

*April 21, 2015*

原子力委員会定例会  
合同庁舎8号館5階 C会議室

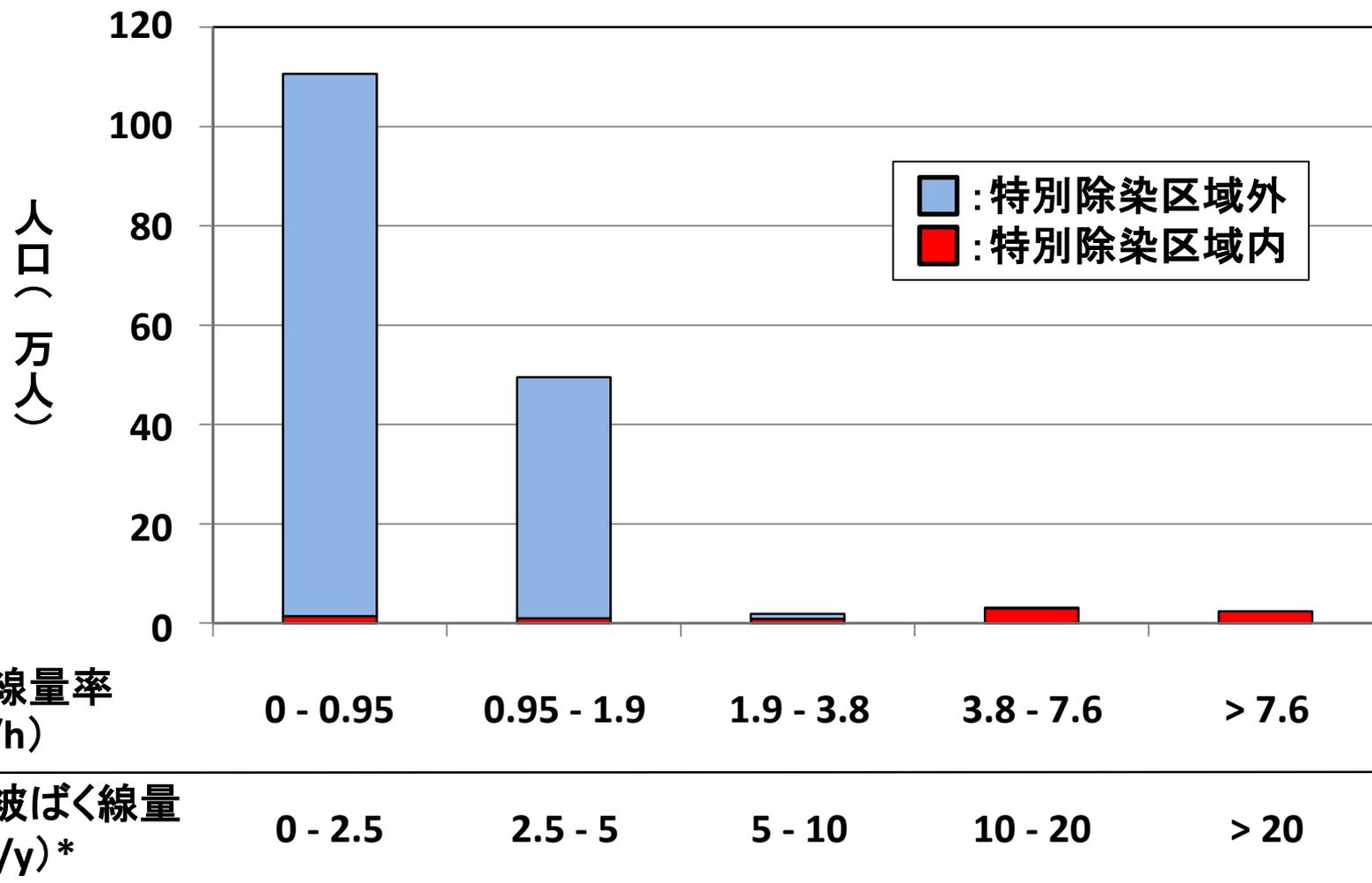
ー福島における放射線リスク評価と管理  
その壁は何かー

中西 準子  
(国)産業技術総合研究所名誉フェロー  
横浜国大名誉教授

# 1. リスク軽減策とその効果

# 第1次モニタリング(2011.4.29)線量率と 福島第一原発から80km圏内の福島県の人口

人口は2010年度国勢調査より



\* 換算係数 0.3とした場合

# 健康リスク軽減のために何が実施されたか

1. 避難
2. 食品・飲料水規制
3. 除染
4. 環境計測と県民健康管理調査(原子力安全委員会による調査も含む)
5. リスク管理・リスクコミュニケーション

核種 経路	Cs137	Cs134	ヨウ素131
内部被ばく (経口)	食品・飲料水の規制により軽減		
内部被ばく (吸入)	避難により軽減		—
外部被ばく	避難・除染により軽減		—

