

# 福島における環境放射線の測定活動 —京大原子炉実験所福島事故検証チームの支援—

百田 佐多生<sup>1\*</sup> 石原 健太<sup>1</sup> 高橋 宏彰<sup>1</sup> 手槌 聡<sup>1</sup>

山口 上陽<sup>1</sup> 谷垣 実<sup>2</sup> 奥村 良<sup>2</sup>

(受領日：2014 年 3 月 28 日)

<sup>1</sup> 高知工科大学環境理工学群  
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

<sup>2</sup> 京都大学原子炉実験所  
〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西2丁目

\* E-mail: momota.sadao@kochi-tech.ac.jp

**要約：**2012 年度から、環境理工学群で放射線教育が開始された。座学や実習で得た知識をより深めるために、京都大学原子炉実験所福島事故検証チーム（以下 検証チーム）が福島で取り組んでいる研究活動に学生と指導教員が参加し、福島原発事故の影響に関する調査活動を実施した。活動目的は、検証チームが KURAMA-II で測定したバス路線での線量率と路線周辺の土地利用等の関係を調査することである。興味深い地点を選び、NaI サーベイメータで周辺の線量率を測定するとともに地形や土地利用など周囲の状況を調査した。路線バスを運行している福島交通株式会社を訪問し、KURAMA-II による線量率測定を体験した。調査結果をまとめて発表し、検証チームと意見を交換して理解を深めた。現地の方と交流する機会もあり、参加学生は現地の実情や解決すべき問題点に関して考える良い機会となった。本稿では、福島市内での活動内容と、得られた成果について報告する。

## 1. はじめに

平成 25 年度から環境理工学群で環境プログラムが立ち上がり、これに先だって平成 24 年度から放射線に関する実習を含む科目<sup>1)</sup>が開講された。2011 年に起きた福島原子力発電所の事故の影響は、今後数十年に及ぶことが予想される。この問題の解決のためには、単に放射線や放射性物質に関する基礎知識を有するだけでなく、原発事故で放出された放射性物質が環境に与える影響を現場での測定を通じて学ぶことが重要となる。従って、上記の科目に加えて、現地での環境放射線の測定や生活環境を体験するフィールドワークの実施が望まれていた。

原発事故によって放出された放射性物質が環境に及ぼす影響を知るために、福島県を中心とする東日本で航空機を使った線量率分布が測定された。しか

し、この測定は原発事故の影響を受けた地域の人々が、安全にかつ安心して生活するためには不十分である。生活圏における線量率をよりきめ細かく、かつ定期的に測定し、即時に公開することが重要である。京都大学原子炉実験所の福島原発事故検証チーム（以下 検証チーム）は、線量率と位置を自動的に測定し Web 上で即時に公開できる KURAMA-II<sup>2)</sup>を開発し、生活圏内を定期的に走行する路線バスに搭載して実証実験を行ってきた。この実証実験によって、線量率の空間的な分布やその 1 日ごとの経時変化が明らかになってきた。例えば、線量率は同じ地区の中で一定であるとは限らず、局所的に線量率が高い地点が存在することが分かった。場所によって線量率が変化する要因は、局所的な地形や土地利用の違いにあることが推察された。そこで、検

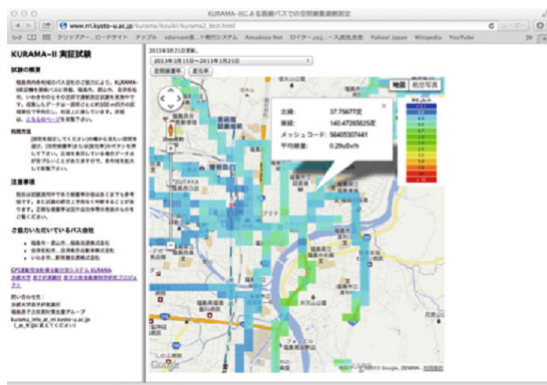


図 1. 路線バスに搭載した KURAMA-II による線量率の測定例<sup>1)</sup>



図 2. バス路線周辺での線量率測定の様子

証チームは KURAMA-II で測定された線量率と地形や土地利用の相関を現地で調査する必要が生じ、現地で調査活動の支援を全国に向けて募集した。

高知工科大学の百田グループはこの呼びかけに応じ、学部学生とともにこの支援活動に参加した。福島に滞在し、支援グループと協力して福島市内のバス路線で線量率と地形・土地利用の相関を調査するフィールドワークを実施した。本報では、福島における研究支援活動の内容と、その成果について報告する。

