



東北大学 GCOE プログラム

物質階層を紡ぐ科学フロンティアの新展開

Weaving Science Web beyond Particle-Matter Hierarchy

vol.7
March 2010

Scienceweb

特集

明日の新物質の創成を目指して・2…3

連載

新規採用された助教へのインタビュー…13

第六回 物理学専攻 松田 洋平 倉知 昌史

数学専攻 佐藤 翔大

“物質階層を紡ぐ科学フロンティアの新展開” ニュース…2

ScienceWeb GCOE 第二回国際シンポジウム開催…12



当 GCOE 拠点メンバーの田村裕和教授が 2009 年度仁科記念賞を受賞されました

「ハイパー核ガンマ線スペクトロスコピーの研究」により、2009 年度の仁科記念賞を受賞されました。
仁科記念財団のホームページ：<http://www.nishina-mf.or.jp/prize/09-nishina-prize-tamura.pdf>

事業仕分けの大波が GCOE プログラムを飲み込む？

行政刷新会議による「事業仕分け」作業が行われ、予算の大幅な削減を求めています。しかし、大学・研究者からは反対の声明が出されています。以下にグローバル GCOE の役割を述べましょう。

グローバル COE は「国際的に卓越した教育研究拠点」を意味し、そのプログラムは大学院の教育研究機能を強化し、いろいろな分野で世界をリードする中心的な人材を育成し、国際的に卓越した教育研究拠点を形成することを目的に文部科学省で認められたものです。

このような大学院教育改革への意欲的な投資は、欧米でも非常に高く評価されています。国際的な標準では、博士課程の学生は研究資金によりリサーチ・アシスタント (RA) として雇用され、大学における研究活動は、これら RA 大学院生と博士研究員 (ポスドク) が中心的な担い手となっています。現在、世界最先端の分野で活躍する研究者や大学教員の多くも、ポスドクを経験しています。

我が国は、「ポスドクや RA を採用」するための予算は微々たるものでしたが、この現状を打開するために、世界を相手に競う研究組織の中からグローバル COE 拠点が選考され、人材育成と教育研究活動を推進してきました。

日本は「科学技術創造立国」と言われますが、それを支えているのはグローバル COE に代表される大学院の高度な教育研究活動であることを忘れないでほしいと思います。

セミナー一覧 (2010 年 1 月～3 月)



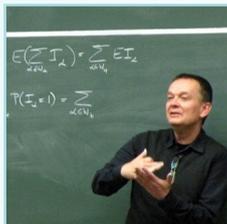
1/19 物理 [GCOE セミナー]
Experimental quest for the proton spin structure – past, present and future –

延與 秀人氏 (理化学研究所)



2/24 物理 [GCOE セミナー] 物性コロキウム
Competition between noise and alignment: minimal models for collective motion

Hugues CHATE 氏 (CEA, France)



1/20 ~ 22 数学 [GCOE セミナー]
A gentle introduction to random graph theory

Prof. Tomasz Luczak (Adam Mickiewicz University, Poland)



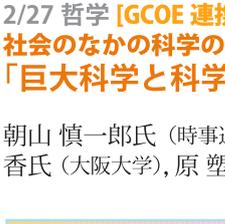
2/24 数学・物理 [GCOE 連携企画]
確率過程における "ポンプカレントと幾何学的位相 / 双対性" について

大久保 潤氏 (東京大学物性研究所)



1/21 数学・物理 [GCOE 連携企画共催]
応用数学連携フォーラム 第 11 回ワークショップ

Tomasz Luczak 氏 (Adam Mickiewicz University, Poland), 佐藤 昌利氏 (東京大学), 小林 未知数氏 (東京大学)



2/27 哲学 [GCOE 連携企画]
社会のなかの科学の諸相第二回 「巨大科学と科学コミュニケーション」

朝山 慎一郎氏 (時事通信記者), 綾部 広則氏 (早稲田大学), 八木 絵香氏 (大阪大学), 原 塑氏 (東北大学), 中尾 麻衣香氏 (東京大学大学院)



1/23 哲学 [GCOE 連携企画]
社会のなかの科学の諸相 第一回 「歴史のなかの科学と哲学」

香川 知晶教授 (山梨大学), 伊藤 和行教授 (京都大学), 吉田 忠氏 (東北大学名誉教授)



3/9 ~ 11 数学 [GCOE 春の学校 2010]
調和写像と可積分系理論から量子コホモロジーへ

宮岡 礼子 (東北大学), 井ノ口 順一 (山形大学), 大仁田 義裕 (大阪市立大学), Martin Guest (首都大学東京)

3/16 数学・物理 [GCOE 連携企画]
「量子統計力学の基礎付けについて」

杉田 歩 氏 (大阪市立大学工学研究科)

明日の新物質の 創成を目指して・2



低速電子線回折器
(LEED)

物性物理学とは—?

物理に興味がある人でも、耳慣れない言葉かもしれません。

物質の微細な構造や性質などを調べることで、様々な物理現象を解明し

新物質の創成を目指す—その研究成果は物理学の研究分野の中で

一番私たちの身近にかかわっている分野といえるでしょう。

前回から2回にわたって、この物性物理学の研究に携わる人たちを特集しています。

※写真は高分解能電子エネルギー損失分光装置に附属する低速電子線回折器 (LEED) で、
作製した試料の表面原子状態を観測するためのものです。

表面物理研究室

原子一層で変わる物の性質

私は現在、表面物理研究室でポスドク（博士号取得後の研究員）として研究生生活を送っています。今回は、高校生をはじめとした一般の方を対象に、なるべく平易に表面科学、そして研究生生活のことなどについて説明しようと思います。

表面物理について

表面物理が扱うのは固体の表面、つまり、“物の端っこ”になります。固体表面では、原子の結合の手（電子）が余ってしまいますから、固体内部とは異なる性質を示します。また、表面は固体と気体や液体の境界に当たり、化学反応や結晶成長等が直接起こっている“現場”です。これらの基本的な現象の理解には表面に関する研究が必要になります。

近年ではナノテクと呼ばれる微小な物質を扱う研究が盛んになり、表面科学の重要性が増えています。これは、体積が極端に小さくなることで、物質に占める表面の割合が増加することに関係しています。

研究の話

私の研究のテーマは、微小なナノ構造の電子励起状態を明らかにすることです。これは原子数層分の厚さ、大きさしかない極めて小さな銀などの粒子を表面上に形成させたら、その中で電子はどう振舞うのか？と言い換えることができます。このテーマ自体は私が修士一年生の時に与えられた物ですが、実は本当の意味で問題に取り組めるようになったのはごく最近のことです。

私の研究は新たに導入した装置を立ち上げることから始まりました。この装置は高分解能電子エネルギー損失分光器（HREELS）という名前です。数 eV から 250 eV 程度の非常に低速な電子線を表面に入射し、散乱された電子線のエネルギーを 0.5 meV の高い分解能で分析出来るユニークな装置です。HREELS は電子線が励起する様々な表面上の現象を観測出来ます。この装置の立ち上げにはほぼ二年を要し、初めてデータが取れたときの感動は大変印象に残っています。

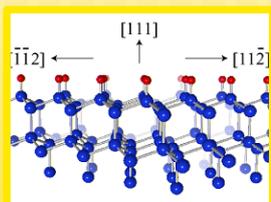
研究の試料はシリコン表面上の銀粒子です。シリコンは電子素子などに使われ、現代社会に欠かせない物質です。通常大気中のシリコン表面は酸化され、厚さ数 nm 程度の酸化膜を不均質に形成します。この様な凹凸のある基板の上では、微小な構造を得ることが出来ません。そこで酸化膜を加熱して飛ばすと、今度は表面が独自構造を形成する表面再構成と呼ばれる現象が起こり、表面数原子層の程度で凹凸が現れます。結果として、清浄なシリコン上の銀はまらず層をなし、その上に島状の結晶が作られるという結晶成長様式を取り、独立した微小な構造を作るのに適しているとは言えません。そのため、水素終端表面を基板に利用することに興味を持ちました。

水素終端シリコン表面 (H:Si(111)-(1 × 1)) は、固体シリコンを [111] という方向に対し垂直に切った面のシリコン原子を水素原子で漬した構造をとり、先に述べた表面再構成を起こさない理想的な表面です。この表面は原子レベルで平坦な構造を持ちます。結合も全て水素原子で共有結合されているため、基板とその上の銀原子の間の相互作用も弱く、まるで、朝霞の様にナノサイズで銀が液滴状に成長することが期待できます。

