

神戸大学最前線

研究・教育・産学官民連携



KOBE UNIVERSITY

2013 Vol. **19**



Contents

特集1 創立110周年記念事業より

2 なぜ地球だけに陸と海があるのか

—惑星地球進化の謎に挑む

理学研究科教授 巽 好幸

4 「宇宙文化学」の想像力

国際文化学研究科教授 岡田 浩樹

6 超伝導技術を応用した近未来船

海事科学研究科教授 武田 実

8 危機に直面するアジアの害虫管理 及び環境

農学研究科教授 竹田 真木生

10 コミュニケーションでごみを減らす 減装（へらそう）ショッピングのすすめ

NPO法人ごみじゃぱん 事務局長

経済学研究科非常勤講師 小島 理沙

12 GPSとレーダーを用いた 短時間降雨予測研究

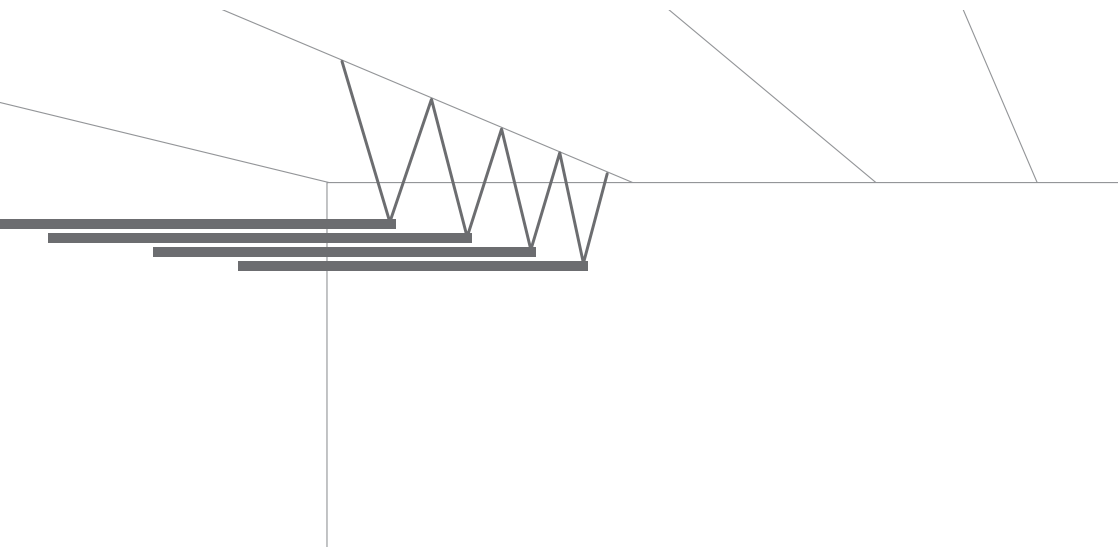
自然科学系先端融合研究環・都市安全

研究センター教授 大石 哲

特集2 知の先端を歩く

14 LHC実験にて 新粒子（ヒッグス粒子?）発見

理学研究科教授 蔵重 久弥



研究紹介 次世代の旗手達からの発信

16 国学研究は三つの壁を越える

人文学研究科准教授 田中 康二

18 ファッションと芸術の交流

国際文化学研究科准教授 朝倉 三枝

20 開発援助のインパクト評価

国際協力研究科准教授 島村 靖治

22 細胞間の相互作用で良性腫瘍が がん化する仕組みを解明

医学研究科准教授 井垣 達吏

24 労働法学の研究

～冷静な視線で現実から目をそらさず～

法学研究科教授 大内 伸哉

私の研究回顧録 16

26 神戸大学の電頭宣教師

神戸大学名誉教授 朴 杓允

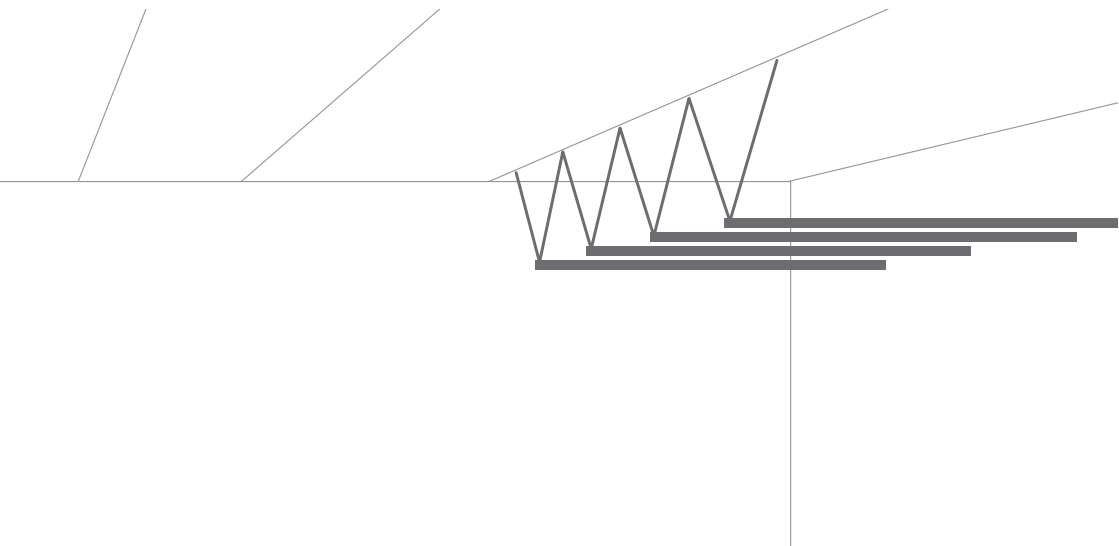
27 神大人の本

神戸大学の群像 17

28 神大出身のノーベル賞受賞者 山中 伸弥

神戸大学附属図書館

大学文書史料室長補佐 野邑 理栄子



なぜ地球だけに陸と海があるのか —惑星地球進化の謎に挑む



理学研究科教授

異 好幸

創立110周年記念事業の1つとして、2012年10月に日本惑星科学会が神戸大学総合研究拠点で開催されました。その中で、一般向け講演会を神戸市立青少年科学館と共催で行い、184名のみなさんに惑星地球についてのお話をしました。もちろん簡単な話では無いのですが、お目目キラキラ少年少女たちの好奇心に、私自身大変勇気づけられました。

太陽系の中で、水星・金星・地球・火星は「地球型惑星」と呼ばれます。岩石と金属が主要な構成物で星全体の組成はよく似ているのです。でも、地球だけが「水惑星」と言われるように、液体の水が今も存在し、生命の営みが続いています。水は低い所に集まって海となっているのですが、実は海と陸（大陸）の下の地盤（地殻）は組成が違って、大陸地殻のほうが軽いために浮き上がって高地を作っています。つまり、太陽系の中では地球だけに、2種類の地殻が作られているのです。なぜこんなことが起こったのでしょうか？

「プレートテクトニクス」という言葉をご存知だと思います。海底を走る大火山山脈「海嶺」

で作られた地殻を含むプレートが、海溝から地球内部へ沈み込んで、この運動が地震や火山活動、それに造山運動などを引き起こすというものです。日本列島は、沈み込み帯の代表選手です。海洋地殻はまさにこの運動によって作られているのです。一方で、大陸地殻がどのように作られてきたのかは、地球科学の大きな謎の1つでした。この大問題について大きな進展をもたらしたのが、私たち日本人研究者が中心となって進めてきた「プロジェクトIBM」です。IBMとはコンピュータではなく、伊豆半島から南へ延びる若い（と、言っても5000万歳）沈み込み帯である伊豆・小笠原・マリアナ弧の英語略称です。この海域で10年間にわたり詳しい調査を行った結果、大陸地殻はこのような海域の沈み込み帯で作られることが判ってきたのです。つまり、大陸は海で作られていたのです。なんだか、禅問答のような話ですが、大事な点は、大陸もプレートテクトニクスによって作られるということです。

では、プレートテクトニクスはなぜ起こるのでしょうか？それは、46億年前に微惑星が集積して地球が誕生した時の熱エネルギーやその後の内部発熱で、地球の中心が今でも5500℃という高温であることが根本的な原因です。この地表との猛烈な温度差を解消するために、固体のマントルがまるでみそ汁のように対流しているのです。

しかしここで、不思議なことがあります。最新のコンピュータを使ってシミュレーションを行うとマントルの対流はうまく再現できるのですが、地表に近い部分は冷え固まって、まるで硬い蓋のように一枚のプレートが覆ってしまって、プレートの運動は全く起こらないのです。他の地球型惑星はまさにこのような状態にあるために、プレートテクトニクスが作動せず、2種類の地殻が作られないので凸凹のないのっぺりした形をしているのです。では、なぜ地球だけにプレートテクトニクスが働くのでしょうか？それには、液体の水、つまり海水の存在が決定的に重要であると考えています。例えば、巨大なダムの貯水量が増えたり、地中へ大量の水を注入すると地震が多発することはよく知られています。水が岩石の強度を下げて破壊を起こすからです。地球上に初めて液体の水が存在し始めたのは、今から38億年前のことです。熱い大気が冷えて、火山ガスからできた温泉のように強酸性の豪雨が地表へ降り注いだのです。地表にあった岩石と反応して中和した塩水は海水となると同時に、地中へしみ込み岩石を破壊して断層を作っていたに違いありません。一旦断層ができると、そこにさらに応力が集中して、大断層となり、そこを境に重いプレートが落下し始めます。この沈み込みに伴うマグマ活動によって大陸地殻が誕生したのです。一方で、地表から消え去ったプレートを補うように、プレートが裂けた隙間へマントルが上昇して、新しい海洋地殻が誕生します。こうして、プレートテクトニクスが作動し始め、2種類の地殻が作られたのです。