## 2. 活動内容

研究支援活動のために、4 名の学部学生（石原、高橋、手槌、山口：以下、学生と表記）と指導教員（百田）が 8 月下旬の 3 日間福島市内に滞在した。この章では、活動内容を説明する。

### 2.1 調査活動の打合せ

百田グループの 5 名は福島到着後に宿泊場所に集合し、支援チーム（谷垣、奥村）から調査内容の説明がなされた。このあと、支援チームから百田グループに線量率測定のための NaI サーベイメータと、位置測定のための GPS 装置が貸与された。Web 上で確認できる KURAMA-II の測定結果（図 1）を基に、学生が調査地点を決定した。線量率のふるまいが特徴的（周囲に比べて線量率が高い、あるいは線量率の時間変化が特徴的）な地点を見つけ出し、調査を行う地点とした。なお、2012 年の 12 月と 2013 年の 8 月の 2 回の測定結果を参考にした。

### 2.2 バス路線周辺における調査活動

百田グループは福島到着からの二日間で、KURAMA-II の測定結果を基に決定した計 7 カ所で現地調査を実施した。調査地点間の移動のために、レンタカーを使用した。GPS 装置を用いて調査地

点を約 10m 以内の精度で決定し、学生が NaI サーベイメータを用いて線量率を測定した。図 2 のように、GPS 装置で位置を確認しながら、地表から約 1m の高さで線量率を測定した。線量率の測定に加えて、調査地点周囲の地形や土地利用の様子を写真等で記録した。また、学生は線量率の測定の向きや測定地点の移動によって線量率が変化することを確認し、記録した。

### 2.3 福島交通本社の訪問

調査活動の合間に、KURAMA-II の検証試験を検証チームと協力して実施している福島交通の本社を訪問した。同社の武藤副社長と猪股総務部長から、路線バスを利用した線量率のモニターに関して説明を受け、こちらからの質問にも回答していただいた。さらに、KURAMA-II が搭載された路線バスに試乗し、会社の周囲で試験走行をしていただいた（図 3(a)）。この走行中に KURAMA-II を稼働させ、インターネットを介して測定結果がオンラインで処理され公開されている様子を体験することができた（図 3(b)）。

### 2.4 調査結果の発表・議論

7 カ所での調査終了後、学生は宿泊場所に戻って調査結果をまとめた。4 名の学生が協力して発表資料を作成し、検証チームの前で発表した（図 4）。線量率の測定結果と地形・土地利用を関連づけ、線量率の局所的な特異性や時間変化を引き起こす要因を推察して説明した。発表後に検証チームと議論をし、調査結果を理解する新しい観点や新たな課題を見いだすことができた。学生は大学に戻った後、考察をさらに深め、支援活動の成果として個別に報告書を作成した。



(a) 路線バスに乗り込もうとしている参加学生と支援チーム



(b) 試験走行している路線バス中での KURAMA-II の動作の体験

図 3. 路線バスに搭載された KURAMA-II の動作の体験



(a) KURAMA-II による測定結果



(b) トンネル入口付近での調査活動

図 5. 絵馬平トンネル付近における調査



図 4. 検証チームの前での調査結果の発表

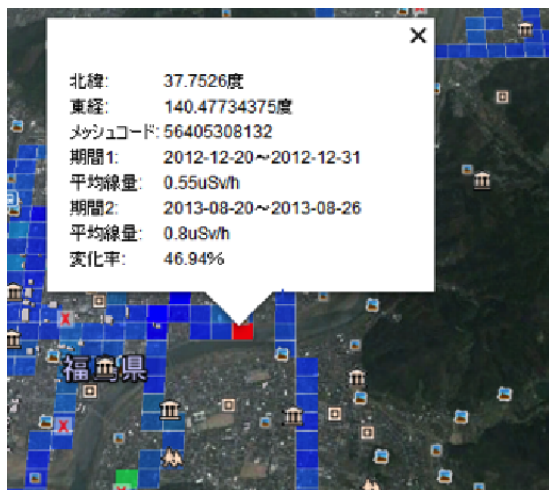
### 3. 活動で得られた成果

生活圏内における線量率の分布とその経時変化は、環境中での放射性物質の移動によって説明される。地形や気候など自然的要因と、土地利用など人為的要因に分類して議論することができる。この章では、それぞれの要因の影響が強いと考えられる2カ所の調査結果に関して述べる。また、調査活動後に立ち寄った果物販売所でのことを番外編として書き記す。

