

# 東葛6市第1・2回空間放射線量

## 測定結果に基づく見解

○東北大学 名誉教授 中村尚司

○東京大学 環境安全本部 准教授 飯本武志

○国立がん研究センター東病院 臨床開発センター  
機能診断開発部長 藤井博史

平成23年7月8日

## 【第2回までの測定結果から】

この2回の測定結果から見て2つのことが言えます。

1) 2回の測定結果は2週間空いているが、ほとんど変化していない。これは線量に寄与しているのが、半減期2年のCs-134と30年のCs-137がほとんどであることを示している。このことから、今後の測定はもっと回数を減らし、場所ももっと少なくして、時間的変化の傾向を見るので十分である。

2) 線量値自体は通常のバックグラウンドの2倍から、高いところで10倍以内であるが、数値は1  $\mu$ Svより十分低く、0.1 - 0.5  $\mu$ Sv程度である。この数値は1を超えている福島県内の高い地点の値より十分低い。1960年代の大気圏核実験が世界中で盛んに行われていた頃の東京近辺で、気象庁が長年に渡って測定してきたCs-137の空中放射能濃度は今より1万倍も高かったことを考えると、この数値は心配の必要が無い。緯度や高度が高くなると、宇宙線の線量は増えるし、日本でも世界でも自然放射線の線量ももっと高いところはいくらでもある。関東の他の地区と比べても例えば、茨城県北部はこれより高いところもあり、もっと数値の高い福島県民はこの騒ぎをどう思うだろうか。放射線に対する正しい知識の普及が重要である。先週、郡山と南相馬の小学校で放射線の話をしたが、思った以上に生徒、先生、父母が落ち着いているので安心した。

## 【ICRP勧告について】

ICRP勧告は国内法令の基礎になっていますが、1年あたり1mSvという一般公衆に対する線量限度は、安全と危険の境とは全く違う数値で、これは平常時において、放射線を使用する施設がこれを超えないように施設を管理するための基準です。この場合でも、特別の場合は1年あたり5mSvまでは許されています。5年間平均で年1mSvを超えないという規定はありません。今回のような非常時は年あたり20mSv-100mSv、現存被曝(回復時)では年あたり1 - 20mSvが適用されます。今はこの1 - 20mSvが適用されるでしょうが、この範囲は各国が状況に応じて決めるものです。通常自然放射線で日本人が1年間に受ける線量が約2.4mSvであることを考えると、多大の人員と費用を掛けて、年1mSv以下にすることは無駄な努力であり、ICRPが掲げているARALA(As Low As Reasonably Achievable)の精神とも反するものです。

なお、福島県では県民の積算被ばく線量評価が進められていますが、東葛地区のような低い線量での被ばく線量の推計は非常に困難であり、それを国に求めるのは無理な話です。どうしてもということであれば、福島県でやり始めている方法を使って自治体独自でやることも出来ますが、ものすごく大変な作業量を伴い、不可能だと思います。

## 【措置（対策）について】

文科省が、 $1\mu\text{Sv/h}$  を超える校庭の除染の費用を出すことは決めたと報道されています。この数値は私から見て妥当な値だと思います。

今、仮に屋外にいる時間を 8 時間、屋内にいる時間を 16 時間、屋外の線量を  $1\mu\text{Sv/h}$  とすると、屋内は Cs-137 の 662keV のガンマ線に対する遮蔽効果を入れて、 $0.4\mu\text{Sv}$  になります。そうすると 1 年間の線量は

$$0.001 \times 8 \times 365 + 0.0004 \times 16 \times 365 = 5.2 \text{ mSv}$$

となって、これは平常時において、特別の場合に認められている 5 mSv の値になります。今のような現存被ばく状態の時はもう少し高くても本来構わないのですが、5 mSv というのは、今の平常時の法令に照らしても問題ない値だと思います。

したがって、除染の必要はありませんが、どうしても気になるのであれば、特に高い数値を示す箇所だけ、土を混ぜるとか取り除くとかの処置をすればいいと思います。いずれにしても、このようなことに多大の費用を掛けるのは問題だと思います。

