

H23/09/02

福島第一原子力発電所事故に伴う 放射性物質の大気拡散解析

茨城県南部の線量上昇についての
WSPEEDIシミュレーションによる考察

[目的]

緊急時環境線量情報予測システム世界版WSPEEDIを用いて、福島第一原子力発電所から放出された放射性物質の大気拡散解析を行い、茨城県内の3月中の拡散状況を明らかにする。

[解析項目]

- 茨城県内における空間線量率分布の再現
- 空間線量率分布の形成メカニズムの解明
- 空間線量率推移の試算



- 県南地域の空間線量率上昇について考察
- 取手市における3月の空間線量率時間積算値を試算し北茨城市における見積もり値と比較(県の依頼)

目的

国内外の原子力事故にともなって放出される放射性物質の大気拡散と公衆への被ばくを、計算シミュレーションで迅速に予測する。

対象範囲 水平：地球上の任意の領域（通常、100~数1000 km）
鉛直：地上から10 km

予測期間 約7日先までの将来予測

放出形態 地球上の任意地点からの時間変動放出

出力項目 気象場、空気中濃度、地表面沈着量、被ばく線量

操作機能 GUI操作による計算条件設定、計算実行、図形出力

ネットワーク 気象庁数値予報の収集、予測情報交換（日米欧）

【検証】

- チェルノブイリ事故による放射性物質の大気拡散シミュレーション
— IAEA, WMO, EC共催のATMES等 ⇒ 第2版の性能向上確認
- 欧州広域拡散実験ETEXの実時間及び事後シミュレーション(1994年)
— 日米欧の参加国の予測性能評価 ⇒ 世界トップクラスの性能実証

WSPEEDI第1版完成(1997年)

WSPEEDI第2版開発

【適用】

- アルゲシラス(スペイン)でのCs137誤焼却事故への対応
— 米国NARACとの共同拡散評価 ⇒ 国際情報交換の活用
- IAEA緊急時対応訓練ConvExに併せた大気拡散シミュレーション
— 日米欧システムの共同参加 ⇒ 国際情報交換の活用
- 稲ウンカの中国大陸からの飛来予報
— 農水省2004年10大研究成果、NatureのNews in Briefで紹介
⇒ 他分野への活用で有用性実証
- 北朝鮮核実験(09年5月25日)による放射性物質放出を想定した拡散予測
— 文部科学省防環室に予測情報提供 ⇒ 国の有事対応に貢献

【放出量推定】

■ 原子力安全委員会への協力

■ 拡散シミュレーションとモニタリングデータから放出量を推定

— 暫定放出量発表(4/12)、原子力安全委員会発表(5月12日)

原子力学会欧文誌 M. Chino, et al., 2011: J. Nucl. Sci. Technol., 48,1129–1134
(http://www.jstage.jst.go.jp/article/jnst/48/7/1129/_pdf)

■ 詳細解析による放出量の再評価:原子力安全委員会発表(8月22日)

(<http://www.nsc.go.jp/anzen/shidai/genan2011/genan063/siryo5.pdf>)

【大気拡散解析】

■ 局地詳細計算による3月15～16日の拡散現象の再現

— プラント北西地域の線量上昇プロセスを解析 ⇒ 6月13日プレス発表

(<http://www.jaea.go.jp/02/press2011/p11061302/index.html>)

■ 日本全域の大気拡散シミュレーション

— 事故発生後2ヶ月間の日本全国の被ばく線量を暫定的に試算

⇒ 6月15日原子力機構HP技術解説

(<http://www.jaea.go.jp/jishin/kaisetsu03/kaisetsu03.htm>)

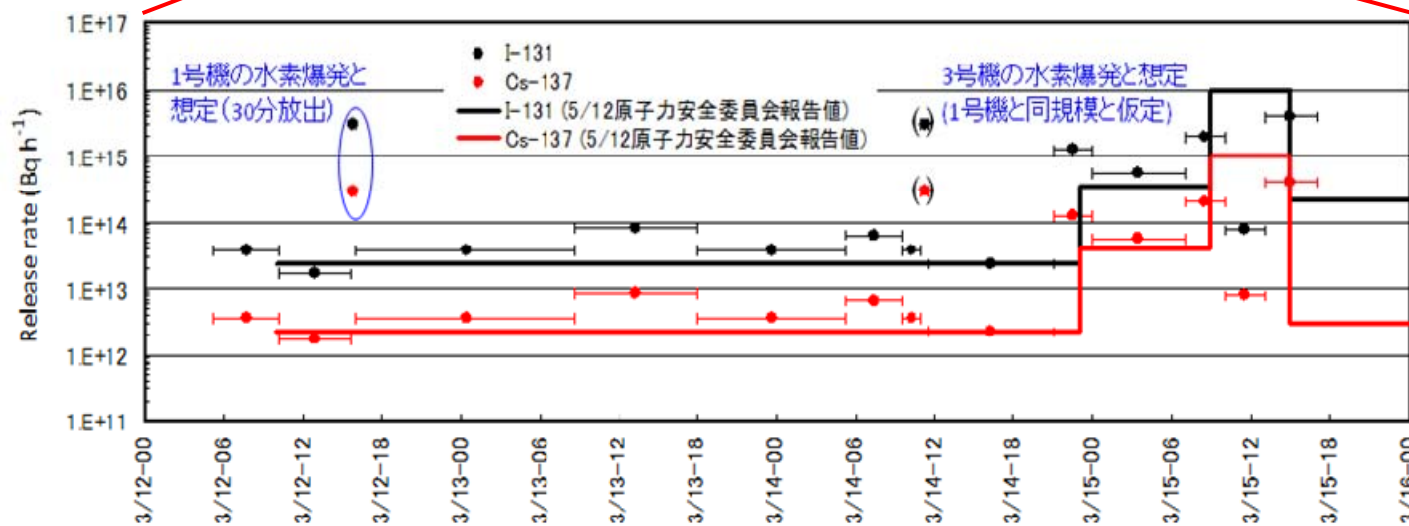
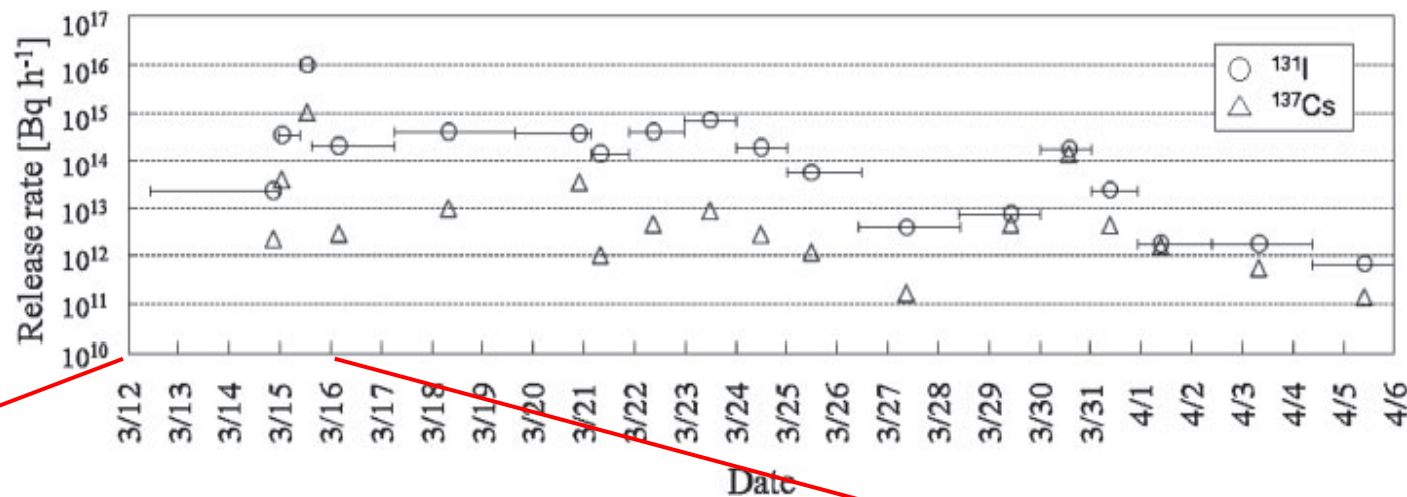
周辺住民の被ばく評価と国内外の環境影響評価に活用

放出量推定(本解析で必須の入力情報)

原子力安全委員会に協力して放射性核種の大気放出量を推定

- 4月5日までの暫定放出量推定(第31回原子力安全委員会に発表:5月12日)
- 詳細解析による放出量再推定(第63回原子力安全委員会に発表:8月22日)

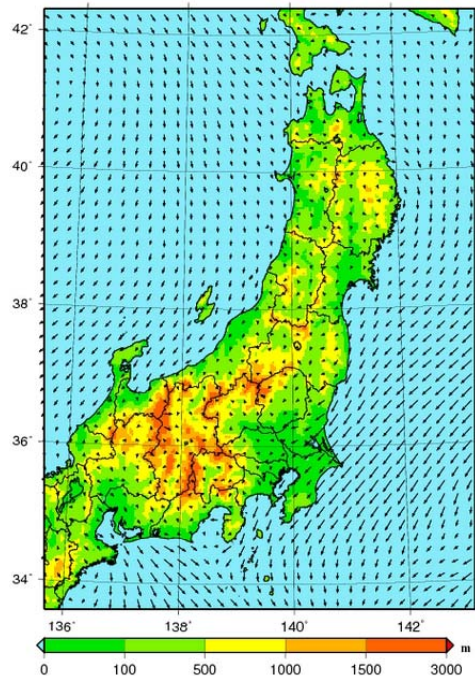
^{131}I と ^{137}Cs の暫定放出率推定値の時間変化
(M. Chino, et al., 2011: JNST, 48,1129-1134)



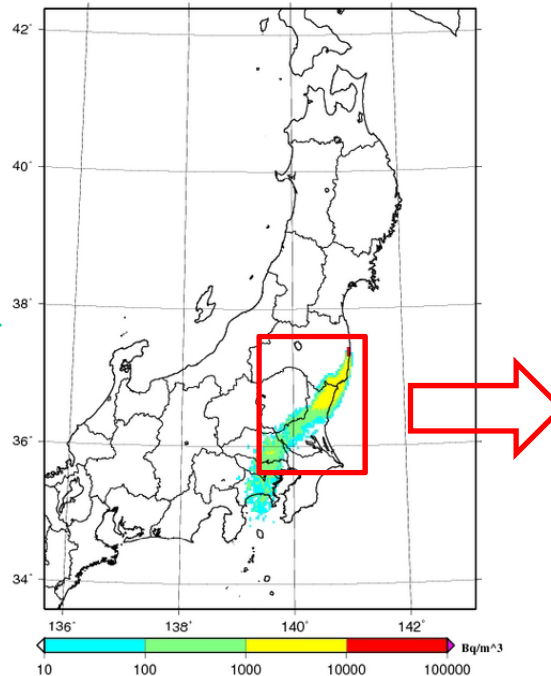
^{131}I と ^{137}Cs の放出率再推定値の時間変化
実線: 再推定前の値
(第63回原子力安全委員会発表資料より)

【気象計算】	入力データ	: 気象庁数値予報データGPV、アメダス等
	地形データ	: 分解能3 kmの標高及び土地利用データ
【拡散計算】	放出核種	: I-131、Te-132+I-132、Cs-134、Cs-137
	放出率	: 原子力機構が原子力安全委員会に報告した推定値 (5月12日公表、8月22日一部改定)
	解析範囲	: 東西690km南北960km、分解能3 km
	解析期間	: 平成23年3月12日5時～4月1日0時

