

令和4年度

環境創造センター成果報告会  
口頭発表要旨・ポスター集



令和4年9月

福島県環境創造センター



## 御挨拶

東日本大震災と原発事故から 11 年半が経過しました。この間、避難指示区域の見直しや特定復興再生拠点区域の整備が進められ、本年 6 月の葛尾村及び大熊町に続き、去る 8 月 30 日には、双葉町の一部について避難指示が解除されて住民の居住が可能となり、県内全ての自治体で住民が暮らせるようになるなど、本県の環境回復は着実に進展しております。

県民が将来にわたり安心して生活できる環境の回復・創造の拠点として整備された当センターにおきましては、平成 28 年 7 月の全面開所から 6 周年を迎えました。これまで、環境放射能・有害物質のモニタリングや放射線計測、除染・廃棄物、環境動態及び環境創造の各部門における調査研究などを着実に実施するとともに、ホームページやイベントなどを通じて積極的な情報発信に努めてきました。

今年度は、10 年間の事業方針を定めた環境創造センター中長期取組方針における最終のフェーズであるフェーズ 3（2022 年度～2024 年度）の初年度となることから、日本原子力研究開発機構（JAEA）、国立環境研究所（NIES）及び福島県の 3 機関がより一層緊密に連携しながら、この方針の下、本県の環境回復・創造に取り組んでいかなければなりません。

このような中で、交流棟「コミュタン福島」では、廃炉の進捗や世界的な環境問題を巡る社会情勢の変化を踏まえるとともに、震災の記録や記憶をしっかりと伝えていくため、展示内容を更新し、来年 3 月のリニューアルオープンを予定しております。

当成果報告会は、今年度もオンラインで開催することといたしました。この機会に、当センターにおける 3 機関の取組の成果を県内外に広く発信・共有することにより、県民を始め多くの皆様に本県の環境の現状に対する理解を深めていただければ幸いです。

令和 4 年 9 月 29 日

福島県環境創造センター  
所長 上楢 治男



令和4年度環境創造センター成果報告会  
口頭発表要旨・ポスター集 目次

<口頭発表要旨>

放射線計測部門

- |   |  |            |            |
|---|--|------------|------------|
| 1 | 電解濃縮装置を使用した海水のトリチウム分析                                      |            | ・ ・ ・ ・ 11 |
|   |  | 福島県 井上広海   |            |
| 2 | わずかな量の骨に含まれる <sup>90</sup> Srをすばやく分析<br>：誘導結合プラズマ質量分析手法の適用 |            | ・ ・ ・ ・ 12 |
|   |  | JAEA 小荒井一真 |            |

除染・廃棄物部門

- |   |                               |           |            |
|---|-------------------------------|-----------|------------|
| 1 | 埋立処分場における放射性セシウム浸出量の経年変化      |           | ・ ・ ・ ・ 13 |
|   |                               | 福島県 国分宏城  |            |
| 2 | 木質燃料利用施設における放射性セシウム（Cs）の挙動    |           | ・ ・ ・ ・ 14 |
|   |                               | NIES 倉持秀敏 |            |
| 3 | 県外最終処分に向けた包括的な処理・処分シナリオ検討の重要性 |           | ・ ・ ・ ・ 15 |
|   |                               | NIES 山田一夫 |            |

環境動態部門

- |   |  |            |            |
|---|--|------------|------------|
| 1 | 帰還困難区域内及びその周辺域に分布するイノシシの放射性セシウムの<br>モニタリング |            | ・ ・ ・ ・ 16 |
|   |  | 福島県 小松仁    |            |
| 2 | 川から海へ、セシウムはどれだけ流出しているのか                    |            | ・ ・ ・ ・ 17 |
|   |  | JAEA 佐久間一幸 |            |
| 3 | これまでの福島研究から森林—河川生態系内の放射性セシウムの<br>動きを紐解く    |            | ・ ・ ・ ・ 18 |
|   |  | NIES 境優    |            |

環境創造部門

- |   |                       |          |            |
|---|-----------------------|----------|------------|
| 1 | 地域における脱炭素ビジョンづくり      |          | ・ ・ ・ ・ 19 |
|   |                       | NIES 五味馨 |            |
| 2 | 福島県政世論調査から読み解く福島県民の意識 |          | ・ ・ ・ ・ 20 |
|   |                       | 福島県 篠田佳彦 |            |

## <ポスター発表>

### 放射線計測部門

- |   |  |  |             |                                   |       |
|---|--|--|-------------|-----------------------------------|-------|
| 1 | 福島県内空間線量率の経時変化傾向の分析                                |  | 福島県         | 井上広海<br>半澤徹<br>前川暁洋               | ・・・23 |
| 2 | 放射性セシウムが生体内で存在する場所<br>- 地衣類で放射性セシウムが保持される仕組みを調べる - |  | JAEA        | 土肥輝美<br>飯島和毅<br>町田昌彦              | ・・・24 |
|   |  |  | JAEA・法政大学   | 数納広哉                              |       |
|   |  |  | 国立科学博物館     | 大村嘉人                              |       |
|   |  |  | JAEA        | 藤原健壮                              |       |
|   |  |  | 原子力エンジニアリング | 木村茂                               |       |
|   |  |  | ペスコ         | 菅野太志                              |       |
| 3 | 生活行動パターンを考慮した被ばく線量の推定                              |  | JAEA        | 吉村和也<br>佐藤里奈<br>眞田幸尚              | ・・・25 |
| 4 | 福島県木造家屋内外の空間線量率分布の特徴                               |  | JAEA        | 金敏植<br>メイリンズアレックス<br>町田昌彦<br>吉村和也 | ・・・26 |
|   |  |  | 東北大学        | 吉田浩子                              |       |
|   |  |  | JAEA        | 斎藤公明                              |       |

### 除染・廃棄物部門

- |   |                                  |  |     |               |       |
|---|----------------------------------|--|-----|---------------|-------|
| 1 | 数値シミュレーションによる一般廃棄物焼却炉の燃焼挙動に関する評価 |  | 福島県 | 高瀬和之<br>国分宏城  | ・・・27 |
| 2 | 長期浸漬式溶出試験による焼却灰からの放射性Cs溶出        |  | 福島県 | 村沢直治          | ・・・28 |
| 3 | 仮置場跡地の利用に伴う被ばく線量評価               |  | 福島県 | 日下部一晃<br>小磯将広 | ・・・29 |

4	除染土壌等仮置場の原状回復実証試験		福島県	日下部一晃 山崎琢平 小磯将広	・ ・ ・ ・ 30
5	汚染バイオマスメタン発酵における放射性セシウムの挙動		NIES	小林拓朗	・ ・ ・ ・ 31
6	土壌・廃棄物の輸送に伴う放射性セシウムの動き		NIES	飯野成憲 有馬謙一 遠藤和人 大迫政浩	・ ・ ・ ・ 32
7	除去土壌の有効利用に向けたアルカリ改良と粒度改善に関する実証盛土実験		NIES	遠藤和人	・ ・ ・ ・ 33
8	改質剤を添加した除去土壌からの放射性セシウムの浸出挙動		NIES	莫嘉麟 遠藤和人 新井裕之	・ ・ ・ ・ 34

#### 環境動態部門

1	東京電力福島第一原発事故以降の福島県の河川における放射性セシウム濃度の変化について		福島県	竹内幸生 那須康輝 藤田一輝	・ ・ ・ ・ 35
			津山工業高等専門学校	谷口圭輔	
			筑波大学	恩田裕一	
2	平水時及び出水時の河川を流下する懸濁態放射性セシウム供給源の違い		福島県・京都大学	新井宏受	・ ・ ・ ・ 36
			福島県	藤田一輝 吉田博文	
			津山工業高等専門学校	谷口圭輔	
3	森林生態系における放射性セシウムの分布と動き		JAEA	新里忠史 佐々木祥人 雨宮浩樹 吉田香織	・ ・ ・ ・ 37
4	河川水系中の放射性セシウムを吸着する鉱物の特徴		JAEA	萩原大樹	・ ・ ・ ・ 38

5	水圏における放射性セシウムの分布と動き			• • • • 39
		JAEA	舟木泰智 中西貴宏 御園生敏治 佐久間一幸	
6	野生の山菜等の調理による放射性セシウムの低減効果			• • • • 40
		NIES	高木麻衣 渡邊未来 玉置雅紀 越川昌美 境優 林誠二	
7	太田川において水生昆虫に取り込まれる放射性セシウム粒子			• • • • 41
		NIES	石井弓美子	
		電力中央研究所	三浦輝	
		NIES	趙在翼 辻英樹	
		福島県	斎藤梨絵	
		JAEA	小荒井一真 萩原大樹 漆館理之	
		農業・食品産業技術総合研究機構	錦織達啓	
		福島大学	和田敏裕	
		NIES	林誠二	
		東京大学	高橋嘉夫	
8	鳥類音声種判別のためのオンライントレーニングツール「とりトレ」とその有効性評価			• • • • 42
		NIES	小川結衣 深澤圭太 吉岡明良 熊田那央 竹中明夫	
<b>環境創造部門</b>				
1	適切な森林管理に向けた木質バイオマス利活用による環境創生型地域づくり			• • • • 43
		NIES	中村省吾 大西悟	



2	共創による地域づくりデザイン支援ツールの開発		・ ・ ・ ・ 44
		NIES 戸川卓哉 大西悟	
3	持続可能な開発目標（SDGs）の推進にむけた地方自治体職員の取組と認識		・ ・ ・ ・ 45
		NIES 辻岳史	
4	福島県での脱炭素地域づくりにむけたバイオマスデータベースの構築		・ ・ ・ ・ 46
		NIES 大西悟 中村省吾 飯野成憲 五味馨	
5	福島県における生活行動のエネルギー消費量と CO <sub>2</sub> 排出量の推計		・ ・ ・ ・ 47
		NIES 平野勇二郎 大西悟 戸川卓哉 五味馨	
6	災害ごみの片付けにおける高齢者支援の実態と課題		・ ・ ・ ・ 48
		NIES 鈴木薫 多島良	
7	災害・事故発生時に環境中に残留する化学物質の迅速モニタリング手法の開発		・ ・ ・ ・ 49
		NIES 高澤嘉一	
8	猪苗代湖における水質予測モデルの構築と課題		・ ・ ・ ・ 50
		福島県 篠崎真希 林暁嵐	
<b>モニタリング</b>			
1	福島県のモニタリングの取組 I		・ ・ ・ ・ 51
		福島県 調査・分析部	
2	福島県のモニタリングの取組 II		・ ・ ・ ・ 52
		福島県 調査・分析部	
<b>情報収集・発信、教育・研修・交流</b>			
1	コミュタン福島における取組		・ ・ ・ ・ 53
		福島県 総務企画部	
2	環境創造センターにおける人材育成の取組		・ ・ ・ ・ 54
		福島県 総務企画部	
3	野生生物共生センターの取組		・ ・ ・ ・ 55
		福島県 野生生物共生 センター	

<PR 資料>

1 環境創造センター中長期取組方針の改定概要		・ ・ ・ ・ 56
	福島県	
2 コミュタン福島 PR チラシ		・ ・ ・ ・ 57
	福島県	
3 コミュタン福島リニューアルチラシ		・ ・ ・ ・ 58
	福島県	

# <口頭発表要旨>

# 令和4年度 環境創造センター成果報告会

日時：令和4年9月29日（木）13:00～16:30

オンライン開催

13:00- 13:05	開会挨拶	JAEA 福島研究開発部門 福島研究開発拠点 廃炉環境国際共同研究センター長	岡本孝司
13:05- 13:20	環境創造センター 取組概要	福島県環境創造センター所長	上榎治男
13:20- 13:35	調査研究事業 概要説明	福島県環境創造センター研究部長	小田島正
		放射線計測部門：13:35-14:15	部門長：池内嘉宏
		① 電解濃縮装置を使用した海水のトリチウム分析	井上広海（福島県）
		② わずかな量の骨に含まれる $^{90}\text{Sr}$ をすばやく分析 ：誘導結合プラズマ質量分析法の適用	小荒井一真（JAEA）
		除染・廃棄物部門：14:15-14:55	部門長：井上正
		①埋立処分場における放射性セシウム浸出量の経年変化	国分宏城（福島県）
		②木質燃料利用施設における放射性セシウム（Cs）の挙動	倉持秀敏（NIES）
		③県外最終処分に向けた包括的な処理・処分シナリオ検討の重要性	山田一夫（NIES）
13:35-	部門毎取組		
16:25	成果報告	休憩：14:55-15:05	
		環境動態部門：15:05-15:45	部門長：塚田祥文
		①帰還困難区域内及びその周辺域に分布するイノシシの 放射性セシウムのモニタリング	小松仁（福島県）
		②川から海へ、セシウムはどれだけ流出しているのか	佐久間一幸（JAEA）
		③これまでの福島研究から森林—河川生態系内の 放射性セシウムの動きを紐解く	境優（NIES）
		環境創造部門：15:45-16:25	部門長：中田俊彦
		①地域における脱炭素ビジョンづくり	五味馨（NIES）
		②福島県政世論調査から読み解く福島県民の意識	篠田佳彦（福島県）
16:25- 16:30	閉会挨拶	NIES 福島地域協働研究拠点長	松田和久

## 電解濃縮装置を使用した海水のトリチウム分析

○井上 広海  
(所属 福島県)

日本政府は令和3年4月13日にALPS処理水の海洋放出の方針を決定[1]し、トリチウムをはじめとした放射性物質による海洋への影響に関心が高まった。これに対応するため、国、福島県及び東京電力では、それぞれ海域モニタリングの強化の方針を表明した[2]。

県では、これまでも海水のトリチウムの分析を実施し、データを公表してきている。近年の分析結果では、分析値のそのほとんどが検出限界値(0.3-0.5 Bq/L)未満(N.D.)であるものの、安心・安全のための情報発信に寄与している[3]。一方で、N.D.という結果からは、トリチウム濃度がいくつであるかという正確な情報は得られない。そのため、研究分野においては、海水のトリチウムの分布やその変化をより詳細に把握するため、「電解濃縮装置」を導入し(図1)、低濃度トリチウム分析法の検討を進めてきた。

国や東京電力が示した海域モニタリングの強化の方針では、放出前の海水のトリチウム濃度を詳細に把握するため、電解濃縮法によるトリチウム分析を行い、検出限界値を0.1 Bq/Lとすることが示された[2]。これを受けて、本県は、令和4年度より、研究分野において使用していた電解濃縮装置を活用したトリチウム分析を実施することで、国や東京電力の分析結果と比較できるような分析結果を公表する方針を表明した[4]。

本発表では、電解濃縮法によるトリチウムの分析において、分析結果の信頼性を担保するため、IAEAが主催する精度管理事業に参加した結果を報告する。また、福島県沿岸の海水について、電解濃縮法により分析した事例を報告する。



図1 電解濃縮装置外観

### 参考文献

- [1] 第5回 廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議(令和3年4月13日)
- [2] モニタリング調整会議(令和4年3月30日)資料1～4
- [3] 福島第一原子力発電所周辺海域におけるモニタリング(福島県放射線監視室)  
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/genan208.html>
- [4] 第37回(令和4年度第1回)環境モニタリング評価部会(令和4年6月2日)資料1-2

# わずかな量の骨に含まれる $^{90}\text{Sr}$ をすばやく分析

## : 誘導結合プラズマ質量分析手法の適用

○小荒井一真<sup>1</sup>、松枝誠<sup>1,2</sup>、青木譲<sup>1,2</sup>、柳澤華代<sup>1,2</sup>、寺島元基<sup>1</sup>、藤原健壯<sup>1</sup>、木野康志<sup>3</sup>、岡壽崇<sup>1</sup>、高橋温<sup>3</sup>、鈴木敏彦<sup>3</sup>、清水良央<sup>3</sup>、千葉美麗<sup>3</sup>、小坂健<sup>3</sup>、佐々木啓一<sup>3</sup>、関根勉<sup>3</sup>、福本学<sup>3,4</sup>、篠田壽<sup>3</sup>、北村哲浩<sup>1</sup>、阿部寛信<sup>1</sup>  
(所属 1: 日本原子力研究開発機構、2: 福島大学、3: 東北大学、4: 理研)

$^{90}\text{Sr}$  は、半減期 28.8 年の核分裂生成核種であり、Ca と性質が似ていることから、生体内で硬組織（歯や骨）に取り込まれることが知られている。硬組織内での  $^{90}\text{Sr}$  の分布を明らかにすることができれば、生物の取り込んだ  $^{90}\text{Sr}$  の履歴を明らかにできる可能性があるが、そのためには硬組織を分割し微細な試料の  $^{90}\text{Sr}$  分析が求められる。ただし、1 g 以下の微細な硬組織の分析を想定すると、1~10 g の硬組織に最適化された従来の放射能測定法は適用が難しい。少量試料の  $^{90}\text{Sr}$  分析法として、高感度な ICP-MS を用いた分析手法を適用できる可能性がある。ただし、ICP-MS 法で  $^{90}\text{Sr}$  を測定するためには、 $^{90}\text{Sr}$  と同じ質量数を持つ同重体 ( $^{90}\text{Zr}$ 、 $^{74}\text{Ge}^{16}\text{O}$  など) や硬組織のマトリックス成分 (Ca) を除去する必要がある。本発表では、これらの測定干渉物を除去する手法を開発することで ICP-MS 法を微量な硬組織の  $^{90}\text{Sr}$  測定に最適化し、ウシの硬組織中の  $^{90}\text{Sr}$  の分析が可能であるか検討した。

まず、0.1 g の硬組織に含まれる Zr や Ca を、Sr を特異的に吸着する樹脂カラムを用いて Sr から分離した。この工程で、骨に大量に含まれる Ca や同重体干渉の原因となる Ge や Ni のほぼ全てを除去しながら、80%以上の Sr を回収した。化学分離後に ICP-MS 内部のリアクションセル内で酸素ガスを導入し、微量でも  $^{90}\text{Sr}$  の測定に干渉する  $^{90}\text{Zr}$  を精密に除去することを試みた。酸素ガスとの反応により、 $^{90}\text{Zr}$  は酸化物へと変化することでリアクションセルから除去された。化学分離と酸素ガス反応を組み合わせることで、Ca や Zr、Ge を  $^{90}\text{Sr}$  測定へ干渉しない濃度まで除去することに成功した。

硬組織に最適化した ICP-MS 法[1]と従来の放射能測定法により 0.1 g のウシの骨に含まれる  $^{90}\text{Sr}$  を分析した (図)。その結果、二つの手法の定量値は一致しており、ICP-MS 法により硬組織中の  $^{90}\text{Sr}$  が定量可能であることが明らかになった。また、それら手法の測定時間と検出下限値とを比較すると、ICP-MS 法が放射能測定法より優れており、微量の硬組織に含まれる  $^{90}\text{Sr}$  を迅速に定量できることが実証された。

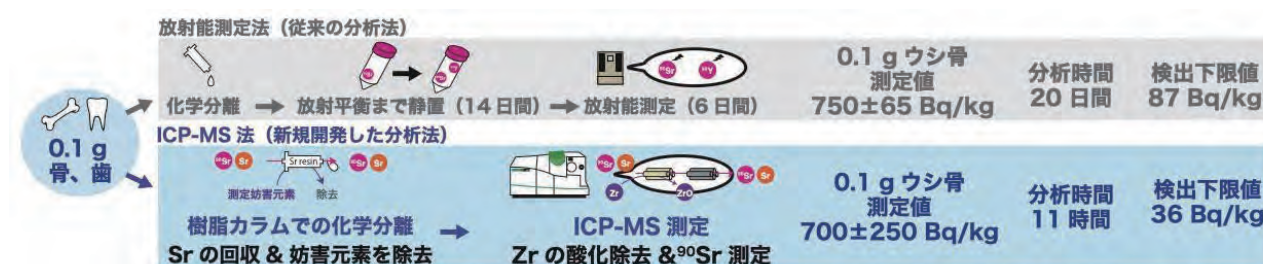


図. 開発した ICP-MS 法と従来の放射能測定法の比較

### 参考文献

[1] K. Koarai *et al.*, *J. Anal. At. Spectrom.*, **36**, 1678-1682 (2021).

## 埋立処分場における放射性セシウム浸出量の経年変化

○国分宏城<sup>1</sup>・高瀬和之<sup>1</sup>・藤川陽子<sup>2</sup>

(所属 1:福島県、2:京都大学)

はじめに

2011年3月の(株)東京電力福島第一原子力発電所事故により放出された放射性セシウムは福島県内に飛散し、廃棄物に付着して回収されることで、廃棄物処理施設に集積される。集積された廃棄物中の放射性セシウムの大部分は焼却等の中間処理ののち、埋立処分場に埋め立てられる。埋立処分場では放射性セシウムを長期間にわたって管理することになるため、放射性セシウムの漏出による安全性への懸念や維持管理にかかるコストに対しての不安を持つ人たちがいる。

そこで、本研究では、それらの懸念や不安を解消するために将来にわたる放射性セシウムの挙動の予測及び対策の検討を目的とし、その一環として埋立処分場における放射性セシウムに関する現況を確認するため、埋立処分場からの放射性セシウムの浸出状況を実験的に調査した。

調査内容

福島県内の5つの埋立処分場において埋立地からの浸出水を毎月1回採取し、浸出水中の放射性セシウムの濃度をゲルマニウム半導体検出器を使って測定した。これらの処分場では、焼却炉の炉底から排出される不燃物を多く含む主灰と、排ガス処理の過程で発生する飛灰の両方を埋め立てていることがわかっている。併せて埋立処分場の構造や主灰と飛灰から成る焼却灰の埋め立て方式に関する調査を行った。

結果

各処分場の構造及び焼却灰の埋め立て方式について表1に示す。

表1 処分場構造及び焼却灰埋め立て方式

	処分場A	処分場B	処分場D	処分場H	処分場J
処分場の構造	平地型	山間型	谷地型	平地型	山間型
焼却灰の埋め立て方式	主灰及び飛灰ともにそのままの状態に埋め立てている。	主灰及び飛灰ともにそのままの状態に埋め立てている。	飛灰のみ大型土嚢に梱包し埋め立てている。	主灰及び飛灰ともにそのままの状態に埋め立てている。	主灰及び飛灰ともにそのままの状態に埋め立てている。

一連の測定結果を分析し、処分場構造及び焼却灰の埋め立て方式の違いに起因して放射性セシウムの浸出状況に差異が確認された。発表時には分析した測定結果から考察した浸出状況の異なる理由について述べる。また、1つの処分場においては埋立が終了したことによって浸出状況が大きく変化したため、その特殊な事例について紹介する。

# 木質燃料利用施設における放射性セシウム (Cs) の挙動

○倉持秀敏<sup>1</sup>・村沢直治<sup>2</sup>・日下部一晃<sup>2</sup>  
(所属 1: 国立環境研究所、2: 福島県)

再生可能エネルギー固定価格買取制度開始の2012年から2017年まで木質バイオマス発電の導入が急激に進んだ<sup>1)</sup>。一方、福島県では、近年、浜通り周辺地区において同施設の建設・稼働が進みつつある。原料には少ないものの事故由来放射性セシウム (Cs) が含まれていることから、施設Aにおいて、以下のような放射性Csの移行挙動を9日間調査した。木質燃料及び飛灰 (ばいじん) に対して放射性Cs濃度を測定し、飛灰への放射性Cs濃縮率 (飛灰中放射性Cs濃度/木質燃料中放射性Cs濃度) を求めた。また、飛灰からの放射性Csの溶出率を測定した。それらの結果と一般廃棄物焼却施設 (施設B) の挙動調査<sup>2)</sup>との比較を図1に示す。なお、本測定の放射性Cs濃度は、全体の97%以上を占める<sup>137</sup>Csの濃度である。木質燃料中の濃度が14~38 Bq/kgであれば、飛灰中の濃度は4,000 Bq/kg未滿となり、指定廃棄物の基準 (放射性Cs濃度8,000 Bq/kg以上) を超過することはなかった。偶然にも飛灰中の濃度は施設Bと同じレベルであった。また、飛灰への放射性Csの分配率は99%以上であり、放射性Csのほとんどは飛灰へ移行すると推察された。一方、濃縮率は73~200倍であり、濃縮率が高いことがわかった。これは、木質燃料の灰分が一般廃棄物に比べて一桁低いためである。しかし、施設Aの運転実績に基づく推定から、平均的な実際の濃縮率は100倍程度と予想される。飛灰からの溶出率は、中央値で44%であり、一般廃棄物のそれと比較してかなり低いことがわかった。また、飛灰の元素組成の関係を調べたところ、塩基度 (CaO/SiO<sub>2</sub>) が高いほど、溶出率も低かつ

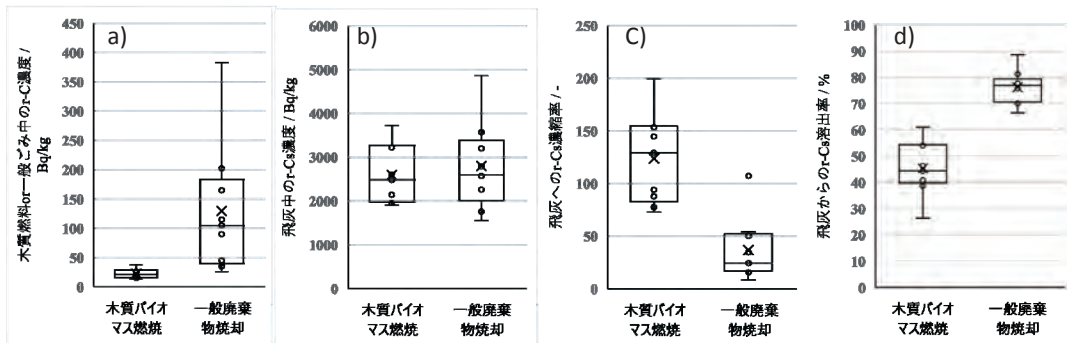


図1 木質バイオマス発電施設(施設A)と一般廃棄物焼却施設(施設B)における原料及び飛灰の放射性

た。溶出率は低いものの保管や処分する際には水への接触に関する対策は必要である。

排ガス中の放射性Cs濃度についても、排ガス中の飛灰を除去するバグフィルタ (BF) 前後でガイドライン<sup>3)</sup>に従って濃度を測定し、BFによる放射性Cs除去率を算出した。その結果を表1に示す。BF入口濃度は空气中濃度限度よりも一桁以上低かった。また、BF出口濃度はすべて検出下限値未滿であった。BFの除去率は、一般廃棄物焼却施設の調査結果と同じように<sup>2)</sup>、99%以上であった。今後は他施設の調査を行う予定である。

## 参考文献

- 1) <https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/attach/pdf/index-13.pdf>
- 2) Fujiwara et al. (2018) Waste Management 81; 41-52.
- 3) <https://www.env.go.jp/press/files/jp/18933.pdf>

表1 排ガスに対する調査結果 (バグフィルタ (BF) 前後での放射性Cs濃度と除去率)

	放射性Cs濃度 / Bq/m <sup>3</sup>	放射性Cs除去率 / %
BF入口	1.8~4.1	-
BF出口	< 0.006 ~ < 0.009	> 99.81 ~ > 99.92