なお、内部被ばくを問題にしている人もいますが、セシウムは土にしっかりと固着され空中に飛び散ることはありません。したがって、今は外部被ばくが問題です。たとえ土まみれになったとしても、洗えばいいし、大体 1 年間のうちに少しの時間土まみれになったとしても、受ける線量は 1 年間で見ればごく微量です。

やたら神経質になるのではなくて、物事を科学的に合理的にみることが重要で、冷静になることが必要です。

【現在の放射線状況についての概説】

この地区の現在の空間線量率（測定値）を構成しているものは、主に、地面や建材、気中からの外部放射線と宇宙からの外部放射線であると考えています。特に前者がその大部分を占めます。地面や建材、気中からの外部放射線には、主に3つの要因が考えられます。ひとつめは福島第一原子力発電所から気流で運ばれ上空に漂っていた放射性核種が、主に3月21日頃の降雨により地面に落され、そのまま地表付近に残った状態にあること。現在は主にセシウム134、セシウム137が放射線の原因となっています。2つめは、土壌や建材に元々含まれていた自然の放射性物質（カリウム40やウラン系列核種、トリウム系列の核種など）からの放射線。3つめは、空気中にいつも自然に存在、浮遊しているラドンやその仲間の空気中濃度が気象条件などの影響を受けて時間変動したり、あるいはそれらが降雨などで地面に落されること。ひとつめが今回の原子力事故に絡む放射線、2つめと3つめが事故前の平時から存在していた自然の放射線（バックグラウンド）です。事故から約4カ月が経過した今、空間線量率のレベルは安定期に入りました。空間線量率の比較的大きな時間変動は、現在は主に3つめが要因となって起きています。たとえ測定地点が同一でも、測定する日時や季節、天候などによって、線量率にある程度のばらつきが生じて不思議ではありません。測定地点が変われば、その距離が近くても、さらに線量率が大きくばらつく可能性があります。また、放射線計測上、避けることができない測定誤差が常にあることも忘れてはなりません。

今回のメッシュを切った測定（マッピング）は、東葛6市、地区全体としての線量分布の概略を調査する目的と考えています。ひとつひとつの測定値を、単純に相互比較したり、その地点における精緻な積算線量の評価に用いるのは、現段階では適切ではないと考えます。

【今回の中間報告を受けて】

1. 放射線測定器の台数が限られていることから、まずは2kmメッシュで選定された代表点について、早期に測定値をそろえることを優先し、市民への線量情報の公開を急いでいただきたい
2. その他の保育園、幼稚園、小学校、公園、市民が集う大きな市営施設については、施設対象者の年齢や人口分布などのバランスをよく考慮して、測定の優先順位を決め、計画的にきめの細かな測定値セットを整備するためのロードマップを作成し、速やかに市民に開示していただきたい
3. 上記の項目2の活動を迅速に進めるために、基準となる測定器との比較校正を済ませた簡易測定器を複数台入手し、項目1の活動と並行して、測定値の整備を進めて

いただきたい。その際には、使用した測定器を後に同定できるよう、機種、ID 番号などを明確にしておくこと

4. 今後の対策のひとつとして、放射線に関する市民向けの情報交換会を頻繁に開催することを推奨します。特に、乳児、幼児、小児をお子さんにもつ保護者を主な参加者とした双方向的な勉強会など、市民の疑問、声を直接うかがい、行政、専門家を含めた関係者が情報を共有し、一緒になって考える小規模な場を数多く設けるのが望ましいと考えます

## 国立がん研究センター 藤井博史

東葛 6 市の最大空間放射線量は毎時 0.65 マイクロシーベルトで、この値をもとに外部被ばくによる致死的発がん発生率と重篤な遺伝的影響の発生率を考察すると、致死的発がん率は自然発生頻度より 0.1 パーセント、遺伝的影響は 0.25 パーセントの増加が認められます。しかし、この確率は発がん率の自然発生頻度が 10 万人に約 3 万人のところ 29 人増、遺伝的影響は 10 万人に約 3 千人のところ 7.4 人増と、統計学的に考えて有意な増加とはいえません。

