

フェーズ1 (2015年度～2018年度)の取組

◎分析手法の改良

- ・ ICP-MSによるストロンチウム90分析法の条件最適化
- ・ 有機結合型トリチウムの前処理時間短縮化

◎測定技術の開発

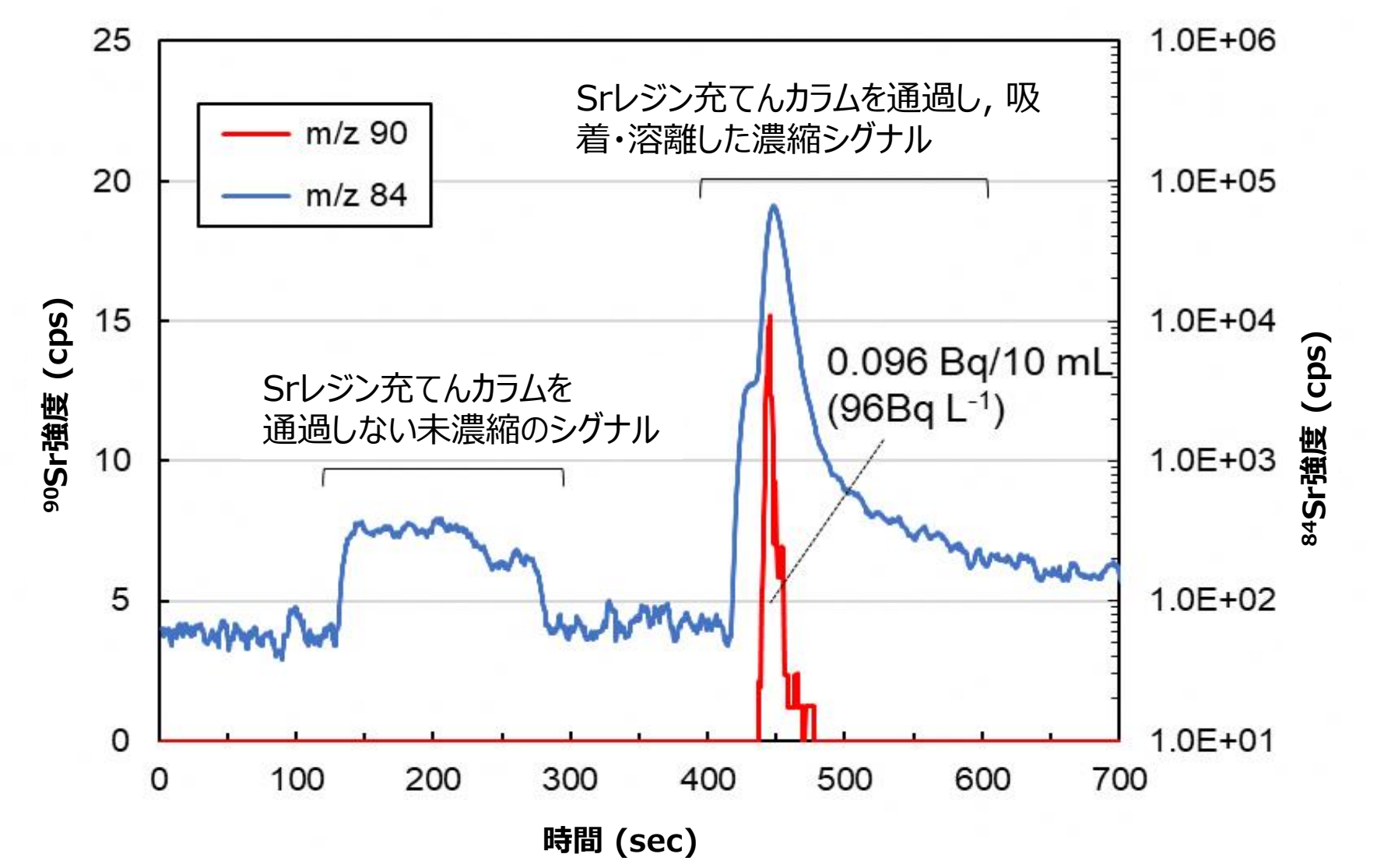
- ・ GPS歩行サーベイ、ドローン等の空間線量率の測定技術開発
- ・ 潜水型ロボット等による水中放射性物質濃度の測定技術開発

◎測定結果の提示手法の検討

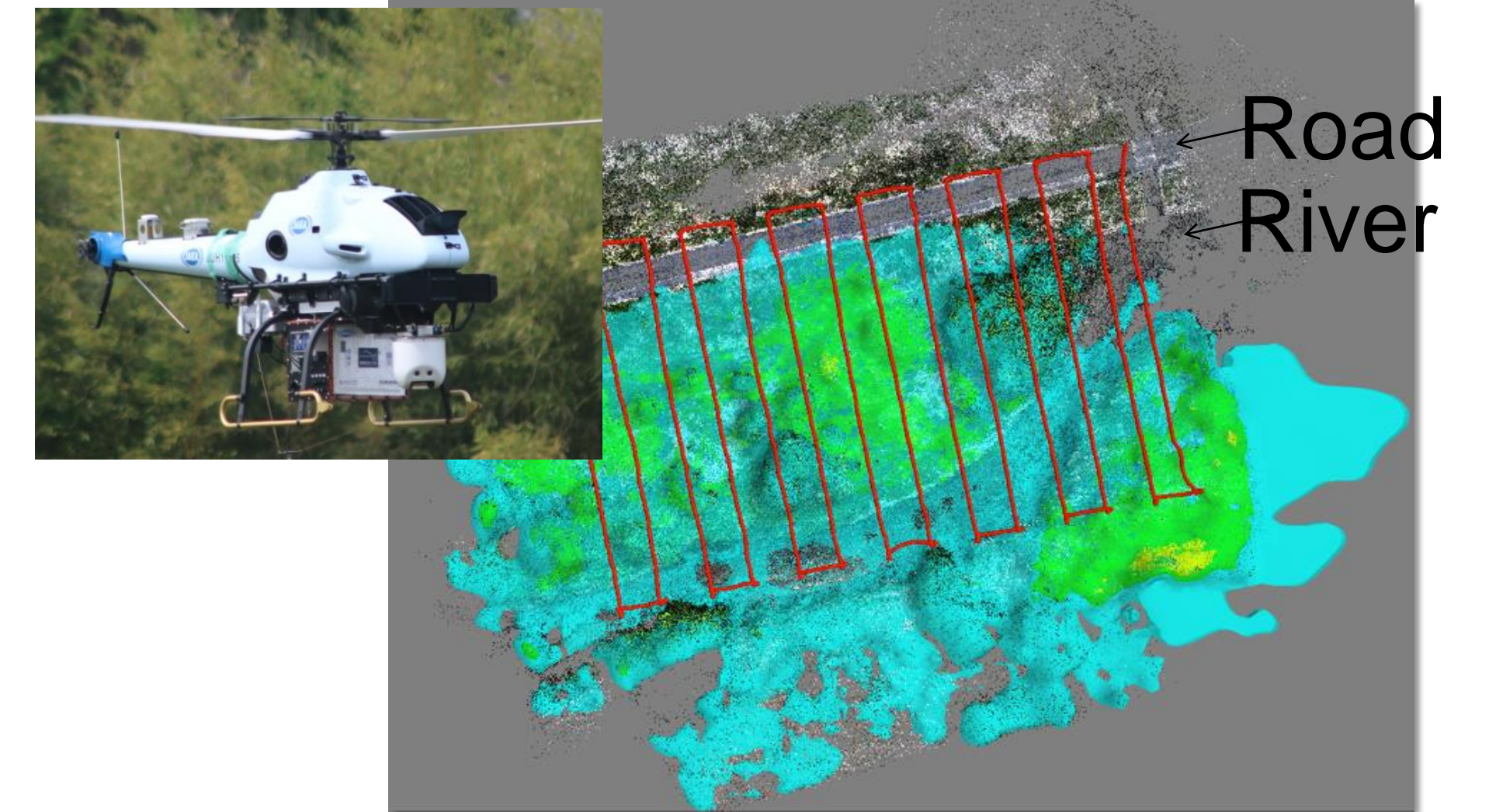
- ・ 県放射能測定マップの更新
- ・ モニタリングポスト等、様々な放射線量測定結果の統合化

◎被ばく線量、放射性物質濃度の推計方法等の確立

- ・ 外部・内部被ばく線量の評価モデル構築
- ・ 土壌や農林水産物中の放射性セシウム濃度の推計手法確立



ストロンチウム90の迅速分析法の開発



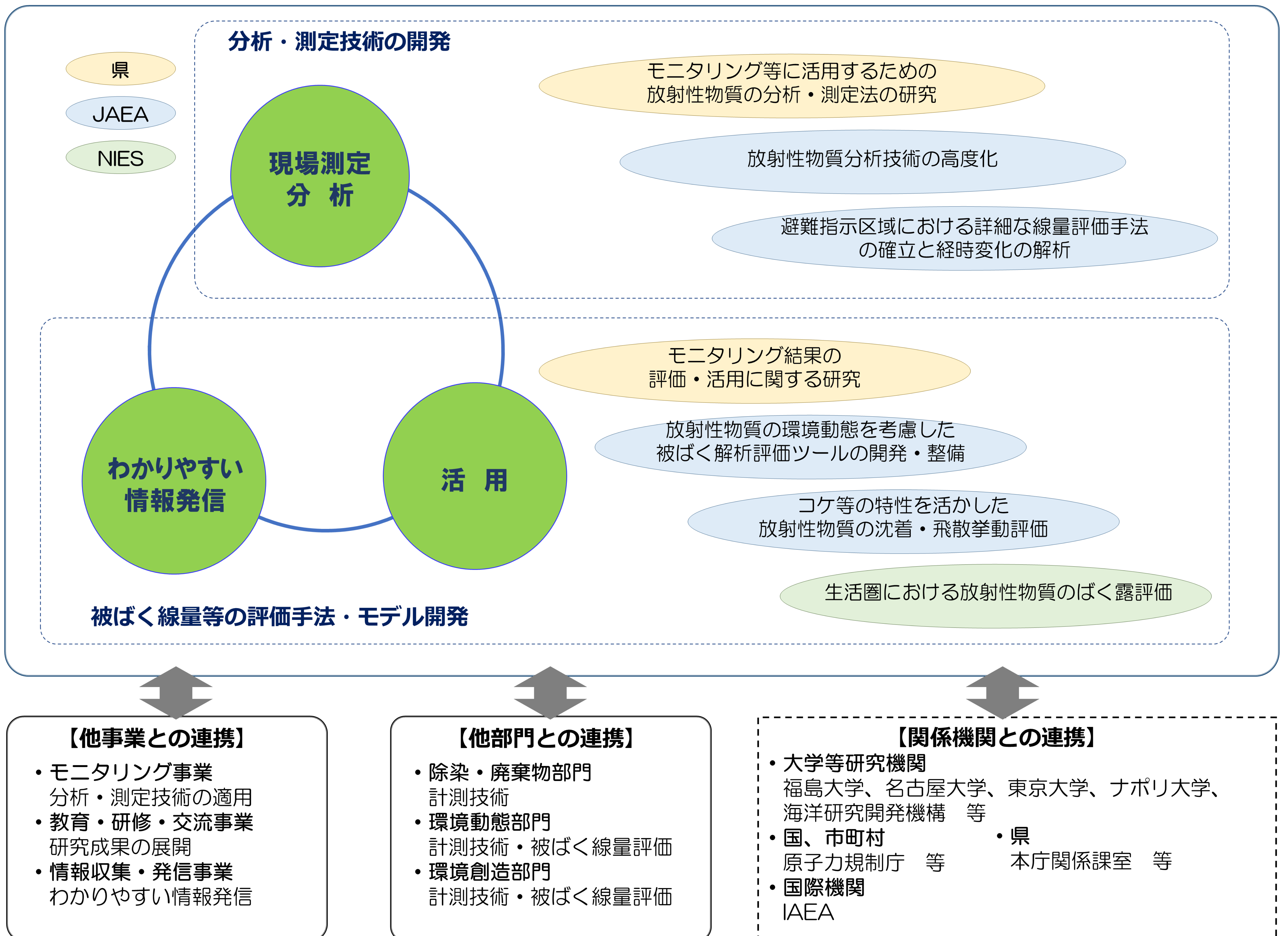
無人ヘリを用いた空間線量率測定技術

今後の課題

- ・ 開発した分析手法の最適化及び分析結果の信頼性の確保
- ・ 開発された測定技術の更なる高度化、測定結果の信頼性の確保及び安全対策の検証
- ・ 測定結果の統合化の発展に向けた対象エリアの拡大、対象拡大による精度の高いマッピング手法の開発
- ・ 調査継続による詳細状況の把握、開発したモデルの評価及び高度化

フェーズ2 (2019年度～2021年度)の取組

発電所事故の影響把握、長期に渡る廃炉・汚染水対策、避難指示の解除及び風評・風化対策といった社会的情勢やニーズを踏まえ、**環境影響の正確な把握と県民等への発信のための測定等技術の開発・高度化に関する取組の推進へ**





福島県環境創造センター 井上 広海 前川 暁洋
松本 和也

福島県放射線計測グループでは、従来の放射能分析や放射線測定法の課題を抽出し、それを解決するための分析、測定法の検討を進めている。

また、膨大なモニタリング結果について、県民にわかりやすく、関係者が利用しやすい環境を提供するため、視覚的に把握しやすい線量分布マップの作成などわかりやすい情報発信手法の検討を進めている。本発表では、それらの研究の概要について解説する。

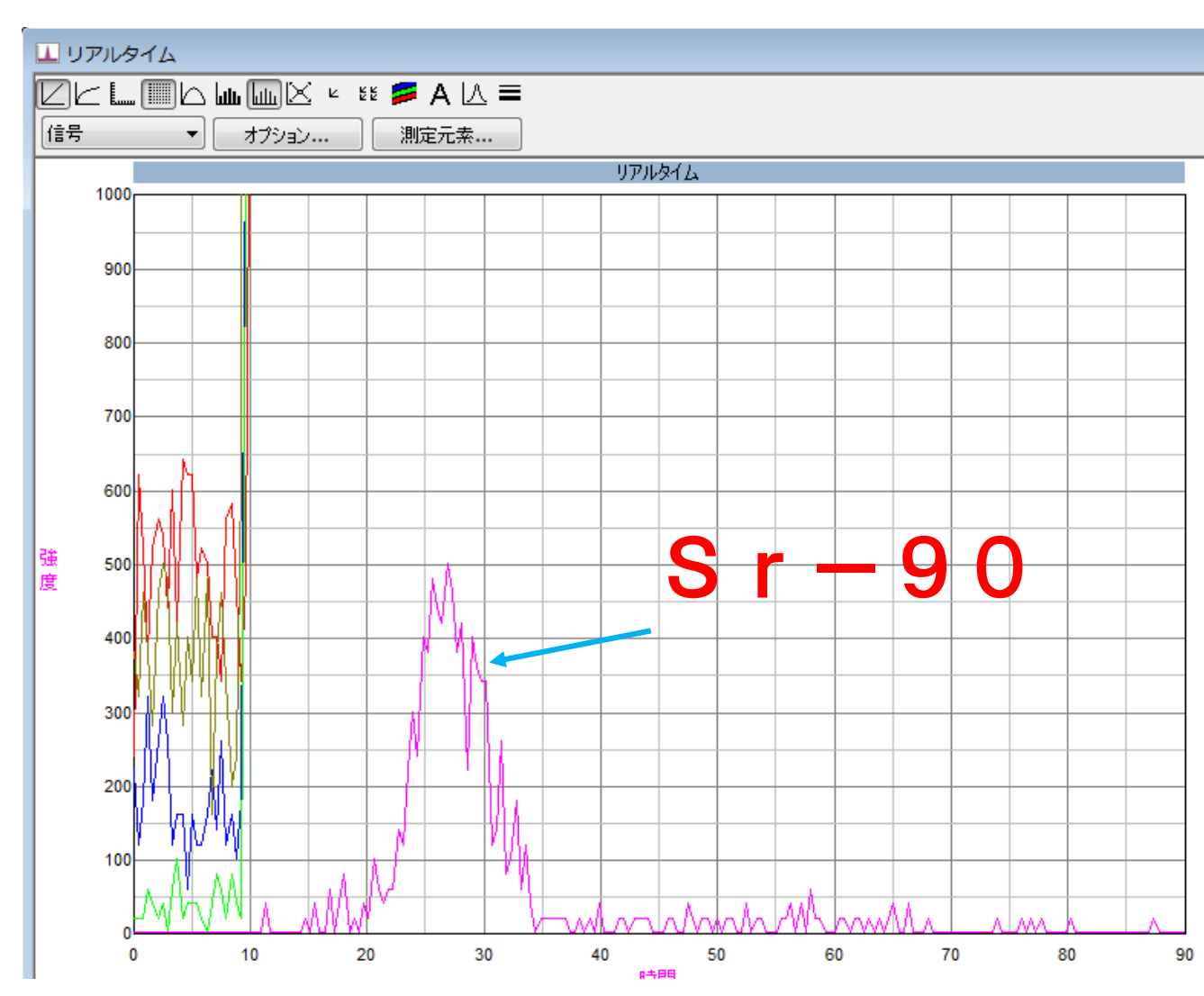
放射能分析技術に関する研究について

福島県では、放射性物質の分析を実施しているが、一部の核種の分析については、測定に時間がかかったり、現在整備されている装置では分析が難しい項目がある。これらの課題を解決するため、ICP-MSを使用したストロンチウム-90分析法、有機結合型トリチウム (OBT) の分析法、電解濃縮装置を用いた低濃度トリチウム分析法等を導入した。

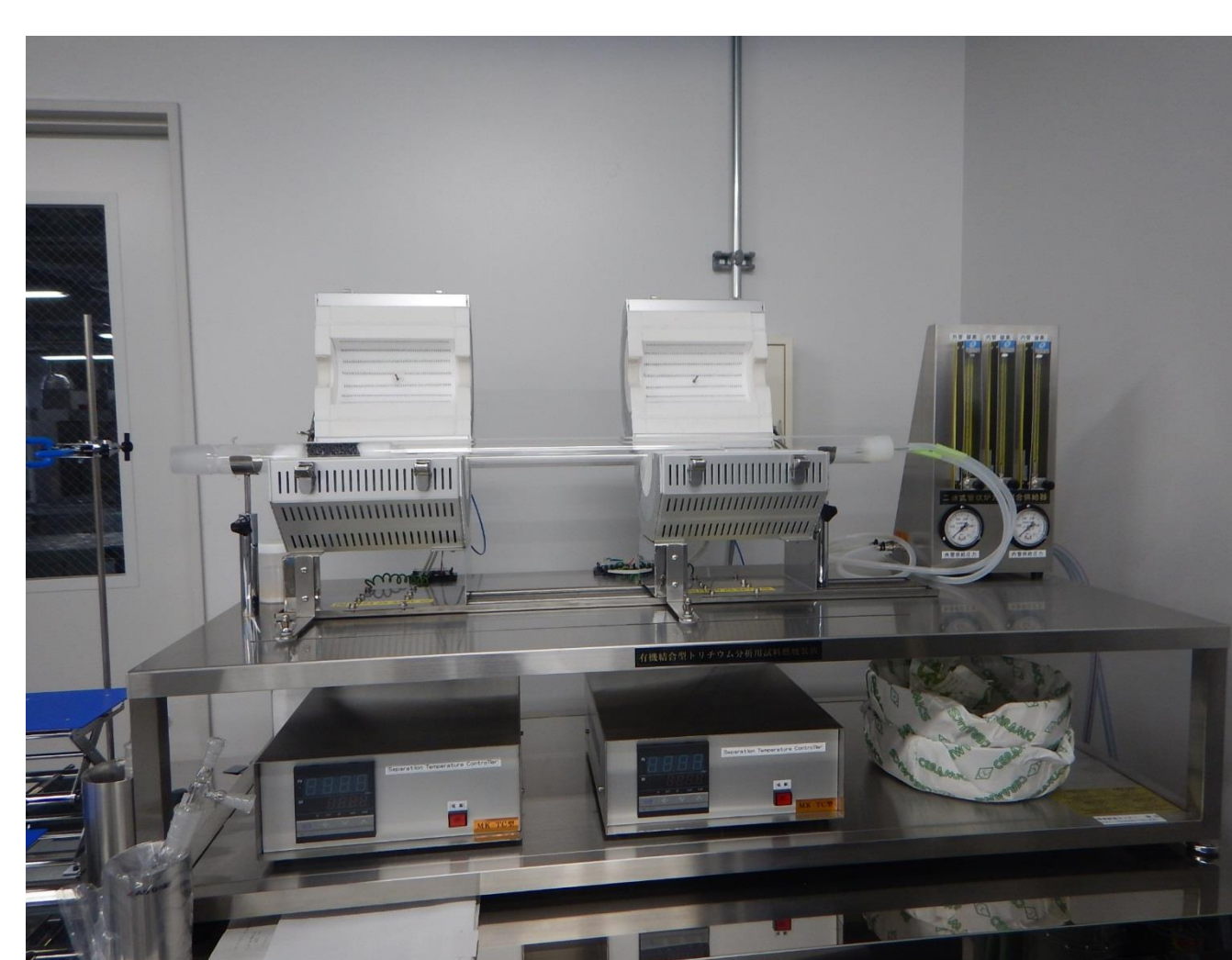
いずれの分析手法についても、分析装置を導入し、担当者が装置を操作して放射能分析が実施可能になった。ただし、実試料の分析の前に正しい分析ができているかどうかの精度確認は慎重に進める必要があることから、現在協力機関等との相互比較分析等を進めているところである。



