

2012 Issue

# Science

Japanese Scientists in *Science* 2011

サイエンス誌に載った  
日本人研究者



COSMO BIO Co., LTD.  
Inspiration for Life Science



本冊子では、2011年の一年間において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。本冊子に掲載された研究者の方々以外にも、海外で活躍されている日本人は多くいますが、誌面の都合上、国内の研究機関に所属する日本人研究者を基本的には対象とさせていただきます。ご理解ください。

所属名、共著名、図表の選定からラボの紹介まで、すべて著者の方にお任せしています。ありのままの情報を紹介させていただきました。そのため、サイエンス誌に掲載された図表とは異なる場合もあります。また、記載の URL 情報は 2012 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でご確認ください。

#### 発行元

**American Association for the Advancement of Science (AAAS)**

1200 New York Avenue, NW  
Washington, DC20005  
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

株式会社アスカコーポレーション  
〒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

2012 年 2 月

© 2012 American Association for the Advancement of Science (AAAS). All Rights Reserved.

# Science

Japanese Scientists in *Science* 2011

## 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サイエンス誌は、1880年トーマス・エジソンの資金援助を受けて創刊され、世界をリードする科学者やノーベル賞受賞者らの査読付き論文を毎週発行しています。

2011年、日本は東日本大震災に見舞われ、多くの尊い命が犠牲となりました。今もなお、心を痛めて生活している方々がいます。被災された皆様が一日でも早く、心穏やかに暮らすことのできる日がくることをお祈り申し上げます。

世界の科学界における2011年は、日本にとっては輝かしいものでした。Breakthrough of the Year 2011には、はやぶさ研究と光合成タンパク質の構造解析の研究といった二つの素晴らしい日本の成果が選出されました。その他にも、数多くの日本人研究者による論文がサイエンス誌にて公表されました。「日本は強い」。これらの実績は、復興への明るい活力にもなります。

これからも、ますます日本人による最先端の研究が世界に向けて発信され、サイエンス誌を賑わしてくれること、そして日本を元気にしてくれることを信じています。

本誌の制作にあたり、ご多忙の中、ご協力くださった日本人研究者の皆様には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を申し上げます。

2012年2月  
編集者一同

## Writing for *Science* Magazine

*Science* is a global enterprise. International collaborations between scientists are now routine. Many of the papers submitted to *Science* magazine have authors from multiple countries. This is a welcome trend that we at *Science* are keen to encourage. Nevertheless, the process of writing and submitting papers to *Science* magazine can seem very daunting, and the criteria for selection of papers mysterious. However, the procedure is actually more straightforward than it may seem.

When a paper is submitted to *Science* (see <http://www.sciencemag.org/about/authors/> for details of the submission process) it is first assigned to one of 29 staff editors, 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 a rapid evaluation. The Board members are active, senior scientists (see [http://www.sciencemag.org/about/editorial\\_board.dtl](http://www.sciencemag.org/about/editorial_board.dtl) 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 only a limited number 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. Short biographical details of the editors are at [http://www.sciencemag.org/about/meet\\_editors.xhtml](http://www.sciencemag.org/about/meet_editors.xhtml).

When submitting papers to *Science* via the submission website, authors are able to nominate the editor who is most appropriate to handle their paper; these requests are honoured as far as possible.

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 the relevant websites first: good places to start are <http://www.aaas.org/publish.shtml>, or <http://www.sciencemag.org/about/authors/faq/>.



Andrew Sugden  
International Managing Editor  
*Science*

## The News Section of *Science*

Japan was very much in the news this year. The heartbreaking devastation wrought by the triple disaster of an earthquake, tsunami and nuclear meltdown captured the attention of the entire world. It also raised a host of scientific questions that were and are still being debated in the scientific community: How common are such large-scale earthquakes? Is there an effective way to prepare for massive tsunamis? Can nuclear power be generated safely? Will alternative sources of energy fill the gap? What are the health effects of low doses of radiation?

*Science* covered and continues to cover these ongoing debates in the News Section. We have also featured stories on how Japan's research community recovered from the damage to the scientific infrastructure, including at the Japan Proton Accelerator Research Complex in Tokai and the High Energy Accelerator Research Organization in Tsukuba. One feature story took a detailed look the loss of facilities, experimental animals and even research data at Tohoku University and how the school plans to turn tragedy into opportunity with a new focus on disaster science.

The coverage of this disaster from a particularly scientific point of view is an example of how *Science* strives to provide news tailored to the interests of the worldwide research community. We think of the News Section as a weekly international news magazine for scientists and those deeply interested in science. We strive to keep readers up to the minute on important developments in science and technology policy, research trends and results, and science, math and engineering educational issues from all around the world.

To do this, *Science* has writers in virtually all the world's major centers of scientific activity. Here in Asia, we have correspondents in Beijing, Shanghai, New Delhi, and Tokyo and a stable of writers scattered throughout the Asia-Pacific region who cover special topics for us. In addition to the disaster coverage, over the past year we have featured stories from Japan on the challenges of an aging population, the deep sea drilling program, and studies of the H5N1 influenza virus. Elsewhere in Asia, *Science's* writers have reported numerous stories from China and India, and also from both North and South Korea, Hong Kong, Singapore, Taiwan, Thailand and even Laos.

*Science* has been steadily increasing its news coverage of Asia in recent years because, quite simply, the region plays an increasingly important role in worldwide scientific efforts. Governments throughout the region are increasing R&D budgets and this is resulting in increasing numbers of publications in top journals. And Asia's research universities are steadily climbing the international rankings and attracting top-notch faculty and students from around the world.

For those who have not taken a close look lately, the *Science* News Section now has three parts. News Of The Week collects brief items giving a one-stop overview of the latest science headlines. Last year News of the Week included clips on the Japan Prizes and the extension of Japan's IKAROS solar sail space mission. News & Analysis presents recent scientific news but puts its in perspective in a way not found in general interest publications. One example is our story on how competitive grants are making up a larger share of Japan's public budget for research. And finally there is NewsFocus, providing in-depth reporting on scientific trends and developments. Recently we included in this section a three-page story on the international Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array (ALMA) now being completed in Chile to give astronomers, including those from Japan, a new look at cold, dark objects in the universe. In addition, *Science* regularly publishes special issues with extensive coverage of topical subjects. Last February a big special issue celebrated the 10th anniversary of the publication of the Human Genome and included essays and comments from prominent Japanese researchers.

*Science* has embraced online publishing as well. At our ScienceNOW website (<http://sciencenow.sciencemag.org/>) you will find news items updated daily and a link to our *Science*Insider blog on science policy. Both news and blog items often focus on developments in Japan and Asia.

We at *Science* are committed to providing scientific news from Japan and Asia that is hard to find in other publications. If you ever have news items about your institution or your group you feel deserves the attention of the worldwide scientific community, feel free to contact me directly in English or Japanese by email ([dnormile@gol.com](mailto:dnormile@gol.com)) or phone (03-3391-0630). With your help we will continue to give scientific developments in Japan the attention they deserve.

Dennis Normile  
The News Section of *Science*

# Japanese Scientists in *Science* 2011

## サイエンス誌に載った日本人研究者

### Writing for *Science* Magazine ..... 2

1月7日号 REPORT	アクチン線維の二重らせんに沿った フォルミンタンパク質 mDial の回転運動 ..... 9 Rotational Movement of the Formin mDial Along the Double Helical Strand of an Actin Filament 東北大学大学院生命科学研究所 教授 渡邊 直樹 東北大学大学院生命科学研究所 研究員 水野 裕昭
1月14日号 REPORT	Sr <sub>2</sub> RuO <sub>4</sub> における高さ半分の磁化ステップの観測 ..... 10 Observation of Half-Height Magnetization Steps in Sr <sub>2</sub> RuO <sub>4</sub> 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
1月21日号 REPORT	価数揺動系 β-YbAlB <sub>4</sub> における チューニングのいない量子臨界現象 ..... 11 Quantum Criticality Without Tuning in the Mixed Valence Compound β-YbAlB <sub>4</sub> 東京大学物性研究所 助教 松本 洋介 東京大学物性研究所 准教授 中辻 知
1月21日号 REPORT	ボードゲームエキスパートの直観を司る脳のしくみ ..... 12 The Neural Basis of Intuitive Best Next-Move Generation in Board Game Experts 理化学研究所・脳科学総合研究センター 副センター長兼チームリーダー 田中 啓治 理化学研究所・脳科学総合研究センター 研究員 Xiaohong Wan
1月28日号 REPORT	URu <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> の隠れた秩序相における回転対称性の破れ ..... 13 Rotational Symmetry Breaking in the Hidden-Order Phase of URu <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> 京都大学大学院理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 芝内 孝禎 京都大学大学院理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 松田 祐司 日本原子力研究開発機構 研究主幹 芳賀 芳範
2月4日号 REPORT	活動電位が軸索の伝導中にアナログ変調される ..... 14 Action-Potential Modulation During Axonal Conduction 東京大学大学院薬学系研究科 准教授/日本科学技術振興財団さきがけ 池谷 裕二
2月4日号 REPORT	翻訳の一時停止が細胞質 mRNA スプライシングを効率化する ..... 15 Translational Pausing Ensures Membrane Targeting and Cytoplasmic Splicing of <i>XBPIu</i> mRNA 奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 特任助教 柳谷 耕太 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 河野 憲二
2月4日号 RESEARCH ARTICLE	ミジンコの環境応答性ゲノム ..... 16 The Ecoresponsive Genome of <i>Daphnia pulex</i> 東京薬科大学 環境分子生物学研究室 講師 時下 進一 東京薬科大学 環境分子生物学研究室 助教 志賀 靖弘
2月11日号 REPORT	鳥類翼の指が第1、2、3指であることを示す発生学的証拠 ..... 17 Embryological Evidence Identifies Wing Digits in Birds as Digits 1, 2, and 3 東北大学大学院生命科学研究所生命機能科学専攻 器官形成分野 教授 田村 宏治 東北大学大学院生命科学研究所生命機能科学専攻 器官形成分野 大学院生 野村 直生
2月11日号 REPORT	かに星雲からのガンマ線フレア ..... 18 Gamma-Ray Flares from the Crab Nebula SLAC 国立加速器研究所, スタンフォード大学 バノフスキー フェロー 内山 泰伸
3月4日号 REPORT	SAS-6 の構造から推定される中心子内の分子配置 ..... 19 Structures of SAS-6 Suggest Its Organization in Centrioles 東京大学大学院理学系研究科 生物科学専攻 准教授 廣野 雅文
3月11日号 REPORT	テトラシラシクロブタジエン： 4つのケイ素原子でできたひし形構造の発見 ..... 20 A Planar Rhombic Charge-Separated Tetrasilacyclobutadiene 理化学研究所 基幹研究所 所長/機能性有機元素化学特別研究ユニット・ユニットリーダー 玉尾 皓平 理化学研究所 基幹研究所/機能性有機元素化学特別研究ユニット・副ユニットリーダー 松尾 司 理化学研究所 基幹研究所/機能性有機元素化学特別研究ユニット・基幹研究所研究員 鈴木 克規

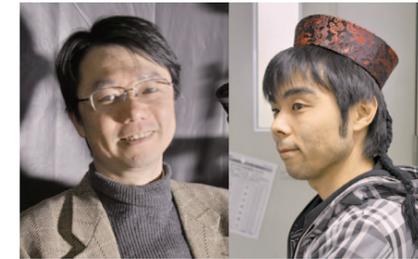
3月18日号 REPORT	大脳側頭葉皮質における知覚/記憶信号処理経路の逆転 ..... 21 Reversal of Interlaminar Signal Between Sensory and Memory Processing in Monkey Temporal Cortex 東京大学 医学部 生理学教室 教授 宮下 保司
3月25日号 REPORT	X 線で最も明るい銀河団でとらえた、銀河団の端のバリオン ..... 22 Baryons at the Edge of the X-ray-Brightest Galaxy Cluster 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 高エネルギー天文学研究系 助教 竹井 洋
4月8日号 REPORT	白色照明による表面プラズモン・ホログラフィー ..... 23 Surface-Plasmon Holography with White-Light Illumination 理化学研究所 河田ナノフォトニクス研究室 主任研究員/大阪大学大学院工学研究科 応用物理学専攻 教授/大阪大学 フォトニクスセンター センター長 河田 聡
4月15日号 REPORT	光の非古典波束の量子テレポーテーション ..... 24 Teleportation of Nonclassical Wave Packets of Light 東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 教授 古澤 明
4月15日号 REPORT	逐次的なシナプス興奮・抑制によって 随意行動の準備活動が形成される ..... 25 Sequential Synaptic Excitation and Inhibition Shape Readiness Discharge for Voluntary Behavior 北海道大学大学院理学研究院 生物科学部門 研究員 加賀谷 勝史
4月15日号 REPORT (I)	グラフェンにおけるディラック点近傍の巨大な非局在性 ..... 26 Giant Nonlocality Near the Dirac Point in Graphene
11月4日号 REPORT (II)	ホットキャリアによるグラフェン固有の光応答 ..... 26 Hot Carrier-Assisted Intrinsic Photoresponse in Graphene 独立行政法人物質・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 主幹研究員 渡邊 賢司 独立行政法人物質・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
4月22日号 REPORT	超原子価スルホニルイミノプロマン(Ⅲ)による 不活性アルカンの高位置選択的アミノ化反応 ..... 27 Highly Regioselective Amination of Unactivated Alkanes by Hypervalent Sulfonylimino-λ <sup>3</sup> -Bromane 徳島大学大学院薬科学研究所 創薬科学専攻 教授 落合 正仁 和歌山大学システム工学部 精密物質学科 教授 中西 和郎
4月29日号 REPORT	鉄ニクタイトにおける軌道に依存しない超伝導ギャップ ..... 28 Orbital-Independent Superconducting Gaps in Iron Pnictides 東京大学工学部物理工学科 助教/独立行政法人科学技術振興機構 下志万 貴博 東京大学物性研究所 教授/独立行政法人科学技術振興機構/独立行政法人理化学研究所 辛 埴
5月6日号 REPORT	高分解能コンプトン散乱を用いた 銅酸化物高温超伝導体中にドーブしたホールの可視化 ..... 29 Imaging Doped Holes in a Cuprate Superconductor with High-Resolution Compton Scattering 財団法人高輝度光科学研究センター 副主席研究員 櫻井 吉晴 東北大学 金属材料研究所 教授/東北大学 原子分子材料科学高等研究機構 山田 和芳
5月13日号 REPORT	マウスのインプリント遺伝子 <i>Rasgrf1</i> の DNA メチル化には piRNA および非コード RNA が必要である ..... 30 Role for piRNAs and Noncoding RNA in de Novo DNA Methylation of the Imprinted Mouse <i>Rasgrf1</i> Locus 九州大学生体防御医学研究所 ゲノム機能制御学部門エピゲノム学分野 教授 佐々木 裕之 Department of Cell Biology, School of Medicine, Yale University 研究員 渡部 聡朗
5月20日号 REPORT	コンパクトなイヌカタヒバゲノムから明らかになった、 維管束植物進化に関係した遺伝子の変化 ..... 31 The Selaginella Genome Identifies Genetic Changes Associated with the Evolution of Vascular Plants 大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 基礎生物学研究所 生物進化研究部門 長谷部 光泰
5月20日号 REPORT	米国西部におけるアセノスフェアの密度、温度、弾性定数の推定 ..... 32 Probing Asthenospheric Density, Temperature, and Elastic Moduli Below the Western United States 名古屋大学大学院環境学研究科 附属地震火山研究センター 助教 伊藤 武男
5月20日号 RESEARCH ARTICLE	ゲノムの比較からみえる分裂酵母の種の分岐 ..... 33 Comparative Functional Genomics of the Fission Yeasts 国立遺伝学研究所 系統生物研究センター 原核生物遺伝研究室 仁木 宏典
5月27日号 REPORT	コバルト添加酸化チタンにおける電氣的に誘起した室温強磁性 ..... 34 Electrically Induced Ferromagnetism at Room Temperature in Cobalt-Doped Titanium Dioxide 東京大学大学院理学系研究科化学専攻 准教授 福村 知昭
5月27日号 REPORT	固い文化と緩い文化の違い：33カ国の比較研究 ..... 35 Differences Between Tight and Loose Cultures: A 33-Nation Study 学習院大学・文学部 教授 外山 みどり 東京大学大学院 人文社会系研究科 教授 山口 勲

6月17日号 REPORT	2011年東北地方太平洋沖地震 (Mw 9.0) の浅部ダイナミックオーバーシュートと深部高エネルギー破壊 Shallow Dynamic Overshoot and Energetic Deep Rupture in the 2011 Mw 9.0 Tohoku-Oki Earthquake 東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻 准教授 井出 哲	36
6月17日号 BREVIA	2011年東北地方太平洋沖地震の震源上の海底の動き Displacement Above the Hypocenter of the 2011 Tohoku-oki Earthquake 海上保安庁 海洋情報部 技術・国際課 海洋研究室 主任研究官 佐藤 まりこ	37
6月24日号 REPORT	太陽風から見積もる太陽の酸素同位体組成 The Oxygen Isotopic Composition of the Sun Inferred from Captured Solar Wind UCLA, 岡山大学 地球物質科学研究センター 国広 卓也	38
7月1日号 REPORT	室温で安定なエレクトライド [Ca <sub>24</sub> Al <sub>28</sub> O <sub>64</sub> ] <sup>4+</sup> ・4e <sup>-</sup> の高温メルトとガラスにおける溶媒和電子 Solvated Electrons in High-Temperature Melts and Glasses of the Room Temperature Stable Electride [Ca <sub>24</sub> Al <sub>28</sub> O <sub>64</sub> ] <sup>4+</sup> ・4e <sup>-</sup> 東京工業大学 応用セラミックス研究所 細野 秀雄	39
7月1日号 REPORT	多結晶鉄合金の超弾性効果 Superelastic Effect in Polycrystalline Ferrous Alloys 東北大学大学院工学研究科 金属フロンティア工学専攻 大森 俊洋	40
7月15日号 REPORT	強相関酸化物の人工構造における金属量子井戸状態 Metallic Quantum Well States in Artificial Structures of Strongly Correlated Oxide 高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 教授 / 科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業 さきがけ研究員 組頭 広志 東京大学大学院工学系研究科 応用化学専攻 日本学術振興会特別研究員 吉松 公平 東京大学大学院工学系研究科 応用化学専攻 教授 尾嶋 正治	41
7月15日号 REPORT	細胞の形のキラリティが器官の左右非対称な形態形成を誘発する Chirality in Planar Cell Shape Contributes to Left-Right Asymmetric Epithelial Morphogenesis 東京理科大学 基礎工学部生物工学科 教授 松野 健治	42
7月22日号 REPORT	銅酸化物におけるスメクティック変調と単位胞内ネマティシティを結びつけるトポロジカル欠陥 Topological Defects Coupling Smectic Modulations to Intra-Unit-Cell Nematicity in Cuprates 米国コーネル大学物理学部・米国ブルックヘブン国立研究所・東京大学理学系研究科物理学専攻 研究員 藤田 和博 オランダライデン大学ローレンツ理論物理学研究所 大学院生・米国コーネル大学物理学部 訪問研究員 A. Mesáros 米国コーネル大学物理学部 准教授 E. -A. Kim 米国コーネル大学物理学部・米国ブルックヘブン国立研究所凝縮系物理・物質科学部門・スコットランドセントアンドリュース大学物理学・天文学部 教授 J. C. Séamus Davis 東京大学理学系研究科物理学専攻 教授 内田 慎一	43
7月29日号 REPORT	フラーレン C <sub>60</sub> 内部に閉じ込められた水単分子 A Single Molecule of Water Encapsulated in Fullerene C <sub>60</sub> 京都大学 化学研究所 教授 村田 靖次郎	44
8月5日号 REPORT (A)	動作中のタンパク質の高速原子間力顕微鏡による直視 Direct Visualization of Proteins in Action by High-Speed Atomic Force Microscopy 金沢大学理工研究域 教授 / バイオ AFM 先端研究センター センター長 / CREST/JST 安藤 敏夫	45
9月2日号 REPORT (B)	金沢大学理工研究域 准教授 / バイオ AFM 先端研究センター / CREST/JST 内橋 貴之	
8月5日号 REPORT	回転子のない F <sub>1</sub> -ATPase の回転触媒を高速原子間力顕微鏡で解明 High-Speed Atomic Force Microscopy Reveals Rotary Catalysis of Rotorless F <sub>1</sub> -ATPase 東京大学大学院 工学系研究科 応用化学専攻 講師 飯野 亮太 東京大学大学院 工学系研究科 応用化学専攻 教授 野地 博行	46
8月5日号 REPORT	神経束形成を司る内在性 Nogo 受容体拮抗物質 LOTUS Cartilage Acidic Protein-1B (LOTUS), an Endogenous Nogo Receptor Antagonist for Axon Tract Formation 横浜市立大学医学部研究員 (現 基礎生物学研究所研究員) 佐藤 泰史 横浜市立大学大学院医学研究科 准教授 竹居 光太郎	47
8月12日号 REPORT	ショウジョウバエ <i>Sex lethal</i> 遺伝子は始原生殖細胞のメス化を誘導する <i>Drosophila Sex lethal</i> Gene Initiates Female Development in Germline Progenitors 自然科学研究機構 基礎生物学研究所 岡崎総合バイオサイエンスセンター 教授 / 総合研究大学院大学 (総研大) 基礎生物学専攻 教授 小林 悟	48
8月12日号 REPORT	大脳新皮質におけるスキーマ依存性遺伝子発現と記憶エンコーディング Schema-Dependent Gene Activation and Memory Encoding in Neocortex 東京大学医学系研究科疾患生命科学センター 健康環境医工学部門 教授 遠山 千春 東京大学医学系研究科疾患生命科学センター 健康環境医工学部門 助教 掛山 正心	49

8月19日号 REPORT	酵母における染色体異数性はゲノム不安定性を促進する Aneuploidy Drives Genomic Instability in Yeast 大阪大学大学院生命機能研究科 教授 / (独) 情報通信研究機構 未来 ICT 研究所 主管研究員 平岡 泰	50
8月26日号 REPORT	小惑星イトカワから回収された粒子の中性子放射化分析 Neutron Activation Analysis of a Particle Returned from Asteroid Itokawa 首都大学東京 大学院理工学研究科 分子物質化学専攻 教授 海老原 充 京都大学原子炉実験所 助教 関本 俊 首都大学東京 大学院理工学研究科 分子物質化学専攻 助教 白井 直樹	51
8月26日号 REPORT	はやぶさ試料の希ガスからわかった、イトカワ表層物質の太陽風および宇宙線照射の歴史 Irradiation History of Itokawa Regolith Material Deduced from Noble Gases in the Hayabusa Samples 東京大学大学院理学系研究科 地殻化学実験施設 教授 長尾 敬介	52
8月26日号 REPORT	小惑星イトカワの微粒子：S型小惑星と普通コンドライト隕石を直接結び付ける物的証拠 Itokawa Dust Particles: A Direct Link Between S-Type Asteroids and Ordinary Chondrites 東北大学大学院理学研究科 地学専攻 教授 中村 智樹	53
8月26日号 REPORT	イトカワ塵粒子の表面に観察された初期宇宙風化 Incipient Space Weathering Observed on the Surface of Itokawa Dust Particles 茨城大学理学部 教授 野口 高明	54
8月26日号 REPORT	ネクチンは聴覚上皮における市松模様様の細胞配列を形成する Nectins Establish a Checkerboard-Like Cellular Pattern in the Auditory Epithelium 神戸大学大学院医学研究科 分子細胞生物学分野 助教 富樫 英 神戸大学大学院医学研究科 分子細胞生物学分野 大学院生 小南 賀乃子 神戸大学大学院医学研究科 分子細胞生物学分野 教授 高井 義美	55
8月26日号 REPORT	はやぶさサンプルの3次元構造：イトカワレゴリスの起源と進化 Three-Dimensional Structure of Hayabusa Samples: Origin and Evolution of Itokawa Regolith 大阪大学大学院理学研究科 宇宙地球科学専攻 教授 土山 明	56
8月26日号 REPORT	はやぶさにより持ち帰られた小惑星イトカワの酸素同位体組成 Oxygen Isotopic Compositions of Asteroidal Materials Returned from Itokawa by the Hayabusa Mission 北海道大学 大学院理学院 自然科学系 教授 塚本 尚義	57
9月2日号 REVIEW	セルロース表面におけるセルラーゼの交通渋滞が加水分解効率を低下させる Traffic Jams Reduce Hydrolytic Efficiency of Cellulase on Cellulose Surface 東京大学 大学院農学生命科学研究科 准教授 五十嵐 圭日子 東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授 鮫島 正浩	58
9月2日号 RESEARCH ARTICLE	ハーシェル宇宙望遠鏡が超新星 1987A 中に大量の塵を発見 Herschel Detects a Massive Dust Reservoir in Supernova 1987A 東京大学 国際高等研究所 数物連携宇宙研究機構 特任研究員 野沢 貴也 ロンドン大学 ユニバーシティー カレッジ ロンドン 物理天文学部 研究員 松浦 美香子 宇宙望遠鏡科学研究所 研究員 / (現) 中央研究院 天文及天体物理研究所 研究員 大塚 雅昭	59
9月30日号 REPORT	遺伝子にコードされた Ca <sup>2+</sup> 指示薬の拡張パレット An Expanded Palette of Genetically Encoded Ca <sup>2+</sup> Indicators 北海道大学電子科学研究所 教授 / 科学技術振興機構 さきがけ 永井 健治	60
10月7日号 REPORT	オーストラリア先住民のゲノムが示す複数回のアジアへのヒトの移動 An Aboriginal Australian Genome Reveals Separate Human Dispersals into Asia 北里大学医学部解剖学講座 教授 埴原 恒彦	61
10月7日号 REPORT	超伝導回路による量子フォンノイマンアーキテクチャの実現 Implementing the Quantum von Neumann Architecture with Superconducting Circuits 日本電気株式会社グリーンイノベーション研究所 主任 / Green Innovation Research Laboratories, NEC Corporation, Assistant Manager 山本 剛	62
10月21日号 REPORT	グラファイト状半導体ナノチューブセグメントが連結した超分子ヘテロ接合構造 Supramolecular Linear Heterojunction Composed of Graphite-Like Semiconducting Nanotubular Segments 東京大学大学院工学系研究科 化学生命工学専攻 教授 / 独立行政法人理化学研究所基幹研究所 機能性ソフトマテリアル研究グループ グループディレクター 相田 卓三 東京工業大学資源化学研究所 教授 / 独立行政法人理化学研究所基幹研究所 機能性ソフトマテリアル研究グループ エネルギー変換研究チーム チームリーダー 福島 孝典 東京大学大学院工学系研究科 化学生命工学専攻 博士課程 / 独立行政法人理化学研究所基幹研究所 機能性ソフトマテリアル研究グループ エネルギー変換研究チーム 研修生 張 維	63

# アクチン線維の二重らせんに沿った フォルミンタンパク質 mDia1 の回転運動

Rotational Movement of the Formin mDia1 Along the Double Helical Strand of an Actin Filament



写真(左:渡邊直樹, 右:水野裕昭)

渡邊直樹 Naoki Watanabe

東北大学大学院生命科学研究所 教授

水野裕昭 Hiroaki Mizuno

東北大学大学院生命科学研究所 研究員

東田知陽 元 云峰 石崎敏理 成宮周

京都大学医学研究科 神経・細胞薬理学教室

**Contact** E-mail: nwatanabe@m.tohoku.ac.jp  
所在地: 980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3  
URL: http://labo.lifesci.tohoku.ac.jp/nwatanabe\_lab/index.html

## Figure and Note

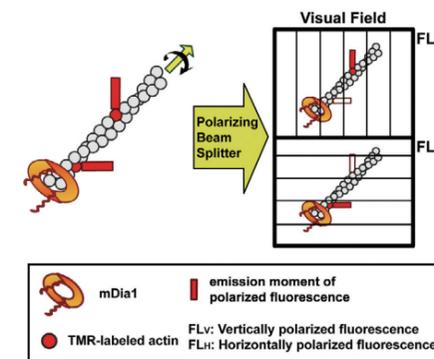


図1: 一分子蛍光偏光を用いた mDia1 が伸長するアクチン線維の回転運動の可視化  
mDia1 が結合した線維末端に単量体アクチンが加わりつつ回転しながら線維が伸長するため、TMR の蛍光の偏光強度は縦から横、横から縦へと周期的に変化する。

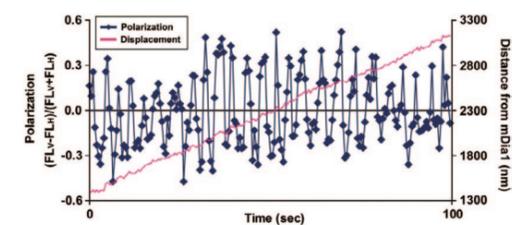


図2: mDia1 が伸長する線維上の TMR アクチンの蛍光偏光(青線)と mDia1 からの距離(ピンク線)の時間変化

## プロセシブアクチン重合時の フォルミンファミリーの回転を証明

フォルミンファミリータンパク質は、細胞の極性形成や細胞質分裂に必要なアクチン重合促進因子であり、重合中のアクチン線維端に結合したままプロセシブに線維を伸長させるユニークな性質をもつ。アクチン線維は72ナノメートルで1回転するらせん構造をもつことから、フォルミンファミリーは回転しながらアクチンを重合することが予測されてきたが、その証明はなかった。本研究は、アクチン線維に低濃度で結合したテトラメチルローダミンが発する蛍光の偏光を一分子ごとに可視化する技術を用い、フォルミンファミリーの1つ mDia1 から伸長するアクチン線維が線維軸のまわりを回転する様子を可視化することに成功した。この回転には、アクチンに結合した ATP・ADP の違いやアクチン単量体結合分子プロフィリンの有無、重合・脱重合の違いは影響しなかった。また付随的に、ATP 存在下で観察される mDia1 によるアクチン重合の著明な加速が ADP アクチンを用いた場合には、逆に脱重合の促進に働くことが判明した。アクチンの重合力は細胞先端を前進させるなど細胞運動の原動力の1つであるが、以上の結果は、フォルミンファミリーが発する線維のねじれ力がアクチン重合や線維の崩壊に影響を及ぼすことを示唆している。



## 東北大学生命科学研究科 単分子動態生物学分野 メンバー

主にアクチン細胞骨格系の制御分子を蛍光単分子可視化することで、細胞の形作りの基本原理の解明を進めてきました。最近では、細胞シグナルや分子標的薬の作用を、細胞内でリアルタイムに捕捉することにも挑んでいます。生命の複雑系のなかで個々の分子の性質を迅速に捉えることのできる分子可視化手法の応用・発展を目指しています。

10月21日号 REPORT	質量分析によって明らかになった V 型 ATPase 複合体の結合脂質と核酸結合の効果 ..... 64 Mass Spectrometry of Intact V-Type ATPases Reveals Bound Lipids and the Effects of Nucleotide Binding 千葉大学大学院理学研究科 特任准教授 村田 武士
11月11日号 REPORT	FeO の相転移と地球の外核における成層 ..... 65 Phase Transition of FeO and Stratification in Earth's Outer Core 海洋研究開発機構 地球内部ダイナミクス領域 地球内部物質循環研究プログラム 超高压物性研究チーム 技術研究副主任 小澤 春香
11月25日号 REPORT	高い活性を持つ広範囲中和抗体が HIV の糖鎖シールドを認識して通り抜ける ..... 66 A Potent and Broad Neutralizing Antibody Recognizes and Penetrates the HIV Glycan Shield 理化学研究所 基幹研究所 主任研究員/科学技術振興機構 ERATO グライコトリロジープロジェクト研究総括 伊藤 幸成
11月25日号 REPORT	はくちょう座スーパーバブルの中に フェルミ衛星が発見した若い宇宙線の繭(まゆ) ..... 67 A Cocoon of Freshly Accelerated Cosmic Rays Detected by Fermi in the Cygnus Superbubble 広島大学 宇宙科学センター 准教授 水野 恒史
11月25日号 REPORT	42,000 年前 (BP) にさかのぼる 現生人類(新人)の外洋漁撈と海洋技術 ..... 68 Pelagic Fishing at 42,000 Years Before the Present and the Maritime Skills of Modern Humans 東海大学 海洋学部 海洋文明学科 小野 林太郎
11月25日号 REPORT	線虫 <i>C. elegans</i> の受精卵において、 父性ミトコンドリアは受精依存的に誘導される オートファジーによって選択的に分解される ..... 69 Degradation of Paternal Mitochondria by Fertilization-Triggered Autophagy in <i>C. elegans</i> Embryos 群馬大学 生体調節研究所 細胞構造分野 佐藤 美由紀 群馬大学 生体調節研究所 細胞構造分野 佐藤 健
11月25日号 REPORT	フェルミ衛星による球状星団における 明るいガンマ線パルサーの発見 ..... 70 Fermi Detection of a Luminous $\gamma$ -Ray Pulsar in a Globular Cluster 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 日本学術振興会 特別研究員 田中 康之 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 教授 高橋 忠幸 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 助教 尾崎 正伸 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 JAXA Young Top Fellow Lukasz Stawarz
12月2日号 REPORT	2011 年東北地方太平洋沖地震: 海溝軸まで達した海底変動 ..... 71 The 2011 Tohoku-Oki Earthquake: Displacement Reaching the Trench Axis 独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域 技術研究主任 富士原 敏也 独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域 プログラムディレクター 小平 秀一
12月2日号 REPORT	原始星フィードバックは 宇宙初代星の成長を抑制する ..... 72 Protostellar Feedback Halts the Growth of the First Stars in the Universe 京都大学理学研究科 研究員/日本学術振興会 海外特別研究員 (NASA ジェット推進研究所) 細川 隆史
12月9日号 REPORT	OB 型暴走星の起源 ..... 73 The Origin of OB Runaway Stars 鹿児島大学 理工学研究科 日本学術振興会特別研究員 藤井 通子
12月9日号 REPORT	復号化した fMRI 信号のニューロフィードバックによって 刺激提示なしに知覚学習を起こす ..... 74 Perceptual Learning Incepted by Decoded fMRI Neurofeedback Without Stimulus Presentation 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 川人 光男
12月9日号 REPORT	嗅内皮質第3層から海馬への入力 時間関係連合記憶に必須である ..... 75 Entorhinal Cortex Layer III Input to the Hippocampus Is Crucial for Temporal Association Memory 徳島文理大学 香川薬学部 准教授 富永 貴志
Science 投稿について ..... 76	

# Sr<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub> における 高さ半分の磁化ステップの観測

Observation of Half-Height Magnetization Steps in Sr<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub>

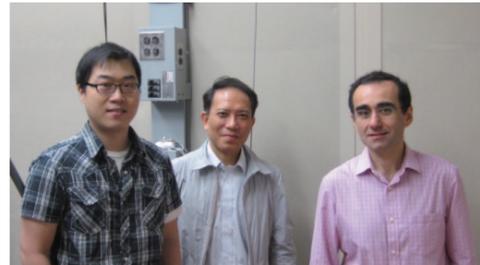


写真 (左から Jang, 前野, Budakian)

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

J. Jang<sup>1</sup> D. G. Ferguson<sup>1</sup> V. Vakaryuk<sup>1,2</sup> R. Budakian<sup>1</sup>  
S. B. Chung<sup>3</sup> and P. M. Goldbart<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Physics, University of Illinois at Urbana-Champaign

<sup>2</sup> Materials Science Division, Argonne National Laboratory

<sup>3</sup> Department of Physics, McCullough Building, Stanford University

**Contact** 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

Figure and Note

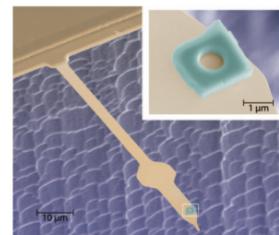


図1: 超高感度の磁気トルク計とルテニウム酸化物超伝導体の微小結晶

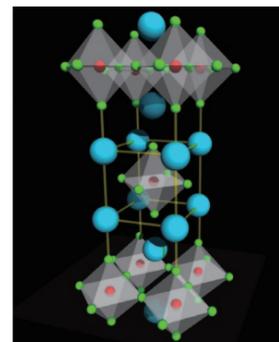


図2: ルテニウム酸化物超伝導体の結晶構造

## 超伝導微小結晶リングで、 半磁束量子に対応する磁化ステップを観測

電気は電子のもつ負電荷の大きさを最小単位として振る舞うが、磁気は連続量でどこまでも細かくできると考えられている。ところが超伝導体の中では、磁気は直径 10 ミクロンの輪を通過する地磁気程度の大きさの「磁束量子」が最小単位となることが知られている。イリノイ大学のブダキアン准教授のグループとの共同研究で、ルテニウム酸化物の超伝導体 Sr<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub> では、従来の半分の大きさの磁束量子が存在する証拠を見つけた。単一の物質中で半分の量子化磁束が報告されたのは初めてである。この物質は前野らが 1994 年にその超伝導を発見したもので、その後の世界的な研究成果の積み重ねで、「スピン三重項超伝導体」として知られている。電子は電気を運ぶ「電荷」と磁石の性質をもつ「スピン」の性質を持っているが、従来の超伝導体では電子はスピン一重項対をつくりスピンの性質を失う。ところがスピン三重項超伝導体では、電子の流れとスピンの向きの両方の情報を保つため、電流に関係した磁束の量子化は、条件によっては半分の大きさで済むことになる。今回の研究では京都大学で作製した超伝導体の結晶を 2000 ナノメートル程度に小さくして 500 ナノメートル程度の穴をあけることにより、半分の磁束量子に対応する状態ができることを実証した。研究者が 30 年間以上追いつめていた超伝導の新しい性質の発見とともに、ルテニウム酸化物の超伝導 がスピン三重項であることのさらなる強い確証となる。



### 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・石田憲二教授・米澤進吾助教のもと、スピン三重項超伝導や磁性と共存する超伝導などの研究テーマを中心に、新しい物質の開発とそれによってもたらされる量子現象の開拓、特に「トポロジカル量子現象」の開拓を進めています。測定手法として比熱や核磁気共鳴などを専門とし、圧力効果や超伝導接合効果の実験も含めて、特に低温物理学に重心を置いて研究しています。新学術領域研究「トポロジカル量子現象」URL: http://www.topological-qp.jp

# 価数揺動系 β-YbAlB<sub>4</sub> における チューニングのいらぬ量子臨界現象

Quantum Criticality Without Tuning in the Mixed Valence Compound β-YbAlB<sub>4</sub>

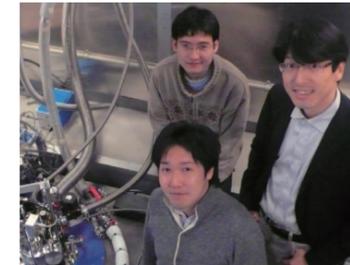


写真 (左: 久我, 右: 中辻, 下: 松本)

松本 洋介 *Yosuke Matsumoto*

東京大学物性研究所 助教

中辻 知 *Satoru Nakatsuji*

東京大学物性研究所 准教授

久我 健太郎<sup>1</sup> 柄木 良友<sup>1</sup> 堀江 直樹<sup>1</sup> 志村 恭通<sup>1</sup>  
榊原 俊郎<sup>1</sup> Andriy H. Nevidomskyy<sup>2,3</sup> and Piers Coleman<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> 東京大学物性研究所

<sup>2</sup> Center for Materials Theory, Department of Physics and Astronomy, Rutgers University

<sup>3</sup> Department of Physics and Astronomy, Rice University

<sup>4</sup> Department of Physics, Royal Holloway, University of London

**Contact** E-mail : satoru@issp.u-tokyo.ac.jp  
所在地 : 277-8581 千葉県柏市柏の葉 5 丁目 1 番 5 号

Figure and Note

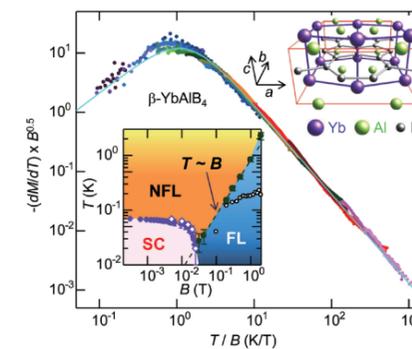


図: 零磁場量子臨界点を証明する磁化の T/B スケーリング  
約 3K 以下、2T 以下の幅広い温度、磁場領域で、磁化の温度微分に磁場の 1/2 乗を掛けたものを T/B に対してプロットすると、単一の曲線上にきれいに乗る。挿入図: β-YbAlB<sub>4</sub> の結晶構造。

