

京都大学工学広報



桂キャンパス 2017年3月ドローンにて撮影

目 次

< 巻頭言 >

◇したたかさとしなやかさ

副研究科長 榎 木 哲 夫 …… 1

< 随 想 >

◇「のり巻きの詩」

名誉教授 赤 木 和 夫 …… 4

◇ついに解けた！量子力学 100 年のミステリー — “Der Alte würfelt nicht” —

名誉教授 立 花 明 知 …… 7

◇転位のこと

名誉教授 酒 井 明 …… 9

◇情報の時代

名誉教授 田 中 克 己 …… 11

◇京都大学を離れて想うこと

名誉教授 田 門 肇 …… 14

< 紹 介 >

◇学生時代の回想と現在の様子について

機械理工学専攻 環境熱流体工学分野 2009 年 3 月博士後期課程修了

高 垣 直 尚 …… 17

◇On Super-Fine Finishing of Optical Surfaces

マイクロエンジニアリング専攻 講師 Beaucamp Anthony …… 19

◇ナノ光ファイバを用いた量子情報技術の実現に向けて

電子工学専攻 助教 高 島 秀 聡 …… 21

◇環境試料分析に触れて

技術専門職員 塩 田 憲 司 …… 22

編集後記

◆巻頭言◆

したたかさとしなやかさ

副研究科長 榎木哲夫



本年4月から京都大学評議員、工学研究科副研究科長の役職に就いています。前任の大津宏康教授を引き継ぎ、工学研究科の中では研究担当副研究科長という役割を担う立場ですが、実

際には教育以外の殆どに関わる役職です。桂インテックセンター、財務、図書、技術職員、等々、現在就任後3ヶ月を経たところですが、これまで見ていなかった、あるいは気づいていなかった誠によくの懸案事案を目の当たりにするとともに、いずれにおいてもきめ細かく業務を進めてもらっている工学研究科事務組織の優秀さを改めて実感しているところです。

振り返れば、10数年前に教授に昇進した際に、先輩教授から「教授になっただけでは見えてくる大学組織の風景は何も変わらんけど、専攻長を経験したらよう分かるようになるわ」と言われたのを思い出します。その後はじめて専攻長を経験してその意味を実感しましたが、いままさに工学研究科の執行部に入って、同じことをより大きなスケールで感じています。

実は工学研究科の執行部を経験するのは今回が初めてではなく、西本清一研究科長在任時（2006年～2007年）にも執行部すなわち運営会議の構成員を務めました。そこで工学研究科として採択を受けた経産省・文科省による「アジア人財資金構想」『産学協働型グローバル工学人財育成プログラム』（2007年～2011年）の実施責任者を指名されました。このプログラムは、大学と実業界が協働して実施する初の教育プログラムで、本研究科修士課程に世界各国から優れた資質と意欲を有する人財を産学の協働でリクルートしてくるところから始まりました。履

修生は専門的工学教育に加えて産学連携研究型のカリキュラム等を履修して修士学位を取得し、その上で日本の実業界にグローバル人材として就職するというプログラムでした。この実施・運営のために工学研究科のもとに附属グローバルリーダーシップ大学院工学教育推進センターが新設され、その初代のセンター長（2007年～2009年）に指名されました。プログラム終了後も、同センターはグローバル人材育成のための工学教育プログラムの構築と、大学院教育の実質化・国際化を促進するための専攻横断型組織として重要な役割を果たしてきています。

その後、私の中での大きな転機として、2008年から就任された松本紘前総長のもとで、大学本部に新たに設置された理事補の役職を2010年4月から兼任しました。2012年9月まで吉川潔理事・副学長（当時）のもとで研究担当理事補を、2012年10月から2014年9月までは三嶋理晃理事・副学長（当時）のもとで国際担当理事補を務めました。初めて大学本部の執行部の一員を経験しましたが、当時の松本総長が強いリーダーシップを発揮されながら進められる大学改革の意義と難しさの両面について多くを学びました。なかでも一番記憶に残っているのは、国際集会の懇親会の開会時の英語での短い挨拶の中で、決してスベルことなく聴衆の爆笑を取られる松本総長のユーモアのセンスでした。アドリブか即興であったでしょうが、ご自身の見せ方をよくご存知だなあと感心しました。

また理事補との兼任で、2010年から2016年3月まで、国際交流推進機構の森純一機構長（当時）のもとで同副機構長と国際交流センターのセンター長を務めました。これらの役職を通じてさまざまな国際連携業務に関わる機会を得ました。本当にいろいろな仕事に携わりました。京都大学の国際戦略の策定、ジョン万プログラムの海外派遣プログラムの運

営、世界的に著名な研究機関とオール京大で共同企画する京都大学国際シンポジウム・シリーズ、留学生を受け入れ日本語・日本文化を研修させる短期語学・文化研修プログラム、国際機関からのオファーによる奨学金プログラムの運営、バンコク・ハイデルベルグの京都大学海外拠点の開設、AEARU・AUN等の国際大学連合やHeKKSaGOn・RENKEI等の大学間国際ネットワークの構築、等々です。世界の中での京都大学のプレゼンスを高めるべく、さまざまな部局の先生と事務職員の方々が、教職一体で日夜惜しみなく尽力されている姿を目の当たりにして、そのような皆さんの努力をこの役職に就くまで知らなかったことを恥ずかしく感じました。

いま振り返るに、2004年の国立大学の法人化以降、大学の置かれている状況は大きく変わってきたことを痛感します。現状でも、運営費交付金の継続的な減少、研究のみならず教育においても、競争的資金を選択的集中型で配分するCenter of Excellence Policyが恒常化してきていますが、これまでこれらのプログラムにリーダー・サブリーダーとして関わりながら、大学における教育・研究とは、また大学改革とは何なのかを考えさせられてきた10数年間であったように思います。

ところで私の専門分野は機械工学の中のシステム工学です。機械工学はものづくりの根幹となる学術分野ですが、そのものづくりの戦略は「組み合わせ型」と「擦り合わせ型」に大別されます。組み合わせ型とは、標準化された要素を組み合わせで最終製品を製造するような構造・設計のスタイルで、部品やモジュールを外部調達して自由に組み合わせることができます。一方、擦り合わせ型は、構成要素が相互に密接に関連することから一部分の変更が他の箇所に与える影響が大きく、一部分だけ別の要素に置き換えるといった変更が難しいスタイルです。組み合わせ型の基本はトップダウンで、曖昧な部分や抜けを極力なくし、あらかじめ決められた仕様に沿って一気に開発を進めることで効率が高くなるのに対し、擦り合わせ型の方はボトムアップが基本で、開発現場が主導権を持って自分たちで状況を判断し、問題を見つけて対応策を検討し対処します。組織間での緻密な連携が不可欠となり、仕様変更や手

戻りのための労力と時間がかかります。

このような「組み合わせ型」と「擦り合わせ型」の違いは、私がこれまで関わってきた大学における様々な事業にも当てはまるように思います。

国際業務は典型的な「擦り合わせ型」です。国際化はまさに「笛吹けども踊らず」という側面が顕著で、例え大学としての国際戦略が策定され、共通の目標に向かって旗を振られようとも、それを大学内でトップダウン的に展開して行くための手続きが確立されていません。すなわち、国際化に関してどのようなKPI (Key Performance Indicators) を現場レベルで意識しなければならないか、自分たちの活動やパフォーマンスは客観的にどう見えているのか、といった組織としてのフィードバックが働く仕組みがないのです。国際化は、現場からの地道な取り組みで、汗をかけるキーパーソンを中心として自主的に沸き起こる組織力に委ねざるを得ないところがあり、ボトムアップ的な調整や手戻りなしには進みません。

教育についてはどうでしょうか。近年の大学教育改革の試みの多くは、「組み合わせ型」が指向されているのかとさえ感じます。「教育の質保証」が盛んに叫ばれることから明らかなように、教育プログラムの評価を受ける際には、国際標準や世界標準になっているかが必ず問われます。3つのポリシーの策定や、コースツリー・ナンバリングの整備、さらに複数学位・国際共同学位プログラムの推奨においても、教育のモジュールを効率的に組み合わせることが質の保証された人材育成を効率的に進めることが企図されているように感じます。しかし教育の難しさは、効率性の追求だけではなく、同時に多様性を担保できるものでなければならないことです。現在実施している博士課程教育リーディングプログラムや、その後継プログラムと目される卓越大学院プログラムでは、文理融合による学際教育や、複数部局、複数の大学や研究機関との連携による分野横断型教育の推進が求められています。これを忠実に実施に移すとなると、異なる組織や学術分野の間でのバリアが少なからず存在します。これらを一一つクリアしながら、かつその理念を根付かせて行くためには、教育現場での擦り合わせ抜きには実現し

