

### The Power of FoPM

FoPMはこんなに多彩で強力なプログラムだ

### AI & Quantum Computing

AIと量子コンピューターの「知」を常識として身につける

### Proactive & Diverse

地球大のコミュニケーション力とダイバーシティへの感性を

### Leading the Future

時代を変革し、世界に貢献する人間を輩出すること、それがFoPMの夢

### Beyond Borders

国境を越えて学び研究する。そんな憧れを叶えるために

# FoPM

Forefront Physics and Mathematics Program to Drive Transformation

変革を駆動する先端物理・数学プログラム





FoPMプログラムコーディネーターからの  
メッセージ

カブリ数物連携宇宙研究機構  
国際高等研究所

Murayama Hitoshi

村山 齊 特別教授

## 新しい知を発見することができる学生は 世界を変える力を持つだろう

大学院に入って博士号を目指す、「よっぽど勉強が好きなんだね」と言われることが多いでしょう。しかし、大学院に入るみなさんの目標は、人類や社会のために、自分を最大限活かせる将来の道を見つけることのはずです。学んだ分野の研究でブレークスルーを狙うのか、企業でビジネスの新しい道を見つけるのか、起業して社会の変革を目指すのか、省庁で日本の将来を創るのか、政治で日本を変えるのか、メディアで民主主義を支える正しい重要な情報を発信するのか、または外国で新天地を見つけるのか。中にはまったく違う道を行き来する人もいるでしょう。学んだ専門知識や思考法を活かし、地球の運命を変える人もでてくるはずですよ。

FoPMのカリキュラムは、数理、物理、化学、物理工学、天文、地球惑星科学、脳科学の多様な分野の学生が一緒になり、自分を一番活かせる道を見つけるために設計しました。東大生の高い課題解決能力を十分に発揮し、自分で新しい課題を見つける能力を養うため、近隣分野でいま何が研究されていて何が問題なのかを知ることのできる、分野を超えた4PMセミナーと研究室ローテーション。どこへ行

っても困らない基礎力としてのAIと量子コンピューター。まったく違う文化を経験する長期国際研修。将来の仕事の幅を広げるネットワークづくりのための国際キャリア研修。世界から見て日本人が損している発信力を高めるためのAcademic Writing and Presentation。企業との実践研究やアントレプレナー道場。社会が直面する課題の意識を高めるSDGs特論やエグゼクティブ・プログラム。そして自分の周りも最大化しリーダーになれる準備をするダイバーシティ・倫理教育。これら画期的なカリキュラムを備えているのが、FoPMなのです。

「勉強」は今まで知られていることを身につけること。「研究」は世界の誰も知らない新しい知を発見すること。これができるようになった学生は、文字通り世界を変える力を持っているのです。私が30年近く携わってきた米国の教育でよく使われるのが、“You will make a difference.”という言葉です。どんな道へ進んでも、「今までの人類とは違う次の段階」を見つけていくことが価値を産みます。FoPMで広い知見を得て、新しい日本・世界を創る、柔軟で包括的な思考ができる人に育ってください。

# The Power of FoPMのチカラ FoPM

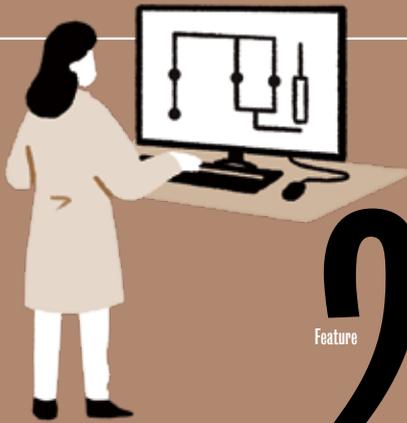
FoPMはこんなに多彩で  
強力なカリキュラムでできている

広い視野を持ち、専門外の分野にも大きなインパクトを与えられる人物。  
科学の領域からそんな人材を育てようとスタートしたFoPM。  
それはこんなにも多彩で強力なカリキュラムからできているのです。

科学の基礎力として身につける

量子コンピューターを

AIと



Feature

## 2

最先端の科学のみならず、地球の未来を切り拓く人材となるには、AIや量子コンピューターについての知識は必須であるという考えから、人工知能(AI)や量子コンピューティングについての演習が選択必修となっています。量子コンピューティングの講義では、最先端の量子コンピューター「IBMQ」へのアクセス権限を学生に付与し、量子コンピューターに実際に触れ、利用する機会を提供しています。また、機械学習の基礎やデータ分析・データマイニングの基礎など、AIの基礎となる知識を身につけることができます。

分野を超えた広い視野と  
気づきを得るための  
さまざまなチャンスを提供

研究室の壁を超えてプログラム生同士が気軽に交流できる場として「FoPMセミナー」を定期的に開催しています。ここではさまざまな分野で活躍する研究者の方々を招いてお話をうかがったり、プログラム生が他分野の学生向けの短い発表を行って評価し合う機会などを提供しています。また、研究室ローテーションという仕組みでは、大学院入学時に決められた研究室(専門分野)とは異なる研究室で研究する機会を設けることにより、分野を超えた広い視野を身につけることができます。さらに、プログラム生自身とは違った研究分野を専門とする副指導教員との交流により、異なる視点からの気づきを得ることができます。

Feature

## 3

Feature

# 1

FoPMは「知のプロフェッショナル」を育てる修士・博士一貫のプログラムです。知を創造・活用する力を鍛えるこの5年間、学生が学びと研究に安心して専念できるようにという願いから、修士課程の学生には月額17万円、博士課程の学生には月額18万円を支給するという経済的支援を行います。この支給は卓越リサーチ・アシスタント(卓越RA)として委嘱した研究業務への対価となります。また、学修ポートフォリオシステムを通じて、学生が主体的に研究のゴールを設定し、進捗を自己評価できる仕組みを取り入れています。博士課程においても引き続きプログラムに在籍できる学生を選抜するQualifying Exam(QE)とプログラムの修了判定を行うFinal Exam(FE)を通じてプログラム生の質保証を行っています。

Feature

# 4 国境を越えて 新たな学びと研究を 体験するための 国外連携機関長期研修

プログラム生が海外での共同研究やインターンシップを経験できるようにする国外連携機関長期研修を行っています。修士課程2年次から博士課程2年次の間に海外の研究機関や企業において共同研究やインターンシップを行うことが必修となっており、これにかかる旅費を支援しています。



Academic Writing and Presentationの科目では国際学術誌『Neuron』の編集長を務めたIRCNのCharles Yokoyama教授、印象的なプレゼンテーションについての造詣の深いカブリ数物連携宇宙研究機構のMark Vagins教授、論文校閲経験の豊富な理学系研究科のKate Harris シニアURAら担当講師から、英語による効果的なプレゼンテーションの方法や主要な科学誌へのインパクトのある論文の投稿戦略・執筆方法などを実践的に学ぶことができます。また、数理系向けに、数学の論文やプレゼンテーションの作成に必要なスキルに焦点を絞った授業も行っています。

Feature

# 5

世界への発信力と  
コミュニケーション力を  
高める

真のグローバル・リーダーとなるための  
ダイバーシティ・倫理を学ぶ

Feature

# 6

ジェンダー、LGBT、人種などについて、無意識のうちに持ってしまうバイアスやその克服方法、インクルーシブな社会への貢献方法などについて学ぶダイバーシティ・倫理教育を通じて、真にグローバルな価値観を備えた人材を目指します。