## 軽減対策の効果1)避難の効果

避難指示区域からの避難により、外部被ばく、吸入による内部被ばく、(食品による内部被ばく)によるリスクは大幅に軽減された

- 避難指示の時期、方法、避難先の選択が適切であったかどうかは検証が必要
- しかし、県民健康管理調査の基本調査により、4ヶ月間の外部被ばく量が、低く抑えられたことが立証されている(ほとんどが、2mSv以下で、最高値は25mSvである)
- **ただし、避難は暫定的な対策なので、避難後の生活についての対策と評価が必要**
- **屋内退避であるべきだったという意見が強くなっているが、屋内避難指示は、ばらばらの自主避難を招いたとの指摘がある**
- **避難者の帰還問題は解決していない**

## 2) 食品中放射性物質規制の効果

- 食品規制はほぼ100%実行され、食物起源の内部被ばくはきわめて低く維持された。地域特産品などについて、厳し過ぎるという批判がある。
- 様々な方法で、食品中放射性物質の測定が行われた。不経済で、必ずしもいいとは思えないが、米の全袋検査まで行われた。
- 内部被ばくは、ホールボディーカウンターによる検査で低いことが確認されている。
- 食品経由ではないが、内部被ばくでもう一つ重要なのは、ヨウ素131の吸入による内部被ばくである。これは、小児甲状腺がんのリスク予測に欠かせない。

# 残されていること

対象放射性物質としては、Cs(Cs134とCs137)とヨウ素131

		Cs137	Cs134	ヨウ素131
被ばく経路	内部被ばく (経口)	○	○	△
	内部被ばく (吸入)	△	△	◎
	外部被ばく	◎	◎	×
影響	固形がん	◎	◎	×
	小児甲状腺 がん	△	△	◎

### 3) 除染によるリスク削減と避難後への対応

- 誰が見ても、除染が失敗であることは明白。その原因は・・・
- 除染特別区域(国直轄) —
- 除染の目標値が、二転三転し、しかも、その数値の根拠の説明がない
- 空間線量率から外部被ばく量を求める計算式に問題があり、2～3倍高い値になってしまった。
- 全員が元の居住地に帰還するという前提で進めた。そのこともあって、町や村が主体で進めたこと
- 都市計画なき除染→帰還後の生活設計がなかった
- 除染により生ずる廃棄物への配慮がなかった
- 除染実施区域(市町村実施) —
- 費用は青天井になり、さらに、膨大な廃棄物を生むことになった(目標値設定の問題)

## 4) 環境計測と健康管理のための検査など

- 被ばく量調査や、住民の健康管理のための調査が行われ、随時情報が公開されている。
- 福島県・福島県立医大が実施している県民健康調査のなかの「基本調査」(事故後4ヶ月間の外部被ばく調査)は貴重(この計算などについて、放医研が担当)
- 事故時18歳未満の小児・青年を対象にした甲状腺がん検査が行われているが、残念ながら、その結果を知って、不安が増大するという状況になっている

## 5) リスク管理・コミュニケーション

- 除染および帰還、または移住という問題が4年経過しても、先が見えない。基本的にリスク管理の失敗と言っていいだろう。
- 精力的に、市町村主導でリスクコミュニケーションが行われた。廃棄物の仮置き場の設置、焼却炉の設置など。
- 様々な主体(福島県、県立医大、市町村)による、健康管理に関する説明会、個人相談などが実施。

