



広域かつ迅速な核・放射性物質 検知技術開発について

2024年8月22日



国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
核不拡散・核セキュリティ総合支援センター
技術開発推進室

令和6年度 第1回 核不拡散科学技術フォーラム

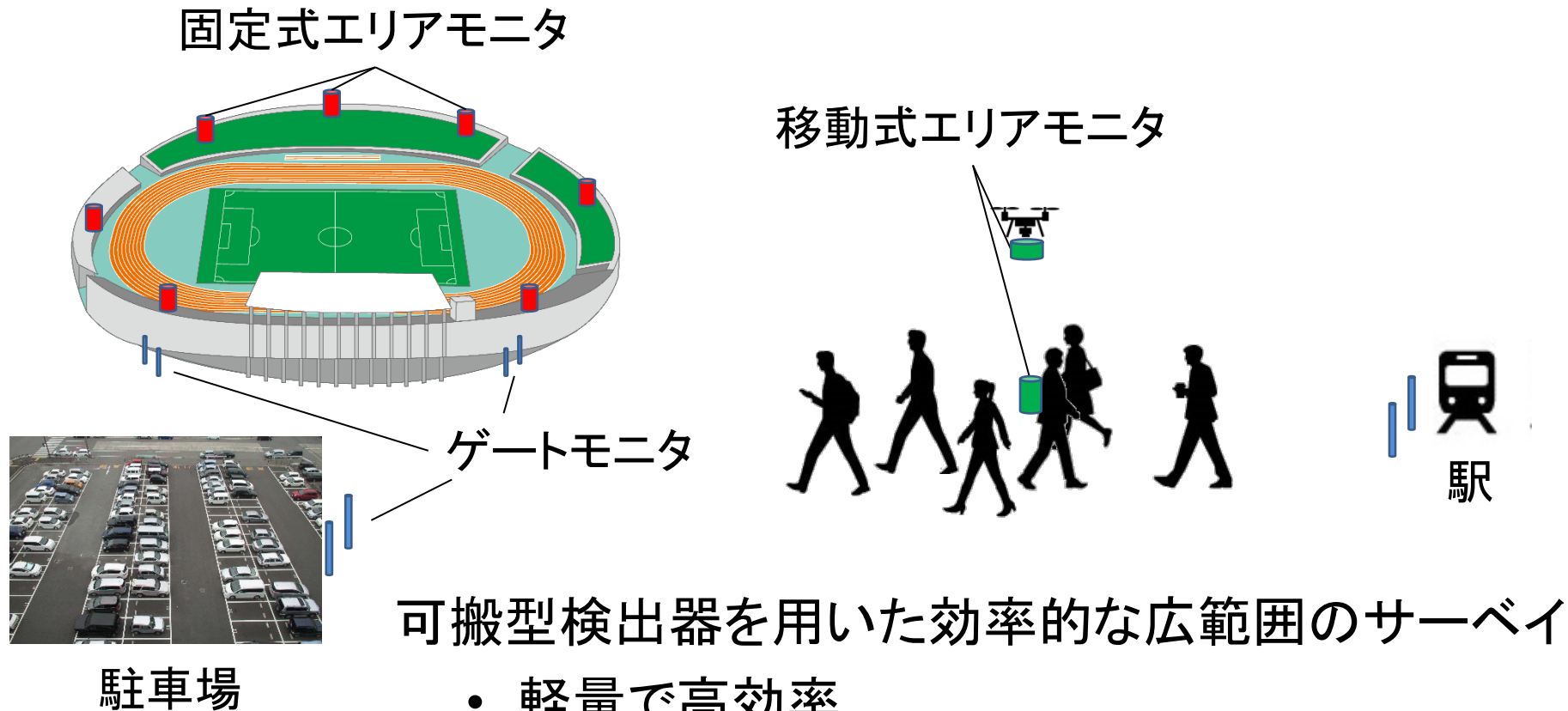
はじめに

原子力利用が広がる中、核・放射性物質を用いたテロの防ぐ必要がある。



