

Yamaguchi University Research Activities

山口大学研究広報誌



2016 Vol.4



山口大学長
岡 正朗

本学では、平成26年度に「先進科学・イノベーション研究センター」を設置し、国内外の大学等との連携・協力を進め、同センターに所属する研究拠点群の形成と自立化を促進しています。平成28年2月時点では、「中高温微生物研究センター」をはじめとした4つの研究拠点と「東アジアVLBIサイエンスセンター」など3つの研究拠点候補群が研究活動を行っています。

そこで、本学で魅力ある研究活動に取り組む研究拠点に所属する研究者の中から4名を特集し「山口大学研究広報誌 Research Activities Vol.4」を発行することとなりました。本誌を通じて本学の研究者の活動を国内外の方々に紹介し、研究者・地域社会・学生間の交流が深化することを期待しています。

Contents

先進科学・イノベーション研究センター — 01

[インタビュー]

電波望遠鏡で観測する星の誕生と終焉 — 02

時間学研究所 所長／教授 藤澤 健太 先生

浅水域の水深リモートセンシング手法の開発 — 06

大学院創成科学研究科(工学) 助教 神野 有生 先生

“動”をキーワードとした化学 — 08

大学院創成科学研究科(理学) 准教授 綱島 亮 先生

情報工学で医療を支援する — 10

大学院創成科学研究科(工学) 准教授 平野 靖 先生

先進科学・イノベーション 研究センター

Advanced Science and Innovational Research Center

山口大学では、本学の強み及び特色ある研究を重点的に推進し、研究活動の総合的な高度化及び持続可能な発展を図るとともに、その成果を社会に還元することを目的に、平成26年に「先進科学・イノベーション研究センター」を立ち上げました。

本センターは、各学部等における先進的な基礎研究や、イノベーション創出につながる研究プロジェクトを大学研究推進機構の組織的取組として位置づけ、産学公連携センターやURA室等が重点的に事業支援（資金の獲得支援、広報、事業管理等）を行うことで、全学の研究センター・研究所への独立を経て国際的研究拠点の形成や大学発新産業の創出につながるよう、機構を挙げて戦略的な取組を行なっています。

本センターはセンター長及び各学部等から選出した研究プロジェクトを推進する研究者グループで構成しています。研究拠点として認定する研究プロジェクトは、本学を代表するすぐれた研究プロジェクトや将来有望な萌芽的研究プロジェクトのうちから認定し、将来の大学附設の研究センター・研究所候補として先進科学・イノベーション研究センターの中の組織として位置づけます。各研究拠点は、最大5年間の認定期間中に以下のような取組を行います。

- ・研究力の強化
- ・継続的に外部資金を獲得するための研究戦略の策定
- ・研究拠点としての発展
- ・大学附設の研究センターとしての組織体制の整備

また、研究拠点として認定した研究プロジェクトに対しては、最大3年間の研究経費支援やURA等による研究マネジメント支援などを行うことで、大学附設の研究センターとして独立するための準備を進めています。

現在は、以下の4つの研究拠点を認定しており、研究拠点群形成プロジェクトとして3つの研究グループを支援しています（平成29年2月現在）。

研究拠点

- ・中高温微生物研究センター
- ・難治性疾患トランスレーション研究拠点
- ・再生・細胞治療研究センター
- ・応用衛星リモートセンシング研究センター

研究拠点群形成 プロジェクト

- ・生命医工学センター
- ・東アジアVLBIサイエンスセンター
- ・光・エネルギー研究センター

今回はその中から、1研究拠点と3研究拠点群形成プロジェクトよりそれぞれ1名の研究者を取り上げ、その魅力的な研究内容をご紹介します。

<http://rcasi.kenkyu.yamaguchi-u.ac.jp/>

電波望遠鏡で 観測する 星の誕生と終焉

2011年、大質量の星が生まれる過程において、星の材料である星間ガスは渦巻きながら中心の星に向かって落ちていくことが世界で初めて観測されました。この観測を行った藤澤先生にURAがインタビューを行い、世界初の観測の状況、そして今後取り組むブラックホールの研究について分かりやすく紹介して頂きました。



【インタビュー】
時間学研究所 所長／教授
ふじ さわ けん た
藤澤 健太 先生

2016年	山口大学 時間学研究所 所長
2010年4月	山口大学 時間学研究所教授
2010年3月	山口大学 大学院理工学研究科（理学）教授
2007年	山口大学 大学院理工学研究科（理学）准教授
1995年	宇宙科学研究所 COE研究員
1995年	東京大学 理学系研究科 修了
1990年	東京大学 理学部 卒業

時間学研究所とは
山口大学・時間学研究所は、2000年に当時学長であった廣中平祐先生が提唱し、設立されました。「時間」には文系や理系を超えた様々な結びつきがあり、時間を中心に据えた新しい学問を創造することを目的としています。

<http://www.rits.yamaguchi-u.ac.jp/>

URA 藤澤先生が現在取り組んでいる研究テーマは、電波望遠鏡を利用した星の形成過程の観測とのことですが、どのように研究を進めているのでしょうか。

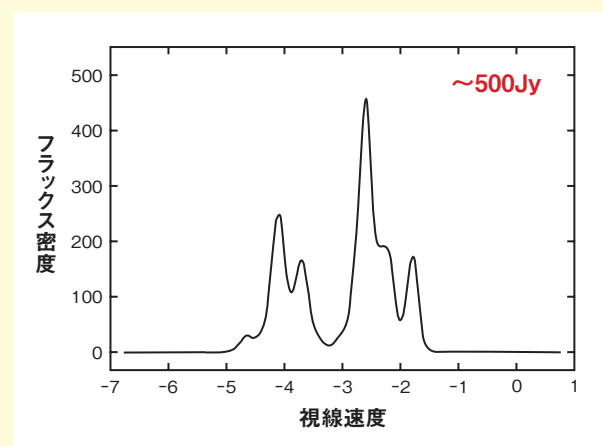
藤澤 星は何からできているかというと、大部分は水素とヘリウムです。宇宙空間には、ヘリウムと水素でできた薄い雲があちこちに漂っていて、星間雲と呼びます。その星間雲の濃い部分があると、それが自らの重力で段々集まり、さらに小さくなるともっと重力が強くなります。この行程を繰り返すと最後は一つの星になると考えられています。特に私たちが研究対象としているのは、太陽の20～30倍にもなる重たい星です。ガスが集まって星になる過程でメーザーという電波が出ますので、電波望遠鏡を使って観測しています。