## 2. リスク評価と管理

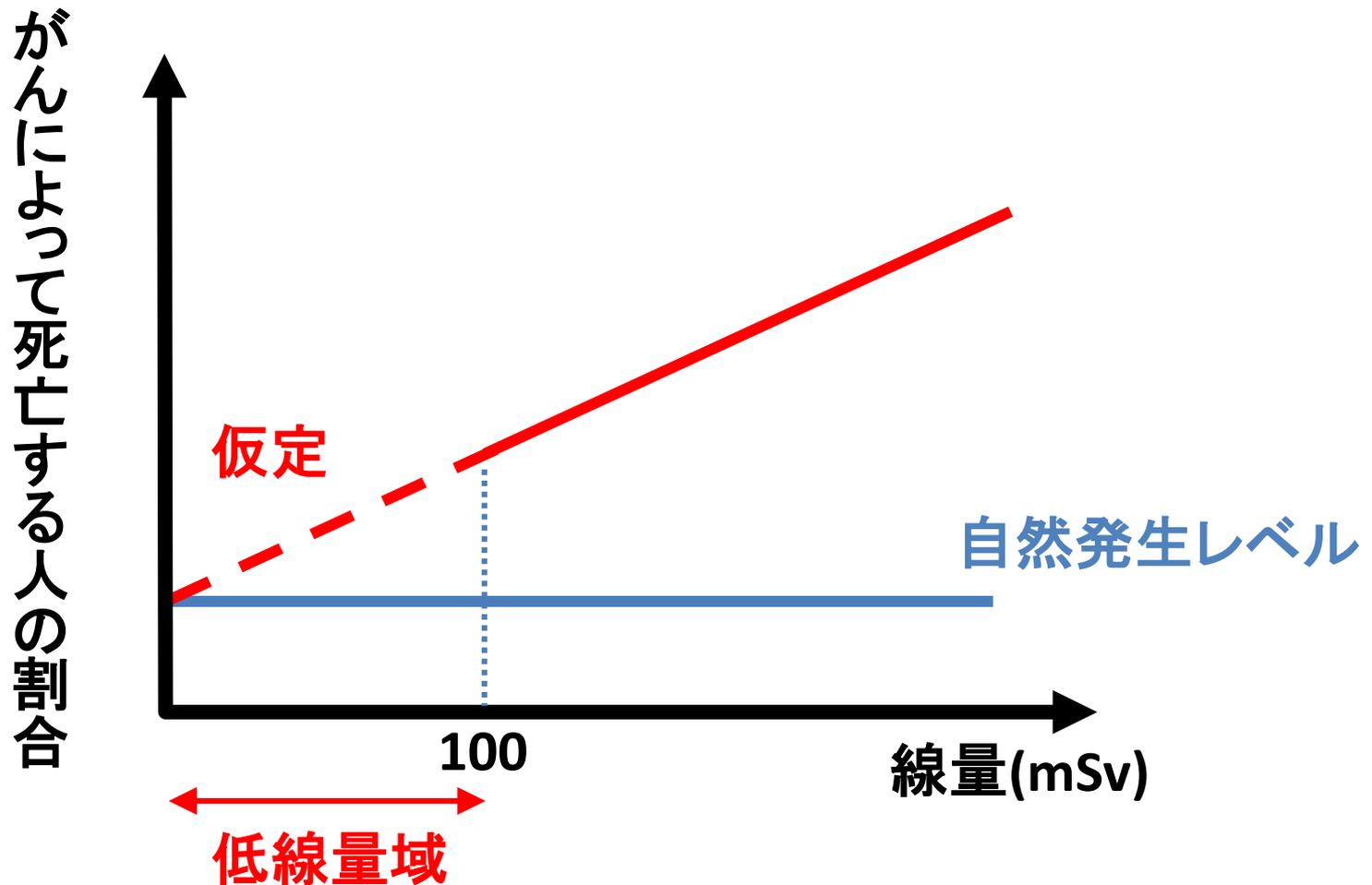
## 公衆被ばくの管理基準の提案－ICRP(2007)

	公衆被ばく 年間線量 (mSv/年)	年間のがんによる 死亡確率* ( $10^{-3}$ /年)
緊急被ばく状況	100～20	5.5～1.1
現存被ばく状況(自然要因 や事故の影響を受けて線 量が高い状態)	20～1	1.1～0.055
計画被ばく状況	1	0.055

職業被ばく(計画被ばく状況)は 20 mSv/年(5年の平均値)

\*厳密には、死亡確率ではない。ICRPが定義したがんのリスク。  
死亡確率は、100mSvで  $5.0 \times 10^{-3}$  と考えた方がいい。

# 直線しきい値なし(LNT)モデルの模式図



## ALARAの原則

- ALARAの原則:「すべての被ばくは社会的、経済的要因を考慮に入れながら合理的に達成可能な限り低く抑えるべきである」という基本精神
- ALARAの原則に則ると言うが、それは、どういう条件を考慮したのかが分からない。結局、IAEAの勧告にしたがって「年20mSv以下で、長期的には年1mSv以下」としか言っていない。
- これに対し、住民、マスコミ、時には市町村も、年1mSv以下が目標だと主張。しかも、この1mSvは、現実には0.5mSv程度である。
- これでは、除染は永遠に終わらない。

