

添付) 受賞者略歴と贈賞の理由

受賞者略歴と贈賞の理由 - 1

物理分野：「超高精度原子時計を実現する「光格子時計」の開発」

香取 秀俊（かとり・ひでとし）

昭和39年9月27日生まれ

東京大学大学院工学系研究科 物理工学専攻 助教授

専門：量子エレクトロニクス

昭和63年 東京大学工学部物理工学科卒業

平成2年 東京大学大学院工学系研究科 物理工学専攻 修士課程修了

平成3年 東京大学大学院工学系研究科 物理工学専攻 博士課程中途退学

平成3年 東京大学工学部・教務職員（のち助手）

平成6年 東京大学大学院 論文博士（工学） 取得

平成6年 ドイツ，マックスプランク量子光学研究所・客員研究員

平成9年 科学技術振興事業団 五神協同励起プロジェクト・基礎グループリーダー

平成11年 東京大学工学部附属総合試験所 協調工学部門・助教授

平成14年 科学技術振興事業団・さきがけ研究・研究員兼務

平成16年 東京大学大学院工学系研究科 物理工学専攻・助教授

平成17年 科学技術振興機構・戦略的創造研究推進事業・研究代表者

贈賞の理由：超高精度原子時計を実現する「光格子時計」の開発

原子スペクトル計測の極限的精度追求は、量子力学の誕生以来、現代物理学の構築と発展に大きく貢献してきた。また、この追求の成果として実現される高精度の原子時計は、GPS や超高速大容量通信ネットワークのタイミング制御技術など、現代生活を支える技術の基盤を与えるものである。香取秀俊氏は独創的な発想と高度の実験技術を駆使した研究により、従来の手法を大きく凌駕する新しい原子時計のスキーム「光格子時計」の手法を創案・実証し、全世界の標準研究所を巻き込む新しい研究の流れを作り出した。

原子スペクトルの高精度測定を可能にするには、極低温への冷却による運動の抑制、トラップに用いる外場の影響の除去、多数の原子からの信号の同時測定による S/N 比の向上などの諸条件を実現しなければならない。香取氏は、これらすべての側面を同時に満たす方法を開発・確立した。香取氏はまず、遷移強度の弱い異重項間遷移を用いて、ストロンチウム原子を従来に比べて 3 桁低いサブマイクロケルビン領域まで冷却することに成功した。さらに、原子スペクトルへの外場の影響に関して、中性ストロンチウム原子において、遷移前後の準位への外場による摂動の影響がちょうど等しく、これらの準位の間遷移ス

ペクトルへの影響が相殺するような光トラップが構成可能であることを示した。こうして、レーザーによりトラップされた中性原子において、自由空間に静止した孤立原子と同じスペクトルが測定可能になった。

光格子時計とは、上記の方法を用いて多数の原子を格子状にトラップし、自由空間の孤立原子に極めて近い状態で遷移スペクトルを測定する方法である。すでにこの手法の有効性は広く認知され、これまで標準研究で世界を強力に牽引してきたすべての主要な研究所が、この手法を踏襲した原子時計構築の実験を進めている。現在、香取氏はこの手法を用いて、原子時計の精度を現在の 15 桁から 18 桁へ引き上げる研究に取り組んでいる。これが実現すれば、微細構造定数の経時変化の検証や時間標準の改訂など、物理学全体に影響を与える大きな成果につながると期待される。

このように香取氏の業績は、独創性、基礎応用両面での波及効果、他の研究グループに与えたインパクトどれをとっても原子物理学、量子エレクトロニクス、極限物理計測の分野でここ 10 数年間の成果として世界的なレベルで傑出しており、日本 IBM 科学賞受賞に相応しいものである。

受賞者略歴と贈賞の理由 - 2

化学分野：「超高速光電子分光法の開発と化学反応ダイナミックスの研究」

鈴木 俊法 (すずき・としのり)