## 県外最終処分に向けた包括的な処理・処分シナリオ検討の重要性

○山田一夫・遠藤和人・三成映理子・大迫政浩  
(所属 国立環境研究所)

東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う環境汚染への対処として、放射性セシウムに汚染した土壌等は中間貯蔵施設に搬入され、可燃物は熱的に減容化されている。さらに、図1に示すように、熱処理により生じた飛灰中のセシウムの洗浄、洗浄液から吸着材によりセシウムの濃縮、安定化といった一連の処理が検討されて[1]、最終的に県外最終処分される。

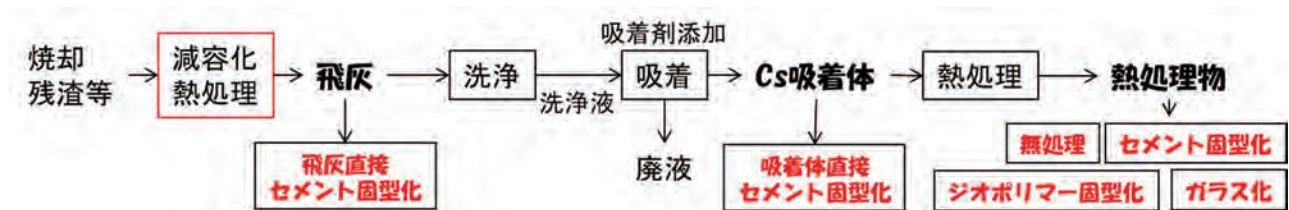


図1 放射性セシウムに汚染された廃棄物の減容化と安定化の処理の例



図2 処理・処分シナリオ

処理・処分は図2に示すように相互に関連し、その選択肢の組合せにより異なってくる様々な側面がある。例えば、技術的确实性、費用、処分量、放射能濃度と管理期間、処分施設規模、処分地取得の容易性、処分地の立地（技術的側面と社会的受け入れられやすさ）などがあり、技術の選択とその影響を考慮することをシナリオ検討とする。現時点では、最終処分の場所や処分量、施設構造などは決まっていない。ゆえに最終処分の実現には、個々の技術的検討だけでなく、それらの技術が処理・処分シナリオに占める位置

と、シナリオ全体における意義を考慮する必要がある。

一例をあげる。放射性物質汚染対処特措法において、汚染廃棄物の減容化が最終処分の実現において重要であるとされてきた。これに応える研究成果として、 $10\text{m}^3$ （10億 Bq/kg）程度までの濃縮の可能性もある[2]。放射性廃棄物としては特に高濃度ではなく、多様な処分の選択肢の可能性を与えるが、遮蔽と長期間の管理が必要となる。

このような処理・処分シナリオを考える県外処分技術研究は、さらに、地域の将来デザインと合意形成フレームワークの研究と合わせて、環境省の環境総合研究推進費の課題「中間貯蔵施設周辺復興地域の融合的な環境再生・環境創生に向けた研究」として2022年度から新しい取り組みが始まっている[3]。

### 参考文献

- [1] 中間貯蔵・環境安全事業株式会社、除去土壌等の減容等技術実証事業 <https://www.jesconet.co.jp/interim/information/josenjissho.html>
- [2] 環境放射能除染学会、県外最終処分に向けた技術開発戦略の在り方に関する研究会活動報告書、2021 [http://khjosen.org/images/SRRCE\\_Report\\_ver2\\_20210914.pdf](http://khjosen.org/images/SRRCE_Report_ver2_20210914.pdf)
- [3] 環境再生保全機構、戦略型研究開発SⅡ-9、(別添資料2補足)SⅡ-9概要 [https://www.erca.go.jp/suishinhi/koubo/pdf/r04\\_s2-9\\_gaiyou.pdf](https://www.erca.go.jp/suishinhi/koubo/pdf/r04_s2-9_gaiyou.pdf)

# 帰還困難区域内及びその周辺域に分布するイノシシの

## 放射性セシウムのモニタリング

○小松仁<sup>1</sup>・斎藤梨絵<sup>1</sup>・村上貴恵美<sup>1</sup>・神田幸亮<sup>1</sup>・稲見健司<sup>1</sup>・壁谷昌彦<sup>1</sup>・根本唯<sup>2</sup>  
(所属 1:福島県、2:東京農業大学)

### 1. はじめに

福島県では、野生鳥獣の放射線モニタリング調査<sup>[1]</sup>を行っており、その結果から、生物種によって体内のセシウム 137 濃度が異なり<sup>[2][3]</sup>、とりわけイノシシの筋肉中のセシウム 137 濃度が高い傾向が認められている。加えて、イノシシの筋肉中のセシウム 137 濃度と捕獲場所のセシウム 137 土壌沈着量に正の関係があり<sup>[3]</sup>、同様な汚染レベルのエリアで捕獲されたイノシシでも、個体間のばらつきが大きい<sup>[3][4]</sup>という結果が得られている。

しかしながら、これらの結果は、帰還困難区域を除く地域のモニタリングに基づくものであり、帰還困難区域内のイノシシの放射性セシウム濃度の現状を把握する必要がある。

私たちは、環境省が実施している事業にて捕獲されたイノシシの筋肉試料について、放射性セシウム濃度のモニタリングを行い、帰還困難区域内及びその周辺域におけるイノシシの放射性セシウム濃度の現状を調査した。

### 2. 調査地・方法

帰還困難区域内及びその周辺域の 5 町村で採取されたイノシシについて、筋肉中に含まれるガンマ線放射性核種濃度を測定した。また、帰還困難区域内及びその周辺域で捕獲されたイノシシと、区域外で捕獲されたイノシシの放射性セシウム濃度を比較するため、福島県が実施しているモニタリング調査の結果<sup>[1]</sup>と比較した。

### 3. 結果と考察

帰還困難区域内で捕獲されたイノシシのうち、2016 年に捕獲された 3 個体について、放射性セシウムの濃度が 10 万 Bq/kg (生重量) を超過した。帰還困難区域内のイノシシの放射性セシウム濃度は、数百から十数万 Bq/kg (生重量) のイノシシが検出されており、帰還困難区域内においても個体間によるバラツキが大きかった。福島県で実施している帰還困難区域外のイノシシのモニタリング調査の結果と比較すると、いずれの年においても帰還困難区域内およびその周辺域で捕獲されたイノシシがより放射性セシウム濃度が高い値で推移している傾向にあった。

#### 参考文献

[1] 「野生鳥獣の放射線モニタリング調査結果」福島県 HP. 2020 年 12 月閲覧.

[2] Saito, R., Kabeya, M., Nemoto, Y. & Oomachi, H. Monitoring 137Cs concentrations in bird species occupying different ecological niches; game birds and raptors in Fukushima Prefecture. *Journal of Environmental Radioactivity*. 197, 67-73 (2019).

[3] Nemoto, Y., Saito, R. & Oomachi, H. Seasonal variation of caesium-137 concentration in Asian black bear (*Ursus thibetanus*) and wild boar (*Sus scrofa*) in Fukushima Prefecture, Japan. *PLoS One*. 13, e0200797 (2018).

[4] Saito, R., Nemoto, Y. & Tsukada, H. Relationship between radiocaesium in muscle and physicochemical fractions of radiocaesium in the stomach of wild boar. *Scientific Reports*. 10, 6796 (2020).

## 川から海へ、セシウムはどれだけ流出しているのか

○佐久間 一幸

(所属 日本原子力研究開発機構)

海水や堆積物から生態系へのセシウム移行を考える際には、川から海へどの程度セシウムが流出しているのかを把握することが重要である。原子力機構では、これまで推定が困難であった川から海へ流出するセシウム量を簡便に推定する解析モデルを開発し (MERCURY (マーキュリー) ; Sakuma et al. (2019)、原子力機構 2020 年 1 月 15 日付プレスリリース) 【福島大学との共同研究】)、事故後半年間の川から海へのセシウム流出量は、東京電力福島第一原子力発電所 (1F) から海への直接放出量や大気を経由して海にフォールアウトした量に比べて、流出量が 2 桁程度少ないことを示した [1]。本研究では、河川から流出する放射性セシウム量を事故初期から 2019 年末まで推定することにより、海への流出量の経時変化の評価を試みた。

MERCURY は観測結果と解析モデルを組み合わせた推定手法である。図 1 に示すように、①河川流量に関しては流域の貯水現象をタンクと仮定し、降水量に対する河川水量の時間変化を 1 時間ごとに計算する。②河川水流量に応じた懸濁物質の流出量を実測値から推定する。③セシウム濃度の経時変化を実測値から推定する。セシウムは河川中で、懸濁態に付着した成分と水に溶存した成分が存在するため、それぞれに対して推定する。④手順①から手順③にて得られた河川水流量、土砂流量およびセシウム濃度を組み合わせて、合計のセシウム流出量を計算する。上記手法を 1F 近傍の 5 河川 (小高川、請戸川、前田川、熊川、富岡川) に対して適用し、2011 年から 2019 年にかけて年毎に  $^{137}\text{Cs}$  流出量を比較した。

セシウム流出量はセシウム濃度の経時変化 (事故初期から現在にかけて濃度は減少傾向) だけでなく、水や土砂の流出量の影響を受けるため、台風等の大きな出水イベントがあった年の流出量は大きくなる傾向にある。図 2 より、2011 年はセシウム濃度も比較的高く、平成 23 年台風第 15 号の影響により、流出量も多い傾向を示した。2012 年以降、セシウム濃度の減少とともに流出量も減少傾向にあることが分かった。一方で、平成 27 年 9 月関東・東北豪雨や令和元年東日本台風といった大きな出水イベントがあった年 (2015 年及び 2019 年) では、前年に比べるとセシウム流出量が多いことが見て取れるものの、2011 年に比べると、2016 年以降は河川を通じて海洋へと流出するセシウム量が一桁程度減少していることが分かった。

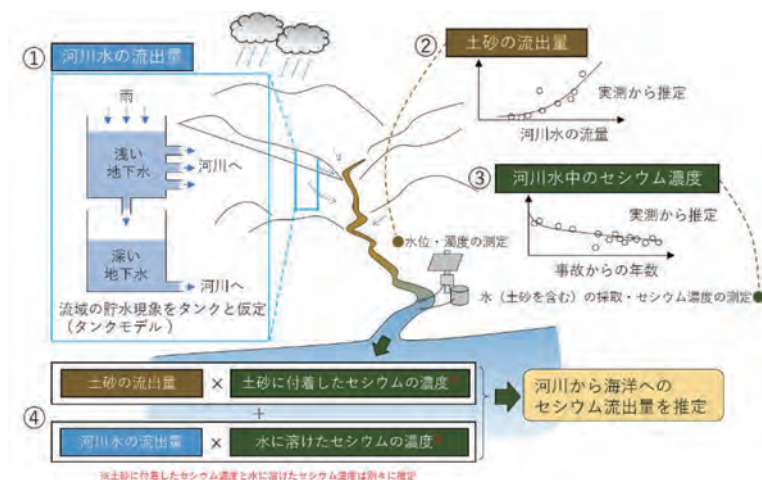


図 1 MERCURYモデル概要

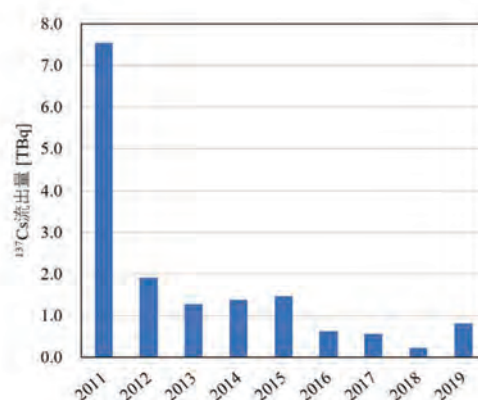


図 2 1F近傍5河川から海洋への $^{137}\text{Cs}$ 流出量

### 参考文献

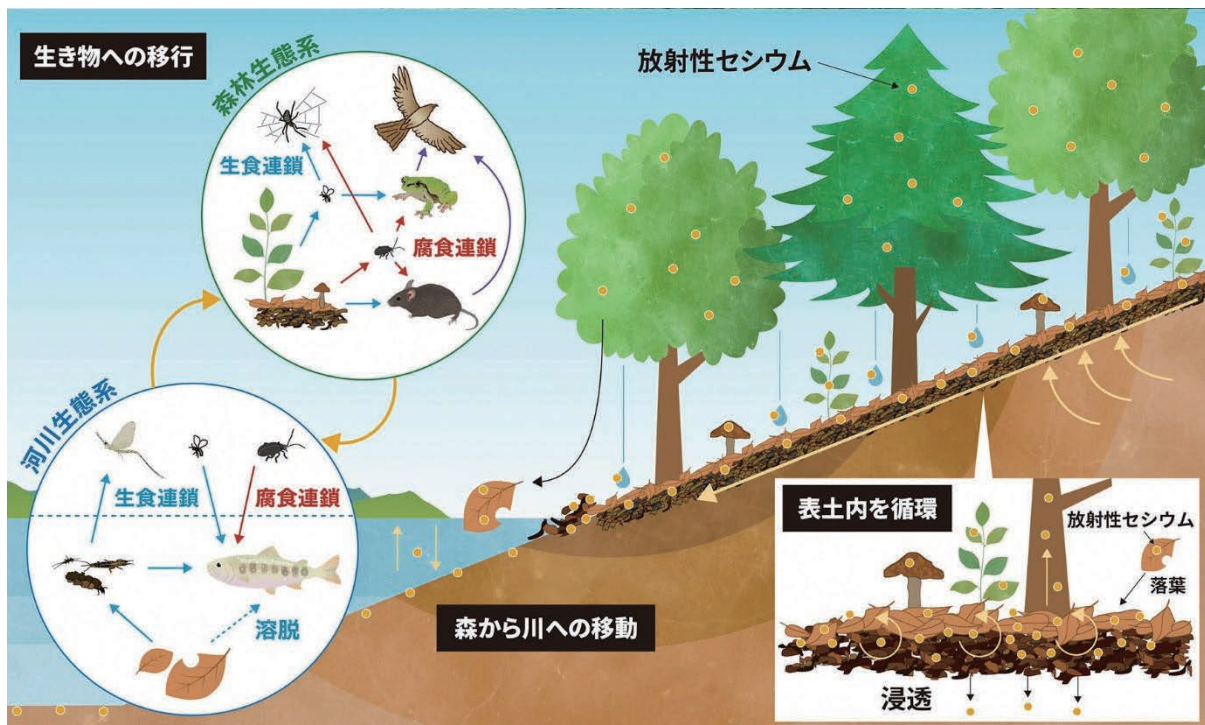
[1] Sakuma et al (2019). Journal of Environmental Radioactivity, 208-209, 106041.

# これまでの福島研究から森林—河川生態系内の 放射性セシウムの動きを紐解く

○境 優

(所属 国立環境研究所・福島地域協働研究拠点)

森林—河川生態系は、地球上に遍く存在する生物多様性に富んだ生態系であり、そこに生息・生育する動植物や水資源供給などによって人間社会に欠かせない生態系サービスを提供している。このような森林—河川生態系において放射性セシウム汚染が生じたとき、生態系内の様々な物質移動に応じて放射性セシウムは拡散・集積する。本発表では、これまでの福島研究をレビューすることで、生物学的・水文学的・地形学的プロセスを通じた放射性セシウムの移動をなるべく包括的に理解することを試みた事例を紹介する[1]。まず、森林—河川生態系に降下した放射性セシウムは、森林土壌表層の有機物層に蓄積し、土壌中の生物活動により長期的に有機物層内を循環する。土壌・リター・生物に蓄積した放射性セシウムの一部は、溪流生態系へと流入し、特に水流が緩やかな堆積環境に汚染スポットを形成する。例えば、貯水ダムは放射性セシウムを効率的に捕捉する水域として機能しうるが、その一方湖底堆積物から放射性セシウムが溶脱し下流河川へ流出することもわかりつつある。これらのセシウム移動を示すデータを統合することが汚染管理に重要な手がかりをもたらすものと考えられる。



[1] Sakaï M, Isujî H, Ishii Y, Uzaki H, Iakechi S, Jo J, Iamaoki M, Hayashi S, Gomi I (2021) Untangling radiocesium dynamics of forest-stream ecosystems: A review of Fukushima studies in the decade after the accident. Environmental Pollution 288: 117744

## 地域における脱炭素ビジョンづくり

○五味馨

(所属 国立環境研究所福島地域協働研究拠点)

2020年の日本政府による脱炭素宣言、これに前後する多くの地方自治体のゼロカーボンシティ宣言、2022年の脱炭素先行地域の選定など、国・地域において脱炭素社会を実現するための取組が進んでいる。一方で原子力発電所事故の被災地では避難指示の解除がされ、住民の帰還など社会経済活動の回復が進んでいるものの、震災前に比べれば大幅に低い水準の地域が多く、未だ復興の途上である。そこでこうした被災地では復興と脱炭素化を同時に進めることが課題である。脱炭素社会の実現には再生可能エネルギーインフラの整備に加え、住宅、交通、産業などの各分野での対策が必要になる。ところでこれらは復興の取組の対象でもあるから、復興の目標・計画のなかに脱炭素を位置付けることが重要になるだろう。本報告では地域において脱炭素社会づくりを進めるために、その最終的な目標としての「脱炭素社会ビジョン」を構築する手法[1]を提示する。またこれを福島県大熊町の「大熊町ゼロカーボンビジョン」[2]作成に活用した事例を紹介する。

脱炭素社会ビジョンの構築においては、まず体制づくりとして庁内横断的な検討チームの設置、地域内外のステークホルダーによる議論の場、そして専門的な情報収集や計算を行う分析チームがそれぞれ必要である。次に、脱炭素社会としての将来像を描写する。脱炭素は地域の様々な目標のひとつであるから、脱炭素に必要な各種の技術を単純に導入するだけではなく、他の分野の課題や目標を取り入れ、相乗効果が発揮されるような将来像とすることが重要である。例えば公共交通の充実や建物のエネルギー性能の向上は相乗効果/一石二鳥が期待できる。最後に目標とする将来像へ到達するためのロードマップを作成する。このときには現行の事業や予定されている直近数年の取組と、最終的な目標（多くの場合、20年以上先となるだろう）が繋がる道筋を示すことが必要である。また脱炭素社会構築を単独で実現できる主体はいないから、地方公共団体だけでなく、地域住民、内外の事業者、周辺の地方自治体、日本国政府など多くの主体との協力・役割分担も示しておくといよい。

大熊町ゼロカーボンビジョンの策定にあたっては上記の手法を活用し、町内で必要とするエネルギーを最終的には全て町内で生産された再生可能エネルギーで自給することを目指して3つのシナリオを作成した。策定にあたっては町内の再生可能エネルギーポテンシャルを調査し、社会経済活動の復興目標を前提として将来のエネルギー需要を省エネ化も考慮して推計し、これを満たす再生可能エネルギー設備の導入スケジュールを探索した。相乗効果としては交通利便性、より快適・健康な省エネ住宅、エネルギー代金の町外への支払いを減らすことによる経済効果が挙げられる。

### 参考文献

[1] 五味馨・大場真 (2021) 「地域における脱炭素社会ビジョン策定の手順 Ver1.2」

[2] 大熊町(2021) 「大熊町ゼロカーボンビジョン」

## 福島県政世論調査から読み解く福島県民の意識

○篠田佳彦  
(所属 福島県)

環境創造センター調査研究計画【フェーズ2】[1]には、『県民等をはじめとした情報の受け手が抱く放射線リスクへの不安やその要因を明らかに……』と目標が記されている。この目標は、原発事故を経た福島県における「社会的な問題」への対応を念頭にしたものである。社会的な問題に対するアプローチは、問題の分析・解明＝“観察”、解決を目指した方法論の形成＝“構成”、解決＝“行動”に区分される[2]。しかし、個々の過程は疎かにされがちである。特に“観察”が「一時的+部分的」かつ／あるいは「定性的+経験的」な思い付きに陥ることは問題解決を混迷化させてしまう[3]。

社会的な問題は、人々の異議申し立て活動（特定の者が発掘した異議に多数が賛同すると具現化する）と定義される[4]。異議を生む問題は、「望む状況」と「現状」に対する差で人々が抱く認識のギャップである。特に、多数の一般人の異議や賛同（一般人では賛同が主）を解することが問題把握の要件である。“観察”には、一定期間ごとに同じ質問で、かつ社会調査の手法に則した意識調査が有力手段となる。

福島県県政世論調査は県民を母集団に毎年（1回／年）実施されており、上記の条件を満たす。調査票や結果が県庁WEBサイト[5]で公開されている。環境創造センターでは2010年から2019年までの個票データから、安心感の推移などについて集計結果を公表している[6]。そこでは、原発事故による長期にわたる健康に対する不安（以下、健康不安）が自然災害などに対する不安よりも高いことを示唆している。

この質問では、提示した項目に対する安心度あるいは不安度について5件の選択肢（5-point Likert scale）『はい、どちらかと言えば「はい」、どちらとも言えない、どちらかと言えば「いいえ」、いいえ』（順番に列挙）にて尋ねている。暴力、食品、環境、災害に対する安心、健康、救急診療に対する不安における質問で経年変化を把握できる。健康不安では、時間経過によって強い肯定（不安）から強い否定（安心）へ移行している。健康不安は食品と環境の安心と相関が大きい。自然災害に対する安心では、近年の災害多発によると思われる安心の減少が見られる。直近では、災害不安が健康不安を上回る。比較すると、健康不安では弱い「安心」が少ないことが特徴的である。健康不安は大きなインパクトを与えており、特殊性が感じ取れる。ただし、黙従傾向（どのような質問でも順番前＝肯定側が増える傾向、この調査では無対策）が見られるので、健康不安に対する否定度（≒安心度）は調査結果より高い可能性も示唆される。

### 参考文献

- [1] 環境創造センター調査研究計画【フェーズ2】
- [2] 吉川弘之、研究開発戦略立案の方法論 持続社会の実現のために（2010）.
- [3] 篠田佳彦、原子力利用を巡る社会的問題解明のための意識構造分析手法の構築（2015）.
- [4] Malcolm Spector, John I. Kitsuse, Constructing Social Problems（1987）.
- [5] <https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/01010e/koucho1-439.html>
- [6] [https://www.fukushima-kankyosozou.jp//lancelot/common\\_files/images/public/2002souzou08.pdf](https://www.fukushima-kankyosozou.jp//lancelot/common_files/images/public/2002souzou08.pdf)

# <ポスター発表>







# 福島県内空間線量率の経時変化傾向の分析

福島県環境創造センター研究部 ○井上 広海、半澤 徹、前川 暁洋

原子力発電所事故の後、多くの機関が様々な方法で空間線量率の測定を実施し、結果を公表してきた。これらの膨大なデータを収集し、測定手法や測定地点の土地利用状況毎に分類し、補正を行うことで、統一した形式によるデータ作成(統合化)を行った。

統合化後のデータに対し、空間線量率分布の予測モデル(経時変化モデル)とアンサンブルカルマンフィルタと呼ばれる手法を用いて経時変化傾向を分析し、県内の空間線量率の変化を時間的、空間的に切れ目なく表示した「経時変化マップ」の作成を進めた。

## 経時変化傾向の分析及びマップ作成の方法 経時変化傾向の分析結果(県内7方部)

- ①公開されている様々な空間線量率測定データ(約16億点)を収集
- ②地上1mの固定点における測定結果を基準とし、移動体(自動車・航空機等)による測定結果を補正することで、統一した形式によるデータを作成(統合化)
- ③統合化後のデータに対し、原子力機構の木名瀬氏によって提案された経時変化モデル(2成分1コンパートメントモデル)とアンサンブルカルマンフィルタを用いて経時変化傾向を分析
- ④事故当初においてデータの取得・解析が可能な平成23年(2011年)5月から、事故から10年後にあたる令和3年(2021年)3月まで、1ヶ月毎の経時変化マップ(500mメッシュ)を作成(図1)
- ⑤作成した経時変化マップを応用し、経時変化モデルを活用した将来予測マップ(図1)及び経時変化をわかりやすく示した動画や市町村別の経時変化マップを合わせて作成

経時変化モデルとアンサンブルカルマンフィルタにより経時変化解析を行った結果について、福島県内7方部の空間線量率のデータをそれぞれ平均し、経時変化の傾向をグラフにより示した(図2)。方部により線量の大小はあるが、どの方部においても事故から10年間で空間線量率が減衰していることが分かる。

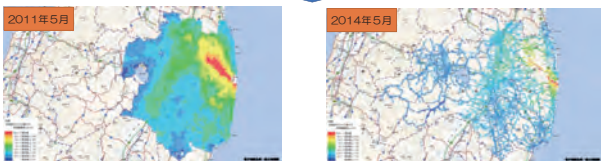
$$D(t) = (D_0 - D_{BG}) \{ f_{fast} \exp(-\ln 2 * t / T_{fast}) + (1 - f_{fast}) \exp(-\ln 2 * t / T_{slow}) \} (k \exp(-\lambda_{134} t) + \exp(-\lambda_{137} t)) / (k + 1) + D_{BG}$$

$D(t)$ : 経過時間  $t$  [y] における空間線量率 [ $\mu\text{Sv/h}$ ].  
 $D_0$ : 空間線量率の初期値 [ $\mu\text{Sv/h}$ ],  $D_{BG}$ : バックグラウンド空間線量率 [ $\mu\text{Sv/h}$ ].  
 $f_{fast}$ : 減衰が速い成分の割合 [-].  
 $T_{fast}$ : 減衰が速い成分の環境半減期 [y],  $T_{slow}$ : 減衰が遅い成分の環境半減期 [y].  
 $k$ : セシウム134のセシウム137に対する初期空間線量率比(同じ濃度)[-].  
 $\lambda_{134}$ : セシウム134の壊変定数 [ $y^{-1}$ ],  $\lambda_{137}$ : セシウム137の壊変定数 [ $y^{-1}$ ].

※経時変化モデルの計算式(各パラメータの詳細については、下記報告書を参照のこと)  
木名瀬: 空間線量率分布の予測モデルの開発、実測データとの比較及び検証、平成27年度放射線物質測定調査委託費(東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の分布データの集約) 事業成果報告書, pp.102-119, (国研) 日本原子力研究開発機構 (2016).