## LNTについてのよくある解説 (放射線影響の専門家集団の考え方)

- ✦ LNTは科学(サイエンス)ではない
- ✦ 100mSv以下のどこを選ぶかはポリシー(考え方)である。
- ✦ LNTは仮説であって、実態ではない
- ✦ LNTは、放射線防護の目的にのみ使うべきで、他のリスクと比較するのは間違い

LNTを認めますとは言っているが、100mSv以下では、がんは起きない(リスクは小さい)というのがサイエンスの結果であるというメッセージになっている。

## リスクゼロみたいな主張になるのは…

二つの理由があると思われる

- 低線量被ばくでは、遺伝子損傷も修復され、閾値があるにちがいないという考え
- じわじわと被ばくされる低線量率被ばくでは、リスクは小さいにちがいない

今のLNTに対抗するような理論もモデルも提案されていない  
研究結果もない

- 低線量率効果の研究は、今後、最も必要とされる研究課題である。「そうにちがいない」みたいな科学者の勘を頼りに、リスクコミュニケーションをすれば、混乱すること必定である。

## しきい値なしとリスク受容

- 低線量率の問題は、LNTの勾配の大きさに関することである。
- 「しきい値なし」の仮定は残ると思われるし、ともかく、現在は、ICRPなどの出しているLNTの構造を認めた上で、政策の議論を詰める必要がある。
- 国が、除染目標値を決めることができないのは、それが、このリスクを受容してくださいと言いたくないためである。
- 国は年20mSv以下ならいいという方針を出しているが、その理由として、国際的な合意とか、IAEAが主張しているからと述べている。
- ここが、除染問題が解決しない根本である。
- 「リスクゼロだから安全」のphraseにいつまでも執着。
- リスクゼロで、原子力利用ができると考えるのが間違っている
- ある程度のリスクを受容しなければならないということを、どのように説明したらいいか、教えてほしいと、市町村の職員から聞かれる…これが課題

## 課題

1. 正々堂々と、一定のリスクを受容しなければならないことを述べる。そのための論理を整理する

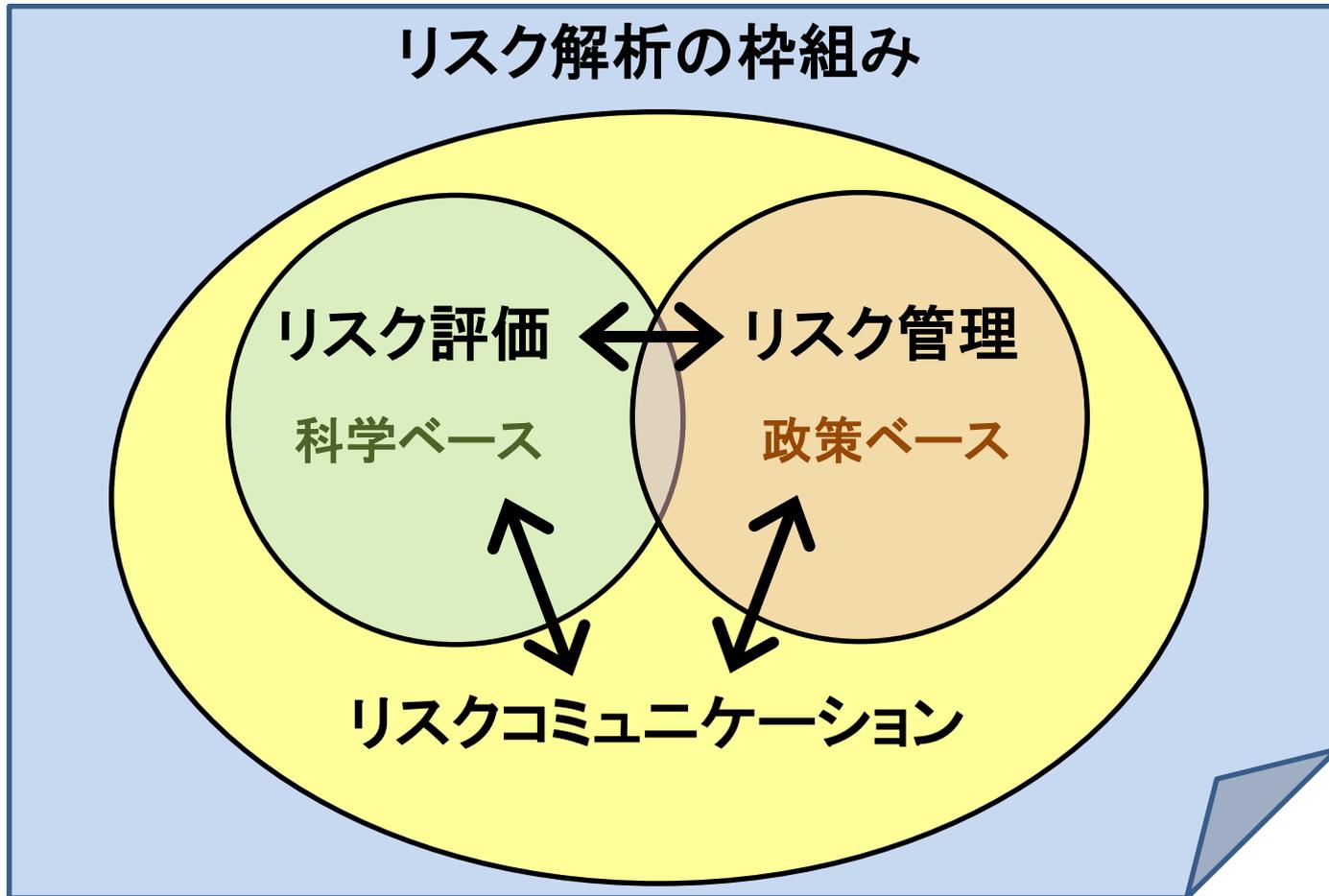
- LNTを否定しても解決しない。しきい値ありのモデルを使うと、むしろリスク管理は非常に難しくなる。
- このことと関連して、放射線障害防止法の見直し
- 放射線リスク管理と他のリスク管理との比較
- リスク管理政策担当部署を作るべきではないか