ICP-MS装置外観



分析時取得シグナルの例



OBT分析用試料燃焼装置



トリチウム電解濃縮装置

空間線量率測定技術に関する研究について

環境中の空間線量率の測定には、通常NaIサーベイメータ等の測定機器が使用されるが、広いフィールドで測定する等、測定点数が多い場合は、測定者の負担が大きく、時間もかかる。また、森林等、場所によっては人の立ち入りが難しい場合もある。

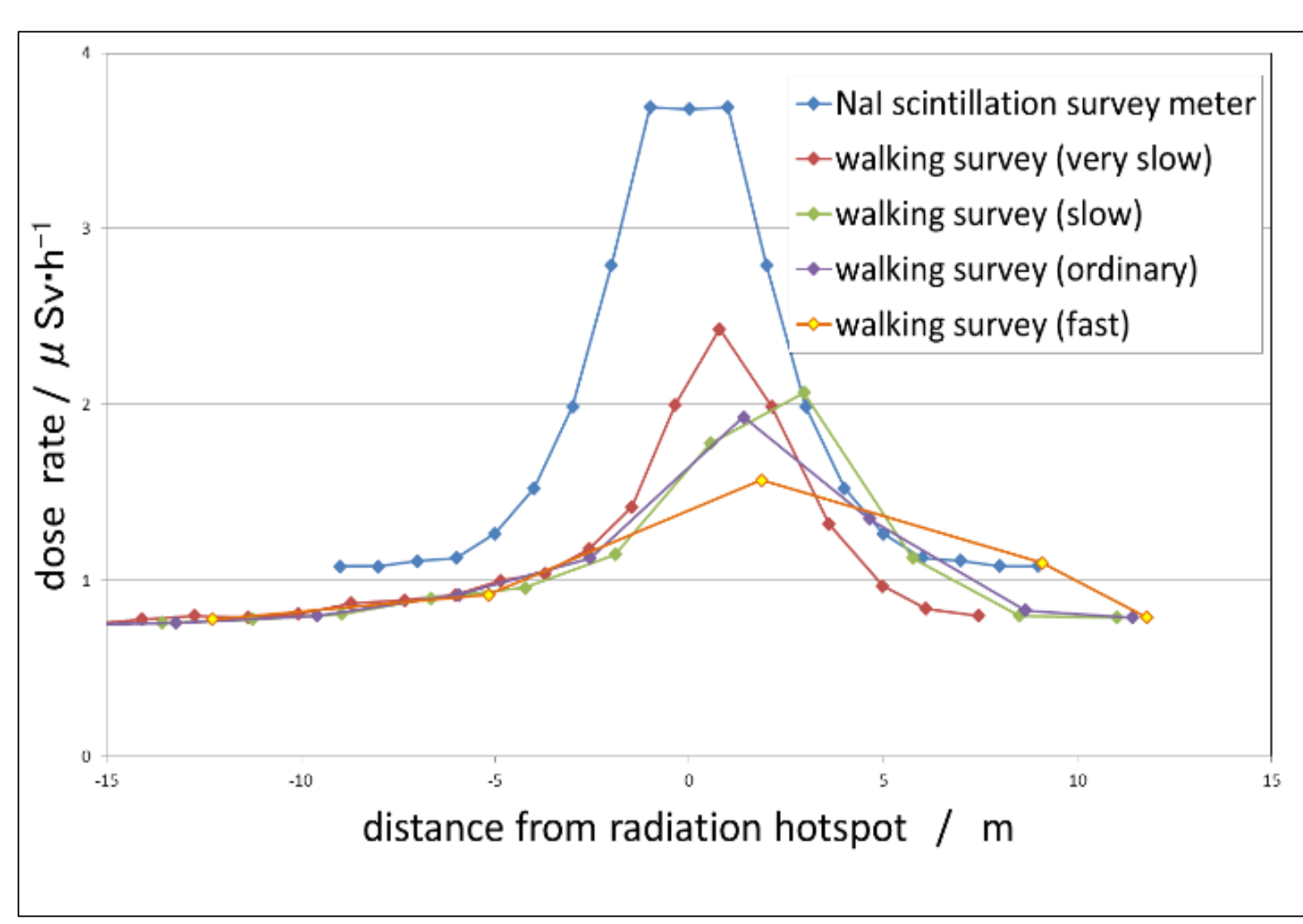
これらの課題を解決するため、歩行サーベイ技術やドローン(UAV)を用いた測定技術及びそれらの測定結果を可視化する技術について、検討を進めている。

歩行サーベイ技術については、人体の遮蔽等によるNaIサーベイメータとの測定値の違いや歩行速度に関する検討を行い、平成28年度に研究開発を終了した。現在は要望に応じて貸出や測定を実施している。

ドローン(UAV)を用いた測定技術については、高さに応じた測定値の補正等技術的に検討すべき課題が残っており、補正を行うためのデータ取得を進めている。



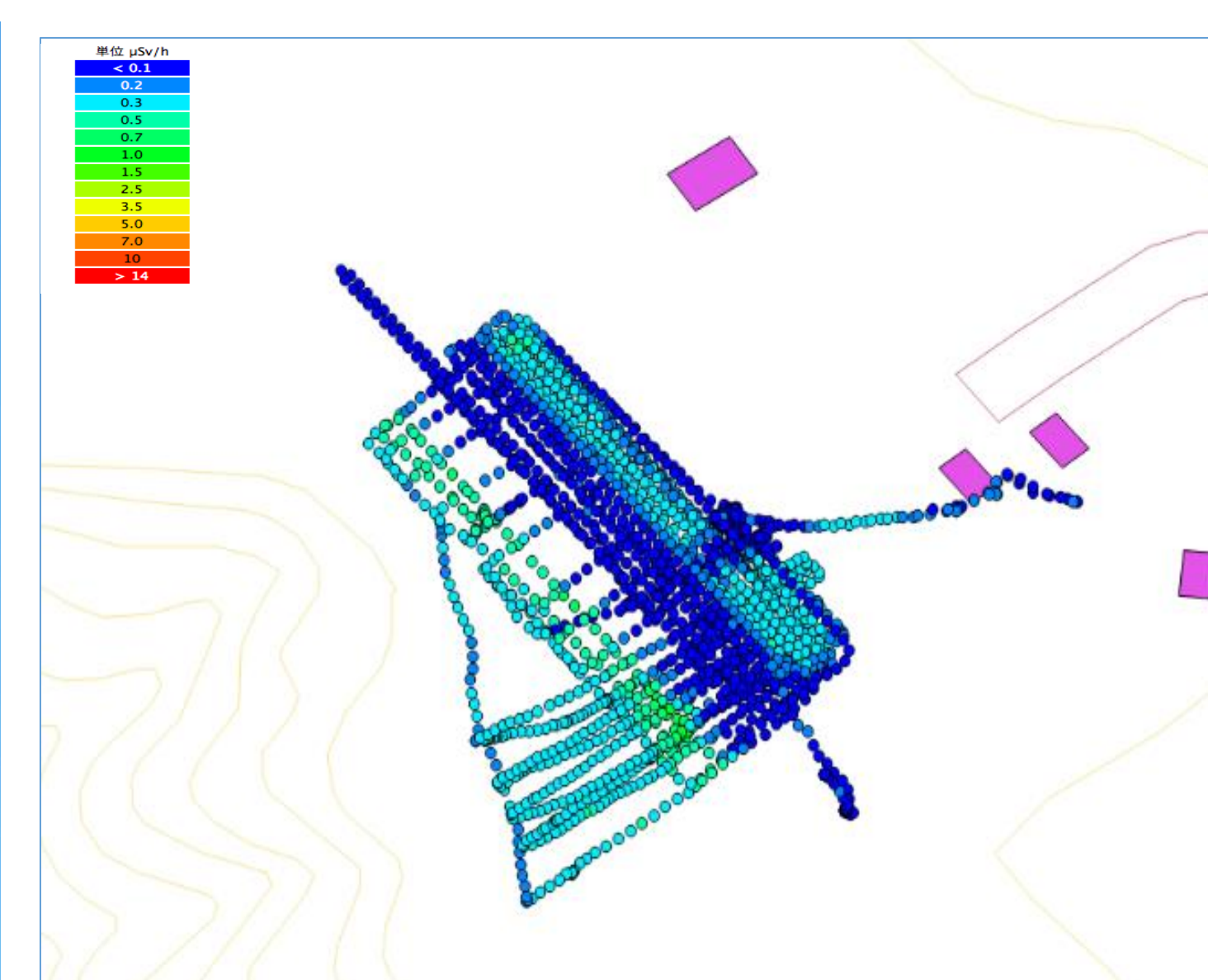
歩行サーベイによる測定



歩行速度による測定結果の検証



ドローンを用いた放射線測定



測定結果の可視化(例)

モニタリング結果の評価・活用に関する研究について

東京電力福島第一原子力発電所の事故以来、様々な機関が様々な方法で空間線量率の測定を行い、膨大なデータが蓄積されているが、測定手法の違い等により、それらを取りまとめて評価・活用するのが困難となっていた。

そこで、県民にわかりやすく、関係者が利用しやすい環境を提供するため、視覚的に把握しやすい線量分布マップや測定データを取りまとめたデータベースの作成等を進めている。

複数の測定手法で測定されたデータを統合化し、統合化マップを作成するとともに、JAEA木名瀬氏らにより提唱された減衰モデル及びアンサンブルカルマンフィルタを用いた経時変化マップを作成した。

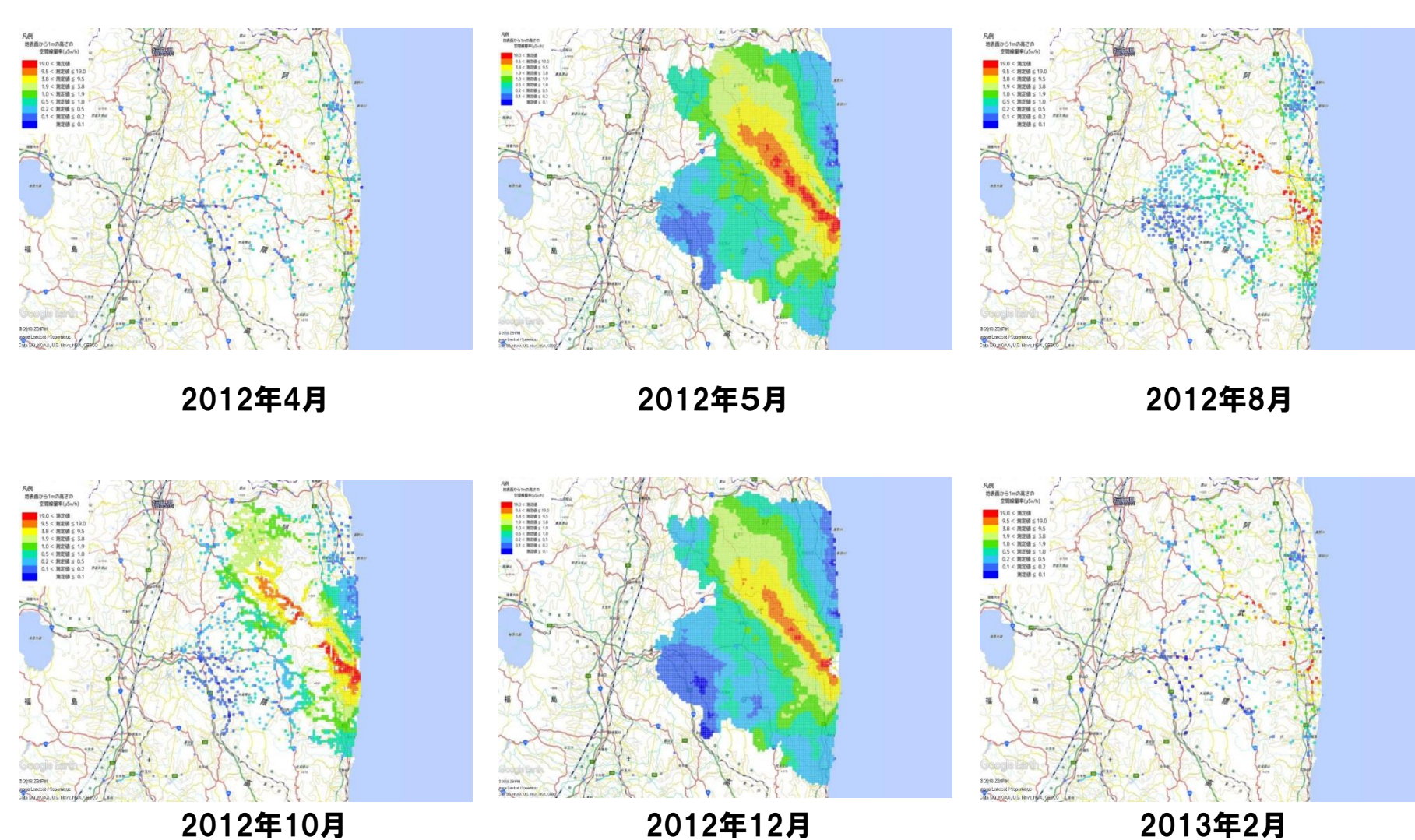
現在までに、浜通り12市町村を含む経時変化マップを作成し、事故当時から現在までの実際の空間線量率の変化と比較する等、作成された経時変化マップの妥当性検証を進めているところである。



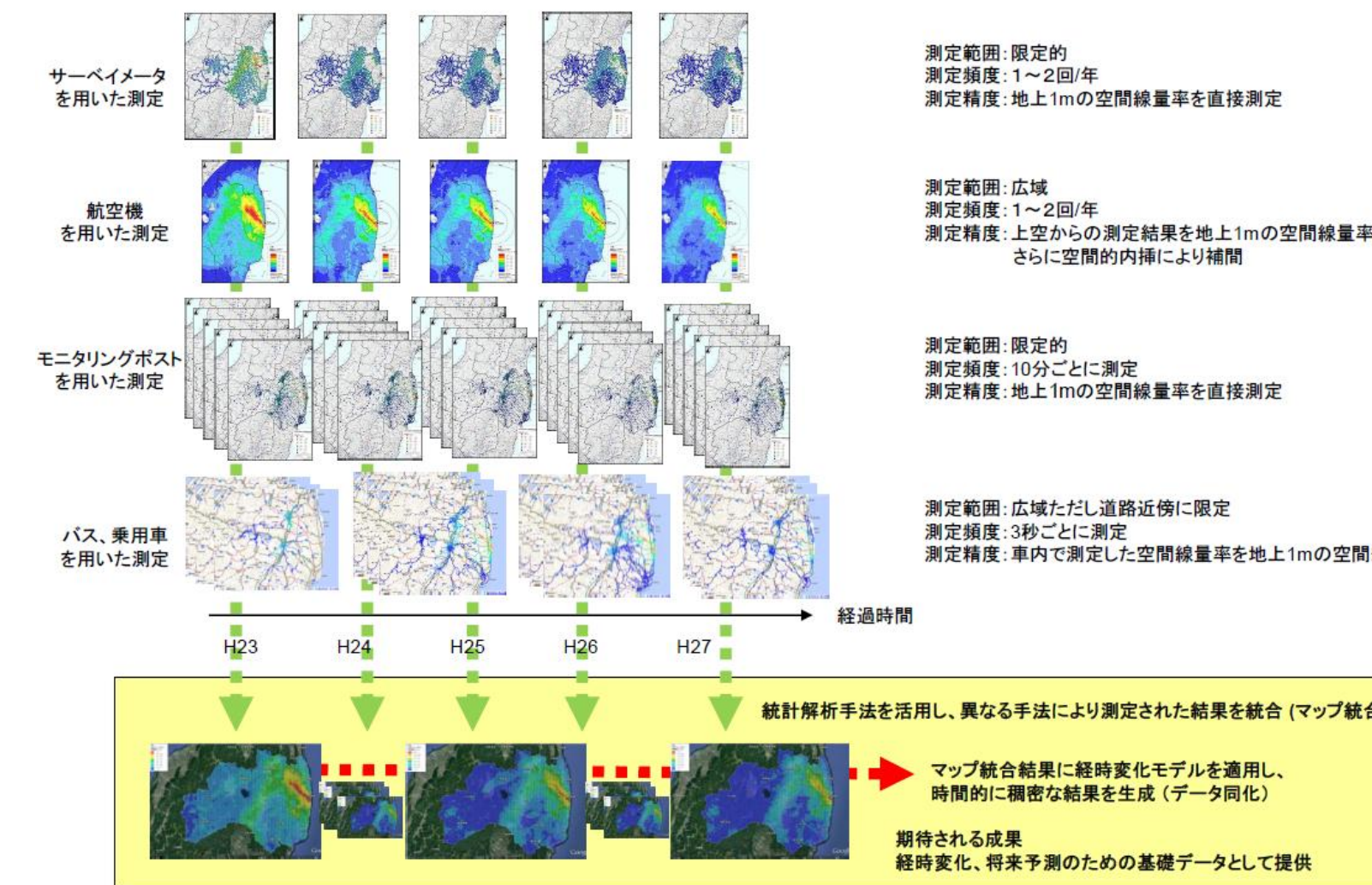
局舎型モニタリングポスト



サーベイメータによる測定



統合化マップの作成例



経時変化マップ作成のイメージ

河川水系に沈着した放射性セシウムは、土壌粒子に吸着後水流により移動し、下流域に再分配する。放射性セシウムを吸着する鉱物種の特異とその挙動を理解することは、河川水への溶出や堆積挙動への評価の観点から重要である。本研究では、富岡川の鉱物種と放射性セシウムの関係を調べた。結果、放射性セシウムは、細粒砂分画に支配的に保持された。放射性セシウム濃度は黒雲母鉱物だけでなく、有色鉱物においても優位に高かった。また、鉱物種毎の放射性セシウムの含有量についても評価した。