様々な時期・方法で測定された結果を収集・補正し、「統合化マップ」を作成



【作成された統合化マップの例】(この時点では、空間・時間的空白が埋まっていない)

統合化データに対し、経時変化解析を行い、経時変化マップを作成

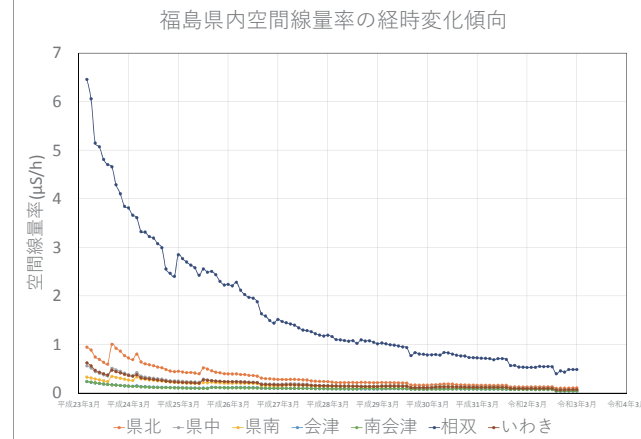


図2 県内7方部における空間線量率の経時変化のグラフ

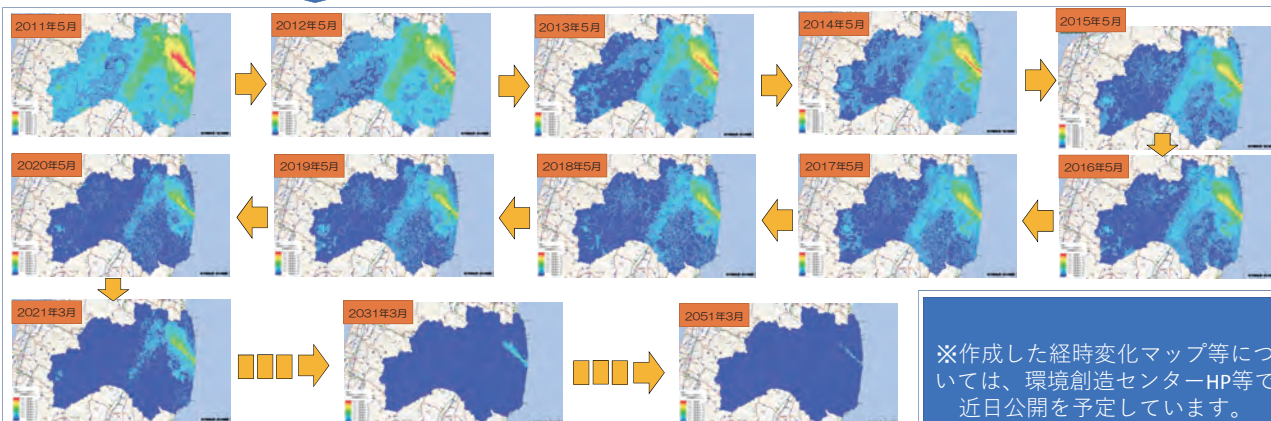


図1 経時変化マップ作成のイメージと作成した経時変化マップ及び将来予測マップの例

作成した経時変化マップ等により、モニタリングデータの時間的、空間的な「すきま」を補完することができ、福島県内の空間線量率の経時変化傾向をより分かりやすく示すことができるようになった。

謝辞: 本研究における測定データの収集、解析については、(国研)日本原子力研究開発機構システム計算科学センター武宮氏のご協力の下実施いたしました。

# (放射線計測部門) 放射性セシウムが生体内で存在する場所



—地衣類で放射性セシウムが保持される仕組みを調べる—



土肥輝美<sup>1</sup>, 飯島和毅<sup>1</sup>, 町田昌彦<sup>1</sup>, 数納広哉<sup>1,2</sup>, 大村嘉人<sup>3</sup>, 藤原健壮<sup>1</sup>, 木村茂<sup>4</sup>, 菅野太志<sup>5</sup>

1. 日本原子力研究開発機構, 2. 法政大学, 3. 国立科学博物館, 4. 原子力エンジニアリング(株), 5. ペスコ(株)

放射性セシウムを蓄積すると言われる地衣類を用いて、福島第一原子力発電所事故による放射性セシウムを含む降下物の性質や空間的な分布を調べるための手法を開発しています。しかし地衣類がそれらの降下物をどのように長期間保持するのか、体内で性質は変わらないのか等は分かっていませんでした。そのため本研究では、様々な分析装置や計算によって、地衣類は、放射性セシウムを「どの部位」で「どのような化学形態」で保持するのかを調べました。

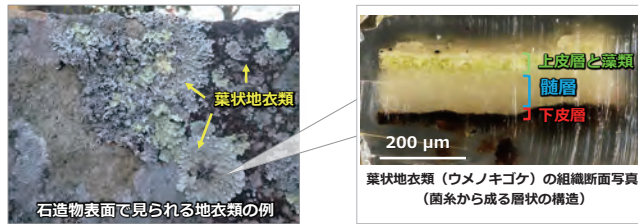
## 背景

- ✓ **地衣類** (藻類と共生する菌類の総称) は、陸上生態系でどこにでも見られる寿命が数十年と長い生物。大気中から降下する**粒子状物質**を体内に蓄積する性質を持つ。
- ✓ 事故後6年経った福島でも、地衣類は放射性セシウムを保持している。
- ✓ 事故に起因する**放射性セシウムを含む降下物はどのようなものか**、発生源からの距離や方位によって**どのように分布するか**、**地衣類を用いて調べる方法**を開発している。

## 課題

- 地衣類は、放射性セシウムをなぜ長期間保持できるのか？
- 地衣類は、放射性セシウムを「どの部位」で「どのような化学形態」で保持するのか？

**目的** 地衣類の生体内で放射性セシウムが「どの部位」で「どのような化学形態」で保持されるかを調べる。



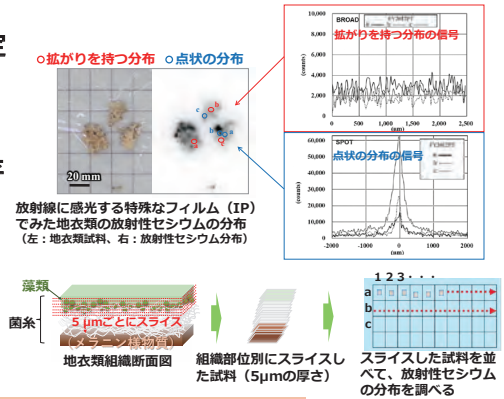
## 実施概要

(1) 地衣類中の放射性セシウムの分布状況から「化学形態」を推定

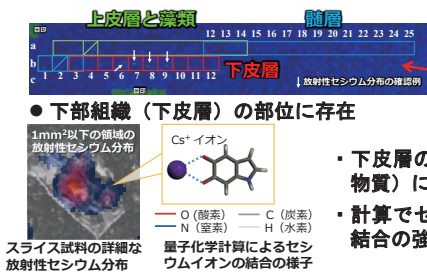
- ・ **拡がりを持つ分布** = イオン状
- ・ **点状の分布** = 粒子状

(2) 地衣類を薄くスライスして組織別に分け、放射性セシウムが存在する「部位」を特定

- ・ 地衣類の断片を樹脂に埋めこみ、ナノ～マイクロサイズの厚さで試料を切ることのできる機器「ミクロトーム」を用いた方法で、地衣類の組織を5μmごとにスライスした。
- ・ スライスした試料1枚ずつの放射性セシウム分布を調べた。

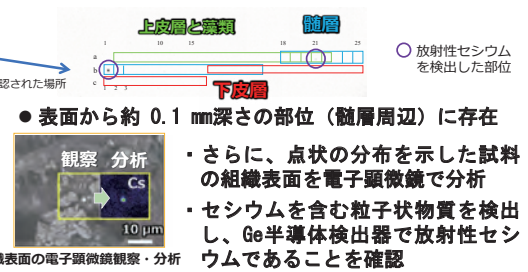


## イオン状の放射性セシウム



- **下部組織 (下皮層) の部位に存在**
- ・ 下皮層の中の色素成分 (メラニン様物質) に放射性セシウムが分布
- ・ 計算でセシウムイオンとメラニンの結合の強さを評価

## 粒子状の放射性セシウム



- **表面から約 0.1 mm 深さの部位 (髄層周辺) に存在**
- ・ さらに、点状の分布を示した試料の組織表面を電子顕微鏡で分析
- ・ セシウムを含む粒子状物質を検出し、Ge半導体検出器で放射性セシウムであることを確認

イオン状の放射性セシウムは下部組織のメラニン様物質と安定した構造をとることで、粒子状の放射性セシウムは組織表面への埋没や内部で留まることなどによって、保持される仕組みが推定されました。

本研究の論文情報 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271035>  
 Dohi T., Iijima K., Machida M., Suno H., Ohmura Y., Fujiwara K., Kimula S., and Kanno F. 2022. Accumulation mechanisms of radiocaesium within lichen thallus tissues determined by means of *in situ* microscale localisation observation. PLoS ONE 17(7): e0271035.



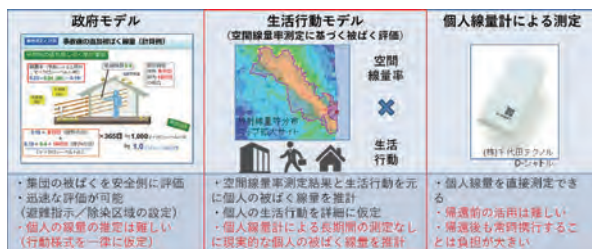
# 生活行動パターンを考慮した被ばく線量の推定

環境モニタリンググループ 吉村和也・佐藤里奈・眞田幸尚

- 生活行動パターンを考慮した被ばく線量評価方法を検討。
- 本手法による被ばく線量推定値と、個人線量計による実測値を比較し、精度を検証。
- 推定値と実測値は有意な相関を示し、本システムの妥当性を確認。
- 屋内において、被ばく線量の推定値は実測値よりもやや低い値を示した。
- この誤差要因として、周辺線量当量から実効線量に換算する係数が影響した可能性が示唆。

## 背景

- 事故以降、政府は特定の行動パターンを想定して、集団の被ばく線量を評価（政府モデル）
- 規制委員会（2013）により、個人が受ける被ばく線量に着目した対策が重要と指摘
- 個人線量計を用いた測定は、予測的評価（避難指示解除後の被ばく線量推定など）が困難
- 避難指示解除に向けた対策として、生活行動を考慮した個人の被ばく線量推定がリスクミに有効



### 【目的】

生活行動パターンを反映した被ばく線量推定方法（生活行動モデル）の構築と、その精度検証

## 手法

- 被ばく線量（実効線量）の推定

$$E = \sum (D_i \times T_i) \times CF$$

E：1日間で受ける実効線量

D<sub>i</sub>：地点iにおける空間線量率（航空機サーベイ結果）

※屋内の値は屋外の値に低減係数（0.4）を乗じて算出

T<sub>i</sub>：地点iにおける滞在時間

CF：周辺線量当量から実効線量への換算係数（0.6）

- 生活行動パターン情報（T<sub>i</sub>）個人線量の取得

期間：2019年度～2020年度

データ数：36人（各自2-15日間）

生活行動記録：GPSを用いた行動記録

個人線量※測定：Dシャトル

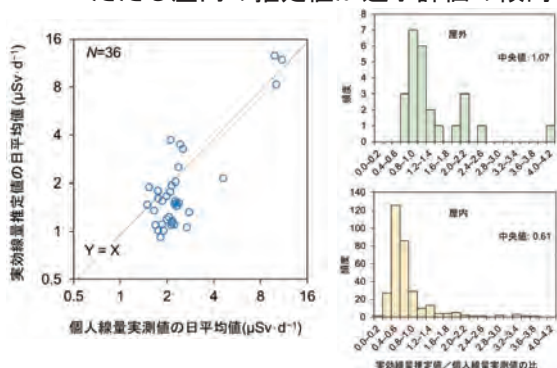
※個人線量は実効線量の代替となる指標値であり、ほぼ等しい値を示すことから、本研究では精度検証用の実測値として評価



## 結果

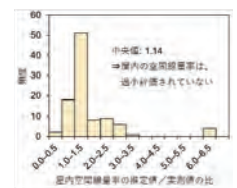
### 1. 個人線量との比較、精度評価

- 推定値と実測値で有意な相関を示し、**本評価手法の妥当性を確認**
- ただし屋内の推定値が過小評価の傾向



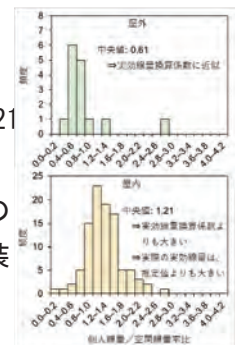
### 2. 屋内低減係数の検証

屋内空間線量率の、低減係数による推定値/実測値の比の中央値は1.14  
⇒過小評価への影響はない



### 3. 実効線量換算係数（CF）の検証

個人線量/空間線量率比の中央値は屋外で0.61、屋内で1.21  
⇒屋内での過小評価に寄与  
⇒屋内外での線源に対するジオメトリの違い（立位と座位など）や線量計の装着状況が影響した可能性



Sato, R., K. Yoshimura, Y. Sanada, T. Sato, 2022. Validation of a Model for Estimating Individual External Dose Based on Ambient Dose Equivalent and Life Pattern. Journal of Radiation Protection and Research. 47(2): 77-85.



# 福島県木造家屋内外の空間線量率分布の特徴

<sup>1</sup>JAEA, <sup>2</sup>東北大

○金敏植<sup>1</sup>, メイリンズアレックス<sup>1</sup>, 町田昌彦<sup>1</sup>, 吉村和也<sup>1</sup>, 吉田浩子<sup>2</sup>, 斎藤公明<sup>1</sup>

福島県木造家屋内外の空間線量率分布の特徴を明らかにすることを目的に、空間線量率の連続測定が可能なγプロッター等を用いて実測調査を行った。その結果、舗装面と非舗装面で空間線量率が明確に異なり、家屋近辺は家屋から離れた場所に対して低い空間線量率を示すことが分かった。また、家屋内の空間線量率は屋外に比べて空間線量率のバラツキが小さいことが分かった。

## ■ 実測概要

2019年、福島県飯舘村や浪江町等の木造家屋を対象に家屋の内外における空間線量率の測定及び測定位置の記録を行なった。測定には、空間線量率の連続測定が可能なγプロッター及びTCS-172Bサーベイメータを用いた。測定位置はγプロッターに搭載されたGPSセンサーの出力を空間線量率と同時に記録した。ここでは、測定結果の一部について紹介する。

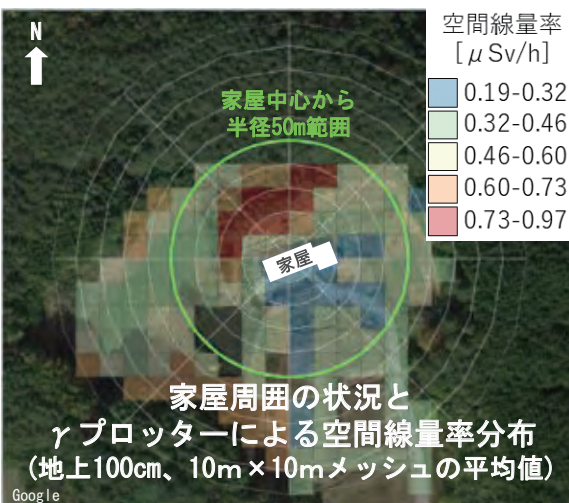


測定機器

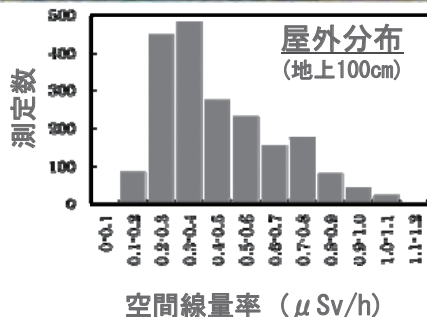
### 空間線量率測定の概要

測定機器	TCS-172B	γプロッター
検出器種類	φ25.4×25.4mm、NaI(Tl)シンチレータ	φ20×40mm、プラスチックシンチレータ
測定方法(測定間隔)	4方向、BG30秒後、各10秒	3秒
測定高さ	床・地上10cm、床・地上100cm	地上5cm、地上100cm

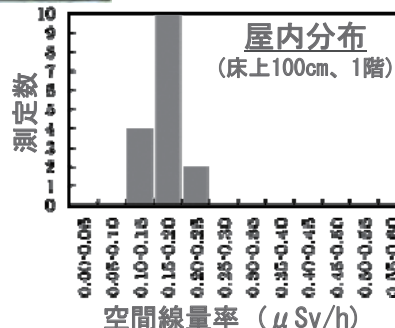
## ■ 家屋内外における空間線量率分布の特徴



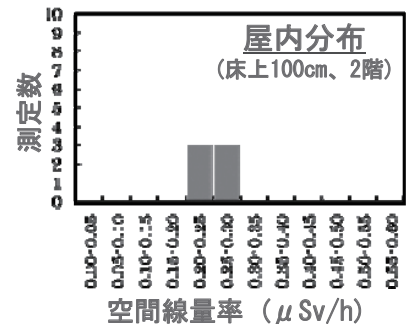
ここに示す対象家屋は、山の南側に位置する2階の木造家屋で、家屋周囲には森林や田んぼ等が存在している。また、家屋周辺は除染が実施されている。左図のようにγプロッターより、空間線量率の連続分布を測定することで、家屋周りの面的な分布を見ることが可能になった。家屋周りにおいては、舗装面に比べて非舗装面の空間線量率が高い傾向を示した。特には、家屋裏の斜面が相対的に高い分布を示した。また、家屋近辺の空間線量率が家屋から離れた場所に対して低いことが確認された。一方、屋外の空間線量率の頻度分布は、凡そ対数正規分布の形を示した。家屋内の空間線量率は1階より2階の方が高い傾向があるものの、屋外に比べて空間線量率のバラツキが小さく家屋内の測定位置による変化はあまり見られなかった。



屋外空間線量率のヒストグラム (γプロッターによる測定結果)



屋内空間線量率のヒストグラム (TCS-172Bによる測定結果)



■ 謝辞 家屋調査の際には、住民及び自治体関係者に多大なご協力を頂きました。ここに、感謝の意を表します。この研究は環境省委託事業「平成31年度 放射線健康管理・健康不安対策事業(放射線の健康影響に係る研究調査事業)」において実施したものです。



# 数値シミュレーションによる一般廃棄物 焼却炉の燃焼挙動に関する評価

福島県 高瀬 和之、国分 宏城

一般廃棄物の焼却をマニュアル操作で行う焼却炉では、運転員の操作テクニックの違いによって燃焼温度の制御が異なる場合、焼却炉内壁にダメージを及ぼすことが懸念される。そこで、運転員同士の操作テクニックの影響を極力低減し、より安定した運転操作の実現を目指して、数値シミュレーションによる燃焼挙動評価の可能性を検討した。本研究によって、焼却炉の運転に対して最適な燃焼条件を数値的に提示できる見通しが得られた。

## 1. 研究背景と目的

福島県内の一般廃棄物焼却施設において、一部施設では焼却炉がマニュアル操作のため、運転員同士の操作テクニックの違いが廃棄物燃焼に影響する可能性がある。特に近年増加しているプラスチックごみは高熱量で燃えるため、炉内温度急上昇による焼却炉内壁へのダメージが懸念されるなど、様々な廃棄物に対して常に安定した燃焼が要求される。そこで、焼却炉運転に及ぼす操作テクニックの影響を極力低減し、かつ過渡的な燃焼条件に対しても安定した運転操作を可能にすることを目的として数値シミュレーションによる燃焼挙動評価を行った。

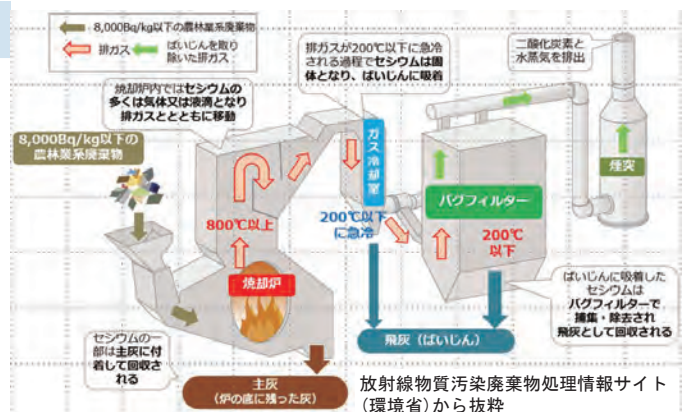


図1 廃棄物焼却施設炉の構成

## 2. シミュレーションの体系

対象とする焼却炉の形式は福島県内に多数存在するストーカ炉(図2)である。燃料となる廃棄物は焼却炉の片側から複数段存在するストーカ部に向かって供給される。ストーカ部には廃棄物の燃焼を促進させるための空気が供給される。シミュレーションは既設焼却炉仕様を参考に、図2に示す破線領域を簡略モデル化した2次元体系に対し、炉内温度、廃棄物及び空気の供給量、空気供給位置等をパラメータとして行った。

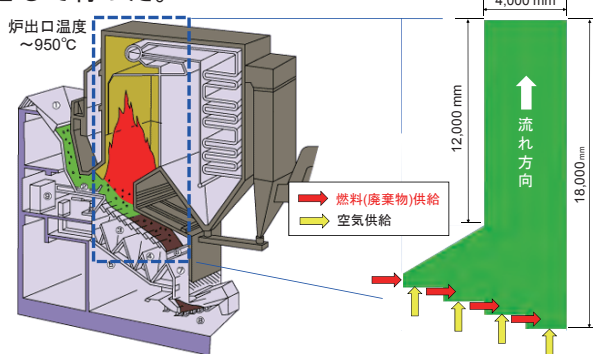


図2 ストーカ式焼却炉

図3 2次元シミュレーション体系の例

## 3. 燃焼挙動の評価

シミュレーション結果として、燃焼に及ぼす空気供給量の影響を図4と図5に示す。空気供給量が十分な場合は炉内全域で温度はほぼ均一になる(図4)。不十分な場合は燃焼が制限されることで偏流が起こり、炉内温度は不均一になる(図5)。

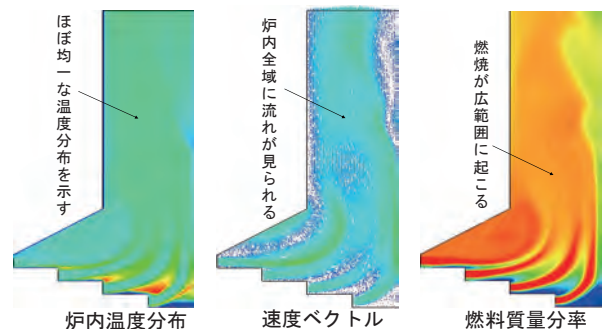


図4 空気供給量が十分な条件

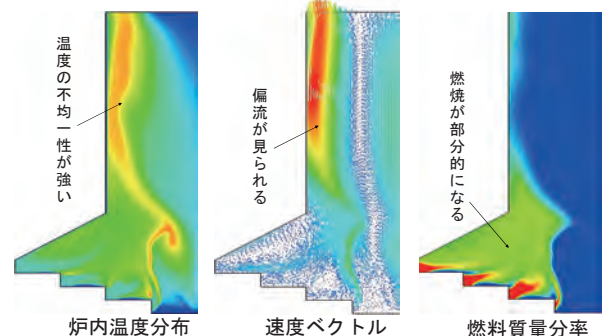


図5 空気供給量が不十分な条件

## 4. 今後の課題

本研究の結果、廃棄物焼却炉の燃焼挙動を数値シミュレーションによって定性的に評価できる見通しが得られた。今後は3次元計算や既設焼却炉運転データとの結果の比較など通して定量的な評価を可能としたい。



# 長期浸漬式溶出試験による焼却灰からの放射性Cs溶出

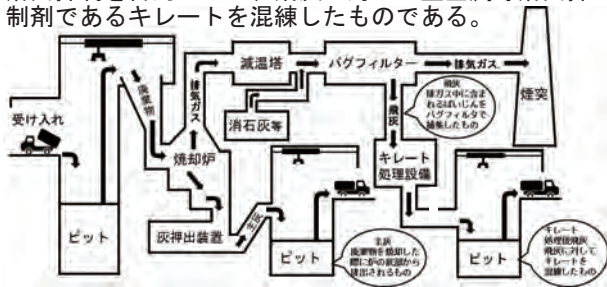


福島県 村沢直治

一般廃棄物焼却施設から夏と冬に試料採取を行い、放射性Cs溶出特性等の基礎物性把握に関する試験と放射性Csを含む一般廃棄物焼却灰に対して、あらかじめ粘土鉱物を混練してから埋立を行うことによって、最終処分場内からの放射性Csの溶出を長期的に抑制できるかの検討試験を行った。その結果、重量比5%の粘土鉱物の混練によって長期的に放射性Csの溶出を抑制でき、有効な安全策の1つとなりえる可能性があることを明らかとした。

## 試料

主灰とは、廃棄物を焼却炉内で焼却処理した際に最終的に炉の底部に燃え残った残渣（燃え殻）であり、飛灰とは、廃棄物を焼却炉内で焼却した際に生じる排気ガス中に含まれるススやダスト状の微細な粒子（ばいじん）を大気汚染防止の観点から設置されているバグフィルターで捕集したものである。また、キレート処理後飛灰とは、最終処分場での埋立後に重金属等の溶出抑制を目的として、飛灰に対して重金属等溶出抑制剤であるキレートを混練したものである。



一般廃棄物焼却施設での焼却フローの例

## 試験

### 粘土鉱物の割合変化に伴う放射性Cs溶出抑制効果の確認試験

水分と接触した際の試料からの放射性Csの溶出を抑制させる方法を検討するため、試料に対して、50 μm以下に粉碎・調整したゼオライト、酸性白土、福島県産パーミキュライト（焼成加工前の原石）、インド産パーミキュライト（焼成加工前の原石）をそれぞれ重量比5~20%の割合で添加後に混練した。混練後の試料に対して、Ge半導体検出器での測定とJIS K 0058-1溶出試験を行い、放射性Cs溶出抑制効果の確認を行った。

### 長期浸漬式溶出試験

放射性Csの溶出を長期的に抑制できるか検討を行うため、約5kgの試料を遮水機能を除去したフレキシブルコンテナバックの裁断片にそれぞれ250gずつ包み込み、合計20個の試料を作成した。次に、それらをSUS製金網式の4段保持具に均等に乘せた後、底部に採水口を有するアクリル製円筒容器に入れ、その中に50Lの超純水を加え、1日後、1週間後、2週間後、1か月後、2か月後、4か月後、6か月後、8か月後、10か月後、12か月後に採水口から2.2Lの液相試料を採水した。採水した試料は、0.45 μmのメンブレンフィルタでろ過し放射性Cs濃度と重金属等の分析に用いた。

## 結果

### 混練割合による溶出抑制効果結果（主灰）

試料名	混練割合									
	0%		5%		10%		15%		20%	
	溶出率 (%)	抑制率 (%)	溶出率 (%)	抑制率 (%)	溶出率 (%)	抑制率 (%)	溶出率 (%)	抑制率 (%)	溶出率 (%)	抑制率 (%)
主灰	1.0	0	ND	100	ND	100	ND	100	ND	100
ゼオライト			0.6	40.0	0.4	60.0	0.3	70.0	0.2	80.0
酸性白土			0.5	50.0	ND	100	ND	100	ND	100
福島産パーミキュライト			ND	100	ND	100	ND	100	ND	100
インド産パーミキュライト			ND	100	ND	100	ND	100	ND	100

