

福島原発事故初期の空間線量率分布の推定

○本田 文弥¹⁾, 木名瀬 栄^{1),2)}

¹⁾茨城大学大学院 量子線科学専攻, ²⁾原子力機構



目的

福島原発事故により、被災した人々の健康管理や不安対策のため、信頼性の高い線量再構築が不可欠。特に、地表面に沈着した放射性核種を起因とする空間線量率(グランドシャイン)による外部被ばくの影響は大きい。



・地表面に沈着した放射性核種の経時変化は、放射壊変に加えウェザリング効果の影響
・事故初期は、短半減期核種の実測データが欠如(核種組成が不明)



信頼性の高い線量(率)の推定が困難

福島原発事故初期時の外部被ばく(グランドシャインによる)線量再構築に資するため、地表面に沈着した放射性核種の組成を仮定し、ウェザリング効果を反映する分布状況変化モデルを応用して、福島第一原発から半径80km圏内における事故3ヶ月後までの空間線量率分布を推定。

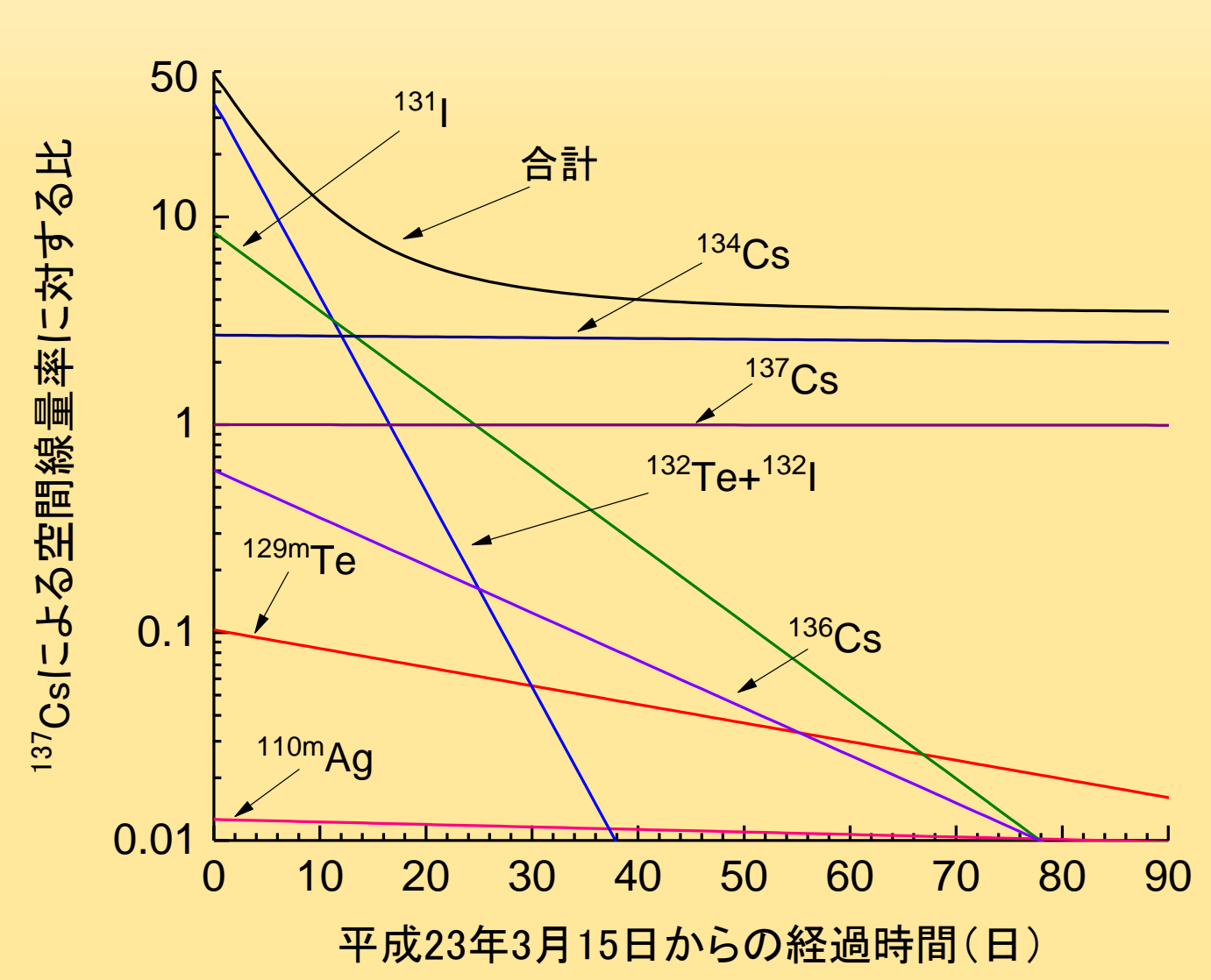
手法

地表面に沈着した放射性核種の組成は、以下の3ケースで仮定。放射性核種の空間線量率への寄与は、それぞれの核種の放射壊変の補正を行い、その組成と周辺線量当量率換算係数*を考慮した¹³⁷Csによる空間線量率に対する比として評価

* K. Saito et al., J. Nucl. Sci. Technol. 51, 1274-1287 (2014).