# 起業家マインドを育む企業との 実践研究や数物スタートアップ演習、 そしてSDGsの学び

Feature

# 7

基礎科学の専門性を活かし、AI・量子・脳などの分野でスタートアップ(起業)に挑戦する学生を支援する数物スタートアップ演習では、ゲスト起業家が講師となり、初歩から体系的に起業のしかたを学びます。企業との実践研究も積極的に推進しており、社会数理先端科学では数学が異分野、産業界などどのように使われているかを学び、社会課題実践演習では産業界などから提示された課題に対し高度の数学的知見の適用により解決を目指す等従来の数学応用を超えた研究を行っています。また、社会で何が問題になっているかを知るSDGs特論やエグゼクティブ・プログラムなどの授業から、物理・数学で学んだことを広い視野から社会で役立てるための知識を得ます。



Feature

# 8

# 世界へ羽ばたくための 実際的なノウハウを知る 国際キャリア研修

将来、国内外を問わず幅広い分野でキャリアを構築するための人脈作りの重要性や、その方法について学ぶことができます。毎回、さまざまな分野から講師を招聘し、効果的なプレゼンテーション方法や海外におけるネットワーク作り、企業への就職など、多様な視点からキャリアについて考え、学ぶ機会を提供しています。

# Proactive & Diverse

FoPMのチカラ

01

## 地球大のコミュニケーション力とダイバーシティへの感性を。

知のプロフェッショナルに求められるのは、専門分野を越えて広く世界に向けて発信できるコミュニケーション能力。そしてダイバーシティ(多様性)に富む環境で培われる広い視野です。FoPMでは、英語による正確な論文執筆の方法やプレゼンテーションのスキルをAcademic Writing and Presentationで学びます。国内外の一流研究者たちと触れあう場である4PMセミナーは、学んだプレゼンテーション力を試す貴重な機会でもあります。また、必修となっているダイバーシティ・倫理教育では、LGBTをはじめとしたマイノリティの人権を尊重し、ジェンダーへの公正な意識を持つことの重要性を学びます。自分とは異なる人々と尊敬の念をもって交流することが新しい視点をもたらし、真のグローバルな感性と価値観を備えた研究者たることを可能にするのです。

### Keywords

1. ダイバーシティ・倫理教育
2. 4PMセミナー
3. 女性学生エンパワーメント
4. Academic Writing and Presentation

1. 異なる視点の人々と交流し、今までにない手法で分析する能力を育てます。同時に、女性やLGBTなどマイノリティの人権を保護し、かつ異なる視点を生かす能力を身につけることでもあります。ダイバーシティ教育の専門家でもあるカブリ数物連携宇宙研究機構の横山広美教授が講師を務めています。
2. 午後4時から開始するので、4PMセミナーと名づけられました。国内外の高名な研究者を招いてお話をうかがうなど、プログラム生どうしの創造的な交流をはかることを目的としています。
3. プログラム生がそれぞれ副指導教員(そのうち本学女性教員13名)を選定することで、メンター体制を確立しています。困っていることなどについて相談ができ、特に女子学生やマイノリティの学生に対する励ましの場となっています。
4. 英語論文の書き方から出版のしかた、また印象的なプレゼンテーションのしかたなどを実践的に学びます。

次ページより学生座談会



## 世界が一気に広がる。それがFoPMの素晴らしいところ。

ダイバーシティ・倫理教育、Academic Writing and Presentation、アントレプレナーシップ、4PMセミナー……などなど。FoPMにはたくさんのユニークなカリキュラムや制度が揃い、さまざまな学びの機会を提供、サポートしています。そんなFoPMの魅力とメリットについて、4人のプログラム生が忌憚なく語り合ってくれました。

### 科学を発信する側に立つ実践的授業

——「ダイバーシティ・倫理教育」を受けて、どんな感想を持ちましたか？

**田中** 「ダイバーシティ・倫理教育」は必修なのですが受講したのですが、想像していた以上に面白くて、興味がかきたてられました。理系に女性が少ないのは社会的にそういう女性が好まれない雰囲気が作られているからだという話があって、そんなことについて僕は考えたこともなかったですし、研究しているだけならその必要もなかったですから、とてもよい機会になりました。他にも、社会において科学技術がどのようにとらえられてきたかというテーマの講義もあって、自分の研究と、その研究をしている自分というものを、外側から見る視点みたいなのができたのもよかったです。

**川崎** 男女平等であるべきこと、倫理に基づいた研究をすべきこと、そういうことにサイエンスとして取り組む学術分野があるということを学べたのがとても新鮮で、興味深かったです。正直、講義の前は研究には必要ないのになって思っていましたから。

**関根** 私の場合、女性としてたいへんありがたいし、いいことだなんてとても思います。たまたま私の研究室では女性が多いのですが、やっぱり東大全体では男性が多い印象があって、女性が困る場面もまだまだあると思います。そういうところが少しずつ改善していけばいいなって。そういう点も含めて、もう少し男性と共有していけたらいいなと思います。

**ハフィド** ジェンダーや人種、国による差別や偏見をなくすためのダイバーシティの講義があることに、私はたいへん興味を持ちました。私の専門分野は数学なのですが、日本でも世界でも数学を研究する女性の割合が少ないと言われており、将来、数学の分野でも女性を増やすためにはどういう工夫をしたらよいかということなども考えられるようになったと思います。——Academic Writing and Presentationの講義はいかがでしたか？

**田中** 英語で学術的なエッセイを書くという練習や、プレゼンテーションをうまくやるにはどうすればよいかなどの授業だったんですが、たとえばエッセイでは、書いたものを他の人と交換して、互いにレビューしあうプロセスがあったんです。今までそんなことをしたことがなくて。他の人のエッセイを読む機会があっても点数をつけるぐらいのレビュー活動しかやってこなかったんですけど、このあたりの文章がわかりにくいとか、この部分は良いと思うよとか、そんなふうにきっちり自分で読みこんでレビューしたのは初めてでした。自分のエッセイについても、異なった分野の人から見ると、どういったところがわかりにくいのかというのもわかりましたし、とてもよかったです。

**関根** これから科学を発信していく側に立つ私たちのことをとても意識してくださっている授業だと感じました。実際に論文を出したり、公の場で説明する立場に立ったときに、何に気をつけると良いかや、論文出版のプロセスなど、とても細かいところまで教えてくださって。英語の教育はこれまでたくさん受けてきましたが、科学を発信する側としての実践的な授業というのは初めてでしたので本当に勉強になりました。

**ハフィド** 英語での論文の書く過程や出版する課程、どういうジャーナルがあるか、また、査読のプロセスを教えていただいたりと、とても印象的な授業でした。これから論文を出版しようという時には、とても役に立つのではないかと思います。

**川崎** 論文の書き方やアカデミックに発信するときどういう流れになってるかなどは、それぞれの研究室内で口頭伝承されてきたようなものだけで、今までしっかりと習ったことがなくて、正直なんとなくしかわかっていませんでした。それをちゃんと体系的に教えてもらったというのがとても意義のあることだったと思います。それからプレゼンテーションの授業では、聴衆を惹きつける模範例としてマイケル・ジャクソンのMVを観た