では、なぜ地球だけに液体の

水が存在し得たのでしょうか？地球側惑星の原料となった微惑星には10%程度の水が含まれたことは間違いありませんし、太陽系誕生時には、木星より外側に散らばっていた氷が内側へ多量に運ばれたことも確かなようです。最近では、他の地球型惑星でもかつては液体の水が存在していた可能性が高いと言われています。しかし、それは長続きしませんでした。惑星の表面が余りにも高温であったり、逆に冷たすぎたために、水は液体の状態では存在し得なかったのです。つまり地球だけが、液体の水の存在を許す、太陽からの距離、その質量という2つの条件を満たしていたことになります。

「地球は青かった」。ユーリイ・ガガーリンが発したとされるこの言葉は、水惑星地球の様を端的に表しています。そして、この水の存在こそが地球を「陸惑星」にも進化させたのです。でも、私たちには次々と疑問が湧いてきます。一体、地球は「奇跡の水惑星」なののでしょうか？それとも、なにか太陽系のこの場所に水惑星を作る必然があったのでしょうか？こんな大問題はそう簡単に解けるとは思えませんが、なんとか知恵を絞って「神戸モデル」を作り上げて行きたいと思っています。



水星・金星・火星（左）、地球（右）

「宇宙文化学」の想像力



国際文化学研究科教授

岡田 浩樹

2012年11月10日、国際文化学研究科とJAXA共催のシンポジウム『「宇宙文化学」の想像力』がポートアイランドの神戸大学統合拠点コンベンションホールで行われました。JAXAからはパネリストとして樋口JAXA副理事長、総合コメントーターとして向井JAXA特任参与（宇宙飛行士）が出席しました。2011年に神戸大学国際文化学研究科とJAXA大学・研究機関連携室は、一昨年の2011年に研究協力協定を締結しました。このシンポジウムは、この協力協定締結を記念し、さらには神戸大学国際文化学研究科設立20周年、そして神戸大学創立110周年の記念企画です。「宇宙文化学の創造力」というテーマは、人文社会科学における宇宙研究という新しい分野を「創造」（create）することを表しています。同時に、このタイトルには人文社会科学分野から宇宙を「想像」（imagine）するという暗喩（隠れた喩え）も込められています。

ここで、おそらく皆さんは、率直な疑問を抱かれるのではないのでしょうか。「国際文化学研究科がなぜ宇宙？」という疑問です。

この疑問への答えは、「国際文化だから」宇宙に目を向けるということです。国際文化学研究科の研究教育の理念は、文化研究の先端的な領域を開発し、異文化間の関係性や現代文化の文化変容を把握するための新たな視点やパラダイムを構築することにあります。つまり、現代世界の社会・文化が抱える様々な問題に接近しようという姿勢があります。

現代世界の重要な特徴はグローバル化（地球化とも訳すことができます）です。今日ではテクノロジーの発達によって、金やモノ、人、情報が瞬時に世界を駆け巡るようになりつつあります。しかし、「グローバル」「地球」というイメージはどこから生み出されてきたのでしょうか。

衛星通信技術、GPS、衛星テレビ放送など宇宙開発技術の発展は、必需品となってきている携帯電話など、私たちの生活までも大きく変えてきました。そして、なによりも、地球が宇宙に浮かぶ星であり、国境で分割されているわけで



シンポジウム総合討論の様子

はないという具体的なイメージをもつにいたるには、宇宙からもたらされる映像のインパクトが寄与したことは疑いもありません。かつて幕末に世界地図によって、「藩」という小さな単位を越えて、「日本」というイメージが生み出されたように、今や世界＝地球というイメージは、環境問題や「ガイア」生命体としての地球思想、あるいは越境の問題など大きく私たちの世界観を変えようとしています。つまり、今日、国際文化を考えると言うことはグローバル、すなわち地球を考えることであり、それはつまり、宇宙を考えることで、より深く考察できると言うことです。

しかし、「そもそも人文社会科学がなぜ宇宙？」という疑問が残る方もいるでしょう。一般的なイメージは、宇宙研究は科学者と技術者の智慧の結集する場であり、また知的、人格的にも、体力的にも鍛え抜かれた宇宙飛行士が関わる科学の分野でしょう。もちろん現在でも科学技術の分野の重要性は変わることはありません。しかし、一方で、科学技術は常に社会文化を基盤とし、そのサポートを受けて発展してきたことも事実です。宇宙開発技術は私たちの知らないところで、私たちの日常に深く関わり、影響を与えています。

ここにはグローバリゼーションという現代的状況があります。情報通信技術の飛躍的な技術革新とそれによるコミュニケーションの拡大が、国民国家（くに）という単位を超えた文化・社会的変容をもたらしつつあります。宇宙開発技術は、こうした社会・経済・文化のグローバリゼーションを支え、これを促進しています。グローバリゼーションによって、人々の生活世界は拡大するとともに、拡大した生活

世界がさらなるグローバリゼーション、つまり宇宙開発技術の発展を要請していると言えるわけです。一方で、世界が身近になること、つまりグローバリゼーションは文化間の相違や軋轢といった新たな問題を起こしています。

こうした背景の下に国際文化科学研究科は、21世紀の重要な社会、文化的課題の一つとして「宇宙文化学の想像力」を構想しました。これは文化や社会の再編・創造の場として、宇宙空間および宇宙研究を捉え直す試みです。欧米やあるいは多くの国では、宇宙は地上の軍事や経済、あるいは領土と関連する問題であるものの、総合的に考えようという動きはまだありません。日本の宇宙開発が平和利用を柱に立てていることから、宇宙と社会、文化の問題を深く追究することは、日本が文化のソフトパワーで世界を先導しうる可能性があります。神戸大学国際文化科学研究科が宇宙に関する人文社会科学分野の研究・教育のモデルとなることをJAXAも期待しています。2013年度からはJAXAの協力を得て「国際文化学特殊講義－宇宙文化学」を共同で開講、またISS（国際宇宙ステーション）での研究プロジェクトなど、今後の研究進展も期待されます。



シンポジウム総合コメントをする向井千秋氏

超伝導技術を応用した近未来船



海事科学研究科教授

武田 実

■はじめに

極低温の世界では、熱運動にかき乱され埋もれていた物質本来の姿が浮かび上がってきます。このような世界で最も興味深い自然現象として、「超伝導」が挙げられます。超伝導現象は約100年前の1911年にカマリング・オネスによって発見され、電気抵抗ゼロを示す量子現象として知られています。その後、超伝導の基礎・応用・開発研究が著しく進展し、超伝導になる温度は -269°C から -140°C を超えるようになりました。さらに、超伝導線を巻いて作製した電磁石（超伝導磁石）は、大電流を流すことができるので、20万ガウスを超える強磁場を発生させることができます。私の所属する研究室では、以前より超伝導磁石の強磁場を船用推進に應用する研究を行っています。これは、「超伝導電磁推進船」と呼ばれており、近未来船のひとつに挙げられています。私は、超伝導の応用研究を海事科学分野へ展開するために、超伝導電磁推進船の研究に加えて、この研究から派生した海流MHD（magnetohydrodynamics：電磁流体力学）発電・水素発生の研究などを行っています。

■超伝導電磁推進船の研究

本研究室では、自作したヘリウム液化機（ -269°C の液体ヘリウムを製造する機械）を用いて、1970年代より超伝導電磁推進船の研究を行ってきました。この船は、フレミングの左手則を応用して、海水に働く電磁力の反作用を利用することにより推進することができます。スクリュープロペラがないので振動や騒音が少なく、スピードや進行方向のコントロールが容易で、高速化が可能であるという利点を持っています。2隻目となるモデル船ST-500（全長3.6m、幅70cm）には、液体ヘリウムで冷却された超伝導磁石が内蔵されており、船底から下部海水方向へ強磁場を印加します。そして、船底に設置された電極を用いて海水に電流を流せば、推進力を得ることができます。総合水槽実験棟で行われた推進実験では、約15Nの推進力および約0.6m/sの船速が得られました。世界初の超伝導電磁推進実験に関する知見は、1992年に神戸港内で実証航行実験に成功した実験船YAMATO-1（全長約30m、幅約10m）へ結実しました。

YAMATO-1では13～14km/hの船速が得られましたが、推進力の小ささが指摘されました。これを克服するためには、超伝導磁石の強磁場化および大型化が重要となります。そこで、これらの改良が可能なソレノイド型超伝導磁石を用いた、ヘリカル型超伝導電磁推進機の研究に着手しました。この研究は、物質・材料研究機構および中国科学院电工研究所との国際共

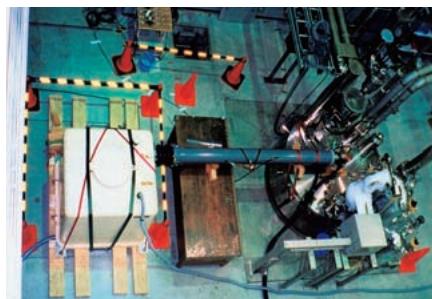
同研究として実施されました。ヘリカル型推進機は、ダクト内に設置された同軸2重円筒状電極およびヘリカル状仕切板、ダクト外に設置されたソレノイド型超伝導磁石で構成されています。同軸方向へ磁場 B を印加した状態で、これと直角をなす方向へ放射状に電流 I を流すと、海水が電極間を回転運動します。ヘリカル状仕切板を用いて、この回転運動を直線運動に変換すれば、ヘリカル型推進が可能になります。ヘリカル型推進機は、前後に設置された整流器を含めて、直径約40cm、全長約2mです。推進実験では、物質・材料研究機構の大型超伝導磁石（最大磁場15万ガウス）を用いており、ヘリカル型推進機と海水タンクをフローラインで繋ぎました。写真左はヘリカル型推進実験の様子です。実験の結果、磁場14万ガウス、電流700Aを印加して、YAMATO-1の約10倍の推進力密度を得ることに成功しました。さらに大型化することにより、高い推進効率が得られることも数値シミュレーション研究により明らかになっています。

