

INFORMATION

受賞

- 李朝陽(化学専攻PD)
The 5th Asian Conference on Coordination Chemistry
[A Cobalt Valence Tautomeric Complex Bridged by Photochromic Ligand]2015.7.16
- 佐藤 貴哉(化学専攻D2)
平成27年度日本分析化学会東北支部若手交流会 優秀ポスター賞
[RNA二重鎖選択的な蛍光性ペプチド核酸プローブの開発と細胞内イメージングへの応用]2015.7.18
- 大谷 栄治(地学専攻教授)
Geochemical fellow (Geochemical Society and European Association of Geochemistry) 2015.8
- 佐野 陽祐(化学専攻D3)
ICPEAC2015 Poster prize [Ps slowing down process below the Ps break-up energy in Ar gas]2015.8.5
- 大山 次男(元:東北大学理学部技術部職員)
日本地質学会功労賞 [岩石研磨薄片技術の高度化]2015.9
- 幾田 良和(化学専攻D3)
KJF-ICOMEP2015 Excellent Poster Presentation Award
[Elucidation of Relationship between Anti-Cancer Activity and Hydrolysis Behavior of Drug Nanoparticles]2015.9.8
- 石川 敬章(化学専攻D3)
平成27年度化学系学会東北大会 ポスター賞
[Fabrication of ultrafine sodium titanate nanowires with high ion exchange abilities by dealloying process.]2015.9.13
- 穴戸 龍之介(化学専攻D3)
平成27年度化学系学会東北大会 ポスター賞
[Highly polarized hydrogen bond networks of hydrated clusters.]2015.9.13
- 笠井 裕未(化学専攻M1)
平成27年度化学系学会東北大会 ポスター賞
[Synthesis, Structure, and Reactivity of a Dinuclear Nickel(II) Complex with a Ni-Ge-Ge-Ni Linkage]2015.9.13
- 坂本 大輔(化学専攻D1)
第32回有機合成化学セミナー ポスター賞 [プロスタグランジン類の合成研究]2015.9.15
- 横山 大雅(化学専攻M2)
錯体化学会第65回討論会 ポスター賞(Dalton Transaction Poster Award)
[Paddlewheel型Ruニ核錯体とDCNQIからなる電荷移動型錯体集合体の薄膜化]2015.9.22
- 赤坂 直彦(化学専攻D2)
第26回基礎有機化学討論会 RSC Advances賞 [塩基により安定化された最小の橋頭位ジシレン]2015.9.26
- 奥村 聡(地学専攻助教)
平成26年度日本鉱物科学会研究奨励賞 [火山噴火現象の物質科学的研究]2015.9.26
- 北野 健夫(化学専攻D1)
第62回有機金属化学討論会 ポスター賞
[ビス(シリル)ルテニウム錯体を触媒としたアリールアルキンの一段階C-Hシリル化/ヒドロシリル化]2015.9.28
- 太田 祐介(化学専攻D1)
第62回有機金属化学討論会 ポスター賞
[キラルプレニステッド酸触媒によるラセミカルキンコ/リット錯体を用いた不斉求核置換反応:光活性チオエーテルのエナンチオ収束合成]2015.9.28
- 茅根 裕司(宇宙地球物理学科 H18卒業)
第7回泉秋会 奨励賞 [宇宙マイクロ波背景放射偏光Bモードの初測定]2015.10
- 佐野 陽祐(化学専攻D3)
日本放射化学会 発表奨励賞 [陽電子消滅時刻運動量同時測定法によるArガス中でのPs熱化過程]2015.10.1
- 小荒井 一真(化学専攻M2)
日本放射化学会 発表奨励賞
[ウシ菌のSr-90とCs-137濃度を指標とした環境中放射能の時間変化の解析]2015.10.1
- 真木 晴季(化学専攻M2)
第64回高分子討論会 優秀ポスター賞
[ポリシアセチレンナノ結晶の非線形光学応答におけるサイズ依存性]2015.10.5
- 岡壽 崇(化学専攻助教)
放射線化学賞 [放射線による新しいDNA損傷機構の提案]2015.10.9
- 山下 琢磨(化学専攻M2)
原子衝突学会第40回年会 優秀ポスター賞
[陽電子アルカリ原子の共鳴状態の構造とその発現機構]2015.10.15
- 太田 雄策(地震・噴火予知研究観測センター准教授)
第23回日本測地学会賞 坪井賞
[リアルタイム・キネマティックGNSSデータ解析の高度化およびそれに基づく巨大地震の震源断層即時推定手法に関する研究]2015.10.15
- 今野 美芽(地震・噴火予知研究観測センターM2)
日本測地学会第124回講演会 学生優秀発表賞
[係留ブイを用いたGPS/A海底地殻変動観測の測位精度評価]2015.10.16

