

福島原発事故後 18-20 ヶ月における、南相馬市児童の外部被ばく量と日常生活様式の依存関係に関する調査報告書

I. 調査概要

1. 背景

福島第一原子力発電所の事故に伴う外部被ばくは、空間線量や土壌汚染レベル等を元に、個人の属性や生活環境を含む日常生活様式を考慮した数理モデルを用いて算出する推定値、あるいは個人の着用する積算線量計を用いた実測値によって評価されている。個人線量計による評価は精度こそ良いものの、測定時点の被ばく量しか評価できず、年間被ばく量等の長期的な被ばく量評価の点で難があることが指摘されていた。

一方で、数理モデルに基づく推定評価には多くの不確実性が伴う。野村らの報告から、事故後に日本政府より使用された数理モデルによる推定被ばく量と、同一個人における実測の被ばく量には大きな乖離が見られ、その乖離具合には個人間で大きなバラツキが見られた。これにより、放射線災害に伴う住民の被ばく量を評価する上で、被ばくリスクと個人の属性や生活環境を含む日常生活様式との依存関係に関する科学的知見（例えば、自宅前の空間線量や、1日の中で屋外にいる時間等がどの程度被ばく量と関連しているか）を、我々は厳密に精査する必要性が浮き彫りとなった。

原発から 10-40km 圏に位置する南相馬市は事故後、当時の市内住民を対象に、外部被ばく検査を開始した。同市の南相馬市立総合病院の院長・副院長、及び放射線対策室のスタッフらは、市内児童の 18-20 ヶ月時点の実測に基づく被ばく量と、彼・彼女らの属性・生活環境や様式（特に屋外活動）との依存関係をまとめた。本研究の成果は、将来に起こりうる放射線事故に対し、外部被ばくリスクを適切に評価する際の重要な指針になり得るとともに、南相馬市民、特に児童の線量評価、例えば屋外活動（体育授業や部活動等）の制限に伴う運動不足に対し対策を講じる上で、参照される事が期待される。

2. 目的

- 1) 福島原発事故後の児童の属性や生活環境を含む日常生活様式（特に屋外活動）と外部被ばく量の依存関係を推定すること。

3. 方法

本研究は、南相馬市が原発事故後より市民を対象に行っている個人線量計（ガラスバッジ：千代田テクノル）を用いた外部被ばく検査のデータを用いた。使用したデータは第 4 次検査：2012 年 9-11 月（事故後 18-20 ヶ月）である。対象者は南相馬市の児童（小・中・高生）。児童らの属性や生活環境を含む日常生活様式に関するデータは、本検査に含まれる児童行動記録アンケートから得た。日常生活様式と外部被ばく量の依存関係の推定には、Tobit モデル（注 1）を用いた重回帰分析（注 2）を適用した。分析には、被ばくリスクに関連し得る重要な生活環境要素として、各児童らの自宅前空間線量、及び各児童が通う学校の校庭の空間線量も加えて考慮した。これらのデータは、文科省及び福島県によるモニタリングデータ（オープンアクセス）を活用した。

II. 調査結果

第4次検査には1,956名の児童が参加した。ガラスバッジ使用に関するコンプライアンスの低い児童（学校や屋外へ持っていかない児童）や基礎情報を欠いた児童を除く、計520名のデータが解析された。520名の外部被ばく量（実効線量：地面から受ける自然由来の被ばく0.14 mSv/3ヶ月を含む）は、平均で0.34 mSv/3ヶ月であった（図1）。

外部被ばく量と統計的有意に関連する要素は、各児童らの自宅前空間線量と各児童が通う学校の校庭の空間線量であった。具体的には、自宅前線量が $0.1 \mu\text{Sv/h}$ 上がる事で、被ばく量は相対比で1.1倍上昇していた（例 $0.2 \mu\text{Sv/h}$ 増は、 $1.1 \times 1.1 = 1.21$ 倍の被ばく量）。また、校庭の線量が $0.01 \mu\text{Sv/h}$ 上がることで、被ばく量は相対比で1.02倍に上がっていた。一方、屋外での活動時間（放課後・週末）や、屋外クラブ活動への参加、通学時間といった屋外活動に関連する生活様式は、被ばく量と有意な関係は認められなかった（表1）。

