# 東北大学
# 災害復興新生研究機構シンポジウム
## ～「日本復興の先導」を目指して～

# ８つのプロジェクト報告
# ⑥ 放射性物質汚染対策

**東北大学大学院工学研究科**
**生活環境早期復旧技術研究センター**
**センター長　石井慶造**

ブラジルガラパリからご挨拶

# 放射性物質によって汚染された生活環境の復旧技術の開発

## 本事業の内容

**生活環境早期復旧技術研究センターを設置して以下の事業を行う。**

### 新たな土壌除染技術の開発と放射性物質の有効利用法の開発

○自然環境下の石、砂、粘土、高分子等の物質と放射性物質との結合の分子的構造解析
○放射性物質を含んだ環境物質の分類方法の開発
○放射性物質を含んだ環境物質からの除去方法の開発
○一般住宅地、山野、田畑の除染方法の開発と多量汚染土壌の除染システムのプラント化技術の開発
○除染によって得られた高レベル汚染物質の高濃縮化とその有効利用法の開発

⇒

・生活空間の安全・安心の復帰
・除去された大量の汚染土壌の保管場所の省スペース化
・回収した放射性物質の有効利用（非破壊検査用ガンマ線CTの線源等）

### 無放射能農作物の栽培方法の開発

○溶解性放射性物質の粘土等への定着等による農作物（特に、茸、筍、山菜、牧草）への放射性物質の移行阻止方法の開発

⇒

・無放射能（無放射性セシウム）農作物の供給
・消費者・生産者の安全・安心の確保

### 大口径ガンマ線検出器の開発

○迅速汚染検査を可能とする大口径ガンマ線検出器の開発

⇒

・食品に対する限りない安心感の要望への対応
・魚市場のセリにおける鮮度の確保のための迅速検査

**本事業を推進する人員：専従職員　８名＋兼務職員６名＋事務補佐員3名＋協力研究者・学生**

## 本事業の年度計画

| 平成24年度 | 平成28年度 | 平成33年度 |
|---|---|---|

基礎技術開発研究（平成24年度～平成28年度） ⇒ 実践応用研究（平成28年度～平成33年度）

# 平成24年度の活動報告

プロジェクト推進の活動拠点である、

## 「生活環境早期復旧技術研究センター」

を工学研究科内に開設した。

古い施設の有効利用

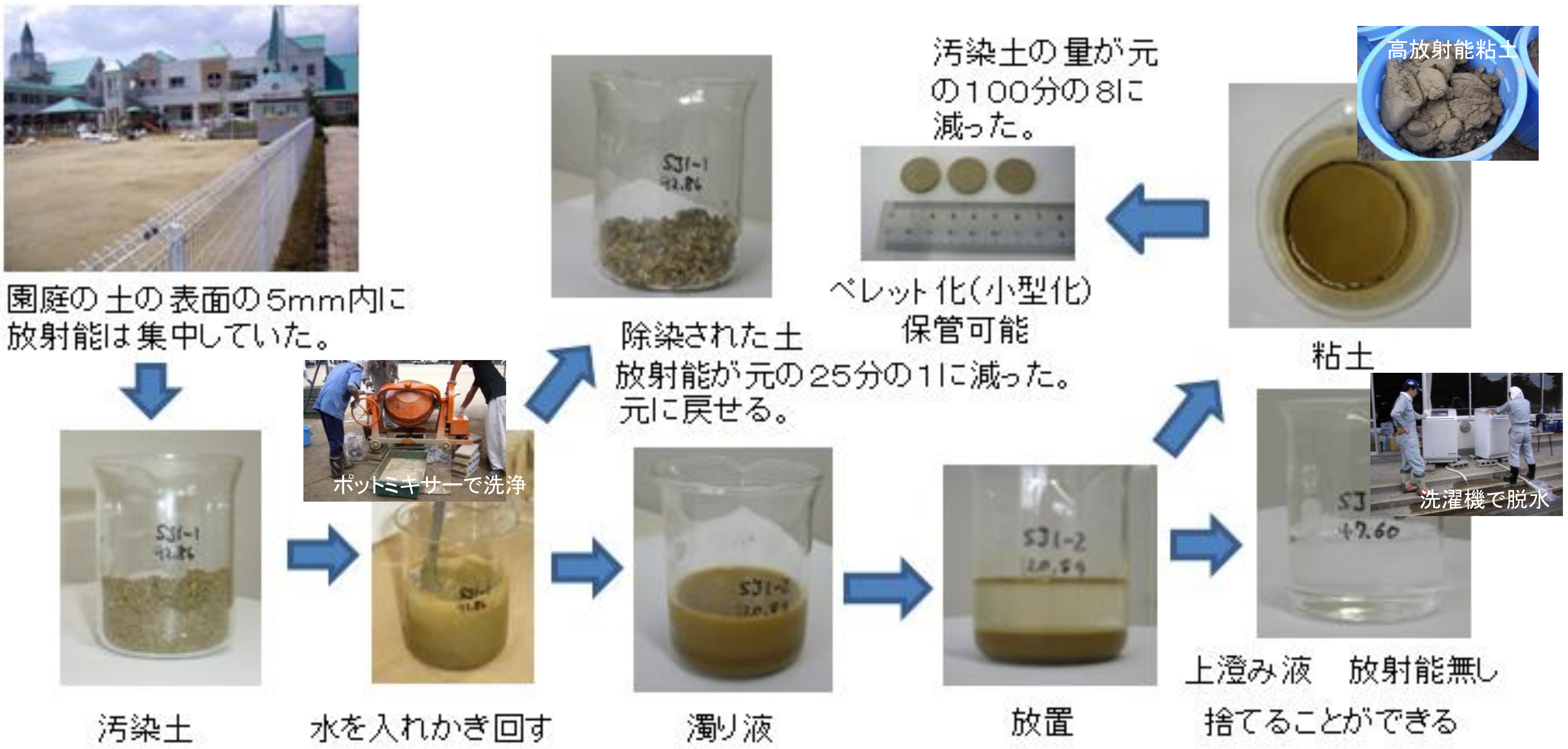
**40年前に設置された工学研究科のコバルト60実験室（線源強度が250分の1になり現在ほとんど使われていない。）をリニューアル。**

