

添付) 受賞者略歴と贈賞の理由

(受賞者紹介)

小形 正男

(おがた まさお)

昭和 35 年 (1960 年) 2 月 9 日 生まれ

東京大学 大学院理学系研究科物理学専攻 助教授

昭和 57 年	東京大学理学部物理学科卒業
昭和 59 年	東京大学大学院理学系研究科修士課程 (物理学専攻) 修了
昭和 61 年	東京大学物性研究所理論部門・助手
昭和 62 年	理学博士 (東京大学)
平成 元年	スイス連邦工科大学 (チューリッヒ) ・ポスドク
平成 3 年	プリンストン大学・ポスドク
平成 5 年	東京大学教養学部物理学教室・助教授
平成 12 年	東京大学理学系研究科物理学専攻・助教授

専 門 : 固体物理学、物性理論

贈賞の理由

新奇超伝導体における強相関領域での超伝導機構の理論的研究

強相関電子系は、高温超伝導、金属 - 絶縁体転移、巨大磁気抵抗、非フェルミ流体的振る舞いなどの特異な物性を示すことから、基礎科学の観点からも応用の観点からも注目を集めている。特に、次々に発見されている新奇超伝導物質に関する理論は、強相関物理および物質科学の最前線として理論物理学の重要課題となっている。しかしながら、強相関電子系の理論的取扱いには本質的な難しさがあり、さまざまな処方箋が模索されている状況である。しばしば用いられる手法は近似理論か数値計算であるが、前者の有効性は強相関系ではしばしば疑わしく、また後者は往々にして有限サイズ効果等の影響による精度の不足がつかまとう。

小形正男氏は、擬一次元伝導物質、高温超伝導物質をはじめとする低次元強相関電子系に独自の方法で取り組み、新奇超伝導物質に関する理論を中心に多くの著しい成果をあげてきた。小形氏のアプローチは、鋭い物理的洞察力に基づく変分波動関数法に立脚

し信頼性の高い理論を構築することを特徴としている。中でも、一連の業績の出発点となり小形氏の評価を確固なものとしたのが、強相関極限の1次元ハバード模型の厳密な波動関数による相関関数の計算である。小形氏はベーテ仮説に基づく変分波動関数を見出し、それをを用いることにより1次元多電子系の基底状態の運動量相関およびスピン相関を高精度に求めることに成功した。この厳密な波動関数は Ogata-Shiba 波動関数と呼ばれ、その後の多くの理論計算にもインパクトを与えた著しい発見である。この先駆的な研究は1次元強相関電子系の理論に確固とした基礎を築いたものと位置付けられる。

小形氏はこの1次元系での成果を踏まえて、その後、変分波動関数を用いる手法を2次元強相関電子系に系統的に適用する研究を精力的に展開している。層状ペロブスカイト銅酸化物系を想定した2次元 t - J モデルを変分モンテカルロの手法によって解析し、 d 波超伝導の安定性を広範囲な相図の中で明らかにした研究をはじめとして、より最近になって登場したストロンチウム酸化物やコバルト酸化物などの新奇超伝導物質に関する信頼のおける理論を構築してきた。小形氏の独創性に満ちた研究成果は、同氏の研ぎ澄まされた物理センスと優れた計算能力により生み出されたものであり、物性物理学に対して大なる貢献をなしたものと認められ、日本 IBM 科学賞を贈るにふさわしいものである。

受賞者紹介)

中谷 和彦

(なかたに かずひこ)

昭和34年(1959年)11月25日 生まれ

大阪大学 産業科学研究所 機能分子科学研究部門 精密制御化学研究分野 教授

昭和57年	大阪市立大学理学部化学科卒業
昭和60年	コロンビア大学化学科・研究員(大学院在学中に留学~63年まで)
昭和62年	大阪市立大学理学研究科化学専攻博士課程単位取得退学
昭和63年	大阪市立大学理学博士取得
昭和63年	相模中央化学研究所・博士研究員
平成3年	大阪市立大学理学部化学科・助手
平成5年	京都大学工学研究科合成・生物化学専攻・助手
平成5年	新技術事業団個人研究推進事業さきがけ研究21・研究員(併任)
平成9年	京都大学工学研究科合成・生物化学専攻・助教授
平成13年	科学技術振興機構個人研究推進事業さきがけ研究21・研究員(併任)
平成17年	大阪大学産業科学研究所・教授