■海流MHD発電・水素発生の研究

ヘリカル型推進では、高い推進力と推進効率を得られることがわかりましたので、逆の原理（フレミングの右手則）を応用すれば、海流・

潮流のエネルギーを有効利用できるのではないかと考えました。すなわち、海流MHD発電の着想を得たのです。海流・潮流のエネルギーは、季節や天候に左右されないので、再生可能エネルギーとして極めて有効であると考えられます。新型（ヘリカル型）海流MHD発電の原理は、ヘリカル型推進の逆の原理として説明することができます。つまり、同軸方向へ磁場 B を印加した状態で、海水が電極の周りを回転運動すると誘導起電力が発生します。これが電気分解電圧を超えれば、海水を通して電流 I が流れて発電するとともに水素ガスが発生します。写真右はヘリカル型海流MHD発電実験です。これまでに、直径約10cm、長さ約30cmの小型のヘリカル型海流MHD発電機・水素発生器を試作し、7万ガウスの超伝導磁石を用いて世界で初めて発電実験に成功しました。現在、発電機の形状の最適化、大型化および実用化の研究、海流MHD発電用超伝導磁石の研究、電気・水素エネルギー貯蔵の研究などを進めています。

地球温暖化や環境エネルギー問題を解決することが、世界中で喫緊の課題となっています。超伝導技術の海事科学分野への応用研究を通じて、これらの問題を解決するためには、若人のバイタリティーが必要不可欠です。



ヘリカル型推進実験



ヘリカル型海流MHD発電実験

危機に直面するアジアの 害虫管理及び環境



農学研究科教授

竹田 真木生

私は昆虫を研究している。昆虫は農産物の約2割を収奪し、マラリアなど風土病・疫病を媒介し、天敵もあり、糞便、動植物の死体処理から土壌形成に関わり、窒素固定をし、絹や蜂蜜を提供し、受粉をし、薬用や餌や食料にもなり、遺伝学や生物学のモデル系を提供するなど、人間生活にとって重要な存在だ。昆虫が消えると何が起るか判らない。

温暖化で、多くの南方系の昆虫が海を越えて分布を北に広げている。ロッキー山脈のコロラドハムシが馬鈴薯栽培の拡大に従ってアイダホ、ニュージャージーと分布を広げ、大西洋を越えて、ヨーロッパで大害虫となり、とうとう昨年中国の新疆に来了。北海道まで少し。西から東への分布拡大は、シベリア凍土のバリアーが崩壊し始めたせいなのだろう。戦後日本にも米軍貨物にまぎれ、アメリカシロヒトリが入ったが、東京から西進し、朝鮮半島を経由し鴨緑江を越えて遼寧省の丹東に入ったのが1980年代の初頭である。暫くじっとしていたが最近急に黒竜江省、江蘇省まで広がった。ヨーロッパでも東欧からリトアニア、トルコまで広がっている。

昆虫は翅を持っており、自力や上昇気流に乗ってかなり長距離のバリアは越えてくる。しかし、移入後にそこに定着できるかどうかは生活史形質が現地の気候や生物的な条件に適合するかどうかで決まる。生存を脅かす冬が来る温帯では、休眠して冬を生き延びる発育ステージを冬の前に用意しなければならないので、生活史は利用可能な温量内（温暖化であれば増加する）に整数的に収まらなければならない。光周性が、タイミングを調節するが、体サイズや発育速度の変化も重要で、体を小さくして発生世代数を増やすか、大きなメスを作って1個体で沢山卵を産むかは、生態的な戦略になる。いずれも、温量の増加は繁殖力を大きく高める。世代数の増加はべき数の効果を与えるから、影響は大きい。西進したアメリカシロヒトリは神戸地域で60年代に年2世代（2化性）から3世代になった。私達は、本種が現在日本海側で生活史形質を変化させながら3化と2化の境界線を北上させていることを30年の定点観測で確認した。年間有効温量も確実に上がっている。稲のウンカは、冬季に日本で休眠して越冬できないが、夏に海を越えて毎年大量飛来をする。温暖化で越冬限界線が上がってくると、本土に土着する可能性が出てくる。これらウンカ類は、植物ウイルスの伝搬もする。

発育速度、飛翔や歩行、摂食や代謝、繁殖活動なども高温ほど活発になる。温度が直接表

現型を変えることもある。北方系の天敵は暑すぎの障害が現れ、分布は後退して、害虫にとっては怖いものなしとなる。上昇気流が活発化し、気候が不安定になる。天敵など生物的な要因を活用して害虫管理をする立場からは、こうした不安定要因は歓迎できない。個体群生態学の初歩的な理論は、食うものと食われるものの数の動態はお互いが負のフィードバックをかけ、一時的攪乱が入ってもlimit cycleに収斂して暴走しないと教える。実際は、生態系は多くのstate variablesからなる複雑系で、寧ろカオス的な挙動をする。天敵の抑制力から外れると、エスケープとよばれる暴走が起きてしまうことも、生態学の1年生の講義で習うことだ。

エスケープが起ってしまうと、殺虫剤を使わない場合、収穫放棄となってしまう。殺虫剤を使うと天敵を殺し、一度消えた害虫が、暫くして逆襲してくる（リサージェンス）。今度は殺虫剤耐性の鎧をきて。それも、撒いた薬にだけではなく同類の薬剤全てが効かなくなってしまうことがある（交差抵抗性）。こうなると、ゲリラ戦争の様相を呈し、より強力な薬を!というのが逃れられない戦略となってしまう。柔らかな生態系は痛めつけられる。殺虫剤が様々な影響を与える例としてミツバチ巣崩壊症候群（CCD）がある。CCDの病徴では20日齢以上の採餌蜂が巣からいなくなる。我々は何かが帰巢行動を狂わせたと考えた。そこで、神経系に働く売れ筋の殺虫剤2種を背番号をつけた採餌バチに微量注射をし、帰巢行動を調べた。結果は明瞭、注射は蜂を殺しはしないが、帰巢行動を妨げた。殺さなくても結果は同じになる。

先進国の青年の精子数が激減しているという。内分泌攪乱因子による性ステロイド系の攪乱である。我々は、50年代に普通に見られた

昆虫が何処に行ってしまったのかを考えてきた。最後に残ったタガメを用いて卵黄蛋白質前駆体ピテロジェニン（Vg）の転写に代表的な内分泌攪乱因子がどう関わるかを調べた。驚くことに、調べた全てが、転写の攪乱を起こした。プラスチックや洗剤成分が水系に流れ込み、タガメの繁殖を攪乱したなら、あらゆる水生昆虫に影響するはずだ（実際ゲンゴロウ、アカトンボなども消えている）。水生昆虫を食べる魚、それを食べる水鳥など、生物濃縮で皆危険。川の水は海に流れ、近海の魚を我々は食卓に載せる。昆虫食の盛んな、タイ東北部では、市場で、タガメやガムシが味わえるが、タイでさえ、タガメは急激に減少し、消費しているものは殆どカンボジア産だ（ベトナムでも急減）。世界的な傾向なのである。さて環境汚染物質はこれらを認知する分子と結合し、さらに転写因子として、Vgの上流のプロモータに結合するはずだ。感受性の高いプロモータを使って、環境タガメ計というようなセンサーはできないものかと考えている。

標的と理由がわかっていて、その構造が害虫に特異的なものを使って、逆毒物学というアプローチがとれるはずだ。このような考えから、ナミハダニの神経伝達物質GABAの受容体が、ナミハダニを捕食するカブリダニと違う構造で、これによってハダニだけを殺す理想的な殺ダニ剤を見つけた。殺ダニ剤として新規の殺虫機構でもあった。これをカブリダニと共に用いてもカブリダニは全く死なない。理想的に特異的で、リサージェンス・フリーなのである。

私は昆虫に魅せられて、今のキャリアを選んだ。美しい、そして人間生活や環境に大事な意味をもつこれらの小動物を守りたいと思う。もし昆虫を救えなければ、美しい地球は存続しえない。ヒトだけが生き延びるなど論外である。

コミュニケーションでごみを減らす 減装（へらそう）ショッピングのすゝめ



NPO 法人ごみじゃぱん 事務局長
経済学研究科非常勤講師

小島 理沙

国土面積の小さな日本では、廃棄物の埋め立て地の確保は容易ではありません。廃棄物のリサイクルによる減量は進んでいますが、自治体でかかる経費は巨額で、発生自体を削減する発生抑制が必要です。

リサイクルに比較してリデュースへの実効的なアプローチはこれまで進んでいません。特に一般廃棄物のうち、容積にして5割を占める容器包装廃棄物の発生抑制、その特性上、一筋縄ではいかない要因があり、減らすことが難しいと言われています。その難題に挑戦しているのが、経済学研究科の石川雅紀教授が代表を務めるNPO 法人ごみじゃぱんが取り組む減装（へらそう）ショッピングプロジェクトです。

容器包装廃棄物の発生抑制が難しい要因は、容器包装がマーケティング機能を有しており、企業活動をする上では、必要不可欠な要素を含んでいるからです。

マーケティングとは、お客様にいかに選んで貰えるかの作戦ともいえます。お店の売り場できかにアピールできるかで勝負が決まります。そのためには、競合他社の商品との差別化やより