**また、福島市の放射線モニタリングセンター内に 分室 を設置し、福島での活動の拠点とした。**

福島市放射線モニタリングセンター

# 汚染土壌の処理の研究

「汚染土壌の水洗浄による除染技術の開発」

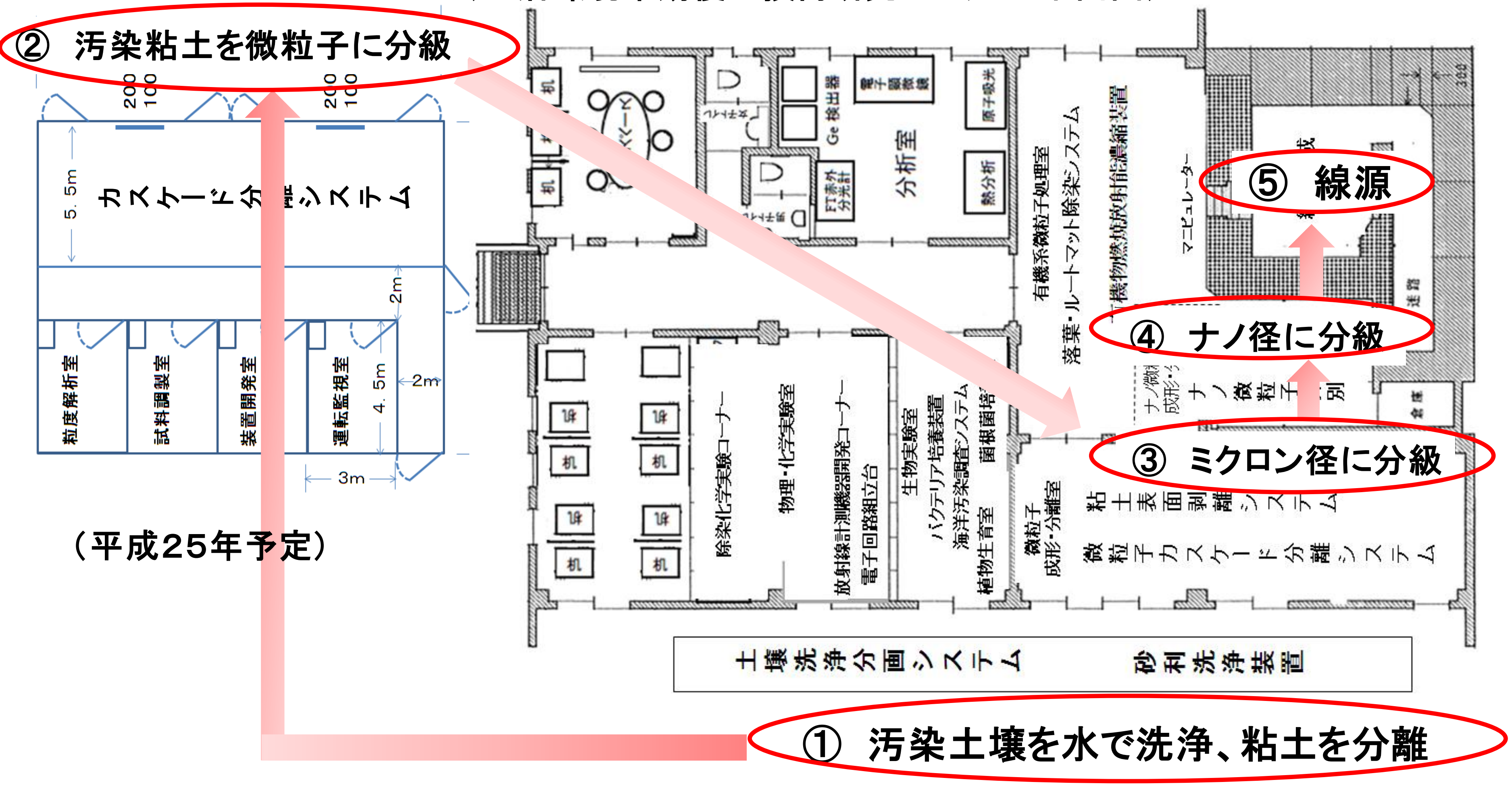



**先行研究において、汚染土壌を水洗浄すると、放射能はほとんど泥水とともに分離され、汚染土壌の放射能が25分の1に低減できた。さらに、泥水を澄ますと粘土と水が分離し、水には放射能が無いことが分かった。粘土を濾して出た水にも放射能が無かった。放射能が高い粘土が残るので、汚染土壌の体積を約10分の1に減容できることが分かった。**

