

あらまし

国際研究産業都市構想による復興を目指す地区において、環境放射線の状況や住民（帰還者）の被曝情報を最小限の負担で効率的にモニタし、医療による住民の健康管理に直結させるシステムを構築する。集約される放射線データや被曝データを医療情報や防災情報等と有機的に結合して、帰還住民の健康管理や地域の環境放射線対策に役立て、住民や労働者が安心して生活できる町を作り上げることを目指す。提案されている「国際産学連携拠点」においても、このような集約放射線データを活用した放射線安全や住民健康確保（医学等）の研究を進めることを期待する。

1. 本提案の考え方

復興を目指す地区においては、①産業や研究所等の誘致、②生活インフラの充実、等が重要であるが、汚染から回復した地域において生活を営む帰還住民の健康管理が充実していなければならない。除染作業の完了後も、汚染状況の経時的変化、ホットスポットの存在、他の線量が高い地区への行き来など、住民の放射線影響に対する心配は長期に継続すると考えられる。住民が、常に自分たちの状況を把握できること、不測の事態が発生してもそれを速やかに検知し、必要な対策を講じる事ができる体制が安心の本質である。

これを実現するためには、

- ・ 復興地区およびその周辺の環境中の放射線の推移を的確に把握する
- ・ 働く人が労働環境で受ける放射線被曝を正確に把握する
- ・ そこで暮らす人たちの個人被曝線量を個人単位でまた集団として追跡する
- ・ これらのデータを総合し個人被曝線量の低減のための効果的な環境放射線対策を行う
- ・ 個人被曝線量を傷病履歴や健康診断結果などの医療データと結びつけ、生まれてから亡くなるまでの一貫した健康管理体制を構築する

ことが重要であり、復興地区の街設計において、産業誘致や地区のインフラ整備の一環として、このような機能を地区全体に設置することが望まれる。すなわち、放射線状況や住民の被ばくに関するこのようなデータを自動的に集積する仕組みを、復興する町と一体で構築するという考え方である。なお、当該地区に国際産学連携拠点を設置できれば、ここに、癌治療や癌を早期に検出するための医療研究の場を設けて、このような放射線のビッグデータと医療研究を連携させ、住民の健康増進と医学研究の推進の両者を推進することを期待する。

放射線データの利用と展開については、参考概念図を参照のこと。

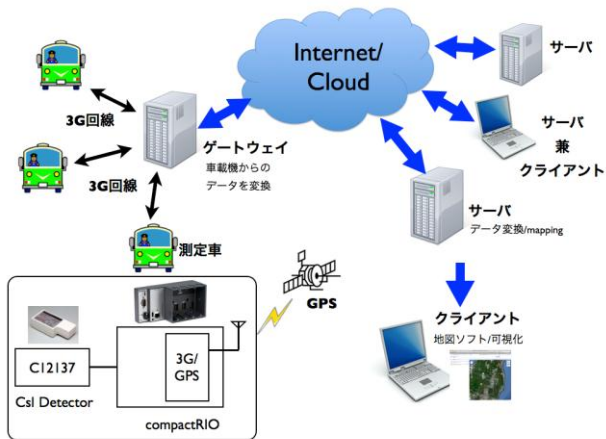


図1 (左) KURAMA-II のシステム構成図。(右) 路線バスに設置される KURAMA-II。

2. システムの実績

京都大学原子炉実験所では GPS 連動型連動型放射線自動計測システム KURAMA の開発に続き、完全自動測定やエネルギースペクトル測定などの追加機能を搭載した KURAMA-II を開発し、様々な用途への展開を図って来た。KURAMA は、事故直後より福島県生活環境部の協力を得て、県内の測定に使用され、また、文科省の線量マップ作成にも多く使われてきた。KURAMA-II については、生活圏に密着した連続的な環境放射線モニタリングシステムとして、現在、路線バスなど生活圏で定常的に運行される移動体に搭載され、今も、運行中に全自動の測定を行っている。データはリアルタイムにネットワーク経由で共有できるようになっている。これにより、自治体等に特段の負荷をかける事なく継続的・面的に詳細な生活圏内の環境放射線の監視が行えるようになっている。

