

Science

2015 Issue

Japanese Scientists in *Science* 2014

サイエンス誌に載った
日本人研究者



COSMO BIO CO., LTD.
Inspiration for Life Science



このJapanese Scientists in *Science* 2014では、2014年の1年間にサイエンス誌に論文が掲載された日本人研究者・グループを紹介しています。誌面の都合上、または著者本人のご意向により、すべての日本人著者を紹介しているわけではありませんが、その旨ご了承ください。

所属名、共著者名、本文から図表の選定まで、すべて著者の皆様からご提供いただいたものです。特に、掲載論文については、日本語で分かりやすくご解説いただいておりますので、サイエンス誌に掲載された図表とは異なるものを使用している場合があります。また、記載の所属先やメールアドレス、URLなど一切の情報は、2015年1月時点のものになります。

内容については細心の注意を払っていますが、情報の正確性、専門性について発行者はいかなる責任を負うものではありません。正確な情報は、必ず原文にてご確認ください。

発行元

American Association for the Advancement of Science (AAAS)
1200 New York Avenue, NW
Washington, DC 20005
USA

協賛

コスモ・バイオ株式会社
〒135-0016 東京都江東区東陽 2-2-20 東陽駅前ビル
TEL : 03-5632-9610 FAX : 03-5632-9619
<http://www.cosmobio.co.jp>

企画・翻訳・編集

株式会社アスカコーポレーション (Science Japan Customer Service Office)
〒541-0046 大阪市中央区平野町 1 丁目 8-13 平野町八千代ビル 6F
TEL : 06-6202-6272 FAX : 06-6202-6271
<http://www.asca-co.com>

表紙デザイン

株式会社大伸社 東京本社
〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷 2-9-9
TEL : 03-3405-0603 FAX : 03-3405-0653
<http://www.daishinsha.co.jp/>

発行日

2015 年 3 月

Science

Japanese Scientists in *Science* 2014

サイエンス誌に載った日本人研究者

ご挨拶

米国科学振興協会(AAAS)の公式刊行物である*Science*は、創刊から135年を迎える今も、世界をリードする科学学術誌として、あらゆる分野の科学研究をリードしています。姉妹誌である*Science Signaling*、*Science Translational Medicine*とともに、重要な科学的知見を毎週発信しています。

2014年の科学的進歩を振り返ると、*Science*は最も顕著な10項目の科学的業績(Breakthrough of the Year 2014)のトップに、欧州宇宙機関(ESA)の探査機ロゼッタによる彗星探査ミッションを挙げました。彗星核への着陸は人類史上初のことであり、今後のデータ解析に期待がかかります。日本からの研究では、光遺伝学的手法を用いた記憶の書き換えに関する研究が選ばれました。その他にも、日本の研究は世界的に大きな話題となり、青色LEDの開発でノーベル物理学賞を受賞されたのは記憶に新しいところです。*Science*に掲載された研究も多数にのぼり、その内容を著者の方々のご協力のもと、本誌で紹介しています。

本誌はスーパーサイエンスハイスクールに配布されます。最先端の研究内容や研究グループの素顔に触れることで科学に関心を持ってもらい、未来の有望な科学者を発掘することが目的です。若い読者にも手にとってもらいやすいよう、昨年に引き続き、編集チームが選んだ特に興味深いトピックについて*Science*の著者の筆によるコラムを掲載しています。専門的な研究内容をわかりやすく、ときには面白く紹介しておりますので、教育現場などでも本誌を活用していただけることを願っております。

さて、*Science*は本年2月に新しいジャーナルである*Science Advances*を発刊いたしました。同誌は*Science*と同様あらゆる研究分野をカバーし、*Science Journals*としては初めてのオープン・アクセス・ジャーナルとなります。優れた科学研究の発表の機会を拡大し、また読者にとってもアクセスしやすくなることで、さらなる科学研究の発展を目指しています。

最後に、本誌の制作にあたり、ご多忙中、ご協力いただきました日本人研究者の皆様へ心より御礼申し上げます。そして、多大なるご支援を賜りましたコスモ・バイオ株式会社様に深く感謝申し上げます。

2015年3月
編集チーム一同

Writing for *Science* Magazine

Science is a global enterprise, and *Science* magazine aims to reflect this by publishing the best research papers from multiple countries. The number of papers submitted to *Science* by Japanese authors is almost 1000 each year, and Japan has consistently ranked among the top five or six countries in terms of numbers of papers published in *Science* over the past decade. We at *Science* are keen to see Japan maintain its position among the top countries submitting outstanding papers to the journal. In the following paragraphs I summarise some of the key features of the editorial system at *Science*, aiming to show that the process of writing and submitting papers to *Science* magazine is actually more straightforward than it may seem.

When a paper is submitted to *Science* (see <http://www.sciencemag.org/site/feature/contribinfo/index.xhtml> for details of the submission process) it is first assigned to one of 26 staff editors (details at <http://www.sciencemag.org/site/about/staff.xhtml#editorial-staff-science>), each of whom is a specialist in a particular discipline. The review process then has two stages. First, the staff editor assigns submissions to one or more of the external, global Board of Reviewing Editors for rapid evaluation. The Board members are active, senior scientists (see http://www.sciencemag.org/site/about/editorial_board.xhtml for a list) who evaluate up to six *Science* submissions per week, and rate them for potential novelty and likely interest, as well as plausibility and competence. The Board members advise, but do not decide.

75% of papers are then rejected by the staff editor on the basis of the Board's advice, and the author usually receives this decision within about a week of submission.

Reasons for rejection at the first stage are various. It is certainly not the case that all of the rejected papers are poor in quality. In most cases, the research is solid and well-presented, but may be of interest to a narrower range of specialists within a broad discipline, or may lack the conceptual novelty that is likely to catalyse significant new research directions. While there is a basic checklist of criteria, there is no hard threshold above which a paper automatically passes the first stage. The question the editors are trying to answer at this stage is: 'if correct, would this be a *Science* paper, or would it be better in the specialist literature?' The answer inevitably carries an element of subjectivity, but the combination of Board of Reviewing Editors and staff editors (all of whom have had research careers before joining the *Science* team) tends to act as a reliable filter.

The 25% of papers that are judged to have the promise of conceptual novelty, broad interest and the potential for a substantial impact on their field, are sent for the second stage: in-depth peer review. At this stage the editors are looking for evidence of all of the usual elements that make a technically excellent paper, as well as a further assessment of likely value and lasting impact. Most of these papers are also rejected at the end of the in-depth peer review process, usually because significant flaws or limitations are detected. Even if the flaws can be fixed, a paper may still be rejected if the level of referee enthusiasm and/or the overall quality is lower than for other papers being considered at the same time. The duration of the second stage varies around a mean of three weeks.

No decision on rejection or acceptance is taken at *Science* without consultation with at least one other staff editor, and thus the specialist staff editor will always have input even if not personally handling the manuscript. Thus, not only are consistent standards established across the editorial team, but also the authors can be reassured that the decision on their paper was not made in isolation.

Papers that are rejected from *Science* may be eligible for consideration at one of the other journals in the *Science* family – *Science Signaling*, *Science Translational Medicine*, or the new open-access title *Science Advances* (launched February 2015). Further details for these journals can be found at <http://www.sciencemag.org/journals>.

Is it worth submitting your paper to *Science*? The answer is certainly yes, if you think that it is one of the best pieces of research you have done, and if that opinion is shared by a broad cross-section of your colleagues. Readers who wish to find out more about the process are welcome to contact the editors - but please check our website first: a good place to start is <http://www.sciencemag.org/site/feature/contribinfo/faq/>.



Andrew Sugden
International Managing Editor
Science

「サイエンス誌に載った日本人研究者」によせて

ヒトは、実際に目にしたことでもなく、どこかで見た風景や音の記憶をつないで想像することができます。無機質な岩肌の写真を見て、その岩を吹き上げた遠い火山の熱と地鳴りを想像したり、木陰を作る木の葉を見上げて、芽生えを包む柔らかな風と光を思い起こすことができます。

*Science*の今年のトップニュースは探査機ロゼッタの彗星への着陸でした。地球から4億km、10年間かけて60億kmを旅し、45億年前に様々な彗星が形成された様子を描き出すことがそのミッションです。

地球の年齢もほぼ同じ46億年といわれ、誰も見たこともない昔のことです。石のかげらや星の光から、地球という存在の46億年もの時の積み重ねの根拠を見つけ出し、物語につなげてゆくことは、科学的解析だけでなく豊かな想像力がなければできません。私たちヒトは地球の表面に付着した小さな存在に過ぎませんが、私たちの想像力は、脳の片隅で閃いてから太古の宇宙の果てまで、時空を軽々と巡ってゆきます。

「考える」ことは、現象としては神経細胞膜上の電子移動に過ぎません。ミクロのシグナル伝達が、体系を築いて、生命活動と記憶を創造しています。この現象は、地球が誕生してから、偶然と合理性の連鎖の結果、私たちヒトに宿った確固たる生命的機能ですが、人間ひとりひとりの考えや思いはそれぞれ違って、顔かたちよりも多様です。

人間は自分自身の心的環境を育み、表現し、伝えるという営みを繰り返してきました。この心的環境の創造は、母親の刷り込みから始まると言われています。赤ちゃんは生まれてすぐに泣くことはできますが、笑うのは、母親の笑顔を見て「学ぶ」のです。生まれながらにして幸福を理解し、共有する想像力をもっているということなのでしょう。それが、歴史、物語、音楽や絵画、そして科学を生み出したのです。

自分が「なぜ今を生きているのか」の手がかりを、それが、まるで自分が生きた証であるかのように伝える私たちは、生まれながらのストーリーテラーなのかもしれません。地球に何が起こったのか、生命の必然を論証し、物語として記してゆく営みとしての科学は、この惑星でヒトが生きていた証を語り継ぐ伝承とも言えるでしょう。

米国科学振興協会(AAAS)が発行する科学雑誌*Science*は、様々な領域の自然科学の発見や発明を紹介しています。私たちは、「サイエンス誌に載った日本人研究者」の研究と背景をご紹介することで、次の世代を担う子供たちや研究を志す若い方々が広い視野と豊かな想像力を育み、空想や夢を抱き続けてくださる一助となることを期待しています。

コスモ・バイオ株式会社
専務取締役 櫻井 治久



Japanese Scientists in *Science* 2014

サイエンス誌に載った日本人研究者

Writing for <i>Science</i> Magazine	2
「サイエンス誌に載った日本人研究者」によせて	3
1月3日号 (1) Research Article (2) Report	(1) フェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡によるガンマ線バーストGRB 130427Aの観測 13 Fermi-LAT observations of the gamma-ray burst GRB 130427A (2) 際立った明るさを持つGRB 130427Aの最初のパルス：シンクロトン衝撃波の検証現場 ... 13 The first pulse of the extremely bright GRB 130427A: a test lab for synchrotron shocks 広島大学大学院 理学研究科 助教 大野 雅功
1月3日号 Report	生殖補助を受けたマウスにおいて 2種類のY遺伝子がY染色体全体を置換することができる 14 Two Y genes can replace the entire Y chromosome for assisted reproduction in the mouse Junior Researcher, Institute for Biogenesis Research, John A. Burns School of Medicine, University of Hawaii 山内 康弘
1月3日号 Report	親密度の高い相手を性的パートナーとして好む神経機構 15 A neural mechanism underlying mating preferences for familiar individuals in medaka fish 東京大学大学院 理学系研究科 生物科学専攻 / 基礎生物学研究所 (現 Picower Institute for Learning and Memory, Massachusetts Institute of Technology) 奥山 輝大 東京大学大学院 理学系研究科 生物科学専攻 細胞生理化学研究室 横井 佐織 東京大学大学院 理学系研究科 生物科学専攻 細胞生理化学研究室 磯江 泰子 東京大学大学院 理学系研究科 生物科学専攻 細胞生理化学研究室 助教 竹内 秀明
1月10日号 Report	ソフトなナノ細孔性結晶における一酸化炭素の自己加速的吸着 16 Self-accelerating CO sorption in a soft nanoporous crystal 京都大学 物質-細胞統合システム拠点(WPI-iCeMS) 拠点長・教授 北川 進 京都大学 物質-細胞統合システム拠点(WPI-iCeMS) 特定准教授 松田 亮太郎 東京大学大学院 工学系研究科 化学生命工学専攻 講師/(元 WPI-iCeMS特定拠点 助教) 佐藤 弘志
1月10日号 Report	変異解析により再発性神経膠腫の起源と治療誘導性の進化が明らかになった 17 Mutational analysis reveals the origin and therapy-driven evolution of recurrent glioma 東京大学 先端科学技術研究センター 教授 油谷 浩幸 東京大学医学部 脳神経外科 講師 武笠晃丈
1月17日号 Report	Btk29Aはショウジョウバエ卵巣のニッチで Wnt4シグナリングを促進することによって、生殖細胞の増殖にブレーキをかける 18 Btk29A promotes Wnt4 signaling in the niche to terminate germ cell proliferation in <i>Drosophila</i> 東北大学大学院 生命科学研究科 脳機能遺伝分野 ポストドクトラル・フェロー 濱田 典子 東北大学大学院 生命科学研究科 脳機能遺伝分野 教授 山元 大輔
COLUMN	フェロモンはホントに効くの? 19 東北大学大学院 生命科学研究科 山元 大輔

1月24日号 Report	ペプチドホルモンおよびその受容体プロテインキナーゼは植物の細胞伸長を制御する… 20 A peptide hormone and its receptor protein kinase regulate plant cell expansion Assistant Scientist, Biotechnology Center, University of Wisconsin-Madison 春田 美好
1月31日号 Research Article	植物の幹細胞においてポリコム群タンパク質の排除により発動する 細胞分裂依存的にタイミングをはかるメカニズム…………… 21 Timing mechanism dependent on cell division is invoked by polycomb eviction in plant stem cells Senior Principal Investigator, Temasek Life Sciences Laboratory/Adjunct Associate Professor, National University of Singapore 奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 教授 伊藤 寿朗
1月31日号 Report	地球パイロライトマントルのソリダス温度から推定される低いコア-マントル境界温度 …… 22 Low core-mantle boundary temperature inferred from the solidus of pyrolite 東京工業大学 地球生命研究所 WPI研究員 野村 龍一 東京工業大学 地球生命研究所 教授/所長 廣瀬 敬
2月14日号 Report	ウイルスRNA 構造中の特定の要素が宿主における非自己RNAの認識を調節する… 23 A viral RNA structural element alters host recognition of nonself RNA 大阪大学大学院 医学系研究科 予防環境医学専攻 感染免疫医学講座 免疫制御学 (現 Research Fellow, Divisions of Endocrinology and Developmental Biology, Cincinnati Children's Hospital Medical Center) 喜村 大志
2月14日号 Report	GPR56の動的な選択的スプライシングが脳皮質の領域的パターン形成を調整する… 24 Evolutionarily dynamic alternative splicing of <i>GPR56</i> regulates regional cerebral cortical patterning 慶應義塾大学大学院 医学研究科 委員長/慶應義塾大学医学部 生理学教室 教授 岡野 栄之 慶應義塾大学医学部 生理学教室 特任助教/理化学研究所 BSI研究員 村山 綾子
COLUMN	iPS細胞の臨床化への展望…………… 25 慶應義塾大学医学部 生理学教室 岡野 栄之/村山 綾子
2月21日号 Report	力学的ヒステリシスを示さない「非膨潤」ハイドロゲル …… 26 “Nonswellable” hydrogel without mechanical hysteresis 東京大学大学院 工学系研究科 バイオエンジニアリング専攻 助教 酒井 崇匡 東京大学大学院 工学系研究科 バイオエンジニアリング専攻 博士課程2年(学振) 鎌田 宏幸 東京大学大学院 薬学系研究科 博士研究員(学振) 赤木 友紀 東京大学大学院 工学系研究科 バイオエンジニアリング専攻 学術支援研究員 刈谷 遊子 東京大学大学院 工学系研究科 バイオエンジニアリング専攻 教授 鄭 雄一
2月28日号 Report	IgEの高親和性受容体による分子レベルでの細胞応答制御 …… 27 Molecular editing of cellular responses by the high-affinity receptor for IgE Laboratory of Molecular Immunogenetics, National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases(NIH) (現 名古屋市立大学大学院 薬学研究科 生体超分子システム解析学分野 講師) 鈴木 亮
3月7日号 Report	原子レベルの薄さの窒化ホウ素ファンデルワールス結晶における 波長可変フォノンポラリトン…………… 28 Tunable phonon polaritons in atomically thin van der Waals crystals of boron nitride 物質・材料研究機構 先端の共通技術部門 先端材料プロセスユニット 超高压グループ グループリーダー 谷口 尚 物質・材料研究機構 環境・エネルギー材料部門 光・電子材料ユニット 光・電子機能グループ 主席研究員 渡邊 賢司

3月21日号 Research Article	GATA転写因子の核 — 細胞質間往復輸送は発生タイマーとして機能する 29 Nucleocytoplasmic shuttling of a GATA transcription factor functions as a development timer 大阪大学大学院 理学研究科 1 分子生物学研究室 教授 上田 昌宏 理化学研究所 生命システム研究センター 研究員/(現 東邦大学理学部 生物学科 分子発生生物学研究室 講師) 村本 哲哉
3月28日号 Report	植物の陸上化へのNAC転写因子の貢献 30 Contribution of NAC transcription factors to plant adaptation to land 奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 植物代謝制御研究室 博士研究員 徐 波 奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 植物代謝制御研究室 助教 大谷 美沙都 奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 植物代謝制御研究室 教授 出村 拓
COLUMN	植物細胞壁のセルロースを利用する将来を夢見て 31 奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 出村 拓/大谷 美沙都
4月4日号 Research Article	DNA Tripodを用いて自己組織化された多面体と 3次元DNA-PAINT法による観測 32 Polyhedra self-assembled from DNA tripods and characterized with 3D DNA-PAINT Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering, Harvard University/(現 JSRライフサイエンス株式会社 研究開発部) 飯沼 良介
4月11日号 Research Article	中央細胞由来のペプチドは、顕花植物における初期胚のパターン形成を制御する ... 33 Central cell-derived peptides regulate early embryo patterning in flowering plants 北陸先端科学技術大学院大学 ナノマテリアルテクノロジーセンター 教授 大木 進野 石川県立大学 生物資源工学研究所 植物遺伝子機能学研究室 准教授 森 正之
4月18日号 Report	伸張と圧縮歪みの両方で Sr_2RuO_4 の超伝導転移温度が大きく上昇 34 Strong increase of T_c of Sr_2RuO_4 under both tensile and compressive strain 京都大学大学院 理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 助教 米澤 進吾 京都大学大学院 理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 教授 前野 悦輝
4月18日号 Report	ローカルな集団では経時的に生物多様性が変化しているが、 グローバルな多様性の損失は認められない 35 Assemblage time series reveal biodiversity change but not systematic loss Research Fellow, Centre for Biological Diversity and Scottish Oceans Institute, School of Biology, University of St Andrews 島津 秀康
4月18日号 Report	クローデインの結晶構造から推察される密着結合のアーキテクチャ 36 Crystal structure of a claudin provides insight into the architecture of tight junctions 名古屋大学大学院 創薬科学研究科 基盤創薬学専攻 特任教授 藤吉 好則 東京大学大学院 理学系研究科 生物科学専攻 教授 濡木 理
4月25日号 Report	Ia型超新星爆発を増幅していた重力レンズを発見した 37 Detection of the gravitational lens magnifying a type Ia supernova 東京大学国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構 特任研究員 ロバート・クインビー 東京大学大学院 理学系研究科 物理学専攻 助教/東京大学国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構 准科学研究員 大栗 真宗
5月2日号 Report	非共有結合性相互作用の選択的な変換によるナノ構造体の切り貼り 38 Manipulation of discrete nanostructures by selective modulation of noncovalent forces 東京大学大学院 工学系研究科 化学生命工学専攻 博士研究員 吹野 耕大 東京大学大学院 工学系研究科 化学生命工学専攻 教授/理化学研究所 創発物性科学研究センター 副センター長 相田 卓三

5月2日号 Report	免疫細胞における自己免疫疾患および神経変性疾患リスクアレルの影響の偏り 39 Polarization of the effects of autoimmune and neurodegenerative risk alleles in leukocytes 東京医科歯科大学大学院 歯学総合研究科 疾患多様性遺伝学分野 テニユアトラック講師 岡田 随象 Research Fellow, The Broad Institute, Brigham and Women's Hospital Towfique Raj
5月9日号 Research Article	海馬神経新生は幼若期から成体期の間に生じる記憶の忘却を調節している 40 Hippocampal neurogenesis regulates forgetting during adulthood and infancy 藤田保健衛生大学 総合医科学研究所 教授 宮川 剛 藤田保健衛生大学 総合医科学研究所 研究員 昌子浩孝 藤田保健衛生大学 総合医科学研究所 准教授 大平耕司
5月9日号 Research Article	中国内の心理的地域差は、稲作と麦農耕により説明できる 41 Large-scale psychological differences within China explained by rice versus wheat agriculture Robert B. Zajonc Collegiate Professor, Department of Psychology, University of Michigan 北山 忍 Professor, Department of Psychology, University of Virginia 大石 繁宏
5月9日号 Report	微細坩堝によるナノワイヤ成長機構の透過電子顕微鏡その場観察 42 In situ TEM observation of a microcrucible mechanism of nanowire growth 物質・材料研究機構 先端材料プロセスユニット ユニット長 目 義雄 物質・材料研究機構 電子顕微鏡ステーション 根本 善弘
5月9日号 Report	シロイヌナズナのジベレリンは花芽形成の開始をはじめは促すが、 のちに抑えるように働く 43 Gibberellin acts positively then negatively to control onset of flower formation in <i>Arabidopsis</i> JSPS Postdoctoral Fellow for Research Abroad, Department of Biology, University of Pennsylvania 山口 暢俊
5月16日号 Report	電氣的に切り換え可能なキラル発光トランジスタ 44 Electrically switchable chiral light-emitting transistor 東京大学大学院 工学系研究科 付属量子相エレクトロニクス研究センター・物理工学専攻 教授 岩佐 義宏 東京大学大学院 工学系研究科 物理工学専攻 講師 岡 隆史 東京大学大学院 工学系研究科 物理工学専攻 張 奕勁
5月16日号 Report	キナーゼシグナル複合体内における 正のフィードバックはNF- κ Bを活性化するスイッチとして働く 45 Positive feedback within a kinase signaling complex functions as a switch mechanism for NF- κ B activation 理化学研究所 統合生命医科学研究センター 統合細胞システム研究チーム 篠原 久明 理化学研究所 統合生命医科学研究センター 統合細胞システム研究チーム 井上 健太郎 理化学研究所 統合生命医科学研究センター 統合細胞システム研究チーム チームリーダー 岡田 眞里子
5月23日号 Report	量子ブラックホールのホログラム的記述の数値的検証 46 Holographic description of a quantum black hole on a computer 京都大学基礎物理学研究所 白眉プロジェクト特定准教授 花田 政範 茨城大学理学部 准教授 百武 慶文 筑波大学数理物質系 助教 伊敷 吾郎 高エネルギー加速器研究機構(KEK)、総合研究大学院大学 准教授 西村 淳
5月23日号 Report	副腎皮質細胞における プロテインキナーゼ A のホットスポット変異がクッシング症候群を引き起こす 47 Recurrent somatic mutations underlie corticotropin-independent Cushing's syndrome 京都大学大学院 医学研究科 腫瘍生物学講座 教授 小川 誠司

5月30日号 Research Article	<i>N</i>-メチル-D-アスパラギン酸(NMDA)受容体イオンチャンネルの結晶構造 48 Crystal structure of a heterotetrameric NMDA receptor ion channel Associate Professor, Cold Spring Harbor Laboratory 古川 浩康
5月30日号 Report	逆行性セマフォリンシグナルはマウスの発達脳においてシナプス除去を制御する 49 Retrograde semaphorin signaling regulates synapse elimination in the developing mouse brain 東京大学大学院 医学系研究科 機能生物学専攻 神経生理学分野 教授 狩野 方伸 東京大学大学院 医学系研究科 機能生物学専攻 神経生理学分野 助教 上阪 直史
6月6日号 Report	生きた獲物の位置を特定するための海洋硬骨魚の正確なpH検知 50 Marine teleost locates live prey through pH sensing 鹿児島大学大学院 医学総合研究科 口腔生理学分野 教授 原田 秀逸
6月6日号 Report	アポトーシス時のホスファチジルセリン露出のためのカスパーゼによるリン脂質フリッパーゼの切断 51 Caspase-mediated cleavage of phospholipid flippase for apoptotic phosphatidylserine exposure 京都大学大学院 医学研究科 医学専攻 分子生体統御学講座医化学分野 助教 瀬川 勝盛 京都大学大学院 医学研究科 医学専攻 分子生体統御学講座医化学分野 教授 長田 重一
6月13日号 Research Article	北大西洋に流れ込む「地中海流出水」の発達史 52 Onset of Mediterranean outflow into the North Atlantic 産業技術総合研究所 地質情報研究部門 研究員 西田 尚央 北海道大学大学院 理学院 自然科学専攻 博士課程 風呂田 郷史 海洋研究開発機構 生物地球化学研究分野 研究員 Francisco Jimenez-Espejo 海洋研究開発機構 生物地球化学研究分野 主任研究員 黒田 潤一郎 産業技術総合研究所 地質情報研究部門 上級主任研究員 七山 太 新潟大学教育学部 准教授 高清水 康博
7月4日号 Research Article	恒星間距離15天文単位の連星系内の1つの恒星のまわりを1天文単位の軌道長半径で公転する地球型惑星を発見した 53 A terrestrial planet in a ~ 1 -AU orbit around one member of a ~ 15 -AU binary 名古屋大学 太陽地球環境研究所 准教授 阿部 文雄 大阪大学大学院 理学研究科 宇宙地球科学専攻 准教授 住 貴宏 京都産業大学理学部 物理科学科 准教授 米原 厚憲
7月4日号 Report	巨大地震後の地震波速度低下から推定された高圧化した火山性流体のマッピング 54 Mapping pressurized volcanic fluids from induced crustal seismic velocity drops 独立行政法人防災科学技術研究所 主任研究員 武田 哲也 東京大学地震研究所 助教 青木 陽介 東北大学大学院 理学研究科 助教 江本 賢太郎 東京大学地震研究所 助教 三宅 弘恵
COLUMN	地震と火山の密な関係 55 東京大学地震研究所 青木 陽介

7月18日号 Report	トコフェロールを不斉合成するための高活性次亜ヨウ素酸塩触媒 56 High-turnover hypoidite catalysis for asymmetric synthesis of tocopherols 名古屋大学大学院 工学研究科 化学・生物工学専攻 生物機能工学分野 バイオマテリアル講座 生体機能物質化学研究グループ 教授 石原 一彰
7月18日号 Report	線虫の学習行動におけるシナプスのPI3キナーゼの役割 57 Role of synaptic phosphatidylinositol 3-kinase in a behavioral learning response in <i>C. elegans</i> 東京大学大学院 理学系研究科 生物科学専攻 教授 飯野 雄一 東京大学大学院 理学系研究科 遺伝子実験施設 助教 富岡 征大 東京大学大学院 理学系研究科 生物科学専攻 特任助教 大野 速雄
7月25日号 Report	CNSに特異的なtRNAの変異が誘発するリボソームの停滞により神経細胞死が引き起こされる ... 58 Ribosome stalling induced by mutation of a CNS-specific tRNA causes neurodegeneration Howard Hughes Medical Institute and The Jackson Laboratory 石村 隆太
8月8日号 Report	大規模化可能な通信ネットワークとインターフェースを備えた 100万個のスパイクニューロン集積回路 59 A million spiking-neuron integrated circuit with a scalable communication network and interface IBM オースティン研究所 / (現 IBM アルマデン研究所) 澤田 潤 IBM 東京基礎研究所 中村 裕
8月22日号 Report	初代の巨大質量星の化学的痕跡 60 A chemical signature of first-generation very-massive stars 自然科学研究機構 国立天文台 TMT推進室 青木 和光
8月22日号 Report	旨味受容体の機能転換によるハチドリ甘味知覚の進化 61 Evolution of sweet taste perception in hummingbirds by transformation of the ancestral umami receptor 東京大学大学院 農学生命科学研究科 応用生命化学専攻 生物機能開発化学研究室 共同研究員 / (現 キッコーマン株式会社) 戸田 安香 東京大学大学院 農学生命科学研究科 応用生命化学専攻 生物機能開発化学研究室 博士課程 中北 智哉 東京大学大学院 農学生命科学研究科 応用生命化学専攻 生物機能開発化学研究室 准教授 三坂 巧
8月22日号 Report	シロイヌナズナNAC45/86は核の消失を伴う篩部要素形態形成を制御する 62 <i>Arabidopsis</i> NAC45/86 direct sieve element morphogenesis culminating in enucleation Institute of Biotechnology, Department of Biological and Environmental Sciences, University of Helsinki (現 奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 植物発生シグナル研究室) 古田 かおり Institute of Biotechnology, Department of Biological and Environmental Sciences, University of Helsinki (現 奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 植物発生シグナル研究室 助教) 宮島 俊介
9月5日号 Report	超新星爆発SN2014Jから放出された ⁵⁶ Niの崩壊に伴う ガンマ線放射は予想外に早く検出され、爆発が異常であったことを示す 63 Early ⁵⁶ Ni decay gamma rays from SN2014J suggest an unusual explosion 京都大学大学院 理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 宇宙物理学教室 准教授 前田 啓一
9月5日号 REPORT	光で誘起する超伝導体の擬スピンの集団歳差運動とヒッグスモードとの共鳴 64 Light-induced collective pseudospin precession resonating with Higgs mode in a superconductor 東京大学大学院 理学系研究科 物理学専攻 助教 松永 隆佑 東京大学大学院 理学系研究科 特任助教 辻 直人 東京大学大学院 理学系研究科 物理学専攻 教授 / 高エネルギー加速器研究機構 客員教授 青木 秀夫 東京大学低温センター・大学院 理学系研究科 物理学専攻 教授 島野 亮

COLUMN	超伝導と素粒子物理のつながり 65
	東京大学大学院 理学系研究科 松永 隆佑 / 島野 亮
9月12日号 Research Article	自然リンパ球は腸上皮細胞の糖鎖修飾を制御する 66
	Innate lymphoid cells regulate intestinal epithelial cell glycosylation 東京大学 医科学研究所 炎症免疫学分野・国際粘膜ワクチン開発研究センター / 医学系研究科 / 新領域創成科学研究科 メディカルゲノム専攻 教授 清野 宏 東京大学 医科学研究所 炎症免疫学分野 博士研究員(現 東京大学 医科学研究所 国際粘膜ワクチン開発研究センター 特任准教授) 後藤 義幸
9月12日号 Report	円偏光による強磁性薄膜およびナノ構造の磁化反転制御 67
	All-optical control of ferromagnetic thin films and nanostructures 物質・材料研究機構 環境・エネルギー材料部門 磁性材料ユニット 磁性材料グループ 主幹研究員 高橋 有紀子 物質・材料研究機構 環境・エネルギー材料部門 磁性材料ユニット 磁性材料グループ フェロー 宝野 和博
9月19日号 Report	双極子相互作用する量子気体におけるフェルミ面変形の観測 68
	Observation of Fermi surface deformation in a dipolar quantum gas Postdoctoral Fellow, Institut für Experimentalphysik, Universität Innsbruck 相川 清隆
9月19日号 Report	シーボーギウムカルボニル錯体の合成と検出 69
	Synthesis and detection of a seaborgium carbonyl complex 理化学研究所 仁科加速器研究センター RI応用チーム チームリーダー 羽場 宏光 日本原子力研究開発機構 先端基礎研究センター 超重元素研究グループ 研究主幹 浅井 雅人 日本原子力研究開発機構 先端基礎研究センター 超重元素研究グループ 研究員 佐藤 哲也
9月19日号 Report	DOK7遺伝子による遺伝子治療は神経筋接合部の形成不全を呈する 複数種の疾患モデルマウスの病態を改善する 70
	DOK7 gene therapy benefits mouse models of diseases characterized by defects in the neuromuscular junction 東京大学 医科学研究所 腫瘍抑制分野 教授 山梨 裕司 東京大学 医科学研究所 腫瘍抑制分野 助教 有村 純暢
9月26日号 Report	木星内部磁気圏への大域的な電子の輸送の証拠を発見した 71
	Evidence for global electron transportation into the jovian inner magnetosphere 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 (JAXA/ISAS) / 宇宙航空プロジェクト研究員 吉岡 和夫
9月26日号 Report	ドーパミンは樹状突起棘の構造可塑性に対して 狭い時間枠でのみ作用する 72
	A critical time window for dopamine actions on the structural plasticity of dendritic spines 東京大学大学院 医学系研究科 疾患生命工学センター 構造生理学部門 教授 河西 春郎
10月3日号 Report	局所におけるマクロファージのケモカインネットワークが感染防御を担う CD4陽性メモリー T細胞の組織常在性とその機能を維持する 73
	A local macrophage chemokine network sustains protective tissue-resident memory CD4 T cells Associate Research Scientist, Department of Immunobiology, Yale University School of Medicine 飯島 則文 Investigator of Howard Hughes Medical Institute and Professor of Department of Immunobiology, Yale University School of Medicine 岩崎 明子
COLUMN	ロボット開発を通して知る、人間の存在感とは 74
	大阪大学大学院 基礎工学研究科 教授(特別教授)/ATR石黒浩特別研究室 室長(ATRフェロー) 石黒 浩

10月17日号 Research Article	運動技能の習得には中枢神経系における髄鞘の新規産生が必要である 75 Motor skill learning requires active central myelination 岩手医科大学 医歯薬総合研究所 超微形態科学研究部門 教授 / 岩手医科大学 バイオイメージングセンター センター長 (現 Honorary Research Fellow, University College London, 岩手医科大学 非常勤講師・非常勤研究員) 遠山 稿二郎
10月17日号 Report	根由来ペプチドの地上部でのLRR型受容体キナーゼによる 受容が全身的な窒素要求シグナリングを制御している 76 Perception of root-derived peptides by shoot LRR-RKs mediates systemic N-demand signaling 名古屋大学大学院 理学研究科 生命理学専攻 細胞間シグナル研究グループ 教授 松林 嘉克
10月17日号 Report	自己免疫疾患における遍在性細胞タンパク質に対するT細胞応答の検出 77 Detection of T cell responses to ubiquitous cellular protein in autoimmune disease 京都大学再生医科学研究所 生体機能調節学分野 助教 伊藤 能永 京都大学再生医科学研究所 生体機能調節学分野 客員教授 / 大阪大学 免疫学フロンティア研究センター 実験免疫学 教授 坂口 志文
10月24日号 Research Article	格子光シート顕微鏡：高い時空間分解能で分子から胚までをイメージング 78 Lattice light-sheet microscopy: Imaging molecules to embryos at high spatiotemporal resolution 理化学研究所 神戸研究所 発生・再生科学総合研究センター(CDB) 光学イメージング解析ユニット ユニットリーダー (現 理化学研究所 ライフサイエンス技術基盤研究センター(CLST) 細胞動態解析ユニット ユニットリーダー) 清末 優子
COLUMN	「分解能」の壁を越えろ! 79 理化学研究所 ライフサイエンス技術基盤研究センター 清末 優子
10月24日号 Report	アンセリジオーゲンは、 ジベレリンの生合成経路を時空的に分けることでシダの性を決定する 80 Antheridiogen determines sex in ferns via a spatiotemporally split gibberellin synthesis pathway 名古屋大学大学院 生命農学研究科 生命技術科学専攻 田中 純夢 名古屋大学 生物機能開発利用研究センター 有用農業形質保存分野 准教授 上口 美弥子
10月24日号 Report	インフルエンザAウイルスは アグリソームプロセッシング機構を使って宿主細胞に侵入する 81 Influenza A virus uses the aggresome processing machinery for host cell entry Senior Postdoc, Institute of Biochemistry, ETH Zürich 山内 洋平
10月31日号 Report	西洋旧北区に近年持ち込まれたツボカビ症が、 イモリ・サンショウウオ類を絶滅の危機に陥れている 82 Recent introduction of a chytrid fungus endangers Western Palearctic salamanders 国立環境研究所 侵入生物研究チーム 主席研究員 五箇 公一
10月31日号 Report	Y染色体にコードされる小分子RNAがカキにおける性決定因子である 83 A Y-chromosome-encoded small RNA acts as a sex determinant in persimmons 京都大学大学院 農学研究科 農学専攻 果樹園芸学分野 助教 / (Visiting Scientist, Genome Center, University of California Davis) 赤木 剛士 京都大学大学院 農学研究科 農学専攻 果樹園芸学分野 准教授 田尾 龍太郎
11月7日号 Report	近赤外線銀河系外背景光の異方性の起源 84 On the origin of near-infrared extragalactic background light anisotropy 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所(ISAS/JAXA)/宇宙物理学研究系 赤外線グループ 助教(2015年4月以降 関西学院大学理工学部 物理学科 教授) 松浦 周二

11月7日号 Report	腸内細菌はヒトおよびマウスB細胞へのノロウイルス感染を促進する 85 Enteric bacteria promote human and mouse norovirus infection of B cells Department of Molecular Genetics and Microbiology, College of Medicine, University of Florida 渡辺 真紀子
11月7日号 Report	ゲノム系統学による昆虫進化のタイミングとパターンの解明 86 Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution 北海道大学農学部 昆虫体系学教室 准教授 吉澤 和徳 筑波大学 生命環境系(菅平高原実験センター) 教授 町田 龍一郎
11月14日号 Report	真核生物の繊毛および鞭毛では、「分子ものさし」が構造の周期を決定する 87 A molecular ruler determines the repeat length in eukaryotic cilia and flagella 東京大学大学院 医学系研究科 生体構造学分野 教授 吉川 雅英
11月21日号 Report	宿主の遺伝的多様性によるエボラ出血熱の発症と抵抗性の再現 88 Host genetic diversity enables Ebola hemorrhagic fever pathogenesis and resistance Department of Microbiology, University of Washington 奥村 敦
11月28日号 Research Article	土壌菌類の地理的分布と世界規模の多様性 89 Global diversity and geography of soil fungi 国立科学博物館 植物研究部 菌類・藻類研究グループ 研究員 保坂 健太郎
11月28日号 Research Article	キュウリにおける苦味の生合成、制御および順化 90 Biosynthesis, regulation, and domestication of bitterness in cucumber 日本大学薬学部 セルフメディケーション学研究室 教授 安川 憲
12月12日号 Report	シリコンにおけるアト秒時間スケールのバンドギャップ・ダイナミクス 91 Attosecond band-gap dynamics in silicon 筑波大学 計算科学研究センター / 大学院 数理物質科学研究科 教授 矢花 一浩
12月5日号 Report	南極海域における最近数十年の温暖化 92 Multidecadal warming of Antarctic waters 北海道大学 低温科学研究所 共同研究推進部 准教授 青木 茂
COLUMN	冷たい海が氷をとかす — 溶けゆく南極 93 北海道大学 低温科学研究所 青木 茂
12月19日号 Report	健康人におけるアネルギー形質を示す自己反応性CD8陽性T細胞の同定 94 Detection of self-reactive CD8 ⁺ T cells with an anergic phenotype in healthy individuals 大阪大学 免疫学フロンティア研究センター 実験免疫学 准教授 西川 博嘉
12月19日号 Report	ヒト胚性幹細胞を用いてヒストンH3.3にK27M変異 (27番目のリジンがメチオニンに変異)をもつ小児神経膠腫モデルを作製する 95 Use of human embryonic stem cells to model pediatric gliomas with H3.3K27M histone mutation Research fellow, Department of Neurosurgery, Memorial Sloan-Kettering Cancer Center 船戸 洸佑
Science 投稿について 96	

(1) フェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡によるガンマ線バースト GRB 130427A の観測

Fermi-LAT observations of the gamma-ray burst GRB 130427A

(2) 際立った明るさを持つ GRB 130427A の最初のパルス：シンクロトン衝撃波の検証現場

The first pulse of the extremely bright GRB 130427A: a test lab for synchrotron shocks



大野 雅功 Masanori Ohno

広島大学大学院 理学研究科 助教

(1) 浅野 勝晃 深沢 泰司 林田 将明 花畑 義隆 井上 芳幸 河野 貴文
水野 恒史 大杉 節 奥村 暁 田島 宏康 高橋 弘充 山崎 了 et al.
全著者リスト: <http://www.sciencemag.org/content/343/6166/42.abstract>

(2) 深沢 泰司 林田 将明 花畑 義隆 河野 貴文 水野 恒史 大杉 節
奥村 暁 田島 宏康 高橋 弘充 et al.
全著者リスト: <http://www.sciencemag.org/content/343/6166/51.abstract>

Contact

E-mail: ohno@hep01.hepl.hiroshima-u.ac.jp
所在地: 739-8526 広島県東広島市鏡山 1-3-1

高エネルギーガンマ線で
史上最も明るいガンマ線バースト

ガンマ線バーストは、瞬間的には宇宙で最も明るくなる爆発現象で、ほぼ毎日観測されています。現在では、宇宙の遠方で起こる重い星の超新星爆発、あるいは中性子星どうしの合体だと考えられています。今回、2013年4月27日に起きたガンマ線バーストは、高エネルギーガンマ線では史上最も明るいものであったため、フェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡によって、これまで見ていなかった詳細な性質を調べることができました。このバーストで観測された顕著な特徴は、過去の記録を上回る約1000億電子ボルトもの高エネルギーのガンマ線が検出されたこと、爆発から20時間後にも高エネルギーガンマ線が観測されたこと、そして、最初の3秒間の非常に明るいガンマ線パルスの時間変化の様子です。これらは、従来、標準理論として考えられていたガンマ線バーストの放射モデルでは説明できませんでした。よって、今回のガンマ線バーストは、爆発現象の様子や放射機構に大きな制限をかけることになります。

Figure and Note

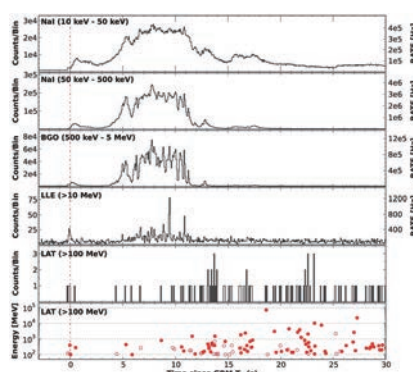


図1: いろいろなエネルギーのガンマ線の明るさの時間変化
上から下に向かってエネルギーが高くなる。一番下は1個1個のガンマ線のエネルギーを示しており、19秒あたりの約100GeV (1000億電子ボルト)のガンマ線が重要である。

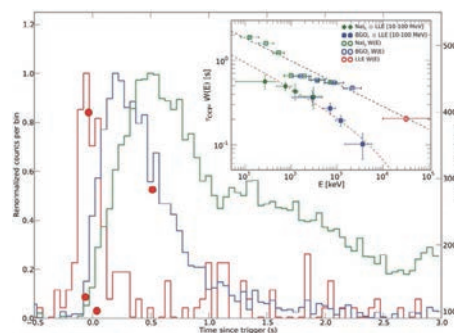


図2: 最初の3秒間のガンマ線の明るさの時間変化

ガンマ線のエネルギー別に色を分けており、緑、青、赤の順でガンマ線のエネルギーが高い。エネルギーによって時間変化が異なる様子が重要である。



高エネルギーガンマ線による宇宙天体の爆発機構の解明

今回の観測を可能としたフェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡に搭載されているガンマ線検出器の主要部は約1万枚ものシリコンセンサーで構成されており、広島大学と浜松ホトニクスが中心となって、日本が開発したものです。このように日本の高い技術によって、宇宙の観測が進歩しています。高エネルギーガンマ線の観測では、本論文のように宇宙天体の爆発現象の様子を探ることができるので、ガンマ線バーストだけでなく他の爆発現象も観測できます。爆発現象は、天体が進化するとき、あるいは、状態が変化するとき起こるので、地震で地球内部をさぐるのと同様に、天体の構造をさぐるために重要な現象です。みなさんも、日本の高い技術を生かした宇宙観測を行って、宇宙天体の爆発現象をさぐってみませんか？

当研究室では、フェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡による観測のほか、X線天文衛星や、広島大学かなた望遠鏡による観測によって、宇宙高エネルギー現象の研究を推進しています。

生殖補助を受けたマウスにおいて2種類のY遺伝子がY染色体全体を置換することができる

Two Y genes can replace the entire Y chromosome for assisted reproduction in the mouse



左から山内康弘、Monika A. Ward

山内 康弘 *Yasuhiro Yamauchi*

Junior Researcher, Institute for Biogenesis Research, John A. Burns School of Medicine, University of Hawaii

Jonathan M. Riel Zoia Stoycheva Monika A. Ward

Institute for Biogenesis Research, John A. Burns School of Medicine, University of Hawaii

Contact

E-mail: E-mail: yyamauch@hawaii.edu

所在地: 1960 East West Road, E-124, Honolulu, Hawaii 96822, USA

URL: http://www3.jabsom.hawaii.edu/Grad_DRB/faculty/mward.html

マウスの子供を得るために必要なY染色体上の遺伝子は?

哺乳動物のY染色体上の遺伝子は単に雌雄を決定するだけでなく、精子形成や精子の受精能力といった雄性生殖にとって重要な役割を持っています。ヒトやマウスではY染色体の異常や欠損は男性不妊の原因となることが知られています。マウスのY染色体の短腕部と長腕部には様々な遺伝子が存在します(図1)。Y染色体長腕部が完全に欠損した雄では精子形成は起こりますが、精子は全て奇形で不妊となります。生殖補助技術の進歩により、こうした奇形精子でも卵子に直接注入する方法(顕微授精法、図2)で受精させれば産仔を得ることができます。マウスY染色体短腕部には性決定に重要なSryという遺伝子があります。また、精子の元となる精原細胞の増殖にはEif2s3yという遺伝子が必要であることが分かっています。遺伝子導入によって作出したSryとEif2s3yのたった2つのY染色体遺伝子しか持たない雄マウスの精巣では精子形成過程で減数分裂の停止が起こり、成熟精子を生産することができません。この雄の精巣には精子の前段階の円形精子細胞が非常に低い頻度ではありますが観察されます。我々はこの円形精子細胞を顕微授精法で卵子に直接注入し、産仔を得ることに成功しました。

Figure and Note

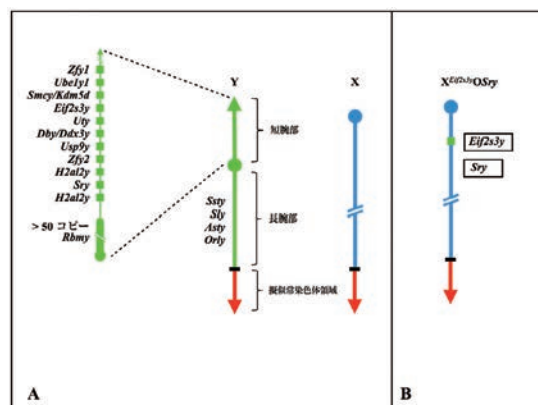


図1: マウスY染色体の遺伝子構成

A: マウスY染色体とX染色体。

B: Y染色体遺伝子を2つしか持たない雄マウスの遺伝子型。

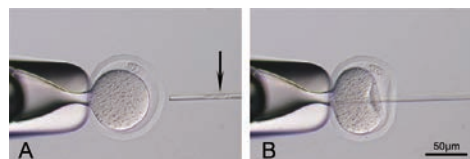


図2: 顕微授精法(円形精子細胞の注入)

A: マウス卵子をホールディングピペット(卵子左側)で固定している、インジェクションピペット内には円形精子細胞(矢印)が見える。

B: 円形精子細胞を注入している。



Y染色体の役割とは何か

ほとんどの哺乳動物の性別は性染色体によって決定されます。XXの染色体を持てば雌に、XYの染色体を持てば雄へと成長します。性決定や遺伝情報を伝える働きに他にY染色体の役割は何でしょうか。雄になるためにY染色体全体が必要ではないことはすでに知られていますが、具体的にはどのY染色体遺伝子が必要であるか、個々の遺伝子の働きについては明らかになっていません。Monika Ward研究室では、常夏のハワイで温暖な気候と美しい自然に恵まれた環境でY染色体遺伝子の精子形成、精子の受精能力および受精後の胚発生への役割を明らかにするためにマウスモデルを用いて研究しています。

写真: 左から3人目が著者

親密度の高い相手を 性的パートナーとして好む神経機構

A neural mechanism underlying mating preferences for familiar individuals in medaka fish



左から奥山 輝大、横井 佐織、磯江 泰子、竹内 秀明

Contact

竹内 秀明 E-mail: takeuchi@bs.s.u-tokyo.ac.jp
所在地: 113-0033 東京都文京区本郷7-3-1

奥山 輝大 Teruhiro Okuyama

東京大学大学院 理学系研究科 生物科学専攻
基礎生物学研究所

(現 Picower Institute for Learning and Memory,
Massachusetts Institute of Technology)

横井 佐織 Saori Yokoi

東京大学大学院 理学系研究科 生物科学専攻 細胞生理化学研究室

磯江 泰子 Yasuko Isoe

東京大学大学院 理学系研究科 生物科学専攻 細胞生理化学研究室

竹内 秀明 Hideaki Takeuchi

東京大学大学院 理学系研究科 生物科学専攻 細胞生理化学研究室 助教

阿部 秀樹^{1,3} 末廣 勇司^{1,4} 今田 はるか¹ 田中 実²

川崎 隆史⁵ 弓場 俊輔⁵ 谷口 善仁⁶ 亀井 保博²

大久保 範聡⁷ 島田 敦子¹ 成瀬清^{2,8} 武田 洋幸¹

岡 良隆¹ 久保 健雄¹

¹ 東京大学大学院 理学系研究科 生物科学専攻

² 基礎生物学研究所

³ 名古屋大学大学院 生命農学研究科

⁴ 東京女子医科大学

⁵ 産業技術総合研究所

⁶ 杏林大学医学部 衛生学公衆衛生学教室

⁷ 東京大学大学院 農学生命科学研究科 水圏生物学

⁸ 総合研究大学院大学 基礎生物学専攻

メダカの恋ごろスイッチの発見

ヒトを含むいくつかの動物において、「相手を知っているか否か」という面識の有無が性的パートナーを選択する決め手になることがあります。本論文では、メダカのメスは異性を見分けて記憶する能力を持っており、見知った(親密性の高い)相手を性的パートナーとして積極的に選ぶことを発見しました。メダカのオスとメスを透明なガラスで仕切ってお見合いをさせると、メスはお見合い相手のオスを見て記憶して、他のオスよりも積極的に性的パートナーとして受け入れました(図)。またお見合いによって、メスの脳では終神経 GnRH3 ニューロンとよばれる大型神経細胞の電気的活動が活性化し、この神経細胞がお見合い相手に対する「恋ごろスイッチ」として働くことを解明しました。「恋ごろスイッチ」を人工的に操作して活性化できないようにすると、どのオスからの求愛もあまり受け入れなくなり、メダカのメスは「恋」ができない状態になります。メダカと同じ働きを持つ神経細胞をヒトの脳で探すことで、将来的にヒトが恋に落ちる仕組みがわかるかもしれません。

Figure and Note

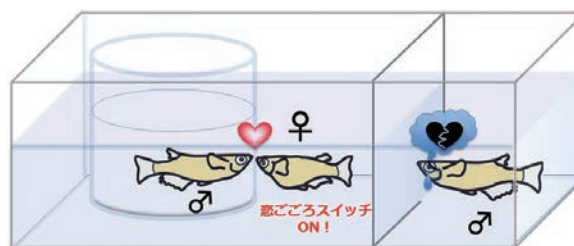


図: 本研究のイメージ図

メスはガラス越しに見ていたオス(親密性の高いオス)を性的パートナーとして積極的に受け入れる。メスの脳内ではお見合いにより終神経 GnRH3 ニューロンの活動が活性化(恋ごろスイッチ ON)する。



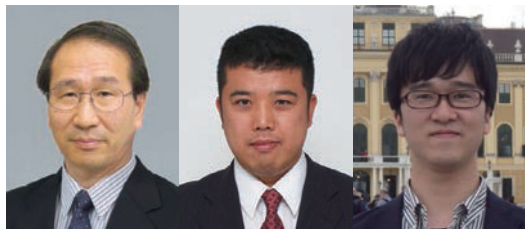
東京大学大学院 理学系研究科 生物科学専攻 細胞生理化学研究室・竹内グループ

いくつかの社会性動物は集団内のメンバーを記憶して見分ける能力を持っており、他メンバーとの社会関係を理解した上で、自らの行動を選択します。このような社会適応のための脳の機能は「社会脳」とよばれています。これまで「社会脳」の主な研究対象はヒトやサルでした。しかし、近年の行動学的な研究からサカナにも「社会脳」があることが推測されています。本グループでは様々な遺伝学的な解析が可能なメダカを用いて「社会脳」の基本設計図を解明することを目的としています。これらの研究を通じて私たちの人間関係を生み出す「こころ」の進化的ルーツが見つかることを期待しています。

写真: 竹内グループのメンバー写真。2014年4月に開催されたスペインのセビリアで開催された2nd Strategic Meeting for Medaka Researchにて。

ソフトなナノ細孔性結晶における 一酸化炭素の自己加速的吸着

Self-accelerating CO sorption in a soft nanoporous crystal



左から北川 進、松田 亮太郎、佐藤 弘志

北川 進 *Susumu Kitagawa*

京都大学 物質-細胞統合システム拠点 (WPI-iCeMS) 拠点長・教授

松田 亮太郎 *Ryotaro Matsuda*

京都大学 物質-細胞統合システム拠点 (WPI-iCeMS) 特定准教授

佐藤 弘志 *Hiroshi Sato*

東京大学大学院 工学系研究科 化学生命工学専攻 講師

(元 WPI-iCeMS 特定拠点 助教)

高坂 亘^{1,2} 堀 彰宏² 土方 優³ Rodion V. Belosludov⁴ 榎 茂好³
高田 昌樹^{2,5}

¹ 京都大学 物質-細胞統合システム拠点 (WPI-iCeMS)

⁴ 東北大学 金属材料研究所

² 理化学研究所 放射光科学総合研究センター

⁵ 高輝度科学センター

³ 福井謙一記念研究センター

Contact

北川 進 E-mail: kitagawa@icems.kyoto-u.ac.jp

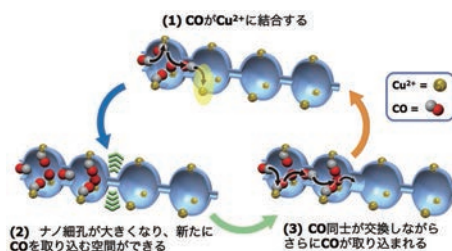
所在地: 606-8501 京都市左京区吉田牛ノ宮町

U R L: <http://www.kitagawa.icems.kyoto-u.ac.jp/katsura/?lang=ja>

一酸化炭素を高効率に分離・回収する 新材料を開発

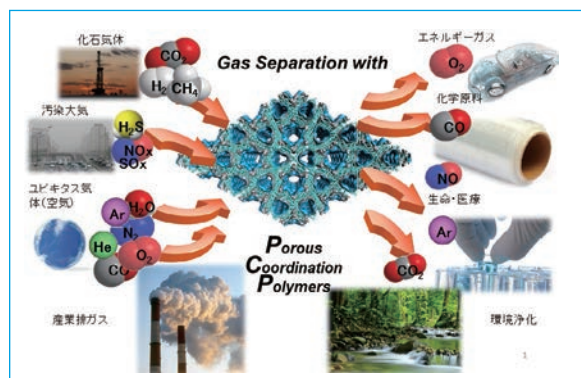
一酸化炭素(CO)は一般的には毒性のガスとして知られており、炭素を含む物質が不完全燃焼する際やメタンから水素を取り出す際に発生します。一方、産業界においては樹脂など、有用な化成品を得るために必要な非常に重要な原料です。COを含む混合ガスから効率よくCOを分離・回収できれば、これまで利用できなかった排ガスを新たな資源として利用できるだけでなく、二酸化炭素排出量削減につながる可能性があります。本研究では、ナノ細孔の構造を変化させながら、COを効率よく内部に取り込むことのできる多孔性結晶の開発に成功し、COと非常に似た性質(大きさや沸点)をもち、一般的に分離することが困難であるとされている窒素との混合ガスからCOを選択的に分離・回収することに成功しました。私たちが開発した材料では、COと相互作用する部位が協同的に働きながら、細孔構造がCOの取り込みを加速する機構が働いている事を明らかにしました(図)。本成果により、これまで不可能であった工業生産ラインや自動車からの排ガスに含まれるCOの効率的分離による資源化や、シェールガスなどから発生したCOガスの精製などを通じて社会に大きなインパクトを与えることが期待されます。

Figure and Note



図：一酸化炭素が自らの取り込みを促進するメカニズム

一酸化炭素(CO)が特異的な部位(Cu^{2+})に結合し、ナノ細孔が大きくなるとともに新たな空間が生まれることで、CO同士が交換しながら加速的に取り込まれる。

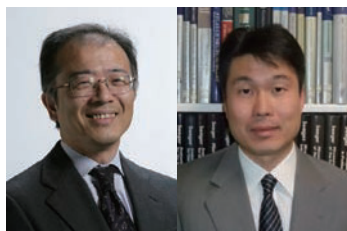


ナノサイズの空間の化学を展開する

北川研究室では、新しい多孔性物質である多孔性金属錯体の機能化を錯体化学的、有機化学的、構造科学的視点から追求し、新しい分子吸蔵、分子分離、触媒材料として基礎科学的研究を進めるとともに、産官学連携によるイノベーション創出を目指した研究も行っています。例えば、産業用途として高いニーズを持つ酸素、一酸化炭素、水素、メタンなどを安価、省エネルギー、高効率に空気や天然ガスなどから分離・貯蔵する技術を創出し、我が国の産業力強化や省エネルギー化への貢献を目指しています。

変異解析により再発性神経膠腫の起源と治療誘導性の進化が明らかになった

Mutational analysis reveals the origin and therapy-driven evolution of recurrent glioma



左から油谷 浩幸、武笠 晃丈

油谷 浩幸 *Hiroyuki Aburatani*

東京大学 先端科学技術研究センター 教授

武笠 晃丈 *Akitake Mukasa*

東京大学医学部 脳神経外科 講師

Brett E. Johnson¹ Tali Mazor¹ Chibo Hong¹ Michael Barnes² 相原 功輝^{3,4}
Cory Y. McLean¹ Shaun D. Fouse¹ 山本 尚吾³ 上田 宏生³ 辰野 健二³ 齊藤 延人⁴
Mitchel S. Berger¹ Susan M. Chang¹ Barry S. Taylor⁵ Joseph F. Costello¹ et al.