**⇒　この結果に基づいて、汚染土壌の水洗浄によるミニプラント化を実証する。**

# 汚染土壌の水洗浄による除染技術のミニプラント化の実証研究

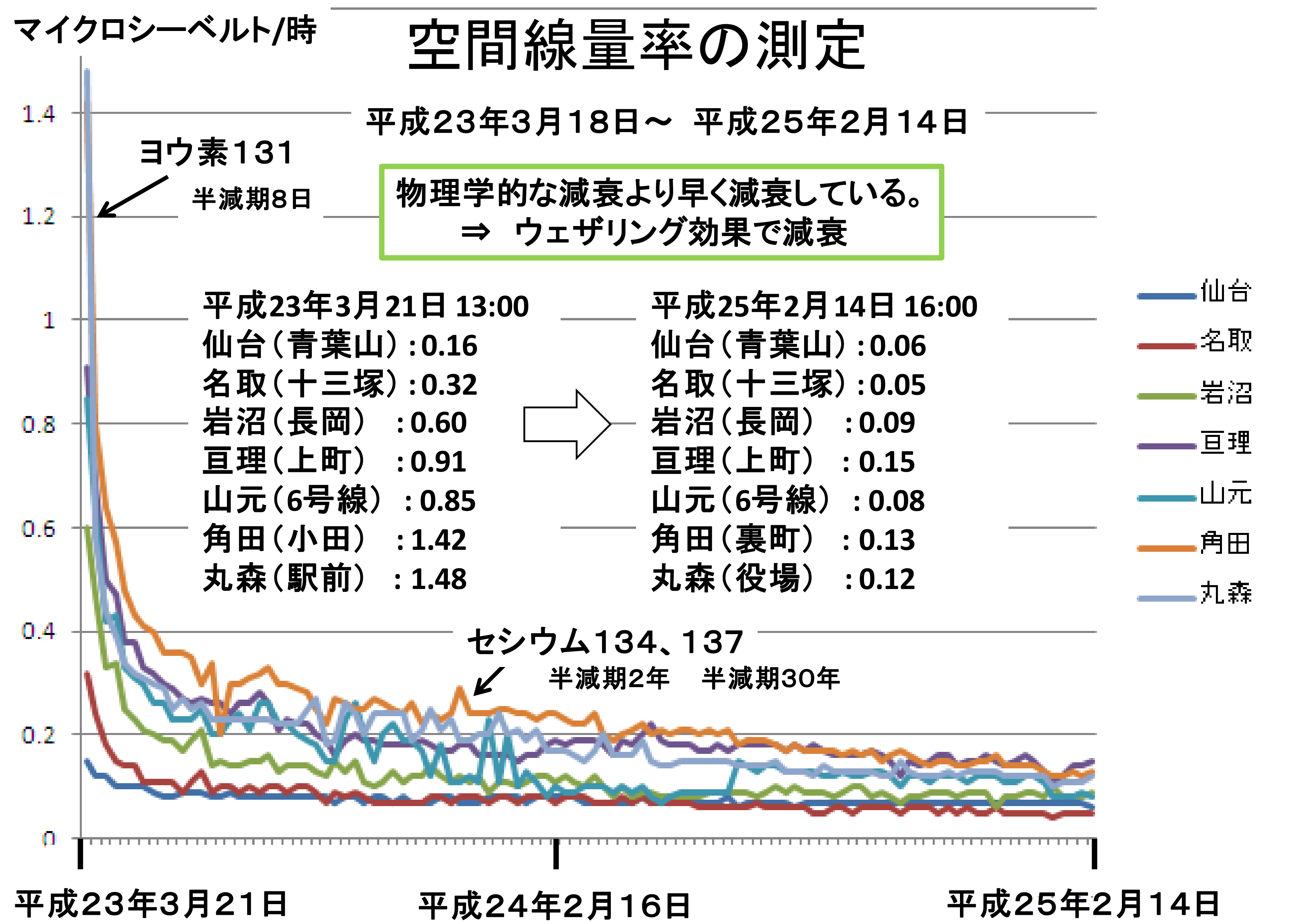
（生活環境早期復旧技術研究センター　平面図）




表面破砕・分級を繰り返してより小さい粒子に分級して、減容していく。

# 今年度、ミニプラント化の第一段階である、
# 汚染土壌を水で洗浄し、粘土を分離するシステムが完成

今後、様々な種類の土壌の水洗浄による除染研究を行う。



マイクロシーベルト/時
空間線量率の測定
平成23年3月18日～ 平成25年2月14日
物理学的な減衰より早く減衰している。
⇒ ウェザリング効果で減衰
ヨウ素131
半減期8日
平成23年3月21日 13:00
仙台（青葉山）：0.16
名取（十三塚）：0.32
岩沼（長岡） ：0.60
亘理（上町） ：0.91
山元（6号線） ：0.85
角田（小田） ：1.42
丸森（駅前） ：1.48
平成25年2月14日 16:00
仙台（青葉山）：0.06
名取（十三塚）：0.05
岩沼（長岡） ：0.09
亘理（上町） ：0.15
山元（6号線） ：0.08
角田（裏町） ：0.13
丸森（役場） ：0.12
セシウム134、137
半減期2年 半減期30年
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
平成23年3月21日
平成24年2月16日
平成25年2月14日
仙台
名取
岩沼
亘理
山元
角田
丸森