UNSCEARの沈着密度測定値*による核種組成のケース

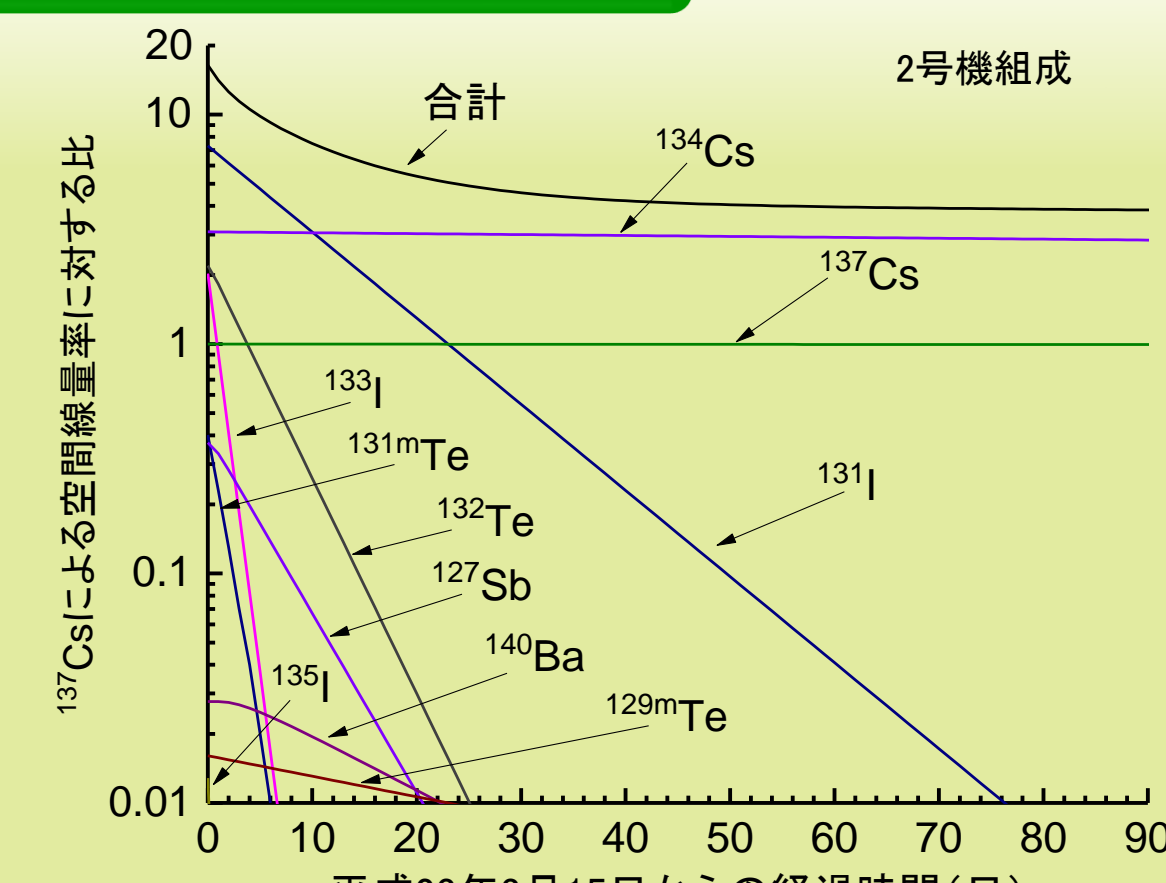
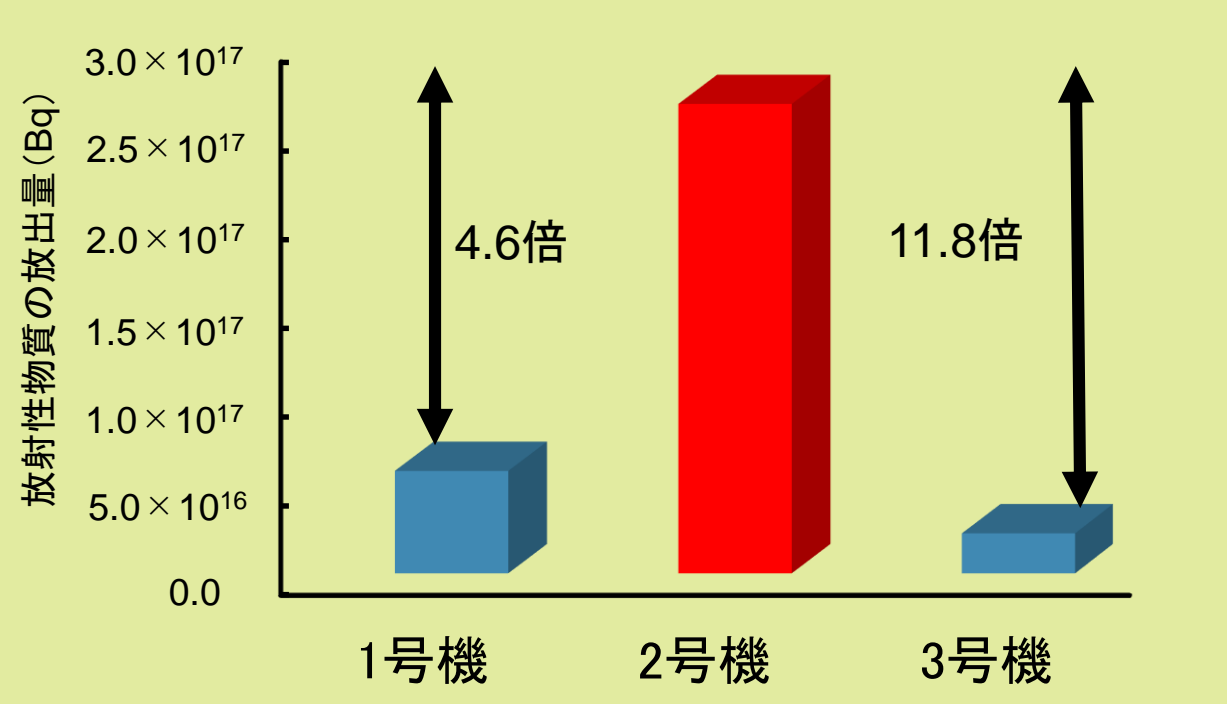
*UNSCEAR 2013年報告書, 土壤中の放射性核種濃度の¹³⁷Cs濃度に対する比