本研究では、イベント会場や大型施設等に仕掛けられたRDD(汚い爆弾)に含まれる核物質/放射性物質を検知し核テロを未然に防ぐための技術開発を進めている

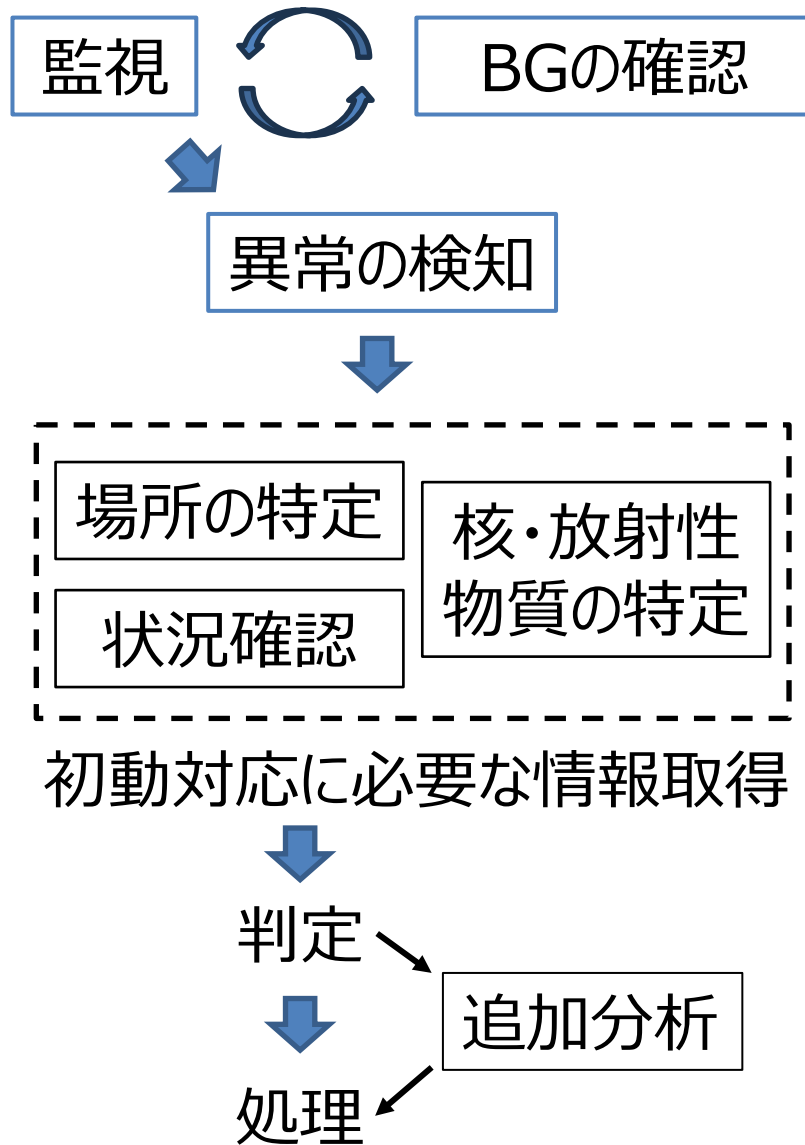
大規模イベントにおける核セキュリティ



可搬型検出器を用いた効率的な広範囲のサーベイ

- 軽量で高効率
- 核種、位置の同定
- 複数台使用とネットワーク化と情報の集約
- 付加情報の収集(現場状況など)