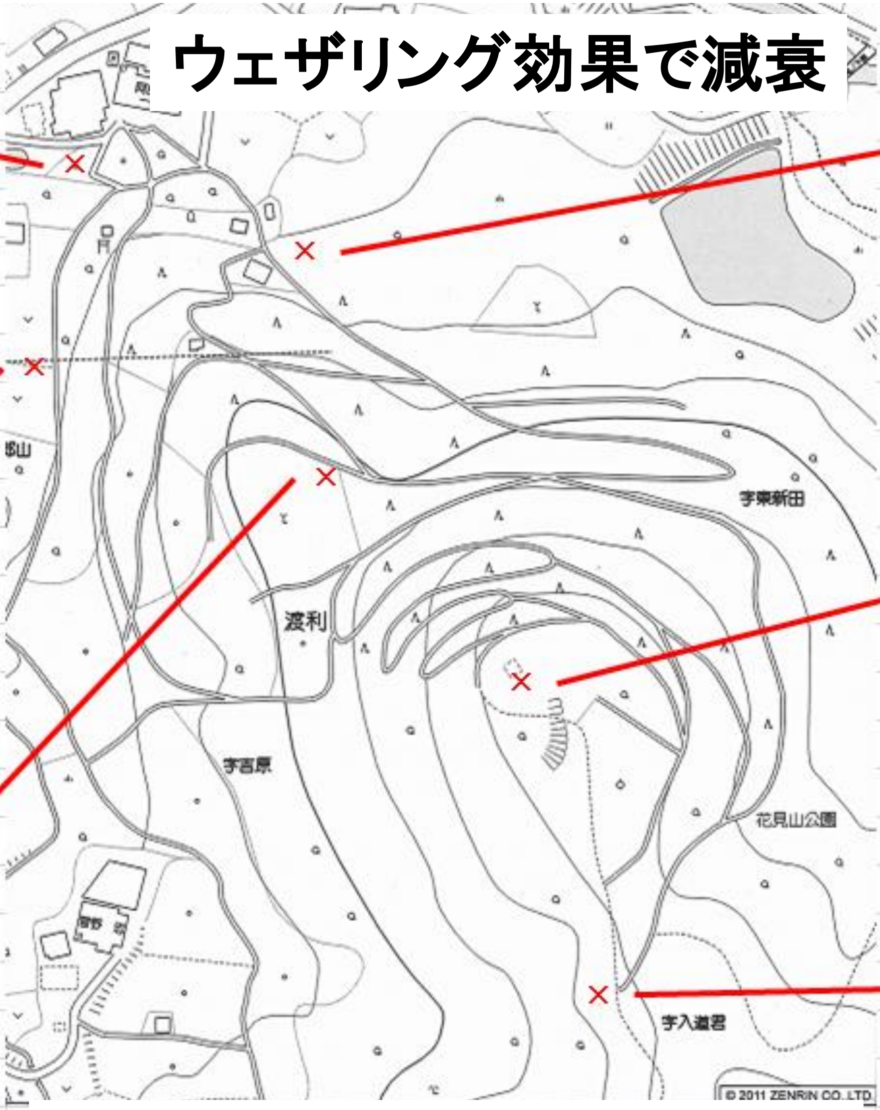
# 福島市花見山の空間線量率の変化

## ウェザリング効果で減衰

| 場所 | ①入口　石碑前 |
|---|---|
| 今回 | 1.15 |
| 前回 | 1.58 |

| 場所 | ②上り道　途中 |
|---|---|
| 今回 | 0.97 |
| 前回 | 1.66 |

| 場所 | ③なんてん畑前 |
|---|---|
| 今回 | 0.92 |
| 前回 | 1.84 |



| 場所 | ⑥下り道　途中 |
|---|---|
| 今回 | 1.36 |
| 前回 | 2.00 |

| 場所 | ④頂上　石碑前 |
|---|---|
| 今回 | 1.10 |
| 前回 | 1.53 |

| 場所 | ⑤下り道　途中 |
|---|---|
| 今回 | 1.20 |
| 前回 | 1.75 |

※ 今回の測定:平成24年12月13日