また、体内の放射性核種により、通常でも年 1.5 ミリシーベルト程度の内部被ばくを受けています。現在、空中から体内に取り込まれる可能性があるヨウ素 131 やセシウム 137 から受ける影響は、常時体内に留まるわけではなく、空中の線量が下がれば減衰すると考えると、有意に大量ではないといえます。(要約)

説明資料は次の資料参照

# 放射線の人体への影響について

国立がん研究センター

機能診断開発部

藤井 博史

(平成23年7月8日)

# 放射線被曝

- 放射線が人体に照射されることにより生じる

- 外部被曝

- 体外の放射線源からの放射線による被曝
- 被曝線量の評価が容易 空間線量から計算
- 東葛地区の空間線量の実測値  $0.65 \mu\text{Sv/hour}$  以下

- 内部被曝

- 体内の放射線源からの放射線による被曝
- 被曝線量の評価は困難
- 被曝線量は体内の放射線核種から推定

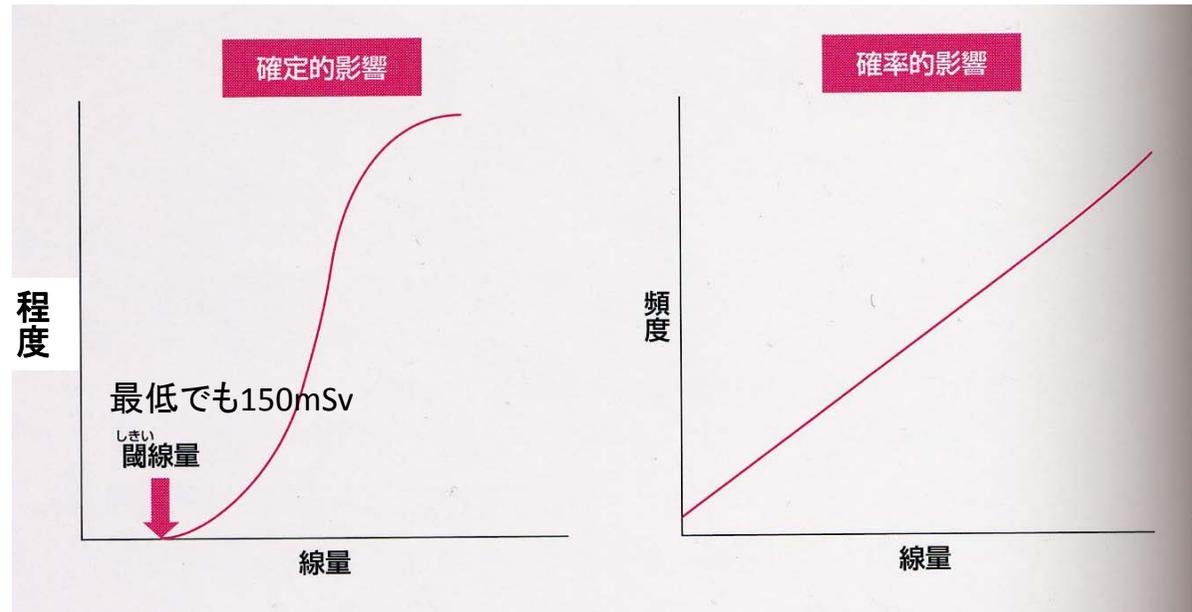
# 放射線被曝

## – 生物学的影響

- 同じ被曝線量であれば、外部被曝と内部被曝は同等
- 同じ放射線 ( $\beta$  線など) を同じ線量で被曝するのであれば、放射性核種の種類によらない
  - Cs-137      半減期 30年       $\beta$  線のエネルギー 514 keV
  - K-40        半減期 12億年     $\beta$  線のエネルギー 1,312 keV

