

# 新刊書籍 10/11発売！

一般書店は (2012年)10/16 発売

## 「放射線を科学的に理解する — 基礎からわかる東大教養の講義 —」

鳥居寛之・小豆川勝見・渡辺雄一郎 著  
中川恵一 執筆協力

丸善出版

本体 2500円＋税

- 1章 放射線とは？《放射線入門》
  - 2章 放射線の性質《放射線物理学 I》
  - 3章 原子力発電で生み出される放射性物質《原子核物理学・原子力工学》
  - 4章 放射線量の評価《放射線物理学 II》
  - 5章 放射線の測り方《放射線計測学》
  - 6章 環境中での放射性物質《環境放射化学》
  - 7章 放射線の細胞への影響《放射線生物学》
  - 8章 放射線の人体への影響《放射線医学》
  - 9章 放射性物質と農業《植物栄養学・土壤肥料学》
  - 10章 放射線の防護と安全《放射線防護学》
  - 11章 役に立つ放射線《放射線の利用・加速器科学》
- Q&A

放射線を理解するには、物理学・化学・生物学・医学・工学など、多くの分野の知識が必要です。しかしこれらすべてを網羅することは難しく、系統立てて学べる機会は非常に少ないのが実情です。

本書は、東京大学教養学部で行われた講義をもとにし、放射線について多角的に学べるよう配慮しています。日常生活や原発事故にかかわる具体的な例を引きながらやさしくていねいに解説しましたので、高校生や一般の方にも広く読んでいただきたいと願っています。

# 放射線

鳥居 寛之  
小豆川勝見  
渡辺雄一郎 著  
中川 恵一  
執筆協力

科学的に  
理解する

基礎からわかる東大教養の講義

丸善出版

# 2012年度冬学期 主題科目テーマ講義

## 放射線

を

科学的に

理解する

金曜 5 限

@ 21 KOMCEE

K402教室



$\gamma$ 線



中性子線



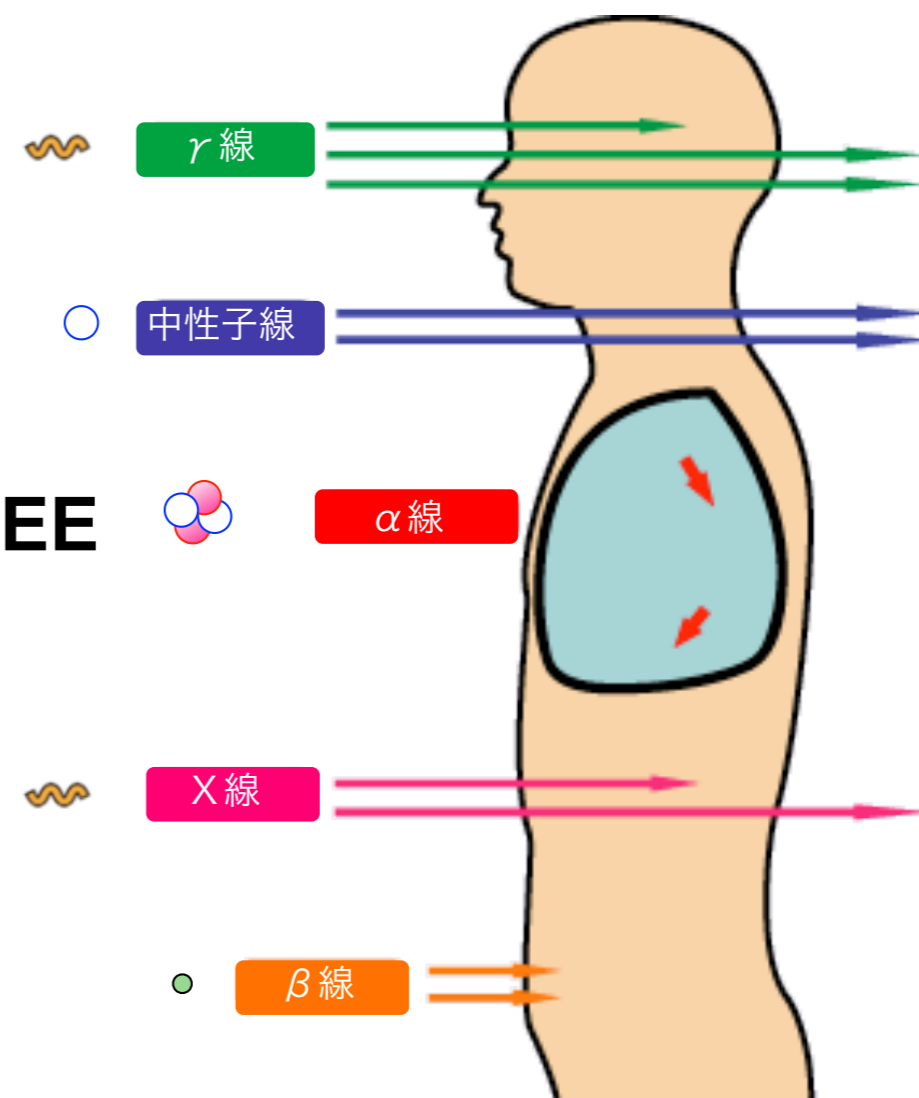
$\alpha$ 線



X線



$\beta$ 線



担当教員 鳥居 寛之 (粒子線物理学)

小豆川 勝見 (環境分析化学)

渡邊 雄一郎 (生命環境応答学)

東京大学 教養学部 / 大学院総合文化研究科

# 2012年度冬学期 主題科目テーマ講義



# 放射線

を

## 科学的に

## 理解する

昨年3月に日本を襲った大災害は、われわれ日本人に大きな衝撃と影響を与えました。福島第一原子力発電所の事故にともなって、大量の放射性物質が東日本一帯を中心とする広い地域にばらまかれ、深刻な環境汚染を引き起こしています。放射線による人体への影響については、専門家の間でも意見が分かれ、放射線に対する恐怖を訴える人々の反応がみられました。わが国でこれまで放射線の基礎的知識に対する教育が十分になされてこなかったことにつけが、科学的リテラシーの欠如となって表れてしまいました。

放射線を理解するには、物理・化学・生物学・医学・工学など様々な分野の知識が必要となり、全てを網羅することが難しいことは確かです。大学においても、広く一般の学生が系統立って学べる機会は少ないのが実情です。

2012年度冬学期のテーマ講義は、好評だった昨年度に続き、教養学部の3人の教員：鳥居・小豆川・渡邊を中心に、他学部のゲスト講師も招いて、なるべく広く体系的に、放射線に関する科学的知識を身につけ、定性的および定量的に正しく判断する能力を養うことを目的とします。

**担当教員 鳥居 寛之 (粒子線物理学)**

**小豆川 勝見 (環境分析化学)**

**渡邊 雄一郎 (生命環境応答学)**

東京大学 教養学部 / 大学院総合文化研究科

# 2012年度冬学期 主題科目テーマ講義



# 放射線

を

## 科学的に

## 理解する

放射線の問題に特化して講義。

原発自体の問題や、是非をめぐる議論は切り離し、純粹に放射線の物理学的・生物学的性質について科学的に定性的・定量的に考えるための知識の提供に主眼をおく。

**担当教員 鳥居 寛之 (粒子線物理学)**

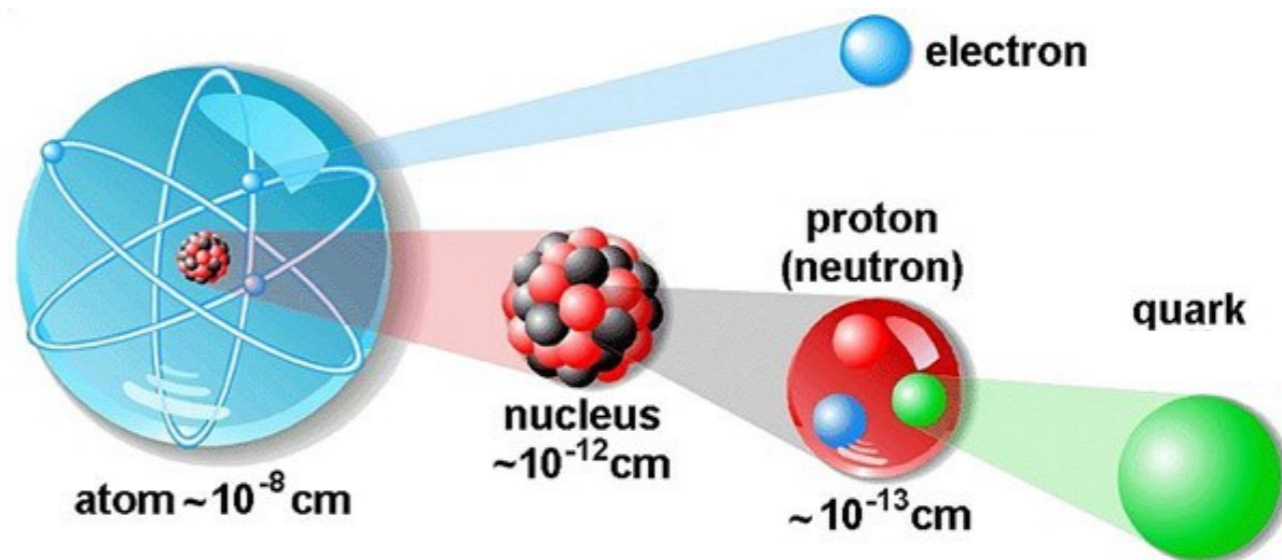
**小豆川 勝見 (環境分析化学)**

**渡邊 雄一郎 (生命環境応答学)**

東京大学 教養学部 / 大学院総合文化研究科

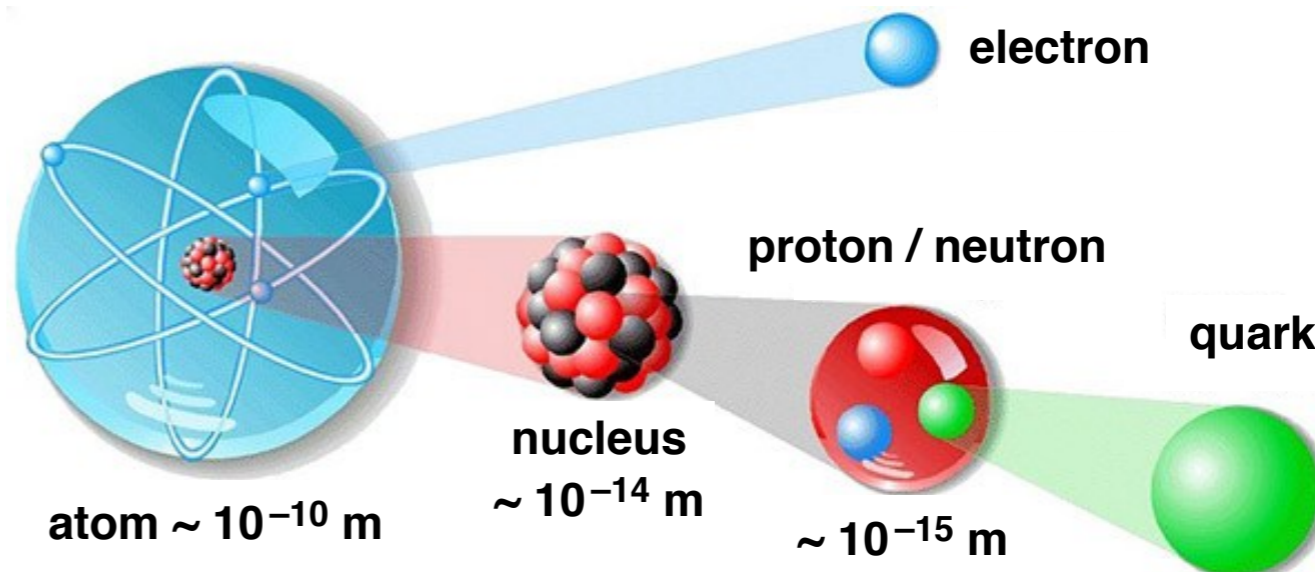
# 2011年度夏学期 自主講義

## 自主講義 放射線学



# 2011年度冬学期 主題科目テーマ講義

放射線を  
科学的に  
理解する



# 放射線を科学的に理解する

- 放射線の影響についての様々な意見が乱立している
- 放射線に関する学問は多岐にわたり、一人の専門家でまかないきれない。
  - 原子力工学、原子核物理学
  - 放射線物理学、放射線計測学、放射化学
  - 放射線生物学、放射線医学
  - 環境学、気象学、海洋科学、植物学・土壌学
  - 食品衛生学
  - 放射線防護学（安全管理学）
  - リスク学、リスクコミュニケーション
  - 社会学、法律

# 放射線を科学的に理解する

- 10/12 放射線入門 【鳥居】
- 10/19 放射線物理学 【鳥居】
- 10/26 放射線計測学 【小豆川】
- 11/ 2 環境放射化学 【小豆川】
- 11/ 9 放射線生物学 【渡邊】
- 11/16 放射線医療 【作美】
- 11/20 原子核物理学 【鳥居】
- 11/30 環境システム工学 【森口】
- 12/ 7 科学技術社会論 【藤垣】
- 12/14 環境放射化学 【小豆川】
- 12/21 植物栄養・肥料学 【藤原】
- 1/11 放射線の利用 【渡邊】
- 1/25 放射線防護学・加速器科学 【鳥居】