※ 前回の測定:平成23年12月13日
※ 数字はマイクロシーベルト/時　高さ1m

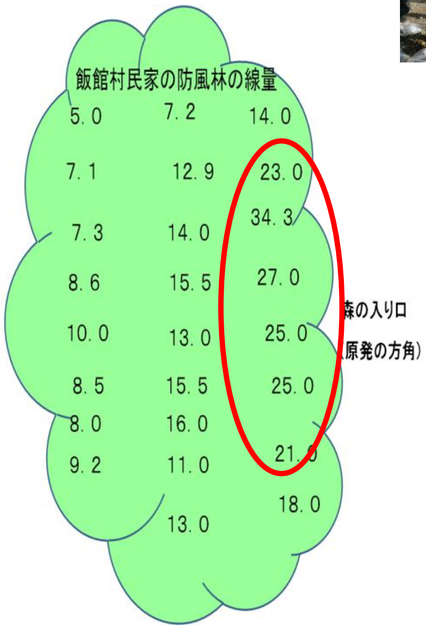
# 除染効果の調査研究

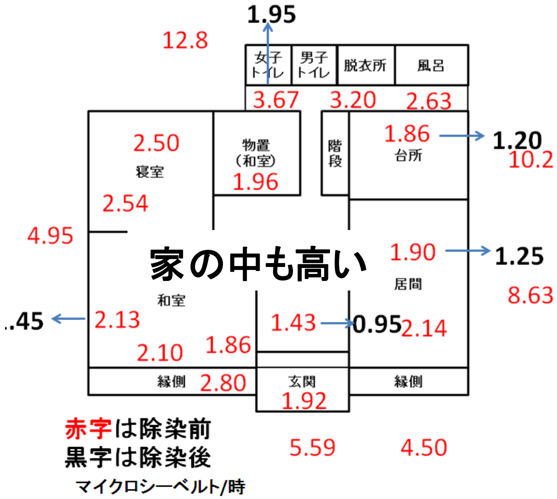
## 飯館村比曽地区の民家の協力による研究

### ミニスポットの調査

北大、東北大、京大、神戸大、近畿大の教員、学生の参加による調査研究を今年度、4回行った。

防風林が盾となって、放射性物質を取り込み、防風林の入り口が毎時20～30マイクロシーベルトとミニホットスポットが形成されている。




除染作業を行っているが、なかなか下がらない。

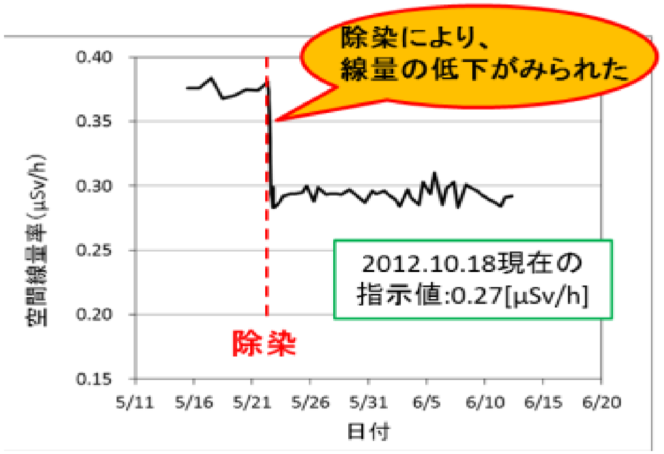
### 福島市児童公園の除染

児童公園除染後の空間線量：0.36[μSv/h]

→国の基準値(0.236[μSv/h])以上!!

