

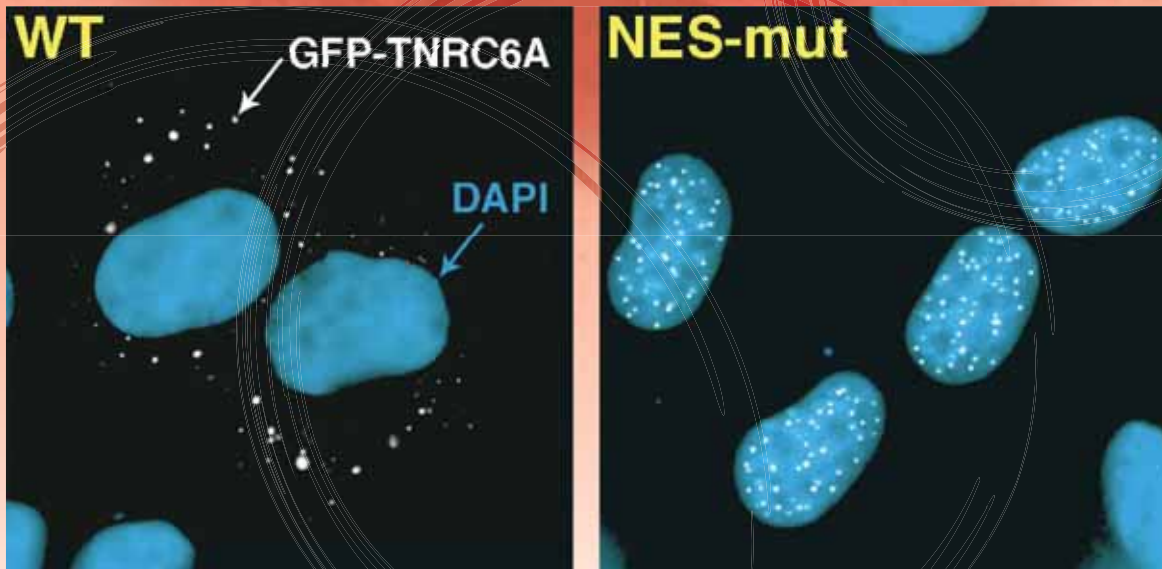


東京大学

# 理学系研究科・理学部ニュース

2013年3月号 44巻6号

<http://www.s.u-tokyo.ac.jp/>



TNRC6A とその核外移行シグナル変異体の細胞内局在

～研究ニュース「マイクロRNAが細胞核に輸送されるメカニズム」より～

本号の記事から

トピックス

定年退職の方々を送る

世界に羽ばたく理学博士

研究ニュース

【最終回】理学のキーワード

「本音で話す」理学部の博士進学と就職 -2012年キャリアシンポジウム- ほか

内田慎一教授（物理学専攻）、浦辺徹郎教授（地球惑星科学専攻）、  
坪野公夫教授（物理学専攻）、宮本正道教授（地球惑星科学専攻）

後輩の皆さん、シアトルからこんにちは

太陽系外惑星系における惑星同士の食の発見 ほか

「ゼータ関数」「モンテカルロ積分」「トポロジカル絶縁体」「AGB星」  
「長周期地震動」「トポタクティック反応」「膜交通」

## トピックス

横山順一教授が井上學術賞を受賞	牧島 一夫 (物理学専攻 教授) ……………	3
浅井祥仁氏の日本學術振興会賞受賞によせて	駒宮 幸男 (物理学専攻 教授) ……………	3
「本音で話す」理学部の博士進学と就職—2012年キャリアシンポジウム—	久保 健雄 (生物科学専攻 教授) ……………	4
第23回東京大学理学部公開講演会のお知らせ	広報委員会 ……………	4

## 定年退職の方々を送る

退職にあたって	内田 慎一 (物理学専攻 教授) ……………	5
内田慎一先生を送る	藤森 淳 (物理学専攻 教授) ……………	5
定年の今送る「手紙～拝啓十五の君へ～」	浦辺 徹郎 (地球惑星科学専攻 教授) ……………	6
浦辺徹郎先生を送る	砂村 倫成 (地球惑星科学専攻 助教) ……………	6
時代はまわる	坪野 公夫 (物理学専攻 教授) ……………	7
坪野公夫先生を送る	須藤 靖 (物理学専攻 教授) ……………	7
宮本正道先生を送る	三河内 岳 (地球惑星科学専攻 准教授) ……………	8
前へ!	佐藤 哲爾 (学務課長) ……………	9
定年後の8万時間	二宮 哲平 (総務課長) ……………	9

## 理学エッセイ 第5回

東大生、ハイデルベルクに散る!?	藤井 宏和 (天文学専攻 博士課程1年) ……………	10
------------------	----------------------------	----

## 世界に羽ばたく理学博士 第8回

後輩の皆さん、シアトルからこんにちは	高雄さとみ (ワシントン大学機械工学科 CIMS 研究員) ……………	11
--------------------	-------------------------------------	----

## 研究ニュース

太陽系外惑星系における惑星同士の食の発見	平野 照幸 (物理学専攻 博士課程3年)	
	須藤 靖 (物理学専攻 教授) ……………	12
マイクロRNAが細胞核に輸送されるメカニズム	西 賢二 (生物化学専攻 特任助教)	
	程 久美子 (生物化学専攻 准教授) ……………	13

## 連載：理学のキーワード 第41回 (最終回)

「ゼータ関数」	織田 孝幸 (数理学研究科 教授) ……………	14
「モンテカルロ積分」	楽 詠瀬 (新領域創成科学研究科 助教) ……………	14
「トポロジカル絶縁体」	平原 徹 (物理学専攻 助教) ……………	15
「AGB星」	田辺 俊彦 (天文学教育研究センター 助教) ……………	15
「長周期地震動」	瀨藤 一起 (地震研究所 教授) ……………	16
「トポクティブ反応」	近松 彰 (化学専攻 助教) ……………	16
「膜交通」	上田 貴志 (生物科学専攻 准教授) ……………	17
「理学のキーワード」ついに連載を卒業	牧島 一夫 (物理学専攻 教授) ……………	17

## お知らせ

小林先生、長い間ありがとうございました	竹井 祥郎 (大気海洋研究所 教授) ……………	18
藤田良雄先生のご逝去を悼む	辻 隆 (名誉教授) ……………	18
東京大学大学院理学系研究科・博士学位取得者一覧	……………	19
人事異動報告	……………	19

## 横山順一教授が井上學術賞を受賞

ビッグバン宇宙国際研究センター長  
牧島 一夫 (物理学専攻 教授)

このたびビッグバン宇宙国際研究センターの横山順一教授は、「インフレーション宇宙論の実証的研究」により、2012年度の井上學術賞を受賞されました。おめでとうございます。

宇宙は137億年前、火の玉状態で誕生した(ビッグバン)と考えられ、その誕生の謎を説明する理論が、本研究科の佐藤勝彦名誉教授らが1980年前半に提唱した「インフレーション」の考えです。すなわち、宇宙はその創生期に内包した真空のエネルギーにより急速膨張(インフレーション)して巨視的な大

きさに達し、そのエネルギーが熱に転化することで、火の玉宇宙ができたとするものです。この考えは最先端の宇宙観測により強固になりつつありますが、理論の核心部にはまだ多くの異なる学説が並立しています。そんな中で横山教授は、実験や観測により検証できる理論の構築を目ざし、国際的にハイレベルな研究を展開されて来ました。インフレーションと物質生成を一体的に実現するモデルの構築に初めて成功したこと、さらに既知のすべてのインフレーションモデルを包含するもっとも一般的な枠組みを構築し、観測と理論の直接比較を可能にしたこと、宇宙マイクロ波背景放射の揺らぎの観測から、インフレーション中に生成した量子的な揺らぎを逆算する方法を開発し、WMAP衛星の観測結果を初期宇宙に直



横山順一教授

接に反映させたこと、初期宇宙のプローブとして重力波の重要性に着目した「重力波的宇宙論」の考えを掲げ、建設が進んでいる重力波望遠鏡KAGRAや次世代のDECIGOへの理論的指導性を発揮しておられることなどが特筆されます。今後ますますのご活躍を祈念いたします。

## 浅井祥仁氏の日本學術振興会賞受賞によせて

素粒子物理国際研究センター長  
駒宮 幸男 (物理学専攻 教授)

理論提唱以来50年間探し求められていたヒッグス粒子らしき新粒子が、CERNの陽子陽子衝突型加速器LHC実験で2012年に発見されました。この大きな国際協力共同実験ATLASの中で、日本の研究者をまとめ、ヒッグス粒子発見に大きな貢献をした浅井祥仁准教授(物理学専攻)が同年に日本學術振興会賞を受賞されたことを、ヒッグス発見と二重の意味で喜ばしく誇らしく思っております。

浅井氏は、これまで20年、エネルギー

フロンティア実験で超対称性やヒッグス粒子の研究を行ってきました。彼は、研究グループ責任者として、日本のみならず各国の若手研究者を指導すると同時に、新しい研究方法を開発し続けています。トポロジー分類で新粒子を確実に発見する方法の提案などがその一端です。ヒッグス発見においても、日本の若手研究者をまとめ、さまざまな解析方法を開発し、大きな貢献をしました。これらの研究は激しい国際競争の中で行われますが、日本の研究者が中心的な役割を果たすことができました。この点が評価された受賞です。

