

# 個人線量の特性に関する調査

平成25年11月

内閣府原子力被災者生活支援チーム

~~(独)放射線以外総合研究所~~

~~(独)日本原子力研究開発機構~~

クレジットから除いて戴く。  
「両機関はデータ提供」として  
戴ければ、それで結構です。

# 1. 調査の概要

測定結果である  
個人線量当量

## 1. 調査の目的

- 今後、個人線量計を用いた測定結果(以下「個人線量」という。)をきめ細かく把握していく上で、個人線量測定における科学的な特性を明らかにし、被ばく線量の推計に資する基礎データを

多く使われている用語は「放射線の状況」または「放射能の状況」のようです。

## 2. 調査項目

### ① 福島県内の放射線状況における個人線量計の再現性の確認

- ファントム(人体が受ける放射線量を決めるための模型)を用いた個人線量の実測値からの確認(福島県内で測定)
- ファントムの回転照射による確認(実験室で測定)

再現性の意味が不明瞭。

### ② 避難区域の生活圏内における個人線量の実測

- ファントム及び人による個人線量の定点測定(福島県内で測定)

周辺線量当量(以下「空間線量」という。)

### ③ 上記②と生活パターンの違いを組み合わせた個人線量の試算事例

- NHK国民生活時間調査等の統計データを活用した個人線量の試算

[あいうえお]順に並べるなどとしては如何か。また、どこかに、各自治体に協力いただいた旨、謝辞的な文章があっても良いかと考える。

※個人線量の測定に際しては、同一地点の空間線量もあわせて測定。

## 3. 測定時期等

- 本年8月初旬から9月中旬にかけて、田村市、川内村、飯舘村の協力を得られた民家、学校、公民館、農地、山林等で個人線量の測定を実施。

体制に就いては、以下のようには如何でしょうか。

## 4. 調査体制

- 内閣府原子力被災者支援チームが、(独)放射線医学総合研究所及び(独)日本原子力研究開発機構(現地測定調査に協力)と協同して実施。

# (参考)防護量と実用量

個人の被ばく線量と人の被ばく線量が混在しているので、「人の被ばく線量」で統一しては如何か。

放射線感受性

## 防護量

- 人体の各臓器の被ばく感度を加味して、放射線による人への健康影響(人の被ばく線量)を表す量。(専門用語で「実効線量」)
- 測定器を使って直接測定することはできない理論的に計算される量。
- 単位は、Sv(シーベルト)。

考慮した

個人線量そのものの値を用いて、人の被ばく線量を評価可能。

## 実用量

- 測定器によって実際に測定できる量
- 単位は、Sv(シーベルト)(1cm線量当量)。

本来厳密に説明すべき箇所であり、“専門用語で”と言う修飾句は不要

### サーベイメータで測定

#### 空間線量

(専門用語で「周辺線量当量」)

- 人体の代わりとなる直径30cmの球(ICRU球)の表面から1cm深さ位置の線量。
- 定点測定による周辺エリアの線量を測定。

### 個人線量計で測定

#### 個人線量

(専門用語で「個人線量当量」)

- 人体の代わりとなる30cm×30cm×15cmの平板(スラブファントム)の表面から1cm深さ位置の線量。
- 個人線量計の装着により、個人個人の生活パターンの違いを反映。

意味が曖昧。もう少し意図を明確にしてはどうか。

(注)ここでは、外部被ばくのみを考慮。内部被ばくも含めた個人の被ばく線量については、個人線量計によって測定した個人線量に加え、WBC等によって測定した内部被ばく線量の評価が必要。

## 2. 今回の調査目的

「考慮した推計」とは実効線量を意味しているのか、意味が曖昧。

### 背景

放射線感受性

- これまで、個人の被ばく線量の推計にあたっては、定点調査による空間線量の測定結果を用いて、8時間屋外、16時間木造家屋内（低減効果0.4）と、生活パターンを一律として仮定。また、人体の被ばく感度の特性を加味せずに推計。
- 他方、実際に、個人線量計の測定結果である個人線量と、上記の定点測定による線量推定を比較すると、3～5分の1になっている。

