

「担体固定化吸着剤を用いた環境中からの 小規模分散型セシウム回収プロセスの実用化」

(1) 土壌からのセシウム回収に関する研究

東京大学生産技術研究所

(代表) 教授	迫田章義(環境・化学工学)
教授	石井和之(機能性錯体化学)
教授	工藤一秋(機能性分子合成)
教授	立間 徹(高機能電気化学デバイス)
助教	藤田洋崇(吸着工学)
技術専門員	藤井隆夫(環境・化学工学)
特任研究員	高橋勇介

(2) 枝葉・樹皮等からのセシウムの脱離・脱着に関する研究

石巻専修大学

教授	高崎みつる(水質環境工学)
----	---------------

(3) 福島県内各地の環境試料の収集と分析に関する研究

福島大学

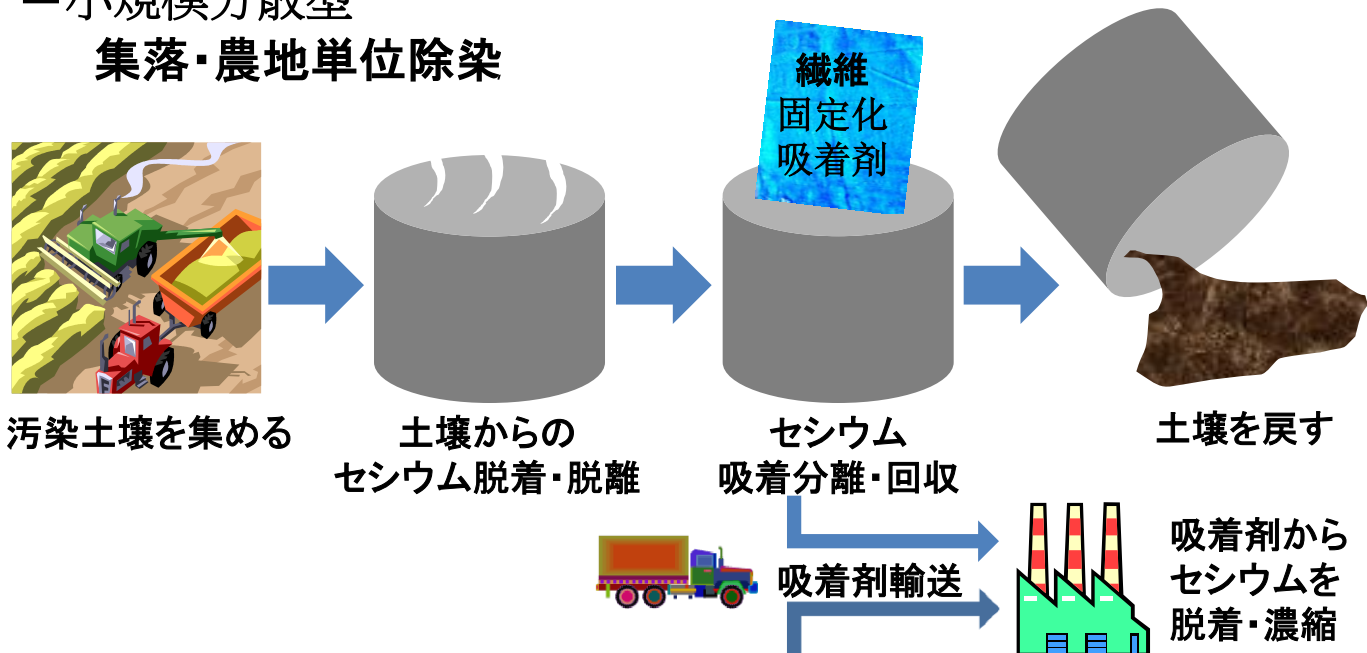
教授	佐藤理夫(化学工学)
特任研究員	島 長義

研究実施期間： 2012年4月～2014年3月

累積予算額： ¥117,000,000