¹ Department of Neurological Surgery, University of California, San Francisco

² Department of Pathology, University of California, San Francisco

³ 東京大学 先端科学技術研究センター ゲノムサイエンス部門

⁴ 東京大学医学部 脳神経外科

⁵ Department of Epidemiology and Biostatistics, University of California, San Francisco

全著者リスト: <http://www.sciencemag.org/content/343/6167/189.abstract>

Contact

油谷 浩幸 E-mail: haburata-ky@umin.ac.jp

所在地: 153-8904 東京都目黒区駒場4丁目6番1号

U R L: <http://www.genome.rcast.u-tokyo.ac.jp/>

武笠 晃丈 E-mail: mukasa-nsu@umin.ac.jp

所在地: 113-8655 東京都文京区本郷7丁目3番地1号

U R L: <http://www.h.u-tokyo.ac.jp/neurosurg/>

抗がん剤治療などが引き起こす腫瘍の進化を同定

神経膠腫(グリオーマ)は、代表的な脳腫瘍のひとつです。経過中に悪性に転化することが知られており、多くの患者さんにおいて、この悪性への転化が死亡の原因になっています。しかしながら、この悪性転化の機構については、未だ良く分かっておらず、そのため再発時の治療法選択がしばしば困難です。そこで今回、米国カリフォルニア大学サンフランシスコ校のグループなどと共同で、低悪性度の神経膠腫(グリオーマ)が診療経過中に悪性に転化し再発する過程に生じる遺伝子変異を、全遺伝子解析を行って詳細に解析しました。これにより、再発腫瘍は、初発腫瘍とかなり異なる変異遺伝子セットをもっており、なかでも抗がん剤の一種であるアルキル化剤による治療後に解析した症例の多くで、特定の塩基変異が高頻度に生じていることを観察しました。本研究は、神経膠腫クローン進化の複雑性を示すと共に、低悪性度の腫瘍に対しての抗がん剤治療法の最適化について、検討を促す契機となるものです。

本研究は次世代がん研究シーズ戦略的育成プログラムの一環として行われたものであり、また、医学研究における国際共同研究であることが特筆すべき点です。

Figure and Note

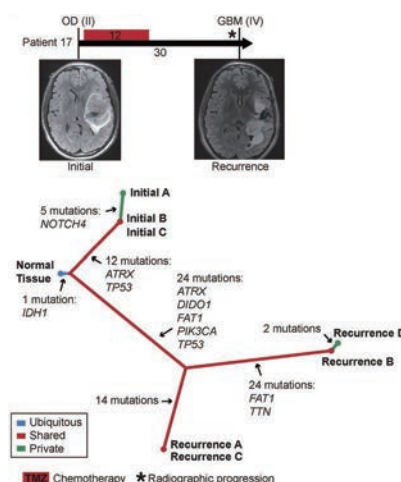


図: 神経膠腫クローン進化の系統樹 (時間的・空間的变化)

初発の低悪性度グリオーマと手術・化学療法後の再発腫瘍の共通の遺伝子変異は *IDH1* のみで、再発腫瘍はかなり異なる変異遺伝子セットをもっていた。初発・再発腫瘍内の空間的な多様性は、初発・再発時の時間的変化に比して小さかった。



From Bed to Bench to Bed

東京大学先端科学技術研究センターゲノムサイエンス研究室では、ヒト腫瘍検体のゲノム解析を進めてきました。今回は東京大学脳神経外科およびカリフォルニア大学との共同研究で個々の臨床症例の経時的解析によって、腫瘍細胞のクローン進化を示しました。患者さんに学び、新たな診断法、治療法を開発することで成果を還元していきたいと思っています。

Btk29Aはショウジョウバエ卵巢のニッチでWnt4シグナリングを促進することによって、生殖細胞の増殖にブレーキをかける

Btk29A promotes Wnt4 signaling in the niche to terminate germ cell proliferation in *Drosophila*



左から濱田 典子、山元 大輔

濱田 典子 Noriko Hamada-Kawaguchi

東北大学大学院 生命科学研究科 脳機能遺伝分野 ポスドクトラル・フェロー

山元 大輔 Daisuke Yamamoto

東北大学大学院 生命科学研究科 脳機能遺伝分野 教授

桑田 祐輔¹ Beston F. Nore^{2,3} C. I. Edvard Smith²

¹ 東北大学大学院 生命科学研究科 脳機能遺伝分野

² Karolinska Institutet, Clinical Research Center, Department of Laboratory Medicine, Karolinska University Hospital Huddinge

³ Department of Biochemistry, School of Medicine, Faculty of Medical Sciences, University of Sulaimani

Contact

山元 大輔 E-mail: daichan@m.tohoku.ac.jp

所在地: 980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1

URL: http://www.biology.tohoku.ac.jp/lab-www/yamamoto_lab/

生殖細胞の増殖のオン・オフは周囲の体細胞が決める

ショウジョウバエの *Btk29A* 遺伝子は、ヒトの遺伝性免疫不全症 XLA の原因遺伝子、*BTK* に対応しています。Btk29A/BTK は Src の遠い親戚にあたる非受容体型チロシンキナーゼです。私たちは、*Btk29A* の働かなくなった突然変異体で卵巢が癌化することに気がしました。この癌は生殖細胞の過剰増殖によって引き起こされています。正常な *Btk29A* を人工的に働かせるとこの癌を防ぐことができますが、驚いたことに *Btk29A* のこの救済効果は生殖細胞ではなく、それを取り巻く体細胞（ニッチ）での *Btk29A* の作用によってもたらされていたのです。Btk29A はニッチの細胞の中で、Wnt シグナル経路の中軸、βカテニンのチロシン残基を直接リン酸化します。チロシンリン酸化されたβカテニンは、その転写活性化能が著しく高まり、その結果、ニッチの細胞のゲノム安定化に寄与する *piwi* 遺伝子の機能が強まって、最終的には生殖細胞の増殖を止めると考えられます。ニッチの体細胞での *piwi* 機能の高まりが、どのようにして生殖細胞の増殖の抑制へとつながっていくのか、体細胞から生殖細胞への増殖制御シグナルの実体解明が、今後の研究の大きな課題です。

Figure and Note

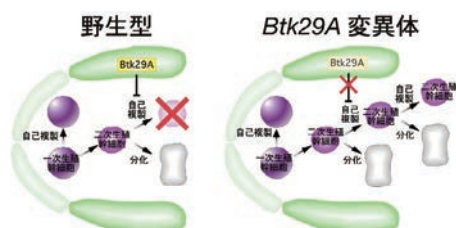


図1: 生殖細胞の過剰増殖を阻む Btk29A のニッチでの機能
Btk29A の働きがニッチから失われると、二次生殖幹細胞が暴走して増殖し続け、卵巢腫瘍が形成される。

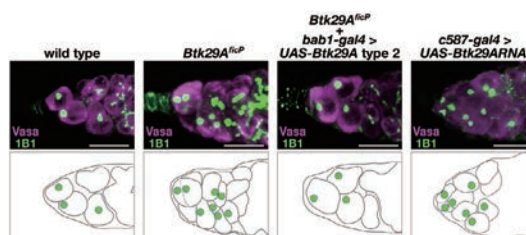


図2: Btk29A 機能阻害による二次生殖幹細胞の過剰増殖とその救済

生殖細胞マーカーの Vasa (紫) と幹細胞特有の丸いスペクトロソーム (緑) を標識した。野生型 (一番左) と比較して *Btk29A* 突然変異体 (左から2つ目) では二次幹細胞が増加する。*Btk29A* 変異体のニッチにだけ正常型 *Btk29A* を強制発現すると、二次幹細胞の数は正常に戻る (右から二番目)。ニッチでだけ *Btk29A* をノックダウンした場合も、二次幹細胞が過剰に作られる (一番右)。



東北大学大学院 生命科学研究科 山元研究室

私たちの研究室は「脳機能遺伝分野」が正式名称です。キロショウジョウバエの同性愛行動をする突然変異体、*satori* を主な武器として、単一ニューロンの性差の形成機構、性的二型神経回路による性行動の生成等の解明を進めてきました。しかし今回は、脳ではなく、卵巢の研究で *Science* に論文を出すことができました。面白いことなら何でもやる、やるからは徹底してやる、その結果が実ったのは嬉しい限りです。「あれっ」と思うことがあったら、それはチャンスです!

フェロモンはホントに効くの？

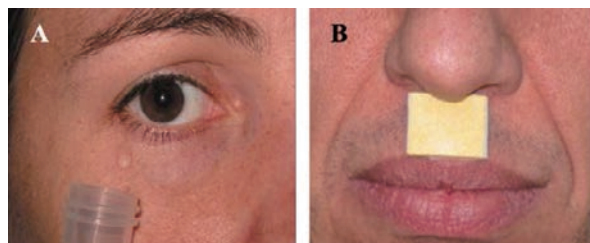
東北大学大学院 生命科学研究科 山元 大輔

「フェロモン」という言葉は、今の日本では「お色気」とほとんど同義語のように使われていますが、もともとは半世紀以上前に化学者が生み出したれっきとした科学の用語です。ギリシャ語の *pherein* (運ぶ) と *horman* (興奮させる) を合体させて「*pheromone*」。同種の生物個体同士が情報交換をする物質の総称として、カイコの雌が雄を誘引する物質の構造を決定したドイツの Butenandt 博士 (1939 年ノーベル化学賞受賞) たちが初めて使いました。以来、様々な昆虫はもとより、我々が属する哺乳類でも性フェロモンが続々と同定され、今日に至っています。ところが、実は肝心のヒトについては、本当にあるのか？ あるのなら、それはいったいどんな物質なのか？ と、未だその実体が定まっています。

そんな中、ヒトにもちょっと変わったフェロモンがあるという報告が *Science* に掲載されたのです。

女性の涙はやっぱり強い？

それは、女性の涙に、男の欲情を減退させる化学物質がある、というイスラエルの Gerstein らの論文でした¹。その少し前に、東京大学の東原和成教授のグループが、ネズミの雄の涙に含まれ雌の交尾受け入れを促進するフェロモンとして ESP1 を同定しています²。この東原グループの発見にインスピレーションを得たのかもしれませんが、Gerstein らは悲しい映画 (ちなみに、1979 年のアメリカ映画



From S. Gelstein et al., *Science* **331**, 226-230 (2011).

『チャンプ』です) を女性に見せて泣いたところで涙を集め (図の A)、それをコットンに浸ませて男性の鼻の下に貼り付けた (図の B) のです。対照群にはただの生理的食塩水を浸ませて同じように鼻の下に貼りました。そして、男性にコンピュータディスプレイに映し出した女性の顔を見てもらいます。男性にはいろいろな質問に答えさせて、映し出された女性をどれくらいセクシーに思ったか、得点を算出したのです。すると、男性にとっての目の前の女性のセクシー度は、女性の涙を鼻の下に塗られた時には生理的食塩水と比べて、有意に下がったのです。ただ、科学者なら、「それって、再現性は？」と言いたくなります。そこで Gerstein らはより客観性が高そうな尺度として、唾液中のテストステロン (男性ホルモン) の量を測定しました。するとやはり、女性の涙は男性のテストステロンを有意に低下させました。さらに彼らは、男性の脳の活動も fMRI を使って計測しました。今度は男性に性的な映像を見せ、脳の紡錘回が興奮することを見定め、続いて女性の涙の効果を調べたところ、涙を嗅いだ男性は、同様の映像を見たとき、紡錘回の活動が有意に下がっていたのです。確かに女性の涙フェロモンは効くのです。

フェロモンの働く仕組みを求めて

さて、これを書いている私は、ショウジョウバエの性行動を生み出す脳の仕組みを研究しています。ショウジョウバエにも雄の求愛意欲を低下させるフェロモンがあります。それは *cis-vaccenyl acetate* という物質で、雄の副性腺で作られ、交尾の間に雌へと注入されて、雌のセックスアピールを低下させます。この物質は、雄の脳にある求愛の意思決定を司る細胞の興奮を抑える作用があるのです。ヒトとハエ、フェロモンというボディーランゲージに関する限り、その働く仕組みは案外よく似ているのかもしれない。

¹ S. Gelstein et al., *Science* **331**, 226-230 (2011). ² S. Haga et al., *Nature* **466**, 118-122 (2010).

ペプチドホルモンおよびその受容体プロテインキナーゼは植物の細胞伸長を制御する

A peptide hormone and its receptor protein kinase regulate plant cell expansion



春田 美好 Miyoshi Haruta

Assistant Scientist, Biotechnology Center, University of Wisconsin-Madison

Grzegorz Sabat¹ Kelly Stecker² Benjamin B. Minkoff² Michael R. Sussman^{1,2}

¹ Biotechnology Center, University of Wisconsin-Madison

² Department of Biochemistry, University of Wisconsin-Madison

Contact

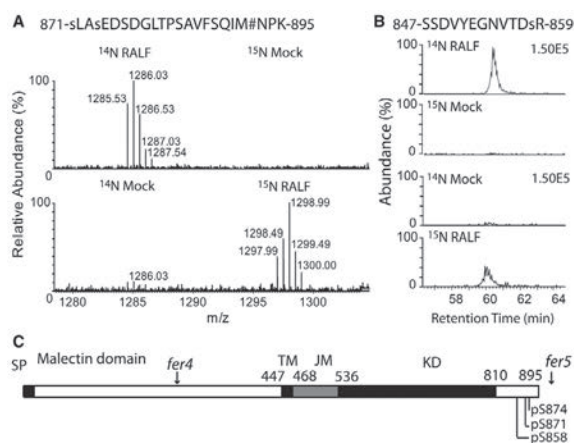
E-mail : haruta@wisc.edu

所在地 : 2330 Genetics-Biotech Center Bldg 425 Henry Mall, Madison, WI 53706, USA

細胞膜タンパク質のリン酸化と植物の細胞伸長の調節

植物の成長は、細胞の伸長が基本となっており、そして細胞伸長には細胞膜上に存在する水素イオンポンプの活性調節が必須です。水素イオンポンプの活性は、タンパク質のリン酸化により調節されていることが、過去の研究から示唆されていました。この研究では、ホルモン様ペプチド、RALF (Rapid Alkalinization Factor) によって誘導される細胞膜上のタンパク質リン酸化の同定および定量を網羅的に行うことで、水素イオンポンプにおいてリン酸化されているアミノ酸残基、同様にRALF受容体であるFERONIAを発見しました。さらに、feroniaの変異体を用い、その欠損株の根においては、野生株の根に比べて、水素イオンポンプが活性化されていることを確認しました。この活性化された水素イオンポンプの影響により、欠損株の根は高濃度の水素イオンを細胞外に放出し、より早く伸長することを証明しました。これらの研究結果により植物の細胞伸長は、促進と同様、抑制によっても調節されていることがわかりました。

Figure and Note



図：質量分析計によるFERONIA受容体のリン酸化の解析

RALFペプチド処理によって誘導されたFERONIA受容体のリン酸化を質量分析計で定量しました。

(A) 871番目と874番目のセリンのリン酸化の誘導。

(B) 858番目のセリンのリン酸化の誘導。

(C) FERONIA受容体タンパク質の構造のモデル。



ウイスコンシン大学バイオテクノロジーセンター

当センターは、最先端の研究設備を備えた、ライフサイエンス研究施設です。私たちのグループは質量分析計を駆使したタンパク質の解析を中心に、植物の成長および分化の調節の仕組み、植物の環境応答を研究しています。モデル植物であるシロイヌナズナを用い、遺伝学、分子生物学、および生化学的な観点から植物の成長の過程を調べています。植物は、生態系において重要な役割を果たし、また私たちの生活に必要な物質の供給源です。植物の成長の仕組みをさらに追究しませんか？

植物の幹細胞においてポリコム群タンパク質の排除により発動する細胞分裂依存的にタイミングをはかるメカニズム

Timing mechanism dependent on cell division is invoked by polycomb eviction in plant stem cells



伊藤 寿郎 Toshio Ito

Senior Principal Investigator, Temasek Life Sciences Laboratory
Adjunct Associate Professor, National University of Singapore
奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 教授

Bo Sun¹ Liang-Sheng Looi^{1,2} Siyi Guo¹ Zemiao He^{1,2} Eng-Seng Gan^{1,2}
Jiangbo Huang^{1,2} Yifeng Xu¹ Wan-Yi Wee¹

¹ Temasek Life Sciences Laboratory

² National University of Singapore

Contact

E-mail : itot@tll.org.sg, itot@bs.naist.jp

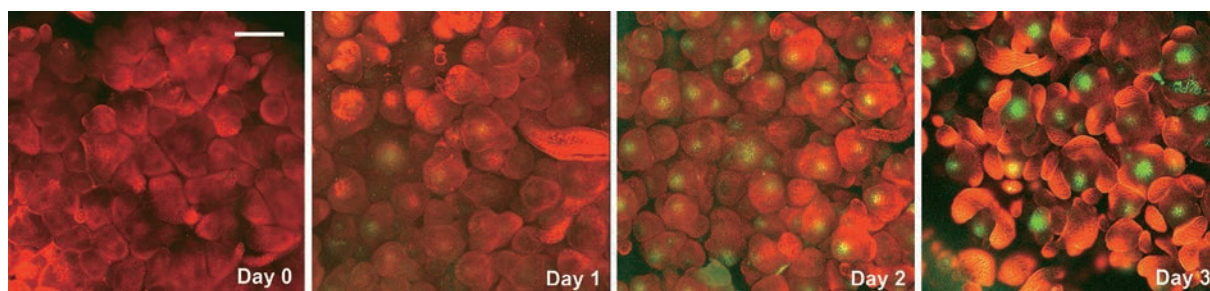
所在地 : 1 Research Link, National University of Singapore, 117604, Republic of Singapore

URL : <http://www.tll.org.sg/group-leaders/toshio-ito/>

花幹細胞におけるヒストン修飾を介した発生時間の制御機構の解明

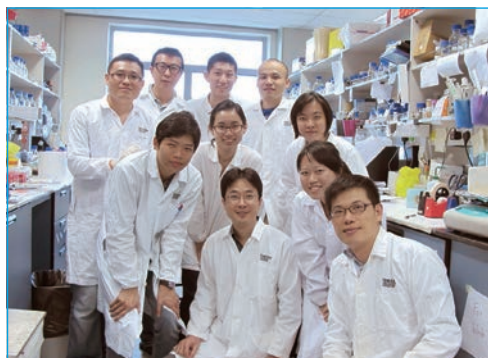
ある種の植物は数千年も生き続けるように、植物は強い増殖力をもつ幹細胞を一生を通じて維持しています。一方、生殖器官である花においては一定数の花器官を形成した後、幹細胞の増殖活性は停止します。私達は、幹細胞の増殖抑制にかかわる KNUCKLES (KNU) というジンクフィンガー型転写因子の時間軸にそった発現制御機構を明らかにしました。KNU のプロモーターはユビキタスな活性があり、早期で異所的な発現は抑制的なヒストン修飾 Histone H3 Lys27 メチル化 (H3K27me3) によって抑えられています。KNU の上流域にその誘導にかかわる転写因子 AGAMOUS が結合すると、H3K27me3 の導入および維持に必要なポリコム因子複合体の結合が阻害されます。これにより細胞周期の進行にともなって、抑制状態が希釈されることで、最適なタイミングで KNU 遺伝子が誘導されます (図)。実際に、ポリコム因子複合体の結合を薬剤依存的に阻害するような合成プロモーターにおいては、時間的な遅れをともなった遺伝子発現を再現することが出来ました。これにより、花の幹細胞の増殖活性は、細胞分裂を介したバイオタイマー機構により制御されていることが分かりました。

Figure and Note



図：シロイヌナズナの花メリステムにおける KNU 遺伝子の誘導

花発生の同調系における KNU レポーター (緑) の共焦点顕微鏡による画像 (赤、蛍光色素で染色した花原基)。花発生誘導後 1 日から 3 日で、レポーターの発現が観察された。それは細胞分裂に依存的なヒストン修飾によって制御されている。Bar, 100μm



奈良先端科学技術大学院大学を日本の花発生研究の中心地に!

私達はシンガポールのテマセック生命科学研究所にて、シロイヌナズナやイネを用いて花のかたちづくりの研究をしています。花は観賞用として日常に彩りを与えてくれるだけではなく、穀物や果物を作り出す種子植物の生殖器官です。花の発生過程においては、花幹細胞の増殖と分化のバランスがダイナミックに変化するため、発生研究のよいモデル系でもあります。2015 年 4 月からは新たに、奈良先端科学技術大学院大学においても研究を始めます。日本の花発生研究の中心地となるよう、学生さん達を大募集中です。植物分野だけではなく、動物の研究者の方々にも注目してもらえるような研究を世界に発信していくことを目指します。

写真：シンガポールテマセック生命科学研究所での研究室メンバー

地球パイロライトマンタルのソリダス温度から推定される低いコア-マンタル境界温度

Low core-mantle boundary temperature inferred from the solidus of pyrolite



左から野村 龍一、廣瀬 敬

野村 龍一 *Ryuichi Nomura*

東京工業大学 地球生命研究所 WPI研究員

廣瀬 敬 *Kei Hirose*

東京工業大学 地球生命研究所 教授 / 所長

上杉 健太郎¹ 大石 泰生¹ 土山 明² 三宅 亮² 上野 雄一郎³

¹ 高輝度光科学研究センター

² 京都大学大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻

³ 東京工業大学 理工学研究科 地球惑星科学専攻

Contact

野村 龍一 E-mail: nomura.r.ab@m.titech.ac.jp

所在地: 152-8551 東京都目黒区大岡山2-12-1 IE-32

廣瀬 敬 E-mail: kei@elsi.jp

所在地: 152-8551 東京都目黒区大岡山2-12-1 IE-4

地球コアに大量の水素

地球はその中心から、鉄合金でできたコア(深さ2900～6400km)、ケイ酸塩でできたマンタル(深さ35～2900km)、地殻(深さ～35km)の順番で層をなす玉ねぎ型構造をしています(図1左)。コアはさらに液体の外核と固体の内核に分かれています。地震波の観測から、外核は鉄とニッケルに加えて軽い不純物元素を含むことがわかっていますが、その正体は現在でもわかっていません。本研究では、レーザー加熱式ダイヤモンドセル装置(図2)を使って地球深部の超高压高温環境を実現し、放射光X線CT撮像法によってマンタル最下部圧力でマンタル物質(パイロライト)が融けた様子を撮像することにより、マンタルの融け始めの温度(ソリダス温度)を決定することに成功しました。マンタル最下部は全球的には融けていないことから、マンタル物質のソリダス温度はマンタル最下部、さらには外核の温度に上限を与えます(図1右)。一方、地球外核は液体であるため、外核の温度は外核の鉄合金の全熔融温度(リキダス温度)より高くなければなりません。そのような低融点の鉄合金には大量の水素が含まれているはず(図1右)。他に密度などの情報も合わせることで、コアには約25atm%の水素が入っている可能性が高いことが分かりました。

Figure and Note

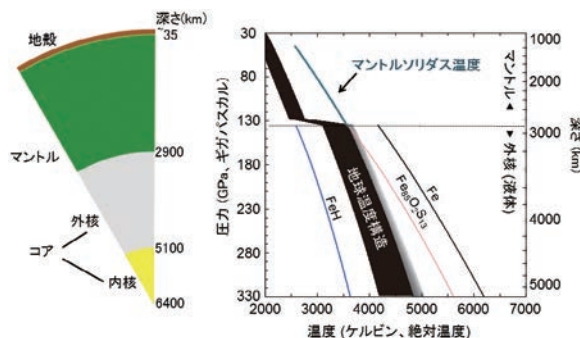


図1: 地球の断面図(左)と本研究で明らかとなったマンタルのソリダス温度と様々な鉄合金のリキダス温度、地球深部温度構造(右)。



図2: レーザー加熱式ダイヤモンドアンビルセル

対向する二つのダイヤモンドの先端に試料を載せ加圧し、レーザーを照射することで超高压高温環境を作りだす。



東京工業大学 地球生命研究所 (Earth-Life Science Institute): 地球と生命の起源に迫る

地球生命研究所 (ELSI) は2012年に、世界トップレベルの研究拠点形成を目指す文部科学省のWPIプログラムによって設立された新しい研究所です。ここでは生物学や地質学、地球化学や宇宙物理学など、様々なバックグラウンドを持つ研究者が一堂に集まり、地球と生命の起源について研究に取り組んでいます。その中で我々のグループは、主に地球の起源に焦点をあて、原始地球内部の超高压・超高温極限環境を実験室で作り出すことでその起源・進化を明らかにしようと研究を進めています。

写真: ELSIメンバー (<http://www.elsi.jp>)

ウイルスRNA構造中の特定の要素が宿主における非自己RNAの認識を調節する

A viral RNA structural element alters host recognition of nonself RNA



喜村 大志 *Taishi Kimura*

大阪大学大学院 医学系研究科 予防環境医学専攻 感染免疫医学講座 免疫制御学
(現 Research Fellow, Divisions of Endocrinology and Developmental Biology, Cincinnati Children's Hospital Medical Center)

Jennifer L. Hyde¹ Christina L. Gardner² James P. White¹ Gai Liu⁵
Derek W. Trobaugh² Cheng Huang⁴ Marco Tonelli⁶ Slobodan Paessler⁴ 竹田 潔³
William B. Klimstra² Gaya K. Amarasinghe⁵ Michael S. Diamond^{1,5,7}

¹ Department of Medicine, Washington University School of Medicine

² Department of Microbiology and Molecular Genetics, Center for Vaccine Research, University of Pittsburgh

³ 大阪大学大学院 医学系研究科 予防環境医学専攻 感染免疫医学講座 免疫制御学

⁴ Department of Pathology, University of Texas Medical Branch at Galveston

⁵ Department of Pathology and Immunology, Washington University School of Medicine

⁶ National Magnetic Resonance Facility at Madison, University of Wisconsin

⁷ Department of Molecular Microbiology, Washington University School of Medicine

Contact

E-mail: Taishi.Kimura@cchmc.org

所在地: 3333 Burnet Avenue, Cincinnati, OH 45229, USA

アルファウイルスが 宿主自然免疫系から逃れるトリックを暴いた

ウイルスは様々な戦略を用いて宿主の自然免疫応答から逃れています。例えば細胞質で増殖する多くのウイルスはメッセンジャー RNA のキャップリボース 2'-O メチル化酵素をコードしており、ウイルス RNA の 2'-O メチル化は宿主の自然免疫系からの回避を誘導していることが私たちのこれまでの研究から明らかになっていました。しかし (+) 鎖 RNA ウイルスの一種であるアルファウイルスはゲノム RNA に 2'-O メチル化を有しておらず、どのようにして宿主の自然免疫系から逃れているのかはこれまで不明でした。本研究では、アルファウイルスがウイルス RNA の 5' 非翻訳領域内に安定したステムループ構造を有する事によって宿主の自然免疫応答からの回避を誘導していることを明らかにしました。アルファウイルスが 5' 非翻訳領域内にステムループを安定して形成する場合には Ifit1 と呼ばれる抗ウイルス分子の結合が弱まり、ウイルスの増殖が継続しました。一方でステムループの形成が不安定な場合には Ifit1 がウイルス RNA に強く結合し、ウイルス RNA の翻訳が抑制されることによってウイルスの増殖が阻害されました。

Figure and Note

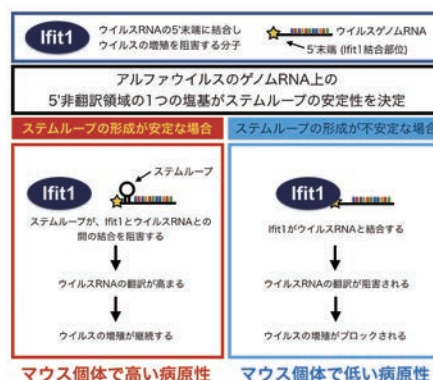
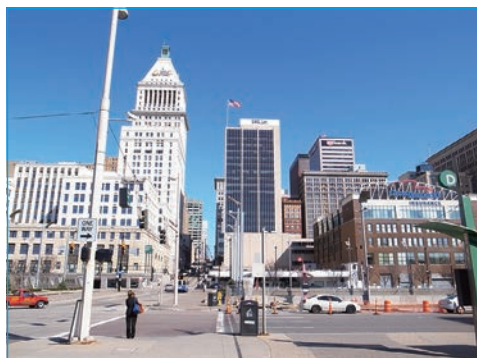


図: 本研究の概略図

病原性の高いアルファウイルスは 5' 非翻訳領域にステムループを安定的に形成する塩基を有することで Ifit1 による認識から逃れている。



RNAとRNA結合分子の関係性から新しい研究視野が開けた

私は現在、米国オハイオ州シンシナティの研究室において慢性炎症に関わる RNA について研究を行っています。上記の研究を通じて知った、RNA のたった一塩基の違いが二次構造因子形成の安定性を変化させ、それが更に RNA-RNA 結合分子間の結合変化を介してウイルスの病原性に影響を与えたという事がヒントになり、現在は無菌的な炎症における細胞性の RNA と RNA 結合分子との関係性についての研究に励んでいます。このように、思いがけないところに新しい研究へのヒントが隠されていたということが私から若い学生のみさんに伝えたい事です。そして上記の研究への参加の機会を与えてくださりました竹田潔教授に深く感謝申し上げます。

写真: 米国オハイオ州シンシナティ、ダウンタウンの風景

GPR56の動的な選択的スプライシングが 大脳皮質の領域的パターン形成を調整する

Evolutionarily dynamic alternative splicing of *GPR56* regulates regional cerebral cortical patterning



左から岡野 栄之、村山 綾子

岡野 栄之 Hideyuki Okano

慶應義塾大学大学院医学研究科 委員長 / 慶應義塾大学医学部 生理学教室 教授

村山 綾子 Ayako Y. Murayama

慶應義塾大学医学部 生理学教室 特任助教 / 理化学研究所 BSI 研究員

Byoung-Il Bae Ian Tietjen Kutay D. Atabay Gilad D. Evrony Matthew B. Johnson
Ebenezer Asare Peter P. Wang Christopher A. Walsh et al.

Division of Genetics and Genomics, Manton Center for Orphan Disease,
and Howard Hughes Medical Institute, Boston Children's Hospital, Broad Institute of MIT and Harvard,
and Departments of Pediatrics and Neurology, Harvard Medical School

全著者リスト: <http://www.sciencemag.org/content/343/6172/764.abstract>

Contact

岡野 栄之 E-mail: hidokano@a2.keio.jp

所在地: 160-8582 東京都新宿区信濃町 35

Gpr56 遺伝子の発現調節と 大脳皮質形成の役割の進化的考察

今回、ハーバード大学の Dr. Walsh 研究室と慶應義塾大学の本研究室との共同研究で、G protein coupled receptor 56 (GPR56) が脳回脳溝形成に大きく関わっている結果を発表しました。GPR56 は、多小脳回症を呈する 2 型滑脳症の患者に変異が認められる遺伝子で、数十 kbp に及ぶ長い発現制御領域をもち、多くの選択的スプライシングが起きますが、今回この領域内のエクソン 1m の上流に 15bp の欠失がある 3 家系の患者では、シルビウス裂近傍のみに多小脳回が生じていることが示されました。マウスでも、この 15bp を欠失させると大脳皮質における GPR56 の発現が消失しますが、この配列には転写因子 RFX ファミリーが結合し、*Gpr56* の転写制御に関わっていることが明らかとなり、*Gpr56* 遺伝子欠損マウスでは神経前駆細胞の細胞分裂が抑制されていました。一方、皺脳をもつヒト、マーモセット、フェレットの大脳皮質での GPR56 の発現を調べてみると、脳溝脳回構造が構築されるために重要であると考えられている脳室下帯外側 (outer subventricular zone) の細胞に非常に強く発現していました (図)。本結果から、GPR56 が大脳皮質の進化に影響を及ぼしようという非常に興味深い結果も得ることができました。本研究結果が多小脳回症の新しい発生機序、さらには脳溝形成のメカニズム解明への一歩となり、今後の治療開発につながることを期待されます。

Figure and Note

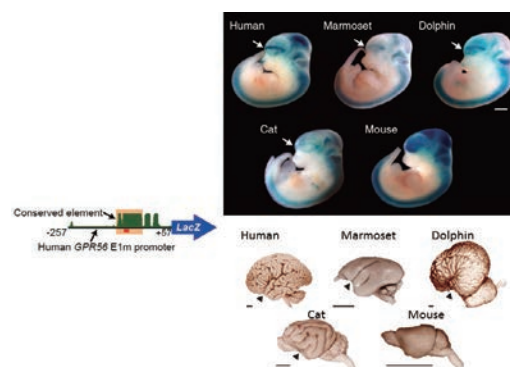


図1: 皺脳をもつ動物の *Gpr56* e1m 配列はシルビウス裂周囲の制御パターンを示す

ヒト遺伝学的解析により、*Gpr56* 遺伝子のエクソン 1m の上流に 15bp の欠失がある 3 家系の患者では、シルビウス裂近傍のみに多小脳回が生じている。ヒト、マーモセット、イルカ、ネコ、マウスのゲノムにおいても進化的に保存されている 15bp を含む配列をレポーター遺伝子 β -gal につないだコンストラクトによってトランスジェニックマウスを作製したところ、由来した種のシルビウス裂の構造の有無に対応するバンド状の β -gal 発現が認められた。

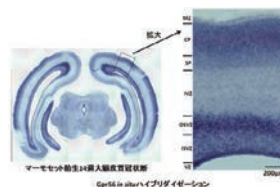


図2: マーモセット大脳皮質における *Gpr56* 遺伝子の発現

マーモセット大脳皮質における *Gpr56* 遺伝子の発現を、胎生 14 週脳を用いた *in situ* ハイブリダイゼーション法で解析した。脳溝脳回構造が構築されるために重要であると考えられている脳室下帯外側 (outer subventricular zone) の細胞に非常に強く発現していた。



大脳皮質と霊長類の進化生物学的研究へようこそ!

私たちの研究室では、再生医療だけでなく、ショウジョウバエ、マウス、霊長類であるマーモセットなど、様々な動物種を用いた神経発生や脳の構造と機能に関する個体レベルの研究を精力的に行っております。*Gpr56* は、人類遺伝学的な解析から、大脳皮質のシルビウス裂の形成に関連する cis-element を持っていることが既にハーバード大学の Walsh 研究室で明らかとされていましたが、シルビウス裂を有さないマウスでの解析には、限界があります。そこで、遺伝子改変が可能な霊長類であるマーモセットでの解析に着眼し、私たちと共同研究をはじめたことが今回の論文へと繋がりました。当研究室では、更に *Gpr56* レポーターの遺伝子改変マーモセットの作成や、同遺伝子に変異を有する多小脳回症患者の iPS 細胞の解析へとこの研究を進展させております。興味のある方は、是非ご参加下さい!

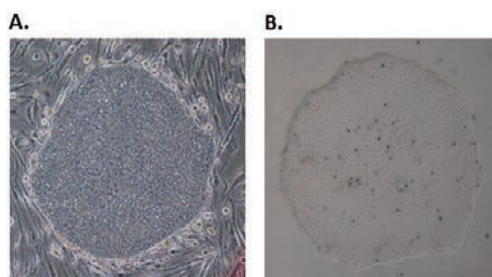
iPS細胞の臨床化への展望

慶應義塾大学医学部 生理学教室 岡野 栄之
村山 綾子

両生類の四肢や尾の再生過程で、細胞の「脱分化」という現象がみられることは以前から知られていました。1962年、ジョン・ガードン博士がカエルの体細胞クローン作製に成功しましたが、ほ乳類では「いったん三胚葉に分化した細胞が異なる胚葉を再生することはない」と、その後もずっと信じられてきました。しかし1997年、クローン羊のドリーが誕生し、まさに新しい時代の幕が開けられます。さらに2000年、*Science*12月1日号に掲載された2つの論文、『Turning Blood into Brain¹』『From Marrow to Brain²』ではマウス血球系細胞がニューロンになるというダイレクトリプログラミングを示唆しました（この結果が確認されるのは、その後のiPS細胞の樹立まで待つこととなります）。一方、当時、岡野研では米国コーネル大学チームとの共同研究により、成人脳でも新しくニューロンが新生していることを発見していました。これらの発見は、再生不可能と固く信じられていた神経発生学の世界にセンセーションを巻き起こしました。

iPS細胞の登場から臨床応用へ

それから10年もたたない2006年、京都大学 山中伸弥教授の研究室におけるマウスiPS細胞の樹立、そして2007年、人類は自らの細胞をリプログラミングすることに成功しました。その後、iPS細胞は臨床応用に向けて性状解析が進み、樹立方法が飛躍的に改良され、2014年には「加齢黄斑変性症」に対してiPS細胞由来の網膜色素上皮細胞を移植するという最初の臨床応用例が実現しました。ドリーと同じ年に誕生した子供たちがやっと高校生に成長したくらいの歳月の間に、「ない」と信じられていた生命現象の存在が証明されたうえに、これを利用した臨床応用まで一気に成し遂げられたのです。驚くべきスピードです。しかし、サイエンスを本当に面白いと感じるのは、そういった華々しさそのものではなく、その裏には地道な研究の積み重ねがあったからこそだと気づかされたときではないでしょうか。今や、iPS細胞由来の血小板や赤血球の臨床応用も（これらの細胞には核がないため、移植細胞による癌化のリスクが回避できます）、iPS細胞由来の特異的なT細胞を用いた抗がん治療や抗ウイルス治療も、すでに実現を射程内に収めていると言えます。



A. フィーダー細胞上のiPS細胞

B. フィーダーフリー系で培養されているiPS細胞

新たな戦略 — iPS細胞ストック計画

一方、発症から治療までにiPS細胞をつくる時間的猶予を許さない疾患もあります。岡野研で長年研究している脊椎損傷の治療もその一つです。では、どのような戦略でいくか。現在、京都大学iPS細胞研究所では、多くの人に適合しやすいHLAタイプの細胞を集めて貯蔵し、必要時に即使用可能な「iPS細胞ストック計画」を進めています。私たちはこれを利用し、前もって神経系細胞ストックを作成して凍結保存しておくことで、必要なときにすぐに解凍、脊髄移植するという戦略を立てました。現在、臨床応用第一例目に向けて準備中です。

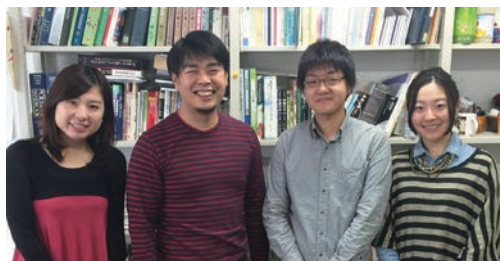
さらなる臨床応用へ向けてのiPS細胞研究

加えて、iPS細胞は*in vitro*（試験管内）で疾患モデルを作成することができ、病態の理解や創薬に極めて強力なツールとなるため、多くの疾患iPS株が樹立されています。創薬では新薬の開発はもちろん、既存薬や、治験段階で安全性はクリアしている薬が別の疾患で有効かもしれないなどの前臨床試験にも利用できると山中教授は述べています。しかし、移植にしても創薬にしても、臨床応用に進むということは、「基礎研究だけではわからない」重大な課題が生じてくることは確かです。多くの臨床治療がそうであるように、「進みながら乗り越えて（解決して）いく」、これが現在のiPS細胞研究が置かれている段階でしょう。

¹ É. Mezey *et al.*, *Science* **290**, 1779-1782 (2000). ² T. R. Brazelton *et al.*, *Science* **290**, 1775-1779 (2000).

力学的ヒステリシスを示さない 「非膨潤」ハイドロゲル

“Nonswellable” hydrogel without mechanical hysteresis



左から赤木 友紀、酒井 崇匡、鎌田 宏幸、刈谷 遊子

Contact

酒井 崇匡 E-mail: sakai@tetrapod.t.u-tokyo.ac.jp
所在地: 113-0032 東京都文京区弥生2-11-16

酒井 崇匡 Takamasa Sakai

東京大学大学院 工学系研究科 バイオエンジニアリング専攻 助教

鎌田 宏幸 Hiroyuki Kamata

東京大学大学院 工学系研究科 バイオエンジニアリング専攻 博士課程2年(学振)

赤木 友紀 Yuki Akagi

東京大学大学院 薬学系研究科 博士研究員(学振)

刈谷 遊子 Yuko Kariya

東京大学大学院 工学系研究科 バイオエンジニアリング専攻 学術支援研究員

鄭 雄一 Ungil Chung

東京大学大学院 工学系研究科 バイオエンジニアリング専攻 教授

生体環境下において形状・機能を維持するハイドロゲル

近年、再生医療への関心が高まる中、医用材料としてのハイドロゲルに注目が集まっています。日常生活で目にするハイドロゲルは豆腐や煮ごり等の食べ物が主ですが、コンタクトレンズやオムツなど、医療や衛生分野で用いられているものも多くあります。ハイドロゲルは、高い含水率(〜90%)を有し、生体軟組織に類似した組成を持つことから、医用材料の有力な候補として挙げられています。しかしながら、生体内では、ハイドロゲルは体内の水分を吸収し、膨張してしまうために、元の形状を維持できないばかりか、その力学特性も大きく損なわれてしまうという問題がありました。

今回、私達は、生体環境下で収縮する特殊な高分子を任意の割合でハイドロゲルに導入することで、ハイドロゲルの膨張を抑制することに世界で初めて成功しました。

このハイドロゲルは、特殊な高分子を含む二種類の水溶液を混ぜるだけで誰でも簡単に作製することができ、生体内においても膨張することなく水分を吸収する前の初期の形状を維持し、かつ高い強度を有することから、人工軟骨や人工椎間板としての応用や、再生医療／組織工学における細胞の足場素材として利用されると期待されます。

Figure and Note

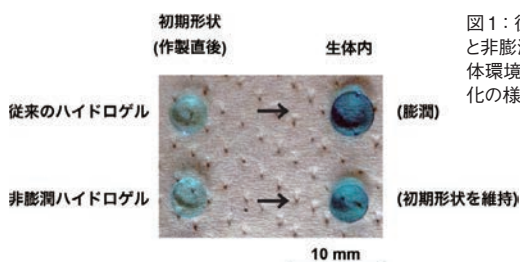


図1: 従来のハイドロゲルと非膨潤ハイドロゲルの生体環境下における形状変化の様子

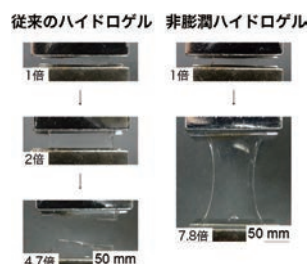


図2: 従来のハイドロゲルと非膨潤ハイドロゲルの生体環境下における力学特性

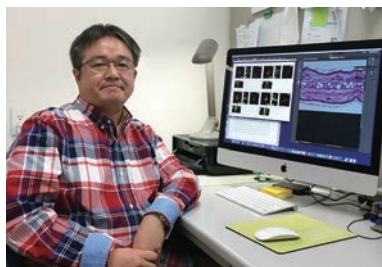


大学研究の役割について思うこと

近年、大学においても研究の社会還元を求められています。国民の税金で研究を行っているので、社会還元を考えるのは当然だと思います。しかしながら、基礎研究を社会還元することは、一般的に極めて困難です。では、安直に「既存の材料を混ぜて有用かも知れない物質を作り、ひと通り物性を評価する」という研究はどうでしょう？ うまく理由付けをすれば一見有用な研究に見えるかもしれませんが、それは社会が本当に求める大学の姿でしょうか？ この研究を通して、大学の持つ重要な役割である学生の教育ができるでしょうか？ 当研究室は、基礎研究を通して実用に役立つ原理を作ること、学生を教育することを最重要だと考え、日夜研究に励んでいます。

IgEの高親和性受容体による 分子レベルでの細胞応答制御

Molecular editing of cellular responses by the high-affinity receptor for IgE



鈴木 亮 Ryo Suzuki

Laboratory of Molecular Immunogenetics,
National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases (NIH)
(現 名古屋市立大学大学院 薬学研究科 生体超分子システム解析学分野 講師)

Sarah Leach¹ Wenhua Liu² Evelyn Ralston² Jörg Scheffel¹
Weiguo Zhang³ Clifford A. Lowell⁴ Juan Rivera¹

¹ Laboratory of Molecular Immunogenetics,
National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases

² Light Imaging Section, Office of Science and Technology,
National Institute of Arthritis and Musculoskeletal and Skin Diseases

³ Department of Immunology, Duke University School of Medicine

⁴ Department of Laboratory Medicine, University of California

Contact

E-mail: suzukir@phar.nagoya-cu.ac.jp

所在地: 467-8603 名古屋市瑞穂区田辺通 3-1

URL: <http://www.nagoya-cu.ac.jp/phar/1050.htm>

マスト細胞がアレルゲンの親和性を認識し アレルギー炎症反応を制御する

アレルギー反応において、マスト細胞は重要な働きを担っています。マスト細胞は、炎症性メディエータを細胞内に貯蔵し、アレルゲン(抗原)が、抗原特異的IgEを介して高親和性IgE受容体を活性化することによって、炎症性メディエータを放出します。その結果、アレルギー反応が惹起されます。抗原とIgEの親和性は、アレルギー疾患の発症や症状の決定に重要な役割を担うと考えられてきましたが、その分子レベルでの細胞応答制御機構は謎でした。我々は、親和性の異なる抗原を用いた独自の研究システムを構築し、抗原親和性の違いがIgE受容体架橋形成状態(数、大きさ、動態)に影響を与え、低親和性抗原は高親和性抗原と異なるシグナル伝達経路(FcγR、LAT2)を活性化することによって、ケモカイン(CCL2など)を有意に分泌することが明らかになりました。さらに、抗原親和性は、マスト細胞の活性化に伴って浸潤してくる細胞の種類にも違いを生じさせることが分かりました。このように我々の研究成果から、抗原の親和性によるアレルギー炎症反応の制御機構の一端が明らかになりました。

Figure and Note

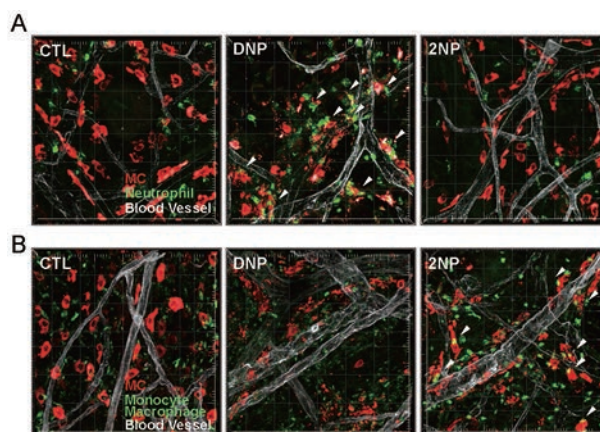


図: 親和性抗原によるマスト細胞応答が制御する浸潤細胞。

高親和性抗原は好中球((A)のDNP)を、低親和性抗原は単球・マクロファージ((B)の2NP)を有意に浸潤させる。



少しでもアレルギー反応の本質に迫りたい

アメリカ合衆国国立衛生研究所のJuan Rivera博士の研究室で、8年余りを過ごしました。この間ラボの同僚として、また共同研究を通じて、世界中の数多くの研究者と交流・研究するチャンスを得ました。そこで得た世界の研究者との繋がり、私の財産となりました。彼らとの交流から得る思いもよらないような発想や多角的な視点からの思考は、未だ答えの見えないアレルギー研究への意欲をかき立てられています。現在は、新天地(名古屋市立大学大学院薬学研究科(平嶋尚英教授))で、新しい仲間と共にアレルゲンの親和性が繰り広げる多様なアレルギー反応の本質に少しでも迫れる様、日々マスト細胞と格闘しています。

写真: 毎年恒例クリスマス会でのRiveraラボメンバーの一コマ。

(最右上が筆者。最右下がJuan Rivera博士)

原子レベルの薄さの窒化ホウ素ファンデルワールス結晶における波長可変フォノンポラリトン

Tunable phonon polaritons in atomically thin van der Waals crystals of boron nitride



左から谷口 尚、渡邊 賢司

谷口 尚 *Takashi Taniguchi*

物質・材料研究機構 先端の共通技術部門 先端材料プロセスユニット
超高压グループ グループリーダー

渡邊 賢司 *Kenji Watanabe*

物質・材料研究機構 環境・エネルギー材料部門 光・電子材料ユニット
光・電子機能グループ 主席研究員

Siyuan Dai¹ Zhe Fei¹ Qiong Ma² Aleksandr S. Rodin³ Martin Wagner¹
Alex Swinton McLeod¹ Meng Kun Liu¹ William Gannett^{4,5} Will Regan^{4,5}
Mark Thieme⁶ Gerardo Dominguez^{6,7} Antonio H. Castro Neto^{3,8} Alex Zettl^{4,5,9}
Fritz Keilmann¹⁰ Pablo Jarillo-Herrero² Michael M. Fogler¹ Dimitri N. Basov¹

¹ Department of Physics, University of California, San Diego

² Department of Physics, Massachusetts Institute of Technology

³ Department of Physics, Boston University

⁴ Department of Physics, University of California, Berkeley

⁵ Materials Sciences Division, Lawrence Berkeley National Laboratory

⁶ Department of Chemistry and Biochemistry, University of California, San Diego

⁷ Department of Physics, California State University, San Marcos

⁸ Graphene Research Centre and Physics Department,
National University of Singapore

⁹ Kavli Energy NanoSciences Institute at the University of California,
Berkeley, and the Lawrence Berkeley National Laboratory

¹⁰ Ludwig-Maximilians-Universität and Center for Nanoscience

Contact

谷口 尚 E-mail: taniguchi.takashi@nims.go.jp 所在地: 305-0044 茨城県つくば市並木1-1
U R L: http://www.nims.go.jp/personal/BN_research/index-j_BNR.html

ファンデルワールス結晶が切り開く 新しいナノフォトニクスの世界

フォトニクスにおける素子サイズは従来回折限界に支配され、光の波長以下の素子は実現不可能でした。しかし、近年近接場光を利用したナノフォトニクスにより古典的な限界を越えることが可能となりました。多くの研究ではナノスケールの光の伝搬にプラズモンを使い、複雑なナノプロセス技術に依存しており、そのために伝搬損失が大きくなってしまふ欠点がありました。しかし、ファンデルワールス結晶の代表である六方晶窒化ホウ素という自然の作る周期構造を利用することにより、低損失な光の伝搬を実現できます。六方晶窒化ホウ素は窒素原子とホウ素原子からなる化合物なので中赤外領域で光と強く相互作用する極性の格子振動モードを持ちます。このモードは光の伝搬と共に振動する連成波(フォノンポラリトン)となります。このフォノンポラリトン、プラズモン同様に負の屈折率などの特性を示します。私たちの研究チームは、表面フォノンポラリトンを窒化ホウ素原子層中に励起し、その分散関係を原子層の厚み(枚数)で制御できることを見いだしました。低減衰の表面ポラリトンモードを利用すると光エネルギーをナノサイズに閉じ込め伝搬させることができるなど応用範囲も広く、ナノフォトニクスにおける新しい展開が期待できます。

Figure and Note

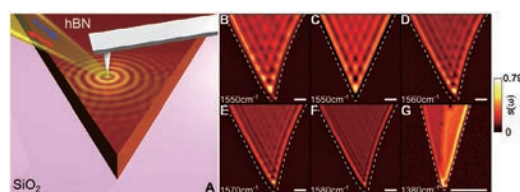


図: 表面フォノンポラリトンの実空間イメージ

赤外線レーザー照射された原子間力顕微鏡チップにより試料中に励起されたフォノンポラリトンは、試料端面での反射による干渉模様を形成しています(図は振動数1550cm⁻¹から1450cm⁻¹の例)。このフリンジ周期からフォノンポラリトンの波長を見積ることができる。

今年 *Science* に掲載されたその他の記事:

Science 4 July 2014; Vol. 345 no. 6192 pp. 55-57

DOI: 10.1126/science.1250270

二層グラフェンにおける電子正孔非対称な整数、および、
分数量子ホール効果

Electron-hole asymmetric integer and fractional quantum Hall effect in bilayer graphene

Science 4 July 2014; Vol. 345 no. 6192 pp. 58-61

DOI: 10.1126/science.1251003

二層グラフェンにおける化学ポテンシャルと量子ホール強磁性

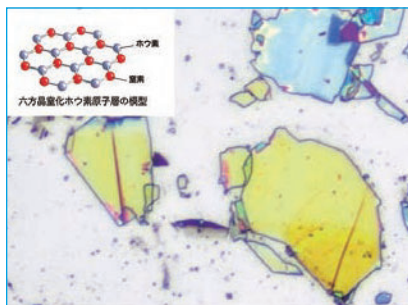
Chemical potential and quantum Hall ferromagnetism in bilayer graphene

Science 4 July 2014; Vol. 345 no. 6192 pp. 61-64

DOI: 10.1126/science.1252875

二層グラフェンにおける可変分数量子ホール相

Tunable fractional quantum Hall phases in bilayer graphene



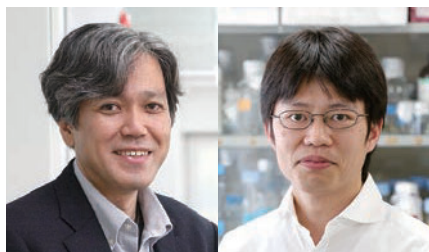
六方晶窒化ホウ素の応用展開は "disruptive technology" となりうるか?