#### 3.1 絵馬トンネル付近での調査結果

福島市の南東部に位置する絵馬平トンネル周辺で調査を実施した。この地点を選択した理由は、KURAMA-II で測定した線量率（図 5(a)）が周囲よりも高く（ $\sim 0.5\mu\text{Sv/h}$ ）、2回の測定で時間変化が小さい（ $-2.56\%$ ）ためである。

トンネルの入口付近の歩道で測定したところ、線量率が  $0.6\mu\text{Sv/h}$  となり KURAMA-II の測定結果とほぼ一致した。入口からトンネル内部に向かって下り傾斜があるため、放射性物質が路上に存在したとしても雨水によって流されるために周囲よりも線量率が高くなることは考えにくい。実際にトンネル内の線量率は  $0.06\mu\text{Sv/h}$  と低くなった。この地点は、図 5(b) から分かるようにトンネル入口面と道路左右の斜面で囲まれた窪地になっていた。そこで、斜面上部に登り樹木が植生している地点で線量率を測定したところ、 $0.9\mu\text{Sv/h}$  と高い値になった。検証チームから、KURAMA-II は線量率測定に関して指向性がないことを助言された。これは、下方（道路上）からの放射線だけではなく、上方（斜面）から



(a) KURAMA-II による測定結果



(b) バス駐車場周辺での調査活動

図 6. 路線バスの駐車場付近での調査

くる放射線も測定することを意味する。以上の事から、絵馬平トンネル入口付近で線量率が周囲に比べて高い原因は、道路を取り囲む斜面に存在する放射性物質であると考えられる。特に、斜面に植生している常緑樹に放射性物質が沈着しているとすると、雨などによる放射性物質の移動は少ないために、線量率の変化が小さかったことも理解できる。この地点では、地形や植生などの自然的要因が線量率の測定結果を理解するのに重要な要因であると考えられる。

### 3.2 路線バスの駐車場付近での調査結果

阿武隈川の堤防沿いに位置する路線バスの駐車場付近で調査を実施した。この地点を選択した理由は、KURAMA-II で測定した線量率（図 6(a)）が周囲と比較して局所的に高く、8ヶ月間で  $0.55\mu\text{Sv/h}$  から  $0.80\mu\text{Sv/h}$  へ約 50 % も増加したためである。

バス路線の道路脇で測定したところ、線量率が  $0.3\mu\text{Sv/h}$  となり KURAMA-II の測定結果より小さい



図 7. バス洗車機脇の泥溜めからの線量率測定

値となった。しかし、バス路線と土手の中間にある路線バス駐車場周辺（図 6(b)）では線量率が  $0.8\sim 1.0\mu\text{Sv/h}$  に増加し、KURAMA-II の測定と一致する値になった。さらに土手を越えて阿武隈川河畔で測定すると、線量率が約  $0.4\mu\text{Sv/h}$  に減少した。以上の結果より、この地点での局所的な線量率の上昇は、土地利用（バスの駐車場）に起因するものであると推察できる。特に以下の理由から、バスに付着した放射性物質が原因であると考えられる。

福島交通本社を訪問した際、路線バスによる放射性物質の移動に関して説明を受けた。これは、路線バスが放射性物質分布の濃度が高い地域を走行すると、タイヤや車体に放射性物質が付着し、移動させる現象である。本社内にバスの洗車機があり、その脇には洗車によってバスのタイヤや車体表面から洗い流された泥が堆積していた。この泥溜めからの線量率を測定したところ、図 7 のような状態で  $3\mu\text{Sv/h}$  と高い線量率を示した。ただし、これは非常に局所的な現象であり、泥溜めから 1 m 程度離れると急激に線量率は減少した。これらのことから、この地点では、土地利用と言った人為的要因が線量率の測定結果を理解するのに重要な要因であると考えられる。

### 3.3 果物販売所で

調査活動終了後の滞在最終日に、福島市内の果物販売所に立ち寄った。福島は果実の栽培で有名であり、この時期に出荷される桃を購入した。店内には放射線量測定結果報告書が置かれ、Ge 半導体検出器で測定した放射性物質の含有量が果実の種類ごとに記載されていた。当然のことであるが、いずれの果実も  $1\text{Bq/kg}$  程度以下であり、国が定めた一般食品の基準（ $100\text{Bq/kg}$ ）を大きく下回る数値であった。

