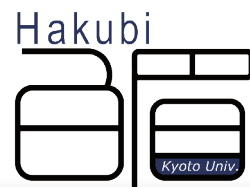


vol. 15

京都大学
白眉センターだより



THE HAKUBI CENTER NEWSLETTER

2 巻頭エッセイ

赤松明彦

「大学の理念の実現」

3-8 シリーズ白眉対談①

「実験と理論とシミュレーション」

——川中宣太／下野昌宣／高棹圭介／中島秀太

9 海外渡航記——山名俊介

10-12 研究の現場から——鳥澤勇介／萩原裕敏／榎戸輝揚

13-14 白眉研究ピックアップ——佐藤寛之／下野昌宣

15-16 ポスト白眉の日常——王 柳蘭／中西竜也／別所裕介

YUMEKUSA エッセイ

小川敬也「頭の良さとは何か」

17 お知らせ——受賞・報道／メディア掲載記事／出版

18-20 活動紹介——金沢 篤／川中宣太

大学の理念の実現

赤松 明彦

3月末で、文学研究科を停年退職し、4月から新たに白眉センター長として京都大学に勤務することになった。白眉センター長としては、伏木亨、田中耕司、光山正雄の先生方を継いで4代目である。また、白眉センターには、専任のプログラム・マネジャー（PM）がいて、初代の田中耕司先生の後、堀智孝先生が若い研究者たちの正真正銘のメンターとして五年間で苦勞された。その後、高見茂先生がその任に当たられたが、今年の3月で離任されたので、4月からは、私が白眉の専任PMであるということにもなっている。とは言え、実際のところは、次世代研究創成ユニットのPMである小川正先生に、白眉の兼任PMとなってもらって万事助けてもらっている。他方、白眉センター長は、次世代研究創成ユニット長を兼務することになっており、京阪神次世代グローバル研究リーダー育成コンソーシアム（という長い名前、K-CONNEXと略称）の事務局を担っている。（これも実質的な役割は小川先生が果たしている。）さらにまた、京都大学の研究戦略タスクフォースのプログラム・ディレクター（PD）という役目も与えられている。このように、4月からはまわりの環境ががらりと変わった。とにかく知らないことばかりである。PMとかPDとか言われても、どんな仕事かピンとこないし、ユニットとかコンソーシアムとかと言っても、文学畑を歩いている時には、ほとんど実感することのなかったものである。まあ、まだ着任したばかりであるから、これからぼちぼち慣れていけばよいだろうと思う。

ただ、4月から本当に変わってしまったと実感していることがひとつだけある。授業をしなくなったことである。大学での定職についたのは、京都大学人文科学研究所の助手からで、これは研究職だが、すでに文学部での演習を持たせてもらっていた。以来35年間、ずっと授業をもってきた。確かに、理事・副学長であった4年間は授業はなかったが、それでも学生の研究指導はしていた。それがなくなったのである。授業をもつことなく、つまり教えるということなく、大学に居場所を得ているというこのことが、なんとも奇妙に思えるのである。

確かに、実際には、私は、白眉センターの「特定職員」として京都大学に雇われていて、センター長を兼任している身分である。つまり「教員」ではない。「特任教授」という称号はもらっているが、契約上の仕事の身には、授業はもちろん研究も入ってはいない。だから、教育・研究から離れて大学の中にいるということに何の不思議も実はないのだが、しかし、やはり授業をしない自分を奇妙だと思うのである。とは言え、そう思いながらも、それを受け入れてはいる。なぜなら、すでに停年を迎えているのだから。

では、研究の方はどうか。実はセンター長になるにあたって、センター長室に本棚を入れて三方を囲ってもらった。文学研究科の研究室に置いていた本をすべてというわけには行かなかったけれど、それでもこれからの自分の研究に必要と

思える本の多くを、そこに移した。もちろん家の書庫にも貴重な（と自分では思っている）専門書を並べている。多くの理系の研究者は、実験室がなくなれば研究が出来なくなるだろうが、人文系の研究者は、たとえ大学を離れたとしても、本と資料さえあれば研究を続けることができる。むしろ停年後の方が、仕事が出来るぐらいである。（と、このように大方の人文系の研究者は思っているはずだ。）逆に言えば、研究を離れた自分の姿を想像することが出来ないのである。（往生際が悪いと言えなくもない。）もっとも、センター長としての仕事の中に、「研究」は含まれていないから、早朝か深夜、また勤務の合間を縫って、あるいは休日に、「研究」をすることになるし、現に私は、読書や資料調べ、原稿書きなどは、そのようにしている。

ところが、白眉センターにおける若手研究者たちの活動に関わるようになって、思わぬ僥倖に恵まれていることに気がついた。センター長としての務めを果たしながら、同時に「研究」が出来るのである。白眉となった研究者には、自由に研究活動を行うことが保証されており、義務的な成果発表が課されることはないのだが、隔週開催の白眉セミナーと、年に一度の「年次報告会」だけは、正当な理由なく欠席することは許されないことになっている。（最近、海外での研究活動などで欠席する者が多く、私としてはとても残念である。）また、シンポジウムや合宿、また「白眉の日」などの交流会もある。こうした集まりでは、必ず数名の白眉研究者の研究発表が行われ、白眉プロジェクトの最大の特徴である分野を超えた研究交流がその場で実現することになる。

すでに何度かそのような発表会の場に出席したが、そこでは、様々な分野の研究者たち（具体的に挙げるときりがない）が、それぞれの情熱をもって、お互いに刺激し合い、何かを生み出そうと創造的に活動しているのが、はっきりと見てとれる（聞きとれる）のである。研究者というのは、自分が抱えている問題を頭でいつも考えている者だ。だから、人の話を実際にはそんなに熱心に聞いてはいないかもしれない。ところが、様々の熱意のぶつかり合いの中で、時々、我々は突然インスピレーションを得るのである。その場では、すぐには思い浮かばなかったにしても、別の場所で突然、その時に得た刺激の結果としてアイデアが浮かぶこともあるのである。これこそ、「研究」の真骨頂であろう。それが白眉の集まりで実現しているのである。そして、こういう場を作り出すこと、これこそが、「大学」というものがもっていた本来の役割であろう。それは、かつてヴィルヘルム・フォン・フンボルトによって理念として語られたことでもある（1810年「ベルリン高等学問施設の内的ならびに外的組織の理念」）のだが、停年を終えてから、そのような場に立ち会えることの喜びを感じるとともに、そうした機会を与えてくれる白眉研究者の諸氏に対して、心から感謝したい。

（あかまつ あきひこ）

シリーズ白眉対談①④ 「実験と理論とシミュレーション」

司会・編集：ニューズレター編集部

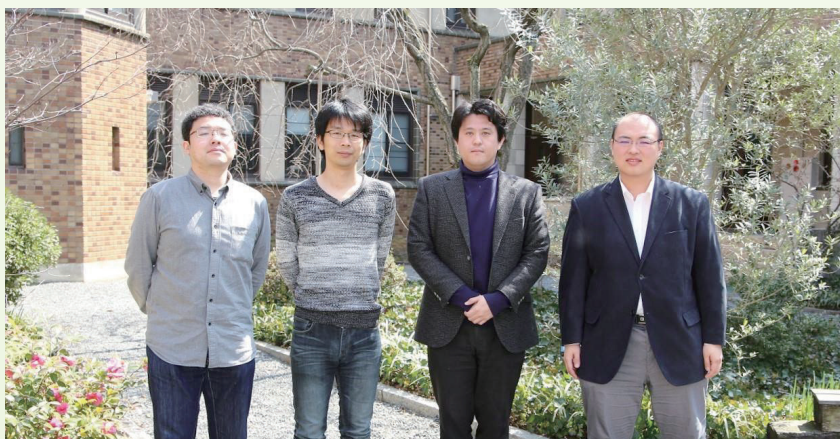
登場人物と研究課題

川中 宣太 准教授 『突発的天体現象起源の電磁波・粒子放射の理解と将来観測への提言』

下野 昌宣 准教授 『脳のネットワーク構造のスケール間融合と体系化』

高棹 圭介 准教授 『フェイズフィールド法を用いた曲面の発展方程式の解析と偏微分方程式の幾何学的特徴付け』

中島 秀太 准教授 『冷却原子系を用いたブラックホール情報パラドックスの実験的検証』



左から、中島氏、川中氏、下野氏、高棹氏。京都大学理学研究科 3 号館中庭にて。

自己紹介

(高棹) 8期の高棹圭介と申します。専門分野は数学、特に平均曲率流方程式と呼ばれる、石鹸膜の動き等を記述する方程式を研究しています。

(中島) 8期の中島秀太です。専門は物理で、冷却原子というものをを使った実験をしています。最近は冷却原子系を使って、ブラックホールの情報消失パラドックスと呼ばれる問題について研究を始めようとしています。

(下野) 8期の下野昌宣です。神経科学とネットワーク科学の交錯点を中心に、研究を進めています。脳神経系というのはミクロに見ると細胞がつながり合っていますし、マクロに見ると脳の領域間がインタラクションして、ある種の機能を果たしています。その複雑な絡まり合いを解きほぐす研究をしています。

(川中) 7期の川中宣太です。専門は宇宙物理学の理論的研究で、特に興味を持っているのは、ブラックホールや中性子星や白色矮星といった、いわゆる高密度天体と呼ばれるもので、その天体がどのような振る舞いをするか、ということについて興味を持って、紙と鉛筆とコンピュータを使って研究しています。

(高棹) では、今日のテーマとしては、実験と理論とシミュレーションについて語りたいなと思ってます。何でもこういうテーマにしたかという、僕は実験やシミュレーションをやったことがないんですね。以前微分方程式の本^(注1)を読んだときに出てきたのが、①現象から法則・例えば微分方程式を見つけ、②微分方程式に対してその解

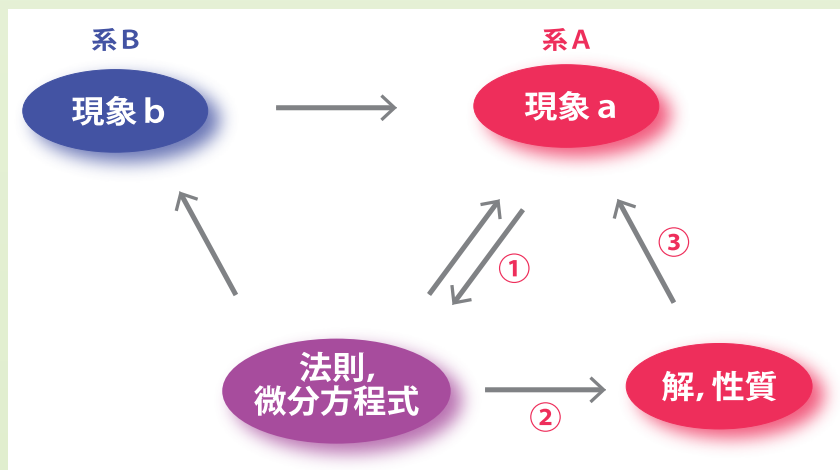
や性質を解析し、③最後に②で得られたものが、ちゃんと元の現象の性質を表しているかと。だめだったら、「やっぱりここちょっと違うんじゃない？誤差だと思ってたところがそうではなかったり、何か見落としてるのがあるんじゃない？」みたいなものがあって、見直してもう一回①、②、③を回すっていうのが書いてあったんです。僕がやってるのは②で、皆さんの視点からの話が聞きたいなっていうのが、今日のテーマとして僕が提案させてもらった理由です。