インパクトのある包装が必要であり、あるいは定番商品では慣れ親しんだ包装のデザインを大幅に変化させると消費者がわからなくなってしまう可能性があります。

こういった特性がありますので、安全性さえクリアすれば、簡単に容器包装を減らせるものではないということがわかります。

そこでマーケティング機能を考慮しながら、メーカーに無理なく容器包装を減らすインセンティブを産み出そうという取り組みが減装ショッピングです。

容器包装リサイクル法が制定され、拡大生産者責任の考え方の元でメーカーに対して、容器包装の使用量に応じてリサイクル料金を支払う仕組みが確立しています。現状の容器包装は、企業がリサイクルの負担と売れなくなるかもしれないコストのバランスを考えて決めています。リサイクル費用は結果的に価格に転嫁されコスト負担は消費者にかかってきます。

一方で消費者のニーズを研究していると、日常で消費する一般的な商品については、「包装が華美である必要はない」とほとんどの人が考えています。尚、贈答品や特別な商品については意見が分かれるのが当然ですので、区別して考える必要があります。

こういったメーカーと消費者の間で分断されてしまっているのが情報です。「日常の商品については、なるべく容器包装ごみは減らしたい」と

いうニーズはお互い存在することは分かっていますので、情報ギャップをどう埋めるか。ごみじゃばんは、現在市場に出回っている商品のうち、どの商品の容器包装が少ないかを調べることにしました。

スーパーマーケットで並んでいる商品、例えばチョコレートを全て購入します。それらの中身と容器包装とにとりわけ、重量を電子天秤で計測しデータベースを作成します。そして中身当たりの容器包装重量を計算し軽いもの順、ごみが少ないものをランキングにします。

ランキングのうち、上位30%程度の商品を減装商品として推奨することにしました。この推奨を行うために計測した数は現在ではおよそ5000品以上、推奨となった減装商品数は1500品目を超えています。減装商品は、店頭でごみが少ない商品である旨が掲示されます。

こういった活動を2007年から神戸市内を中心に実施してきました。当初は1店舗1か月間という規模で社会実験をしてきましたが、販売する時点で情報を伝えることができれば、成果がでることがわかってきました。その結果、支援メーカーを得ることができ、さらに協力小売店も増えてきました。年々活動の範囲は増加し、2012年には初めて神戸市を飛び出し、岐阜県

大垣市、名古屋、横浜へとスポット展開ではありますが、実験エリアを拡大しています。

これらの活動が評価され、2012年度3R功労者表彰内閣総理大臣賞を受賞しました。受賞を記念し、神戸大学出光佐三記念六甲台講堂においてもシンポジウムを2012年12月3日に実施いたしました。

減装ショッピングは、研究と教育、そして社会・地域貢献という多面的な側面をもつ活動になってきました。廃棄物の発生抑制に対するアプローチは、それ自体、多様な関係者を巻き込み、着実な実践に裏打ちされた活動としても価値がありますし、この活動を学生が企画、提案し実施をしていることにおいては、学生自身が大きく成長する機会となっています。さらに、容器包装廃棄物の発生抑制は、地方財政の節約にもつながっています。

この取り組みの最終的な目標は、需要サイドの変化をおこすことで、社会課題を解決する成功モデルにすることです。どうしたら解決できるのかという視点と知恵を寄せ合い、学生と共に乗り越えていきたいと思います。リベラルで革新的な神戸大学だからこそできた、そういわれる大学の風土にも感謝しながら、世界に発信できるプロジェクトにしたいと思います。



店頭表示の様子



ごみじゃばんメンバー

GPSとレーダーを用いた 短時間降雨予測研究



自然科学系先端融合研究環・都市安全
研究センター教授

大石 哲

日本には「ゲリラ豪雨」や「超巨大台風襲来」など豪雨災害が毎年のように起こる。市民の立場からは、実際にどんな気象現象が、どこで、どの程度の強さや大きさで発生しているのかを知ることが災害から身を守るために必要であろう。

しかし、実際に激しい気象現象が起こっているまっただ中では、何が起きているのかさっぱりわからない。

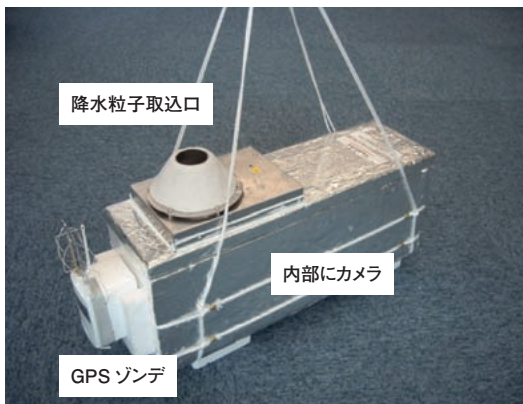
一方で、我々はテクノロジーの発展によって、もう一つの目とそれを脳に伝える神経回路を持った。電波である。気象学では近年、電波の利用が活発である。測定する対象そのものに接触せずに測定するので、遠隔探査（リモートセンシング）と呼ばれる。その一環として我々は身近な豪雨災害を軽減するための電波利用であるレーダーによる降雨状況の把握と予測およびGPSを用いた上空の水蒸気把握を研究している。

レーダーはマイクロ波と呼ばれる電波を発信して、上空に存在する降水粒子にあたって散乱した電波のうちレー

ダーの方向に戻ってくる電波のエネルギーや位相変動を利用して上空降水粒子の性質や量を測定する。現在使われているものの主流は、従来の水平波だけでなく鉛直波を用いたり、エネルギーではない位相情報を使ったりして遠くまでを高精度で探知する。

我々は、通常観測されているよりも高い高度、おおそ4000mより上空に存在する氷状の降水粒子を探知してその量や性質を測定しようとしている。この氷は、融解しながら落下して地上に降るので、その量を測定できれば正確な短時間降雨予測が可能になると考えている。

形も密度も散乱特性も不均一である氷粒子を考えると、遠隔探査によって得られる電波情報から氷粒子の量や特性を知ることは容易ではない。



「ビデオゾンデ」 装置上部の穴から降水粒子が入り、装置内部で画像化する

そこで、本研究室では、観測と数値計算によってそれを成し遂げようとしている。

観測的研究としてはピデオゾンデという氷粒子を直接カメラ撮影する装置を気球に付けて空に放ち、直接氷粒子の形状・性質・大きさを測定して、そのときの電波情報と比較するという方法をとっていて、その装置の開発も我々が主導している。

数値計算の研究としては、氷粒子1粒1粒が昇華凝結したり蒸発したり、衝突したり融解したりする様子を表現した数値モデルの結果として得られる氷粒子の1粒1粒が理想的に電波を散乱するときの特性を計算し、アンテナが捕らえる電波状況を再現するものである。

GPSは、今ではスマートフォンなどにもついて自分がどこに居るのかを教えてくれる。GPSの原理をごく短い言葉で述べれば、4つ以上の位置のわかっている人工衛星からGPS受信機までの距離を電波で測定することで、GPS受信機の位置を特定するというものである。この距離測定には様々な誤差要因をもっているのだが、水蒸気量もその一つである。逆に、GPS受信機の位置

が特定でき、その他の誤差要因がすべてわかっているならば、GPSによって水蒸気量がわかる。

日本の正確な国土や、その動きと地震の関係を知ろうとして国土地理院などが日本全国にGPS観測点を設置してきた。1990年代後半からは、そこから得られる水蒸気量を気象予測にも取り入れてきている。しかし、これらのGPS観測点はすべて陸上にある。一方で日本は海に囲まれた島国であるので水蒸気は海から運ばれることが多い。そこで、我々は海上のブイ、海洋観測タワー、定期航路などにGPSを設置して水蒸気を算出している。ブイなどは海上で揺動しているので水蒸気量の算出は困難であると思われてきたが、陸上と同程度の精度で水蒸気を算出できるようになった。現在は、それをさらに進めて海上の水蒸気を考慮に入れることで気象予測の精度がどのように改善するのかを調査している。

ここまで述べてきた先端的研究は京都大学の中北教授をリーダーとする、京都大学、山口大学、名古屋大学、山梨大学、独立行政法人情報通信研究機構と神戸大学からなる研究グループによって進められている研究であり、それを官庁や企業が助けてくださっている構図である。この研究では、強い雨が降りそうな期間に現場に行って測定するというタスクがあるため、老若男女を問わず合宿しているような生活を送ることになるので自然と一体感も醸成され、大学や年齢の壁を越えたディスカッションが生まれ、新たなアイデアをあの手この手で実現する雰囲気が生まれている。個々の研究の成果よりもこのようなコミュニティを作っていることが最先端なのだと感じている。



定期航路 南海フェリー「かつらぎ」に設置させていただいた GPS 受信装置

LHC実験にて 新粒子（ヒッグス粒子?）発見



理学研究科教授

蔵重 久弥

■素粒子の標準模型とヒッグス粒子

皆様もご存じのように、2012年7月4日にCERN（欧州原子核研究機構）で記者会見が行われ、「ヒッグス粒子らしい、125億電子ボルトの質量をもつ新粒子がLHC加速器における実験で発見された」と発表され、日本でも各新聞の一面に掲載されました。