## 金属で初めての零磁場量子臨界点 — 新しい金属相の可能性 —

量子臨界点とは、磁場や圧力などによって、絶対零度まで秩序化が抑えられ、揺らぎが発散的に大きくなっている相空間上の点のことをいう。金属・絶縁体を問わず、様々な系で量子臨界点は新しい量子現象の宝庫として注目されてきた。また一般に、量子臨界現象を実現するには、磁場や圧力といったパラメータをチューニングすることが必要であると考えられてきた。さまざまな物質のなかでも、重い電子系と呼ばれる希土類を含む金属間化合物は、良質な結晶とその比較的低いエネルギースケールから、量子臨界現象の研究に最適な系であり、量子臨界点近傍で、しばしば非従来型の超伝導や、フェルミ液体論に従わない異常金属等が見出されるなど、電子相関の強い金属の典型例を多く輩出してきた。今回我々は、自ら開発した価数揺動系の新たなイッテルビウム系化合物 β-YbAlB<sub>4</sub> の純良単結晶の精密磁気測定から、この系の磁化が T/B スケーリングを示し、この物質の量子臨界点が金属では初めて実質的にゼロ磁場に存在することを発見した。すなわち、この系では磁場、圧力といったパラメータをチューニングすること無しに、温度を下げるだけで量子臨界現象が自発的に現れる。このことは、既存の理論で説明ができないだけでなく、「量子臨界相」という全く新しい金属相の実現の可能性を示唆している。



### 東京大学物性研究所 新物質研究部門 中辻研究室 メンバー

私たちの研究室では、遷移金属化合物や、重い電子系と呼ばれる金属間化合物の新物質開発および低温物性測定を行っています。量子臨界現象、スピン・軌道の秩序と密接する新しいタイプの金属状態・超伝導状態、従来型のスピン秩序を抑えることで期待される、磁性半導体での新しい量子スピン液体などに注目して研究を進めています。研究室 URL: http://satoru.issp.u-tokyo.ac.jp/index.html

# ボードゲームエキスパートの直観を司る脳のしくみ

The Neural Basis of Intuitive Best Next-Move Generation in Board Game Experts



写真(左: Xiaohong Wan, 右: 田中 啓治)

田中 啓治 Keiji Tanaka

理化学研究所・脳科学総合研究センター 副センター長兼チームリーダー

Xiaohong Wan

理化学研究所・脳科学総合研究センター 研究員

中谷 裕教<sup>1</sup> 上野 賢一<sup>2</sup> 浅水屋 剛<sup>2</sup> and Kang Cheng<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>理化学研究所・科学総合研究センター・認知機能表現チーム

<sup>2</sup>理化学研究所・脳科学総合研究センター・fMRI支援ユニット

Contact

E-mail: keiji@riken.jp

所在地: 351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1

URL: http://www.brain.riken.go.jp/labs/cbms/tanaka.html

## 将棋のプロ棋士の直観思考が基底核の活動に依存することを解明

エキスパートは素晴らしい能力を持つ。エキスパートの分野は多岐に渡るが、心理学的研究は共通の特徴として、その能力は分野特異的であり、自動的に素早く無意識な(すなわち直観的)処理に依存し、10年以上にわたる日ごとの集中した訓練によって培われることなどを見いだしてきた。将棋などのボードゲームははっきりした規則により行われるので、研究に適している。私達は、与えられた将棋盤面に対する次の最善手を素早く直観的に思いつくプロ棋士の能力に注目し、直観的に次の最善手を思いつくときとゆっくり意識的に考えるときの脳活動を機能的磁気共鳴画像法という方法を用いて測定し比較した。その結果、ゆっくり意識的に考える

ときはもっぱら前頭連合野を中心とした大脳皮質を使うが、直観的に考えるときは大脳皮質の内側にある基底核の尾状核頭部という脳の部分を使っていることを見いだした。基底核の活動は概ねプロ棋士に特異的であった。大脳皮質が人間などの霊長類で大きく発達した脳の構造であるのに対し、基底核はネズミなどの齧歯類ですでに立派に発達した系統発生的に古い構造である。また、基底核は抑制の抑制を含んだ独特の神経回路を持つことが知られている。エキスパートの直観は、長い訓練に進化的により新しい大脳皮質での情報処理を進化的に古い基底核に移してその独特の神経回路を使うことで、成立しているらしい。

### 理化学研究所・脳科学総合研究センター・認知機能表現研究チーム

認識、意志決定などの高次脳機能の脳内メカニズムを明らかにするため、霊長類実験動物にいろいろな認知的課題を訓練し脳の部分破壊の影響や課題遂行中の神経細胞活動を調べる動物での実験と、4テスラMRI装置でヒト被験者の脳活動を記録する実験を行っている。メンバーの7割が日本以外の出身であり、研究室では英語だけで研究活動を行っている。

### Figure and Note

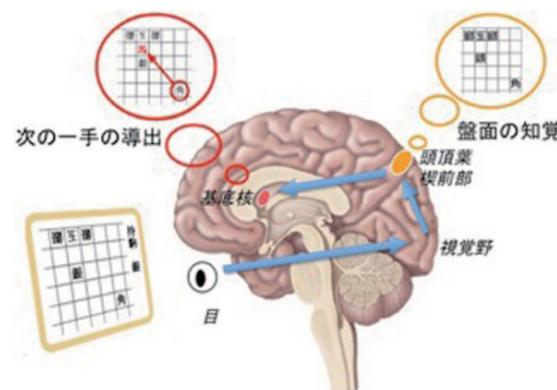


図: 盤面を素早く理解し次の最善手を直観的に導出する神経回路。視覚野での処理を経て頭頂葉の楔前部でチャンクに基づく盤面の知覚が起こり、その情報が基底核に送られて次の最善手の素早い発生が起こる。

# URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> の隠れた秩序相における回転対称性の破れ

Rotational Symmetry Breaking in the Hidden-Order Phase of URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>



写真(左から芝内、松田、芳賀)

Contact

E-mail: shibauchi@scphys.kyoto-u.ac.jp

所在地: 606-8502 京都府京都市左京区北白川追分町

URL: http://kotai2.scphys.kyoto-u.ac.jp

芝内 孝禎 Takasada Shibauchi

京都大学大学院理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 准教授

松田 祐司 Yuji Matsuda

京都大学大学院理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 教授

芳賀 芳範 Yoshinori Haga

日本原子力研究開発機構 研究主幹

岡崎 竜二<sup>1</sup> 史 宏杰<sup>1</sup> 松田 達磨<sup>2</sup>

山本 悦嗣<sup>2</sup> 大貫 惇睦<sup>2,3</sup> 池田 浩章<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻

<sup>2</sup> 日本原子力研究開発機構

<sup>3</sup> 大阪大学大学院理学研究科 物理学専攻

## ウラン化合物における四半世紀の謎を解明

ウラン化合物 URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> は、電子間の相互作用が強いために見かけの電子の質量が非常に重くなった「重い電子」系物質として知られています。特に、17.5 K で二次相転移を示すことが 1985 年に発見されましたが、その後の膨大な研究にもかかわらず、どのような状態になっているかが未解明の状態が続いており、「隠れた秩序」状態とよばれて大きな注目を浴びています。二次相転移による状態の変化は一般に対称性の破れを伴いますが、「どの対称性が破れた状態であるか」という最も根本的な問題が未解決のまま、物性物理学における四半世紀にわたる大きな謎でした。今回、原子力開発機構の芳賀グループにより育成された純良微小単結晶の磁気トルク精密測定から、結晶構造の4回回転対称性を破った電子状態とよべる状態であることを初めてつきとめました(図参照)。現在までに、この「隠れた秩序」に対して様々な理論が提唱されてきましたが、今回明らかになった4回回転対称性の破れはその前提を覆すものです。このような回転対称性の破れた電子の状態は、液晶との類似性から「ネマティック電子状態」とも呼べる状態で、物質の新しい状態の理解へつながると期待されます。

### Figure and Note

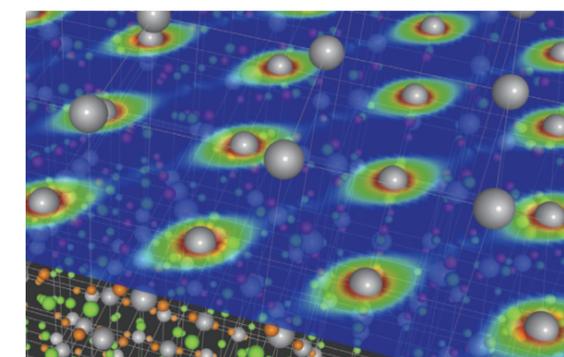


図: URu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> の電子状態の概念図。白丸がそれぞれウラン原子を示している。「隠れた秩序」相では右斜め [110] 方向と左斜め [-110] 方向で異なる状態となっており、結晶構造の4回の回転対称性が破れている。



### 京都大学大学院理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 物理学第一分野 固体電子物性研究室 メンバー

我々の研究室では、強く相互作用し合う電子系の示す興味ある多彩な振る舞いを実験を通じて研究しています。特に物質が低温で示す超伝導現象、電子輸送現象、相転移現象に興味を持ち、多体電子系の対称性に着目した研究を行っています。研究室 HP: http://kotai2.scphys.kyoto-u.ac.jp

# 活動電位が軸索の伝導中にアナログ変調される

Action-Potential Modulation During Axonal Conduction



**池谷 裕二** Yuji Ikegaya  
 東京大学大学院薬学系研究科 准教授  
 日本科学技術振興財団さきがけ  
**佐々木 拓哉** 松木 則夫  
 東京大学大学院薬学系研究科

**Contact** E-mail: ikegaya@mol.f.u-tokyo.ac.jp  
 所在地: 113-0033 東京都文京区本郷7丁目3-1  
 URL: http://www.f.u-tokyo.ac.jp/~matsuki/yakusaku.htm

写真(左:佐々木 拓哉、右:池谷 裕二)

Figure and Note

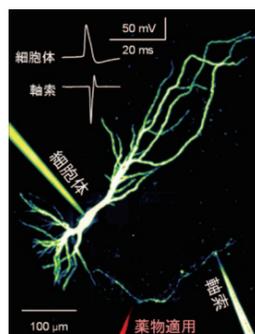


図1: 軸索からのパッチクランプ記録  
 開発した蛍光ガラス電極を用いて、ラット海馬スライス標本のCA3野錐体細胞の軸索からパッチクランプ記録を行うことに成功した。神経伝達物質であるグルタミン酸を、軸索の途中に局所適用すると、近傍の軸索で活動電位の幅が増大する。

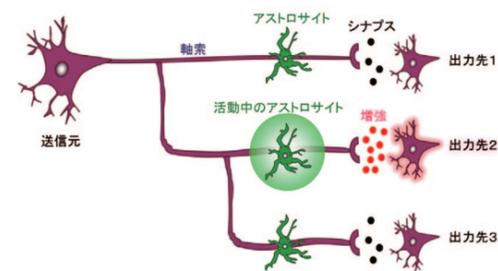


図2: 発見の概略  
 デジタルな活動電位がアストロサイトの活動によってアナログ的に調節される

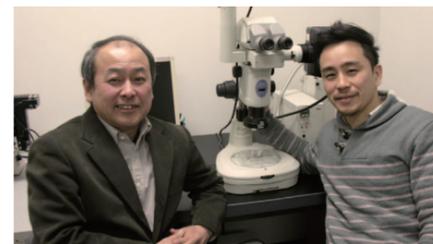


**東京大学 大学院薬学系研究科  
 薬品作用学教室 メンバー**

松木則夫教授が主催し、現在約40人を有する全国でも有数の巨大な大学院研究室。「くすりを使って脳を究める」ことを目標として掲げ、神経薬理学をはじめ、生理学や細胞生物学的なアプローチで脳の謎に挑む。脳局所回路のメソコピックなレベルを主体に、分子レベルから全身動物レベルまでを幅広くカバーし、なかでも独自の実験法である光学イメージング技術、パッチクランプ技術、行動試験技術は自慢。

# 翻訳の一時停止が細胞質 mRNA スプライシングを効率化する

Translational Pausing Ensures Membrane Targeting and Cytoplasmic Splicing of *XBPIu* mRNA



**柳谷 耕太** Kota Yanagitani  
 奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 特任助教  
**河野 憲二** Kenji Kohno  
 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  
**木俣 行雄**<sup>1</sup> **門倉 広**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> バイオサイエンス研究科 准教授  
<sup>2</sup> バイオサイエンス研究科 国際リサーチフェロー

写真(左:河野 憲二、右:柳谷 耕太)

**Contact** E-mail: kkouno@bs.naist.jp  
 所在地: 630-0192 奈良県生駒市高山町 8916-5  
 URL: http://bsw3.naist.jp/courses/courses207.html

ストレス解消には休息が必要

真核生物の小胞体に異常が生じると(小胞体ストレスと呼ばれる)、その情報は小胞体膜上で転写因子 XBP1 の前駆体 mRNA (*XBPIu* mRNA) がスプライシングされることによって核へ伝達される。このスプライシングは小胞体膜上で起こる非常にユニークな反応であるため、独特の未知な分子機構の存在が示唆されていた。以前の研究で我々は、*XBPIu* mRNA が小胞体膜上に局在化することを見出していた。この局在化には自身がコードするタンパク質 XBP1u の翻訳が必要であること、XBP1u は小胞体膜への親和性を有することが分かったが、詳細な分子機構は不明であった。今回我々は、*XBPIu* mRNA の翻訳が途中で一時的に停止することを見出した。さらに、この翻訳停止反応によって *XBPIu* mRNA は、XBP1u の小胞体膜への親和性を利用して、小胞体膜上に局在し、小胞体の異常を効率良く伝達出来るようになることが明らかとなった。一般的に、タンパク質の合成過程はスムーズに進行し、合成が完了した後にタンパク質はリボソームから解放されて、その機能を獲得すると考えられていた。しかし、XBP1u のように、その合成が途中の状態でも機能を持つ例が、これからはもっと見出されてくるだろう。その際には、翻訳停止がその重要なキープポイントになるであろう。

Figure and Note

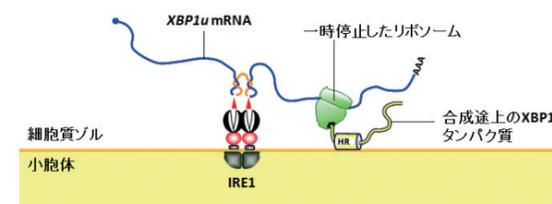


図: *XBPIu* mRNA の小胞体膜局在化機構のモデル  
*XBPIu* mRNA を翻訳中のリボソームから伸長する新生 XBP1u ポリペプチドは HR 領域を介して膜に結合し、その結果、*XBPIu* mRNA をリボソーム・新生鎖複合体の一部として膜上にリクルートする。小胞体ストレス時には活性化された小胞体膜タンパク質である IRE1a によって、膜に係留された *XBPIu* mRNA が効率的にスプライシングされる。我々の研究で、*XBPIu* の C 末端付近を合成中のリボソームが一時的に停止し、翻訳途中の状態を安定化することで、*XBPIu* mRNA が効率的に小胞体膜上に局在化することが分かった。



**奈良先端科学技術大学院大学・バイオサイエンス研究科・動物細胞工学研究室 メンバー**

小胞体におけるタンパク質の品質管理と、異常タンパク質が蓄積したときに起こる小胞体ストレス応答、またその破綻により起こる疾患に関し、酵母・動物細胞・マウスなどを用いて研究しています。この研究はいろいろな所に飛び火し、今回は mRNA からの翻訳停止という話に波及してしまいました。生物が生きていくために、いろいろな手段を使ってきたことがこのストレス応答の中にも読み取ることができ、非常に面白く研究が進んでいます。

研究室 HP: http://bsw3.naist.jp/kouno/kouno.html

# ミジンコの環境応答性ゲノム

The Ecoresponsive Genome of *Daphnia pulex*



写真(左:時下,右:志賀)

時下 進一 Shinichi Tokishita

東京薬科大学 環境分子生物学研究室 講師

志賀 靖弘 Yasuhiro Shiga

東京薬科大学 環境分子生物学研究室 助教

土屋 大<sup>1</sup> 山形 秀夫<sup>2</sup> 山田 拓司<sup>3</sup>

John K. Colbourne<sup>4</sup> et al.

<sup>1</sup> インディアナ大学・Center for Genomics and Bioinformatics

<sup>2</sup> 東京薬科大学 生命科学部 名誉教授

<sup>3</sup> EMBL・Structural and Computational Biology Unit

<sup>4</sup> Center for Genomics and Bioinformatics, Indiana University

Contact

E-mail : shinichi@toyaku.ac.jp (時下)

yshiga@toyaku.ac.jp (志賀)

所在地 : 192-0392 東京都八王子市堀之内 1432-1

Figure and Note



図1: 低酸素環境に応答したヘモグロビンの大量蓄積。通常酸素条件下(左)および低酸素条件下(右)で飼育したオオミジンコ。ヘモグロビンの大量蓄積により体色が赤くなる。

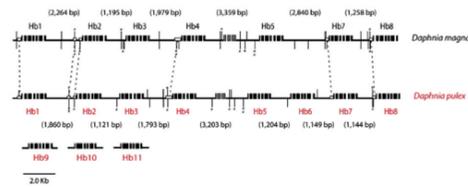


図2: ミジンコおよびオオミジンコのヘモグロビンクラスターの比較

## 甲殻類生物初のゲノム解読が明かしたゲノムレベルの環境応答

ミジンコ (*Daphnia pulex*) は生態系保全や環境汚染評価に重要な淡水性の微小甲殻類である。今回我々は国際研究共同体 *Daphnia* Genomics Consortium の一員として、甲殻類生物では初となるミジンコの全ゲノムを解読し発表した。この論文では、わずか2億塩基対という小さなミジンコゲノム中に、これまでにゲノム配列が決定された動物の中で最も多い約3万1千もの遺伝子が詰め込まれていること、その1/3以上はミジンコにだけ発見された遺伝子であること、その多くが環境の変化に特異的に応答する遺伝子であり、多重化する傾向が強いことなど、これまでの実験室内モデル生物の解析では検知できなかった遺伝子やゲノムの動的な性質を明らかにし、「環境ゲノム学」という新しいゲノム研究の視野の重要性を提示した。また、ミジンコのヘモグロビン遺伝子は、高度に多重化しその環境応答性を多様化させる一方で、遺伝子のタンパク質をコードする領域を均一化して不活性化を防ぐ機構が働いていることを明らかにした。今回の研究成果は、ミジンコ遺伝子発現レベルを指標としたリアルタイムの環境アセスメントや分子レベルの環境毒性試験法の開発など、応用面にも貢献することが期待される。

### 東京薬科大学 生命科学部 環境分子生物学研究室

当研究室のミジンコ研究グループは、世界に先駆けてミジンコ類の遺伝子解析を開始し、国際研究共同体 DGC の創設メンバーとして重要な役割を果たしてきました。現在は別種のオオミジンコ (*Daphnia magna*) を主な研究材料として、環境応答遺伝子群の分子生物学的解析(時下グループ)と形態形成遺伝子群の進化発生物学的解析(志賀グループ)を進めています。研究室 URL: <http://www.ls.toyaku.ac.jp/Life-Science/lemb-5/>



# 鳥類翼の指が第1、2、3指であることを示す発生学的証拠

Embryological Evidence Identifies Wing Digits in Birds as Digits 1, 2, and 3



写真(前列左から田村、野村、後列左から横山、関、米井)

田村 宏治 Koji Tamura

東北大学大学院生命科学研究所生命機能科学専攻 器官形成分野 教授

野村 直生 Naoki Nomura

東北大学大学院生命科学研究所生命機能科学専攻 器官形成分野 大学院生

関 亮平 米井 小百合 横山 仁

東北大学大学院生命科学研究所生命機能科学専攻 器官形成分野

Contact

E-mail : tam@m.tohoku.ac.jp

所在地 : 980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3

Figure and Note



図: 前後肢交換移植実験による、ZPA 指形成能力の検定 (A) 前肢 ZPA を後肢に移植しても過剰指に前肢の指は含まれないが、(B) 後肢 ZPA を前肢に移植すると過剰指に後肢の指(矢頭)が含まれる。前肢と後肢で ZPA 自身の指形成能力が異なることがわかる。

## 150年続く鳥類恐竜起源説論争に終止符を打つ発生研究

鳥類が恐竜の一部から進化したことはさまざまな証拠から広く支持されているが、恐竜の前足の3本の指は第1、2、3指であるのに鳥類のそれは第2、3、4指である、というパラドクスが問題点として指摘されてきた。今回、ニワトリの前肢の指が形成される発生過程を詳細に追跡し、マウスの前肢(5本指)やニワトリの後肢(4本指)の第4指の作られ方と、ニワトリの前肢の最も後ろ側の指の作られ方が異なること(第4指ではないこと)を明らかにし、前肢の3本の指が第2、3、4指ではなく、第1、2、3指として形成されていることを証明した。さらに、ニワトリの前肢の最も後側の指は、指の番号が決まる時期より前の発生初期には第4指の位置(ZPAの中)に存在すること、しかしその後すぐに、その位置が前方へとずれてしまい、指ひとつ分だけ“ずれた”状態で指の番号が指定されるために、結果的に第1、2、3指として形成されていることまで明らかにした。本研究成果は、発生学的解析から鳥類の翼の3本の指が第1、2、3指として形成されていることを示し、始祖鳥の発見以来150年に及ぶ鳥類恐竜起源説を決定づける強力な証拠を提示した。

### 東北大学大学院生命科学研究所 器官形成分野 メンバー

私たちの研究室では、さまざまな脊椎動物(マウス、ニワトリ、ヤモリ、アフリカガエル、ゼブラフィッシュ、など)を材料として四肢の発生と再生について研究を行っています。指の数、骨格形態、四肢位置、鰭から肢への進化、四肢再生過程におけるパターン形成、再生芽細胞の分子の実体、器官再生と創傷治癒との関係、など、各人が研究テーマを見つけ自分で解いていくというスタンスで研究を進めています。

研究室 URL: <http://www.biology.tohoku.ac.jp/lab-www/tamlab/index.html>



# かに星雲からのガンマ線フレア

Gamma-Ray Flares from the Crab Nebula



**内山 泰伸** *Yasunobu Uchiyama*

SLAC国立加速器研究所, スタンフォード大学 パノフスキー フェロー

釜江 常好<sup>1,2</sup> 林田 将明<sup>1,2</sup>

田中 孝明<sup>1</sup> 奥村 暁<sup>1</sup>

<sup>1</sup>KIPAC (Kavli Institute for Particle Astrophysics and Cosmology), スタンフォード大学

<sup>2</sup>SLAC 国立加速器研究所

**Contact**

E-mail : uchiyama@slac.stanford.edu

所在地 : SLAC National Accelerator Laboratory  
2575 Sand Hill Road, MS29, Menlo Park CA 94025, USA

Figure and Note

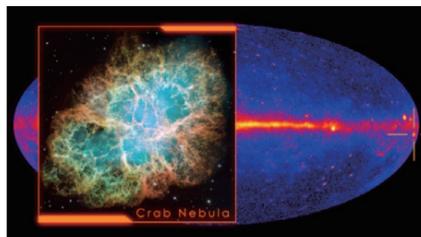


図1: かに星雲の画像  
ハッブル宇宙望遠鏡による「かに星雲」の画像。  
背景はフェルミ衛星による全天ガンマ線マップ。

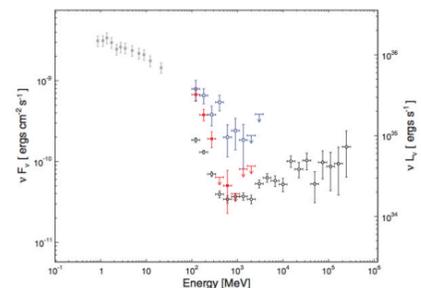


図2: かに星雲のガンマ線スペクトル  
ガンマ線のエネルギー分布。黒いデータ点は平均で、赤、青は 2009、2010 年のフレア時のデータ。

## かに星雲が作る超高エネルギー電子は新しい謎を提起する

西暦 1054 年に牡牛座で発生した超新星爆発は、かにパルサーと呼ばれる高速で自転する中性子星を残した。かにパルサーからは磁化したプラズマ流（パルサー風）がほぼ光速で吹き出し、爆発した星の残骸によってパルサー風は閉じ込められて終端衝撃波を形成している。そこで加速されたと考えられる超高エネルギーの電子・陽電子が、電波からガンマ線に至る全ての波長領域の光で輝く「かに星雲」（図1）として観測される。かに星雲は銀河系で最高光度を誇るパルサー星雲である。

われわれはフェルミ・ガンマ線宇宙望遠鏡による観測で、かに星雲からガンマ線の突発的増光（フレア）を 2009 年と 2010 年に一度ずつ検出した。フレアはシンクロトン放射光であると結論され、そのガンマ線エネルギー分布（図2）から、電子・陽電子が 1 ペタ（10 の 15 乗）電子ボルトにまで加速されていることがわかった。これは今までいかなる天体で見られた粒子エネルギーも凌駕している。放射による反作用に打ち勝って電子・陽電子をこれほどのエネルギーに加速する事は理論的に困難であり、今回の観測結果は宇宙物理学における新しい問題を提起している。なおこの発見は、Astronomy Magazine によってスペースシャトルの退役などと共に“Top 10 Space Stories of 2011”に選ばれている。

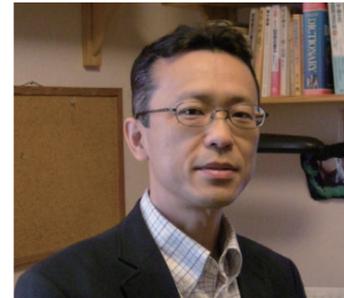
### スタンフォード大学 / SLAC 国立加速器研究所 フェルミグループ

スタンフォード大学と SLAC 国立加速器研究所（スタンフォード大学の附置機関）には、その魅力的な研究環境に惹かれ、釜江（スタンフォード大教授）を中心とした日本人研究者 6 人を含む多くの宇宙物理学者が世界中から集まっている。写真は SLAC に在籍する日本人（宇宙物理、素粒子物理の研究者など）とその家族で、釜江夫妻を囲む会で撮影されたもの。



# SAS-6 の構造から推定される中心子内の分子配置

Structures of SAS-6 Suggest Its Organization in Centrioles



**廣野 雅文** *Masafumi Hirono*

東京大学大学院理学系研究科 生物科学専攻 准教授

Mark van Breugel<sup>1</sup> Antonina Andreeva<sup>1</sup> 柳澤 春明<sup>2</sup>

山口 晶子<sup>2</sup> 中澤 友紀<sup>2</sup> Nina Morgner<sup>3</sup> Miriana Petrovich<sup>1</sup>

Ima-Obong Ebong<sup>3</sup> Carol V. Robinson<sup>3</sup> Christopher M. Johnson<sup>1</sup>

Dmitry Vepreintsev<sup>1</sup> and Benoît Zuber<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Medical Research Council-Laboratory of Molecular Biology (MRC-LMB)

<sup>2</sup>Department of Biological Sciences, University of Tokyo.

<sup>3</sup>Chemistry Research Laboratory, University of Oxford

**Contact**

E-mail : hirono@biol.s.u-tokyo.ac.jp

所在地 : 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

Figure and Note

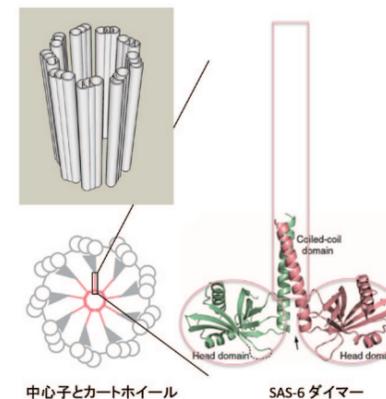


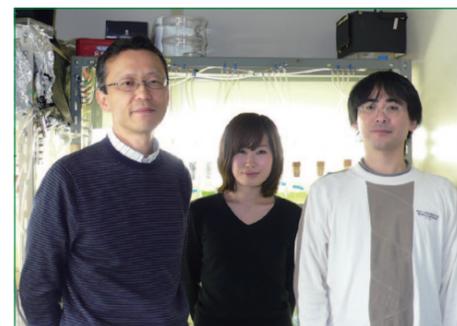
図: SAS-6 の分子構造とカートホイール内における配置  
カートホイール（左下図）は、中心子（左上図）の基部内腔にある放射状構造。SAS-6（右図）はコイルドコイルを介してダイマーを形成し、それが9個会合してカートホイール中心部を形作る。

## 中心子の普遍的9回対称性構造の形成に働く SAS-6 の分子構造

中心子は中心体の中核構造として細胞質微小管の形成に働くとともに、繊毛の形成基部としても機能するオルガネラである。9本の三連微小管が回転対称に配置した特徴的な構造は真核生物に広く保存されており、この形が繊毛内部の9+2構造の基礎となっている。クラミドモナス突然変異株を用いたこれまでの研究から、中心子の微小管数が9本に限定されるのは、カートホイールという9回対称性の放射状構造が中心子構築の足場として働くためであること、その放射状構造の中心部は SAS-6 という蛋白質で構成されていることがわかってきた。今回、我々は SAS-6 の分子構造を X 線結晶構造解析により決定し、このタンパク質が2つの球状の頭部と棒状の尾部からなるダイマーを形成すること、ダイマーが頭部間の結合を介して会合して尾部を放射状に配置させることを明らかにした。さらに、SAS-6 をクラミドモナスに発現させて機能解析を行い、実際のカートホイールの中心部が会合した9個のダイマーによって構成されていることを明らかにした。従って、SAS-6 の9回対称性に会合する性質が、普遍的な中心子構造を決定する大きな要因だと考えられる。http://www.biol.s.u-tokyo.ac.jp/users/seiri/basalbody.html

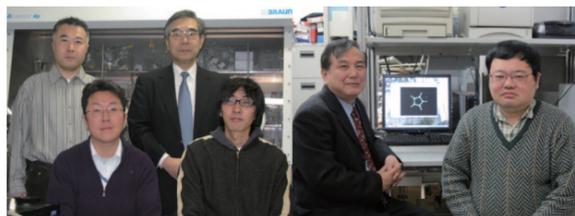
### 東京大学 大学院理学系研究科 分子生理学研究室 メンバー

中心子や鞭毛軸系の9本の微小管を基本とする構造は、ほとんどの真核生物で保存されている普遍的なものです。なぜ9でなければならないのか、どのようにして9に決まるのかという問題は生物学の大きな謎です。今回の成果によって、「どのようにして」という問いに対する回答へ大きく前進しました。私たちは、クラミドモナスを実験材料に用いて、今後もこの謎の解明を目指します。  
写真（左から廣野、山口、柳澤）



# テトラシラシクロブタジエン： 4つのケイ素原子でできたひし形構造の発見

A Planar Rhombic Charge-Separated Tetrasilacyclobutadiene



写真(左から橋爪、松尾、玉尾、鈴木、田中、笛野)

**Contact** E-mail : matsuo@riken.jp  
所在地 : 351-0198 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号

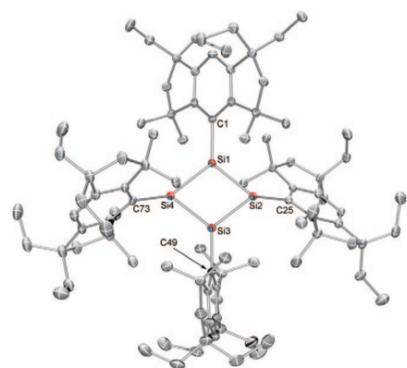
**玉尾 皓平** Kohei Tamao  
理化学研究所 基幹研究所 所長  
機能性有機元素化学特別研究ユニット・ユニットリーダー

**松尾 司** Tsukasa Matsuo  
理化学研究所 基幹研究所  
機能性有機元素化学特別研究ユニット 副ユニットリーダー

**鈴木 克規** Katsunori Suzuki  
理化学研究所 基幹研究所  
機能性有機元素化学特別研究ユニット 基幹研究所研究員

橋爪 大輔<sup>1</sup> 田中 一義<sup>2</sup> 笛野 博之<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>理化学研究所 基幹研究所 先端技術基盤部門  
<sup>2</sup>京都大学大学院工学研究科 分子工学専攻

## Figure and Note



図：X線による解析で明らかになったテトラシラシクロブタジエンの分子構造。  
4つのケイ素(赤色)がひし形をつくり、その周りを4個の巨大なEMind基が取り囲んでいる。

## 4つのケイ素で ひし形の新環状化合物を初合成

有機化学では、第二周期にある炭素、窒素、酸素が中心的な役割を果たしており、それらの元素間で二重結合や三重結合などの不飽和結合が安定に形成される。6個の炭素原子でできたベンゼンは、正六角形の安定な分子であり、芳香族化合物の代表例である。一方、4個の炭素原子からできたシクロブタジエンは、不安定な反芳香族性の分子であり、正方形ではなく、4つのπ電子が2つの二重結合を作って長方形となって安定化することが知られている。これらの炭素を、周期表上同じ14族に属するケイ素に置き換えた化合物は、化学結合のしくみを探る基礎科学の面から大変注目される分子であり、世界中の研究

者がその合成に挑戦してきたが、これまで成功例はなかった。

我々は、4個のケイ素原子でできた新環状化合物「テトラシラシクロブタジエン」の合成に世界で初めて成功した。独自に開発した巨大原子団であるかさ高い置換基「EMind」を用い、ケイ素原子間の不飽和結合を保護することで合成に成功した。炭素と異なり、ケイ素のシクロブタジエンは、4つのπ電子が2個ずつケイ素原子上に局在し、プラスとマイナスに分極したひし形構造の非芳香族化合物として安定化することを見いだした。



### 理化学研究所基幹研究所 機能性有機元素化学特別研究ユニット メンバー

新しい物質を創り出す上で、化学構造を決定し、望む物性や機能を引き出す置換基の役割は重要である。機能性有機元素化学特別研究ユニットでは、独自に開発した汎用性立体保護基である「Rind基」の導入により、高周期元素不飽和結合を含む新しいπ共役電子系を開発し、それらの物性・機能評価を通して、将来のエレクトロニクス・フォトニクス分野で重要な役割を果たす「機能性有機元素化合物」の化学を推進している。

# 大脳側頭葉皮質における 知覚／記憶信号処理経路の逆転

Reversal of Interlaminar Signal Between Sensory and Memory Processing in Monkey Temporal Cortex



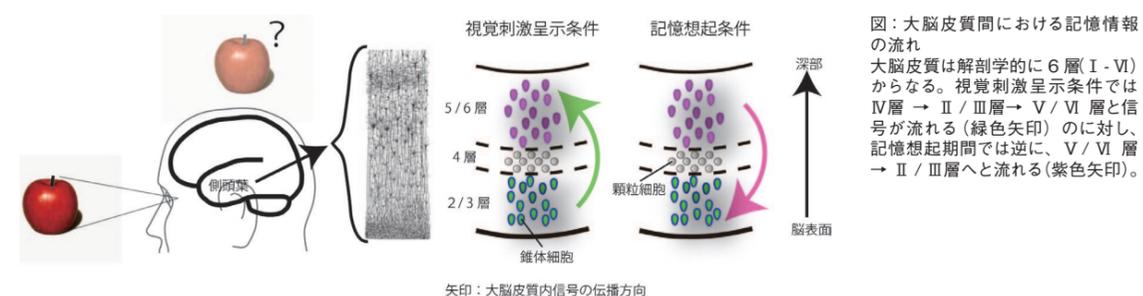
**宮下 保司** Yasushi Miyashita  
東京大学 医学部 生理学教室 教授  
竹内 大吾<sup>1</sup> 平林 敏行<sup>2</sup> 田村 啓太<sup>3</sup>  
東京大学 医学部 生理学教室  
<sup>1</sup>研究員  
<sup>2</sup>助教  
<sup>3</sup>大学院生

**Contact** E-mail : yasushi\_miyashita@m.u-tokyo.ac.jp  
所在地 : 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1  
URL : http://www.physiol.m.u-tokyo.ac.jp/

## 記憶想起は大脳皮質神経回路における信号流の逆転によっておこる

我々の日常生活は、ものを覚える、思い出すといった脳の記憶能力によって支えられています。ヒト・サルなどの霊長類の大脳側頭葉において陳述記憶の内容を蓄える長期記憶ニューロン群が発見されています。しかし、脳は非常に多くのニューロンが互いに連結したネットワークです。脳内でどのように記憶が読み出されるのかを知るためには、記憶信号がニューロン間をどのように流れるかという「情報の流れ」を知ることが必要です。今回私たちは大脳皮質が6層構造(I-VI層)をもつことに注目し、知覚および記憶想起時の神経信号が側頭葉皮質の層間をどのように流れるかを調べました。記憶課題遂行中のサルの側頭葉の全ての皮質層から同時に神経活動を記録しました。そしてサルが図形を見ている期間(刺激呈示期間)と、図形を想起する期間(記憶想起期間)での皮質層間の情報の流れの方向を同定しました。その結果、刺激呈示期間には初期感覚野で想定されているのと同じ向きに信号が流れる(IV層→II/III層→V/VI層)のに対し、記憶想起期間では信号の流れが逆転する(V/VI層→II/III層)ことを発見しました(Science 2011年3月18日号)。今回得られた結果は、脳が、視覚情報処理や記憶想起などの目的に応じて、大脳皮質内の層間ネットワークでの信号の流れを自在に切り替える柔軟性を有することを明らかにしました。

## Figure and Note

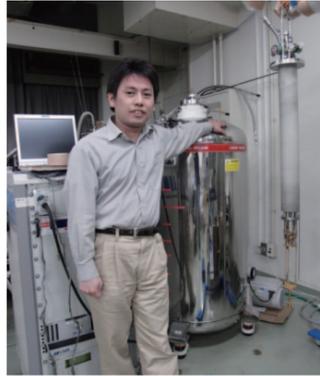


### 東京大学 医学部 統合生理学教室 メンバー

「汝自身を知れ」との箴言に自然科学的方法によって答えることはできるでしょうか？  
過去の経験を振り返り不確定な未来に思いをはせるヒトの能力の起源をたどることはできるでしょうか？ 私達は、記憶と思考の大脳メカニズムの神経科学的研究をつうじてこうした問いに答えたいと思います。記憶には沢山の種類がありますが、その中でも認知記憶(陳述記憶)の記録・貯蔵・想起の各過程を、電気生理学的方法、分子生物学的方法、非侵襲機能画像法などを総合的に駆使して研究しています。

# X線でも最も明るい銀河団でとらえた、 銀河団の端のバリオン

Baryons at the Edge of the X-ray-Brightest Galaxy Cluster



竹井 洋 Yoh Takei

宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 高エネルギー天文学研究系 助教

Aurora Simionescu<sup>1</sup> Steven W. Allen<sup>1</sup> Adam Mantz<sup>2</sup> Norbert Werner<sup>1</sup>  
R. Glenn Morris<sup>1</sup> Andrew C. Fabian<sup>3</sup> Jeremy S. Sanders<sup>3</sup>  
Paul E. J. Nulsen<sup>4</sup> Matthew R. George<sup>5</sup> and Gregory B. Taylor<sup>6,7</sup>

<sup>1</sup> Kavli Institute for Particle Astrophysics and Cosmology, Stanford University

<sup>2</sup> NASA Goddard Space Flight Center

<sup>3</sup> Institute of Astronomy, Madingley Road

<sup>4</sup> Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, 60 Garden Street

<sup>5</sup> Department of Astronomy, University of California

<sup>6</sup> Department of Physics and Astronomy, University of New Mexico.