(川中) 私がどこかって言われると、例えば現象って、私の研究の場合は宇宙で起こる現象だったりしますし、それを、法則として抽象化するって作業を私はやってるような気がするんですよ。だから、私の研究してるものって、現実には起こる宇宙での現象と完全に切り離してはいけないというのがあって、現に起こっていることを説明したい。ないしは、これから起こることを

予言したいっていうのがあって、①は自分はやってると思うんですね。②もやってる気はするんですね。

(高棹) 数値シミュレーションとかですかね。

(川中) それもありますし、あるいは、もしこの微分方程式とか、そういうのが解析的に解けるものであれば、もう具体的に解いちゃったりするわけですよ。それでも解も性質もわかるし。だから、もうここは完全に抽象的な世界というか作業ですけども、そういうことも私はやるんですね。で、得られた解を、また具体例に適用するっていう作業ですけども、これもやらなくてはいいわけですね。だから、そういうことを言うと、高棹さんの場合は数学の方だし、法則からの解を導くみたいなことは、もう抽象的な世界の中での話を主にやってらっしゃって、でも私の場合は、現実の現象にアクセスできるし、アクセスすることが必要とされている部分もあるので、どれもやってるっ





て言うんですけど、ある方法でどれもやってるっていう感じになると思いますね。

様々なシミュレーション

(中島) 僕は実験で、研究しているのは量子シミュレーションと呼ばれるものなのですが、それ(高棹さんが最初に描いて下さったスキーム図)には収まらない感じです。例えば何か物理系Aがあって、この系はある方程式で記述されるのだけど、②にいきたいと思っても数値計算が追いつかない。例えば、流体力学のナビエ-ストークス方程式というのは直接解くのは難しいから、風洞実験という別の物理系Bを使って解くということをします。

(高棹) 別のサイクルになるって感じですかね。

(中島) そうです。例えば今の風洞実験で言うと、本当に飛行機いちいち作っていたら大変ですけど、ナビエ-ストークス方程式のときはレイノルズ数っていう無次元の量さえ同じにすれば、基本的には同じ方程式で記述されるので、そこを同じにしてもっと作りやすい模型とかでテストするということができます。僕の研究は、それと同じようなことを量子系と呼ばれる物理系に対してやっているという感じです。

(下野) シミュレーションっていう概念自体がけっこう難しいですよね。意外に広がりがあるっていうことが今見えてきていると思うんです。今日対談するのを、これまで話したことから、どんな話になるだろうっていうのを私もシミュレーションしましたけど、なかなかうまくいかなかった。

(一同) (笑)。

(下野) われわれの研究でお話をさせていただくとすると、いろんなシミュレーションというか、理論と現象の関係性っていうのがあるんですけども、脳の中には、ニューロンっていう細胞が大

量にあるのがまず問題です。その一つ一つのニューロンという素子の挙動を表現する方程式、それ自体が研究になるんですけども、その素子が大量に集まったらどんな挙動をするかっていうことは、うまく平均化できるというようなことを前提としないと議論が長く難しかった。これが、①の矢印ですよ。それからさらに平均化を超えて踏み込んだ研究が出てきて、非常にノンユニフォームになっているっていうことを真面目に考えはじめると、今度は実験データが足りていないとも気づきます。知りたいことは「法則」であり、究極的な理解であり、また情報の圧縮した姿としての「解」です。こういったものを抜き出せたら、一步は理解が進んだということで、まだデータが足りていないから、データに戻ってそれを取っていくっていうことと、でも取る時には、常に何か、どういうかたちで話がこれまでの抽象化された姿よりも改良されてるのかっていうのを意識しながらデータを取っていったらいいのが、われわれのやっている研究の姿のような気がします。

高棹さんが描いてくださったスキーム図への別の見方として、①から②を介してから③で戻すか、①からその逆向きの矢印ですぐに現象(a)に戻すか、のどちらに力点を置くかっていうので研究のアプローチって多少個人差があるんですよ。つまり法則そして解を抜き出したっていうところでは、しっかりと何か抽象化した表現を持ちたい。でも、もう一つの考え方は、何か現象の見た目を再現できればいいじゃないかっていう発想、あるいは自動化アルゴリズムに頼っても、予測性能が高ければいいという発想があります。その前者寄りの人と後者寄りの人の間での、ある種のイデオロギー的な視点の個人差といいますか、そういったものも見受けられる気がしますね。

(高棹) なるほど、僕は本当②しかやったことなくて。

(川中) でも、高棹さんも一応現実の現象を意識されていないわけじゃないですよ。

(高棹) ないわけじゃないです。ただ、数学の観点だと、まず得られた法則、方程式に解があるかっていうのは慎重に検証しなきゃならない。先ほど出てきたナビエ-ストークス方程式って、ミレニアム懸賞問題になってますけど、要はこの方程式が数学的に解けますかっていうのが、未解決という大問題があるわけで。

(中島) いや、物理のセンスでいくと、解がないということはないだろうっていう(笑)。流せば流れるし、例えば、初期条件に対してすごく敏感になるとか何か乱流になるとか、そういうことはあるだろうけど、解がないってことはないだろうと思うわけです。

(高棹) 例えばあるところで特殊な渦ができて、その渦のスピードがある時刻で無限大に発散しちゃうことがあるのではないかと、そういう意味です。

(下野) それは、特異点とかの話でしょうか？

(高棹) そう思ってもいいかもしれません。

ミクロとマクロ

(下野) その問題意識って、われわれもかなり共有しているところがありまして、ミクロとマクロの関係性って、数学を作るときに、イプシロン-デルタ論法^(注2)みたいな二つの大きさを用意して、その間の相対関係から無限とかそういったものを決めていくっていう、ロジカルな構造っていうのはありますよね。

(高棹) ええ。

(下野) そのときに発散してしまうっていうのは、そのロジックの立て方の根本のところの、ある種の抱えている難

しさというか、そういったもののかなとも思ってまして、だから、われわれには素子としてはニューロンというものがあって、それらがインタラクションして、という見方は離散的ですけども、それを遠くから引いて見ると、もうあたかも連続的に存在してるかのようなふうに見えて、活動が伝搬しているように見えると。それはある種の連続化なんですけれども、よく見たら素子としても離散は存在していて、じゃあ、どこからある種の連続領域と見れるのかっていう、その限界点みたいなのところ、スケールっていうのは、ある見方からすると、これは一番難しいというか。

(高棹) そういうのって、マルチスケールとか呼んだりしますよね。人に話しかけたら返事が返ってくるという現象は、すごくマクロな視点ですけど、本来だったら連続的に見れたほうがいいわけですよね。でもそれってなかなか、今のところは下野さんの専門のような脳科学の分野と、心理学というものに分かれてる。そこを何か連続的につながると面白いっていうのはありますよね。

(下野) そうですね。モチベーションとしての背景は、その面白さに非常に近いです。先ほどの無限の話をもう一度、整理しておくと、ミクロからマクロを見てしまうと、ある意味、無限に大きくなったサイズの姿で、見通しが立てれなくなってしまっていて困っている姿になって、逆に上から下を見ると、もう1つ1つの点が小さすぎて見えなくなってしまうような世界になってる、という話でした。これは、われわれの研究での計測の限界点ともリンクしているんですよ。様相をマクロに全部測れれば、ある意味それは連続化して見ていくことはできるんですけど、ど

うしてもミクロにも見たい。構造面ではミクロとマクロ両方見る技術は、これはすごく技術的なブレイクスルーでもあるんですけど、少しずつ揃ってきている。

ただ活動の部分は、時間的に変化している。この対談をするためにでも、脳はいろんな機能を果たしてるわけですけど、やっぱり時間的な側面っていうのが大事になっている。で、ネットワークとして配線されていても、それがどういうふうに使われるのか。時間的に変化するのか、我々の用語でレパートリーっていうんですけど、それがまた大事で、その時間的な側面まで考えようとしたときには、まだ計測技術で深刻な難しさがあります。ミクロに見ると計測領域が限定されますし、マクロに見ると一つ一つのグリッドサイズの解像度の限界が今度は難しくなるっていう、現在の計測法の限界が、ある意味、理論的にも用意できるものの限界にダイレクトに影響してるっていうような構図になっています。

(川中) 物理の世界でも、ミクロに追求していこうっていう流れって、特に京都だから、もう湯川、朝永あたりからずっと続いてるところあるんですけども、確かにその方向性は、京大は非常に強くて、すごい優秀な方がいっぱいいます。私もだから実際学部時代は、やっぱりそれこそが究極の物理だろうみたいな感じで思ってて、ある意味もちろんそうかもなという気持ちは今でもあるんですけども、どうやらミクロまで見ていってもわからないことってやっぱりある。例えば、重力多体系問題っていうのは、たとえ素粒子の正体がわかったからといって、そっちのことは全然わからないわけですよね。一つ一つの法則はわかってても、じゃあ、それがたくさん集まったときに何が

えるか、それを人間がどう認識するかっていうのは、結局マクロの話で見ないと絶対にわかんないことで。さっきのお話にもありましたけど、いかに抽象化するか、いかに数式とかに落とすかっていうのは、またミクロを追求するのとは別のセンスが必要になりますよね。(中島) だから、物性物理のアンダーソン^(注3)という人は、“More is different”、たくさんあるっていうのは、もうちょっと少数系とは全然違ってらるんだよっていうことを言っています。そういう多体系になると、統計物理といって、いろんな統計的な性質で全体を見る必要が出てくるときもあるし、相互作用とかが入ってきたら、単体では出てこないような色々な現象を創発したり。材料とか物性系はまさにそういう世界ですね。

(下野) ちょっと踏み込むと、こういった話っていうのは、ある意味、複雑系って呼ばれた話で、もう20年前、30年前からいわれてた話ですね。最近何が違っているかといえば、本当にデータを取れるようになってきてるっていうことです。いわゆるビッグデータっていわれてますけれど、以前はデータが取れないっていうのを前提としたアプローチっていうのはいっぱいされていたわけですけど、本当に取れるようになってきて、しかも現象と、いわゆる、数理的な表現とのマッチアップ、ループっていうものを本当に回せるような時代になってきているっていうのが今のこのような気がしますね。

(川中) 確かにそう。だからデータを取れるようになったり、より詳細に見れるようになったっていうおかげで、人間の頭のよさって、昔から今ではそんなに変わらないと思うんだけど、ループを回すのが早くなったっていうのは、現実的な時間で、それこそ人間の一生



