

井上學術賞授賞理由

2018年12月

公益財団法人井上科学振興財団

第35回（2018年度）井上学術賞

研究題目 細胞競合によるがん細胞制御の発見とその分子機構の解明

Discovery and elucidation of tumor regulation by cell competition

受賞者 ^{いがき たつし}井垣 達吏氏 京都大学大学院生命科学研究科・教授

学位 博士(医学)大阪大学

略歴 2003年 大阪大学大学院医学系研究科博士課程修了
2003年 Yale University School of Medicine 博士研究員
2007年 神戸大学大学院医学研究科テニユアトラック独立特命助教
2009年 神戸大学大学院医学研究科 特命准教授
2012年 神戸大学大学院医学研究科 准教授
2013年 京都大学大学院生命科学研究科教授

受賞 2009年 (財)病態代謝研究会最優秀理事長賞
2014年 日本学術振興会賞
2014年 ナイスステップな研究者
2017年 SGH特別賞
2018年 JCA-Mauvernay Award

授賞理由

多細胞生物は細胞間相互作用を介した細胞増殖や細胞死の調節により正常な器官形成やその恒常性を維持している。その機構が破綻すると、がんの形成、さらにはその悪性化に繋がると考えられるが、その過程では正常細胞とがん原性細胞との間で生存競争（細胞競合）が起こる。井垣達吏氏は、ショウジョウバエを用いた独創的なアプローチにより、生きた個体の中で、がん原性細胞が周囲の正常な細胞から排除される機構の分子基盤を世界で初めて解明した。細胞が極性（頂端-基底軸方向）を失うと、がん原性を示すことに着眼し、上皮組織の少数の細胞に極性を失わせる変異を遺伝学的に導入し、がん原性細胞とその周囲にある正常細胞との相互作用を解析するためのモデルを構築した。ショウジョウバエの上皮に生じた腫瘍原性をもつ極性の崩壊した細胞は、それをとりまく正常な細胞と“細胞競合”をひき起こし、極性の崩壊した細胞がこの競合の“敗者”となって細胞死を起こし組織から

排除されることを見出した。これらの現象の基盤となる分子機構、および細胞競合のメカニズムを分子レベルで解明した一連の独創的かつ画期的な研究成果を挙げ、新たな研究領域を開拓した。正常な上皮組織には、がん原性細胞を細胞競合によって積極的に排除する「内在性がん抑制機構」が存在することを世界に先駆けて提示するものとなった。

井垣氏の研究成果は、細胞競合を起点とした細胞間相互作用によるがん制御という新たなコンセプトを創出するとともに、新たながん治療戦略の分子基盤を構築するものである。以上の理由により、井垣氏を井上学位賞受賞者として選定する。

第35回（2018年度）井上學術賞

研究題目 多元環の表現論（圏論的研究）

Algebra representation (categorical approach)

受賞者 いやま おさむ 伊山 修 氏 名古屋大学大学院多元数理科学研究科・教授

学位 博士(理学)京都大学

略歴 1998年 京都大学大学院理学研究科博士課程修了
1999年 日本学術振興会特別研究員・PD
1999年 シュトゥットガルト大学研究員
2002年 姫路工業大学（現兵庫県立大学）大学院理学研究科・講師
2005年 名古屋大学大学院多元数理科学研究科・助教授
2007年 名古屋大学大学院多元数理科学研究科・准教授
2009年 名古屋大学大学院多元数理科学研究科・教授

受賞 2001年 日本数学会賞建部賢弘奨励賞
2007年 International Conferences on Representations of Algebras Award
2008年 代数学賞
2010年 日本数学会春季賞
2010年 日本学術振興会賞

授賞理由

数学的概念を記述するものとして加法や乗法を備えた代数系がある。例えば整数全体はその一例である。代数系は数学の大切な礎であると同時に重要な研究対象でもある。伊山修氏の研究対象は代数系の一つである多元環の表現論である。伊山氏は圏論的思想を取り入れることによって多元環の理論に新たな息吹を吹き込み、中山予想を初めとする一連のホモロジー代数の未解決問題の一つであった「有限次元多元環の表現次元の有限性」を証明し、さらに20年以上にわたって未解決であったSolomon zeta関数に関する「Solomonの第2予想」を解決した。

伊山氏の着想は多元環の研究に圏論的思想を取り入れた点にある。個々の対象だけを見るのではなく、対象全体を捉えることで新たな知見が得られることは少なくない。数学的対

象全体のなすものが圏という概念である。多元環の表現論では1970年代に創始されたアウスランダー・ライテン理論が重要であり多方面に応用されているが、理論面では約30年間大きな進展を見ることはなかった。伊山氏は、アウスランダー・ライテン理論が本質的に2次元的理論であることを指摘し、圏論的概念を導入することで理論を高次元化することに成功した。これは多元環の表現論の歴史に残る画期的研究であり、上述の予想の解決にもつながった。伊山氏が独自に導入した圏論的な概念は、今世紀初頭から活発に研究されていた団代数とも深く関わることで発見され、その新たな研究展開に大きく寄与した。さらに、この圏論的手法は、表現論はもとより特異点解消理論や数理論理学など他分野への応用もなされるなど数理科学に大きな影響を与える優れたものである。