昭和36年8月15日生まれ

独立行政法人理化学研究所 主任研究員

専門：物理化学、化学反応動力学

昭和59年 東北大学理学部化学科卒

昭和63年 東北大学大学院理学研究科博士課程修了、理学博士

昭和63年 岡崎国立共同研究機構分子科学研究所技官

昭和64年 岡崎国立共同研究機構分子科学研究所助手

平成2年 JSPS 海外特別研究員、米国コーネル大学博士研究員

平成3年 JSPS 海外特別研究員、米国カリフォルニア大学バークレー校博士研究員

平成4年 岡崎国立共同研究機構分子科学研究所助教授、総合研究大学院大学助教授
(併任)

平成11年 科学技術振興機構さきがけ研究2-1研究員(兼任)

平成14年 理化学研究所主任研究員

贈賞の理由：超高速光電子分光法の開発と化学反応ダイナミックスの研究

化学反応過程において、時々刻々変化する量子状態を追跡することは化学反応の本質を把握する上で極めて重要である。鈴木俊法氏はレーザー分光技術と分子線技術を組み合わせることによって、化学反応が如何に進行するかという基本的な問いに答えることに成功した。

鈴木氏は、多光子レーザーイオン化法と2次元画像観測法を分子線散乱実験に導入し、反応生成物の量子状態を選択し、その微分散乱断面積を求めることを可能にした。OCSなどの基本的化合物の光解離反応において、解離生成する原子の電子状態、電子軌道配向、散乱速度角度分布を完全に決定し、その解析から、反応に関与する複数の電子状態の存在や非断熱遷移を伴う反応経路を検出した他、反応経路を決定づける電子状態のポテンシャルの形状を実験的に解明した。そして、この手法を交差分子線実験に適用し、分子や原子が衝突することによって起こる化学反応過程に関する研究を進め、複数の電子状態のポテンシャルを経て反応が進行する場合に生じる量子干渉過程を見出すことによって、分子間相互作用ポテンシャル面の形状を求めることに成功した。さらに、それを高精度の量子化学計算や量子散乱計算と比較することによって検証した。

鈴木氏はまた、化学反応途上の量子状態の変化をより直接的に追跡する新手法として、超高速光電子画像分光法を世界に先駆けて開発し完成させた。この手法によって、反応し

つつある分子から放出される光電子の速度・角度分布を、フェムト秒の時間分解能で実時間追跡することが初めて可能となった。そして、その結果、光化学反応過程とともに起こる分子の電子軌道の形状の高速変化や振動回転波束運動が明らかとなった。鈴木氏の実験手法は、気相光化学反応において、反応する分子の電子・振動・回転運動そして、それらに起源を持つ量子干渉を、高い感度で検出する有力な実験手法として知られている。

以上のように、鈴木氏は独創的な研究展開によって化学反応の基本的な理解に大きく貢献した。よって鈴木俊法氏の業績は日本IBM科学賞に値するものと認められた。

受賞者略歴と贈賞の理由 - 3

化学分野：「光学活性高分子の触媒的不斉合成」

野崎京子（のざき・きょうこ）

昭和39年2月9日生まれ

東京大学大学院工学系研究科化学生命工学専攻 教授

専門：有機金属化学，高分子化学，均一系触媒化学

昭和61年 京都大学工学部工業化学科卒業

平成3年 京都大学大学院工学研究科工業化学専攻博士課程修了 工学博士

平成3年 京都大学工学部工業化学科・助手

平成8年 京都大学大学院工学研究科材料化学専攻・助手

平成11年 京都大学大学院工学研究科材料化学専攻・助教授

平成12年 科学技術振興事業団さきがけ21研究員（兼任）

平成14年 東京大学大学院工学系研究科化学生命工学専攻 助教授

平成15年 東京大学大学院工学系研究科化学生命工学専攻 教授

贈賞の理由：光学活性高分子の触媒的不斉合成

重合触媒にキラリティーをもたせることにより、アキラルなモノマーから、原理的には絶対立体配置の制御された光学活性高分子を不斉合成できる。しかし、一般的なビニルモノマーを不斉重合させても、高分子鎖が長くなると末端の差異が無視できるためポリマーに疑似対称面が存在してしまい、光学活性は認められない。このような「疑不斉」と呼ばれる現象のため、高分子の不斉重合は数十年にわたり実現不可能とされていた。野崎京子氏は、ビニルモノマーの単独重合ではなく、ビニルモノマーと一酸化炭素の完全交互共重合であれば、真の不斉中心を主鎖中に構築しながら重合が進むことに着目し、極めて高い立体制御を伴う光学活性高分子の触媒的不斉合成に初めて成功し、不斉高分子化学の端緒を開いた。