これまで、フッ化アンモニウム (40%) による化学処理（エッチング）法が 90 年代初めに報告されて以来、これが最適な水素終端法とされてきました。しかし、従来の作製法では再現性と清浄度に問題がありました。さらに、表面上の汚染や欠陥が基板の結晶成長様式に大きく影響することが明らかとなりました。そこで、さらなる高品位作製法を見つけなければいけません。研究では走査トンネル顕微鏡 (STM) 及び原子間力顕微鏡 (AFM) 観察から化学反応による表面の構造と形状の変化を調べました。また、立ち上げた HREELS を早速利用し、表面吸着分子の振動状態測定を通して、表面上の結合状態の変遷を明らかにしました。両情報の組み合わせから表面がどのような構造、形状を持ち、表面上に汚染の存在があるかを明らかに出来ます。研究の結果、私達は汚染の無い高品位水素終端試料を作製することに初めて成功しました。

このような下地となる研究を基に、現在、金属ナノ粒子の電子励起

高分解能電子エネルギー損失分光法による金属ナノ構造の電子励起



←水素終端表面 (H:Si(111)-(1 × 1)) の模式図
赤の球が水素原子、青がシリコン原子を表す。
全てのシリコン表面原子は水素原子と共有結合し、再構成を起こさない。



↑ HREELS 分光器

黒色の箇所は全て電極となっており電場によって低速電子線を制御し分析する。電位制御箇所は 50 程にもなる複雑な分光器である。右の二つの扇形部分で電子線のエネルギーを単一にし、中央ホームベース状の空間にて試料に入射する。跳ね返された電子は左の扇形部分で散乱により失ったエネルギーを分析される。

水素終端処理によるシリコン基板の変化→
左：酸化膜上の純水。親水性が強いので濡れた状態になる。
右：水素終端面上の純水。表面を水素修飾しただけで表面が疎水性を示し水滴となる。



状態を測定しているところです。この実験では、これまでに測定例のないデータが得られ、その振る舞いがどの様になっているか明らかにすることが次の目標となっています。

研究生生活について

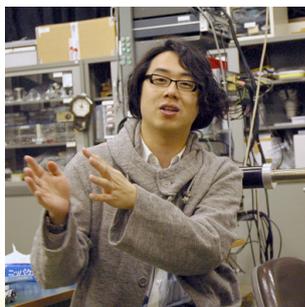
東北大学の物理学科は国内でも有数の研究環境にあり、各方面で優れた業績を上げています。本誌もその様な業績群と将来性の高い計画が認められ採択されたプロジェクトに基づくものです。私を含め多くの研究者がこのプロジェクトに支えられています。

理学部物理学科では四年生になる際に、各研究室に配属されることとなります。私の場合は興味の変化から大学院から今の表面物理へと専門を変えました。話は変わりますが、私は高校生のときは化学が大の苦手でした。しかし、物理学全般の中で、最も化学分野と関連深い分野を選んだこととなります。また、高校生のときに、「結合、結合というけど、固体は有限の大きさで、端っこではどうなっているの?」と質問して、化学の先生を大変困らせたことがあります。実は、これは表面物理の問題です。何かの縁があったのかも知れません。

実際の研究室には激務をこなして充実感を得るタイプ、学生の力を付けさせて一つずつ丁寧に前進をするタイプ等、様々な物がありますが、一概にどれが良いと言う事はできません。ただ、各指導教員の先生は独自のスタイルを確立しており、各自適した研究室を選べばよいと思います。表面物理研究室は須藤教授の指導の下、学生が日々自分達で考え、一つずつ問題を解く事で研究を進めています。先生との話し合いで物事が決められるという物理学科内では特異な風土を持った研究室であり、たとえ研究外の活動であっても学生の自主性が大切にされます。実は私は一時期寝たきりに近い生活が強いられたことがありました。その時も先生に私の体に配慮した指導をして頂いて、復学、博士号の取得を果たせました。他の研究室では果たしてどうなったのかな、と考えると同時に、やはりこの研究室で良かったと今は実感しています。

最後に

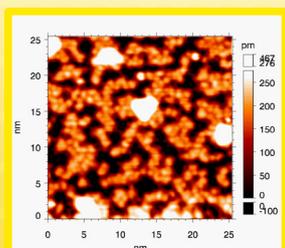
少し意地悪な事を言うと、研究というのはある種自己満足なものなのかも知れません。直接誰かの役に立つ様な研究をしている人は少ないと思います。しかし、問題について考え、答えを見出すという研究活動の本質は社会に必要とされるものでしょう。社会へと巣立った後輩を見ていると、何事にもポジティブな人には研究活動が良い作用をし、社会で成長を続けていく為の素地を醸成しているようです。また、一旦研究を始めると誰も知らなかった自然の姿を知ることになります。大袈裟な言い方をすると、世界を表す設計図を完成していく壮大な作業の一環を担う事になります。その意味では芸術家や冒険家の様に充実と苦闘の中、成長を続け人間の可能性に挑戦できる数少ない職の一つといえるでしょう。この文章を読んで研究活動に興味を持って頂けたら幸いです。



加藤 大樹
(かとう ひろき)

日本学術振興会 特別研究員
東北大学大学院理学研究科

主な研究テーマ：高分解能電子エネルギー損失分光法による金属ナノ構造の電子励起状態の研究
経歴：宮城県仙台第二高校（宮城県）、東北大学卒、東北大学理学研究科修士課程修了、同博士課程修了
趣味：音楽鑑賞（アイスランドからナイジェリアまで）、お菓子作り



Si(111)再構成表面上及び水素終端 Si(111)表面上 Ag の STM 像
左は Si(111) を加熱して得られる Si(111)-(7×7) 表面上の Ag。不規則に Ag がモザイク状膜 (橙色) を作った上に島状 Ag 結晶 (白色) が形成される。
右は水素終端表面上の Ag。全ての Ag 結晶が偶数原子層の高さしか持たない特異な成長様式を示す。これは電子の波長に関連していると考えられる。良く見ると Ag の隙間に基板である水素終端面の原子配列が確認できる。



表面物理研究室のメンバーと広瀬川にて

4～5 ページの写真
提供：加藤 大樹

光電子固体物性研究室 世界一の装置を目指して

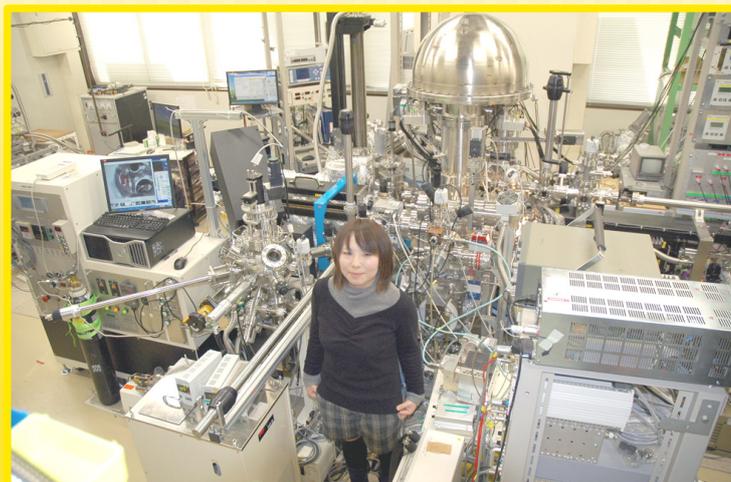
私の所属している研究室では、光電子分光という手法を使って様々な物質の電子の様子を研究しています。電子は物質の性質(物性)に密接な関わりを持っていて、金属か絶縁体かを決めるのも、磁石になるかどうか、全て電子の振る舞いで決まります。光電子分光では、物質に光をあてて、飛び出してきた(光)電子の状態を観測することで、物質中の電子の様子を決定し、金属や磁性体でおきる不思議な振る舞いや超伝導発生のメカニズムを解明しています。

研究内容

電子には、「エネルギー」「運動量」「スピン」の3つの自由度がありますが、角度分解光電子分光を用いると、このうちの「エネルギー」と「運動量」を決定することが出来ます。近年では、この角度分解光電子分光装置の改良が進み、超高分解能での測定が行えるようになりました。分解能が高くなればなるほど、電子の振る舞いのわずかな変化も観測出来るようになるので、物性をより詳しく理解するためには、高い分解能での測定が重要になります。一方で電子の「スピン」は、検出することが難しく、検出率を高めるために分解能を犠牲にして測定を行っているという現状がありました。私の研究は、このスピンを高分解能で測定出来る光電子分光装置を建設することです。研究といってもメインは装置建設なので、難しい数式とにらめっこというよりは、毎日体を動かすことの方が多ですが、装置の高分解能を目指すため、様々なアイデアを出し合ったり、装置建設で頻繁に起きる問題点を解決したりと、いろいろな知識とひらめきが重要です。装置建設