得ません。労力と時間を要することではありますが、共通するところを取り出し個別の差異を認めるといふ原則に立ったゆるやかな標準化の道を探らなければなりません。

同様の傾向は、産学連携研究においても見られます。包括連携協定に基づく産学連携研究というスタイルがありますが、従来の大学の一研究室と会社の一部門との間での「おつきあい型」から「包括的契約」と称するような形態、すなわち企業側の中でも一部門ではなく複数の部門を集め、また大学の方からも単一の研究室だけではなくて複数の研究室が連携して協力し合いながら、組織対組織という形での産学連携のスタイルが推奨されつつあります。しかし、このような産学連携が成功する鍵、少なくとも京都大学でこのようなスタイルが上手く機能するためには、企業側からの動機のみではダメで、またトップダウンの組み合わせ型でのプロジェクト編成では決してうまくいきません。大学の研究現場の側からの自主的な組織化とグループへの取り込みがダイナミックに進まないことにはプロジェクトは続きません。そこで求められるリーダー像は、トップダウンに研究開発のリーダーシップを発揮できるプロデューサー型ではなく、個々のベクトルがバラバラになりそうな場合にベクトルを合わせて目標達成に向ける役割を担えるディレクター型のリーダーです。海外でも、例えば私が20数年前に長期滞在した米国スタンフォード大学では、当時大学自身がいろんな分野に分化され、非常に幅広い分野が、個別に広いキャンパスの中で研究開発が進められてきていました。そこで専門分化とその閉鎖性に危機感を持った教員から、横断的に学際的な研究開発のプロジェクトをやるのではないかとというのが発端でプロジェクトが開始され、そのためのファンドを企業から取ってきて集めておいて、そのファンドを大学の研究者が取りに行くというスタイルで進められていたことを憶えています。

いま私たちには、さまざまな大学改革の波が押し寄せてきています。これをピンチと捉えるのではなく、チャンスに変えられる知恵が必要です。昨年度から開始された学域・学系の教員組織の再編も、単純に定員削減への対応策としてではなく、基盤的な

学術分野における教育研究を発展させつつも多様な学問的・社会的ニーズに対応した学際分野・新学術分野の創成に繋がる仕組みとして活用していかねばなりません。そのためには、擦り合わせ型と組み合わせ型の双方のメリットを生かせる組織・事業のデザインが鍵になるでしょう。

私が専門とするシステム工学の分野では、いま来るべき超スマート社会を実現する技術の基盤として、「システムのシステム (System of Systems)」という概念が注目されています。その定義は、

- 構成要素のシステムはそれ自体が独立した機能を果たすための自律的な活動の機構をもつこと
- 個々の要素システムは、全体システムの中での機能を果たしつつある間も、本来の自律的な機能を果たし続けること
- 構成要素システム相互間の情報の流通が可能で、その運用管理を共通に行えること

を満たす複合システムです。その特徴は、複数のシステムが組織的に集合することで、個々の構成要素システム単独では持ち得ないしたたかさ（強さ）が創発されることであり、さらに外部からの要求の変化に対してしなやかに適応できること、の2点に集約されます。

今後も、変わりゆく社会や大きな大学組織の中にあって、工学研究科・工学部がしたたかかつしなやかな部局であり続けられるように、学生・教員・専攻群・事務職員・技術職員の総合力が発揮できる部局運営を目指し、他の執行部の皆さんとともに研究科長を支えながら頑張っていきたいと考えています。皆様のご協力とご理解、ご支援を賜るべく、切にお願い申し上げます。

(教授 機械理工学専攻)

◆ 随 想 ◆

「のり巻きの詩」^{うた}

赤 木 和 夫



小生が通っていた小学校は、山と田んぼに囲まれた田舎の学校であった。生徒数は全学年を合わせても百名に満たなかったため、小生が卒業した数年後に廃校となり、隣村の学校に合併されてしまった。その小学校の校庭の片隅に幼稚園が併設されていた。ある時、数人のグループが二手に分かれ、言い合いを始め、運動場の砂や小石を投げ合っていた。その内、周りに小石がなくなり、ある園児が金網の扉の重しに使われていた大人の拳ほどの石を見つけて、それを投げつけてきた。小生はどちらのグループにいたのか、あるいは止めようとして中に割り込もうとしたのか忘れてしまったが、その石がなんと小生の側頭部を直撃した。転倒することも血が出ることもなかったが、「ポコッ」という音とあまりの痛さでその場にうずくまってしまった。思わぬ出来事でみな凍りついてしまった。ほどなくして、幼稚園の先生が飛び出してきて、園児らに声をかけながら状況を把握しようとしていた。しかし、小生も園児らもどういう訳か何も言おうとせず、結局、全員、教室に戻されこっそりと灸をすえられた。石を投げた子はK君といい、喧嘩も強く周りから少し怖がられていた。そのため、他の園児らは事の詳細を先生に話すことを躊躇したようであった。小生は、それまで同君を怖いと思ったことはなかったが、その時は相手を責める気持ちはなかった。むしろ、どうしてあんな大きな石をよけられなかったのか、自分の反射神経のなさが不甲斐なく腹立たしかった。夜になると、石が当たったところがツキツキと痛みだし、大きなたんこぶができてしまった。家の者には、「こぶとり爺さんにこぶをとってもらうしかないな」と笑われながらも慰めら

れた。触るだけで痛みがぶり返し、それから十日あまり帽子をかぶらず幼稚園に通うことになった。毎日一粒だけでもらう肝油ドロップが痛みに立ち向かう勇気を与えてくれたように思う。

時は流れて、園児は皆小学4年生になっていた。秋の遠足で、瀬戸内海が一望できる電波塔のある山に行った。昼になって山の斜面に腰を下ろし持参してきた弁当を広げて食べ始めた。当時、遠足の弁当といえば、それはのり巻き（関西では太巻きといわれている）に決まっていた。各家庭で母親が早朝から釜戸でご飯を炊いて酢飯にし、卵焼きや干瓢^{かんぴょう}、椎茸^{しめじ}を海苔で巻き、適当な厚さに輪切りして、経木の折箱に詰め、子供に持たせたものである。子供にとって、青空の下、皆でのり巻きをほおぼるのはこの上なく楽しいのに違いないが、同時に他人ののり巻きがどのような味がするのか、食べてみたいと思っても不思議ではない。小生ものり巻きを一切れずつ互いに交換してはワイワイ言いながら食べ比べていた。親もそういった子供らの食べ方は十分承知していたであろう、子供に不憫な思いはさせたくない、農繁期の忙しい時期であっても、普段以上の食材を準備して、心を込めて作っていたであろう。交換したのり巻きは各自の家の味とは違うそれぞれの美味しさがあったように思う。残り数切れになったところで、少し離れた場所に一人で座っていたK君のそばに行き、のり巻きを交換しようと言った。たんこぶの一件からすでに4年以上が経っていた。子供にとって4年前は大昔である。小生も同君もそのことはすっかり忘れていて、他の生徒と同じように接していた。しかし、K君はのり巻きの交換を頑なに断った。どうして断るのかわからず、少し強引ではあったが、まず小生ののり巻きをひとつ相手の折箱に入れた。そして、「じゃ、ひとつもらうね」といっ

てK君ののり巻きをもらった。少し憤然とした顔をしたので、このまま立ち去るのも悪いと思い、二人並んで海を見ながら食べることにした。K君は小生ののり巻きをほおぼりながら美味しい美味しいとって食べてくれた。小生もK君ののり巻きを同時に口に入れたが、お世辞にも美味しいとはいえなかった。途中で箸を止めるのも悪いと思い、嘸まずに水筒のお茶と一緒に一気に飲み込んだ。気がつけば、自分ののり巻きはまだひとつも食べておらず、最後に一切れだけ残っていたのり巻きを急いで食べた。具に桜でんぶの入ったのり巻きは見た目も華やかで、甘く美味しかった。その時、不意に、K君には申し訳ないことをしたと思った。K君ののり巻きは、普段使われている黒色の海苔とは違い、赤紫の海苔が使われていた。彼は、そのことを気にしていたのかもしれない。だから、敢えてのり巻きの交換もしようとはしなかったのであろう。しかし、そこへ小生が近づいてきて、あれよあれよと思う間にのり巻きの交換をさせられたため、困惑し立腹したのであろう。遊び半分でしたことが図らずも彼を傷つけることになってしまったと思った。帰りのバスの中でも、自責の念が離れなかった。

あの遠足から1年半以上が経ち、明日から夏休みという日だった。竹ぼうきで校庭を掃除しながら、夏休みの計画などを皆で話していた。突然、K君が小生に鯉を釣りに行こうと言ってきた。村には灌漑用のため池が沢山あり、子供らは暇さえあれば鮒釣りに興じていた。しかし、鯉については釣った経験もなければ、鯉そのものがどこの池にいるのかも知らなかった。唯一、村の山奥に大正時代に作られた大きな池があり、そこには鯉がいると大人から聞いたことがあった。K君にその池のことかと聞くと違うと言う。もし、一緒に行くならその場所を教えてやると言った。鯉も見たいし、未知の池の場所も知りたかったので、二つ返事でオーケーした。翌朝、小学校の校庭で落ち合い、池がある山の方へ歩いていった。歩きながら、向かっていく先がK君の家の方向と同じであることに気がついた。事実、1時間程歩いて到着したのは彼の家だった。小生はそれまでK君の家に行ったことも詳しい場所も知らな

