

2019A745

令和元年度
放射線安全規制研究戦略的推進事業費
(種々の走行モニタリングシステムに係る技術的仕様の調査)
事業報告書

令和2年3月

公益財団法人 日本分析センター

本報告書は、原子力規制委員会原子力規制庁の令和元年度放射線安全規制研究戦略的推進事業における委託業務として、公益財団法人 日本分析センターが実施した「種々の走行モニタリングシステムに係る技術的仕様の調査」の成果を取りまとめたものである。

目次

| | |
|--------------------------------|-----|
| 1. 目的 | 1 |
| 2. 調査実施期間 | 1 |
| 3. 適用範囲 | 1 |
| 4. 対象機器の借用 | 1 |
| 5. 調査方法 | 3 |
| 5.1 仕様の比較 | 3 |
| 5.2 メーカー各社及びユーザーからのヒアリング | 3 |
| 5.3 比較測定 | 4 |
| 6. 調査結果 | 13 |
| 6.1 仕様の比較 | 13 |
| 6.2 メーカー各社及びユーザーからのヒアリング | 62 |
| 6.3 比較測定 | 106 |
| 7. 情報共有検討会の実施 | 173 |
| 参考資料 | 175 |
| A 各走行モニタリングシステムの開発経緯 | 177 |
| B その他の走行モニタリングシステム調査結果 | 183 |
| 参考文献 | 198 |

1. 目的

走行モニタリングシステムを用いた走行サーベイは、東京電力福島第一原子力発電所事故後に実施されているモニタリングにおいて、重要な役割を担っている手法の一つである。原子力災害対策指針（令和元年7月3日）^{1) 2)}の中で、走行サーベイは機動力を活かし、地点が固定されたモニタリングポストのデータを補完する上で、航空機モニタリングと並び有効な手法と位置付けられている。

本調査では、各メーカーより市販され種々存在する走行モニタリングシステムについて、我が国の緊急時モニタリングを含む環境放射線モニタリングの目的を達成するために必要な機能を備えているか及び使用するにあたって留意する点はあるのかを確認することにより、今後国及び地方自治体が調達する際や使用する際の補足情報を取得することを目的とする。

また、緊急時モニタリングの機能の構築を進めている地方自治体にとって本調査により得られる情報の整理は喫緊の課題であることから、安全研究として基礎データを取得する。

2. 調査実施期間

令和元年11月1日～令和2年3月31日

3. 適用範囲

本調査における対象機器は、放射能測定法シリーズNo.17「連続モニタによる環境γ線測定法」（平成29年12月改訂）³⁾に記載されている「可搬型タイプ」の走行モニタリングシステムとした。

なお、従前より広く普及している「固定型タイプ」に関しては、既に基礎データ等の情報が整理されているため、本調査では対象外とした。

4. 対象機器の借用

現在国内で市販され使用実績の多い、表4.1に示した3つの走行モニタリングシステムについて、本調査における対象機器として各メーカーより借用した（図4.1～図4.3）。

表 4.1 本調査における対象機器

| 対象機器 | メーカー |
|-----------|--------------------|
| KURAMA-II | 株式会社 松浦電弘社 |
| ラジプローブ | 株式会社 千代田テクノル |
| RAMPU | 公益財団法人 原子力安全技術センター |



図 4.1 借用した KURAMA-II



図 4.2 借用したラジプローブ



図 4.3 借用した RAMPU

5. 調査方法

5.1 仕様の比較

我が国の緊急時モニタリングの目的を達成することに視点をおき、対象機器の仕様について、以下の項目の比較を実施した。

- | | |
|---------------|---------------------|
| ① システム構成例 | ⑬ 電源仕様 |
| ② 検出器の種類 | ⑭ バッテリー駆動可能時間 |
| ③ システムの大きさ | ⑮ 測定器との接続方式 |
| ④ システムの重量 | ⑯ データ通信方式 |
| ⑤ 検出器の大きさと感度 | ⑰ 蓄積データ容量 |
| ⑥ 線量率の測定単位 | ⑱ 定性機能 |
| ⑦ 測定可能線量率範囲 | ⑲ マッピング機能 |
| ⑧ 測定対象エネルギー範囲 | ⑳ 測定値の表示方法 |
| ⑨ 線量率演算方式 | ㉑ 測定値以外の取得情報 |
| ⑩ 測定時間（測定間隔） | ㉒ アラート機能 |
| ⑪ 各種特性 | ㉓ GPSの測位精度 |
| エネルギー特性 | ㉔ システム稼働環境 |
| 線量率直線性と測定精度 | ㉕ データ蓄積方法 |
| 方向依存性 | ㉖ ファイル出力可否 |
| 温度依存性 | ㉗ ファイル出力時のデータフォーマット |
| ⑫ 車内外補正係数 | ㉘ その他の機能 |

5.2 メーカー各社及びユーザーからのヒアリング

5.2.1 メーカー

仕様の比較を実施するにあたり、表 4.1 に示した 3 メーカーからヒアリングを行い、その情報を調査結果として取りまとめた。

5.2.2 ユーザー

表 5.2.1 に示した 5 ユーザーからヒアリングを行い、ユーザー側の視点にて使い勝手や維持管理等に関する情報を収集し、調査結果として取りまとめた。対象とするユーザーは、国内の環境放射線モニタリングに関するメインユーザーである地方自治体の中から、対象機器を導入している地方自治体を選定した。

表 5.2.1 ヒアリング対象ユーザー

| 対象機器 | ユーザー |
|-----------|------|
| KURAMA-II | 福島県 |
| KURAMA-II | 鳥取県 |
| ラジプローブ | 新潟県 |
| RAMPU | 宮城県 |
| RAMPU | 福井県 |

ヒアリングは以下の項目について実施した。

- ① 導入している走行モニタリングシステムの概要
- ② 測定実施計画
- ③ 測定実施体制
- ④ 測定方法
- ⑤ これまでに取得した測定データ
- ⑥ 維持管理方法（保守対応等）
- ⑦ 使い勝手等に関する意見

5.3 比較測定

4. にて借用した3つの走行モニタリングシステムを1台の車両の車内に設置して走行しながら同時測定を行い、測定結果を比較した。

また、比較測定に使用した各走行モニタリングシステムについては、健全な測定が実施できる状態であることを確認するため、標準γ線源等による感度確認を実施した上で使用した。

5.3.1 走行ルート

走行ルートは、福島県富岡町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯舘村及び南相馬市の帰還困難区域内で最低40 km 及び関東地方において最低200 kmの距離について実施することを基本方針とし、表5.3.1のように設定した。

表 5.3.1 比較測定の走行ルート

| | 測定ルート | 走行距離 |
|------|-----------------------------|----------|
| 1 日目 | 千葉県 ~ 埼玉県 ~ 茨城県 ~ 栃木県 ~ 福島県 | 約 430 km |
| 2 日目 | 福島県内 (帰還困難区域外の周辺区域) | 約 290 km |
| 3 日目 | 福島県内 (帰還困難区域内を中心とした区域) | 約 230 km |
| 4 日目 | 福島県内 (帰還困難区域内を中心とした区域) | 約 160 km |
| 5 日目 | 福島県 ~ 茨城県 ~ 千葉県 | 約 410 km |

5.3.2 走行モニタリングシステムの設置

(1) 使用車両

ワゴン (トヨタ VOXY) (図 5.3.1)



図 5.3.1 比較測定に使用した車両

(2) 走行モニタリングシステムの設置条件

- ①設置位置 : 車両後部
- ②設置高さ : 地上高約1 m
- ③測定器の配置 : 車内に縦の位置関係で並べて設置
- ④測定器の向き : 検出器の鉛直方向が車両右側を向くように設置

設置の様子を図 5.3.2 に示した。

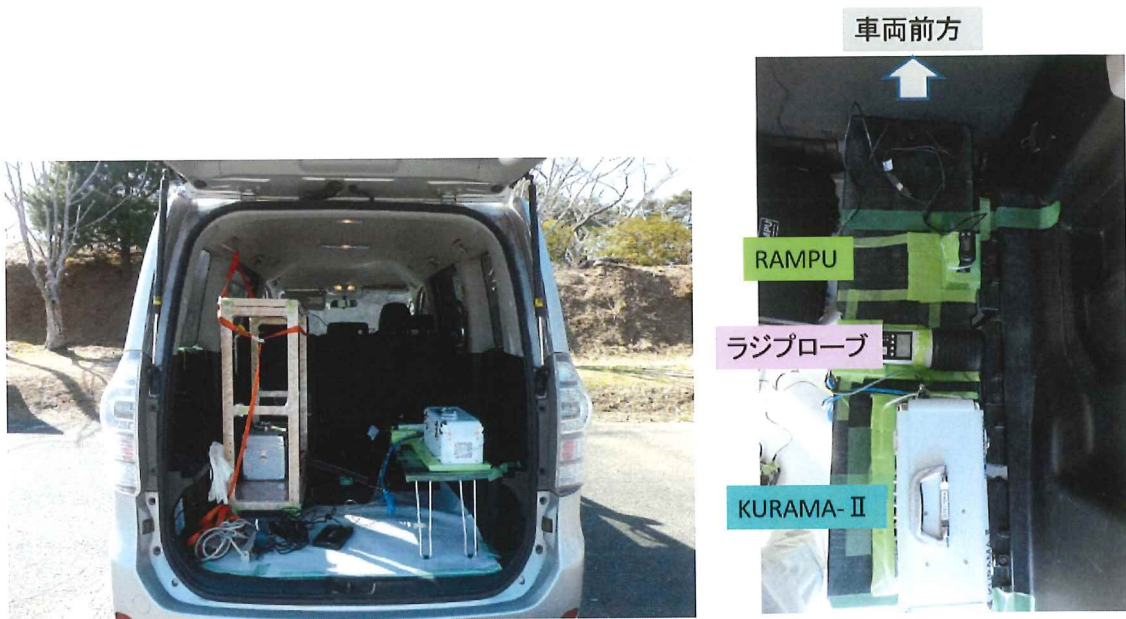


図 5.3.2 設置の様子

なお、車内における走行モニタリングシステムの設置位置の違いが測定値に及ぼす影響を評価するため、バックグラウンドレベルの環境場1地点及び福島県内の高線量率の環境場2地点の合計3地点において、各走行モニタリングシステムの設置位置にNaI(Tl)シンチレーションサーベイメータ（株）日立製作所製TCS-1172）（以下「サーベイメータ」という。）を設置して測定し、測定値を比較した（図5.3.3）。



図 5.3.3 設置位置の違いによる測定値への影響評価の様子

5.3.3 比較測定の実施

(1) 走行モニタリングシステムの測定条件

原則として、借用した機器であらかじめ設定されている測定条件とした。

KURAMA-II : 測定時間 3秒

ラジプローブ : 測定間隔 5秒 (2秒の移動平均値を5秒毎に取得)

RAMPU : 測定間隔 30 m (時速40 km走行の場合、約3秒毎に瞬時値を取得)

(2) 測定方法

原則として、一般道路を走行して線量率を測定した。走行速度は、走行している道路の法定速度以内とした。乗車人数は3名とし、常に同じ位置に乗車した。自動車のガソリン量による測定値への影響をできるだけ小さくするため、過去の調査例⁴⁾を参考にして、ガソリン量が4分の3以下になる前に給油した。

(3) 車内外補正係数評価のための測定の実施

線量率レベルが異なる11地点において、車内外補正係数評価のための定点測定を以下の方法で実施した。測定の様子を図5.3.4に示した。測定実施地点を表5.3.2及び図5.3.5に示した。




- ① 周辺が開けたアスファルト上に停車した状態で、約5分間測定した。
- ② 車両を移動させて、車内に設置した状態と同位置及び同配置で、車外1 m 高さに走行モニタリングシステムを設置し、約5分間測定した。
- ③ 走行モニタリングシステムを車内に戻した後、②と同位置の車外1 m高さに於いて、サーベイメータで測定した。サーベイメータは、時定数を10秒に設定し、時定数の5倍経過後、10秒毎に測定値を5回読み取って平均値を算出した。
- ④ 各地点において車内及び車外で測定した線量率の比から車内外補正係数を算出し、比較測定結果解析のための参考データとした。



図 5.3.4 車内外補正係数評価のための測定の様子

表 5.3.2 車内外補正係数評価のための測定地点

| 測定地点 | | 測定日 | サーベイ メータ 測定値 (μ Sv/h) | 測定の様子 |
|------|--------------------------|------|-------------------------------------|--|
| 1 | 天神岬スポーツ公園駐車場 (檜葉町) | 2月7日 | 0.08 \pm 0.007 |  |
| 2 | 福島県環境創造センター駐車場 (三春町) | 2月4日 | 0.08 \pm 0.005 |  |
| 3 | 前田公民館 (飯舘村) | 2月4日 | 0.22 \pm 0.007 |  |
| 4 | 小宮県道 31 号線沿い (飯舘村) | 2月4日 | 0.40 \pm 0.009 |  |

| 測定地点 | | 測定日 | サーベイ メータ 測定値 (μ Sv/h) | 測定の様子 |
|------|-----------------------------------|------|-------------------------------------|--|
| 5 | 商業施設跡 駐車場 (富岡町) | 2月7日 | 1.06 ± 0.004 |  |
| 6 | 赤宇木国道 114号沿い (浪江町) | 2月5日 | 1.50 ± 0.011 |  |
| 7 | 大柿簡易郵 便局前国道 114号沿い (浪江町) | 2月5日 | 2.33 ± 0.030 |  |
| 8 | 熊町小学校 (大熊町) | 2月6日 | 3.86 ± 0.024 |  |

| 測定地点 | | 測定日 | サーベイ メータ 測定値 (μ Sv/h) | 測定の様子 |
|------|-----------------------------|------|-------------------------------------|--|
| 9 | 夫沢二区地区集会所 (大熊町) | 2月6日 | 4.15 \pm 0.024 |  |
| 10 | 小丸多目的集会所入口 道路沿い (浪江町) | 2月6日 | 5.75 \pm 0.015 |  |
| 11 | やすらぎ荘 (浪江町) | 2月5日 | 6.63 \pm 0.019 |  |



図 5.3.5 車内外補正係数評価のための測定地点⁶⁾

5.3.4 結果の評価

以下の方法で測定結果を解析し、比較した。

- (1) 線量率マップによる比較
- (2) 時系列グラフによる比較
- (3) スペクトルによる比較
- (4) 車内外補正係数の算出及び比較

5.3.5 感度確認試験

比較測定に使用した各走行モニタリングシステムについて、健全な測定が実施できる状態であることを確認するため、以下の方法でCs-137標準 γ 線源による感度確認試験を実施した。KURAMA-IIの感度確認試験の様子を図5.3.6に示した。

- (1) 日本分析センターの照射室内に、走行モニタリングシステムを設置した。
- (2) 検出器の中心から鉛直方向1 mの距離にCs-137標準 γ 線源を設置し、10分間程度、測定した。
- (3) 照射軸上に鉛ブロックを設置して10分間程度測定し、シャドーシールド法により散乱線の寄与分を評価した。
- (4) Cs-137標準 γ 線源を取り外し、10分間程度、バックグラウンド測定を実施した。
- (5) Cs-137標準 γ 線源の照射線量率成績値と測定値（正味値）の比から感度を算出した。



図5.3.6 KURAMA-IIの感度確認試験の様子

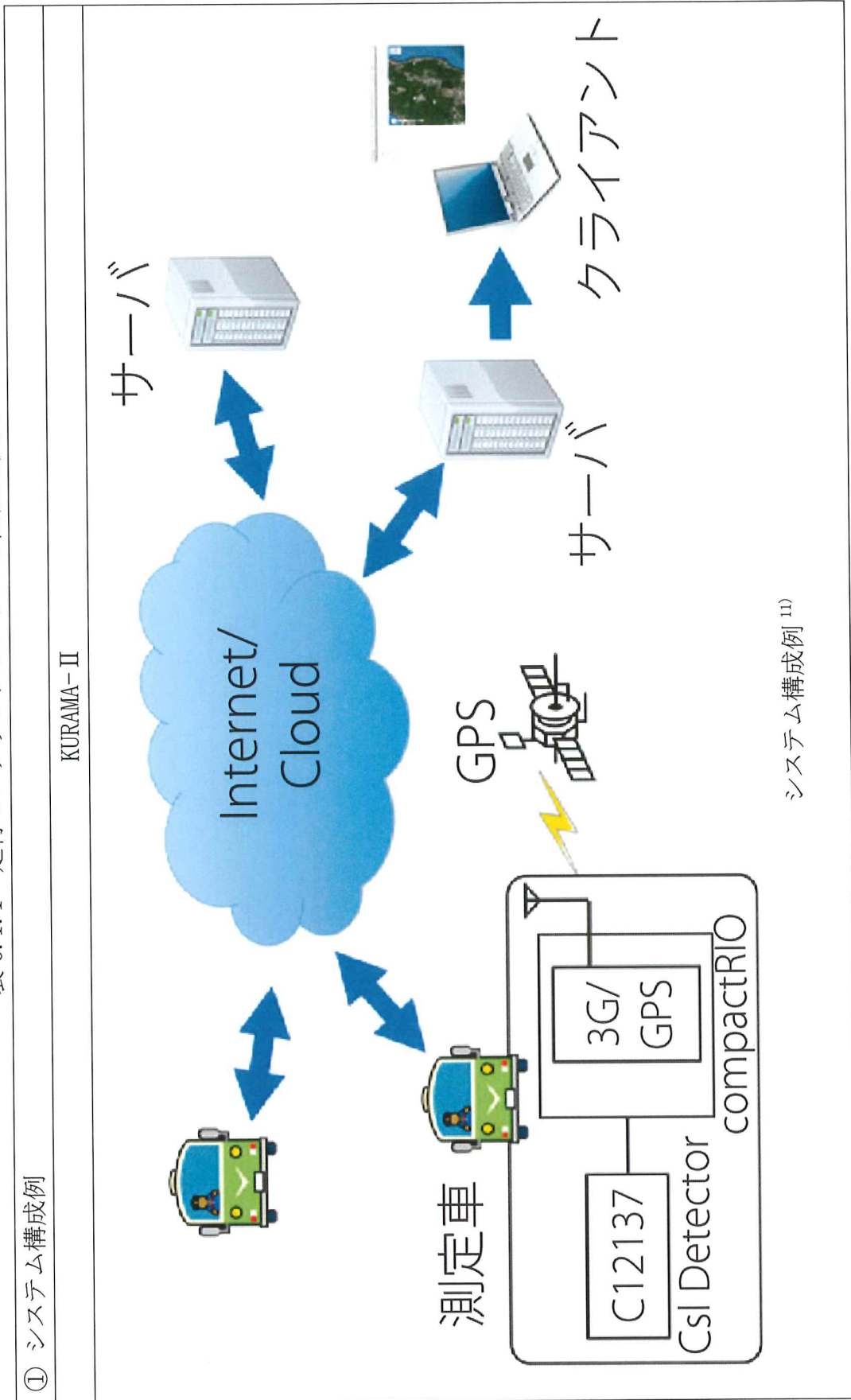
また、緊急時初期のモニタリングにおける対象放射性核種の一つである I-131 に対する感度を確認するため、I-131 に近いエネルギーの γ 線を放出する Ba-133 標準 γ 線源を用いて、基準電離箱線量計との比較による感度確認試験を実施した。

6. 調査結果

6.1 仕様の比較

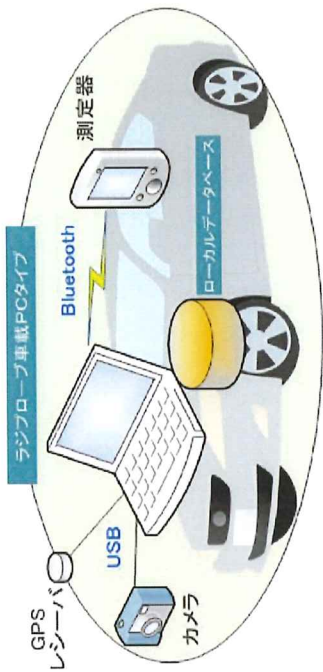
対象機器の仕様について、表 6.1.1 に取りまとめた。表 6.1.1 は原則として参考文献に記載したメーカーからの提供資料等^{6)~9)}に基づいて作成した。メーカーからの提供資料等以外からの転載等については表 6.1.1 中に個別に引用を示した。