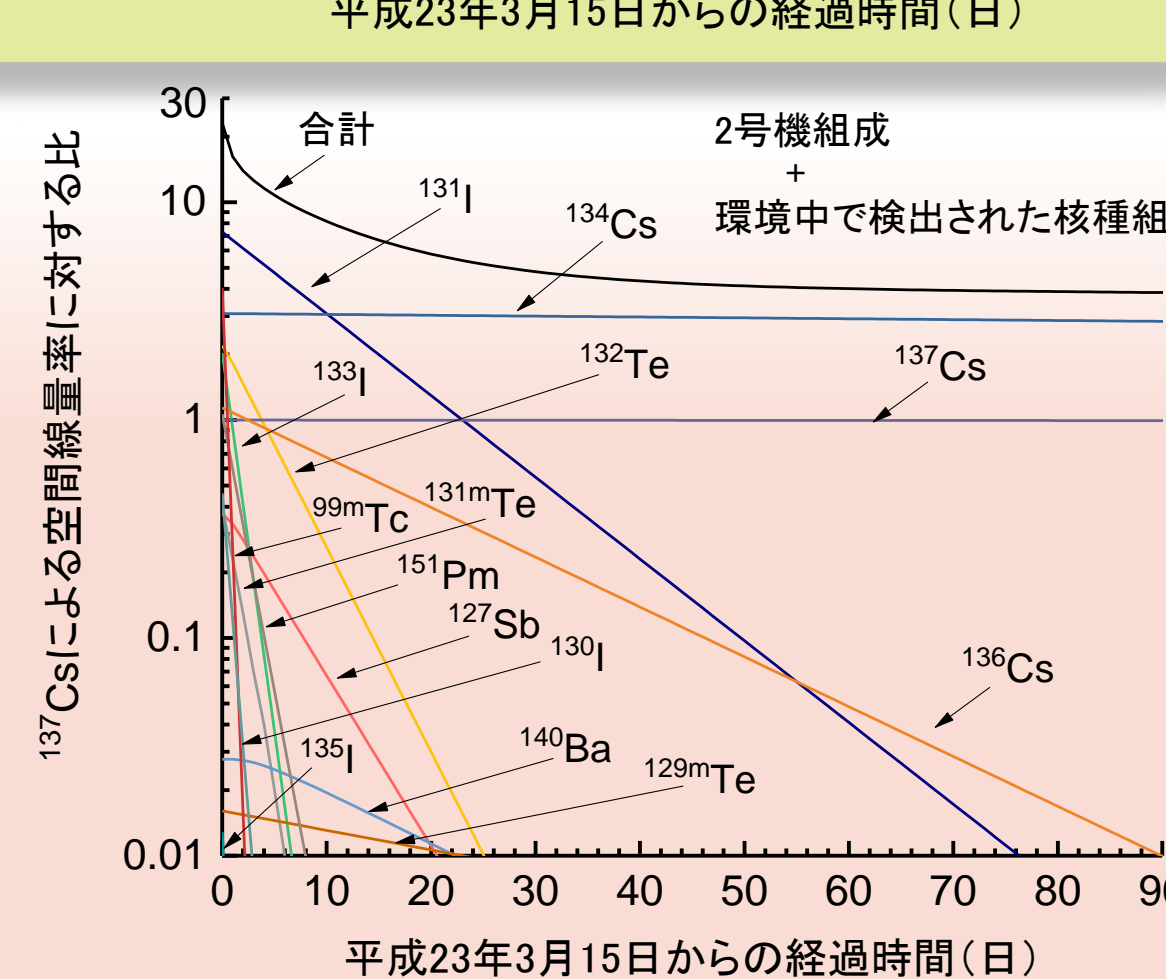
- 測定は、事故3ヶ月後に実施(測定実施:平成23年6月6日~7月8日)
- 事故初期は、上記以外の短半減期核種が空間線量率へ寄与した可能性がある。

