

# 東北大学 理学部物語

*The Tale of  
Faculty of Science,  
Tohoku University*

丸 鷹  
WAKATAKA



東北大学

世界と、宇宙と、情熱と。

$\rightarrow \alpha = \beta R \beta, \quad \psi = -\beta s \cos(\alpha - \beta s)$   
 $\Delta \psi_n + A_n e^{U_k} \int_0^1 e^{x(U_n - U_k)} dt \cdot \psi_n$   
 $\psi_n = -\beta_n(s) + o(1) \quad \downarrow \beta_{k,3} + 112$   
 $\int_0^1 \left( -\beta_k^2 e^{U_k} \psi_n \beta_{k,3} + A_n e^{U_k} \int_0^1 e^{x(U_n - U_k)} dt \cdot \psi_n \beta_{k,3} \right)$   
 $A_n e^{U_k} \psi_n \beta_{k,3} \left( \int_0^1 e^{x(U_n - U_k)} dt - 1 \right) + (A_n - \beta_k^2) e^{U_k} \psi_n$

---

$\frac{1}{j} \operatorname{wsh} j \alpha \cos(k-j)\alpha + \frac{1}{4R} \operatorname{wsh} k \alpha \cos \alpha$   
 $\operatorname{wsh} k(s-x) = 1$   
 $\cos(k-j)\alpha$   
 $\frac{\sin \theta}{4R (\operatorname{wsh} k \alpha - b \operatorname{wsh} \theta)} \left[ \frac{\sin h \alpha}{(\operatorname{wsh} k s - b \operatorname{wsh} \theta)^2 (\operatorname{wsh} k \alpha - \operatorname{wsh} \theta)} \right] + \frac{\sin \theta}{(\operatorname{wsh} k s - b \operatorname{wsh} \theta)^2 (\operatorname{wsh} k \alpha - \operatorname{wsh} \theta)} - \frac{\sin \theta}{(\operatorname{wsh} k \alpha - b \operatorname{wsh} \theta)^2 (\operatorname{wsh} k s - \operatorname{wsh} \theta)}$   
 $(1-x) \operatorname{wsh} k \alpha$   
 $\log \frac{1-2e^{-2x}}{1+e^{-2x}}$   
 $e^{-kx} \operatorname{wsh} k \alpha$   
 $(-k-x) \cdot \alpha = \beta - \alpha$

---

$\Delta_{(s,0)} \left( \frac{\operatorname{wsh} j \alpha \cos(k-j)\alpha}{\operatorname{wsh} k s - b \operatorname{wsh} \theta} \right)$   
 $= j^2 \operatorname{wsh} j \alpha - \frac{1}{\operatorname{wsh} k s - b \operatorname{wsh} \theta}$   
 $+ \operatorname{wsh} j \alpha \cdot \left( \frac{-k}{\operatorname{wsh} k s - b \operatorname{wsh} \theta} \right)$   
 $+ \operatorname{wsh} j \alpha \left[ (k-j)^2 \cos(k-j)\alpha \right]$   
 $+ 2 \cdot (-k-j) \sin(k-j)\alpha$   
 $+ \cos(k-j)\alpha \cdot \left( \frac{-k}{\operatorname{wsh} k s - b \operatorname{wsh} \theta} \right)$   
 $= \frac{(-k^2 + 2jk) \operatorname{wsh} j \alpha \cos(k-j)\alpha}{\operatorname{wsh} k s - b \operatorname{wsh} \theta}$   
 $+ \frac{2bk(k-j) \operatorname{wsh} j \alpha \sin k \theta \sin(k-j)\alpha}{(\operatorname{wsh} k s - b \operatorname{wsh} \theta)}$   
 $+ \operatorname{wsh} j \alpha \cos(k-j)\alpha \cdot \frac{k^2 - (\operatorname{wsh}^2 k s - b \operatorname{wsh} \theta)^2}{(\operatorname{wsh} k s - b \operatorname{wsh} \theta)} + 2jk \operatorname{wsh} j \alpha$



東北大学  
理学部物語

Introduction . . . . .	4
Talk Session . . . . .	5
Column . . . . .	12
Research . . . . .	14
Students Voice . . . . .	24
Alumni Voice . . . . .	36

Talk Session

# 僕らが伝えたい 理学の魅力



ミクロからマクロまで、

さまざまな研究に取り組んでいる4人の学生に、

理学のおもしろさについて語っていただきました。

理学は、自然界にひそむ原理や法則性を解明し、真理を探究する学問である。理学は、人類の「数理とはなにか」、「物質とはなにか」、「我々の住む地球そして宇宙とはなにか」、「生命とはなにか」という根源的な自然への疑問に対する飽くなき知的好奇心を原動力として、学問として形成されてきた。また、理学は人間の生活に密接に関わっており、現代社会を支える主要な科学技術や人文・社会科学など様々な分野の研究の基盤となっている。

## 東北大学に進学するまで。

「まずは、みなさんが東北大学に進学したきっかけを教えてください。」

渡辺／実は高3の春までは関東の大学を志望していました。でも、当時の担任の先生から「渡辺は東北大が合う！」と勧められ、東北大のオープンキャンパスに行くことにしました。そのオープンキャンパスが決め手ですね。もともととは理科よりも地理が好きで、そこから地球の地形などに興味を持ち始め、「地球の何かを研究したい」から徐々に「オーロラを研究したい」へと興味が変わっていきました。オーロラを研究するには物理からのアプローチが必要で、そういう研究室があるのが東北大だったという経緯もあります。

大道／オープンキャンパスでは地球物理を見学したんですか？

渡辺／はい。今私が所属している研究室を見に行きました。そのとき見たポスターに木星と土星のオーロラのイメージが描かれていて、そこで初めて巨大惑星にもオーロラがあることを知り、すごく感動しました。それがきっかけで、現在は巨大惑星のオーロラを研究対象にしています。



## 「理学」にとことん向き合う日々。

「現在はどんなことを研究していますか？」

渡辺／私は木星のオーロラを研究しています。今まで世界中の望遠鏡で木星のオーロラは観測されているのですが、空間分解能の限界によりはやけてしか見えませんでした。でも、昨年東北大のチームがすばる望遠鏡に搭載されたAOという特殊装置を使って木星を撮影してみたところ、高空間分解能が可能となり、今まで見えていなかった構造が現れました。そのデータをまだ誰も解析していなかったのですが、私が担当することになり、今はその構造がどう動くのか、その木星の磁気圏にどうつながっているのか解析をしているところです。

大道／僕は素粒子の観点から宇宙のはじまりや進化について研究しています。素粒子物理学の中には、「標準模型」と呼ばれる模型があります。この模型はこれまでの加速器実験の結果と矛盾がなく、とてもよくできています。しかし、裏を返すと標準模型を超えた新しい現象はまだ発見されていないことなので、素粒子物理学者は悲しくも思っています。そこで宇宙に目を向けてみると、例えば、「暗黒物質」の候補と

形は学んでいて面白いと思っていたんですが、それをより深く学べるところはないと思っただんです。でも実際調べてみたら（地球科学系が）あって、野外調査なども興味深かったので、目指すことにしました。

芳野／私は、高2までは医学部を目指していました。でも、3年生になったときに医学部は難しいと思うようになり、さらに自分は病院が苦手だということを思い出したんです（笑）。もともと理科が好きで、特に授業中など自分が疑問に思うことは追求する傾向があったので、じゃあ理学部がいいのかなと思ひ、理学部を受験することにしました。最初は別の大学を目指していましたが、模試でどうしても点数が足りなくて志望校を再考することになり、東北大のオープンキャンパスに行ったこと、そのときの雰囲気がとてもよかったことを思い出して東北大に志望校を変え、さらにそのなかで化学に決めました。

宗村／その当時は、化学の「この分野が好き」みたいなものはあったんですか？

芳野／分野というか、化学の資料集の無機の錯体のページが好きでした。色が並んでいてカラフルできれいだったんです。

大道／高校では地学を選択していなかったんですか？

宗村／はい。社会で地理を選択していたので地



大道竜次／物理学専攻博士課程後期2年、岩手県立盛岡第三高等学校出身。趣味はフットサル、スポーツ観戦。

「最後に高校生のみなさんへ進学のためのアドバイスをお願いします。」

芳野／オープンキャンパスはその大学の雰囲気を知れるのでいいですね。志望校を並べてみたときに、現地を知っているというだけでも安心感があると思うので、いろんなところに見学に行ったほうがいいと思います。私が実際に見学したのは東北大だけでしたが、それで選んだという部分が大きいです。

渡辺／せっかくオープンキャンパスに行くなら面白いもの探しをしてみたらいいんじゃないかな。



渡辺はるな／地球物理学専攻博士課程前期1年、群馬県立高崎女子高等学校出身。趣味は打楽器、自転車、バイク、キャンパスにいる猫の観察。

宗村／確かに僕も「面白いものないかな」と思って実際地球科学に出会ったので、オープンキャンパスにはぜひ行ってほしいですね。

大道／僕は違った観点からになりますが、もう少し国語を勉強しておけばよかったと思っています。理系なので国語に重点を置いていませんでしたが、実際研究室に入って論文や書類を読み書きするときに特に思いました。

宗村／英語もそうですね。論文読んでいても「この単語何だったっけ？」って(笑)。今になってすごく感じます。

渡辺／私は物理のAO入試で合格をもらえたんですけど、12月初旬には決まったのでその時期の数Ⅲ、数Cを疎かにしてしまい、大学に入ってから苦労しました。なので受験に特化した勉強もしつつ、ひととおり基礎はやっておかないとあとで自分が苦しむことになるかもしれません。



宗村匠／地圏環境科学科3年、新潟第一高等学校出身。好きなスポーツはサッカーとバスケット。趣味は読書と歌うこと。



芳野幸奈／化学科4年、岩手県立盛岡第一高等学校出身。趣味は編み物、読書。

宗村／あとは部活はやっておいたほうがいいかな。何でもいいんですけど、ひとつのことをやっておけば、培った集中力を受験勉強にぶつけられると思います。

なる粒子は、標準模型の中には存在しないということがわかります。そのため、暗黒物質の正体を素粒子に求める場合、標準模型の拡張が必要になります。僕は標準模型の拡張とその宇宙論について、紙とペンとPCを使って理論的観点から調べています。これまでの実験や観測の結果と矛盾が現れないように標準模型を拡張し、未解決問題を解決できるかどうかの考察を行っています。なるべく少ない仮定を入れて、多くの問題が解けると嬉しいですね。あまり身近な世界じゃないですね(笑)。