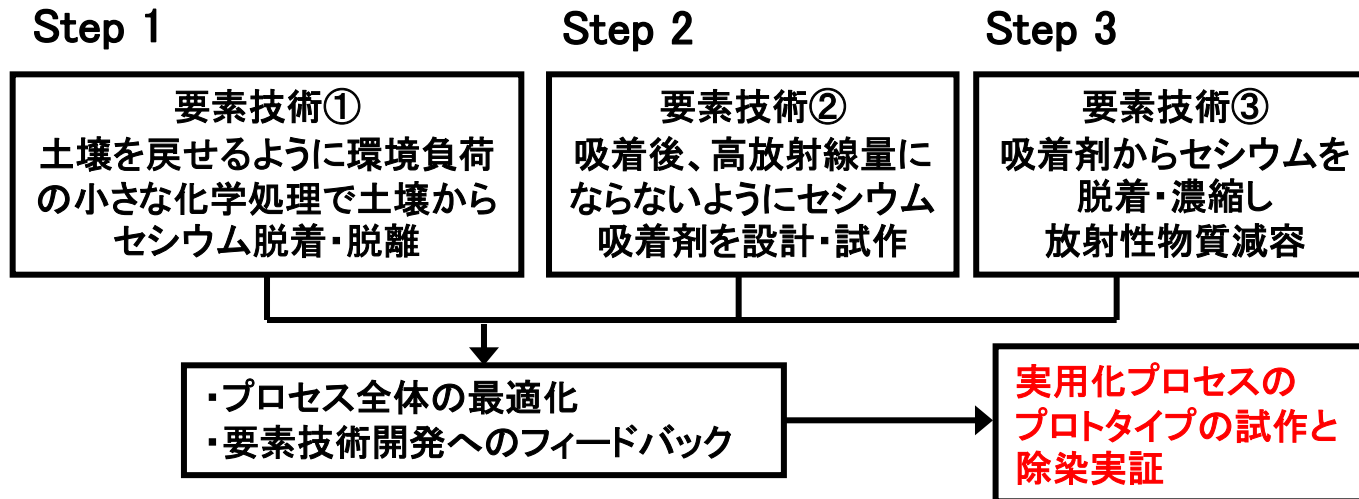
目的

本提案の理想的なセシウム回収システム
＝小規模分散型
集落・農地単位除染



- 1) 政府案と同時に、特に水田・田畑等の農地については、小規模分散型で、できるだけ**放射性セシウムのみを回収・隔離**できるプロセスを開発
- 2) **集落あるいは農地単位**で必要に応じて地域住民自身やボランティアによって除染する技術と仕組みを開発
(専門家を必要とする操作を避ける(高温高压等の装置、劇物等))

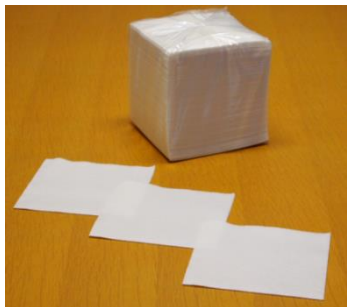
当初の研究計画



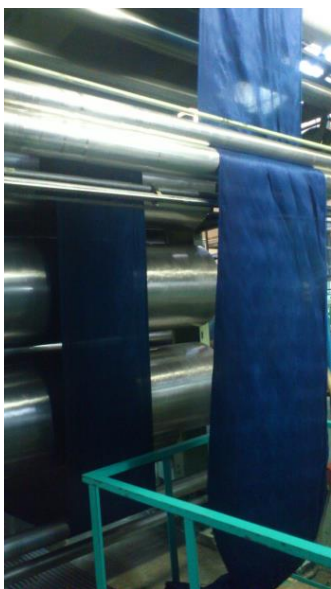
研究開発のポイント

- 1) Step 1: 低環境負荷な土壌からのセシウムの脱着・脱離(抽出)
- 2) Step 2: セシウムと共存物質の競合吸着におけるセシウムの選択的吸着
- 3) Step 3: 大幅減容化につながるセシウムの吸着剤からの脱着

