

氏 名	中 島 雅 なか じま ただし
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 676 号
学位授与の日付	昭 和 49 年 3 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	Studies on the Standardization of Positron-Emitting Nuclides (陽電子放出原子核の絶対測定に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 清 水 榮 教 授 兵 藤 知 典 教 授 向 坂 正 勝

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は陽電子放出核種の絶対測定を系統的に研究し、核の基底状態へ直接崩壊する純陽電子放出核に対して厳密に適用し得る陽電子消滅の γ - γ 同時放電法を開発した理論的および実験的研究と、その実際応用に関する一連の研究をまとめたもので、緒論、本論 5 章および附録からなっている。

緒論では簡単に陽電子放出核種の絶対測定の意義と従来の方法について述べ、本研究の意図と本論文全体の構成の概要を説明している。

第 1 章では従来広く行なわれている $4\pi\beta$ - γ 同時放電法と井戸型 NaI(Tl) 結晶法の原理および得失を詳細に検討し、前者について線源の崩壊率の最終決定式に対し若干の改善すべき点を指摘している。更に著者は本研究の主題である γ - γ 同時放電法について、2 個の同型の NaI(Tl) 結晶の中間に純 β^+ 放出核種の円盤状線源を置いた場合を検討し、線源の崩壊率の絶対数を与える公式を導いている。この方法の精度はこの式に含まれている補正幾何学因子の決定にかかわることを指摘し、これに対して二つの方法を提案している。即ち、一つはこの因子を実験装置の配置の諸元に関するパラメーターの関数として導く厳密な式を利用すること、他は、円盤状線源と同型の ^{22}Na 標準線源を使用し、かつ同じ厚さの γ 線吸収体を置いて、 γ 線検出効率と同時放電計数率を変えることにより、このパラメーターとは無関係に同因子を測定する方式を提案している。

第 2 章では本研究に必要な純 β^+ 放出核種の ^{64}Cu 試料と ^{22}Na の標準試料の調製法について述べている。

第 3 章では ^{22}Na 標準試料を調製する際に使用した ^{22}Na 原液の比放射能を厳密に測定する $4\pi\beta$ - γ 同時放電法の装置およびその特性について詳しく述べている。この際、著者は第 1 章で述べた改良した測定法を採用している。ここでは特に、著者は ^{22}Na の崩壊における電子捕獲の効果を最小に押さえるために、線源を Al 蒸着マイラーで挟むことを試みるなど、新しい方法を考案している。

第 4 章ではまず ^{64}Cu 試料を井戸型 NaI(Tl) 結晶内に入れて、著者の提案している陽電子消滅の γ - γ

同時放電法に使用する試料を予め絶対測定している。次いでこの試料について第1章で述べた著者の γ - γ 同時放電法に従って絶対測定を行なっている。ここで著者の使用した測定系の補正幾何学因子は、 ^{22}Na の標準線源を用いて測定している。このようにして、 ^{64}Cu 試料の崩壊率の絶対測定を行なった。著者はこの結果に基づき、提案した方法と従来よりの井戸型 NaI(Tl) 結晶法との比較を行ない、満足すべき一致を見ている。これによって、著者は提案した補正幾何学因子の決定法が正当であることを主張している。またこの実験結果と著者の導出した式より、同因子の各成分の値を決定できることを示している。さらに著者の方法によれば、従来の方法に比して相当強い mCi 程度の β^+ 放射能の絶対測定ができることを指摘している。

第5章では原子炉工学または原子炉を利用する多くの実験でしばしば要求される。原子炉内の熱中性子束の測定に、銅箔に誘導された $^{64}\text{Cu}\beta^+$ 放射能の絶対測定を利用することの意義とその利点を述べ、著者が実際にこれを行なった実験とその結果について述べている。従来多く使われている、熱中性子による金箔の誘導放射能 ^{198}Au の β^- に対する β - γ 同時放電法または $4\pi\beta$ - γ 同時放電法の場合に比し、次の点より $^{64}\text{Cu}\beta^+$ の絶対測定法の方が有利であることを述べている。即ち、 ^{198}Au に比して ^{64}Cu の半減期および熱中性子の放射化断面積がはるかに小さく、かつ ^{64}Cu の場合 $1/v$ 法則の成立が極めて良好である。このため $^{64}\text{Cu}\beta^+$ の絶対測定を利用すれば、広範囲にわたる熱中性子束の測定が相当の精度で可能であることを実例を以て示している。

