

建築物における空間放射線量率の分布性状と低減対策に関する研究

主査 野崎 淳夫^{*1}委員 一條 佑介^{*2}, 小林 光^{*3}, 成田 泰章^{*4}, 吉野 博^{*5},

本研究では、東京電力福島第一原子力発電所の事故（以下、原発事故）で生じた放射性物質による環境汚染について、住宅内外の空間放射線量率を求め、除染作業の有効性や建築物における放射線の遮蔽性を検証した。結果として、1) 除染作業に伴う室内外の空間放射線量率の変化が明らかになり、建築部を取り巻く環境放射線量率と室内における空間放射線量率との関係が明らかになった。また、2) 住宅の建築材料や構造が、放射線の遮蔽性に及ぼす影響が明らかになり、実環境における遮蔽建材の適用法を明らかにした。

キーワード：1) 空間放射線量率，2) 放射性物質，3) 除染，4) 遮蔽，5) 建材

DISTRIBUTION OF THE SPATIAL RADIATION DOSE RATE IN BUILDINGS AND ITS MITIGATION MEASURES

Ch. Atsuo Nozaki

Yusuke Ichijo, Hikaru Kobayashi, Yasunori Narita, Hiroshi Yoshino

This study aimed to reveal the detailed in-building radiation dose rate before and after the decontamination, and to examine the mitigation measures of the spatial radiation dose rate. It turned out that 1) as we measured the change of the spatial radiation dose rates inside and outside of general houses in Fukushima prefecture upon the decontamination operation, and clarified the association between the contamination of the external environment and in-building spatial radiation dose rate. Moreover, 2) we examined the radiation shielding factors of building components for houses, and it was revealed that the shielding factor ratio increases logarithmically as the wall becomes thicker, and we clarified how to apply shielding building materials to actual buildings.

1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所（以下、原発）の事故に伴い、原発周辺地域は過酷な放射性物質汚染事故に遭遇したが、原発から 50km 以遠の地域においても、ホットスポットと呼ばれる局所的に高い放射線量率を示す地域が点在した（図 1-1 参照）。

このような事情から、福島県では住民避難が起こり、2015 年 2 月 27 日の時点で約 4 万 7 千人が全国 47 都道府県、1,103 の市区町村全国の都道府県にもれなく避難することになり、県内外への避難者総数は、約 11 万 8 千人に達した^{文1)}。この原発事故の特徴は、その被害範囲が広範であり、また被害そのものが継続的かつ長期に及ぶこと、さらに被害の内容が地域及び住民の生活を根本的に脅かすことにある。

以上の背景から、環境放射線による外部被曝量を軽減する具体策が求められている。外部被曝量の低減は、原因の除去（除染）と遮蔽・行動（対応）の組み合わせで考える必要がある。そもそも、国の除染基準は、 $0.23 \mu\text{Sv/h}$ 以上の空間放射線量率を示す地域が対象となっているが、

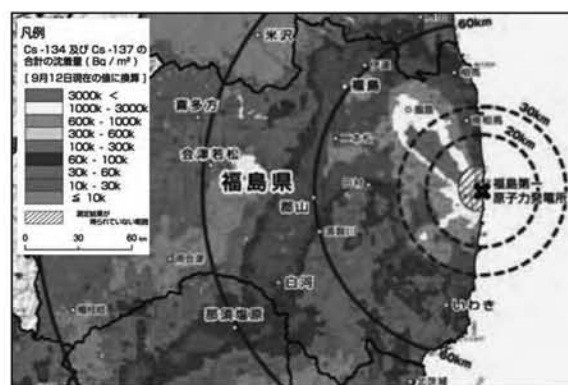


図 1-1 福島県のサーベイマップ

この値は建物が 60% の放射線を軽減する前提で成立している^{文2)}。ところが、この軽減性はチェルノブイリ事故で得られた知見が基となっており^{文3)}、その全てを我が国の建築物に適用することには無理がある。一方で、今般の原発事故を契機に開発された遮蔽建材を適用することで、空間放射線量率の低減が得られる可能性もある。

また、室内の空間放射線量率の分布性状は、在室者の個人被ばく量に直結するが、これについても不明な点が

^{*1} 東北文化学園大学大学院 教授, ^{*2} 東北文化学園大学 講師, ^{*3} 東北大学 准教授, ^{*4} 暮らしの科学研究所 部長, ^{*5} 東北大学 総長特命教授

多い。そのため、建築物性能と屋外の空間放射線量率から、室内における空間放射線量率を正しく予測できない。

そこで、建築物内における空間放射線量率を低減させる 1) 住宅部材や工法の情報集作業を行い、2) 具体的な低減対策を明らかにすることが喫緊の課題である。

1.1 研究背景

室内における空間放射線量率の遮蔽率は、チェルノブイリの事故の土壌表面汚染濃度から算出されている。この事故事例を基に、国際原子力機関（IAEA）では、建築物の種別ごとの放射線遮蔽率^{〔注1〕}を求め、木造で約60%、コンクリート造では約80%との調査結果を報告している。原発事故の収束段階における国際放射線防護委員会（ICRP）の年間放射線被ばく量勧告値は1mSvであるが、福島県の高線量地域（原発近傍の除染特別地域など）でこの基準をクリアするためには、環境中の空間放射線量率を除染で低下させると共に室内における空間放射線量率の低減対策が必要となっている。

また、福島県の人口の7割が居住する福島県中通り地方（福島市、伊達市、二本松市、本宮市、郡山市など）の環境中の空間放射線量は除染特別地域と比較して低いものの、2015年12月の時点でも0.4 μ Sv/hを超える地域があり^{〔文4〕}、土壌、道路、植物、建物等に付着した放射性物質からの放射線により、年間の被ばく量が1mSvを超過するケースがある。

さらに、低レベル放射線の長期曝露に伴う健康影響には不明な点が多く、地域住民は大いに不安を抱いており、外部環境のみならず住宅等における空間放射線量率の低減対策が求められている。

放射性物質汚染対処特措法や緊急除染基本方針等が示され、国が直轄で除染を行う除染特別地域と市町村が行う汚染状況重点調査地域に分けられ、除染作業が進められた。2017年3月をもって、汚染状況重点調査地域における主な除染作業は終了する計画となっている。