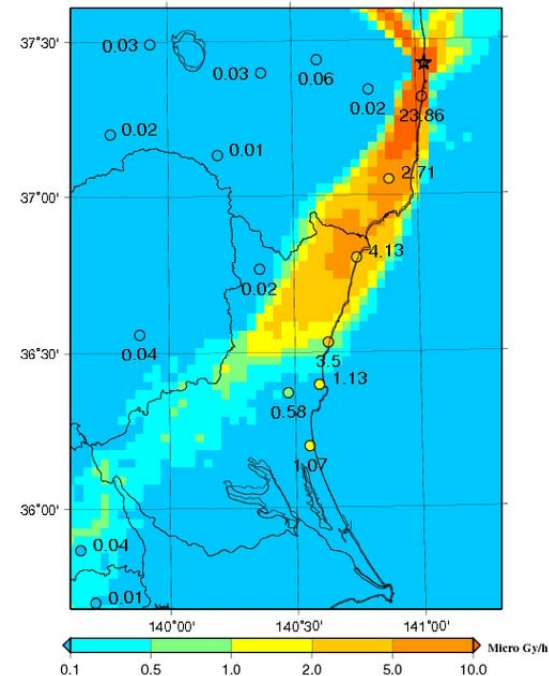
気象計算



拡散計算



県内の空間線量率分布



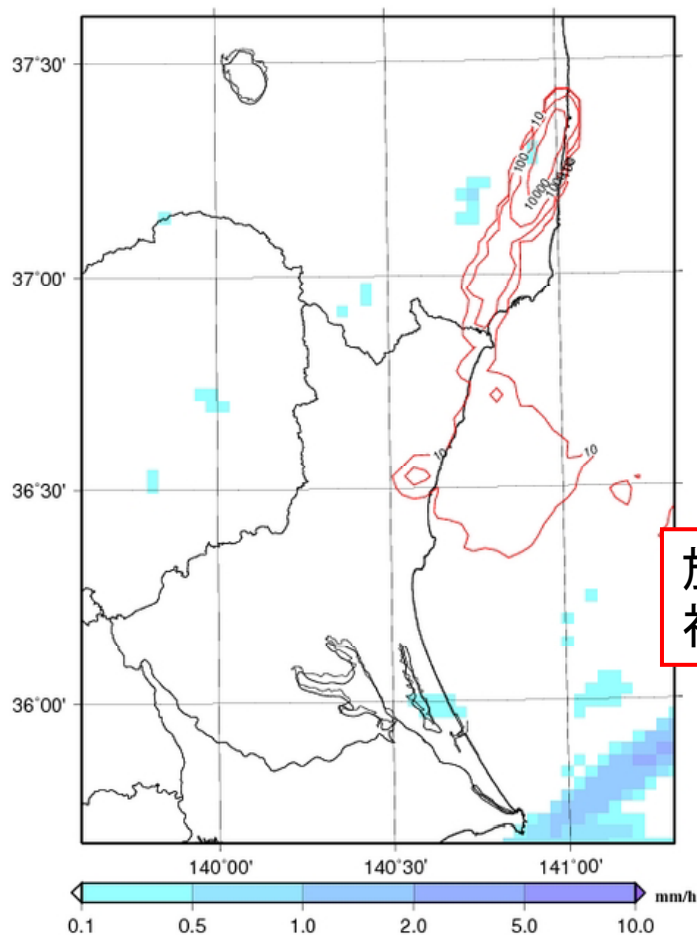
空間線量率・降雨・濃度分布(3月15日)

濃度と降雨分布の計算値

降雨強度: 面コンター

鉛直積算濃度: 赤色コンター

3月15日2時



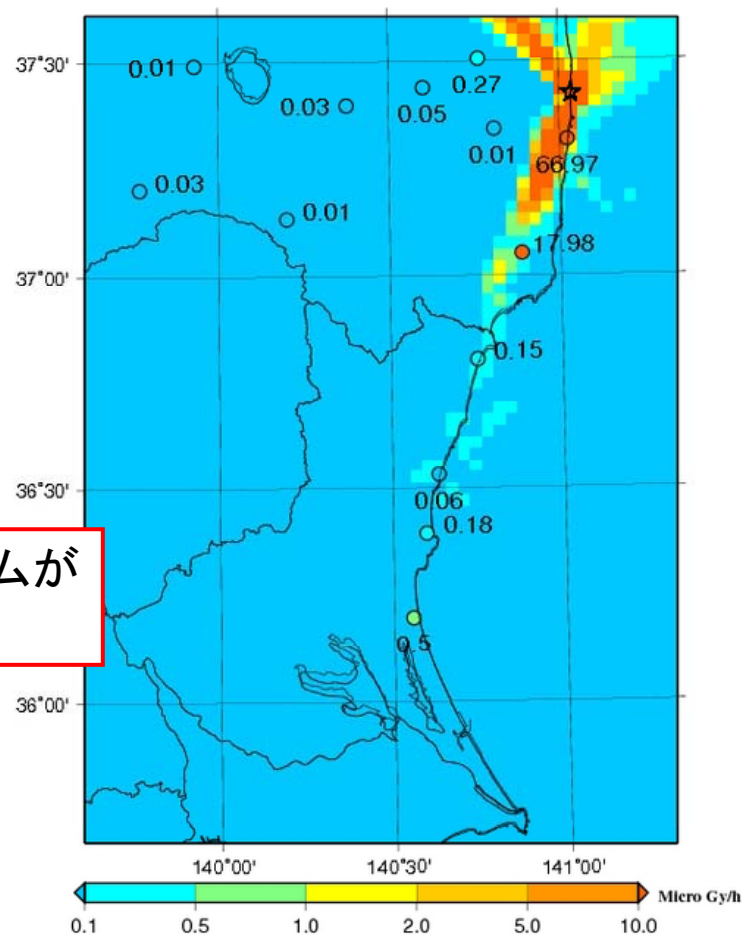
放射性プルームが
初めて南下

空間線量率の比較

計算値: 面コンター

測定値: プロットと数値

3月15日2時



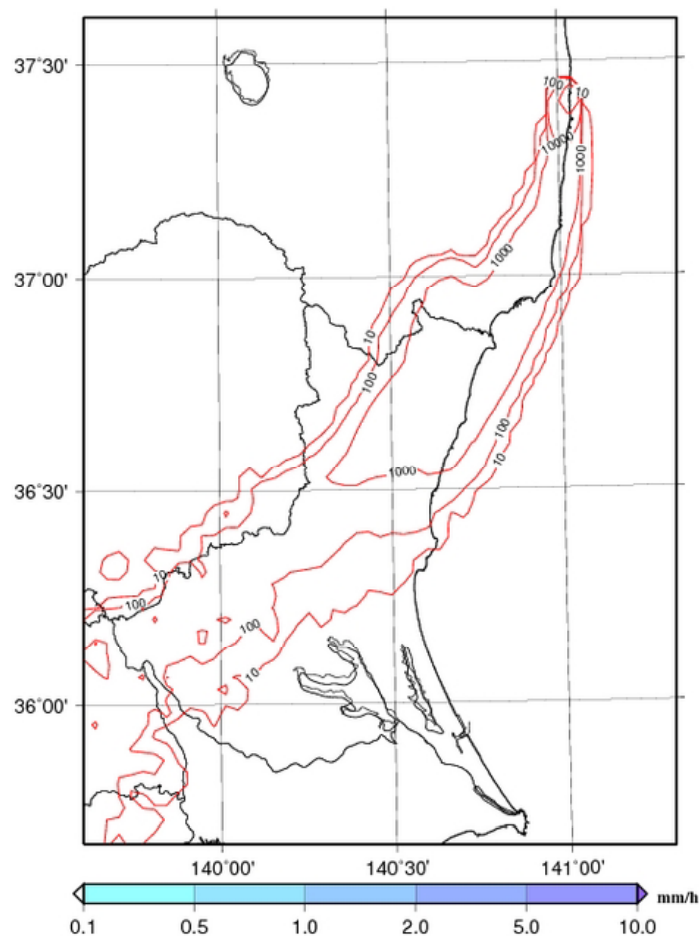
空間線量率・降雨・濃度分布(3月15日)

濃度と降雨分布の計算値

降雨強度: 面コンター

鉛直積算濃度: 赤色コンター

3月15日8時

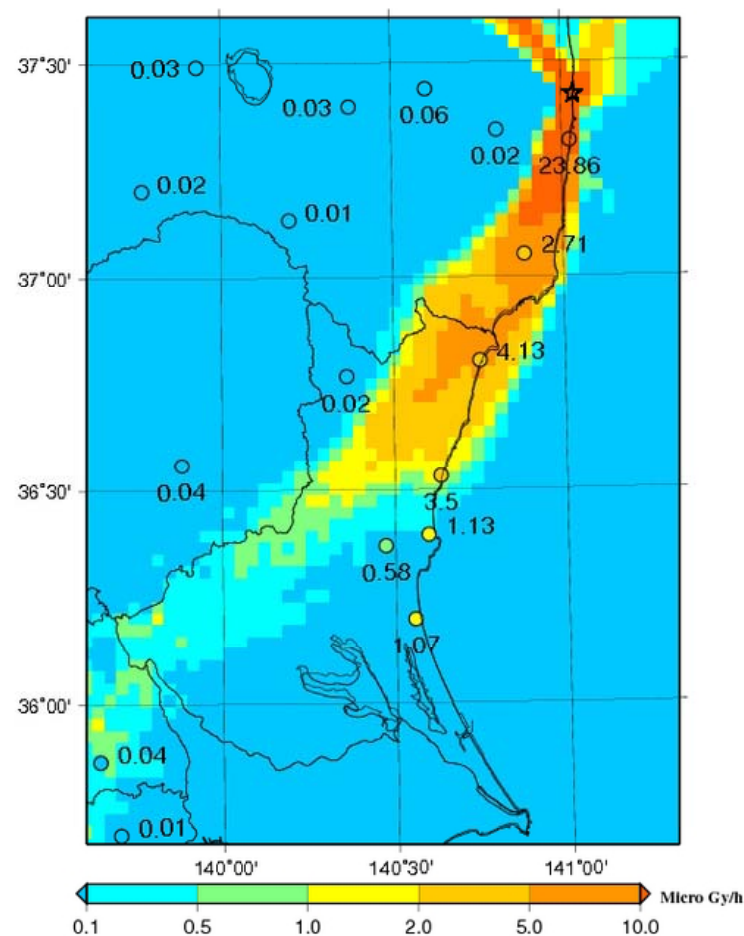


空間線量率の比較

計算値: 面コンター

測定値: プロットと数値

3月15日8時



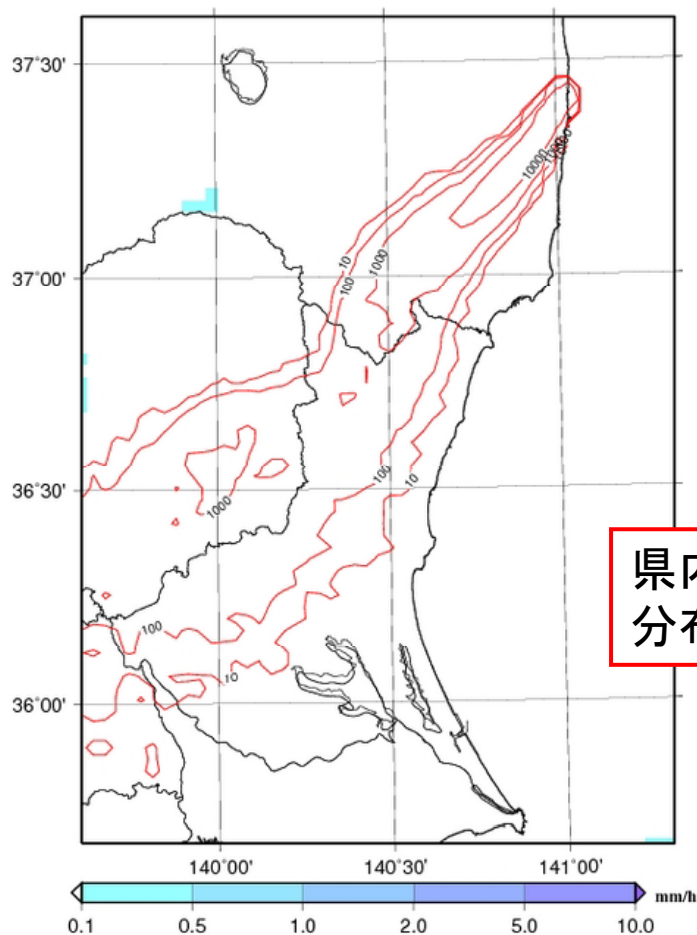
空間線量率・降雨・濃度分布(3月15日)