汚染土壌の処理の不手際が見つけられた。

0.27[μSv/h]に下げられた。



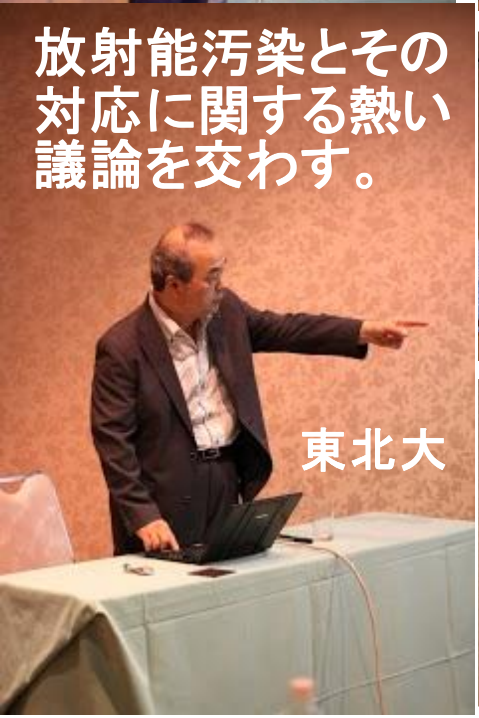

**適切な除染が必要**

# 他大学との連携：　第１回福島除染研究会の開催

## 平成24年7月13日、14日

## 原子力実験施設連絡会のメンバーによる研究会

（北大、東北大、東大、東工大、東京都市大、東海大、名大、京大、阪大、近大、神大、九大）



# 汚染植物の対応への研究

## 植物の汚染調査

場所1の土壌の汚染状況

- 空間線量(1m)：2.7μSv/h - 10000Bq/kg

雑草1：100Bq/kg

移行係数：約0．01

雑草2：102Bq/kg

移行係数：約0．01

雑草3：88Bq/kg

移行係数：約0．01

移行係数を0．05とし、セシウムが8割は粘土に吸着したと考えると、粘土のお陰で移行係数が5分の1になっているものと考えられる。

**予想通りの汚染**

場所2の汚染状況

-空間線量(1m)：4.6μSv/h -35000Bq/kg

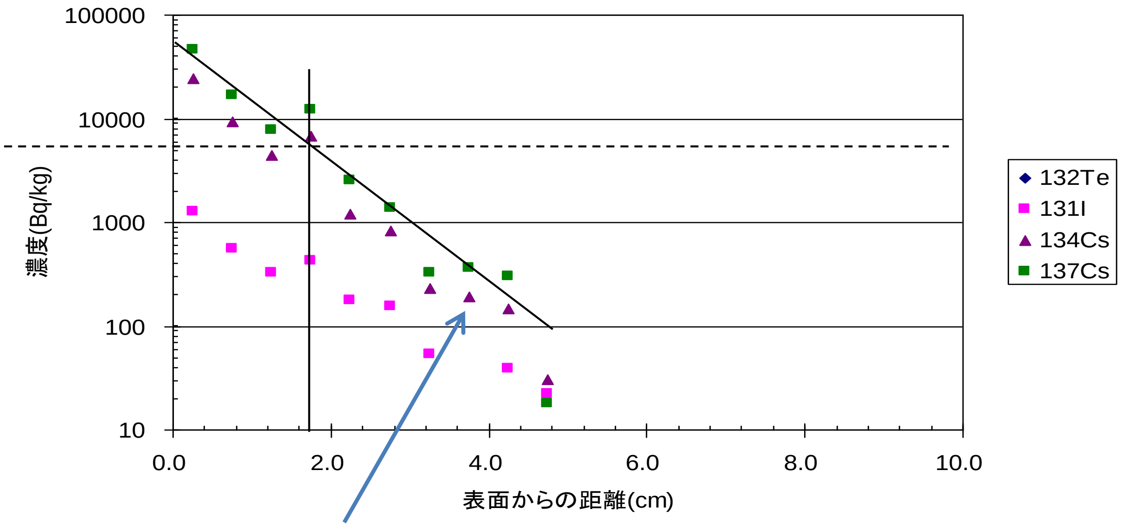
雑草4：25Bq/kg

移行係数：約0．001

**土壌の線量が高いにも拘わらず、草の比放射能は低い。**

一桁小さい。この性質は今後の応用に期待が持たれる。

# 田圃の汚染状況を把握　飯館村:農地で調査

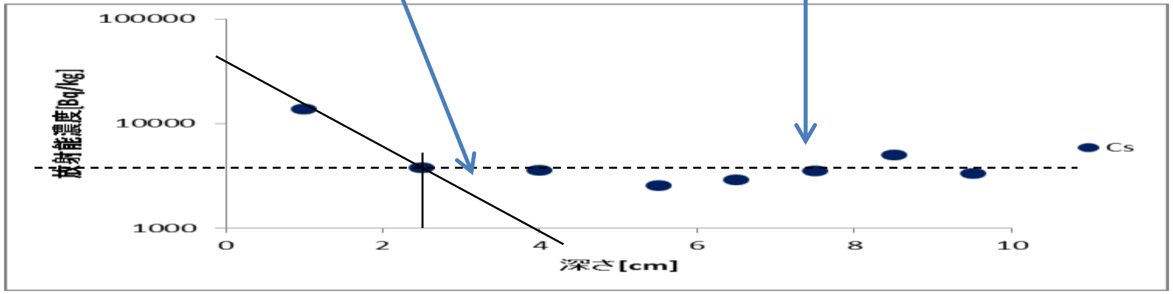



飯館村:農地　2011，5/17
5.6μSv/h

同じ場所を1年後に測定。

傾きが違う。

土中に浸透している。




飯館村:農地　2012，6/13
4.2μSv/h

↑

放射性物質の浸透
とウェザリング効果
で減少

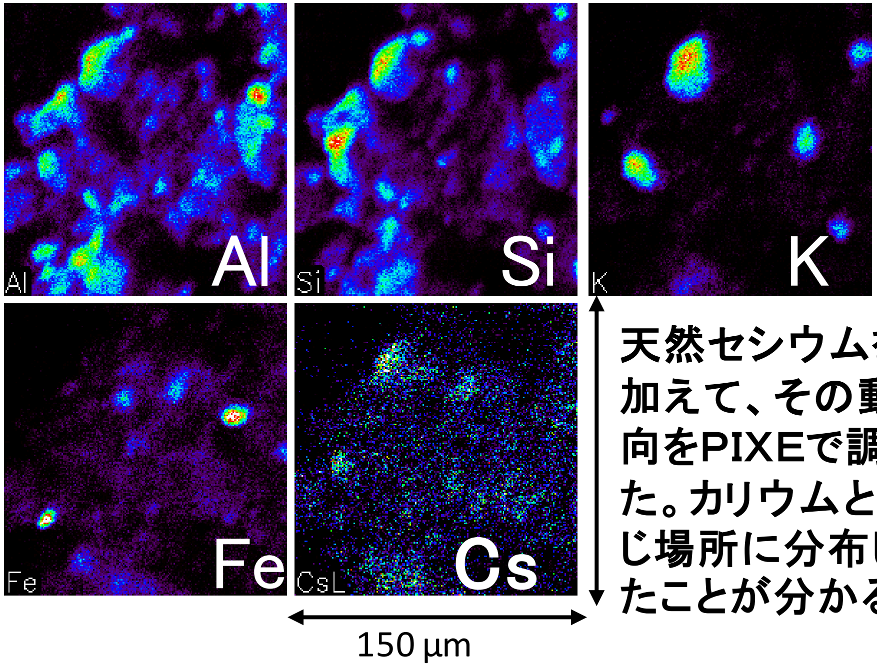
1年間でかなり深く放射性セシウムが拡散している。

汚染は浸透している。

# 元素分布画像化技術PIXEを用いた研究

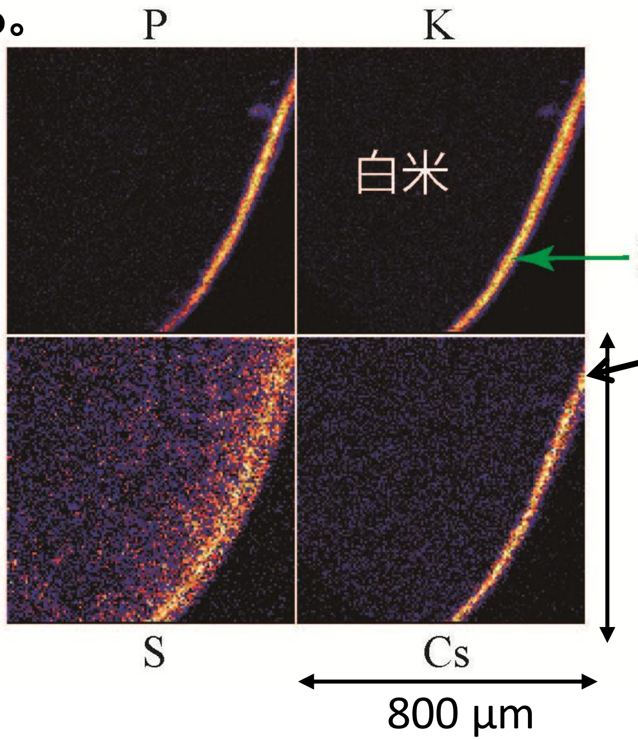