授賞

優れた研究業績を上げた大学院生及び成績優秀な理学部生や留学生に以下の賞が授与されました。

- 「平成27年度東北大学藤野先生記念奨励賞」2015.9.10
薛 婧(化学専攻D3)
- 「総合技術部職員研修優秀発表賞」2015.10.15
機器開発 研修室
- 「平成27年度理学研究科技術賞」2015.11.27
平原 聡、出町 知嗣、海田 俊輝、中山 貴史、鈴木 秀市(地震・噴火予知研究観測センター)
- 「平成27年度理学研究科技術賞」2015.11.27
長澤 育郎(電子光物理学研究センター)

定年退職者

次の5名の方が本年度をもって定年退職されます。

教 授 高木 泉 数学専攻 教 授 日野 正輝 地学専攻
教 授 宮岡 礼子 数学専攻 助 教 鈴木 孝男 生物学科/生命科学研究所
教 授 大谷 栄治 地学専攻

編集後記

JAXA宇宙科学研究所に転出されました山田先生の後を受けて、広報室に参加させて頂く事になりました。理学研究科は、宇宙から素粒子までの非常に広い世界と数理や生命を追及しています。「おもしろサイエンス」の宝庫の青葉山から、ホットな話題をタイムリーに提供して参ります。この春から更に面白くなった「Aoba Scientia」にご期待下さい。

(広報・アウトリーチ支援室長 小原隆博)