野崎氏は独自に開発したキラルホスフィンホスファイト配位子とパラジウムから調整した触媒をプロピレンと一酸化炭素の共重合反応に適用し、完全交互共重合体の不斉合成に成功した。そして、このようにしてオレフィンと一酸化炭素の不斉交互共重合によって得られた光学活性ポリケトンが、カルボニル基の還元やケタール化、さらにはエステルへの酸化により、広範な光学活性高分子へと変換できることを示した。

さらに野崎氏は、構造の明確なキラル亜鉛複核錯体を触媒に用いてシクロヘキセンオキシドと二酸化炭素の不斉交互共重合に初めて成功した。また、光学純度の低い触媒を用いても、触媒反応によって生成物の光学純度が向上する不斉合成と呼ばれる現象が起こるこ

とを、高分子合成において初めて観測した。

光学活性高分子には、ステレオコンプレックス形成、圧電性・高い旋光性など、キラリティーに由来する種々の特性の発現が知られている。また、生体では光学活性高分子の各々の鏡像体が互いに異なるものと認識されるため、医療材料への応用を考える場合、光学活性高分子の不斉合成技術は不可欠になると考えられる。したがって、野崎氏によって確立された光学活性高分子合成法は、有機化学、材料化学等、広範な物質科学分野において極めて重要な役割を果たすものと期待される。よって野崎京子氏の業績は日本IBM科学賞に値するものと認められた。

受賞者略歴と贈賞の理由 - 4

コンピューター・サイエンス分野：「オブジェクト指向言語のための型理論」

五十嵐 淳（いがらし・あつし）

昭和48年1月16日生まれ

京都大学大学院情報学研究科知能情報学専攻 助教授

専門：情報科学，プログラミング言語，型理論

平成 7年 東京大学理学部卒業

平成 9年 東京大学大学院理学系研究科情報科学専攻修士課程修了

平成 9年 日本学術振興会特別研究員

平成10年 インディアナ大学計算機科学科・客員研究員

ペンシルヴァニア大学計算機情報科学科・客員研究員(大学院在学中に留学～12年まで)

平成12年 東京大学大学院理学系研究科情報科学専攻博士課程修了(博士(理学))

平成12年 東京大学大学院総合文化研究科・助手

平成14年 京都大学大学院情報学研究科・講師

平成18年 京都大学大学院情報学研究科・助教授

贈賞の理由：オブジェクト指向言語のための型理論

五十嵐氏は、オブジェクト指向プログラミング言語の基礎理論を展開するための枠組みを確立するとともに、現在最も広く用いられているプログラミング言語の一つである Java 言語の設計および実装の根幹に大きな影響を与える重要な理論的成果を挙げた。

オブジェクト指向プログラミング言語は、データ抽象などの大規模ソフトウェア開発に適した機構を備えており、その重要性は今や広く認識されている。

その理論的基礎についても、型理論をはじめとして、以前から多くの研究がなされてきた。

しかしながら、理論研究における計算モデルと Java などの現実のプログラミング言語の設計との間には大きな乖離があり、現実の言語の設計や処理系の実装の改良に直接結びつくような理論研究は未成熟の状態にあった。

五十嵐氏は、現実の言語 Java を出発点としてその機能の本質を残し、極力単純化した計算モデル Featherweight Java を構築するという斬新かつ独創的なアプローチをとることにより、オブジェクト指向言語の基礎理論を展開することに成功した。この計算モデル Featherweight Java は、現在、オブジェクト指向言語の理論研究の基礎として国内外の研究者に広く受け入れられている。

プログラムの再利用はソフトウェア開発に不可欠であるが、五十嵐氏は、これを実現する

ための仕組みである型総称性の機構を理論的に考察し、variant parametric types という新しい概念を提示した。

この概念は、理論研究者のみならず Java 言語の設計者からも注目され、2004 年 10 月にリリースされた Java 5 のワイルドカードという機能として採用され実装された。

