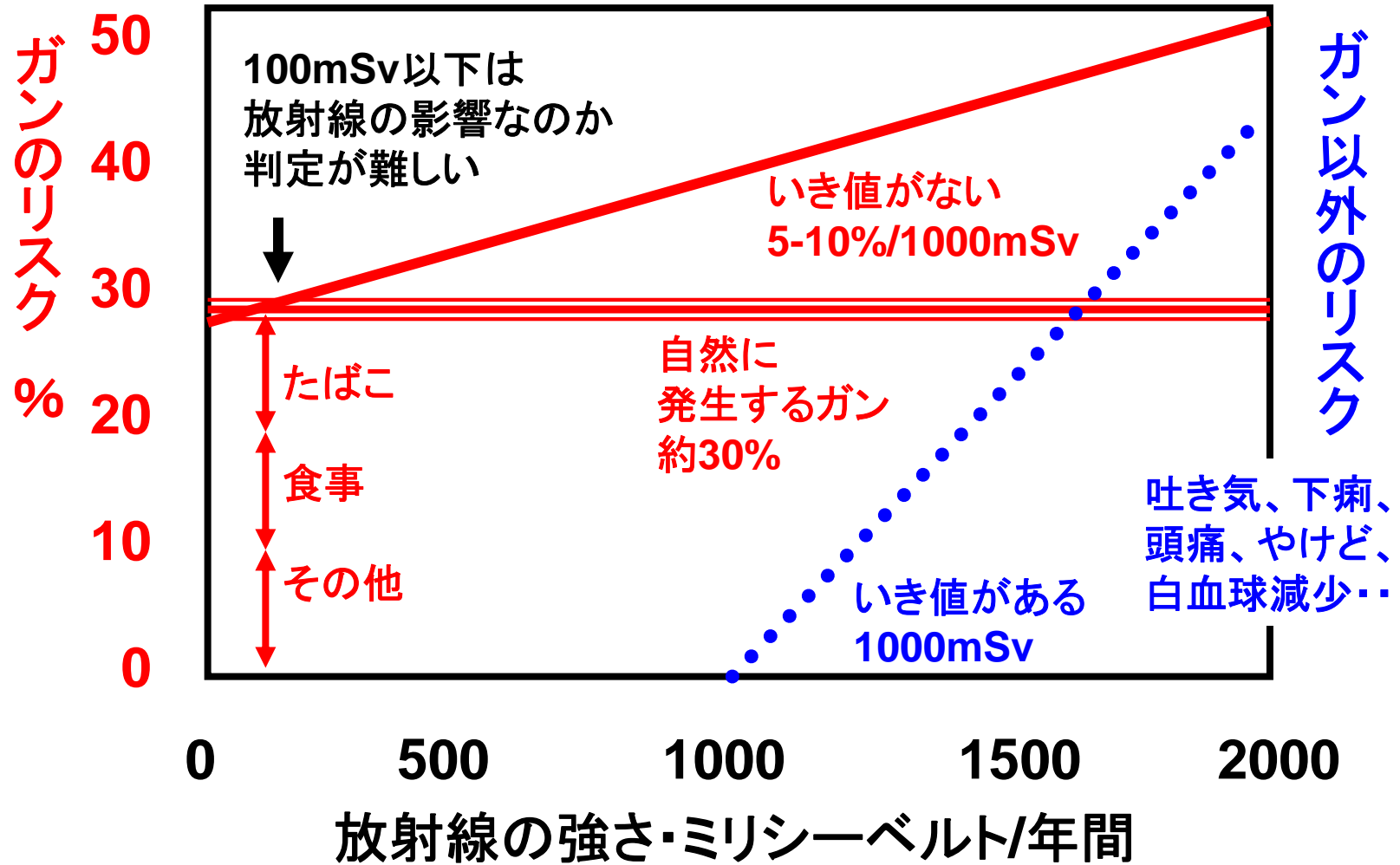


# 放射能汚染と 食品の安全について

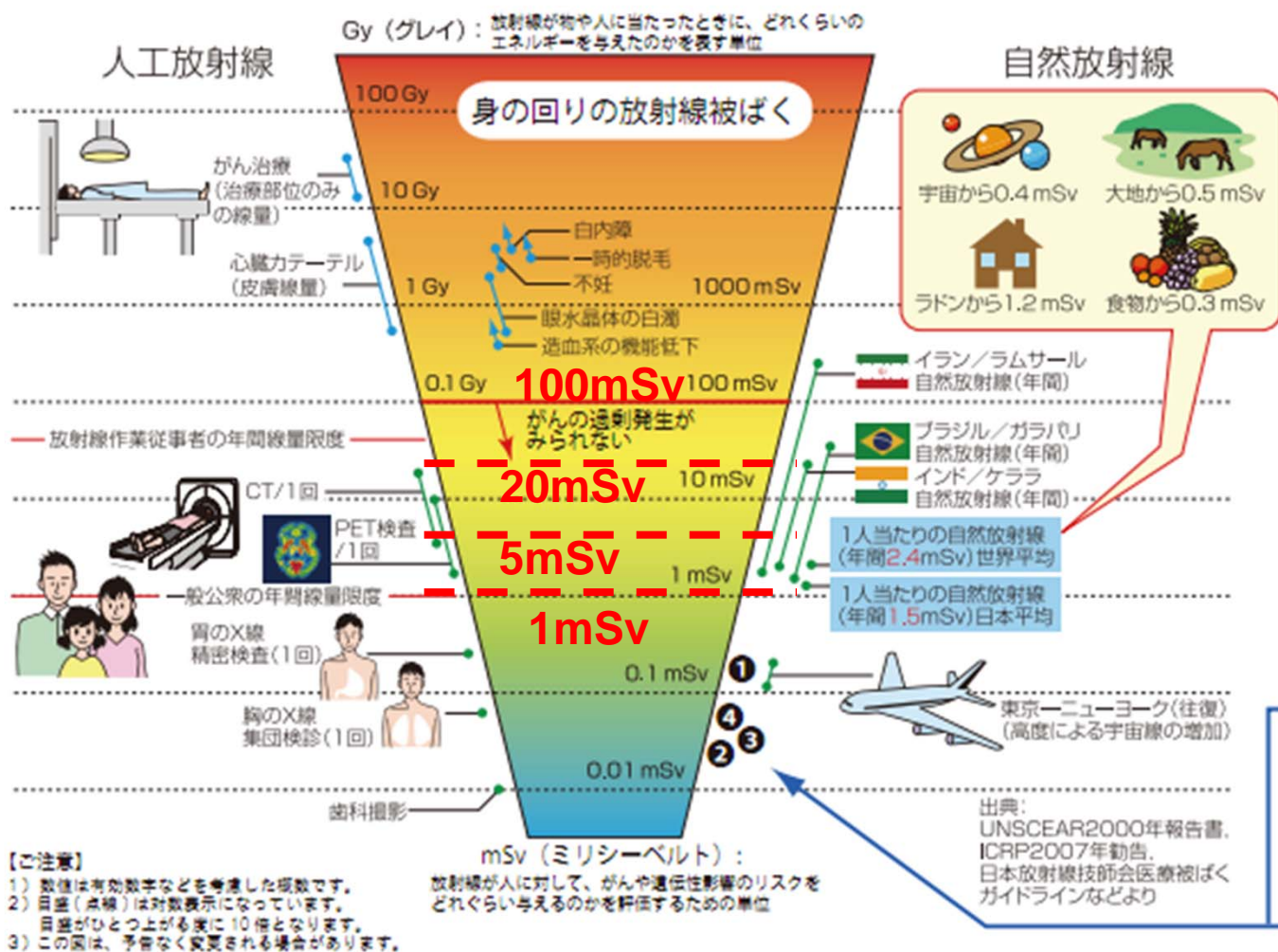
唐木 英明

