

平成 27 年度福島県市町村除染技術支援事業

(技術 1 地理的条件の違いによる除染の効果)

実証試験結果報告書

1 目的

住宅の立地条件に伴う除染による効果を住民に対し適切に伝えるため、除染前後の空間線量率等のデータから、住宅周辺の条件の違いによる除染実施前後の空間線量率等をシミュレーションし、除染による効果を確認することを目的とする。

2 実施事業者

アースデザインインターナショナル株式会社

3 作業内容

(1) 除染係数 (DF) の検討

県中地区の3つの地域（1メッシュあたり20m×20mの範囲）として、森林・農地・住宅地及び傾斜地を含む地域①、住宅地が多くを占めており傾斜地を多く含む地域②、他と比べて平坦な地形であり、農地が多い地域③を選定した。それぞれの土地利用状況及び地形図を図1に示す。

3つの地域に対し、除染を実施した住宅等の除染実施前後の空間線量率等、緯度経度情報及び土地利用区分を抽出した。次に、(2)以降のシミュレーションを実施するため、各地域において、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（JAEA）が開発した除染活動支援システム（RESET）※を用いて、除染後の空間線量率を予測し、その結果（RESET 予測値）と除染後の空間線量率の実測値とを比較することで、その差が最も小さくなる住宅、農地、道路における除染係数（DF：Decontamination Factor）を算出した。このとき、森林における除染係数は1とした。

なお、除染係数は除染前の表面汚染密度を除染後の表面汚染密度で除することで定義されるが、本調査では表面汚染密度のデータが得られなかったことから空間線量率を用いて推察したものである。

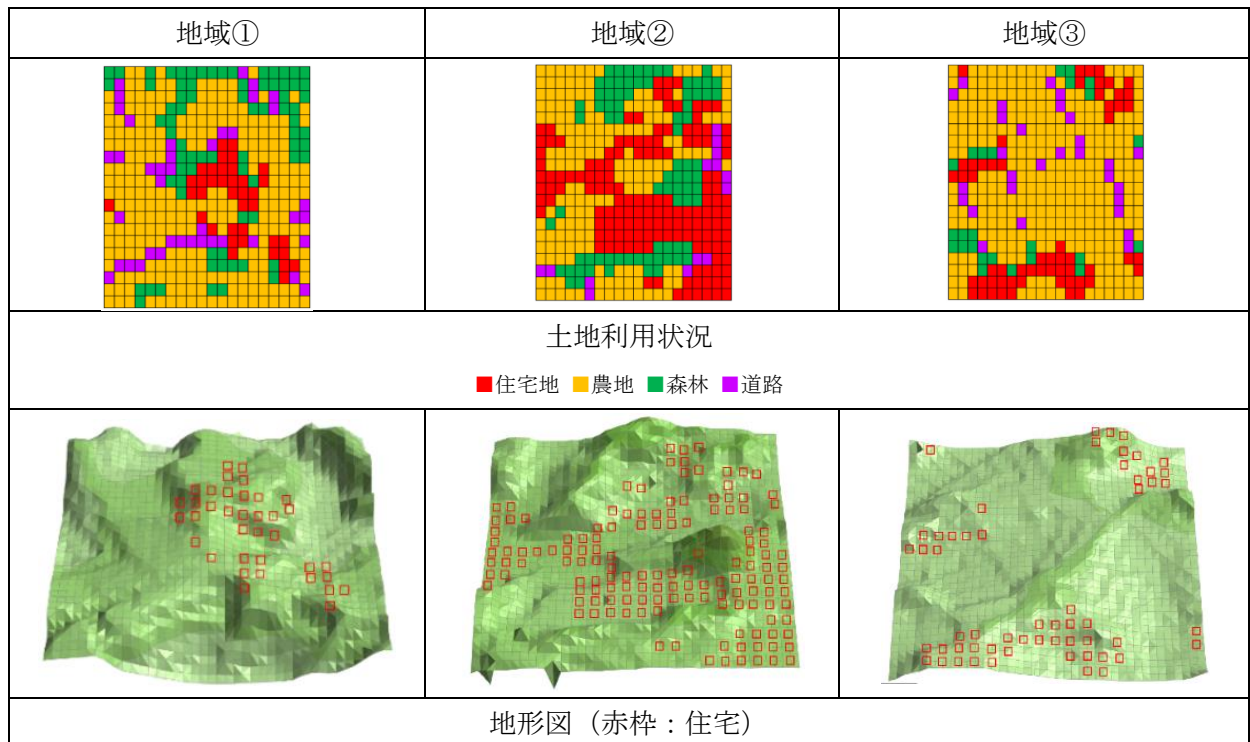


図1 対象地域について

(2) 除染活動支援システム (RESET) を用いた除染効果の検討

(1) で検討した条件下において、除染を実施した住宅周辺における地形の違いや除染の実施状況が当該住宅の空間線量率の低減に与える影響について RESET によりシミュレーションした。

ア 住宅周辺の地形の違いによる影響

(ア) 地形の違いによる影響

住宅周辺の地形の違いとして、傾斜地による空間線量率の低減効果を調べるため、住宅を、周辺より 4 m 以上高いところにある住宅 (A)、周辺との高さが ± 3 m 以内にある住宅 (B)、周辺より 4 m 以上低いところにある住宅 (C) の 3 つに分類し、それぞれについて除染した場合に、対象住宅の空間線量率がどのように変化するかをシミュレーションした。

(イ) 地域の違いによる影響

3 つの地域において、住宅に隣接する傾斜地の除染による空間線量率の低減効果を調べるため、それぞれについて傾斜地を除染する場合としない場合に対象住宅の空間線量率がどのように変化するかをシミュレーションした。

イ 住宅周辺の農地除染の実施有無による影響

住宅周辺の除染実施の有無が住宅に与える影響を検証するため、3 つの地域において住宅から 20m までの農地を除染した場合、40m までの農地を除染した場合、農地を除染しなかった場合をそれぞれシミュレーションし、比較した。

