第２８回井上学術賞

受 賞 者 の 研 究 業 績 の 大 要

２０１１年１２月

財 団 法 人　井 上 科 学 振 興 財 団

第２８回　井上学術賞

受　賞　者	研　究　題　目
北川　宏（きたがわ　ひろし） 京都大学大学院理学研究科・教授	多彩な電子・水素相の創出と固体プロトニクスへの展開 Creation of Various Electron-Proton Phases for Solid-State Protonics

生年月日　1961 年 12 月 5 日　(50 歳)

略　　歴

1986 年　3 月　京都大学理学部化学科　卒業
1988 年　3 月　京都大学大学院理学研究科化学専攻修士課程　修了
1991 年　3 月　　同　　博士課程　研究指導認定退学
　　4 月　岡崎国立共同研究機構分子科学研究所・助手
1992 年　3 月　理学博士（京都大学）
1994 年　4 月　北陸先端科学技術大学院大学材料科学研究科材料物性科学専攻・助手
2000 年　1 月　筑波大学化学系・助教授
2003 年　5 月　九州大学大学院理学研究院化学部門・教授
　(2006 年～2007 年　自然科学研究機構分子科学研究所生命・錯体分子科学研究領域・客員教授)
2009 年　4 月　京都大学大学院理学研究科化学専攻・教授
　(2010 年～　九州大学稲盛フロンティア研究センター・客員教授)
　(2010 年　～　京都大学物質－細胞統合システム拠点・連携教授)

受　　賞

2010 年　　日本化学会学術賞

授　賞　理　由

電子を操る科学技術であるエレクトロニクスは、半導体技術に見られるように、電子を止めたり動かしたりと、絶縁体から半導体、金属、超伝導に至るまでほぼ自在制御が可能になっている。他方、固体中の水素を自在に制御するプロトニクスについては未達成であり、その確立は 21 世紀の課題である。
北川宏氏は、新しい科学技術の芽を創るための「固体プロトニクス」の学問分野を創ることをめざし、近い将来の産業利用に向けた基盤研究に取り組んできた。特に、酸化還元、酸塩基性、電子移動、プロトン移動、光反応性などの化学的機能が複合的にかかわる新しい型の機能と物性に着目し、柔軟性と多様性に富む分子性物質を創製し、また、ナノサイズに特有な新しい量子現象や新機能を数多く見出した。
　北川氏のこれまでの研究は、「低次元水素・電子系の多彩な凝縮相の発見」「水素機能性

配位高分子の創製と超プロトン伝導体の発見」「水素吸蔵能や超イオン伝導性を示すナノ粒子の開発」に大別される。主な研究成果としては、①プロトンの秩序-無秩序転移が誘起する新しい型の金属-絶縁体転移を発見した。②多孔性金属錯体における制限水が低温まで凍結しないことを見出し、特異な制限水をプロトン伝導媒体として利用することで、燃料電池などに用いられているナフィオンを凌駕する超プロトン伝導体を開発した。③水素処理法やナノ粒子化により、バルク状態*1 では相分離する（原子レベルで固溶しない）金属元素を、原子レベルで合金化することに成功した。この手法を応用して、バルクでは固溶しないパラジウムと白金やロジウムと銀を原子レベルで固溶させることに成功し、人工擬パラジウムの開発にも成功している。さらに、室温で極めて高いイオン伝導性（室温超イオン伝導性）を有するヨウ化銀 AgI ナノ粒子の開発に成功した。4℃という低い温度においても、従来の AgI よりも 10 万倍以上高いイオン伝導性を示すことを見出した。これは、２つの異なる元素からなる物質群（二成分系化合物）の中ではイオン伝導度の最高値である。安全・安心で高性能な固体型充電池の実用化が大きく加速されることが期待されている。
これらの一連の研究は、Nature Materials などトップジャーナルに多数掲載され、北川氏は当該分野における第一人者として世界的に評価されている。これらの成果は、学術的価値が高いことに加えて、環境・エネルギー問題の解決にも大きく資するものである。以上の理由から、北川氏の業績は井上学術賞に大変相応しいものであると判断した。

*1 例えばコップの水は、コップや表面で空気と触れあっているが、触れあっておらず他者からの影響を受けていない領域をバルクという。

第２８回　井上学術賞

受　賞　者	研　究　題　目
笹　井　芳　樹（ささ　い　よし　き） 理化学研究所発生・再生科学総合研究センター・グループディレクター	自己組織化による中枢神経系の発生制御の試験管内再現 Molecular control and self-organization in development of the central nervous system

生年月日　1962 年 3 月 5 日　(49 歳)