我々の研究分野は素粒子物理学と言います。宇宙を構成する根源の基本粒子を“素粒子”と呼びます。物質を細かくしていくと、分子、原子となり、原子は原子核と電子から構成されています。人間が観測できる最極微の世界でたどり着く素粒子は、6種類のクォークと6種類のレプトンになります。これらの素粒子はゲージ粒子と呼ばれる素粒子（グルーオン・光子・Wボソン・Zボソン）を交換し、相互に力を及ぼしあっています。例えば、二つの電子が光子を交換することで電子間のクーロン力が生じると説明できます。（図1）この世界を科学者は素粒子の“標準模型”と呼ばれる理論で捉えており、いままで観測された素粒子現象のほとんどは説明可能です。標準模型の鍵となる最重要粒子が“ヒッグス粒子”で

す。クォークやレプトン及びWボソン・Zボソンの質量は“ヒッグス場”（ヒッグス粒子を表す量子場）の真空期待値によって与えられると考えています。

■LHC加速器とアトラス実験

スイスのジュネーブにあるCERN研究所の地下約100m、周長約27kmのトンネル内に、陽子陽子衝突型加速器LHC（Large Hadron Collider）が建設されました。LHCは世界最大・最高エネルギーの円形粒子加速器で、陽子を光速の99.999997%まで加速し、その運動エネルギーは4兆電子ボルトに達します。加速された陽子を円形軌道に沿って通過させるために、8.4Tの超伝導磁石がトンネル全周に渡って設置されています。この超伝導磁石の導線の全長は

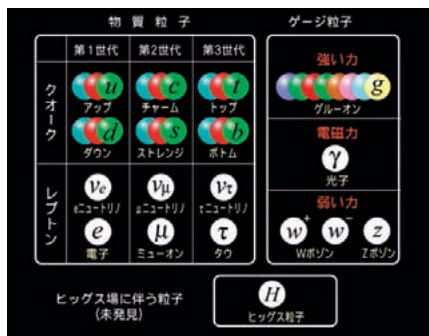


図1 標準模型の素粒子
[© 高エネルギー加速器研究機構]

7600kmにもなる日本の企業の最先端技術の成果です。トンネル内には2本の加速管があり、陽子は逆方向に回っていて陽子同士を衝突させると大きなエネルギーが産み出されます。そのエネルギーによって、ヒッグス粒子等の大きな質量をもつ粒子を生成することができます。

アトラス測定器は、LHC衝突点に設置された全長44m、高さ25m、総重量7000トンの世界最大の測定器です。(図2) 様々な放射線検出器から構成され、衝突点から生成される粒子を捉えて、陽子陽子衝突で起こった事象を再構成します。38カ国、170以上の研究機関・大学による約3000名の研究者からなる国際共同実験で、我々神戸大学のグループも1994年から参加しています。神戸大学では、日本の他の研究機関と協力して、TGC (Thin Gap Chamber) と呼ばれる多線比例計数箱を約1200台製作しました。検出器の設計、治具を含む製作方法の開発、ASICを含む読み出し電子回路の設計・製作、及び制御・解析プログラムの開発等、全て我々研究者が主導して行いました。製作開始からアトラス測定器の据付までには8年を要しました。

■ヒッグス粒子の発見と今後の発展

ヒッグス粒子はすぐに他の粒子(例えば2つの光子)に崩壊するので、検出器で捉えた粒子の運動量、種類を同定し、崩壊前の親粒子を再構成します。しかし、LHCの衝突点では1秒間に2千万回の陽子ビームの交差が起こっており、1秒間に1兆回の衝突反応が起こっているのに対して、ヒッグス粒子は10秒間に1個くらいしか生成されません。このような膨大な背景事象の中からヒッグス粒子の生成

事象を捉えるため、収集されたデータ(年間1万テラバイト)は世界各国の計算機センター(CPU総計2万コア)に送られて解析されます。

その結果、約125億電子ボルトの質量をもつ粒子から崩壊したと判断される事象が、予想された背景事象よりも多く観測され、新粒子の発見に至りました。この新粒子を標準模型のヒッグス粒子と考えても崩壊様式や生成率は矛盾しませんが、断定するにはまだ証拠が不足しています。今後も様々な崩壊様式や生成様式についてデータ解析を続け、この新粒子の性質の検討を行っていきます。

この新粒子が標準模型のヒッグス粒子だと断定されても研究の完成は意味しません。実は、標準模型には理論的な欠点が指摘されており、宇宙の始まりであるビッグバンにおいては適用が難しいことが判っています。また、重力を説明することもできないので、「究極の素粒子理論」に到達するにはまだまだ判らないことが多くあります。LHCではヒッグス粒子の性質を詳細に調べるとともに、標準模型では予想されていない新粒子(例えば暗黒物質の元となる超対称性粒子等)についても探索を続けていきます。

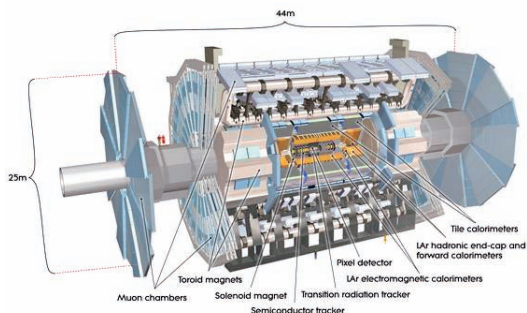


図2 アトラス測定器
[©CERN アトラス実験グループ]

国学研究は三つの壁を越える

いかなる分野でも同じでしょうが、およそ研究が進展すると学界の中に分科会ができ、その下位ジャンルの研究は深化します。研究が深まれば深まるほど、必然的に研究領域は狭くなる。もちろん、深く狭くということ、それ自体に問題はありません。狭くなければ深掘りができないからです。だが、問題なのは深掘りをした、その隣同士がお互いのことを知らないということです。あまりにも専門化しすぎて理解できないということもあるが、それよりも隣で類似の研究をしていることに気が付いていないのです。比喩的に言えば、研究室が蛸壺化しているのです。最前線では常に情報が遮断されている。専門化の功罪と言えます。

このような問題は日本文学研究にもあります。私の専門領域は近世（江戸時代）の文学ですが、とりわけ国学を主な研究対象としています。国学とは、近世中期に発祥し、日本古代の文学や思想、あるいは文化を研究する学問で、現代におけるあらゆる日本学のルーツです。近代以降、国学は国文学や国史学、あるいは民俗学などの学問諸分野に分岐した。現代に至り、それぞれの分野は驚くべき発展を遂げ、とんでもなく詳細なことも研究の対象になりました。だが、木を見て森を見ずの喩えが示すように、視野狭窄に陥っている弊がないわけではありません。こういった専門に拘泥しすぎることによる弊害を打破しようというのが、私のここ十年ばかりの間の目論見です。次のように三つの壁を

越えることを試みてきました。本居宣長をめぐる、近年の研究動向に自らの関心領域をからめて見てみたいと思います。

まずはじめに、文学と思想の壁、文学史と思想史の壁です。宣長は国学を「歌の学び」（歌学）と「道の学び」（古道学）と称して、文学と思想を両立して研究しました。だから、国学研究者も文学と思想を両方見渡した上でなければいけないが、そうはなっていないのです。文学研究者は文学書のみを対象とし、思想史家は思想書のみを対象としています。棲み分けとえば聞こえはよいが、無理解と無関心というのが実状です。このような現状に警鐘を鳴らすために、『本居宣長の思考法』（ペリカン社、2005年）を上梓しました。最近は徐々に関心を共有する仲間が増えてきましたが、いまだ市民権を得るまでには至っていません。道半ばといったところ です。

次に、近世と近代の壁です。日本文学や日本史といった、日本語を母語とし、日本を文化背景とする研究者が大勢を占める学界では、往々にして古代・中世・近世・近代のように時代別に学会が設置されています。先の述べたように、深掘りが可能な所以ですが、所属する学会が異なると焦点となる問題系も異なるのです。とりわけ、近世と近代は、前近代と近代という区分けで認識されることが多く、明治維新という溝が深く、厳格に両者を隔てています。しかし、それは単なる先入観にすぎません。明治維新に

よって、日本人が完全に入れ替わったわけではなく、国政のシステムが変更されただけです。もちろん、徳川幕府から明治政府に代わったことは、人文学においてもパラダイム・チェンジを誘発したことは確かであって、その意味では断絶があります。だが、断絶面よりも連続面の方が圧倒的に多い。そういった関心から、『本居宣長の大東亜戦争』（ぺりかん社、2009年）を刊行しました。「大東亜戦争」とは「太平洋戦争」の同時代用語で、宣長の国学が主に太平洋戦争の時期に、戦意昂揚の目的から誤読され、曲解されたということを明らかにしました。近世と近代の壁を乗り越えなければ、現代を正確に把握することも難しい。

第三に、研究と教育の壁です。最先端の研究と高校までの学校教育の現場との間にはタイムラグが生じるものです。学界だけでなく、一般にも承認されなければ、教育現場にフィードバックされることはありません。それでは、いかなるメカニズムで最先端の研究が教育現場に反映されるのか。意外とそのようなことが明らかにされることは少ない。高校と大学を隔てる溝は思いのほか深いのです。そこで、まず隗より始めよ。本居宣長から始めましょう。いま宣長の

人文学研究科准教授

田中 康二



学説が近代になって国文学の定説になり、日本古典文を解釈する上でなくてはならない基盤となっていく過程を検討しています。日本古典文の口語訳や係り結びの法則、物の哀れ論など、高校の国語の授業で習うことは、ほとんどすべて宣長が確立したアプローチです。当たり前のようであって、これを実証した人は誰もいません。近いうちに一冊の本にまとめて、学界や国語教育界に問うつもりです。

以上、三つの壁は限りなく高く、三つの溝は限りなく深い。だが、壁を乗り越え、溝を埋めなければ、国学の精神を復興することはできません。長く曲がりくねった道が続いています。