- 人類は、自然界から絶えず放射線被曝を受けている
  - 日本で平均 1.5mSv/year
- 放射線被曝から発癌までには多くの段階がある

# 放射線被曝の人体への影響



- 確定的影響と確率的影響
- 早期影響と晩発影響
- 身体的影響と遺伝的影響

# 東葛地区の放射線量とその影響

- 空間放射線量の実測値
  - 最大値 0.65  $\mu$  Sv/hour 地面から50cm
- この線量で考慮しなければならない影響は
  - 確定的影響と確率的影響
  - 早期影響と晩発影響
  - 身体的影響と遺伝的影響
  - 具体的には、発癌と子孫への遺伝的影響
    - 空間放射線量からは外部被曝の影響しか推定できないが、内部被曝の影響は、外部被曝の影響と同程度以下と考えられる（後述）

# 確率的影響の発生頻度

	致死的発癌	重篤な遺伝的影響
1 mSv/yearあたりの発生頻度	$5 \times 10^{-5}$ 5人/10万人	$1.3 \times 10^{-5}$ 1.3人/10万人
自然発生頻度	約0.3 約3万人/10万人	約0.03 約3千人/10万人
0.65 $\mu$ Sv/hourの被曝に伴う発生頻度 (内部被曝を考慮せず)	$2.9 \times 10^{-4}$ 29人/10万人 (自然発生 + 0.1%)	$7.4 \times 10^{-5}$ 7.4人/10万人 (自然発生 + 0.25%)

- 1mSv/yearあたりの発生頻度:ICRP 1990年勧告による
- 奇形の発生頻度<http://okusuri.jp/knowledge/01/002.html>
- $0.65 \mu \text{ Sv/hour} = 0.65 \times 24 \times 365 = 5.7 \text{ mSv}$

統計学的には有意な増加とは言えない

# 若年者の被曝と発癌

- 放射線発がんの生涯リスクには被曝時の年齢が影響する
  - 広島・長崎の原爆被爆者の調査結果などから白血病以外の全てのがんの相対リスクは被曝時年齢が10歳以下の場合では、対照者(成人)の2.32倍となっている
    - 日本医学放射線学会ホームページより
  - 若年期に被曝しても、発癌率の増加はいわゆる“がん年齢”で認められる
    - ICRP publication 60より引用

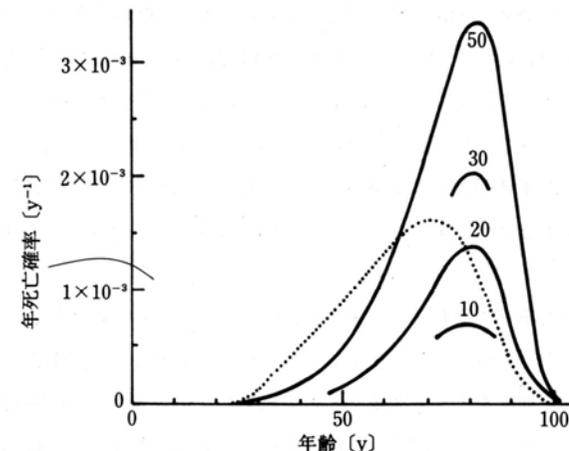


図2 18歳から65歳までの被ばくに対する無条件年死亡確率(生涯リスクに対して規格化された寄与死亡年齢の確率密度)。この曲線は女性に対するものであり、また現在のリスク推定値を用いている。

.....相加リスク予測モデル (50 mSv y<sup>-1</sup>)

——相乗リスク予測モデル (数字は mSv で表した年線量)