迅速な核・放射性物質の検出のために



継続的な計測で線量率の上昇を検知した場合に、処理へ円滑に移行できるよう、初動対応に必要な情報をすばやく取得するための技術開発が必要

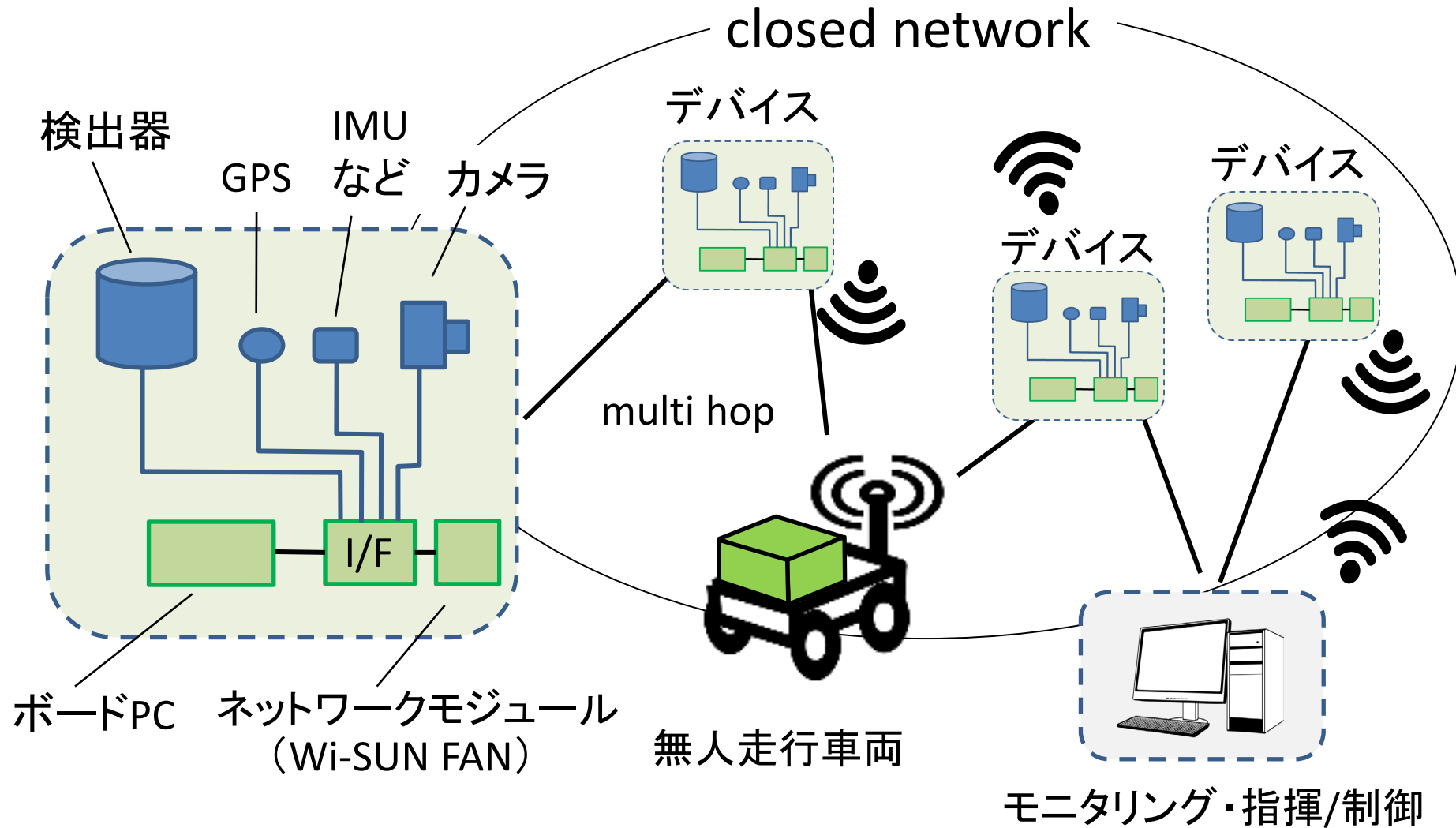
◆ 既存技術の導入

核種判定 ⇒ スペクトロメータ機能
(分析機能) の追加

場所の特定 ⇒ 屋外 (GPS)
屋内 (SLAM)