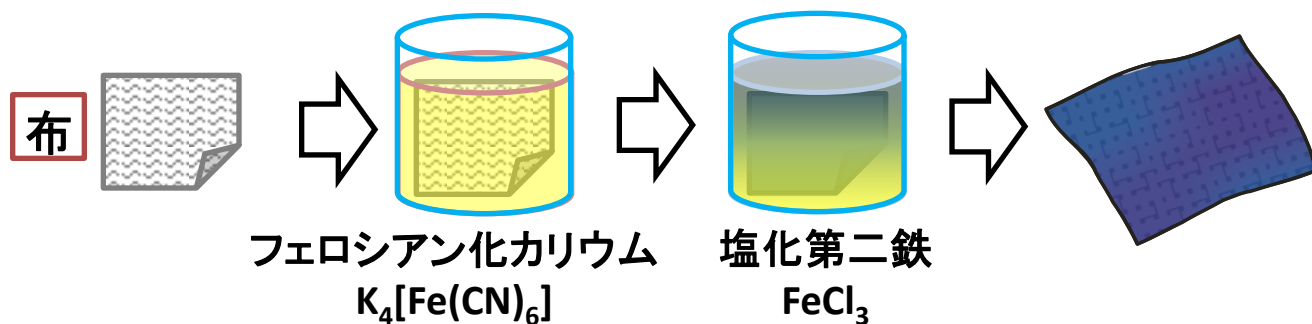
繊維固定化放射性セシウム吸着剤(PB布)の量産化



プルシアンブルーとなじみやすい不織布
吸水性が良好、焼却による廃棄処理が容易
→原子力発電所用ワイピングクロス
(使用後は焼却処理)



量産工程確立
2種類の原料溶液へ順次浸す簡便な生産方法
→従来品に比べ低コスト化が見込まれる

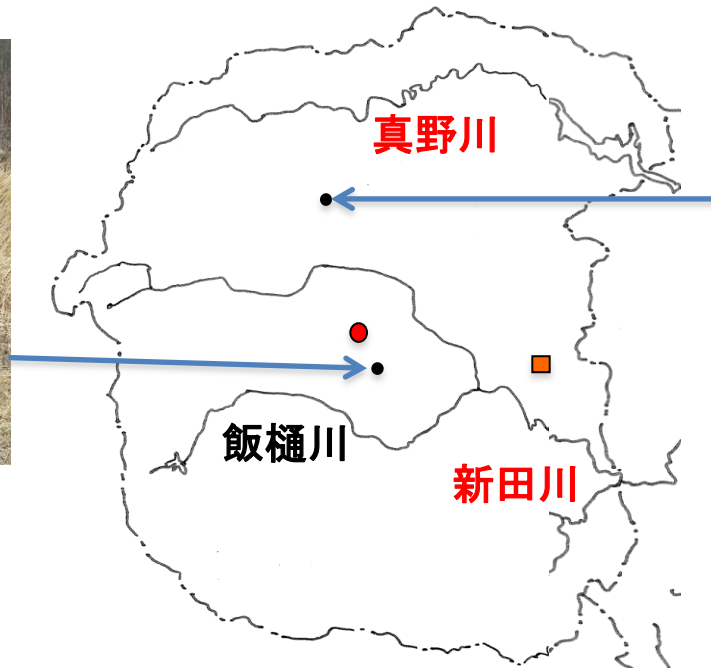


軽くて丈夫、切断も容易で、
様々な大きさ・形にしやすい

研究開発のフィールド



飯舘村
飯樋(いいとい)地区
水田



飯舘村
深谷地区
水田

- | | | |
|----------|----------------|--------------|
| サブテーマ(1) | ● 飯舘村役場(まていな家) | ■ 飯舘村クリアセンター |
| サブテーマ(2) | 新田川 | 真野川 |
| サブテーマ(3) | 写真(左)(右) | |

除染実証試験のスケールアップ

小規模実験



ビーカー

土壌量: 10mL 単位



小型圧力鍋

土壌量: 100mL 単位



中型圧力鍋

土壌量: 1L 単位

実証実験



土壌量: 100L単位の大型装置

プロトタイプ除染装置全景

(福島県相馬郡飯舘村クリアセンター)



本研究の成果(一覧)

	中間	最終
(1) プロトタイプ装置による土壤除染	○	○
○抽出液の繰返し使用	○	○
○抽出液使用量のさらなる減量	△	○
(1) 使用後のPB布の処理	△	○
	(溶解)	(焼却)
(2) 本プロセスの分担可能範囲の明確化	○	○
(3) 除染土壤の農地還元の可否	△	○
(4) 除染コストの試算	△	○
(5) 公開シンポジウム	△	○
(6) 第3者への移転(装置、技術など)	?	△
(7) 学会発表、論文投稿、特許出願など	△	○