化学専攻 修士課程1年生  
Sekine Yuka  
関根由佳

2017年埼玉県立浦和第一女子高校卒業後、お茶の水女子大学理学部化学科に入学。2021年より東京大学大学院理学系研究科化学専攻の小澤研究室に所属。



物理学専攻 博士課程1年生  
Tanaka Hiroaki  
田中宏明

2015年に筑波大学附属駒場高等学校卒業後、東京大学理学部物理学科を卒業し、理学系研究科物理学専攻(近藤研究室)に進学。専門は物性物理学。

FoPMでは貴重な経験をたくさんすることができました。



りとか(笑)、そういうのがすごく楽しかったです。

——4PMセミナーについてはどうですか？

**田中** いろんな先生をお招きしてお話を聞くんですけど、さまざまな分野のとても高名な方々を呼んでくださるので、毎回、すごく楽しみにしています。

**川崎** 新型コロナウイルス感染症のために、オンラインでの開催だったのですが、ノーベル賞を受賞された方に直接質問ができる機会なんてなかなかないですから、僕なんかPCの画面越しに緊張していました(笑)。

**関根** 私も本当にすごいなって思いました。ノーベル賞を取られた、格子細胞を発見された研究者のマイブリット・モーセルさんにもオンラインで繋がってお話が聞けましたし。また、4PMセミナーは現在はZoomでの開催ですが、学生の発表が終わった後に、ブレイクアウトルームでランダムにいろんな学年や所属のFoPM生と話す機会を作ってくださいます。そのおかげで、より多くの話が聞けてありがたく感じています。

### 科学と社会の関係に気づく講義も

——他にもさまざまなカリキュラムがありますが、印象に残るものには何がありましたか？

**川崎** 「アントレプレナーシップ」という授業が、ものすごく面白かったです。スタートアップをアイデアからゴールに持っていくまでの流れなど、この授業がなかったら知り得なかったようなことが学べました。実際にベンチャーキャピタルのスタートアップに出資している方に、自分たちのアイデアをプレゼンして、お金をいくら出してくれるのか査定してもらうんですけど、僕のグループのプレゼンでは見事ゼロ円、お金は出せませんって言われて(笑)。正直、起業に興味なかったんですが、この授業を受けて起業するのも面白くなって思うようになりました。

**関根** 私が受けているのが「社会数理先端科学」で、毎回企業や大学の先生を招いて、数学と社会をどう繋ぐか、数学を使って社会課題を解決するにはどういうやり方があるかという話を聞くのですが、プログラミングや数学を使って社会課題を解決するプロセスとい

うのはFoPMに入っていなかったらなかなか学ぶ機会もなかったのではと思います。私の研究分野はバイオロジよりなので、そういう話を聞く機会をいただけて本当にありがたいなと思いました。また、「データマイニング概論」というプログラミングを用いる授業もとっているのですが、とても勉強になっています。

**ハフィド** 僕の場合は、研究室ローテーションがあって副指導教員が持てるというのがFoPMに参加した大きな理由の一つです。研究室ローテーションは、もっと勉強してからのほうがいいので、博士1年生からと思っていますが、副指導教員とは話をしています。僕は解析寄りの勉強をしているのですが、研究したいことが解析と幾何の二つの分野に関連するので、幾何の先生と話す機会が欲しかったんです。それで幾何の先生に副指導教員になっていただきました。論文なども紹介してもらったりして、とても参考になりました。

**川崎** 僕の副指導教員は光格子時計の大御所の先生なのですが、光学のマニアックな話を教えてもらったり、実験する上でのアドバイスをたくさんいただいたりして、とてもためになっています。普通なら話もできないような著名な先生からいろいろ教えていただくことができて、とてもありがたいです。

**田中** 修士1年次から経済的支援を受けられる点は素晴らしいと思います。経済的な心配がなく研究に集中できるのは、本当に恵まれている環境だと思います。

**関根** 私もすごくありがたいなと思っています。修士からは自分でやりなさいって親から言われていたもので、一人暮らしでもちゃんと生活できるだけの支援をいただいて、本当に安心して研究ができています。

**川崎** やっぱり世界が一気に広がるというのが、FoPMの一番のメリットかなと思います。多様な分野、キャリアを進む方の話を聞くことができたり、同年代の学生が研究しているいろんな分野のことを知ることや、アントレプレナー、AI・量子コンピューターの授業など、そういう本当にたくさんの分野や可能性に、自分の世界を広げることができる機会を提供してもらっているというのが最大の魅力かなと思います。



数理学専攻 修士課程1年生

Ayoub Hafid

アユーブ ハフィド

モロッコ出身。2015年にElaraki高校を卒業後、2016年に日本の文部科学省の国費留学生として来日し、東京外国語大学留学生日本語教育センターを経て、2017年に東京大学理科一類に入学。2021年に理学部数学科を卒業し、数理学専攻数理科学専攻の河東研究室に所属。



物理学専攻 修士課程2年生

Kawasaki Akito

川崎 彬斗

2016年私立洛星高等学校卒業後、東京大学理科一類に入学。2020年より工学系研究科物理工学専攻の古澤研究室に所属。

「FoPMは視野を広げ、ものを考えさせてくれる機会をくれます。」

論文を出版するプロセスの授業が僕にはとても印象的でした。

FoPMは自分の世界を広げるきっかけになっていますね。

### 4PMセミナー

#### 水曜日午後4時からの出会いにだれもが胸躍らせて

毎月一度、水曜日の午後4時から始まる「4PMセミナー」は、FoPMのプログラム生たちが研究室の壁を越えて出会い、交流し、素晴らしい先達たちとの対話を経験する場です。

冒頭では、毎回、さまざまな研究分野の先生を講師としてお招きして貴重なお話をさせていただき、プログラム生が質問をする機会も設けられます。2020年2月に東北大学の小谷元子教授に現代数学と材料科学について興味深いお話をさせていただいた第1回を皮切りに、大勢の錚々たる先生がたに参加していただきました。2021年の5月、6月には、ノーベル生理学・医学賞を受賞したMay-Britt Moser教授、CERN所長のFabiola Gianotti博士をオンラインでお招きしました。

外部講師の方々のお話の後には、プログラム生が短いプレゼンテーションを行い、学生同士が評価し合います。こうすることで、発表者はこれまで気

づくことができなかった自分の強みや弱みを発見でき、プレゼンテーション能力の向上に役立てることができ

ます。セミナーの最後は懇談会です。Zoomの機能を活用し、参加者を少人数のグループにランダムに分けることで、異分野の学生や講師とも話ができる機会をつくっています。

FoPMならではの知的刺激でいっぱいのコミュニケーションの場——「4PMセミナー」。プログラム生はみな、月に一度の特別な午後4時をいつも楽しみに待っているのです。

1 新型コロナウイルスの流行以降はZoomを使って開催されています

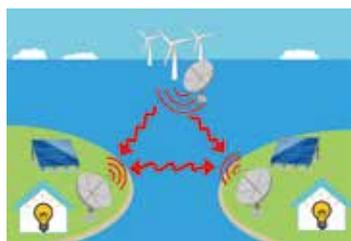
2 講師のMay-Britt Moser教授にオンラインで質問するプログラム生



### プログラム生のユニークなエッセイをご紹介します

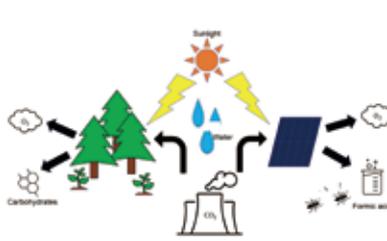
FoPMの必修科目「Academic Writing and Presentation」でプログラム生たちが英語で作成したエッセイの一部をご紹介します。

## Essays #1



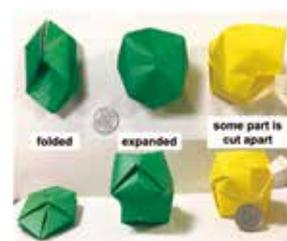
#### Solving energy problem with wireless transmission of electricity Hiroki Fujimoto

エネルギー問題・気候変動をマイクロ波を用いた無線電力伝送(WPT)によって解決できるのではないかというのが著者の主張。世界中をWPTでつないで電力のネットワークを構築することで、再生可能エネルギーを効率よく各地に供給しあうことができるというのです。