はじめに

目的

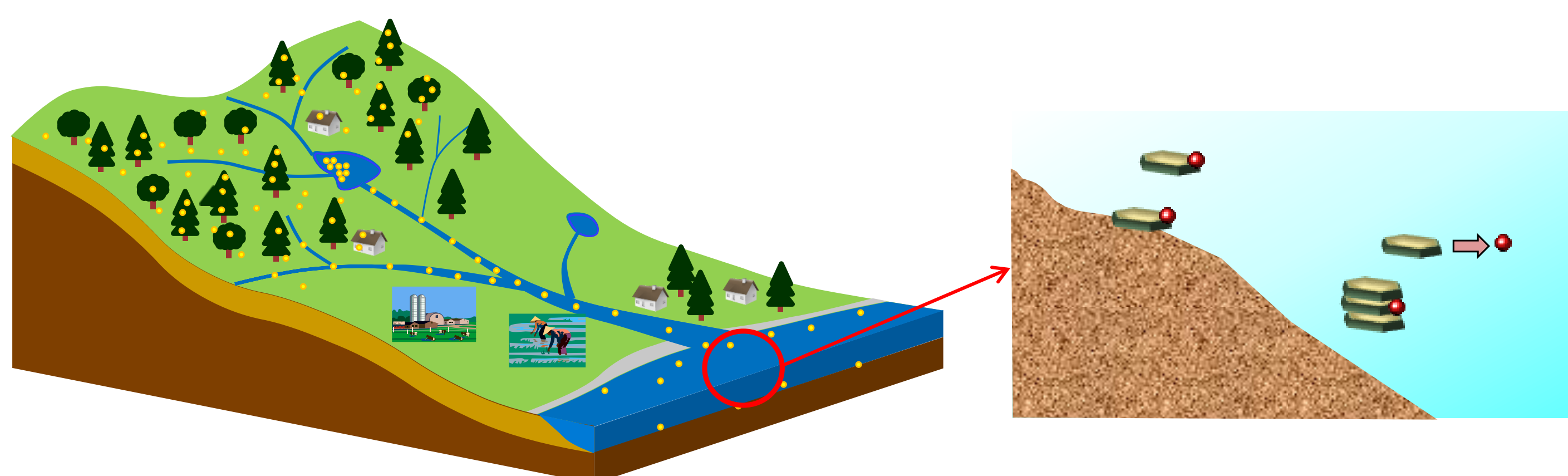
河川水系で放射性セシウムの分布に寄与する鉱物種を明らかにする。

(1) 放射性セシウムの堆積に寄与している堆積物中のサイズ分画を明らかにする。

(2) 放射性セシウムを多く含むサイズ分画において、鉱物毎の存在量、セシウム吸着量を評価し、支配的な鉱物種を特定する。

背景

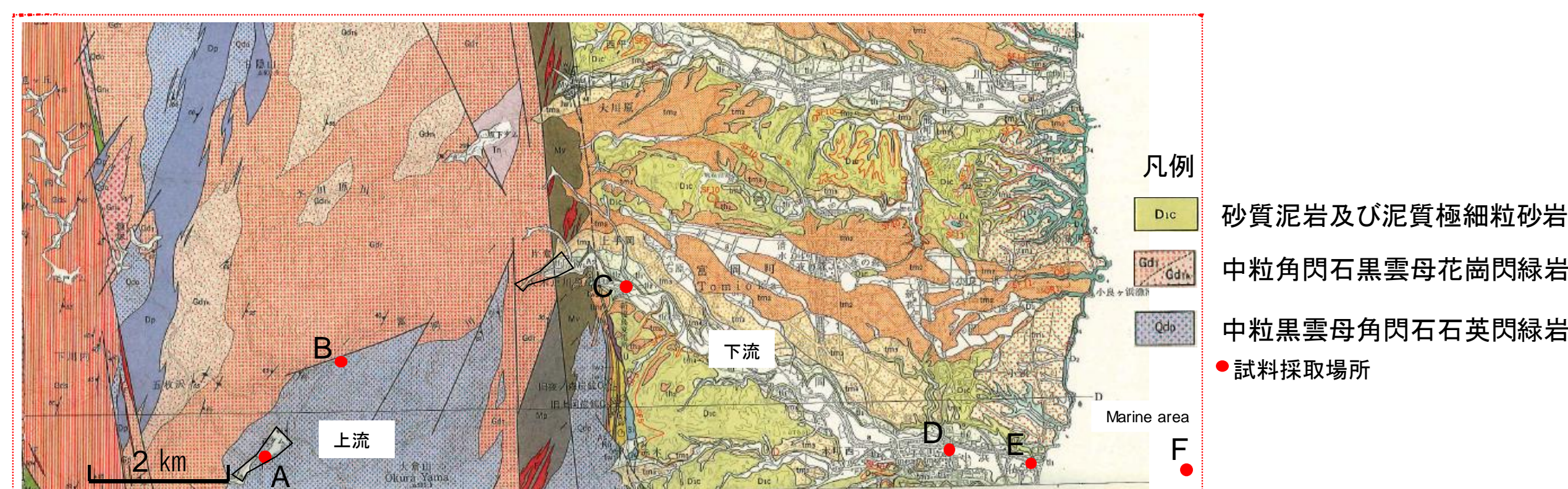
- 農水産物中の放射性セシウム濃度の将来予測をする上で、溶存態および懸濁態の放射性セシウムの挙動理解が重要。
- 河川水への溶出、粘土鉱物への吸着による堆積挙動への影響等の評価へ反映可能。
- 放射性セシウムの分布は後背地の地質による影響の可能性。
- 河川水系中の移動が寄与する砂分画に着目して、調査実施。



分析手法

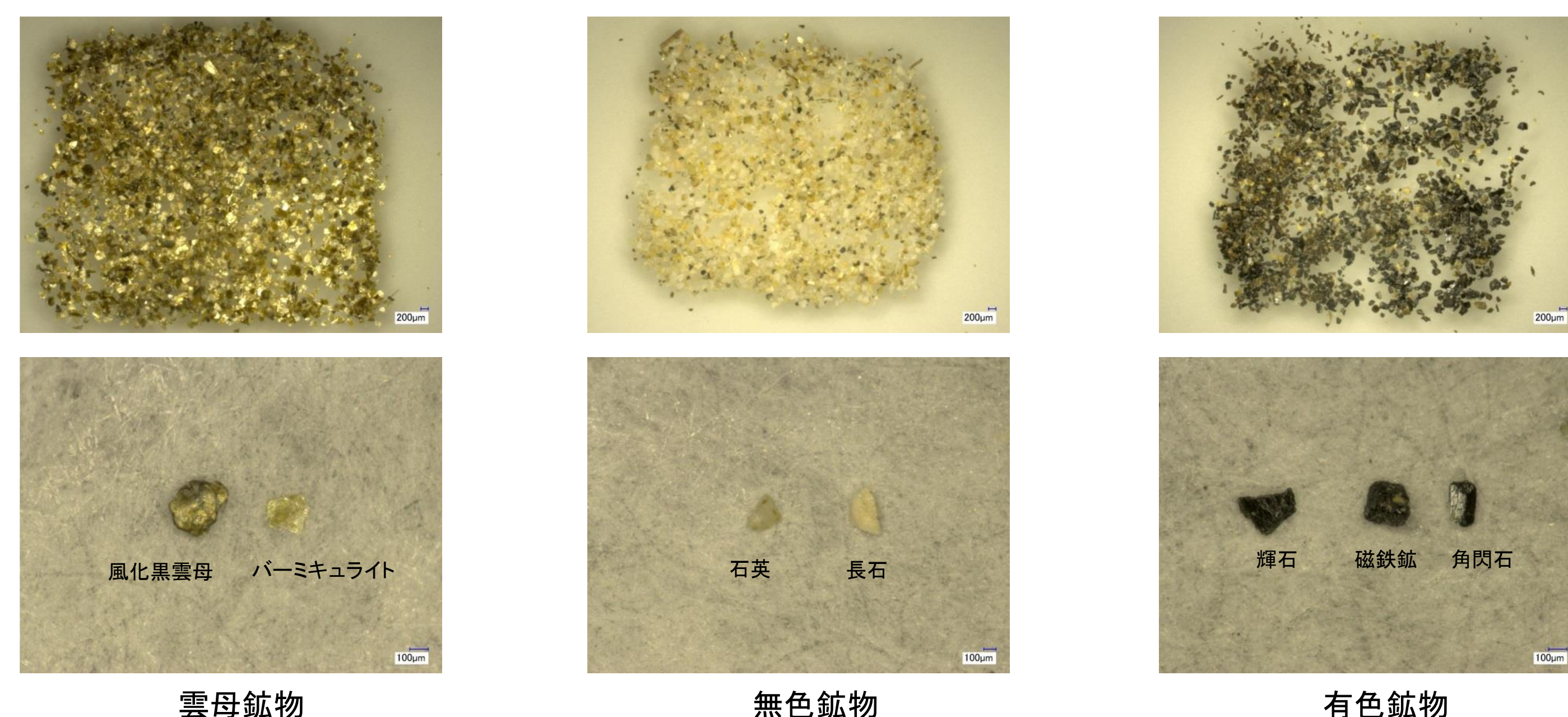
調査対象

- 上流域の地質分布が特徴的な富岡川水系を対象
- 上流のダム (Site A) および海 (Site F) の底質、河床土 (Site B-E) 試料を採取



実験方法

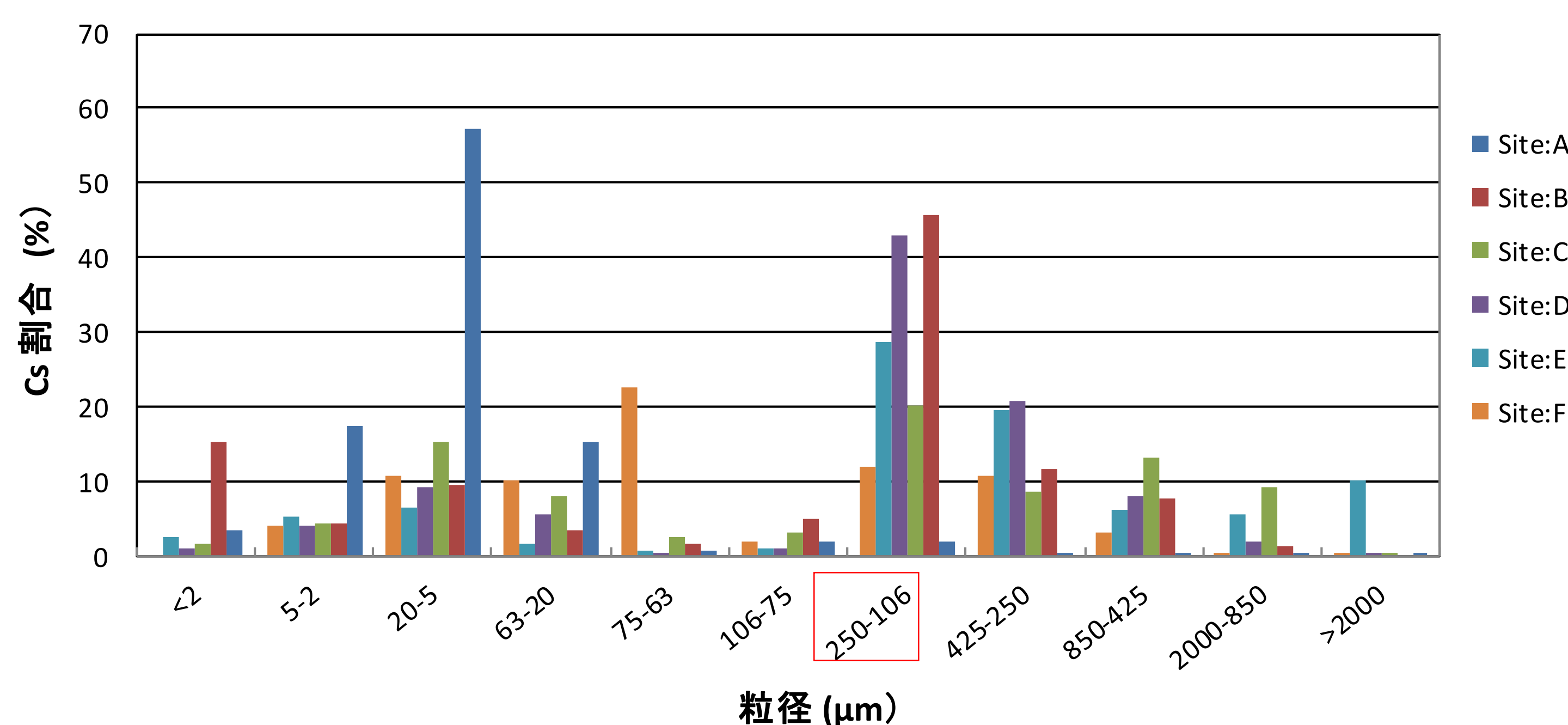
- Cs-137の堆積に寄与する分画の測定
- Cs-137を多く含む分画内での鉱物種毎の存在量測定
- Cs-137を多く含む分画内の鉱物種毎のCs-137含有量測定