東京大学名誉教授・日本学術会議副会長・  
元東京大学アイソトープ総合センター長

# 放射線の2つの作用



# 放射線被ばくの早見図



福島第1原子力発電所の事故による放射線量の目安

## 飲食物からの放射線 (ヨウ素 131 の場合)

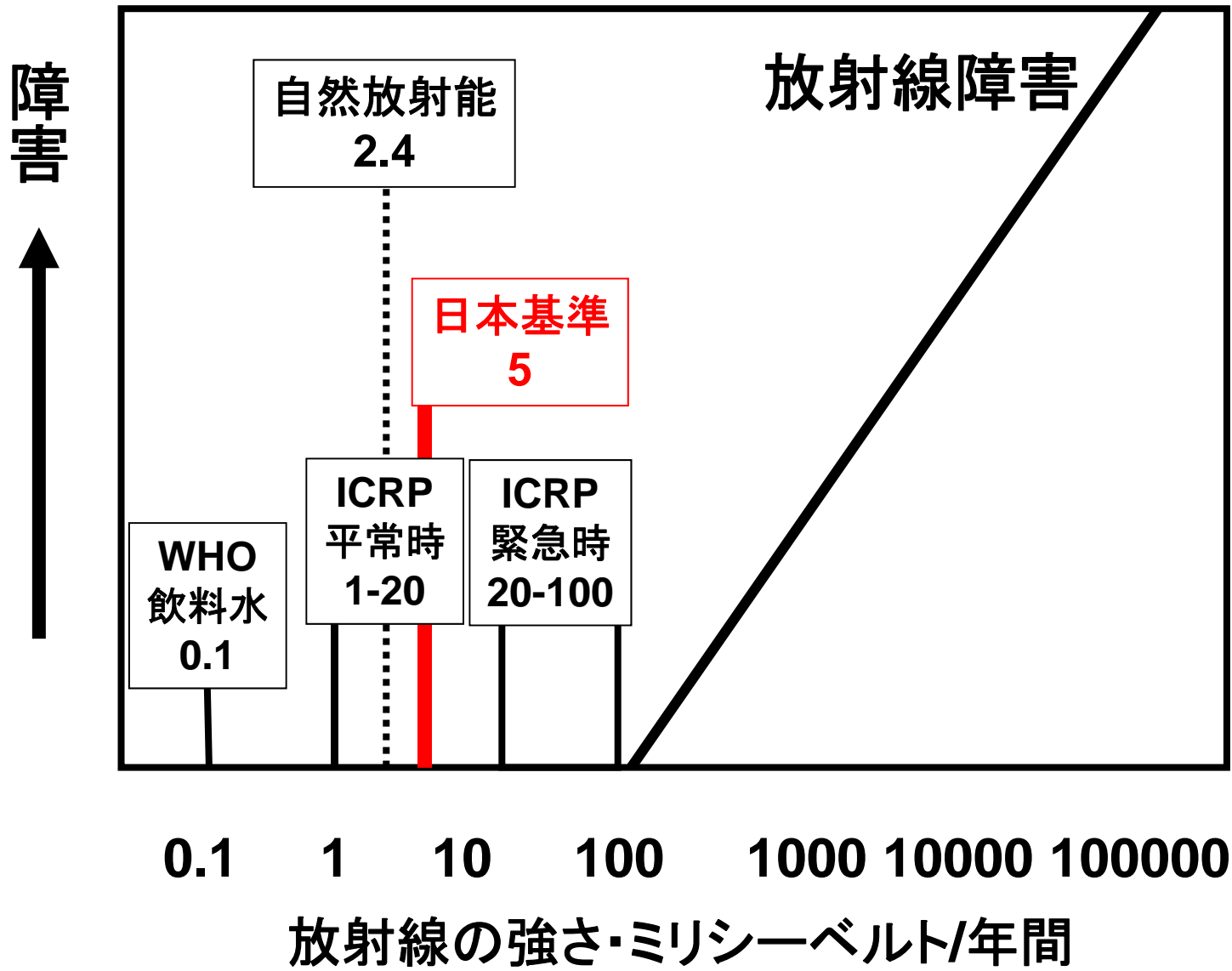
①: 水  
例えば、300ℓ クロ/リットルの水を1日2リットル、1ヶ月間飲み続けた  
→ 0.3mSv