※効果検証に使用するシステム

・システム名 除染活動支援システム 「RESET」 (国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

・システム概要

- ー除染を行う際の除染計画立案、任意の経過年数における空間線量等を、インターネット上に設置したクラウドコンピュータによって予測し、効率的・効果的な除染の実施を支援するためのシステム。
- ークラウド上のサーバーには、既知のモニタリングデータ、除染技術に関する除染係数 (DF=除染前の表面汚染密度/除染後の表面汚染密度)、除染作業の歩掛 (コスト)、地形データ、土地利用データ等をデータベースとして有し、GPS による位置情報と除染前の線量率データから除染場所の空間線量率分布を予測・解析し、除染後の空間線量率、除染費用、予算に見合う除染工法等を自動で予測・抽出する。

4 実施工程

今回実施した検証作業の実施工程表を表1に示す。

表1 実施工程表

作業項目	1月	2月	3月
(1) 除染係数の検討	→		
(2) RESET を用いた除染効果の検証		→	
ア 住宅周辺の地形の違いによる除染効果		→	
イ 住宅周辺の除染の実施状況による除染効果		→	

5 検証結果

(1) 除染係数 (DF) の検討

解析エリア別の除染係数の算出結果を表2に示す。除染係数は、各地域の土地利用区分別に住宅で1.5~1.8、農地で1.6~1.8、道路で1.5~1.8であった。

また、算出したDFによって得られた除染後の空間線量率のRESET予測値と除染後の空間線量率の測定結果のプロット図を作成した(図2)。相関係数は0.782、有意水準0.1%でRESET予測値と実測値の間には有意に相関が認められた。また、回帰式の傾きは0.9399となり、この地域における除染前後の空間線量率の分布を算出したDFを用いてRESET上で再現できるものと考えられた。

表2 解析エリアにおける除染係数の算出結果

土地利用区分	地域①	地域②	地域③
住宅	1.6	1.5	1.8
農地	1.8	1.6	1.6
道路	1.8	1.5	1.8

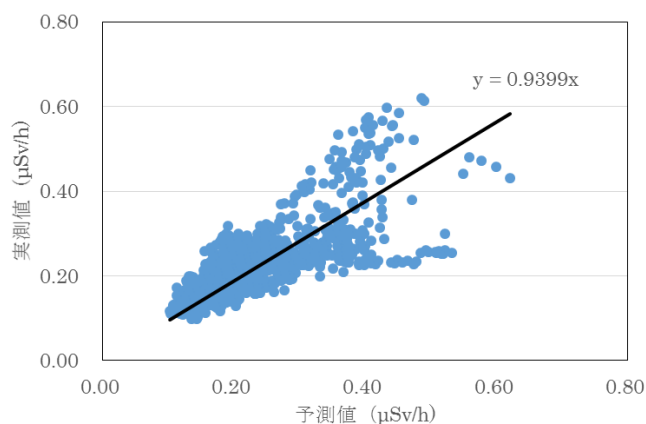


図2 RESET 予測値と実測値の関係

(2) RESET を用いた除染効果の検証

ア 住宅周辺の地形の違いによる影響

(ア) 地形の違いによる影響

住宅に隣接する傾斜地の DF を 1~5 に変化させて除染を実施した場合の効果を比較した結果を表 3 及び図 3 に示す。結果からは、C (周辺より 4 m 以上低いところにある住宅) の低減率が最も高く、A (周辺より 4 m 以上高いところにある住宅) の低減率が最も低い傾向が見られた。これは住宅周辺の傾斜地から受ける影響の程度の違いを表していると考えられる。

表 3 住宅地の低減率 (平均値) 及び DF が 1 の場合と比較した低減率の差

DF	A		B		C	
	低減率 (平均値)	低減率の差	低減率 (平均値)	低減率の差	低減率 (平均値)	低減率の差
1	31.9	0.0	34.3	0.0	33.7	0.0
2	34.6	2.7	37.1	2.8	37.1	3.4
3	35.5	3.6	38.0	3.7	38.2	4.5
4	35.9	4.1	38.5	4.2	38.8	5.1
5	36.2	4.3	38.7	4.4	39.1	5.4

※小数点第 2 位以下を四捨五入しているため、数値が合わない場合がある

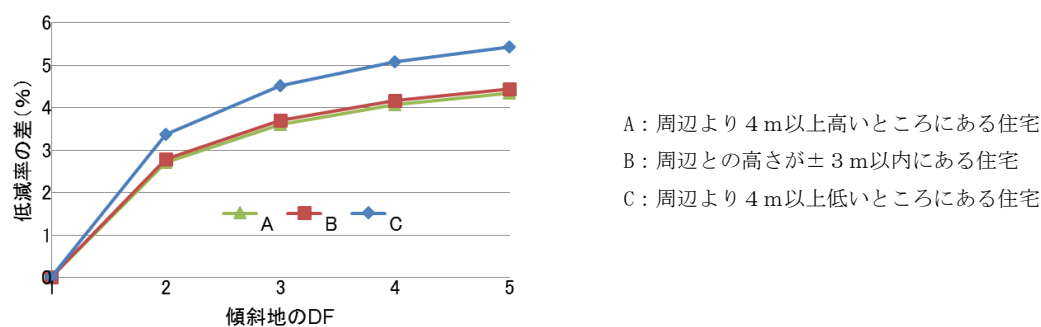


図 3 住宅に対する傾斜地の影響

(イ) 地域の違いによる影響

各地域において住宅に隣接する傾斜地を除染した場合のシミュレーション結果を図 4 から図 6 に示す。

結果より、住宅に隣接する傾斜地を除染しなかった場合と比較して、傾斜地を除染することで隣接する住宅では空間線量率の低減効果が認められた。地域①及び②においては、住宅に隣接する傾斜地を除染することで空間線量率が 10%程度低減した。一方で、地域③においては傾斜地を除染した場合でも空間線量率は 3%程度の低下にとどまっており、隣接する傾斜地の種類など住宅周辺の地理的条件の違いによって除染の効果が異なることが示唆された。