濃度と降雨分布の計算値

降雨強度: 面コンター

鉛直積算濃度: 赤色コンター

3月15日11時



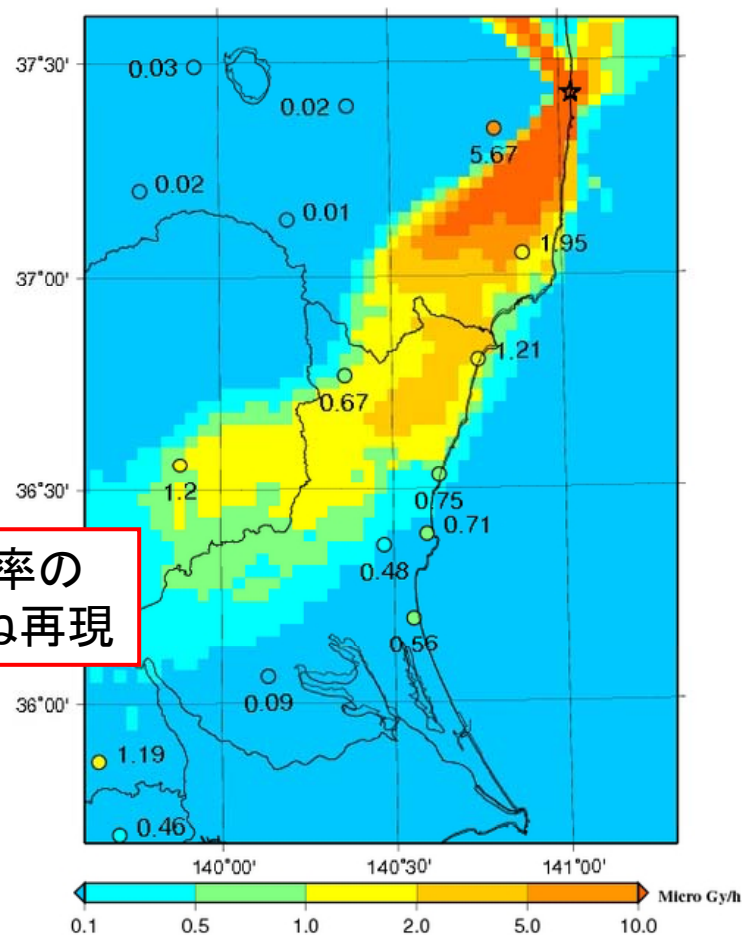
県内の空間線量率の分布と変動を概ね再現

空間線量率の比較

計算値: 面コンター

測定値: プロットと数値

3月15日11時



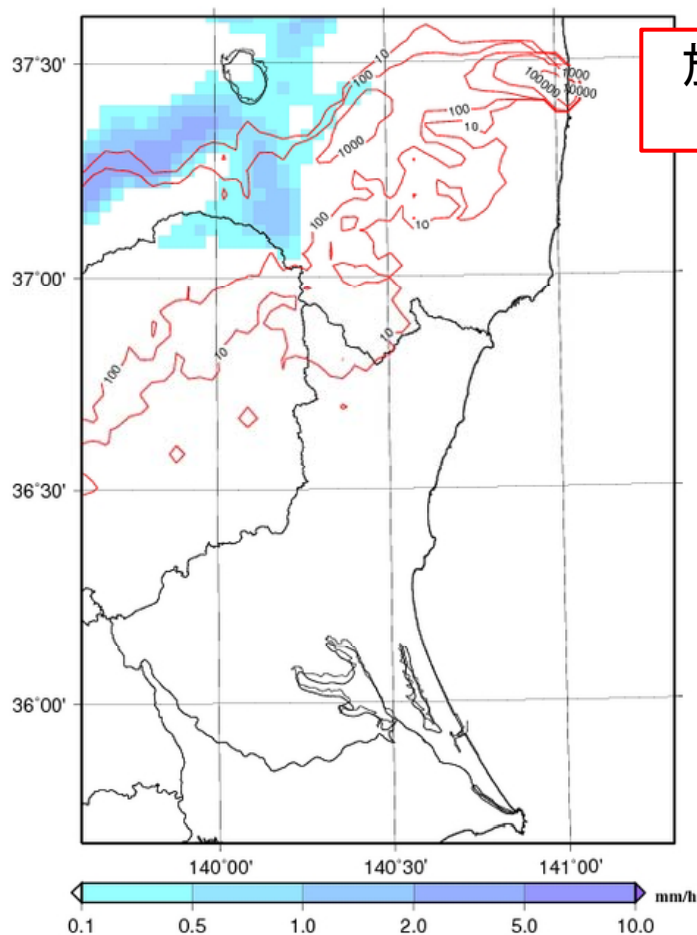
空間線量率・降雨・濃度分布(3月15日)

濃度と降雨分布の計算値

降雨強度: 面コンター

鉛直積算濃度: 赤色コンター

3月15日15時



空間線量率の比較

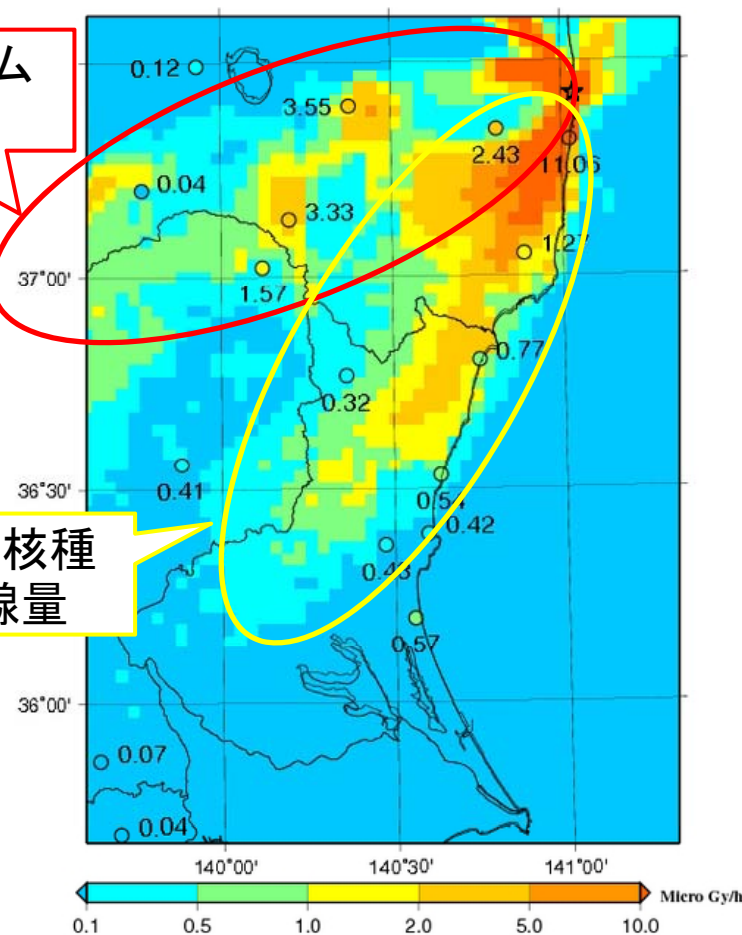
計算値: 面コンター

測定値: プロットと数値

3月15日15時

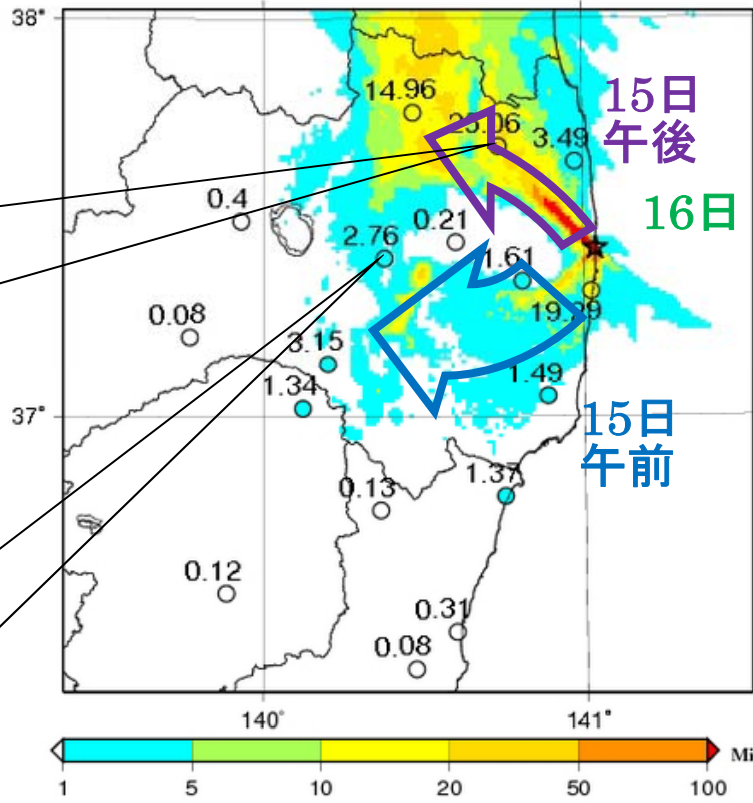
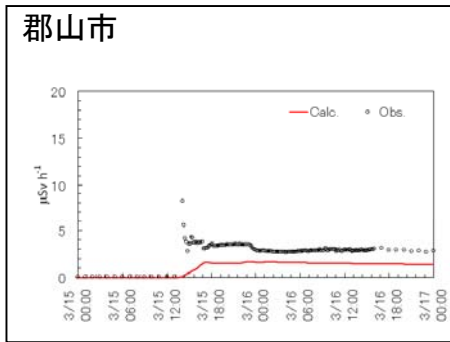
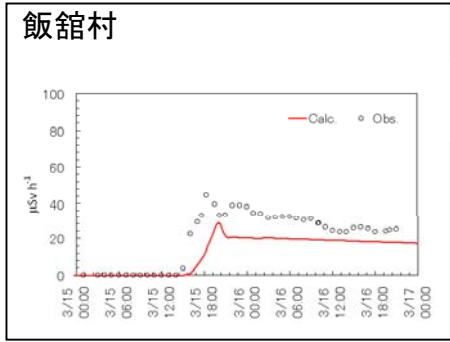
放射性プルームからの線量

地表沈着核種からの線量



参考：福島県の線量上昇（6月13日プレス発表）

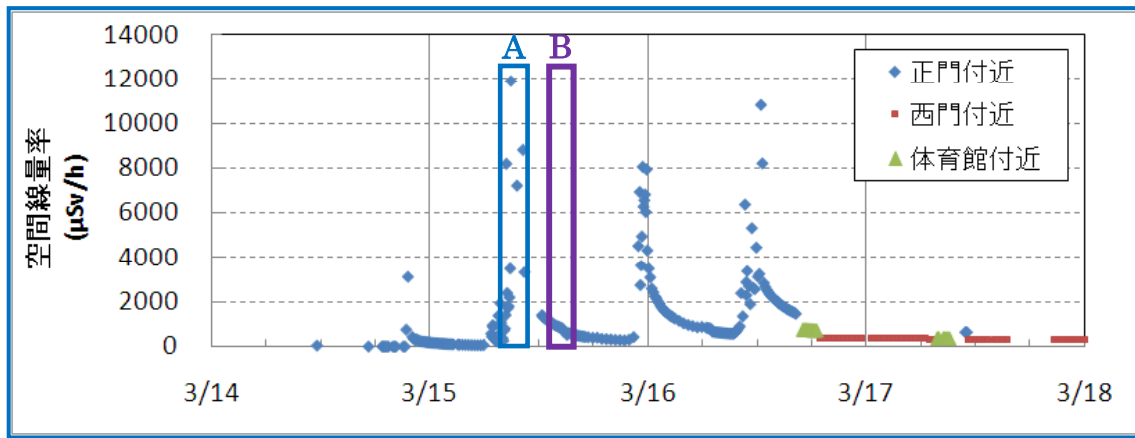
空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) の推移
 ○: モニタリング値
 —: 計算値