②: 牛乳  
例えば、300ℓ クロ/リットルの牛乳を1日200cc、1ヶ月間飲み続けた  
→ 0.03mSv

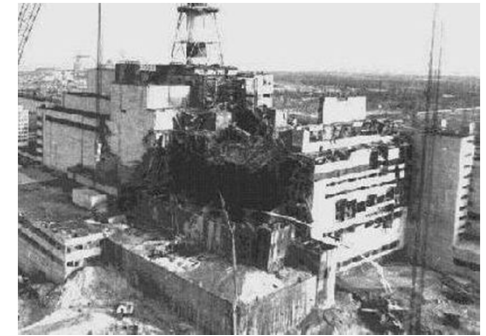
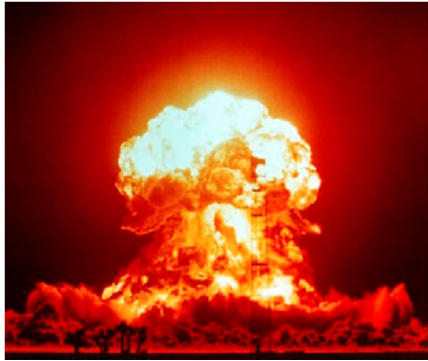
③: ほうれん草  
例えば、2,000ℓ クロ/kgのほうれん草を1日50グラム1ヶ月間食べ続けた  
→ 0.05mSv

## 大気・大地からの放射線

④: 空間線量率  
例えば、空間線量率0.1マイクロシーベルト/hの場所に1ヶ月間居続けた  
→ 0.07mSv



ICRP: 国際放射線防護委員会



# 大気中の放射能濃度

ミリベクレル

1,000,000

100,000

10,000

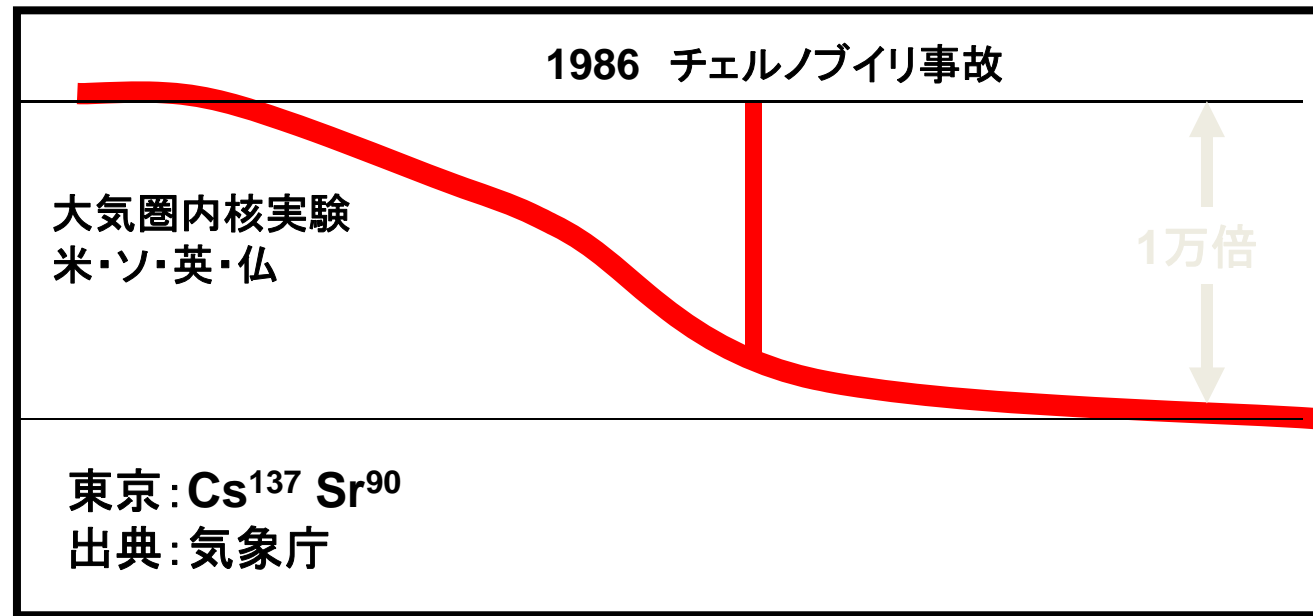
1,000

100

10

1

0.1



55

60

65

70

75

80

85

90

95

00

05

10

## 放射線医学総合研究所 市川龍資元副所長(環境放射能)

米国、旧ソ連、英国が63年に部分的核実験禁止条約に調印するまで、米ソは盛んに核実験を繰り返した。63年に東京で確認されたフォールアウト(放射性降下物)のセシウム137は年間1平方キロメートル当たり52ミリキュリー。換算すると1平方キロメートル当たり1924メガベクレルになる。