ただし、建築物を取り巻く空間放射線量率の実態や除染作業の有効性については、科学的な情報が周知されていない問題がある。

1.2 研究目的

本研究では、原発事故により空間放射線量率が著しく上昇した地域における除染前後の室内放射線量率の実態を明らかにし、住宅等における空間放射線量率の低減対策を明らかにすることを目的としている。

具体的には、1) 福島県内の一般住宅を対象に除染作業に伴う室内外の空間放射線量率の変化を求め、外部環境汚染と室内空間線量率との関係を明らかにする。また、2) 住宅の建築部材や建材の放射線遮蔽性能を検討し、実際の建築物での遮蔽建材の適用法を明らかにするものである。

特に、以下の事項について明らかにする。

① 高線量・低線量地域の住宅内・外空間線量率計測

原発から約10km離れた除染特別地域の浪江町、約60km離れた郡山市における除染作業に伴う木造住宅の空間放射線量率の変化、および外部環境汚染と室内空間線量率との関係

② 放射線の防護対策

セシウム（¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs）は、主として地表に沈積しており、地表から貫通力の強い γ 線が発せられており、環境放射線を構成している。

原発事故以前に建設されている建物の床下から、室内に放射する放射線は殆ど無く、建築内部の空間放射線量率を低減するためには、壁体の γ 線の遮蔽性能を向上させる必要がある。壁体における放射線遮蔽率を向上させるに、例えば、壁体に放射線遮蔽材（プレキャストコンクリート板やバリウムなどの放射線遮蔽材を混入した建築部材）で被覆することにある。

2. 実験概要

2.1 高線量地域（浪江町）の住宅内空間放射線量率

(1) 測定方法^{〔文5〕}

空間放射線量率の測定には、NaI シンチレーション式サーベイメータ（日立アロカメディカル社製、型番：TCS-172B）、表面汚染密度の測定はGM管式サーベイメータ（日立アロカメディカル社製、型番：TGS-146B）を用いた（写真2-1, 2参照）。



写真 2-1 NaI シンチレーション式サーベイメータ



写真 2-2 GM 管式サーベイメータ

(2) 測定対象

図 2-1 に示す住宅内および住宅周辺の 126 地点で空間放射線量率の測定を行うとともに、19 点で表面汚染密度の測定を行った。対象住宅は農地に囲まれた住宅地に立地し、周辺の地形には大きな起伏はない。構造は木道軸組による平屋でセメント瓦葺であった。同地域では典型的な住宅と位置付けられる。

空間放射線量率は、1) 住宅内：床面から 1cm, 50cm, 1m, 1.5m, 2m 及び天井下 1cm の高さ、2) 住宅周辺：地盤面から 1m 及び 2m の高さ、表面汚染密度は、測定対象面+1cm（高さ）でそれぞれの測定を行った。

2.2 低線量地域（郡山市）の住宅内空間放射線量率

(1) 測定方法

空間放射線量率の測定には、NaI シンチレーション式サーベイメータ（日立アロカメディカル社製、型番：TCS-172B）を用いた。

(2) 測定対象

図 2-2～4 に示すように住宅内の 99 地点および住宅周辺の 110 地点で空間放射線量率の測定を行った。対象住宅は郊外の住宅地に立地し、周辺に著しい起伏はない。構造は木道軸組による 2 階建てで、屋根には FRP 防水が施されていた（写真 2-3 参照）。



