



2013年6月APRU第17回年次総会(ウラジオストク・FEFU)

Science and Technology in Society forum
Tenth Annual Meeting 2013
October 6-8, 2013, Kyoto, Japan

2013年10月第10回STSフォーラム

2013年9月第3回日独6大学学長会議

International Activities 2013

大阪大学の国際交流



2013年12月在ハトナム卒業生の交流会

2013年11月第8回日中大学長会議



2013年12月AEARU第19回総会・第33回理事会(台湾・国立清華大学)



2013年12月日越6大学シンポジウム



I 世界をリードする研究

Global Thinkings

世界
トップレベルの
研究と学問

•QS World Ranking 2013:

55位 免疫学 7位

•World Ranking

in Thomson Reuters Journal Citation
by Disciplines in September,
2013 (in 22 categories)

16位 化学
20位 材料科学
33位 生物学・生化学
31位 物理学
44位 複合領域
43位 分子生物学・遺伝学
64位 微生物学



地域に生き
世界に伸びる
グローバル
ユニバーシティ

世界に広がる
世界とつながる

部局間学術
交流協定数
464件
65カ国

外国人留学生数
2,012人
105カ国

大学間学術
交流協定数
99件
29カ国

外国人研究者受入数
860人
71カ国

Worldwide Network

未来戦略

大阪大学が22世紀においても輝き続けるために策定した「未来のための戦略シナリオ」の骨子です。過去・現在・未来へと大阪大学をつないでいくために、全力を挙げて一つひとつを遂行に移し、未来における大阪大学の基盤を以下の8つの方針に基づき確固たるものにしていきます。

- 8 教育と研究の基盤を支える大学運営
- 7 質と倫理を兼ね備えた大学病院
- 6 大学と人と地域が交流する社会学連携
- 5 豊かな社会を生みだす産学連携

- 4 世界が大阪大学を目指す国際戦略
- 3 世界に通用する人を育む教育
- 2 本質を究め未来を創造する研究
- 1 大阪大学未来戦略機構の創設

大阪大学未来戦略機構 Institute for Academic Initiatives

未来戦略機構の特徴は、部局縦割りの教育研究と管理運営を排し、部局や教員が連携協力して学際的・融合的な取り組みが機動的に推進できるよう、総長のトップマネジメントの下で大阪大学の特筆分野にさらに磨きをかけ、総力を挙げて大学システムを革新させる「大学の中の大学」プロジェクトです。



“世界トップ10”に向けた 部局マネジメント及び人材育成・獲得支援策

卓越した外部人材の招致

- 大阪大学特別教授制度**
- 年俸制、クロス・アポイントメント制度**
▶詳細23ページ
- グローバル化推進教授招へいプログラム**
目的: 教員の多様化並びに国際化、学部・大学院学生教育のグローバル化の推進を支援するため
概要: 国際的に評価されている外国の研究型大学のPh.Dを取得し、世界トップレベルの優れた業績をあげている研究者を大阪大学教授として新たに雇用する場合に教育研究経費を交付
- 外国人教員等採用促進プログラム**
目的: 学部・大学院における研究・教育のグローバル化を推進するため
概要: 部局が優れた業績をあげている外国人研究者等を大阪大学専任教員として雇用する場合に研究教育整備費を交付

内部人材の更なるパワーアップ

- 学内財源配分の見直し等**
目的: 基礎研究の推進や人材育成など、大阪大学の将来の発展に有効活用することを目指すとともに、「基礎研究→応用研究→社会への還元→基礎研究」の未来志向のサイクルを確立するため
概要: 間接経費、寄附金、産学官連携推進活動経費及び附属病院経費といった財源の配分を再構築。その一環として、間接経費については、間接経費を獲得した研究者に獲得額の20%相当額が配分できるようにすることで、競争的研究資金の獲得を全学的に推進及び、施設老朽化対策として、保有面積に対する一定額を本部に留保
- 研究者に対する報奨制度の拡充**
目的: 科学研究費補助金(以下、「科研費」と表記)等の競争的資金による研究の活性化を図るため
概要: 科研費などの競争的資金を新たに獲得した研究者や、多額の間接経費を獲得した研究者を報奨するため、新たに大阪大学総長顕彰により表彰し、報奨金を支給
- 大阪大学未来知創造プログラム**
目的: 本学の将来を支える多様な研究を育み、創造性に富み、チャレンジングで独創的なアイデアと未来を拓く人材を輩出するため
概要: 異なる研究分野の若手研究者の連携による共同研究に対し研究費を支援

- 大阪大学未来研究イニシアティブ・グループ支援プログラム**
目的: 大阪大学ならではの基礎研究の推進や、国家的課題解決に向けた研究にイニシアティブを発揮するため
概要: 部局横断的な提案や新たな研究分野の創出の芽を育てる提案に対し研究費を支援
- 科研費チャレンジ支援プログラム**
目的: 大型の競争的資金へのチャレンジを支援するため
概要: 科研費の「基盤研究C」「若手研究B」に応募している研究者の上位研究種目への挑戦を支援
- 科研費相談員制度**
目的: 科研費の採択率の向上を図るため
概要: 科研費へ初めて応募、上位種目等に挑戦する研究者に対し、研究計画調書作成等をアドバイス
- 大阪大学特別教授制度(再掲)**
- 年俸制、クロス・アポイントメント制度(再掲)**

グローバル化の強化推進

- 国際共同研究促進プログラム**
▶詳細24ページ
- 学生の海外派遣、受け入れ支援**
目的: 教育の国際化に向けた取組を加速するため
概要: 留学、海外研修等に積極的に参加できるように学生に経済的支援を行う
また、学生の海外派遣及び留学生の受け入れを積極的に行う部局に対しても経費を支援
目標値: 日本人学生と留学生在が互いの文化を理解し切磋琢磨する環境(グローバルキャンパス)の実現へ2020年までの目標値を設定
●海外に送り出す日本人学生...4%→8%
●海外からやってくる留学生...留学生全体 8%→15%
学部生(正規及び短期留学生) 4%→10%
大学院生(正規及び短期留学生) 15%→25%
- 若手研究者の海外派遣、受け入れ支援**
目的: 若手研究者による国際共同研究の機会を増加させることにより優れた研究成果を創出し、大阪大学の研究力強化を図るため
概要: 大阪大学の若手研究者による、今後の展開が期待できる海外派遣・受け入れ計画に対し、旅費・滞在費を支援

部局マネジメントの充実

- 部局長裁量未来戦略ポストの配分**
目的: 部局の優れたマネジメントを全学的に応援し、各部局等の教育研究レベルを一層高めていくことを目指す
概要: 大阪大学の未来戦略実現のため、積極的なマネジメントを行っている部局に対して、部局長裁量ポストを配分
- 部局長未来戦略裁量経費の配分**
- 事務(部)長未来戦略裁量経費の配分**
目的: 部局の優れたマネジメントを全学的に応援し、大学全体に相乗効果が生まれることを目指す
概要: 大阪大学の未来戦略実現のため、積極的なマネジメントを行い、優れた成果をあげつつある部局や部局の事務部等に対して、裁量経費を配分
- 研究成果の国際的発信支援プログラム: 英語論文の投稿支援**
目的: 若手研究者・女性研究者を対象に、海外の学術誌への英語論文の投稿を支援することにより、研究成果の国際的発信力を一層高め、大阪大学の研究力の強化を促進するため
概要: 大型教育研究プロジェクト支援室のリサーチ・アドミニストレータ(URA)による個々の研究者に適した学術英文校正等の支援

大阪大学特別教授

阪大が誇る世界を牽引する教育研究者

大阪大学は、学問を介して「調和ある多様性」を創造するという理念のもと、創立100周年を迎える2031年に「世界適塾」として世界トップ10に入ることを目指しています。

その一つの方策として、卓越した業績を有し、先導的な役割を担う教授に対し、その貢献を讃えるとともに、その活動をサポートすることにより、本学の国際的競争力のある世界的拠点となることを目指すため、「大阪大学特別教授制度」を平成25年4月に創設しました。

「未来戦略」に向けた人事・給与システム柔軟化の本格始動

大阪大学は、2031年に創立100周年を迎え、世界のトップ10に入る研究型総合大学を目指し、大学改革を積極的に推進しています。その一つの方策として、「大阪大学未来戦略」の「教育と研究の基盤を支える大学運営」の中で掲げる「柔軟な人事制度の構築」を具現化する新たな人事制度として年俸制とクロス・アポイントメント制度を導入しています。

世界的に活躍する研究者を迎える 年俸制

国際的に優れた研究者をロシア科学アカデミーより未来戦略機構・教授として迎え、国際的な拠点を目指している大阪大学の光量子科学研究拠点形成を進めます。

大阪大学と別の機関の双方で活躍が可能 クロス・アポイントメント制度

かねてより共同研究が行われてきた理化学研究所と本学核物理研究センターが、「クロス・アポイントメント制度」に基づく協定を締結し、常勤の研究者を本学に迎え、両機関が今まで以上に緊密に連携していくことで、研究の飛躍的な発展が見込まれます。

協定概要

◎対象機関 理化学研究所 仁科加速器研究センター
大阪大学 核物理研究センター

各特別教授に授与された賞状と盾



審良 静男 免疫学フロンティア研究センター・教授
功績：「自然免疫に関する教育研究業績」

石黒 浩 大学院基礎工学研究科・教授
功績：「人と関わるロボットの研究開発に関する教育研究業績」

大竹 文雄 社会経済研究所・教授
功績：「労働経済学、公共経済学に関する教育研究業績」

河田 聡 大学院工学研究科・教授
功績：「ナノフォトニクスに関する教育研究業績」

北岡 良雄 大学院基礎工学研究科・教授
功績：「物性物理学に関する教育研究業績」

坂口 志文 免疫学フロンティア研究センター・教授
功績：「制御性T細胞による免疫応答制御に関する教育研究業績」

難波 啓一 大学院生命機能研究科・教授
功績：「生体超分子の立体構造と機能の解明に関する教育研究業績」

西尾 章治郎 大学院情報科学研究科・教授
功績：「情報科学に関する教育研究業績」

濱田 博司 大学院生命機能研究科・教授
功績：「発生物学に関する教育研究業績」

原田 明 大学院理学研究科・教授
功績：「高分子化学に関する教育研究業績」

福住 俊一 大学院工学研究科・教授
功績：「機能物質化学に関する教育研究業績」

三浦 雅博 大学院工学研究科・教授
功績：「有機合成化学に関する教育研究業績」

吉森 保 大学院生命機能研究科・教授
功績：「細胞生物学、特にオートファジーに関する教育研究業績」

国際共同研究促進プログラム

最先端の研究を展開している外国人研究者と大阪大学の研究者との共同研究を支援

平成25年度採択プログラム/15件

宇宙論的視点で追う巨大ブラックホールの生成と進化		
研究代表者	理学研究科/教授	長峯 健太郎
招へい研究者	ケンタッキー大学/物理・天文学科/教授	Isaac Shlosman

高齢双生児レジストリを用いた遺伝と環境要因が健康に及ぼす影響の国際比較研究～健康長寿社会構築のエビデンス形成～		
研究代表者	医学系研究科附属ツインリサーチセンター/教授	早川 和生
招へい研究者	ヘルシンキ大学/Dept. of Social Research/Acting Professor	Karri Tapani Silventoinen

口腔顔面の発育発達様式の解明		
研究代表者	歯学研究科/准教授	村上 秀明
招へい研究者	コペンハーゲン大学/三次元顔面画像研究所/所長/教授	Sven Kreiborg

他者の中に自己をみつめるロボット——同調・脱同調 に応じた意識ダイナミクスの構造的な理解		
研究代表者	工学研究科/教授	浅田 稔
招へい研究者	カリフォルニア工科大学/Division of Biology/教授	Shinsuke Shimojo

海洋再生可能エネルギーの吸収効率向上と装置の実用化に関する総合工学的研究		
研究代表者	工学研究科/教授	柏木 正
招へい研究者	ナント中央理工科大学/流体・エネルギー・大気環境研究所/教授・所長	Pierre Ferrant

光・量子ビーム技術による高エネルギー密度物質探査に関する日仏連携研究		
研究代表者	工学研究科/教授	兒玉 了祐
招へい研究者	フランス国立科学センターエコールポリテクニク/レーザー中央研究施設(LULI)/研究ディレクター	Michel Koenig

個々の原子の元素同定法の開発		
研究代表者	工学研究科/准教授	杉本 宜昭
招へい研究者	チェコ科学アカデミー/Institute of Physics/Group leader	Pavel Jelinek

固体表面の精密官能基化によるシングルサイト不均一触媒の創出		
研究代表者	基礎工学研究科/教授	真島 和志
招へい研究者	スイス連邦工科大学チューリッヒ校/化学科/教授	Christophe Copéret

ソフトウェアライセンスの履歴分析技術の共同開発		
研究代表者	情報科学研究科/教授	井上 克郎
招へい研究者	ヴィクトリア大学/Department of Computer Science/准教授	Daniel Morales German

大規模神経活動計測技術と計算論的手法の融合によるアクティブビジョンの神経機構の解明		
研究代表者	生命機能研究科/教授	藤田 一郎
招へい研究者	ユーリッヒ総合研究機構/神経科学医学研究所(INM-6)/副所長 アーヘン工科大学/教授	Sonja Grün

トランスポーター制御による細菌恒常性維持機構の解明と新規治療戦略の開発		
研究代表者	産業科学研究所/准教授	西野 邦彦
招へい研究者	香港大学/School of Biological Sciences/Assistant Professor	Aixin Yan

モデル細胞による効率的な水素生産に向けた光合成エネルギー変換システムの構造基盤解明		
研究代表者	蛋白質研究所/教授	栗栖 源嗣
招へい研究者	ルール大学ボーフム/Faculty for Biology and Biotechnology/教授	Thomas Happe

ゲノム不安定化を抑制するエピゲノム、染色体ダイナミクスの分子メカニズム		
研究代表者	蛋白質研究所/教授	篠原 彰
招へい研究者	フリードリヒ・ミーシャー研究所/所長	Susan Margaret Gasser

最先端経済理論研究と制度設計への応用		
研究代表者	社会経済研究所/教授	芹澤 成弘
招へい研究者	インド統計大学/Economics and Planning Unit/准教授	Debasis Mishra

高密度超冷中性子による時間反転対称性の検証		
研究代表者	核物理研究センター/教授	畑中 吉治
招へい研究者	カナダ国立素粒子原子核物理研究所/Science Division/Senior Research Scientist, Particle Physics Group Leader	Akira Konaka

平成26年度採択プログラム/7件

超高齢期高齢者のサクセスフルエイジングを支援する介護福祉サービスの開発に向けた認知科学的・老年社会学的研究		
研究代表者	人間科学研究科/教授	苅阪 満里子
招へい研究者	カリフォルニア州立大学/Department of Psychology/教授	Hideya Koshino
招へい研究者	エルスタ・シェンダール大学/Institute of Civil Society/教授	Victor Pestoff
招へい研究者	フォード大学/Department of Psychology/准教授	Daniela Jopp

人文科学における日仏研究交流拠点の形成——思想・教育・臨床を中心として——		
研究代表者	人間科学研究科/教授	檜垣 立哉
招へい研究者	パリ第10大学/西ナンテール/哲学科/教授	Anne Sauvagnargues

患者・市民の参加による医学研究のガバナンス構築のための基盤づくり		
研究代表者	医学系研究科/教授	加藤 和人
招へい研究者	オックスフォード大学/Centre for Health, Law and Emerging Technologies (HeLEX), Nuffield Department of Population Health/所長	Jane Kaye

ファンクショナル・フォトニクス:ナノ光機能の探索と学術展開		
研究代表者	工学研究科/教授	河田 聡
招へい研究者	モロッコ先端科学イノベーション研究機関(MAScIR)/The Optics & Photonics Center/センター長	Sekkat Zouheir

有機半導体材料の特有的電子機能発現と本質的特性評価法による機能追求		
研究代表者	工学研究科/教授	関 修平
招へい研究者	ワシントン大学/Department of Chemical Engineering/教授	Samson A. Jenekhe

アジア太平洋地域の平和と安定:国際行動規範形成のための重層的な分析		
研究代表者	言語文化研究科/教授	杉田 米行
招へい研究者	フィンランド国際問題研究所/グローバル安全保障リサーチプログラム/上級リサーチフェロー	Bart Gaens
招へい研究者	ジョージメイソン大学/公共国際関係/Clarence Robinson Professor of International Studies	John Pade
招へい研究者	ノースウェスタン大学/歴史学部/教授	Laura Hein
招へい研究者	ヨーロッパ日本研究所/所長	Marie Söderberg

不妊関連遺伝子のノックアウトマウス作製とその機能解析		
研究代表者	微生物病研究所/教授	伊川 正人
招へい研究者	ハイラー医科大学/病理免疫学教室/教授	Martin M. Matzuk



2013年9月発行
大阪大学ニュースレター61号 掲載
「先端人」総長と若手研究者との対話 より

人工骨

自然から学ぶ マテリアル研究の 可能性に挑む

「骨」にかわる素材から
太陽光をエネルギーにかえる
「触媒開発」まで

マテリアル系の研究は、大阪大学における代表的研究分野の一つ。

中野貴由教授は、材料工学的手法を駆使して人工関節など骨の代替材料を開発するなど、医療分野にも貢献。原点である材料工学研究の進展にも大きく寄与したとして2012年、日本学術振興会賞を受賞した。

森浩亮教授は、環境調和型エコマテリアルの分野で、太陽光を化学的エネルギーに変換する光触媒開発を初めとする各種触媒技術の最先端研究に取り組み、触媒学会の奨励賞などを受賞している。

今回は、平野俊夫総長が「かえる」「かわる」をキーワードにマテリアル研究の可能性や魅力などについて語り合った。

工学研究科・マテリアル生産科学専攻 教授

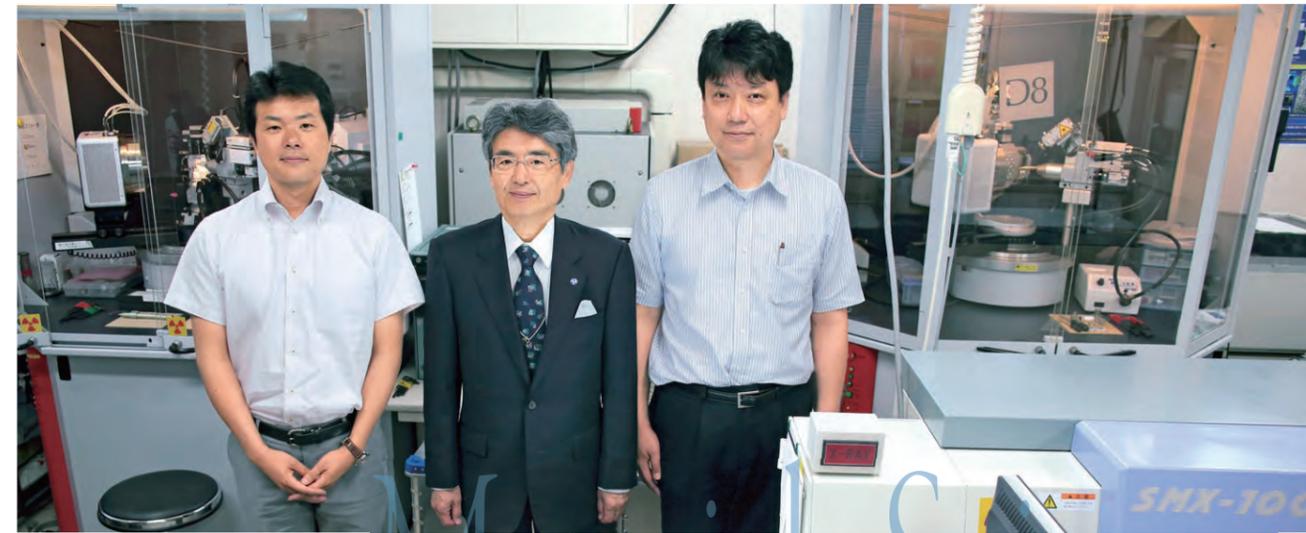
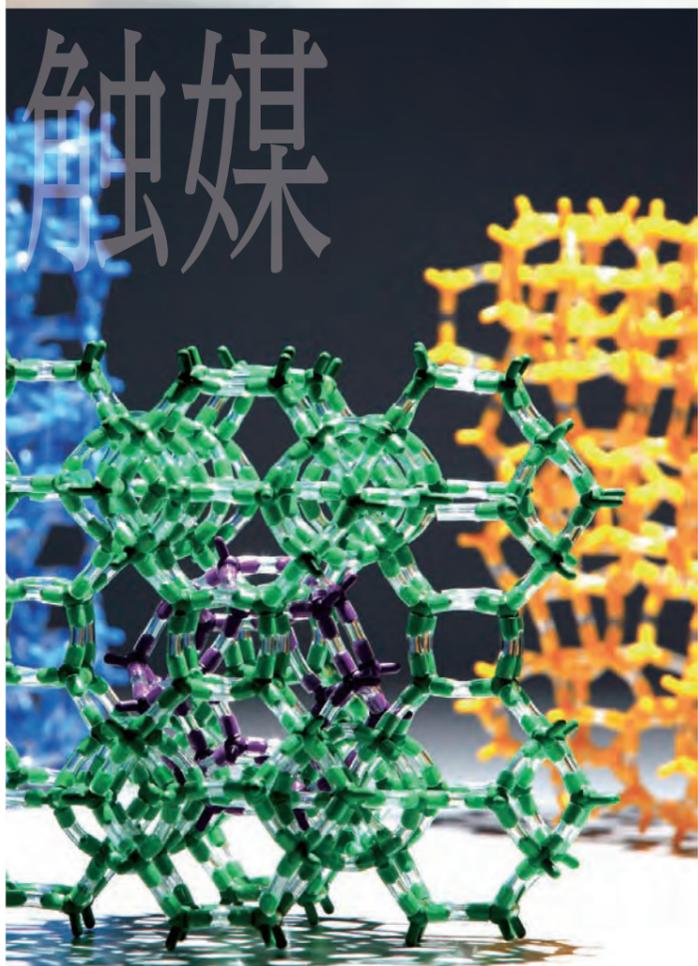
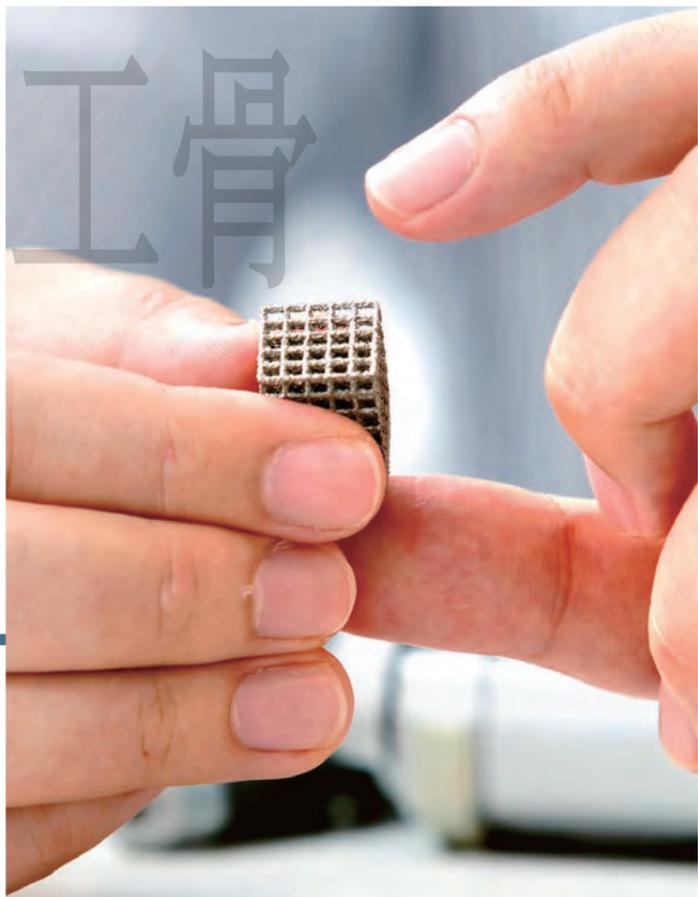
中野貴由 Takayoshi Nakano

工学研究科・マテリアル生産科学専攻 准教授

森 浩亮 Kobsuke Mori

大阪大学総長

平野俊夫 Toshio Hirano



写真左から森准教授、平野総長、中野教授

Materials Science

材料工学アプローチで 骨にかわる材料開発

平野 私はずっと材料科学分野の研究者と対話したいと思っていましたので、今回お二人の研究についてうかがうのを楽しみにしていました。まず中野先生から、ご自身の研究内容についてご説明いただけますか。

中野 私の現在の研究は簡単に言うと、骨の代替材料を骨微細構造に基づき開発することです。そのバックグラウンドになっているのが金属材料研究です。社会基盤を支える金属材料といえば、鉄やアルミニウムなどですが、こうした材料は一般に立方体構造で高い等方性(性質が方向によって異なること)を示すという特徴があります。一方で骨組織など自然界の構成物は極めて強い異方性(性質が方向によって異なること)を示します。そのため、私は、生体内で等方性が高い材料を必ずしも使う必要はないと考えています。代替材料として生体機能を発揮するためには、自然界の異方性を活用すべきであると考え、異方性の材料科学を極めたいと思っています。

最初のきっかけになった航空宇宙材料を研究する中で、高い異方性を持つ六角柱の構造がわずか10%存在するだけで、材料特性を決めていることを見つけたことが、私がマテリアル研究に魅了されるきっかけです。

平野 つまり材料の10%の構造を変えることで全体の特徴が全くかわるということですか。

中野 そうです。等方性は材料が変形するためにこれまでは常識的に利用されてきましたが、異方性は必要な方向に必要なだけ、さらには特定方向に極めて高い機能を発揮させたり、新規な機能を創出させたりもできます。もともとは金属材料研究に没頭していたのですが、異方性材料の可能性に興味をひかれ、研究の主体が異方性を共通項に持つ骨にかわっていったのです。

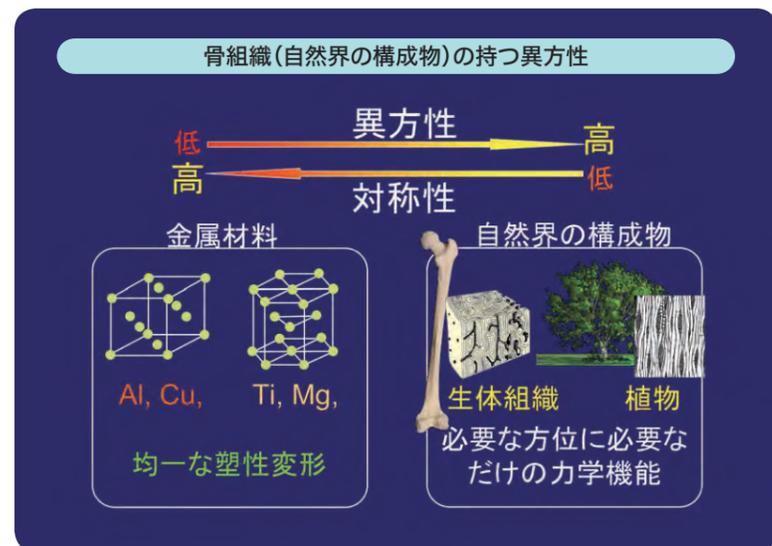
骨強度発現のメカニズムを知る

平野 なぜ骨に興味を持つようになったのですか。

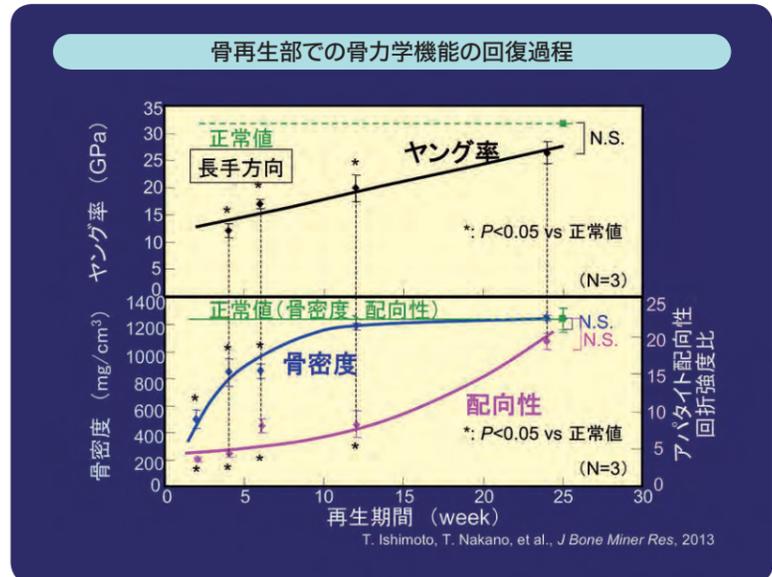
中野 それまでは主に等方的な材料研究に携わっていましたが、JALのボーイング787に搭載されているチタンとアルミの組み合わせなど、耐熱材の「タービンブレード」を研究し、異方性が非常に重要であることを見出しました。同じように「力を支える材料」ということで、骨自体さらにはその機能を代替する人工関節などの研究に魅かれていきました。

平野 航空機の素材から骨にテーマが変わるとは、大変飛躍しましたね。

中野 実際、骨の治療には金属材料が多く使用されていて、生命科学の分野に材料工学から貢献できないかと考えたのです。骨は



金属と自然界の構成物を見ると、異方性(方向によって性質が異なること)が大きく異なり、自然界の構成物は、異方性が高く、一定の方向に機能を発揮する。



骨再生過程における、ヤング率(材料の強さの指標)の変化に対応するアパタイト配向性と骨密度の関係。配向性は骨密度に遅れて再生が進み、ヤング率の大部分は配向性によって決定され、骨密度の貢献は小さい。

成分の9割が、しなやかな線維としてのコラーゲン(タンパク質)と強度を発揮するアパタイト(セラミックス)からできています。これまで骨の強度はアパタイトの密度(骨密度)で決まると信じられていましたが、材料工学が得意とする原子レベルで骨を見ていくと、例えば骨の再生時にはアパタイトの配向性(骨質)が強く支配していることがわかってきました。つまりアパタイトの並び方が非常に重要なのです。

平野 もう少し具体的に説明してください。

中野 私は、このアパタイトが航空機に使われる材料の一部である六角柱状の異方性結晶構造を持つことも知りました。骨は、六角柱のアパタイトと線維状のコラーゲンが一定方向に規則的に並んだ構造をしており、こうした構造が荷重に対する力学的な強さをもたしています。また骨は、荷重が異なる部位毎にアパタイトの配向性が異なるなど、優れた構造を持っていることも見出しました。私は、骨は一定の構造ができていても荷重をセンシングする細胞によって配向性が柔軟に変化するものと考えています。研究室では、工学研究科では珍しく動物飼育施設も完備し、生体内における骨配向化のメカニズムを原理原則から明らかにしたいと挑戦しています。

平野 そのような研究は生命科学の分野かと思いますが、それをどう材料工学と結びつけていくのですか。

中野 骨に学ぶというか、骨の微細構造が原子レベルで行っている仕組み、さらにそれを模倣した材料を代替材料で実現できないかと考えました。例えば人工関節などは、骨の微細



●中野貴由(なかの たかよし)
1990年、大阪大学工学部・金属材料工学科卒業。92年大阪大学工学研究科・金属材料工学専攻を修了。同年、工学部材料物性工学科・助手、99年工学研究科・講師、01年工学研究科・助教授、05年同科・マテリアル生産科学専攻・助教授、07年同科・マテリアル生産科学専攻・准教授。08年から同教授。工学研究科附属構造・機能先進材料デザイン教育・研究センター・教授、臨床工学融合研究教育センター・教授も兼任。生体・再生・疾患硬組織の結晶学的評価法、アパタイト配向化機構の解明に関する研究や、生体用金属材料の開発と骨質制御など「異方性の材料科学」をキーワードに取り組んでいる。

構造に学び、あたかも生体骨として振る舞うような、そして長期に骨となじみ、維持できるような人工材料を作りたいと考えています。

太陽光を化学エネルギーに変換する光触媒

平野 では、同じマテリアル系の森先生、ご自身の研究について説明ください。

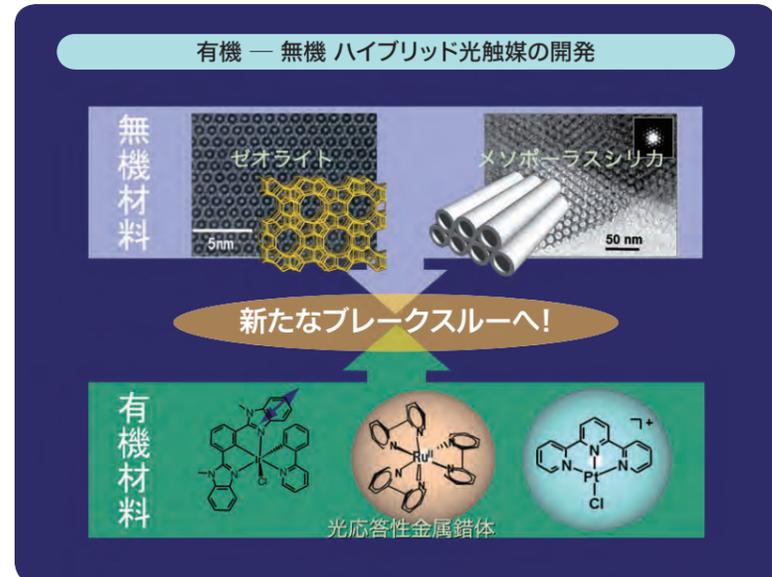
森 学生時代から一貫して、触媒材料の設計・開発を行っています。触媒は、表舞台に出てくるものではないのですが、「化学反応のあるところに触媒あり」と言われるように、縁の下の力持ち的な重要な存在です。実際触媒技術は、環境や資源エネルギー分野、化成品製造、医薬・農業分野など、あらゆる場面で使用されています。私の研究テーマは、太陽エネルギーで駆動し、水から水素エネルギーを製造する人工光合成の新しい光触媒の開発です。太陽エネルギーの地球表面への供給量は 3.0×10^{24} J/年ですが、人類のエネルギー消費量は 5.5×10^{20} J/年。つまり計算上では地球上に降り注ぐ太陽エネルギーの約0.02%を有効利用できれば、人類が必要とするエネルギーが賄えます。極めてチャレンジングではありますが、実用化レベルにまで発展すれば、人類が直面している地球規模でのエネルギー問題を解決できるような、波及効果の大きな研究成果となります。

平野 光触媒とはどのようなものなのか教えてください。

森 地球上に無尽蔵に降り注ぐ太陽エネルギーを、有用な化学エネルギーに変換するための材料のことです。光触媒の開発には世界中の研究者が取り組んでいますが、有機材料か無機材料、どちらか一方からのアプローチがほとんどです。私はこの分野でのブレークスルーを達成したいと思い、金属錯体を基盤とした有機材料と多孔質シリカを基盤とした無機材料の特徴を併せ持った光触媒の開発にチャレンジしています。

白金より高活性な触媒を開発

平野 触媒は、自動車の排気ガス処理にも使用されていますね。



無機材料から、あるいは有機材料からのアプローチが進められていた触媒研究をハイブリッド(混合)することで、今までにない触媒の力を見出だす。

森 日本ではガソリンエンジンが主流ですから、ガソリン用三元触媒を使用して、排気ガス中の炭化水素・一酸化炭素・窒素酸化物を、無害な二酸化炭素と水に分解して排出してい