芳野／私はRNAと結合して光る長波長の蛍光色素を作っています。最近「機能性小分子RNA」が遺伝子発現機構を制御する役割をしているということがわかってきて、その小分子RNAを検出するためのプローブをつくるというのが研究室の主なテーマになっています。それで、研究室の先輩が、ある配列の小分子RNAをターゲットにして、くっつく緑色の蛍光を発し、その配列を持つ小分子RNAが存在しているかどうか分かるプローブをつくりました。今、私は、その研究をさらに発展させようとしています。先輩のつくったプローブは、緑色に光る色素を使っているのですが、そのプローブを細胞に導入した時に、緑色の蛍光では細胞の自家蛍光と被ってしまい、場合によって

は観察しにくくなるんです。ですので、私は、より長波長の赤色に光る蛍光色素の開発を目指し、研究しています。

大道／色を変えるのは難しいですか？

芳野／はい、とても難しいです。赤色蛍光の色素は、安定性が悪くなったり、RNAと結合してもあまり光らなかつたり、試行錯誤を重ねています。

「宗村さんは最近研究室に配属されたんですね。どんなことをやってみたいですか？」

宗村／研究室では地形学をやっているのですが、僕自身その中でどんな地形を研究するのか、これから先生や先輩と話合って決めていきます。水河地形や河川地形をはじめ、火山性堆積物の地形、地すべりで起きた地形を研究しているので、おそらく僕も同様の研究対象を調査することにしたいと思います。

大道／実際にフィールドでサンプル解析をするんですか？

宗村／はい。範囲を決めて地層を調べ、予測し考えます。出張が多いので、研究室にはお土産が集まって楽しいですね(笑)。

将来へ繋げるために。

「みなさん今後の進路は考えていますか？」

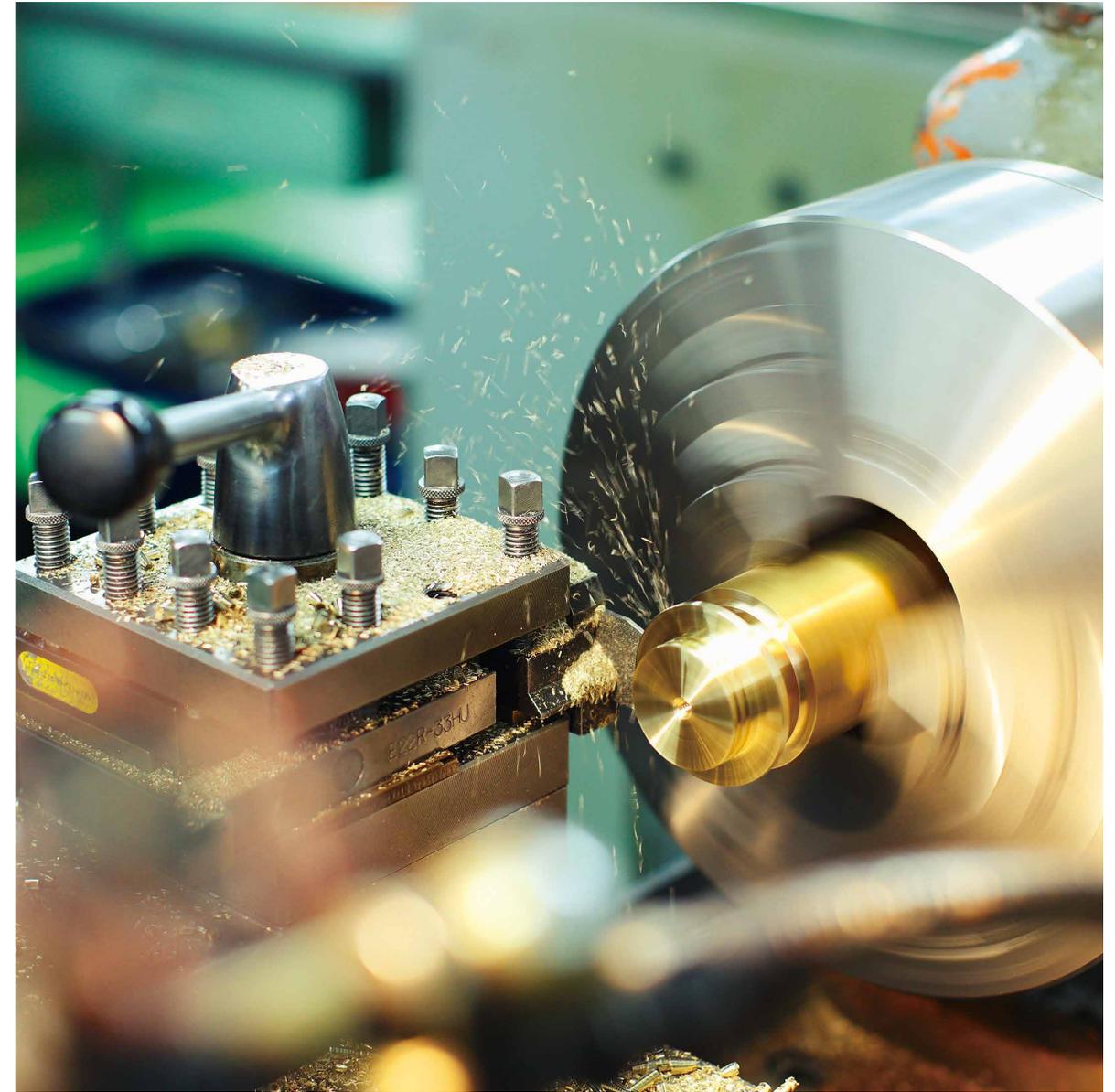
芳野／まだ具体的に決めてはいませんが、修士まで進み、就職を考えています。

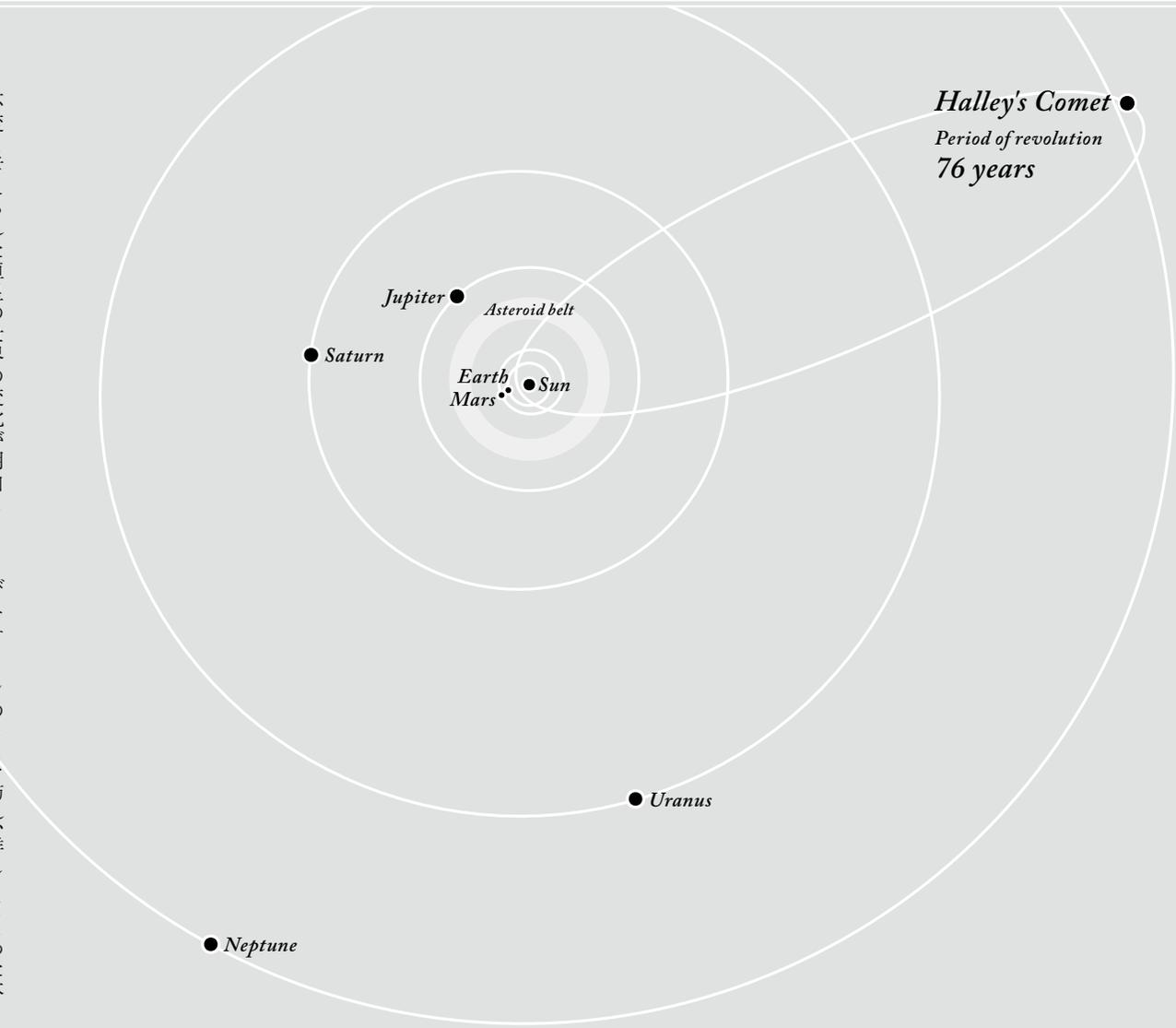
大道／僕も就職を考え始めています。今までの研究そのものを活かせる職業は少ないですが、背景を理解して、問題を見つけて、それを解くというプロセスは身についているので、それを活かせる職業に就きたいです。

渡辺／私は宇宙業界に興味があるので、そこでハードウェアあるいはソフトウェアに関わる職業に就けたらと思います、今調べているところです。今年の夏にはインターンシップに参加して、宇宙業界についての勉強をしたり、パソコンを使って衛星データの解析の一部分を体験したりしました。

宗村／僕は、高1まではメディア関係に就きたいと思っていました。今は大学院まで進学後、地質関係への就職を考えていますが、できればメディアと自分がやっていることを結び付けたいですね。

