

添付) 受賞者略歴と贈賞の理由(所属先・役職は2007年8月15日現在)

受賞者略歴と贈賞の理由 - 1

物理分野: 「X線1分子追跡法の考案とその融合領域への応用」

佐々木 裕次(ささき ゆうじ)

昭和37年6月3日生まれ

財団法人 高輝度光科学研究センター 主幹研究員

専門: 生物物理学、分析科学、放射光科学

昭和61年 東北大学工学部卒業

昭和63年 東北大学大学院工学研究科修士課程修了

平成3年 東北大学大学院工学研究科博士課程修了工学博士取得

平成3年 株式会社 日立製作所 基礎研究所 研究員

平成10年 科学技術振興事業団 個人研究推進事業 さきがけ研究2 1
「素過程と連携」 領域研究員(兼務)

平成12年 財団法人 高輝度光科学研究センター 放射光研究所 実験部門
副主幹研究員

平成13年 大阪大学 蛋白質研究所 蛋白質機能評価研究部門
客員教授(兼務)

平成13年 科学技術振興事業団 戦略的基礎研究推進事業
「たんぱく質の構造・機能と発現メカニズム」
領域研究代表者(兼務)

平成18年 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業
「生命現象の解明と応用に資する新しい計測分析基盤技術」
領域研究代表者(兼務)

贈賞理由: 「X線1分子追跡法の考案とその融合領域への応用」

X線計測法は、従来、結晶や多分子からの、静的で構造を平均化した散乱情報を抽出するための有力なツールとして用いられてきた。しかし、生体高分子については、機能発現に1分子の集合体が関与することから、その解明には1分子の動的な挙動の情報が重要になる。このため、通常はX線計測よりも可視光蛍光を利用した方法が使われるが、その精度は数ナノメートル(10^{-9} m)であり、10ナノメートル寸法の生体分子の情報を抽出するには限界があった。佐々木氏は、従来のX線計測の常識から脱却し、1分子の内部運動を時間的には

ミリ秒、空間的にはピコメートル (10^{-12}m) という、驚異的な精度で計測できる X 線 1 分子追跡法を考案し、これを用いて、DNA 分子の内部揺らぎ、機能性分子の分子内運動の計測に成功した。これらの業績は、構造計測技術の開発、生物物理学の研究のいずれにおいても革新的な進展をもたらした。

佐々木氏の X 線 1 分子追跡法の原理は、単純ではあるが極めて巧みなもので、具体的には、数 10 ナノメートル程度の微結晶を分子にその運動機能を損なわないように取り付け、分子の動きに連動する微結晶に照射した強力な X 線のラウエ回折斑点を時分割追跡する。佐々木氏は、この手法を長さ 6 ナノメートルの DNA 1 分子に適用して水溶液中のブラウン運動を追跡し、ピコメートルの精度で分子内揺らぎの時間変化を捉えることに成功した。また、光を吸収してプロトンポンプとして機能する膜タンパク質の動的挙動を追跡し、数マイクロ秒の光照射で分子が 0.1 ナノメートル程度の構造変化を起こす様子を見事に捉えた。これにより、難しいとされていた「機能している分子の構造変化計測 (*in-vivo* 計測)」に新しい道が開かれた。

佐々木氏はまた、同手法を X 線放射圧の計測に応用し、アクチン繊維やタンパク質分子などの軟らかい分子のブラウン運動にアトニュートン (10^{-18}N) という超微弱な X 線放射圧が作用していることを発見した。これは、微弱な原子間力の働きを原理とする AFM でピコニュートン (10^{-12}N) の力が有用になるのと比べると、その 6 桁も小さい力を計測したことになる。このような力場を制御できれば、タンパク質分子や高分子等の新しい表面構造解析法、ソフトに分子を捕まえる技術、など様々な応用の道が開けると期待される。

以上のように、佐々木氏は、独創的なアイデアと技術開発によって、X 線による生体分子計測に大きなブレークスルーをもたらした。その成果は、広域材料科学への応用や新原理の計測技術の開発にも大きなインパクトを与えている。佐々木氏のこれらの業績は、日本 IBM 科学賞に相応しいと認められる。

受賞者略歴と贈賞の理由 - 2

物理分野：「ポストペロフスカイト相の発見と地球コア・マントル境界域の研究」
廣瀬 敬（ひろせ・けい）

昭和43年2月9日生まれ

東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻 教授

専門：高圧地球科学

平成 2年 東京大学理学部地学科卒業

平成 6年 東京大学大学院理学系研究科 地質学専攻博士課程修了 博士(理学)

