

課題番号:1-1804 体系的番号:JPMEERF20181004

放射能汚染地域の生物で利用可能な 遺伝的影響評価法の開発

研究実施期間 平成30年度～令和2年度

重点課題

主：【重点課題④】災害・事故に伴う環境問題への対応に貢献する研究・技術開発

副：【重点課題⑭】化学物質等の包括的なリスク評価・管理の推進に係る研究

研究代表機関:

福島大学 共生システム理工学類 (課題代表者：兼子伸吾 准教授)

研究分担機関:

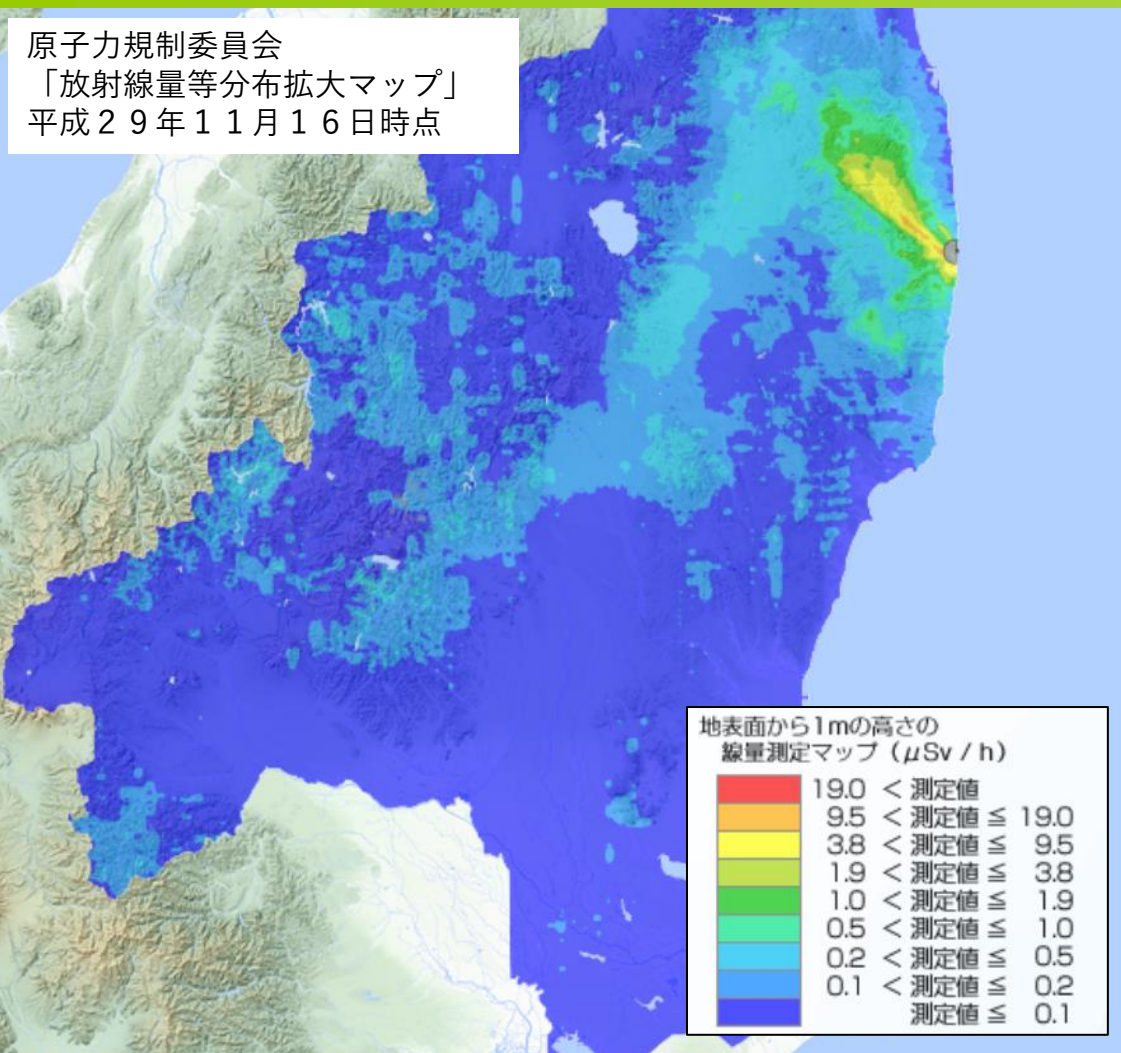
国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所、

福島大学 環境放射能研究所、

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 量子生命・医学部門 放射線医学研究所

1. はじめに (研究背景)