また、個人線量被曝の追跡についても、個人が超小型の線量計を携帯し、被曝線量が、位置情報 (GPS) や時刻とともに自動的にネットワークで集約されるシステムを開発中である。これにより、個人の行動に伴う被曝線量の経緯が全自動で確認できる。既存の他の手法では、線量計を読み出した上で、データを観ながらカウンセラーが被曝のあった時の状況を問診で確認する方法がとられているが、データの信頼性や手間がかかるという問題がある。提案する方法は、特に、どこで何をしていたかを十分覚えていないような子供にも適用でき、データ読み取り等の手間がかからない。開発中の装置は、個人被曝線量をその行動と共に、全自動で測定できる超小型のシステムである。線量測定センサーと回路の設計はすでに完成し、実証試験までを終了している。



図2 開発中の KURAMA-micro のコンセプト。低消費電力化・小型化を図った KURAMA-II 的な存在。

3. 提案する枠組み

生活圏における環境放射線を移動しながらモニタする KURAMA-II と、そこで暮らす住民の個人被曝線量を移動記録と共にモニタする個人用システムを組み合わせ、復興地区に低コストできめの細かいモニタリング体制を構築する。この結果を医療機関や防災機関と共有し、個人や集団の健康管理や被曝履歴、除染活動の最適化、効果の維持、状況の監視に役立てる。

環境放射線のモニタリング（KURAMA-II）

路線バスでの連続モニタリングで実績のある KURAMA-II を他の生活圏内の移動体（定常性や網羅性を考えると、郵便配達のパイクや宅配便の配達車が望ましい）に設置、国際研究産業都市内でのきめ細かいモニタリングを実現する。

個人被曝線量のモニタリング（KURAMA-micro）

個人被曝線量のモニタリングを開発中の個人用システムを活用して実施する。GPS とネットワークを組み合わせているため、他の既存技術（D-shuttle など）と異なり携行者がデータの読み取りや自分の行動履歴のとの照合をする必要はないことから、子供の被曝線量管理に最適である。このデータは、希望する住民の個人の被曝の経緯を詳細に記録し個人の被曝線量評価に利用すると共に、子供たちの行動と被曝量の関係を分析することにより、生活上の適切な指示や注意を与えることができる。さらに、個人の被曝データから、車が入れない場所の地域の放射線状況の精緻化を図ることや、屋内での線量や被曝量測定もできる。産業都市構想で提案されている誘致事業や農作業などでは、働く人達が、工作中的放射線状況や被曝の状況をなるべく正確に測定しておくことが望まれる。業務上の不必要な被曝を低減するためにも利用できる。