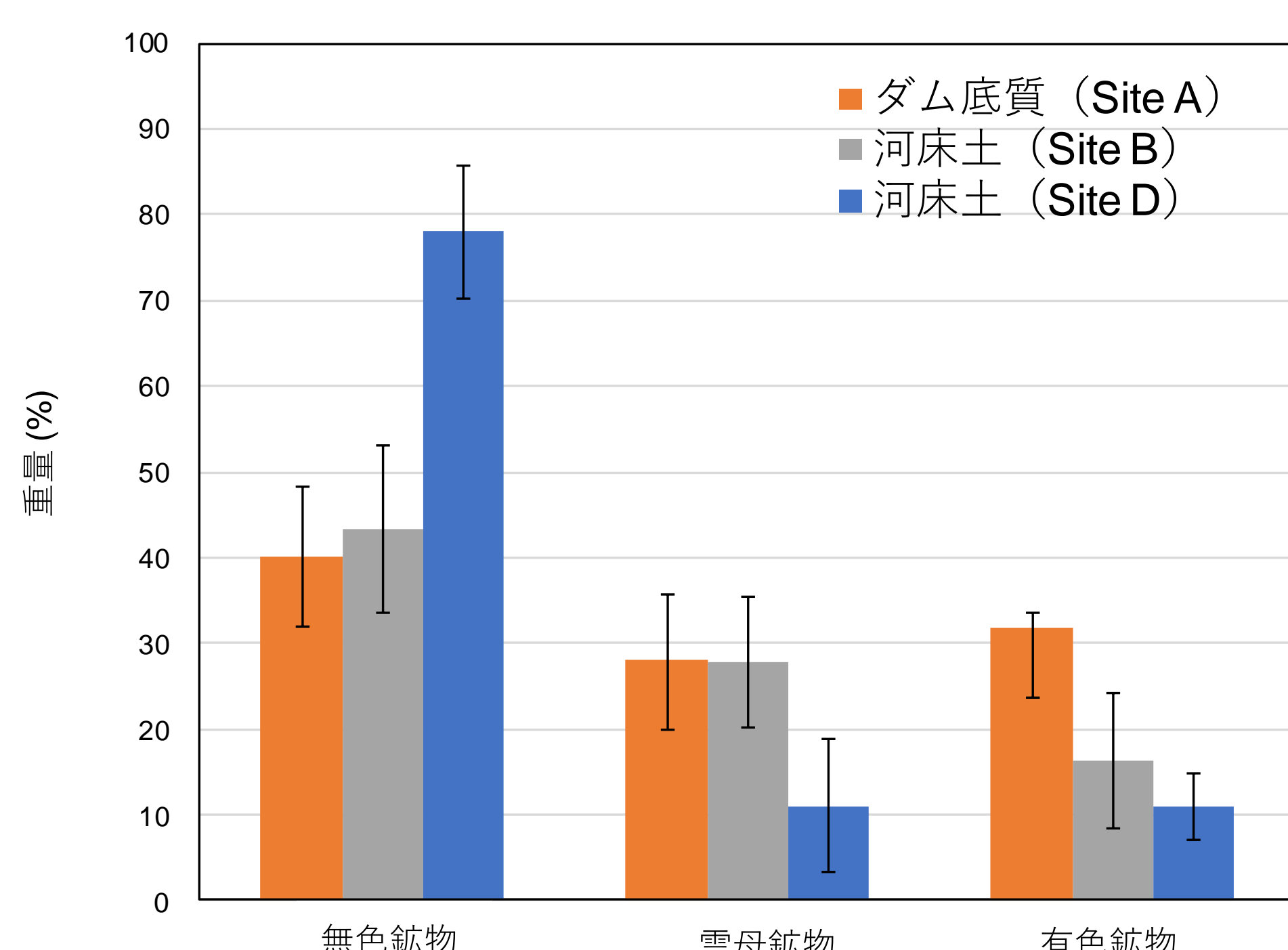
結果・考察

Cs-137の堆積に寄与する分画

河床土 (Site B, C, D, E) において、細粒砂分画 (250-106 μ m) にCs-137が支配的に存在。粘土分画の寄与は少ない。



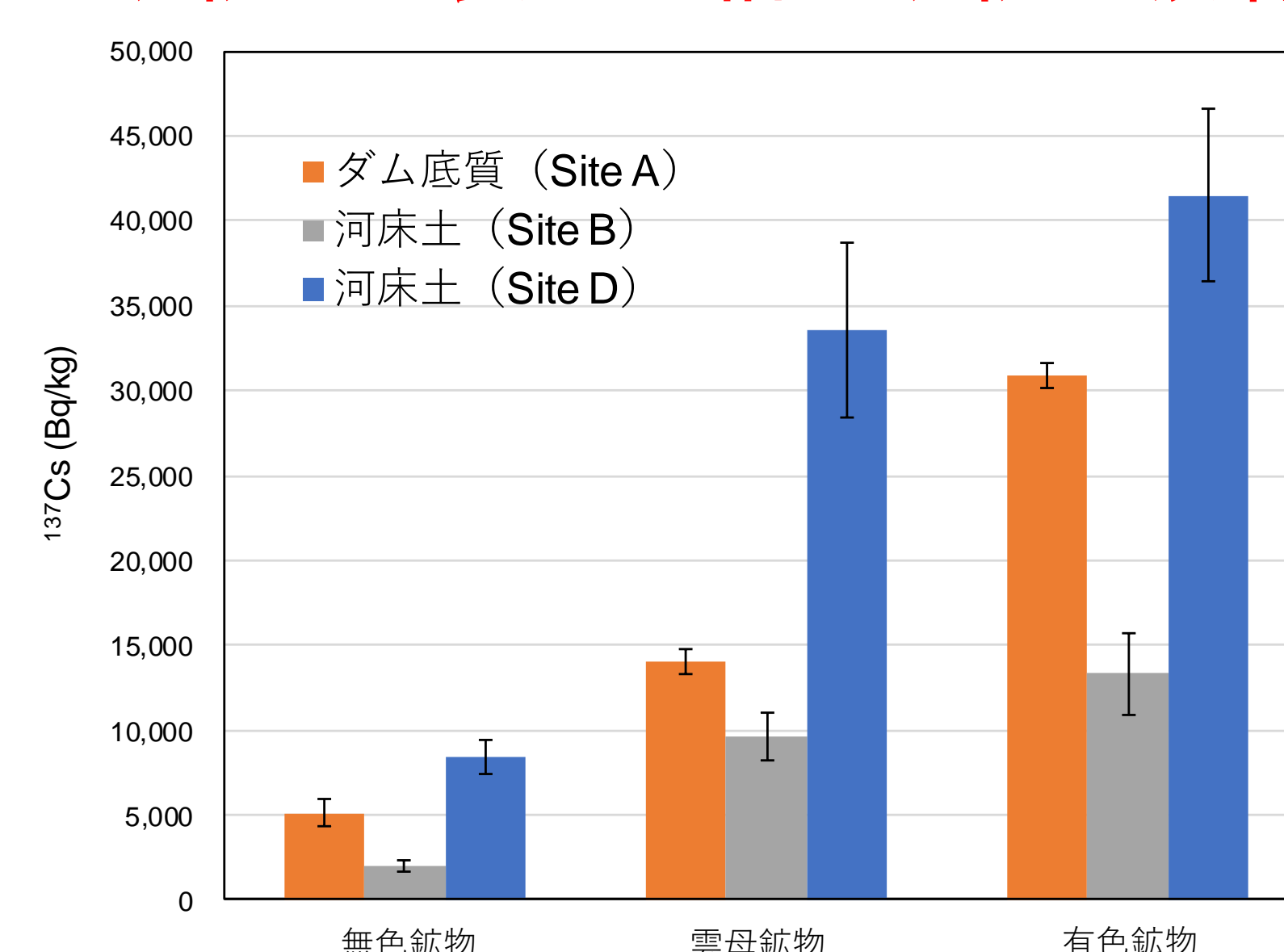
Cs-137を多く含む分画内での分画内での鉱物種毎の存在量



無色鉱物の存在量は、下流になるにつれ多くなり、雲母鉱物、有色鉱物の量は少なくなる。
→後背地の地質および堆積環境の違いを反映している可能性

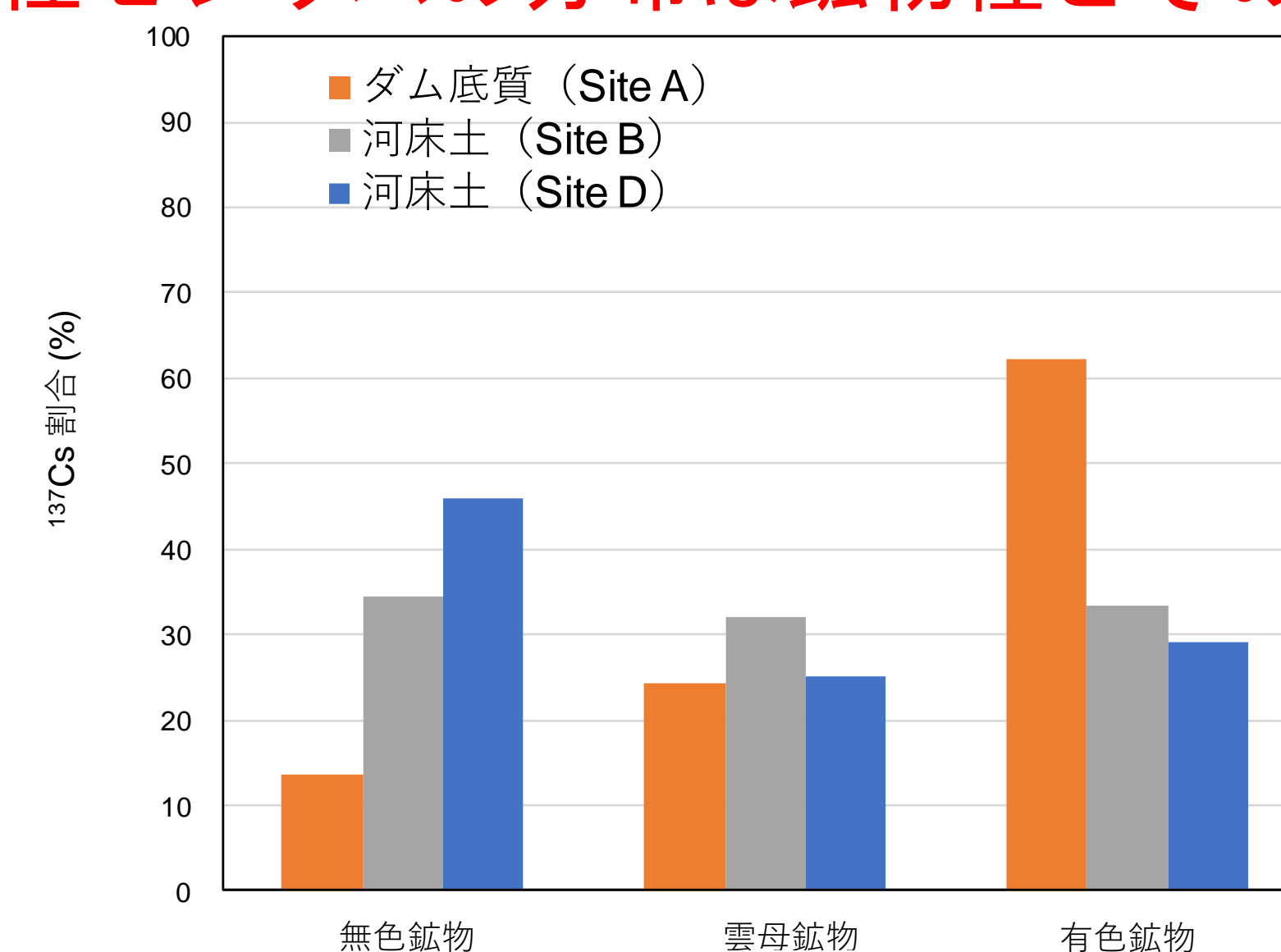
Cs-137を多く含む分画内での鉱物種毎のCs-137濃度

雲母鉱物だけでなく、無色鉱物、有色鉱物にも吸着
→雲母鉱物では、パーミキュライト
有色鉱物では、角閃石
無色鉱物では長石と粘土鉱物に吸着する可能性



Cs-137を多く含む分画内での鉱物種毎のCs-137含有量

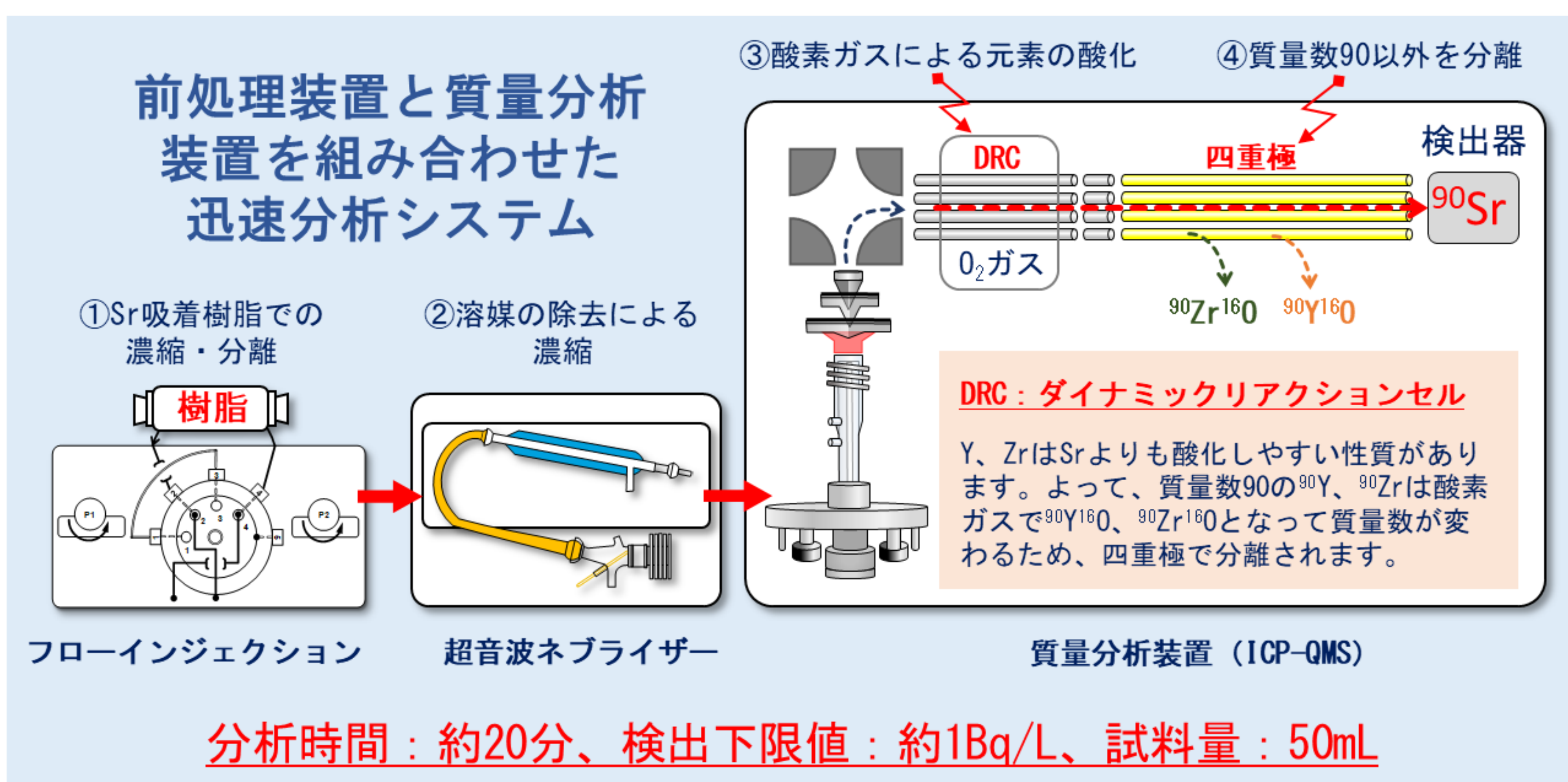
無色鉱物のCsの割合は、最大45%であり、無視できない。
→放射性セシウムの分布は鉱物種とその存在量に依存



ストロンチウム-90 (^{90}Sr) はウランなどが核分裂した際に多く生じるもので、従来の分析方法では約1カ月の時間が必要でした。そこで、誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) と前処理装置を組み合わせた質量分析システムを導入し、短時間で分析できるようになりました。これまでは、共存する物質が少ない雨水などを対象としていましたが、今回、**多量のカルシウムなどを含む魚中の ^{90}Sr** を分析したので報告します。

背景と目的

質量分析装置は物質の質量数を測定する装置であり、 ^{90}Sr なら質量数90、 ^{137}Cs なら質量数137を測定します。しかし、 ^{90}Sr を分析する場合、同じ質量数90の ^{90}Y 、 ^{90}Zr などが全て同じ値として検出されるため、正しい値が得られません。この問題を解決するため、前処理装置と質量分析装置を組み合わせた迅速分析システムが福島大学の高貝らによって開発されました。



本システムは、主に雨水や地下水などの共存する物質が少ない環境中の水試料で使用されていましたが、今回、環境モニタリングの観点から**魚試料**への適用を検討しましたので、報告します。

実験



エゾイソアイナメ

魚を3枚におろして肉と骨に分け、細かく切り、水分を除去します。



マイクロウェーブ分解装置

魚肉0.5g、魚骨0.1gを本装置で分解します。分解は約1時間程度で終了します。



ICP-AES

①魚肉・魚骨の元素分析

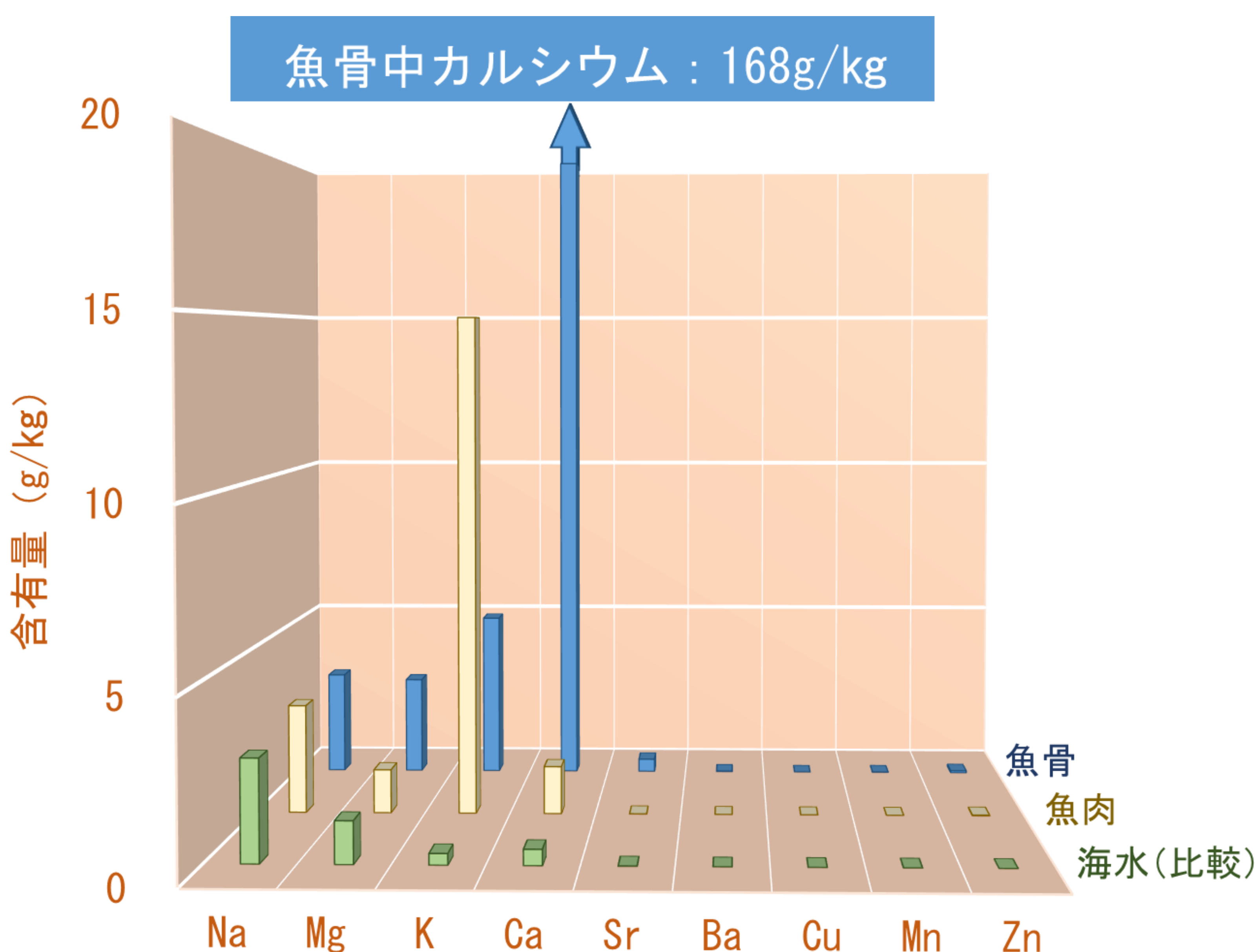


^{90}Sr 分析システム

②魚肉を分解した溶液の ^{90}Sr 分析

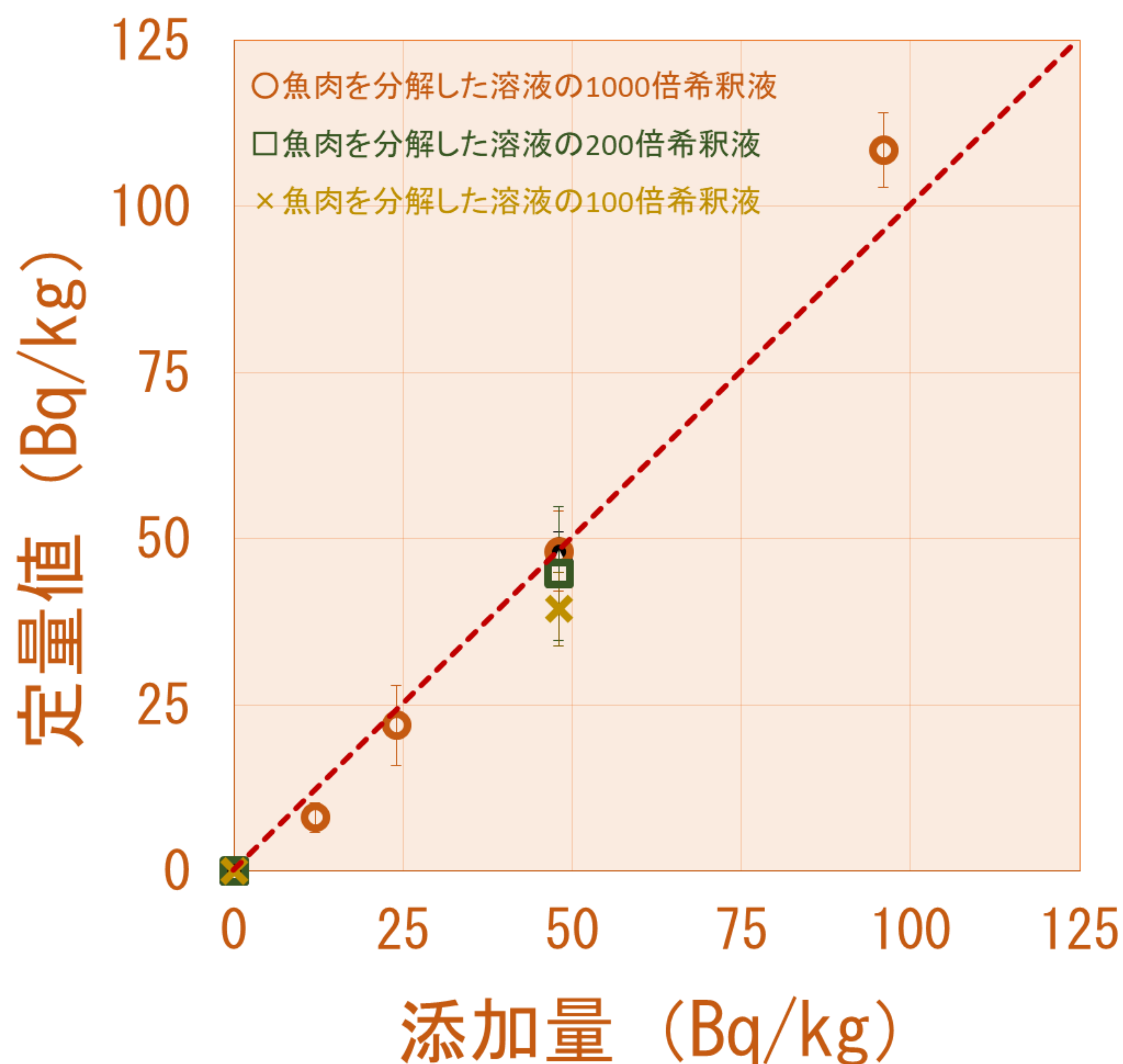
結果と考察

①魚を分解した溶液に含まれる元素の分析結果



魚は海水に比べて多くのカリウム、カルシウムを含んでいました。特に、魚骨中のカルシウムは**海水の300倍以上**含まれていました。

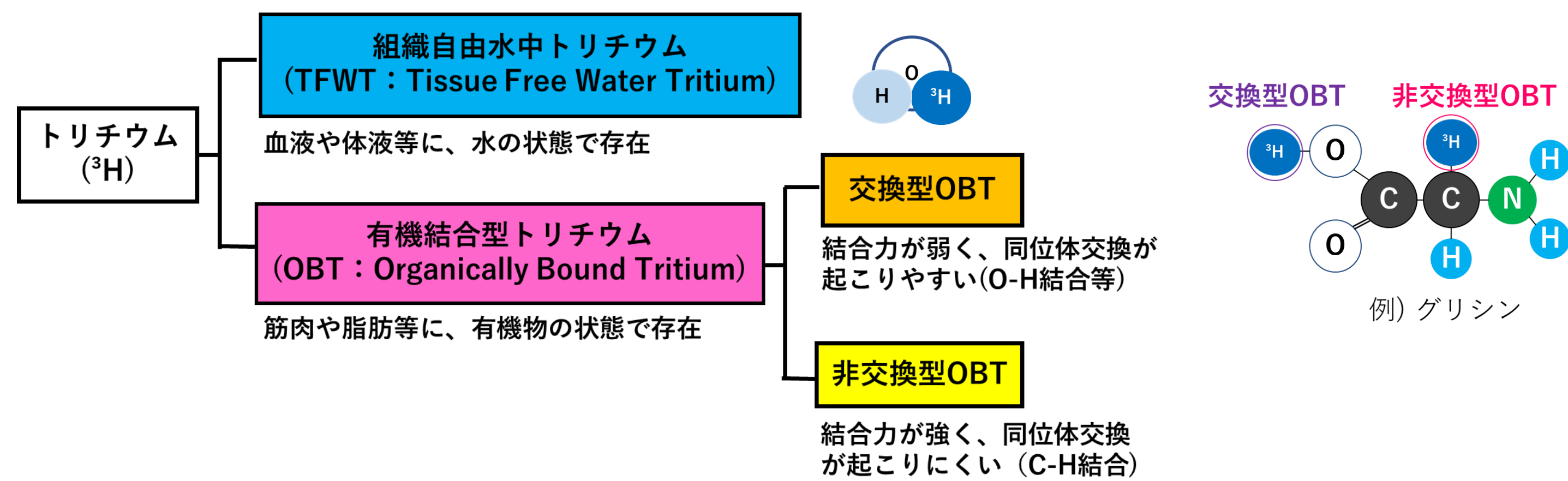
②魚肉を分解した溶液の ^{90}Sr 測定結果



^{90}Sr を添加した試料を測定し、良好な定量化が得られたため、魚肉を分解した溶液への適用が可能であることが示されました。検出下限値は740Bq/kgでした。

原子力災害等の緊急時において、環境試料中の放射性物質の核種やその量を把握することは、環境中へ放出された放射性物質による影響を評価するための基本データとして重要である。しかしながら、β線放出核種の一つである有機結合型トリチウム(OBT)の分析には、煩雑な前処理が必要で、従来時間がかかっていた。そこで本法では、OBTの分析における燃焼工程を見直すことにより、燃焼1回当たりの時間を従来法と比べて約3割短縮することができた。燃焼後に回収した水の量及び成分を比較した結果、両手法の差はほとんどみられなかった。なお、従来法における組織自由水中トリチウム(TFWT)及びOBTの分析結果はすべて検出下限値未満(TFWTで約1.0Bq/kg生鮮物、OBTで約0.18Bq/kg生鮮物)で、これらの検出下限値を用いて内部被ばくの評価をしたとしてもTFWT、OBTともにnSvレベルであった。