専門： 有機化学、ゲノム科学

贈賞の理由

核酸を精密に認識する有機分子の開発と展開

中谷和彦氏は、有機小分子がDNAのミスマッチを特異的に認識することを世界に先駆けて実験的に示した。この概念はシンプルであるが理にかなっており、その応用は多岐にわたると期待される。すなわち、ガンや遺伝病などの診断法や治療法の開発につながる可能性もあり、今後の画期的発展を予感させる研究成果である。

核酸は互いに相補的な水素結合を持つ本来の組み合わせ(グアニン シトシンおよびアデニン チミン)以外に、8つの組み合わせが可能である。これら8種の塩基対は、ミスマッチ塩基対と呼ばれており、遺伝子変異の原因となる。

中谷氏は、このミスマッチ塩基対を形成する二つの塩基と、それぞれ相補的な水素結合基をもつ二つの複素環をリンカーでつないだ有機小分子を合成し、それを用いることによりミスマッチ塩基対を検出することに成功した。このミスマッチ認識分子と表面プラズモン共鳴法を用いて「ミスマッチ塩基対検出センサー」開発への指針を示した。

ガン細胞においては、DNA 末端の繰り返し配列（テロメアリピート配列）が長くなっている。このリピートがヘアピン型構造を取るときに、グアニン-グアニン塩基対が高頻度で出現するが、中谷氏は、ここにミスマッチ認識分子が強く結合し、その伸長を阻害することを実験的に明らかにした。この成果は、ガン細胞だけに効く薬剤開発の新概念として注目を集めている。さらに、中谷氏はハンチントン病の原因遺伝子において、CAG（シトシン-アデニン-グアニン）リピートが長くなっていることに注目し、このリピートがヘアピン型構造を取るときに生じるアデニン-アデニンミスマッチに特異的に結合する認識分子を化学合成し、CAG リピートの繰り返し数を迅速に調べる化学センサーを開発した。この成果は、ハンチントン病の新たな診断手法につながるものと期待されている。

このように、中谷氏の核酸のミスマッチ塩基対を認識する有機分子の科学は、大きな可能性を秘めながら発展しており、化学分野にとどまらず、医学・生命科学分野においても大きなインパクトを与えている。この業績は日本 IBM 科学賞受賞にふさわしいものである。

(受賞者紹介)

長谷川 真人

(はせがわ まさひと)

昭和45年(1970年)1月31日 生まれ

京都大学 数理解析研究所 助教授

平成 4年	京都大学理学部卒業
平成 6年	京都大学大学院理学研究科修士課程数理解析専攻修了
平成 9年	エディンバラ大学計算機科学科博士課程修了(P h D)
平成 9年	京都大学数理解析研究所・助手
平成11年	京都大学数理解析研究所・講師
平成12年	文部省在外研究員、エディンバラ大学
平成14年	京都大学数理解析研究所・助教授
平成14年	科学技術振興事業団・戦略的創造研究推進事業 「機能と構成」領域研究者併任
平成17年	パリ第7大学計算機科学科・招聘教授併任

専 門： 理論計算機科学、計算の意味論、プログラミング言語

贈賞の理由

計算の意味論とプログラミング言語の理論の研究

長谷川氏の計算の意味論における業績は、優れた独創性と数学的な深みをもち、計算とプログラミングの理論における大きな進歩であると同時に、ソフトウェア科学における新しい展開をもたらすブレークスルーであり、大きなインパクトを学会にもたらした。

ソフトウェアの安全性は、情報社会では最重要の要素である。ウィルスワクチンソフトの更新時に多くのコンピュータが作動しなくなるなど、ソフトウェアの設計や変更の不具合により生じた予期せぬトラブルは数多く報道されており、そこから派生する深刻な社会破綻を防ぐための技術の重要性が広く認知されている。

ソフトウェア設計における予期せぬトラブルを防ぐためにはプログラムや計算の意味の解析が重要であり、そのための基礎理論である意味論はコンピュータ科学の根本にあると同時に情報社会の安全性のための必須事項である。数学的に堅固な意味論のモデ

ル構築においては、現代数学の先端理論であるカテゴリ理論を用いた多くの成果が得られている。しかしながら近年、ソフトウェアの進歩につれ、プロセスや計算結果の柔軟な共有、さらに非決定性を持つプロセスの利用が広く行われるようになった。このため、従来の理論ではモデル構築が困難となっており、先進的なソフトウェア設計においては堅固な意味論を欠いた状態で研究が行われ、大きな問題となっていた。