芳野／地学系の番組ありますか？「プラタモリ」とか。





Halley's Comet ●  
Period of revolution  
76 years

不変と考えられた恒星の世界の変化が明白となったことから天文台が建設され、ティコによる星々や惑星の精密観測が開始された。20年間休むことなく続けられたティコの観測は、彼よりも25歳若いケプラーに引き継がれ、ケプラーは火星の公転周期である687日ごとの火星と太陽の間の角度のデータから三角測量によってまず地球の軌道を、そして再度太陽との三角測量を行うことで火星の軌道を決め、惑星の軌道が太陽を焦点とする楕円であることを明らかにした。

この楕円に秘められた数理を解き明かしたのはニュートンである。そして、その偉業を支援したのがニュートンより13歳若いハリーであった。ハリーは25歳の頃に、3つの見事な彗星を観測していたが、その動きを説明することができなかった。翌年、ケプラーの法則が距離の2乗に反比例する力の存在を示唆することに気付いたハリーは、ニュートンを訪ね、太陽と惑星の間に距離の2乗に反比例する力が働くときの惑星の軌道について質問した。ニュートンは楕円軌道になることを伝えハリーを驚かせること、数ヶ月後、その詳細を論文にしてハリーに送った。ハリーはその内容に感銘し、再

びニュートンのもとを訪れ、詳しくまとめた本を出版するように説得した。こうして生まれたのが力学の名著「プリンキピア」である。ハリーはこの出版に関わる一切の雑用を引き受け、そのほとんどの費用を賄った。

ニュートンから学んだハリーは、数百年分の彗星の観測記録から、彗星の軌道を次々と求め、1682年に自らが観測した彗星の軌道が、1607年、1531年に出現した彗星の軌道と同一であることを発見した。描く線が重なったのである。これが同一の彗星であれば、太陽を焦点とする楕円軌道を周回し、1682年の76年後、1758年に再び現れるはずである。ハリーは1705年の論文でそう予言し、彗星回帰の16年前に亡くなった。そして、1758年のクリスマスの夜、彗星は帰ってきた。太陽に最も近付いたとき、その尾は数十度に伸び、ニュートン力学の正しさの証となった。

ハレー彗星は、1910年(明治43年)にも回帰している。当時日本は彗星の太陽面通過が観測できる絶好の位置にあり話題になった。東北帝国大学理科大学(現 理学部)はその翌年に

1986年3月21日、午前4時、氷点下のテントの外に出ると、輝く星の光が目に入った。高校生の私は長野県清里村でこの条件をずっと待っていた。冷たくなった口径10cmの屈折望遠鏡のファインダーに、南東の空、地平線から高度15度の天球を写し込む。夜明け前の深い青、無数に散らばる星々の中に現れた淡い光。ファインダーの十字にその目標を捉え、赤道義のクランプを締めた。接眼レンズの焦点を合わせると、ぼんやり広がる光と淡い筋。間違いない。私は、自動追尾のモータを動かし、静かにカメラのシャッターを開いた。

当時の私は、ハレー彗星(ハリー彗星)が自然法則の普遍性の検証に深く関わっていたことをまだ知らなかった。

それは、446年前のカシオペア座の一つの星が突然金星よりも明るく輝いた1572年11月11日の異変から始まる遠い昔の研究者のドラマである。デンマーク生まれの25歳のティコは、この超新星の精密観測を行い、この星が恒星の一つであることを明らかにした。永久

開学している。その尾の長さが140度に達した壮大な姿を進学を志した若き学生達は見えていたであろう。次回ハレー彗星が太陽に最も近付くのは2061年7月28日である。



柴田 尚和 (しばた なおかず)  
物理学 准教授

1996年東京理科大学理学部物理学専攻修士課程修了。1998年筑波大学物理学工学系助手。1999年東京大学総合文化研究科基礎科学系助手。2005年より現職。専門は物性理論。主に物質中の量子多体問題を数値的に解析し、強相関電子系や分数量子ホール系における量子多体現象や量子相転移の研究を行なっている。

※このコラムの歴史的な内容については、John Candeo Dean, "The story of Halley's Comet" (1908)、藤原邦男「物理学序論としての力学」(1984)を参考にしています。

## 原子核反応を解き明かし、 ニホニウムの物理を探る。

### ワクワクするような科学の研究

ふとしたきっかけで、最近、自分の先祖のことを調べてみました。両親の戸籍を取り寄せ、そこから更に祖父父母の戸籍、曾祖父父母の戸籍とさかのぼり、最終的には幕末に生まれた高祖父父母の戸籍まで入手することができました。これらの戸籍を読み解いて家系図を作ってみると、これまで知らなかった新しい発見がいくつもあつたのですが、同時に家系に関する新しい疑問も自然に次々とわきました。色々な手段でそれらを解決すると、新しい発見とともにまた別の疑問がわく、そしてそれが次の発見へつながる、という繰り返しでした。新しいことを知るといいうワクワク感と、思いついた疑問をいろいろ調べて解決するという達成感で、とても楽しい作業でした。実は、この感覚は科学の研究でも同じです。これ

までに知らなかったことを調べて明らかにするのが科学ですが、発見できればそれで終わりというわけではなく、それとともに次の新たな課題が出てきて、それに挑戦する。新しいことを知れば知るほど、どうしてそうなっているのだろうと思う、そういうワクワクすることの連続です。

### 原子核の地図を探索する

私の専門分野は原子核物理学で、その理論的研究をしています。原子核は原子の中心にある極微の物体ですが、コンピュータを使って量子力学を解き、その性質や振る舞いを理論的に調べています。この原子核に対する「核図表(かくずひょう)」という名前の地図があります。高校で習う元素の周期表は、原子の中にある電子の数(陽子の数)の順番に元

素を並べたものですが、原子核は陽子と中性子から出来ているので、そこには中性子の情報が欠けています。そこで、周期表に中性子の数も含めて拡張する、ということをしなくてはなりません。中性子の数を横軸に、陽子の数を縦軸にして2次元平面内の座標の各点に原子核を一つずつ置くことで周期表を拡張したものが核図表なのです。

現代の原子核物理学の重要な課題の一つは、この核図表に載る様々な原子核の性質を探索し、その地図の端がどこにあるか探る、ということなのです。地図の端にある原子核は、中性子が普通よりずっと多く存在する中性子過剰核であつたり、最近日本にちなんだ名前がついたニホニウムのような超重元素であつたりします。そして、このような探索は、宇宙の中でウランやトリウムなどの重元素がどのように誕生して現在のような姿になったのか、という謎を



明らかになることにつながります。ゴージャンの有名な絵のタイトルにある、「我々はどこから来たのか、我々は何者か、我々はどこへ行くのか」という疑問と全く同じものです。

## ニホニウムに続く

### 次の新元素合成に向けて理論からの展開

私の主な研究テーマの一つは、重い原子核の低エネルギー反応のメカニズムを解明する、というものです。原子核は複数の粒子(陽子や中性子)から構成されるもので、2つの原子核をぶつけると様々なことが起こり、核反応自身に大きな影響を及ぼします。例えば、2つの原子核同士が力を及ぼすことにより、原子核がフラフラと向きを変えたり、プロトンと運動を始めたります。私は、このような複雑な現象を記述するモデル化を行い、それをコンピュータで解いて実験データを説明する、ということを行っています。「結合チャネル方程式」と呼ばれる連立シュレーディンガー方程式を解くことにより、これまで多くの実験データを再現することに成功してきました。現在は、この手法をニホニウムなどの超重元素の生成反応へ拡張すべく、新しいモデル化に挑戦しています。そこには、現象論的に導入された摩擦係数をどのように陽子や中性子と

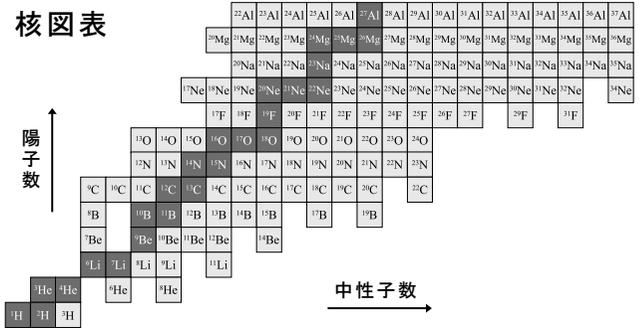


図:原子核の地図、核図表の一部)。ニホニウムは113番元素であり、縦軸で113番目のマス(図の欄外はるか上)にある。

いったミクロな視点で理解し、そして、それをどのように量子力学に組み入れるか、という未解決の問題が存在します。これが解決すると、次の新元素合成に向けて、理論の立場からの大きな展開が期待できることとなります。

湯川秀樹博士がその自伝「旅人」で言っているように、「未知の世界を探究する人々は、地図を持たない旅行者」です。実は、「地図は探究の結果として、できる」ものです。まだ見ぬ未知の領域にある宝物を探して原子核の地図を彷徨いつつ地図そのものを

## RESEARCH | 2

# 生き物の神秘を覗き見る

## 「百聞は一見に如かず」。

アオムシはどうやって  
アゲハチョウになるか？

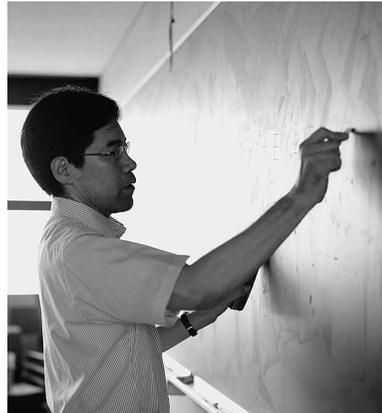
みなさんは子供の頃に、キャベツの葉っぱにくっついているアオムシが、どうやってあんなに美しいアゲハチョウになるのか、不思議だと思ったことはありませんか？私があります！うようよと動いていたアオムシが、固い殻に包まれて、そこから出て来た時には全く違う生き物に変わっているなんて、とても神秘的ですよ。ですが考え方を換えれば、殻を剥いてしまえば、殻の中で起きている成虫の組織が形づくられる瞬間が見える、ということなのです。