ヒッグスの発見は「真空」の意味を変えるパラダイムシフトであり、素粒子のみならず、宇宙の研究などに大きな影響のある成果であります。このヒッ



浅井祥仁准教授

グス粒子を通して「真空」や「宇宙のはじまり」を探る新しい加速器研究(ILC計画)に日本が重要な役割を果たすことが世界中から期待されています。



## 「本音で話す」理学部の博士進学と就職 -2012年キャリアシンポジウム-

教務委員会 委員長  
久保 健雄 (生物科学専攻 教授)

2013年2月19日(土)17:30～20:00に化学講堂にて、広報・教務委員会共催で標記シンポジウムが開催された。今回のテーマは横山広美広報副室長の提案で「博士修了後、大学での研究と企業への就職のどちらを選ぶか?」となった。多くの大学院生にとって大きな関心事であり、参加者は58名であった。冒頭、星野真弘副研究科長から「大学院生なら誰でも一度は悩むテーマですから、今日のお話を伺い、皆さんも考える良い機会としてください。」との挨拶があり、続いて筆者が本研究科の就職状

況と就職支援について説明した。今回は、博士修了後、企業に就職された4人の卒業生をお招きし、辻尚志博士には「メーカーの技術系社員として思うこと」、坂田悠博士には『『やりたいこと』と『できること』と『もとめられていること』』、金尚宏博士には「やりたいことに挑戦する」、岩前伸幸博士には「博士課程で得たものは何だったか-それを活かす選択-」とのタイトルで講演いただいた。どの方もひじょうにお話が巧みで示唆に富み、講演後は活発な質疑応答がなされた。辻博士は西原寛教授(化学専攻)と元同級生でいらっしゃり、優れた企業研究者のキャリアパスの見本をお示しくくださった。事後アンケートでは「たいへん参考になっ

た」と「参考になった」がそれぞれ約30%、64%と関心の高さが伺え、本シンポジウムの重要性を再確認する結果となった。参加者からのコメントを精査し、来年度の開催に備えたい。



キャリアシンポジウムポスターより

## 第23回東京大学理学部公開講演会のお知らせ

広報委員会

理学の魅力をお伝えし、その価値を皆様と共有するため、理学部では春と秋の年2回公開講演会を行い、理学部10学科の中から、教員が魅力あるテーマをご紹介します。第23回目となる今回の講演会では、太陽系の誕生、東北地方太平洋沖地震、希元素代替という3つの全く異なる切り口から、それぞれの深遠な理学の姿を分かりやすくご紹介致します。ぜひご来場ください。

「電波観測で探る星の誕生 - 太陽系の奇跡 -」

坂井 南美 (ビックバン宇宙国際研究センター 助教)

「地質学的時間スケールでみた2011年東北地方太平洋沖地震」

池田 安隆 (地球惑星科学専攻 准教授)

「元素代替に挑む」

長谷川哲也 (化学専攻 教授)

日時 2013年4月21日(日)14:00～17:00 (開場 13:00)

会場 東京大学駒場キャンパス 講堂 (900番教室)

入場 無料。事前申込不要。どなたでもご参加いただけます。

定員 600名 (当日先着順)

中継 インターネット配信を予定

主催 東京大学大学院理学系研究科・理学部



第23回公開講演会ポスター

# 定年退職の方々を送る

## 退職にあたって

1967年4月に入学して以来、学生、院生、教員として46年間にわたる東京大学での生活が終わろうとしています。その期間の大半は工学部に所属していましたが、理学部では最後の10年を過ごさせていただきました。高校生のころは、大学では物理学を研究しようと周到な計画を立てて勉強をしていました。しかし、入学後間もなく勃発した大学紛争の少なからぬ影響で、工学部で物

内田 慎一（物理学専攻 教授）

理にかかわることになりました。理学部に移らせていただきましたのは、せめて最後の10年間は研究と学生の教育に専念し、初心に戻って物理学を楽しもうと考えたからです。専攻長やグローバルCOEなどのアドミニストレーションにかかわらなければならないなど多少の「誤算」はありましたが、世界トップクラスの同僚や学生との交流を通じて、なんとか物理三昧の日々を送ることができ



ました。短い挨拶ではありますが、理学部の一員であったことを誇りとして、東京大学を去らせていただきます。有難うございました。



## 内田慎一先生を送る

藤森 淳（物理学専攻 教授）

内田慎一先生は、東京大学工学部物理工学科を1971年に卒業、田中昭二先生の指導のもとに学位を取得されました。その後、グルノーブルの強磁場研究所滞在を挟んで工学系研究科、新領域創成科学研究科に在籍され、2002年本研究科に着任されました。1984年に、当時の超伝導研究の本流から離れたビスマス酸化物超伝導体の研究を開始され、金属絶縁体転移と超伝導の関係など現在の物性物理学で主流となっている課題に焦点を当てた先進的な研究をされました。1986年にスイスのグループが複合銅酸

化物における超伝導の兆候を報告すると、ただちに超伝導相を同定し高温超伝導の実在を証明しました。以降、高温超伝導機構と異常物性の解明という、物性物理学史上かつてない難問に取り組み研究をリードされてきました。ストライプ、擬ギャップ、不純物効果、低次元系物性など、高温超伝導研究における最重要課題で先駆的な研究をされ、研究分野の流れを作られてきました。コロンビア大、ブルックヘブン国立研、コーネル大など国際的なネットワークで共同研究を主導され、現在の鉄系超伝導体の研究に至るまで、深い洞察によって超伝導体の本質的な理解を目指してこられました。

また、理学系研究科に着任されてから間もなく物理学専攻長を務められまし

た。工学系、新領域とさまざまな組織の運営を見てこられた経験と視野の広さに基づいて、理学系の常識にとらわれない改革を主導されました。また、物理学専攻と工学系物理工学専攻が共同で行ったグローバルCOEの立ち上げを主導されました。

先生とのお付き合いは高温超伝導発見の頃に始まりましたが、理学系に着任されてからさらに緊密に共同研究をさせていただけたことはたいへん幸運でした。常に本質を見通そうとする熱意と深い洞察に接することができたことは、共同研究で得られた個々の成果にも増して大きな収穫でした。今後とも後進を導いていただけることをお願いしたいと思っています。

## 定年の今送る「手紙～拝啓十五の君へ～」

浦辺 徹郎（地球惑星科学専攻 教授）



定年退職に当たって恥ずかしながら告白すると、私が地質学をやろうと決心したのは進路に迷って学習意欲を失っていた高校1年生の時でした。きっかけは深海底のマンガン団塊に関する新聞記事です。資源小国日本の経済発展はその開発にかかっているという内容でした。早速マンガン団塊の本を買って著者の佐々木忠義先生に手紙を書いたところ、有り難いことに返事が来て、自分はあなたのいる所からは遠いので、神戸の友人を紹介するという文面でした。友人とは本学の地球物理学教室出身の斎藤行正先生で、ご自宅に訪ねていくと非常に親切に対応して下さい、まず東京大学理学部に進学し、大学院で海洋研究所（当時）に行くよう勧められました。ただその通り理学部地学科に進学してみると、海洋研究所には海底資源を研究している人は居ないとのことで、鉱床学講座の立見辰雄先生のもとで大学院に進学したのです。

1976年に鉱床学分野で博士号を取ったところ、翌年、ガラパゴス海嶺において潜水していたアメリカの有人深海潜水

艇アルビン号により偶然海底熱水活動が発見され、新たな海底資源として注目が集まりました。さらに1985年にアルビン号がそこを再訪したとき、その航海に招待され自分の目でそれを見る幸運に恵まれたのです。また同年、立見先生の後任の飯山敏道先生に日仏海溝計画に加えていただき、本格的に海の研究に乗り出すきっかけができました。その頃わが国においても有人潜水艇しんかい2000や、しんかい6500が建造され、西太平洋の海底熱水鉱床を調査できる環境が生まれていました。そこで、科学技術振興調整費で1993年～1998年に「リッジ・フラックス計画」、2000年～2006年に「アーキアン・パーク計画」、科研費新学術領域研究で2008年～2012年に「海底下の大河計画」と海底熱水活動に関する大型研究を主宰し、仲間の皆様と学際研究の輪を広げることができました。

このように書くと、高校生の時の夢を実現した自慢話のように聞こえないかと恐れております。しかし実際には多くの

先生のお導きがあり、自分でも不思議な幸運と、研究仲間・学生諸君に恵まれて、いつの間にか自分がここに居るといった感じがしてなりません。さらに2007年より浦環生産技術研究所教授と始めた東京大学海洋アライアンスの活動を通じてさまざまな分野の専門家と知り合うことができ、海底資源の開発を視野に入れた新鉱業法の制定や、海底資源開発10カ年計画の策定、海洋教育の促進などに幅広く携わることができたのも大きな思い出です。定年を迎えてもまだ海底資源開発は実現していませんが、夢をつないでくれる人々が育っていることに期待しつつ、大学を後にしたく存じます。