原子力規制委員会
「放射線量等分布拡大マップ」
平成29年11月16日時点



B



C



- 放射線被ばくの悪影響は本当にはないのか？
- 変な生き物が増えたり、広がったりしないか？

汚染地域内に生育する生物に関する遺伝的リスクに関して
明確な科学的回答は与えられていない

2. 研究開発目的

現在

生物影響が**あるかも**という認識で、
施策（除染等）を**大規模実施**

科学的
意義

放射線の遺伝的影響について

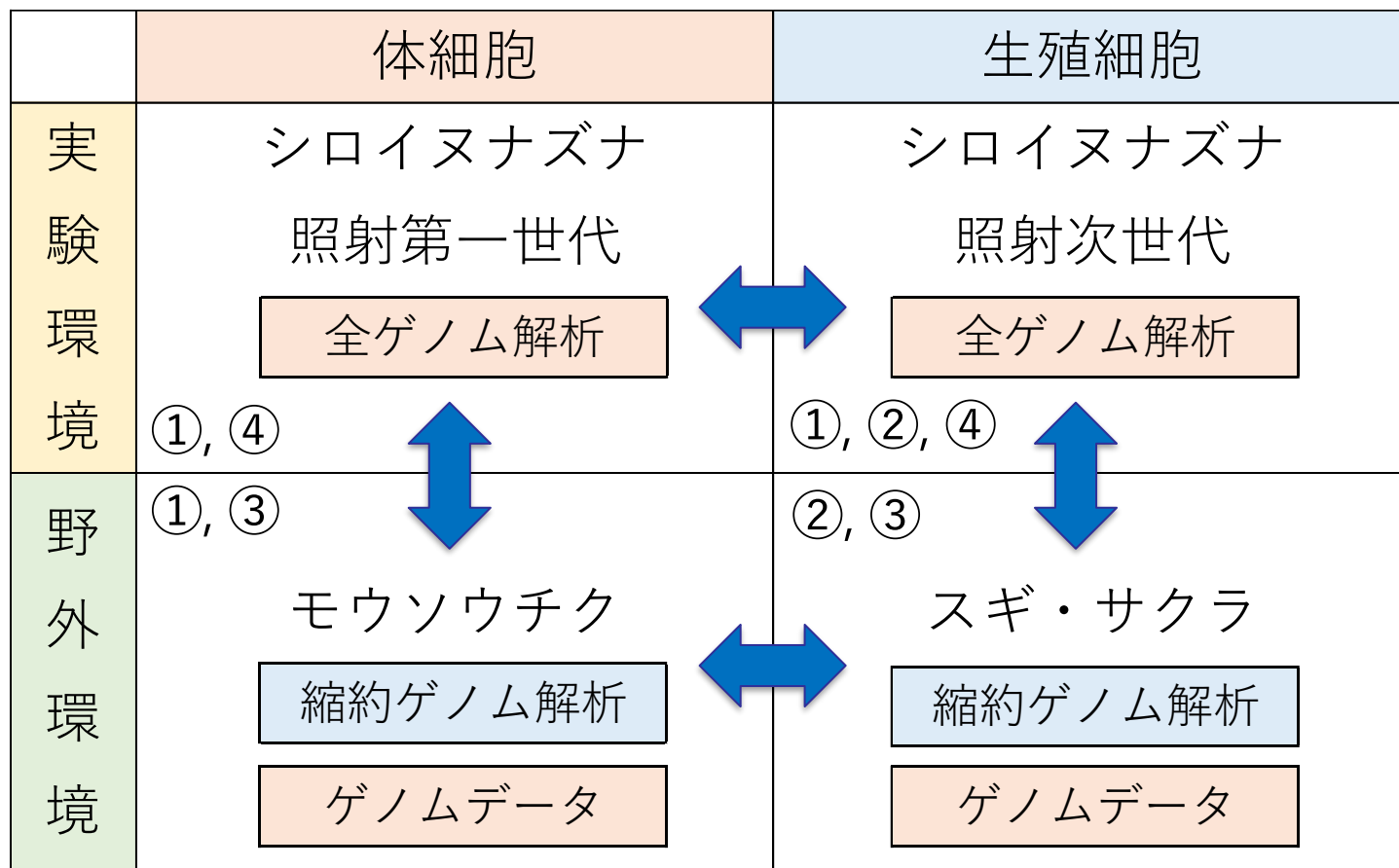
- ✓ 実験室と野外、異なる植物種、体細胞と生殖細胞等、低線量被ばくによって生じる遺伝的な影響を総合的に明らかにする
- ✓ 放射線影響の遺伝的評価手法および汚染地域におけるモニタリング手法を検討する