●森 浩亮(もり こうすけ)
1999年大阪大学基礎工学部・化学工学科卒業。00年大阪大学基礎工学研究科・化学系専攻を修了。03年大阪大学基礎工学研究科・物質創成専攻を修了。04年カリフォルニア大学バークレー校博士研究員。05年同科・物質創成専攻・特任助手、05年工学研究科・マテリアル生産科学専攻・助手、07年同専攻・助教。09年同専攻・講師、11年から同専攻・准教授。太陽光で駆動する光機能材料の開発とエネルギー変換反応への利用や、金属ナノクラスター触媒の設計とグリーンケミストリーへの応用、複数機能を有する多機能集積型エコ触媒の創成などに取り組んでいる。

ます。しかし、触媒に用いられている白金・ロジウム・パラジウムなどの貴金属は非常に希少で高価なので、世界的に確保が難しくなる時代が来るといわれており、脱貴金属が検討されています。一方、ヨーロッパで主流であるディーゼルエンジン用の排ガス処理触媒の開発も重要な研究課題です。ディーゼルエンジンは変換効率がよく、ガソリンより安価で低燃費といった特徴がありますが、窒素酸化物や、最近中国からの飛来が問題になっているPM(粒子状物質)などが発生するデメリットもあります。こちらも現状では高価な白金が触媒として用いられており、私は、これを鉄や銅、ニッケルなどの汎用金属で代替する元素戦略的なアプローチで研究を進めています。日本のような資源の乏しい国では特に重要な研究であります。

平野 ディーゼルエンジン用排ガス処理触媒は実用化されているのですか。

森 白金触媒に比べて安価で、しかも地球上に豊富に存在する銅触媒にある仕掛けをすることで、白金より高い活性を示す触媒の開発には成功しています。ただ実用化するには、組成や温度が時々刻々と変化していく排ガスを処理し続ける必要があります。また数十年にわたり、メンテナンスフリーで機能する安全性と信頼性も求められます。こういった課題に取り組みながら、実用化を目指しているところです。

「なぜ」という疑問から研究者に

平野 お二人が現在の研究を始められたきっかけを教えてください。

中野 私は岡山出身で、鉄鋼材料大手の川崎製鉄(現在のJFEスチール)などが身近にありました。また当時、超伝導材料や形状記憶合金といった新材料がトピックスとなっていて、材料研究は無限に広がる夢のある世界だと感じました。また阪大で勉強するなか、材料はいろいろな分野でのブレークスルーの根源であることも知りました。さらに、伊丹空港である様な大きな物体としての飛行機が空を飛び、網ですくい取れるのではないかと思うほどの近距離で滑走路に着陸する姿を目のあたりにし、航空宇宙材料の世界に興味を持ちました。

また、材料は温度が上がると強度が下がるというイメージを持っていたのですが、ある講義で、材料によっては強度が上がる材料がある



ことを知り「なぜなんだろう」と不思議に思ったことが、材料研究の世界に引き込まれるきっかけになりました。

平野 「なぜ」という疑問が、きっかけになったわけですね。

中野 ある程度は説明できても、原理原則を統一的に理解できていないことがまだまだ残されていると強く感じました。また、当時研究していた材料の一つが、層状に並ぶような非常にきれいな組織を持っていました。私は昔から



1 世界をリードする研究

美しいものには意味があって素晴らしい機能があると思っています。金属組織にも規則性があり、その規則性のなかにある欠陥構造などが、いろいろな驚くべき現象の原因になることも知り、研究に没頭するきっかけとなりました。

小さい時からもの作りに関心

森 私は小さい時から日曜大工をしたり、プラモデルやラジコンに夢中になるなど、もの作りが好きでした。当時から漠然と、もの作りにたずさわる職業に就きたいと思っていました。大学で研究室に配属され触媒研究に出会い、地味な存在なのに我々の生活を支え、奥の深い魅力的な研究対象だと思ふようになりました。その頃に取り組んでいた研究が、先ほどの中野先生の話にも登場した生体アパタイトを触媒材料に使う試みでした。それまで触媒材料としては未開拓であったアパタイトですが、イオン交換能や吸着性を巧みに利用することで、触媒材料としても使えるのではないかと考えました。既存データがなく全くの手探りでしたが、1年後くらいから結果が出始めて非常に優れた触媒が完成し、当時のチャンピオンデータを記録しただけでなく、最終的には薬品会社から市販されるに至りました。その学生時代の経験に興奮し、研究者としてやっていきたいと思ったのが原点です。

平野 光触媒は非常に競争が激しい分野です。何が最も難しいですか。

森 例えば、光触媒を用いた水分解による水素エネルギーの製造は夢の反応と言われ、30~50年後に実現できればいいかなというハイレベルな研究です。原理はすでに解明され、水素は発生しますが、十分な水素を出すには光触媒の効率を向上させる必要があります。植物の光合成はほぼ100%の効率であるの

に対して、人工的に作った光触媒では数%くらいに留まっています。また、可視光応答性を付与することも重要な課題の一つです。活性を向上させるファクターはたくさんあり、その組み合わせを世界の研究者が試行錯誤している状況です。

平野 自然の光合成の仕組みを人工的に構築するというアプローチも試されているのですか。

森 生物学的なアプローチで酵素類似の触媒を作るという、自然を模倣するような研究もあるのですが、耐久性に劣るという問題があります。実用化を視野にいった場合、無機材料を利用したアプローチが有効であると思います。

ブレンドによる可能性は無限

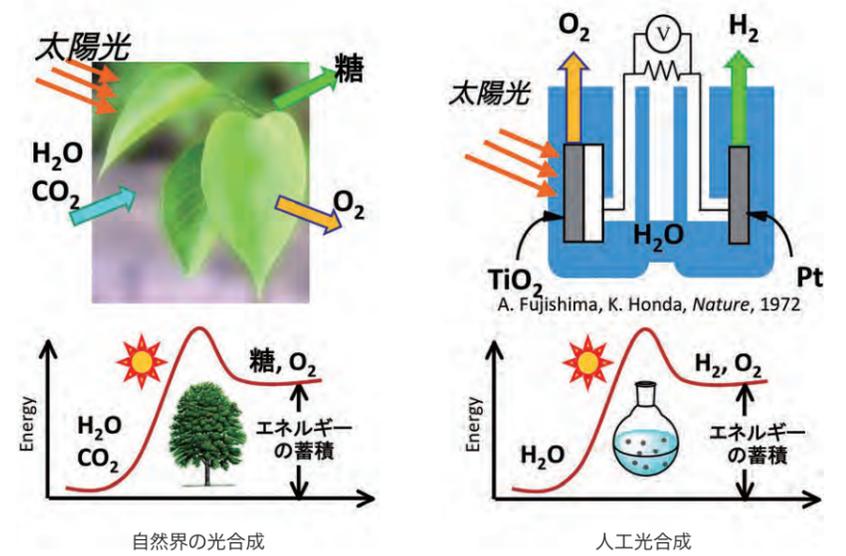
中野 マテリアルの世界では、人工物と自然の構成物との境界が無くなってきているように感じます。さまざまな可能性を、両サイドから融合することで、新しい技術や学術が生まれることを実感しています。特にマテリアルの世

界には、100種類以上の元素と80数種類の金属元素があり、ブレンドによる可能性は無限です。といっても経験則だけでは限界がありますから、原理原則に基づいた材料探索が重要になります。

平野 骨の特性からアプローチした人工関節は、骨の実際の仕組みに合わせた金属の特性をうまく引き出したわけですね。自然の仕組みに近づけるのは大変だと思いますが、そのあたりの可能性はどうですか。

中野 これまで生命科学分野の研究者で、骨の異方性を意識して研究している人はほとんどいなかったように思います。しかし、荷重に応じて原子が構造を変えるという同素変態は、材料学では一般的な話です。体の中で行われていることを、別の視点からマテリアル研究に応用・反映させていくことは可能であると思っています。

平野 生体骨は形状が大きく変化しなくとも、配向性は場所によって刻々と変化しているのです。同様に原子の配列が柔軟に変化するような材料ができれば、素晴らしいですね。



光触媒を利用した人工光合成

自然界で行われている光合成は、ほぼ100%の変換効率を達成しているが、人工的に光合成を実践しようとしても、現時点でのその効率は自然界にはるかに及ばない。



森先生にとっては研究の面白さは、どのような部分ですか。

森 無限にある元素の組み合わせにより、触媒活性が著しく変化するところに魅了されます。まだまだ試行錯誤の部分が多いですが、最近では分析技術が発達して、例えば電子顕微鏡や大型放射光施設 SPring-8などを活用することで、今まで見られなかったものが原子レベルで観測できるようになってきました。どのような局所構造が触媒活性を向上させるかも理解されつつあり、理論に基づいた触媒設計が可能になってきています。また、有機材料と無機材料の長所を併せ持ったハイブリッド触媒の開発では、単なる足し合わせではなく、複合化による新機能が発現するなど予想以上の結果を示す場合があり、研究の醍醐味、面白さを感じることが出来ます。

「悠々として急げ」「3割バッテリーに」

平野 研究は失敗も多く、なかなかうまくいかないですね。研究哲学をご紹介ください。

中野 「木を見て森を見ず」でも「森を見て木を見ず」でもなく、「木も森も見ないとダメだ」と普段からスタッフや学生に言っています。複眼的に全体像を見渡しながら深く掘り下げていく必要があると思います。私は芥川賞作家・開高健の「悠々として急げ」という言葉を座右の銘にしています。ジックリと落ち着いてというよりは、知的好奇心に操られながらつつい走り続けてしまうので、慌てて本質を見失うことなく心に余裕を持ち、じっくりと物事を考えながら研究・教育していかなければと、常に自分に言い聞かせています。

平野 よくわかります。研究者としての人生は30~40年。興味は広く果てしなくありますが、



平野 最後に、究極の夢をお話してください。

森 私が取り組んでいるのは、元素戦略的アプローチによる新しい材料設計です。地球上には人種や宗教を巡る多くの紛争があり、その中の一つに「資源を巡る紛争」があります。前者が原因の紛争に科学者は関与できませんが、資源問題なら新しい材料を提供することで平和に貢献できます。触媒や光触媒の研究で良いものを作り出し、自分の研究が地球規模の問題解決につながることを期待しています。

中野 生体組織の配向化メカニズムを知り、それを材料科学や生命科学の分野に応用したいです。従来の等方性から異方性へとフィードバックして、異方性をキーワードに私自身の学問を構築していきたい。私は医者ではありませんが、未来型の医療として、骨密度による医療に加えて「配向性医療」へと「かえる」ために少しでも貢献できれば嬉しいです。

平野 今回は、マテリアル系の研究者お二人に、「かえる」「かわる」をキーワードにお話をうかがいました。ありがとうございました。



—平野総長 対話をおえて—

阪大の原点は1838年に開設された適塾で、2013年は適塾創設175周年にあたります。今回の先端人「総長と若手研究者との対話」のキーワードは、「かえる」「かわる」でした。大阪大学も未来に向けて、今まさに変わるうとしています。2031年の創立100周年に向けて、ぜひ世界10指に位置する大学として大きく発展させていきたい。
本日うかがった研究も、未来への夢と可能性にあふれていました。このような先生方に頑張っていたいただくことで、間違いなく大阪大学の未来は拓けると確信しました。お二人には自分たちの夢をぜひ実現させてほしいと思います。私も世界10指の夢を実現させるために頑張ります。

先端人 Tomorrow's Pioneers OSAKA UNIVERSITY

2013年12月発行 大阪大学ニュースレター62号 掲載 「先端人」総長と若手研究者との対話 より



Bali

ことばが

文化、社会、時代を「伝える」

バリ島と大阪、フィールドワークを通じ 共通する言語の多様性を見る

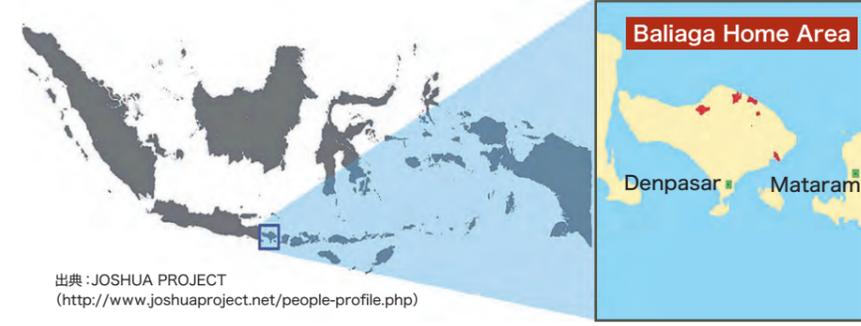
ことばが「伝える」ものは、喜怒哀楽や情報だけでなく、背後にある文化、社会状況など実にさまざま。言語文化研究科は、このように「伝える」力をもったことばの世界を探究し、人々の暮らしや芸術、文化などにアプローチしている。今回は、平野俊夫総長が箕面キャンパスにある言語文化研究科を訪ね、「バリ」「大阪」をフィールドとしてユニークな研究を進める2人と語り合った。ことばの研究を通じて浮かび上がってくる人間の関係性の変化や、地域に根付いた文化の豊穡さについて、さらに多様な背景をもつ人々に「伝える」ことの大切さについて意見を交えた。

言語文化研究科 准教授 言語社会専攻 アジアⅡ講座 原 真由子 *Mayuko Hara*
言語文化研究科 准教授 言語文化専攻 言語文化教育論講座 村上 スミス アンドリュウ *Andrew Murakami-Smith*
大阪大学総長 平野俊夫 *Toshio Hirano*

Osaka



インドネシアおよびバリ島の位置
日本人には観光地として名高いバリ島のうち、赤の部分に山地方言話者が優勢を占める地域で、その他は平地方言話者が優勢を占める地域。山地方言話者は少数派であることがわかる。



写真左から村上准教授、平野総長、原准教授

です。これをバリ語とインドネシア語のコード混在と呼びます。「コード」とは、社会言語学では言語や方言を指し、「コードの混在」は、複数言語や方言が混じり合って使われるという現象のことです。
平野 コードの混在は、普通に起こっているのですか。
原 バリ語が主に使われる領域、インドネシア語が主に使われる領域はありますが、それを越えて、一つの会話の中で混ざることが頻繁にあります。また、バリ語は平地方言と山地方言に分かれています。バリ人の多数は、平地方言の人たちです。山地方言は話者数が少なく、もともとバリにいた人たちの方言だと考えられています。これを先ほど紹介したコードの混在の観点から見ると、まず、バリ語を主に話しインドネシア語が混じる大多数の話者がいます。次にインドネシア語を日常よく使う都市部の若者世代。3タイプ目が山地方言の話者。彼らは平地方言とインドネシア語からの干渉を受けることとなります。これら3タイプの話者の会話を収集し、詳細に記述し、それをもとにコード混在の分布や機能がどのように違うのか、比較する研究を行っています。

バリに共存する3型の話者

平野 今回は、言語文化研究科の若手の先生方に、どのようなマインドで研究に取り組んでおられるか、言語文化研究科からどのようなものが見えてくるのかなどを紹介していただこうと思います。まずは原先生からお願いします。
原 私の主な研究テーマは、バリ島で話されているバリ語とインドネシア語の「コード混在と社会言語学的動態の記述」です。インドネシアは、多くの民族が多くの言語を話しています。その中で、バリ島では母語としてのバリ語と、国語としてのインドネシア語があり、両者の言語がどのように使い分けられ、また混在しているかを解明するのが私の研究分野です。
平野 両言語は通じないのですか。たとえば、日本語とハングルくらい違うものですか。
原 そうですね、そのくらい通じないですね。バリでは両言語を日常的に話しています。インドネシア語は幼いころからテレビの影響など日常的に接する機会も多くなっており、最近では都市部に住む若者の間で、バリ語よりもインドネシア語の方が使えるグループも出現しています。会話の中で両言語が混じり合っているの

敬語のない言語が持つ役割

平野 研究からどのようなことがわかりますか。
原 まず、コード混在の機能について、いくつか仮説を提案しています。その一つとして、敬語機能についてお話しします。バリ島はヒンドゥー社会で、バリ語には敬語体系があり、カー



ストに基づき自分と相手の身分を比べて、敬語を使うレベルを決めます。一方、インドネシア語には敬語体系がありません。今バリは、インドネシア共和国という近代社会、新しい社会状況に適応しつつあります。会社での役職など、カースト以外にも身分を決定する要素が出てきたり、異なる階層同士で対等に商取引することも増えてきました。その中で、互いに敬意を示し合う、あるいはぞんざいに話し合うような、敬語使用の変化が現れています。

平野 敬語を使用する背景が複雑化してきたのですね。

原 そうです。貴族と平民層が互いに敬い合

うような場合、そもそも敬語表現を使っていた平民層は、変化はありませんが、貴族層は平民層に敬語を使うことになり、ちょっと変化が行き過ぎていると感じているのではと推測できます。そこで、インドネシア語がつかわれるのではないのでしょうか。敬語がない言語を使うことで、その行き過ぎを引き戻すことになるからです。このように見ると、インドネシア語のコード混在は、敬語のような機能も果たしていると考えられます。

平野 確かに、日本人の間でも、敬語を使わずに、意図的に英語を使うことがありますね。日本語では敬語を使わないといけない相手に対して、英語なら親しみを込めて名前を呼び捨てにできるからです。村上先生も、そのような印象をお持ちでは？

バリ語と日本語の共通点

村上 ええ。世代によってインドネシア語に対する感じ方も違うのでしょうか。バリ語の敬語の代わりにインドネシア語をという切り替えは納得です。若者で進んでいるのですか。

原 若者は、敬語がうまく話せないですね。敬語は大人になってから習得するものですから。今後、若者が大人になっても、バリ語を話さなくなる可能性がありますね。

平野 「バリ語を使うが、敬語は使わない」ではなく、インドネシア語を使うのですか。

原 特定の場合には、その選択肢もあるでしょうね。例えば、ヒンドゥー教の最高司祭には敬



●原 真由子(はら まゆこ)
04年東京外国語大学地域文化研究科単位取得満期退学。05年大阪外国語大学講師。07年大阪大学世界言語研究センター講師。08年博士(学術)(東京外国語大学)。10年から大阪大学世界言語研究センター准教授。13年に大阪大学総長顕彰受賞。バリ語とインドネシア語のコード混在コーパス構築と社会言語学的動態の記述の研究を進める。

語を使わないといけません。でも若者は、うまく敬語が使えない。彼らもそういう相手にぞんざいなことばを使うのは抵抗があるので、「インドネシア語を使おう。その方が失礼に当たらない」と考えると思います。

村上 日本語の敬語の関係と似た面がありますね。東北地方のことばは、もともと敬語の体系がなかったり、シンプルでした。近代になって敬語を用いるべき場面になったとき、標準語の敬語体系を取り入れたらいいですね。

原 なるほど。日本の方言の変化も確かにインドネシア語とバリ語の関係に似ていますね。

平野 「伝える」ためには、相手の多様性を認め合う寛大さや思考の柔軟さが大切ですね。大学も、学問を介して人々が互いを尊重し合い、知の融合と創造に取り組む責任を担っているといえますね。では、次に村上先生の研究をご紹介します。

ことばと文化へアプローチ

村上 私の研究には、3つの方向があります。まず近現代の日本文学研究。次が大阪・関西についてのことばと文化の研究で、もう一つが翻訳です。3つの分野を切り替えながら活動を行っています。3者は連動しているともいえます。教育に関しては、共通教育の英語を主に担当し、英語と翻訳、英語と大阪文化などを学生に教えています。

大阪出身の人が話すことばであっても、大阪弁の伝統的な要素は今やずいぶん廃れて

います。しかし、標準語的な要素が多くても、イントネーションなど大阪的な部分が多々あります。また、会話を楽しむことを念頭に置いて、本題に入る前に余分なことを話す、冗談を言うなど、ことばの使い方にも特徴があり、この辺りはアメリカ英語に似ているように思います。東京と大阪を比べると、イギリスとアメリカの違いがあるのではと感じます。

平野 確かに、アメリカ人もジョークが好きですからね。

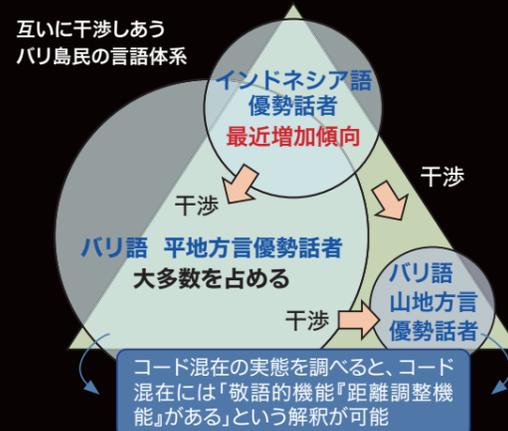
村上 私の授業の中でも、大阪出身の学生は、英語が下手でも自分の意見を主張し、相手を気遣い、場をオモロくするのが得意です。その光景を見ると、国際コミュニケーションができるかどうかは文法や発音だけの問題ではない、という気がします。

原 その言語が苦手でであっても、まずその場を和ませるように努力するのは、大阪らしいですね。

村上 見ていて面白いですよ。さて、翻訳に関しては、大学院での「翻訳の理論と実践」という講義で文学以外の文章を学生に紹介し、さまざまなタイプの文章を英訳、和訳させています。講義以外でも、いろいろな翻訳に取り組んでいます。大阪に関係のある短編や、エッセイ、漫画なども翻訳しています。大阪出身の作家では上司小剣、宇野浩二、梶井基次郎、織田作之助などの作品があります。留学生に英語で日本文学を教えるクラスでは、谷崎潤一郎も扱っています。『吉野葛』や『細



●村上 スミス アンドリュウ
1989年クレアモント マッケンナー大学卒業。97年プリンストン大学大学院東洋学専攻修士。博士(東洋学)(プリンストン大学)。日本の法律事務所・特許事務所などで翻訳業務についたのち、00年大阪大学言語文化学部講師。04年言語文化学部助教授。05年言語文化研究科助教授。07年から言語文化研究科准教授。13年上司小剣「體の皮」の英訳でシカゴ大学主催のWilliam F. Sibley記念翻訳賞受賞。近現代の日本文学研究、大阪の言葉研究、翻訳などを通じ、留学生にむけて「大阪」に焦点を当てた講義なども実施している。



なぜバリ人の会話でバリ語とインドネシア語の混在が起きるのか。理由の1つは、社会の変化に伴い身分階層が複雑になっている中で、基本的に出自階層に基づくバリ語の敬語使用を「拡張」させているため、と考えられる。敬語体系をもたないインドネシア語を混在させることが、話者間の上下関係を調整する新たな敬語機能を持っているのではないだろうか。





大阪に関するさまざまな書籍

雪』『卍』など、関西を舞台にした作品を学生と一緒に読みます。また、村上春樹について考察することもあります。彼が関西出身であることは作品に関係があるのか、関西出身であることを語らないことは意味があるのか、などについて考えています。

大阪らしさ、関西らしさ

平野 村上春樹の作品の中に、関西らしさって見つかるものなんですか。
村上 村上春樹のユーモアは、いわゆる関西らしいユーモアとは異なり、デリケートでブラックです。ただ、村上作品には話の筋とは関係なく食べ物が出てきます。パスタを茹でた、サラダを食べただのと、事細かに説明するんです。このような描写が関西的なのか、議論の余地があるところなんです。最近では、中場利一の『岸和田のカオルちゃん』を一部英訳し、学生たちに読ませました。この作家の有名な作品は、映画にもなった『岸和田少年愚連隊』です。これらは文学作品といっても、娯楽小説でしょうね。庶民的な一面も大阪らしさだと思います。



平野 「大阪的」なものとはどういうことなのでしょうね。何に根ざしているのでしょうか。
村上 文学、テレビドラマ、漫才などが影響して、日本人の頭の中に大阪人のイメージが固定しているようですが、授業の場ではそれについて議論させています。すでにある期間、大阪に滞在している留学生に、「大阪のステレオタイプといえば、どんなイメージですか」「実際に触れた大阪人とステレオタイプの違いはありましたか」などについて考えさせたりしています。
平野 なるほど。「大阪人」というステレオタイプですか。
村上 作品の中には、意図的に大阪のステレオタイプを壊そうとするものもあります。織田作之助は『木の都』という作品の中で、上町台地あたりの緑豊かな寺町を取り上げ、「大阪は緑が少ないと言われているが、私の子供時代は緑の思い出がある」と語ります。タイトルも『木の都』と付け、大阪のイメージを変えようとしています。逆に、漫画作品の郷田マモラの『一本の缶コーヒー』は、意図的に大阪のステレオタイプを前面に打ち出し、ユーモアを表現しています。標準語を話す若い営業社員が、東京本社から大阪支社に転勤し、契約を取るため大阪に馴染もうとする。大阪弁も学習するが、がんばっても空回りして、半年経っても

営業成績が伸びない。しかし、もう一人、東京から営業に来た同僚は好業績を上げている。その男は太った、オモロイ顔であるという、それだけで顧客に受け、取引がうまくいっているという、実にステレオタイプな話です。
原 私も大阪出身ではないので、私の中にも「大阪人」というステレオタイプができあがっているかもしれません。

大阪人のアイデンティティ

平野 関西人は、関西弁をどこに行っても話しますよね。でも東北の人たちなど、そうではありません。何か意味があるでしょうかね。私も、どこに行っても関西弁をしゃべっていますね。歴史的な要因などあるのでしょうか。
村上 一つの答えはないですが、大阪人のアイデンティティに関連があるのだと思います。日本人は、場面によって話すことばを切り替えることが多々あるようですが、大阪人は、大阪弁を自分のことばと意識していて、「どこへ行っても、自分のことばでしゃべるのが当たり前や」と感じているのかなと思います。また、東北弁などと違って敬語体系があるので、標準語を借用する必要がないと思っている面もあります。実際に大阪弁は通じます。特に戦後、テレビや漫才などの影響で、全国的な認知度も高いですから。

フィールドワークの喜び

平野 お二人はどんなときに、研究がおもしろ

いと感じますか。
原 フィールドワークでパリに行きますが、フィールドに行く前は、いろいろ考えてしまって緊張して憂鬱になるんです。ところが実際、フィールドに立って会話を収録し、データが蓄積しているの分かってくると本当に楽しくなります。パリ島の人々のことばの考察が、さまざまな多言語社会についての社会言語学的な研究につながればうれしいです。
平野 どのくらいの期間、滞在するのですか。
原 だいたい2〜3週間ですね。年に数回は行くようにしています。
平野 村上先生はいかがですか。
村上 私のフィールドは大阪そのものですが、自分が訳した作品に出てくる場所に行ってみると、「同じ大阪の町がそこにある」と思い、うれしくなります。例えば今、道頓堀に行くと、川の上にグリコのネオンが見える。私の訳した上司小剣の『鱧の皮』の中には1914年、大正時代の道頓堀の川面に映る灯りの様子が描かれています。建物も人も変わっていますが、同じような姿があると感じます。
平野 時代を超えて、同じようなものが「大阪」に見えているのですか。
村上 そうですね。あるいは、中場利一の『岸和田少年愚連隊』の舞台、岸和田に行った時には、その小説に登場するような「伝統的な不良」の姿を見て感動しました。卒業式の日だったので、みんな特別な制服を着ていました。中場利一は昭和40年代を舞台に小説を書い

ていますが、当時の伝統が今でも受け継がれているのです。

留学生を通じた発信にも

平野 なるほど、お二人ともフィールドワークの中から面白さを発見しているのですね。では、お二人の研究は、国際的にはどのような位置づけができるのでしょうか。原先生の研究内容は、世界の多言語を話す地域での根本原則につながる研究になっているのでしょうか。
原 確かに、インドネシアは多言語社会ですから、他地域のバイリンガルの研究につながる研究といえるかも知れません。頑張って海外に研究成果を発表するようにします(笑)。
村上 言語教育には、間接的ですが留学生を通して発信するという面があると思います。「日本=東京」と思われがちですが、留学生が自国に帰って日本についてのイメージを広げ、変えてくれたらと思っています。また、翻訳作品の出版を通じ、大阪のアピールができると思います。読者に読んでもらうことで、大阪のイメージが広がって、大阪には多様性や文化を受け入れる寛大さもあるということが理解してもらえればいいですね。
平野 本日は、興味深い話を伺うことができました。言語文化研究の分野からの国際戦略を考える機会ともなりました。いずれも今後の広がりが楽しみな研究ですね。ありがとうございました。お二人のますますのご活躍を期待しています。



多様性のある人が混じり合える — 平野総長 対話をおえて —

理科系出身の私も、今日はことばや文化をめぐって興味深い話を聞かせていただきました。原先生は広く多言語社会の考察、分析につながる取り組みを進めておられ、その研究内容を英語、さらにインドネシア語の発表を通じて、海外にも発信していらっしゃいます。また村上先生は、言語教育や翻訳活動を通じて日本文化の多様性、特にステレオタイプだけではなく、他の文化も受け入れる大阪の寛大さを国際的にアピールされています。ひるがえって大学ということを考えると、大阪大学も総合大学のよさを生かして、さまざまな学問分野の共存、融合に取り組んでいきたいと思っています。

1 世界をリードする研究

1 世界をリードする研究

「伝える」ためには、
相手の多様性を認め合う
寛大さや思考の柔軟さが大切です
—— 平野



2014年3月発行
大阪大学ニュースレター63号 掲載
「先端人」総長と若手研究者との対話 より

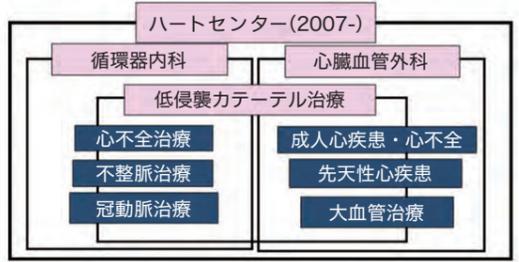
重症心臓疾患のための 移植手術など 最先端医療を提供

阪大病院ハートセンターでは内科と外科が緊密に連携

大阪大学は、1838年に緒方洪庵が開いた適塾が原点。蘭学者だった緒方洪庵は天然痘の治療などに貢献し、日本における近代西洋医学の先駆者の一人といわれ、「人のため、世のため、道のため」という精神は、現在の大阪大学の医学・医療に受け継がれている。

今回は平野俊夫総長と、医学部附属病院に設置されているハートセンターで最先端の医療に携わる、循環器内科の坂田泰史教授、心臓血管外科の戸田宏一准教授が、重症心臓病に対する治療や研究などの取り組み、阪大病院が全国の重症心臓疾患治療の拠点として日々活動する姿、患者さんの命と向き合う熱い思いなどについて語り合った。

阪大病院における臨床経験の一例



13歳男性 拡張型心筋症



医学系研究科医学専攻内科学講座 教授
医学部附属病院循環器内科 科長
坂田泰史 Yasushi Sakata

医学系研究科医学専攻外科学講座 准教授
医学部附属病院心臓血管外科 副科長
戸田宏一 Koichi Toda

大阪大学総長
平野俊夫 Toshio Hirano

のです。心臓外科の先生が呼ばれ、当時注目され始めていた経皮的肺補助装置(PCPS)の処置をして血圧を維持して、肺動脈の腫瘍を取り除き、患者さんを救命することができました。残念ながらその患者さんは肺への転移で半年後くらいに亡くなってしまいましたが、半年間生きられたことで、患者さんは幼い娘さんと会うことができたそうです。すごい治療があるのだと感銘を受け、人工心臓にかかわる医療に取り組みたいと強く思いました。

心不全の研究や人工心臓に取り組む

平野 現在の治療や研究などの取り組みについて教えてください。

坂田 先ほどお話した13歳の男の子の症例

性を考えています。現在、全国の関連病院に阪大・心臓血管外科出身の若い医師が約160人います。また医局にも、年間平均6人の新人が入局します。我々には彼らを多くの症例で教育していく責務があり、私たちが実施している心臓手術は年間500例以上にのぼっています。また重症心臓病に対する治療では、心臓移植が再開された1999年以降、全国の約3分の1にあたる50例超の移植が実施されています。しかし、心臓移植のドナーが慢性的に足りない状況が続いており、移植の日までポンプ機能を代行する人工心臓の埋め込みを、日本で最も多い200例以上実施しています。今日は最新の補助人工心臓を持参しました。テクノロジーが日進月歩し、日本人

「最後の砦」としてチーム医療を重視

平野 阪大病院は重症心不全の治療において、日本の「最後の砦」と聞いています。その理由を教えてください。

坂田 心臓移植の認定施設であること。そして日本全国の病院から、治療が困難になった患者さんを多く受け入れてきたことが、理由の一つだと思います。それぞれの病院でも懸命に治療されたと思いますが、内科的に少し見方を変えると、何らかの治療の余地がある患者さんもおられます。「最後の砦」という表現には、患者さんが人工心臓などの機械や移植された心臓に頼らず、自分の心臓で生きる最後のチャンスを見逃さないという意味も含まれま



写真左から戸田准教授、平野総長、坂田教授

自身の治療体験から医療を志した

平野 今回は、心臓病治療の最前線で活躍してられる二人の若手医師をお訪ねしました。坂田先生は重症心不全の内科的治療や臨床研究に、戸田先生は心臓弁膜症や心不全など重症心臓病の外科的治療に携わっておられます。まずお二人が医師になり、心臓病の治療に取り組むことになったきっかけからお話いただけますか。

坂田 私は生まれつき心臓が悪く、2歳の時に手術を受けました。現在は完治していますが、両親は大変な苦勞をしたようで、小さい時から医師になり心臓に携わる仕事に就きたいと思っていました。そして阪大医学部に入学

し、偶然にも私の心臓手術をしてくださった先生にお会いしました。心臓外科への道を薦められたのですが、自身の適性を考え心臓内科の道を選びました。

平野 命を救ってくれた先生と運命的な出会いがあったわけですね。

坂田 そうですね。また私には今も心に残る症例があります。13歳の男の子ですが、心臓の動きが非常に悪く、強い呼吸困難がある拡張型心筋症でした。懸命に治療し、外科で補助人工心臓を入れて心臓移植を待ちましたが、結局、感染症で亡くなりました。助けられなかったという思いが心に残り、内科医として、やはり何とか薬で治らないかということ、ずっと考え続けてきました。

平野 私自身の経験にも通じる部分がありますね。阪大病院の第3内科に入り、初めて受け持ったのが肺がんの患者さんでした。家族のように感情移入して、最後まで必死に尽くしましたが、結局、半年後に亡くなりました。私も若く、今思えばプロになりきれなかったんですね。非常に大きなショックを受けて、当時の医療の限界をひしひしと感じて、未来の医療を開発したいと思い、基礎医学研究の道を選びました。戸田先生は、なぜ心臓血管外科を志されたのですか。

戸田 外科に進むつもりでいて麻酔科で研修中に、印象的な症例がありました。整形外科の先生による骨盤腫瘍の手術中、急に患者さんが心停止になりました。腫瘍が肺に飛んだ

もあり、適切な内科的治療を適切な時に行わないと患者さんは救えないのではないかと考え、心不全の進行過程など本質的な部分を把握するための研究を多方向から進めてきました。心臓に遺伝的あるいは後天的要因で負担がかかると、それに打ち勝とうとする代償(バックアップ)機能が働きます。しかし、どこかで代償が効かなくなり、最終的には心不全に陥ります。しかし、その時期が的確に把握できていないため、全ての段階において同じような治療をせざるを得なくなっているのが今の大きな問題です。その時期を解明することで、それぞれの患者さんの病気の段階に合わせた治療ができるよう研究を続けています。

戸田 心臓血管外科としては、三つの方向

の体格にフィットする非常に小型の人工心臓が開発され、故障も少なく、保険適用も可能になり、移植まで生きられる人が多くなっています。

平野 人工心臓は、ご本人の心臓を体内に置いたまま埋め込むのですか。

戸田 そうです。ポンプの中のスクリューが分速1万回転近くで回することで、心臓のポンプ機能を代行します。またこのような外科手術だけでなく、最近では低侵襲の治療にも力を入れています。超高齢社会になり、例えば80歳以上の大動脈弁膜症の患者さんなども増えています。手術に耐えられるよう胸を開けず、カテーテルを使用した手術なども内科の先生と共同で行っています。