## 蛹の中を覗いてみよう

さて、蛹(さなぎ)の中ではいったい何が起きてい

るのでしょうか？私たちの研究室ではモデル生物として、研究に適した小さな生き物「シヨウジョウバエ」を使っています。シヨウジョウバエも完全変態生物ですので、蛹の中で成虫への劇的な組織の形づくりを成し遂げます。幼虫はその体の中に、眼や翅や脚の基になる成虫原基(原基)と呼ばれる器官を持っています。それぞれの原基は、タマゴ(胚)の時期に胚を構成する上皮細胞集団が胚の内腔に落ち込んで形成され、幼虫の時期に少しずつ大きくなり、蛹の時期に変形して成虫の組織の形になります。と教科書には書かれています。が、イメージしづらいですよ。そこで、GFPなどの蛍光タンパク質を使って、体の中の一部の細胞を光らせて観察しました。その結果、蛹のある決まった時期に原基は、プーンと風船が膨らむように大きくなって形が変化し、30分ほどの間に頭胸腹が分かれて眼ができ、脚翅が伸び、「シヨウ

開拓していく、というのが私たち原子核物理学者の目指しているところなのです。

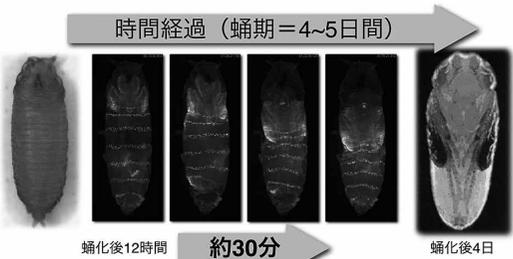


萩野浩一(はぎのこういち)

物理学科 原子核理論研究室 准教授

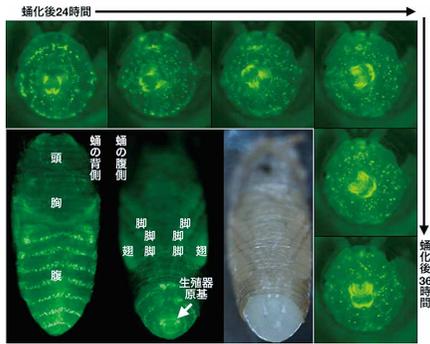
1998年東北大学大学院理学研究科物理学専攻博士課程後期3年の課程修了。博士(理学)。ワシントン大学研究員、京都大学基礎物理学研究所助手を経て2004年より現職。専門は原子核物理学(理論)。原子核反応、不安定原子核、ハイパー核などの理論的研究を行っている。日本史に興味があり、大学時代は茶道部に所属。科学者の随筆を読むことも好き。1971年仙台市生まれ、神奈川県育ち、その後、北海道、茨城と移り住み、高校は千葉県。

## 倉永 英里奈 教授 / 生物学科



蛹の殻の中で、幼虫から成虫に「変身」する過程を可視化。この30分間、蛹は殻の中でまるで踊るように左右に振り続けます。なんと、生き物が懸命に発生する愛おしさよ！この「踊る蛹」を動画でお見せ出来ないのが残念です。

ウジヨウバエ」の姿になりました。昆虫の種類は違いますが、まさにアオムシからアゲハチョウへの変身を垣間見たようで、眼から鱗が落ちた瞬間でした。



ショウジョウバエの生殖器原基は12時間かけて360度時計回りに回転する。1930年代のスケッチから80年の時を経て、本当に回転していることを証明しました。この「マニアック」で「生命の共通原理の宝庫」である現象を探求していきます。

## 生き物の共通原理

そろそろ、私たちの研究の話をしてしましよう。私たちは、組織の形づくりを生きたまま可視化する手法（ライブイメージング）を用いて研究しています。解析したい組織の近くの蛹の殻を丁寧に剥いて、スライドガラスに簡易モイストチャンバーを工作して殻を剥いた蛹を入れて保湿し、レーザー顕微鏡で観察します。この方法を使うと、蛹を生かしたまま、組

この観察によって、私の幼少からの疑問はかなり解消されたのですが、生物学的にはもっと重要な課題「この瞬間を制御するメカニズム」が残されています。

マニアックな現象から発見した、

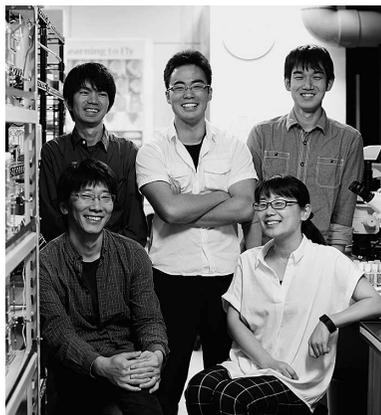
織の形づくりを観察することが可能です。

研究対象の中で、興味深い動きをするものを一つ紹介します。その組織は、オスの蛹の尾部先端に位置する「生殖器原基」です。ライブイメージングの結果、なんとこの組織は、蛹化後24時間から約12時間かけて、時計回りにぐるりと360度回転しました。

1930年代のドイツ語の教科書に、回転することが手書きの絵によって描かれていましたが（それはそれで凄い）、ライブイメージングしたのははじめてです。更なる研究の結果、この回転は、生殖器を取り囲む600個以上の細胞が、左右非対称な自律的な動きをすることで、集団で時計回りに移動する結果生じる、ということが解りました。数百もの細胞を同期させるプログラミングは莫大な情報量が必要であるため脆弱となり、頑強性を必要とする多細胞生物の組織形成には不向きです。しかし今回私たちが発見したメカニズムでは、細胞を同期させる必要は無く、各々の細胞のうずうずとした動きに時計回り方向の偏りがあると時計回りに動いていきます。このような細胞の集団移動は、多細胞生物が細胞の塊から組織を作り上げていく過程において、さまざまな場面でみられる現象でした。殻の中でおきていた、「組織が回転する」という一見マニアックな現象でも、実際に視て、そのプロセスを詳細に解析したおかげで、多細胞生物の形づくりに重要な集団細胞移動の共通原理を世界に先駆けて報告することが出来ました。



殻の中で「細胞」が「組織」に変わるメカニズムを解明することで、多細胞生物がどうやって「細胞」から「生き物」になるのか、理解することが出来るのです。私たちはどうやって作られるのか、小さな生き物と一緒に考えてみませんか？



倉永 英里奈（くらなが えりな）

生物学科 組織形成分野 教授

2004年大阪大学大学院医学系研究科博士課程修了。医学博士。2004-2006年東京大学薬学部助手、2010年まで同講師。2011年から理研CDBチームリーダーを経て、2016年より現職。専門は発生生物学。生き物の形づくりと維持のしくみを知るべく、ハエの蛹の中で進行する細胞のふるまいを日々観察している。生き物が魅せる脆弱さとしなやかに、己の生き様を考えさせられる毎日。そして基礎研究を行う者として、生き物が教示することを正確に判りやすく伝える責任があることを、忘れないようにしようと思っています。



### RESEARCH — 3

服部 誠 准教授 / 宇宙地球物理学科

## 先端技術と現代天文学の叡智を 結集して宇宙創成期を観測する。

### 宇宙物理との出会いは自然な流れで

今では何を悩んでいたのか全く記憶に無いのですが高校時代は胃潰瘍になるほど日々悶々としていました。何をやっても考えは堂々巡りするばかりで全く先が見えない日々を過ごしていました。そんな私の姿を見ていた担任の先生の、君は物理をやれ、の一言でただ悩み続けるのを止めて物理学者を目指して歩み始めました。

自分と宇宙物理学との出会いは、大学の同期が北海道旅行のお土産で持ち帰ってきた北大大学院の受験案内に、宇宙物理学研究室と書いてあるのを見つけたことでした。卒業研究でインフレーション理論に取り組んでいた私には、宇宙の研究を通して基礎物理学を研究する宇宙物理学という分野は非常に魅力的に映りました。さらに北大院に進学すれば、思

う存分北海道を満喫出来ることも魅力でした。大学進学後、学費と生活費を自分で稼がねばならなかったため、北海道旅行など考えられない生活を送っていたからです。学部1・2年の2年間は、住み込みの新聞配達員をしていました。肉体的には大変でしたが、社会貢献をして稼いだお金で好きな勉強をしている状態に自分自身満足でき、精神的には非常に充実していました。

### 宇宙創成期を観測できる時代に

現在は、インフレーション理論を観測的に検証する研究に取り組んでいます。インフレーション理論は、誕生からまだ<sup>36</sup>10秒と開閉間も無い頃<sup>かいびやく</sup>の宇宙で起きた劇的な物理現象を記述する理論です。この理論によると当時の真空のエネルギーに駆動されて宇宙

の半径が加速度的に膨張して、僅か<sup>34</sup>10秒の間に宇宙の半径が<sup>30</sup>10倍にもなります。このような劇的な宇宙膨張が起きることからこの時期をインフレーション期と呼びます。インフレーション理論の素晴らしいところはその予言能力です。その一つとしてインフレーション期の時空の量子揺らぎから発生した重力波が現在も宇宙の至る所を漂っていることを予言します。これを原始重力波あるいは宇宙背景重力波と呼びます。今では天体からの重力波を直接捉える事が出来るようになりましたが、原始重力波は非常に微弱で直接検出を実現するには恐らく後百年は掛かるでしょう。しかし幸いなことに、原始重力波は、宇宙マイクロ波背景放射と呼ばれるビッグバンの名残りの電波に特徴的な偏光シグナルを刻印します。このシグナルを世界に先駆けて捕まえることが、現在私が取り組む課題です。

## 物理学総動員で宇宙創成期に挑む

この課題の魅力は、宇宙創成期を観測的に解明できることだけでなく、微弱なシグナルを検出するために最先端の観測技術を駆使しさらに進歩させなければいけないこと、天体起源の似たような電波シグナルの誤認を避けるために現代天文学の叡智を結集しなければならぬこと、にもあります。最も紛らわしく邪魔な天体起源のシグナルは、私達が暮らす銀河系内の塵からの放射です。そこで私は日本の赤外線観測衛星「あかり」が取得したデータから遠赤外線宇宙地図を作るプロジェクトに参加して2007年から八年掛けて完成させました。この地図は、銀河系内の塵の分布を知る重要な手掛かり



上:「あかり」遠赤外線宇宙地図 ©JAXA  
下:GroundBIRD 実験装置

を与えてくれます。銀河系内の塵からの放射には、アモルファスと呼ばれる物質の極低温での量子物性が絡んでいます。そこで最近では、アモルファス物質の光学的性質に関する研究成果を宇宙に応用する研究にも取り組んでいます。大学院合格後受け入れ教員から、大学院進学までに物理学の全ての分野をマスターして来なさいという意味のことを言われましたが今もまだその宿題に取組中という訳です。

