



電子散乱 (Electron scattering)

須田 利美 (理化学研究所 仁科加速器研究センター)

電子散乱は原子核の内部構造を調べる最も有力な方法です。それは電子が内部構造を持たないこと、及び電子と原子核の相互作用が電磁 (電弱) 弱相互作用で、それが良く理解されておりまた比較的弱い相互作用であることに起因します。そのため、1) 実験データから反応メカニズムの不定さ無く内部構造を決定できる、2) 原子核全体をプローブすることができる、3) 摂動論に基づいた散乱計算の正当性が保証される、という特徴を持ちます。

ハドロン散乱の場合、複雑な「強い相互作用」が関与するため、実験データから内部構造の情報を引き出すには複雑な理論解析が必要な上に、散乱が主に原子核表面付近で起きるため実験データからは一般に核表面付近の情報が得られます。

電子散乱による原子核構造の本格的な研究は、1950年代に R. Hofstadter グループによる弾性散乱実験により始まりました。電子と (スピン0の) 原子核との弾性散乱断面積は、モット断面積 (電子と点電荷との散乱断面積) と電荷形状因子 (の絶対値の2乗) の積で表せます。電荷形状因子を運動量移行 (散乱角度) の関数として測定しそれをフーリエ変換すると電荷密度分布が求まります。Hofstadter 達は電子弾性散乱という方法で多くの原子核の電荷密度分布を“撮影”し、核半径の質量数依存性、diffuseness の一定性及び核内部での密度一定性など原子核の持つ特徴を目に見える形で示しました。

その後、世界各地に高エネルギー、大強度の電子加速器が建設され、電子散乱の特徴を生かした原子核研究が盛んに行われてきました。電子は、原子核内の電荷及び電流 (電荷移動及び磁気モーメントに起因する電流) によって散乱されるので、それらを担っている陽子や中性子 (及び荷電中間子) の情報を得ることが出来ます。散乱条件をうまく設定すると、散乱に寄与する電荷あるいは電流を実験的に選択することも出来ます。例えば、 ^{17}O や ^{41}Ca のような閉殻外に中性子1ヶという原子核に対し散乱角度 180° という特殊な運動学で弾性散乱を行うと、電子は殻外中性子の磁気モーメントのみで散乱されるので、殻外中性子の空間軌道を実験的に決定できます。

しかしながら、従来の電子散乱実験はすべて安定な原子核 (とマクロな標的が作れるほど長寿命の原子核) のみに限られていました。ドリップライン近傍の短寿命核の中には中性子ハローのような特異な内部構造をもつ原子核の存在が明らかになっていますが、電子散乱による短寿命核の構造研究は全く行われていません。我々は SCRIT (Self-Confining Radioactive Isotope Target) という短寿命不安定核の電子散乱実験を実現する実験技術を提案し、その実用性を証明することに成功しました [1]。電子弾性散乱による短寿命不安定核研究へのドアが間もなく開かれます。

参考文献

- [1] M. Wakasugi et al., Phys. Rev. Lett. **100**, (2008) 164801.