URA 星が生まれるプロセスを研究されているということですが、その期間はどのくらい続くのでしょうか？

藤澤 星間ガスがある状態から星が完成した状態までを100万年だとすると、研究途中なのでまだ答えがないのですが、メーザーが出る期間はおそらく2、3万年しか続かないと思います。

URA 先生の論文を拝見すると、(図1)のようなグラフをよく拝見します。これが電波望遠鏡の観測結果ですね。

藤澤 そうです。電波望遠鏡で観測して最初にわかるのは、電波望遠鏡が向いている方向からどれだけの強さの電波がやってきているかというその数字一個です。次にスペクトルという観測をすると、(図1)のように波形が見えてきます。毎日観測していると、ある時、値が跳ね上がったたり、色々なことが見えてきます。さらに進むと、10台程度の電波望遠鏡を一緒に使って観測します。これはとても贅沢な観測です。



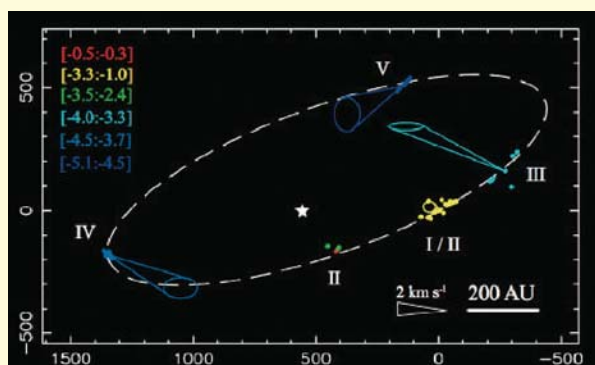
■ 図1 山口32m電波望遠鏡で観測した、6.7GHz メタノールメーザーのスペクトル

URA 10台で一つの天体を同時に観測するのですか？

藤澤 ええ、VLBIという観測方法です。ある天体からやってきた観測値をハードディスクに記録して持ち寄り、出てきた信号の掛け算をします。

これで何がわかるかというと、その天体の形がわかるのです。最初は電波の強さ、その次は電波のスペクトル、その時間変化、いよいよ形。更にこれを何遍も繰り返すと、その形が変わっていくのが見え

す。1年後、2年後と撮影を続けていくとガスが渦巻きながら中心の星に向かって落ちていくのを世界で初めて発見しました(図2)。



■図2 観測したメタノールメーザーの固有運動

点:観測スポット、色:メーザーの速度
円錐:周辺スポットを平均した固有運動
点線の楕円:メーザースポットが分布している円盤

URA とても重要な発見をされたんですね。研究のきっかけは何でしょうか。

藤澤 普通は、これをやるためにこの望遠鏡を使うという順番だと思います。しかしこの研究は逆で、山口に電波望遠鏡がある、これを使ったら何ができるかなというところから研究を始めました。

URA 電波望遠鏡との巡り合いによって、この研究が始まったんですね。電波望遠鏡について、教えていただけますか。

藤澤 2002年に私が山口大学に来てから始めた仕事が、口径が32メートルの通信用のアンテナだったものを電波望遠鏡にすることでした。これまでに前例がないので、誰からもアドバイスを貰えないし、参考にするものもありません。そのため、電波望遠鏡ってどうやったら作れるだろうというところから考え始めました。まずは星が昇って沈むのを追いかけて、電波を捕まえるための装置を用意しなければいけない。調べるためにはソフトウェアを作らなければいけない。そのように色々考えて、順繰りに作っていきました。そうしてこの研究テーマにたどり着きました。

こんな研究のやり方は、大きな研究機関だと許されません。何故か

というと、望遠鏡を使うためには研究目的が明確である必要があります。幸いにして山口大学では好きなようにやらせてもらえたから、本当によかったです。

僕が思うに、天文学者だったら大きな望遠鏡を好きなように使って、たっぷり時間をかけていい研究をしたいと思うのが当たり前だと思います。それができる環境は世界中を探したって殆ど無いと思うので、天文学者冥利に尽きると言っているんです。

URA 星の誕生に関して、現在はどのような研究を進めているのでしょうか。

藤澤 先ほど説明した手法で、今度は36個の星について観測しています。4年間かけて観測は終了しましたので、現在はデータ解析中です。これだけたくさんの天体を対象にすることはこれまでにありませんので、間違いなく我々は世界のトップにいます。

URA 次に、新しい研究テーマについて教えてください。

藤澤 今後は、電波望遠鏡を使ってブラックホールの研究をしたいと思っています。まず、ブラックホールとは、非常に重力が強くて光を吸い込んでしまう天体です。どうやってできるかという、とても重たい星(例えば太陽の20~30倍)が、一生を終えると爆発してブラックホールになると言われています。

URA これまでに、VLBIを用いたブラックホールの研究は行われているのでしょうか。

藤澤 すでに30年くらい取り組まれていますので、私は少し新しいことをやりたいと思っています。これまでは、遠くの銀河にある巨大なブラックホールが研究対象となっていました。しかし、私が興味を持っているのは、近くにある小さなブラックホールです。我々が住んでいるこの銀河系の中に、ブラックホールがたくさんあるのは間違いないのですが、あまり見つかっていません。と言うのは、ブラックホール自体は光りませんので、ガスを吸い込むことでようやく観測できます。しかし、近くのブラックホールは、濃いガスが近くにないで光って見えないから観測が難しいのです。今まではX線天文学が多いので、電波望遠鏡で挑戦したいと思っています。それに大に関係するのですが、2002年から使っている山口の口径32mの電波望遠鏡に加え、2016年から隣にある34mのアンテナを山口大学が借用して電波望遠鏡にすることになりました。その2台を使うと観測感度が大きく改善しますので、銀河系内のブラックホールの研究に良い能力を発揮すると考えています。