はじめに

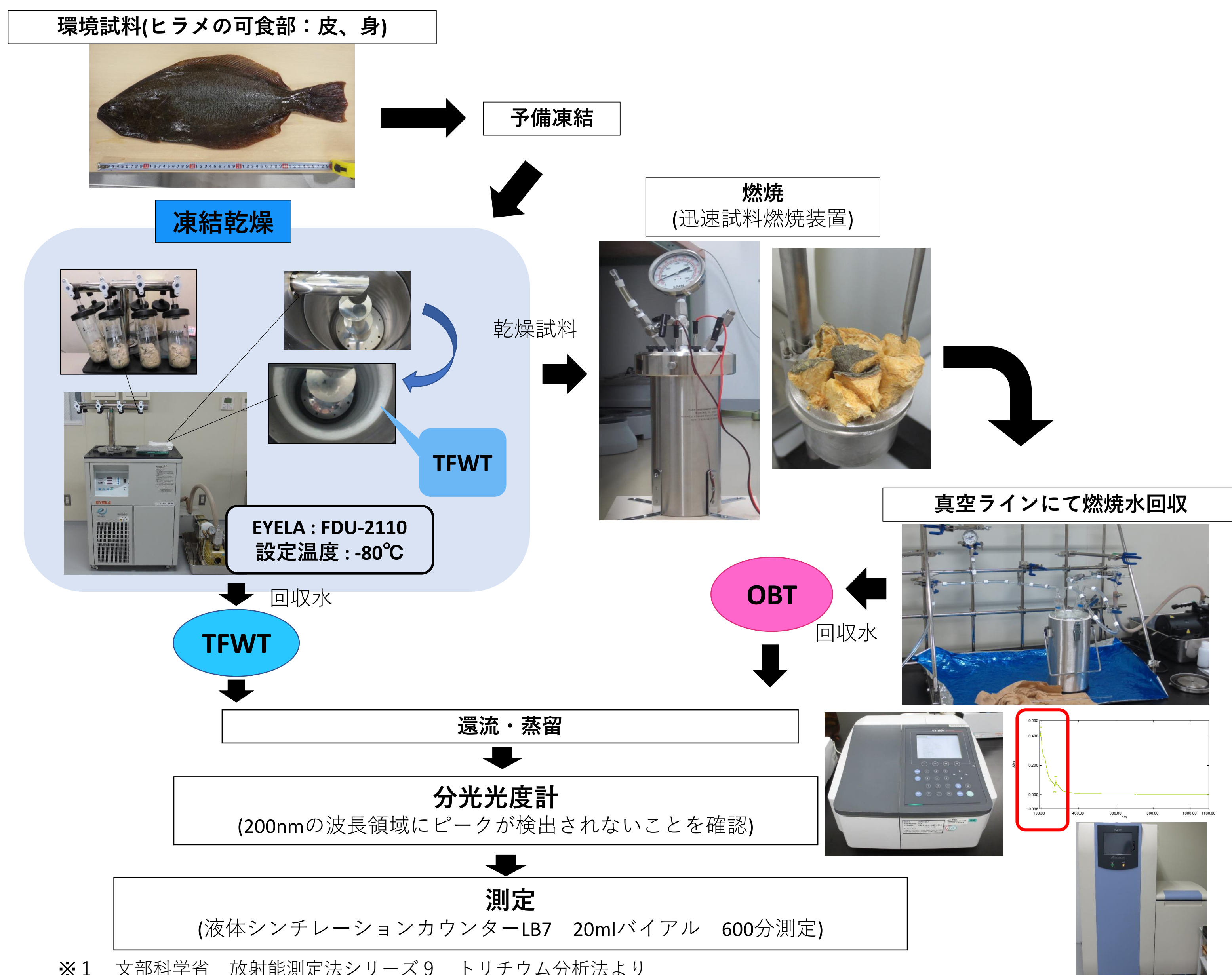


- トリチウムを含む水を処理する過程で、トリチウムは除去できないため、その処理・処分には濃度を管理することが重要である。緊急時にはそのような管理が難しいため、発災場所周辺の海水および海産物中のトリチウムのモニタリングが重要となる。
- 食物として摂取した場合、内部被ばくの評価をする上で、存在形態及び実効線量の異なるTFWT及びOBTを分別してモニタリングをすることが重要である。

- 分析に時間を要し、熟練した技術が必要である。
- TFWTとOBTを分別した定量結果が少ない。

- 速やかに環境影響評価を行うため、迅速な分析方法を確立する
- TFWTとOBTを分別したモニタリングデータの蓄積を図る

従来の分析方法 ^{※1}



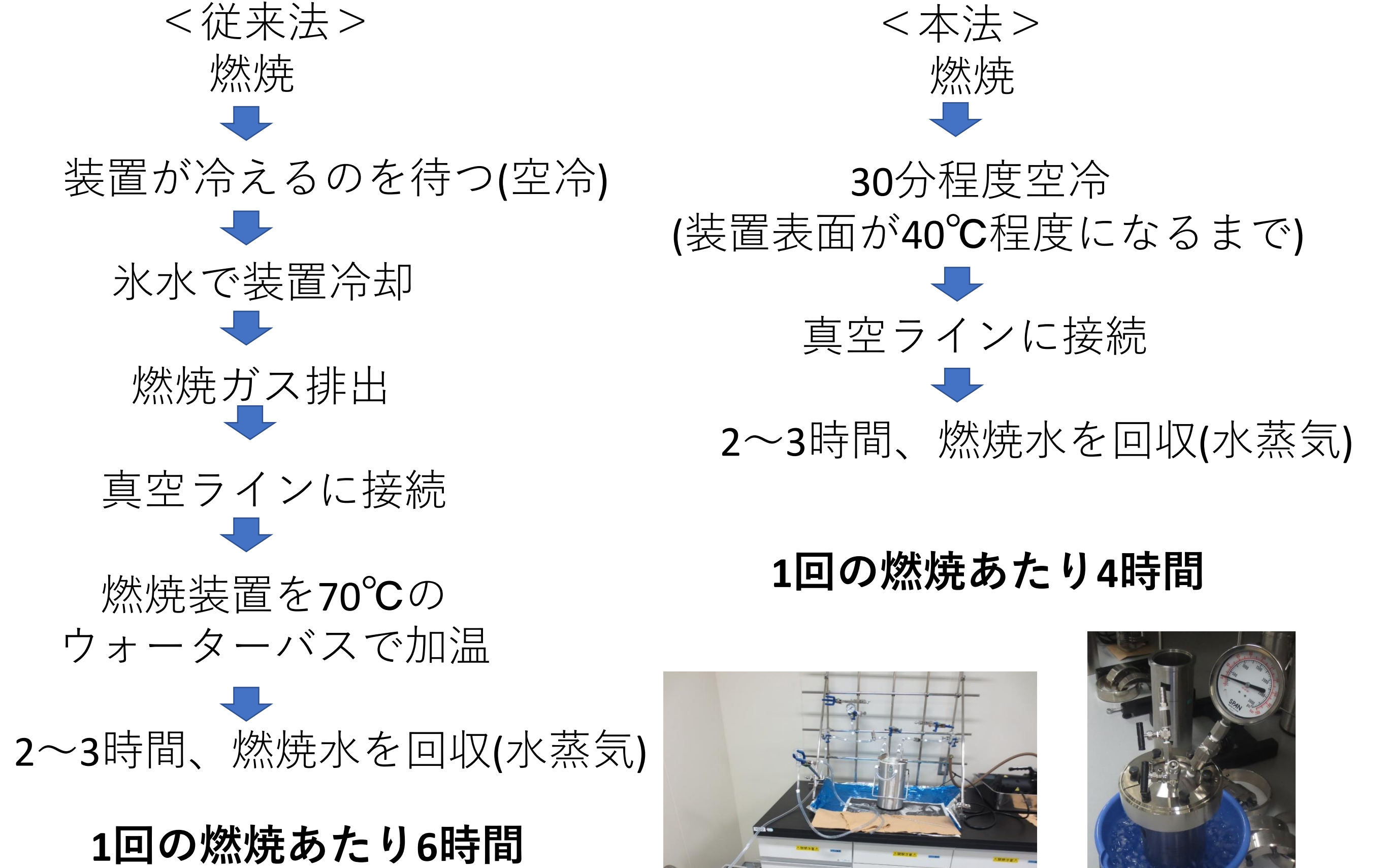
※1 文部科学省 放射線測定法シリーズ9 トリチウム分析法より

検討項目

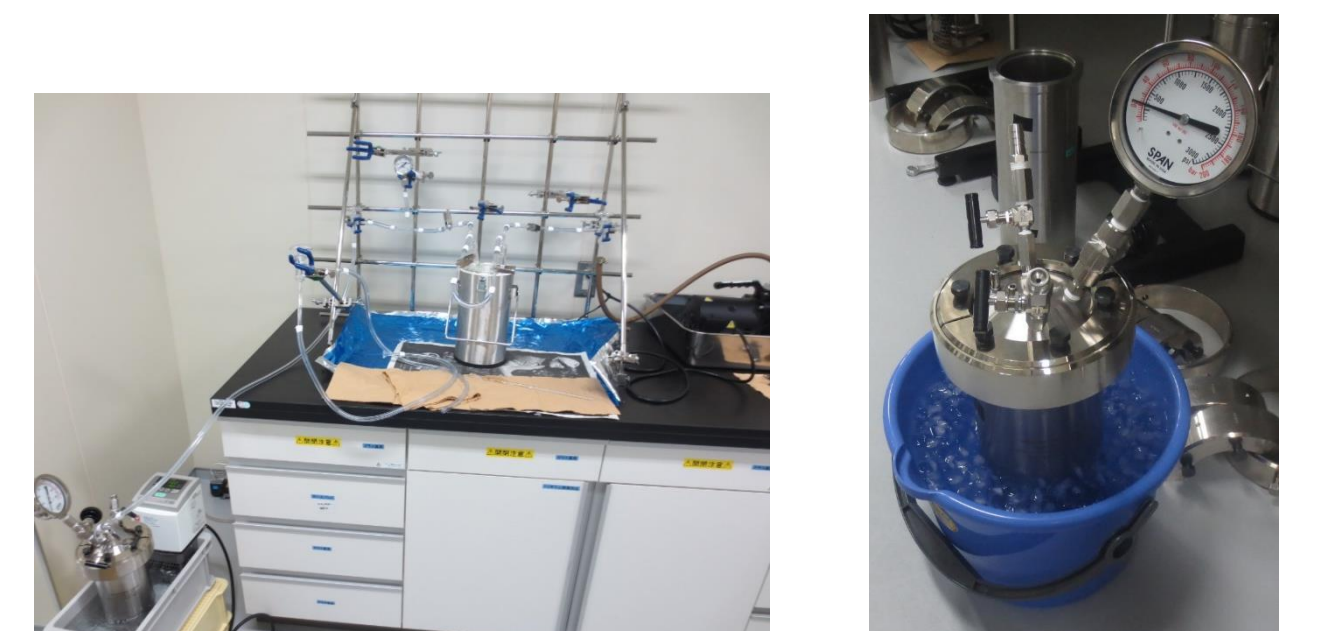
- 燃焼工程の短縮化の検討
燃焼工程に着目し、1回当たりの燃焼にかかる時間の短縮化を検討した。
- 燃焼水回収量及び成分の比較試験
従来法と本法で作成した燃焼水の成分及び燃焼水の回収量の比較試験を行った。
- 福島県沖ヒラメの可食部におけるTFWT及びOBTの測定値と預託実効線量の関係
福島県沖で採取したヒラメの測定結果から被ばく線量評価を行った。

結果

○燃焼工程の短縮化の検討



1回の燃焼あたり4時間



○燃焼水の回収量及び成分の比較試験

a. 燃焼水回収量の比較

従来法	①	②	③	④
乾燥試料(g)	10.2	10.1	10.5	10.2
燃焼水量(g)	5.5	4.6	4.3	4.5

本法	①	②	③	④
乾燥試料(g)	10.1	10.2	10.3	10.2
燃焼水量(g)	5.2	5.5	4.6	4.7

ヒラメの燃焼水量を比較した場合、同様の回収量が得られた。

b. 燃焼水の成分の比較

燃焼水の成分の比較(イオンクロマトグラフィーの測定結果より)

サンプル名	Cl	NO ₃	NH ₄	K	Ca
従来法	2.3E+03	3.0E+04	< 50	< 10	< 20
本法	4.2E+03	4.3E+04	< 50	< 10	< 20
鉱泉水	< 0.1	< 0.5	< 0.05	< 0.1	< 0.2

単位(mg/L)

燃焼水の成分を比較した結果、大きな差はなかった。

○福島県沖ヒラメの可食部におけるTFWT及びOBTの測定値と内部被ばくの評価指である預託実効線量との関係

- TFWT及びOBTはすべて検出下限値未満の値であった。
- 検出下限値：TFWT, 約1.0 Bq/kg生鮮物、OBT, 約0.18Bq/kg生鮮物
- 標預託実効線量^{※3}：TFWT, 1.3×10^{-6} mSv、OBT, 5.5×10^{-7} mSv

※3 預託実効線量(mSv)