表 6.1.1 走行モニタリングシステムの仕様比較表



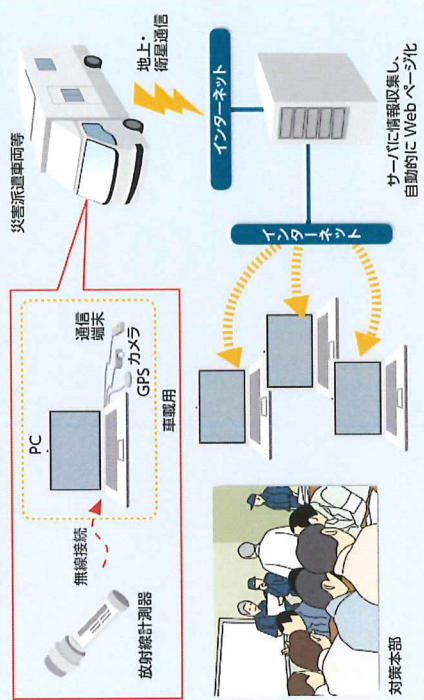
① システム構成例

ラジプロローブ

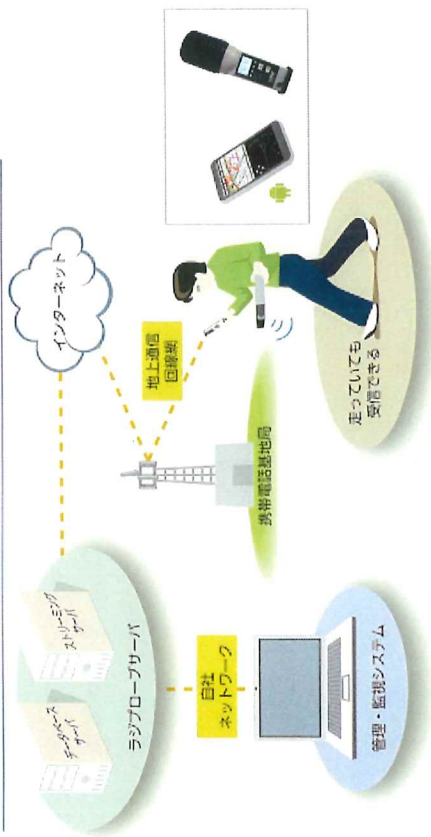


車載PCタイプのシステム構成例

ラジプロローブシステムの基本的構成



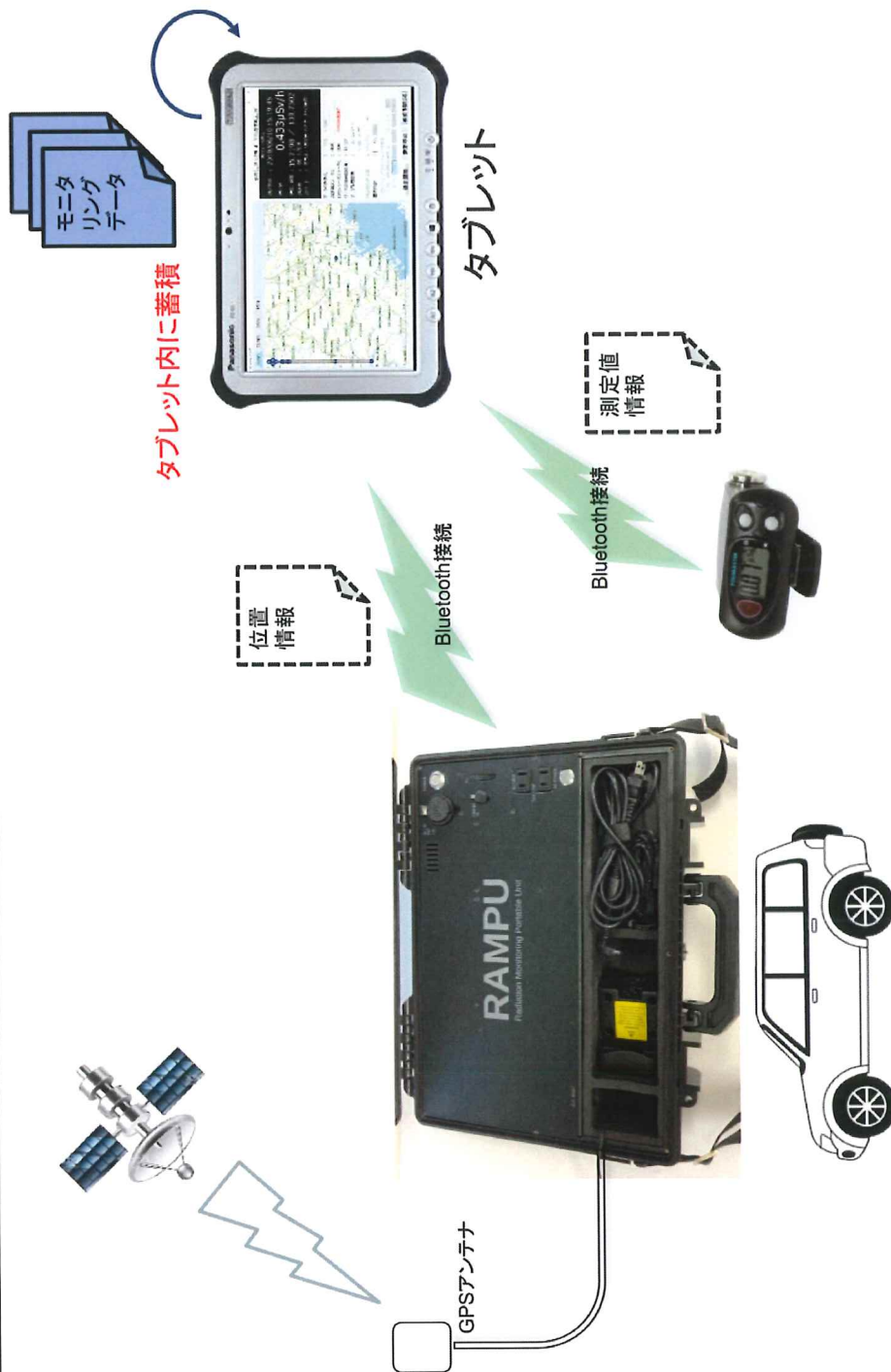
ラジプロローブシステムの基本的構成



サーバタイプのシステム構成例 (左: PC版、右: Android版)

① システム構成例






RAMPU









システム構成例

| ② 検出器の種類 | | |
|--|---|---|
| KURAMA-II | ラジプロローブ | RAMPU |
| 浜松ホトニクス製 C12137 シリウス ・ CsI (TI) シンチレータ C12137-01 (低線量率測定用)  | MIRION Technologies 製 HDS-101GN ・ CsI (TI) シンチレータ (低線量率測定用) ・ シリコン半導体 (高線量率測定用) ・ LiI (Eu) シンチレータ (中性子測定用)  | Polimaster 製 PM1703MO-1B ・ CsI (TI) シンチレータ (低線量率測定用) ・ GM 計数管 (高線量率測定用)  |
| C12137-00 (高線量率測定用)  | | MIRION Technologies 製 HDS-101G ・ CsI (TI) シンチレータ (低線量率測定用) ・ シリコン半導体 (高線量率測定用)  |





| ③ システムの大きさ | | |
|---|--|---|
| KURAMA-II | ラジプロローブ | RAMPU |
| <p>【本体】 W345 × H175 × D175 mm</p>  <p>【車載監視端末】(必要に応じて) (例) タブレット (TOUGHPAD) W203 × H18 × D132 mm</p> | <p>【本体 (測定器)】 78 φ × 280 mm</p>  <p>【車載端末 : PC】 (例) ノート PC (Let's note) W284 × H25 × D204 mm</p> <p>【車載端末 : スマートフォン】 (例) スマートフォン (SH-01K) 約 144 × 72 × 8.6 mm</p> | <p>【本体】 W460 × H340 × D150 mm</p>  <p>【測定器】 PM1703M0-1B (本体に内蔵可能) 75 × 35 × 98 mm</p> <p>HDS-101G (本体外に設置) 78 φ × 280 mm</p>  |

| ④ システムの重量 | | |
|---|--|--|
| KURAMA-II | ラジプローブ | RAMPU |
| <p>【本体】 約 3.5 kg</p>  <p>【車載監視端末】（必要に応じて） （例） タブレット（TOUGHPAD） 約 0.5 kg</p> | <p>【測定器】 約 1.5 kg</p>  <p>【車載端末：PC】 （例） ノート PC (Let's note) 約 1.1 kg</p> <p>【車載端末：スマートフォン】 （例） スマートフォン (SH-01K) 約 0.15 kg</p> | <p>【本体】 PM1703M0-1B 約 7.5 kg</p>  <p>【本体+測定器】 HDS-101G 約 9 kg</p>   |

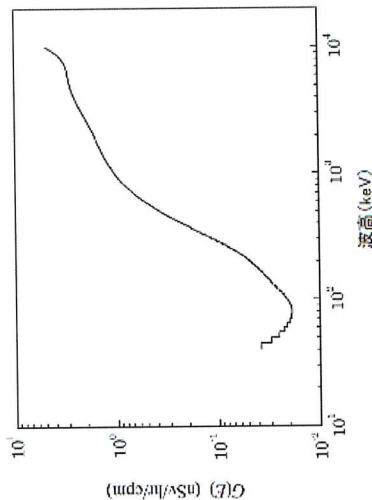
| ⑤ 検出器の大きさと感度 | | RAMPU |
|---|--|---|
| KURAMA-II | ラジプロローブ | PMI703MO-IB |
| C12137-01 (低線量率測定用) ・CsI(Tl)シンチレータ： 38 × 38 × 25 mm 感度 Cs-137：670 cps / (μ Sv/h)  | HDS-101GN ・CsI(Tl)シンチレータ： 50φ × 50 mm 感度 Cs-137：1400 cps / (μ Sv/h) ・シリコン半導体：38φ × 2 mm 感度 Cs-137：0.03 cps / (μ Sv/h) ・LiI(Eu)シンチレータ： 38φ × 3 mm 感度 Cf-252 0.05 cps / $n \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$  | ・CsI(Tl)シンチレータ： 11 × 12 × 30 mm 感度 Cs-137：> 100 cps / (μ Sv/h) Am-241：> 200 cps / (μ Sv/h) ・GM計数管：196 mm ³ 感度 Cs-137：0.3 cps / (μ Sv/h)  |
| C12137-00 (高線量率測定用) ・CsI(Tl)シンチレータ： 13 × 13 × 20 mm 感度 Cs-137：70 cps / (μ Sv/h)  | | HDS-101G ラジプロローブのHDS-101GNと同様  |

| ⑥ 線量率の測定単位 | | |
|--|---|---|
| KURAMA-II | ラジプローブ | RAMPU |
| C12137-01、C12137-00 周辺線量当量率 $\mu\text{Sv/h}$ 空気吸収線量率 $\mu\text{Gy/h}$ | HDS-101GN 周辺線量当量率 $\mu\text{Sv/h}$ | PM1703M0-1B 周辺線量当量率 $\mu\text{Sv/h}$ |
|  |  |  |
| | HDS-101G 周辺線量当量率 $\mu\text{Sv/h}$ |  |

| ⑦ 測定可能線量率範囲 | | |
|--|---|--|
| KURAMA-II | ラジプロローブ | RAMPU |
| C12137-01 (低線量率測定用) ・ CsI (Tl) シンチレータ : 0.001 ~ 300 μ Sv/h 0.001 ~ 250 μ Gy/h  | HDS-101GN ・ CsI (Tl) シンチレータ : 0.01 ~ 100 μ Sv/h (Cs-137) 0.01 ~ 30 μ Sv/h (Am-241) ・ シリコン半導体 : 10 μ Sv/h ~ 10 mSv/h (通常) 10 μ Sv/h ~ 100 mSv/h (最大5分間) (メーカー公表値) 検出器の切替 : 100 μ Sv/h (自動切替)  | PMI703MO-1B ・ CsI (Tl) シンチレータ+GM 計数管 : 0.1 μ Sv/h ~ 10 Sv/h (表示は0.01 μ Sv/h~) (メーカー公表値) 検出器の切替 : 0.3 μ Sv/h (自動切替) (線量率以外にも切替のためのアル ゴリズムが存在)  HDS-101G ラジプロローブのHDS-101GNと同様  |
| C12137-00 (高線量率測定用) ・ CsI (Tl) シンチレータ : 0.01 μ Sv/h ~ 2.0 mSv/h 0.01 μ Gy/h ~ 1.5 mGy/h  (メーカー公表値) 検出器の切替 : 100 μ Sv/h (ソフトウェア上で任意設定可能) | | |

| ⑧ 測定対象エネルギー範囲 | | |
|---|---|--|
| KURAMA-II | ラジプローブ | RAMPU |
| C12137-01、C12137-00 • CsI (Tl) シンチレータ : 30 keV ~ 3.0 MeV  | HDS-101GN • CsI (Tl) シンチレータ : 30 keV ~ 3 MeV • シリコン半導体 : 50 keV ~ 6 MeV • LiI (Eu) シンチレータ : 0.025 eV ~ 15 MeV (中性子)  | PMI703M0-1B • CsI (Tl) シンチレータ+GM 計数管 : 線量率モード: 0.06 ~ 1.33 MeV 探索モード: 0.033 ~ 3.0 MeV (CsI (Tl)) (探索モードは RAMPU で使用し ないため、参考として記載)  HDS-101G ラジプローブ HDS-101GN と同様  |

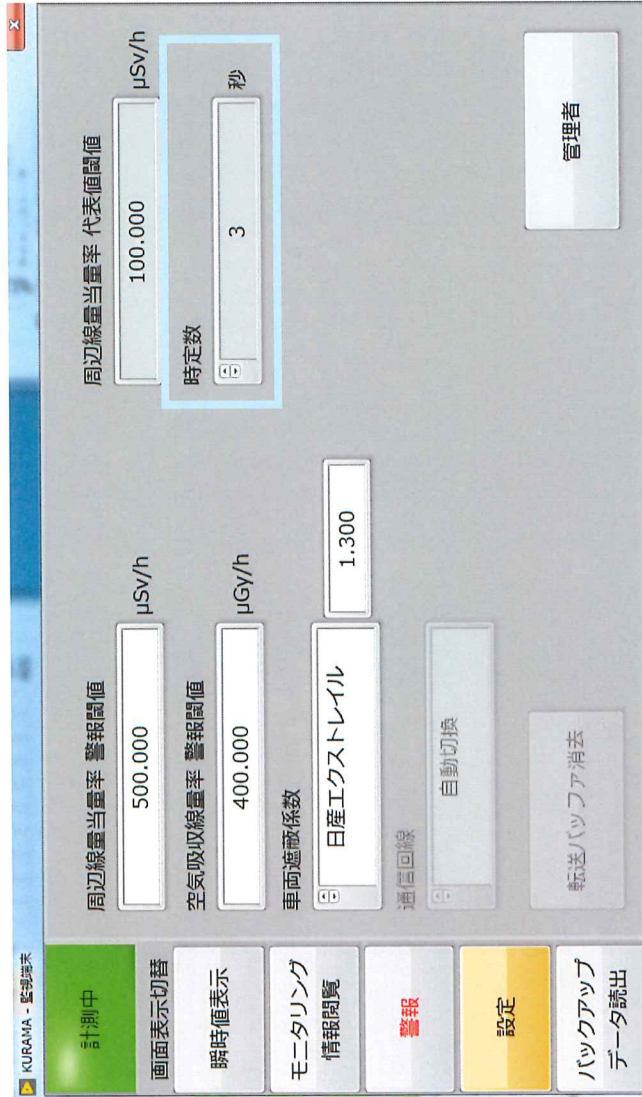
| ⑨ 線量率演算方式 | | |
|--|--|--|
| KURAMA-II | ラジプロロブ | RAMPU |
| C12137-01、C12137-00 ・CsI (TI) シンチレータ： G (E) 関数法 (エネルギー補償有り) 周辺線量当量率及び空気吸収線量率 それぞれに対応  | HDS-101GN ・CsI シンチレータ (TI)： 荷重演算方式 (エネルギー補償有り) ・シリコン半導体：パルス演算方式 (計数率に一定の換算 係数を乗じて算出) (エネルギー補償無し)  | PMI703MO-1B ・CsI (TI) シンチレータ： 荷重演算方式 (スペクトルを使った 演算方式) (エネルギー補償有り) ・GM 計数管：内部演算とフィルター によるエネルギー補償 (エネルギー補償有り)  |
| | | HDS-101G ラジプロロブ HDS-101GN と同様  |



⑩ 測定時間（測定間隔）

KURAMA-II

測定時間は、1～60 秒の範囲で任意指定が可能
測定時間で積算された計数率から線量率を算出しているため、測定時間を長くする程、測定精度は向上する。



車載端末による測定時間設定画面

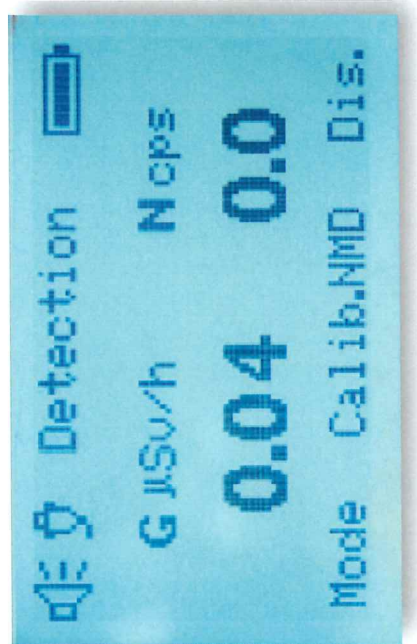
これまでの測定事例においては、連続的な測定を実現するため、Cs-134 及び Cs-137 からの γ 線の大気中の平均自由行程約 100 m と自動車の走行速度を勘案し、1～3 秒間隔で位置と線量率を計測することとしている。

⑩ 測定時間 (測定間隔)

ラジプローブ

5 秒毎に移動平均値 (2 秒) を取得

測定器 (HDS-101GN) は 0.2 秒毎にスペクトル・セグメントを捕捉して線量率を決定し、2 秒間の移動平均値を表示している。



画像等を含むデータの容量と通信環境等を考慮して設定した送信間隔として、5 秒毎と決定した経緯がある。

⑩ 測定時間 (測定間隔)

RAMPU

任意のデータ取得間隔の瞬時値を取得
システムのレスポンスは1秒毎

測定器 (PM1703M0-1B) は、測定値の相対標準偏差によって自動的に時定数を変化させている。
測定器 (HDS-101G) のデータ取得方法はラジプローブの HDS-101GN と同様である。

データ取得間隔は、「時間 (最短 15 秒)」または「距離 (最短 30 m)」で選択可能である。

モード切替 : リアルモード 訓練モード

TCS171(172)サーベイメータ

接続 有効線量率の範囲 BG ~ μ Sv/h 校正

レンジ

測定器ステータス : 接続 測定実行中

GPSステータス : 接続 GPS単独測位

データ送信状況 : データ収集中

データ取得間隔 : 距離 あよそ150m 時間 正30秒

測定器校正定数 : PM1703 1.00

遮蔽係数 : 1.00

● 距離

あよそ150m

あよそ30m

あよそ50m

あよそ100m

あよそ150m

あよそ200m

あよそ300m

あよそ500m

あよそ1km

● 時間

正30秒

正15秒

正30秒

正1分

正2分

正10分

正0時~正23時

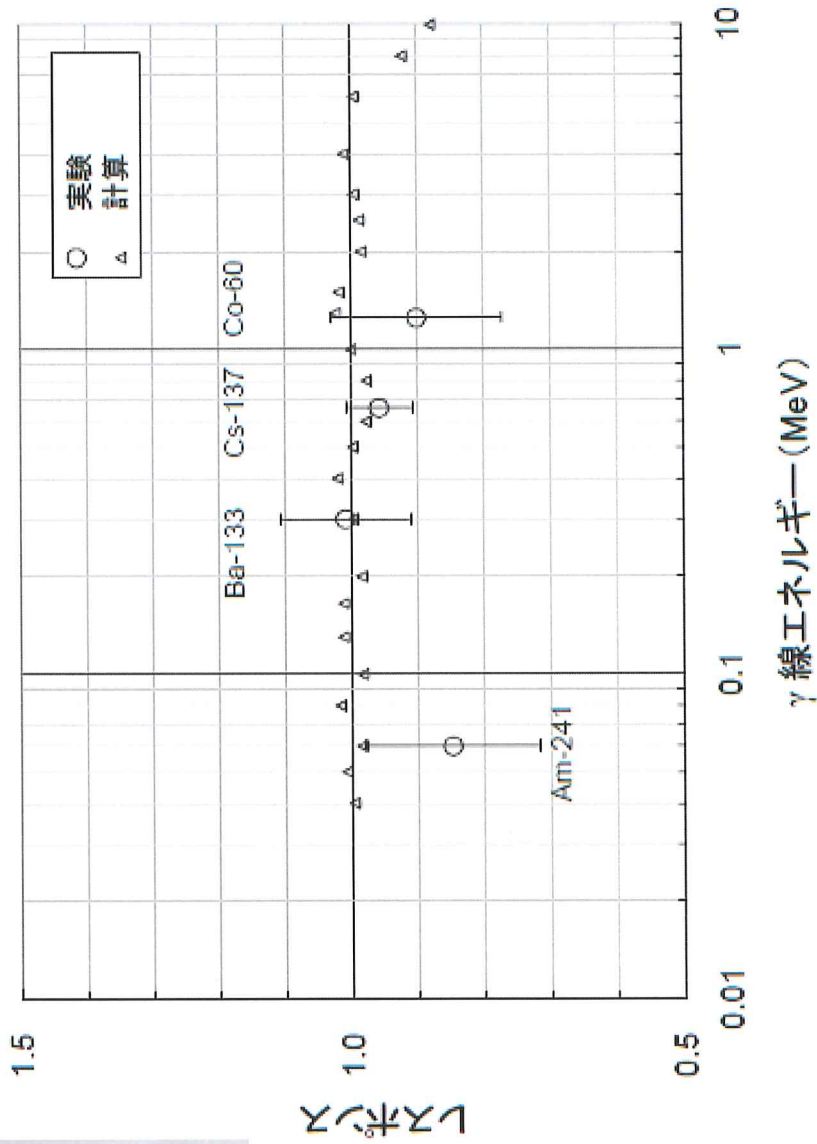
データ取得間隔設定画面

① 各種特性 エネルギー特性

KURAMA-II

C12137-00

±15% (60 ~ 1500 keV)



① 各種特性 エネルギー特性

ラジプロローブ

HDS-101GN

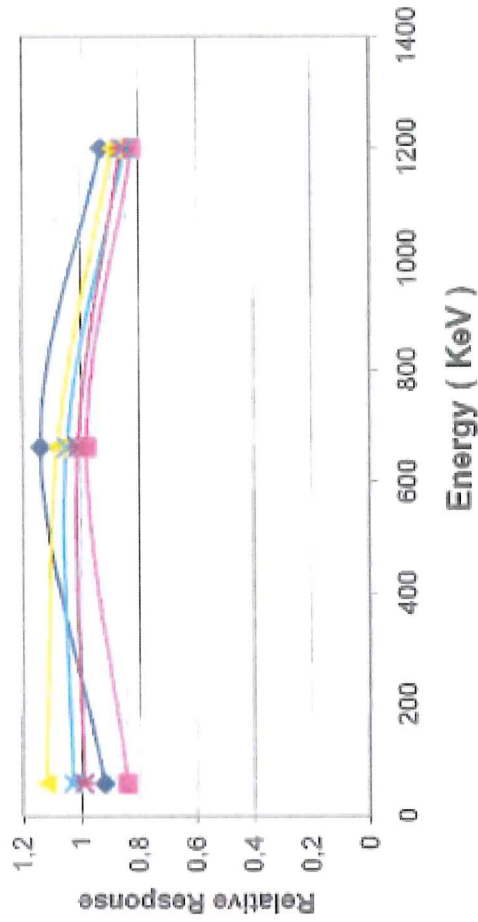
±20%以内 (60 ~ 1200 keV)



- CsI (Tl) シンチレータ

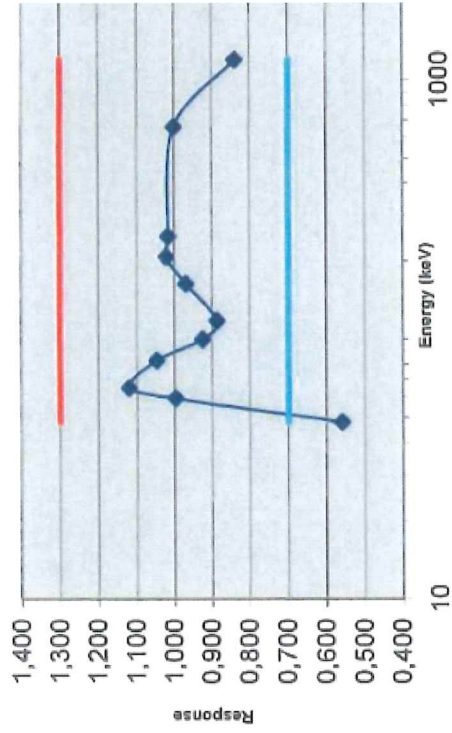
- シリコン半導体

Energy Response normal range



* 色違いの線は機器間差

Energy response (high range)



① 各種特性 エネルギー特性

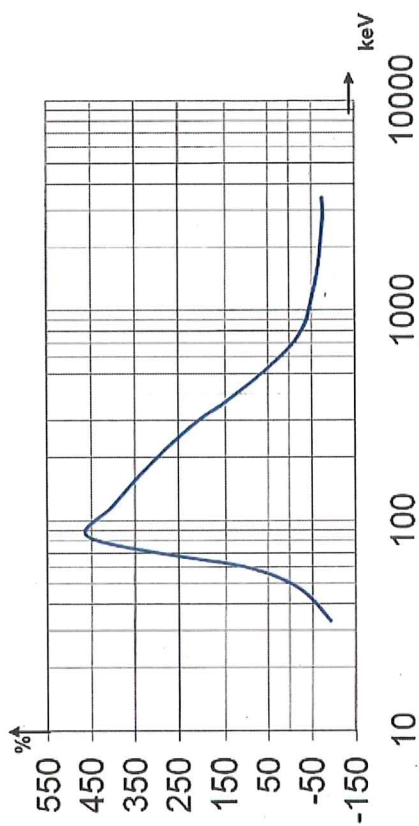
RAMPU

PM1703MO-1B

±30% (60 ~ 1330 keV)