URA その研究は、藤澤先生が拠点長を務める「東アジアVLBIサイエンスセンター(脚注1)」で取り組んでいるということですね。どちらに

著書紹介

2016年にミネルヴァ書房より、子供向けの「ふしぎ? ふしぎ! 〈時間〉ものしり大百科」を発行。「時間」の成り立ちの歴史から、天文学、地学、宇宙物理学、生物学に至るまで、さまざまな科学的視点から解説。全3巻。【著者:藤澤健太、第3巻は井上慎一氏(元・時間学研究所長)と共著、監修:時間学研究所】



しても、電波望遠鏡を自由に使うことのできる環境が欠かせないということですね。

藤澤 日本国内に電波望遠鏡は10台程度あります。普通は、観測提案書を書いて、審査を受けることでようやく20～30時間観測できます。これが、正直に言うと僕の性に合わない。すこし大雑把でもいいから思いついたことを試したい、そしてもっと長時間の観測がしたいというも思っていました。

この環境は、学生にとっても良くて、例え失敗してもここならやり直しができます。

URA 山口の電波望遠鏡は、どのような研究者が使っているのでしょうか？

藤澤 最近メンバーが増えまして、私の他に、新沼准教授、元木助教、さらに研究員が2人いるので、5人で研究グループを作っています。

先ほど星の誕生の際の発見について紹介しましたが、とても良かったことは日本、中国、韓国の国際的な繋がりによって観測できたことです。VLBIという観測方法は電波望遠鏡をたくさん使います。現在、東アジア地域で電波望遠鏡が増えており、国際的な観測が広がっています。

みんなが自分たちの持っているものを持ち寄り、成果は分け合う。科学者同士ですからよく知っていますし、お互いの文化を尊重してとても良い協力関係が出来ています。

URA VLBIでは、望遠鏡が多いとどのような利点があるのでしょうか。

藤澤 電波で見た天体写真の画質が上がり、細かいところがシャープに見えます。ぼやけていたものが、くっきり見えるという感じです。そのためには、望遠鏡は適度に密集するだけでなく、離れた位置にも必要です。

URA 地理的な条件も重要なですね。

藤澤 その他にも、一緒にやりませんかと言えかけられたら、できるだけ参加しています。それは電波天文学でなくても良くて、とにかくあの設備を使ってやれることは何でもやってやろうと思っています。プロキオンという探査機から送られた電波を受信する、いわゆる通信にも使用しています。

その他にもヨーロッパの研究者から声をかけられて、火星や金星に飛んで行った探査機の位置を精密に決定する観測にも参加しています。だから、窓口は広く開けておいて、色んな所から提案があれば、積極的に参加しています。

URA これまで研究内容についてお話を頂きましたが、藤澤先生が天

体や宇宙の研究に取り組むきっかけは何でしょうか。

藤澤 私が中学生の時、友人が持っていた天体望遠鏡をいいな、と思って天文学者になりたいと思いました。実際に天文学を初めてからは、普通の望遠鏡を使った研究に取り組む研究者は多かったので、自分は電波(VLBI)をやろうと思いました。

山口の望遠鏡は、特別に大きいわけでも最新でもありません。だから、世界一でも日本一ですらない。しかし、一番ではなくても、使い次第で一番になります。それを狙っていくのが大事、そう思っています。

(脚注1) 東アジアVLBIサイエンスセンター

※VLBI:超長基線電波干渉計

ブラックホールの研究拠点

宇宙物理学における最大の研究課題の一つであるブラックホールを、理論と観測の両面から研究する研究拠点です。ブラックホールは時空と物質の進化の結果生じる究極的な天体・時空構造です。宇宙の進化の中でいかにして現在の宇宙の姿が形成されたのか、そこにブラックホールが果たした役割は何か、という宇宙進化論におけるブラックホールの意義はホットなトピックであり、宇宙物理学のみならず時間学にとってもブラックホールは重要な研究課題となります。

<http://crasares.eng.yamaguchi-u.ac.jp/>



電波望遠鏡

コラム ブラックホールと時計

大航海時代に自らの位置を知るためには、星の位置と正確な時間を知る必要がありました。揺れる船の上でも狂わない正確な時計を作製するために技術開発が行われ、大きな進歩を遂げました。最近ではより精密な原子時計によって、ブラックホールに近づくとき時間の流れ方がだんだん遅くなることを計測することが可能となりました。



原子時計(左:水素メーザー型、右:セシウム型)



浅水域の水深リモートセンシング手法の開発

河川の氾濫を予防・予測するためには、河川の地形を知ることが重要。神野先生は衛星画像とドローンにより撮影した画像に対して独自の解析手法を開発した。これにより、「色から水深を推定する方法」の精度を劇的に改善することに成功した。



山口大学大学院創成科学研究所(工学) 助教

神野 有生 先生

2010年4月 山口大学大学院理工学研究科 システム設計工学系学域 社会基盤工学分野 助教
 2010年3月 東京大学大学院新領域創成科学研究科 社会文化環境学専攻 博士課程 修了
 博士(環境学) 取得
 2009年4月 日本学術振興会特別研究員(DC2) 被採用
 2007年3月 東京大学大学院新領域創成科学研究科 社会文化環境学専攻 修士課程 修了
 修士(環境学) 取得
 2005年3月 東京大学工学部システム創成学科 環境・エネルギーシステムコース 卒業

衛星画像やドローンによる空中写真から、浅い水域の水深分布(水面下の地形)を測る解析手法を開発しています。いわゆる遠隔計測(リモートセンシング)技術の研究です。光の伝搬をシミュレートするための物理と、誤差を正しく扱うための統計学を、自分らしい着眼で組み合わせることで、従来よりも高精度な解析手法を作ることができました。

浅い水域を低コストで測量できる技術

川や海岸には、たくさんの人が住み、活動しています。そのため、川や海岸付近の地形は、とても大事な情報です。例えば川の地形は、川の流下能力(どのくらいの水を流せるか)に直結します。国や地方自治体は、川の氾濫を予防するため、たくさんのお金を費やして定期的に地形を測量し、流下能力が足りない部分がある場合には、河道の掘削などの対策を行っています。海岸付近の海底の起伏も、波や流れを決める因子ですので、海岸浸食や越波への対策に不可欠な情報です。