写真 2-3 浪江町実測住宅

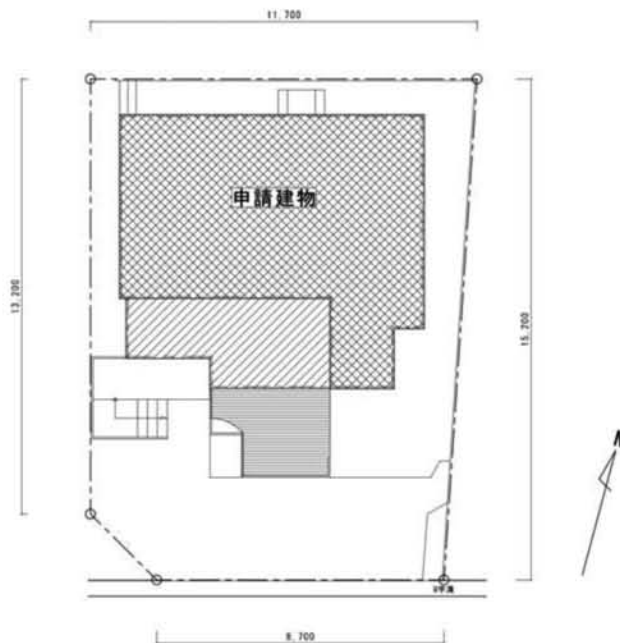


図 2-2 郡山市実測住宅 配置図

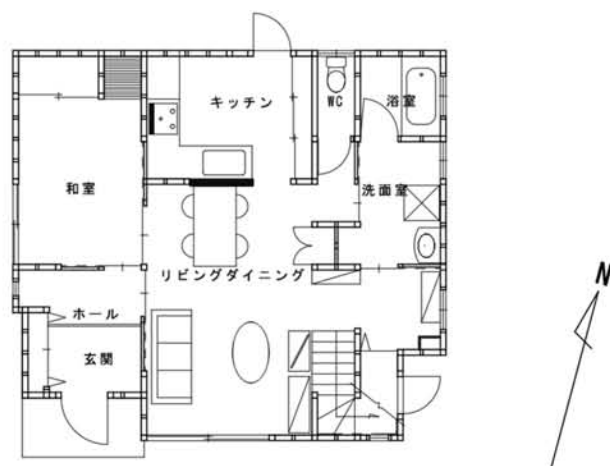


図 2-3 郡山市実測住宅 1階平面図

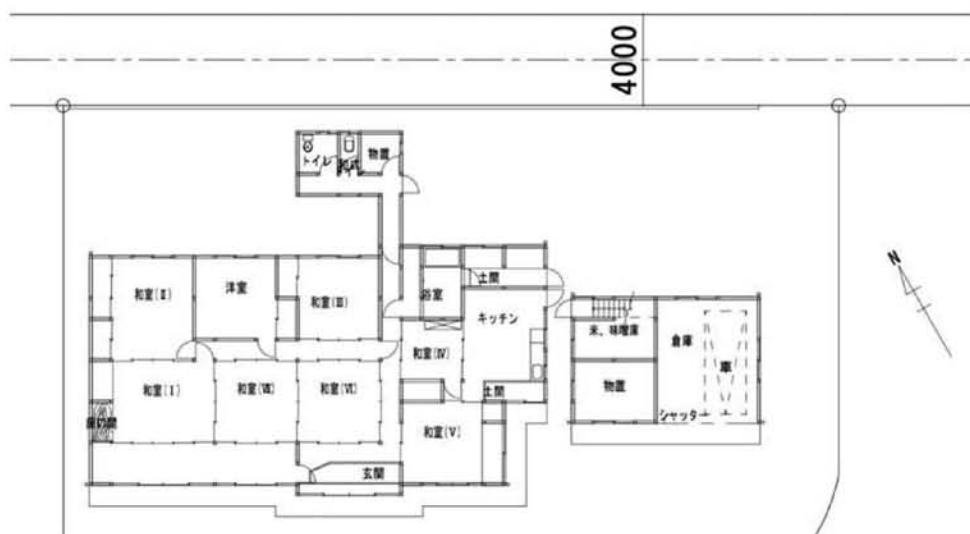


図 2-1 浪江町実測住宅配置図兼 1階平面図 S:1/200

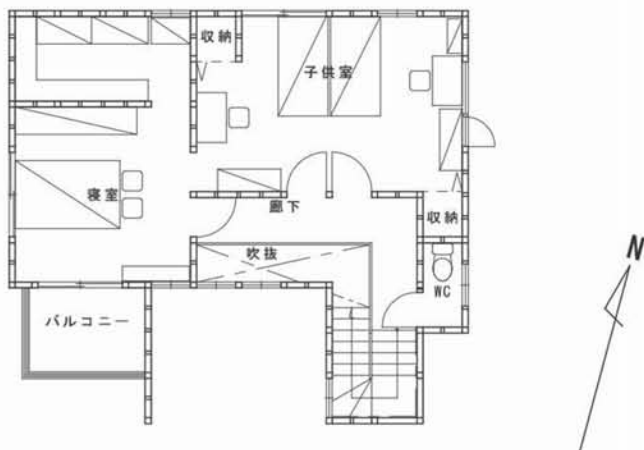


図 2-4 郡山市実測住宅 2 階平面図

2.3 放射線の防護対策

(1) 建材における放射線遮蔽性能

筆者らは、放射線遮蔽検証器具（以下、遮蔽検証器具）^{※6）}を用いた実測調査を行っている。以下、その研究成果を交え、建材による放射線の遮蔽について述べる（写真 2-4 参照）。



写真 2-4 放射線遮蔽検証器具による検証作業

本検証装置に建材を設置し、遮蔽検証器具を一定の環境放射線量率を示す地点に設置して、各種材料の放射線遮蔽率を求めた。遮蔽検証器具の上下には、放射線遮蔽率が約 90%とされる 150mm 厚のコンクリート板が設置され、コンクリート板間に各建材で構成された 4 面の壁体を設置することで、364mm×364mm×364mm の空間（8 畳の 1/100）が構成される。この空間に NaI シンチレーション式サーベイメータのプロープを挿入して、縮尺空間内の空間放射線量率を測定した。壁体の遮蔽性能を求めるため、厚さ 30mm, 50mm, 120mm のコンクリート板を作製し、またこれらに実際の壁体仕上げを再現すべく、石膏ボー

ドや断熱材など張り合わせて、実在住宅の壁体の検体を作製した（図 2-5 参照）。

(2) 開口部における放射線対策

γ線は壁体や開口部を経て、室内に侵入する。例えば、ガラス窓の遮蔽効果はなく、ほとんどのγ線を通過させ、アルミ製のシャッター・雨戸でもその効果は望めない。

そこで、窓などの開口部から侵入する放射線対策を検討する。すなわち、市販遮蔽材を用いて、開口部の放射線遮蔽を意図した「放射線遮蔽建具」を試作し、これを実在建築物の窓面（700mm×900mm）に取り付け、その遮蔽性能を求めた。図 2-6 には測定対象建築物の平面図と測定箇所を示す。