平成 6年 東京工業大学理学部地球惑星科学科・助手

平成 8年 米国カーネギー地球物理学研究所客員研究員(東京工業大学助手在任中)

平成11年 東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻・助教授

平成18年 東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻・教授

贈賞理由： 「ポストペロフスカイト相の発見と地球コア・マントル境界域の研究」

地球の内部が超高压・超高温状態にあることは広く知られているが、人類がその状態を実験室で作り出すことは、瞬間的な衝撃圧縮を除くと未だに実現できていない。そのため、地球深部がどのような物質からなり、どのような性質をもっているのか、ほとんど未解明の状態にある。廣瀬氏は、世界の先頭に立って、超高压・超高温技術の開発を行い、この謎に迫る研究を展開してきた。その結果、地球コア・マントル境界域に相当する極限状況を実現することに成功し、また、この領域で地球内部の鉱物が従来全く知られていなかった結晶構造に変化することを発見した。これらの研究は、固体地球科学の分野に革命的な進展をもたらした。

廣瀬氏の手法は、レーザー過熱式ダイヤモンドアンビルセルを用いた極限環境の実現と、放射光による X 線構造解析の組み合わせからなる。この手法を駆使することにより、同氏はコア・マントル境界域に相当する超高压・高温発生に成功するとともに、地球内部にもっとも多量に存在する鉱物 MgSiO_3 ペロフスカイト相が、この高压高温領域で新しい構造であるポストペロフスカイト相に相転移することを発見した。

コア・マントル境界部には、大きな地震学的異常が観測されることが50年以上も前から知られていたが、これらは MgSiO_3 ペロフスカイト相だけでは説明のできない現象であった。廣瀬氏は、第1原理電子状態計算によってポストペロフスカイト相の地震波伝播特性を求め、数々の地震波異常が、ポストペロフスカイト相によって説明可能であることを示した。

この発見は、地球コア・マントル境界域研究にブレークスルーをもたらし、以後、地球活動における同境界領域の重要性が大きくクローズアップされるに到った。

また、廣瀬氏は、より高圧の極限条件の発生技術の開発を続け、さらに高圧高温の世界レコードを次々と更新しつつある。そのなかで、さらに高圧である270万気圧・1800Kという条件下で、太陽系の主要酸化物である水晶が新しい高圧相（パイライト型構造相）をとる事を発見した。ここで実現された極端条件は、太陽系では地球よりサイズの大きい天王星や海王星の深部に相当することから、本成果によって地球外惑星の深部に初めて研究のメスが入れられた。

このように、廣瀬氏の業績は、固体地球物理学分野において傑出した成果であるだけでなく、鉱物物理、地震学、地球化学分野など広い分野に波及効果を及ぼしており、日本 IBM 科学賞に相応しいと認められる。

受賞者略歴と贈賞の理由 - 3

化学分野：「酸・塩基複合型高機能触媒の設計と低環境負荷型精密有機合成反応の開拓」

石原 一彰（いしはら かずあき）

昭和 38 年 4 月 26 日生まれ

名古屋大学 大学院工学研究科 化学・生物工学専攻 教授

専門： 有機合成化学、触媒化学、グリーンケミストリー

昭和 6 1 年 名古屋大学工学部応用化学科卒業

昭和 6 3 年 名古屋大学大学院工学研究科応用化学専攻博士前期課程修了

昭和 6 3 年 米国カリフォルニア大学バークレー校短期研究留学（名古屋大学博士後期課程在学中）

平成 3 年 名古屋大学大学院工学研究科応用化学専攻博士後期課程修了 工学博士

平成 3 年 米国ハーバード大学・博士研究員

平成 4 年 名古屋大学工学部物質化学科・助手

平成 9 年 名古屋大学難処理人工物研究センター・助教授

平成 1 4 年 名古屋大学大学院工学研究科生物機能工学専攻・教授

平成 1 6 年 名古屋大学大学院工学研究科化学・生物工学専攻・教授

贈賞理由： 「酸・塩基複合型高機能触媒の設計と低環境負荷型精密有機合成反応の開拓」

地球環境問題が深刻化する中、社会がこれまでと同様に持続的に発展していくには、物質を環境負荷の小さなプロセスで製造するしくみを開拓しなければならない。すなわち、選択性や効率が破格に高く、廃棄物を出さず、かつ安全な物質変換反応の開拓が急務である。反応開発の鍵は、高度な選択性と高い回転能（触媒一分子から得られる目的物の分子数）を有する優れた触媒の設計にかかっている。