人の被ばく線量

航空機モニタリングを意図しているのであれば、それを定点測定と言えるかは疑問。寧ろ、航空機モニタリング結果とか明記した方が分かり易い。

### 今回の調査目的

前記の通り

- 個人線量計による測定結果である個人線量によって、個人の被ばく線量を適切に評価できることを再確認するとともに、
- 個人線量を特徴付ける、生活パターンの違い、人体の被ばく感度の特性による効果を加味することにより、定点測定による線量推定と個人線量がどのように異なるのか調査を行う。

### 3. 調査方法

1. 生活圏内の様々な地点での個人線量を、①人、②ファントム※それぞれに実際に個人線量計を装着して測定することで、定量的に把握。

「協力を得て」と言った表現が欲しい。

以下の条件で測定を実施。

(1) 避難指示区域内の線量が異なる飯舘村、川内村、田村市の3地域で、4種類の個人線量計毎に測定を実施。データ数については、統計処理が可能なデータ数(計500データ)を収集。

この意味が不明。削除した方良いと思います。

(2) 生活圏内の定点としては、山林や田畑、遮蔽効果の異なる住宅、コンクリ建物、学校の内外にて測定を実施。

人の被ばく線量

コンクリート

※ ファントムとは、放射線測定器の性能を評価する際に用いられる人の組成を模擬した模型を言う。本研究においては、人への被ばく線量を正確に評価するため、人が個人線量計を実際に付けている状況に加えて、個人線量計の性能を評価する際に用いられる、国際放射線単位測定委員会(ICRU)及びJIS規格に適合した模型に個人線量計を装着して測定を実施。

調査(「研究」と言う言葉は使うべきではないでしょう。)

2. 人の行動(=「定点間の動線」)を生活パターンにより類型化し、定点で得られた個人線量をパターンごとに組み合わせてそれぞれの値を推定。

(1) 生活パターンごとに、農業従事者、通学生、サラリーマン、高齢者などを仮定。

「事務職員」程度で如何か。

## 4. 実測結果①(ファントムによる個人線量の測定)

- 飯舘村、田村市、川内村における様々な土地利用区分において、ファントム上に個人線量計を取り付けて測定を実施。
- 同一の地域・区域であっても、土地利用区分毎に個人線量計の測定結果は異なる。

有効数字の扱いが方がばらばら。解析の信頼性が疑われる。揃えるべき。

下二けた

有効数字

それぞれ桁を

データ番号	測定場所	区域	サーベイメータでの毎時空間線量測定結果□(ファントム周辺7カ所での平均)[ $\mu\text{Sv/h}$ ]	測定値平均[mSv]	測定時間[min]	毎時線量換算[ $\mu\text{Sv/d}$ ]
飯舘フ①	民家Ⅰ屋内	居住制限	0.6	0.022	2864	0.452
飯舘フ②	民家Ⅱ屋内(2サンプル平均)	居住制限	1.06	0.0345	2857	0.7275
飯舘フ③	蕨平公民館屋内	居住制限	2.26	0.069	2591	1.601
飯舘フ④	蕨平公民館屋外	居住制限	5.21	0.162	2569	3.791
飯舘フ⑤	飯舘中学校屋内(2サンプル平均)	居住制限	0.255	0.009	2596	0.207
飯舘フ⑥	飯舘中学校屋外	居住制限	2.08	0.067	2658	1.521
飯舘フ⑦	山林	居住制限	3.3	0.106	2823	2.245
飯舘フ⑧	農地	居住制限	3.27	0.1	2666	2.255
田村フ①	合子集会所	白地	0.15	0.003	1205	0.124
田村フ②	地見所多目的研修施設	解除準備	0.13	0.002	1034	0.116
田村フ③	都路中学校屋内	白地	0.1	0.003	1334	0.119
田村フ④	都路中学校屋外	白地	0.14	0.002	1265	0.09
川内フ①	民家Ⅰ屋内(2サンプル平均)		0.456	0.00735	1486.65	0.297
川内フ②	民家Ⅰ屋外	居住制限	0.746	0.014	1412	0.484
川内フ③	民家Ⅱ屋内	解除準備	0.24	0.0046	1437.8	0.193
川内フ④	民家Ⅲ屋内	居住制限	0.229	0.0039	1295.5	0.182
川内フ⑤	第7区集会所	解除準備?	0.122	0.0025	1321.1	0.111
川内フ⑥	川内中学校屋内	白地	0.073	0.0017	1451.5	0.068
川内フ⑦	川内中学校屋外	白地	0.134	0.0029	1401.8	0.123
川内フ⑧	山林	居住制限	2.455	0.0363	1250.5	1.742
川内フ⑨	農地	解除準備	1.224	0.021	1450	0.868