このように、浅い水域の地形は重要なのですが、従来の測量方法には、お金がかかりすぎるという欠点がありました。水深が数10cmの非常に浅いところは徒歩で1地点1地点測量します。とても人件費がかかります。その先は船を使い、水底に向けて音波を出して水深を測ります。この音響測深もまた、水深が数m未満の浅いところでは、一度に狭い範囲しか測れない、座礁の危険から行けないところがあるなど、効率が悪くなります。飛行機を飛ばしてレーザーでスキャンする技術もありますが、飛行機を飛ばすだけでも高くつきます。

その結果、現状では満足な頻度・密度で測量が行われているとは言えません。例えば多くの川では、5年に1度、200m間隔で横断測量をしているにすぎません。このような粗い地形データしかなくて、大雨のときの水の流れを正しく計算し、市民に信頼できる洪水予報を出すことができるでしょうか。水の流れは地形で決まるのです。浅い水域を低コストで測量できる技術が、いま求められています。

数学を駆使した、誰にも思いつかない解析方法

浅い水深帯の測量技術として、衛星画像を使った方法と、ドローンによる空中写真を使った方法を、それぞれ研究しています。測定の方法は2つあり、1つめは、水深によって、上から見た時の色が変わることです。飛行機の窓から水の綺麗な海岸を見ると、水際から沖に向

研究拠点紹介

応用衛星リモートセンシング研究センター

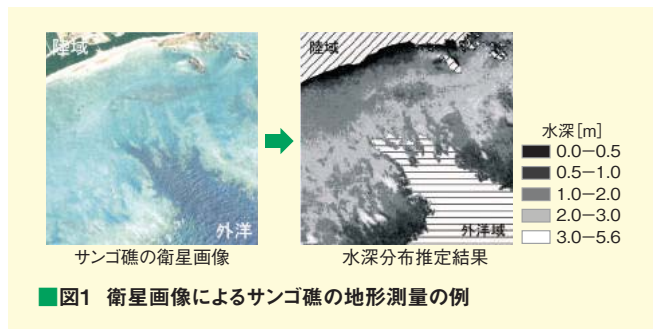
山口大学(YU)は約10年前から衛星リモートセンシングの防災・環境への利用に関する教育、研究をインドネシア・バリ州にある国立ウダヤナ大学(UNUD)と連携して始めました。平成21-23年度には文部科学省の宇宙人材育成事業に応募、「国際連携による衛星リモートセンシングの人材育成」が、平成25-27年度にも「大学院の国際連携による衛星リモートセンシングの人材育成」が認められ、インターネットを用いてYUとUNUD間で12科目の同時講義を進めています。この間、ダブル・ディグリー・プログラムを導入してYUの博士前期課程へのUNUDからの留学を制度化するとともに博士後期課程への進学も推奨し、国際共同研究を通じた人材育成を進めてきました。これと並行してUNUDに限らずインドネシア国内外の他の大学、国の研究機関とも国際共同研究を進めています。これらの成果が認められ、本学では平成26年に「新呼び水プロジェクト」に認定、平成27年には日本学術振興会研究拠点形成事業(B.アジア・アフリカ学術基盤形成型)にも採択されました。

JAXAのデータセンターが地方創成の一環で山口県に移転することが平成27年度に決まりましたが、これにはYUとUNUDのこれまでの活動が大きな力となりました。今後はこのデータを最大限活用し、衛星データの防災・環境に関する研究をアジアだけでなく南米等他の地域にも展開し、国際的な研究を推進していきます。

<http://crasares.eng.yamaguchi-u.ac.jp/>

かつて、水色から濃い青へ、色のグラデーションがあることに気がきます。これは、太陽光が海底に反射して私たちの目に入るとき、水深が深いほど光が水に吸収・散乱されて弱くなるためです。特に赤い成分が水中で減りやすいので、底が白っぽい砂の場合、浅いところは水色になります。

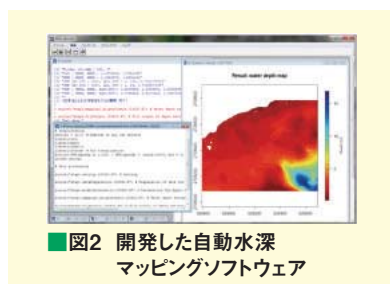
この原理を利用して、衛星画像や空中写真に写った色から、各地点の水深を推定することができます(図1)。もちろん、底に海藻や海藻があれば浅くても黒っぽく見えますし、水質によって色は変わりますので、底質や水質の影響を考慮した解析が必要です。さまざまな底質や水質に対して、安定して水深が推定できる解析方法を、民間とも連携しながら研究しています。



2つめの測定原理は、人間の目が遠近を測る原理や、3Dカメラの原理と同じです。左右の目で同じものを見ると、左の目と右の目では、対象が見える向きが微妙に異なります。対象との距離が近いほど、この差は大きくなるため、両目を使えば世界を3Dで捉えられるわけです。

目の代わりにカメラを使い、上空の複数の地点から下向きに写真を撮れば、地形が測れることになります。これは写真測量という古い技術ですが、最近ではコンピュータ、デジタルカメラ、ドローンの発達により、以前では考えられなかったような大量の写真を自動的に処理し、cm単位の細かさで地形が測れるようになっていきます。ただ、陸上と違って水面下に適用するのは難しく、まだ実用化されていません。水面の反射で空が写ったり、水面による光の屈折で水深が浅く見えたりするためです。どうすれば水面の影響を取り除けるのか、カメラの工夫と解析の工夫の両面から、研究を進めています(図2、図3)。

衛星画像や空中写真で水際付近の水面下の地形がわかるようになれば、これまで非効率・高コストであった浅い水深帯の測量が、安価、迅速、かつ高密度に行えるようになります。最近の衛星は、狭くとも5km四方の画像を、1mくらいの解像度(1画素の地上での大きさが約1m四方)で撮影できます。ドローンによる空撮では、1日あれば同程度の範囲を、数cmくらいの解像度で撮ることができます。いずれにせよ、遠くから写真を撮るだけでよいのですから、人や船が地上で行う従来の測量に比べ、圧倒的に手間がかからず、速いのです。弱点は、測れる最大水深が水質によって違うことです。水が綺麗なサンゴ礁では、水深20mくらいまで測れることも普通ですが、汚い川では1mも測れないこともあります。従って、衛星やドローンを使った水面下の測量は、人や船による測量を完全に置き換えるものではなく、水際付近について補うものだと考えています。