### 浦辺徹郎先生を送る

砂村 倫成（地球惑星科学専攻 助教）

浦辺先生は、1976年に東京大学で地質学の学位を取得されたのち、本学の助手になられ、1979年から2年間のカナダトロント大学での留学を経て、1985年に工業技術院地質調査所に異動されました。2000年に理学系研究科地球惑星科学専攻に教授として着任され、この度ご定年を迎えられました。先生は海底熱水鉱床などの海底の鉱物資源の研究を中心に、陸上も含めさまざまな鉱床の研究

をされてきました。とくに、深海海底熱水鉱床の研究では、世界的に先駆的な研究をされており、資源だけでなく、熱水系の水循環と海洋底拡大速度の関係を明らかにされ、地質以外にも極限生命の研究にも関わられ、会議やセミナーの場でも幅広い分野の発表に対して、いつもの確かつ鋭い質問をされていました。また、また、船を使う調査に欠かせない海外研究機関との橋渡しにも尽力されるとともに、海底熱水系の大きな4つの国際プロジェクト研究を、1987年から今年度までほぼ継続リーダーとして牽引されてきました。ここ数年は、科学者の視点からの社会貢献も重視し、東京大学海洋

アライアンスの立ちあげや副機構長を勤めるとともに、その幅広い知識や人脈から国連の大陸棚延伸委員として日本の大陸棚延長にご尽力なされています。最近では、沖ノ島北側の延長域が認められる上で浦辺先生のご尽力があったと関係者の方から伺いました。退職後も、国連の大陸棚委員を続けられるとのことですが、無給な上に激務とのこと。今後も海底熱水系や海底資源の研究や海洋アライアンスを通じた教育など幅広い視点からご助言いただけるよう、ご健康をお祈りいたします。長い間ありがとうございました。



## 時代はまわる

私が大学に入ったころは、まだ正門前の本郷通りを都電がのんびりと走っていた。入学後もストライキでほとんど授業は開かれず、翌1969年1月の「落城」まで喧騒と高揚の時代が続いた。しかし、当たり前なのだが、時代は変わった。あの当時、安田講堂前から銀杏並木まで一面を埋め尽くした学生の姿はもうないし、「花はどこへいった」を唄っていたピーター・ポール&マリーの、ブロードで長身だったマリーさんも今はいない。

大学院生として初めて重力波検出実験に参加した頃は、理学部旧1号館の中庭に作られたバラックの小屋が実験場所だった。雨が降ると床上浸水で、その後の泥のかき出しが一仕事だった。そのような環境でよく精密実験ができたと思うが、当時は新しい研究分野を切り拓くという思いで皆が懸命だった。その後思いもかけず長い時間がかかってしまったが、ようやく日本のKAGRA計画などの、重力波を実際に観測できるだ

### 坪野 公夫 (物理学専攻 教授)

けの感度をもった大規模検出装置の建設が世界的に始まった。宇宙で大規模で急激な変化があると(たとえば太陽より重い星同士が衝突するような)、まわりの時空にひずみが生じ、そのひずみは光の速度で周囲に伝搬していく。これが「時空のさざなみ」とよばれる重力波である。このひずみはきわめて微小であるため(通常 $10^{-21}$ 以下)、いまだかつて重力波の直接検出には成功していない。しかし、私の経験と勘が正しければ、10年以内には確実に重力波は受かっているであろう。そのときには、これまで誰も見たことの無かった中性子星やブラックホールがその姿を現わすはずである。さらにその先には宇宙論を始めとした豊かな物理が開花を待っている。自分がそのとき最前線にいないことは寂しいが、その基礎を築いた中の一人として誇らしく思うことであろう。重力波のように時間を要する研究の場合、自分がどのフェーズに位置するかは単なる巡り合わせである。



自分に定年がくるとは誰もが思いもしないだろう。しかしそれは必ずやってくる。物事すべてに終りがあるように。成果がなかなか出ない研究にもかかわらず同僚の先生方からは暖かい理解と支援をいただいた。事務職員や技術職員の皆さんには長らくお世話になってしまった。そして何よりも研究室のスタッフと学生の皆さんは研究を牽引していく主体であり私の誇りであった。今後は研究室の運営は若い人に引き継がれるが、それは重力波研究にとって歯車がひとつ進むことであり、時代がまわることである。

## 坪野公夫先生を送る

須藤 靖 (物理学専攻 教授)

坪野先生は、1974年物理学科を卒業後、平川浩正先生のもとで重力波の研究を開始され、博士課程在学中に助手、その後、1987年に助教授、1999年に教授になられました。実は私は修士課程までは平川研に在籍しており、4年生の特別実験のさいには当時助手であった坪野先生にハンダ付けのやり方から始めて、当時の理学部1号館の地下にあった薄暗い実験室で一年間みっちり電子回路の指導をしていただきました。自分の机の引き出しの奥に「ミルクィー」を常備しており、ときおりニコニコしながらそれを取り出して食べてはタバコを吸っていた坪野先生の姿が今でも印象に残っています。

温厚な人柄と深い物理学の理解を兼ね備え誰からも尊敬されていた平川先生のもとで(自分がその立場になると学生から尊敬されることがいかに困難であるか実感されるのですが)産声を上げた日本の重力波実験を継承し、現在のKAGRA計画にまで発展させる原動力となったのは、坪野先生と坪野研卒業生の方々です。具体的には、国立天文台三鷹キャンパスに設置した基線長300m重力波レーザー干渉計で2000年に当時の世界最高感度での安定稼働を達成、重力波レーザー干渉計における熱雑音の起源の解明、さらには光速の等方性や重力の逆2乗則の検証実験に至るまで、きわめて基礎的かつ独創的な研究において、坪野先生は数々の優れた業績をあげてこられました。

坪野先生ご自身もお書きになっているように、何事にもフェーズがあり、ちょ

うどそれが花開く時に立ち会えるかどうかは単なる巡り合わせだとも言えます。やがて来る重力波の直接検出のために、数十年にわたり地道な努力を積み重ねることの困難さは言うまでもありません。短期的な目に見える成果ばかりを求められがちな現在においては、なおさらです(重力波実験研究からドロップアウトしてしまった私が偉そうに言えた義理ではないのですが)。しかし坪野先生が育てられた数多くの優秀な方々が重力波の直接検出を成し遂げる日は確実に近づいています。

かつて平川・坪野研で直接学ばせていただいた一人として、また物理学教室さらには理学部を代表して、この場を借りて坪野先生に心から感謝の意を表させていただきます。

## 宮本正道先生を送る

三河内 岳 (地球惑星科学専攻 准教授)

宮本正道先生は1972年に教養学部基礎科学科を卒業後、理学系研究科鉱物学専攻の大学院に進学し、博士課程在籍中の1976年に神戸大学理学部地球科学科の助手に採用されました。その後1979年に古巣の教養学部基礎科学科に戻られ、1988年に講師、1990年に助教授に昇任されました。この間1983年から1年あまりNASA ジョンソン宇宙センターに滞在されて研究を行っておられます。その後、1992年に理学系研究科鉱物学専攻に教授として着任され、2000年の地球惑星科学専攻への改組を経て20年以上にわたって理学系での研究・教育に携わって来られました。

先生のご専門は「惑星物質進化」で、これまでにない新しい概念で惑星科学を押し進められたのが特徴です。とくに計算機シミュレーションを駆使して惑星物質を解析される仕事を得意とされ、隕石母天体の層状構造モデル化や、元素拡散を用いて隕石や月試料の熱履歴を辿ることに多くの成果を挙げられております。最近では小惑星イトカワなど多くの小天体がラブル・パイル状であることが指摘されています。これらの研究には、先生の30年以上前の仕事である普通コンドライト天体の層状構造モデルが頻繁に引用され、その先駆的な仕事は今でも高く評価されています。

先生のご活躍は研究だけに留まらず、多方面にわたっています。鉱物学専攻の時代には所帯が小さいところを、各種の分析装置の導入にご尽力され、研究活動の拡大と発展を図ってこられました。ま



た、NASA 研究者との共同研究は、私を含めてそのさらに次の世代まで引き継がれており、国際的な惑星物質科学の進展に貢献されています。

今回のご定年にあたり、先生のごこれまでのご指導・ご尽力に感謝するとともに、今後のご健康と益々のご活躍を祈念いたします。





## 前へ！

過ぎてみればあっという間で、すぐそこに定年が待ち構えています。30数年前の駆出しの頃のことが、つい昨日のことのように思い浮かびます。工学部～本部～大学評価・学位授与機構～本部～教養学部～理学系と、職業人生をほぼ東大職員一直線で歩いてきました。この間、大勢の方々に会いました。もとより自分一人だけで仕事はできませんので、只々、これまでお世話になった皆様には「感謝」と、ご迷惑をおかけした方々には「お詫び」を申し上げる次第です。

2年前から理学系の学務課長に配属となり、熱心に研究教育とその支援に取り組む教職員に囲まれ、常に世界を意識した東大理学系の姿を目の当たりにしてきました。将来性ある飛切り優秀な学生が多いことにも改めて気が付きました。一方、いろいろな悩みを抱える学生も少な