<参考>



探索モード (CsI) でのエネルギー特性図

(探索モードは RAMPU で使用しないため、参考として記載)

HDS-101G

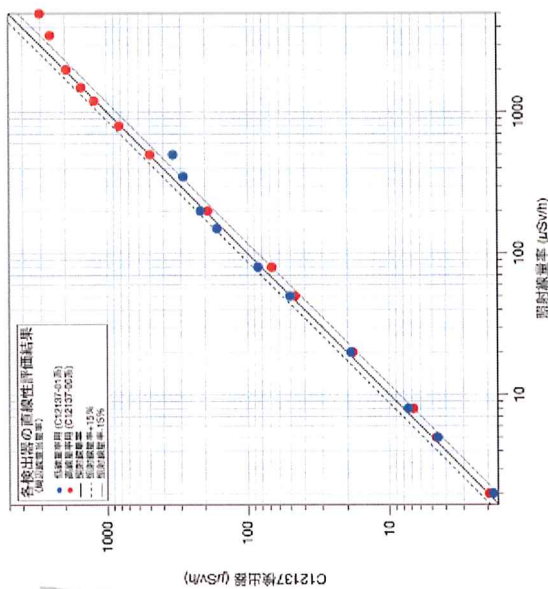
ラジプロローブの HDS-101GN と同様



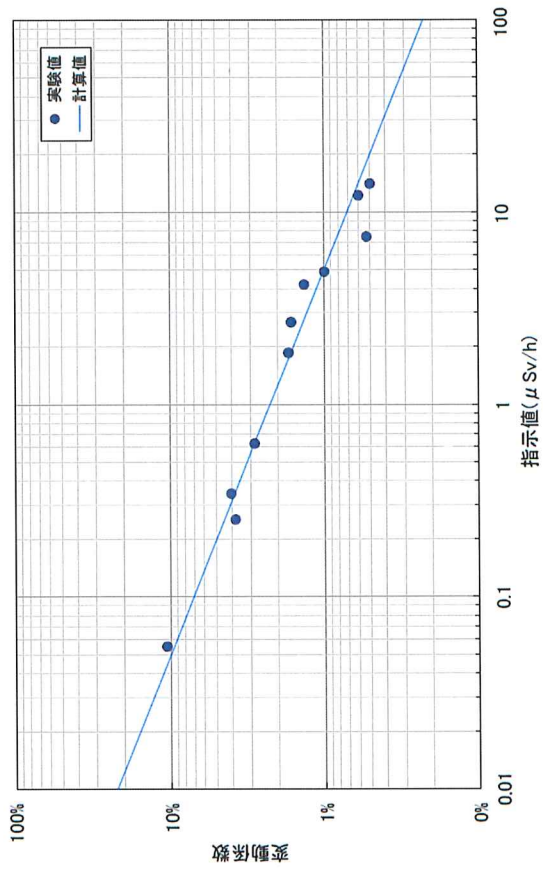
① 各種特性 線量率直線性と測定精度

KURAMA-II

C12137-01
 ±15% (0.2 ~ 300 μ Sv/h) (Cs-137)



直線性評価



指示値変動評価¹²⁾

0IL における測定精度 (変動係数での評価)

0.5 μ Sv/h : 5%以下

20 μ Sv/h : 1%以下

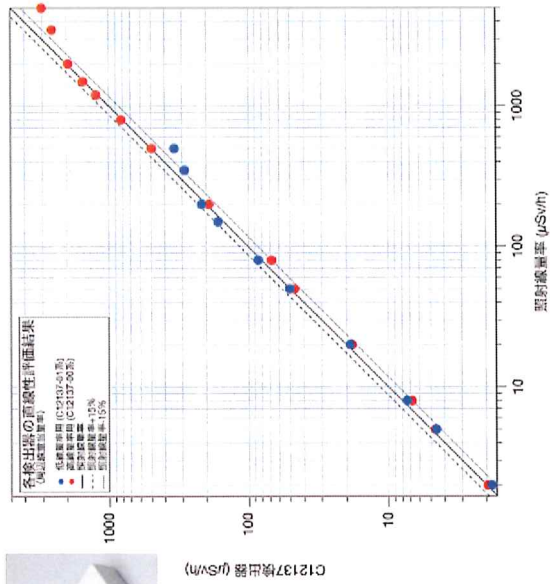
500 μ Sv/h : オーバーレンジ

① 各種特性 線量率直線性と測定精度

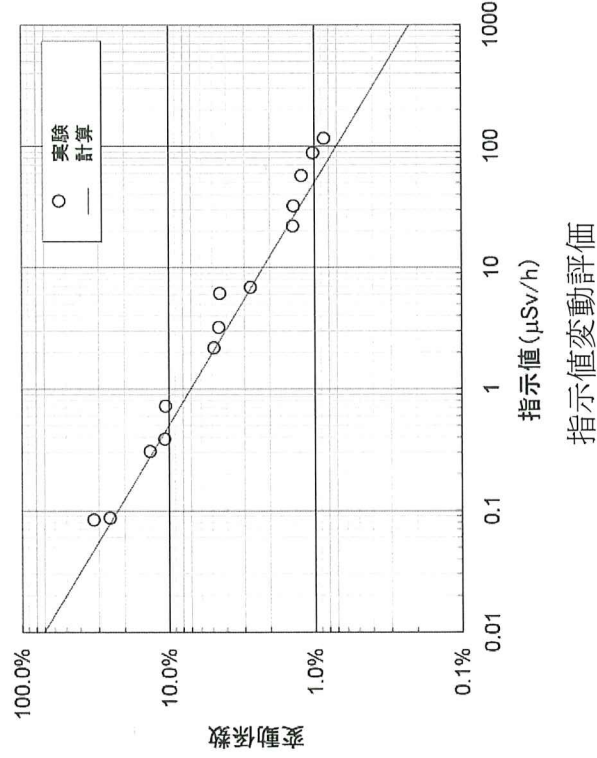
KURAMA-II

C12137-00

±15% (0.2 μSv/h ~ 2.0 mSv/h) (Cs-137)



直線性評価



指示値変動評価

0IL における測定精度 (変動係数での評価)

0.5 μSv/h : 10%以下

20 μSv/h : 2%以下

500 μSv/h : 0.5%以下

⑪ 各種特性 線量率直線性と測定精度

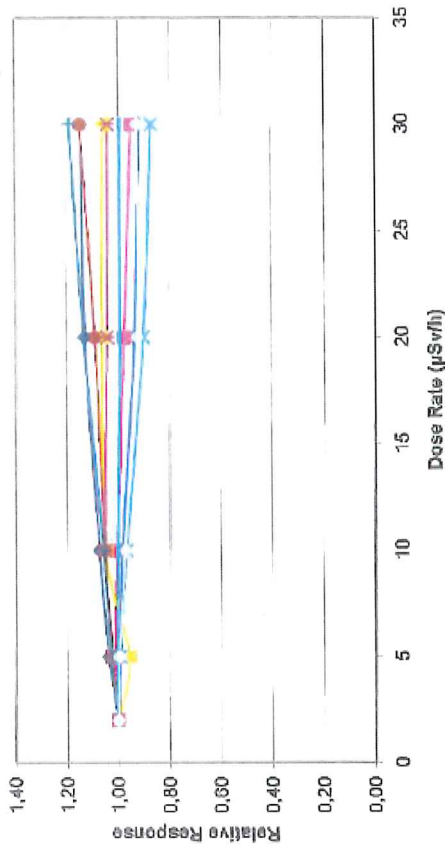
ラジプロローブ

HDS-101GN

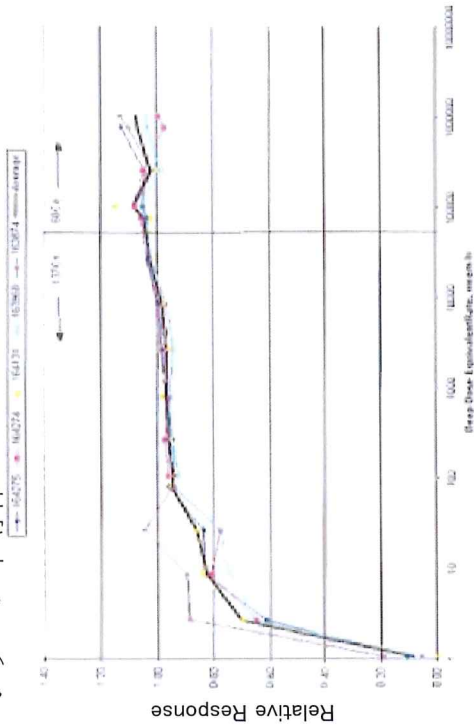


- ±30%以内 (30 μ Sv/h 以下) (Am-241)
- ±30%以内 (100 μ Sv/h ~ 100 mSv/h) (Cs-137)

・ CsI (TI) シンチレータ



・ シリコン半導体



* 色違いの線は機器間差

OIL における測定精度 (相対感度での評価)

- 0.5 μ Sv/h : ±30%以下
- 20 μ Sv/h : ±20%以下
- 500 μ Sv/h : ±10%以下

① 各種特性 線量率直線性と測定精度

RAMPU

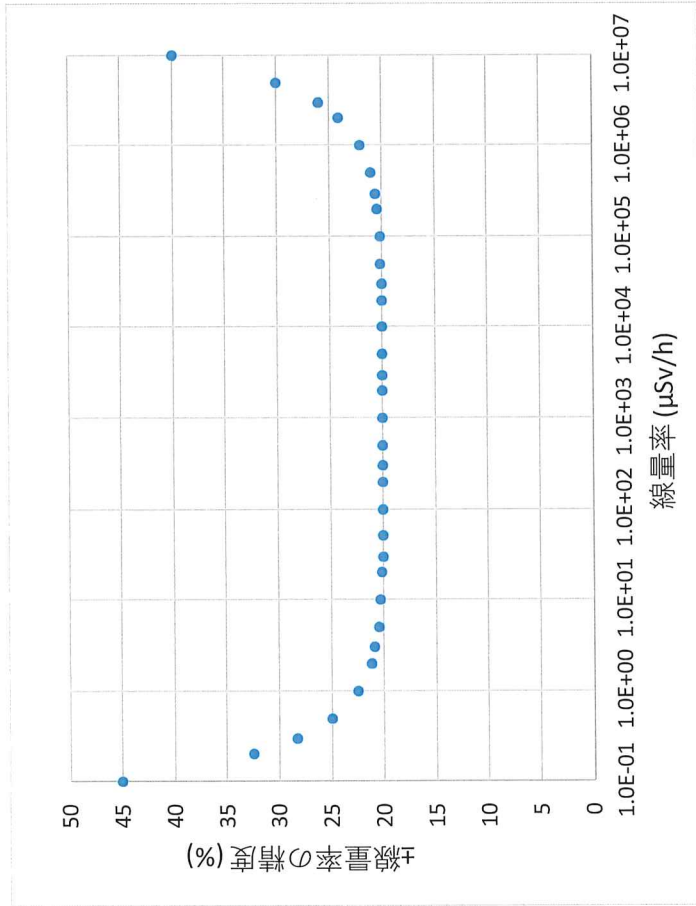
PM1703M0-1B

$\pm (20 + K1/H + K2 \cdot H) \%$ (0.1 μ Sv/h \sim 9.99 Sv/h)

H : 線量率 (mSv/h)

K1 : 係数 0.0025 (mSv/h)

K2 : 係数 0.002 (mSv/h)⁻¹



OIL における測定精度 (相対感度での評価)

0.5 μ Sv/h : $\pm 25\%$

20 μ Sv/h : $\pm 20\%$

500 μ Sv/h : $\pm 20\%$



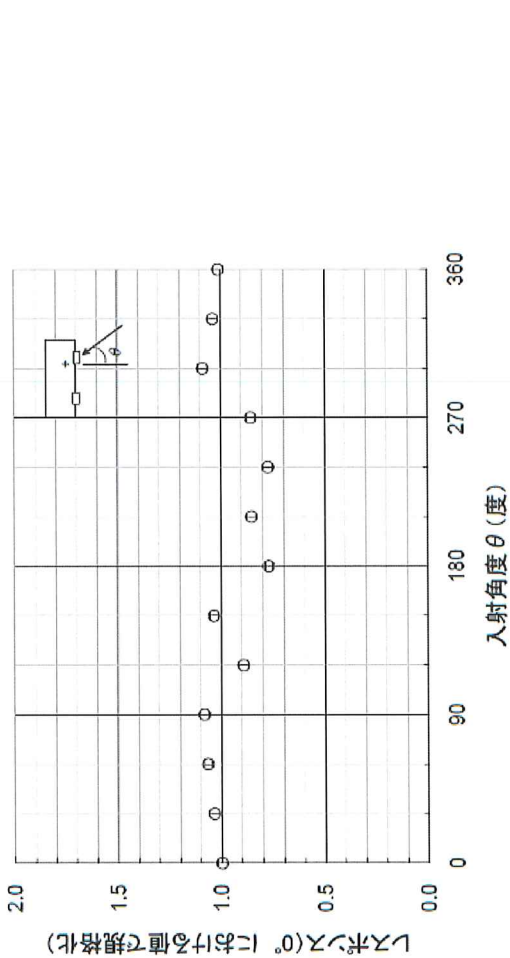
HDS-101G

ラジプロの HDS-101GN と同様

① 各種特性 方向依存性

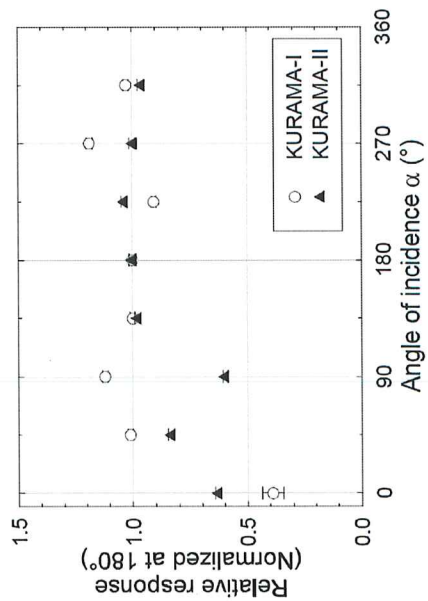
KURAMA-II

C12137-00 (ケースに収納した状態での評価)
 ±30% (基準 $0^\circ \pm 60^\circ$) (Cs-137)



<参考>

KURAMA-II を車両に搭載した状態での評価例¹³⁾

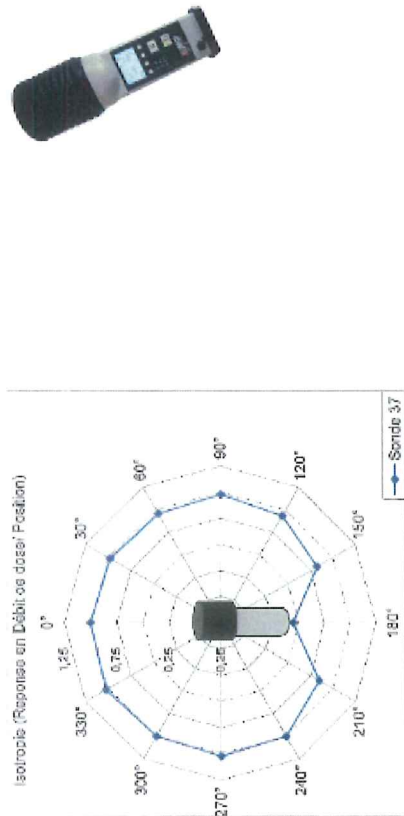


① 各種特性 方向依存性

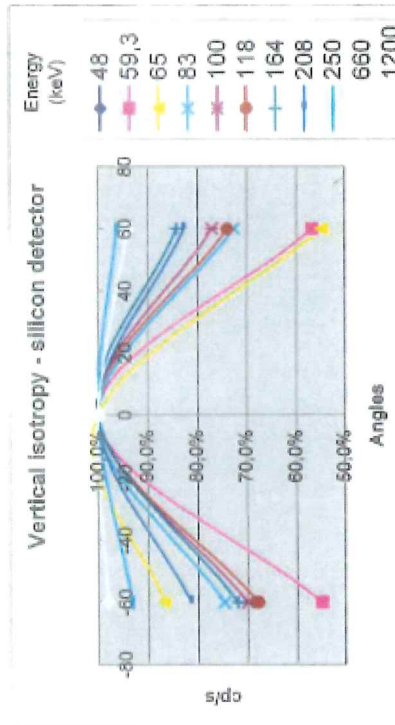
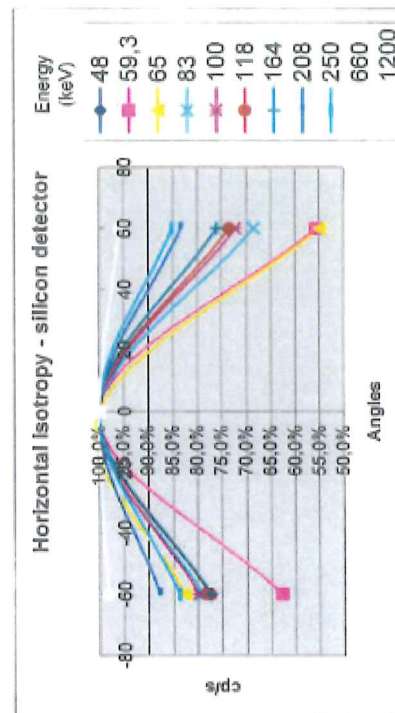
ラジプロローブ

HDS-101GN (測定器のみでの評価)

- CsI (Tl) シンチレータ : $\pm 2.5\%$ 以内 ($0^\circ \sim \pm 90^\circ$)



- シリコン半導体 $\pm 10\%$ 以内 ($0^\circ \sim \pm 60^\circ$)

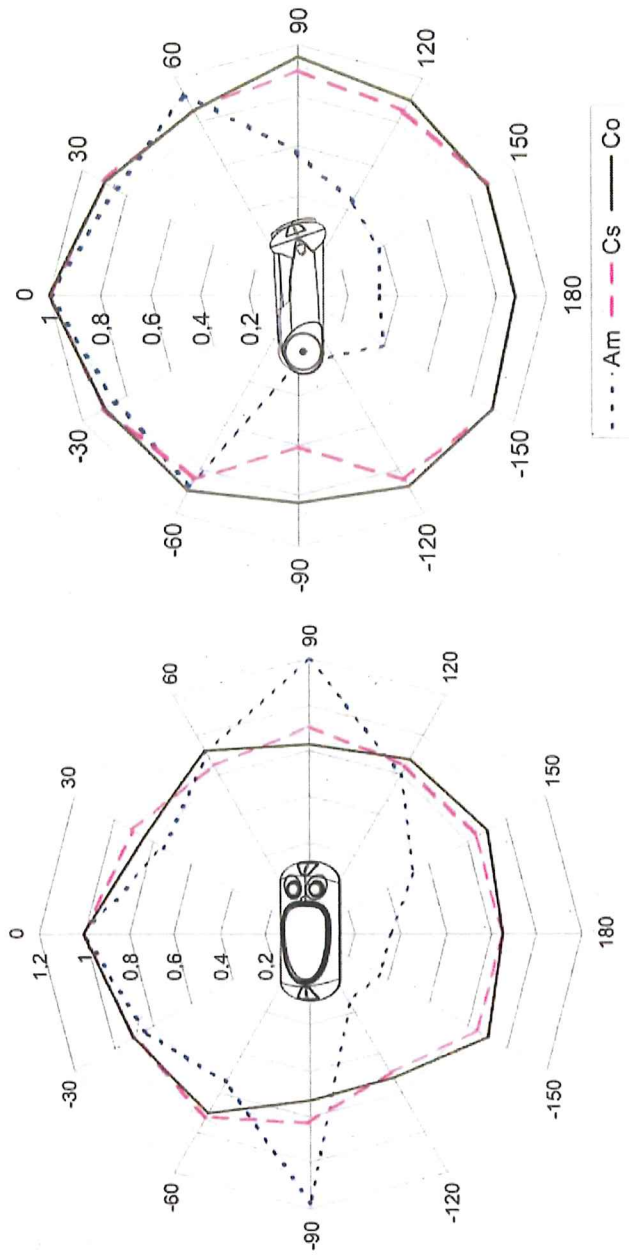


* 色違いの線は機器間差

① 各種特性 方向依存性

RAMPU

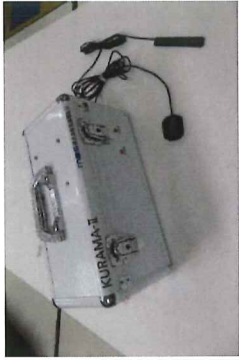

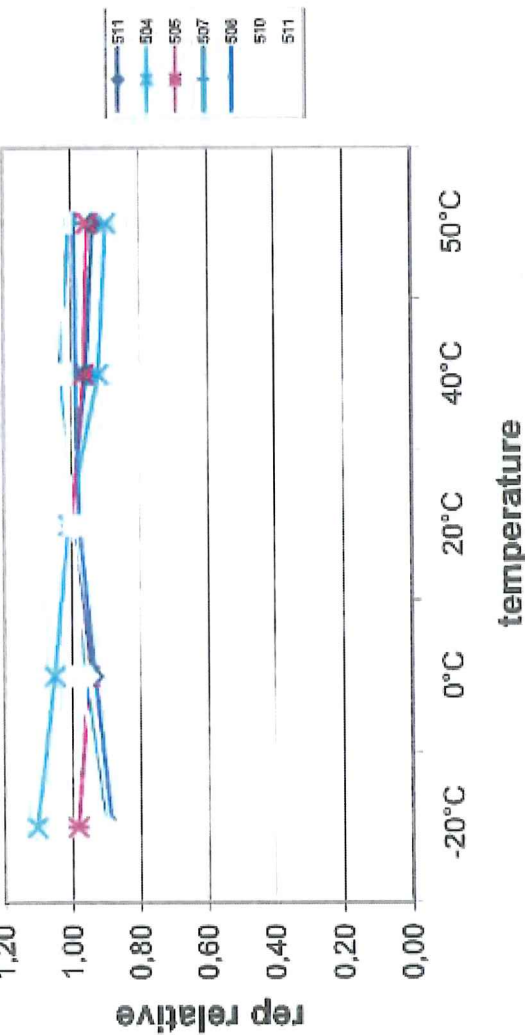
PM1703M0-1B (測定器のみでの評価)

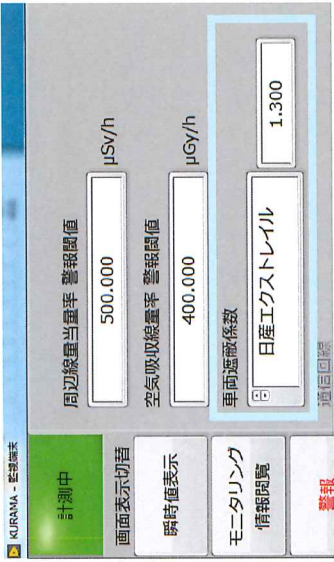
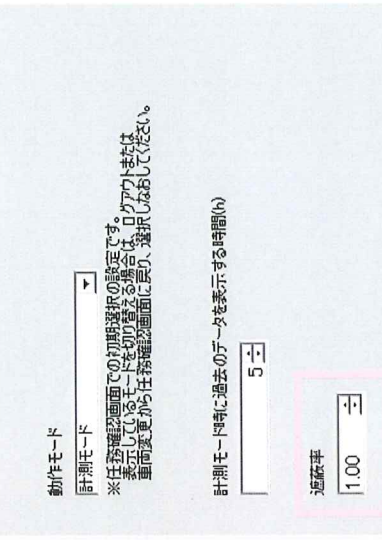