#### Artificial photosynthesis toward better harmony with this planet Hirokazu Kobayashi

環境問題を解決する手段として、著者はトヨタグループが2021年に開発に成功した人工光合成装置に着目し、その高効率を驚きをもって紹介しています。同時にこの装置の改良すべき点にも言及しつつ、科学技術によって地球とより調和して生きることへの希望を語ります。



#### Origami structures as a possible solution for privacy concerns in evacuation centers Yuta Shiraishi

地震や洪水などの災害が起きたとき、避難所で暮らす人たちのプライバシーなどの人権を守るために、日本の折り紙風船の構造を応用した簡易テントを著者は提案します。空気ポンプで膨らませて簡単に設営でき、収納時はコンパクトに畳める。著者はこの構造体の他の利用法も紹介しています。

# Beyond Borders

FoPMのチカラ

02

## 国境を越えて学び研究すること。 その願いをいま叶える。

海外の大学、研究機関、企業で、世界中から集まった優秀な人々とともに、最先端の知を学び、研究を深める。それは研究者ならだれもが願うことです。しかもまだ学生のうちにそれができたのなら、素晴らしい財産となるのは間違いありません。FoPMは世界に羽ばたく人材を育成するために、海外の研究機関や企業において共同研究やインターンシップを行うことを必修化し、その旅費を支援します。また、将来、国内外を問わず幅広い分野でキャリアを構築するための人脈作りの重要性や、その方法について学ぶ国際キャリア研修も行っています。パンデミックならではの遠隔による人脈構築方法やオンライン面接への対応策などについての研修もすでに行われています。教員の側も国際標準推薦書の作成法を学ぶなど、プログラム生の夢の実現のために努力しています。

### Keywords

1. 国外連携機関長期研修
2. 国際キャリア研修
3. Faculty Development 講習

1. 国外連携機関長期研修は、必修として修士課程2年次から博士課程2年次までの間に実施されます。

2. 国際キャリア研修では、将来のキャリア構築に関わる人脈作りの重要性やオンライン面接への対応策などについて学びます。また、本学の卒業生などを招き、多様なキャリアパスを紹介しています。

具体的な国際標準推薦書を教員が作成でき、学生の質保証とキャリア最大化に資するため、教員向けに国際標準の推薦書の書き方を指導するFaculty Development講習を実施する予定です。

次ページより  
学生インタビュー

3. 外部から信頼される厳格で



## いろいろな経験をしたい、違う世界を見てみたいといつも考えていました。

日本に閉じこもらず、外の世界で、海外の人々とともに研究をしたいと常に夢みていたといいます。

FoPMの海外派遣でいまはスイスのチューリッヒで研究生活を送るそんな江口さんにお話をうかがいました。

——2021年10月からスイス連邦工科大学チューリッヒ校で研究をされていますが、生活は慣れましたか？

毎日、朝9時頃に大学に行って研究をして、夕方5時か6時ぐらいに帰宅するという感じですね。帰宅後も、自分の部屋で研究を続けることもあります。休みの日には大好きなクラシック音楽の演奏会を聴きに行ったり、オペラを観に行ったりしています。チューリッヒ歌劇場という世界的に有名なオペラハウスがあります。実は僕自身、10年以上テューバという楽器を吹いていて、東大のオーケストラに所属していたこともあります。

——どのような研究をしているのですか？

素粒子実験の分野で、ニュートリノの性質を理解することでこの宇宙の成り立ちを明らかにしていこうという研究です。T2K<sup>(1)</sup>という実験が日本で行われていますが、とても大規模なもので、国内外から500人もの研究者が集まって取り組んでいます。僕が来ているこのスイス連邦工科大学も実験に参加していて、僕はこちらの研究者と2年ほど一緒にソフトウェアの開発を行ってきました。ずっとオンラインでのやり取りでしたが、その研究をより密接に連携してやっていこうということで今回こちらに滞在して共同研究をすることになりました。

——そのソフトウェアはどんな目的で使われるのですか？

T2K実験では、より高いパフォーマンスを発揮するために検出器を全く新しいものに置き換える計画を立てていて、その検出器を来年秋に導入予定です。我々が開発しているのは、その新しい検出器で得られたデータを解析するためのソフトウェアです。T2K実験が今後世界に先駆けて新しい実験結果を出していくために欠かせない、とても重要な役割を担っています。ニュートリノ研究は日本のお家芸だと言われていて、ずっと世界をリードする存在でした。これからもT2K実験などによって世界のトップに立ち、ニュートリノに対する知見を深めていこうとしているのが今の日本です。

——オンラインではなく直接コミュニケーションが取れることは研究にとって大きなプラスですか？

はい。ちょっとでも打ち合わせたいことがあれば、隣にいる同僚に話しかけて、これはこうだねと、すぐにコミュニケーションを取ることができます。アイデアが浮かんだときにその場ですぐにディスカッションできるというのは、やっぱり生のコミュニケーションならではの良さですね。こちらに来て本当によかったなと思っています。同僚はイタリア人、中国人、スペイン人、ドイツ人、アメリカ人など世界中から集まっていて、日本人は僕しかいません。英語には苦労していますが、なんとかうまくコミュニケーションは取れていると思います。

——FoPMの海外派遣で滞られているわけですが、FoPMのどんなところがよいと思いますか？

まずは経済的支援が大きいですね。それから、今一番感じていることですが、こういった海外派遣のようにさまざまな機会を提供してもらえることが本当に素晴らしいと思います。僕自身、色々な経験をしてみたいという思いが常にあるのですが、今回海外派遣に参加したのも、日本に閉じこもらず、外に出ていって海外の人と一緒に研究をしたいと思ったからなんです。世の中には研究だけをしていたらわからないことがたくさんあると思うので、大学院を卒業した後も、もっと違う世界を見てみたいと考えていますし、色々なことに挑戦したいなと思っています。

### 1. T2K実験

茨城県東海村の大強度陽子加速器施設(JPARC)で作られた世界最大強度のニュートリノビームを295 km離れたスーパーカミオカンデに打ち込み、ニュートリノ振動の精密測定を行う実験。T2Kは「Tokai to Kamioka」の略。2009年4月から始まり、日本、アメリカ、イギリス、フランスなど12か国が参加する国際プロジェクト。

### 物理学専攻博士課程1年生

Eguchi Aoi  
江口 碧

2015年佐賀西高等学校卒業、東京大学に入学。2019年より理学系研究科物理学専攻の相原研究室、2021年より同専攻横山研究室に所属。博士課程1年次にFoPMの国外連携機関長期研修でスイス連邦工科大学チューリッヒ校(ETH Zurich)に滞在。



この研究所にはいろいろな国からいろいろなバックグラウンドを持った人たちが集まっています。

## 研究に無心で専念できる環境で、楽しくやりがいのある日々を送っています。

平日は実験室にこもり、作業は24時間交替で夜シフトもあるスイスの研究所生活は多忙をきわめます。そんな松下さんが語るFoPMの魅力、そして科学者としての自らの大きな夢とは。

——松下さんはいま、スイス連邦工科大学ドメインのポール・シェラー研究所というところに滞在されていますが、どんな研究をしているのですか？

ここで行われているMEG II 実験というものに参加しています。これはミュオンという素粒子がガンマ線を出しながら陽電子に崩壊する現象を探す実験で、この崩壊現象がもし発見されれば新しい物理学の手がかりになるというものです。私に関わっているのはガンマ線の検出のほうで、ガンマ線の検出は液体キセノンガンマ線検出器と呼ばれる検出器を使って行いますが、その時間の分解能をより精密に測定することを目標として研究しています。ポール・シェラー研究所に滞在しているのは、ここの加速器のミュオンの強度がとても大きいからなんです。ミュオンのビームをターゲットに当てて、その時の崩壊現象を探すわけなので、そのためには強度の大きいミュオンのビームが出てくるほうがいいですね。