## 佐藤 哲爾（学務課長）

からずおり、気がかりな点です。悩んだときはぜひ誰かに相談し、進むべき道を見つけてもらいたいと切望しております。

さて、定年後の自分はどうかといえば、まずは、お役にたてるうちはどこかで働き口を見つけて糊口を得つつ、暇を見ては趣味（もはや道楽）の尺八三昧、といったライフスタイルを目論んでいるところです。昨年の UTRIP の留学生には尺八体験の機会を提供できましたので、また、そういったお手伝いもできればと思っています。

ところで、元旦に引いたおみくじが珍しく「大吉」ということもあってか、濱田純一総長の初夢にあやかり、私もこんな初夢を見ました。20年後の自分の姿でした。

まだ生きている様子で、だいぶ枯れてはきましたが、その分、味わいのある音



色になっています。尺八の稽古に勤んでいるようです。そうこうしているうちに、ニュース速報が入りました。何々？「東大理学部の A 教授がノーベル物理学賞を受賞！」

確か A 教授は、ALPS2 期生だったかな。去年の 1 期生で化学賞の B 氏（某企業勤務）と 2 年連続受賞か…。

夢が、どちらも正夢になることを、ひたすら願っております。理学系共々「前へ！」

## 定年後の 8 万時間

歳月の経過するのは本当に早いもので、小生があらうことか還暦を迎えてしまいました。ただいたずらに齢を重ねてしまったことに内心忸怩たる思いがありますが、何はともあれ 38 年にわたる大学職員の仕事を無事全うすることができました。

1975 年大阪大学庶務課に奉職以来、1 年間の文部省併任、経済学部勤務を経て 1985 年に東京大学に転任、原子核研究所、学生部、生産技術研究所、学術情報センター（現国立情報学研究所）、国立国語研究所、文学部、教養学部、人事課、宮城高専、放送大学東京文京学習センター、そして最後の 3 年間をこの理学部で勤務することとなりました。38 年間無事に勤務を続けられたのも、これ

## 二宮 哲平（総務課長）

らの職場でお世話になった方々のお蔭であり、深く感謝をいたしております。

さて、4 月からは悠々自適とはゆかぬまでも、少しは自分の時間が作れそうです。毎日が日曜日（サンデー毎日）みたいなものです。定年までの勤務時間が 8 万時間、余命 20 年として定年後の自由な時間が 8 万時間などよくいわれます。今後はこの時間を有効利用し、好きな書道に没頭したいと考えております。永年、独自の書風の確立を求めて書道を続けてきましたが、なかなか思うようにはいかず、今後はこの定年後の 8 万時間をしっかり利用して目標を達成したいものだと思います。また、漢詩づくり、水墨画や篆刻にも時間がとれることを楽しみにしています。書道関係の用事がな



い日は極力 1 日筆をもち、和漢の古典の臨書、作品制作、水墨画に刻印と文墨三昧の生活が楽しめれば最高だと思っています。

華甲（還暦）記念の個展を計画しておりましたが、1・2 年じっくりと題材を温め、作品制作を経て開催したいと考えております。そのさいにはご案内を差し上げますので、ぜひ会場においでください。

このほかにも 2 名の方が定年退職となり、理学系研究科を去られます。長い間、どうもありがとうございました。

富田 正明（総務課 主査） 新藤 美子（地球惑星科学専攻 主任）

理学部ニュースではエッセイの原稿を募集しています。自薦他薦を問わず、ふるってご投稿ください。特に、学部生・大学院生の投稿を歓迎します。ただし、掲載の可否につきましては、広報誌編集委員会に一任させていただきます。ご投稿は rigaku-news@adm.s.u-tokyo.ac.jp まで。

# 東大生、ハイデルベルクに散る！？

藤井 宏和（天文学専攻 博士課程1年）

一昨年の10月、ドイツのハイデルベルクで宇宙論の国際会議があり、私もポスター発表のために参加した。ハイデルベルクはドイツ南西部に位置し、ドイツ最古（1386年設立！）の大学であるハイデルベルク大学、哀愁あふれる廃墟であるハイデルベルク城などで知られる古都である。

そうそうたる研究者たちに囲まれ、また初めての海外出張ということもあり、「あの人はこんなに若かったのか」「難しい話を聞いた後のコーヒーは格別だ」などと無邪気にはしゃいでいた。また、宇宙の加速膨張の発見に対してノーベル物理学賞が与えられたことが途中で知らされる（余談だが、宇宙が加速膨張している可能性については日本の研究者がいち早く指摘していたことを忘れてはならない）など、研究会は大いに盛り上がった。そこまでは良かったのだが、事件が起きたのは3日目の午後である。

その研究会には"Flash Talk"というセッションがあり、ポスター発表者から選ばれた数名に講演をする機会を設けていた。この奇妙なシステムについては現地に着いてから聞かされたが、どうせ講演者は事前に決まっているのだろうと思っていた。だが、いざ発表されたリストを見てみると自分の名前がある。何かの間違いだろうと思い確認したが、間違いはないと言う。しかも発表は翌日である。いくらなんでもと思ったが、"Can you do it?"などと挑発まがい(?)のことを言われ、これはやるしかない、むしろまたとないチャンスだと思い奮起した。

研究会には一人で参加していたので、ホテルに帰ってスライ



図2：ハイデルベルク城にて失敗から立ち直ろうとする筆者

ドをつくり、発表の練習をした。翌日、ほぼぶっつけ本番かつ人生初の英語発表という恐怖の8分間が始まったが、結果は惨憺たるものであった。手足は震え、スライドは前後し、自分でも何を喋っているかわからなくなった。加えてひどかったのは、(ある意味助かったが) 質問がひとつもこなかったことである。恥ずかしさと後悔とで胸がいっぱいだったのを覚えている。

チャンスは誰にでも訪れるが、いつ訪れるかはわからない。それをものにするには、常日頃の準備が不可欠である。そのことを痛感した出来事であった。これを読んでいる皆さん（とくに学生）は私のようにならないよう、重々注意していただきたい。



図1：市街地から見上げたハイデルベルク城



## 後輩の皆さん、シアトルからこんにちは

高雄 さとみ（ワシントン大学機械工学科 CIMS 研究員 / Acting Instructor）

私が所属する米国ワシントン大学機械工学科 Center for Intelligent Materials and Systems (CIMS) は大きく2つのグループに分かれ、1つは新たな形状記憶合金の開発とその応用研究（航空機や宇宙空間で使用するデバイスなど）を、もう1つのグループは導電性高分子を使用した調光窓ガラスやそれらと色素増感太陽電池を組み合わせた調光太陽電池デバイスの研究をおこなっている。最近では合成ナノマテリアルの応用範囲を医療分野にも広げることになり、基礎医学系の研究者を探していらした タヤ教授 (Minoru Taya) からの申し出を受けて、メリーランド州ベセスダにある国立衛生研究所 (NIH) から、ここシアトルでの生活がはじまった。

「研究とは学術的な意義があることに加えて、人々やその生活に恩恵をもたらす革新的なものでなければならない」というタヤ教授の理念のもと、時には奇想天外なアイデアを出し合い皆で議論していると SF 映画を見ているような感覚になることがあるし、ナノスケールで物を考えるときは想像力も試され、とにかく面白い。プロジェクトにはまだバイオ専用の実験室がないので、日々の実験の

傍ら、バイオセーフティレベル2の要件を満たす実験室を準備中である。共焦点レーザー顕微鏡などの大型機器の選定や、各機関のバイオセーフティ指針に則った実験室フロアプラン・実験計画・安全対策の立案など、どれもたいへんだが、とてもやり甲斐のある業務を任されている。私はもともと、生物とも非

生物とも言い切れない微小な存在でありながら、ヒトに多大な影響を及ぼすウイルスに興味をもっていた。実際の現場を自分の目を確かめられるフィールドワークや、各国の研究者との交流が活発だった石田貴文准教授の研究室に大学院では進んだ。タイ国の末梢 T 細胞増加症 / リンパ腫に関する研究をおこない、疾患と EB ウイルスとの関連を突き止めた。共同研究先であったソクラ王子大学医学部病理の研究室には細胞培養のノウハウがなかったので、現地の実情を踏まえ改良を重ねながら病理スタッフとともに実験環境を整えていった。このときの経験が今とても役に立っている。

Evergreen State (「常緑の州」) の愛称をもつワシントン州は、美しい自然の宝庫。都市部のシアトルも緑と湖に囲まれた素敵な町で、周囲よりも 10℃以上涼しい。夏は過ごしやすいし、冬の霧雨は天然の空気清浄機だ。人生初のサケ釣りや雪山歩きも体験したが、これもシアトルならではの



■ 材料が酸素に触れないよう作業は Ar 充填下で

### PROFILE

高雄 さとみ (たかお さとみ)

2007年 東京大学大学院理学系研究科  
生物科学専攻博士課程修了  
博士 (理学)

2007年 同大学院総合文化研究科  
COE 研究員

2009年 米国国立衛生研究所 (NIH)  
国立がん研究所 Visiting Fellow

2012年 ワシントン大学機械工学科  
CIMS 研究員 / Acting Instructor

の醍醐味だろう。

最後に、「外」に出ることを迷っている皆さんへ。NIH での研修期間中に次のような助言をよく耳にした。「ポストクや学生としてここにいるこの時間を活かしてネットワークを構築しなさい。将来必ずあなた方の助けとなるはず。」日本から出なくてもそれなりのネットワークは作れるだろうが、世界に向けて成果を発信する以上、よきライバルを直に肌で感じ、さまざまな考え方に触れることは大事なことだと思う。これまでの海外生活は日本のいいところを再認識する機会も与えてくれた。ぜひ短期間でもこうした経験をなさっては？