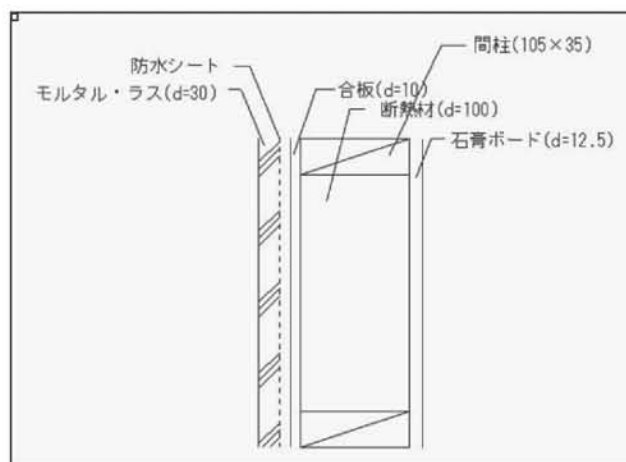


図 2-5 木造壁の一例（平面詳細図）

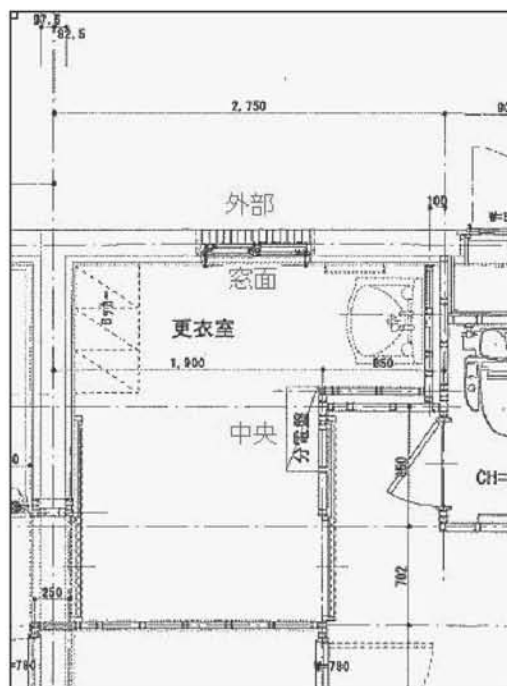


図 2-6 放射線遮蔽建具の設置

3. 測定結果

3.1 高線量地域（浪江町）の住宅内空間放射線量率

(1) 除染前

除染作業前の住宅内と住宅周辺の床面（又は地面）から1m高さの空間放射線量率を図3-1に示す。なお、実測風景を写真3-1に示す。



写真3-1 空間放射線量率の測定

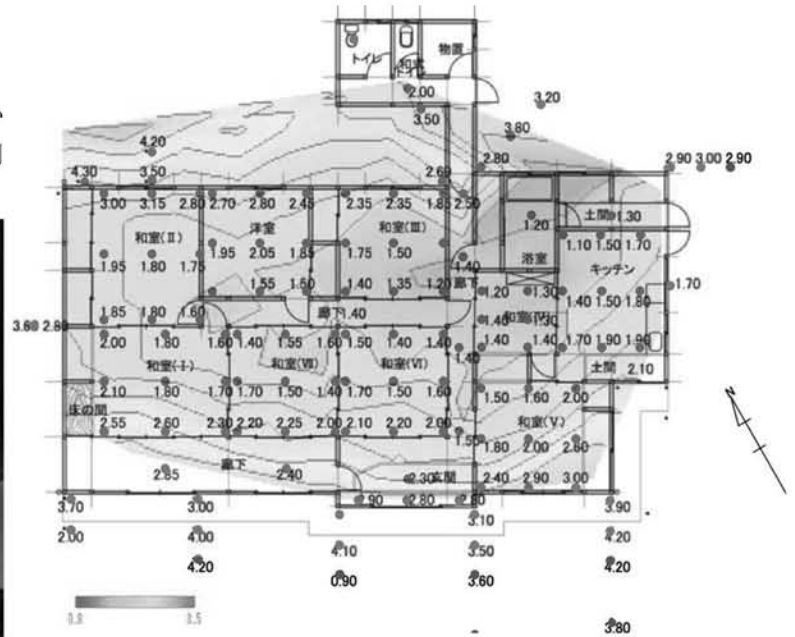


図3-1 除染前における住宅内外の空間放射線量率
（床面から1mの測定点）

測定値は1.10から4.30 $\mu\text{Sv/h}$ に分布し、室内での最大値は3.15 $\mu\text{Sv/h}$ であった。室内での最大値を示した箇所に、居住者が1日当たり24時間、365日間滞在すると仮定すると年間の放射線被ばく線量は27.5mSvとなり、許容される追加被ばく放射線量の1mSv^{<注2>}に比較して、非常に大きな値となる。上下方向では、図3-2の左側に示すように天井1cmの測定点で最も値が大きく、床面に近づくに従って、空間放射線量率は小さくなる傾向にあった。屋外の測定点での最大値は雨どいの直下で4.30 μSv であった。

また、住宅内の空間放射線量率は、建築物の床下が汚染されていないことや、遮蔽効果により、住宅周辺の空間放射線量率より小さくなっている。

(2) 除染後

除染作業は行政から委託を受けた業者が実施した。除染方法として、屋根、外壁、軒樋、竪樋、塀については、高圧水洗浄、ブラシ洗浄、拭き取りなどで行われ、住宅周辺（庭）については、表土の削り取り、植栽の枝払いなどの後に、砂利による表土被覆が行われた。

床面から1mの室内の空間放射線量率を図3-3に示す。測定値は0.61から1.65 $\mu\text{Sv/h}$ に分布し、室内での最大値は1.30 $\mu\text{Sv/h}$ であった。除染前後で比較した結果、全ての測定点で大きく低下していた。最大値に対応する年間の放射線被ばく線量は11.3mSvとなる。

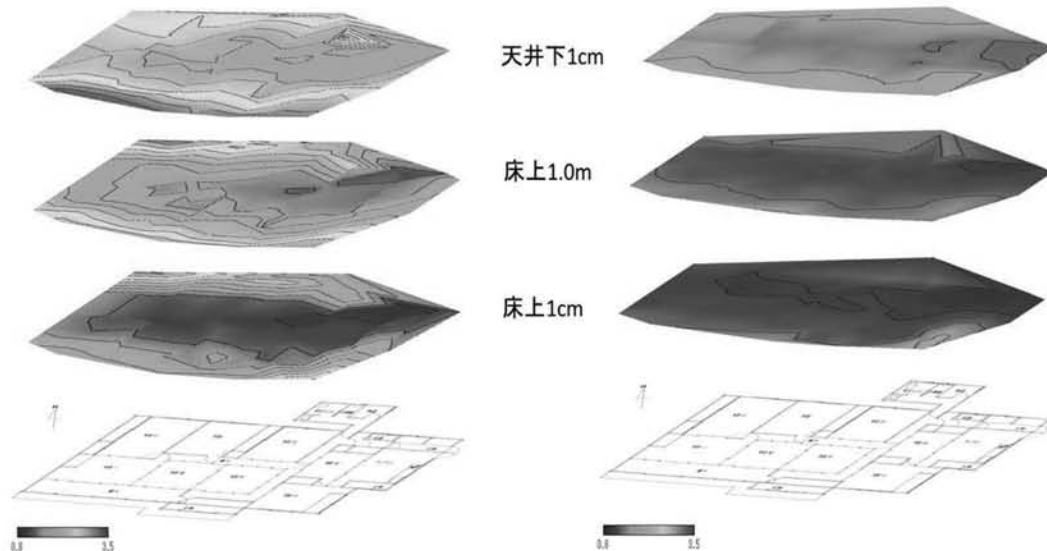


図3-2 除染作業前後における空間放射線量率の斜視図（左：除染前、右：除染後）

また、図 3-4 に示すように除染作業後における空間放射線量率の低下率は約 30%前後であり、上下方向の分布を図 3-2 の右側に示したが、全般に低下したことが分かる。

屋内外の表面汚染密度は、図 3-5 に示すように 191 から 764cpm に分布し、除染前後の表面汚染密度を比較した結果、表面汚染密度はほぼ全ての点で大きく低下していた。

国際原子力機関(IAEA)によると 1 階, 2 階建ての木造住宅での放射線遮蔽率は 0.4(代表的な範囲: 0.2~0.5)であり、吉田ら^{文6)}も同様の結果を報告している。本調査での放射線遮蔽率は、除染前では約 0.4, 除染作業後では約 0.2 であった。除染作業後に放射線遮蔽率が低くなった理由として、屋根面の汚染等が原因と考えられる。