* CsI(Tl)シンチレータ、GM計数管のどちらの方向依存性であるか不明



HDS-101G (測定器のみでの評価)
ラジプローブのHDS-101GNと同様

| | |
|---------------------|---|
| <p>① 各種特性 温度依存性</p> | <p>KURAMA-II</p> <p>±20%以内 (温度範囲内で20°Cを基準) 温度範囲：-10°C~50°C</p>  <p>RAMPU</p> <p>PM1703M0-1B 公開データなし</p> <p>HDS-101G ラジプロブのHDS-101GNと同様</p>  |
| <p>ラジプロブ</p> | <p>HDS-101GN</p> <p>±15%以内 温度範囲：-20°C~50°C</p> <p>・CsI(Tl)シンチレータ</p> <p>Dose Rate Variation with T°C</p>  <p>*色違いの線は機器間差</p> |

| | | |
|---|---|--|
| <p>⑫ 車内外補正係数</p> | <p>KURAMA-II</p> | <p>RAMPU</p> |
| <p>車載端末より設定可能</p>  | <p>ラジプロローブ</p> <p>PC版は設定可能 (DBに保存はしない)</p> <p>Android版は未搭載</p>  | <p>監視端末より設定可能</p>   <p>車内外補正結果の出力 補正係数の外部出力 : なし 換算値の外部出力 : あり (システム上では換算値を表示)</p> <p>車内外補正結果の出力 補正係数の外部出力 : なし 換算値の外部出力 : なし (車載PC上では換算値を表示)</p> <p>車内外補正結果の出力 補正係数の外部出力 : あり 換算値の外部出力 : なし (車載端末上では換算値を表示)</p> |

| ⑬ 電源仕様 | | |
|---|---|-----------------------------------|
| KURAMA-II | ラジプロローブ | RAMPU |
| 【本体】 ・車載シガーソケット DC 12 / 24 V ・外部モバイルバッテリー | 【本体 (測定器)】 ・内蔵バッテリー ・AC 電源 | 【本体】 ・内蔵バッテリー ・AC 電源 |
| ⑭ バッテリー駆動可能時間 | | |
| KURAMA-II | ラジプロローブ | RAMPU |
| 8 時間以上 | 測定器：24 時間 PC：約 5 時間 (車載端末:PC) スマートフォン：約 6 時間 (車載端末:スマートフォン) | 約 8 時間程度 |
| *バッテリー駆動可能時間はバッテリー容量に依存するので目安とする。 | | |

⑮ 測定器との接続方式

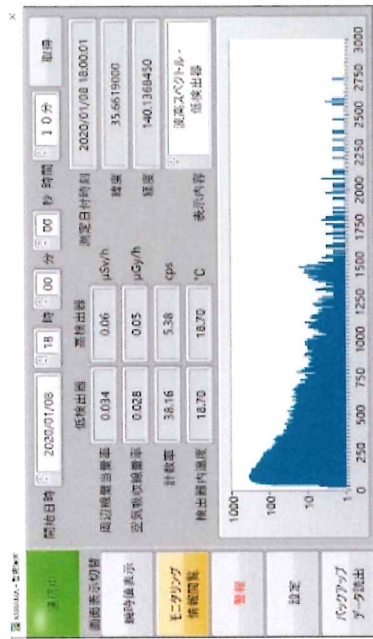
| | | |
|--|---|--|
| <p>KURAMA-II</p> | <p>ラジプロローブ</p> | <p>RAMPU</p> |
| <p>USB 2.0 (Full Speed)</p> | <p>Bluetooth (測定器→PC、スマートフォン)</p> | <p>Bluetooth (測定器→タブレット)</p> |
|  |  |  |

| | | |
|---|--|--|
| ⑩ データ通信方式 | | |
| KURAMA-II | ラジプロローブ | RAMPU |
| 【選択可能なデータ通信方式】 ・携帯回線 (LTE) ・衛星回線 (本体→サーバ) | 【選択可能なデータ通信方式】 ・携帯回線 ・衛星回線 (PC、スマートフォン→サーバ) | 【選択可能なデータ通信方式】 ・携帯回線 (FOMA) (タブレット→サーバ) |
| ⑪ 蓄積データ容量 | | |
| KURAMA-II | ラジプロローブ | RAMPU |
| 【本体 (車載部分)】 3 秒値を 1 日 8 時間の計測で最大 30 日分の蓄積が可能 | 【本体 (車載部分)】 SSDまたはスマホ内メモリ容量に応じてデータ保存可能 ストリージング無し1時間 ⇐ 1MB ストリージング有り1時間 ⇐ 5MB | 【本体 (車載部分)】 タブレットのディスク容量に依存 (10 万データまでは可能) |
| *蓄積データ容量は、メモリ容量等に依存するので目安とする。 | | |

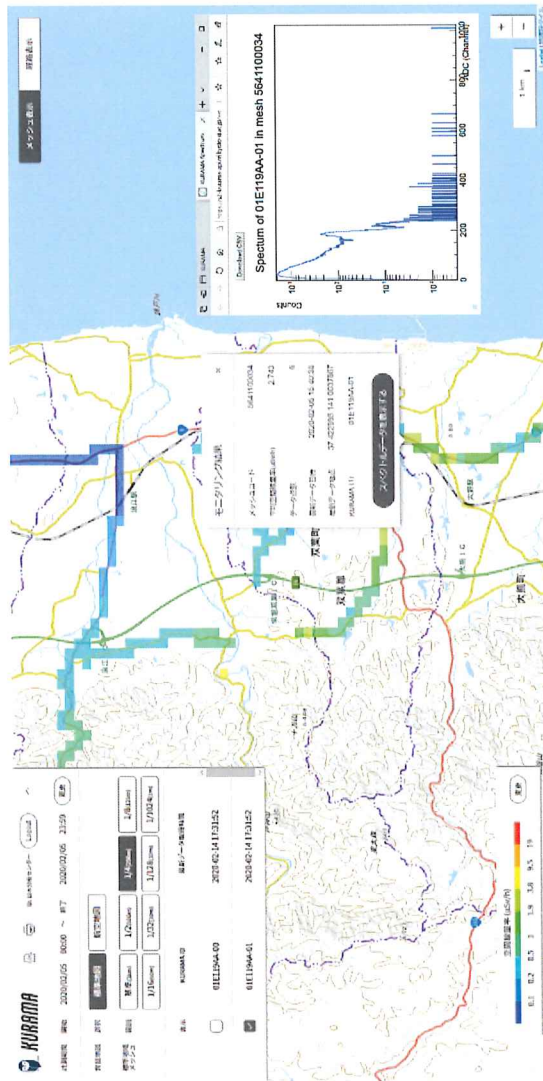
⑱ 定性機能

KURAMA-II

- スペクトル出力



車載端末でのスペクトル表示

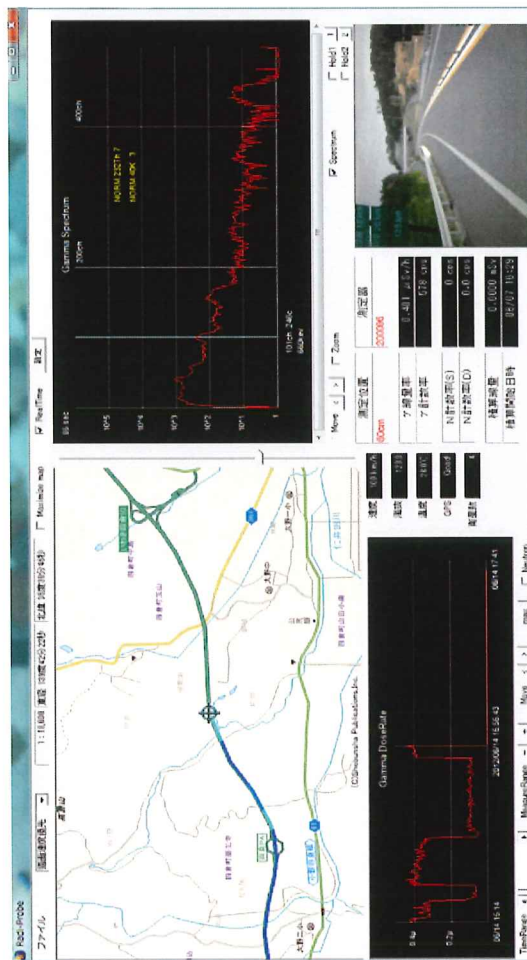


システム上でのスペクトル表示

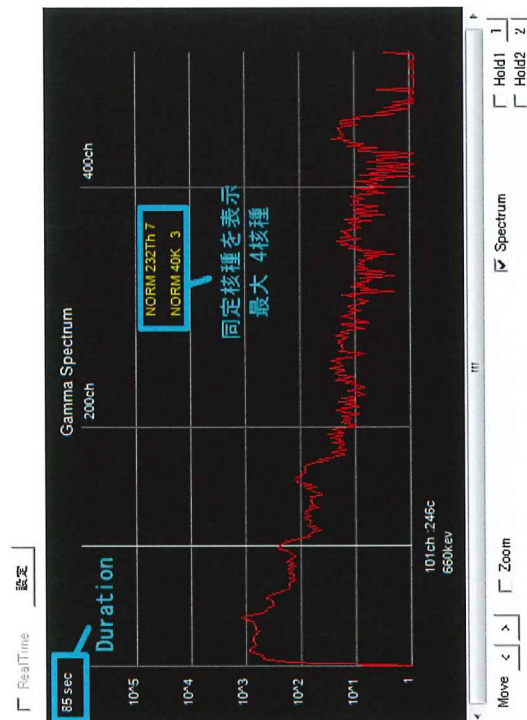
⑱ 定性機能

ラジプロローブ

- スペクトル出力
- 核種同定



システム上でのスペクトル表示



核種同定表示

| | |
|--------|---|
| ⑱ 定性機能 | <p data-bbox="295 1086 327 1176">RAMPU</p> <p data-bbox="343 548 422 1993"> スペクトルによる定性はなし (PMI703M0-1B 及び HDS-101G はスペクトルの取得が可能であるが、システムには出力していない。) </p> |
|--------|---|

⑬ マッピング機能

KURAMA-II

地図ソフト：

- ・昭文社スーパーマップル（車載システム）
- ・国土地理院の地図（監視システム）

線量率のマッピング方法：

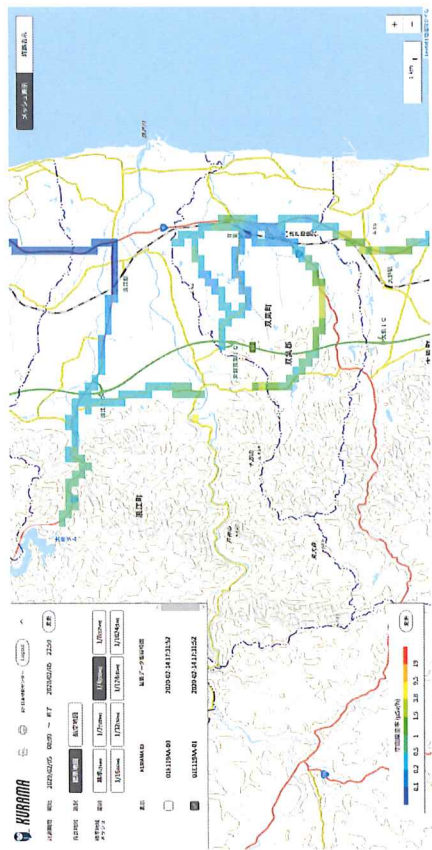
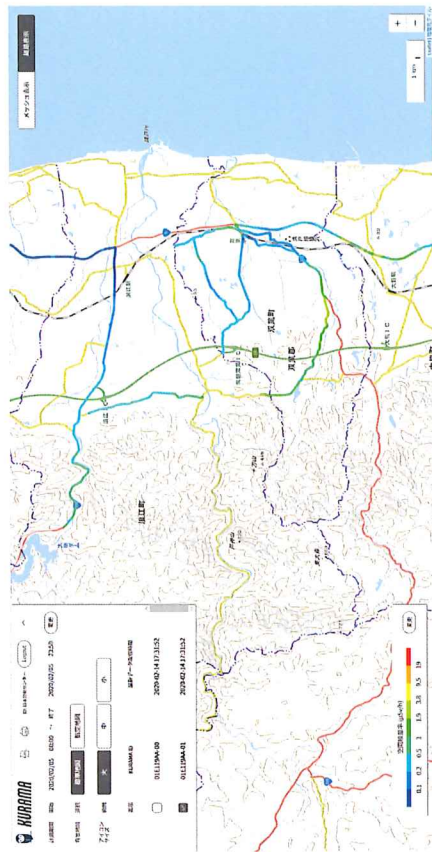
車載システム

- ・経路表示

監視システム

- ・経路表示

- ・メッシュ表示（総務省の地域メッシュに基づき区分）



監視システムでのマップ表示

(左：経路表示、右：メッシュ表示)

⑬ マッピング機能

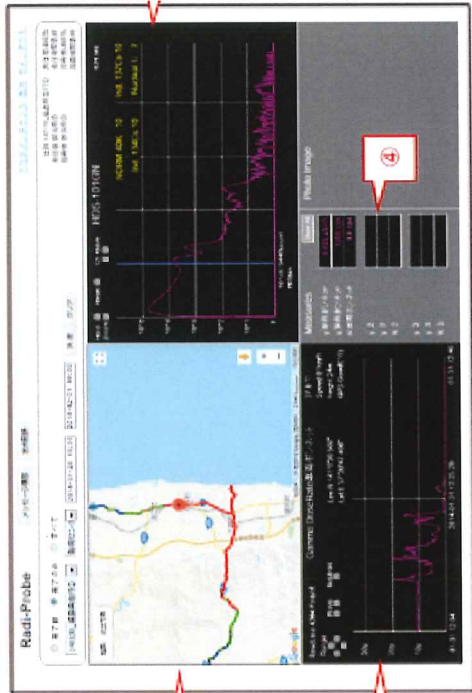
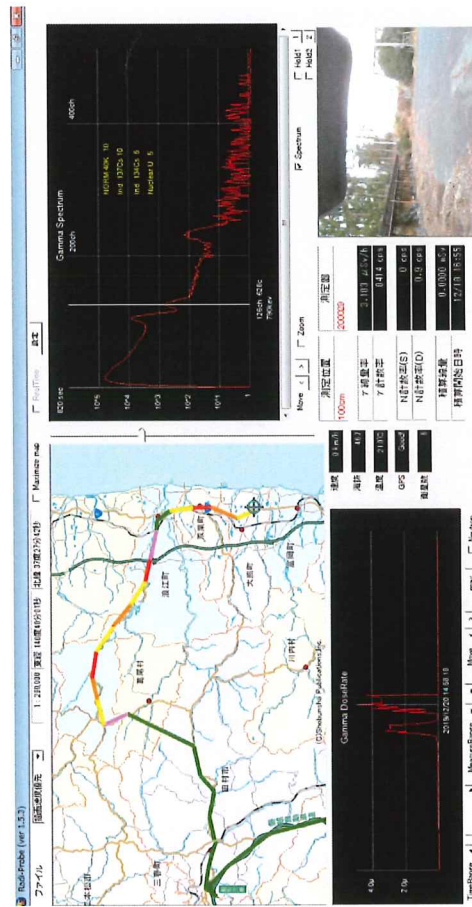
ラジプロローブ

地図ソフト:

- ・昭文社スーパーマップル (車載システム)
- ・Googleマップ (監視システム)

線量率のマッピング方法:

- 車載システム
- ・経路表示
- 監視システム
- ・経路表示



マップ表示

(左: 車載システム、右: 監視システム)

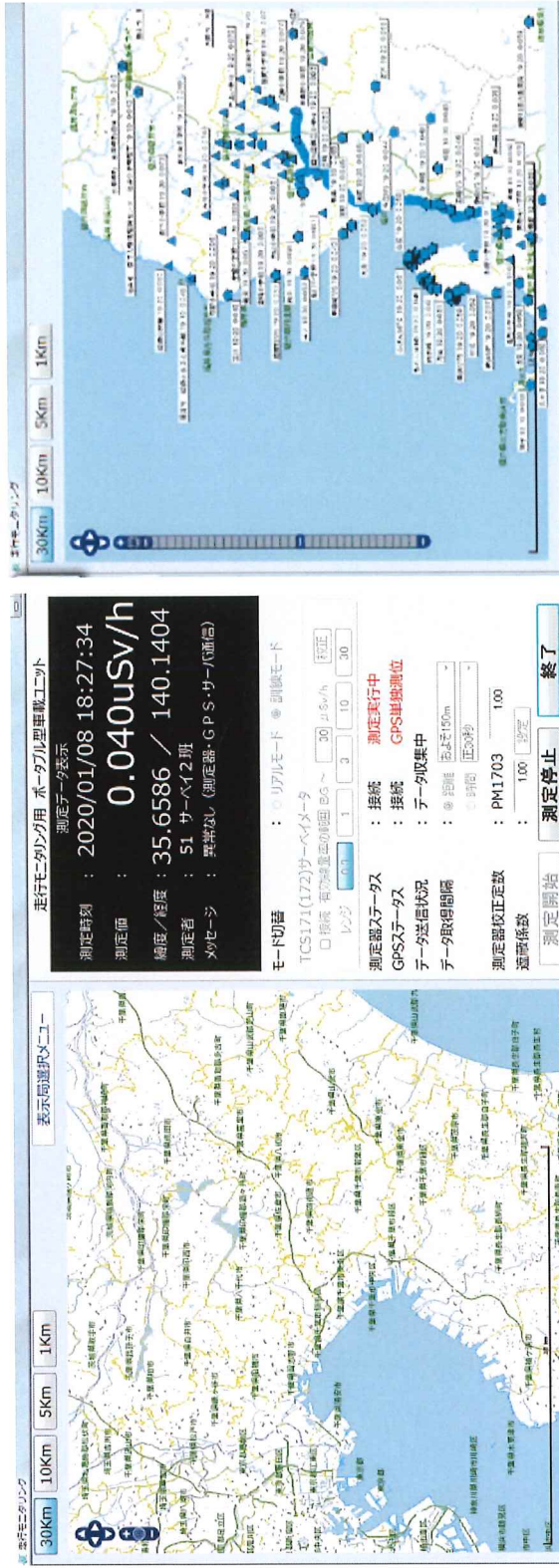
⑱ マッピング機能

RAMPU

地図ソフト： 国土地理院の地図

線量率のマッピング方法：

- 車載システム
- ・ 経路表示
- 監視システム
- ・ 経路表示

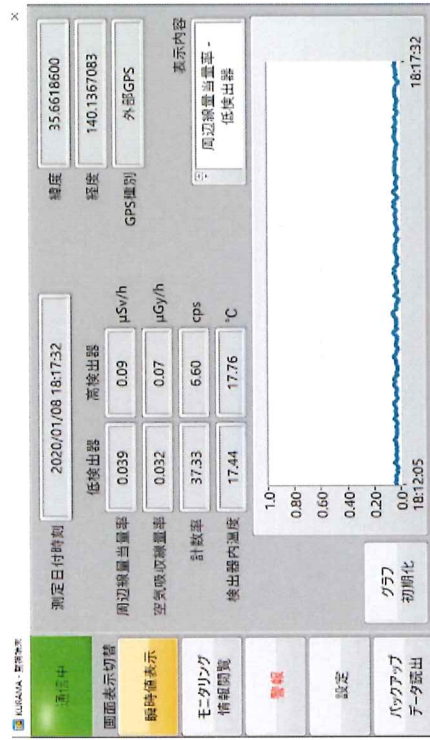
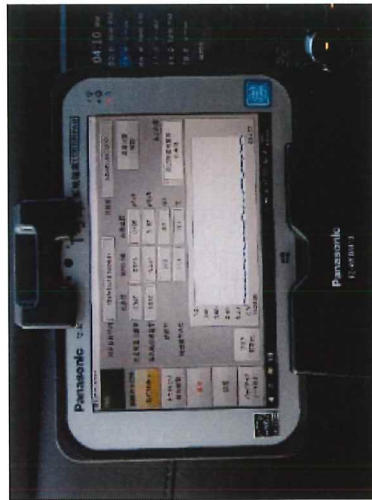


マップ表示

(左：車載システム、 右：監視システム)

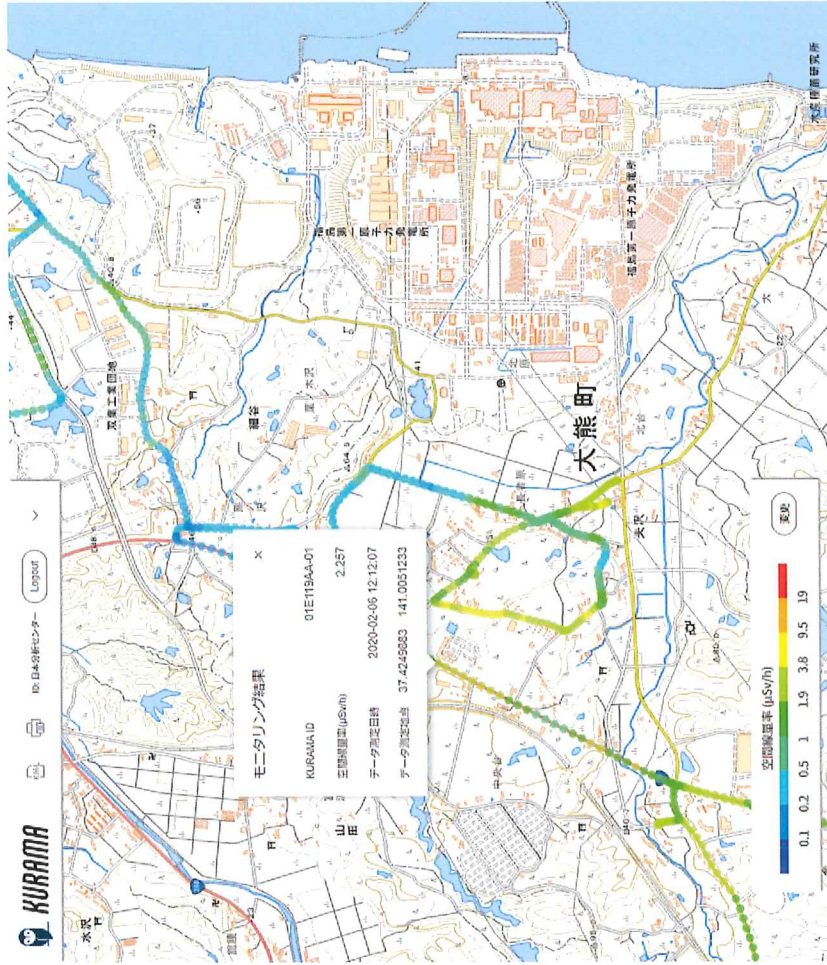
⑳ 測定値の表示方法

- ・ソフトウェアから閲覧可能



車載端末の表示

KURAMA-II

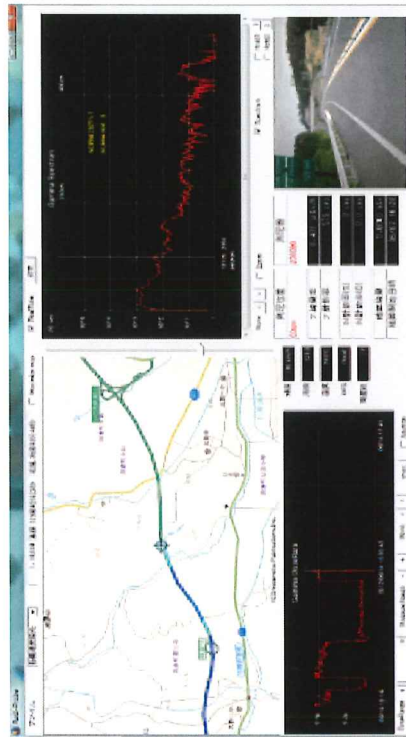


システムの表示

⑳ 測定値の表示方法

ラジプロローブ

- ・ソフトウェアから閲覧可能
- ・測定器のデジタル表示



車載端末の表示 (PC版)



