

概要

東京電力福島第一原子力発電所の事故後の対策として、住民帰還等では、日常生活の実態に即して、外部被ばくによる線量を評価して、予測することが重要となる。日常生活では、家屋をはじめとする建物に滞在する時間が長くなるが、屋内の線量率は、放射線モニタリングが行われている屋外よりも低くなる。そのため、モニタリング結果に基づく線量評価、予測では、各種建物の遮蔽効果などによる線量低減を正確に見積もる必要がある。

そこで、3次元体系モデルを用いた放射線輸送計算により、環境中核種に対する建物内の正確な線量評価に用いるデータの解析を行ってきた。

達成目標・期待される効果

放射線輸送計算コードPHITSにより、放射性核種(セシウム)の沈着状況に応じて、以下の被ばく線量推定に用いるデータ等を整備する。

- ・建物による線量低減効果(屋外との線量比)とその原因の分析
- ・用途を考慮して構造を模擬した建物内の線量分布

以上のデータ、「環境中核種に対する公衆の線量評価用データの整備[2-(2)]」の成果を活用することで、日常生活の実態に即した外部被ばく線量の評価、予測が可能となる。

これまでの実績、報告

これまでの実績

- ・評価対象とする代表的な建物を選定し3次元モデル作成
- ・環境中での放射線の挙動を模擬する計算シミュレーション解析(⇒原子力機構で開発するPHITSコードの利用)

これまでの報告

- ・各種建物の線量低減効果の解析結果
「環境に沈着した事故由来の放射性セシウムからのガンマ線に対する建物内の遮蔽効果及び線量低減効果の解析(JAEA-Research 2014-003)」
- ・建物の大きさと線量低減効果の定量的な関係の解析結果
「Study of radiation dose reduction of buildings of different sizes and materials (J. Nucl. Sci. Technol. 52, 897-904, 2015)」
- ・実際の生活環境(隣接する住宅地や近傍の斜面等)を考慮した解析(日本原子力学会 2015年 春の年会)

各種建物内の線量低減効果の解析(参考:JAEA-Research 2014-003)

建物の選定とモデル化

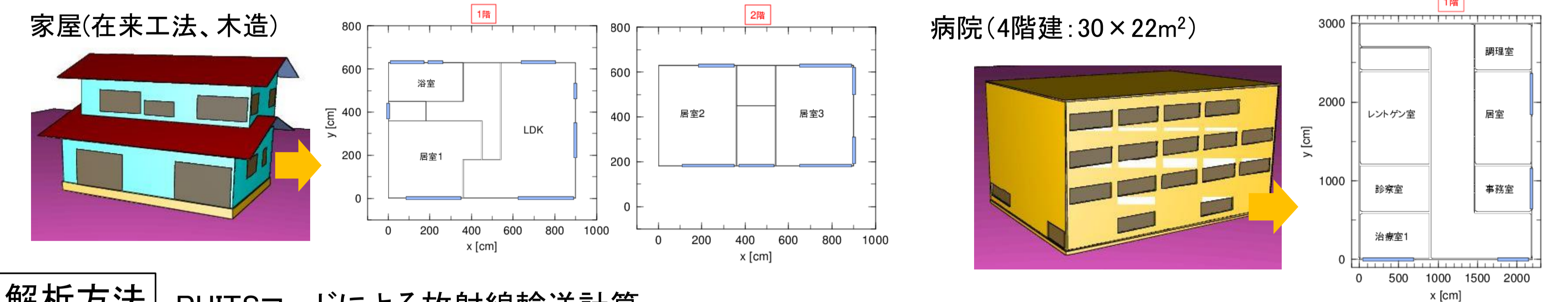
各種建物の構造、部材、建材等に関する知識を有する建築専門家との協力により実施

- 調査 ・福島県内の各種建物の概観調査や航空写真(庁舎や学校の大型建物)の調査
・建物に関する統計資料(例えば、総務省統計局、国土交通省の統計データ)の調査 等