将来

生物影響を**科学的に評価**したうえで、
行政施策の**適切な実施へ**

3. 研究目標（全体）

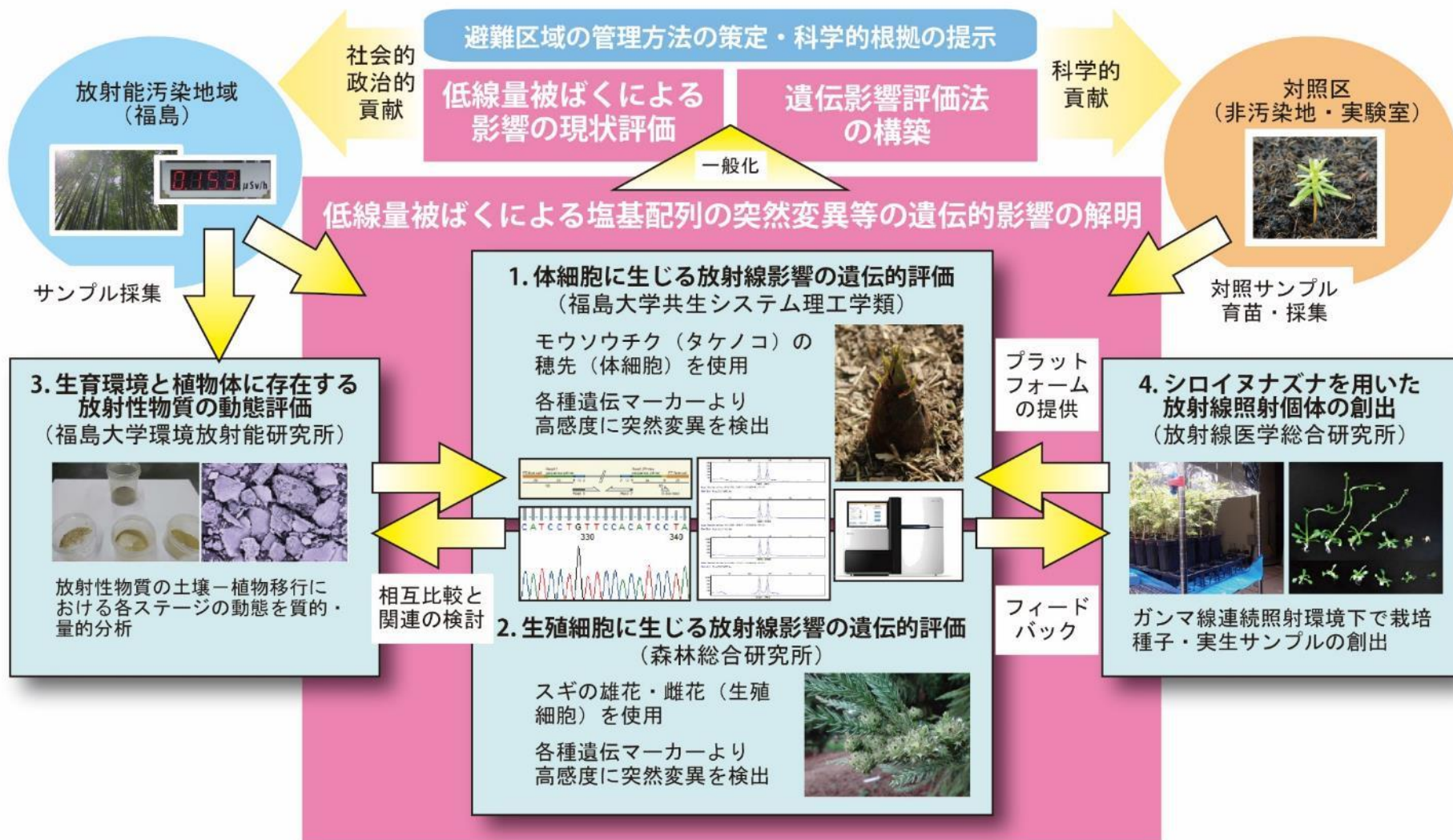
これまでほとんど実現していない低線量放射線被ばくの遺伝的影響について、定量的に評価する手法を開発することを目指す。



①, ②, ③, ④は関連するサブテーマ番号

4. 開発内容

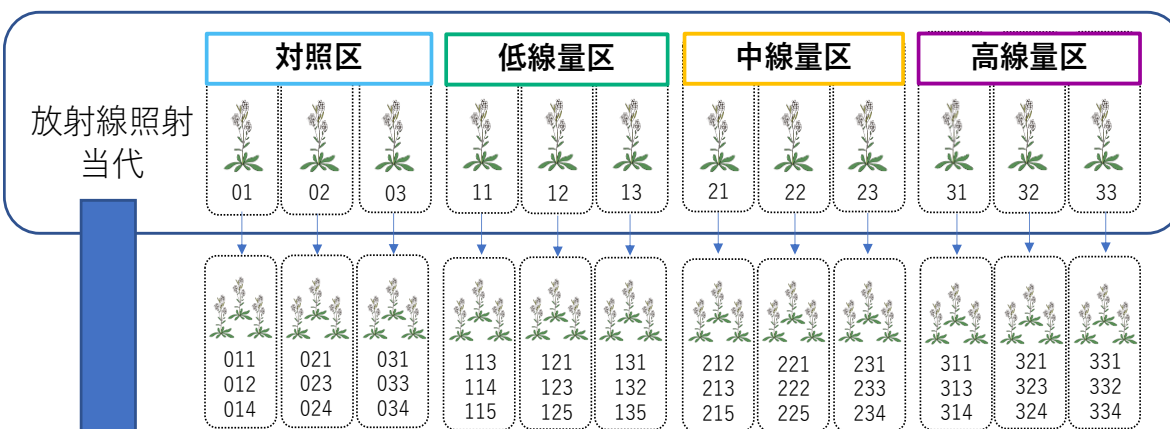
放射能汚染地域の生物で利用可能な遺伝的影響評価法の開発 (研究代表機関：福島大学共生システム理工学類)