土壌除染の実証(プロトタイプ装置)

Run	Date	汚染土壌 放射能※ [Bq/kg]	除染土壌 放射能※ [Bq/kg]	除染率 [%]	注釈
1	2012/12/5 - 7	43700	18000	58	
2	12/19 - 21	18000	4800	89※※	Run1の除染土壌を再除染
3	2013/5/15 - 17	52400	12800	75	
4	6/12 - 14	35700	3700	90	Run3の抽出液を再利用
5	6/26 - 28	30533	3968	87	Run3の抽出液を再々利用
6	11/27-29	27572	4060	86	固液比1:5

※放射能濃度の値は ^{137}Cs と ^{134}Cs の合計

※※Run2の除染率はRun1とRun2を合算した値

PB布による放射性セシウムの吸着・分離(プロトタイプ装置)

Run	Date	抽出液 (吸着前) [Bq/kg]	抽出液 (吸着後) [Bq/kg]	回収率 [%]	注釈
1	2012/12/5 - 7	1260	120	90	
2	12/19 - 21	—	—	—	
3	2013/5/15 - 17	1613	533	67	吸着操作を60℃程度で開始
4	6/12 - 14	1326	449	66	抽出液のpHが1.5程度
5	6/26 - 28	1106	122	89	
6	11/27-29	1749	135	92	PB布分割使用

除染土壤による植物栽培試験(1)～方法～

栽培植物

イネ、ソルガム、菜の花、はつか大根、秋植えソバ
農家の期待が高い5種類を選定

栽培

プランターを用いたポット試験

評価

除染前土壤、除染後土壤および両者の混合土壤(1:1)
3種類の土壤を用いて各植物の成長比較および植物への放射線吸収量の比較

栽培場所

福島大学共生システム学類研究棟周辺(屋外)

除染土壤による植物栽培試験(3)～結果～ イネ(栽培147日後)

除染土壤100%



除染土壤＋市販土壤



除染前土壤100%



除染土壤による植物栽培試験(4)～結果～ まとめ

除染土壤100%の場合

イネ	→生育不良
ソルガム	→生育良好
菜の花	→生育せず
はつか大根	→生育せず
秋植えソバ	→生育良好

除染土壤＋市販土壤(1:1)

すべての植物が生育良好

→表層25mmを除染、農地に戻し、50mmまで耕せばよい

農地還元問題なし

除染前土壤100%の場合

すべての植物が生育良好

本研究の成果(まとめのポンチ絵)