文科省によると、今月18日以降、東京で降下物として検出したセシウム137は、24時間ごとの値で最大だった21日午前9時～22日午前9時は5300メガベクレルで、核実験時代の1963年の1年間の約2・8倍になった。降雨で降下物が多かったとみられ、翌日以降は400メガベクレル以下に減少した。2011年03月25日 山梨日日新聞





### 政府からの情報提供

経済産業省からの情報提供

### 水道水を飲んでもよいですか?

飲食物の摂取制限の指標は十分に安全側に設定 (=空想的・時間的な希釈効果を過小に見積もっている) されていると考えられるために、代替となる飲用水が摂取できない場合には、摂取して構わないとしています。

### 東北、関東の方へ——雨が降っても、健康に影響はありません

首相官邸からのお知らせ ●東北、関東の方へ——雨が降っても、健康に影響はありません。雨が降っても、健康に影響はありません。ご安心ください。場合によっては、雨水の中から、自然界にもともと存在する放射線量よりは高い数値が [...]

### 原子力発電所の事故により、周辺地域の住民が気をつけることは何ですか?

放射線医学総合研究所が情報を提供しています。

### (c) 厚生労働科学研究班

このサイトは医療における放射線利用リスクの疑問に答えるために作られました。制作は国立保健医療科学院生活環境部が行い、内容は厚生労働省科学研究費補助金医療安全・医療技術評価総合研究事業「医療放射線の安全保障に関する研究」(H19-医療-一般-003)(主任研究者:相野 真)分担研究「診断参考レベルの導入に向けたリスクコミュニケーションのあり方に関する研究」(分担研究者:山口一郎)の成果に基づいています。 (contact e-mail address)

contents

### 環境放射線測定状況

国からの情報提供 政府関係からの重要なお知らせ 国による情報のとりまとめ 各省等の放射線モニタリングデータの公表状況について 放射線モニタリングデータ 日本原子力研究開発機構 原子力機構各拠点のモニタリングポスト (代表点 [...])

### CPMとは何ですか?

一分間あたりの放射線の計数率です。

### 地震による原子力施設への影響

原子力安全・保安院から情報が提供されています。地震による原子力施設への影響について

### 小児と放射線 (頭部のX線CT検査を繰り返し受けた)

再び、お母さん、自分を責めないで。

### 歯科でX線検査を何度も受けています。大丈夫ですか?

パノラマ撮影であっても照射範囲は小さく発がんリスクを考える実効線量は胸部X線検査の半分と小さいです。

### 妊娠と気付かずにX線CT検査を受けました。胎児に影響はありますか?

胎児の線量は小さく心配ありません



リシー

国立保健医療科学院生活環境部  
[http://trustrad.sixcore.jp/category/faq\\_o](http://trustrad.sixcore.jp/category/faq_o)

# 基準がバラバラ？

日本の基準は世界の基準と比べて厳しいの？

- それぞれの基準の目的が違う
- WHOのGuidelines for Drinking-water Quality
  - 災害緊急時の基準ではない
  - 極端に保守的な想定から誘導
  - 日常での生涯の摂取への適用を想定
  - 国際貿易上も制限を設けるべきではないレベル
    - 国際取引上、容認できる食料品のレベルをローカルに決めると不都合が生じるので、国際ルールとして提示
    - 「対策を講じるかどうか考えるレベル」ではなく「対策を考えなくてよいレベル」



# 日本の基準は甘すぎでは？

- WHOによる飲料水のガイダンスレベルは、I-131に対して10Bq/l
  - 飲み続けた場合に0.1mSv/yを担保
- 下回るレベルではどのような対策も正当ではない
  - この基準以下の濃度であれば、コストをかけたり、それで社会に負担をかけるなどすることの不利益が、対策により期待される利益(=リスクの回避)よりも大きくなるということです。
  - それを上回ったからと言って、直ちに何らかの対策を講じる必要があるということも意味しない
  - 介入が正当化されるレベルを超えても、直ちに介入するかどうかは状況による