### 混練割合による溶出抑制効果結果（飛灰）

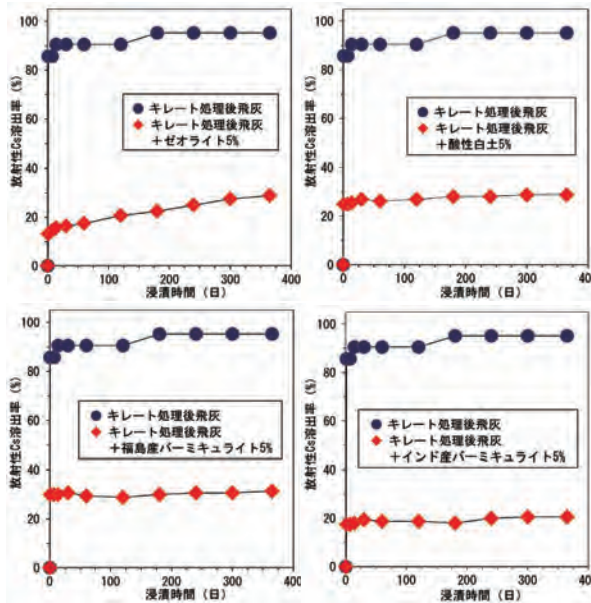
試料名	混練割合									
	0%		5%		10%		15%		20%	
	溶出率 (%)	抑制率 (%)	溶出率 (%)	抑制率 (%)	溶出率 (%)	抑制率 (%)	溶出率 (%)	抑制率 (%)	溶出率 (%)	抑制率 (%)
飛灰	73.9	0	12.5	83.1	7.1	90.4	4.8	93.5	3.3	95.5
ゼオライト			31.3	57.6	23.3	68.5	18.6	74.8	12.1	83.6
酸性白土			40.0	45.9	30.0	59.4	24.3	67.1	15.8	78.6
福島産パーミキュライト			27.1	63.3	21.3	71.2	14.4	80.5	9.2	87.6
インド産パーミキュライト			27.1	63.3	21.3	71.2	14.4	80.5	9.2	87.6

### 混練割合による溶出抑制効果結果（キレート処理後飛灰）

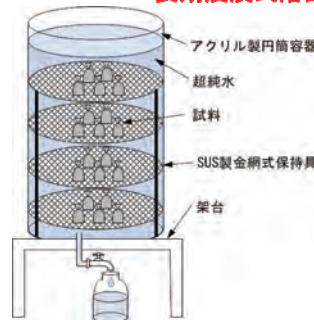
試料名	混練割合									
	0%		5%		10%		15%		20%	
	溶出率 (%)	抑制率 (%)	溶出率 (%)	抑制率 (%)	溶出率 (%)	抑制率 (%)	溶出率 (%)	抑制率 (%)	溶出率 (%)	抑制率 (%)
キレート処理後飛灰	90.5	0	13.1	85.5	4.8	94.7	2.9	96.8	1.8	98.0
ゼオライト			25.0	72.4	16.1	82.2	10.2	88.7	3.6	96.0
酸性白土			30.0	66.9	9.7	89.3	6.2	93.1	1.8	98.0
福島産パーミキュライト			18.0	80.1	11.3	87.5	7.9	91.3	5.4	94.0
インド産パーミキュライト			18.0	80.1	11.3	87.5	7.9	91.3	5.4	94.0

### 粘土鉱物の混練割合変化による結果

- 主灰、飛灰、キレート処理後飛灰のどの試料に対しても粘土鉱物を混練することにより放射性Csの溶出を抑制できる。
- 過剰な粘土鉱物の混練は埋立物の総量の増加を招き、埋立物の圧迫に繋がる可能性が高いことが考えられる。そのため、最大でも20%程度の混練が妥当。



### 長期浸漬式溶出試験結果



長期浸漬式溶出試験

- 重量比5%の粘土鉱物を混練してから、長期浸漬式溶出試験を行ったものに関しては、未混練のものと比較して、長期的に放射性Csの溶出を抑制できる。



原状回復後の仮置場跡地の利用に伴う追加被ばく線量を、様々な土地利用に応じて評価する手法を確立するため、放射性セシウムの単位濃度（1 Bq/kg）あたりの追加被ばく線量を年齢区別に計算した。更に、実際の仮置場跡地の表土のセシウム濃度や、空間線量率を放射性セシウム濃度に変換した値を、上記の計算結果に乗じることで追加被ばく線量を事例的に計算した。

結果、追加被ばく線量の計算値が最も大きくなる住宅利用の事例においても1 mSv/年を下回った。

## はじめに

- ・ 除染で発生した放射性物質を含む土や廃棄物は、仮置場で一時的に保管される。
- ・ 仮置場は、原則として従前の土地利用を考慮して原状回復される。
- ・ 汚染状況重点調査地域では、市町村等が空間線量率等の測定を行い、除去土壤等の保管による明らかな汚染が無いことを確認することとなっている。
- ・ 本研究では、汚染状況重点調査地域の仮置場跡地の利用における安全性を追加的に確認するため、被ばく線量評価を行った。

## 方法

- ・ 様々な土地利用や被ばく経路（図1、2）を想定とし、全年齢区分を解析した。
- ・ 土地利用と年齢区分に応じて、放射性セシウム単位濃度（1 Bq/kg）あたりの追加被ばく線量を求めた。
- ・ また、事例評価として、仮置場跡地の表土中の放射性セシウム濃度（3か所）や空間線量率（571か所）を用いて追加被ばく線量を求めた。

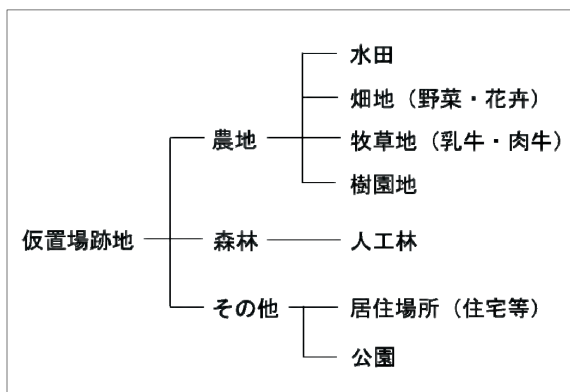


図1 想定した仮置場跡地の土地利用



図2 想定した被ばく経路

## 結果

**長期的な線量目標値  
(追加被ばく線量)**  
1 mSv/年 以下

**想定される追加被ばく線量  
(平均的なパラメータ)**  
0.094 mSv/年

**追加被ばく線量の最大値  
(極端なパラメータ)**  
0.56 mSv/年

- ・ 大人を対象とした計算では、仮置場跡地を住宅とするケースが0.094 mSv/年で最大値となった（子供の場合は0.14 mSv/年）。
- ・ この値は、追加被ばく線量の長期的な目標値である1 mSv/年の10分の1程度である。
- ・ 平均値ではなく極端なパラメータ値を用いた場合では、大人の追加被ばく線量の最大値が0.56 mSv/年となった（子供の場合は0.71 mSv/年）。
- ・ これは実際に起きる可能性が極めて低い状況を想定した計算であり、それでもなお1 mSv/年を下回った。



仮置場を農地（畑地）に原状回復する際の課題、及び適切な対応策を検討するため、実際の仮置場跡地を畑地に原状回復して、栽培試験等を行って作物の生育状況等を確認した。  
 結果、深耕後に緑肥栽培することで、土壤侵食を効果的に抑制できることが示された。  
 また、仮置場遮へい土を客土した場合において、土壤改良資材によって化学性を改善することで作物の生育が可能であることが示された。

## はじめに

- ・ 除去土壤の搬出が完了した仮置場は、原則として従前の土地利用を考慮して原状回復される。
- ・ 仮置場跡地を農地に原状回復する際の技術的課題への対応策を検討するため、実際の仮置場跡地を畑地へと原状回復し、その後、栽培試験等を行う実証試験を実施した。

## 方法

- ・ 環境省の除染関係ガイドラインや仮置場等の原状回復に係る現場手順書を基本として、仮置場跡地を畑地に原状回復し（図1）、その後、栽培試験、空間線量率の測定を行った。
- ・ 土壤圧縮対策として深耕（60 cm深さで耕す）や緑肥の栽培を行い、土壤侵食量を測定した。（土壤が圧縮されて水はけが悪くなると表面流が発生し、それに伴い表土が侵食される。）



図1 原状回復作業の例（左：碎土・深耕、中央：客土、右：耕起）

## 結果

- ・ 養分が少ない山砂を客土したが、ゼオライト等の土壤改良資材を補填して作物を栽培することで、食用サイズまで生育できることがわかった（図2）。
- ・ 深耕後に緑肥栽培することで土壤の侵食を効果的に抑制できることがわかった（図3）。
- ・ 試験期間中、空間線量率の変化はみられなかった。



図2 作物（コマツナ）と緑肥（クローバー）の生育状況（上：コマツナ、下：クローバー）

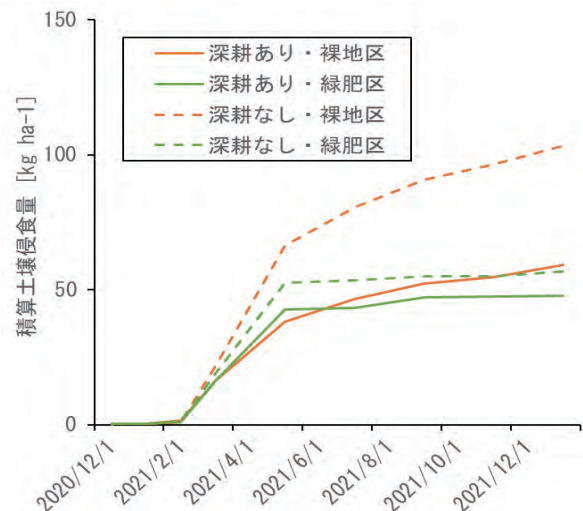


図3 条件毎の土壤侵食量





メタン発酵は湿潤廃棄物の減量化・燃料生産の一手段で、近年は牧草や刈草等草本バイオマスへの適用が拡大してきている。この手法は熱処理とは異なりガスへ放射性セシウム (r-Cs) が移行しないことは認められているが、液-固相中でのその挙動は明確になっていない。本研究では放射性セシウムを含有するバイオマスで長期間メタン発酵連続運転を実施し、発酵液内の放射性セシウムの分布と液中に溶出したその固相への濃縮を検討した。

## バイオマス原料と発酵プロセス

### 使用した原料

原料1 ソルガム

比較的生分解性が高い。

原料2 ジャイアントミスカンサス

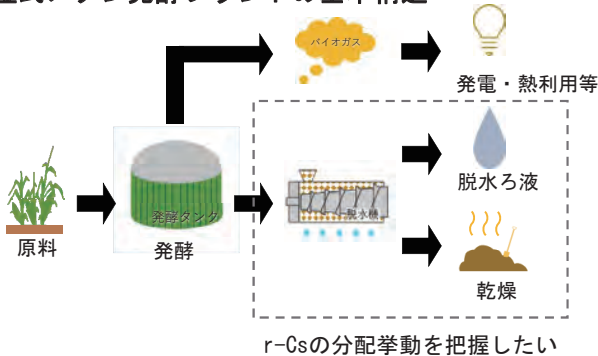
生分解性は中程度。

原料3 乾草

生分解性が低い。

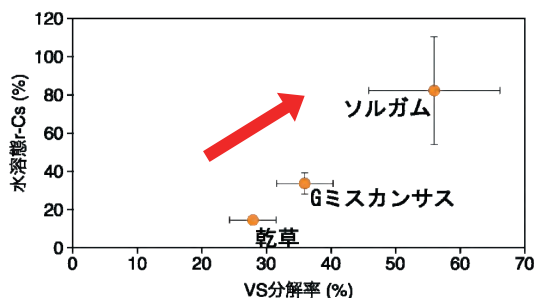


### 湿式メタン発酵プラントの基本構造



## バイオマス分解に伴うr-Csの溶出

発酵プロセスでの有機物指標 (VS) の分解率と液相に存在するr-Csの比率 (液相/(液相+固相)%) との関係



半年程度の連続処理実験後の発酵液を分析。VS分解率は、ソルガム>Gミスカンサス>乾草。発酵液中の水溶性r-Csの比率も、ソルガム>Gミスカンサス>乾草。有機物分解とr-Csの溶出には相関関係があった。

## 発酵液中溶出r-Csの吸着特性

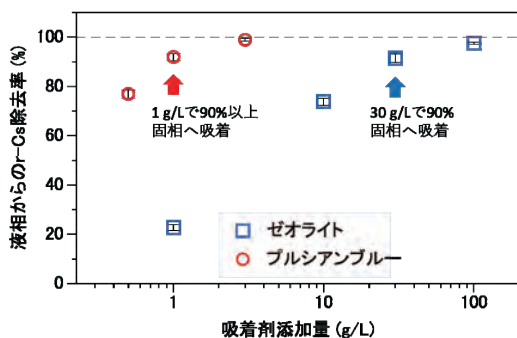
### 溶媒としてのメタン発酵液の特徴

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>イオン濃度が高く、イオン交換による吸着においてCs<sup>+</sup>と競合する。

### 用いた吸着剤

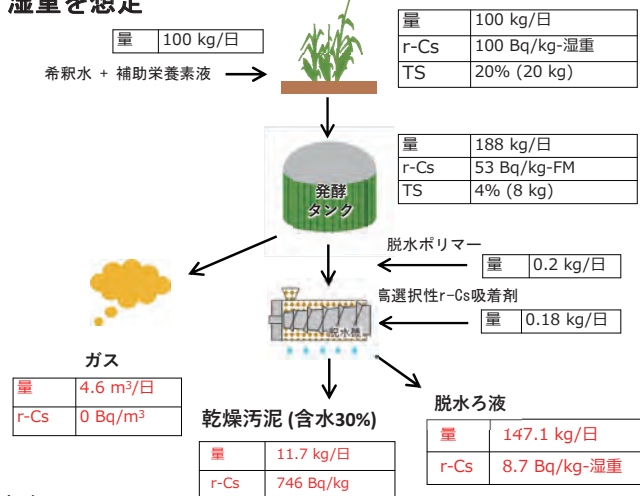
A: プルシアンブルー (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>に対するCs<sup>+</sup>の選択係数高 (0.0636) )

B: 人工ゼオライト (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>に対するCs<sup>+</sup>の選択係数低 (0.246) )



## プラントでのr-Csの挙動の予想

原料としてソルガムを想定、r-Cs濃度は100 Bq/kg-湿重を想定



まとめ：  
植物体からは発酵による分解に伴いr-Csが溶出する。発酵液液相からr-Csを効率的に除去するには選択性の高い吸着剤が必要。最終的に固相に濃縮されるr-Csは1000 Bq/kg未満と予想される。

謝辞：本研究の一部は、(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費 (UPMEEF20211002) により実施しました。



- 東日本大震災に伴い、除去土壌等を中間貯蔵施設への輸送が概ね完了した。
- 2014年度から2021年度までに除去土壌等の中間貯蔵施設へ輸送された重量及び放射性セシウム量を年度別にまとめた。
- その結果、2014年度から2021年度において累計で輸送量は1,518万トン、放射性セシウム輸送量は、事故時換算で225TBq (T：テラは $10^{12}$ ) と計算された。

## 現状と目的

### 【現状】

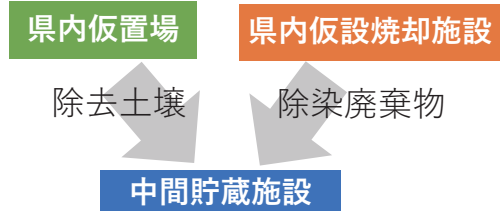
国と市町村による面的除染が終了し、特定復興再生拠点の除染・家屋解体、除去土壌等の中間貯蔵施設への輸送が2021年度末において概ね完了している。10万Bq/kg以下の特定廃棄物は特定廃棄物埋立処分施設で埋立処分を実施中である。

### 【目的】

除染・中間貯蔵事業により放射性セシウムがどの程度回収・輸送されたのかについて、情報管理システムのデータを用いて、年度別、搬入種類別に計算し、放射性Csの処理対応の総括と検証に貢献する。

## 計算方法

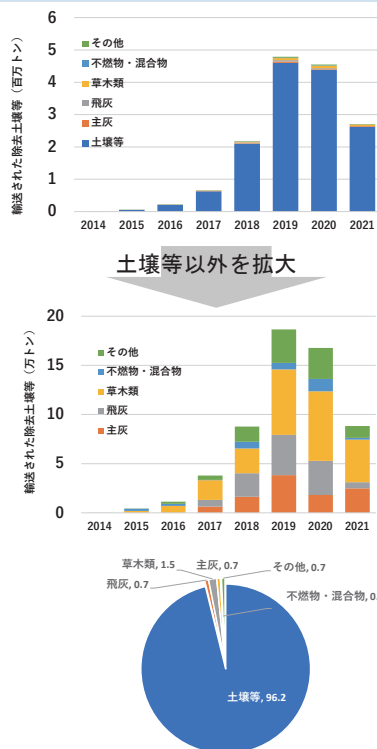
除去土壌等を管理する総合管理システムのデータを用いて、2014年度～2021年度に県内仮置場、県内仮設焼却施設から中間貯蔵施設に搬入された除去土壌、除染廃棄物の重量及び放射性セシウム量を計算した。放射性セシウム量は減衰を考慮し、事故時に換算した。ただし、総合管理システムには仮置場で測定された放射性セシウム濃度の日時が得られなかったため、中間貯蔵施設搬入日時により減衰補正した。



## 結果と考察

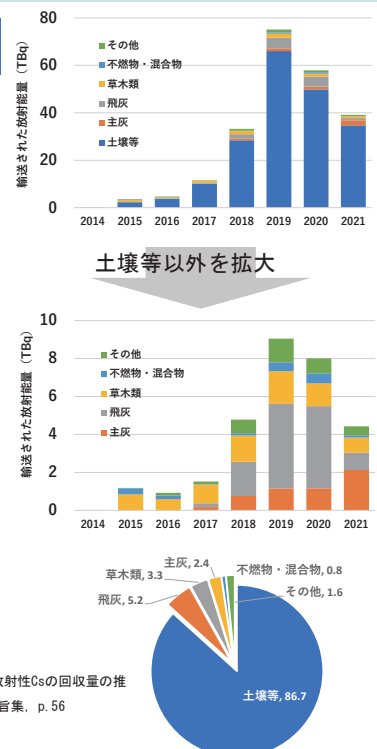
### 輸送重量

除去土壌等の累計輸送重量は1,518万トンであった。累計輸送重量は、土壌等が1,460万トン(96%)、飛灰が11万トン(0.7%)、草木類が24万トン(1.5%)、主灰が10万トン(0.7%)であった。輸送量のピークは2019年度であった。



### 放射性セシウム量

中間貯蔵施設への除去土壌等の累計放射性セシウム輸送量は225TBqであり、既報<sup>1)</sup>の376TBqより小さくなった。累計放射性セシウム輸送量の内訳は、土壌等が86.7%、飛灰が5.2%、草木類が3.3%、主灰が2.4%であった。



参考)

1) 飯野ら(2021): 環境再生事業による放射性Csの回収量の推計: 第10回環境放射能除染研究発表会要旨集, p. 56



除去土壌の有効利用時の安全性を確認するため、地盤改良を想定した2つのケース（①粒度改善、②生石灰改良）について、実証盛土試験を実施した。  
 2020年3月より約2.5年間実施しているが、いずれのケースにおいても、浸透水から検出下限値（0.65 Bq/L）を超過する放射性セシウムは検出されなかった。これより、アルカリ改良を実施したとしても、放射性セシウムの有意な溶出促進は生じないといえる。

## 研究の目的

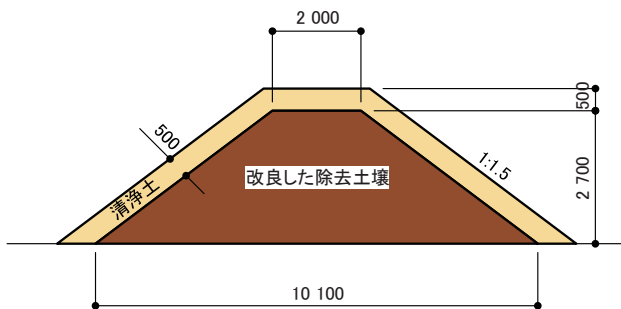
- 県外最終処分量を低減させるため、安全な除去土壌の有効利用が必要である。
- 環境省は、南相馬市や飯館村において実証盛土試験を実施してきている。
- **本実証試験盛土は、除去土壌を地盤改良して有効利用することを想定し、①粒度改善、②カルシウムアルカリ改良による、放射性セシウムの挙動等を評価した。**
- 受入分別施設を通過した除去土壌（つまり、夾雑物が除去され、改質剤が入っている）を用いて、盛土1（粒度改善）、盛土2（生石灰改良）を構築し、2020年3月よりモニタリングを開始した。
- 粒度改善には過年度に実施された高度分級実証から得られた砂礫分を用いた。

## 実証盛土に使用した除去土壌の性状

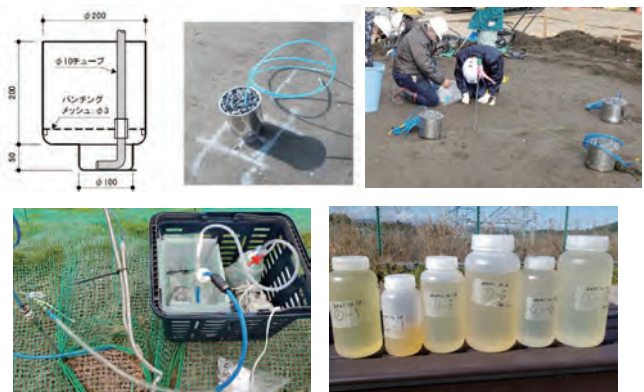
項目	単位	盛土1	盛土2
放射性Cs	Bq/kg	5,601	2,789
含水比	%	18.8	26.3
400℃強熱	%	4.0	3.4
JIS強熱	%	6.3	7.9
pH	-	8.97	12.74
電気伝導率	mS/m	22.8	565
有機炭素	mg/L	13.9	22.5
全窒素	mg/L	7.2	0.002
カリウム	mg/L	3.22	4.59
アンモニア態窒素	mg/L	-	0.75
カルシウム	mg/L	7.22	399
塩素イオン	mg/L	27.2	2.77
硫酸イオン	mg/L	17.5	1.70

## 実証試験盛土の概要

盛土の断面図と外観を下図に示す。



## 浸透水の集水の方法（土中集水柵）



## 放射性セシウムの挙動のまとめ

- 盛土1、盛土2いずれの浸透水においても、検出下限値（0.65 Bq/L）を超える放射性セシウムは検出されなかった。
- このことから、アルカリ性地盤改良を行ったとしても、放射性セシウムの溶出が顕著に促進される可能性は低いといえる。
- これは、盛土の温度が高くないので粘土鉱物の溶解が生じないこと、仮に粘土鉱物の溶解が発生しても、溶解していない粘土鉱物に即座に吸着することで、実質的な溶出が発生しないこと、などが理由として考えられる。



改質除去土壌からの放射性セシウムの挙動を把握するため、中型ライシメーター試験を行った。吸水性ポリマー入りの改質剤を除去土壌に湿潤重量比で3%添加することによって<sup>137</sup>Csの溶出が約60%減少した。一方、K<sup>+</sup>、NH<sub>4</sub>-N、SSの溶出が改質剤の添加によって減少し、<sup>137</sup>Csの溶出が低減されたと考えられる。

## 背景と目的

除去土壌を再生資材として利用する場合は、粘性のある除去土壌から草木や石などの異物を除去し、水分、粒度などの品質を調整するため、吸水性ポリマー入り改質剤が使われている。筆者らは、改質除去土壌における環境質の挙動を把握し、環境安全性を調べるため、中型ライシメーター2基を用いて、除去土壌及び改質除去土壌の通水試験を2019年から約3年間継続してきた。

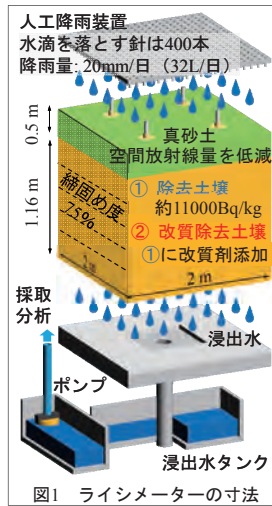
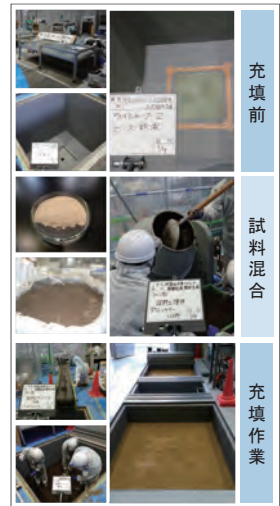


図1 ライシメーターの寸法

## 実験方法

図1のような縦・横・高さが2mの中型ライシメーター2基に対し、一つには除去土壌のみを、一つには吸水性ポリマー入りの改質剤を除去土壌の湿潤重量比で3%添加した土壌を充填した。浸出水は週に1度、ライシメーター下部タンクから底吸いポンプで汲み上げてサンプリングし、浸出水の基本的な性質、放射性セシウム、有機汚濁成分、窒素成分、イオン類などを分析した。



## 実験結果と考察

- 除去土壌と改質土壌からの<sup>137</sup>Cs累積溶出率では、960日（10 PVF）でそれぞれ0.243%、0.095%となった、改質剤の添加によって<sup>137</sup>Csの溶出が約60%減少した。除去土壌から溶出した<sup>137</sup>Csが改質剤に吸着されたと推察される。 ※ PVF：間隙容量
- 改質除去土壌からのカリウム（図3）とアンモニア態窒素（図5）の累積溶出量は除去土壌の約64%、38%であり、<sup>137</sup>Csの脱着が抑制されたと考えられる。
- 改質除去土壌では懸濁物質（SS）の累積溶出量が除去土壌より50%低く、改質剤が土壌の団粒化を促進し、<sup>137</sup>CsがSSとして流出することが減少されたと推察される。（図4）
- 除去土壌からの<sup>137</sup>CsとK<sup>+</sup>溶出濃度では、夏に高く冬に低くなる傾向がみられ、K<sup>+</sup>の溶出が<sup>137</sup>Csの脱着が促進される一方、改質剤の添加によってK<sup>+</sup>の溶出減少し、季節変動の影響を抑える可能性が示唆された。