■ 研究室メンバーと Hurricane Ridge で雪山歩き



# 太陽系外惑星系における惑星同士の食の発見

平野 照幸 (物理学専攻 博士課程 3年)  
須藤 靖 (物理学専攻 教授)

◆◆ われわれは4つの惑星をもつ太陽系外惑星系の観測データから、そのうちの2つが同時に中心星面上を通過し、かつそれらが重なり合う「惑星同士の食を初めて発見した。さらにその詳細な解析によって、2つの惑星の公転軸が太陽系と同様に中心星の自転軸の向きとよく揃っている事を突き止めた。

われわれの太陽系では、8つの惑星の公転軸は約7度以内の精度でよく揃っており、これらは太陽の自転軸とほぼ平行である。この事実は、惑星が原始惑星系円盤とよばれる塵とガスでできた円盤を経由して誕生した証拠とされている。いっぽう、太陽系外惑星に目を向けてみると、惑星の公転軸と中心星の自転軸が平行ではない系も多数報告されている。これらは、中心星の前を惑星が通過して食を起こす「トランジット惑星系」に対するロシター効果とよばれる現象から推定されたものだ。しかしながらそれはいずれも、惑星が単独で存在する系だけであり、複数惑星系に対する観測はなされていなかった。

そこでわれわれは、KOI-94という4つの惑星をもつ系に着目した。これはNASAのケプラー衛星によって見つかった惑星系候補のひとつである。われわれのグループはこの系のすばる望遠鏡によるロシター効果観測を提案し採択されたが、その観測の直前にケプラー衛星のアーカイブデータを詳細に調べたところ「惑星同士の食」という興味深い現象が起きていたことを発見した。

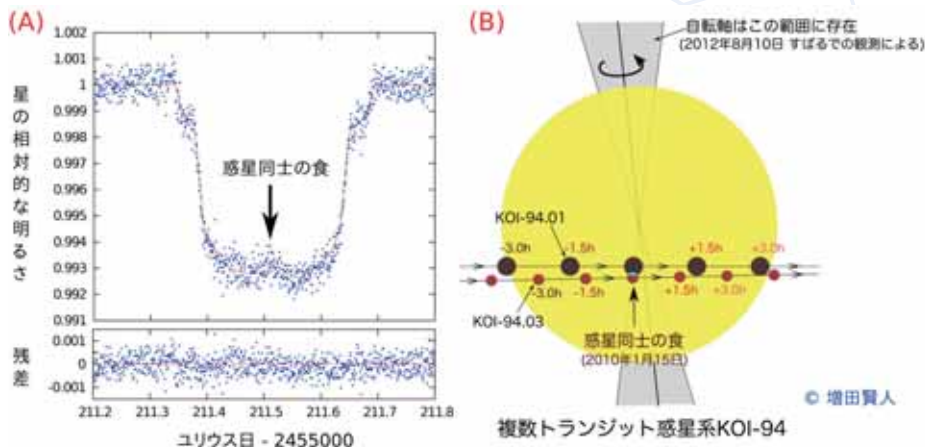
そのアーカイブデータではKOI-94の明るさの変動が公開されている(図A)。惑星が中心星の前面を横切る(トランジット)

と、中心星が少し暗くなりこの図の曲線がくぼむ。今まで発表されたすべての惑星系は、そのくぼみがひとつだけであった。しかしこの系の場合、2段階のくぼみが見えている。これは2つの惑星(KOI-94.01と94.03)が同時にトランジットを起こしていた事を意味する。これ自身が初めての発見なのであるが、実はそのくぼみの底付近で、逆に少しだけ中心星が明るくなったことまで見てとれる。これは、2つの惑星がトランジット(中心星と惑星の食)の最中に、互いに重なりあった(惑星と惑星の食)ためである。惑星同士の食は、中心星、2つの惑星、地球の4つの天体がほぼ完全に一直線上に並んだ場合のみに起こる、きわめて稀な現象である。

この惑星同士の食は稀有な天文現象として興味深いのみならず、惑星系の形状に対する示唆を与えてくれる。2つの惑星の公転面が互いに傾いていると、中心星と2惑星が同時に視線上に並ぶ確率はきわめて小さいので、惑星同士の食が起きたことは、それらの公転面がよく揃っていることを示唆する。われわれは図Aのデータを詳しく解析し、さらにすばる望遠鏡を用いたロシター効果の観測結果と組み合わせる事で、2つの惑星(KOI-94.01と94.03)の公転軸と中心星の自転軸がよく揃っている事を明らかにした(図B)。

最初の一例ではあるが、複数の惑星をもつ系は太陽系と同じく惑星の公転軸と中心星の自転軸はすべてほぼ平行であるようだ。その事実は、複数惑星系の形成とその後の力学進化に対する重要な観測的制限である。さらに詳しいことは、T.Hirano *et al.*, *Astrophysical Journal Letters*, **759**, L36 (2012) を参照されたい。

(2012年11月5日プレスリリース)



(A) ケプラー衛星で観測されたKOI-94の明るさの変化(2012年1月15日) (B) ケプラー衛星とすばる望遠鏡のデータを組み合わせて得られたKOI-94系の惑星軌道の配置予想図

# マイクロ RNA が細胞核に輸送されるメカニズム

西 賢二 (生物化学専攻 特任助教)  
程 久美子 (生物化学専攻 准教授)

従来、マイクロ RNA (miRNA) による RNA サイレンシングはおもに細胞質で起こると考えられていた。私たちは、RNA サイレンシングに関わるタンパク質 Trinucleotide repeat-containing 6A (TNRC6A) が、核と細胞質を行き来する輸送タンパク質であり、miRNA と直接相互作用している Argonaute (Ago) タンパク質との結合を介して、miRNA を核内に輸送することを明らかにした。さらに、おもに核に局在する TNRC6A 変異体を発現する細胞を作製して、核内でも miRNA による RNA サイレンシングが起こる可能性を示した。

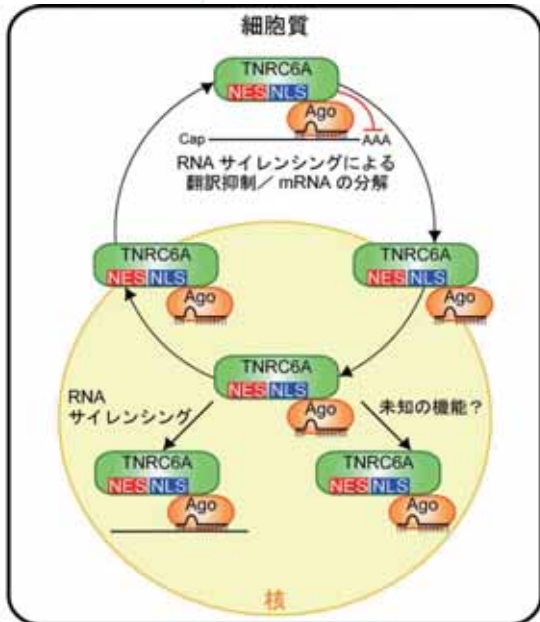
ヒトを含む多くの生物種において、マイクロ RNA (miRNA) や small interfering RNA (siRNA) といった長さ 20 数塩基の小さな RNA は、転写後の段階で遺伝子の発現を抑制する。このしくみは「RNA サイレンシング」とよばれる。miRNA は、直接相互作用する Ago タンパク質や Ago 結合タンパク質である GW182 などと複合体を形成し、相補的な塩基配列をもつ mRNA と対合して、その分解や翻訳抑制を引き起こす。miRNA によって抑制されるのはおもに成熟型の mRNA であることや、Ago や GW182 が細胞質内の顆粒状構造体である P

body に局在することなどから、RNA サイレンシングはおもに細胞質で起こると考えられていた。いっぽうで、miRNA や Ago は細胞核内にも存在し、転写段階での遺伝子発現制御や mRNA のスプライシング制御に関わることを示唆する報告もなされていた。しかしながら、miRNA や Ago を含む複合体が核内に輸送される分子的な機構は不明であった。

私たちは、miRNA の核内移行の分子機構を明らかにする目的で、ヒト GW182 ファミリータンパク質に属する TNRC6A に着目し、その細胞内局在を解析した。その結果、TNRC6A は、核移行シグナルと核外移行シグナルの両方をもち、それらの働きによって核と細胞質の間を行き来する輸送タンパク質であることが明らかになった。TNRC6A の核外移行シグナル内にアミノ酸置換を導入した変異体タンパク質は、核内で点状に局在し、そこには Ago や miRNA も共局在した。このような Ago や miRNA との共局在は、Ago 結合領域を欠いた TNRC6A 変異体では見られなかったことから、TNRC6A は Ago との相互作用を介して miRNA を核内に輸送していると考えられた。また、TNRC6A の核外移行シグナル変異体の強制発現により、核内長鎖 RNA、MALAT-1 に対する siRNA のノックダウン効果が増強した。したがって、TNRC6A は核内における RNA サイレンシングに関わっていると考えられた。