<sup>7</sup> National Radio Astronomy Observatory, 1003 Lopezville Rd., Socorro.

**Contact** E-mail : takei@astro.isas.jaxa.jp  
所在地 : 252-5210 神奈川県相模原市中央区由野台 3-1-1  
U R L : http://www.astro.isas.jaxa.jp/~mitsuda/labo/

## Figure and Note

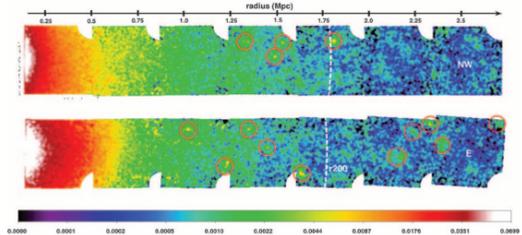


図:「すざく」で取得したペルセウス座銀河団北西(NW)方向と東(E)方向のX線輝度分布。ペルセウス座銀河団の中心から900万光年にわたりX線の輝度分布を得た。これらの領域のスペクトル解析により、X線銀河団の端であるピリアル半径まで温度、密度、重元素組成比を詳細に求めることに成功した。

動径分布を精度良く求めた結果、銀河団外縁部が平衡状態ではなく、構造形成の影響を強く残している証拠を得た。また、降着したガスの分布がまだ一様にはなっておらず、むらがあることで観測量に影響を受けている示唆を得た。宇宙の構造形成を理解する上で貴重な結果である。「すざく」で可能になった銀河団外縁部の観測は、端緒を開いた本研究以外にも数多く行われており、まさに今大きく進展している。主導的な役割を果たしているのが日本の人工衛星「すざく」と多くの日本人研究者であることも強調しておきたい。



### JAXA 宇宙科学研究所高エネルギー天文学研究系

JAXA 宇宙科学研究所高エネルギー天文学研究系では、国内外の大学、研究機関と協力して、X線天文衛星等を用いた宇宙科学研究や、次世代天文衛星用の検出器開発を行っている。また、「すざく」に続くX線天文衛星ASTRO-Hの開発も進めている。「すざく」衛星の高い感度は銀河団外縁部のみならず、超新星残骸やブラックホールなど様々な天体の理解に高い成果を上げている。左は2009年6月に行われた「すざく」の成果を中心とする国際会議の写真。  
http://www.astro.isas.ac.jp/suzaku/

# 白色照明による 表面プラズモン・ホログラフィー

Surface-Plasmon Holography with White-Light Illumination



河田 聡 Satoshi Kawata

理化学研究所 河田ナノフォトニクス研究室 主任研究員  
大阪大学大学院工学研究科 応用物理学専攻 教授  
大阪大学 フォトニクスセンター センター長

小崎 美勇

理化学研究所 河田ナノフォトニクス研究室 客員研究員  
東京電機大学 工学研究科 機械工学専攻 助教

加藤 純一

理化学研究所 河田ナノフォトニクス研究室 前任研究員

**Contact** E-mail : kawata@skawata.com  
所在地 : 351-0198 埼玉県和光市広沢 2 番 1 号  
U R L : http://www.skawata.com/

## Figure and Note

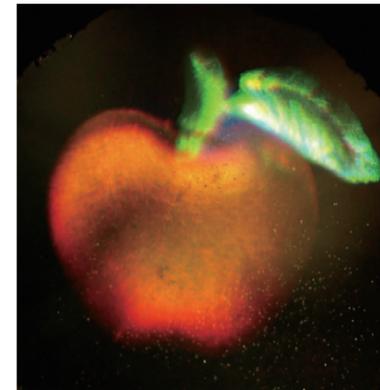
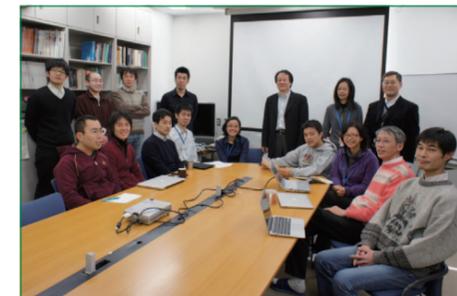


図: プラズモンホログラムによってカラー立体再生された Apple 白色光源 (ハロゲンランプ) でプラズモンホログラムを背面照明し、再生されたりんご。実際は立体的に見える。葉の緑色と実の赤色が綺麗に再現されている。

## 金属ナノ薄膜が作る 3次元カラー・ホログラム・ディスプレイ

液晶ディスプレイやゲーム機あるいは映画館において3Dディスプレイが流行っている。その原理は2枚の異なる方向からの画像を右目と左目に同時に別々に見せて、人の脳の錯覚を利用して両眼のピント合わせをする手法である。3次元空間での本当の波面再生ではないので、見る人はスクリーンの正面に位置しなければならない。この論文で発表されたのは、本当の意味での3次元の立体像の再生方法、すなわちカラー・ホログラムである。金属ナノ薄膜に3次元の物体からの散乱波面をカラー記録し、白色光を金属薄膜ホログラムの背面から照明することによって3次元物体を空間に再生する。金属薄膜中に共鳴状態として存在する表面プラズモン・ポラリトンがそれぞれの色を選択し、カラー再生をする。金属薄膜とその上に塗布された誘電体膜が最適化されて、切れ味のいいカラーのりんごがリアルに浮かび上がった。Gaborがホログラフィーの発明でノーベル賞を受賞してからちょうど40年、今なおSF映画の中での夢の技術であったホログラムが現実の世界にもたらされた。これからの応用が期待される。

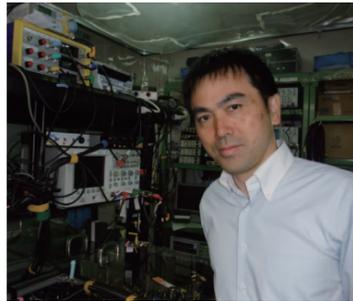


### 理化学研究所河田ナノフォトニクス研究室

私達の研究室は2002年4月にオープンし、「プラズモニクス」をキーワードにナノフォトニクスの開拓を先駆的に行ってきました。今では多くの研究者がこのテーマに参入しています。プラズモン・ナノ顕微鏡、プラズモン・レーザー、プラズモン・メタマテリアル、プラズモン・ナノレンズ等、多くの先駆的な科学を生み出してきました。主任研究員の定年制度のために、2012年3月で研究室を閉じることとなりますが、サイエンス誌の論文などにその足跡が残ります。  
http://optsun.riken.go.jp/

# 光の非古典波束の量子テレポーテーション

Teleportation of Nonclassical Wave Packets of Light



古澤 明 Akira Furusawa

東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻 教授

Noriyuki Lee<sup>1</sup> Hugo Benichi<sup>1</sup> Yuishi Takeno<sup>1</sup> Shuntaro Takeda<sup>1</sup>  
James Webb<sup>2</sup> Elanor Huntington<sup>2</sup> and Akira Furusawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Applied Physics, School of Engineering, University of Tokyo

<sup>2</sup> Centre for Quantum Computation and Communication Technology, School of Engineering and Information Technology, University College, University of New South Wales

Contact

E-mail : akiraf@ap.t.u-tokyo.ac.jp  
所在地 : 113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1  
URL : www.alice.t.u-tokyo.ac.jp

## 光のシュレーディンガー猫状態の量子テレポーテーションに成功。

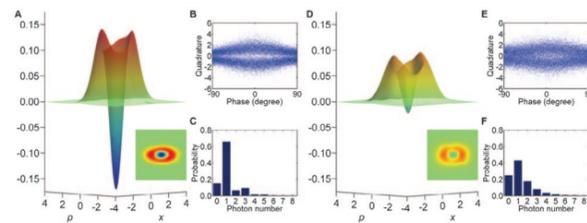
量子力学は黎明期に、その根幹を揺るがすいくつかのパラドックスが提案された。中でもシュレーディンガーの猫とアインシュタイン・ポドロスキー・ローゼン (EPR) のパラドックスは最も有名である。シュレーディンガーの猫とは、人間が直接見ることのできる巨視的なもの=猫が重ね合わせの状態になるのか、というパラドックスであり、EPRのパラドックスとは、量子もつれ状態にある2つの量子対は、空間的に離れていても片方の測定の影響がもう片方に及ぶのか、というものである。これらは20世紀初頭の量子力学黎明期には頭の中で行う思考実験であったが、21世紀のテクノロジーにより、テーブルトップで同時に検証できるようになった。その具体的なかたちが、今回成功したシュレーディンガー猫状態光パルスの量子テレポーテーションである。

シュレーディンガーの猫とは、生きた猫と死んだ猫の重ね合わせの状態であり、観測すると生きた猫か死んだ猫のどちらかになる。本実験では、これを位相が反転した光の波動の重ね合わせとして実現した。また、量子テレポーテーションでは、量子もつれ状態にある2つの光ビームを生成し、片方への測定がもう片方へ及ぶことを用いて、シュレーディンガーの猫状態にある光パルスを伝送した。つまり、重ね合わせの状態を保って伝送に成功した。

ここで重要なことは、シュレーディンガーの猫状態はそれを直接測定すると生きた猫か死んだ猫になってしまう、重ね合わせの性質が失われてしまうが、量子テレポーテーションでは、送信者側の測定が間接測定になるため、重ね合わせの性質を失わずに送ることができる。つまり、量子テレポーテーションは、測定により壊れてしまう重ね合わせ状態を送れる唯一の方法であり、今回、これを目に見える形で実現に成功したことになる。

この成果は、量子力学基礎の検証という意味ばかりでなく、量子情報通信・量子コンピューター実現に向けた大きな一歩である。特に、超大容量光通信への極めて重要な一歩である。

### Figure and Note



図：量子テレポーテーションする前と後のシュレーディンガーの猫状態

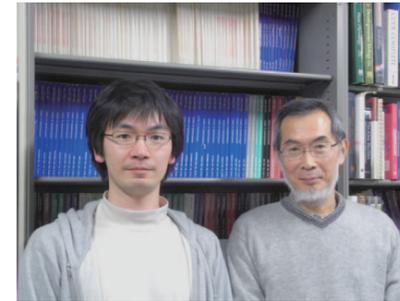


### 東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻古澤研究室 メンバー

本研究室では、量子光学、量子情報物理の研究を行っている。その中で最重要テーマは、高レベルスクイズド光生成である。スクイズド光は、ハイゼンベルグ描像では、2つの直交位相成分のうち1つにおいて、量子ノイズが標準量子限界(ショットノイズレベル)を破って低減された状態である。また、シュレーディンガー描像では、偶数個の光子の重ね合わせ状態となっている。我々は、これらの二面性を巧みに用いる。例えば、ホモダイン測定により、ノイズレベルや相関測定を行い、スクイズド光により生成された量子もつれ光の検証を行う。あるいは、フォトンカウンティングを用い、光子検出の有無により条件付けされた光子数状態をスクイズド光から生成する。このように、ショットノイズレベル以下のゆらぎや単一光子といった極限レベルの光の状態を用いて、量子情報処理の研究を行っている。

# 逐次的なシナプス興奮・抑制によって 随意行動の準備活動が形成される

Sequential Synaptic Excitation and Inhibition Shape Readiness Discharge for Voluntary Behavior



写真(左:加賀谷、右:高畑 教授)

加賀谷 勝史 Katsushi Kagaya

北海道大学大学院理学研究院 生物科学部門 研究員

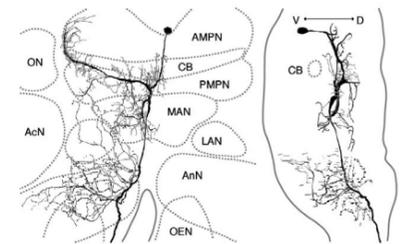
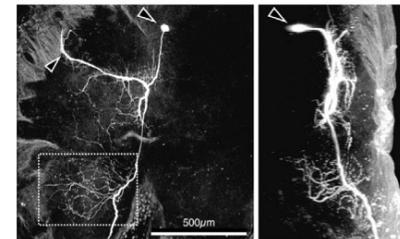
高畑 雅一

北海道大学大学院理学研究院 生物科学部門 教授

Contact

E-mail : kagaya@sci.hokudai.ac.jp  
所在地 : 060-0810 北海道札幌市北区北 10 条西 8 丁目

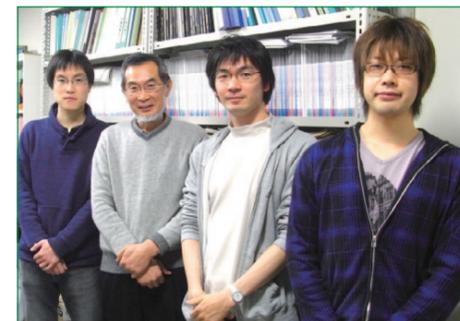
### Figure and Note



図：準備活動神経細胞  
上段が投射像で、下段がそのスケッチ。左が水平面、右が矢状面での投射像。前大脳領域のAMPN, PMPNに入力部位である樹状突起が、上段左図の破線枠内の後大脳領域のAnN, OENに出力部位と考えられる突起が投射している。これらの部位と他の細胞を介した回帰性回路モデルを我々は提案した。

## ザリガニの自発性歩行開始を準備する 脳内シナプス活動を計測

動物の随意行動はどのような機構で開始するのでしょうか？神経科学ではこの開始に先行して脳内で起こる「準備活動」が随意行動の開始機構を理解する鍵だと考えられています。しかし、その活動を生成する神経細胞およびシナプス機構については不明でした。私たちは、ザリガニの脳内神経細胞を調べることで、準備活動を示す神経細胞を発見し(図)、そのシナプス活動の計測に成功しました。この細胞には、自発的な行動開始の数秒前から興奮性シナプス入力が増大してだけでなく、歩行が開始すると抑制性シナプス入力が増大していました。このことは、この細胞自身の内発的興奮性によって準備活動が生成されるのではなく、複数の神経細胞のネットワークの協調した活動によって準備活動が生成されることを示しています。さらに、この細胞の出力先は歩行を実行する胸部とは別に、脳内にも存在しました(上段左図破線枠内)。我々は、行動開始前に活動する脳内局所性細胞の解剖学的特徴に基づいて、準備活動細胞の信号が自身へと回帰してくる神経回路モデルを提案しました。動物の随意行動開始のメカニズムがさらなる実験的検証によって明らかになることが期待されます。



### 北海道大学 理学研究院生物科学部門高畑研究室 メンバー

アメリカザリガニ、アメリカウミザリガニをはじめとした甲殻類は、少数で巨大な神経細胞をもつ脳を持ち、単一細胞レベルで実験がやりやすいだけでなく、その脳機能に支えられた行動可塑性を示します。彼等は外部からの刺激に反応するだけの単なる「反射機械」ではなく、自発的な行動をさまざまに変容させます。私たちの研究室では、これらの動物が行動遂行中に、脳内で、何が、どのような細胞機構で起きているのかを明らかにすることを目指しています。  
<http://crayfish3.sci.hokudai.ac.jp/project5.html>

## 記事 I: グラフェンにおけるディラック点近傍の巨大な非局在性 Giant Nonlocality Near the Dirac Point in Graphene

## 記事 II: ホットキャリアによるグラフェン固有の光応答 Hot Carrier-Assisted Intrinsic Photoresponse in Graphene



写真(左:渡邊,右:谷口)

Contact

E-mail: WATANABE.Kenji.AML@nims.go.jp  
TANIGUCHI.Takashi@nims.go.jp  
所在地: 305-0044 茨城県つくば市並木 1-1

Figure and Note

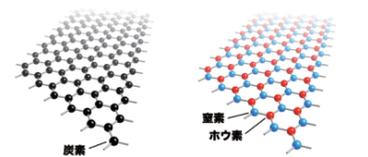


図1: グラフェンの原子構造モデルと六方晶窒化ホウ素の原子層構造モデル

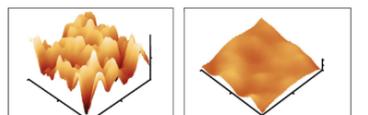
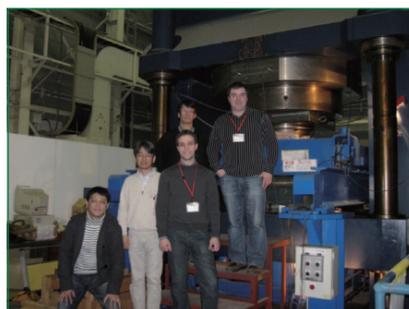


図2: 六方晶窒化ホウ素基板とSiO<sub>2</sub> 従来基板を用いた場合のグラフェン原子層粗さ

hBNは積層面上にダングリングボンド等を持たないので(図1)グラフェンに対して電子的な無干渉性(無不純物散乱、平坦性)基板として期待できる。この平面結晶構造を基板に用いることで、グラフェン表面の平坦性が格段に向上し(図2)、グラフェンで繰り広げられる新奇な現象を見るのが可能となる。



独立行政法人物質・材料研究機構  
六方晶窒化ホウ素研究チーム

私たちの研究チームは窒化ホウ素の高純度化研究により強い深紫外光発光特性など、これまで知られていなかった六方晶窒化ホウ素の新しい物性を引き出すことに成功している。六方晶窒化ホウ素とグラフェンのハイブリッド構造の研究は世界30ヶ所以上のトップランナーチームと共同研究を行っており、さらなる成果が期待される。(写真は記事Iの共著者である2010年ノーベル物理学受賞者ノボセロフ教授(上列正面右)との記念撮影一(独)物質・材料研究機構超高压プレスの前にて:渡邊(下中央)、谷口(上列正面左))

渡邊 賢司 Kenji Watanabe

独立行政法人物質・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 主幹研究員

谷口 尚 Takashi Taniguchi

独立行政法人物質・材料研究機構 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

記事 I: D. A. Abanin<sup>1,2</sup> S. V. Morozov<sup>1,5</sup> L. A. Ponomarenko<sup>1</sup> R. V. Gorbachev<sup>1</sup> A. S. Mayorov<sup>1</sup> M. I. Katsnelson<sup>3</sup> K. S. Novoselov<sup>1</sup> L. S. Levitov<sup>1</sup> and A. K. Geim<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Manchester Centre for Mesoscience and Nanotechnology, University of Manchester  
<sup>2</sup> Princeton Center for Theoretical Science and Department of Physics, Princeton University  
<sup>3</sup> Theory of Condensed Matter, Institute for Molecules and Materials, Radboud University Nijmegen  
<sup>4</sup> Department of Physics, Massachusetts Institute of Technology  
<sup>5</sup> Institute for Microelectronics Technology

記事 II: N. M. Gabor<sup>1</sup> J. C. W. Song<sup>1,2</sup> Q. Ma<sup>1</sup> N. L. Nair<sup>1</sup> T. Taychatanapat<sup>1,3</sup> L. S. Levitov<sup>1</sup> and P. Jarillo-Herrero<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Physics, Massachusetts Institute of Technology.  
<sup>2</sup> Harvard School of Engineering and Applied Sciences, Harvard University.  
<sup>3</sup> Department of Physics, Harvard University

### 六方晶窒化ホウ素基板により グラフェンの新しい特性を発見

グラファイトの原子層はグラフェンと呼ばれ、炭素のsp<sup>2</sup>結合からなる2次元平面結晶構造を持ち、質量のないディラックフェルミオンとしての電気伝導や分数量子ホール効果など物理的に非常に興味深い物性を示すことで知られている。粘着テープを使用したグラファイトの剥離法でグラフェンを発見した Geim, Noboselov らは 2010 年のノーベル物理学賞を授与されていることでも有名である。

現実的には原子層レベルの完全平坦面からなる孤立した炭素原子層膜を得ることは非常に困難である。従来用いられる SiO<sub>2</sub> 基板では、欠陥や不純物はいまでもなく、基板の原子オーダーの凸凹や基板表面の極性結合・非結合状態などの影響により、グラフェン本来の特性を観察することが難しかった。

私たちの研究チームでは、高純度の単結晶六方晶窒化ホウ素の育成技術を研究している。六方晶窒化ホウ素は、窒素原子とホウ素原子のsp<sup>2</sup>結合からなるグラフェン類似平面構造が、弱い分子間力で積層した層状Ⅲ-V族化合物で絶縁体である。この平面結晶構造を基板に用いることにより、グラフェンの新しい2次元の性質(スピン流によるグラフェンシートの磁化[記事I])や特異なホットキャリア伝導[記事II])を見出すことができた。

## 超原子価スルホニルイミノブロマン(Ⅲ)による 不活性アルカンの高位置選択的アミノ化反応

Highly Regioselective Amination of Unactivated Alkanes  
by Hypervalent Sulfonylimino-λ<sup>3</sup>-Bromane



写真(左:落合,右:中西)

落合 正仁 Masahito Ochiai

徳島大学大学院薬科学研究科 創薬科学専攻 教授

中西 和郎 Waro Nakanishi

和歌山大学システム工学部 精密物質学科 教授

宮本 和範<sup>1</sup> 金秋 鷹雄<sup>1</sup> 林 聡子<sup>2</sup>

<sup>1</sup>徳島大学大学院薬科学研究科 創薬科学専攻

<sup>2</sup>和歌山大学システム工学部 精密物質学科

Contact E-mail: mochiai@ph.tokushima-u.ac.jp  
所在地: 770-8505 徳島市庄町 1-78

Figure and Note

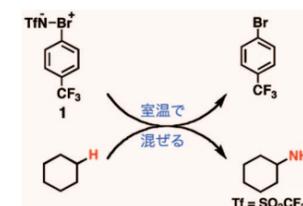


図1: 超原子価臭素化合物1による不活性アルカン C-H 結合のアミノ化

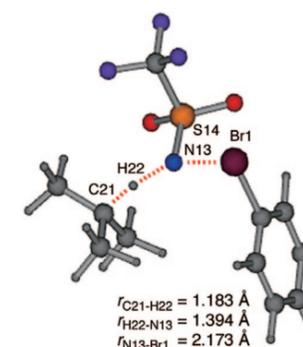


図2: 理論的に解明された反応の遷移状態

### 混ぜるだけで不活性水素を窒素に変える 夢の超原子価臭素を開発

石油や天然ガスなどの主成分である不活性なアルカン(炭化水素)に室温で混ぜると、水素が選択的に窒素に変わる画期的な超原子価臭素化合物(イミノプロマン1)を開発することに成功しました。飽和アルカンの水素を窒素に変えるにはレアメタル(遷移金属触媒)の使用が必須であると、従来は考えられておりました。ところが、超原子価イミノプロマン1を作用させると、重金属触媒を用いなくても、高選択的(位置、化学、および立体選択的)にアルカンC-H結合がアミノ基に変わりました(図1)。立体障害の少ない、電子の豊富なメチン基のアミノ化が選択的に進行するため、副産物もほとんどなく、高収率で窒素化合物を合成できました。このC-Hアミノ化反応において、超原子価臭素化合物1は異常に高い反応性を示すナイトレノイドとして機能しておりますが、何故、このような不思議な反応が進行するのでしょうか?臭素の酸化電位がかなり高いということに原因があります。見方を変えると、超原子価臭素置換基の脱離能(ハイパー脱離能)が異常に高いためということになります。この研究により、オルガノナイトレノイド(イミノプロマン1)による不活性C-H結合のアミノ化という新しい概念を世に提案することができました。この反応機構は理論的にも解明されたため(図2)、医薬品や石油化学製品の開発など、幅広い応用が期待されております。

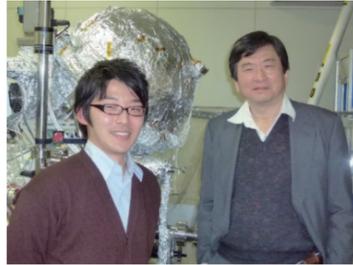


徳島大学大学院薬科学研究科 薬品製造化学研究室

我々の研究室では、有機化学の教科書に新たなページを付け加えることを目指した研究として、10年ほど前から三価の超原子価有機臭素化合物のケミストリーを展開し、未踏化学領域への挑戦を続けております。国内外を問わず全く研究されていない、未踏の研究領域であるが故に、有機合成化学における新現象に遭遇する確率が高いと考えたためです。このような中で“室温で混ぜるだけで水素を窒素に変える”画期的な反応が見つかってきました。

# 鉄ニクタイトにおける 軌道に依存しない超伝導ギャップ

Orbital-Independent Superconducting Gaps in Iron Pnictides



写真(左:下志万 貴博、右:辛 埴)

下志万 貴博 *Takahiro Shimojima*

東京大学工学部物理工学科 助教  
独立行政法人科学技術振興機構

辛 埴 *Shik Shin*

東京大学物性研究所 教授  
独立行政法人科学技術振興機構  
独立行政法人理化学研究所

坂口 文規<sup>1</sup> 石坂 香子<sup>1,2</sup> 石田 行章<sup>1,3</sup> 木須 孝幸<sup>1</sup>  
大川 万里生<sup>1</sup> 富樫 格<sup>4</sup> C.-T. Chen<sup>5</sup> 渡部 俊太郎<sup>1</sup> 有田 将司<sup>6</sup>  
島田 賢也<sup>6</sup> 生田目 博文<sup>6</sup> 谷口 雅樹<sup>6</sup> 大串 研也<sup>1,3</sup> 笠原 成<sup>7</sup>  
寺嶋 孝仁<sup>7</sup> 芝内 孝禎<sup>8</sup> 松田 祐司<sup>8</sup> A. Chainani<sup>4</sup>

- <sup>1</sup> 東京大学物性研究所
- <sup>2</sup> 独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業
- <sup>3</sup> 独立行政法人科学技術振興機構 新規材料による高温超伝導基盤技術
- <sup>4</sup> 独立行政法人理化学研究所
- <sup>5</sup> 中国科学院
- <sup>6</sup> 広島大学放射光科学研究センター
- <sup>7</sup> 京都大学低温物質科学研究センター
- <sup>8</sup> 京都大学理学部

Contact

E-mail: shimojima@ap.t.u-tokyo.ac.jp  
所在地: 113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1  
東京大学本郷キャンパス工学部  
6号館 109号室

## 鉄ニクタイトにおける 第3の超伝導機構の可能性

2008年に発見された鉄ニクタイトは銅酸化物高温超伝導体に次ぐ高い超伝導転移温度を示すことから注目を集めている。通常固体内で個々に運動する電子は、超伝導状態になると2つ一組の電子対を形成する。この電子対を媒介するメカニズム(超伝導機構)の特定は、更に高い超伝導転移温度を持つ超伝導体を実現するために必須である。多くの従来型超伝導をよく説明する第1の超伝導機構は結晶格子の振動を介したBCS機構であるが、鉄ニクタイトや銅酸化物が示す高い超伝導転移温度はこれでは説明できない。このため、電子スピンの揺らぎを媒介とした第2の超伝導機構が提案され、理論・実験の両面から議論されてきた。本物質の顕著な特徴は鉄原子の持つ複数の電子軌道が超伝導に寄与している点である。そこで我々は特に各軌道成分とその役割に注目し、光電子分光という手法を用いて、鉄ニクタイトの超伝導ギャップの大きさ(電子対結合の強さ)が軌道によらずほぼ等しいことを見出した。この結果はスピン揺らぎ機構を考慮しても説明することができず、電子が複数の軌道間を飛び移ることにより生ずる軌道揺らぎが寄与する第3の新しい超伝導状態が実現している可能性を示している。



東京大学物性研究所 辛研究室 メンバー

真空中の固体に仕事関数以上のエネルギーをもつ光を照射すると光電効果により電子が放出されます。この電子の放出角度やエネルギーを測定すると、物性の理解に欠かせない固体中の電子状態を知ることができず(光電子分光)。当研究室では世界最高性能の光電子分光装置を開発し、特に超伝導物質、有機導体、光誘起相転移物質などに興味を持ち研究を行っています。研究室 HP: <http://shin.issp.u-tokyo.ac.jp/>

Figure and Note

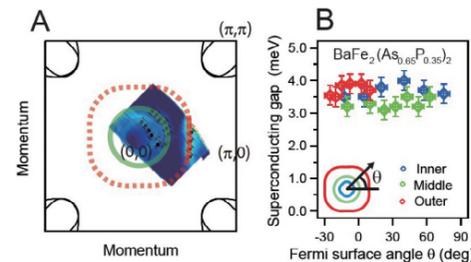


図:(A) 鉄ニクタイト BaFe<sub>2</sub>(As,P)<sub>2</sub> のフェルミ面  
(B) BaFe<sub>2</sub>(As,P)<sub>2</sub> における超伝導ギャップの角度依存性とフェルミ面依存性  
各フェルミ面は異なる軌道により形成される。超伝導ギャップが軌道によらず同程度の大きさを示すことが分かる。

# 高分解能コンプトン散乱を用いた 銅酸化物高温超伝導体中にドーピングしたホールの可視化

Imaging Doped Holes in a Cuprate Superconductor with High-Resolution Compton Scattering



写真(左から、櫻井、伊藤、脇本、藤田、山田)

Contact E-mail: sakurai@spring8.or.jp  
所在地: 679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1丁目1-1

Figure and Note

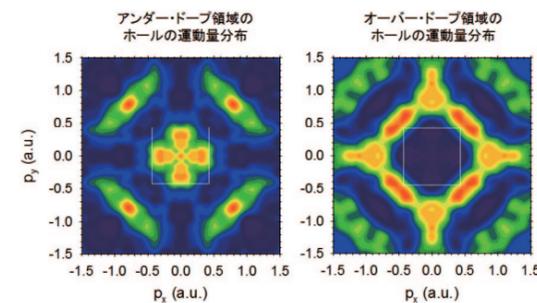


図: ホールの運動量分布  
ドーピングしたホールはアンダー・ドーピング領域では酸素の2p状態に入り、オーバー・ドーピング領域で銅の3d状態に入る。

櫻井 吉晴 *Yoshiharu Sakurai*

財団法人高輝度光科学研究センター 副主席研究員

山田 和芳 *Kazuyoshi Yamada*

東北大学 金属材料研究所 教授  
東北大学 原子分子材料科学高等研究機構

伊藤 真義<sup>1</sup> B. Barbiellini<sup>2</sup>  
P. E. Mijnaerends<sup>2,3</sup> R. S. Markiewicz<sup>2</sup>  
S. Kaprzyk<sup>2,4</sup> J.-M. Gillet<sup>5</sup> 脇本 秀一<sup>6</sup>  
藤田 全基<sup>7</sup> S. Basak<sup>2</sup> Yung Jui Wang<sup>2</sup>  
W. Al-Sawai<sup>2</sup> H. Lin<sup>2</sup> A. Bansil<sup>2</sup>

- <sup>1</sup> 財団法人高輝度光科学研究センター
- <sup>2</sup> Physics Department, Northeastern University
- <sup>3</sup> Department of Radiation, Radionuclides, and Reactors, Faculty of Applied Sciences, Delft University of Technology.
- <sup>4</sup> Academy of Mining and Metallurgy AGH
- <sup>5</sup> Ecole Centrale Paris, Laboratoire Structures, Propriétés et Modélisation des Solides
- <sup>6</sup> 独立行政法人日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門
- <sup>7</sup> 東北大学 金属材料研究所

## 高温超伝導を引き起こす ホールの可視化に成功

銅酸化物高温超伝導体は絶縁体の銅酸化物にホールまたは電子を適量ドーピングした物質として発見されている。La系銅酸化物のLa<sub>2-x</sub>Sr<sub>x</sub>CuO<sub>4</sub>(LSCO)では、絶縁体のLa<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub>に対してLaをSrで置換すると同じ量だけホールがドーピングされ、最適ドーピング量x=0.15でTc=37Kの転移温度を示す超伝導体になる。ホール・ドーピング量(x)と超伝導転移温度(Tc)の関係はドーム状の形をし、ドームの頂点位置(x=0.15)を境にしてアンダー・ドーピング領域(x<0.15)とオーバー・ドーピング領域(x>0.15)では分けられる。このドーム形状や両領域の特異な物性の起源はドーピングされたホールの状態にあると考えられているが、アンダー・ドーピング領域からオーバー・ドーピング領域にかけて、このホール状態がどのように変化するかは明らかになっていない。本研究グループは、ホール・ドーピング量(x)が異なる4つLSCO単結晶の高分解能コンプトン散乱測定を行い、異なるドーピング間で測定データの差分を取ることで、ドーピングしたホールの運動量分布の可視化に成功した。その結果、アンダー・ドーピング領域ではホールは酸素の2p軌道に入ることで超伝導を引き起こし、オーバー・ドーピング領域では銅の3d軌道にも入ることで超伝導を壊すことが判明した。この成果は高温超伝導機構の解明に新たな知見を与えるものと期待している。



大型放射光施設 SPring-8  
高エネルギー非弾性散乱(BL08W)ビームライン

BL08Wは高分解能コンプトン散乱実験及び磁気コンプトン散乱実験の共同利用ビームラインとして、国内外のユーザーに幅広く利用されています。銅酸化物や鉄系超伝導体の超伝導機構の解明のほか、重い電子系の挙動の解明、極端条件下や励起状態にある電子状態の研究、スピントロニクス材料のスピントラップ状態の解明、溶液中の水素結合の研究、第1原理電子状態計算手法の高度化、蓄電池や燃料電池材料の局所反応過程の研究などが、ユーザーと施設スタッフの共同で進められています。(写真は磁気コンプトン散乱装置)

# マウスのインプリント遺伝子 *Rasgrf1* の DNA メチル化には piRNA および非コード RNA が必要である

Role for piRNAs and Noncoding RNA in de Novo DNA Methylation of the Imprinted Mouse *Rasgrf1* Locus



写真(左:佐々木、右:渡部)

佐々木 裕之 *Hiroyuki Sasaki*

九州大学生体防御医学研究所 ゲノム機能制御学部門エピゲノム学分野 教授

渡部 聡朗 *Toshiaki Watanabe*

Department of Cell Biology, School of Medicine, Yale University 研究員

富澤 信一<sup>1</sup> 三ツ矢 幸造<sup>2</sup> 十時 泰<sup>3</sup> 山本 耕裕<sup>4</sup> 宮川 さとみ<sup>5</sup>  
飯田 直子<sup>6</sup> 保木 裕子<sup>4</sup> Patrick J. Murphy<sup>7</sup> 豊田 敦<sup>8</sup> 後藤 健吾<sup>5</sup>  
樋浦 仁<sup>9</sup> 有馬 隆博<sup>9</sup> 藤山 秋佐夫<sup>8,10</sup> 佐渡 敬<sup>4</sup> 柴田 龍弘<sup>3</sup> 仲野 徹<sup>5</sup>  
Haifan Lin<sup>11</sup> 一柳 健司<sup>4</sup> Paul D. Soloway<sup>7</sup>

- <sup>1</sup> Laboratory of Developmental Genetics and Imprinting, The Babraham Institute
- <sup>2</sup> Center for Pregnancy and Newborn Research, Department of Obstetrics and Gynecology, University of Texas Health Science Center at San Antonio
- <sup>3</sup> 国立がん研究センター研究所 がんゲノミクス研究分野
- <sup>4</sup> 九州大学生体防御医学研究所 エピゲノム学分野
- <sup>5</sup> 大阪大学大学院医学系研究科 病理学
- <sup>6</sup> 情報・システム研究機構国立遺伝学研究所 分子遺伝研究系変異遺伝研究部門
- <sup>7</sup> Division of Nutritional Sciences, College of Agriculture and Life Sciences, Cornell University
- <sup>8</sup> 情報・システム研究機構国立遺伝学研究所 生物遺伝資源情報総合センター比較ゲノム解析研究室
- <sup>9</sup> 東北大学大学院医学系研究科 環境遺伝医学総合研究センター情報遺伝学分野
- <sup>10</sup> 情報・システム研究機構国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系
- <sup>11</sup> Department of Cell Biology, School of Medicine, Yale University

**Contact** E-mail : [hsasaki@bioreg.kyushu-u.ac.jp](mailto:hsasaki@bioreg.kyushu-u.ac.jp)  
所在地 : 812-8582 福岡市東区馬出 3-1-1  
URL : <http://www.bioreg.kyushu-u.ac.jp/labo/epigenome/>

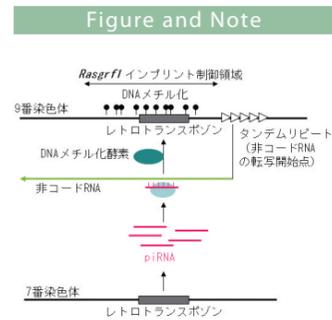


図: 提唱したモデル  
レトロトランスポゾン由来の piRNA が相補的な配列をもつ非コード RNA と相互作用すると、DNA メチル化酵素がリクルートされメチル化が導入される。

## 生殖細胞で piRNA が DNA メチル化を誘導するモデルを提唱

ゲノムインプリンティングは雌雄の生殖細胞におけるゲノム DNA のメチル化の違いに基づき、両親由来の対立遺伝子のうち一方だけが発現する現象である。インプリンティングは哺乳類の発生に必須で、その異常は奇形症候群や腫瘍などを起こす。しかしながら、生殖細胞においてどのような機構で特定の遺伝子を選ばれ、メチル化されるのかほとんど分かっていない。われわれは、レトロトランスポゾンを抑制する PIWI-interacting RNA (piRNA) の経路が、マウスのインプリント遺伝子 *Rasgrf1* のメチル化に必須であることを見つけた。この遺伝子のインプリンティングには雄の生殖細胞における DNA メチル化が必要だが、*Rasgrf1* とは別の染色体上のレトロトランスポゾン配列から産成される piRNA が、*Rasgrf1* 領域から転写される非コード RNA と相互作用すること、これら 2 種類の RNA のいずれかを消失させると *Rasgrf1* のメチル化が生じないこと、を明らかにした。これらの結果をもとに、piRNA が非コード RNA との相互作用を介してメチル化酵素を特定の配列へリクルートするモデルを提唱した。

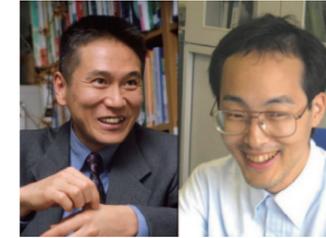


### 九州大学生体防御医学研究所 ゲノム機能制御学部門エピゲノム学分野 メンバー

我々の研究室では、ゲノムインプリンティングや X 染色体不活性化をモデル系として哺乳類のエピゲノム制御の分子基盤を研究しているほか、ヒトの表現型や病気とエピゲノム変化との関係について探索を進めている。2 年ほど前に国立遺伝学研究所から古巣の九州大学へ戻ったが、新たなメンバーが加わり再び研究室がフル稼働を始めた。

# コンパクトなイヌカタヒバゲノムから明らかになった、維管束植物進化に関係した遺伝子の変化

The Selaginella Genome Identifies Genetic Changes Associated with the Evolution of Vascular Plants



写真(左:長谷部、右:西山)

長谷部 光泰 *Mitsuyasu Hasebe*

大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 基礎生物学研究所 生物進化研究部門

Jo Ann Banks 西山 智明<sup>1</sup> John L. Bowman Michael Gribskov  
Claude dePamphilis 青野 直樹<sup>2</sup> 青山 剛士<sup>3</sup> 程 朝陽<sup>4</sup> 藤田 知道<sup>5</sup>  
平井 正良<sup>4</sup> 日渡 祐二<sup>2</sup> 石川 雅樹<sup>4</sup> 則武 美根子<sup>4</sup> 久保 稔<sup>4</sup>  
倉田 哲也<sup>4</sup> 三上 浩二<sup>5</sup> 宮崎 さおり<sup>2</sup> 森長 真一<sup>2</sup> 小原 真理<sup>4</sup>  
小栗 康子<sup>4</sup> 小野寺 直子<sup>4</sup> 村田 隆<sup>2</sup> 佐藤 良勝<sup>4</sup> 柴垣 奈佳子<sup>6</sup>  
篠原 直貴<sup>4</sup> 杉田 護<sup>7</sup> 杉本 渚<sup>4</sup> 住川 直美<sup>2</sup> 若月 幸子<sup>4</sup> et al.