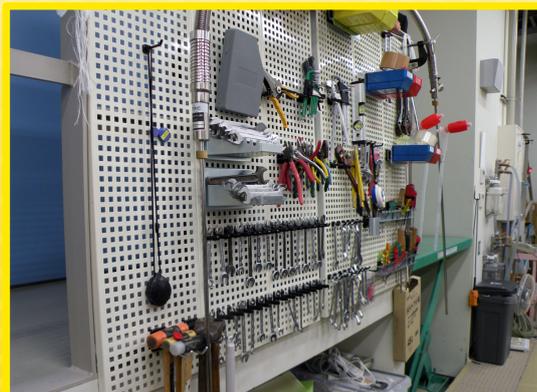
というテーマはやりがいがある分、苦労も多く、様々な問題が発生する度に、原因究明と対策を行います。原因究明だけで1ヶ月以上費やしたこともあります。このように、建設中にはいつ何が起こるかわからないので、「何かいつもより静かじゃない?」「あー!装置が止まってる!」とか、「焦げ臭くない?」「放電します!」なんていうこともあり、環境の少しの違いにも気を配る必要があります。大学院の研究生活は思ったよりもハードで、一度始まった測定は途中でやめる訳にはいかないので、徹夜で実験をすることもあります。装置が止まれば研究室のメンバー全力で復旧作業に取りかかります。何よりも装置が大事なので、実験室の室温も「人<装置」の優先順位で装置動作の最適環境を保っています。それでも、頑張っただけのデータに思わぬ発見があったり、装置が無事に稼働した時の達成感に勝るものはありません。装置は様々なパーツを組み立てて建設していくので、装置が毎日少しずつ改善されていく様子を見るのは、子どもの成長に似ています。私は自分が建設したこの装置にとっても愛着があります。最近この装置で、これまでよりも一桁以上高い世界最高分解能を達成することが出来ました。これまでの努力と苦労が詰まった最高分解能でのデータを見た時、この研究をしてきて本当に良かったと感じました。現在は、装置の更なる改良の他に、ビスマス(Bi)の電子スピン状態を観測しています。Biの電子スピンは固体中では様々な方向を向っていますが、一番上層の表面では上向きスピンと下向きスピンの分かれるという不思議な物理現象を示します(この効果を表面ラッシュバ効果と呼びます)。建設した装置を用いてこの現象の原因解明を進めていますが、その他にも、これまで観測

スピン分解光電子分光装置の建設



↑建設した超高分解能スピン分解光電子分光装置

装置建設には様々な工具を用途に応じて使い分けなければなりません。研究室配属後、一番最初に覚えることは工具とネジの種類です。



されてこなかった電子スピンの振る舞いを明らかにする事を目標に日々研究生を送っています。

研究室の日常

もともと実験系の研究室では女子学生が少ないのですが、私の研究室でもその例にもれず、私以外全員男性です。ですが、性別に関係なく同じ研究室のメンバーとして、私は重い物も運びますし、高い所にも上ります。今では電気配線や水冷系の配管も自分でやっています。私は物をつくるのが好きなので、いろいろな経験が来ている現状にとっても満足しています。私の研究室では、スタッフ・学生ともに仲が良く、お花見や芋煮などの行事では、料理自慢のスタッフ特製手料理を食べながら親交を深めています。

研究室に所属しているのは日本人だけではなく、現在はカナダ人スタッフと中国人留学生がいます。その他に共同研究で海外から研究者がくることもしばしばあります。私が大学院に入学した頃は全く英語が話せなかったのですが、彼らとコミュニケーションをとるうちに、少しずつですが話せるようになりました。また、国内外で行われる学会での発表の機会もあり、多くの研究者と議論することで、物理現象のより深い理解や今後の研究の糧になる有用な情報を得ることが出来ます。学会などで様々な場所に行けるのは、実験を頑張ったご褒美のような感じです。

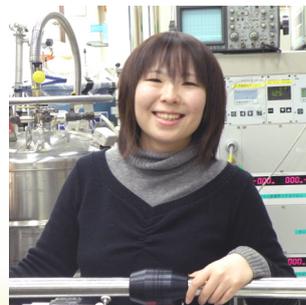
最後に

私は教育学部から理学研究科に入学したので、始めの頃は物理もよくわからない、研究室の仕事もほとんど手伝えない状態でし

た。ですが、装置建設を通して、光電子分光や装置の動作原理から、測定やデータ解析の仕方など、様々な経験と周りからのアドバイスのおかげで、今では一人で出来ることも増えました。入学当初は周りについていくのに必死で辛いこともありましたが、自分にも出来ること、自分にしか出来ないことが見えてくると、辛さよりも楽しさや嬉しさの方が強くなってきたように思います。建設した装置での実験が、新たな物理現象の解明に大きく貢献出来るように、これからも研究を続けていきたいです。



角度分解光電子分光を用いると、物質の「バンド分散」や「フェルミ面」といった電子の状態を決定する事が出来ます。当研究室では、実験で得られたこれらの結果を毎年カレンダーとして発行しています。これは2010年版です。本年及び過去のカレンダーは以下のURLよりダウンロード可能です。
<http://arpes.phys.tohoku.ac.jp/>

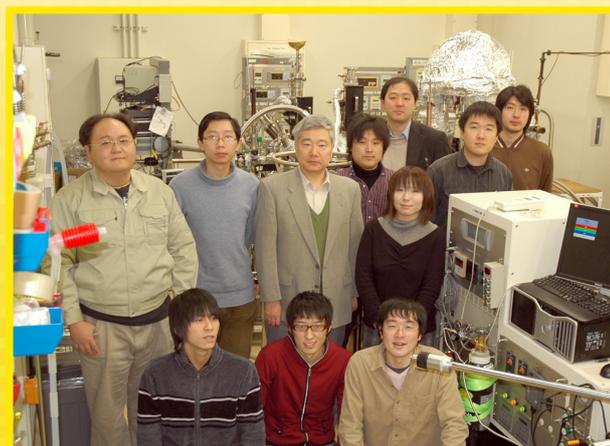


高山 あかり
(たかやま あかり)

東北大学大学院理学研究科
博士課程前期2年

主な研究テーマ：スピン分解光電子分光装置の建設
 経歴：県立原町高等学校(福島県)、福島大学教育学部卒
 趣味：楽器演奏、歌うこと

↓実験中の様子



↑光電子固体物性研究室のメンバー

6~7ページの写真
提供：高山 あかり

ナノネットワーク固体物理研究室 誰も知らないことへの挑戦

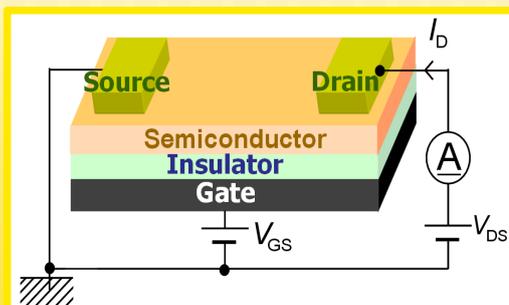
私の研究室には大きく分けて物性グループとFETグループの二つのグループがあります。物性グループでは超伝導、磁性に関する研究や3次元ネットワークをもつかご状物質に関する研究を行っています。FET（電界効果型トランジスタ）グループではグラフェンに関する研究や有機半導体に関する研究をFET構造を用いて行っています。FETは図1のように一トの三端子構造から成り、ゲート電圧を印加することによりソース-ドレイン間に流れる電流を制御することができます。FETを使うことによりキャリアを半導体界面にドープすることができ、そこから新たな物性を探索することができます。また、FETでは金属-半導体界面と絶縁体-半導体界面がキャリア注入、キャリア伝導にそれぞれ重要で材料の組み合わせを変えるだけでデバイスの性能を大きく変えることができます。この中で私はFETグループで有機半導体に関する研究を行っていて、研究テーマは有機単結晶貼り合わせ界面におけるキャリアの伝導についてです。2008年に有機半導体、すなわち絶縁体である二つの物質 Tetrathiofulvalene (TTF) と 7,7,8,8, tetracyanoquinodimethane (TCNQ) を貼り合わせると、その界面に金属伝導が誘起されることが発見されました。不思議なことにただ絶縁体を二つくっつけるだけで金属になるのです。この現象がどのようにして起こるのか未だそのメカニズムが明確にされていません。私はこの現象に注目し、これに類似した現象を観測することからこの興味深い現象の起源を明らかにしようとして研究を進めています。具体的には様々な有機単結晶の作製からそれらを用いた単結晶の貼り合わせ界面の伝導測定、抵抗の温度変化やホール効果測定などから明らかにしようとしています。

