

氏 名	富 永 洋 とみ なが ひろし
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 749 号
学位授与の日付	昭 和 50 年 1 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 X-RAY SPECTROSCOPIC ANALYSIS BY THE USE OF NUCLEAR RADIATIONS FROM RADIOISOTOPES (放射性同位元素からの核放射線による X 線分光分析に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 清 水 栄 教 授 向 坂 正 勝 教 授 兵 藤 知 典

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は放射性同位元素より出る核放射線特に α 線を利用する蛍光 X 線分光分析について系統的に研究したもので、軽元素に対する α 線励起特性 X 線の収量、励起断面積等の基礎的研究を行うと共に、軟 X 線検出器の諸特性について詳細に研究し、これらの成果に基づいて α 線源を利用した蛍光 X 線分光分析装置を考案し、更にこの実用化について研究した一連の研究をまとめたもので、緒論、本論 7 章からなっている。

緒論では従来殆んど研究の行われていなかった軽元素の分析に α 線励起法による蛍光 X 線分光分析が有力な手段であることの意義について簡単に述べ、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 章では放射性同位元素を利用して γ 線、X 線、 β 線および α 線によって励起される特性 X 線の励起に関する基本的事実を述べ、入射核放射線の種類とそのエネルギー、ターゲット元素の原子番号に関する依存性についての理論的検討を行っている。

第 2 章は著者が着眼した α 線による特性 X 線励起について ^{241}Am α 線源を利用して行った一連の実験的研究の詳細を記述したもので、測定系、X 線収量、特に軽元素についての実験結果について述べ、従来の加速器を利用した高エネルギーの α 粒子および陽子励起による特性 X 線発生の実験データと比較検討している。即ち、2~4 MeV の α 粒子による軽元素の特性 KX 線発生断面積は Born 近似また binary encounter 近似による理論値と可成り良く一致するが、原子番号の極く低い炭素に対してはこうした理論値からもまた陽子励起の実験値からもずれることを見出した研究について述べている。

第 3 章は放射性同位元素よりの核放射線励起による特性 X 線分光分析法の実用化を考慮に入れ、典型的な α 線源用核種 ^{210}Po および ^{241}Am について行った実験結果、また線源より同時に発生する γ 線、X 線、内部転換電子の好ましからざるバックグラウンド寄与とその影響の除去について試みられた方法等に関して述べ、軽元素の分析に ^{210}Po 、 ^{242}Cm 等の利用が有利である点を指摘している。また原子番号約 20

より30までの元素については ^3H 線源より出る制動放射線による KX 線励起を利用することが有利であることを実験的に検証した研究について述べている。

第4章は励起された特性 X 線の計測に使用するガス・フロー型比例計数管について大きさの異なる種類の計数管を作り、それぞれに対しその諸特性即ちガスの種類、混入不純ガス、流量率、温度、圧力、ガス増幅度等の効果についての実験を詳細に述べている。更に Si 半導体検出器についても X 線に対する諸特性を調べ、核放射線励起による蛍光 X 線分光分析に使用した場合の両者の得失について比較検討している。この章にはこうした検出器を X 線特に軟 X 線の検出に使用する場合には必要な幾多の貴重なデータを提供している。

第5章では実際の蛍光 X 線分光分析の定量化に伴う諸問題について実験検討している。試料の形状、基盤元素の影響とそれに対する補正法について理論的にも解析を試みて、試料の厚さが薄い場合には標準試料を使用しない簡便な手法によっても相当高い精度で試料中の元素の分析が可能である方法を考案している。最後にこの分析法の精度、測定限度について明確な議論を展開している。

第6章は以上に詳述されている多くの実験データおよび理論的検討の成果に基づいて、著者が設計製作した実用的な特性 X 線分光分析装置について述べたもので、線源の選択、検出器、試料、線源、検出器系の配置、試料交換の機構、測定 X 線スペクトルの解析、測定エレクトロニクス系等の細部に亘り著者の行った研究および考案について詳細に述べている。