- <sup>1</sup> 金沢大学
- <sup>2</sup> 基礎生物学研究所
- <sup>3</sup> 総合研究大学院大学
- <sup>4</sup> 科学技術振興機構
- <sup>5</sup> 北海道大学
- <sup>6</sup> 大阪大学
- <sup>7</sup> 名古屋大学

**Contact** E-mail : [mhasebe@nibb.ac.jp](mailto:mhasebe@nibb.ac.jp)  
所在地 : 444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中 38  
URL : <http://www.nibb.ac.jp/evodevo>

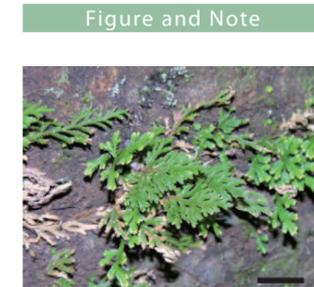


図1: シダ植物小葉類イヌカタヒバ 沖縄県西表島の自生地の写真。スケールは 5cm。

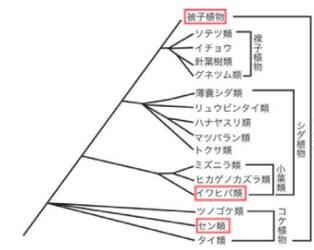


図2: 陸上植物の系統関係  
ゲノム解読が行われた分類群を赤く枠取りした。

## 発生や二次代謝に関わる遺伝子の予想外の変化を発見

従来、陸上植物の中で最も複雑な形を持った被子植物と最も単純な形を持ったコケ植物のゲノムは解読されていました。しかし、両者の中間に位置するシダ植物はゲノムの大きさが大きく、ゲノム解読が難しかったことから、どのような遺伝子のどのような進化によって陸上植物が進化してきたのかは謎でした。今回、ゲノムの大きさが極めて小さいイヌカタヒバを用いることで、シダ植物のゲノム解読に初めて成功し、シダ植物とコケ植物、被子植物のゲノムを比較解析した結果、陸上植物が共通に持つ遺伝子が明らかになりました。また、花の咲く植物(被子植物)と花の咲かない植物(シダ植物)との間で、遺伝子の発現を制御する遺伝子(転写因子)の数が増えており、これが単純な形を持った植物から複雑な形を持った植物への進化を引き起こした可能性が高いことも分かりました。これまで、植物は動物と比べると互いに形が似ていることから、動物よりも遺伝子の進化の程度がずっと少ないだろうと思われてきましたが、今回の研究結果より、陸上植物のゲノムは動物よりも大きく変化していることが明らかになりました。さらに、病気や害虫に食べられないようにしたり花粉を運ぶ昆虫を引き寄せたりする働きを持つ二次代謝産物や植物の生育に必要な植物ホルモンの合成酵素遺伝子などは、被子植物・シダ植物・コケ植物でそれぞれ独自に数を増やしたり減らしたりして多様性を産み出していることも分かりました。今後、シダ植物やコケ植物特有の“有用な性質を産み出す遺伝子”を見つけ出し、作物などの改良に利用することによって、製薬やバイオマス生産を含む農林業への応用が進むものと期待されます。

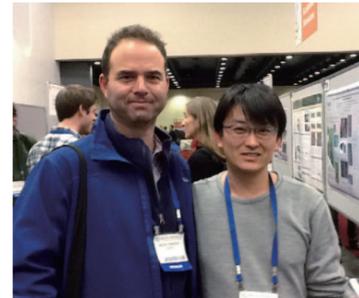


### 基礎生物学研究所生物進化研究部門 メンバー

動物を中心として発展した過去 30 年間の進化発生学の大きな成果は発生に関わる遺伝子の保存性でした。ところが、我々は 2006 年にコケ植物ヒメツリガネゴケ、今回、シダ植物イヌカタヒバのゲノム解読を行い、これまで知られていた被子植物と比較したところ、発生に関わる遺伝子が大きく変化していることがわかりました。今後も、植物というユニークな生物を題材として、思いもよらない発見ができれば良いと思っています。研究室 URL <http://www.nibb.ac.jp/evodevo>

# 米国西部における アセノスフェアの密度、温度、弾性定数の推定

Probing Asthenospheric Density,  
Temperature, and Elastic Moduli Below the Western United States



写真(左: Simons、右: 伊藤)

伊藤 武男 *Takeo Ito*

名古屋大学大学院環境学研究所 附属地震火山研究センター 助教

Mark Simons

Seismological Laboratory, Division of Geological and Planetary Sciences,  
California Institute of Technology

**Contact** E-mail: takeo\_ito@nagoya-u.jp  
所在地: 464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町 D2-2 (510)

Figure and Note

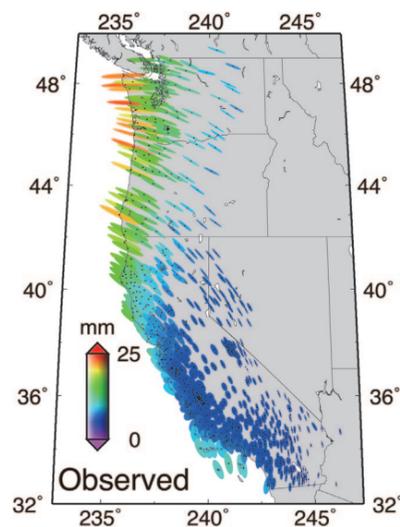


図: 海洋潮汐による地殻の変形パターン  
北アメリカの西海岸におけるGPS観測によって得られた12.42時間周期の海洋潮汐によって生じる変位分布。楕円形の形は変形パターンを示している。

## 潮の満ち引きから 地下構造の基本的な性質を推定する手法を開発

巨大地震を発生させる海洋性プレートは海嶺から何千キロも移動するため、プレートの直下の密度構造などの基本的な性質を調べることは地球科学にとって重要なことです。我々は海洋潮汐を使って、地震波では原理的に知ることができないプレート直下のアセノスフェアの基本的な性質を推定する新たな手法を開発しました。海洋潮汐によって毎日繰り返される大量の海水の移動は地殻を変形させており、我々はその地殻の変形を北アメリカ大陸の西部地域に設置されている702点のGPS観測網を独自に解析し、0.1mm程度の精度で測定することに成功しました(図)。また、この変形パターンから、地下の弾性定数や密度構造を推定しました。

推定された結果、プレートの直下には50kg/m<sup>3</sup>程度の周りよりも低密度な層が存在することが明らかになりました。この低密度層が周りよりも300°C程度の高温であれば、物質の膨張の効果で低密度層を説明する事が可能です。さらに、この高温層は地震波の解析から得られている速度構造だけでなく、減衰構造とも整合性のある結果でした。このことは、プレートの直下がほかの領域よりも熱くて柔らかくなっていることを定量的に示し、この領域がプレート運動に対して潤滑油のような役割をしていることを示唆しています。

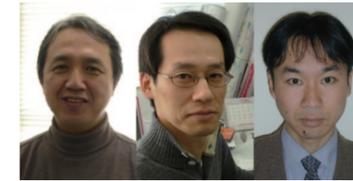
### 名古屋大学大学院環境学研究所 附属地震火山研究センター メンバー

地震火山研究センターでは、主として中部地域の地震や火山などの地球のダイナミックな活動に関連する様々な現象を観測に基づいて理解する研究を行うとともに、地震発生や火山噴火の科学的な予測を実現するための研究を行っています。とくに、地震・火山に関連した観測の実施、得られたデータの解析、新たな解析・観測手法の開発を積極的に行っています。なお、今回の研究成果は筆者がJSPSの海外特別研究員として訪れたアメリカ合衆国のカリフォルニア工科大学のMark Simons教授との共同研究が開いたものです。  
センター HP: <http://www.seis.nagoya-u.ac.jp/>



# ゲノムの比較からみえる 分裂酵母の種の分岐

Comparative Functional Genomics of the Fission Yeasts



写真(左から仁木、青木、古谷)

仁木 宏典 *Hironori Niki*

国立遺伝学研究所 系統生物研究センター 原核生物遺伝研究室

Nicholas Rhind<sup>1</sup> Zehua Chen<sup>2</sup> Moran Yassour<sup>3,4,5</sup> Dawn A. Thompson<sup>6</sup> Brian J. Haas<sup>7</sup> Naomi Habib<sup>8,9</sup> Ilan Wapinski<sup>10,11</sup> Sushmita Roy<sup>12</sup> Michael F. Lin<sup>13</sup> David I. Heiman<sup>14</sup> Sarah K. Young<sup>15</sup> 古谷 寛治<sup>16</sup> Yabin Guo<sup>17</sup> Alison Pidoux<sup>18</sup> Hui Mei Chen<sup>19</sup> Barbara Robbertse<sup>20</sup> Jonathan M. Goldberg<sup>21</sup> 青木 敬太, Elizabeth H. Bayne<sup>22</sup> Aaron M. Berlin<sup>23</sup> Christopher A. Desjardins<sup>24</sup> Edward Dobbs<sup>25</sup> Livio Dukaj<sup>26</sup> Lin Fan<sup>27</sup> Michael G. Fitzgerald<sup>28</sup> Courtney French<sup>29</sup> Sharvari Gujja<sup>30</sup> Klavs Hansen<sup>31</sup> Dan Keifenheim<sup>32</sup> Joshua Z. Levin<sup>33</sup> Rebecca A. Mosher<sup>34</sup> Carolin A. Müller<sup>35</sup> Jenna Pfiffner<sup>36</sup> Margaret Priest<sup>37</sup> Carsten Russ<sup>38</sup> Agata Smialowska<sup>39</sup> Peter Swoboda<sup>40</sup> Sean M. Sykes<sup>41</sup> Matthew Vaughn<sup>42</sup> Sonya Vengrova<sup>43</sup> Ryan Yoder<sup>44</sup> Qiangdong Zeng<sup>45</sup> Robin Allshire<sup>46</sup> David Baulcombe<sup>47</sup> Bruce W. Birrer<sup>48</sup> William Brown<sup>49</sup> Karl Ekwall<sup>50</sup> Manolis Kellis<sup>51</sup> Janet Leatherwood<sup>52</sup> Henry Levin<sup>53</sup> Hanah Margalit<sup>54</sup> Rob Martienssen<sup>55</sup> Conrad A. Nieduszynski<sup>56</sup> Joseph W. Spatafora<sup>57</sup> Nir Friedman<sup>58</sup> Jacob Z. Dalggaard<sup>59</sup> Peter Baumann<sup>60,61,62,63,64</sup> Aviv Regev<sup>65,66</sup> and Chad Nusbaum<sup>67</sup>

**Contact** E-mail: hniki@lab.nig.ac.jp  
所在地: 411-8540 静岡県三島市谷田 1111

Figure and Note

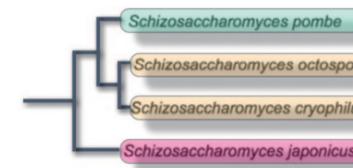


図1: 分裂酵母の系統樹  
論文より一部転載

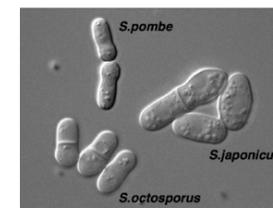


図2: 分裂酵母の素顔  
微分干渉顕微鏡による撮影

## 分裂酵母一族の生命史をゲノムに垣間見る

分裂酵母 Schizosaccharomyces 属は、酵母の中で唯一、二分裂により増殖するグループでこれまでに4種が知られている。特にポンベ分裂酵母 *S. pombe* は、細胞周期の研究などで重要なモデル生物である。これら4種の間には、生活環や代謝能等に際立った違いがある。また、その細胞の大きさも一見して違いが分るほど異なる。どのようにして、このような違いが生じて来たのか、その進化の歴史をゲノムの中に探ったのが今回の研究である。私を含めた国際チームは、これら4種のゲノム配列を決め、ゲノムの比較を行い、染色体の構造の決定、遺伝子の機能予測などを行なった。私達のチームは、昭和3年に日本で発見されたジャポニカス分裂酵母 *Sz. japonicus* のゲノム配列と染色体地図の作成を担当した。比較の結果、分裂酵母の間のゲノム構造や遺伝子調節機構の進化的な変遷が明らかになった。特に、ジャポニカス分裂酵母は最も早くに分岐し、セントロメアなどの構造が他の分裂酵母と著しく異なっていた。ジャポニカスでは10系統のジブシー型トランスポゾンが見られるが、他の種ではトランスポゾンが減り、*S. octosporus* では全く無くなっており、トランスポゾンによる染色体の構造の形成の一例が明らかとなった。

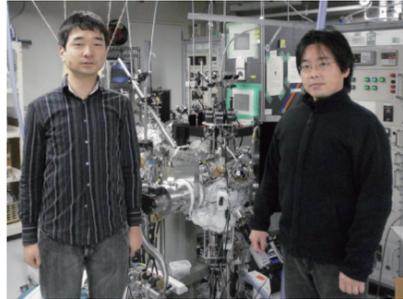
### 国立遺伝学研究所 系統生物研究センター 原核生物遺伝研究室

微生物の持つ優れた増殖能の仕組みを解き明かすため、大腸菌とジャポニカス分裂酵母を使って研究を行っています。ジャポニカスは、遺伝学的な解析手法が未発達なこともあり、これまでは分子生物学的な研究がほとんどありませんでした。実験リソースを開拓しながら、ジャポニカスのDNAストレスによる菌糸への分化、セミアオープンな核分裂などの新規な現象に挑んでいます。



# コバルト添加酸化チタンにおける電氣的に誘起した室温強磁性

Electrically Induced Ferromagnetism at Room Temperature in Cobalt-Doped Titanium Dioxide



写真(左から山田、福村)

福村 知昭 Tomoteru Fukumura

東京大学大学院理学系研究科化学専攻 准教授

山田 良則<sup>1</sup> 上野 和紀<sup>2,3</sup> 袁 洪涛<sup>4,5</sup> 下谷 秀和<sup>4,5</sup> 岩佐 義宏<sup>4,5</sup>  
谷 林<sup>2</sup> 着本 享<sup>2</sup> 幾原 雄一<sup>2,6,7</sup> 川崎 雅司<sup>1,2,4,5</sup>

<sup>1</sup> 東北大学金属材料研究所

<sup>2</sup> 東北大学原子分子材料科学高等研究機構

<sup>3</sup> 独立行政法人科学技術振興機構 さきがけ研究

<sup>4</sup> 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

<sup>5</sup> 独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業

<sup>6</sup> 東京大学大学院工学系研究科 総合研究機構

<sup>7</sup> 財団法人ファインセラミックスセンター ナノ構造研究所

Contact

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

## Figure and Note

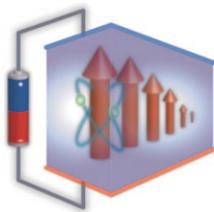


図1: 電界効果を用いた室温強磁性の誘起の模式図。電界で電子キャリア(緑球)が増え、その電子キャリアが磁化(赤矢印)を増大させる。青線は電子の流れを表す。



図2: 10ミリのセラミックス基板上に形成したコバルト添加酸化チタン薄膜の写真。

## 電氣的に非磁性体を室温強磁性体に変換

半導体エレクトロニクスを凌駕するテクノロジーである半導体スピントロニクスでは、電荷の制御に加えて電子のもう一つの自由度であるスピン(磁性)の制御を行う。強磁性体と半導体の性質を併せもつ強磁性半導体材料を用いると、電界効果によるキャリア量の増減で強磁性状態をオンオフすることができるが室温動作は不可能であった。

以前に我々は、光触媒として知られる酸化チタンにコバルトを添加すると室温強磁性が生じることを見出した(Science 2001年2月2日号)。従来型強磁性半導体のように、コバルト添加酸化チタンにおいてキャリアが強磁性を媒介していれば、強磁性状態のオンオフが原理的に室温で可能である。本研究では、電気二重層トランジスタを用いた電界効果でコバルト添加酸化チタンのキャリア量を大量に増やすことにより、室温において非磁性状態の試料を強磁性状態にスイッチングすることに初めて成功した(図1)。これは半導体スピントロニクスデバイスの室温動作につながる成果である。コバルト添加酸化チタンは透明で電気伝導性を持つ強磁性体であり(図2)、材料の透明性を活用した窓ガラス等に搭載可能なユビキタス磁気デバイスなどへの展開も可能である。

### 東京大学 透明スピントロニクスプロジェクトメンバー

室温強磁性体の新物質探索から取り組みはじめ、とうとう室温強磁性のスイッチングができるまでに至りました。今は室温強磁性の発現メカニズムの解明とデバイス応用を目指した研究を進めています。写真は理学系研究科化学専攻と工学系研究科量子相エレクトロニクス研究センターのメンバー。

\* 本研究は、科学技術振興機構さきがけ研究と内閣府・日本学術振興会による最先端・次世代研究開発支援プログラムの援助を受けています。



# 固い文化と緩い文化の違い: 33カ国の比較研究

Differences Between Tight and Loose Cultures: A 33-Nation Study



写真(左: 外山 みどり、右: 山口 勸)

Contact

E-mail: susumy@l.u-tokyo.ac.jp  
所在地: 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

外山 みどり Midori Toyama

学習院大学・文学部 教授

山口 勸 Susumu Yamaguchi

東京大学大学院 人文社会系研究科 教授

Michele J. Gelfand<sup>1</sup> Jana L. Raver<sup>2</sup> Lisa Nishii<sup>3</sup> Lisa M. Leslie<sup>4</sup>  
Janetta Lun<sup>1</sup> Beng Chong Lim<sup>5</sup> Lili Duan<sup>6</sup> et al.

<sup>1</sup> Department of Psychology, University of Maryland

<sup>2</sup> Queen's School of Business

<sup>3</sup> Cornell University Industrial Labor Relations School

<sup>4</sup> Carlson School of Management, University of Minnesota

<sup>5</sup> Ministry of Defense, Singapore and Nanyang Business School, Defense Technology Towers

<sup>6</sup> McKinsey & Company

## Figure and Note

1	2	3	4	5	6
Strongly Disagree	Moderately Disagree	Slightly Disagree	Slightly Agree	Moderately Agree	Strongly Agree

- There are many social norms that people are supposed to abide by in this country.
- In this country, there are very clear expectations for how people should act in most situations.
- People agree upon what behaviors are appropriate versus inappropriate in most situations this country.
- People in this country have a great deal of freedom in deciding how they want to behave in most situations. (Reverse coded)
- In this country, if someone acts in an inappropriate way, others will strongly disapprove.
- People in this country almost always comply with social norms.

図: 文化的な固さ-緩さを測定する尺度項目

## 世界33ヶ国を対象にした調査で、日本は固い方から8番目

文化間の違いの要素として、文化の固さ(tightness)とゆるさ(looseness)が重要であることは、これまでも指摘されてきた。しかしながら、実証研究は少なく、今回の世界33カ国における調査は、初めての組織的な研究である。とくに、本研究では生態文化的な視点から、文化的な固さ-緩さは、それぞれの文化が歴史的に直面してきた生態学および人工的な社会レベルでの脅威によって形成されたものであると予測した。つまり、そうした脅威に対処するために強い社会的規範や逸脱に対する処罰が必要になった、と考えた。この可能性を検討するために、

それぞれの文化における社会的規範の強さと逸脱に対する罰の強さを質問紙によって測定し、文化の固さ、窮屈さの指標とした。具体的には、「この国には、人々が従わなくてはならない社会的規範がたくさんある」という記述にどのくらい賛成するかを尋ねた。このようにして測定された固さの指標と、さまざまな生態学および歴史的な脅威など(たとえば、人口密度、食料や水がどのくらい容易に得られるか、国際間の領土紛争、天災や伝染病の脅威、など)の関連を調べた。その結果、両者には明確な関係があることが明らかになった。国別にみると、文化の固さ-緩さの次元で、日本はもっとも固い方から8番目という結果であった。

以上の結果から、日本に関して言えば、世界の中で他の文化と比べてより固い文化の範疇に入ること、そして、その理由は、歴史的に経験してきた自然および人工的な脅威が高かったことが考えられる。



### 東京大学大学院人文社会系研究科社会心理学研究室 文化とこころ研究プロジェクトメンバー

私たちの分野では、文化と心の関係を実証的に研究するために、日米の単純な比較ではなく、世界中の多くの地域を対象にした研究が主流になってきています。このプロジェクトでも、各国の研究者が参加し、翻訳にも多くの人が協力しています。日本語版質問紙作成に際しては、木村(現姓:及川) 晴さんとShawn Whiteさんに協力していただきました。

# 2011年東北地方太平洋沖地震 (Mw 9.0) の浅部ダイナミックオーバーシュートと深部高エネルギー破壊

Shallow Dynamic Overshoot and Energetic Deep Rupture in the 2011 Mw 9.0 Tohoku-Oki Earthquake



**井出 哲** Satoshi Ide  
東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻 准教授

Annemarie Baltay Gregory C. Beroza  
Department of Geophysics, Stanford University

**Contact** E-mail: ide@eps.s.u-tokyo.ac.jp  
所在地: 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

## 東北地方太平洋沖地震の破壊プロセスを地震波を用いて解明した

東北地方太平洋沖地震の破壊すべりが時間空間的に広がっていくプロセスを世界各地で観測された地震波の分析により解明した。地震は①破壊開始後数秒間の初期破壊すべり、②約40秒まで、プレート境界の深部への進展、③約60秒で海底面に達するプレート境界浅部の大きな破壊すべり、④再びプレート境界深部への進展と4つの段階に分かれることが明らかになった。このうち③が巨大な津波を発生させる要因となった約30mの大きなすべりに関わるプロセスである。この際、海底面の破壊による力のつり合いの急激な変化により、地震以前にかかっていた応力以上の大きな応力変化が起きた(ダイナミックオーバーシュート)ことが様々なデータから示唆される。このプロセスは巨大な津波の原因となった一方で、人間が感じる周波数帯域での地震波(高周波地震動)にはあまり関与せず、高周波地震動はむしろプレート境界深部の②と④のプロセスから放射されていることもわかった。いふならばこの地震は浅部と深部で異なる顔つきをしている。これは深さに依存したプレート境界の性質の違いによるものであり、その理解は今後の沈み込み帯での地震発生プロセス研究にとって重要である。

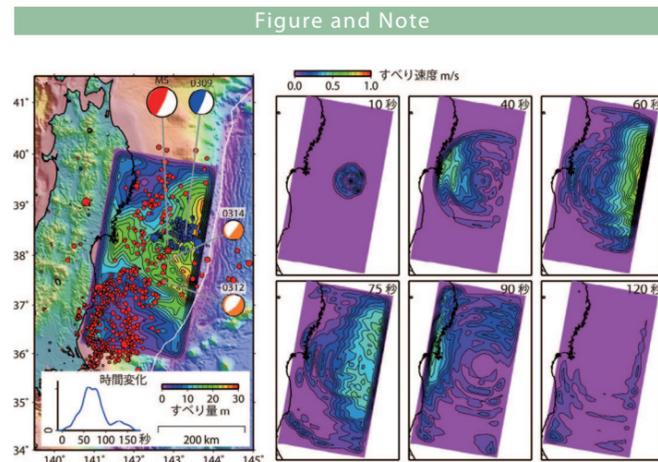
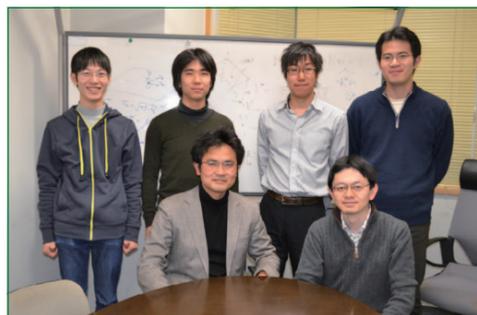


図: 当研究によって推定された東北地方太平洋沖地震の最終的な破壊すべりの分布(左)と6個の時刻での破壊すべり速度の分布(右)。

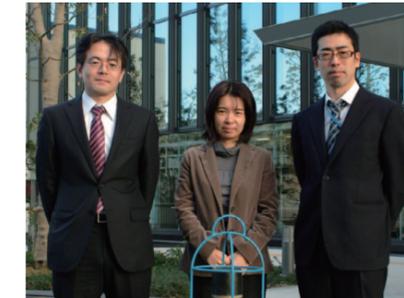


### 東京大学大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻 地震科学研究グループ(井出研究室)メンバー

地震は社会に深刻な影響を与える自然災害の源であり、同時に破壊、摩擦、弾塑性というまだに正体がかみ切れていない物理法則を使って理解しなければならない自然現象です。当グループでは地震波のデータ解析や数値シミュレーションを用いて、地震現象の包括的な理解を目指して研究しています。

# 2011年東北地方太平洋沖地震の震源上の海底の動き

Displacement Above the Hypocenter of the 2011 Tohoku-oki Earthquake



写真(左から石川、佐藤、氏原)

**佐藤まりこ** Mariko Sato  
海上保安庁 海洋情報部 技術・国際課 海洋研究室 主任研究官

石川直史<sup>1</sup> 氏原直人<sup>1</sup> 吉田茂<sup>1</sup>  
藤田雅之<sup>1</sup> 望月将志<sup>2</sup> 浅田昭<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 海上保安庁海洋情報部  
<sup>2</sup> 東京大学生産技術研究所

**Contact** E-mail: eisei@jodc.go.jp  
所在地: 135-0064 東京都江東区青海 2-5-18

## 震源のほぼ真上で、24mの地殻変動を検出

GPS/音響測距結合方式による海底地殻変動観測により、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震(M9.0)に伴う海底の動きを検出した。地震後、3月28日~4月5日に震源域にある海底基準点で観測を行い、地震前後の海底基準点の位置座標を比較したところ、同地震による地殻変動として東南東方向への5~24mの水平変位と-0.8~3mの上下変位を検出した。特に、震源のほぼ真上に位置するMYGIでは、東南東方向に24m移動し、3m隆起したことがわかった。24mという水平移動量は、陸上のGPS観測で観測された最大移動量(国土地理院の電子基準点「牡鹿」で5.3m)の4倍以上に相当する。また、MYGIの北東約70kmに位置するKAMSでも23mの変位が観測されており、少なくとも70kmにわたって20m以上の地殻変動が生じたことが示唆される。上下方向では、海溝に直交する方向に位置するMYGIとMYGWで、隆起と沈降の逆の方向を示している。これは海溝付近での陸側プレートの跳ね上がりから予想される変位と整合的であり、MYGWの東側にヒンジラインがあることを示唆している。震源域で得られた海底の地殻変動データは東北地方太平洋沖地震の断層モデルの推定において、陸上だけのデータよりもはるかに良い拘束条件を与えると期待される。

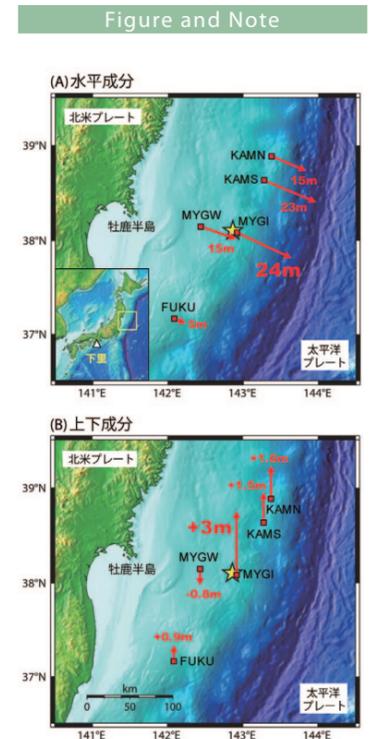
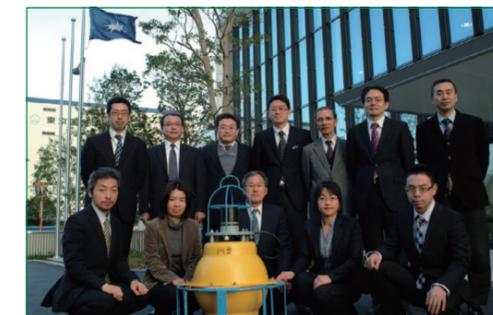


図: 2011年東北地方太平洋沖地震に伴う海底の動き(赤四角:海底基準点の位置、赤矢印:変位ベクトル、星印:震央、基準:下里)

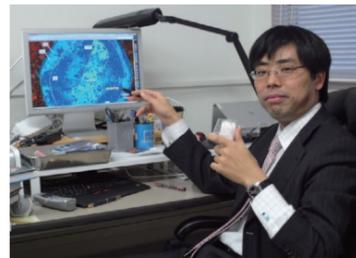


### 海上保安庁 海洋情報部海洋調査課航法測地室 メンバー

東京大学生産技術研究所の技術協力の下、GPS測位と音響測距技術を組み合わせて海底の位置を測る海底地殻変動観測システムを開発し、2000年から日本海溝及び南海トラフ沿いの大陸プレート上に海底基準点を設置して海底地殻変動観測を実施しています。これまでに太平洋プレートやフィリピン海プレートの沈み込みによる定常的な地殻変動や2005年8月の宮城県沖の地震(M7.2)による地殻変動を捉えました。

# 太陽風から見積もる太陽の酸素同位体組成

The Oxygen Isotopic Composition of the Sun Inferred from Captured Solar Wind



国広 卓也 Tak Kunihiro

UCLA, 岡山大学地球物質科学研究センター

K. D. McKeegan<sup>1</sup> A. P. A. Kallio<sup>1</sup> V. S. Heber<sup>1</sup> G. Jarzebinski<sup>1</sup>  
P. H. Mao<sup>1,2</sup> C. D. Coath<sup>1,3</sup> T. Kunihiro<sup>1,4</sup> R. C. Wiens<sup>5</sup>  
J. E. Nordholt<sup>5</sup> R. W. Moses Jr.<sup>5</sup> D. B. Reisenfeld<sup>6</sup>  
A. J. G. Jurewicz<sup>7</sup> D. S. Burnett<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Department of Earth and Space Sciences, University of California, Los Angeles (UCLA)

<sup>2</sup> Division of Physics, Math, and Astronomy, California Institute of Technology

<sup>3</sup> School of Earth Sciences, University of Bristol

<sup>4</sup> Institute for Study of the Earth's Interior, Okayama University

<sup>5</sup> Los Alamos National Laboratory

<sup>6</sup> Department of Physics and Astronomy, University of Montana

<sup>7</sup> Center for Meteorite Studies, Arizona State University

<sup>8</sup> Division of Geological and Planetary Science

Contact

E-mail : tkk@misasa.okayama-u.ac.jp  
所在地 : 682-0192  
鳥取県東伯郡三朝町山田 827

Figure and Note



図1: 地上での分析装置部品の導入の様子 (http://genesmission.jpl.nasa.gov/gm2/images/gallery/landing/index.htm) 帰還見物会でのこの光景を目的に悠々と休暇をとっていた。



図2: 宇宙からの帰還 (http://genesmission.jpl.nasa.gov/gm2/images/gallery/landing/index.htm) 帰還見物会でのこの光景を目的に悠々と休暇をとっていた。

## 宇宙空間で回収した太陽風の酸素同位体組成を実験室で決定

隕石等の地球外物質に見受けられる酸素“同位体異常”の存在は、太陽系において物質が均一化していないことを意味する。不均質は起源の異なる前駆物質の不完全な混合を反映しているのか、太陽系内における後天的プロセスによって獲得されたものなのか。“同位体異常”とは地球物質が太陽系を代表しそれ以外を例外とする視点に基づいた表現だが、地球的なものが太陽系を代表しているといえるのだろうか。太陽系全質量の99.8%は太陽に集中している。太陽の酸素同位体組成は太陽系のそれであり太陽系発物質のそれと近似できる。酸素同位体組成をトレーサーとして物質進化を論ずるにあたり、太陽組成の検討を避けて通ることはできない。本プロジェクトでは太陽の酸素同位体組成を求めると超純粋物質を宇宙空間に送り込み、太陽風を二年間回収した。その間、地上実験室では分析装置を開発し帰還を待った。帰還に際しパラシュートが開かないというアクシデントが発生するも、分析の結果、太陽の酸素同位体組成はこれまで“同位体異常”と表現していたものであることが判明した。換言するならば太陽系における同位体的異常は地球・月・小惑星・火星であり、これらの惑星物質は太陽から進化した同位体組成を持っていることになる。

### 岡山大学地球物質科学研究センター Pheasant Memorial Laboratory

筆者が現在属する研究グループはアラユルニウムを分析する。何重もの現象が込められた天然試料へのアプローチの第一歩は、化学的特徴/類似性に注目した系統的な多元素分析である。試料の経験した重要プロセスを認定した後は、その年代を適切な放射性同位体システムから刻む。近年ははやばさによって持ち帰られた小惑星イトカワの初期分析を担当した。岩石にとらわれず、温泉や人体への応用も進めている。写真は実験室の18時頃の様子。分析装置は日没頃に調子が上がる。



# 室温で安定なエレクトライド $[Ca_{24}Al_{28}O_{64}]^{4+} \cdot 4e^-$ の高温メルトとガラスにおける溶媒和電子

Solvated Electrons in High-Temperature Melts and Glasses of the Room Temperature Stable Electride  $[Ca_{24}Al_{28}O_{64}]^{4+} \cdot 4e^-$



写真 (左から金、細野)

細野 秀雄 Hideo Hosono

国立大学法人東京工業大学フロンティア研究機構  
東京工業大学 応用セラミックス研究所

金 聖雄<sup>1</sup> 下山 輝昌<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国立大学法人東京工業大学フロンティア研究機構

<sup>2</sup> 国立大学法人東京工業大学応用セラミックス研究所

Contact

E-mail : hosono@msl.titech.ac.jp

所在地 : 226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259

Figure and Note

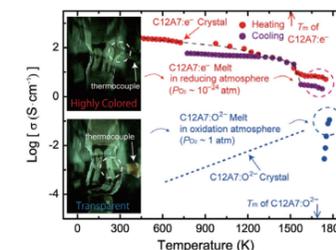


図1: 電子を含まないC12A7:O<sup>2-</sup>メルトは透明(左下)で、電気伝導度(青丸)は半導体のように温度上昇に伴って増加する。一方、溶媒和電子を含むエレクトライド(C12A7:e<sup>-</sup>)のメルトは、強く着色して(左上)、電気伝導度は金属のように、温度上昇に伴って減少する。

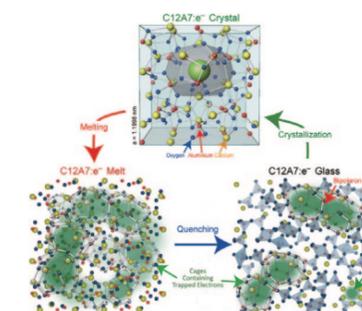


図2: C12A7エレクトライドの結晶構造(上)と溶媒和電子を含むエレクトライドのメルト(左下)とガラス(右下)構造のモデル。結晶のケージと類似の構造にトラップされている溶媒和電子は、メルト全体に繋がっているため金属的な伝導性を示す。一方、ガラスになるとバイポーラロンを形成し、ケージ中に局在化されているので半導体的な伝導性を示すと考えられる。

## 溶媒和電子を含むエレクトライドの高温メルトとガラスを実現

透明な液体アンモニアにアルカリ金属を溶かすと、イオンと電子に解離し、その結果、青色に着色し金属のようによく電気を通すようになる現象が、19世紀の初めから知られている。この電子は、アンモニア分子に配位され安定化された状態となっており、溶媒和電子と呼ばれている。その特徴は溶媒分子の軌道には属さず、すきまの位置を占めることである。これまでこのような溶媒和電子は、液体アンモニアのような低温の特殊な溶媒中でしか安定には存在しないと考えられてきた。

酸化カルシウムと酸化アルミニウムという典型的な絶縁物質から構成される12CaO・7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (C12A7)は、ナノサイズのケージが立体的に繋がった構造を有し、ケージの中に電子が入り込むと、この電子が陰イオンとして振舞うエレクトライドに変身する。私たちは、このC12A7エレクトライドを低酸素分圧の雰囲気中で、1600℃まで加熱し、その溶融体(メルト)の状態を調べた。エレクトライドのメルトは強く着色した状態で、電気伝導度は通常の電子を含まないC12A7のそれよりも2~4桁も高く、しかも温度とともに減少する金属のような伝導性を示した。すなわち、高温の液体金属状態が実現されたわけである。また、このメルトを、急冷してガラスを作製したところ、黒褐色で、通常のC12A7から作られた溶媒和電子が存在しない透明なガラスよりも、5ケタ以上高い電気伝導度を示した。電子濃度はヨウ素滴定法で定量が可能で、エレクトライド結晶と得られたガラス中で大きな差異がないことが確認された。これらの結果から、1600℃という高温のメルト中にも安定な溶媒和電子が高濃度に存在できることが分かった。

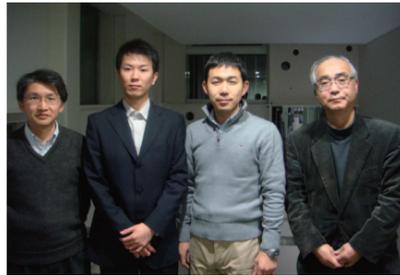


### 国立大学法人東京工業大学 応用セラミックス研究所 細野研究室

本研究室は、エレクトライドを始め、固体中の電子を制御して、新しい機能が実現する「材料」の創出を行っています。本研究室が創りだした透明アモルファス酸化物半導体はiPad-3の駆動に使われる予定です。最近では、2008年に発見した鉄系高温超電導体をはじめ、新超電導物質の探索に注力しています。

# 多結晶鉄合金の超弾性効果

Superelastic Effect in Polycrystalline Ferrous Alloys



写真(左から貝沼、安藤、大森、石田)

大森 俊洋 *Toshihiro Omori*

東北大学大学院工学研究科 金属フロンティア工学専攻

安藤 佳祐 岡野 将卓 許 晶 田中 優樹

大沼 郁雄 貝沼 亮介 石田 清仁

東北大学大学院工学研究科 金属フロンティア工学専攻

**Contact** E-mail: omori@material.tohoku.ac.jp  
所在地: 980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-02  
URL: http://www.material.tohoku.ac.jp/~seigyoy/

Figure and Note

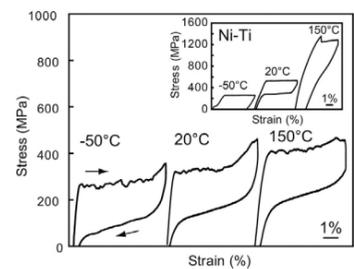


図1: Fe-Mn-Al-Ni の各温度における超弾性特性  
Ni-Ti 実用合金は温度が大きく変化すると超弾性が得られなくなるのに対し、Fe-Mn-Al-Ni 合金の超弾性応力の温度依存性は小さく、広い温度範囲で超弾性が得られる。

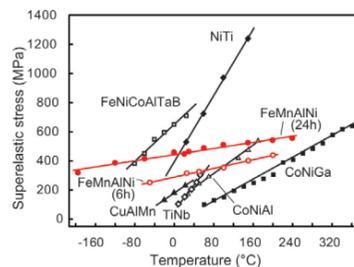


図2: 超弾性応力の温度依存性  
Fe-Mn-Al-Ni 合金における超弾性応力の温度依存性は約 0.5MPa/°Cで、既存合金よりも一桁小さい。

## 応力の温度依存性がゼロに近い超弾性合金

超弾性は、変形しても加えた力を取り除けば元の形状に戻る弾性的な変形量が、通常の金属より一桁大きい数~10%程度得られる現象で、Ni-Ti 超弾性合金は工業・医療用途に広く用いられている。しかし、超弾性合金には温度が高くなると応力が高くなる性質があり、そのため不可逆欠陥が導入されて、ある一定の温度範囲でしかその効果は発現しない。

今回の研究では、Fe-Mn-Al-Ni 合金が BCC 構造から FCC 構造へ構造相転移(マルテンサイト変態)することを発見し、これを利用して超弾性応力の温度依存性が 0.5MPa/°C という極めて小さい特性を得ることに成功した。これは、従来の超弾性合金よりも一桁小さい。BCC、FCC 両相の自由エネルギーをシミュレーションし、超弾性応力の小さな温度依存性は、鉄における磁性的効果を合金元素で低減させたことに起因していることを明らかにした。さらに、ひとつの材料組成において -196°C ~ 240°C の広い温度範囲で超弾性が発現することを確認した。これは、宇宙(軌道上: -150 ~ 120°C)や自動車(例えば: -50 ~ 150°C)をはじめとする多くの環境温度をカバーする範囲であり、広い応用展開が期待できる。