また、異種半導体界面はキャリアが豊富なので、そのキャリアを制御したFETデバイスの開発と物性の測定も目標にしています。

大学院の研究生活

私が研究室に配属されてから学部時代を含めると2年弱が経過しました。振り返ってみると日々充実していたからなのか本当にあっという間に過ぎてしまった気がします。配属当初は先輩がどのように研究を進めているのかを見せてもらったり、研究室のセミナーを通して研究室での生活に慣れることから始め、大学院入試が終わってから少しずつ自分の研究を始めました。初めは何をすればよいのか、どうやって研究を進めていけばよいのかわかりませんでした。また先輩たちがすごく優秀で自分が先輩たちみたいに研究を進めることができるようになるのか、実際にやってみられるのかどうか不安でした。しかし先輩たちや教授をはじめとするスタッフのみなさんがやさしく丁寧に指導して下さったおかげで少しずつ自分で研究を進めていけるようになり、気づけは不安もなくなっていました。結局はやってみるかどうかではなくてやらなければならなかったのです。自分でやらないと前に進めませんでした。基本的に研究は自分の力で進めていくものなのですが、自分一人の力で全てを進めていくことは困難ですし効率も悪いので定期的に研究の進み具合や結果を発表してデータについて議論したり次にやることを決めたりしています。また、助教の先生が一人サポートについてくれているので、悩んだりして分からないことがあればその先生に何でもざっくばらんに相談することで効率よく研究を進めるようにしています。自分で研

有機単結晶貼り合わせ界面について



↑図1. 電界効果型トランジスタ

2008年に絶縁体である有機半導体の二つの物質 TTF と TCNQ を貼り合わせると、その界面が金属のような性質になることが発見されました。この現象がどのようにして起こるのか未だそのメカニズムは明確にされていません。



↑電気特性評価のための低温プローブと半導体パラメータアナライザ



↑物理特性測定システム。温度 0.4K、磁場 7 テスラで測定可能

究を進めてみてわかったことは自分のやる気次第で成果が違ってくるといことです。何もしなくても誰からも文句は言われません。その結果に満足するのももっと頑張るのも自分次第です。

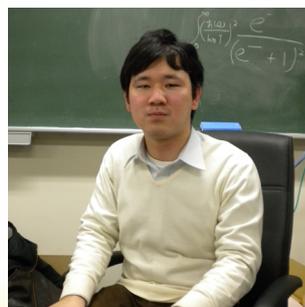
研究室の特徴

私の研究室は研究室のスタッフ、学生のうち約 1/3 が外国人という特徴があります。そのためセミナーなどは英語で行われます。私は英語が苦手な初めは英語に対する抵抗がかなりありましたし正直英語で行われるセミナーが嫌でした。しかし、セミナーで毎回英語を聞き、自分の発表の回では英語で発表を行ううちに英語に対する抵抗がなくなり英語が多少分かるようになってきました。また、留学生のチューターをして留学生との会話を通して英語を学んでいます。英語でコミュニケーションを取れるようになりたいという人には良い環境だと思います。このような研究室の特徴のためか、学生は修士のうちに一回は国際学会で発表する機会を与えてもらえます。私も夏にコペンハーゲンで開かれた国際学会で発表をしてきました。もちろん英語に対する不安もありましたが、日々研究室で多少英語に慣れていたことと助教授の先生が熱心に発表の練習に付き合ってくれたおかげで無事発表を終えることができました。外国人と話をしたとき自分の言っていることが予想以上に伝わらなかつたり、言っていることが予想以上にわからなかつたりしたので終わってからもっと英語を話せるようになりたい、英語でコミュニケーションをとれるようになりたいという気持ちが強くなりました。発表後は観光して海外を満喫しました。このような経験ができるのは研究者としての醍醐味のひと

つらしいです。また、日本物理学会が年に二回あります。昨年の秋には熊本で発表してきましたし、春には岡山で発表する予定です。大勢の前でのプレゼンテーションをするという貴重な経験ができるので今は学会を目標に研究を進めています。

最後に

研究は誰も知らないことに挑戦することなので基本的にわからないことだらけです。わからないことを研究して理解しその過程の中で得られるものは多いです。日々失敗と試行錯誤の連続ですが予想通りに結果がでたときはやっけてよかったと思いましたが、学会の発表後には頑張った達成感を得ることができました。上手くいかずに落ち込んだりもう嫌だと思ったりもしますが、それよりも興味や関心、これがわかれば面白いなということの方が強いので頑張ることができています。自分の興味や関心があることができるのが大学での研究だと思います。これからも自分の興味を満たすために頑張りたいです。



渡辺 裕樹
(わたなべ ひろき)

東北大学大学院理学研究科
修士課程前期 1 年

主な研究テーマ：有機単結晶貼り合わせ界面について
経歴：仙台第一高等学校（宮城県）、東北大学卒
趣味：読書

コペンハーゲンで開かれた国際学会にて



↑世界遺産（クロンボーク）の前で



↑コペンハーゲン駅前



↑コペンハーゲンの風景

8～9 ページの写真
提供：渡辺 裕樹

電子の軌道状態を操る

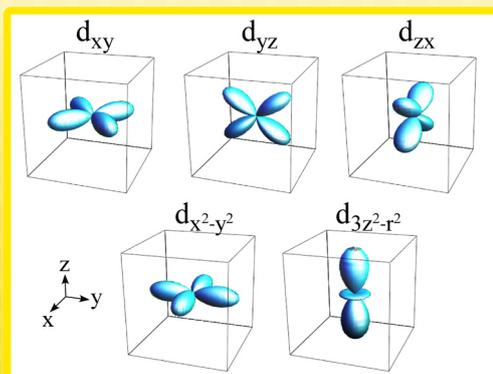
現在私は強相関電子系と呼ばれる物質群の研究を行っています。強相関電子系とは、読んで字の如く電子と電子の相関が非常に強い系のことで、この物質中の電子はお互いの反発力で交通渋滞のようになり身動きがとれなくなっています。具体的に取り扱っている強相関電子系物質は遷移金属酸化物と称される物質で、鉄やマンガンといった身近にある金属の酸化物です。これらの遷移金属酸化物では、電子の有する様々な自由度が顕在化し、それらの自由度の間の協力や競合が巨視的な物質の性質（物性）を多彩で複雑なものにしています。私はその中でも電子の有する「軌道自由度」をキーワードに研究を行っています。「電子の軌道自由度とは？」と疑問に思われるかもしれませんがこれらについて簡単に説明したいと思います。高校で物理や化学を学ばれた方は、「原子は電子と原子核から構成されており、電子は原子核の周りをぐるぐる円運動している」というようなイメージをもたれているかもしれません。ここで描かれているのが古典的な「電子の軌道」です。しかし実際の電子は微視的な力学を支配する量子力学を用いて記述され、「電子は何%の確率でどこに存在する」というような存在確率として表現されます。この存在確率の空間分布（電子雲）が、量子力学的な「軌道」の描像です。私の扱っている物質では、図1に描かれるような5つの軌道の電子が物性の主役を担っており、円で描かれるような高校での等方的な軌道とは異なり、特定方位に電子の存在確率が高い異方的な形状をしていることがわかるといえます。この‘座席’とも言えるこれらの軌道に電子が詰まっていくわけですが、もし軌道の数に対して電子数が少ない場合、電子がどの軌道を占有するのかという自由度が存在します。これが私の研究のキーワードである軌道自由度です。

