

氏 名	中 村 尚 司
	なか むら たか し
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 355 号
学 位 授 与 の 日 付	昭 和 45 年 5 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	Study on the Backscattering of Gamma Rays and its Application (ガンマ線の後方散乱とその応用に関する研究)

論文調査委員	(主 査) 教 授 兵 藤 知 典	教 授 清 水 栄	教 授 向 坂 正 勝
--------	----------------------	-----------	-------------

論 文 内 容 の 要 旨

本論文はガンマ線と物質との相互作用のうち、散乱の現象を巨視的にとらえ、後方散乱ガンマ線をシンチレーション・スペクトロメータで測定し、しゃへい設計の諸定数の測定と応用に関する研究およびモンテカルロ法による実験結果確認のための計算結果を述べたものである。緒言、本文4章および附録より構成される。

緒言では、現在に到るまでの研究の概要および本論文の構成について述べている。

第1章の前半では、ガンマ線の後方散乱のアルベドに関する定義、散乱体の厚さおよびその原子番号によるアルベドの変化につき、現在までに他の研究者により得られた式を述べている。第1章の後半では、散乱体表面における後方散乱ガンマ線の分布に関し、他の研究者により現在までに行なわれた研究の結果を述べている。

第2章では、スズ合金（スズ97.1重量パーセント、アンチモン2.52重量パーセント）およびNaI (Tl) シンチレータ素材からの後方散乱ガンマ線の測定結果について述べている。NaI (Tl) シンチレータ素材散乱体には、中心に直径約14cmのNaI (Tl) シンチレータ素材単結晶を置き、周囲に小型単結晶をつめ、さらにすきまにNaI (Tl) シンチレータ材料粉末を固くつめたものの表面を平らに磨き、原さ0.1mmのアルミニウム箔でおおったものを使用した。両散乱体のガンマ線散乱に対する特性はほぼ等しいと考えられる。スズ合金散乱体とNaI (Tl) シンチレータ素材の表面に密着して置いた¹³⁷Csおよび⁶⁰Co点線源からのガンマ線の後方散乱を、シンチレーションスペクトロメータで測定し、逆行列法によりエネルギースペクトルに変換した。散乱角度ごとの散乱ガンマ線スペクトルを比較したところ、両散乱体からのガンマ線スペクトルはほぼ同様のものが得られた。つぎに著者は大型シンチレータにより得られるガンマ線スペクトルのコンプトン電子分布は、表面から後方散乱によって逃げ出す散乱ガンマ線によるものと推定して、入射ガンマ線から散乱ガンマ線を差引いて得られたスペクトルは、M. J. Bergerらのモンテカルロ計算による大型シンチレータの波高分布と比較したところ、かなり良い一致を示した。

第3章ではスズ合金とアルミニウムおよび鉛とアルミニウムの多重層からの後方散乱の測定結果について述べている。アルベドを厚さを横軸とするグラフにプロットしたところ、多重層を構成するそれぞれの物質のアルベドの中間の値をとることが判明し、その両物質のアルベドから、多重層のアルベドを求める半経験式を得た。つぎに均一混合物、化合物によるガンマ線の散乱現象に用いられる実効原子番号の考えを、異種の2物質より成る半無限大の多重層に適用したところ、組成の等しい均一混合物と同一の実効原子番号でよいことが判明した。

第4章では、散乱体表面に密着して点線源を置いた場合に、表面から垂直方向に出る後方散乱ガンマ線の分布を測定し実験式を得た。この式はC. M. Davissonらによるモンテカルロ法により得られた、散乱体表面より全方向に出る後方散乱ガンマ線の分布をあらわす式と同じ形をしていることが判明した。表面から全方向に出るガンマ線の分布を測定することは不可能であることから、著者はこの両方の幾何学的条件を用いてモンテカルロ計算を行ない、同じ形の式が得られることを確認した。さらに著者はこの式を変形して表面における垂直方向の散乱ガンマ線の分布からアルベドを求め得ることを指摘している。附録には本研究に用いた計算方法につき解説している。

論文審査の結果の要旨

著者はガンマ線しゃへいおよび原子炉、ガンマ線照射装置等の放射線取扱い施設の設計上重要であるガンマ線の後方散乱を測定し、比較すべき計算値のない場合は、モンテカルロ計算により実験結果の正当性の確認を行なった。

本研究の主な成果は次の通りである。

1) アルベドの原子番号による変化を見る場合、鉄と鉛の中間の物質のデータが不足をしていることに着目して、スズ合金散乱体による後方散乱ガンマ線を厚さを変えて測定し、アルベドのスズの厚さによる変化を求めた。

2) このスズ合金は、計算上はNaI (TI) シンチレータとほぼ実効原子番号が等しくなることに着目して、NaI (TI) シンチレータ素材を用いて後方散乱ガンマ線を測定して、スズのものと比較し、ほぼ同様の散乱ガンマ線スペクトルが得られることを確認した。

3) 大型NaI (TI) シンチレータで得られるガンマ線スペクトルのコンプトン電子分布は、表面から逃げる散乱ガンマ線であろうと推定し、入射ガンマ線スペクトルから実験で得られた後方散乱ガンマ線のスペクトルを差引いたスペクトルを作ったところ、M. J. Berger らによりモンテカルロ法で得られたスペクトルとかなり良く一致した。

4) 実際上はしばしば起る多重層からの後方散乱のデータが欠けていることに着目し、スズ合金とアルミニウムおよび鉛とアルミニウムの多重層からの後方散乱を種々の厚さの組合せで測定し、半経験式を得た。

5) 半無限大の多重層のガンマ線の散乱に対する実効原子番号は、均一混合物又は化合物の実効原子番号と同じ方法により得られた値でよいことを確認した。

6) 点ガンマ線源が半無限大散乱体表面に置かれた場合、面から垂直に出るガンマ線の分布を測定し、

C. M. Davisson によりモンテカルロ計算で得られた、面から出る全方向のガンマ線に対する式が適用できることを示した。著者はあらためて垂直に出る散乱ガンマ線および全方向に出る散乱ガンマ線の分布をモンテカルロ法で計算し、両者とも同じ式が成立つことを示した。

7) この式を変形することによりアルベドが求められ、逆にアルベドと散乱体上2点以上の点から垂直方向に出るガンマ線が得られれば、全方向に出る後方散乱ガンマ線の表面分布を知り得ることを示した。

これを要するに放射線しゃへい、放射線使用施設の設計に欠くことのできないガンマ線の後方散乱について不足している重要な基礎的データを補ない、多重層アルベドに関する半経験式を得、かつ可能な応用を試みたものであって、学術上實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。