のタイムスケールぐらいでできるようになった。ただ、短時間で実際に現象を理解するとかの、知ることはできるっていう側面はある一方で、ある程度、装置なりコンピュータに任せるっていうことで、ブラックボックス化してしまうっていうとこありますよね。

(下野) そうそう。

(川中) 例えば、シミュレーションって、要するにもう基本原理は人間が与えるけれども、その先をちょっとコンピュータに任せると。そうしたときに答えを出してくれますけども、その答えが本当にちゃんとこっちの想定している現象から出てきたものなのか、あるいは、コンピュータの中でちょっとの誤差が積みもって出てきてしまったものなのかっていうのは、すぐには区別つかない。

ディープラーニング

(下野) 応用側の立場からすれば予測ができればいい。株式でも高精度に予測できれば、それだけで目的を果たしているっていうような話になるので、その間を求めなくてもいいって。ただ、サイエンスとして現象や対象を強く意識している立場からすると、そこに逆に物足りなさを感じるっていうそのジレンマは、われわれの世代が、ある意味で初めて味わっているかもしれないですね。私、囲碁がすごく好きで、囲碁の世界のトップのプロが人工知能に負けてしまいましたけど、あれも本当に衝撃的でした。あんな複雑なことを脳はしている、だから脳はすごいっていうことを思っていて、脳を研究の対象としてきたっていうところがありますが、ある意味それとは全く違うかたちで、勝つか負けるかっていうほうに関しては、ブラックボックスが目的を達成してしまったっていう。じゃあ、それにどう向き合って生きていくのかっていうのは、非常に根本的なところで悩むことで、それは現象が何であってもそうなんではないかなというのは思うんですけど、どうなんですかね、皆さん。

(中島) 物理はとりあえず数式に落として頑張るところから始まる気がするのですが、今その話でいくと、もう結局何か具体的な数式として書き下すということではできてなくて、インプットとアウトプットしかないってことなんですよね？ どういう式で書いているかわからないけど、複雑なことがブラックボックスの中で起きていて、関数はあるらしいけど、その関数の具体的な形が我々にはわからないと。でも、その関数はうまくこと構築されている、と

いう理解でいいのでしょうか？

(下野) いや、先ほど多体系っていう話がありましたけど、多要素っていうのがある種の前提なんで、いっぱいデータを入れたら。その結果として、答えをシンプルに、イエスとノーであったりとか、そういったかたちで出力してくる訳ですが。データの入力と出力の間をどういうふうにつなぐのか、このつなぎ方を、抽象化した多レイヤーの中での足す、引くという重みづけの計算の中で表現をします。でも、その計算をどうするかっていう、どういうふうに情報圧縮していくかっていうのに関しては、つまるところは最適化で、答えからラーニングして、つなぎ方の形を作って、それが未知のデータに対してもちゃんと予測できるっていう理屈ですね。

(高埯) じゃあ基本的には、とにかくいっぱいデータを食わせるって感じですかね？

(下野) そうですね。ディープラーニングで驚かされている話の一つとしては、聞かれたことがあるかもしれないですが、データをいっぱい入れたら、データそのものが持つてくるノイズっていうのがありますから、それによって結局精度っていうのは頭打ちになるっていうのが、ある種の常識だったんですけど、それを、なぜかデータをどんどん入れていっても、うまくいくと、エラーを回避して精度が頭打ちせず上がっていくっていう現象が見えて、それもあある種の現象的ブレイクスルーって言われてますね。

(高埯) それは面白いですね。ある意味、生データ食わせるっていうのは良いことだと思うんです。なぜかっていうと、僕らの主観で、「これはノイズだ」と思って消したのが実はノイズじゃなかったかもしれないし、ディープラーニングによってどこがノイズかを彼らが正確に判断して、それでさらに精度が上がったのかもしれない。

(中島) ちょっとその図に戻るんですけど、普通は物理現象があって、いろいろ実験した結果、こういう法則があるって人間が考えるわけですよ。今の場合だと、現象に対応するのは生データだと思って、生データがいっぱい入ってきて、何か関数っていうか法則みたいなものをディープラーニングが見いだすってことでいいんですか？ ただし、どういうかたちで見いだしたかは僕らにはわからないと、そういうことですか？

(下野) その理解で正しいと思います。私はディープラーニングの様な方向を掘り下げる専門家ではなくて、どちら

かという、我々の理解できる法則っていうものの表現をできる研究の姿っていうのを求めています。現象って多面的なんですよ。ある一側面だけを見ると、モデリング、最適化っていうニューラルネットワークの問題で設定できるんですけど、実際の脳の中では細胞の種類がまた多様に内在的に存在してますし、またそれが組み合わせる全体の全体がいきなり作られてるわけじゃなくて、ある種のレイヤーの構造ができたり、レイヤーの間でのスペシフィックなつながり方とかっていうのがあったり、さらに、活動の仕方でどういうタイプのものが、どういうスペシフィックなつながり方をしているのかって、そういったビルドアップの中で全体の機能を発現してるって考えると、今ある知識から答えにいきなり向かってパフォーマンスを最適化されたとしても、そのモデルに対して次に得られた実験事実を、さらにどう組み込んだらよいか、常に困るだろうと思うんです。でも、ちゃんとここは細胞が個々にあって、こういう配置になって、あるつながり方は未知で、ある種のランダムさは仮定していたけど、いずれわかってくれば具体化してゆける、っていう形で表現できていけば、データが積み上がっていく。またデータが出てくれば、分からないところを埋めればいいのかという形なら、ちゃんと積み上がっていくので、建設的に知識が現実と近づけていけるという戦略を、われわれは考えられている。ある側面だけを見て最適化すると、一瞬ぼんってある方向性では話が進むんですけど、それをじゃあ次のステップ、次のステップっていうのを多面的な情報を積み上げるときには、どうしていくんだろうっていうところが個人的に悩むところです。

一方で、最適化っていうのは、それとは別に予測性能が上げればいいのかという現象に対して使う。そういうのでいい問題ってあるんですね。例えば、モデルの素材をたくさん用意して、適切に入力して、現実と非常にうまく予測するそれらの組み合わせ方として得ようという様な問題。そういう問題には、ブラックボックス的なアルゴリズムっていうのも結構使っているところはあるですね。

(川中) いや〜、面白いって。私、人工知能とはちょっと離れるんですけども、要するに、基本原理はよくわかんないけど、予測ができればいいってする立場って、宇宙物理でも実はあるんですね。超新星爆発は星が一生涯を終えるときに起こるんですけど、タイプが二つあって、一つは Ia 型超新星爆発っていうの

と、もう一つは重力崩壊型超新星爆発。で、Ia型超新星爆発っていうのは、白色矮星と呼ばれる太陽ぐらいの星が一生を終えたあとに作る高密度天体があるんですけど、大きさが地球ぐらいで温度は1万℃ぐらいっていう。何らかの機構で、こいつの質量が外からガスが降り積もることによって増えると、核暴走反応が起こって爆発するっていう現象なんですね。で、このIa型超新星爆発って、もう宇宙のあちこちで結構見つかってるんですけど、これの特徴として、明るさが大体どのIa型超新星爆発も同じだっていうのがあるんですね。明るさがどんなIa型超新星爆発も同じだということは、それを見ると、そこまでの距離が推定できるってことなんですね。見かけの明るさがこれぐらい。でも、実際の明るさはこれぐらいのはずだから、このIa型超新星爆発は、これぐらい離れてるはずだっていうのが。そうすると、ある銀河の中でIa型超新星爆発が起これば、その銀河までの距離が推定できると。で、いろんな銀河までの距離を推定することで、実は宇宙がどのように膨張してるかっていうことがわかるわけなんです。それを大規模にしていくことによって宇宙の膨張の歴史っていうのがわかって、実は最近の宇宙は膨張速度が加速してるっていうことが前世紀にわかったんですね。これはノーベル物理学賞を受賞するぐらい大きな発見なんです。それまで宇宙膨張っていうのは、どちらかという减缓してるんじゃないかと思ってた人が多いんですけど、むしろ膨張は加速しているということが。問題は、Ia型超新星爆発がいかにして実現するかっていうことは、実はまだわかってないんです。だから、それで言うと、本来ならばIa型

超新星爆発っていう現象がありますと。で、その法則を一旦見だして、爆発の様子っていうのを、①、②、③の矢印をたどって現象に適用するっていう、これが完成して初めてそれを道具として使うっていうことがなされれば一番理想なのかもしれないですけども、すっ飛んでるわけですね、ここは。という法則が絡み合って爆発するかっていうのが完全にわかってない。(中島) じゃあ、シミュレーション上では爆発してくれないとか、そういうことですか。(川中) シミュレーションで爆発してくれないんです(笑)。だから、爆発させるようなシミュレーションっていうのは、どこか本当にわかってないようなところをつけ足したりしてるわけですよ。観測を完全に再現するっていうことはできてないけど、何か予測はできるっていう話ですよ。だから、宇宙がどのように膨張してるかっていうことは実際わかったわけなんです。これはこうらしいぞっていうことで、宇宙の進化だったり宇宙の現象っていうのを予測する能力のある理論っていうのは、それはそれで重要視されると。一方で、宇宙の現象から何か法則を見いだすっていうことも大事で、私はこっちはすごい大事だなと思って、割とこっちは力を入れてるところではあるんですけども、決して相反するものじゃ全然なくて、協力していかなくちゃいけない話ではありますよね。(下野) そうですね。

良い手を打つコンピューター

(中島) 僕の研究は、現象aと現象bが同じ方程式、同じモデルで書けるといところからスタートするので、ディープラーニングで法則のアウトプットだ

けなかったとしてもそのままでは使えなくて。だから、それを逆に使える方法があれば面白いかなと。どうだろう、例えば現象aで実験から得られるデータというのは決まっているんですよ。材料だったら材料の温度は絶対零度にはできないとか、得られるデータやパラメータの範囲が決まっている。現象bについても同じで、それぞれについて実験でデータ取得が得意な範囲は決まっている。だから(方程式の具体的な形は分からないけど)現象bも同じ方程式で書けると思って、現時点では現象aでは到達できないパラメータ領域のデータを現象bで取って、それをディープラーニングにデータとして入力してやって、もっと広い範囲を理解するとか。でも、それはaとbが同じ物理で書けるというところが、また別のことでわかってないといけないのですが。うまく使えれば、それはいいんですけど。

(川中) 大体同じ数式で書けるっていうのが仮定になってるわけですけども、でも多分書けると思って、だから進める立場もある一方で、本当に全く同じく書けるのかっていうのを追求する立場っていうのはあるわけですね。それってディープラーニングでできるってことなんですか？