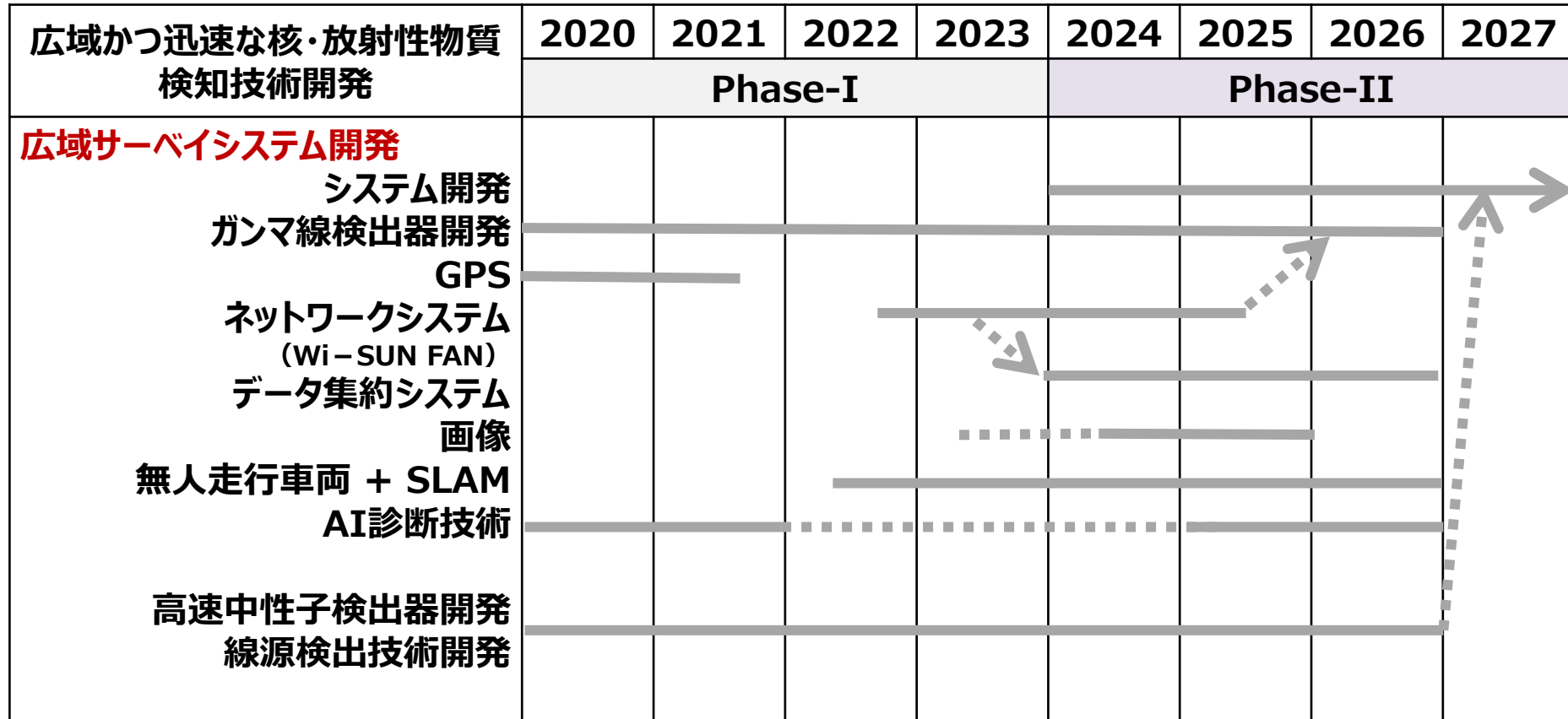
状況確認 ⇒ カメラ撮影

広域サーベイシステムのコンセプト



効率的なサーベイを行うため、GPS等の機器を取り付けた検出器をネットワークで繋ぎ連携する

プロジェクト概要



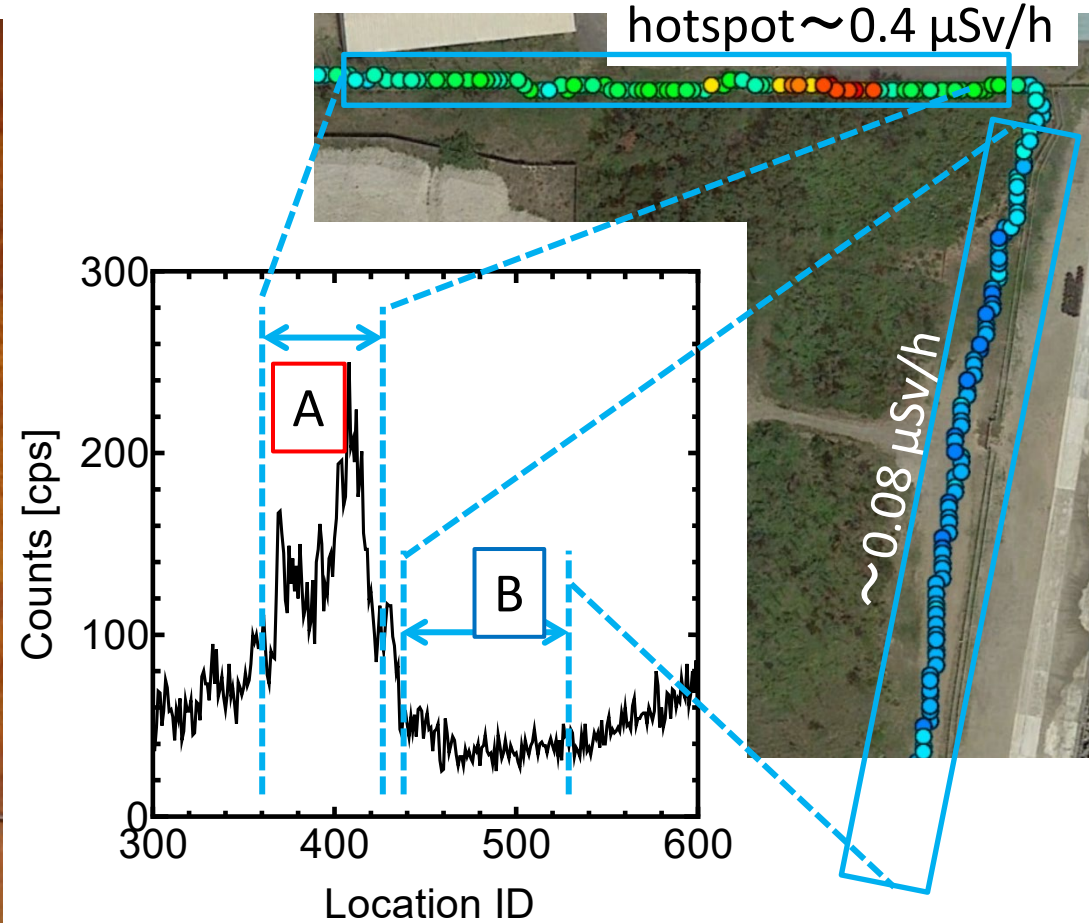
