

## まえがき

物理学事典で“電子”と引くと“静止質量  $9.109 \times 10^{-28}$  グラム，電荷  $-1.602 \times 10^{-19}$  クーロン，スピン量子数  $1/2$  の素粒子”と書いてある。したがって，電子の素性はことごとく明らかにされており，もう何も調べることはなさそうである。ところが，この有効数字数桁まできちんと定義された“ただ1種類”のはずの電子が，物質中に入り込むとまさに“千変万化”の変容を示す。ある電子は，2個でペアを作って電気抵抗ゼロで物質中を駆け巡ったり，またある電子は，あたかも質量が消え失せてしまうように見える。物質の様々な性質（例えば，電気を流しやすいとか，色が青いとか）は，基本的に物質中に含まれる電子の性質で決まっている。“ただ1種類”だったはずの電子が，物質中では様々な電子に変容して，物質に特徴的な性質を与えているのである。この物質中の電子の性質（つまり，物質の電子構造）を直接実験的に決定できる方法が，光電子分光である。光電子分光は，物質に光を照射したときに物質内部の電子が励起されて物質外に飛び出してくる外部光電効果に基礎をおく。実験的には，19世紀末にヘルツ (Hertz) が，マクスウェル (Maxwell) の予言した電磁波を発見した“ヘルツの実験”で同時に光電効果を観測し，20世紀初頭のアインシュタイン (Einstein) による光量子仮説によりその物理的基礎が明らかになった。このように，光電子分光（外部光電効果）は100年以上の長い歴史を持っているが，それが物性物理や材料科学の分野で大きく注目されるようになったのは，1986年の高温超伝導体の発見を契機としている。当時，測定手段として完成しつつあった角度分解光電子分光 (ARPES) は，高温超伝導体における“大きなフェルミ面”や“超伝導ギャップとその異方性”を，まさに見てきたかのように明らかにし，研究者に大きなインパクトを与えた。これらの成果により ARPES の認知度は急速に上昇し，現在では，物性物理および材料科学での第一選択の実験手段の1つとなっている。それを端的に示すものとして，高温超伝導発見以前は，PES や ARPES と書いても，「どういう意味です

か、どう読むのですか?」と聞かれたものが、現在では、研究会などで若い研究者が「ARPES (ARPE) の結果はどうなっているのですか?」と、いとも自然に質問している様子をよく見かける。

一方、近年、新物質の発見が相次いでいる。銅酸化物高温超伝導体の発見に端を発したフラーレン ( $C_{60}$ ) や 2 ホウ化マグネシウム ( $MgB_2$ )、さらには超伝導の天敵とされた鉄を含む鉄系高温超伝導体などの新型超伝導体の発見。また、トポロジ (対称性) で保護された特異なスピン偏極表面金属状態を持つトポロジカル絶縁体や、グラファイトを極限 (1 原子層) まで薄くしたグラフェンなど、枚挙に暇がない。現在、これらの新奇物質の特異な物性発現機構と電子構造の関係について精力的な研究が進められている。まさに、電子構造を直接観測できる ARPES の出番と言える。本書は、これらの新物質に対して行われた ARPES 研究について解説したものである。読者は、日進月歩で進展している新物質開拓研究の中で、どのように ARPES が大きく貢献しているのを見ることができよう。本書が、これから研究の道に進もうとしている学生諸君には、将来の方向を見定める一助となることを、また現役の研究者の方々には、自分の研究をさらに発展されるヒントを得られることを期待する。

本書の執筆にあたり、相馬清吾、菅原克明、中山耕輔の各氏には全体を通して通読して頂き有益なコメントを頂き、また図面の作成に協力頂いた。ここに感謝する。また、本書について、さまざまな提言をいただいたシリーズ編集委員長の須藤先生に、お礼を申し上げる。

2017 年 3 月

高橋 隆  
佐藤宇史