図 3-5 除染作業後における表面汚染密度

3.2 低線量地域の住宅内空間線量率

1) 除染前

除染作業前の住宅内と住宅周辺の床面(又は地面)から 1 m 高さの空間放射線量率を図 3-6, 7 に示す。

なお、実測風景を写真 3-1 に示す。

測定値は、0.07 から 0.33 $\mu\text{Sv/h}$ に分布し、室内での最大値は 0.19 $\mu\text{Sv/h}$ 、平均値は 0.09 $\mu\text{Sv/h}$ であった。室内での最大値(0.19 $\mu\text{Sv/h}$)を示した箇所に 1 日 24 時間、365 日間の滞在を仮定すると年間の放射線被ばく線量は 1.66 mSv となり、国際放射線防護委員会による年間の追加被ばく放射線量の管理目標値である 1 mSv^{<注 2>}の、約 1.7 倍の値となる。室内において、上下方向では 1, 2 階共床上 2 m 値が高く、床面に近くに従って、低下する傾向を示した(図 3-8 参照)。

また、住宅内の空間放射線量率は、建築物の床下が汚染されていないことや、遮蔽効果により、住宅周辺の空間放射線量率より低くなっている。

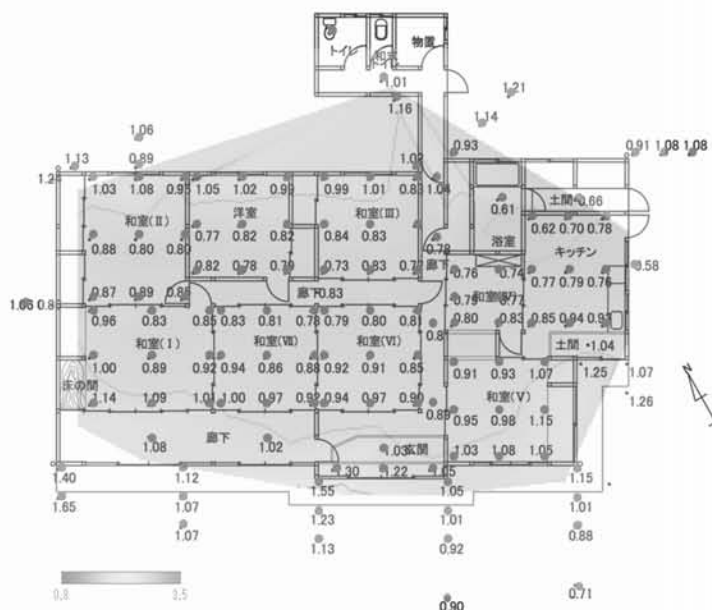


図 3-3 除染作業後における住宅内外の空間放射線量率
(床面から 1m の測定点)

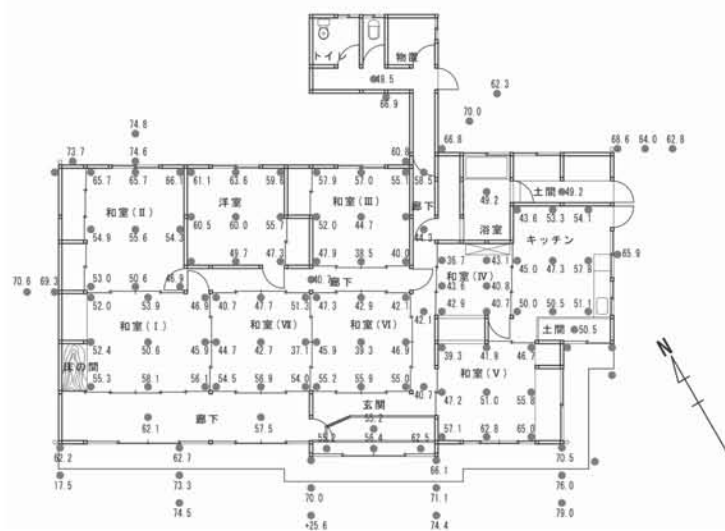


図 3-4 除染作業後における空間放射線量率の低下率

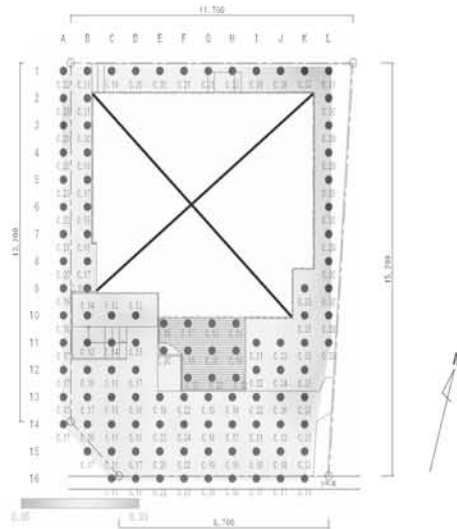


図 3-6 除染前における住宅外の空間放射線量率
(地盤面から 1m の測定点)

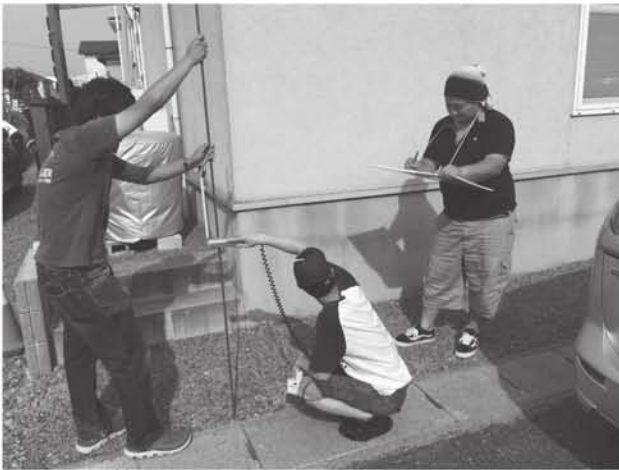


写真 3-2 空間放射線量率の測定

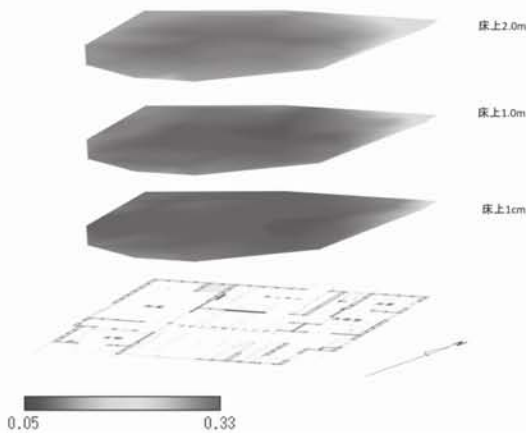


図 3-8 除染前における住宅内外の空間放射線量率
(床面 (地盤面) から 1m の測定点)

