

3.2 ~ 14 MeV 電子の後方散乱：方法と精度を顧みる

阪府大 & データ評価解析研 多幡達夫

40 年前に発表した電子の後方散乱係数の測定値¹⁾が EGS コードの厳密なチェックのためのベンチマークとして役立つと聞き、その信頼性を再考するため、当時の実験方法と誤差の推定について振り返る。われわれが測定した電子の電荷堆積分布も、高精度のベンチマークとなることを付言する。

後方散乱の実験方法：旧大放研の線型加速器からの電子線を分析電磁石を通して測定室へ導いた。電子線は一对の四重極電磁石で 5.5m 先の散乱槽手前のコリメータ入口に収束させた。ターゲットでのエネルギー幅は 1%、角度の発散は 0.05° 以下である。分析電磁石のエネルギースケールは Cs¹³⁷ の転換電子と Cu⁶³ (, n) 反応のしきい値の測定から、1.1%の精度で校正した。散乱槽は内径 50cm、高さ 30cm、上半分が固定で、検出孔を持つ下半分が回転するようになっており、入射電子線の両側 20 ~ 160° での測定が可能である。使用したターゲットの純度は 99.5% 以上である。後方散乱電子は検出用コリメータと 3.5mg/cm² のマイラー窓を通した後、電離箱で検出した。電離箱は Van de Graaff²⁾ らが開発した X 線補償型のもので、その増幅率は、後方散乱電子の平均エネルギー (Wright and Trump³⁾ の実験から外挿して推定) のみの関数と仮定し、Au ターゲットからの後方散乱電子のファラデー箱式検出器での測定結果と比較して校正した。入射電子電流は、ターゲット電流に後方散乱電子電流の半空間での積分値を加え、別途測定した 2 次電子電流の補正をして求めた。ターゲット電流はカレントインテグレータ (CI) へ導き、検出器電流はピコアンメータ (PA) を通して同じく CI へ導いて計測した。電離箱で補償し切れないバックグラウンド (BG) は、検出器手前のシャッターを閉じて、また、ターゲットなしのランを行って測定した。

後方散乱係数の誤差：可能な系統的誤差は次の 6 種類からなると考えた (数字はいずれも記述してある因子自体の誤差)。(1) 電離箱増幅率 ±2.9 ~ 8.1%、(2) 検出の立体角 ±1.8%、(3) 2 次電子放出係数 ±10%、(4) BG 測定にかからない BG による後方散乱電子電流の誤差 ±1%、(5) ターゲット電流測定に関わる誤差 ±0.5%、(6) CI と PA の相対指示の誤差による散乱電子電流対ターゲット電流比の誤差 ±1.5%。これらのそれぞれの誤差の、後方散乱係数の誤差への寄与を求め、その合計を後方散乱係数の誤差とした (6.7 ~ 14%)。顧みたところ、とくに問題はないと判断される。

他のベンチマークデータ：われわれは同じ実験装置を使って (ただし、ターゲットアセンブリーは散乱槽を突き抜けた場所の空気中におく)、実効的に半無限の媒質中での電子の電荷堆積分布 (停止する点の深さ分布) を測定した^{4,5)}。この結果も精度の高いものであり、ベンチマークとして有用と考えられる。

文 献

- 1) T. Tabata, *Phys. Rev.* 162, 336 (1967).
- 2) R. J. Van de Graaff, W. W. Buchner, and H. Feshbach, *Phys. Rev.* 97, 1071 (1955).
- 3) K. A. Wright and J. G. Trump, *J. Appl. Phys.* 33, 687 (1962).
- 4) T. Tabata, R. Ito, S. Okabe, and Y. Fujita, *Phys. Rev. B* 3, 572 (1971).
- 5) T. Tabata, P. Andreo, K. Shinoda, and R. Ito, *Nucl. Instr. Meth. B* 95, 289 (1995).