対称性分裂の分子機構の解明

山本 玲（京都大学高等研究院ヒト生物学高等研究拠点特定拠点准教授）

造血幹細胞は自己複製（自らを複製する能力）と多分化能（すべての血液細胞を産生する能力）という二つの大きな特徴を持ち、その恒常性は、対称性分裂と非対称性分裂を介し自己複製と分化を繰り返すことで維持されている。この造血幹細胞の基本的現象の分子機構を完全に理解することが本研究の目標である。これを理解することにより、さらに造血幹細胞機能の破綻による加齢や疾患研究への波及効果も期待できる。



#### 4. 科学人材育成事業

自らの研究所での博士客員研究員制度ならびに大学院連携講座の開設や大学法人への講師の派遣など科学者育成の支援を行う事業

##### ア. 大阪大学大学院連携講座の実施

大阪大学とのクロスアポイントメント協定により、島本啓子を同大学院理学研究科特任教授（常勤）として派遣することを継続した。令和2年度は、社会人博士課程学生1名の指導および集中講義「生体膜を介する物質輸送と情報伝達」、インタラクティブ特別セミナー（博士課程学生との個別面談による中間審査）、博士論文副査（2名）を担当した。

##### イ. 神戸大学大学院連携講座の実施

神戸大学大学院工学研究科応用化学専攻生物機能工学講座 担当：佐竹 炎（客員教授）、「植物代謝工学」を26時間、「ポストゲノム生体機能応用論」を26時間、および、村田佳子（客員准教授）、「植物機能解析学特論」を26時間の集中講義としてそれぞれ実施した（全てZoomによるリモート授業）。また、同講座に社会人博士後期課程の学生1名が所属し、博士論文研究の指導を開始した。

##### エ. 博士客員研究員制度

本年度は、本制度による研究員の募集、採用等を行わなかった。

##### オ. その他の教育支援

大学等の事業推進や教育推進等について表9のように支援した。

表9. 教育・学会活動等への支援状況

氏名	職名	対象機関名・事業など
佐竹 炎	非常勤講師（教授）	神戸大学大学院工学研究科
	運営委員	NBRP(National Bio-Resource Project)
	Associate editor	Frontiers in Endocrinology 誌
	Editor	Hormone Handbook 2 <sup>nd</sup> edition
	Editorial Board Member	Scientific Reports 誌
	幹事	日本比較内分泌学会
村田佳子	非常勤講師（准教授）	神戸大学大学院連携講座
	幹事・評議員	日本微量元素学会
	特別研究員-PD、DC 書面審査員	科学技術振興機構
	外国人研究者招へい事業外国人特別研究員書面審査員	科学技術振興機構
島本啓子	特任教授（常勤）	大阪大学大学院理学研究科
	幹事	日本ケミカルバイオロジー学会
	評議員	日本糖質学会
	世話人	関西グライコサイエンスフォーラム
	ACT-X 領域アドバイザー	科学技術振興機構
	幹事	日本化学会天然物化学ディビジョン
山垣 亮	部会長	日本質量分析学会イオン反応研究会
	世話人	日本質量分析学会 BMS 研究会
	Editor	Mass Spectrometry 誌
野村 薫	評議員	日本核磁気共鳴学会

南方宏之	評議員	日本ペプチド学会
	幹事	日本比較内分泌学会
高橋俊雄	編集委員	日本比較内分泌学会
	Guest editor	International Journal of Molecular Sciences 誌
村田 純	Review Board Member	Tree Physiology 誌
	Phytochemistry Section Editor	Plants 誌
小山知嗣	科学技術専門家ネットワーク・専門調査員	文部科学省
	Guest editor	International Journal of Molecular Sciences 誌
堀川 学	幹事	近畿化学協会合成部会
	幹事	日本化学会生体機能関連化学部会
藤川紘樹	世話人	グライコサイエンス若手の会
松原 伸	編集委員	日本比較内分泌学会

大学等の学外での科学教育支援について

COVID-19 感染症対策のため、大学院生の学外授業、雲雀丘学園高等学校生徒の教育等の支援をすべて実施しなかった。

## 5. 企業研究受託事業

企業等のニーズに応じて、保有する研究力を用いた研究もしくは開発の受託および共同を行う事業  
令和2年度は2社からの受託を実施した。

## 6. 財団・研究所要員

種別	事務局			研究部			計(単位:人)		
	期首	期末	増減	期首	期末	増減	期首	期末	増減
職員	2	2	—	21	21	—	23	23	—
計	2	2	—	21	21	—	23	23	—
博士客員	—	—	—	—	—	—	—	—	—
嘱託職員	2*1	2*1	—	1*1	1*1	—	3	3	—
協力研究員	—	—	—	4	4	—	4	4	—
計	2	2	—	5	5	—	7	7	—
合計	4	4	—	26	26	—	30	30	—

