

平成30年度 事業報告書

(平成30年4月1日～平成31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研究事業

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。分子イメージング、MS・NMR等の最先端機器分析・構造解析、分子生物学、有機合成化学、バイオインフォマティクス等を基盤技術として、「膜」「代謝」「シグナリング」をキーワードに「分子の機能とその多様性」「分子の生成と創製」の視点から「生物多様性・生物種の維持」「個体レベルの生命現象」「細胞レベルの生命現象」のメカニズム解明に関する研究を推進する。

新たに設定した8課題の5ヵ年計画の2年目にあたり、中西所長とのディスカッションを進めながらスピード感を持って各課題を遂行し、研究成果を学会発表、また論文に投稿して公表した。(*研究代表者)



論文等件数		学会発表等件数	
オリジナル	8	国際	14
共著	8	国内	29
レビュー・書籍等	14	セミナー等	5

平成31年3月末まで。

I. 代謝

I-7. 植物二次代謝物の生体内制御機構の解明 堀川*・原田・大場・寺

・ゴマリグナン生合成酵素とその機能の解明

RNA-Seq解析により、発芽後のリグナン酸化酵素の候補遺伝子を見出した。CYP92B14の大腸菌による合成では、シャペロンの利用と各種条件の最適化により大量合成の目処をつけることができた。セサミノールを特異的に生成する野生種と栽培種、それぞれのCYP92B14の変異体解析から生成物の特異性に関与する活性中心アミノ酸残基を特定することができた。

Tera M., Koyama T., Murata J., Furukawa A., Mori S., Azuma T., Watanabe T., Hori K., Okazawa A., Kabe Y., Suematsu M., Satake H., Ono E., Horikawa M. Identification of a binding protein for sesamin and characterization of its roles in plant growth. *Sci. Rep.* submitted.

・グアニン四重鎖のケミカルバイオロジー研究

寺がチューリッヒ大学留学中に取り組んだ「核酸高次構造への代謝的ラベル化法」および「生物直行型反応を用いた核酸クロスリンク法」の開発の成果を以下の論文に報告した。

Tera M., Harati-Taji Z., Luedtke N.W. Intercalation-enhanced “click” crosslinking of DNA. *Angew. Chem. Int. Ed.* **57**, 15405-15409 (2018).

Tera M., Glasauer S.M.K., Luedtke N.W. In vivo incorporation of azide groups into DNA by using membrane-permeable nucleotide triesters *ChemBioChem* **19**, 1939-1943 (2018).

I-イ. 植物の新規な根圏環境適応機構の解明 村田純*

植物生長促進活性物質の探索を目的として、植物組織および寒天培地から代謝物を含む物質を抽出し、LC-Orbitrap-MS を用いて網羅的に分析した。データ解析ソフトを用いて効率的にデータを解析する手法を検討した。

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*

国立循環器病研究センター研究所とのディスカッションに基づき、マウス脳サンプルからペプチドの抽出と分画を行った。その結果、6種の神経ペプチドを検出でき、標的としていた食欲に関連する4つのペプチドを検出することができた。

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*・渡辺

^{59}Fe の腸での取り込みを調べ、フリーの ^{59}Fe は十二指腸で、 $^{59}\text{Fe}(\text{II})\text{-NA}$ 錯体は近位空腸で吸収されることが分かった。この結果は二価鉄トランスポーターである DMT1 と $^{59}\text{Fe}(\text{II})\text{-NA}$ 錯体トランスポーターである PAT 1 の遺伝子局在と一致することが示された。

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・梅川

・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

MPIase の最小構成単位である 3 糖ピロリン脂質 (mini-MPIase-3) が活性を保持することを確認し、最小活性構造であることを証明した。

Fujikawa K., Suzuki S., Nagase R., Ikeda S., Mori S., Nomura K., Nishiyama K., Shimamoto K. Syntheses and activities of the functional structures of a glycolipid essential for membrane protein integration. *ACS Chem. Biol.* **13**, 2719-2727 (2018).

MPIase 生合成の第一段階として想定した酵素の基質と生成物の標品を合成し、基質を反応させたところ想定どおりの生成物が検出されたことから生合成の第一段階を証明することができた。

Sawasato K., Sato R., Nishikawa H., Iimura N., Kamemoto Y., Fujikawa K., Yamaguchi T., Kuruma Y., Tamura Y., Endo T., Ueda T., Shimamoto K., Nishiyama K. CdsA is involved in biosynthesis of glycolipid MPIase essential for membrane protein integration *in vivo*. *Sci. Rep.* **9**, 1372 (2019).

- ・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

大腸菌内膜のタンパク質挿入を制御する DAG と MPIase の膜物性に及ぼす影響を固体 NMR および蛍光分析により解析し、これらが柔軟性、アシル基の配向性、側方拡散等の膜の物性に相反する影響を及ぼすことで膜挿入活性を制御していることを明らかにした。

Nomura K., Yamaguchi T., Mori S., Fujikawa K., Nishiyama K., Shimanouchi T., Tanimoto Y., Morigaki K., Shimamoto K. Alternation of membrane physicochemical properties by two factors for membrane protein integration. *Biophys. J.* under revision.