3月16日21時の空間線量率分布とプルームの動き(矢印)
 ○印と数値はこの時刻のモニタリング値

福島第一原子力発電所の正門で測定された空間線量率の推移

2号機内の急激な圧力低下時期
 期間A: 3月15日7~11時頃
 期間B: 3月15日13~15時頃



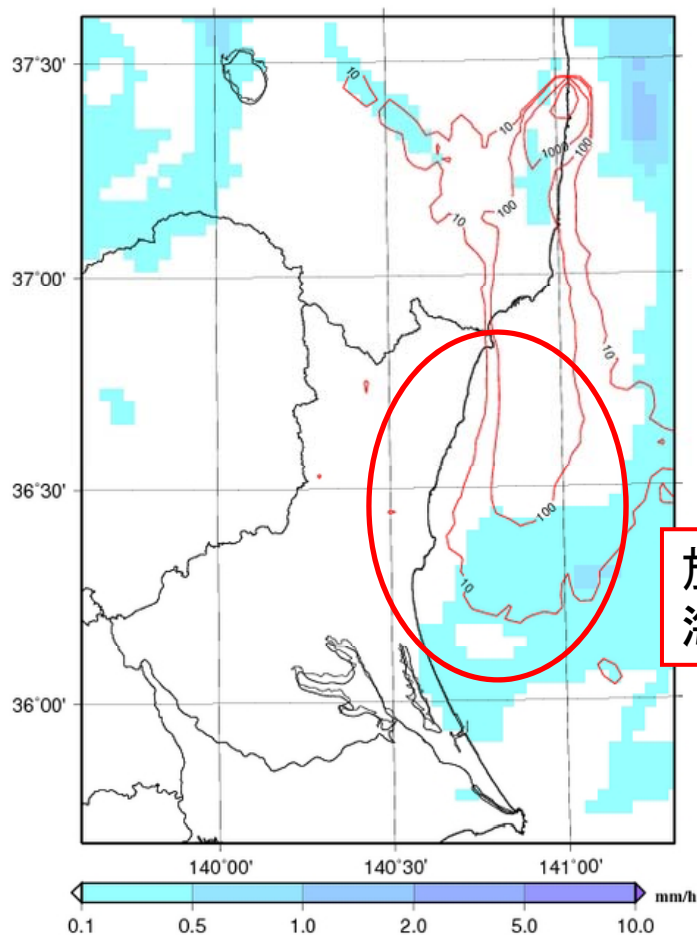
空間線量率・降雨・濃度分布(3月16日)

濃度と降雨分布の計算値

降雨強度: 面コンター

鉛直積算濃度: 赤色コンター

3月16日6時



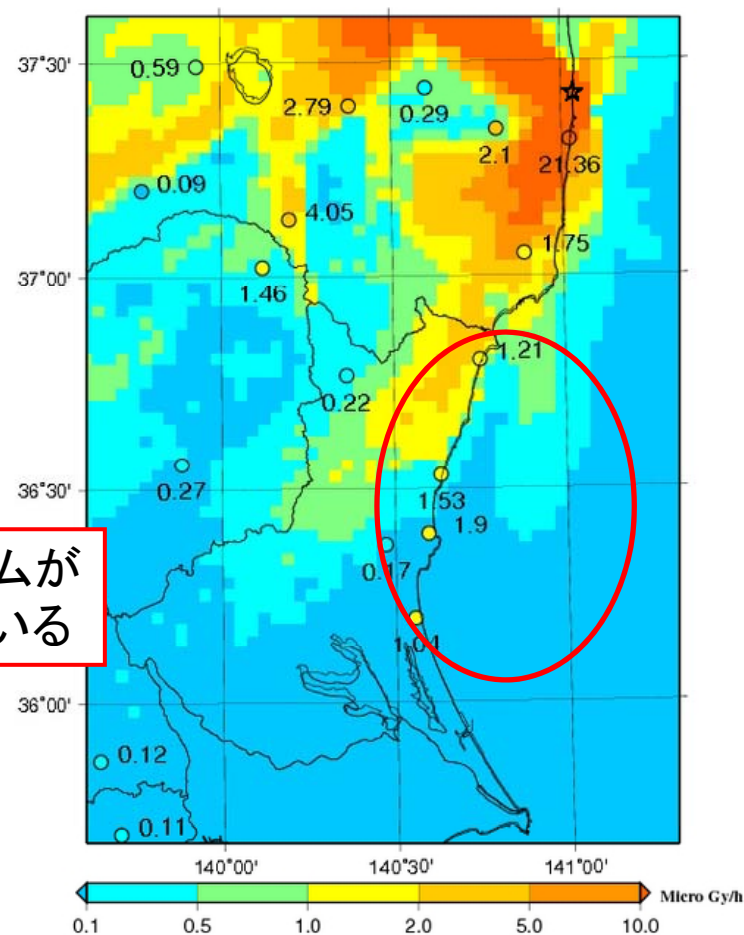
放射性プルームが海上にずれている

空間線量率の比較

計算値: 面コンター

測定値: プロットと数値

3月16日6時



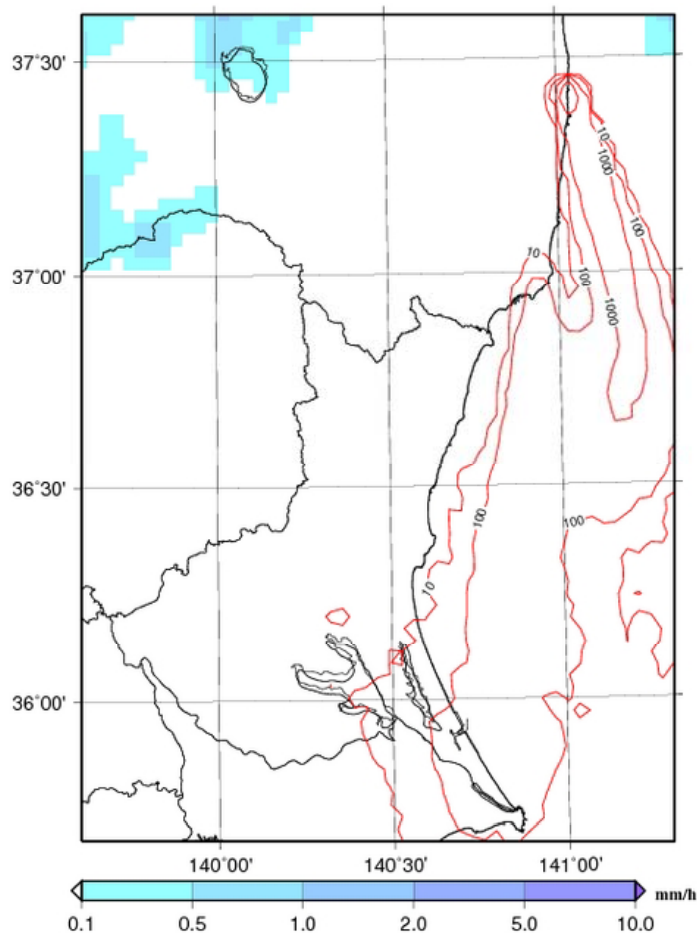
空間線量率・降雨・濃度分布(3月16日)

濃度と降雨分布の計算値

降雨強度: 面コンター

鉛直積算濃度: 赤色コンター

3月16日9時

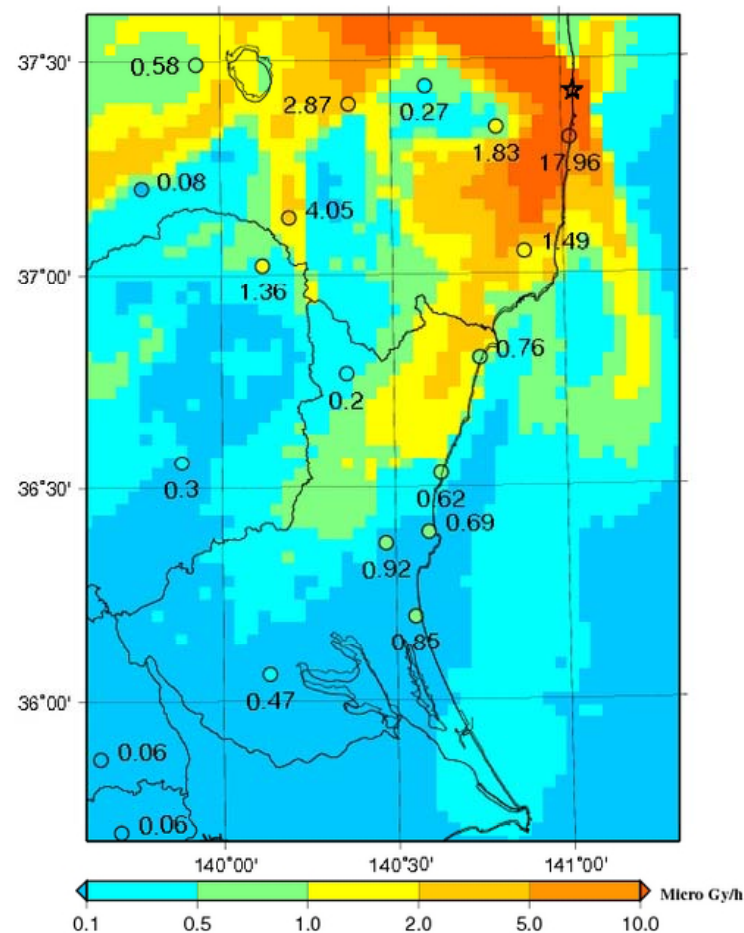


空間線量率の比較

計算値: 面コンター

測定値: プロットと数値

3月16日9時



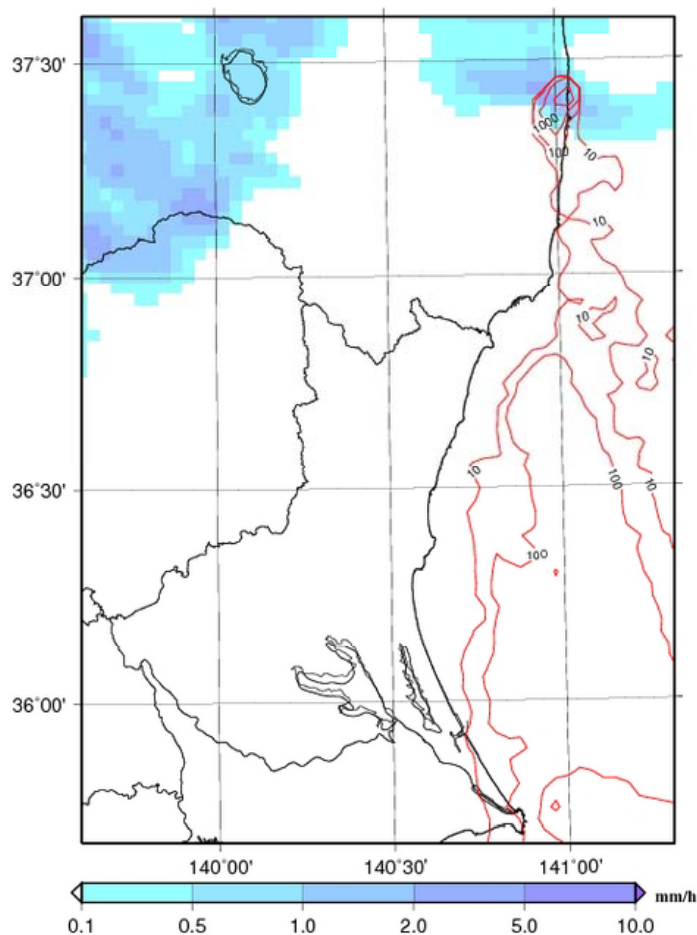
空間線量率・降雨・濃度分布(3月16日)