本研究により、TNRC6A が小さな RNA と Ago タンパク質を含む複合体を細胞質から核内に輸送することが初めて示され、核内でも miRNA による遺伝子発現調節が行われる可能性が提起された。核内 miRNA 複合体は、核内 RNA の発現抑制以外にも、転写段階での遺伝子発現制御やスプライシングの制御、あるいは全く未知の機能を担う可能性も考えられ、今後の研究の進展が期待される。本研究成果は K. Nishi *et al.*, *RNA* **19**, 17 (2013) に掲載された。

(2012年11月15日プレスリリース)



TNRC6A は核移行シグナル (NLS) により核移行し、核外移行シグナル (NES) によって細胞質へ搬出される。また、TNRC6A には Ago が結合し、TNRC6A の核内移行に伴って、miRNA を含む Ago も核内に運ばれる。細胞質では miRNA—Ago—TNRC6A 複合体は、標的とする mRNA の分解や翻訳抑制を引き起こす。いっぽう、核内でも miRNA—Ago—TNRC6A 複合体は、標的 RNA を抑制する作用がある可能性が示唆されたが、そのほかの機能は未解明である。



## 「ゼータ関数」

織田 孝幸 (数理科学研究科 教授)

ゼータ関数と呼ばれる数学的対象が初めて現れたのは、素数分布を論じたリーマン (Bernhard Riemann) の1859年の論文であろう。その定義である無限和

$$\zeta(s) = \sum_{n=1}^{\infty} n^{-s} \quad (\operatorname{Re}(s) > 1)$$

を、有限べき乗和  $\sum_{n=1}^k n^k$  ( $k$  は自然数) の変形・一般化と見なせば、江戸時代の数学者関孝和やベルヌーイ (Jacob Bernoulli) の研究したベルヌーイ数に起源があるとも言える。

この論文でリーマンは  $\zeta(s)$  を経路積分によって書き直し、全複素  $s$ -平面に有理型に解析接続し、さらに、 $\zeta(s)$  と  $\zeta(1-s)$  とを結びつける関数等式や、特殊値と言われる  $\zeta(2k)/\pi^{2k}$  や  $\zeta(1-2k)$  ( $k$  は自然数) の値をベルヌーイ数で表す結果を得た。さらに素数分布を得る方針を提案する過程で、ゼータ関数の零点に関するリーマンの予想が述べられる。

リーマンのゼータ関数の一般化として、ディリクレ (Lejeune Dirichlet) の  $L$ -関数や、代数体のデデキンド (Richard Dedekind) のゼータ関数などがある。両者を統合して、ヒルベルト (David Hilbert) の弟子であった、ヘッケ (Erich Hecke) によって、ヘッケの  $L$  関数が定義され、関数等式の証明なども彼が初めて行った。ヘッケの  $L$  関数の性質は、高木貞治の相対類体論における基本的な等式の証明にも用いられた。ゲッチンゲン大学 (Georg-August-Universität Göttingen) にいたヘッケは一時期電子論に興味があったらしく、論文一篇がある。

ヘッケはフルヴィツ (Adolf Hurwitz) のアイデアを一般化して、 $SL(2, \mathbf{Z})$  の合同部分群保型形式の空間に、各素数に付随するヘッケ作用素と今日呼ばれるものを定義し、この同時固有ベクトルになる

保型形式にオイラー積をもつ  $L$  関数を定義した。これを現在ヘッケ理論と呼ぶ。

戦後、アメリカに頭脳流出した日本人整数論研究者も大きく寄与したこの分野は、今やワイルス (Andrew Wiles) その他の、フェルマー予想の証明と結びつけて語られる。

19世紀末の、クライン (Felix Christian Klein) やポアンカレ (Jules Henri Poincaré) の一変数の研究と同様に、多変数の場合も、高次元代数多様体、半単純代数群の表現論、トポロジーなど多くの分野と関わる。理論物理や少なくとも結晶解析などの実験物理とも関連する。

数理科学研究科で、ゼータ関数と関連する (つまり整数論の) 研究室は、織田孝幸のほか、齋藤毅・寺杣友秀・松本眞・辻雄・志甫淳、各氏の研究室である。



## 「モンテカルロ積分」

楽 詠瀬 (新領域創成科学研究科 助教, 情報科学科 兼任)

本コラムではコンピューターグラフィックス (CG) におけるモンテカルロ積分の利用について述べる。近年の映画などの映像産業では、CG が盛んに活用されており、高い写実性により実写と区別できない映像も多い。こうした映像制作では、物体や光源、カメラの配置などの数値データを入力とし、光の反射や散乱をシミュレーションして物体の見え方を求めることで、画像生成 (レンダリング) を行う。ある点から射出される輝度を求めるには、放射輸送方程式とよばれる積分方程式にしたがって、その点に入射するあらゆる光について、反射・散乱される成分を足し合わせる積分計算を行う。反射や散乱は通常複数回起こり、そのたびに積分が必要なので、高次元での積分となる。レンダリングでは、計算精度が画質に直結するため、こうした高次元で

の積分を高精度に行うことが重要である。

モンテカルロ積分は積分計算を確率的に行う数値計算法である。モンテカルロ積分では、積分領域内からランダムに複数のサンプル (光の入射方向や散乱までの距離などに対応) を選び、それらのサンプルでの関数値 (輝度) の平均 (期待値) を求めることによって、積分の近似値を求める。サンプル数が多いほど、この近似値は真の値に収束し、その収束速度は積分領域の次元によらない。この収束性と、計算効率が次元によらないという性質により、モンテカルロ積分はレンダリングに広く利用されるようになってきた。

積分計算を効率よく行うには、関数値の大きいところほど高確率にサンプリングすることが重要で、そのための手法が長年研究されている。たとえば、非均質

な煙の中を光が通過する場合、光の減衰効果を表す確率密度関数は複雑になるため、統計的に不偏かつ効率的にサンプリングすることは難しい。これに対して当研究室では、核物理学の方法と情報科学のデータ構造を利用した解決法を開発した。また、複数の反射や散乱を同時に考慮してサンプリングできると、さらに計算効率が上がると期待されるが、確率密度関数の構築が難しい場合が多い。これに対する一解決策として、MCMC (マルコフ連鎖モンテカルロ) 法の利用が注目を集めている。ただし、物体の材質や遮蔽の状況によっては性能が発揮できない場合があり、あらゆる場面でロバストに計算できる手法の開発が今後望まれている。





## 「トポロジカル絶縁体」

平原 徹 (物理学専攻 助教)

トポロジカル絶縁体とは、物質内部(バルク)では絶縁体なのに、その「エッジ」(2次元系なら端、3次元系なら表面)にスピン偏極した金属状態が生じている物質である。従来の絶縁体、半導体、金属という分類の枠に当てはまらない新物質として注目を集めている。

トポロジー(位相幾何学)とは、もの(図形)のつながり具合を表す数学の概念である。たとえばドーナツとマグカップは同じトポロジーに分類されるが、球はされない。これはドーナツを連続的にマグカップに変形できるが、球にするには穴を埋める必要があるからである。実はこの概念は物理学に適用でき、これまで2次元半導体において低温強磁場下で実現される量子ホール効果が知られ

ていた。この場合、量子化されたホール抵抗の整数値が上記の“トポロジー”に対応する。また量子ホール効果状態では物質内部は絶縁体だがエッジに金属的な状態が必ず存在する。これはエッジがトポロジーの異なる2つの相(真空とバルク)の境界であることに由来し、不純物など乱れの影響を受けない。

いっぽう物質にはスピン軌道相互作用という内部磁場のようなものがある。そこで外部磁場が無くても、スピン軌道相互作用の効果で新たなトポロジカル相が発現することが2005年に予言された。これがトポロジカル絶縁体であり、低温強磁場下でなくても、さらに3次元物質でも実現される。特筆すべきは、強いスピン軌道相互作用とエッジにおける反

転対称性の破れにより、バルクは非磁性だがトポロジカル絶縁体の金属的エッジ状態はスピン偏極する点である。その直線的な分散と合わせて“スピン偏極ディラック粒子”とよばれる。

トポロジカル絶縁体は学術・応用両観点から興味深い。たとえば上記のスピン偏極エッジ状態を用いたスピントロニクス応用が期待できる。また磁性体や超伝導体と接合した際には、これまで自然界で存在が確認されていない磁気単極子やマヨラナ粒子が生成でき、量子コンピュータに应用可能と言われている。

物理学専攻ではトポロジカル絶縁体に関して、青木秀夫・小形正男両研究室で理論、長谷川修司研究室で実験の研究に取り組んでいる。



## 「AGB 星」

田辺 俊彦(天文学教育研究センター 助教)

星は誕生してから時間と共にその姿を変える。これを星の進化とよぶ。星は、始め水素Hの核融合(天文学では燃焼という言葉を使う)によってエネルギーを出すのが、続いてHe, C, O, と順にその生成物を燃焼しながら姿を変える。C, O以後さらに重い核の燃焼が進まない星は中・小質量星とよばれ、質量が太陽の約8倍以下の星である。

