

立教大学学術推進特別重点資金（立教 S F R）
東日本大震災・復興支援関連研究（共同研究型）
2012年度研究【経過・成果】報告書

研究代表者	所属・職名		氏名				
	理学部・教授		村田 次郎 印				
研究課題	災害復興の為の環境放射能調査とその新規計測法の開発						
研究組織	所属大学名等・職名		氏名				
	立教大学理学部・教授		家城和夫				
	立教大学理学部・教授		栗田和好				
	立教大学理学部・准教授		柳町朋樹				
研究期間	2011	年度		～	2013	年度	
研究経費	2011	年度	2012	年度	2013	年度	総計
	3,000	千円	3,000	千円	3,000	千円	9,000 千円

研究の概要 (200～300字で記入、図・グラフ等は使用しないこと。)

福島第一原発の事故により環境中に大量放出された放射能を効率よく、かつ高い信頼性で定量評価する方法を新たに開発し、今後の災害復興計画に貢献する事を目的とする。事故により主として福島県内に降下した高濃度放射性物質の組成・密度を明らかにする為、放射線計測により核種の識別と放射能強度の測定が求められている。本プロジェクトでは、実際の測定を通じた「環境放射線」の調査と、特に原子炉中で生成され、環境への降下により住民への深刻な影響が懸念されている核種である放射性ストロンチウムを効率よく同定する「放射能測定」方法の新規開発の二つの学問分野をカバーする。

キーワード (研究内容をよく表しているものを3項目以内で記入。)

{ 福島第一原発事故 } { 環境放射能 } { 放射性ストロンチウム }

研究【経過・成果】の概要 (図・グラフ等は使用しないこと。)

本研究は環境放射線の調査と放射能測定の二つの目的を掲げて進められている。我々は2011年3月の東日本大震災での東京電力福島第一原子力発電所の事故を受けて、関東へのフォールアウト以前より放射線汚染を懸念して活動を開始してきた。その初期活動の主なものは

1. 池袋周辺での放射線モニタリング。
2. 福島県内の住民・自衛隊・警察等のスクリーニング、子供の甲状腺検査。
3. 福島県内での放射性土壌の予備調査。
4. 除染に向けた洗浄方法の研究。
5. 学内原発事故問題研究会の開催、及びガンマ線土壌検査方法の確立
6. 放射線に関する学内講演会の主催

等が挙げられる。本研究は、かような初動活動の中で2011年度より採択となり、上記に加え本格的な活動を開始する事となった。その柱は、申請以前に進めていたパイロットスタディの本格的な実施、及び、長期的視点で必要となる、放射性ストロンチウムの定量評価方法の技術開発である。

初年度であった2011年度には主として本研究では下記を実施した。

7. 池袋キャンパス、立教学院関係校、学院軽井沢合宿所、および周辺教育機関からの要望に基づく放射能濃度検査。特に、放射性セシウムの土壌中、水中、食品中の放射能濃度検査。
パイロットスタディで確立させていた、ゲルマニウム検出器を用いた放射線セシウムの核種同定をした上での放射能濃度計測のシステムを整備し、学生アルバイトによる計測チームの養成も含めて検査態勢を整えて主として立教学院(立教池袋中高、新座中高、小学校、及び軽井沢合宿所)の土壌、水質の検査、加えて給食用の米穀の調査を実施し、その放射能濃度の定評評価を実施した。また、これらの結果はサーベイメータを用いたキャンパス内の線量計測結果と共に、学院内の報告会にて公開報告した。本研究として、この調査を実施する為のガンマ線検出装置の整備を行い、実施に必要な支援者費用は学院内より別途支給されたものを用いた。
8. 文部科学省管轄の福島県内大規模土壌調査の土壌サンプリング現地作業。
文部科学省管轄の福島県内大規模土壌調査に参加した。教員、PD、大学院生を現地に派遣し、全部で2000箇所、10000点の土壌サンプルを採取する事業に貢献した。諸費用は直接、文部科学省の当該事業より支出されたが、本研究では土壌サンプリング方法に関する調査・研究を行った。とりわけ、サンプリング容器によるバラつきが深刻な問題となっており、その均一化の研究は学内において本研究として行った。
9. 文部科学省管轄の福島県内大規模土壌調査の土壌放射能計測。
本研究で整備したゲルマニウム検出器によるガンマ線分析機器、及び学生、大学院生による計測チーム全34名を率いて、文部科学省管轄で採取された土壌のガンマ線分析を大学機関として分担した。学生アルバイトによる実務労働部分に関しては文部科学省受託事業として別途、支給された。本研究では計測方法及び解析方向の確立、整備を行った。調査結果は文部科学省より公表されている。