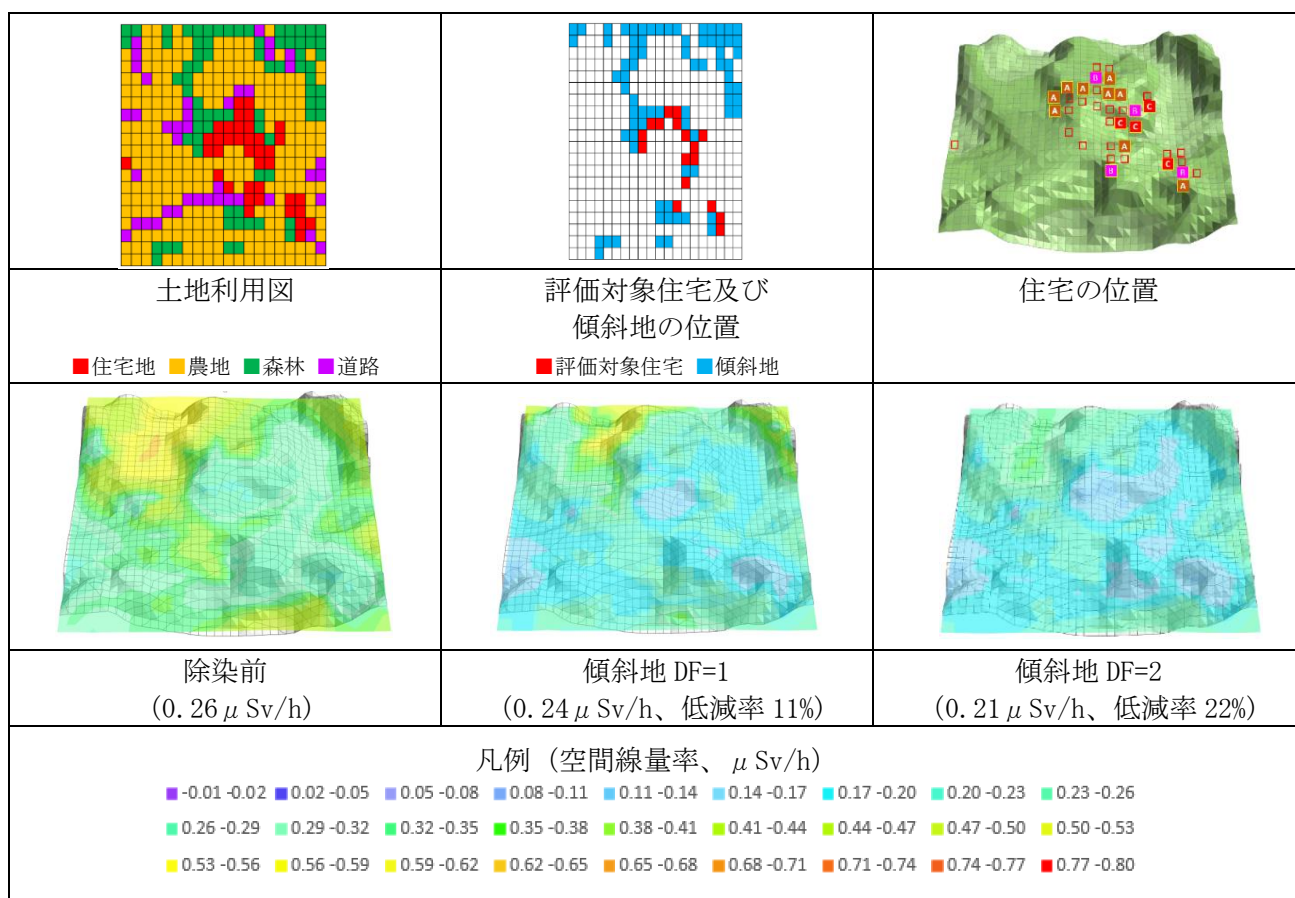


図 4 傾斜地に関するシミュレーションの結果 (地域①)