第7章は前章に述べた蛍光 X 線分光分析装置の工業的利用として著者の行ったセメント調合原料中の Al, Si, Ca および Fe の含有量をこの方法で分析した成績について述べ、更に昨今重大な社会問題となって来ている大気汚染に関し、汚染金属元素の迅速簡単な分析法として、この方法を応用した成績について述べ、放射性同位元素よりの核放射線の励起による特性 X 線分光分析法の有用性について重要な提言をしている。

論文審査の結果の要旨

最近原子核物理学の応用として、中性子照射による放射化分析法、放射性同位元素よりの核放射線による特性 X 線励起を利用した蛍光 X 線分光分析法が各方面で利用されるに至った。特に後者は原子炉其他の中性子発生装置を用いずに、手軽で且つ相当の精度で元素分析が行える利点から関心が高まっている。しかし、この方法に関して基礎的また実際応用について系統的にまとまった研究が少い。本論文の著者は、この分析法の利点と将来の発展性に鑑みて、この方法の学術的基礎およびその応用特に大規模な工業的利用を可能にする手法および装置の全般に亘り、詳細に幾多の実験と理論的検討を行った。得られた成果の主なものとは次のごとくである。

1. α 線を利用する特性 X 線分光分析法に関する核物理学的な基礎データである励起された特性 X 線の収量、断面積等について重要な知見を得て、これに理論的検討を加えると共に、これが軽元素の分析に有力な手段であることを実証した。

2. 一般に α 線放出核種より同時に出て来る γ 線、X 線および内部転換電子による影響について研究し、 ^{210}Po と ^{242}Cm の2種の核種がこの方法に使用する線源として、特に軽元素の分析に対して有効な

ものであることを示した。また原子番号約20より30位までの元素が含まれている試料の分析には ^3H より
の制動放射線源を併用すると、測定元素の範囲が広がり更に有用な手段であることを実証した。

3. この分析法に使用する X 線測定用のガス・フロー型比例計数管について、大きさ、ガスの種類、
混入不純ガス、流量率、温度、圧力等の効果について多くのデータを得た。また Si 半導体検出器につい
ても軟 X 線に対する諸特性に関し幾多の実験データを得て、この両種の検出器の得失を検討して、軟 X
線の検出にはガス・フロー型比例計数管が、分解能の許される範囲で精度上からも実用上、より利点が多
いという貴重な知見を得ている。

4. 核放射線による蛍光 X 線分光分析法による諸元素特に軽元素の定量分析に関し、試料の形状、精
度、検出限度について初めて理論的検討とそれを実証する実験を行ったことは重要な研究成果と云える。

5. 以上の成果をふまえて著者は実用上の使用に耐える α 線源 ^{210}Po と ^3H 線源を併用した蛍光 X 線
分光分析装置を設計製作して、その諸特性を詳細に実験検討した。この研究はこの方面の将来の発展のた
めに極めて貴重な基礎的知識を与えたものである。

6. 著者の製作した装置をセメント生産工場内に設置し、調合原料中の Al, Si, Ca, Fe の4元素につ
いて常時定量的に分析する技術を確立して、始めてこの分析法を工業生産の現場と直結させることに成功
したことは、原子力の新しい利用面を開拓したもので、注目すべき成果と云える。

7. 最近社会問題となって来た大気汚染の原因の一つである大気中の金属元素の迅速簡便な、しかも相
当精度の高い分析法として、放射性同位元素を装填した蛍光 X 線分光分析装置による方法が有用である
ことを多くの実例を以って示している。

以上要するに本論文は放射性同位元素からの核放射線の励起による試料中の元素の特性 X 線を分光分
析する新しい元素分析法の基礎並びに応用に関する広範な理論的および実験的研究で、学術上はもとより
実際上にも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。