担当教員

ゲスト講師

鳥居 寛之

小豆川 勝見

渡邊 雄一郎

《教養学部》

作美 明

森口 祐一

藤原 徹

藤垣 裕子

《医学部附属病院放射線科》

《工学系都市工学》

《農学部応用生命化学》

《教養学部広域システム》

# 放射線を科学的に理解する

- 10/12 放射線入門 【鳥居】
- 10/19 放射線物理学 【鳥居】
- 10/26 放射線計測学 【小豆川】
- 11/ 2 環境放射化学 【小豆川】
- 11/ 9 放射線生物学 【渡邊】
- 11/16 放射線医療 【作美】
- 11/20 原子核物理学 【鳥居】
- 11/30 環境システム工学 【森口】
- 12/ 7 科学技術社会論 【藤垣】
- 12/14 環境放射化学 【小豆川】
- 12/21 植物栄養・肥料学 【藤原】
- 1/11 放射線の利用 【渡邊】
- 1/25 放射線防護学・加速器科学 【鳥居】

オムニバスではなくて、毎回知識を蓄積してレベルアップすることを目指す。

例：放射線物理の知識は放射化学や放射線生物学の理解に必要



# 成績評価

合否判定（点数なし） 2単位

- 出席

- レポート

各分野ごとに1本選択、合計3本

（それより多く提出してもよい）

物理・社会：鳥居・藤垣

化学・環境：小豆川、森口

生命科学：渡邊、作美、藤原

# 講義の理解目標の一例

以下のような問いに答えられるように  
(似たようなレポート課題を出題するかも)

「放射線が物質に及ぼす作用と人体への影響について、  
物理学的、化学的、分子生物学的、医学的観点から  
それぞれ論ぜよ。」

「放射性物質が農業や食品衛生に与える影響について  
述べよ。ゼロでないリスクをどう伝え、どう判断  
すべきだろうか。安全と安心を確保する方策は？」

# 成績評価

合否判定（点数なし） 2単位

- 出席記入表 回送
- アンケート 回送

## 講義スライド、講義予定

<http://radphys4.c.u-tokyo.ac.jp/~torii/lecture/>

## 連絡先

torii-radio@radphys4.c.u-tokyo.ac.jp

担当教員:鳥居 寛之

**出席記入表 回送**

**教養学部報 配布**

# 東京大学教養学部報

2011年(平成23年)11月2日 教養学部報 第542号

## 悪意なき殺人者と 憎悪なき被害者の住む楽園

ヒロシマ、チェルノブイリ、フクシマ

「悪意なき殺人者」と「憎悪なき被害者」の住む楽園。ヒロシマ、チェルノブイリ、フクシマ。放射能汚染の被害者たちは、悪意なき殺人者から救済されるべきである。彼らは、憎悪なき被害者として、楽園に住むべきである。



## 放射性物質を測ってみると



放射線計測器の読み方。100 μSv/hは、通常の放射線レベルに相当する。しかし、フクシマの放射能汚染は、このレベルを大幅に超えている。



東京大学教養学部  
発行人 藤田 肇  
2011年11月2日

## 「一高/獨逸」 展の開催の経緯 と準備について

「一高/獨逸」展の開催の経緯と準備について。この展覧会は、東京大学とドイツの協力を基に開催された。展示内容は、ドイツの歴史と文化に関するものである。

## 「一高/獨逸」展の開催の経緯と準備について

「一高/獨逸」展の開催の経緯と準備について。この展覧会は、東京大学とドイツの協力を基に開催された。展示内容は、ドイツの歴史と文化に関するものである。

文三 尾崎士郎  
文二 白根千城  
文一 伊藤清  
文三 高橋克己  
文二 西崎正  
文一 橋本和久



## 秘密の小部屋

「トポフィリ」夢の空間展をめぐって。この展覧会は、現代建築の魅力を伝えるための企画である。

## 「トポフィリ」夢の空間展をめぐって

「トポフィリ」夢の空間展をめぐって。この展覧会は、現代建築の魅力を伝えるための企画である。

2011年(平成23年)10月5日 教養学部報 第541号

## 放射線学

放射線学の基礎知識。放射線の種類、特性、測定方法について解説する。

## PEAK (頂)を目指して

2012年度教養学部英語コースが設置されます。英語力向上のための新しいコースがスタートします。

## 教養学部の新しい後期課程

新しい後期課程は平成25年4月進学の学生から適用です。

### 身体運動科学シンポジウム報告

身体運動科学シンポジウムの報告。最新の研究成果や今後の展望について議論された。

### 学際科学 学際融合の新学科

学際科学の重要性。異なる分野の知識を融合して新たな発見を目指す。

### 統合自然科学

統合自然科学の推進。基礎科学の統合による新たな視点の獲得。

## 受け継がれる教養教育

受け継がれる教養教育。伝統ある教育の質を維持し、新たな時代に合わせた進化を図る。

## 本の棚

本棚の紹介。最新の書籍や雑誌の紹介。

### 楽園リゾートの創られ方

楽園リゾートの創られ方。自然と調和したリゾートの設計と運営について。

### 信州のハワイ

信州のハワイ。信州の自然環境とハワイの文化の比較。

東京大学教養学部  
発行人 藤田 肇  
2011年10月5日



**放射線**  
**放射能**  
**放射性物質**

# 「放射能うつる」といじめ＝福島から避難の小学生に―千葉

2011年4月15日11時6分

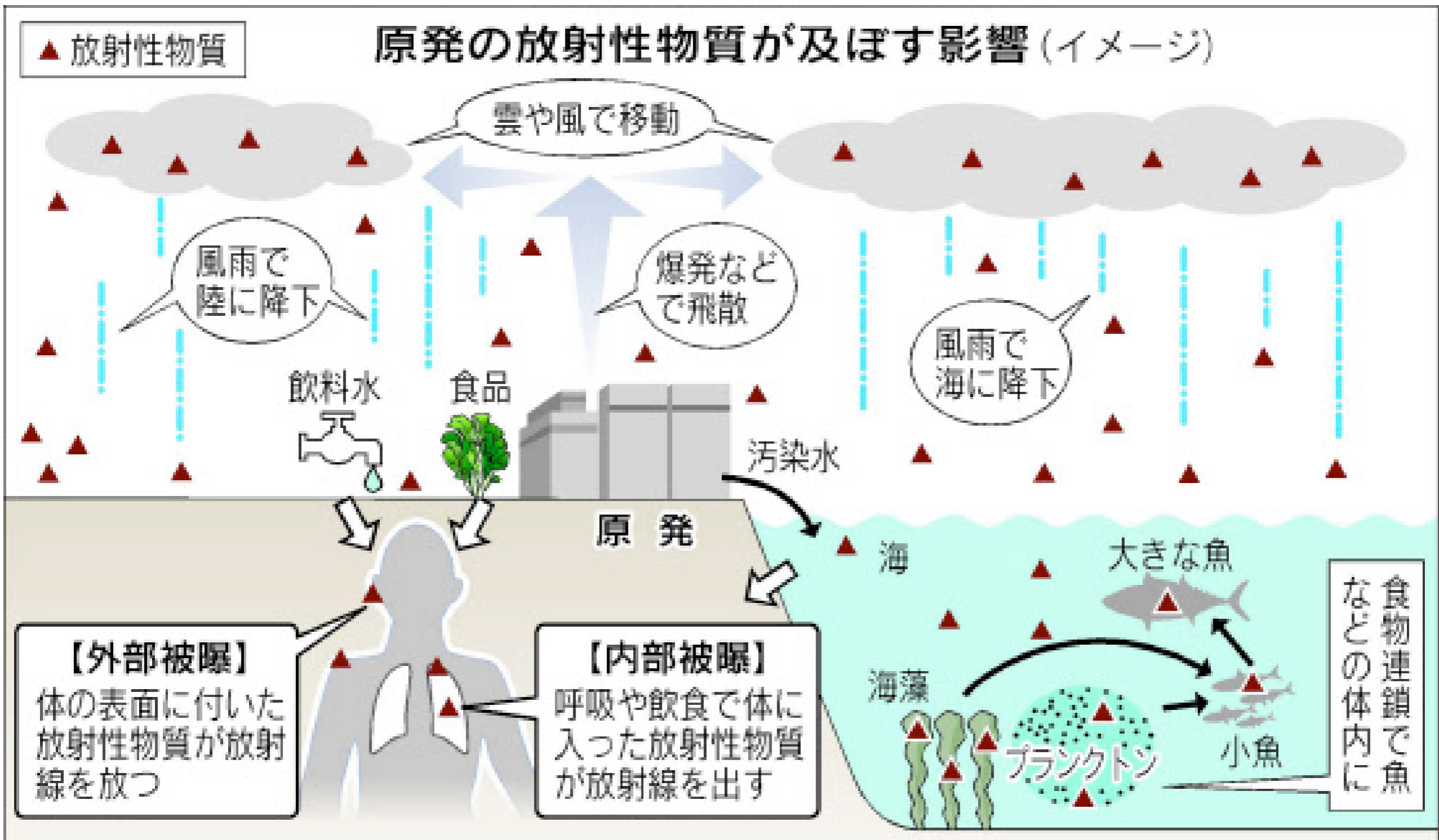
福島第1原発事故を受け、福島県から千葉県船橋市に避難した小学生の「**放射線がうつる**」といじめられたという訴えが市教育委員会で明らかになった。市教委は同日までに、避難者の不安な気持ちを踏まえた言動に注意し、思いやりを持って被災者の児童生徒に接するよう指導を求める通達を市立小中学校に出した。

市教委によると、福島県南相馬市から避難した小学生の兄弟が、地元の子どもに「どこかへ逃げる」と話しかけられた。兄弟が「福島」と答えると地元の子どもは「**放射線がうつる**」と言い、数人が一斉に逃げ出したという。

放射線はうつらない

放射能と放射線を混同しない

放射線に対する正しい知識をもって  
「正しく怖がる」ことが必要。



放射性物質が一部東京まで飛来。  
放射線が直接東京に届いたのではない。



# 国際原子力事象評価尺度

7	深刻な事故	チェルノブイリ原発事故
6	大事故	
5	事業所外へリスクを伴う事故	スリーマイル島原発事故
4	事業所外への大きなリスクを伴わない事故	東海村臨界事故
3	重大な異常事象	
2	異常事象	
1	逸脱	

## 放射性物質の外部放出 (ヨウ素131等価)

- 7 : 数万テラベクレル相当以上
- 6 : 数千～数万テラベクレル相当
- 5 : 数百～数千テラベクレル相当

## “テラベクレル”の謎

<http://togetter.com/li/123327>

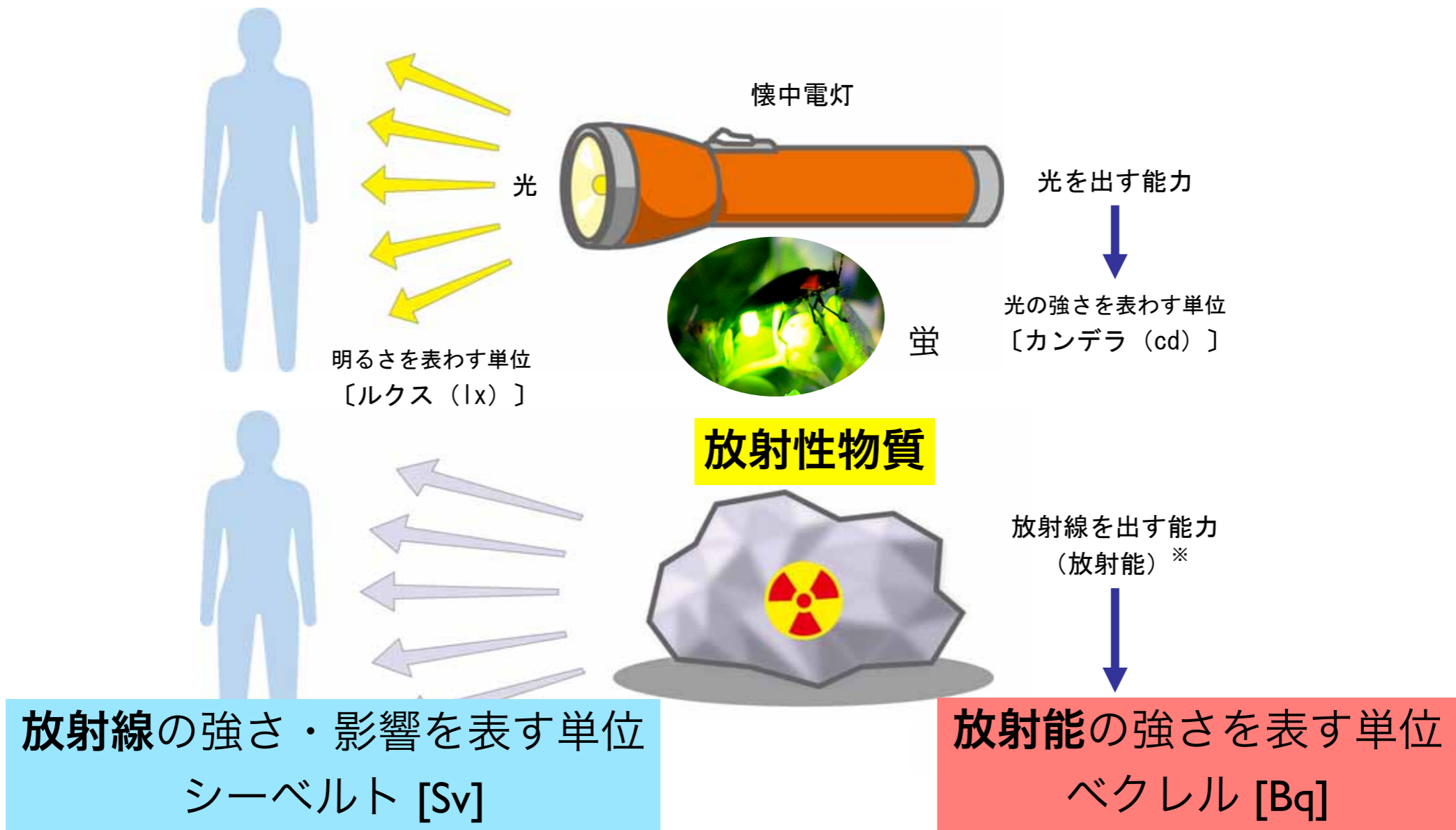
- ✿ ~**万テラベクレル**とかヨウ素とかマジわからん\(^o^)/文系に逃げたツケがこんなことで来るとは思わなかったわ…
- ✿ NHK「37京ベクレル」で言われても分かりづらいw まだメガとかテラのほうが。つーか単位統一してくれればいいのに
- ✿ 『京』という単位、テレビで見たの初めてかも。テラとか京とか…もはや1ベクレルがなんなのか、全く想像つかない
- ✿ **ミリシーベルト**であんなに騒いでたのに1万テラベクレルってなんや
- ✿ 36万テラベクレルとか63万テラベクレルとか、想像もできない数値になってしまっている原発事故だけど、放射能が人体に影響を及ぼす尺度であるシーベルトに換算するとどれくらいになるのだろうか？