——日々の生活はどんなですか？

平日はオフィスや実験室にこもって実験したり、解析したり。ビームを出して実験している期間はシフトもあって、交代でデータを取ったり、モニターしたりもします。これは8時間交代で、夜のシフトだったら夜11時から朝7時までなので、そういう時は昼間に寝たり。とはいえ、体を壊すほどの激務というわけではないので安心してください(笑)。ゲストハウスで生活しているのですが、夜ご飯は自炊しています。だいたいパスタかパンで、たいしたものは作っていません(笑)。日曜日はスイスでは娯楽施設などこも開いてないので、だいたい部屋にこもってます。写真を撮るのが趣味で、土曜日は散歩に行って撮影したりしています。

——滞在を始めてからまだ1カ月ということですが。

ここに到着した時は、今まで写真でしか見ていなかった検出器を自分の目で見て、『ああ、本物が目の前にある』と嬉しかったです。今もまだ全然わからないことだらけですけど、装置の使い方やデータの取り方など親切に教えてもらいつつやっています。もうすぐ、私が作ったカウンターを使った測定が始まるのですが、

ものすごく楽しみです。うまくいかなっていう、多少の不安はありますけど。

——とても充実しているように見えます。

はい。私に関わっているMEG II 実験は、素粒子実験の中でもATLAS実験などとくらべると中規模なものです。その分、学生でも実験の根幹となる部分に関わることができるため、ものすごいやりがいを感じます。研究に無心で専念できる環境なのでとても楽しいです。この海外派遣は研究室からの出張なのですが、FoPMのプログラムに入らなければ、こういうチャンスはきっとなかったと思います。

——FoPMのどういうところがよいと思いますか？

基礎研究と社会との結びつきをととても大事にしてるプログラムだなというところです。私自身、ドクターの後は企業に就職することを考えているので、大学院で得た知識や技術というものを社会にどう還元していくのかということにとっても興味がありました。ほかの分野の人との交流もできるのも良いと思いました。研究室ローテーションでは、もともと宇宙開発などに興味があって、地球惑星科学専攻の研究室に行かせてもらったのですが、楽しかったですね。

——海外派遣にはまた行きたいですか？

はい。1回どころか、何回も経験したいです(笑)。

物理学専攻 修士課程1年生

Matsushita Ayaka  
松下彩華

2016年フェリス女学院高等学校卒業、2017年早稲田大学入学。2021年より東京大学大学院理学系研究科物理学専攻、素粒子物理国際研究センター大谷研究室に所属。

宇宙関係の仕事に就くのが夢です。  
人工衛星の運用とか  
ロケットを作るのも面白そう。



### 国際キャリア研修

#### 多様なキャリアを築くことを夢みるプログラム生のために

FoPMでは、多様なキャリアを探すプログラム生たちのために、「大学の外」「日本の外」におけるキャリアについて学ぶ「国際キャリア研修」を実施しています。

2020年のオンライン開催では、米国のSTEMキャリアコンサルタントでサイエンスジャーナリストのAlaina G. Levine氏を招き、将来のキャリア構築のための人脈作りの重要性、遠隔による人脈の構築方法、オンライン面接への対応策などを学びました。最終日はプログラム生が英語で短い研究発表を行い、効果的なプレゼンテーション方法についてプロによる指導も受けました。プログラム生へのアンケートの結果では参加者の満足度は高く、とても好評でした。

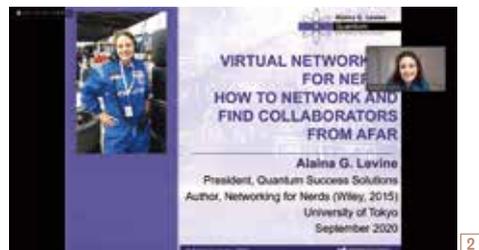
一方、前年の2019年には「国際キャリア研修／海外のポスドク編」

を開催し、海外の大学や研究機関でポスドクとして働いた経験のある方々に、日本との違いに工夫したことや学んだこと、海外のポスドクへの応募書類の書き方について講演をしていただきました。有意義な講演に参加者は熱心に聞き入っていました。

「国際キャリア研修」は2021年にも実施され、アカデミア以外のキャリアを選んだ卒業生も招き、学生時代に考えていたことや、そのキャリアをどうして選んだのかなど、それぞれの体験や経験をもとに多様なキャリアパスをプログラム生に紹介しました。

1  
2019年の国際キャリア研修の一コマ。講師はUCバークレイでポスドクを務めた福田朝さん(素粒子理論)

2  
2020年はSTEMキャリアコンサルタントのAlaina G. Levine氏を講師として招いて開催



### プログラム生のユニークなエッセイをまだまだご紹介

FoPMの「Academic Writing and Presentation」でプログラム生たちが英語で作成したエッセイのご紹介、まだまだ続きます。

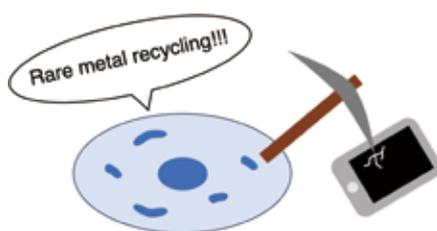


Photo by Official SpaceX Photos - Starlink Mission (2021) CC BY-NC 2.0

#### Bridge the digital divide from the space

Fumihiko Naokawa

現代の格差問題の一つであるデジタルデバイド。地球上の半数の人がインターネットにアクセスできないというこの格差の解決法として、著者は42,000基もの人工衛星で構築する巨大ネットワーク「衛星コンステレーション」に注目。負の面を指摘することも忘れることなく、希望とともに紹介しています。



#### Mining Bacteria: A Solution for Shortage of Rare Metals

Masaya Sakakibara

安定供給が世界的な課題となっているレアメタル。筆者は「マイニングバクテリア」と呼ばれる微生物群の力を借りれば、エネルギーコストや環境負荷を極めて低く抑えながら、レアメタルをリサイクルすることが可能になると、化学的プロセスを解説しながらその有効性を論じていきます。



#### Dream computer using quantum mechanics

Tatsuki Sonoyama

大きな消費電力と情報処理速度の限界という2つの問題を解決する量子コンピューターについて、著者はその歴史、原理、社会的インパクトなどを解説、その応用例として、量子化学計算による創薬と、物流最適化などにおける組合せ最適化問題を紹介します。同時に量子力学研究の大きな武器となることに期待を膨らませます。

# AI & Quantum Computing

FoPMのチカラ

03

## AIと量子コンピューターの「知」を次世代の常識として身につけるために

AI(人工知能)と量子コンピューターについての理解は次世代を担う研究者にとっては必須であるという考えのもと、FoPMではAIまたは量子コンピューティング演習が必修となっています。量子コンピューティングにおいては、東大とIBMとのパートナーシップにもとづいた取り組み——世界初のゲート型商用量子コンピューターIBM Quantum System Oneを用いての共同研究やIBM Quantum—東京大学コラボレーションセンターの活用といった、東大ならではのアドバンテージを活かした学びと研究が可能です。またAIにおいては人工知能の基礎、データ分析のためのプログラミングをはじめとしたビッグデータ分析技術、ニューラルネットワークについてなどを学びます。AI、量子コンピューターという未来を学ぶことで、プログラム生の未来の可能性もまた大きく広がるのです。