2. 放射線被ばく線量とリスクとの関係について、特に線量率効果に重点をおいた研究を進める

- 放射線の健康影響については、これまでかなり多額の研究費が投入されている。しかし、この4年間の議論で、そういう研究成果が活用されたことはない。これまでの研究姿勢を総決算し、疫学研究結果との橋渡しができるような研究をする。
- 目的を明確にした、研究プロジェクト

### 3. リスクコミュニケーション

# 日本では、リスク解析のことを リスクコミュニケーションと言うことが多い



リスクに関する情報ととりうる手立てについての対話  
リスク評価、リスク管理(対策)、説明、意見交換、フィードバック

# リスクコミュニケーション活動は広く実施された

そこでは、以下のような内容が説明された。

- 1) 福島での被ばく線量は、一般的に言えば数mSv(特に食品からの摂取は低い)
- 2) 広島長崎の被ばく者の調査から、100mSv以下の被ばく線量では、固形がんのリスク(基本的に死亡率)統計的に有意な差は見られない
- 3) 自然の被ばく線量
- 4) 国外に、自然の被ばく線量の高い地域もあるが、特段の健康被害がみられない
- 5) 医療目的の被ばく線量
- 6) 喫煙、肥満、野菜不足などによるがんのリスクは100~2000mSvのリスクに相当
- 7) 内部被ばくも外部被ばくも、シーベルト数が同じなら同じ影響
- 8) 被ばく者二世(100mSv以上も含む)の調査では、遺伝性影響は見られていない

こういう説明をした専門家に対し、激しい非難が浴びせられた。それは、この程度のリスクは大したことではないと言うために、いろいろ理屈を並べていると受け取られたからだろう。ただ、この内容はある程度は届いていると思う。問題は、リスク評価がなく、ただ、影響が小さいと言うことに留まったことではないか。

# 特に、福島では

以下のような問いが、出された。

- 1) 確率が低くても、自分に何かあったら、どうするのですか？
- 2) 何故、リスクを我慢するのですか？安全を保証できないのか？
- 3) なぜ、原状回復を願ってはいけないのですか？
- 4) 費用がかかる、技術がない、それを理由にしているのですか？
- 5) おまえがここに住め！
- 6) トレードオフと言っても、こういう状況にしたのは誰ですか？もともとの生活を基準にトレードオフを考えれば、今回の条件の帰還は、トータルのリスクもより小さいと言えないではないですか。

## 課題

通常のリスクコミュニケーションと大きく異なることが求められる。原子炉の事故後のリスク管理を考えるならば、通常とは異なるリスクコミュニケーションに、どう対応するかを考える部署や研究体制が必要だと考える。補償などとの関係を考慮した上で、どのリスクレベルで管理することが、妥当かを考える。