*職名・学年は受賞時のものになります。兼任含む。

教育普及活動2015年度実施件数(2015年度2月25日現在)
(出前授業39件、学校訪問21件、講演会21件、イベント・その他19件)
※継続中含む。



東北大学大学院理学研究科・理学部

広報室・Aoba Scientia 編集委員会

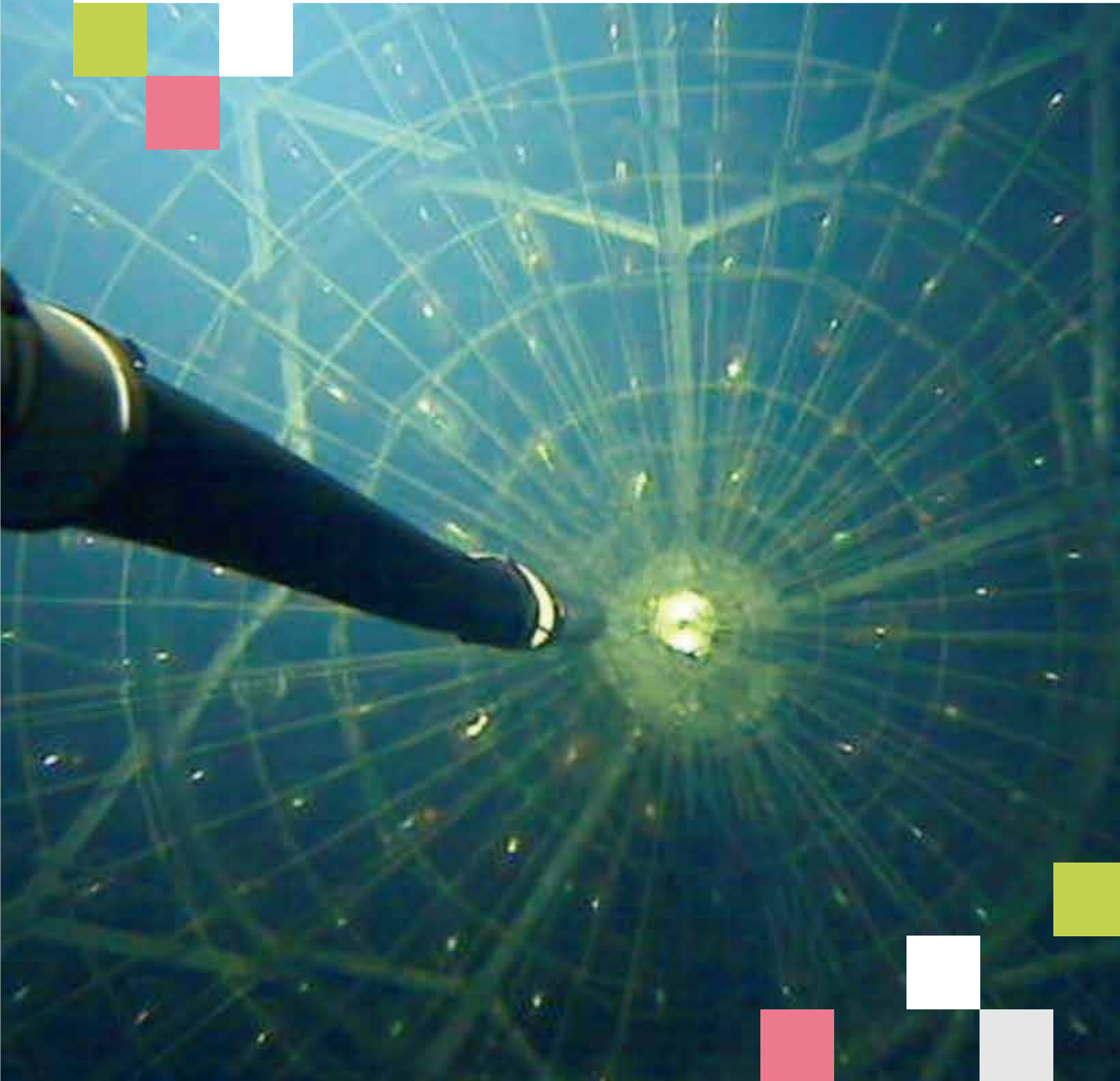
〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉6番3号
TEL:022-795-6708
URL: http://www.sci.tohoku.ac.jp/

aoba SCIENTIA

東北大学大学院理学研究科・理学部

ニュースレター

No.24
2016.3



カムランド中心に吊るしたキセノン含有液体シンチレータを内包するミニバリーン。ミニバリーンの縁で背景のフレームが屈折して見えている。黒いチューブを通して液体シンチレータの出し入れを行う。

カムランド禅実験が挑戦する 宇宙・素粒子の謎

東北大学ニュートリノ科学研究センター 教授
井上 邦雄

2015年のノーベル物理学賞は、「ニュートリノ振動の発見によりニュートリノに質量があることを示した」として梶田隆章先生（東京大学宇宙線研究所教授）とカナダの研究者に贈られました。2002年の小柴昌俊先生（東京大学特別荣誉教授）に続きニュートリノ研究分野で2度目の日本人の受賞です。ニュートリノ振動の研究には東北大学のプロジェクトも大きな貢献をしていて、さらに質量発見の先へと研究を進めています。目指すは宇宙・素粒子の大きな謎の解明です。その研究を紹介します。

小柴先生の受賞理由は「ニュートリノ天文学の創出」で、カミオカンデを使って成し遂げられました。太陽ニュートリノと超新星ニュートリノの観測です。太陽ニュートリノの観測量は太陽の明るさから推定できる量よりも少なく、「太陽ニュートリノ問題」として大きな課題となっていました。また同時期には大気ニュートリノ中のミューニュートリノ成分が少ない「大気ニュートリノ異常」という別の課題も指摘されていました。大気ニュートリノ異常がニュートリノの性質に起因するものであると解明したのが梶田先生の直接的な業績で、太陽ニュートリノ問題に対して同様の解明をしたのがカナダの観測です。大気ニュートリノ異常の解決にはカミオカンデの約20倍の大きさを持つスーパーカミオカンデが必要でした。