### Keywords

1. IBM Quantum System One
2. データ分析・プログラミング

1. IBM Quantum System Oneは、IBM、川崎市、東京大学の三者が締結した協定をもとに川崎市の新川崎・創造のもりかわさき新産業創造センターに設置された、最新の量子コンピューターです。世界ではアメリカ、ドイツに続く3例目の設置となります。27量子ビットのIBM Quantum Falconプロセッサを搭載しています。

FoPMのデータマイニング概論では、プログラミング演習を通して、ビッグデータ分析やデータマイニングのプロセスを学びます。これにより、次世代AIの開発に大きく貢献することを期待しています。

次ページより教員対談

2. AIのような新技術の急速な普及に伴い、情報処理技術を学ぶことが重要となっています。



## 先駆的な未来を見据えた挑戦を体験することが決定的な違いを生む

FoPMの選択必修科目であるAI（人工知能）と量子コンピューティング。次世代の科学のフロンティアを切り拓くこの2本柱を学ぶことにどれほど重い意味があるのか。講義を担当しているIBMのレイモンドさんと今井浩教授が語り合います。

### 実機に触れられる

### アドバンテージを活かして欲しい

—FoPMのAI・量子コンピューター必修化の成果について、どのように感じていますか？

**レイモンド** アメリカのIBMにある量子コンピューターがクラウドで使えるようになったのが5年前の2016年。このクラウドを使って、学生たちのためにどんなことができるだろうかと、今井先生と一緒にFoPMで量子計算入門のコースを始めたのが2019年で、もう3年がたちました。2021年には神奈川県内のIBM川崎に日本専用で使える最新鋭の量子コンピューター「IBM Quantum System One」も設置されましたので、4年目は内容を拡充してもっと大きな成果を出したいなと思っています。

**今井** 2021年には東京大学浅野キャンパス内に量子コンピューターのテストベッドマシンが入りました。2019年に発表した東大とIBMとのJapan-IBM Quantum Partnershipにもとづくもので、東大で研究し、学ぶ人はだれでもこの量子コンピューターの実機が使えるようになったことは、ほんとうに素晴らしいと思います。将来非常に大切になるテーマについて、レイモンド先生にその魅力をちゃんと伝えていただいて、学生がそれに触発されているのを目にするのは、とても楽しいですね。

**レイモンド** 学生の意欲も高く、特にグループワークはすばらしいです。デバイスを使って何か実験したり、今までできなかったものや新しいことをやるたびにグループを組むのですが、ある大きな課題のときに、学生がほぼ全員最終プレゼンテーションまで行き、そのうちの何人かは論文を国際会議で発表したりしました。

**今井** 東大には世界で量子コンピューターの研究をリードする研究者が揃っています。中でも先端科学技術研究センターの中村泰信教授は、1999年に世界初の超伝導量子コンピューターを作った方で、世界中で本当に尊敬されていらっしゃいます。そんな中村先生のような人が量子コンピューターを研究している東大で、

学生たちに量子コンピューターの教育をするには、やはり実機での教育を実現することが大切なのだ、全学の先生が考えられたことが結実したのだと思います。

**レイモンド** 中村先生の大きな技術貢献のほかにも、先駆的な理論の研究も東大が中心でした。だからIBMから見ると東大との提携というのは非常に素晴らしいことで、かつその教育という観点から見ても、学生たちへのプログラミング教育というものがとても重要なので、東大はIBMにとって非常に重要なパートナーになるのはまちがいないと思っています。

**今井** 量子コンピューターはまだよちよち歩きの状態です。今後、必ずや新しい何か、今までにないものをもたらしてくれるはず。ところが、まだ赤ちゃんレベルだから、大人になるのを待ちましようということであと10年待ったとします。でも、残念ながら今のレベルのコンピューターになるまでに半世紀以上もかかった昔とは違い、今は赤ちゃんが大人になるまでにかかる時間は明らかに加速しています。超巨大IT企業も、競って量子コンピューターに巨額を投資しています。つまり、10年後にちゃんとしたものができたときに使えればいいという考えは、実はまったく当たらずに、今ここで先取権を取り、競争に勝ち抜くことが重要です。そういうことを学生にもわかってもらって、東大の学生のアドバンテージとして、世界でも非常に優れたこの環境の中で、FoPMの学生には自分のアイデアで突破できる研究をしてもらいたいと思います。

**レイモンド** 世界中で量子コンピューター関連のスタートアップはソフトウェアでもハードウェアでも、すでに200以上あります。これから人材の争奪戦が世界中で始まるでしょう。もう数百量子ビットのデバイス

東京大学には世界の  
量子コンピューター研究を  
リードする研究者が揃っています。



があるので、創業のためとか、今井先生のご専門でもある最適化問題を解くためとか、これからは東大での学びと研究が加速していくのではないかなと思っています。実は何人かの学生から、この講義がきっかけとなって、とある量子コンピューター関連企業のインターンになりました、ありがとうございますというメールをもらいました。そんなふうに感謝されると、やりがいがある講義だなあと嬉しく思いました。また、他の何人かの学生からも、これからアメリカに留学したいので推薦状を書いてくれませんかという連絡ももらいました。これから世界に向かって挑戦しようとする学生にとっても、この量子コンピューターの講義は力になると思うんですね。論文を書くために実機で試そうとしても、他の会社のクラウド経由でやるとなればお金を払わないといけませんし、また順番のプライオリティがあるので待たないといけない。そのせいでスピーディーに論文が書けなかったり、発表できなかったりするのはいらない。でも、東大生だとすぐに実機で実行できて、非常にスピーディーに研究開発ができる。それが大きな強みになると思っています。

## 学問と学問、人と人の

### フュージョンをもたらすFoPM

——FoPMの取り組みや学生たちにどんなことを期待していますか？

**今井** サイエンスを極めようというのが理学系の大学院生だと思いますが、このFoPMで、AIと量子コンピューターの2本柱を正しくしっかり理解してくださいとお話しています。自分の研究課題を持ち、大学院生として博士号を取得するというのが一大ミッションですが、そういう人がAIや量子コンピューターを知ってるかどうか、すなわち先駆的な見解や未来を見据えた新しい分野融合の挑戦といった経験が、やはり決定的な違いを生むのだと思います。その点で、FoPMを推進された先生の先見の明には頭が下がるばかりです。

**レイモンド** 量子コンピューターをAIに適用するという方面もありますし、逆もあります。AIを使って量子コンピューターの性能を上げることです。ですから、AIと量子コンピューターがこれからの時代の2本柱になっていくのは間違いないでしょう。実際、弊社を含めた大手IT各社の取り組みなどはそうですね。そういう意味では、FoPMのミッション、AIと量子コンピューターの両方を知るといふ考えには非常に賛成です。

**今井** 実はFoPMの講義はめちゃくちゃハードなんです。アメリカ式で、毎回、アサインメント、レポート

問題が出ます。週末になると、よく学生さんから「締め切りをちょっと遅らせてもらえませんか」というネゴシエーションが来ます(笑)。量子コンピューターに関しては重点講義ですので、ティーチングアシスタントも少なくとも2名配置して講義をする設定にしています。ヒューマンリソースがちゃんと投入されたアメリカンタイプな講義を学生さんは受けているわけですね。よくついてきてくれていると思います。自分だったら落ちてるかもなあと考えたりします(笑)。その点は本当にシビアですよ。

**レイモンド** 意外だったのは、女性の活躍ですね。私が学生のときにはコンピューターサイエンスはほとんどが男性で、おそらく100人中、女性は2人ぐらいだったと思います。でも、今年の授業ではかなり女性の活躍も目立つようになりました。バランスが取れてよかったなと思います。それから、今の授業は、量子コンピューターには興味があるけどなかなか入りづらいという学生に、内容を幅広くカバーして知ってもらうということがまずは第一になっています。その後、どれに興味を持つのか。機械学習や人工知能の応用に集中したい、あるいはハードウェアの方に進みたいとか、そういう学生にとっての入り口になってくれることを目指したいなと思っています。