この機能は Java 言語の重要な改良として認識され、多くのライブラリコードがこの機能を使って書き直され、広く活用されている。

以上のように、五十嵐氏の業績は、理論的奥深さと実用的有用性とを兼ね備えた独創的なものであり、その貢献は学術的分野の研究者のみならず、Java 言語設計者などのソフトウェアの設計・開発者からも国際的に広く認められている。これはコンピューターサイエンスにおける理論研究の一つの理想形であり、日本 IBM 科学賞を贈るにふさわしいものである。

受賞者略歴と贈賞の理由 - 5

エレクトロニクス分野：「IV族同位体エレクトロニクスの提案と推進」

伊藤 公平（いとう・こうへい）

昭和40年8月25日生まれ

慶應義塾大学理工学研究科基礎理工学専攻 助教授

専門：半導体工学、量子情報工学

平成 元年 慶應義塾大学理工学部計測工学科卒業、

平成 4年 カリフォルニア大学バークレー校 修士号取得

平成 6年 カリフォルニア大学バークレー校 Ph. D. 取得

平成 7年 慶應義塾大学理工学部・助手

平成10年 慶應義塾大学理工学部・専任講師

科学技術振興事業団・さきがけ研究21研究員

平成13年 科学技術振興事業団・戦略的基礎研究・研究代表者

平成14年 慶應義塾大学理工学部・助教授

日本物理学会・理事

平成16年 物理系欧文誌刊行協会・理事

贈賞の理由：IV族同位体エレクトロニクスの提案と推進

同位体は、同じ原子番号（陽子の数）を有する元素で質量数（すなわち中性子数）が異なるものを言う。軽い元素の水素や重い元素のウランなどは核融合反応や核分裂反応など重要な性質や応用を有するため同位体研究は盛んに行われているが、シリコンやゲルマニウムなどの半導体では、その化学的性質がほとんど同じであるため、あまり研究されてこなかった。

近年のナノテクノロジーの進展により、半導体を「原子レベル」で制御して超格子構造や量子細線、量子ドットを作製し、量子効果に基づく新奇な物性を探索する研究が盛んであるが、伊藤公平氏はさらにその先の「同位体レベル」の構造制御による物性研究を展開し、新しい学問領域である「半導体同位体工学」を提案している。

伊藤氏の具体的な研究成果としては以下の3項目を挙げることが出来る。

第1に、シリコンやゲルマニウムなどのIV族半導体同位体結晶成長技術を確立し、同位体純度を高めることによりゲルマニウムの熱伝導度が30%向上することを発見した。この成果は、集積回路の大電力化に伴う高熱化の対策として重要である。

第2に、シリコン同位体を用いてシリコン酸化膜中の熱平衡における自己拡散定数の精

密測定に成功し、シリコンと酸化膜の界面において化学反応により発生する点欠陥が原子拡散を増速させる現象を発見した。さらにこれらの知見を組み込んだ半導体プロセスシミュレータを開発し、ナノ領域の半導体デバイス設計に大きく貢献する研究を行った。

第3に、シリコン同位体を用いる量子コンピュータの研究を推進した。量子計算が実現すれば従来の計算機では莫大な時間を要する計算を飛躍的に短時間で行うことが期待できる。大型の実験装置を用いた系で小規模な量子計算を実現した例が報告されているが、実用的な情報処理に必要な大規模な計算を行うためには、量子ビットを多数集積化できる固体の量子コンピュータの実現が要請されている。伊藤氏は、シリコン同位体の核スピンの量子情報保持時間が世界最長の25秒と実用的に十分な長さを有することを実験的に証明し、結晶表面への同位体原子の配列制御、集積型微小磁石の開発、量子演算の基礎物性解明など、固体量子コンピュータ実現に向けた要素研究を多角的に推進してきた。

以上のように、伊藤氏はシリコンなどのIV族半導体の同位体制御に着目した新しい工学を提案し、マイクロエレクトロニクス将来の発展に新風を吹き込んだ。これらの業績は日本IBM科学賞にふさわしいものである。