スーパーカミオカンデの稼働によりカミオカンデは役目を終え東北大学に移管されました。これを大幅に改造して、100倍の発光量・100分の1以下の放射性不純物量にすることで観測エネルギーの敷居値を20分の1にまで下げることになったのがカムランドで、2002年に観測を開始しました。カムランドは反電子ニュートリノを識別して観測できる特徴を有しており、当初の目標は国内に多数ある原子炉からの反電子ニュートリノを観測して太陽ニュートリノ問題を解決することでした。カナダの観測は、2002年に発生時には電子ニュートリノのはずの太陽ニュートリノが観測時には別種に変化していることを示しました。同年末にはカムランドでも原子炉反電子ニュートリノが平均180kmの距離ですでに欠

損していることを発見しており、2003年に発表しました。実はカナダの観測だけでは太陽ニュートリノ問題の解を特定することはできず、カムランドでの発見によって初めてニュートリノ振動が解であると特定できました。カムランドはその後データを蓄積し、現在では2周期にわたってニュートリノが変化・復元を繰り返す様子を観測しており（図1）、最も明確なニュートリノ振動の証拠であると同時に、最も精度の高いニュートリノ質量情報を与えています。

さてニュートリノを始め、クォークや電子などスピン1/2のフェルミオンはディラック方程式に従いますが、それは自動的に4つ以上の自由度を持つことを要請します。電子を例にとると進行方向に対して左回転（左巻き）・右回転（右巻き）の状態を電子とその反粒子である陽電子が持つことで、合計4つの自由度があります。一方ニュートリノはこれまで左巻きニュートリノと右巻き反ニュートリノしか知られていませんでした。ところが、ニュートリノに質量があることがわかったので、ニュートリノより速く移動する系では左巻き・右巻きが反転してしまいます。左巻きニュートリノを追い越すと右巻き反ニュートリノに見えるという立場をとる場合、ニュートリノはマ

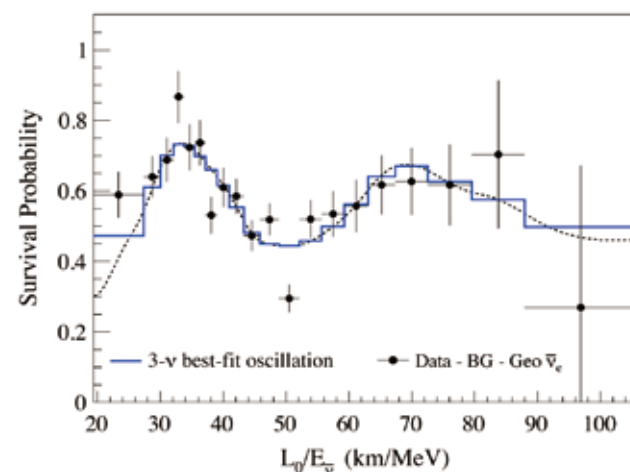


図1. カムランドが観測した原子炉反電子ニュートリノの2周期にわたる振動の様子。横軸は平均距離をニュートリノのエネルギーで割ったもの、縦軸はニュートリノの生存確率。

ヨラナ性を持つと表現します。この場合、ニュートリノと反ニュートリノは同じであり、巻きだけで区別していることになります。するとまだ自由度が2つ残っていますので、ここに重いニュートリノを『自然に』導入することができます。この重いニュートリノを導入することで、(1) ニュートリノが軽い謎がシーソー機構によって、また(2) 宇宙に物質ばかりがあり反物質がない謎がレプトジェネシス理論によって、それぞれ説明できると考えられています。宇宙初期には粒子・反粒子がほぼ同数作られ、大部分が対消滅して100億分の1程度に減って生き残った粒子が現在の宇宙の物質を作っていると考えられています。宇宙のエネルギー構成において物質の5倍程度ある暗黒物質も100億分の1の相殺と比較するとほぼ同程度とみなせることから、(3) 暗黒物質の生成も重いニュートリノによるとする理論が盛んに研究されています。ニュートリノ質量の証拠をきっかけに、ニュートリノがマヨラナ性を持つかどうかは次の大きな課題となっており、マヨラナ性を持つ場合は宇宙・素粒子の大きな謎の3つの解明につながると期待されているわけです。

ニュートリノのマヨラナ性の検証には、現実的な方法は「ニュートリノを伴わない二重β崩壊」（図2）の探索しかありません。これは原子核内に2つの反ニュートリノを同時に発生させる現象で、もしそれらが対消滅をすれば反ニュートリノが放出されず、従ってニュートリノと反ニュートリノは同一で、ニュートリノがマヨラナ性を持つことの証明になります。この