III. シグナリング

III-7. 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

- ・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期機構の解明

NK1 および NK2 のダブルコンディショナルノックアウトを想定したマウスでは卵胞の成長が阻害されることが判明した。また NK1 および NK2 遺伝子の破損を確認することが困難だった。NK1 から NK3 の三系路を抑制したマウスの作成を開始し、ヘテロ変異体の作成に成功した。

- ・神経ペプチドが制御するホヤ卵成熟・排卵の分子機構の解明(学振 PD 課題・松原)

ホヤ卵胞の成長段階ごとに細胞を分画し、in vitro で卵成熟と排卵を観察する手法を開発した。この手法を用いてホヤバソプレシンによる卵成熟と排卵の誘導活性を確認し、シグナル伝達系を明らかにした。

- ・GPCR-ペプチド間相互作用の種を超えた新規法則の解明

機械学習モデルとその検証により得られたホヤ特異的なペプチド-GPCR の新規相互作用 11 種を含む 12 種の新規相互作用を決定した成果を論文投稿した。予測器構築プログラム部分を 4 倍以上高速化し、その予測モデル中から内部式の抽出法に基づいて相互作用因子を抽出するプログラムを構築した。

Shiraishi A., Okuda T., Miyasaka N., Osugi T., Okuno Y., Inoue J., Satake H. Novel repertoires of G protein-coupled receptors for neuropeptides. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* **116**, 7847-7856 (2019).

- ・卵胞成長におけるカテプシンファミリー遺伝子関連非コード RNA の役割

ホヤカテプシン H の mRNA の 3' -末端塩基配列を決定した。3' 非翻訳領域にはイントロンが挿入されていないことが分かり、ペプチドがコードされていると予測されるアンチセンス RNA についてスプライシングが起きないことが分かった。このことから、このペプチドが実際に存在する可能性が高まった。

- ・ホヤにおける神経ペプチド支配機構の解明

ホヤ脳におけるペプチドのイメージング MS シグナルを増強させる手法を開発した。異なるトランスジェニック系統間の比較により、ホヤ脳のペプチド分布画像を安定して得ることができるようになった。

・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

蚊と原虫のゲノムに、両方に相同性を持つ多数のコンティグが得られ、これらの中には蚊タキキニンのイントロン上に含まれる蚊特異的なトランスポゾン配列と相同性を示す配列が多く含まれていることが分かった。

・分子の「収斂」による生物多様性の解明

多くのタンパク質や変異体酵素の温度感受性領域を決定するために開発した H/D 交換質量分析解析ソフトウェアについて、構造解析の大幅な時間の短縮を達成し、精密なデータを取得することが可能となった。

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*

mAChR サブタイプ遺伝子を欠損したマウスのうち、M3KO マウスにおいてクリプトのサイズが大きくなっていることが分かった。また M3KO マウスから作成したオルガノイドはワイルドタイプのオルガノイドに比べて成長が促進されることも分かった。これらは M3 を欠損させることで細胞増殖が盛んになった結果であることが示唆され、細胞増殖能を評価する Ki67 抗体や BrdU ラベルにおいて増殖を確認することができた。

Takahashi T., Shiraishi A., Murata J. The coordinated activities of nAChR and Wnt5a signaling regulate intestinal stem-cell function. *Int. J. Mol. Sci.* **19**, e738 (2018).

III-ウ. 葉の発生を実行する分子基盤の解明 小山*・菅原・山垣

シロイヌナズナ芽生えからオーキシンを抽出し、LC-MS で検出する手法を最適化し、オーキシン過剰蓄積型変異体が野生型よりオーキシンを過剰に蓄積していることを物質レベルで確認した。TCP 転写因子の下流情報伝達経路がプロトンポンプを活性化するという仮説を実証する実験系を構築した。

Koyama T., Sato F. The function of *ETHYLENE RESPONSE FACTOR* genes in the light-induced anthocyanin production of *Arabidopsis thaliana* leaves. *Plant Biotechnol.* **35**, 87-92 (2018).

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じた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ました。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ます。今年度は、以下に示す大学等へ 10 件の構造解析等の支援を行いました。

ア. 構造解析支援

① NMR 構造解析支援

生理活性天然有機化合物、高分子集合体の構造解析等を実施した。

支援先：京都橘大学、奈良工業高等専門学校

② MS 構造解析支援

生理活性天然有機化合物、ペプチド等の構造解析、MS イメージング等を実施した。

支援先：福岡女子大学、京都府立大学、神戸大学、武庫川女子大学

③ その他の学術支援について

トランスクリプトーム解析、受容体応答、トランスポーター活性等を支援した。

支援先：昭和大学、徳島大学、奈良先端科学技術大学院大学

【生有研シンポジウム 2018】

2018. 12. 4 分子で解き明かす生命現象～生体分子を「見る」「捕まえる」「操作する」～

複雑な生命現象の中には、ゲノム情報に直接書き込まれていない有機小分子、核酸高次構造、タンパク質、糖質、脂質間の相互作用様式の変化によって引き起こされるものも多く、これらの作用機構を明らかにするためには、遺伝子配列を調べるだけでは不十分である。生科財団では、分子を中心に据えた生命現象の解明を目指しており、そのためには、目的の生体分子(核酸、タンパク質など)を選択的に「捕まえ」、「見て」、「操作する」技術と手法が必要となる。本シンポジウムでは、生体分子と選択的に反応する化合物(反応)の開発、生体分子の状態・局在・相互作用を可視化・解析する技術、得られた情報を医学、薬学、生物学へ応用していく研究分野の気鋭の若手研究者を講師に招き、最先端の研究に触れる機会とする。また、本分野を先導されている第一線の研究者に特別講演をお願いし、分子で解き明かす生命現象の視点を学ぶとともに、当該分野における人脈形成に役立てる。