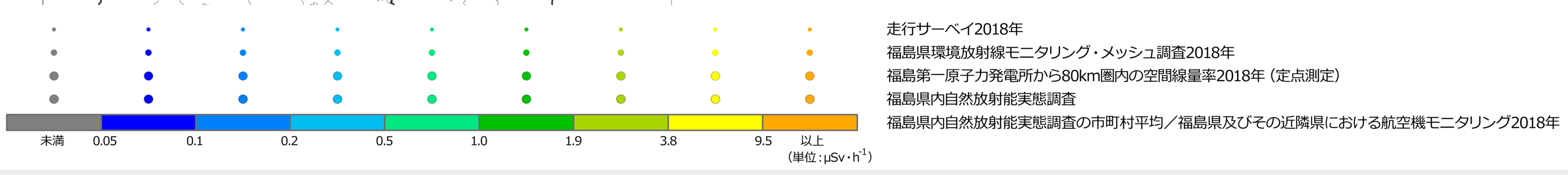
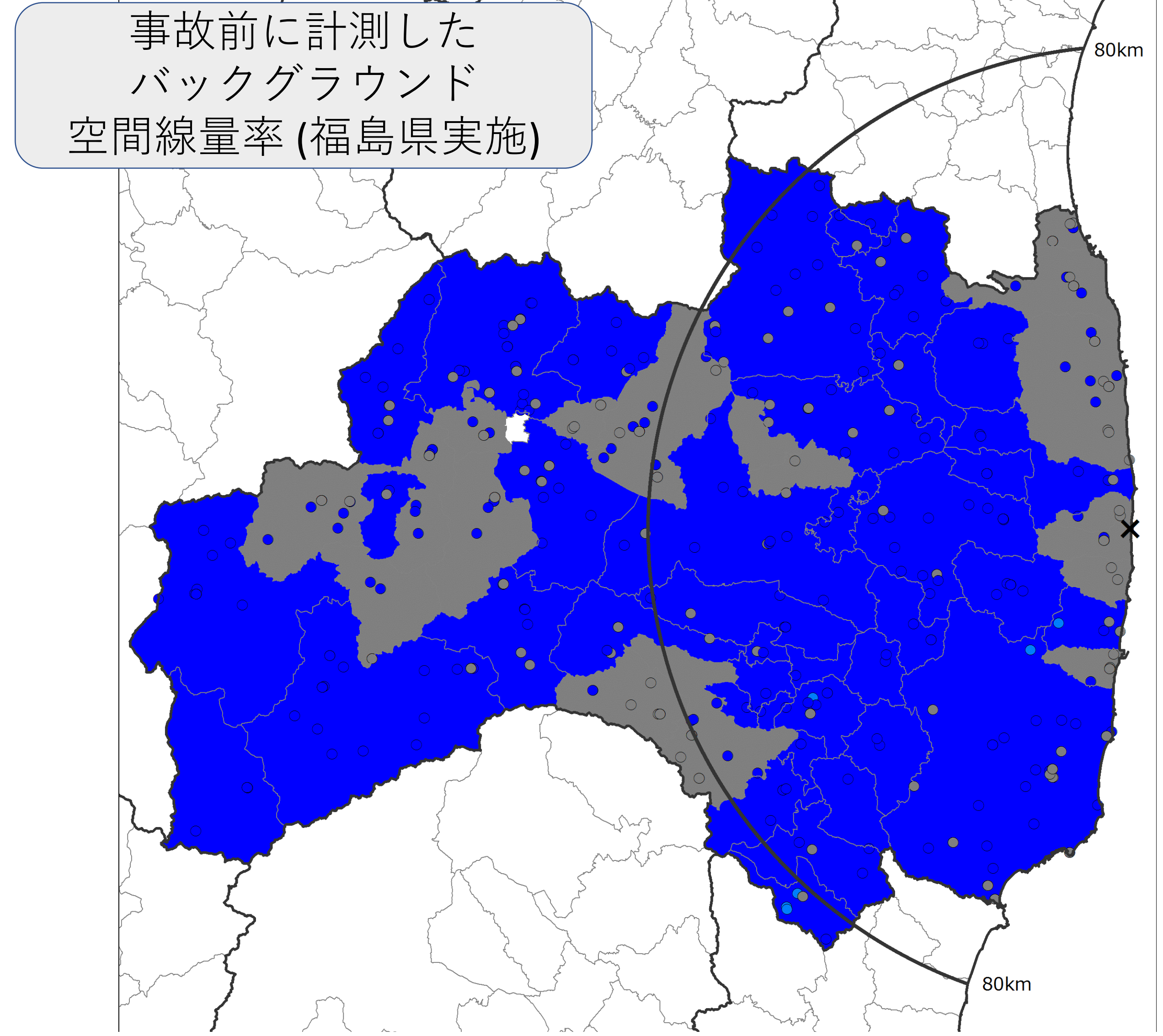
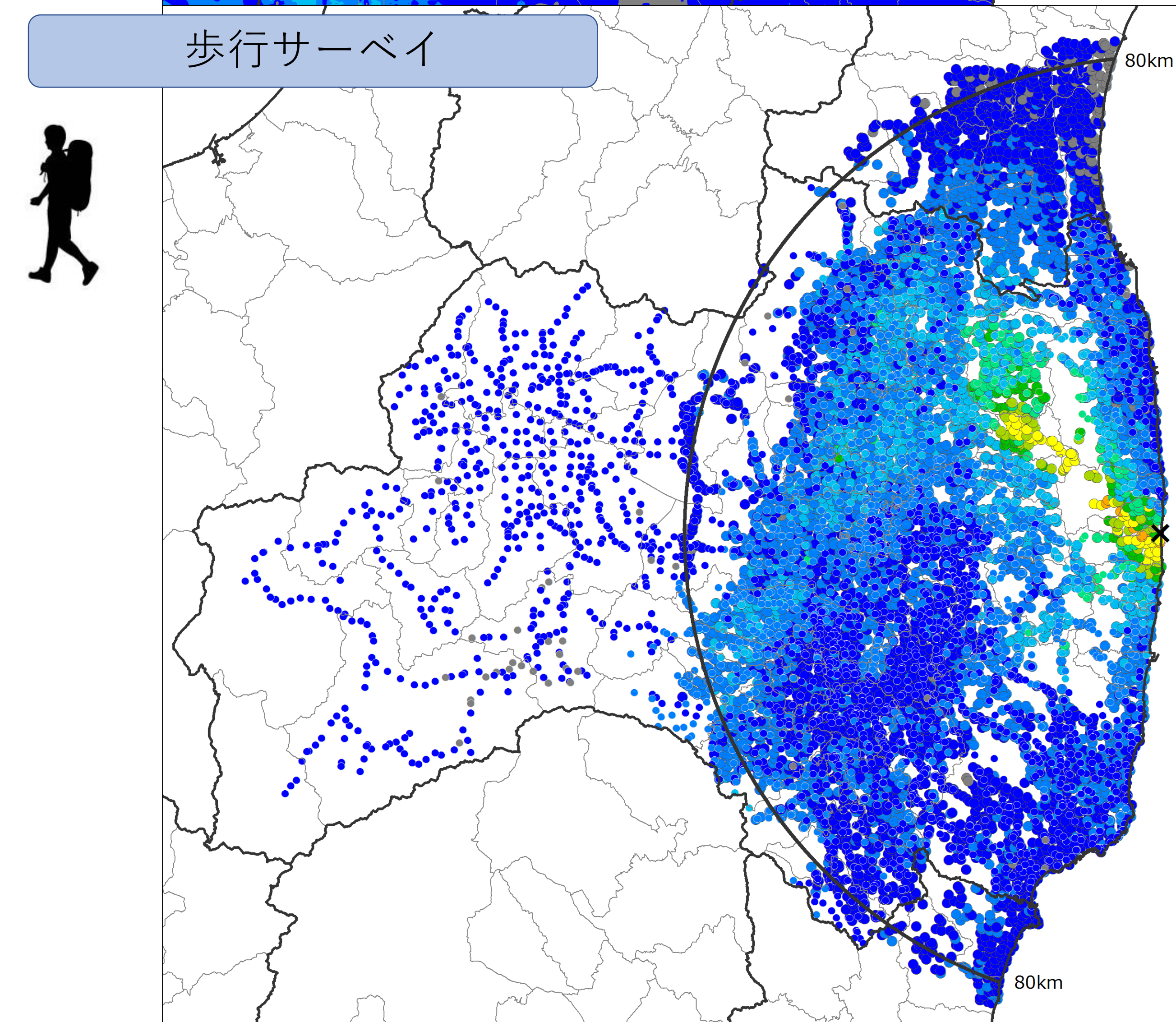
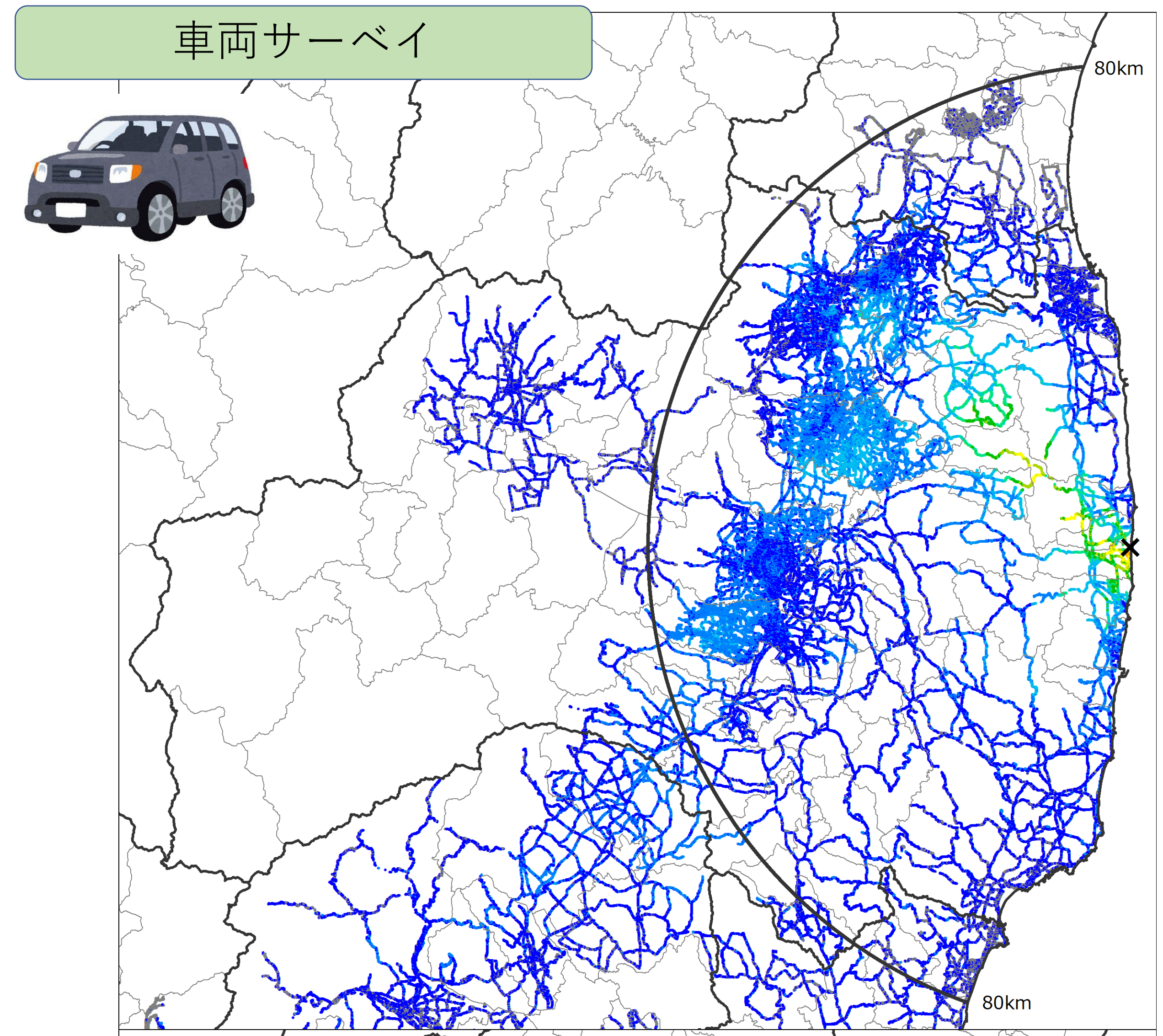
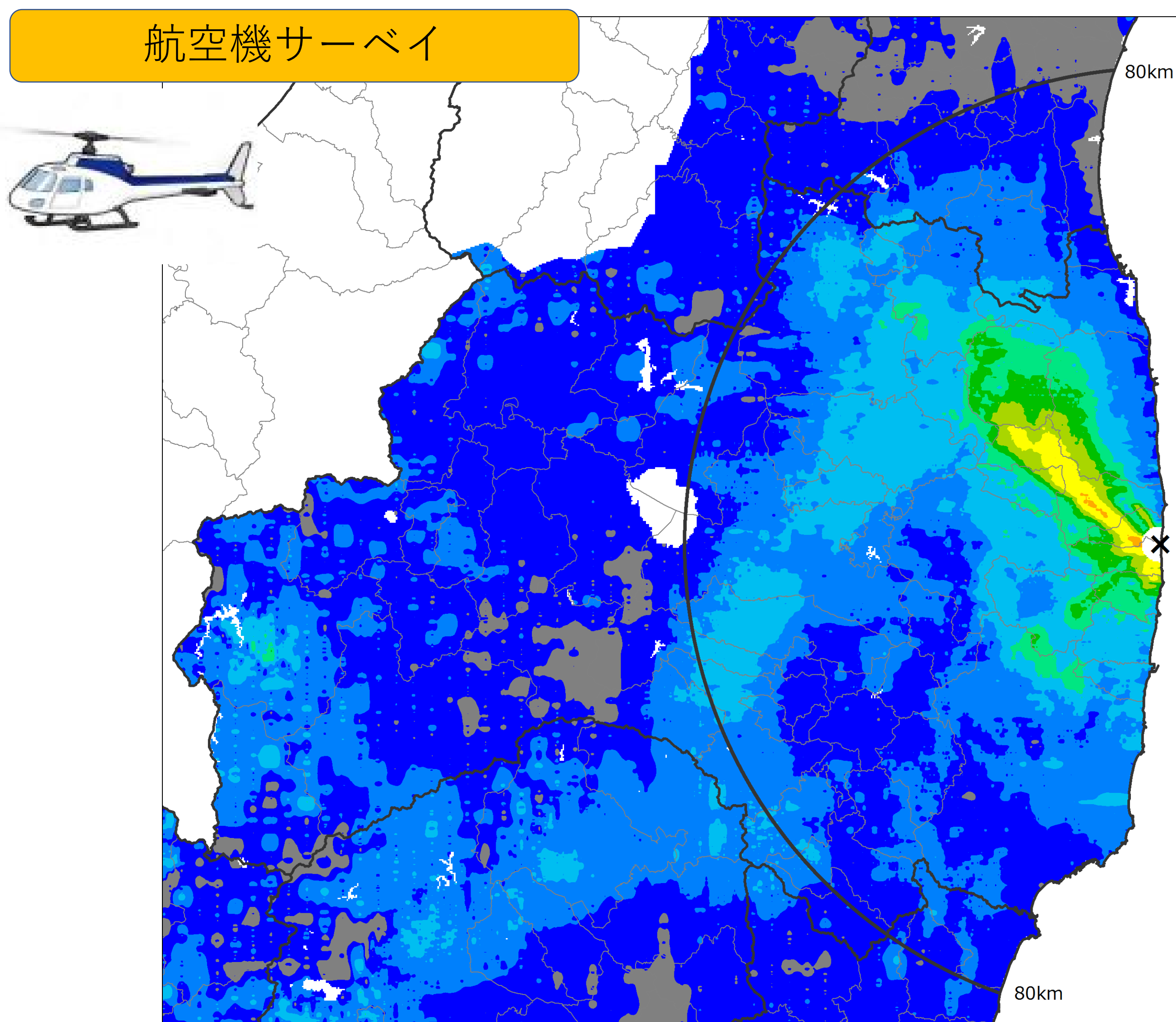
= 濃度(Bq/kg 生鮮物) × 0.20kg × 365日 × 実効線量(TFWT: 1.8×10^{-8} mSv/Bq, OBT: 4.2×10^{-8} mSv/Bq)

まとめ

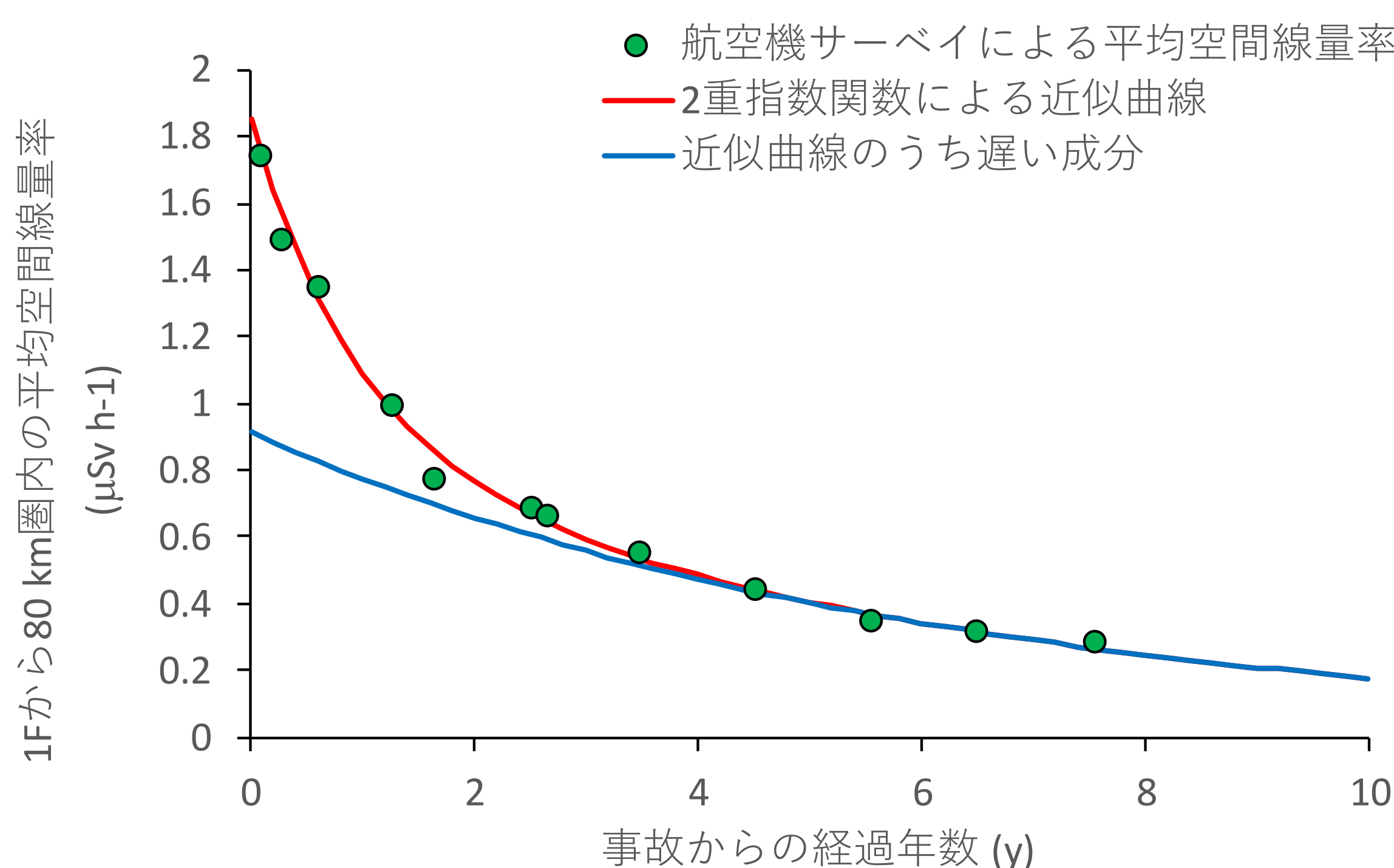
- 乾燥試料の燃焼工程において、「従来の煩雑な工程」から「空冷後に温かいうちに燃焼蒸気を回収する方式」に変えても、燃焼水の回収率および成分に大きな差はないため本法は有効であると考えられる。
- 従来法におけるTFWT及びOBTの測定結果はすべて検出下限値未満であり、検出下限値を用いて内部被ばくの評価をしてもnSvレベルと低い。
- 今後は従来法及び本法の比較試験を行い、OBTの測定結果を比較する。
- さまざまな試料において試験を行い、データを蓄積する。
- 既知濃度試料の燃焼試験を行い、分析値の妥当性の検証及び精度向上を行う。

事故から8年経過し、現在でも周辺環境では様々なモニタリングが実施されています。主な環境中でのモニタリングは原子力規制庁の受託事業として実施されており、有人のヘリコプターを用いた航空機サーベイ、車両を用いた車両サーベイ及びサーベイメータを用いた定点サーベイ等が挙げられます。ここでは、これらの最新の結果を紹介するとともに、事故前に測定された鉱物などの天然の放射線による空間線量率マップと比較します。

様々な手法による空間線量率マップ



空間線量率の経年変化の評価例



[空間線量率の時間変化]

左記には発電所から80 km圏内の航空機サーベイによる空間線量率測定結果の平均値を示しています (天然の放射性核種による空間線量率は減算済み)。

- ・ 平均的に減少傾向にあります。
 - ・ 減少の速度は、半減期 (空間線量率が1/2になる時間) で表すと、...
 - 事故から約2年後までは: **0.64 年** (信頼区間 0.46-0.81年)
 - 事故から約2年後からは: **4.2 年** (信頼区間 3.3-5.2年)
- と評価されます。

除染した後の空間線量率は、時間の経過とともにどのように変化するのでしょうか？ どのように変化するかを知ることは、帰還住民の将来の被ばく量の評価において重要な情報となります。空間線量率の変化は土地利用の違いが影響していることがこれまでの研究で明らかになっています。本研究では、除染を行った2種類の地面（土壌面、アスファルト面）上において線量率測定を行い、地面の違いが除染した後の空間線量率の変化に影響するのかどうかを調べました。

調査場所・方法

- 2011年度に除染モデル実証事業により除染が行われた、福島第一原子力発電所周辺の6か所で調査しました。
- 測定は、土壌面103点^(*)、アスファルト面67点で行いました。NaIシンチレーションサーベイメータ（30 μSv/h）の測定範囲を超える4か所では電離箱式サーベイメータを用いて空間線量率（地表面から1 m 高さの線量率）および表面線量率（地表面から1cm 高さの線量率）を測定しました。
- ^(*) 表面線量率は97点
- 測定期間は2012年11月から2016年11月までの4年間、1 - 3ヶ月に1回の頻度で測定を行いました。

減少速度（線量率の減り方）の解析

- 各測定点で得られた結果から、空間線量率の減少速度 λ と表面線量率の減少速度 λ_s を解析^(#)により求めました。

解析に用いた計算式

$$D = D(0)e^{-\lambda t}$$

$$D_s = D_s(0)e^{-\lambda_s t}$$

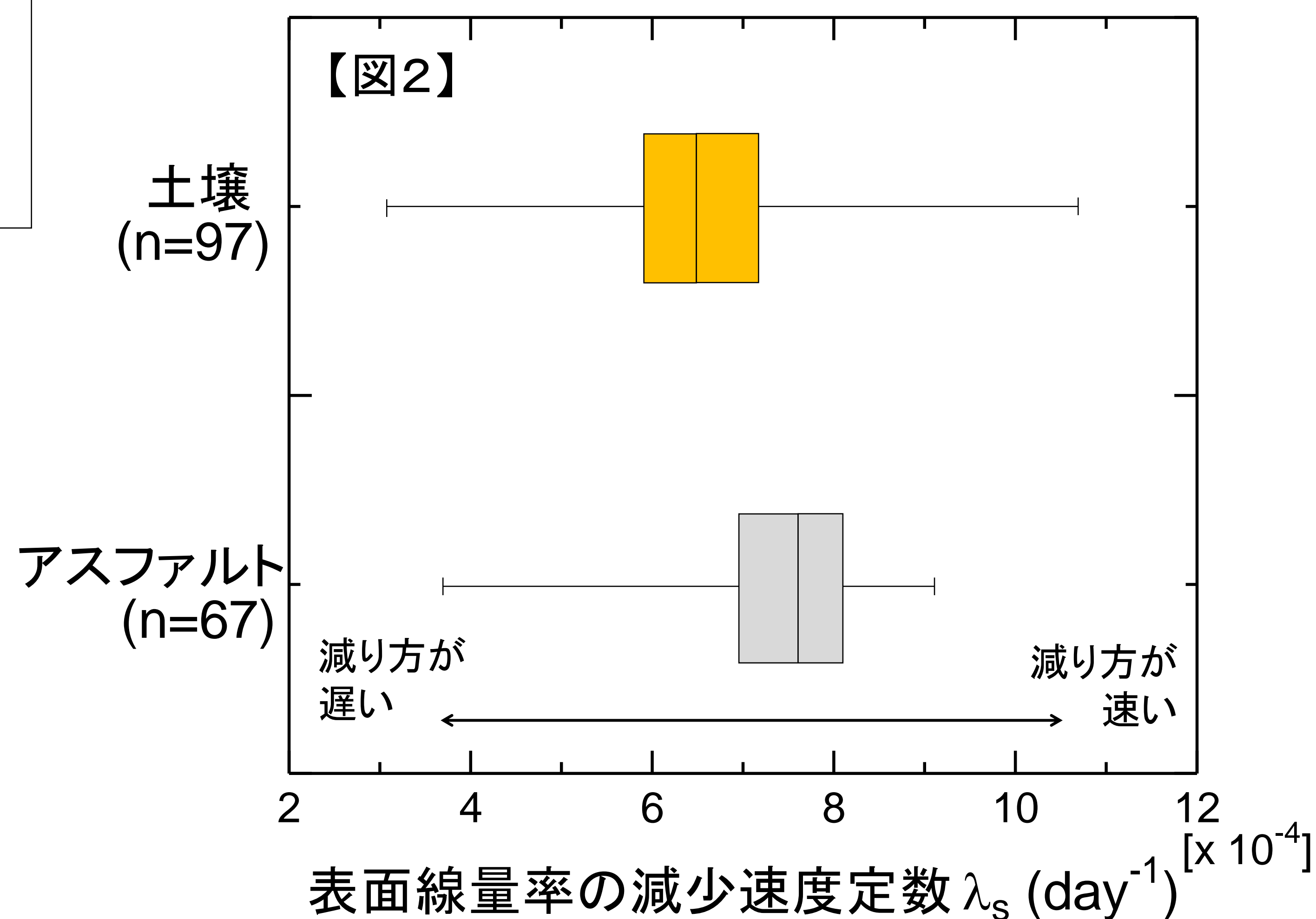
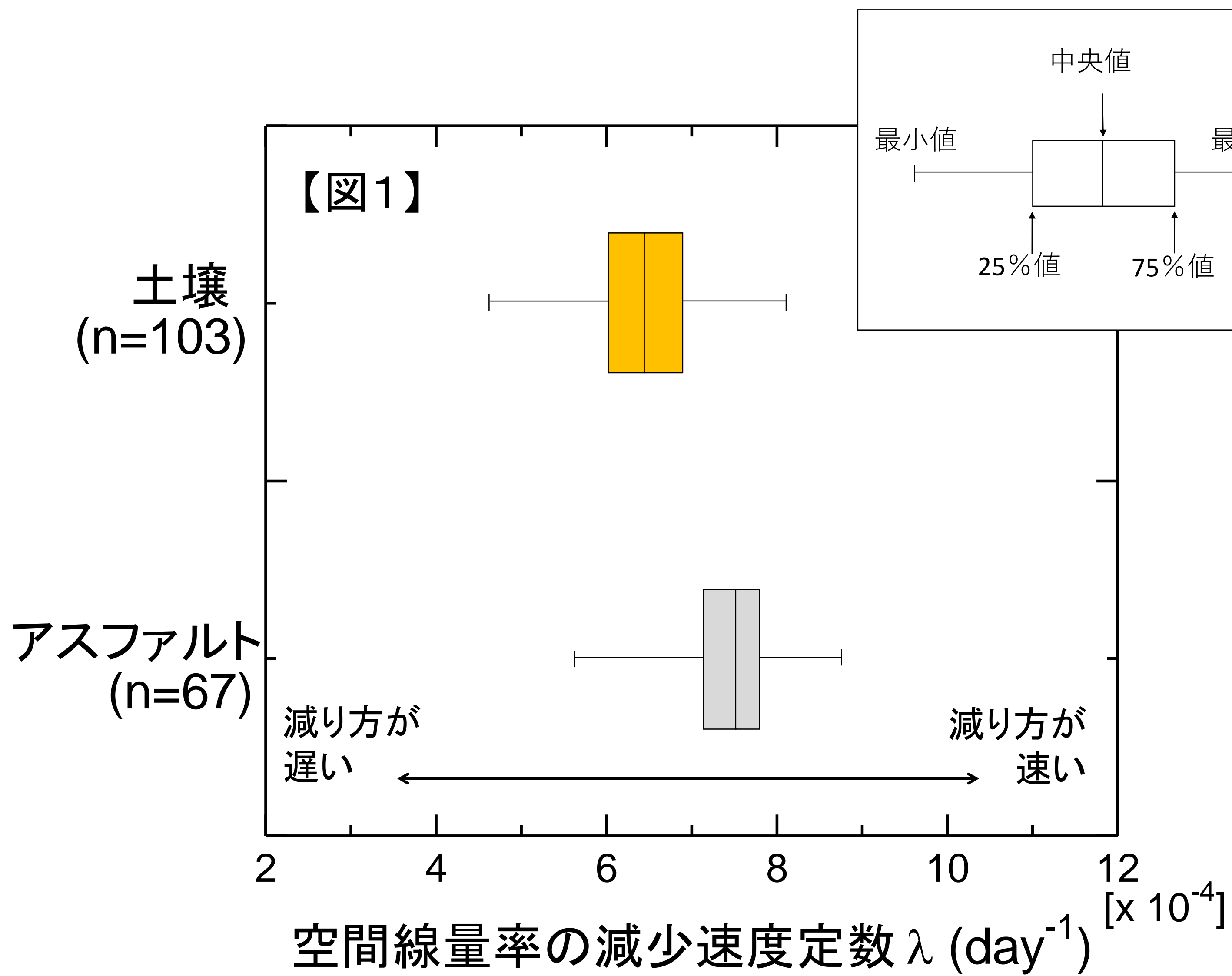
t : 測定開始からの時間(day)