## 4. 検診のあり方

住民の健康状態を見守る目的と、放射線被ばく線量と健康影響を把握する目的とがある。この点の整理が難しい(今回は言及せず)。小児甲状腺がんの問題も、非常に複雑になっている。

## 5. 具体的な例

- リスク受容を求めた除染目標値の提案
- 何を考慮するか

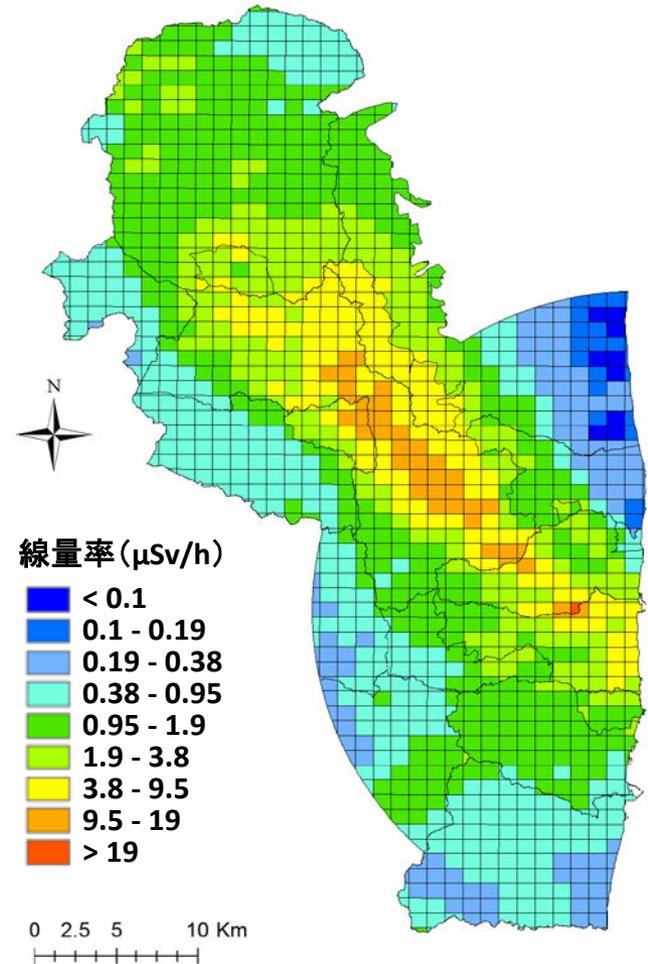
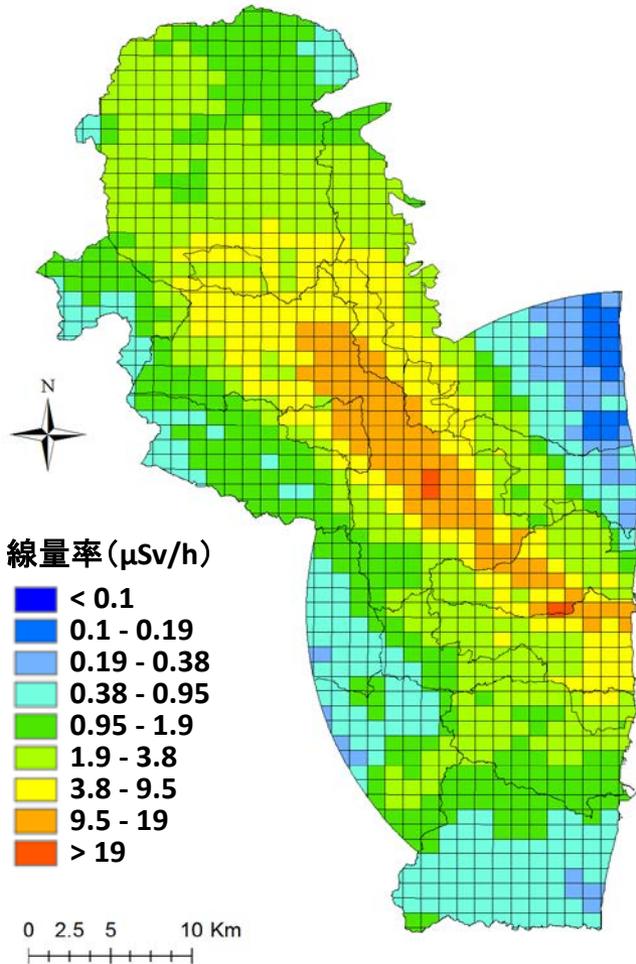
# 除染後空間線量