荒木保幸（東北大学多元物質科学研究所）「過渡分光法を用いて核酸に結合する色素の動的な側面を覗く」

平野智也（東京医科歯科大学生体材料工学研究所）「ライブラリー、天然物からの新たな構造要素の探索に基づく光機能性分子の開発」

寺 正行（生有研）「代謝的ラベル化と近接効果を利用したゲノム DNA クロスリンク」

神谷由紀子（名古屋大学大学院工学研究科）「人工核酸を活用した遺伝子発現を制御する機能性核酸の開発」

塩見春彦（慶應義塾大学医学部）「宿主細胞と転移因子の相互作用」

7回目を迎えた今回の生有研シンポジウムは、「核酸」を中心トピックに、物理化学、有機合成化学、分子生物学を横断的にカバーするため新進気鋭の先生方3名を招待するとともに、寺正行研究員の研究も紹介した。また、慶応大学医学部・塩見春彦先生には特別講演をお願いした。聴衆には関西の大学8研究室から33名の若手研究者や大学院生、学部学生が参加した。2012年から続くこのシンポジウムでは、学生・院生に積極的な質問とディスカッションを促し、Best Discussion 賞を贈って将来の科学人材育成を目的の一つとしている。化学系研究室からの参加者が多かったにもかかわらず、今回のような学際的なトピックにも数多くの鋭い質問が飛び出し、講師の懇切な説明、充実した議論が繰り広げられた。懇親会では、講師を中心に年齢や分野を超えた交流が行われ、親睦を深めるとともに、財団研究員も自らの研究を顧みる貴重な機会となった。

【第4回 NAIST-SUNBOR 最先端融合セミナー】2018.9.7

本セミナーでは開催ごとに異なるトピックで NAIST、SUNBOR それぞれから研究領域に近い研究者を演者—コメンテータのペアとして選択し、参加者を含めて具体的な議論を深めることを試みている。今回は動物の精妙な組織・器官形成を制御する低分子化合物、ペプチド、タンパク質などのシグナル分子の性状およびそれらを介した伝達経路の解明、および組織・器官を人為的に作り出すツールとしての異種キメラの有用性について4名の演者による研究発表があり、活発に議論が交わされた。

演者： 笹井紀明准教授 (NAIST) 組織形成におけるシグナル活性のダイナミクス

コメンテータ： 松原 伸 (学振 PD・SUNBOR)

演者： 高橋俊雄 (SUNBOR) 代謝型ムスカリン性 ACh 受容体を介した腸上皮幹細胞の恒常性維持機構

コメンテータ： 磯谷綾子准教授、由利俊祐助教 (NAIST)

演者： 磯谷綾子准教授 (NAIST) 新たな動物モデル異種間キメラ動物の活用 コメンテータ：高橋俊雄 (SUNBOR)

演者： 松原 伸 (学振 PD・SUNBOR) ホヤバソプレシンによる卵成熟・排卵制御機構の解明

コメンテータ： 笹井紀明准教授 (NAIST)

参加者：NAIST より 16 名、SUNBOR より 14 名、合計 30 名

【第5回 NAIST-SUNBOR 先端融合セミナー】2019.3.26

今回のセミナーでは、NAIST から情報科学領域、物質創成科学領域の研究者、SUNBOR からは機械学習および核酸化学の研究者を演者として、それぞれデータサイエンスおよび化学プローブ合成に関する研究を紹介した。従来のバイオサイエンスと異なる切り口により、新たな交流が行われた。

演者： 小野直亮准教授 (NAIST) 分子畳み込みニューラルネットワークを用いたアルカロイド代謝パスウェイの推定モデル コメンテータ： 白石 慧 (SUNBOR)

演者： 白石 慧 (SUNBOR) 機械学習を用いた相互作用予測による生物種特異的ペプチド受容体の決定

コメンテータ： 小野直亮准教授 (NAIST)

演者： 谷本裕樹助教 (NAIST) 他成分の自在集積化を目指したマルチアジド分子の反応制御

コメンテータ： 寺 正行 (SUNBOR)

演者： 寺 正行 (SUNBOR) 代謝的ラベル化とクリック試薬を利用したゲノム DNA クロスリンク

コメンテータ： 谷本裕樹助教 (NAIST)

参加者：NAIST より 15 名、SUNBOR より 9 名、合計 24 名

【セミナー】

2018.4.26 末松 誠先生(慶應義塾大学客員教授) 表面増強ラマンイメージング—代謝システムを把握する新しいメタボロミクス技術の医学応用—

2018.7.26 峠 隆之先生(奈良先端科学技術大学院大学准教授) 植物二次代謝機能ゲノミクスとその応用に向けて

2018.11.20 田口英樹先生(東京工業大学教授) 分子シャペロン研究から「新生鎖の生物学」へ

2019.3.1 矢木真穂先生(自然科学研究機構生命創成探求センター助教) 神経変性疾患の解明を目指した構造生物学研究

2019.3.6 田口悟朗先生(信州大学准教授) タバコ培養細胞における配糖体化・マロニル化による異物排除・蓄積機構

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る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、平成 30 年度は、「内因性代謝物による生体機能制御機構およびその共通性と特殊性の解明」に関連する課題を募集課題とした。

・課題の説明

生体内では、種々の内因性物質が「代謝」を受け、その代謝物が生殖、成長、エネルギー変換、高次脳機能といった生体機能を制御していることが明らかになりつつある。このような代謝物の分子レベル・機能レベルでの研究を通して、生体機能制御機構およびその共通性や特殊性の解明を目指す研究を対象とする。但し、ヒトが医薬品や健康食品等を摂取した際の代謝物に関する研究は対象外とする。

・募集対象者

SUNBOR GRANT の趣旨に合致する個人型研究、萌芽型研究を行っている若手研究者（概ね 42 歳以下。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（平成 30 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の研究に限定し、がん等の疾病の診断等の医療応用や臨床応用等を目的とする研究者、ならびに医薬品もしくは健康食品等の開発を目的とする研究者を除く。

・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。

64 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 7 件を採択した。助成額について表 1 上位にある 2 件を 1,000 千円/とし、他の 5 件を 800 千円/とした。それぞれ 3 年間支給する。