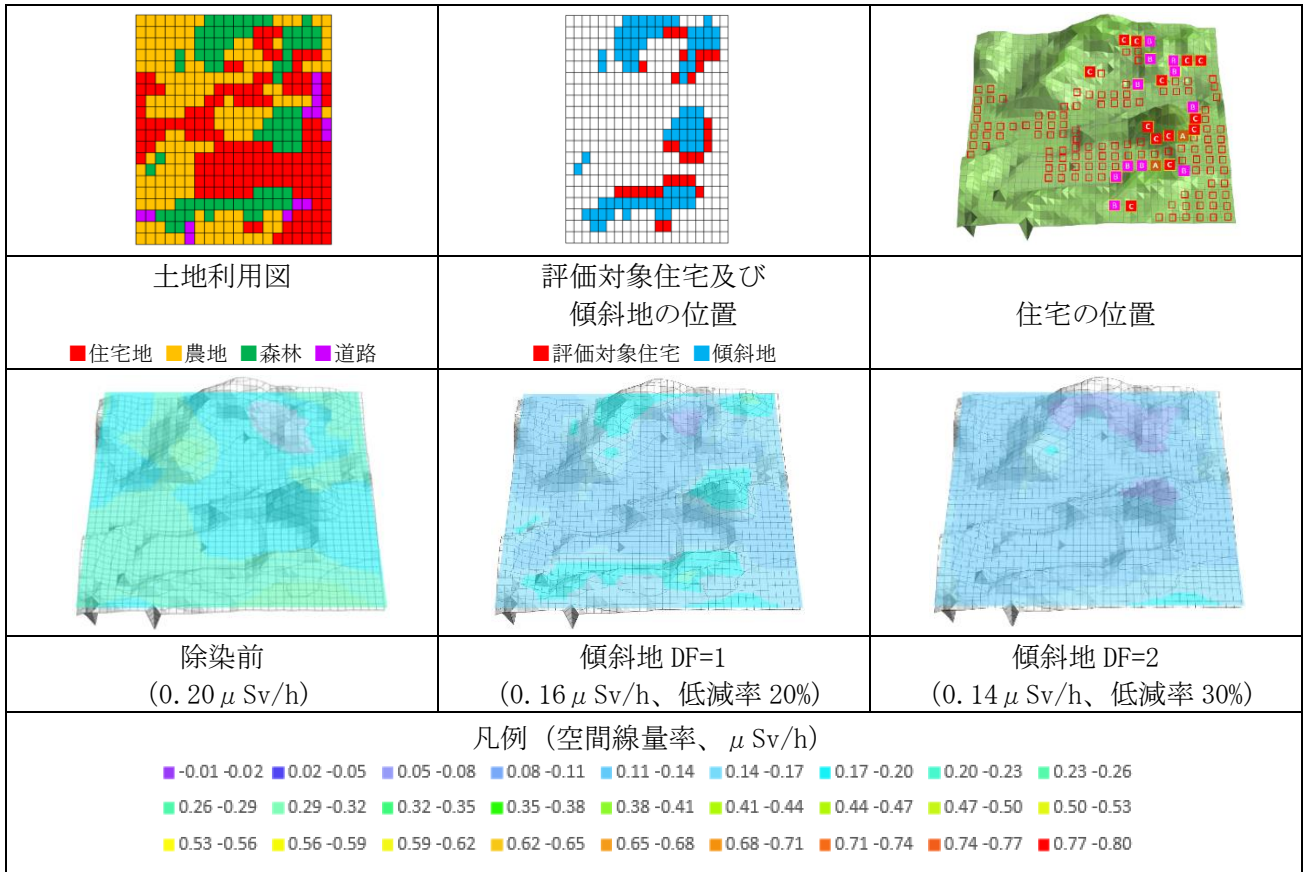


図5 傾斜地に関するシミュレーションの結果 (地域②)

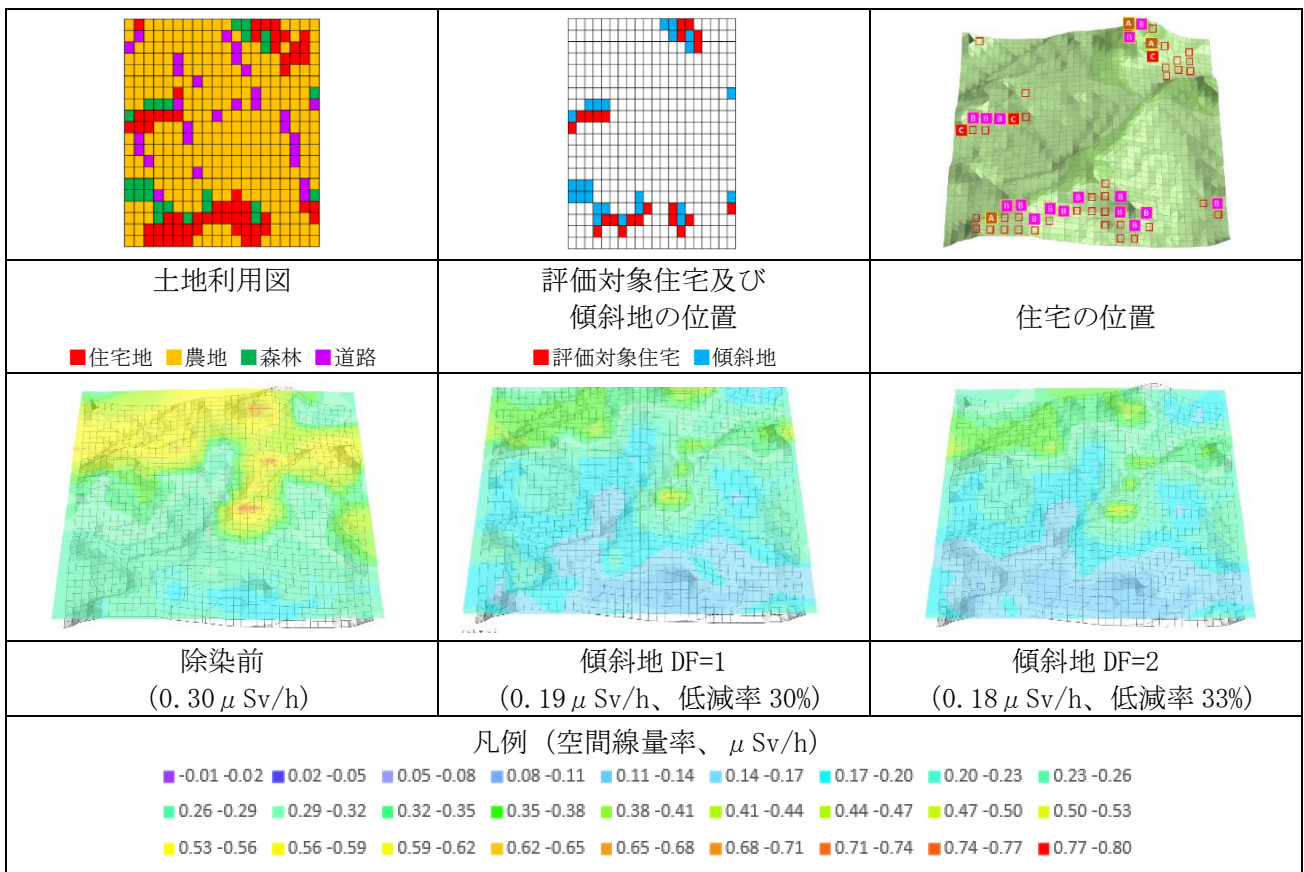


図6 傾斜地に関するシミュレーションの結果 (地域③)