窒素原子とホウ素原子がsp²結合した六角形網目状の平面原子層がファンデルワールス結合により積層した六方晶窒化ホウ素は、ファンデルワールス結晶の代表選手として注目されています。本研究のようなナノフォトニクスへの応用の他にも、グラフェンの特異な電子特性を発現させるための基板・絶縁層応用にも大活躍しており、とくに本年、二層グラフェンにおいて、新しい量子効果の発現に利用されています(※その他の*Science*掲載記事を参照)。従来型の半導体テクノロジーが、いろいろな場面で限界を見せ始めるなか、六方晶窒化ホウ素の新しい応用による現状打破型(disruptive)の新技術展開が期待されます。

写真: 剥離法によりシリコン基板上に転写した高純度六方晶窒化ホウ素薄膜
結晶の色は表・裏面の干渉色であり、膜厚の違いを示しています。結晶自身は可視光領域で透明です。

GATA 転写因子の核－細胞質間往復輸送は発生タイマーとして機能する

Nucleocytoplasmic shuttling of a GATA transcription factor functions as a development timer



左から上田 昌宏、村本哲哉

上田 昌宏 Masahiro Ueda

大阪大学大学院 理学研究科 1 分子生物学研究室 教授

村本 哲哉 Tetsuya Muramoto

理化学研究所 生命システム研究センター 研究員

(現 東邦大学理学部 生物学科 分子発生生物学研究室 講師)

Huaqing Cai¹ Mariko Katoh-Kurasawa² Balaji Santhanam²

Yu Long¹ Lei Li³ Pablo A. Iglesias¹ Gad Shaulsky²

Peter N. Devreotes¹

¹ Johns Hopkins University

² Baylor College of Medicine

³ University of Virginia

Contact

上田 昌宏 E-mail: masahiroueda@fbs.osaka-u.ac.jp

所在地: 560-0043 大阪府豊中市待兼山町 1-1

村本 哲哉 E-mail: tetsuya.muramoto@sci.toho-u.ac.jp

所在地: 274-8510 千葉県船橋市三山 2-2-1

発生タイマーとしてはたらく 遺伝子発現のオシレーション

周期的な振動現象は、生命システムの動的挙動の中でもよく観察されるものの一つであり、細胞周期、概日時計や分節時計など、多くの場面で重要な役割を担っています。細胞性粘菌 (*Dictyostelium discoideum*) では、周期的な振動現象の一つとして、cAMP (環状アデノシンリン酸) の約 6 分おきの周期的な波によって分化誘導が起こることが知られています。私たちは、GATA ファミリー転写因子である GtaC が、cAMP の波に応じて核と細胞質の間を周期的に行き来していることを発見しました。この現象は、GtaC に存在する核移行シグナルと細胞膜上の cAMP レセプターを介した GtaC のリン酸化によって制御されています。つまり、cAMP がレセプターに結合すると、GtaC の核内での活性化とそれに続く標的遺伝子領域の活性化が誘導され、その後 GtaC は細胞質へと移行します。そこで、転写因子とその標的となる遺伝子 *csaA* の発現動態を同時にライブセルイメージングで解析したところ、cAMP の波の周期に合わせ、細胞集団全体での転写の同調が約 6 分おきに引き起こされるという現象を確認することができました。この発見は、周期的なシグナルが周期的な転写の活性化情報に変換される動的メカニズムを解明したはじめての例です。

Figure and Note

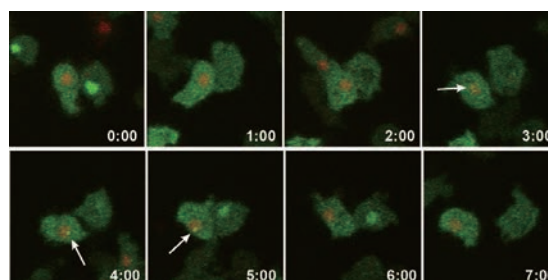


図 1: GtaC の局在変化と *csaA* の発現動態

緑の細胞でみられる転写因子の局在変化と核を赤でラベルした細胞でみられる転写の活性化が、cAMP の約 6 分おきの周期的な波によって誘導される様子をモニターしている。矢印は観察された転写活性化スポット。(分: 秒)

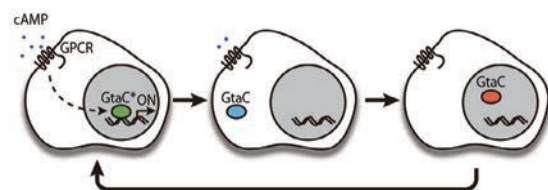


図 2: GtaC の局在変化による周期的な発現振動

転写因子が、活性化状態 (緑)、細胞質に移行した状態 (青)、再び核移行するが不活性化状態 (赤) と周期的に変動することで、標的遺伝子の転写をオシレーションさせる様子。



大阪大学 / 理研 QBIC の研究室

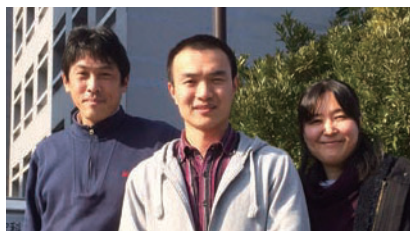
本研究室では、1 分子イメージングなどを含む最先端の計測技術と理論・数値モデリングを組み合わせることにより、細胞内のシグナル伝達を担うシステムの構築原理と演算原理の解明を目指した新しい研究手法の開発を行っています。

東邦大学の研究室

発生分化過程でのダイナミックな遺伝子発現動態を明らかにするため、生きた細胞の核内で見られる転写を直接可視化する技術を用いた研究を行っています。発生分化の現象の動作原理の解明や、その操作と制御を目指しています。

植物の陸上化へのNAC転写因子の貢献

Contribution of NAC transcription factors to plant adaptation to land



左から出村 拓、徐 波、大谷 美沙都

Contact

出村 拓

E-mail: demura@bs.naist.jp

所在地: 630-0192 奈良県生駒市高山町 8916-5

徐 波 Bo Xu

奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 植物代謝制御研究室 博士研究員

大谷 美沙都 Misato Ohtani

奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 植物代謝制御研究室 助教

出村 拓 Taku Demura

奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 植物代謝制御研究室 教授

山口 雅利¹ 豊岡 公德² 若崎 真由美² 佐藤 繭子² 久保 稔³ 中野 仁美⁴

佐野 亮輔⁴ 日渡 祐二⁵ 村田 隆⁵ 倉田 哲也⁴ 米田 新⁴ 加藤 晃⁴ 長谷部 光泰⁵

¹ 埼玉大学 環境科学研究センター

² 理化学研究所 環境資源科学研究センター

³ 奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究推進センター

⁴ 奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科

⁵ 基礎生物学研究所

自己細胞死と細胞壁形成を促すシステムの獲得が植物陸上化の鍵に

維管束植物は、体を支えるための細胞(支持細胞)と水分を運ぶための細胞(通水細胞)をもっています。いずれの細胞も厚い細胞壁をもち、通水細胞では自己細胞死によって細胞内部がなくなることによって内側に水を通します(図1)。これまでの研究によって、一群の植物特有の転写因子(VNS転写因子)が働くことで、これら支持細胞と通水細胞が作られることが明らかにされてきました。奈良先端科学技術大学院大学の徐波、大谷、出村は、理化学研究所と基礎生物学研究所のグループと共同で、維管束をもたないコケ植物の一つであるヒメツリガネゴケが8つのVNS遺伝子をもっていて、これらがコケの支持細胞である「ステライド」での厚い細胞壁の形成と通水細胞である「ハイドロイド」の細胞死を制御していることを明らかにしました。興味深いことに、遺伝子操作によって「ハイドロイド」をもたないヒメツリガネゴケを作ると、陸上で容易に起こり得る弱い乾燥状態(相対湿度75%)で萎れてしまうことがわかりました(図2)。このことは植物が長い進化の過程の早い段階で自己細胞死と細胞壁形成を促すシステムを獲得したことが陸上化の鍵となり、そのシステムを保持したまま進化を続けていることを物語っています。

Figure and Note

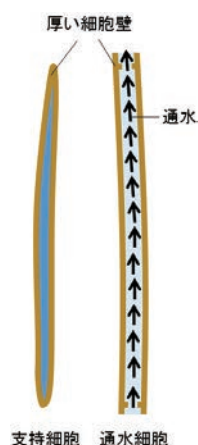


図1: 高等植物の支持細胞と通水細胞の構造

高等植物の支持細胞である「繊維細胞」は厚い細胞壁をもち、最終的には自己細胞死によって死ぬが、隣の細胞とはつながらない。通水細胞である「道管」は厚い細胞壁をもち、自己細胞死によって細胞内部がなくなり、その中を水が通ります。

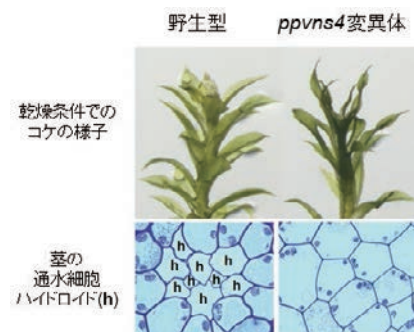


図2: 茎のハイドロイドをもたないヒメツリガネゴケ

遺伝子操作によってハイドロイド(h)をもたないヒメツリガネゴケ(ppvns4変異体)を作ったところ、乾燥条件(相対湿度75%)で野生型と比べて速やかに萎れてしまうことがわかりました。



植物の細胞分化のしくみを探る

植物は約40種類の細胞をもっているとされています。その一つである「道管」は高等植物にみられる通水細胞で、厚い細胞壁と自己細胞死によって特徴づけられます。私たちはこれまで、この道管ができるしくみについて研究を行ってきましたが、今回、コケ植物であるヒメツリガネゴケを材料に研究を行ったところ、構造はよく似ているものの分化のしくみは全く異なるのではないかと考えられていた「ハイドロイド」が「道管」と同じシステム(遺伝子群)を利用して分化することを証明できました。これは、ヒメツリガネゴケのゲノムが解読されたことが大きなきっかけとなっています。近年のゲノム解読技術の進歩によって様々な植物のゲノム解読が進んでいます。今後、これらの情報をもとに、様々な植物細胞の分化のしくみが次々と明らかになると期待されます。

写真: 奈良唐招提寺の苔庭。

スギの根元をシラガコケが覆っています。スギもシラガコケも同じ遺伝子セットの働きによって水を運ぶ細胞と体を支える細胞を作り、陸上で生活しています。

植物細胞壁のセルロースを利用する将来を夢見て

奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 出村 拓
大谷 美沙都

セルロースとは？

地球上でもっとも多量に存在する天然の有機化合物はセルロースで、私たちの身の回りはセルロースであふれているといっても過言ではありません。コピー用紙やトイレトーパーなどの紙が植物(とくに樹木)の繊維細胞(パルプ)からできているのはご存知だと思いますが、この植物繊維細胞の主要成分が厚い細胞壁(二次細胞壁^{*1})を由来とするセルロースで、重量の約50%を占めます。また、木材も繊維細胞の集合体ですので、木造住宅の柱や木製家具の50%はセルロースからできているということになります。木綿(コットン)はワタの種子の表面(種皮の細胞)の一部が細長く伸びたもので、これも主要成分は細胞壁のセルロースです。他には、セロハンテープ^{*2}やナタデココ^{*3}もセルロースからできています。

^{*1}: 道管細胞や繊維細胞などの一部の特殊化した細胞において、通常の薄い細胞壁(一次細胞壁)の内側に作られる厚い細胞壁の層。

^{*2}: セロハンテープはパルプを原材料として作ったセロハンに天然ゴムなどから作られた粘着剤を塗布したもの。

^{*3}: ナタデココのセルロースは酢酸菌というバクテリアが作り出すもので、植物細胞壁由来ではない。

バイオ燃料とバイオ素材の原材料

セルロースは糖であるβグルコースが複数結合(重合)した多糖ですので、セルロースを分解する酵素であるセルラーゼで処理すると、グルコースを得ることができます。そして、このグルコースを原材料にバイオエタノールなどのバイオ燃料やバイオ素材を作り出すことも可能です。ところが、多くの植物繊維細胞の二次細胞壁は、セルロース以外に別の種類の多糖であるヘミセルロースや分解されにくいフェノール性化合物であるリグニンを含んでいるため、純度の高いセルロースを細胞壁から抽出するためには多大なコスト(エネルギー)がかかります。このコストを下げるための方策の一つとして、細胞壁の性質を大きく変えてやるのが有効だと考えられています。

セルロース改変ポプラの開発

私たちの研究室では、植物繊維細胞などの二次細胞壁をもった細胞が分化^{*4}するときに働く遺伝子の研究を進めてきました。その結果、二次細胞壁のセルロースやリグニンの生合成を司る遺伝子がいつどこで働くかをコントロールできるマスター遺伝子群を見つけることに成功しました。その中の一つである *VND7* 遺伝子をポプラやシロイヌナズナ^{*5}、あるいは様々な植物の培養細胞で人為的かつ強制的に働かせると、もともとは薄い細胞壁(一次細胞壁)しか持たない細胞でも短時間にセルロースを多量に含む二次細胞壁を作り出すことができます。また、別のマスター遺伝子である *MYB46* 遺伝子または *NST3/SND1* 遺伝子をポプラの繊維細胞で本来よりも強く働かせることで、繊維細胞の二次細胞壁の厚さをもととの2倍くらいに増やすこともできます(中野仁美ら、未発表)。さらに、これらのマスター遺伝子の働く時期や強さを変えることで、ポプラの繊維細胞からのセルロースの抽出がより有利になるように、セルロースを増やしたり、リグニンを減らしたりすることもできるようになってきました。現在はまだ実験室や温室でのテスト段階ですが、将来的には、国内外の大学との共同研究による野外での圃場試験を経て、世界の植林地で栽培されて、バイオ燃料やバイオ素材の原材料として利用される日がやって来ると期待しています。



中国南京近郊のポプラ育苗場(2014年10月に撮影)
ここでつくられたポプラの苗が各地で植林される。

^{*4}: 細胞が新しい性質を持って他のタイプの細胞に変化すること。

^{*5}: いずれもモデル植物として研究でよく使用される。

DNA Tripodを用いて自己組織化された多面体と3次元DNA-PAINT法による観測

Polyhedra self-assembled from DNA tripods and characterized with 3D DNA-PAINT



左から飯沼 良介、Ralf Jungmann、Yonggang Ke

飯沼 良介 *Ryosuke Iinuma*

Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering, Harvard University
(現 JSR ライフサイエンス株式会社 研究開発部)

Yonggang Ke^{1,2,3*} Ralf Jungmann^{1,4} Thomas Schlichthaerle¹
Johannes B. Woehrstein^{1,4} Peng Yin^{1,4}

¹ Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering, Harvard University

² Department of Cancer Biology, Dana-Farber Cancer Institute, Harvard Medical School

³ Department of Biological Chemistry and Molecular Pharmacology, Harvard Medical School

⁴ Department of Systems Biology, Harvard Medical School

*現 Assistant professor of Wallace H. Coulter Department of Biomedical Engineering, Georgia Institute of Technology and Emory University

Contact

E-mail: Ryosuke_iinuma@jls.jsr.co.jp

所在地: 305-0841 茨城県つくば市御幸が丘25番

大きなDNA 構造体をより簡単に作り、そしてその本来の姿を観察する

DNA origami法が2006年に報告されて以来、多くの2D、3DのDNA構造体が作られてきました。中でもPolyhedra構造体は自然界においてウィルスカプシドにもみられるように大変興味深い構造体です。

これまでのDNA origami法による構造体は一般的には5MDまでの大きさであり、応用の幅も限られていました。本研究においては目的のPolyhedraに合った角度が付与された剛直なDNA origami tripod構造体をつ一つのモチーフとしてそれを最大で12個組み合わせることで最大で60MDの大きさのPolyhedraを煩雑な精製ステップを必要としないone-potで構築することに成功しました(図1)。

またこれまで本分野ではDNA origami構造体は減圧、乾燥状態で試料を扱う透過型電子顕微鏡で観察されてきました。今回、DNA構造体が本来存在する溶液中で立体構造が本当に維持されているのかを見るためにDNA-PAINT法による3次元超解像度蛍光顕微鏡を用いて観察を行い、作られた3D DNA構造体が溶液中で設計された通りの立体構造をとっていることを観察することに初めて成功しました(図2)。

Figure and Note

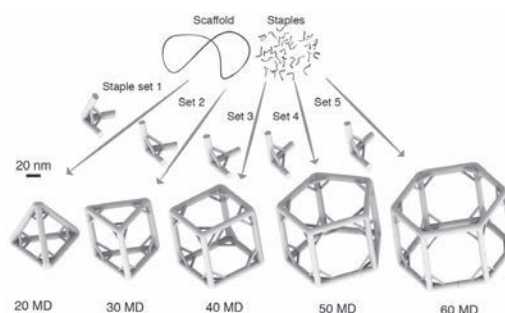


図1: DNA Origami Polyhedra 合成スキーム

目的のPolyhedraに合わせて角度をコントロールしたDNA Tripodを作製しさらにそれらを組み合わせて目的のPolyhedraがone-potで作られる。DNA tripodの剛直性とTripod同士をつなぐコネクタのデザインがキーとなる。

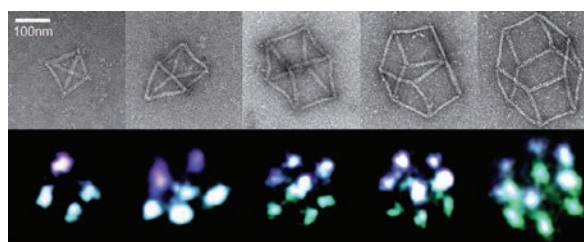
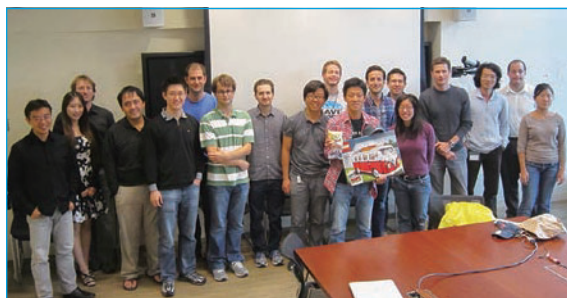


図2: DNA polyhedraの観察

(上) 従来の透過型電子顕微鏡による観察 (下) DNA-PAINT 超解像度蛍光顕微鏡による観察。出来上がった構造体の各頂点にDNA-PAINT法により蛍光色素を組み込んでいる。



研究室の仲間に、会社に感謝

今回の研究が成果として実るためには以下の要因があったと思います。まず私が所属していたPeng Yin研究室の仲間達です。多くの仲間が、本研究テーマに直接関係なくても私とゴールへの道をまるで自分のプロジェクトのように真剣に一緒に考えてくれました。もう一つはこれまで10年間、会社の研究で培ってきた研究姿勢です。現象を基に仮説を立て、検証し、その結果を基に再度仮説を立てるという最も基礎的な研究の進め方を上司や先輩から徹底して叩き込まれてきました。今回の研究でもこういった研究手法を信じ、忠実に実践してきました。Peng Yin研にそして会社に改めて感謝です。

中央細胞由来のペプチドは、顕花植物における初期胚のパターン形成を制御する

Central cell-derived peptides regulate early embryo patterning in flowering plants



左から大木 進野、森 正之

大木 進野 *Shinya Ohki*

北陸先端科学技術大学院大学 ナノマテリアルテクノロジーセンター 教授

森 正之 *Masashi Mori*

石川県立大学 生物資源工学研究所 植物遺伝子機能学研究室 准教授

Liliana M. Costa¹ Eleanor Marshall² Mesfin Tesfaye³
Kevin A. T. Silverstein³ 梅津 喜崇⁴ Sophie L. Otterbach²
Ranjith Papareddy² Hugh G. Dickinson¹ Kim Boutiller⁵
Kathryn A. VandenBosch³ José F. Gutierrez-Marcos²

¹ Department of Plant Sciences, University of Oxford

² School of Life Sciences, University of Warwick

³ Department of Plant Biology, University of Minnesota

⁴ 北陸先端科学技術大学院大学 ナノマテリアルテクノロジーセンター

⁵ Plant Research International

Contact

大木 進野 E-mail: shinya-o@jaist.ac.jp

所在地: 923-1292 石川県能美市旭台 1-1

URL: http://www.jaist.ac.jp/nmcenter/labs/s-ohki-www/contents/Ohki_Lab.html

森 正之 E-mail: mori@ishikawa-pu.ac.jp

所在地: 921-8836 石川県野々市市末松 1 丁目 308

タバコ培養細胞で NMR 研究用のたんぱく質試料を作る

花を咲かせる植物が受精して種子を作るときには、さまざまなたんぱく質やペプチドが働いています。今回新たに見つかったESF (embryo surrounding factor) は、種子が出来はじめる極めて初期の段階でのみ発現するペプチドです。ESFの過剰発現や欠損は、種子の大きさを不揃いにするのが、遺伝子組み換え植物を用いた実験で確認できました。この事実から、ESFは種子の大きさを揃えるための重要な働きをしていることがわかりました。一般的な遺伝子組み換え大腸菌技術では生理活性の有るESFを作ることができませんでしたが、私たちが開発したタバコ培養細胞を用いた系では生理活性の有るESFを調製できました。また、この系を使って安定同位体標識されたESFを調製し、NMR (核磁気共鳴分光法) でその立体構造の解析に成功しました。ESFの立体構造は、2つの並んだトリプトファン残基が分子表面に存在するユニークなものでした。さらに、これらのトリプトファン残基が生理活性に必須であることを、変異体作製と生理活性測定、遺伝子組み換え植物の実験で示すことができました。

Figure and Note

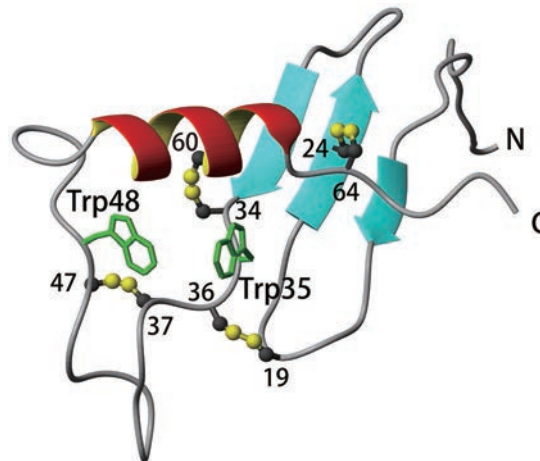


図: NMR で決定したESFの立体構造

リボン表示図。活性に重要な2つのトリプトファン残基側鎖を緑色のワイヤーで、4組のジスルフィド結合を棒と球モデルで表示している。数字は残基番号を示す。

今まで作れなかったたんぱく質を作って解析します

北陸先端科学技術大学院大学と石川県立大学は車で15分足らずの距離にあり、2つの研究室の間を人や試料が行き来しながら研究をすすめています。現在は、文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業にお世話になりながら最先端の各種分析機器を活用し、自由な雰囲気の中で毎日の実験を楽しんでいます。既存の手法で調製することが困難だったたんぱく質・ペプチドの生産やNMRを使った生体分子の研究に興味を持った若い人たちが、私たちのグループに参加して研究を大いに盛り上げてくれることを期待しています。

写真: 北陸先端大と石川県立大ラボメンバー

(左より坂林 俊一、梅津 喜崇、森 正之、大木 進野)



伸張と圧縮歪みの両方で Sr_2RuO_4 の超伝導転移温度が大きく上昇

Strong increase of T_c of Sr_2RuO_4 under both tensile and compressive strain



左から米澤 進吾、Clifford W. Hicks、前野 悦輝

米澤 進吾 Shingo Yonezawa

京都大学大学院 理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 助教

前野 悦輝 Yoshiteru Maeno

京都大学大学院 理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 教授

Clifford W. Hicks^{1,2} Daniel O. Brodsky^{1,2} Edward A. Yelland^{2,3}

Alexandra S. Gibbs^{2,4} Jan A. N. Bruin^{2,5} Mark E. Barber^{1,2}

Stephen D. Edkins^{2,6} 西村 佳悟⁷ Andrew P. Mackenzie^{1,2}

¹ Max Planck Institute for Chemical Physics of Solids, Dresden

² Scottish Universities Physics Alliance (SUPA), School of Physics and Astronomy, University of St. Andrews

³ SUPA, School of Physics and Astronomy and Centre for Science at Extreme Conditions, University of Edinburgh

⁴ 東京大学大学院理学系研究科

⁵ High Field Magnet Laboratory, Radboud University Nijmegen

⁶ Department of Physics, Cornell University

⁷ 京都大学大学院理学研究科

Contact

前野 悦輝 E-mail: maeno@scphys.kyoto-u.ac.jp

所在地: 606-8502 京都市左京区北白川追分町

U R L: http://www.ss.scphys.kyoto-u.ac.jp/index.html.ja

押しても引いても上昇する超伝導転移温度: 2成分カイラル超伝導状態検証の鍵を握る

超伝導体に一方向の圧力を掛けると、結晶の歪によって電子状態が変化します。これによって超伝導転移温度は上昇、または下降することが知られています。我々は超伝導単結晶試料に張力と圧縮の両方の圧力を印加できる新しいピエゾ装置を考案し、それを用いてルテニウム酸化物超伝導体の性質を詳しく調べました。

その結果、ルテニウムと酸素の作る層状面内のある方向では通常の圧力効果を観測しました。すなわち引っ張りで転移温度が上昇する一方で圧縮では下降します。ところが面内の他方向では、引っ張りと圧縮の両方で超伝導転移温度が顕著に上昇する特異な振舞を明らかにしました。これは、ルテニウム酸化物の超伝導状態が、2成分の超伝導成分からなり、結晶の対称性を破るとどちらか一成分が、元より高い転移温度を持つことで説明できます。実際、電子状態の変化を計算すると観測されるような方向の圧力で電子状態が大きく変化することがわかりました。

2成分の超伝導状態は、電子対磁石のように時間反転対称性を破る性質をもつ超伝導状態に対応し、ルテニウム酸化物の超伝導がスピン三重項で時間反転対称性を破る「カイラル超伝導体」であることの確証にもなります。しかしながら、転移温度の圧力依存性が予想と異なるなど、未解決の問題も提起しました。いずれにせよ、ピエゾ素子を用いた新開発装置は超伝導体の研究だけでなく、幅広い応用につながると期待できます。

Figure and Note

New device consisting of three PAs and Ti structures C. W. Hicks et al.

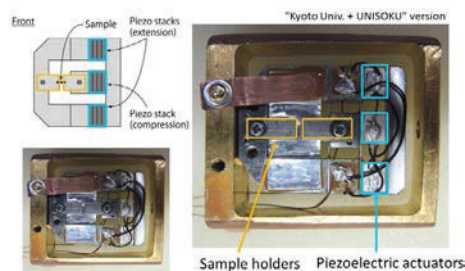


図1: ピエゾ素子を用いた試料伸縮装置

引っ張りと圧縮の両方に対応できるピエゾ素子装置。京都大学の装置の写真と概念図

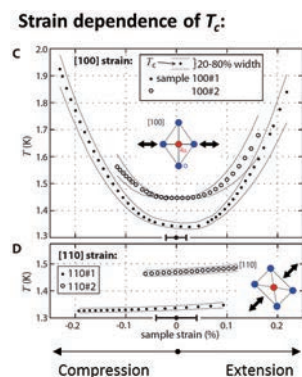


図2: ルテニウム酸化物の超伝導転移温度の試料伸縮依存性
層状面内の一方向では、伸縮両方で転移温度が顕著に増大するという特異な振舞を示す。



京都大学大学院 理学研究科

物理学・宇宙物理学専攻 固体量子物性研究室メンバー

前野悦輝教授・米澤進吾助教のグループと石田憲二教授のグループとで共同運営しています。前野・米澤のグループでは、超伝導体を中心とした物質開発、単結晶育成、微細加工と低温技術を駆使した物性測定により、超伝導の新現象、特にトポロジカル量子現象を明らかにする研究を進めています。石田のグループでは、核磁気共鳴を中心としたマイクロ測定技術を駆使して、新奇な超伝導状態や磁気状態の振舞とそれらのメカニズムを解明する研究を行っています。

ローカルな集団では経時的に生物多様性が変化しているが、グローバルな多様性の損失は認められない

Assemblage time series reveal biodiversity change but not systematic loss



島津 秀康 Hideyasu Shimadzu

Research Fellow, Centre for Biological Diversity and Scottish Oceans Institute, School of Biology, University of St Andrews

Maria Dornelas¹ Nicholas J Gotelli² Brian McGill³ Faye Moyes¹
Caya Sievers¹ Anne E Magurran¹

¹ Centre for Biological Diversity and Scottish Oceans Institute, School of Biology, University of St Andrews, UK

² Department of Biology, University of Vermont, USA

³ School of Biology and Ecology, Sustainability Solutions Initiative, University of Maine, USA

Contact

E-mail : hs50@st-andrews.ac.uk

所在地 : Dyers Brae House, St Andrews, Fife KY16 9TH, Scotland, UK

URL : <http://shimadzu.datascience.jp/>

データが語る 「種の入れ替わり」で変化する 生物多様性

世界的な生物多様性の損失に対する国際的な関心が高まっています。地域的な生態系の多様性損失がどのように世界的な損失に影響するのか、実は、あまり明らかではありません。今回、地球上のさまざまな地域(図1)の哺乳類、鳥類、魚類、無脊椎動物から植物にいたるまで、35,000種あまりが記録された時系列の調査データを集め、大規模データの解析から生物多様性の世界的な経時傾向を調べました。

そうしたところ、種数に代表されるような多様性(α 多様性)には、地域的にそれぞれ経年的な増減があるものの、地球規模で見るとほぼ一定で、明らかな傾向は認められませんでした(図2A)。これに対し、構成種の変化に関連する多様性(β 多様性)では、一貫して、構成種が経時的に変化してきた事実が明らかになりました(図2B)。これは「種の入れ替わり」を通して生物多様性の変化が進んでいる事を強く示しています。今後、生態系保護の観点からも、この構成種の変化がどのように進むのか、そのメカニズムは何か、更なる研究の進展が期待されます。

Figure and Note

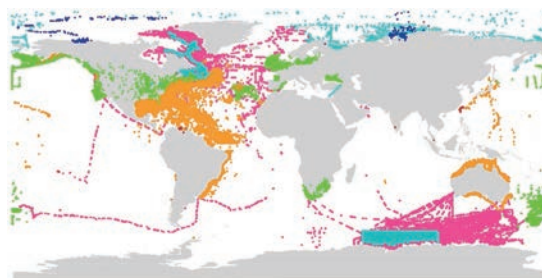


図1: 使用した調査データの分布

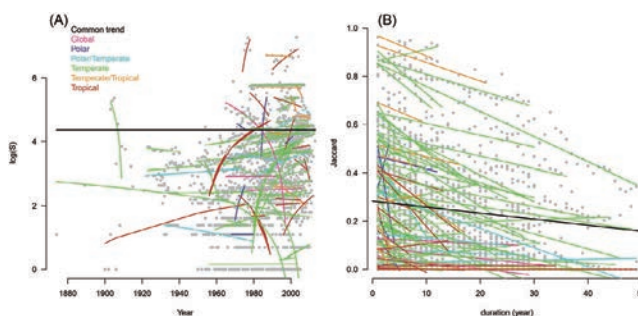


図2: α 多様性、 β 多様性の経時変化

種数(A)と種構成(B)の経時傾向。種構成はそれぞれの時系列データの原点を基準に、種の入れ替わりの程度を表す。黒線はデータから算出されたグローバル・トレンドで、 α 多様性(A)はほぼ横ばいであるのに対し、 β 多様性(B)は右下がりの傾向を示す。



セントアンドリュース大学 生物多様性センター Biodiversity and Behaviour Group

セントアンドリュース大学は、創立600年とスコットランドでは最も古く、北海に面した小さな大学街にあります。ゴルフ誕生の地としても知られています。グループのメンバーは国際色に富み、野外調査や観察実験、データ解析やモデリングなど、生物多様性の問題に様々な切り口から取り組んでいます。

URL : <http://synergy.st-andrews.ac.uk/diversity/>

クローデインの結晶構造から推察される 密着結合のアーキテクチャ

Crystal structure of a claudin provides insight into the architecture of tight junctions



左から藤吉 好則、濡木 理

藤吉 好則 *Yoshinori Fujiyoshi*

名古屋大学大学院 創薬科学研究科 基盤創薬学専攻 特任教授

濡木 理 *Osamu Nureki*

東京大学大学院 理学系研究科 生物科学専攻 教授

鈴木 博視¹ 西澤 知宏^{2,3} 谷 一寿¹ 山崎 裕自⁴ 田村 淳⁴

石谷 隆一郎^{2,3} 堂前 直³ 月田 早智子⁴

¹ 名古屋大学 細胞生理学センター

² 東京大学大学院 理学系研究科 生物科学専攻

³ 理化学研究所 グローバル研究クラス

⁴ 大阪大学大学院 生命機能研究科 分子生体情報学研究室

Contact

藤吉 好則 E-mail: yoshi@cespi.nagoya-u.ac.jp
所在地: 464-8601 名古屋市千種区不老町

濡木 理 E-mail: nureki@bs.s.u-tokyo.ac.jp
所在地: 113-0032 東京都文京区弥生2-11-16

「クローデイン」の立体構造を 初めて原子レベルで解明

我々の身体の体表面や器官表面は細胞のシートで包まれて外界から守られています。その細胞間の接着構造体であるタイトジャンクション(Tight Junctions: TJs)の骨組みをなす「クローデイン重合体」の形成機構は全くの謎でしたが、その一端を立体構造に基づいて初めて明らかにしました。

上皮細胞間隙のバリア機能を担う分子である「クローデイン」の立体構造を、世界で初めて原子レベルで解明しました。その結果、クローデイン分子が細胞外に掌を向けたような構造を持つこと、その表面の電荷でイオン選択機能を説明できること、そして、クローデイン分子が細胞膜中で数珠つなぎ状に並ぶことで細胞間バリアを形成する様子が明らかになりました。

これらの結果から、体の内外でのイオン恒常性に関わる疾患への治療薬の設計や、炎症起因因子からの防御法の開拓、脳血液関門(Blood-Brain Barrier: BBB)などのバリアを通過するようなドラッグデリバリー法の開発の基礎となりうる情報が得られました。

Figure and Note

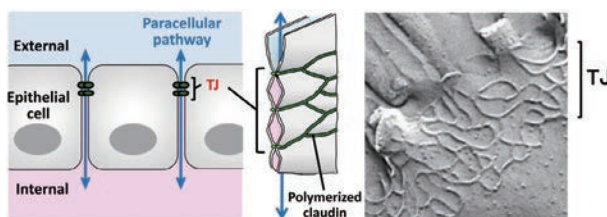


図1: タイトジャンクションの模式図と小腸上皮細胞の凍結切断電子顕微鏡像
タイトジャンクションは模式図のように細胞間を接着し、イオンなども通すことがあります。小腸上皮の凍結切断の像のように筋状の構造体が形成されています。

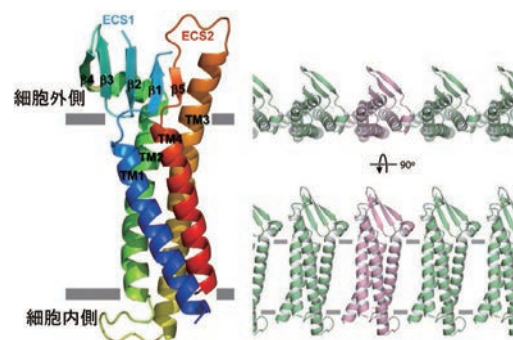


図2: クローデインの立体構造とその重合構造

クローデインの構造は、4本の膜貫通ヘリックスが左巻きの束を形成し、細胞外側に5つのβストランド構造を有し、それらを指に例えれば掌を細胞外に向けたような構造を持つこと、および、結晶内でシートを形成すると思われる重合構造が見られました。

細胞間の“すきま”を密着させて制御する分子の構造を解明

タイトジャンクションを構成する主要分子であるクローデインをはじめ多くの分子を発見して多様な研究を続けてきた大阪大学の月田グループと、X線結晶学を用いて多くの膜タンパク質の構造を解析している東京大学の濡木グループと電子線結晶学などを中心に構造生理学研究を進める名古屋大学の藤吉グループが密に連携することによって、これまでまったく立体構造の情報が無かったタイトジャンクションの中心となるクローデイン分子の構造を解明することができました。この様に得意とする分野の異なるグループが連携することにより、困難な研究課題を飛躍的に進めることができました。共同研究の有効性を示す良い例だと思えます。

写真上段: 鈴木 博視、西澤 知宏、谷 一寿、山崎 裕自
下段: 田村 淳、石谷 隆一郎、堂前 直、月田 早智子



Ia型超新星爆発を増幅していた重力レンズを発見した

Detection of the gravitational lens magnifying a type Ia supernova



左からロバート・クインビー、大栗 真宗

Contact

大栗 真宗

E-mail: masamune.oguri@ipmu.jp

所在地: 277-8583 千葉県柏市柏の葉5-1-5

ロバート・クインビー Robert M. Quimby

東京大学国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構 特任研究員

大栗 真宗 Masamune Oguri

東京大学大学院 理学系研究科 物理学専攻 助教

東京大学国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構 准科学研

Anupreeta More¹ Surhud More¹ 守屋 堯^{2,3} Marcus C. Werner^{1,4}

田中 賢幸⁵ Gaston Folatelli¹ Melina C. Bersten¹ 前田 啓一⁶ 野本 憲一¹

¹ 東京大学国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構

² Argelander Institute for Astronomy, University of Bonn

³ 東京大学大学院 理学系研究科 ビッグバン宇宙国際研究センター

⁴ Department of Mathematics, Duke University

⁵ 国立天文台 ハワイ観測所

⁶ 京都大学大学院 理学研究科 宇宙物理学教室

明るすぎる超新星を生み出す銀河をついに発見

超新星「PS1-10afx」は非常に明るい超新星で、その正体については論争がありました。私たちの研究グループは、この超新星は明るさがよく揃っていて宇宙の距離測定にも使われるIa型超新星が重力レンズ現象により30倍に増光して観測されているという説を提唱しましたが、重力レンズを引き起こす手前の銀河がどこにあるのかという大きな謎が残っていました。そこで私たちは、明るく輝いていた超新星が十分暗くなった2013年9月にケック望遠鏡で超新星PS1-10afxが現れていた領域の7時間の観測を行い、その観測データを分析した結果、手前の重力レンズを引き起こす銀河の光を分離することに成功しました。これによりPS1-10afxの起源に関する論争に終止符を打つとともに、重力レンズにより大きく増幅された超新星を初めて発見したことになります。このような重力レンズ効果を受けたIa型超新星は宇宙の膨張を調べる強力な手法となりうるものがこれまでの理論研究でわかっていたましたが、今回の初発見をもとに私たちが確立した検出方法で将来このような現象が数多くみつかり、宇宙膨張研究がさらにすすむことが期待されます。



Figure and Note



© Kavli IPMU

図1: PS1-10afxの増光機構の模式図

強い重力により光の軌跡を曲げる「重力レンズ効果」により、超新星から発せられた光が手前の銀河の重力により集光され明るく観測されました。

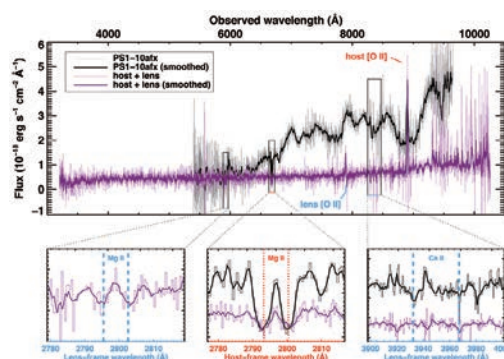


図2: ハワイ島マウナケア山頂にあるケック望遠鏡で観測したスペクトル

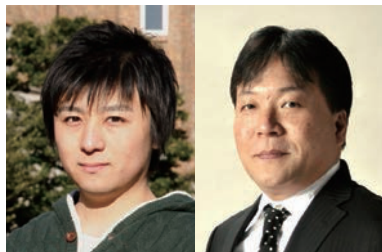
手前の銀河に由来する光 (lens [O II]) が検出されていることがわかります。これにより重力レンズ現象を引き起こす銀河が間違いなく存在することを確認できました。

東京大学国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構

カブリ数物連携宇宙研究機構(カブリIPMU)は、文部科学省の世界トップレベル研究拠点プログラム(WPIプログラム)により設立された研究所で、数学と物理学の連携により宇宙の謎の解明に挑む研究機関です。この研究も、世界各地から集まった異なるバックグラウンドをもつ天文学者、物理学者、数学者が日常の「ティータイム」(写真)などで気軽に議論したことが発展し結実した研究成果であり、カブリIPMUらしい研究成果と言えるのではないのでしょうか。

非共有結合性相互作用の選択的な変換による ナノ構造体の切り貼り

Manipulation of discrete nanostructures by selective modulation of noncovalent forces



左から吹野 耕大、相田 卓三

吹野 耕大 *Takahiro Fukino*

東京大学大学院 工学系研究科 化学生命工学専攻 博士研究員

相田 卓三 *Takuzo Aida*

東京大学大学院 工学系研究科 化学生命工学専攻 教授
理化学研究所 創発物性科学研究センター 副センター長

朱 賢鎬¹ 久田 有希¹ 尾花 満衣子¹ 山岸 洋¹ 引間 孝明²
高田 昌樹² 藤田 典史¹

¹ 東京大学大学院 工学系研究科 化学生命工学専攻

² 理化学研究所 放射光科学総合研究センター

Contact

相田 卓三 E-mail: aida@macro.t.u-tokyo.ac.jp

所在地: 113-8656 東京都文京区本郷7-3-1

電子の出し入れで ナノチューブとナノリングを相互変換させる!

私たちは金属錯体の分野に一石を投じるべく、回転のために形状が定まらないフェロセンを中心にもつテトラピリジル配位子を設計し、銀イオンとの錯形成を検討しました。その結果、意外にも巨大な内径を有するナノチューブ(筒状集合体)が生成しました。この構造はナノリングが重なったものであり、配位結合以外にパイ電子相互作用、金属間相互作用など、多様な分子間相互作用により支えられています。各ナノリングは10個のフェロセンと、ピリジン部位に配位された20個の銀イオンを含みます。「フェロセンは可逆的に酸化還元可能。それならばナノチューブ中のフェロセンを酸化して電子を抜いたら何が起るのか」との好奇心が生まれ、実験の結果、ナノチューブがそれを構成するナノリングに切断されるという驚くべき現象に遭遇しました。さらに、ナノリングに電子を再注入すると、これらが重なり、ナノチューブが再構築されました。即ち、ナノリング間に働く分子間相互作用を、フェロセンの酸化還元を利用して選択的に弱めたり強めたりすることができたのです。特定の構造単位間の相互作用を選択的に弱めることができれば、熱力学的な平衡過程では構築がむずかしい異方的分子集合体を「切り出し」により構築できます。

Figure and Note

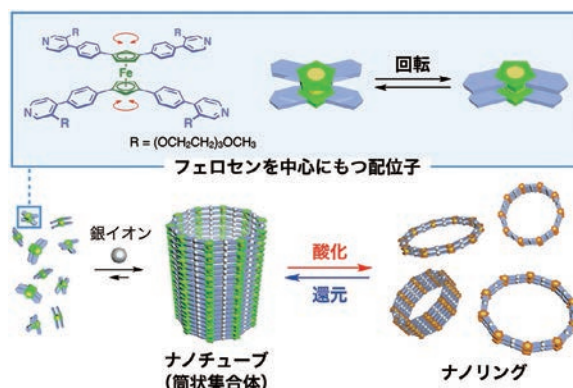


図: 新たに設計した配位子とその集合構造変換の模式図

フェロセンは鉄イオンを中心を持つ分子です。フェロセンから電子を奪う(酸化)するとプラスの電荷を帯び、電子を再注入する(還元)すると元に戻ります。この性質を利用して、電子の取り出しによりナノチューブをその構成要素のナノリングに解離させ、電子を再注入すると、それらが自発的に重なりもとのナノチューブを再構築する系を開拓しました。このリングは巨大で、「ナノチューブからの切り出し解離」により初めて得ることができます。

「意外性」を楽しむ開拓者たれ

「意外性」は事前設計できません。「意外性」は強い思い入れの中で突然遭遇するものです。しかし、それを楽しむ心がなければ、「失敗」という結論で捨てられてしまいます。「意外性」を楽しむには、一見複雑な現象を人よりも多くのカラーフィルターを通して眺め、しっかりした基礎科学の要素に因数分解していく力が必要です。因数分解で明らかにされ

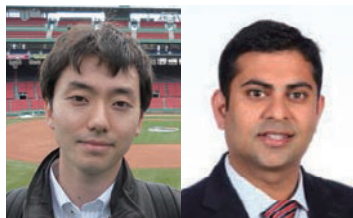
た要素に順次手を加えていくと、それまで単色に見えていた現象が次第にカラフルになり、内在する普遍的原理の一部が見え隠れしてきます。この瞬間、若い学生さんが止められない早さで成長を開始します。研究室では「意外性を楽しむ心」を大事にしています。なぜなら、それは一生の宝なので。

写真左: 相田研究室メンバー 右: フェロセン集合体研究グループ



免疫細胞における自己免疫疾患および神経変性疾患リスクアレルの影響の偏り

Polarization of the effects of autoimmune and neurodegenerative risk alleles in leukocytes



左から岡田 随象、Towfique Raj

岡田 随象 Yukinori Okada

東京医科歯科大学大学院 歯学総合研究科 疾患多様性遺伝学分野 テニユアトラック講師

Towfique Raj

Research Fellow, The Broad Institute, Brigham and Women's Hospital

Katie Rothamel⁵ Sara Mostafavi⁶ Chun Ye⁴ Mark N. Lee^{3,4}

Joseph M. Replogle^{1,4} Ting Feng⁵ Michelle Lee¹ Natasha Asinovski⁵

Irene Frohlich¹ Selina Imboywa¹ Alina Von Korff¹ Nikolaos A. Patsopoulos^{1,2,3,4}

Philip L. De Jager^{1,2,3,4} et al.