1	高橋秀行	公益財団法人岩手生物工学研究センター	主任研究員	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	福島エリオデット	大阪大学大学院工学研究科	講師	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

上記の 7 件と表 2 に示した平成 29 年度採択 6 件、平成 28 年度採択 5 件と合わせて合計 18 件の助成を実施した。

平成 29 年度採択				
1	朝比奈雄也	大阪大学蛋白質研究所	助教	1,000
2	倉永健史	北海道大学大学院薬学研究院創薬科学部門	講師	1,000
3	田中知成	京都工芸繊維大学繊維学系	助教	1,000
4	原 倫太郎	東京理科大学薬学部生命創薬科学科	助教	1,000
5	高橋大介	慶應義塾大学理工学部応用化学科	准教授	1,000
6	田中秀則	岐阜大学生命の鎖センター	助教	1,000
平成 28 年度採択				
1	北岸宏亮	同志社大学理工学部機能分子・生命化学科	准教授	1,000
2	岡田正弘	東京大学大学院薬学系研究科天然物化学	准教授	1,000
3	高鳥 翔	東京大学大学院薬学系研究科機能病態学	助教	1,000
4	西川恵三	大阪大学免疫学フロンティア研究センター	准教授	1,000
5	水田賢志	長崎大学大学院医歯薬学総合研究科新興感染症病態制御学	助教	1,000

表 3. 平成 30 年度 SUNBOR GRANT 予算と実績 (単位: 千円)

予算	実績	件数(継続+新規)
18,000	17,000	18(11+7)

イ. 奨学金制度(SUNBOR SCHOLARSHIP)

平成 29 年度から継続する奨学生 4 名に加えて平成 30 年度に採択した奨学生 9 名 (表 4) の計 13 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 4. SUNBOR SCHOLARSHIP 給付先

	大学院・研究科・専攻	学年 (H30. 4. 1)
平成 29 年度採択		
1	九州大・システム生命科学・システム生命科学	D3
2	北海道大・総合化学・総合化学	D3
3	京都大・薬学・薬科学	D2
4	九州大・理学・化学	D2
平成 30 年度採択		
1	慶應大・理工学・総合デザイン工学	D2秋
2	徳島大・薬科学・創薬科学	D1
3	東京農工大・工学・生命工学	D2
4	群馬大・理工学・物質生命理工学	D1
5	東北大・理学・化学	D1
6	北海道大・生命科学・生命科学	D1
7	岩手大・連合農学・寒冷圏生命システム学	D2
8	名古屋大・理学・物質理学	D2
9	京都大・薬学・薬科学	M2秋

表 5. 平成 30 年度 SUNBOR SCHOLARSHIP 予算と実績 (千円)

予算	実績	件数(継続+新規)
11,520	9,360	13 (4+9)

期中に日本学術振興会特別研究員 DC 採用により、6 名が平成 30 年度奨学金を辞退することになった。また、本期間に平成 31 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 163 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、42 名を二次選考に進めた(うち、2 名が学振 DC 採用により二次選考を辞退した)。3 月 15 日の選考委員会において、応募のあった 39 名の指導教授等の推薦状および自己紹介書を審議し、9 名を採択した (表 6)。

表 6. 平成 31 年度 SUNBOR SCHOLARSHIP 採択者

	大学院・研究科・専攻	学年 (H31.4.1)
1	東京大・農学生命科学・応用生命化学	D1
2	大阪大・基礎工学・物質創成	D2
3	京都大・農学・応用生命科学	D1
4	筑波大・数理物質科学・物性・分子工学	D1
5	北海道大・水産科学・海洋応用生命科学	D1
6	大阪大・理学・化学	D1
7	名古屋工業大・工学・共同ナノメディシン科学	D1
8	九州大・総合理工学・物質理工学	D2
9	名古屋大・生命農学・応用生命科学	D2

平成 26 年度より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を開始した。平成 30 年度までに辞退した 8 名の内、1 名より本制度に応募があり、選考委員会において審議の結果、辞退した 1,440 千円を支給することを決定した。

辻 将吾	平成 26 年度奨学生 3 年間支給、平成 27 年学振 DC 採用により 27, 28 年度辞退	
	国立長寿医療研究センター中枢老化・睡眠制御研究プロジェクトチーム	流動研究員

イ. 研究集会助成制度

32 件（国際 11 件、国内 21 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 11 件（内容、開催規模等に応じて@50 千円～100 千円）、国際 4 件（内容、開催規模等に応じて@100 千円～300 千円）の計 15 件の助成を実施した（表 7）。

表 7. 平成 30 年度研究集会助成

期日	学術集会名	国内 国際	金額 千円
8. 4-6	第 19 回若手 NMR 研究会	国内	50
5. 26	第 65 回日本生化学会近畿支部例会	国内	50
7. 19-20	生体機能関連化学部会若手の会第 30 回サマースクール	国内	50
11. 26-27	第 16 回日本糖鎖科学コンソーシアムシンポジウム	国内	50
11. 16	蛋白質研究所創設 60 周年記念国際シンポジウム	国際	50
7. 4-6	第 53 回天然物化学談話会	国内	50
11. 12-16	第 14 回国際有機化学京都会議	国際	200
8. 27-30	第 58 回生物物理若手の会夏の学校	国内	50
12. 3-7	第 10 回国際ペプチドシンポジウム	国際	100
9. 8	第 6 回バイオ関連化学シンポジウム若手フォーラム	国内	50
11. 9-11	第 43 回日本比較内分泌学会大会およびシンポジウム	国内	50
10. 26, 27	第 2 回バイオリジカル・マススペクトロメトリー(BMS)シンポジウム	国内	50
2019 年度開催			
9. 29-10. 3	11 th International Conference on Proteoglycans	国際	100
7. 22-24	日本核酸化学会設立記念国際シンポジウム	国内	50
5. 15-17	日本発生物学会(第 52 回大会)-アジア太平洋発生物学会ネットワーク国際合同大会	国内	50