炉内インベントリ計算による核種組成のケース

炉内インベントリ計算*に基づき、2号機の核種組成を仮定
*経済産業省、原子力安全に関するIAEA関係会議に対する日本政府の報告書



炉内インベントリ計算および環境中で検出された核種組成のケース



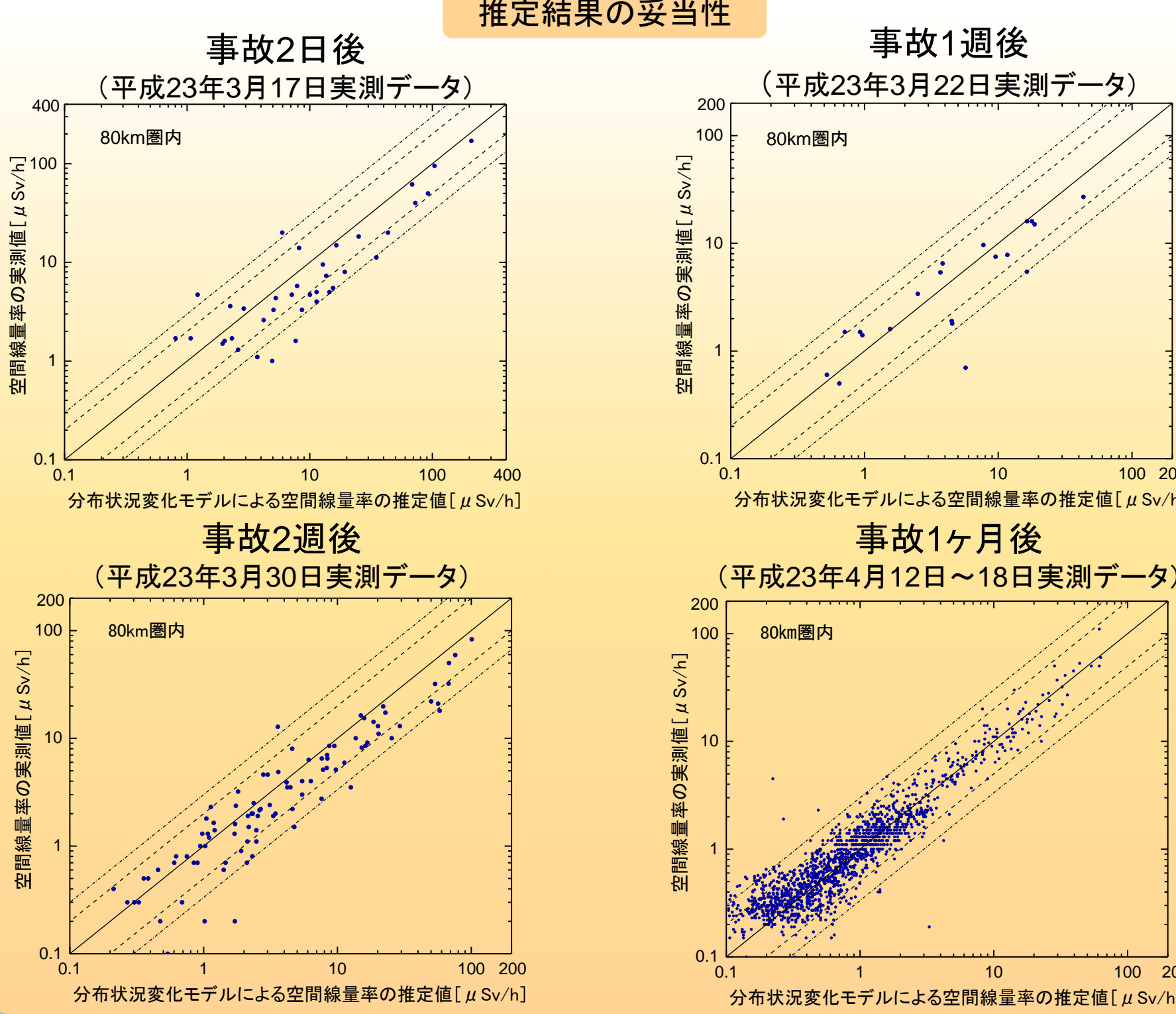
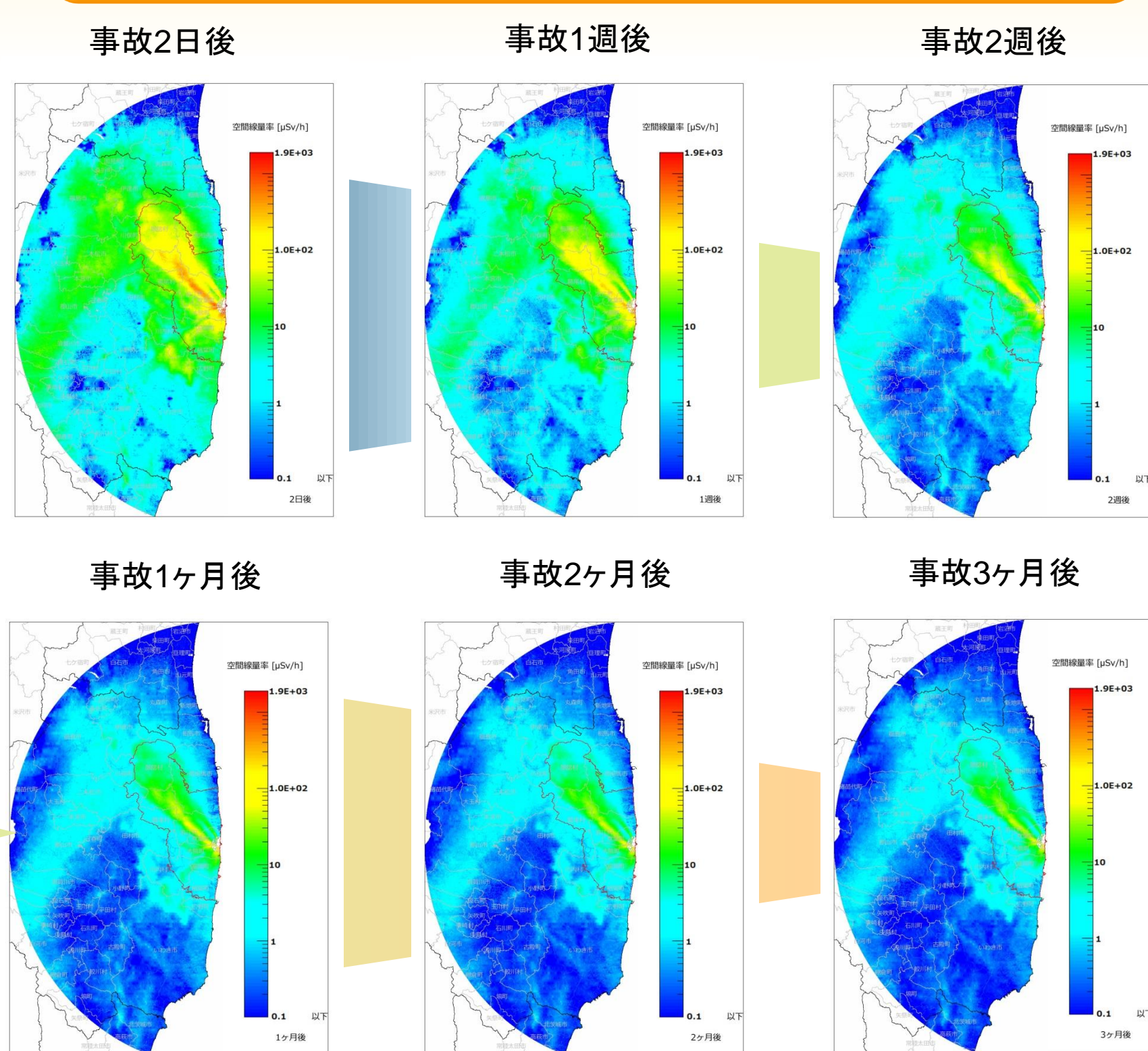
分布状況変化モデルの応用