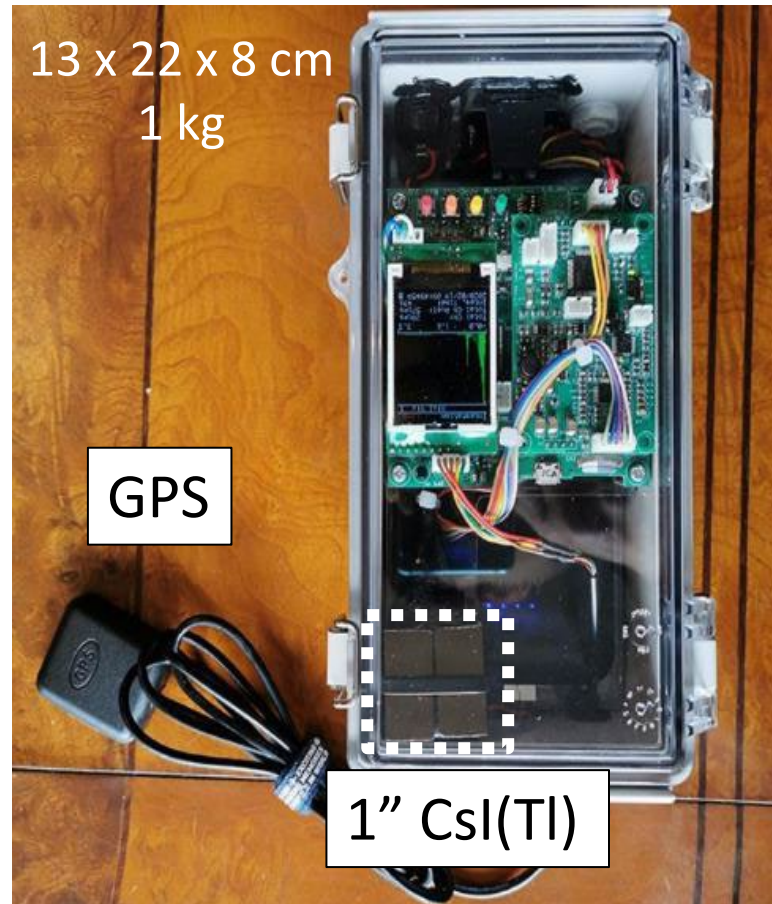
Phase-I

- 放射線検出器と測位センサーを備えた可搬型検出器開発
- 屋内外両方に対応可能なマッピング技術開発
- 核物質を含む中性子源の迅速検知のための高速中性子検出技術開発