かった。彼は毎日、山の麓から歩いて小学校まで通い、また同じ道を歩いて帰っていた。その朝も、家を早く出て、わざわざ小学校まで小生を迎えに来てくれていた。K君の家で、見たこともない鯉用の太い釣針を貸してもらい、釣り糸に付け替えた。これから急峻な山を登るため、釣竿は邪魔になるということで置いていくことにした。家の裏は山林となっていて、そこから雑木林の中を登り始めた。けもの道をくねくね登るため、どの方角に進んでいるのかもわからないまま、ようやく1時間程かかって、緑色に濁った池に出た。しかし、その池は目的の池ではなかった。人も通わぬ山奥に本当に池があるのかと不安に思いながら、夏の日差しが照りつける山道を登り続けた。これ以上登ると、山頂に出るのではないかと思われた時、その池はあった。澄み切った群青色の水面が広がる神秘的な池だった。池の周りは雑木と草が生い茂り、釣りができるような足場はなかった。池にせり出すように松の木が斜めに伸びていて、その日陰になっている水面を見ると、数匹の大きな鯉がゆっくりと泳いでいた。大急ぎで近くの竹を切り、竹竿の先に釣り糸を結び付け、草むらの中から釣糸を投げ入れた。しばらくすると、池の反対側から人の声が聞こえてきた。凝視すると、我々と同じ小学生であった。しかし、彼らがかぶっていた白地の運動帽には見たことない校章がついていた。彼らはよその村の小学生だった。後でわかったことだが、この池は学区が全く異なる隣市に位置しており、我々こそが越境してきたよそ者であった。初めて見る「他国」の人間に思わず緊張感が走ったが、互いに声をかけることもなく釣りを続けた。昼前から釣り始めて、4時間以上粘ったが釣果はゼロであった。鯉釣りについては初心者であり、しかも「寄せエサ」も使わず鯉が釣れるほど甘くはなかった。仕方なく、釣りは止めて帰りかけたが、何も食べずにいたのでお腹が空き過ぎて、下り道とはいえ一歩も歩けないほど疲れてしまった。幸い、K君の機転で、山菜のイタドリ（別名でスカンポともいう）を見つけてもらい皮をむいて食べた。その後も、木苺や山葡萄を摘んでは二人で分け合いながら、やっとK君の家まで辿り着いた。家の前庭には、声が響くほど深く掘った井戸があった。滑車付きのつる

べで水を汲み上げ、桶ごと一気に飲み、残りは頭からかぶった。疲れを吹っ飛ばすほど冷たく美味しい水だった。K君は鯉が釣れなかったことを大変悔しがり、申し訳なそうにしていた。小生は釣果がなくても何とも思っていなかった。近場の池で鮎釣りをしても一匹も釣れないことは多々あったし、それ以上にいろんな体験を味わったことで満ち足りていた。K君は鯉の代わりと言って、畑に植えてあったグイビとユスラ（梅桃）をポケット一杯になるまで摘んで持たせてくれた。一息ついたところで、使うこともなかった釣竿を肩にかけ、渋いグイビと甘いユスラを交互に口にほおばりながら、朝来た道を今度はひとりで帰っていった。ひぐらしの鳴く山道に、微かに涼風が吹いて側頭部をかすめていったように思えた。

K君とはあの日、ほぼ丸一日行動を共にしたが、のり巻きの話はでなかった。もちろん、どちらかが話題にすれば、色々と当時の思いを語り合えたかもしれないが、そうはならなかった。お互い、心の一番深いところにしまっており、今はもう敢えて語る必要もないと考えたのかもしれない。相手の気持ちを察し、黙して語らぬことも、仲良くなれる術すべと感じ取っていたのかもしれない。一方で、大人になっても寄せては返す波のように、のり巻きのことが鮮明に蘇ってきた。振り返ると、自身が時として無意識の内に高慢な振る舞いや不遜な物言いをした時、のり巻きの思い出が、自戒の契機になってくれたように思う。もし、あの経験がなければ、教職に就く資質さえ持ち得なかったかもしれない。幸いにして、多くの人々に支えられながら、大過なく定年退職を迎えることができた。何物にも代え難い慶びであり、心から感謝している。これからの半生、のり巻きの詩うたを吟じながら、人に優しくあらんことを常として生きていきたいと願っている。

（名誉教授 元高分子化学専攻）



◆ 随 想 ◆

ついに解けた！量子力学 100 年のミステリーー
— “Der Alte würfelt nicht” —

立 花 明 知

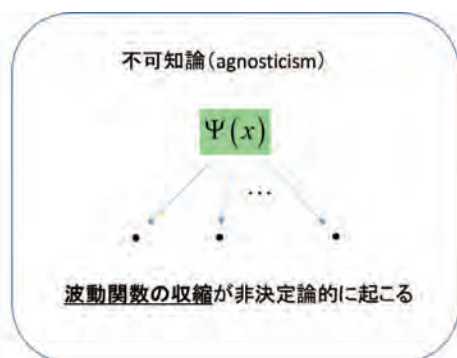


いきなり専門的な話から始まって真に恐縮です。標題は、(株)化学同人の月刊「化学」、2016年12月号、50頁～57頁に掲載されたインタビュー記事（話し手立花明知）の標題です。そのインタビュー記事の序文を、一部省略しつつ引用しますと、「副題の独語は、アインシュタインがボーア宛の手紙で記した一文であるが、一般的には『神はサイコロを振らない』と訳されている。この言説は、かつてボーアらとの論争でアインシュタインが量子力学の『確率解釈』への不満をあらわにした言説として有名だ。アインシュタインのこの内なる声を数学的なロジックをもとに解明できたという、革新的な論文を最近（2016年1月）に発表した科学者がいる。（後略）」となります。

黎明期当時（約100年前）の量子力学によれば、発生源から放出された電子や光子（『粒子』）は、如

何に初期設定が同じであっても、(1) 検出器スクリーン上の同じところに像を結ぶとは限らず、(2) どこにたどり着くかは確率的にしか決まらない、かろうじて (3) その確率分布だけは量子力学の波動関数で与えられるであろうと想像、ようするに思考実験、されてきました。結像する事象をとらえて、これを波動関数の収縮と呼称します。このようにして、粒子として観測されるまでは無限に広がった空間の確率分布の情報しか知りえない、因果律は成り立たず、あくまでも確率的にしか定まらない予知不能な確率的力学観が確立されました（図1参照）。

量子力学は基礎科学として重要で、現代の様々な科学や技術に広く用いられています。にもかかわらず、二重スリット現象における基礎的動力学過程、すなわち、1粒の電子や光子が検出器のどこにたどり着くかを量子力学により時々刻々予言することはできません。その意味するところとしては、量子力学の創始者の一人であるボーアが主唱する「コペンハーゲン解釈」が広く受け入れられています。自然現象の解釈ならともかく、『理論の解釈』を必要とする状況に対して、『神はサイコロを振らない』として、量子力学の基礎的動力学過程にひそむ不完全さを指摘したのがアインシュタインであり、ボーアとアインシュタインによる一連の議論はボーア・アインシュタイン論争として知られています。コペンハーゲン解釈とは、量子力学の波動関数は確率論的な現象の記述に使われる、というものです。それに対してエヴェレットによる「多世界解釈」もありますが、いずれも理論の解釈問題です。量子力



- 収縮して『粒子』（拡がりを持たない質点としての素粒子？）が観測されていると解釈
- 『粒子』として観測されるまでは『波動』関数とその確率分布を与えていると解釈

図 1. 予知不能な確率的力学観

学による現象の記述の不可解さ、すなわちファインマン曰く『量子力学のミステリー』、は現代においても課題として残されたままです。

筆者は、予知不能な量子力学のミステリーとして知られる二重スリット現象を時々刻々予言できる理論を構築しました。まず、素粒子代数の数学的下部構造を与えるアルファ振動子代数を発見し、これに基づき光子、電子および陽電子のアルファ振動子理論を構築しました。次いで、アルファ振動子理論における時間依存繰り込みを定式化し、それを相対論的場の量子論のひとつである量子電磁力学（Quantum

electrodynamics; QED）に応用し、QEDの漸近場によらない非摂動論的定式化を与えました。これを用いて、従来の非相対論的量子力学ではありえなかった双対コーシー問題とその解法を定式化しました。その結果、長年にわたり予知不能とされてきた二重スリット現象に関わる量子力学のミステリーを解消しました。双対コーシー問題を取り扱うことにより初めて、隠れた変数を議論することなく、初期波動関数を全く同じにそろえても違った結果が決定論的に導かれます。二重スリット現象に関する約100年間にわたる量子力学のミステリーは、解けます。二重スリット現象で観測される干渉パターンは、双対コーシー問題の解として与えられます。それは、予想に反して量子力学の波動関数では再現できません。量子力学の波動関数で与えられる干渉パターンは、真の干渉パターンとは似て非なるものです（図2参照）。