略　　歴

1986 年　3 月　京都大学医学部　卒業
1986 年　6 月　神戸市立中央市民病院内科研修医
1992 年　4 月　京都大学大学院医学研究科生理系博士課程　修了
　　医学博士（京都大学）
1993 年　3 月　カリフォルニア大学（UCLA）医学部・客員研究員
1996 年　6 月　京都大学医学部生体情報科学講座・助教授
1998 年　5 月　京都大学再生医科学研究所・教授
2000 年　5 月　理化学研究所発生・再生科学総合研究センター・
　　グループディレクター兼任
2003 年　7 月　　同　　・グループディレクター専任
（2003 年～　京都大学大学院医学研究科連携講座・教授）
（2007 年　　ルンド大学（スエーデン）医学部・客員教授）
（2008 年～　生理学研究所・客員教授）

受　　賞

1998 年　Human Frontier Science Program Organization　10 周年記念賞
2006 年　ベルツ賞
2009 年　文部科学大臣表彰科学技術賞
　　東京テクノ・フォーラム２１ゴールド・メダル賞
2010 年　大阪科学賞

授　賞　理　由

臓器移植は現代の医療には不可欠な技術であるが、社会的・技術的困難さから、その利用には大きな負担と制限がある。これに対して、再生医療は、自らの細胞から再構築された組織を用いることにより、臓器移植に伴う倫理的、生物学的問題を低減して、臓器の機能を補完することを目指している。再生医療において中心的役割を果たすのが胚性幹細胞（ＥＳ細胞）である。この万能細胞を試験管内で正しく分化させ、組織の形成にまで導く手法を開発することが再生医療の鍵を握っている。

笹井氏は、早くからこの可能性に気付き、神経系を中心として臓器発生の分子機構や試験管内での臓器発生の研究を行ってきた。氏は、まず、未分化胚からの神経の分化現象を調べ、その誘導因子、Chordin、の同定に成功した。これはSpemannが1927年にその存在を予想していた因子であった。この分子が同定されたことにより、それが神経分化阻害分子BMPを不活性化することから、神経分化は分化因子がないときに自然に起きることを見出した。この神経デフォルトモデルは現在標準的な考え方となっている。

更に、試験管内でＥＳ細胞からの神経の誘導を行う種々の手法を開発し、神経前駆細胞への誘導を高い成功率で起こし、その神経前駆細胞から大脳や小脳の様々の細胞にそれを分化させる技術を開発した。この技術を応用した長期３次元培養とにより、試験管内で大脳皮質の多層立体構造を形成させることに成功した。また、網膜の眼胚組織を試験管内で発生させることにも成功し、複雑な３次元構造が形成される基本的な細胞機構を明らかにした。

笹井氏の開発した自己組織化技術は、組織移植を目指す再生医療の礎となるだけでなく、創薬や病因研究などに幅広い応用が可能であり、世界的に大きな驚きを持って迎えられ、Nature, Cell, Cell Stem Cellなどに多数その成果が公表された。

以上の研究業績に鑑み、井上学術賞を授与するものである。

第２８回　井上学術賞

受　賞　者	研　究　題　目
林（はやし）　雄二郎（ゆうじろう） 東京理科大学工学部工業化学科・教授	環境調和型有機触媒反応の開発とその応用 Development of asymmetric reactions using organocatalysis and its application

生年月日　1962 年 2 月 1 日　(50 歳)

略　　歴

1984 年　3 月　東京大学理学部化学科　卒業
1986 年　3 月　東京大学大学院理学系研究科化学専攻修士課程　修了
1987 年　7 月　　同　　博士課程　中途退学
　　8 月　東京大学理学部化学科・助手
1992 年 3 月　博士（理学）（東京大学）
（1994 年 4 月 ～1996 年 3 月　米国ハーバード大学・博士研究員）
1998 年　4 月　東京理科大学工学部工業化学科・助教授
2006 年　4 月　　同　　・教授

受　　賞

1995 年　上原記念生命化学財団リサーチフェローシップ
1998 年　有機合成化学協会奨励賞
2006 年　Tetrahedron Letters Most Cited paper 2003-2006 Award
2008 年　東京理科大学優秀研究者特別賞
2008 年　有機合成化学協会　第一三共・創薬有機化学賞
2010 年　Oppolzer Lecturer (University of Geneva)
2010 年　第 28 回日本化学会学術賞
2011 年　Novartis Chemistry Lectureship Award

授　賞　理　由

医薬品、農薬、機能性有機材料などにおいては、鏡像異性体の一方に優れた生物活性・物性を有するものが多いため、鏡像異性体を高度に作り分ける合成手法の開発が望まれている。さらに、環境に対する意識の高まりから、環境に優しい手法で、目的化合物のみを合成する事が最近の有機化学研究の最重要課題の一つとなっている。林雄二郎氏は、これまで触媒として有機金属触媒が主に用いられてきたのに対し、低分子有機化合物を触媒とする「有機触媒」に着目し、これまでにない広い一般性と高度な不斉識別能を兼ね備えた、実用的な環境調和型触媒を開発した。さらに、自ら考案した新しい有機低分