サブテーマ(2)(3); 分布、移動等の調査

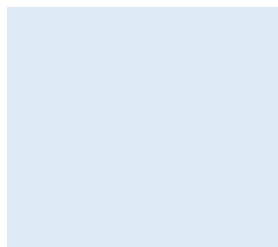
Step 1

汚染土壌

水



100 L



500 L

Step 2

PB布

20 L

微小粒子

10 L程度

Step 3

焼却

ash

微量

沈殿
回収

微小粒子

10 L程度

展開

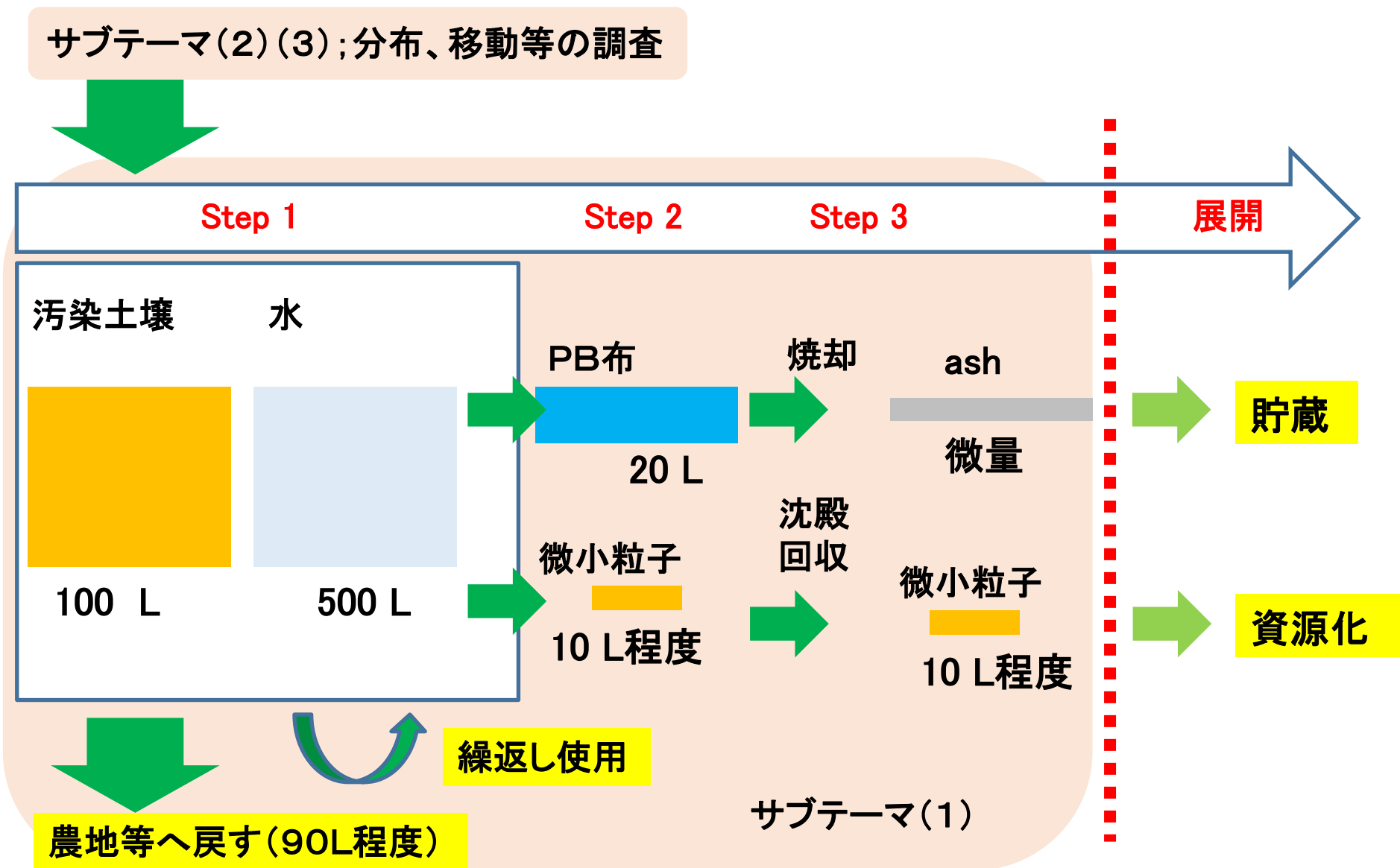
貯蔵

資源化

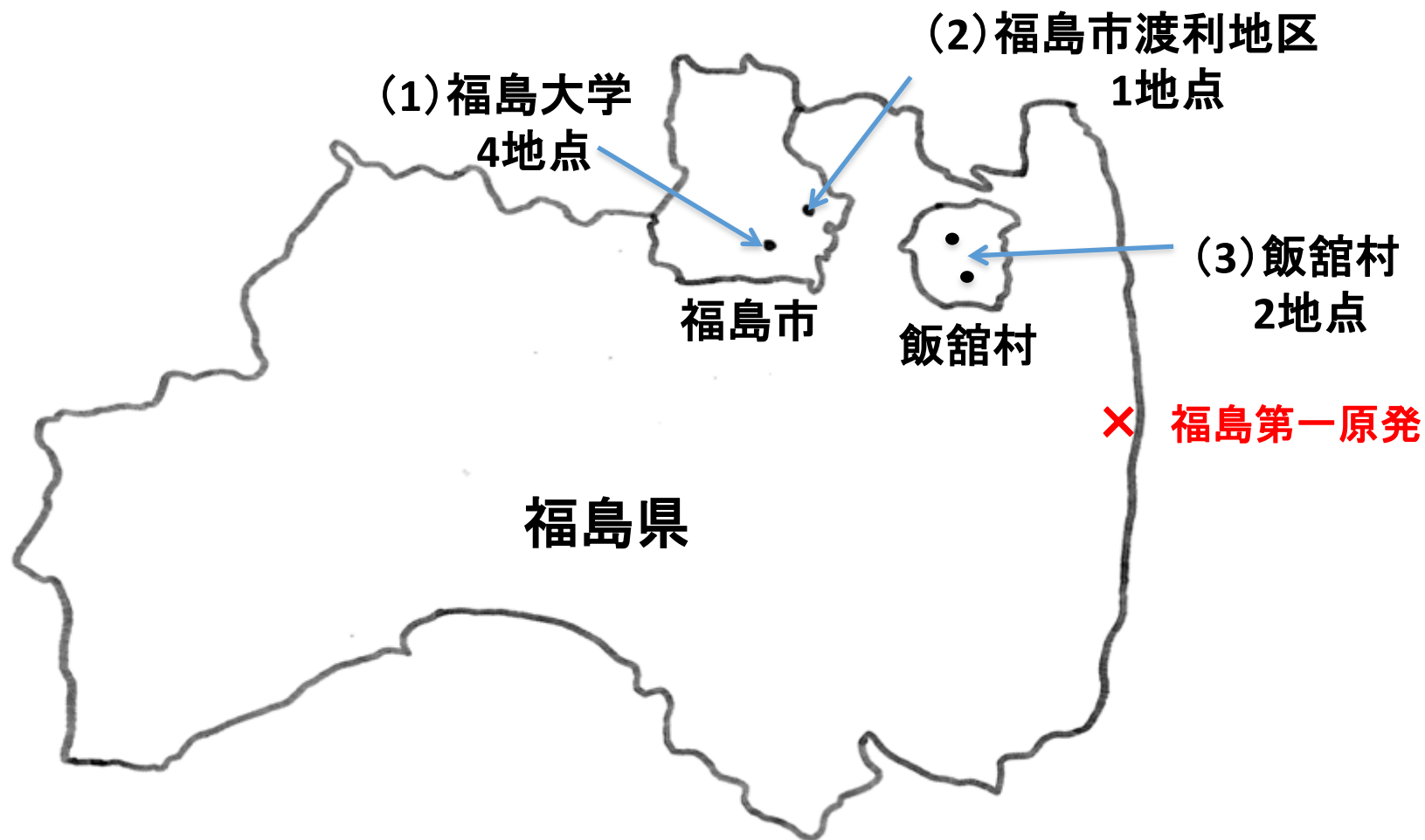
繰返し使用

サブテーマ(1)

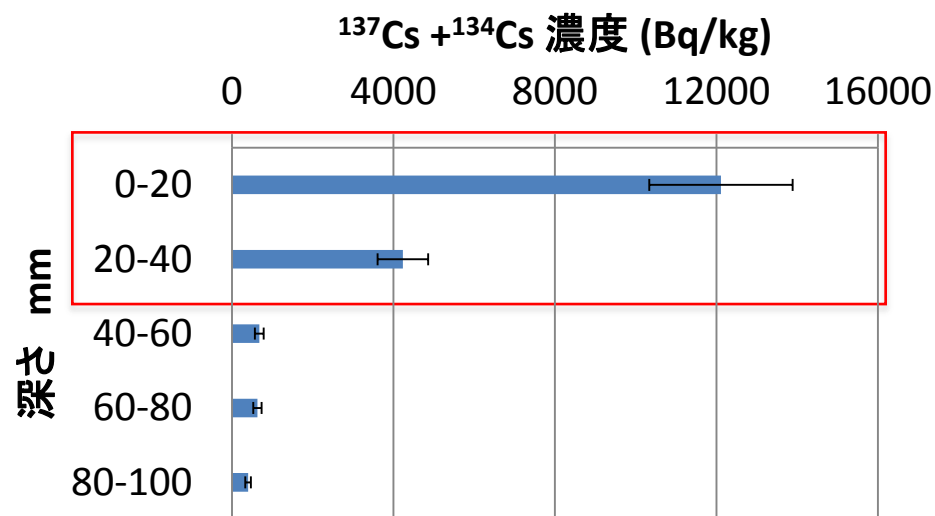
農地等へ戻す(90L程度)