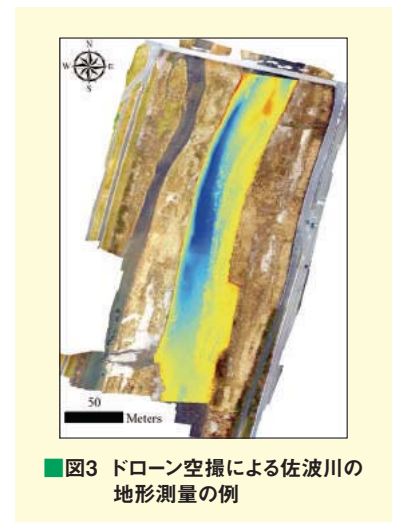
学生に達成する体験を積み重ねてもらいたい

大学教員は、研究室の学生指導、自分の研究、授業、行政の委員会への出席、学会活動、論文の審査、組織の運営に関する仕事など、大忙しです。しかし、各方面への取り組み方を、ある程度自分で調整できるところが、とても楽しいところだと思います。これらの仕事の中でも、研究は、自分らしさを思いっきり発揮できる仕事です。研究を着想するとき、周りに合わせる必要が低く、逆にいえば自分の変なところ、マニアックなこだわりを発揮しなければ新しさが出せないものなのです。

私は、昔から数学に劣等感があったためか、はたまた無意識に眠る他の感情の発露なのか、「数学を駆使した、誰にも思いつかない解析方法」を開発することに喜びを感じます。そこで、数学の一分野である統計学を、自分の作る解析方法に必ず盛り込んでいます。どうやって盛り込んでやるか、解析方法を考え始めると、熱中して、夜が明けてしまうほどです。これまで論文発表してきた解析方法の多くが、突っ伏したまま何晩も考えて思いついたものです。

ちょっと普通ではありませんが、結局、既存の手法に統計学の最新手法を合体させることによって、「色から水深を推定する方法」の精度を劇的に改善することができました。既存の方法は、光の物理を偏重し、誤差に関する統計的な考え方が不足していたためです。私の一風変わった着眼とこだわりが功を奏したと自負しています。現在は、開発した技術の実用化に産官と連携して取り組んでいるほか、同様の切り口で、気象衛星ひまわり8号による日射量のマッピングなど、他の分野へも切り込んでいます。このように、自分でも何故だかわからない変な趣味、常識が求められる他の作業では出せない性質が、研究では大いに役に立つことがあるのです。

山口大学工学部の学生は、純粋で真面目な子が多く、4年間で学力が大幅に上がります。研究に関しても熱中すれば、驚くべき才能を発揮することがよくあります。しかし何故か、本人の自己評価はあまり高くない傾向にあります。彼らが育ってきた色々なことが上手いかな時代と、多様性を許さない外面的評価に晒される風潮を考えると、確かに自信をもちにくいかもしれません。そこで、私の研究指導では結果よりも過程を重視し、何かを達成する体験を積み重ねてもらっています。衛星画像や空中写真の解析は込み入っていて難しいのですが、ひとつひとつを確かめながら、そしてそれを理解しながら、乗り越えて行ってもらいます。さらにその過程で、「自分でも知らなかった得意なところ」「なぜか熱中できる場所」を発見すると、学生も喜びます。学生の多くは研究を仕事にするわけではありませんが、研究を通して、技術と付き合っていくための自信をつけて欲しいと思っています。



“動”をキーワードとした化学

一般的には嫌われがちな分子やイオンの「運動」にヒントを得て、化合物の新たな可能性を開拓する。



大学院創成科学研究科(理学) 准教授

つなしま りょう
網島 亮 先生

2014年 山口大学創成科学研究科 准教授

2010年 山口大学理工学研究科 助教

2008年 Postdoctoral Research Associate, University of Glasgow, UK

2007年 北海道大学 博士研究員

専門は、固体を対象とした材料化学です。固体中の分子・イオン・原子は熱によって運動しており、一般的には構造の乱れの原因と捉えられています。私たちはこの運動に着目し、ナノマテリアルの大きさや形状を制御するための分析方法の開発に繋がりました。その他にも、化合物の予想もしていなかった性質を見出したり、発見した新たな化合物のメカニズムの解明にも取り組んでいます。

固体の材料科学のターゲットとは

―授業中に走り回る元気な子供―

「固体・液体・気体」は化学を専門としていない人でもその違いを明確に区別できます。空気は気体、牛乳は液体、塩は固体です。しかし厳密に言えば、牛乳は液体と固体の混合物で固体の大きさがとても小さいために白く濁ったように見えます。これは、ナトリウムイオンと塩化物イオンに電離している塩水とは少し異なっています。固体・液体・気体の細かい定義は別紙に譲るとして、大まかに言う構成している分子やイオンの運動様式が異なっています。小学生か中学生のころ理科の授業で教わった内容ですが、分子を教室の子供に例えると、固体はみんなが着席している授業中、液体は教室付近でのみ自由な中休み時間、気体は放課後、と教えていただいた記憶が今でも残っています。今、私自身は固体を対象とした材料化学を専門にしていますが、とても的をついた説明と思います。固体中であっても、全く動かずにいる子はいません。鉛筆を落としたり、おなか为空いているのかそわそわしているなど、常に動いています。教科書にある挿絵などでは、あたかも止まっているように描かれていますが、実際は固体を構成する分子・イオン・原子も同じで、固体中でも完全に止まっているわけではなく常に熱のために運動している状態です。この熱エネルギーが大きくなれば、教室中を走り回り、次第には教室を飛び出してしまう描像になります。前置きが長くなってしまいましたが、私が研究で興味を持っているのは、授業中でありながら元気いっぱい机の周りで暴れているタイプの、いわば問題児、です。実際に自分がそうでした。

嫌われる固体中の「運動」にヒントを得る

固体中であってもあたかも液体状態の様に分子が運動している状

コラム 光・エネルギー研究センター

山口大学 光・エネルギー研究センターはエネルギーの枯渇や二酸化炭素の排出などの環境問題ならびに将来にわたる持続的経済成長の問題を解決するため、光とエネルギーの両分野の融合により既存技術の限界を打破し、エネルギーのスマートな創出・活用・貯蔵を実現するグリーンイノベーションの創出を目指しています。