車載端末の表示 (Android版)

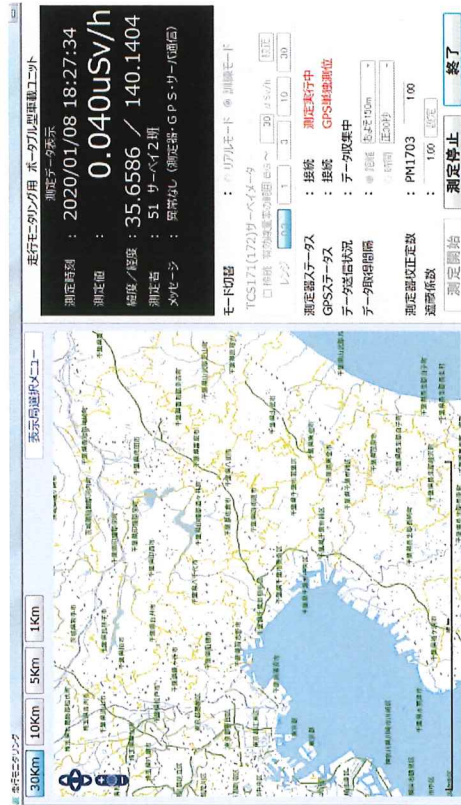


測定器の表示

⑳ 測定値の表示方法

RAMPU

- ・ソフトウェアから閲覧可能
- ・測定器のデジタル表示



車載端末の表示



測定器の表示



システムの表示



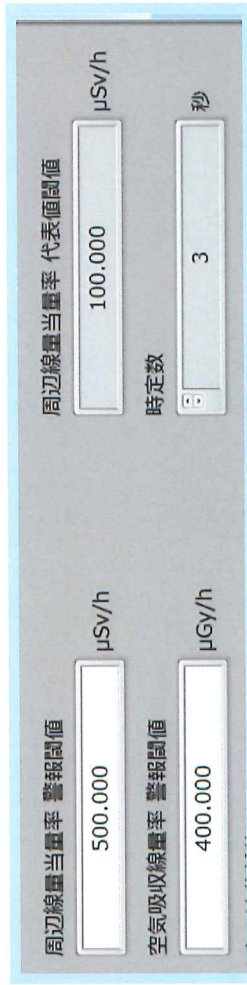
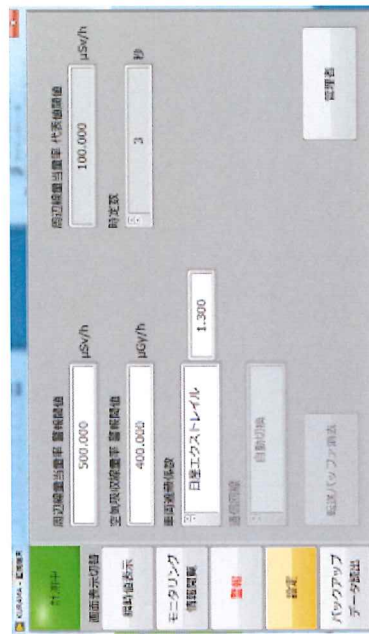
| ②① 測定値以外の取得情報 | | |
|--|--|---|
| KURAMA-II | ラジプロローブ | RAMPU |
| <ul style="list-style-type: none"> ・測定日時 ・緯度・経度 ・海拔 ・速度 ・方位 ・GPS 信号状態 ・計数率 ・スペクトル ・検出器内温度 ・遮へい係数 | <ul style="list-style-type: none"> ・測定日時 ・緯度・経度 ・計数率 ・スペクトル ・同定核種情報、確度 ・検出器内温度 | <ul style="list-style-type: none"> ・測定日時 ・緯度・経度 |

② アラート機能

KURAMA-II

システム

- ・ハードウェア異常、測定値のしきい値超過、検出器温度異常を音声、視覚情報で報知



しきい値設定画面



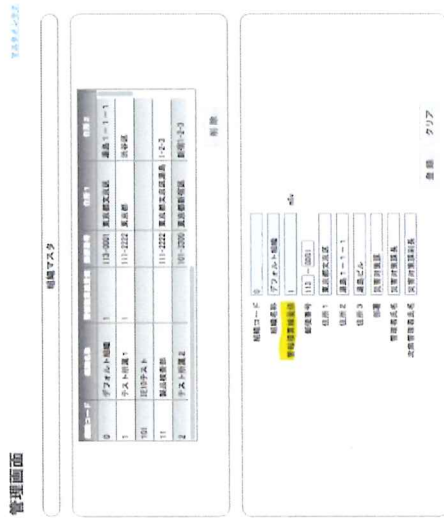
異常表示

② アラート機能

ラジプローブ

システム

- アラート機能を有しているのは Android 版のみ
- 監視サーバと Android 端末でそれぞれ設定可能
- 監視サーバのしきい値は、所有するラジプローブ
全台に設定値が反映される
- Android 端末で個別にしきい値を設定できる
- 音と画面表示で報知



監視サーバの設定画面



測定器

- 測定器のアラート機能
- γ 線と中性子線で各2段階のアラートを設定可能
- 音声と画面表示で報知



測定器の表示

Android 端末の表示



② アラート機能

RAMPU

システム

- ・アラート機能なし

測定器

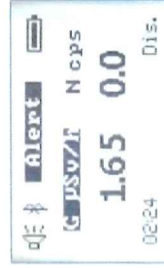
PM1703MO-1B

- ・測定器のアラート機能
- ・画面、音声、LED 点灯 (赤色) 振動で報知



HDS-101G

- ・測定器のアラート機能
- ・γ線で2段階のアラートを設定可能
- ・音声と画面表示で報知



測定器の表示

| ②③ GPS の測位精度 | | | | | |
|---|--|--|---|--|---|
| <p>KURAMA-II</p> <p>< 10 m (WAAS/SBAS 無効 2DRMS)</p> <p>< 2.5 m (WAAS/SBAS 有効 2DRMS)</p> | <p>ラジプロローブ</p> <p>PC 版： < 10 m (WAAS/SBAS 無効 2DRMS) < 2.5 m (WAAS/SBAS 有効 2DRMS)</p> <p>Android 版： 機種依存</p> <p>PC 版と Android 版共に 5 秒値に対し 衛星数を取得可能</p> | <p>導入製品例</p> <p>GlobalSat BU-353S4</p>  | <p>RAMPU</p> <p>< 10 m (水平方向の 2DRMS)</p> | <p>導入製品例</p> <p>データ・テック M12P</p>  <p>*ジャイロセンサーを用いて、トンネル内等の GPS の電波が届かない場所でも測位可能</p> |     <p>導入製品例</p> <p>GlobalSat BU-353S4</p>  |

*GPS の測位精度は、GPS の性能に依存するので目安とする。

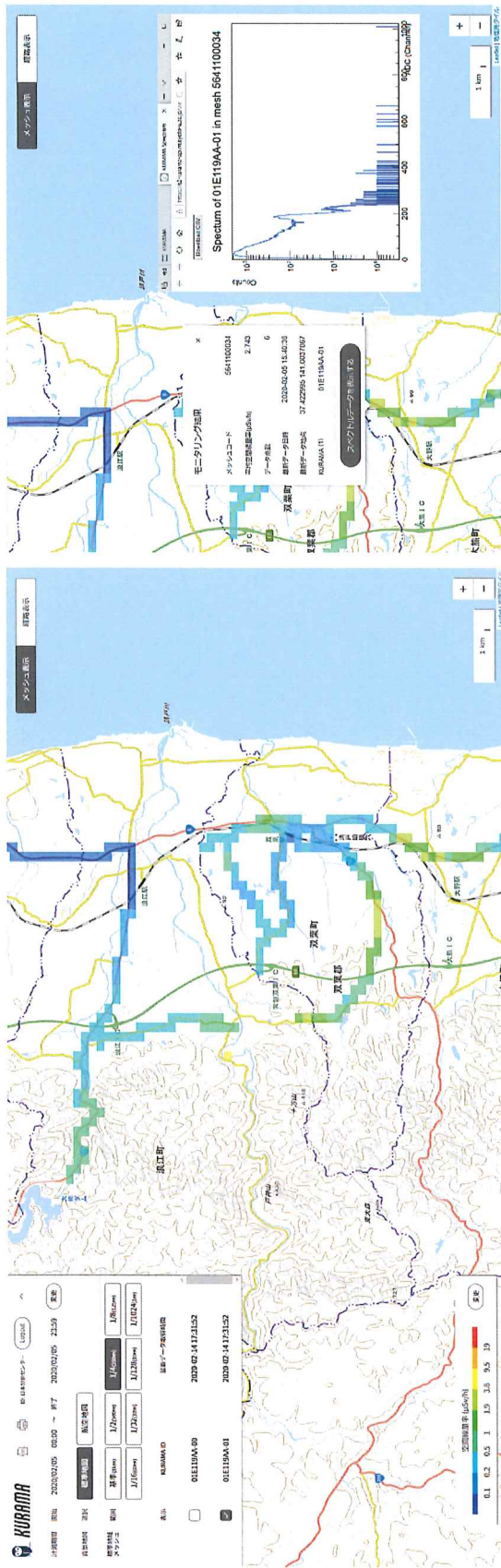
| ⑭ システム稼働環境 | | |
|--|---|--|
| KURAMA-II | ラジプロローブ | RAMPU |
| OS : 専用 OS (Linux ベース) ハードウェア : National Instruments 社 cRIO サーバ | OS : Windows (車載PC) AndroidOS (スマートフォン) CentOS (サーバ) ハードウェア : PC スマートフォン サーバ | OS : Windows ハードウェア : PC サーバ 開発言語 : C# (画面系) |
| 開発言語 : National Instruments 社 LabVIEW | 開発言語 : C# (車載PC) Java (スマートフォン) PHP、Javaスクリプト (サーバ) | |

| ②⑤ データ蓄積方法 | | |
|---|--|------------------------------------|
| KURAMA-II | ラジプロローブ | RAMPU |
| <p>【本体（車載部分）】 システム内の SSD に一定期間の蓄積</p> | <p>【本体（車載部分）】 データベース (車載端末:PC (サーバ管理なし))</p> <p>PC (車載端末:PC (サーバ管理))</p> <p>スマートフォン (車載端末:Android (サーバ管理))</p> | <p>【本体（車載部分）】 タブレットに限界まで蓄積</p> |
| <p>【サーバ】 データベース</p> | <p>【サーバ】 データベース (車載端末:PC (サーバ管理)) (車載端末:Android (サーバ管理))</p> | <p>【サーバ】 データベース</p> |

| ②⑥ ファイル出力可否 | | | |
|---|---|---------------------|--------------------------|
| KURAMA-II | ラジプロローブ | RAMPU | |
| ファイル出力可 ・監視端末より蓄積ファイルの出力が可能 ・データ収集サーバのデータベースからファイル出力が可能 | ファイル出力可 ・PC及びスマートフォンからtxtデータの取得が可能 ・サーバ版は、監視画面からCSVのダウンロードが可能 | ファイル出力可 | |
| ②⑦ ファイル出力時のデータフォーマット | | | |
| KURAMA-II | ラジプロローブ | RAMPU | |
| 【データフォーマット】 ・CSV | 【データフォーマット】 ・txt (PC/スマートフォン) ・CSV (サーバ) | 【データフォーマット】 ・CSV | 別の形式にも対応可能 別の形式にも対応可能 |

㊸ その他の機能

KURAMA-II

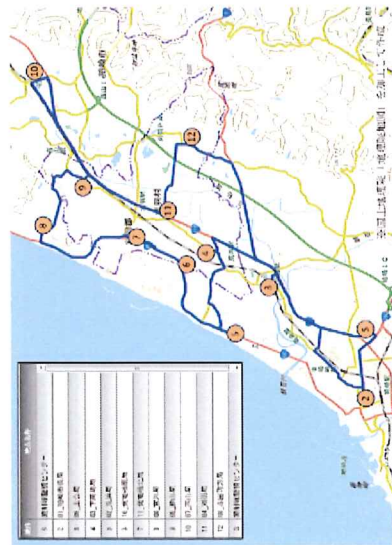


メッシュ表示

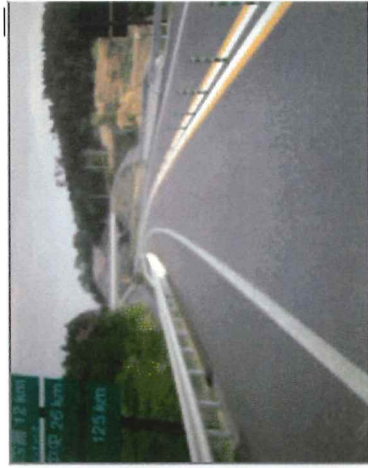
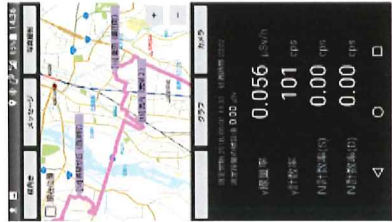
メッシュ単位でのスペクトル確認機能

㊸ その他の機能

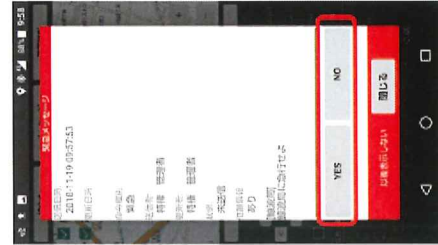
ラジプロローブ



走行ルート作成機能



ストリーミング機能



緊急メッセージの受信機能



6.2 メーカー各社及びユーザーからのヒアリング

6.2.1 メーカー

表 6.2.1 に示した日程で 3 メーカーからヒアリングを行い、その情報を調査結果として表 6.1.1 に取りまとめた。

表 6.2.1 メーカーからのヒアリング日程

| 対象機器 | メーカー | 実施日 |
|-----------|--------------------|-------------------|
| KURAMA-II | 株式会社 松浦電弘社 | 令和元年 11 月 26 日(火) |
| ラジプローブ | 株式会社 千代田テクノ | 令和元年 11 月 25 日(月) |
| RAMPU | 公益財団法人 原子力安全技術センター | 令和元年 11 月 18 日(月) |

6.2.2 ユーザー

表 6.2.2 に示した日程で 5 ユーザーからヒアリングを行い、その情報を調査結果として取りまとめた。

表 6.2.2 ユーザーからのヒアリング日程

| 対象機器 | ユーザー | | 実施日 |
|-----------|------|----------------------------------|-------------------|
| KURAMA-II | 福島県 | 福島県環境創造センター | 令和元年 12 月 19 日(木) |
| KURAMA-II | 鳥取県 | 鳥取県危機管理局原子力安全対策課 鳥取県原子力環境センター | 令和元年 12 月 10 日(火) |
| ラジプローブ | 新潟県 | 新潟県放射線監視センター | 令和元年 12 月 24 日(火) |
| RAMPU | 宮城県 | 宮城県環境放射線監視センター | 令和元年 12 月 17 日(火) |
| RAMPU | 福井県 | 福井県原子力環境監視センター | 令和元年 12 月 25 日(水) |

以下に記載した(1)～(5)のヒアリング調査結果は原則として参考文献に記載したユーザーからの提供資料等^{14)～18)}に基づいて作成した。

(1) 福島県

① 導入している走行モニタリングシステムの概要

【導入台数】

KURAMA-II 70 台

車両のシガーソケットからの給電で稼働しているが、エンジンが頻繁に停止する車両向けに、平成 30 年度にバッテリーを搭載する改造を 5 台について行った。

【導入年度】

平成 24 年度 35 台、平成 25 年度 35 台

【通信方法】

FOMA 通信

【検出器】

CsI (Tl) シンチレーション検出器

検出器はスペクトル取得機能を有しているが、福島県のシステム内に送信及び保存はしていない。



図 6. 2. 1 福島県で導入している KURAMA-II

② 測定実施計画

【総合モニタリング計画に基づくモニタリング】

総合モニタリング計画（モニタリング調整会議、平成31年2月1日改定）²⁰に基づき、路線バス会社等と協力し、福島県内全域における走行モニタリングを日常的に継続して実施している。令和元年12月現在、バス会社等に37台を貸し出している。

【緊急時】

「福島県緊急時モニタリング実施計画」、「福島県緊急時モニタリング実施要領」及び「福島県緊急時モニタリングマニュアル」を定めている。

緊急時モニタリングにおいて、あらかじめ定められたルートを実施する。緊急時モニタリングの初動対応について図6.2.2に示した。

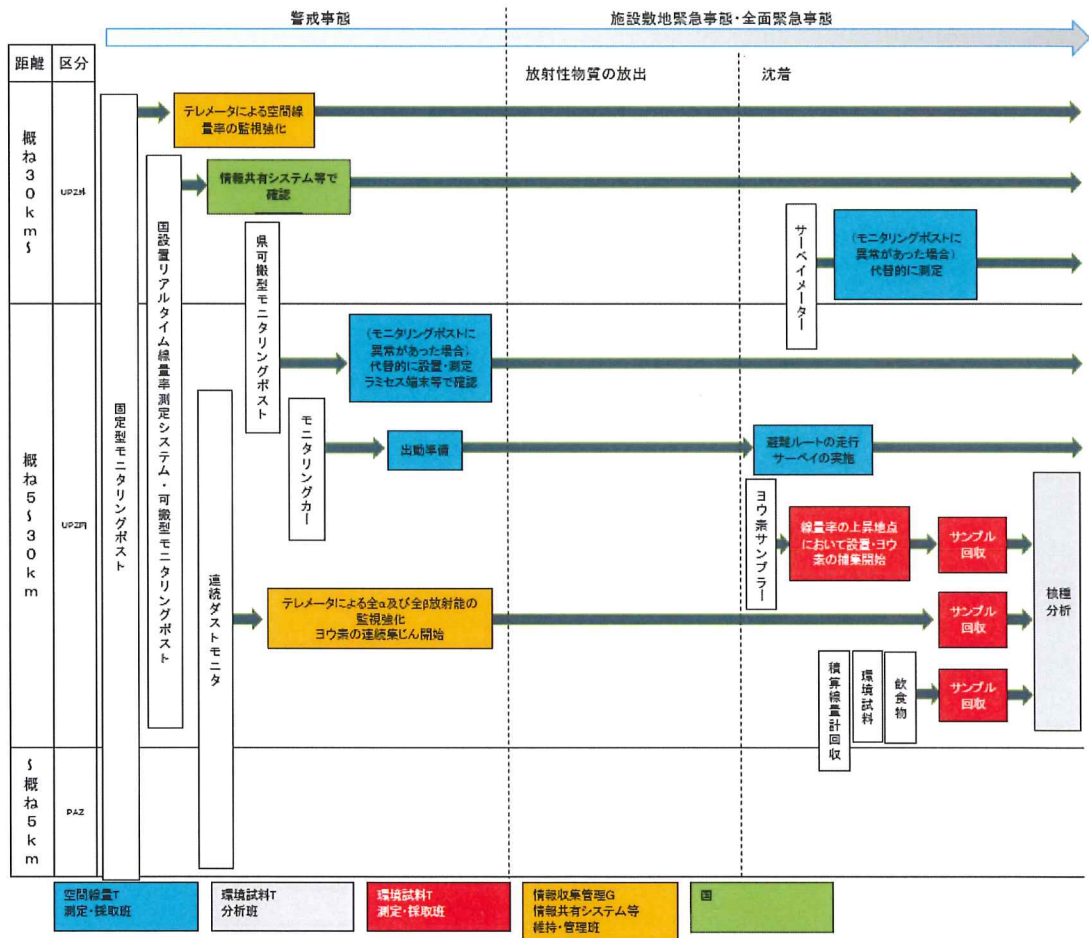


図 6.2.2 緊急時モニタリングの初動対応

緊急時モニタリングにおける走行サーベイ内容について表 6. 2. 3 に示した。

表 6. 2. 3 緊急時モニタリングにおける走行サーベイ内容

| | 内 容 |
|---------------------------------------|--|
| 警戒事態 (EMC 設置前) における環境放射線モニタリ ング | 走行サーベイの準備 |
| 施設敷地緊急事態 (EMC 設置後) における初期モニタリング | 必要に応じて走行サーベイを実施 |
| 全面緊急事態 における初期モニタリング | 避難ルートのサーベイを行うとともに、線量 率が $0.5 \mu\text{Sv/h}$ を超えるおそれがあると予 想される場合は、UPZ 圏外にモニタリング範 囲を拡大 |