# SI (国際単位系)

表2: 単位の倍数

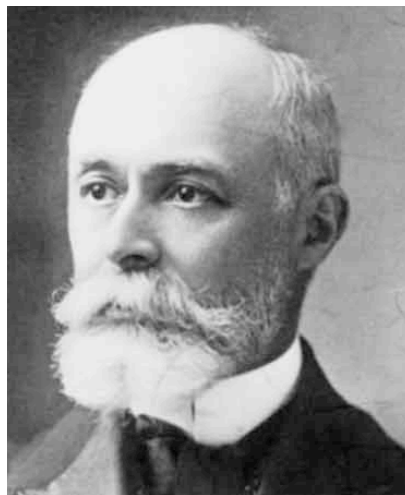
接頭辞	記号	倍数	接頭辞	記号	倍数
デシ (deci)	d	$10^{-1}$	デカ (deca)	da	10
センチ (centi)	c	$10^{-2}$	ヘクト (hecto)	h	$10^2$
ミリ (milli)	m	$10^{-3}$	キロ (kilo)	k	$10^3$
マイクロ (micro)	$\mu$	$10^{-6}$	メガ (mega)	M	$10^6$
ナノ (nano)	n	$10^{-9}$	ギガ (giga)	G	$10^9$
ピコ (pico)	p	$10^{-12}$	テラ (tera)	T	$10^{12}$
フェムト (femto)	f	$10^{-15}$	ペタ (peta)	P	$10^{15}$
アト (atto)	a	$10^{-18}$	エクサ (exa)	E	$10^{18}$
ゼプト (zepto)	z	$10^{-21}$	ゼタ (zetta)	Z	$10^{21}$
ヨクト (yocto)	y	$10^{-24}$	ヨタ (yotta)	Y	$10^{24}$

# 放射能と放射線



6-1

出典：資源エネルギー庁「原子力2010」



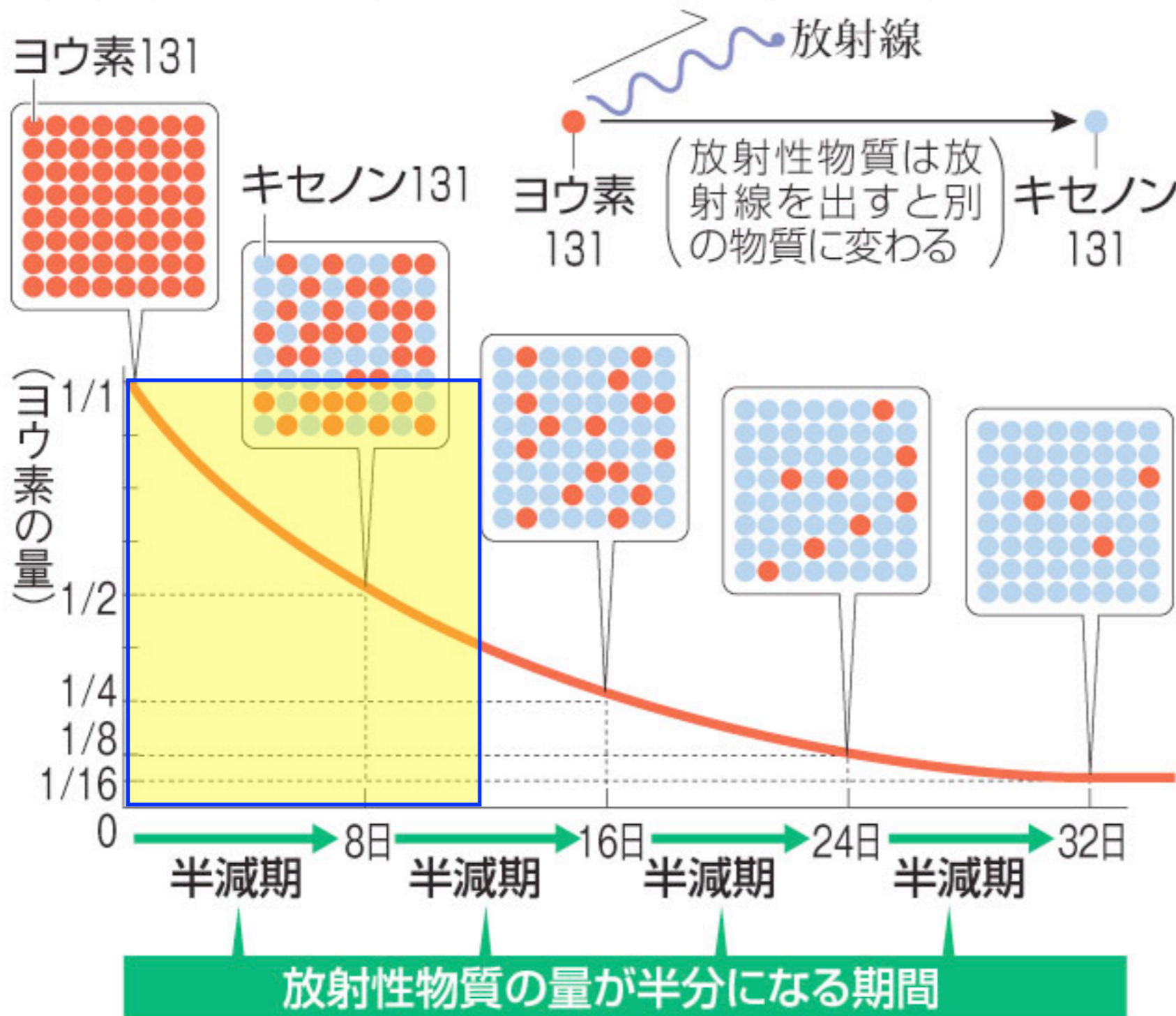
## 放射能 (radioactivity) の単位

[Bq] | Bq = 1 dps      ベクレル (秒当たり1崩壊)

Becquerel      decay/disintegration per second

(ヨウ素換算63万テラベクレル, <http://bit.ly/fRxmkt> これを放射性ヨウ素131の質量に焼き直すと, およそ1) 100トン 2) 100 キログラム 3) 100 グラム 4) 100ミリグラム, ?)

### 放射性物質の半減期のしくみ(ヨウ素131の例)



注：ヨウ素等価換算は、環境や人への影響を勘案して係数を決めている。ヨウ素以外の核種の質量を計算するには適していない。ヨウ素131については、15万テラベクレルの放出と言われているので、その質量は上の問いに対する計算値の4分の1となる。また、半減期の長いセシウム137などでは、同じベクレル数でも、モル数も質量もヨウ素に比べてずっと大きくなる。

(ヨウ素換算63万テラベクレル, <http://bit.ly/fRxmkt> これを放射性ヨウ素131の質量に焼き直すと, およそ1) 100トン 2) 100 キログラム 3) 100 グラム 4) 100ミリグラム, ?)

[less than a minute ago](#) via [Echofon](#) ☆ [Favorite](#) ↻ [Retweet](#) ↩ [Reply](#)



[ryugo hayano](#)  
hayano

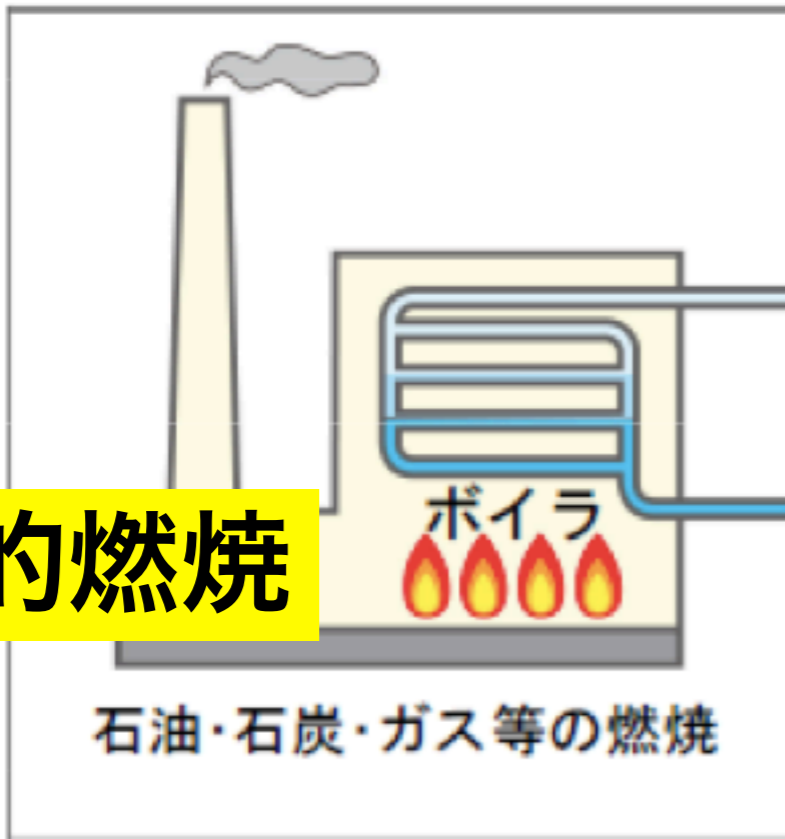
**放射線のもつエネルギーは？ (eV, J)**

**1 ミリシーベルトを熱エネルギーに直すと？ (K)**

# 火力発電と原子力発電の違い

火力

化学的燃焼

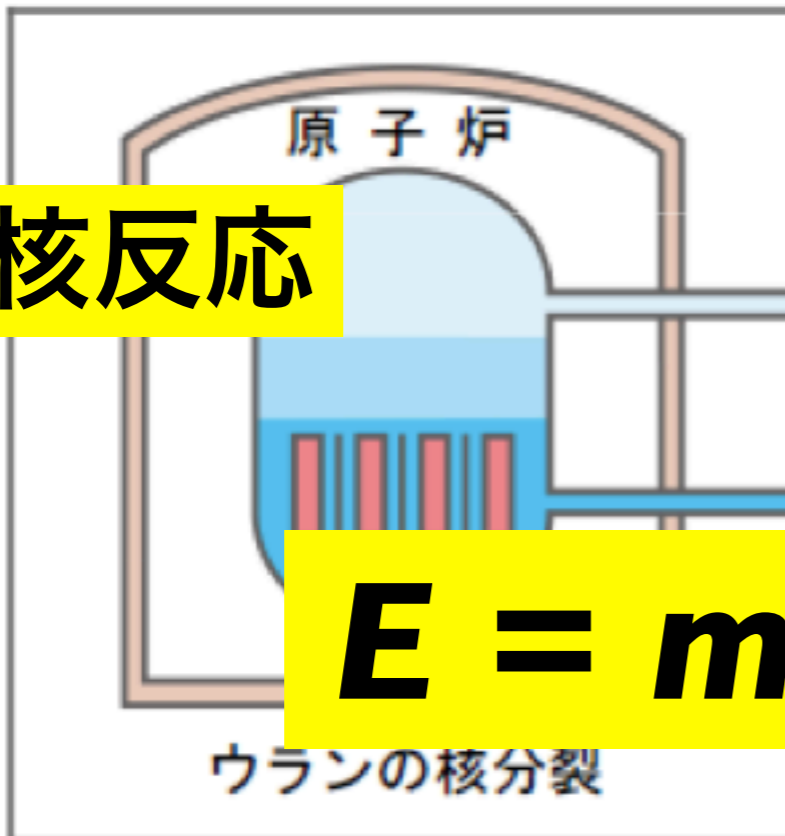


石油・石炭・ガス等の燃焼

原子核反応

原子力

$$E = mc^2$$



ウランの核分裂

蒸気

水

蒸気

給水ポンプ

タービン

復水器

循環水ポンプ

変圧器

発電機

→ 放水路へ

← 冷却水(海水)