# 公衆被曝の線量限度

- 実効線量 1mSv/year
  - 自然放射線による被曝、医療被曝は除く
  - 特殊な状況では、5年間にわたる平均が年あたり1mSvを超えなければ単一年にこれより高い実効線量が許されることがありうる
  - 実効線量 1mSv/year を公衆被曝の線量限度とする根拠
    - “非常に変動しやすいラドン(大気中の $\alpha$ 線核種)による被曝を除けば、自然放射線源からの年実効線量は約1mSvであり、海拔の高い場所およびある地域では少なくともこの2倍である。これらすべてを考慮して、委員会は年実効線量限度 1mSvを勧告する。”(ICRP90年勧告)
    - “影響の大きい急性被曝であっても100mSv以下で有意な健康被害(身体的影響)が報告されたことはないので、それを人の寿命の限界である100年で割り算して、1mSv/yearを年実効線量限度としておけば健康への影響は少ないと考えられる。”(私見)

# 公衆被曝の線量限度

世界の高自然放射線地域における大地放射線量 (mSv/y)

地域	平均値	最高値
ラムサール (イラン)	10.2	260
ガラパリ (ブラジル)	5.5	35
ケララ (インド)	3.8	35
陽江 (中国)	3.5	5.4
香港 (中国)	0.67	1
日本	0.43	1.26



## ● 実効線量 1mSv/year に関して

- 自然放射線による被曝、医療被曝は除く
- 職業放射線被曝、原発事故に伴う放射線被曝は含まれる
  - 両者の人体への影響に違いはないので、1mSv/yearを超えると直ちに危険というわけではない

# 公衆の被曝管理

- ICRP(国際放射線防護委員会)は、災害時の公衆の線量管理について、緊急時は20~100mSv、緊急事故後の復旧時は1~20mSvとしている(ICRP Publ. 103)。
- 長期的には1mSv以下が目標であり(ICRP Publ. 111)、できる限り早く平時の状態に戻す必要がある。
- 残留した放射性残渣によって生じる長期被曝に関して、10mSvを下回る被曝線量の場合に、これをさらに低減するために実施する行為は、正当化されにくいと勧告している(ICRP Publ. 82)。
- 学校生活や市民生活の制限に際しては、市民の感情、学校教育の実施、線量低減のための費用、生活の制限に伴う苦痛などを総合的に考慮した判断がなされることが望まれる。

- 日本医学放射線学会ホームページより

# 内部被曝

- 大気中の放射性核種の吸入
  - I-131
  - Cs-137
- 食品中の放射線核種の摂取
  - I-131 水道水
  - Cs-137 野菜など

# 内部被曝

- 大気中の放射性核種の吸入
  - 大気中には常時、 $\alpha$ 線放出核種Rn-222が存在
- 食品中の放射線核種の摂取
  - 食品中には常時、 $\beta$ 線放出核種K-40が存在

家屋内ラドン濃度と実効線量当量率

国名	濃度 ベクレル/m <sup>3</sup> *	実効線量当量率*** ミリシーベルト/年**
オーストリア	12	0.73
カナダ	17	1.0
デンマーク	4.8	0.3
フィンランド	17	1.0
西ドイツ	8.1	0.5
ハンガリー	20	1.2
	120	7.3
ノルウェー	11	0.7
	26	1.6
ポーランド	6-17	0.4-1.0
スウェーデン	60	3.7
イギリス	15	0.9
	13	0.8
アメリカ	15	0.9
ソ連	4.8	0.3
	16	1.0
数カ国	18	1.1

\* 1ベクレル=27ピコキュリー

\*\* 1ミリシーベルト=100ミリレム

\*\*\* 肺の線量に荷重係数0.12を乗じて全身と等価にした値  
(国連科学委員会報告1982)

## 体内、食物中の自然放射性物質

### ● 体内の放射性物質の量

(体重60kgの日本人の場合)

カリウム40	4,000ベクレル
炭素14	2,500ベクレル
ルビジウム87	500ベクレル
鉛210・ポロニウム210	20ベクレル

### ● 食物中のカリウム40の放射線量 (日本)

(単位:ベクレル/kg)