(2) 除染後

除染作業は行政から委託を受けた業者が実施した。除染方法として、雨樋の堆積物の除去・拭き取り、(庭木常

緑樹) の剪定、吸引式高圧洗浄機によるコンクリート面の洗浄、庭がある場合には落ち葉、表土、砂利の除去、芝の深刈り等が行われる。

除染作業後の住宅内と住宅周辺の床面 (又は地面) から 1 m 高さの空間放射線量率を図 3-9~10 に示す。

測定値は 0.06 から 0.26 $\mu\text{Sv/h}$ に分布し、室内での最大値は 0.12 $\mu\text{Sv/h}$ 、平均値は 0.08 $\mu\text{Sv/h}$ であった。除染前後で比較した結果、全ての測定点で大きく低下していた。室内での最大値 (0.12 $\mu\text{Sv/h}$) を示した場所に 1 日 24 時間、365 日滞在すると仮定すると年間の追加被ばく放射線量は 1.05 mSv となる。

また、除染作業後における空間放射線量率の低下率は約 20% 前後であり、上下方向の分布においても全般に同様の傾向である (図 3-11 参照)。

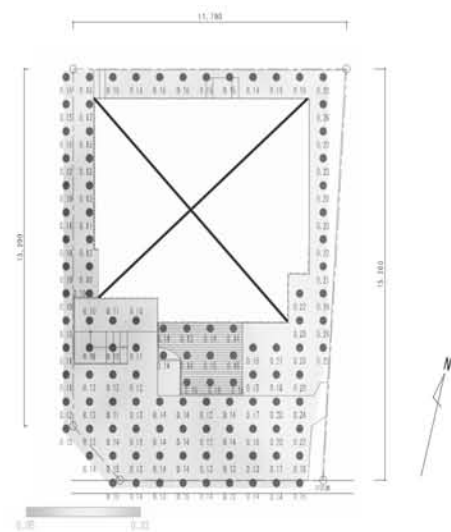
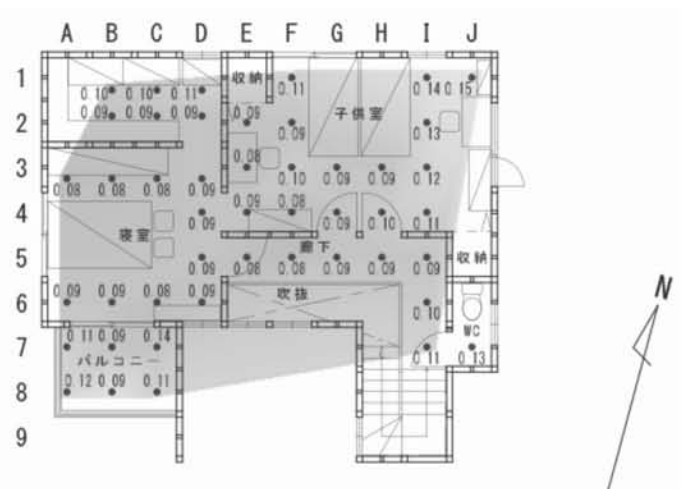


図 3-9 除染後における住宅外の空間放射線量率
(地盤面から 1m の測定点)



図 3-7 除染前における住宅内の空間放射線量率 (床面から 1m の測定点, 左: 1 階室内, 右: 2 階室内)



国際原子力機関(IAEA)によると1階、2階建ての木造住宅での放射線遮蔽率は0.4(代表的な範囲:0.2~0.5)であり、吉田ら^{文7)}も同様の結果を報告している。本調査での放射線遮蔽率は、除染前後共に約0.4であった。

高線量地域(福島県浪江町)の住宅での実測調査では、除染作業前の空間放射線量率は、天井付近(天井下1cm)が最も値が高く、床面に近づくに従って、低下する傾向を示したが、低線量地域(福島県郡山市)の住宅では、上下方向の分布では大きな差がなかったが、西側より東側の値が高い傾向を示した。この理由として、郡山市住宅の東側隣地との間に法面があり、その法面の汚染等が原因と考えられる。

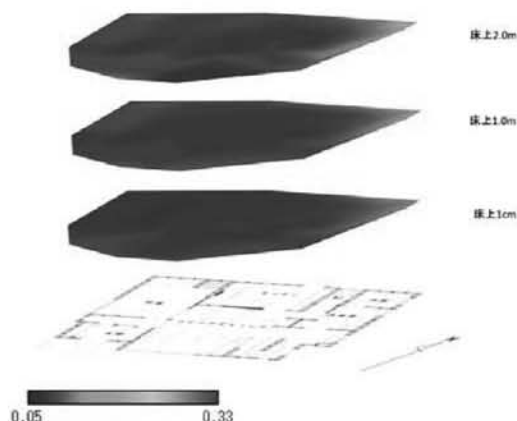


図 3-11 除染後における住宅内外の空間放射線量率
(床面(地盤面)から1mの測定点)

3.3 放射線の防護対策

(1) 建材における放射線遮蔽性能の検証

遮蔽検証器具の壁面部にコンクリート板を設置して、遮蔽性能を求めた。結果を図 3-12 に示す。必然的にコン

クリート厚が増大するに伴い、放射線遮蔽率も増大し、最大で約28%の放射線遮蔽率を示した。この遮蔽検証器具の上下のスラブ面は150mm厚のコンクリート板であり、その周囲4面に壁体検体を設置して放射線遮蔽率が求めた。この場合、壁体が120~150mm厚のコンクリート板であれば、侵入する放射線は殆どなくなるものと思われたが、実際には30%未満の放射線遮蔽率となった。本遮蔽検証器具の下部スラブには直径20mmの放射線測定器用プローブ用の挿入口があり、地盤面からの放射線がこのプローブと挿入口を通して、侵入したためにこのような測定値になったものと考えられる。