我々のまわりの世界を眺めれば絶えず変わりゆく多様な運動が認められます。その変化するうわべを一枚めくればそこには非人格的な科学的真実があります。量子力学は実験的に検証不可能な非決定論という基本原理の上に建設されました。量子力学の波動関数とその確率解釈なるものを用いて『ふたを開けて見るまではわからない』というごくごく普通のあたりまえの感情に訴えかけるなどして、我々は約100年にわたりポスト真実（post-truth）の影にあ

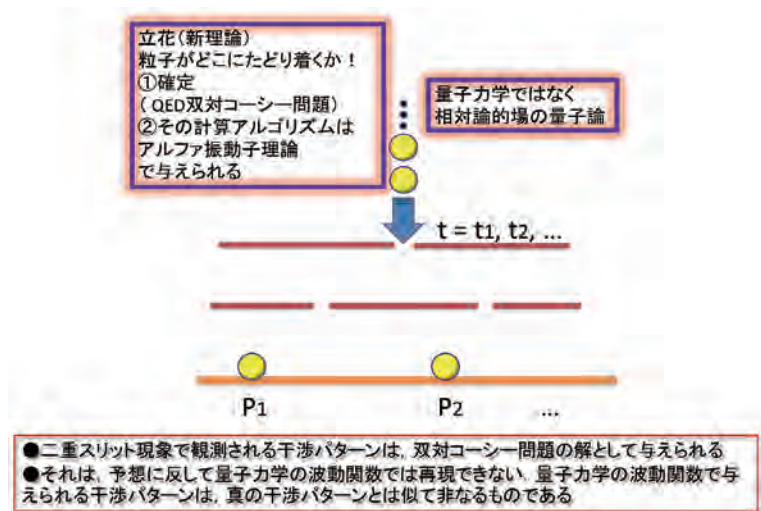


図2. 実験的に検証可能な決定論による量子力学二重スリット現象ミステリーの解消

ざむかれ続けてきたのではないのでしょうか？

量子論における予知不能な力学観の終焉と新しい時代の到来です。実験的に検証可能な決定論という認識が確立されました。粒子数非保存という認識のもとで双対コーシー問題を時々刻々解けばよいのです。その計算アルゴリズムは根源的な自然存在を表すアルファ振動子理論によって与えられます。

京都大学の新世代学徒に向けて一言のべます。自然の多様性に共通する検証可能な決定論に立脚した新しい時代がひらかれました。その認識の上で初めて初めて見えてくるものがあると思います。各自ひとりひとりが学問の府である大学という環境を支える基礎研究を大切にしてください。大学における基礎研究の根幹には真実の探求があります。京都には主知主義（intellectualism）をはぐくむ力があることを信じて勉学に励んでください。

（名誉教授 元マイクロエンジニアリング専攻）

◆ 随 想 ◆

転位のこと

酒 井 明



ある材料研究者が Dislocation and Fracture という題名の本を購入したところ脱臼と骨折の本であった、というのはよく知られたジョークであるが、今回の話は脱臼ではない dislocation—転位のことである。

tion—転位のことである。

指導教官が転位研究の第一人者である鈴木秀次先生であったことから、院生時代には転位は身の周りにあふれていた。GL 理論と言えば超電導の Ginzburg-Landau 理論ではなく、転位の音波吸収に関する Granato-Lücke 理論のことであった。聞くところによると、日本における転位研究の大きなエポックは 1953 年に京都大学で開催された国際理論物理学会だそうである。この会議は欧米から気鋭の研究者が多数参加して日本の戦後の科学研究に多大の刺激を与えたことでよく知られているが、Wikipedia に示されている会議の日程表を見ると、「場の理論」・「分子、金属」と並んで「転位」に一日が充てられている。これは湯川先生と共同で会議の会長を務め、当時転位の研究も行っていた N. F. Mott の意向が働いた結果であろう。この会議により日本の転位研究者は大いに勇気づけられ、鈴木先生は Mott に敬意を表して「Mott 先生」と「先生」をつけることにしたそうである。しかし私が院生であった頃は会議から 20 年以上経過しており、転位は学生にも人気のないテーマとなっていた。私の友人によれば、転位論は「Planck 定数が出てこない（従って面白くない）世界」だそうである。研究室の多くの学生も内心ではそう思っていたものの、研究室に入ったからには少しは転位を勉強しなければ、という自覚はあって、輪読では Hirth-Lothe の転位論の原著を原語で読むという暴挙も行った。し

かし本の中身はさして面白くなく、特に部分転位の交差すべりや Thompson 四面体の個所には辟易して、早くその章が終わることをひたすら願っていた。

その頃に話題に上っていたのが Kosterlitz-Thouless (KT) 理論である。当時鈴木先生は液体の転位モデルに力を入れておられたことから、当然 KT 理論には興味を持っておられたが、むしろ同じ理論を Feynman が着想していた [1] ことに強く感銘を受けられたようで、「あの Feynman も考えていたことだが…」という前置きは良く耳にしたものである。結晶の長距離秩序を壊すためには点欠陥ではなく転位の導入が不可欠である、という主張が液体の転位モデルの基本であるが、転位双極子の自発的な発生と解離によって 2 次元結晶の融解を説明する KT 理論は非常に見事にその主張と合致していた。また少し後の頃には転位による Aharonov-Bohm 効果という話もあり、これは例えば刃状転位では転位の上側に余分な原子面が挿入されるので、転位の上と下を行く伝導電子は位相がずれて干渉する、というものである。この現象については、当時広島大学におられた川村清先生が理論的取り扱いを行っておられた（寡聞にして 1 本の転位による伝導電子の干渉効果が実験的に検出されたという話は聞いたことがない。現在では走査トンネル顕微鏡 (STM) で観察可能であるかも知れないが)。

このような研究を見聞することにより、私も転位に対して少し改心するようになっていったが、より強く転位を意識し始めたのは表面科学の分野に移ってからである。Au の (111) 清浄表面は帯状の積層欠陥が周期的に並んだ独特の構造を示しており、STM で表面を観察すると、積層欠陥の端が明るい線としてイメージされる。材料の教科書には必ず書かれていることであるが、Au のような FCC 結晶の (111) 面の積層欠陥の端は Shockley 部分転位

である。実際、Au(111) 表面の積層欠陥は折れ曲がったり分離したりと複雑な形状を呈することがあるが、この際に積層欠陥の端は転位反応の式に正確に合致した振る舞いを示している。また、ある国際会議で目にした FCC 金属の表面合金の原子像では、(111) 面に大きな正三角形の空き地ができていて、その中に原子 3 個が小さな正三角形として納まっていた。これは鈴木先生の転位論の教科書に図示されている積層欠陥四面体の底面の原子配置そのままである。このように主舞台である材料強度の分野とは縁遠い表面科学の世界で転位が顔を見せていることは、私にとって新鮮な驚きであり、転位というものの物理的な普遍性と奥深さを痛感することとなった。

こうなると転位論研究室の OB としては転位をもっと広く認知してもらいたいと思うのであるが、残念なことに材料以外の分野では、転位の認知度はまだまだ低迷気味である。先述の Au(111) 面の Shockley 部分転位のような明白な転位すら soliton などと呼ばれている有様である。折から KT 理論が 2016 年ノーベル物理学賞の受賞対象となった。これで転位も少しは有名になるかと期待したが、情勢は思わしくない。受賞を機に書かれた KT 理論に関する解説記事を見ると、磁性体の XY モデルの渦構造や薄膜超流動・超電導については説明があるものの、転位は完全に「スルー」されている。ノーベル財団による背景説明には dislocation という単語すら見当たらない。Kosterlitz-Thouless は転位論が彼らの理論の基本になっていることを明確に述べており、彼らの論文には Nabarro や (de Gennes が “the dislocation bible” と呼んだ) Friedel の転位論の教科書が引用されているにもかかわらず、である。それでも以前よりはトポロジカル欠陥としての転位に注目する人も増えることであろうし、いつかは 1953 年の会議のように、転位が場の理論と肩を並べて議論される日も来るであろう。それを待ち望んでいる。

[1] Feynman の同僚であった D. L. Goodstein が折々にこのことを書いている (例えば Physics Today vol. 44, p.70 (1989).)。鈴木先生が知った

のは 1973 年に Goodstein が書いた He 吸着膜に関する報文を通してである。

(名誉教授 元材料工学専攻)



◆ 随 想 ◆

情報の時代

田 中 克 己



私は、若き頃は京都大学工学部情報工学科および工学研究科情報工学専攻の学生（1期生）として京都大学で学び、そののち、2001年4月に京都大学情報学研究科教授として奉職し、2017年3月に定年退職した。学生時代の9年間、教員として所属した16年間の計25年間にわたり、情報工学科および情報学研究科に大変御世話になり感謝の念に堪えない。ここでは、定年退職にあたり、情報に関する教育・研究組織・学術領域について私なりの所感を述べさせていただく。