濃度と降雨分布の計算値

降雨強度: 面コンター

鉛直積算濃度: 赤色コンター

3月16日12時

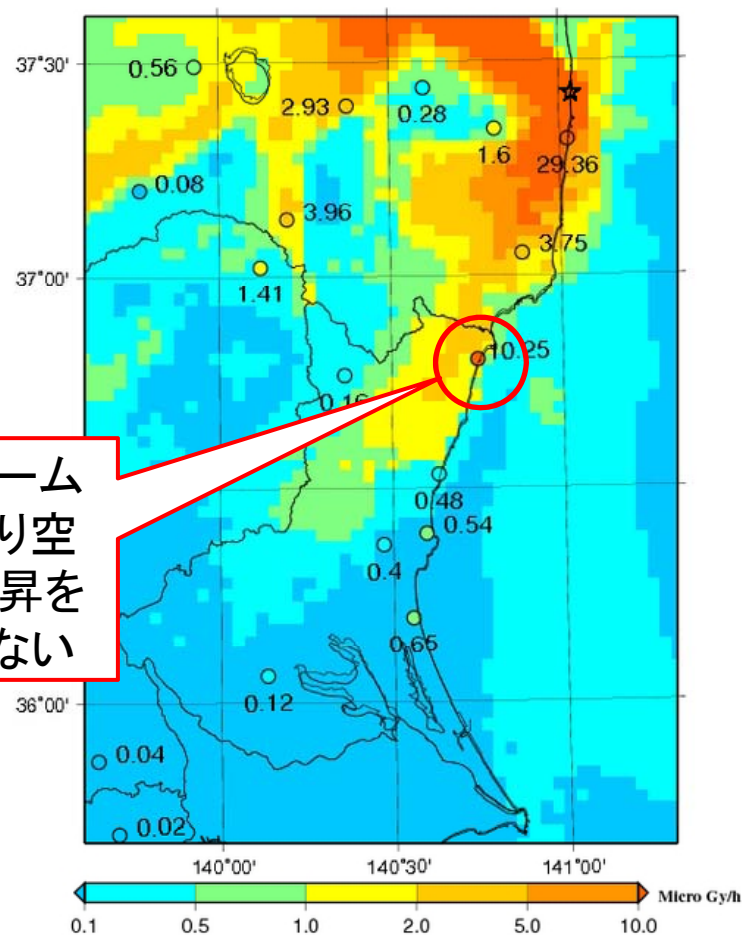


空間線量率の比較

計算値: 面コンター

測定値: プロットと数値

3月16日12時



放射性プルーム
のずれにより空
間線量率上昇を
再現していない

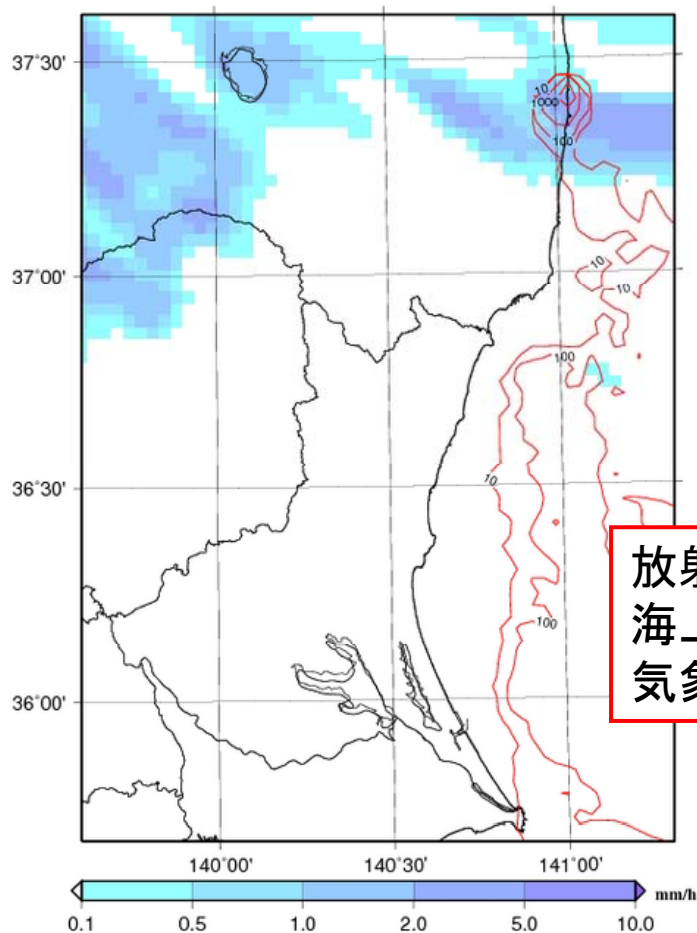
空間線量率・降雨・濃度分布(3月16日)

濃度と降雨分布の計算値

降雨強度: 面コンター

鉛直積算濃度: 赤色コンター

3月16日13時



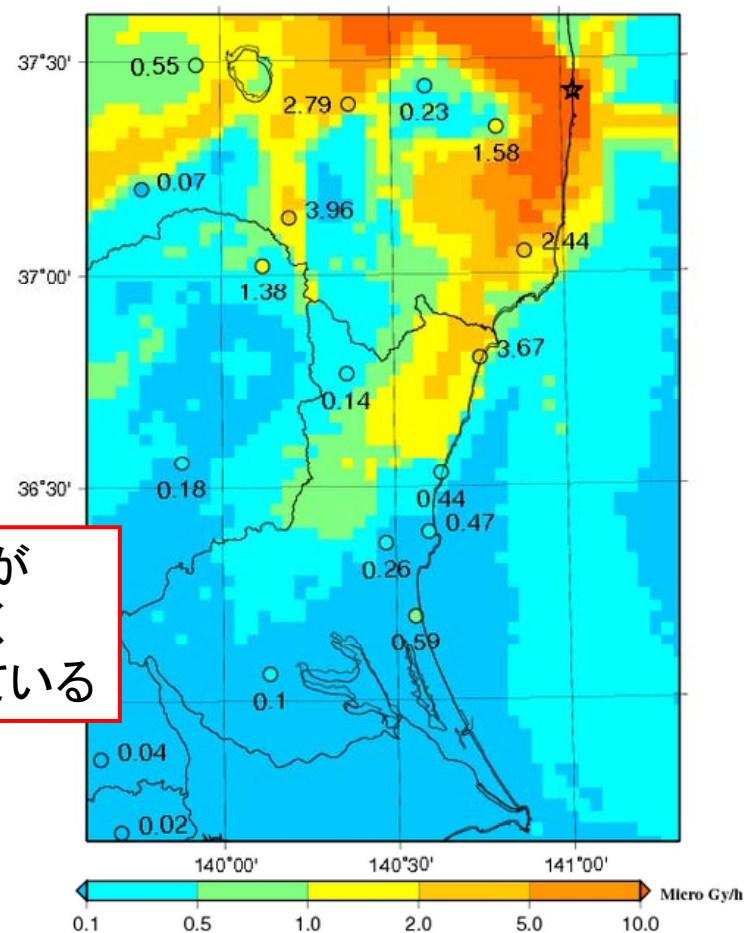
放射性プルームが海上に抜けていく気象状況となっている

空間線量率の比較

計算値: 面コンター

測定値: プロットと数値

3月16日13時



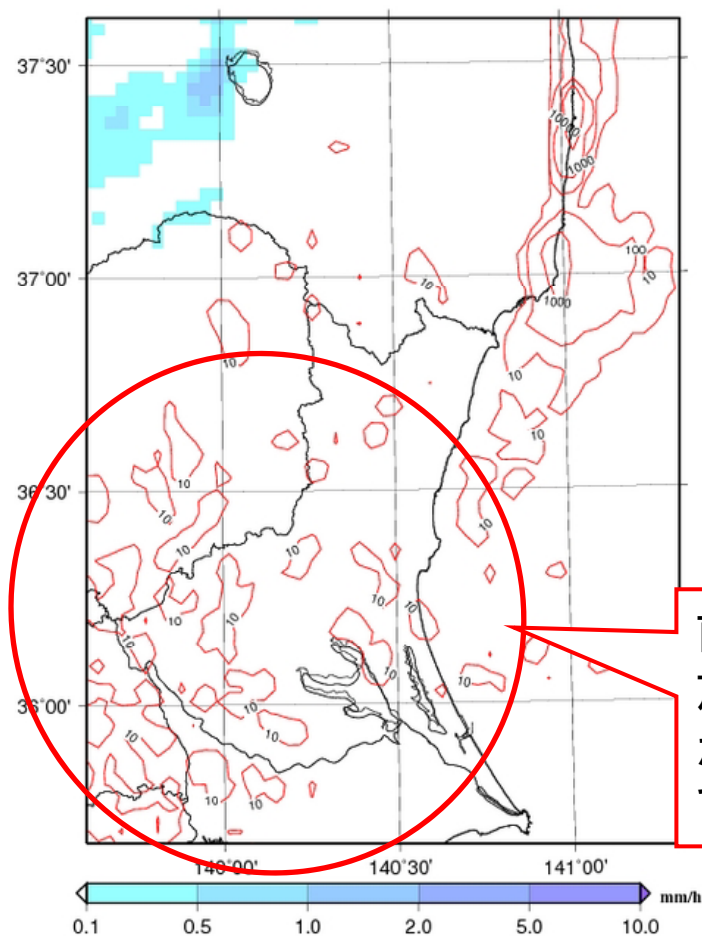
空間線量率・降雨・濃度分布(3月21日)

濃度と降雨分布の計算値

降雨強度: 面コンター

鉛直積算濃度: 赤色コンター

3月21日5時



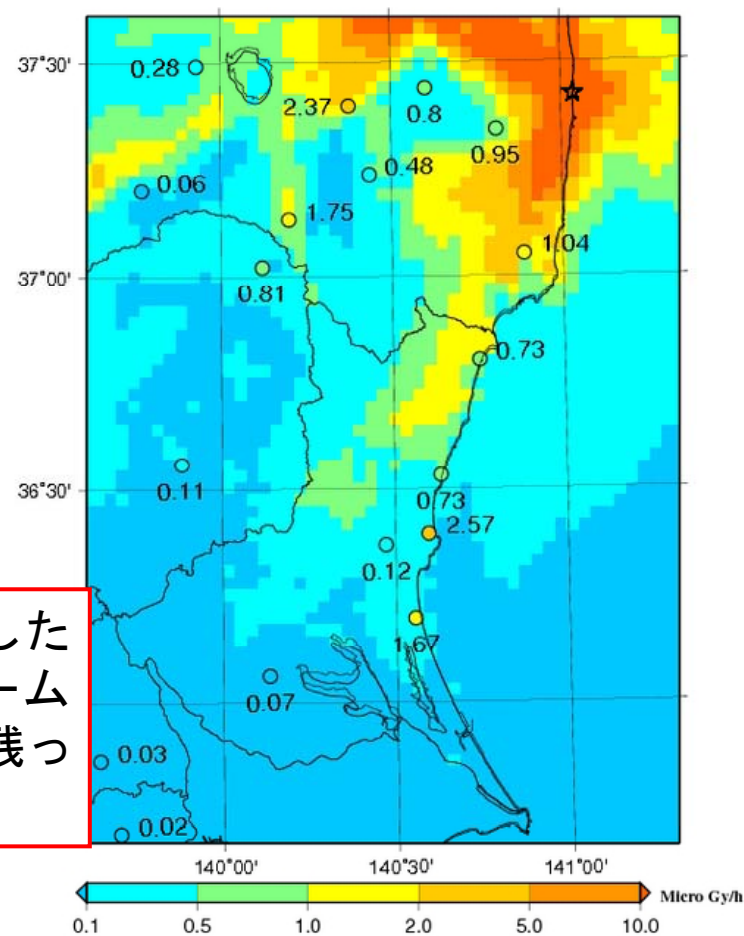
前日に拡散した放射性プルームが低濃度で残っている

空間線量率の比較

計算値: 面コンター

測定値: プロットと数値

3月21日5時



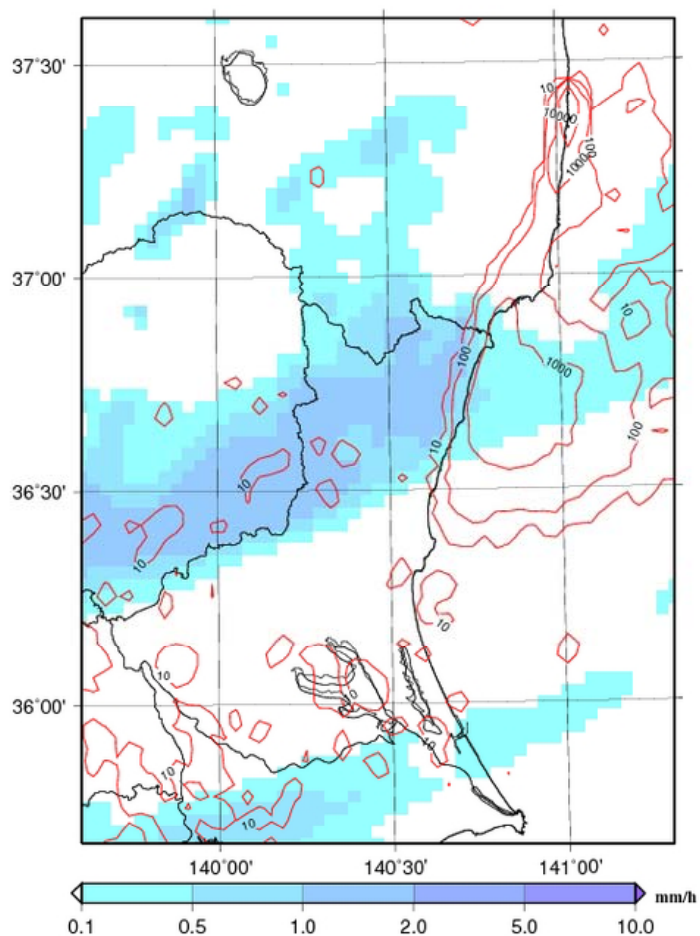
空間線量率・降雨・濃度分布(3月21日)