¹ Program in Translational Neuro Psychiatric Genomics, Institute for the Neurosciences, Departments of Neurology and Psychiatry, Brigham and Women's Hospital

² Division of Genetics, Department of Medicine, Brigham and Women's Hospital

³ Harvard Medical School

⁴ The Broad Institute of MIT and Harvard

⁵ Department of Microbiology and Immunobiology, Division of Immunology, Harvard Medical School

⁶ Department of Computer Science, Stanford University

全著者リスト: <http://www.sciencemag.org/content/344/6183/519.abstract>

Contact

岡田 随象

E-mail: yokada.brc@tmd.ac.jp

所在地: 113-8510 東京都文京区湯島 1-5-45

URL: <http://plaza.umin.ac.jp/~yokada/>

網羅的eQTL解析により疾患病態に重要な免疫細胞が判明

ヒトゲノム配列の個人差(遺伝子多型)の多くは遺伝子発現量の個人差に影響を与えることが知られています。今回我々は、主要な遺伝子多型である一塩基多型(SNP)が免疫細胞の遺伝子発現量に与える効果(eQTL効果)について、複数人種461名の健康人から得られた約2万個の遺伝子の発現プロファイルを対象に、網羅的な遺伝統計解析を実施しました。その結果、単球(monocyte)とCD4⁺T細胞におけるeQTL効果に重複が認められた一方で、各々の免疫細胞に特異的なeQTL効果が多く存在することが明らかになりました。既報の大規模ヒト疾患ゲノム解析研究で同定された疾患感受性SNPにおけるeQTL効果を検討したところ、一部の疾患において、特定の免疫細胞に特異的なeQTL効果を有するSNPとの有意な重複が判明しました。これらの知見は、免疫細胞特異的なeQTL効果を引き起こすSNPの集積が、eQTL効果を解して疾患の発症に深く関わっていることを示唆する所見と考えられます。

Figure and Note

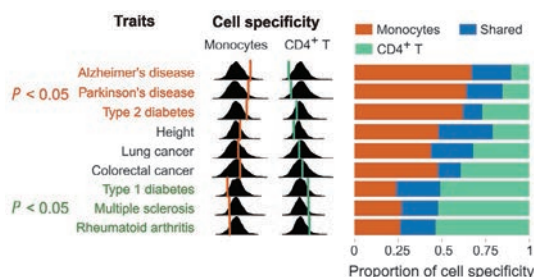


図1: ヒト疾患の感受性遺伝子多型における免疫細胞特異的eQTL効果の割合

既報の大規模ヒトゲノム解析によって同定されたヒト疾患感受性遺伝子多型における免疫細胞特異的eQTL効果を検証した結果、単球(monocytes)とCD4⁺T細胞におけるeQTL効果の相対的な優位性が、疾患によって異なっていることが判明した。

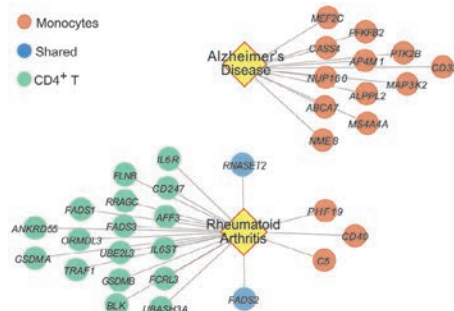
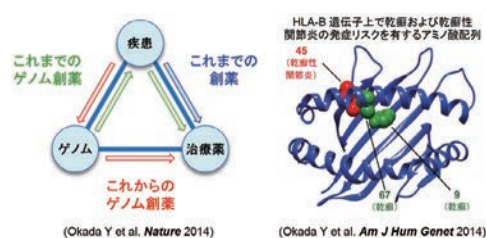


図2: ヒト疾患における免疫細胞特異的eQTL効果の例

神経疾患の一つであるアルツハイマー病では単球特異的なeQTL効果が優位である一方、自己免疫疾患の一つである関節リウマチではCD4⁺T細胞特異的なeQTL効果が優位であることが判明した。

遺伝統計学が拓くヒトゲノム解析の未来

遺伝統計学は、遺伝情報と形質情報との関わりを統計学の観点から解析する学問分野です。次世代シーケンサーやゲノムワイド関連解析に代表される近年のゲノム解析技術の発展に伴い、注目を集めています。我々は、十万人規模でのヒト疾患ゲノム解析を通じて同定された疾患感受性遺伝子情報に基づく新たなゲノム創薬手法の開発(図左)や、疾患の発症や病態進展を予測するバイオマーカーの同定(図右)を研究テーマにしています。まだまだ専門家の少ない分野であり、一緒に研究してくれる仲間を募っています。興味を持たれた方はお気軽にご連絡下さい。



海馬神経新生は幼若期から成体期の間に生じる記憶の忘却を調節している

Hippocampal neurogenesis regulates forgetting during adulthood and infancy



左から宮川 剛、昌子 浩孝、大平 耕司、Paul W. Frankland、Sheena A. Josselyn

宮川 剛 Tsuyoshi Miyakawa
藤田保健衛生大学 総合医科学研究所 教授

昌子 浩孝 Hirotaka Shoji
藤田保健衛生大学 総合医科学研究所 研究員

大平 耕司 Koji Ohira
藤田保健衛生大学 総合医科学研究所 准教授

Katherine G. Akers¹ Alonso Martinez-Canabal^{1,2}
Leonardo Restivo¹ Adelaide P. Yiu¹ Antonietta De Cristofaro¹
Hwa-Lin (Liz) Hsiang^{1,2} Anne L. Wheeler^{1,2} Axel Guskjolen^{1,3} 新堀 洋介¹
Blake A. Richards¹ Sheena A. Josselyn^{1,2,3,4} Paul W. Frankland^{1,2,3,4}

¹ The Hospital for Sick Children, Toronto
² Institute of Medical Science, University of Toronto
³ Department of Physiology, University of Toronto
⁴ Department of Psychology, University of Toronto

Contact

宮川 剛 E-mail: miyakawa@fujita-hu.ac.jp
所在地: 470-1192 愛知県豊田市沓掛町田楽ヶ窪 1-98
U R L: http://www.fujita-hu.ac.jp/ICMS/research_category/res06/index.html

幼児期健忘を引き起こす 脳内メカニズムの一端を解明

脳の海馬という領域は、経験した出来事を学習し記憶する際に重要な役割を果たしていることが知られています。この海馬の一部である歯状回では新しい神経細胞が生涯にわたって産生されており(神経新生)、新たに生まれた神経細胞は新しい記憶の形成に関与していることが報告されてきました。その一方で、新しく生まれた神経細胞は、やがて海馬の神経回路の中に組み込まれ、回路の再編を引き起こすことで、既存の回路に貯蔵されていた記憶を忘却させる可能性が指摘されていました。今回、私たちは、マウスにおいて神経新生が多い幼若期と神経新生が少ない成体期に着目し、神経新生が多い子供のマウスでは、大人のマウスに比べて、記憶が持続せず、忘却されやすいことを確認しました(図1)。さらに、神経新生が多い子供のマウスでは、学習後、遺伝子改変や薬物投与により神経新生が抑制されると記憶の忘却が抑制されること、また、神経新生が少ない大人のマウスでは、学習後に薬物投与やランニングにより神経新生が促進されると、記憶の忘却が促進されることもわかりました(図2)。子供の頃の記憶を思い出すことができない「幼児期健忘」という現象が古くから知られていましたが、今回の成果はこの現象が脳の歯状回で新しく生まれた神経細胞によって引き起こされていることを示唆しています。

Figure and Note

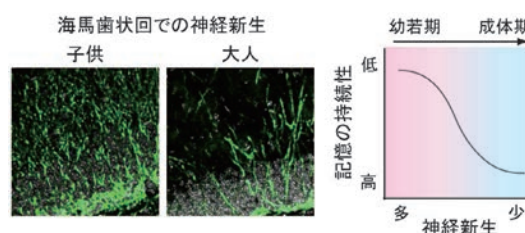


図1: 幼若期と成体期における神経新生と記憶

子供のマウスは、大人のマウスに比べて、歯状回での神経細胞の新生(緑色)が多い(左図)。神経新生が多い幼若期は記憶の忘却が起こりやすく、神経新生が少ない成体期は記憶の忘却が起こりにくい(右図: 神経新生— 記憶忘却の関係を示したモデル図)。

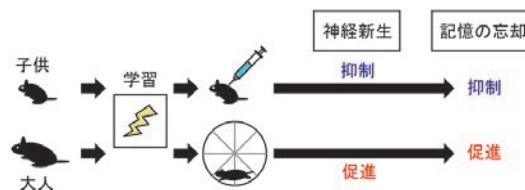
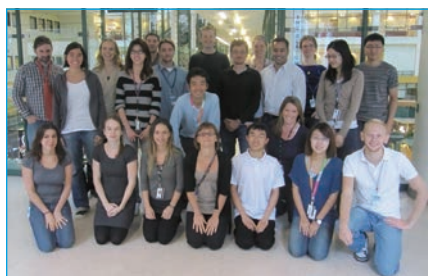


図2: 神経細胞の新生による記憶の忘却

子供のマウスでは、遺伝子改変や薬物投与により神経新生が減少すると記憶の忘却が抑制されるが、大人のマウスでは、薬物投与やランニングにより神経新生が増加すると記憶の忘却が促進される。

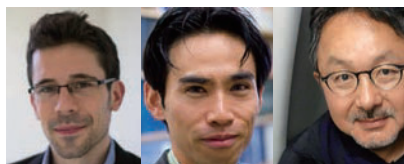


トロント小児病院 Paul Frankland 研究室、 Sheena Josselyn 研究室と共同して

Paul Frankland 研究室および Sheena Josselyn 研究室では、遺伝子改変技術をはじめ、組織学的解析や行動解析などの手法を巧みに用いることで、神経新生と記憶の関係解明に取り組んでいます。一方、私たち宮川研究室では、遺伝子改変マウスの歯状回で神経細胞が未熟な状態にある「未成熟歯状回」という現象や、薬物投与などにより脳の神経細胞が擬似的に未熟な状態に戻る「脱成熟」という現象を見出し、それらの現象の脳機能や分子基盤の解明を進めています。今回、私たちは、新しく生まれた未熟な神経細胞の役割について共同して研究を行うことで、記憶の忘却メカニズムの解明に貢献する成果を上げることができました。

中国内の心理的地域差は、 稲作と麦農耕により説明できる

Large-scale psychological differences within China explained by rice versus wheat agriculture



左からトーマス・タルヘルム、大石 繁宏、北山 忍

北山 忍 Shinobu Kitayama

Robert B. Zajonc Collegiate Professor, Department of Psychology, University of Michigan

大石 繁宏 Shigehiro Oishi

Professor, Department of Psychology, University of Virginia

T. Talhelm¹ X. Zhang^{2,3} C. Shimin⁴ D. Duan² X. Lan⁵

¹ Department of Psychology, University of Virginia

² Department of Psychology, Beijing Normal University

³ State Key Lab of Cognitive Neuroscience and Learning, Beijing Normal University

⁴ Department of Psychology, South China Normal University

⁵ Department of Psychology, University of Michigan

Contact

北山 忍 E-mail: kitayama@umich.edu

所在地: 530 Church Street, Ann Arbor, MI 48109 USA

URL: http://www.culturalneuro.com

稲作・麦農耕と協調・独立の連関は 現代文化の起源を示唆している

西洋文化は独立を重視し、東洋文化は協調を重視します。この論文において、私たちは、ここに見られる文化の違いが、過去数千年にさかのぼる生態的条件とそれに伴う農耕形態と関連しているのではないかと考えました。約8000～9000年前に栽培が始まった麦は、寒冷で乾燥した気候にも適応できるため、肥沃な三角地帯からユーラシア大陸全体に広まりました。対して、高温多湿な気候を必要とする米は、現在の中国、特に揚子江から南の地域で広まり、アジア文化の主要な穀物になっています。麦農耕と比べて、稲作は灌漑など、より組織化された社会的協調を必要とします。稲作により育まれた協調性が現在に至るアジア文化の風習と気質にしみこんできているとしたら、同じアジア文化の中にも伝統的自給形態に対応して地域差があってしかるべきです。

この点を見るために私たちは中国国内の地域差に注目し、伝統的自給形態と現代文化の特性の連関を示唆する結果を得ました(図1)。たとえば、○と線を使って、自分の社会ネットワークを書いてもらって、欧米人被験者は、自分を表す○を大きく書きがちですが、東洋人被験者は、自他の○の大きさに大差がありません(図2)。これは、自己を重んじる欧米人の独立性と自他の関係性を重んじる東洋人の協調性を反映していると考えられています。この課題を中国人被験者でみたところ、上での予測に一致して、伝統的稲作地帯出身者では自他の○の大きさに違いはありませんでしたが、伝統的麦農耕地帯出身者では自己の○が大きくなっていました。これらの結果をさらに探求することにより、人の心が文化により形成される過程が明らかにできるのではないかと期待されます。

文化心理学の挑戦

私たちの分野は、文化心理学と呼ばれています。この分野では、文化や地域、さらには生態的住環境などによる心理的差異を分析することを通じて、文化・生態的環境により変化する心の性質を解き明かすことに挑んでいます。シンボルを操り、シンボルを介して住環境を作っていく文化的動物としてのヒトの根本的性質は何か、従来の実験心理学や社会学的調査研究に加えて、近年は、脳科学、遺伝学の知見や手法も用いて研究を行っています。日本の若い皆さんが、日本の風土に根ざした発想で、科学的・普遍的メッセージを世界に発信していただけたら素晴らしいと思っています。

Figure and Note



図1: 1996年時点における総作付面積に占める水田の割合

この地域差は、中国の北西部は麦が、また南部は米が主要穀物となっていることを示す。この地域差と独立・協調の心理的差異は連関する。この連関は、米と麦が共存する揚子江流域地域内でも見られる。

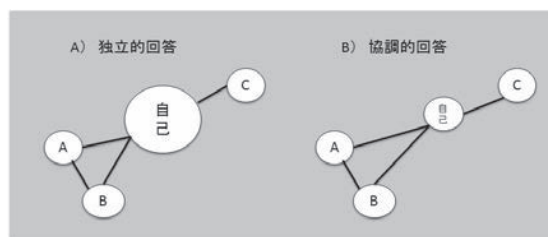


図2: 社会的ネットワークの描き方に現れた独立・協調傾向



写真: 京都大学こころの未来センターで、文化・生態心理学特別レクチャーの受講生とともに。前列、左から3人目が大石、隣が北海道大学・山岸俊男名誉教授、一人おいて北山

微細坩堝によるナノワイヤ成長機構の 透過電子顕微鏡その場観察

In situ TEM observation of a microcrucible mechanism of nanowire growth



左から目 義雄、根本 善弘

目 義雄 *Yoshio Sakka*

物質・材料研究機構 先端材料プロセスユニット ユニット長

根本 善弘 *Yoshihiro Nemoto*

物質・材料研究機構 電子顕微鏡ステーション

Rebecca Boston^{1,2} Zoe Schnepf³ Simon R.Hall¹

¹ Complex Functional Materials Group, School of Chemistry, University of Bristol

² Bristol Centre for Functional Nanomaterials, Centre for Nanoscience and Quantum Information

³ School of Chemistry, University of Birmingham

Contact

目 義雄 E-mail: SAKKA.Yoshio@nims.go.jp

所在地: 305-0047 つくば市千現 1-2-1

URL: http://samurai.nims.go.jp/SAKKA_Yoshio-j.html

微細坩堝による細線の成長の機構を透過電子顕微鏡で観測する

びさいるつぽほう

微細坩堝法という結晶成長法による Y_2BaCuO_5 (Y211) のナノワイヤの結晶成長をTEMの中で行い、結晶成長する様子をTEMでその場観察を行いました。また結晶成長の鍵である界面の構造を調べました。微細坩堝法とは原料の塊を加熱することで Y_2BaCuO_5 などの酸化物ナノワイヤを原料表面に成長させる結晶育成法です。この結晶育成の際に原料の一部が結晶成長を促進する触媒的な役割を果たし、ポーラスな原料の塊の表面の凹凸が坩堝の役割を果たすことからこのような名称で呼ばれています。本研究に使用したTEMはJEOL製のJEM-ARM200FとJEM-2100F、使用した試料加熱ホルダーはProtochips社製のAduroです。高温でも冷却水が流れないシステムですので、結晶成長を行った高温でも鮮明な結晶格子像が撮れました。本研究は文部科学省委託事業ナノテクノロジープラットフォーム課題として物質・材料研究機構微細構造解析プラットフォームの支援を受けて実施されました。

Figure and Note

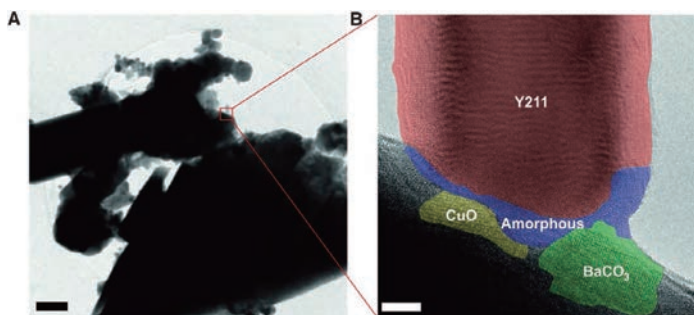


図: 結晶成長の直後に急冷した Y_2BaCuO_5 ナノワイヤと原料の全体像と界面構造

(A) 試料の全体像。(B) ナノワイヤと原料の界面には青色で示したアモルファス相が存在しますが、結晶成長温度では BaCO_3 や CuO は固体なので坩堝の壁のように働き、その中に結晶の元となるアモルファス相があります。EDX分析の結果、アモルファス相にはY、Ba、Cu、Oの全ての元素が含まれていることが分かりました。スケールバーは、(A) 200nm (B) 5nm。



世界水準の研究環境と異分野融合で創造性の発揮を

本研究は、Zoe Schnepf博士(現: Birmingham大)が物質・材料研究機構(NIMS)の若手国際研究センター(ICYS)に加入したのがきっかけです。ICYSは優れた若手研究者の育成と新しい研究の創出を国際的な研究環境で実現するため2003年に発足した組織です。ここでは、4つの「I」、つまりInternational(世界水準の研究員と国際的環境)、Interdisciplinary(異分野融合)、Independent(独立)、Innovative(創造性)を掲げています。NIMSには世界最先端の各種装置が整備されており、材料科学分野の様々な研究者との共同研究が可能です。Zoeさんの在籍中に出身大学であるBristol大のRebeccaがNIMSのInternship(学生を最長90日間受け入れ研修する制度)を利用して来日し共同研究を開始しました。世界水準の研究環境と異分野融合で優れたアイデアが成果として結実しました。

写真: Zoeさん(中心の女性)を囲んでICYSのメンバー、事務、メンターの面々

シロイヌナズナのジベレリンは花芽形成の開始をはじめは促すが、のちに抑えるように働く

Gibberellin acts positively then negatively to control onset of flower formation in *Arabidopsis*



山口 暢俊 Nobutoshi Yamaguchi

JSPS Postdoctoral Fellow for Research Abroad, Department of Biology, University of Pennsylvania

Cara M. Winter¹ Miin-Feng Wu¹ 菅野 裕理² 山口 礼子¹ 瀬尾 光範² Doris Wagner¹

¹ Department of Biology, University of Pennsylvania

² 理化学研究所 環境資源科学研究センター

Contact

E-mail : nobuy@sas.upenn.edu

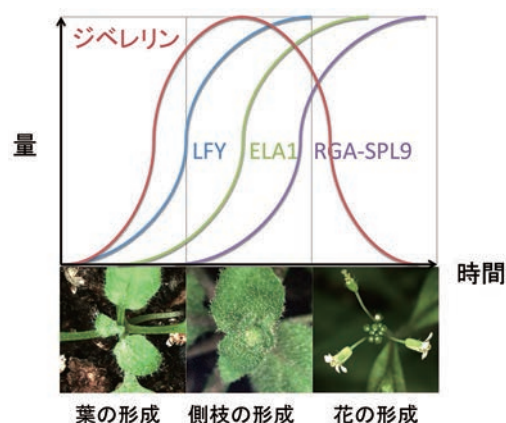
所在地 : 415 South University Avenue, Lynch 129, Philadelphia, PA 19104, USA

URL : <https://sites.sas.upenn.edu/?q=wagner-lab/>

ジベレリンは側枝の形成から花芽の形成への切り換えを抑制する

胚発生が終了した段階で成体とほぼ同じかたちである動物とは異なり、固着して生活をいとなむ植物は環境の変化に応じて形づくりを行います。なかでも、栄養成長から生殖成長への切り換えは、植物にとって繁殖の成功がかかる重要な決定です。この転換は、葉の形成から側枝の形成への切り換えと、側枝の形成から花芽の形成への切り換えの2段階によって制御されています。植物ホルモンのひとつであるジベレリンは、葉の形成から側枝の形成への切り換えにむけて蓄積量が増加し、その切り換えを促進します(図)。一方、側枝の形成から花芽の形成への切り換えにおけるジベレリンのはたらくは明らかになっていませんでした。この側枝の形成から花芽の形成への切り換えは、*LFY*遺伝子が実行します。ペンシルバニア大学のWagner研究室は、*LFY*により転写を促進される遺伝子として、ジベレリンの不活性化酵素をコードする*ELA1*遺伝子を発見しました。理化学研究所の瀬尾研究室は側枝の形成から花芽の形成への切り換えに際して、ジベレリンの量が減少することを示しました(図)。ジベレリンの減少にしたがって、ジベレリンのシグナル伝達を抑制するはたらきをもつRGA-SPL9複合体が蓄積し、側枝の形成から花芽の形成へと切り換えることがわかりました。今回の研究により、ジベレリンは側枝の形成から花芽の形成への切り換えに対して、抑制的にはたらきを明らかにしました。

Figure and Note



図：花芽の形成におけるジベレリンの代謝と濃度調節

LFY(青)、*ELA1*(黄緑)、*RGA-SPL9*複合体(紫)、およびジベレリン(赤)の濃度の経時的な変化。側枝の形成から花芽の形成への切り換えの過程において、ジベレリンの代謝は制御され、その量は減少に転じる。



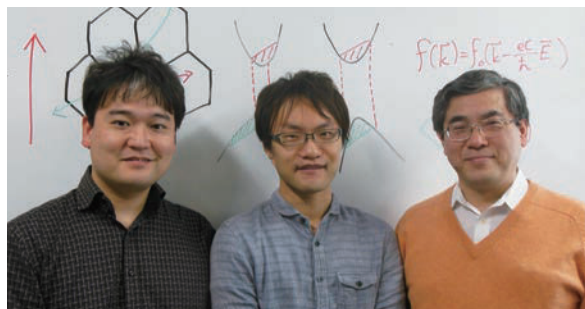
花の研究をしているDoris Wagner研究室

本研究は、花の研究の第一人者であるDoris Wagner教授の指導のもと、海外学振の派遣先機関であるペンシルバニア大学・生物学科で行いました。写真は、掲載記事が受理された後、Wagner研のメンバーとレストランに行ったときに撮ったものです。

花をつくることは、種や実をつくる最初の段階であり、植物が繁殖に成功するために必要不可欠です。花の基礎研究で得られた成果が、慢性的な食料不足の解決やバイオエネルギーによる枯渇性資源の代替など、実用的に使用されることを期待しています。

電氣的に切り換え可能なキラル発光トランジスタ

Electrically switchable chiral light-emitting transistor



左から岡 隆史、張 奕勁、岩佐 義宏

岩佐 義宏 Yoshihiro Iwasa

東京大学大学院 工学系研究科

附属量子相エレクトロニクス研究センター・物理工学専攻 教授

岡 隆史 Takashi Oka

東京大学大学院 工学系研究科 物理工学専攻 講師

張 奕勁 Yijin Zhang

東京大学大学院 工学系研究科 物理工学専攻

鈴木 龍二¹ 叶 劍挺²¹ 東京大学大学院 工学系研究科 物理工学専攻² Zernike Institute for Advanced Materials, University of Groningen

Contact

岩佐 義宏 E-mail: iwasa@ap.t.u-tokyo.ac.jp

所在地: 113-8656 東京都文京区本郷7-3-1

URL: http://iwasa.t.u-tokyo.ac.jp/

特異な結晶構造と超強電場が生み出す新奇発光デバイス

発光トランジスタは発光ダイオードの次の世代のデバイスとして、現在世界中で活発に研究されています。光には色(赤、緑、青)に加え、“偏光”と呼ばれる性質があります。振動が刻一刻と円を描くものを“円偏光”と呼び、その回転の向きに応じて“右回り”と“左回り”の二種類があります。偏光をコントロールすることはとても大切で、身近なところでは、3Dテレビは2つの偏光を左右の眼で見ることによって立体視を実現していますし、また、量子通信の分野では偏光を情報の担い手として用いています。

従来も円偏光の発光デバイスはありました。D体/L体の区別がある有機分子のようなキラルな構造を持った物質を使う方法です。しかしこれでは一つの発光素子からは特定の円偏光しか放出されません。そこで、我々は遷移金属カルコゲナイドと呼ばれる層状物質に着目しました。この物質は反転対称性の破れた特異な構造をしており、構造自体にはキラリティは無いものの運動量空間の電子状態にキラリティが出現します。超強電場印加下では、各々の電子状態からの発光強度がキラリティと電場の向きに依存します。この特徴を活かし、電氣的に偏光方向を制御できる発光素子を初めて実現しました。

Figure and Note

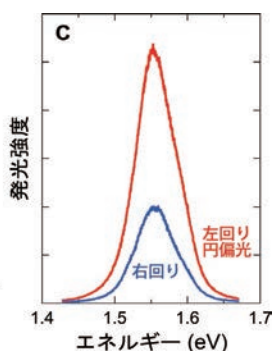
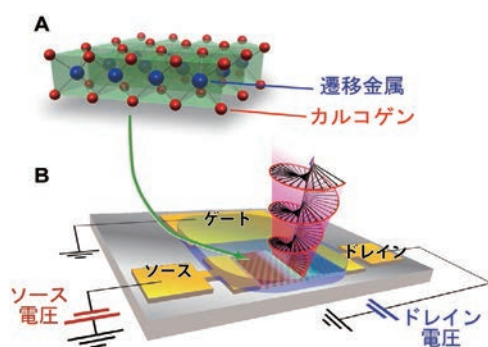


図: 遷移金属カルコゲナイドを用いたキラル発光トランジスタ

(A) 遷移金属カルコゲナイドの結晶構造。遷移金属として主にタングステン(W)やモリブデン(Mo)、カルコゲンとして主にセレン(Se)や硫黄(S)が含まれる。

(B) 両極性トランジスタを用いた発光トランジスタの概念図。ソース電極とドレイン電極に逆符号の電圧を印加するとチャンネル内にp-n接合を誘起できる。

(C) ニセレン化タングステンを用いた発光トランジスタからの発光スペクトル。左右の円偏光強度の違う発光が見られる。



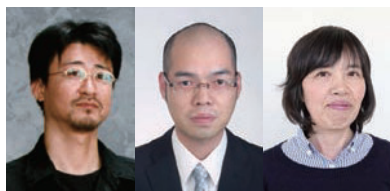
既存の枠を超えて新しい領域へ

私たちが初めてこの現象を観測した頃、この結果は理論の予測と矛盾するものでした。測定の実験を何度も繰り返し、類似の現象が繰り返し観測されて初めて、理論に新たなエッセンスを加える必要がある事を確信しました。理論と矛盾する結果が得られると不安になりますし、実験の手違いであることもよくあります。しかし、このような領域にこそ新しい物理現象・機能性が隠れていることもよくあり、実験と理論の密なコラボレーションが不可欠です。皆さんも、私たちと共にこの未踏の領域を探求しましょう。

写真: 東京大学大学院 工学系研究科 物理工学専攻 岩佐・中野研究室

キナーゼシグナル複合体内における 正のフィードバックはNF- κ Bを活性化するスイッチとして働く

Positive feedback within a kinase signaling complex functions as a switch mechanism for NF- κ B activation



左から篠原 久明、井上 健太郎、岡田 眞里子

篠原 久明 *Hisaaki Shinohara*

理化学研究所 統合生命医科学研究センター 統合細胞システム研究チーム

井上 健太郎 *Kentaro Inoue*

理化学研究所 統合生命医科学研究センター 統合細胞システム研究チーム

岡田 眞里子 *Mariko Okada-Hatakeyama*

理化学研究所 統合生命医科学研究センター 統合細胞システム研究チーム チームリーダー

Marcelo Behar¹ 廣島 通夫^{2,3} 佐甲 靖志³ Alexander Hoffmann¹ 黒崎 知博⁴ et al.

¹ Institute for Quantitative and Computational Biosciences, UCLA.

² 理化学研究所 生命システム研究センター ³ 理化学研究所 佐甲細胞情報研究室

⁴ 大阪大学 免疫学フロンティア研究センター 分化制御研究室

全著者リスト: <http://www.sciencemag.org/content/344/6185/760.abstract>

Contact

岡田 眞里子 E-mail: marikoh@riken.jp 所在地: 230-0045 横浜市鶴見区末広町1-7-22 W518
URL: http://www.riken.jp/research/labs/ims/integr_cell_sys/

転写因子NF- κ Bは 「全」か「無」の2状態活性化を示す

NF- κ Bは抗原やサイトカインなどの細胞へのさまざまな刺激により活性化される転写因子です。これまで、NF- κ Bの活性は刺激量に応じて徐々に上昇するのではなく、ある一定の閾値を超えるか超えないかにより、「全」か「無」かのスイッチ様の活性を示すと言われていました。私たちは、免疫B細胞分化におけるB細胞受容体シグナル伝達系に注目し、その分子機構を定量的な実験と数理モデルを用いて調べました。

NF- κ Bの上流に位置するCARMA1-TAK1-IKK β 経路に焦点をあて、これらの分子の活性化ダイナミクスを実験的に測定し、測定結果をもとに数理モデルを構築しました。それにより、CARMA1を介したIKKからTAK1への正のフィードバック制御の存在が示唆されました。この仮説をもとにしたシミュレーション、および遺伝子変異株や薬剤を用いた実験により、この正のフィードバックを切断すると、TAK1やIKK活性の持続性や増幅が消失し、NF- κ Bのスイッチ様活性も無くなりました。これらの結果から、B細胞受容体シグナル伝達系の正のフィードバック制御が、NF- κ B活性のスイッチ様応答を生み出す機構であると証明されました。

Figure and Note

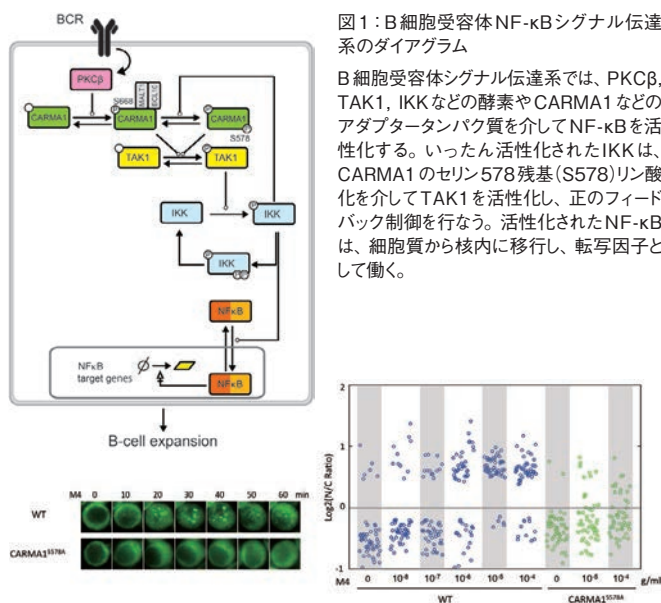
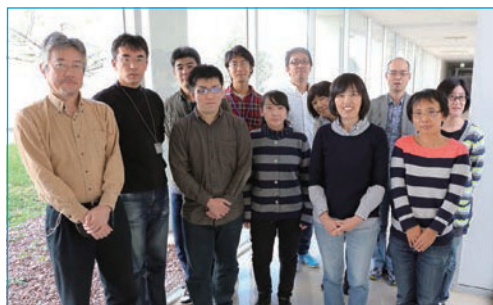


図1: B細胞受容体NF- κ Bシグナル伝達系のダイアグラム

B細胞受容体シグナル伝達系では、PKC β 、TAK1、IKKなどの酵素やCARMA1などのアダプタータンパク質を介してNF- κ Bを活性化する。いったん活性化されたIKKは、CARMA1のセリン578残基(S578)リン酸化を介してTAK1を活性化し、正のフィードバック制御を行なう。活性化されたNF- κ Bは、細胞質から核内に移行し、転写因子として働く。

図2: 一細胞におけるNF- κ Bの核内移行の時間動態と用量応答

抗原(M4)刺激を加えた後のRelA(NF- κ B)の核内移行の時間変化(左写真)。野生株(WT)では、20分から40分にかけて、GFPの強い蛍光が核内に観察できる。CARMA1を変異させた細胞(CARMA1^{S578A})では、このような変化は顕著でない。M4用量変化に対するNF- κ B核内移行の応答(右グラフ)。青または緑の円は、一細胞におけるRelA-GFPの核・細胞質比(N/C比)を示す。M4濃度が高くなるにつれ、高いN/C比を示す細胞の数がだんだんと増える。N/C比が高いか低いかのスイッチ様応答である。CARMA1^{S578A}細胞では、このようなスイッチ様応答は見られない。

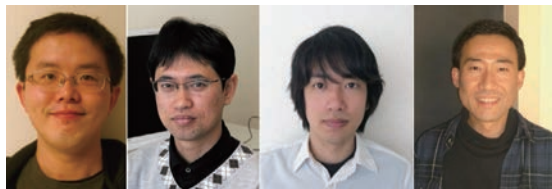


理化学研究所 統合生命医科学研究センター 統合細胞システム研究チームとその仲間

細胞内情報伝達機構を定量的実験と数理モデルを使って研究しています。チームの前身は2000年に発足し、さまざまな変遷を経て、今年15年目を迎えました。発足時から、理研内外のさまざまな研究分野の研究者と勉強会を続けています。専門分野の人なら知っていて当たり前な基礎知識や専門用語など、学会などでは恥ずかしくて聞けないことも勉強会ではオープンに話し合えるようにしています。それぞれがそのとき自分が気になっている論文を持ち寄るので、論文選びにも紹介する人の個性が際立ちます。この勉強会は、忘年会や夏のビール会など、当チーム独自のなごやかな集まりの場にもなっています。

量子ブラックホールの ホログラム的記述の数値的検証

Holographic description of a quantum black hole on a computer



左から花田 政範、百武 慶文、伊敷 吾郎、西村 淳

花田 政範 Masanori Hanada

京都大学基礎物理学研究所 白眉プロジェクト特定准教授

百武 慶文 Yoshifumi Hyakutake

茨城大学理学部 准教授

伊敷 吾郎 Goro Ishiki

筑波大学数理物質系 助教

西村 淳 Jun Nishimura

高エネルギー加速器研究機構(KEK)、総合研究大学院大学 准教授

Contact

花田 政範 E-mail: hanadamasanori@gmail.com

所在地: 606-8502 京都市左京区北白川追分町

ブラックホールの 新しい量子論的記述法の数値的検証

初期宇宙やブラックホールの中心付近では非常に強い重力が働くため、時空は大きく歪められます。このような状況下では、時空の曲がり具合として重力を古典論的に記述するアインシュタインの一般相対性理論は破綻します。この問題を克服して、重力の量子効果を正しく記述する理論的枠組みとして、超弦理論が40年近く研究されてきました。しかしこの理論の定式化は、量子効果が比較的弱い場合にしかできておらず、その意味で今のところ不完全です。ところが1997年マルダセナは、ブラックホールを含む時空における超弦理論の完全な定式化を提唱しました。しかもこの定式化は、一見すると重力を含まないように見える量子力学系を用いればよい、という驚くべきものです。

我々はマルダセナの予想を検証すべく、この量子力学系の数値シミュレーションを行いました。超弦理論では閉じた弦(ひも)が重力を媒介し、ブラックホールは弦の凝縮状態として表されます(図)。このブラックホールに対応する状態を量子力学系において構成し、その内部エネルギーを計算した結果、重力の量子効果も含めてブラックホールのものと一致することがわかりました。

Figure and Note

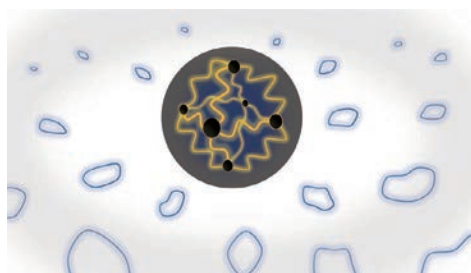


図: 超弦理論に基づくブラックホールのイメージ図



根源的な問題に挑み続ける素粒子物理学

素粒子物理学をはじめとする基礎科学は、どのようにしてこの宇宙が始まり、どのようにして我々の住む世界が形成され、そしてこれからどうなっていくのかという根源的な問題に挑み、人類の自然観を次々と書き換えてきました。私たちもこの歴史に新たな1ページを加えるべく、超弦理論の完成に向けて日々研究を行っています。また超弦理論の構築に限らなくても、インフレーションのメカニズムの理解、ダークマターやダークエネルギーの正体の解明など、挑戦すべき課題はたくさんあります。知的好奇心と斬新なアイデアに溢れた学生さんたちが研究に加わり、大いに活躍してくれることを願っています。

写真: 研究会「離散的手法による場と時空のダイナミクス」で撮影された集合写真。(提供: 高エネルギー加速器研究機構)

時空を離散化して、その上の場や時空そのもののダイナミクスを研究することは、素粒子物理学における重要なテーマの一つになっています。研究会では本研究に関連した講演も多数行われました。

副腎皮質細胞におけるプロテインキナーゼ A の ホットスポット変異がクッシング症候群を引き起こす

Recurrent somatic mutations underlie corticotropin-independent Cushing's syndrome



小川 誠司 Seishi Ogawa

京都大学大学院 医学研究科 腫瘍生物学講座 教授

佐藤 悠佑^{1,2} 前川 滋克² 石井 亮平³ 宮野 悟⁴ 濡木 理³ 本間 之夫² et al.

¹ 京都大学大学院 医学研究科 腫瘍生物学講座

² 東京大学大学院 医学系研究科 泌尿器科学講座

³ 東京大学大学院 理学系研究科 生物化学専攻

⁴ 東京大学医科学研究所 ヒトゲノム解析センター

全著者リスト: <http://www.sciencemag.org/content/344/6186/917.abstract>

Contact

E-mail: sogawa-tyk@umin.ac.jp

所在地: 606-8501 京都市左京区吉田近衛町

PRKACA 遺伝子変異による プロテインキナーゼ A の恒常的活性化

クッシング症候群はコルチゾールの持続的・過剰な分泌により生じる疾患で、高血圧・糖尿病・肥満・骨粗鬆症・うつなど多彩な症状を呈します。コルチゾールは副腎皮質細胞で産生されるステロイドホルモンですが、クッシング症候群における自律的な産生のメカニズムはこれまで知られていませんでした。

我々は次世代シーケンサーを用いた変異解析により、約半数の症例の副腎皮質細胞で、PRKACA 遺伝子に特定の変異 (Leu206Arg) が生じていることを明らかにしました (図1)。PRKACA 遺伝子はプロテインキナーゼ A (PKA) の触媒サブユニットをコードしています。PKA は通常は触媒サブユニットに調節サブユニットが結合することで不活性の状態を保っていますが、細胞内の cAMP 濃度が上昇すると両者が解離して、遊離した触媒サブユニットが酵素活性を発揮します。我々は、PRKACA 遺伝子が変異することにより、触媒サブユニットと調節サブユニットの結合が阻害され、cAMP 非依存性に PKA が活性化していることを明らかにしました (図2)。

PKA は細胞内のシグナル伝達に関わるタンパクとして非常によく知られています。本研究により、疾患に直接関連した PKA の変異が初めて明らかとなりました。

Figure and Note

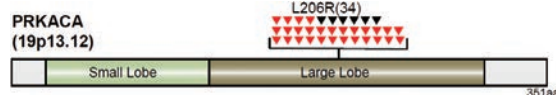


図1: クッシング症候群における PRKACA 遺伝子変異

副腎皮質細胞から採取した DNA を解析した結果、65 例中 34 例 (52%) に PRKACA 遺伝子の変異を認めた。変異は全て、206 番目のロイシンがアルギニンに置換するものであった (L206R)。

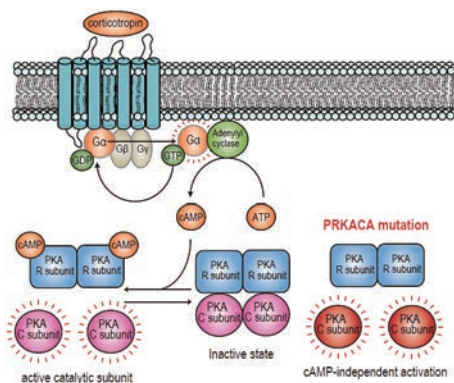


図2: 変異による cAMP 非依存性の PKA 活性化

PRKACA 遺伝子変異により PKA の触媒サブユニット (C subunit) と調節サブユニット (R subunit) の結合が阻害され、cAMP 非依存性に PKA が活性化する。



ゲノム解析が切り拓く新しい世界

当研究室では、悪性腫瘍を中心に、ゲノム異常の解析を通じてその起源や発生・進展のメカニズムを解き明かすことを目指しています。ゲノム解析の技術は日進月歩で発展しており、それに伴って新しい知見が次々に見出されています。同時に、悪性腫瘍の正体も決して単純なものではなく、非常に奥が深いことが認識されてきています。

このような研究は、医学・生理学・情報科学など、様々なバックグラウンドを持った研究者が協力しあうことによって、はじめて可能となります。多くの若手研究者が参画し、新しい世界を切り拓いていくことを期待しています。

N-メチル-D-アスパラギン酸(NMDA)受容体イオンチャンネルの結晶構造

Crystal structure of a heterotetrameric NMDA receptor ion channel



古川 浩康 *Hiroyasu Furukawa*
Associate Professor, Cold Spring Harbor Laboratory
Erkan Karakas
Postdoctoral Fellow, Cold Spring Harbor Laboratory

Contact

E-mail : furukawa@cshl.edu
所在地 : 1 Bungtown Rd., Cold Spring Harbor, NY 11724, USA
U R L : <http://www.cshl.edu/Faculty/furukawa-hiro.html>

NMDA 受容体イオンチャンネルの3次元構造

NMDA 受容体は脳内に主に発現するグルタミン酸受容体の一種で、脳の発生、記憶と学習に欠かせないたんぱく質です。体内では主に GluN1 と GluN2 から成るヘテロ4量体を形成し、リガンド型イオンチャンネルとして機能します。我々は、X線構造解析の技術を駆使し、NMDA 受容体の細胞外領域と膜貫通領域を含む4量体の3次元構造を初めて明らかにすることにより、NMDA 受容体の活性化、機能制御の分子レベルでのメカニズム解明に一步近づく事ができました。また、神経可塑性に関与するNMDA 受容体の重要な機能の一つとして、カルシウム透過がありますが、我々は細胞外領域のカルシウム結合部位を同定し、何故、NMDA 受容体が効率良くカルシウムを透過できるのかを解明するに至りました。今回のNMDA 受容体の構造はヘテロ多量体を形成する真核生物由来の膜たんぱく質の結晶構造としては初めてのもので、ここで我々が使った新しいタンパク質発現のメソッドが将来的にNMDA 受容体のような難易度の高い膜たんぱく質の構造解析に使用されることが期待されます。当論文で発表したNMDA 受容体の3次元構造は、機能解析・創薬を行う際に有効なモデルとなり、この分野の発展に大きく貢献することが予想されます。NMDA 受容体の異常機能により起こる病気の代表的な例として、アルツハイマー病、うつ病、神経失調症、脳梗塞などがありますが、今回の結果がこれらの疾患を解決する糸口になることを筆者らは期待しています。



記憶・学習・神経疾患に関わる生化学・構造生物学

今回の構造解析は待望されていたNMDA 受容体のほぼ全貌を可視化することに成功した点では有意義なものでした。しかし、NMDA 受容体がどのような構造変化を起こし、記憶・学習、またはアルツハイマー病やうつ病に関与する細胞内シグナルを引き起こすのかという点はまだ解明できていません。また、NMDA 受容体に結合する数々のたんぱく質がどのように細胞内シグナルの種類・強度を制御しているかははっきりわかっていません。コールドスプリングハーバー研究所の古川研究室ではX線構造解析、電子顕微鏡、電気生理といったツールを必要に応じて使いNMDA 受容体などによって誘導される記憶・学習に関与する細胞内シグナルを分子レベルで解明することを試みています。

写真：2014年の古川研究室。左から2番目が筆者、4番目がファーストオースターのカラカス博士。

Figure and Note

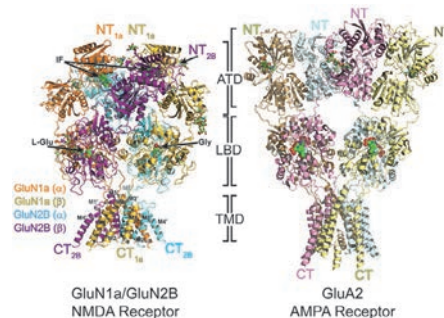


図1：NMDA 受容体とAMPA 受容体の全体構造

NMDA 受容体と、AMPA 受容体とは細胞外領域の全体的構造が大きく異なります。特に、細胞外領域の二つのドメイン、ATDとLBDがNMDA 受容体では過密に相互作用するのに対し、AMPA 受容体ではほぼ相互作用していません。

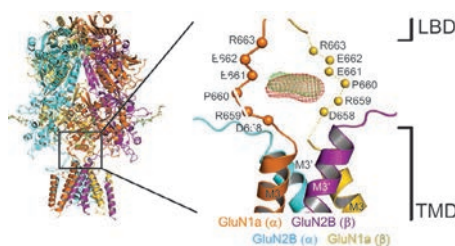


図2：NMDA 受容体細胞外領域のカルシウム結合部位

ここでは、実験の都合上、ホルミウムとガドリニウムといったカルシウム結合部位に結合する重原子を使って、カルシウム結合部位を検索しました。するとイオンチャンネル部位の真上にカルシウムに結合する部位があることがわかりました。

逆行性セマフォリンシグナルは マウスの発達脳においてシナプス除去を制御する

Retrograde semaphorin signaling regulates synapse elimination in the developing mouse brain



左から上阪 直史、狩野 方伸

狩野 方伸 Masanobu Kano

東京大学大学院 医学系研究科 機能生物学専攻 神経生理学分野 教授

上阪 直史 Naofumi Uesaka

東京大学大学院 医学系研究科 機能生物学専攻 神経生理学分野 助教

内ヶ島 基政² 三國 貴康¹ 中澤 敬信¹ 中尾 晴美³

平井 宏和⁴ 饗場 篤³ 渡辺 雅彦²

¹ 東京大学大学院 医学系研究科 神経生理学分野

² 北海道大学大学院 医学研究科 解剖発生学分野

³ 東京大学大学院 医学系研究科 動物資源学分野

⁴ 群馬大学大学院 医学系研究科 神経生理学分野

Contact

狩野 方伸 E-mail: mkano-tyk@m.u-tokyo.ac.jp

所在地: 113-0033 東京都文京区本郷7-3-1

URL: http://plaza.umin.ac.jp/~neurophy/Kano_Lab_j/Top_j.html

脳の神経回路の機能発達を制御する逆行性シグナルの実体を解明

生まれたばかりの動物の脳には過剰な神経結合(シナプス)が存在しますが、発達の過程で必要なシナプスは強化・維持され、不必要なシナプスは除去され、機能的な神経回路が完成します。この過程は「シナプス刈り込み」と呼ばれており、機能的な神経回路が出来上がるために不可欠です。これまでの研究から、シナプス後部の神経細胞からシナプス前部へ向けて、そのシナプスが“必要か不要か”を伝える“逆行性シグナル”の存在が想定されてきましたが、その実体は長い間不明でした。私たちは、シナプス刈り込みを定量的に評価できるマウス小脳のシナプス結合の生後発達に着目し、逆行性シグナルとして働きうる分子を網羅的に探索しました。その結果、セマフォリンファミリーのSema3Aがシナプスを強化・維持することでシナプス刈り込みに拮抗する働きをし、別のファミリーのSema7Aがシナプス刈り込みを促進することを示しました。さらに、Sema3AとSema7Aはシナプス前部にあるそれぞれの受容体に直接シグナルを伝えることを明らかにしました。つまり、Sema3Aはシナプスが“必要である”という情報を、Sema7Aは“不要である”という情報を伝える逆行性シグナルであることが明らかとなりました。

Figure and Note

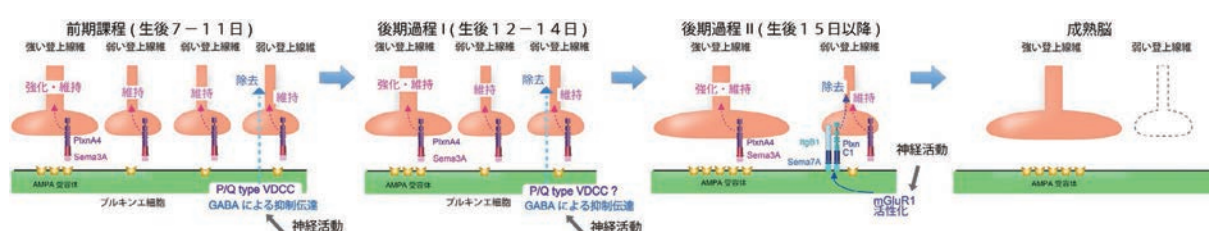


図: Sema3AとSema7Aは逆行性シグナルとしてシナプス刈り込みを制御する。

Sema3Aは生後7日目からシナプスを強化・維持することでシナプス除去に拮抗し、Sema7Aは生後15日目からシナプス除去を促進する。

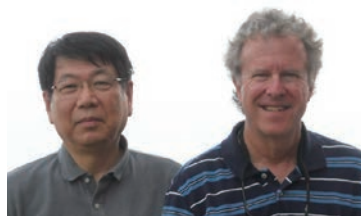


シナプスのはたらきを究め、脳の機能発達に迫る!