分子  
molecule

nm ( $10^{-9}$  m)

ナノメートル

化学

eV

電子ボルト

Chemistry



原子  
atom

Å ( $10^{-10}$  m)

オングストローム

原子物理学

Atomic Physics

eV – keV

数電子ボルト～

キロ電子ボルト

# 錬金術はなぜ失敗したか



原子核  
nucleus

原子核物理学

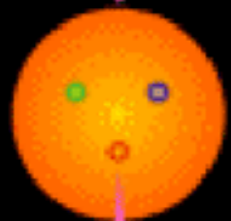
Nuclear Physics

fm ( $10^{-15}$  m)

フェムトメートル

MeV

メガ電子ボルト



陽子  
proton

素粒子物理学

Particle Physics

am ( $10^{-18}$  m)

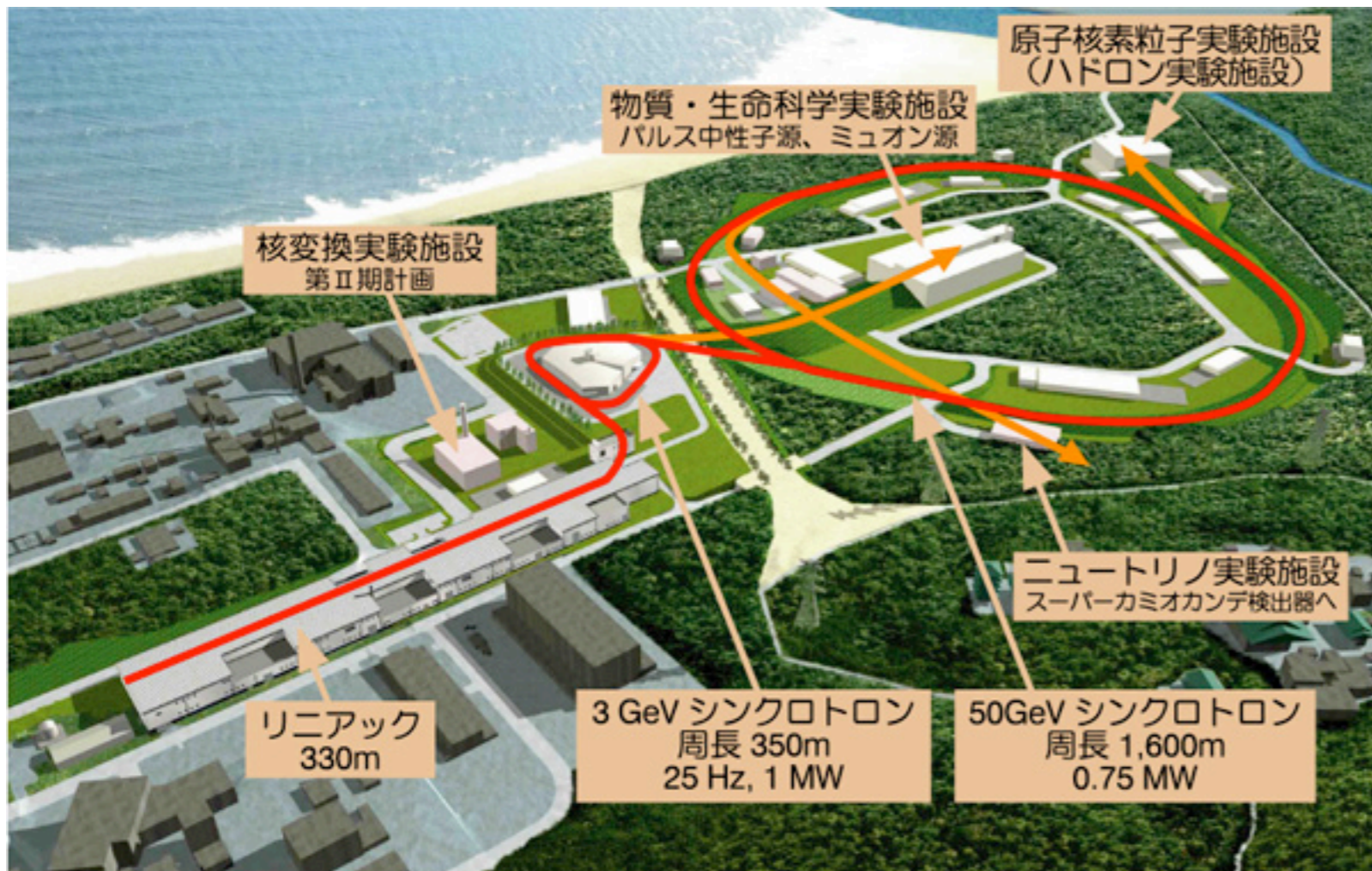
アトメートル

GeV

ギガ電子ボルト

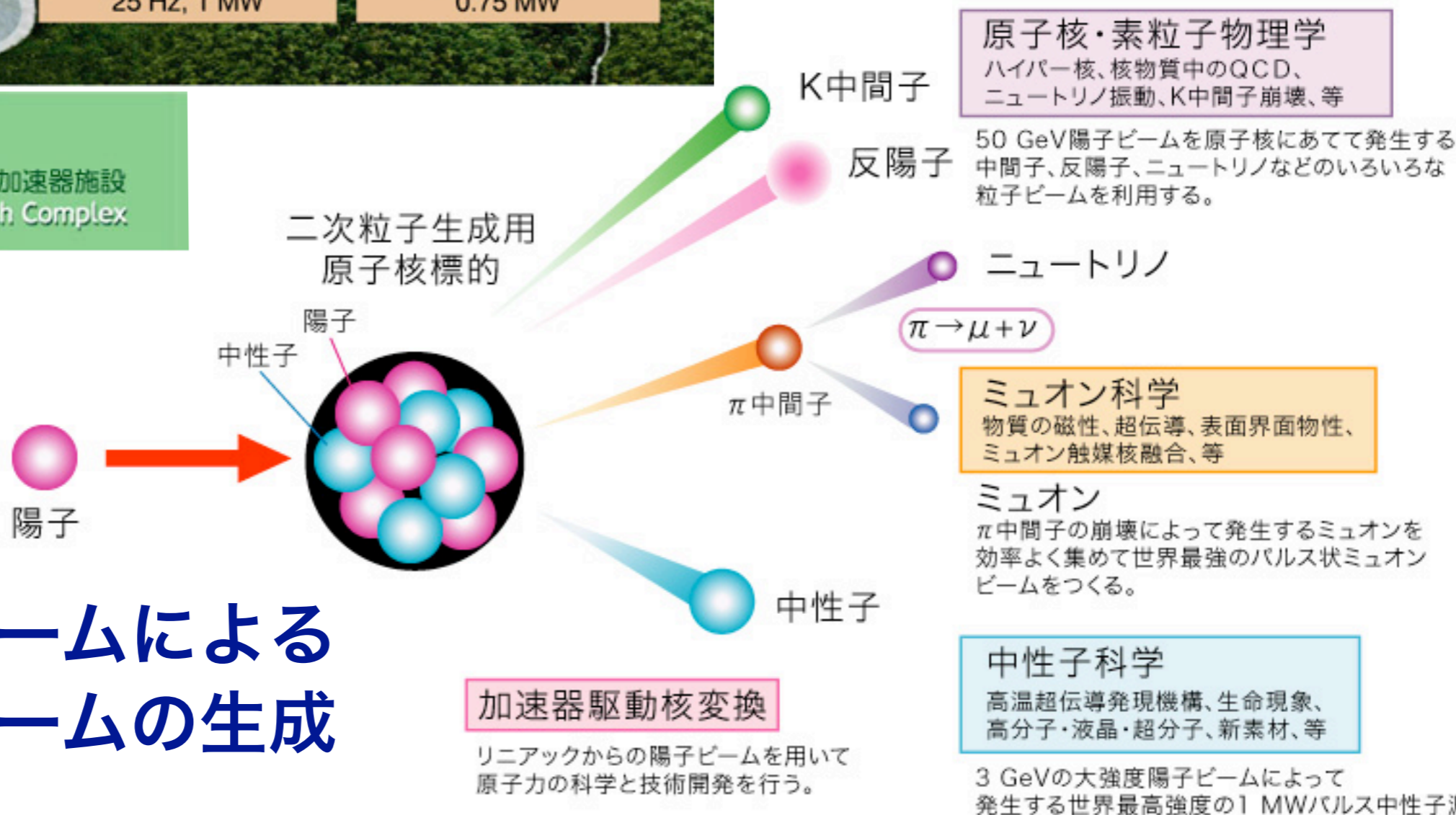


クォーク  
quark



独立行政法人 日本原子力研究開発機構  
Japan Atomic Energy Agency

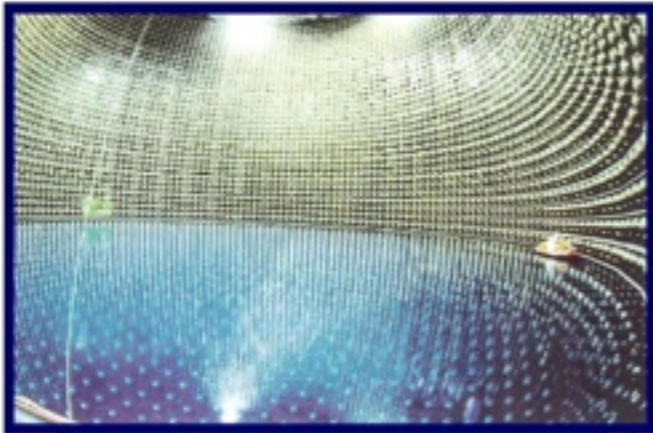
**J-PARC** 大強度陽子加速器施設  
Japan Proton Accelerator Research Complex