濃度と降雨分布の計算値

降雨強度: 面コンター

鉛直積算濃度: 赤色コンター

3月21日7時

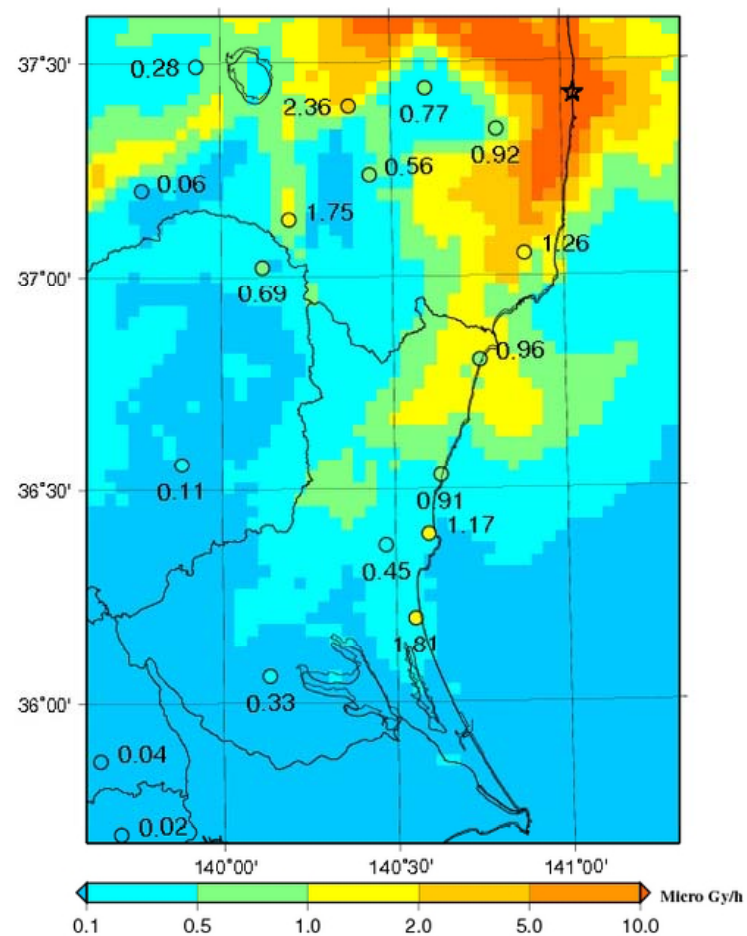


空間線量率の比較

計算値: 面コンター

測定値: プロットと数値

3月21日7時



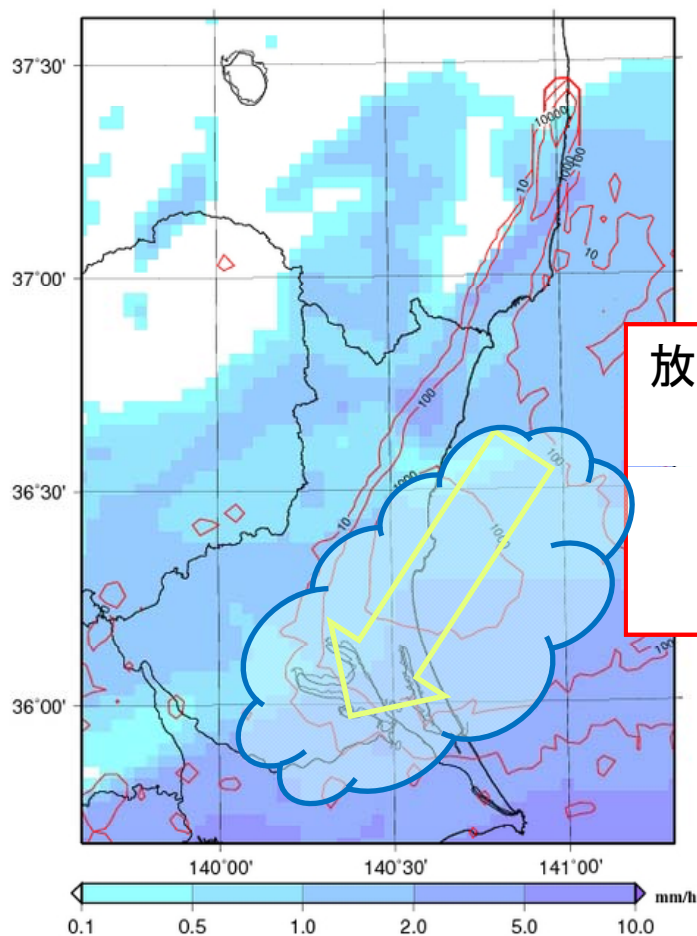
空間線量率・降雨・濃度分布(3月21日)

濃度と降雨分布の計算値

降雨強度: 面コンター

鉛直積算濃度: 赤色コンター

3月21日9時



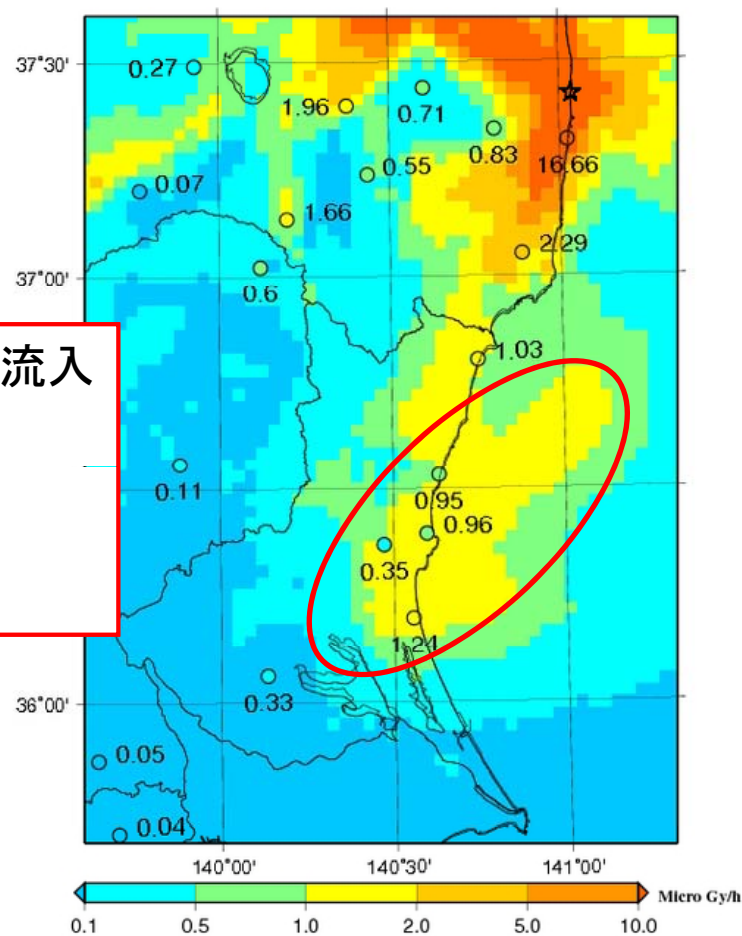
放射性プルーム流入
+
降水沈着
↓
線量上昇

空間線量率の比較

計算値: 面コンター

測定値: プロットと数値

3月21日9時



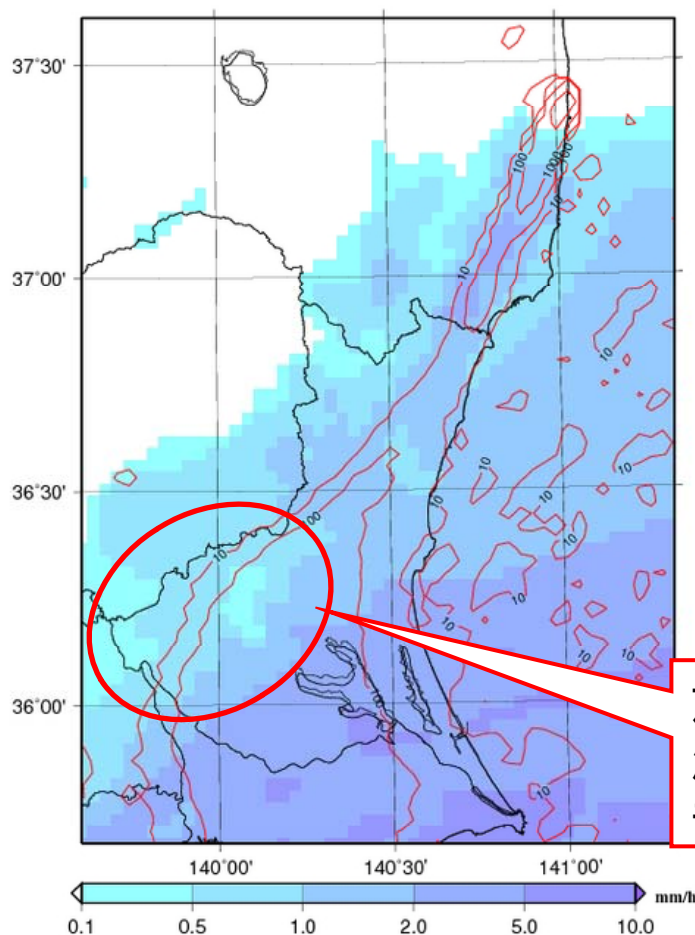
空間線量率・降雨・濃度分布(3月21日)