線量低減のために  
あらゆる手段を講じるべきでは？

実現可能ですか？

# どこから危険？

- 今回の基準を何倍超えたら、「がん」のリスクが増えるのか？
- 基準は回避線量として5mSv/yを想定
- 5mSvのリスクは $10^{-4}$ レベル
  - ✓ リスク係数：1Svあたり5%
  - ✓ 一万人あたり一人
    - 年間での交通事故死亡リスクと同じレベル
    - 本当にリスクがあるかどうかを確認するのは困難
    - 高自然放射線地域
    - 放射線診療従事者
    - [http://trustrad.sixcore.jp/cancer\\_risk\\_among\\_technologist.html](http://trustrad.sixcore.jp/cancer_risk_among_technologist.html)

# 摂取量とリスク

- 野菜1キロ当たり2kベクレルというような基準だが、一口だけ食べるのと、たくさん食べるのと、影響が違うのではないか？
  - 線量は摂取した放射性物質の量に依存
- この基準を超えたら少しでも食べてはいけないのか？
  - トレードオフなので、リスクのレベルをメディアがわかりやすく伝えることが求められる
  - 通常の食品でも放射性物質は含まれている

# 基準の決め方

- 放射線の影響には閾値がないと聞いたが、なぜ基準値が決められるのか？
  - ゼロリスクは実現不可能
  - リスクがあると仮定し最適介入計算
  - 1kgの食品を別に用意
    - そのコスト
    - そのリスク低減効果
      - 1Sv personの低減の価値を四百万円程度に仮定

# 放射線の量とリスクは？

- 100Bq/kgの水を1リットルだけ摂取
- 体に取り込む放射性ヨウ素I-131は100Bq/d
  - 以降は減っていくはず(半減期8日)
- 年間の摂取量は1.2kBq/y程度
- 乳児の甲状腺の線量は3mSv程度
  - 甲状腺がんの過剰発症を十万分の1程度大きくするかもしれませんが、十分に小さい
    - 小児(0~14歳)での甲状腺がんによる死亡率は人口100万人に対して3人程度



# 移転

- セシウムの半減期は長いが、汚染した土地は何十年も住めなくなるのか？
  - 汚染の程度による
  - 移転が適切かどうかは予想線量などに依存
  - 移転の継続期間は線量率の減少や社会的要因に依存
  - 総合的に考える必要がある
  - ICRP 111が参考になる

# 過去の事故との比較

## 放射性物質の環境放出量

- チェルノブイリ原子力発電所
  - I-131: 3,000P(=10<sup>15</sup>)Bq
    - 小児での甲状腺がんの増加が確認されている
    - 山形衛研(3/20-21): 58G(=10<sup>9</sup>)Bq/km<sup>2</sup>
    - 医療での使用は10T(=10<sup>12</sup>)Bq/y
  - Cs-137: 300PBq
    - 山形衛研(3/20-21): 4.3GBq/km<sup>2</sup>
- スリーマイル島原子力発電所
  - I-131: 600G(=10<sup>9</sup>)Bq
    - 患者の退出基準は1.1GBq

山形県のデータは山形県災害対策本部発表のもの

# 飲食物摂取制限の考え方

リスク評価結果から対策の  
バランスをどう考えるか？

# 目次

- 放射性物質に関する知識
- 外部被ばくと内部被ばく
- 飲食物摂取制限の考え方

# 放射性物質に関する知識

実は身近な存在

この宇宙ではよくある存在

# 放射性物質の例

- 放射性ヨウ素-131 → Xe-131
  - ✓ 半減期8日間、β線とγ線
- 放射性セシウム-137 → Ba-137
  - ✓ 半減期30年、β線とγ線 (Ba-137m)
- 放射性カリウム-40 → Ca-40またはAr-40
  - ✓ 半減期 $10^9$ 年、β線 (Ca-40) とγ線 (Ar-40)
- 放射性ポロニウム-210 → Bi-210 → ...
  - ✓ 半減期140日、α線 (とγ線) (ウラン系列)



# 放射線の単位

## ■ベクレル(Bq)

### ✓ 放射性物質の量

- 一時間あたりに変化する(=壊変)数
- 変化するときに放射線を出す

## ■シーベルト(Sv)

### ✓ 等価線量

- 各臓器の線量(甲状腺など)