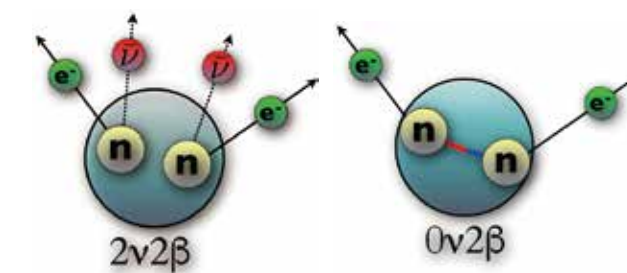


図2. β崩壊が禁止されるような場合、二重β崩壊を起こす原子核がある。2つの中性子が電子2個と反電子ニュートリノ2個を放出する（左）。ニュートリノがマヨラナ性を持つ場合2つの反ニュートリノが対消滅し、ニュートリノを伴わない二重β崩壊（右）を起こすことができ、2個の電子のみを放出する。

ような現象はあったとしても、とても稀な現象であるため、100kgを超える二重β崩壊核が必要であるのと同時に、極低放射能を実現しなければなりません。大型で極低放射能という要件はニュートリノ観測に通じるものであり、カムランドが実現した環境をそのまま適用したのがカムランド禅実験（図3）です。二重β崩壊核であるキセノン136を320kg溶かした液体シンチレータをミニバルーンに入れ、カムランド中心に設置して2011年に観測を開始しました。カムランドを活用したことで低コストで迅速に実験を開始することができ、すぐに世界最高感度を達成しました。途中でさらなる純化と同時に380kgまで増量し2015年末まで観測を行い、現在は2016年夏の750kgへの増量に向けて準備作業を行っています。ニュートリノを伴わない二重β崩壊はまだ発見されていませんが、カムランド禅が最初に発見することは大いにあり得ることで。今後の研究の進展をご期待下さい。

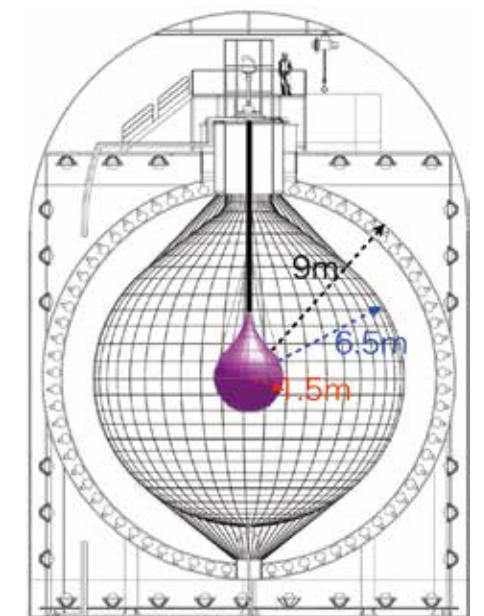


図3. 1000トンの液体シンチレータを有するカムランドの中心にミニバルーンに内包したキセノン含有液体シンチレータ約12トンを吊るすカムランド禅。380kgの同位体濃縮キセノン136が導入された。禅はZero neutrino からとったZenで、ニュートリノを伴わない二重β崩壊という稀な現象をじっと待つことを表現している。

無機固体物質化学研究室

<http://issc.chem.tohoku.ac.jp/FukumuraLabHP/home.html>

化学専攻 教授 福村 知昭

2015年4月から始まった化学専攻・境界領域化学講座の新しい研究室です。電子材料、磁性体、誘電体、超伝導体といった遷移金属酸化物などの無機固体材料を研究しています。1年近くなって研究室がようやく落ち着いてきました。メンバーは現在、スタッフ3名、大学院生6名、学部生5名と少しずつ増えてきて、日夜研究に励んでいるところです。5年前まで片平キャンパスの金属材料研究所にいましたが、現在は青葉山キャンパスの新鮮な空気を味わっているところです。

さて、ガラスや鉄の錆など種々の酸化物は身近にみられますが、そのような酸化物がエレクトロニクス材料としても最近になって注目されています。周期表にあるほとんどの元素が酸化物として安定に存在して、それらの様々な電子配置に起因する多様な機能が酸化物のもつ特長です。