2014年4月1日時点、自然減衰考慮、weathering(考慮有/無)、第4次航空機モニタリングGISデータ

(a) weatheringなし

Don't Copy

(b) weathering20%減



# 除染特別区域における人口・面積・除染費用 (市町村別)

市町村	人口 (人)	面積 (km <sup>2</sup> )	除染費用 (億円)	費用／人口 (万円／人)
川俣町	1,126	37	803	7,130
葛尾村	1,491	84	954	6,398
田村市	383	37	228	5,961
飯舘村	6,198	229	3,526	5,689
川内村	382	59	206	5,400
南相馬市	13,709	171	3,082	2,248
双葉町	6,976	51	1,414	2,027
浪江町	20,426	222	3,797	1,859
大熊町	11,582	78	1,881	1,624
楢葉町	7,650	103	1,086	1,419
富岡町	15,967	68	1,474	923
合計	85,889	1,140	18,449	2,148

## 除染目標値の提案(中西私案) (正解はないが、解を見つけるべきだ)

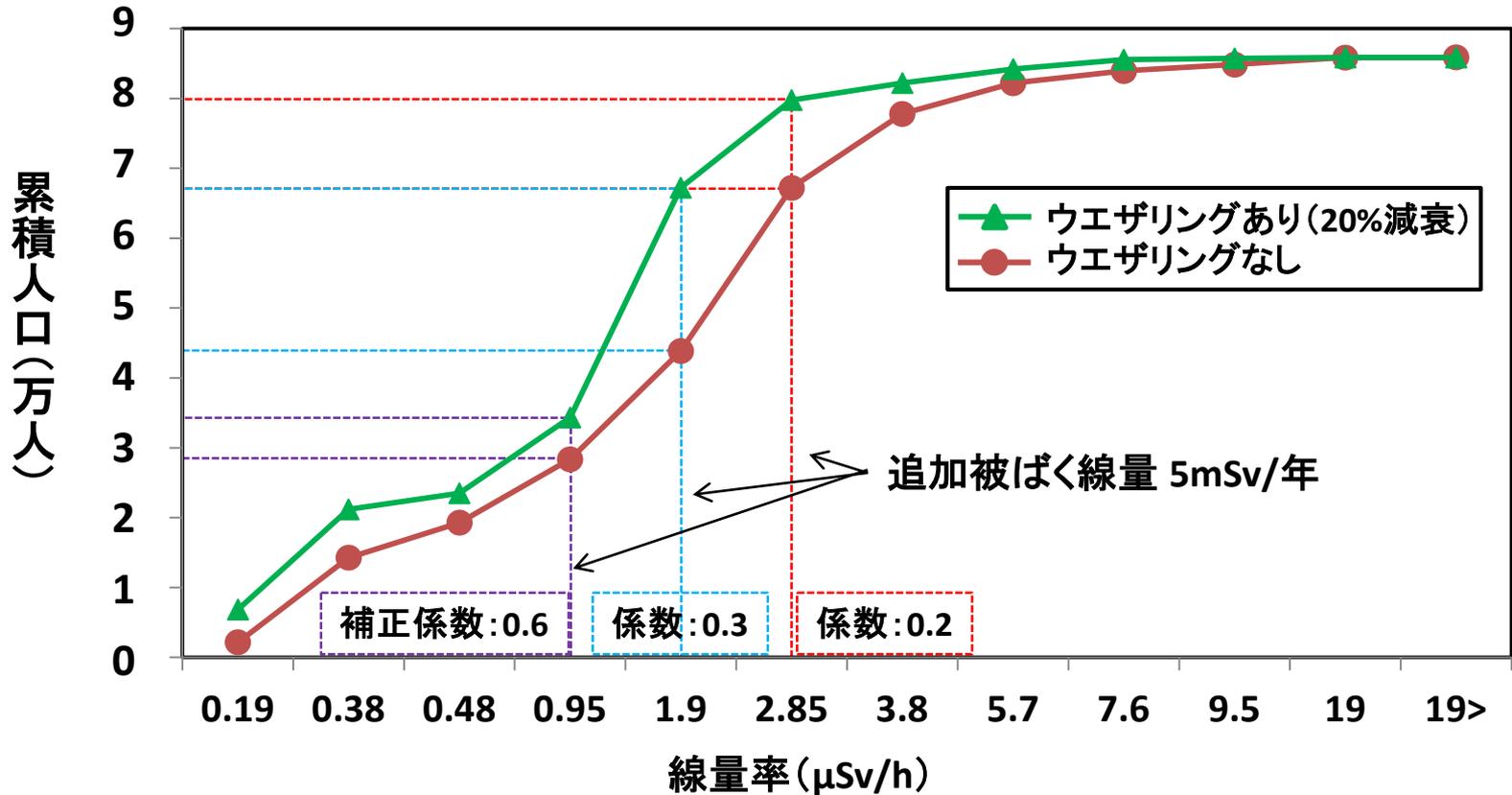
1. 15年間の集落の平均的被ばく量は 50 mSvを超えない、高い地区でも 100 mSvを超えない
2. 15年間で、個人線量が長期的目標の 1 mSv/年を達成できる