現在私達のグループが主に取り組んでいるのは、高エネルギー加速器研究機構・理化学研究所・京都大学等との共同研究で開発中の宇宙マイクロ波背景放射の偏光観測によって原始重力波の存在証明を目指すGroundBIRD実験です。大気放射の変動に打ち勝つ為に天頂方向を軸に望遠鏡全体を一分間に20回転の周期で回し続けたり、検出感度を飛躍的に向上させる為にMKIDsと呼ばれる最新の超伝導カメラを検出器に応用したり、と様々な工夫がなされています。この実験に私達が、考案した分光器を組み合わせて使うことで銀河の塵からの放射の選り分け精度が飛躍的に向上でき、原始重力波起源のシグナルの世界最高検出感度が引き出せると考えています。GroundBIRD望遠鏡は開発完了後、空気が乾燥している電波観測の適地であるスペイン領カナリア諸島のテネリフェ島のテイデ観測所敷地内に移設して観測を進めます。

インフレーション期は、量子現象の宝庫です。し

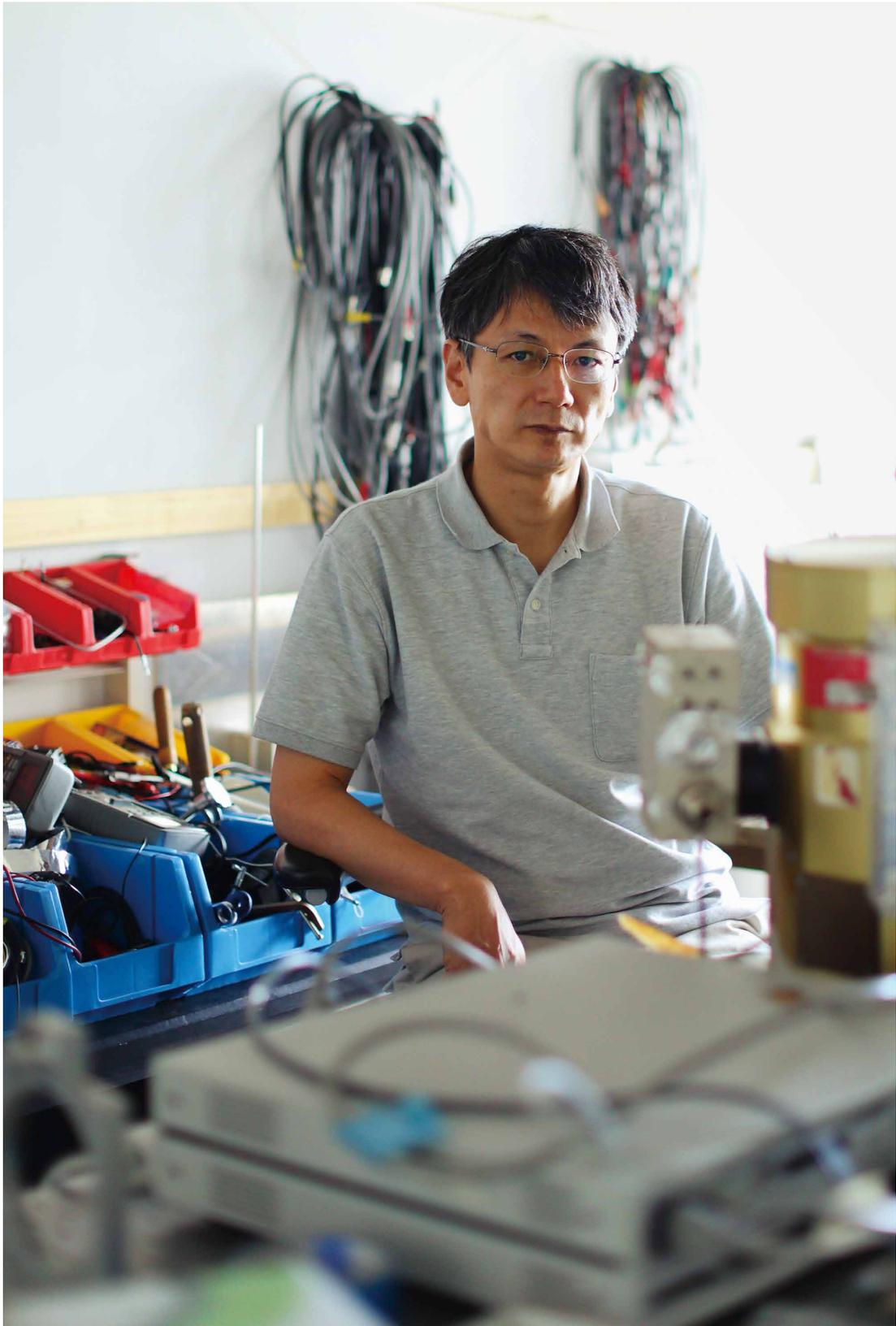
かし、原始重力波探査の次に続くそこにメスを入れることが出来る観測量がまだ分かっていません。読者の中から新たな道をつけてくれる人が現れる事を願っています。



服部 誠 (はっとり まこと)

宇宙地球物理学科 天文学コース 准教授

北海道大学大学院理学研究科博士課程修了。理学博士。天文学会で全く同タイトルで同時に成果発表していた理研に客員研究者として滞在していた独逸人研究者と知り合ったことが縁で、理研・独逸と渡り歩いて仙台にたどり着いた。偶然の出会いを頼りに流れに任せて進路を決めて来たが、インフレーションの研究がしたいという学生時代からの想いを何とか貫き通してここまで進んできている。



東北大学理学部を  
選んだ理由や、  
学生生活のあれこれを  
聞いてみました。

# 在学生の声

—  
STUDENTS  
VOICE

Physics



Chemistry



Biology



Earth Science



Astronomy



Geophysics



Mathematics



「生きるしくみ」は複雑だから魅力的。

学業だけじゃない日々の暮らし。

今はまだ、幼い頃から  
夢見ていた世界の入り口が  
やっと見えてきたところ。



小口 舞 (おぐち まい)

大学院生命科学研究所 博士課程前期

東京都青山学院高等学校出身。学部時代は学友会女子ラクロス部に所属し、日差しと砂埃で真っ黒だったが、今ではインドアな趣味のおかげで色白に。現在は細胞生物学の研究室に所属し、生物の生きる仕組みを明らかにしようと日々悪戦苦闘中。

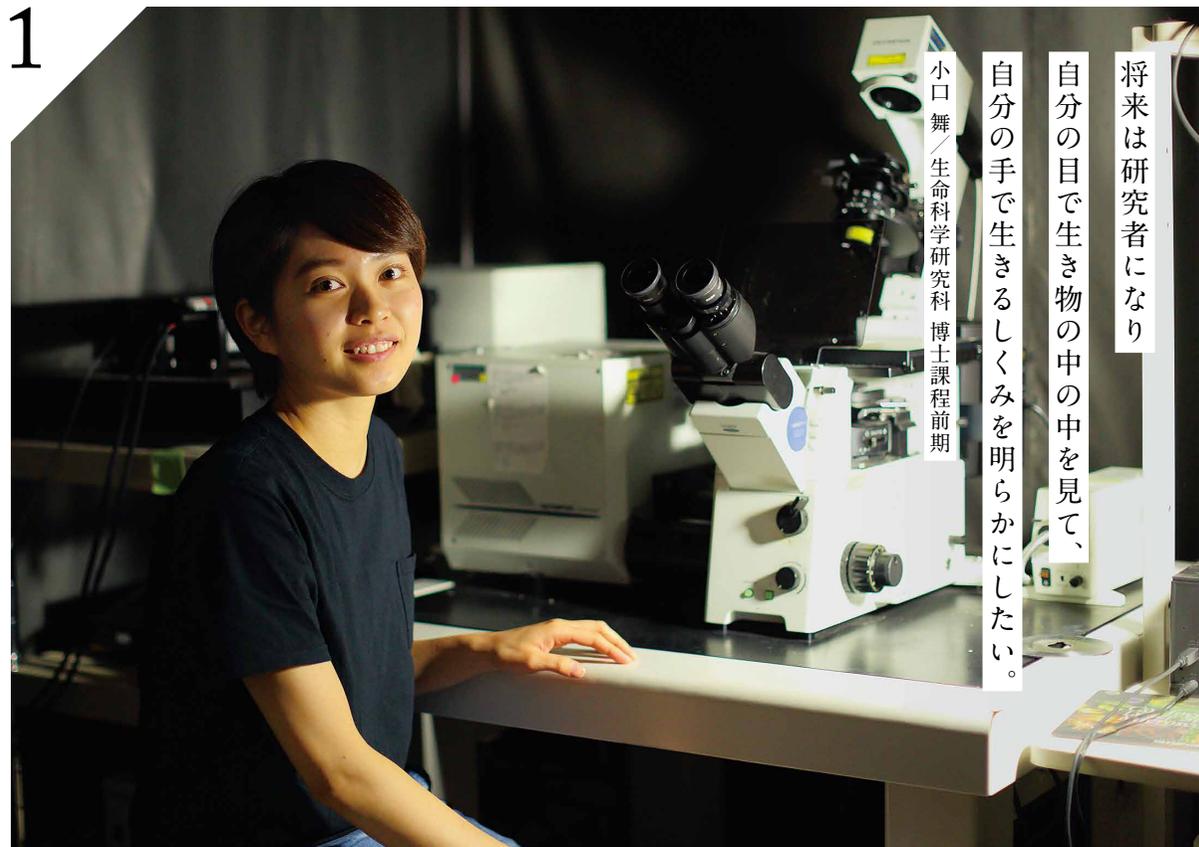
思い返してみれば幼い頃から、図鑑を眺め、科学博物館に行くことが好きな子供でした。その中でも生物学に興味を持ったのは、人体のしくみを取り上げた科学雑誌を見たときでした。雑誌の中で、私たちの体の中にある臓器やそれらを作る細胞の模式図と実際の写真を見て、私たちの体の中に広がる世界はなんて綺麗で複雑で魅力的なのだろうと衝撃を受けたことを今でも覚えています。そんな衝撃を受けた小学生の頃から、将来は研究者になり自分の目で生き物の中の中を見て、自分の手で生きるしくみを明らかにしたいと思うようになりました。大学では東北大学理学部生物学科に入り、ミクロからマクロまで幅広い生物学を学ぶ日々を過ごしました。生物漬けの日々は本当に楽しく、今でも選んだ場所は間違っていないかと思えます。現在は、細胞の中で一つ一つのタンパク質がどのような働きをしているのか、細胞内の輸送メカニズムに着目して研究をしている研究室に所属しています。今はまだ、幼い頃から夢見ていた世界の入り口がやっと見えてきたところなんです。研究室に配属されてから約3年間、上手くいかないことの方が多く落ちこむ日も少なくないですが、それも研究の醍醐味なのかなと楽しむようにしています。今春からは博士後期課程に進学し、さらなる研究の深みを目指したいと思っています。