Phase-II

- 開発した技術をネットワークで統合し、連携するための技術開発

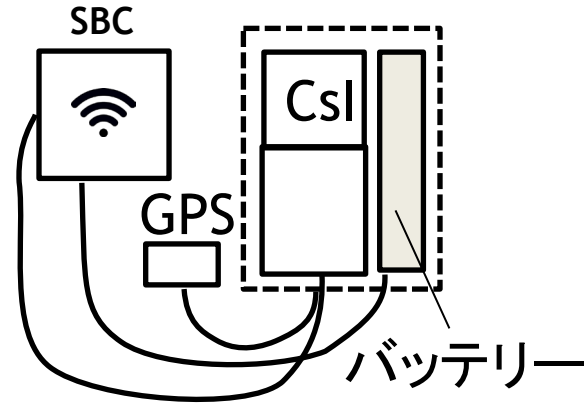
可搬型検出器を用いた屋外線量マッピング



定期的にスペクトルと位置情報などをメモリに保存
位置情報は約1m程度の精度(準天頂衛星みちびきを利用)
USBを通じて定期的に測定データの読み出しが可能

可搬型検出器の高度化

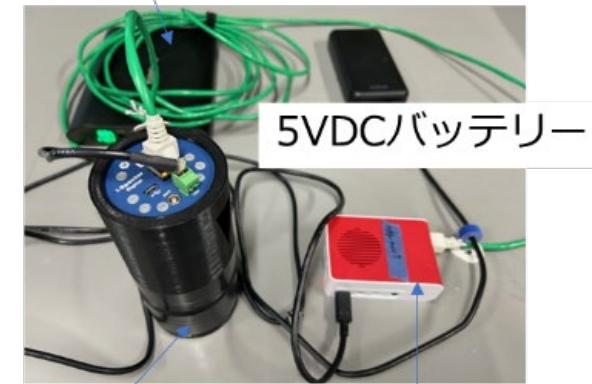
- シングルボードコンピューター(SBC)で制御し、様々な機能を追加できるよう改良



カメラやネットワーク通信などセンサー、モジュールの追加による拡張が容易になった

- シンチレーション検出器の置き換えが容易なデバイスを導入し、様々なシンチレーターについて性能を評価
 - 高エネルギー分解能を持つ LaBr₃, CeBr₃
 - 中性子感度を有する CLLBC, CLYC

12VDCバッテリー

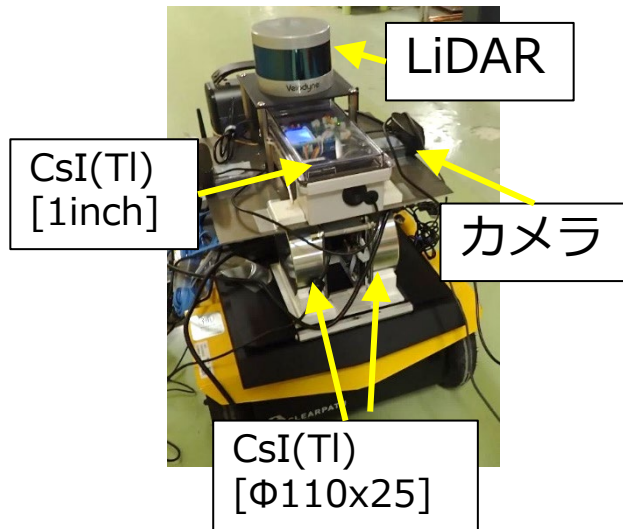


シンチレーター

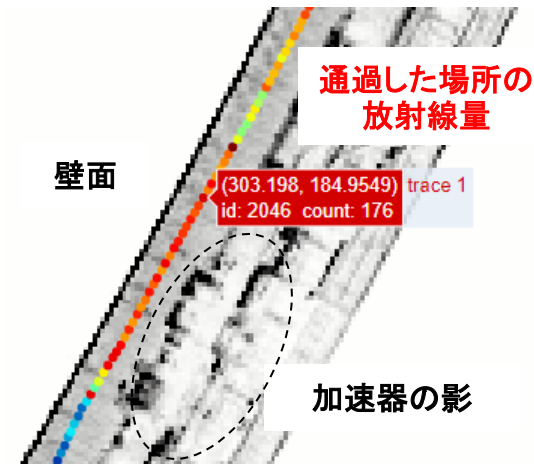
SBC

四輪走行ロボットを用いた屋内線量マッピング

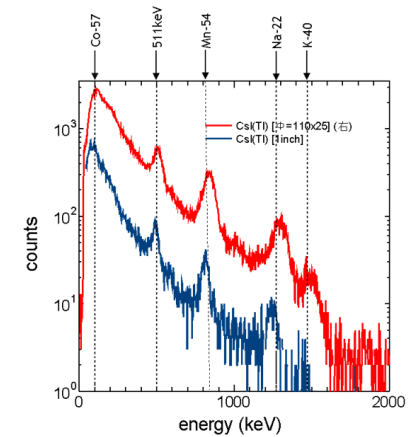
- GPSが使用できない屋内で放射線マッピング試験を実施
 - LiDAR-SLAMで測定した自己位置と放射線の測定結果を統合
 - 建物内部の地図を作成しながらガンマ線の計数・スペクトルを測定
 - 放射線量の高い場所とその原因となる核種を特定