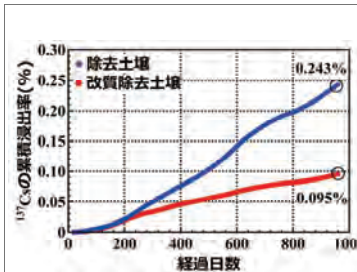


図2 <sup>137</sup>Csの累積浸出率

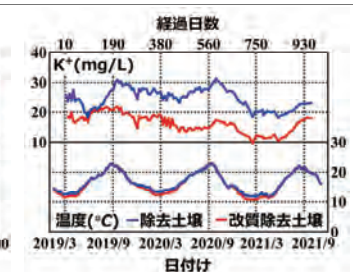


図3 K<sup>+</sup>の経時変化

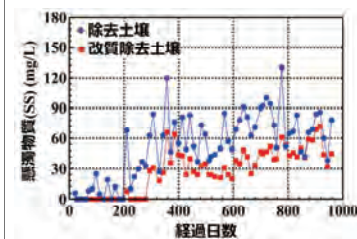


図4 SSの経時変化

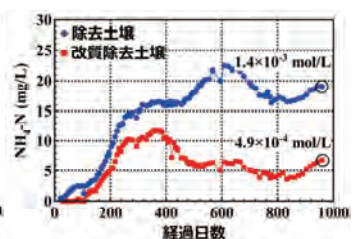


図5 NH<sub>4</sub>-Nの経時変化

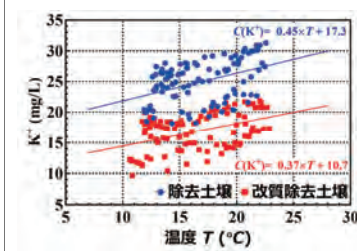


図6 SSの経時変化

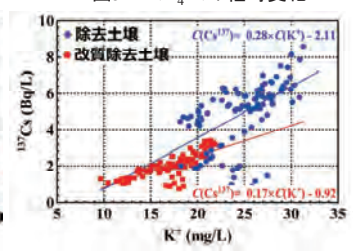


図7 <sup>137</sup>CsとK<sup>+</sup>の関係



福島県 竹内幸生、那須康輝、藤田一輝 津山高専 谷口圭輔 筑波大学 恩田裕一

- 福島県内の河川（阿武隈川水系および浜通り主要河川）において、懸濁態と溶存態の放射性セシウム濃度（以下、セシウム137濃度）を測定した結果、河川中のセシウム137濃度は減少し続けており、河川水による住民への影響が無視できるレベル（ $< 0.1 \text{ Bq/L}$ ）であることを確認しました。
- 東京電力福島第一原発事故の1年後から11年後の間におけるセシウム137濃度の実効環境半減期（濃度が半分になるまでにかかる年数）は、懸濁態・溶存態それぞれ3.3年と2.8年でした。これは、2021年度末には河川中の懸濁態と溶存態セシウム137濃度が2012年の約12%と8.2%まで減少したことを意味します。

## 観測地点

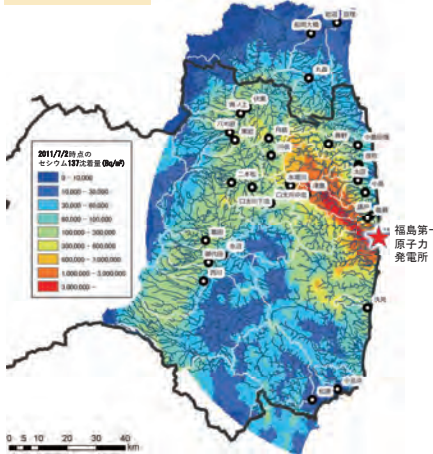


図1：観測地点図。  
(出典) 文部科学省による第3次航空機モニタリングの測定結果について、文部科学省(2011)を基に作成。



河川観測地点周辺の空間線量率の測定



浮遊砂のサンプリング



河川水のサンプリング

## セシウム137濃度の経時変化

阿武隈川(本川及び支流)と比べて、浜通りの河川中のセシウム137濃度は、大きくばらついている。主な原因は、地点ごとの初期沈着量の違いによるものと考えられる。

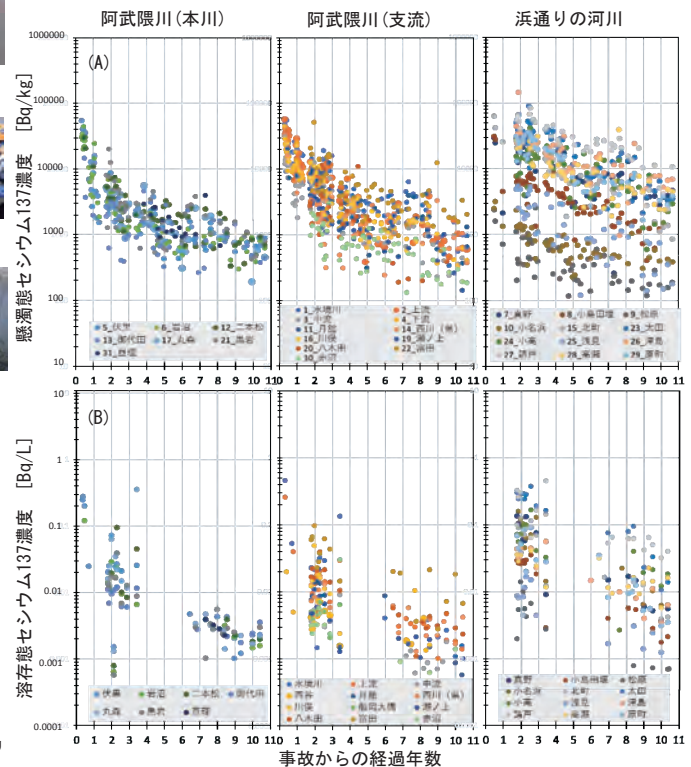


図3：懸濁態(A)及び溶存態(B)セシウム137濃度の経時変化。  
凡例は、図1の地点名に対応する。筑波大・福島県環境創造センターによる<sup>[2]</sup>。

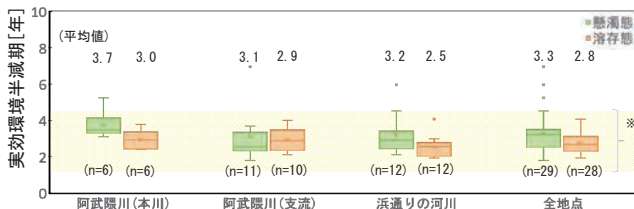


図2：事故後1年後から11年後のセシウム137濃度の実効環境半減期。  
緑色が懸濁態、オレンジ色が溶存態を表す。図中の黄色く塗った※範囲(1.1年~4.4年)は、チェルノブイリ原発事故後のヨーロッパの河川で観測された同じ期間の実効環境半減期の範囲を示す<sup>[1]</sup>。  
(注) 事故1年後のセシウム137濃度がt年後にA%に減少したとして実効環境半減期λを用いて表すと、 $A/100 = (1/2)^{t/\lambda}$  となる。箱ひげ図は、事故の1年後から11年後までのセシウム137濃度の実効環境半減期を示す。箱の範囲は75~25%の値、ひげの範囲は箱の1.5倍までの最大値と最小値、箱の外側の点は箱の範囲の3倍を超える値を示す。

## 形態別放射性セシウム濃度の測定方法

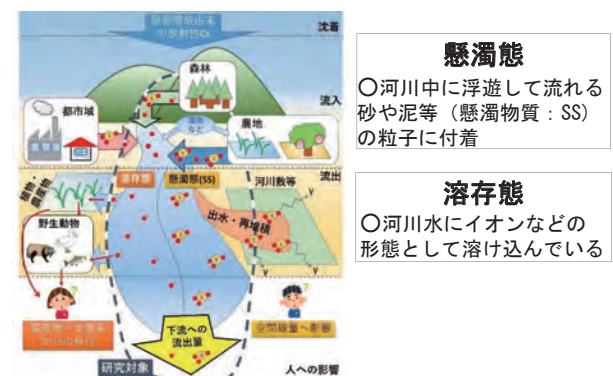
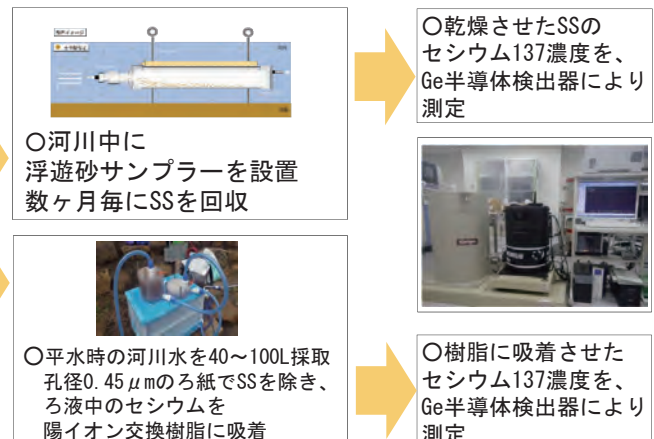


図4：環境中の放射性セシウム動態の模式図。



引用文献：[1] Smith and Beresford (2005), Chernobyl - Catastrophe and Consequences, Chichester, UK. : [2] Taniguchi et al., (2020) Scientific Data., 7:433.



# 平水時及び出水時の河川を流下する懸濁態放射性セシウム供給源の違い



新井宏受<sup>1,2</sup>、藤田一輝<sup>1</sup>、吉田博文<sup>1</sup>、谷口圭輔<sup>3</sup> (1. 福島県、2. 京都大学、3. 津山高専)

- ◆ 懸濁物質 (SS) に吸着された状態で河川を流下する放射性セシウム (懸濁態Cs) の供給源を調べるために懸濁物質そのものの供給源について調査しました。その際、台風や大雨などに伴い濁り成分が増えた**出水時** (高SS濃度) と濁り成分の少ない**平水時** (低SS濃度) での供給源の違いに注目しました。
- ◆ 平水時のSSは森林土壌が主要な供給源であると推定されました。一方で、出水時に流下するSSに対する森林土壌の相対寄与率は低下し、河川敷土壌と河床堆積物が主要な供給源であると推定されました。

## 背景・目的

- ◆ 河川を流下する放射性セシウムの大半は懸濁態Csの形態です。そのため、台風・大雨などで河川水中のSS濃度が大幅に上昇する出水時に殆どの放射性セシウムが運ばれます。
- ◆ 河川の流域において、中・下流部を中心とした生活圏での除染は終了したものの、源流部に位置する森林に対する除染は実施されていないため、多量の放射性物質がその系内に残されています。

⇒台風・大雨などにより大規模な水害が発生した際、多量の放射性物質が流出することが懸念されます。

## 「出水時の河川を流下するSS (≒懸濁態Cs) がどこから来たのか (供給源) を明らかにする」

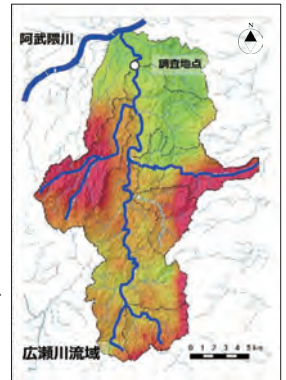
(その特徴をより明確にするために、平水時のSSの供給源と比較する)

## アプローチ

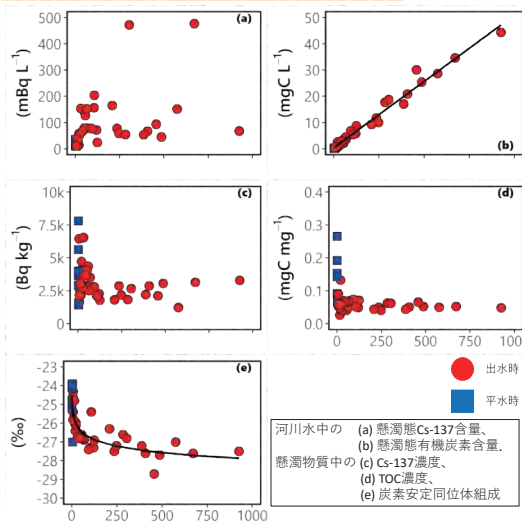
- ・ 河川水中の**SS濃度の上昇**に伴ったSSに含まれる成分の含有濃度 (Cs-137、有機炭素、炭素安定同位体組成) の変化を明らかにしました。
- ・ SS及びその潜在的供給源 (森林土壌、森林リター、河川敷土壌、河床堆積物) 中の各成分の濃度を基にした混合モデル (SIAR) によるシミュレーションから、各供給源からの相対寄与率を平水時・出水時それぞれで推定しました。

## 方法

- ・ 阿武隈川の支流である広瀬川流域で、河川水 (2017年~2019年)、源流部の森林から**表層土壌、リター**、流域内の**河川敷土壌、河床堆積物**を採取し、各成分含有濃度を測定しました。



## 結果① SS濃度との関係

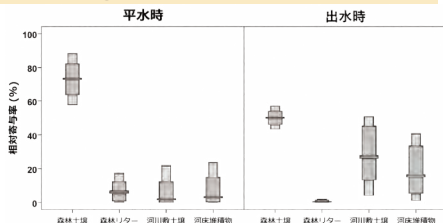


SS濃度が増えると、一緒に運ばれる懸濁態Cs-137及び有機炭素量は概ね増加する傾向を示しました。一方、SS中のCs-137濃度、TOC濃度には同様の傾向は見られませんでした。ただし、平水時と比較すると、**出水時のSSはCs-137、TOC濃度が低下**していました。

これらの結果は、出水時には河川を流れるSS量が増えることで、多くのCs-137が運ばれますが、出水に伴って河川へと流入するSSは主にCs-137濃度の低い無機物が主体であることを意味しています (希釈効果)。

SS中の炭素安定同位体組成 ( $\delta^{13}C$ 値) には、河川水中のSS濃度が上昇するにつれて、徐々に低下する傾向を示しました。SS中の $\delta^{13}C$ 値は、その有機物の起源となった物質の $\delta^{13}C$ 値を反映します。そのため、この結果からSSの供給源が徐々に変化していることが示唆されます。

## 結果② 相対寄与率の推定



- ① **平水時**には**森林土壌**が主な供給源であるが、
- ② **出水時**にはその寄与率は低下し、**河川敷土壌・河床堆積物**の影響が強まる、との推定結果が得られました。

この流域においては、出水時に源流部の森林から高濃度の放射性物質を含んだ土砂が多量に流出してくる可能性は低いと考えられます。



様々な森林環境における放射性セシウムの流出量データは、避難指示解除区域での今後の開発行為が放射性セシウムの分布と動きにもたらす影響を見積もる際の重要な指標データとなる。本研究では、除染された林地と林野火災後の林地に観測プロットを設置し、約3年間にわたる放射性セシウム流出観測を実施した。その結果、除染地および林野火災跡地ともに、林床被覆が60%程度に回復すると未除染および非延焼地と同程度の流出率となり、流出物に占める土壌粒子の割合の低下が主な要因と考えられた。

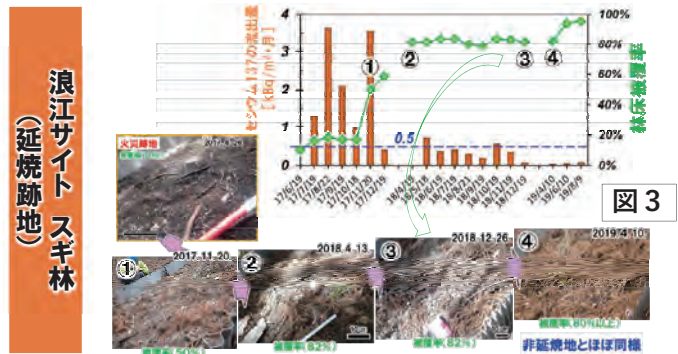
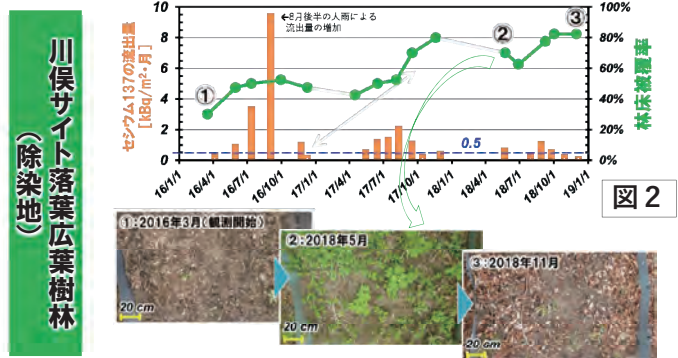
## 林床状況の変化



浪江サイトスギ林の例

- 林地の地表面（林床）は、通常は下草や落葉落枝等が堆積しており、土壌層が被覆されることで雨による侵食から保護されている。
- 除染作業や林野火災で下草や落葉落枝等が失われると、林床の土壌が露出し（図1左上）、雨で侵食されやすくなる。その結果、土壌とともにセシウム137も移動しやすくなると考えられる。
- 除染地（図2）および延焼跡地（図3）ともに、林床被覆（緑色の折れ線グラフ）の増加とともに、セシウム137流出量（オレンジ棒グラフ）が減少した。

## 林床被覆の回復とセシウム137流出量の変化



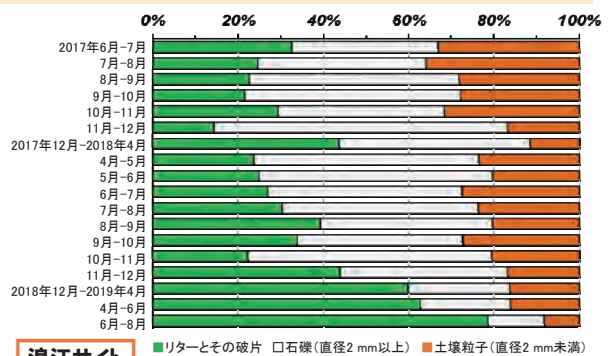
## セシウム137流出量と流出物の経年変化

<表1 セシウム137流出量の経年変化>

川俣サイト落葉広葉樹林(除染地・未除染地)						
観測プロット	観測期間	降水量 <sup>a</sup> (mm)	林床被覆 (%)	流出土砂量 (g m <sup>-2</sup> )	<sup>137</sup> Cs 濃度 <sup>b</sup> (kBq kg <sup>-1</sup> )	<sup>137</sup> Cs 流出量 (kBq m <sup>-2</sup> ) (%) <sup>c</sup>
除染地	2016.3.16 - 12.8	1094	30.0 - 52.5	685	24.5	16.7 3.24
	2017.4.16 - 11.30	977	42.5 - 80.0	287	25.9	7.4 1.50
	2018.4.28 - 12.5	618	62.5 - 82.5	142	21.4	3.0 0.61
未除染地	2016.4.12 - 12.9	1030	86.0 - 94.0	32	33.0	1.1 0.22
	2017.3.24 - 12.15	1022	86.0 - 94.0	37	27.8	1.0 0.21
	2018.4.13 - 12.6	662	86.0 - 94.0	15	23.7	0.3 0.07

浪江サイトスギ林(延焼跡地・非延焼地)						
観測プロット	観測期間	降水量 <sup>a</sup> (mm)	林床被覆 (%)	流出土砂量 (g m <sup>-2</sup> )	<sup>137</sup> Cs 濃度 <sup>b</sup> (kBq kg <sup>-1</sup> )	<sup>137</sup> Cs 流出量 (kBq m <sup>-2</sup> ) (%) <sup>c</sup>
延焼跡地	2017.6.19 - 12.19	949	10.3 - 58.8	348	34.2	11.9 2.79
	2018.4.19 - 12.19	828	78.7 - 83.8	128	22.7	2.9 0.68
	2019.4.10 - 8.9	557	82.0 - 95.4	8	14.3	0.1 0.03
非延焼地	2017.6.19 - 12.19	949	92.0	18	49.5	0.9 0.21
	2018.4.19 - 12.19	828	92.0	19	17.9	0.3 0.08



浪江サイトスギ林の例 <図4 流出物の構成物の経年変化>

- 除染地および延焼跡地ともに、林床被覆が60%程度に回復すると、未除染および非延焼地と同程度の流出率となった（表1）
- 流出物に占める土壌粒子の割合は、時間とともに土壌粒子からリター主体へと変化した（図4）
- このため、セシウム137流出率の低下は、土砂量の流出量の減少と流出物の構成物の変化が要因と考えられる。



河川水系に沈着した放射性セシウムは、鉱物に吸着後、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、放射性セシウムとさまざまな鉱物の吸着メカニズムを明らかにし、将来の放射性セシウムの移動予測に寄与することを目的とする。

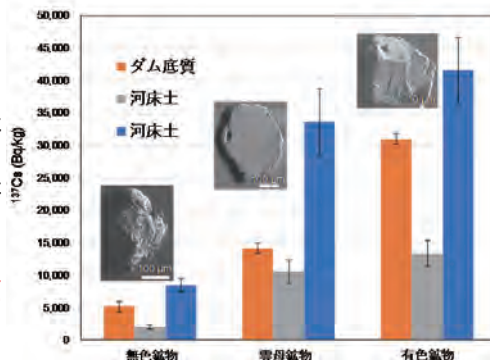
## はじめに

### 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すると、**雲母鉱物だけでなく、無色鉱物、有色鉱物にも吸着していることを確認**

### 目的

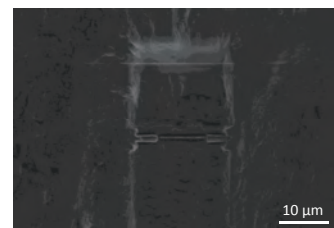
将来の放射性セシウムの移動予測のため、放射性セシウムの鉱物への吸着メカニズムを解明する。本研究では、有色鉱物の代表として、角閃石の結晶構造を明らかにする。



鉱物毎の放射性セシウム濃度 (Hagiwara et al., 2020)

## 分析手法

- 河床土分画中の重量および放射性セシウムの吸着量が最も多い、細粒砂分画 (250-106 $\mu$ m) の内、有色鉱物の角閃石をハンドピックアップ
- 走査型電子顕微鏡(SEM)で表面形態の観察
- 集束イオンビーム(FIB)を用いて、劈開に対し、垂直方向に断面作成後、透過型電子顕微鏡(TEM)で結晶構造解析と元素分析を実施。



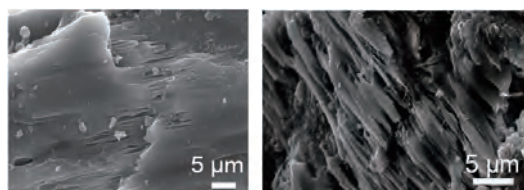
FIBでの断面試料の作製

## これまでの成果

### 表面形態観察

表面にレンズ状、歯ブラシ状、洞窟状の形態を確認

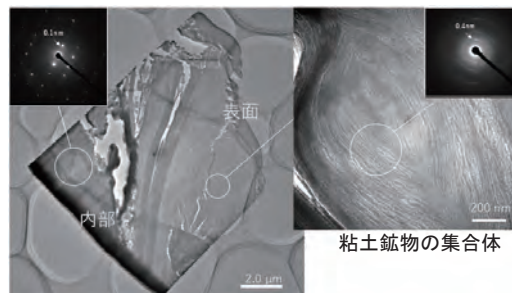
⇒ 典型的な風化・変質構造を示す。



角閃石表面のSEM像

### 結晶構造解析

- 割れ目周辺では、粘土の集合体が存在
- 電子回折図形から、表層と内部の結晶構造が異なる



角閃石のTEM像

### 化学組成分析

- 表面では、内部より溶脱されやすい成分 (Na, Mg, Ca, Fe) が少なく、Alの含有量が多い。

⇒みかけ上の角閃石は、表面が粘土鉱物に変質している可能性

鉱物表面と内部の化学組成の比較 (wt.%)

	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
表面	1.6	3.7	36.6	52.7	0.6	0.2	0.3	4.7
内部	3.0	11.4	16.3	55.5	1.2	7.8	0.4	6.6

## まとめと今後の実施内容

- 角閃石の表面は、風化・変質により粘土鉱物に変化し、放射性セシウムが吸着する可能性が示唆された。
- 変質した粘土鉱物種の間定、放射性セシウムと変質した鉱物種との吸着形態の考察を実施

### 参考文献

Hagiwara, H., Konishi, H., Nakanishi, T., Fujiwara, K., Iijima, K., Kitamura, A., 2020. Mineral composition characteristics of radiocesium sorbed and transported sediments within the Tomioka river basin in Fukushima Prefecture. J Environ Radioactiv 211.