二けた ~~二けた~~ 統一測定結果を記する

## 4. 実測結果②(人による個人線量)測定)

「ファントム周辺...」は削除

本測定は  
[ ]による

田村市における様々な土地利用区分において、人が個人線量計を  
取り付けて測定を実施。

- 同一の地域・区域・土地利用区分であっても、個人線量計の測定結果は異なる。

データ番号	測定場所	区域	サーベイメータでの 毎時空間線量測定 結果(ファントム周辺 7カ所での平均) [ $\mu\text{Sv/h}$ ]	[ ]での測定結果		
				積算線量 [mSv]	測定時間 [min]	毎時線量 換算 [ $\mu\text{Sv/h}$ ]
飯館個①	民家Ⅰ家屋内	居住制限	0.77	0.000452	58	0.47
				0.00072	111	0.39
飯館個②	民家Ⅱ家屋内	居住制限	1.27	0.000603	50	0.72
				0.000693	50	0.83
飯館個③	蕨平公民館内	居住制限	2.71	0.001828	52	2.11
				0.001666	54	1.85
飯館個④	蕨平公民館前庭	居住制限	5.61	0.001729	29	3.58
				0.001787	125	0.86
飯館個⑤	飯館公民館駐車場	居住制限	1.11	0.001972	183	0.65
				0.001888	145	0.78
飯館個⑥	飯館中学校屋内	居住制限	0.27	0.000384	121	0.19
				0.000373	136	0.16
飯館個⑦	飯館中学校校庭	居住制限	2.63	0.000613	23	1.60
				0.000444	19	1.40
飯館個⑧	飯館中学校陸上競技場	居住制限	2.7	0.00117	40	1.76
				0.000692	28	1.48
飯館個⑨	飯館中学校野球場	居住制限	2.83	0.001113	40	1.67
				0.000871	26	2.01
飯館個⑩	農地	居住制限	1.53	0.000584	22	1.59
				0.001013	26	2.34
飯館個⑪	農地Ⅱ	居住制限	3.28	0.000782	21	2.23
				0.000065	2	1.95
飯館個⑫	山林	居住制限	3.42	0.00079	21	2.26
				0.000358	10	2.15
飯館個⑬	山林	居住制限	3.42	0.000117	4	1.76
				0.000395	10	2.37
田村個①	都路行政局	白地	0.13	0.000032	20	0.10
				0.000006	4	0.09
田村個②	合子集会所屋内	白地	0.17	0.000067	32	0.13
				0.000062	32	0.12
田村個③	合子集会所屋外	白地	0.21	0.00005	18	0.17
田村個④	地見所多目的研修施設屋内	解除準備	0.14	0.000046	18	0.15
				0.000042	23	0.11
田村個⑤	地見所多目的研修施設屋外	解除準備	0.2	0.000017	10	0.10
				0.0001	40	0.15
田村個⑥	都路中学校屋内	白地	0.1	0.000045	21	0.13
				0.00002	16	0.08
田村個⑦	都路中学校校庭	白地	0.14	0.000028	25	0.07
				0.000042	41	0.06
田村個⑧	農地	解除準備?	0.42	0.000066	48	0.08
				0.000012	8	0.09
川内個①	民家Ⅰ屋内	居住制限	0.28	0.00099	7	0.34
				0.000161	22	0.44
川内個②	民家Ⅰ屋外	居住制限	0.58	0.00089	25	2.136
				0.000177	26	0.26
川内個③	民家Ⅱ屋内	居住制限	0.4	0.000241	32	0.45
				0.00018	28	0.39
川内個④	民家Ⅱ屋外	居住制限	0.75	0.000172	56	0.18
				0.000222	45	0.30
川内個⑤	民家Ⅲ屋内	解除準備?	0.2	0.000085	10	0.51
				0.000175	56	0.19
川内個⑥	第7区集会所屋外	解除準備?	0.12	0.000175	59	0.18
				0.000047	27	0.10
川内個⑦	第7区集会所屋外	解除準備?	0.16	0.000037	17	0.13
				0.000065	58	0.07
川内個⑧	川内中学校校舎内	白地	0.1	0.000064	58	0.07
				0.000139	29	0.29
川内個⑨	五枚澤集会所屋外	解除準備	1.4	0.000133	10	0.80
				0.000485	26	1.12
川内個⑩	萩集会所屋外	居住制限	2.22	0.000527	27	1.17
				0.000284	20	0.85
川内個⑪	山林	解除準備?	1.23	0.000288	20	0.86
				0.000288	20	0.86
川内個⑫	農地Ⅰ	居住制限	1.31	0.000284	20	0.85
				0.000133	10	0.80
川内個⑬	農地Ⅱ	居住制限	1.31	0.000133	10	0.80
				0.000202	30	0.40
川内個⑭	農地Ⅲ	解除準備?	0.62	0.000202	30	0.40
				0.000202	30	0.40