(下野) そもそも対象がやっているのと同じ様な数式として書けるということに、そんなに興味を持っていないというか。だから、完全にもう対象がわからなくても、ブラックボックスで、最終的には答えをちゃんと当てられればよいと。そもそも現象っていうのは、ある意味二つに分かれてまして、インプットの現象と、答えを検証するアウトプットの現象がありますね。インプットの現象をデータとして入れたと



きに結果的に出てくる答えは、ちゃんとアウトプット側で用意されてる現象のデータに合致してればいいっていう、そういう発想なので、一義的には、この間を結ぶ表現が人間の理解しやすいなかたちになってるかどうかというのは問うていない。

(川中) だから、やっぱりそこは人間がやるとこなんですか。人間がアクセスできるような法則を見つけないと、人間にとっては理解したと言えないっていうような気がするんですけどね。

(下野) その理解したいという気持ちとの葛藤ですよ。囲碁の例でも、世界のトップ棋士が負けてしまったわけですね。そうすると、勝つという目的に関しては、どんな人間もできないわけですよ。そんな対象をわれわれが理解できるのか？ それにも関連した話題ですごく昔に悩んだことがあって、それがある意味、今の研究のアプローチにもつながってるんです。どう悩んでいたかと言いますと、ある脳を対象とするときには、その脳と同質の複雑性を持ったものしか個々の自分は持っていないわけですよ。その同質の複雑性しか持っていないのに、研究対象としての脳の現象を完全に理解できるかっていうと、そもそも論理矛盾してるんですね。じゃあ、そのためにはどうすればいいかっていうと、1人では難しく、みんなでその部分の知識を持ち寄って、それをうまく組み上げることによって、何とかその完全な理解、よりいい理解に近寄っていけるっていうアプローチができるんじゃないかっていうのを昔思っていて、今は、まさにインフォーマティクスっていう言葉が存在していて、ある意味、そういうアプローチで研究は進んでいっているんですね。

(高棹) 理解したいってなってくると、数学だと割と方程式をシンプルにしようんですよ。例えば化学の反応に関する式が数十本、数百本とかあったとして、「本質的なのはこれだ！」みたいなを選んで、実は3本の連立式で大体の雰囲気はわかるみたいな。もちろん誤差はどっと出てくるんだろうけど、「これが大事だ」っていうのを選ぶっていうのが、それがある意味で理解するというものの一つなのかなって。

(川中) 物理もそういうところはありますね。だから、本当にいろんなすべての効果を考えようと思ったら、方程式もめちゃくちゃ長くなったり、何本も持っ

てきたり連立させなくちゃいけなかったりするんだけど、「要はこれとこれでしょ？」みたいなのをピックアップするっていうところに物理のセンスっていうのが出てくるわけですよ。物理のセンスっていうか人間のセンスですよ。だから、そこを人工知能とかはできんのかなというのは(笑)、ずっと前から思って、実は本質を見抜くっていうのも、本質っていうのは人間の感情が決めるものであって…。

(下野) それを囲碁ではやってるんですよ。今、最強とされるソフトウェアは、本当にすごく良い手を打つんですよ。これまでの棋譜という表現型では、人のセンス的なものが、もう囲碁では感じられてきている。

(川中) 確かに、それも不思議なんですよ。だから、そのセンスって誰が与えたんだとか、どうやって育ったものなんだって。私、将棋好きなんですけど、将棋ももうプロ棋士はソフトに勝てないんですよ。だから、いい手ってどうやって…？

(下野) 目的がはっきりしてるんです。勝つか負けるかなんですよ。だから、勝ちやすいほうのルートを選んでいく。目的自体は単純ですが、勝ちやすい方向に常に手を選んでいくっていうときには、その途中の部分で出てくる手というのは、パッとみた瞬間、人の目には、それまでの文脈上は非常に不可思議であるものがあって、その後、20手とか経つと生きてくる。それは、ある種のセンスだって感じるわけなんです。

(中島) じゃあ例えば、人間が物理的なセンスで「これが本質だろう」と思って見いだすということとディープラーニングがやってることって同じなんですか？物理現象というモデルとして。

(下野) 同じ側面もあるとは思いますが。例えば京大だと将棋の羽生さんと山中伸弥先生が対談されたりとか、いろんなものが出ていると思うんですが、違いがあるところとして一つ挙げるとすれば多面的である部分。将棋とか囲碁って、勝つとか負けるかっていうところでも、ある意味で目的がはっきりしてる。でも、サイエンスとか文化的活動としての勝つ負ける、っていったい何なのかとか、っていうのを表現し始めたときに、いろんな多面性があるわけですよ。どういう軸で自分のアイデンティティが表現されていくのかっていうのは、人間社会やサイエンスでは非常に多面的なんですよ。

(中島) じゃあ、人間の、例えば感情とか意識みたいなものは、もう多面的すぎて、とりあえずシミュレーションはまだしばらく無理ってことですか。せっかくなので聞かせてください。

(下野) いや、残念ながら、私はそれにお答えをしかねないです。それは研究者によってまちまちで、ある意味で研究者の信条の部分もかわりますよね。そこが大事な問題であるだけに、そこに直進的にいきたいという人もあれば、大事であるからこそ、むしろここを積み上げに時間が長くかかっても、長期的な視点でそこに到達するのがよしという人もいれば、そもそもそこからずれたところに見ている人もいれば、人それぞれですね。

(川中) 思うのは、現象を予測するやり方なり、人間が納得する法則を見つけるとかいう方針なりは決して相対するものではなくて、ちゃんと両輪でやないと本当にこの世界を理解することはできないってというのは、これ常々思ってることなんですよ。だから、よくシミュレーションという手法に対する批判だったり、でも、実験ではこんなことわかんないじゃないかって言い合ってる人っていうのは見かけるんだけど、私のいる業界からすると全然おかしくって、その実験、理論、シミュレーション三位一体で現象に向かってアプローチしないと、わかんないじゃないってというのは常々思ってることなんですよ。

(下野) だから集合知みたいなものが建設的に組み上がっていくような研究を含む社会の姿みたいなのが、シミュレーションなり、“次のかたちの理解”っていうものの姿なりをどれぐらい花開かせるのか、っていうのを左右するような気がしています。

(高棹) そういう意味では、僕も他の分野の人と、どんどん関わりを持たなきゃなって思いますが、幸いなことに僕らには白眉センターって場所があるわけですね。

(川中) 割と自分のやってることを客観的に見えるようになったっていうのは、白眉入って思ったことですね。このサイクルに限らないですけど、いろんな研究という、こういう図式ですね。その中のどこを担ってるのかっていうのを、改めて認識した気はしますね、白眉入ってから。

(高棹) じゃあ、今日はこのへんで。ありがとうございました。

注1：笠原 皓司著「数理学ライブラリー 微分方程式の基礎」(朝倉書店)

注2：数学において、極限を議論するための論法。

注3：Philip Warren Anderson：アメリカの物理学者。1977年ノーベル物理学賞受賞。

マックスプランク研究所滞在記

第6期特定助教、山名 俊介

平成29年4月1日から一年間、ドイツのボンにあるMax Planck 数学研究所 (MPIM) に滞在した。ドイツ滞在の目的の一つは、これまでと異なる研究をすること！博士課程を終えた頃、今の研究分野に参入した。この分野は、アーベル賞を今年受賞した Langlands 博士が少壮気鋭の助教だった頃に提出した数論と調和解析に橋を架ける壮大なプログラムが基になっている。近年も著しく進展しているが、発展に取り残されないためにも、研究に新たな試みが必要だ。MPIM には数多くの数学者が訪れ、学問的刺激に満ちている。秘書の人たちが生活の利便を整えてくれるので、何に煩わされることもない。環境が変わるこの機会に新しい研究に挑戦したい。とは言え、全く知らない分野で0から始めるのは大変すぎる。

自分の力が活かせる分野は…。よし、複素L関数を研究したからp進L関数をやろう！整数、有理数、実数、複素数、p進数、…数論は数の体系を調べる学問だ。p進数は幾ら足しても大きくならない不思議な数だが、複素数に劣らず数論の研究に不可欠だ。複素数でやったことはp進数でもできるはずと思ったが、勝手が違う。現状打開には、師匠が必要だ。MPIM に独立研究員として来たので、受入教授いないし、相談相手も見つからない。この分野で平易で明晰な論文を書く台湾国立大学の Ming-Lun Hsieh さんに白羽の矢を立てた。彼は日本語に堪能で、実力は折り紙付き。共同研究を提案し、9月と2月に訪問した。

MPIM 滞在中、多くの日本人数学者や知り合いが訪れた。その都度、懇親会や送別会、皆でビールを楽しんだ。11月には日独数学者交流のために研究集会が企画され、日本や台湾の若手5人を白眉研究費でドイツに招待した。思えばMPIM は私が最初に訪問した海外の研究所。徳島大学の水野義紀さんが企画した日独交流研究集会に招かれたのだ。その時の経験は今でも鮮烈に記憶に残っている。今回初参加した若手たちにもきっと影響があろう。

ドイツではそれ以外でも普段やらないことを試みた。ボン大学でドイツ語を勉強したり、アーヘン大学のセミナーで講演を(下手な)ドイツ語で試みたり、ハイキングや演奏会に参加して、色んな国の人と話してみた。短い夏が過ぎ、長い冬が来て、クリスマス市場、年末花火、カーニバル、…ドイツ文化を楽しみつつ Ming-Lun さんと論文を仕上げた。試行錯誤だったが、楽しい一年だった。このような機会を与えてくれた白眉プロジェクト、支援してくれた人々に心から感謝を表明したい。この記事を3月末に書いていて、残り一週間で帰国する。帰国後に海外で学んだことを掘り下げ、今年や来年こそドイツ滞在の真果を結実できるだろうか。ドイツを離れるのは名残惜しいが、別の共同研究者、山内卓也さんが再来月からMPIM にやって来る。MPIM に来てすぐ書いた論文は幾何的知見の不足から中断していたが、山内さんならなんとかできるかもしれない。MPIM 再訪の機会は意外に早く訪れそうだ。(やまな しゅんすけ)



ビールを飲みながら

研究の現場から

生体臓器の模倣デバイス

鳥澤 勇介

生きた細胞を体外で培養する組織培養が提唱されて100年以上が経ち、組織培養技術は様々な分野で欠かせない技術となっている。例えば創薬や毒性試験において、培養細胞を用いた評価手法はヒト体内での薬剤の効果をおおまかに予測でき、スクリーニングの手法として有効である。また、幹細胞研究や再生医療の実現に向けて体外での細胞培養は必要不可欠なプロセスである。しかしながら、このような細胞の培養方法は100年近く昔とほとんど変わっておらず、プラスチックのシャーレの上で細胞の培養を行う手法が未だに主流である。これでは細胞の置かれる環境が生体内とは大きく異なるため、生体内における細胞と体外での培養細胞とはその機能が異なっている場合が多く、ヒト体内の効果を予測する上で大きな問題となっている。そこで私は、工学の技術を細胞培養に応用することで、Organ-on-a-chipと呼ばれる新たな生体模倣デバイスの開発に取り組んでいる。これは、細胞の置かれる環境をできる限り生体内に近づけることで、臓器の機能の再現を目指す技術である。個々の細胞をシャーレ上で培養しては得られなかった臓器としての細胞機能が、細胞の集団として組織を再構築し、化学的・物理的な環境を模倣することで再現可能となっている。