表 8. 平成 30 年度研究集会助成予算総額と実績（千円）

予算	実績	採択件数（国際+国内）
1,000	1000	15 (4+11)

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運営や大学等への非常勤講師派遣など、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開設・実施

大阪大学とのクロスアポイントメント協定により、平成 29 年 12 月 1 日より平成 31 年 3 月 31 日まで、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とした。平成 30 年度は毎月 2 日程度を同大学院に勤務し（合計 24 日間）、集中講義「生体膜を介する物質輸送と情報伝達」および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）、学位論文副査（3 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 30 時間の集中講義として実施した。

ウ. 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、採用等は行わなかった。なお、1名が日本学術振興会特別研究員(PD)として研究を継続実施した。

エ. 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	神戸大学大学院工学研究科
	非常勤講師	北海道大学大学院生命科学院
	幹事	日本比較内分泌学会
	Frontiers in Endocrinology 誌	Associate editor
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
島本啓子	特任教授	大阪大学大学院理学研究科
	客員研究員(客員教授)	大阪市立大学大学院理学研究科
	幹事	日本化学会生体機能関連化学部会
	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
	さきがけ領域アドバイザー	科学技術振興機構
	科学研究費委員会専門委員	日本学術振興会
	世話人	関西グライコサイエンスフォーラム
山垣 亮	部会長	日本質量分析学会イオン反応研究会
野村 薫	特別研究員等審査会専門委員	日本学術振興会
	国際事業委員会書面審査員・書面評価員	日本学術振興会
	卓越研究員候補者選考委員会書面審査員	日本学術振興会
	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
村田 純	科学技術動向研究センター専門調査員	文部科学省
	非常勤講師	東京理科大学
白石 慧	非常勤講師	京都大学大学院薬学研究科
梅川雄一	招聘教員	大阪大学大学院理学研究科化学専攻
堀川 学	幹事	近畿化学協会合成部会
藤川紘樹	世話人	グライコサイエンス若手の会
	TIGG グライコトピックレポーター	FCCA (Forum: Carbohydrates Coming of Age)

① 大学等の学外での科学教育について以下の支援を行った。

・学校法人雲雀丘学園高等学校生徒への教育支援

同校の進路指導計画に賛同し、理系への進学動機付けの一助として、平成24年から継続して毎年春と夏の2回、研究体験を実施している。平成30年度の春休み期間には、第2,3学年の生徒36名を受入れ、分子生物学分野の講義と実習からなる課外授業を実施した。また、夏休み期間中、本授業参加者のうち6名に1週間の生物学や分子生物学(質量分析を含む)関連の実験と成果発表を体験させた。うち、1名は、当財団研究員の指導により、実施内容について第41回日本分子生物学会年会高校生発表会でポスター発表を行った。

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
本受託事業の収益を1. から4. までの公益事業推進のための原資としている。本年度は企業2社の受託研究を行った。

6. 財団・研究所要員

研究部に1名の嘱託職員を採用した(平成30年7月31日退職)。また、University of Zurichへ留学していた1名の研究部職員が平成30年9月に帰任した。

種別	事務局企画部			研究部			計		
	期首	期末	増減	期首	期末	増減	期首	期末	増減
職員	—	—	—	20	20	—	20	20	—
計	—	—	—	20	20	—	20	20	—
博士客員	—	—	—	—	—	—	—	—	—
嘱託職員	3 ^{*1}	3 ^{*1}	—	1	1 ^{*1}	—	4	4	—
協力研究員	—	—	—	4	3	-1	4	3	-1
計	—	—	—	5	4	-1	8	7	-1
合計	3	3	—	25	24	-1	28	27	-1

*1: 定年退職者の高齢者雇用促進法に基づく嘱託職員を含む。

研究成果リスト（～2019年3月末）

【受賞】職員・受賞者†

第 37 回日本糖質学会ポスター賞 8. 28-30, 2018（仙台）

藤川†, 鈴木, 池田, 森, 野村, 西山, 島本. 大腸菌膜タンパク質膜挿入に関与する糖脂質 MPIase 部分構造の合成と活性.

生命医薬情報学連合大会 (IIBMP2018) 最優秀発表賞 9. 19-21, 2018（山形）

白石†, 奥田, 宮坂, 大杉, 佐竹. 相互作用パターン抽出による生物種ワイドな相互作用予測法の開発.