濃度と降雨分布の計算値

降雨強度: 面コンター

鉛直積算濃度: 赤色コンター

3月21日11時

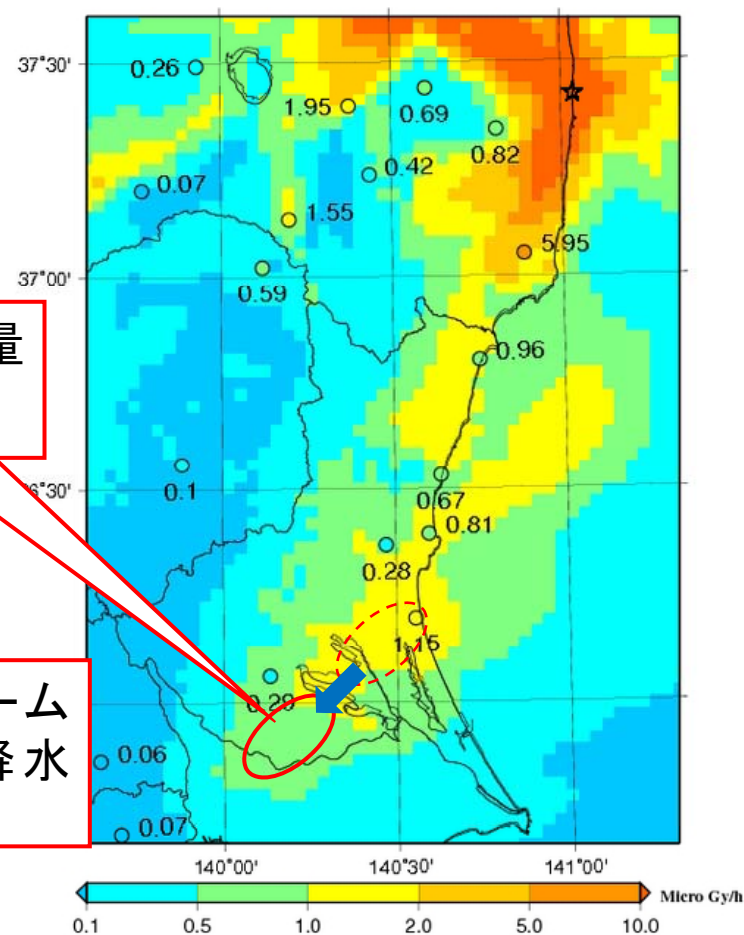


空間線量率の比較

計算値: 面コンター

測定値: プロットと数値

3月21日11時



実際の線量
上昇地域

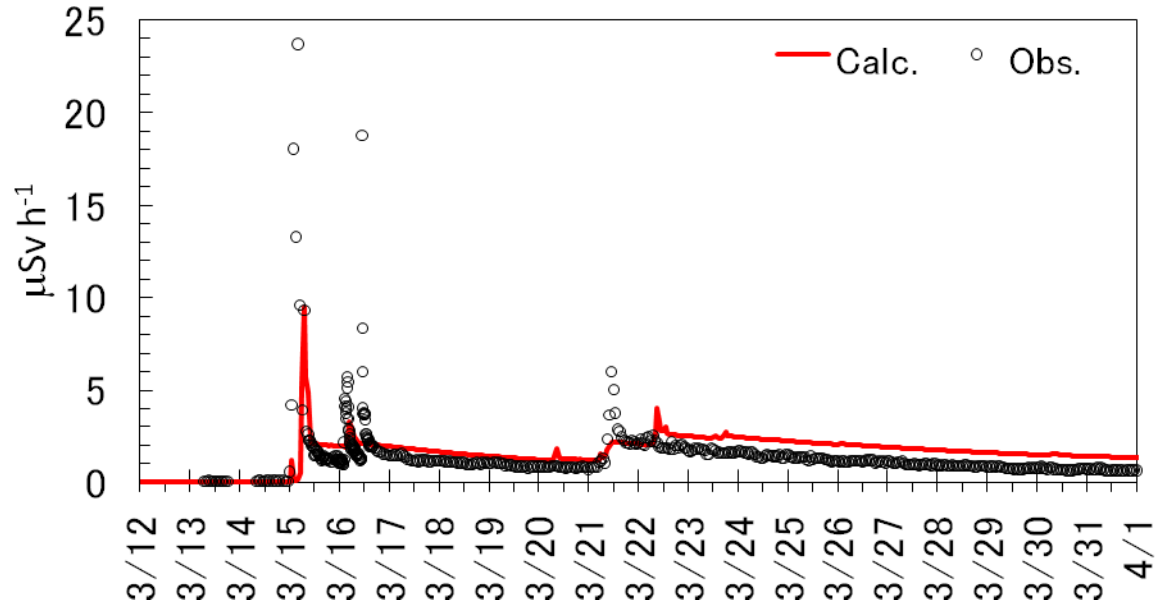
放射性プルーム
濃度が低く降水
も少ない

空間線量率の時間変化

いわき市(参考)

—: 計算値

○: モニタリング値

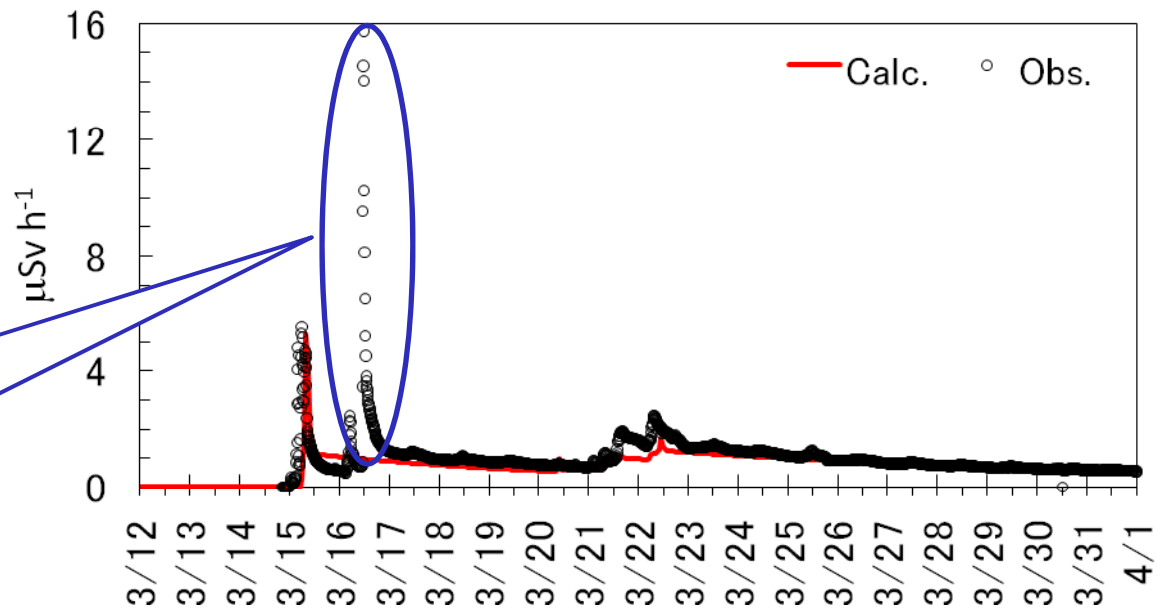


北茨城市

—: 計算値

○: モニタリング値

放射性プルームのずれにより空間線量率上昇を再現していない



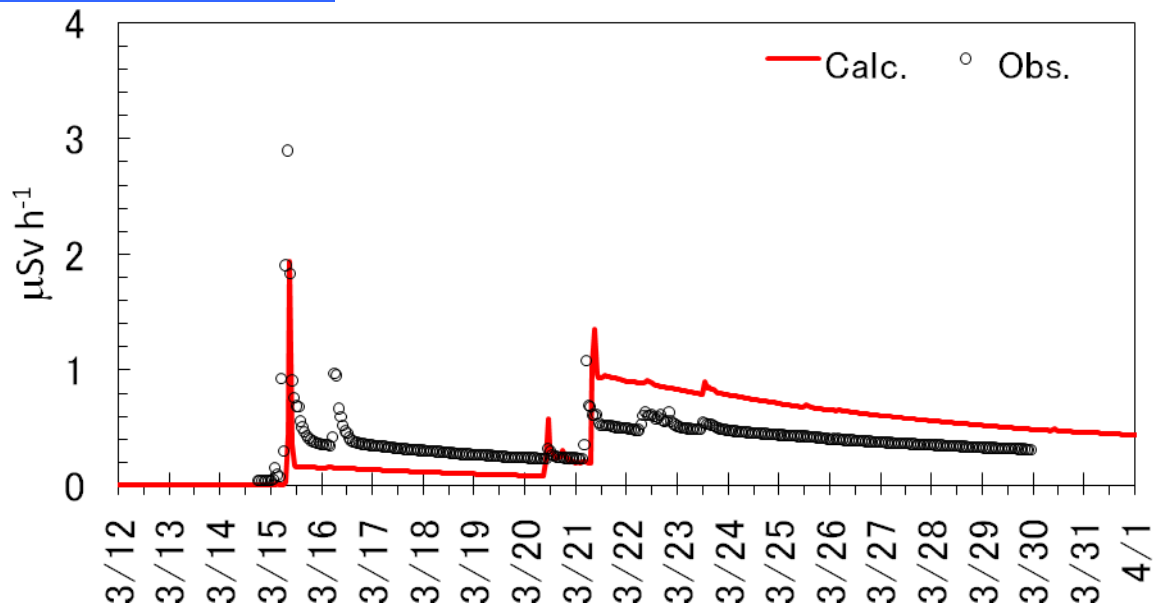
空間線量率の時間変化

東海村(JAEA)

—: 計算値

○: モニタリング値

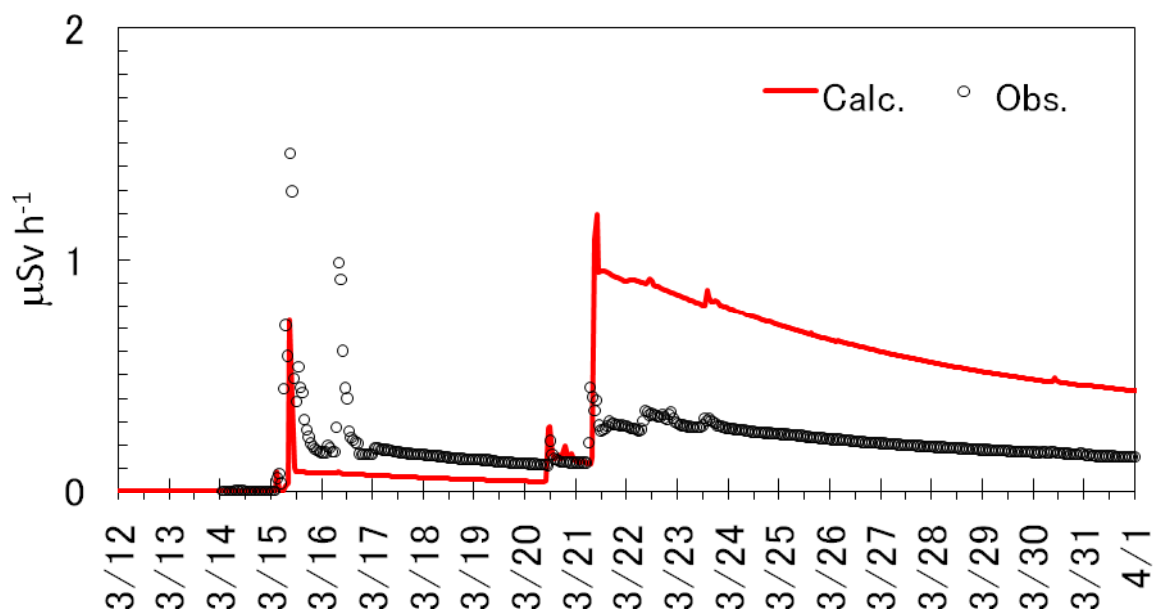
前半: 過小評価傾向
後半: 過大評価傾向



水戸市

—: 計算値

○: モニタリング値

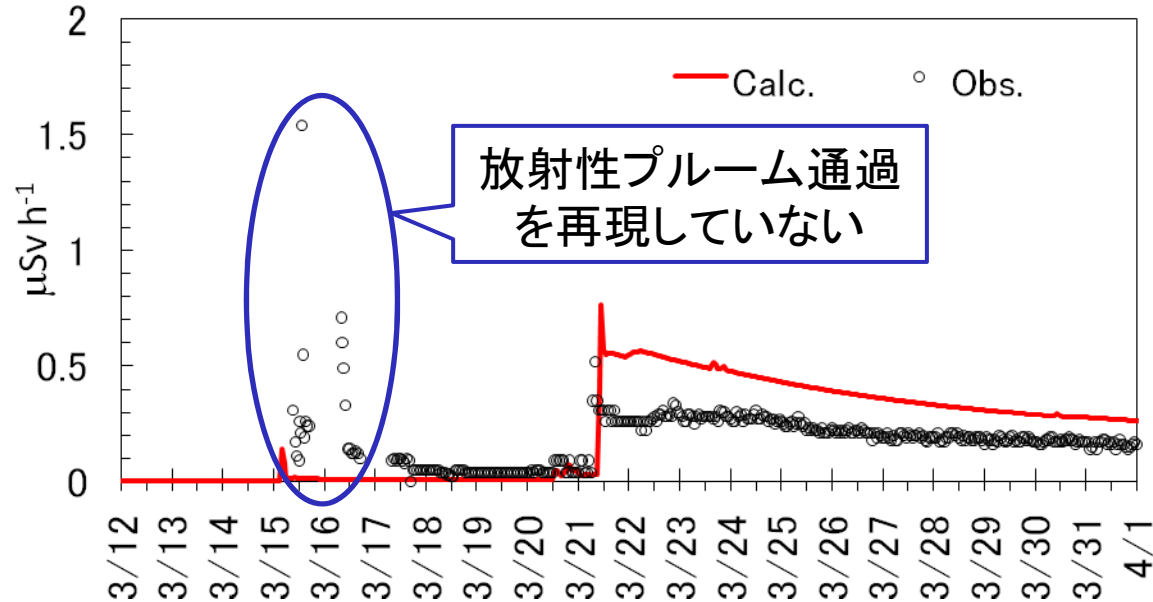


空間線量率の時間変化

つくば市(産総研)