# 大強度陽子ビームによる 多様な粒子ビームの生成



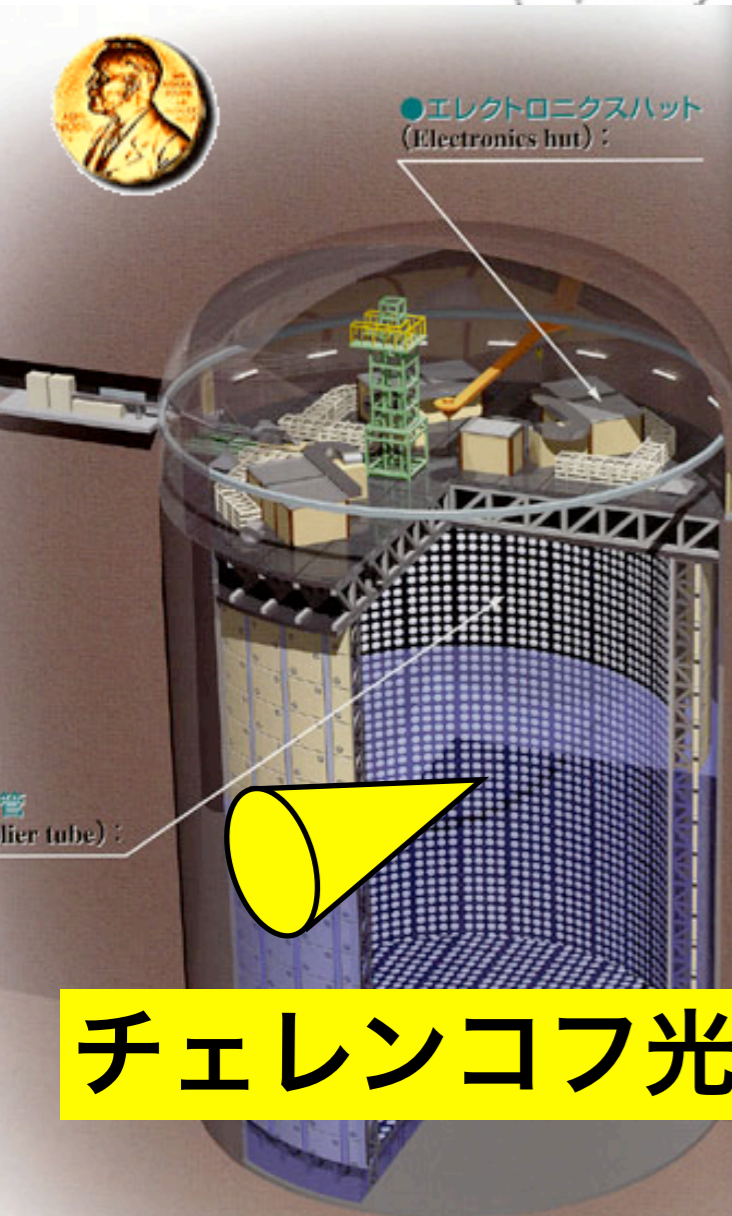
# Super-Kamiokande



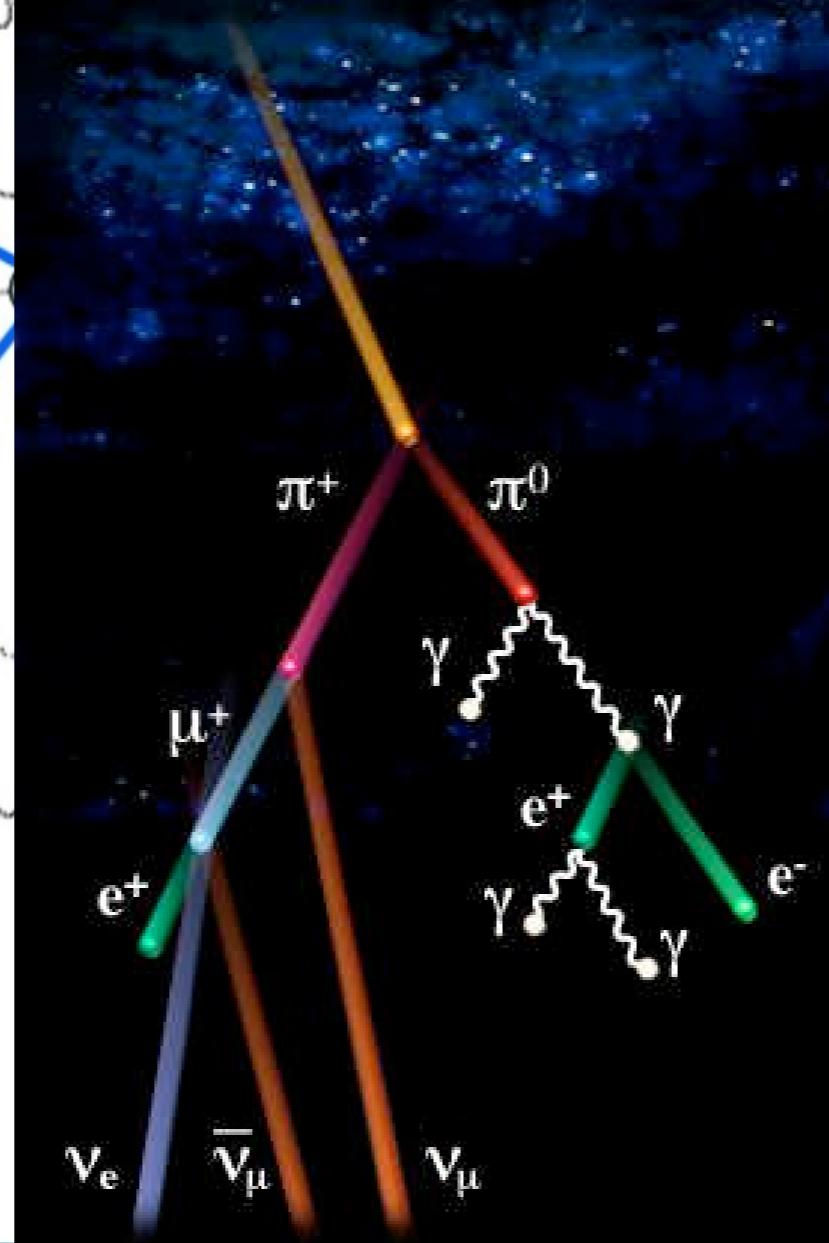
スーパー  
カミオカンデ



●エレクトロニクスハット  
(Electronics hut):



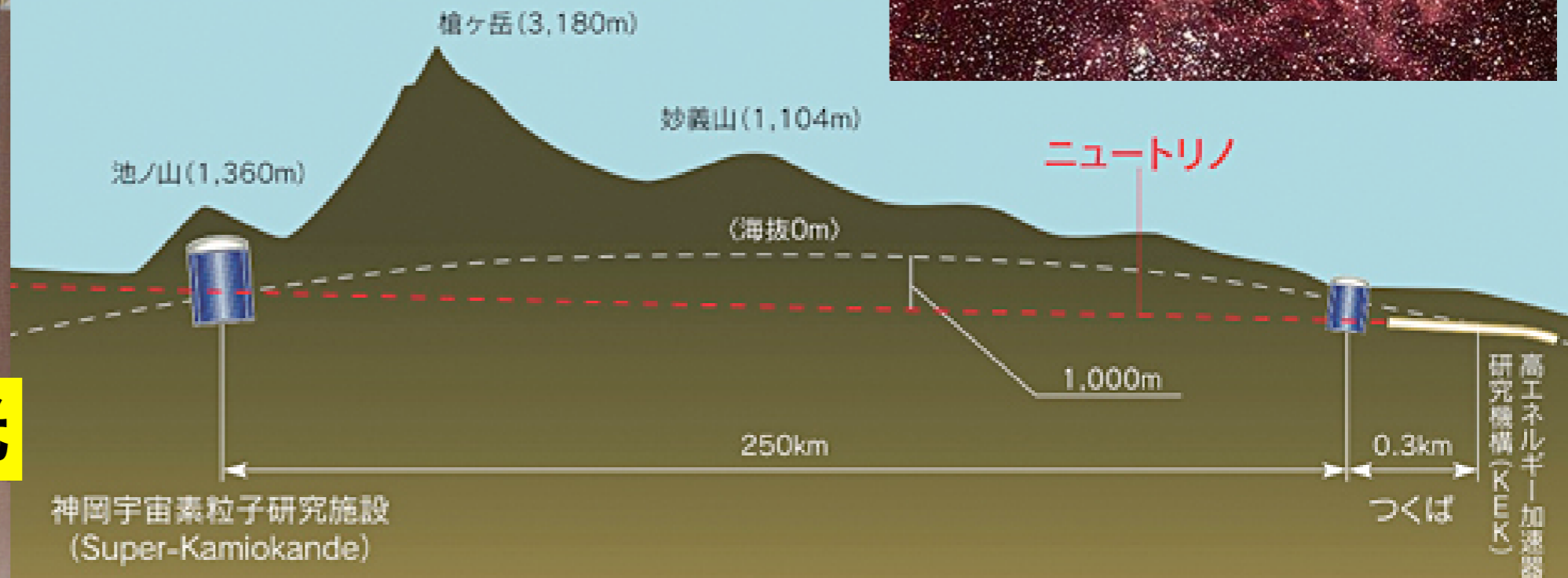
# チェレンコフ光



# Neutrino beam



大強度陽子加速器  
ニュートリノビーム

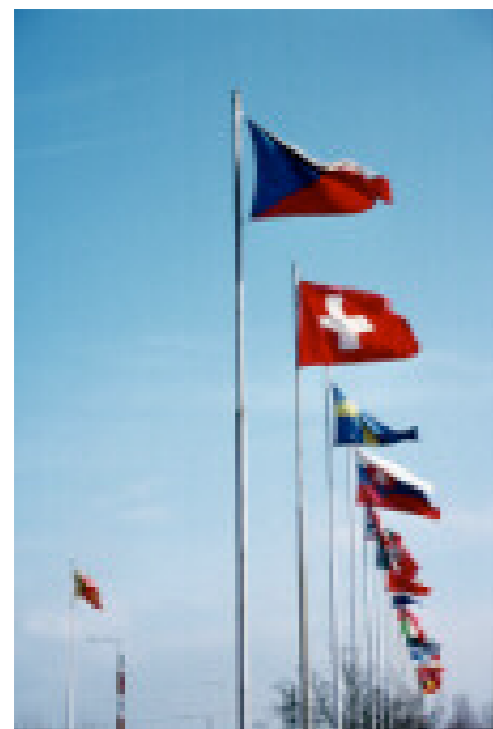


神岡宇宙素粒子研究施設  
(Super-Kamiokande)

高エネルギー加速器  
研究機構(KEK)

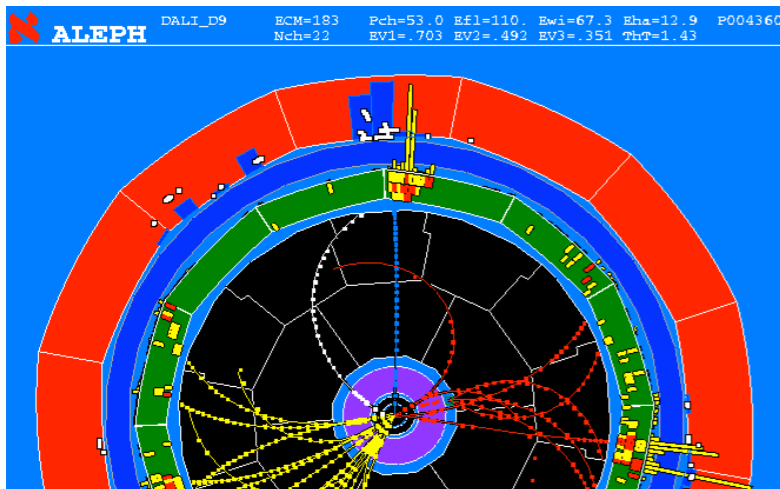


**CERN** セルン：欧州合同原子核研究機関  
European Organization for Nuclear Research  
Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire



*Questions:*

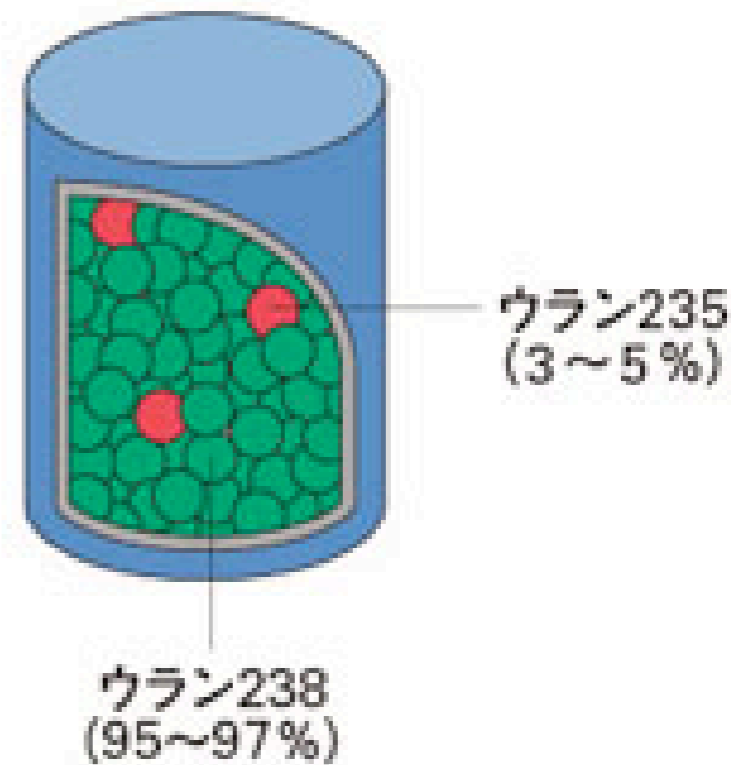
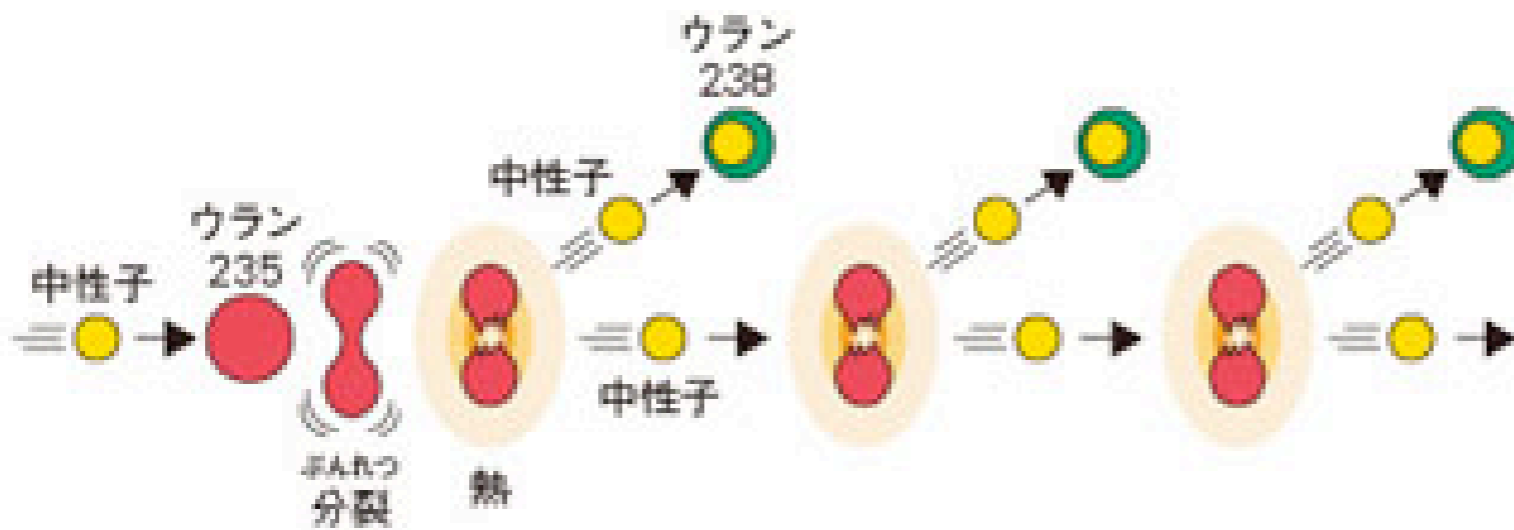
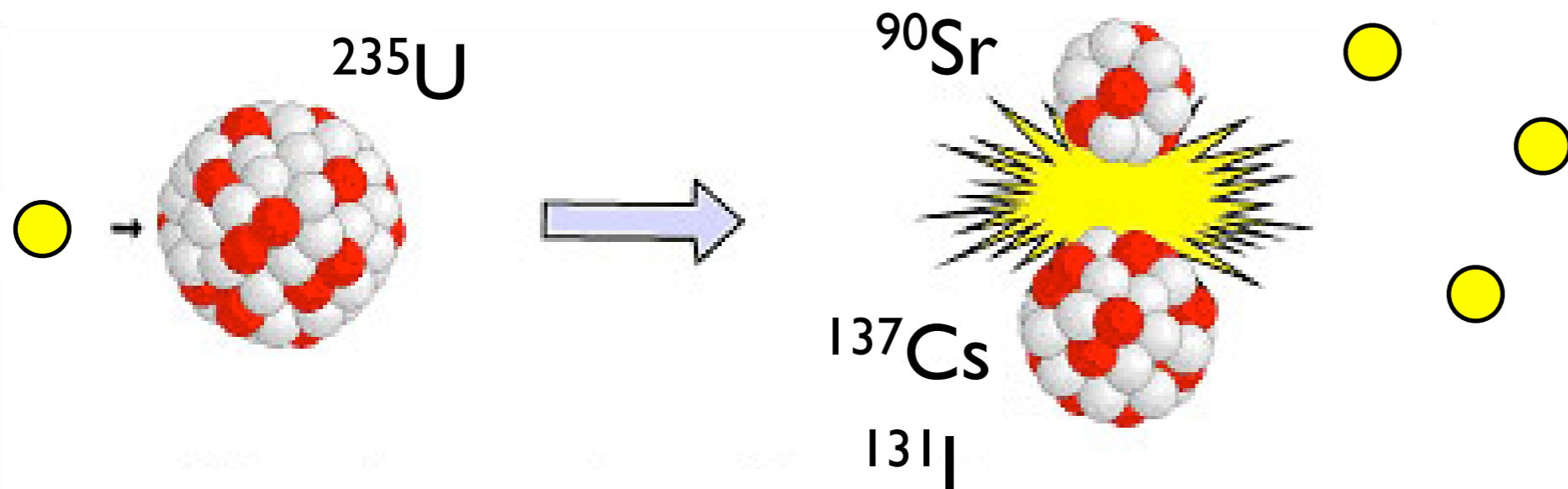
*Why accelerators?  
Why so large?  
Why circular rings?*