【学術論文】職員

オリジナル論文

- 1 Fujikawa K., Suzuki S., Nagase R., Ikeda S., Mori S., Nomura K., Nishiyama K., Shimamoto K. Syntheses and activities of the functional structures of a glycolipid essential for membrane protein integration. *ACS Chem. Biol.* **13**, 2719-2727 (2018).
- 2 Tera M., Harati-Taji Z., Luedtke N.W. Intercalation-enhanced “click” crosslinking of DNA. *Angew. Chem. Int. Ed.* **57**, 15405-15409 (2018).
- 3 Tera M., Glasauer S.M.K., Luedtke N.W. In vivo incorporation of azide groups into DNA by using membrane-permeable nucleotide triesters *ChemBioChem* **19**, 1939-1943 (2018).
- 4 Mori S., Sugahara K., Maeda M., Shimamoto K., Iwashita T., Yamagaki T. A truncated palytoxin analogue, palytoxin carboxylic acid, isolated as an insecticidal compound from the red alga, *Chondria armata*. *Tetrahedron Lett.* **59**, 4420-4425 (2018).
- 5 Takahashi T., Shiraishi A., Murata J. The coordinated activities of nAChR and Wnt5a signaling regulate intestinal stem-cell function. *Int. J. Mol. Sci.* **19**, e738 (2018).
- 6 Koyama T., Sato F. The function of *ETHYLENE RESPONSE FACTOR* genes in the light-induced anthocyanin production of *Arabidopsis thaliana* leaves. *Plant Biotechnol.* **35**, 87-92 (2018).
- 7 Sugahara K., Kitao K., Watanabe T., Yamagaki T. Imaging mass spectrometry analysis of flavonoids in blue viola petals and their enclosure effects on violanin during color expression. *Anal. Chem.* **91**, 896-902 (2019).
- 8 Shiraishi A., Okuda T., Miyasaka N., Osugi T., Okuno Y., Inoue J., Satake H. Novel repertoires of G protein-coupled receptors for neuropeptides. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* **116**, 7847-7856 (2019).

共同研究・学術支援等による共著論文

- 1 Murakami Y., Iwabuchi H., Horikawa M., Mori S., Ohba Y., Fukami H. Isolation and identification of a volatile compound in habanero pepper (*Capsicum chinense*). *J. Oleo Sci.* **67**, 1219-1225 (2018)
- 2 Okitsu N., Matsui K., Horikawa M., Sugahara K., Tanaka Y. Identification and characterization of novel *Nemophila menziesii* flavone glucosyltransferases that catalyze biosynthesis of flavone 7,4'-O-diglucoside, a key component of blue metalloanthocyanins. *Plant Cell Physiol.* **59**, 2075-2085 (2018).

共同先

京都学園
大, 三栄源

SIC

- 3 Ono E., Murata J., Toyonaga H., Nakayasu M., Mizutani M., Yamamoto M.P., Umezawa T., Horikawa M. Formation of a methylenedioxy bridge in (+)-epipinoresinol by CYP81Q3 corroborates with diastereomeric specialization in sesame lignans. *Plant Cell Physiol.* **59**, 2278-2287 (2018). SIC
- 4 Fujimaki T., Mori S., Horikawa M., Fukui Y. Isolation of proanthocyanidins from red wine, and their inhibitory effects on melanin synthesis in vitro. *Food Chem.* **248**, 61-69 (2018). SIC
- 5 Satoh T, Iitsuka T, Shiraishi A., Hozumi A, Satake H., Sasakura Y. piRNA-like small RNAs are responsible for the maternal-specific knockdown in the ascidian *Ciona intestinalis* Type A. *Sci Rep.* **8**, 5869 (2018). 筑波大
- 6 Sawasato K., Sato R., Nishikawa H., Imura N., Kamemoto Y., Fujikawa K., Yamaguchi T., Kuruma Y., Tamura Y., Endo T., Ueda T., Shimamoto K., Nishiyama K. CdsA is involved in biosynthesis of glycolipid MPIase essential for membrane protein integration *in vivo*. *Sci. Rep.* **9**, 1372 (2019). 岩手大
- 7 Morishima K., Nakamura N., Matsui K., Tanaka Y., Masunaga H., Mori S., Iwashita T., Li X., Shibayama M. Formation of clusters in whiskies during the maturation process. *J. Food Sci.* **84**, 59–64 (2019). SIC, 東大, JASRI /Spring-8
- 8 Yasuno Y., Mizutani I., Sueuchi Y., Wakabayashi Y., Yasuo N., Shimamoto K., Shinada T. Catalytic asymmetric hydrogenation of dehydroamino acid ester with biscarbamate protection and its application to synthesis of xCT inhibitor. *Chem. Eur. J.* in press. 大阪市大

【書籍・レビュー等】 職員

1. 藤川. シャペロン様活性を有する糖鎖類縁体. *Trends in Glycoscience and Glycotechnology* **30**, E241-E243; J201-J202 (2018).
2. 堀川, 山本, 小埜, 村田純. ひらけごま！見えてきた ゴマリグナンの生合成機構. *化学と生物* **56**, 738-746 (2018).
3. 山本, 堀川, 村田純, 小埜. 代謝酵素が広げるゴマリグナンの多様性. *Sesame Newsletter* (日本ゴマ科学会誌) (2018).
4. 山垣. UV-MALDI-MSによるフラボノイド配糖体構造異性体の識別とレーザー励起による水素ラジカル脱離. *質量分析* **66**, 197-203 (2018).
5. 山垣. 特集：MSによる生体分子の異性体分離と分析. *質量分析* **66**, 181-182 (2018).
6. 村田佳. ムギネ酸. 天然物の化学 II (科学のとびら 64) 自然からの贈り物 上村大輔編, 東京化学同人 第20章, 130-140 (2018).
7. Namba, Murata Y. Organic Chemistry Research on the Mechanism Elucidation of Iron Acquisition in Barley. *Biol. Pharm. Bull.* **41**, 1502-1507 (2018).
8. 小山. 葉の形を決めるマイクロRNAネットワーク. *化学と生物* **56**, 774-776 (2018).
9. Koyama. A hidden link between leaf development and senescence. *Plant Sci.* **276**, 105-110 (2018).