走行サーベイ候補地点は、「福島県緊急時モニタリング実施要領」に記載している「主な避難ルート」としている(図 6. 2. 3)。

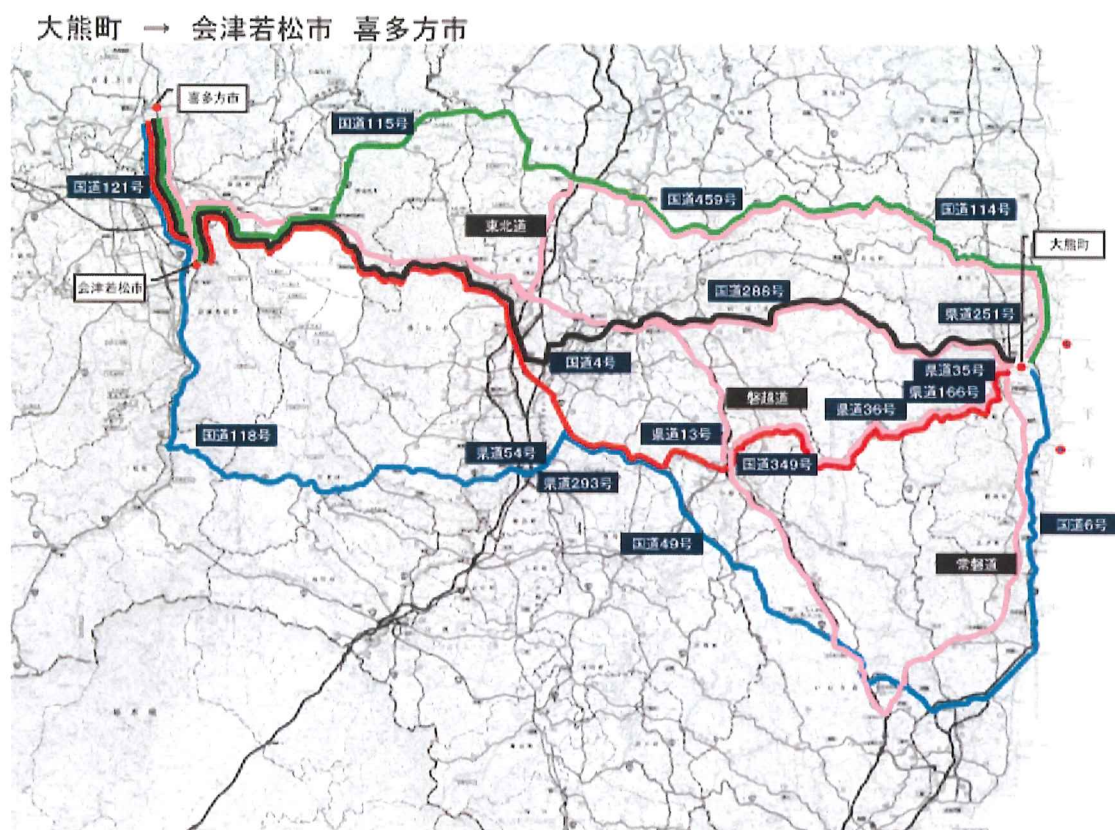


図 6. 2. 3 走行サーベイルートの例

③ 測定実施体制

【緊急時】

福島県原子力現地災害対策本部緊急時モニタリング班が走行サーベイを実施する。施設敷地緊急事態発生後は国がオフサイトセンターに EMC を立ち上げ、走行サーベイを実施する。

④ 測定方法

KURAMA-IIによる測定方法について、「福島県緊急時モニタリングマニュアル」に定めている。

県の車両の場合は、設置高さは1 mとし、後部座席に検出器の鉛直方向を後方へ向け設置している(図 6.2.4)。乗車人数は原則2名(運転席と助手席)とし、遮へいとなるため後部座席には乗車しない。助手席の人員は、オフサイトセンターとの走行経路等の情報共有をするため、ラミセスの操作等を行う。バスの場合には、運転席脇のグローブボックス内やバス最後部に設置しており、設置高さは1 mとなっていないものもある。

シガーソケットから給電しているため、エンジンのONに連動して電源が入り測定が開始される。測定時間は3秒としている。タブレット等の車載監視端末は備えていないため、測定データを確認しながらの走行は実施していない。



図 6.2.4 KURAMA-II の設置イメージ

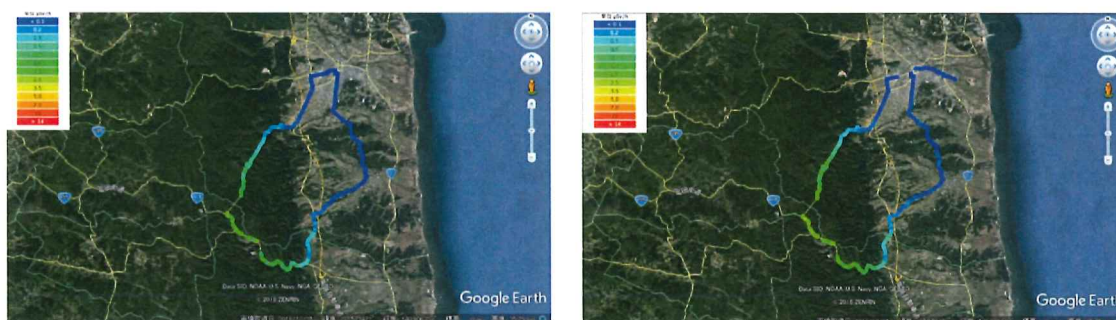
【車内外補正係数】

各車両に応じて、A社が評価した車内外補正係数を使用している。

B社の配送車での評価例(図6.2.5)

測定1：KURAMAを搭載した一般乗用車がKURAMAを搭載したB社の配送車を追走し、走行サーベイを実施

測定2：複数地点においてB社の配送車の近傍でサーベイメータによる空間線量率を測定



B社の配送車での測定結果

福島県測定結果

図6.2.5 車内外補正係数の評価例 (B社の配送車)

⑤ これまでに取得した測定データ

県HPにて週次データを公表している (図6.2.6)。

<https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/ps-soukou.html>

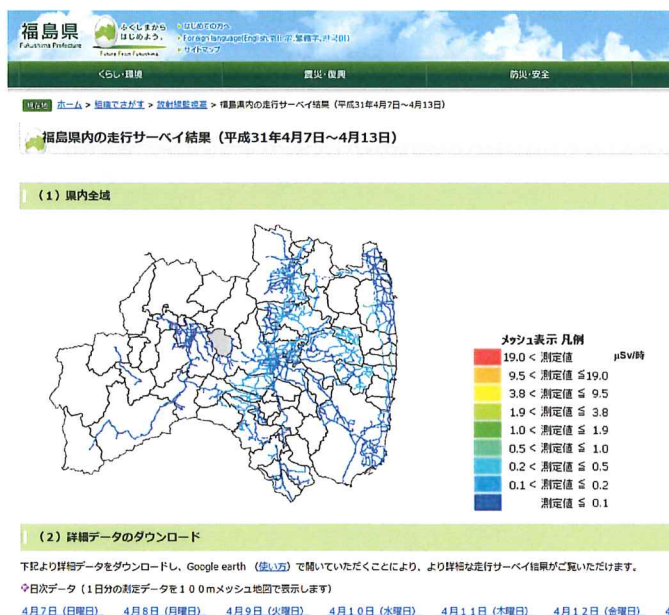


図6.2.6 測定結果の公開

測定データ公開までの流れ (図 6.2.7)

- (1) 測定データは FOMA 通信でゲートウェイサーバ (C 社設置) に送られる。
- (2) ゲートウェイサーバに集積したデータは、データ解析・補正用サーバ (A 社設置) へ転送され、A 社が異常データの確認・削除*等を行った後、データ公開用サーバ (A 社設置) に送られる。
- (3) データ公開用サーバのデータを県のクライアント PC にダウンロードし、県 HP 等で公表する資料を作成している。(KURAMA-II のデータは県のテレメータシステムには格納されない。)

*異常データの確認・削除等は A 社に委託している。位置情報のズレは道路から 20 m 以内であれば適切な位置に補正し、それ以上であれば削除する。スパイクノイズ、RI 投与患者等の影響が疑われるデータ、緯度経度が更新されない等の異常値は削除する。

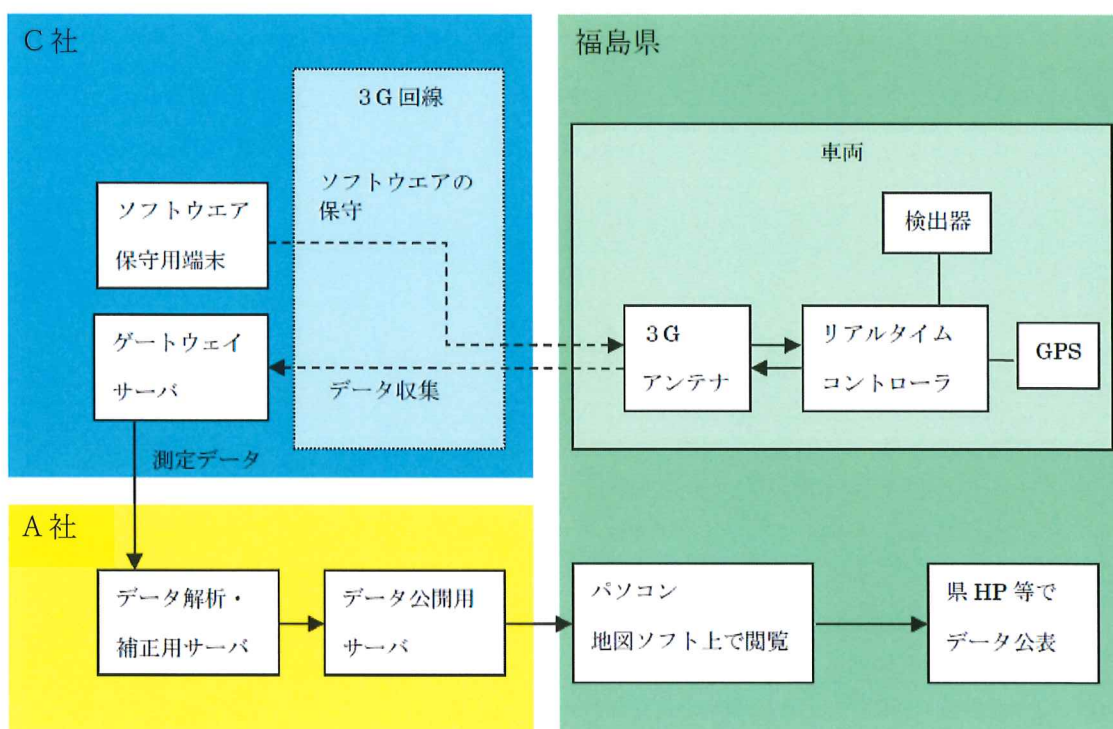


図 6.2.7 福島県における KURAMA 情報収集・解析システムの概要

得られる測定データの情報としては、空間線量率の他、測定日時、緯度、経度、標高、速度等がある。

A社から受け取るデータは大きく分けて以下の2つに分けられる。

- ・ほぼリアルタイムのデータ（速報値）

専用の kml ファイルにより A 社のサーバからダウンロードし、Google Earth 上で閲覧することができる。表示されるデータはメッシュ化されていない状態の点のデータである（図 6.2.8）。発災直後の緊急性の高い調査や、走行した軌跡を確認したい時等に使用する。

- ・メッシュ化等の解析が完了したデータ（暫定値）

主に県の HP 等で公表する資料を作成するためのデータとしてダウンロードする場合に使用する。受け取れるのは、測定日の翌日正午以降になる。受け取れるデータはメッシュ化されていない点のデータ（図 6.2.8）の他、最小 100 m 四方のメッシュ内平均値をまとめたメッシュデータ（図 6.2.9）である。

また、それぞれのデータについて、CSV 形式と kmz 形式で受け取ることができる。

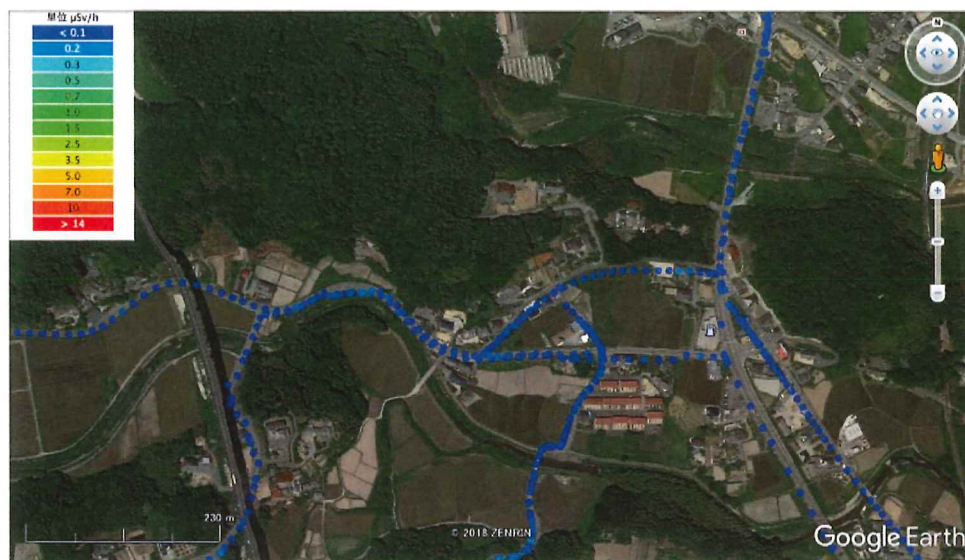


図 6.2.8 点データ

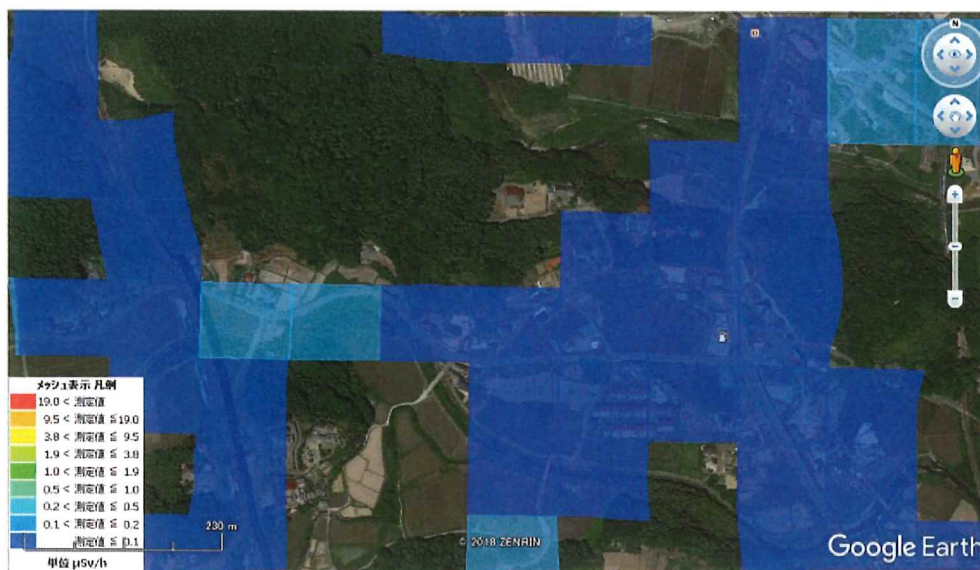


図 6.2.9 メッシュデータ

⑥ 維持管理方法（保守対応等）

2年に1回（1年あたり35台ずつ）の頻度でメーカーが実施している。

⑦ 使い勝手等に関する意見

【良い点】

- ・エンジンを起動すれば測定が開始されるので簡便であり、誰でも取り扱える。

【改善点】

- ・監視端末や表示部が無いと、現地での線量率の確認と通信ユニットが途絶えた際に測定されているかどうか確認することができない。
- ・緊急時を想定すると、スペクトル取得機能があると良い。

(2) 鳥取県

① 導入している走行モニタリングシステムの概要

【導入台数】

KURAMA-II 2台

【導入年度】

平成30年度に購入し、平成31年度から運用開始

KURAMA-IIは車両が汚染されても測定器を別の車両に載せ替えて使用できるため選定された。

【通信方法】

LTE通信及び衛星通信（通常はLTE通信を使用）

【検出器】

CsI(T1)シンチレーション検出器（浜松ホトニクス（株）製）

スペクトルデータも取得し、システム内に送信及び保存している。



図 6.2.10 KURAMA-II を搭載するサーベイ車



図 6.2.11 鳥取県の KURAMA-II

表 6.2.4 サーベイ車の概要

| 名称 | 測定項目 | 測定機器 | 検出器 地上高 |
|-------|---------|--|------------|
| サーベイ車 | 空間放射線量率 | CsI(Tl)シンチレーション式検出器 測定範囲：0.001 μ Gy/h \sim 1.5 mGy/h 0.001 μ Sv/h \sim 2.0 mSv/h | 1.0 m |

表 6.2.5 KURAMA-IIの機器構成 (1台あたり)

| 名称 | 数量 | 説明 |
|---------------------------|----|---------------|
| 放射線測定器 | 1台 | 装置本体 |
| シガーソケット電源ケーブル | 1本 | 放射線測定器 電源ケーブル |
| Hemisphere A222 | 1台 | GPS 受信機 |
| RS-232C ケーブル | 1本 | GPS 接続ケーブル |
| Panasonic タフパッド M1 FZ-M1G | 1台 | 監視端末 |
| Panasonic FZ-WEBM13JS | 1台 | 監視端末用カーマウンタ |
| Panasonic CF-SYU14012 | 1台 | 監視端末用カーアダプタ |
| ウッドラック式 | 1台 | 装置本体設置用架台 |

表 6.2.6 KURAMA-II の仕様

3-1) 構成/定格/電氣的仕様

| 項目 | 仕様 | 単位 |
|--------|-------------|----|
| 外形寸法 | 400×300×200 | mm |
| 使用温度範囲 | -10~50 | °C |
| 電源 | 12~24 | V |

3-2) 計測部

| 項目 | 仕様 |
|-----------|--|
| 測定対象 | γ線 |
| 検出器 | CsI(Tl)シンチレーション式検出器 |
| 測定範囲 | 周辺線量当量率 0.001 μSv/h~2mSv/h 空気吸収線量率 0.001 μGy/h~1.5mGy/h |
| 測定エネルギー範囲 | 60keV~3.0MeV |
| 線量率特性 | ±15% 0.2 μSv/h~2 mSv/h (基準 Cs-137) |
| エネルギー特性 | JIS Z4333(2014)の1形、3形、4形のいずれかを満たし、かつ±30% : 60keV~1.5MeV (基準Cs-137) を満たすこと。 |
| 方向特性 | ±30% (基準 0° ±60°) (基準 Cs-137) |
| 温度特性 | ±20% (使用温度範囲内で+20°Cを基準とする。) |

表 6.2.7 データ収集サーバの機器構成

| 名称 | 数量 | 説明 |
|-----------------------|----|-----------|
| HP ML 110 Gen10 | 1台 | データ収集サーバー |
| EPSON Endeavor NJ6100 | 1台 | 操作端末 |
| APC Smart-UPS 1500 | 1台 | UPS |
| QNAP TS-451+ | 1台 | NAS |
| アライドテレシス AT-GS910/8 | 1台 | スイッチングハブ |

表 6.2.8 データ収集サーバの仕様

ハードウェア仕様

| | |
|-------|----------------------------|
| 製品名 | HP 製 ML110 Gen10 |
| CPU | XeonB 3104 1.7GHz 1P6C CPU |
| メモリー | 32GB DDR4 |
| ストレージ | 2TB × 4 RAID 5 (容量 5.7TB) |

ソフトウェア仕様

| | |
|--------------|-----------------------------|
| OS | CentOS 7.6.1810 |
| Web サーバー | Apache 2.4.6 |
| DB サーバー | PostgreSQL 11.2 |
| アプリケーション記述言語 | perl v5.26.3 |
| セキュリティソフトウェア | Sophos Anti Virus for Linux |

表 6.2.9 マッピングソフトウェアの仕様

| | |
|---------------------|-------------------------------|
| OS | Windows 10 Pro 64bit |
| マッピングソフトウェアプラットフォーム | Google Chrome |
| セキュリティソフトウェア | Sophos Anti Virus for Windows |

② 測定実施計画

【平常時】

緊急時交付金で整備しているため、平常時での測定計画はない。

【緊急時】

「鳥取県緊急時モニタリング計画」及び「鳥取県緊急時モニタリング実施要領」（島根原子力発電所編、人形峠環境技術センター編）に基づき、全面緊急事態となった際に走行サーベイを実施することとしている（表 6.2.10）。KURAMA-II はサーベイ車における走行サーベイで使用する。測定地点は OIL1 及び OIL2 の基準を超過した地点の地域等としている。それに備え、年 2 回の緊急時モニタ

リング訓練において、操作手順の確認及び機器取扱いの習熟度の向上を図るため、走行サーベイを実施している。

表 6.2.10 全面緊急事態時の測定地点及び項目（抜粋）

| | 測定地点 | 測定項目 | 測定機器 | 測定方法 |
|-------|-----------------------------------|---------|-----------------------|---------------|
| サーベイ車 | 0IL1, 0IL2 の基準を超過した地点の地域等 (UPZ 内) | 空間放射線量率 | CsI (T1) シンチレーション式検出器 | 連続測定 (走行サーベイ) |

走行ルート

島根原子力発電所周辺の緊急時モニタリングにおいては、UPZ 内で 1 ルート、UPZ 外で 6 ルートの計 7 ルートを走行ルートとして定めている（図 6.2.12）。

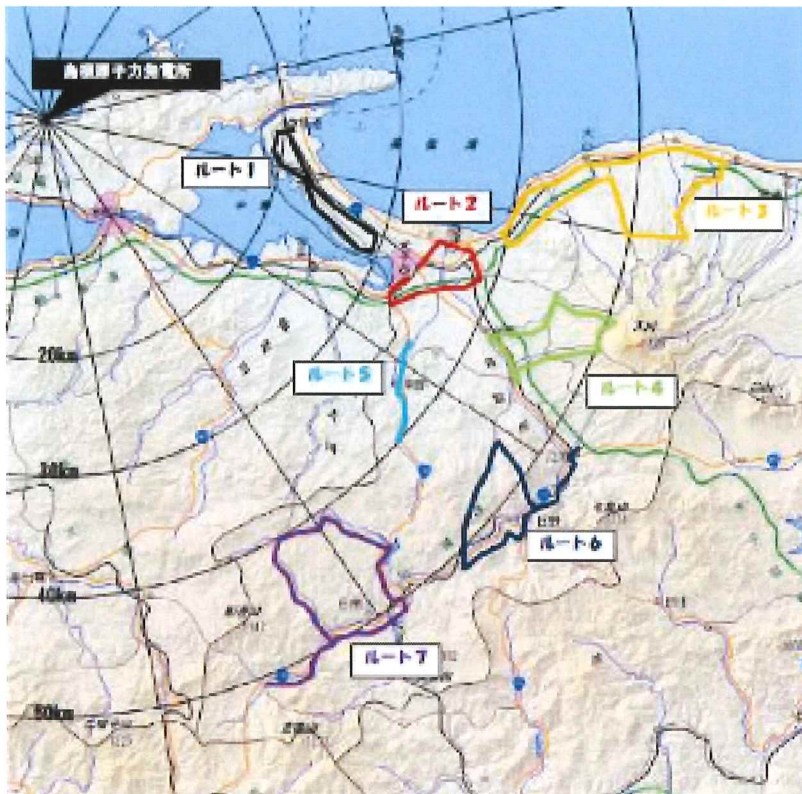


図 6.2.12 島根原子力発電所周辺の緊急時モニタリング走行ルート例



図 6. 2. 13 島根原子力発電所 UPZ 内の避難ブロック

人形峠環境技術センター周辺の緊急時モニタリングにおいては、2 ルートを走行ルートとして定めている (図 6. 2. 14)。

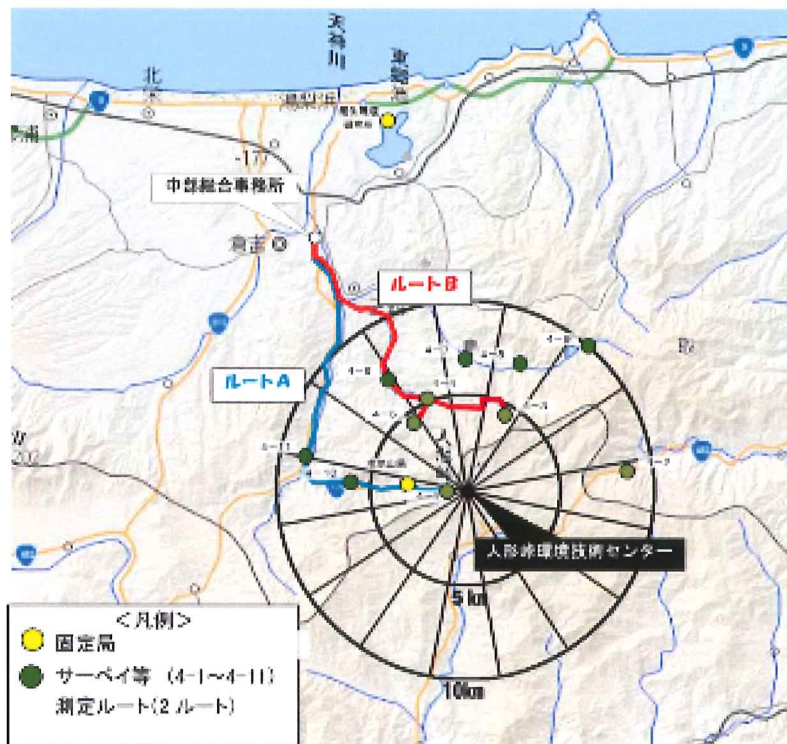


図 6. 2. 14 人形峠環境技術センター周辺の緊急時モニタリング走行ルート例

③ 測定実施体制

島根オフサイトセンターに EMC を立ち上げる。

EMC の指示書に基づき、企画・評価チームでモニタリング活動指示書を作成し、機動モニタリングチームが走行サーベイを実施する。乗車人数は 3 名としているが、乗車位置及び具体的な役割は定めていない。