ファッションと芸術の交流

ファッション史とは

最先端の創造性を形にしたファッションは、「時代を映す鏡」とも言われるように、政治・経済をはじめとする社会情勢や、人々の価値観、さらにその時代の美術の動向とも深く結びついた社会的・文化的な事象といえます。このファッションという切り口から、各時代とそこに生きた人々を読み解こうというのがファッション史という学問です。

かつてファッション史研究といえば、それぞれの時代や地域に典型的なスタイルを分析する様式論研究や、著名なデザイナーに関する作家論研究が主でした。ですが近年では、美術やデザインをはじめ、文学、政治・経済、ジェンダー等、周辺領域の手法や学術的成果を取り込んだ、より深く充実した研究が進められるようになりました。そして、私がこのファッション史という立場から取り組んでいるのが、「ファッションと芸術の交流」というテーマです。

ファッションと芸術

ファッションの歴史は、長い間、王侯貴族のまとった衣服と共に語られてきました。ですが、大衆消費社会が幕を開けた19世紀末以降、特権階級を頂点とするヒエラルキーは崩れ始め、ファッションはそれまでとは異なる地平で生み出されるようになります。その際、ひとつの原動力となったのが、20世紀初頭にヨーロッパ

で次々に台頭した前衛芸術運動でした。この時代、衣服造形に新たな可能性を見出した芸術家たちの中には、自ら衣服制作に着手する者も登場しますが、その一人に、フランスで活躍したソニア・ドローネー（Sonia Delaunay）がいました。

画家だったドローネーは、1913年に彼女が描く抽象画と同じ色彩と形態をパッチワークで再現したドレスを制作し、服作りを開始します。以後、ドローネーは絵画や文学、舞踊、広告、写真、映画など、実に多様な造形芸術と結びつけながら、自ら「服飾芸術」と呼んだ衣服制作を1910-20年代に展開しました。その試みは、彼女の夫で同じく画家であったロベール・ドローネーをはじめ、ヨーロッパ各国の前衛芸術家たちと彼女が相互に影響を与え合い、時にコラボレーションという形を取りながら実現されたものでした。また、その一方でドローネーは、自らの絵画作品に基づく幾何学模様のテキスタイルをデザインしたり、当時としてはまだ珍しい文字装飾を衣服へ導入した他、女性の身体と衣服の関係性、さらにはファッションの大衆化などを構想し、当時、パリで活躍していたクチュリエ（フランス語で「ファッション・デザイナー」の意）たちも未だ思い描いていなかった新しい価値観をいち早く示しました。彼女がこのような斬新な衣服制作を実現し得たのは、当時、圧倒的な影響力を誇っていたパリのファッション界の外側に位置し、より自由に衣服とい

うものをとらえ、前衛的な芸術運動の独自性や創造性を取り込んだからといえます。

ドローネー以外にも、同じ時代に衣服制作を試みた芸術家は他にもたくさん存在しました。彼らの手がけた衣服は、必ずしも広く一般に受け入れられるものではありませんでしたが、大胆な造形を生み出したその柔軟な発想が、19世紀末にはコルセットで身体を極限まで歪め、ある種の限界に達していた西洋の女性服を、続く時代へと導くことにつながったのです。

視点をずらしてみる

「芸術家の衣服制作」というテーマは、長い間、諸芸術の序列的な関係を前提としていた美術史研究からも、各時代のスタイルや、いわゆるファッション・デザイナーの仕事と共に語られてきたファッション史研究からも見落とされてきたものと言えます。ですが、美術史やファッション史など、個別のディシプリンに閉ざされた見方からは一旦離れ、改めて20世紀初頭という時代を捉え直してみると、驚くほど生き生きと、この時代の美術やファッションが、それまでとは異なる様相を帯び、訴えかけてくるのです。



ポール・イリーブがポワレのために
1908年に描いたイラスト

国際文化学研究所
准教授

朝倉 三枝



私たちが何か物事を見たり考えたりする時、自分では気がつかないうちに、その見方を強いられているということが少なくありません。ですが、自分では当たり前と思っていたところからほんの少し、視点をずらしてみるだけで、それまでとは全く異なる世界が見えてくることがあります。私はこの「視点をずらす」ということをいつも念頭におき、20世紀初頭のファッションとアートの関係を問い直してきました。

これまで、ドローネーを中心に、「芸術家の同時代ファッションへの影響」という観点から研究を進めてきましたが、今度は逆に「ファッション・デザイナーの同時代芸術への影響」という切り口から、ポール・ポワレとジャンヌ・ランバンという二人のクチュリエの活動を読み直していくことに関心があります。ポワレとランバンは、20世紀初頭のファッション史を語る上では欠かせない重要なデザイナーですが、いずれも従来のクチュリエの域を超え、生活空間全体に及ぶデザイン活動を展開していました。ファッション・デザイナーというと、どうしてもその衣服制作ばかりが目目されがちですが、ここでも「視点をずらし」、彼らの試みを同時代のデザイン運動との関わりから論じることで、新たなクチュリエ像を示したいと考えています。

開発援助のインパクト評価

貧困削減政策のインパクト評価

国連によるミレニアム開発目標（MDGs）の採択にもみられるように、貧困問題の解決は全世界的な課題となっています。そして、貧困の撲滅のために世界銀行などの国際機関やドナー国が多額の援助を行ってきました。しかし、莫大な投資に関わらず、一部の地域では貧困削減が一向に進まず、援助の効果や効率性に対しての疑問が投げかけられています。そうした疑問の声に応えるために、近年、家計や個人レベルのミクロデータを用いた、貧困削減政策の厳密なインパクト評価が盛んに行われるようになっていきます。ここでは、私が携わっている国際協力事業のインパクト評価の事例を紹介したいと思います。

マラウィのマイクロ・クレジット

最初に、アフリカ、マラウィにおけるマイクロ・クレジット事業のインパクト評価を紹介します。マラウィの農村部では主に換金作物（タバコ）生産を奨励することを目的に金融貸付が行われています。そして、これまでの研究により換金作物を対象にした貸付が所得の増加につながる事が確認されています。しかしながら、所得増加の一方で児童労働の増加にもつながる危険性があるのではないかという懸念も高まっています。つまり、貸付により両親がタバコ生産により多くの時間を費やすようになったことにより、子供たちもそうした農業生産、もしくは家庭内での労働

により多くの時間を割くようになったのではないかと心配されています。加えて、タバコ生産の導入によって、小作が直面するリスクにも変化が起きており、天候保険などリスクに対する方策の考案も必要であることがわかりました。

インドのマイクロ・ファイナンス

次に、インドにおける女性組織の事例を紹介します。南アジアでは、持続可能で効果的な貧困削減の方策として、マイクロ・ファイナンスが注目を集めています。アーンドラ・プラデーシュ州のマイクロ・ファイナンスは女性による自助組織活動がその基盤となっています。金融貸付はそうした活動のひとつで、女性たちは定期的な会合を開き、自分たちが直面している経済的な課題や社会的な問題についての啓蒙活動を行っています。特に、インドでは歴史的に初等教育が重要視されてこなかったこともあり、識字率が児童就学率が低いままに留まっています。そし



インドの女性組織と筆者

て、こうした貧困削減政策は最貧層の社会集団（カースト）を対象していますが、彼ら自身がそうしたことを問題として認識できていなかったことが大きな課題とされてきました。自助組織による活動はそうした人々をエンパワーし、貧困問題と対峙するだけの知識や技能を修得する機会を提供しようとする試みなのです。

モロッコの地方道路整備

最後に、北アフリカに位置するモロッコの地方道路整備事業を紹介します。モロッコでは、地方における道路インフラの整備が遅れており、現在、計15,500kmにおよぶ地方道路の整備が計画されています。モロッコ政府によるこの地方道路整備事業は円借款により実施されることになっています。そのため、国際協力機構（JICA）もその社会・経済的効果に強い関心を持っています。こうした背景から、JICAでは評価部が中心となってインパクト評価を計画しており、道路整備が始まる直前の2011年に第1回目の調査を実施、道路整備事業の実施後2年を目途に第2回目の調査を行い、道路整備前後の状況を比較することでそのインパクトを分析する予定です。なお、第1回目の調査の際には、類似する道路整備事業が既に行われていた地域においても調査を実施し、道路整備の始まっていない地域との比較も行っています。その結果、道路整備の行われていた地域では、非農業活動からの収入が増えていることがわかっています。そして、道路から近距離に住んでいる家計ほどその増加額は大きく、総所得も増加していることが確認できました。

インパクト評価の意義

こうしたインパクト評価は、単に個別の事業の成否を判断することだけを目的としているわけではありません。特に、期待した結果が得られ

国際協力研究科
准教授

島村 靖治



なかった事業に関しては、何故、期待した結果が得られなかったかを検証する必要があります。事業の実施にあたっては、資金や人材など多くの投資が行われますが、そうした投資がどのような形で利用され、どのような人々に対して、どのような影響を与えることになるのかを検証しなければなりません。そうした検証により同じ失敗を繰り返さないようにすることが大切だといえるでしょう。

更に、インパクト評価の結果を利用して事業の効率性の比較、例えば現在の所得を10%増加させるためにかかるコスト等の事業別比較を行うことも可能です。当然のことですが、資金の効率的な利用のためには、同じ目標を達成するために、できるだけ少ないコストで事業を行うことが求められます。例えば、巨額の投資を必要とするインフラ整備事業よりも、マイクロ・ファイナンス事業の方が効率よく目標を達成することができのかもしれませんが。しかしながら、マラウィの事例が示すように貸付により児童労働が増加してしまうのであれば、それが必ずしも正しい事業選択とはいえません。適切な事業の選択という課題については、様々な事業のインパクト評価の結果を蓄積していく必要があるといえます。