D, D_s : 空間線量率および表面線量率(μSv h⁻¹)

D(0), D_s(0) : 各測定点のt=0における空間、表面線量率(μSv h⁻¹)

最小二乗法によるフィッティングによりD(0), D_s(0), λ, λ_sを解析

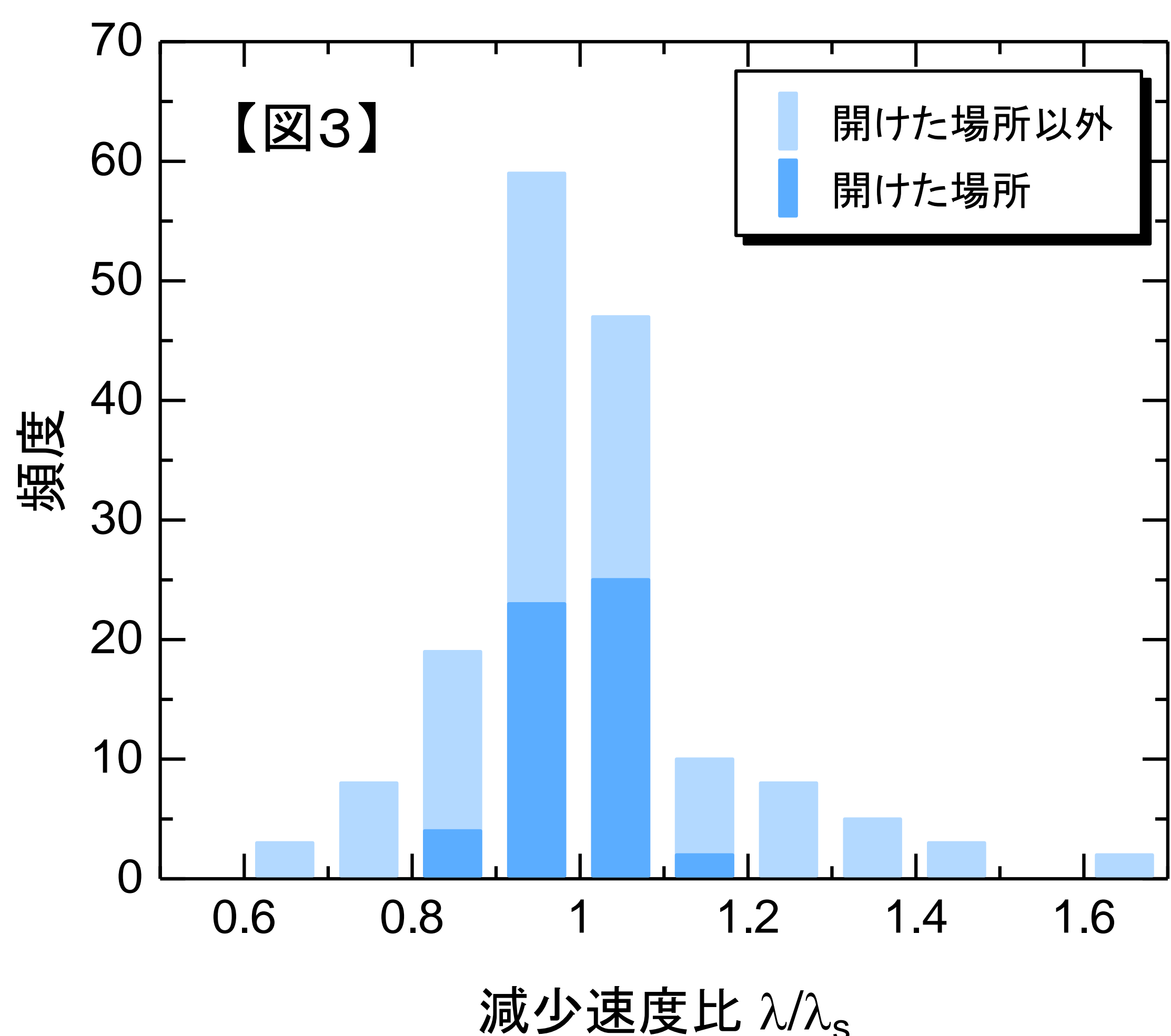
調査・解析結果



【図1】 空間線量率の減少速度 λ は、アスファルト面で有意に高いことが確認されました。これは、土壌面に比べ、アスファルト面で空間線量率の減少が速いことを示しています。

【図2】 表面線量率の減少速度 λ_s も、アスファルト面で有意に高い結果となりました。これは、地面の違いが空間線量率の減り方に影響していることを強く示しています。

【図3】 地面と周辺環境が空間線量率に及ぼす影響を調べるため、 λ と λ_s の比の分布を求めました。開けた場所（測定点から半径10m以内に構造物や樹木等がない場所54点）の λ/λ_s を抽出すると、そのすべてが0.8~1.2の間に分布しました。これは、地面の違いにより空間線量率の減り方が変わることを明確に示しています。



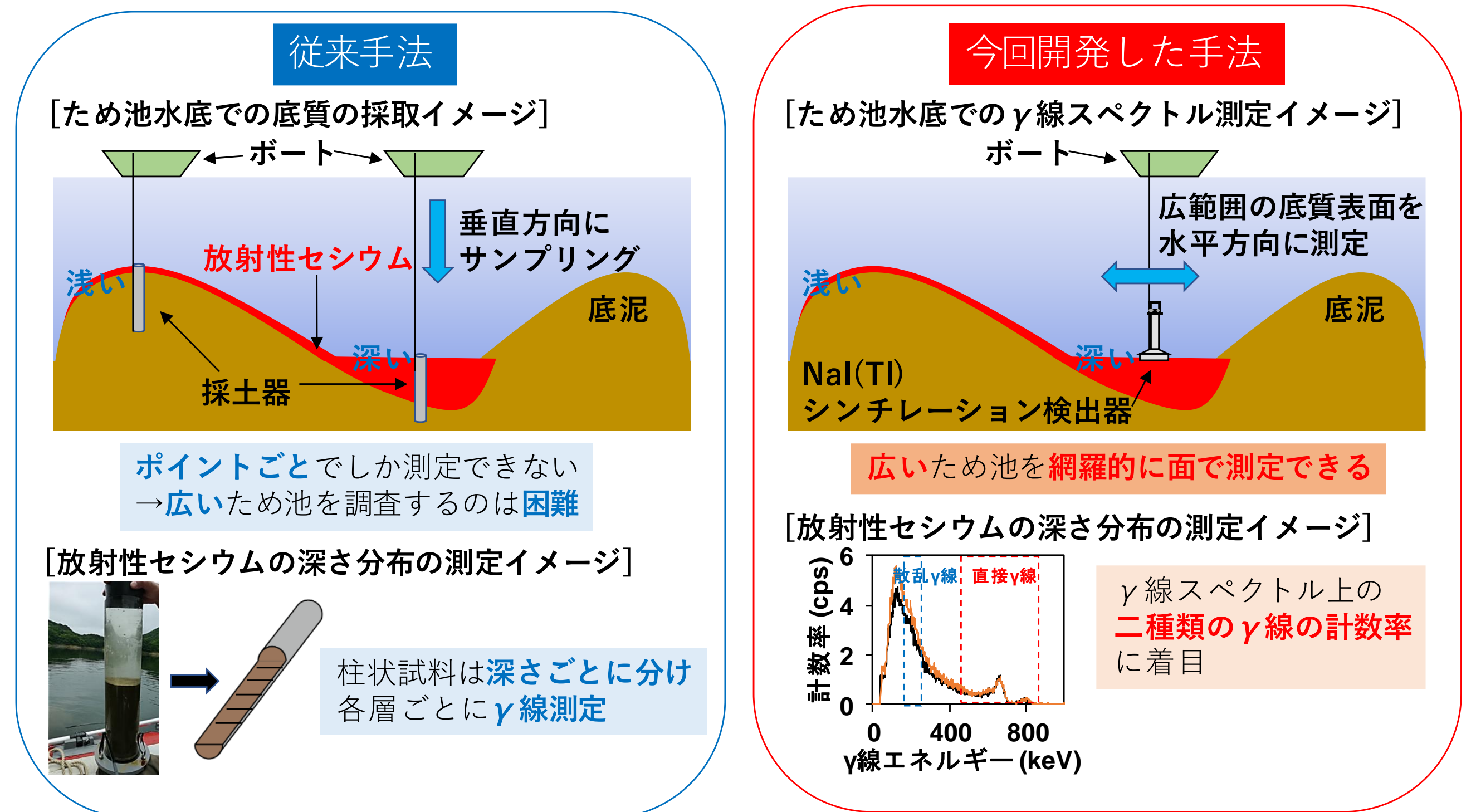


湖沼の水底における底質中放射性セシウムの汚染実態の把握は、営農再開に向けて重要な課題です。従来の調査は柱状の底質試料を採取し、層ごとに分析する必要があり煩雑でした。本研究では、ため池水底で測定した γ 線スペクトルの特性(散乱 γ 線と直接 γ 線)から、底質中放射性セシウムの深さ分布を評価する手法を開発しました。この成果により、広い範囲の湖沼等で底質試料を採取しなくても、迅速かつ簡便に底質中放射性セシウムの分布をモニタリングができるようになります。

背景と目的

湖沼や河川の水底の放射性セシウムによる汚染実態を知ることが、農業再開に向けて効率的な除染の提案をする上で重要です。しかし、湖沼等の水底の放射性セシウムによる汚染実態を調査するには、手間がかかるという課題がありました。例を挙げると、従来の手法では一つのため池で20本の柱状の底質試料(40cm長さ)を採取するのに1~3日、さらに、その試料を5cm層ごとに分けて試料ごとに γ 線測定すると約5日間かかってしまいます。

そこで、本研究では水底の底質表面で放射線検出器による γ 線スペクトル測定を行い、その γ 線スペクトル特性(散乱 γ 線と直接 γ 線)から、底質中の放射性セシウムの深さ分布を推定する手法を開発しました。本手法を使うことで、底質試料を採取することなく、現場で底質中の放射性セシウムの分布を約1~2日で測定することが可能になります。本手法は、湖沼等に蓄積した放射性セシウムのモニタリングの効率化(コストの削減や労力の低減)につながることを期待されます。

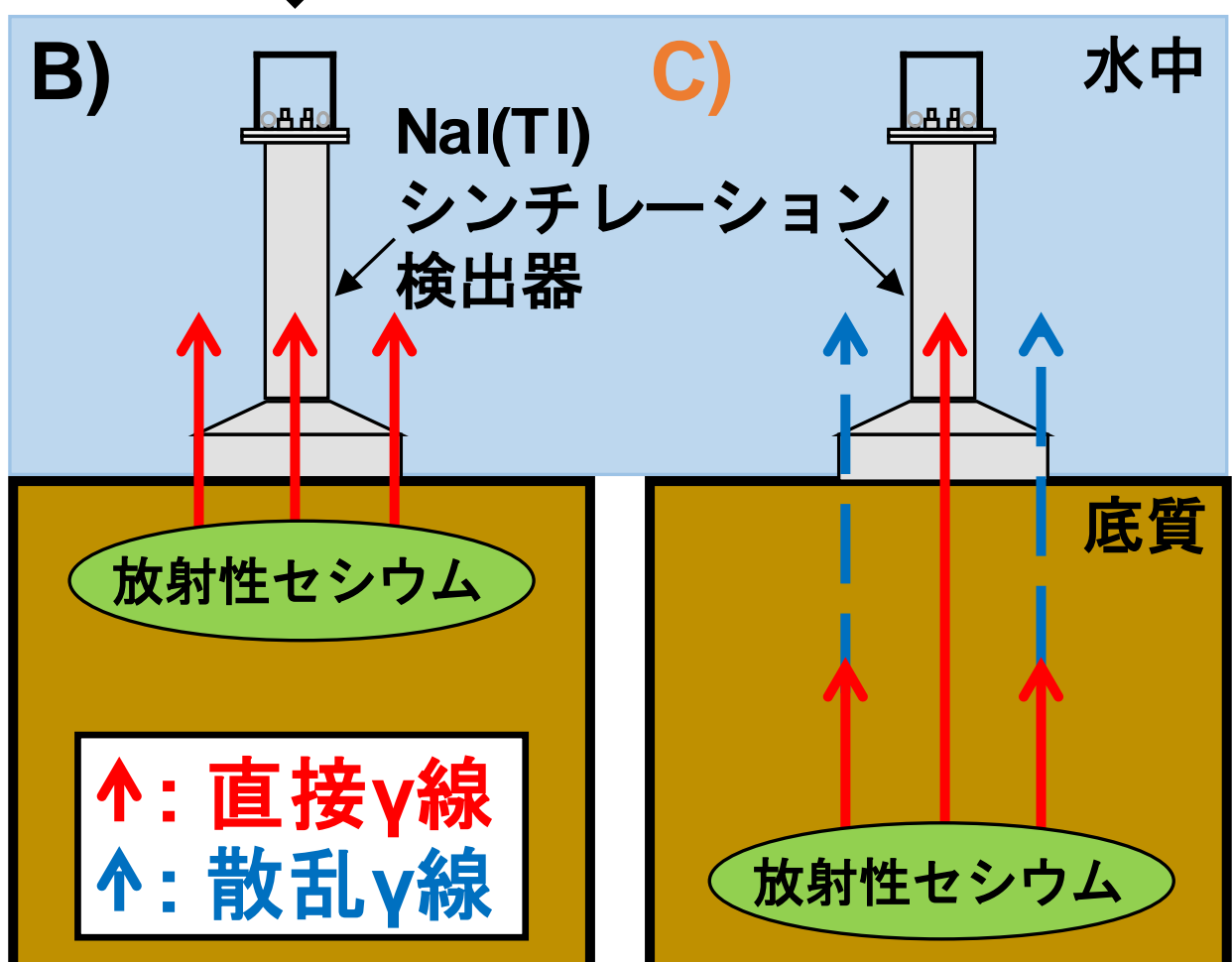


放射性セシウムの深さは場所により異なる
測定を「点」から「面」へ!
調査にかかる
・費用のコストダウン
・時間の短縮

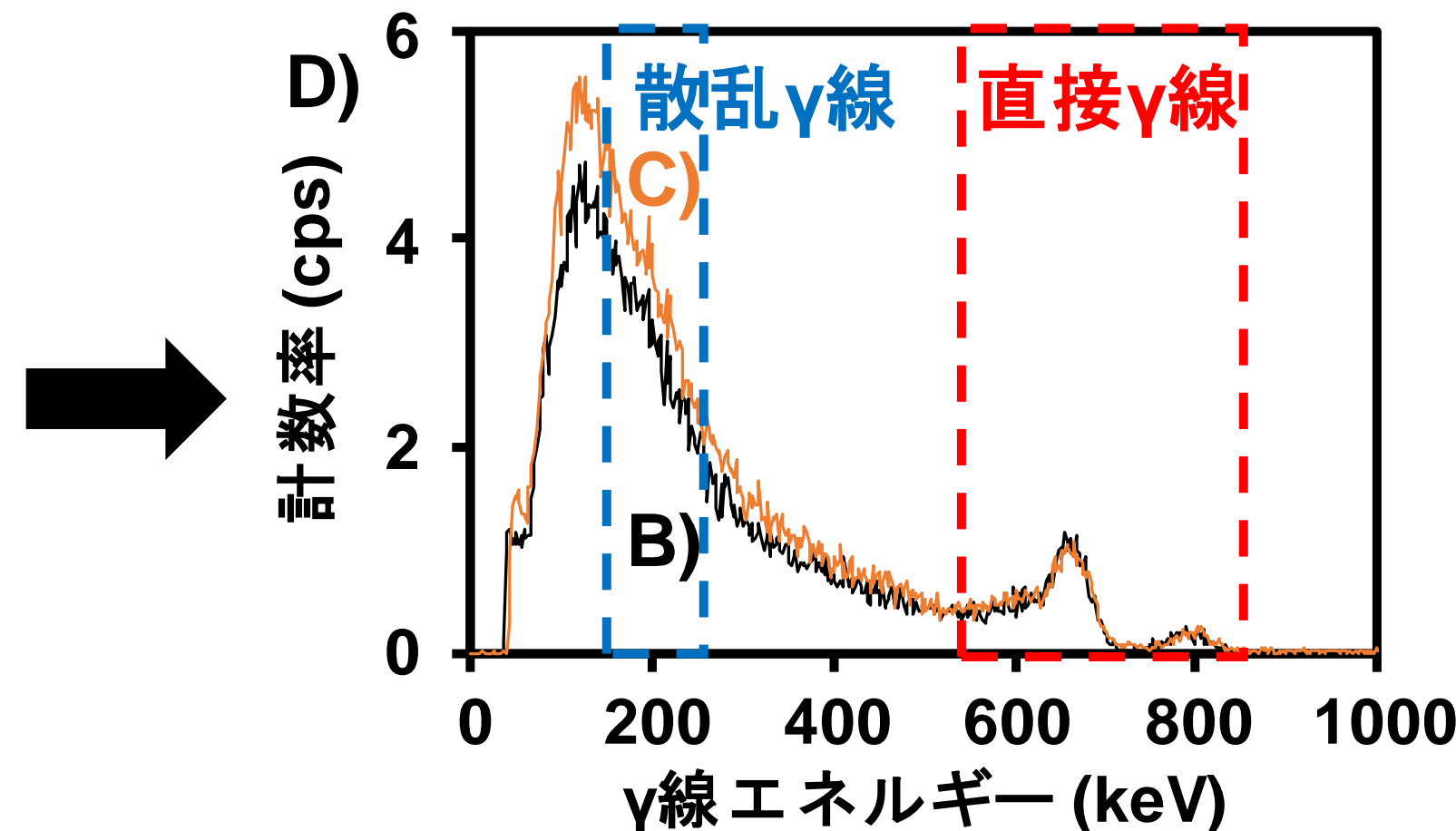
新たな手法と原理

RPC (Ratio of Peak and Compton) = $\frac{\text{散乱}\gamma\text{線領域の計数率}}{\text{直接}\gamma\text{線領域の計数率}}$
図D)の枠で囲ったエリアの計数率の合計値をそれぞれ計算
→RPCが大きいほど底質中で放射性セシウムは深くに分布