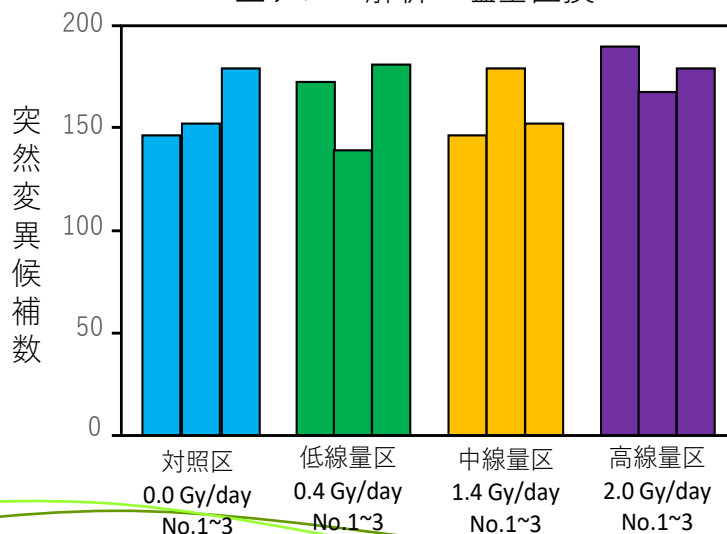
5-1. 成果の概要

【汚染地域に生育する植物の体細胞における突然変異】

シロイヌナズナの照射実験と全ゲノム解析



照射当代シロイヌナズナ
全ゲノム解析の塩基置換



シロイヌナズナの第一世代では、被ばく量が増えても突然変異数は上昇しなかった。

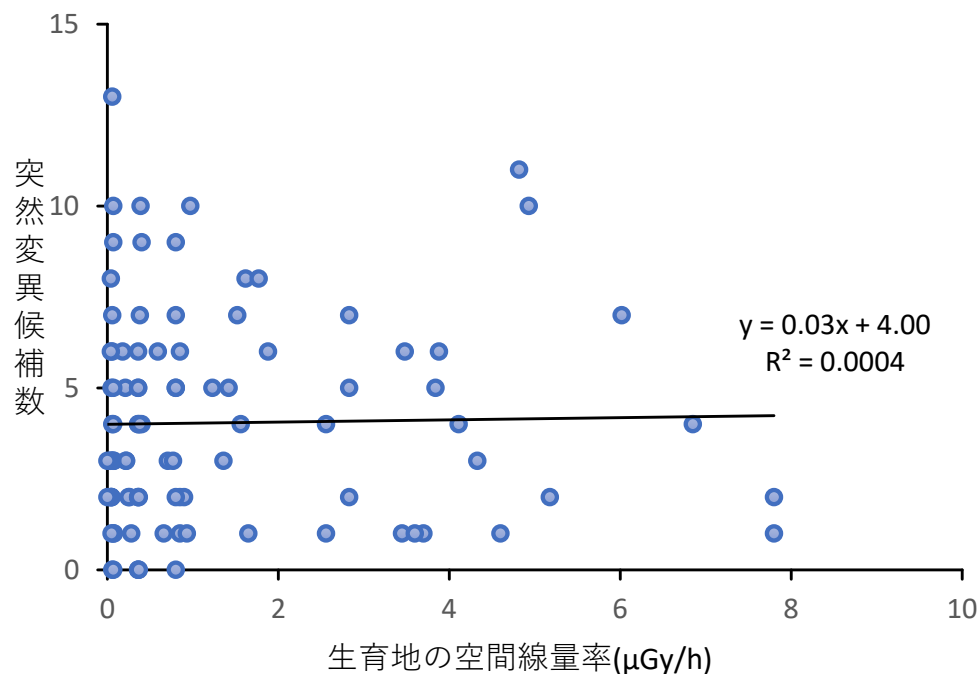
照射次世代による生殖細胞系列の結果とは異なる（後述）。

遺伝子発現解析は、中線量区程度でもDNA傷害の発生を示唆。

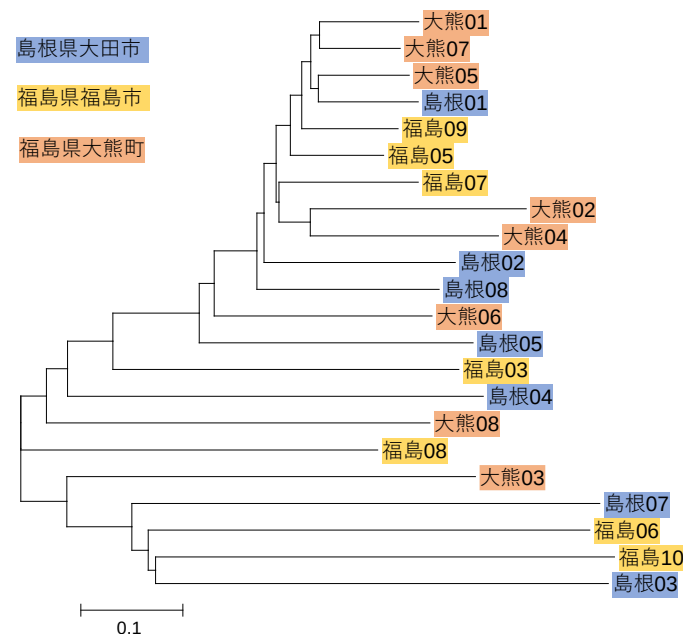