私は現在、JICA評価部の専門員も務めていますが、一連の研究を通じて、国際協力事業の質的な向上に貢献したいと考えています。

細胞間の相互作用で良性腫瘍ががん化する仕組みを解明

がん（悪性腫瘍）とは、腫瘍の中でも異常に増殖し、かつ近隣組織や遠隔組織に浸潤したり転移したりする能力をもつ細胞集団のことです。がんのほとんどは上皮組織に生じますが、その過程では、まず複数の遺伝子変異によって正常な上皮細胞が前がん細胞へと変化し、さらに前がん細胞が過剰に増殖して良性腫瘍が作られます。良性腫瘍は浸潤したり転移したりすることはありませんが、この良性腫瘍にさらに突然変異などが加わることで浸潤・転移能を持つがんが生じます。これが腫瘍の悪性化（がん化）です。これまで、腫瘍のがん化を促すさまざまな遺伝子変異に着目した多くの研究がなされてきましたが、近年、細胞が分泌するたんぱく質ががん化を促進する機能を持つことが知られるようになり、前がん細胞や正常細胞が互いに影響を及ぼし合うことによってがん化が促進されると考えられるようになりました。しかし、生体内で細胞同士がどのように相互作用してがん化が促進するのか、その仕組みを解明する研究はこれまでほとんどなされていません。なぜなら、細胞同士の相互作用とそれによるがん化のメカニズムを哺乳類の生体内で解析するのは技術的にきわめて困難であるからです。

私たちは、細胞間の相互作用を生体内で解析することが可能なショウジョウバエをモデルとして、細胞同士のコミュニケーションによって起こるがん化のメカニズムを研究しています。具体的には、まず、生きたショウジョウバエ個体の

上皮組織でRasというがん遺伝子を活性化させて前がん状態の良性腫瘍を形成させます。この良性腫瘍に約3000種類の遺伝子の突然変異をランダムに1つずつ導入し、良性腫瘍が変化する様子を観察しました。その結果、細胞内のミトコンドリアの機能が低下するような遺伝子変異を導入すると、その良性腫瘍自身ではなく近隣細胞の増殖能が高まることを見つけました。さらに、このとき近隣細胞においてもRas遺伝子の活性が高まっていると、それら近隣細胞は悪性化（がん化）して浸潤・転移能を獲得することが分かりました。このように、良性腫瘍細胞内のミトコンドリアの機能が低下すると周辺細胞のがん化が促されることがわかったので、次にその仕組みを分子レベルで解明しようと試みました。解析を進めた結果、がん遺伝子Rasの活性化とミトコンドリアの機能障害が同時に起こると①活性酸素種（ROS）が大量に産生されて細胞内で酸化ストレスが生じ、JNKシグナルと呼ばれるストレスシグナルが活性化すること、②このJNKシグナルがRasシグナルと協調することでがん抑制経路Hippo経路が不活性化し、これにより通常Hippo経路によって抑制されていた分泌性増殖因子（アンペアードおよびウィングレス）の発現が誘導されて、これらのたんぱく質が周辺の良性腫瘍に働きかけ、がん化を促すことがわかりました（図）（Ohsawa et al., *Nature*, 2012）。このようなRasシグナルの活性化とミトコンドリアの機能障害を同時

に持つ細胞は死滅しにくく、長期に渡ってアンペアドやウィングレスを産生・分泌し続けることから、これら分泌性たんぱく質による慢性的な刺激が周辺細胞のがん化を促すものと考えられます。

以上のように、良性腫瘍の一部の細胞にミトコンドリアの機能低下が起こると、その細胞が分泌性たんぱく質を産生・放出し、これによってその近隣の良性腫瘍が悪性化（がん化）することが初めて分かりました。この研究は、ショウジョウバエをモデルとして用いることで初めて成し得たものです。本研究により、これまで難題であった前がん細胞同士の相互作用によるがん化のメカニズムの1つが初めて明らかとなりました。がん組織でミトコンドリアの機能が低下していることは10年以上も前から知られていましたが、その意味はこれまでほとんど不明でした。今回明らかになったミトコンドリアの機能低下によるがん化の仕組みは、例えば悪性度が特に高いことで知られる膵臓がんで重要な役割を果たしている可能性が考えられます。なぜなら、膵臓がんの約9割はRas遺伝子の活性が高まっているからです。

これまでのがん治療は、がん細胞をいかに

医学研究科准教授

井垣 達吏



生体から除去するかに主眼が置かれてきましたが、そのような戦略ではがんの最大の脅威である再発や転移に対して大きな効果を発揮することができませんでした。今回明らかとなった細胞間の相互作用を介したがん化のメカニズムは、がんの再発や転移における腫瘍の悪性化メカニズムに重要な役割を果たしている可能性が考えられます。今後、ショウジョウバエで明らかになったメカニズムを哺乳類の実験系で確認することで、ミトコンドリア機能障害やそれによって分泌性の細胞増殖因子が放出される機構、すなわち前がん細胞同士の相互作用を標的とした、これまでにない新しいがん治療法の確立が期待されます。

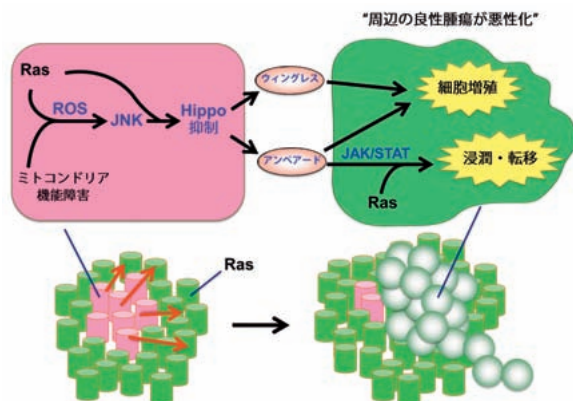


図 細胞間相互作用によるがん化のメカニズム

労働法学の研究

～冷静な視線で現実から目をそらさず～

私の専門とする労働法は、労働者の権利や利益の保護を目的とする法分野です。この目的は明確なのですが、それを具体的に実現するうえで方向性については、見解が分かれることがしばしばあります。たとえば、労働者派遣をみてみると、これは1985年まで職業安定法により禁止されていました。同年の労働者派遣法の制定により合法化されましたが、当初はまだ強い規制がありました。その後、規制緩和が進みましたが、2009年の民主党政権の誕生時に、規制強化がマニフェストに記載され、2012年の政権末期にそれが実現しました。このように、労働者派遣一つとっても、法政策の方向性が大きく変動しています。労働者を保護することが、それほど単純ではないことがわかります。

ところで、法学の研究としては、伝統的に、既存の法律をいかにして解釈すべきかという解釈論が中心でした。法律の文言は、一義的なものではなく、ほとんどの場合、解釈により意味を明確化する必要があります。たとえば、従業員の労働条件を一括して定める就業規則を、企業が不利益に変更する場合、労働契約法10条は、合理性が必要であると定めていますが、その合理性が何を意味するかは明確ではありません。私たちは、「合理性とはこう解すべきだ」ということをめぐり論文を書き、学界で議論を戦わせるのです。また、法の解釈は、最終的には裁判所によって決定されますが、その法解釈の妥当性を論評する判例評釈も、重要な研究活

動の一つです。それによって裁判所の法解釈が変わることもあるのです。

以上の解釈論以外に、法学の研究には、今後いかなる法律を制定すべきかという立法論に関するものもあります。立法論の研究は、以前はそれほど盛んではありませんでした。近年、社会の変化の動きが激しく、次々と法律が制定されるようになるなか、その重要性が高まっています。前述の労働者派遣に対する法規制の方向性をめぐる議論も、このタイプのものです。

私は、解釈論の分野では、労働契約に関する基礎理論に関心をもっています。労働法は、伝統的に、労働者は使用者よりも弱い立場にあり、対等に契約を結べないために、保護していかなければならない、という考え方に立脚していますが、これに疑問があったのです。労働者と一口に言っても、高い技能をもち、使用者と対等に交渉できる人もいでしょう。労働組合を活用して、交渉力を高める人もいます。一方、零細企業などでは、ベテラン従業員に辞められたら困ることもあり、使用者が常に強い立場とは限りません。労働者弱者論というドグマに支配されず、現実を直視しながら、労働者と使用者との間の対等・非対等性の分析を深め、どのような状況が労働者の保護を法的に正当化するのかを一から検討していくことが、私の研究の大きなテーマの一つです。

立法論の分野では、法律は、現実の雇用社会を規律していく強制的な手段の一つであること

を自覚し、法学だけで独走することのないよう、経済学など関係する学問領域と協働することが大切だと考え、そうした面での学際的研究を進めてきました。たとえば、最低賃金を引き上げる立法をする場合、それは「弱い」労働者の保護だけを考えると望ましいことでしょうが、企業は労働コストが高くなったパートの雇用を減少させる可能性があり、そうなるとかえって労働者全体のためにならない、という議論があります。後者の議論は、法律を労働市場のメカニズムの外的な制約要因と考えると、それが市場での取引主体にどのような影響を及ぼすかという巨視的な視点をもつ経済学的な発想によらなければ出てきにくいものです。