子触媒を用いて天然物および医薬品の効率的な全合成を達成した。その代表的な成果は以下のとおりである。
環境調和型触媒（diarylprolinol silyl ether）を世界に先駆けて開発した。この触媒は、プロリンという安価なアミノ酸から簡便に合成できること、多くの反応に適用可能であり、広い汎用性を有していること、生成物が非常に高い光学純度で得られること、金属を用いる必要がなく環境に優しい手法であること、等の優れた特徴を有している。現在、本触媒は世界中の多くの研究室で使用されているのみならず、本触媒を用いる反応が製薬企業において 100kg スケールで行われており、学術的のみならず、工業界からも高く評価されている。
また、林氏は、同一反応容器で、合成を連続的に行うことができれば、用いる反応溶媒、精製に使用する反応溶媒等を大幅に削減（環境調和型反応）でき、さらに実験に必要な時間も短縮できることに着目し、抗インフルエンザ治療薬であるタミフルの優れた合成法を開発した。従来法では 11 の反応容器を用い、総収率が 35%であるのに対し、自らが開発した有機触媒を用いる不斉触媒反応を鍵反応としてわずか 2 つの反応容器で反応が進行し、総収率は 60%という画期的な手法である。
このように、林氏の業績は実用性と独創性に富んだ、優れた新規環境調和型触媒を開発し、画期的な手法で医薬品、天然物の効率的合成を達成した。これらは有機合成化学の発展に大きく貢献するものであり、井上学術賞にふさわしいものと判断した。

第２８回　井上学術賞

受　賞　者	研　究　題　目
宮　脇　敦　史（みや わき あつ し） 理化学研究所脳科学総合研究センター・副センター長	バイオイメージングの学際的開発研究 Multidisciplinary research and development of bioimaging technologies

生年月日　1961 年 12 月 28 日　(50 歳)

略　　歴

1987 年　3 月　慶應義塾大学医学部　卒業
1991 年　3 月　大阪大学大学院医学研究科博士課程　修了
医学博士（大阪大学）
4 月　日本学術振興会特別研究員（大阪大学）
1993 年　4 月　東京大学医科学研究所・助手
(1995 年 10 月 HFSP long-term fellowship,University of California San Diego)
(1997 年 10 月 Research Pharmacologist,University of California San Diego)
1999 年　1 月　理化学研究所脳科学総合研究センター先端技術開発グループ
細胞機能探索技術開発チーム・チームリーダー
2004 年　1 月　理化学研究所脳科学総合研究センター先端技術開発グループ・
グループディレクター
(2005 年 7 月～2010 年 3 月　東京大学分子細胞生物学研究所細胞機能情報
研究センター・客員教授)
(2006 年 4 月～2011 年 3 月　自然科学研究機構基礎生物学研究所発生ダイナ
ミクス研究部門・客員教授)
(2006 年 10 月～　科学技術振興機構 ERATO「生命時空間情報」プロジェクト・
研究総括)
(2007 年　4 月～　早稲田大学理工学術院分子神経科学研究・客員教授)
2008 年　4 月　理化学研究所脳科学総合研究センター・副センター長
(2009 年　4 月　慶應義塾大学医学部・客員教授)
(2010 年　4 月　東邦大学理学部・客員教授)

受　　賞

2004 年 10 月　財団法人材料科学技術振興財団山崎貞一賞
(バイオサイエンス・バイオテクノロジー分野)
2006 年 12 月　日本学術振興会賞（生物系）
2007 年 3 月　塚原仲晃記念賞「脳神経系の構造・機能を可視化する蛍光技術」
2007 年 6 月　慶應義塾大学医学部三四会 北里賞
2008 年 4 月　文部科学大臣賞科学技術賞開発部門

授　賞　理　由

生体分子の示すダイナミックな振る舞いをリアルタイムでかつ高い位置精度でフォローすることは細胞の増殖、移動、分化、死、ガン化など様々な生命現象の機序を知る上で不可欠であり、それを可能とするバイオイメージング技術はポストゲノム時代の生命科学の進展に大きく貢献している。

宮脇敦史氏は最先端の分子生物学、構造生物学、光物理化学技術などを駆使してタンパク質蛍光を自在にコントロールすることで、生きた細胞、組織、器官、個体中で起こるシグナル伝達現象や遺伝情報発現を可視化するためのバイオイメージング技術を世界に先駆けて開発してきた。クラゲ由来の蛍光タンパク質 GFP 及びその改変体から出発し、カルシウム濃度指示薬 cameleon や世界で一番明るい GFP 改変体 Venus などを開発しバイオイメージング研究に一大転機をもたらした。