脳の最大の特徴は個々の神経細胞が単独ではたらくのではなく、神経細胞がシナプスによって連絡し、神経回路を作って機能することです。ですから、シナプスのはたらきを究めることは発達・記憶・学習などの高次脳機能を理解するための基盤となるものです。私たちは、シナプスにおける伝達調節のしくみと、生後発達に機能的な神経回路が作られるメカニズムを中心に研究しています。そして、脳の機能発達の根本原理を明らかにしたいと考えています。そのために、電気生理学的手法を中心に様々な研究手法を駆使し、国際的な環境で(現在7か国からの研究員・学生が在籍しています)日夜研究に励んでいます。

生きた獲物の位置を特定するための 海洋硬骨魚の正確な pH 検知

Marine teleost locates live prey through pH sensing



左から原田 秀逸、John Caprio

原田 秀逸 *Shuitsu Harada*

鹿児島大学大学院 歯学部総合研究科 口腔生理学分野 教授

John Caprio¹ 下原 麻美² 丸井 隆之³ 清原 貞夫²

¹ Department of Biological Sciences, Louisiana State University

² 鹿児島大学大学院 理工学研究科

³ 元 鹿児島大学歯学部

Contact

E-mail : harada@dent.kagoshima-u.ac.jp

所在地 : 890-8544 鹿児島市桜ヶ丘 8-35-1

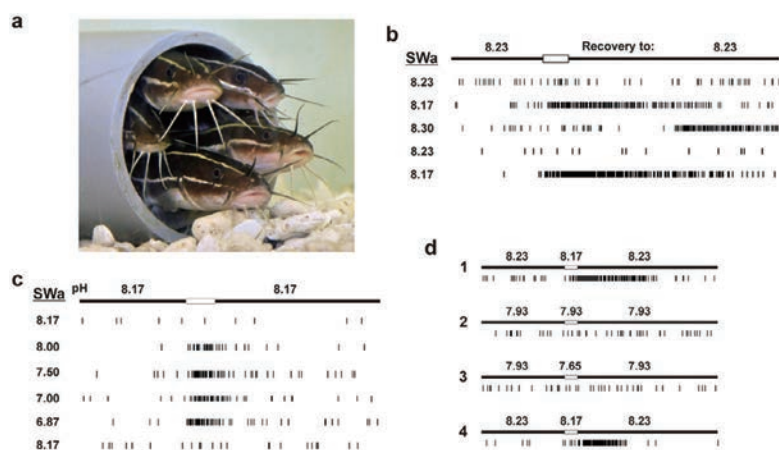
ゴンズイは海水のごく僅かな pH 変化を感知して餌を捕食する

海底に生息する海のナマズ、ゴンズイ(図 a)の胴体やヒゲには多数の味蕾が分布していて、それらの味蕾を支配する神経線維はアミノ酸に対して高い感受性を示し、 10^{-10} モル以下にも応答します。私たちは、この研究の過程で、ヒゲを支配する神経線維の中に pH 変化に選択的に応答する神経線維があり、pH8.2~8.4 の環境海水の 0.1 というごく僅かな pH の低下に極めて鋭敏に応答することを発見しました。この鋭敏な pH 応答は、環境海水が pH8.2~8.4 では観察されますが、pH7.9 以下になると観察されません。(図 b)

一方、海底の砂の中に棲むゴカイの呼吸に伴って巣穴周辺の海水の pH は僅かに上下し、ゴンズイがこの pH 変化を感知して捕食行動を起こすことを実験で証明しました。この pH 変化による捕食方法は他の魚類にも共通であると考えられます。

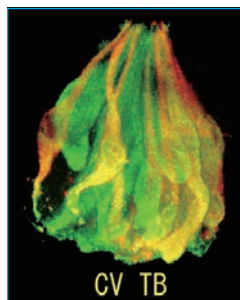
海洋の pH は地球規模で近年 8.2 から 8.1 程度まで低下したことが報告されています。酸性化がさらに進めば、pH 感受性を利用した魚類の捕食システムが阻害され、海洋の生態系を破壊する可能性があります。

Figure and Note



図：ゴンズイのヒゲを支配する単一神経線維の pH 低下に対する応答

a: ゴンズイ。b-d: ゴンズイのヒゲを支配する pH 感受性を示す線維から得られた単一神経インパルス応答。pH8.23, 8.17, 7.93 に順応させ、様々な pH で刺激(白抜き□部分)した時の応答。



私たちの味覚の研究のご紹介

ゴンズイ味覚の日米共同研究で、アミノ酸以外に pH 変化に応答する神経線維がある可能性に気づいたのが私で、この pH 研究の発端となりました。さらに、行動実験による巧緻な検証は理工学研究科で行われました。現在の私達の研究室の中心テーマは、ほ乳類の口腔内に分布する味蕾の形成と機能についてです。発育に伴う変化、口腔内部部位による差、動物種差などに注目して、神経生理学、分子生物学、行動学など様々な手法で解析を行っています。写真は、ラット舌の味蕾の共焦点顕微鏡写真の一例です。

ラット有乳頭味蕾：緑 Ga-gustducin、赤 IP3R3、黄 両方が共発現している味受容細胞(三浦裕仁准教授 撮影)

アポトーシス時のホスファチジルセリン露出のための カスパーゼによるリン脂質フリッパーゼの切断

Caspase-mediated cleavage of phospholipid flippase for apoptotic phosphatidylserine exposure



左から瀬川 勝盛、長田 重一

瀬川 勝盛 *Katsumori Segawa*

京都大学大学院 医学研究科 医学専攻 分子生体統御学講座医化学分野 助教

長田 重一 *Shigekazu Nagata*

京都大学大学院 医学研究科 医学専攻 分子生体統御学講座医化学分野 教授

倉田 祥子¹ 柳橋 祐一¹ Thijn R. Brummelkamp² 松田 文彦¹

¹ 京都大学大学院 医学研究科

² Netherlands Cancer Institute

Contact

瀬川 勝盛

E-mail: k-segawa@mfour.med.kyoto-u.ac.jp

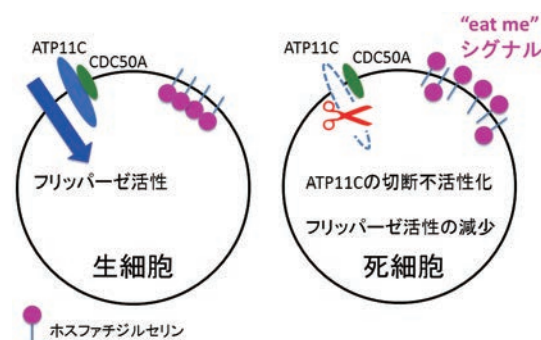
所在地: 606-8501 京都市左京区吉田近衛町

URL: <http://www2.mfour.med.kyoto-u.ac.jp/~nagata/>

“eat me”シグナルを制御する因子の同定

我々の体の中では、毎日大量の細胞が生まれ、そして同様に大量の細胞が死んでいきます。死を迎えた細胞は、生体の中で放置されることなく、マクロファージなどの食細胞に認識、食食され速やかに除去されます。では、マクロファージはどのように生きた細胞と死んだ細胞を見分けているのでしょうか？ 生きた細胞の細胞膜では、ホスファチジルセリンと呼ばれるリン脂質が多く存在していますが、厳密に細胞膜の内層に保持されています。一方、死を迎えた細胞は、ホスファチジルセリンを“eat me”シグナルとして細胞表面に提示し、マクロファージに自身が処理されるべき死んだ細胞であることを伝えます。しかしながら、この“eat me”シグナルがどのように生きた細胞では細胞膜の内層に保持され、そして死を迎えた細胞ではどのように細胞表面に露出されるのか、その分子機構は大きな謎でした。本論文において、我々は、ATP11CやCDC50Aとよばれる膜タンパク質が“eat me”シグナルの細胞膜における分布を制御する因子であることを明らかにしました。現在、これらの膜タンパク質の具体的な作用機序や、病態との関連を調べています。

Figure and Note



図：細胞膜におけるホスファチジルセリンの非対称性と其の崩壊

生細胞ではATP11CやCDC50Aによるフリッパーゼ活性でホスファチジルセリンが細胞膜の内層に保持されている。一方、死細胞ではATP11Cがカスパーゼにより切断分解され、ホスファチジルセリンが内層から外層へと移行し、“eat me”シグナルとして機能する。

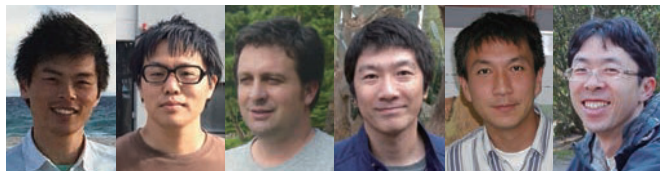


京都大学大学院 医学研究科 医化学講座

私達の研究室では、細胞死に関わる生命現象を幅広く研究しています。最近では、細胞死の分子機構、死細胞の食食機構、“eat me”シグナルであるホスファチジルセリンの膜動態の制御機構などを研究しています。各研究員がそれぞれ独自のテーマを持ち、じっくり腰を据えて一つの問題の解明を目指しています。複雑な生命現象に少しでも迫れるよう、*in vitro* (試験管内アッセイや培養細胞)と*in vivo* (マウス)の両方のモデルを、基本的な手法から次世代シーケンサーなどの新しい手法まで、柔軟に取り入れながら研究を進めています。

北大西洋に流れ込む 「地中海流出水」の発達史

Onset of Mediterranean outflow into the North Atlantic



左から西田 尚央、風呂田 郷史、Francisco Jimenez-Espejo、黒田 潤一郎、七山 太、清水 康博

F. Javier Hernández-Molina¹ Dorrik A.V. Stow²
Carlos A. Alvarez-Zarikian³ et al.

¹ Department of Earth Sciences, Royal Holloway, University of London

² Institute of Petroleum Engineering, Heriot-Watt University

³ International Ocean Discovery Program,
Department of Oceanography, Texas A&M University

全著者リスト: <http://www.sciencemag.org/content/344/6189/1244.abstract>

Contact

西田 尚央 E-mail: n.nishida@aist.go.jp
所在地: 305-8567 茨城県つくば市東1-1-1 中央第7

地中海流出水の歴史と 北大西洋の海底の流れや気候変動との関係

現在のヨーロッパ大陸とアフリカ大陸を隔てるジブラルタル海峡では、地中海と大西洋の海水の交換が行われています。特に、海峡の海中深くでは地中海の高塩分海水が大西洋に向かって流出し、さらに大陸斜面に沿って北～西向きに流れています(地中海流出水)。しかし、約530万年前にジブラルタル海峡が開いて以降の地中海流出水の発達史、あるいはその海洋循環や気候変動との関係については、多くが謎に包まれていました。このため、カディス湾の海底において地中海流出水の影響を受けてできた泥や砂の地層を対象に、深海掘削船JOIDES Resolutionによって科学掘削が初めて実施されました(IODP Exp. 339)。回収された掘削試料を詳しく解析した結果、地中海流出水は、ジブラルタル海峡が開いた直後は弱い流れで、本格的な流れとなったのは鮮新世後期以降であることがわかりました。また、それ以降に泥や砂がたまらないほど流れが強い時期が3回あったことが認められました。このような地中海流出水の発達の特徴は、大西洋の海洋循環の変化や、それにとまう赤道～極域間の温度差の変化とよく一致します。つまり、地中海流出水の発達は、地球規模の海洋循環や気候変動と密接に結びついていることが初めて明らかとなりました。



調査航海における日本チームの役割

今回の成果が得られた研究航海は、リーダーのHernández-Molina教授とStow教授を含めて14ヶ国35人の研究者が参加しました。日本からは6人が参加し、このうち5人は掘削試料の解析で最も重要で基礎となる肉眼観察を担当しました。また1人は物性計測を担当しました。2ヶ月間の研究航海では合計5,446.7mにおよんだ掘削試料が次々と回収され、息つく暇さえありませんでした。しかし、これまで誰も目にしたことがない掘削試料は大変興味深く、皆時間を忘れて取り組んだことが今回の成果へとつながりました。

写真: 研究航海に参加した日本チーム。背後には、掘削船を備えるJOIDES Resolutionが見える。乗船前のアソレス諸島ボンタデルガダ(ポルトガル)にて。

西田 尚央 Naohisa Nishida

産業技術総合研究所 地質情報研究部門 研究員

風呂田 郷史 Satoshi Furota

北海道大学大学院 理学院 自然史科学専攻 博士課程

Francisco Jimenez-Espejo

海洋研究開発機構 生物地球化学研究分野 研究員

黒田 潤一郎 Junichiro Kuroda

海洋研究開発機構 生物地球化学研究分野 主任研究員

七山 太 Futoshi Nanayama

産業技術総合研究所 地質情報研究部門 上級主任研究員

清水 康博 Yasuhiro Takashimizu

新潟大学教育学部 准教授

Figure and Note

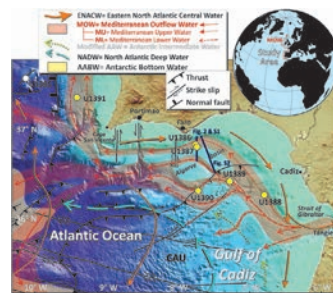
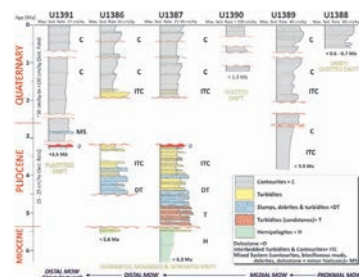


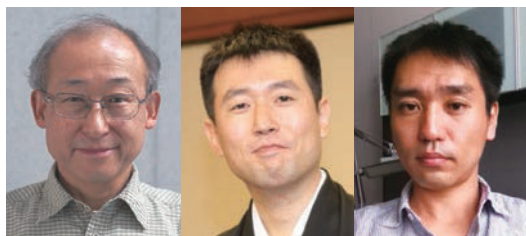
図1: 調査海域の特徴と掘削サイト(U1385-U1391)

ジブラルタル海峡からの地中海流出水(MOW)は、カディス湾の大陸斜面に沿って、北～西方向に流れる。



恒星間距離15天文単位の連星系内の1つの恒星のまわりを1天文単位の軌道長半径で公転する地球型惑星を発見した

A terrestrial planet in a ~ 1 -AU orbit around one member of a ~ 15 -AU binary



左から阿部 文雄、米原 厚憲、住 貴宏

阿部 文雄 *Fumio Abe*

名古屋大学 太陽地球環境研究所 准教授

住 貴宏 *Takahiro Sumi*

大阪大学大学院 理学研究科 宇宙地球科学専攻 准教授

米原 厚憲 *Atsunori Yonehara*

京都産業大学理学部 物理科学科 准教授

A. Gould¹ A. Udalski² I.-G. Shin² et al.

¹ Department of Astronomy, Ohio State University

² Warsaw University Observatory

全著者リスト: <http://www.sciencemag.org/content/345/6192/46.abstract>

Contact

阿部 文雄 E-mail: abe@stelab.nagoya-u.ac.jp

所在地: 464-8601 名古屋市千種区不老町

連星の一方の星に地球に似た質量と軌道の惑星を発見

生命を宿す地球の様な惑星は他に存在するのか、地球の様な惑星はどの様にしてできたのでしょうか? 人類の夢とロマンを実現すべく、太陽系外惑星の探索が世界中で行われています。1990年代の最初の発見以来、これまでに2000個もの太陽系外惑星が様々な方法で発見されています。我々の行っているマイクロレンズ法は、重力レンズを利用したユニークな方法で、他の方法に比べて比較的外側の軌道をまわる地球程度の小さな惑星まで見つかります。また、比較的小型の望遠鏡と安価な装置で観測できるのも特長と言えます。ニュージーランドに設置した1.8mの専用望遠鏡を使い観測を行って、これまでに20個以上の惑星を発見しています。

今回の発見は、我々 MOA グループの他、複数の研究グループの協力による発見です。低質量の連星の一方の星からちょうど太陽地球間の距離と同じくらい隔たった、地球程度の質量の惑星が見つかりました。もし、主星が太陽と同じくらいの質量なら生命が存在したかもしれません。残念ながら、主星の質量が非常に小さかったので、惑星の表面温度が低く生物は住めないと考えられます。今後も観測を続け、宇宙の謎に迫って行きたいと考えております。

Figure and Note

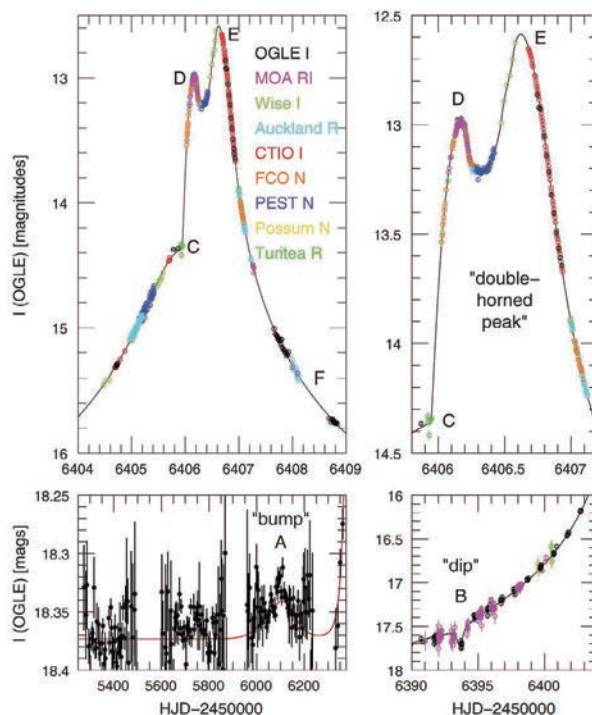


図: 観測された光度曲線(星の明るさの時間変化)。重力レンズ効果による遠方の星の増光(マイクロレンズ効果)を観測し、詳細に光度極線を解析することにより、惑星を発見します。



MOAプロジェクト

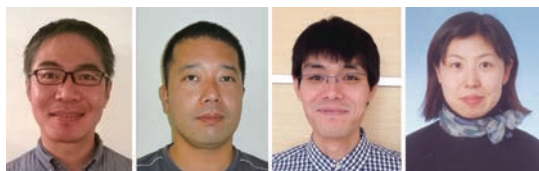
2004年に名古屋大学がニュージーランド・マウントジョン天文台に設置した広視野サーベイ型望遠鏡。面積にして満月の10倍程度の視野を有します。主として重力マイクロレンズ探索に使用され、この分野で世界をリードしています。マイクロレンズ法は日本ではそれほど知られていませんが、実はMOAグループが最初に成功したいわば日本のお家芸で世界でも注目度が高く、アメリカやヨーロッパでは次世代衛星計画で推進しようとしております。

<http://www.phys.canterbury.ac.nz/moa/>

写真: MOA II 1.8m 望遠鏡

巨大地震後の地震波速度低下から推定された 高圧化した火山性流体のマッピング

Mapping pressurized volcanic fluids from induced crustal seismic velocity drops



左から武田 哲也、青木 陽介、江本 賢太郎、三宅 弘恵

Contact

武田 哲也

E-mail: ttakeda@bosai.go.jp

所在地: 305-0006 つくば市天王台3-1

武田 哲也 Tetsuya Takeda

独立行政法人防災科学技術研究所 主任研究員

青木 陽介 Yosuke Aoki

東京大学地震研究所 助教

江本 賢太郎 Kentaro Emoto

東北大学大学院 理学研究科 助教

三宅 弘恵 Hiroe Miyake

東京大学地震研究所 助教

F. Brenguier¹ M. Campillo¹ N. M. Shapiro² X. Briand¹

¹ Institut des Sciences de la Terre, Université Joseph Fourier

² Institut de Physique du Globe de Paris, Sorbonne Paris Cité

巨大地震が火山地域へ与えたダメージの発見

これまで巨大地震が発生した直後に火山噴火が起きた事例が世界中で多数確認されていますが、その仕組みはよくわかっていませんでした。私たちは、2011年東北地方太平洋沖地震前後のデータの解析によって、地下の地震波が伝わる速度の時間変化をマッピングすることに成功し、その手がかりとなる事象をみつけました。解析には地震波干渉法という手法を用いました。その特徴は、従来の解析では“ノイズ”として除外されていた常時微動(常に生じている地球の揺れ)のデータを積極的に活用することにあります。この解析から、地震前後で地下の地震波速度が低下した場所が明らかとなりました。その大きな特徴は、顕著な速度低下が、震央から離れた、それも特に火山地域において見られたことです(図: 中の領域AおよびB)。私たちは、この速度低下の原因を、火山の下で高圧状態にあった火山性流体(火山ガス、熱水、マグマなど)が、地震波が通過する際の“揺さぶり”によって周囲の岩石にダメージを与えたと解釈しました。今後は、このダメージが噴火とどう結びつくのか調べていく必要があります。

Figure and Note

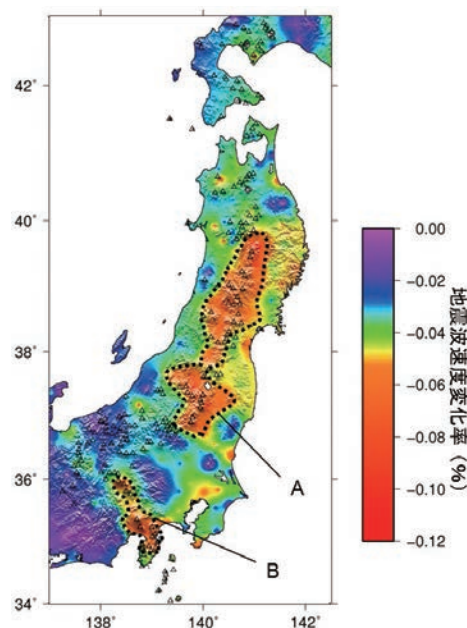


図: 東北地方太平洋沖地震前後の地震波速度構造変化の図
地震発生前半半年間の平均と、発生後、発生日を含む5日間の平均との比較。暖色になるほど速度低下が大きいことを示しています。△は第四紀火山を示します。



NAMAZUプロジェクト日仏ワークショップ

今回、地震波形の中の“ノイズ”から成果を取り出せることができたのは、解析手法の開発と、高密度に展開された地震観測網のデータと、それを処理する計算機インフラが整ったことが挙げられます。これが実現できたのは、東北沖地震後に日仏の研究者間で協力できる枠組みができたことに尽きます。この枠組みにより、個々の持ち味を生かして、チームとして最高の成果を生み出すことができました。研究プロジェクトとは、まさにスポーツのチーム競技のようです。

地震と火山の密な関係

東京大学地震研究所 青木 陽介

2014年は火山活動が活発な年でした。8月には口永良部島、9月には御嶽山、11月には阿蘇山が噴火し、従来から活発だった桜島も活動度を増しています。2013年11月に噴火が始まった西ノ島の活動も継続しています。日本列島は火山の活動期に入ったのでしょうか？ 2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震が日本列島の火山を活発化させたのでしょうか？



御嶽山頂から地獄谷火口(昨年の噴火の火口)を昨年11月8日の山頂調査の際に撮影した写真

大地震と火山噴火の関係

大地震が発生すると、近隣の火山の活動が高まり噴火にいたることがよくあります。100年ほど前に近代的な地震観測が始まってから、今までにマグニチュード9を超える超巨大地震が2011年東北地方太平洋沖地震を含めて5回ありましたが、そのうち東北地方太平洋沖地震を除く4回は、発生後1年半以内に近隣の火山が明らかに活発化し多くの噴火を引き起こしました。東北地方太平洋沖地震後は、3年以上たってから活発化の兆しを見せていますが、現在のところ他の4回ほどには火山活動は高まっていません。過去には、富士山の最も新しい噴火(1707年宝永噴火)が大地震によって誘発されたものであると言われています。この宝永噴火は、西南日本を震源とするマグニチュード8.7程度の大地震の49日後に発生し、放出された火山灰が約100km離れた江戸(東京)にも降り積もりました。同じ規模の噴火が現代の日本で起きたら、首都圏の都市機能が麻痺する可能性があります。

大地震が噴火を誘発するメカニズム

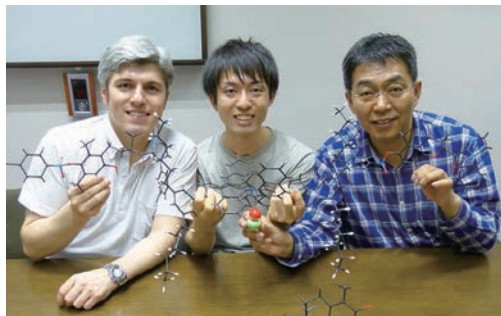
では、大地震が噴火をなぜ誘発するのでしょうか？ マグマは二酸化炭素・二酸化硫黄・硫化水素などの気体が溶けている液体ですが、マグマに地震による揺れが加わると、これらの気体がマグマから泡立ちます。そうするとマグマの圧力が高まります。また、発泡したマグマは密度が下がるため、浮力によって地表へと運ばれます。この2つの要素が重なり、噴火しやすくなります。ビールやソーダなどの炭酸飲料を激しく振って栓を抜くと容器から吹き出すのを思い浮かべると分かりやすいかもしれません。しかし、炭酸飲料はすぐに吹き出すのに対して、マグマは揺らされたからといって必ずしもすぐに噴火するわけではなく、長ければ数年たってから噴火にいたることもあります。大地震が噴火を誘発するという観測事実はあっても、そのメカニズムはまだきちんとわかっていないのです。その理由のひとつは、適切な実験が困難であることにありますが、その代わりに地震波を使って地震による地下構造の変化を観測することにより、地震の揺れが噴火を誘発するメカニズムについての一端をつかもうと研究を進めています。

今後の火山活動は？

1707年の富士山の噴火や1783年の浅間山噴火以来、日本列島では大規模噴火は200年以上発生していません。とりわけ、戦後の経済成長期には火山活動が極めて低調な「幸せ」な時代でした。しかし、東北地方太平洋沖地震によって火山の地下のマグマが刺激を受けた今、そのような「幸せ」な時代は終わりを告げ、これからは火山活動の高い時代を迎えるかもしれません。そのような時代だからこそ、地震が噴火を誘発するメカニズムを含めた火山噴火のメカニズムを研究することは、科学的にも社会的にも重要なことなのです。

トコフェロールを不斉合成するための 高活性次亜ヨウ素酸塩触媒

High-turnover hypiodite catalysis for asymmetric synthesis of tocopherols



左から UYANIK Muhammet、林 裕樹、石原 一彰

石原 一彰 Kazuaki Ishihara

名古屋大学大学院 工学研究科 化学・生物工学専攻 生物機能工学分野
バイオマテリアル講座 生体機能物質化学研究グループ 教授

UYANIK Muhammet 林 裕樹

名古屋大学大学院 工学研究科

Contact

E-mail : ishihara@cc.nagoya-u.ac.jp

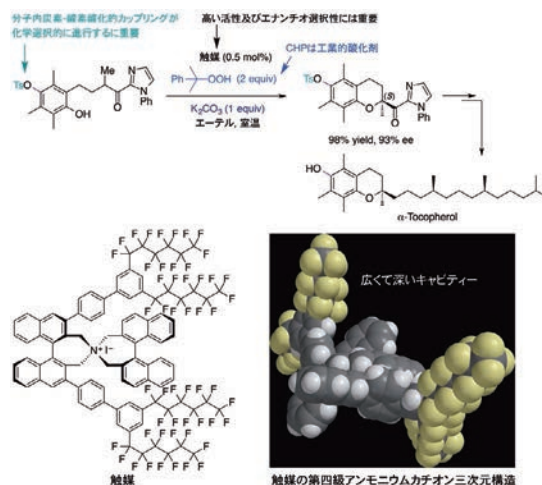
所在地 : 464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町 B2-3 (611)

URL : <http://www.ishihara-lab.net/>

天然型ビタミンEの高効率不斉合成に成功： 光学活性クロマノール系医薬品の開発・ 製造への応用に期待

抗酸化作用をもつビタミンEに代表されるクロマノール類の多くは光学活性化合物であり、薬理活性の強い光学異性体を選択的に合成することが求められます。既に石原らは毒性・資源不足が懸念される遷移金属の代替元素として、日本の豊富な資源であるヨウ素に着目し、環境に優しい光学活性次亜ヨウ素酸塩触媒を用いる酸化のエーテル五員環化反応の開発に成功しています (*Science* 328, 1376-1379)。今回、この触媒システムを基盤に様々な工夫を加えることにより、酸化のエーテル六員環化反応を実現しました。本研究を通してビタミンEの全成分 (α -, β -, γ -, δ -トコフェロール及びそれらのトコリエノール体) や様々な生物活性クロマノール類の光学活性鍵合成中間体を高収率かつ高選択的に不斉合成しただけでなく、触媒活性種が次亜ヨウ素酸アニオン (IO^-) であることをラマン分光法で明らかにしました。また、反応系に炭酸カリウムを添加することにより、触媒回転数 (TON) を10倍以上に向上させることに成功しました ($\text{TON} \geq 200$)。この塩基効果を2000年に報告した酸化のエーテル五員環化反応に応用したところ、 $\text{TON} \geq 2000$ を達成しました。これらの成果は環境に優しい医薬品製造プロセスや新薬の開発研究に生かされるものと大いに期待されます。

Figure and Note



図：次亜ヨウ素酸塩触媒を用いるエナンチオ選択的酸化のエーテル六員環化反応と α -トコフェロールへの誘導

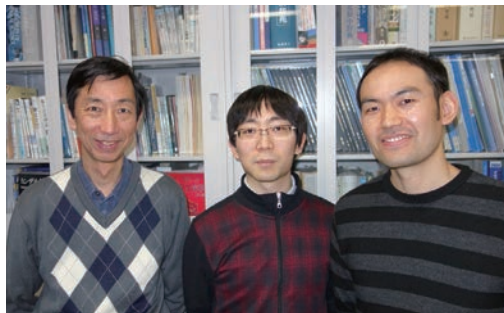
第四級アンモニウムヨリド (0.5 mol%) とクメンヒドロペルオキシド (PhMe_2COOH) から次亜ヨウ素酸塩が *in situ* で調製され、これが真の触媒活性種となる。

名古屋大学 石原一彰研究室

塩基複合化学を基盤に、酵素を凌駕する機能触媒の開発を目指して研究しています。今回開発した触媒は「イオン対」型です。石原研の活動情報はホームページやFacebook pageに掲載しています。最近、特に力を入れているのは精密に設計された鍵穴をもつ超分子触媒の開発で、誘導適合による高度な立体選択性発現に挑戦しています。

線虫の学習行動における シナプスのPI3キナーゼの役割

Role of synaptic phosphatidylinositol 3-kinase in a behavioral learning response in *C. elegans*



左から飯野 雄一、大野 速雄、富岡 征大

飯野 雄一 Yuichi Iino

東京大学大学院 理学系研究科 生物科学専攻 教授

富岡 征大 Masahiro Tomioka

東京大学大学院 理学系研究科 遺伝子実験施設 助教

大野 速雄 Hayao Ohno

東京大学大学院 理学系研究科 生物科学専攻 特任助教

加藤 紳也 内藤 泰樹 國友 博文

東京大学大学院 理学系研究科

Contact

飯野 雄一 E-mail: iino@bs.s.u-tokyo.ac.jp

所在地: 113-0032 東京都文京区弥生 2-11-16

インスリン受容体の局在変化が 飢餓記憶の形成に寄与

インスリンはヒトを含むさまざまな動物で食餌の情報を伝える働きをしており、インスリン受容体の活性によって寿命やストレス耐性などが制御されることが知られています。また、線虫 (*C. エレガンス*) では、飢餓により起こる学習にもインスリン経路が重要な働きをしています。今回、線虫のインスリン受容体には2種類のタイプ (DAF-2aとDAF-2c) があることをみつけました。学習にはDAF-2cの方が必要でした。さらに、線虫が飢餓を経験することによってDAF-2c型のインスリン受容体が感覚神経のシナプス部位に運ばれることがみつき、インスリン受容体の活性を伝えるPI3キナーゼがシナプス部位で働くことによって、線虫の行動が飢餓下の行動に変化することがわかりました。DAF-2cのシナプス部位への輸送にはCASY-1という蛋白質が働いていました。哺乳類におけるCASY-1類似蛋白質はカルシネニンとよばれ、アルツハイマー病の原因蛋白質の一つであるアミロイド前駆蛋白質の運搬に関わることがわかっています。これらの観察から、神経細胞内を受容体が移動することによって飢餓の記憶が形成される新たな機構が明らかになりました。

Figure and Note

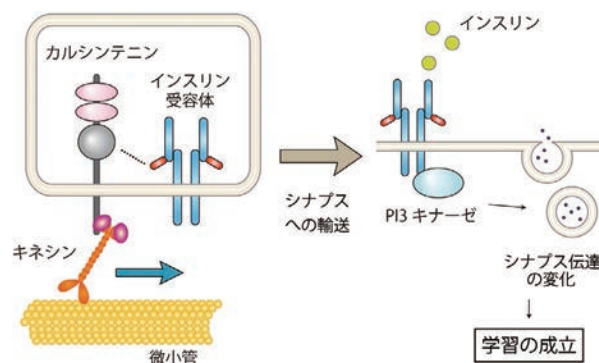
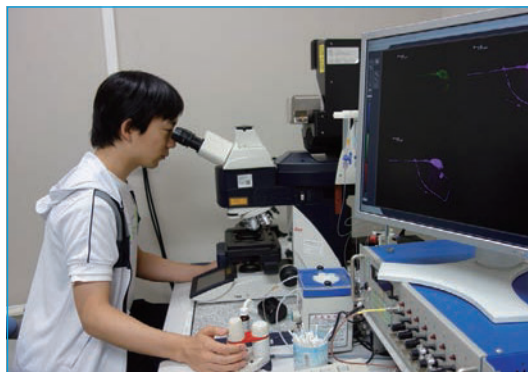


図: インスリン受容体の細胞内輸送の機構

インスリン受容体DAF-2cはカルシネニンCASY-1を介して微小管に沿って動くモーター蛋白質に接続され、シナプス部位に運ばれる。そこで活性化されたDAF-2cはPI3キナーゼを活性化し、シナプス伝達を変化させることにより行動を変化させる。



線虫を使って学習・記憶の分子機構を探る

線虫を用いることにより、学習・記憶の分子機構を明らかにする研究を進めてきました。今回の発見は、選択的スライシングの探索、蛍光レポーターによる1細胞レベルの局在解析や、学習欠損変異体のサプレッサー変異のスクリーニングなど、線虫ならではの実験手法と精緻な解析の組み合わせにより達成されたものです。哺乳類のインスリン受容体も線虫と同様に選択的スライシングによって2つのタイプが作られます。本研究はヒトにおけるインスリンやカルシネニンと記憶障害との関係の理解にもつながる可能性があり、さらなる進展が期待されます。

写真: 蛍光レポーターによって光らせたインスリン受容体の細胞内局在を共焦点顕微鏡で調べる。

CNSに特異的なtRNAの変異が誘発する リボソームの停滞により神経細胞死が引き起こされる

Ribosome stalling induced by mutation of a CNS-specific tRNA causes neurodegeneration



石村 隆太 Ryuta Ishimura

Howard Hughes Medical Institute and The Jackson Laboratory

Gabor Nagy¹ Ivan Dotu² Huihao Zhou³ Xiang-Lei Yang³ Paul Schimmel³

千住 寛⁴ 西村 泰治⁴ Jeffrey H. Chuang² Susan L. Ackerman¹

¹ Howard Hughes Medical Institute and The Jackson Laboratory

² The Jackson Laboratory for Genomic Medicine

³ The Skaggs Institute for Chemical Biology, The Scripps Research Institute

⁴ Department of Immunogenetics, Graduate School of Medical Sciences, Kumamoto University

Contact

E-mail: ryuta.ishimura@jax.org

所在地: 600 Main Street, Bar Harbor, ME 04609, USA

URL: <http://research.jax.org/faculty/susan-ackerman.html>

リボソーム停滞による 神経細胞死の新たなメカニズム

中枢神経細胞が死んでいく神経変性疾患は、アルツハイマー病でのアミロイドβ凝集などタンパク質の変性が多々見受けられることから、合成後のタンパク質品質管理機構の研究が活発に行われています。一方で、タンパク質の“合成過程”、すなわちmRNAを鋳型としてアミノ酸が付加されたtRNAがリボソーム内に位置するコドンに繰り返し運ばれる過程では、これまで神経細胞死につながるような複雑な制御系はないと考えられていました。この研究では、神経細胞死により運動失調を示す変異マウスを得て、それからその原因となる遺伝子を単離する順遺伝学を行いました。遺伝学と分子生物学の解析を通して、この変異マウスには2つの変異があることが明らかになりました。第一の変異は、意外にも中枢神経系に特異的に発現しているアルギニンtRNAの変異でした。その結果、アルギニンtRNAの発現が低下し、そのコドンにおいてリボソームの一時停滞が起こります。第二の変異は、新たなリボソーム解離因子をコードする*Gtpbp2*遺伝子の欠損変異でした。この欠損が合わさることにより、一時停滞していたリボソームが排除されず結果としてより強度のリボソーム停滞がおき、それが細胞死を招いていました。神経細胞のタンパク質翻訳過程は巧妙に調節されており、それが乱されることにより細胞死に至るという新たな機構が明らかとなりました。

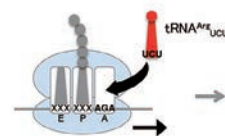
Figure and Note



図1: 変異マウス

正常マウスと歩行失調を示す変異マウス

正常マウス



正常なポリペプチド伸長

変異マウス

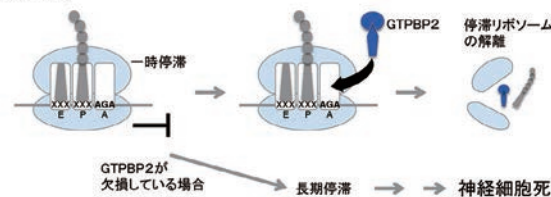


図2: リボソーム停滞による神経細胞死

正常マウスでは、tRNAがアミノ酸をリボソームに運びタンパク質を合成する。変異マウスでは、アルギニンtRNAのレベルが低下しているため、そのコドンにおいてリボソームが一時停滞する。GTPBP2が存在すれば、その停滞リボソームは排除され問題ないが、存在しなければ、リボソームは長期停滞することになり、結果として細胞死に至る。

米国ジャクソン研究所

ジャクソン研究所は、数多くの遺伝子改変マウスを管理し各国へ供給する世界一の施設です。同時に、遺伝子改変マウスを利用してトップレベルの研究を行う機関でもあります。マウスはヒト疾患を理解する上で欠くことのできない実験動物であり、時には予想しない発見をもたらします。研究所では神経系、免疫系、代謝系、癌など多岐にわたるヒト疾患モデル動物を用いたユニークな研究が展開されています。研究所は、アメリカ東海岸の最北端にあるメイン州の、さらに沖合にある島の中に位置します。島はAcadia国立公園でもあり、夏には多くの観光客にぎわいます。地理的に孤立しているものの、風光明媚な環境とマウス遺伝学の総本山に引き寄せられ、様々な文化背景を持つ多くの研究者が宝探しにやってきます。

若手の方へ: ここに限らず、多くの文化背景を持つ人たちが構成されるダイナミックな研究機関に身を置かれてみて下さい、様々な発見があると思います。



大規模化可能な通信ネットワークとインターフェースを備えた 100万個のスパイクニューロン集積回路

A million spiking-neuron integrated circuit with a scalable communication network and interface



左から澤田 潤、中村 裕

澤田 潤 Jun Sawada

IBM オースティン研究所 (現 IBM アルマデン研究所)

中村 裕 Yutaka Nakamura

IBM 東京基礎研究所

Paul A. Merolla¹ John V. Arthur¹ Rodrigo Alvarez-Icaza¹ Andrew S. Cassidy¹
Filipp Akopyan¹ Bryan L. Jackson¹ Nabil Imam³ Chen Guo⁴ Bernard Brezzo⁵
Ivan Vo² Steven K. Esser¹ Rathinakumar Appuswamy¹ Brian Taba¹ Arnon Amir¹
Myron D. Flickner¹ William P. Risk¹ Rajit Manohar⁶ Dharmendra S. Modha¹

¹ IBM Research - Almaden

⁴ IBM Engineering and Technology Services

² IBM Research - Austin

⁵ IBM Research - Thomas J. Watson Research Center

³ Cornell University

⁶ Cornell Tech

Contact

澤田 潤 E-mail : sawada@us.ibm.com

中村 裕 E-mail : xyutaka@jp.ibm.com

所在地 : 11501 Burnet Road, Austin, TX 78758, USA

所在地 : 135-8511 東京都江東区豊洲 5-6-52 NBF 豊洲キャナルフロント

大規模ニューラルネットワークを高速・省電力で稼働させるチップ

生物の脳神経回路にヒントを得た大規模なニューロンとシナプスのネットワークで構成される新しいタイプのコンピュータは、色々な用途が考えられるにもかかわらず今日まで実用化されてきませんでした。これまでのコンピュータに採用されているノイマン型アーキテクチャーにおける大規模ニューラルネットワークのシミュレーションは、消費電力が大きく時間が掛かり過ぎるのが一因です。我々は、スパイクニューロンを256個備えたコア4096個をネットワーク接続して合計100万個のニューロンと2億5600万個のシナプスを実装した非ノイマン型アーキテクチャーを半導体チップで構築・実証しました。このTrueNorthチップは、データ記憶と計算の回路が近傍に存在するためデータの移動に大きなエネルギーを必要としないことに加えてイベント駆動型の非同期回路を用いることで超低消費電力を実現しています。複数のチップで更に大規模なニューラルネットワークが構築可能です。実際、予め学習アルゴリズムを使って構築したネットワークをチップにプログラムすることで400×240ピクセルの動画から物体を認識するアプリケーションが63mWでリアルタイム動作することを確認しています。

Figure and Note

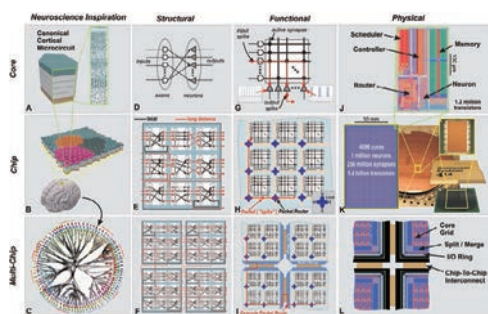


図1: TrueNorth アーキテクチャー

TrueNorth アーキテクチャーを縦に異なるスケール(コア、チップ、システム)、横に異なる視点(神経科学的、構造的、機能的、実際のシリコンチップ)で配列しています。256個のニューロン回路を含むコア(G、J)をタイル状に4096個配列したチップ(H、K)をさらに基板上に複数配列する(I、L)ことで大規模なニューラルネットワークが構築できます。

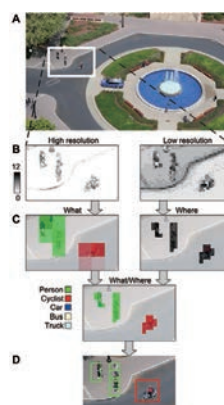


図2: TrueNorthチップによる動画からの物体認識

動画をTrueNorthチップに送り人や自転車等を含む5種類の物体をリアルタイムで認識させています。ニューラルネットワークの一部で何があるか別の部分でどこにあるかを認識させて、全体としてどこに何があるかを識別しています。

脳神経科学、コンピュータ科学及び電子工学等が融合する新しい分野

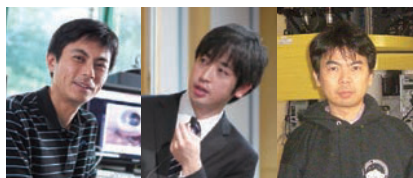
生物の脳の仕組みを模倣したコンピュータを作ろうとする試みは、近年世界中の様々な大学、企業、研究所で盛んに研究されるようになってきておりますが、この新しい形のコンピュータは既存のコンピュータと異なり、画像や音声等の曖昧なデータを人間の様に認識できるのではないかと期待されています。新しい学習アルゴリズム等を用いることで未知の能力や応用等が考えられますが、そこで極めて重要なことは既存の学問の枠組みに囚われない新しい考え方と人材ではなかろうかと思えます。



写真: 米国防高等研究計画局のSyNAPSE (Systems of Neuromorphic Adaptive Plastic Scalable Electronics) プログラムのフェーズ3に参画したIBMは、アルマデン研究所を中心に複数の研究所、事業所、大学等と協業してこのプロジェクトを推進しました。

初代の巨大質量星の化学的痕跡

A chemical signature of first-generation very-massive stars



左から青木 和光、富永 望、本田 敏志

青木 和光 Wako Aoki

自然科学研究機構 国立天文台 TMT 推進室

富永 望¹ Timothy C. Beers² 本田 敏志³ Young Sun Lee⁴

¹ 甲南大学理工学部

² Department of Physics, University of Notre Dame

³ 兵庫県立大学 天文科学センター

⁴ Department of Astronomy, New Mexico State University

Contact

E-mail: aoki.wako@nao.ac.jp

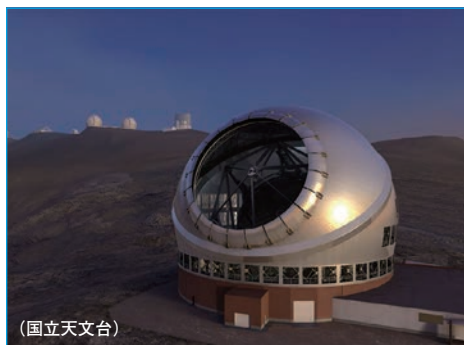
所在地: 181-8588 東京都三鷹市大沢2-21-1

天の川銀河の星の化学組成で探る 初代の巨大質量星の痕跡

ビッグバンで幕を開けた宇宙の歴史の最初の数億年は、まだ星の存在しない時代でした。ほぼ均質なガスで満たされた宇宙は、全体としては膨張して密度が下がっていきませんが、重力の作用で一部に物質が集まり、やがて星が誕生してきました。

初代星たちの多くは、太陽より何十倍も重い大質量星であつたろうと考えられています。それらは超新星爆発を起こして新しい元素をつくり出します(図1)。その新しい元素を取り込んで新たに誕生した星の中には、寿命の長い小質量星も含まれていました。こういう、初期に生まれた星の生き残りを探し出して詳しく調べると、初代の大質量星とそれが起こした超新星爆発を解き明かすことができます。

私たちは、日本の国立天文台が運用しているすばる望遠鏡による観測により、私たちから1000光年ほどの距離にある軽い星が、きわめて特異な組成をもっていることをつきとめました。この星は全体として重元素量が太陽の数百分の一しかなく、鉄に比べて炭素やマグネシウムなどの軽い元素の組成が低いのが特徴です(図2)。この特異な化学組成は、宇宙の始めの時期に誕生した太陽の数百倍もの重さをもつ巨大質量星によってつくられた可能性があります。初代星の中には巨大質量星が多数存在したという理論予測がありましたが、その痕跡が見つからないことが長年の謎でした。今回の発見はこの謎を解決し、宇宙で最初の天体形成と元素合成を解き明かす大きな一歩となるかもしれません。



(国立天文台)

Figure and Note



(国立天文台)

図1: 初代の巨大質量星が起こす超新星爆発(想像図)

初代の大質量星の爆発の想像図。大質量星の集団のなかで最も質量の大きいものが爆発を起こし、周囲に物質を放出すると考えられています。

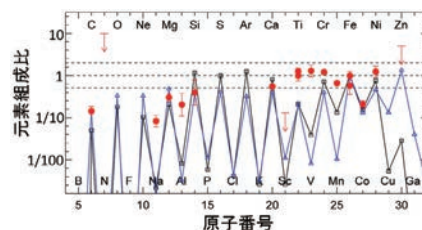


図2: 巨大質量星の痕跡をとどめている可能性のある星の化学組成

鉄と各元素の組成比を対数スケールで示しています。今回見つかった星 SDSS J0018-0939 の元素組成(赤丸)と超新星の元素合成モデルからの予測(黒線が太陽質量の300倍、青線が1000倍の星の爆発の場合)を比べると、全体的な元素組成の傾向はよく説明されることがわかります。観測結果とあまり合わない元素については、爆発前の星の進化における元素合成などのさらに詳細な理論研究が期待されます。

初代星の解明をめざす次世代望遠鏡 TMT

今回の発見につながった星の分光観測は、星からの光を細かく波長にわけて、CCDなどの検出器上にばらばらにして記録するもので、大きな望遠鏡で光を集めなければ十分なデータがとれません。すばる望遠鏡は直径8.2メートルの鏡で光を集める巨大望遠鏡ですが、もっと光を集めたいと思うことはよくあります。この願望を現実のものにしてくれるのが、次世代望遠鏡として国立天文台が国際協力でハワイ・マウナケア山に建設を進めている超大型望遠鏡 TMT です。TMT の口径は30メートルで、すばる望遠鏡に比べて10倍以上の光を集めることができます。TMT を用いると、非常に遠方の銀河の観測も大きく進み、初代の大質量星が星団をなしていればその光を直接検出できる可能性もあります。現在の学生や若手研究者が2020年代に活躍できるよう、次世代望遠鏡の建設に力を入れています。

写真: 超大型望遠鏡 TMT 完成予想図

旨味受容体の機能転換による ハチドリの甘味知覚の進化

Evolution of sweet taste perception in hummingbirds by transformation of the ancestral umami receptor



左から三坂 巧、戸田 安香、中北 智哉

戸田 安香 *Yasuka Toda*

東京大学大学院 農学生命科学研究科 応用生命化学専攻 生物機能開発化学研究室 共同研究員
(現 キッコーマン株式会社)

中北 智哉 *Tomoya Nakagita*

東京大学大学院 農学生命科学研究科 応用生命化学専攻 生物機能開発化学研究室 博士課程

三坂 巧 *Takumi Misaka*

東京大学大学院 農学生命科学研究科 応用生命化学専攻 生物機能開発化学研究室 准教授

Maude W. Baldwin¹ Mary J. O'Connell² Kirk C. Klasing³ Scott V. Edwards¹ Stephen D. Liberles⁴

¹ Department of Organismic and Evolutionary Biology, Harvard University and the Museum of Comparative Zoology

² Bioinformatics and Molecular Evolution Group, School of Biotechnology, Dublin City University

³ Department of Animal Science, University of California

⁴ Department of Cell Biology, Harvard Medical School

Contact

三坂 巧 E-mail: amisaka@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

所在地: 113-8657 東京都文京区弥生 1-1-1

U R L: <http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/biofunc/index.html>

祖先が失った糖の味を感知する能力を再び獲得

アメリカ大陸とカリブ諸島に生息するハチドリには、実に300以上の種が確認されています。鳥類の食物は穀物、動物、昆虫など多様性に富んでいますが、ハチドリは花の蜜を主食にすることで有名です。この“花蜜食”という、他の鳥類とは別の食性を手に入れたことが、ハチドリの大規模な種の繁栄に貢献したと考えられています。しかし、ニワトリ、シチメンチョウなどのゲノム解析から鳥類は甘味を感知するためのセンサー(甘味受容体T1R2-T1R3)を欠失していると考えられており、ハチドリがどうやって花蜜の味を感知しているのかは謎のままでした。

この謎を解明すべく、筆者らは鳥類の味のセンサー(味覚受容体)の解析とハチドリの行動実験を行いました。その結果、脊椎動物において一般的にアミノ酸などの旨味を感知するセンサー(旨味受容体T1R1-T1R3)が、ハチドリにおいてはダイナミックな構造の変化の末に、甘味物質のセンサーとして機能していることが明らかになりました。

本成果は、動物が進化の過程で新しい感覚やそれに伴う新しい行動を獲得していく仕組みについて理解する上で、一助になると期待されています。

Figure and Note

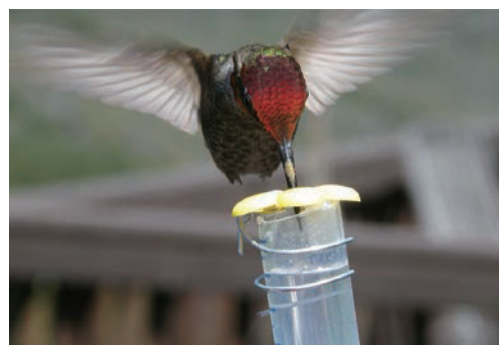


図: ハチドリを用いた行動実験

ハチドリは水よりも糖や糖アルコールの溶液を好んで摂取した。
(Maude W. Baldwin 撮影)



東京大学大学院 農学生命科学研究科 応用生命化学専攻 生物機能開発化学研究室

私たちの研究室では「食べ物がおいしい」とはどういうことなのか?という課題を解明するため、味の受容・伝達・認知に関わる一連の分子機構を対象とした研究を行っています。最近では、舌における味物質認識の仕組みを、味覚受容体を発現させた培養細胞で再現することもできるようになってきました。そのような最先端技術が、今回の大発見へとつながったのです。食べることが何よりも好きな研究室員が、おいしさの科学を解き明かそうとしています。

写真: 生物機能開発化学研究室メンバー

シロイヌナズナ NAC45/86 は核の消失を伴う 篩部要素形態形成を制御する

Arabidopsis NAC45/86 direct sieve element morphogenesis culminating in enucleation



古田 かおり Kaori Miyashima Furuta

Institute of Biotechnology, Department of Biological and Environmental Sciences, University of Helsinki
(現 奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 植物発生シグナル研究室)

宮島 俊介 Shunsuke Miyashima

Institute of Biotechnology, Department of Biological and Environmental Sciences, University of Helsinki
(現 奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 植物発生シグナル研究室 助教)

左から古田 かおり、宮島 俊介

Shri Ram Yadav¹ Satu Lehesranta¹ Ilya Belevich¹ Jung-ok Heo¹ Anne Vatén¹ Ove Lindgren¹ Bert De Rybel^{2,3}
Gert Van Isterdael^{2,3} Panu Somervuo¹ Raffael Lichtenberger¹ Raquel Rocha¹ Siripong Thitamadee¹ Sari Tähtiharju¹
Petri Auvinen¹ Tom Beeckman^{2,3} Eija Jokitalo¹ Ykä Helariutta^{1,4,5}

¹ Institute of Biotechnology, Department of Biological and Environmental Sciences, University of Helsinki

³ Department of Plant System Biology, VIB

² Department of Plant Biotechnology and Bioinformatics, Ghent University

⁴ Cardiff University Cardiff School of Biosciences

⁵ The Sainsbury Laboratory, University of Cambridge

Contact

古田 かおり E-mail: kaori-furuta@bs.naist.jp
所在地: 630-0192 生駒市高山町 8916-5

シロイヌナズナ篩部要素分化の核消失過程と その制御機構の解明

維管束植物は、光合成産物を葉から貯蔵組織に輸送する篩部組織を発達させました。動物の循環器系とは異なり、篩部組織では、篩部要素と呼ばれる連続した細胞の内部を通して物質が輸送されます。そのため、篩部要素は効率的な輸送に特化した細胞分化をします。例えば、細胞連結面に篩板という特殊な細胞壁構造を形成し、細胞内部では核など一部のオルガネラを消失し、細胞質基質が希釈されます。しかし、その細胞分化過程や制御機構については未解明でした。私たちはシロイヌナズナの根の篩部要素に対して、三次元走査型電子顕微鏡イメージングとライブセルイメージングを行い、篩部要素の分化過程を詳細に解析しました。その結果、篩部要素の核消失は、核の内容物が核から放出された後、細胞質で分解されるという、新規のプロセスを経ることを見出しました。また、篩部要素の細胞内消化を特異的に、かつ統合的に制御するNAC45/86という二つの転写因子を発見しました。さらに、NAC45/86の下流因子として、核酸分解酵素ドメインを持つNEN4が核消失の完了に必要であることを見出しました。今回の研究成果は、真核細胞分化における多様な自己消化機構に、新たな理解を与えました。

Figure and Note

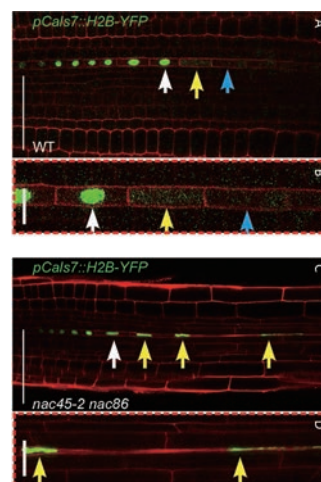


図: NAC45/86は篩部要素の核消失を伴う細胞分化に必要である。
(A) シロイヌナズナの篩部要素では、細胞分化に伴い、核の内容物(ヒストンマーカ-: 白矢印)が、細胞質へと拡散し(黄矢印)消失する(青矢印)。(C) NAC45/86を欠損した変異体では、細胞質への拡散や消失が見られない(黄矢印)。(B)、(D)はそれぞれ(A)と(C)の拡大図。スケールバー: 50nm(A, C)、10nm(B, D)。



植物の維管束形成の研究

維管束植物にとって維管束はその生命活動に必須の組織です。維管束の形成機構は、近年の国内外の研究成果によって著しく理解がすすみました。本研究を行った、ヘルシンキ大学のYkä Helariutta研究室では、維管束パターン形成、各維管束細胞のアイデンティティ獲得や分化が、様々な植物ホルモンや転写因子によって多層的に制御されることを明らかにしてきました。しかし、維管束細胞のポジショニングや分化制御などには、まだ多くの謎が残されています。私たちは維管束の篩部に注目し、篩部のパターンニングや細胞分化制御について、精力的に研究をすすめています。

写真: ヘルシンキ大学内の温室を含む風景

超新星爆発SN2014Jから放出された ^{56}Ni の崩壊に伴うガンマ線放射は予想外に早く検出され、爆発が異常であったことを示す

Early ^{56}Ni decay gamma rays from SN2014J suggest an unusual explosion



前田 啓一 *Keiichi Maeda*

京都大学大学院 理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 宇宙物理学教室 准教授

Roland Diehl¹ Thomas Sievert¹ Wolfgang Hillebrandt² Sergei A. Grebenev³ Jochen Greiner¹
Martin Krause¹ Markus Kromer⁴ Friedrich Röpke⁵ Stefan Taubenberger²