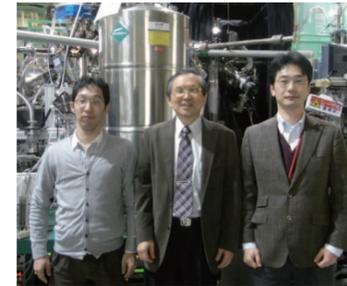


### 東北大学大学院工学研究科 金属フロンティア工学専攻 計算材料構成学分野 メンバー

物質は、温度、圧力、成分比等(示強変数)の組合せに応じて、液体や固体など様々な状態に変化します。各状態の存在条件を示強変数に対し図示したのが状態図です。状態図は「材料の地図」であり、材料開発において欠かせない情報です。当研究室では、状態図を実験・計算の両面から研究しています。さらに、状態図に基づいた合金設計とマイクロ組織制御を行い、各種機能材料、構造材料における新規材料の研究を行っています。

# 強相関酸化物の人工構造における金属量子井戸状態

Metallic Quantum Well States in Artificial Structures of Strongly Correlated Oxide



写真(左から吉松、尾嶋、組頭)

組頭 広志 *Hiroshi Kumigashira*

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 教授  
科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業 さきがけ研究員

吉松 公平 *Kohei Yoshimatsu*

東京大学大学院工学系研究科 応用化学専攻・日本学術振興会特別研究員

尾嶋 正治 *Masaharu Oshima*

東京大学大学院工学系研究科 応用化学専攻 教授

堀場 弘司<sup>1</sup> 吉田 鉄平<sup>2</sup> 藤森 淳<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院工学系研究科 応用化学専攻

<sup>2</sup> 東京大学大学院理学系研究科 物理学専攻

**Contact** E-mail: hkumi@post.kek.jp  
所在地: 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

Figure and Note

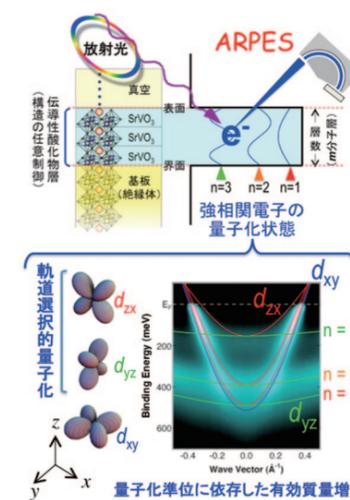


図: 酸化物量子井戸構造による強相関電子の2次元閉じ込め  
(上) 作製した酸化物量子井戸構造  
(下) シンクロトロン光を利用した角度分解光電子分光で観測した酸化物量子井戸構造内に閉じ込められた強相関電子の振る舞い。

## さまざまな天才児を手なずける: 世界で初めて強相関電子を2次元空間に閉じ込めることに成功

酸化物の中には、高温超伝導や超巨大磁気抵抗効果などの驚くべき特性を示す「天才児」がいます。その秘密は、電子同士がお互いに強く影響する状態にある「強相関電子」です。この強相関電子の振る舞いを人工構造で制御することができれば、酸化物の類い希な機能をコントロールできると考えられます。

今回、酸化物エピタキシー法を駆使することで伝導性酸化物を原子レベルで制御した量子井戸構造を作製し、強相関電子を2次元空間に閉じ込めることに世界で初めて成功しました。また、シンクロトロン光を用いた角度分解光電子分光法を用いて量子井戸構造内に閉じ込められた強相関電子の振る舞いを詳しく調べました。その結果、閉じ込められた電子は、量子井戸構造内の複雑な相互作用を反映した「軌道選択的量子化」や「量子化準位に依存した有効質量増大」という強相関電子に特有の現象と考えられる奇妙な振る舞いを示すことを見いだしました。これらの結果は、人工的に強相関電子の振る舞いをコントロール可能になったことを意味しており、今後、強相関酸化物の機能を利用した新しい原理に基づくデバイス開発につながると考えています。



### 高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所組頭研究室 および東京大学大学院工学系研究科尾嶋研究室 メンバー

遷移金属酸化物中の強相関電子が織りなす不思議な振る舞いに魅せられて、その謎を解き明かすために集まってきたメンバーです。シンクロトロン光を用いた先端計測という「見る」技術と酸化物分子線エピタキシーという「作る」技術の高いレベルでの融合により、酸化物人工構造を用いた新奇な量子物性の開拓を目指しています。

# 細胞の形のキラリティが 器官の左右非対称な形態形成を誘発する

Chirality in Planar Cell Shape Contributes  
to Left-Right Asymmetric Epithelial Morphogenesis



松野 健治 Kenji Matsuno

東京理科大学 基礎工学部生物工学科 教授

谷口 喜一郎 前田 礼男 安藤 格士 奥村 高志 中澤 直高  
羽鳥 僚 中村 充利 穂積 俊矢 藤原 普夫  
東京理科大学 基礎工学部生物工学科

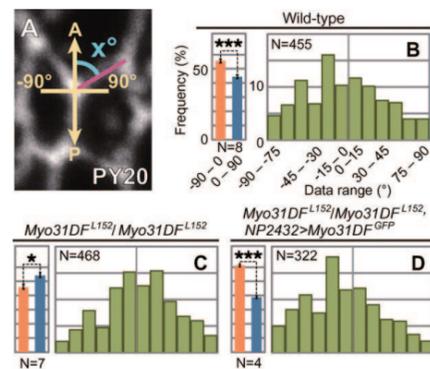
Contact E-mail : matsuno@rs.noda.tus.ac.jp  
所在地 : 278-8510 千葉県野田市山崎 2641

内臓器官の左右非対称性は動物界において広く観察される。左右非対称性が形成される機構は進化的に多様であり、脊椎動物を除いては、それらに関する理解はあまり進んでいない。

我々は、ショウジョウバエの左右非対称性の形成機構を理解するために、胚消化管の左ネジ捻転に注目した。胚消化管を形成する上皮細胞の頂端面（消化管の内側の表面）の形状を調べたところ、胚消化管が捻転する以前に、それぞれの細胞形状が左右非対称にゆがんでいることを明らかにした。我々は、このような平面内の左右の歪みを、左右に歪んだ形がその鏡像と重ねられない（キラリティを示す）ことを理由として、planar cell-shape chirality (PCC) と命名した。PCC は、胚消化管の捻転後では解消されていた。上皮細胞のコンピュータ・シミュレーションの結果、PCC とその解消によって、胚消化管の左ネジ捻転を誘発する「力」が説明できることが示唆された。

生体内における PCC についてはこれまでに報告がなく、本研究の成果から、組織形態の形成の新たな機構の存在が示唆された。さらに、近年、培養した動物細胞がキラリティを示すとの報告が続いており、我々の明らかにした PCC が、種を超えて保存されているものと考えられた。

Figure and Note



図：ショウジョウバエ胚消化管の上皮細胞の形態は左右に歪んでおり、キラリティを示す。  
A 消化管上皮の頂端面（管の内側面に当たる）の細胞の形に、左右の歪みがあるかどうかを解析するために、消化管の向きを AP（前後）軸とし、それに直交する軸の左方向を -90°、右方向を 90°とした。頂端面の細胞膜（ここでは細胞辺とする）を PY20 抗体で標識し、それぞれと AP 軸の角度 X° を測定した。  
B-D 右のヒストグラムでは、角度 X° を 15° の階級に分け、それぞれの出現頻度を % で表した (N は解析した細胞辺の数)。左グラフでは、-90° ~ 0° と 0° ~ 90° の角度 X° の細胞辺の出現頻度を % で示した (N は解析した胚の数)。B は野生型、C は *Myo31DF* (*Myosin31DF*) ホモ接合体胚、D は *Myo31DF* ホモ接合体胚で *Myo31DF* を強制発現させ救済したもの。B と D では -90° ~ 0° の角度 X° の細胞辺の出現頻度が、C では 0° ~ 90° の角度 X° の細胞辺の出現頻度が高いことに注意。つまり、野生型の消化管上皮の頂端面の形状は左右に歪んでおり、この歪みは、*Myo31DF* ホモ接合体胚で鏡像化する。このときの細胞の形状は、その鏡像と重ねられないことから、上皮細胞の形態はキラリティを示す。星印は、数値が統計上有意であることを示す。

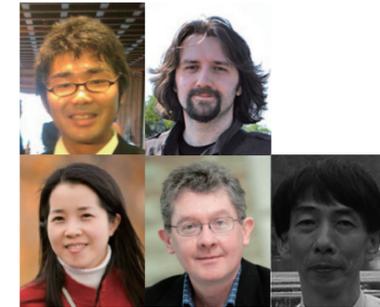


東京理科大学基礎工学部生物工学科・松野研究室 メンバー

我々のグループは、動物のからだや器官の形がつけられる仕組みや、それに関わる細胞シグナルについて研究しています (写真中央が前田礼男助教)。ショウジョウバエは、発生学や遺伝学に関する研究のモデル動物として、生命科学の発展に大きな貢献をしてきました。現在に至っても、ショウジョウバエの有用性は、まったく色あせていません。ショウジョウバエの内臓の形態が左右非対称になる機構に着目し、器官の形態を左右非対称に変化させている、組織が生み出す「力」に関する研究を展開していきます。  
<http://www.rs.noda.tus.ac.jp/~biost/OPFU/MATU/toppage3.html>

# 銅酸化物におけるスメクティック変調と 単位胞内ネマティシティを結びつけるトポロジカル欠陥

Topological Defects Coupling Smectic Modulations  
to Intra-Unit-Cell Nematicity in Cuprates



藤田 和博 Kazuhiro Fujita

米国コーネル大学物理学部・米国ブルックヘブン国立研究所・東京大学理学系研究科物理学専攻 研究員

A. Mesaros

オランダライデン大学ローレンツ理論物理学研究所 大学院生・米国コーネル大学物理学部 訪問研究員

E.-A. Kim

米国コーネル大学物理学部 准教授

J. C. Séamus Davis

米国コーネル大学物理学部・米国ブルックヘブン国立研究所凝縮系物理・物質科学部門・スコットランドセントアンドリュース大学物理学・天文学部 教授

内田 慎一 Shin-ichi Uchida

東京大学理学系研究科物理学専攻 教授

永崎 洋<sup>1</sup> S. Sachdev<sup>2</sup> J. Zaanen<sup>3</sup> M. J. Lawler<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>産業技術総合研究所低温物理グループ主任研究員

<sup>2</sup>Department of Physics, Harvard University

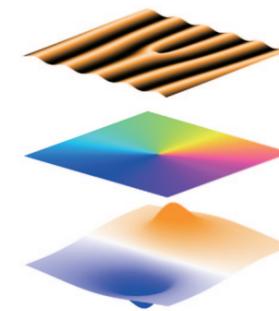
<sup>3</sup>Instituut-Lorentz for Theoretical Physics, Universiteit Leiden

<sup>4</sup>Department of Physics, Applied Physics and Astronomy, Binghamton University

<sup>5</sup>Laboratory for Atomic and Solid State Physics, Department of Physics, Cornell University

Contact E-mail : fujita@ccmr.cornell.edu  
所在地 : 14853 Clark Hall A11, Cornell University, Ithaca NY, USA

Figure and Note



図：トポロジカル欠陥とネマティック電子構造の相互作用

上図 銅酸化物における「縞状」のスメクティック電子構造の乱れの模式図。

中図 上図の欠陥の中心で  $2\pi$  の位相がどのように変化するかを示す。

下図 スメクティック電子構造におけるトポロジカル欠陥の発見によって、その位相回転が、競合するネマティック電子構造の強度と結びついていることを見出した。

銅酸化物高温超伝導体の「擬ギャップ相」の現象論的記述に成功

銅酸化物における高温超伝導の機構解明は現代物理における最重要課題の一つである。

これらの物質の難解さは、超伝導と共存する未知の相“擬ギャップ”の存在に起因しており、この相における電子系の対称性の破れを特定することが極めて難しいことが挙げられる。近年我々は、それぞれの単位格子における電子構造の対称性を直接可視化する新しい手法を導入した。この手法を用いて、我々は分光画像走査型トンネル顕微鏡で得られた  $\text{CuO}_2$  単位胞内の電子状態を解析し単位胞内ネマティシティ—電子構造の回転対称性の破れ—を明らかにした。これはそれぞれの  $\text{CuO}_2$  内の 2 つの酸素上で電子状態が非等価になっていることに由来する (*Nature* 466, 347 (2010)。)。一方、異なる対称性の破れが銅酸化物超伝導の擬ギャップ状態において観測されており、それは併進対称性と回転対称性を同時に破るスメクティックと呼ばれる“ストライプ”状の電子状態である。ゆえに、銅酸化物には単位胞内ネマティックとスメクティックという破れた対称性が共存しており、これらの現象の相互作用を理解することが課題となる。我々は分光画像走査型トンネル顕微鏡を用いて銅酸化物超伝導体  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  において共存するスメクティックとネマティックの破れた対称性を同時に可視化することに成功した。そして、これらの電子状態の空間成分を別々に考えることにより、スメクティック状態において  $2\pi$  トポロジカル欠陥を見出した。さらに、古典液晶におけるネマティック・スメクティックを結びつける de Gennes 理論との類推から、量子ネマティック・スメクティック相互作用を記述するギンツブルグ・ランダウ自由エネルギーを構築し、銅酸化物超伝導の擬ギャップ相における異なる対称性の破れた状態を現象論的に説明することに成功した。この量子ネマティックとスメクティックにおける破れた対称性の理論的理解は銅酸化物高温超伝導体相図の複雑さを紐解く新たな手段となりえる。

コーネル大学の超低振動実験施設

走査型トンネル顕微鏡はナノメートルスケールで探針を制御し、かつ、ピコアン程度微弱なトンネル電流の検出が必要となるため、外部からの振動および電磁波の混入を軽減する必要がある。写真は、コーネル大学に建設された超低振動実験施設の概観。ラジオ周波数を遮断する防振壁は建物と別基礎の除振床上に建設され、更に、防振室内にも除振台を設置している（入り口から見える三本足のテーブル）。顕微鏡ユニットは、除振台上に固定されているプローブインサートの先端に位置する。



# フラーレン C<sub>60</sub> 内部に閉じ込められた水単分子

A Single Molecule of Water Encapsulated in Fullerene C<sub>60</sub>



村田 靖次郎 *Yasujiro Murata*

京都大学 化学研究所 教授

黒飛 敬

京都大学 化学研究所 博士研究員

**Contact** E-mail : yasujiro@scl.kyoto-u.ac.jp  
所在地 : 611-0011 京都府宇治市五ヶ庄

## 1 個の H<sub>2</sub>O 分子を フラーレン C<sub>60</sub> の内部に閉じ込めた

水は生命・環境・物質にとって、最も身近かつ重要な物質である。通常、H<sub>2</sub>O 分子は水素結合により分子間で強く結合した状態で存在しており、H<sub>2</sub>O の集合体としての性質はよく知られているものの、水素結合を全くもたない単分子としての H<sub>2</sub>O に関する研究はほとんど例がなかった。今回の研究では、H<sub>2</sub>O 単分子を中空のサッカーボール型の炭素クラスター「フラーレン C<sub>60</sub>」の内部に閉じ込める方法を開発した。

フラーレン C<sub>60</sub> の内部には、1 個の H<sub>2</sub>O 分子が存在するのに十分な大きさの空間がある。そこで、加熱すると自発的に大きくなる開口部を C<sub>60</sub> 骨格上に形成させ、高圧条件下 H<sub>2</sub>O を C<sub>60</sub> の内部に挿入した。その後、穏和な条件下での有機化学反応により、開口部を完全に修復し元の C<sub>60</sub> 骨格を再生させ、H<sub>2</sub>O 単分子を内包した C<sub>60</sub> を合成した。得られた化合物の構造は単結晶 X 線構造解析により決定し、内部の水分子が水素結合をまったくもたない構造であることを明らかにした(図)。本手法は原理的に他の小分子内包フラーレン合成へと発展させることが可能であり、外界から隔離された孤立単分子の性質解明や、外側のフラーレン骨格の物性制御等への展開が期待される。

### Figure and Note

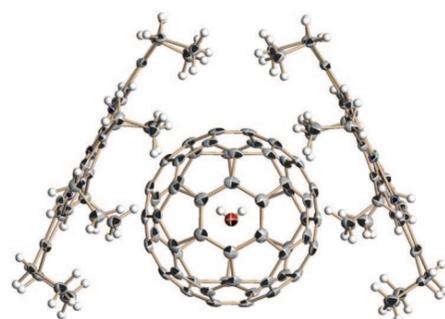


図 : H<sub>2</sub>O@C<sub>60</sub> の分子構造  
2 枚のニッケルポルフィリンで H<sub>2</sub>O@C<sub>60</sub> を挟み込むことにより、サンドイッチ型の分子錯体として、乱れた構造の無い単結晶 X 線構造解析が可能となった



### 京都大学化学研究所 構造有機化学研究領域 メンバー

有機化合物における光物性、酸化還元特性、固体状態での電子物性のほとんどを支配しているのが、「動きやすい」という特徴をもつ π 電子です。私達はこの π 電子をもつ化合物を研究対象に選び、フラーレンを基盤とした新しい三次元 π 共役系化合物の合成、新規有機色素分子の設計・合成・物性評価、有機デバイスへの展開を目指した新しい分子骨格の構築、ならびに、それらの有機太陽電池材料への応用についての研究を行っています。  
研究室 URL : <http://www.scl.kyoto-u.ac.jp/~kouzou/index.html>

# 動作中のタンパク質の 高速原子間力顕微鏡による直視

Direct Visualization of Proteins in Action by High-Speed Atomic Force Microscopy



写真(左:安藤 敏夫、右:内橋 貴之)

安藤 敏夫 *Toshio Ando*

金沢大学理工研究域 教授  
バイオAFM先端研究センター センター長  
CREST/JST

内橋 貴之 *Takayuki Uchihashi*

金沢大学理工研究域 准教授  
バイオAFM先端研究センター  
CREST/JST

論文A)

飯野 亮太<sup>1,2</sup> 野地 博行<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院工学系研究科

<sup>2</sup> CREST/JST

論文B)

五十嵐 圭日子<sup>1</sup> Anu Koivula<sup>2</sup> 和田 昌久<sup>1</sup> 木村 聡<sup>1</sup>

岡本 哲明<sup>3</sup> Merja Penttil<sup>2</sup> 鮫島 正浩<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院 農学生命科学研究科

<sup>2</sup> フィンランド技術研究センター

<sup>3</sup> 金沢大学理工研究域

### Contact

E-mail : tando@staff.kanazawa-u.ac.jp  
所在地 : 920-1192 石川県金沢市角間町

### Figure and Note

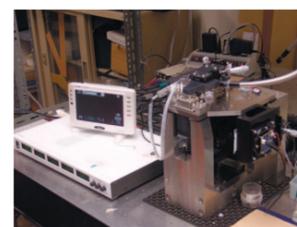


図 1 : 高速 AFM 装置の外観

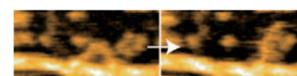


図 2 : 歩くミオシン V の高速 AFM 像

## F<sub>1</sub>-ATPase の動的構造変化と セルラーゼの交通渋滞のナノ動画撮影

タンパク質の構造は X 線結晶構造解析などにより調べられてきた。だが、タンパク質は本質的にダイナミックであるにも拘わらず、得られる情報は静止構造に限られる。一方、タンパク質分子の動的振舞いはマーカの光学計測により調べられてきたが、タンパク質分子そのものは見えない。従って、構造とダイナミクスを同時観察できず、間接的なデータからタンパク質がどのように動作して機能するかを推測するしかなかった。我々の研究グループは、液中にある試料を直接高解像観察可能な AFM のイメージング速度を一千倍以上高める技術開発に長年取り組み、世界最高性能の高速 AFM を 2008 年に完成させた。タンパク質の機能を乱さずに高速高解像撮影できる。

今回、この革新的顕微鏡により、回転軸のない F<sub>1</sub>-ATPase のサブユニットが構造変化し、その変化が一方向に回転伝搬する事実や、セルラーゼ分子がセルロース結晶を分解しながら運動する際に交通渋滞を起こす事実などをナノメートルスケールの動画映像中に捉えることに成功した。この新顕微鏡法は今後広く利用され、従来手法では達成不可能な詳細さで多様な生体分子が働く仕組みの迅速理解を可能にすると期待される。



### 金沢大学 理工研究域 数物科学専攻 安藤研究室 メンバー

我々の研究室では、タンパク質の構造と動作を直接同時に見ることで、機能メカニズムの詳細理解を目指している。高速 AFM を中心として、装置開発からイメージング研究まで一貫して進めており、最近では、細胞・オルガネラの表面や内部で起こる動的プロセスの高解像観察を可能にする装置開発も行っている。

研究室 HP: <http://www.s.kanazawa-u.ac.jp/phys/biophys/index.htm>

写真は安藤研のメンバー。

# 回転子のない F<sub>1</sub>-ATPase の 回転触媒を高速原子間力顕微鏡で解明

High-Speed Atomic Force Microscopy Reveals Rotary Catalysis of Rotorless F<sub>1</sub>-ATPase



写真(左:飯野、右:野地)

**飯野 亮太** *Ryota Iino*  
東京大学大学院 工学系研究科 応用化学専攻 講師

**野地 博行** *Hiroyuki Noji*  
東京大学大学院 工学系研究科 応用化学専攻 教授

内橋 貴之<sup>1,2,3</sup> 安藤 敏夫<sup>1,2,3</sup>  
<sup>1</sup> 金沢大学理工研究域  
<sup>2</sup> バイオAFM先端研究センター  
<sup>3</sup> CREST/JST

**Contact** E-mail: 野地 hnoji@appchem.t.u-tokyo.ac.jp  
飯野 iino@appchem.t.u-tokyo.ac.jp  
所在地: 113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

Figure and Note

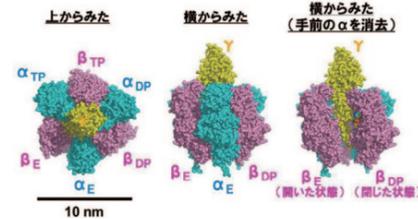


図1: F<sub>1</sub>-ATPase の結晶構造

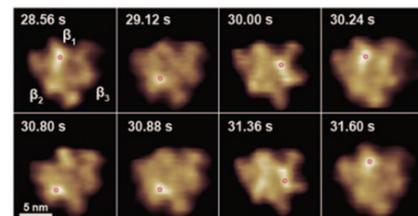


図2: F<sub>1</sub>-ATPase の固定子 α<sub>3</sub>β<sub>3</sub> リングの“回転”運動

## 回転モータータンパク質 F<sub>1</sub>-ATPase の 意外なメカニズムを発見

F<sub>1</sub>-ATPase はタンパク質でできた世界最小の回転モーターで、固定子 α<sub>3</sub>β<sub>3</sub> リングに刺さった回転子 γ が ATP 加水分解のエネルギーで回転します(図1)。F<sub>1</sub> モーターは、1. 水中で自分より100倍近く大きなものを回せる、2. 最高回転速度は10,000回転/分以上、3. エネルギー変換効率はほぼ100%でしかも可逆、といった高い性能を持っています。このように高性能な F<sub>1</sub> ですが、なぜ一方方向に回転できるのか?、という基本的な仕組みの詳細は明らかになっていません。これまでは、回転子 γ が“独裁者”として固定子リングの3つの触媒(回転力発生)サブユニット β の化学反応と構造変化のタイミングをうまく支配することで一方方向の回転が達成される、という説が多くの研究者の支持を集めていました。しかしながら私達が金沢大学の安藤敏夫教授、内橋貴之准教授と高速原子間力顕微鏡を用いて観察したところ、回転子 γ のない固定子 α<sub>3</sub>β<sub>3</sub> リング単体でも3つの β が順番を守って化学反応と構造変化を行うことが明らかとなりました(図2)。一方、回転の正確性や速度は γ がある場合よりも明らかに低下していました。これらの結果から F<sub>1</sub> の一方方向性の速い回転は、固定子と回転子の“民主的な”協同により達成されると結論づけられました。

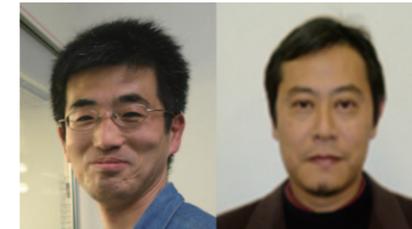


### 東京大学大学院 工学系研究科 応用科学専攻 野地研究室 メンバー

私達は巧妙に働く生体ナノマシンの仕組みを理解するべく、実際に機能している生体ナノマシンの性質を1分子計測する手法の開発に取り組んでいます。手法のベースは顕微鏡とマイクロデバイスです。また生体ナノマシンの1分子計測で培った技術を活用し、人工合成分子の性質を調べる1分子法の開発や、疾病マーカーやウイルスを1分子・1粒子レベルで高感度かつ簡便に検出する手法の開発にも取り組んでいます。  
URL: <http://www.nojilab.t.u-tokyo.ac.jp/>

# 神経束形成を司る 内在性 Nogo 受容体拮抗物質 LOTUS

Cartilage Acidic Protein-1B (LOTUS),  
an Endogenous Nogo Receptor Antagonist for Axon Tract Formation



写真(左:佐藤 泰史、右:竹居 光太郎)

**佐藤 泰史** *Yasufumi Sato*  
横浜市立大学医学部 研究員(現 基礎生物学研究所 研究員)

**竹居 光太郎** *Kohtarō Takei*  
横浜市立大学大学院 医学研究科 准教授

池谷 真澄<sup>1</sup> 栗原 裕司<sup>1</sup> 山口 めぐみ<sup>1</sup> 山下 直也<sup>2</sup> 中村 史雄<sup>3</sup>  
有江 裕子<sup>1</sup> 川崎 能彦<sup>4</sup> 平田 たつみ<sup>5</sup> 阿部 高也<sup>6</sup> 清成 寛<sup>7</sup>  
Stephen M. Strittmatter<sup>8</sup> 五嶋 良郎<sup>9</sup>

<sup>1</sup> 横浜市立大学大学院 医学研究科 大学院生  
<sup>2</sup> 横浜市立大学大学院 医学研究科 助教  
<sup>3</sup> 横浜市立大学大学院 医学研究科 准教授  
<sup>4</sup> 国立遺伝学研究所 脳機能研究部門 助教  
<sup>5</sup> 国立遺伝学研究所 脳機能研究部門 准教授  
<sup>6</sup> 理化学研究所 発生再生科学総合研究センター 動物資源開発室 技術員  
<sup>7</sup> 理化学研究所 発生再生科学総合研究センター 動物資源開発室 研究員  
<sup>8</sup> Department of Neurology and Section of Neurobiology,  
Yale University School of Medicine  
<sup>9</sup> 横浜市立大学大学院 医学研究科 教授

**Contact** E-mail: kohtarō@med.yokohama-cu.ac.jp  
所在地: 236-0004 横浜市金沢区 福浦 3-9

Figure and Note

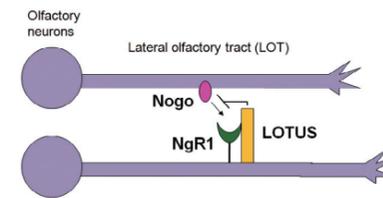
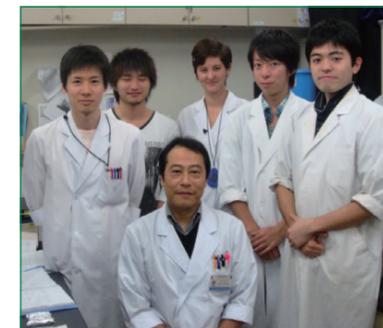


図: 嗅球の神経束形成に係る LOTUS の役割  
嗅球の神経細胞から伸長する軸索上には Nogo、Nogo 受容体 (NgR1)、LOTUS が発現し、LOTUS は Nogo と Nogo 受容体との結合を阻害することで神経束形成に寄与している。

## 神経回路形成を司る 内在性 Nogo 受容体アンタゴニストの発見

マウス嗅覚情報の2次伝導路である嗅索(Lateral olfactory tract: LOT)の形成を担う機能分子を探索・同定する目的で、光照射分子不活性化法を改良した独自の機能的スクリーニング法を開発した。その方法によるスクリーニングの結果、LOTの神経束形成に関わる新たな機能分子を発見し、LOT usher substance (LOTUS)と命名した。LOTUSの遺伝子欠損(KO)マウスではLOTがバラバラに脱束化していた。続いてLOTUSの結合分子としてNogo受容体-1(NgR1)を同定した。NgR1はミエリンに存在する神経突起伸長阻害因子群の共通の受容体で、神経再生を困難にする主要因として考えられている。LOTUSはNgR1の機能をシャットアウトする拮抗作用を示し、内在性NgR1アンタゴニストとして機能することが判明した。LOTUSに加え、NgR1の遺伝子を同時に欠損するダブルKOマウスでは、LOTUS-KOで見られたLOTの脱束化は見られなかったため、LOTUSのNgR1に対する拮抗作用がLOTの神経束形成に寄与することが判明した。本研究によって、今までにない新しい神経回路形成機構の提唱と、内在性NgR1拮抗物質の発見がもたらされた。



### 横浜市立大学医学部分子薬理神経生物学教室の CALI/LOTUS 研究グループ

新規の神経回路形成分子“LOTUS”の発見を契機に、私達はLOTUSとNogo受容体の分子間相互作用による神経回路形成機構にフォーカスを当て、ノックアウトマウスや光照射分子不活性化法を用い、神経発生生物学的研究を行っています。また同時に、LOTUSは神経再生を阻むNogo受容体作用を完全にシャットアウトする拮抗物質であることから、LOTUSの生理機能を利用した神経再生医療技術の創成に挑んでいます。まだ誰も知らない未開の地を見つけた小さな開拓団です。

# ショウジョウバエ *Sex lethal* 遺伝子は始原生殖細胞のメス化を誘導する

*Drosophila Sex lethal* Gene Initiates Female Development in Germline Progenitors



写真(左:橋山、右:小林)

小林 悟 *Satoru Kobayashi*

自然科学研究機構 基礎生物学研究所 岡崎統合バイオサイエンスセンター 教授  
総合研究大学院大学(総研大) 基礎生物学専攻 教授

橋山一哉<sup>1</sup> 林良樹<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>自然科学研究機構 基礎生物学研究所 岡崎統合バイオサイエンスセンター

<sup>2</sup>総合研究大学院大学(総研大) 基礎生物学専攻

Contact

E-mail: skob@nibb.ac.jp

所在地: 444-8787 愛知県岡崎市明大寺町東山 5-1

U R L: [http://www.nibb.ac.jp/sections/developmental\\_biology/kobayashi/](http://www.nibb.ac.jp/sections/developmental_biology/kobayashi/)

Figure and Note

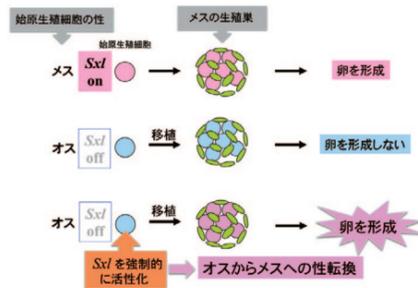


図1: *Sxl* 遺伝子の強制発現によりオス始原生殖細胞が卵に分化する。

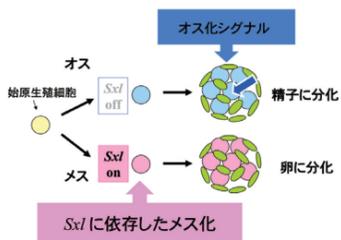


図2: ショウジョウバエ始原生殖細胞の性決定モデル  
メス始原生殖細胞では、*Sxl* 遺伝子が発現しメスの性分化が誘導されるのに対し、*Sxl* 遺伝子が発現しないオス始原生殖細胞では、生殖巣からの非自律的シグナルによりオスの性分化が進行する。

## オス始原生殖細胞を完全に機能的な卵に分化させることができた

生殖細胞の性決定機構、すなわち精子に分化するか、卵(卵子)に分化するかの運命決定機構は十分に明らかにされていなかった。マウスやショウジョウバエでは、生殖細胞の性は、生殖巣を構成する体細胞の性に依存して非自律的に決まると考えられてきた。私たちは、ショウジョウバエの胚において、生殖巣を形成する以前の始原生殖細胞中でメス特異的に *Sex lethal* (*Sxl*) 遺伝子が発現することを発見した。さらに、メス胚の始原生殖細胞において *Sxl* の機能を抑制すると、卵を形成できなくなることを、逆に、本来 *Sxl* を発現しないオスの始原生殖細胞において *Sxl* を強制発現し、卵巣に移植すると、完全に機能的な卵に分化することを明らかにした。以上の成果は、生殖細胞自律的な性決定機構が存在し、*Sxl* が生殖細胞の雌化のためのマスター遺伝子であることを示している。

生殖細胞自律的な性の決定機構の存在は、他の動物種においても予想されている。また、生殖巣を含む中胚葉性の組織をもたない腔腸動物のヒドラでは、生殖細胞のみに性が存在し、体細胞には性差が観察されない。このことは、生殖細胞自律的な性決定機構は進化的に古く、生殖巣からの非自律的な制御機構は、中胚葉の出現と共に新たに獲得された機構かもしれない。今後、*Sxl* の下流で働く遺伝子を同定することで、他の動物を含めた生殖細胞の性決定機構の全貌が明らかになると期待される。



自然科学研究機構・基礎生物学研究所/  
岡崎統合バイオサイエンスセンター・  
発生遺伝研究部門 メンバー

体を構成する体細胞とは異なり、生殖細胞は次代に生命を受け渡すことができる唯一の細胞である。これまで、私たちは、生殖細胞が形成される分子機構についてショウジョウバエを用いて解析してきた。今回の発見は、生殖細胞形成機構の研究から生まれたものであるが、生殖細胞自身が性を決める機構の解明という新たな研究の扉を開けることになった。

<http://www.nibb.ac.jp/skolab/doku.php>

# 大脳新皮質におけるスキーマ依存性遺伝子発現と記憶エンコーディング

Schema-Dependent Gene Activation and Memory Encoding in Neocortex



遠山 千春 *Chiharu Tohyama*

東京大学医学系研究科疾患生命工学センター 健康環境医工学部門 教授

掛山 正心 *Masaki Kakeyama*

東京大学医学系研究科疾患生命工学センター 健康環境医工学部門 助教

Dorothy Tse<sup>1</sup> 竹内 倫徳<sup>1</sup> 梶井 靖<sup>2</sup>

奥野 浩行<sup>3</sup> 尾藤 晴彦<sup>3</sup> Richard G. M. Morris<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre for Cognitive and Neural Systems, University of Edinburgh

<sup>2</sup> 田辺三菱製薬株式会社薬理第一研究所

<sup>3</sup> 東京大学医学系研究科神経生化学分野

Contact

E-mail: mtohyama@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

所在地: 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

Figure and Note

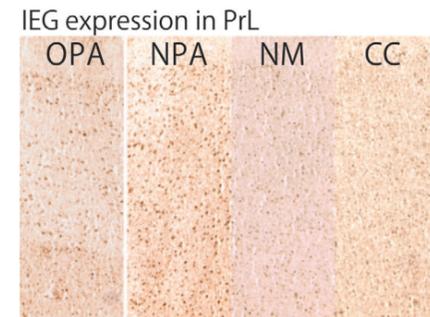


図: スキーマ依存性学習時の前辺縁皮質における刺激応答性遺伝子産物の免疫染色像  
獲得済知識を想起する場合 (OPA) やスキーマに依存しない記憶形成 (NM) に比して、獲得済スキーマを利用して新規の対連合学習を行う際に (NPA)、際だって arc 陽性細胞が増加していることがわかる。

## 大脳新皮質における新たな記憶システムの解明

エディンバラ大学の Richard Morris 教授の研究室では、Morris 水迷路をはじめ、学習記憶に関する齧歯類を用いた実験動物モデルで革新的な研究を展開している。東大遠山研では、化学物質曝露など環境要因が脳高次機能に及ぼす影響を調べるため、Morris 教授と共同研究を進めている。数年前に開発した Flavor Map 法では、報酬の味 (Flavor) とその場所を対連合学習、過去の経験を利用して知識を獲得するプロセスを研究することが可能となった (Tse et al., Science, 2007 年)。今回の報告では、既に獲得済の知識が体系化されている (Schema が形成されている) 場合には、新たな対連合学習をエンコードする際に、神経細胞活性マーカーである最初期遺伝子産物の増加が、前頭前野前辺縁皮質において生じていることを明らかにした。さらに NMDA 型受容体の阻害剤を用いた薬理学的実験の結果、schema に依存する対連合学習では、海馬から前辺縁皮質へ学習情報の移行ではなく、両者が並列的に関与していることが明らかとなった。



東京大学医学系研究科疾患生命工学センター  
健康環境医工学部門 メンバー

胎児や小児の脳の発達は脆弱であり、環境・食品に含まれる様々な化学物質によって、影響を被りやすい事が知られている。しかし安全性評価モデルを含め神経科学全般において、齧歯類を用いて高次脳機能を調べる行動試験は非常に乏しかった。今回報告した新たな手法を用いることで、母・仔動物に顕著な障害を引き起こさない用量の化学物質が仔動物の高次脳機能 (記憶・学習、情動、社会性行動) に及ぼす影響とそのメカニズムの解明を目指して研究を行っている。

研究室のウェブサイト:

URL: <http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/env-health/top.html>

# 酵母における染色体異数性はゲノム不安定性を促進する

Aneuploidy Drives Genomic Instability in Yeast



平岡 泰 Yasushi Hiraoka

大阪大学大学院生命機能研究科 教授  
(独) 情報通信研究機構 未来 ICT 研究所 主管研究員

Jason M. Sheltzer<sup>1</sup> Heidi M. Blank<sup>1</sup> Sarah J. Pfau<sup>1</sup>  
Yoshie Tange<sup>2</sup> Benson M. George<sup>1</sup> Timothy J. Humpton<sup>1</sup>  
Ilana L. Brito<sup>3</sup> Osami Niwa<sup>4</sup> Angelika Amon<sup>1</sup>

<sup>1</sup> David H. Koch Institute for Integrative Cancer Research and Howard Hughes Medical Institute (HHMI), Massachusetts Institute of Technology  
<sup>2</sup> Graduate School of Frontier Biosciences, Osaka University  
<sup>3</sup> Department of Ecology, Evolution and Environmental Biology, Columbia University  
<sup>4</sup> The Rockefeller University

**Contact** E-mail: hiraoka@fbs.osaka-u.ac.jp  
所在地: 565-0871 吹田市山田丘 1-3

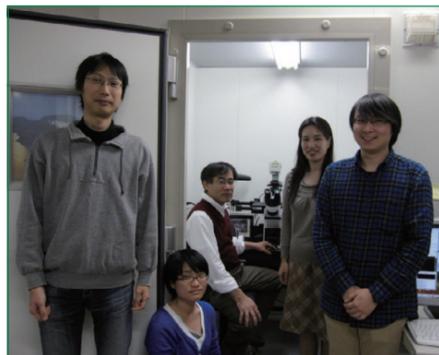
Figure and Note



図: 分裂酵母異数体における DNA 損傷修復機能の異常  
分裂酵母異数体細胞(右)では DNA 切断修復タンパク質 (Rad22) が正常細胞(左)と比較して異常に蓄積している。Rad22 タンパク質は蛍光タンパク質 (GFP) で標識されている。

