

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	創傷部アクチニド汚染迅速評価のための蛍光X線測定法の開発
Title(English)	Development of X-ray fluorescence Measurement Method for Rapid Evaluation of Actinide Deposited on Wound
著者(和文)	伊豆本幸恵
Author(English)	Yukie Izumoto
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11515号, 授与年月日:2020年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小栗 慶之,林崎 規託,松本 義久,長谷川 純,片淵 竜也
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11515号, Conferred date:2020/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	伊豆本 幸恵	
		氏名	職名	氏名	職名
論文審査 審査員	主査	小栗慶之	教授	片渕竜也	准教授
	審査員	林崎規託	教授		
		松本義久	准教授		
		長谷川 純	准教授		

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「創傷部アクチニド汚染迅速評価のための蛍光 X 線測定法の開発」と題し、全 5 章より構成されている。

第 1 章「序論」では、まず創傷部 U, Pu 汚染による内部被ばく事故の保健物理学的重要性を論じている。緊急被ばく医療では早期の治療方針策定のために迅速な汚染の定量評価が求められるが、現行のアルファ線計測による方法では組織や血液によりアルファ線が遮蔽され、特に深い刺し傷の場合は測定が困難となることを指摘し、解決策として、より透過力の大きい X 線を用いた XRF による定量法を提案している。しかし、分析に伴う一次 X 線照射は放射線障害のリスクを伴うため、まず創傷部の血液を捕集して XRF によるスクリーニング検査を行い (捕集法)、次にこの検査で汚染が確認された場合のみ創傷部を直接 X 線で照射して定量分析を行う (直接法) ことを提案している。創傷部 U, Pu 汚染の定量に XRF を用いた例は過去になく、医療介入推奨レベルの U, Pu の検出可能性、体内他元素の影響、一次 X 線による被ばく線量等、未解明の点があることを指摘している。そこで、実験に必要な模擬試料の開発や U, Pu の検出効率を向上させる技術の開発を行い、さらに測定に伴う一次 X 線による被ばく線量の推定を行って緊急被ばく医療における汚染検査スキームとしての実現可能性を評価することを研究の目的としている。

第 2 章「汚染血液捕集法の開発」では、捕集法のモデル実験体系及び XRF 分析実験の詳細について述べている。まず同じ重元素である非放射性的鉛を用いた実験による最適な捕集素材の選定と具体的な捕集方法について考察し、次に U のみを血液または蒸留水と混合した二種類の U 汚染血液模擬試料を調製し、XRF 分析を行って分析性能への共存元素の影響を論じている。これらの結果を踏まえ、溶媒を蒸留水とした Pu 及び U・Pu 混在汚染模擬血液試料を作製し、これらをろ紙で捕集して XRF 分析を行う手順について述べている。

第 3 章「創傷部直接測定法の開発」では、直接法のモデル実験体系及び XRF 装置に必要な諸条件を検討している。まず U, Pu 汚染を伴う刺し傷を模したモデル試料の作製方法を論じ、これらの XRF 分析結果とピークフィッティングを用いたスペクトルデータ解析について述べている。また信号強度は U, Pu の放射能だけでなく体表面からの深さにも依存することを指摘している。そこで試料の前面に皮膚を模擬したポリスチレン板を置いて汚染が深い位置にある状況を模擬し、その深さを変化させて測定を行っている。その結果、エネルギーの異なる  $L\alpha$ -X 線と  $L\beta$ -X 線のカウント比が深さによりわずかに変化し、もし  $L\alpha$ -X 線と  $L\beta$ -X 線のカウント比の誤差が十分小さければ、この比を基に汚染の深さを大まかに決定できる可能性があることを明らかにしている。一方、市販の XRF 装置に付属の一次 X 線フィルターは U や Pu の測定に最適化されていないため、目標の検出下限を得るためにはこのフィルターを最適化する必要があることを指摘している。このためにフィルターの厚さを変化させ、Pu の検出下限値が最も低くなる条件を探索することで最適化を行っている。また、ガブクロミックフィルム線量計を用いた一次 X 線被ばく線量評価手法についても論じている。

第 4 章「創傷部アクチニド汚染迅速分析法の提案と実現可能性の評価」では、前章までの成果を踏まえ、捕集法に基づくスクリーニング検査、及び直接法による創傷部の放射能測定から構成される手順の詳細を汚染検査スキームとして提案している。捕集法の実現可能性については、実験で求めた検出下限値をアルファ線測定に基づく従来の手法と比較することで評価している。一方、直接法については U, Pu, 及び U・Pu 混在汚染いずれの場合も医療介入推奨レベルの汚染を検出できたことを示し、その有用性を明らかにしている。さらに、皮膚の急性障害に対応するしきい線量や放射線を用いた一般的な既存の医療用診断手法に伴う被ばく線量と比較することで、本汚染評価スキームが創傷部に与える線量が十分受容できるレベルであることを示している。

第 5 章「結論」では、以上の各章で得られた成果を総括し、結論を述べている。

以上、これを要するに本研究は創傷部アクチニド汚染の評価に適した蛍光 X 線分析法を新たに提案し、実験によりその有用性を実証したものであり、工学上及び工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士 (工学) の学位論文として十分価値あるものと認められる。