$$D(t) = (D_0 - D_{BG})(1 + Q(t)) \left\{ f_{fast} \exp\left(\frac{-\ln 2}{T_{fast}} \cdot t\right) + (1 - f_{fast}) \exp\left(\frac{-\ln 2}{T_{slow}} \cdot t\right) \right\} \cdot \frac{k \exp(-\lambda_{134}t) + \exp(-\lambda_{137}t)}{k + 1} + D_{BG}$$

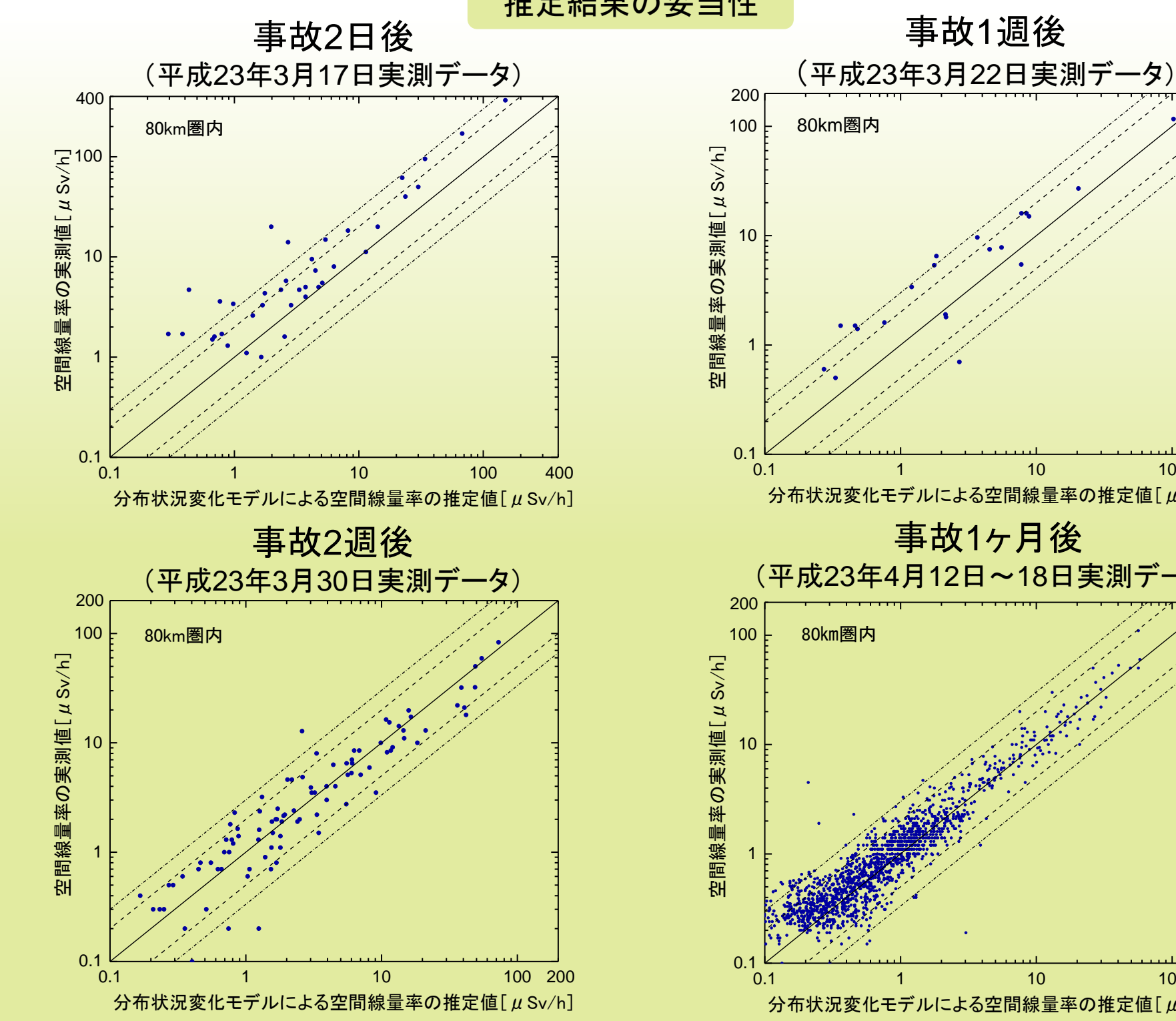
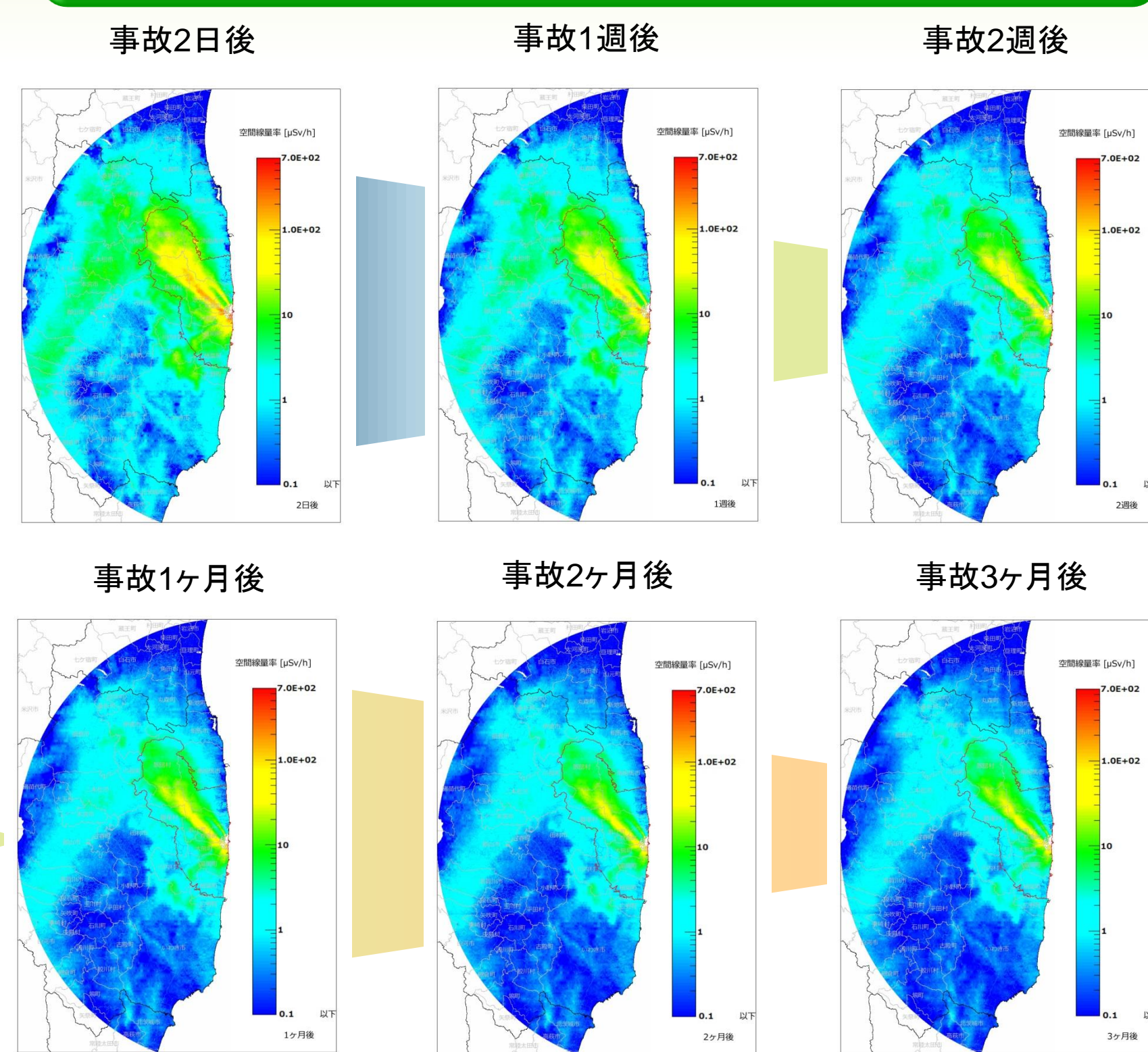
ここで、
 $D(t)$: 経過時間 t における空間線量率,
 D_0 : 初期空間線量率 (基準日: 2013年11月19日),
 D_{BG} : 平均的なバックグラウンド空間線量率, $0.05 \mu\text{Sv h}^{-1}$,
 $Q(t)$: 補正係数,
 f_{fast} : 減衰が速い成分の割合,
 T_{fast} : 減衰が速い成分の環境半減期,
 T_{slow} : 減衰が遅い成分の環境半減期, 92年,
 k : ¹³⁴Cs の ¹³⁷Cs に対する初期空間線量率比 (同濃度), 2.7
 λ_{134} : ¹³⁴Cs の壊変定数 (物理的半減期 2.0648年),
 λ_{137} : ¹³⁷Cs の壊変定数 (物理的半減期 30.1671年)

