

## ノーベル物理学賞1965

## 量子電気力学、とくに超多時間理論およびくりこみ理論の展開

朝永振一郎博士は、量子電磁力学の基本的な定式化の功績により、ファインマン、シュウィンガー両博士とともに、1965年のノーベル物理学賞を受賞しました。これは、湯川秀樹博士（1949年、物理学賞）に次ぐ、日本人として2番目のノーベル賞受賞です。また、中間子論、集団運動の理論、マグネトロンの研究などでも業績があります。量子電磁力学は、原子の中で電子と陽子がどのように相互作用するかを記述する理論ですが、当時、電子の量子力学的な性質を相対論の要請を満たす形で取り扱う方法がわかっていませんでした。朝永博士は、「超多時間理論（朝永・シュウィンガー理論）」により、場の理論を相対論的に定式化する方法を提案しました。さらにそれを発展させて、場の理論で物理量を計算する過程で出現する発散を取り除き、物理的に意味のある有限量を計算するための、「繰り込み理論」を完成させました。特に、水素原子のスペクトルが単純な理論の予想からずれる現象（ラムシフト）を、相対論的な繰り込み理論で正確に説明できたことが、高く評価されました。相対論的な場の理論は、クォークやレプトンの核力や弱い相互作用にも適用でき、素粒子の基礎理論として、現在に続く素粒子・原子核物理学の発展の根幹を成しました。朝永博士らにより完成された繰り込み理論は、物質内の電子や原子の振動モードなども記述し、現代物理学の最も重要な成果のひとつといえます。



朝永 振一郎

Tomonaga Sin-Itiro  
（東京教育大学）  
名誉教授、元学長

## ノーベル物理学賞1973

## 半導体内及び超伝導体内におけるトンネル現象に関する実験的発見

江崎玲於奈博士は、1973年に半導体内のトンネル現象の発見でノーベル賞を受賞しました。その仕事は、1958年のフィジカル・レビュー誌にレターとして載った「狭いゲルマニウムp-n接合の新現象」と題する1ページ半ほどの短い論文に発表されています。高濃度に不純物をドーブしたゲルマニウムのp-n接合において、従来の理論からは予想されない異常な電流・電圧特性が見られることを指摘し、その機構を量子力学的なトンネル現象により説明したものです。その電流・電圧特性は、オームの法則に反して電圧の増加に伴い電流値の減少するいわゆる微分負性抵抗と呼ばれる性質を示し、トンネル・ダイオード（あるいは江崎ダイオード）と呼ばれる新しいデバイスへの道を拓きました。トンネル・ダイオードは、古典的な電子が内部を走行する従来のデバイスと動作機構が異なり、極めて高速なスイッチ動作が可能であって、高速領域のマイクロ波デバイスとして用いられました。デバイスの高速化は時代の趨勢であり、その後トンネル現象を用いた各種のデバイスが提案されていますが、トンネル・ダイオードに結実した江崎博士の仕事は、それら各種トンネル・デバイスの祖として位置づけられています。江崎博士はその後、半導体内のトンネル現象をはじめ、現代に至る大きな潮流となっている半導体の超格子構造の研究など、多くの先駆的な研究活動に優れた業績を残しています。



江崎 玲於奈

Esaki Leo  
名誉教授、元学長

## ノーベル化学賞2000

## 導電性ポリマーの発明と開発

白川英樹博士は、導電性高分子の発見と開発の功績により、アラン・ヒーガー博士（米国カリフォルニア大学サンタバーバラ校教授）、アラン・マクダイアミッド博士（米国ペンシルバニア大学教授）とともに、2000年のノーベル化学賞を受賞しました。三人の受賞理由は、絶縁体とされてきたプラスチックなどのポリマー（高分子）に不純物をドーピング（ある物質に他の物質をわずかに加えて、その電気的性質を変えること）すると、高い導電性（電気を通す性質）が生じることを発見したことです。

白川博士は、導電性ポリマー発明の発端となった、世界初のポリアセチレン薄膜の合成を手がけ、ポリアセチレンへの臭素やヨウ素のドーピング実験にも常に先頭に立ち取り組み、導電性ポリマーの発見・開発の道を開きました。導電性ポリマーは、90年代初めの帯電防止フィルムの製品化を皮切りに、電解コンデンサ、二次電池などの製品に幅広く利用されてきました。今日、電解コンデンサは一大市場をなし、ポリマー電池はノートパソコンや携帯電話など携帯機器用の軽量・高性能な電池として無くてはならない存在になっています。さらに、次世代ディスプレイ材料として期待される高分子LED（発光ダイオード）や、有機EL（エレクトロルミネッセンス）の研究開発が盛んに進められています。また、究極の電子素子といわれる分子素子を実現する材料としての研究も行われています。



白川 英樹

Shirakawa Hideki  
名誉教授