入力ミスでは?

0.00089 25 2.136

# 5. 個人線量が福島においても個人の被ばく線量を測定できることの確認①

## <理論的な考察>

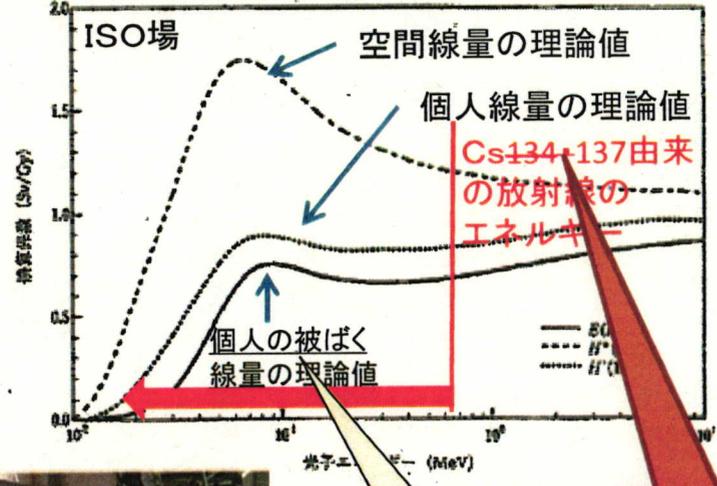
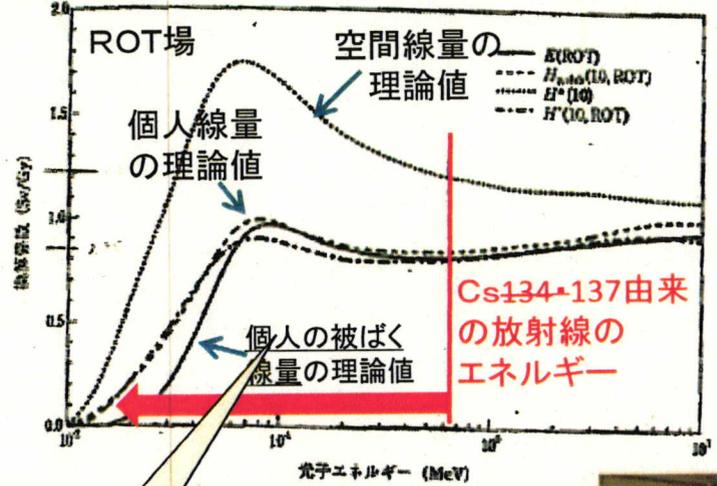
個人線量