\*1:定年退職者の高齢者雇用促進法に基づく嘱託職員



## 研究成果リスト（～2021年3月末）

### 【受賞】職員・受賞者†

なし

### 【学術論文】職員

#### オリジナル論文

- 1 Matsubara S., Shiraishi A., Osugi T., Kawada T., Satake H. Fractionation of ovarian follicles and in vitro oocyte maturation and ovulation assay of *Ciona intestinalis* type A. *Bio-protocol*. **10**, e3577 (2020).
- 2 Yamagaki T., Yamazaki T. Practical protocol for making calibration curves for direct and sensitive quantitative LC orbitrap-MS of large neuropeptides. *Mass Spectrom*. **9**, A0087 (2020).
- 3 Harada E.\*, Murata J.\*, Ono E.\*, Toyonaga H., Shiraishi A., Hideshima K., Yamamoto M. P., Horikawa M. (+)-Sesamin-oxidizing CYP92B14 shapes specialized lignan metabolism in sesame. *Plant J*. **104**, 1117-1128 (2020). (\*, equal contributor)
- 4 Murata Y., Yoshida M., Sakamoto N., Morimoto S., Watanabe T., Namba K. Iron uptake mediated by the plant-derived chelator nicotianamine in the small intestine. *J. Biol. Chem*. **296**, 100195 (2020).
- 5 Takahashi T., Shiraishi A., Osawa M. Upregulated nicotinic ACh receptor signaling contributes to intestinal stem cell function through activation of Hippo and Notch signaling pathways. *Int. Immunopharmacol*. **88**, 106984 (2020).

#### 共同研究・学術支援等による共著論文

- |   |  |                            |
|---|--|----------------------------|
| 1 | Mita M., <u>Matsubara S.</u> , <u>Osugi T.</u> , <u>Shiraishi A.</u> , <u>Wada A.</u> , <u>Satake H.</u> A novel G protein-coupled receptor for starfish gonadotropic hormone, relaxin-like gonad-stimulating peptide. <i>PLoS One</i> . <b>15</b> , e0242877 (2020).  | 共同先<br>昭和大                 |
| 2 | Hozumi A., Matsunobu S., Mita K., Treen N., Sugihara T., Horie T., Sakuma T., <u>Yamamoto T.</u> , <u>Shiraishi A.</u> , Hamada M., Satoh N., Sakurai K., <u>Satake H.</u> , Sasakura Y. GABA-induced GnRH release triggers chordate metamorphosis. <i>Curr. Biol</i> . <b>30</b> , 1555-1561 e4 (2020).                                   | 筑波大<br>広島大<br>岡山大<br>OIST* |
| 3 | Matsuo R., Kobayashi S., Furuta A., <u>Osugi T.</u> , <u>Takahashi T.</u> , <u>Satake H.</u> , Matsuo Y. Distribution and physiological effect of enterin neuropeptides in the olfactory centers of the terrestrial slug <i>Limax</i> . <i>J. Comp. Physiol. A Neuroethol. Sens. Neural. Behav. Physiol</i> . <b>206</b> , 401-418 (2020). | 福岡女子大<br>徳島文理大             |
| 4 | Mizuno T., <u>Sugahara K.</u> , Tsutsumi C., Iino M., Koi S., Noda N., Iwashina T. Identification of anthocyanin and other flavonoids from the green-blue petals of <i>Puya alpestris</i> (Bromeliaceae) and a clarification of their coloration mechanism. <i>Phytochemistry</i> <b>181</b> , 112581 (2021).                              | 国立科博<br>大阪市大<br>農研機構       |
| 5 | Bandara TAMK., Otsuka K., <u>Matsubara S.</u> , <u>Shiraishi A.</u> , <u>Satake H.</u> , Kimura A. P. A dual enhancer-silencer element, DES-K16, in mouse spermatocyte-derived GC-   | 北海道大                       |