⇒ 調査結果に基づき、用途や利用形態から27種類の建物を選定

- ①一戸建住宅:9種類、②集合住宅:2種類(アパート、マンション)、③学校:6種類(幼稚園から高校までの園舎、校舎及び体育館)、④公共建物:5種類(庁舎、公民館、病院)、⑤業務用施設:5種類(オフィスビル、工場、商業施設)

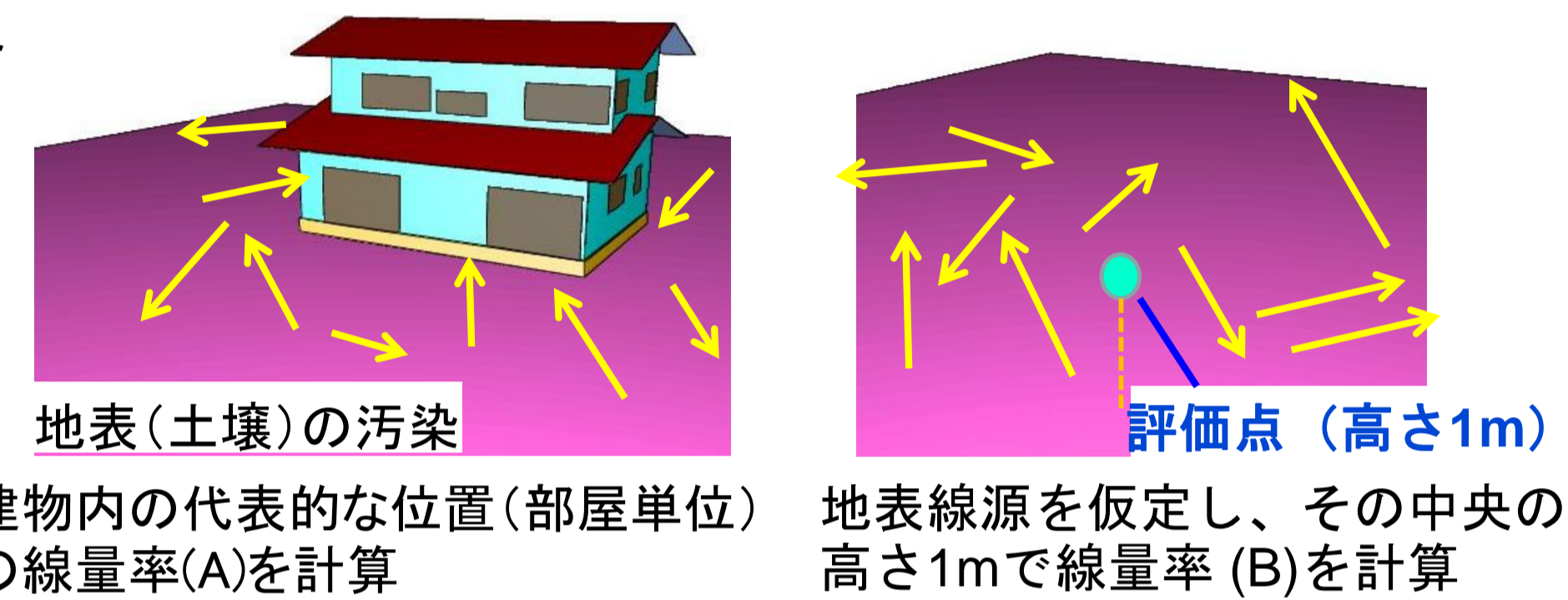
建物の用途を考慮して内部を間仕切り、窓ガラス等を含む3次元モデルを作成(ただし、装備物、扉等は含まない)