最新の補助人工心臓

先端人 総長 × 若手研究者 ▶ 重症心臓疾患のための移植手術など最先端医療を提供

す。これは、後に信頼できる心臓外科の先生方がいるからこそ、私たち内科が思い切った治療ができるという背景もあります。

平野 今のお話にも関連しますが、大阪大学のハートセンターほど外科と内科がうまく連携している例は他にないと思っています。戸田先生は、外科医の立場でどのように感じておられますか。

戸田 外科医は個人の技量をとかく言われがちですが、阪大の心臓血管外科は結構まとまりがあり、ハートセンターでは内科とのコミュニケーションも取れています。これだけの人数が同じ方向を向いてチームプレイに取り組んでいる例は、なかなか他の病院では見られないと思います。語弊がある言い方かもしれませんが、同じ環境で育ったという同属意識がそうさせているのだと思います。

坂田 またハートセンターでは、心臓外科の先生と内科でカンファレンスを行います。話し合いを積み重ねてきたことにより、外科、内科の垣根を越えて患者さんにとって最も良い治療を提供するという意識が非常に強くなってきています。

喜び、落ち込み、日々苦闘

平野 これまでの医療や研究において非常に感動したこと、うれしかったこと、あるいは逆に苦しかったことはありますか。

坂田 患者さんの状態が良くなって感謝していただけることは非常にうれしく、幸せな仕事だと思います。また、現場で解決しえなかった小さ



●戸田宏一(とだ こういち)
1989年大阪大学医学部卒業。91年日生病院外科医員、93年国立循環器病センター研究所人工臓器部研究員、96年米国コロンビア大学心臓外科リサーチフェロー、98年米国オクシュナークリニック胸部心臓血管外科レジデント、2000年米国ブラウン大学心臓血管外科クリニカルフェロー、01年桜橋渡辺病院心臓血管外科医長・部長、03年大阪大学大学院医学系研究科心臓血管外科助手、05年大阪労災病院心臓血管外科副部長、08年国立循環器病センター心臓血管外科医長、12年4月から現職。重症心不全に対する再生治療・外科治療、補助人工心臓、心臓移植などが専門。趣味はテニスと自転車(ロードバイク)で、六甲山に登ったり、近くの海で釣りをしたりもする。

な現象などについて、研究の結果、何らかの方法で解決できた時の喜びも大きいですね。循環器内科の若い医師にも、ぜひそのような喜びを伝えていきたいと思っています。苦しいのはやはり、「助ける」と言った患者さんを助けられなかった時です。「絶対助ける」という言葉は、本当は言っていけないのかもしれませんが…。
戸田 重症心不全外科の場合は日々、喜んだりガクッリ来たり、ジェットコースターのような感じです。しかし、長く入院されていた患者さんが人工心臓などをつけて自宅に帰れるようになり、外来などに通って来られる元気な姿を見ると、あの手術は非常に苦労したけれど、やって良かったなと思います。ただ、どうしても強く印象に残るのは、「どうして助けられないのか」と思う患者さんの方ですね。
平野 うまくいかなかった場合の方が、人間の心は引きずりますね。そしてそれが原動力

になることもあれば、落ち込んでしまうこともあります。そのような医療や臨床研究を含めて、お二人が医師として研究者として最も心がけておられることは何ですか。
坂田 一般臨床では、できる限り患者さんの気持ちを考えることです。情報提供するにも、患者さんやご家族の気持ちに寄り添い、受け入れていただきやすい話の仕方を考えるようにしています。大学病院では信頼関係が非常に重要です。私たちは、研究をして未来の医療に結びつけていく必要がありますから、普通レベル以上の信頼関係が求められます。そしてそれは、何年もかけて作り上げていくもの。日々の患者さんとのコミュニケーションから積み重ねていく必要があると考えています。
戸田 先進的な医療を行う場合、医師が患者さんと共に前に踏み出すことが非常に大切です。先進的ということは先例があまりないということですから、よほどの信頼関係と、患者さんの深い理解が必要です。また医師だけでなく、看護師や臨床工学の人も含めて同じ理解を共有し、同じ方向性で治療するという、コマディカルスタッフ(医師以外の医療従事者)とのチームワークも大事だと思っています。

情報共有やコマディカルによる発信

平野 直近の医療や研究における課題や、何か困難な問題はありますか。
坂田 医療の継続性を保ち、かつ先進医療に取り組むための人的環境を整えていただかなければならない、と思っています。また時代と共に、医療や研修システム、医学生などもどんどん変化しつつあります。ですから、循環器内科としても多くの病院と連携し、変化に合わせた医療チームを作っていく必要があります。



●坂田泰史(さかた やすし)
1993年大阪大学医学部卒業。95年7月大阪警察病院循環器科医員、2002年大阪大学大学院医学系研究科博士課程修了(医学博士)、同年米国テキサス州ベイヤール医科大学循環器内科ポスドク、04年大阪大学医学部附属病院総合診療部医員、06年大阪大学大学院医学系研究科循環器内科学助教、12年同講師・診療局長、13年12月から現職。心不全、特に拡張心不全の発症メカニズムの診断・治療が専門。現在の楽しみはベースを弾くことで、目標は娘さんとのセッション。

情報を共有し、支え合えるようなチームを作り、次の医療へと進んでいきたいですね。
戸田 病棟などを見ると、看護師や臨床工学技士の人も専門性を持って頑張っていますが、もっと阪大の先進性を表に出しても良いのではないかと思います。医師に付いていくような体制ではなく、最先端医療で経験を積んだコマディカルスタッフももっと積極的に自由に発信することで、私たち医師にも相乗効果が出てくるはず。またそのような体制ができれば、適塾のようにそれを学ぼうとする人たちが全国から集まり、大学としてのスケールも大

きくなると思います。
平野 最後に、おふたりの夢を教えてください。
坂田 最近よく言われていますが、循環器の分野でも、患者さん一人一人に対する個別医療をもっと進めていきたい。そのためには、ゲノムレベルから個々の患者さんを観察していく必要があります。それにより、もっと早く患者さんを治すことができたり、また患者さんが穏やかに最後を迎えることができるような緩和医療にもつながっていくと思います。大阪から新しい循環器医療を、世界の患者さんに届けたいですね。

阪大の先進医療を世界へ



戸田 人工心臓も、大きさや機能が大きく変わり、患者さんの平均余命が数年も長く期待されるような時代になってきました。治療方法はテクノロジーや材料科学と共に進んでいきますから、今後どうなるかが非常に楽しみです。外科医としては、人工心臓などの埋め込み手術の方法をさらに進歩させて、患者さん自身の心臓が止まっているような場合でも、人工心臓で生きていけるようにしたい。また、このような差し迫った状況の患者さんを何とか救命し、内科の先生方に治療の余地を提供するといった連携もできればと考えています。

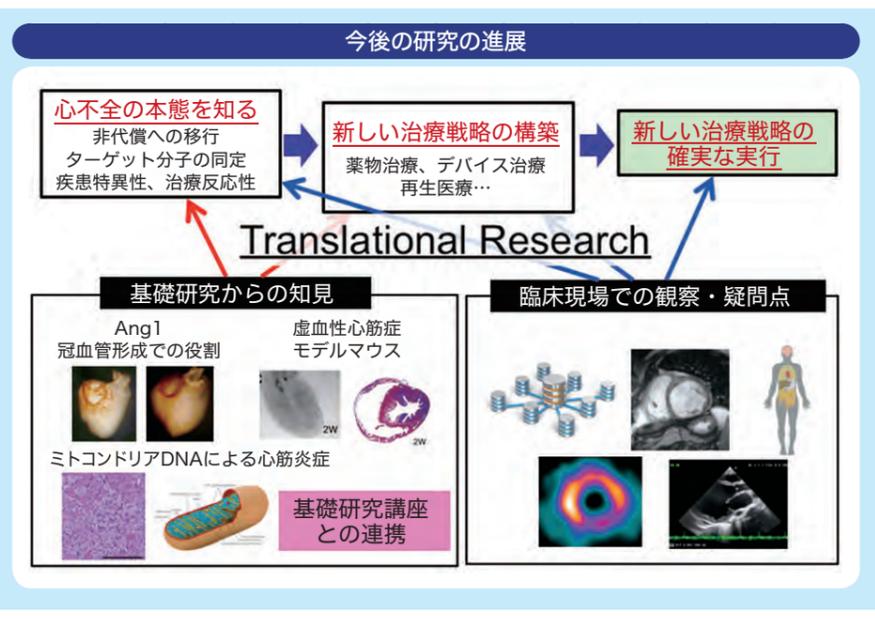
重症心不全患者を全国の病院から受け入れています

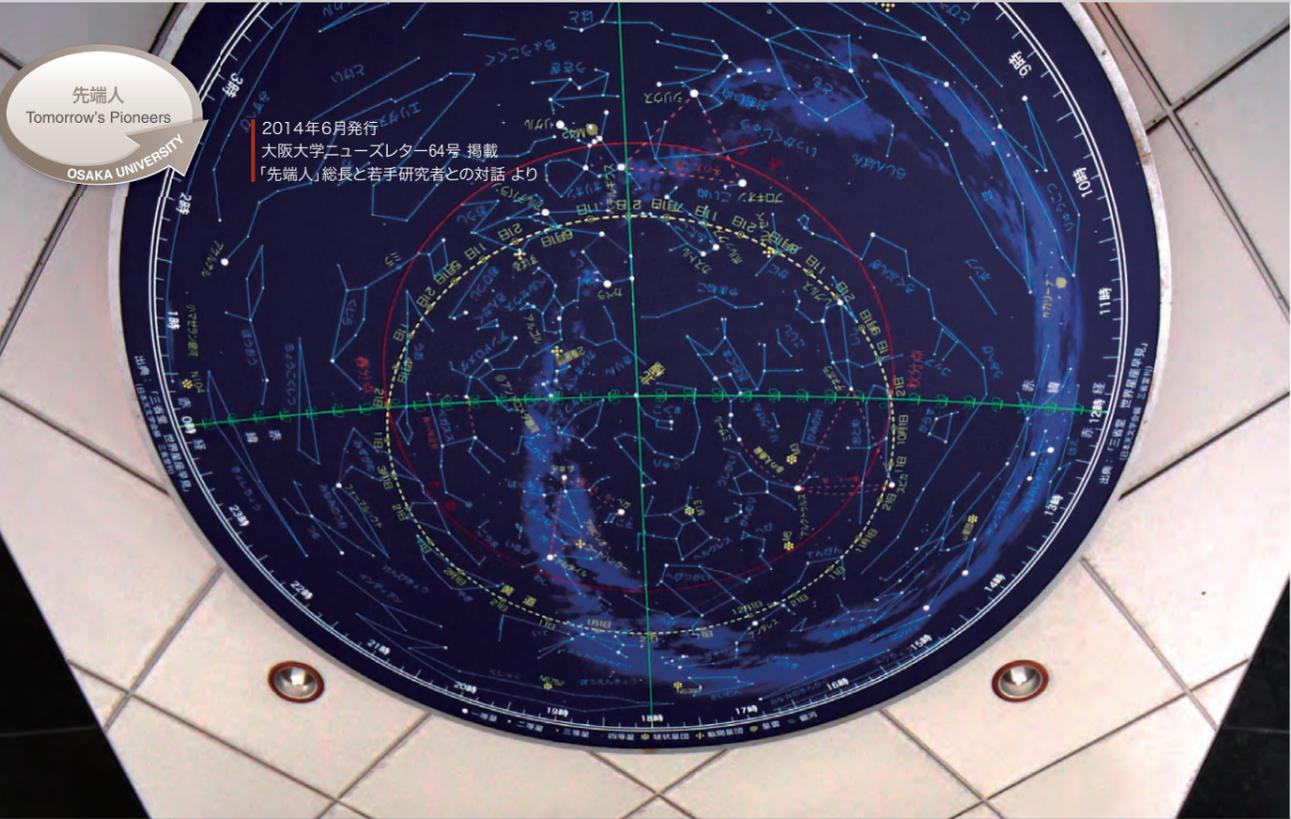
日本の循環器内科の最後の砦

【北海道】 旭川医大附属病院
【東北】 東北大学病院
【関東】 埼玉国際医療センター/東京女子医大病院/東京大学病院
【中部】 岐阜県立多治見病院/大垣市民病院/佐久総合病院/安城更生病院/名古屋徳洲会病院/藤田衛生保健大学病院/名古屋大学病院/富山県射水市民病院/富山大学病院/金沢循環器病院/金沢大学病院/市立敦賀病院/福井県立循環器病センター
【近畿】 神鋼病院/神戸大学病院/西宮市民病院/協立病院/尼崎中央病院/神戸赤十字病院/市立川西病院/姫路循環器病センター/加古川東市民病院/神戸労災病院/県立尼崎病院/近畿大学附属病院/国立循環器病センター/大阪労災病院/三島救命救急センター/友誼会病院/大阪警察病院/住友病院/市立豊中病院/済生会千里病院/博愛茨木病院/大手前病院/大阪府立急性期総合医療センター/松原徳洲会病院/中津済生会病院/箕面市立病院/市立池田病院/大阪医療センター/大阪大病院/関西医大病院/石切生喜病院/加納総合病院/八尾徳洲会病院/桜橋渡辺病院/市立奈良病院/天理よろづ相談所病院/近畿大学奈良病院/京都第一赤十字病院/京都医療センター/三重大学病院/市立四日市病院
【中国】 広島市民病院/広島大学病院/呉医療センター/山口大学病院/鳥取大学医学部附属病院/岡山大学病院/倉敷中央病院
【四国】 香川大学病院/愛媛大学病院/愛媛県立中央病院
【九州】 久留米大学医学部附属病院/宮崎市医師会病院/鹿児島大学病院/鹿児島医療センター



—平野総長 対話をおえて—
大阪大学は適塾が原点ですが、創立100周年を迎える2031年には、『GLOBAL UNIVERSITY「世界適塾」』として、世界から多くの人が集まり、その人たちが世界各地で活躍する大学になってほしいと思っています。このハートセンターでは今後、日本だけでなく、アジアや中東からの重症心不全患者さんを治療する予定と聞いております。循環器内科・心臓血管外科が連携して提供する大阪大学医学部附属病院の先進医療が、世界最高水準として認められるよう、ぜひお二人のような若い力が頑張っていたきたい。今日、お話をうかがい、私も元気が出てきました。





先端人
Tomorrow's Pioneers
OSAKA UNIVERSITY

2014年6月発行
大阪大学ニュースレター64号 掲載
「先端人」総長と若手研究者との対話 より

1 世界をリードする研究

1 世界をリードする研究

人類共通の好奇心—— 宇宙開闢から太陽系の誕生 生命進化までを紐解く



写真左から長峯教授、平野総長、寺田教授

世界的にもユニークな「宇宙地球科学」の挑戦

大阪大学理学研究科「宇宙地球科学専攻」は、伝統的な天文学や地球惑星科学とは異なった視点から宇宙地球科学を研究するため1995年に設置。宇宙・惑星・地球を舞台とした様々な自然現象から生命までを含む多様な物質の極限状態を、物理学を基盤に解明するという、世界的にも類を見ないユニークな専攻だ。宇宙の謎に挑む寺田健太郎教授、長峯健太郎教授を平野俊夫総長が訪ね、壮大な宇宙をテーマとした先端研究について語り合った。



「月の石」(上)と結晶(右)



微小物質・微量元素から 太陽系の進化を明らかに

理学研究科宇宙地球科学専攻
惑星科学グループ 教授
寺田健太郎 Kentaro Terada
理学研究科宇宙地球科学専攻
宇宙進化グループ 教授
長峯健太郎 Kentaro Nagamine
大阪大学総長
平野俊夫 Toshio Hirano

平野 今日は40代という若さで大きな可能性を秘めたお二人に、宇宙の話がうかがえるのを楽しみにしてきました。寺田先生は、1971年に「アポロ15号」が持ち帰った月の砂や2010年に地球に帰還した「はやぶさ」から回収したイトカワの微粒子を解析するなど、NASAやJAXA、ドイツ・ミュンスター惑星学研究所とも共同研究を行っておられますね。

寺田 私は「同位体顕微鏡」を用いて、太陽系や地球・月を含む惑星が、いつどのように誕生したのか、その起源や進化を明らかにする年代学的考察に取り組んでいます。同位体顕微鏡とは、隕石やアポロ試料など地球外物質中にある同位体(同位元素)の組成分布を、3次元的に観察できる装置。実は1970年代の阪大理学部で開発されたものです。微小物質中の微量元素の同位体の比率を調べることで、その物質の起源がわかります。例えば、私たちの周辺にある石の中には必ず微量のウラン(放射性元素)が含まれていて、鉛という元素に変化(放射壊変)していきます。同位体顕微鏡によりウランと鉛の比率を解析することで、その石が固まって何億年経ったかなどの年代が明らかになります。

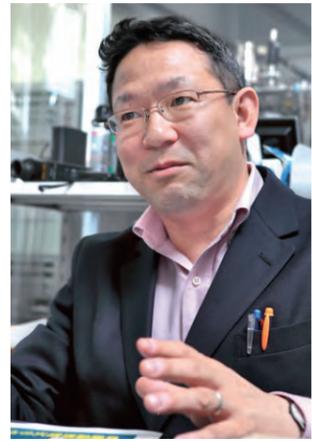
平野 同位体顕微鏡による隕石などの解析で、太陽系の進化をさかのぼれるのですか。
寺田 太陽系の形成は約46億年前に始まったと推定されています。しかし始原隕石などに

は、太陽系形成前の超新星爆発などで元素合成された非常に微小の星周ダストが残っています。現在よりも高い空間分解能を持つ同位体顕微鏡を開発できれば、太陽系の誕生よりもさらに10億~20億年、つまり今から60億~70億年は宇宙の進化をさかのぼれると思います。望遠鏡ではなく、顕微鏡を用いて小さな物質の微量元素から宇宙を観るのが私の研究スタイル。隕石などの組成を分析することで、私たちの体を作っている元素の起源と太陽系の化学進化を解明し、物質科学的な立場から「宇宙の年表」を構築したいと思っています。

平野 寺田先生は、なぜそのような研究をしたいと思われたのですか。
寺田 実は小さい時から天文少年だったわけではないんです。ある日の高校の物理の授業で「重さも大きさも組成も異なる惑星達の運動が、 $F=ma$ という万有引力の数式一つで表す事ができる(ケプラーの法則)」という太陽系の普遍性と多様性に非常に感動し、ぜひとも物理学を学びたいと思いました。

宇宙の構造形成を シミュレーションで理解

平野 長峯先生は、米国のプリンストン大学やハーバード大学などで17年間、宇宙論的視点から宇宙物理学の研究を続けてこられ、巨大ブラックホールや銀河などの構造形成について調べていらっしゃるのですか。
長峯 138億年前のビッグバンの直後に、宇



●長峯健太郎(ながみね けんたろう)
1973年生まれ。96年東京大学理学部物理学卒業。2001年プリンストン大学理学研究科物理学修士、同年ハーバード大学天文学科ポスドク研究員、04年カリフォルニア大学サンディエゴ校ポスドク研究員、06年ネバダ大学ラスベガス校物理天文学科Assistant Professor、11年同大Associate Professor。13年6月から現職。

●寺田健太郎(てらだ けんたろう)
1966年生まれ。89年大阪大学理学部物理学卒業。94年大阪大学理学研究科物理学専攻修士、同年広島大学理学部助手、2006年同大学理学研究科准教授、10年同研究科教授。12年4月から現職。2011年に文部科学大臣表彰「科学技術賞 研究部門」を受賞。

宇宙の急激な膨張(インフレーション)が起き、数億年ほどを経て最初の星、銀河が誕生します。そして超新星の爆発、元素の進化、ブラックホールの形成など極限状態での物理現象が起き、現在まで構造形成が続いています。私は宇宙論的な視点から、その138億年にわたる構造形成・銀河形成の歴史を「宇宙の考古学」のようなイメージでさかのぼって見ていく研究をしています。宇宙全体を扱うという意味で、極小元素に注目する寺田先生の研究とは対極にあると思います。ビッグバン膨張宇宙論の根拠である宇宙背景放射(宇宙のあらゆる方向からやってくるマイクロ波)の密度を見ると、ほとんど一様な中に微妙な揺らぎがあります。この揺らぎを統計的に解析することで宇宙論パラメーターが決定でき、さらに宇宙の大規模構造・銀河・巨大ブラックホールなどの種ができた過程がわかります。

平野 宇宙背景放射の揺らぎには、どのような意味があるのですか。

長峯 ビッグバン直後の宇宙は、超高密度・超高温のプラズマで満たされていました。そこから宇宙全体が冷えていき、いろいろな構造が生まれていきました。あるとき、バラバラだった電子が陽子と合体し、宇宙が中性になるため、光が電子に行く手を遮られずにまっすぐ飛ぶ事が出来るようになります。我々はこのビッグバンから38万年後の宇宙の姿を背景放射に見ています。統計的観測からわかっているのですが、宇宙のエネルギーの分配は、全エネルギーを100とした時、約70%が未知の「ダークエネルギー(暗黒エネルギー)」です。残りの30%は物質で、その物質密度の多くがまた「ダークマター(暗黒物質)」という、周囲の物質との重力的な相互作用でしか存在が確認で

きない不思議な物質であることが、間接的にわかっています。寺田先生が研究されている、宇宙の組成の4%ほどの物質(元素)だけでなく、ダークマターが寄与しないと銀河などが形成されないということもわかってきています。現在、ハッブル宇宙望遠鏡(地上約600km上空の軌道上を周回)により宇宙の一部を奥深く見詰め、宇宙が誕生して数億年後に初めて作られたはるか遠方の銀河も観測できるようになりました。どんどん深い宇宙(若い宇宙)を見ていくことで、タイムマシンのように時間をさかのぼって宇宙の進化を追い、統一的な枠組みのなかで宇宙の構造を理解していきたいと思っています。

平野 銀河は、ダークマターの密な場所に生まれるのですか?

長峯 宇宙の構造の骨組みをダークマターが作っていると思われれます。私は、ダークマターによる宇宙全体の構造形成や銀河の形成を、スーパーコンピュータを使って重力と流体力学の法則を解きながら、シミュレーションで再現しようと試みています。初期には、比較的のっぺりした状態なのですが、どんどん時間発展させていくと密度のムラがダークマターの重力で

引っ張られて成長し、凝縮されて、構造が出来上がっていきます。つまりダークマターの重力相互作用とガスの流体力学を計算することで、宇宙の大規模構造や銀河の形成を追うことができます。実際に宇宙で観測されるような銀河の構造がコンピュータで再現できるようになってきていますから、渦巻き銀河や楕円銀河などの多様な構造を持った銀河がいろいろな時間に形成される、その多様性を統一的に理解しようと取り組んでいるところです。

平野 ダークマターやガスなどによって、異なった形態の銀河ができたりするきっかけは何ですか。

長峯 超新星爆発によるフィードバックなど、いろいろな効果のバランスがあり、そのあたりは、まだよくわかっていません。また一つ一つの銀河のなかに、非常に質量の高い超巨大ブラックホールが存在し、銀河と相互作用しながら成長しています。この銀河とブラックホールが「共進化」というシナリオを、平成25年度に採択された「大阪大学国際共同研究促進プログラム」で追究しようとしています。またこれらの研究により、理論を使って未来を予言できるようになります。今の宇宙論のモ

知的好奇心が満たされないと心豊かな生活はできません。音楽や絵画などと同じように学問も人に夢を与えます。

デルが正しいなら、宇宙はどんどん膨張しているため、近くの銀河がどんどん離れていき、数百億年ほど経つと、我々のまわりには一つも銀河がなくなり、「島宇宙」として孤立する時代が来るかもしれません。

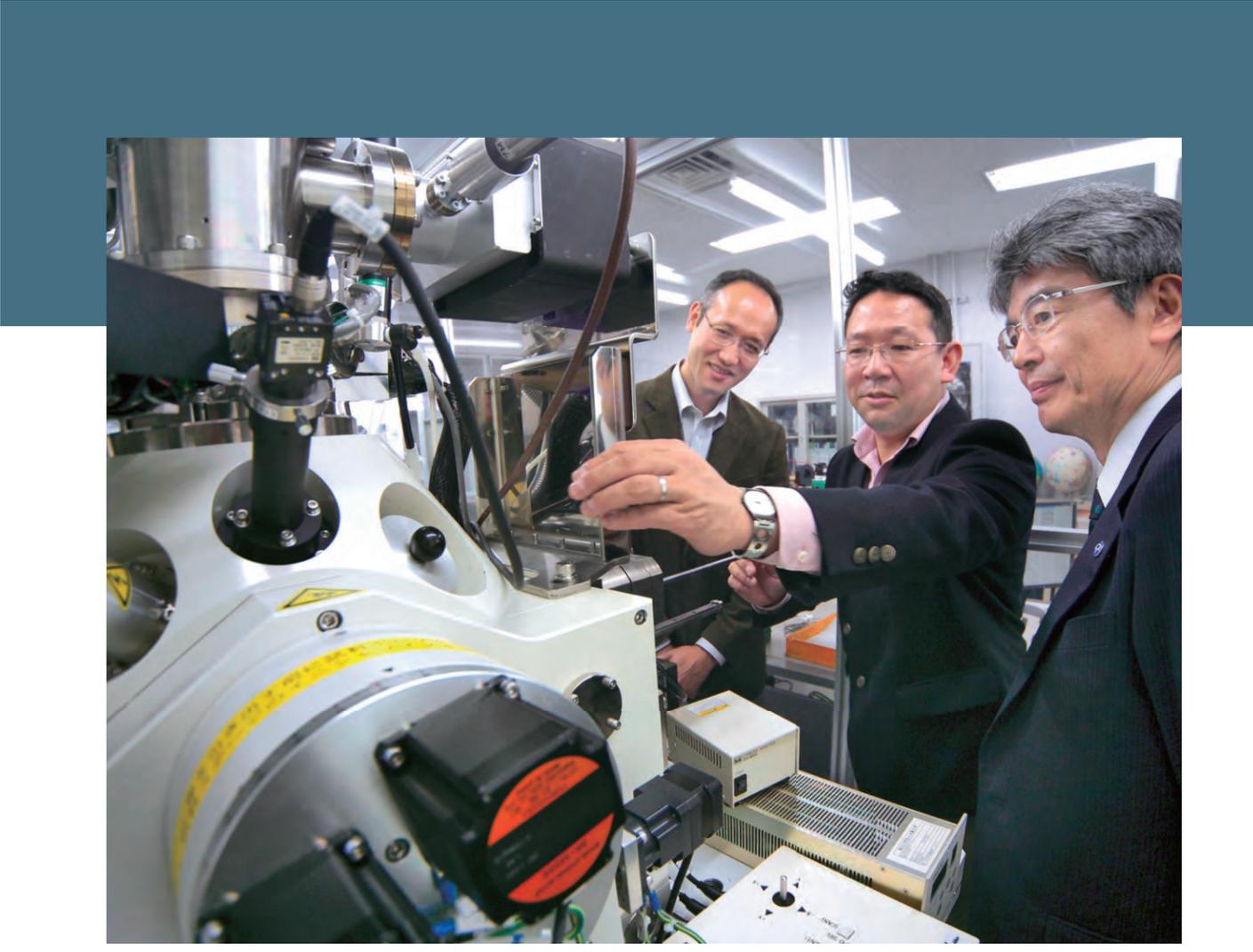
平野 長峯先生が、このような研究に携わるようになったきっかけは何ですか。

長峯 小・中学校時代から宇宙に興味があり、最初は宇宙開発や宇宙飛行士などに憧れていました。高校でアインシュタインの相対性理論に出会い、宇宙全体を実証科学として理論で考えることができるのだと知り、理論物理にのめり込みました。大学院に入ってから非常に多様な宇宙の構造が理論的に理解できることに気づき、天文学と物理学の学際領域に取り組み始めました。

人類の好奇心を代表して 宇宙の研究に取り組む

平野 お二人が研究で喜びや面白みを感じるの、どのような時ですか。

寺田 私は、地球に落ちてきた月隕石の解析で、日本人にはウサギの姿に見える月の黒っぽい部分が、アポロ月試料の研究から考えられていた月の火山活動の定説を4億年以上さかのぼる43.5億年前に火山活動で出来たものだったことを突きとめました。2007年に英国の科学誌ネイチャーに論文が掲載されましたが、その時の新聞記事の見出しには、各国の「月に対する文化」が反映され非常に面白かったですね。日本では「月のウサギは43.5億歳!!」と紹介されましたが、フランスでは「月





私たちの宇宙地球科学もすぐに役立つかどうかはわかりません。しかし100年経てば大変な価値が生まれてくるかもしれません。

の男は40億歳」、ルーマニアでは「43.5億歳の月の顔」と紙面を飾りました。文化、国境を越え、「月」は万人に愛されているんですね。
長峯 論文を書いているかもしれない」という事実を、今は世界で私だけしか知らないのだと思う時があります。ささやかですが、科学者になって良かったと思える瞬間で、非常に嬉しいです。また、理論物理はハードサイエンスで数式ばかりだと思われている傾向がありますが、アインシュタインが相対性理論を提唱するまでの苦勞などのように、裏には人間のドラマがあると思います。
平野 最近、社会にダイレクトに還元できる科学技術が優先される風潮がありますが、お二人はご自身の研究に、どのような思いで取り組んでいらっしゃいますか。
寺田 私の研究を支えているのは好奇心で

すね。しかし「人間などの生命が、どこから来て、どこに行くのか」は人類全体の好奇心でもあるので、皆さんの興味・関心を代表して研究させていただいていると考えています。社会に必ずしも実質的な形で還元しなくてもよいのではないかと思いますし、それが許されるのも総合大学の強みではないかと考えています。もちろん、中学や高校、科学館や公民館などから声がかかれば、できる限り足を運んで、宇宙はどこまで解ってきたか、一般の皆さんに直接、お話をするようにしています。
長峯 私も、現時点では役に立たないように見える学問を、もっと認めてほしいと思います。相対性理論も当時は、何の役に立つのかわかりませんでした。しかし約100年を経た今、あの理論は、例えばGPSによる位置検出に应用されています。私たちの研究も、すぐに役立つかどうかはわかりませんが、100年経てば大

変な価値が生まれる可能性もあると思います。
平野 私もお二人に同感ですね。人類の発展にすぐに役立つ科学技術の推進も、国策としては非常に重要です。一方で人間には衣食住だけに終始しない知的好奇心があり、それが満たされないと心豊かな生活はできません。音楽や絵画などと同じように学問も、人に夢を与えるロマンだと思います。はやぶさがイトカワの微粒子を持ち帰ったことには学術的な意味もありますが、国民はそれだけで大騒ぎしたわけではなく、はやぶさのロマンに感動したのだと思います。そういう意味で、自分の好奇心を追求しながら周りを幸せにできるというのは、研究者冥利に尽きますね。
長峯 寺田先生の研究などは将来、人類の利益に直結するかもしれません。人類が資源を得るため月に行った時、求める元素が掘削できる場所を特定できる可能性もあります。も

しかしたらダークマターからエネルギーを取り出せるような技術も発見できるかもしれません。宇宙地球科学も地道に一つ一つ成果を積み重ねていくことで、いつか人類全体の利益や恩恵につながるかもしれないと信じています。

「国際共同」と「国際競争」のなかで研究を推進

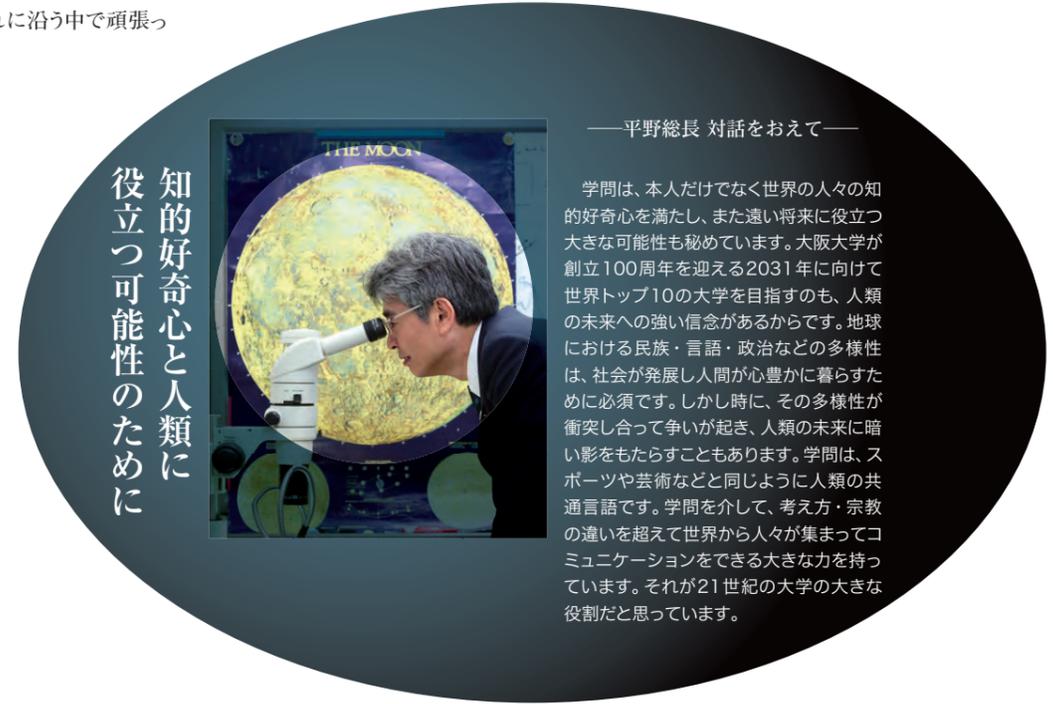
平野 お二人は、それぞれの立場でグローバルに活躍されていますが、世界を相手に研究する意味をどのように感じていらっしゃいますか。
寺田 私たちの研究は、アポロ計画や「はやぶさ計画」の採取試料を研究対象とするので、必然的にグローバル化せざるを得ません。そのスタイルには、世界の研究機関との「国際共同」もあれば「国際競争」もあります。前任大学における私の研究室は、独自の装置を開発したことで世界中から研究者が集まってきました。それをこの宇宙地球科学専攻の研究室で再現したい。そして、そのような国際共同・国際競争の環境下で切磋琢磨することで、学生にもグローバルな感覚が必然的に身に付くのではないかと思います。
長峯 私は、バランスが難しいなと感じています。最先端の研究に取り組もうとすると、世界中の研究者と競争することになり、研究の潮流を見る必要性が生じます。しかし、日本は世界から少し距離のある島国で、地理的に不利な点があります。そのディスアドバンテージをアドバンテージに変換して独創的な研究をするのか、それとも世界の流れに沿う中で頑張っ

ていくのか。グローバル化することで世界の潮流に沿った陳腐な研究になってしまうよう、独創性も追求しながら道を見いだし、活躍していきたいと思っています。

平野 寺田先生の場合は、同位体顕微鏡の精度を上げるという独自の研究で世界との競争に勝てますが、長峯先生の場合は自分の独創性をどう出すのが難しいかもしれませんね。私がいるバイオロジーの世界は、研究対象が生き物ですし、人により研究方法も異なりますから、ある意味でユニークさを発揮しやすい。そのかわり、普遍的に素晴らしいと言われる結果を出せる確率は低いという難しさもあります。では、少し視点を変えて、人材育成の観点で、指導しておられる学生に対してアドバイスやメッセージなどはありますか。
寺田 阪大生には、もっと元気を出してほしいと思います。集団の中で目立ちたくないのでしょうか、自ら壁を作ってしまうのもつらいような気がします。私たち教員も、研究や学問の楽しさや開拓精神をもっとアピールしていく必要があるのかもしれないですね。
長峯 もっと積極的になり、能動的に行動してほしいと思います。90分間の授業をして一度も質問が出ないことがあり、とても残念です。しかし、学生たちは教員をしっかり観察していますから、お手本を見れば理解して付いてくれるのではないかと感じています。良い方向に持って行けるよう努力したいですね。