光・エネルギー研究には、材料、物性制御、デバイスの三位一体の研究が必要とされます。光・エネルギー研究センターには、その三つの強みを備え、特に材料では機能性分子やメタマテリアル、物性制御では光触媒やスピン制御、デバイスでは発行デバイス、パワーデバイス、熱電デバイスの先端研究を進めています。光・エネルギー研究センターはこれらの強みを活かし、更なるシナジー効果によって世界に大きな方向性を示し、新領域を創生します。

光・エネルギー研究センターの研究テーマ群

社会への貢献の4つの柱

環境共生と持続的経済発展

環境との共生

光触媒

情報・ネットワークの高度化

スピン制御・メタマテリアル

新材料の創成

機能性分子

省エネデバイスの創出

発光デバイス・パワーデバイス
熱電デバイス

<http://opto-energy-rc.eng.yamaguchi-u.ac.jp/>

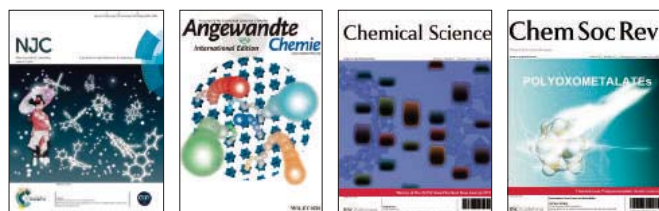
態はいくつか知られています。皆さんが聞きなれている言葉の中から選べば、液晶はそれに近いです。分子やその集合体がある程度の規則性を持って配列していますが、構造には自由度が高い状態です。そのため、外部からの電場に応じて配列が変わることができ、これを応用したものが液晶ディスプレイなどです。このように固体中の自由度の高さを利用する場合もあります。しかし、一般的には、構造の乱れの原因であるため好まれてはいません。例えば、ダイヤモンドの中にこのような構造の乱れがあれば、くすんだ見た目になるなど価値や機能を低下させる要因となります。私たちは、一般的には嫌われがちな分子やイオンの「運動」にヒントをみつけて新しい材料のアイデアを練ってきました。

ナノマテリアルの形成過程を分析する

ナノマテリアルは次世代材料としてデバイス・医薬・環境などほとんどの科学分野で注目されている重要な物質群です。その中でもポリ酸は、酸化還元触媒や他の分子を包接しやすいなどの特異な性質を持つ物質です。しかし、簡便な分離精製手法が無いため大掛かりな分析を行う必要がありました。そこで、私たちは生物やバイオの分野では広く使われるゲル電気泳動をナノマテリアルの分離分析法に応用しました。電気泳動とは、溶液中にある分子やイオンに電場をかけると、分子は動き始め、プラスに帯電している分子はマイナス側に向かって動き始めと呼ばれる現象で、動くスピードは分子の大きさや電気的性質によって決まることが知られています。ナノマテリアルができる形成過程を、電気泳動を用いて反応を調査することで、不純物や反応中間体を様々な観点から調べることが可能になります。これにより、小さすぎて制御困難であったナノマテリアルの大きさや形状を、任意に制御するための化学反応条件を見出すことに成功しています。

ほかにも、対象を分子からもっと小さいプロトンや電子に変え、積極的に動かそうとすると予想もしていなかった新しい発見がありました。従来、電気を全く流さないガラスのような化合物と目されていたものが、電子を動かすための仕掛けに着想することで半導体Si並みの伝導性まで向上しうることを見出しました。

また最近では、固体の色が様々な条件で変わるような不思議な化合物も見つかっています(図1)。これは、固体中で動きやすい分子(対称性が高い分子)を複数混ぜてできた固体です。出来立てはピンク色ですが、温度を上げると真っ青に、水をかけると緑色に、などリアクションが豊富です。そのメカニズムを明らかにするところまでが私たちの研究で、現在、進めているところです。



山口大学に赴任してから発表した論文の中から雑誌の表紙に選ばれたものです。左の表紙では、娘の七五三の写真がもとになっています。

左より

New J. Chem., 2015, 39 (Cover picture)

Angew. Chem. Int. Ed., 2014, 42 (inside back cover)

Chem. Sci., 2012, 3 (cover picture)

Chem. Soc. Rev., 2012, (cover picture)



■図1 不思議な化合物

試験管の左の状態は、数日すると右の状態へと変わり、ピンク色の単結晶が成長します。このピンク色の単結晶は、加熱すると右下の写真の様に青色へと変化し、アルコールをかけると元のピンク色に壊れることなく戻ります。

大学教員としての思い

明日のことは明日考える性格ですので、細かいことは抜きにして前向きに愉しく研究生活を送っています。またこのような恵まれた機会を与え、理解いただいている学生さんや、分野学科の先生方、他大学のお世話になっている先生方、最後に家族にこの場をお借りして御礼申し上げます。



情報工学で医療を支援する

医用画像処理やパターン認識などが専門。

医学部や病院などとの共同研究によって実際の患者のデータに基づく医療情報技術の開発を目指す。



大学院創成科学研究科(工学) 准教授

ひらの やすし

平野 靖 先生

2016年 山口大学大学院創成科学研究科 准教授

2010年 山口大学大学院医学系研究科 准教授

2009年 名古屋大学情報基盤センター 准教授

2004年 名古屋大学情報連携基盤センター 助教授

2002年 名古屋大学情報連携基盤センター 助手

2000年 名古屋大学大学院工学研究科 助手

医用画像や検査データを解析するコンピュータ・プログラムを作成し、診断に役立つ情報を医師に提供します。これによって、診断精度の向上を目指しています。現在、とくに取り組んでいる研究課題は、胸部CT像の解析による肺病変の診断、医用画像を入力とした生体シミュレーション、クラウド型電子カルテシステムによるカルテデータの収集と2次利用方法の開発などです。