石原氏は触媒の設計指針として酵素の活性部位の構造的特徴を手本にした。酵素は反応基質を取り込むポケットの近傍に空間特異的に配置された複数の酸性・塩基性官能基を有し、それらの協同作用により穏和な条件下で高効率・高選択的な物質変換反応を実現している。石原氏は酵素よりもはるかに小さく単純な人工分子を足場に「強酸と弱酸」あるいは「酸と塩基」を空間特異的に配置し、それらの協同作用を巧みに利用して酵素に匹敵あるいはそれらを凌駕する触媒機能を発現させることに成功した。

設計された触媒群には、水素結合、親疎水相互作用、双極子相互作用などの「分子間にはたらく力」を高度に制御するための工夫が施されており、反応基質を触媒活性部位近傍に取り込み、それらを立体的に認識することができる。一連の新触媒群は、エステル結合の形成など酵素が得意とする反応だけでなく、炭素と炭素の間の結合形成反応や複数の環状

構造の構築など医薬品の製造に一般的に利用可能な反応にも有効であり、所望の物質を高い選択性と高い反応収率を持って与える。また、人の右手、左手に相当する光学活性な物質を立体選択的につくりわけることができる。現行の優れた物質変換触媒の多くは、触媒活性発現のために金属イオンを含んでいる。これに対して、金属イオンを含まない触媒の設計指針は、環境負荷の小さな物質製造プロセスの開拓に大きく貢献することが期待されており、石原氏の研究成果には世界が注目している。

以上のように、石原氏は酵素の作用機作を手本に、「酸と塩基の空間特異的な配置」と「反応基質の取り込み機能の付加」という単純明快な触媒設計戦略をもとに、物質合成化学の研究分野に新機軸を打ち立てた。一連の研究成果は基礎科学の発展に大きく貢献するものであり、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 - 4

コンピューター・サイエンス分野：「超簡潔データ構造の開発」

定兼 邦彦（さだかね くにひこ）

昭和 46 年 5 月 25 日生まれ

九州大学大学院システム情報科学研究院情報工学部門 准教授

専門： データ圧縮，データ構造とアルゴリズム，情報検索

平成 7 年 東京大学理学部情報科学科卒業

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 11 年 日本学術振興会特別研究員

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 東北大学大学院情報科学研究科・助手

平成 15 年 九州大学大学院システム情報科学研究院・助教授（平成19年より准教授に名称変更）

贈賞理由：「超簡潔データ構造の開発」

定兼氏は、データ圧縮とデータ構造化の両立を実現する「超簡潔データ構造」の基礎となる技術を世界に先駆けて開拓した。

データ圧縮はシャノンによる情報理論の萌芽以来の根幹理論であると共に、インターネット時代の必須技術である。従来、データ圧縮機能は通信やデータ格納時に利用され、データ使用時には復元

（解凍）することを前提にした研究開発が行われてきた。ところが、主記憶サイズを超える巨大データの高速処理が要請される現代では、ディスクなどの二次記憶装置に置かれたデータへのアクセス速度の遅さが情報システム設計の大きなネックとなっている。そこで、データを主記憶サイズに圧縮したまま、解凍せずに高速処理できるよう構造化する技術が要望されていた。それが超簡潔データ構造である。しかしながら、これはフリーズドライ食品をそのまま賞味するようなものであり、その実現は困難であると考えられていた。定兼氏は、一連の研究で、この問題を解決する基礎理論・基盤技術を作り上げたのである。

2000年に、定兼氏は世界に先駆けて、対数時間で文字列検索を可能にし、しかも元データを圧縮するデータ構造を発見した。これは、元データより真に小さいサイズに圧縮したまま構造化することが可能であることを示したはじめての成果である。この成果により、たとえば、従来の検索構造では40ギガバイトの記憶容量を必要としていたヒトのDNA情報を、高速検索ができ、しかも4ギガバイト程度に圧縮することが可能となった。つまり、通常のパソコン程度でも、データを主記憶へ格納した状態で利用できるようになり、大規模データの高速検索が可能となったのである。