10. 梅澤, 山村, 小埜, 白石. サフェンドリ・コマーラ・ラガムスタリ. リグナン OMT に関する最新研究動向. 木材学会誌 **65**, 1-12 (2019).
11. Takahashi. Organoids for drug discovery and personalized medicine. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.* **59**, 447-462 (2019).
12. 藤川, 西山, 島本. 大腸菌膜タンパク質の膜挿入に関与する酵素様糖脂質 MPIase. *Trends in Glycoscience and Glycotechnology* (2019) in press.
13. Takahashi. Cnidarian peptide signaling molecules. In: *Advances Invertebrate (Neuro)Endocrinology*, (Eds. Saleuddin S., Lange A.B., Orchard I.), Apple Academic Press, USA. in press.
14. Satake. Ascidian neuropeptides and peptide hormones. In: *Advances in Invertebrate (Neuro)Endocrinology* (Eds. Saleuddin S., Lange A.B., Orchard I.), Apple Academic Press, USA. in press

【招待講演】 講演者†

国際学会.

IUPAC Workshop Advances in Analytical Chemistry II. 4.27, 2018 (Nara)

Sugahara†. Localization analysis of flavonoids using imaging MS for blue flower petals and investigation of the coloring mechanism.

Sesame Workshop at Oil Crop Research Institute (OCRI), Chinese Academy of Agricultural Sciences. 7.23, 2018 (Wuhan, China)

Murata J†. Sesame CYP92B14 catalyzes unique oxidation steps of (+)-sesamin.

国内学会

第 43 回日本比較内分泌学会若手企画シンポジウム 11. 9, 2018 (仙台)

酒井†. 脊索動物ホヤの初期卵胞におけるカテプシン遺伝子の多様な RNA 発現.

平成 30 年度内外環境応答・代謝酵素研究会 11. 23-24. 2018 (鳥取)

堀川†. ゴマリグナンの生合成と植物におけるその機能.

第 16 回糖鎖科学コンソーシアムシンポジウム 11. 26-27. 2018 (東京)

島本†. 膜タンパク質膜挿入に関わる糖脂質 -構造と機能-.

第 7 回植物二次代謝フロンティアシンポジウム 12. 7-8, 2018 (大津)

村田純†. ゴマリグナン生合成のひみつ.

植物特化代謝研究の新潮流 12. 11-12, 2018 (仙台)

村田純†. 古くて新しい植物の特化代謝物、アセチルコリン.

【学会等一般発表】 発表者†

国際学会

The 3rd Meeting on Fluorescent Biomolecules and Their Building Blocks –Design and Applications. 6.30-7.3, 2018 (Glasgow, UK)

Tera†, Luedtke. Fluorescent labeling of duplex DNA by water soluble Sondheimer diyne

19th International Symposium on Iron Nutrition and Interaction in Plants (ISINIP). 7.9-13, 2018 (Taipei, Taiwan)

Murata Y[†], Yoshida, Watanabe, Namba. Iron absorption in small intestine mediated by a plant-derived chelator nicotianamine.

Plant Biology. 7.14-18, 2018 (Montreal, Canada)

Koyama[†], Sato, Ohme-Takagi. Impacts of miR319 and its target TCP genes in leaf development.

29th International Carbohydrate Symposium (ICS). 7.14-19, 2018 (Lisbon, Portugal)

Fujikawa[†], Suzuki, Nagase, Ikeda, Mori, Nomura, Nishiyama, Shimamoto. Syntheses and activities of the functional structures of a glycolipid essential for membrane protein integration.

Nomura, Mori, Fujikawa, Maeda, Yamaguchi, Nishiyama, Shimamoto[†]. Characterization of MPIase, a glycolipid essential for the membrane protein integration.

2nd International BMS Symposium 2018 in Kyoto. 10.26-27, 2018 (Kyoto)

Yamagaki[†], Sugahara, Watanabe. N-Containing compounds reduction/oxidation reaction in matrix-assisted laser desorption/ionization process and their generating ion species.

Sugahara[†], Kitao, Yamagaki, Koyama. An investigation of a simple preprocessing method toward quantitative analysis of indole-3-acetic acid and its congeners in *Arabidopsis thaliana*.

The 45th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry. 11.7-9, 2018 (Kyoto)

Tera[†], Luedtke. Metabolic labeling and intercalation-directed “click” crosslinking of DNA.

The 14th International Kyoto Conference on New Aspects of Organic Chemistry (IKCOC-14). 11.12-16, 2018 (Kyoto)

Fujikawa[†], Suzuki, Nagase, Ikeda, Mori, Nomura, Nishiyama, Shimamoto. Syntheses and activities of the functional structures of MPIase, a glycolipid essential for membrane protein integration in *E. coli*.

Tera[†], Luedtke. Intercalation-directed bifunctional “click” cross-linker.

The 4th International Symposium on Middle Molecular Strategy (ISMMS-4). 11.30-12.1, 2018 (Sendai)

Shimamoto[†], Nomura, Mori, Fujikawa, Nishiyama. Activities of MPIase derivatives, effects on physicochemical properties of membranes.

国内学会

日本膜学会第40年会 5.8-9, 2018 (東京)

野村[†], 谷本, 林, 原田, 単, 塩生, 土方, 白井, 森垣, 島本. 固体 NMR を用いたイモリの肢再生制御蛋白質におけるアンカリングの役割の解明.

第29回日本微量元素学術集会 7.7-8, 2018 (名古屋)

村田佳[†], 吉田, 渡辺, 難波. 植物性食物由来のキレート化合物、ニコチアミンによる小腸での鉄吸収.

第37回日本糖質学会年会 8.28-30, 2018 (仙台)

藤川[†], 鈴木, 池田, 森, 野村, 西山, 島本. 大腸菌膜タンパク質膜挿入に關与する糖脂質 MPIase 部分構造の合成と活性.

第 66 回質量分析学会総合討論会/日本プロテオーム学会 2018 年合同大会 5. 15-18, 2018 (吹田)

渡辺[†], 東, 堀川, 山垣. LC-PDA-MS/MS による黄色花中のカロテノイドエステル異性体の迅速同定.