それではこのような軌道自由度を持つ遷移金属酸化物ではどのような現象が生じるのでしょうか。その一つが軌道整列と呼ばれる現象です。これは物質中の遷移金属イオンに局在した電子が、例えば図2に示すように特定の軌道を規則正しく占有し、空間的に整列した状態になることを指します。このとき軌道形状の異方性を反映してマクロな物性にも異方性が表れ、例えば結晶が伸縮するというような変化が表れることとなります。このような軌道整列現象は、どの軌道を電子が占有するのかという軌道自由度があることで生じる現象の一つです。更に遷移金属酸化物では、この軌道の自由度がスピン・電荷・格子の自由度と結合していることがあり、磁場・電場・応力などの外場で軌道の整列状態を制御することができます。すなわち物質に応力や磁場を加えることで、電子がどの座席（軌道）を占有するのかという選択に制限を与えて最終的な整列状態を変えてしまうことができるということです。これを利用すると一見関連していないような多彩な応答が実現します。例えば物質に磁石を近づけることで物質の形を変形させることができたり、また逆に押して変形させることで磁石にすることができたりします。このように「軌道」というのは多彩な物質応答の架け橋となっています。この軌道状態を外場で制御すること、更にそのときの物質の応答を様々な角度から様々な実験手法を通じて‘見る’ことで、軌道状態を探るのが私の中心的な研究テーマです。

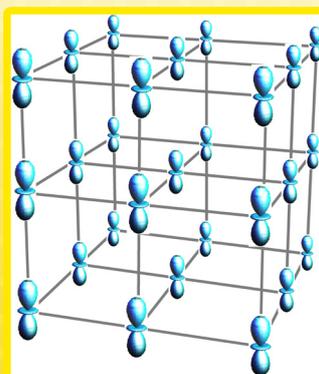
実験手法と研究生活

研究はまず試料の作製から始まります。各個人のテーマ毎に作製している試料と作成方法が異なりますが、私は「粉末原料の粉混ぜ⇒プレスして成型⇒炉で焼結して焼き固める」という最も基本的な

↓図1. 3d軌道の形状（確率振幅の等値面）



↓図2. 軌道整列の模式図



遷移金属酸化物の軌道秩序に関する研究



↑実験室の様子

焼結法と呼ばれる方法で、多結晶試料を作製します。その後、得られた多結晶からフローティングゾーン (FZ) 法と呼ばれる方法を用いて、結晶方位の揃った単結晶試料を作製します。これらの単結晶試料は、X線によって不純物がないかを調べ、目的の試料となっていれば実験条件に応じて試料を切り出します。これらの過程は物性測定に入るまでの準備段階の一つで、測定系の組み上げとあわせて本格的な実験を行うためのスタートラインにたったという感じですが、実際はその段階に至るまでも試行錯誤の連続です。

作製した試料は研究室内もしくは外部の大型施設での実験によってその物性を調べます。研究室内では主に磁化測定や電気抵抗測定などを行ったり、光を用いてイメージングや分光を行ったりします。強磁場中 (~15 テスラ) での電気抵抗測定などは東北大金属材料研究所の強磁場センターにおいて行います。また物質のミクロな情報 (結晶構造や磁気構造等の 10^{-10} m 程度の周期構造) を知りたい場合は、茨城県つくば市の Photon Factory や東海村の原子力研究開発機構、兵庫県の SPring-8 のような大型施設を利用して、放射光や中性子線を用いた回折実験を行います。これらの大型施設を利用する実験は、何人かで泊りがけで行き、数日間にわたって行います。施設を利用できる時間は正確に決まっていますので、目的の測定が行えるようにハードなスケジュールになりますが、普段と異なる場所での実験で少し気分も変わり楽しいものです。

現在研究室はスタッフ2名、学生6名と少数ですが、学生ごとにテーマがあります。出張実験などのときはみんなで協力して実験を行ったりしますが、基本的には自ら考え自らのペースで実験を行って研究を進めていきます。そのため自らの研究テーマに関して興味ある点をとことん追及し発展させていくことができる自由度が

ありますし、得られた結果を学生間や先生方と議論することで研究をどんどん昇華させていくことができます。試料作製から測定システムの構築、物性測定までにいたる過程を研究室で行いますので、困難も当然ありますが、自らの好奇心とやる気さえあれば様々なことにチャレンジできます。

最後に

私は去年の3月に筑波大学の修士課程を修了し、今年度の4月から東北大学博士後期課程に編入してきました。個人的には東北大学は物性物理学を研究するには非常に恵まれた環境だと思います。もちろん研究設備が恵まれているということもあるかもしれませんが、何よりもこれだけの「知」が集結していることがそう思う一番の理由です。東北大の物性物理分野でカバーする研究内容は非常に広範多岐に渡り、いずれも独創的で素晴らしい研究だと思います。一步外に出て学ぶ姿勢さえ出せば、非常に多くのことを吸収することができます。物質の性質をミクロな観点から明らかにするという物性物理学に興味のある方はこのような環境で研究生活を行うのもいいかもしれません。私もこの恵まれた環境を最大限生かし独創的な研究を行っていきたいです。



新居 陽一
(にい よういち)

東北大学大学院理学研究科
博士課程後期 1年

主な研究テーマ：遷移金属酸化物の軌道秩序に関する研究

経歴：鳴門高校 (徳島県)、筑波大学卒、同大学院数
理物質科学研究科修士課程修了

趣味：サッカー、ギター、音楽鑑賞



↑光学系調整の様子

Photon Factory での放射光実験の様子→



↑研究室旅行 (青森県八甲田山にて)

10 ~ 11 ページの写真
提供：新居 陽一

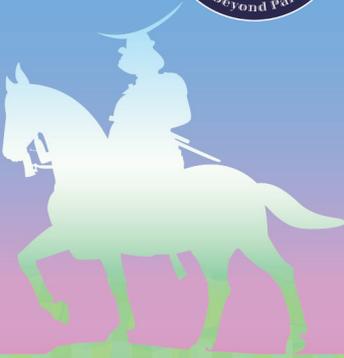


The 2nd GCOE International Symposium

"Weaving Science Web beyond Particle-Matter Hierarchy"

February 18 (Thu.) - February 19 (Fri.), 2010

Main Lecture Hall, Faculty of Science
Aobayama Campus of Tohoku University, Sendai, Japan



2010年2月18日から19日にかけて、第二回 Scienceweb GCOE 国際シンポジウムが開催されました。

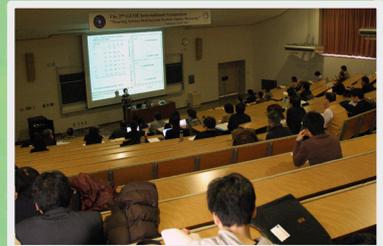
総合講演・招待講演では、国内外から招待された11名の専門家による講演が行われ、分科会では、東北大学の多数の若手研究者が講演を行い、専門分野をより掘り下げた討議が行われました。また18日に行われたポスターセッションには、本GCOEのRA(リサーチアシスタント)や大学院生81名が参加し、本年度の研究成果を発表しました。

←開会の挨拶を述べる拠点リーダー井上邦雄教授(物理学)

総合講演・招待講演者

Plenary session

- Indranil Mazumdar** (Tata Institute of Fundamental Research, India)
- Philippe Marcq** (PhysicoChimie Curie Institut Curie, France)
- Young-Woo Son** (Korea Institute for Advanced Study, Korea)
- Jean Coupon** (Institut d'Astrophysique de Paris, France)
- Ryushi Goto** (Osaka University, Japan)
- Jenann Ismael** (University of Arisona, USA and University of Sydney, Australia)



Special Session

- Jie Meng** (Beihang University, China)
- Huaizhe Xu** (Beihang University, China)

Parallel Session

- Hojun IM** (Hirosaki University, Japan)
- Masahiro FUTAKI** (The University of Tokyo, Japan)
- Masahiko IGASHIRA** (Osaka University, Japan)