コンピュータで客観的・定量的な判断を

もしあなたが体調が悪くて、医師の診察を受けようと思った場合、医師免許を取ったばかりの医師と、経験年数が長い医師のどちらに診てもらおうと思いますか？ おそらく、たいいていの方は経験年数が長い医師に診てもらいたいと思うはずです。また、診察時間が始まってすぐと、診察時間が終わる間際だとどちらが良いでしょうか。もしかしたら、医師は診察時間が終わる頃には疲れ切っていて、判断を誤るかもしれません。医師も人間ですから、数多くの患者さんを診て経験を積みれば適切な判断ができるようになりますし、疲れたら判断を誤ることもあるかもしれません。つまり、医師の診断は主観的であり、それぞれの医師の経験によって判断が変わってきってしまう可能性があります。さらに同じ医師でも状況によっては異なる判断をしてしまうかもしれません。そこで、コンピュータ支援診断と呼ばれる学問領域では、CT像やX線像など医用画像や検査データなどをコンピュータ・プログラムで解析して得られる客観的かつ定量的な判断結果を医師に提示することによって、医師の診断を支援しようとしています。解析用のコンピュータ・プログラムを作るためには、実際の患者さんの医用画像や検査データを使う必要がありますので、医学部や病院などとの共同研究を行っています。

コンピュータ・プログラムによって解析することには、もう一つ利点があります。最近の医用画像撮影装置は高性能化が著しく、医用画像は非常に多くの情報を含んでいます。それ自体は医師が診断を下すための判断材料が増えるという意味で良いことなのですが、情報が多すぎてすべてを使い切れていないという状況が生じてきています。コンピュータであれば多くの情報を高速に処理できますし、処理速度が足りないようであれば並列計算という技術を使うと、さらに高速化することができます。

コラム

生命医工学センターについて

高齢化やウイルス感染は、将来の大きな社会不安要素となっており、健康で安心して生活できる社会には医工連携による個別化医療のための技術開発が重要です。山口大学は医工学専攻を2000年に設置しました。さらに先進的な医工学の知の拠点を形成するため、医学と工学の境界域で活躍する研究者が集まり、生命医工学センター(YUBEC)をスタートしました。YUBECは医療と健康のための物質、システム、デバイスの創造を目指します。地域への医工学の普及、企業と連携した研究成果の実用化を推し進めます。YUBECは希望ある未来の社会に貢献します。

<http://bio-med.eng.yamaguchi-u.ac.jp/>

研究実績

- 関節軟骨の動態解析への力学・電気化学的手法の利用
- 心疾患治療機器開発のための心臓循環系の数値シミュレーションモデルの構築
- がん転移・再発予測への数学的統計パターン認識手法の応用
- 次世代型ワクチン開発への膜透過性ナノ集合体の利用
- 生殖工学へ向けた脊椎動物での受精、発生機構の解析
- タンパク質医薬品精製プロセス設計モデルの開発
- ワクセンタンパク質の酵母での大量生産系の開発

生命医科学研究部門

化学ユニット

生体関連分子、タンパク質、DNA、RNA、バイオナノ粒子を研究対象にした基礎研究と医療関連物質の合成、精製、ドラッグデリバリー、人工モデル系等の応用的開発を行う。

生物ユニット

ヒトの体を遺伝子、タンパク質、細胞、組織、個体レベルで捉え、遺伝子操作技術、体機能解析技術などを駆使して生殖、再生、脳機能などの高度なヒト機能を研究する。さらに、モデル生物、培養細胞などを使った創薬開発やヒトの疾患原因を解析する。

臨床医科学ユニット

細胞・動物モデルを用いた病因・病態の解明と基礎的、臨床的研究に基づく診断法、治療法の開発を目指す。

医用画像と医療データの解析

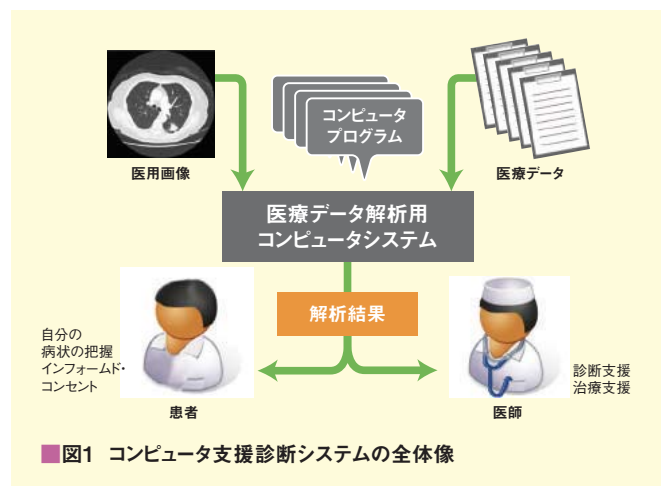
現在、最も興味があることのうちの一つは、コンピュータを使ったシミュレーションです(図1)。工業製品のシミュレーションでは、CAD(Computer-Aided Design)ソフトなどを使ってシミュレーション対象の物体を定義しますが、医用画像に対するシミュレーションでは、患者さん自身の医用画像から画像処理技術を使って得られた臓器領域を使います。例えば、肺がんの手術によって気道がどのように変形するかをシミュレーションによって予測し、予測された形状の気道に空気を流すシミュレーションをすると、手術前に、手術後の呼吸機能を予測することが可能になります。将来的には、呼吸機能が悪化しないような手術の方法を提案したり、呼吸機能が悪化することを見越して治療方法を提案したりすることもできるようになるかもしれません。医用画像を使ったシミュレーションでは患者さん固有の条件(臓器の形状や柔らかさなど)を使ったシミュレーションができることが、先程の工業製品の例と大きく違うところです。これにより、個別化医療(テーラーメイド医療)への貢献が期待できます。ちなみに、コンピュータによって支援された診断のことを「コンピュータ支援診断」と言い、これもCAD(Computer-Aided Diagnosis)と略されます。CAD(Computer-Aided Design)とちょっと紛らわしいですね。医用画像を使ったシミュレーションの利点としては、条件を変えて何回でも行うことができることです。実際に患者さんの検査をする場合などは患者さんに負担をかける場合がありますが、シミュレーションでは、医用画像を1回撮影しておけば、患者さんの新たな負担は必要ありません。シミュレーションによって得られた結果は医師の診断や治療方針の決定に使われるだけではなく、患者さんが自分自身の病状を把握し、自分がどんな治療を受けたかを決めるためにも使うことができます。