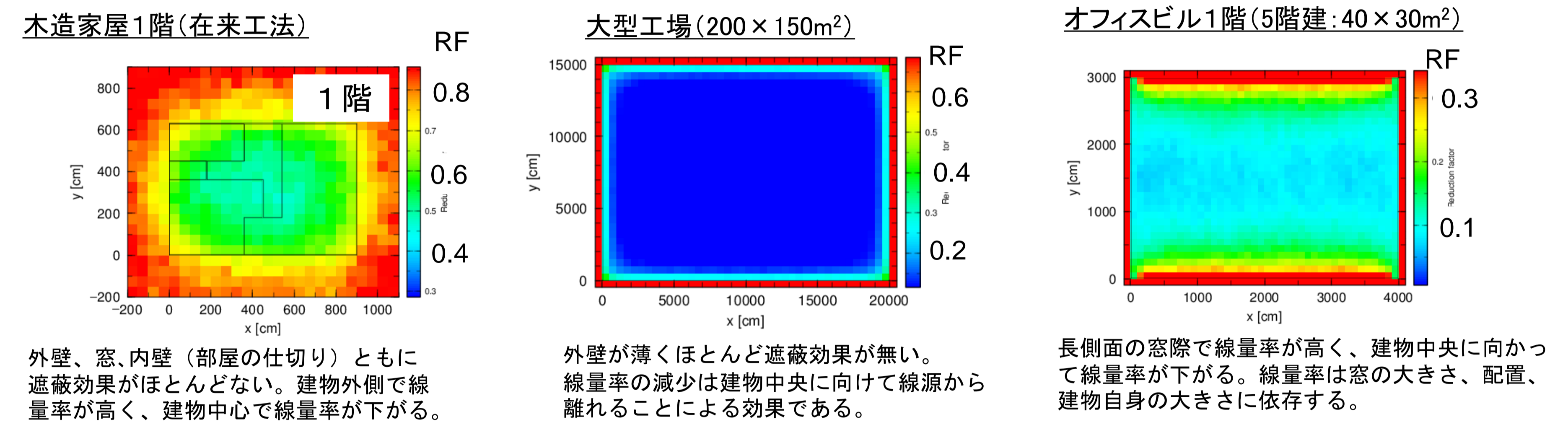
解析方法 PHITSコードによる放射線輸送計算

放射線源 地表(土壌)や屋根等に均一な放射能濃度を持つ面状の放射線源(放射性セシウム)を定義(地表土壌の場合、積算重量深度0.5g/cm²、建物の外壁から200mの長方形の範囲内で放射線源を定義)

- ・各建物内の代表的な位置における空気吸収線量率、線量当量率及び実効線量率を算出(A)
- ・無限平面上の高さ1mで線量率(B)を計算し、この値に規格化することで各建物の線量低減係数を算出
⇒ (A)/(B) = 「線量低減係数(RF)」(屋外と屋内の線量比)
- ・PHITSのメッシュタリー機能と描画に用いるANGELユーティリティを用いて、線量分布を2次元(平面図)で表示