(上から)
Indranil Mazumdar 氏(物理学),
Jenann Ismael 氏(哲学),
Jean Coupon 氏(天文学)の講演の様子

ポスターセッションの様子

物理・数学・天文・哲学のRA81名が研究成果を発表し、活発な討議を行いました。

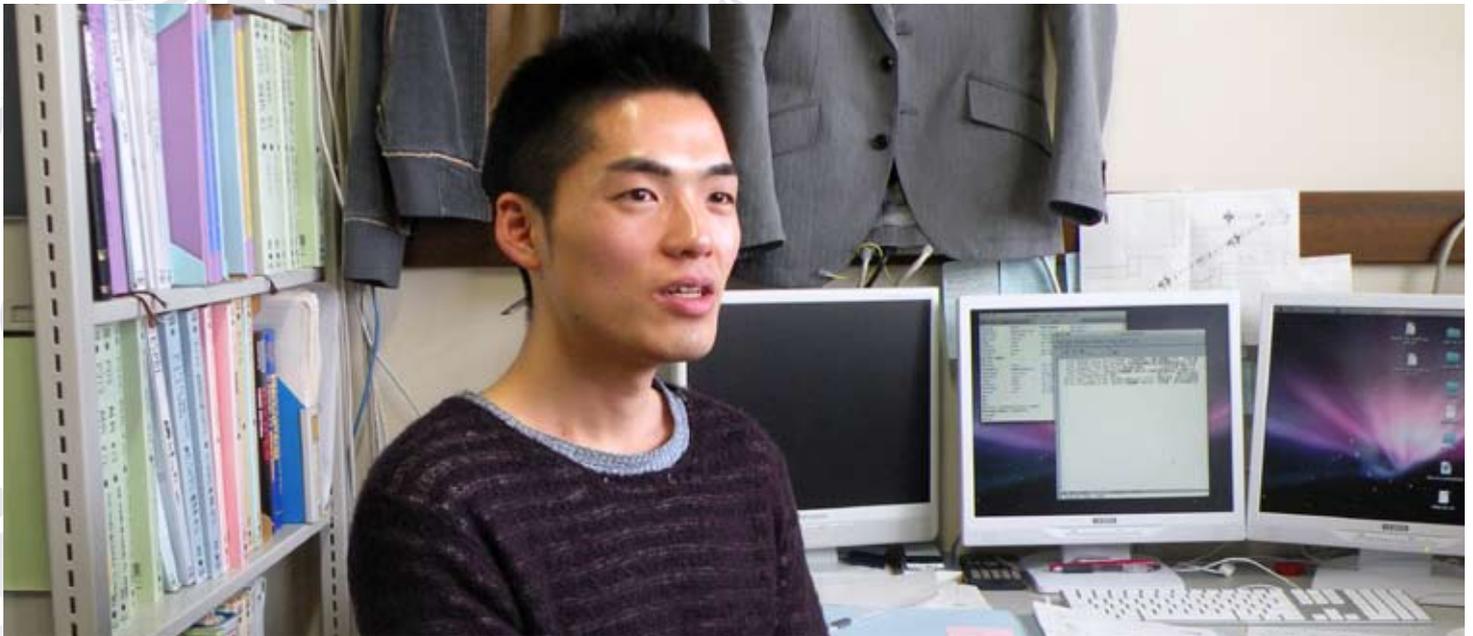


連載 第六回

新規採用された 助教へのインタビュー

東北大学 GCOE プログラム "物質階層を紡ぐ科学フロンティアの新展開" では目標達成の一環として助教を公募し、平成 21 年度に新たに 10 名を採用しました。今年度第四回目の助教の皆さんの紹介記事です。

2月18日に開催された第二回国際シンポジウムにて
ポスターセッションの様子



錬金術と回折と原子核の形

松田 洋平 (まつだ ようへい) 物理学専攻 助教

主な研究テーマ：原子核物理実験，不安核物理

経歴：星稜高校（石川県），東北大学，同大学理学研究科博士課程前期修了，同博士課程後期修了（2009年）

趣味：食べること

—研究内容を簡単に教えていただけますか。

自分の存在する世界がどのように作られているのか知りたいと思った事はないでしょうか。

私の行っている研究はその一部に関わっています。

身の回りにある物質は原子から出来ていますが，その真ん中には原子核と呼ばれる粒子が存在します。原子核は陽子，中性子と呼ばれる二種類の粒子が幾つか集まって構成されています。例えば ^{208}Pb と呼ばれる原子核は，82 個の陽子と 126 個の中性子から構成されています。その他に中性子数が 124 個である ^{206}Pb や中性子数が 125 個である ^{207}Pb も自然界に存在します。（このように陽子数が同じで中性子数が異なる原子核同士を同位体と呼びます。）自然界には約 300 種類の原子核が存在します。それ以外にも安定では無く寿命が来ると崩壊してしまう原子核（不安定核と呼びます）が存在します。これらも含めると 10000 種類近く存在すると言われています。これら原子核がどのようにして出来たか，どういう性質をもっているかなどを実験的に調べる分野が原子核物理実験です。

原子核という言葉は高校の教科書にも載っているので，良く理解されている分野だと誤解されているかも知れません。意外かも知れませんが，実際には今でも分からない事が多くあります。それぞれの原子核がどのような形をしているかも正確には

把握されていません。現在私が行っている研究は，この形を実験的に求める研究です。

例えばビリヤードを理論的に計算するという問題があったとします。その際，手球と的球の形状や重さは初期条件で与えられる量です。これが分からないと手球を的球へ衝突させる計算が出来ません。同様にして原子核同士の反応などを計算する場合も，これらを知らないとその反応を正確に記述出来ません。さらに原子核の場合は，ブレイクショットのラックと異なり，原子核内で陽子と中性子がくっきりとまた規則正しく並んでいる訳ではありません。原子核によっては表面の輪郭がぼやけておぼろ月のように見えるものや中心部分の密度が小さく内部が空乏化しているように見えるものもあります。このような状態も計算し，実験的に求めた形と等しくなるようにする必要があります。

原子核の形は原子核を表す基礎的な物理量の一つであり，実験に調べておく事は原子核を理解する上で重要なことなのです。

—研究の手法とはどのようなものでしょうか。

加速器を用いた実験になります。

私は不安定核の形を調べていますが，不安定核は自然界に安定に存在しないので自分達で作りに出する必要があります。例えば

9C という不安定核は、加速器で加速した 12C を 9Be に衝突させ、中性子 3 個を剥して作ります。この手法は鉛から金を作る事も可能な事から、錬金術とも言えます。

作り出した不安定核のビームを陽子標的に衝突させます。標的から反跳した陽子を検出器で捕らえ、反跳角度毎に不安定核と陽子が弾性的に反応した確率を求めます。(これを一般には陽子弾性散乱微分断面積の測定と呼びます。) この実験は系を変換すれば、陽子を不安定核に衝突させる実験と言えます。さらに陽子を波、不安定核をスリットと考えれば、この実験を光の回折に例える事が出来ます。実際、反跳した陽子の回折パターンには、フラウンホーファー回折に近い明暗のパターンが見えます。光の回折では、スリットの形や開口部の曇具合で、観測される明暗の間隔や強度に違いが現れます。これと同様に個々の原子核では形や内部の密度が違うので、観測される陽子の回折パターンに違いが現れます。簡単に言うとこの回折パターンの違いから、原子核の形を求める事が出来る訳です。しかし現実にはそう簡単では無く、原子核では強い相互作用、有限多体系といった難しい問題が絡んでくる為に未だその形を精度良く導き出せていないというのが現状です。

—この分野に興味を持ったきっかけは。

大学一年の時にエネルギーが高い、コストがかかる方が面白そうという漠然としたイメージから加速器を使った素粒子実験と原子核実験に興味を持っていました。(理論でなく実験なのは勉強出来ない分を努力で補えるからです。)

そんな時一年生向けに物理学への招待という名目で、興味があれば各研究室で週に一回勉強出来る機会が設けられていました。原子核実験の研究室では、電子と陽電子の対消滅というテーマで学生を募集していました。そのテーマに惹かれて原子核の研究室に立ち寄り、結局そのままずっと原子核に居る事になりました。

多人数の素粒子実験では隅々まで自分の手で触れる事は難しそうなので、今となっては数人で実験出来る原子核実験を選んで良かったと思っています。

進学や就職と似ているかと思いますが、研究内容に興味を持ったのは研究室で色々やってからです。

—研究していて、面白かった事、つらかったことは。

研究でよく思うことは、嘘をつくのは自分で物理は嘘をつかない、という事です。目の前の物理現象にいい加減な説明をつけたり、楽をしようと自分を偽った場合、その研究は大抵不十分な成果しか得られません。一から理論立てて目の前の物理現象と紳士に向き合えば、それに見合った成果が得られると初めて分かった時は物理って面白いと思いました。それが分かると大抵の事はつらなくなりました。

—東北大学に来たきっかけは。

大学入試の時と就職をする時に東北大学を選択しました。入試の時は、自分の学力と夏涼しいからという安易な理由からでした。その時は各大学の違いなどさっぱり分かっていませんでした。入学後に原子核の研究を盛んに行っているという事を知り、卒業後の就職先として再度東北大学を選択する事にしました。