平野 さて、いろいろ意義深い話をうかがってききましたが、最後に、お二人の夢や目標を教えてください。

長峯 20世紀の科学は「要素還元主義」で、複雑な事象を理解しようとする時、素粒子の統一理論のように、その事象を構成する要素に極限まで分解し、個別の要素を理解することで、元の複雑な事象を統一的に理解しようという考え方をしていました。しかし21世紀の科学は、逆の方向に目を向け始めていて、複雑系や宇宙物理の世界においても多様な惑星・銀河の存在がわかってきています。その統一的な論理を用いつつ、多様性をどこまで理解できるか。それが今後の重要な論点ではないかと思っています。
寺田 私は元素という物質を扱っているので、元素の合成から太陽系と地球の形成、生命の誕生という流れを追い、時間軸を決めてシームレスにつなげていきたいですね。生命の誕生は人類の究極の研究課題であり、私の人生の時間内に解明するのは無理だと思いますが、そこに向けた大きな潮流を作りたいです。
平野 お二人のお話は非常に力強く、世界トップレベルの研究をしている強い自信を感じます。大阪大学は創立100周年を迎える2031年に世界トップ10の大学を目指していますが、十分に達成できるだろうと思ひ、嬉しくなりました。一層のご活躍を期待しています。



—平野総長 対話をおえて—

学問は、本人だけでなく世界の人々の知的好奇心を満たし、また遠い将来に役立つ大きな可能性も秘めています。大阪大学が創立100周年を迎える2031年に向けて世界トップ10の大学を目指すのも、人類の未来への強い信念があるからです。地球における民族・言語・政治などの多様性は、社会が発展し人間が心豊かに暮らすために必須です。しかし時に、その多様性が衝突し合って争いが起き、人類の未来に暗い影をもたらすこともあります。学問は、スポーツや芸術などと同じように人類の共通言語です。学問を介して、考え方・宗教の違いを超えて世界から人々が集まってコミュニケーションをできる大きな力を持っています。それが21世紀の大学の大きな役割だと思っています。

大阪大学特別教授
Osaka University Distinguished Professor

2013年9月発行
大阪大学ニュースレター61号 掲載
特集「かえる かわる」より

アンドロイドとひとの心が すりかわる瞬間

ロボット開発と人間理解の研究を融合
「面白さは尽きぬ」

基礎工学研究科 システム創成専攻 教授
ATR石黒浩特別研究室 室長(フェロー)

石黒 浩 Hiroshi Ishiguro

「ロボット学」と名づけた新しい研究分野を創設し、世界に先駆けて、人と関わるロボットや人間酷似型ロボット(アンドロイド)の研究開発に取り組んでいる石黒浩教授。その卓越した業績や先導的役割は、2007年に英国のコンサルティング会社の「生きている天才100人」調査で日本人最高位の26位に選出されたことからわかる。また、それらの業績から、2013年度に創設した「大阪大学特別教授」10名のひとりでもある。人間理解を最終目的に掲げ、認知科学・脳科学・芸術・哲学を融合させた最先端ロボットを研究する経緯と今後について聞いた。



●石黒 浩(いしぐる ひろし)

1963年生まれ。86年山梨大学工学部計算機科学科卒業。88年同大工学研究科計算機科学専攻修了。91年大阪大学基礎工学研究科物理系専攻修了。工学博士。大阪大学基礎工学部助手、京都大学大学院工学研究科助教授、大阪大学大学院工学研究科教授などを経て、2009年から現職。10年よりATRフェロー。13年には大阪大学特別教授の称号を授与。専門は、ロボット工学、視覚情報処理、アンドロイドサイエンス。

「人間とは何かを知るために」

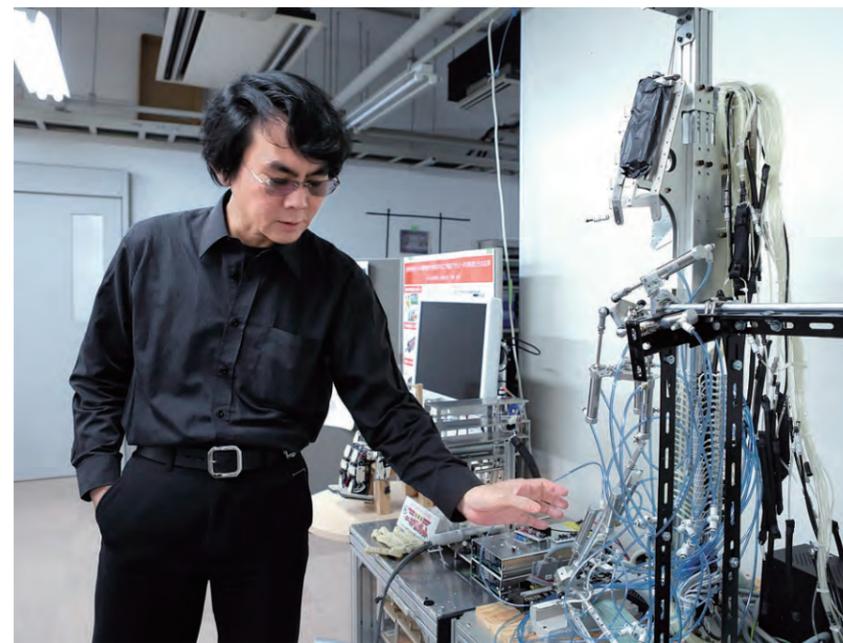
石黒浩教授は、自身や実在する成人女性などをモデルにした遠隔操作型のアンドロイド「ジェミノイド」の研究開発や社会実験で、世界にその名を知られている。ロボットを研究開発する目的を「人間とは何かを知ること」だと断言。「私は、人間とは何かを追い求めることにこそ、人間としての存在価値があると思っています。そしてロボットは人間を映し出す鏡のようなもの。人と関わるロボットの研究開発は、人間理解に重要な意味を持っています」と研究の基本姿勢を語る。

自身をモデルに 対話者の反応を実験

当初は、幼い少女や女性アナウンサーをモデルにしたアンドロイドを開発。続いて石黒浩教授自身をモデルに、インターネットを通じて遠隔操作できるアンドロイド「ジェミノイドHI-1」を開発して、世界を驚かせた。「この世に自分にそっくりなアンドロイドが存在すると、どのように感じるのか。その感覚を体験することは、次の新しい研究を生み出す直感になると思いました。また自分がモデルなら、生身の自分と比較してアンドロイドの完成度を確かめる実験がいつでも自由に行えます。それに、私のアンドロイドを現地に送って遠隔操作すれば、実際に長距離を移動しなくても、私がある場所に存在して講演や実験ができますから」

その「ジェミノイドHI-1」による様々な実験で明らかになったのは、「操作しているジェミノイドが自分自身の体のように思われる」ということだった。例えば、ジェミノイドを通して会話している人が急にジェミノイドに触れると、遠隔操作している本人が実際に触られたような触覚まで感じ、声を上げることもあるという。

「これは、将来、脊髄損傷などの患者さんが自分のジェミノイドを脳波で操作した場合、そのジェミノイドを自分の体のように認識できるという可能性もあります。またジェミノイドと会話している人も、しばらくするとジェミノイドに生身の人間性を感じることもわかりました」



手ごろな価格で将来、所有できる

その石黒浩教授の「ジェミノイドHI-1」に続いて、実存する美しい成人女性のアンドロイド「ジェミノイドF」を開発。「私のアンドロイドは、人間らしい動きを表現するためのシステムが大がかりで、持ち運びが大変でした。遠隔操作型アンドロイドを海外に広く普及させるためには、ポータブルなアンドロイドが必要でした」。モデルになったのは、世界で通用する姿形を持



大阪大学とATR石黒浩特別研究室による共同開発

●ミニマルデザインロボット「テレノイド」

人間そっくりの遠隔操作型アンドロイド「ジェミノイド」(写真後方)とは対照的に一目で人間とわかるが、誰であるかが分からないニュートラルなデザインが特徴

つロシア人と日本人のクォーターの女性。「成人男性のアンドロイドは、子どもが怖がるケースが多い。万人に対して抵抗なく関われるのは女性なんです」

このような個々に酷似した遠隔操作型アンドロイドが、アメリカ映画「サロゲート(2009年製作)」のように、人間の分身として社会生活の多くを代行するような未来はやって来るのだろうか。「現代社会で人が自動車を保有しているくらいの比率で、アンドロイドが普及してほしいと思っています。量産すれば、アンドロイドも軽自動車くらいの価格で購入できるようになるはずですよ」

携帯電話に続くコミュニケーション

モデル本人と最大限一致させることを目的とした遠隔操作型アンドロイドに続いて開発したのが、人間と認識できる最低限の姿形や機能を備えたミニマルデザインロボット「テレノイド」だ。これも、インターネットを通じた遠隔操作で会話ができる。「人間の認識には五感のうち少なくとも二つのモダリティが必要で、例えば『声(聴覚)』と『触感』が重なった時に人の存在を感じます。このテレノイドも声と抱き心地によって、会話している人の存在を腕の中に感じられます。携帯電話に続く新しいコミュニケーションメディアとしてのテレノイドは、福祉国家デンマークの国家プロジェクトにも採択され、2013年4月から高齢者介護などの現場で社会実験が実施されているという。

アンドロイド演劇が海外でも評価

さらに石黒浩教授は、劇作家で、コミュニケーションデザイン・センターの平田オリザ教授と共に、ロボット演劇のプロジェクトにも挑戦している。「働く私」や「さようなら」などの演目が続いて、2013年にはチェーホフの三人姉妹を翻案した「アンドロイド版 三人姉妹」の公演を実施した。「人間の基本的な動きの機能さえ実装すれば、ロボットが人間らしくなるわけではありません。アンドロイド演劇で、例えば人が領くタイミングによる相手の印象などを検証し、オリザさんの精密な演出で表現されたロボットの動きなどを数値化して、工学的に反映させています」。これらのロボット演劇は海外でも高く評価され、フランスの国際的な演劇の祭典「ノルマンディ演劇祭」にも2014年度に招待されているという。

石黒浩教授にとって、ロボット研究の最終目標が人間に対する理解である以上、明確なゴールはあり得ない。「むしろゴールはどんどん遠のきます。ボンヤリと見えてはいますが、見えるほどに遠いことがわかる。ロボット学の面白さは尽きないです」

HUGBIE ハグビー

ぬいぐるみ
アンドロイド
研究から
生まれた

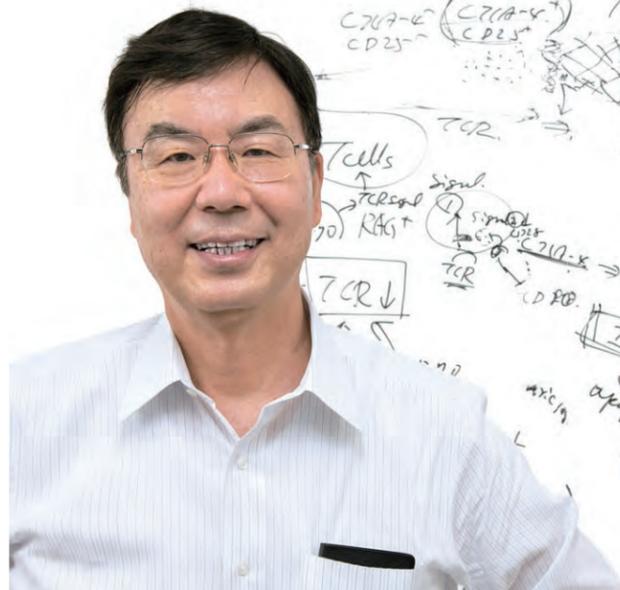


ATR石黒浩特別研究室から登場した新しいコミュニケーションメディア「ハグビー」。アンドロイドではなく、人型のぬいぐるみといった趣。頭の部分にスマートフォンを装着して抱きしめながら会話すると、話している相手を腕に抱いているような温かな、不思議な気持ちになるという。阪大医学部における実証

実験で、緊張を示す血中のホルモンが減少することを確認中である。単身で暮らす高齢者が遠くに住む子どもや孫と電話で話す時、あるいは親密な人間同士の会話に使用するなどの可能性が考えられ、すでに市販もされている。

大阪大学特別教授
Osaka University Distinguished Professor

2013年12月発行
大阪大学ニュースレター62号 掲載
特集「つたえる」より



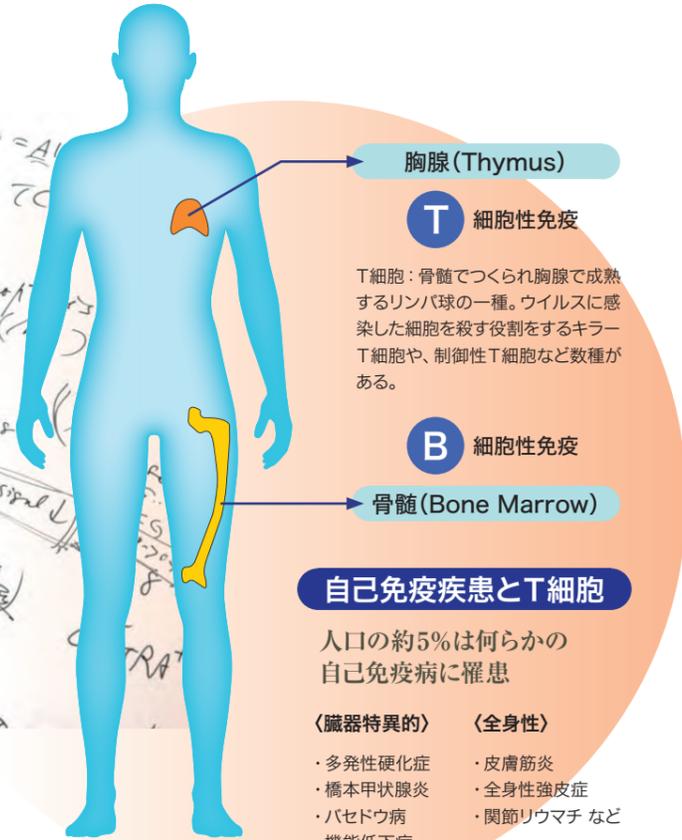
制御性T細胞は 何をつたえているのか

免疫疾患の治療・予防目指し、新しい道開く

免疫学フロンティア研究センター 教授(副拠点長)
坂口志文 *Shimon Sakaguchi*

大阪大学免疫学フロンティア研究センターの坂口志文教授は、生体内に侵入した細菌などの異物を排除する免疫反応の手綱を引く「制御性T細胞」というリンパ球を発見し、その機能を明らかにした。制御性T細胞の量的・機能的異常が自己免疫病やアレルギーなどの原因となることも証明した。その業績で、2012年に日本学士院賞を受賞。2013年に「大阪大学特別教授」の称号を授与された。免疫疾患の治療・予防だけでなく、さまざまな免疫応答を制御することに新しい道を開く研究の最前線の話聞いた。

●坂口志文(さかぐち しもん)
1951年生まれ。76年京都大学医学部卒業。83年医学博士。89年米国オランダ研究所免疫学助教授、東京都老人総合研究所免疫病理部門長、京都大学再生医学研究所教授、同所長を経て、2011年から現職。専門は免疫学。03年持田記念学術賞、04年米国Cancer Research Instituteより、William B. Coley賞、05年武田医学賞、高峰記念三共賞、07年文部科学大臣表彰科学技術賞、08年上原賞、12年日本学士院賞等を受賞。12年米国National Academy of Sciencesの外国人会員に選出。13年大阪大学特別教授の称号授与。



T 細胞性免疫
胸腺(Thymus)

T細胞：骨髄でつくられ胸腺で成熟するリンパ球の一種。ウイルスに感染した細胞を殺す役割をするキラーT細胞や、制御性T細胞など数種がある。

B 細胞性免疫
骨髄(Bone Marrow)

自己免疫疾患とT細胞

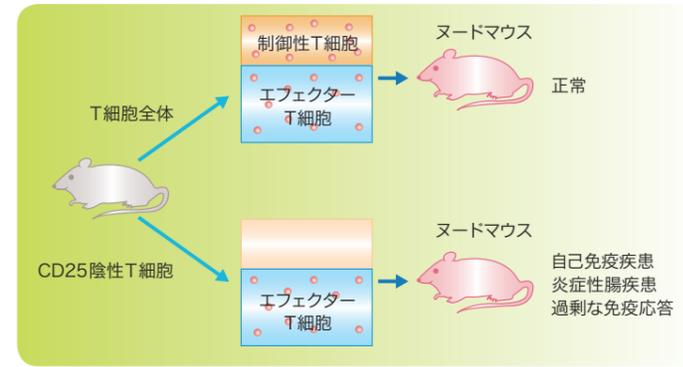
人口の約5%は何らかの自己免疫病に罹患

- | 〈臓器特異的〉 | 〈全身性〉 |
|-----------|------------|
| ・多発性硬化症 | ・皮膚筋炎 |
| ・橋本甲状腺炎 | ・全身性強皮症 |
| ・バセドウ病 | ・関節リウマチ など |
| ・機能低下症 | |
| ・自己免疫性胃炎 | |
| ・悪性貧血 | |
| ・1型糖尿病 など | |

免疫反応を「弱める」ということ

免疫というのは、生体防御の大切なメカニズムです。日本細菌学の父、北里柴三郎の血清療法発見以来、医学の分野ではいかにして免疫力をつけるか、作用を強めるかということが課題とされてきました。こうして天然痘は撲滅され、今もHIVワクチン開発が進められています。

これに対して、私の研究は「免疫反応を抑えるにはどうしたらよいか」というものです。関節リウマチなどの膠原病や1型糖尿病は、免疫系が自分自身の細胞や組織を敵とみなし過剰反応して起こる自己免疫疾患です。また、アレルギー疾患は特定の抗原に対する過剰な免疫反応です。現代病として注目される潰瘍性大腸炎も、免疫異常が関係していると考えられています。こうしたことがなぜ起こるのか。免疫反応を抑えコントロールできれば、これらの治療につながります。むしろ、臓器移



Foxp3陽性制御性T細胞による免疫自己寛容の維持とその異常

植の拒絶反応などにも応用が広がります。逆に、がん細胞に対しては免疫反応が起きてほしいのにもうまく働かないことがあります。免疫の抑制を解除してやれば、がん細胞に対する免疫反応を高めることができます。

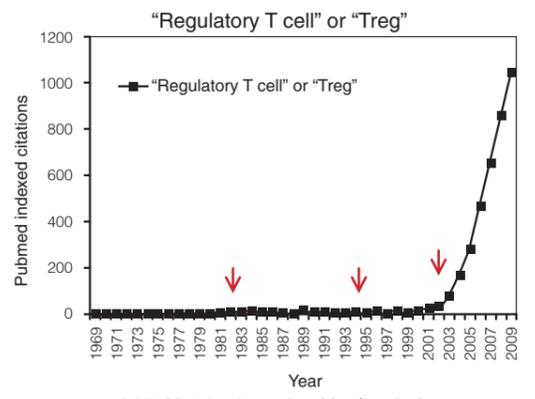
一時、論議が雲散霧消したが

かつて免疫抑制の働きについては、サブレッサーT細胞というものが考えられていました。獲得免疫反応をもつある種のT細胞が、頃合いを見計らって免疫反応を終了させるのだという理屈です。1970年代後半には盛んに研究されていましたが、どうも実体が見つからない。それどころか分子生物学的にありえないとわかり、論議は雲散霧消してしまいました。

しかし、何らかの制御するT細胞が存在しないと、どうしても免疫反応を説明することができないのです。何か制御する細胞があるはず。その信念で、細々と研究を続けていました。

信念の先にあった真実

80年代に私が行っていた実験では、正常なマウスからある種のT細胞のグループ(サブセット)を取り除くと自己免疫病が起こりました。そうであるからには、自己免疫病を起こすT細胞は正常な体にもあり、かつ取り除いたグループの中のある細胞が調整作用をしていたと考えられます。この正体こそがレギュラトリー(制御性)T細胞ですが、現象論の域を超え、それを明示するマーカーを見つけなければ存在は証明できません。90年代半ばにCD25分子がマーカーとして特異的だとわかり、制御性T細胞がようやく日の目を見ます。2003年には機能をもつ分子マーカーとしてFoxp3という転写因子も見つけました。世界が一度忘れかけた



制御性T細胞の重要性が研究者の間で認められ始めたのは10年前から

免疫機能の課題を解決したことで、制御性T細胞に関する研究が一気に開花しました。

各国で臨床試験段階に

実験結果などから、Foxp3遺伝子は制御性T細胞の発生および機能において重要な役割を果たすマスター遺伝子であると考えられます。ヒトについては、IPEX(X染色体連鎖免疫制御異常多発性内分泌障害消化器病)症候群という遺伝疾患があります。この病気では、Foxp3遺伝子に突然変異が生じると、制御性T細胞の発生が阻害され、自己抗原および非自己抗原に対する免疫応答の制御が異常をきたします。こうして立証された制御性T細胞は、現在は多くの分野の人々に注目され、さまざまな研究が進んできています。

臨床試験も、すでに各国で取り組まれています。骨髄移植に際して制御性T細胞を入れ、移植した骨髄中のT細胞が患者を攻撃することで起こる移植片対宿主反応を抑えることができました。従来は、免疫抑制剤によって、すべての免疫反応を弱めていたので、他のウイルス攻撃などにも気を遣っていましたが、その心配がなくなりつつあります。また、子供の1型糖尿病に対して制御性T細胞を体外で増やして戻したり、体内で増やしてやるという試みも進んでいます。阪大病院では、がん治療として制御性T細胞を減らし、その後ワクチン療法を行うというような取り組みがなされています。

免疫自己寛容の仕組みも解明

制御性T細胞は文字通り、免疫の働きを制御しています。自己抗原に反応するようなT細胞は、胸腺で成熟するまでに除外されます。しかし胸腺で発現していない自己抗原を異

物とみなして、攻撃するT細胞が残ります。それが活性化したり増殖して、自己抗原を攻撃しないように抑えるのが制御性T細胞です。このような仕組みを免疫自己寛容といいます。



がん組織内制御性T細胞
制御性T細胞は外見上他のリンパ球と変わらないが、がん組織に浸潤している制御性T細胞を染めると浮かび上がる

免疫系にどう伝えるか?

そこで制御性T細胞が、このことをどうやって免疫系に伝えているのかということになりますが、現状ではいろいろなメカニズムが提唱されていて混沌としています。そもそも、制御性T細胞は複数の免疫抑制機構をもっており、どのメカニズムが最も重要かというのは医学的価値判断でもあり、生物学的見地と医学的見地は必ずしも一致するものではありません。

これまで刺激を受けたことのないT細胞は、樹状細胞などが異物についての抗原を提示するだけでは活性化しません。もうひとつ、共刺激と呼ばれる別の刺激が必要です。制御性T細胞に発現するCTLA-4が共刺激を抑えるのが、抑制機構のコアになっているとらんでいます。もちろん、ほかのT細胞からインターロイキンを奪い、その活性をさまたげるという働きもあります。あと2~3年もすれば、そのどれがコアなのか、あるいはそういうことではないのかといったことがわかるでしょう。

大阪大学特別教授
Osaka University Distinguished Professor

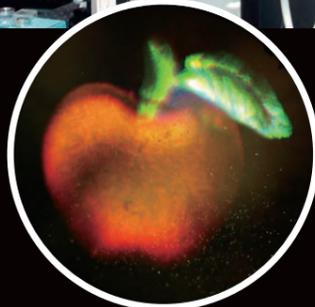
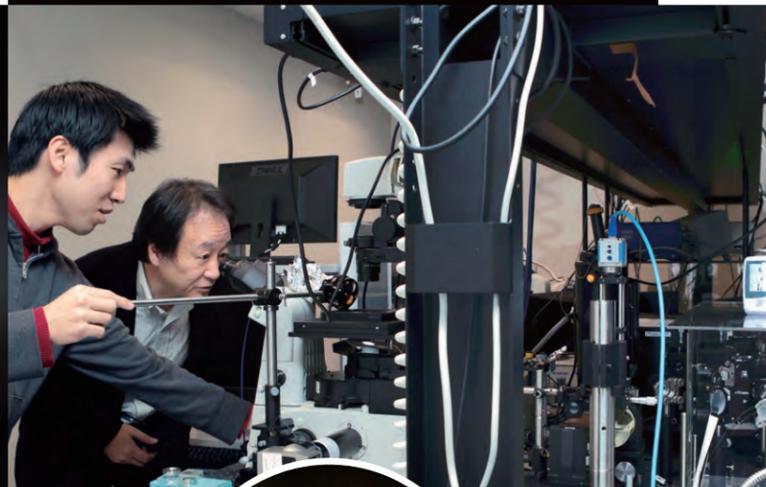
2014年3月発行
大阪大学ニュースレター63号 掲載
「大阪大学特別教授」より

ナノの世界を この目で見たい!

常識にとらわれない思考が大切

フォトニクスセンター長
工学研究科教授(精密科学・応用物理学専攻)

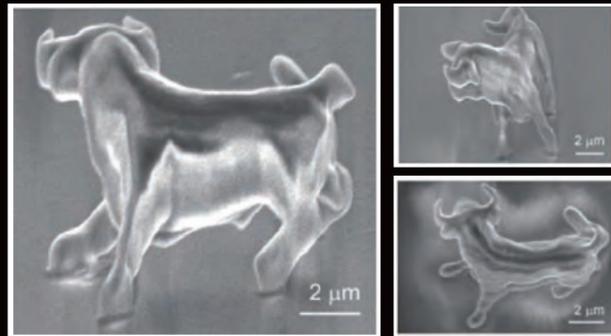
河田 聡 Satoshi Kawata



ホログラム
「光のリング」

3次元ナノ加工：2光子光重合

Kawata, et. al. Nature, 2001



120nm > 25nm

Satoshi Kawata©2013
ミクロの牛

逆転の発想でプラズモニクスの扉

光はレンズでは波長程度のスポットにしか絞り込めない、というのが光学顕微鏡の「常識」の根拠。ところが、光をナノサイズのピンホール(針穴)に通すと、漏れ出した光の滴のようなものが生じる。そこから出る光を観察すれば、ナノメートルのサイズのものを見る「非常識」が可能となる。

しかしながら、ナノサイズの穴では光がほと

んど出ない。ここで河田教授の逆転の発想が生きてくる。「穴がダメなら逆にナノの遮蔽物(金属の針先)を置けばよいではないか」。光は針の先端の金属表面でプラズモンポラリトンという滴のような状態になる。このような現象を研究するのが、河田教授の提唱する「プラズモニクス」だ。

プラズモンの性質を利用して、数十nmの大きさを観察するのが、レーザーラマン顕微鏡だ。現在では、更に小さな数nmの世界を観察することが可能となっている。

大学発のベンチャーを創業

河田教授の研究から実現したレーザーラマン顕微鏡は必要性こそ高いものの、大量生産するような市場はない。そのため、商品化・製品化は遅々として進まなかった。大学内での起業が規制緩和されたことから、河田教授は2003年に大阪大学先端科学イノベーションセンターにナノフoton株式会社を創業する。高度な操作技能を要せず使いこなせる同社開

発の顕微鏡は、内外の切実な需要に応えるものとなった。

着実な発展を続ける同社の社員12人のうち8人は、「博士」の学位をもつ。彼らは、研究ばかりしているわけではなく、製造もすれば営業もする、もちろんサービスもメンテナンスも。こういう「博士社員」のあり方は、河田教授の主宰する科学者維新塾(科新塾)に通じる。

現代の「適塾」を実践

科新塾は、博士や博士を目指す人たちが、広く世に貢献する人材を育成すべく集まる塾だ。阪大の原点「適塾」がモデルという。適塾が登場する司馬遼太郎の「花神」にもかけている。適塾が医学・蘭学者に留まらず、幕末維新の世に大きな役割を果たす人材を輩出したように、科新塾もまた、研究者・学者のみに留まらず、世界で活躍する人材育成が目的だ。「博士が産業界などで活躍の場が少ないのは、企業・本人の双方に悪しき幻想があるからだ」と指摘する。博士は、学識はもちろんチャレンジ精神にもあふれている。それを知らず「頭でっかちで…」と決めつける企業、そして「だから職がないんだ」と自虐する本人も間違っている。「大型免許を持っている人が軽トラックは運転できない、など誰が思うだろう」と喝破する。

「好き」「面白い」の遊び心も

河田教授の名は、ギネスブックにも登場する。10μm(マイクロメートル・千分の1ミリ)にも

満たない世界最小の造形物「ミクロの牛」の製作者なのだ。そのサイズは、体内の深部まで巡る赤血球に匹敵する「小ささ」である。筋肉の盛り上がりも再現し、角や尾などの細部は50nmの精度だ。このミクロの牛は、ウイルスの大きさと比較で米国の中学2年生の数学教科書にも掲載された。

プラズモンを応用したものとしては、フルカラーの3次元ホログラムがある。金属薄膜表面のプラズモンの共振を利用して、赤・緑・青の特定の色の光をとりだし、光のリングを空間に出現させる。

こうした面白い試行は、学生とともに、学生実験室にある一般的な機材だけを利用して。それが、河田先生のポリシーだ。お金も機械も使わないで実現した成果が、サイエンス誌などを飾る。「そういうことこそが格好いいのだと、学生たちに知ってほしい」。莫大な予算と特殊な機材装置で何事かができるのは当たり前。しかし、それではお金や機械に人間が使われているようなものだ。料理が「高うてうまいは当たり前。安うてうまいのが値打ちや」という大阪気質からだろうか。

研究論文を購読する際、内容もさることながら、「どうして著者がそんな研究をやりようと思ったのか」という背景が最も気になる。誰も思いつかないような発想やひらめきを思考する。どうやって形として生み出すかがポイントだという。「好き・面白いという気持ちで遊び心も忘れずに、これからもまだまだ新しいことに取り組みたい」と、ますます意気盛んだ。

特別教授の称号はうれしかった

インタビューの冒頭、河田教授が切り出したのは、特別教授制度について。「最初に少しだけ。これ(特別教授)もらった時、嬉しかったんですよ。大学では頑張ってる高い研究費をとってきても、褒めてもらうということは少ないでしょう。特別教授や総長顕彰、奨励賞は、阪大で頑張っておられる数多くの先生方にとって励みになると思うなあ。今いる人達がより頑張れば、阪大のブランド力も上がると思いますね。本音を言うと、値打ちが下がるから(特別教授は)あまり増やさないでほしいんやけどね(笑)」と照れ隠しのようなコメントから始まった。

今日の非常識は明日の常識

専門はナノフォトニクス。「自分のこの目でナノの世界を見たい」と大学院生時代に思ったのが、研究のきっかけだった。目に見える光は、波長が数百nm(ナノメートル・100万分の

1ミリ)の電磁波だ。このため、光学顕微鏡では理論的に200nmくらいまでしか判別できず、もっと小さいものは電子顕微鏡で観察するしかないというのが往時の「常識」だった。しかし、光は波動であると同時に粒子性をもつ量子だ。この性質に着目し、光で数nm(実質1nm)という分子サイズの世界を見るという「非常識」を実現したのが、河田教授の研究だ。これによって、空気中や溶液中でありのままのナノサイズの構造を調べることが可能になった。

大阪大学特別教授
Osaka University Distinguished Professor

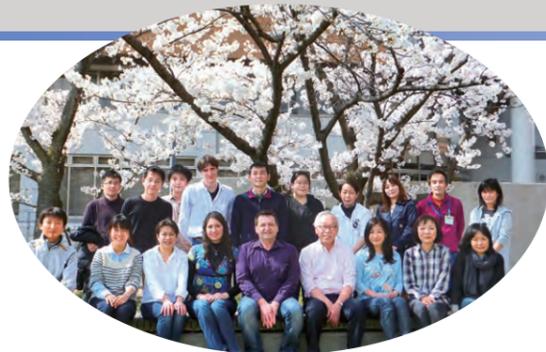
2014年6月発行
大阪大学ニュースレター64号 掲載
「大阪大学特別教授」より

研究の醍醐味は 分からぬことへの挑戦

動物の左右非対称を決定する仕組みを解く

生命機能研究科 発生遺伝学グループ教授
濱田博司 Hiroshi Hamada

濱田博司教授の専門は、哺乳動物胚発生の遺伝子支配。動物の体の左右は、外見上大まかには対称に見えるが、心臓は左に、肝臓は右にあるなど、構造に大きな違いもある。左右の非対称性がどこから生じるのかという「左右非対称性の決定機構」を長年探究してきた。これらの業績により平成26年春の紫綬褒章を受章した。「でも実際に研究を進めたのは学生や同僚なので、大部分は彼・彼女らのクレジットです」と謙遜する言葉にも温厚な人柄がうかがえる。野球好きで熱烈なタイガース・ファンとして学生たちに知られ、研究室には贈られたトラグッズが飾られている。岡山大学医学部生時代には、野球部に所属していた(下手だったので補欠でした:本人談)。



研究室のメンバーたちと満開の桜の下で記念撮影(2014)

「1年やれば1日くらいはうまくいく」

「地味な研究なので…」と謙遜するが、徹底した研究には大きな定評がある。「基礎研究も含めた本学の多面的な人事や評価として、大阪大学特別教授に選ばれたことはありがたい嬉しい」と穏やかにほほえむ。専門分野は近年まで、謎だらけでわからないことが多かった。調べれば調べるほど予想外の発見があって困惑することもあったが、そこに大きな意味が見いだせるという。「1年やっている、1日くらいはうまくいく日がある。研究の喜びは、その日のために研究を積み重ね続けることだ」

阪大での出会い、新たな進展

動物の体には前後(頭と尾)、腹と背、右と左という三つの軸がある。このうち体の左右の違いは成長過程の最後に決定するが、その正体が何かは1990年代半ばまで謎だった。濱田教授が核とするテーマは、この「左右非対称性の決定機構」だ。

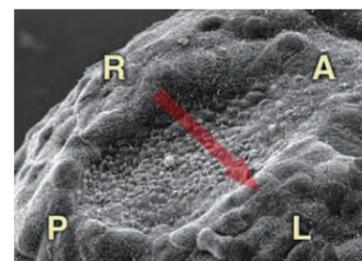
阪大に赴任する前に目野主税氏(当時大学院生、のちに助手、助教授、現九州大学教授)や西條幸男氏(当時助手、現ユタ大学 Assistant Professor)とともに、マウスの胚で形態形成を制御する遺伝子を探索している途中で、偶然にも胚の左側でだけ発現する Lefty という細胞の分化に関わる因子(タンパク質)を発見した。この働きを調べるには、特定の遺伝子を欠いたノックアウトマウスが必要だ。濱田教授が阪大に赴任した時、「当時、世界で

も例の少なかったノックアウトマウスをES細胞から作成する技術をもった近藤壽人先生(現名誉教授)に幸運にも遭遇できたことで研究が飛躍的に進んだ」という。

Leftyを調べていくと奇妙なことがわかった。Leftyが欠損していれば左ができず、体の両側とも右のつくりになりそう。ところが結果は意外にもその逆で、両側とも左のつくりになってしまう。このパラドックスが解けたのは、Leftyとほぼ同部位に発現する Nodal の発見による。左の構造を形成するのは Nodal で、Lefty はこれが暴走しないよう抑制し、働きの調整をしていた。その後の研究で、Lefty-1、-2 と Nodal の相互の働きによる遺伝子発現制御機構から、左右非対称の発生の仕組みが解き明かされていった。

水流という物理現象が左右の対称性を破る

Lefty や Nodal が左側にだけ現れるのはなぜか。この答えも意外なところにあった。1998年に東京大学の廣川信隆先生が、マウス胚の腹側中央付近にあるノードという小さな凹みで、体液(羊水)が右から左へと流れているのを見つけた。この発見から、当時濱田教授の



右Rから左Lへと流れるノード流

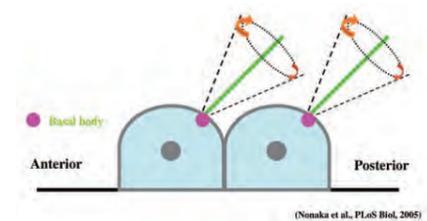
研究室に研究員として在籍していた野中茂紀氏(現基礎生物学研究所准教授)は、胚に左から右へと逆の流れをポンプで与えてみた。すると、体の左右のつくりが見事に逆転する。つまり、水流という物理現象が体の左右の分化の出発点ということが明らかに

なった。

それでは、なぜ流れが生じるのか。繊毛は毎分600回転ほどで時計回りに回転する。回転すれば渦が起こるはず。それがどうして左方向の流れになるのか。工学部の先生たちに相談してみた。それは、繊毛の回転軸の傾きによる流体力学的な現象だった。液体には粘性があるので、繊毛が細胞表面に近い半周での水流は、表面から離れた半周よりも劣勢になる。この結果、右から左に向かうノード流が生まれるというわけだ。

内臓が左右逆転する遺伝病も

体のつくりの左右が逆転する内臓逆位が起こる遺伝病は、古くから知られていた。この病気では、気管などで繊毛が動かないことによりさまざまな障害を伴うことも知られていた。これらがすべて、繊毛を駆動する因子を欠くことにより生じることが立証された。

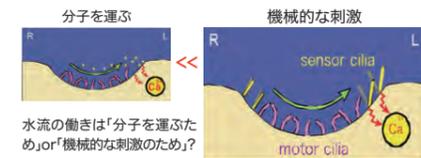


繊毛が体の後ろ側へ倒れるため、左向き水流ができる

探究はさらに続く。繊毛の傾きがそろうのは、なぜだろうか。繊毛は細胞の基底小体(Basal body)の上にある。この基底小体は、初めはランダムに配置している。それが発生から数時間のうちに細胞の後側(尾ができる方向)に動くため繊毛が傾く。すでに決定している前後・背腹の体軸情報を使い、基底小体が移動すると考えられる。この仕組みの原因については現在さらに研究が進められている。

動かない繊毛の秘密

ところで、ノード流はどのようにして左右の情



水流の働きは「分子を運ぶため」or「機械的な刺激のため」?

