

平成 27 年度労災疾病臨床研究事業

「緊急被ばく医療が必要とされるような事故発生時におけるトリアージのための
線量評価手法の確立に関する研究」(150803-02) 研究結果の概要

研究代表者	樫田尚樹	国立保健医療科学院生活環境研究部
研究分担者	山口一郎	国立保健医療科学院生活環境研究部
	志村勉	国立保健医療科学院生活環境研究部
	三宅実	香川大学医学部歯科口腔外科学
	盛武敬	産業医科大学産業生態科学研究所放射線健康医学
	中村麻子	茨城大学理学部

【目的】2011 年に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故においては、250mSv を超過した作業者が 6 名発生したが、急性放射線障害を発症する方はいなかった。一方 1986 年のチェルノブイリ原発事故においては事故処理従事者において急性放射線症候群の発症および死亡が報告されている。今後も数十年にわたって実施される廃炉作業、あるいは新たな原子力関連施設等の事故、核テロ等が発生した際には、多数の被災者に対し除染とともに、1 Gy 相当以上の被ばくに対しトリアージのための線量評価が必要となる。本研究では、EPR(Electron paramagnetic resonance)技術を用いた線量評価として口腔内の歯を直接、L-band EPR 法により放射線誘発ラジカルを測定する放射線被ばく線量測定法やこれまでに確立されている生体内 DNA 損傷モニタリング手法との連携による、線量評価感度の向上を目指すとともに、抗酸化能の動態解析を行うことで簡便なバイオ・ドシメトリー法の確立を試み、専門的治療を必要とする 1 Gy 以上の被ばくのトリアージを可能にすることを目指した。

【初年度研究成果の概要】

(1) L バンド EPR 法による線量評価

- ・口腔内で安定して線量測定ができるようにループ径が小さい共振器(6.0mm)を開発し利用可能とした。
- ・エネルギーによる応答の違いを検討した結果、Cs-137 γ 線源に比しエネルギーの低い医療現場で使用される X 線では同じ線量でも信号強度が 4 倍程度であった。290MeV 炭素線に対する応答も検討した。
- ・当初 2 年目に予定していた、EPR 装置を移動した際の測定に影響する環境因

子の検討を一部開始し、周辺での家電製品の使用や電磁波強度が S/N と関係することを確認した。一方、科学院内の電波暗室では S/N が 2 倍程度向上することを確認し、測定時の周辺環境整備の課題が抽出された。

(2) 生体内 DNA 損傷レベルの測定

・リン酸化ヒストン H2AX (γ -H2AX) 検出を簡便に行うことのできる新規デバイスの予備的な開発研究として、近年その生物分野への応用が目覚ましい Polydimethylsiloxane (PDMS) チップに着目した。今年度は PDMS チップ上で簡便にリンパ球分離を行うことのできる微細構造の試作を行った。

・放射線被ばく後の DNA 損傷レベルと次項の抗酸化能の相関性を明確にするための予備的検討を開始し、被ばく線量を把握可能な IVR 実施患者から採血した血液サンプルを用いて γ -H2AX による DNA 損傷レベルの確認を行った結果、線量相当の DNA 損傷が検出された。

(3) X バンド EPR による被ばく後抗酸化能の動態解析

・マウスの全身に X 線 0、0.5、2Gy を照射し、経時的に採血し、X バンド EPR により血中抗酸化能を測定した。

・照射群では線量依存的に抗酸化能の低下が観察され、特に照射 2、4、6 日後の抗酸化能レベルと照射線量には高い相関関係($r=0.97$ 以上)が認められた。

・この結果から、少なくとも、被ばく線量 0.5-2Gy、被ばく後 2~6 日の範囲内では、本手法により被ばく線量を推定することができると考えられた。

【まとめ】 種々の線量評価手法の特徴をまとめると下表のようになる。今後、これまでの検討で見いだした課題を解決していくことで、本研究課題の最終目標である災害派遣型 EPR 線量評価ユニットで最終的に急性被ばく 1Gy 以上を分別可能な、効果的な線量評価法・トリアージシステムとして社会実装するための成果が蓄積されつつあると考えられる。

種々のバイオ・ドシメトリーで被ばく後評価可能な時間帯と特徴

バイオ・ドシメトリー法	事象発生時から試料が得られるまでの時間(発現時間)	評価可能最長時間	放射線特異性	部分照射への対応可能性	遷延照射への対応可能性	感度 Dose range (Gy)	総処理時間
EPR in vivo	0	生涯	有		有	1- >10	<10 分間
γ H2AX	3-30 分間	1 - 48 時間				0.2-5	1-2 日間
染色体異常	0-1 日間	時間補正されれば 6 月以内	有	有	有	0.1-5	5-9 日間
小核試験	0-1 日間	年		有	有	0.3-5	4-5 日間