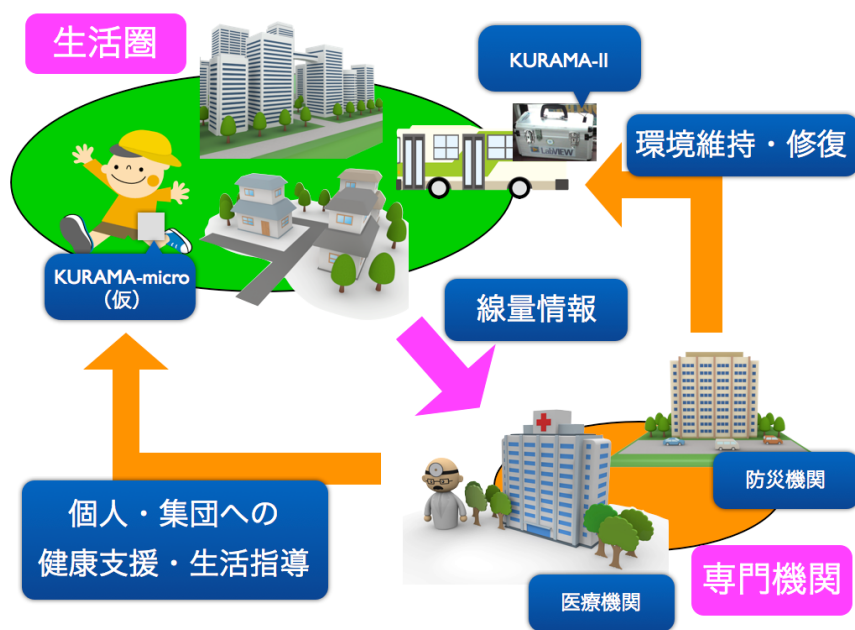


図 3 KURAMA による総合的なモニタリングスキーム。住民や行政への負担が軽い。

4. 医療・防災機関・国際連携拠点とのデータ共有

このようにして得られたデータを医療機関や行政が共有することで、町を挙げての放射線への対策が可能になる。医療機関による都市に住む人たちの個人あるいは集団としての被曝と健康履歴の照合による効果的な健康指導ができる。また、復興地区で人生を過ごす人たちにとっては、生涯に亘る被曝の記録を精緻に記録することで、より丁寧な医療措置を受けることが可能になる。復興地区において放射線被ばくによる癌の増加が生ずる事は極めて考えにくいものの、専門の医療チームが、健康診断と個人の放射線データ「個人データ」を連関させて、住民健康を常に監視し、住民健康の確保に取り組むことは有益である。

さらに、実際の住民の行動に伴う被曝情報と環境放射線のデータを照合すれば、より効果的な除染対策が可能になる。たとえば、比較的空間線量率は低くても滞在時間が長い被曝量が高くなるような場所の除染や被曝低減対策を優先し、線量率が高くても住民の被曝に影響しない場所を後回しに出来る。従来の環境放射線モニタリングに基づき基準値を下回るよう除染をするよりも効果的である。このように、集積データを「ビッグデータ」として町の改善や発展に利用することが期待される。

復興地区に、国際産学連携拠点（多くの研究者が集まって復興や安全等についての研究を共有して進める拠点研究施設）を設置することが期待されるが、ここに、国際的な放射線影響と医療に関わる医者や研究者を招聘し、本提案により蓄積する放射線ビッグデータを利用しながら、治療や研究を進めることは、住民健康の確保だけでなく、世界の放射線安全強化にも貢献できる。

5. 開発の現状

KURAMA-II

すでに実用化され、広く運用されているシステムである。路線バスによる監視体制については、2012年12月より京大のKURAMA-IIによる福島県の主要都市（福島市、いわき市、郡山市、会津若松市）での路線バスモニタリング実証試験が継続しており、その結果は、京大およびJAEAより週単位でまとめられ一般向けに公開されている。

http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/kurama/kouiki/kurama2_test.html（京大）

<http://info-fukushima.jaea.go.jp/joho/>
（JAEA）



図4 京大運用の路線バス搭載 KURAMA-II データが JAEA サイトからも配信中。

現在京都大学、JAEA、福島県の三者共同で、

県全域での本格的な路線バスモニタリング体制を構築しているところである。昨年度、福島県が導入した40～50台程度のKURAMA-IIが県全域の路線バスに配備され、近日中に福島県から一般向けにデータ公開が開始される予定である。

KURAMA-micro（開発中）

四国総合研究所および四国電力と協力し、回路およびプログラムの有効性の確認を目的とした原理検証機を開発済みである。福島市近郊で原理検証で技術的成立性を確認済みである。図6のように概ね傾向は一致するが、県庁（図中○の部分）では屋内にいたため、高めの空間線量率にも関わらず低い線量率になっているなど、個人の行動を反映した被曝線量の評価が出来る。現在名札大程度の大きさに作り込める技術的なめども立っており、試作経費などを確保でき次第具体的な製作に取りかけられる状態にある。