医用画像を使ったもう一つの研究としては、画像に含まれる様々な特徴をコンピュータに理解させ、病気の診断をさせることです。ただし、最終的な診断をするのは医師であり、コンピュータに医師とは違った視点で病気を診断させることで診断精度を向上させることが目的です。何十年前に、ニューラルネットワークという技術が生み出され、紆余曲折の末、現在はDeep Learningと呼ばれる大規模なニューラルネットワークが様々な分野で使われ始めています。最近の話題ですと、基

の世界チャンピオンに勝利したAlphaGoや、自動車の自動運転などにも使われていますし、医療の世界でも使われ始めています。我々の研究室でもDeep Learningを使って医師と同程度以上の診断精度を持つようなシステムの開発を行っています。

最後に医用画像とは異なる研究を紹介します。これは、いくつかのオープンソースソフトウェアを組み合わせて安価な電子カルテシステムを構築しようというものです。もちろん、医療データを扱うわけですから、安価であっても情報漏えいや医療データの喪失が起こらないようにする必要があります。この電子カルテシステムの特徴は、複数の診療所の医療データを1つのサーバに集約して保管することであり、これによって医療データの管理コストを下げるができます。とくにへき地診療所などの予算が厳しい医療機関での利用が期待されます。このシステムのもう一つの目的としては、医療データを匿名化した上で二次利用しようというものです。現在はいくつかの診療所に電子カルテ端末を貸し出して、診療に使っていただいている段階ですが、近い将来、集まった医療データを解析することで新しい医療情報アプリケーションを開発していきたいと考えています。

いずれの研究テーマも、コンピュータ・プログラムをどのように作るかがキモとなります。



大学教員としての思い

現在は医療データの解析を研究テーマとしていますが、実は、学生時代から一貫してこのような研究テーマに取り組んできたわけではありません。学部4年生のときには動画画像圧縮に関する研究を行っている研究室に所属し、修士課程と博士課程では医用画像処理の研究室に所属していました。大学教員になった後は、医用画像処理の研究をするかわら、所属した部局の業務として大学内・大学間ユーザ認証システムや、スーパーコンピュータなどの大規模計算システムなどの研究や運用を8年間行いました。これらは直接的に医用画像処理や医療データ解析などに関係しているわけではありませんが、その時にできた人脈や、得た知識は今でも役に立っています。特定の分野を極めるのも良いですが、いろいろなことを経験すると視野を広げることができると思います。



機器情報医工学研究部門

情報ユニット

医療画像、遺伝子データなど、生体測定技術により蓄積されている膨大なデータを活用する統計処理医療診断技術について研究し、医療従事者に還元する方法を開発する。

機械ユニット

ヒトの体を力学的に扱い、運動、血液流体、神経電気信号などの物理学的解析と、X線、超音波、可視光、蛍光のような物理ファクターを利用した、医療機器の開発を行う。

臨床医工学ユニット

がんの病態と生体反応に基づく新規画像解析法と画像誘導放射線照射システムの開発を行い、新たな低侵襲がん治療法の実現を目指す。放射線画像のビッグデータベースから、難易度別、重要度別、習熟度別に学習できる教育システムの開発を目指す。

○ Contact

研究に関する連絡先一覧

大学院(研究科)	URL
人文科学研究科	http://www.hmt.yamaguchi-u.ac.jp/
教育学研究科	http://edu.yamaguchi-u.ac.jp/
経済学研究科	http://www.econo.yamaguchi-u.ac.jp/
医学系研究科	http://www.med.yamaguchi-u.ac.jp/graduate/
創成科学研究科	http://www.gsti.yamaguchi-u.ac.jp/
東アジア研究科	http://www.eas.yamaguchi-u.ac.jp/index_J.html
技術経営研究科	http://mot.yamaguchi-u.ac.jp/
連合獣医学研究科	http://ds22.cc.yamaguchi-u.ac.jp/~renju/
鳥取大学大学院 連合農学研究科	http://rendai.muses.tottori-u.ac.jp/index.html

※連合獣医学研究科は、本学、鳥取大学および鹿児島大学の協力による連合大学院である。

※鳥取大学大学院連合農学研究科は、鳥取大学、島根大学および本学の協力による連合大学院である。

研究所	URL
時間学研究所	http://www.rits.yamaguchi-u.ac.jp/

山口大学

〒753-8511 山口市吉田1677-1

083-933-5000(代表) <http://www.yamaguchi-u.ac.jp/>



■ 研究関係

大学研究推進機構

TEL : 083-933-5134

<http://kenkyu.yamaguchi-u.ac.jp/>

学術研究部 研究推進課

TEL : 083-933-5011

■ 国際交流関係

国際戦略室

TEL : 083-933-5027

<http://www.iassc.jimu.yamaguchi-u.ac.jp/index.html>

■ 留学関係

大学教育機構 留学生センター

TEL : 083-933-5982

<http://www.isc.yamaguchi-u.ac.jp/>

○ Location



吉田キャンパス 〒753-8511 山口市吉田1677-1

人文科学研究科、教育学研究科、経済学研究科、医学系研究科（理学系、農学系）、創成科学研究科（理学系、農学系）、東アジア研究科、連合獣医学研究科、鳥取大学大学院連合農学研究科、国際総合科学部、時間学研究所

小串キャンパス 〒755-8505 宇部市南小串1-1-1

医学系研究科（医学系）、創成科学研究科（医学系）

常盤キャンパス 〒755-8611 宇部市常盤台2-16-1

医学系研究科（工学系）、創成科学研究科（工学系）、技術経営研究科

山口大学研究広報

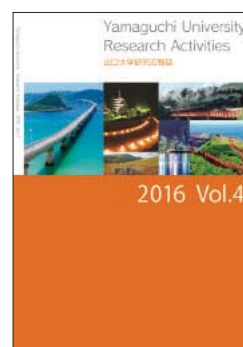
Yamaguchi University Research Activities

2016 vol.4

編集発行 山口大学大学研究推進機構
〒753-8511
山口市吉田1677-1

発行 2017年7月

企画・編集 山口大学研究広報ワーキンググループ



【表紙について】

山口県を代表する観光地の角島大橋、元乃隅稻荷神社、錦帯橋、世界遺産の萩反射炉などの画像を用い、古い歴史と豊かな自然に恵まれた環境をイメージできるようにデザインしています。下部には山口県のイメージカラーであるオレンジを使用しています。