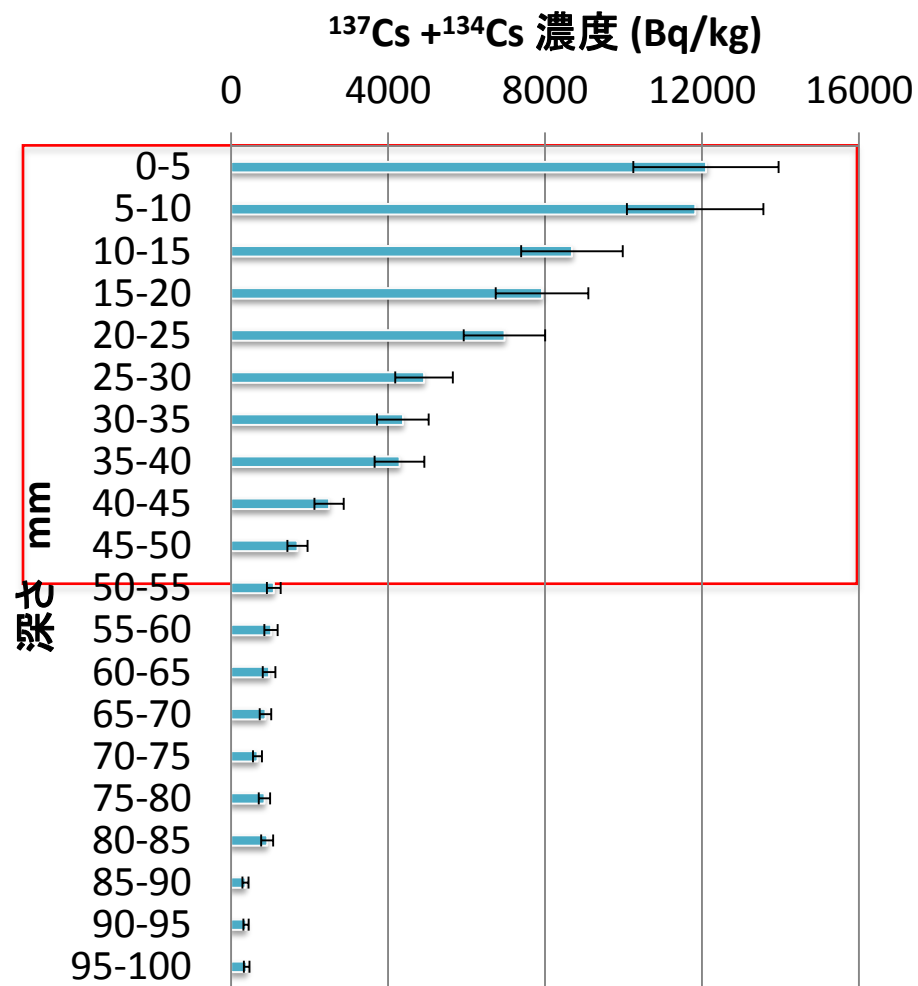
サブテーマ(3) サンプルング地点



鉛直方向の放射性セシウムの分布



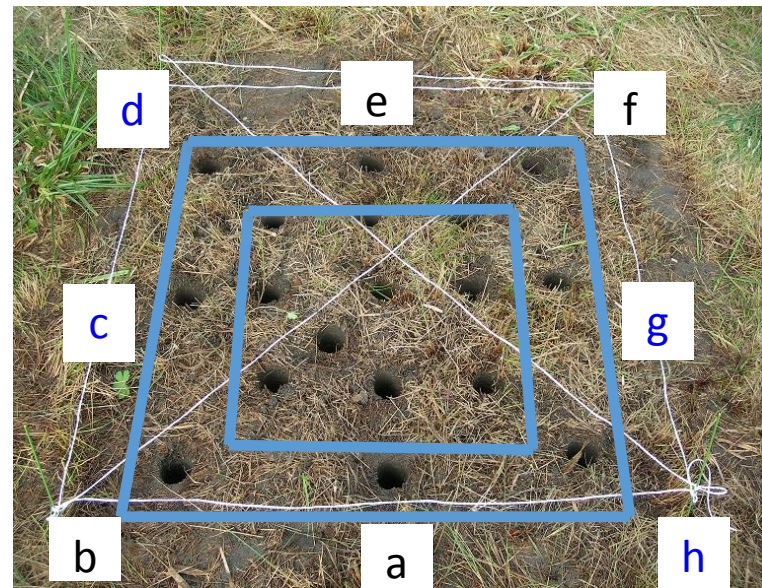
福島大学共通棟裏: **非耕作地**
(20mm間隔で分取)