人の被ばく線量

- 個人線量計は、発電所や医療機関等において作業者が前方から被ばくする事を想定して、人体を模したJIS規格の校正用ファントム(アクリルの直方体等)に取り付けられ、正面の放射線を照射し、指示値が個人の被ばく線量になるよう校正される。
- 他方、左右前後より放射線が飛んでくる状況などにおいては、~~個人線量計で測る個人線量は、理論的に個人の被ばく線量を精度よく再現の値が人の被ばく線量(実効線量)に近い値となる。~~

(参考)放射線のエネルギーによる、個人の被ばく線量、空間線量、個人線量の理論値(ICRP勧告Pub.74より抜粋)。個人線量はどのエネルギーの放射線でも、個人の被ばく線量をより精度よく再現。他方、空間線量は個人の被ばく線量からは保守的に大きな値になっており、およそ個人線量は空間線量の6~7割程度

(ROT等の説明を付記)  
前後左右から放射線が人体に均一に入射するような場所(ROT場、ISO場)では、個人線量はどのエネルギーにおいても人の被ばく線量に近い値となる。他方、空間線量は常に保守的に大きな値であり、およそ個人線量は空間線量の6~7割程度



134を削除。直接線は137

(参考)ファントムに個人線量計を取り付けて正面照射を行っている状態

人の被ばく線量

人の被ばく線量



## 5. 個人線量が福島においても個人の被ばく線量を測定できることの確認②

### <実測結果>

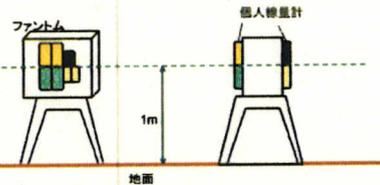
- 現在の福島では、放射性物質が地面、木や建物に付着していることから、左右前後上下から放射線は飛来。実際、今回個人線量を測定した際に、付近の空間線量の**ばらつき**が小さかったこと、ファントムの両側で測定した個人線量が等しかったこと、また、人が活動する際には、様々な方向を向くことが想定されてことから、左右前後(ROT場)または上下左右前後(ISO場)から放射線が飛来すると、仮定することは妥当。
- ROT場やISO場における空間線量と個人線量の理論的な比に、実測は整合的。従って、**個人線量も個人の被ばく線量を精度計測値は実効線量をよく再現しているもの**と考えられる。

