

第4回井上リサーチアワード 授賞理由

2011年12月

財団法人 井上科学振興財団

第4回井上リサーチアワード

スピノールBECにおける量子多体効果の研究

Quantum many-body effects in spinor Bose-Einstein condensates

川口 由紀 東京大学大学院理学系研究科 物理学専攻・助教

原子のガスにレーザーを当てることで運動エネルギーを奪い、冷却する方法が考案されレーザー冷却法と呼ばれる。この方法により低温での希薄気体の物性が調べられるようになった。さらに温度を下げる工夫をすることで、個々の原子が運動量がゼロの最低エネルギー状態（基底状態）になる。そのとき超低密度にも関わらずの波動関数がいわゆるボース・アインシュタイン凝縮体(BEC)と呼ばれる量子状態を形成する。それは、不確定性関係など不思議な性質をもつ状態が実際に観測される巨視的な大きさで作り出されたことになる。この状態は真空中で外部の擾乱から隔離されており、量子現象が純粋な形で観測されることが期待される。また、この系では系を特徴付ける様々なパラメータを広い範囲で精密に制御できることから、多岐にわたる研究が実験および理論的に世界中で盛んに行なわれ、さらに、原子の内部自由度の効果や双極子相互作用をもつ場合の新奇な凝縮状態へと展開されている。

川口女史は、そのような新奇なBECにおける様々な現象に関する独創的な研究を行ってきている。たとえば、女史が予言したスピン自由度をもつBEC（スピノールBEC）でのアインシュタインード・ハース効果と呼ばれる現象は最近実験で確認されている。また、BECが三次元結び目状の形を示すノット励起と呼ばれる励起の解析や、分極する分子のBECでの双極子相互作用の効果についても独創的な理論展開を行った。これらの業績によって、日本物理学会若手奨励賞を受賞している。また、国際共同研究を進めるなど、国際的にも研究を進めている。

通常BECでは一つの量子状態に凝縮しているが、複数の状態に凝縮することも可能である。このような状態はフラグメントBECと呼ばれ、BECの新しい概念として注目されている。女史は、フラグメントBECにおいて、粒子数を連続的に変化させることで、複数の基底状態と対称性の破れた単一の基底状態間の変化を制御できるという点に着目し、その観測に必要な理論整備を計画している。この研究は、メゾスコピック系（巨視的・マクロな領域と微視的・ミクロな領域の中間に位置する領域で新しい物性が期待される分野）であるナノテクノロジーの分野はもちろんのこと、宇宙・高エネルギー物理から超伝導・超

流動まで自発的に対称性の破れた系全般において重要なものである。

以上の研究業績、研究計画に鑑み、井上リサーチアワードを授与し、女史の独創的研究の発展を期すものである。

第4回井上リサーチアワード

大腸の癌化における必須遺伝子変異の同定

Identification of essential oncogenic genetic mutations in colorectal cancer

佐藤俊朗 慶応義塾大学医学部特任講師

佐藤俊朗氏は、平成9年に慶応義塾大学医学部を卒業し、2年の臨床研修ののちに、慶応義塾大学医学部医学研究科の博士課程に入学し、炎症性腸疾患の研究を始めた。医学博士取得後は、腸管上皮幹細胞へ研究対象を移し、2006年からは、米国、2007年からはオランダに留学し、その間、腸管上皮幹細胞を対象として、腸管上皮細胞の自己複製と多分化能に関してすぐれた研究成果を上げた。特に、これまで確立されていなかった腸管上皮細胞の培養系を確立したことは注目に値する。この内容は、**Nature** に発表されるとともに培養法は、国際特許を獲得している。さらに、胃の長期幹細胞培養も確立した。帰国後は、母校の慶応義塾大学医学部で、これまでの成果を生かして、大腸の癌化における必須遺伝子変異の同定を試みている。大腸がんの発がん機構は、腸管上皮が、良性の大腸ポリープから最終的に悪性の大腸がんになる過程で、多数の遺伝子変異を伴うことが知られている。これまでに15程度の大腸がんの発がん、進行、維持に必要な働きをする遺伝子変異は、推定されているが、その各段階での、変異の重要性や、変異の順序に関しては不明な点が多い。本研究では、佐藤氏は、自身が開発した正常腸上皮細胞培養技術を用いて、各種遺伝子の変異体を培養正常腸上皮細胞に導入することにより、変異の順番、組合せについて発がんとの相互関連をあきらかにすることを目的とする。本研究は、大腸がん発がん機構をあきらかにするだけでなく、抗がん剤、分子標的療法の効果判定や作用機序の解明に有用な知見を与えるものと思われる。

第4回井上リサーチアワード

不活性結合の触媒的切断手法の開発と有機合成および高分子分解への応用

Studies Catalytic Cleavage Unreactive Bonds and Its Applications to Organic Synthesis and Polymer Degradation

中尾佳亮 京都大学大学院工学研究科・講師

高度な文明社会を支える有用物質の創製に大きく寄与している有機合成化学において、分子骨格を形成している炭素-炭素結合を新しく構築する反応は、最も重要な化学変換である。これは、有機合成化学分野のノーベル化学賞の多くが、新しい炭素-炭素結合形成反応の発見・開発に与えられてきたことから明らかである。しかしながら、従来の炭素-炭素結合形成反応の多くにおいて、あらかじめ適切に修飾された分子が必要なため、これを用意するために余計な工程を必要とする、あるいは不要な副生成物を多量生じるといった問題があった。

本研究では、このような修飾を必要とすることなく、有機分子の炭素-水素あるいは炭素-炭素結合を新しい炭素-炭素結合に直截的に変換するための金属触媒を開発し、医薬品中間体など有用物質の従来の合成経路を刷新できる新手法を供することが第一の目標である。

有機合成化学者は、このような新しい結合形成法の開発によって分子骨格を構築する手法の開発・効率化に尽力してきた一方で、化学結合を切断して、例えば原料分子に戻すような化学変換に対して無関心であった。そこで本研究では、第二の目標として、炭素-水素あるいは炭素-炭素結合を活性化する手法を、炭素-炭素結合を切断して分子を分解する手法へ展開する。この分子分解法は、ポリオレフィンをはじめとする高分子を分解して、低分子の炭化水素を再生するプロセスへの応用を目指すものである。

このように本研究は、有機合成アプローチのひとつの夢に迫るものであり、また、有機合成的資源リサイクルをはじめて創出することを目指すものである。