化学で物質を合成する研究室というと、白衣を着た研究者が試験管やフラスコをもって実験するという姿が目につくと思いますが、我々の研究室メンバーのほとんどは白衣を着ません。我々の用いる合成法はちょっと違うのです。反応を起こす試験管に対応するものが、超高真空装置という気体分子がほとんどないステンレスのお釜の中で、厚さが100ナノメートル前後の薄い薄膜試料を合成します。超高真空中では、余計な不純物が試料に混入するのを防ぐことができます。そういう観点では、

我々の合成手法はクリーンケミストリーと言えます。薄膜試料を合成するには、原料の酸化物を蒸発させて、薄膜を基板の上に堆積させないといけません。しかし、原料の酸化物はしばしば数千度という高融点を持ち、単なる加熱では簡単に蒸発させられません。そこで用いるのが強力な紫外レーザーです。紫外レーザーをレンズで集光して酸化物のターゲットに照射すると、5 eVという高いエネルギーをもつ光子のおかげで、いとも簡単に酸化物が蒸発するのです(図1)。くわえて、酸化物薄膜は高温にさらさないと結晶化しません。そのため、薄膜を堆積する基板を高温に加熱します。この加熱にもレーザーを使いますが、こちらは鉄板を焼き切るときに使う赤外レーザーを使います。そうすると、約1000度の高温加熱も容易に可能です。ちょっと過激にも見える合成法ですが、密室の中での合成なので、白衣が不要なのです。このような合成手法は、粉末を混合して電気炉で焼成するといった熱力学的安定相を得る従来の固相合成とは異なります。そのため、固溶限を超えた不純物ドーピングや原子層ブロックを組み合わせた人口超格子の作製が可能になります。そのような手法で、これまでなかった新物質や新物性・機能を探求しています。研究を進めるにあたっては、化学の知識だけでなく物理や工学の知識も役に立つことがしばしばあります。既存の研究領域にとらわれずに、自由闊達に境界領域を開拓することを目指す志高き若い方は奮って我々のグループに参加してください。



(図1) 紫外レーザー照射で酸化物ターゲットが蒸発する様子



研究室メンバー

応用数理講座 田中研究室

数学専攻 教授 田中 一之

私たちの研究室では、伝統的に「数学基礎論」と呼ばれ、近頃は「ロジック」とも呼ばれている数学の一分野を研究しています。

論理学というと、アリストテレス以来の長い歴史をもち、西洋文化を支える大きな柱ですが、私たちが研究するのはその巨大な論理学の中で、現代数学の発展と関わりながら形成された比較的新しい領域です。端的には、数学およびその周辺にある様々な基本概念を厳密に定義して論理的に分析する学問ですが、その成果は数学内に留まらず、多くのイノベーション創出の原動力になっています。

なかでも革命的な発明に至ったのが「計算」の研究でしょう。電子計算機がなかった時代、コンピュータは「計算する人」を意味していました。その「計算する人」を厳密に定義して分析したのが英国ロジシャンのチューリングです。彼のような先見の明のある人は、最初から「計算機」について考えていたような印象を与えるかもしれませんが、そうではなく「計算する人」の論理的な分析から計算機のイメージを創り出していったのです。

ロジックは、計算機の開発など英米の軍事研究と関連していたため、戦後も日本に入るのはかなり遅れてしまいました。そのため、私の世代でこの分野を研究している日本人の多くが、アメリカで学位を取ったり、海外で長期に研究したりしています。しかし、最近、私の弟子たちも含め、日本で育った若手研究者がどんどん世界で活躍するようになり、とても頼もしく思います。もっとも私の研究室には現在も留学生や外国人ポストドクが何人もいて、それ以外にも頻りに海外からお客さんが来るため、日本に居ながら海外で学ぶのとあまり変わらないかもしれません。

私たちの研究室の業績として、海外でも一応認知されているのが「逆数学」という研究プログラムにおけるいくつかの成果です。このプログラムは、数学の定理を証明するのにどれだけの公理が必要かを調べ