報を伝えるのか。何かの物質を流しているのだろうか。これにも意外な結論を得た。水流自体の機械的な刺激に意味がありそう。ノードには200~300個の細胞が並ぶ。これらの多くは繊毛を回転させるが、外側に回転しないものがある。その繊毛が水流で押されカルシウムイオンCa²⁺が取り込まれる。つまり、回転しない繊毛が水流のセンサーとして働いて、左側を判別していると考えられる。これを明らかにすべく、動かない繊毛に物理的な力をかけて結果を調べる検証が進められている。

このことは、新たな医学・生理学的な知見を示唆する。体の細胞は、繊毛を持っているものが多い。ただし動かない、あるいは細胞組織の間に埋もれて動くことができない繊毛も少なくない。そのような繊毛は「痕跡」であって、役に立たないと考えられていた。ところが、これらがシグナルを受けとるアンテナの役割をしていることがわかった。たとえば腎臓の尿管に「動かない繊毛」がある。これが、生成された尿の流量などを感知しているのかもしれない。

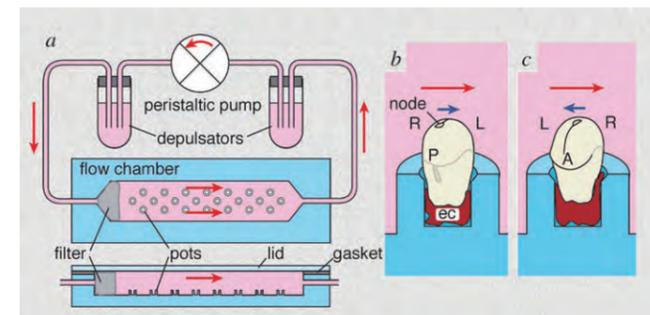
探究心を忘れず研究

研究することは、まだまだ山積みだ。繊毛が時計回りに回る理由も、その構造によるものと考えられるが、面白い問題だ。濱田教授は「研究の醍醐味は、分からないことにチャレンジすること」という。「好きなことを題材に、得意なことを研究する、それが自身のやりがいとなり社会に貢献する研究になればよい」。研究室を巣立った学生たちは、その方法論や考え方を活かして、さまざまな分野で活躍する。「探究心を常に忘れずに」というのが濱田教授のメッセージだ。



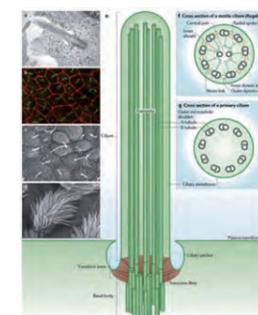
Nodal Lefty2, Lefty1
(Liz Roberston, Micheal Kuehn, 1996)

受精後8.5日頃、短時間だけ現れる左右決定因子



1 水流の方向:右向き、あるいは左向き
2 水流の速度:早い、遅い

Nonaka et al (Nature, 2002)



- 動く繊毛: 細胞・ものを動かす
 - * ドルフィンキック型運動
 - * 平泳ぎ型運動
 - * 回転型
- 動かない繊毛: 種々のシグナルを感知するアンテナ
 - * シグナル因子 (Hedgehog etc)
 - * 機械的刺激

体の中にある、いろいろな繊毛の働き

未来に輝く研究者

2013年12月発行
大阪大学ニューズレター62号 掲載
未来に輝く研究者 より

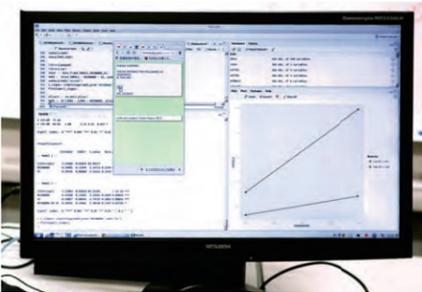
組織が直面する 「人的資源」の課題探求 経営研究の底上げ、 日本発で図る

経済学研究科 教授
関口倫紀 Tomoki Sekiguchi

2013年
総長顕彰
受賞

●関口倫紀(せきぐち ともき)
1969年生まれ。92年東京青山学院大学文学部第4類心理学専修課程卒業。98年青山学院大学大学院国際政治経済学研究科国際ビジネス専攻国際経営学コース修士課程修了。2003年 University of Washington Foster School of Business Ph.D. Program修了。Ph.D. (Business Administration)。06年大阪大学大学院経済学研究科助教授(07年准教授)を経て、12年4月から現職。専門は人的資源管理論・組織行動論。2012年経営行動科学学会優秀研究賞、2013年大阪大学総長顕彰(研究部門)等を受賞。

【総長顕彰】: 教員のうち、教育、研究、社会・国際貢献または管理運営上の業績が特に顕著であると認められた者を顕彰し、大学の一層の発展を期することを目的としている。

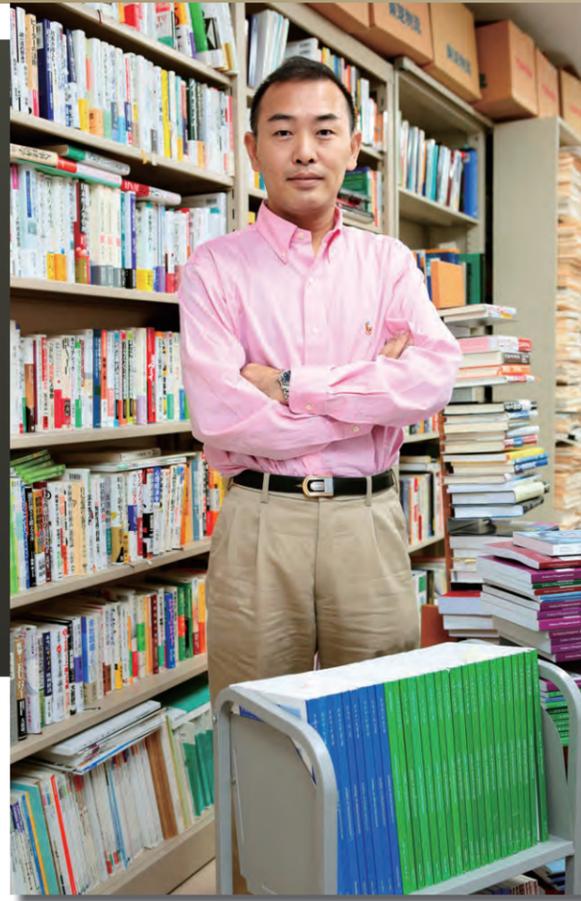


欧米の学界では定量的研究が主流。ただし定性的研究も重視する

増え続ける書籍・資料の整理には一苦労



雑誌の電子化が進んでいなかった時代にコピーした論文の束



国際色豊かな研究室メンバーと人的資源管理・組織行動を研究する経済学研究科の関口倫紀教授。企業がグローバル化する中で多国籍人材をどう活用するかなど、組織が直面する「人的資源」の課題を探る。

「コンサルタントとして企業と関わるなかで、経営の奥にある普遍的なメカニズムを解き明かしてみたくになりました」と、研究の道へ。実務経験から、人とのつながりを何よりも大切にする。

アンケート調査が主流の中で、積極的に実験も取り入れる。心理学的視点から、採用担当者の意思決定プロセスを分析し、企業の採用プロセスの傾向を探ることも。



メンバーは多国籍でもコミュニケーションは日本語がメイン

アメリカ発の理論や研究が主流を占めるこの分野において、研究成果が国際的なトップジャーナルに掲載されるなど、世界に向けて研究成果を発信し、日本発の経営研究の底上げを図る。その業績で2013年の総長顕彰を受賞した。

息抜きは読書と散歩。本にこだわりのジャンルはない。専門書に囲まれた研究室を出て、学内の散歩中にアイデアが浮かぶこともあるという。

もの動きを制御する仕組みについて身近な道具を使って説明



未来に輝く研究者

2014年3月発行
大阪大学ニューズレター63号 掲載
未来に輝く研究者 より

現実を抽象化し 「制御」理論を組み立て 動きをデザインする

情報科学研究科 教授
藤崎泰正 Yasumasa Fujisaki

2013年
総長顕彰
受賞

●藤崎泰正(ふじさき やすまさ)
1964年生まれ。1988年神戸大学大学院工学研究科修士課程システム工学専攻修了。同年より(株)神戸製鋼所電子技術研究所研究員。神戸大学工学部助手、助教授などを経て、2010年より大阪大学大学院情報科学研究科教授。博士(工学)。

【総長顕彰】: 教員のうち、教育、研究、社会・国際貢献または管理運営上の業績が特に顕著であると認められた者を顕彰し、大学の一層の発展を期することを目的としている。

「学生たちにはよく制御の基本をこの方法で説明しますね」と、笑顔で身近にあったACアダプタを振り説明する。

理論研究の第一段階は、対象となるシステムを抽象化し、数理モデルとして表すことだ。そのモデルは抽象的であるため、幅広く応用できる。例えば、本田技研の4WS車の操縦安定性を向上させるシステムにも、教授の「2自由度サーボ系」の理論が生かされた。

理論研究を行う一方で、現場を見る重要性を力説。企業での経験を経て、その思いが深まったという。「できた理論が実社会で生かせるのかを問い直すことから、研究の第二段階が始まります。現場との差をしっかりと意識して、理論を洗練させていかなければなりません」

現在は情報科学の理論を取り入れ、不測の事態があっても休止しないネットワーク化制御システムの構築に向けた「ディペンダブル制御理論」に取り組んでいる。大型の競争的研究費CRESTに採択され、それが今回の受賞理由となった。

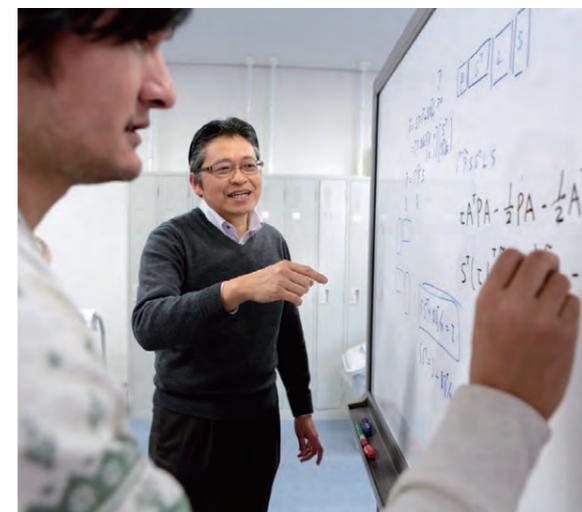
研究活動の必需品は、ホワイトボードとペン。ホワイトボードを前に他の研究者とセッションしているうちに、考えがまとまることが多い。「研究留学で訪れたトリノ工科大学にある研究機関で、ディスカッションをひたすら続けるスタイルが新鮮でしたね」と笑顔の教授は、学生とも快活に議論しながら、いつでも次の一歩を踏み出そうとしている。



動きの制御について考察するための「フレキシブルリンク実験装置」



研究留学先のトリノ工科大学の前で



トリノ仕込みの学生とのディスカッション

未来に輝く研究者

2014年6月発行
大阪大学ニュースレター64号 掲載
未来に輝く研究者 より

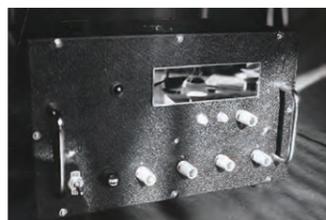
社会人に企業の枠を超えた ナノテクの研究の場を提供し ものづくりを支援する

基礎工学研究科 教授
荒木 勉 Tsutomu Araki

2013年
総長顕彰
受賞

【総長顕彰】: 教員のうち、教育、研究、社会・国際貢献または管理運営上の業績が特に顕著であると認められた者を顕彰し、大学の一層の発展を期することを目的としている。

●荒木 勉(あらき つとむ)
1949年大阪生まれ。1977年大阪大学大学院工学研究科応用物理学専攻博士課程修了。ウィスコンシン大学化学科研究員、徳島大学医学部助手、同大学工学部助教授、教授を経て97年より現職。工学博士、医学博士(論博)。研究内容は、光学的手法による生体老化の検出、非線形光学現象を利用した細胞・組織の計測。2006年日本生体医工学会論文賞・阪本賞、06年度日本機械学会バイオエンジニアリング部門業績賞、13年レーザー学会論文賞、13年度日本機械学会バイオエンジニアリング部門功績賞、など受賞



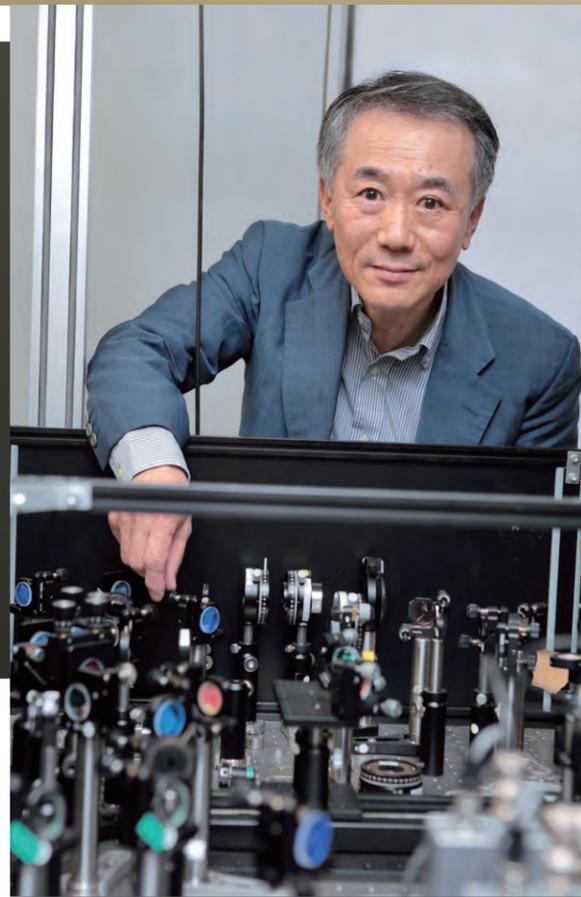
「ラジオ少年」だった荒木教授が13歳の時に自作した真空管ステレオアンプ



社会人受講生と講師によるディスカッション



「ナノ高度学際教育研究訓練プログラム」受講者同士のネットワークも生まれ、大阪大学の若手教員とともに阪大山の家を利用し合宿を実施



ナノテクノロジーは、日本のものづくりを支える大切な柱。その体系的な社会人教育・実習プログラムを提供しようと、大阪大学のナノテクや関連分野の研究者が始めた「ナノ高度学際教育研究訓練プログラム」に、荒木勉教授は2004年発足当初から関わってきた。現在は、講師としてだけでなく、授業担当者の人選などコーディネーターとしても活動中だ。この社会人教育への取り組みが評価され、教育の分野で2013年の総長顕彰を受賞した。

プログラムの受講期間は1年。社会人教育では日本で唯一の夜間講義を、4つのコースにわかれて、それぞれ週1回中之島センターで開講し、東京などの遠隔教室10箇所にライブ配信している。「遠くの受講者も双方向で議論に参加できます。企業や所属組織の枠組みを超えて各地から『学び』への意欲を持った人たちが集まるので、まさに平成の適塾だと思います」と胸をはる。

社会人受講生は11年間で920名。20~30代が中心で、女性の参加者も増えてきた。「切磋琢磨して技術力を磨いてほしい」と思いを語る。

教授の研究分野は生体光計測。少年時代からラジオやアンプを作り上げるのが好きで工学の道に進んだが、ポストドク終了後「求められたのなら、精一杯やらない」と、まったく異なる解剖学教室へ就職、生体工学の道に進んだ。機械工学系にもかかわらず女子学生が多く、中心にミーティング兼団らんスペースを配置した風通しの良い空間も荒木研究室の特徴だ。学生たちには「世の中に出て、今勉強していることが役立つのは数年後。『ほんとうの戦力』になるために、物事を常に自分の目で確かめ、感性を養うことが重要。そしてなによりも、大阪大学をもっと好きになってほしい」と思いを込めて語った。

未来に輝く研究者

2013年12月発行
大阪大学ニュースレター62号 掲載
未来に輝く研究者 より

米粉とCNTコーティングの トップランナー 文系から転身、 理系研究者の道へ

接合科学研究所 助教
梅田純子 Junko Umeda

2013年
総長奨励賞
受賞

【総長奨励賞】: 若手教員のうち、教育又は研究の業績があると認められ、将来活躍することが期待される者を顕彰し、奨励することを目的としている。

●梅田純子(うめだ じゅんこ)
1994年東洋大学社会学部応用社会学科社会学専攻卒業。2002年東京大学先端科学技術研究センター科学技術振興特任研究員、大阪大学接合科学研究所特任研究員を経て、10年4月から現職。専門は金属材料の表面改質および非食部バイオマスの高度再資源化。2013年大阪大学総長奨励賞(研究部門)、14年文部科学大臣表彰科学技術省(研究部門)等を受賞。



香ばしい米粉の香りと煙の中で「実は私、文系出身なんです」と笑う接合科学研究所の梅田純子助教。学生時代は社会福祉学を専攻したが、縁あって研究の道に進んだ。

「革新的なカーボンナノチューブ(CNT)のコーティング技術」が評価され、2013年の総長奨励賞を受賞。CNT研究を進めるステップになったのは、米粉からエネルギーと同時に高純度のシリカを抽出する研究。そのシリカの多孔質吸着性を利用しCNTとマグネシウムの複合材料を目指したのが今の研究につながる。現在は、チタンとCNTの混合素材から、凝着性の少ない強度ある新素材を研究している。

「どんな現象が起きているのか、イメージするのが難しい。わからないことは学生にも素直に聞く。私よりも周りの方の忍耐が試されます」

研究成果を社会に還元することを常に考える。鉄などにかわるチタン材料は、製品の軽量化や、強化にも期待される。「米粉の研究も継続し、将来的には東南アジアの農村の生活向上につなげたい」と、社会福祉の視点も忘れない。



米粉の持続可能な再資源化システム構築を目指す



数粒の米粉を使い、DTA装置で熱分解挙動を解析

小型燃焼炉で米粉から99.8%以上の高純度アモルファスシリカを抽出



CNTと基材の接合性評価を行うピンオンディスク式摩擦試験機



CNTコーティング皮膚の解析に用いるデジタル電子顕微鏡

未来に輝く研究者

2014年3月発行
大阪大学ニュースレター63号 掲載
未来に輝く研究者 より

演歌を中心とした 近代日本大衆音楽を研究 出発点はブラジル音楽との 出会いにあり

文学研究科 准教授
輪島裕介 Yusuke Wajima

2013年
総長奨励賞
受賞

【総長奨励賞】: 若手教員のうち、教育又は研究の業績があると認められ、将来活躍することが期待される者を顕彰し、奨励することを目的としている。

●輪島裕介(わじま ゆうすけ)
1974年金沢市生まれ。東京大学文学部卒業。同大学院人文社会系研究科(美学芸術学)博士課程修了。博士(文学)。在学中の研究をもとにした著書『創られた『日本の心』神話 『演歌』をめぐる戦後大衆音楽史』(光文社新書)で2011年度の国際ポピュラー音楽学会賞、サントリー学芸賞受賞。東京での非常勤講師を経て2011年より現職。妻と2歳長男との3人暮らし。



総合大学の文学部では日本唯一の音楽学研究室。そこで主に、日本とブラジルの音楽について文化史的考察を行う輪島裕介准教授。演歌を中心とした近代日本大衆音楽の研究で、2013年の総長奨励賞を受賞した。

当初はブラジル音楽をテーマに取り組んでいたが、日本の中の非西洋の音楽の位置づけを考えていくにつれ、日本のことを考えていくことになった。「ここでできる音楽の研究は幅広い。僕みたいにならざるがらどりで着いた人間と、音大出身者や研究の焦点を絞って来た人が、同じ場で議論できる。多様性に富んだ恵まれた環境だと感謝しています」と語る。

18歳までを石川県金沢市で過ごす。街で一軒の輸入音楽の専門店の影響で、洋楽、ラテン音楽に目覚める。中学、高校時代はバンドブームの真っただ中で、自身もロックバンドでベースを弾いた。東大文学部に進学後、学外サークル「早大ラテンアメリカ協会」に所属、サンバに熱中した。ブラジル・サルヴァドールのカーニバルでの、レゲエと結びついたサンバとの出会いがその後を決定づけたという。

今後は、「ある音楽がどのような人たちによって作られ変化し移動してゆくのか、産業やメディアの役割や、知識人や学問制度との関連も含めて広くアプローチを続けます」



リオとは異なる
ブラジル・サルバドールのカーニバル
(Secom Bahia/Creative Commons)

浅草サンバカーニバルに出場した
大学生時代(1993年)



カーニバルの代表的団体
Olodumのドラムパフォーマンス
(Roberto Viana/AGECOM/Creative Commons)



未来に輝く研究者

2014年6月発行
大阪大学ニュースレター64号 掲載
未来に輝く研究者 より

神経回路の修復に関わる 新生血管分泌物を発見 あらゆる生命 いとおしく

医学系研究科 准教授
村松里衣子 Rieko Muramatsu

2013年
総長奨励賞
受賞

【総長奨励賞】: 若手教員のうち、教育又は研究の業績があると認められ、将来活躍することが期待される者を顕彰し、奨励することを目的としている。

●村松里衣子(むらまつりえこ)
2008年東京大学薬学系研究科博士課程修了。同年大阪大学連合小児発達学研究所附属子どものころの分子統御機構研究センター特任助教、10年大阪大学医学系研究科助教、14年より現職。博士(薬学)。13年科学技術振興機構のさきがけプログラムに採択。14年文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞。



脳や脊髄が外傷などで傷つき運動障害が生じても、体内では中枢神経組織の修復が行われ、失われた運動機能はある程度自然に回復する。そのことは以前から知られていたが、修復のメカニズムについての解明は進んでいなかった。村松里衣子准教授が突きとめたのは、神経回路が修復される際、周囲で新たに発生した血管からの分泌物質が回路修復を促進しているという事実である。この分泌物質はプロスタサイクリンという。存在自体は知られていたが、神経細胞の形成に関係があるとは考えられていなかった。これらの功績から2013年の総長奨励賞を受賞した。

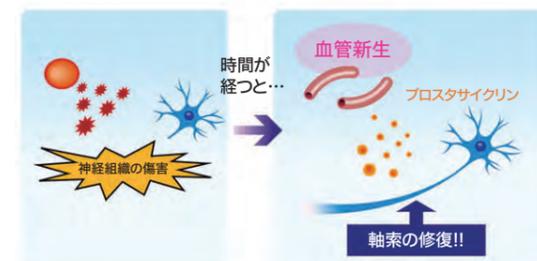
血管からの分泌物質といっても、多種類ある。そのなかで、村松准教授はプロスタサイクリンを含む3種の物質のいずれかが、神経回路修復を促進する物質だと考えた。たまたま最初に検証を試みたプロスタサイクリンが的中したのは「強運だったのかな」。機能障害の回復に役立つ新たな治療薬・治療法の開発の可能性を切り開く発見だと、大いに期待されている。

現在は、子育てと研究を両立中。「子どもと過ごす時間を大切にしたいと思うようになって、かえって時間を有効に使えるようになった」。気分転換は親子でガーデニングをすることだ。芽吹いた花を見ていると「生命が成長する力強さに圧倒される」。植物が成長するのも、子どもの背が伸びるのも、神経細胞の軸索が伸びていくのも同じようにうれしいそう。心の底には、生命をいとおしく思う気持ちがあるのだろう。



お子さんと一緒にする
ガーデニングが息抜き

●新生血管が傷ついた中枢神経を修復させる



Muramatsu, et al. Nature Medicine (2012)

村松准教授が発見した神経回路修復のメカニズム



研究室の仲間とお花見。「大阪の方は楽しい方が多いですね」

大阪大学
国際共同研究
促進プログラム
Project for promoting
international joint research,
Osaka University

2014年6月発行
大阪大学ニュースレター64号 掲載
特集「大阪大学国際共同研究促進プログラム」より

世界各国の知性を結集し 経済理論の充実を

社会経済研究所 教授
芹澤成弘 Shigehiro Serizawa

平成25年度の「大阪大学国際共同研究促進プログラム」に採択された「最先端経済理論研究と制度設計への応用」が、順調なスタートを切っている。代表者の芹澤成弘教授(社会経済研究所)に、プログラムの内容や効果について聞いた。

オークション制度などについて説明する芹澤教授



●芹澤成弘(せりざわ しげひろ)
筑波大学社会学類卒業。米国・ロチェスター大学Ph.D(経済学)。専門はミクロ経済学、ゲーム理論、メカニズム・デザイン。2004年から現職。2010～13年、社会経済研究所長。

— 芹澤先生の研究テーマはどんなものですか。

「資源配分」についての研究です。「世の中にいろいろある有限な資源を、人々が幸福になるように使うには?」ということを理論的に考え、最適な制度設計を試みます。

学生が世界の知に触れる機会を

— 採択プログラムはどのような内容ですか。

社会経済研究所がより国際的な研究をできる機関になろうとするなかで、国際共同研究を大学が後押ししてくれるのはうれしいこと

です。プログラムが求めるものとして「研究だけでなく、大阪大学の他の研究者や学生にも成果が還元されるような内容を」とあります。それに応える企画の一つとして、来日する研究者に大学院生向けに講演をしていただきます。学生には世界の一線活躍する研究者から刺激を受けてほしいですね。

— 講演の狙いはどんなものですか。

例えば、5月に来日したトムソン教授は、ゲーム理論の世界有数の研究者である一方、若手研究者を育てるのがうまいことでも有名な人です。経済学分野の研究者として成功するためのノウハウを持っており、そのノウハウをまとめた著書『A Guide for Young Economist』は、経済学研究者の間では世界的なベストセラーになっています。

「経済学で頑張りたいが、どういう方向に努力すればよいのか」と悩む若い人には、その道で成功しかつノウハウをよく知っている学者から直接話を聞ける良い機会になるでしょう。大阪大学が優れた研究者を育てるのに役立つ企画になったと思います。

インド、スペイン、シンガポールなど世界中から阪大へ

— 共同研究者はどんな人たちですか。

インド統計学研究所のDebasis Mishra(デバシス・ミシュラ)准教授がメインの共同研究者で、阪大に1カ月以上滞在して研究します。ご存知のようにインドは経済が大きく伸びていて、研究も今や相当高いレベルにあり、そういうインドの研究機関と共同研究を行うことにはメリットがあると考えています。他にもシンガポール国立大学、スペインのバルセロナ自治

大学、米国スタンフォード大学、ノースウェスタン大学、ロチェスター大学など。世界各地の最高水準の研究者と研究を進めています。

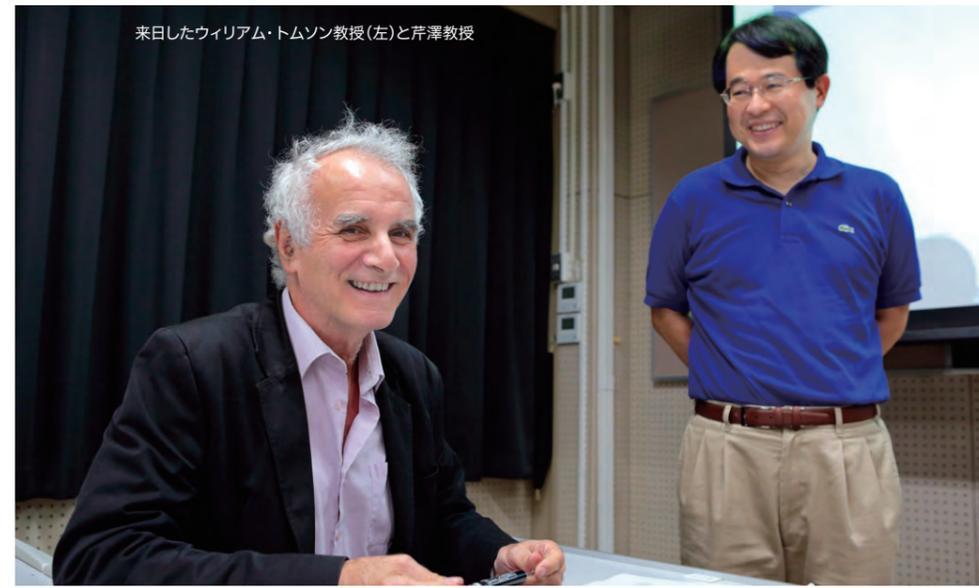
資源配分、どう効率的に行えるか

— どんな研究が進められているのですか。

「資源配分」という研究のテーマを、少し理論的に説明しましょう。資源をうまく使うには、情報を把握しないとけません。例えば、コー



研究内容について講演する米国・ロチェスター大学のWilliam Thomson(ウィリアム・トムソン)教授



来日したウィリアム・トムソン教授(左)と芹澤教授

ヒー豆を欲しい人に分けるとします。今、社会の人はどれほどコーヒーを欲しているか、どういう意味で欲しているか、誰が一番それを有意義に使ってくれるかなどについての情報があれば、それを元に配分できます。しかし、現実の社会でその情報を手に入れることは容易ではありません。そんな中で、いかにちゃんと情報を引き出して、それを元に良い配分をするか。それが、私たちの研究テーマです。抽象的

なようですが、それ故にさまざまな実問題にあてはめることができます。

共同研究者の一人であるChew Soo Hong(チュウ・スー・ホン)氏は、シンガポールにおける車両購入ライセンスの割り当て制度の分析を行っています。シンガポールは人々の生活水準が高く、みんな車を持ちたいのですが、淡路島ほどの面積の小さな国なのでそれは到底不可能。そこに、車を買う権利を誰に配分

大阪大学国際共同研究促進プログラム

最先端の研究を展開している外国人研究者と大阪大学の研究者との共同研究を支援することにより、研究力を一層高め、大阪大学のグローバル化を促進することを目指す阪大独自のプログラム。海外の研究機関で主任研究者として最先端の研究を展開している外国人研究者が、年間1カ月以上大阪大学の研究室で共同研究することを条件にサポート。H25年度から開始し、22プログラムが進行中。2014年6月時点で、13ヶ国の22の大学や研究機関と国際ジョイントラボを設立。

すればよいのかという資源配分のテーマが出てきます。この他にも、空港の発着枠配分、周波数ライセンスの割り当てなどさまざまな場面で生じる資源配分の課題をテーマに、海外の研究者と共同で研究を進めています。

これらの共同研究者の実績に直接触れることで、学生や若手研究者にも刺激をあたえ、大阪大学の研究が一層進んでいくことが期待されます。

「周波数ライセンス」オークション制度導入を

芹澤教授は、ゲーム理論の専門家であるミシュラ氏と共同で「携帯電話の周波数ライセンス割り当て」など、資源配分の制度設計につなげる分析を行っている。

「神の見えざる手」が働く

周波数ライセンスは、特定の周波数の電波を独占的に利用する権利で、今日の携帯電話事業には不可欠なもの。携帯キャリア各社が巨大な営業利益を上げていることからわかるように、その価値は莫大だ。日本を除く多くの先進諸国では、周波数のオークション制度が導入されている。

芹澤教授は「オークションは、周波数ライセンスの最も効率的な割り当て方法。『マーケットには神の見えざる手が働く』という言葉がよくあてはまる事例です。入札するのは高い事業能力を持ち、計画の実現可能性が高い事業者に絞られます」と語る。事業が失敗した場合は、

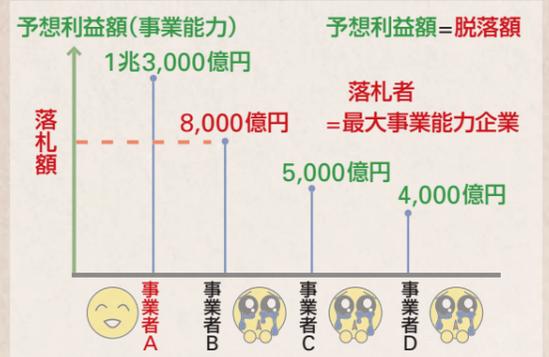
事業者だけでなく金融機関や投資家も損失を被るので、無謀な入札が行われる可能性が低くなるからだ。「オークションでは、入札額によって自動的に決定が行われます。特に同時競り上げオークション※という仕組みを用いると、各事業者の予想利益額が脱落額と等しくなり、最大事業能力を持った企業が落札者となります。通常では得にくい各事業者の事業能力や計画実現可能性の情報が、入札額自体の中に自然に含まれることになるのです」

日本では比較審査方式

他の国ではオークションによる周波数割り当てが一般的であるのに対し、日本では未だに政府などによる比較審査方式が採用されてい

競り上げオークション

競り上げオークションでは、その周波数から最大の利益が得られると考える事業者が落札される



※ 同時競り上げオークション方式: オークション制度の一種。売り手が初め最低金額をつけ、買い手が徐々に値段を競り上げていき、最高の値段を提示した買い手に販売される。複数の銘柄を同じ買い手が同時に競り上げていく。