細胞は周囲の環境と相互に作用することでその機能を維持しており、生体内の環境を再現することが細胞機能を維持する上で非常に重要となる。細胞のサイズがマイクロメートルオーダーであることから、細胞周囲の環境の再構築には、マイクロエンジニアリング技術が有効なツールとなる。特に、髪の毛の太さ程度の小さな管の中で細胞培養を行うマイクロ流体デバイスが、生体内の環境を再現する上で有効となる。デバイス上に作製した微小な流路内で細胞の培養を行うことで、生体内に類似した液量を再現でき、更に溶液の流れによる力学的な環境の再現が可能となる。一般的な培養手法であるシャーレによる培養では、大量の培養液で細胞培養を行うため、細胞に対する溶液量が格段に大きく、生体内の環境とは大きく異なっており、そのために細胞間の相互作用に起因する細胞機能を維持することが困難となっている。一方で、マイクロ流体デバイス内では、細胞に対する溶液量が生体内に類似して微小であるため、局所的な濃度勾配が形成可能であり、細胞間の相互作用が再現可能となる。例えば、血管の内皮細胞を微小な液量で培養を行うと、管状のネットワークが形成可能となる。これは、酸素濃度の勾配や分泌シグナルによる細胞間相互作用に起因しており、通常の培養手法では再現することは難しい。このようなデバイスを利用することで、最近では3次元のチューブ構造をした血管を作製可能となっている。作製した血管中には血液などの細胞を流すことが可能であり、体内の血管に類似した組織が作製可能となっている。血管は全ての臓器に欠かせない組織であり、栄養や血液細胞は、血管を介して各臓器に運ばれている。血管

構造を再構築することで、比較的大きなサイズの細胞組織を体外で維持可能となり、更に血管を介した細胞間の相互作用が再現可能となるため、様々な臓器模倣デバイスの開発や癌などの病気のモデル化が可能となる。生体模倣デバイスは、ヒトの細胞を用いて臓器の機能を再現しているために、ヒト体内の挙動を予測可能である点に特徴がある。現在、創薬などで一般的に利用されている動物モデルでは、ヒトにおける臨床での結果と大きく異なる問題が指摘されており、このようなデバイスを用いた手法が動物実験の代替法となることが期待されている。近年、肺や心臓、腸や肝臓などの様々な臓器の模倣デバイスの開発が検討されており、これら個々の臓器デバイスを一枚のチップ上に配列することで、ヒト体内の挙動をモデル化する試みも検討されている。ヒト体内の挙動がチップ上で再現可能となれば、ヒト体内の薬の効果を精度よく予測可能となり、投与前に薬の効果を予測することも可能となる。将来、個々の技術の進歩により臓器模倣デバイスが動物実験の代替法となり、ヒト体内のモデルシステムとして利用されることが切望される。（とりさわ ゆうすけ）

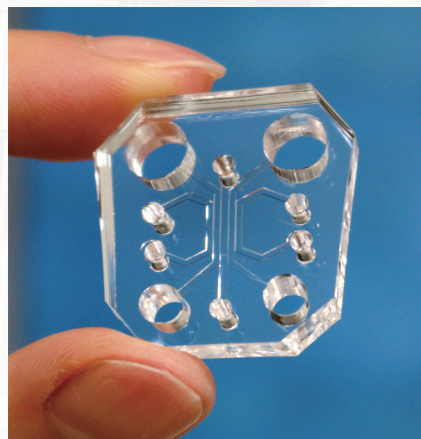


Figure 1. マイクロ流体デバイス

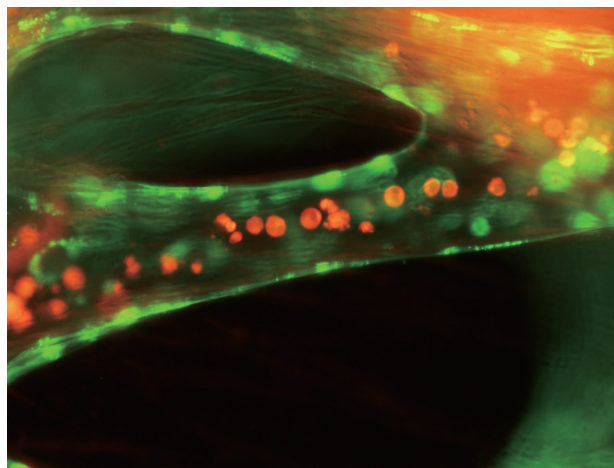


Figure 2. デバイス内に作製した血管の中を血液細胞が流れている様子

死滅した言語の研究と文献学

荻原 裕敏

筆者の専門は言語学であるが、話者のいない死滅した言語の研究に従事しており、歴史言語学の領域に属する。研究対象は、トカラ語を中心とした、中国新疆ウイグル自治区発見のブラーフミー文字文献である。トカラ語は印欧語に属し、トカラ語 A 及びトカラ語 B と称される二つの言語よりなるトカラ語派を形成するが、トカラ語 A はショルチュクを中心にトルファンに至る地域の、トカラ語 B はクチャを中心に西のトゥムシュクから東のショルチュク及びトルファンに至る地域の仏教寺院遺跡で写本断片が発見されている。現在、ヨーロッパ及びアジア地域の図書館・美術館等に所蔵されるトカラ語文献は約 11000 点の断片に及ぶとされ、使用される文字の類型と歴史的背景から、トカラ語 A は 7~11 世紀頃に、トカラ語 B は 5~11 世紀頃と推定されている。文献は宗教文献と非宗教文献に大別され、全体の 9 割以上を占める宗教文献の殆どが仏教文献であり、非宗教文献には寺院出納文書や契約文書だけでなく、歴史文書や手紙なども含まれている。また、大部分が紙文書であるが、木簡・壁面・樺皮・陶器・塑像の型などに書かれたものも存在する。なお、この言語の後裔とされる言語は、発見されていない。

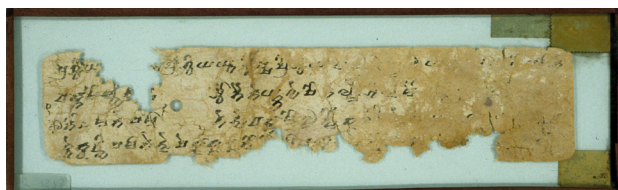
トカラ語は印欧語に属するため、文法構造の解明には印欧語比較言語学からの貢献が大きく、また研究者の多くが印欧語比較言語学畑の者である。そして、印欧語比較言語学に従事する研究者は、サンスクリット語・ギリシャ語・ラテン語・ヒッタイト語・ゴート語・古代教会スラブ語等といった印欧語を習得しているだけでなく、研究対象とする言語で書かれた文献を文献学的に処理できることが期待される。

トカラ語についても同様で、印欧語比較言語学の素養だけでなく、トカラ語文献に対する文献学的素養も、それに勝るとも劣らぬ程重要である。しかし、この文献学という点において、トカラ語にはその他の印欧語とは異なる事情が存在しており、研究に大きな影響を与えている。それは、トカラ語文献が「新疆ウイグル自治区で発見された仏教文献」という点である。即ち、トカラ語文献には何よりも仏教文献としての理解が求められ、サンスクリット語・パーリ語・漢語・チベット語や同じく新疆ウイグル自治区で発見される古代ウイグル語・コータン語等による仏典を参照しなければならず、また仏教の教義や戒律等に関する知識も要求される。さらに、残された文献は零細な断片であり、同一の写本に属していた断片が離散していることも普通である。言語学者は研究対象の言語を分析することが研究の柱だが、このような形で残された言語を扱うには、言語構造の分析の前に、残された断片を文献学的に処理し、言語学的分析に堪え得るテキストを作

成しなければならない。

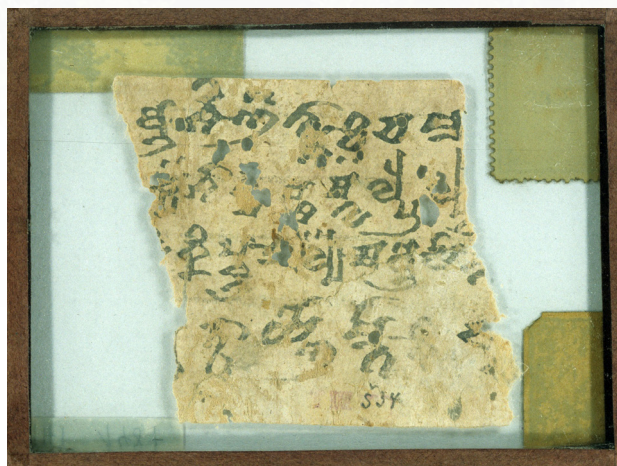
現在、筆者がトカラ語研究において看過ならないと思うのは、このような地道な文献学的研究が軽視されることがある点である。トカラ語 B の辞書を例に述べよう。ある著名なトカラ語学者が 1999 年にトカラ語 B の辞書を出版し、改訂増補版が 2013 年に出版されたが、この間における研究環境の進展を反映し、初版より多くの語が収録された。これは、公開された断片の画像と転写を利用して、編者自ら断片を解読し、その成果を盛り込んだことによる。ところが、筆者はこの辞書を利用する際に違和感を抱く語に遭遇することが少なくなく、その都度公開されている断片の画像を確認するが、基本的にこういった語は、編者の誤読に起因する架空の語である。また、仏教に関する知識不足に由来する奇妙な解釈も見られる。トカラ語文献学に精通した研究者であれば、このような直感も働こうが、そうではない研究者は、著名な研究者による辞書の記述を疑わず、研究を誤った方向に導きかねない。

筆者自身は、それぞれが得意とする領域からトカラ語研究に貢献すれば良いと考えるが、文献言語研究の基礎は文献学にあり、対象言語の文献を正確に扱うことが前提となる。特にトカラ語のように、残された資料が零細な断片である場合は、何よりも文献学的基礎を固める必要がある。筆者はこのような考えに従い、トカラ語文献を文献学的に処理することを最優先し、断片相互の接合関係の確定や内容比定などを中心とした研究を行ってきた。これまでに、筆者は先行研究で指摘された語形が、別の断片との接合により、実際は誤った推定に由来していたことや、内容比定及び断片調査による従来の解釈の修正を通して、指摘されたことのない新しい語を発見したこともある。トカラ語文献を正確に解読し、解釈することは確かに難しく、筆者にしても、誤読をすれば、解釈を誤ることもある。しかし、文献学という基礎を欠いた文献言語研究は、学問体系の基礎そのものを掘り崩すということを、文献言語研究に従事する研究者は、常に意識して研究を進めたいものである。（おぎはら ひろとし）