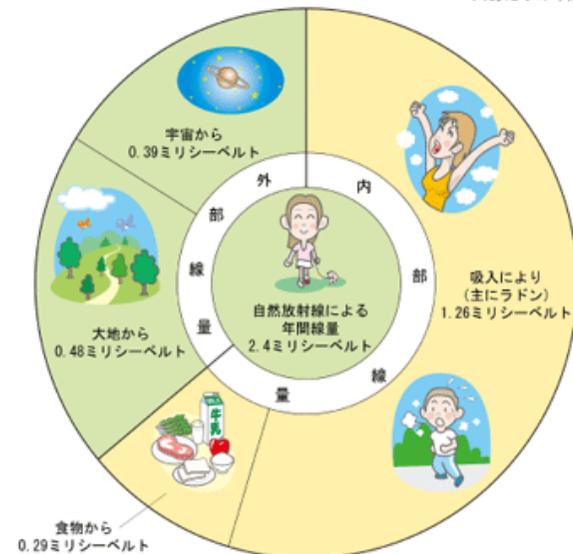


# 内部被曝

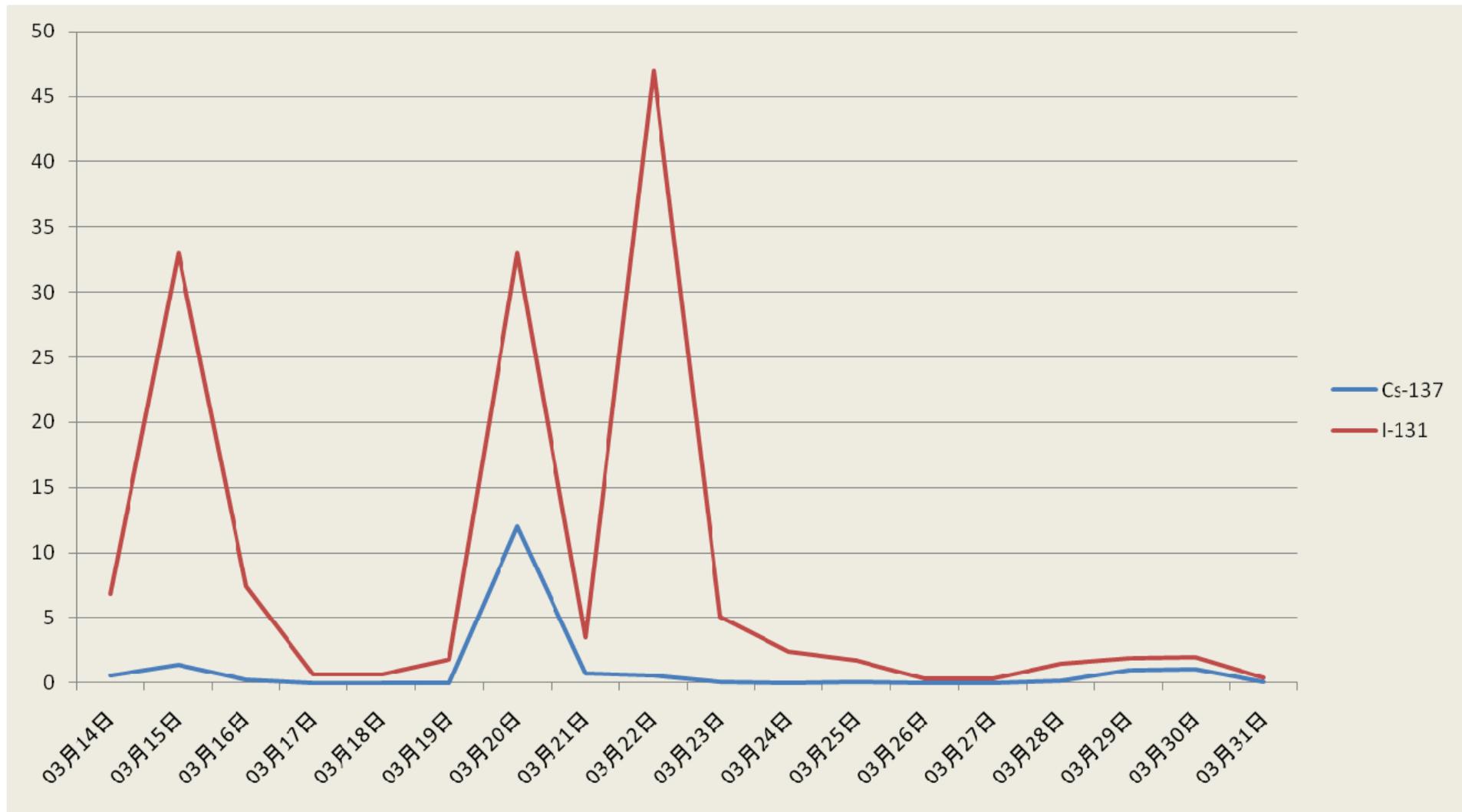
- 体内の放射性核種により、通常でも1.5mSv/year程度の内部被曝を受けている
  - 体内の核種の量が分かれば、被曝線量の予測が可能
  - しかし、体内の核種の量の測定は難しい
    - ホールボディカウンタなどの特殊な装置が必要