### ✓ 実効線量

- 各臓器の等価線量の重み付け平均

# 外部被ばくと内部被ばく

放射性物質がどこにあるか

# 線量推計の流れ

## 被ばくの形式

放射性物質が外  
(外部被ばく)  
 $\mu\text{Sv}/\text{時}$

放射性物質が付く  
(部分外部被ばく)  
 $\text{Bq}/\text{cm}^2 \rightarrow \mu\text{Gy}/\text{時}$

放射性物質を摂取  
(内部被ばく)  
食品・水・空気吸入  
 $\text{Bq}/\text{kg} \cdot \text{Bq}/\text{L}$

## 被ばくの指標

各臓器の平均線量  
(等価線量)  
(Sv)

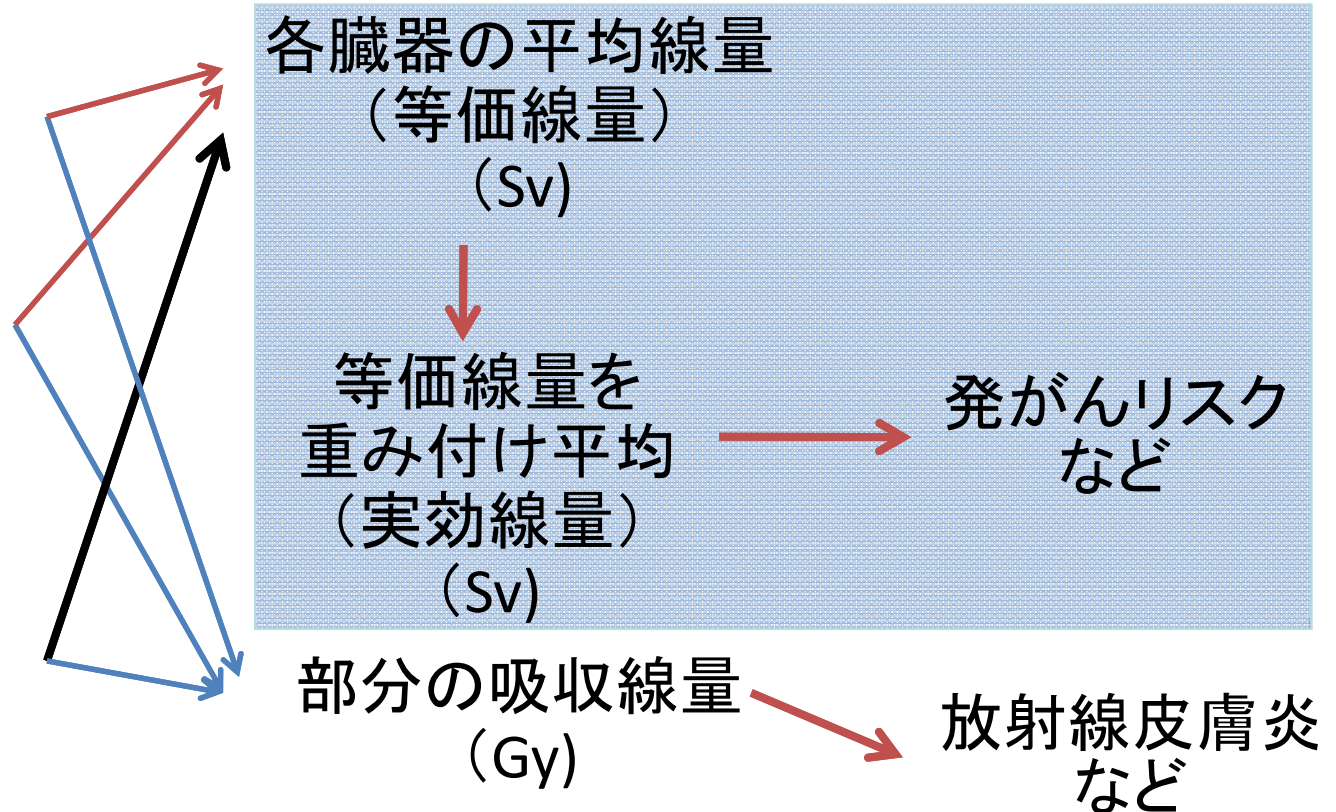
等価線量を  
重み付け平均  
(実効線量)  
(Sv)