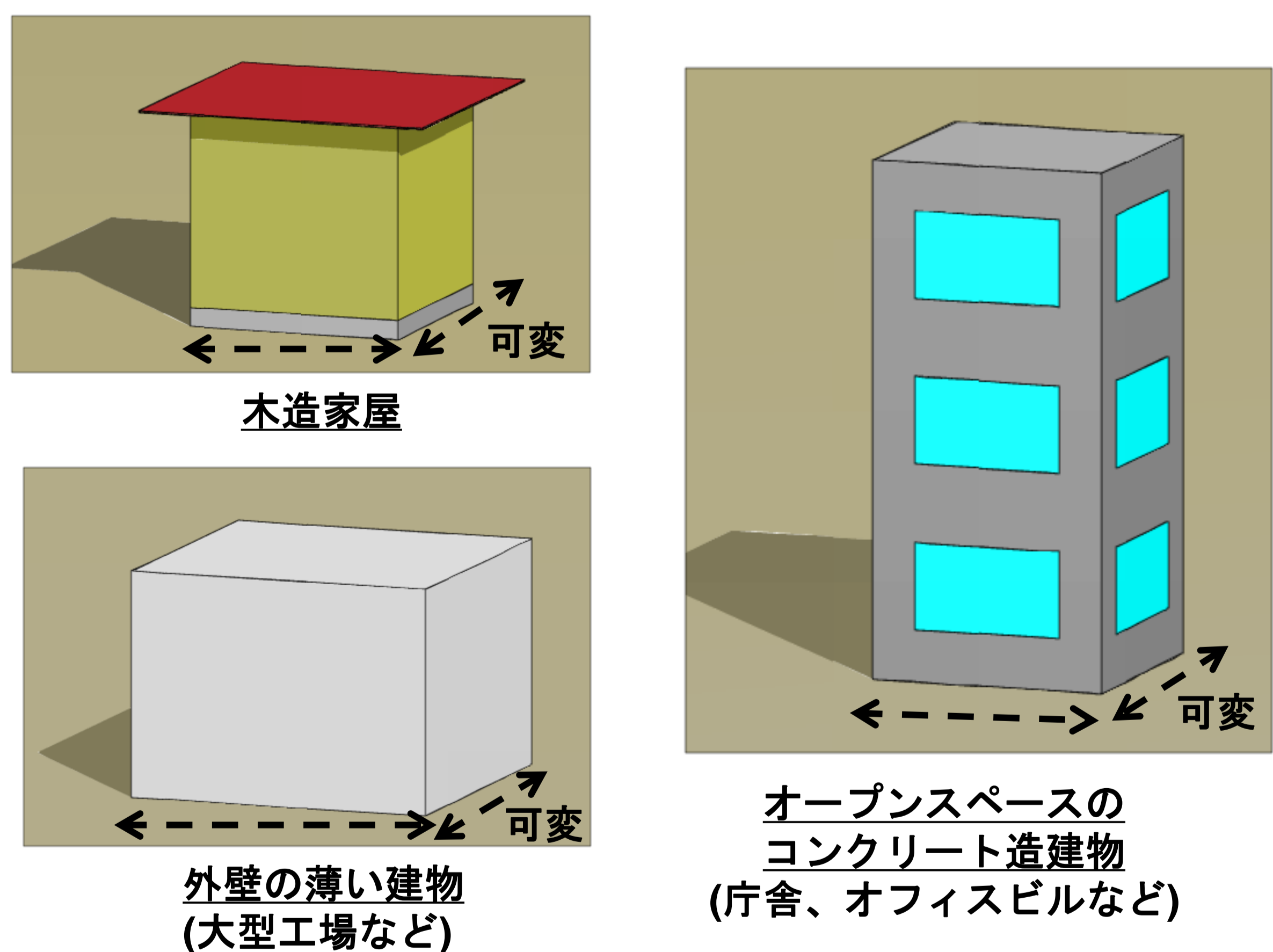
解析結果の例



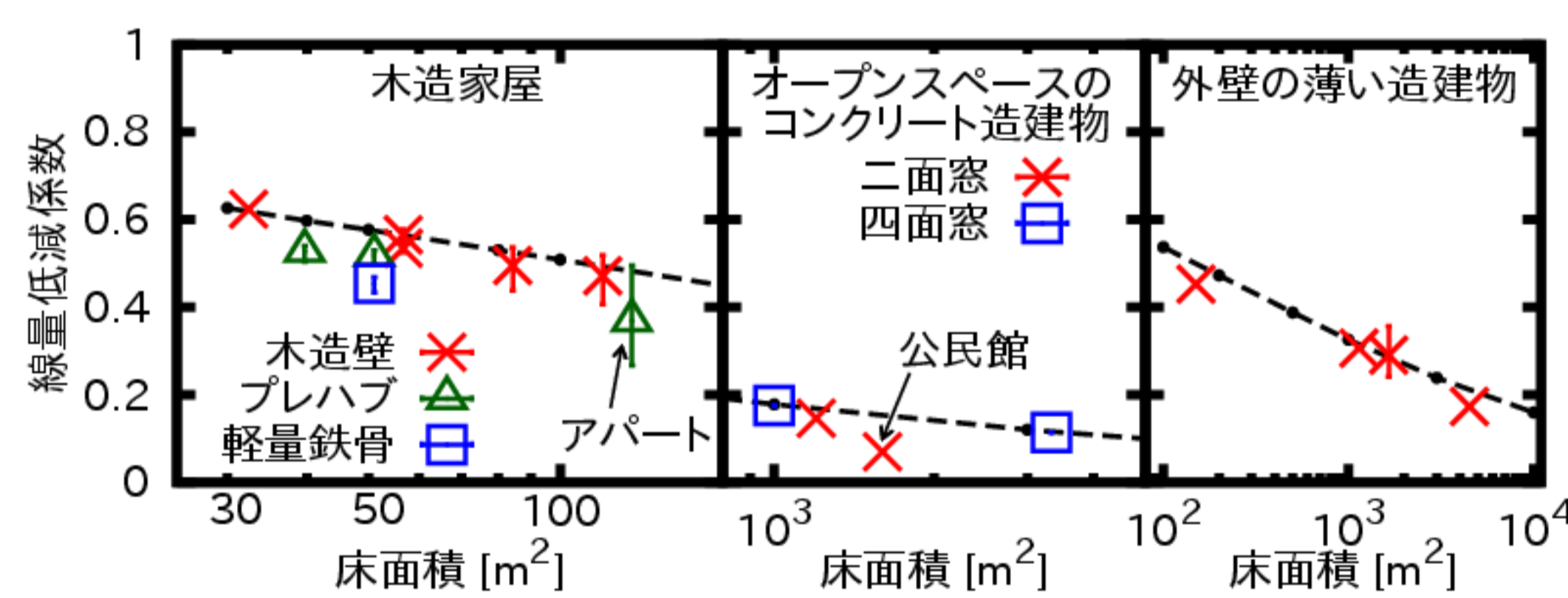
これら建物では、平面上の大きさ(敷地面積)や外壁からの距離が、内部の線量低減効果の決定因子となり得る。