大学に入ってから学業だけでなく、日々の生活も充実しています。私は学部時代には学友会女子ラクロス部に所属し、全力で「全国大会で勝つ」ことを目指していました。学業と部活動の両立は簡単ではありませんでしたが、逃げずに向き合い、もがきながらも楽しんで日々は今でも私の力になっています。また、部活動は他学部の学生と交流できる場でもあり、様々な学問を専門的に学ぶ友達ができたことで世界がさらに広がりました。もちろん、生物学科の友人と過ごす日々もとても楽しく充実しています。東北大学理学部生物学科は一年生の人数が少なく、ほとんどの授業や実習をクラス全員で受けます。そのためクラスの仲は深まり、休日にパーベキューをしたり、学祭に出店したりもしました。今では研究室に配属されクラスで集まることは難しくなりましたが、それぞれの場所で頑張っている友人と集まるといつも楽しく元気が湧いてきます。

大学は高校に比べ、自分で考え自主的に行動する必要性が高まります。そのため、不安もあるかと思えます。私も入学前は不安でしたが、いざ入ってみれば学業にとどまらず自分を成長させてくれる皆さんの考えや経験、かけがえのない友人に出会うことができました。今不安に思っている高校生のみなさんも、ぜひ思いきって飛び込んでみてください。

必要が高まる。不安もあるかと思えます。私も入学前は不安でしたが、いざ入ってみれば学業にとどまらず自分を成長させてくれる皆さんの考えや経験、かけがえのない友人に出会うことができました。今不安に思っている高校生のみなさんも、ぜひ思いきって飛び込んでみてください。

# STUDENTS VOICE 1



将来は研究者になり  
自分の目で生き物の中の中を見て、  
自分の手で生きるしくみを明らかにしたい。

小口舞 / 生命科学研究科 博士課程前期

身の回りの現象を数式で表せる  
物理学に惹かれ。

身の回りに起こることについて不思議に感じることはありませんか？例えば、物が上から下へ落ちていく、というような身の回りの現象に疑問を感じることはないでしょうか。これは今では誰もが知るニュートンの万有引力の法則で説明できますが、物理学はどのように「なぜ」と思えるような身の回りの様々な現象を解き明かす学問ともいえるかもしれません。先ほどの万有引力の法則もそうですが、物理学は主に数式を用いて自然現象を表現します。私は高校で物理学に出会い、数式によって身の回りに起こる現象を記述できるという美しさに心惹かれ、より深く勉強したいという思いから理学部物理学へと進学しました。

“身近な物理”を追求したい。

東北大学理学部物理系では、2年生の後期で物理・天文・地球物理の3つのコースに分かれることになります。私は地球物理学コースを選択しましたが、これは地球物理学が手に届く範囲の物理だったから、という理由でした。

現在、物理学の研究対象というのは物質を構成する素粒子から、遙か彼方まで広がる宇宙にまで多岐にわたります。あまり聞き馴染みのない分野だと思われま

すが、その中の地球物理学とは、その名の通り地球について物理学の手法で研究する学問です。例えば地震・火山・気象・海洋、惑星のように我々の暮らしには比較的關係深い分野が多いのではないかと思います。もともと私にとつての物理の出発点というものは、前述のとおり、身の回りの現象が「なぜ」起こるのかという疑問から始まっていました。観測の対象が五感で感じられるもので、実際に測定をすることで自然現象への理解を深めていく地球物理学には自然と興味を持つようになりました。結局のところ「身近である」ということがコースを選択するための最終的なきっかけであったように感じます。

仲間とともに「なぜ」を解き明かす日々。

さて、現在、私は将来の研究に向けた物理学の基礎を仲間とともに学んでいる最中であり、物理漬けの刺激的な毎日を送っています。理学部には多くの素晴らしい先生方や、同じ学問に興味を持った仲間たちが全国から集まっています。今はまだ高校生のみなさんも大学に入学すれば、時に勉強会やゼミを開いて疑問を解消し理解を深めあったり、時には友人たちと連日大学に泊まりこみで実験をしたりなど、日々研鑽しあいながら過ごせることでしょ。ぜひ、多くの仲間とともに理学部で「なぜ」を解き明かす日々を送りませんか。

STUDENTS VOICE

2

身の回りの現象が「なぜ」起こるのか、自然と興味を持つようになりました。



藤本達也 (ふじもと たつや)  
宇宙地球物理学科 地球物理学コース

北海道札幌東高等学校出身。高校時代に物理に出会い、その面白さから大学でも学ぼうと決意。学友会吹奏楽部でホルンを吹いており、青葉山と川内を行き来する生活を送っている。



観測対象を五感で感じ、  
測定で自然現象への理解を深める。

藤本達也 / 宇宙地球物理学科 地球物理学コース

# STUDENTS VOICE

## 3

東北大のオープンキャンパス  
がきっかけで、急に天文学が  
身近に。



佐藤 真帆（さとう まほ）

大学院理学研究科天文学専攻 博士課程前期

宮城県立宮城第一高等学校出身。高校生の時に物理が一番好きだったため物理系に入学。高校までソフトテニスを十年程していたが、大学から急にバイオリンを始める。現在銀河の進化・形成に関する研究をしている。

天文を志す起点となった高3の夏。

私が科学に興味を持ったきっかけらしいエピソードは思い出せませんが、昔から自然の中で過ごす時間が大好きで、単純にその自然の不思議に触れるのが好きでした。中学、高校と進むにつれて、身の回りの現象、物や自然の状態などが科学で説明されることを知り、その面白さのため将来は何かしらの理系職に就きたいと考えておりました。

高校3年生の夏に、東北大学のオープンキャンパスで行われた天文学者職業体験企画、「君が天文学者になる3時間」にふらっと参加してみたことが、天文学を志すきっかけとなりました。イメージさえずまく出来なかった天文学が急に身近に感じられた瞬間であり、綺麗な程度に思っていた宇宙のその物理の奥深さに魅了されました。

恵まれた環境で研究の日々。

東北大学は数少ない天文学を学ぶことの出来る大学として有名です。また私は生まれも育ちも宮城県ですので仙台の過ごしやすさを知っていることもあり、大学選択で迷うことはほとんどありませんでした。

物理系では入学してから2年生の前期までは、一般教養や物理、数学の基礎を学び、学部2年生の

な事物に関心を持っていきたい」というものがあります。サイエンスへの関連があるかどうかを問わず、自分を豊かにし得る情報をシャットアウトしたくないと強く思っています。当時は研究室に入ってしまうと専門分野ばかり勉強すると勝手に考え、どうしても決断を先送りしていました。

しかし、色々な研究室を見学していくうちにその考え方は変わってゆきます。例えば私の所属している錯体化学研究室では、配位子の有機合成や磁性や伝導性を扱うための物理系の知識が必要です。また、他の研究室でも専門分野に一極集中している様子は見られず、研究に必要な他分野の知識を積極的に取り入れているように感じました。化学に限らず多くの学問でもそうだと思いますが、分野と分野の間には何かしらの繋がりがあります。根底で関係があったり、はたまた更なる発展のために意図的に各要素を取り入れてみたり……。専門分野を持つということとは自分の興味関心を限定するのではなく、むしろ色々な分野により深く、実感を伴って関わる事ができるというように思います。そうして世界が一つずつ繋がりが、「好き」が広がる感覚は、小さい頃に感じた喜びそのものです。この気持ちを、是非皆さんにも感じてもらいたいと思います。

「好き」が広がる感覚を、  
皆さんにも感じてもら  
いたい。



中川原 英亜（なかがわら えあ）

化学科

秋田県立横手高等学校出身。学友会アカペラコーラス部に所属。趣味は寝て食べて飲んで（悶々と）考えること。山奥の辺境にある自宅に帰る際カモシカやタヌキと遭遇することもあり、そのたびに青葉山の豊かな自然を実感する。

分野の垣根を越えていくこと。

学科では学部3年生の後半から研究室に配属となります。自分の興味がある分野や将来携わる分野を扱っている研究室を選択することになるのですが、最初は中々決められずにいました。自分の中のポリシーとして、「興味の幅を狭めたくない、色ん