—最後に、後輩に向けてひとことお願いします。

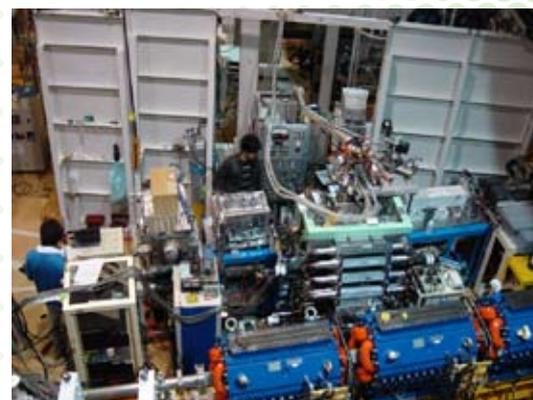
授業では、今勉強している内容がどの研究で何時必要になるか説明してくれる事は無いと思います。私は高校の時に複素数や化学が物理実験で重要になるは思っていませんでした。必要になる場合は、あらかじめ教えて欲しいとさえ思っていました。しかし大学に入り、研究を進めるにはその分野の専門知識だけでなく、プログラミングや電磁気に始まり化学や機械加工の知識、技術も必要になる事を知りました。

いかなる分野に進んでも、今勉強、経験している事が無駄になる事はありません。時間のある今のうちに自分に投資しておく事をお勧めします。

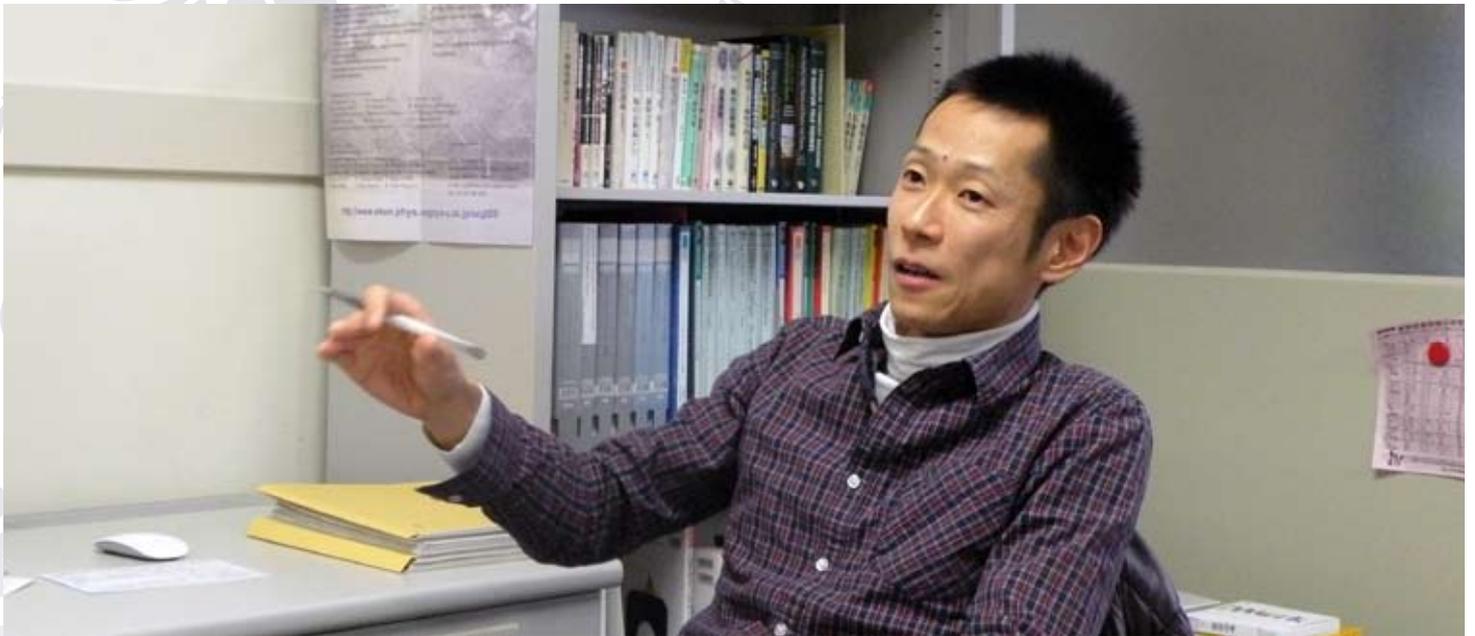
—本日はありがとうございました。



これから実験を行う理化学研究所にある超伝導リングサイクロトロン加速器



放射線医学総合研究所にあるシンクロトロン加速器施設に配置した実験装置



質量起源の解明に挑む

倉知 昌史 (くらち まさふみ) 物理学専攻 助教

主な研究テーマ：素粒子の質量の起源の解明

経歴：旭丘高校（愛知県）、名古屋大学、同大学理学研究科博士課程前期修了、同大学理学研究科博士課程後期修了（2005年）
東北大学理学研究科研究員、ニューヨーク州立大学研究員、京都大学基礎物理学研究所研究員、ロスアラモス国立研究所研究員
趣味：スポーツ観戦、マラソン、カメラ、建築物鑑賞、自転車（予定）、コーヒー、紅茶、お酒、その他いろいろ

—研究内容を簡単に教えていただけますか。

理論物理学、とくに素粒子論の研究をしています。素粒子論という難しいものであるというイメージが強いかもしれませんが、研究者が解き明かそうとしている謎自体は、実はとても素朴な疑問がもとになっているものがほとんどです。僕が取り組んでいるテーマもその例外ではありません。「世の中のものにはなぜ重さがあるのだろう。」このとてつもなく素朴な疑問に明快な答えを与える事が僕の夢です。

—研究の手法とはどのようなものでしょうか。

「世の中のものにはなぜ重さがあるのだろう。」と言われても、ふつう何を手がかりに考え始めたらよいか、見当もつきませんよね。モノの重さは突き詰めて考えればその根源的な構成要素である素粒子の重さに起因しているであろうということはわかりますが、では素粒子にはなぜ重さがあるのか。まだ漠然とした疑問のように聞こえますね。素粒子論が難しいのは疑問が素朴すぎるのが原因ではないかとすら思えてきます。でも大学で相対性理論や量子力学を習得し、大学院でその二つを統合した「場の量子論」と呼ばれるものを学ぶと、素粒子の世界をその場の量子論を用いて記述することができるようになり

ます。そうすると、場の量子論の言葉で、素粒子が質量を持つためにはこうなっていなければならない、そうになっているためには何かまだ発見されていない素粒子とそれを支配する法則があって、それがその「こうなっていなければならない」を実現しているに違いない、と話を進めることができます。と、言葉で言うのは簡単ですが、その未発見の素粒子や法則を勝手に持ち込んだ事で、これまでに知られている実験事実との間に矛盾が生じてしまう、ということがあってはもちろんいけません。実はこの、これまでの実験事実と矛盾する事なく、まだ発見されていない素粒子を導入したり、その素粒子を支配する法則を作る（僕たちはこれをモデルを作る、と呼びます。）というのが、素粒子論のなかでもとくに現象論と呼ばれる分野での主な研究手法で、僕もこの現象論的手法にのっとって研究をしています。もちろんその作ったモデルは後に実験で正しいことが確かめられなければいけません。モデルを作ったら、そのモデルはどういう実験をすれば確かめられるか、現在建設が計画されている実験で確かめることはできるのか、という事を検証するのも我々素粒子現象論研究者の仕事です。

—この分野に興味を持ったきっかけは。

実は僕はもともと大学は理学部ではなく工学部に入りたかったんです。なにがわかりやすい形で人の役に立つことをしたい

とっていましたから。それで名古屋大学の工学部を受験したのですが、幸か不幸か、いや、不幸ですけど、不合格となりました。世の中の役に立たせてください、とお願いしたら、「いや、けっこうです。」と言われた感じです（笑）というのは半分冗談ですが、いずれにしてもそのとき以降、もっと純粋に好奇心のおもむくままに未知の世界を切り開いていくという学問の形も自分の視野に入り始め、次の年に理学部を受験しました。それで大学に入った直後は、物理学というのは何もかも面白そうに見えて、素粒子論どころか、理論と実験のどちらに進みたいかすらも決められずにいました。それでもなぜか、いつのまにか迷う事もなく素粒子論の道に入っていました。とりわけ素粒子論が魅力的に見えたのかもしれない。