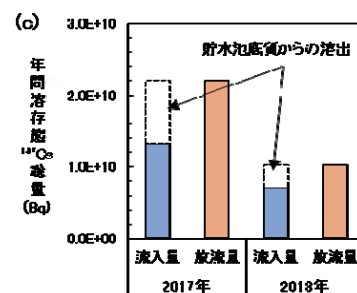
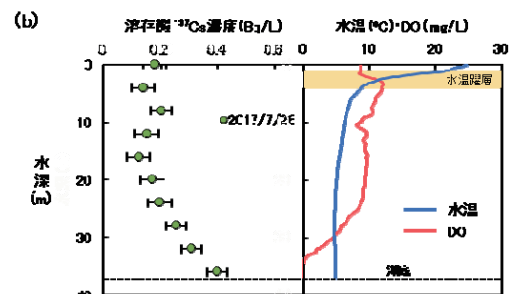
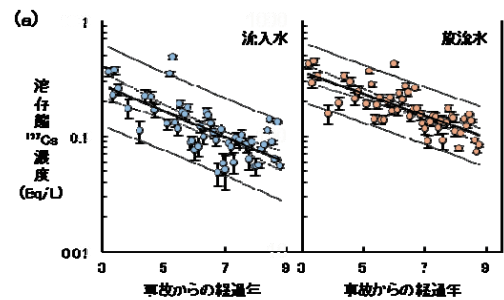




- ◆ダム湖に堆積した底質から放射性セシウムが溶出しますが、その量は多くなく、放流水中の放射性セシウムの濃度を大きく上昇させてはいません
- ◆2019年の大型台風によって、河川から放射性セシウムを含む大量の土砂が沿岸域に供給され、堆積しましたが、その濃度は徐々に低下する傾向にあります

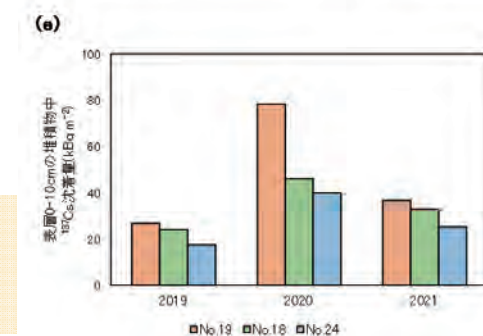
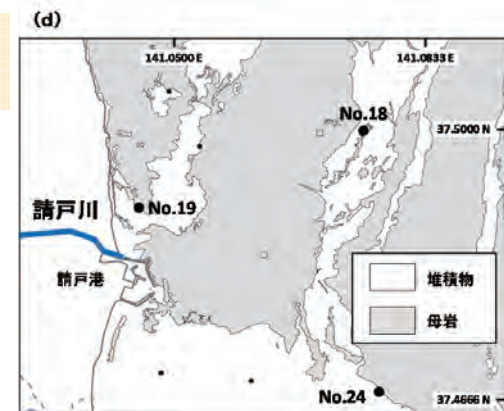
## 流入水と放流水の放射性セシウムの収支をもとに底質から溶出する放射性セシウムの量を推定

- 2014年から2019年までの6年間、福島県浪江町の大柿ダムで観測を実施し、以下のことが明らかになりました。
- ◆流入水と放流水の溶存態<sup>137</sup>Cs濃度を比較した結果、放流水の濃度の方が高く、濃度の減少速度も遅いことがわかりました(図(a))
  - ◆ダム湖の湖底付近では溶存酸素濃度(DO)が低下し、還元的な環境が形成されて、溶存態<sup>137</sup>Cs濃度が高くなる傾向が認められました(図(b))
  - ◆ダムの下流へ放出される溶存態<sup>137</sup>Csの年間総放出量の約32%~42%がダムの内部負荷(底質からの溶出)によるものと考えられます(図(c))



## 大型台風によって河川から供給された放射性セシウムを含む土砂の沿岸域での堆積状況の観測

- 2019年10月、福島県は大型の台風19号(Hagibis)と21号(Bualoi)による大雨の影響で、河川の氾濫や浸水被害が発生しました。ここでは、台風の前から連続的に観測している福島県浪江町を流れる請戸川の沿岸域(図(d))の表層堆積物中の放射性セシウム量の変化について報告します。
- ◆台風の通過前の2019年よりも通過後の2020年に採取した試料のほうが、いずれの地点も2~3倍程度の放射性セシウム量となりました(図(e))
  - ◆2021年に採取した試料は、2020年よりもいずれの地点も表層堆積物中の放射性セシウム量は減少しました(図(e))



原子力機構は、引き続き、帰還困難区域を中心とした現在も空間線量率が高い地域の環境中の放射性物質の動きや分布について調査を行います

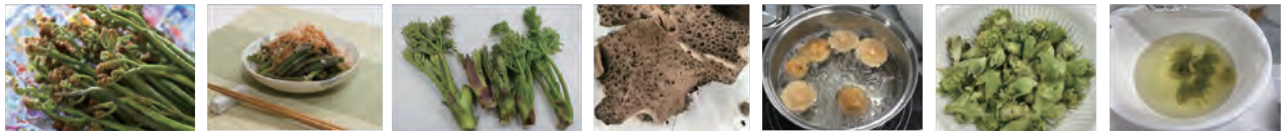


# 野生の山菜等の調理による放射性セシウムの低減効果



国立環境研究所 高木麻衣、渡邊未来、玉置雅紀、越川昌美、境優、林誠二

里山地域の食生活・食部文化には欠かせない野生の山菜類やキノコ類による内部被ばく線量について調査している。調理による山菜類、キノコ類の放射性セシウム低減試験により、調理法によっては（茹でと浸水など）、山菜・キノコ類中の放射性セシウムは半分以上に低減できることが分かった。



## 背景

里山地域を中心として、野生のきのこや山菜を食することが日常であり、楽しみだったが、福島第一原子力発電所事故により、それが一部地域で奪われてしまった。

本研究では、福島県内で一般的に食べられており、未だに放射性セシウム濃度が比較的高い山菜類を対象として、処理や調理による放射性セシウムの除去率のパラメータを採取するとともに、内部被ばくの低減のためにさらに除去できる方法を検討するべく、調査を行った。

## 方法

対象山菜：

フキノトウ、タラノメ、コシアブラ、ワラビ

対象キノコ：

サクラシメジ、ナラタケ、コウタケ、ナメコ

調理法：対象山菜やキノコの代表的な調理法

（塩ゆで・ゆで・浸水・干す+水戻し・重曹によるあく抜き等）

※浸水やゆで汁の固液比は約1:20

分析：

調理前-水洗い後、形をなるべく崩さず容器に詰めた  
調理後-細かく刻んで容器に詰めた

※ゲルマニウム半導体検出器でCs-137を測定

（ワラビの調理前はNaIシンチレーションスペクトロメーター）

## 野生山菜、きのこの調理低減試験結果

山菜4種、およびキノコ4種の茹で等調理後のCs-137の残存率（調理後/調理前）を下記の図に示す。

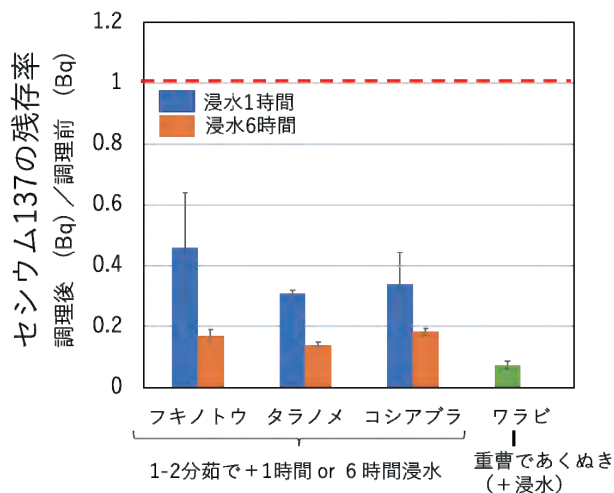


図1 野生山菜類の調理による低減効果  
（エラーバーは標準偏差の2倍を示す）

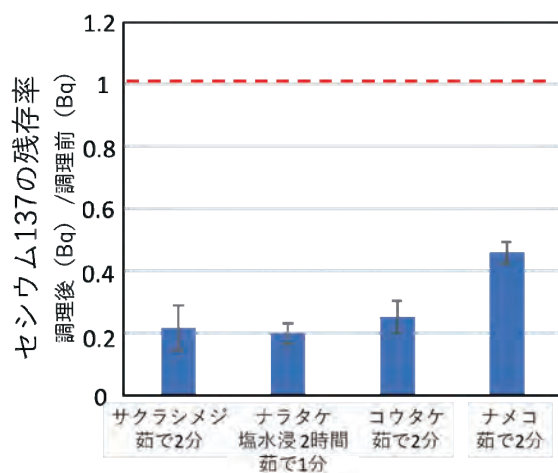


図2 野生キノコ類の調理による低減効果  
（エラーバーは標準偏差の2倍を示す）

フキノトウ、タラノメ、コシアブラは、1～2分の1%塩水茹でと1時間の浸水により、調理前の放射性セシウムの30～45%程度に、ワラビは重曹を用いたあく抜きにより10%以下に低減した（図1）。また、浸水時間が長いほど低減割合は大きくなった。キノコ類も、1～2分の茹でにより調理前の20～50%程度に低減した（図2）。山菜類は、茹でによって組織が壊れ、放射性セシウムが水に溶け出しやすくなったと考えられる。今後、他の種類の野生のきのこ類について、また他の調理についても検討していく予定である。



石井弓美子<sup>1</sup>、三浦輝<sup>2</sup>、趙在翼<sup>1</sup>、辻英樹<sup>1</sup>、斎藤梨絵<sup>3</sup>、小荒井一真<sup>4</sup>、萩原大樹<sup>4</sup>、漆館理之<sup>4</sup>、錦織達啓<sup>5</sup>、和田敏裕<sup>6</sup>、林誠二<sup>1</sup>、高橋嘉夫<sup>7</sup>  
 1国環研、2電力中央研究所、3福島県環境創造センター、4原子力機構、5農研機構、6福島大学、7東京大学

- ✓ 福島県太田川の水生昆虫（トビケラ）の放射性セシウム濃度を測定し、散発的に高い放射性セシウム（rCs）濃度を示す個体から放射性セシウム粒子を発見した。
- ✓ 本研究は、放射性セシウム粒子の生物や食物網への取り込みを初めて明らかにした。放射性セシウム粒子は不溶性であり、rCsが筋肉などの体組織に取り込まれるリスクはほとんどないと考えられる。

## 研究の背景

- 淡水魚への放射性セシウム（rCs）移行の把握には、魚の餌となる水生昆虫のrCs濃度の解明が重要。
- 福島県太田川で採集された水生昆虫のrCs濃度を個体毎に測定すると、rCs濃度が著しく高い個体が散発的に見られ、放射性セシウム粒子の水生昆虫への取り込みが疑われた。
- 放射性セシウム粒子は高線量のrCsを含む不溶性の粒子で、東日本の様々な環境試料から発見されているが、生物への取り込みについては不明。

## 方法

- 福島県太田川で2018年に採集した水生昆虫2種のrCs濃度を個体毎に測定した。rCs濃度が比較的高い個体に対して、オートラジオグラフィ（放射性物質の分布を画像化する手法）による分析を行い、放射性セシウム粒子の有無を確認した。さらに、水生昆虫の餌となる藻類や河川中の粒子状流下物に同様の手法を適用した。
- 放射性セシウム粒子を単離し、電子顕微鏡などによる分析を行った。

## 結果・考察

- ヒゲナガカワトビケラでは散発的にrCs濃度の高い個体（A～C）が見られたのに対し、ヘビトンボではばらつきは見られなかった（図1）。
- ヒゲナガカワトビケラのA～Dサンプルからは放射性セシウム粒子が確認され、放射性セシウム粒子を取り除くとrCs濃度が大幅に減少した。
- 放射性セシウム粒子は、水生昆虫の餌となる藻類や河川流下物からも発見された。
- 大きさ、元素組成、<sup>134</sup>Cs/<sup>137</sup>Cs 放射能比から、既報の放射性セシウム粒子と同様の粒子（図2）。

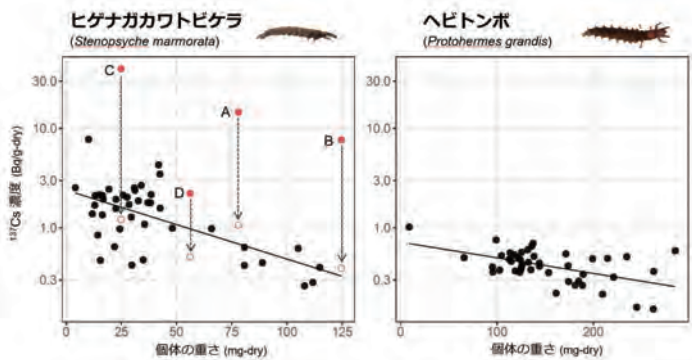


図1. 水生昆虫個体毎の重さとrCs濃度の関係。A～D（赤い丸）は放射性セシウム粒子の見つかったサンプル。白抜き丸は、放射性セシウム粒子を取り除いた後のrCs濃度。

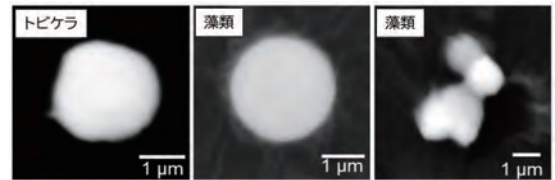
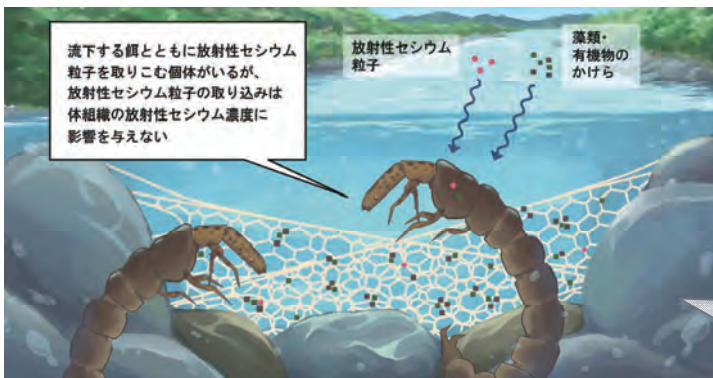


図2. 放射性セシウム粒子の電子顕微鏡画像。トビケラ、藻類から単離された粒子。

ヘビトンボは他の水生昆虫などを食べる肉食性なのに対して、ヒゲナガカワトビケラは石の隙間に網を張り、川を流れる藻類や有機物などを餌とする。放射性セシウム粒子はトビケラの餌と同程度の大きさで、餌と一緒に取り込みやすいと考えられる。

- 本研究は放射性セシウム粒子が生物に取り込まれることを示した初めての報告。放射性セシウム粒子は不溶性で、消化管から数日で排出されるため、rCsが筋肉などの体組織に取り込まれるリスクはほとんどない。
- 環境から食物網に移行するrCsの動態を理解する上で、放射性セシウム粒子の存在を考慮することは重要。



- ✓ 「とりトレ」を開発し、1) テストの点数と被験者の意識からとりトレの効果把握、2) 個々人の習熟度に応じて出題される問題が変化する「**“アダプティブ”トレーニング**」を通常のクイズトレーニング「**ベースライントレーニング**」と比較
- ✓ 1) とりトレにより、点数・意識ともに向上、2) **“アダプティブ”トレーニング**は点数、満足度が低かった

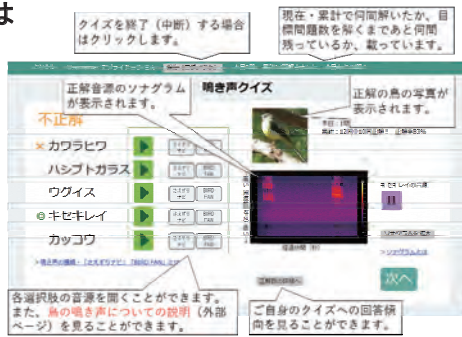
## とりトレの開発 (青字は“アダプティブ”トレーニング)

- 災害環境研究の一部として、2014年度より福島県の避難指示区域内外で、生態系モニタリング(鳥類相では音声モニタリング)を実施中
  - モニタリングで録音された鳥類音声の種判別は高度なスキルを要するため、トレーニングが必要
- 「とりトレ」を開発

### ●とりトレとは

#### • 5択クイズ

- 野鳥の鳴き声を聞き、回答後、正解と不正解選択肢の野鳥の鳴き声や解説を確認できる



#### • 近日公開を

目指している・開発環境はPerl v5.26.3

#### • 正解率が低い種ほど頻繁にトレーニングで出題

図1: とりトレの画面 (答え合わせ)

## 有効性評価

被験者(野鳥観察経験のない大学生)を学年・性別が均等になるように層別無作為化により2グループ

Adaptive group  
“アダプティブ”トレーニングを行うグループ

Baseline group  
ベースライントレーニングを行うグループ

- ① トレーニング前後のテストの点数の変化
- ② 野鳥への興味関心の変化と満足度(意識差) を把握

### ●解析 (統計処理にはR 4.1.0を使用)

#### 1) とりトレに効果はあったか?

トレーニング方法がトレーニング後の

- ① テストの点数に影響しているか (一般化線形混合モデルGLMM)
- ② 野鳥の興味関心に影響しているか (順序ロジットモデル※)

#### 2) グループで効果に差が出たか?

トレーニング後の

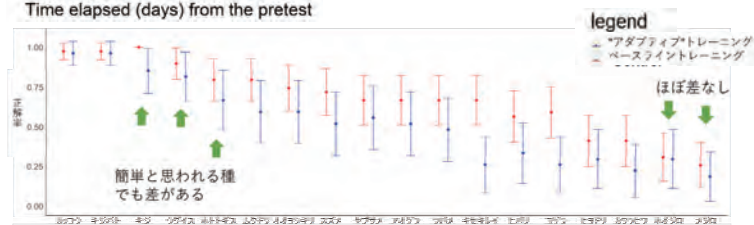
- ① テストの点数がグループごとに違うか (GLMM)
- ② 満足度がグループごとに違うか (順序ロジットモデル)

※応答変数が3択以上の順序尺度の場合に用いる。

## 結果 ①点数 ↓



図2: 事前~遅延テストの点数の推移



- 種ごと、グループごとで正解率にばらつき
- “アダプティブ”グループの聞き分けづらい種の正解率は、ベースライングループに比べ高くない(カラス類を除く)

図3: 各種の正解率平均

## ②意識差 ↓

1) とりトレによって野鳥、バードウォッチング、鳴き声学習への興味関心がUP!

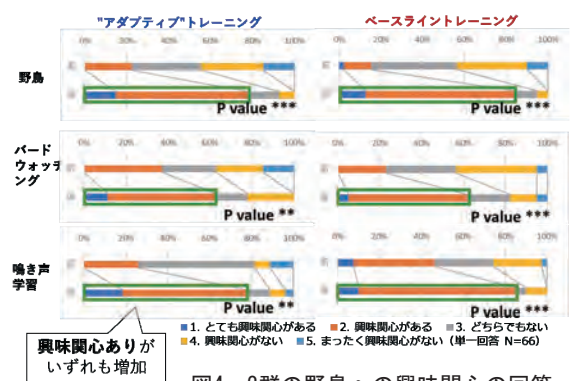


図4: 2群の野鳥への興味関心の回答

2) “アダプティブ”トレーニングは満足度に負の効果

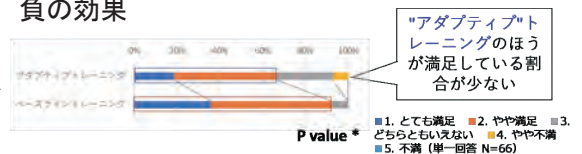


図5: 2群の満足度の回答



# 適切な森林管理に向けた木質バイオマス利活用による 環境創生型地域づくり



国立環境研究所 中村省吾、大西悟

国立環境研究所では、平成28年度より福島県三島町と協働して環境創生型まちづくり研究を進めています。三島町では、木質バイオマスなどの地域の資源を活用した持続可能な社会の構築に取り組んでおり、国立環境研究所の森林資源の利活用に関する研究知見の提供や町との協働研究を進め、同町の取り組みを支援する予定です。

## 1. 三島町との連携・協力に関する基本協定の締結

三島町は、会津地域の只見川沿いに位置する人口約1,450人の自治体です。早くから地域の特徴を活かしたふるさと運動を始めとする生活工芸などを活かした地域づくりを進めており、現在は交流人口の拡大や若者定住の促進に取り組んでいます。町と国立環境研究所は、2017年8月に連携・協力に関する基本協定を締結し、木質バイオマス等の地域資源を利活用した地域振興に関する調査・研究を協働で進めています。



## 2. 適切な森林管理と木質バイオマスの利活用

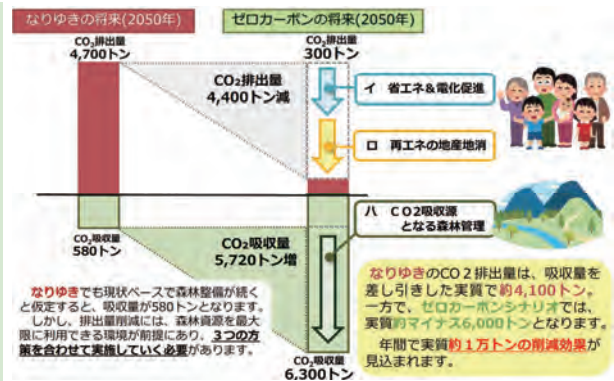
三島町では、長年の未管理により荒廃した森林の利活用が大きな課題となっており、山から材を出さきっかけづくりとしてエネルギー利用に着目し、木質バイオマスを中心とした再生可能エネルギーによる地域エネルギーシステムの検討を進め、2020年2月には町内外の関係者の協力を得て「三島町地域循環共生圏推進協議会」を設立しました(国立環境研究所はアドバイザーとして参画)。同協議会では、材の収集から燃料加工、エネルギー化、消費までの町内の各関係主体が集まり、協議が進められています。



適切な森林管理の必要性イメージ

## 3. 三島町ゼロカーボンビジョンの策定とゼロカーボン宣言

近年、脱炭素(ゼロカーボン)に向けた動きが国内外で加速していますが、その中でも森林は二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の吸収源として重要な役割を期待されています。国立環境研究所にて、2050年までに三島町で十分な施策を行った場合を試算したところ、適切な森林管理を通じて吸収源として活用することで、CO<sub>2</sub>の排出量が差し引きマイナス6,000トンとなるカーボンマイナス達成できることが明らかになりました。これらの結果を「三島町ゼロカーボンビジョン」としてとりまとめて今年5月に公開するとともに、「三島町2050ゼロカーボン宣言」を行いました。中山間地域での脱炭素化のモデルとなるよう、今後も支援を進めていきます。



2つのシナリオによる2050年のCO<sub>2</sub>排出量推計結果の比較(三島町ゼロカーボンビジョンより抜粋)

※本ビジョンは公開されていますので、是非「三島町ゼロカーボンビジョン」で検索の上、ご覧ください



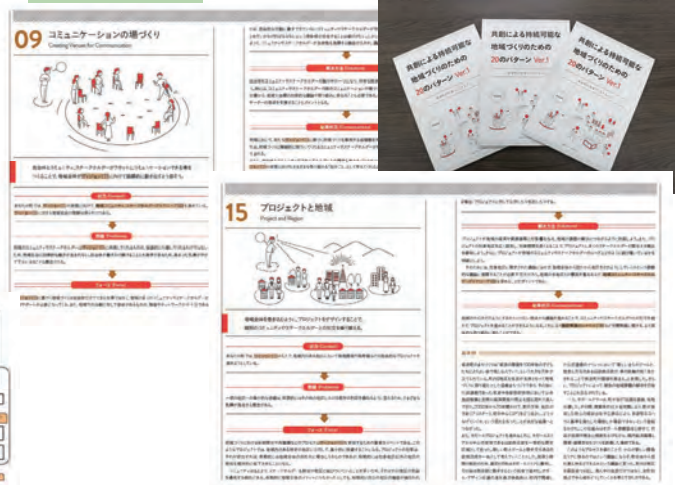
環境先進都市・まちづくり先進都市と呼ばれる都市・地域が存在し、それらの中には多主体の共創のプロセスにより地域の課題が克服され、新たな価値が創出されている事例も見られる。しかしながら、情報を包括的に整理・共有する枠組みが未整備であるため、得られた知見はそれぞれの現場で共有されるに留まっている。本研究では、環境・まちづくり先進都市である岩手県紫波町、宮城県女川町、宮崎県日南市の資料文献調査及び政策担当者へのインタビュー調査に基づき、その地域づくりの過程において特徴的に現れる要素を抽出し、パターン・ランゲージの枠組みに基づいてパターンを抽出した。さらに、抽出されたパターンから先進事例に共通するプロセスの構造と地域ごとの特殊性について検討し、先進地域から他地域へと持続可能な地域づくりの技術・知識・経験を展開するための枠組みを提案した。



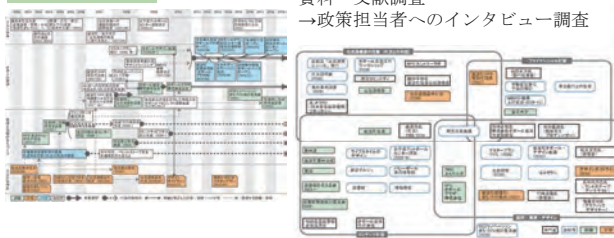
### パターンランゲージとは？

「パターン」とは、繰り返し発生する課題に対して実践されてきた課題解決のアイデアを文書化したもの。この際、各「パターン」は解決方法だけでなく、それが適用できる「状況」、明確化された「課題」、その背後に働いている力であり解決方法を導出するためのヒントとなる情報「フォース」、そして「解決方法」とそれが実行された後に実現する「結果状況」という一連のフォーマットに基づいて記述される。そして、パターンを言語のようにつなぎ合わせることで、複合的な問題への解決を目指す。

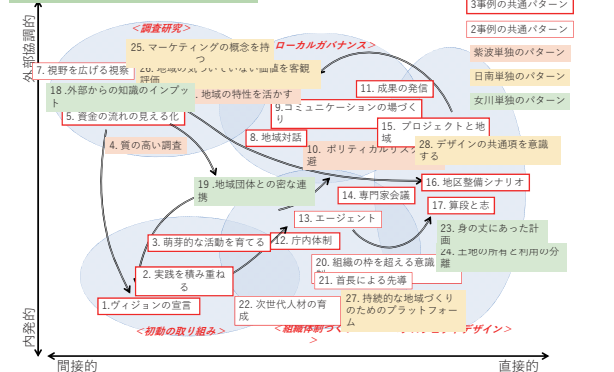
### パターンの記述



### 先進事例調査

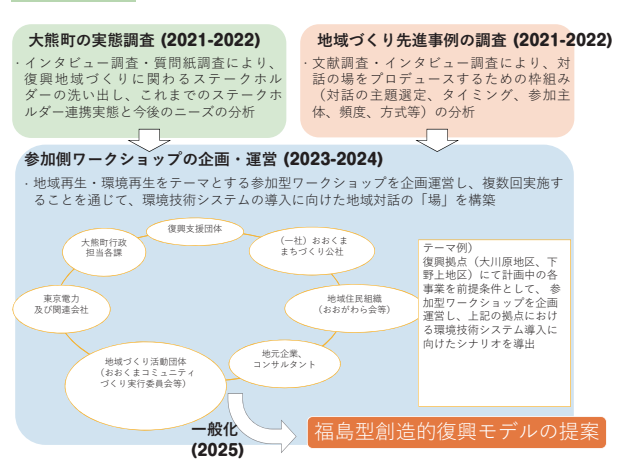


### パターンの関係性分析



- 全体的な構造として、動き出すためのきっかけがあり、そして、最初は調査研究や地域対話がなされつつ、組織体制が整備される。それらに続いて、直接的なプロジェクトのデザインがなされる。
- 間接的なアプローチから徐々に直接的アプローチへと移っていくという構造が共通して見出される。

### 今後の課題





福島県内市町村の行政部局（課室）を対象として2021年1月28日～3月15日に実施した質問紙調査をもとに、市町村のSDGsに関する取組の実施状況、SDGsが諸主体間の連携強化に及ぼす影響への市町村職員の認識、SDGs推進にむけた課題・障壁に対する市町村職員の認識を分析した。

### 背景と問題意識

- 地方自治体が持続可能な開発目標 (SDGs) の達成にむけて中核的な役割を果たすことへの期待の高まり
- ✓ SDGsの推進にむけて、地方自治体が**行政内部の横断的連携と官民連携の枠組みを整備**することへの期待
- ✓ 反面、平常時の自治体行政の課題として、組織のサイロ化、部局を横断した連携の困難、断片化した政策策定のプロセス、資源の不足が挙げられる (Masuda et al. 2021: 1546)
- SDGsは諸主体間の連携を強化し、自治体行政における縦割りの壁を打破する糸口になるのか？

### 質問紙調査の概要

実施時期: 2021年1月28日～3月15日

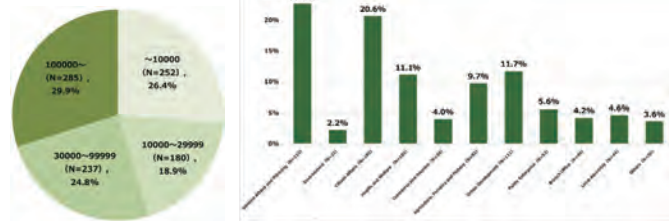
対象者: 福島県内・全59市町村の行政部局（課室等）に所属する課長級職員（1275名）