これらの環境計測に関連する初期活動は学術研究と言うよりは既存技術を直接適用する形での貢献であった。本研究では、既存技術では実現の出来ない環境計測を可能にすべく、新たな計測技術開発をスタートさせた。それが

10. 放射性ストロンチウムの物理的・非破壊計測技術の新規開発。

である。文部科学省管轄の大規模土壌調査への貢献とは別に、今後、予想されるニーズに備えるため、放射性ストロンチウムの簡便な計測方法の開発を行った。放射性ストロンチウムは β 崩壊に伴ってエネルギーの定まったガンマ線を殆ど放出しない為、大規模土壌調査で活躍したガンマ線分析方法を用いる事が出来ない。その一方で、生物学的な影響は放射性セシウムよりむしろ大きく、その定量評価への社会的ニーズは少なくない。しかし、現状では放射化学的手法に頼らざるを得ず、放射性セシウムで得られたほどの詳しい放射能汚染情報が整備されていない。

研究【経過・成果】の概要 つづき

本研究では、この状況を打破すべく、放射化学的手法を用いない、物理的計測方法の開発を進めた。放射性ストロンチウムはガンマ線を放出しない為、この欠点を逆手に取った、ガンマ線アンチコインシデンス法という計測手法を試み、これのテストを行った。計測は宇宙線バックグラウンドを避ける為に立教大学原子力研究所内の地下洞窟を整備して行った。アンチコインシデンス用のガンマ線検出無機シンチレータとベータ線検出用プラスチックシンチレータでサンプルを取り囲み、イベント毎に各検出器の出力を計測するシステムを開発して計測を行った。2011 年度にはこの方法が有効である事を原理的に確認する事が出来た。すなわち、大量の放射性セシウムの中から放射性ストロンチウム起源のベータ線をそれと同定して検出する事に成功しており、その結果は日本物理学会等にて学術成果として公表されている。

2012 年度にはこの方法の実用化の為に必要な、定量評価の確立を目指した開発を進めた。初年度に開発した、放射性セシウム起源のベータ線放出事象を抑制する、ガンマ線アンチコインシデンス計測法は有効である事は確認されていたが、2012 年度に至って問題が生じた。この方法で抑制できる、ベータ線とガンマ線をほぼ同時に放出する Cs-134 は、半減期が 2 年程度であり物理的に存在比が減少してきた。つまり、ガンマ線抑制の強みが相対的に減少し、この手法で抑制出来ない Cs-137 を制御する必要が新たに生じた。

そこで、今後も有用な計測方法とすべく、測定方法を根本的に見直し、形状のはっきりしないベータ線スペクトルではあるが、ベータ線計測のエネルギー分解能を向上させる事にした。ガンマ線抑制が有効である場合には必ずしも必要でなかった開発要素であるが、この向上により、エネルギースペクトルの微妙な形状の情報を利用したストロンチウム、セシウムの分離が数学的な統計処理によって可能となると考えたのである。この為、ベータ線エネルギー分解能向上の徹底的な追求とバックグラウンド抑制を迫及した結果、当初アイデアのガンマ線抑制に頼ることなく、エネルギースペクトルだけからストロンチウムの寄与を定量的に評価する事に成功した。少なくとも、ストロンチウムの放射能濃度絶対値ではなく、セシウムに対する相対濃度に関しては定量評価は出来る様になった。この結果は 2013 年 7 月の第 50 回アイソトープ・放射線研究発表会での口頭発表とそれに伴う論文として公表される予定である。また、計測方法の技術的側面についても、原子核物理学の最大の国際会議であり 2013 年 6 月にイタリアで開催される International Nuclear Physics Conference (INPC2013)にて国際的に発表し、国際誌に会議抄録として投稿発表する予定である。