建物の広さ、外壁からの距離と線量低減効果の関係(参考:J. Nucl. Sci. Technol. 52, 897-904, 2015)

大きさを可変できる簡易建物モデル

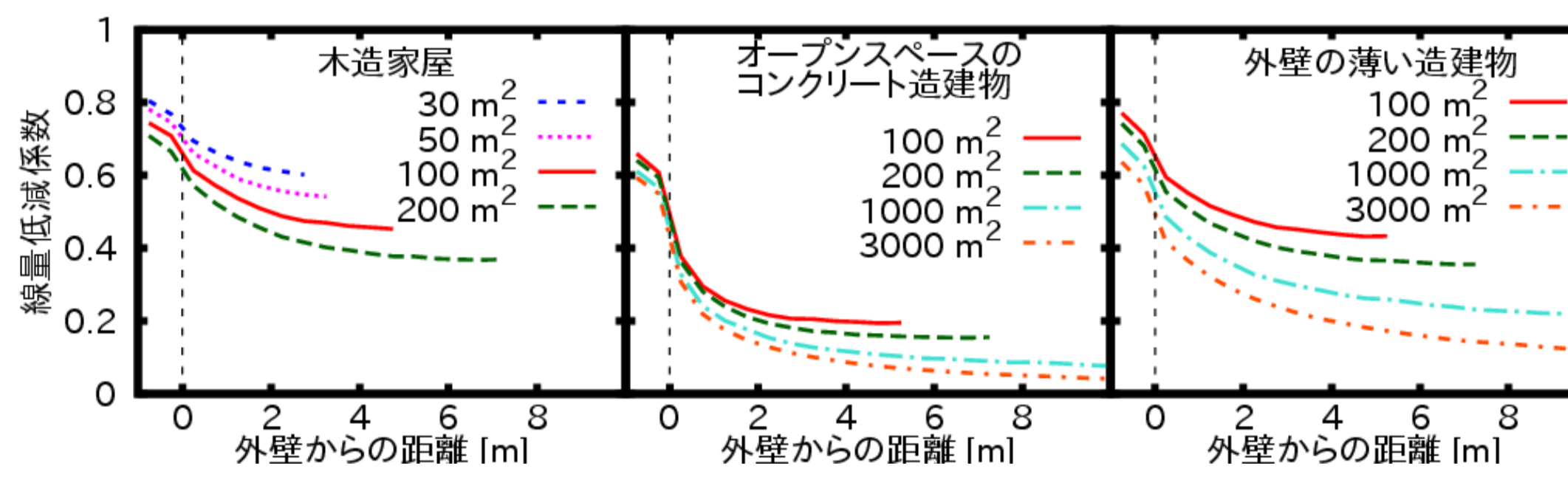


各種建物の広さと線量低減効果の関係



- ・記号は上記の研究(JAEA-Research 2014-003で報告)選定した各建物モデルの部屋毎の平均値で棒線は最小及び最大値
- ・黒点線は簡易建物モデルの大きさを変化させた計算結果