走行サーベイの出発前に車内の座席等を養生し、車内の空気は内気循環とすること及び運転手は運転に専念して車外作業を控えることとしている。

④ 測定方法

「走行モニタリング機器取扱説明書」に基づき、測定を実施している。

KURAMA-II は車両後部に検出器を車両の後方へ向け設置し、設置高さは 1 m としている (図 6.2.15)。本体に ON/OFF ボタンがあり、ON にするとデータを送信する。測定時間は 3 秒としているが、車載監視端末での線量率表示は 1 秒毎に更新される (図 6.2.16)。また、DGPS (Differential Global Positioning System) を使用している。

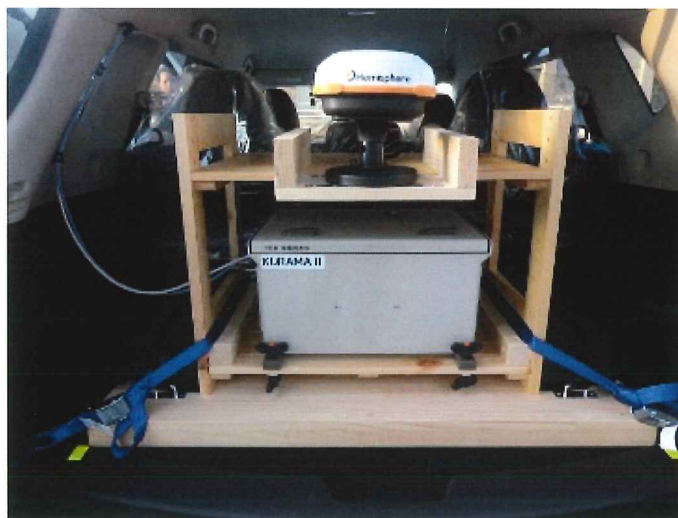


図 6.2.15 鳥取県の KURAMA-II 設置の様子

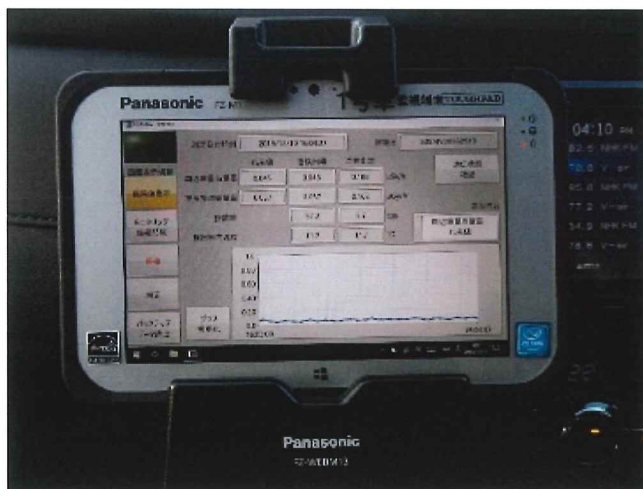


図 6.2.16 車載監視端末画面

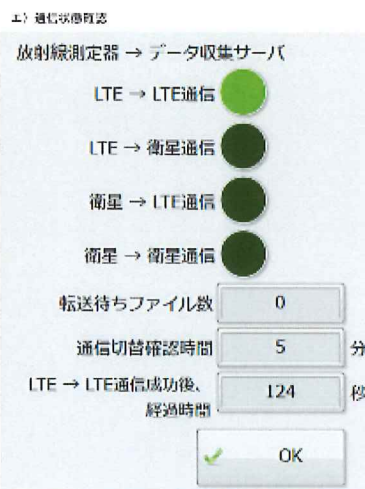


図 6.2.17 車載監視端末での通信状態表示

【車内外補正係数】

文献値 (JAEA 技術資料「走行サーベイシステム KURAMA-II を用いた測定の基盤整備と実測への適用」) の 1.30 を使用しているが、緊急時モニタリングにおいては車内外補正係数で換算しないこととしている。

測定結果

測定データは CSV 形式で出力することができる (表 6.2.11)。

表 6.2.11 測定データの CSV 出力フォーマット

| カラム | データ詳細 |
|-----|---|
| 1 | 測定日時 - YYYY-MM-DD HH:mm:ss |
| 2 | 測定地点 (緯度) - 浮動小数点数 |
| 3 | 測定地点 (経度) - 浮動小数点数 |
| 4 | 測定地点 (UTM ポイント) - MGRS 形式 |
| 5 | 計測車 ID - 文字列 |
| 6 | 空間線量率代表値 ($\mu\text{Sv/h}$) - 浮動小数点数 |
| 7 | 低線量計空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) - 浮動小数点数 |
| 8 | 高線量計空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) - 浮動小数点数 |
| 9 | 車両遮蔽係数 - 浮動小数点数 |
| 10 | メッシュコード (基準メッシュ) |
| 11 | メッシュコード (1/2 地域メッシュ) |
| 12 | メッシュコード (1/4 地域メッシュ) |
| 13 | メッシュコード (1/8 地域メッシュ) |
| 14 | 代表値にどちらの線量計を用いるか - 0/1 (0:低, 1:高) |
| 15 | 車両遮蔽係数の適用 - 0/1 (0:しない, 1:する) |

⑤ これまでに取得した測定データ

緊急時モニタリング訓練（島根原子力発電所訓練、人形峠環境技術センター訓練）時のデータ（図 6.2.18 及び図 6.2.19）

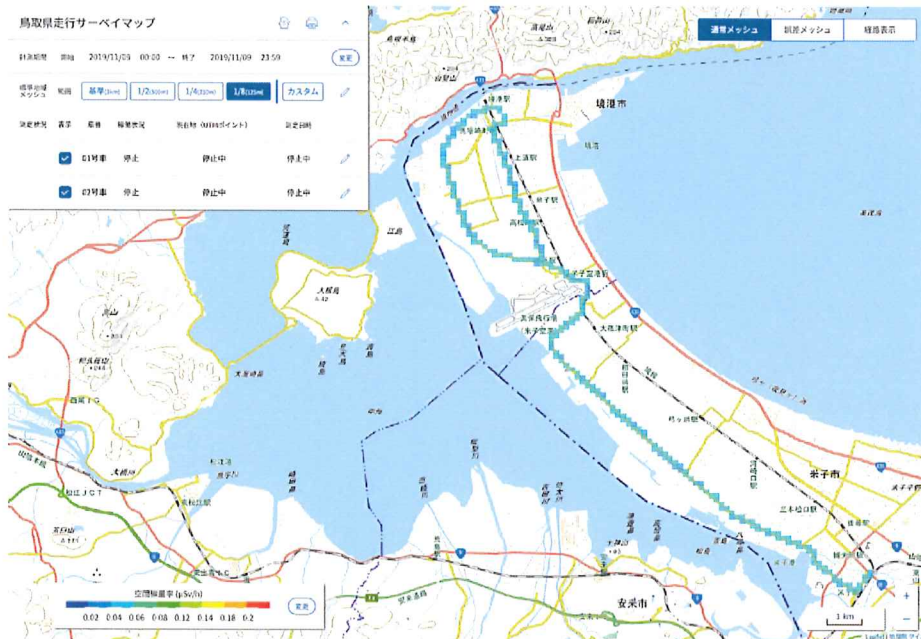


図 6.2.18 緊急時モニタリング訓練時の測定データ
（島根原子力発電所）

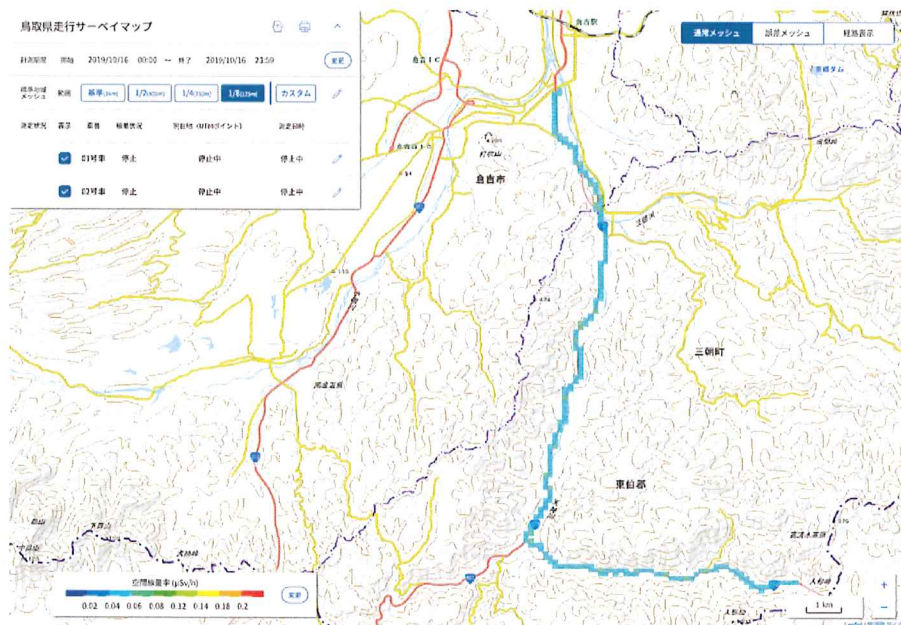


図 6.2.19 緊急時モニタリング訓練時の測定データ
（人形峠環境技術センター）

マップには、空間線量率及びメッシュ表示だけでなく、メッシュに含まれる誤差も表示することができる（図 6.2.20）。

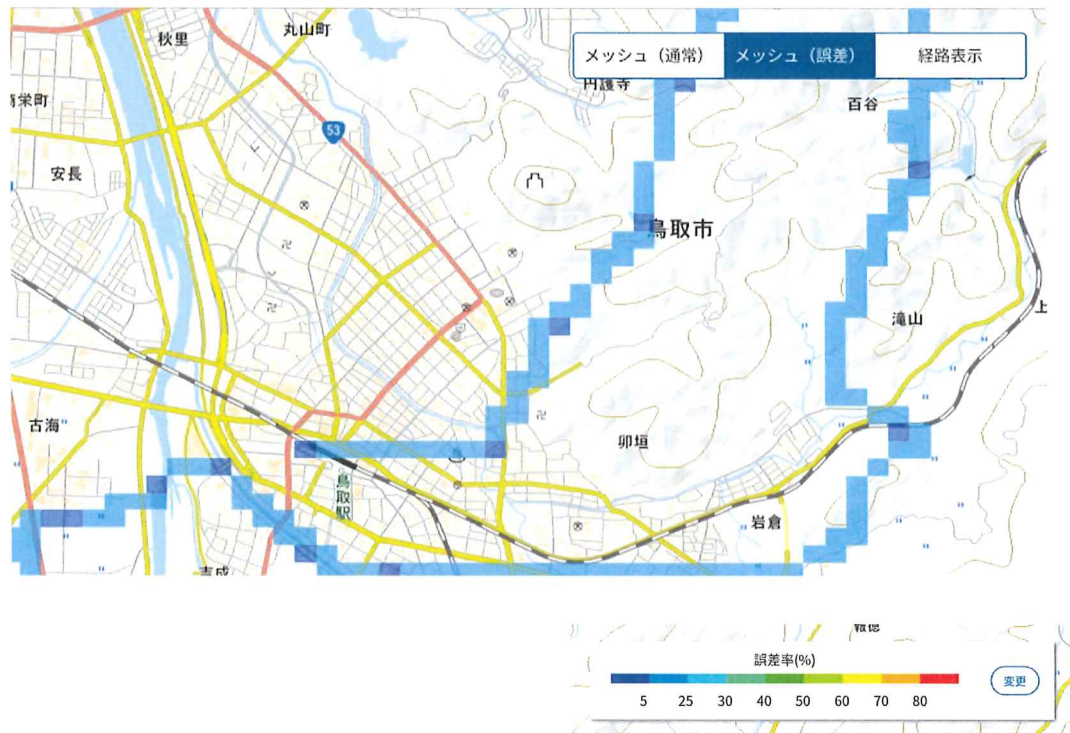


図 6.2.20 メッシュ（誤差表示）

また、メッシュを選択することでスペクトルデータをダウンロードすることが可能である（図 6.2.21）。



図 6.2.21 スペクトルデータのダウンロード

⑥ 維持管理方法（保守対応等）

【日常管理】

サーベイ車の走行点検時に合わせて機器の動作確認と通信状態等を確認している。車は屋根付きの車庫に保管し、機器は車内に常時設置している。

【保守・校正】

令和 2 年度からメーカーによる保守点検を実施する予定としている。緊急時交付金のため、年間保守の予定はない。

⑦ 使い勝手等に関する意見

【良い点】

- ・ダッシュボードに設置した監視端末（タブレット）により、データの確認ができるのが良い。
- ・測定器の取扱いが簡単で分かりやすい。
- ・GPS の大きなズレがない。

【改善点】

- ・衛星携帯電話の取付位置が良くない（運転中に肘や手が当たる）。
- ・カーナビがあった方が良い。紙の走行ルート図では、走行する道路や交差点がわかりにくい場合がある。

(3) 新潟県

① 導入している走行モニタリングシステムの概要

【導入台数】

ラジプローブ (Android 版) 13 台

モニタリングカー用 1 台については車載監視端末としてタブレットを使用しているが、残りの 12 台についてはスマートフォンを使用している。



図 6.2.22 新潟県のラジプローブ
(左：測定器、右：車載監視端末のスマートフォン)



図 6.2.23 新潟県のラジプローブ (収納状態)

【導入年度】

平成 24 年度

新潟県では当初 PC 版のラジプローブを 12 台導入したが、平成 29 年度の端末更新に併せて Android 化し、現在はスマートフォンで運用している (図 6. 2. 24、表 6. 2. 12 及び表 6. 2. 13)。また、平成 30 年度からのモニタリングカー更新に併せてラジプローブを 1 台追加導入している。

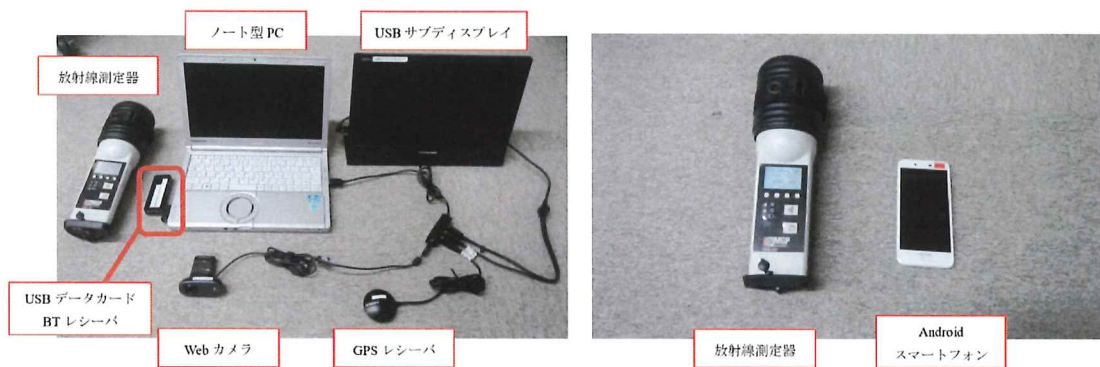


図 6. 2. 24 車載部の機器写真
(左：平成 24 年度納入時、右：平成 29 年度改良後)

表 6. 2. 12 改良前後の機器及び機能概要

| 改良前 | 改良後 | 用途 |
|-------------|----------------|-----------------|
| 放射線測定器 | 放射線測定器 | γ線・中性子線測定 |
| ノート型PC | Androidスマートフォン | 測定データの収集 |
| GPSレシーバ | | 位置情報の取得 |
| BTレシーバ | | 放射線測定器のデータ受信 |
| Webカメラ | | 走行サーベイ中の周囲映像の取得 |
| USBデータカード | | 測定データの送信 |
| 専用ソフトウェア | 専用アプリ | 測定制御及びデータ表示 |
| USBサブディスプレイ | 廃止 | ノート型PC画面のミラーリング |
| DC-ACインバータ | DC-ACインバータ | 機器の充電 (予備用として) |

※網掛け部は、本改良により更新した機器及び機能を表す。

表 6.2.13 Android スマートフォンの仕様

| 項目 | 仕様等 |
|---------|--------------------------------|
| 機種名 | SHARP AQUOS sense SH-01K |
| OS | Android 7.1 |
| 外寸法・重量 | 144×72×8.6(mm) 約148g |
| ディスプレイ | 5.0inch 1080×1920 タッチペン対応 |
| カメラ画素数 | アウトカメラ 約1310万画素, インカメラ 約500万画素 |
| バッテリー容量 | 2700mAh |
| 防水・防塵性能 | IPX5/8, IP6X |
| 接続端子 | USB micro Type-C |

【通信方法】

LTE (Xi) 通信

図 6.2.25 に示すように、車載部では放射線測定器で空間放射線量率・中性子計数率を、Android スマートフォンで GPS をそれぞれ測定し、Android スマートフォンによりデータ収集公開部に伝送する。データ収集公開部では車載部の測定データをクラウドサーバに蓄積するとともに、インターネットを通じてリアルタイムで閲覧することができる。閲覧用のプログラムは、ブラウザ上で動作し任意の端末で使用可能であり、車載端末1台の詳細データやスペクトルを監視するためのラジプロブ管理・監視システムと、専用端末上でのみ動作し、運用中の車載監視端末全台を同時に閲覧するための一元監視システムの2種類が存在する。

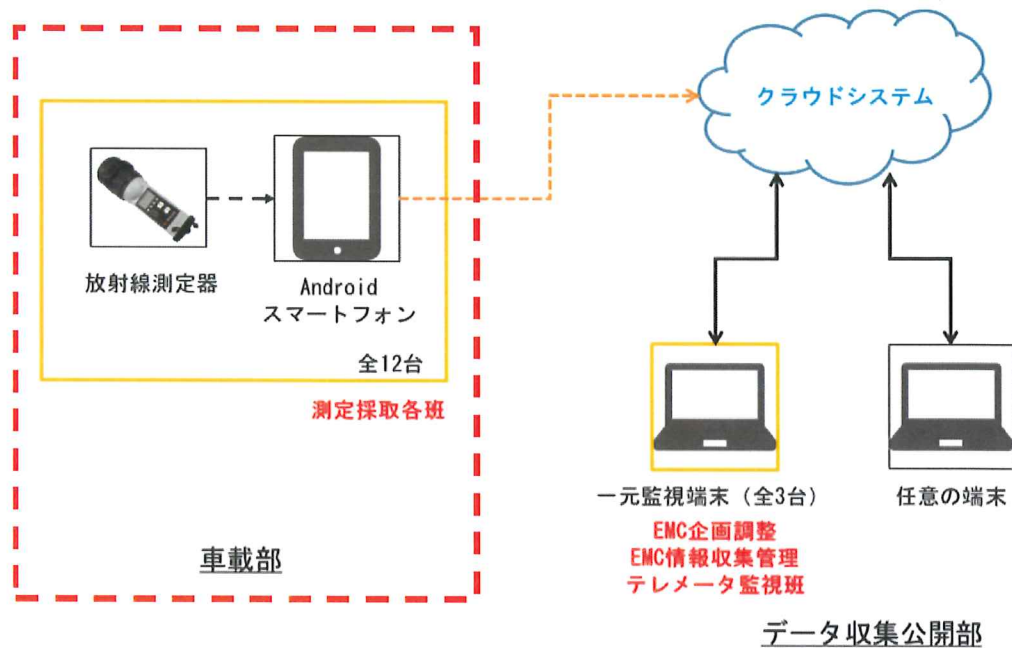


図 6.2.25 システム構成図

【測定器】

HDS-101GN (MIRION Technologies 社製)

低線量率測定用：CsI(Tl)シンチレーション検出器

高線量率測定用：シリコン半導体検出器

スペクトルデータも取得し、システム内に送信及び保存している。

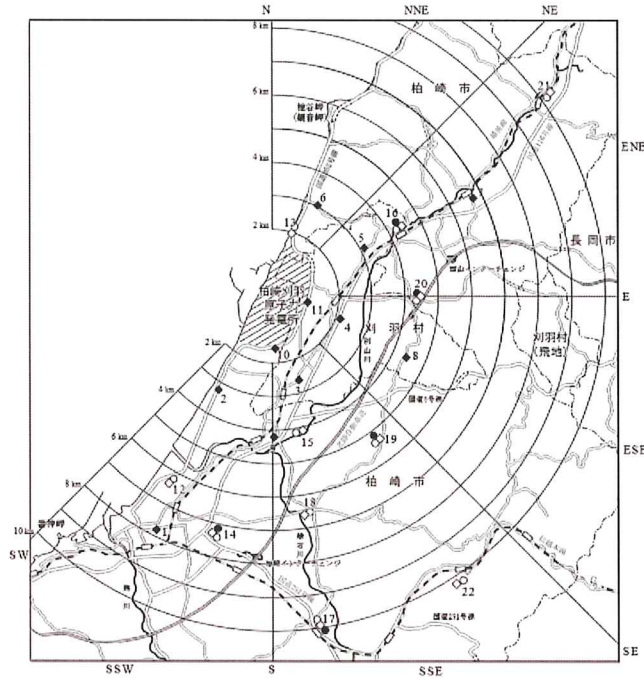
② 測定実施計画

【平常時】

「柏崎刈羽原子力発電所周辺環境放射線監視調査年度計画」に基づき、緊急時モニタリングに備えた平常時の空間放射線レベルを把握するため、モニタリングカーにより発電所周辺の測定局での定点測定及び走行測定を年4回（四半期毎）実施している（表 6.2.14 及び図 6.2.26）。また、年1回のモニタリングボストの点検を兼ねた走行サーベイを実施している。