2013 年度には、これらの成果を受けて、放射能濃度の絶対値を計測出来るよう、そして直ちに実用化出来るよう、最終的な校正開発を行う。その為、新たに多くの土壌サンプルを現地で採取し、それらをこの研究による方法で実測した結果と、同サンプルを化学分析を外部委託した結果と比較する事で、信頼性を確認する予定である。また、同時に表面標準線源を購入して絶対値校正、厚み・遮蔽補正などを完成させる予定である。これをもって技術開発は完了とし、国際専門誌に論文発表すると共に報道機関への発表も考えている。時期は夏から秋ごろとなる見込みである。

現段階で、ストロンチウム存在比はセシウムに対して 1/10 から 1/10,000 まで分布しており、稀にみられる高濃度のものを食品等から検査で除去する事が有効と思われる。一方、管理されていない野生動植物の内部被曝は深刻であり、この方面の研究者より共同研究の依頼を受けている。本研究としては最初の実用化として、福島県内の野生生物への汚染の影響を把握し、ひいては農業・漁業への影響への基礎情報を提供する視点に立ち、野生生物の生物濃縮の評価へつなげていく事とした。

2013 年度は物理計測法の確立と、野生生物評価への実用化を達成し、本研究を締めくくる事としたい。

研究発表 (研究によって得られた研究経過・成果を発表した①~④について、該当するものを記入してください。該当するものが多い場合は主要なものを抜粋してください。)

- ①雑誌論文 (著者名、論文標題、雑誌名、巻号、発行年、ページ)
- ②図書 (著者名、出版社、書名、発行年、総ページ数)
- ③シンポジウム・公開講演会等の開催 (会名、開催日、開催場所)
- ④その他 (学会発表、研究報告書の印刷等)

・文部科学省報道発表「文部科学省による放射線量等分布マップ」(放射性セシウムの土壌濃度マップ)の作成について 平成 23 年 8 月 30 日付(土壌採取及び分析を分担。科学技術戦略推進委託事業「放射性物質の分布状況等に関する調査研究」にて実施、分析機器を本研究で整備)。

・日本物理学会概要集「ガンマ線抑制型 90Sr 非破壊検出法の開発」田沼良介, 村田次郎他、第 67 回年次大会、27aGC-1、2012 (原発事故に伴う環境放射能測定法の開発)

・「ガンマ線抑制型放射性ストロンチウム非破壊検出法の開発」田沼良介 2012 年 3 月、立教大学卒業論文

・日本物理学会「ガンマ線抑制型 90Sr 非破壊検出法の開発」田沼良介, 村田次郎他、第 67 回年次大会、27aGC-1、2012 (原発事故に伴う環境放射能測定法の開発)

・としまものづくりメッセ「放射線と放射能の最新情報～立教大学における新たな計測方法の研究～」2012/3/1 村田次郎

・立教学院講演会「立教学院における環境放射線の現状」2011/7/15 村田次郎

・立教学院理科学研究会講演会「立教大学における原子核物理学者の原発事故への取り組み」2011/1/28 村田次郎

・立教九条の会「原発事故に関して一原子核物理学者が思うこと」2011/10/19 村田次郎

・立教大学放射線作業従事者教育訓練の講演・福島原発事故に関して 2012/4/10 村田次郎

・立教大学放射線作業従事者教育訓練の講演・環境放射線 2013/4/9 村田次郎

・International Nuclear Physics Conference (INPC2013) 「Nondestructive measurement of environmental radioactive strontium」2-7 June, Firenze, Italy, S. Saiba, J. Murata et. al. (予定・講演採択済)

・日本アイソトープ協会主催 第 50 回アイソトープ・放射線研究発表会「原発事故災害復興支援の為に放射性ストロンチウム非破壊検出法の開発 Development of nondestructive measurement of radioactive strontium for restoration from Fukushima nuclear power plant accident」2013 年 7 月、田沼良介、村田次郎他 (予定・講演採択済)