走行ロボットを用いた測定試験の様子



ガンマ線計数分布マップ



ガンマ線スペクトル

ネットワーク通信技術及びオンライン表示

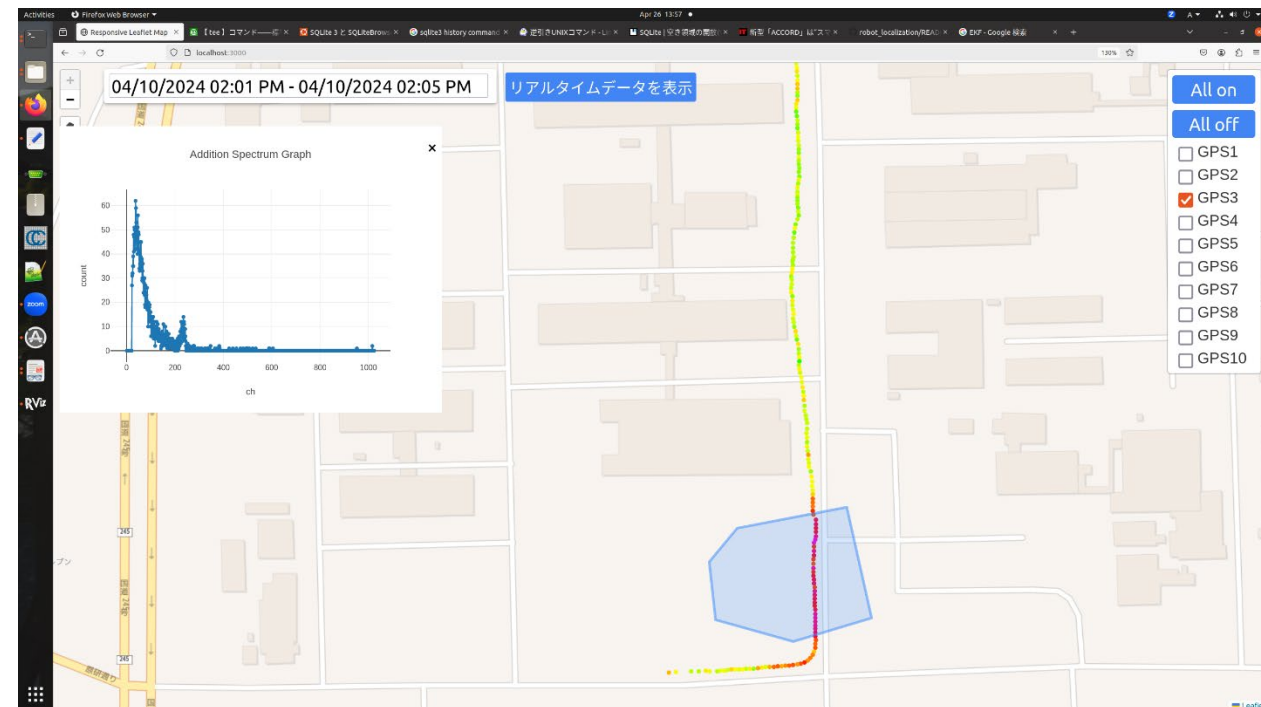
- Wi-SUN FAN

- ローカルネットワークを構築(通信費不要)
- 最大約25 kmまで通信可能で広範囲をカバー
- メッシュ型ネットワークのため高い堅牢性



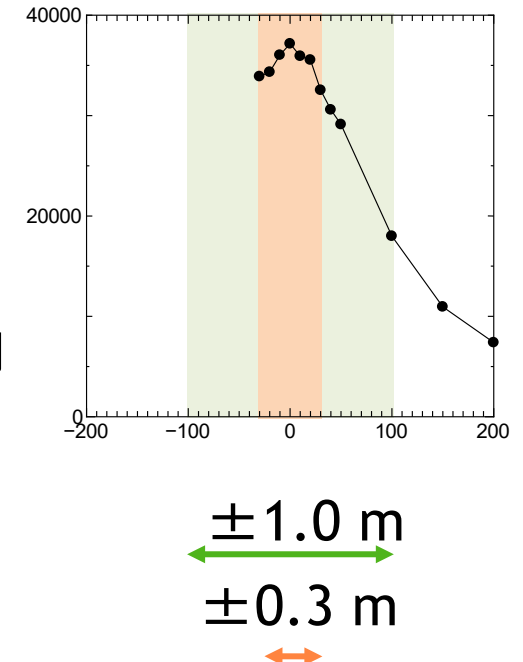
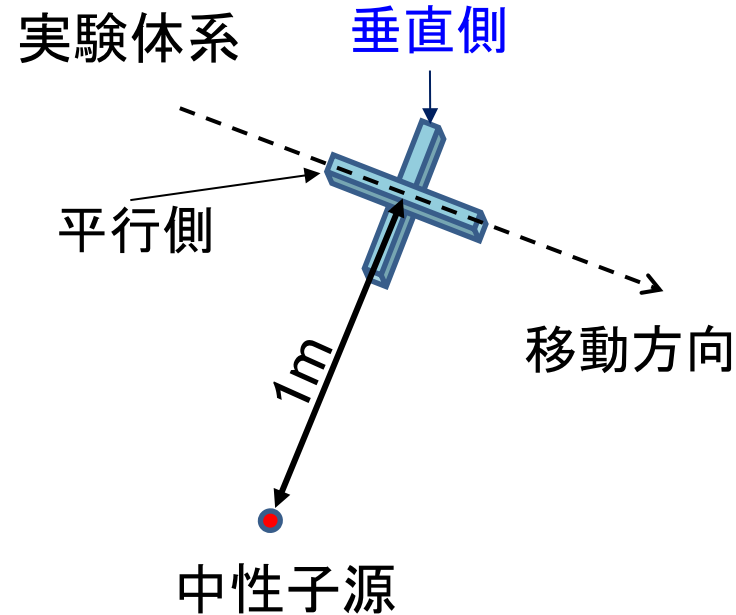
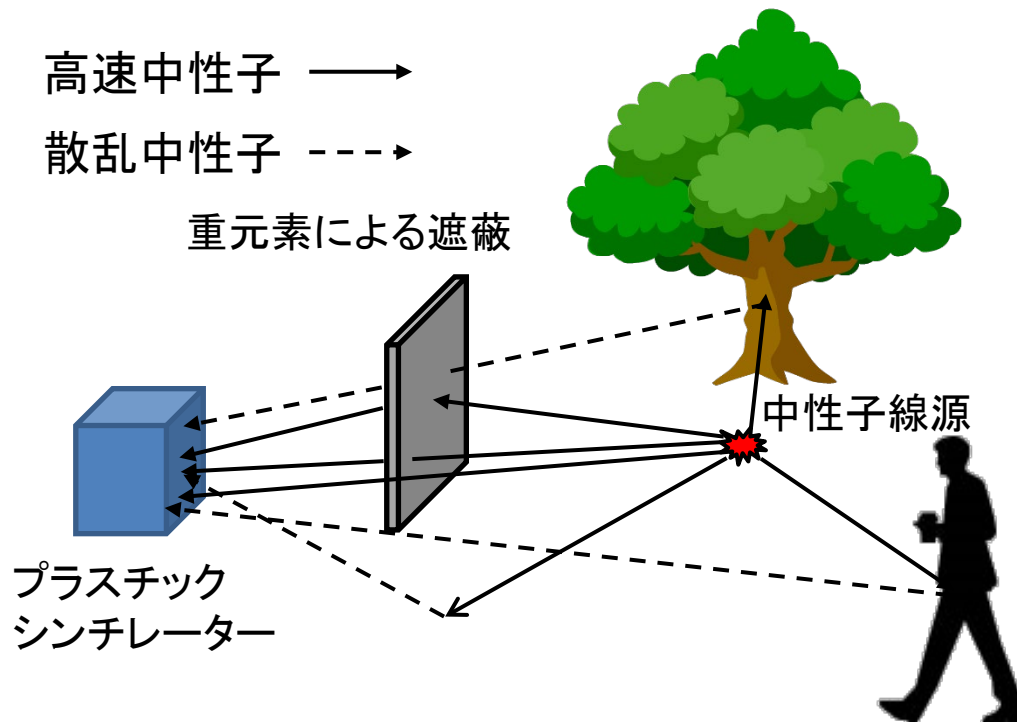
- オンライン表示ソフト

- 様々な検出器やネットワークデバイス等に対応
- 検出器から受信したデータを即座にマップに反映
- 選択した範囲のガンマ線スペクトルを表示
- 複数台の測定結果を同時に表示



高速中性子検出技術開発

- 安価で扱いが容易なプラスチックシンチレーターを導入
- ガンマ線と弁別して中性子のみを検出
- 建物や人の往来のある場所であっても、線源から直接飛来する中性子だけを検出
- 形状に方向依存性を持つ検出器を用いて効率的に線源を探索



今後の計画

- ネットワークを利用して情報を集約し、複数台の検出器が連携することによるマッピング効率の向上を目指す。
- マッピング作業の効率化、省力化のために、四輪走行ロボットの自動走行、自律走行を活用した線源探索技術の開発を進める。
- 統合したサーベイシステムを用いた性能試験を実施する。