情報工学とコンピュータサイエンス

私は、1970年¹⁾4月、日本の大学としては情報に関する学科を初めて新設した京都大学工学部情報工学科に1期生として入学した。当時は、「これから情報の時代だ」と内外で喧伝され、「情報化社会」という言葉がもてはやされた時代である。さほど真面目な動機をもたずに入学した私でも、情報工学科の1期生ゆえ、「情報工学」とは何か、「情報に関する学問」とは何かということには、とてもこだわりがあった。

このころ、欧米の大学では、「情報工学」ではなく「計算機科学 (computer science)」という名称の学科（計算機科学科など）が多数出現していた。当時のコンピュータサイエンスという学術領域は、コンピュータハードウェアや基本ソフトウェア（言語、OS、データベース管理等）をいかにして作るかという工学的なものにターゲットを絞っていた。この意味では、当時の我が国の「情報工学科」も目標を工学的なものに絞って教育研究を行っていたので、当時の「情報工学」と「コンピュータサイエンス」の分野間の乖離は少なかったと思われる²⁾。

情報検索とデータベース

当時のコンピュータの応用は、科学技術計算と事務データ処理と言われていた。1974年、京都大学大学院工学研究科情報工学専攻に入学し修士課程・博士後期課程に在学中に、「データベース」を知った。事務データ処理の応用がデータベースである。

大量のデータを効率よく管理する「データベース」のアイデアは魅力的で、しかも、データベースというものが学問分野になるということ自体が驚きであった。データベースの設計理論、データベース管理のための並行処理制御などが堂々と学問分野になったのである。私自身も、リレーショナルデータベースの設計理論とリレーショナルデータベース管理システム (RDBMS) の構築に関する研究を行った。

一方、「データベース」とは一線を画した研究分野として、当時から「情報検索」があった。データ管理 (Management of Data) と情報検索 (Information Retrieval) は、当時から別々の学術領域であるとの認識から、米国計算機学会 (ACM) の中に、SIGMOD (Management of Data) と SIGIR (Information Retrieval) という2つの研究会組織があり、それぞれ独自に発展してコンピュータサイエンスの中の重要な研究領域となり現在に至っている。

情報教育

1979年1月に神戸大学教養部に助手（情報科学教室）として奉職し、教務として、全学向けの一般情報教育の講義を担当した。当時は、全学向けの一般情報教育として何を教えるべきかという議論すら無い時代であり、また、ある教授から「情報教育なんて Fortran 教育だけやっていたら良いんだ」、「情報なんて砂上の楼閣だよ」と言うような誹謗？を受け、若い私としては大いに反発し、情報科学全般の内容を講義する「情報科学 I」という講義や、プログラミング教育として Pascal や Prolog 等の多言語プログラミング教育を TSS 端末で行えるような講

義「情報科学Ⅱ」をデザインし実施した。

2001年4月に京都大学情報学研究科に来てからも、京都大学の全学共通情報教育に関与してきた。

当時の京都大学の全学情報教育は、高等学校で教科「情報」が選択必修科目にもなっているにもかかわらず、コンピュータの仕組みを教えるだけのコンピュータ概論的なものか、あるいは、OfficeソフトやUnixやプログラミング言語の使い方だけを教えるだけのものが多く、流石に時代的にも遅れている内容であったように感じた。

この頃、東京大学では全学情報教育を根本的に見直し、計算機科学全般の内容を教える「情報」という科目設計を新たに行い、全学必修という形で講義を実施し始めていた。ところが、京都大学では、コンピュータやネットの使い方の教育（コンピュータリテラシー教育）が依然として行われていた訳であり、これでは、情報を専門とする教員にとっても教えたくないような講義科目であった。

私は、情報教育に関する全学情報教育専門委員会委員長を拝命し、情報教育科目の見直し・改革を行い、京大の当時の全学情報教育をいささかながらも改善できたと思っている。

近年、コンピュータサイエンスを主専攻（メジャー）としない学生（non-CS students）に情報教育を行う必要があるとの認識が世界的に高まっている。コンピュータ等の使い方の教育を主とする従来のコンピュータリテラシー教育だけでは最早不十分であり、各自の分野において情報の獲得・生成・分析・提示を十分に行える情報リテラシーを涵養する教育を行うべきであるとの認識である。例えば、米国カーネギーメロン大学等では、non-CS学生に対するComputational Thinking（計算論的思考）教育を実施し始めて居る。さらに、昨今の「ビッグデータ」ブームの影響で、「データ科学（Data Science）」教育を全学的に行うべきであるという動きも出て来ている³⁾。

人工知能

1980年代はコンピュータサイエンス分野に「第2次AI旋風」が吹き荒れた。知識表現、エキスパートシステム、演繹推論がブームとなり、また、この時期に「ニューラルネットワーク」技術が出現し、ニューラルネットワークを用いて多くの制御応用が

行われた。「データベース」の研究をやりづらくなったのもこの頃である。

現在は、「第3次AI旋風」まっただ中である。仕掛的には、機械学習、ニューラルネットワークを用いた深層学習技術が中心であり、かつ、大量のデータ（「ビッグデータ」）を深層学習するという意味では、データベース屋の出番は残されているように思う。深層学習で得る知識の信頼性を確保することは重要であり、そのために、学習に用いるデータをどのように検索・収集するかは重要な課題であるためである。

ウェブ、情報社会、社会情報学

World Wide Web（WWW、ウェブ）、検索エンジン、SNS等のソーシャルメディアの出現は、コンピュータサイエンスにおけるデータベース分野のみならず多くの分野に影響を与えた。定型的・構造化されたデータしか扱えない従来のデータベースシステムの限界が見えたことや、既存のデータベースシステムには格納できない、遙かに大量の、「リンク」でつながった非構造・半構造化データがウェブ上で扱えるということがその理由である。

さらに、少し極端に言えば、インターネットやウェブの出現・普及が、まさしく、「情報社会」の到来をもたらしたとを感じる。ウェブを用いて、社会における政治、経済、産業、文化に関する活動を一変させつつあるからである。例えば、ウェブは、ものやサービスの販売・購入のやり方や広告の方法を一変させた。また、SNS等は、社会における個人の情報発信のあり方を大きく変化させたメディアに成長した。

ウェブ技術の普及は、コンピュータサイエンスという領域全体にも大きな影響を与えた。2000年代には、欧米の多くの大学で、コンピュータサイエンス学科・研究科ではなく、新たに「情報スクール（Information School）」と称する研究科が新設されている。例えば、UCバークレーの情報スクール⁴⁾はその1例で、その教育プログラムの内容は、文理融合、社会における情報の共有・検索・アーカイビングやソーシャルメディア等に注目したものとなっている。

筆者は、情報学研究科の「社会情報学専攻」（Department of Social Informatics）に所属した。狭い意味では、ソーシャルコンピューティングやソーシャルメディア等の新しい学術領域が形成されつつある時代に、である。広い意味では、情報技術

が社会におけるあらゆる活動を変えつつある時代に、「社会」という冠を持つ専攻に所属した訳である。社会における情報学とは何かを指向した「社会情報学専攻」⁵⁾という見事な名称を考えられた先人達に敬意を表したい。

情報学の拡がりや情報学部の出現

現在におけるコンピュータサイエンス領域は何か、どうあるべきかという視点でこの原稿を書いた。

「情報学」の分野は、数年前から改訂を繰り返している科研の系・分野・分科・細目表にも反映されつつある。

平成 29 年度の系・分野・分科・細目

系：総合系

分野：情報学

分科：情報学基礎、計算基盤、

人間情報学、情報学フロンティア

「情報学」が「理工系」から独立し、「総合系」にはいったこと、(名称は今イチの)「情報学フロンティア」分科の中に、「ウェブ情報学・サービス情報学」や「図書館情報学・人文社会情報学」がはいったことが重要である。一方、狭義のコンピュータサイエンス領域は、「計算基盤」分科にほぼ対応している。情報学がいわゆる「理系」分野では無いと認知されたことや、狭義のコンピュータサイエンス領域は、より広範な「情報学」の中で「計算基盤」として位置付けられたことが重要で、これも情報学という学問領域の発展と位置付けることができると思う。

このように「情報学」が独立した分野の一つとして認知されたことを背景に、我が国でも、文理融合型の「情報学部」が最近、続々と設置されつつある⁶⁾。

京都大学においても、情報学研究科が開設される以前から、「情報学部」構想も存在したと聞いている。筆者の手元には、京大広報 No.354 があり、その中に、「京都大学情報学部構想検討委員会からの答申」(昭和 63 年 4 月 12 日)および「京都大学情報学部構想検討委員会からの答申に対する所感(西島総長、昭和 63 年 5 月 31 日)」がある。提案されている情報学部構想の主な内容は、