表 6.2.14 平常時におけるモニタリングカーによる測定内容

| 測定地点 | | 測定頻度 | 備考 |
|------|--------------------------------------|---------------|----------------------------|
| 定点測定 | モニタリングポイント近傍 | ① 北園町局 (柏崎市) | 気象観測 (風向、風速、降雨雪有無、積雪有無)を含む |
| | | ② 三和町局 (") | |
| | | ③ 中田局 (") | |
| | | ④ 吉井局 (") | |
| | | ⑤ 北野局 (") | |
| | | ⑥ 長嶺局 (") | |
| | | ⑦ 広田局 (") | |
| | | ⑧ 安田局 (") | |
| | | ⑨ 下大新田局 (") | |
| | | ⑩ 大湊局 (") | |
| | | ⑪ 別山局 (") | |
| 走行測定 | 原則として、定点測定地点①～⑥、⑦～⑪を結ぶ2ルート (柏崎市・刈羽村) | | |



| No | モニタリングポスト等 | 方位 | 距離(km) | No | モニタリングポイント等 | 方位 | 距離(km) |
|----|---------------------------|-----|--------|----|-------------|-----|--------|
| 1 | ◆ 柏崎市街局 | SSW | 7.8 | 12 | ○◇ 北園町局 | SSW | 6.3 |
| 2 | ◆ 荒浜局 | SSW | 3.4 | 13 | ○◇ 大湊局 | NNE | 2.0 |
| 3 | ◆ 下高町局 | SSE | 2.5 | 14 | ●○◇ 三和町局 | SSW | 7.3 |
| 4 | ◆ 刈羽局 | ESE | 2.1 | 15 | ○◇ 下大新田局 | S | 4.1 |
| 5 | ◆ 勝山局 | ENE | 3.1 | 16 | ●○◇ 長嶺局 | ENE | 4.4 |
| 6 | ◆ 宮川局 | NNE | 3.1 | 17 | ●○◇ 安田局 | S | 9.9 |
| 7 | ◆ 西山局 | ENE | 6.7 | 18 | ○◇ 中田局 | S | 6.5 |
| 8 | ◆ 赤田町方局 | ESE | 4.3 | 19 | ●○◇ 吉井局 | SE | 5.3 |
| 9 | ◆ 土合局 | S | 4.2 | 20 | ●○◇ 北野局 | E | 4.4 |
| 10 | ◆ 発電所南局 | S | 1.6 | 21 | ○◇ 別山局 | NE | 10.4 |
| 11 | ◆ 発電所北局 | E | 1.1 | 22 | ○◇ 広田局 | SE | 10.2 |
| | | | | 23 | ○◇ 大積局 | E | 11.5 |
| | ◆ : モニタリングポスト及びモニタリングポイント | | | 24 | ○◇ 長岡市街局 | E | 23.9 |
| | ◇ : モニタリングポイント | | | 25 | ○◇ 出雲崎局 | NE | 14.8 |
| | ○ : モニタリング車による定点測定対象地点 | | | 26 | ○◇ 小国局 | SE | 17.0 |
| | ● : 可搬型モニタリングポストによる測定地点 | | | 27 | ○◇ 高柳局 | S | 23.3 |

(注) 監視調査地域内の測定地点のみ図示

図 6.2.26 空間放射線監視地点

【緊急時】

「新潟県緊急時モニタリング計画」及び「新潟県緊急時モニタリング実施要領」に基づき、走行サーベイを実施している（表 6. 2. 15 及び図 6. 2. 27）。

表 6. 2. 15 全面緊急事態における OIL のための空間放射線量率のモニタリング

| | |
|--|---|
| <p>①モニタリングポスト 固定観測局：29局 (PAZ・UPZ内) 緊急時局：126局</p> | <ul style="list-style-type: none"> 稼働状況及び空間放射線量率（1分値）を確認する。 動作不良又は測定不能が認められる場合は、放射性物質沈着後に代替機の設置または修理等の必要な対応をとる。 |
| <p>②走行サーベイ等 モニタリング車、 車載型モニタリングシステム、 NaIシンチレーションサーベイメータ、 電離箱サーベイメータ</p> | <ul style="list-style-type: none"> 放射性物質沈着後、必要に応じて走行サーベイ又はγ線用サーベイメータによる現地測定を実施する。 |

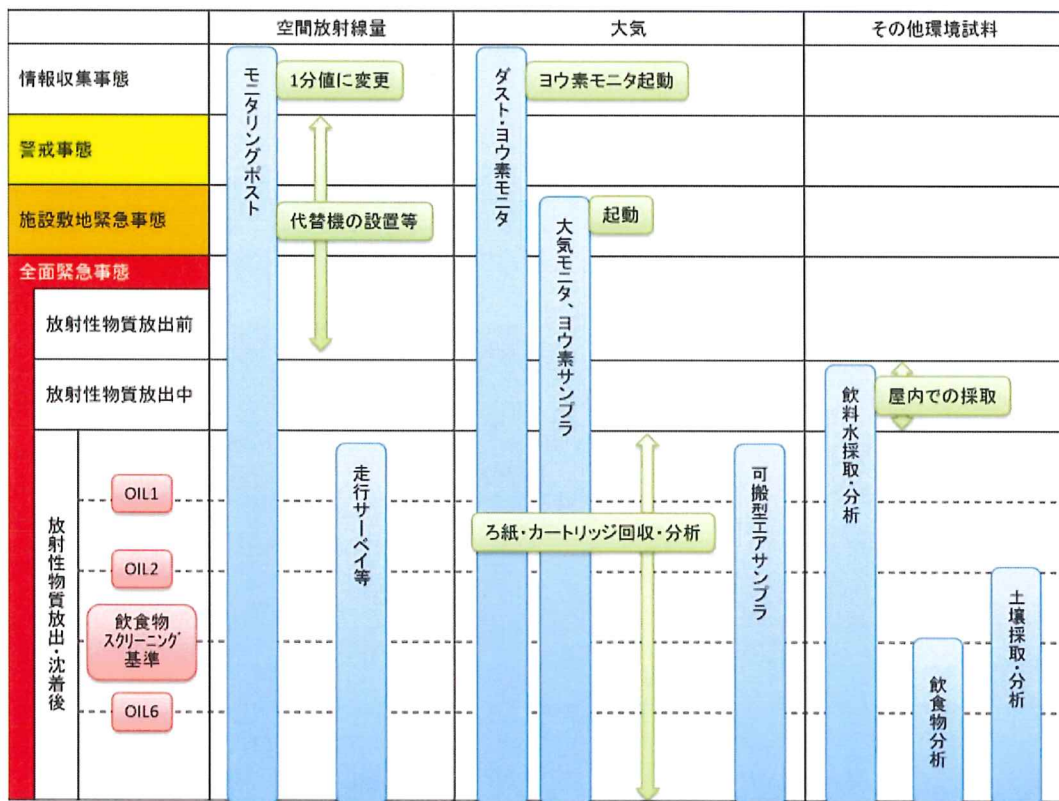


図 6. 2. 27 事態進展に伴う緊急時モニタリング等の実施内容

走行ルートは柏崎刈羽原子力発電所を起点とする UPZ 内の 16 ルートを基本としている（図 6.2.28）。

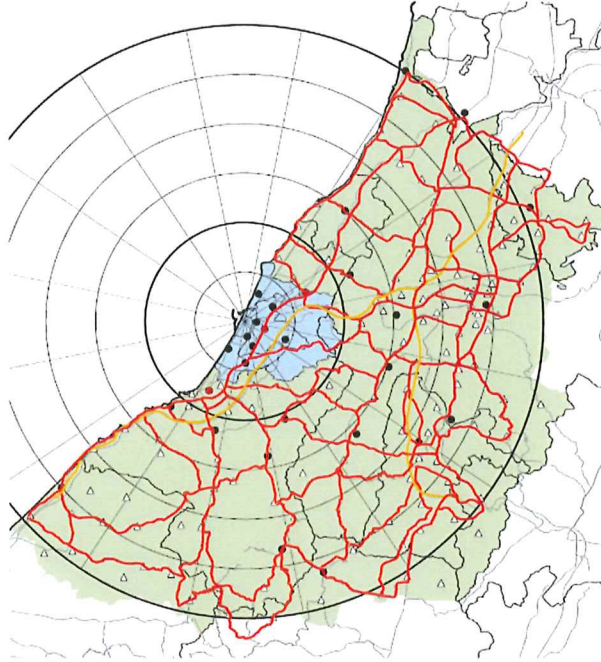


図 6.2.28 走行サーベ이의基幹ルート

③ 測定実施体制

原子力防災センター（OFC）内に EMC を立ち上げ、走行サーベイを実施している。乗車人数は 2～3 名とし、8 班体制としている。乗車人員の役割は、運転 1 名、ラジプローブ操作 1 名（助手席で測定値監視、走行ルート案内等）、その他の機器操作 1 名（後部座席でラミセスの操作等）を想定している。

④ 測定方法

ラジプローブ操作マニュアル「監視端末編」及び「車載端末編」に基づき、測定を実施している。

ラジプローブに関する資機材一式を収納ケースに収めてキット化するとともに、収納ケースごと設置して測定に使用している（図 6.2.29）。

測定器は後部座席に設置しているが、設置方向は決めていない（図 6.2.31）。測定データは 5 秒毎に取得しているが、サーバには平均化して 1 分値として送信されている。スペクトルは 5 秒毎に取得しているが、人工放射性核種を検知した場合は 5 分間の積算を行い、ピークを同定する機能を持っている。何点かの定点を入力するとマップ上に最短ルートを作成する等のナビ機能、走行ルート作成機能及び写真撮影機能を活用している（図 6.2.33 及び図 6.2.34）。



| 番号 | 名称 | 数量 | 用途 |
|----|----------------|----|---------------------------|
| ① | 放射線測定器 | 1台 | 空間放射線量率の測定 |
| ② | スマートフォン | 1台 | システム全体の制御 |
| ③ | タッチペン | 2本 | スマートフォンの操作 |
| ④ | クイックマニュアル | 1冊 | 操作方法の確認 |
| ⑤ | ビニール袋等（封筒に収納） | | |
| ⑥ | スマートフォン充電アダプター | 1台 | バッテリーが少なくなった際に⑧⑨と組み合わせて使用 |
| ⑦ | 放射線測定器充電アダプター | 1台 | バッテリーが少なくなった際に⑧⑨と組み合わせて使用 |
| ⑧ | 電源タップ | 1個 | ⑨と組み合わせて使用 |
| ⑨ | 正弦波インバーター | 1台 | 車のシガーソケットに差し込んで使用 |
| ⑩ | プラスチックケース | 1台 | ①～⑨を収納する |

※⑤～⑨は、必要がある場合のみプラスチックケースから取り出して使用する。

図 6. 2. 29 ラジプローブに関する資機材



図 6.2.30 スマートフォン（車載端末）の設置の様子 図 6.2.31 ラジプローブの設置の様子



図 6.2.32 スマートフォンでの表示画面

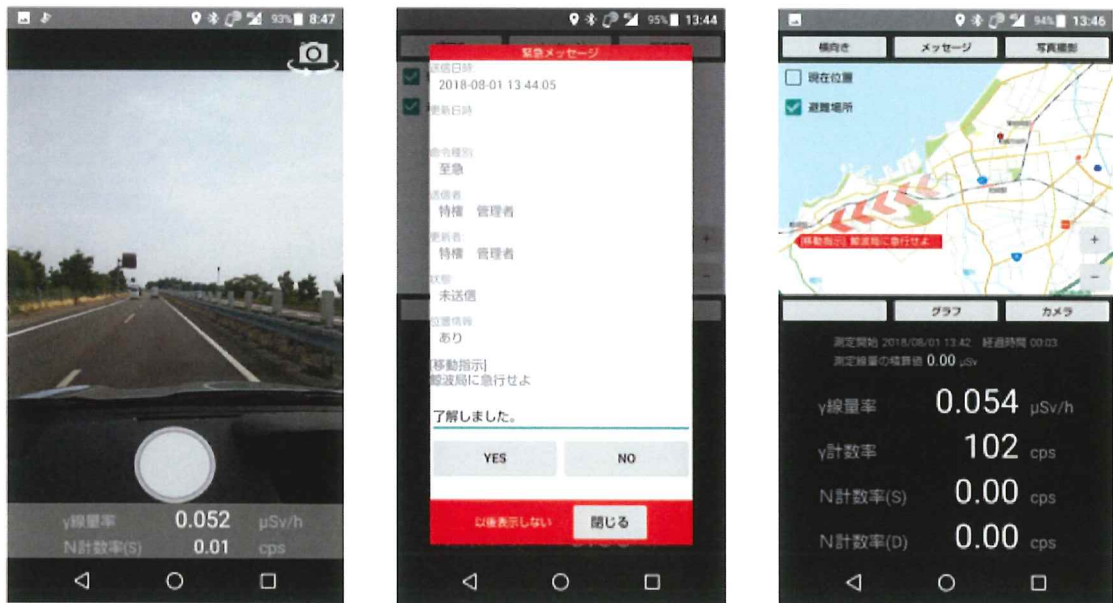


図 6. 2. 33 写真撮影機能及びメッセージ送受信機能



図 6. 2. 34 走行ルート作成機能

【車内外補正係数】

緊急時には迅速に測定データを取得すること及び使用する車両も統一されていないことから、モニタリングカーを除き車内外補正係数を定めていない。

⑤ これまでに取得した測定データ

- ・ 平常時モニタリングの測定データ
- ・ 要員研修時の測定データ
- ・ 防災訓練時の測定データ
- ・ 福島第一原子力発電所周辺における測定データ（福島県の協力の下、測定を実施）

作成日：2013/12/19

| 任務名 | | 130416：130416佐渡島内測定 | | | |
|-----------|---|---------------------|---------------------------|----|-----------------------|
| 測定位置 | 101：車両ボンネット | 測定器 | HDS-101GN：200253 | | |
| 担当部署 | 1000：新潟県（管理者）登録なし | 使用車両 | 1009：長岡300 ふ 261 | | |
| 作業員氏名 | 1：テスト 主任, niigata：新潟県 | | | | |
| 対象期間 | 2013-04-15 00:00:00 ~ 2013-04-18 00:00:00（測定期間全体：2013-04-15 00:00:00 ~ 2013-04-18 00:00:00） | | | | |
| 最高気温 | 28.0℃ 2013-04-16 15:40:50 | 最低気温 | 15.1℃ 2013-04-15 09:29:07 | | |
| 備考 | | | | | |
| 平均線量率 (γ) | 0.038 uSv/h | 積算線量 (γ) | 0.491 uSv | | |
| 最大線量率 (γ) | 0.092 uSv/h | 日時 | 2013-04-16 13:33:23 | 座標 | 座標データなし |
| 最小線量率 (γ) | 0.006 uSv/h | 日時 | 2013-04-17 18:53:37 | 座標 | 37.346425, 138.279720 |
| 平均計数率 (n) | 0.044 cps | 積算計数 (n) | 2,020,960 count | | |
| 最大計数率 (n) | 0.646 cps | 日時 | 2013-04-17 19:28:35 | 座標 | 37.196280, 138.253173 |
| 最小計数率 (n) | 0.000 cps | 日時 | 2013-04-17 18:37:41 | 座標 | 37.418912, 138.280278 |

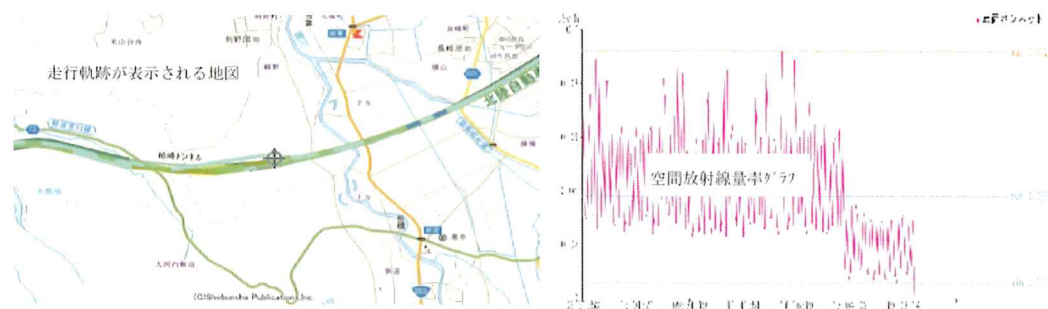


図 6.2.35 帳票出力結果例

⑥ 維持管理方法（保守対応等）

【保守・校正】

年 1 回、保守点検を実施している。

保守点検の中で、CsI(Tl)シンチレーション検出器（低線量率測定用）は、1 年に 1 回の頻度でメーカー（株）千代田テクノル）が全台数の校正を実施している。シリコン半導体検出器（高線量率測定用）は、2 年に 1 回（海外に送付するため、1 年に 6 台ずつ）の頻度でメーカー（MIRION Technologies（フランス））が校正を実施している。

⑦ 使い勝手等に関する意見

【良い点】

- ・運用初期はノート PC で配線が多く、車内での操作性も悪く使いにくかったが、スマートフォンは操作が簡単で使いやすい。
- ・測定値だけでなく画像も併せて確認できる。
- ・グーグルマップ上でのルート作成機能
- ・ナビ機能
- ・メッセージの送受信機能

【改善点】

- ・マッピングにおける線量率範囲の色分けの幅が大きい。
- ・作成した走行ルートをレポート出力する機能を設けたい。
- ・ナビ機能において現在地点の反映が 5 秒程度遅れてしまう。
- ・スマートフォンでは画面が小さいため、タブレット等への変更を検討している。

(4) 宮城県

① 導入している走行モニタリングシステムの概要

【導入台数】

RAMPU 1台

固定型のモニタリングカーに RAMPU を搭載することとしている。

【導入年度】

平成 28 年度

【通信方法】

FOMA 通信

【測定器】

HDS-101G (MIRION Technologies 社製)

低線量率測定用：CsI (Tl) シンチレーション検出器

高線量率測定用：シリコン半導体検出器

測定器はスペクトルデータを取得しているが、RAMPU のシステムではスペクトルを使用していないため、スペクトルデータの送信及び保存はしていない。



図 6. 2. 36 RAMPU を搭載するモニタリングカー



図 6. 2. 37 宮城県の RAMPU

② 測定実施計画

【平常時】

平常時の測定計画は定めていない。

【緊急時】

「宮城県緊急時モニタリング計画」及び「宮城県緊急時モニタリング実施要領」に基づき、走行サーベイを実施している。

放出された放射性物質が沈着後、モニタリングステーション等の固定観測局で 0IL2 ($20 \mu\text{Sv/h}$) を超過した防護措置実施判断区域の周辺を対象に実施することとしている。

年 1 回、緊急時モニタリング訓練を東北電力（株）と合同で実施している。

走行ルート

EMC からの指示書に基づく。具体的な走行ルートについては、現在検討中である。

③ 測定実施体制

EMC の指示に基づき、県と東北電力（株）が走行サーベイを実施する。現地本部モニタリング班の測定採取チームが測定を実施する。

また、乗車人数は3名（現地要員は36名）としている。乗車人員の役割分担は、運転担当1名、走行ルート案内及び連絡担当1名、測定管理担当1名を想定している。

④ 測定方法

「走行サーベイ用測定機器操作マニュアル」に走行サーベイの方法を定めている（図6.2.38及び図6.2.39）。

RAMPUは後部座席の中心付近に設置し、GPSはフロントガラスの下に設置している。

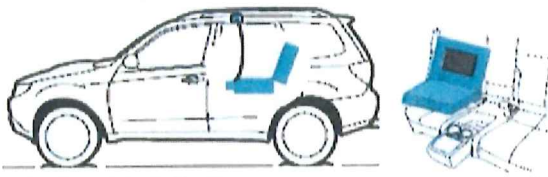
モニタリングカーの発電機から給電しているが、24時間バッテリー駆動が可能である。

測定データの取得間隔を時間か距離で設定することができるが、時間設定にすると停車中のデータも継続して取得してしまうため、150m間隔の距離設定でデータを取得することとしている。また、時速40km/h以下で走行することとしている。



図 6.2.38 RAMPU 設置の様子

①ケース本体の設置位置



後部座席等に設置するとともに GPS アンテナを上空が見えるところに設置します。

助手席側のダッシュボードのアンテナプレート上に設置

②測定器の設置位置



検出器 (バッグ底) を車の後方に向ける。

ケース本体とともに落ちないように後部座席等に固定します。

測定器は電源操作時を除いてリュックから取り出さないこと

③測定器の向き



ケースの「RAMPU」ラベルを上面として本体持ち手が車の進行方向に向くように設置固定してください。また、なるべく水平になるように固定してください。

ケース上面を開き、シートベルトで固定すること推奨いたします。

図 6. 2. 39 RAMPU の設置方法

【車内外補正係数】

県が評価した 2.33 を使用している (図 6. 2. 40)。

モニタリングカーのため、後部座席の他の測定機器等による遮へいが大きいと考えられる。監視端末での表示結果及び出力される結果は車内外補正係数で換算されている。出力される結果に車内外補正係数は含まれていない。

RAMPUの線量率と地上高1m換算後の線量率の相関関係

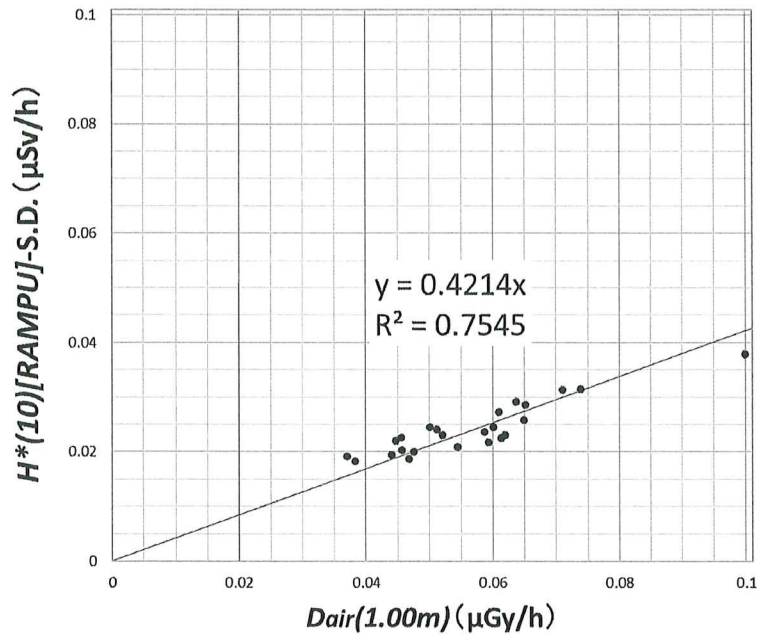


図 6. 2. 40 宮城県における車内外補正係数の評価例

⑤ これまでに取得した測定データ

1 年に 1 回の東北電力と合同で緊急時モニタリング訓練を実施した際のデータ

測定結果の表示例



図 6. 2. 41 測定結果の表示例

⑥ 維持管理方法（保守対応等）

【動作確認】

四半期に1回の動作確認を実施している。走行ルートは定めていない。

【保守・校正】

1年に1回の頻度でメーカー（（公財）原子力安全技術センター）がラミセスと一括して維持管理を実施している。

⑦ 使い勝手等に関する意見

【良い点】

- ・電源が入るとすぐに使え、取扱いが簡単で分かりやすい。

【改善点】

- ・Bluetoothによる通信が不安定になることがある。
- ・GPSで緯度・経度が取得できないと測定が開始されない。
- ・トンネル内はGPSのデータが取得できない。
- ・GPSの線が長く配線しにくいので、無線に改良してほしい。