¹ Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik

² Max-Planck-Institut für Astrophysik

³ Space Research Institute RAS

⁴ The Oskar Klein Centre and Department of Astronomy, Stockholm University

⁵ Institut für Theoretische Physik und Astrophysik, Universität Würzburg

Contact

E-mail: keiichi.maeda@kusastro.kyoto-u.ac.jp

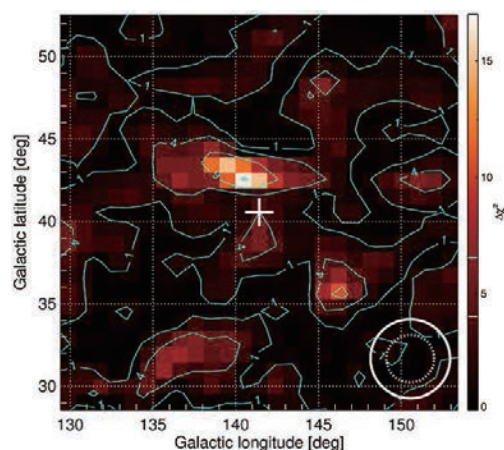
所在地: 606-8502 京都市左京区北白川追分町

U R L: http://www.kusastro.kyoto-u.ac.jp/~keiichi.maeda/index_j.html

元素の生成現場を直接視る

私たちの周りには酸素、鉄といった様々な元素が存在します。その中でも鉄は量が多く私たちの生活にも重要な元素の一つです。鉄は主に白色矮星の核爆発であるIa型超新星爆発の際にニッケルの不安定同位体 ^{56}Ni として生成され、短期間でガンマ線を出して鉄に崩壊します。その直接検証が長年待ち望まれていましたが、超新星は宇宙の遠方で発生するためこれまでこのようなガンマ線は検出できていませんでした。私達は欧州宇宙機関が開発・運用しているINTEGRAL宇宙望遠鏡を用い、我々の銀河系の外、比較的近傍の銀河M82で発生したIa型超新星SN 2014Jからのガンマ線を検出することに成功しました。この観測により、鉄の主要な起源がIa型超新星であることが確認されるとともに、その爆発メカニズムについても新たな知見が得られました。爆発後約18日の初期の段階からガンマ線が検出され、これは既存の理論からすると全く予想外の結果でした。これまで白色矮星の中心近くで核反応が点火されると考えられていましたが、本研究からは表面付近でまず核暴走反応が引き起こされ、これが星全体の爆発の引き金になったという新しい理論が提案されます。

Figure and Note



図： ^{56}Ni の崩壊により放出された158キロ電子ボルトと812キロ電子ボルトの核ガンマ線の画像。中心の十字のやや左上にある強いガンマ線源が超新星SN 2014J

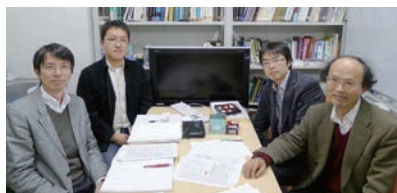


元素の起源を探る

京都大学宇宙物理学教室の理論グループ内で恒星物理・超新星の研究をしています。超新星理論グループはまだ立ち上げから一年あまり、私以外は全員30歳以下の研究員・学生の若いグループです。星の進化や元素生成の理論研究、観測的検証のための理論予測、超新星や突発現象の観測研究を行っています。いどこで様々な元素が作られたかを解明することが目標の一つです。対象と手法が多岐にわたるため、国内・国際共同研究も積極的に進めています。専門を深く掘り下げ世界一になること、同時に異分野にわたる広い視野を持つこと、この二つをもってオリジナルな研究をすること、以上が若い人に期待するとともに自分自身も目標とするところです。

光で誘起する超伝導体の擬スピンの 集団歳差運動とヒッグスモードとの共鳴

Light-induced collective pseudospin precession resonating with Higgs mode in a superconductor



左から島野 亮、松永 隆佑、辻 直人、青木 秀夫

松永 隆佑 *Ryusuke Matsunaga*

東京大学大学院 理学系研究科 物理学専攻 助教

辻 直人 *Naoto Tsuji*

東京大学大学院 理学系研究科 特任助教

青木 秀夫 *Hideo Aoki*

東京大学大学院 理学系研究科 物理学専攻 教授

高エネルギー加速器研究機構 客員教授

島野 亮 *Ryo Shimano*

東京大学低温センター・大学院 理学系研究科 物理学専攻 教授

藤田 浩之¹ 杉岡 新¹ 牧瀬 圭正² 鶴澤 佳徳^{3†} 寺井 弘高² 王 鎮^{2‡}

¹ 東京大学大学院 理学系研究科 物理学専攻

² 情報通信研究機構未来ICT研究所

³ 国立天文台

[†] 現 情報通信研究機構テラヘルツ研究センター

[‡] 現 中国科学院上海微系統

Contact

松永 隆佑 E-mail: matsunaga@thz.phys.s.u-tokyo.ac.jp

島野 亮 E-mail: shimano@phys.s.u-tokyo.ac.jp

所在地: 113-0033 東京都文京区本郷7-3-1

URL: http://thz.phys.s.u-tokyo.ac.jp/

超伝導体の“ヒッグス粒子”と光の共鳴現象

素粒子物理で発見されたヒッグス粒子の理論の誕生の背景には、超伝導の理論があったことが知られています。両者を結ぶ普遍的な概念が「対称性の自発的な破れ」というものです。ヒッグス粒子は、素粒子の世界でこの対称性の破れを示す一つの証拠です。超伝導体でも同様の「振動」（量子論の世界では粒子に相当します）があることは約50年前に理論的に予言されていました（図1）。ヒッグスモードと呼ばれるこの「粒子」は、電気分極も磁気分極も持たず、電磁波（光）には応答しないと考えられていました。今回我々は、1兆分の1秒の周期で振動するテラヘルツ波という特殊な光（電磁波）を強く発生させ超伝導体に照射すると、光の2倍の周波数でヒッグスモードの振動が起きることを発見し、従来の定説を覆しました（図2）。さらにヒッグスモードと入射光とを共鳴させると、入射光の3倍の周波数の光が強く放射されることを発見しました。理論的にこの現象は、超伝導を担う電子の対をある種の量子力学的スピンとみなすと、その集団的な歳差運動とヒッグスモードとの共鳴として説明できることを示しました。この研究は超伝導を光で超高速に制御する新たな道を開くとともに、超伝導体がテラヘルツ帯の非線形素子に応用できる可能性を示しています。

Figure and Note

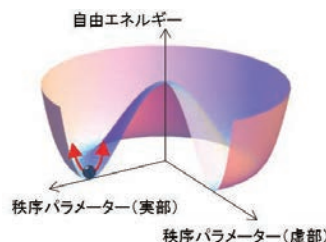


図1: 対称性の自発的な破れに伴って現れるヒッグスモードの概念図

超伝導の「度合」を示す秩序パラメータ（複素量）の関数としてみた自由エネルギー。秩序パラメータの絶対値がゼロでないところ（円周上）で安定な最低エネルギー状態をとる。対称性の破れが生じると円周のどこか一点に向かい（点線矢印）、そこからポテンシャルの壁を駆け上がる振動（赤矢印）がヒッグスモードに相当する。

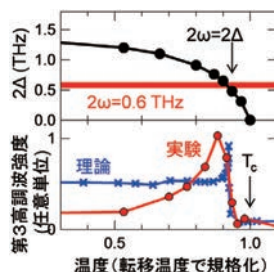


図2: ヒッグスモードのエネルギーと第3高調波強度の温度依存性

超伝導体から発生する第3高調波を、温度を変えながら測った結果。入射波の周波数(ω)の2倍が超伝導ギャップ(2Δ)と一致するとヒッグスモードと共鳴して強くなる。



東京大学低温センター・ 大学院 理学系研究科 物理学専攻 島野研究室

島野研究室では、超短パルスレーザーやテラヘルツ波などの最先端レーザー技術を駆使して、超伝導やボース・アインシュタイン凝縮など、多体粒子系が示す巨視的な量子現象の解明や、物質の光学的性質の研究、光による物質の制御の研究を行っています。青木教授らの理論グループとの密接なコミュニケーション、若手同士の活発な交流、学生を中心とする若いメンバーによる先入観にとらわれない新鮮な発想と情熱が研究のドライビングフォースです。

超伝導と素粒子物理のつながり

東京大学大学院 理学系研究科 松永 隆佑
島野 亮

電気抵抗ゼロで電流を流すことができる「超伝導」は、20世紀に人類が発見した最も驚くべき現象の一つと言えるでしょう。これと、一見全く違う分野のようにも思える素粒子物理との関係について触れたいと思います。

超伝導とは？

われわれの身の回りには電気をよく流すものと流さないもの、つまり電気抵抗の値が小さいものと大きいものがあります。どんな金属でも通常はわずかな電気抵抗を持っており、抵抗があるところに電流が流れるとジュール熱が発生してエネルギーを損失してしまいます。もし電気抵抗ゼロの物質を自由に使うことができれば、エネルギー技術の大革命が起こるに違いありません。

「超伝導」とは、ある種の物質を絶対零度近くまで冷却すると電気抵抗が厳密にゼロになるという不思議な現象です。最初に水銀の超伝導が偶然発見されたのは1911年でしたが、その基本的な原理が解明されたのは約半世紀後の1957年のことでした。マイナスの電荷を持つ電子どうしが、本来なら反発しあいそうなところを、お互いに引き寄せあって2つずつペアを組むことによって抵抗ゼロで電流を流すことを可能にするのです。このペアは「クーパーペア」と呼ばれ、この理論は物理学者3人(Bardeen, Cooper, Schrieffer)の名前の頭文字をとって「BCS理論」と呼ばれています。

その後も1986年に銅酸化物超伝導体、2006年には鉄系超伝導体が発見され、BCS理論で予測されたよりもずっと高い温度で超伝導を起こすこともできるようになりました。これらの超伝導発現のメカニズムについては現在も精力的に研究が行われています。

素粒子物理への影響

BCS理論が与えた影響は、超伝導の理解の進展だけには留まりませんでした。2008年にノーベル物理学賞を受賞した素粒子物理学者・南部陽一郎博士は、1960年代に「真空」状態と金属の中で生じる超伝導という状態がよく似た性質を持つことに着目して、BCS理論のアイデアをもとに「対称性の自発的破れ」という考え方を素粒子の理論に発展させ、現在の素粒子物理学の基礎を築きました。2012年に発見され大きな話題を呼んだ“ヒッグス粒子”は、この「真空」の対称性の破れをまさに証明するものと言えるでしょう。扱う対象が全く違っていても、背後にある基本的な原理をもとに現象を普遍的に理解できるというのは物理学のとても面白いところです。

超伝導の中のヒッグス粒子

ヒッグス粒子のエネルギーは1,250億電子ボルトほどにも達するため、この観測にはスイスのCERNにある大型加速器を用いた長期間の実験が必要不可欠でした。一方、「真空」と超伝導の類似性に注目すれば、超伝導の中にも素粒子のヒッグス粒子に「相当する」ものがあっても不思議ではありません。ただしそのエネルギーはヒッグス粒子と比べて100兆分の1ほど、絶対温度で言えばせいぜい数十ケルビンしかありません。この超伝導という状態(場)における「ヒッグス粒子に相当するもの(ヒッグスモード)」は、クーパーペアの密度が時間の経過につれて増えたり減ったりを繰り返す「振動」となって現れます。ヒッグスモードを観測することはこれまでの技術では困難でした。しかし、近年飛躍的に進歩したレーザー光技術により、テラヘルツ波という波長0.3mm程度の光を用いて、ヒッグスモードを観測することが可能になりました。今や大学の実験室の小さなテーブルの上で、様々なパラメーターを人為的に制御しながら、レーザーによってヒッグスモードの性質を調べるのが可能なのです。いずれレーザーを使ってクーパーペアの密度を自在にコントロールしたり、レーザーによって超伝導を引き起こすことも可能になるかもしれません。



自然リンパ球は 腸上皮細胞の糖鎖修飾を制御する

Innate lymphoid cells regulate intestinal epithelial cell glycosylation



左から後藤 義幸、清野 宏

清野 宏 Hiroshi Kiyono

東京大学 医科学研究所 炎症免疫学分野・国際粘膜ワクチン開発研究センター / 医学系研究科 / 新領域創成科学研究科 メディカルゲノム専攻 教授

後藤 義幸 Yoshiyuki Goto

東京大学 医科学研究所 炎症免疫学分野 博士研究員
(現 東京大学 医科学研究所 国際粘膜ワクチン開発研究センター 特任准教授)

小幡 高士¹ 國澤 純² 佐藤 慎太郎¹ Ivaylo I. Ivanov³ Aayam Lamichhane¹ 竹山 夏美¹
神岡 真理子¹ 坂本 光央⁴ 松木 隆広⁵ 瀬戸山 裕美⁵ 今岡 明美⁵ 植松 智^{6,7} 審良 静男⁸
Steven E. Domino⁹ Paulina Kulig¹⁰ Burkhard Becher¹⁰ Jean-Christophe Renauld¹¹
笹川 千尋¹² 梅崎 良則⁵ 辨野 義己¹³

¹ 東京大学 医科学研究所炎症免疫学

² 医業基盤研究所 ワクチンマテリアルプロジェクト

³ Department of Microbiology & Immunology, Columbia University Medical Center

⁴ 理化学研究所 微生物材料開発室

⁵ ヤクルト中央研究所

⁶ 千葉大学大学院 医学研究科・医学部 粘膜免疫学

⁷ 東京大学 医科学研究所 国際粘膜ワクチン開発研究センター自然免疫制御分野

⁸ 大阪大学 免疫学フロンティア研究センター 自然免疫学

⁹ Department of Obstetrics and Gynecology, Cellular and Molecular Biology Program, University of Michigan Medical Center

¹⁰ Institute of Experimental Immunology, University of Zürich

¹¹ Ludwig Institute for Cancer Research and Université Catholique de Louvain

¹² 千葉大学 真菌医学研究センター

¹³ 理化学研究所 イノベーション推進センター・辨野特別研究室

Contact

清野 宏 E-mail: kiyono@ims.u-tokyo.ac.jp

後藤 義幸 E-mail: y-gotoh@ims.u-tokyo.ac.jp

所在地: 108-8639 東京都港区白金台4-6-1

URL: http://www.ims.u-tokyo.ac.jp/enmen/index_j.html

腸管上皮細胞の糖鎖修飾制御を介した 新たな共生と感染防御機構の発見

腸管は、食餌由来の抗原や腸内細菌、病原性細菌をはじめとする様々な異物に常に曝されている特殊な組織です。腸管はこれら異物の侵入に対し、防御バリアとして単層の上皮細胞に覆われています。しかしながら、上皮細胞による防御バリア機構の詳細は未だ多くの謎に包まれています。今回、我々は上皮細胞が発現する糖鎖に着目し、免疫細胞の一つである自然リンパ球が腸管上皮細胞の糖鎖修飾を誘導、制御することを発見しました。自然リンパ球はセグメント細菌を含む腸内細菌からの刺激を受け、IL-22やリンホトキシンを介して上皮細胞にフコース転移酵素(Fut2)の発現を誘導し、腸管上皮細胞の糖鎖の末端にフコースを付加します。また、このフコースが病原性細菌の感染を防御する働きがあることも分かり、腸管において腸内細菌、自然リンパ球、上皮細胞の三者間相互作用による防御バリアの仕組みを新たに明らかにしました。



Figure and Note

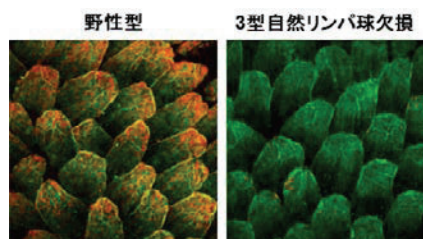


図1: 自然リンパ球は腸管上皮細胞のフコシル化を誘導、制御する
自然リンパ球を欠損すると腸管上皮細胞のフコース付加が起こらなくなる。
赤色: フコース、緑色: 上皮細胞

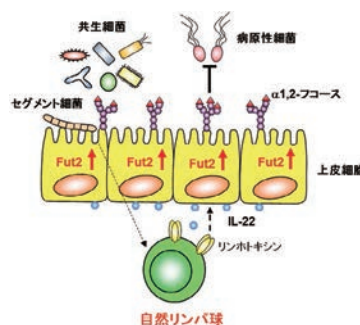


図2: 腸内細菌、自然リンパ球、上皮細胞の三者間相互作用による共生・感染防御基盤の形成
自然リンパ球は腸内細菌からの刺激を受けるとIL-22を産生し、リンホトキシンとともに上皮細胞のFut2の発現亢進、フコース付加を誘導する。上皮細胞が発現するフコースは病原性細菌感染阻害や共生関係構築に関与する。

「排除」と「共生」の仕組みを求めて

腸管は外からの異物に最も多く接する機会のある組織です。時には細菌、ウイルスなどの病原微生物の侵入に対して、阻止・排除をする免疫反応が起こる一方、腸内細菌とは恒常的に共生関係を構築するという、相反する免疫応答誘導・制御機構が備わっており、医学的、生物学的に興味深い生命現象が数多く眠っています。今後はこれら複雑な生命現象を解明するために、さまざまな研究分野から新しい才能、研究技術が結集することが求められています。皆様も、自分の腸管の中で日夜繰り広げられる複雑且つ柔軟な生命現象、神秘的な細胞間クロストークを粘膜免疫の世界に魅了されている我々と一緒に研究してみませんか？

円偏光による強磁性薄膜および ナノ構造の磁化反転制御

All-optical control of ferromagnetic thin films and nanostructures



左から高橋 有紀子、宝野 和博

高橋 有紀子 Yukiko K. Takahashi

物質・材料研究機構 環境・エネルギー材料部門 磁性材料ユニット 磁性材料グループ 主幹研究員

宝野 和博 Kazuhiro Hono

物質・材料研究機構 環境・エネルギー材料部門 磁性材料ユニット 磁性材料グループ フェロー

C.-H. Lambert^{1,2} S. Mangin^{1,2} B.S.D.Ch.S. Varaprasad³ H. Hehn²
M. Cinchetti⁴ G. Malinowski² Y. Fainman⁵ M. Aeschlimann⁴
E.E. Fullerton^{1,5}

¹ Center for Magnetic Recording Research, University of California San Diego

² Institut Jean Lamour, UMR CNRS

³ Magnetic Materials Unit, National Institute for Materials Science

⁴ Department of Physics and Research Center OPTIMAS, University of Kaiserslautern

⁵ Department of Electrical and Computer Engineering, University of California San Diego

Contact

高橋 有紀子 E-mail: TAKAHASHI.Yukiko@nims.go.jp

所在地: 305-0047 茨城県つくば市千現 1-2-1

円偏光による強磁性体および ナノグラニューラー薄膜の磁化反転制御

円偏光による磁化反転は、磁場を使わない新しい磁化反転制御方法として近年注目を集めています。これまでの、反強磁性的なスピン配列を持つフェリ磁性体でのみ円偏光による磁化反転現象が確認されていました。中でも光磁気記録材料であるGdFeCo垂直磁化膜を用いて多くの研究がなされ、円偏光誘起磁化反転には反強磁性的なスピン配列を持つフェリ磁性体であること、薄膜の磁化補償点(2つの副格子の磁化の温度依存性が異なることからキュリー点以下で磁化がゼロになる)が室温以上・キュリー点以下であることが必要と考えられていました。磁化のダイナミクス測定から本現象のメカニズムについても検討されており、この現象の起源として、逆ファラデー効果による有効磁場、光からスピン系への角運動量の変換、超拡散スピン流等が挙げられています。

本研究では、強磁性金属薄膜であるCo/Pt多層膜のみならず、次世代ハードディスクドライブ(HDD)の磁気記録媒体材料として注目されているL₁₀規則FePt-Cグラニューラー薄膜においても円偏光誘起磁化反転が確認されました。そのメカニズムは未解明ですが、書き込みの問題を抱える次世代HDDの新しい磁気記録方式としての可能性を秘めています。

Figure and Note

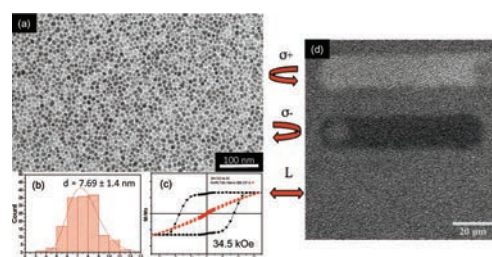
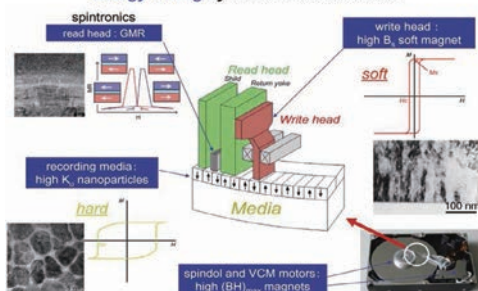


図: 次世代磁気記録媒体FePt-Cグラニューラー薄膜の円偏光誘起磁化反転

(a) 次世代ハードディスクドライブの磁気記録媒体材料として注目されているL₁₀-FePt-Cグラニューラー薄膜の透過型電子顕微鏡による明視野像。直径約8nmのFePt粒子がCマトリックス中に均一に分散している様子がわかる。(b) 粒子サイズの分散。(c) 膜面内(赤)および面直(黒)方向に磁場を印加したときの磁化の変化。面直方向の保磁力は34.5kOeと非常に大きい。(d) 円偏光照射した後の磁気像。白と黒のコントラストが磁化の方向に対応する。左右の円偏光に対して異なる方向に磁化されていることがわかる。また直線偏光では磁化反転は起こっていない。

Magnetic and spintronic materials for data storage and energy saving by nanostructure control



物質・材料研究機構 磁性材料ユニットの紹介

私達のグループでは、省エネルギーやエレクトロニクス産業へ貢献できる新規な磁性材料とそのデバイス開発を目指しています。磁化反転過程やスピン散乱を制御するために磁性体とその複合体のナノ組織を高度に制御し、省エネに貢献する磁石材料、軟磁性材料、磁気記録媒体、再生ヘッド用材料、低消費電力型メモリ、次世代演算素子の開発を目指しています。グループの特徴は、3次元アトムプローブや透過電子顕微鏡を駆使し、特性の発現メカニズムを解明し、その知見を特性向上へと結びつけた研究を行っている点です。研究内容に興味のある方はホームページも参考にしてください。

<http://www.nims.go.jp/mmu/>

双極子相互作用する量子気体における フェルミ面変形の観測

Observation of Fermi surface deformation in a dipolar quantum gas



相川 清隆 Kiyotaka Aikawa

Postdoctoral Fellow, Institut für Experimentalphysik, Universität Innsbruck

Simon Baier¹ Albert Frisch¹ Michael Mark¹ Cornelis Ravensbergen^{1,2} Francesca Ferlaino^{1,2}

¹ Institut für Experimentalphysik, Universität Innsbruck

² Institut für Quantenoptik und Quanteninformation, Österreichische Akademie der Wissenschaften

Contact

E-mail: Kiyotaka.Aikawa@uibk.ac.at

所在地: Technikerstrasse 25/4, 6020 Innsbruck, Austria

URL: <http://www.ultracold.at/>

強磁性原子の極低温フェルミ気体において 多体双極子効果を発見

金属中の電子は、互いに同じ状態を占めることができない、というフェルミ粒子としての性質を持っているために、エネルギーの低い準位から高い準位へと順に占有していきます。この最も高いエネルギー準位はフェルミ面と呼ばれ、金属中の電子の振る舞いを考える上で重要な役割を果たしています。近年、絶対零度より百万分の一ケルビンだけ高い、という極低温の領域まで原子を冷却する技術が発達し、フェルミオン原子気体におけるフェルミ面の振る舞いを調べることが可能になっています。これまで主に扱われてきたアルカリ原子・アルカリ土類原子のフェルミ気体の場合、フェルミ面はどの方向にも同じ高さである、つまり球形であることが知られていました。今回、我々は、エルビウムという強磁性原子の極低温フェルミ気体において、そのフェルミ面が原子間の磁気双極子相互作用によって歪んで楕円体となっていることを発見しました。この成果は、双極子相互作用の強い極低温フェルミ気体、という新しい量子物質の最も基本的な特徴を明らかにしたものです。今後、p波超流動を始め、双極子相互作用に基づく特異な現象の探究を進めていく上で、このフェルミ面の歪みは重要な概念となっていくものと考えられます。

Figure and Note

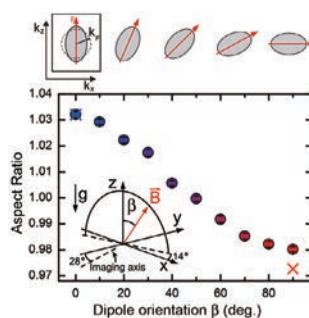


図1: 運動量分布のアスペクト比が双極子の角度と共に変化する様子

トラップから解放したフェルミ気体を撮像することで、その運動量分布を測定。双極子の方向を定める磁場を回転させるとアスペクト比が滑らかに変化することから、運動量分布が双極子の方向に伸長していることがわかる。

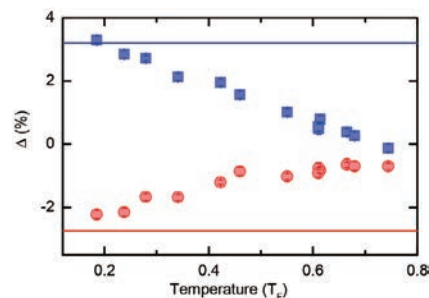


図2: 運動量分布の歪みの温度に対する依存性

双極子が垂直(青)と水平(赤)のいずれの場合にも運動量分布の歪みが低温になるほど大きくなることから、歪みが量子力学的な効果であることがわかる。



Ultracold atoms group,
Institut für Experimentalphysik, Universität Innsbruck

アルプス山脈の間近に位置するインスブルック大学では、量子光学や量子情報に関連する最先端の研究が理論・実験の両面から行われています。冷却原子から冷却イオンに至るまで、レーザーで原子を操作・観測する様々な実験が行われており、これらの実験を理論グループが効果的にサポートしています。ヨーロッパ圏を中心として多くの国から優秀な人材が集まっているため、日々の研究活動における議論が実り豊かであると共に、幅広い人脈の形成にも繋がっています。

シーボーギウムカルボニル錯体の合成と検出

Synthesis and detection of a seaborgium carbonyl complex



左から羽場 宏光、浅井 雅人、佐藤 哲也

Contact

羽場 宏光

E-mail: haba@riken.jp

所在地: 351-0198 埼玉県和光市広沢2-1

羽場 宏光 *Hiromitsu Haba*

理化学研究所 仁科加速器研究センター RI応用チーム チームリーダー

浅井 雅人 *Masato Asai*

日本原子力研究開発機構 先端基礎研究センター 超重元素研究グループ 研究主幹

佐藤 哲也 *Tetsuya K. Sato*

日本原子力研究開発機構 先端基礎研究センター 超重元素研究グループ 研究員

Julia Even¹ Alexander Yakushev² Christoph E. Düllmann^{1,2,3} et al.

¹ Helmholtz-Institut Mainz

² GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH

³ Institut für Kernchemie, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

全著者リスト: <http://www.sciencemag.org/content/345/6203/1491.abstract>

新元素Sgが周期表第6族に特徴的な化学的性質を持つことを実証

原子番号が103を超える元素は超重元素と呼ばれ、加速器を用いて人工的に合成された新しい元素です。超重元素の生成率はとても低く(数分から数時間に1原子程度)、生成しても1分以下の寿命ですぐになくなってしまいます。そのため、超重元素の化学実験は非常に難しく、化学的性質はほとんど分かっていません。日本とドイツを中心とする国際共同研究グループは、理研重イオン線形加速器で得られるネオン(²²Ne)ビームをキュリウム(²⁴⁸Cm)標的に照射し、核融合反応によって106番元素シーボーギウムの同位体(²⁶⁵Sg, 半減期: 約10秒)を合成しました。その後、²⁶⁵Sgを気体充填型反跳核分離装置(GARIS)で質量分離し、速やかにSgのカルボニル錯体を合成してガスクロマトグラフ法による化学分析を試みました。その結果、Sgが周期表の第6族元素であるモリブデンやタンゲステンと同様に、揮発性の高いヘキサカルボニル錯体Sg(CO)₆を形成することが分かりました。Sg(CO)₆は、超重元素で初めて合成された有機金属化合物で、超重元素の電子状態や化学結合に関する新しい情報を得ることができました。GARISを利用すれば、将来Sgの溶液化学研究やSgよりも更に重い新しい元素の化学研究への展開も期待できます。

Figure and Note

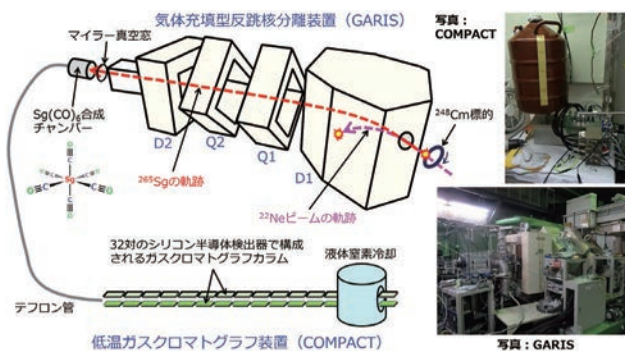


図: 実験の概念図

標的から反跳脱出した²⁶⁵Sgイオンを、GARISによってビームや副反応生成物から質量分離し、ヘリウムと一酸化炭素の混合ガスを満たしたチャンバー内でSgのカルボニル錯体を化学合成する。得られた錯体をガス流によって数秒のうちに化学実験室に運び、低温ガスクロマトグラフ装置を用いて化学分析を行う。



新元素をつくり出す世界最先端の重イオン加速器

元素の存在限界はどこにあるのか? 新しく発見された元素はどのような化学的性質を示すのだろうか? 我々の研究グループでは、理研RIビームファクトリー(左写真: 重イオン線形加速器)と原子力機構タンデム加速器施設(右写真)において、「新元素の化学」という科学の最も根本的な研究課題に挑戦しています。若手研究者や学生がこの研究課題に興味を抱き、次世代を担ってくれることを願っています。



DOK7遺伝子による遺伝子治療は神経筋接合部の形成不全を呈する複数種の疾患モデルマウスの病態を改善する

DOK7 gene therapy benefits mouse models of diseases characterized by defects in the neuromuscular junction



左から有村 純暢、山梨 裕司

山梨 裕司 Yuji Yamanashi

東京大学 医科学研究所 腫瘍抑制分野 教授

有村 純暢 Sumimasa Arimura

東京大学 医科学研究所 腫瘍抑制分野 助教

岡田 尚巳¹ 手塚 徹² 千代 智子¹ 笠原 優子¹ 吉村 俊朗³ 本村 政勝⁴

吉田 進昭⁵ David Beeson⁶ 武田 伸一¹

¹ 国立精神・神経医療研究センター 遺伝子疾患治療研究部 ⁴ 長崎総合科学大学工学部 電気電子工学科

² 東京大学 医科学研究所 腫瘍抑制分野

⁵ 東京大学 医科学研究所 発生工学研究分野

³ 長崎大学医学部 保健学科 作業療法科

⁶ Weatherall Institute of Molecular Medicine, University of Oxford

Contact

山梨 裕司 E-mail: yyamanas@ims.u-tokyo.ac.jp

所在地: 108-8639 東京都港区白金台 4-6-1

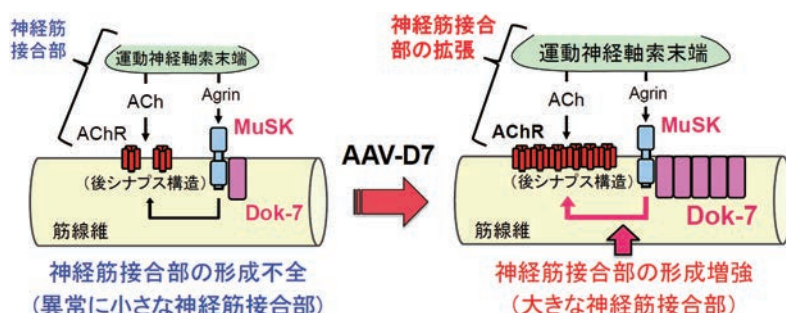
URL: <http://www.ims.u-tokyo.ac.jp/genetics/html/home.html>

神経筋接合部の形成不全に対する新たな治療概念の創出

神経筋接合部 (NMJ: Neuromuscular Junction) は運動神経と骨格筋を結ぶ唯一のシナプスであり、その喪失は呼吸を含めた運動機能の喪失を意味します。私たちは、NMJの形成に必須のタンパク質としてDok-7を発見し、また、その劣性遺伝病として、NMJ形成不全疾患であるDOK7型筋無力症を発見しました (*Science* 312:1802-05 (2006); *Science* 313:1975-78 (2006))。興味深いことに、NMJの形成不全は筋ジストロフィー、筋萎縮性側索硬化症 (ALS) などの様々な神経筋疾患にも認められていますが、その治療標的としての可能性は不明でした。

今回、私たちはアデノ随伴ウイルスを用いて作出したDOK7遺伝子発現ベクターの投与 (遺伝子治療) により、NMJを後天的に拡張できることを発見しました。そこで、異なる原因によってNMJ形成不全を呈する2種類の神経筋疾患モデルマウスにDOK7遺伝子発現ベクターを投与したところ、NMJ形成の増強と、運動機能の改善、並びに延命効果が認められました。この発見は、DOK7遺伝子発現ベクターの投与による「神経筋接合部の形成増強治療 (小さくなってしまったNMJを大きくする治療)」と言う全く新しい治療概念の創出を意味します (図)。

Figure and Note



東京大学 医科学研究所 腫瘍抑制分野 自由なシグナル研究と 独自の疾患・治療研究の柔軟な共生

私たちの目標は、生体や組織の形成、維持、機能の制御に重要なシグナル伝達機構の解明とその破綻として発症する難治性疾患の理解と制御にあります。しかしながら、我々の興味は広く生命現象全般に及んでいますし、我々が新たな治療法の開発に寄与できるような知見を得ることが仮に可能であるとすれば、疾患との直接的な関係の有無に拘ることなく、純粋に科学的な興味の上に常に新しい知見を追求する以外に道はありません。その為には、それが新しい知見をもたらすものか否かを厳しく自問しながら、自由に、研究を展開することが必要と考えます。この理念を共有し、私たちは自由なシグナル研究と独自の疾患・治療研究の柔軟な共生を目指しています。



木星内部磁気圏への 大域的な電子の輸送の証拠を発見した

Evidence for global electron transportation into the jovian inner magnetosphere



吉岡 和夫 Kazuo Yoshioka

宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 (JAXA/ISAS)

宇宙航空プロジェクト研究員

村上 豪¹ 山崎 敦¹ 土屋 史紀² 木村 智樹¹ 鍵谷 将人²

坂野井 健² 上水 和則^{1,3} 笠羽 康正⁴ 吉川 一朗⁵ 藤本 正樹^{1,6}

¹ 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

⁴ 東北大学理学部 地球物理学専攻

² 東北大学 惑星プラズマ・大気研究センター

⁵ 東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻

³ 国立天文台

⁶ 東京工業大学 地球生命研究所

Contact

E-mail : kazuo@stp.isas.jaxa.jp

所在地 : 252-5210 相模原市中央区由野台 3-1-1

太陽系最大・最強の粒子加速器に迫る

木星の強力な固有磁場に取り囲まれた木星周辺の宇宙空間には、相対論的速度に達するほどの電子をはじめとする、高エネルギーのプラズマ粒子が数多く存在します。これらの粒子はどのようにしてこれほどまでのエネルギーを獲得できたのでしょうか。最新の理論研究によると、ダイナミックに変動する電磁場と荷電粒子が複雑な相互作用(共鳴加速など)を繰り返すことで、木星を太陽系最大・最強の粒子加速器たらしめていると考えられています。しかし、これらの理論を裏付ける観測証拠は満足に得られていません。特に、効率良く粒子を加速する電磁波を励起するためには、木星に向かって流れ込む電子の存在が必要とされていますが、非常に強力な木星磁場のバリアに逆らってまで、本当に電子は木星近傍まで侵入できるのかという点が未解決でした。私たちは、2013年9月にイプシロンロケット試験機で打ち上げられた惑星分光観測衛星「ひさき」の観測データを用いて、木星の強力な磁場に取り囲まれた領域において、磁場のバリアに逆らって電子が木星に向かって流れているという証拠を世界で初めて捉えることに成功しました。超巨大な粒子加速器のメカニズムの解明に、一歩近づくことができました。

Figure and Note

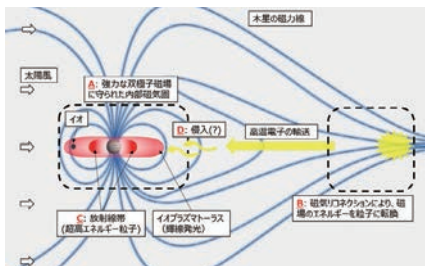


図1: 木星磁気圏の概要

強固な双極子磁場に取り囲まれた木星近傍(A)には、高エネルギー粒子が多く存在する(C: 放射線帯)。木星から遠く離れた領域で、磁気リコネクションを通して磁場のエネルギーを受け取った粒子は木星側に移動する(B)。しかし、木星に近づくほど磁場によるバリアは強くなるため、内部磁気圏の奥深くまでの電子侵入の可否が議論の対象となっていた(D)。

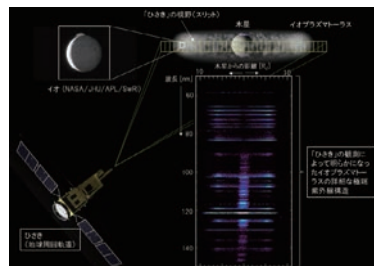


図2: 「ひさき」による木星内部磁気圏の観測

衛星「イオ」の活火山から噴出するガスがイオン化し、木星周辺をドーナツ状に取り囲む(イオプラズマトール)。これらのイオンは、周囲の電子との衝突励起を経て極端紫外と呼ばれる波長域に複数の輝線を発している。「ひさき」による分光観測で、その詳細なスペクトル構造を明らかにし、イオンや電子の物理状態を導出することに成功した。

飛翔体を用いた惑星観測

惑星や恒星の観測には「すばる」に代表される地上の大型望遠鏡を用いる方法の他に、ロケットや人工衛星、探査機などの飛翔体を用いる方法があります。私たちは、探査対象の選定や科学目標の設定、さらには宇宙空間の環境に応じた最適な観測機的设计・製作から、得られた観測データの解析と、科学的な議論までの全てに携わっています。宇宙空間に出ると、地球大気の影響を受けることなく安定して良質なデータを取得できるという強みがありますが、失敗の許されない搭載機器の開発には常に困難が伴います。しかし、苦労が大きいぶん、多くの人の協力を経てミッションの成功までたどり着いたときの喜びは格別です。

写真右: 右端が著者。イプシロンロケット打上げ場(鹿児島県内之浦町)の近くのひさき岬にて、プロジェクトメンバーの一部で記念撮影。

この地名に因んで惑星分光観測衛星は「ひさき」と名づけられた。

写真左: イプシロンロケット試験機の打ち上げ(©JAXA)。

「ひさき」は2013年9月14日14:00(日本時間)に内之浦宇宙空間観測所から打ち上げられ、現在は高度1000 kmの地球周回軌道を回っている。



ドーパミンは樹状突起棘の構造可塑性に対して狭い時間枠でのみ作用する

A critical time window for dopamine actions on the structural plasticity of dendritic spines



左から河西 春郎、柳下 祥

河西 春郎 Haruo Kasai

東京大学大学院 医学系研究科 疾患生命工学センター 構造生理学部門 教授

柳下 祥^{1,2} 林(高木) 朗子^{1,2,3} Graham C.R. Ellis-Davies⁴ 浦久保 秀俊⁵ 石井 信⁵

¹ 東京大学大学院 医学系研究科 疾患生命工学センター 構造生理学部門

² 科学技術振興機構(JST) CREST

³ 科学技術振興機構(JST) さきがけ

⁴ Department of Neuroscience, Mount Sinai School of Medicine

⁵ 京都大学大学院 情報科学研究科 システム科学専攻 システム情報論講座

Contact

E-mail: hkasai@m.u-tokyo.ac.jp

所在地: 113-0033 東京都文京区本郷7-3-1 東京大学医学部構造生理学教室

URL: http://www.bm2.m.u-tokyo.ac.jp

動物行動を決めるドーパミンの作用

我々の行動は、それがプラスかマイナスの結果となる経験を経ることで改善されていきます。この経験は行動の後にすぐ(1-3秒)起きると、最も強力に行動を変えます。これは大脳基底核に行動信号が入力した後、報酬・罰信号を担うドーパミン入力が入った時、即ち、報酬・罰信号が行動の結果と感じられる様な時に特に有効に働くことが知られています。しかし、この因果律の検出機構は1世紀に渡って不明でした。今回、2光子アンケイジング、オプトジェネティクス、FRET画像などの様々な光技術を駆使することにより、行動による入力信号に1-3秒遅れてドーパミンが来た時だけ、大脳基底核のシナプスの形態可塑性(増大)が起きることを見出しました。この時間枠はカルシウムが事前にアデニル酸シクラーゼの活性化を準備することにより作られ、秒単位の時間刻みをもち、複雑な行動をプログラムすることができます。この因果律検出機構はその分子機構の普遍性から脳全体で用いられている可能性が高く、この原理は、教育法の改善や薬物依存症やうつ病などの治療に応用されていくことが期待されます。

Figure and Note

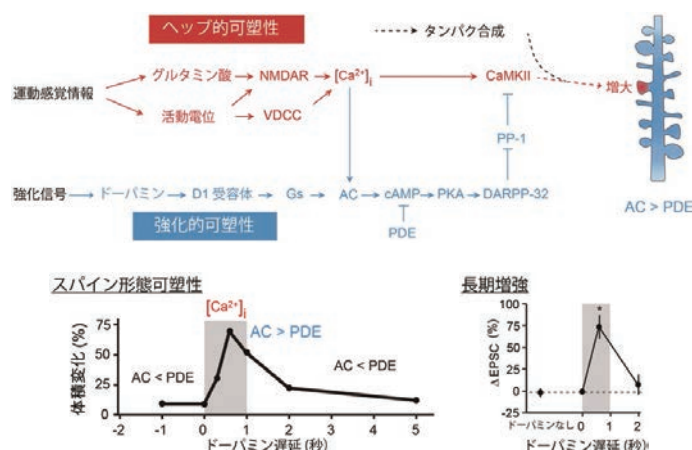


図: 樹上突起スパインの形態可塑性のシグナル路

グルタミン酸とドーパミンの時間検出をしているのは、Ca/Calmodulin/Dopamine/AC1/DRP32/PP-1/CaMKIIを含むシグナルカスケードである。これが細い樹上突起で働くことで鋭い時間枠で因果律が検出され、形態として経験が蓄積されるようになります。

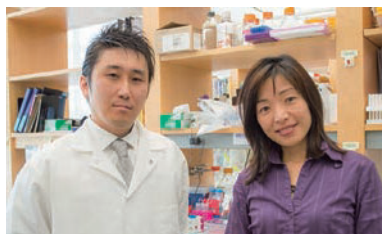


脳への挑戦

我々の心である、脳機能は、神経細胞の特性と神経回路の構築の両方から作られます。普通、脳の領域(神経回路)の特性と考えられていることも、実は細胞の特性に帰属することも多く、細胞と神経回路の機能の関係を明らかにする所が今後の研究の焦点です。若い方には、脳科学は自然科学の基礎であるべきこと、それにもかかわらず、まだとても未開拓な科学で、ガリレオが望遠鏡を作った時のような感じで、わからないことが多く、創意と発見と成功に満ちていることを理解していただきたいと思います。

局所におけるマクロファージのケモカインネットワークが感染防御を担うCD4陽性メモリーT細胞の組織常在性とその機能を維持する

A local macrophage chemokine network sustains protective tissue-resident memory CD4 T cells



左から飯島 則文、岩崎 明子

飯島 則文 *Norifumi Iijima*

Associate Research Scientist, Department of Immunobiology, Yale University School of Medicine

岩崎 明子 *Akiko Iwasaki*

Investigator of Howard Hughes Medical Institute and Professor of Department of Immunobiology, Yale University School of Medicine

Contact

飯島 則文 E-mail: norifumi.ijima@yale.edu

所在地: 300 Cedar Street TAC S630 New Haven, CT 06510, USA

末梢組織に局在する CD4陽性メモリーT細胞の機能維持機構

ごく最近までメモリーT細胞は、ほとんどが血液や二次リンパ組織に局在していると考えられていましたが、近年末梢組織に長い間常在するメモリーCD8陽性T細胞の存在が報告されました。一方で、CD4陽性メモリーT細胞も末梢組織に局在することが知られていましたが、それらの局在や機能維持機構は不明でした。我々は、単純ヘルペスウイルス弱毒株をマウスの腔粘膜組織に感染後、CD4陽性メモリーT細胞が抗原提示細胞と共にクラスター(メモリーリンパ球クラスター)を形成し、長期間維持されていることを発見しました(図1、2)。このクラスターに局在するCD4陽性メモリーT細胞は、組織常在型であり、ヘルペス特異的CD4陽性メモリーT細胞が凝集していることが明らかとなりました(図1)。さらには、CD4陽性メモリーT細胞が微量のサイトカインを継続的に放出し、クラスターに局在するマクロファージがケモカインを産生することによって、CD4陽性メモリーT細胞の常在性を維持していました(図2)。そして、組織常在型CD4陽性メモリーT細胞は、ヘルペスで再感染した場合に、1日以内にすばやく抗ウイルス機能を発揮することから、クラスターでCD4陽性メモリーT細胞の機能が長期間維持されていることが示唆されました。さらには、再感染後血中を循環するCD4陽性メモリーT細胞の浸潤と抗ウイルス機能の発揮には数日を要するため、速やかにウイルスを除去するためには組織常在型CD4陽性メモリーT細胞が必須であることが明らかとなりました。

Figure and Note

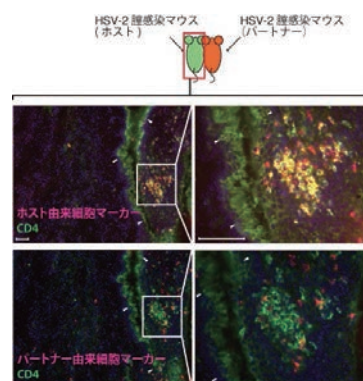


図1: 並体結合を用いたCD4陽性T細胞の組織常在性の解析

ホストマウスとパートナーマウスの腔粘膜組織にHSV-2弱毒株を感染5週間後、両者を並体結合により、体循環を共有させた。並体結合数週間後、ホスト由来の免疫担当細胞とパートナー由来の免疫担当細胞は両者のマウスの血中を循環することを確認した。一方で、ホストマウスの腔粘膜組織におけるホスト由来細胞(赤色、上パネル)、パートナー由来細胞(赤色、下パネル)、CD4陽性T細胞(緑色)の分布を免疫組織染色によって解析した。その結果、血中を循環するCD4陽性T細胞とは異なり、ホストマウスの腔粘膜組織に形成されるメモリーリンパ球クラスターに集積するCD4陽性T細胞はほとんどがホストマウス由来であり、組織に常在する形で維持されていることが明らかとなった。

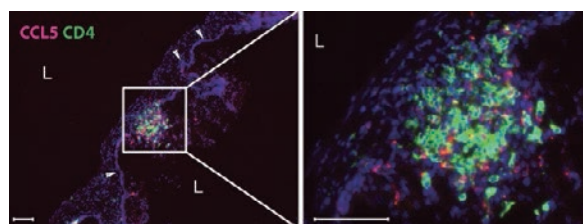


図2: 腔粘膜組織に形成維持されるメモリーリンパ球クラスター

HSV-2弱毒株をマウスの腔粘膜組織に感染5週間後、腔粘膜組織に形成維持されるCD4陽性T細胞(緑色)とケモカインCCL5陽性細胞(赤色)を中心としたメモリーリンパ球クラスターを免疫組織染色によって解析した。L=内腔、矢印=基底膜。

Iwasaki Laboratory, Department of Immunobiology, Yale University School of Medicine

岩崎ラボでは、重篤な疾患を引き起こす病原体や自己免疫疾患に対する生体防御機構の仕組みに注目して研究しています。特に病原体が侵入してから発動する自然免疫機構、自然免疫によって誘導される獲得免疫機構、自然免疫機構および獲得免疫機構によって病原体が除去される仕組みまで包括的な研究が様々なラボメンバーによって行われています。このように、ラボで一連の免疫防御機構を明らかにすることでどのような治療法が病原体に対して最適であるか議論するのにとても重要な要素になっています。



ロボット開発を通して知る、人間の存在感とは

大阪大学大学院 基礎工学研究科 教授(特別教授)/ATR石黒浩特別研究室 室長(ATRフェロー) 石黒 浩



Photo: Osaka University

2014年10月10日号

Science表紙

著者とそっくりなジェミノイド

人間は、脳に“人間”を認識するための機能を持っています。人間らしい見かけ、動き、臭い、言語、そういったものに非常に敏感に反応する知覚機能と、その知覚された情報を処理する機能を脳に持つのです。故に、人間にとって理想的なインターフェースは人間そのものと言えます。情報メディアやロボットは常に進化し続けており、その進化は人間らしいものへと向かっています。たとえば炊飯器や冷蔵庫のような家電製品も、今は人間の声で「ご飯が炊けました」と話すようになってきています。

ジェミノイド — 双子という名を持つアンドロイド

この“人間らしさ”について研究しているのが、見かけや動きが人間に酷似している人間型ロボット「アンドロイド」の研究です。私たちは、特定の人物そっくりに作られ、遠隔操作で動かすアンドロイドを開発し、それを「ジェミノイド(双子という意味)」と呼んでいます。このジェミノイドを用いて、それを見た人が感じるジェミノイドの人間らしさやジェミノイドの人間としての存在感(特定の人が側にいる感覚)、操作者のジェミノイドの体への適応についてなど、様々なことを研究してきました。

人間らしさについての研究から

ジェミノイドと対面した訪問者が感じる人間らしさや存在感に関する研究では、人間に酷似したジェミノイドを用い、視線や表情などの人間が持つ様々な表現手段のうち、どの要素が人間らしさの表現や人間としての存在感を表現するために重要であるのかを調べてきました。そしてその調べた結果を基に、ジェミノイドの機能や見かけをさらに改良し、より人間らしいアンドロイドを実現しています。また同時に、人間らしさや存在感の探求は、“人間”を理解する新たな方法にも繋がります。従来の人間に関する研究は、これまでも心理学や認知科学の分野で行われてきましたが、そこでは視線の動き等の個々の機能に関する研究が中心で、この個々の機能が人間全体にどのような人間らしさを与えているかという、人間そのものを評価する研究はあまり取り組まれていませんでした。それに対し、人間に酷似したアンドロイドやジェミノイドといったロボットを用いれば、人間全体としてどれほど人間らしいか、どれほど人間らしい存在感を持つかという評価が可能になるのです。

情報メディアとしての未来のアンドロイド

一方、離れた場所からジェミノイドを操作する人(操作者)の体への適応に関する研究では、しばらくジェミノイドの体を使って訪問者と話をすると(写真)、操作者がジェミノイドの体を自分の体のように感じる事が解っています。そして、いったんジェミノイドの体を自分の体だと受け入れる

と、実際にはジェミノイドのシステムが持たない触感といった感覚までもが再現されるように感じます。つまり、操作者は、まるでジェミノイドを用いて遠隔地に存在しているような気分になるのです。ジェミノイドは操作者の存在を遠隔地に転送できる新たな情報メディアであると言えるでしょう。将来は、体の不自由な障がい者の方々に、社会で活動できる人間らしい体を提供する手段となることを期待しています。



運動技能の習得には中枢神経系における 髄鞘の新規産生が必要である

Motor skill learning requires active central myelination



左からWilliam Richardson、遠山 稿二郎、Ian A. McKenzie、David Ohayon

Contact

E-mail: ktohyama@iwate-med.ac.jp
所在地: 028-3694 岩手県紫波郡矢巾町西徳田2-1-1

遠山 稿二郎 Koujiro Tohyama

岩手医科大学 医歯薬総合研究所 超微形態科学研究部門 教授
岩手医科大学 バイオイメージングセンター センター長
(現 Honorary Research Fellow, University College London、
岩手医科大学 非常勤講師・非常勤研究員)

Ian A. McKenzie¹ David Ohayon¹ Huiliang Li¹
Joana Paes de Faria¹ Ben Emery² William D. Richardson¹

¹ The Wolfson Institute for Biomedical Research, University College London

² Department of Anatomy and Neuroscience and the Florey Institute for
Neuroscience and Mental Health, University of Melbourne

ダイナミックに動く

神経回路形成のもう一つの主役：髄鞘

運動能力の向上に脳はどのように対処しているのかという疑問に対して、私達はミエリン形成が重要な意味を持つことを明らかにしました。

遺伝子操作によりミエリンを作る細胞をなくしたマウスをつくり(図1)、回し車での新規課題に対する運動技能習得の相違を正常マウスと比較しました。正常なマウスは、回し車のはしごを部分的に外し不規則にすると、新しい握り方(図2)を見つけ対応しますが、ミエリン形成能のないマウスでは、新方式を工夫することができず、うまく回せません。新たな運動パターンの獲得にはミエリン形成が必要なのです。次に、うまく回せるようになった後、新しいミエリンを作れなくし、再び、不規則なはしごの回し車に入ると、直ちに、上手に回すことができました。新たなミエリン形成が無くても、一度獲得した手法を記憶し再現できることがわかりました。また、実験で用いた遺伝子操作そのものでは走る能力が左右されないことも確認できました。これらのことから、神経回路網の形成や可塑性を解き明かすためには、これまで重点が置かれて来た「シナプス形成」に加え、「ミエリン形成」も重要な要素として考慮する必要がある、という新しいコンセプトを提唱することができました。

Figure and Note

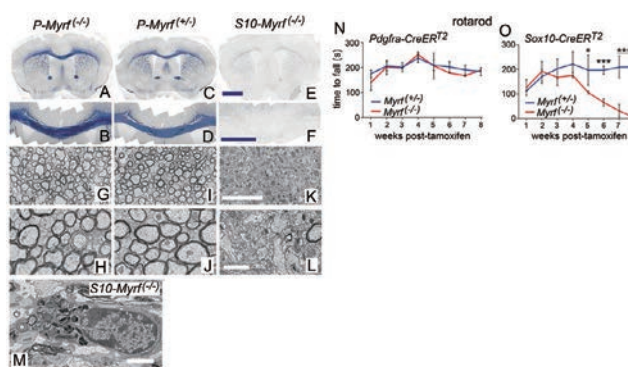


図1：オリゴ前駆細胞の髄鞘形成因子遺伝子(*Myrf*)の発現を押えても脱髄を引き起こしません。この方法では新規のミエリン形成のみを抑制します。

生後60日のマウスに薬剤を投与し*Myrf*発現を抑制後5週の脳の髄鞘染色(A-F)と電子顕微鏡像(G-M)。P-*Myrf*^(+/+)とP-*Myrf*^(-/-)群では髄鞘と運動能力(ロータロッド試験)に差はありませんが、S10-*Myrf*^(-/-)群では髄鞘が極端に少なく運動能力も低くなります(N, O)。

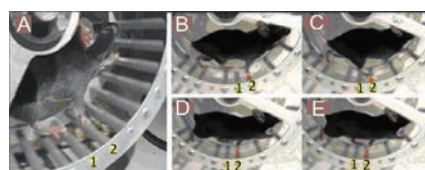


図2：マウスは不規則な横棒の回し車でも、新しい運動様式を編みだし対応します。

規則的なはしごの回し車では、前肢、後肢ともに左右で前後隣り合う棒(A: 1, 2)を握り回転させます。はしごを不規則にすると(CW: B-E)、左右同一の棒(B-Eの赤字2)を握り回転させることで対応し、短時間でCWを高速回転できるようになります。

手法の異なる研究グループとの共同研究は素晴らしい!