イ 住宅周辺の農地除染の実施有無による影響

住宅周辺の農地の除染の違いによる結果を図 7-1 から 9-2 に示す。

地域①では除染前の住宅の空間線量率が平均 $0.27 \mu\text{Sv/h}$ であったのに対し、農地を除染しない場合は平均 $0.20 \mu\text{Sv/h}$ 、住宅から 20 m までの農地を除染した場合は平均 $0.18 \mu\text{Sv/h}$ であった。それぞれ、低減率は 25.9%、33.3% であり、低減効果に 7.4% の差が生じた。

地域②では除染前の住宅の空間線量率が平均 $0.20 \mu\text{Sv/h}$ であったのに対し、農地を除染しない場合は平均 $0.14 \mu\text{Sv/h}$ 、20 m までの農地を除染した場合は平均 $0.14 \mu\text{Sv/h}$ であり、差が生じなかった。

地域③では除染前は住宅の空間線量率が平均 $0.30 \mu\text{Sv/h}$ であったのに対し、農地を除染しない場合は平均 $0.26 \mu\text{Sv/h}$ 、20 m までの農地を除染した場合は平均 $0.23 \mu\text{Sv/h}$ であった。それぞれ、低減率は 13.3%、23.3% であり、低減効果に 10% の差が生じた。

このことから、今回検討した各地域における農地の除染によって得られる住宅の空間線量率の低減効果は、最大で 10% 程度と推計された。また、住宅から 20 m までの農地を除染した場合に比べ、40 m まで除染した場合には、いずれの地域においても住宅の空間線量率に変化は見られず、住宅への影響を考慮する場合、住宅から 20 m までの農地を除染することがより効果的であることが示唆された。

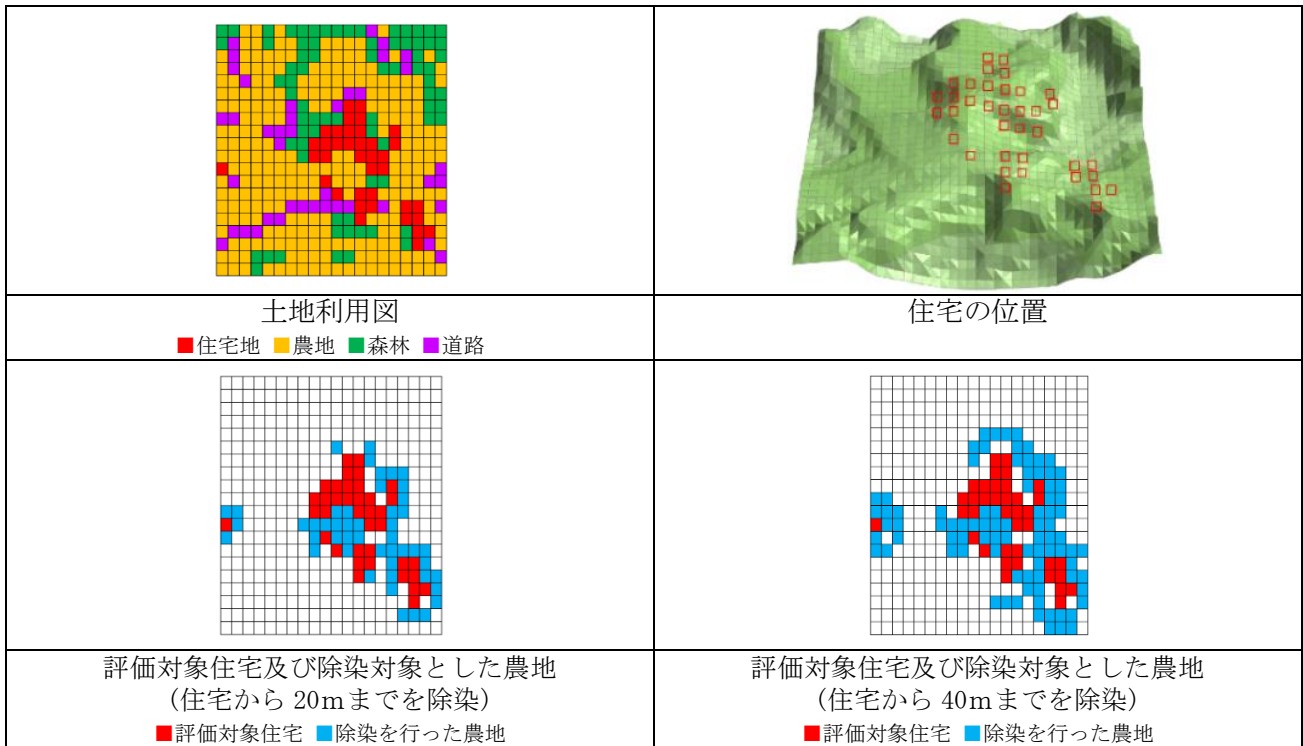


図 7-1 住宅に隣接している農地を除染した場合のシミュレーション条件 (地域①)