「筆者によって戒律に比定されたベルリン所蔵トカラ語 B 断片 THT1579」

©Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften in der STAATSBIBLIOTHEK ZU BERLIN - Preussischer Kulturbesitz-Orientabteilung



「筆者によって王統記に比定されたベルリン所蔵トカラ語 A 断片 THT1487」

©Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften in der STAATSBIBLIOTHEK ZU BERLIN - Preussischer Kulturbesitz-Orientabteilung

「宇宙」と「地球」の物理を行ったり来たり

榎戸 輝揚

白眉プロジェクトで京都にやってきて、人生には予想もしない展開があるのだと思い知った3年間だった。研究に限っていえば、当初は、新たに稼働する3台のX線宇宙望遠鏡を駆使して、中性子星という宇宙最強の磁石星の研究を行う予定であった。3つの望遠鏡は、日本の宇宙科学のフラグシップ（旗艦）と目されていた天文衛星「ひとみ」（打ち上げ前はASTRO-Hと呼称）、世界で初めてのX線偏光の専門衛星PRAXyS、そして米国時代に心血を注いできたNICERという国際宇宙ステーション搭載の大面积X線望遠鏡の3つである。宇宙科学では、厚い大気の外に出ないと観測ができない、もしくは難しいため、人工衛星、ロケット、気球といった、飛翔体を使った観測が重要になる。しかしこの飛翔体による研究は、予算額も大きく、修理に行けないために技術的に難しく、思った通りに進まないことがよくある。この難しさは肌身で感じてきた。実際、3台の宇宙望遠鏡のうち、ひとみ衛星は初期観測の一部が終わった段階で姿勢制御系の不具合で失われ、PRAXySは選考過程で採択されず、NICERはSpace X社のロケット事故を受けて打ち上げが延期された。3台のうち2台は想定外に使えなくなってしまったものの、NICERは遅れつつも2017年6月3日に再利用可能なファルコン9ロケットで打ち上げられ、無事に国際宇宙ステーションに運ばれ、今は元気に宇宙観測を行っている。

宇宙観測は主要な研究テーマであるが、大学院生時代から、もうひとつの研究対象を持っていた。それは「雷雲からのガンマ線」の観測的研究だ。1990年代から、雷や雷雲に伴う高エネルギー現象が発見されるようになってきていた。たとえば、雷に同期して大気上空にガンマ線のフラッシュが放たれるTerrestrial Gamma-ray Flash (TGF)という現象は、宇宙の遙か遠方で起きるガンマ線バーストを狙っていた天文衛星が発見したもので、今では地球科学の活発な観測対象になっている。実は日本でも、冬になると北陸沿岸に発達した雷雲が到来し、強力な冬季雷を起こす。この雷雲が到来すると、原子力発電所の放射線モニタリングポストが信号を記録することは報告されていたので、これを詳しく調べてやろうというのが私の修士論文であった。宇宙科学の研究室であったのに、よく修士論文で雷雲や雷をテーマにした研究が許されたものだとは今では感謝している。実際に冬季雷雲に伴って高エネルギーのガンマ線の検出に成功し、以後、こういった事例がたくさん観測されるようになってきた。雷雲の中には強い電場があって、そこで電子が相対論的なエネルギーまで加速され、大気にぶつかってガンマ線を出すものと考えられている。

白眉プロジェクトには自由な研究風土があり、北陸にも近いので、宇宙科学と同時に雷雲の研究もやってみようとは思っていた。実際、検出器の技術は共通しているので、大規模な宇宙観測プロジェクトに至るまでの練習、教育的な視点でも良い小規模プロジェクトだと思っている。少しずつこの隠れた野望を進めていたのだが、残念なことに科研費の提案が採択されず、そのことを白眉合宿の話題でちらっと話したら、生物学を研究している白眉の同期から「学術系クラウドファンディングというのがここ数年で立ち上がってきたから挑戦してみては？」と薦められた。「まずはやってみよう」という精神は貴重で、そこからはトントン拍子に話が進んで、あれよあれよという間にクラウドファンディングで予算が集まり、優秀なチームメンバーの仲間たちが結集して検出器の製作が進み、金沢や小松の高校や大学、科学館のサポートも得て、夢に描いていた多地点の観測網を構築することができた。そこから思いもよらないことに、雷放電に伴う光核反応を検出することができ、チームの総力を挙げ、いろいろな人に助けられながらNature論文としてまとめあげることができたのは自分でも驚きであった。その科学的成果は他の箇所でも説明されているので、裏話をもう少し進めたいが、白眉プロジェクトの自由で、やってみなはれ、な精神がもたらしてくれたものは大きい。

この一連の経験で、他の誰も見たことのない現象に挑戦し、チームメンバーとの議論や、ランニング中の考察などを繰り返しながら、自然の不思議を明らかにしていく過程の面白さを心底、再認識した。これは面白い。本当に面白い。そして、論文を書く楽しさを学んだ。ちゃんと他の人に伝えたいと強く思った時、論文の一語一句を舐めるように考え、石の塊から美しい彫刻を削り出していくような印象だった。石の塊（サイエンスの内容）は同じでも、ちゃんと考え彫り込んでいくと、彫刻はさらに美しく（わかりやすく）なる。恥ずかしいことに、いままでの自分はこれできていなかった。これからはもっと精進したいと思っている。いまは宇宙望遠鏡を使った「宇宙」を狙う大規模プロジェクトと、小型の放射線測定器を駆使した「地球」を調べる小規模プロジェクトを行ったり来たりしている。2つのテーマを同時に進めることはとても大変だけど、それぞれに思い詰め過ぎずに進めることができるという心の余裕も生まれる。新しい自然の謎にまた出会い、この3年間のような素敵な体験に、またどこか挑戦したい。

（えのと てるあき）



京都のTAC社と開発した可搬型の放射線検出器。

ケネディ宇宙センターでのNICERの打ち上げ前。遠くにロケットが見える。

白眉研究ピックアップ

Optimization on Riemannian Manifolds: Combination of Geometry and Applied Mathematics

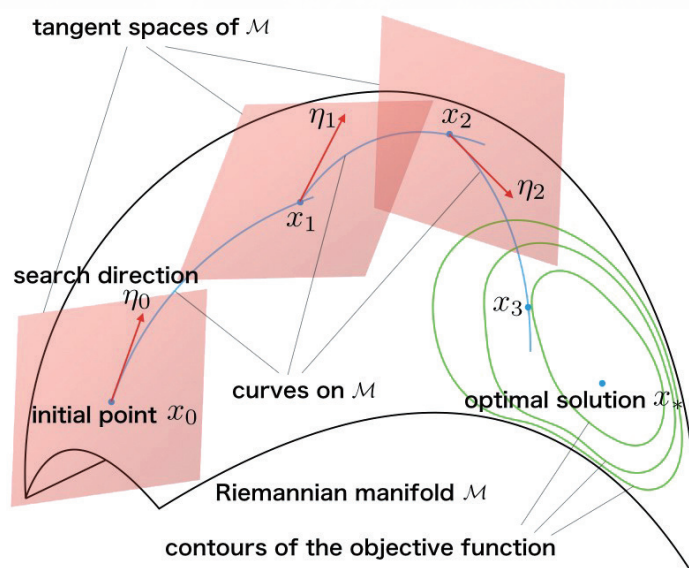
Hiroyuki Sato
佐藤 寛之

My research is closely related to my background. When I was a student in the Department of Applied Mathematics and Physics, Graduate School of Informatics, Kyoto University, I originally belonged to the Dynamical Systems Laboratory, in which dynamical systems are studied from geometric viewpoints. In that laboratory, I realized that geometry is not only very interesting but also applicable to a wide range of research fields. At that time, I was also interested in mathematical optimization theory and attended workshops in the System Optimization Laboratory, to which I presently belong. My current research theme is geometric optimization on Riemannian manifolds. This entails a combination of geometry and optimization, which are branches of pure and applied mathematics, respectively.

Optimization plays an important role in various fields such as machine learning, control engineering, and financial engineering, among others. A real-world problem that seeks to minimize cost or maximize profit, for example, is modeled as a mathematical optimization problem for minimizing or maximizing a function with some variables. This type of problem often has some constraints, that is, the variables of the problem are subject to the satisfaction of several conditions. We must carefully solve an optimization problem when it has constraints to ensure that the solution identified satisfies all conditions. Let us consider a specific case in which the squared sum of all real variables is one. If

the number of variables is three, a triplet of variables satisfying the condition can be regarded as a point on a unit sphere. Similarly, a more general case with more than three variables is considered a problem on a unit hypersphere. We are actually interested in an abstract case in which the set of all variables satisfying the given condition in an optimization problem forms a Riemannian manifold, which is a generalized conceptualization of surface. Such a constrained optimization problem can be regarded as an unconstrained problem on a Riemannian manifold. Thus, we can apply efficient methods for unconstrained problems once we theoretically generalize such methods in usual, flat spaces to those on Riemannian manifolds. This motivated me to develop optimization theory on Riemannian manifolds, which is one of my main research topics.

Geometric optimization is an interdisciplinary research field and has many applications. Together with my collaborators, who possess varied backgrounds, I also look for various applications of the theory. In my discussion with them, I enjoy learning about topics in different fields. Furthermore, I am delighted that I now have the chance to discuss various topics with other researchers involved in the Hakubi Project, as they come from research areas that are even more diverse. Such opportunities certainly help me deepen my own research, in addition to contributing to the development of a new field. (さとう ひろゆき)



Generating a sequence on a Riemannian manifold that converges to an optimal solution.