福島市渡利地区測定結果: **未耕地**
(5mm間隔で分取)

水平方向の放射性セシウムの分布

地点	$^{137}\text{Cs} + ^{134}\text{Cs}$ 濃度 (Bq/kg)		EC $\mu\text{S/cm}$	pH
a	27316	± 4262	124	5.4
b	37894	± 5855	121	5.4
c	11310	± 1748	136	5.3
d	12840	± 1997	117	5.4
e	11205	± 1726	123	5.3
f	26783	± 4104	128	5.3
g	27628	± 4290	158	5.2
h	19812	± 3099	124	5.5



深谷地区水田 表層-5cm土壌

学会発表

第48回水環境学会年会(2014, 3, 17-19、予定)

- ・迫田ら、「担体固定化吸着剤を用いた環境中からの小規模分散型セシウム回収プロセスの開発～プルシアンブルー添着布を用いた土壌中の放射性セシウムの回収～」

第27回日本吸着学会研究発表会(2013, 11, 21-22)

- ・藤田ら、「高濃度カリウム存在下でのプルシアンブルー粒子のセシウム吸着平衡・速度」
- ・迫田ら、「プルシアンブルー添着布を用いた土壌中の放射性セシウム回収プロセス」

環境科学会2013年会(2013, 9, 3-4)

企画シンポジウム「小規模分散型放射性セシウム回収プロセスの実用化に向けて」

- ①「環境省環境研究総合推進費『担体固定化吸着剤を用いた環境中からの小規模分散型セシウム回収プロセスの実用化』の紹介」迫田章義
- ② 基調講演「福島第一原発事故から2 年経ってわかってきた環境中の放射能動態」中西友子(東大院・農)教授
- ③ 基調講演「除染の現状」佐藤理夫
- ④「放射性セシウム除染布の開発」石井和之
- ⑤「プロトタイプ装置による汚染土壌からの放射性セシウムの除去・回収」高橋勇介
- ⑥「プルシアンブルーのセシウム吸着条件の検討」黒岩善徳
- ⑦「プルシアンブルーへのセシウムの吸着速度」藤田洋崇
- ⑧「福島県内の土壌中放射性セシウム濃度計測」島 長義
- ⑨「植物灰中放射性セシウムのPB 固定化布への移行」工藤一秋
- ⑩「除染土壌による植物栽培」小平史圭

化学工学会盛岡大会 (2013,8,8-9)

- ・宮島ら、「低pH および高濃度カリウム存在下でのプルシアンブルーのセシウム吸着特性」

環境放射能除染学会第2回研究発表会(2013,6,5-7)

- ・迫田ら、「小規模分散型セシウム回収プロセスの実用化」
- ・佐藤、「福島再生可能エネルギーを福島県民のために」
- ・塩谷ら、「放射性セシウムに汚染された牛ふん堆肥の安定処分」

第26回日本吸着学会研究発表会 (2012,11,14-15)

- ・藤田ら、「プルシアンブルー担持繊維へのセシウムの吸脱着速度」
- ・小尾ら、「環境中からの放射性セシウム除去を目指した繊維固定化金属フェロシアニドの開発」

PBAST6 (2012, 5, 21-23)

Sakoda et al., “A Challenge to the Removal of Radioactive Cesium Deposited in the Environment By Using Fiber-supported Prussian Blue”

特許出願

- ・「放射性セシウム吸着材およびその製造方法、ならびに当該吸着剤による環境中の放射性セシウムの除去方法」(特願 2011-179871)
- ・「放射性物質で汚染された土壌の除染方法及び除染装置」(特願 2013-261750)

報文

- ・石井ら、「低コストな放射性セシウム除染布の開発」、配管技術, 55, 1-4 (2013)