AGB星は、中・小質量星の進化末期の姿で、中心核が電子縮退したC, Oとなり、その外側でHeの燃焼、さらにその外側でHの燃焼が起きている星である。HR(Hertzsprung-Russell)図上で、赤色巨星分枝に漸近的に近づくかのように進化するので1970年ごろ漸近巨星分枝、すなわちAsymptotic Giant Branch(AGB)という名前が付けられた。中・小質量星が進化の過程でもっとも明るくなる時である。

AGB星は重元素合成に重要な役割を果たす。AGB星ではHeが少なくなると、Heによる核暴走(熱パルス)が起り急激に明るさを増し、水素の層を外側に押しやって一時水素燃焼を止め、暴走後はいったん急に光度を下げ、水素燃焼のみによって徐々に光度を上げるという現象がくりかえされる。このくりかえしの度に星はどんどんと明るくなる。宇宙における重たい元素の合成は核融合のほかに、原子核が中性子を捕獲してそれが陽子に変わることで起こる。この熱パルスは、このような元素合成を活性化させると同時にヘリウム層内に対流を発生させる。その結果、合成された重い元素は外側の水素の対流層と接触し星の表面までもち上げられるので、AGB星の表面は次第にこのような合成元素で富んでくる。宇宙においては一般に炭素よりも酸素が多いが、星の表面でこれが逆転して

いる炭素星や安定同位体が存在しないテクネチウムが観測される星などは典型的なAGB星である。

AGB星のもうひとつの特徴は質量放出現象である。中・小質量星は最終的に白色矮星になるが、白色矮星の質量は最大でも1.4太陽質量(チャンドラセカールの質量限界)であるので、星は大部分の質量を進化の途中で失う。これが起こるのがAGBの最終段階の短期間であると考えられているが、その原因やメカニズムについてはほとんど分かっておらず、重要な研究テーマとなっている。質量放出の結果、星の周囲には固体微粒子が形成され、それが星の光を遮るため、AGB星は短期間、可視光線では暗く赤外線のみ輝く赤外線星となる。筆者は天文学専攻の松永典之助教らとともに、このような短寿命の赤外線星の探査、研究を行っている。



## 「長周期地震動」

瀬瀬 一起 (地震研究所 教授, 地球惑星科学専攻 兼務)

「地震」を文字通り解釈すれば地面が震える(揺れる)ことを意味するが、専門家は揺れではなく、揺れを発生させる地中の現象を「地震」と呼んでいる。しかし、テレビで「〇×地方で地震がありました」とアナウンスされるなど、「地震」を揺れの意味で使っている例も多い。これでは混乱するので、揺れを意味するときは「動」を追加して「地震動」とよぶことになっている。また、地震動も振動現象の一種であるから、振動の周期が存在する。長周期地震動とは周期が長い、ゆったりと振動する地震の揺れを意味している。

この長周期地震動が広く注目されたのは、2003年十勝沖地震の時である。震源から250 km離れた苫小牧市内で建物の被害がなかったにもかかわらず、大型

の石油タンクだけが被害を受け、そのうち2基で火災が発生した。この奇妙な現象はメディアの注目を集め、取材を受けたわれわれは「地震動」や「長周期」のことを説明したが、報道ではふたつの言葉をひとつにして「長周期地震動」とされることが多かった。つまり、「長周期地震動」は「直下型地震」と同じくメディアの造語である。

大型石油タンクだけが被害を受けた原因はその後の研究で、タンクの固有周期と長周期地震動の卓越周期が合ってしまったことによる、一種の共振現象と確認された。当時、首都圏で急増していた超高層ビルは大型石油タンクと似た固有周期をもっている。もし関東平野で長周期地震動が発生すれば、それらが甚大な被害を受ける可能性が高いということ

で、研究者の注目も集めた。地震学は起きた現象を解析する経験科学の側面が強いが、長周期地震動の研究は実際に超高層ビルが被害を受ける前に研究者が危険性を予想して研究が進められたという特異な例になっている。

私の研究室では三宅弘恵助教や古村孝志教授、鳥取大学等の協力を得て、将来の大地震による長周期地震動をシミュレーションする研究を行ってきた。その結果、平野ごとに長周期地震動の特性が異なることや、南海トラフ沿いの付加体は長周期地震動を伝えやすい性質をもっているなどの発見があった。また、研究成果は「長周期地震動予測地図」としてまとめられ、政府の地震調査委員会から公表されている。



## 「トポタクティック反応」

近松 彰 (化学専攻 助教)

トポタクティック反応とは、物質の基本骨格が保たれたまま、一部の元素が出入りする反応である。トポタクティック反応の例として、リチウムイオン二次電池の電極で起きる反応が挙げられる。電池の充電時にはリチウムがイオンとして正極(たとえばコバルト酸リチウム)から負極(おもに炭素材料)に侵入し、放電時には逆に負極から正極に戻る。この充放電の前後でこれらの電極物質の基本骨格は変わらない。この反応はトポタクティック反応の中で「挿入・脱離」の部類に入るが、他にも特定の元素やイオンを交換する「置換」、層状物質を付けたり剥がしたりする「接合・剥離」、ある元素だけ取り除く「抽出」などがある。これらの反応を利用した合成手法がトポタクティック合成である。この合成法で

は、無機物質でも比較的低温で反応が進むことが特徴のひとつである。

酸化物半導体や強相関電子系酸化物などの固体酸化物では、物質中の元素を置換することで物性が著しく変化する。陽イオンとなる金属元素などを置換した研究はひじょうに多いが、陰イオンである酸素を窒素やフッ素で置換した研究は少ない。これは、陽イオン置換は固相合成で容易に可能であるのに対して、陰イオン置換は通常は有毒で扱いにくいアンモニアガスやフッ素ガスを用いるなど技術的な困難があるからである。これに替わる簡便な陰イオン置換の方法として最近注目されているのが、有機合成に使われている反応剤を用いた固体酸化物のトポタクティック合成である。たとえば、水素化カルシウムを用いてチタン酸バリウ

ムから酸水素化物を合成したり、フッ素樹脂を用いて層状鉄酸化物から層状鉄酸フッ化物を合成したりする報告が最近なされている。

本研究科化学専攻の長谷川哲也研究室では、トポタクティック反応を用いて、酸化物薄膜から酸水素化物、酸窒化物、および酸フッ化物の薄膜試料の合成を行っている。薄膜試料は体積がきわめて小さいため、トポタクティック反応は試料全体で進行する。すなわち、バルク試料では十分なトポタクティック反応が進行せず合成が困難だった物質も、薄膜試料で合成できる可能性を秘めており、新しい物質の合成や物性の発現が期待できる。



## 「膜交通」

上田 貴志 (生物科学専攻 准教授)

わが国千年の王城の地である京都と、花の都パリの航空写真をご覧になると、その街の造りが全く異なっていることに気付かれるだろう。京都の方は碁盤の目状に張り巡らされた道路により、市街が方形の坊に区切られているのに対し、パリの方はいくつもの広場が放射状に伸びる道路により結ばれている。それぞれの都市がその歴史や需要を反映し、独自の交通網を発達させてきた結果である。真核生物の細胞の中にも、それぞれの生物の体制や生活環、歩んできた進化の道筋を反映し、独自の発達を遂げた交通網が存在する。

真核細胞の中には、小胞体、ゴルジ体、エンドソーム、リソソーム(植物や菌類では液胞)など、一重の膜によって囲まれたさまざまなオルガネラ(細胞小器官)が存在する。それぞれのオルガ

ネラには、特定のタンパク質群や脂質が存在しており、それらが混じり合うことなくはたらくことにより、オルガネラごとに異なる機能を果たしている。単膜系オルガネラではたらくタンパク質の多くや分泌タンパク質は、まず小胞体で合成され、その後それぞれの目的地へと運ばれる。また、目的地のオルガネラに到着したタンパク質は、別のオルガネラへと間違っ て輸送されてしまうことなく、そのオルガネラに留まり続ける必要がある。このような仕組みを支えているのが、「膜交通(メンブレントラフィック: membrane traffic)である。

小胞状または細管状の膜によって囲まれた輸送中間体を介し、単膜系オルガネラの間で物質のやりとりをおこなう仕組みを、車や鉄道を介した交通システムになぞらえ、「膜交通」とよぶ。膜

交通の分子機構は、酵母や動物細胞を用いた研究によりその大枠が明らかにされており、現在では、被覆複合体、Rab GTPase、SNAREなどの進化的に保存された分子が、多様な真核生物のすべての輸送経路で重要な機能を担っていることが明らかとされている。いっぽうで、これらの分子が進化の過程で系統ごとに独自の多様化を果たすことにより、ある生物に特有の膜交通経路が開拓されてきたことも明らかとなりつつある。たとえば植物には、動物にはない独特の構造をもつ Rab GTPase が存在し、これが制御する輸送経路が植物の環境応答に関わることが明らかとなっている(理学部ニュース2011年9月号「研究ニュース」をご参照いただきたい)。



## 「理学のキーワード」 ついに連載を卒業

広報誌編集委員  
牧島 一夫 (物理学専攻 教授)