最後の附録は5章あって、そのうち最も重要なものは第3および第4の章である。前者は NaI(Tl) 結晶の ^{22}Na からの γ 線に対する検出効率に関する一連の測定式についての議論であり、後者は陽電子消滅 γ 線の同時放電計測に関する補正幾何学因子の詳細な計算結果を述べたものである。

論文審査の結果の要旨

放射性核種を含む線源の崩壊率または放出される核放射線の絶対数を測定することは、核物理学、放射化学、原子炉利用の基礎的測定であって、従来より多くの研究がなされてきた。とくに β^- あるいは β^+ 放射能を持つ円盤状線源の絶対測定法については、実際上の要求より種々の提案がなされてきたが、相当複雑な解析と測定を伴ない、厳密で満足すべき方法が必ずしも確立されたとは言えない。

著者は陽電子を放出する β^+ 放射性円盤状線源につき、陽電子消滅 γ 線を利用した厳密な絶対測定法について、従来よりある井戸型 NaI(Tl) 結晶法と β - γ 同時放電法を詳細に検討して、実用上にも広く利用し得る新しい γ - γ 同時放電法による絶対測定法を開発した。本研究の主なる成果は次のとおりである。

1. まず著者による新しい β^+ 放射性線源の絶対測定の開発に先立って、従来広く行なわれてきた $4\pi\beta$ - γ 同時放電法について、陽電子と γ 線を放出する ^{22}Na 源の場合を詳細に検討し、絶対測定の従来の公式に重要な改良を加えた。即ち、陽電子の消滅する場所に依存する γ 線検出器の感受性、および電子捕獲に伴う X 線の β 線検出器への影響を考慮した新しい公式を提案した。

2. 純 β^+ 放射性円盤状線源を2個の同型の NaI(Tl) 結晶の中間に置いて、2個の 511 keV の消滅 γ 線光子を同時放電計数する絶対測定の厳密な公式を導いた。

3. 更にこの公式中に含まれる補正幾何学因子の決定について二つの提案を行なった。一つは測定系の諸元に関するパラメーターの関数としてこれを導く新しい方式を提案して、これを実際に適用するときには便利にするため、線源および結晶の半径をパラメーターとし、線源対結晶間の距離の関数としてこの因子をプロットした一連のグラフを製作した。他は ^{22}Na の円盤状標準線源を2個の結晶の間に置き、また各結晶の前面に厚さの等しい γ 線吸収体を置くことによって、測定系の諸元パラメーターと無関係にこの因子を決定する実験的方式を確立した。この際、陽電子消滅 γ 線光子と、線源より直接出る 1.275 MeV の γ 線に対する NaI(Tl) 結晶のあらゆる応答確率の組合せを詳細に分析して、測定可能な同時放電計数を含む補正幾何学因子の決定式を提示した。

4. 著者の提案した陽電子放出核の円盤状線源に対する新しい γ - γ 同時放電による絶対測定法を ^{64}Cu に適用して、この方法が従来の井戸型 NaI(Tl) 結晶法に比して、相当強い mCi 程度の放射性線源の測定にも利用し得ることを明らかにして、より広い実用的価値のあることを示した。

5. 著者の方法を原子炉内の熱中性子束の測定に利用することを試み、熱中性子による銅箔の β^+ 誘導放射能 ^{64}Cu を測定し、この方法が、従来まで熱中性子束の測定に広く利用されていた金箔の誘導放射能 ^{198}Au の絶対測定より、多くの利点があることを明確にした。即ち、 ^{198}Au に比して ^{64}Cu は半減期および熱中性子の放射化断面積がはるかに小さく、かつ ^{64}Cu の場合には $1/v$ 法則の成立が極めて良好である等の点より、著者の方法を ^{64}Cu に適用した場合の方が広範囲にわたる熱中性子束の測定を可能ならしめることを実証した。このことは原子炉および中性子源の利用に関しても重要な成果と言わなければならない。

これは要するに、本論文の研究は核物理学、放射化学、原子炉利用の最も基本的測定である陽電子放出核種を含む円盤状線源に対し、極めて厳密かつ適用範囲の広い新しい絶対測定法を確立したもので、学術上および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。