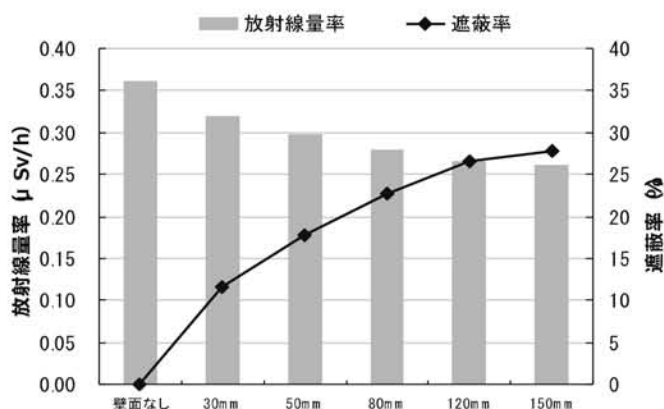


図 3-12 コンクリート厚と放射線遮蔽率との関係

(2) 遮蔽材の放射線遮蔽率

遮蔽検証器具に遮蔽材(表-1のA~C)を設置して、遮蔽材の遮蔽性能を求めた。結果を図 3-13 に示すが、遮蔽材A~Cによる放射線遮蔽率は10%~12%を示した。

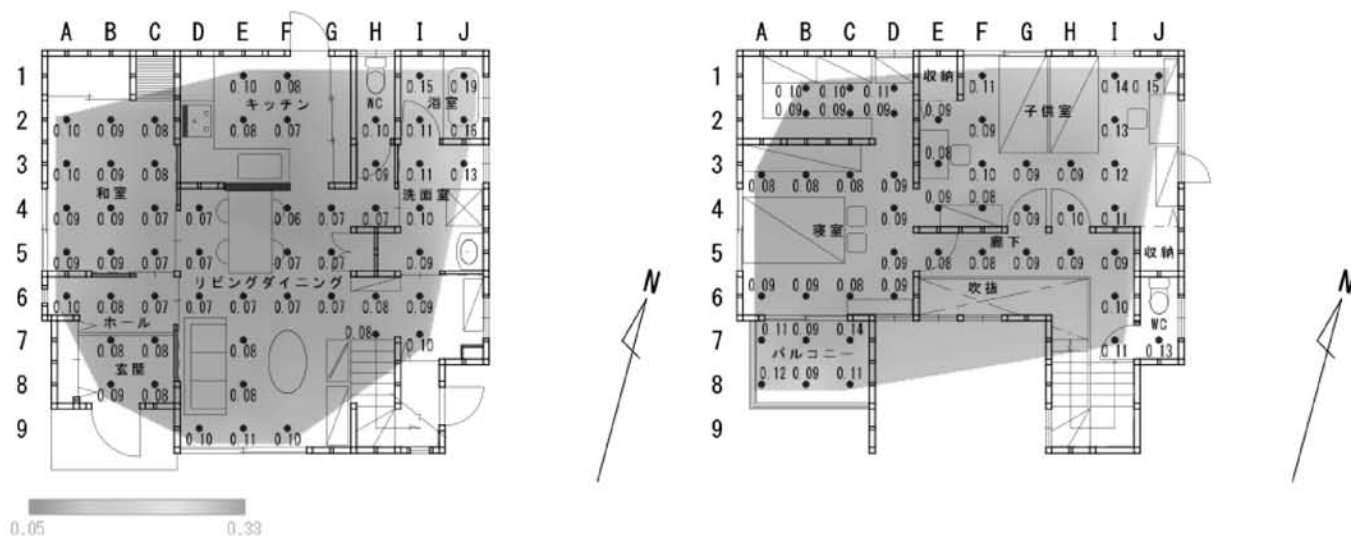


図 3-10 除染後における住宅内の空間放射線量率(床面から1mの測定点、左:1階室内、右:2階室内)

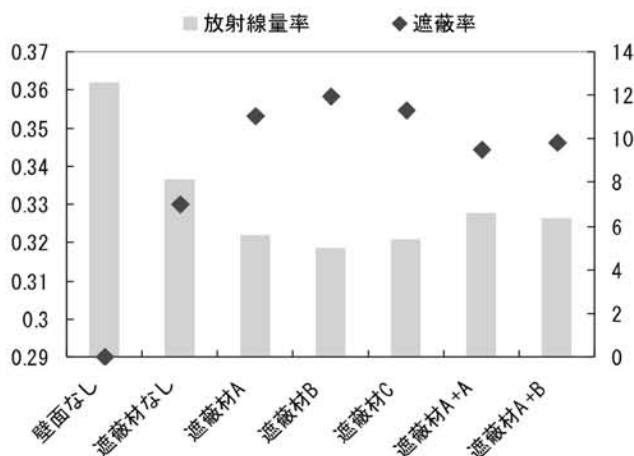


図 3-13 遮蔽材 (A~C) の放射線遮蔽率

(3) 開口の放射線対策

実在建築物の窓面に表 3-1 に示す遮蔽建材を挿入した「放射線遮蔽建具」を設置して、その遮蔽性能を求めた。結果を図 3-14 に示すが、窓面での放射線遮蔽率は 30% 程度であった。部屋中央では 15% の放射線遮蔽率を示したが、この値は他の開口部から侵入する放射線の影響を含んだ値である。

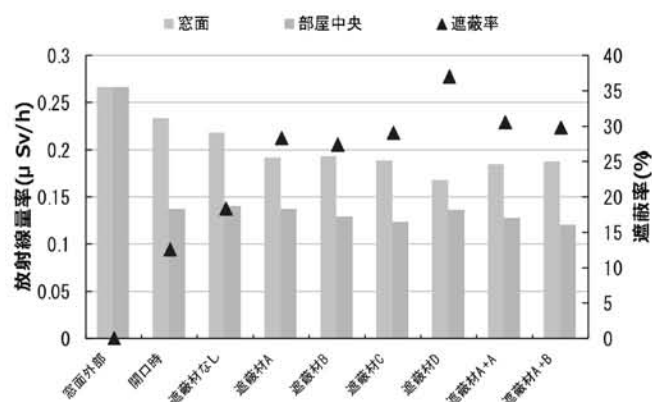


図 3-14 遮蔽材 (A~C) 利用の遮蔽建具による遮蔽効果

4. まとめ

4.1 高線量地域の住宅内空間線量率計測

1) 除染作業前の空間放射線量率は、天井付近(天井下 1cm)が最も値が高く、床面に近づくに従って、低下する傾向を示した。

2) 除染作業後の空間放射線量率を測定した結果、住宅内の床面 1m の地点においては、 $1 \mu\text{Sv/h}$ 程度を示した。この値は年間被ばく線量にすると $8 \sim 9 \text{mSv}$ に達する。