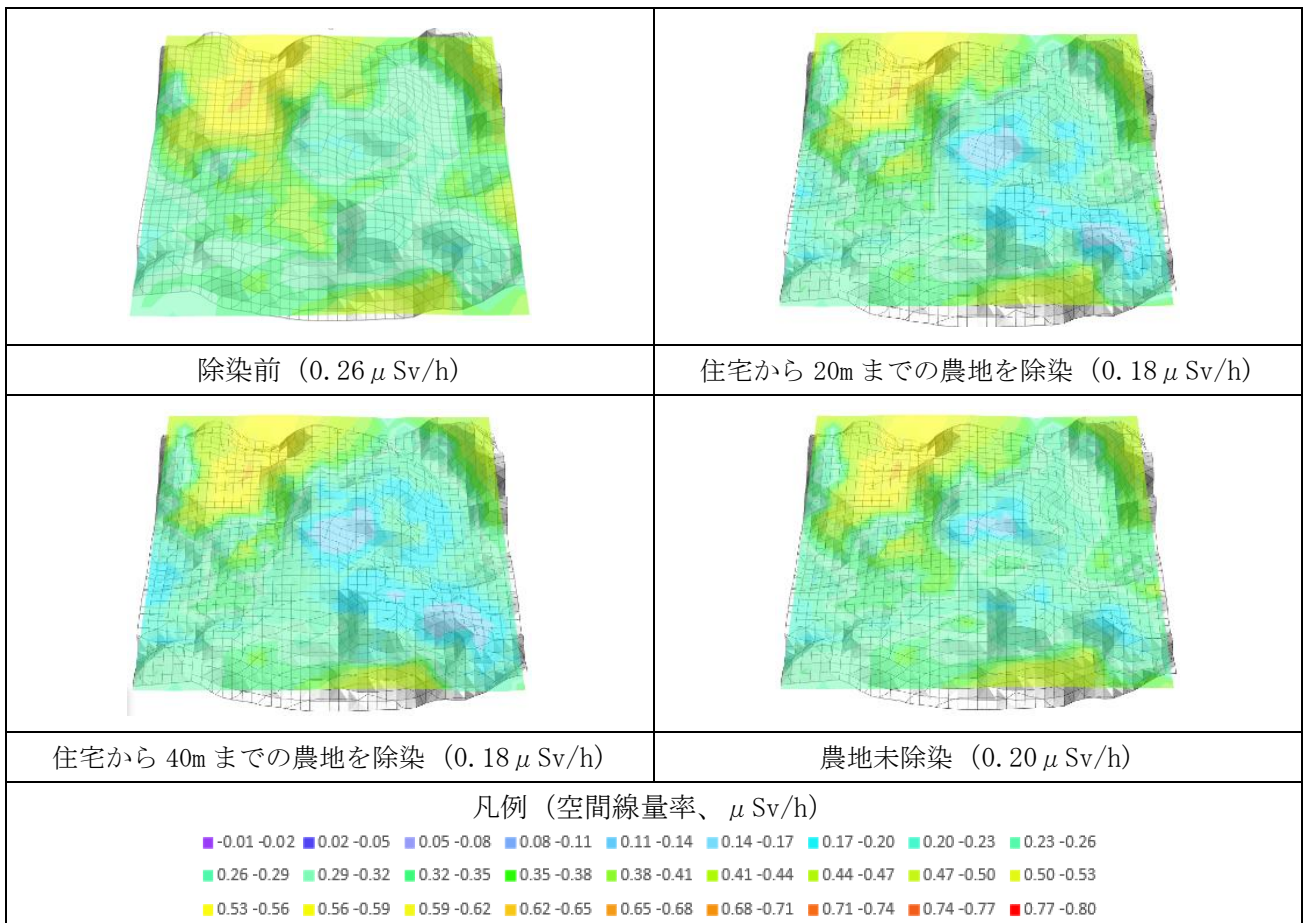


図 7-2 住宅に隣接している農地を除染した場合のシミュレーション結果 (地域①)

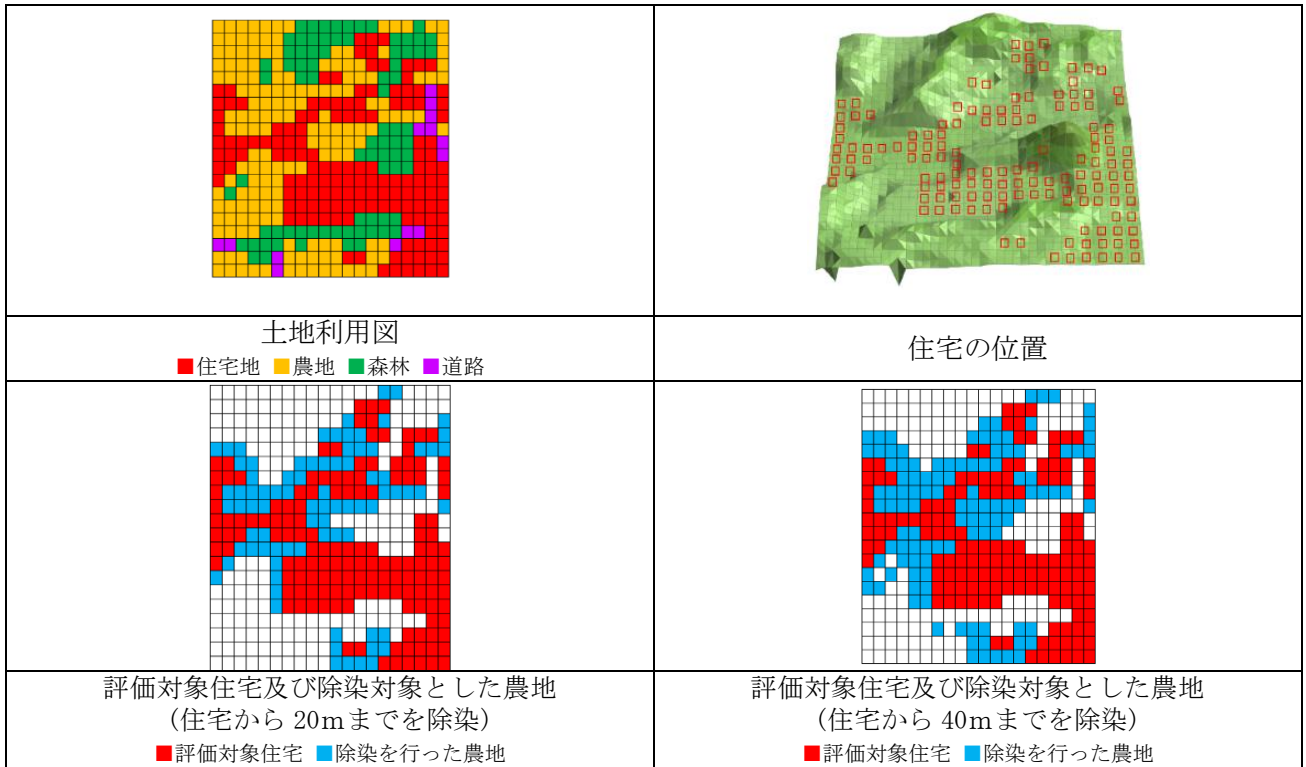


図 8-1 住宅に隣接している農地を除染した場合のシミュレーション条件 (地域②)