伊山氏の幾つかの成果は無機質な抽象論と捉えられかねない印象を与えるかもしれないが、膨大な計算結果を抽象化する事で成されるものであり、従前のアプローチでは到底到達し得ない理論であると評価されている。

以上のように、伊山氏の代数学への貢献は世界的にも傑出しており、井上學術賞にふさわしいものと判断した。

第35回（2018年度）井上學術賞

研究題目 計算科学に立脚した新電子材料探索に関する研究

Study on innovative electronic materials exploration based on computational science

受賞者 おおば ふみやす
大場 史康 東京工業大学科学技術創成研究院・教授

学位 博士(工学)京都大学

略歴 2001年 日本学術振興会特別研究員（東京大学工学部、Case Western Reserve University）
2004年 京都大学大学院工学研究科・助手
2009年 京都大学大学院工学研究科・准教授
2015年 東京工業大学応用セラミックス研究所・教授
2016年 東京工業大学科学技術創成研究院・教授

受賞 2003年 First Place in the TEM Category,
American Ceramic Society Ceramographic Competition
2004年 日本金属学会奨励賞
2010年 本多記念研究奨励賞
2012年 日本金属学会村上奨励賞
2017年 日本金属学会功績賞

授賞理由

昨今の資源・環境問題やエネルギー情勢を背景に、卓越した機能はもとより、地球上に豊富に存在する元素によって構成され、安価で高い環境調和性をもつ新材料の創出が望まれている。元素の種類と組成の膨大な組み合わせについての実験的な材料探索には限界があり、先進計算科学とデータ科学を用いた新材料探索の加速手法として「マテリアルズ・インフォマティクス」への期待が高まっている。ところが、現実には、第一原理計算によって予測された新物質が実験的に合成されて機能を発揮した例は極めて稀であった。大場史康氏は、赤色発光する新規窒化物半導体や酸化物系新規光触媒等を計算予測し、共同研究者が実験により実証することで、計算科学による材料探索の実例を示し、「マテリアルズ・インフォマティクス」の可能性を示している。

具体的には、高精度と高速を両立させた第一原理計算により、基礎物性だけでなく、合成

可能性から格子欠陥の特性まで多角的に評価することで、多様な候補から有望物質を的確に選び出すハイスループットスクリーニング技術を開発し、その応用により新材料探索を実現した。大場氏の半導体の点欠陥計算の高度化に関する論文および格子振動・熱力学量の計算手法に関する論文の被引用数がWeb of Scienceでそれぞれ460回および1970回(2018年12月現在)となっていることから世界的な注目度が分かる。

以上のように、大場氏は、先進計算科学に立脚したマテリアルズ・インフォマティクスの具体例を示し、多様な分野における新物質・新材料探索の効率化や物質・材料の体系的な理解のための新しい可能性を示している。これらの研究成果は世界中が認めるものであり、井上学位賞にふさわしいと判断される。

第35回（2018年度）井上學術賞

研究題目 酸水素化物の創製とヒドリドの特徴を活かした機能開拓

Synthesis of Oxyhydrides and Novel Functions derived from Hydride Anions

受賞者 かげやま ひろし
陰山 洋 京都大学大学院工学研究科・教授

学位 博士(理学)京都大学

略歴 1998年 京都大学大学院理学研究科博士後期課程修了
1998年 東京大学物性研究所・助手
2003年 京都大学大学院理学研究科・助教授
2007年 京都大学大学院理学研究科・准教授
2010年 京都大学大学院工学研究科・教授
2010年 京都大学物質・細胞統合システム拠点(iCeMS)・連携教授

受賞 2001年 井上研究奨励賞
2007年 文部科学大臣表彰若手科学者賞
2007年 日本物理学会若手研究奨励賞
2008年 日本物理学会論文賞
2010年 粉体粉末冶金協会研究進歩賞
2013年 大阪スマートエネルギービジネスコンペ最優秀賞
2014年 日本学術振興会賞
2016年 粉体粉末冶金協会研究進歩賞
2017年 日本化学会学術賞

授賞理由

遷移金属酸化物をはじめとする無機化合物は、機能性材料として古来より我々の生活に大きく関わり、人類の発展に大きな貢献をしてきた。とりわけ、酸化物の機能性に関しては膨大な知識の蓄積がある。酸化物の中で、通常、水素は水酸化物イオン (OH^-) として存在し、その価数はプラス一価、すなわちプロトン (H^+) として取り込まれている。一方、水素には、価数がマイナス一価のヒドリド (H^-) もある。ヒドリドを有する酸化物のことは酸水素化物と呼ばれるが、還元されやすい遷移金属を含む例はわずかし