- 2spd(ts) cells. *Biochem. Biophys. Res Commun.* **534**, 1007-1012 (2021).
- 6 Mita M., Osugi T., Matsubara S., Kawada T., Satake H., Katayama H. A relaxin-like gonad-stimulating peptide identified from the starfish *Astropecten scoparius*. *Mol. Reprod. Dev.* **88**, 34-42 (2020). 昭和大
- 7 Kikuchi A., Takayama H., Tsugane H., Shiba K., Chikamoto K., Yamamoto T., Matsugo S., Ishii K., Misu H., Takamura T. Plasma half-life and tissue distribution of leukocyte cell-derived chemotaxin 2 in mice. *Sci. Rep.* **10**, 1-11 (2020). 金沢大
- 8 Tsugawa H., Kabe Y., Kanai A., Sugiura Y., Hida S., Taniguchi S., Takahashi T., Matsui H., Yasukawa Z., Ito H., Takubo K., Suzuki H., Honda K., Handa H., Suematsu M. Short-chain fatty acids bind to apoptosis-associated speck-like protein to activate inflammasomal complex to prevent *Salmonella* infection. *PLoS Biol.* **18**, e3000813 (2020). 慶応大
- 9 Suzuki M., Urabe A., Sasaki S., Tsugawa R., Nishio S., Mukaiyama H., Murata Y., Masuda H., Aung M. S., Mera A., Takeuchi M., Fukushima K., Kanaki M., Kobayashi K., Chiba Y., Shrestha B., Nakanishi H., Watanabe T., Nakayama A., Fujino H., Kobayashi T., Tanino T., Nishizawa N., Namba K. Development of a mugineic acid family phytosiderophore analog as an iron fertilizer. *Nature Commun.* in press (2021). 徳島大  
愛知製鋼(株)  
石川県大  
東京大  
北海道大

\*OIST: Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University

#### 【書籍・レビュー等】 職員

1. Sakai T., Yamamoto T., Matsubara S., Kawada T., Satake H. Invertebrate gonadotropin-releasing hormone receptor signaling and its relevant biological actions. *Int. J. Mol. Sci.* **21**, 8544 (2020).
2. 山垣、藤原、岩本 第8回イオン移動度研究会/第72回イオン反応研究会合同講演会開催報告 質量分析 **68**, 19-20 (2020).
3. 山垣、山崎、木村 液体クロマトグラフィー質量分析におけるキャリーオーバー問題と解決法 質量分析 **68**, 99-105 (2020).
4. 山垣、木村、山崎 LC-MSによる高感度ペプチド定量分析の問題点と解決法：極微量ペプチド標品の吸着と検量線作成 質量分析 **69**, in press (2021).
5. 本郷、本山、山垣 第73回イオン反応研究会講演会開催報告 質量分析 **69**, in press (2021).
6. 菅原、山垣、緒方、山本 質量分析イメージングを用いたビオラ花卉におけるフラボノイド類の可視化 Application Note No.59, 1-8 株式会社島津製作所 (2020).
7. 三田、大杉、高橋、渡辺、佐竹 ヒトデの配偶子放出のメカニズム：ヒトデの放卵・放精はアセチルコリンによる  $Ca^{2+}$ -influxにより誘起される 比較内分泌学 **46(170)**, 79-81 (2020).
8. 高橋 非神経細胞型アセチルコリン受容体を介した腸幹細胞の分化・増殖制御機構の解明 *Precision Medicine* **3(6)**, pp88 (586)-91 (589) (2020).
9. Takahashi T. Comparative aspects of structure and function of cnidarian neuropeptides. *Front. Endocrinol.* **11**, 339 (2020).

10. Morishita F., Takahashi T., Watanabe T., Uto T., Ukena K., Furumitsu M., Horiguchi T. Identification of neuropeptides in gastropod mollusks. -Classical and brand-new approaches-. IOP Conf. Ser.: *Earth and Environ. Sci.* **456**, 012001 (2020).
11. Takahashi T., Shiraishi A. Stem cell signaling pathways in the small intestine. *Int. J. Mol. Sci.* **21**, 2032 (2020).
12. Takahashi T. Multiple roles for cholinergic signaling from the perspective of stem cell function. *Int. J. Mol. Sci.* **22**, 666 (2021).
13. 小埜、村田純、堀川、中山 ゴマリグナン配糖体の生合成経路の全貌解明 バイオサイエンスとインダストリー **78**, 386-391 (2020).
14. Koyama T. Molecular mechanism of leaf morphogenesis. *Int. J. Mol. Sci.* **21**, 5864 (2020).
15. 松原、白石、太杉、川田、佐竹 脊索動物の起源的な卵成熟・排卵制御機構の解明 比較内分生物学 **46** (169), 19-22 (2020).

**【招待講演】 講演者†**

国際学会

なし

国内学会

第 57 回ペプチド討論会 11. 9. -11. 11 (オンライン)

佐竹† Neuropeptides, receptors, and their biological roles in the sister group of vertebrates, *Ciona intestinalis* Type A.

第 31 回万有仙台シンポジウム 10. 17 (オンライン)

島本† タンパク質膜輸送の鍵を握る糖脂質：有機化学からのアプローチ

**【学会等一般発表】 発表者†**

国際学会

なし

国内学会

なし

**【その他講演等】 講演者†**

新学術領域「中分子戦略」令和 2 年度とりまとめシンポジウム 10. 22 (オンライン)

島本† 糖脂質MPIase合成類縁体による膜挿入酵素様活性の機構解明

ビタミン B 研究委員会 2020 (令和 2) 年度シンポジウム 3. 5 2021 (仙台)

堀川† ゴマリグナンの生合成経路の全貌解明に向けた取り組み