人の被ばく線量

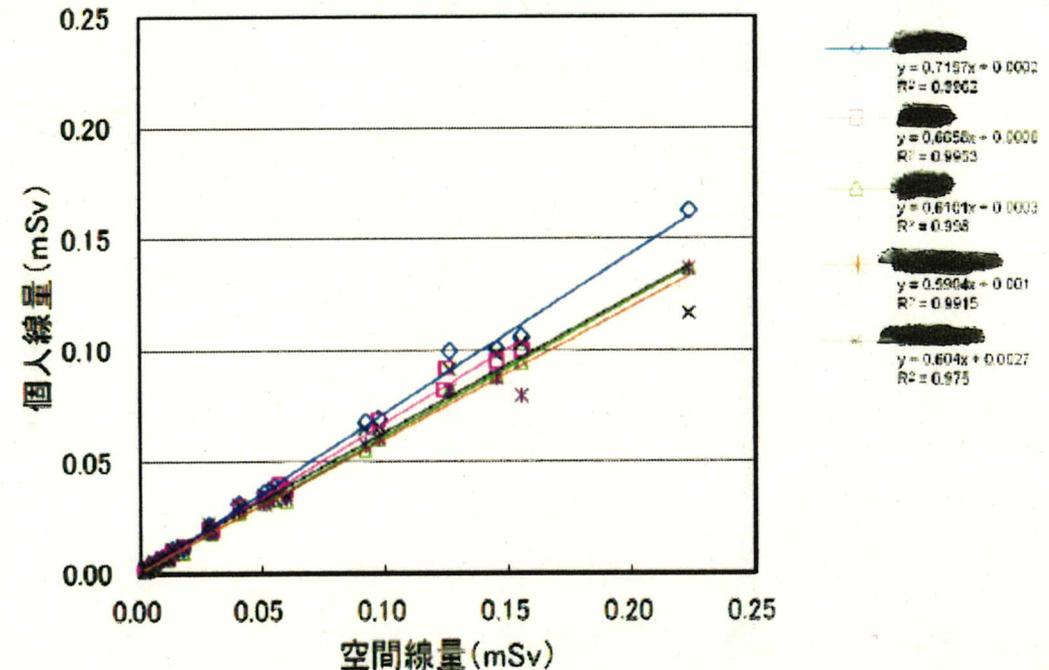
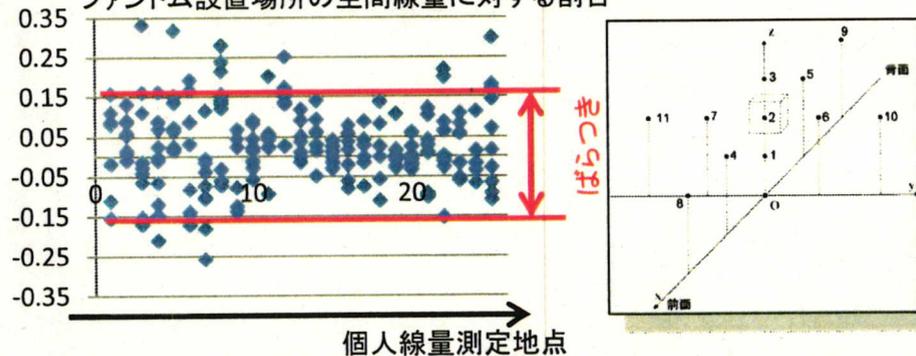
る

前方照射のような違いはないこと

(参考)ファントムに取り付けて測定した個人線量計の値と周辺空間線量は空間線量の約6~7割になっており、理論値をよく再現。



(参考)ファントム設置場所周囲の前後左右上下の10地点空間線量の、ファントム設置場所の空間線量に対する割合



## 6. 生活パターンの仮定

- 生活パターンを仮定し、飯館村・田村市・川内村毎に、いくつかの職業について個人の被ばく線量の、航空機モニタリングによる空間線量の測定結果に基づく線量推定に対する割合を推計。

パターン	滞在時間、場所	滞在時間・場所の設定に際して想定した職業
①	1年のうち、3～11月の9か月を繁忙期(屋外9時間(田畑)、屋内15時間(木造家屋)、残りの3か月を閑散期(屋外4時間(田畑)、屋内20時間(木造家屋))と仮定し、年間通した農業従事者を想定	農業従事者
②	屋外8時間(山林)、屋内16時間(木造家屋)	林業従事者
③	屋外8時間(道等)、屋内16時間(木造)	標準シナリオ
④	屋外6時間(道等屋外)、屋内18時間(コンクリ建物5時間+木造家屋13時間)	通学生
⑤	屋外2時間、屋内22時間(コンクリ9時間+木造14時間)	サラリーマン
⑥	屋外1時間、屋内23時間(木造)	高齢者

航空機モニタリングからの推計と比較するのであれば、本頁に同データも欲しい。

滞在時間・場所の設定に際して想定した職業

③は標準シナリオとし、一番上に持って行く

空間線量率から個人線量に換算する際の換算式 標準シナリオ

※ パターン①⑤⑥は、JAEA実施「平成24年度福島県内放射線環境調査報告書」に  
 ※ パターン②は、「平成23年労働力調査年報」にお  
 ※ パターン④は平成23年4月文部科学省公表「福島県内放射線環境調査報告書」に