るものです。数学は、学ぶ立場では公理から定理を導く証明の集積に見えますが、研究する立場では、ある命題を導くのにどんな仮定や道具が必要かなどを考えていることが多いと思います。例えば、解析学の授業では、自然数、実数、連続関数、微積分... というように概念が組み立てられているのに対し、それらの厳密な概念が発見された歴史は真逆なのです。「逆数学」といっても、何か奇抜なことをやっているわけではなく、体系化が進むと忘れられてしまうような発見の歴史や、異なる理論間の感覚的な類似性などを何とか捉えようとしているわけです。

しかし、ロジックの専門家は日本にまだ一握りしかいないため、私は年に数回一般向けの講演会をボランティアで行っています。そんな私の活動をモデルにしたらしい(かなりコミカルに作り変えられています)物語が、月刊誌『数学セミナー』(日本評論社)に4月から連載されることになりました。「山の上のロジック学園」(青葉レオ文、パラマツヒトミ絵)という題名です。興味のある方は是非ご覧ください。

(日本評論社とパラマツさんのご厚意で、イラストを転載します。)



©パラマツヒトミ



©パラマツヒトミ

ヒルベルトが本格的に数学基礎論に着手したのが1917年とされており、その意味で来年が数学基礎論100周年になります。この機会に、この分野に関心をもつ人がさらに増えることを期待しています。



研究室の学生たちと



夏の学校



研究室のポストドクたちと

●地下鉄東西線が開業しました

平成27年12月6日、仙台市営地下鉄東西線が開業しました。この東西線は、八木山動物公園駅(太白区)からJR仙台駅を経て荒井駅(若林区)を結ぶ約13.9km、全13駅の路線となっています。本研究科がある青葉山キャンパス、そして川内キャンパス内にもそれぞれ「青葉山駅」「川内駅」ができ、開業以降通勤・通学事情はがらりと変わりました。

地下鉄仙台駅から八木山動物公園行きに乗りし、青葉山駅まで9分(片道250円)。天候や渋滞の影響を受けることがないので、所要時間どおりに到着することができます。出張の多い先生方は、「仙台駅との間を行き来するのにとてもスムーズになった」と利便性を実感されているようです。車内の掲示板には、各駅までの所要時間などが多言語で表示されています。運行間隔は、朝の通勤・通学時間帯は約5分、夕方の帰宅時間帯は約6分と待ち時間はそれほど長くありません。そして、早朝から深夜まで運行しているので、気持ちにも余裕が出てきたのではないのでしょうか。



○急勾配や急カーブに強い車輪式リニアモーター車両。南北線車両と比べて外形は3割ほど小さくなっていますが、内装は車内が広く見えるように工夫されています。



○ホームと改札口を結ぶエスカレーター。青葉山駅構築のために掘削する深さが約34mと東西線の駅の中では最も深く、ホームは地下6階に設置されています。

地下鉄東西線開業に合わせ、青葉山駅を起点として平成28年3月31日までの期間、青葉山キャンパス内を移動する青葉山連絡バスが運行されています。青葉山連絡バスは、教職員・学生・来学者のための無料バスサービスで、工学部、理学部・薬学部を朝、夕方は8分間隔、日中は30分間隔で循環します。