3) 除染作業前後の比較により、住宅や周辺環境空間放射線量率及び表面汚染密度は、ほぼ全ての点で大きく低下しており、除染作業後における空間放射線量率の低下率は約 30% 前後であった。

4) IAEA によると 1 階、2 階建ての木造住宅での放射線遮蔽率は 0.4 (代表的な範囲 0.2~0.5) に対し、本実測での放射線遮蔽率は、除染作業前では約 0.4、除染作業後では約 0.2 であった。屋根面に付着した放射性物質の違いが、放射線遮蔽率に影響している。

4.2 低線量地域の住宅内空間線量率

1) 除染作業前の空間放射線量率は、1, 2 階共床上 2 m が最も値が高く、床面に近づくに従って、低下する傾向を示した。

2) 除染作業後の空間放射線量率を測定した結果、住宅内の床面 1m の地点において、最大値は $0.12 \mu\text{Sv/h}$ 、最小値は $0.06 \mu\text{Sv/h}$ 、平均値は $0.08 \mu\text{Sv/h}$ 程度を示した。この平均値は年間被ばく線量にすると 0.70mSv に達する。

3) 除染作業前後の比較により、住宅や周辺環境空間放射線量率は、ほぼ全ての点で低下しており、除染作業後における空間放射線量率の低下率は約 20% 前後であった。

4) IAEA によると 1 階、2 階建ての木造住宅での放射線遮蔽率 0.4 (代表的な範囲 0.2~0.5) に対し、本実測での放射線遮蔽率も、除染作業前後共に約 0.4 を示した。

4.3 放射線の防護対策

1) 住宅における遮蔽性能を向上させるためには、壁面の γ 線遮蔽率を向上させる対策が効果的である。

2) 開口部については、内部建具に放射線遮蔽材を適応することで、遮蔽率は向上する。

表 3-1 放射性遮蔽材の仕様

名称	素材	重量	厚さ(mm)	密度(g/cm^3)	鉛当量(mmPb)	X線遮蔽率	γ 線遮蔽率
遮蔽材A	特殊ポリエステル基布+遮蔽機能材練りこみPVC樹脂ラミネート素材	3700(g/m^2)	2.1	1.76	1枚:0.11 2枚:0.25 10枚:1.35	1枚:60.1% 2枚:80.6% 10枚:99.5% 線源(100KeV)	1枚:1.3% 2枚:3.3% 10枚:16.0% (線源662KeV)
遮蔽材B	ポリエステル100%表面:アクリル樹脂コーティング素材	1.24kg/m(138cm巾)		約0.9		1枚:21% 2枚:33% 3枚:50% 線源(100KeV)	
遮蔽材C	硫酸バリウムをゴムで固めた素材	4kg/枚 (910×455)	3.3	2.93	0.45	1枚:95% 3枚:99% (線源100KeV)	1枚:28% 3枚:57% (線源400KeV)
遮蔽材D	硫酸バリウムを石膏と混合し、ガラス繊維で補強した素材	約30kg/枚(910×1820)	12.5	1.45	0.75		

<引用文献>

- 1) 一般社団法人 ふくしま連携復興センター:福島県 県内・県外避難者数等, http://f-renpuku.org/fukushima/evacuee_information
- 2) 原子力安全委員会:原子力施設等の防災対策について, p. 94, 1980 年(2010 年一部改訂)
- 3) IAEA: “Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency”, IAEA - TECDOC - 1162, 2000 年
- 4) 平成 27 年度福島県環境放射線モニタリング・メッシュ調査(詳細調査), <https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/16025d/mesh-syousai-27.html>
- 5) 野崎淳夫他:放射性物質による環境汚染とその対策技術に関する研究(その 1~6), 室内環境学会大会講演要旨集, 2011 年
- 6) 野崎淳夫他:震災関連住宅における温熱・空気環境に関する調査 第 26 報放射線の防護対策, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 837-838, 2013 年
- 7) 吉田浩子他:福島第一原発事故後の住家の空間線量率低減を目的とした遮蔽材の効果, Radioisotopes, Vol. 62(4), pp. 203-210, 2013 年

<謝辞>

一般社団法人浪江青年会議所 元理事長 広坂光広氏, 暮らしの科学研究所, 特定非営利活動法人 室内環境技術研究会, 国際航業株式会社には多大なるご協力を頂きました。ここに記して深甚なる謝意を表します。

また, 本研究を行うに当たり, 放射線医学総合研究所の岩岡和輝氏, 米原英典氏には多くの助言をいただきました。

<注>

<注 1> 放射線遮蔽率とは, 放射線と物質の相互作用を利用して, 放射線のエネルギーを構造材の構成物質に吸収させ, 物質を透過する割合である。

<注 2> 「放射線量が 1 時間当たり 0.23 マイクロシーベルト」の考え方(出典: 環境省ホームページ, <https://www.env.go.jp/press/press.php?serial=14879>)

放射線量が 1 時間当たり 0.23 マイクロシーベルトの場合における, 年間の追加被ばく放射線量は 1 ミリシーベルトにあたる。

○ 0.23 マイクロシーベルトの内訳

・ 自然界(大地)からの放射線量※1 : 0.04 マイクロシーベルト※2

・ 事故による追加被ばく放射線量 : 0.19 マイクロシーベルト

○ 1 日のうち屋外に 8 時間, 屋内(遮へい効果(0.4 倍)のある木造家屋)に 16 時間滞在するという生活パターンを仮定

1 時間当たり 0.19 マイクロシーベルト × (8 時間 + 0.4 × 16 時間) × 365 日 = 年間 1 ミリシーベルト

※1 : 通常のシンチレーション式サーベイメータでは宇宙からの放射線はほとんど測定されない

※2 : 文部科学省「学校において受ける線量の計算方法について」(平成 23 年 8 月 26 日)より計算

<注 3> 放射線遮蔽率の算出は, 室内の空間放射線量率 / 室外の空間放射線量率で求めた。