実際に使用したNal(Tl)シンチレーション検出器



底質表面での γ 線スペクトルの測定イメージ
B) 放射性セシウムの分布深さが浅い場合
C) 放射性セシウムの分布深さが深い場合

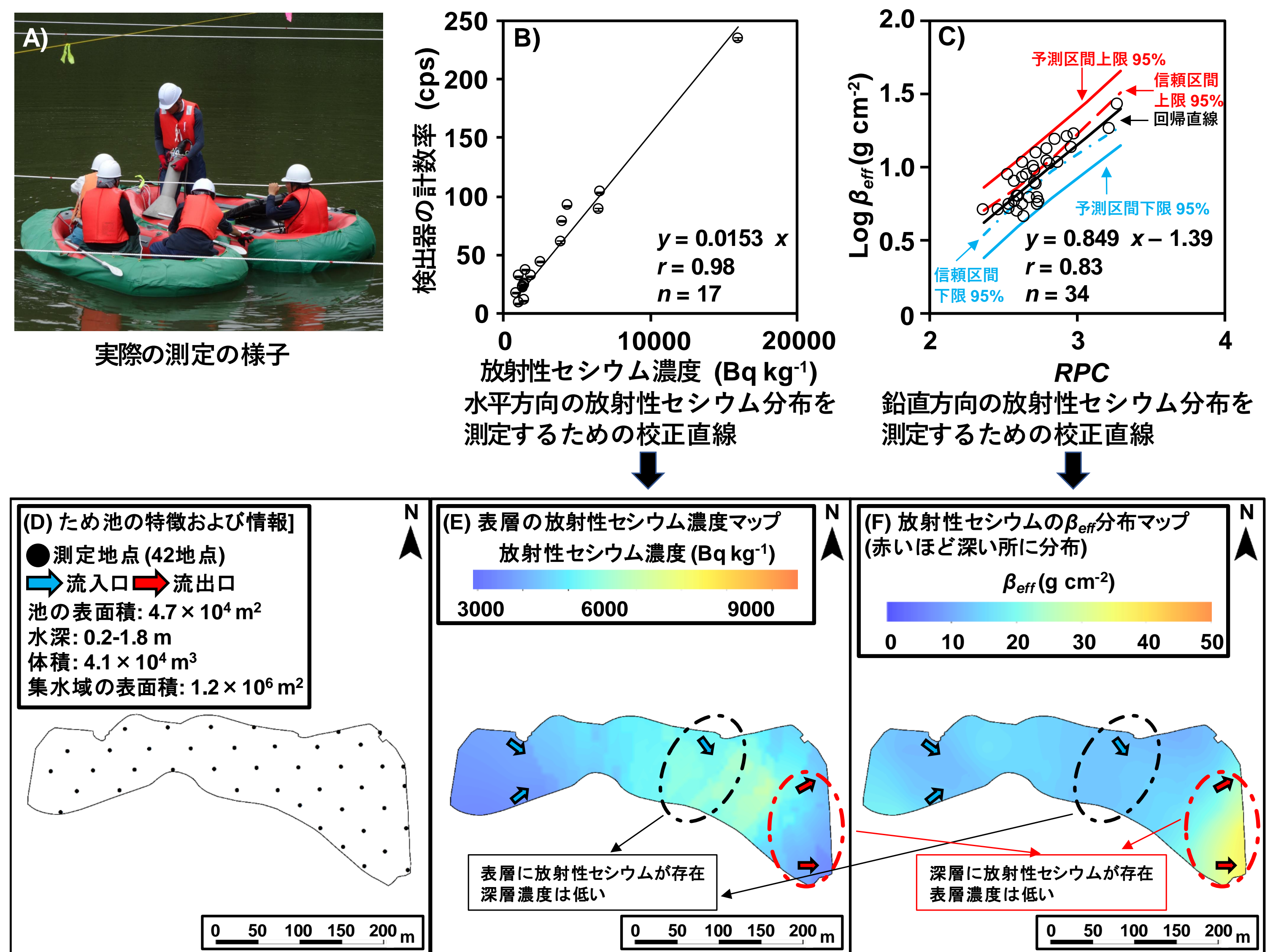


底質中の異なる放射性セシウムの分布深さにおける γ 線スペクトルの変化
→C)はB)に比べ散乱 γ 線の計数率が大きく、直接 γ 線の計数率が小さい
(放射性セシウムの分布深さにより変化)

- ① 底質中の放射性セシウムの水平方向の分布を評価するために、底質表面で測定した γ 線スペクトルから、放射性セシウムの計数率を算出。
- ② 底質中の放射性セシウムの鉛直方向の分布を評価するために、 γ 線スペクトルを直接 γ 線領域(放射性セシウム由来)と散乱 γ 線領域(コンプトン散乱由来)に分割しました。
- ③ 直接 γ 線領域の計数率に対する散乱 γ 線領域の計数率比(RPC: Ratio of peak and compton)を算出しました。

底質中で放射性セシウムが表面に分布していた場合は、放射性セシウムから放出される γ 線(直接 γ 線)が直接的に検出されます。一方、放射性セシウムが深い場所に分布していた場合は、直接 γ 線は上の層の土壌粒子により遮へい、散乱されます(散乱 γ 線)。この二つの γ 線の計数率比RPCに着目することで、放射性セシウムの深さを推定しました。

調査・解析結果



底質中の放射性セシウムの水平分布について、直接測定で得られた放射性セシウムの計数率と、表層(0-10cm)の平均放射性セシウム濃度との間に良好な正の相関が観察されました(B)。一方、底質中の放射性セシウムの鉛直分布について、直接測定で得られたRPCと試料測定で評価した放射性セシウムの深さを表すパラメータ(β_{eff})との間に良好な正の相関が見られました(C)。

本研究で得られた推定結果を、実際のため池に適用した例を上図に示します。対象としたため池の直接測定で得られた放射性セシウムの計数率とRPCを基に、表層(0-10cm)の平均放射性セシウム濃度、 β_{eff} を算出しました。このため池は、流入口が複数存在していることから、放射性セシウムの水平分布は不均一でした(E)。鉛直分布についても、ため池全体で著しく異なることがわかりました(F)。このように、広範囲を迅速に面的なモニタリングすることで、湖沼内の放射性セシウムのより詳細な分布を調査することができました。

生活環境中の被ばく線量評価とその低減方法の検討を目的として、飯舘村において地域と協働した調査を継続実施しています。調査対象は、大気微粒子、ハウスダスト、山菜などの自家採取食物による内部被ばくですが、本発表では主に大気モニタリングについて報告します。

背景と目的

- ・一般的には外部被ばく >> 内部被ばくですが、より安心して生活するためには、また低減対策を講じるためには、きちんと内部被ばく線量を評価することが重要です。
- ・2012年から継続している飯舘村における大気中放射性セシウムモニタリングは、空気中に漂っている放射性セシウムを、呼吸によって吸い込むことによる内部被ばく線量を把握すること、福島第一原子力発電所の廃炉作業や除染作業などにより、放射性物質が飛散しないか確認することを目的に実施しています。

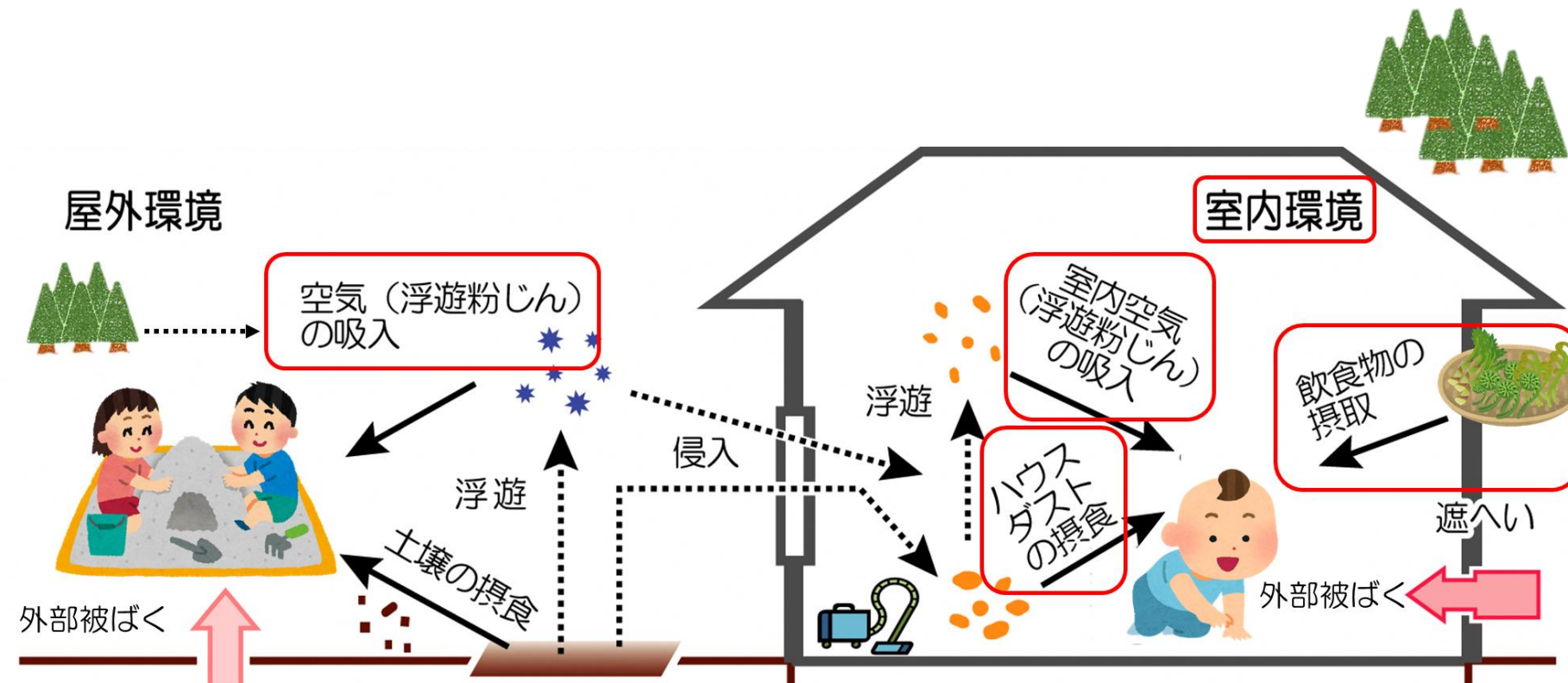


図1 放射性物質の想定取り込み経路 (→)

方法

- ・場所：飯舘村村内2箇所
(A：元避難指示解除準備区域、B：元居住制限区域)
- ・期間：2012年2月～現在（継続中）
- ・方法：ハイボリュームエアサンプラーで、空気中の粉じんを石英フィルター上に捕集。（500 L/min）
2週間ごとに石英フィルターを交換し、フィルターをゲルマニウム半導体検出器で、放射性セシウムを分析しました。



図2 2週間採取したあとのフィルターの写真 (→)

結果：空気中の放射性セシウム濃度

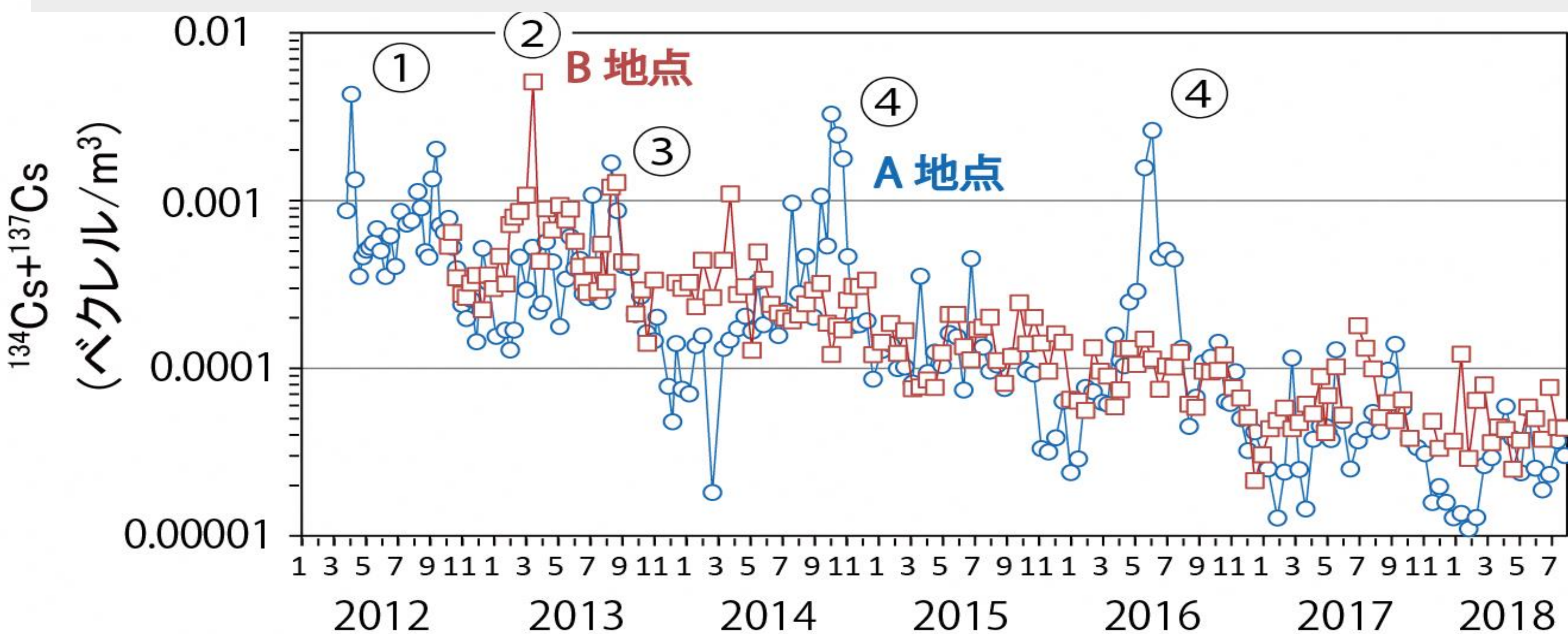


図3. 飯舘村2箇所における空気中放射性セシウムの推移 (2012年2月～2018年7月)

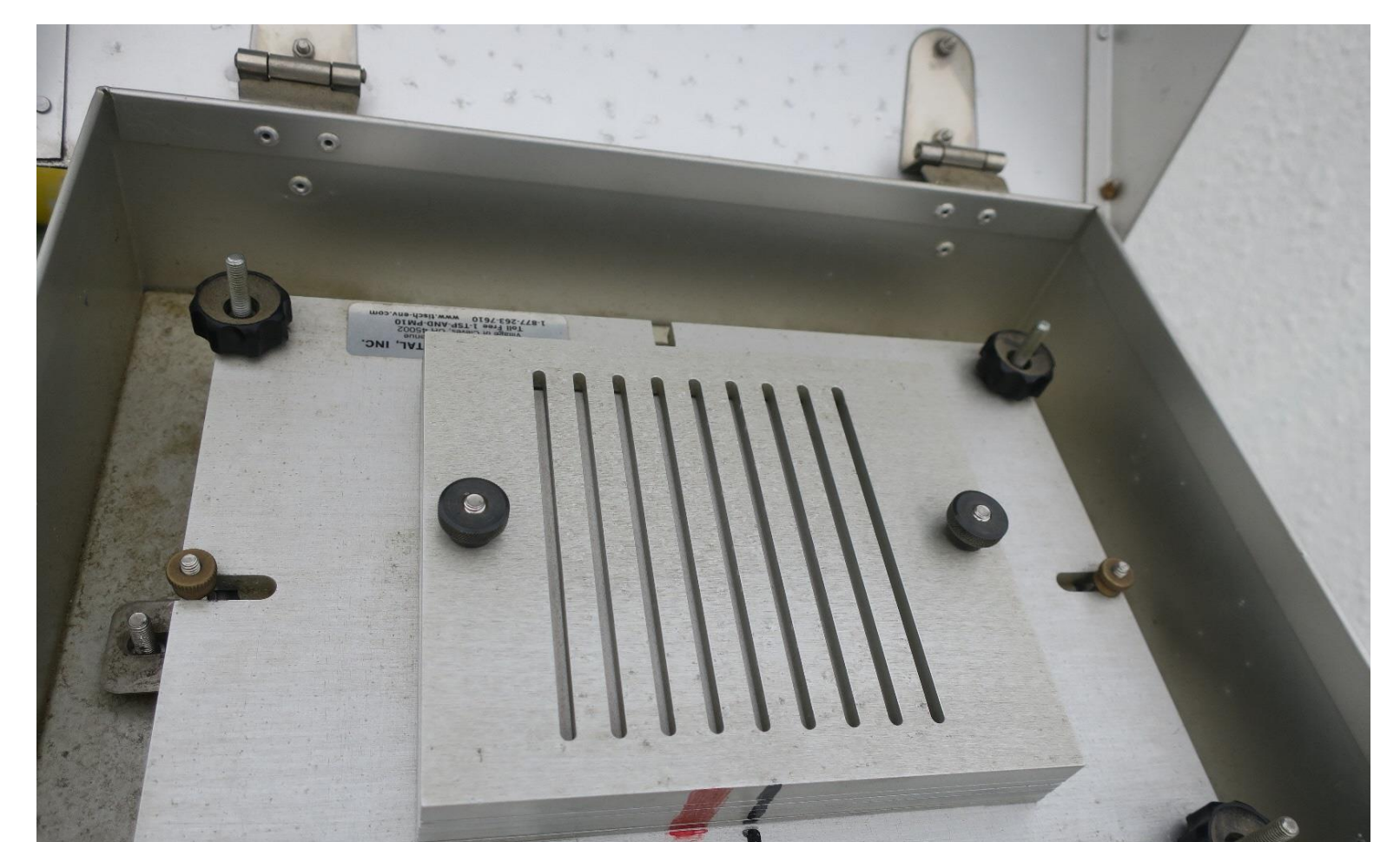
- ・空気中の放射性セシウム濃度は、徐々に下がっています。
- ・2017年以降は一時的な上昇も見られていません。
- ・ピーク時の原因を、それぞれ、周辺の除染作業状況、気象状況（風の強さ・方向）、粉じん量、粉じん中のカルシウム、カリウム、アルミニウムなどの元素分析、硫酸イオンや硝酸イオンの分析、別の観測地点における状況などから、下記のように推定しました。

- ① A地点：発達した低気圧による強風による周辺土壌の巻上げ
- ② B地点：周辺の舗装の除染作業（コンクリートの高圧洗浄など）による飛散
- ③ A・B地点：福島第一原子力発電所建屋のがれき等の障害物撤去に由来か
- ④ A地点：宅地・農地・森林・道路の除草、堆積物除去、洗浄等の面的除染作業による巻上げ

・1 m³あたり0.001ベクレル以下で推移していますので、成人は1日に20 m³くらいの空気を吸っているとすると、空気を吸い込むことに内部被ばく線量は、**年間0.001ミリシーベルト以下**と推計されます。日本人の平均的な自然放射線による被ばく線量は年間約2.1ミリシーベルトですので、それより大幅に小さいことがわかりました。

現在の取り組み

▼2019年度より、飯舘村と同様、大気の調査を福島市で実施しています。6段インパクターを用いた粒径別の採取も実施（2011年から福島大学等が実施してきた調査の継続）。



▼山菜などの自家採取食品にかかわる山林内の山菜、土壌調査を、地域の方と協力して実施しています。