# STUDENTS VOICE

## 4

5

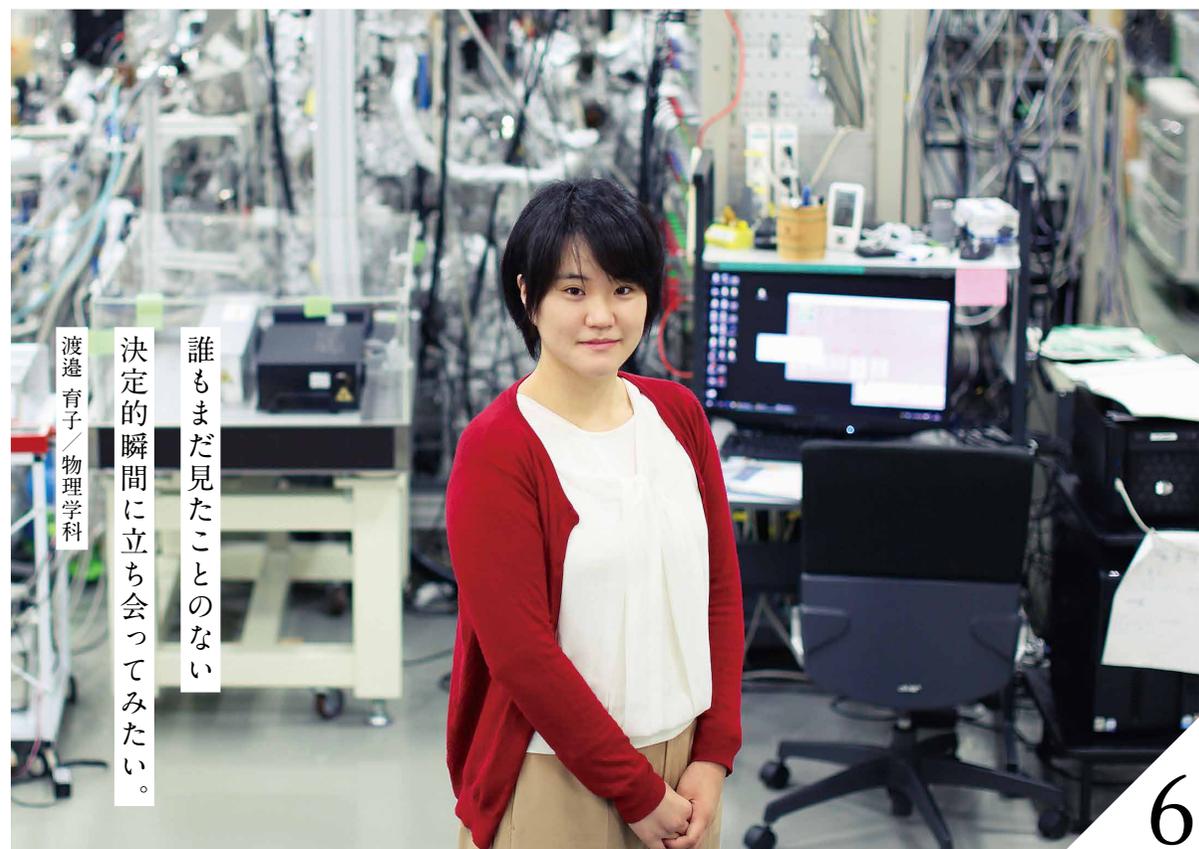


前人未踏の地球深部を再現し、  
 広大な地下世界の解明を目指す。  
 前田 郁也 / 地学専攻 博士課程後期

3



天文学の魅力の一つは、宇宙の広さだけ  
 無限にロマンや不思議がある事。  
 佐藤 真帆 / 天文学専攻 博士課程前期



誰もまだ見たことのない  
 決定的瞬間に立ち会ってみたい。  
 渡邊 育子 / 物理学科

6



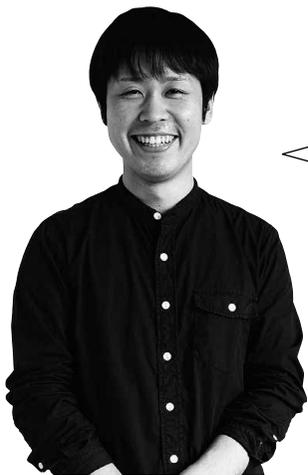
必要なのは  
 「好きなものを知りたい」という気持ち。  
 中川原 英亜 / 化学科

4

# STUDENTS VOICE

# 5

難しい実験が  
うまくいったときの  
達成感はひとしお。



前田 郁也（まえだ ふみや）

大学院理学研究科地学専攻 博士課程後期

長野県立松本深志高等学校出身。美しい色や形をもつ鉱物の奥深さに魅かれ、地学を志す。大学学部生では、地学ゼミナール、大学祭スタッフ、居合道同好会に所属した。現在は地下深くに眠る鉱物の謎を追い、日々研究に没頭している。

物理学に魅了され、東北大学へ。

私は幼い頃から科学実験を見るのが大好きで、テレビや本でそれを見たり週末に科学館に遊びに行ったりしていました。幼い頃の自分には、科学実験は魔法のように見えました。高校生になって、身の回りの自然現象を解析する物理学に魅了され、高校物理の範囲では飽き足らず、大学でもっと物理学を学びたい！と強く思い、物理学科に進学しました。

物理学科コースでは、1年生と2年生前期までは、物理系として主に一般教養を学びますが、2年生後期からは、物理学科として物理学を専門的に学べるようになります。私が一番衝撃を受けた授業は量子力学です。「光は粒子でもあり波でもある」というのを習った当初は、全くワケが分かりませんでした（笑）。量子力学は学べば学ぶほど奥が深く、理論でも実験でも非常に重要な学問です。また物理学実験という授業があり、3年生からは数ある実験の中から自分で選択することができます。興味のある分野を選択することで実験に対して能動的になれたのが良かったです。その他物理学科は、毎年夏に開かれるオープンキャンパスや、1年生のKEK見学、2・3年生の研究室見学など、研究室配属前でも研究に触れあえる機会が多いです。

きっかけは、鉱物との出会い。

地球科学を選ぶきっかけとなったのは、中学生あたりから鉱物に興味をもったことでした。そのきっかけは何であったか忘れてしまいましたが、鉱物図鑑を眺めたり、標本を集めたり、博物館に足を運んだりしていたことを覚えています。鮮やかな色や規則的な形をもった鉱物は、当時の私の目に、人の手を加えずにできたものとはとても信じ難いように映りました。こんなところから、鉱物を創り出す自然環境への興味も生まれ、鉱物や地球について詳しく学んでみたいという思いを抱くようになりました。

巨大な地球を解明するための  
“小さな” 実験。

地球科学系の授業では、東北や北海道の火山や地層を巡るフィールドワークが多いことが新鮮でした。実物を見て得られる数々の発見は、座学のみでは得難い感動をもたらしてくれました。と言いつつ、4年生で配属先に選んだのは、高圧実験の研究室。ここで行われている研究は、前人未踏の地球深部を再現し、広大な地下世界の解明を目指すというものです。地球全体を相手取るスケールの大きさに惹かれました。

こんな壮大なテーマを掲げていますが、研究の実

充実した研究環境と良き友人達に恵まれ。

現在私は光電子固体物性研究室に所属し、トポロジカル絶縁体という新機能的物質の電子構造を解明する実験研究をしています。トポロジカル絶縁体とは簡単に言いますと、内部は電気を通さない絶縁体であるにも関わらず、表面では電気を通す金属的な振る舞いを示す物質です。そんな不思議な物質がテーマだけに、現在世界的にも非常に競争が激しい研究分野ですが、誰もまだ立ち会えていない決定的瞬間に私自身が立ち会えるように、世界を相手に今後も研究していくのが楽しみです。

研究以外で大学生活においてよかった点は、交友関係が広がったことです。物理を語り合える学科の同期達はもちろん、学部や学校の垣根を超えたサークルやアルバイトの仲間達など出会いや交流は様々です。サークルの友人と休日にライブに行ったり、学科の友人と長期休みに旅行に行ったりしたのは良い思い出です。特に学科の同期達については、高校までだと物理について深く語り合える仲間が（特に女子で）少なかったので、大学で物理を学ぶ同志として男女問わず友達が増えたのはとても嬉しいです。東北大学に入学して、充実した研究環境と良き友人達に恵まれたことを誇りに思います。

態は、数mmから1mm以下の試料を扱う繊細な実験です。0.03mmの穴に0.01mmの物質を入れるという作業もあります。スケールがこのように小さいのは、地球深部の「超高圧」環境を再現するためです。地球の中と外では、圧力が大きく異なります。地球の中には岩石が詰まっているため、大気圧よりも遥かに大きな岩圧が生じます。その大きさは、大気圧の数千〜数百万倍。これを実験室で再現するのは大変なことです。私の研究室では、圧力が力÷面積であることを利用し、面積をひたすら小さくした装置を用いることで、地球深部の環境をなんとか再現しています。

巨大な地球を解明するための実験がこんなにも小さいというのも、なかなか意外で面白いですが、実際の作業はそんなことを言っていられない位の難度です。細かい試料を扱う際には、嫌というほどに手の震えを意識させられます。しかしながら、難しい実験だからでこそ、うまくいったときの達成感はひとしおです。これもまた研究の醍醐味なのかもしれません。この実験で私が再現してきた現象が、地下深くにおけるダイヤモンドの生成です。宝石のイメージが強いダイヤモンドですが、実は地下の物質を地上に届ける「手紙」のような役割も担っています。鉱物の美しさに惹かれて選んだ地学でしたが、鉱物の美しいだけではない一面にも触れ、一層思い入れが強くなりました。

世界を相手に  
研究していくのが  
楽しみ。



渡邊 育子（わたなべ いくこ）

物理学科

岩手県立黒沢尻北高等学校出身。幼い頃から科学実験を見るのが好きだった。現在はトポロジカル絶縁体をテーマとした研究を行っている。今春から大学院生。趣味はピアノ、音楽鑑賞。楽焼工芸同好会に所属している。

# STUDENTS VOICE

# 6



自分にしか見つけられない  
性質を見つけない。  
川崎 菜穂 / 数学専攻 博士課程後期



そして今日も動き出す、  
自然科学への探究心。

好きで得意な科目 “数学”。

高校数学の中で好きな分野が数列でした。数列を見て等差なのか、等比なのか、性質や規則を見つけて出すことが楽しくて仕方ありませんでした。べき乗和の公式を学んだときは、初めて見る $\Sigma$ を書くのが楽しく、公式を覚えるだけで数列の和が計算できることに興奮しました。

好きで得意な科目が数学だったからという単純な理由で、大阪にある大学の数学科に進学しました。一年生の前期のある講義を担当した先生は、講義時間九十分のうち、最初の三分分に数学にまつわる雑談をしてくれました。その時間がとても楽しく、その先生の部屋を何度も訪ねるようになりました。様々な数学の話の中で、私はリーマン予想に興味を持ちました。四年生になったとき、その先生の研究室を希望し、配属されました。四年生のセミナーの他に、大学院生のセミナーにも参加し、リーマンゼータ関数に関する二冊の本にそれぞれで取り組みました。その中で、べき乗和の公式がベルヌーイ数を使って一般に書けることに感動し、また、ベルヌーイ数の生成アログリズムは二項係数みたく面白く感じました。

修士課程は先生のお勧めで京都にある大学に進学し、それと同時に先生は東北大学に異動されました。修士課程ではリーマンゼータ関数を一般化した多重

ゼータ値について研究しました。博士課程の進学先を考える段階になって、学部生るとき、修士課程の先輩と指導教員の先生の共同研究を羨ましく感じていたことを思い出しました。そして、四年生るときには何も研究していなかったこと、何も発見していなかったことに気付きました。その指導教員の先生のもとで研究がしたいと思い、先生の異動先である東北大学の博士課程後期に進学しました。

数学の前ではみんな平等。

現在研究室には七人の大学院生が居て、毎週十時間のセミナーを行っています。芋煮会や誕生日会、数学映画の鑑賞会など、ゼミ内のイベントがたくさんあり、先生も参加して盛り上がります。終わったあとは、しっかりとオンオフを切り替えて研究に動きます。念願の共同研究も一つの論文が完成し、二つめの論文に取り掛かっています。国内外の研究者の訪問も多く、たくさん聞かれる研究会や集中講義に参加して、刺激を受けています。仙台に来てからの一人暮らしは大変なことも多いですが、まわりの人たちに助けをもらいながら元気に過ごしています。そして何より、毎日数学のことを考えて過ごすことが楽しいです。数学の前ではみんな平等。必要なのは紙とペンだけ。自分にしか見つけられない性質を見つけない。そう考えながら充実した毎日を送っています。