- 情報基礎工学関係 3 学科
- 知能情報処理関係 3 学科
- 人間・生物情報学関係 2 学科

- 応用情報学関係 2 学科

の計 10 学科、100 講座、学部学生定員 410 名という本格的な学部構想である。この構想と同時に、現在の「情報学研究科」構想も出されており、大変興味深く、現在の「情報社会」の到来を予見した学部構想である。

是非とも、「情報の時代」の到来にあたり、上記のような情報学部構想を今こそ進めたいと思っている。

- 1) 1970 年という年は、コンピュータサイエンス分野ではエポックメイキングな年で、この年に、リレーショナルデータベース (ACM チューリング賞: 1981 年 エドガー・F・コッド (Edgar F. Codd)) の大発明があったり、この頃に Unix OS や C 言語 (ACM チューリング賞: 1983 年 ケン・トンプソン (Ken Thompson)、デニス・リッチー (Dennis M. Ritchie)) が出来て来ている。
- 2) とはいえ、筆者が 1983 年に米国、南加大計算機科学科にポストドク滞在したとき、当学科の教育カリキュラムの中に「論理回路 (logic circuits)」の講義が無いのは何故かと聞いたら、「論理回路は、計算機科学ではなく、計算機工学だよ」と言われたことを今でも強く記憶している。
- 3) 「数理及びデータサイエンスに係る教育強化」の拠点校の選定について、文科省同懇談会、平成 28 年 12 月 21 日、http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/080/gaiyou/1380792.htm
- 4) UC Berkeley, School of Information <https://www.ischool.berkeley.edu>
- 5) 社会情報学 (Social Informatics) を関した国際会議 (International Conference on Social Informatics, 略称 SocInfo), <http://www.wikicfp.com/cfp/program?id=2724&s=SocInfo&f=Social%20Informatics> が 2009 年に設置されて毎年同国際会議が開催されている。計算機科学 (コンピュータサイエンス) の研究者と (計算) 社会科学 (コンピューターショナルソーシャルサイエンス) の研究者が一同に会する国際会議であり、毎年盛況を博している。
- 6) 国立大学では、静岡大学 (1995 年)、筑波大学 (2007 年「情報学群」開設)、名古屋大学 (2017 年) に情報学部が開設された。

(名誉教授 元情報学研究科)

◆ 随 想 ◆

京都大学を離れて想うこと

田 門 肇



平成 29 年 3 月に京都大学を定年退職いたしました。思い返しますと、昭和 52 年 4 月に工学部化学工学科助手に採用されたから、かれこれ 40 年勤めたこととなります。そこ

で、京都大学を離れて感じたことを述べたいと思います。

1. 大学紛争の余韻が残る学生時代

筆者は昭和 45 年に大学紛争の余韻が残る京都大学工学部化学工学科に入学しました。当時、1, 2 回生の教育は専ら教養部（総合人間学部の前身）で行われておりました。学内ではデモが日常茶飯事で、定期試験の頃には必ず教養部の代議員会が無期限ストライキを可決し、試験が実施されませんでした。一方では、出席者が少ない場合は、休講の権利があると主張する教員もいました。要するに、学生も教員も自己の責任で物事に対処しており、古き大学の姿でした。

一方、工学部の講義は当然通常通り行われており、教養部とのギャップが大学らしい印象を与えておりました。ストライキにより教養部での試験が実施されませんでしたので、3 回生進級時に全員の単位はありません。これで単位をタダ貰いと高を括っておりましたが、それほど甘くなく 3 回生の講義終了後の夜に試験が実施されました。今の大学では考えられないようなことが平然と行われており、自ら学ぶことの重要性を強く認識した学生時代でありました。

2. 分離工学を専門として

物質の分離・精製のための新規分離場の創成と分

離材の開発を目的として、吸着、乾燥、気体分離を中心に大学院生の頃から研究を進めてきました。このような研究を通していつも頭を過ぎるのは、「分離技術はプロセスの共通基盤技術ではあるが、所詮黒子ではないか？」という疑問でした。分離技術は共通基盤技術として地道な発展が当然必要であるとの認識の上での不満であったと思います。

以前に（財）化学技術戦略推進機構（現（公社）新化学技術推進協会）で検討されました「次世代化学プロセス技術開発（シンプルケミストリー）」は、「省資源・省エネルギー・環境負荷低減」を目的として、「プロセスの簡素化」を目指すものでありました（NEDO 調査報告書 NEDO-MPT-0101、2002 年 3 月）。この中で、化学プロセスのシンプル化の要素として、①原料・副原料、②反応ルート・工程数、③反応媒体・反応相、④反応条件・反応方式、⑤反応成績・副生成物、⑥分離精製の 6 項目が挙げられています。これは、「もの」の流れに沿った「反応・触媒」と「原料・資源」の視点に、横串としての「分離技術」の視点を加え、次世代化学プロセス技術の全体像を明確にするものであります。この目標に向けて立ち上げられた NEDO の研究プロジェクトは、原料と目的製品を結ぶ「反応・触媒」を軸にし、反応プロセスの革新を前面に出したものでありました。分離精製は個々のプロセスとの関連においてだけでなく、共通基盤技術として重要な位置を占めると報告されましたが、分離技術に関する具体的な研究プロジェクトは立ち上がりませんでした。この状況は、分離技術はその重要性を認められながら、黒子の役割を果たしていることを如実に示すものであります。

筆者は面白い論説（Chemical Engineering Progress, February 1999, p.45）を読んだことがあります。化学工学が一般の人々の間であまり知られていないの

は、機械工学、電気工学、土木工学と違ってその成果が人々の目に留まる「もの」として現れてこないためであると述べられています。航空機は出発地で往復分の給油をせずに目的地で帰路分を給油することが常識であり、スペースシャトルでも他の惑星で地球への燃料補給を考えねばなりません。したがって、他の惑星上での資源利用(In Situ Resource Utilization, ISRU)が重要となります。ISRUは、化学工学者が活躍できる格好の対象であり、化学工学が人々の注目を浴びるという趣旨の論説でありました。これは極端な例かもしれませんが、共通基盤技術である化学工学を黒子ではなく、表舞台に登場させる一例である気がしました。分離技術に関して、このような対象が考えられれば面白いとその当時は感じておりました。

分離技術を黒子から脱却させるには、専門外の人も興味を引く研究を実施する必要があります。そこで、多孔性材料の細孔構造とモルフォロジーの同時制御などの研究を実施してきました。例えば、氷の結晶の多様性に着目して、氷晶をテンプレートとして多孔性材料の合成を行い、ハニカム状や繊維状の材料の作製とモルフォロジー制御に関する研究が代表的なものです。思い描いていた研究成果が得られたとは必ずしも申せませんが、やり切った感があります。

3. 評価の時代に身をおいて

大学に籍を置いていると「評価」という言葉をよく耳にしました。自己評価、授業評価、業績評価、外部評価、認証評価、第三者評価などです。ところで、評価「基準」を考えると首をひねることが多くありました。企業からも研究所や技術の評価を依頼され、評価基準も明確でないまま評価委員を務めてきました。大学の大きな使命である教育は、有用な人材を世に送り出しているかどうかを企業などに評価してもらえばよいが、研究は如何に評価すべきでしょうか。

研究の評価として、論文が高いインパクトファクターのジャーナルに掲載されているか、引用数は多いかが問われることが多いと思います。この評価は当該分野の研究者数に依存するので異種専門領域間

の比較はできないでしょう。そこで、平均引用数(総引用数/総論文数)あるいは相対引用度(被引用数を学術誌の平均引用数と比較する方法)(大野博教:化学工学, 67, 463 (2003))が考えられます。特に後者の相対引用度は面白い評価基準と思えます。論文引用数という評価軸では不利を被るような分野に対しても、相対引用度を基準にすれば、比較的正しい引用状況の把握になると思えます。一方、研究の社会への貢献度は如何に評価すべきか頭が痛い問題であります。研究の特許化で正当な評価ができれば、話は簡単ですが、それほど単純ではありません。現状では、企業や公的機関からの第三者の評価によるしか有効な方法は思い浮かびません。工学研究科の研究としては、社会貢献を評価項目とすることは不可欠ですので、正当な評価基準が今後確立されることを期待いたします。

4. 教員生活を振り返って

筆者は40年間に亘り化学工学科、工業化学科および化学工学専攻の教育・研究に携わってきました。学部と大学院の講義では、学生に講義内容を理解した気にさせることに注力いたしました。これは、内容に馴染みがあれば、将来必要となれば自分で再度学習すればよいからです。また、研究室での学生の指導にあたっては、研究成果よりも研究を通して学生がどれだけ成長できるかに留意してきたつもりです。共同研究も学生の研究に支障をきたさないものに限定してまいりました。学生諸君は自ら考え、苦勞しながら着々と研究成果を上げてくれました。外部資金獲得が至上命令となれば、このようなスタンスを維持することは困難となるかもしれません。