部分の吸収線量  
(Gy)

## リスクの種類

発がんリスク  
など

放射線皮膚炎  
など



# 摂取した放射性物質の量から 実効線量への計算

- 放射性物質が各臓器にどれだけ集まるか？
  - ✓ 年齢、摂取した物質の化学的な性質に依存
  - ✓ 生物学的半減期(=次第に排泄)を考慮
  - ✓ 集まった臓器でどれだけ放射線を出すか？
- その放射線が各臓器に与える線量は？
  - ✓ 各臓器の平均線量が等価線量
- 等価線量の重み付け平均が実効線量
  - 日々の摂取量が変化する場合には将来予測に限界がある

# 飲食物摂取制限の考え方

# 公衆の飲食物制限線量の考え方

- 実効線量5mSv/yを超えないように設定
  - ✓ 甲状腺の線量は50mSv/yを超えないように実効線量として $2\text{mSv} + \alpha$ 
    - 重み付け係数は甲状腺に対して0.04
    - ヨウ素は甲状腺に特異的に集まり他の臓器の線量が少ない
- 10mSv/y減らせる対策は考慮に値する
  - ✓ 国際放射線防護委員会の考え方
- 5mSvのリスクは $10^{-4}$ レベル
  - ✓ リスク係数: 1Svあたり5%
  - ✓ 一万人あたり一人
    - 年間での交通事故死亡リスクと同じレベル
    - 本当にリスクがあるかどうかを疫学研究で確認するのは困難



# なぜ5mSv/yが基準？

- 最適化(バランスを取る)に基づく
  - ✓ 高すぎる基準は過大な放射線リスクを与える
  - ✓ 低すぎる基準は社会に負担を与える
  - ✓ 対策の効果が不利益を上回る必要がある
- レベルを下げると...
  - ✓ 対策コストが増加
  - ✓ 健康リスクが低下
  - ✓ このバランスから5mSv/yを採用
    - 回避線量(対策により避けられる)として示されている

# 摂取限度値の考え方

- 一年間の摂取を想定
  - ✓ 環境中にある放射性物質の半減期を考慮
  - ✓ 放射性セシウムでは摂取量が減ることを想定
    - 環境中濃度低減、流通希釈、栽培法の多様性などを考慮
- 食品の区分別に限度線量を割り当て
- 食品の種類毎の摂取量を仮定
- 核種別に計算し核種群で提示
  - ✓ 放射性ヨウ素
    - 甲状腺の線量を50mSv/y
      - 飲料水、牛乳・乳製品及び野菜類の3区分、この他から1/3
  - ✓ 放射性セシウム
    - 放射性セシウムでは実効線量として5mSv/y
      - 放射性ストロンチウムからの線量も考慮
      - 飲料水、牛乳・乳製品、野菜類、穀類及び肉・卵・魚・その他

# 国際放射線防護委員会の考え方

## Publication 63

- 対策が不可欠なレベル
  - ✓ 20-100mSv/yのレベルを超える
- 飲食品制限対策を講じることを考えるレベル
  - ✓ 回避される線量が10mSv/y
- このレベルをあげてよい場合
  - ✓ 代替食品の供給が容易に得られない
  - ✓ 住民集団が重大な混乱に陥る

# コーデックス委員会による指針値

- 国際取引で無制限に受け入れられるレベル
  - ✓ 「対策を講じることを考えるレベル」ではなく「対策を考えなくてよいレベル」
    - 最も安全側に考えて設定
  - ✓ 国際取引上、容認できる食料品のレベルをローカルに決めると不都合が生じるので、国際ルールとして提示

# 事象の特徴

## ■ わが国ではこれまで最悪の原子力災害

- ✓ 福島第一原子力発電所1,2,3号機暫定レベル5
  - 広範囲な影響を伴う事故
  - 計画された対策の一部の実施を必要とする可能性が高い放射性物質の限定的な放出
- ✓ 制御がまだ十分になされていない状況

## ■ 放射線・放射性物質は測定できる

- ✓ 検査・モニタリング体制が重要
- ✓ 測定結果をわかりやすく報道