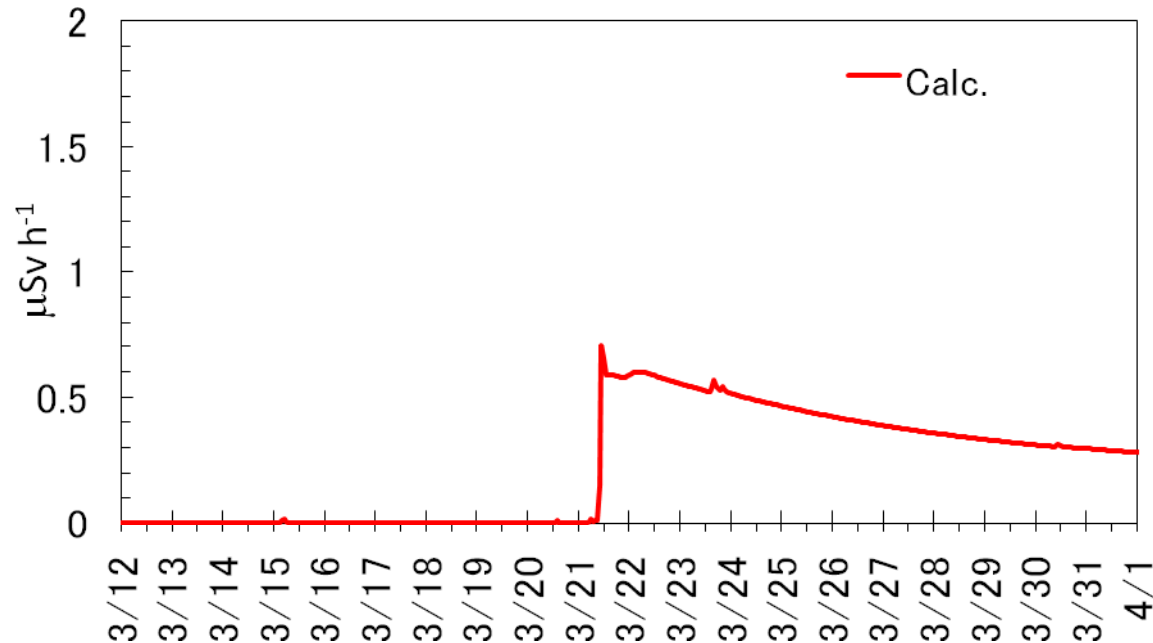
- : 計算値
- : モニタリング値

前半: 過小評価傾向
後半: 過大評価傾向



取手市

- : 計算値

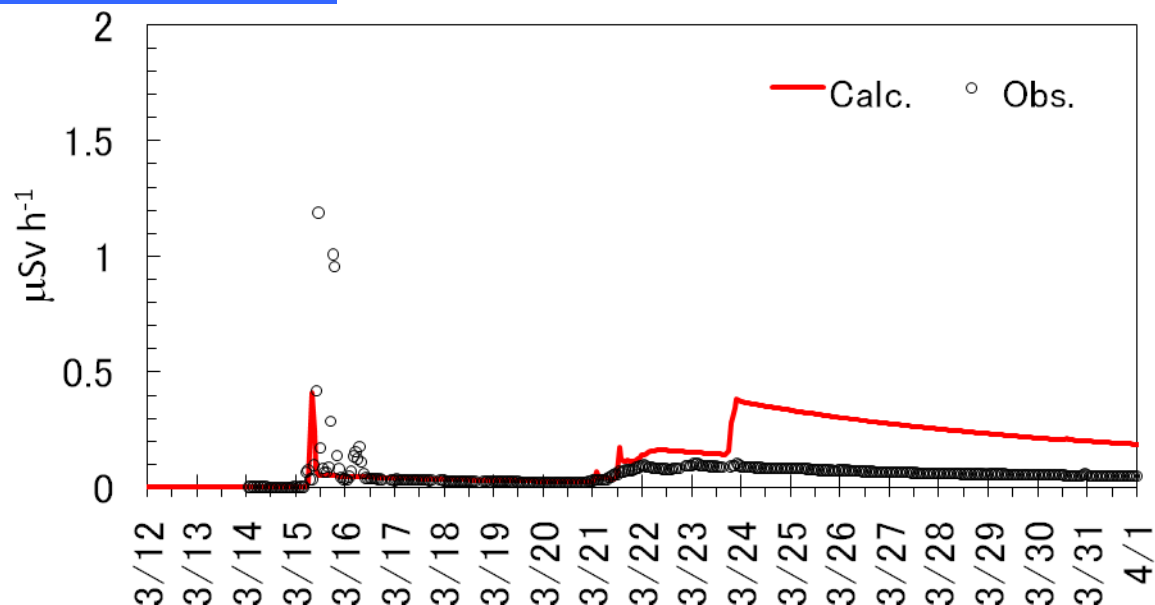


空間線量率の時間変化

さいたま市(参考)

—: 計算値

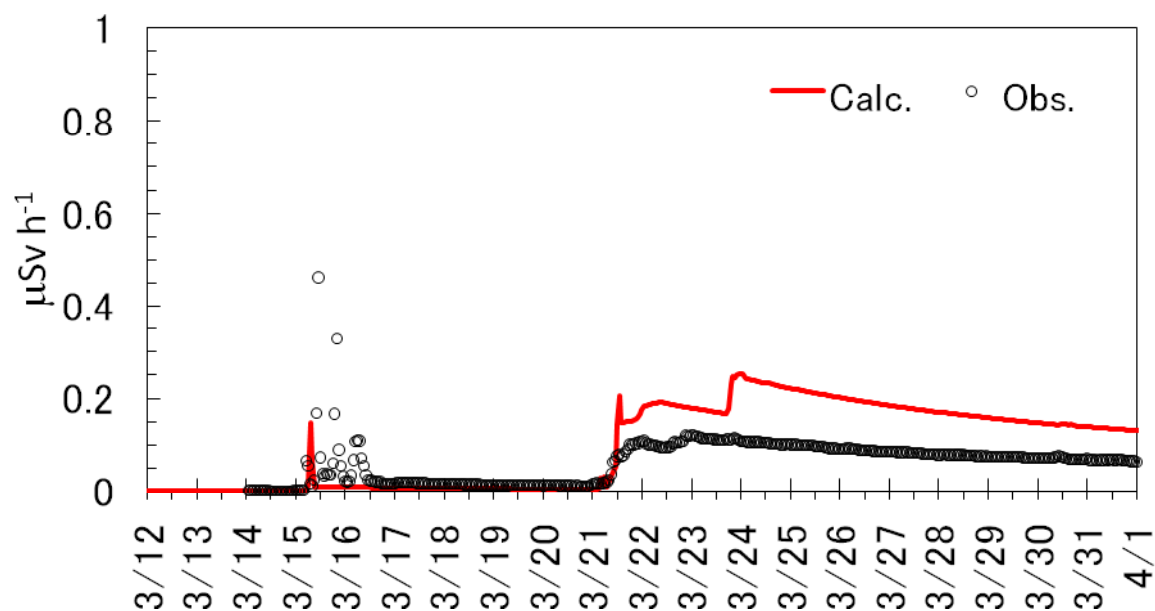
○: モニタリング値



新宿区(参考)

—: 計算値

○: モニタリング値



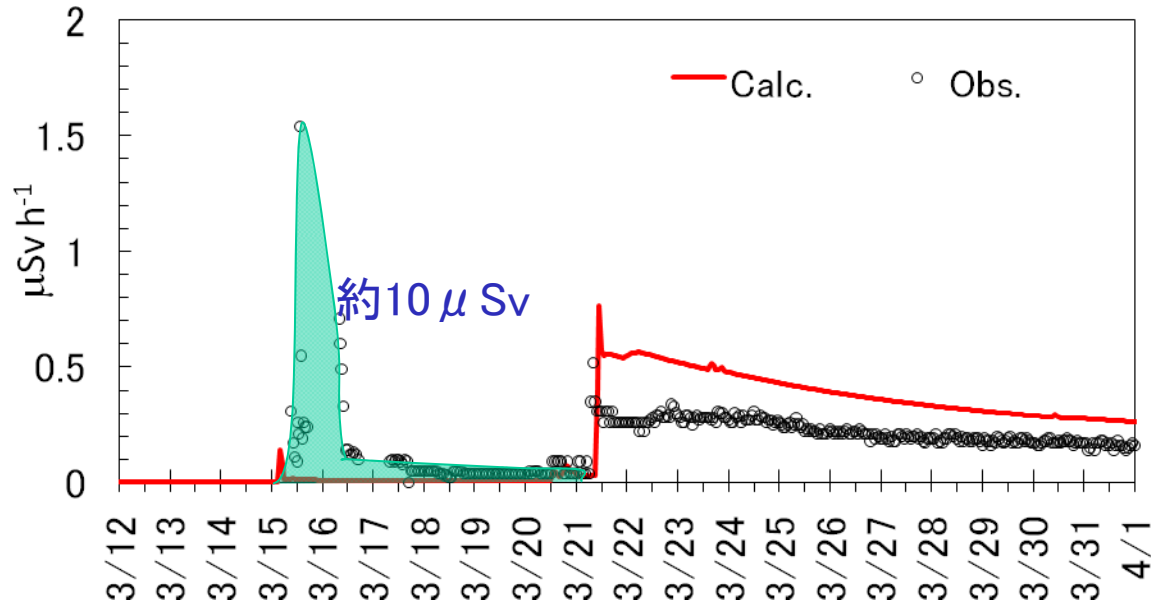
取手市における空間線量率の時間積算

つくば市(産総研)

—: 計算値

○: モニタリング値

前半: 過小評価傾向
後半: 過大評価傾向



取手市

—: 計算値

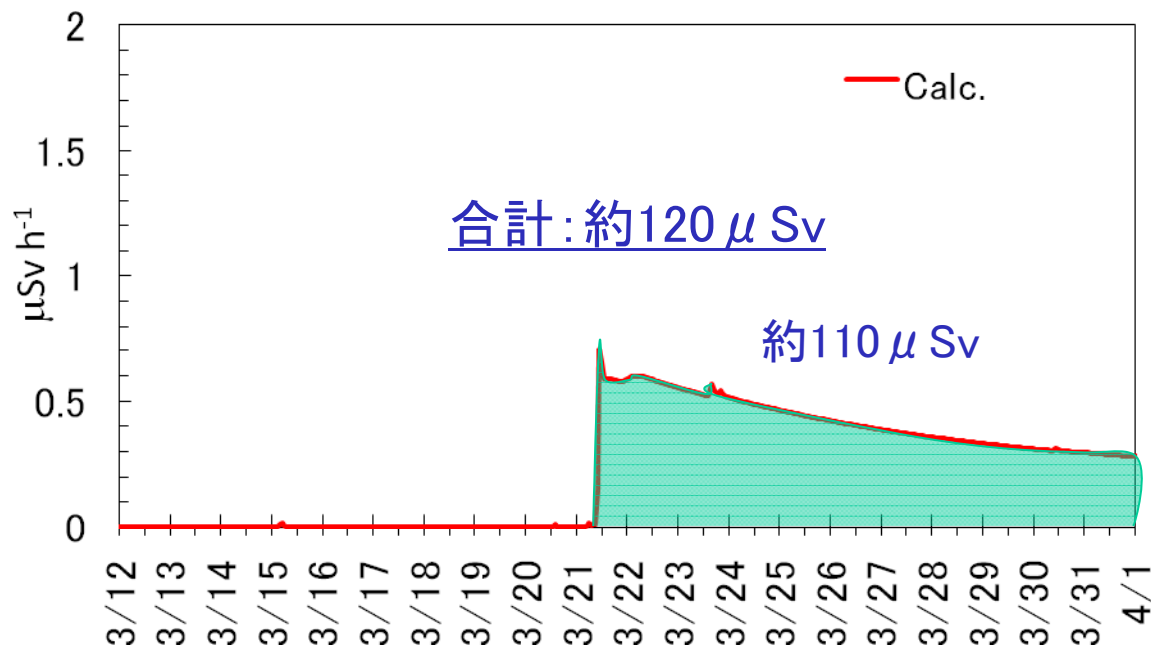
時間積算値の試算方法

[3月20日まで]

同等以上と考えられる
つくば市の測定値使用

[3月21日以降]

計算値をそのまま使用



[空間線量率分布の形成過程と推移]

■ 茨城県北部

3月15～16日の高濃度放射性プルームの通過による一時的な空間線量率上昇があり、その際に乾性沈着した放射性物質により空間線量率の上昇が継続している。

■ 茨城県南部

3月15日及び16日の放射性プルームの通過では、拡散により希釈され北部ほど高濃度ではなく、空間線量上昇と沈着量は北部と比べると小さい。
3月21日から23日の放射性プルーム通過と降雨が重なり、降雨沈着により北部地域と同等かそれ以上の沈着がもたらされ、空間線量率の上昇が継続している。

取手市における空間線量率の3月中の時間積算値：約 $120 \mu\text{Sv}$
(茨城県の見積もりによる北茨城市の積算値：約 $450 \mu\text{Sv}$ より小さい)

■ 茨城県西部

3月15日の放射性プルーム通過にともなう空間線量率の上昇は茨城県南部と同等であったが、3月21日前後の降雨沈着では通過した放射性プルーム濃度が小さかったため、南部のような空間線量率の上昇とならなかった。