STUDENTS  
VOICE

7

毎日数学のことを考えて  
過ごすことが楽しい。



川崎 菜穂 (かわさき なほ)

大学院理学研究科数学専攻 博士課程後期

私立京都文教高等学校出身。博士課程後期から東北大学に進学。専門分野は整数論。やる気の出ないときは研究とは関係のない数学の勉強をしている。数学のことかその日の食事について絶えず考えている。



水内 勇 / 東京エレクトロン宮城株式会社

私は現在、東京エレクトロン宮城株式会社にてメカエンジニアとして働いています。CADと呼ばれる設計ソフトを用いて新規装置の設計を行っています。

皆さんは東京エレクトロンという会社を耳にしたことはありますか。私たちの製品は半導体を「製造する装置」です。半導体の製造工程には様々なプロセスがあり、多種多様な装置が必要となります。東京エレクトロンは全国各地に工場を持っており、私がいる宮城工場では主にエッチングと呼ばれるプロセスに用いる装置を製造しています。エッチングとは、化学的や物理的な手法を用いて半導体の表面を選択的に削っていく工程で、現在最も需要が高まっている製造工程の一つです。

東京エレクトロン宮城で社員として昨年からは働いていますが、これまでにさまざまな壁にぶつかってきました。自分が入社するはるか以前の設計について意見が求められたり、短納期で製品を届ける必要がある場合などは、時間におわれることや装置知識のなさを痛感することもよくあります。そんな折、私の支えとなるのは、東北大学で積み重ねた経験です。理学部では物理化学系の研究室に配属され、原子、分子の化学的性質について研究に取り組みました。大学四年生の頃、分析に使用する装置の開発をテーマとしていましたが、長い間苦勞し、やっとのことで発表できるデータを得られた瞬間

の喜びは今でも忘れません。現在の職種の分野と、学生時代専攻していた分野は異なりますが、研究室での下積みは様々なかたちで私の助けとなっています。

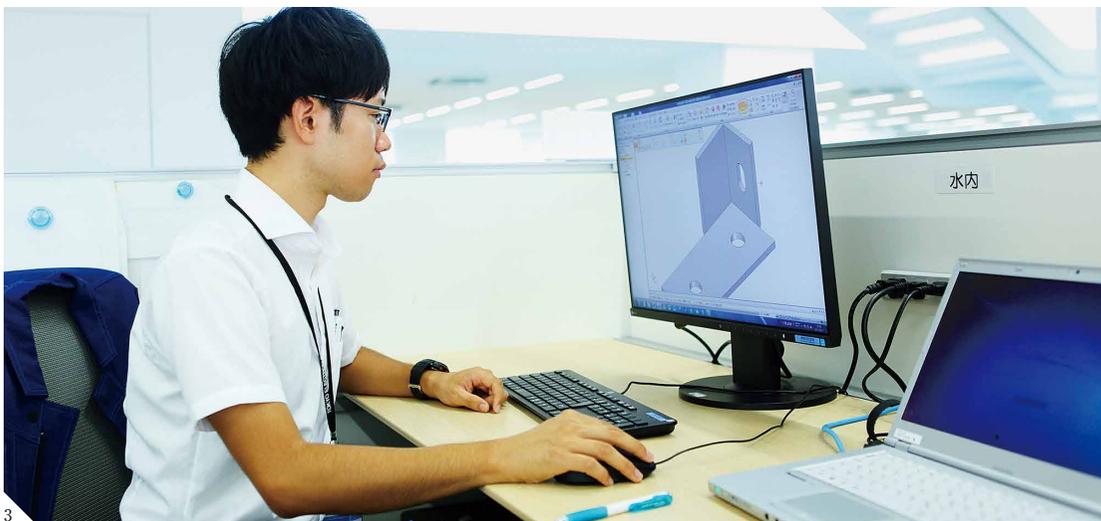
学生時代には、学問以外のさまざまな学びがありました。初心者として入団した学友会の合唱部の活動や、大学の記念コンサートの運営などは、それまでの生活の枠を広げる良い機会となったと思います。中でも合唱は、今でもOBOG合唱団として活動させていただいており、実りある休日をごせる貴重な趣味となっています。

二年目になり、次第にまとまった仕事を任せてもらえるようになってきましたが、最もやりがいを感じた仕事は、コンセプトから一人で考えた設計です。試行錯誤の末、考えていた機構通りに動いてくれたときは、メカエンジニアであることに喜びを感じました。今後は現在の仕事を通じてエンジニアとしてのスキルを高め、より責任のある仕事も應ずることなくやりきれ、力強い人材を目指したいと思います。

### 水内 勇 (みずうち いさむ)

大学院理学研究科化学専攻博士課程前期修了

東北大学理学部化学科、同大学院理学研究科化学専攻博士課程前期を経て、2016年に東京エレクトロン宮城株式会社に入社。入社後は設計技術一部に配属となり、装置の設計業務を担当。最近では新規装置出荷やトラブル対応の調整をするなど幅広い仕事を担当。TELウェブサイト <http://www.tel.co.jp/>



1.共有スペースで先輩たちと。/2.工場の外観。現在増築がすすんでいます。/3.3D CADでのモデル製作。実際はもっと複雑なモデルを手掛けています。



山本 和幸 / 国際石油開発帝石株式会社 (INPEX CORPORATION)

今から18年ほど前、私は学部の卒業研究のため、沖縄本島北部で炭酸塩岩の野外地質調査に明け暮れていました。延べ5ヶ月間に及んだ調査では、山や海岸をひたすら歩き回って露頭を観察し、断片的な地質情報をつないで地質図を描きながら、堆積史や海水準変動の復元に取り組みました。指導教官だった井龍康文先生のご指導の下、自分の足で歩き、自分の目で露頭・岩石を徹底的に観察し、そこから読み取れる地質情報を統合して、柔軟な発想力で論理的に考えることの大切さを学びました。

大学時代は国内の地質調査や室内での化学分析が主体でしたが、石油業界に飛び込んだのを契機に、私の活動の場は海外の油ガス田開発現場へと大きく変わります。入社3年目にアラブ首長国連邦アブダビ沖の巨大油田を開発している現地操業会社に出向する機会を得ました。世界30カ国以上から3000人以上の人が集まる多国籍・異文化の職場環境で、プロジェクトを中心となつて動かしていた世界最大の石油メジャーであるエクソンモービル社の技術者達と一緒に働きました。日本の石油会社と比べて桁違いに大きな石油メジャーが、豊富な人材力、技術力、組織力を背景に、油田開発プロジェクトを力強く動かしている現場の中で揉まれ、まだ業界経験の浅かった私は毎日圧倒されるばかりでした。

そのような環境下で私を支えていたのは、大学時代に

培った炭酸塩地質学の専門性の強みでした。アブダビ沖の油田群は炭酸塩岩を主体としており、地質調査などの大学時代の経験は、「断片的な井戸の掘削データや地震探査のデータのみから、数千メートルの地下深部にある油ガス田の地質が具体的にどうなっているのか、地質的なアイデアを駆使して可能性を徹底的に考える」という油ガス田開発における地質技術者の使命を果たすことに大いに役立ちました。自身の専門性を武器に、多様な価値観を持つ仲間達と協働しながら、石油メジャーの技術者達を相手に議論して過ごした5年間は、「石油業界で駆け出した私にとって、かけがえの無い経験になりました。」

アブダビ駐在中、そして帰任後にわたって、日本の技術力でアブダビ沖油田開発に貢献するため、日本の大学が有する最先端の地質学の基礎研究力を活用する産学連携の取り組みを行いました。こうした取り組みの原点は、振り返れば、東北大学で研究に打ち込んだ学生時代にあることを実感しています。

山本 和幸 (やまもと かずゆき)

大学院理学研究科地質学専攻 博士課程後期修了

広島県広島市出身、小学生の頃より化石や岩石・鉱物に興味を持つ。1997年東北大学理学部地圏環境科学科に入学。炭酸塩堆積学・地球化学を専攻し、2007年に博士号(理学)取得後、国際石油開発帝石(株)に入社。東南アジア・中東での探鉱・開発案件を担当し、2010年より5年間、アラブ首長国連邦アブダビに駐在。2016年よりオーストラリア・パースに駐在し、現在、日本企業が主導する初の大型LNGプロジェクト「イクシスLNGプロジェクト」の開発現場の最前線で奮闘中。日本地質学会研究奨励賞受賞(2006年)。



1.職場の同僚達と。/ 2.アブダビにある出向先の現地操業会社にて。夏場の暑さは過酷です。/ 3.地下深部より回収された油田の岩石コア試料の観察。

Handwritten mathematical notes on lined paper, including:

- $$f_0(s) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\cosh k \cosh kt}{\cosh k \cosh kt} dt$$
- $$A_n \int_0^1 \frac{e^{x(u_n + (1-x)u_n)} - e^{u_n}}{dt} dt + (A_n - 8) \int_0^1 \frac{d}{dt} e^{u_n + x(u_n - u_n)} + (1-x)(u_n + x(u_n - u_n)) dt$$
- $$e^{u_n} \left( \frac{1}{2} u + \frac{1}{2} \right)$$
- $$\frac{1}{2} \sum_{j=1}^{k-1} \dots$$
- $$\frac{1}{2} \sum_{j=1}^{k-1} \frac{k-j}{j(k-j)} e^{(k-j)x} + \frac{k-j}{j(k+j)} e^{-(k+j)x}$$
- $$-\frac{2}{j} \cosh k(st) e^{ix} \cosh ja$$
- $$\frac{k+j}{j(k-j)} e^{(k-j)x} \cosh ja$$
- $$= \sum_{j=1}^{k-1} \left( \frac{1}{j} + \frac{2}{k-j} \right) e^{(k-j)x} \cosh ja$$



東北大学

東北大学理学部物語

編集 / 発行 東北大学大学院理学研究科・理学部  
 〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉6-3 (学部教務係)  
 TEL: 022-795-6350  
 MAIL: sci-kyom@grp.tohoku.ac.jp  
 2018年3月発行  
 冊子内の学年・所属表記は、取材時のものになります。

表紙撮影協力: 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 東北区水産研究所  
 Design: akaoni Photo: Kohei Shikama (roku)



東北大学