

高柳 英明（東京理科大学理学研究科連携大学院 教授）

褒賞対象の研究題目 「超伝導体・半導体結合構造における量子効果の研究」

高柳博士の最も重要な初期の業績は、半導体である p 型 InAs(インジウム砒素)の表面反転層を二つの超伝導体 Nb(ニオブ)で挟んだ接合構造における、超伝導近接効果の発見である。高柳博士は議論のあった純 2 次電子系において超伝導電流が流れるかという問題に、電流は流れるという結論を下し、さらにゲート電圧によって最大超伝導電流が制御できることを実証し、超伝導近接効果の分野における最も重要な成果を達成した。

さらに同じ接合構造を用いて、電子ガスのフェルミエネルギー変化に対する試料固有の最大超伝導電流の揺らぎが再現性を持つことを観測した。この研究は普遍的コンダクタンスの物理的起源である干渉効果が、超伝導電流にも現れることを実証したという意味で画期的である。さらに高柳博士は、電子ガスの局在効果が弱いときには最大超伝導電流は温度に対して飽和し、局在効果が強いときには温度の下降と共に減少するという特異な現象を発見し、福山・前川による理論を証明した。博士は超伝導近接効果の理論面についても、近接効果の本質的理解を与える新しい局面を展開しており、この理論の実験的検証にも最近成功している。

バリスティックな半導体を用いた研究の面では、超伝導量子ポイントコンタクトの理論提案と具体的検証を達成、すなわち古崎、塚田らとともにアンドレーエフ反射確率を用いて、超伝導量子ポイントコンタクトの最大超伝導電流は量子化されていることを予言、さらに InAs(インジウム砒素)を挟んだ InAlAs(インジウムアルミニウム砒素)・InGaAs(インジウムガリウム砒素)ヘテロ構造半導体を開発し、見事に最大超伝導電流の量子化を実証、この材料を用いて世界初の電圧利得を持つジョセフソン電界効果トランジスタの開発にも成功した。

このほかアンドレーエフ干渉計の提案、超伝導電流のファブリー・ペロー干渉の実証等近接効果の物理に関するメゾスコピック超伝導という新しい分野の創設者のひとりとして高柳博士の業績は学界に強い刺激を与え、欧米の多くの研究者が博士の研究に追従している。また 96 年、97 年と連続してノーベルシンポジウム（スウェーデン）に招待されて講演を行うなど世界的にも注目を浴びている。

本研究は来世紀の実用化が待たれる「量子コンピュータ」への道を拓くもののひとつとして高い評価を得ている。「量子コンピュータ」は現在のコンピュータに対し数百万倍～数千万倍の計算速度向上が可能となるため、科学技術の一層の発展に寄与しうだけでなく、インターネットによる大容量データベースからの瞬時情報検索や、暗号処理の高度化によるセキュリティ確保が可能になるなど、一般社会にも大きなインパクトを与えるものとして期待されている。