また立法論、解釈論のいずれにおいても、外国法の研究がよく行われます。それは、日本の法制度が、もともと欧米から取り入れられたという歴史的事情が関係しています。また経済のグローバル化が進む中で、多くの国で共通する問題があり、他国の経験が、日本法にも参考になることが多いという事情もあります。私は、外国法としてイタリア法を専門にやっていますが、最近のイタリアの労働市場改革における解雇規制の緩和の試みは日本でも注目されており、その動向は、日本の解雇規制をめぐる今後の議論に参考となると考えています。

法学の研究者というと、世間では、法律の知識が豊富な人というイメージがあります。しかし、たとえば私は、労働基準法のような基本的な法律の条文でさえも、何も見ないで正確に言える自信がありません。条文を見ればわかるようなことは、わざわざ覚える必要はないのです。研究者の仕事とは、法的な知識を集積するというような単純作業ではなく、法をいかにして解釈すべきか、あるいは、どのような立法をすべきかということを、法の原理に立ち返り、理論的かつ論理的に考えていく知的作業なのです。そ

法学研究科教授

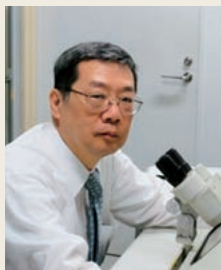
大内 伸哉



して、そういう「べき論」をするためには、法学の素養だけでは不十分で、それに、自分なりの社会哲学や信念を積み重ねていくことが必要となります。政治家や官僚がどうしても眼前の労働者の保護に目を奪われがちなのなか、労働法研究者は、そこから一步引いた冷静な視線で、しかし現実から目をそらすことなく、労働者の保護のあり方についての思索を深めていくことが求められています。そこにこそ研究者としての存在意義があると考えているのです。

神戸大学の電顕宣教師

大学教員は子供の頃から学校とは縁が切れない。教員と学生が活動する学校はなんであれ共通している。退職すると経験したことのない学校不在の環境に晒される。人生が私に何をするのか再び問いかけもある。数年前からの問いかけである。そうすると、私には研究・教育・役職以外に別の仕事があることに気がついた。電子顕微鏡がそうである。私と電顕とのつきあいは長い。電顕でみる細胞には「見事な生物曲線」と「曲線で現される機能美」が存在する。細胞の実在が圧倒的である。電顕像はまたアートでもある。電顕が示すミクロ世界は美しい。視覚を通じて細胞像がもたらす衝撃力に心動かされる。このインパクトが科学の説得力となる。電顕は科学に貢献できるが、その技術を伝承するのは難しい。初心者技術継承、特に電顕試料作製の伝承に成功しているように見えない。原因は教え方が悪いからだと思う。過去教育は経験律しか教えなかった。まるで試料作製は料理レシピである。レシピを教えられた研究者は試料作製に失敗すると理由がわからず研究がとまる。固定・脱水・重合・染色機序が必要と感じる瞬間である。学問の要は独創性にあるが、独創だけが社会に貢献するものではない。自然科学には多様な分野があるが電顕学という学問はなく電顕法という技術があるだけである。情報を吟味して理論と技術のバランスのとれた電顕学をつくりたい。これは大望である。理論を普及させるためには、情報の記述ではなく化学を利用する方がよい。私は化学が苦手であるがそれでも化学的に説明できるように理論を学習はでき

朴
ボク
シ
ョウ
ウ
イ
ン
允

神戸大学名誉教授

経歴

- 1970年 鳥取大学農学部 卒業
- 1977年 京都大学大学院農学研究科 農学博士取得
- 1980年～1998年 帝京大学医学部整形外科教室助手
- 1989年 帝京大学 医学博士取得
- 1998年～2012年 神戸大学大学院農学研究科教授
- 2005年 医学生物学電子顕微鏡技術学会 技術部門学会賞 受賞
- 2006年 日本植物病理学会賞 受賞
- 2008年 32回兵庫県井植文化賞 科学部門個人賞 受賞

る。それで過去14年間、試料作製中に起こる化学反応を説明する番外講義を農学部で行ってきた。対象者は私の学生である。3日間およそ15時間に及び板書講義である。毎年70名近い受講者が集まる。半数が学外者の研究者と技術者である。「15th化学から見た電顕生物試料作製の原則」を平成25年2月9日に行うこととした。電顕理論を普及させて初心者を助けたい。時折、挫けそうになるので私はこの活動をミッションと思い込むことにした。とうとう教師から宣教師になってしまった。神戸大学発の電顕宣教師となって第二の人生を歩みたい。その先に一体何が待っているのだろうか。

神戸大学のスタッフが著者、編者、監修者、翻訳者で、
神戸大学ホームページ「神大人の本」コーナーに
掲載された新刊を紹介します。価格は税込みです。

神大人の 本



地震と噴火は必ず起る
大変動列島に住むということ

異好幸 著
新潮社 2012年8月
1,260円



基礎生物学テキストシリーズ10
遺伝子工学

近藤昭彦・芝崎誠司 編著
化学同人 2012年3月
3,990円



学生の学力と
高等教育の質保証I

山内乾史 編著
学文社 2012年9月
2,205円



インクルーシブな社会を
めざして
〈共に生きる〉とはどういうことか

津田英二 監修、神戸大学大学院人間発達環境学研究科ヒューマン・コミュニティ創成研究センター、障害共生支援部門 編
かもがわ出版 2011年10月 630円



物語としての発達／
文化を介した教育

津田英二 著
生活書院 2012年10月
2,415円



近世米市場の形成と展開
幕府司法と堂島米会所の発展

高槻泰郎 著
名古屋大学出版会 2012年2月
6,300円



東突厥斯坦独立運動
1930年代-1940年代

王柯 著 香港中文大学出版社
2012年12月
145香港ドル



The Future of
the Patent System

Ryo Shimanami 著
EDWARD ELGAR Publishing
2013年1月
95英ポンド



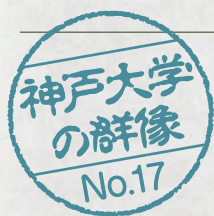
変貌する日本型経営
グローバル市場主義の進展と日本企業

上林憲雄 編著
中央経済社 2013年2月
3,780円



行政学

曾我謙悟 著
有斐閣 2013年2月
2,835円



神大出身のノーベル賞受賞者

山中 伸弥

神戸大学附属図書館大学文書史料室長補佐 野邑 理栄子

2012年10月8日iPS細胞研究の功績によりノーベル生理学・医学賞受賞の快挙を成し遂げた山中伸弥氏は、神戸大学の卒業生である。

山中氏は、1962年大阪府生まれ、1981年神戸大学医学部に入學、1987年に卒業した。在学中の6年間は、柔道部、次いでラグビー部に入り活躍するとともに、靱帯断裂や骨折などの大きなケガにも悩まされたことから、当初はスポーツ外傷の専門医を目指して勉學にスポーツに青春を燃やしたという。神戸大学での課外活動と医学教育の経験が、後年の輝かしいノーベル賞受賞へと続く医学の道の出発点であった。卒業後は国立大阪病院で整形外科の臨床研修医を勤めたが、現代医学では治すことができない重症患者の苦む姿と父の死に接して臨床医学の限界に悩み、基礎医学へと進路変更して大阪市立大学大学院医学研究科の薬理学専攻に進學、1993年修了、3年間のアメリカ留学の後、大阪市立大学助手、奈良先端科学技術大学院大学助教授、同教授、京都大学教授を歴任し、2006年世界で初めてマウスiPS細胞樹立に成功しアメリカ科学雑誌『セル』に論文発表して世界中の研究者を驚愕させた。

2008年4月の神戸大学入学式で行った記念講演「iPS細胞研究で学んだこと」では、自



らの経験を生かして若い後輩たちにエールを送った。まず、研究を行う際の重要事項として「マラソン」「VW（ビジョン&ハードワーク）」「塞翁が馬」の3点を挙げ、勝ち負けにこだわらずマラソンのように自己ベストの更新に重点を置くこと、ハードワークは大切だがその前にビジョン

をはっきり持つこと、人間万事塞翁が馬なので調子の良し悪しで一喜一憂しないことの大切さを語った後、神戸大学出身者としての矜持を次のように強調して締めくくった。「神戸大学の卒業生であることを誇りに思っています。また、大学から離れていますが、神戸大学のOBの方にどれほど励まされ、助けられたか判りません。…神戸の医学研究というのは横綱、と言っては嘘になりますが、神戸大学は横綱をいつも倒そうと狙っている、10回くらいやれば2回くらいは勝ってしまう関脇や小結のような存在であります。非常に一目置かれています。その卒業生であることを支えにして今まで頑張ってきましたし、これからも頑張っていけると思います。私は医学系のことしか分かりませんが、神戸大学の他の学部、文系、理系も全く同じだと思います。きらりと光るOBの方が沢山おられて、非常に強いネットワークが出来ています。ですから新入生の皆さん、神戸大学生であることを誇りに思ってください」

「神戸大学最前線」へのご愛顧に感謝

「神戸大学最前線」19号をお届けします。2004年に国立大学が法人化されたのに伴い、神戸大学の研究・教育・産学官民連携の進展を広く知っていただくためのツールとしてスタートしました。それから9年を経る間に研究開発のスピードは早まるばかりで、本誌が発行されたときには内容が多少古くなることもありました。ホームページなどの電子媒体での広報と役割分担を考え直すべきだとの声も多く、本誌は一定の役割を終えたとの評価も出て、今号で終刊することとなりました。ご愛読いただいた皆様に感謝致します。同様に保護者の方を中心に配布しておりました「KOBE university STYLE」も中味、題名、配布先などを見直しすることにしております。新規発行予定の神戸大学広報誌にはキラリと光る最先端研究も取り上げる予定です。

(神戸大学広報室)



<http://www.kobe-u.ac.jp>