私達の研究室は、バイオイメージングセンター技術員の支援を受け、これまで国内外の研究グループと広く共同研究を実施してきました。

UCLのRichardson研究室とは、共通の課題に対して異なる手法で取り組む、という研究体制で進めており、成体の中枢神経でもミエリン形成が新規に生じることを証明してきました(*Neuron* 77, 873, 2013)。

私達は、基本的な形態解析に加え、急速凍結・凍結超薄切免疫電顕法、2軸電子線トモグラフィー法、反射電子の活用による超広域電顕イメージングなど新しい手法の開発にも取り組んでいます。今回、幸いに、「ミエリン形成」という神経回路形成研究への新たな手がかりを提供することができました。この研究をベースに、本分野がますます発展することを夢見ています。

写真：高度な技術集団である岩手医大バイオイメージングセンター技術員に囲まれたRichardson教授。(JSPS短期招聘事業で来日時、盛岡にて撮影)



根由来ペプチドの地上部でのLRR型受容体キナーゼによる受容が全身的な窒素要求シグナリングを制御している

Perception of root-derived peptides by shoot LRR-RKs mediates systemic N-demand signaling



左から松林 嘉克、田畑 亮

松林 嘉克 *Yoshikatsu Matsubayashi*

名古屋大学大学院 理学研究科 生命理学専攻 細胞間シグナル研究グループ 教授

田畑 亮¹ 住田 久美子¹ 吉井 智昭² 大山 健太郎² 篠原 秀文¹

¹ 名古屋大学大学院 理学研究科

² 名古屋大学大学院 生命農学研究科

Contact

E-mail: matsui@bio.nagoya-u.ac.jp

所在地: 464-8602 名古屋市千種区不老町

URL: <http://www.bio.nagoya-u.ac.jp/laboratory/isb.html>

窒素欠乏の根で誘導されるペプチドによる巧妙な窒素取り込み制御

植物にとって窒素は最も重要な無機栄養のひとつです。植物は地中から窒素を主に硝酸イオンとして吸収していますが、自然界での硝酸イオンの地中分布は、植物自身による取り込みや雨水による流出などの理由で極めて不均一になっています。そのため、植物は根の一部が局所的な窒素欠乏になった時に、その情報を他の根に伝え、相補的に硝酸イオン取り込みを促進させるしくみを持っています。しかし、systemic N-demand signaling(全身の窒素要求シグナリング)と呼ばれるこの巧妙なしくみの分子メカニズムは謎でした。本論文では、根の一部が局所的な窒素欠乏を感知すると短鎖ペプチドCEPが生産され、それらが道管を移行して地上部の受容体CEPRに認識されること、および、これが引き金となってさらに地上部で2次シグナルが生産され、最終的に植物体全体に窒素欠乏の情報が伝えられていることを明らかにしました。この長距離情報伝達によって、窒素欠乏部位から離れた別の根での硝酸イオン取り込みが促進され、局所的な窒素不足が補填されていました。植物は動き回ることはありませんが、実に巧みな環境適応のしくみを進化させているのです。

Figure and Note

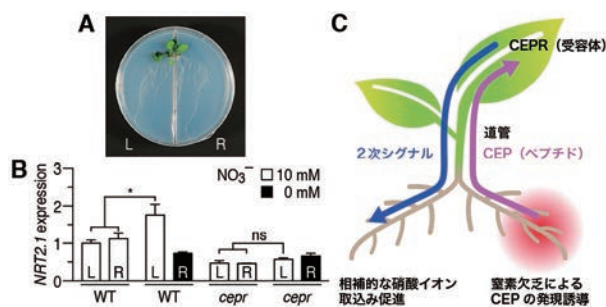


図: 分泌型ペプチドCEPと受容体CEPRを介した全身的窒素要求シグナリングのしくみ

(A) 根の半分ずつを異なる栄養条件下で生育させる実験系。(B) 野生型では、窒素欠乏にした根の反対側の根での硝酸イオン取り込み輸送体の発現が上昇しますが、受容体CEPRを欠損する植物体は、この応答を示しません。(C) 根の一部が窒素欠乏になるとCEPが生産され、道管を通して地上部に送られて受容体CEPRに認識されます。これが引き金となって、全身に窒素欠乏を伝える未知の2次シグナルが誘導され、相補的な硝酸イオン取り込みが促進されます。



名古屋大学大学院 理学研究科 生命理学専攻 細胞間シグナル研究グループ

モデル植物であるシロイヌナズナには、1回膜貫通型の受容体様タンパク質が620個も見つっていますが、どのような細胞間シグナルを認識し、どのような役割を果たしているのか、まだそれらの5%程度しか解明されていません。一方で、細胞間シグナルの主要な候補である分泌型ペプチドは、ゲノム上に1,000個程度も存在しています。受容体に結合するシグナル分子はリガンドと呼ばれますが、私たちは、独自のアプローチで積極的にリガンドと受容体のペアを見つけ出し、それらの分子群が支えている植物成長や環境応答のしくみを解き明かしたいと考えています。

自己免疫疾患における 遍在性細胞タンパク質に対するT細胞応答の検出

Detection of T cell responses to a ubiquitous cellular protein in autoimmune disease



左から伊藤 能永、坂口 志文

伊藤 能永 *Yoshinaga Ito*

京都大学再生医科学研究所 生体機能調節学分野 助教

坂口 志文 *Shimon Sakaguchi*

京都大学再生医科学研究所 生体機能調節学分野 客員教授

大阪大学 免疫学フロンティア研究センター 実験免疫学 教授

橋本 求^{1,4} 廣田 圭司² 大倉 永也^{2,5} 森川 洋匡² 西川 博嘉² 田中 淳^{2,5} 布留 守敏^{3,6}

伊藤 宣^{3,6} 藤井 隆夫^{3,4} 野村 尚史¹ 山崎 小百合⁷ 森田 明理⁷ Dario A. A. Vignali^{8,9}

John W. Kappler^{10,11} 松田 秀一⁶ 三森 経世⁴ 坂口 教子²

¹ 京都大学再生医科学研究所生体機能調節学

² 大阪大学免疫学フロンティア研究センター実験免疫学

³ 京都大学大学院 医学研究科 リウマチ性疾患制御学

⁴ 京都大学大学院 医学研究科 免疫・膠原病内科

⁵ 大阪大学大学院 医学系研究科 附属最先端医療イノベーションセンター基礎腫瘍免疫学

⁶ 京都大学大学院 医学研究科 整形外科

⁷ 名古屋市立大学大学院 医学研究科 加齢・環境皮膚科

⁸ Department of Immunology, St. Jude Children's Research Hospital

⁹ Department of Immunology, University of Pittsburgh School of Medicine

¹⁰ Integrated Department of Immunology, National Jewish Health

¹¹ Howard Hughes Medical Institute, National Jewish Health

Contact

伊藤 能永 E-mail: yoshinag@kuhp.kyoto-u.ac.jp

所在地: 606-8507 京都市左京区聖護院川原町 53

坂口 志文 E-mail: shimon@ifrec.osaka-u.ac.jp

所在地: 565-0871 大阪府吹田市山田丘 3-1

URL: <http://exp.immunol.ifrec.osaka-u.ac.jp/>

自己免疫疾患の病因T細胞と 標的自己抗原を同定する方法を開発

全身性自己免疫疾患発症の原因となるT細胞とその標的自己抗原は、同定することが技術的に難しく、これまで詳細不明でした。本研究では、T細胞受容体のシグナル強度を減弱させることにより、自己反応性T細胞の負の選択に対する感受性が低下し、自己反応性T細胞が胸腺から産生されるようになることを示しました。また、この方法により自己免疫性関節炎の原因となるT細胞を産生するようになったマウスから、関節炎をひき起こすT細胞受容体遺伝子をクローニングしました。さらに、そのT細胞受容体1種類だけ持つマウスを作製し、そのマウス血清中の抗原特異的自己抗体を用いてT細胞の標的自己抗原を特定しました。そのうちのひとつは偏在性タンパク質RPL23Aであり、関節リウマチ患者においてもRPL23Aに反応するT細胞および自己抗体を検出しました。今後は、同様の方法によりさまざまな自己免疫疾患において標的自己抗原の特定と病因に関する理解が進む可能性があります。

Figure and Note

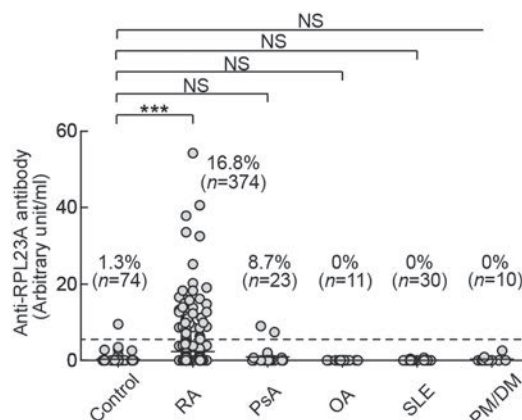


図: 関節リウマチ(RA)患者血清中の抗RPL23A抗体

抗RPL23A抗体は関節リウマチ(RA)で16.8%、乾癬性関節炎(PsA)で8.7%に検出されましたが、他の疾患(変形性関節症(OA)、全身性エリテマトーデス(SLE)、筋炎(PM/DM))では検出されませんでした。



坂口志文研究室

当研究室では、当研究室で見出した制御性T細胞に加えて、本研究のように、自分たちで確立した自己免疫性疾患モデルの病因や病態を明らかにする研究も行っています。本研究に続く課題として、自己免疫性関節炎におけるRPL23A以外の原因抗原や、その他の自己免疫疾患における原因抗原の同定を行い、原因抗原に共通する性質を明らかにすることを目標としています。

格子光シート顕微鏡： 高い時空間分解能で分子から胚までをイメージング

Lattice light-sheet microscopy: Imaging molecules to embryos at high spatiotemporal resolution



清末 優子 Yuko Mimori-Kiyosue

理化学研究所 神戸研究所 発生・再生科学総合研究センター(CDB) 光学イメージング解析ユニット ユニットリーダー
(現 理化学研究所 ライフサイエンス技術基盤研究センター(CNST) 細胞動態解析ユニット ユニットリーダー)

Bi-Chang Chen Wesley R. Legant Kai Wang Lin Shao Zhe Liu Brian P. English Eric Betzig et al.
Janelia Research Campus, Howard Hughes Medical Institute

全著者リスト: <http://www.sciencemag.org/content/346/6208/1257998>

Contact

E-mail: yuko.kiyosue@riken.jp

所在地: 650-0047 兵庫県神戸市中央区港島南町2-2-3

URL: http://www.cnst.riken.jp/activity/dynamicimaging_group5_team4.html

生命活動の真の姿を照らし出す新たな蛍光顕微鏡技術

この研究グループは、“格子光シート顕微鏡”を開発したHHMI Janelia FarmのEric Betzig博士のチームと、この顕微鏡のポテンシャルに期待して、細胞や様々なモデル生物などの生物試料を提供しデータの評価を行ったバイオリジストから構成されています。私は、伸長する微小管の先端をマークするEB1-GFPと、染色体を可視化するH2B-TagRFPを発現する培養細胞を提供しました。格子光シート顕微鏡は、xyz全方位にほぼ等方的な高解像度を達成すると同時に毎秒200枚以上の画像を取得する高速性を兼ね備えたことで、3Dライブイメージングに絶大な威力を発揮し、細胞分裂の全体像をかつてない高時間分解能でとらえることに成功しました(図)。今回初めてとらえられた分裂装置内部構造の動態から、新たな制御メカニズムが明らかになりつつあります。

論文ではその他に、3D培養細胞の内部にある単一分子のレベルから、線虫やショウジョウバエの胚が発生していく過程まで、多様な生命現象の克明な画像化に成功しています。また、線虫や粘菌など、光照射によるダメージに特に敏感な生物においても長時間にわたるライブイメージングに成功し、生物の本来の姿や活動をとらえることができることも示しています。

Figure and Note

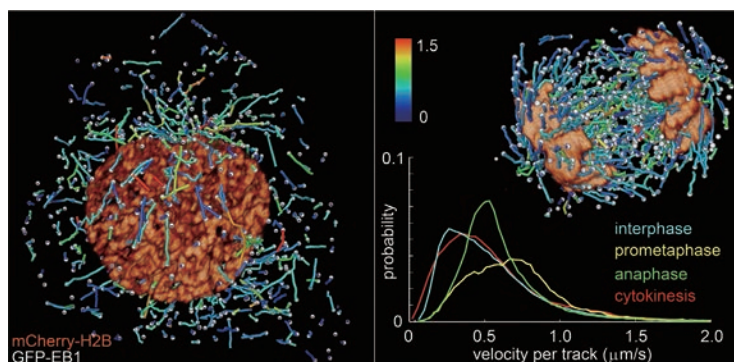
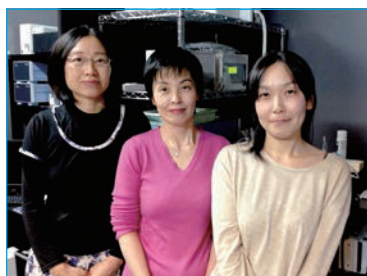


図: 分裂するHeLa細胞の微小管の伸長(ボールと線)と染色体(オレンジ)の動きの三次元トラッキング。グラフは細胞周期ごとの微小管伸長速度分布を示す。

従来の技術ではとらえることができなかった、紡錘体内部での微小管の伸長や染色体の正確な三次元形態と動きを、ムービーを回転させながらあらゆる向きから観察することができる。



格子光シート顕微鏡を国内に構築したい!

私たちは様々なイメージング技術を利用しながらマルチスケールに細胞や分子の活動の仕組みを研究しています。従来技術ではとらえることができていなかった生命現象を観察できる格子光顕微鏡は、これからのライフサイエンスに重要な貢献を果たすでしょう。一刻も早くこの顕微鏡が国内でも利用できるよう、技術導入の取り組みを進めています。

写真: 私たちが運営する共同利用イメージング施設の一角で。

左から武 玉萍、清末 優子、田野 友紀(施設窓口担当)。

「分解能」の壁を越えろ！

理化学研究所 ライフサイエンス技術基盤研究センター 清末 優子

「格子光シート顕微鏡」論文(P.78)の校正作業のさなか、この研究を主導したEric Betzig博士(米ハーワード・ヒューズ医学研究所)への2014年ノーベル化学賞授与のニュースが飛び込んできました。格子光シート顕微鏡の開発の以前から取り組んできた、長らく様々な研究の障壁となっていた光学顕微鏡の分解能の限界を打ち破る「超解像蛍光顕微鏡法」の開発に対する授与です。メールで連絡を取り合っていた共著者らは、突然のニュースに驚きながらも、Betzig博士が成し遂げた生物顕微鏡における歴史的な偉業の重みを思い、ノーベル賞に相応しい功績だと、賛辞を送りました。

「超解像蛍光顕微鏡法」の開発

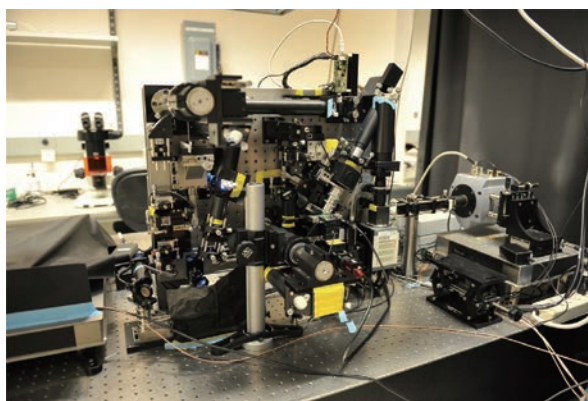
顕微鏡の分解能とは、「空間的に離れた2つの点を見分けることのできる最小の距離」を指します。「光学顕微鏡」の分解能は1873年にErnst Abbe(独)によって求められ、光の半波長よりも高められないことが示されました(回折限界)。生物試料の観察に一般に用いられる可視光線の場合、分解能は最高でも200ナノメートル程度です。ひとつの生体分子は数ナノメートルの大きさなので、分子や微細な細胞構造を詳しく調べるためには、光学顕微鏡の分解能では不十分でした。そこで光よりも波長が短い電子線を利用した「電子顕微鏡」が用いられてきましたが、電子顕微鏡では試料を真空状態下に置くことが必要のため、生きたままの細胞や生物を観察することが困難です。このため、光学顕微鏡の高解像度化は生物学の悲願でした。

回折限界を超えるための研究の中で、Betzig博士は、William E. Moerner博士(米スタンフォード大)らが開発した蛍光一分子イメージング技術と、宮脇博士(理研)やLippincott-Schwartz博士(NIH)らが開発した光活性化型蛍光タンパク質に着目しました。光活性化型蛍光タンパク質は、紫外線照射によって蛍光の発生をスイッチのように切り替えられるというものです。これらの技術を組み合わせ、視野内に高密度に存在する分子の一部のみを蛍光発生させることで単分子像を取得して、その中心位置を高精度に求めた後、多数の点描像を重ねあわせることで超解像画像を形成するという「光活性化局在顕微鏡法(PALM)」を開発しました。一方、Stefan W. Hell博士(独マックスプランク生物物理化学研究所)は、励起領域を回折限界よりも小さくする「誘導放出制御法(STED)」を開発しました。異なるアプローチにより超解像顕微鏡法の実現に貢献したBetzig, Moerner, Hellの3氏に、2014年ノーベル化学賞が授与されたのです。

超薄光シートを利用して高解像三次元情報を取得する「格子光シート顕微鏡」

PALMやSTEDは数10ナノメートルの分解能を達成しましたが、撮影に時間がかかるため、生きたままの細胞の観察にはまだ課題が残っていました。Betzig博士は高解像と高速性の両立に取り組み、新たに開発したのが今回*Science*に論文を発表した「格子光シート顕微鏡」です。この手法で得られる分解能は約150ナノメートルと一見PALMやSTEDには及びませんが、z軸方向分解能の改善と高速化という大きな進歩がありました。上述の“分解能”では、xy平面における分離能のみを指していますが、従来の顕微鏡法ではz軸方向の分解能がxy面に比して著しく劣っており、この空間情報の歪みが正確な3D情報の取得を妨げていたのです。Betzig博士は300ナノメートル以下の厚さの格子光シートを作り出し、xyz方向共に高解像度に高速スキャンすることで、細胞丸ごとを秒速で3D超解像画像化することに成功しました。

さらに、微小励起点が格子状に配列した光シートを生成して励起光の照射領域を極限まで狭めることによって、生きた細胞への光毒性を大幅に軽減し、長時間の観察に耐える高次空間分解能イメージングを実現したのです。



格子光シート顕微鏡の実機
(提供: Matt Staley - HHMI Janelia Research Campus)

アンセリジオーゲンは、ジベレリンの生合成経路を時空的に分けることでシダの性を決定する

Antheridiogen determines sex in ferns via a spatiotemporally split gibberellin synthesis pathway



左から田中 純夢、上口 美弥子

田中 純夢 Junmu Tanaka

名古屋大学大学院 生命農学研究科 生命技術科学専攻

上口 美弥子 Miyako Ueguchi-Tanaka

名古屋大学 生物機能開発利用研究センター 有用農業形質保存分野 准教授

矢野 憲司¹ 安益 公一郎¹ 平野 恒¹ 竹原 清日¹ 瀬藤 永里子¹
Reynante Lacsamana Ordonio¹ Seung-Hyun Park² 中嶋 正敏² 松岡 信¹

¹ 名古屋大学 生物機能開発利用研究センター ² 東京大学大学院 農学生命科学研究科

Contact

上口 美弥子 E-mail: mueguchi@nuagr1.agr.nagoya-u.ac.jp
所在地: 464-8601 名古屋市千種区不老町

シダの造精器誘導のメカニズムを解明

シダ植物のいくつかは、集団における遺伝的な多様性を確保するため、雄と雌の比を制御するフェロモン様の物質を分泌します。このフェロモン様の物質はアンセリジオーゲンとよばれており、雄の個体を誘導する働きがあります。いくつかのシダのアンセリジオーゲンの構造は植物ホルモンであるジベレリンと類似しています。この論文において、筆者らは、シダにおけるアンセリジオーゲンを介した個体のあいだのコミュニケーションについて明らかにしました。この個体間コミュニケーション系とは、異なる生育ステージにある個体のあいだでジベレリンの生合成経路を分けて所有することにより成立するもので、アンセリジオーゲンはこの2つの個体をつなぐ架け橋として機能します。すなわち、集団において早く成熟した配偶体はアンセリジオーゲンを周囲に分泌します。アンセリジオーゲンは活性型のジベレリンとは異なる構造をもち生理活性を示さないですが、一方で、生体に取り込まれやすいという性質をもちます。遅れて発生した若い個体は分泌されたアンセリジオーゲンを取り込み、生体においてこれを活性型ジベレリンへと変換します。生理活性を示す活性型ジベレリンが産生されることにより雄の個体の形成がはじまります。

Figure and Note

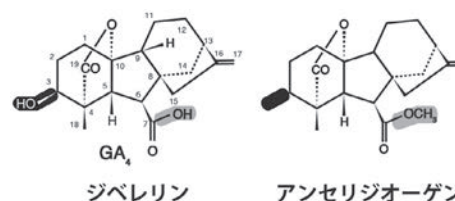


図1: アンセリジオーゲンとジベレリンの構造

アンセリジオーゲン(GA₄-Me)はジベレリン(GA₄)と非常に似た構造をとっていますが、C3位の水酸基を欠き、C6位カルボキシル基がメチルエステル化されている点が異なります。

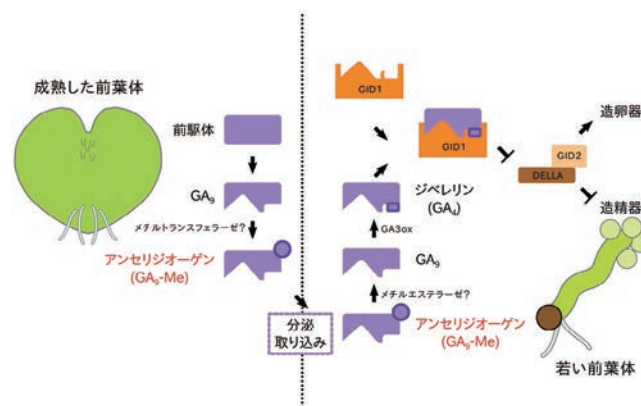


図2: アンセリジオーゲンによる性別コントロールシステム

成熟した個体で、ジベレリン生合成経路の上流酵素までを使用した後、メチルエステル化修飾を受けてアンセリジオーゲンは完成します。分泌後、若い個体に吸収されたアンセリジオーゲンは、脱メチル化を受け、GA3oxでジベレリンへと変換されます。さらにGID1受容体で受容されることでジベレリンシグナルがONになり、造精器が誘導されます。



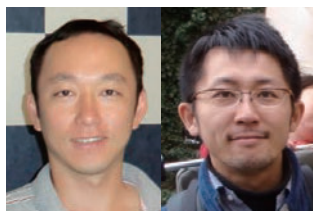
若い人の力

シダの造精器誘導については、昔から多くの生物学者を魅了してきたテーマですが、そのメカニズムについては分かっていませんでした。私達は、イネにおけるジベレリンのシグナル伝達について長年研究を続けてきており、構造の似ているカニクサのアンセリジオーゲンの受容および作用メカニズムについて興味を持ちました。研究を担当したのは、当時4年生の田中純夢くん、カニクサを探るところから研究を始め、最終的に次世代シーケンサーで網羅的に遺伝子を調べるところまでを修士2年までの三年間でやり遂げました。最近では、実験も複雑なものが多く、なかなか一人の学生が研究を成し遂げるということは難しくなっていますが、彼のように一から始めて、論文の骨子を仕上げて卒業していく学生も、まだまだいます。そのような姿を見ていると、若い人の力をあらためて感じます。



インフルエンザAウイルスは アグリソームプロセッシング機構を使って宿主細胞に侵入する

Influenza A virus uses the aggresome processing machinery for host cell entry



左から山内 洋平、三宅 康之

山内 洋平 Yohei Yamauchi

Senior Postdoc, Institute of Biochemistry, ETH Zürich

Indranil Banerjee¹ 三宅 康之² Samuel Philip Nobs³ Christoph Schneider³
Peter Horvath⁴ Manfred Kopf³ Patrick Matthias^{2,5} Ari Helenius¹

¹ Institute of Biochemistry, Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich

² Epigenetics, Friedrich Miescher Institute for Biomedical Research

³ Institute of Molecular Health Sciences, ETH Zürich

⁴ Synthetic and Systems Biology Unit, Biological Research Center

⁵ Faculty of Sciences, University of Basel

Contact

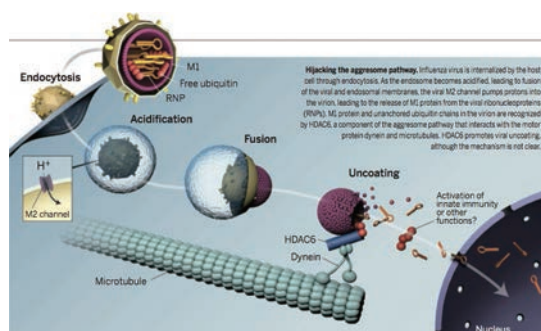
山内 洋平 E-mail: yohei.yamauchi@bc.biol.ethz.ch

所在地: HPM E8.2, Otto-Stern-Weg 3, 8093 Zürich, Switzerland

インフルエンザ A 型ウイルス細胞侵入時の脱殻機構を解明

インフルエンザは私たちにとって最も身近な RNA ウイルスのひとつであり、毎年多くの人が感染します。インフルエンザが複製時にモノユビキチンとフリーな状態のユビキチン鎖を自身の殻内に持ち込むのは、次の細胞に侵入する際に宿主細胞の脱殻因子 HDAC6 の集積効率をあげるためと考えられます。HDAC6 は細胞内恒常性をモニターしていて、局所的にユビキチン濃度が上がると即座に認知します。HDAC6 は侵入してきたウイルス殻を、折り畳みに失敗したゴミタンパク質と間違えて認識し、更にはアグリソームと呼ばれる細胞の核近くのゴミ集積地に運んだり、ゴミタンパク質の細分化を促進しようとします。ウイルスはこの過程で発生する「引っ張る力」を殻の崩壊のために巧みに利用し、殻内に潜んでいるゲノムを殻外に脱出させるために使うのです。私たちが今回見つけた脱殻機構がエボラウイルスやエイズウイルス、後期エンドソームで脱殻する他ウイルスにも当てはまるか否かを検証する必要があります。HDAC6 の ZnF-UBP を薬剤や中和抗体等で抑制する術を開発し、インフルエンザの感染効率を抑制できることを期待し、現在私たちは共同研究者と共にこの研究を続けている段階です。

Figure and Note



From R. Rajsbaum, A. Garcia-Sastre, *Science* **346**, 427-428 (2014); Artwork by V. Altounian/SCIENCE

図1: インフルエンザがユビキチンとHDAC6を使い脱殻するしくみ

細胞侵入後、インフルエンザウイルス粒子はエンドソーム内の酸性条件下で膜融合を起こす。細胞質に露出したユビキチンがHDAC6をおびき寄せ、更にダイニンと微小管、ミオシンとアクチンによる駆動力を使い殻を壊し、細胞質にゲノムが脱出すると考えられます。

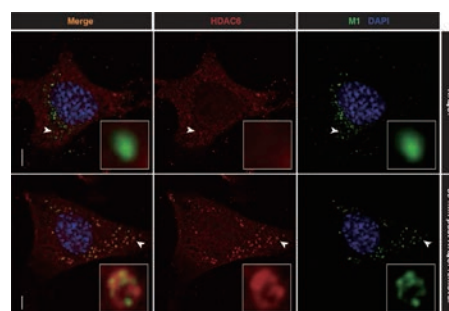


図2: ウイルスが融合したエンドソームにHDAC6が集積する様子

インフルエンザウイルス粒子が融合後(下段)エンドソーム表面にHDAC6が集積の様子を示しています。間接蛍光抗体法を用いてウイルスのカプシドタンパク質 M1 (緑)、HDAC6 (赤)と細胞核 (青: DAPI) を同時に検出しました。M1 と HDAC6 の共局在は黄色に見えます。



洗練されたメカニズムを使いウイルスは宿主細胞に侵入する

年々に耐えて進化し続けて来たウイルスは、細胞のしくみを隅々まで知り尽くしていると言えます。RNA ウィルスであるインフルエンザは侵入機構が洗練されており、細胞側の機能を上手に借用して自身の目的を達成します。私たちはウイルスの侵入機構を解明することで新しい抗ウイルス薬の開発に貢献できると期待し、研究を続けています。

写真: ETH Zürich はチューリッヒ中央街近くの ETH Zentrum と丘の上の ETH Höggerberg に別れています。本研究 (Banerjee et al. 2014) は ETH Höggerberg の Institute of Biochemistry (A. Helenius 研、山内)を中心に、同 Institute of Molecular Health Sciences、また FMI Basel (P. Matthias 研、三宅) のラボを含む計 9 名の共同研究にて行われました。

本研究 Helenius 研の主要メンバー (左から I. Banerjee, Y. Yamauchi, A. Helenius)。

西洋旧北区に近年持ち込まれたツボカビ症が、イモリ・サンショウウオ類を絶滅の危機に陥れている

Recent introduction of a chytrid fungus endangers Western Palearctic salamanders



五箇 公一 Koichi Goka

国立環境研究所 侵入生物研究チーム 主席研究員

An Martel¹ Mark Blooi¹ Connie Adriaensen¹ Pascale Van Rooij¹ 西川 完途² et al.

¹ Department of Pathology, Bacteriology and Avian Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University

² 京都大学大学院 人間・環境学研究所

全著者リスト: <http://www.sciencemag.org/content/346/6209/630.abstract>

Contact

E-mail: goka@nies.go.jp

所在地: 305-8506 茨城県つくば市小野川16-2

グローバル化がもたらす生物多様性への脅威

1980年代よりカエルツボカビ菌という真菌の1種が病原菌となるカエルツボカビ症が世界的に流行して、カエルやサンショウウオなど両生類の多様な種が急激に減少していることが問題になっています。

最近、第二のツボカビ病原菌イモリツボカビがヨーロッパで流行し、マダラサラマンドラ(写真)と言われるヨーロッパの広域分布種に壊滅的な被害を与えていることが明らかとなりました。イモリツボカビ菌はカエルツボカビ菌と近縁の新種の菌で、カエルなどの無尾類には寄生せず、イモリやサンショウウオなど有尾類にのみ寄生して高い病原性を示します。

筆者らの研究グループはイモリツボカビについて世界各地の両生類の感染状況を調査し、本菌の起源および今後の生態リスクについて解析を行いました。その結果、本菌の起源はアジアにあり、アジア産の有尾類とともに数千万年という長い年月を共生していること、そして、本菌は近年になって人為的にヨーロッパに持ち込まれたと考えられ、本菌に対して抵抗力のないヨーロッパ地域の有尾類は、今後壊滅的な被害を受ける可能性が高いことが示されました。

両生類の国際的な移送と検疫体制の不備が、イモリツボカビの感染拡大を引き起こしていると考えられます。本研究結果は、病原菌という目に見えない生物相における生物多様性および地域固有性の重要性を示すとともに、グローバル化が生物多様性にもたらす影響の重大さを示しています。

Figure and Note

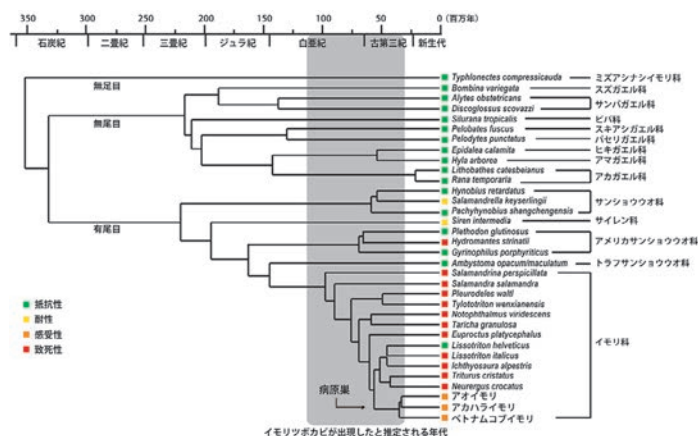


図: 両生類34種のDNA系統樹

四角マークはイモリツボカビ菌に対する反応を表す。「抵抗性」は感染もしない。「耐性」は、感染はするが症状は出ない。「感受性」は、症状は出るが、死には至らない。「致死性」は死亡する。新生代に派生したと考えられるアジア産イモリ類3種(アオイモリ、アカハライモリ、ベトナムコブイモリ)は感受性(オレンジ色)を示しており、病原菌(リザーバー)と考えられた。



写真: 日本のアカハライモリ

イモリツボカビの病原菌(リザーバー)の1種



国立環境研究所 侵入生物研究チーム

外来生物は生物多様性を脅かす要因として世界的にもその管理対策が求められています。イモリツボカビは日本を含むアジア産の両生類がベクトルとしてヨーロッパに移送されたことによって感染拡大した外来病原体となります。しかし、悪いのは外来生物ではなくて、それを持ち込む人間自身です。我々の研究チームでは、国内外の研究者と連携して、外来生物の生態影響評価および対策に関する研究を進めるとともに、なぜ外来生物が生み出されるのかについて、社会学的側面からも問題の本質を追求しています。

写真: 国立環境研究所侵入生物研究チームのメンバー

Y染色体にコードされる小分子RNAが カキにおける性決定因子である

A Y-chromosome-encoded small RNA acts as a sex determinant in persimmons



左から赤木 剛士、田尾 龍太郎

赤木 剛士 *Takashi Akagi*

京都大学大学院 農学研究科 農学専攻 果樹園芸学分野 助教
(Visiting Scientist, Genome Center, University of California Davis)

田尾 龍太郎 *Ryutaro Tao*

京都大学大学院 農学研究科 農学専攻 果樹園芸学分野 准教授

Isabelle M. Henry Luca Comai

Department of Plant Biology and Genome Center, University of California Davis

Contact

赤木 剛士 E-mail: rtao@kais.kyoto-u.ac.jp

所在地: 606-8502 京都市左京区北白川追分町

U R L: <http://www.pomology.kais.kyoto-u.ac.jp/>

植物で初、 雌雄異株性の性決定因子を柿において同定

「性」の決定は生物がその進化の中で獲得した多様性の維持のための最重要機構の一つですが、植物において雄と雌が明確に分離する性表現(雌雄異株性)の決定因子はこれまでいずれの植物種においても未同定でした。本研究では、XY型性染色体によって制御される雌雄異株性を示すカキ属植物種において、大量塩基配列データを非モデル植物に応用する様々な解析法群を構築し、Y染色体上における雄個体に特異的な領域を特定しました。この領域に存在する性決定候補遺伝子群に対して、進化遺伝学的観点から非翻訳small RNAをコードする「OGI(雄木)」と名付けた遺伝子のみがカキ属植物全体で雄特異的に保存され、性決定を統御している可能性を示しました。Y染色体上のOGI遺伝子は、相同配列を有する「MeGI(雌木)」と名付けた雌化(雄化の抑制)を担う遺伝子に対して移行性RNA干渉のトリガーとなって発現を抑制し、雄化を誘導することで機能することが分かりました。

Figure and Note

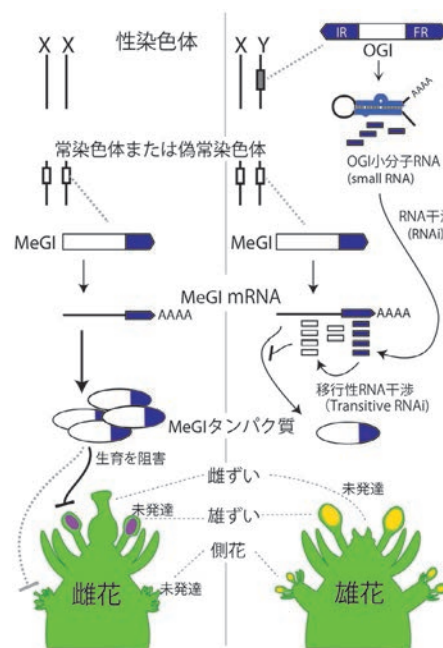


図: OGI/MeGIシステムによるカキ属植物の性決定メカニズム

雄個体ではY染色体上に存在するOGI(*Oppressor of meGI*)がsmall-RNAとなって相同なMeGI(*Male Growth Inhibitor*)の発現を抑制する。MeGIは雄器官の発達を阻害するため、発現が高いと雌花になるが、OGIによってMeGIの発現が減少すると雄花になる。



京都大学大学院 農学研究科 果樹園芸学研究室メンバー

果樹園芸学研究室は、果樹園芸学と園芸利用学を担う分野として1926年(大正15年)に設立されました。以来、一貫して果樹を研究対象として果実の生産と利用に関する研究を行っています。北白川の農学部敷地内にある京都農場の果樹園と実験農場で、カキやウメなど、様々な果樹を栽培しながら、研究材料として利用しています。特に約40aのカキ園には174品種246個体のカキが保存されており、国内外で最大級のカキ品種保存園として知られています。研究材料としては扱いにくい木本性作物を研究対象にしていますが、研究室の創設以来、地道に続けてきた研究が、農業と農学、さらには植物科学の発展に資する多くの画期的な結果を生み出しています。

近赤外線銀河系外背景光の異方性の起源

On the origin of near-infrared extragalactic background light anisotropy



松浦 周二 *Shuji Matsuura*

宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 (ISAS/JAXA)

宇宙物理学研究系 赤外線グループ 助教 (2015年4月以降 関西学院大学理工学部 物理学科 教授)

Michael Zemcov^{1,2} Joseph Smidt^{3,4} 新井 俊明^{5,6} James Bock^{1,2} Asantha Cooray⁴ Yang Gong⁴ Min Gyu Kim⁷
Philip Korngut^{2,1} Anson Lam^{8,1} Dae Hee Lee⁹ 松本 敏雄^{5,10} Uk Won Nam⁹ Gael Roudier² 津村 耕司¹¹ 和田 武彦⁵

¹ Department of Physics, Mathematics, and Astronomy,

California Institute of Technology

² Jet Propulsion Laboratory, NASA

³ Theoretical Division, Los Alamos National Laboratory

⁴ Department of Physics and Astronomy, University of California, Irvine

⁵ 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

⁶ 東京大学大学院 理学系研究科

⁷ Department of Physics and Astronomy, Seoul National University

⁸ Department of Physics and Astronomy, University of California,

Los Angeles

⁹ Korea Astronomy and Space Science Institute

¹⁰ Institute of Astronomy and Astrophysics, Academia Sinica

¹¹ 東北大学 学際科学フロンティア研究所

Contact

E-mail : matsuura@ir.isas.jaxa.jp, matsuura.shuji@kwansei.ac.jp (2015年4月以降)

所在地 : 669-1337 兵庫県三田市学園2-1

URL : http://sci-tech.ksc.kwansei.ac.jp/d_phys/research/infrared-astronomy.html

近赤外線銀河系外背景光で探る宇宙初期の星々

近赤外線銀河系外背景光は、宇宙創成から作りあげられてきた星々の光が折り重なり天空に等方に広がる放射として観測されるものです。私達は、CIBER (Cosmic Infrared Background Experiment) と名付けたロケット実験により、近赤外線銀河系外背景光には普通の星や銀河等による影響だけでは説明がつかない大きな異方性があることを発見しました (図1)。これは未知の赤外線光源が大量に存在することを示しており、それが何者かというのは大問題です。一つの考えは、宇宙で最初に誕生した星々の発した紫外線が宇宙膨張によるドップラー効果で近赤外線となって観測されるという仮説で、その検証こそがCIBERの動機でした (図2)。ところが、発見した異方性の波長特性は最初の星々のモデルではうまく説明できなかったのです。掲載記事では、系外銀河のハロー領域に普通の観測では見えないほどの暗い星 (小質量の古い星) がじつは大量に存在するという仮説により観測値をかなり説明できることを示しました。これは、銀河の衝突合体の歴史やそれを支配する隠れた主役であるダークマターについての新たな研究展開につながる重要な結果です。

Figure and Note

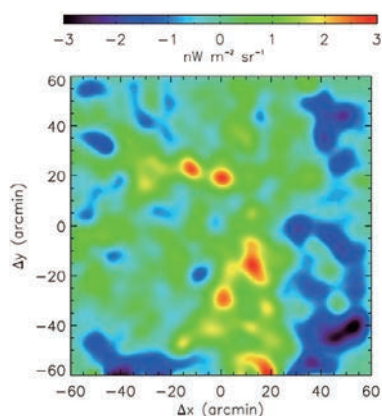


図1: 近赤外線銀河系外背景光の異方性パターン

CIBERの赤外線カメラによる波長1.1マイクロメートルでの視野2度四方の画像から星や銀河を取り除き、約0.1度の空間構造が目立つ画像処理を行ったもの。

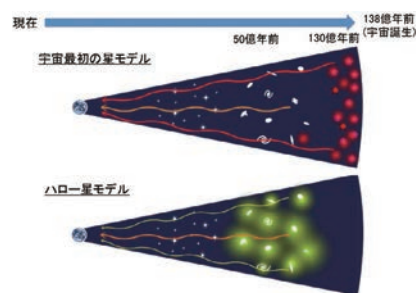
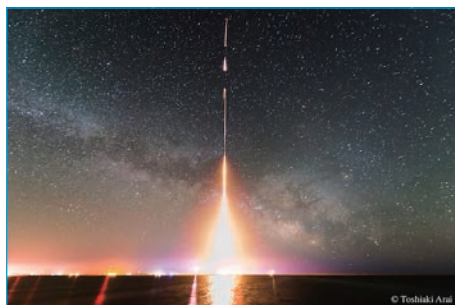


図2: 近赤外線銀河系外背景光の起源

普通の星や銀河では説明できない大きな異方性に対する、130億年以上前に誕生した最初の星々と、のちに形成された銀河ハローの星々という2種類の解釈を概念的に示したもの。



小さなロケット実験で宇宙初期の謎に挑む

CIBERは、若い研究員や学生を主力とする国際研究チームが力をあわせて製作した赤外線望遠鏡を、NASAの小型ロケットに搭載して観測を行なうものです。観測時間はたったの5分間程度ですが、観測目的を特化することにより大きなインパクトのある成果が得られました。今回の結果から近赤外線銀河系外背景光として銀河ハロー成分を考慮すべきことがわかりましたが、次なる実験ではそれを観測値から高精度に分離し、いよいよ宇宙最古の天体放射をあぶり出すことができるでしょう。このような挑戦的な試みに若い人たちが興味をもって取り組んでくれることを期待します。

写真: 天の川を背にしたCIBERのロケット打上げの模様。

腸内細菌はヒトおよびマウス B 細胞への ノロウイルス感染を促進する

Enteric bacteria promote human and mouse norovirus infection of B cells



渡辺 真紀子 *Makiko Watanabe*

Department of Molecular Genetics and Microbiology, College of Medicine, University of Florida

Melissa K. Jones¹ Shu Zhu¹ Christina L. Graves^{2,3} Lisa R. Keyes¹ Katrina R. Grau¹
Mariam B. Gonzalez-Hernandez⁴ Nicole M. Iovine⁵ Christiane E. Wobus⁴ Jan Vinjé⁶
Scott A. Tibbetts¹ Shannon M. Walle^{2,3} Stephanie M. Karst¹

¹ Department of Molecular Genetics and Microbiology, University of Florida

² Department of Oral Biology, University of Florida

³ Department of Periodontology, University of Florida

⁴ Department of Microbiology and Immunology, University of Michigan

⁵ Department of Medicine, University of Florida

⁶ Division of Viral Diseases, Centers for Disease Control and Prevention

Contact

E-mail: mwatanabe@ufl.edu

所在地: 1200 Newell Drive, Gainesville, FL 32610, USA

標的細胞と刺激因子の発見が ノロウイルスの培養系の開発を 成功に導いた

ノロウイルスは、激しい下痢・嘔吐を主徴とする胃腸炎を引き起こします。現在、世界中に感染が広まって、大きな問題となっているウイルスです。ノロウイルス研究の最も大きな障害は、研究室での培養系が存在していないことです。今回、マウスのノロウイルスを用いた研究により、B細胞と呼ばれる免疫細胞の一つが標的細胞となりうることが新たに発見されました。また、腸内細菌の存在がウイルス感染において、重要な役割を果たしていることが明らかとなりました。これらの結果を踏まえて、このB細胞を標的細胞として使い、さらに人間の腸管内に存在する腸内細菌の一つをウイルスに加えることで、ウイルスを培養細胞上で増殖させることに成功しました。この細菌は、ノロウイルスが結合することが知られている組織血液型抗原 (HBGA) を表面に持っており、そのHBGAがノロウイルスの感染を助ける鍵となっていることも明らかとなりました。この培養系の確立は、今後ノロウイルスに対する抗ウイルス薬やワクチンを開発する上で、重要な道具となるでしょう。

Figure and Note

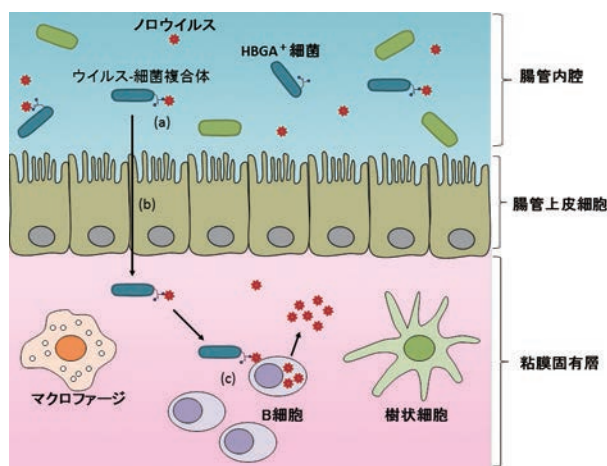


図: 腸管内におけるノロウイルス感染モデル

(a) ノロウイルスは、腸管内でHBGAを持った細菌に結合する。(b) ノロウイルスと細菌の複合体が腸管上皮細胞を通り抜ける。(c) ノロウイルスが粘膜固有層のB細胞に感染する。

単純で複雑なウイルスの研究

ノロウイルスは、7kbのRNAと、数種のたんぱく質から成り立っていて、それ自体は比較的単純な構造を持っています。しかし、その感染・複製のメカニズム、特に感染宿主との関係は、とても複雑なものです。腸管ウイルスの場合、さらには腸管内の細菌叢といった因子も加わってきます。Dr. Karstの研究室では、主にマウスノロウイルスの感染モデルを用い、ノロウイルスの病原性に影響を与える因子について、ウイルス側と宿主側、双方の側面から研究を行っています。

写真: 研究室のあるフロリダ大学アカデミック・リサーチ棟



ゲノム系統学による 昆虫進化のタイミングとパターンの解明

Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution



左から町田 龍一郎、吉澤 和徳

吉澤 和徳 Kazunori Yoshizawa

北海道大学農学部 昆虫体系学教室 准教授

町田 龍一郎 Ryuichiro Machida

筑波大学 生命環境系(菅平高原実験センター)教授

Bernhard Misof¹ Xin Zhou² Karl M Kjer³ Jun Wang⁴ 内船 俊樹⁵ 清水 将太⁶
関谷 薫⁶ 富塚 茂和⁶ 中垣 裕貴⁶ 藤田 麻里⁶ 福井 眞生子⁷ 真下 雄太⁶ et al.