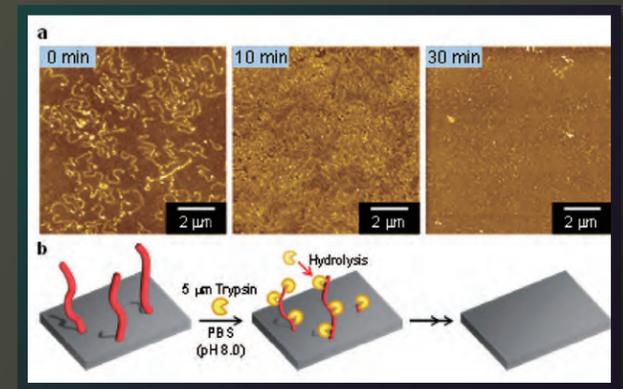
る。この点について芹澤教授は「割り当て事業者の決定が、周波数の生み出す価値を最大化できない非効率的な方法で続けられている」と指摘する。周波数を土地にたとえると、日本の方式は、東京駅前の超一等地を無料で近い価格で特定事業者に貸し出すようなものだという。「産業政策としては、対価なしのライセンスは補助金に等しいものです。オークションを導入すれば落札額は国家収入となるだけではなく、ライセンスをよりよく配分することができます」と強調する。

大阪大学
国際共同研究
促進プログラム
Project for promoting
international joint research,
Osaka University

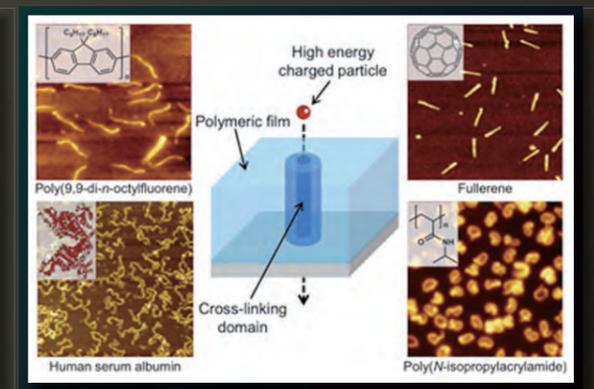
2014年6月発行
大阪大学ニュースレター64号 掲載
特集「大阪大学国際共同研究促進プログラム」より



タンパク質ナノワイヤーが酵素によって分解されていく様子



荷電粒子を高分子フィルムに打ち込んで糸をつくりだす



<http://www.chem.eng.osaka-u.ac.jp/~cmcp-lab/research/index.html>

研究室に一步入ると、いろいろな国籍の留学生やポストドクターが至る所でディスカッションしている様子が目に飛び込んでくる。そこは、まさにグローバルな空間だ。世界の材料科学研究は凄まじいスピードで競争が進んでいる。平成26年度の大阪大学国際共同研究促進プログラムにも採択された。工学研究科の関修平教授に、グローバルに展開する研究の最先端を聞いた。

世界一細い蜘蛛の糸

今年4月28日付Nature Communication誌は、極めて細く均質なタンパク質でできた「世界一細い蜘蛛の糸—カンダタのはのぼれない」というナノワイヤー作製を報じた。タンパク質薄膜に粒子線(イオンビーム)を打ち込み、粒子の軌跡にある分子に橋を架ける反応で糸を作る。これまでとは一線を画するシンプルな方法で、太さ数ナノメートル、長さ数マイクロメートル(長さの1000倍)の分子の糸が「紡ぎ」だされる。この糸を髪の毛のように基板に多数植えてみると、広い表面積の構造体ができる。その表面に酵素を固定し、検査薬を運ばせるなどの利用が期待される。関教授の幅広い高分子材料研究の産物として、巧まらずに生まれた新しいナノ材料だ。

光電池の素材としても期待

有機半導体は、シリコンにとって代わる新たな半導体素材として注目されている。有機ELは折り曲げられるディスプレイなど、スマートフォ

関修平 工学研究科応用化学専攻教授

シリコンに代わる有機半導体など多彩な開発
疑うがゆえに知り
知るがゆえに疑う

ンでもすでに利用が始まった。昨今のエネルギー環境の変化から、光電池の素材としても活躍が期待される。プリンターで印刷するような方法で安価に、柔軟で軽量な太陽電池ができる。そうすれば、設置までのコストが大きく削減され、太陽光発電の実用的価値が飛躍的に高まる。

シリコン半導体は、70年近い歴史により広く活用されている。その一方、炭素骨格をもとにする「電気を流すプラスチック」の歴史はまだ浅い。「アモルファスシリコンに置き換わる革新的な素材としたい」と話す関教授は、その研究の最先端を担う1人だ。

スピーディな測定技術を確認

有機半導体の研究では世界中で毎日、数十個も「最新」の材料が発表される。このスピードを支える上で欠かせないのが、素材の特性を的確かつスピーディに測定する方法。関教授はこれに取り組み、13年にマイクロ波を使って材料に非接触で測定する技術を確認した。



半導体は物質表面の電子の動きの軽さ、電荷移動度で特性を評価する。かつては、材料に電極などを組み上げないと測定できなかった。関教授は「組み上げや測定によって生じる影響が排除され、材料の本来のピュアな性能評価ができる。それだけでなく、材料を基板に塗布するだけですぐ計測でき、およそ100倍という桁違いの速さで測定できる」と話す。

同じラボで「つくる」「はかる」体制を

有機半導体の材料開発は、米国や日本そして中国などが競い合い、一般的意味での国際共同研究は当たり前の分野だ。しかし、日進月歩ゆえの障壁もある。研究には材料の現物そのものが欠かせない。関教授の方法ならば1日に何回も測定できるが、材料が届くには大きなタイムラグがある。「飛行機で行き来したり通関に1週間かかったり環境では、開発のスピードが追いつかない。同じラボで『つくる』『はかる』をタイムリーに繰り返せば、飛躍的な向上が望める」という。

大阪大学では、ダイナミックなグローバル化を担う実を伴った外国人研究者との国際共同研究を全学的な規模で進展させるため「国際共同研究促進プログラム」を展開している。関研究室はこのプログラムで「有機半導体材料の特異的電子機能発現と本質的特性評価法による機能追求」をテーマに、米国の先端的研究者を2014年度から招へいする。こうした体制が整えば、間違いのない確実なデータが迅速に出せる。その積み重ねは、日本の、そして大阪大学の研究の信頼性を大きく向上させるだろう。

人材を送ったり招いたりという交流には、二

つの側面があるという。「研究者個人にフォーカスすれば、派遣先の研究風土や行動様式、論理構成などを深く体験できる。招へいすれば、受け入れたラボ全体が学べて、波及効果が期待できる。この両側面を組み合わせ、国際的にも説得力あるロジックで構成した、世界に通用する研究として編成することが大切だ」

捨てるという前向きな判断

「研究に継続が大切なのは間違いないが、材料開発では捨てる判断も非常に重要だ」と



世界各地から集まったメンバーが在籍する関教授の研究室

も。長年温めた研究を捨てるのは忍びないが、見込みのない素材にこだわってはいけません。研究そのものが破綻する。「材料や研究成果は日々生まれるが、発展するものは多くない。どこで見切りをつけるかは難しい決断だが、日延ばしはできない。捨てる・やめるという判断を的確かつスピーディに進めることが大切だ」と語る。

そうしてこそ、捨てられた素材に命を与えることができる。古木が倒れて新しい森が再生するように、その上に新しい素材・試み・研究が息づく。有機薄膜太陽電池材料研究も峠を

越え、関教授のミッションはほぼ終了したという。「材料としてのゴールが見え、今後は実用化の技術開発に移行する」

夢のカメラで秩父を撮影したい

新たな課題は、関教授のモットー「疑うがゆえに知り、知るがゆえに疑う」ことで生まれる。高い圧力をかけると、既知の材料の素材特性が飛躍的に向上する。数万気圧でつぶしたり引き伸ばしたりして、わずかに生じた分子構造のゆらぎや分子間距離の変化などが要因と考えられる。高圧下では関教授の電極不要の測定法が活躍する。このときの構造と挙動を探究すれば、新しい有機半導体の分子設計に結びつく。「素材ありきで始まったアモルファスシリコン材料に対し、分子構造から意図して有機半導体材料をつくる」という新たな地平が、その先に広がっている。

いつの日か「オールプラスチックの半導体による撮像素子でできたカメラで、学生時代に初めて登った思い出深い奥秩父の山々を撮影してみたい」と夢を語る。

●関修平(せき しゅうへい)
1991年東京大学工学部卒、93年東京大学工学系研究科修了。93年米国アルゴンヌ国立研究所、95年大阪大学産業科学研究所助手などを経て、2007年に工学研究科応用化学専攻准教授、09年から同教授。01年大阪大学で博士号(工学)を取得。専門は高分子物性。共役骨格を有する高分子材料の反応と物性、イオンビームによる物理化学反応、電子線バラストラジオリシス法による物理化学反応の追跡、量子ビームによる超微細加工を専門とし、「シリコンにとって代わる新たな半導体素材」など、生活につながる開発を多分野で手がけている。06年高分子学会日立化成賞、00年応用物理学会講演奨励賞などを受賞。カメラが趣味で登山、山岳写真などで息を抜く。



●伊藤壽記(いとう としのり)
1952年生まれ。77年大阪大学医学部医学科卒業。90年医学博士。78年大阪大学医学部附属病院・医員、85-88年米国カリフォルニア大学ロサンゼルス校医学部外科、テキサス大学ヒューストン校医学部外科への留学、大阪大学医学部外科学第一講座助手、講師、助教授等を経て、2005年から現職。専門は消化器外科、移植外科(膵・膵島)、移植免疫、腫瘍免疫、補完医療、統合医療。

機能回復で医療終了ではない

私のもともとの専門は、すい臓・すい島移植です。すい臓のβ細胞の機能が廃絶した重症の1型糖尿病(インスリン依存型糖尿病)患者でも、移植によって機能を回復し、インスリン注射から解放されます。糖尿病による腎症も、腎臓移植によって人工透析から脱することができます。

こうした治療ができるようになったのは、近代西洋医学の成果です。しかし、臓器の機能が回復すれば、そこで現行の医療は終了します。ところが、患者には神経障害や細小血管の血行障害などの合併症はすぐには回復せず、痛みやしびれや起立性低血圧などの苦痛が続きます。こういった人々の生活の質(QOL)を向上させ、また生活習慣を改善し予防を進めたいと考えたのが補完代替医療への出発点です。

鍼灸師なども含めたチーム医療

抗生薬の発見からわずか80数年、近代西洋医学は大きく発展しました。その研究はマクロからミクロへと細分化され高度化しています。その反面、医療を受ける患者の側からは分かりにくいものになっています。患者は臓器や組織、細胞をどうかしてほしいわけでは

なく、自分の身に起きた苦痛や不具合を改善したいのです。医療関係者も日々こうした矛盾を感じつつも、有効な手だてを打てなかったことが「医療崩壊」の一因としてあげられるかもしれません。

そこで、「人がよりよく生きる」という医療の原点にもどって全人医療を実現するには何が必要かと考えました。そして、近代西洋医療だけでなく数千年の歴史をもつ東洋医療や伝統療法なども取り入れ、組み合わせた統合医療に注目しました。「疾病」ではなく人である患者個人に目を向け、各種の治療や療法の利点を生かした最適な医療を探し出して適用するオーダーメイドの全人的医療、すなわち統合医療を目指したわけです。この実現には、医師、看護師のみならず、ソーシャルワーカーや臨床心理士、また鍼灸師などの様々な医療従事者の参画も含んで、ディレクターの配下で大きな枠組みをもったチーム医療が求められます。また、それらの体制を支える社会経済的な仕組みを整えることも必要です。

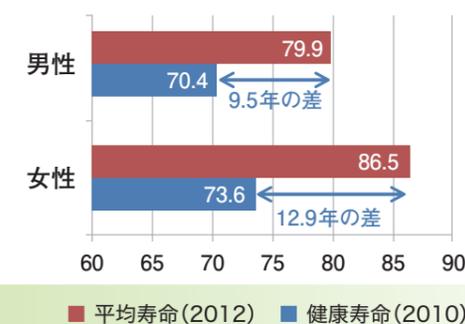
災害と統合医療

東日本大震災では、これまでの災害医療とは異なる顕著な事柄がありました。外傷はなくても大きな痛手をうけた被災者(その多くは慢性疾患を有する高齢者)が多数生じたのです。インフラが復旧し、薬の流通が再開しても、高齢者などに薬が効かないという現象が見られました。自律神経が極度に緊張しているため、薬剤を処方してもそれが作用しないのです。そこで、「心と体のケア」として、鍼灸やアロマ(精油マッサージ)やヨガを取り入れたところ、緊張がとけて薬が効き出したというケースが多数みられ、統合医療が力を発揮しました。

JR福知山線事故の被害者の心的外傷後ストレス障害(PTSD)でも、統合医療による新しい知見が得られました。事故の外傷は治癒したにもかかわらず、心理的なものだけでなく季節によって身体的な痛みが現れるといった後遺障害に悩み続ける被害者が残されています。そこで患者会の要請にこたえて、統合医療的アプローチによる、第一次ならびに第二次の臨床試験として科学的な検討を進めました。

精神科の医師、臨床心理士とともに、第一

平均寿命と健康寿命



次研究では鍼やアロママッサージを施したところ、それらの手法が安全に施行できることを示し、さらには心の不安を軽減し、うつ状態を改善できることが確認されました。第二次研究では、意識下に隠れた抑制を解きほぐす手法としてさらにヨガを取り入れました。統合医療は患者ごとにオーダーメイドの治療を進めるため、従来のようなプラセボ(偽薬)を使った画一的な比較対照試験などには馴染まないことが少なくありません。第三次研究では、脳情報通信融合研究センターの協力でfMRIなどの評価を試み、その効果について、客観的な証左をとらえるべく、研究デザインを検討しています。

多種・多様な医療へデータ収集

メタボリックシンドロームが糖尿病・高血圧・高脂血症の要因になるとして注目されていますが、がんの発生リスクも高めるという報告が近年なされています。リンパ節の切除を系統的に行う、がん手術の日本の水準は高く、大腸がん手術後の5年生存率は7割を超え、米国の5割程度をはるかに上回ります。ところが、患者の満足度ではそれが逆転してしまうのです。その理由は、周辺医療、ケアの体制に違いがあるからです。米国の主たるがんセンターでは、安全性が担保されたさまざまなCAMのプログラムを患者が選択して受けることができますが、日本では患者が主体となって治療方針を選択できることはほとんどありません。

それは医師の怠慢ではありません。たとえ患者が「サプリを飲みたい」と訴えても、日本の医師は困惑するばかりです。なぜなら、日本では補完・代替医療について、信頼に値するデータがほとんどないからです。

有効性・安全性の検証本格化

厚生労働省による「統合医療」のあり方に関する検討会でも議論されましたが、漢方や鍼灸、サプリメント療法など多種・多様なCAMが存在します。しかし、それが患者や疾病に推奨できるのか否かといった有効性どころか、副作用や相互作用などについての安全性すらも、ほとんど担保されていないのです。厚生労働省では、今後数年をかけて、これらのデータを収集し取りまとめて、エビデンスに基づく統合医療として正しい情報を広く国民に発信していくことが決められました。

統合医療が目指すもの

わたしたちの講座は「生体機能補完医学」として、近代西洋医療だけでなく補完医療・代替医療と呼ばれる様々な療法や環境、ロボット工学などの先端的な知見も集学的に取り入れ、現代医療を全人的なものへと編成し直す統合医療を目指しています。わが国の平均寿命は、男性79.9歳、女性86.5歳(WHO2012年)にまでなっています。しかし、自立して生活が営める健康寿命は男性70.4歳、女性73.6歳(厚労省2010年)と、約10年もの差があります。この差を縮めて健康で快適な人生を過ごせることが、私たちの願いです。

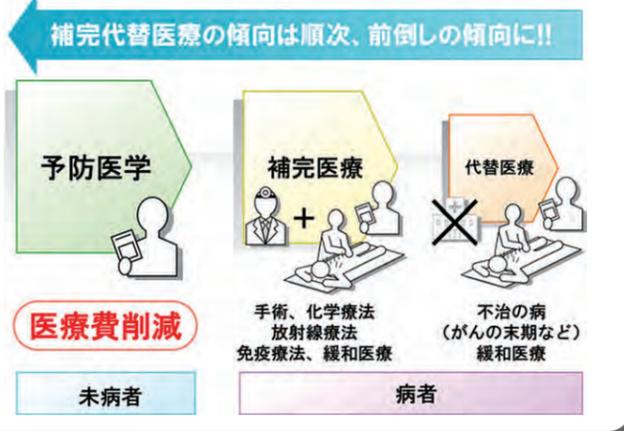
統合医療は、がんも含めた生活習慣病の克服にも大きな力を発揮します。予防、重症化防止、再発防止の医学が進歩すれば、生活の質を飛躍的に向上できます。医療・介護費の軽減にもつながるでしょう。そうした大きな可能性ある療法に科学の光をあて、患者一人一人に合った全人医療として統合医療を確立していきたいと思えます。

「よりよく生きる」 全人的な統合医療

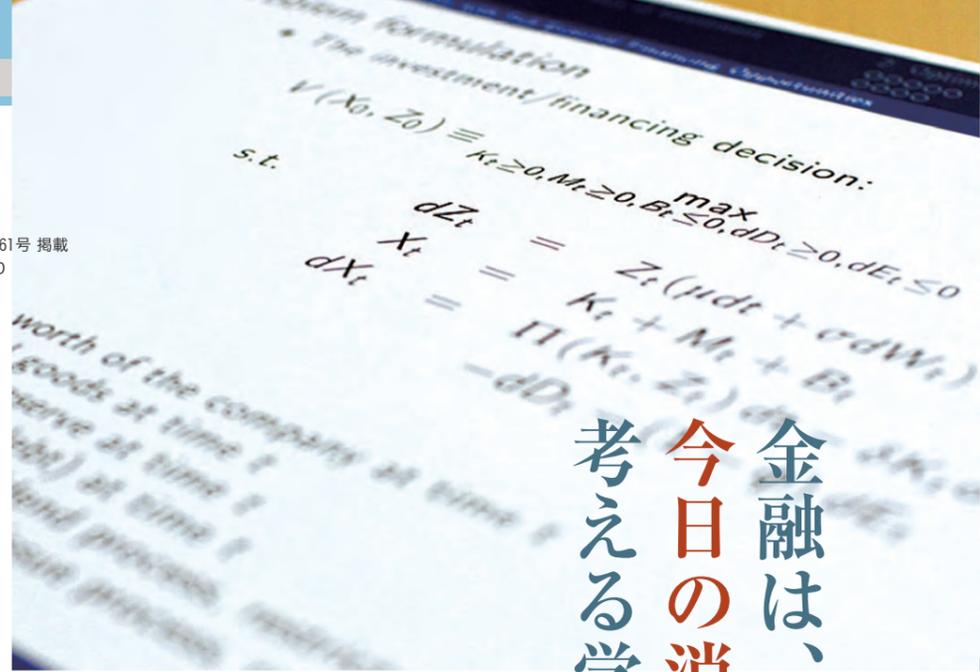
補完医療・代替医療や環境工学、 ロボット工学なども集約

医学系研究科・生体機能補完医学寄附講座 教授
伊藤壽記 Toshinori Ito

生体機能補完医学寄附講座の伊藤壽記教授は、現在の医療活動にかかわる予防医療・補完医療・代替医療を促進している。最近では補完代替医療[Complementary and Alternative Medicine : CAM]にとどまらず近代西洋医学にCAMを有機的に融合させ全人的にアプローチする、エビデンスに基づく統合医療[evidence-based Integrative Medicine : eBIM]の推進と、その基盤作りに向けた研究に力を注いでいる。現状や将来像を語ってもらった。



CLOSE RESEARCH 研究紹介
2013年9月発行
大阪大学ニュースレター61号 掲載
特集「かえる かわる」より



佐井講師の発表論文より。企業の価値を最大化するにあたり、さまざまな制約式がある。それらを解くことで、最適解(最も望ましい資本構成の状態)を導く

私たちは日常生活の中で預金をしたり、時には株式を購入したり、住宅ローンを利用するなどの形で金の貸し借りをしている。だが「金融」「ファイナンス」という言葉には、何か特別な、専門家でなければ近づけない領域といったニュアンスを感じる。佐井さ講師に、そもそも金融とはなにか、金融研究の最前線について話を聞いた。

消費の「交換」で金融システムが動き出す

——一般的な話として、「金融」とはどんなものですか。

金融(ファイナンス)とは「お金が余っているところから、不足しているところへ資金を融通すること」。新事業を始めたい企業、お金を必要とする個人へ、あるいは公共投資を考えている政府や地方自治体などへ、お金があるところ(企業や投資家)からその資金を動かす仕組みを含めて「金融」と言います。実はとっても身近なもの。私たち個人は銀行に預金しますね。このとき、私たちは既に金融システムの中にいるのです。銀行はそのお金を企業などに融資していますから。

——資産を増やしたいから預金するのですか。

今日使いたいお金を我慢して、将来有効に使う。このとき「今日の消費」という行為を、「将来の消費」と交換しているといえますね。「今日の私(資金の貸し手)の消費」を「今日のあなた(資金の借り手)の消費」と交換するともいえます。この「我慢」から利子や配当を得られるのです。

資金調達・運用に欠かせぬ研究分野

——ファイナンスの研究テーマには、どんな方向がありますか。

株式、債券やデリバティブといった金融資産の適正な価値付けに関する理論などを扱う「アセット・プライシング」、企業の財務行動に関する「コーポレート・ファイナンス」、資産を株や債券、現金などで保有する場合、何をどのくらいの割合で持つのがいいかを理論的に考える「アセット・アロケーション」などがあります。この

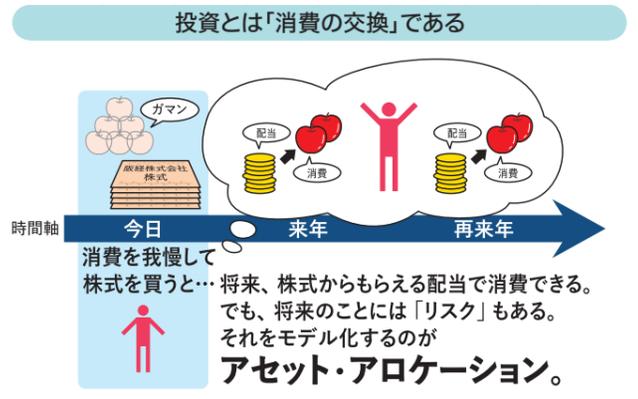
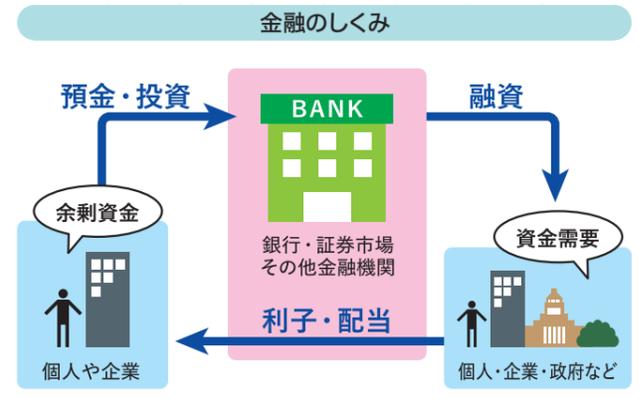


経済学研究科 講師
金融・保険教育研究センター 講師
佐井りさ Risa Sai

金融は、今日の消費と将来の消費の交換について考える学問

個人、企業の資金運用について最適モデルを構築する

●佐井りさ(さいりさ)
東京大学経済学部経営学科卒業。東京大学大学院経済学研究科修士課程、同大院博士課程修了。経済学博士。2011年から現職。
専門は金融経済学。確率的動学最適化による、家計の資産選択問題および企業の資金調達行動のメカニズムの分析。最近ではプロダクション・ベースのアセット・プライシング理論に関心を持っている。



他、企業会計やマクロ金融政策、金融システムの構築を研究する分野もあります。

——佐井先生はどういう研究を?

博士課程の時代にはアセット・アロケーションの領域で、個人の資産配分のモデルをつかって、資産運用の最適化を考えていました。株式市場の期待リターン、住宅購入や定年退職などのライフステージの変化、個人収入の期待成長率、失業のリスクなどを変数として、標準モデルを作るのが研究の目的でした。まさに「人生ゲーム」に参加しているみたいで楽しかったですね。その後、興味の中心が個人から企業に移り、コーポレート・ファイナンスについて研究するようになりました。

挑戦しがいのある未開拓領域

——企業の資金調達についての研究は、どれほど進んでいますか。

実はまだまだ未開の状態です。これだけ企業活動が活発なのに、その資金調達については、要因が多くて複雑で、理論も確立されていません。なので、いまだに多くの企業が経験則で動いています。「資金調達の手段が株式、社債や銀行借入、あるいは内部留保の活用のどれであっても、企業価値に影響しない」というMM(モジリアニ=ミラー)の定理が基本になりますが、簡素化するためにさまざまな前提条件が必要です。しかし現実には法人税、倒産にかかるコストなど、省くことができない、いろいろな問題があります。そこで最初の前提条件を一つずつ外しながら、企業の財務行動に与える影響を再測定する作業が必要になります。

例えば、法人税が存在する場合、金利返済分は収入から控除されるので、企業としては、借入の方が法人税を少なくすることが

でき、得になる。これを節税効果といいます。しかし借金には返済義務があり、借金しすぎると倒産リスクが上がります。一方、株式での資金調達は、節税効果はないけれど倒産リスクは生じない。こういった条件を加味して、効用の最大化、企業でいえば、どのような手段で資金調達をするときに企業価値の最大化が実現できるかを追究していきます。

モデル研究とはベンチマークをつくること

——リスクとの兼ね合いが大事なのですね。

金融における理論研究では、リスクの所在や儲けの源泉を明確にすることでさまざまな個人、企業が「ベンチマーク」として活用できるような理論モデルを構築することが理想です。

——現在の興味は何ですか。

「プロダクションベースのアセット・プライシング」です。株価など金融資産の価値について、今までは投資家の「消費の交換」に対する姿勢やリスク回避の度合いといった、資産の「買い手」側の行動だけから理論が構築されてきました。一方、資産の価値は資産の「売り手」側、すなわち企業側の行動も反映されるべきだ、というのが、この研究の中心テーマです。企業を取りまく環境、すなわち成長性、景気展望、政治変動のリスクといったさまざまな不確実性がある中で、企業がとる最適な行動の結果として株価が決まるはずだと考える試みです。

株は企業を長期的に支援するもの

——一般の人に伝えたいことは何ですか。

ファイナンスというと、「短期で株を売買するマネーゲーム」を連想する人もいます。しかし、金融商品は本来それぞれに社会を豊かにする役割を持って誕生しているのです。例えば、

株式は本来、「この企業を長期的に育てて行こう」と応援・支援するためのもので、デリバティブは本来、リスクをマネジメントするための手段として開発されたものなのです。そのような金融商品の本来の役割を理解し、正しく使うことが社会を豊かにし、企業や個人の効用最大化につながるのです。

これから経済学部に進学する中高生たちにお伝えしたいことは、経済学はすごくオープンマインド。外向きで国境がなく、世界共通の学問なので、是非それを学び、楽しんでほしいです。

大坂・堂島は世界初の先物取引市場

金融と言えば欧米発祥のものが多いのが特徴で、株式会社はオランダの東インド会社が端緒。またオプション取引は古代ギリシャの哲学者タレスが構想化していました。ところがデリバティブの代表格でもある先物取引は、「大坂」がルーツ。

現在の大阪・淀屋橋あたりに、江戸時代には堂島米会所という米の取引所がありました。ここでは、米を収穫前に取引する「青田買い」が盛んに行われていました。これは、世界で最初の先物取引市場です。当時の大坂には先物取引専門の投資家もいて、投資哲学に関する本も残っています。

天候に影響されやすい米価格を前もって「予約」できることは、米商人にとって、とても有り難いことでした。なぜなら、悪天候で米価格が高騰したりしないかとか、豊作で下落しないかとか、そんな心配をしなくて済むようになったからです。日本人の叡智を垣間見ることが出来ますね。

CLOSE RESEARCH
UP 研究紹介

2013年12月発行
大阪大学ニューズレター62号 掲載
特集「つたえる」より

消えないメモリ動作の謎を解明

素子の大小で電気をつたわり方が決まっていた



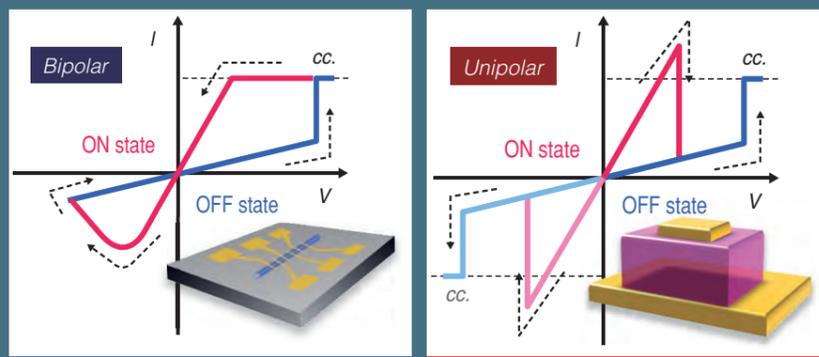
真空容器には研究を待つナノサイズ素子が並ぶ

産業科学研究所 准教授(極微材料プロセス研究分野)
柳田 剛 Takeshi Yanagida

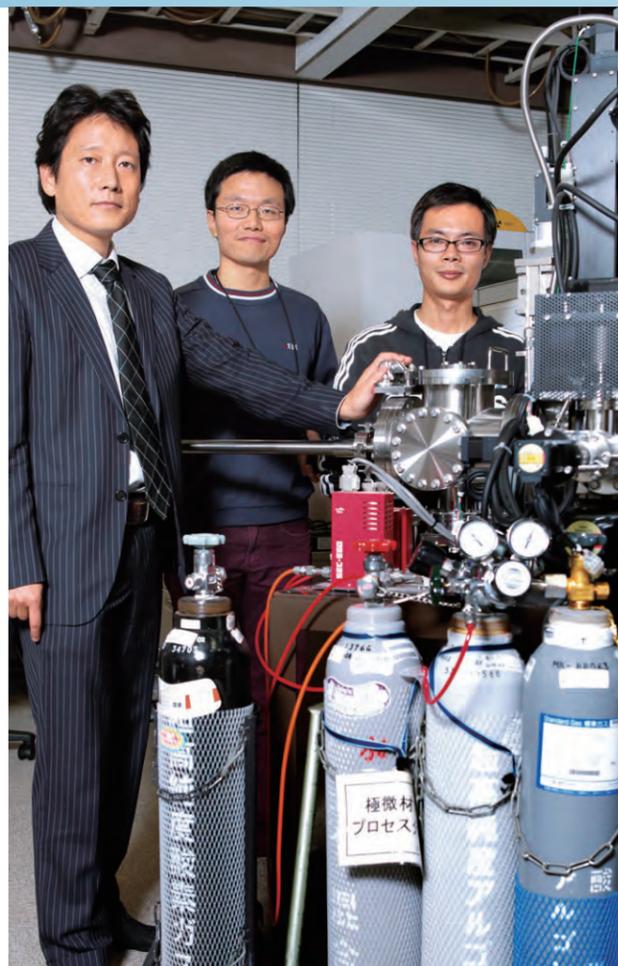
●柳田 剛(やなぎだ たけし)
1972年生まれ。95年大阪府立大学工学部化学工学科卒業。97年同工学研究科物質系専攻修了。2002年英国ティースサイド大学PhD修了。97年松下電工株式会社中央研究所、英国ECSC、EPSRC Project Researcher、大阪大学産業科学研究所助手、助教を経て2011年1月から現職。04年粉体工学会Best Presentation賞、05年ISSP Poster Award、06年日本粉体工業技術協会研究奨励賞、08年ナノ学会若手優秀発表賞、09年ISSP2009 Best Poster Award、10年Poster Award、Material Research Society Fall Meeting(2011)等を受賞。

現在、世界中で高密度の不揮発性メモリ開発をめざした熾烈な競争が繰り広げられている。柳田剛准教授は、その最も有望な素子とされながらも制御が困難だった抵抗変化不揮発性メモリ(ReRAM、メモリスタ)の本質的な動作原理の謎を解明した。これにより、さらに信頼性の高いデバイス設計が可能となり、極微な超低消費電力型の不揮発性メモリ素子を活用した省エネ科学技術・グリーンナノテクノロジーへの波及効果が期待される。

メモリ特性における電界の極性依存性に関する謎



バイポーラ 電界の極性反転が必要(プラスマイナスでスイッチング) **ユニポーラ** 電界の極性反転が不要(電流の強さでスイッチング)
2つの性質の現れ方が長年の謎だった。これによって、設計プロセス自体が異なるため、開発現場では、この性質の現れ方の法則が求められていた。



ReRAMの動作原理の謎を解明した柳田剛准教授(左)と研究室のメンバー

次世代に期待の不揮発性メモリ

—不揮発性メモリとは、どのようなもので、なぜ世界で注目されているのでしょうか。

不揮発性メモリとは、電源を切っても記憶した情報が消えないメモリです。パソコンなどのメモリであるDRAM(揮発性メモリ)は基本的に、電源を切ると、記憶内容が除去されてしまいますから、ハードディスクなどに落として記憶させています。一方の不揮発性メモリは、DRAMとハードディスクを合わせたようなもので、一度書き込むと、電源を切っても記憶した内容を置いておいてくれます。また不揮発性メモリ自体が記憶している状態ですから、必要な情報をハードディスクまで呼びに行く必要がなく、起動も速くなりますし、待機電力も違ってきます。現在、揮発性メモリであるDRAMを置き換える低消費電力の次世代メモリ技術として、不揮発性メモリが注目されているのです。

長年の謎だった電気の伝わり方

—その不揮発性メモリ(消えないメモリ)開発の有望な素子とされるのが、抵抗変化不揮発性メモリ(ReRAM、メモリスタ)ですね。ど

のような特徴を持っている素子なのですか。

不揮発性メモリには多様な形式がありますが、最も一般的なものがフラッシュメモリで、実際に世の中で多く使われています。しかしモバイル機器用の小型化や記憶容量に限界があるため、産業界が注目しているのが、金属ではさんだサンドイッチのような構造をしている抵抗変化不揮発性メモリ(ReRAM、メモリスタ)です。しかしReRAM、メモリスタは、全く異なる動作特性である電界極性依存性が存在します。すなわち、プラスとマイナスの電界の極性反転が必要な「バイポーラ」と呼ばれるメモリ動作と、電界の反転を必要としない「ユニポーラ」と呼ばれるメモリ動作の二つの性質があり、どのような条件でそれらの性質を持つのか大きな謎だったんです。まず素子を作ってみて、その電気の伝わる性質がかわってからでないとい製品開発ができませんでした。双極性と単極性では構造からすべてが異なるためです。今回の研究成果では、この二つの性質が現れる基本的な動作原理がわかったのです。

素子の大きさで動作特性が決まる

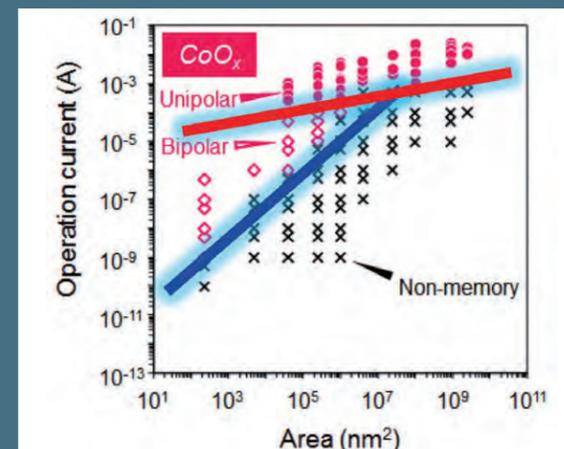
—どのような仮説を基に、メモリスタの動作特性の謎に取り組まれたのでしょうか。

従来はそんなに重要ではないと思われていた「素子の大きさ」に注目しました。全く同じ材料なのに、素子が小さいと電界が強くてもバイポーラとなり、素子が大きいと電界が弱くてもユニポーラが現れることがわかりました。これは非常に面白いなと思い、違う材料でも実験してみました。同様の現象が見られました。素子の大きさというものが、メモリスタの非常に重要な動作特性、「バイポーラ」「ユニポーラ」を決めているのだという原理的な部分が解明できたことで、今後の信頼性の高いメモリ設計に貢献できていると思っています。「大きさで決まる」という結果だけを見たら、非常に簡単なことなのですが、この原理が長い間謎だったのです。

—柳田先生は材料科学の分野で、ナノ構造の研究に携わってこられました。それらの知見や技術が謎の解明につながったのでしょうか。

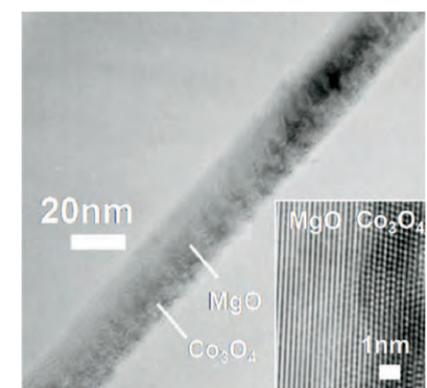
今回のアプローチは、他の研究者と比較して非常にユニークだったと思います。私はナノ材料の研究をしていて、自然の摂理に立脚した自己組織化現象により形成される極微サイ

大きさが電界極性依存性を決めていた!