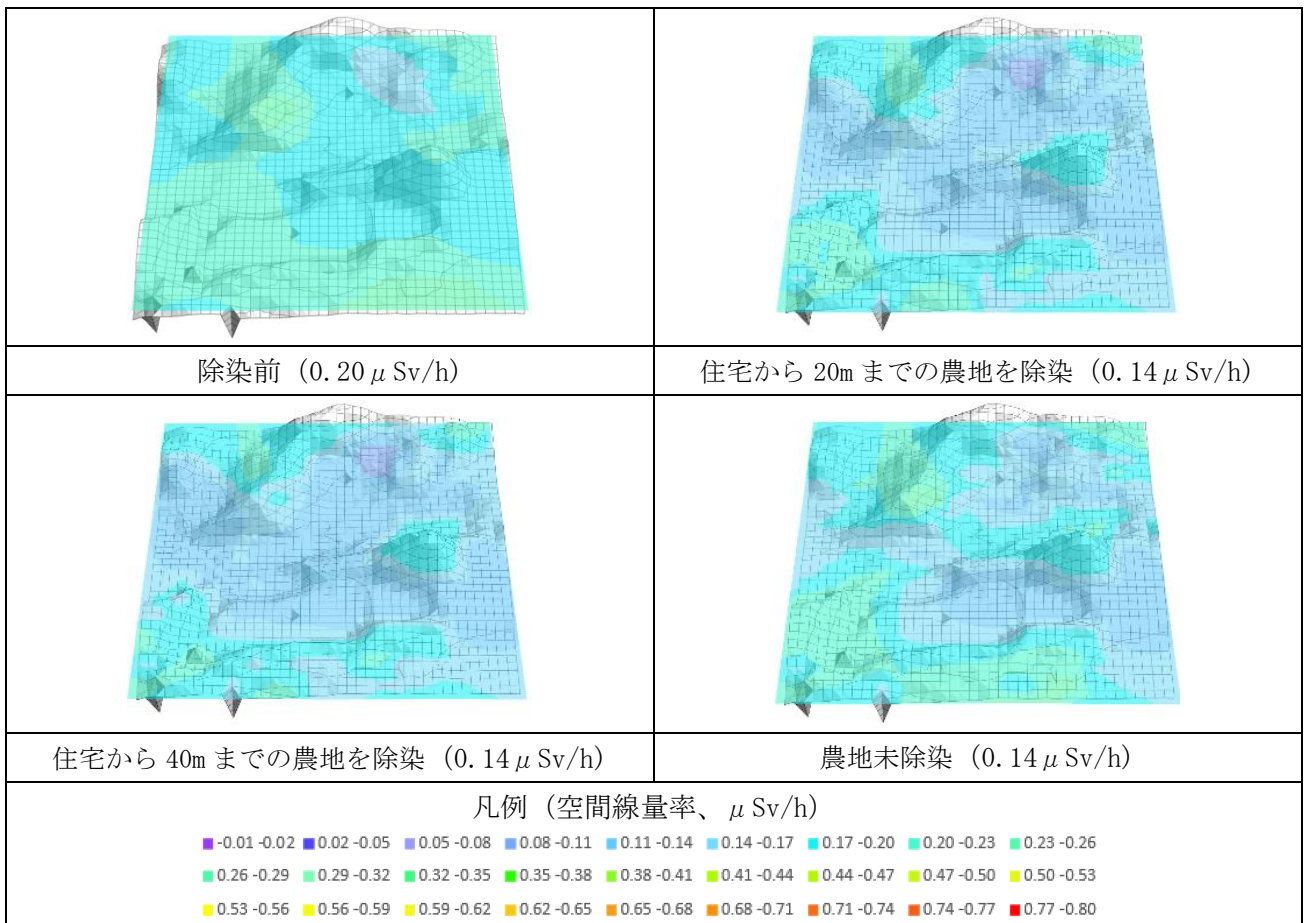


図 8-2 住宅に隣接している農地を除染した場合のシミュレーション結果 (地域②)