この条件を満たす、帰還時外部被ばく量は、7 mSv/年程度であるが、目標値をきりのいい 5 mSv/年とする  
この時、15年間の累積被ばく量は約 38 mSv、30年間で約59 mSv

個人の条件の違いを考慮して、移住の選択肢を認める

# 除染特別区域の線量率

第4次航空機モニタリングデータ(文科省:2011.11.5)をもとに、  
地理情報システム(GIS)を使用し、2014.4.1の線量率を予測した値  
人口は2010年度国勢調査より



## 目標値設定に課した条件

1. 現計画の除染が技術的・経済的に限界に近い
2. 累積被ばく量で 100mSvを超えない
3. 15年か 20年程度(人生の一つの断面)で、年 1mSv 以下にできる
4. 帰還人数
5. 他のリスクとの比較

## 4. のAppendix 小児甲状腺がんについてのデータ

# 福島県甲状腺検査 ベースライン試験結果

(2014年12月31日現在)

悪性ないし悪性の疑い	109人（手術85人、良性結節1人、乳頭癌81人、低分化癌3人）
がんと判定	84人
男性：女性	38:71
平均年齢	17.2±2.7歳（8-21歳、震災当時6-21歳）
平均腫瘍径	14.1±7.3mm（5.1-40.5mm）
被験者数	297,046人
対象者数	367,687人

## 18歳以下(2010年)29万7千人に対して

$$\begin{array}{ccc} \text{がんと診断} = (\text{通常}の\text{発病者数}) \times (\text{滞在期間}) & & \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 84\text{人} & 1.6\text{人} & 52.5\text{年} \end{array}$$

**スクリーニング効果**: 上乗せ効果(1~数年後に臨床診断されるであろう甲状腺がんを早期に診断する効果)

**過剰診断効果**: 生命を脅かさないがんを診断する効果

国立がん研究センターの計算:スクリーニング効果で検出される数が84人になるのは35歳まで検出した場合(これは、今までの統計による計算で、甲状腺がんの有病者数は増加傾向にあるので、やや過小評価の傾向がある)

## Screening効果と過剰診断

$$\text{発見率} = (\text{発病率}) \times (\text{滞在時間}) \times (\text{感度})$$

## がん検診のメリットとデメリット

メリット	デメリット
死亡率の低下	過剰診断/過剰診療
QOLの改善	擬陽性による不必要な試験
医療費の低下	擬陰性による治療の遅れ
無害診断による安心感	合併症

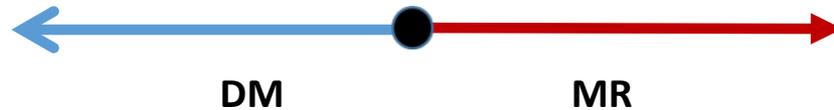
# 甲状腺がん検診

— そのメリットとデメリット —

(1) 罹患率が低い



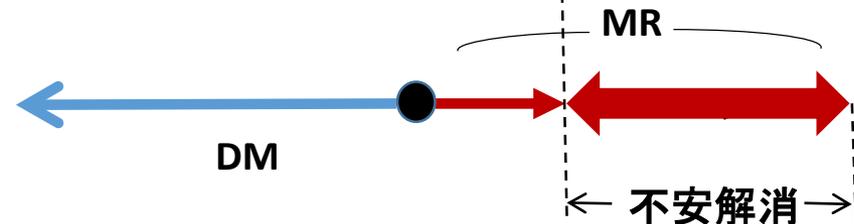
(2) 罹患率が高い



(3) 福島の場合  
(3-a)



(3-b)  
不安が大きい



DM: Demerit

MR: Merit

**ご清聴ありがとうございました**