図5 KURAMA-microの放射線検出部。これにGPSや通信モジュール等を組み合わせたものになる。

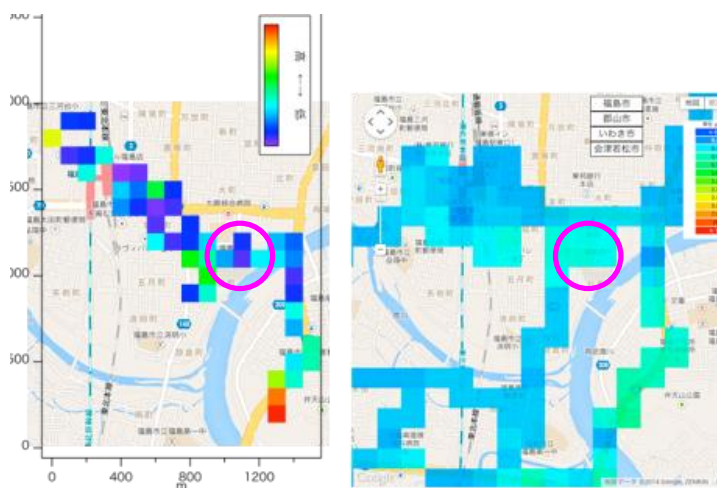
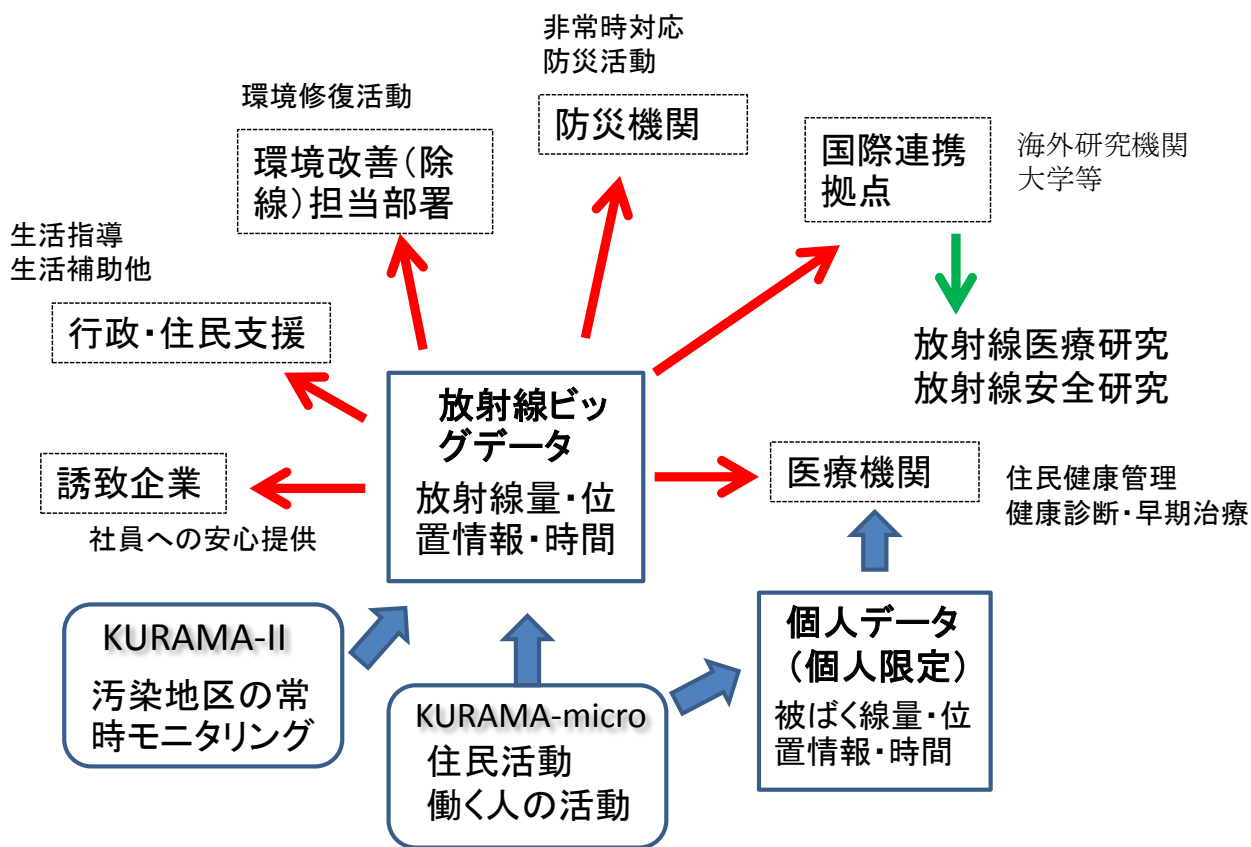


図6 KURAMA-microを福島市内で携行して測定した個人被曝線量(左)と同じ地域の路線バスでの空間線量率(右)。青(紫)が低線量で赤くなるほど高線量。



参考概念図 放射線データ集約とその展開