**今井** やはりFoPMというのは本当に面白いプログラムで、学生みんなを幸せにするものだと思います。実は私自身、1990年代に量子コンピューターの研究を始めたのですが、東大には優秀な先生がこんなにたくさんいるんだと驚くほど、多くの先生とのネットワークができたんです。たまたま教員として量子コンピューターを始めただけなのに、物理と関係するし、エレクトロニクスと関係するしと、いろんな先生と知り合えて、東大ってすごいところだなって実感したのですね。それと同じことが今、FoPMの学生たちに起こっているのだとしたら、実にうらやましい限りです。FoPMを通じて学生が東大がすごいってわかってもらえたら本当に嬉しいです。学問と学問、人と人のフュージョンと言いますか、そういったものをもたらすのもFoPMなんだと思います。



情報理工学系研究科  
コンピュータ科学専攻 教授

Imai Hiroshi  
今井 浩

1981年東京大学工学部計数工学科卒業、工学博士。九州大学助教授、東京大学理学部助教授を経て、2001年より現職。



日本IBM IBM東京基礎研究所  
研究員、東京大学 非常勤講師

Rudy Raymond Harry Putra  
ルディ レイモンド

2001年京都大学工学部卒業、情報学博士。日本IBMにてアルゴリズムとデータ解析、最適化の研究に従事し、産業界におけるビッグデータ解析など数多くのプロジェクトに貢献している。2019年よりFoPMにて量子計算論の授業を担当。

世界に向かって挑戦しようとする  
学生にとって、この講義は  
力になると思います。



# Leading the Future

FoPMのチカラ

04

時代を変え、世界に貢献する人間を  
輩出すること、それがFoPMの夢

平地健吾

数理科学研究科  
数理科学専攻 教授

村山 斉

カブリ数物連携宇宙研究機構  
国際高等研究所 特別教授

山本智

理学系研究科  
物理学専攻 教授

ケイト・ハリス

理学系研究科  
研究支援総括室 シニアURA

大きな期待を受けて船出したFoPM。学生たちが学ぶそのグローバルスタンダードの環境と新しいシステムに大きな反響が寄せられています。FoPMが実現したこと、そしてその未来を、FoPMをリードしてきた4人が語り合います。

## 万能細胞のように なんにでもなれる人間に

—FoPM誕生から3年。手ごたえはいかがですか？

**平地** 4PMセミナーに参加した時のことですが、学生同士、自分の知らない分野の人とちゃんと対話ができています。数学の学生は孤立しがちなんですが(笑)、分野を超えたコミュニケーションが生まれていて、とても嬉しかったですね。

**村山** 4PMセミナーは私も手応えを感じています。学生たちのプレゼンもとても上手ですね。日本人のライドは文字がびっしりで読みにくいのが多いですけど、概念的な言葉だけをポンポンと書いて、あとは自分が説明していくというプレゼンができています。もう一つの新しい試みがダイバーシティ・倫理教育です。公場でジェンダーについての失言があることなど、欧米から見ると信じられないことなんですね。この感覚の違いがわかってないと、外国でものすごく苦労する。たとえばアメリカの大学のポジションに応募するときには、ダイバーシティについてどう考え、どう取り組むのかというステートメントを書くことを要求されます。ですから日本の学生もダイバーシティの基礎的な知識を持ち、自分の行動を律することができないといけない。その第一歩が始まったところです。

**ハリス** 私が初めて東大に来たとき、女性の数がとても少ないのに驚きました。私がイギリスで化学を勉強していたときは、女性と男性の数は半々でしたから。

**村山** 国際キャリア研修も新しい試みですが、自分が大学院生だったときのことを思い出してみても、学生は日本でアカデミアの仕事について研究を続けられるかどうか常に不安を抱えています。残念ながらその道は非常に狭い。でも、自分の可能性を活かせるキャリアを見つけることができないのはとても不幸なことで、非常にもったいない。だから、日本だけじゃなくて外国もあるんだ、企業もあるんだ、官庁もあるんだと、そういうことを知ってもらう機会を作りたい。学生たちからのコメントを見ると、キャリアの多様性という意識を持ち始めていて、取り組んだ価値はあった

と思いました。それから、AIと量子コンピューターを必修にしたことも大きな試みですね。

**平地** 学生が企業での就職を考えたときには、AIや量子コンピューターはキーポイントになると思います。AIの基礎がわかっている、量子コンピューターの基礎がわかっているというのはとても大事です。量子コンピューターはいまとても面白い時期にあります。イギリスの数学者アラン・チューリングがコンピューターの基礎を作ったのは第二次世界大戦のころで、まずチューリングマシンという理論だけを作るわけです。このときトランジスタコンピューターはまだありません。ですけど先にそういう理論を作ったので、コンピューターができたときにはすでにソフトウェアが存在していたわけです。もっとさかのぼると、19世紀には同じくイギリスの数学者ジョージ・ブールが0と1だけのデジタル計算の論理回路の基礎を作りました。つまり、基礎科学というのは物ができる前にすでに何かを作ってしまった。それはいまの量子コンピューターの置かれている状況に似ていると思います。だからいまはとてもラッキーな時代で、これから10年やれば、あっという間にトップになれるかもしれない。

**山本** 進歩が速い、どんどん変わっていく時代にあっても、最終的にそこで勝てるのはファンダメンタルです。だから量子コンピューターだったら量子力学の基礎をしっかりわかってないといけませんし、表面的な数字の統計の知識だけでAIをやっていると足をすくわれます。FoPMがやるべきことは、AIや量子を目標にしつつ、そのファンダメンタルをしっかり鍛えることです。そうすれば、私が言っている“STEM人材”になれるんです。万能細胞と同じで何にでもなれる人材です。やはり、何においても物理と数学は基本ですから。また、FoPMの研究室ローテーションという挑戦也非常に大事だと思います。指導教員だけに頼る体制から、分野を超えた複数の教員が学生を見ていく体制に変えることは学生の視野を広げる上でとても重要です。

**ハリス** 私は大学はイギリス、大学院はスイス、ポストドクは日本でした。その間、ドイツにも留学しました。その経験から私が感じた日本の印象は、みんな自分の研究室にこもり、他の研究室の研究者たちとあまり交流をしないということです。たとえばスイスの大学では、専攻で大型の研究機器を持っていて、所属する学生やポストドク、教員であればだれでも使用することができます。それは分野をまたいだ交流が、自然と生まれる環境となりえるわけです。でも、日本では横の連携が少ない。それが大きな違いだと思います。



カブリ数物連携宇宙研究機構  
国際高等研究所  
特別教授

Murayama Hitoshi  
村山 斉

1986年東京大学理学部物理学  
学科卒業、理学博士。東北大  
学助手、ローレンス・バーク  
レー国立研究所研究員を経て、  
カリフォルニア大学バークレ  
ー校(UC Berkeley) 物理教室  
教授。2007~2018年東京大  
学カブリ数物連携宇宙研究機  
構国際高等研究所初代機構長。  
以降、東大とUC Berkeleyを  
併任。