加速器科学

第13回：1/25

# 原子核分裂反応

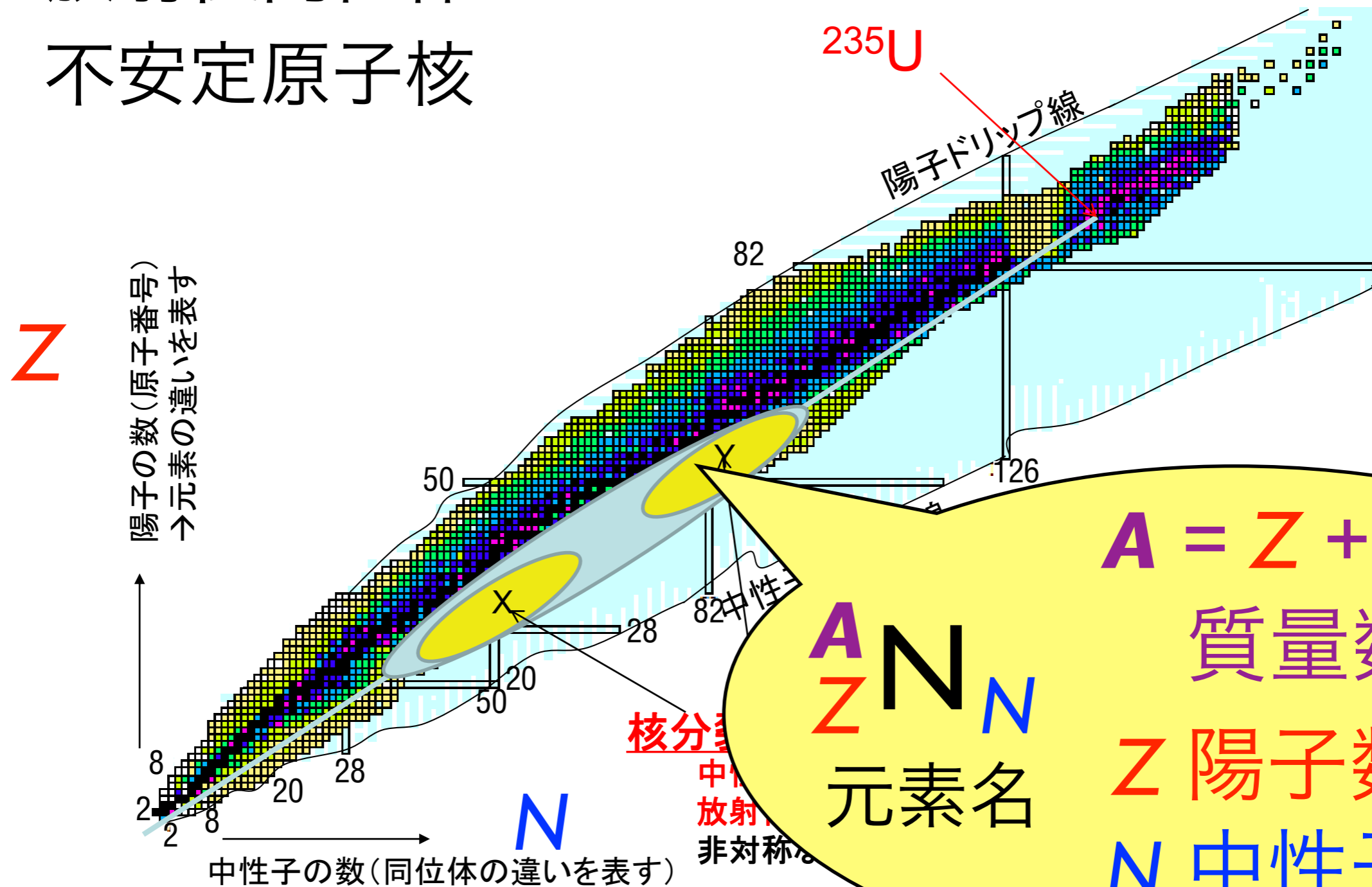


中性子 + ウラン 235 / 238

# 原子核物理学

## Nuclear Physics

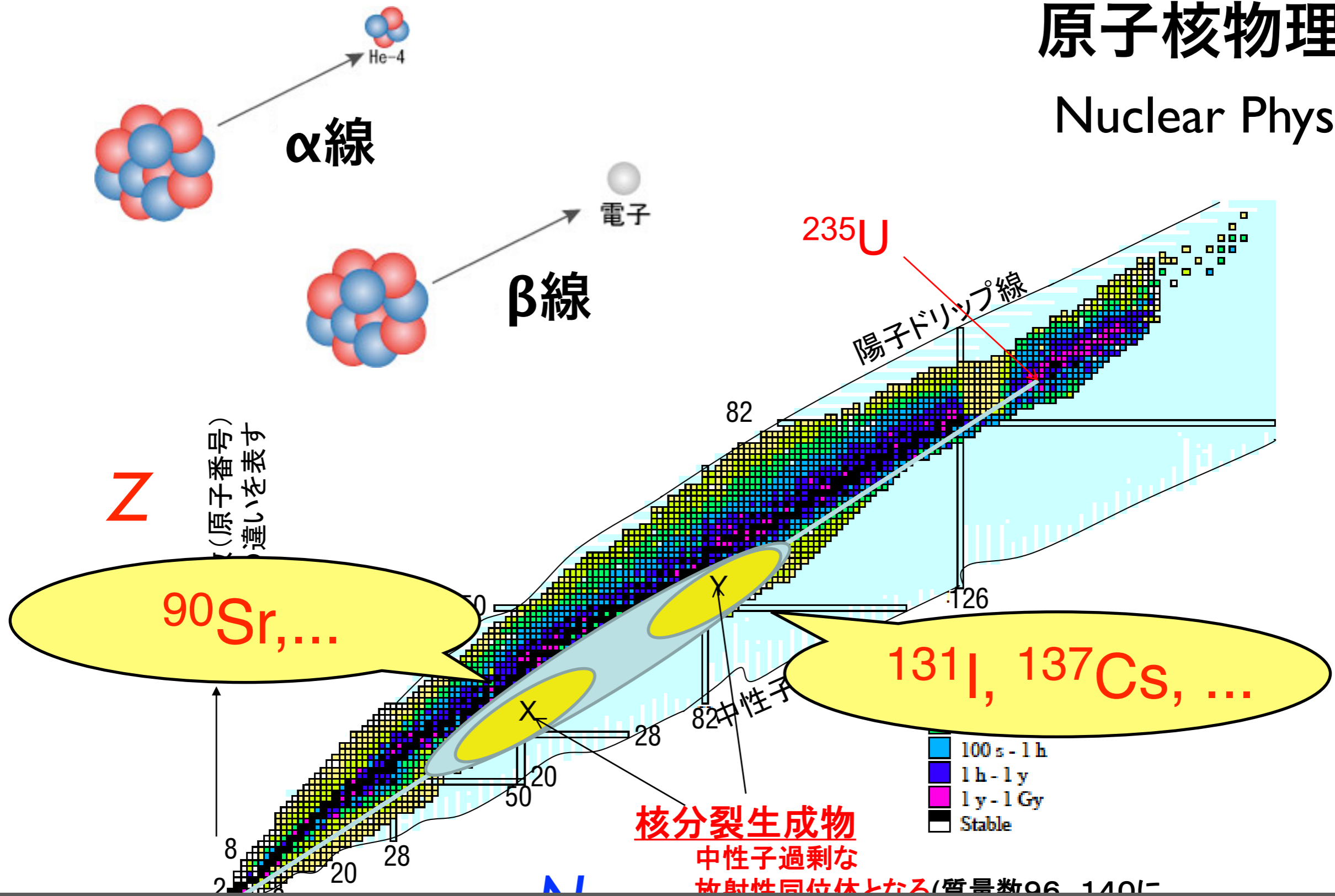
放射性核種  
放射性同位体  
不安定原子核



Nuclear Chart 核図表

# 原子核物理学

## Nuclear Physics





第 3・4・10 回：  
10/26, 11/2, 12/14

# 放射線計測学 環境放射化学

【 教養学部化学部会 小豆川 勝見 】

(放射線の測定原理・方法・問題点)

(放射線量の時間変化・濃縮と拡散)

# 放射線を科学的に理解する (化学分野)

担当: 小豆川(しょうずがわ)勝見

# 放射線を測定する科学 - 環境放射化学(1)

- ▶ 「放射性セシウムが1kgあたり〇〇Bq」、どうやって測っている?
- ▶ 放射線の種類と測定機器の特性
  - サーベイメータ(GM, NaI...)
  - ゲルマニウム半導体検出器
  - 液体シンチレーションカウンタ
  - アルファスペクトロメトリ
- ▶ 「放射性セシウム100Bq/kgの基準値」の意味を測定の現場から解説
  - 測定値には隠れた意味がいっぱい。