サンプリング手法: 全数調査

調査方法: 郵送調査

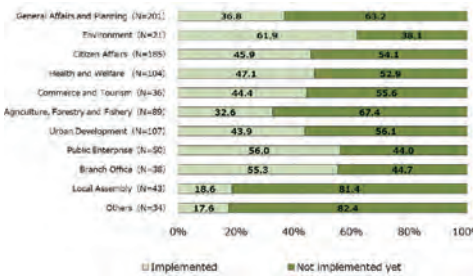
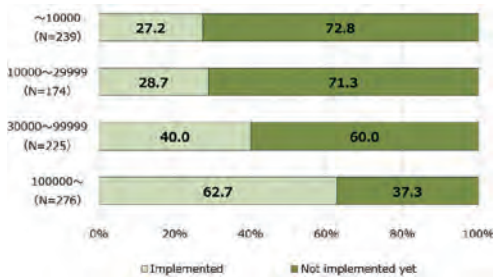
回収率: 74.9%, 955サンプル

### サンプルの特徴



- ✓ 約45.3%が人口3万人未満の市町村に所属
- ✓ 所属部署は「総務・企画・財務」が22.7%と最も多い

### 市町村のSDGsに関する取組の実施状況

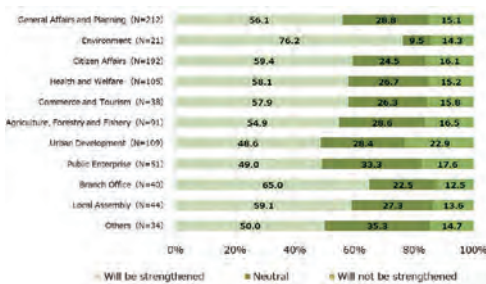


- ✓ 人口10万人以上の市町村でSDGsに関する取組に着手している割合が高い (62.7%)。一方、1万人未満の市町村では低い (27.2%)
- ✓ 所属部署では「環境」(61.9%)、「公営企業」(56.0%)、「出先機関」(55.3%)がやや高く、「都市整備」(43.9%)がやや低い

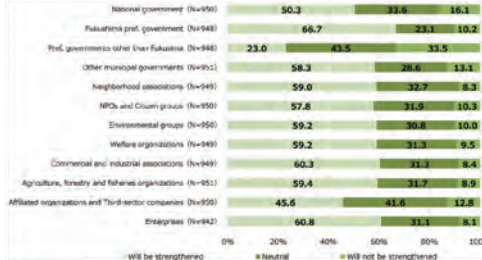
市町村規模とSDGsに関する取組の実施状況との関連

市町村部局とSDGsに関する取組の実施状況との関連

### SDGsが諸主体間の連携強化に及ぼす影響への認識



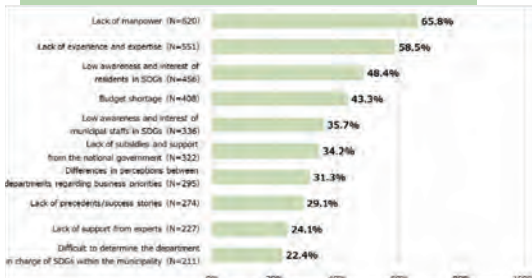
SDGsが市町村行政内部の連携に及ぼす影響への認識



SDGsが上位政府・地域諸団体との連携に及ぼす影響への認識

- ✓ SDGsが行政内部の連携強化に及ぼす影響への認識は、環境部局で高く、都市整備部局・公営企業でやや低い
- ✓ SDGsが上位政府・地域諸団体との連携に及ぼす影響への認識は、対福島県・対外郭団体/第三セクターが低く、対その他の団体は同程度 (60%前後が「強化される」と認識)

### SDGs推進にむけた課題・障壁への認識



SDGs推進の課題・障壁に対する認識 ※「当てはまる」と回答した者の割合

- ✓ 「マンパワー不足」を障壁として挙げた回答者の割合が最も高い (65.8%)
- ✓ 経験・専門性不足 (58.5%)、地域住民のSDGsへの認知・関心の低さ (48.4%) も上位
- 人口10000人以下の市町村では、回答者の79.9%が「マンパワー不足」をSDGs推進の課題・障壁として挙げた

### まとめ

- 小規模市町村、非環境部局・現業部局（農林水産・都市整備等）において、SDGsに関する取組の着手が停滞
- SDGsが市町村行政内部の横断的連携および、上位政府・地域諸団体との連携に及ぼす影響に対する、市町村職員の一定の期待
- SDGs推進にむけた体制構築の課題・障壁としてのマンパワー不足



# 福島県での脱炭素地域づくりにむけた バイオマスデータベースの構築



国立環境研究所 福島地域協働研究拠点 大西悟、中村省吾、飯野成憲、五味馨

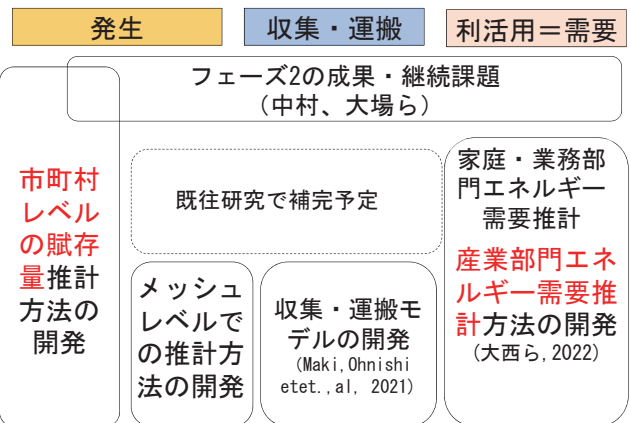
バイオマス利活用にむけて部門・サプライチェーンを統合しデータベースを整備しました。部門間横断（セクターカップリング）の事業・計画づくりの一助になることを目指しました。今後はより具体的な事業・計画づくりを見据えた検討に役立てるよう改善していきます。

## 研究の背景と目的

- 全国的な**脱炭素地域づくり**の機運が高まり、令和4年5月「福島県 2050年カーボンニュートラルロードマップ」が発表され、**バイオマスの利活用**が位置づけられています。
- バイオマスの適切な利活用を検討する場合、木質系・農畜産系・廃棄物系を統合的に分析すること、発生、収集・運搬、利活用＝需要、廃棄までのサプライチェーンを見据えることが重要になる。その際、**部門間横断（セクターカップリング）**が必須となります。
- そこで、家庭・業務部門、運輸部門、産業部門、廃棄物部門の基礎情報をもとに、**バイオマスのサプライチェーンを一体化したデータベースの構築**を目的とし、研究を進めています。

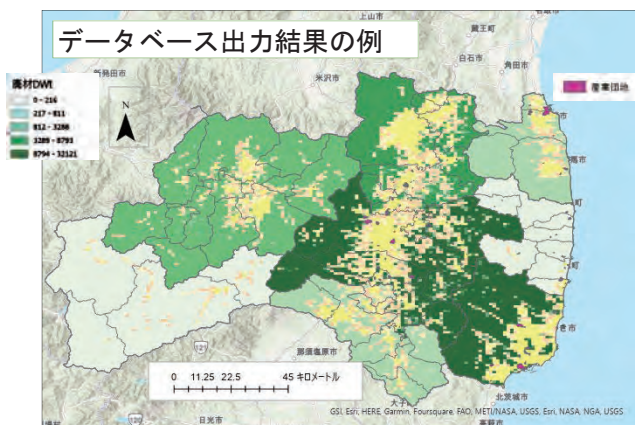
## 方法

- **木質系・農畜産系・廃棄物系**の賦存量を市町村レベルで整備した。
- これまで開発された手法との位置づけを明確にし、特に、産業部門の情報を強化しました。
- **産業部門**では、産業団地・事業所レベルの情報を整備することで浜通りの**復興・産業政策**に資することを意図しています。



Maki, S., Ohnishi, S., Fujii, M., Goto, N., & Sun, L. (2021). Technical and economic analysis of potential steam supply from waste treatment plants to industries in Aichi Prefecture, Japan. Optimization and Engineering, 22(3), 1755-1762.  
 大西 悟, 辻 岳史, 中村 省吾, 大場 真, 平野 勇二, 浅原 みゆき, 五味 馨, 土井 麻記子, 塚本 祐樹, 第11回環境放射能除染研究発表会 (2022)浜通りにおける産業政策・拠点整備データベースの設計と現状分析, 8月開催予定

## 結果と考察



- 賦存量として、**木質系** (335千トン/年) ・ **農畜産系** (802千トン/年) ・ **廃棄物系** (967千トン/年, 有機系のみ) の賦存量を市町村レベルで推計しました。
- **産業部門**では、浜通り15市町村とこおりやま広域圏の144産業団地と271事業所を特定し、熱電需要の推計や産業でのバイオマス利活用の検討の基盤を構築しました。
- あわせて、浜通りの**復興・産業政策**に関するテキスト情報を整理し、計画と事業の関係を分析する準備が整いつつあります。
- **福島県の産業構造**を把握しつつ、**浜通りの復興**に伴う新規事業所の役割を確認していくことが課題です。
- より**詳細な事業設計**および**広域での計画**づくりに資するようデータベースを強化していく予定です。

【図】製材廃材、家計消費、産業団地のGISデータ出力例  
 \* 産業団地は、浜通り (15市町村) およびこおりやま広域圏 (17市町村) のみをデータベース化している。





# 福島県における生活行動のエネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出量の推計



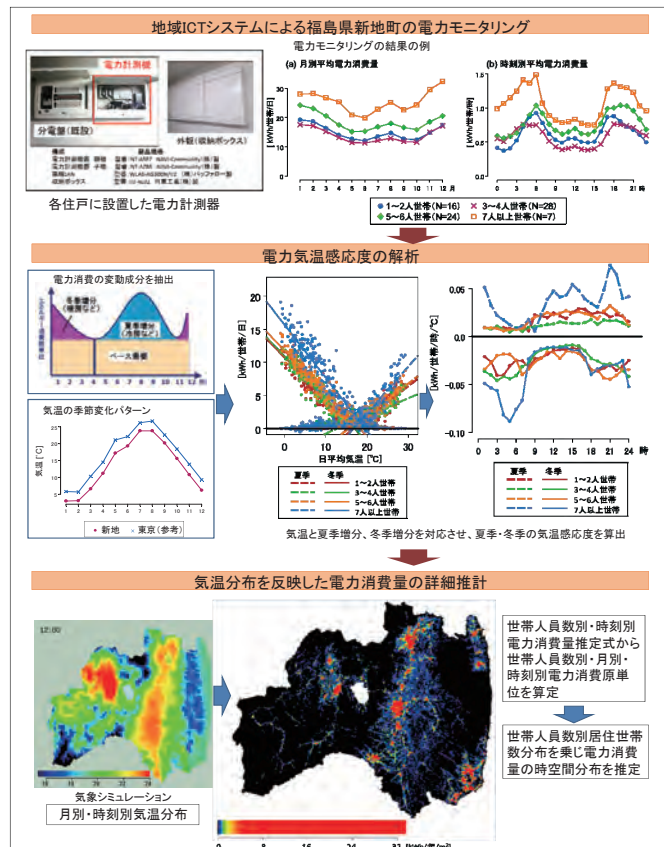
国立環境研究所 平野 勇二郎、大西悟、戸川卓哉、五味馨

地域の脱炭素化に向けた計画を検討する際に、地域内のエネルギー消費やCO<sub>2</sub>排出の実態を把握する必要があります。例えば、再生可能エネルギーの導入の際の需給バランスの効率化を検討するためには、気象条件なども踏まえた詳細な時間・空間分解能で電力消費量を把握する必要があります。また、生活行動に伴うCO<sub>2</sub>排出削減を検討するためには、民生・産業・運輸の全部門を通じたCO<sub>2</sub>排出を消費者側から把握することも重要です。

## 電力消費量の推定

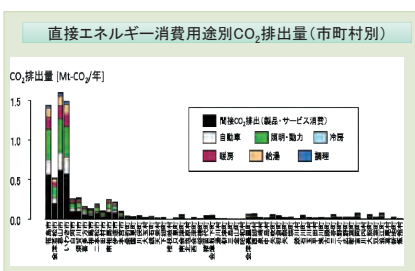
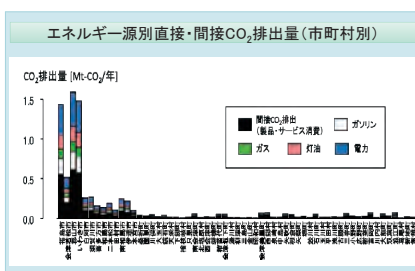
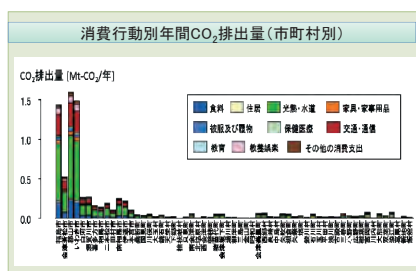
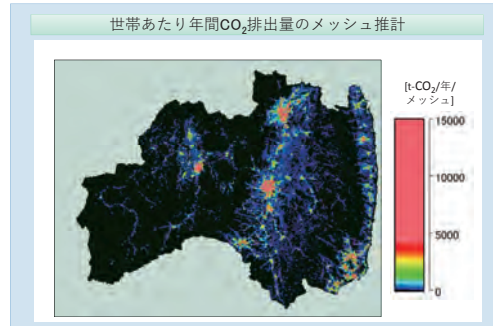
国立環境研究所は新地町において基本協定に基づき地域ICTシステム「新地くらしアシストシステム」を導入し、電力消費量のモニタリングと見える化などにより、住民の省エネルギー行動支援を行ってきました。この住宅の電力モニタリングのデータを活用して、福島県を対象とした電力消費量を推定しました。

この推定データは月別・時刻別の詳細なデータが得られているため、例えば地域新電力会社が電力供給計画を検討する際に活用できます。また、推定手法は気温の時間変化を考慮しているため、例えば再生可能エネルギーを導入した場合の発電量の予測と合わせた気象条件での電力消費量を推定すれば、需給バランス調整のポテンシャルを踏まえた地域エネルギー事業の計画を検討する際にも活用できます。



## CO<sub>2</sub>排出量の推計

脱炭素型ライフスタイルの対策を検討する際には、工業製品やサービスを消費した際に誘発されるサプライチェーン全体のCO<sub>2</sub>排出を消費者側から把握することも重要です。ここでは検討のベースデータを得るため震災前の2010年を対象年とし、生活行動に伴うCO<sub>2</sub>排出量を詳細に推計しました。





災害ごみの片付けについて、高齢者がどのような支援を受け、支援を円滑に行うにはどのような課題があるかを明らかにするため、2019年に台風被害を受けた館山市でヒアリング調査を行った。その結果、片付け・排出支援では仮置場での待ち時間や地域によるボランティアの利用格差が、搬入支援では市が行った高齢者向け個別回収の要件設定が、情報共有では平時に公的支援や近所づきあいが無い高齢者に情報がゆきとどかない恐れがあること等が、課題であることが分かった。

## 調査地域と調査方法

### ●調査地域

2019年9月の台風15号、10月の19号で被害を受けた千葉県館山市

### ●館山市の特徴

- ①被害が大きい地域の高齢化率が40%~60%と高い。
- ②高齢者を想定して自宅まで災害ごみをとりに行く「個別回収」を実施。



館山市による個別回収の様子 (館山市提供)

### ●調査方法

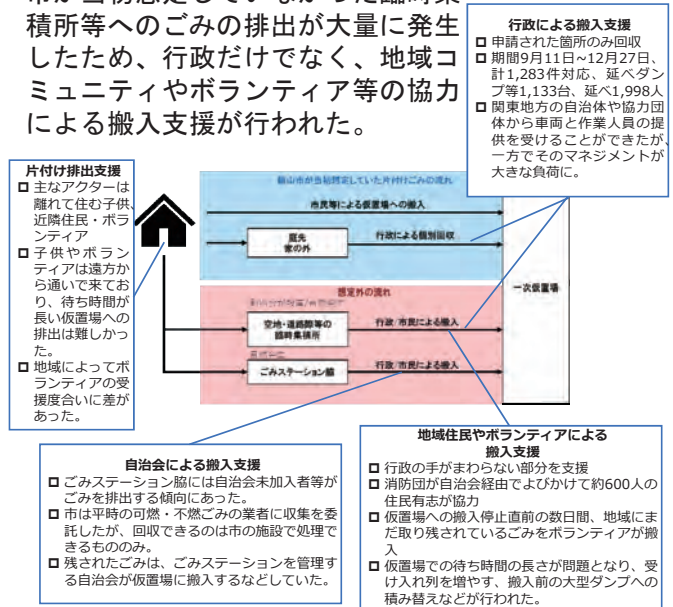
災害ごみ・高齢者支援の関係主体に電話インタビュー (2021年10月~11月)

調査対象	役割	
館山市の関連部署	環境課	災害ごみの収集・処理
	高齢者福祉課	安否確認・高齢者支援
	危機管理課	防災・危機管理
社会福祉法人	館山市社会福祉協議会	ボラセン開設・運営
消防機関	館山市消防団	安否確認・搬入支援
コミュニティ組織	A地区 連合町内会	地域の災害対応・高齢者支援
	B地区	"
	C地区	"



## 発災後の片付けごみ収集の流れ

市が当初想定していなかった臨時集積所等へのごみの排出が大量に発生したため、行政だけでなく、地域コミュニティやボランティア等の協力による搬入支援が行われた。



## 災害ごみの片付けにおける高齢者支援の課題と考えられる対策

支援種類	課題	考えられる対策
片付け・排出支援	離れて住む子供は遠方から通ってくる場合や、仕事を休んで手伝いにくるなどしており、活動には時間的な制約がある。	限られた時間の中で、受援側と支援側が効率よく作業をすすめるためのノウハウの蓄積と共有。排出にかかる時間を減らす仕組みづくり。
	ボランティアの集まりやすい地域とそうでない地域でボランティアの受援度合いに差が生じていた	ボランティアの受援に格差が生じないような施策を検討。
搬入支援	個別回収の申し込み件数は膨大となり、受付・回収を行う担当課の負担が大きかった。	後期高齢者や障害のある人だけを対象する、審査に福祉担当課の協力をあおぐなど、本当に支援が必要な人に注力する手立てを検討。
	同日に多くの搬入が集中し、仮置場で渋滞が起きて高齢者を支援する側にとって大きな時間のロスになった。	搬入日と地域によってずらすなど、仮置場への持ち込み件数の平準化や大型ダンブ積み替えなど搬入台数を減らす手法を検討。
情報共有	ボランティアや個別回収等の支援は申請主義のため、情報共有を助けるアクターとの接点がない場合、高齢者が受援の機会を逸する可能性がある。	ケアマネージャーがついていない、自治会に入っていない、民生委員の訪問を断っている、支援物資を配布する公民館等まで歩いて行けないなど、支援から取り残されやすい特徴を整理し、アウトリーチ型の支援を検討。

本稿の内容は「鈴木薫,多島良 (2022) 高齢者による災害ごみ片付けへの支援の実態—被災地における関係主体へのヒアリング調査より—, 第43回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集, pp.324-326」に基づいており、図は同文献より転載したものです。



災害や事故発生後に大気中に残留する化学物質の継続監視を行うため、セミアクティブエアサンプラー (SAAS) によるサンプリングと、加熱脱着 (TD) / 包括的二次元ガスクロマトグラフ (GC×GC) / 高分解能飛行時間型質量分析計 (HRTofMS) による分析手法を組み合わせ、大気中の半揮発性化合物を簡易かつ網羅的に把握することが可能なモニタリング手法の開発を進めている。本発表では、SAASサンプリング条件の評価のため、平常時に実施した2022年冬季サンプリングの結果の一部について報告する。

## SAASによる大気サンプリング

大気のサンプリングには、電源が確保できない状況においても使用可能でありながらパッシブサンプリングよりも定量的な把握がしやすい捕集法として、乾電池で駆動し、持ち運びも容易な小型のセミアクティブエアサンプラー (SAAS) を検討した (図1)。SAAS 内部には小型のファンが付いており、平均流速 0.486L/minにてサンプリングが可能である。試料の測定は、迅速かつ高感度化が期待できるTD法による全量導入を想定し、

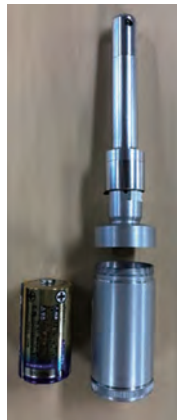


図1 SAAS外観

SAASの捕集材としては、水分の影響を受けにくく、加熱脱着導入による耐久性や使用実績があるポリジメチルシロキサンを評価した。サンプリング後の試料は、前処理せず、そのままTD装置に導入して分析に供した。

## 装置と測定条件

Auto sampler : GERSTEL MPS2

加熱脱着(TD)装置 : GERSTEL TDU

GC : Agilent 7890A

TD : 50°C (1 min) - 720°C/min - 280°C (10 min)

PTV型注入口 : 0°C (0.2 min) - 12°C/sec - 300°C (30 min)

Injection : Splitless

GC×GC : ZOEX KT2006

1st column : InertCap 5MS/Sil (45 m, 0.25 mm ID, 0.1 μm)

2nd column : BPX50 (0.9 m, 0.10 mm ID., 0.10 μm)

Oven : 50°C (2 min) - 3°C/min - 350°C (0 min), 102 min

Carrier Gas : 1.8 mL/min (He)

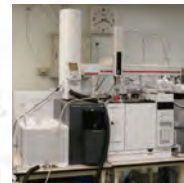
Modulation period : 7 sec

HRTofMS : Agilent 7200B

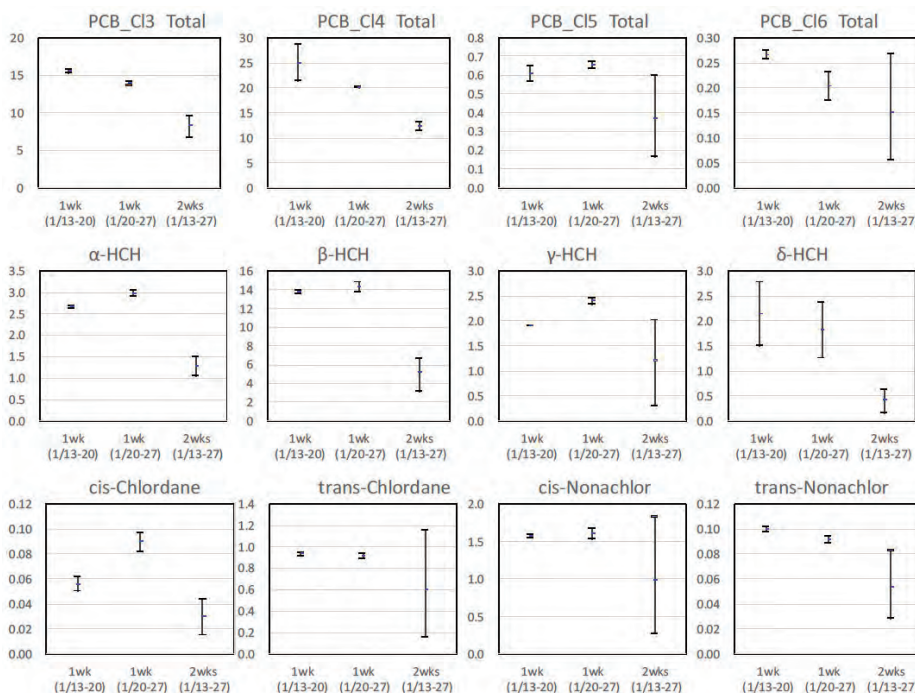
Mode : EI, Mass range : m/z 33-1000,

MCP : 750 V, PMT : 750 V,

Mass resolution : About 8000 (FWHM)



## サンプリング期間の比較 (1週間および2週間)



SAASによるサンプリングでは、3塩素から6塩素化のビフェニル、ヘキサクロロシクロヘキサン、クロルデン類に代表される半揮発性成分の捕集が可能であり、平常時でも1週間サンプリングを行うことで対象化合物の測定が可能であった。今後は、HVの結果との比較・考察を行うとともに、対象化合物の物性と気温や湿度との影響を評価すべく、異なる季節や地域でサンプリングを実施する。また、事故・災害時におけるケーススタディの蓄積を図るべく、捕集材のブランクや保管試験を始めており、その結果も順次解析する予定である。

X軸 : サンプリング期間、1週間 (1/13-20, 1/20-27) および2週間 (1/13-27)、Y軸 : 大気中濃度推算値 (pg/m<sup>3</sup>)



# 猪苗代湖における水質予測モデルの構築と課題

福島県 篠崎真希, 林暁嵐



猪苗代湖は、福島県において飲料水、農業用水源、観光資源等における重要な水資源の一つである。しかし近年、湖水中の有機物量が上昇し、湖沼の富栄養化や水質汚濁の進行が危惧されている。本研究は、汚濁負荷対策の効果を検証するために水質予測モデルを構築した。再現性を検証したところ、化学酸素要求量 (COD) において、北岸部浅水域の相関係数が0.20と低いが、それ以外の地点では0.42~0.73と比較的良好であった。今後は、より精度の高い予測を行政等へ提供するためにモデルの精緻化を目指す。

## はじめに

### ◎猪苗代湖の概要

- 湖沼型：酸栄養湖
- 面積：103.3 km<sup>2</sup>
- 湖容積：3.86 km<sup>3</sup>
- 最大深度：93.5 m (湖心部)
- 平均水深：51.5 m
- 流域面積：820.2 km<sup>2</sup>
- 滞留時間：~1350日

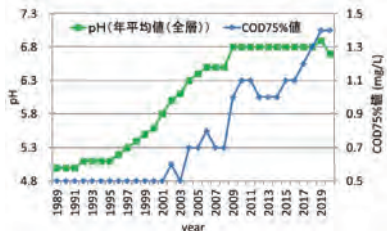


Fig. 1 湖心におけるpH及びCODの経年変化

1996年度以降のpHの上昇とともに、湖水中の有機物量 (化学酸素要求量：COD) も上昇  
⇒水質の予測及び水質汚濁対策の効果検証に取組む必要

猪苗代湖水質予測モデルを構築し、そのモデルの再現性を検証した。

## 構築及び計算方法

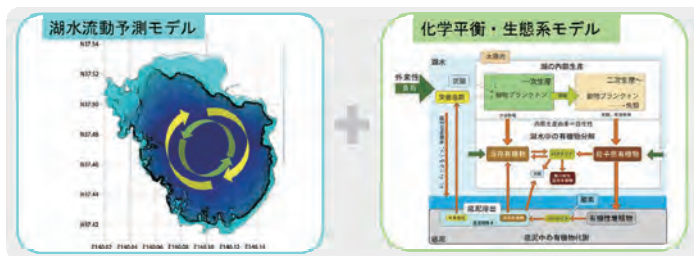


Fig. 2 猪苗代湖水質予測モデルの概要

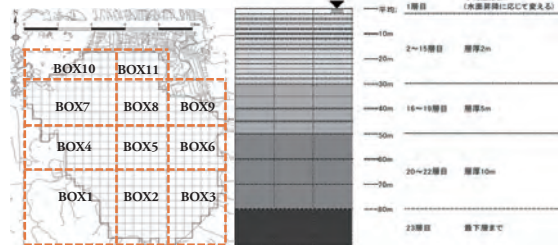


Fig. 3 モデルにおける水平格子分割及び鉛直格子分割

- 猪苗代湖における水質変動の要因は、イオンバランスの変化が密接に関わっていることから、イオンバランスを考慮した化学平衡モデルと生態系モデルを組み合わせた。
- モデルにおける格子分割は、湖内を水平方向に 11 ボックス、鉛直方向に最大 23 層とした。
- モデルの水質項目の再現性を検証期間を2017年~2020年の中の3年間とした。