白眉ニューズレター
ネットワーク×神経科学

下野 昌宣

養老孟司に「唯脳論」という本がある。著者は、我々の都市化した社会は、自然を脳化した（脳の癖に合わせて作り変えた）姿であると論じる。脳化した社会では、直線と直角を主体としており、死を日常生活から切り離している。マスコミは昨今、我々はネットワーク化／情報化した社会を生きていると言う。その様な社会もある種の脳化社会であろう。事実、我々がアイデアを共有する際に描く図は、必ずと言っていいほど、点と線のネットワークで構成される。

我々が研究対象とするのは、脳のネットワーク構造である。脳をミクロに見ると、神経細胞が網の目状のネットワークを構成している。また、マクロに見ると、白質繊維で脳領域がつながり合い再びネットワークを構成している。我々の記憶や自己は、個々の細胞というよりは、細胞や細胞群のつながり方にコードされている様である。

ところで、ネットワーク科学という研究分野にスケールフリーという概念がある。あるシステムがスケールフリーで

あるとは、そのシステムに特徴的なスケールが無い、という意味である。そういったシステムでは、スケールを跨いだ表現が射た説明の切り口になる。スケールフリーなネットワークの事例は、ソーシャルネットワークや遺伝・蛋白ネットワークなど幅広い。しかし、「脳神経系がスケールフリーであるかもしれない」とは（実際に存在している）悩ましい言及である。現実問題として、ほとんどの研究室が（得意とするスケールが異なる）特定の計測機器だけを用いている。であるから、スケールを絞る事では真の理解には到達しないと訴える上記の言及は、現実の拘束を根本から否定する。脳が真にスケールフリーであるかどうかは別にして、現在の神経科学では、その様な広いスケールをまたがった描像に適合した説明は十分になされていない。私の研究室は、そのスケール間をつなぐパイプを太く育み、次世代の科学と医学の発展に繋げるために、一歩ずつ歩んでいる。（しもの まさのり）



【生理実験室での一場面】 研究室のメンバーと一緒に。

京都鴨川の西側と東側でこれほど学術や文化が違うとは思っていませんでした。同志社大学に着任してからのご感想です。2016年4月からグローバル地域文化学部にて准教授として着任しました。院生時代から今出川駅付近は自転車や電車、バスを使っているという方が、今思えば使っていたのは201号系統と203号系統といった東西に走る路線ばかりで、南北に続く道、とくに今出川北部に同志社大学のキャンパスが繋がっているというのは3年前に面接を受けに行くまで知りませんでした。チャペルを中心にレンガ作りの建物が並び、自転車や徒歩で楽しく語りながら歩く学生の姿、校舎内はスクールカラーの紫色があちらこちらで使われ、独特の雰囲気を生み出しています。

環境面でのカルチャーショックに加えて、研究・教育環境もずいぶん異なり、これまで研究むき出しの生活を送ってきた私には、大学内で行われる諸業務の対応の仕方がいまいちわからず、先輩教員を見よう見まねで何とか処理しています。しかし、地下鉄京都駅とつながっているという立地の良さもあり、以前から続けていた京大の研究会を学内で実施することで、研究仲間も気楽に参加できるということでメリットも大きいと実感中です。また、私の調査対象とする東南アジア・東アジア研究者が学内のあちらこちらに所属されておられて、その集いである研究会にも出させていただき、所属は変われど新たな研究メンバーとの出会いと知的発見があり、好奇心が刺激されます。さらに学内の院生や若手研究者といった研究を志す人や私と同じ経験を共有でき、議論できる仲間が少しずつ広がっているのは教育のみに追われない環境とし



とても感謝しています。

今後はこれまで深い交流があまりなかった鴨東側と鴨西側の学生や研究者、さらには留学生が双方をいききして、おもしろいネットワークができればと期待しています。与えられた環境で何ができるのか、周りのサポートをいただきながら模索を続けていきたいと思っています。移民研究はネットワーク研究でもあるので、その本領を發揮できるか？あらたな課題と挑戦に向けて取り組んでいきたいです。

(おう りゅうらん)

王 柳蘭

第4期特定准教授、在職2013年4月1日～2016年3月31日 2016年4月1日より同志社大学グローバル地域文化学部・准教授

ポスト白眉の日常

中西 竜也

第3期特定助教、在職2012年4月1日～2016年3月31日 2016年4月1日より京都大学人文科学研究所・准教授

今年も中国に行きました。白眉センター在籍時にもほぼ毎年訪れていた、中国西北部、甘粛省の省都蘭州と、そこからバスで2時間半ほどの距離にある、「中国の小メッカ（中国的小麦加）」こと臨夏市へ。今回も臨夏では、毎朝ソウルフードの牛肉面（いわゆる「蘭州ラーメン」）を食べて気合を入れ、中国ムスリムの歴史研究のために、モスクやムスリム聖者廟を訪問しておりました。これがいつものパターンなのです。籍は京大人文研に移りましたが、やっていることはあまり変わっておりません。

いっぽう中国のほうは、結構なペースで変化しているように思います。かつて蘭州の最寄りの中川空港から市内までは、リムジンバスで約1時間、沙漠然とした荒涼たる風景の中を進んだものですが、最近は緑化政策の成果か、沿路の緑が見違えるほど増えました。

鄙びた田舎町であった臨夏市も、「一帯一路」政策の一環で、面目を一新しつつあります。「小メッカ」の歴史がつまったムスリム集住地区、「八坊十三巷」が、今まさに観光地として整備されている最中で、その変貌ぶりに驚きを禁じ得ませんでした。趣のある古い街並みが消えていくことに哀惜を覚えながらも、愛する臨夏が今後どう発展するのか、少し楽しみでもあります。

いわゆる「ガラケー」型の携帯電話が絶滅していることもショックでした。日本ではガラケー派の私も、今回中国で「智能」（スマホ）デビューを果たさざるを得ませんでした。ぎこちない操作を披露して中国ムスリムの友人から「思想落後」のレッテルを貼られながらも、モスクの住持（アホン）や宗教学生（マンラー）と「微信」アプリでチャットしました。便利になったものです。

その他様々な変化の中には、憂慮すべき社会問題もありますが、それも含めて、今後も中国ムスリムの歴史を追うかわら、現代の彼らを取り巻く状況の推移を観察できたらと思います。

ところで、白眉時代には、中国で名刺を渡すと、時々「白眉」の意味を聞かれることがありました。その都度、「三国志」の馬良が～と説明したものです。このやり取りがなくなってしまったことは少し寂しいですが、私自身も変化を受け入れて、手探りながら前進しようと思います。（なかにし たつや）



臨夏市に最近できた観光スポット「八坊民俗館」にて

駒澤大学の耕雲館（1928年創建、現在は祥文文化歴史博物館）をバックに、長男（2歳）と。

別所 裕介

第7期特定准教授、在職2016年10月1日～2017年3月31日
2017年4月1日より駒澤大学総合教育研究部・准教授

東京は世田谷区にある駒澤大学に赴任し、瞬間に1年が過ぎました。2017年3月、白眉の修了間際に実施したインド出張で足の骨を折るケガをし、帰国後の「離籍者セミナー」（3月28日開催）では左足にギブスをはめての登壇となっていました。当日参加されたみなさまに温かく送り出していただき、白眉での短いながらも濃密な時間を惜しみながら、新天地での生活に踏み出していったのがこの間のことのように思えます。

こちらでは週5～6コマ程度の講義を担当し、そのすべてが仏教もしくは宗教全般に関わる教養教育に充てられています。駒澤大学の前身は曹洞宗と呼ばれる禅仏教の門弟が集う学舎であったため、今日でも学内では剃髪した見習い僧侶の学生や、色鮮やかな袈裟をまとった海外からの留学僧をしばしば見かけます。チベットを対象に、国家・社会の中における宗教の位置づけを探求してきた私にとって、学生の前で宗教の現代性や国際性について思う存分講じ、それがそのまま仕事になる、という状況は願ってもない喜びであり、自分というも変ですが「水を得た魚」とはこのような心境であろうかと、好きなことで身を立てられる幸福を改めてかみしめる毎日です。

他方で、白眉プロジェクトで私が目指そうとしていた「自分だけができる、世界レベルの研究」から一歩後退せざるを得ない、という実感は、充実した毎を送りながらも、やはり大きな気がかりとして心に残り続けてきました。伯楽委員の前で訴えた「私がやりたいこと（＝現代中国における「仏



教の政治」の展開を世界規模で把握すること）」は、5年間の挑戦的な没頭を可能にする白眉の環境においてのみ実現可能であり、現在の職務と所期目標の両立に悩ましい思いを抱えていました。幸いにもこの春（2018年度4月）、白眉で目指そうとした課題をより長期的なスパンで練り直した科研申請書が採択され、細々とでも、この課題に継続的に取り組んでいける見通しを立てることができ、白眉に採用された当初の挑戦的な闘志がよみがえってきたような心持がしています。

最後に、白眉センターでのセミナー参加や業務経験、同僚の方々との酒を交えての語らいは、たった半年の期間ではありましたが、異分野の研究者の視点から自分の研究を捉え直す貴重な機会を与えてくれました。これからも「終身白眉」として、白眉関係者の方々とのつながりを大切に保っていきたくと願っています。（べっしょ ゆうすけ）

YUMEKUSA

エッセイ

頭の良さとは何か

「何でもいから書いて下さい」と言われて書き始めたこのエッセイ、ふと思い浮かんだテーマとして普段から考えている「頭の良さとは何か」について話したい。これを読む皆さん、頭の良さとは何だと思うだろうか？「頭の良さ」は人生を決める上で非常に重要なパラメータである。「物事を多くの側面から見られる能力」「大事な結論に持っていくために一時の感情を抑えられること」「頭の回転の早さ」…、この問いに対して様々な答えが返ってくる。少なくとも言えるのは「答えが明確でない」ことだと言える。重要なパラメータであるにも関わらず定まっていない。あくまで自分の中でだが、頭の良さの定義

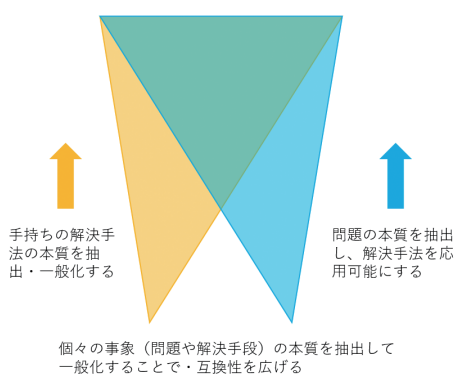
に対して最もつまらない答えは「専門性」である。専門性とは知識・経験と同義であり、データ化して習得すれば良く、機械で代替可能かもしれない。ただ一方で、その考えにある程度の

小川 敬也

正しさもありうる。人によって答えが違うというのは、分野によって違う頭の良さが必要で、知識・経験だけではないにせよ、それぞれの専門分野に見合った頭の良さが必要だからである、と言えるかもしれない。例えばこの問いに対し、研究者のような自然科学に携わる人間はIntelligence Quotient (IQ) 的な回答をし、社会の中での人同士の折衷をする仕事に携わる人はEmotional Intelligence Quotient (EQ) 的な回答をする。分野によって必要な頭の良さが違うのではないかと感じている。IQ/EQという区分が正しいかはわからないが、もし正しいとして、IQに関しては臆気ながら「本質の抽出」（図）が重要だと考えはまとまりつつある。しかし、EQに関してはまるで掘めていない（まわりが研究者ばかりなことに起因する気がする）。EQとは、頭の良さが分野によって違うように、時代によっても違う可能性があり、統一的な理解をするより、考え続けて時代に合わせたEQを身に着けることが重要かもしれない。ちなみに「本質の抽出とは何か」についても考えはあるので、興味ある方はお声がけ頂きたい。話しましょう。

おそらくこれを読むほとんどの人は大学関連で、少なからず教育に携わるはずであり、学生に対して教育をする上での目標である「学生の頭の良さを鍛える」という上で、考えることに価値はあると思っている。ぜひ皆様に考えて頂きたいし、また機会があれば皆様のご意見も頂きたい。（おがわ たかや）

頭の良くあることの意義が「問題解決」の場合



受賞・報道

榎戸輝揚 特定准教授が、公益財団法人 宇宙科学振興会より、「第10回宇宙科学奨励賞」を受賞しました。(2018年3月8日)