結果

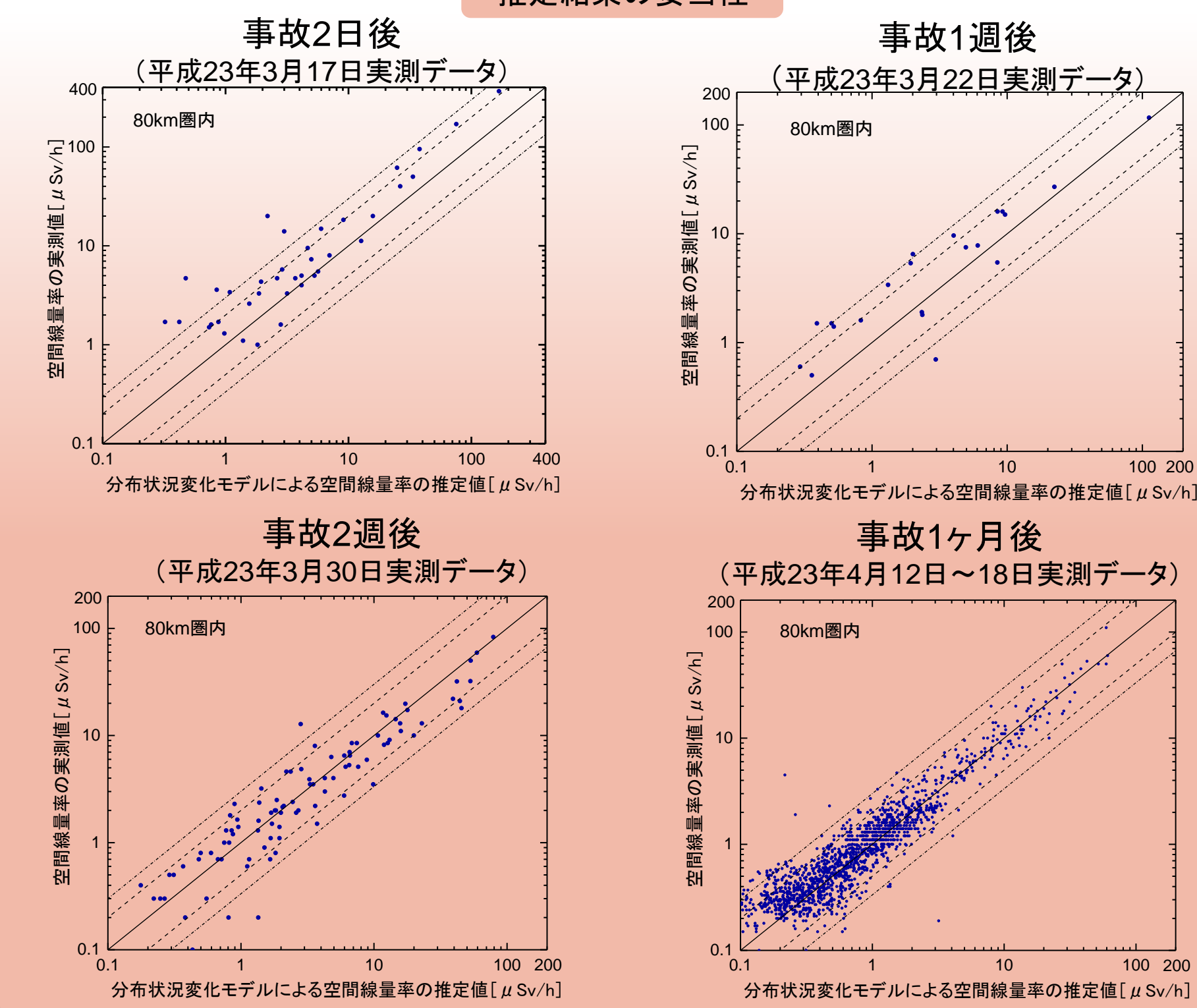
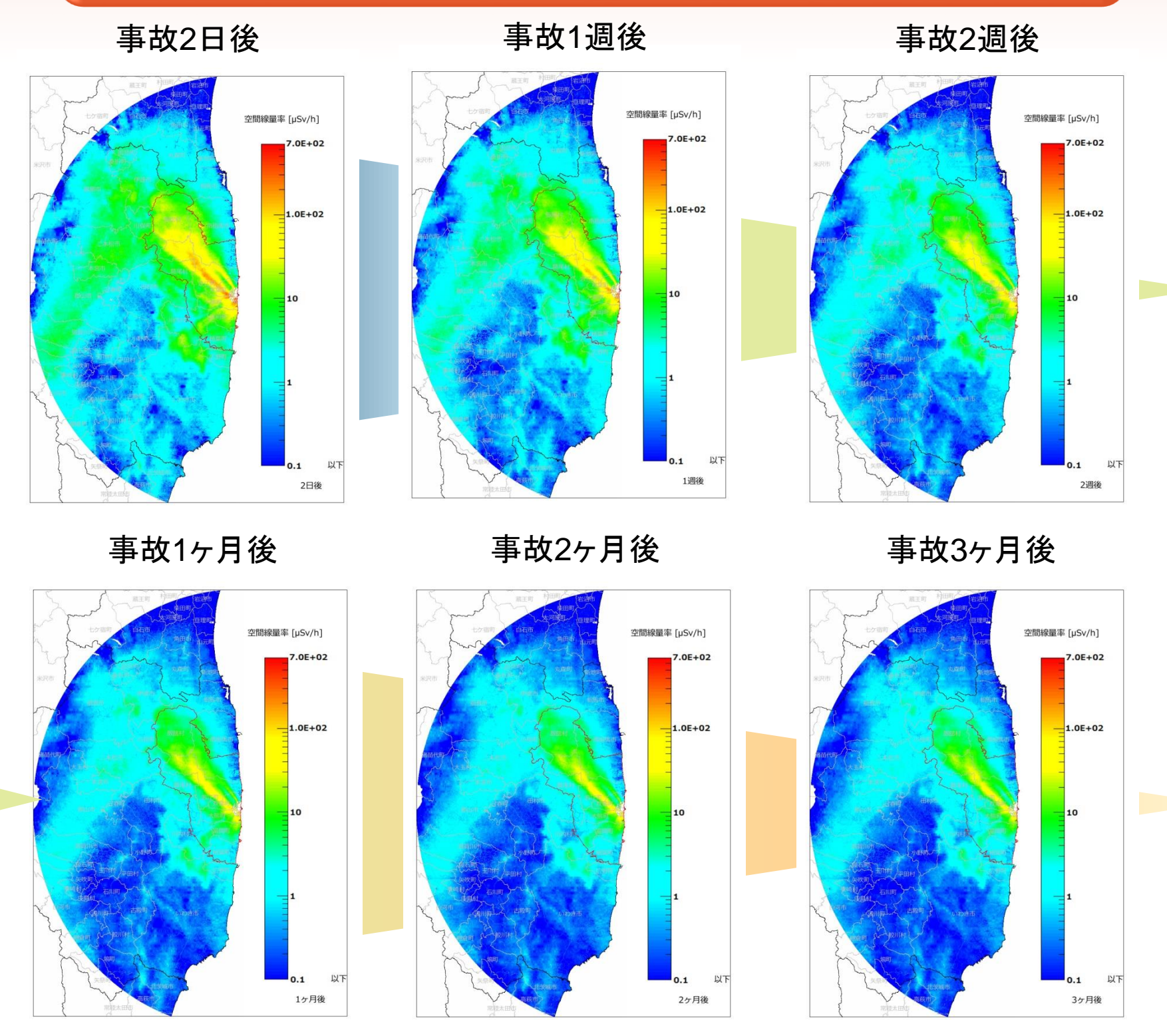
UNSCEARの沈着密度測定値による核種組成のケース



炉内インベントリ計算による核種組成のケース



炉内インベントリ計算および環境中で検出された核種組成のケース



結論

- ・事故初期時に地表面に沈着した放射性核種の組成を仮定し、空間線量率への寄与を評価
 →事故3ヶ月以降になると、¹³⁴⁺¹³⁷Cs以外の核種は空間線量率に大きく寄与しないことが示唆
- ・分布状況変化モデルを用いて、福島第一原発から80km圏内を対象とした、事故3ヶ月後までの空間線量率分布を推定
 →推定結果は、空間線量率の実測結果と係数3程度で一致

本手法により、事故3ヶ月後までの任意の時期について、空間線量率の推定図作成が可能

外部被ばく線量の推計評価に有用

今後の課題

- ・モデルの感度解析
- ・不確かさ解析
- ・地域ごとの核種組成の違い(放出パターン)考慮