長谷川氏は共有構造と循環構造を包含するプログラムにおける厳密な意味論を世界に先駆けて与え(1999年)、上記の状況を打ち破った。これにより、意味論が扱える計算の対象は格段に広げられた。具体的には、共有グラフに関する深い洞察にもとづき、従来理論の舞台であるカルテジアンカテゴリ(直積を持つカテゴリ)よりも自由な数学世界であるモノイダルカテゴリ(テンソル積を持つカテゴリ)の上で意味論のモデルを構築し、グラフ書換え理論を厳密に定式化する事により共有計算の意味を記述する事を可能にしている。

この成果は計算の意味論や変換論における分野開拓と活性化を誘導し、国際的に多くの新たな研究成果を呼んでいる。長谷川氏はその中心となり、より複雑な副作用を扱うモデルの分析や μ 計算におけるパラメトリシティー理論など重要な貢献を続けている。

以上のように、長谷川氏の業績は安全なソフトウェアの設計理論体系に多大な貢献をもたらすものであり、日本 IBM 科学賞にふさわしいものである。

(受賞者紹介)

川崎 雅司

(かわさき まさし)

昭和36年(1961年) 12月15日 生まれ

東北大学 金属材料研究所 教授

産業技術総合研究所 強相関電子技術研究センター チーム長

物質・材料研究機構 コンビナトリアル材料科学技術プロジェクト グループリーダー

昭和59年 東京大学工学部合成化学科卒業

平成 元年 東京大学大学院工学系研究科

化学エネルギー工学専攻博士修了(工学博士)

日本学術振興会特別研究員・日立製作所中央研究所在駐

IBMワトソン研究所博士研究員

平成 3年 東京工業大学工業材料研究所・応用セラミックス研究所・助手

平成 4年 さきがけ研究21・研究員兼務

平成 8年 ドイツKFAユーリッヒ中央研究所・客員研究員

日本学術振興会・未来開拓研究・プロジェクトリーダー

平成 9年 東京工業大学大学院総合理工学研究科・助教授

アトムテクノロジー研究体(JRCAT)・アドバイザー兼務

平成11年 無機材質研究所・質材料研究機構

コンビナトリアル材料科学技術プロジェクト(COMET)

グループリーダー兼務

平成13年 東北大学金属材料研究所・教授

産業技術総合研究所強相関電子技術研究センター・チーム長兼務

平成14年 科学研究費補助金・学術創成研究・代表者

専門： 薄膜電子材料科学 コンビナトリアル工学

贈賞の理由

酸化物エピタキシーの精密化と集積化による新電子機能の開拓

金属の酸化物は、透明導電膜などとして多結晶膜が作られ広く使われてきたが、銅の

酸化物を用いた高温超伝導体の出現を契機として、その組織や構造より精密に制御し活用することが必須となってきた。その結果、良質な単結晶の酸化物薄膜を精密に形成する酸化物エピタキシーの技術が著しく進展するとともに、金属酸化物をエレクトロニクス材料としてより積極的に活用する、現在では「酸化物エレクトロニクス」と呼ばれる新分野を形成しつつある。

川崎雅司氏は、高温超伝導体酸化物の薄膜化に関する研究を契機に酸化物エピタキシーの精密化に取り組み、原子レベルでの膜厚制御が可能なレーザー分子線エピタキシャル成長の研究を推進した。その結果、高温超伝導体、マンガン酸化物、酸化亜鉛等の酸化物の結晶成長技術を格段に進歩させるとともに、その結晶成長技術を用いて酸化物の新たな電子機能を開拓することに成功した。これら一連の研究成果は、酸化物エレクトロニクスの基盤を築く重要な業績として高く評価される。

酸化物エピタキシーに関する成果の一つに、コンビナトリアル手法を用いた材料開発がある。川崎氏は、レーザービーム加熱による分子線エピタキシーに独自の工夫を加え、一枚の基板上に異なる組成や構造を持つ膜を、異なる基板温度や成長速度で、同時に形成することにより、電子機能に結びつく多様な性質を実現するための最適条件を効率よく探し出すことを可能にした。この手法を駆使することにより、氏は新しい強磁性酸化物であるコバルトドーパチタン酸化物の合成など一連の酸化物材料の実現と機能探索に大きな貢献をなした。

特筆すべき成果は、これまで再現性のなかった酸化亜鉛結晶への P 形ドーピングを現実なものとしたことである。川崎氏は、レーザー分子線エピタキシーを用いて 8 年間地道に N 型酸化亜鉛結晶の高純度化の研究に取り組むとともに、P 型ドーパントの導入に最適な 400 と、欠陥の少ない良好な結晶が得られる 1000 の、二つの基板温度を交互に往復させる新しいドーピング手法を開発、これらによって、世界で初めて P 型の酸化亜鉛の再現性のある成長に成功した。さらに PN 接合を形成して青色発光の観測にも成功し、酸化亜鉛が窒化ガリウムに比肩する青色発光用材料としての可能性を持つことを明らかにしたのである。この成果は短波長発光素子材料選択に大きな変革をもたらす重要な業績である。