—研究していて、面白かった事、つらかったことは。

素粒子の現象論をやっている以上、最も重要なことというのは自分のモデルが正しいと実験で検証されることだと思いますが、それは数年、いや、へたをしたら数十年に一度、数人にだけおとずれる幸福な瞬間かも知れません。ちなみに僕にはその幸福はまだおとずれていません。ただ、日常的にもうれしいことや面白いことはあります。いろいろわからなかった事が考えに考えたあげくとてもすっきり理解できたり、最初は何の脈絡もない結果の集まりと思っていたものの背後に何らかの法則を見つけたときなどは、やはり物理って面白いなあとおもいます。あと、長くかかった研究がやっとまとまって論文として発表できたときや、その内容に関する講演を学会や国際会議、あるいは他研究室でのセミナー等で行い、聴衆から良い反応をもらったときなどは単純に嬉しいです。逆に物理をやっていてつらいことなどは一切ありません。と言いたいところですが、その面白い事にたどり着くまでの道のりというのはつらい事が多いかもしれません。僕の場合、面白いと思える時間の何十倍かはつらい時間を過ごすのではないのでしょうか。何十倍、いや、もっとかな（笑）おもしろい研究課題に挑もうとしているのに、それに必要な基礎知識が自分に不足していたり、あるいは一度勉強したはずなのに忘れていたりしてそこからやりなおし、というのはけっこうつらいものがあります。でも、高度な知識を縦横無尽に駆使して、まだ誰も答えを知らない宇宙最大の謎を解こうとするその挑戦は、とてつもなく面白いものに違いありません。実際自分のまわりの、物理をよーく知っている人々が物理をやっている姿をみると、そうに違いないと確信できます。僕も「物理って本当に面白い。」と実感を持って言えるようにはなりたいものです。

—最後に、後輩に向けてひとことお願いします。

研究者になるには創造力が必要であるというような事をよく耳にします。それはそのとおりだとは思いますが、じつは理論

物理学の研究にとってより重要なのは同じ「そうぞう」でも「想像」する力、想像力だと思います。物理学は自然法則を造り出す学問ではなく、既にそこにある自然法則を見つけ出す学問です。我々にはまだ見えていない法則を、実験結果やもっともらしいと思える原理をもとに正しく想像する、これができて初めて物理学が進展します。この作業には確固たる基礎知識と論理的な思考が要求されます。ただ、どんな知識が次の物理法則の発見に役立つかはわかりません。ですから、みなさんにはこれから出会う学問、たくさんものに出会うと思いますが、それらすべてに対し、これは将来役に立つのだろうかとかあまり考えずに全力で習得に努めてもらいたいと思います。そして常日頃から、これがこうなっているからこれはこうに違いない、みんなこう言ってるけどこういう可能性だってあるじゃないか、と、論理的にものごとを考える力、批判的にものをみて慎重に判断する力を養ってもらいたいと思います。

—本日はありがとうございました。



国際会議における研究成果発表



特異性の解明を目指して

佐藤 翔大 (さとう しょうた) 数学専攻 助教

主な研究テーマ：偏微分方程式論

経歴：東北高校（宮城県），東北大学卒，同大学大学院理学研究科博士課程前期課程修了，同後期課程修了（2009年）

趣味：散歩

—研究内容を簡単に教えていただけますか。

私は偏微分方程式を研究していますが，その中でも非線型放物型方程式の解の特異性について研究しています。偏微分方程式は物理や化学，あるいは生物，工学といった自然科学に起こる現象のみならず，人間社会に起こる現象を記述するモデルとして現れ，特に，解の特異性（解が無限大に発散する）は爆発—凝縮など様々な現象を表していることから，解の特異性を考察することは数学のみならず現象の点からも大変興味深いものであるといえます。

ここで，簡単に私が対象としている偏微分方程式の一種である非線型放物型方程式の説明をします。この非線型放物型方程式は拡散を表す放物型方程式と反応を表す非線型の常微分方程式の二つの方程式が合わさったものですので，拡散反応現象を表します。放物型方程式とは，熱の伝播や物質の拡散を記述する偏微分方程式であり，最も単純な方程式として熱方程式が挙げられます。熱や物質の拡散はなめらかに広がっていくことから，熱方程式の解はなめらかである，すなわち，解が尖ったりするようなおかしな状態である特異性をもたない。一方，非線型の常微分方程式の例としては，ある関数を微分すると，その関数のべき乗になるという常微分方程式が挙げられます。この方程式の解はある有限時間で無限大に発散する，すなわち，特

異性を生じます。では，放物型方程式と非線型の常微分方程式を合わせると，その解は特異性を生ずるのかどうか，すなわち，放物型方程式の解を滑らかにする効果と非線型による解の特異性を生じさせる効果のどちらが勝つのか，さらには，その特異性がどのように振舞っているのかという問題を私は研究しています。

そして，その中でも，化学反応，燃焼反応など様々な拡散反応現象の最も簡単なモデルとして現れ，藤田型と呼ばれる非線型項がべき乗である非線型放物型方程式を主として研究しています。この方程式は，その見かけは非常に簡単であるが，豊富な数学的構造を持つことから，様々な角度から研究がなされていて，特に，べき乗の指数に応じてその解の振る舞いが劇的に変わる興味深い対象である。その中でも，瞬間的な特異性の発生である爆発現象がよく研究されています。これは，私の研究対象の一つではありますが，現在は，特異性が持続する解についても研究しています。このような問題は，現在まで，全く考えられていなかったものであり，そのため，まだまだ，数多くの問題が今後残されています。

—研究の手法とはどのようなものでしょうか。

やはり，主となるのは，手を動かしての計算になります。も

もちろん、本や論文を読むことによって、知識を広げ、そして、新しいアイデアを取り入れていくことも重要ですが、自分で考えたアイデアを正しいかどうか確かめるためには、実際、手を動かして計算するしかありません。そして、これらのアイデアが上手くいくのは、ほんの一握りしかなく、問題を解くためには、根気よくただひたすら計算していきます。

—この分野に興味を持ったきっかけは。

最初は、漠然と数学全般に興味を持っていましたが、その後、数学を学ぶにつれて、解析学（微分や積分を用いて統一的に研究するような数学の一分野）に興味を惹かれてきました。そして、より分野が細分化される中で、様々な現象を記述する偏微分方程式を研究してみたくなり、現在の研究テーマである解の特異性にたどり着きました。

—研究していて、面白かった事、つらかったことは。

研究していて、面白かった事は、もちろん、問題が解けたときにはその喜びはひとしおですが、それはほんの一瞬で終わってしまいます。それよりも、問題を解いていて上手くいっている間の方が、寝食を忘れるくらい長い間、楽しさが続きます。一方で、つらかったことは、問題が解けたと思っていたら、実は全く解けていなかったときは、喜びの後ですので、気持ちはめっきり落ち込みます。

—東北大学に来たきっかけは。

私は、以前から仙台に住んでいまして、大学進学の際には、恵み豊かな自然をもつ地元宮城への愛着から、ぜひ東北大学に進学したいと決めました。最初はこのような理由で東北大学に来ましたが、その後、東北大学にて、学部、大学院と経る間に、本学の研究環境の高さ、例えば、数学資料室の蔵書数が日本随一であることや教官方の素晴らしい指導を体感でき、本学を選択できたことを大変うれしく思いました。そして、昨年度無事学位をとりました後、縁あって、東北大学にてGCOE助教として採用いただきました。

—最後に、後輩に向けてひとことお願いします。

数学に限らず学問をするうえで、興味をもつことが重要です。もし、興味がなければ、続けていくことは非常に困難になります。では、興味のほかに何が必要かと言うと、私は、数学

では、自分で手を動かして計算することが重要であると思います。何か思いついたら、とにかく少しでもいいので手を動かして計算してみてください。一度考えてしまうと、手を動かさずに計算をやめてしまいます。でも、実際に、やってみると間違いのように見えて、正しいかもしれません。また、例え、間違いだとしても、計算することによって、確実に理解が深まります。数学が好きであり、自分で計算することをいとわなければ、数学を研究していけると私は考えます。

—本日はありがとうございました。



青葉山キャンパス 数学棟



東北大学

■大学院理学研究科

数学専攻

物理学専攻

天文学専攻

■ニュートリノ科学研究センター

■電子光理学研究センター

■原子分子材料科学高等研究機構

■多元物質科学研究所

■大学院文学研究科

文化科学専攻 哲学講座

〒980-8578

仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3 東北大学理学研究科
ニュートリノ科学研究センター内 GCOE 科学支援室

電話：022-795-6725

E-mail: GCOE@scienceweb.tohoku.ac.jp

URL: <http://www.scienceweb.tohoku.ac.jp/>