5-1. 成果の概要

【汚染地域に生育する植物の体細胞における突然変異】

同一クローンのモウソウチクを対象とした縮約ゲノム解析



B) GRAS-Di



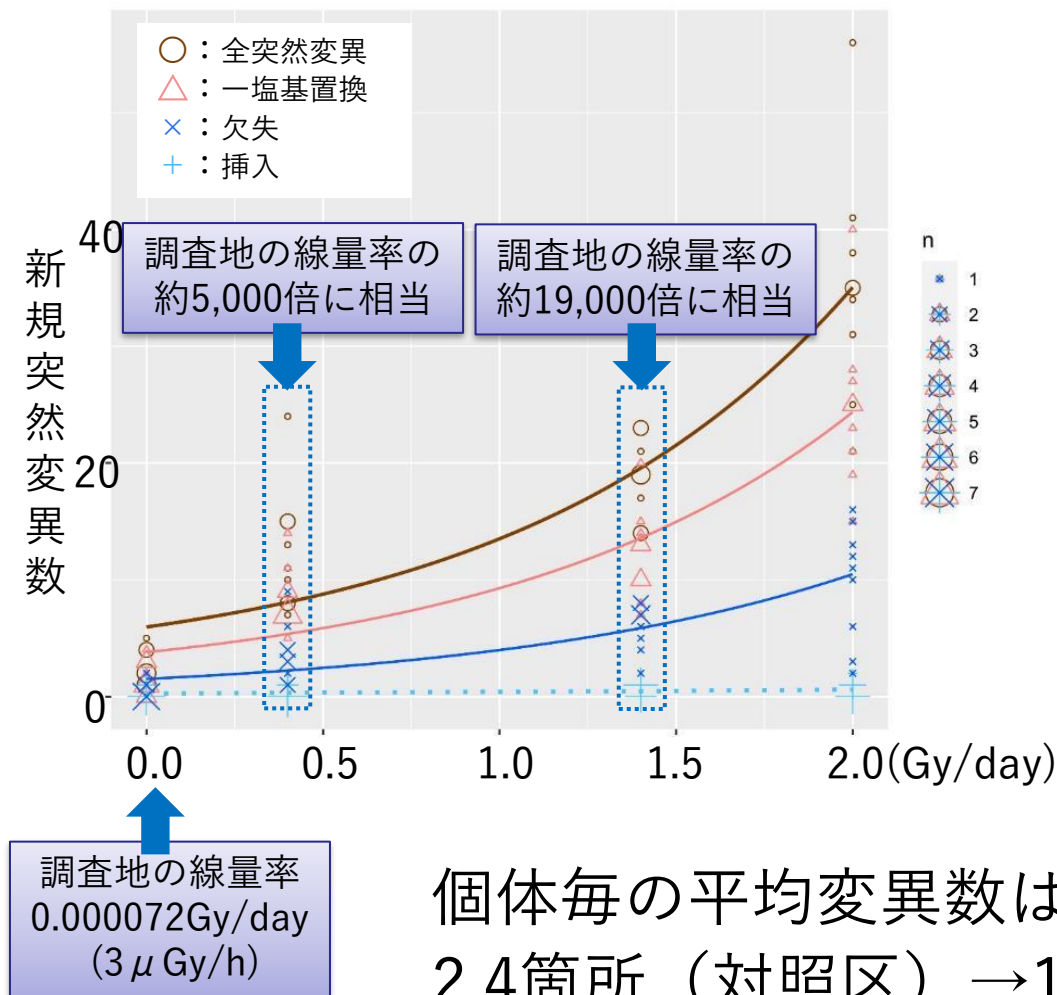
汚染地域*に生育するモウソウチクにおける各種縮約ゲノム解析や全ゲノム解析は、突然変異の蓄積を示唆しない。

*汚染地域の線量率は3～8 $\mu\text{Gy/h}$ 、中線量照射区の1/10000以下

5-1. 成果の概要

【汚染地域に生育する植物の生殖細胞における突然変異】

シロイヌナズナの照射次世代の全ゲノム解析



✓ 次世代では被ばく量増加で変異数も増加(負の2項分布)