か知られていなかった。陰山洋氏は、この遷移金属を含む酸水素化物に着目し、結晶構造を維持したまま組成のみを変えるトポケミカル反応や、高压合成法を用いることで、チタン系の酸水素化物 ($\text{BaTiO}_{3-x}\text{H}_x$) を筆頭に、クロム系 (SrCrO_2H)、マンガン系 ($\text{LaSrMnO}_{3.3}\text{H}_{0.7}$) などのペロブスカイト構造の酸水素化物を次々と合成したほか、それ以外の構造をもつ系への拡張にも成功している。また、陰山氏は、酸水素化物中のヒドリドの化学的活性に着目し、気相との反応およびヒドリドの格子内での拡散性を世界に先駆けて発見した。これらの特徴を利用して、チタン酸水素化物を経由して酸窒化物や酸フッ化物などの複合アニオン化合物を得る新たな合成法や、母体となる酸化物にはない触媒活性などの機能性も見いだしている。物理的性質に関しても、酸化物イオン (O^{2-}) などの他のアニオンとは異なり、ヒドリドの圧縮率は異常に高いことを見いだすとともに、ヒドリドの濃度の制御によって磁気相転移を制御する新たな指針を提供するなど、注目を集めている。

以上のように、陰山氏は、独創的な視点により酸水素化物の新物質開発に成功するとともに、導入されたヒドリドの特徴を活かした革新的な化学機能および物理的機能を見出しており、その業績は、井上學術賞に相応しいと判断される。

第35回（2018年度）井上學術賞

研究題目 植物の成長および環境応答に関わるペプチドホルモン群の発見
Identification of novel peptide hormones involved in plant growth and environmental responses

受賞者 まつばやし よしかつ
松林 嘉克 名古屋大学大学院理学研究科・教授

学位 博士(農学)名古屋大学

略歴 1997年 名古屋大学大学院生命農学研究科博士課程修了
1995年 日本学術振興会特別研究員
1997年 名古屋大学博士研究員
1999年 名古屋大学大学院生命農学研究科・助手
2002年 名古屋大学大学院生命農学研究科・准教授
2011年 自然科学研究機構基礎生物学研究所・教授
2014年 名古屋大学大学院理学研究科・教授

受賞 2001年 農芸化学奨励賞
2007年 日本植物生理学会奨励賞
2010年 日本分子生物学会三菱化学奨励賞
2016年 日本学術振興会賞

授賞理由

植物では古くからオーキシンやジベレリンなどの独自の低分子ホルモンの存在が知られ多様な生理機能を担っていることが示されてきたが、ペプチド性ホルモンの存在は全く知られていなかった。松林嘉克氏は、アスパラガス葉肉細胞培養液より、細胞分裂促進活性を持つ最初の植物ペプチドホルモンを発見した。また、この発見を契機に、植物の成長および環境応答に関わるペプチドホルモン類を次々に同定し、植物ホルモン研究に新たな潮流を生み出した。

松林氏は、細胞分裂促進活性を指標とした生化学的解析により、植物におけるペプチドホルモンの最初の例となるPSKとその受容体の同定に成功した。PSKはチロシン残基が硫酸化修飾を受けた5アミノ酸ペプチドであり、前駆体ペプチドから翻訳後修飾とプロセッシングを経て合成されることが明らかとなった。また、成熟型構造が不明であった茎頂分裂組織の

幹細胞制御因子CLV3の解析に着手し、本因子がアラビノース糖鎖修飾を受けた13アミノ酸ペプチドであることを明らかにした。さらに、松林氏は、翻訳後修飾に関わるチロシン残基硫酸化酵素やアラビノース転移酵素の単離に成功した。硫酸化酵素の発見は、根端分裂組織で機能する新たな幹細胞制御ペプチドホルモンRGFとその受容体の同定へと発展した。また、アラビノース転移酵素の発見はマメ科植物における根粒数制御ホルモンCLE-RSなどの他の糖鎖修飾ホルモン発見の契機となった。さらに、松林氏は、これらペプチドホルモン類の生成経路に着目した*in silico*スクリーニングを展開し、その成果は植物の全身的窒素要求シグナリングに関わるペプチドホルモンCEPとその情報伝達経路の発見、根の拡散障壁であるカスパリー線の形成に関わるペプチドホルモンCIFの発見として結実した。

以上のように、松林氏は生化学的・分子生物学的手法を駆使して数多くの植物ペプチドホルモン類とその受容体の発見に成功し、植物の形づくりや環境応答機構に関する新たな分子概念を提唱してきた。これらの研究成果は、植物科学研究分野に多大な波及効果を持つものであり、井上学位賞にふさわしいと判断される。松林氏を井上学位賞受賞者として選定する。