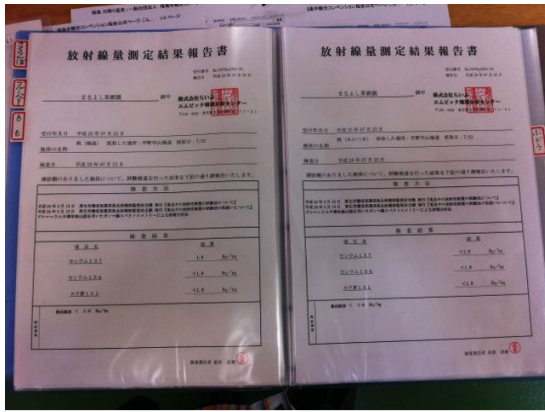


図 8. 果物販売所で見た放射線量測定結果報告書

## 文献

- 1) 百田佐多生, 榎本恵一, “高知工科大学における放射線教育,” 高知工科大学紀要, Vol. 10, pp. 201–205, 2013.
- 2) M. Tanigaki, “Development of a Carborne Survey System, KURAMA.” Radiation Monitoring and Dose Estimation of the Fukushima Nuclear Accident, Springer, pp. 67–77, 2014.

## 4. まとめ

高知工科大学の4名の学生と指導教員が検証チームと協力し、福島市内で線量率分布に関する調査活動を実施した。この調査活動を通じて、線量率の挙動が地形や土地利用と関連があることが分かった。参加した学生は、座学や大学構内の実習では得がたい、貴重な経験を得られた。現地調査を通じたKURAMA-IIの測定結果を理解する試みは始まったばかりであり、他の特徴的な地点でも同様な調査が必要である。高知工科大学からも、継続的にこの研究支援活動に関わっていきたいと思っている。

調査活動は生活圏内で実施され、福島市内で生活している人々の様子をうかがい知ることもできた。日常と非日常が同居していた。路上の人々の光景は高知とあまり変わることがなく、川沿いの土手をランニングしている人も見かけた。一方、時折見かけたモニタリングポストは、高知より高い数値の線量率を表示していた。また、除染活動の現場に遭遇することもあった。福島滞在の全期間を通じて個人線量計で被曝線量を測定し、約二日間分の積算被曝線量は $4\sim 5\mu\text{Sv}$ であった。この積算値を時間あたりで平均すると約 $0.1\mu\text{Sv/h}$ となり、高知での値の約2倍の値となった。

最後に、宿泊した松島屋旅館には、大変お世話になった。百田グループと検証チームの打合せや測定結果の発表のために、広間の使用に関して便宜をはかっていただいた。朝食や夕食では、地元の新鮮な素材を使った料理を心行くまで楽しませていただいた。この場を借りて、感謝の意を表したい。

# Measurement of Environmental Radiation at Fukushima — Activity to Support KURRI Support Team for Fukushima —

Sadao Momota<sup>1\*</sup>   Kenta Ishihara<sup>1</sup>   Hiroaki Takahashi<sup>1</sup>   Satoshi Tezuchi<sup>1</sup>  
Takaharu Yamaguchi<sup>1</sup>   Minoru Tanigaki<sup>2</sup>   Ryo Okumura<sup>2</sup>

(Received: March 28th, 2014)

<sup>1</sup> School of Environmental Science, Kochi University of Technology  
185 Tosayamadacho-Miyanokuchi, Kami, Kochi, 782–8502, JAPAN

<sup>2</sup> Research Reactor Institute, Kyoto University  
2 Asashiro-Nishi, Kumatori-cho, Sennan-gun, Osaka 590–0494, JAPAN

\* E-mail: momota.sadao@kochi-tech.ac.jp

**Abstract:** A training class of radiation has started at school of environmental science since last school year. In order to obtain additional skills and understandings, four students and their supervisor joined the research activity of Kyoto University Research Reactor Institute support team for Fukushima (KURRI-team). The purpose of the activity was to find relation between air dose rate, which was observed by KURAMA-II mounted on local bus, and land use or geological features. We have investigated air dose rate, measured by use of NaI survey meter, and other features on and around selected several points on a route of local bus in Fukushima city. We visited Fukushima Transportation, Inc., which operates the local bus, and experienced the demonstration of KURAMA-II system mounted on a local bus. After the field research, students summarized obtained results and had a discussion with KURRI-team for further considerations. The contact with local people has provided us recognition of actual conditions and problems for people living in Fukushima. In this article, research activities and obtained results are described.