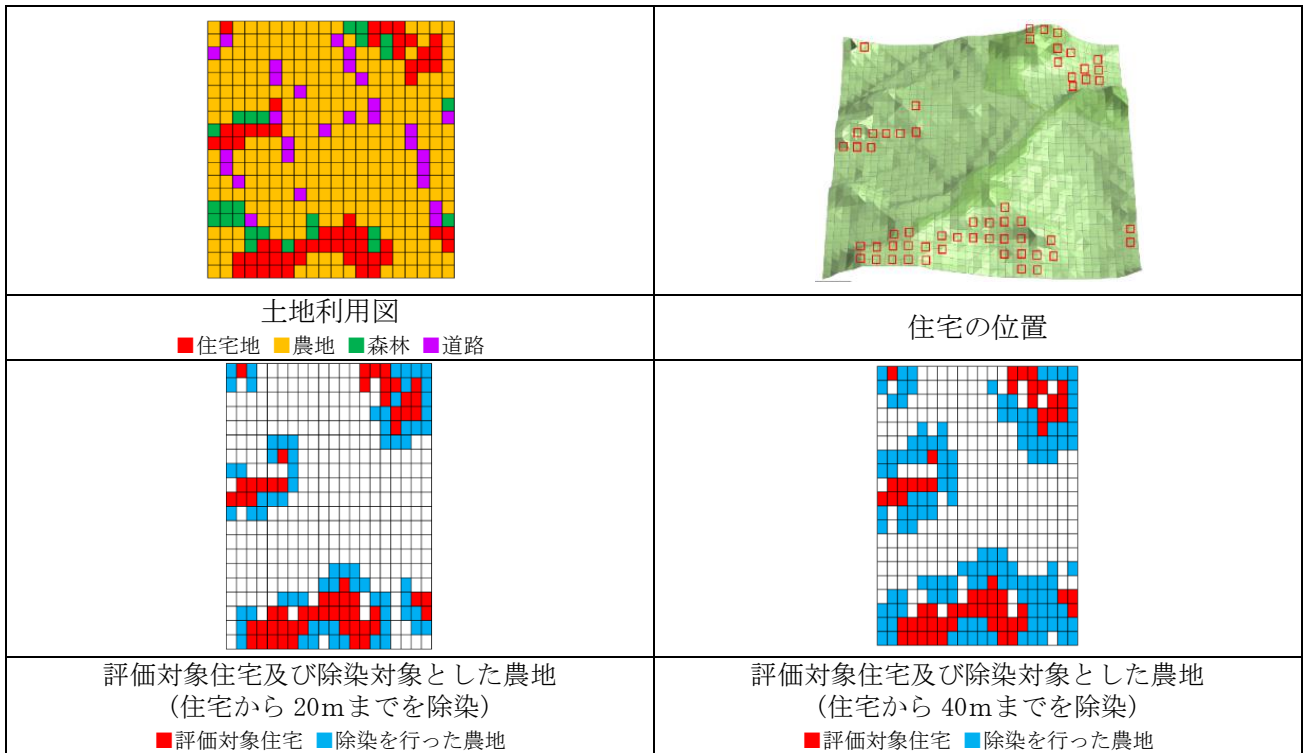


図 9-1 住宅に隣接している田畑を除染した場合のシミュレーション条件 (地域③)

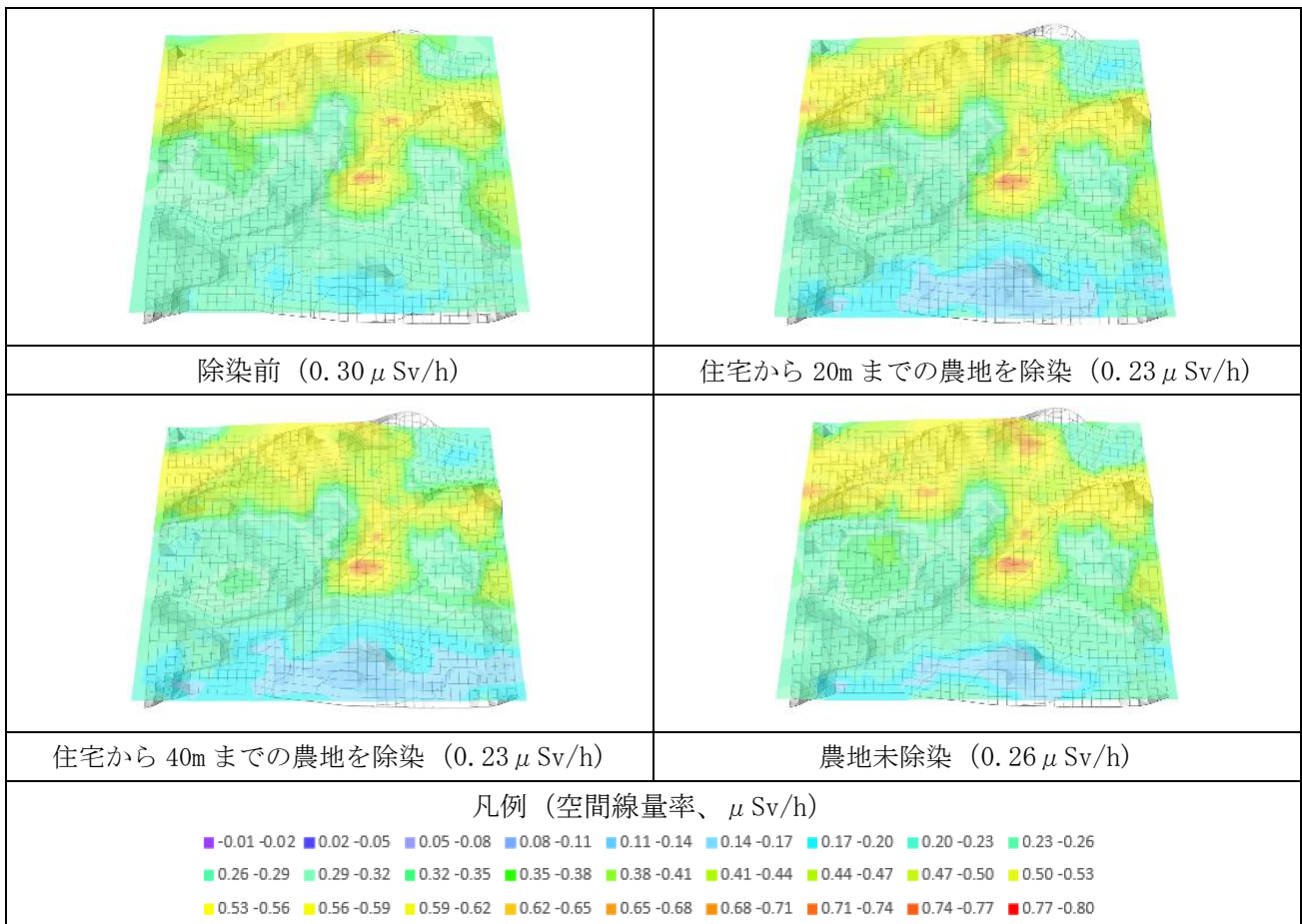


図 9-2 住宅に隣接している農地を除染した時のシミュレーション結果 (地域③)

6 評価等

除染実施結果に基づき、除染対象や範囲を変化させた場合の空間線量率の変化について、除染活動支援システム（RESET）を用いたシミュレーションを実施し、住宅に隣接する傾斜地の状況により除染の効果、及び、住宅に対する周辺の農地の除染効果を明らかにした。また、空間線量率の分布と地形図とを重ねて視覚的に表現した。

RESET によるシミュレーション結果と地形図を重ねて視覚的に表現することは、地理的な条件の違いを踏まえた除染実施方法の検討や除染後の効果を住民に分かり易く伝えるツールとして有用と考えられる。