図1：原発事故後18-20ヶ月における外部被ばく量の分布（N=520）

縦軸が被ばく量（実効線量：地面から受ける自然由来の被ばく0.14 mSv/3ヶ月を含む）
横軸が人数

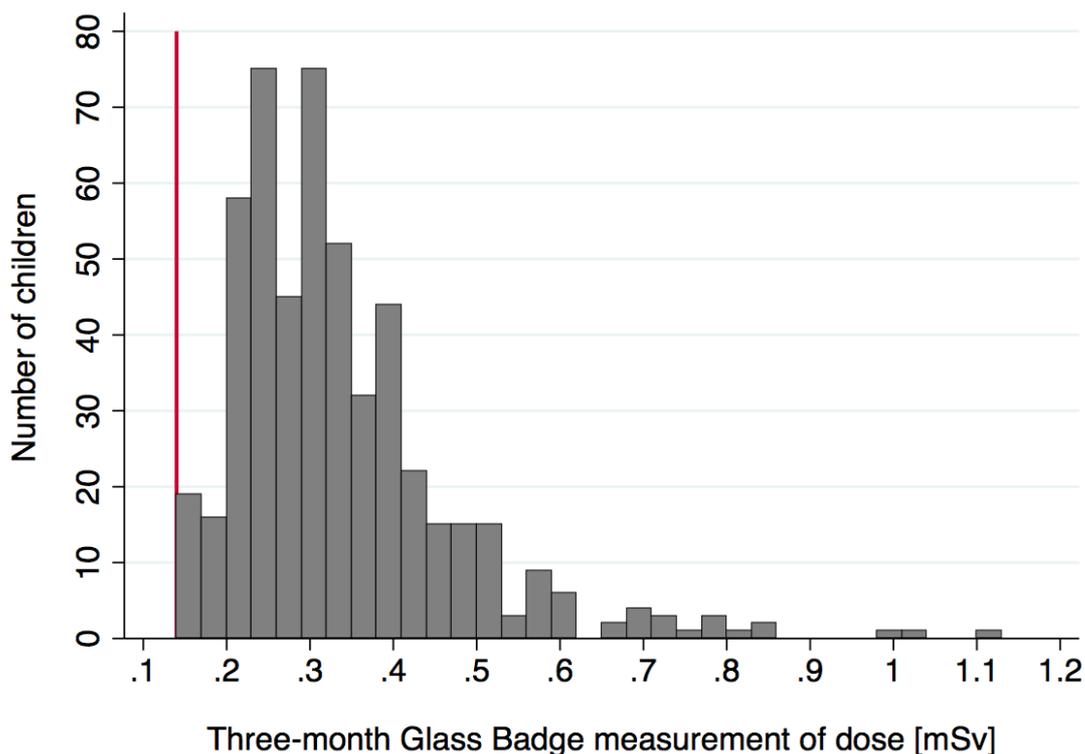


表1：Tobit 回帰分析結果（日常生活様式と外部被ばく量の関係）

変数	調整済み相対リスク（95%信頼区間）	P 値
空間線量		
自宅前 [$0.1 \mu\text{Sv/h}$]	1.10 (1.08–1.12)	<0.001
学校の校庭 [$0.01 \mu\text{Sv/h}$]	1.02 (1.00–1.03)	<0.05
生活様式		

クラス内の座席位置		
窓側	1.00 (参照)	
中央	0.90 (0.84–0.97)	<0.01
通路側	0.95 (0.87–1.03)	0.20
決まっていない	0.95 (0.85–1.07)	0.41

その他調整済み変数（有意ではない）=基礎情報（年齢、性別、学校レベル）、生活様式（通学時間、通学方法、一週間の屋外授業数、屋外スポーツクラブの所属の有無、放課後の屋外での活動時間、週末の屋外での活動時間）

III. 考察

- 自宅や学校等、普段長時間いる場所の空間線量には、被ばく量と統計的有意な依存関係が見られた。
- 一方で、外出時や通学時等の屋外で活動時間には、被ばく量に統計的有意な依存関係は見られなかった。
- これらが意味することは、1日の中で長時間生活する場所の線量が、被ばく量の決定要因であり、例えば通学や外出時、屋外でのクラブ活動等、短時間の屋外活動は被ばく量には大きく影響しない、という可能性を示唆している。
- 解析対象となった児童のうち、約40%の児童が親は、通学中の被ばくが最もリスクが高いと考えており、また小学生のうち80%の児童の親は子供たちを車で送り迎えする等、本研究の結果は、地元の被ばくりスクに関する懸念とは、対照的な結果を示した。
- 解析対象となった児童のうち、84%が通学時間30分未満、88%が放課後の屋外での活動時間1時間以内、86%が週末の屋外での活動時間2時間以内と、全体的に屋外にいる時間は少なかった。ゆえに、屋外活動時間がさらに多い地域においては、屋外活動に関連する生活様式と被ばく量との間に、統計的有意な依存関係が生じる可能性は否定できない。

IV. 発表雑誌

発表誌：Journal of Radiation Research

発表日：11月26日オンライン版

リンク：<http://jrr.oxfordjournals.org/content/early/2015/11/25/jrr.rrv051.full>

論文題目：Dependence of radiation dose on the behavioral patterns among school children: a retrospective analysis 18 to 20 months following the 2011 Fukushima nuclear incident in Japan

著者：野村周平¹、坪倉正治²、古谷知之³、早野龍五⁴、上昌広⁵、金澤幸夫²、及川友好²

著者所属

1：インペリアル・カレッジ・ロンドン公衆衛生大学院 疫学統計教室

2：南相馬市立総合病院

3：慶應義塾大学 総合政策学部 総合政策学科

4：東京大学大学院理学系研究科

5：東京大学医科学研究所 先端医療社会コミュニケーションシステム 社会連携研究部門

V. 用語解説

（注1）Tobitモデル

被説明変数（本研究においては外部被ばく量）がある限られた範囲の値しか取らない状況に用いられる解析モデルの一つ。本研究で使用されたガラスバッジデータは、地面から受ける自然由来の被ばく0.14 mSv/3ヶ月をデフォルトで含むため、左側打ち切りのデータ（0.14mSv/3ヶ月以上）である。

（注2）重回帰分析

本研究においては、外部被ばく量に影響しうる様々な要因の影響を調整・排除した上で、日常生活様式の被ばく量に対する独立した影響を見る分析手法。