➤ 生殖細胞系列で新規突然変異が発生固定しやすい

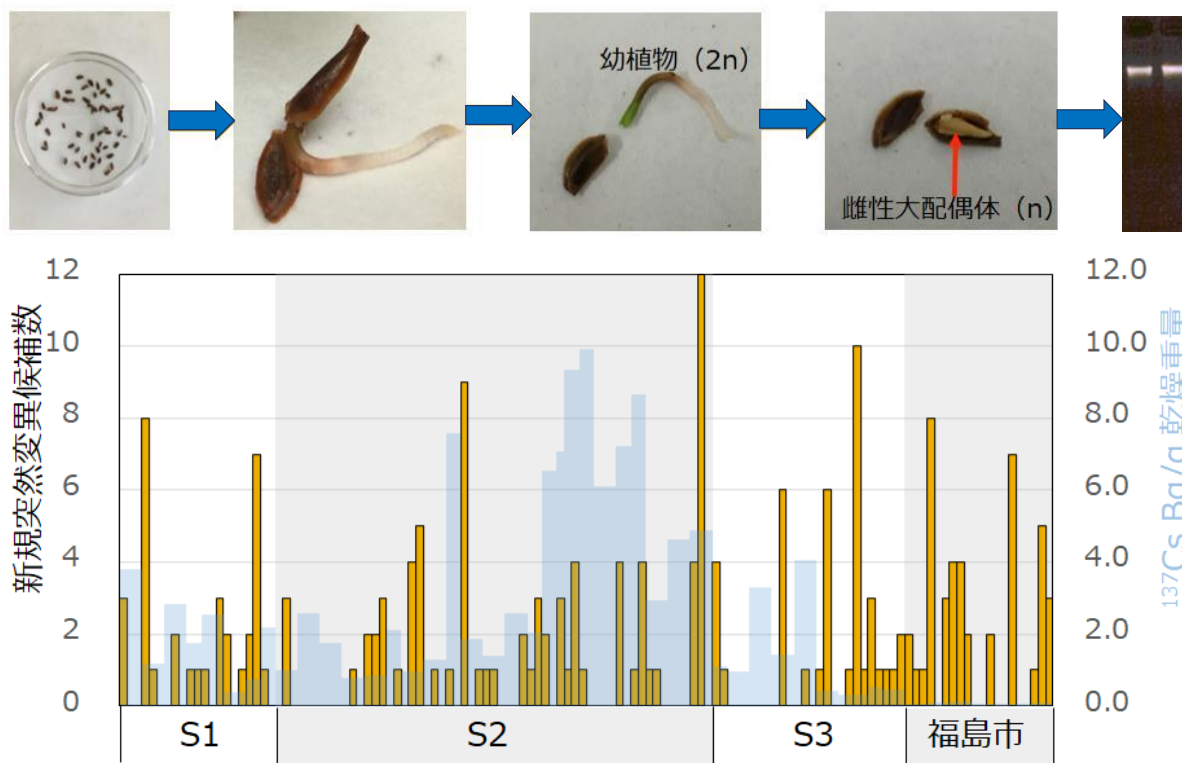
➤ 汚染地域の線量率では影響しない

個体毎の平均変異数は、数千倍以上の照射でも
2.4箇所(対照区) → 12.4箇所(約5,000倍)
→ 18.8箇所(約19,000倍)に増えるのみ。

5 - 1. 成果の概要

【汚染地域に生育する植物の生殖細胞における突然変異】

汚染地域に生育するスギの生殖細胞（雌性配偶体）での解析

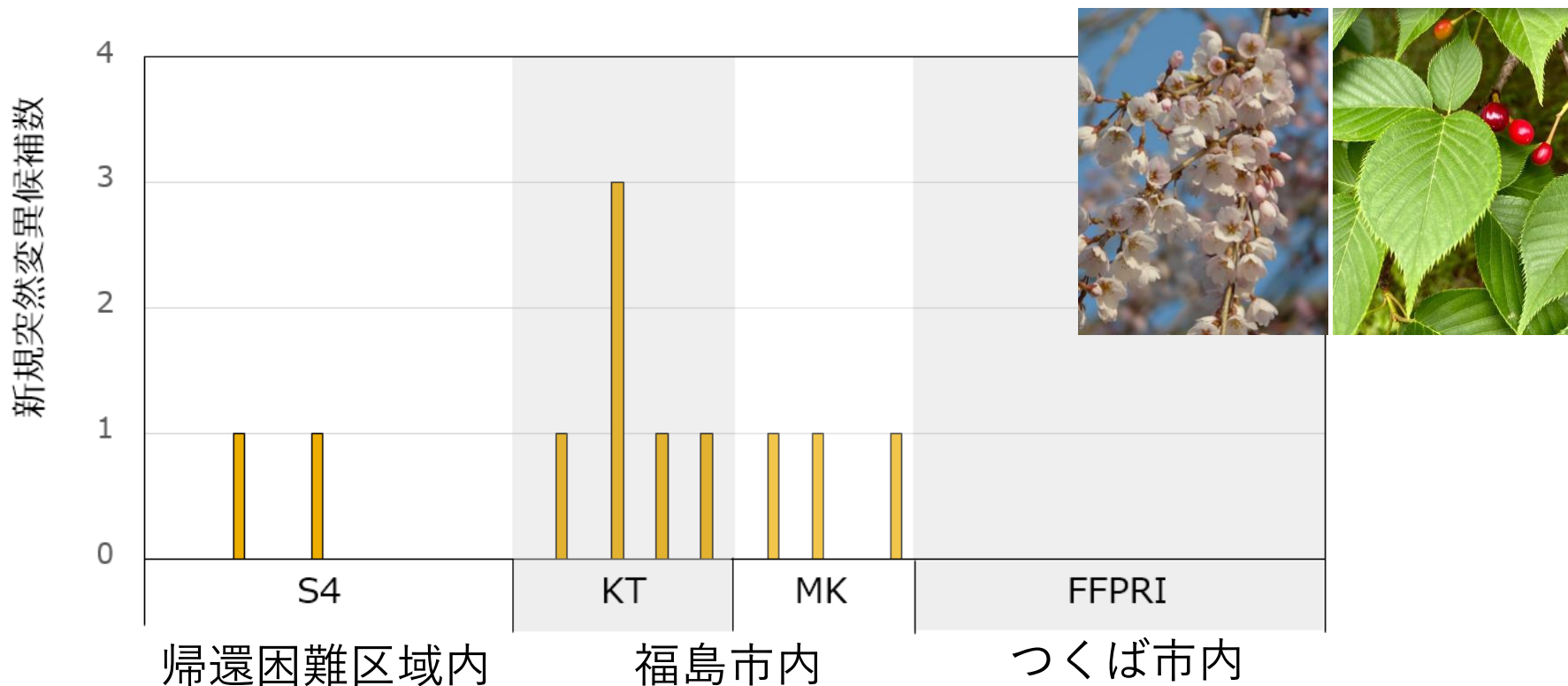