現在、土壌および動植物、を汚染している放射性セシウムは、放射能の量としては無視できない場合があるが、元素の量としては、圧倒的に少ない。そこで、植物の発育に影響を与えないくらい少ない量の非放射性セシウムを加えて、その動態を調べる方法が考えられる。PIXE法は超微量の元素を同時に多元素分析でき且つ元素の分布画像化できる画期的方法で、生物応用では東北大学が世界の中心となってその技術の推進を行っている。（2011年秋にBioPIXE国際シンポジウムを開催）
本プロジェクトで、この技術を汚染植物の分析に適用する。

25 μm 以下に分級した土




天然セシウムを加えて、その動向をPIXEで調べた。カリウムと同じ場所に分布したことが分かる。

放射性セシウムが粘土に多く付着したことが裏付けられた。




糠にセシウムが多く分布している事が良く分かる。

稲を天然セシウムを加えた土壌で育て、実った玄米の断面図をPIXEで測定したもの。

**この方法は、非常に線量が高くなるような減容化の実験にも適用。**

**従って、米は精米によって除染できる。**

PIXEの原子力災害へのこの応用が、この度ブラジルで開催されるPIXE国際会議で基調講演として発表される。

# 汚染検査技術に関する研究

東北大学は、震災直後から宮城県および福島市の水道水、農水産物などの汚染検査を行ってきた。これらの検査は、平成23年の暮れから宮城県が行うようになったが、水道水については、佐藤伊佐務先生を中心とした東北大学金属材料研究所RI実験室で、県内の23自治体からの水道水を現在も検査している。

水については、震災後初期から、どこの水も1ベクレル/kg以下である。

福島市、丸森町については現在も食品の汚染調査研究を行っている。

福島市については、平成24年3月12日から平成24年10月15日の7ヶ月間に1132件測定し、そのうち7件だけが100ベクレル/kgを超えた。

丸森町については、平成24年1月4日から平成24年12月19日の11ヶ月半の間に177件の野菜を測定し、100ベクレル/kgを超えたものは無かった。1ベクレル/kg以下がほとんどで171件、1～100ベクレル/kgが6件だった。

現在、福島市、宮城県で生産される野菜、米は、非常に稀に高いものが検出されるが、ほとんどが100ベクレル/kg以下である。

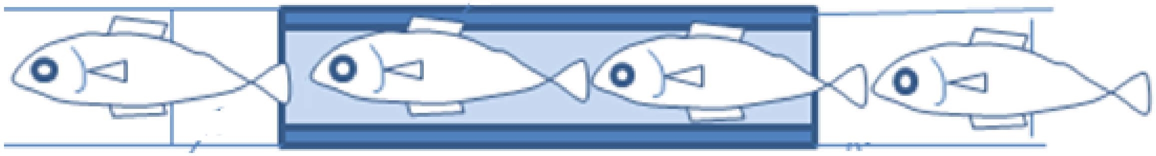
但し、山で採れる山菜、キノコ、イノシシ、鹿、川魚などに100ベクレル/kgを超えるものがある。