エクセルによれば、田村のコンクリート建物の線量計算では(中学校×2+行政局×1)／3となっており、中学校の重み大きくなっているように見える。確認戴きたい。

一番多い月を参考としてモデル化。  
 モデル化  
 考え方」等に関するQ&A」より、平成23年3月10日以前の生活パ

(参考) 生活パターンに基づく個人線量推定に用いる空間線量測定結果を使用。

	飯館	田村	川内
木造家屋	民家ⅠとⅡの平均 (飯館フ①②、飯館個①②)	合子集会所、多目的研修施設(田村フ①、田村個②④)	民家Ⅰ～Ⅲの平均 (川内フ①③④、川内個①③⑤)
田畑	農地(飯館フ⑧、飯館個⑪⑫)	農地(田村個⑧)	農地Ⅰ～Ⅲの平均 (川内フ⑨、川内個⑬⑭⑮)
山林	山林(飯館個⑬)	テニスコート	山林(川内フ⑧、川内個⑫)
学校	飯館中学校(飯館フ⑤、飯館個⑥)	都路中学校(田村フ③、田村個⑥)	川内中学校(川内フ⑥、川内個⑨)
コンクリ建物	飯館中学校(飯館フ⑤、飯館個⑥)	都路中学校・都路行政局(田村フ③、田村個①⑥)	川内中学校(川内フ⑥、川内個⑨)
屋外	屋外線量の平均 (飯館フ④⑥⑦⑧、飯館個④⑤⑦⑧⑨⑪⑫⑬)	屋外線量の平均 (田村フ④、田村個③⑤⑦⑧)	屋外線量の平均 (川内フ②⑦⑧⑨、川内個②④⑥⑧⑩⑪⑫⑬⑭⑮)

航空機モニタリング結果と1m空間線量当量との関係を述べる必要がある。  
いきなり%表示は恣意的である。航空機モニタリング測定結果から推計することによってどういう目的があるか？を述べる必要がある。また同結果からの推計に就いても詳細な説明が必要。

- 各パターンに応じて、**個人被ばく線量**を推計した。結果を、~~航空機モニタリングによる空間線量の測定結果に基づく線量推計と比較~~。職業等によりばらつくことがわかる。
- 推計された**個人の被ばく線量**は、航空機モニタリングによる空間線量推定の7分の1から2分の1程度に分布

本来、極めて局所的なデータを使って年間被ばく線量を計算しているが、このページでは一般的な値である可能な扱いになっている。限定的であることを断っておく必要はないか。

③を一番上に持って行く

パターン 滞在時間・場所の設定に 際して想定した属性	推定された <b>個人被ばく線量</b> （追加被ばく線量ではないか？） ※ カッコ内は航空機モニタリングによる空間線量に基づく線量推計に対する割合		
	飯舘村	田村市	川内村
① 農業従事者	9.0mSv/y(53%)	1.7mSv/y(41%)	4.5mSv/y(39%)
② 林業従事者 <span style="margin-left: 20px;">標準シナリオ</span>	9.2mSv/y(54%)	データなし	6.6mSv/y(57%)
③ 空間線量率から <b>個人線量</b> に換算する際の換算式	8.6mSv/y(51%)	0.8mSv/y(20%)	4.1mSv/y(36%)
④ 通学生	6.7mSv/y(40%)	0.7mSv/y(18%)	2.9mSv/y(26%)
⑤ サラリーマン	4.6mSv/y(27%)	0.6mSv/y(14%)	2.6mSv/y(23%)
⑥ 高齢者	5.3mSv/y(31%)	0.9mSv/y(22%)	3.7mSv/y(33%)

※ 航空機モニタリングによる空間線量に基づく線量推計は、飯舘村は居住制限区域、田村市は避難指示解除準備区域、川内村は居住制限区域の平均を使用

バックグラウンドを引いているのかいないのか、など計算方法を説明する必要がある。

田村市の計算ミスがあるので、こちらも再計算と検算が必要

検算したら値が違った。再計算と検算が必要

p.7で指摘のデータの修正により計算結果が変わってくるので再計算