観察された突然変異数と生育地の空間線量率や放射性セシウムの含有量には関連が認められなかった。

5 - 1. 成果の概要

【汚染地域に生育する植物の生殖細胞における突然変異】

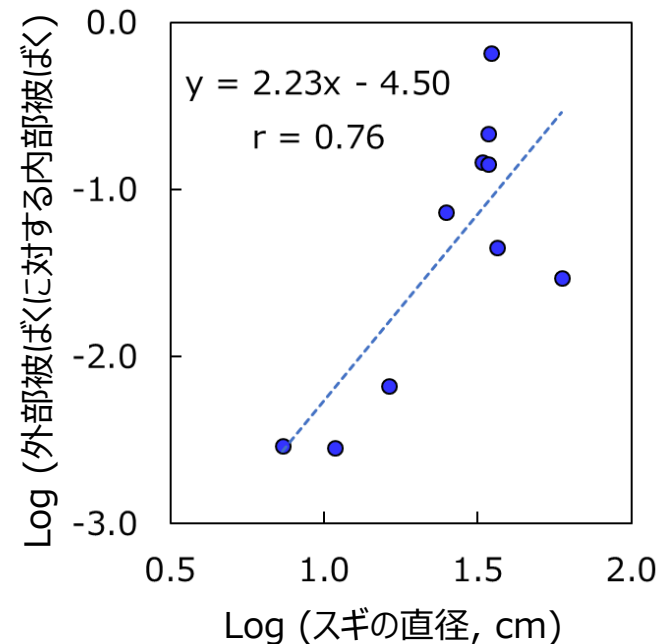
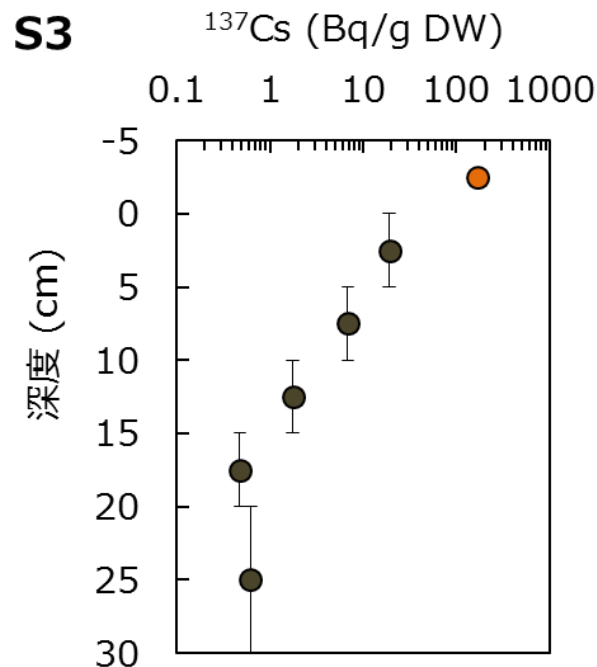
汚染地域に生育するサクラ次世代（人工交配）での解析



新規突然変異がほとんど確認されなかった。
(種間や系統間で変異率が多少異なる可能性)