山垣[†], 市田, 渡辺, 荒川, 菅原. MALDI-TOFMS によるクロロゲン酸の構造異性体識別.

山本[†], 佐竹. MALDI MS によるタンパク質 H/D 交換解析の高度化.

第 5 回 FCCA シンポジウム・グライコサイエンス若手フォーラム 2018 8. 31, 2018 (仙台)

藤川[†], 鈴木, 池田, 森, 野村, 西山, 島本. 大腸菌膜タンパク質膜挿入に關与する糖脂質 MPIase 部分構造の合成と活性.

第 12 回バイオ関連化学シンポジウム 9. 9-11, 2018 (吹田)

森[†], 野村, 山口, 島内, 谷本, 森垣, 藤川, 西山, 島本. 蛋白質膜挿入因子 MPIase と抑制因子 DAG による膜物性変化.

日本動物学会 89 回札幌大会 9. 13-15, 2018 (札幌)

高橋[†], 白石, 村田純. チャネル型 nAChR シグナルは Wnt シグナルを介して腸上皮幹細胞を制御する.

川田[†], 白石, 堀江, 笹倉, 佐竹. 遺伝子破壊体を用いたカタユウレイボヤバソプレシンの機能解析.

大杉[†], 白石, 松原, 佐竹. コレシストキニン・ガストリンのホモログ cionin のホヤ卵胞における機能解析.

松原[†], 白石, 大杉, 川田, 佐竹. バソプレシン様ペプチドによるホヤの卵成熟・排卵制御機構.

酒井[†], 松原, 白石, 佐竹. ホヤの初期卵胞におけるカテプシン H 非翻訳領域のアンチセンス RNA 発現.

日本植物学会第 82 回大会 9. 14-16, 2018 (広島)

水野, 菅原, 飯野, 岩科. ヒスイラン (*Puya alpestris*) の花に含まれるフラボノイド.

第 60 回天然有機化合物討論会 9. 26-28, 2018 (久留米)

藤川[†], 鈴木, 池田, 森, 野村, 西山, 島本. 大腸菌の膜タンパク質膜挿入に必須な糖脂質 MPIase 類縁体の合成と活性.

生命科学系フロンティアミーティング 2018 10. 5-7, 2018 (静岡)

白石[†], 奥田, 宮坂, 大杉, 佐竹. 機械学習を用いた相互作用予測による生物種特異的ペプチド受容体の決定.

第 43 回日本比較内分泌学会大会及びシンポジウム 11. 9-11, 2018 (仙台)

高橋[†], 白石, 村田純. チャネル型ニコチン性アセチルコリン受容体を介した腸上皮幹細胞の制御.

内外環境応答・代謝酵素研究会 11. 23-24, 2018 (鳥取)

原田[†], 村田純, 太田, 小埜, 豊永, 白石, 山本, 堀川. ゴマのリグナン代謝に關わる酵素 CYP92B14 の酵素活性.

日本比較生理生化学会第 40 回神戸大会 11. 23-25, 2018 (神戸)

高橋[†]. Intestinal stem cell homeostasis via muscarinic acetylcholine receptors.

第 40 回日本分子生物学会年会 11. 28-30, 2018 (横浜)

村田佳[†], 吉田, 渡辺, 難波. 植物性キレート化合物、ニコチアナミンによる小腸での鉄吸収効果.

川田[†], 堀江, 笹倉, 白石, 佐竹. 遺伝子破壊体を用いたカタユウレイボヤバソプレシンの機能解析

山本[†], 佐竹. MALDI MS による多条件下タンパク質の H/D 交換解析高度化

酒井[†], 松原, 白石, 川田, 高橋, 佐竹. 尾索動物ホヤの初期卵胞におけるカテプシン H 非翻訳領域のアンチセンス RNA 発現

第 6 回新学術領域研究「反応集積化が導く中分子戦略：高次生物機能分子の創製」若手シンポジウム
3. 7-8, 2019 (福岡)

寺†. 代謝的ラベル化と高速クリック反応による DNA クロスリンク

日本化学会第 99 春季年会 3. 16-19, 2019 (神戸)

楠本†, 山垣, 菅原, 竹内. 4-Galloyl paeoniflorin のナトリウムイオン付加分子のフラグメンテーション反応経路に関する量子化学的研究

日本農芸化学会 2019 年度大会 3. 24-27, 2019 (東京)

藤川†, 梅川, 鈴木, 西山, 島本. 大腸菌の膜タンパク質膜挿入機構解明を目指した蛍光標識 MPIase 類縁体の合成.

太場†, 東, 小埜, 豊永, 白石, 原田, 村田純, 堀川. 発芽後のゴマ種子におけるリグナン配糖体およびそれらの配糖体化酵素の同定.

【その他講演等】 講演者†

星薬科大学セミナー 5. 2, 2018 (東京)

高橋†. 非神経性アセチルコリンが制御する腸幹細胞の分化・増殖、維持機構の解明.

第 23 回天然物合成勉強会 5. 26-27, 2018 (大阪)

藤川†, 鈴木, 永瀬, 池田, 森, 野村, 西山, 島本. 大腸菌の内膜で膜タンパク質の膜挿入に関わる糖脂質 MPIase の部分構造の合成.

東京理科大学理工学部農理工学際連携コース講義 7. 4, 2018 (野田)

村田純†. 分野の「垣根」を超えてみよう：植物生化学の場合.

大阪府立大学応用生命科学域コロキウム 10. 29, 2018 (堺)

村田純†. ゴマリグナン生合成の不思議な酵素、CYP92B14.

植物特化代謝に関する討論会「植物特化代謝研究の新潮流」12. 11-12, 2018 (仙台)

堀川†. ゴマリグナンの生合成と植物におけるその機能.