## 結果、考察及び今後の課題

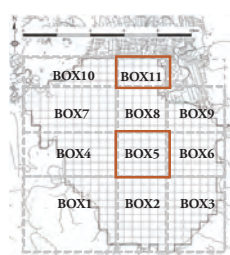


Table 1 各水質項目の観測値と計算値の相関係数 (各地点表層)

ボックス	COD	T-N	T-P	Chl-a	DO
Box-1	0.73	0.57	-0.05	0.47	0.94
Box-3	0.71	0.63	-0.08	0.02	0.92
Box-5	0.56	0.49	-0.12	※	0.94
Box-6	0.55	0.68	-0.11	0.31	0.91
Box-7	0.59	0.36	0.13	0.58	0.91
Box-9	0.69	0.49	-0.28	※	0.92
Box-10	0.42	0.49	0.27	0.28	0.84
Box-11	0.20	0.55	-0.24	-0.57	0.78

※観測値が下限値未満のため、算出できない。

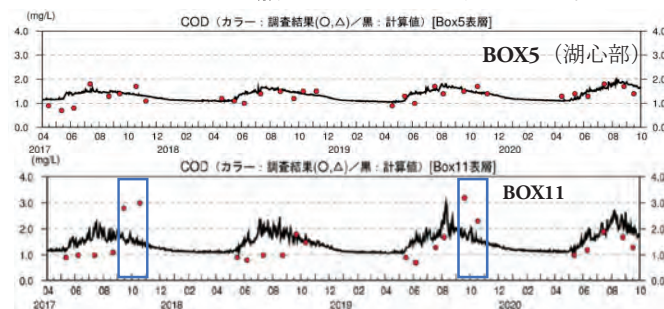


Fig. 4 モデル計算結果と観測値の比較

- モデルの再現性を確認するため、BOX1~11地点の表層における水質項目 (COD、T-N、T-P、Chl-a、DO) の観測値と計算値の相関係数を算出した (Table 1)。
- CODにおいて、北岸部浅水域 (BOX11) の相関係数が0.20と低いが、それ以外の地点では、0.42~0.73であった。
- 湖心部 (BOX5) において、CODの季節変動をほぼ再現できたのに対し、北岸部浅水域では、2017年及び2019年の9月、10月の観測値に比べて計算値は低く、再現性は低かった (Fig. 4)。

- 9~10月は、繁茂する植物帯が枯死する時期であることから、植物と水質の関係性を含めた調査が必要であると考えられる。
- より精度の高い予測を行政等へ提供するため、モデルの精緻化を行う。

(モニタリング)



# 福島県のモニタリングの取組 I



調査・分析部 放射能調査課

環境創造センター（福島支所、環境放射線センター）では、環境放射能と放射線のモニタリングを行っています。

## 原子力発電所周辺のモニタリング

原子力発電所周辺の環境放射能や放射線を測定することで、県民の健康と安全の確保に役立っています。

### ・環境放射能と放射線の常時監視

測定局では、原子力発電所からの新たな放射性物質の放出がないか確認するため、放射線と大気中のちりの放射能を24時間連続で測定しています。



測定局（富岡町夜ノ森局）

### ・環境試料の採取と測定

事故由来放射性物質による汚染状況を把握するため、大気中のちり、土、海水などに含まれるセシウム137やストロンチウム90を調べています。

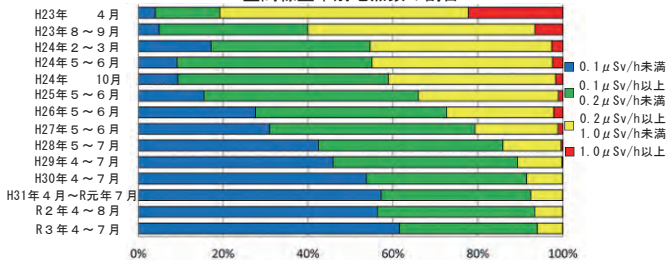


海水のサンプリング

## 県内全域のモニタリング

観光地や集会所など人が多く集まる場所、公園や道路といった生活で利用される場所の放射線を測定しています。

空間線量率別地点数の割合



メッシュ調査（令和3年度）

## 県民ニーズに対応したモニタリング

中間貯蔵施設や特定廃棄物埋立処分施設による周辺環境への影響の有無を確認するため、輸送路の放射線や施設下流の河川水のセシウム137を調べています。



輸送道路の放射線測定（上）、河川の採水（下）

問い合わせ先：kansou-bunseki@pref.fukushima.lg.jp

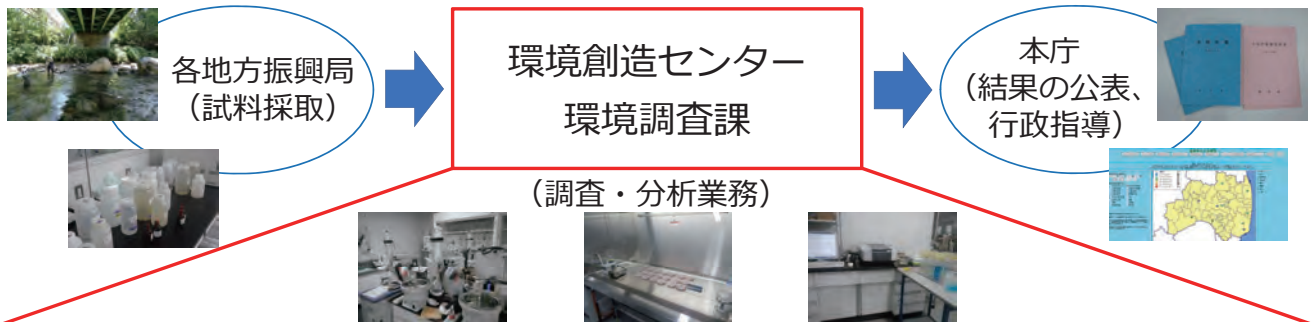


# 福島県のモニタリングの取組Ⅱ



調査・分析部 環境調査課

環境調査課では、水や大気などに有害な物質が含まれていないか分析しています。



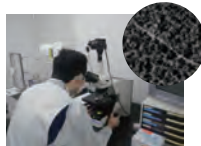
## 大気汚染

工場や自動車から排出されるガスで大気が汚染されていないか調べています。

県内の測定局では、大気中の汚染物質を24時間連続で監視測定しています。また、硫黄酸化物などが原因で起こる酸性雨や、古い建物の解体で飛散することがあるアスベストを調べています。



排ガスの採取



アスベスト繊維の計測

## 水質汚濁

工場や事業場、最終処分場からの排水に含まれる有害物質の濃度が基準を満たしているか調べています。また、魚類のへい死事故などが起きた場合は、原因特定のため緊急にその水質を調べています。



吸引ろ過



蒸留



埋立廃棄物の溶出試験

## 猪苗代湖の水質

清らかで美しい猪苗代湖は大切な財産であり、美しいままに将来の世代に伝えていくため、主に猪苗代湖や上流河川の水質のイオン成分や大腸菌群数を調べています。



河川水の採水



湖水の採水



## 化学物質

化学物質は生活を便利にしてくれますが、私たちの身体に有害な物質もあるため、工場からの排水や排ガスに含まれる、ダイオキシン類などの有害な化学物質を調べています。



大気、海水のサンプリング



ダイオキシン類の分析

## 騒音・振動

静かな生活環境を保つため、空港や工場などから発生する騒音や振動を調べたり、市町村に測定機材を貸し出しています。



騒音計の設置

## 中間貯蔵施設等の周辺環境

中間貯蔵施設や特定廃棄物埋立処分施設などの稼働、また、施設への輸送による周辺環境の汚染状況や騒音・振動を調べています。



大気の測定

問い合わせ先 : kansou-bunseki@pref.fukushima.lg.jp



# コミュニティ福島における取組

福島県環境創造センター総務企画部



福島県環境創造センター交流棟「コミュニティ福島」は、放射線に関する正確な理解を促進し、また、原子力災害を経験した福島県の現状を伝えることを目的とした展示室等を備えた施設として、2016年7月21日にオープンした。

放射線や原子力災害を受けた福島の状態についての理解不足に起因する風評や不当な差別など福島で生まれ育つ子どもたちが今後も背負う問題を解決するためには、放射線や福島の状態を子どもたち自身がきちんと理解し、自らの言葉で伝えることが必要のため、「コミュニティ福島」では体験型の展示やスタッフと対話を通して、それらを主体的に学ぶことができる。

## 放射線や福島の状態について、子どもたちが主体的に学ぶ施設 **コミュニティ福島**



コミュニティ福島 外観      原子力災害について学ぶエリア      放射線について学ぶエリア      ドームシアター外観(左上)

### 子どもたちをターゲットにしたコミュニティ福島における学習

子どもたちが主体的に学ぶように、

- ・ **体験型の展示**で、子どもたちの興味を喚起
- ・ **対話を重視**したハードとソフトで、コミュニケーション促進

#### 展示での学習内容

- ・ 原子力災害、放射線の基礎知識
- ・ 様々な再生可能エネルギーの特徴
- ・ SDGsの概要と各ゴールに関連した展示

#### 実験講座の内容

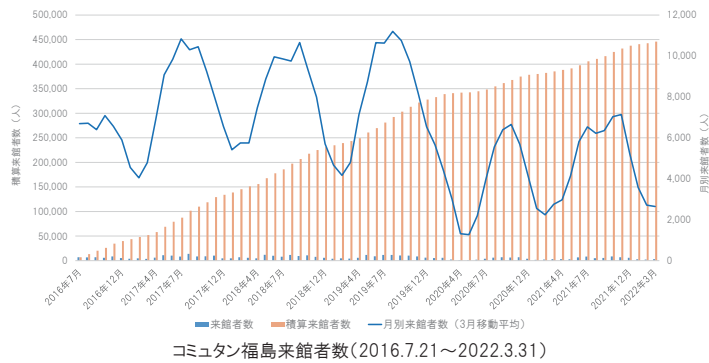
- ・ 身の回りの放射線の測定
- ・ 霧箱で放射線の性質の観察
- ・ 再生可能エネルギーによる発電体験



### コミュニティ福島 来館者数等

2016年7月21日にオープン後、2017年度～2019年度は毎年9万人を超える来館者を迎えており、目標である年間総来館数の8万人を達成している。2020年度は新型コロナウイルス感染症の影響により来館者は44,260人と減少した。2021年度は60,631人（オンライン利用も含む）と前年度に比べ増加傾向にあり、7月11日には、総来館者が40万人に達したものの、コロナ禍以前の来館者数までには至らない。

また、2021年度の福島県内小学校の利用割合は約52.7%（231校が来館）となる。引率教諭からは、“東日本大震災の記憶がない子ども達にもわかりやすい内容だった。放射線についても楽しく学べた”、“震災時の記憶がない児童がほとんどで、福島で何が起こり、どう立ち向かって行ったかを伝える必要があると思う。”、“ごみの量や平均気温の上昇など、地球温暖化に関わる展示を見て、環境問題についての意識を高めることができました。”との感想を頂いている。



コミュニティ福島 展示更新イメージ

### コミュニティ福島 展示更新

コミュニティ福島で福島県の環境回復と創造に向け、来館者一人ひとりが展示物を見て体験することにより、現在の環境問題に対して「自分ができることは何か」をそれぞれの立場から考え、「自分事化」する視点を育むとともに、日常生活の中で自らの行動に反映するきっかけとなるよう、環境を巡る社会情勢の変化を踏まえるとともに、震災の記録・記憶の継承や復興の意識醸成に向けた未来像の発信及び環境創造センターの取組成果の発信強化のため、展示内容を更新します。

- 令和4年11月中旬～ **展示更新工事**  
※ 展示更新工事期間中は、展示室のみ閉館します。
- 令和5年3月中旬 **リニューアルオープン (予定)**



新規展示(マッピングふくしま、未来創造インフォストリーム(仮称))のイメージ



環境創造センターでは、放射線や福島の状況について正確に理解し、情報の発信源や科学と社会を繋ぐ懸け橋となる人材を育成するため、幅広い年代を対象とした各種講座を開講しています。

### 理科自由研究発表会 at コミュタン福島

対象:小学生

小学校児童の夏休みの課題の一つである理科自由研究の成果に関する発表会を開催しています。参加者は、コミュタン福島のホールでの口頭発表やポスターセッションにより研究成果を発表します。大勢の観客の前での発表や他の児童の研究に触れること、児童間での意見交換、研究成果をポスターにまとめる作業などの経験を通して、科学への探究心やプレゼンテーション能力の成長を促します。



口頭発表



ポスターセッション

### コミュタンサイエンスアカデミア

対象:小学生, 中学生

成果発表の様子は[こちらから](#)



「科学への興味喚起」、「原子力災害を経験した福島の状況理解」そして「情報発信への意識醸成」を目的とした講座で、年間全十数回の講座を通して、科学だけではなく地域課題など様々なことを学んでいきます。

小学校4年生から6年生までを対象としたBasicコースと中学生を対象としたAdvancedコースに分かれ、「科学のあたまは自分で育てる」をテーマに実験や体験活動、ワークショップ、意見交換などの活動を行い、ギモンに思ったことを自分で追いかける力や外部に向けて発信する力を高めていき、最終回では学んだ成果を発表します。



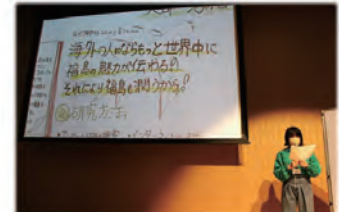
実験



ワークショップ



体験活動



成果発表会

### ふくしまナラティブ・スコラ

対象:高校生

高校生のプレゼンテーションは[こちらから](#)



ふくしまナラティブ・スコラは高校生向けのプレゼンテーション講座です。

「ナラティブ」とは、聞き手に想いを伝える話術、特に一人ひとりが主体となって語る表現技術のこと。「スコラ」とは「学問の技法」や「思考の過程」を意味する言葉です。

発災当時は幼かった今の高校生には、福島で生きてきた経験が一人ひとりにあります。そんな高校生が震災後の福島で生きてきた時間を振り返り、「福島で生きること」に向き合い、自分が伝えたいことを探求し、そして最後に、自分が一番伝えたい想いを自分の言葉でプレゼンテーションし、福島の今や未来を多くの人に伝えています。



グループワーク



講義



施設見学



プレゼン大会





野生生物共生センターは、昭和57年に安達郡大玉村の「ふくしま県民の森」内に設置され、ケガや病気の野生動物を治療し、野生に復帰させる活動を行っていた「鳥獣保護センター」に、野生動物の調査研究、保護管理、環境学習等の新たな機能を追加し、平成28年にオープンした施設です。

## 野生生物の調査研究

環境創造センター研究部と協力して放射性核種濃度の検査や食性・行動の測定等、野生動物への放射線の影響に関する研究を行っています。

### <野生生物の食性・行動調査>

麻酔をかけたツキノワグマにGPS発信器を装着しています。  
また、捕獲用罠の設置、管理、捕獲時の麻酔対応を行っています。



### <野生生物放射性核種調査>



野生動物の救護や保護管理活動を通して得られた個体の筋肉等采取し、放射性核種の挙動解明に向けたデータの蓄積と分析を行っています。

## 野生生物の保護管理

野生動物に由来する人の生活への影響に対して対処、調査、研究を行っています。

### <有害獣に関する調査・分析>

有害獣対策の専門家と共に、出没・被害状況調査を行っています。また、市町村等から出没・被害データを収集・整理し地図上に表示、対策会議等で提示しています。



ツキノワグマの痕跡調査中



有害獣情報のマップ化

### <野生動物由来感染症の調査・分析>

#### ヒトと動物の共通感染症の調査

- ・マダニ媒介性疾病調査
- ・薬剤耐性菌保有状況調査
- ・野生動物サルモネラ保有状況調査



#### 死亡野鳥の鳥インフルエンザ検査

## 環境教育・普及啓発

生物多様性や野生動物の生態についての理解を深めてもらうため、生物多様性についてまとめた展示や動物の剥製、復帰訓練中の動物を観察できる展示があります。

また、小学生親子を対象に、昆虫標本作りや自然観察会などの環境学習会も行っています。



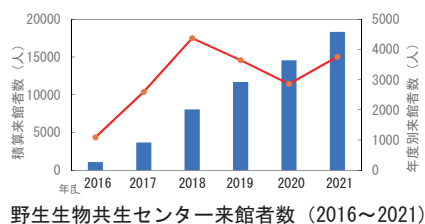
館内展示の様子



環境学習会  
「昆虫標本作ろう」



野生生物共生センター  
イメージキャラクター  
あだぼん



## 野生動物の救護・野生復帰

交通事故など人の活動の影響により、野生動物がケガ等を負う事例が年間約250件発生しています。そういった野生動物の治療・リハビリを行い野生に帰す活動を行っています。



治療の様子

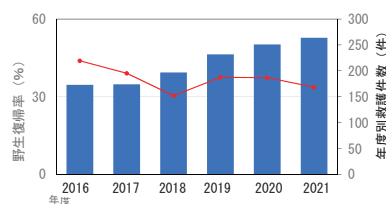
野生復帰の様子はこちらから



ムササビ



キツネ



野生生物共生センターの傷病鳥獣の野生復帰率 (2016~2021)

ケガをした野生動物の野生復帰率は約30%です。  
また、年々救護件数は増加傾向です。

# 環境創造センター中長期取組方針の改定概要

## 改定概要

### ○ 環境創造センター概要

- ・環境の回復・創造に取り組むための拠点として設置
- ・県、JAEA及びNIESが、それぞれの強みを生かしながら、連携して4事業（モニタリング、調査研究、情報収集・発信、教育・研修・交流）を実施

### ○ 中長期取組方針の改定

- ・10年間の基本方針である「中長期取組方針」のフェーズ3の開始に当たり、今後3年間の事業方針等を策定



### ○ 改定のポイント

- ・災害発生時における3機関の調査や情報発信等の連携強化（4事業全体）
- ・新たに部門間を横断した研究テーマ（バイオオオマスの利活用、放射性物質濃度の迅速な測定）を設定（調査研究）
- ・地球温暖化、カーボンニュートラル、SDGs等のニーズに対応した学習の実施（教育・研修・交流）
- ・「コミュニケーション福島」展示室の更新（情報収集・発信及び教育・研究・交流）

## I モニタリング事業

### フェーズ1～2の主な取組と成果

- 環境放射能モニタリングシステムの構築・運用**
  - ・各種計画に基づくモニタリング
- 有害物質等モニタリングの実施**
  - ・有害物質等モニタリング
  - ・猪苗代湖の水質調査等
- モニタリングデータの一元管理、解析・評価**
  - ・空間線量率マップ等でリアルタイムに公表
- 緊急時環境放射能モニタリング体制の構築・運用**
  - ・林野火災、東日本台風時のモニタリング

### フェーズ3の事業方針

- 環境放射能モニタリングシステムの充実・強化**
  - ・県民や専門家の意見等を反映した実施体制
- 有害物質等モニタリングの実施**
  - ・中間貯蔵施設等のモニタリングや猪苗代湖の水質改善対策のための調査
- モニタリングデータの一元管理、解析・評価**
  - ・規制物質の追加等に対応できる体制の構築等
- 緊急時におけるモニタリング体制の構築・運用**
  - ・体制の充実強化及びモニタリング要員の技能向上

## II 調査研究事業

### フェーズ1～2の主な取組と成果

- 放射線計測部門**
  - ・GPS歩行サーベイ等による空間線量率の測定技術の確立
- 除染・廃棄物部門**
  - ・台風等の異常気象時も含め、除染後の河川敷や公共施設の除染効果の持続性を確認
- 環境動態部門**
  - ・河川水中における懸濁態・溶解態の放射性セシウム濃度は、セシウム137の半減期よりも速い低下傾向を示すことを確認
- 環境創造部門**
  - ・猪苗代湖の湖水流動モデルや粒子追跡計算モデルの構築と解析

### フェーズ3の事業方針

- 放射線計測部門**
  - ・フェーズ1～2で研究してきた分析手法の検出限界値の低減や簡易化・迅速化等の高度化への取組
- 除染・廃棄物部門**
  - ・廃棄物処理施設等における放射線影響についての安全性評価
- 環境動態部門**
  - ・河川流域における放射性セシウムの動態把握
  - ・野生生物への放射性セシウム移行挙動の解明
- 環境創造部門**
  - ・猪苗代湖の水質の将来予測や水質改善対策の検討

### 新 部門連携研究

- **バイオオオマスの利活用**
  - ・脱炭素社会の構築に向け、放射性物質の挙動を踏まえ、バイオオオマスの利活用を促進するための調査研究を「除染・廃棄物」環境動態「環境創造」の各部門が連携して取り組む。
- **放射性物質濃度の迅速な測定**
  - ・災害廃棄物処理の際に必要となる放射性物質濃度の迅速な把握を行うための調査研究を「除染・廃棄物」環境動態「放射線計測」の各部門が連携して取り組む。



## III 情報収集・発信事業

### フェーズ1～2の主な取組と成果

- モニタリングデータの収集・発信**
  - ・空間線量率等に依る情報ポータルサイト等の構築・公開
- 調査研究成果の収集・発信**
  - ・学会発表、ウェブサイト、研究者と対話ができる体験イベント等による調査研究成果の発信

### フェーズ3の事業方針

- モニタリングデータの収集・発信**
- 調査研究成果の収集・発信**
- 環境回復・地域再生、環境創造に関する情報の収集・発信**

## IV 教育・研修・交流事業

### フェーズ1～2の主な取組と成果

- 環境放射能等に関する教育**
  - ・放射線や環境の学習に必要な展示製作、学習プログラム等の開発
  - ・小中学校への交通費の補助
- 環境の回復・創造に関する人材育成・研修**
  - ・各種年齢層を対象とした人材育成講座（ナラティブ・スコーラなど）の開発
  - ・「せせらぎスクール」の開発

### フェーズ3の事業方針

- 環境放射線等に関する教育**
  - ・廃炉作業の進捗状況、地球温暖化対策等を踏まえた展示や学習プログラムの開発等
- 環境の回復・創造に関する人材育成・研修**
  - ・発達段階に応じた各種講座の開設及び効果的な人材育成

### 3 環境回復・地域再生・環境創造に関する情報の収集・発信

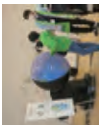
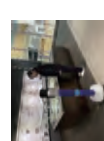
- ・環境創造シンポジウム等の開催

### 4 交流棟「コミュニケーション福島」における取組

- ・放射線の基礎知識等の理解促進
- ・「おうちdeコミュニケーション」の制作・公開
- ・「触れる地球」、「3Dふくしま」の整備

### 4 交流棟「コミュニケーション福島」における取組

- ・地球温暖化、カーボンニュートラル、SDGsに対応した交流棟展示の更新及び学習プログラムの開発
- ・Webを活用した情報収集・発信の強化



福島県環境創造センター 交流棟

# コミュタン福島

福島県環境創造センター交流棟「コミュタン福島」は、  
ふくしまの現状や放射線・環境問題について、  
体験型の展示や全球型ドームシアターなどで、  
楽しく学ぶことができる施設です。  
ふくしまの未来を考え、創り、発信する  
きっかけとなる場を目指しています。



ON AIR! 上映作品

NEW

## 環境創造シアター

日本に2つしかない全球型ドームシアター。  
球体のシアターの中は、360度全部がスクリーン!  
大迫力の映像と音響空間に包まれ、  
不思議で独特な感覚を味わうことができます。

コミュタン福島  
オリジナル番組

国立科学博物館  
オリジナル番組



福島ルネッサンス ほか

3万年前の大航海  
-ホモ・サピエンス日本上陸- ほか  
画像提供: 国立科学博物館

## 施設の紹介



ふくしまの3.11から

事故直後の福島第一原子力発電所を再現した模型で、福島の原子力災害との闘いの記録と記憶を振り返ろう。



環境創造ラボ

新しいエネルギーやエコについてパネルなどで楽しく学ぼう!

さわ  
触れる地球

触ることができるデジタル地球儀で、私たちが生きている惑星“地球”の鼓動を体感してみよう。



放射線ラボ

放射線の性質をゲーム感覚で楽しみながら学ぼう!

身体を動かして



観察する

## ワークショップ体験!!

・紫外線で色が変わるアクセサリーを作ろう!  
・芳香剤を作ろう! ほか



■テーブルサイエンス ■コミュタンクラフト  
■サイエンスショー

土日祝日  
開催!!

福島県環境創造センター 交流棟  
コミュタン福島

〈コミュタン福島公式ホームページ〉最新情報はこちらからご確認ください!

<https://com-fukushima.jp>

コミュタン福島

検索



アクセス 〈お車〉磐越自動車道船引三春ICより車で5分! 〈電車・バス〉JR 三春駅より三春町営バスで約13分!

コミュタン福島利用者はバス料金無料!

〒963-7700 福島県田村郡三春町深作10番2号(田村西部工業団地内)

TEL.0247-61-5721 FAX.0247-61-5727

入館無料

開館時間/9:00~17:00

休館日/月曜日・年末年始(12月29日~1月3日)  
※月曜が祝日の場合は翌平日

新型コロナウイルス感染症対策については、コミュタン福島公式ホームページをご確認ください。

自分の家でコミュタン福島を体験!?

お家で知ろう。お家で学ぼう。お家で計ろう。

### あうちDEコミュタン

3Dビューで展示室内を探索できる「コミュタン福島バーチャル見学」など、様々なコンテンツをご用意しています!

# RENEWAL OPEN

2023年3月中旬




## コミュタン福島の展示室を 令和5年3月中旬リニューアルオープンします。

展示室の改修工事のため令和4年11月15日～令和5年3月中旬まで展示室は閉鎖します。  
 なお、コミュタン福島における体験研修及び会議室やホール等の貸出は当該期間も行います。  
 詳細についてはお問い合わせください。



自分の家でコミュタン福島を体験！  
 お家で知る。お家で学ぶ。お家で遊ぶ。  
**おうちDEコミュタン**  
 3Dビューで展示案内を探索できる「コミュタン福島バーチャル見学」など、  
 様々なコンテンツをご用意しています！



福島県環境創造センター交流棟

**コミュタン福島**

〒963-7700 福島県田村郡三春町深作10番2号  
 (田村西部工業団地内)

**問い合わせ先** ○ TEL : 0247-61-5721  
 ○ ホームページ : <https://com-fukushima.jp>

**アクセス** ○ 車をご利用の場合  
 磐越自動車道船引三春ICより約5分  
 ○ 電車をご利用の場合  
 磐越東線三春駅より車で約12分

**休館日** ○ 毎週月曜日 ※ただし月曜日が祝日の場合は翌平日