## 自然放射線から受ける線量

一人あたりの年間線量（世界平均）



# 大気中の放射性核種の測定



財団法人日本分析センターが千葉市内で測定

単位: Bq/m<sup>3</sup>, 3/15:水素爆発、3/20:爆発後最初の降雨

# 内部被曝について

- 日本でのRn-222の測定値
  - 屋外 5Bq/m<sup>3</sup>
  - 屋内 10-15Bq/m<sup>3</sup>
  - α線放出核種であるRn-222 5Bq/m<sup>3</sup>を含んだ空気の吸入による内部被曝の方が、
  - β線放出核種であるCs-137 12Bq/m<sup>3</sup>およびI-131 47Bq/m<sup>3</sup>を含んだ空気の吸入による内部被曝よりも被曝線量は多い

α線の作用: X線、γ線、β線の20倍

# 飲水、食品中の放射能濃度規制値

品目	日本暫定規制値	WHOなど
飲料水/牛乳・乳製品	ヨウ素: 300Bq/kg以下	WHO:ヨウ素: 10Bq/kg以下、 セシウム: 10Bq/kg以下 米国: 最大汚染目標レベルとしてはゼロ
	セシウム: 200Bq/kg以下	
野菜	ヨウ素: 2000Bq/kg以下	米国、欧州及び日本の食料品輸入制限: セシウム: 370Bq/kg以下
	セシウム: 500Bq/kg以下	
肉、水産	ヨウ素: 制限なし	米国、欧州及び日本の食料品輸入制限: セシウム: 370Bq/kg以下
	セシウム: 500Bq/kg以下	

乳児用調製粉乳及び直接飲用に供する乳は100Bq/kg以下

日本の暫定規制値:

平成23年3月17日厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知

# 水道水中の放射性核種

- 3/22 金町浄水場 I-131 210Bq/kg
- 3/23 栗山浄水場 I-131 180Bq/kg
- 3/23 北千葉浄水場 I-131 110Bq/kg
- いずれも乳児の水道水摂取制限を行った

もともとの数字は、“I-131 300Bq/kg以下、Cs-137 200Bq/kg以下”という基準は、原子力安全委員会が“原子力施設等の防災対策について”という指針の中で“災害対策本部等が飲食物の摂取制限措置を講ずることが適切であるか否かの検討を開始するめやすを示すもの”として定めたもの。

# 経口摂取に伴う放射線被曝

- 人体中には数千Bq程度の $\beta$ 線放出核種が存在している
- 放射能汚染がないとされる食物を摂取しても100Bq/day～の $\beta$ 線放出核種を摂取している
  - $\beta$ 線的作用は核種ではなく、エネルギー、線量に依る
- 食物中のK-40による放射線被曝の影響の方が大きいと考えられる

## 体内、食物中の自然放射性物質

### ●体内の放射性物質の量



### ●食物中のカリウム40の放射線量 (日本)



K-40は常時、体内に存在。

Cs-137は通常自然界にはない核種なので、空中の線量が下がれば、半減期にしたがって減衰する

Cs-137の体内半減期は、100～200日とする報告が多い(物理学的半減期の30年間体内に留まるわけではない)