5 - 1. 成果の概要

【汚染地域に生育する植物に存在する放射性物質】

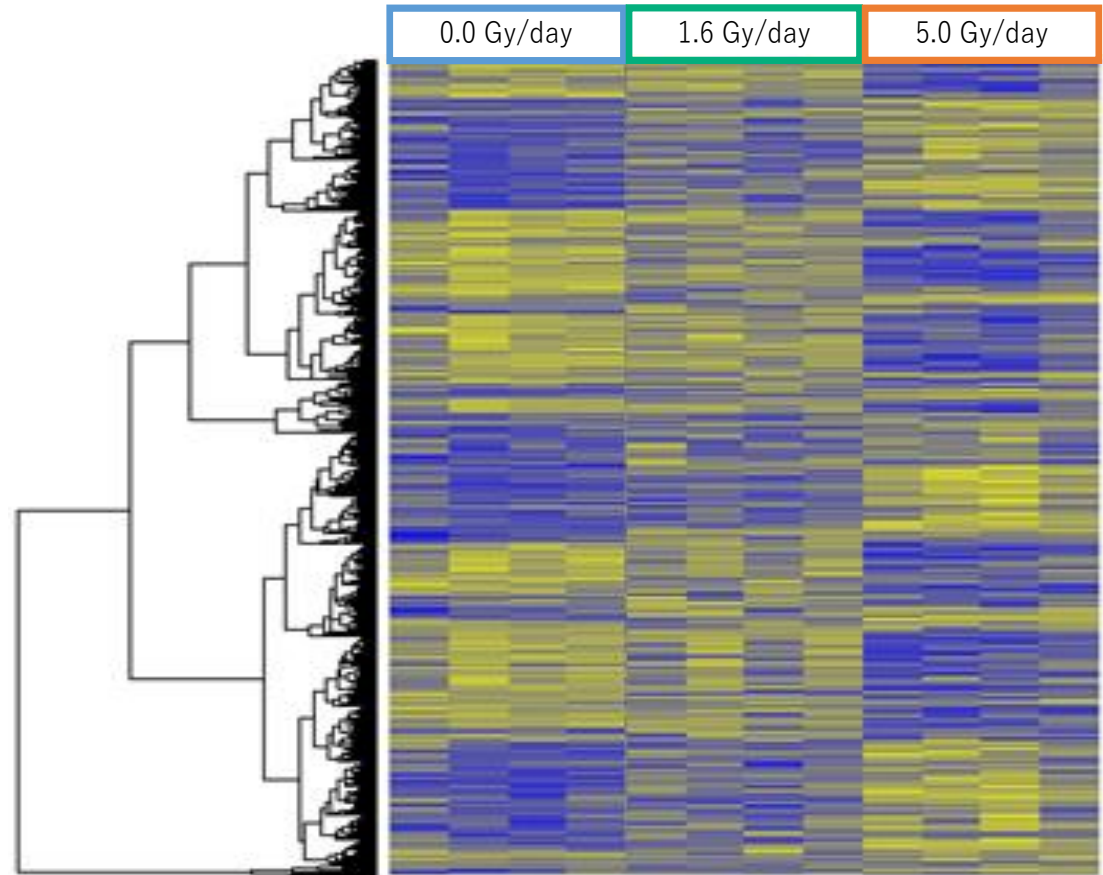
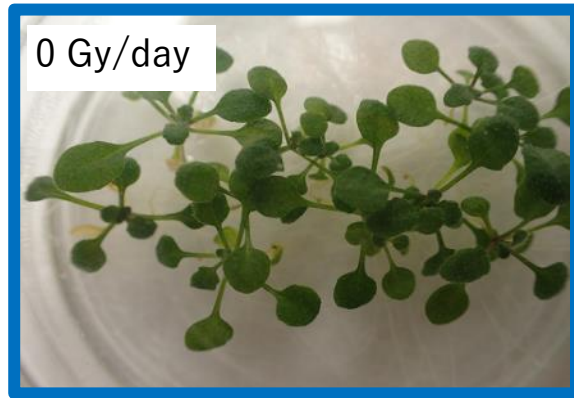


濃度の深度分布から植物へ移行した放射性セシウムの土壌深度が推定可能

直径と土壌インベントリーからスギの内部および外部被ばく量が推定可能

5 - 1. 成果の概要

【放射線被ばくによる遺伝子発現の変化】



形態や塩基配列には変化がなくても、遺伝子発現に変化が認められた（核酸代謝やDNA修復など）

5-1. 成果の概要【まとめ】

市民の疑問

- Q1. 避難区域の生物のDNAは壊れているのではないかな？
- Q2. 変化した塩基配列が遺伝して次世代に受け継がれるのかな？
- Q3. 壊れたDNAを持つ生物が分布を広げているのではないかな？

震災後10年、これまでの回答

- A. 放射線生物学の知見からは多分大丈夫だと思います。
- A. でも、突然変異率を評価するのは難しく、わからないところもあります。



本研究プロジェクトによって可能になったこれからの回答

- A. シロイヌナズナでは、自然に生じる1個体あたり2箇所ぐらいの変異を10箇所ぐらいに増やすためには、汚染地域の数千倍の放射線の照射が必要になります。汚染地域の線量であれば、突然変異率は自然条件と変わらないでしょう。
- A. 実際に、帰還困難区域に生育するスギとサクラの次世代、モウソウチクの体細胞では、区域外に生育する個体より新規突然変異が多いということはありません。
- A. 新規突然変異の評価法ができたので、条件が合えば他の種でも検証が可能です。

市民の疑問に福島での研究データで回答が可能に

5-2. 環境政策等への貢献

<行政等が既に活用した成果>

1. 野生動植物への放射線影響に関する調査研究報告会
(主催：環境省) 等への研究成果の提供
2. 各種講演会（教員、市民、学生対象）での成果還元

<行政等が活用することが見込まれる成果>

1. ICRPやUNSCEAR等の報告書に貢献可能
(独自性の高い評価手法や調査対象)
2. モニタリング手法（針葉樹の雌性配偶体分析など）
3. 現状の遺伝的リスク説明におけるデータ活用
(施策やそのタイムスケールの根拠として)