以上のような教育を定年まで行ってまいりましたが、平成15年の桂川の西岸の丘陵地帯へのキャンパス移転は強く印象に残っています。キャンパス移転によって、閑静な環境で、研究・教育活動を行うことができたことは勿論ですが、各研究室に古くから残されていた薬品類を処分できたことが最も良かったことと思います。しかし、吉田キャンパスの研究室の整理、不用品の処分、荷造り、新キャンパスでの研究室の立ち上げのために、大学院学生に半年以上の間、負担をかけ研究時間を奪う結果となっ

たことは申し訳なかったと思います。また、学生諸君は移転後の1年半は食堂もない状態での研究生生活を送らざるを得ませんでした。筆者の研究室では、学生が食材費を集めて研究室で調理しており、食中毒と火事を起こせば修了・卒業ができないことを強く注意したことが思い出されます。このような状況にも関わらずに例年と同じ研究のアクティビティを保てたのは偏に学生諸君のお陰であります。

京都大学へは優秀な学生が入学しています。また、工学部・工学研究科では、工学の全ての手法を教授できる教員の陣容を揃えています。教員、学生双方の資質から、世の中に役立ち、かつ「知を創出」できる人材がこれまで以上に輩出することを期待しています。

(名誉教授 元化学工学専攻)



◆ 紹 介 ◆

学生時代の回想と現在の様子について

高 垣 直 尚



昨年度、16年間の京大生活に終止符をうち、心機一転姫路市・兵庫県立大学（旧・姫工大）へと異動しました。京大では、大学生・院生として9年間、その後、助教として7年間過ごしました。今回は、京都で過ごした学生時代のことも思い出しながら、現在の兵庫県立大学での近況をご紹介します。

学部生時代は、多くの大学生の御多分に漏れず、初めての大学生生活・一人暮らしを満喫しました。吉田北部キャンパス理学部植物園が目と鼻の先という好立地に借りた下宿は、大家さん曰く『昔、檸檬の梶井基次郎が住んでいた』という下宿で、大学都市らしい文化的な香りに包まれた生活であったように思います。僕は名古屋出身ですので、関西出身の友人が提案してくれて、友人達と下宿に集まって12時間耐久たこ焼きパーティーをするなど、社会人生活を送る今からは考えられないような自由な日々でした。

部活・サークルは工学部と関係のないものと思いき、自転車で全国を旅行するサークルと国際問題や社会問題を考えるサークルの2つに入りました。自転車サークルは夏の遠征中に怪我をした折に先輩が言った信じられない一言、「怪我が腐るまで数日あるから一緒に走りましょう」を聞き、自分には合わないサークルだと思ってやめてしまいました。もう一つのサークルでは、ボランティアや古本市などを行い、勉強だけではない大学の重要な一面を経験出来ました。

大学の授業では、一番得意だと思っていた数学が一番難しく感じました。授業後に友達と勉強会を開き、友人に教えてもらいながら、京大生はさすがに

頭がいいなと感じたのを覚えています。

4年生の研究室配属では、流体工学と振動工学のどちらにするかで迷いました。が、研究室見学で見た大きな実験水槽と、『機械工学だけど、機械工学だけじゃない』という研究室のうたい文句にひかれて、流体工学研究室を選びました。高校時代から基礎と応用の間での迷いがありました。基礎と応用の間を揺れながら、現在の専門につながる流体工学を選んだのだということを改めて再確認しました。

研究室時代には、気液界面、特に海水面、を通しての運動量・熱・物質輸送現象を大きなテーマとして取り組み、各種輸送量に及ぼす液滴衝突や高シアの影響を主に取り扱いました。私は主に室内実験に取り組みましたが、実験計測装置の使い方・解析プログラム作成・物理現象の理解・研究スケジュールング・論文作成ノウハウ・新規の論文を読んで自分の研究への組み込む、など研究を進める上で必要な点は多岐にわたり、もちろん実験中はしんどかったのですが、全般的には非常に楽しみながら研究に打ち込みました。2006年度の博士課程に上がるころには、桂キャンパスに新たな巨大な実験水槽が完成していましたので、吉田と桂の間を行き来する日々でした。当時は、そのような学生のために深夜乗り合いタクシーがキャンパス間を走っていたので、実験が遅くまでかかったときに利用していました。

2009年度には、研究室内で助教に採用されました。この時期には、数多くの院生や学部生と一緒に研究を行い、研究室内の仕事をこなしながらも多くの研究成果を出せました。また、研究室担任の小森悟教授が工学部長・研究科長をされていた時期は、先生は大変お忙しく研究室に顔を出される機会が必然的に少なくなり、私の研究室での学生指導を含む仕事量も必然的に増えましたが、一方で、研究には自立した新たな発想を取り入れる機会にもなりました。

そして、担任教授の定年退職に合わせて愛着のある京都を離れて昨年度より姫路市・兵庫県立大学機械工学専攻に異動することになりました。新天地のキャンパス・研究室は、JR 姫路駅および白鷺城として有名な姫路城からバスで 30 分ほど北上した書写山の麓にあります。桂キャンパスと同じぐらい山の中です。こちらの大学では、京大時分と異なり大講座制なので、助教ながらも 5 名の学生と一緒に 1 つの研究室を構成しています。一方で、実験・演習などの教育にかけないといけない時間は、京大の時の 2.5 倍程度、学外業務・学内業務の量は 5 倍程度に増えました。県立大学の方が教員の人数が相対的に少ないためです。また、県立大学は地元企業との産学連携や大学規模の大型プロジェクトに力を入れているようで、私もこれまでの大気海洋流れを扱う大きなスケールの環境流体工学とはまったく異なる、医工学という私にとって未知の分野に取り組ませていただいています。

最後になりましたが、小森先生をはじめ京都大学および研究室の皆様がこの場をお借りして御礼申し上げます。

(機械理工学専攻 環境熱流体工学分野

2009 年 3 月博士後期課程修了)



◆ 紹 介 ◆

On Super-Fine Finishing of Optical Surfaces

Beaucamp Anthony



Dear colleagues,

My name is Beaucamp Anthony, I joined the department of micro-engineering as Senior Lecturer in April 2015. I would like to take this opportunity to introduce my research and share with

you some of my experiences since joining Kyoto University.

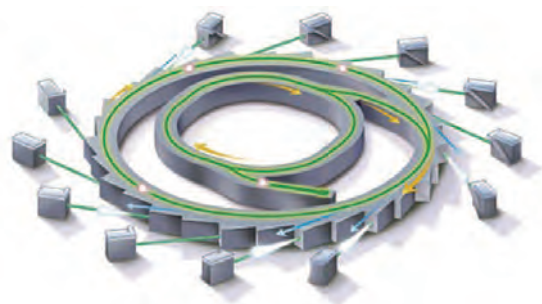
For the past 15 years, my research has been focused on achieving ever-finer surfaces by means of abrasive machining. The origins of this technology are very old, starting in pre-history with the burnishing of stones as tools and ornament, and advancing through the middle ages and renaissance with the introduction of grinding and polishing machines by the likes of Da Vinci and Galileo. One of the crucial application for surface finishing is in optics: Newton himself, well known for his research with prisms and thin films,

was pushed into developing new techniques for polishing optical glass using natural pitch (a black, tar-like substance). Although he had no means of measuring it, Newton's optics had micron level shape accuracy, and nanometer level roughness! It would take centuries for technology to progress much beyond this point, until the advent of computer controlled (NC) machines that improved process controllability, and presently allow us to reach down to nanometer level shape accuracy, and angstrom level roughness.

As in the days of Galileo and Newton, astronomical, medical and particle physics researchers are beholden to the engineers who deliver the optical components required in the build of new observatories, measurement equipment, etc. For example, high energy radiations such as X-rays and



Mirror grinding machine, by Da Vinci



Applications of super-fine surfaces
(top: synchrotron, bottom: black hole)

gamma rays, which are emitted by supernovas and black hole accretion discs, but also generated inside synchrotrons, have nanometer scale wavelength. To focus such radiation, the specification for shape accuracy and surface roughness is very tight, in the order of few atoms of deviation. To achieve such level of accuracy, a tight combination of skills is required: (1) Ultra-precise metrology, that is the ability to measure artifacts with an absolute accuracy of 1 part in 10^9 (typically: 1nm accuracy over 1m distance). (2) Material science, that is an understanding of material removal mechanisms at the molecular level, in order to machine substrates with atomic resolution. (3) Automation science, that is the ability to design tools and machines to can deliver the process in a controllable and repeatable fashion.

Although optical fabrication was long regarded as a critically important technology in Europe, the United States, and also Japan, in recent years the number of master opticians in these countries has steadily decreased, and much of the know-how is moving to south-east Asia. However, Japan is well placed to retain much of this core technology. Innovative research is still going strong at many universities across the country, and since coming to Japan (first in Nagoya and now in Kyoto), I have had the chance to meet and collaborate with numerous researchers across industry and academia. Their support, through collaborative research, as well as loaning of state-of-the-art equipment, has been outstanding. In return, it is with great pleasure that I now teach our research students the know-how and methodologies of optical fabrication, which were passed down from my mentors, and can make it through to the next generation of engineers who will take charge of designing and fabricating the optical systems powering our technological future.