## 異数体細胞は突然変異や染色体再編を起こしやすい

私たちの体の細胞は、父母に由来する2セットの染色体を持つ。正常な細胞がこのような二倍体の染色体構成を持つのと対照的に、多くのガン細胞で染色体の異数性が見られる(染色体数に過不足がある)。一方、細胞のがん化、がんの悪性化に関連した突然変異や染色体構造の変化が染色体異数性とどのような関係があるかは不明であった。今回の研究では、染色体の異数性がゲノムの不安定性を促進する可能性を検討するために、出芽酵母および分裂酵母において様々な異数性細胞を作成し、遺伝情報の保存・伝達という観点からその特徴を解析した。出芽酵母および分裂酵母の両方で、異数体細胞では、DNA 二重鎖切断の蓄積と DNA 損傷修復の低下が見られた。出芽酵母では、これに伴って突然変異や染色体の分配異常が亢進し、ゲノムの不安定性が増していることがわかった。分裂酵母でも、異数体細胞では、DNA 切断修復たんぱく質が正常細胞と比較して異常に蓄積することが見出された。これらのことから、異数体細胞では、突然変異や染色体の再編が起りやすく、ゲノム構造の変化が起りやすくなっていることがわかった。



### 大阪大学大学院生命機能研究科 細胞核ダイナミクス研究室

細胞核は遺伝子が働くための場であり、その機能を果たすために、多くのタンパク質がダイナミックに相互作用し、離合集散しながら働いています。私たちは、このダイナミックな生命現象をビジュアルに捉え、その分子的な仕組みを遺伝的に解明するために、顕微鏡イメージングと分子遺伝学の手法を併用し、細胞核の機能的な構成を解析します。情報通信研究機構生物情報グループと連携して研究を進めています (<http://www.karc.nict.go.jp/w131103/CellMagic/index.html>)。

分裂酵母チーム (生細胞蛍光イメージングシステムをバックに)  
<http://www.fbs.osaka-u.ac.jp/labs/hiraoka/index.html>

# 小惑星イトカワから回収された粒子の中性子放射化分析

Neutron Activation Analysis of a Particle Returned from Asteroid Itokawa



写真 (左から) 著者の白井 (首都大)、海老原 (首都大)、関本 (京大)

Contact

E-mail: ebihara-mitsuru@tmu.ac.jp  
所在地: 192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1

海老原 充 Mitsuru Ebihara

首都大学東京 大学院理工学研究科 分子物質化学専攻 教授

関本 俊 Shun Sekimoto

京都大学原子炉実験所 助教

白井 直樹 Naoki Shirai

首都大学東京 大学院理工学研究科 分子物質化学専攻 助教

浜島 靖典<sup>1</sup> 山本 政儀<sup>1</sup> 熊谷 和也<sup>2</sup> 大浦 泰嗣<sup>2</sup> T. R. Ireland<sup>3</sup>  
北島 富美雄<sup>4</sup> 長尾 敬介<sup>5</sup> 中村 智樹<sup>6</sup> 奈良岡 浩<sup>4</sup> 野口 高明<sup>7</sup>  
岡崎 隆司<sup>4</sup> 土山 明<sup>8</sup> 上根 真之<sup>8</sup> 塚本 尚義<sup>9</sup> M. E. Zolensky<sup>10</sup>  
安部 正真<sup>11</sup> 藤村 彰夫<sup>11</sup> 向井 利典<sup>11</sup> 矢田 達<sup>11</sup>

<sup>1</sup> 金沢大学低レベル放射能測定施設  
<sup>2</sup> 首都大学東京 大学院理工学研究科  
<sup>3</sup> Research School of Earth Sciences, The Australian National University, Australia  
<sup>4</sup> 九州大学大学院理学研究院  
<sup>5</sup> 東京大学大学院理学系研究科  
<sup>6</sup> 東北大学大学院理学研究科  
<sup>7</sup> 茨城大学  
<sup>8</sup> 大阪大学大学院理学研究科  
<sup>9</sup> 北海道大学大学院理学研究院  
<sup>10</sup> NASA Johnson Space Center, USA  
<sup>11</sup> JAXA宇宙化学研究所

Figure and Note

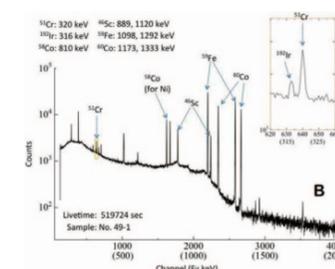


図1: 中性子照射後のガンマ線スペクトル  
このスペクトルから試料中にスカンジウム、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、イリジウムの量が求められる。因みにイリジウムの量は約30フェムトグラム(1フェムトグラムは10<sup>-15</sup>g)である。

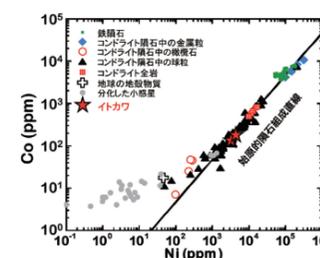


図2: ニッケルとコバルトの含有量相関  
原始的隕石や鉄隕石中のニッケルとコバルトの含有量は一定の比を示すが、分化した隕石や地球物質では相対的にニッケルに乏しい組成になる。イトカワ試料は原始的隕石と同じ値を示す。

## 微粒子1個の元素組成がとらえた太陽系初期の1スナップショット

はやぶさ探査機が持ち帰った微小粒子1試料(約3マイクログラム)について、中性子放射化分析法を用いてその元素組成分析を求めた。分析の結果、ナトリウム、スカンジウム、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、亜鉛、イリジウムの8元素について含有量を求めることができた。この試料のFe/Sc元素比、及びNi/Co元素比は地球表面の岩石試料の持つ値と明らかに異なり、太陽系形成当時の物質であると考えられているコンドライト質隕石の値に等しいことがわかった。このことは、はやぶさ探査機が持ち帰った試料が小惑星イトカワ由来の地球外物質であり、かつ、その物質は太陽系の始原物質であるコンドライト隕石と同じであることがわかった。また、この試料には約30フェムトグラム(30 x 10<sup>-15</sup>g)のイリジウムが含まれていたが、このことから分析した粒子が地球外物質であることが裏付けられた。このイリジウムはニッケルやコバルトから予想される含有量より約5倍少なく、この粒子が太陽系最初期に起こった元素の分別過程を保存していることが分かった。

### 首都大学東京 大学院理工学研究科 分子物質化学専攻 宇宙化学研究室

宇宙化学は化学の中で最も学際的な分野で、異分野の研究者との交流が必須であり、そこが最大の魅力です。宇宙化学の対象は地球外物質で、隕石が代表です。日本は世界に冠たる隕石保有国です。その資源を最大限生かすべく、国立極地研究所や京都大学原子炉実験所と共同研究をすすめています。我々の研究室では宇宙物質のほか、地球物質、環境物質等の化学組成に関する研究や、天然、人工放射性核種に関する研究も行っています。



# はやぶさ試料の希ガスからわかった、 イトカワ表層物質の太陽風および宇宙線照射の歴史

Irradiation History of Itokawa Regolith Material Deduced from Noble Gases in the Hayabusa Samples



長尾 敬介 *Keisuke Nagao*

東京大学大学院理学系研究科 地殻化学実験施設 教授

岡崎 隆司<sup>2</sup> 中村 智樹<sup>3</sup> 三浦 弥生<sup>4</sup> 大澤 崇人<sup>5</sup> 馬上 謙一<sup>1</sup>  
松田 伸太郎<sup>1</sup> 海老原 充<sup>6</sup> Trevor R. Ireland<sup>7</sup> 北島 富美雄<sup>2</sup> 奈良岡 浩<sup>2</sup>  
野口 高明<sup>8</sup> 土山 明<sup>9</sup> 上相 真之<sup>12</sup> 塚本 尚義<sup>10</sup> Michael E. Zolensky<sup>11</sup>  
白井 慶<sup>12</sup> 安部 正真<sup>12</sup> 矢田 達<sup>12</sup> 石橋 之宏<sup>12</sup> 藤村 彰夫<sup>12</sup> 向井 利典<sup>12</sup>  
上野 宗孝<sup>12</sup> 岡田 達明<sup>12</sup> 吉川 真<sup>12</sup> 川口 淳一郎<sup>12</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院理学系研究科

<sup>2</sup> 九州大学大学院理学研究院

<sup>3</sup> 東北大学大学院理学研究科

<sup>4</sup> 東京大学地震研究所

<sup>5</sup> 日本原子力研究開発機構

<sup>6</sup> 首都大学東京大学院理工学研究科

<sup>7</sup> Research School of Earth Sciences, Australian National University

<sup>8</sup> 茨城大学理学部

<sup>9</sup> 大阪大学大学院理学研究科

<sup>10</sup> 北海道大学大学院理学研究院

<sup>11</sup> NASA Johnson Space Center

<sup>12</sup> 宇宙航空研究開発機構

Contact

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

Figure and Note

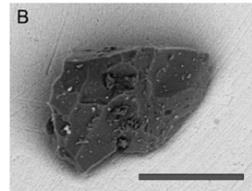


図1: 測定したはやぶさ粒子の一つ。スケールバーは25ミクロン。

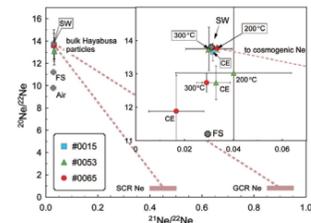
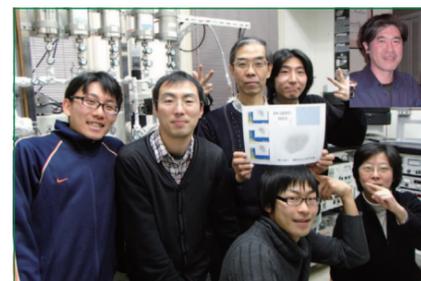


図2: ネオン同位体比。太陽風起源ネオン同位体比と誤差の範囲内で一致しており、はやぶさ粒子が太陽風に直接曝されていたことを示している。また、測定誤差を超えた宇宙線照射起源Neの寄与は検出されなかった。



東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設  
はやぶさ試料の希ガス同位体分析を行ったメンバー

我々は、地球物質および隕石など天然試料に含まれる極微量希ガスの同位体分析を行い、同位体組成や濃度を手がかりとして宇宙空間や地球を含む惑星などの天体内部で起こったイベントの解明を行っています。この研究の一つの方向として、20年以上前から宇宙塵一粒やレーザー加熱希ガス抽出法による隕石の局所分析を目指した、極微小試料の希ガス同位体分析法の開発を続けて来ました。今回のはやぶさ粒子分析の成功は、このような長年の分析手法の開発の成果の一つです。

# 小惑星イトカワの微粒子: S型小惑星と普通コンドライト隕石を直接結び付ける物的証拠

Itokawa Dust Particles:  
A Direct Link Between S-Type Asteroids and Ordinary Chondrites



中村 智樹 *Tomoki Nakamura*

東北大学大学院理学研究科 地学専攻 教授

Takaaki Noguchi(野口 高明 茨城大学教授)<sup>2</sup> Masahiko Tanaka(田中 雅彦 物構研 主任研究員)<sup>3</sup>  
Michael E. Zolensky(NASA/JSC Researcher)<sup>4</sup> Makoto Kimura(木村 真 茨城大学教授)<sup>2</sup>  
Akira Tsuchiyama(土山 明 大阪大学教授)<sup>5</sup> Aiko Nakato(中藤 亜衣子 東北大学院生)<sup>1</sup>  
Toshihiro Ogami(大神 稔皓 東北大学院生)<sup>1</sup> Hatsumi Ishida(石田 初美 東北大学院生)<sup>1</sup>  
Masayuki Uesugi(上相 真之 宇宙研 研究員)<sup>6</sup> Toru Yada(矢田 達 宇宙研 開発員)<sup>6</sup>  
Kei Shirai(白井 慶 宇宙研 研究員)<sup>6</sup> Akio Fujimura(藤村 彰夫 宇宙研 名誉教授)<sup>6</sup>  
Ryuji Okazaki<sup>7</sup> Scott A. Sandford<sup>8</sup> Yukihiko Ishibashi(石橋之宏 宇宙研 研究員)<sup>6</sup>  
Masanao Abe(安部 正直 宇宙研 准教授)<sup>6</sup> Tatsuaki Okada(岡田 達明 宇宙研 准教授)<sup>6</sup>  
Munetaka Ueno(上野 宗孝 宇宙研 室長)<sup>6</sup> Toshifumi Mukai(向井 利典 宇宙研 名誉教授)<sup>6</sup>  
Makoto Yoshikawa(吉川 真 宇宙研 准教授)<sup>6</sup> Junichiro Kawaguchi(川口 淳一郎 宇宙研 教授)<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Department of Earth and Planetary Material Sciences, Faculty of Science, Tohoku University

<sup>2</sup> College of Science, Ibaraki University

<sup>3</sup> Synchrotron X-ray Station at SPring-8, National Institute for Materials Science

<sup>4</sup> ARES, NASA Johnson Space Center

<sup>5</sup> Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University

<sup>6</sup> JAXA-ISAS, 3-1-1 Yoshinodai, Sagami-hara

<sup>7</sup> Department of Earth and Planetary Science, Faculty of Science, Kyushu University

<sup>8</sup> NASA Ames Research Center

Contact

E-mail: tomoki@m.tohoku.ac.jp  
所在地: 980-8578 宮城県仙台市青葉区  
荒巻字青葉 6-3

Figure and Note

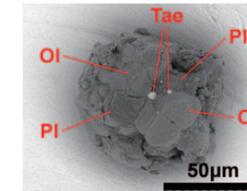


図1: 小惑星探査機はやぶさが回収したイトカワの微粒子。カンラン石 (OI)、斜長石 (PI)、鉄ニッケル金属 (Tae) などの結晶で構成されている。

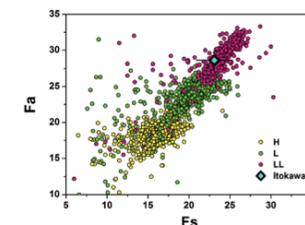


図2: 微粒子に含まれるカンラン石と輝石の元素組成。イトカワ微粒子の鉱物成分 (ひし形) は普通コンドライト隕石 (LLタイプ) の鉱物成分範囲内にある。

小惑星イトカワは太陽系の原始天体であった

イトカワのようなS型小惑星は、46億年前の太陽系に初めて誕生した微小天体の生き残りであると考えられてきた。一方、地球に多く飛来する普通コンドライト隕石は太陽系で最も未分化な物質であり、小惑星帯内側に多く存在するS型小惑星から飛来していると考えられてきた。しかしながら、両者の反射スペクトルが類似するが一致していないために、本当にS型小惑星が太陽系の原始的な天体(コンドライト天体)であるのか、長い間謎であった。

我々の研究グループは、小惑星探査機はやぶさが地球に持ち帰った岩石質微粒子(図1:ほとんどが0.1mm以下)の鉱物学的研究を行った。その結果、微粒子の鉱物組み合わせ、鉱物の化学組成が、普通コンドライトのものと一致することがわかった(図2)。この成果は、S型小惑星が太陽系の原始天体であることを確固とした証拠をもって示すもので、はやぶさミッションの第一目的が達成できたことを意味する。詳細な微粒子の分析により、大部分の微粒子は約800度の高温に長期間保たれていたことや、微小天体上での衝撃の証拠を残していることがわかった。イトカワは現在の大きさよりも10倍以上の大きさ(約20km)で誕生し、その後、大規模な衝突現象により破壊され、飛散した破片の一部から現在のイトカワが形成されたと考えられる。

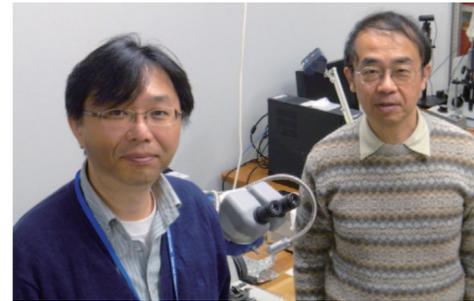


東北大学大学院理学研究科  
地学専攻 初期太陽系進化学研究室

我々の研究室では、太陽系始原物質(始原隕石、宇宙塵、太陽系探査機リターンサンプル)の物質科学的研究を行うことで、太陽系誕生後の約1千万年の間に、どのようにして最初の微小天体が形成され、進化成長していったかを研究しています。

# イトカワ塵粒子の 表面に観察された初期宇宙風化

Incipient Space Weathering Observed on the Surface of Itokawa Dust Particles



写真(左:野口、右:木村)

**野口 高明** Takaaki Noguchi

茨城大学理学部 教授

中村 智樹<sup>2</sup> 木村 眞<sup>1</sup> M. E. Zolensky<sup>3</sup> 田中 雅彦<sup>4</sup>  
橋本 隆仁<sup>5</sup> 今野 充<sup>5</sup> 中藤 亜衣子<sup>2</sup> 大神 稔皓<sup>2</sup>  
藤村 彰夫<sup>6</sup> 安倍 正真<sup>6</sup> 矢田 達<sup>6</sup> 向井 利典<sup>6</sup> 上野 宗孝<sup>6</sup>  
岡田 達明<sup>6</sup> 白井 慶<sup>6</sup> 石橋 之宏<sup>6</sup> 岡崎 隆司<sup>7</sup>

- <sup>1</sup>茨城大学理学部
- <sup>2</sup>東北大学大学院理学研究科
- <sup>3</sup>ARES, NASA, Johnson Space Center, USA
- <sup>4</sup>物質材料研究機構
- <sup>5</sup>株式会社日立ハイテクノロジーズ
- <sup>6</sup>宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
- <sup>7</sup>九州大学大学院理学研究院

**Contact** E-mail : tngc@mx.ibaraki.ac.jp  
所在地 : 310-8512 茨城県水戸市文京 2-1-1

Figure and Note

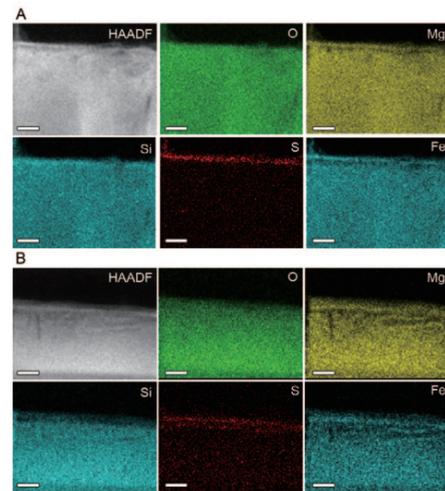


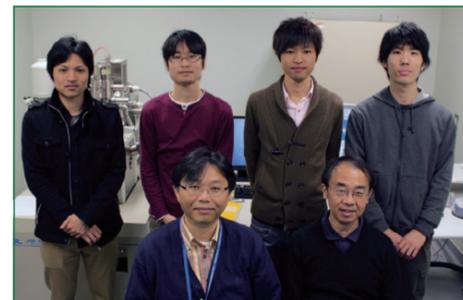
図: カンラン石(A)と低Ca輝石(B)のナノ粒子を含むリムの元素分布マップ。どちらの鉱物においても、S、Fe、Mgが最表面(厚さ10-15 nm)に濃集している。この部分が、密に並んだS、Fe、Mgに富むナノ粒子に対応する。

## 小惑星表面物質に存在するとされていた 宇宙風化の存在を実証

隕石の8割以上を占める普通コンドライトは、近地球型小惑星に最も多いS型小惑星からもたらされたと考えられている。しかし、両者の反射スペクトルは一致しない。それは、太陽風照射や微小隕石の衝突などにより小惑星表面が変化(宇宙風化)し、スペクトルが変化したためであると考えられてきた。

我々は、はやぶさ探査機が持ち帰ったS型小惑星イトカワの塵表面を走査透過電子顕微鏡で観察・分析し、表面の30から60 nmが変化していることを見出した。宇宙風化層は2層構造を持ち、表面側より、Fe、S、Mgに富むナノ粒子が非晶質物質に包埋されている領域I、鉱物が部分的に非晶質化している領域IIからなる。Fe<sup>2+</sup>を多く含むカンラン石や低Ca輝石は領域IIでは金属鉄ナノ粒子を多数含んでいる。下地の鉱物が含まないSなどの元素が領域Iに存在することから、領域Iは微小隕石の高速衝突による局所的な加熱を受けて蒸発した物質の再凝縮物、あるいは、太陽風によりスパッタリングされた物質の

再凝縮物である可能性がある。一方、カンラン石や低Ca輝石の領域IIにおける組織は、Fe<sup>2+</sup>を含む結晶が破壊され、その場でFe<sup>2+</sup>が金属鉄に還元されたことを示唆している。インプラントされた太陽風中の重イオンや、太陽フレア中の陽子などがこれらの変化を引き起こした可能性がある。



**茨城大学理学部地球環境科学コース  
惑星科学グループメンバー**

当グループは、隕石、宇宙塵、および、彗星・小惑星・国際宇宙ステーションなどの地球外から持ち帰られた試料を用いて、固体惑星物質科学の視点から、太陽系小天体の形成過程、ひいては、太陽系の形成過程を明らかにしようとして、研究しています。特に、南極の雪に含まれる宇宙塵の研究では、雪の中から宇宙塵を発見する過程から始めます。この作業を可能にする微小地球外物質専用のクリーンルームを備えている全国でも数少ない研究室です。意欲のある大学院生を募集しています。

# ネクチンは聴覚上皮における 市松模様様の細胞配列を形成する

Nectins Establish a Checkerboard-Like Cellular Pattern in the Auditory Epithelium



写真(左から富樫、小南、高井)

**富樫 英** Hideru Togashi

神戸大学大学院医学研究科 分子細胞生物学分野 助教

**小南 賀乃子** Kanoko Kominami

神戸大学大学院医学研究科 分子細胞生物学分野 大学院生

**高井 義美** Yoshimi Takai

神戸大学大学院医学研究科 分子細胞生物学分野 教授

早稲田 真澄<sup>1</sup> 小村 仁美<sup>1</sup>

三好 淳<sup>2</sup> 竹市 雅俊<sup>3</sup>

- <sup>1</sup>神戸大学大学院医学研究科 分子細胞生物学分野
- <sup>2</sup>大阪府立成人病センター研究所 分子生物学部門
- <sup>3</sup>理化学研究所 発生・再生科学総合研究センター 高次構造形成研究グループ

**Contact** E-mail : ytakai@med.kobe-u.ac.jp  
所在地 : 650-0017 神戸市中央区楠町 7-5-1  
URL : http://www.med.kobe-u.ac.jp/mcb/

## ネクチンの相互作用による 市松模様様の細胞配列の形成

聴覚に重要な内耳蝸牛管の聴覚上皮では、有毛感覚細胞と支持細胞という二種類の細胞が互いに並び市松模様様の細胞配列を示す。しかし、このような特徴的な細胞配列を制御する分子機構はこれまでに明らかにされていなかった。聴覚上皮の有毛感覚細胞と支持細胞には、免疫グロブリン様の細胞接着分子ネクチン-1と-3がそれぞれ発現しており、ネクチン同士のヘテロフィリックな相互作用により2種類の異なる細胞が接着する。一方、ネクチン-1と-3のそれぞれのノックアウトマウスの聴覚上皮では、本来は決して見られない有毛感覚細胞同士の接触等の細胞配列の異常が観察された。また、ネクチンの結合においては、ホモフィリックな相互作用よりもヘテロフィリックな相互作用の方が強く、ネクチン-1あるいはネクチン-3を発現させた細胞の混合培養では、二種類の細胞はモザイク様の細胞配列を形成した。これらの結果から、聴覚上皮における特徴的な市松模様様の細胞配列の形成には、ネクチン-1と-3のヘテロフィリックな相互作用が重要であることが明らかになった。

Figure and Note

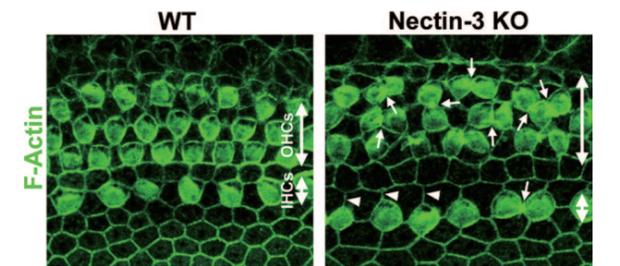


図: ネクチン-3 ノックアウトマウスにおける聴覚上皮の細胞配列異常。生後1日目の聴覚上皮をF-アクチンで染色した。野生型(左)では有毛感覚細胞が規則正しく並んでいるが、ノックアウトマウス(右)では乱れている(矢印、矢頭部分)。右端の矢印は有毛感覚細胞の位置を示す。



**細胞の高次機能の制御機構**

私たちの研究室では、がん・神経疾患・心血管病の病態の解明と新規治療法の開発を目指して、細胞間接着システムであるネクチン-アフタジン系が、運動や増殖、接着、極性形成などの細胞の高次機能の制御に果たす役割と作用機構について、生化学・細胞生物学・分子生物学・遺伝子工学的手法を用いて研究している。

# はやぶさサンプルの3次元構造： イトカワレゴリスの起源と進化

Three-Dimensional Structure of Hayabusa Samples:  
Origin and Evolution of Itokawa Regolith



土山 明 Akira Tsuchiyama

大阪大学大学院理学研究科 宇宙地球科学専攻 教授

上相 真之<sup>1</sup> 松島 亘志<sup>2</sup> 道上 達弘<sup>3</sup> 門野 敏彦<sup>4</sup> 中村 智樹<sup>5</sup>  
上杉 健太郎<sup>6</sup> 中野 司<sup>7</sup> Scott A. Sandford<sup>8</sup> 野口 遼<sup>9</sup> 松本 徹<sup>9</sup> 松野 淳也<sup>9</sup>  
永野 崇<sup>9</sup> 今井 悠太<sup>9</sup> 竹内 晃久<sup>6</sup> 鈴木 芳生<sup>6</sup> 大神 稔皓<sup>10</sup> 片桐 淳<sup>11</sup>  
海老原 充<sup>12</sup> Trevor R. Ireland<sup>13</sup> 北島 富美雄<sup>14</sup> 長尾 敬介<sup>15</sup> 奈良岡 浩<sup>16</sup>  
野口 高明<sup>17</sup> 岡崎 隆司<sup>14</sup> 塚本 尚義<sup>18</sup> Michael E. Zolensky<sup>19</sup> 向井 利典<sup>20</sup>  
安部 正真<sup>21</sup> 矢田 達<sup>22</sup> 藤村 彰夫<sup>23</sup> 吉川 真<sup>21</sup> 川口 淳一郎<sup>23</sup>

<sup>1</sup>宇宙航空研究開発機構 特任研究員  
<sup>2</sup>筑波大学大学院システム情報工学研究科 准教授  
<sup>3</sup>福島工業高等専門学校 准教授  
<sup>4</sup>大阪大学レーザーエネルギー学研究中心 准教授  
<sup>5</sup>東北大学大学院理学研究科 准教授  
<sup>6</sup>高輝度光科学研究センター スプリング8 研究員  
<sup>7</sup>産業技術総合研究所 地質情報研究部門 主任研究員  
<sup>8</sup>NASA Ames Research Center  
<sup>9</sup>大阪大学大学院理学研究科 大学院生  
<sup>10</sup>東北大学大学院理学研究科 大学院生  
<sup>11</sup>筑波大学大学院システム情報工学研究科 大学院生  
<sup>12</sup>首都大学東京大学院理工学研究科 教授  
<sup>13</sup>Research School of Earth Sciences, Australian National University.  
<sup>14</sup>九州大学大学院理学府 助教  
<sup>15</sup>九州大学大学院理学部 助教  
<sup>16</sup>東京大学大学院理学系研究科 教授  
<sup>17</sup>茨城大学理学部 教授  
<sup>18</sup>北海道大学大学院理学研究科 教授  
<sup>19</sup>NASA Johnson Space Center  
<sup>20</sup>宇宙航空研究開発機構 名誉教授  
<sup>21</sup>宇宙航空研究開発機構 准教授  
<sup>22</sup>宇宙航空研究開発機構 開発員  
<sup>23</sup>宇宙航空研究開発機構 教授

Figure and Note

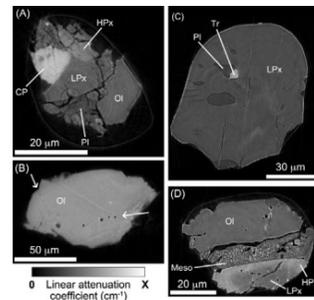


図1: 様々な組織をもつイトカワ粒子のCT断面像  
Ol: カンラン石、LPx: Caに乏しい輝石、HPx: Caに富む輝石、Pl: 斜長石、CP: Ca 磷酸塩、Tr: トロイライト、Meso: メソスタシス。

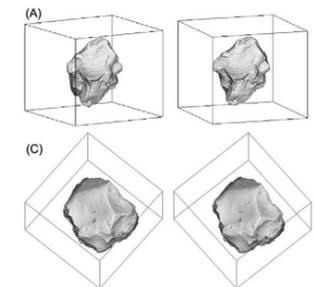


図2: イトカワ粒子のステレオ図  
鋭い稜をもつもの(衝突破片)(上)と  
摩耗された稜をもつもの(下)。

## イトカワ粒子の物質と小惑星表面プロセスの解明

はやぶさ探査機により小惑星イトカワの表面から採取され地球に持ち帰られた微粒子(30-180ミクロン)について、SPring-8におけるマイクロCTにより、鉱物の3次元分布および3次元外形を定量的に求めた。隕石はその落下軌道解析から小惑星起源であり、イトカワを始めとするS型小惑星は宇宙風化を受けた普通コンドライト隕石に対応すると考えられていた。さらにははやぶさ探査機によるその場観測から、普通コンドライトの中でもLLコンドライトに対応すると考えられた。粒子の3次元組織と鉱物のモード組成は、イトカワ表面物質が平衡組織とやや非平衡組織を持つLLコンドライトの混合物であることを明らかにし、隕石の起源を最終的に解明した。一方、イトカワ粒子は小惑星表面のレゴリス粒子であり、その3次元形状分布により衝突破片起源に矛盾しないことが明らかにされた。衝突による融解の証拠は認められず、粒子サイズ分布は1mm以下の粒子が少ないことを示し、月のレゴリス(アポロサンプル)とは異なる。さらに、流星物質衝突による地震波により誘発された粒子流動により、粒子が摩耗された可能性が指摘され、活動的な小惑星表面の姿が明らかとなった。<http://astrogranma.ess.sci.osaka-u.ac.jp/papers/papers.html>

### SPring-8におけるはやぶさサンプル分析メンバー

大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻 土山研究室では、SPring-8の研究者や産業技術総合研究所の研究者などとともに、サブミクロンの空間分解をもつX線CTの開発・研究をおこなってきました。この手法をNASAのスターダスト計画によって地球に持ち帰られた彗星塵サンプルに引き続き、はやぶさサンプルの初期分析に適用しました。今回はCTを全面的に活用し、世界で始めてCTのみから鉱物の同定とその3次元分布を求めることができました。



# はやぶさにより持ち帰られた 小惑星イトカワの酸素同位体組成

Oxygen Isotopic Compositions of Asteroidal Materials Returned  
from Itokawa by the Hayabusa Mission



塚本 尚義 Hisayoshi Yurimoto

北海道大学 大学院理学研究院 自然史科学部門 教授

阿部 憲一<sup>1</sup> 安部 正真<sup>2</sup> 海老原 充<sup>3</sup> 藤村 彰夫<sup>2</sup>  
橋口 未奈子<sup>1</sup> 橋爪 光<sup>4</sup> Trevor R. Ireland<sup>5</sup> 伊藤 正一<sup>1</sup> 片山 樹里<sup>1</sup>  
加藤 千図<sup>1</sup> 川口 淳一郎<sup>2</sup> 川崎 教行<sup>1</sup> 北島 富美雄<sup>6</sup> 小林 幸雄<sup>1</sup>  
女池 竜二<sup>1</sup> 向井 利典<sup>2</sup> 長尾 敬介<sup>7</sup> 中村 智樹<sup>8</sup> 奈良岡 浩<sup>6</sup>  
野口 高明<sup>9</sup> 岡崎 隆司<sup>6</sup> 朴 昌根<sup>1</sup> 坂本 直哉<sup>1</sup> 瀬戸 雄介<sup>10</sup>  
武井 将志<sup>1</sup> 土山 明<sup>4</sup> 上相 真之<sup>2</sup> 若木 重行<sup>1</sup> 矢田 達<sup>2</sup>  
山本 広佑<sup>1</sup> 吉川 真<sup>2</sup> Michael E. Zolensky<sup>11</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院理学研究院  
<sup>2</sup>宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所  
<sup>3</sup>首都大学東京理工学研究科  
<sup>4</sup>大阪大学大学院理学研究科  
<sup>5</sup>Research School of Earth Sciences, College of Physical and Mathematical Sciences, Australian National University  
<sup>6</sup>九州大学理学研究院  
<sup>7</sup>東京大学大学院理学系研究科  
<sup>8</sup>東北大学大学院理学研究科  
<sup>9</sup>茨城大学理学部  
<sup>10</sup>神戸大学理学研究科  
<sup>11</sup>Astromaterials Research and Exploration Science, KT, NASA Johnson Space Center

写真(左: 塚本尚義、右: 伊藤正一)

Contact

E-mail: yuri@ep.sci.hokudai.ac.jp  
所在地: 060-0810 札幌市北区北10条西8丁目  
URL: <http://vigarano.ep.sci.hokudai.ac.jp/>

Figure and Note

イトカワと主なコンドライト隕石の酸素同位体組成

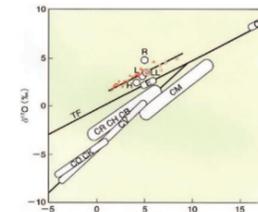


図1: H, L, LL, R, E, CI, CM, CV, CR, CH, CB, CO, CKはコンドライト隕石の種類の違いを表し、その酸素同位体組成がそれぞれ特異な値を示す。地球の岩石の酸素同位体比はTF(地球分別曲線)上に分布する。赤色の点はイトカワ微粒子を構成する種々の鉱物の酸素同位体比を示す。イトカワの酸素同位体比はLLコンドライトの質量分別曲線に沿って分布している。酸素同位体比は地球の標準平均海水により規格化されている



図2: イトカワ分析風景。窒素雰囲気グローブボックス中でイトカワ微粒子をサンプルホルダーに装着中。その後、手前の顕微鏡で観察後、後方の同位体顕微鏡で分析された。

## 小惑星イトカワの酸素は地球の酸素より重い

地球型惑星を構成する元素のうち酸素は50%以上を占めるため、酸素は惑星を代表する元素といえる。酸素は3種類の同位体からなる。これまでの隕石研究から、指紋が個人認証として利用されるように、酸素同位体比は惑星認証に使用できると考えられている。これまで、小惑星がどのような酸素同位体比を持つかわからなかった。今回、小惑星探査機「はやぶさ」により回収された小惑星イトカワの微粒子の酸素同位体比を、同位体顕微鏡により決定することに成功した。イトカワ物質の酸素同位体組成は約700℃の同位体平衡に到達しており、鉱物間で異なる同位体比を持つが、どれも地球物質より<sup>16</sup>O成分に少し欠乏していた。この欠乏量は、地球に最も頻繁に落下する隕石である普通コンドライトの中の一つと一致した。この結果は、小惑星とコンドライトとの間の酸素同位体比の直接の関係性を示した初めての証拠であり、隕石のふるさとは小惑星であるという従来の仮説が正しかったことを証明した。小惑星帯にある多数のS型小惑星は普通コンドライトの供給源だったのである。

### 北海道大学大学院理学研究院自然史科学部門 宇宙化学研究室 メンバー

私たちの興味は、太陽系の起源と進化を解明することです。そのため、光学顕微鏡、電子顕微鏡、X線分光法、質量分析法などの手法を駆使して、地球内外の物質を正確に分析し、解析しています。この結果、全く新しい惑星や太陽系の起源や生い立ちが詳しくわかってきました。また、地球内外物質からこれまで読みとれていなかった全く新しい情報を獲得するため、物質を解析する新しい方法の設計・開発も同時に行っています。これらの研究を通じて、私たちの興味は、我々太陽系から太陽系外の物質へと広がってきています。



# セルロース表面における セルラーゼの交通渋滞が加水分解効率を低下させる

Traffic Jams Reduce Hydrolytic Efficiency of Cellulase on Cellulose Surface



写真(左:五十嵐 圭日子, 右: 鮫島 正浩)

**五十嵐 圭日子** Kiyohiko Igarashi

東京大学 大学院農学生命科学研究科 准教授

**鮫島 正浩** Masahiro Samejima

東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授

内橋 貴之 (金沢大学 理工研究域 准教授)

Anu Koivula (フィンランド技術研究センター 主任研究員)

和田 昌久 (東京大学 大学院農学生命科学研究科 生物材料科学専攻 准教授)

木村 聡 (東京大学 大学院農学生命科学研究科 生物材料科学専攻 助教)

岡本 哲明 (金沢大学 理工研究域 研究員)

Merja Penttilä (フィンランド技術研究センター 研究教授)

安藤 敏夫 (金沢大学 理工研究域 教授)

Figure and Note

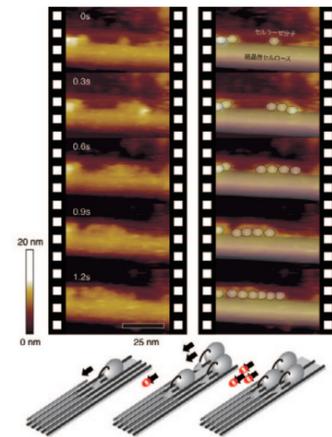


図: 高速原子間力顕微鏡によって捉えられたセルラーゼ TrCel7A 分子。TrCel7A 分子がセルロース結晶上を右から左へ移動している様子が観察されるが、時間経過とともにセルラーゼが「渋滞」を起こしている。

**Contact** E-mail: [aquarius@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp](mailto:aquarius@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp)  
所在地: 113-8657 東京都文京区弥生 1-1-1  
URL: [http://www.fp.a.u-tokyo.ac.jp/graduate/introduction/forest\\_chemistry/index.html](http://www.fp.a.u-tokyo.ac.jp/graduate/introduction/forest_chemistry/index.html)

## セルロース分解速度の低下は酵素の渋滞が原因だった

セルロースは、植物細胞壁の約半分を占めるグルコースのポリマーで、地球上で最も豊富に存在するバイオマスである。セルロース系バイオマスからバイオ液体燃料やプラスチック原料を生産するためには、いかに低エネルギーかつ低コストでグルコースを得るかが鍵となるが、このプロセスの中でセルロース分解酵素(セルラーゼ)による分解反応の遅さが大きな問題となっている。

我々は、金沢大学 安藤敏夫教授のグループが開発した高速原子間力顕微鏡(45 ページ参照)を用いて、カビ由来のセルラーゼ(TrCel7A)が結晶性セルロース繊維を滑走しながら分解する様子を、ナノメートルの空間分解能、1秒以下の時間分解能で経時的に観察した。その結果、TrCel7A 分子がセルロース表面で「渋滞」している様子をとらえることに成功し、さらに活性化されたセルロースでは、「車線」が増えることで渋滞が解消されることも明らかにした。また、別の酵素(TrCel6A)を添加することで、結晶性セルロースの表面に「入口」と「出口」が作られて、TrCel7A が渋滞せずに効率良く動けるようになっている様子も観察された。

これらの発見は、分子レベルにおいて「渋滞」が起こるといふ基礎科学的に重要な知見にとどまらず、セルロース系バイオマスから再生可能エネルギーやマテリアルの生産を行う循環型社会の構築に役立つと考えられる。

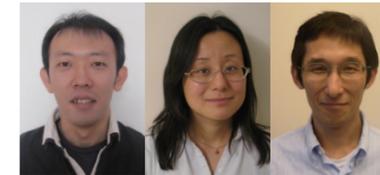


### 東京大学 大学院農学生命科学研究科 生物材料科学専攻 森林化学研究室

自然界において、木や草などはセルロース系バイオマスを資化する微生物によって生分解されていますが、中でもキノコやカビなどの糸状菌は、酵素によって非常に効率よく植物細胞壁を分解することが知られています。当研究室では、糸状菌によるセルロース系バイオマスの生分解プロセスを、生化学的および分子生物学的手法を用いて詳細に調べ、得られた情報を循環型かつ低炭素社会の構築に役立てるべく研究をしています。