宮脇敦史氏の研究の特徴は、基礎科学に基づくオリジナルな着想を学際的なアプローチによって発展させる点にある。生体分子の位置、状態、構造をリアルタイムで可視化することで生命現象を動的に理解するための技術を次々と開発し、全世界への普及に努めてきた。たとえば、Kaede はヒユサンゴから遺伝子クローニングしたもので、このタンパク質の紫（外）光照射による緑から赤への色変換を利用して、狙った細胞や分子を光で標識して追跡する技術の開発に仕上げた。そのほか、Kaede と同類の KikGR、フォトクロミズムを示す Dronpa、生体分子間相互作用に役立つ Keima、細胞周期の進行をリアルタイムで可視化する Fucci、哺乳類動物組織の深部観察を可能とする Sca*l*e など、全く新しい発想に基づくイメージング技術を、顕微鏡を含む光学系を含めて開発してきた。これらの成果は基礎生命科学、医科学のみならず広くバイオ産業で活用されつつある。以上の理由から宮脇敦史氏の業績は井上学術賞に大変相応しいと判断した。

第２８回　井上学術賞

受　賞　者	研　究　題　目
山口浩司（やまぐち ひろし） NTT 物性科学基礎研究所・量子電子物性研究部長	微細機械構造の量子力学的振る舞いに関する先駆的研究 Pioneering Contributions to the Study of Quantum Mechanical Behavior in Minute Mechanical Structures

生年月日　1961 年 10 月 30 日　(50 歳)

略　　歴

1984 年　3 月　大阪大学理学部物理学科　卒業
1986 年　3 月　大阪大学大学院理学研究科物理学専攻修士課程　修了
　　4 月　日本電信電話株式会社基礎研究所
1993 年 12 月　博士（工学）(大阪大学)
　(1995 年 10 月～1996 年 9 月　英国インペリアルカレッジ・客員研究員)
2002 年　4 月　NTT 物性科学基礎研究所・特別研究員
　(2003 年 5 月～7 月　独国 Paul Drude Institute・客員研究員)
2005 年　4 月　NTT 物性科学基礎研究所・ナノ加工研究グループリーダ
　　10 月　東北大学大学院理学研究科・連携大学院教授
2006 年　7 月　NTT 物性科学基礎研究所・量子電子物性研究部長、
　　ナノ加工研究グループリーダ
2011 年　4 月　NTT 物性科学基礎研究所・量子電子物性研究部長、
　　ナノ加工研究グループリーダ、上席特別研究員

受　　賞

1989 年　日本応用物理学会賞（論文賞）
2004 年　応用物理学会論文賞（JJAP 論文賞）
2009 年　NTT 先端技術総合研究所所長表彰（研究開発賞）
2009 年　MNC2008 最優秀論文賞
2010 年　応用物理学会論文賞（優秀論文賞）
2010 年　SSDM2009 Paper Award
2011 年　英国 Institute of Physics (IOP) Fellowship

授　賞　理　由

近年の微細加工の進歩により、ＭＥＭＳと呼ばれるマイクロサイズの機械システムが開発され、プロジェクターや高感度センサーなどに応用されてきた。さらに最近では、

ナノテクノロジーの進歩とともに、ナノメートル領域まで微細化した寸法を持つ三次元の機械振動構造を作製することが可能となっている。山口浩司氏は、このようなナノメカニカル構造の基礎科学研究の重要性に早くから着目し、ミクロの世界で現われる量子力学的な物性が微小な機械構造においても出現する可能性を追求してきた。その結果、「量子力学」と「ナノメカニクス」の研究を融合した新しいナノサイエンス分野を開拓・確立するに至った。

研究の中心的な役割を果たす微小メカニカル振動子は、ある決まった周波数で振動する３次元構造をミクロなサイズにまで微細化したものである。このような共振が、フォノンと呼ばれる振動の最小単位から構成されることは量子力学が教えるところであるが、山口氏は量子光学研究とのアナロジーに基づき、ナノメカニカル振動子において観測される様々な現象がフォノン間の相互作用として理解できることを示し、その相互作用を用いた新しい情報処理や振動制御の手法を提案・実証した。また、機械振動における単一フォノンの検出目指した研究では、原子核サイズの振動までをも測定できる著しく感度の高い超電導・半導体融合素子を作製することに成功した。さらに、半導体中の電子の干渉効果や量子ホール効果と機械振動とを相互作用させ、超高感度の変位センシング技術や新しい半導体物性探索ツールの提案も行っている。

これらの成果は、多くの著名学術誌への掲載や学会・国際会議における招待講演を通じて世界的に広く認められ、新しいナノサイエンス分野に発展している。このように量子力学とマイクロ・ナノメカニクスの融合研究というこれまでにない新しい視点の研究分野を確立した功績から、山口氏は井上学術賞にふさわしいと判断される。