さらに川崎氏は、原子レベルの膜厚制御により、強相関エレクトロニクスの分野で重要な、マンガン酸化物における界面制御を可能にする研究成果も挙げている。

以上のように川崎氏は、酸化物エピタキシーの精密化と高度化により、従来実現できなかった酸化物材料を実現し、酸化物エレクトロニクスの基盤となる新電子材料・デバイスの開発に先駆的貢献をなしており、これら一連の成果は日本 IBM 科学賞受賞にふさわしい業績である。

(受賞者紹介)

平川 一彦

(ひらかわ かずひこ)

昭和35年(1960年)1月19日 生まれ

東京大学 生産技術研究所 教授

昭和57年 東京大学工学部電気工学科卒業

昭和62年 東京大学工学系研究科電子工学専門課程博士課程修了(工学博士)

同年 東京大学生産技術研究所・講師

平成 2年 東京大学生産技術研究所・助教授

平成 3年 - 5年プリンストン大学・客員研究員

平成13年 東京大学生産技術研究所・教授

専 門： 量子半導体エレクトロニクス

贈賞の理由

半導体量子構造とテラヘルツ電磁波との相互作用とその応用に関する研究

固体結晶に直流電界を印加すると、散乱過程がない限り電子は往復運動を繰り返すことが期待される。この「ブロッホ振動」は、頻繁な散乱のため、現実の結晶では起きないが、1969年 - 70年に江崎玲於奈博士等が提案した半導体超格子を用いればブロッホ振動が生じ、超高周波発振器が実現できる可能性が指摘された未だ実現に至っていない。

平川一彦氏は、独自に開拓したテラヘルツ領域の計測技術を駆使し、超格子中をブロッホ振動する電子がテラヘルツ電磁波に対して利得を与えることとその周波数依存性を世界で初めて実験的に明らかにした。さらに同氏は、量子ドット中の電子を赤外光で励起脱出させる新しい赤外線検出器を実現させるなどの成果を達成し、量子構造のテラヘルツ領域・赤外領域での新たな可能性を電子工学・固体物理の両面から切り拓いた。

結晶中の電子は直流電界下で加速されて、量子力学的波長が短くなると、結晶格子によりブラッグ反射を受け、力とは逆方向に加速されるため、振動する可能性がある。このブロッホ振動は、古くはBloch(1928年)やZener(1934年)の指摘に遡るが、実際の結晶では頻繁な散乱に阻まれ、観測されない。結晶格子の数十倍の周期を持つ超格子構造でブラッグ反射の条件が満たしやすくなり、ブロッホ振動実現の可能性が高まるものの、その観測は困難を極めた。90年代前半にブロッホ振動に対応するとされる振

動が観測されたが、振動は数ピコ秒で減衰し、テラヘルツ電磁波の吸収や増幅が複雑に絡みあうため、ブロッホ振動の特色と発振器としての可能性は、明らかにできなかった。これに対し平川氏は、新しい手法によって電界を加えた超格子中の電子の交流導電度を直流からテラヘルツ領域まで計測することに成功し、電子がブロッホ周波数以下のテラヘルツ電磁波に対して広い利得スペクトルを持つことを初めて明らかにした。

まず、キャリアの存在しない超格子に直流電界を印加した状態で、フェムト秒レーザーパルスで光学的に電子を注入するとブロッホ振動を始める。この状況は、超格子中の電子にフェムト秒で立ち上がるパルス電界を印加したものと等価になる。従って、この時電子より放射される電磁波の時間波形を計測すれば、ブロッホ電子のインパルス応答が計測でき、そのフーリエ分析から、高電界下での伝導率スペクトルを求めることができる。平川氏は、この可能性に初めて着目し、独自に開発した高速サンプリングの手法を用いて、伝導率の実数部と虚部をテラヘルツ領域まで定め、ブロッホ周波数以下の広い範囲で利得を示すことを明示するとともに利得発生に電子散乱が役割を果たすことなども示し、ブロッホ振動の本質解明と発振器応用に向け重要な貢献をなした。

平川氏は、ブロッホ振動に加えて、量子ドットの光イオン化を用いた中赤外光検出器に関する先駆的研究を進めるなど、量子構造のテラヘルツおよび赤外領域の物性と応用に関する新たな分野を拓き、次世代エレクトロニクスの発展に重要な貢献をなしており、日本 IBM 科学賞を授与するに相応しいものである。