# ハーシェル宇宙望遠鏡が 超新星 1987A 中に大量の塵を発見

Herschel Detects a Massive Dust Reservoir in Supernova 1987A



写真(左から野沢 貴也、松浦 美香子、大塚 雅昭)

**野沢 貴也** Takaya Nozawa

東京大学 国際高等研究所 数物連携宇宙研究機構 特任研究員

**松浦 美香子** Mikako Matsuura

ロンドン大学 ユニバーシティ カレッジ ロンドン 物理天文学部 研究員

**大塚 雅昭** Masaaki Otsuka

宇宙望遠鏡科学研究所 研究員

(現) 中央研究院 天文及天体物理研究所 研究員

Contact

E-mail: [takaya.nozawa@ipmu.jp](mailto:takaya.nozawa@ipmu.jp)  
所在地: 277-8583 千葉県柏市柏の葉 5-1-6  
URL: <http://www.ipmu.jp/>

Figure and Note

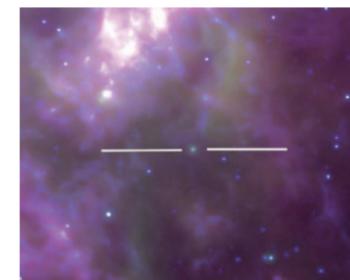


図: 遠赤外線と中間赤外線で撮影した超新星 1987A とその周辺領域の合成画像。画像中心付近の2本の白い横線の間にある点源が超新星 1987A

E. Dwek<sup>1</sup> M. Meixner<sup>2</sup> B. Babler<sup>3</sup> M. J. Barlow<sup>4</sup> J. Roman-Duval<sup>2</sup> C. Engelbracht<sup>5</sup> K. Sandstrom<sup>6</sup> M. Lakićević<sup>7,8</sup> J. Th. van Loon<sup>7</sup> G. Sonneborn<sup>1</sup> G. C. Clayton<sup>9</sup> K. S. Long<sup>2</sup> P. Lundqvist<sup>10</sup> K. D. Gordon<sup>2</sup> S. Hony<sup>11</sup> P. Panuzzo<sup>11</sup> K. Okumura<sup>11</sup> K. A. Misselt<sup>5</sup> E. Montiel<sup>5</sup> M. Sauvage<sup>11</sup>

<sup>1</sup> NASA Goddard Space Flight Center

<sup>2</sup> Space Telescope Science Institute

<sup>3</sup> Department of Astronomy, University of Wisconsin

<sup>4</sup> Astrophysics Group, Department of Physics and Astronomy, University College London

<sup>5</sup> Steward Observatory, University of Arizona

<sup>6</sup> Max-Planck-Institut für Astronomie

<sup>7</sup> Astrophysics Group, Lennard-Jones Laboratories, Keele University

<sup>8</sup> European Southern Observatory

<sup>9</sup> Louisiana State University, Department of Physics and Astronomy

<sup>10</sup> Department of Astronomy, Stockholm University

<sup>11</sup> Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives

## 宇宙の塵は星の大爆発によって作られる

宇宙空間中には、宇宙塵とよばれる1ミクロンよりも小さい固体微粒子が普遍的に存在しています。宇宙塵は、紫外可視光線を吸収し、遠赤外線エネルギーを再放出するため遠方の星や銀河の観測に大きな影響を及ぼします。また宇宙塵は、地球などの固体惑星の原材料でもあるので、その起源や進化の研究は極めて重要です。しかしながら、この宇宙の塵

がいつどこで形成されるのかという問題は、長年に渡って議論が交わされ続けており、天文学において解明されるべき重要な課題の一つとなっています。

我々は、2009年5月に打ち上げられたハーシェル宇宙望遠鏡を用いて、大マゼラン雲中で起こった超新星 1987A の遠赤外線観測を行いました。その結果、超新星 1987A 内に、マイナス 250℃以下の極めて低温の宇宙塵が太陽のおよそ 200 倍のエネルギーで光輝いていることを発見しました。この温度・エネルギーに対応する塵の質量は地球の 20 万個分にも相当し、これは超新星 1987A がその爆発後に大量の塵を形成していたことを強く示唆します。この発見によって超新星が宇宙の塵の主要な供給源であることが明らかにされ、宇宙初期から現在までにおよぶ固体物質の進化、そして我々の住む地球の起源を理解する上で重要な手がかりが与えられました。



### 東京大学国際高等研究所 数物連携宇宙研究機構 超新星研究グループ

超新星は、星の多くがその一生を終るとき起こす大爆発です。超新星は、莫大なエネルギーと大量の重元素を星間空間に放出することにより、銀河の形成・進化に重要な役割を果たします。我々は、超新星までに至る星の進化、爆発のメカニズム、重元素の合成、神岡でのニュートリノの検出、塵の形成過程、超新星のエネルギー放射機構とその宇宙距離指標への応用など、超新星に関わるあらゆる現象の理論・観測・実験的研究を行っています。(写真は IPMU 全メンバーの集合写真)

# 遺伝子にコードされた Ca<sup>2+</sup> 指示薬の拡張パレット

An Expanded Palette of Genetically Encoded Ca<sup>2+</sup> Indicators



永井 健治 *Takeharu Nagai*

北海道大学電子科学研究所 教授  
科学技術振興機構 さきがけ

Yongxin Zhao<sup>1</sup> 荒木 聡子<sup>2</sup> Jiahui Wu<sup>1</sup> 寺本 孝行<sup>3</sup>  
張 郁芬<sup>2</sup> 中野 雅裕<sup>2</sup> Ahmed S. Abdelfattah<sup>1</sup> 藤原 学<sup>3</sup>  
石原 健<sup>3</sup> Robert E. Campbell<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Chemistry, University of Alberta, Edmonton  
<sup>2</sup> 北海道大学電子科学研究所  
<sup>3</sup> 九州大学理学部生物学科

**Contact** [tnagai@es.hokudai.ac.jp](mailto:tnagai@es.hokudai.ac.jp)  
所在地: 001-0020 北海道札幌市北区北 20 条西 10 丁目  
U R L: <http://nano.es.hokudai.ac.jp>

## 青、緑、赤の蛍光を発する超高性能 Ca<sup>2+</sup> センサータンパク質の開発

下村脩博士らのノーベル賞受賞で知られる緑色蛍光タンパク質 GFP に代表される蛍光タンパク質は細胞や生体分子を蛍光標識することを主な用途として、医学・生物学研究に広く用いられています。近年ではこの GFP を遺伝子工学的に改変することにより、細胞内の酵素の活性化やイオンの濃度変化などを計測することを可能にする蛍光分子センサーも開発されています。我々は独自に開発した遺伝子進化工学技術を用いることで、2,600% ものシグナル変化率を有する緑色のセンサー G-GECO (ジーゲッコー: green fluorescent genetically-encoded Ca<sup>2+</sup> indicators for optical imaging) の開発を皮切りに、青 (B-GECO) や赤 (R-GECO)、さらに励起 2 波長計測型 (GEX-GECO)、蛍光 2 波長計測型 (GEM-GECO) などの様々な Ca<sup>2+</sup> センサーを作り出すことに成功しました。特に蛍光 2 波長型 Ca<sup>2+</sup> センサーは Ca<sup>2+</sup> 結合により蛍光シグナルが 11,000% も変化し、従来の Ca<sup>2+</sup> センサーを遙かに凌駕する性能を有します。これらの各種 Ca<sup>2+</sup> センサーを用いる事で、細胞活動の指標となる Ca<sup>2+</sup> と他の生体分子反応の同時計測や、ミトコンドリアや核、細胞質など細胞内コンパートメント毎の Ca<sup>2+</sup> 変動の同時計測だけでなく、生きた動物の刺激に依存した神経活動を鋭敏に測定することにも成功しました。

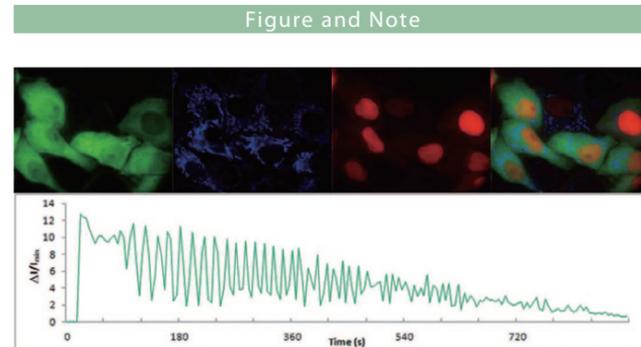


図: GECO による Ca<sup>2+</sup> イメージング  
B-GECO、G-GECO、R-GECO を哺乳類細胞のそれぞれミトコンドリア (青)、細胞質 (緑)、核 (赤) に発現させ同時に Ca<sup>2+</sup> イメージングしたタイムラプス画像。グラフはヒスタミン刺激によって誘発された細胞内 Ca<sup>2+</sup> 振動の様子



### 北海道大学 電子科学研究所 ナノシステム生理学研究分野 教授

生きた細胞や動物の個体内で生じる生理現象を分子レベルで実時間観測する技術は生命現象の理解に欠かせません。そこで、我々は蛍光タンパク質や化学発光タンパク質を斬新な発想でエンジニアリングし、ある特定の生体分子や酵素活性などを捉えることができる人工タンパク質を世界に先駆けて創出しています。今回の研究は Robert E. Campbell の当研究室での半年にわたる長期滞在中に開始され、カナダの研究室において完成されたものです。

# オーストラリア先住民のゲノムが示す 複数回のアジアへのヒトの移動

An Aboriginal Australian Genome Reveals Separate Human Dispersals into Asia



埴原 恒彦 *Tsunehiko Hanihara*

北里大学医学部解剖学講座 教授

Morten Rasmussen<sup>1,2</sup> Xiaosen Guo<sup>2,3</sup>  
Yong Wang<sup>4</sup> Kirk E. Lohmueller<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Centre for GeoGenetics, Natural History Museum of Denmark, and Department of Biology, University of Copenhagen

<sup>2</sup> Sino-Danish Genomics Center, BGI-Shenzhen

<sup>3</sup> Shenzhen Key Laboratory of Transomics Biotechnologies

<sup>4</sup> Departments of Integrative Biology and Statistics, University of California

**Contact** E-mail: [hanihara@med.kitasato-u.ac.jp](mailto:hanihara@med.kitasato-u.ac.jp)  
所在地: 252-0374 神奈川県相模原市南区北里 1-15-1  
U R L: <http://web.med.kitasato-u.ac.jp/edures/kaibou-h.html>

## Figure and Note

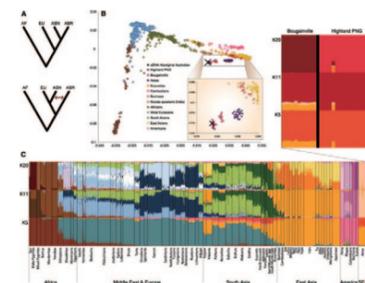


図 1: アジア集団の系統モデル  
アジア集団の起源に関する従来の仮説 (A 上) と本研究 (主成分分析 (B)、構造分析 (C)) による仮説 (A 下)。

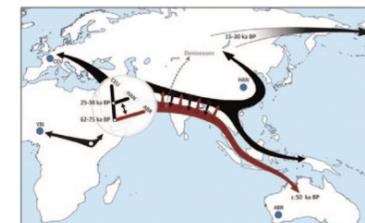


図 2: アジアへの新人の拡散  
本研究によるアジアへの拡散モデル。オーストラリアとアジア集団の祖先は別系統の集団。

## オーストラリア先住民のゲノムから 東アジアの人類進化史を解明

約 20 万年前にアフリカで誕生した現生人類の直接の祖先が、ユーラシアへと拡散していった時期は、4 万～5 万年前と考えられている。また、アジアとヨーロッパ集団の分岐年代は 1.7～4.3 万年前と推定されているので、アジアからオーストラリアへの移動はこれよりさらに新しいことになるが、オーストラリアの最古の新人遺跡は 5 万年を遡ることが知られており、遺伝学と考古学との整合性は得られていない。

本研究では、約 100 年前に、オーストラリア先住民の一人から提供された毛髪を用いて全ゲノム解析が実施され、その遺伝的な特徴や進化的な背景の全貌が明らかにされた。オーストラリア先住民とユーラシア大陸の集団との分岐年代は 6.2～7.5 万年前と推定され、今日のアジア人とオーストラリア先住民の祖先は別系統の集団であった可能性が示唆される。このことは、アジアへのヒトの移動が複数回あったことも示しており、オーストラリア先住民の祖先集団は現生人類の中で、アフリカ以外では最も古い系統であることを物語っている。さらにこの研究では、オーストラリアの系統とネアンデルタールや北東アジアのデニソバ人といった新人よりも古い人類集団との遺伝的交流の可能性も示唆している。



### 北里大学医学部解剖学講座 メンバー

世界の様々な地域に分布する人々の変異や多様性の由来、自然環境や生業形態への適応とその過程を、現生人類の起源と拡散過程から探り、私たち人類集団の進化を自然的、文化的背景を含めて理解することが研究室の主要な研究テーマです。骨形態学的アプローチとともに、古代 DNA やゲノム多様性解析によって、環境適応や中立進化をより具体的に論じ、日本人の起源や、現生人類の進化と適応戦略の解明を目指しています。

# 超伝導回路による 量子フォンノイマンアーキテクチャの実現

Implementing the Quantum von Neumann Architecture with Superconducting Circuits



山本 剛 Tsuyoshi Yamamoto

日本電気株式会社グリーンイノベーション研究所 主任  
Green Innovation Research Laboratories, NEC Corporation, Assistant Manager

Matteo Mariani<sup>1,3</sup> H. Wang<sup>1</sup> M. Neeley<sup>1</sup>  
Radoslaw C. Bialczak<sup>1</sup> Y. Chen<sup>1</sup> M. Lenander<sup>1</sup>  
Erik Lucero<sup>1</sup> A. D. O'Connell<sup>1</sup> D. Sank<sup>1</sup> M. Weides<sup>1</sup>  
J. Wenner<sup>1</sup> Y. Yin<sup>1</sup> J. Zhao<sup>1</sup> A. N. Korotkov<sup>2</sup>  
A. N. Cleland<sup>1,3</sup> John M. Martinis<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Department of Physics, University of California, Santa Barbara

<sup>2</sup> Department of Electrical Engineering, University of California, Riverside

<sup>3</sup> California NanoSystems Institute, University of California, Santa Barbara

Contact

E-mail: t-yamamoto@fe.jp.nec.com  
所在地: 305-8501 茨城県つくば市御幸が丘 34

Figure and Note

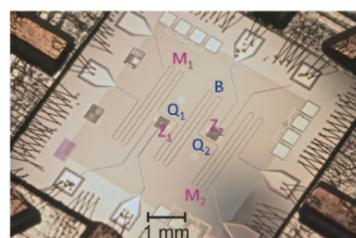


図1: 超伝導量子ビットデバイスのチップ写真  
Q1、Q2が二つの量子ビット、Mがそれぞれの量子ビットのメモリ、Bは量子ビット結合用のバス、Zが量子ビット初期化用レジスタを表す。

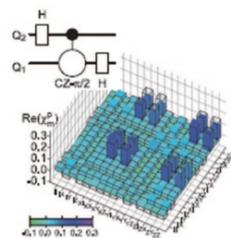


図2: 量子フーリエ変換の実証  
因数分解のアルゴリズムで用いられる量子フーリエ変換を固体素子で初めて実現。

## 量子版ノイマン型アーキテクチャで 量子計算機実現を目指す

量子計算機の実現を目標に、世界中の多くの研究者が様々な手法で研究に取り組んでいる。超伝導体を用いる方法はその実現手段の有力候補の一つであり、ここ10年の間に急速に技術は進歩した。その結果、量子計算に必要な量子ビットの読出し、操作、結合などは、かなりの精度で行うことが出来るようになっており、現在は、それらの要素技術を精度を落とさず組込むことが出来て、かつ多ビット化への拡張も可能な回路アーキテクチャを模索している段階である。

本研究は、そのようなアーキテクチャの一つの可能性を示すものである。ノイマン型と呼ばれる現在の計算機がCPUとメモリからなるように、本研究のデバイスも2つの超伝導位相量子ビットと結合用バスからなるCPUと、それぞれの量子ビットに結合した超伝導共振器からなるメモリによって構成される。このような構成によって、1. 量子ビット間の残留結合や周波数混雑といった問題を回避し、多ビット拡張性のある回路を実現していること、2. 量子ビットの短いコヒーレンス時間を比較的その長い超伝導共振器(メモリ)で補っていること、が本デバイスの特徴である。このデバイスを用いて、量子計算を行う上で重要な量子フーリエ変換や3ビットゲートの動作実証を行った。

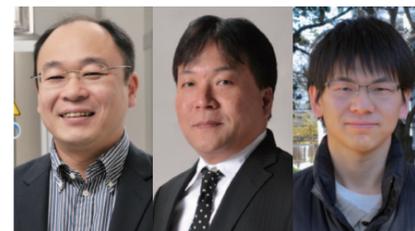


### カリフォルニア州立大学サンタバーバラ校 Martinis, Cleland グループ

当研究室では、超伝導体の微小接合を用いた量子計算機の実現を目指した研究を行っています。研究の初期段階から回路の集積化を強く意識しており、多ビット化に対応したカスタムメイドの量子ビット制御用エレクトロニクスや計測用ソフトウェアを用いて、独創的な研究成果を多数挙げています。写真に見えるように、キャンパスに隣接する美しいビーチも研究室の魅力の一つです。

# グラファイト状半導体ナノチューブセグメントが 連結した超分子ヘテロ接合構造

Supramolecular Linear Heterojunction Composed of Graphite-Like Semiconducting Nanotubular Segments



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  
独立行政法人理化学研究所基幹研究所 機能性ソフトマテリアル研究グループ グループディレクター

福島 孝典 Takanori Fukushima

東京工業大学資源化学研究所 教授  
独立行政法人理化学研究所基幹研究所 機能性ソフトマテリアル研究グループ エネルギー変換研究チーム チームリーダー

張 維 Wei Zhang

東京大学大学院工学系研究科 化学生命工学専攻 博士課程  
独立行政法人理化学研究所基幹研究所 機能性ソフトマテリアル研究グループ エネルギー変換研究チーム 研修生

Wusong Jin<sup>1</sup> 佐伯 昭紀<sup>2</sup> 関 修平<sup>2</sup>

<sup>1</sup> College of Chemistry, Chemical Engineering and Biotechnology, Donghua University

<sup>2</sup> 大阪大学大学院工学研究科応用化学専攻

写真(左から福島 孝典、相田 卓三、張 維)

Contact

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

Figure and Note

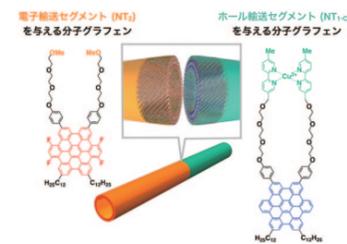


図1: 二種の分子グラフェン集積体がヘテロ接合したナノチューブの模式図

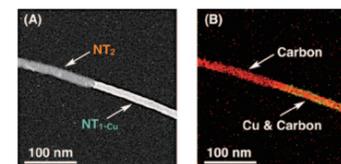


図2: (A) ヘテロ接合ナノチューブの透過型電顕顕微鏡写真と(B) その元素マッピング

## 電子物性が異なる有機半導体ナノチューブの 線形ヘテロ接合を実現

高効率有機太陽電池を実現するためには、電子とホール輸送を担うそれぞれの分子層を、ナノスケールの精度で分離し、さらに広い接触面積で接合させなければならない。しかし、異なる電子的性質を持った分子集合体を区画化し、精度良く接合することに成功した例はこれまでなかった。我々は、炭素原子が平面上に並んだ分子グラフェンに、「フッ素原子を導入して電子輸送機能を付与した誘導体」と「金属を取り込む能力とホール輸送機能を併せ持つ誘導体」を設計した。これらの分子グラフェンはいずれも、溶液中でチューブ構造へと自発的に集合化する性質を有していた。そこで、ホール輸送能を有するナノチューブを種とし、その断面のみから電子輸送チューブを成長させる条件を探索した結果、二つの異なる性質をもつナノチューブセグメントが、完璧な精度で直結したヘテロ接合構造を構築することに成功した。さらに、得られたナノ細線に光を照射すると、発生する電子とホールが分離し、この電荷分離状態が長寿命化することも見出した。有機半導体からなるヘテロ接合の構築とその基礎物性の理解は、有機太陽電池など有機電子デバイスの性能向上に必須の挑戦的課題であり、本研究はそれを初めて実現したものである。



### 独立行政法人理化学研究所 機能性ソフトマテリアル研究グループ メンバー

本研究チームでは、独自の分子デザインに基づき、革新的エネルギー変換を実現する分子システムの開拓を主な目的として研究活動を行っています。構造有機化学、高分子化学、超分子科学を主なツールとして、「有機半導体の合成」、「刺激応答性分子・分子集合体の構築」、「巨視的スケールで分子の集合形態を制御する手法の開発」などの広い研究テーマを扱い、高効率なエネルギー変換を可能にするニューパラダイムの創出を目指しています。

# 質量分析によって明らかになった V型 ATPase 複合体の結合脂質と核酸結合の効果

Mass Spectrometry of Intact V-Type ATPases Reveals Bound Lipids and the Effects of Nucleotide Binding



村田 武士 Takeshi Murata

千葉大学大学院理学研究科 特任准教授

Min Zhou<sup>1</sup> Nina Morgner<sup>1</sup> Nelson P. Barrera<sup>2,3</sup> Argyris Politis<sup>1</sup>  
Shoshanna C Isaacson<sup>1</sup> Dijana Matak-Vinković<sup>2</sup>  
Ricardo A. Bernal<sup>4</sup> Daniela Stock<sup>5,6</sup> Carol V. Robinson<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Chemistry, Physical and Theoretical Chemistry Laboratory, University of Oxford

<sup>2</sup> Department of Chemistry, Lensfield Road, University of Cambridge

<sup>3</sup> Department of Physiology, Pontificia Universidad Católica de Chile

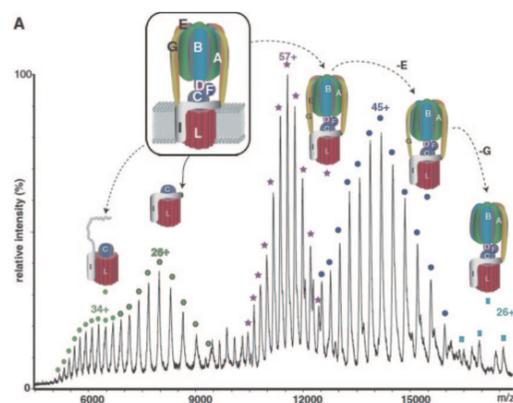
<sup>4</sup> Department of Chemistry, University of Texas at El Paso

<sup>5</sup> The Victor Chang Cardiac Research Institute, Lowy Packer Building

<sup>6</sup> Faculty of Medicine, University of New South Wales

**Contact** E-mail : t.murata @ faculty.chiba-u.jp  
所在地 : 263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33

Figure and Note



図：細菌 V 型 ATPase 複合体のマススペクトル星印が全複合体。気相活性化により V 型 ATPase に結合している界面活性剤を除くことができる。また、解離した複合体を調べることによってサブユニット構成等の情報も得られる。

分析のテクニックを駆使し、独自に開発した解析プログラムを用いて解析することにより、V 型 ATPase のサブユニット構成や結合している脂質分子の種類や数を決定することができました。さらに、結合している核酸の種類によって V 型 ATPase の新たな領域でも構造変化が引き起こされる可能性が初めて示されました。本研究により、その他の手法では分からなかった V 型 ATPase に関する多くの構造情報が明らかになりました。

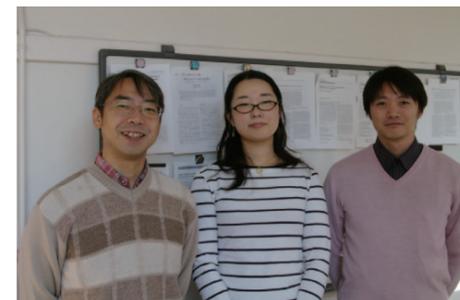


千葉大学大学院理学研究科化学コース  
生体構造化学研究室 メンバー

私たちの研究室では、生体の重要な機能を担っているタンパク質の立体構造を求め、どのような化学反応が起っているのかをカタチから理解しようとしています。具体的には、V 型 ATPase や膜受容体などの創薬ターゲットとなる膜タンパク質に焦点を絞って、そのカタチとはたらきを調べています。

# FeO の相転移と地球の外核における成層

Phase Transition of FeO and Stratification in Earth's Outer Core



小澤 春香 Haruka Ozawa

海洋研究開発機構 地球内部ダイナミクス領域  
地球内部物質循環研究プログラム  
超高压物性研究チーム 技術研究副主任

高橋 太<sup>1</sup> 廣瀬 敬<sup>1,2</sup> 大石 泰生<sup>3</sup> 平尾 直久<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京工業大学大学院 理工学研究科 地球惑星科学専攻

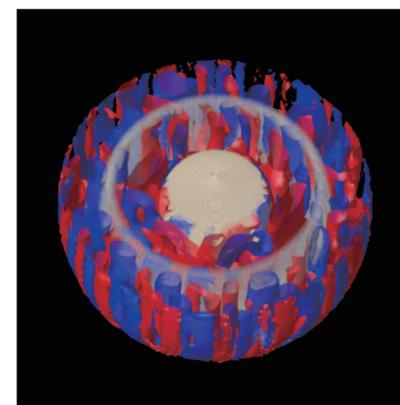
<sup>2</sup> 海洋研究開発機構 地球内部ダイナミクス領域

<sup>3</sup> 高輝度光科学研究センター

**Contact** E-mail : h-ozawa@jamstec.go.jp  
所在地 : 237-0061 神奈川県横須賀市夏島町 2-15

写真(左から廣瀬、小澤、高橋)

Figure and Note



図：数値シミュレーションによって得られた外核の対流の様子。中心の球が内核、赤と青がそれぞれ反時計回り、時計回りの渦を表す。薄いグレーが構造転移の領域。

## 地球液体核に二層対流

地球の中心には半径 3500km の金属鉄を主成分とする核があり、金属核は深さ 5150km を境に液体核(外核)と固体核(内核)に分かれている。外核の主成分は鉄で、最大で 10% 程度の酸素が含まれていると考えられている。我々は、レーザー加熱式ダイヤモンドアンビルセルと大型放射光施設 SPring-8 の高輝度 X 線を用いた高温高压その場観察実験により、酸化鉄(FeO)が外核中部に相当する温度圧力条件下で塩化ナトリウム型から塩化セシウム型構造へと変化することを明らかにした。液体外核中でも鉄と酸素の結合に同様の変化が起きる場合、対流の障害となる可能性があるため、数値シミュレーションを行い、外核の対流様式を調べた。その結果、外核の対流は中部で阻害され、従来考えられていたような一層ではなく、二層対流となることが明らかになった。地球磁場は外核の対流運動により生成されている。地球の歴史を通して、地磁気の南北は平均して 70 万年に 1 度入れ替わって来た。二層対流が間欠的に不安定になることにより、地磁気の逆転を引き起こしている可能性がある。

海洋研究開発機構 地球内部ダイナミクス領域  
地球内部物質循環研究プログラム 超高压物性研究チーム

我々のチームは、東京工業大学や SPring-8 と共同で、マルチアンビルプレスやレーザー加熱ダイヤモンドアンビル装置を用いた高温高压実験を行っています。実験室に地球内部の高温高压の世界を作りだし、マントルや核の物性明らかにすることにより、地球の進化を理解することを目標としています。

# 高い活性を持つ広範囲中和抗体が HIV の糖鎖シールドを認識して通り抜ける

A Potent and Broad Neutralizing Antibody Recognizes and Penetrates the HIV Glycan Shield



伊藤 幸成 *Yukishige Ito*

理化学研究所 基幹研究所 主任研究員  
科学技術振興機構ERATOグライコトリロジープロジェクト研究総括

Robert Pejchal<sup>1</sup> Katie J. Doores<sup>2,3</sup> Laura M. Walker<sup>2</sup> Reza Khayat<sup>1</sup> Po-Ssu Huang<sup>4</sup> Sheng-Kai Wang<sup>5</sup> Robyn L. Stanfield<sup>1</sup> Jean-Philippe Julien<sup>1</sup> Alejandra Ramos<sup>2</sup> Max Crispin<sup>6</sup> Rafael Depetris<sup>7</sup> Umesh Katpally<sup>8</sup> Andre Marozsan<sup>8</sup> Albert Cupo<sup>9</sup> Sebastien Maloveste<sup>9</sup> Yan Liu<sup>10</sup> Ryan McBride<sup>11</sup> Yukishige Ito<sup>12</sup> Rogier W. Sanders<sup>7,13</sup> Cassandra Ogohara<sup>4</sup> James C. Paulson<sup>11</sup> Ten Feizi<sup>10</sup> Christopher N. Scanlan<sup>9</sup> Chi-Huey Wong<sup>2</sup> John P. Moore<sup>7</sup> William C. Olson<sup>9</sup> Andrew B. Ward<sup>1</sup> Pascal Poirnard<sup>2,14</sup> William R. Schief<sup>2,4</sup> Dennis R. Burton<sup>2,3</sup> Ian A. Wilson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Molecular Biology, Skaggs Institute for Chemical Biology, and International AIDS Vaccine Initiative (IAVI) Neutralizing Antibody Center, The Scripps Research Institute  
<sup>2</sup>Department of Immunology and Microbial Science and IAVI Neutralizing Antibody Center, The Scripps Research Institute  
<sup>3</sup>Ragon Institute of MGH, MIT, and Harvard  
<sup>4</sup>Department of Biochemistry, University of Washington  
<sup>5</sup>Department of Chemistry, The Scripps Research Institute  
<sup>6</sup>Oxford Glycobiology Institute, Department of Biochemistry, University of Oxford  
<sup>7</sup>Weill Medical College of Cornell University

<sup>8</sup>Progenics Pharmaceuticals  
<sup>9</sup>Laboratory of Molecular Microbiology, National Institute of Allergy and Infectious Diseases, National Institutes of Health  
<sup>10</sup>Glycosciences Laboratory, Department of Medicine, Imperial College London, Hammersmith Campus, Du Cane Road  
<sup>11</sup>Department of Physiological Chemistry, The Scripps Research Institute  
<sup>12</sup>RIKEN Advanced Science Institute and Exploratory Research for Advanced Technology, Japan Science and Technology Agency  
<sup>13</sup>Department of Medical Microbiology, Academic Medical Center  
<sup>14</sup>International AIDS Vaccine Initiative

**Contact** E-mail: yukito@riken.jp  
所在地: 351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1  
URL: <http://www.asi.riken.jp/laboratories/chieflabs/synthetic/index.html> (伊藤細胞制御化学研究室)  
<http://www.glt.jst.go.jp/toppage/index.html> (ERATO JST 伊藤グライコトリロジープロジェクト)

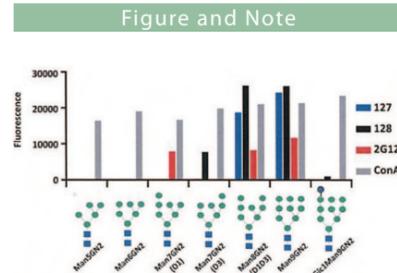


図1: 糖鎖アレーによる中和抗体の特異性プロファイリングの一例

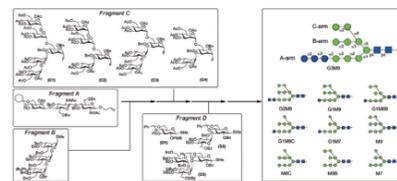


図2: 高マンノース型糖鎖の系統的合成法



## 理化学研究所 伊藤細胞制御化学研究室および ERARO グライコトリロジープロジェクト(和光サイト)のメンバー

私たちの研究室では、オリゴ糖の効率的な合成法開発を通して、糖鎖の生物機能解明につなげる研究を目指しています。その一環として、糖タンパク質のフォールディングや微生物感染に関わる糖鎖を対象に研究を行って来ました。本論文では、様々な構造を含むライブラリを用いた中和抗体の特異性解析が行われましたが、その中で、当研究室で合成された糖鎖も一助となりました(図2)。今後も、生命科学に貢献する合成研究を行なって行きたいと考えています。

## HIV に特異的な中和抗体の糖タンパク質特異的認識機構を解明

HIV は、その表層に存在するエンベロープ (Env) タンパク質 (gp120) が密に存在する糖鎖で覆われていることによって、これが抗体の認識を妨げ、ヒトの免疫応答を逃れていると言われている。最近 Scripps 研究所を中心とする研究チームにより見出された PGT と呼ばれる抗体特に PGT128 は、広い範囲の HIV に対して中和活性を持つことが明らかとなった。この活性は、抗体が gp120 上の高マンノース型糖鎖を抗原として認識することによる。本論文では、まず高マンノース型糖鎖の代表的な構造である Man9 との共結晶化を行い、様々な構造を含む糖鎖ライブラリとからなる糖鎖アレーを用いた特異性解析の情報から、PGT128 が糖鎖を認識する機構を明らかにした(図1)。続いて、gp120 の外部ドメインとの共結晶化によって、近接する2本の糖鎖および V3 ループと呼ばれる領域の C-末端 β ストランド部分を同時に認識することが分かった。複数の高マンノース型糖鎖が近傍に存在する構造は、高等生物の糖タンパク質には通常存在せず、これにより PGT128 が HIV に対して特異性を獲得していると考えられる。更に、複合体の電子顕微鏡観察により、Env 三量体に対する架橋を行うことで、高い中和活性を発現することが提唱された。

# はくちょう座スーパーバブルの中に フェルミ衛星が発見した若い宇宙線の繭(まゆ)

A Cocoon of Freshly Accelerated Cosmic Rays Detected by Fermi in the Cygnus Superbubble



水野 恒史 *Tsunefumi Mizuno*

広島大学 宇宙科学センター 准教授

深沢 泰司<sup>1</sup> 花畑 義隆<sup>1</sup> 林 克洋<sup>1</sup> 大杉 節<sup>2</sup> 高橋 弘充<sup>2</sup>

<sup>1</sup>広島大学 大学院理学研究科

<sup>2</sup>広島大学 宇宙科学センター

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

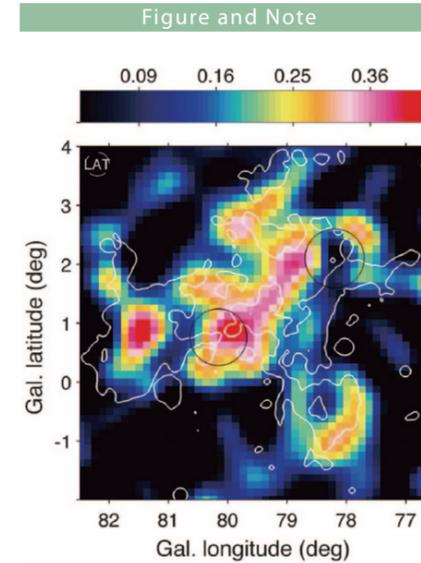


図: フェルミ衛星により「はくちょう座」の中に発見されたガンマ線放射。ガンマ線強度を色で示す。ガンマ線が強い所は宇宙線も強く、白の等高線(赤外線強い所)に囲まれたカイコの繭(まゆ)のような形状をしている。黒の丸印は付近の超新星残骸(右上)と星の集団(左下)を表す。

## はくちょう座に宇宙線の繭(まゆ)を発見

宇宙線は光に近い速さで星間空間を飛び交う粒子の総称である。その多くは超新星爆発に伴い発生する衝撃波で加速されると考えられていたが、作られた宇宙線がどのように星間空間に広がっていくかはよく分かっていなかった。

今回フェルミ衛星は星生成領域「はくちょう座 X」の中に、さし渡し 150 光年にも達する大きさのガンマ線放射を発見した。このガンマ線放射は 10 GeV (100 億) 電子ボルト以上の高エネルギー領域で卓越しており、作られたばかりの若い宇宙線が星間ガスまたは星間光子と反応して生じたものである。付近には若い星の集まりが数多く存在し、大質量星の星風や超新星爆発に伴い生じた衝撃波で加速された宇宙線が、やはり衝撃波でかき乱された星間磁場により効率良く閉じ込められていると解釈できる。この宇宙線は長い年月をかけて星間空間へと広がっていくと予想され、我々はその形状になぞらえて「宇宙線の繭(まゆ)」と名付けた。この繭(まゆ)は宇宙線の加速と星間空間への注入を研究する上で貴重な情報を与えるものである。



## 広島大学 高エネルギー宇宙・可視赤外線天文学研究室 メンバー

当グループは、フェルミ衛星に使用されているシリコン半導体検出器の開発と製造を主導したグループである。フェルミ衛星とともに「すざく」X線衛星や、広島大学「かなた」可視赤外線望遠鏡などを用い、様々な波長で観測することで宇宙の高エネルギー現象の解明を行っている。加えて、次期 X 線衛星 ASTRO-H、次期地上ガンマ線望遠鏡 CTA、気球による硬 X 線偏光観測実験 PoGOLite や「かなた」望遠鏡の焦点面検出器の開発も進めている。研究室 URL: <http://www.heaf.hepl.hiroshima-u.ac.jp/>

# 42,000 年前 (BP) にさかのぼる 現生人類 (新人) の外洋漁撈と海洋技術

Pelagic Fishing at 42,000 Years Before the Present  
and the Maritime Skills of Modern Humans



小野 林太郎 Rintaro Ono

東海大学 海洋学部 海洋文明学科

Sue O'Connor<sup>1</sup> Chris Clarkson<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Archaeology and Natural History, College of Asia and the Pacific, Australian National University

<sup>2</sup> School of Social Science, University of Queensland, St Lucia

Contact

E-mail : rintaro@tokai-u.jp  
所在地 : 424-8610 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1  
U R L : <http://www.scc.u-tokai.ac.jp/>

Figure and Note

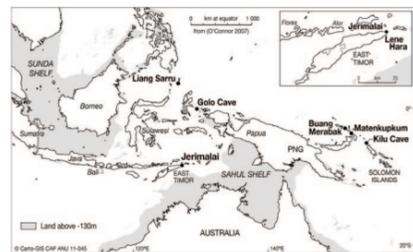


図1: ジェリマライ遺跡とティモール島の位置  
ウオーラス線の東に位置するウオーラシア海域は、海面が低下した氷河期時代も海と島の世界であり続けた。ティモール島はこのウオーラシア海域に位置している。



図2: ジェリマライ遺跡から出土した最古の貝製釣り針  
ジェリマライ遺跡から出土した貝製釣り針には完形品がなかったが、周辺の遺跡では約1万年前に遡る完形の貝製釣り針も発見されており、古くから釣り針が製作・利用されていたようである。

## 人類によるマグロ属の捕獲や 釣り漁に関する最古の痕跡を発見

2005年に東ティモール民主共和国のジェリマライ遺跡でおこなった発掘調査の結果、約42,000年前にまでさかのぼる石器や魚骨、動物骨のほか、10,000～23,000年前頃のものと思われる貝製釣り針などが発見されました。このうち発見された30,000点以上におよぶ魚骨について分析した結果、最も古い約42,000年前の層から出土した魚骨の多くは、外洋を回遊するマグロ属魚類のものであることが判明しました。これらの外洋魚種の捕獲には、漁法の中で最も複雑で高度な技術が必要とされる釣り漁やトローリング漁が一般的に利用されています。したがって、これら外洋魚種の骨が多く出土した状況は、約42,000年前にティモール島に暮らしていた現生人類(新人)が高度な漁撈技術を開発・利用していた可能性を示唆しています。さらに、約16,000年から約23,000年前のものと思われる貝製釣り針の一部なども出土しており、貝製の釣り針の出土年代としても世界で最古の発見となりました。また、人類が約50,000年前に100km以上を渡海し、現在のオーストラリア大陸へと植民した歴史的事実を考慮するならば、この時代(氷河期)のティモール島を含むウオーラシア海域では、人類による海洋適応や海洋技術が発達していた可能性があると考えられます。