(講師 マイクロエンジニアリング専攻)

◆ 紹 介 ◆

ナノ光ファイバを用いた量子情報技術の実現に向けて

高 島 秀 聡



私は、2015年5月から、電子工学専攻の助教として、教育に携わりながら、量子情報技術に関する研究を行っています。量子情報技術とは、ミクロな世界で観測される「量子力学的効果」を利用した、新しい情報技術です。現在さまざまな研究が行われていますが、特に、従来のコンピュータよりも圧倒的に高速な量子コンピュータや、盗聴が不可能な量子暗号通信などに関する研究が注目されており、世界中で盛んに研究が行われています。

光は、光子と呼ばれる粒子からできています。この光子を、原子やイオン、人工原子と呼ばれる半導体量子ドットなどの単一発光体に入力し、コヒーレントに相互作用させることで、量子コンピュータや量子暗号通信などを実現することが可能です。これらの実現をめざし、私は、ガラスを加熱溶融することで、直径数十マイクロメートルの球状に加工した光共振器である微小球共振器を用いた研究を、北海道大学大学院工学研究科修士課程の時から始めました。この微小球共振器内部では、光はガラスと空気の境界面で全反射を繰り返します。その全反射による損失は極めて小さいため、光は長時間（ナノ秒からマイクロ秒のオーダー）共振器内部に閉じ込められます。その結果、光子と発光体とを強く相互作用させることが可能になります。私は、光子と発光体との相互作用の実現をめざし、当時、共同研究を行っていた京都大学化学研究所を訪問し、発光体のひとつであるエルビウムイオンをドーブしたガラス薄膜を合成し、微小球の表面にコートすることで、エルビウムイオンドーブ微小球共振器を開発しました。また、光子と単一発光体とのコヒーレントな相互作用は、周囲の温度に依存します。そのため、微小球

共振器を、絶対零度に近い、4.2 Kまで冷却するシステムの開発も行いました。

最近の研究について簡単に紹介します。現在、光ファイバの一部を、直径数百ナノメートル（髪の毛の三百分の一程度）まで細くしたナノ光ファイバに着目し、研究を行っています。このナノ光ファイバは、表面に発光体を付着させるだけで、発光体から発生する光子を、30%程度の効率で光ファイバに結合させることができます。また、この効率は、ナノ光ファイバ上に光共振器を組込むことで、さらに向上させることも可能です。そこで、私は、単一発光体を結合させたナノ光ファイバや、ナノ微細加工技術を用いた共振器内蔵ナノ光ファイバ（図1）の開発に取り組み、量子情報技術への応用をめざした研究を行っています。

私がこれまで行ってきた「光」に関する研究に限らず、研究や開発を行うには、多くの電子部品や電子計測器が必要となります。そして、それらの仕組みを理解し、正しく使うには、電気・電子工学などの知識が不可欠です。このことから、私は、これまで行ってきた「光」を用いた研究の楽しさや奥深さに加え、電気や電子について学ぶ大切さについても学生に伝えながら、教育に携わっていきたいと思います。

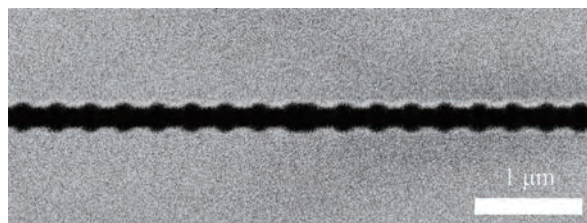


図1 作製した共振器内蔵ナノ光ファイバの走査イオン顕微鏡像

(助教 電子工学専攻)

◆ 紹 介 ◆

環境試料分析に触れて

塩 田 憲 司



私は、2004年4月に技術職員（都市環境工学専攻）として採用され、衛生工学・環境工学系（以下、環境系）の教育研究支援担当となり、アドバイザーをご担任下さった武田信生教授（現、京都大学名誉教授）の研究室にも属することとなりました。地球系3専攻の桂キャンパス移転に伴い、2006年9月ごろから活動の中心は総合研究棟V（C1棟）へと移りました。採用から13年が経過し、現在は工学研究科技術部や環境安全衛生等の業務も担っておりますが、環境系の学部生および大学院生への教育研究支援も一貫して行っております。

環境系では、地域環境から地球環境にいたる様々な環境問題を把握し、将来予測や解決、あるいは新たな問題発生の防止等を行うための教育研究を行っております。大気、水、土壌、廃棄物等々扱う対象試料が異なればその組成も様々で、それらの物理的・化学的・生物学的性質等を総合的に理解することが、諸問題を考える上で重要となります。それには、原因となる微量汚染物質はもちろんのこと、共存物質等試料についての様々な情報が必要不可欠です。共存物質や試料自身の性状が微量汚染物質の環境動態に影響を与えるだけでなく、その無害化処理の際、非意図的な副生成物が新たな問題の原因となることもあるからです。他分野同様環境系の実験においても、試料の基礎物性の把握は基本となります。

私の業務のひとつは、そのような基礎物性把握のための、元素やイオンの定性定量分析支援です。分析には、各研究室所有の分析機器以外に環境系研究室共用の分析機器群も利用しますが、分析機器群の使用法およびデータ解析の指導やメンテナンス等

も行っております。実際の環境試料自身や各種評価試験分析等を行う際に、適切な機器や試料の前処理を選択する上で、ここでも分析試料の様々な情報が重要になります。例えば、溶液試料に含まれる元素の定性定量分析において、機器によっては溶媒、pH、共存塩濃度等溶液の性状によって対象元素の検出感度に変化し、時には定量の妨げとなることがあるだけでなく、装置自身にとっても不適切な場合もあります。特に環境試料は測定対象元素の種類および濃度が広範囲に及ぶことが多く、そのような問題に直面し装置に負荷をかけてしまうこともしばしばですが、研究上必要な分析ですので、先生や学生さんのご希望に出来るだけ添えるよう対応しております。

また、共用分析機器等では分析が困難な場合には、学外施設の実験設備を利用する分析に同行させていただいたりします。そのような機会は大変貴重な経験となるだけでなく、大いに刺激となります。

漠然とした内容ですが、業務の一部を紹介させていただき、関係者の皆様に感謝申し上げます。私たち技術職員の活動が、工学部・工学研究科に限らず、京都大学における教育研究活動の伸展に少しでもお役に立てるよう、今後も研鑽に励んでいく所存です。

(技術専門職員)

編集後記

桂キャンパスのAクラスタープロムナードにある花壇は、教職員、学生の方に、ボランティアで整備していただいています。四季折々の花、緑で彩られた花壇は、ここを通る人々の目を楽しませ、心を和ませてくれています。

この夏、花壇に、大きなひまわりの花が咲きました。夏空に向かって堂々と咲いている姿に、しばし見惚れました。

先日、花壇のそばを通りがかったら、ひまわりの花はすっかり色あせ、次世代への準備を進めているようでした。

夏の終わりを感じました。みなさんが夏の終わりを感じるのは、どんなときでしょうか。

工学広報 No.68 をお届けします。

本号巻頭言では、樫木副研究科長より、社会の変化や大学改革等、大学を取り巻く状況がいつそう厳しさを増すなかでの部局運営についてのお考えを伺いました。

随想では、本年3月末に本学をご退職されました教授方のうち5名の方、赤木和夫氏、立花明知氏、酒井明氏、田中克己氏、田門肇氏から、学生・研究生活にまつわる思い出や後輩の方々への激励のメッセージなどをいただきました。

卒業生紹介では、高垣直尚氏より、京都大学での学生生活の思い出や将来展望について、若手教員紹介では、Beaucamp Anthony 氏、高島秀聡氏より、現在取り組まれている研究のことや将来の抱負について、また、技術部の塩田憲司氏からは、多岐にわたる教育研究支援の様子を紹介いただきました。

ご多忙にもかかわらず、原稿依頼をご快諾いただき、貴重な時間をさいてご執筆くださいました皆様に、厚く御礼申し上げます。

(工学研究科・工学部広報委員会)

投稿、さし絵、イラスト、写真の募集

工学研究科・工学部広報委員会では、工学広報への投稿、余白等に掲載するさし絵、イラスト、写真を募集しております。

内容は、工学広報にふさわしいもので自作に限ります。

応募資格は、工学研究科・工学部の教職員（OBの方も含む）、学部学生、大学院生です。

桂地区（工学研究科）事務部総務課で随時受け付けております。

詳しくは、企画広報掛（075-383-2010）までお問い合わせください。

工学研究科・工学部広報委員会

委員	長	北村隆行	教授
副委員	長	川上養一	教授
委員		大下和徹	准教授
委員		西山峰広	教授
委員		土屋智由	准教授
委員		和田修己	教授
委員		鹿島久嗣	教授
委員		松田建児	教授

工学広報オンライン用 URL: <http://www.t.kyoto-u.ac.jp/publicity/>