# 「丸ごと迅速汚染検査装置の開発」

食品の汚染検査は、ゲルマニウム検出器で測定される。その際、食品は測定のためにミンチ状にしてしまうので、測った後はゴミとして廃棄される。そこで、食品を丸ごと測定するシステムを考案した。下の写真は、使用しなくなった陽電子断層撮影装置（PET）の部品を使用して製作した「丸ごと迅速汚染検査装置」である。検出限界値20ベクレル/kgの場合、30秒程度で汚染検査できる。

福島市モニタリングセンターで一般市民に開放

石巻港に設置された「丸ごと迅速汚染検査装置」



特許申請中のため、詳細説明省略

石巻港との共同研究として、魚一匹々を丸ごと検査する汚染検査システムが、この3月の末に完成予定で現在製作中である。

# 活動報告・研究成果をホームページで発信

# リサーチレポート

No. 1　福島第一原子力発電所事故による仙台以南の空間線量率
No. 2　東北大学病院モニタリングポストによる時系列空間線量率
No. 3　仙台市における核種別線量と核種別降下物の比放射能の時間変化
No. 4　震災初期の丸森町の水の汚染状況
No. 5　震災初期の丸森町の土壌の汚染状況
No. 6　震災初期の丸森町の田の土壌の汚染状況
No. 7　汚染土壌の降雨による除染効果
No. 8　福島市三育保育園の園庭の除染
No. 9　水洗浄による汚染土壌の除染効果と減容効果
No. 10　飯館村の田圃の土壌調査
No. 11　飯館村の田圃の土壌の水洗浄の除染効果及び減容効果
No. 12　植物の表皮からの放射性セシウムの排出能力
No. 13　果樹の下の草の放射性セシウム保持の汚染防止効果
No. 14　粘土の粒径別比放射能
No. 15　川の濁水の汚染状況調査
No. 16　汚染土壌の水洗浄による除染の実用化
No. 17　丸森町耕野小学校および保育園、筆甫小学校および保育園の校庭の除染
No. 18　大口径検出器の使用の提案
No. 19　宮城県丸森町筆甫小学校の空間線量率の時間変化
No. 20　粘土表面の剥離による濃縮
No. 21　大口径検出器による汚染の迅速検査
No. 22　乳製品の安全性の調査
No. 23　東北大学キャンパスの空間線量率
No. 24　アスファルト表面の汚染状況
No. 25　アスファルト表面の高圧洗浄機による除染効果
No. 26　稲ワラの水洗浄による除染効果
No. 27　落葉の水洗浄による除染効果
No. 28　高線量場所探査装置の開発
No. 29　常緑樹に付着した放射性セシウムの降雨による除染効果
No. 30　米の汚染度と土壌の汚染度との相関
No. 31　田の土壌中の放射性セシウムイオンの検出
No. 32　田の土壌中でのゼオライトの放射性セシウム吸着効果
No. 33　椎茸の原木の除染
No. 34　２０１１．１２．１～２０１２．２．２９の丸森町の水、野菜の検査
No. 35　栗原市鳥屋崎幼稚園での局所的高汚染箇所の同定
No. 36　玄米を白米にすることによる除染効果
No. 37　キノコと竹の子の汚染分析（平成２５年４月２日公開予定）
No. 38　牛乳の検査（平成２５年４月２日公開予定）
No. 39　丸森町の野菜（平成２５年４月２日公開予定）
No. 40　飯館村の土壌と植物の調査（平成２５年４月２日公開予定）
No. 41　粘土のマイクロPIXE分析（平成２５年４月２日公開予定）
No. 42　Cs134の減衰（平成２５年４月２日公開予定）
No. 43　河川敷の汚染と植物（平成２５年４月２日公開予定）
No. 44　アスファルト道路の汚染状況（平成２５年４月２日公開予定）
No. 45　大槌町の瓦礫の汚染検査（平成２５年４月２日公開予定）
No. 46　飯館村の田圃の土壌汚染の浸潤（平成２５年４月２日公開予定）
No. 47　亘理町の空間線量率の遷移（平成２５年４月２日公開予定）
No. 48　宮城県南部の空間線量率の現状（平成２５年４月２日公開予定）
No. 49　精米の除染効果（平成２５年４月２日公開予定）
No. 50　２５μｍ径以下に分級した粘土の放射能分布（平成２５年４月２日公開予定）
No. 51　サブミリPIXEによる米中のセシウムの分布の分析（平成２５年４月２日公開予定）
No. 52　尿中のK40の分析（平成２５年４月２日公開予定）
No. 53　花見山空間線量率の計測（平成２５年４月２日公開予定）
No. 54　栗原市空間線量率の測定（平成２５年４月２日公開予定）

**復旧復興に役立てるために、研究成果をリサーチレポートとして一般に公開。**
**現在まで36編公開、４月初旬までにさらに18編追加予定。**

ご清聴ありがとうございました。