外壁からの距離と線量低減効果の関係



・横軸は0に配置した外壁から中心への距離の間数

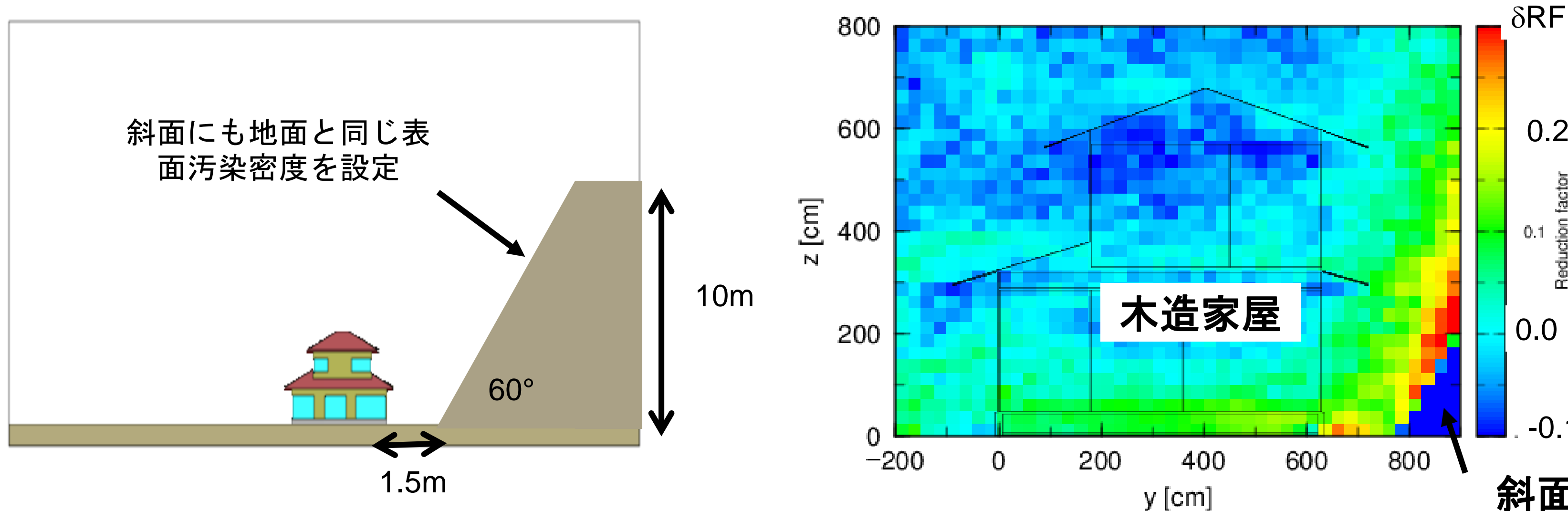
建物の広さと内部での外壁からの距離に基づき、屋外と比較した場合の線量低減効果が評価できる。

- ・建物床面積の対数スケールの増加に対して、線形に線量が減少する。
- ・上記の研究で選定した各種建物の線量低減係数の解析結果は、これらの傾向に良く一致する。

- ・建物周辺では屋外でも開けた土地に比べて線量が下がる。(線量低減係数は、1.0未満)
- ・屋内では外壁から家の中心に向かって線量が減少する。

隣接する斜面の影響

斜面近傍での家屋内の線量低減効果を解析(下図は、解析の一例)



左図) : 斜面が無い平面でのRFの計算結果からの差(ΔRF)を表示

- ・汚染密度が同じ場合、斜面の存在は建物屋内の線量率の増加に大きく寄与しない。
→実測で近傍斜面により、高い線量率が見られる場合は、斜面の表面汚染密度が高いことが推察される。(例、斜面の植栽の影響)
- ・斜面が遠方(斜面の上表面に沈着したセシウム)からの寄与を遮蔽するために線量率が低下する箇所も存在する。
- ・今後、斜度や斜面の高さを変化させた系統的な解析により、屋内での線量低減効果を系統的に解析する予定