さらに、2006年には、もっとも基本的データ構造である配列を、その機能を保ったまま、エントロピー限界の近くまで圧縮する技法--- 透過的データ構造 --- を発見した。これはこれまでの常識を超えた成果であり、世界中の研究者に衝撃を与えた。それと同時に、今後広く発展する研究分野の基盤を開拓したといえる。

定兼氏のこれらの業績は、情報圧縮と情報検索の融合分野を切り開く新たなデータ技術の基盤となる重要な研究であり、日本IBM科学賞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：「トンネル磁気抵抗効果とその応用に関する研究」

湯浅 新治（ゆあさ・しんじ）

昭和43年11月29日生まれ

産業技術総合研究所 エレクトロニクス研究部門 研究グループ長

専門：物性物理学、磁気工学、スピントロニクス

平成 3年 慶応義塾大学理工学部物理学卒業
平成 5年 慶応義塾大学大学院理工学研究科修士課程物理学専攻修了
平成 8年3月 慶応義塾大学大学院理工学研究科博士課程物理学専攻修了 博士（理学）
平成 8年 工業技術院 電子技術総合研究所 研究官
平成13年 産業技術総合研究所 エレクトロニクス研究部門 主任研究員
平成16年 産業技術総合研究所 エレクトロニクス研究部門 研究グループ長
平成14～19年 学技術振興事業団 さきがけ研究員を兼任
平成17年～ 筑波大学大学院数理物質科学研究科 連携大学院助教授を兼任

贈賞理由：「トンネル磁気抵抗効果とその応用に関する研究」

トンネル磁気抵抗効果とは、二つの強磁性体電極と薄いトンネル絶縁膜からなる素子において磁場を加えると、強磁性体の相対的磁化方向が変化し、これにともなって素子抵抗が変化する現象である。この現象は1975年に低温で見出されたが、1995年には、金属多層膜の巨大磁気抵抗効果を上回る磁気抵抗比が、室温で達成されたため、大きな関心を集めることとなった。この効果を広く利用するには、磁場を加えることによる抵抗変化率を一段と高めることが不可欠であった。2001年に、鉄やコバルトなどの単結晶強磁性体電極の間に、単結晶酸化マグネシウムの絶縁膜を挟みこんだ素子では、電子状態の対称性がトンネル現象に支配的に寄与するため、特定の面方向で極めて大きな磁気抵抗比が得られることが、理論的に指摘された。これにより、世界各地で酸化マグネシウムを障壁とする単結晶磁気トンネル接合の研究が活発に行われることになった。

湯浅新治氏は、単結晶強磁性電極を有する磁気トンネル接合の可能性に早くから着目し研究に取り組み、まず2000年には、アモルファス酸化アルミニウム絶縁膜を用いた磁気トンネル接合の磁気抵抗比が、単結晶電極の面方位に大きく依存することを見出した。これは、アモルファス膜中をトンネルする電子は、その波数が乱雑化されるため電極の状態密度のみで磁気抵抗比が決定されるとする、従来のモデルが不十分であることを明確に

示す結果である。さらに氏は、単結晶の強磁性体／非磁性体金属構造を形成することにより、非磁性体金属の膜厚に対して磁気抵抗比が振動することを示し、金属中のスピン偏極した共鳴準位の形成をトンネル磁気抵抗効果により初めて観測している。

氏はこれらの研究を基盤として、鉄／酸化マグネシウム／鉄の単結晶磁気トンネル接合の研究に取り組み、2004年に、従来のアモルファス絶縁膜を用いた素子よりも高い磁気抵抗比が、単結晶磁気トンネル接合で得られることを初めて実験的に示した。その後、湯浅氏を含む内外の研究者による一連の研究が急進展し、この系における極めて高い磁気抵抗比は技術的にも確立された。この結果現在では、ハードディスクヘッドのセンサとして実用化が始まっており、将来は磁気ランダムアクセスメモリにも使われると期待されている。湯浅氏の成果は、絶縁膜のバンド構造を反映したトンネル現象を、磁性金属と絶縁体の組み合わせで実験的に実現した点において、基礎学術的にも意義深い。

以上のように湯浅新治氏のトンネル磁気抵抗効果に関する研究は、応用上高いインパクトを有する成果を挙げたばかりでなく、基礎学術的にも意義深く、本賞を贈るにふさわしいものである。