¹ Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig

² China National GeneBank, BGI-Shenzhen

³ Department of Ecology, Rutgers University

⁴ BGI-Shenzhen

⁵ 横須賀市自然・人文博物館

⁶ 筑波大学 生命環境科学研究科(菅平高原実験センター)

⁷ 愛媛大学 理工学研究科 進化形態学研究室

Contact

吉澤 和徳 E-mail: psocid@res.agr.hokudai.ac.jp

所在地: 060-8589 札幌市北区北9条西9丁目

URL: http://kazu.psocodea.org

町田 龍一郎 E-mail: machida@sugadaira.tsukuba.ac.jp

所在地: 386-2204 長野県上田市菅平高原 1278-294

URL: http://www.sugadaira.tsukuba.ac.jp/machida/mushi.html

全著者リスト: http://www.sciencemag.org/content/346/6210/763.abstract

昆虫の進化史解明を目指した国際プロジェクト

昆虫は地球上で最も多様化した多細胞生物であり、これまでに記載された全生物種の半数以上を占めています。昆虫がこのような多様化をとげた背景の解明は、基礎研究としてのみならず、昆虫の生物資源としての活用といった応用研究上も重要です。しかし古い時代に短期間で多様化をとげた昆虫の系統関係の解明は、形態データに基づく解析や、従来の分子系統学的手法では困難でした。分子生物学、生物情報学、分類学、形態学、発生学、古生物学など様々な専門分野の研究者101名から構成された国際研究チーム、1KITEコンソーシアムは、昆虫全目から103種をサンプリングし、それぞれの種から1478遺伝子の塩基配列情報を新たに決定しました。この膨大なデータの解析と、得られた系統樹の各専門分野からの検証により、昆虫の系統進化と形態進化のパターンがより詳細に明らかになりました。昆虫は約4億8千万年前に初期の陸上植物とともに陸上生態系を作り上げた最初期の生物であったこと、昆虫の飛行能力獲得が植物の大型化と同時期に起源したことも明らかにしました。

Figure and Note

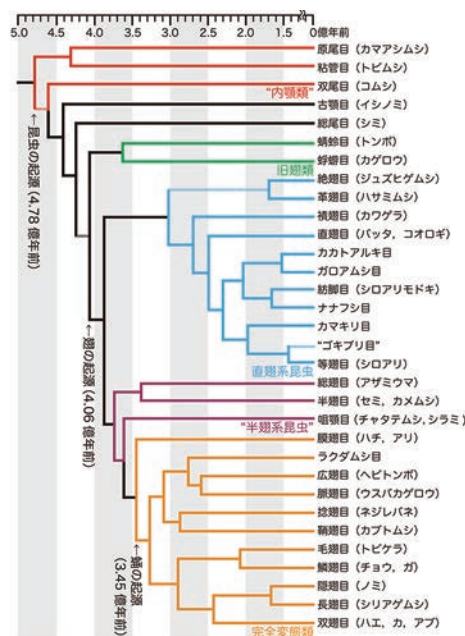


図: ゲノム系統によって明らかとなった昆虫の系統関係と分岐年代

支持率が98%以下の系統枝は点線で示した。また、クォーテーションマークでくくられた分類群は、今回の解析で非単系統群であることが示された。

最新研究への伝統的分野の貢献

吉澤、町田両研究室は、昆虫の分類学、形態学、発生学といった、いわゆる博物学的な研究を行っています。ハイインパクトな研究が追いつめられる中、博物学的なスタイルの研究は世界的に減少していますが、われわれの研究室は貴重な伝統を引き継いできました。その伝統が、最新の技術で導かれた系統樹を検証する上で必要とされたのです。昆虫の詳細な分岐関係が明らかになっても、形態や機能の理解がなければ、それは葉も花も無い「枯れ木」のようなものに過ぎません。博物学は伝統的でこそあれ、古い学問ではありません。圧倒的な多様性を誇る昆虫の基礎研究は、新しい発見に満ちあふれています。

写真: 1KITEプロジェクトロゴマーク



真核生物の繊毛および鞭毛では、 「分子ものさし」が構造の周期を決定する

A molecular ruler determines the repeat length in eukaryotic cilia and flagella



吉川 雅英 Masahide Kikkawa

東京大学大学院 医学系研究科 生体構造学分野 教授

小田 賢幸¹ 柳澤 春明¹ 神谷 律²

¹ 東京大学大学院 医学系研究科

² 東京大学大学院 理学系研究科

Contact

E-mail: mkikkawa@m.u-tokyo.ac.jp

所在地: 113-0033 東京都文京区本郷7-3-1

U R L: http://structure.m.u-tokyo.ac.jp

細胞内で長さを測るタンパク質の発見

細胞内の構造の多くは、決まった長さや大きさを持っています。中でも、鞭毛・繊毛の中には、様々なタンパク質、特に分子モーターのダイニンや、運動の制御装置がまるで機械のように規則正しく96nm毎に並んでいます(図1)。しかし、それらがどうやって正確に並んでいるのかは分かっていませんでした。

今回の研究では、この96nmという長さが、「分子ものさし」によって決まっていることを示しました。この分子ものさしはFAP59とFAP172という二つのタンパク質でできています。この分子ものさしを持たない緑藻クラミドモナスを、クライオ電子線トモグラフィーを用いて観察したところ、96nmの周期が消失していました。また、分子に標識をつけて観察すると、FAP59とFAP172は複合体を形成し、長さが96nmであることがわかりました。

しかし、これだけでは、FAP59、FAP172が96nmに必要なことはわかりますが、96nmを決めるのに十分かどうかはわかりません。そこで、FAP59/FAP172の複合体の長さを遺伝子操作によって延長すると、鞭毛の内部の96nm周期を、120nmや128nmに延長することができました(図2)。これらの結果から、FAP59とFAP172は「分子ものさし」として働くことが結論づけられました。

Figure and Note

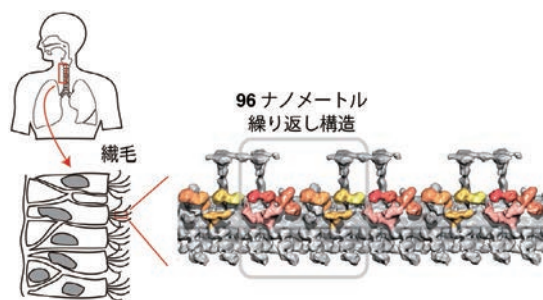


図1: 真核生物の繊毛・鞭毛に存在する96nmの繰り返し構造

ヒトの身体の中では繊毛・鞭毛が重要な働きをしています。気管では細菌やホコリを繊毛が波打って排出しています。繊毛・鞭毛に共通するのが96nmの繰り返し構造です。

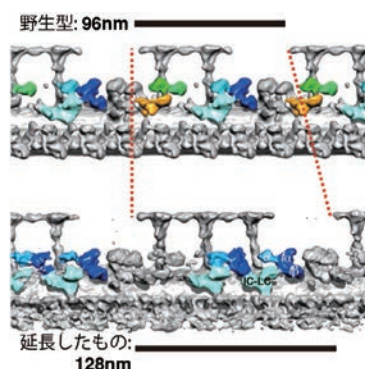
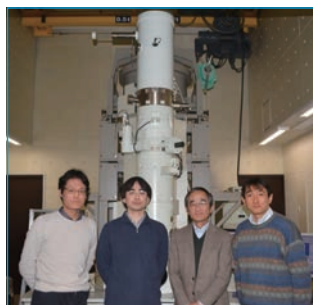


図2: 遺伝子操作により分子ものさしを延長した鞭毛の構造

分子ものさしの一部を延長すると、それに対応して周期が長くなります。



連携によって観察できた「美しい」細胞の構造

実は今回の研究は、FAP59とFAP172が何をしているのか全くわからない段階で、それらの三次元位置をクライオ電子線トモグラフィーで決めるところから始まりました。結果、両者の長さが96nmであることから、それが鞭毛内の繰り返しの長さを決める「分子ものさし」ではないかと仮説をたてました。およそ半年という短い期間に仮説を支持するのに十分なデータが得られ、投稿から論文受理までも二ヶ月未満とスムーズに進みました。小田助教と柳澤助教の2人が、それぞれ電子顕微鏡技術とクラミドモナスの遺伝学という強みを連携させることで産まれた結果です。今後も、このような「美しい」仕組みを細胞の中で直接可視化していきたいと考えています。

写真: 左から小田賢幸、柳澤春明、神谷律、吉川雅英。背景は今回の研究に用いた加速電圧300KVの電子顕微鏡。この顕微鏡を用い、鞭毛・繊毛を様々な角度から撮った写真をコンピュータ上で再構成することで三次元構造を「見る」ことが出来る。

宿主の遺伝的多様性による エボラ出血熱の発症と抵抗性の再現

Host genetic diversity enables Ebola hemorrhagic fever pathogenesis and resistance



奥村 敦 Atsushi Okumura

Department of Microbiology, University of Washington

Angela L. Rasmussen¹ Martin T. Ferris² Richard Green¹ Friederike Feldmann³ Sara M. Kelly¹ Dana P. Scott³
David Safronetz⁴ Elaine Haddock⁴ Rachel LaCasse³ Matthew J. Thomas¹ Pavel Sova¹ Victoria S. Carter¹
Jeffrey M. Weiss¹ Darla R. Miller² Ginger D. Shaw² Marcus J. Korth¹ Mark T. Heise^{2,5} Ralph S. Baric⁵
Fernando Pardo-Manuel de Villena² Heinz Feldmann⁴ Michael G. Katze^{1,6}

¹ Department of Microbiology, University of Washington

² Department of Genetics, University of North Carolina

³ Rocky Mountain Veterinary Branch, National Institute of Allergy and Infectious Diseases, National Institutes of Health, Rocky Mountain Laboratories

⁴ Laboratory of Virology, National Institute of Allergy and Infectious Diseases, National Institutes of Health, Rocky Mountain Laboratories

⁵ Department of Microbiology and Immunology, University of North Carolina

⁶ Washington National Primate Research Center

Contact

E-mail : atsushi.okumura@nih.gov

所在地 : 903 South 4th Street. Hamilton MT 59840, USA

U R L : (NIAID) <http://www.niaid.nih.gov/labsandresources/labs/aboutlabs/lv/Pages/default.aspx>
(Katze lab, University of Washington) <https://viromics.washington.edu/>

エボラ出血熱の発症を決定する 遺伝的要因を発見

エボラ出血熱の研究において、出血、凝固不全や播種性血管内凝固症候群など、ヒトで認められるような症状を示す実験動物は霊長類とハムスターなどの一部の実験動物に限られていました。また、既存の実験動物として多く用いられているマウスの感染モデルは、ヒトで認められるような症状は示さず、エボラ出血熱の病態の解明に用いるには限界がありました。

著者らは、遺伝的に多様な背景を持つ、collaborative cross マウス (CC-RIX) を用いて、エボラ出血熱の病態の解明を行いました。47 系統の collaborative cross マウスにエボラウイルス-マウス適応株を感染させることにより、病気の表現型を解析しました。感染後の症状の表現型は、全く症状を出さない完全な抵抗型から凝固不全を示し 100% の死亡率を示すものまで多様な症状を示しました (図1)。また、これらのマウスを用いて宿主因子の解析を行った結果、エボラウイルス-マウス適応株に対し感受性を示した群と抵抗性を示した群で違った宿主の反応が見られました。感受性マウスでは、感染初期に炎症性サイトカインが誘導されていました。Tie1 と Tek の発現は抵抗性マウスの脾臓で上昇しており、このことは、血管内皮細胞の活性化と出血が感受性マウスでの発症に関与していることが示唆されました (図2)。これらのことは、宿主の遺伝子の背景がエボラ出血熱の罹病性に関与していることを示しています。

Figure and Note

Distribution of phenotypes

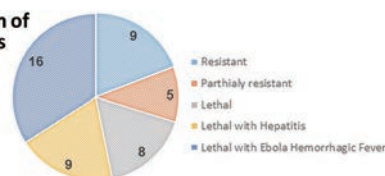


図1: CC-RIX マウスへのエボラウイルス-マウス適応株接種による表現型の違い

CC-RIX マウスへエボラウイルス-マウス適応株接種することにより示した種々の表現型の分類を示した図です。今回、解析に用いたマウスは、Resistant と Lethal with Ebola hemorrhagic fever を用いました。

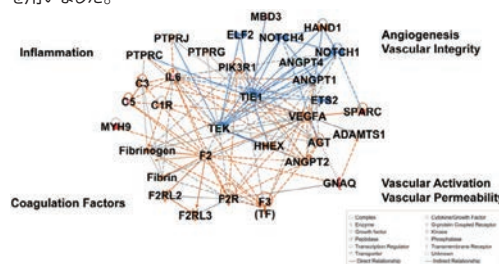


図2: 感受性マウスの肝臓での Tie1 活性と Tek 活性

感染3および5日後の感受性マウス肝臓での遺伝子のネットワークをターゲットとなる遺伝子の発現の増加、減少をもとにソフトウェアを用いて予測した図です。オレンジ線は発現の増加、青線は抑制を示しています。



© National Institute of Allergy and Infectious Diseases 2015.

感染症研究の最前線

エボラウイルスの研究には、生物学的封じ込めレベル4 (BSL4) の実験施設を使用しなければいけません。私は、ワシントン大学に籍を置き、BSL4施設のある米国感染症アレルギー研究所のロッキーマウンテン研究所に滞在して、研究獣医師として研究をしています。ロッキーマウンテン研究所は、周りを山に囲まれた大自然の中にあります。BSL4施設では、防護服を着用し高度な技術を要求され、また作業には制約もあり大変です。こちらの研究所では、エボラウイルスをはじめ、マールブルグウイルス、インフルエンザ、コロナウイルス等多くのウイルスの研究を行っています。また、ワシントン大学との共同研究で、感染動物のサンプルを不活化(感染しない状況)にして、ワシントン大で最新のシステムバイオロジーを用いて解析を行い、ウイルス感染症の病態の解明や有効薬の研究を行っています。

土壌菌類の地理的分布と世界規模の多様性

Global diversity and geography of soil fungi



保坂 健太郎 *Kentaro Hosaka*

国立科学博物館 植物研究部 菌類・藻類研究グループ 研究員

Leho Tedersoo¹ Mohammad Bahram² et al.

¹ Natural History Museum, University of Tartu, Estonia

² Institute of Ecology and Earth Sciences, University of Tartu, Estonia

全著者リスト: <http://www.sciencemag.org/content/346/6213/1256688.abstract>

Contact

E-mail: khosaka@kahaku.go.jp

所在地: 305-0005 茨城県つくば市天久保4-1-1

U R L: <http://www.kahaku.go.jp/research/researcher/researcher.php?d=khosaka>

全世界の土壌DNAから菌類の多様性と分布様式を探る

菌類は地球上に150万種以上存在すると推定されていますが、その推定はイギリスにおける植物の種数と菌類の種数の比が概ね1:5になる、という数値に基づいてされてきたものです。地球上には約30万種の植物が存在するので、菌類はその約5倍の150万種、という推定になるわけです。しかし、菌類のほとんどはカビ・酵母など人間の目につにくい微生物であるため、発見すること自体が困難で、これまで真の多様性や気候帯・大陸ごとの分布様式についての把握は進んでいませんでした。Leho Tedersooを中心とする国際研究グループは、世界中の土壌サンプルからのDNA情報をパイロシーケンス法で網羅的に解析し、菌類は植物や動物と同様に熱帯で最も多様化することを明らかにしました(図1)。ただし、分類群によっては温帯や寒帯で最も多様化するものもあり(図2)、これは他の生物では見られない菌類特有のパターンです。また、地球上における植物:菌類の種数比は決して均一なものではなく、特に冷温帯における種数比に基づく地球上の菌類の総種数の推定値は過大評価であった可能性が示唆されました。

Figure and Note

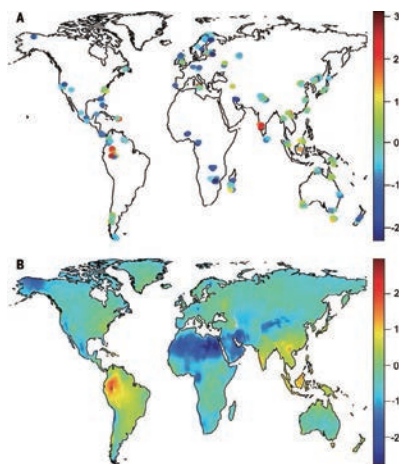


図1: サンプリング地点(A)と地域ごと(B)の菌類多様性
赤色ほど菌類の多様性が高く、青色ほど低いことを示す。

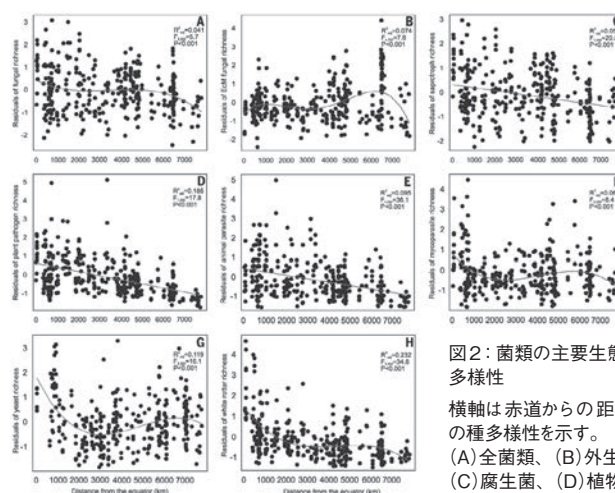


図2: 菌類の主要生態群と緯度ごとの多様性

横軸は赤道からの距離、縦軸は菌類の種多様性を示す。

(A)全菌類、(B)外生菌根菌、
(C)腐生菌、(D)植物病原菌、
(E)動物寄生菌、(F)菌寄生菌、
(G)白色腐朽菌、(H)酵母類



菌類の見える多様性と見えない多様性

私が研究対象としている「きのこ」は他の菌類(カビや酵母)に比べて実体や多様性の把握がしやすいグループに見えるかもしれませんが、肉眼で確認することができるのは子実体として生えてくるほんの一時期だけで、生活環の大部分を占めるのは地下にある菌糸や胞子なので、見える多様性と見えない多様性の間には大きなギャップが存在します。今回の研究で「見えない」部分についてある程度のパターンが明らかになりましたが、これで決着とは言えません。今後も「見える」実体(=子実体、標本)を世界中で採り続けながら、真の多様性把握に迫っていきたいと思います。

写真: 沖縄島のチアアワタケ

今回の研究における調査地の一つで、リュウキュウマツ林に生える代表的な外生菌根性のきのこ。

キュウリにおける苦味の生合成、 制御および順化

Biosynthesis, regulation, and domestication of bitterness in cucumber



安川 憲 Ken Yasukawa

日本大学薬学部 セルフメディケーション学研究室 教授

Yi Shang^{1,2} Yongshuo Ma^{1,3} Yuan Zhou^{1,4} Huimin Zhang^{1,3} Lixin Duan⁵ Huiming Chen⁶ Jianguo Zeng⁴
Qian Zhou¹ Shenhao Wang¹ Wenjia Gu^{1,7} Min Liu^{1,3} Jinwei Ren⁸ Xingfang Gu¹ Shengping Zhang¹
Ye Wang¹ Harro J. Bouwmeester⁹ Xiaoquan Qi⁵ Zhonghua Zhang¹ William J. Lucas¹⁰ Sanwen Huang^{1,2}

¹ Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Horticultural Crops of the Ministry of Agriculture, Sino-Dutch Joint Laboratory of Horticultural Genomics

² Agricultural Genomic Institute at Shenzhen, Chinese Academy of Agricultural Sciences

³ College of Life Sciences, Nanjing Agricultural University

⁴ Horticulture and Landscape College, Hunan Agricultural University, National Chinese Medicinal Herbs Technology Center

⁵ Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences

⁶ Hunan Vegetable Research Institute, Hunan Academy of Agricultural Sciences

⁷ College of Life Sciences, Wuhan University

⁸ Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences

⁹ Laboratory of Plant Physiology, Wageningen University

¹⁰ Department of Plant Biology, College of Biological Sciences, University of California Davis

Contact

E-mail: yasukawa.ken@nihon-u.ac.jp

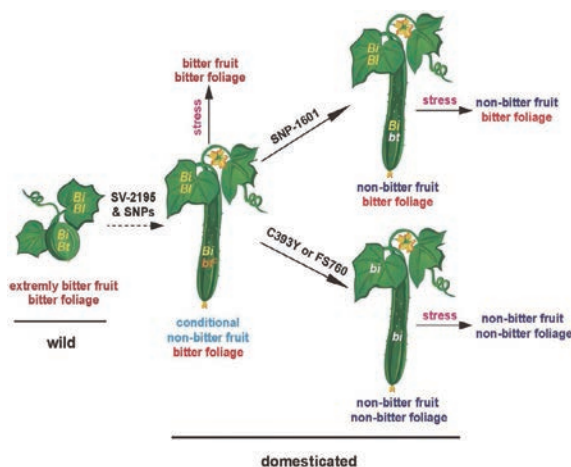
所在地: 274-8555 千葉県船橋市習志野台 7-7-1

U R L: <http://self-medication.pha.nihon-u.ac.jp/index.html>

二次代謝産物の制御と医薬品としての応用

植物は生きるためのエネルギーを得るために、糖質、タンパク質(アミノ酸)、核酸、脂質などを代謝しています。これらの化合物群は生きるために必須であり、一次代謝産物と呼んでいます。一方、殆どの植物は、それ以外に種独特の化合物を生産しています。これらの化合物は生命維持に必須でないことから二次代謝産物と呼んでいます。これらの中には、医学・農学・食品分野で利用されている物があります。キュウリの苦味成分cucurbitacin C (CuC)は、ウリ科植物に多く含まれる四環性のcucurbitane型トリテルペンの1種で、抗腫瘍活性を有しています。本研究では、CuCの生合成に着目して、生合成経路に関係する遺伝子の解析を行いました。キュウリの苦味は、図の様に植物全体にある苦味に関係する遺伝子 *Bi* と、葉と果実にある転写制御因子 *Bl* と *Bt* によって制御されていることを発見しました。即ち、*Bl* と *Bt* は、CuC 生合成経路に関係する9つの遺伝子を活性化する事により、葉と果実でそれぞれ苦味を調整しています。苦味の強い野生のキュウリが、図に示す様に *Bl* と *Bt* により生合成経路の調整を受けて、苦味の無い品種に順化する神秘を解明する事が出来ました。CuC 生合成における新しい知識は、抗腫瘍薬の開発に応用出来ると期待しています。

Figure and Note



図：苦味の無いキュウリの順化のモデル

果実と葉の苦味の表現型(遺伝子・対立遺伝子)は、異なる色によって示すSV-2195およびSNP突然変異は、極度に苦いキュウリからストレス(*bl* 対立遺伝子)の下で成長するとき、果実が苦くなくなる

第2には、SNP-1601 (*bl* 対立遺伝子)による苦く無い品種

第3番目には、生合成経路の突然変異 *bl* は現代のキュウリ品種

天然物に夢を求めて!!

日本大学薬学部セルフメディケーション学研究室

我々の小さな研究室では、天然薬物から生活習慣病を予防する成分の探索を行っています。癌を予防する化合物として、ウリ科・キク科植物や茸の成分であるトリテルペン類を多数単離して、その化学構造を決定すると共に構造と活性の相関を明らかにしています。ショウガ科植物からはジアリルヘプタノイド類を単離し、その化学構造を決定すると共に、癌予防以外にインフルエンザ・RSウイルス等抗ウイルス活性を示す事を共同研究として報告しています。天然物から含有成分を単離し、疾病の予防・治療への応用や植物における成分の生合成の解明など、多くの科学の発展に役立ちたいと研究を進めています。是非、若い皆様の参加を期待しています。



シリコンにおける アト秒時間スケールのバンドギャップ・ダイナミクス

Attosecond band-gap dynamics in silicon



矢花 一浩 Kazuhiro Yabana

筑波大学 計算科学研究センター / 大学院 数理物質科学研究科 教授

M. Schultze^{1,2} Kruppa Ramasesha¹ C.D. Pemmaraju³ 佐藤 駿丞⁴ Stephen R. Leone¹ et al.

¹ Department of Chemistry, University of California

² Fakultät für Physik, Ludwig-Maximilians-Universität

³ The Molecular Foundry, Lawrence Berkeley National Laboratory

⁴ 筑波大学大学院 数理物質科学研究科

全著者リスト: <http://www.sciencemag.org/content/346/6215/1348.abstract>

Contact

E-mail: yabana@nucl.ph.tsukuba.ac.jp

所在地: 305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

U R L: <http://www.nucl.ph.tsukuba.ac.jp/>

レーザー光によりシリコン結晶中に励起される電子運動の実時間観測に成功

半導体物質中の電子は光が照射されると、一部の電子が光エネルギーを吸収し、バンドギャップを越えて束縛から解放されることにより、物質中を移動できるようになります。この電子の移動する過程を、典型的な半導体物質であるシリコン結晶で、アト秒パルス光と呼ばれる極めて短いレーザー光を用いて実時間で観測しました。実験では、非常に短くて強い可視領域のパルス光を照射し電子の励起を引き起こします。続いて、さらに短い数十アト秒のX線パルスを照射して、はじめの可視パルス光によって電子が励起する過程のスナップショットを撮影しました。この実験で、シリコンのバンドギャップが、光の照射後450アト秒以下の極めて短い時間で変化することが明らかになりました。さらに、実験では捉えることのできないナノメートルの微小な世界で電子が励起されるメカニズムを理解するために、スーパーコンピュータを用いた第一原理計算によるシミュレーションを行いました。図は、電子の密度分布が光の照射中、照射後に、どのように変化するかを計算した結果です。この計算から、電子の励起が量子トンネル過程で起きていることが明らかになりました。

Figure and Note

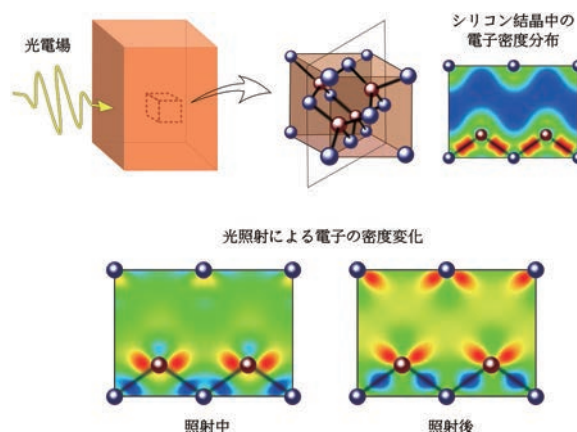
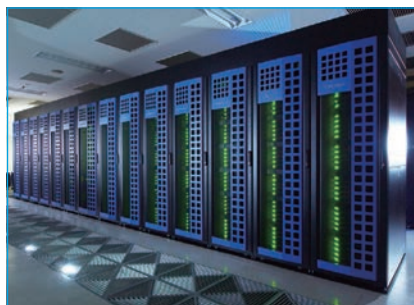


図: シリコンにレーザー光を照射したときの電子密度分布の変化

シリコン結晶にレーザーパルス光を照射し(上)、電子密度分布の変化を追いました(下)。左は照射中、右は照射後の電子密度の変化を表し、赤い領域は電子密度の増加を、青い領域は減少を示しています。

(筑波大学計算科学研究センター)



筑波大学計算科学研究センター

計算科学は、実験・理論と並ぶ第三の手段として、科学の様々な分野で必須の役割を担っています。この研究でも、先端の光科学実験とスーパーコンピュータを用いた大規模計算の協力が重要な役割を果たしました。筑波大学計算科学研究センターでは、科学の様々な分野で計算を活かした研究を行う研究者(計算科学者)と、スーパーコンピュータを開発しその性能を最大限に引き出す研究者(計算機科学者)が日常的に交流し共同研究を進めています。スパコンの性能は、まだまだ伸び盛りです。計算科学には、これからの科学を牽引する役割が期待されています。

写真: メニーコアプロセッサを搭載したスーパーコンピュータ「COMA (PACS-IX)」

南極海域における最近数十年の温暖化

Multidecadal warming of Antarctic waters



青木 茂 Shigeru Aoki

北海道大学 低温科学研究所 共同研究推進部 准教授

Sunke Schmidt^{1,2} Karen J. Heywood¹ Andrew F. Thompson³

¹ Centre for Ocean and Atmospheric Sciences, School of Environmental Sciences, University of East Anglia

² GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel

³ Environmental Science and Engineering, California Institute of Technology

Contact

E-mail : shigeru@lowtem.hokudai.ac.jp

所在地 : 060-0819 札幌市北区北19条西8丁目

URL : http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/

溶けゆく西南極氷床に隣接した南極海の温暖化

南極氷床は地球上で最大の「貯水池」であり、西南極地域には全球の海水位を約5m上昇させる淡水があります。近年、その西南極地域を中心に、氷床の流出が加速しつつあります。

流出する氷床の質量の大部分は、陸から押し出されて海にせり出した棚氷の底から溶かされることで消耗しているため、棚氷の下にもぐりこむ海水の水温の変化は、氷床の質量損失に重要な影響を与えます。

今回私たちは、南極海全体について、世界中の観測研究機関で公開されている観測資料を集め、水温と塩分のここ数十年間の時間的な変化傾向を解析しました。その結果、アムンゼン海やベリングスハウゼン海といった西南極沿岸大陸棚域の海底付近で、水温が顕著に上昇していることが分かりました(図1)。同時に、大陸棚の沖側では、深層水の水温が上昇し、また深層水が湧き上がる深さも浅くなっていました。

この海域の海洋構造は、地域独特の風の分布によって、もともと暖かい深層水が大陸棚上に入りやすい鉛直構造をしています(図2)。今回見出された沖側の深層水の変化は、大陸棚上へより暖かい水が供給されやすくなったことを示しており、この水の流入が氷床流出が加速しつつある西南極の大陸棚上での水温上昇を引き起こしたと考えることができます。

Figure and Note

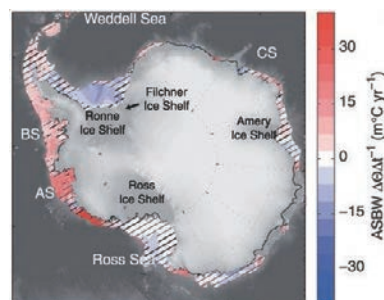


図1: 沿岸における水温変化傾向

西南極大陸棚域で顕著な水温上昇傾向が見られる。

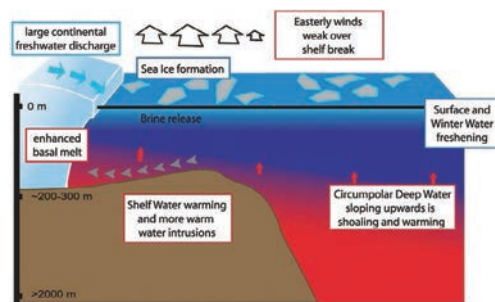


図2: 西南極沿岸域の海洋構造の模式図

等水温面は岸に向かって浅くなっているが、周極深層水の水温上昇と深さが浅くなっていることにより、大陸棚上により暖かい水が入りやすくなっている。



極域の氷と海が織り成すドラマに挑む

将来の地球規模の海水位変化を予測する上で、南極氷床の融解量の推定は最も大きな不確実性の一つですが、中でも海洋の影響の解明が鍵となっています。また、氷床の融解が進むと、南極沿岸から深海底に向かって沈み込んでいる海水の密度を軽くして、南極発の海洋深層・底層の循環を弱めてしまう可能性もあります。

現在、こうした氷床と海洋それぞれの変化のメカニズムやその相互作用の解明は、地球科学でも最もホットなトピックの一つとなっています。地球の果てで繰り広げられている、静かで深く、冷たくも熱い自然のドラマが、将来を担う若い研究者たちの挑戦を待っています。

写真: 水温塩分深度計と多筒式採水器を一体化した観測測器を船上に回収する観測員たち。この測器を海底近くまで沈め、海水を採取し、海の構造を調べる。

冷たい海が氷をとかす ― 溶けゆく南極

北海道大学 低温科学研究所 青木 茂

地球上の氷の約90パーセントは南極氷床にあります。南極は周囲を海に囲まれており、南極氷床の水源はその海です。海から蒸発した水が雪となって降り積もり、押し固められたものが氷床なのです。一方で、氷床は重力の働きによってわずかながら外に流れ出ていきます。降り積もる量より流れ出る量が少なければ氷床は太って海の水位が下がり、逆に多ければ氷床は痩せて水位が上がります。

ひとくちに南極といっても、西部と東部(大まかには子午線で西経と東経に区分され、西南極・東南極と呼ばれます)では氷の下の地盤の様子がかなり違います。西南極では厚い氷が低地を押し下げて乗っています。氷がなくなるとほとんどが海になる、いわばゼロメートル地帯です。西南極氷床は不安定で、温暖化が進行すると消失する可能性があるといった指摘は、40年近くも前からなされてきました。しかし、実際の氷床変化やその過程を捉えるのは困難でした。

西南極氷床の流出が加速する

ここ20年程、人工衛星観測などの革新的技術により、南極氷床の振る舞いがよく把握できるようになりました。パインアイランド氷河をはじめとする西南極の氷河はおしなべて薄くなり、流出速度も上がっています。氷床の質量も減っており、その減少速度はこの10年程加速しつつあります。東南極には質量が増加している場所もありますが、南極全体では氷床は痩せつつあり、海水位の上昇につながっていることが分かったのです。

氷床の流出状況を知るには、氷床が陸地を離れ浮氷として海に浮かび始める接地線付近で何が起きているのかが重要です。西南極氷床の接地線の近くには、南極沿岸では最も暖かい海水が流れ、氷を溶かしています。私たちの研究では、この海水の熱源としての働きが強まっていることとその背後にある外洋域の変化が明らかになりましたが、こうした状況下で南極氷床がどう振舞うのかについて、さらに注目が集まります。



南極沿岸に浮かぶ冰山。南極氷床が流れ出し、海に浮んだ部分は浮氷舌や棚氷などと呼ばれる。この氷の末端が切離して海に流れ出したものが冰山である。冰山はゆっくりと融け、海へとどっていく。

海洋の深層大循環にも影響する

氷床流出の影響は、水位上昇だけに留まりません。南極の沿岸域では、冬に大量の海水がつくられます。その際、氷から取り残された塩で、比重の大きな海水ができます。この重い海水が周囲の水を巻き込みつつ深海底へとこぼれだすことで、世界の大洋の底層に広がる水―南極底層水が生まれます。氷床が流出して融けると、この重い水の塩分が薄まって軽くなり、重い南極底層水ができなくなる可能性があります。

南極大陸に近い海域で実際に観測をすると、底層では塩分が低くなり、水温が上がっています。私自身もこうした観測調査に参加して10年以上になりますが、深度四千メートルを越す深海底の水温や塩分が、毎年のように変わっていくことに驚きを感じます。ただし詳細な観測が始まってまだ20年程しか経っていませんから、今後も監視を続けていく必要があります。

南極では海洋や氷床、大気の様々な変化が同時進行しています。これらの変化が人為的に引き起こされたものなのかどうかについては、まだ確かなことは言えません。しかし、長い時間スケールでみると、その変化の影響は深く大きなものとなるでしょう。地球の気候システムの未来を解く鍵が、南極に隠されているのです。

健康人におけるアネルギー形質を示す 自己反応性CD8陽性T細胞の同定

Detection of self-reactive CD8⁺ T cells with an anergic phenotype in healthy individuals



西川 博嘉 Hiroyoshi Nishikawa

大阪大学 免疫学フロンティア研究センター 実験免疫学 准教授

前田 優香¹ 西川 博嘉¹ 杉山 大介¹ Danbee Ha¹ 濱口 真英¹ 西塔 卓郎¹ 西岡 めぐみ^{1,2}
James B Wing¹ Dennis Adeegbe¹ 片山 一朗² 坂口 志文¹

¹ 大阪大学 免疫学フロンティア研究センター実験免疫学

² 大阪大学大学院医学系研究科 内科系臨床医学専攻情報統合医学講座皮膚科学

Contact

E-mail: nisihiro@ifrec.osaka-u.ac.jp

所在地: 565-0871 大阪府吹田市山田丘 3-1

URL: <http://www.ifrec.osaka-u.ac.jp/index.php>

制御性T細胞は 自己反応性CD8⁺T細胞に 安定的な免疫抑制を誘導する

免疫系は外来抗原に対して反応し排除しますが、自己に対しては免疫応答を起こしません(免疫自己寛容)。胸腺由来の制御性T細胞(Naturally occurring regulatory T cells, Treg)は、自己反応性T細胞の活性化を抑制することにより免疫自己寛容維持に重要な役割を果たしています。しかし、Tregがどのように自己反応性T細胞を長期間にわたり安定的に抑制しているか、またそれらの抑制された細胞は生体内でどのようなフェノタイプを示しているのかなど不明な点が多く残されていました。本研究では、Tregは抗原提示細胞の共刺激を低下させることにより、自己反応性CD8⁺T細胞の増殖能を抑制し、抗原刺激に対して反応しない免疫不応答(アネルギー)状態にすることを明らかにしました。これらのアネルギー自己反応性CD8⁺T細胞は、ナイーブフェノタイプでありながら免疫抑制分子を発現している特徴的なフェノタイプを示しました。さらに、健康人の体内にアネルギー状態で存在する自己反応性CD8⁺T細胞が自己免疫疾患患者では活性化されており、本免疫抑制機構が自己免疫疾患をコントロールする上で重要であることが示されました。

Figure and Note

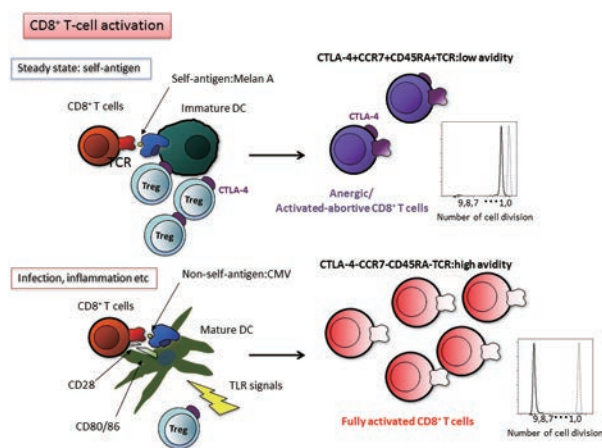


図: 自己反応性CD8⁺T細胞と外来抗原反応性CD8⁺T細胞の活性化

定常状態では、自己反応性CD8⁺T細胞はTregに抑制された抗原提示細胞により活性化されることでアネルギー状態となり、長期的に安定な免疫抑制状態が誘導される。一方、外来抗原に対してはTLRの刺激などにより抗原提示細胞が成熟し、十分なT細胞活性化が誘導される。



T細胞の活性化によりがんを治す:

大阪大学免疫学フロンティア研究センター実験免疫学がん免疫グループ

がんを生体内の免疫系を活性化することで治療しようという試みが進んでいます。いくつかの免疫製剤ががん治療に応用されていますが、治療効果が十分でない患者さんが多くいらっしゃいます。これはがんに対する免疫応答が十分に活性化されないことが原因と考えられています。私たちの研究室では免疫抑制機構を解明することで、効果的にがん免疫応答を活性化し、より治療効果の優れたがん免疫治療につなげられる様、研究を進めています。

ヒト胚性幹細胞を用いてヒストンH3.3にK27M変異(27番目のリジンがメチオニンに変異)をもつ小児神経膠腫モデルを作製する

Use of human embryonic stem cells to model pediatric gliomas with H3.3K27M histone mutation



船戸 洸佑 *Kosuke Funato*

Research fellow, Department of Neurosurgery, Memorial Sloan-Kettering Cancer Center

Tamara Major¹ Peter W. Lewis² C. David Allis³ Viviane Tabar¹

¹ Department of Neurosurgery, Center for Stem Cell Biology and Brain Tumor Center, Memorial Sloan-Kettering Cancer Center

² Department of Biomolecular Chemistry, School of Medicine and Public Health, University of Wisconsin

³ Laboratory of Chromatin Biology and Epigenetics, The Rockefeller University

Contact

E-mail : funatok@mskcc.org

所在地 : 430 East 67th Street, Room RRL-429, New York, NY 10065, USA

U R L : <http://www.mskcc.org/research/lab/viviane-tabar>

がん研究と創薬に有用な新しいプラットフォーム

近年、次世代シーケンサーによる網羅的なゲノム解析によって、新たながんの原因遺伝子が見つかってきています。小児神経膠腫ではヒストンH3.3の27番目のリジンがメチオニンに置換されるという変異(K27M)が見つかっていましたが、がん化における変異の役割はよく分かっていませんでした。本研究では、がん化の詳細なメカニズムを明らかにすべく、ヒト胚性幹細胞(ES細胞)から分化させた神経幹細胞に、K27M変異型H3.3を導入してその効果を調べました。その結果、K27M変異型H3.3は神経幹細胞の増殖を促進させること、さらには、他の変異と組合わさることで正常細胞をがん化させることをつぎとめました。化合物ライブラリーを用いたスクリーニングの結果、K27M変異を持つがん細胞特異的に細胞増殖を抑制する化合物が同定されました。将来、この化合物を元にした新しい治療薬の開発が期待されます。

Figure and Note

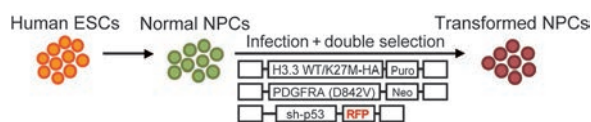


図1: 本研究の概念図。

ヒト胚性幹細胞(ES細胞)から分化させた神経幹細胞に、K27M変異型H3.3や他の変異を導入してがん化させる。

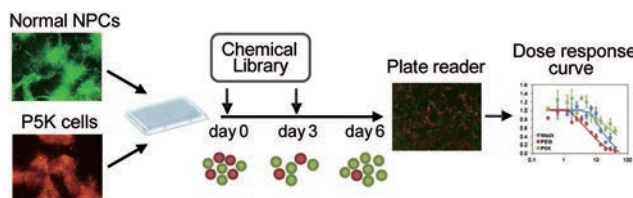
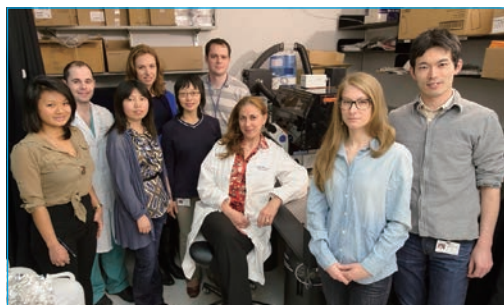


図2: 薬剤スクリーニングの概念図。

正常な神経幹細胞(Normal NPCs)とがん化した細胞(P5K cells)を混合して培養し、薬剤への感受性の違いを蛍光強度によって定量化する。



がん研究のドリームチームを

分子細胞生物学の進歩と解析技術の革新にともなう、基礎生物学と臨床医学の垣根は低くなりつつあります。現在所属しているスローン・ケタリング記念がんセンターのViviane Tabarラボでは、脳腫瘍の専門医と基礎生物学の研究者が協力して、がんを研究する新しいシステムの構築を目指しています。今後、様々なバックグラウンドをもつ研究者の知識・技術を結集することが、がん研究の更なる進歩に欠かせないと考えています。

Science 投稿について

*Science*は、最先端の研究成果を記載した独創的な科学論文や、その論評と分析を掲載する週刊の科学専門誌です。1880年の創刊以来、世界をリードする科学誌として、科学研究に大きなインパクトを与える論文やニュースを発信しています。

*Science*では科学に関するあらゆる分野からの投稿を受け付けています。しかし掲載されるのは、幅広い関心を集め革新的な概念を提示する真に重要な論文のみで、掲載率は10%に落ちません。

以下に日本の読者の皆様のために、*Science Information for Authors* (投稿規定)の簡易日本語版を掲載します。ただし、あくまでこの記事は抜粋版であり、すべての規定を網羅しているわけではないことをご了承ください。投稿前には、後述のウェブサイトで、最新の完全版を必ずご確認ください。

掲載される論文・記事の種類

査読論文

Research Articles：画期的な研究成果を発表する原著論文。4,500語以内もしくは誌上5頁まで。構成はアブストラクト、Instruction、図表(6点以下)、本文(セクションごとに短い見出しを付ける)、参考文献(40件以内)。

Reports：重要性、速報性の高い研究報告。2,500語以内もしくは誌上3頁まで。構成はアブストラクト、Instruction、図表(4点以下)、参考文献(30件以内)。

Reviews：科学研究の新たな展開についての総説。誌上4頁程度。構成はアブストラクトと要点をまとめたInstruction、簡潔な見出しと40件以内の参考文献から構成されます。主に編集者からの寄稿依頼によるものですが、自発的な投稿も受け付けます。

コメンタリー

科学に関連するトピックについての科学者や専門家による分析。Perspectives、Policy Forumsは主に編集者からの寄稿依頼によるものですが、自発的な投稿も受け付けています。

Perspectives：最新の研究の進展について第三者の視点から分析する記事。1,000語以内(図1点可)。

Books or Media Review：最新の書籍、マルチメディア、展示会、映画の論評。1,000語以内。

Policy Forums：科学政策に関連する記事。1,000～2,000語。

Education Forum：就学前～大学院における科学教育に関する記事。1,000～2,000語。

Letter：過去3カ月以内に*Science*に掲載された論文または一般的な関心を集めるテーマについての意見。300語以内。査読を行う場合あり。掲載不可(reject)の場合も、オンラインでコメントとして掲載される可能性がある。

Comments：*Science*掲載記事に対するコメント。その記事の掲載直後にのみ投稿を受け付け。

Technical Comments：過去6カ月以内の研究論文の結果および方法論についての議論。1,000語以内(図表2点以内、参考文献15件以内)。オンライン版で全文が公開され、print版のLettersに簡潔な要約が掲載される。

論文の審査

*Science*に投稿された論文は、すみやかに審査され、掲載さ

れるよう努めています。このため投稿および査読のプロセスは完全に電子化されています。投稿はオンライン投稿システム(URL後述)経由で行われ、Eメールや郵送による投稿は受け付けておりません。審査の進捗状況もオンラインでご確認いただけます。

投稿された論文は秘密情報として取り扱われます。審査プロセスも秘密情報の扱いとなるため、査読者の情報などは開示されません。

該当する分野の知識を有する編集者が投稿された論文を担当します。大半の論文は、審査担当の編集委員会が掲載するかどうかを評価します。編集者は同委員会の意見を考慮します。受理(accept)に至らなかった論文の著者には概ね2週間以内に電子メールで通知されます。米国科学振興協会(AAAS)の会員であるかどうかは論文の選考基準にはなりません。

編集委員会の評価を通過した論文は、2名以上の匿名外部査読者により詳細な査読(peer review)を受けます。査読者には論文送付前に連絡をとり、2週間以内の返却を求めています。迅速な評価が必要な論文の場合には、審査の過程を大幅に短縮することもあります。採用された論文は、精度や明解さの向上、または長さの調整のため必要に応じて編集されます。関心度の低さ、あるいは有益性の乏しさを理由に不採用となった場合、再投稿は受け付けておりません。

*Science*に投稿された論文が掲載に至らなかった場合にも、*Science Signaling*または*Science Translational Medicine*での掲載をお薦めする場合があります。大半の論文は、採用後4～8週間で掲載されます。一部の論文は採用後速やかに*Science Express*(www.scienceexpress.org)にオンライン掲載されます。

投稿に際しての要件および条件

著者資格：論文の提出にあたり、論文のすべての著者が氏名の掲載に同意し、論文の内容と*Science*への投稿を承認していなければなりません。著者情報に関する変更には、その著者全員の文書による承認が必要です。すべての著者による承認が得られていない論文は、審査の対象となりません。

資金調達および利益相反：著者は、バイアスを引き起こしうる(*Science*の利益相反ポリシーで定義)すべての提携先、資金提供元、財務的または経営的關係を開示することに合意しなければなりません。

過去の発表：発表済み、もしくは他誌で発表を検討している論文またはその一部については受け付けできません。インターネット上での掲載は、論文としての独自性を損なう発表とみなします。主要な研究結果をマスメディアに公開することも、研究の新規性が損なわれ、不適切な論文とみなされます。学会での発表は基本的に差し支えありませんが、メディアへの発表や結果を資料として配布することは差し控えてください。ご自身の発表がこうした過去の発表(prior publication)とみなされるかどうか確認したい場合は、事前に編集部あてにお問い合わせください。

関連論文：投稿した著者のいずれかが、他誌に関連する論文を投稿している場合は、その論文のコピーを提出してください。

セキュリティに関する懸念：研究内容がデュアルユース(軍事利用)などに関わりうる場合、事前に編集者にご相談ください。

未発表データおよび私信：未発表データおよび私信を、論

文の資料とすることはできません。

データの入手可能性および資料の共有：すべての読者が、論文の結果を理解、評価するために必要なすべてのデータおよびコンピューターコードを利用できるようにする必要があります。正当な資料請求には適正な対応をお願いします。投稿時に、*Science* に対し、資料共有の制限(例: Material Transfer Agreements: MTA)について開示してください。

ヒトを対象とした試験：研究の参加者に対し、研究内容と予想される結果を説明し、インフォームドコンセントが取得されていなければなりません。ヒトを対象としたすべての研究は内部の倫理委員会(IRB)の承認を得ていなければなりません。

実験動物への配慮：著者が所属する機関のガイドラインに従って、実験動物への配慮がなされていることが必要です。

出版許諾：著作権は著者に帰属します。著者は論文を印刷版ならびにオンライン版で出版する独占的許可を *Science* に与えることに合意します。

アクセスポリシー：出版後、著者は採用された論文を、著者個人のウェブサイトに掲載することができます。また、個人または機関のウェブサイトでは照会リンクを張り、ユーザーが *Science* のオンラインサイトに掲載された論文に自由にアクセスできるようにすることができます。*Science* は、発表から6カ月が経過した時点で、*Science* に掲載された最終版へのリンクを張ることを条件に、採用された論文を NIH およびウェルカムトラストの要件に従い PubMed Central に寄託することを認めます。オリジナルの研究論文は、出版から12カ月後、登録を条件に *Science* のウェブサイトですべてに閲覧できます。

原稿の作成

以下の記述は初回投稿(initial submission)の際に適用される規定の一部です。2回目以降の投稿および規定の全体については、Information for Authors のページを必ずご覧ください。

初回投稿では、Microsoft Word の1ファイルで(図表も含め)原稿全体を作成されるのが望ましいです。Information for Authors のページから Word のテンプレートを取得することが可能です。

原稿の構成

タイトル：90文字以内。

見出し：Research Articles、Reviews のみ。タイトルの補足。

著者および所属機関：タイトルページに記載。著者名と機関名には上付き文字で番号を付すこと。

アブストラクト：広範な読者がいることを踏まえて、研究の妥当性と結果の重要性を説明。125文字以内。

本文：論文の意義を説明する簡潔な Instruction から始める。専門用語は定義すること。記号、略語、および頭字語は初出時に定義。すべての図表は番号順に引用。

参考文献および注記：引用する順に番号を付す(本文、参考文献の本文、図表説明文、SOM の順)。番号は重複しないようにし、組み合わせたり、注記に参考文献を含めたりしないこと。op., cit., または ibid. は使用しないこと。

謝辞：資金提供に関する情報、データの入手可能性に関する記載、アクセッション番号、および原著者の利害の衝突に関連するあらゆる情報。参考文献の後に記載。

表：参考文献の後に挿入する。本文を補足するものとし、同

じ内容を重複して記述しないこと。表説明文(legend)の1文目は、記述的な短いタイトルとする。各カラムには見出しを付け、測定単位を括弧内表示。同一カラム内で単位を変更しないこと。

図説明文：ダブルスペースで番号順に表記。説明文の1行目に図タイトルを表記する。それぞれ200語以内。図中で使用する用語、略語、記号および単位は、本文と揃えること。

Supporting online materia(SOM)：論文の内容を補完するための資料。Materials and Methods、図表、ビデオまたはオーディオクリップなど。SOM は論文にリンクして自由に閲覧できる形でオンライン上に掲載される。

図：初回投稿時は Word 原稿内に含める。データはオンライン投稿時に提出。ただしファイルサイズが大きい場合には、必要に応じて CD または DVD の形式で提出することもできる。SOM には高解像度の画像を使用することが可能。図表の作成および規格についての詳細は Information for Authors を参照のこと。

投稿

Science では、オンラインで論文および Letter の投稿を受け付けています(Eメールによる投稿は不可)。オンライン投稿時には論文に加え、論文の要点を記載したカバーレター、公正な審査プロセスに必要な情報、および希望する査読者の氏名を提出してください。関連論文の PDF コピー(上記参照)は、オンライン投稿番号を明記の上、PDF 形式にて Eメールでお送りください。

マスコミ報道および科学会議での発表について

論文は秘密文書であり、したがって出版前に報道関係者または一般に公開することはできません。広報に関するお問い合わせは、AAAS Office of Public Programs(電話: +1-202-326-6440)または Science Japan Customer Service Office(電話: 06-6202-6272)までご連絡ください。

Science 投稿規定

General Information for Authors (一般的な情報)

http://www.sciencemag.org/site/feature/contribinfo/prep/gen_info.xhtml

Preparing Your Manuscript and Figures (原稿の作成)

<http://www.sciencemag.org/site/feature/contribinfo/prep/index.xhtml>

The Science Contributors FAQ

<http://www.sciencemag.org/site/feature/contribinfo/faq/index.xhtml>

For Authors & Contributors (その他の情報)

<http://www.sciencemag.org/site/help/authors/index.xhtml>

オンライン投稿システム

<https://cts.sciencemag.org>

論文投稿に関する問い合わせ先

Science Contact Information

Phone: (1)-202-326-6550 (USA) (44)-1223-326500 (UK)

Fax: (1)-202-289-7562 (USA) (44)-1223-326501 (UK)

E-mail: science_editors@aaas.org (USA)

science@science-int.co.uk (Europe)



Join AAAS. Get instant access to *Science*. Support all of the sciences.

When you subscribe to *Science*, you become part of the American Association for the Advancement of Science (AAAS), a nonprofit community of more than 120,000 members worldwide who believe in the power of science to make the world a better place. AAAS is hard at work promoting science in government, schools, and in the public commons around the globe.

AAAS's award-winning journal *Science* offers the top peer-reviewed research across multiple disciplines. With your subscription, you'll get:

- 51 weeks of home delivery of *Science*
- Instant online retrieval of every *Science* article ever published, dating back to 1880
- Full access to the *Science* mobile site and apps
- Career advice, webinars, blogs and fascinating features from <http://membercentral.aaas.org/>
- Members-only newsletters, and much more

With increasing public skepticism about science—and public funding for research more uncertain than ever—our work has never been more important. Join hands with us today!

Visit promo.aaas.org/joinaaas. Together we can make a difference.

Science
AAAS

A person wearing a bright yellow raincoat and blue jeans stands on a dark, wet beach, holding a smartphone to take a photo of a massive volcanic eruption in the background. The eruption features large, intense plumes of orange and red lava rising into a dark, cloudy sky. The foreground shows the dark, reflective surface of the beach and the turbulent, glowing lava flows in the distance.

Open access. Open **for discovery.**

***Science Advances*, the new open-access journal from AAAS, is now available online.** Featuring innovative, multidisciplinary articles, *Science Advances* offers the high quality, peer-reviewed research you expect from the publishers of *Science*—in an open, digital-only format. Read the latest findings and submit your research at **scienceadvances.org**.

Science Advances
AAAS



サブマリン型アガロースゲル 電気泳動用装置

ゲルトレイと泳動槽に紫外線透過性あり

最大156サンプルの泳動が可能

伝統的なミニゲルもセット可能

各種安全スイッチを装備

ビビットオレンジが、
ラボを
明るくしてくれます



あいみらん



メーカー略号: CBJ

CEマーキング取得、UL規格取得予定(申請中)、特許出願済



人と科学のステキな未来へ

コスモ・バイオ株式会社

お問い合わせ TEL: (03)5632-9610

URL: <http://www.cosmobio.co.jp/>



人と科学のステキな未来へ
コスモ・バイオ株式会社



欲しい抗体を
すぐお届けします。[※]

取扱い抗体



国内の大学・研究機関と開発した
コスモ・バイオブランド抗体



海外サプライヤーの
バラエティ豊かな抗体

研究速度を上げることは、
世界と競う研究者のみなさまのお役にたてるということ。
コスモ・バイオは、その一助となるために
抗体の国内在庫を種類・数とも充実させ、
「欲しいときにすぐ届く！」
体制づくりに取り組んでおります。

www.cosmobio.co.jp

※ 国内在庫の有無、交通事情・天候などによる配達状況が変わってまいります。ご理解の程 宜しくお願致します。

科学は生命がつむぐ
この惑星の伝説

人と科学のステキな未来へ



人と科学のステキな未来へ
コスモ・バイオ株式会社

www.cosmobio.co.jp