数理科学研究科  
数理科学専攻  
教授

Hirachi Kengo  
平地 健吾

1987年大阪大学理学部卒業、  
理学博士。同大学講師、東京  
大学大学院数理科学研究科助  
教授を経て、2010年より現職。

**村山** ハリスさんたちが教えるAcademic Writing and Presentationの授業も学生たちからとても役立っていると言われて、これも手ごたえを感じています。私はずっとアメリカで暮らしていたのですが、外から日本を見ていてもったいないと思うことがたくさんありました。その一つが、日本の科学の研究力はまだまだとても高いのに、発信力が足りず、いい論文が出てもあまり認知されないということ。認知されたとしても誰々のペーパーじゃなくて、ジャパニーズペーパーと言われる。つまり、その著者の顔が見えないということです。もったいないです。やはり説得力のあるプレゼン、英語での論文の書き方、そして人間の繋がりが大事なんですね。ネットワーキングというのもやはり科学の世界ではまだまだ重要で、やはり知ってる人の論文から読み、そっちの方が面白いと思う。そこでどうネットワークを作るかというのも、国際キャリア研修で専門家に話してもらいました。

**山本** 英語での授業という点では、すでに東大でもあるにはあるのですが、勢いって言うのかな、やっぱりFoPM全体の雰囲気学ぶ意欲をかき立てているような気がします。単に履修しなければならない授業が増えるだけだと、学生は嫌なわけですよ。だけどそうじゃないところがある。それはプログラムの魅力ですよ。そういう相乗効果がすでに見えていると思います。

### FoPMの卒業生から 総理大臣が出たっていい

——今後の課題はなんですか。またFoPMの未来にどのようなことを期待されていますか？

**村山** 新型コロナのため、学生を海外派遣する国際研修があまりできていない。この実現がいま一番の課題です。それから、学生に対する推薦状の書き方の指導を、マックスプランク研究所の日本人研究者の方にしてもらおうと思っています。日本人が受けた教育を元に書いた推薦状は海外では説得力が弱く、学生の可能性を最大化する妨げになっているものの一つなんです。

**山本** FoPMは大きな意味での大学院改革です。中でも教員のマインド、そして長い歴史が積み重なったシステム自体を変えていくという改革です。FoPMは、新しい視点からグローバルスタンダードな大学院教育を提案していて、そのプラクティスが少なからぬ反響を呼んでいます。この取り組みをFoPMだけにとどめるのではなく、ダイバーシティ・倫理教育もそうだし、4PMセミナーもそうだし、アカデミック・ライティングもそうだし、これらを横展開することが大きな大

学院改革に繋がると思っています。容易なことではないですが、その“種”ができたということはとても重要です。国際化の流れにあって枠の中に閉じることなく、本当に優秀な学生を世界から受け入れることができるような体制を作るといのが我々の夢であるし、まさにそれが実現しつつあるのがFoPMだと思います。

**村山** 山本先生が言った万能細胞のように、数学・物理・化学の基礎をちゃんと身につけた人は何でもできるんだというのは、本当にその通りだと思うんですよ。学生がそういう意識でいれば、新しいことにチャレンジする意欲にあふれた人間に育つんだと思います。実際、たとえばオバマ政権のエネルギー長官になったステーブン・チュースは、パークレイでの私の同僚でしたが、彼はノーベル物理学賞も取っています。そんな人間がアメリカのエネルギー政策を作ったりしてるわけです。アメリカの実業家であるイーロン・マスクも、大学で物理を学び物事を原点に戻って考える力を持つようになったと言っています。ドイツのメルケル元首相も若い頃は物理学者でした。ですから将来、FoPMの学生から首相が出てもいいじゃないかと(笑)。

**平地** 私がプリンストンにいたときに一緒だったセドリック・ヴィラニというフィールズ賞を取った若い数学者がいるんですが、彼はいまフランスで国会議員をしているんです。基礎科学をきちっとやった人は、根本に戻って考えますから、矛盾したことが嫌なんですよ。数学を本当に理解し、最先端までいける人たちがFoPMにはいます。その人たちをみな研究や教育の場だけに置いておくのはもったいない。村山先生の言うように、いろんなところで活躍してほしいですね。

**ハリス** 東大を誰もが行きたくなる大学にすることが東大のビジョンですが、いま日本に来る外国人はアニメなどのカルチャーに興味があるからという人が多く、サイエンスのために来る人は少ないのではないのでしょうか。サイエンスをこの先生と一緒にやりたい、だから東大に入りたい、そう考える外国人の若者がFoPMによって増えるといいなと思います。

**平地** 確かに世界中からトップの学生が東大に来てるという状況ではまだありません。でも、FoPMの方式はもうグローバルスタンダードで、これが持続できれば、将来的にハーバード、プリンストン、パークレイ、そして東大にもアプライを出そうという人が海外から出てくるでしょう。海外のトップの学生が東大に来る。それはとても素晴らしい刺激になります。それには我々大学教員の改革も必要になるのかもしれない。

**村山** そうですね。本当にそうですね。



理学系研究科  
物理学専攻  
教授

Yamamoto Satoshi  
山本 智

1980年東京大学理学部化学科卒業、理学博士。名古屋大学助手、東京大学大学院理学系研究科助教授を経て、2004年より現職。



理学系研究科  
研究支援総括室 シニアURA、  
東京大学 非常勤講師

Kate Harris  
ケイト ハリス

2005年エジンバラ大学卒業、2010年バーゼル大学にて博士号取得(化学)。東京大学大学院工学系研究科に博士研究員として来日以降、学術論文などのシニアエディターを経て、2017年より現職。シニアURAとして、FoPMの運営支援も行なっている。



## FoPMプログラム責任者からのメッセージ

東京大学大学院理学系研究科長・  
理学部長

Hoshino Masahiro

星野 真弘 教授

# 挑戦的・融合的な研究で 世界にイノベーションを創出する人材を

FoPMは、東京大学大学院理学系研究科および国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構における世界トップレベルの研究体制の強みを活かした、文部科学省の卓越大学院プログラムに採択された東京大学の国際卓越大学院プログラムです。修士課程と博士課程を一連の教育課程と位置付けた学位プログラムで、国際性や学際性を重視し、企業3社、およびUC Berkeley、Caltech、Harvardなど多くの海外の大学や研究所と連携をしています。国内外からの教師陣による研究指導によって、学生の能力を最大限に引き出し、高い研究力と専門性をもつ、人類社会に貢献する博士人材の育成を行っています。また、国際標準にあわせた大学院入学前の経済的支援を含めた選抜を開始するなど、国内外の優秀な学生が研究に専念できる環境を提供しています。

FoPMでは、全学の国際卓越大学院プログラムのパイロット的な試みとして、分野横断教育、ダイバーシティ・倫理教育、Academic Writing and Presentationなどの取組みを行っています。たとえば、分野横断教育の一環として実施している研究室ローテーションでは、大学入学時に決定した研究室のほかに、それまでの専門とはまったく異なる分野の研究室での経験を積むことで、サイエンスの俯

瞰力を身につけます。プログラム生が参加する4PMセミナーでは、2014年にノーベル生理学・医学賞を受賞したProf. May-Britt Moserや欧州原子核研究機構(CERN)事務局長のDr. Fabiola Gianottiをはじめとした国際的に活躍する研究者による研究紹介に加えて、プログラム生同士が気軽にディスカッションをすることで、分野の壁を超えた見解と知識を育てることが重視されています。また、学生の将来ビジョン形成を目指した国際キャリア研修では、外国人講師や海外研究機関での研究経験者はもちろん、STEMキャリアコンサルタントや国内外の企業で活躍する講師を通して現場を学ぶ機会を設け、将来、国際的な場で重要となる自己PRスキルなども学ぶことができます。

数学と物理の基本原則をとことん追求することを中核に据え、理学系研究科、数理科学研究科、工学系研究科の学生が参加しており、既存の枠組みを越えた挑戦的・融合的な研究を生み出し、分野を越えて社会にイノベーション創出することに挑戦しています。本プログラムを通して、アカデミアや産業界といったさまざまな分野で世界を牽引する人材へと育つことを期待しています。