ナノスケールから素子を大きくして検証すると、バイポーラとユニポーラの性質が反転する境界線が明らかになった。性質の違いは素子の大きさ・電流の流れ方に依存することが判明した。

ズの「金属酸化物単結晶ナノワイヤ」を用いた実験を重ねました。大きい素子を作るのは比較的簡単なのですが、小さい素子を削って作るのは結構難しく、私たちは10 nmという極端に小さいナノワイヤ素子を材料とすることで、固体内部に隠れていて見えなかったメモリスタの動作起源を明らかにすることができました。それによって、大きさに基づく実験考察ができたと考えています。



作製されたMgO/CoOxナノワイヤの透過型電子顕微鏡像

究極のデバイスを開発したい

—なぜ素子の大きさが「バイポーラ」「ユニポーラ」を決めるのですか。

調べてみた結果、私たちが実験材料として使用した金属酸化物のイオン(金属イオンと酸素イオン)の動きに関係するようです。酸素イオンは「O²⁻」という「-」ですが、金属イオンは「+」になります。そのO²⁻のイオンが「+」の方に動こうとする事象が、どうやら大切なのだとわか

りました。また、そもそも材料というものは不均質で、原子の並びに弱い部分があります。大きい素子ほど弱い部分が多く、その弱い部分がつながって電気が伝わってしまい、ユニポーラが出現します。そして小さい素子ほど弱い部分が少ないため、つながる確率が低く、電気が伝わりにくくなり、ユニポーラはなかなか出現しません。つまり大きい素子ほど、電気が伝わりやすい道筋が多いということです。

—メモリスタの動作原理の解明は、記憶媒体の小型化や大容量化だけでなく、今後どのような技術の可能性につながっていくのでしょうか。

論文を発表した時は予想以上の反響があり、世界中の半導体などの企業から「資料が欲しい」といった依頼をいただき、驚きました。私は、この研究には二つの役割があると思っています。一つは、メモリスタの優れた特性を明らかにする「チャンピオンデータ」としての役割。もう一つは、現在のように、貴重なエネルギーを使用し削って作成する多結晶デバイスではなく、自己組織化した単結晶そのものを使う、安定した究極のデバイスの開発です。そして単結晶の非常に丈夫で割れにくいという特性を生かし、私たちのカラダに近い、しなやかな電子デバイスなども将来的に開発できればと思います。衣服などに装着して、その人の健康や周辺環境をモニタリングし、採取したデータを本人や医療機関に伝えるような画期的なアプリケーションにつながる、基礎技術の開発にも取り組みたいですね。



CLOSE RESEARCH
UP 研究紹介

2013年12月発行
大阪大学ニューズレター62号 掲載
特集「つたえる」より

環境浄化の重要性をつたえる

俯瞰的視点で最新技術を社会に実装

工学研究科 教授(環境・エネルギー工学専攻)
池道彦 Michihiko Ike

日本には世界トップレベルの環境技術が数多く集積し、人々の暮らしや健康に大きな影響を与える水質浄化や土壌浄化などに関する研究も着々と進められている。しかし環境保全・浄化に関する公共政策や企業戦略の推進には、さまざまなステークホルダー間の合意形成と大規模な予算編成が必要。市民や産業界の正しい理解や世論の後押しが不可欠だ。多様な環境技術の開発に取り組み池道彦教授は、研究のかたわら、国などが主宰する環境関連の委員会の委員を数多く務め、環境浄化の重要性を社会に広く伝え続けている。

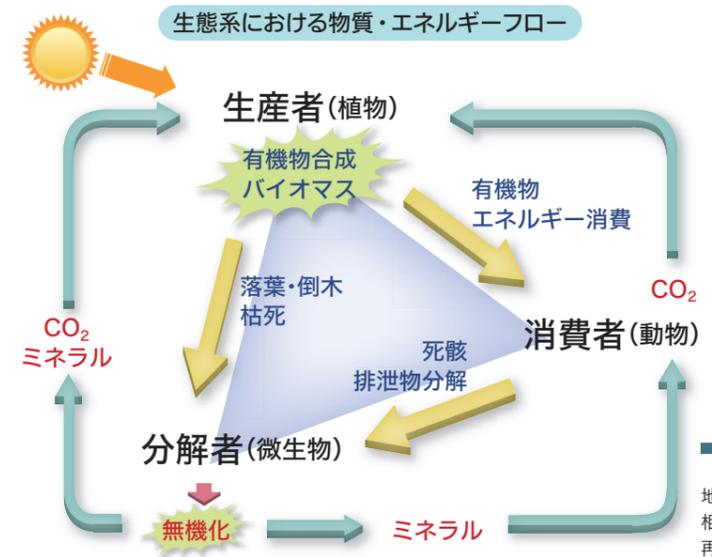
多くの審議会に携わる環境の専門家

池教授は現在、中央環境審議会・水環境部会・瀬戸内海環境保全小委員会や、大阪府環境審議会の審議会委員など、審議会や、学会、協会の役員としても活動。科学的知見に基づき、これからの水環境のあり方、環境保全に関する基本計画の策定・検討や議論などに積極的に関わっている。「環境工学という分野は扱う範囲が広く、ややもすると分業化が進みやすい分野です。しかし私たちは細分化せず、多様な環境を相手に研究を進めています。いろいろな委員会などと呼んでいただけるのは、そこが評価されているのかもしれない」

水から土壌、エネルギーまで

池研究室では水だけでなく、土壌や、環境問題の背後にある資源・エネルギー問題まで幅広く扱う。「例えば水も、上水と下水に分けるのは人間の勝手。水は海から蒸発して雨となって、陸水となります。そして人間がくみ上げて上水として使い、汚れると下水処理をして川から海へと戻っていきます。水はずっと繋がっていますから、一体で見る必要があります。また、上水の製造や供給、下水の浄化にはエネルギーを使いますので、エネルギーに

地球の安定性は、主に、多様な機能を持つ生物間の相互作用とそれによって生じる非生物要素の循環・再生によって保たれている。



●池道彦(いけ みちひこ)
1963年生まれ。85年大阪大学工学部環境工学科卒業。87年大阪大学大学院工学研究科環境工学専攻前期課程修了。93年工学博士(大阪大学)。87年久保田鉄工株式会社水処理技術部。90年大阪大学工学部助手、同工学部講師、同大学院工学研究科助教授を経て2006年1月から現職。専門は、生物を利用した環境・資源保全。2012年日本水環境学会論文賞、2013年大阪大学総長顕彰(研究部門)等を受賞。

についても理解しなくてはなりません。環境工学では現象の全てを研究の対象物として見渡すことが重要です」

技術を社会で役立てる仕組み

池教授の研究の基盤となっているのは、生物機能の利用だという。「地球の人口が70億人を超え、人間が自然に負担をかけ過ぎているところを、化学物質などの人工的な手段ではなく、生物の力を借りて改善したいと考えています。その方が、新たな環境問題が発生しにくいからです。とは言っても、絶対的に生物にこだわるのではなく、生物や生態系を使うことの良さと制約を明確にしたうえで、最新の技術開発に取り組んでいます」

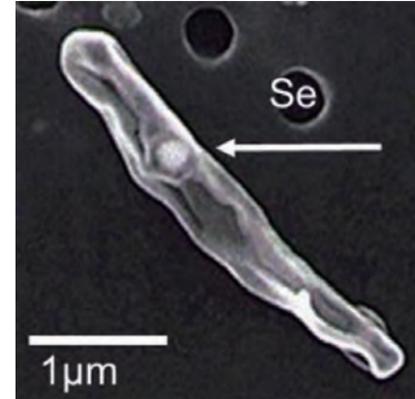
たとえば、微生物を用いて、今まで有害物質としてネックになっていたセレンを排水から除去し、資源として再利用する道筋を作った。この回収サイクルは、世界トップレベルの効率を誇る。微生物が自己増殖をしながら、回収という仕事をしてくれるので、メンテナンスコストが抑えられる。

このように池教授は、開発した技術をマクロの目で眺め、全体のシステムの位置づけまでを含めて社会に伝えようとしている。「開発した技術が社会に対してどのようなインパクトがあり、どう社会とリンクさせて使うのかまで複眼的に考え伝えることが大事。社会に実装し役立たないと、環境技術としては意味がないと考えています」

ビジネスモデルに組み込む

環境問題の難点は、誰もが多額のコストを積極的に払にくい分野だということ。「例えば、気に入った車の購入にはプラスアルファの金額を払っても、淀川の水をきれいにするための多大な金銭的負

担には、抵抗があるでしょう。また環境保全・浄化にコストがかかることは理解していても、税金などからの多額の支出も難しい。環境保全・浄化の事業をする利益が出るようなビジネスモデルを成立させる必要があり、その視点で技術開発を進めています」



希少資源でもあるセレンを取り込む微生物。このような微生物を探し出す所から研究が始まる

そういったビジネスモデルの可能性の一つとして池教授が目指しているのが、大阪市西成区の津守下水処理場。下水処理は一般的にはエネルギーを大量に消費して水を浄化するが、ここでは汚水処理の過程でメタンガスを発生させ、エネルギーを取り出す。「学識経験者と大阪市が連携してシステムの最適化を進め、現在は処理場のエネルギー(電気)の最大50%ほどは、下水から回収したエネルギーで賄われています。今後、下水処理場がバイオガス発電所になり、余剰電気を電力会社に売るビジネスが成立すれば、下水処理の事業を

植物、微生物の共生に着眼した水の浄化研究

「植物はエネルギーを与えられなくても動いています」と池教授。光合成によりエネルギーを作り増えていく植物を触媒として、どのように水を浄化するか。「私たちは浮き草の根っこに有害物質を分解する微生物が集まっていることを発見し、植物と微生物の共生関係による環境浄化機構の解明に取り組んでいます。水と二酸化炭素で動き、根に集まった微生物が水をきれいにしてくれるという循環は、まさに理想的な環境浄化システムです」池教授は最近、浮き草の根っこに付けると成長速度が数倍にもなる微生物について研究している。「その微生物によって浮き草が元気になると、水を浄化する力も大きくなります。環境浄化に役立つような非常に面白い特性であり、これらを実際に使える技術にしていきたいと考えています」

始める業者がきつと現れる。そのように、自分たちが作った技術を社会に実装する仕組みを伝え続けていきたいと思っています」

環境問題を解決するために、社会の中で環境ビジネスとして定着可能なシステムを構築するのが池教授の研究スタイルだ。

環境問題は地域、時代ごとに

池教授は、市民講座などで地域住民に対して環境問題を問かけると同時に、自らの思いや考えを学部生や大学院生に伝えることも重視している。「私は大学教員ですから、講義や研究指導を通じて学生に影響を与えることができます。毎年、私の講義を受けた70~80人ほどの学生が社会に巣立ちます。特に、研究室で私とかなり長い時間を過ごしてくれた学生は、より強い影響を受けてくれるかもしれません。留学生も多くが、勉強を終えて世界に広がります。彼ら、彼女らに伝えたことを、また次の世代に伝え、自分たちの環境技術を社会で活かしていつてくれることを願っています」

環境の重要性は伝え続けることによって理解される、というのが池教授の持論。「環境問題に絶対的な正解はありません。時代や地域によって正解は異なります。大事なのは、一つの環境問題に対しどのようなオプションがあり、かかるコストやエネルギー、またサイドエフェクト等はどうかを正確に伝えること。今の時代、この場所で何をすべきかを市民や企業、行政などと一緒に考えていくことが、大学というシンクタンク機能の使命だと思っています」



根の部分に有害物質を分解する微生物が集まっている浮き草

CLOSE RESEARCH 研究紹介
2013年12月発行
大阪大学ニュースレター62号 掲載
特集「つたえる」より

今アフリカで起きていることが なぜ世界につたわらないのか

「常識」と異なる目線から、世界を見つめてみよう

国際公共政策研究科(OSIPP) 准教授
ヴァージル・ホーキンス Virgil Hawkins

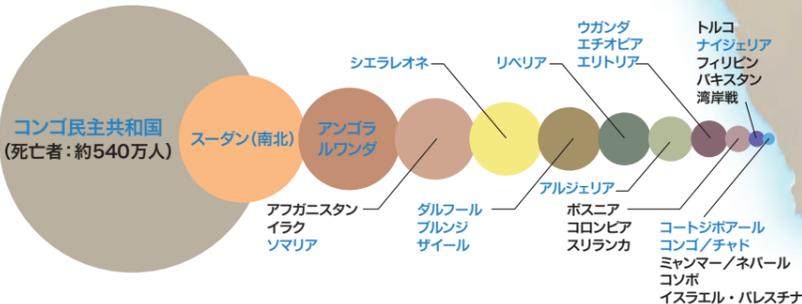
研究ネットワークセンター
『SACCPs』の冊子

世界中で今もさまざまな紛争が起きているが、それらについてのメディアの取り上げ方は一様ではない。なかでも、コンゴ民主共和国(Democratic Republic of the Congo)での紛争は、累計500万人が犠牲になっているのに、多くの日本人はそういった現実を知らない。なぜこういうことが起きるのか。情報社会といわれる現代において、ニュースとして伝えられない紛争に強い関心を寄せる国際公共政策研究科(OSIPP)のヴァージル・ホーキンス准教授に話を聞いた。



ホーキンス准教授が使うパソコンのOSは無償提供の『Ubuntu』。『Ubuntu』はアフリカの言葉で「他者への思いやり」などの意味を持つ

冷戦後の紛争による死亡者数の比較(2007年調べ) ※青字はアフリカでの紛争



コンゴ紛争の犠牲者500万人

—アフリカでの紛争に関心をもったきっかけは?

国際紛争という言葉から、おそらく皆さんは「中東」を連想するでしょう。私も高校時代は、報道される中東情勢くらいしか知りませんでした。しかし、大学生になって「紛争」というものを少し調べると、アフリカの紛争(当時は、南北スーダンやアンゴラなど)の規模が大きいのに報道されていない事実や、死者が少ないのにイスラエル・パレスチナや北アイルランド紛争が大きく報道されるギャップを知りました。この「実態がイメージと大きく違う」ということに気づいたのが、きっかけです。

—実態とイメージの格差ですか。

例えばコンゴ民主共和国では、累積500万人という、冷戦後の世界最大の死者数を出した紛争が起きています。これは、イスラエル・パレスチナ紛争による死者数が2000年以降約1万人であるのと比べ、圧倒的な数です。「人の命の重さは平等である」という考えに基づくと、この犠牲者数と情報の伝わり方には大きな差があります。だから関心をもったのです。今でも日本をはじめ世界の人は、DRCで起きていることを全くといっていいほど知りません。

—このインターネット時代、情報が瞬時に世界に拡散しても、DRCの紛争についての情報は伝わってきません。

検索すれば、情報はいくらでもありますよ。

でも、大手検索サイトのニューズピックスなどには上がってきません。新聞などのマスメディアは、日本でも欧米でもアフリカの話をもっと取り上げない。アフリカを取り上げるとしても、エジプトくらいですね。ある日の豪州の新聞紙面では、コンゴ紛争の死者数のまとめを伝える小さな記事が、後ろの方のページで芸能人のゴシップ記事に囲まれるように掲載されていたんです。「読み飛ばせ」と言わんばかりに。思わず怒りが湧いてきましたよ。日本の中学校や高校の教科書でも「世界の主な紛争」として、北アイルランドやロシアの紛争は載っていても、コンゴどころか、アフリカについての言及がないものもあります。

自国中心主義の報道が問題

—マスメディアや教育によって、世界のイメージが作られる面は確かにありますね。アフリカの問題が世界に伝わらない原因は、どこにあるのでしょうか?

一つは自国中心主義の報道です。メディアは国際的なニュースの場合、政府からヒントをもらうことが多いのですが、政府もあまりアフリカ

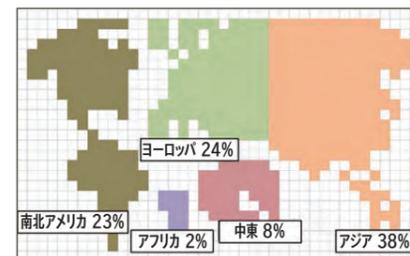
に関心がない。たまに関心をもつことがあっても、経済に関係することだけです。2013年1月に引き起こされたアルジェリアでの人質拘束事件にしても、報道は亡くなった日本人10名のことに終始していましたが、他の国の犠牲者や現地従業員のことはほとんど報道されませんでした。報道は時として事実の一部を取り出して、まるで事実の全容のように伝えることもあります。市民にとっては「報道内容は正しい」という神話によって、情報量に制約を受け、ゆがんだ解釈が広がることになります。

—他にも原因がありますか?

心理的な問題もあります。例えば、北アメリカとアフリカで、両者の日本からの距離はさほど変わりはないのですが、「アフリカは遠い」と

大手新聞から見た世界

(国際面の報道量:2000年)



いうイメージを持ってしまいませんか。日本人と欧米系の白人は見た目が違うけれど、皮膚の色が明らかに違う黒人に比べると、まだ近い方だといえます。生活様式も欧米系とは似通っている。車に乗り、パソコンを持ち、電話を使う。スペインで起きた列車テロの報道に、日本に住む我々がピンとくるのは、鉄道が身近にあるからです。

でも、アフリカのどこかの国で村が襲撃されると、人々は徒歩で何百*も歩いて逃げるようになります。その逃走の間に、汚染された

水を飲んで大勢の子どもが命を落としています。しかし私たちの時代には、このような話は共有できる部分が少ないのです。これらの条件が重なって「伝えてもわからないから、伝えない」、そして「伝えられていないから、知らない」という悪循環を生んでいるのが、現状だと思います。

アフリカの記事は0.2%

—人は、どうしても自分から遠いものには、関心をもちにくい。

結局、アフリカの問題は意図的に無視されているというより、社会が作り上げている「常識」が、新聞などのマスメディアや教育界などの情報源に影響を与えているのだと思いま



SACCPsの研究者たちと



SACCPs (Southern African Centre for Collaboration on Peace and Security)
webサイト <http://www.saccps.org/>

す。日本の主要な新聞の中で国際記事が占める割合は、日々平均して10%未満です。また、私がある日本の大手全国紙について調査したところでは、その小さいパーセンテージのうちアフリカの記事が占める割合はさらに小さく、2%です。つまり新聞全体からみて、わずか0.2%に過ぎません。

ネット上の情報を活用しよう

—アフリカに関する情報を広く伝えるためには、何が重要でしょうか?

インターネット上では、主に英語ですが重要な情報が発信されています。それを収集することも大事ですが、それとともに、アフリカ発の情報発信を充実させていくことも重要です。現地の研究者も、世界的にこれだけの情報格差があるとは実感がありません。そこで、私は2011年に日本学術振興会・大阪大学の協力を得て、SACCPs (Southern African Centre for Collaboration on Peace and Security) という研究ネットワークセンターを開設し、WEBでの情報発信を強めています。これを足がかりに、南部アフリカにおける研究者間の学術コミュニティの連携を強化し、南部アフリカ地域の紛争解決と平和維持に貢献できる研究者間のネットワークを強め、強力な情報発信をすすめるお

手強いができればと考えています。
—最後に、ホーキンス先生からニュースレター読者へのメッセージを。

日本にも、世界の他の地域にも、我々が意識しない「常識」があります。その「常識」が働く、人は「命」ではなく「誰の命」か、「ニュース」ではなく「どの場所で起きたニュース」かを問題にします。どうか、「常識」を見直し、違う角度から考えてください。世界の見方が変わってくると思っていますよ。そのための情報源は、自分自身で探せる時代になっているのです。

阪大病院の近未来医療

—その展望を訊く

CLOSE RESEARCH UP 研究紹介

2014年3月発行
大阪大学ニュースレター63号 掲載
特集「阪大病院の近未来医療」より

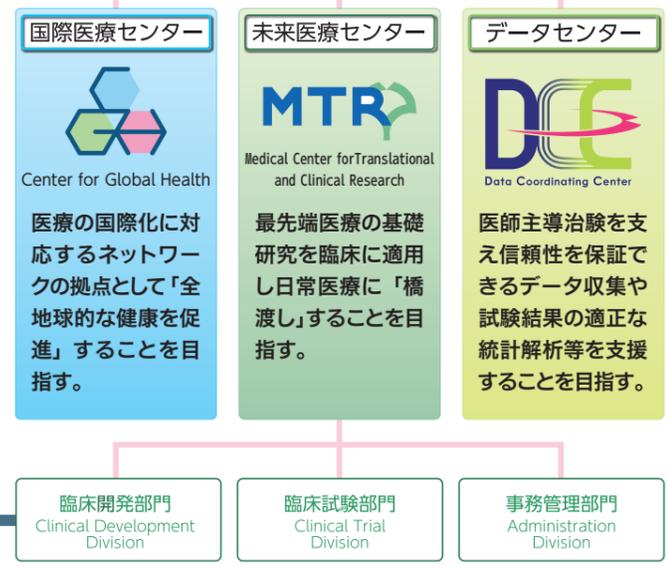
再生医療・移植医療などで
世界に貢献

2012年8月、医学部附属病院に未来医療開発部が発足した。中核となる3つのセンターは、先進医療の開発や高度治療を行う一方で、医療の国際化を積極的に進めている。

未来医療センターを核に国際化にも対応

大阪大学がGlobal University「世界適塾」元年と位置づける2014年4月には、新たに最先端医療イノベーションセンター棟がオープンし、未来医療開発部の新しい拠点となる。医療を通して世界に貢献する方向性、将来展望など阪大病院の近未来医療について鼎談を行った。

大阪大学医学部附属病院
Osaka University Hospital



- 医学部附属病院 未来医療開発部長
澤 芳樹 Yoshiki Sawa
- 医学部附属病院 未来医療開発部
データセンター長
西田幸二 Kobji Nishida
- 外国語学部長
東 明彦 Akibiko Azuma
- 司会
総長補佐・保健センター長
瀧原圭子 Keiko Takihara

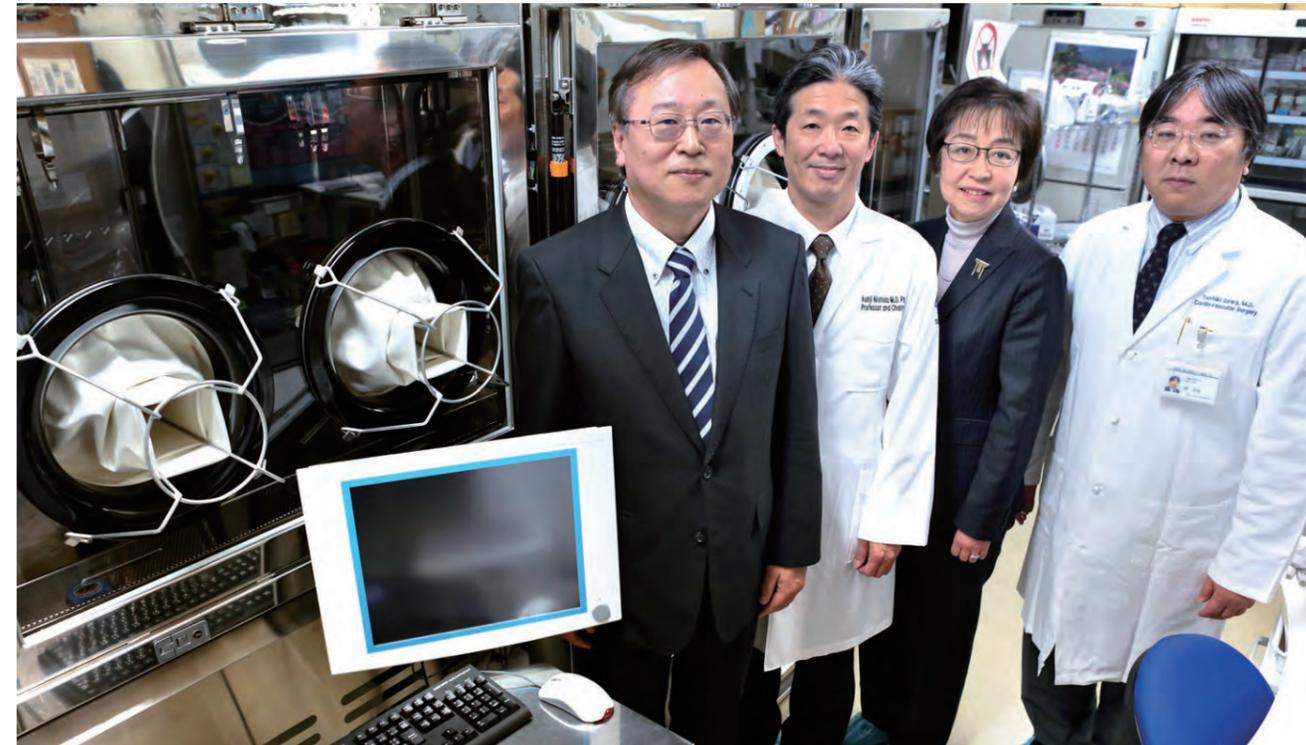
「未来医療」「国際医療」「データ」3センター

瀧原 大阪大学が目指す医療には、グローバル化と移植・再生医療の二つのキーワードが考えられます。これら両方を兼ね備えた新しい組織として発足した未来医療開発部について、まず部長の澤先生から構成や役割をご説明ください。

澤 未来医療開発部は、02年に阪大病院に設置された未来医療センターが前身です。その目的は基礎研究の成果を、臨床開発の初期段階へつなぐための「橋渡し研究」でした。発

足当時は新しい医療のシーズ(種子)として遺伝子治療やロボット手術、移植などのチャレンジングな医療開発が進んでいました。これらの新しい医療を、世の中に普及させていくのが橋渡し研究です。以降10年間、再生医療では西田先生の角膜再生を始めとして、心筋再生なども開発してきました。現在は再生医療について日本最多の10テーマ、その他に機器開発なども含め36のプロトコルが動いています。

一方、企業が研究を行って最終的に効果と安全性を証明し国の承認を得るための臨床試験、すなわち治験についても整備が進み、



臨床試験部を設置しました。日本屈指の治験数を誇ります。橋渡し研究と治験は互いに重なる部分もあり、合理化のため2012年に未来医療センターにおける臨床開発部門と臨床試験部門として再編改組しました。

同時に、09年からセンター内に置かれたデータ部門を、未来医療開発部「データセンター」として独立。臨床研究を客観的に評価し、得られたデータを総合的にマネージメントします。さらに、13年には国際医療を展開するための未来医療開発部「国際医療センター」を設立。その過程で、外国語学部、人間科学部、保健学科及びGLOCOL(グローバルコラボレーションセンター)などの参加により、国際医療人の育成について学内で議論を続け、その成果を形にできました。阪大ならではの強みを生かした文理融合の非常によいモデルケースだと思います。

瀧原 次に、データセンターの役割について西田先生からご説明ください。

西田 臨床研究や治験といった臨床試験を科学的に行うためには、いくつかの前提が必要です。しっかりとした手順、どんな計画で行うかという明確な計画書を作って、それに沿ってデータを集めること。そして、データを的確に解析することが重要です。また質を保つには、データマネージャーや生物統計家などの専門家が重要です。データセンターでは、これらの

専門家が、研究者のプロトコル作成や試験物概要書の作成を手伝い、質が高く客観性あるデータを得るためのドキュメント作成を行います。さらに、得られたデータを解析し成果としてまとめる、そういった支援もします。

「明日の医療」を引き寄せ一般診療につなぐ

瀧原 阪大病院の一般診療に、未来医療開発部はどのように関わることが出来ますか。

澤 阪大病院は、高度先端医療機関として、市中病院ではできない進んだ医療を提供します。そういう今日の医療のさらにもう一つ向こう側、産声を上げたばかりの「明日の医療」を引き寄せるのが未来医療です。ファーストインマンの医療の試みをリスク管理し、綿密に評価しながら進め、世の中に橋渡しして普及させようということです。実はこれ、今に始まったことではなく、阪大のもとの特色です。研究し臨床もするチャレンジングなドクターが、阪大にはたくさんいます。それがまとって形になったのが未来医療開発部で、トップダウンではなくボトムアップで出来てきたというのが特徴です。

海外の患者さんも受け入れ

瀧原 未来医療を担う国際医療センターもスタートしました。海外から患者さんを受け入れる

ことについてはいかがでしょう。

澤 日本、そして阪大病院への海外の期待感是非常に高いです。実際のニーズもあり、先だってサウジアラビアからの患者さんに心臓の再生医療を行いました。当時は受け入れの準備ができておらず、いくつか問題点が表れました。たとえば、院内には英語表記の案内や説明がない、外国人にしたらびっくりですよ(笑)。医療技術の高さが海外の患者さんから認められたということですが、こうした問題はいろいろな診療科に求められています。

海外の患者さんの受け入れ、病棟の動線、手術や術後管理など、トータルな整備にとって何が必要かが明らかになってきました。こうしたニーズを受け入れるために国際性を高めようと、国際医療センターができました。学内に豊富な土壌があったからです。外国語学部やGLOCOL、人間科学部では中村安秀先生が医療通訳士協議会の会長であったり、各所に取り組みの芽がたくさん。皆さんから「インターンシップの場がない」という話を聞き、病院はその場を提供するし、双方助かるということで話が進みました。年間500人ほども外国人のケアをしている泉佐野市りんくう総合医療センター病院の南谷かおり先生から、取り組みなども教えていただきました。

西田 阪大に限らず、日本の病院ではアメニティー(快適さ)の整備が遅れていて、ハードソ

▶ 鼎談—再生医療・移植医療などで世界に貢献

阪大病院の近未来医療



● 瀧原圭子(たきはら けいこ)
長崎大学医学部卒。大阪大学大学院医学系研究科修了。専門は循環器内科学。2008年保健センター教授。11年から総長補佐、12年から保健センター長を兼任。

道を目指して集まり、通訳者が充実するという良い循環になります。医療関係に限らず、司法関係、行政関係などの通訳者は高い志を持っています。しかし彼らに「献身性」を求めるだけでは、社会全体としては機能しません。各分野における専門的な通訳の「必要性」に関して正しい認識をもっていただくことが大切です。

澤 東先生のおっしゃる通り、キャリア化が大切です。先日、カタール人の患者さんに手術説明をしました。エジプト人通訳者を通すのですが、医療用語がわからない。たまたま本人が英語ができたので、事なきを得ました。医療通訳として医療のことを勉強し、インフォームドコンセントで合意を得るために、ニュアンスうまく伝えてほしいです。そういう高いレベルのスキルに認定資格を設けたり、正当な報酬を支払ったりという条件整備が必要です。

阪大ならではの多様な国際医療人を育成

西田 実際の医療現場で役立つ医療通訳として実績を積む機会が乏しく、人材育成が進みません。こうした観点から将来を見据えて、国際医療センターを設置したのは阪大病院が唯一、初めてかもしれません。阪大にはさまざまな学部のバックグラウンドがあり、センターのもう一つの役割として人材育成をしていきたいです。

東 学部の学生は自分の専攻語を社会で使いたいという気持ちはあっても、それが医療通訳として自然に具体化はしません。医療通訳には高度な語学力と幅広い知識が求められます。これらを身につけようと大学院に進む動機づけとして、インターンシップと言わないまでも学生が現場を見るプログラムが必要です。医療通訳士になろうという学生を待つのではなく、積極的に作り出ししていくことが大切です。

西田 阪大は文部科学省の未来医療人材養成拠点形成事業に選定され、学部学生と大学院生と2段階で人材育成を目指します。WHOなど国際機関や世界で活躍する薬学、保健学、外国語学、人間科学などの人材を輩



● 澤 芳樹(さわ よしき)
大阪大学医学部卒。専門は心臓血管外科学。2006年医学系研究科教授。心筋シートなど再生医療等の研究等に取り組む。医学系研究科副研究科長、附属病院ハートセンター長、未来医療開発部長等を兼任。

出する素地をもつのが阪大の強み、アドバンテージです。こうした学生達が医学の基礎教育を受けて、やがてキャリアとして大学院に進むという体制をつくる教育プログラムをスタートさせました。文理融合で将来的には、通訳やコーディネーター、国際医療経済学・法学などの広がりを目指しています。

国際共同研究や研修生受け入れ

瀧原 海外からの医療教育・医療研修の受け入れ、国際共同研究についてはいかがでしょう。

澤 アジアや中東の諸国からニーズがあります。一般的な医療レベルならば自国でも学べますが、日本の先進的医療やきめ細やかな強い臨床力には定評があります。例えば、細胞培養の事業を展開するために、その技術を学びたいというような要望に応じています。

西田 眼科では韓国、中国、タイなどアジア諸国からの受け入れが多いです。一か月間など短期も含めて、「先進医療の領域、再生医療などの現場を見たい」というものが多く、そのためのネットワークもできています。

澤 日本学術振興会(JSPS)先端研究拠点事業で「心機能再生について見せてほしい」と、



● 西田幸二(にしだ こうじ)
大阪大学医学部卒。専門は眼科学。2010年医学系研究科教授。角膜の再生医療、組織工学、遺伝子治療等の研究等に取り組む。12年から最先端医療イノベーションセンター長、未来医療開発部データセンター長、13年から理事補佐等を兼任。

フィンランドやドイツなどから来ています。国際共同研究では信頼関係を築くことが重要ですが、先ほどのJSPSの事業から発展し、我々の細胞シートとドイツの脱細胞技術をうまく組み合わせ進めています。ほかに、ヨーロッパの創薬プログラムや米スタンフォードの医工連携バイオデザインなどについて、積極的に取り入れる試みも進めています。いろいろな国と関わりをもつことで、医局員も啓発され国際化が進展していくと思います。

瀧原 アジア諸国とのつながりとして、言語面からはいかがでしょう。

東 英語、中国語など話者が多いものと比べると、さまざまなマイナー言語の受け皿が難しいですね。フィリピン語やポルトガル語などを母語とする人の来訪が増えています。一つの病院であらゆる言語に対応するスタッフをそろえるのは難しい。医療など公共的な需要に応える仕組みを地域単位で整えるなど、社会全体で対応していく必要があります。

医療従事者の側も、通訳の限界を理解しておくことが大事です。もとの日本語の意味内容が不明であったり、複雑すぎれば、正しく外国語に移せません。通訳を利用する側も、どんな言語に翻訳しても意味の通る、わかりやすい論理で説明するように努力することが大