# ま と め

- 東葛地区の空間線量では、外部被曝による発癌の有意な増加は考えられない
- 東葛地区で体内に摂取される放射性核種の量は、既に体内に存在している放射性核種の量に比較して、有意に大量ではない
- 東葛地区の放射能汚染の現状が住民の生命を直ちに脅かすものではないが、住民の被曝線量を低減させるための努力を続けるべきである

なかむらたかし  
中村尚司 氏 経歴

- 昭和14年 奈良県生まれ
- 昭和37年 京都大学工学部原子核工学科 卒業
- 昭和39年 京都大学院工学研究科 修士修了  
京都大学工学部助手
- 昭和44年 京都大学工学博士
- 昭和50年 東京大学原子核研究所助教授
- 昭和61年 東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター教授
- 平成11年 東北大学大学院工学研究科教授
- 平成15年 退官  
東北大学名誉教授  
現在、民間会社3社の技術顧問
- 平成19年  
～
- 平成23年 文部科学省放射線審議会会長
- 平成23年 文部科学省原子力災害対策支援本部 放射線量等分布マップの  
作成等に係る検討会会長

いいもとたけし  
飯本武志 氏 経歴

- 平成 8年 早稲田大学大学院 理工学研究科  
物理学及び応用物理学専攻 博士後期課程 修了
- 平成 8年 放射線医学総合研究所 人間環境研究部第4研究室 客員研究官
- 平成10年 電力中央研究所狛江研究所  
原子力システム部放射線計測グループ 研究員
- 平成10年 東京大学原子力研究総合センター 放射線管理室 助手
- 平成17年 東京大学大学院工学系研究科 原子力国際専攻放射線管理室 助手
- 平成19年 東京大学大学院工学系研究科 原子力国際専攻放射線管理室 助教
- 平成19年 東京大学環境安全本部 助教
- 平成19年 東京大学環境安全本部 准教授

【所属学会】

日本保健物理学会、日本原子力学会

【その他の役職】

内閣府 原子力安全委員会専門委員  
文部科学省 放射線審議委員会専門委員  
文部科学省 技術審査専門員  
文部科学省 原子力安全技術アドバイザー  
青森県 放射線に関する正しい知識の普及・啓蒙に関する顧問  
鳥取県 放射能調査専門家会議委員

ふじいひろふみ  
藤井博史 氏 経歴

- 昭和62年 慶應義塾大学医学部 卒業  
慶應義塾大学放射線科 研修医  
平成 元年 慶應義塾大学放射線科 助手  
栃木県済生会宇都宮病院放射線科 医員  
平成 3年 慶應義塾大学放射線科 助手  
静岡赤十字病院放射線科 医員  
平成 4年 東京都立駒込病院放射線診療科 医員  
平成 6年 川崎市立川崎病院放射線科 副医長  
平成 8年 慶應義塾大学放射線科 助手  
平成14年 慶應義塾大学放射線科 専任講師  
平成17年 ハーバード大学ベスイスラエルディーコネス医療センター血液腫瘍内科客員教授  
平成18年 国立がんセンター東病院外来部骨軟部組織科 医長  
平成18年 国立がんセンター東病院臨床開発センター機能診断開発部 部長  
(平成22年より独立行政法人化に伴い独立行政法人国立がん研究センター東病院に改称)

【所属学会】

日本医学放射線学会, 日本核医学会 (評議員, 教育・専門医審査委員, 広報委員, 倫理検討医員), 日本癌学会, SNNS 研究会 (世話人)  
Radiological Society of North America, Society of Nuclear Medicine.  
International Sentinel Node Society (Executive Council, Founding Member)  
など

【その他の役職】

首都大学東京 客員教授 (平成20年～)  
東京理科大学 客員教授 (平成21年～)  
放射線医学総合研究所 客員研究員 (平成17年～)  
日本アイソトープ協会 医学・薬学部会 企画専門委員会 (平成18年～)