今吉 格 特定准教授が、日本神経科学学会より、「第1回 ジョセフ・アルトマン記念発達神経科学賞」を受賞しました。(2017年7月21日)



メディア掲載記事

Associate professor Dr. Stefan Gruber gave interviews to the South China Morning Post and they were published in "Hong Kong must shut door on illicit trade in antiquities before it can emerge as global art hub" South China Morning Post (10 March 2018) and "Provenance on Hollywood Road" The Peak Magazine (March 2018)

榎戸輝揚 特定准教授の研究活動内容が、『雷から「反物質」が生成されるメカニズム』として朝日新聞、読売新聞、京都新聞、産経新聞ほか、多数掲載されました。[Lightning can trigger nuclear reactions, creating rare atomic isotopes] などとして世界的な注目を浴びており、Nature 誌 (UK)、British publication Physics World 誌 (UK)、Science in Action 誌 (UK)、Le Temps 誌 (Switzerland)、Science 誌 (US)、Independent 誌 (US)、Newsweek 誌 (US)、Discover 誌 (US)、Sputnik 誌 (US) 等、複数の主要海外誌にも関連記事が掲載されました。(2017年9月1日 - 2018年3月31日)

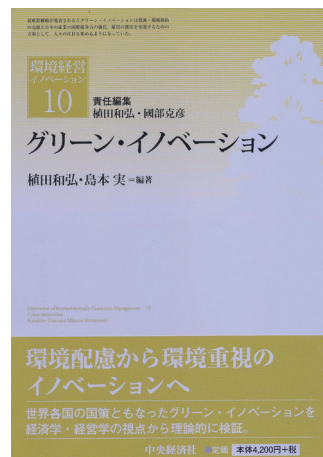
今吉 格 特定准教授の研究活動内容が、朝日新聞 ミチをひらくのコーナー に掲載されました。(2018年3月9日)

出版

上峯 篤史 (単著)
『縄文石器：その視点と方法』京都大学学術出版会
(2018年3月)

宮崎 牧人
協力：馬淵一誠、石渡信一、宮崎牧人、村田隆、執筆：松田壮一郎 “細胞と生命 ～生物を形づくる精緻な装置の神秘にせまる～”，「Newton」別冊，pp. 68-79、ニュートンプレス (2017年)

井上 恵美子
『環境規制・政策とグリーン・イノベーション』『グリーン・イノベーション』(植田和弘・島本実 編著)，pp.19-37 中央経済社 (2017年)



活動紹介

第8期白眉（グローバル型）辞令交付式 / オリエンテーション / 研究発表会

（2017年10月2日、10日、於白眉センター）

金沢 篤

2017年10月2日に京都大学学術研究支援棟・白眉センターにおいて第8期白眉（グローバル型）辞令交付式とオリエンテーションが行われ、翌週10月10日には同じ場所で研究計画発表会が行われた。

辞令交付式では光山正雄センター長と高見茂 PM から第8期白眉に辞令が出された。オリエンテーションでは先輩白眉から白眉 WG の引き継ぎ作業が和やかな雰囲気の中行われた。と言っても大まかな分担を決めるだけで、一年かけてゆっくりと8期にバトンを渡す手筈になっている。

計画発表会では遅れて着任する2名を除く9人の白眉研究者によってそれぞれの白眉研究の概要が説明された。司会

は前半は金沢、後半は川中が務めた。例年通り研究分野は多岐にわたっており、古代インド祭式からブラックホールや細胞骨格の研究まで盛り沢山であった。短い持ち時間の中でも各自工夫して研究の要点を伝える発表には研究者としてのプロ意識が現れていた。負けんとばかりに先輩白眉からも鋭い質問が多く飛び出し、予定より時間が押してしまうという良いハプニングもあった。今後の白眉セミナーで各研究の更なる詳細を聴くのが楽しみだと多くの人が発表会後に話していたのが印象に残っている。私ももっと頑張らなければ！と良い刺激になった1日であった。（かなざわ あつし）



白眉秋合宿 (2017年12月8日, 9日、於関西セミナーハウス)

Hakubi Research Camp (Dec. 8-9, 2017 / Kansai Seminar House, Kyoto)

川中 宣太

2017年12月8日から9日にかけて、第8回白眉秋合宿が京都市左京区に関西セミナーハウス（修学院きらら山荘）で行われた。この合宿は10月に新規で白眉プロジェクトに採用された研究者の歓迎と白眉研究者どうしの交流を目的として毎年行われている白眉年中イベントの1つで、今年は現役・OB・スタッフを含め計37名が参加した。

合宿では例年各参加者がスライドを用いて短めの自己紹介を行うのが恒例となっているが、今年は趣向を変え、白眉研究者どうしがペアを組んで互いのプロフィールや研究内容を紹介する、自己紹介ならぬ「他己紹介」を行った。この試みは以前にも白眉合宿で行われたもので、白眉内の交流を深めるのに良さそうという考えから世話人が今年改めて企画したのだが、結果として予想以上の盛り上がりを見せた。自分の専門と大きく異なる内容の研究紹介を自分なりの解釈を交えて行うことで、紹介者自身が勉強になることはもちろん、紹介される側の研究者も自らの研究を客観的に眺める機会にもなったと思われる。また、一連の他己紹介を聞くことで他の白眉研究者らの専門分野や普段の研究スタイル、さらには研究以外の場面での様子をよく知ることができ、より交流が深まるきっかけにもなった。

また、ロングトークとして現役白眉の麦文彪さん（5期）、榎戸輝揚さん（6期）、Marcus Wernerさん（6期）、鈴木多聞さん（5期）、7期OBの岩尾一史さん（龍谷

大）、そして翌年4月から白眉センター長となる赤松明彦先生がそれぞれ講演を行った。いずれも各研究分野での最新の話題や講演者独自の見解をごく基本的なところから詳しく知ることのできる、非常に学びの多い発表であった。鈴木さんの講演では途中で聴衆に議論や意見をうながす場面もあり、他の研究会ではなかなか見られない白眉ならではのスタイルが現れたように感じられた。

1日目の夜はレクリエーション企画として「世界の国と地域ゲーム」を行った。これはスクリーンに映し出された数枚の写真とヒントからそれらがどの国・地域で撮影されたものかを当てるクイズゲームで、参加者を4チームに分けた対抗戦で行った。これも予想をはるかに上回る盛り上がりで、楽しみながら交流を深めかつ学べるという、いかにも白眉らしいレクリエーションになったと感じた。

今年度の合宿は参加人数もプログラムも規模としては昨年と大きくは変わらなかったものの、振り返ってみれば他己紹介において自らの専門さながらに他分野の研究を深く学んでみたり、レクリエーションでは世界の地理や生活習慣を知れたり、結果として白眉プロジェクトの狙いの一つである「学問分野の違いや国境にとらわれず自由な発想で広く活躍する」というコンセプトに合致した内容になった。参加した白眉研究者にとって、この合宿が自らの研究を客観的に考え今後の発展への繋げるきっかけになれば、と思う。（かわなか のりた）



※写真提供：光山正雄・前白眉センター長

白眉セミナー

白眉センターでは原則として8月を除く月2回(第1・3火曜日16時から)センターの全スタッフが出席するセミナーを開催しています。各研究者が順番に企画担当者となり、様々なトピックについて議論が行われます。2011年度からは通常英語で発表・質疑応答を行っています。以下に2017年度のセミナー情報を掲載します。

平成29年

- ◆第127回 白眉セミナー 2017年4月4日(火)
堀江 真行『RNA ウイルスの化石から探るウイルスと哺乳動物の相互作用』
- ◆第128回 白眉セミナー 2017年5月9日(火)
雨森 賢一『霊長類の意思決定のコントロールと神経回路の機能同定』
- ◆第129回 白眉セミナー 2017年5月23日(火)
倉重 佑輝『凝縮重電子系の分子理論』
- ◆第130回 白眉セミナー 2017年6月6日(火)
安藤 裕一郎『半導体スピントロニクス現状と課題』
- ◆第131回 白眉セミナー(離籍者講演) 2017年6月20日(火)
置田 清和『どうして失恋ソングは人気なのか: 南アジア古典文学の視点から』
- ◆第132回 白眉セミナー 2017年7月4日(火)
今吉 格『光を用いた遺伝子発現操作』
- ◆第133回 白眉セミナー 2017年7月18日(火)
磯野 優介『フォンノイマン環論の紹介』
- ◆第134回 白眉セミナー 2017年9月5日(火)
高見 茂『高等教育の財務戦略-格付けの意義と学債発行に注目して-』
- ◆第135回 白眉セミナー(離籍者講演) 2017年9月19日(火)
越川 滋行『模様を理解し、再構築する』
山道 真人『プランクトンとカタツムリから見た生態と進化のフィードバック』
- ◆第136回 白眉セミナー 2017年10月17日(火)
上峯 篤史『神様石器への挑戦-島根県松江市鳥ヶ崎遺跡の発掘調査-』
- ◆第137回 白眉セミナー 2017年11月7日(火)
天野 恭子『古代文献学は進化できるか? 文体・記述比較の方法論をめぐって』

- ◆第138回 白眉セミナー 2017年11月21日(火)
藤井 佐織『落葉や枯死根を資源とする土壌小型節足動物の話』
- ◆第139回 白眉セミナー 2017年12月5日(火)
Kenney-Lazar, Miles『The Political Ecologies of Industrial Plantation Development and Access to Land in Laos』
- ◆第140回 白眉セミナー 2017年12月19日(火)
中井 愛子『国際法の地図に7つの海と7大陸を書きこもう-非欧州は常に国際法を受容する側であったか?』

平成30年

- ◆第141回 白眉セミナー 2018年1月9日(火)
Fabio DENIS ROMERO『A non-technical introduction to magnetic oxide perovskites』
- ◆第142回 白眉セミナー 2018年1月16日(火)
佐藤 寛之『幾何学と応用数学の融合-幾何学的な最適化の数理-』
- ◆第143回 白眉セミナー 2018年2月6日(火)
宮崎 牧人『細胞は如何にして動き、分裂できるのか?-人工細胞からのアプローチ-』
- ◆第144回 白眉セミナー 2018年2月20日(火)
中島 秀太『冷却原子系を用いた量子シミュレーション-量子多体系からブラックホールまで-』

『白眉センターだより』第15号

2018年6月26日発行
編集・発行 京都大学白眉センター
〒606-8501 京都市左京区吉田本町
TEL: 075-753-5315 FAX: 075-753-5310
Eメール: hakubi@mail.adm.kyoto-u.ac.jp
http://www.hakubi.kyoto-u.ac.jp/
印刷 株式会社 サンワ
©2018 The Hakubi Center, Kyoto University

表紙写真: 英国ウィンダミア湖にて佇む白鳥 (撮影者: 井上恵美子)
責任編集: 井上恵美子