● 東 明彦(あずま あきひこ)
大阪外国語大学外国語学部卒。専門はブラジル史。2007年大阪大学世界言語研究センター教授、12年言語文化研究科教授、13年から外国語学部長を兼任。

切だと思えます。

最先端医療イノベーションセンター棟には「未来」が集う

瀧原 阪大は、全臓器についての脳死移植が可能で日本唯一の医療機関ですが、再生医療・移植医療についての取り組みについてお話しください。

澤 心臓については、実績・水準・態勢ともに非常に高いものとなっていますが、いくつかの限界が近づいてきています。だれもが人工臓器や再生医療などを受けられる治療としていくこと、そして重症心不全を克服することを目指しています。

西田 100年に及ぶ歴史を持つ角膜移植については、阪大病院に限った話ではなく、日本全体で言えることですが、やはりドナーの問題など解決できない部分があります。必然的に移植の発展としての再生医療が課題です。世界で最も進んだiPS細胞の研究などを基礎として、日本の医療が目指す道だと思います。

瀧原 産学の連携、最先端医療イノベーションセンター棟の役割や期待についてお聞かせください。

西田 最先端の医療を実用のものとして世の

中に広げていくには、企業の力が必要です。そのためには、大学と企業が相互補完的に二人三脚で進んでいくことが大切です。ところが、日本では産学連携が弱い。日本で共同研究はするがその先に強い結びつきが望めないから、企業の投資が契約に基づく明確な関係が結ばれた海外に流れてしまうのです。そこで構想されたのが、4月オープン「最先端医療イノベーションセンター棟」です。ここでは「共同」ではなく、企業の研究者も入って同じ研究室でunder one roofに連携研究を進めます。上層階の産学でシーズを育てて、中層階にある未来医療開発部に引き継ぐ、そして隣の病院で臨床研究を進めるという流れです。ちなみに、低層階には未来戦略機構や未来の人材を育てるべく学生の教育スペースを大きくとっています。ここに未来が結集し、もう「橋渡し」ではなく、階段だけで行き来が可能で(笑)。

「世界適塾」の実現に向けて

瀧原 阪大は2014年を「世界適塾」の元年として位置付け、創立100周年の2031年には世界トップ10の大学になることを目指しているわけですが、これに向けて皆さんから一言お願いします。

東 外国語学部は、統合により単科大学時代とは大きく異なる教育環境を得ました。この新たな教育環境のもとで、医療通訳等の人材育成の分野でも、社会に貢献していきたいと考えています。

西田 世界をリードする国立大学病院として、発展させたいと思います。そのために世界的視野をもった人材育成、それを支える環境、研究レベルといった「世界環境」を充実させたいです。

澤 日本国内では日本語だけで一通りの用が足りました。これからは、それでは済まない時代がやってきます。グローバルという言葉がもう死語となるくらい、それがごく当たり前にならないといけません。そうした時代を担う、世界で競ってける人材を育てていきたいです。

瀧原 緒方洪庵の精神である「人のため、世のため、道のため」を継承していくことですね。本日はどうもありがとうございました。

阪大病院の最新医療^①

CLOSE RESEARCH UP
研究紹介

2014年3月発行
大阪大学ニューズレター63号 掲載
特集「阪大病院の最新医療」より



2009年1月17日に大阪大学医学部附属病院で行われた日本初の心肺同時移植手術(中央が奥村教授)



ドナーから提供された臓器を搬送する心肺移植ドナーチーム

肺がん・胸腺腫 幅広く治療・研究 心肺同時移植にも貢献

医学部附属病院呼吸器外科科長(医学系研究科教授)
奥村明之進 Meinoshin Okumura

2013年12月23日、国内で2例目となる心肺同時移植が大阪大学医学部附属病院で行われた。澤芳樹教授が率いる心臓血管外科と奥村明之進教授が率いる呼吸器外科の胸部外科チームにより、心臓・肺の取り出しと移植手術が成功。単独臓器の移植とは異なる心肺同時移植の難しさや、手術を成功に導いた要因、そして奥村教授らが取り組む肺がんや胸腺腫、胸腺がん、重症筋無力症などに関する阪大病院の先端治療・研究などについて語ってもらった。

呼吸器外科、心臓血管外科が 密に連携

日本で初めての心肺同時移植が2009年1月、阪大病院で実施されてから5年。2例目のドナーは、愛知県で脳死と判定された30代の女性だった。移植を受けたのは、心室の筋肉が硬くなる拘束型心筋症によって心臓だけでなく肺の機能も著しく低下した20代の女性。8時間以上に及ぶ移植手術は成功し、患者さんは現在、リハビリなどを経て徐々に自立の方向に進んでいるという。

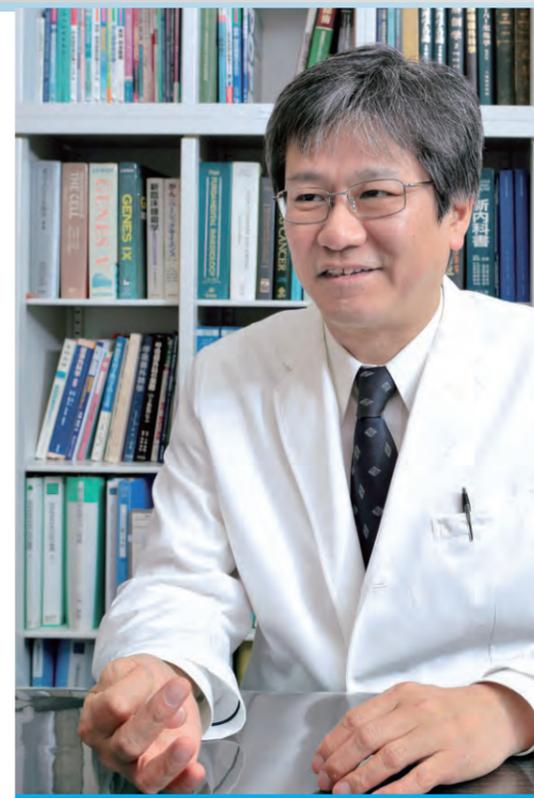
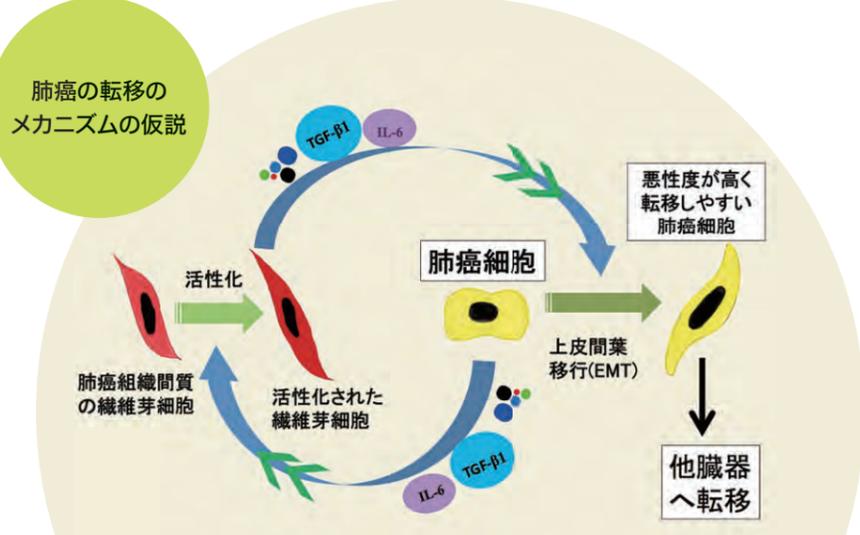
2013年末までに日本全体では脳死下の心臓移植が185例、脳死下の肺移植が195例、心肺同時移植が2例行われ、そのうち阪大病院では心臓移植が50例、肺移植が34例に施行されている。肺移植は生体肺移植も可能であり、阪大病院では11例施行されている。心肺移植の2例はともに阪大病院で成功した症例。

単独移植とは異なる心肺同時移植の難しさについて奥村教授は、「心肺同時移植は、非常に制約が大きい。ドナー病院で心臓と肺のグラフト(医療で、移植治療に用いる皮膚・血

管・骨・筋肉などの組織片の)を摘出してから阪大病院に運搬し、人工心肺装置で体の循環や呼吸を維持しながら心臓と肺を移植し、封合を完了して血流を戻すまでを、移植臓器不全を起こさないよう4時間以内で終える必要がある」と語る。

そのような厳しい条件のなかで、2例目も成

功させることができた要因を明言する。「移植手術において非常に重要な人工心肺装置など体外循環の技術が、多くの症例経験を持つ大阪大学の心臓血管外科教室は特に優れています。またそれにも増して、呼吸器外科と心臓血管外科が普段から密接にコラボレーションできていることが大きいと思います。心肺同



●奥村明之進(おくむら めいのしん)
1958年生まれ。84年大阪大学医学部医学科卒業。東大阪市立中央病院、大阪府立羽曳野病院で外科医員を経て93年から大阪大学医学部助手。その後米国ワシントン大学兼Howard Hughes Medical InstituteにてPost-doctoral fellow、大阪大学医学系研究科講師、准教授を経て2007年から現職。

外科だけでなく、外科学講座全体の高い技術力も大阪大学の特筆すべきところです」

がんの転移メカニズムを解明し 再発防ぐ

奥村教授のライフワークは「胸腺」。胸腺腫、胸腺がんや、胸腺腫瘍と関わりのある重症筋無力症などの自己免疫疾患について、発症の原因や治療法などを探求していた。そして現在は、呼吸器外科教室のリーダーとして、肺がん転移などのメカニズムや、最近話題になっているがん幹細胞の研究なども意欲的に進めている。

その一環として「現在、上皮細胞から間葉細胞に移行するEMT(上皮間葉移行)を一つの大きな研究テーマとしています。EMTが起きると、がんが転移しやすくなります。がんの治療効果を高めるためにも、いかにしてEMTを抑えるかが課題です」と説明する。

また最近、がんと炎症の密接な関係がわかってきているという。「血管は、がん手術などで炎症が起きると、がん細胞がくつきやすい状況になり、手術することで逆に転移が起きやすくなるのではないかな。そのような現象を研究することで、転移を抑制する治療法を確立し、再発を防止して、手術成績をさらに向上させていけなかと考えています」。そして奥村教授は、利尿薬として使用されているANP(心房性ナトリウム利尿ホルモン)が持つ血管保護作用に注目。ANPが血管の炎症による活性化を止める働きをしてくれる可能性を、国立循環器病センターの研究室と共同研究し、すでに臨床応用を考える段階にまできている。

世界標準治療を阪大病院から発信

それらの研究の一方、奥村教授は、日本全国の肺がん患者の症例(外科・内科・放射線などの治療を含む)を登録する「肺癌登録合同委員会事務局」の事務局長を、5年ほど前

から務めている。全国を網羅するデータを教室で集めて合同委員会に送り続けており、すでに5万~6万例にもものぼる巨大なデータベースが構築されている。またそれらのデータを解析した英語論文が、毎年のようにトップジャーナルに掲載され、日本、そして阪大の肺がん研究・治療の先進性を世界にアピールするとともに、世界レベルでその進歩にも大きく貢献している。

また肺がんだけでなく、自身の研究の原点である胸腺腫についても現在、グローバルデータベースの構築に取り組んでいる。「日本だけでなくヨーロッパ・アメリカ・韓国・中国など、世界20~30カ国が協力して、すでに9000例ほどのデータベースを集計・解析中です。私は日本の代表として3000例ほどの胸腺腫を集計しました」という。このようなグローバルデータベースを構築する意義については「胸腺腫瘍は、未だ標準的な治療方針が定まっていません。データベースを解析して治療結果の優劣を調べ、最も有効な治療法は何かを追究し、世界標準治療を作っていきたい。データベースは、そのための第一歩だと考えています」。

広い視野もち、横の連携も

奥村教授が医師・研究者として心がけているのは、「広い視野を持ち、幅広い分野に取り組むこと」。そして「私は胸腺腫の研究においても、基礎的な研究だけでなく、臨床にどう結びつけていくかを一生懸命に考え続けてきました。基礎研究あるいは臨床研究だけに取り組むのではなく、その間をどう関連づけていくかが重要。例えば、がんと免疫という二つの研究をしていることで、どのように移植免疫を抑制するかといった知見が得られ、移植後の拒絶反応抑制にも応用できます。どのような領域においても何かの共通性を見つけて、つながりを作り、広い領域を網羅して治療と研究をレベルアップしていきたいですね」



2013年10月25日に開催された世界肺癌学会のstaging委員会の会議で

阪大病院の最新医療²

CLOSE UP RESEARCH 研究紹介

2014年3月発行
大阪大学ニューズレター63号 掲載
特集「阪大病院の最新医療」より

がんを克服するための新しい選択肢を切り開く

医学系研究科消化器外科学 教授 外科医として、研究者として
がん治療の最前線に挑む
森 正樹 Masaki Mori

現在、日本人の死因トップは「がん」。その7割は消化器がんと言われているが、その治療法は年々進化している。今回は、消化器がんの専門家であり、臨床と研究、教育の3分野で幅広く活動する森正樹教授に、がん治療の最前線について聞いた。

「なぜ」を突き止めたい

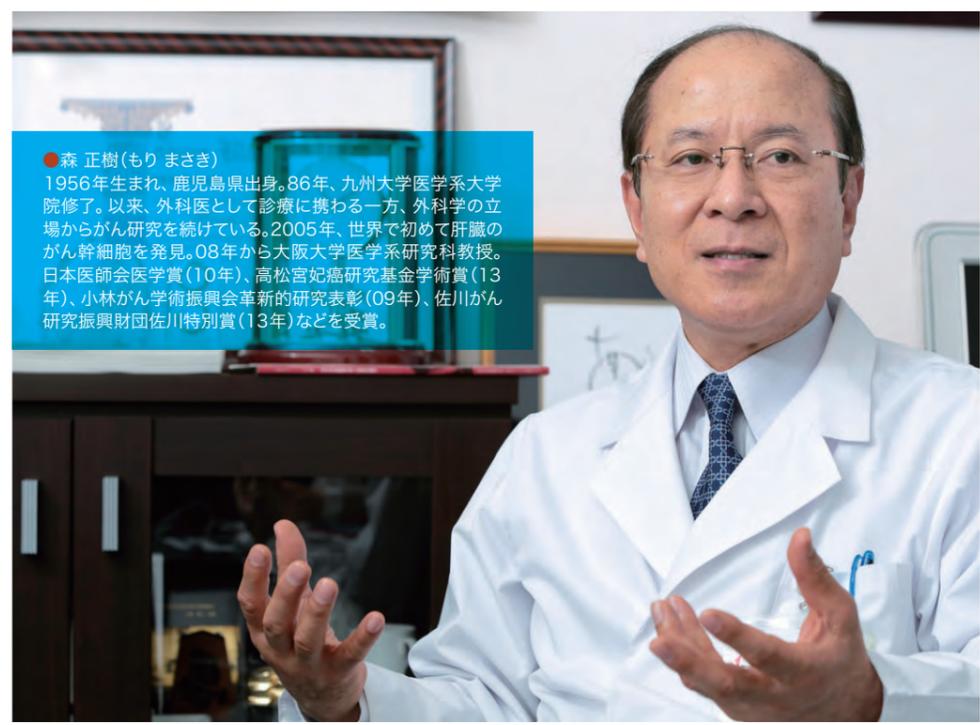
がんは、早期から中期までは多くの場合、手術だけで治せる。現在では、大腸がんなどは、へその部分を3センチほど切って管を入れ、内部をモニターに映しながら手術できるようになった。しかし、がんが大きくなると転移や再発が多くなる。そういう患者さんに提示される治療の選択肢のうち、一番多いのは抗がん剤による治療である。

「抗がん剤で治療すると、がんは小さくなり、場合によっては消えてなくなります。しかし9割以上の方は、数カ月から数年後に再発します。そして抗がん剤が効かなくなっていくケースが多いです」と語る森正樹教授。「外科医として治せる範囲は治すが、手術をしても再発する。進行するに従って再発率が高くなる。抗がん剤、放射線治療は、一旦は効き目があるが、根本的な治癒が、なかなかできません」。臨床の場での経験が「なぜ再発するのか」を突き止めたいという思いとなり、森教授はがん幹細胞研究の道に入っていた。

がん幹細胞の恐るべき威力

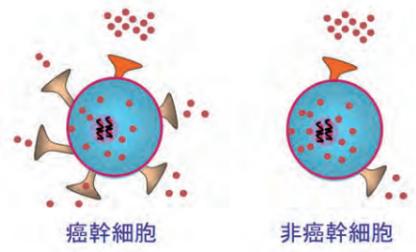
がん細胞の中には、抗がん剤にやられやすい細胞と、やられにくい細胞があることが分かっている。やられにくいがん細胞は最近「がん幹細胞」と呼称され、注目されている。がんの中に数%含まれており、分裂して普通のがん細胞(娘細胞)をつくる。「手術をしても、がん幹細胞が残っていると転移・再発する」と森教授は言う。

「がん幹細胞は非常に手ごわいんです。まず、自分を守る仕組みが強い。抗がん剤が血液



●森 正樹(もり まさき)
1956年生まれ、鹿児島県出身。86年、九州大学医学系大学院修了。以来、外科医として診療に携わる一方、外科学の立場からがん研究を続けている。2005年、世界で初めて肝臓のがん幹細胞を発見。08年から大阪大学医学系研究科教授。日本医師会医学賞(10年)、高松宮妃癌研究基金学術賞(13年)、小林がん学術振興会革新的研究表彰(09年)、佐川がん研究振興財団佐川特別賞(13年)などを受賞。

図1 癌幹細胞と非癌幹細胞のちがい



癌幹細胞は非癌幹細胞よりラッパの形をしたトランスポーターが多いため、細胞内に入った抗がん剤を細胞外に効率よく排出できる

で運ばれてきて細胞に作用すると、細胞内に入っていき、けれども細胞は、それを外に出す仕組みをもっており、がん幹細胞の場合には、その力が圧倒的に強いのです(図1)。また、さまざまなストレスにも強い。「ストレスですぐへばってしまう細胞は、活性酸素をたくさん出していることが分かっています。生体がストレスに反応しようとする時に、エネルギーを必要とする。その時に、娘細胞の場合は活性酸素をたくさん出してしまいうため、自分自身がやられてしまいが、がん幹細胞は活性酸素をほとんど出さずにきちんと対応できるのでストレスに強いのです」



がん細胞にだけ届く ドラッグ・デリバリー・システム (DDS)^{※2}を共同で

森教授たちは、当時から生体内での安全性がほぼ確認されていたマイクロRNAを使って、正常細胞からiPS細胞を作成する方法を研究した。そして膨大な数の遺伝子を「力仕事」調べた結果、特定の3つのマイクロRNAの組み合わせで、最も効率よくiPS細胞ができることを突きとめた。

次に、その3マイクロRNAをがん細胞に導入してみた。すると3週間目まで全然大きくなりません。それを過ぎると少しずつ大きくなり始めるが、それでも、1~2週間おきに追加すれば抑制できる。対照群との差は明らかでした。今は薬学部の小比賀聡教授のグループ、東大でDDSを研究されている片岡一則教授のグループとチームを作り、マイクロRNAを効率よく、良い形でがんに取り込ませ、おとなしくさせる方法を開発しようとしています」

新たな治療の選択肢が生まれる

第1の「新たな抗がん剤と従来の抗がん剤の組み合わせ」という方法をとると、完治する可能性があるが、副作用も出ると予測される。一方、第2の治療法は、がんを根本的に治すというよりは、ある意味、人とがんを共存させようというもの。どの治療法を選ぶかは最終的には本人の選択だが、森教授たちは60代までの人には第1の方法を優先させ、70代以上の人には第2の方法を優先したらどうかと考えている。がんを克服し、がんを恐れずにすむ日が来ることを信じて、森教授は多忙な研究と診療に明け暮れている。

※1 多分化能
幹細胞が有するとされる複数系統の細胞に分化できる能力のこと。

※2 ドラッグ・デリバリー・システム(DDS)
目標とする患部(臓器や組織、細胞、病原体など)に、薬物を効果的かつ集中的に送り込む技術。薬剤を膜などで包むことにより、途中で吸収・分解されることなく患部に到達させ、患部で薬剤を放出して治療効果を高める手法。「薬物送達システム」、「薬物輸送システム」などとも呼ばれる。

根治への道を開く物質発見

森教授たちはがん幹細胞を集め、それらをやっつける物質を見つけようと、数万種類もの化合物を調べている。すると、中に効くものがあった。がん幹細胞に効き目がありそうな、新しい抗がん剤が発見されたのである。画像で見ると、新しい抗がん剤が効いてがん幹細胞が破裂する様子が分かる。ただこの物質は、娘細胞には効き目がない。そこで普通の抗がん剤と新しい抗がん剤を両方投与してはどうかと考えた。

2種類の抗がん剤をうまく組み合わせることで、がんの根本的治療ができるのではないかと、という希望をもって研究を続けている。

副作用のないがん治療を求めて

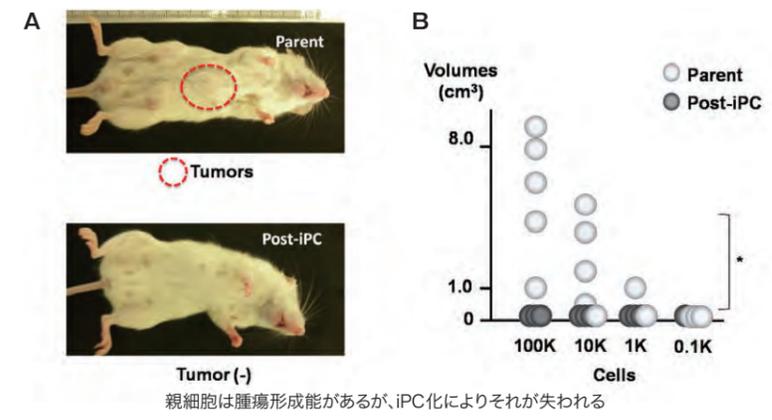
森教授は今、がん細胞をより穏やかな性質をもった細胞に作り替える「細胞リプログラミング」という研究を進めている。きっかけは2006

年、京大の山中伸弥教授の研究室でiPS細胞が発見されたことに触発されたそうだ。「山中先生は、多分化能^{※1}をもつiPS細胞を作るために、正常細胞に4つの遺伝子を導入しました。それを見て私たちは「同じ遺伝子をごん細胞に入れたらどうなるだろう」と考えて、やってみたのです。ちょっとした遊び心でした」

「性質が悪いがんができるのではないかと予測したが、実験結果は違った。大腸がん、肝臓がん、膵臓がん、どれも山中4遺伝子を導入して30日くらい経つと球状の塊ができ、作られた細胞では、元の遺伝子異常が治っているわけではないようだが、ふるまい方は正常細胞に近づいていた。

「マウスに山中遺伝子を入れた細胞を移植しても、全くしこりが出なかった(図2)。押さえつけられていたがん抑制遺伝子が跳ね起きていたのです。20種類くらいのがんで調べたが、どれもこういう現象が起きる。そこで、治療に生かせるのではという発想になりました」

図2 消化器癌細胞のリプログラミング



CLOSE UP RESEARCH 研究紹介

2013年7月発行 阪大NOW 137号 掲載 「濃いつ!阪大—ロボット編—」より

ますます加速する 阪大の ロボット研究

災害救助の現場で生きる ロボット技術の開発

基礎研究の先に実用化研究を見ずえる

工学研究科機械工学専攻知能機械学部門
動的システム制御学領域 教授
大須賀公一 Kouichi Oosuka



救助ロボット「MOIRA」
二重クローラ方式(上下にクローラをつける方式)によって瓦礫の中に頭を突っ込むとどん中に入って行くことができ、瓦礫内の要救助者を探索します。

球体ロボット、三脚歩行ロボット、ヘビ型ロボット—工学研究科の大須賀公一教授の研究室では、現実世界の様々な物体を抽象化した形のロボットが製作されている。どんな環境でも無理のない動きができる制御技術の研究が、災害時に活躍する救助ロボットの開発にも生かされている。



三又蛇ロボット

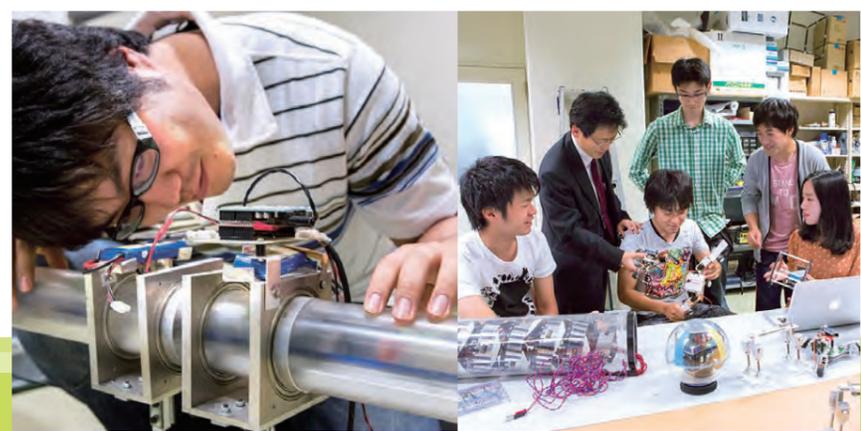


大須賀教授

ロボットというと、モーターがあり、複雑なプログラムが組み込まれているというイメージがあるが、研究室には、胴体に脚がついているだけの単純なロボットがたくさんあった。それらは、緩やかな坂道に置くと自然と脚が動き始める。一定の条件下で、脚の角度や関節の制御を調整し、動作の安定性や、省エネルギー性のデータを蓄積している。このように、どんな環境でも制御を調整すれば思い通りの動きをするロボットの研究を突き詰めることで、実は災害時など、予想もつかない状況が想定される場面での応用が期待できる。「ときに環境と制御がうまく重なるとロボットが思いもつかないような動きをすることがあり、それを理解するのがこの研究の要」と大須賀教授は語る。

「以前、救助ロボット「MOIRA」などの開発もしましたが、2011年の東日本大震災という未曾有の災害を目の当たりにして、現在はこれまでに中途半端だった基礎研究を、むしろ、突き詰めることこそが大学の使命ではないか、その

極限として実用化研究につなげるべきだ、というスタンスをとっています。さらにその上で、将来起こりうる大災害で適用可能なレスキューロボットにも生かせるような制御技術を究めていきたいですね」(大須賀教授)



研究室の様子



自分の分身としての ロボット

患者さんに希望の光

医学系研究科 脳神経精神科脳神経外科
教授 吉峰俊樹 Toshiki Yoshimine
特任准教授 平田雅之 Masayuki Hirata
助教 柳澤琢史 Takufumi Yanagisawa

頭で念じるだけで、ロボットが動く—かつて夢のように思われた技術が現実のものとなりつつある。医学系研究科脳神経外科学教室で研究する「ブレイン・マシン・インターフェイス(BMI)」という装置は、脳が出す微弱な電気信号を電極で読み取ることで、手の代わりとなるロボットアームなどを動かすことを可能にする。

BMIの研究は、2012年8月に本学医学倫理委員会で承認を受け、文部科学省、厚生労働省の支援による医学部附属病院未来医療開発部未来医療センターの一大プロジェクトとして進められている。既に臨床研究を開始しており、2013年3月には、全身の筋肉が動かなくなる難病である筋萎縮性側索硬化症(ALS)の患者さんに初めて適用した。

このBMIの特長は、従来のように電極を脳に差し込むのではなく脳の表面に置くというもの。脳の損傷リスクを軽減でき、より安全性が高まるという。BMIの機能が充実すると、インターホンの応答や掃除など日常生活のちょっとした動作でも患者さんの分身として動いてくれることが期待される。



ヒトの手のように自然な動きができる神経義手

こちらは本物の手



吉峰教授



平田特任准教授



柳澤助教

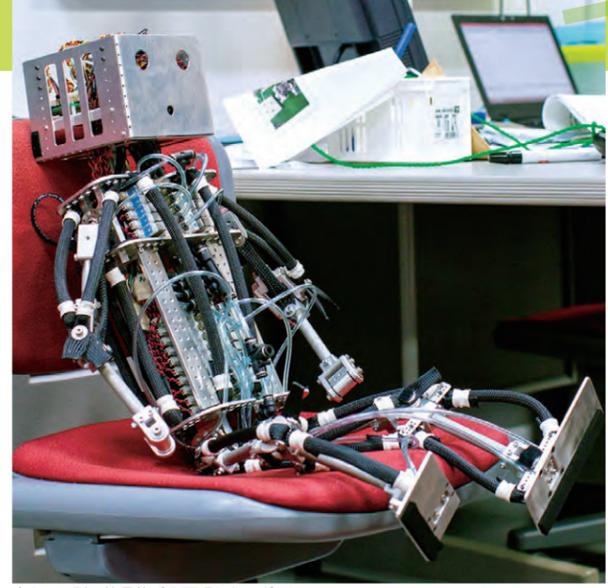
「将来的には、自分の体のように自在に動かせるようにすることが目標です。脳という究極の個人情報扱うため、ガイドラインの策定など、超えるべきハードルは高いですが、今後多くの患者さんへの適用を進めて、効果を検証したいと考えています。また、今後患者さんの様々なニーズに応えるためには、他の分野の研究者も巻き込んで、『患者さんを支援する』という共通の目標のもと一緒に研究を進めていきたいですね」(吉峰教授、平田特任准教授、柳澤助教)

脳信号をリアルタイムで解析し、患者さんの意思を読み解きます。患者さんが念じるだけで、意図が読み解かれ、義手が動作します。



CLOSE RESEARCH
UP 研究紹介

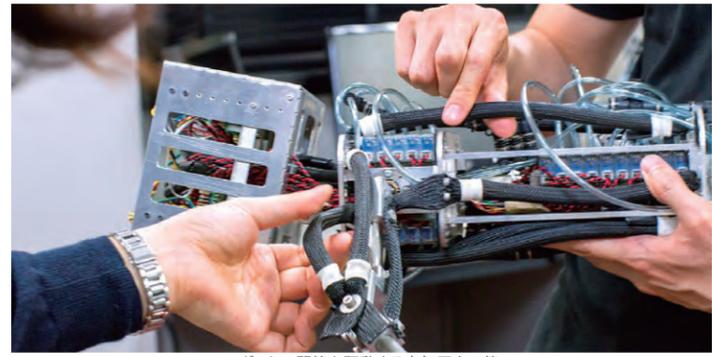
2013年7月発行
阪大NOW 137号 掲載
「濃いつ!阪大—ロボット編—」より



赤ちゃん型の筋骨格系を再現したロボット「Pneuborn」



細田教授



ロボットの関節を駆動する空気圧人工筋



成岡特任助教

ヒトの運動能力の形成について、詳細なメカニズムはまだ明らかになっていない。情報科学研究科の細田耕教授の研究室では、ヒトの全身および腕や脚など体の一部分を模したロボットを使って、そのメカニズムを明らかにしようとしている。空気圧を利用した人工筋で柔らかい動きから、力強い動きまで再現することを可能にする。中でも赤ちゃん型ロボットでは、興味深い研究が進められている。

細田研究室では、生後7か月目、13か月目の赤ちゃんをモデルにしたロボットが研究に活躍している。通常の電気で作るモーターを実装せず、赤ちゃんの柔らかい動きまで再現できることが、空気圧人工筋の特長だ。生後7か月目

の「はいはい」の動きや13か月目の人が初めて歩き出す過程のメカニズムが研究されている。例えば、赤ちゃんが歩き出す時期にばらつきがあるのはなぜかという点について、ロボットの動きを一部制限したり、人工筋の固さ(空気圧)を変えることにより、発達状況が歩き出す時期にどう影響するか観察できる。

ヒトの様々な動きを再現することによって、生物はなぜ生物らしく動くことができるのか、そのメカニズムの解明に近づくことが期待される。

「私はもともと制御工学の出身ですが、生物っぽい動きのメカニズムに興味を持ち、現在の研究に至っています。研究の際には、心

理学の先生や、赤ちゃんとその親御さんにも協力を仰ぎ、実際の赤ちゃんの動きを観察し、ロボットの動きと比較しながら、そこにある原理について解明しようとしています。これからはみなさんの協力をいただきながら進めていきたいですね」(細田教授)

「最近自分の子ども産まれ、より赤ちゃんを理解したいと思うようになりました。ロボットにできることが増えれば増えるほど、赤ちゃんの発達過程もわかるようになります。今後は、さらにヒトの体が持っている柔軟性や、繊細な動きも再現できるようなロボットの開発を進められればと考えています」(成岡特任助教)

ますます加速する 阪大の ロボット研究



ヒトの柔らかい動きを再現できるロボット

生物が生物らしく動くメカニズムの解明へ

情報科学研究科マルチメディア工学専攻
ヒューマンインタフェース工学講座

教授 細田 耕 *Kob Hosoda*

特任助教 成岡健一 *Kenichi Narioka*

ダヴィンチを使った前立腺がん手術の様子
(右端は遠隔操作で執刀する野々村教授)



医療の現場で活躍する ロボットたち

医学部附属病院

手術支援ロボット 「ダヴィンチ (da Vinci)」

2012年10月に医学部附属病院に導入された「ダヴィンチ」は、米IntuitiveSurgical社が開発した内視鏡を用いた手術支援ロボット。ロボットに取り付けられた鉗子やメスなどを、医師がモニターを見ながら遠隔操作する仕組みになっている。

医学部附属病院では、健康保険の対象となっている前立腺がんの手術で使用されてい

る。高解像度カメラと3Dディスプレイが患部の微細な部分まで鮮明に映し出し、自由度の高い鉗子によって細かい縫合操作を可能にしている。そのため、手術中の出血量も少なく抑えることができ、患者さんの術後の回復も早まると期待されている。

患者さんは腹腔鏡手術をはじめ従来の治療法も選べるが、身体への負担が少ないことから、特に希望がなければロボットによる治療を行っている。当初は、手術時間が通常の2倍近くにも及んだが、現在はスタッフも慣れてきて、通常程度まで短縮できているという。

泌尿器科の野々村祝夫教授は「現在は、保



野々村祝夫教授

険が適用される前立腺がん手術での使用にとどまっているが、ダヴィンチを使った阪大発オリジナルの治療も今後開発したい。ロボットによって便利になるような手術を増やしていければ」と話す。

歯学部附属病院

歯学部附属病院では、2013年4月にエントランスのリニューアルに伴い、患者さんを対象とした病院の広報ロボットを導入した。

患者さんからの評判は上々。一緒に写真を撮る子どもの姿もある。現在募集しているロボットの愛称は350通以上も応募があったとのこと(愛称は7月末ごろ決定予定)。また、ロボットの背中に「診療前の保険証確認にご協力を!」というのぼりをつけたところ、6月は5月に比べて診療前に保険証を確認できた比率が2割も改善されたという。

歯学部附属病院では、今後も積極的に現場にロボットを取り入れていきたいとのこと。まずは患者さん向けの広報用ロボットから始め、最終的には薬剤や機材の運搬、患者さんの



森崎市治郎病院院長も「子どもや高齢者にも好評です。皆さんのご意見を活かして機能を向上させたいですね」とロボットの可能性に期待を寄せる。

患者さんとふれあう広報ロボット



病院環境でロボットとヒトの共存を語る玉川裕夫准教授(左)と野崎徳助教

案内役などに応用することを目指している。

ロボットのコーディネートをしている医療情報室の玉川裕夫准教授は「現時点ではまだトライアルの段階。安全性の面では、半径80cm以内に物体を感知したら止まるようになっているため、人に取り囲まれると立ち往生してしまう。患者さんの反応も見ながら安全な動きを考えたい。また、ロボットに取り付けているタッチパネルは、例えば、外国から来られた患者さん向けに翻訳機能を付けるなどの活用を考えている」と語る。