3月は卒業の季節。2006年5月号で始まって以来、皆様にご愛読いただいた「理学のキーワード」も、ついに今号で7年間にわたる計41回のロングラン企画を完結し、「卒業」することになりました。このシリーズは初年度には、生物学、地球惑星科学、天文学、化学、物理学の5分野から交代で各号に4テーマを、2007年度からは、数理科学と情報科学を加えた計7分野から毎号6件ずつを掲載し続け、採録された「キーワード」は延べ230項目を超えました。

連載の初回に編集委員会がつけた説明は、「理学にとって基本的で、かつ研究の最先端の動向を象徴するような概念を選び、その意味を分かりやすく解説しようというもの。研究科諮問会からいた

いたアドバイスをもとに、編集委員会で練り上げた新企画です。『どこかで耳にしたけれど正確には知らない』というコトバの意味を知ること、理学研究という広大な土地への扉を開ける、『鍵』を手にしてください。』でした。連載は、この表向きの役目とともに、研究科の教員を中心に多くの方々へ広報誌の執筆に参加してもらおうという、隠れた役目も果たして来たと思います。執筆くださった皆様に、改めてお礼申し上げます。

シリーズのうち、2009年3月号までに掲載された95件は、加筆修正と図の追加ののち、(株)化学同人者から「東大式現代科学用語ナビ」として出版されています。ニュース2009年9月号と2010年9月号にその紹介記事がありますので、ご覧ください。

7年間で何といっても忘れられないのは、東日本大震災の直後の2011年5月号に、理学系研究科・理学部の総力を挙げた11件の「キーワード」を集め、「放射能に関する特集」を組んだことで

す。この特集では、放射能とは何かという物理学の説明に始まり、それが物質に取り込まれる際の化学的視点、そうした物質が大气や海洋・陸水にどう循環してゆくかという地球物理学の問題、その循環を予測する数理的な解析、そして放射性物質が最終的にどのように生物に影響を与えるかという議論まで、一貫した流れをもって「キーワード」を編集しました。この問題を風化させないよう、ぜひ時おり、研究科のホームページでこの号に戻り、目をお通しください。





## 小林先生、長い間ありがとうございました

竹井 祥郎（大気海洋研究所 教授）

本学名誉教授小林英司先生が、2012年のクリスマスイブに93歳の天寿を全うされ、天国に召されました。ご冥福をお祈りするとともに、先生にお世話になった国内外の多くの研究者を代表して、心からお礼申し上げます。

小林先生は、1942年に東京帝国大学理学部動物学科をご卒業になり、助手、助教授を経て、1970年より教授として三崎臨海実験所に赴任されました。1979年に定年退官されたのちは、東邦大学、および全薬工業株式会社研究所で1999年まで研究を続けられ、文字通り「生涯一研究者」としての人生を全うされました。いっぼうで、日本比較内分泌学会を創設するとともに、日本動物学会会長と

して、わが国の動物科学を牽引されました。

東大での最後の弟子として先生との思い出を辿ると、常に何かに夢中になっている少年のような姿が浮かんできます。東大時代には視床下部・脳下垂体系の研究で世界を牽引し、ノーベル賞を受賞したシャリー（A. W. Schally）やギルマン（R. C. L. Guillemin）と張り合っていました。その業績に対して、日本鳥学会賞、日本動物学会賞などの学会賞、および日本学士院賞が授与されています。さらに東邦大学時代にはホルモンと飲水行動において新しい概念を提唱され、全薬工業時代にはミミズから新しい抗菌物質を発見されました。このように、先生は自分の背中で「研究者はこうあるべきだ」と



■ 故・小林英司先生

私たちに示されました。一生夢を追い続け、権威とは無縁の人でしたが、勲三等旭日中綬章を受章された時のお写真で先生を偲ばせていただきます。

## 藤田良雄先生のご逝去を悼む

辻 隆（名誉教授）

本学名誉教授藤田良雄先生は、2013年1月9日ご逝去されました。享年104歳でした。先生は1931年本学理学部天文学科をご卒業になり、東京天文台技師、理学部助教授などを経て、1951年同教授に就任、1969年定年退官されるまで、本学理学部天文学教室に於いて天文学の研究・教育にご尽力されました。

先生のご専門とされた天体物理学は、1930年代はなお黎明期にあり、恒星のスペクトル系列は温度の系列であることが分っていましたが、低温の星では、分子スペクトルが異なる特徴を示す3つのスペクトル型に分岐するのはなぜかが問題でした。先生は分子組成にたいする炭素、窒素、酸素の相対組成の効果を詳しく検討され、この問題の解明に大きな寄与をされました。さらに先生は物理的観

測の重要性を痛感され、わが国に本格的な天体望遠鏡を建設することにご尽力され、1960年に口径1.88mの反射望遠鏡（現・国立天文台岡山天体物理観測所の主力装置）の完成をみました。先生はこの望遠鏡を駆使して分光学的研究を推進され、研究者の養成にあたられると共に、炭素星のスペクトル線同定や炭素同位体組成比の決定などに幾多の成果をあげられました。

先生はこれらの業績にたいして、1996年に文化功労者に選ばれるなど数々の栄誉をお受けになり、また、1994年からは日本学士院長を6年間お勤めになるなど、わが国学界に多大の貢献をされました。先生は、1999年の歌会始には召人に招かれるなど、歌にも深い造詣がございました。



■ 故・藤田良雄先生（2008年9月28日、満100歳お祝の会にて、内海和彦氏撮影）

先生は重い病気とは無縁で、安らかに眠るが如くに亡くなられたと伺っています。ご冥福を心よりお祈り致します。

編集委員会からも、謹んで藤田先生に哀悼の意をお届けします。先生は、ご存命の全学の名誉教授およそ140名の中で、抜きん出て最長者でおられました。「理学部ニュース」2009年11月号では、先生の101歳の誕生日を、特別記事としてお祝い申し上げます。

近くは2012年5月号の誌上、須藤靖教授に執筆いただいたエッセイ「朝永振一郎の博士号はどこから？」の添付年表では、朝永振一郎博士らと並び、藤田先生が昭和14年（1939年）に博士学位を授与されたことが記録されています。偉大な先輩のご冥福を祈ります。

## 東京大学大学院理学系研究科・博士学位取得者一覧

(※) は原著が英文 (和訳した題名を掲載)

種別	専攻	申請者名	論文題目
<b>2012年12月17日付学位授与者 (2名)</b>			
課程	生科	山口 今日子	日本人における皮膚色関連遺伝子多型の同定 (※)
課程	生科	松平 一成	テナガザルの分子系統・分子生態学 (※)
<b>2012年12月31日付学位授与者 (2名)</b>			
課程	物理	田中 裕彬	CP3 上のジャイアントマグノンと AdS/CFT 対応
課程	地惑	山根 雅子	鮮新世 - 更新世の東南極氷床変動復元 (※)

## 人事異動報告

異動年月日	所属	職名	氏名	異動事項	備考
2013.1.8	ビッグバン	客員教授	STAROBINSKIY ALEXEY ALEXANDROVICH	採用	
2013.2.8	ビッグバン	客員教授	STAROBINSKIY ALEXEY ALEXANDROVICH	任期満了退職	
2013.2.15	物理	特任助教	阿部 喬	辞職	助教へ
2013.2.16	天文	教授	戸谷 友則	採用	国立大学法人京都大学大学院理学研究科・准教授から
2013.2.16	物理	助教	阿部 喬	採用	特任助教から

## あとがき

今号の編集をもって編集委員の任期を満了することになりました。ほぼ大震災からの2年間を担当したわけですが、この間、本業(地震学)を取り巻く深刻な話題がいくつもありました。震災自体、震災からの復興はもとより、巨大地震被

害想定の見直し、地震予知研究への批判、イタリア人研究者への有罪判決、原発周辺の活断層調査等々。社会に対して研究者の知見を正確に効果的に伝える必要性を強く感じるとともに、その難しさも痛感しました。本理学部ニュースの

対象は必ずしも社会一般ではありませんが、今後知見を伝えていくための良い経験となりました。来年度以降、編集作業を離れても、記事提供などを通じて貢献できればと思っています。

井出 哲 (地球惑星科学専攻 准教授)

東京大学理学系研究科・理学部ニュース 第44巻6号 ISSN 2187-3070

発行日: 2013年3月20日

発行: 東京大学大学院理学系研究科・理学部

〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1

編集: 理学系研究科広報委員会所属 広報誌編集委員会

rigaku-news@adm.s.u-tokyo.ac.jp

横山 央明 (地球惑星科学専攻, 編集委員長)

石田 貴文 (生物科学専攻)

井出 哲 (地球惑星科学専攻)

福村 知昭 (化学専攻)

牧島 一夫 (物理学専攻)

横山 広美 (広報室)

國定 聡子 (総務チーム)

宇根 真 (情報システムチーム)

武田加奈子 (広報室)

印刷: 三鈴印刷株式会社

本ニュースはインターネットでもご覧になれます。

東京大学 理学部ニュース

検索





「春の宿泊棟（附属臨海実験所）」

三浦半島の先端にある附属臨海実験所には、東京より一足早く春がやってきます。  
菜の花畑や桜は、実験所を訪れる学生や研究者の目を楽しませます。

撮影：2008年4月4日 加藤 実穂子（元附属臨海実験所教務補佐員）