### 東海大学海洋学部海洋文明学科 小野研究室メンバー

当研究室ではオセアニア、日本、東南アジアにおける海と人類の歴史をテーマとした海洋考古学や海洋人類学の研究を行っています。海洋考古学のフィールドは島や陸域だけではなく、海底などの水中も対象となります。現在、当研究室では学生とともに東海沿岸の海底・沈船遺跡の探索調査も継続中で、ウオーラシア海域に位置するインドネシアのマルク諸島や、ポリネシアのトケラウ環礁での発掘調査も手掛けています。

学科 HP <http://sdb01.scc.u-tokai.ac.jp/subject/mar/index.php>



# 線虫 *C. elegans* の受精卵において、父性ミトコンドリアは 受精依存的に誘導されるオートファジーによって選択的に分解される

Degradation of Paternal Mitochondria  
by Fertilization-Triggered Autophagy in *C.elegans* Embryos



佐藤 美由紀 Miyuki Sato

群馬大学 生体調節研究所 細胞構造分野

佐藤 健 Ken Sato

群馬大学 生体調節研究所 細胞構造分野

Contact

E-mail : [sato-ken@gunma-u.ac.jp](mailto:sato-ken@gunma-u.ac.jp)  
所在地 : 371-8512 群馬県前橋市昭和町 3-39-15  
U R L : <http://traffic.dept.med.gunma-u.ac.jp/>

写真(左:佐藤 健、右:佐藤 美由紀)

Figure and Note

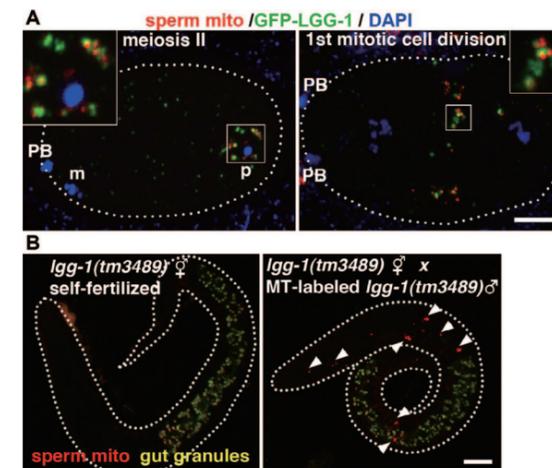


図: オートファジーによる父性ミトコンドリアの分解  
(A) 受精卵において父性ミトコンドリア(赤)がオートファゴソーム(緑)によって取り囲まれる様子。青色は DAPI による染色。PB、極体; p、雄性前核; m、雌性前核。  
(B) オートファジー欠損株 (*lgg-1(tm3489)* 変異体、右) では父性ミトコンドリア(赤)が幼虫期まで残存する。Bars, 10 μm

ミトコンドリアは真核生物において生体エネルギーを産生するきわめて重要なオルガネラです。興味深いことに、ヒトを含む多くの動物においてミトコンドリアとそのゲノムは母方のみから子孫へと受け継がれていくことが知られています(母性遺伝)。しかしながら、受精卵において精子由来の父性ミトコンドリアが消失し、母性ミトコンドリアのみが残存する分子機構は明らかになっていませんでした。私たちは、線虫 *C. elegans* において父性ミトコンドリアが受精によって誘導されるオートファジー(自食作用)によって選択的に分解され、受精卵内から除去されることを明らかにしました。またこの分解によって母性ミトコンドリアとそのゲノムのみが残存し、子孫へと受け継がれることを見出しました。本来、ミトコンドリアは増殖したり互いに融合したりしますが、オートファジー欠損線虫に残存する父性ミトコンドリアはこれらの活性を喪失していることから、何らかのダメージを受けているか、もしくは精子に分化する際になんらかの修飾を受けている可能性があります。本研究により長らく謎であったミトコンドリアの母性遺伝の分子メカニズムの一端が解明されました。

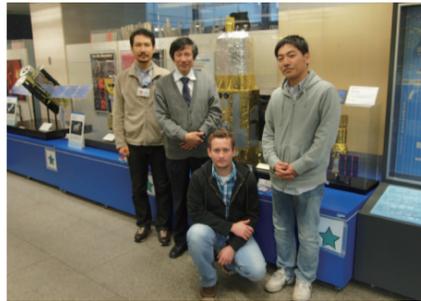
### 群馬大学 生体調節研究所 細胞構造分野 メンバー

私達の研究室では線虫 *C. elegans* やマウスなどのモデル動物を駆使して動物の発生や内分泌、代謝などの高次生命現象における細胞内物質輸送の生理的役割と分子メカニズムの解明を目指しています。最近では、特に受精前後におこる減数分裂期から胚発生に向けた細胞内モデリング機構やコレステロールの細胞内取り込み機構に注目して解析を行っています。また一方で、小胞体にタンパク質が蓄積して起こる様々な疾患の原因についても解析を進めています。



# フェルミ衛星による球状星団における 明るいガンマ線パルサーの発見

Fermi Detection of a Luminous  $\gamma$ -Ray Pulsar in a Globular Cluster



写真(左から尾崎、高橋、Stawarz、田中)

**田中 康之** *Yasuyuki Tanaka*  
宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 日本学術振興会 特別研究員  
**高橋 忠幸** *Tadayuki Takahashi*  
宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 教授  
**尾崎 正伸** *Masanobu Ozaki*  
宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 助教  
**Lukasz Stawarz**  
宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 JAXA Young Top Fellow

**Contact** E-mail: tanaka@astro.isas.jaxa.jp  
所在地: 252-5210 神奈川県相模原市中央区由野台 3-1-1

## Figure and Note

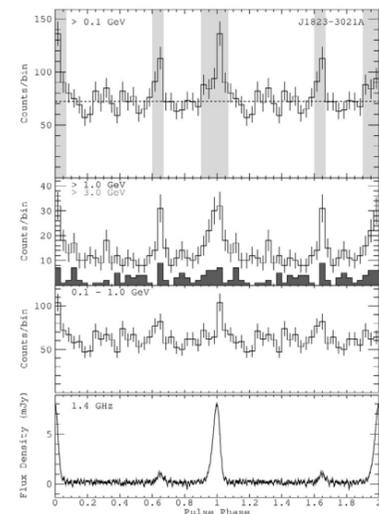


図: ミリ秒パルサー J1823-3021A のガンマ線、電波領域のパルスプロファイル。上の3つはフェルミ衛星によるガンマ線パルスを3つの異なるエネルギーごとに示している。一番上の図において、点線はノイズレベル、Grey領域は on-pulse 位相帯を示す。一番下は Nancay 電波望遠鏡によって観測された電波パルスを示す。



## 球状星団中の明るいガンマ線パルサーの発見

ミリ秒パルサーとは、回転周期ミリ秒程度で高速回転している中性子星である。伴星からの質量降着によって角運動量を受け取ってスピナップし、このような高速回転が実現されると考えられている。今回フェルミ衛星は、球状星団 NGC 6624 に属するパルサー J1823-3021A(周期 5.44 ミリ秒) からパルスするガンマ線放射を検出した(図1)。推定されるガンマ線光度は、これまで観測されているミリ秒パルサーの中で最も大きいことが見出された。また、観測された周期の時間変化(Pdot)は、他のミリ秒パルサーと比較して1~2桁大きく、周期とその時間変化から推定される表面磁場は、10の9乗のオーダーに達することが明らかになった。このような速い周期は、ミリ秒周期まで回転が加速されてから、まだ時間が経っていないことを示唆し、J1823-3021A は生成されたばかりの若いミリ秒パルサーであることが推測される。これらの結果は、少なくとも球状星団においては、J1823-3021A のような強磁場ミリ秒パルサーが通常のミリ秒パルサーと同程度の割合で生成されていることを意味し、ミリ秒パルサーの生成メカニズム、中性子星における磁場の起源、磁場強度の多様性に重要な示唆を与えるものである。

## JAXA 宇宙科学研究所 高エネルギー天文学研究系 高橋・国分研究室 フェルミメンバー

人工衛星、大気球などの飛翔体を用いた宇宙 X 線やガンマ線の観測を通して、宇宙の高エネルギー現象及び宇宙の構造と進化の研究を行っている。特に、パルサーやブラックホールの近傍からの X 線・ガンマ線放射、活動銀河核ジェットからの広範囲な波長域にわたる放射、超新星残骸や銀河団からの硬 X 線放射など、これまで十分に理解が進んでいない宇宙における非熱的な放射をもたらす現象が主な研究対象である。新たな宇宙観測を切り拓くための観測装置の開発も精力的に進めており、次期国際 X 線天文衛星 ASTRO-H の実現に邁進している。  
(<http://www.astro.isas.ac.jp/~takahasi/>)

# 2011年東北地方太平洋沖地震： 海溝軸まで達した海底変動

The 2011 Tohoku-Oki Earthquake: Displacement Reaching the Trench Axis



**富士原 敏也** *Toshiya Fujiwara*  
独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域 技術研究主任  
**小平 秀一** *Shuichi Kodaira*  
独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域 プログラムディレクター  
**野 徹雄<sup>1</sup> 海宝 由佳<sup>1</sup> 高橋 成実<sup>2</sup> 金田 義行<sup>2</sup>**  
<sup>1</sup>独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域  
<sup>2</sup>独立行政法人海洋研究開発機構・地震津波・防災研究プロジェクト

**Contact** E-mail: toshi@jamstec.go.jp  
所在地: 237-0061 神奈川県横須賀市夏島町 2-15  
URL: <http://www.jamstec.go.jp/ifree/j/>

## Figure and Note

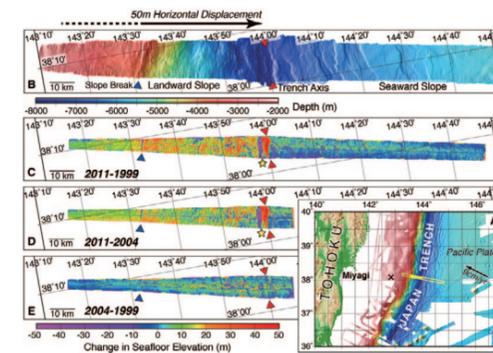


図: 2011年東北沖地震前後の海底地形の差。右下は調査域海底地形図で黄色い枠が調査測線、×印は2011年東北沖地震の本震の震央位置を示す。上から、調査測線に沿った海底地形、各調査間の海底地形差。2011年(地震後)と1999年(地震前)、2011年と2004年(地震前)、赤△は海溝軸の位置で、図中左側の陸側斜面の海底が上昇している。ともに地震前である2004年と1999年データの差、海底地形変化が見られない。

## 海底地形調査で検知された 桁違いに大きい地震変動

2011年東北地方太平洋沖地震の約10日後、震源・津波源近くである宮城沖で、海洋研究開発機構の調査船「かいいい」によるマルチナロービーム海底地形調査を行った。過去1999年と2004年に行っている既存測線と同一線上を調査し、地震前後の海底地形を比較した。その結果、日本海溝から東北側の陸側斜面の海底が、海溝軸に至るまで上昇していることがわかった。これはプレート境界に沿った断層破壊が海溝軸まで達し、海底を隆起させたことを示している。海底地形の水平ずれ、上下差から、海溝陸側斜面は海側斜面に対して東南東方向に水平約50m、

上方に約7-10m、地震時変動したと推定される。本研究と宮城沖に展開されていた海上保安庁海洋情報部、東北大学の海底地殻変動観測の結果を合わせると、水平変動量、隆起量は海溝軸に向かうにつれて大きくなっている。海溝軸近傍の急斜面域が大きな水平変動をしたことが、正味の隆起量に追加した海底上昇効果を引き起こした。これが海底津波計やGPS津波計で観測された、短波長で大振幅の津波の原因になった可能性がある。

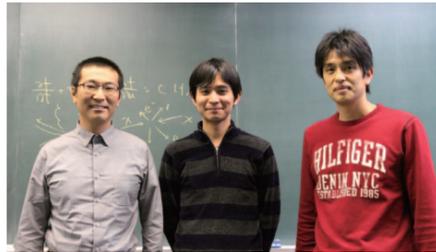


## 海洋研究開発機構地球内部ダイナミクス領域、 地震津波・防災研究プロジェクト

地球内部ダイナミクス領域(IFREE)は、観測・実験・数値モデルを駆使して固体地球の基礎研究を行っています。地震津波・防災研究プロジェクトは、地震津波の観測研究、防・減災への貢献に目的を特化したリーディング・プロジェクトです。IFREE, JAMSTEC が行ってきた基盤的観測データの蓄積と管理、プロジェクト的な地震後の迅速な対応がよく機能して、本結果を見出すことができたと思います。この未曾有の地震に対して、我々は最大限の知見を得る努力をしたいと思います。  
[http://www.jamstec.go.jp/j/about/research/leading\\_project.html](http://www.jamstec.go.jp/j/about/research/leading_project.html)  
集合写真: 前列左から2番目: 海宝、3番目: 小平、4番目: 富士原  
後列右から3番目: 野  
右上写真: 左: 高橋、右: 金田

# 原始星フィードバックは宇宙初代星の成長を抑制する

Protostellar Feedback Halts the Growth of the First Stars in the Universe



写真(左:大向一行、中央:細川隆史、右:吉田直紀)

**細川 隆史** *Takashi Hosokawa*  
 京都大学理学研究科 研究員  
 / 日本学術振興会 海外特別研究員 (NASA ジェット推進研究所)  
 大向 一行<sup>1</sup> 吉田 直紀<sup>2</sup> Harold W. Yorke<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> 京都大学理学研究科 准教授  
<sup>2</sup> 東京大学数物連携宇宙研究機構 准教授  
<sup>3</sup> NASAジェット推進研究所 Science Division Manager

**Contact**  
 E-mail : hosokwtk@gmail.com  
 所在地 : 606-8502 京都府京都市左京区北白川追分町  
 U R L : http://www.tap.scpphys.kyoto-u.ac.jp/~hosokawa/firststarstop.html

Figure and Note

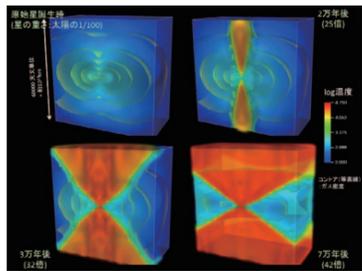


図: 星周囲のガス構造の進化  
 4 パネルは時系列を表し、原始星誕生後の時間とその時の星質量が図中に示されている。等高線が密度、色が温度分布を表す。2 万年過ぎから星の光により熱せられた高温領域が上下方向に広がって行くのが分かる。

## 宇宙最初の星の成長過程を初めてコンピュータ中に再現

宇宙は 137 億年前のビッグバンから始まりました。その後、太陽のような恒星、地球のような惑星、そして私たち人類のような生命が作られてきたのです。この私たちに至る進化の最初の一步が宇宙最初の星: 初代星です。今回私たちは初代星が生まれて成長していく様子を初めてコンピュータシミュレーションにより解明しました。私たちが目にした進化の様子はとてもダイナミックで驚きにあふれたものでした。星がまわりのガスを重力で引きつけて重くなると星は急激に明るくなります。この星からの光が周囲のガスを加熱して吹き飛ばすと、星質量の増加が次第に抑えられます。最後には太陽のおよそ 40 倍の重さの星ができることが分かりました。これまで初代星は太陽の数百倍というような銀河系には存在しない巨大星であると信じられてきたのですが、今回私たちの発見したいわば成長の自己抑制機構によりそのようなモンスター星にはならないことが分かったのです。観測的にはむしろ初代星は太陽の数十倍程度の重さであることが支持されており、これまでのモンスター星の描像と一致しなかったのですが、我々の研究によりこの謎は解決されました。

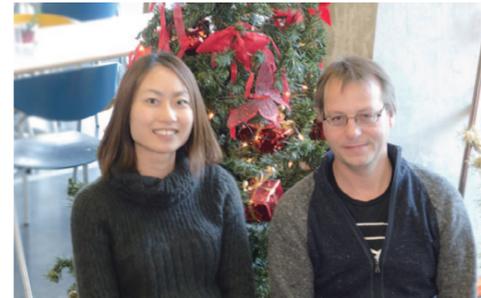


### 論文出版までの道のり: 日本とアメリカでの研究

この研究は筆者(細川)が米国 NASA ジェット推進研究所 (JPL) に長期滞在したところから始まりました。論文出版まで JPL で約 2 年、京都大学で 1 年を過ごす長い道のりでしたが、最終的に日米共同の研究として世に出たことをとても嬉しく思います。写真はちょうどこの研究が始まろうとしていた頃の研究会のもので、日本人著者 3 人も参加しました。こうした交流は研究のきっかけのひとつになりました。

# OB型暴走星の起源

The Origin of OB Runaway Stars



写真(左:藤井 通子、右: Simon Portegies Zwart)

**藤井 通子** *Michiko Fujii*  
 鹿児島大学 理工学研究科 日本学術振興会特別研究員  
 Simon Portegies Zwart  
 Leiden Observatory, Leiden University

**Contact**  
 E-mail : fujii@strw.leidenuniv.nl  
 所在地 : 890-8580 鹿児島市郡元 1-21-35  
 U R L : http://www.strw.leidenuniv.nl/~fujii/

## 高速で銀河内を移動する大質量星の起源を解明

我々の銀河(銀河系)では、「暴走星(runaway stars)」と呼ばれる、周りの星と比べて高速で運動している星が数百個見つかっています。この暴走星は大質量星に多く見られ、最も重い種類のO型星の約20%、次に重いB型星の約5%が暴走星です。星が暴走星となるには何らかの加速が必要であり、それを明らかにすることで、暴走星ひいては大質量星の生まれた場所を知ることができます。

暴走星形成仮説の1つは「連星の一方が超新星爆発を起こし、もう一方の星が高速で飛び出す」というものですが、この説は観測結果と合致しませんでした。もう1つは「若い星団中の連星による散乱」です。星団は力学的に進化すると星の密度が非常に高くなり、星同士の重力相互作用の結果、お互いの重力で強く束縛された連星ができます。この連星に他の星が近付くと、連星は不安定となり、最終的に1つの星が星団の外へ弾き出され暴走星となります。

シミュレーションにより、星団内の連星によって生み出された暴走星の質量分布は、観測されている銀河系内や若い星団の周りの暴走星の質量分布を再現することがわかりました。この結果は、銀河系の大質量星の多くが星団で誕生したということを示しており、未だ謎の多い大質量星や星団形成に迫る重要な成果であると言えます。

Figure and Note

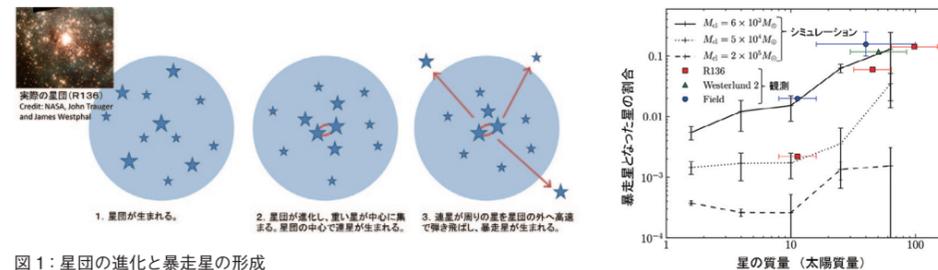
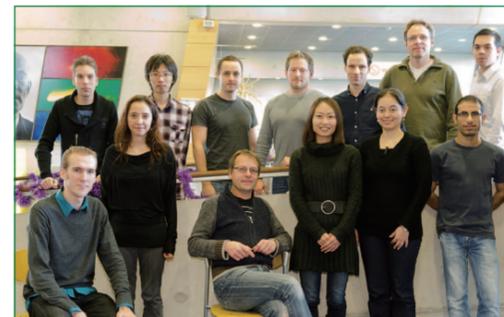


図 1: 星団の進化と暴走星の形成

図 2: 質量ごとの暴走星の割合  
 黒線はシミュレーションの結果、カラー点は実際の観測の結果を示す。



### ライデン大学 計算天文学グループ

ライデン大学 計算天体物理学グループ (Computational Astrophysics Leiden; CAstLe) は、シミュレーションを用いて、銀河や星団などの恒星系(特に連星や星団・銀河中心などの高密度領域)の力学的進化を研究しています。また、スーパーコンピュータ、グラフィックスプロセッシングユニット (GPU)、グリッドコンピューティングといった様々なハードウェアによるシミュレーションに取り組んでいます。

# 復号化した fMRI 信号のニューロフィードバックによって 刺激提示なしに知覚学習を起こす

Perceptual Learning Incepted by Decoded fMRI Neurofeedback Without Stimulus Presentation



写真 (Kazuhisa Shibata, Takeo Watanabe, Yuka Sasaki, Mitsuo Kawato)

川人 光男 Mitsuo Kawato

株式会社国際電気通信基礎技術研究所

Kazuhisa Shibata Takeo Watanabe Yuka Sasaki  
Advanced Telecommunications Research Institute International  
Computational Neuroscience Laboratories

**Contact** E-mail : kawato@atr.jp  
所在地 : 619-0288 京都府相楽郡精華町光台二丁目 2 番地 2  
U R L : http://www.cns.atr.jp/~kawato/

Figure and Note

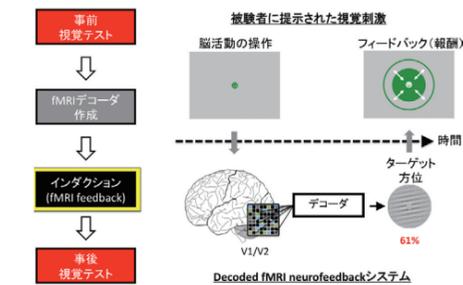
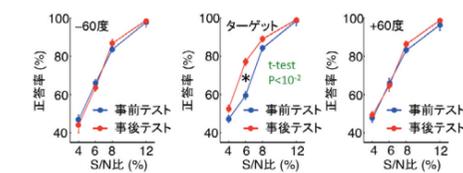


図 1: デコーデッドニューロフィードバック訓練で意識と視覚刺激なしに知覚学習がおきる。被験者は固視点を見ており、その数秒後に緑の円盤の大きさで表される報酬情報を見る。報酬の大きさを、脳活動から解読された視覚刺激がある傾きを持つ確率にすることで、その特定の傾きの図形を弁別する能力が向上する。



事前/事後、方位、S/N比の間に有意な交互作用 (Three-way ANOVA,  $P = 0.02$ )

図 2: ニューロフィードバック訓練を行った方位についてだけ、弁別能力が有意に上昇する。被験者の課題は、縦模様の3つの方位の弁別です。横軸にプロットしたある刺激の強さに対してどれだけ正答率が得られたかを、フィードバック訓練前 (青色) と訓練後 (赤色) で、縦軸に示しています。

ATR 脳情報通信総合研究所・脳情報研究所・メンバー 4 人

本研究は、ポス頓大学教授渡邊武郎先生、同研究員柴田和久博士、マサチューセッツ総合病院・ハーバード大学医学部准教授佐々木由香先生が ATR 脳情報研究所に客員研究員として滞在され、文部科学省脳科学研究戦略推進プログラム課題 A 『日本の特長を活かしたブレインマシンインタフェースの総合的研究』として、行った物です。

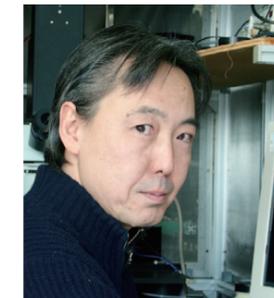
## DecNef 法で脳活動パターンを誘起し、 視覚知覚学習を起こしました。

脳科学では、脳活動を原因として結果として行動を引き起こす、因果関係の研究は従来行えませんでした。そこで、脳活動のデータから脳内の情報を解読し、それを短い時間遅れで脳に報酬として帰還し、結果として特定の空間的脳活動パターンを誘起する、DecNef (decoded fMRI neurofeedback) 法を開発しました。

この DecNef 法を用いて、ヒトの大脳皮質初期視覚野に特定の空間的な活動パターンを引き起こして、特定の視覚刺激に対してだけ知覚能力が向上する、いわゆる視覚知覚学習を導きました。これは、脳活動パターンを原因として、知覚学習が結果としてえられたという意味で、因果関係を証明したことになります。従来は、ヒトやサルに知覚学習をしても、その時の脳活動とニューロン活動を fMRI や刺入電極による単一ニューロン記録法で調べる研究がほとんどでした。このような研究は学習と脳活動の相関を調べているに過ぎないので、ある脳領域、あるニューロンの活動が学習の原因なのか結果なのかについては、いつまで経っても結論が出ません。今回の DecNef 法を用いた研究によって、初期視覚野の空間活動パターンだけで知覚学習を起こし、十分条件を示したことで、この論争に決着がつかしました。また、臨界期を過ぎると神経回路が固定されシナプス可塑性がなくなると考えられていた初期視覚野でさえ、大人でも十分なシナプス可塑性を保持し、それによって知覚能力が向上する、つまり知覚学習が可能であることを示しました。

# 嗅内皮質第3層から海馬への入力 は時間関係連合記憶に必須である

Entorhinal Cortex Layer III Input to the Hippocampus Is Crucial for Temporal Association Memory



富永 貴志 Takashi Tominaga

徳島文理大学 香川薬学部 准教授

Junghyup Suh Alexander J. Rivest 仲柴 俊昭 利根川 進  
The Picower Institute for Learning and Memory,  
RIKEN-MIT Center for Neural Circuit Genetics,  
Department of Biology and Department of Brain and Cognitive Sciences,  
Massachusetts Institute of Technology

**Contact** E-mail : tominagat@kph.bunri-u.ac.jp  
所在地 : 769-2193 香川県さぬき市志度 1314-1  
U R L : http://kp.bunri-u.ac.jp/kph15/tominaga.html

## 物事の前後関係を覚え記憶を紡ぐエピソード記憶の神経回路の発見

非連続的におこった物事に前後関係の時間関係に関連づけ記憶する「時間関係連合記憶 (temporal association memory)」はエピソード記憶、作業記憶の形成に不可欠である。これは嗅内野-海馬神経回路によると考えられている。嗅内野は主に2つの入力経路で海馬に情報を送っている。一方は、嗅内野第2層から3シナプス経路 (TSP) への入力経路であり、もう一方は嗅内野第3層 (MECIII) からの単シナプス経路 (MSP) である。TSP はパターン補間、パターン分離においてエピソード記憶の形成に寄与している。一方、MSP は「時間関係連合記憶」に関与すると考えられたが明確でなかった。そこで MSP 神経伝達のみを制御可能な遺伝子改変マウス (MECIII-TeTX) を作製した。このマウスでは餌中のドキシサイクリンの有無で、内側嗅内野第3層神経細胞特異的に神経伝達物質の開口放出を阻害するテタヌトキシンの発現を制御できる。するとテタヌトキシン発現時には、時間関係の記憶の必要な空間作業記憶テストと痕跡恐怖条件付けにおいて顕著な異常を示した。これは内側嗅内野第3層から海馬への入力時間が時間関係連合記憶に必須であることを示している。

Figure and Note

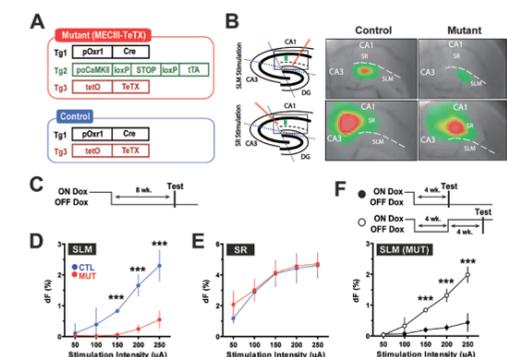


図: 内側嗅内皮質第3層神経細胞特異的な条件付き神経伝達遮断の様子。光計測を用いて、内側嗅内野第3層から海馬 CA1 野への単シナプス投射が特異的かつ条件付きでリバーシブルに遮断可能であることを示す図



徳島文理大学  
香川薬学部病態生理学講座 富永研究室 メンバー

神経回路の動作を一挙に可視化する膜電位感受性色素による光計測 (Voltage Sensitive Dye Imaging; VSDI) を武器に、海馬を中心にした神経回路機構解明に取り組んでいます。この論文では、光計測法を定量的計測ツールとして発展確立したことが活かされました。小さい研究グループながら、それぞれの強みを活かし、新規超高速共焦点顕微鏡、光刺激イメージング顕微鏡の開発など新規な光計測の開発もしています。

## Science 投稿について

*Science* は、最高水準の独創的な科学論文、さらには最先端の研究および科学政策の論評と分析を掲載する週刊の科学専門誌です。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。掲載に向けた競争は厳しく、多くの論文は詳細な審査に進むことなく返却されます。幅広い関心を集める新しい概念を提示する論文が重視されます。

毎年初号に以下の *Science Information for Authors* (*Science* 投稿者ガイド) 簡易版を掲載しています。最新のガイド完全版はウェブサイト ([www.sciencemag.org/about/authors](http://www.sciencemag.org/about/authors)) でご覧ください。

### 掲載される論文のカテゴリ

**Research Articles** (4500 語以内もしくは誌上 5 頁まで): 画期的な進展を発表する論文。アブストラクト、緒言、6 点以下の図表、各章ごとに短い見出しのついた本文、40 件以内の参考文献で構成されます。

**Reports** (2500 語以内もしくは誌上 3 頁まで): 重要性の高い新しい研究報告。アブストラクト、緒言、4 点以下の図表、30 件以内の参考文献で構成されます。

**Brevia** (1 頁、約 800 語+図または表 1 点、10 件以内の参考文献): 一般的な関心を引く、画期的な研究成果を報告する簡潔な論文。

**Technical Comments** (1000 語以内、図または表 2 点、15 件以内の参考文献): サイエンスオンライン版で全文が公開され、過去 6 カ月以内の研究論文について議論します。印刷版の Letters に 60 語以内の簡潔な要約が掲載されます。オリジナル論文の著者には返答の機会が与えられます。コメントと返答は必要に応じて審査、編集されます。

**Reviews** (平均誌上 4 頁): 学際的研究の新たな展開、解明されていない謎とその研究の行方を紹介します。アブストラクトと要点をまとめた緒言、簡潔な見出しと 40 件以内の参考文献から構成されます。大半は編集者からの依頼によるものですが、場合によりそれ以外の投稿も受け付けます。

### COMMENTERY

*Science* 読者が興味を持つ特集についての、科学者や専門家による分析。

**Policy Forums** (1000 ~ 2000 語): 科学政策にかかわる科学と社会の交わりについての記事。

**Education Forum** (1000 ~ 2000 語): 就学前から大学院教育までの科学教育とその実践に関するエッセイ。(教育に関する研究結果は Reports に投稿してください。)

**Books et al.** (1000 語以内): *Science* 読者の関心を引く最新の書籍、マルチメディア、展示会、映画の論評です。

**Perspectives** (1000 語以内): 最新の研究の進展について分析する記事ですが、基本的には著者本人の研究には触れません。Book reviews, Education Forums, Policy Forums, Perspectives の大半は編集者からの依頼によるものですが、それ以外の投稿も受け付けます。

**Letters** (300 語以内): 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

て議論します。ウェブ投稿サイト ([www.letter2science.org](http://www.letter2science.org)) より投稿してください。通常は受領や掲載について著者に連絡はしません。明確化および紙面の都合により、編集される場合があります。迅速かつタイムリーな議論のため、E レターは 400 語以内でオンラインのみの受け付けとなります。

### 論文の選考

提出された論文はすみやかに審査され、掲載されるよう努力が払われます。提出・審査プロセスは完全に電子化されています。論文はその分野の知識を有する編集者が担当します。大半の論文については、審査担当編集委員会(発行人欄参照)が適切性を評価します。審査対象となる論文の選考にあたり、編集者は同委員会の意見を考慮します。評価の低かった論文の著者には 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ではありません。

論文は 2 名以上の外部匿名審査員により詳細に審査されます。審査員には論文送付前に連絡をとり、2 週間以内にコメントを返すよう依頼します。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可能です。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。

利害の不一致あるいは相対的な評価の違いを理由に再提出することはできません。審査員の重大な過失により論文が不採用となった場合は、再提出が求められる場合があります。*Science* に投稿された論文が掲載に至らなかった場合には、*Science Signaling* または *Science Translational Medicine* での掲載が検討される場合があります。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](http://www.scienceexpress.org)) にオンライン掲載されます。

### 投稿要件

**原著者:** 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。原著者に関する変更には、オリジナル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、即刻却下されます。

**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掲載できません。インターネット上での配信も発表と見なされ、*Science* に投稿する論文としては独自性が損なわれます。主な研究結果をマスメディアに公開することは、研究の新規性が損なわれ、*Science* には不適切な論文とみなされます。本方針についてご不明な点がおありの際は、編集者までお問い合わせください。

**ヒトを対象とした試験:** 試験の本質と予想される結果が説明された後、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試験は治験審査委員会(IRB)の承認を得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。

**関連論文:** *Science* に投稿された論文に関連する、いずれかの著者によって他誌に投稿された論文のコピーを提

出してください。

**未発表データおよび私信:** 未発表データおよび私信、論文の資料とすることはできません。

### 採用条件

**資金調達および利害の衝突:** 著者は、偏見の潜在的原因と見なされ得る(*Science* の利害の衝突方針で定義)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ます。

**データの寄託:** 発表前に大量のデータセット(マイクロレイデータ、蛋白質または DNA 配列、および巨大分子構造用の原子座標または電子顕微鏡検査マップなど)を承認データベースに寄託し、出版される論文に識別コードを記載し、寄託された情報が論文発表時に公開されるようになります。電子顕微鏡検査から得られたマップも寄託します。(www.sciencemag.org/about/authors に記載の承認データベース)。

**データの入手可能性および資料の共有:** 出版後、すべての *Science* 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入手できるようにします。正当な資料請求に適正に対応してください。採用前に、*Science* に対し、資料共有の制限(例: Material Transfer Agreements: MTA)について通知してください。

**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、採用された論文を、*Science* に掲載された最終版へのリンクを張ることを条件に、創設者である 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* のウェブサイトで自由に閲覧できます。

### 原稿の作成

詳しくは Information for Authors (<http://www.sciencemag.org/about/authors>) をご覧ください。

**タイトル:** Reports、Research Articles、および Reviews は 96 文字(スペースを含む)、Brevia は 64 文字以内(スペースを含まず)とします。

**ワンセンテンスサマリー:** 最重要ポイントをまとめてください(すべての論文)。

**アブストラクト:** 一般読者を対象に、研究の実施理由と結果の重要性を説明してください。アブストラクトでは、論文の主要ポイントと結果および結論の概要を示してください。125 文字以内とします。

**本文:** 多様な分野の読者が理解できるよう、論文の意義を説明する簡潔な緒言から始めます。専門用語を定義してください。記号、略語、および頭字語は初出時に定義してください。すべての表および図は番号順に引用してください。

**参考文献および注記:** 引用する順に番号を付けてください(本文、参考文献の本文、図表説明文、SOM)。各参考文献には固有の番号を付け、参考文献を組み合わせたり、注記に参考文献を含めたりしないでください。op., cit., または ibid. は使用しないでください。

**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、アクセス番号、および原著者の利害の衝突に関連するあらゆる情報を、参考文献の最後にまとめてください。

**表:** 参考文献の末尾に含めてください。本文と同じではなく、補足としてください。表説明文の 1 文目は、記述的な短いタイトルとしてください。各縦列には見出しを付け、測定単位を括弧内表示してください。同一列内で単位を変更しないでください。

**図説明文:** ダブルスペースで番号順に表記してください。説明文の 1 行目に図タイトルを表記してください。説明文は 200 語以内とします。図中で使用する用語、略語、記号および単位は、本文と合わせてください。単位はメートル法で国際単位系(SI)に従ってください。

**Supporting online material (SOM):** SOM は論文にリンクを張った状態で *Science* オンラインに掲載され、自由に閲覧されます。SOM には、論文の完全性に重要となる Materials and Methods、図表、ビデオまたはオーディオクリップが含まれます。

**図:** オンライン投稿時に提出してください。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 に記録の上、提出してください。図の一部を選択的に処理することは認められません。図表の作成について詳しくは Information for Authors をご覧ください。SOM に高解像度画像を含めることができます。

### 論文または Letter の提出

*Science* では、論文および Letter のオンライン投稿 ([www.submit2science.org](http://www.submit2science.org)) を受け付けています(E メールによる投稿は受け付けておりません)。オンライン投稿時には、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、および投稿される論文をレビューされた方の氏名を提出してください。

関連論文の PDF コピー(投稿要件を参考)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([science\\_editors@aaas.org](mailto:science_editors@aaas.org))。

### マスコミ報道および科学会議での発表について

論文は部外秘文書であり、したがって出版前に報道関係者または一般に公開されるべきではありません。ご質問がおありの際は AAAS Office of Public Programs (電話: +1-202-326-6440) までご連絡ください。

### 問い合わせ先

<i>Science</i> Contact Information Phone: (1)-202-326-6550 (USA) (44)-1223-326500 (UK) Fax: (1)-202-289-7562 (USA) (44)-1223-326501 (UK) E-mail: <a href="mailto:science_editors@aaas.org">science_editors@aaas.org</a> (USA) <a href="mailto:science@science-int.co.uk">science@science-int.co.uk</a> (Europe)
---

# 58,905

polysyllabic words  
reexamining  
*Ardipithecus ramidus*.

One more data point on why you should spend more time at [membercentral.aaas.org](http://membercentral.aaas.org). There you can enjoy members-only downloads, videos, webinars, blogs, discounts, and other content geared for people who aren't afraid of footnotes.

[membercentral.aaas.org](http://membercentral.aaas.org)



LOCATION: Jackson Park Health Club  
ARTICLE: *An Electronic Second Skin*  
DATE: Sep 21, 7:43am

LOCATION: Gyro King  
ARTICLE: *Cavemen Craved Carbs, Too*  
DATE: Sep 21, 1:13pm

LOCATION: University Faculty Lounge  
ARTICLE: *The Visual Impact of Gossip*  
DATE: Sep 21, 4:22pm

LOCATION: Hemlock Bar  
ARTICLE: *Quantum Simulation of Frustrated Classical Magnetism in Triangular Optical Lattices*  
DATE: Sep 21, 9:21pm

LOCATION: Bed  
ARTICLE: *Consciousness: What, How and Why*  
DATE: Sep 21, 10:56pm

## A new way to look at science

The new *Science* Reader App for iPad® from AAAS puts *Science* in your hands, wherever you go. Read abstracts, career advice, and highlights from our newest journals, *Science Signaling* and *Science Translational Medicine*. Plus, AAAS members can access full text articles from *Science*. Visit [iTunes App Store](http://iTunes App Store)<sup>SM</sup> or [content.aaas.org/ipad](http://content.aaas.org/ipad) for details.





● Stem Cell Culture Products  
Human ES & iPS Cell Culture Medium  
**NutriStem® Xeno-free\***

<http://www.cosmobio.co.jp/NutriStem>

\*Xeno-free (異種成分不含有) でヒト由来もしくはヒト組換えタンパク質で構成されています。

● Human Mesenchymal Stem Cell (MSC) Culture  
<http://www.cosmobio.co.jp/MSC>

● Serum Free Media (SFM)

● Animal Component-Free Products

● Mycoplasma Treatment

● High Quality FBS

バイオロジカルインダストリーズ社では、ES 細胞 / iPS 細胞 / 間葉系幹細胞研究用の革新的な細胞培養関連商品を販売しております。



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/>



# NEXTflex™

## 次世代シーケンシングキット



BIO SCIENTIFIC  
MAXIMIZE SCIENCE FOR LIFE!

ChIP-Seq用  
あります

DNA シーケンシング用  
サンプル調製キット



NEXTflex™ DNA  
バーコード  
最大 48 種類

Bio Scientific Corporationの製品は、  
コスモ・バイオがお届けいたします。



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/>

科学は生命がつむぐ  
この惑星の伝説  
ほし

人と科学のステキな未来へ