川内～青葉山間は坂道が続くので、冬季は積雪によるスリップ事故の危険性が懸念されています。天候が悪いときは無理せず地下鉄を利用し、安全に通勤・通学をしましょう。

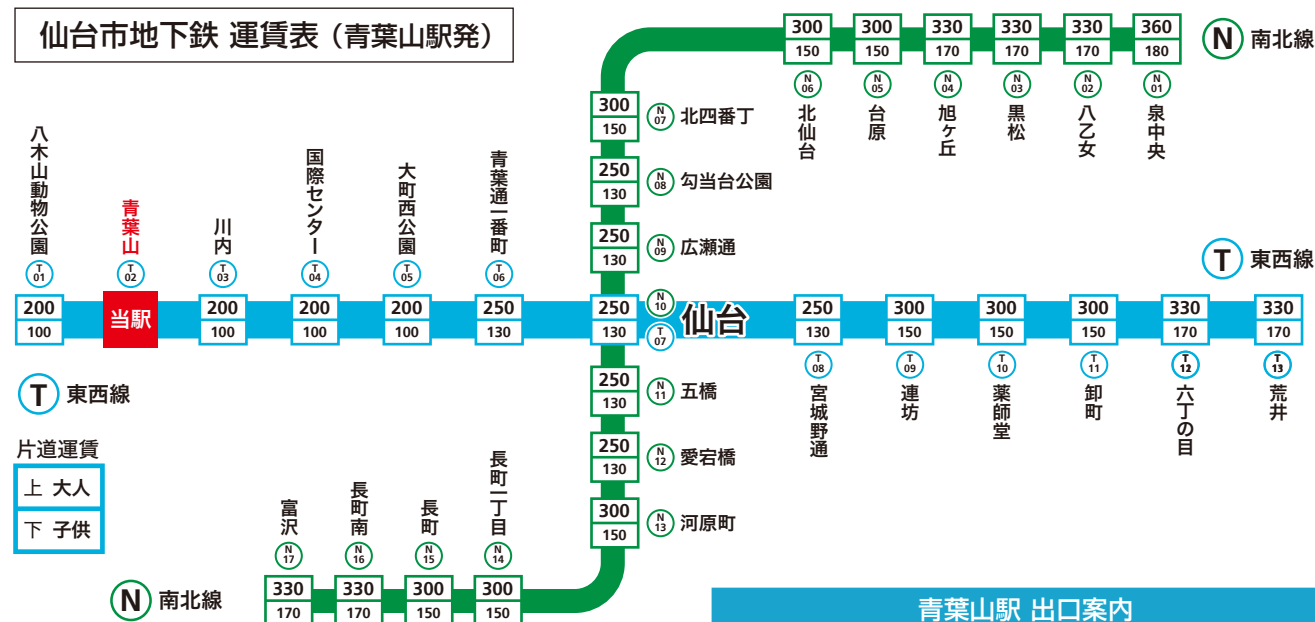
青葉山駅から本研究科までは徒歩約3分。同時期に本研究科合同C棟南側歩行者通路の整備が完了し、より便利になりました。学生や教職員のみならず、高校生や地域の方々にとっても本研究科をもっと身近に感じてもらえるきっかけになることを願っています。



○青葉山駅構内。改札口とキップ売り場は、地下1階にあります。



○青葉山駅北1出口。本研究科に一番近い出入口です。



○青葉山駅北1出口を出てすぐ理学研究科。合同C棟南側には歩行者通路も整備され、通勤・通学がより便利になりました。



○青葉山駅南1出口。こちらは新キャンパス(農学部、研究所)の整備が進んでいます。

青葉山駅 出口案内

- | | |
|--|--|
| <p>●北1出口</p> <p>東北大学青葉山北キャンパス</p> <p>情報科学研究科</p> <p>理学研究科・理学部</p> <p>薬学研究科・薬学部</p> <p>サイバーサイエンスセンター</p> <p>サイクロトロンラジオアイソトープセンター</p> <p>学際科学フロンティア研究所</p> <p>ニュートリノ科学研究センター</p> <p>自然史標本館</p> | <p>●南1出口</p> <p>東北大学青葉山新キャンパス</p> <p>災害科学国際研究所</p> <p>東北大学青葉山東キャンパス</p> <p>工学研究科・工学部</p> <p>医工学研究科</p> <p>環境科学技術共同研究センター</p> <p>未来科学技術共同研究センター</p> <p>東北大学植物園 青葉山ゲート</p> |
|--|--|

新任教員紹介 NEW FACE

高木 涼太 (たかぎ りょうた)

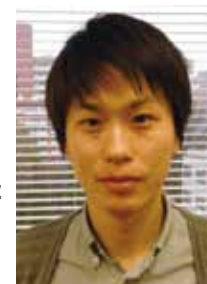
[1987年 福島県出身]

●理学研究科
地震・噴火予知研究観測センター 助教

研究分野：地震学。特に、地震波干渉法を用いた地下構造時間変化、ゆっくり地震に関する研究

経歴：福島県立磐城高等学校卒、東北大学理学部卒、東北大学理学研究科にて博士号取得、東京大学地震研究所特任研究員、日本学術振興会特別研究員

趣味：サッカー、フットサル、ランニング



今年度9月から助教として採用されました高木涼太です。楽しく学生時代を過ごした青葉山に戻って来られたことを嬉しく思います。まだまだ未熟者ですので、気を引き締めて、研究・教育に日々努力していきたいです。よろしくお願いいたします。