**環境放射能は体温計のように測れるものではない!**



# 可搬型の空間線量計



日立アロカ社ウェブサイトより



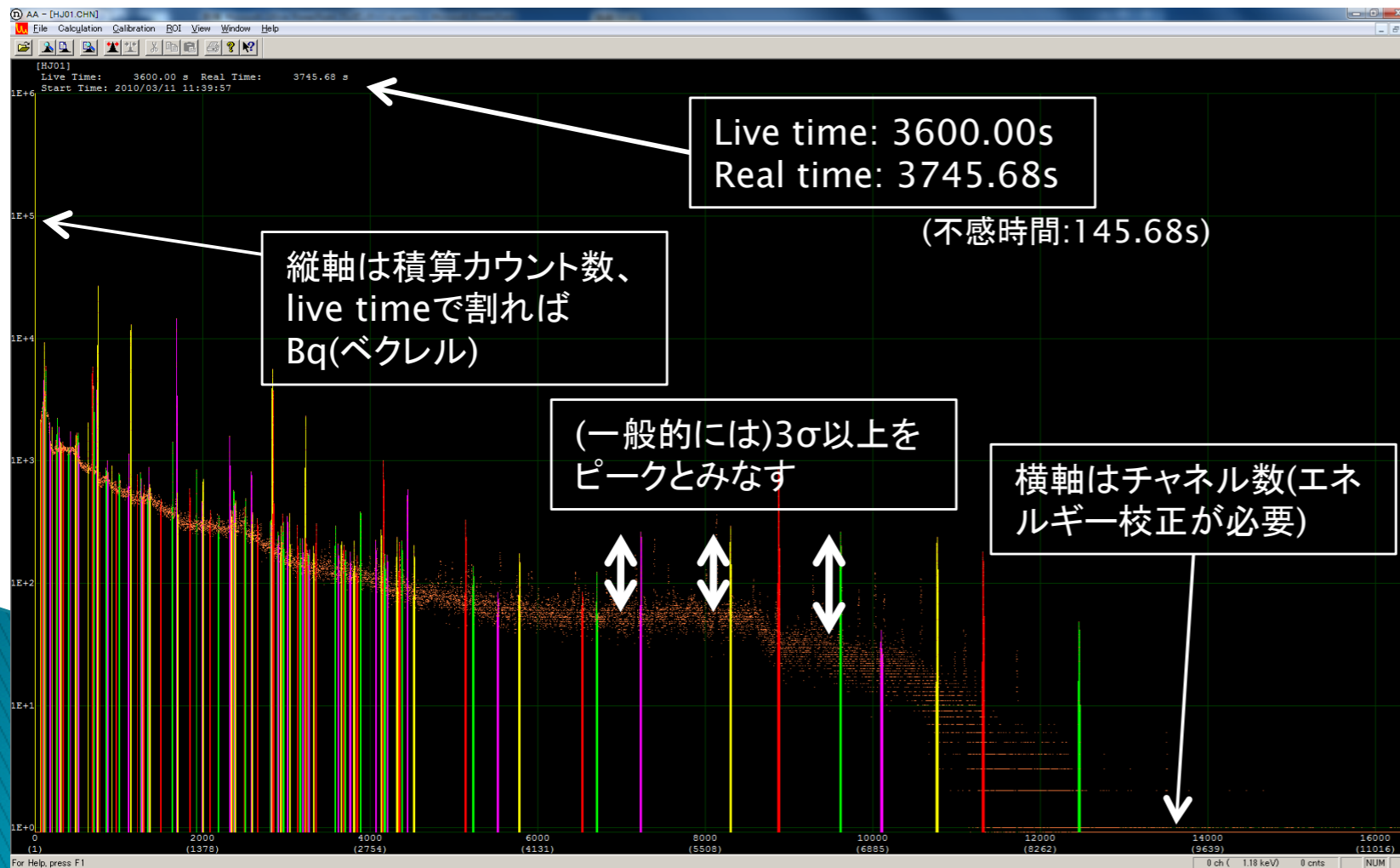
HORIBA社ウェブサイトより

- ▶ それぞれの測定器の特性と示される値の意味は何か。
- ▶ 同じ対象物を測定しているのになぜ値が異なるのか。



# ゲルマニウム半導体検出器

- ▶ どうやってBq単位の濃度を決定する?
- ▶ ガンマスペクトルの読み方
- ▶ 示された値の問題点は何か
  - 放射性セシウムの暫定基準値500Bq/kgの計算方法



ガンマスペクトルの例  
(測定時間1時間)

# 放射線を測定する科学 - 環境放射化学(2)

- ▶ 降ってきた放射性物質はその後どうなる？
  - 福島第一原発周辺(0-35km圏内)の放射能と核種
  - 「ホットスポット」から「ホットエリア」へ
- ▶ サンプル別の特性(植物、土壌、水...)
- ▶ 前回の講義で「測定上の問題」を議論した。その結果を踏まえて、環境中試料に含まれる放射性物質の挙動について議論したい。

サンプル別、地域別の核種の挙動を理解して欲しい

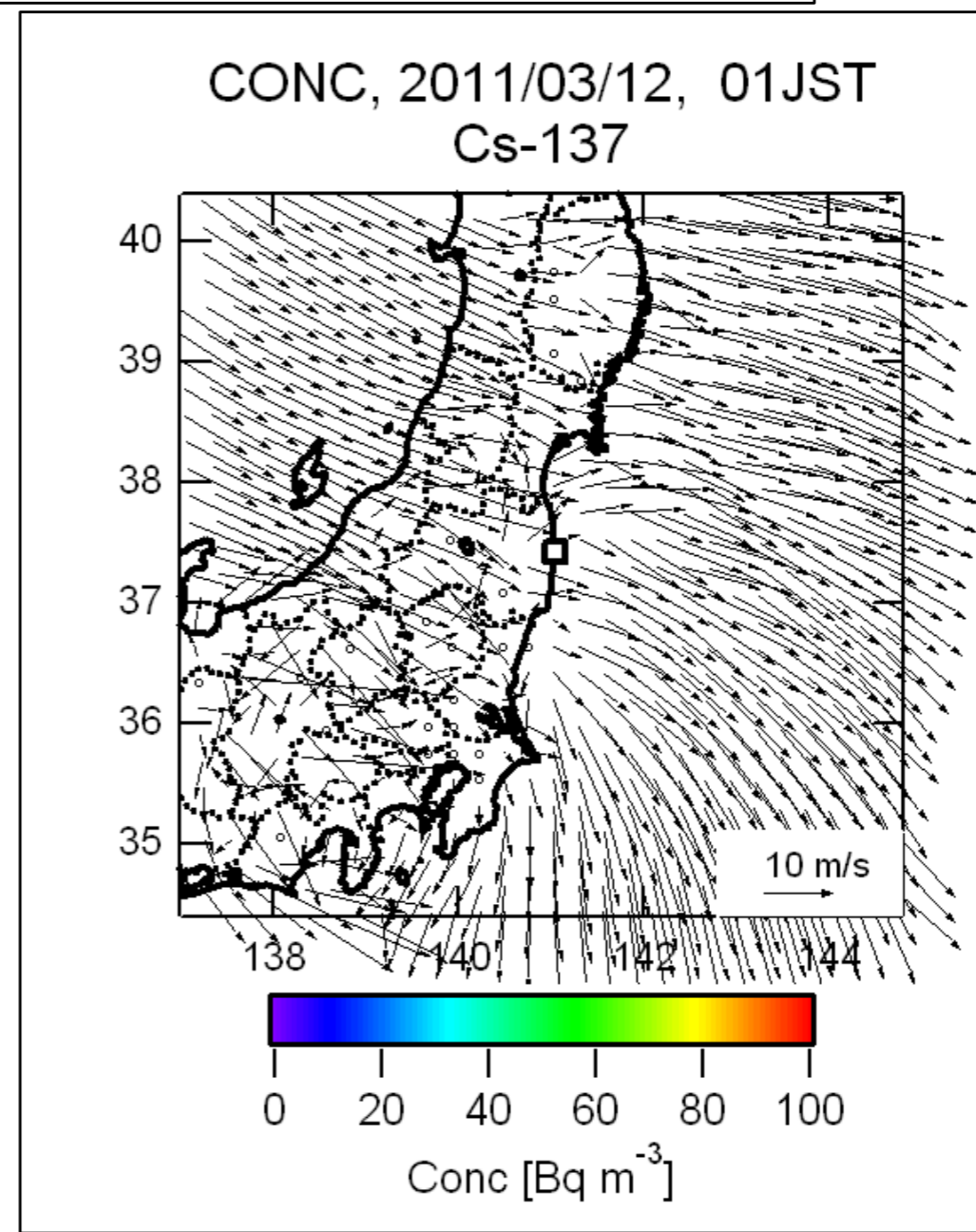
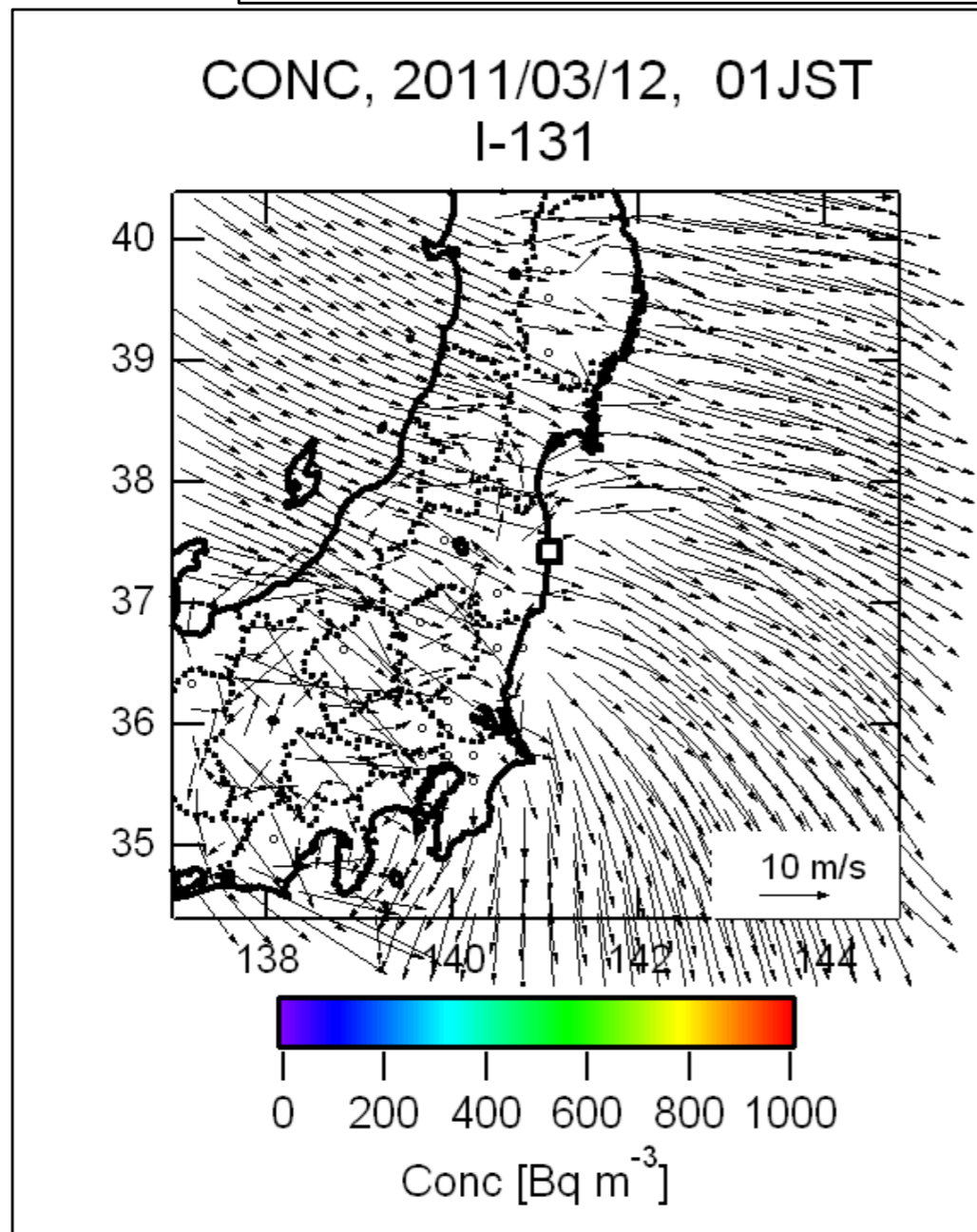
# 放射線を測定する科学 - 環境放射化学(3)

- ▶ 福島原発事故はどう起きたのか
  - モニタリング値と実測値の違い。
  - SPEEDIをはじめとした拡散シミュレーションと実際の環境試料の放射能を各種別に比較
  - 陸域/海域のシミュレーション
  - モニタリングポストの空間線量値の推移

事故の過程を示すとともに、今後の放射線量の推移を議論したい

# 拡散シミュレーションと実際に観測された放射能の差違

2011年8月25日付 国立環境研究所 報道発表資料



▶ 実測値との差違を議論したい

# 化学分野では...

- ▶ 講義のポイントは3点。
- ▶ 「測り方」「核種の移動」「事故の検証と今後の推移」
- ▶ 福島第一原子力発電所正門前で採取された土壌、植物片をはじめ、多くの地点で採取してきたサンプルを用意します。
- ▶ 測定の現場から、「天然の放射能」から「原発由来の放射能」を詳しく講義します。

第8回：11/30



# 環境システム工学

【工学部都市工学 森口 祐一 先生】

(放射性物質の除染、がれき処理)

# 11/30 森口先生にお越し頂きます

English

森口 祐一

Yuichi MORIGUCHI

生年月日：昭和34年6月13日

学位：京都大学 博士(工学)

現職：東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 教授  
(新領域創成科学研究科環境システム学専攻 兼任)



▶ 震災以降、震災で発生した廃棄物の諸問題について多方面でご活躍

▶ 昨年12月にはNHKクローズアップ現代で放射性物質の「都市濃縮」を取り上げた回にスタジオ出演

▶ 11/30には「瓦礫処理問題」「除染(環境回復)」についてお話し頂きます

▶ Twitterでも情報発信

ニュース:

2012年度	
2012年6月9日	東京都市研究所 公開講座「どう処理する, 震災廃棄物」にパネリストとして参加しました。
2012年5月31日	NHKラジオ「私も一言! 夕方ニュース」で震災廃棄物処理問題についてコメントしました。
2012年5月28日	NHKテレビ「あさイチ!」に出演し, 震災廃棄物処理問題についてコメントしました。

森口祐一 @y\_morigucci

国立環境研究所29年間在籍後2011年4月から東大・工学系研究科都市工学専攻・教授。日本学術会議、環境省、厚生労働省、国土交通省の放射能対策関連の委員会委員。京都大学衛生工学科在学時の研究室は原子力と関係あり。博士論文のテーマは大気拡散。現在の専門は物質フロー分析。マスメディア経由では伝えきれない情報をつぶやきます。

Tsukuba or Tokyo · <http://www.urm.t.u-tokyo.ac.jp/member/yuichi.html>

ツイート

森口祐一 @y\_morigucci 4時間  
情報共有ありがとうございます。15日の放出の原因・タイミングと拡散について引き続き解釈を試みます。 @IPatrioticmom @drsteppenwolf @miakiza20100906

森口祐一 @y\_morigucci 7時間  
横失。福島第二のMPデータならば [pref.fukushima.jp/l/post4-201209...](http://pref.fukushima.jp/l/post4-201209...) の後ろのほうにあるのですが、お探しのものは第一のMPですよね。 @IPatrioticmom @drsteppenwolf @miakiza20100906



第5・12回：11/9, 12/14



# 放射線生物学 放射線の利用

【 教養教育高度化機構 渡邊 雄一郎 】  
教養学部生物部会

(放射線の生体への影響、放射線防護の考え方)

(育種、滅菌、工学応用など)

2012年10月12日

# 放射線生物学

## 放射線の生体への影響 放射線防護

教養学部 統合自然科学科

総合文化研究科 生命環境科学系

渡邊雄一郎

# 私の立場

平成23年度 国家試験

## 放射線取扱主任者試験

試験日程 第1種：8月24日（水）、25日（木）  
第2種：8月26日（金）

試験会場 札幌：北海道大学 青森：青森県立保健大学  
東京：成蹊大学 名古屋：名城大学  
大阪：近畿大学 福岡：西南学院大学

受験料 第1種：13,900円  
第2種：9,900円

試験方法 全課目択一式問題、マークシート方式

申込受付期間

20日（月）

まで有効です

### 【受験資格】

●特に制限はありません。

0日（月）の期間、  
サービスセンター等で入手  
センターへ、返信用封筒・

詳しくは、ホームページ（<http://www.nustec.or.jp/>）をご覧ください。

<お問合せ・申込受付>

財団法人 原子力安全技術センター

東京 放射線安全事業部 安全業務部 主任者試験グループ

〒112-8604 東京都文京区白山5-1-3-101 東京富士会館ビル9階

電話：(03) 3814-2480 FAX：(03) 2817-1617

大阪 西日本事務所

〒550-0004 大阪府大阪市西区靱本町1-9-15 近畿富士会館ビル9階

電話：(06) 6450-3320 FAX：(06) 6450-3321

# 放射線主任者免許取得者

を科学する - 食品安全委員会

良の女王、を科学する。



ホーム サイトマップ English page

サイト内検索  検索

文字サイズ拡大表示 A→A - = +



### 重要なお知らせ

- [東北地方太平洋沖地震の原子力発電所への影響と食品の安全性について \(第52報\) - NEW -](#)
- [「放射性物質に関する緊急とりまとめ」 \(3月29日\)](#)
- [委員長からのメッセージ \(緊急とりまとめを終えて\)](#)
- [放射性物質と食品に関するQ&A \(4月22日更新\)](#)
- [放射性物質のワーキンググループ開催案内・実績](#)
- [腸管出血性大腸菌による食中毒に関する情報 - NEW -](#)
- [腸管出血性大腸菌による食中毒の防止について](#)

### お知らせ

- 2011.04.22 → [平成20年以前に輸入された非食用米穀等の不適正流通について \(農林水産省発表資料\)](#)
- 2010.12.20 → [野鳥等における鳥インフルエンザについて \[PDF\] \(平成22年12月28日更新\)](#)
- 2010.12.16 → [ファクトシート「トランス脂肪酸」を更新 \[PDF\]](#)
- 2010.11.24 → [高濃度にジアシルグリセロール \(DAG\) を含む食用油等に関連する情報 \(平成22年11月24日更新\)](#)
- 2010.11.18 → [ファクトシート「フラン」を掲載 \[PDF\]](#)

### FSC For You

消費者の方向け  
情報

Click! >>

お母さんになる  
あなたへ

Click! >>

キッズ  
ボックス

Click! >>

NEW

動画配信など  
ビジュアル資料

Click! >>

▶ FSC Views

▶ 食品健康影響評価 (リスク評価)

▶ 意見・情報の交換 (リスクコミュニケーション)

▶ 会議開催予定と委員会の実績

▶ 食品安全委員会とは

▶ リンク集

▶ アーカイブ

食の安全についてのご相談・ご意見は...

**食の安全ダイヤル**  
03-6234-1177

Click! >>

E-mail でも受け付けています。

【受付時間】 平日 10時～17時 / 休日・年末年始を除く

皆さまのご意見を募集しています!

**パブリック・コメント募集**  
Public Comment

Click! >>

情報がメールで届きます!

メールマガジン バックナンバーもこちら

**「食品安全e-マガジン」配信登録**  
Mail Magazine

Click! >>

毎日定時にお届け! バックナンバーもこちら

**「新着情報お知らせメール」登録**  
Mail Information

Click! >>

「食の安全ダイヤル」にお寄せいただいた

#### 新着情報

▶ 更新情報はこちらをごらん下さい

2011/06/07 **委員会等** [食品安全委員会 \(第385回\) の開催について【開催日：6月9日\(木\)】](#)

2011/06/07 **委員会等** [食品安全委員会農薬専門調査会評価第二部会 \(第8回\) の開催について \(非公開\)【開催日：6月14日\(火\)】](#)

2011/06/03 **その他** [食の安全を科学する「サイエンスカフェ」「科学の目で見る食中毒 どうしてなるの? なったらどうなるの?」の動画配信を始めました。](#)

2011/05/25 **その他** [食品安全委員会事務局 技術参与 \(非常勤\) の募集について【農業関連】 \[PDF\]](#)

2011/05/19 [ピリダベンに係る食品健康影響評価に関する審議結果 \(案\)](#)

#### 注目キーワード

1. [放射性物質の食品健康影響評価](#)
2. [腸管出血性大腸菌による食中毒](#)
3. [食中毒予防のポイント](#)

データベースによる資料・情報の検索はこちら!

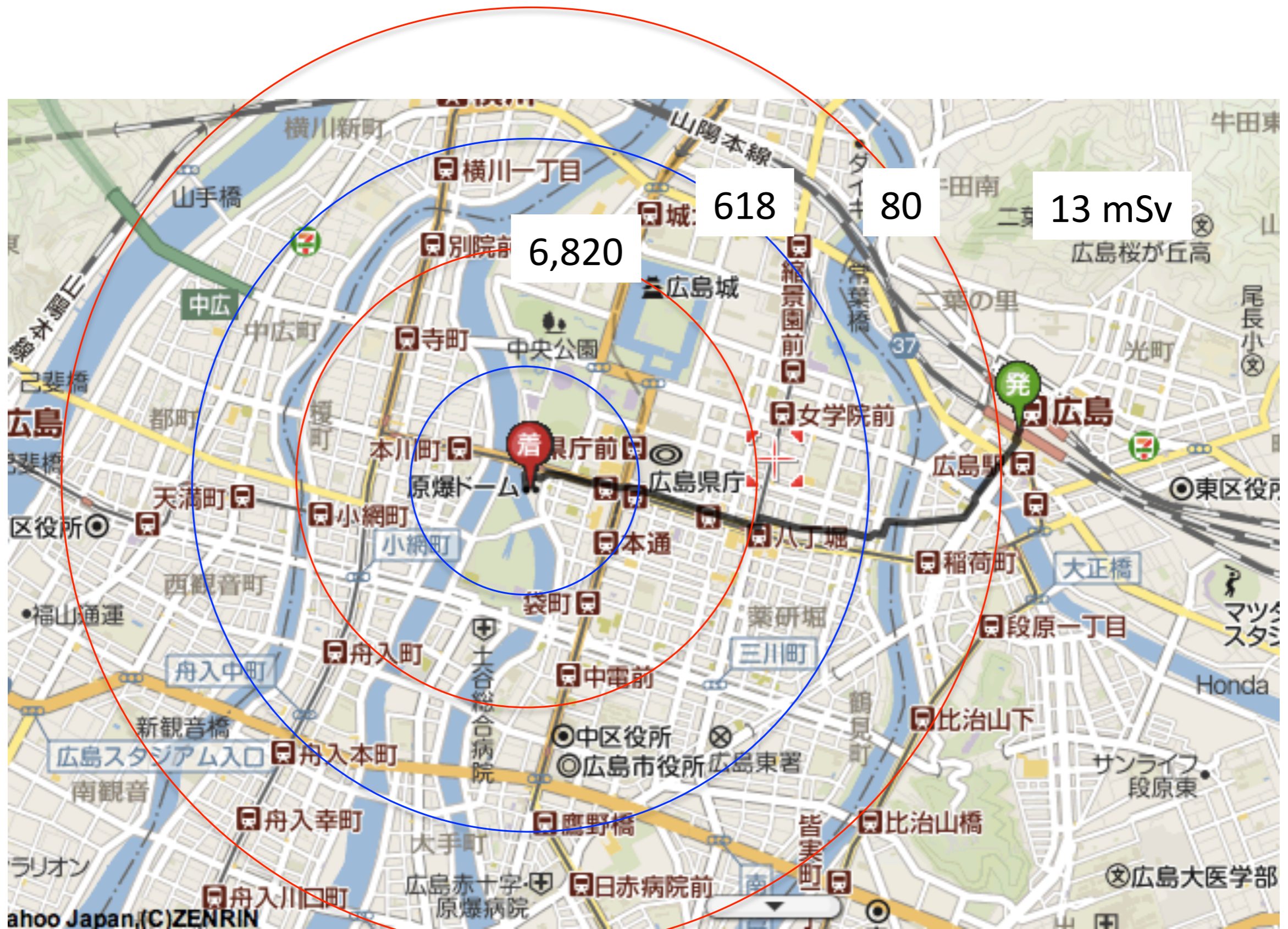
**食品安全総合情報システム**

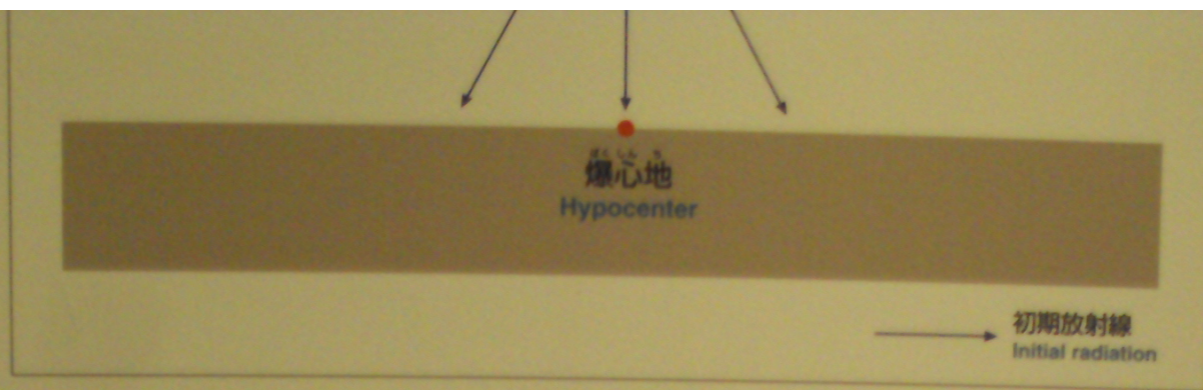
Click! >>

#### 専門調査会別情報

- ・ 企画
- ・ リスクコミュニケーション
- ・ 緊急時対応
- ・ 添加物
- ・ 農薬
- ・ 動物用医薬品







**Effects of Residual Radiation**

Residual radiation had devastating effects on human bodies. However, this residual radiation faded rapidly. A week later, it was about one millionth of the original level. Today, residual radiation from the Hiroshima A-bombing is almost gone.

**残留放射線の影響**

残留放射線は人体に強く影響を及ぼしました。その後、残留放射線は急速に減少し、1週間後には約100万分の1になりました。現在では、原子爆弾の爆発により生じた残留放射線が人体に及ぼす影響は全くありません。

放射線は遺伝子などに傷をもたらす  
低線量被ばくによる影響

細胞には修復能力がある

ただし修復能力にも限界がある

低線量でも確率論的にその傷が残り、  
癌につながる可能性が残る。

これが確率論的になる話

発がんリスク



# 放射線

？

地球、宇宙に生きている以上、いつも  
自然放射線を被曝している

磁場、オゾン層は宇宙線をカットしてくれている

そのレベルと比較してどうなのか

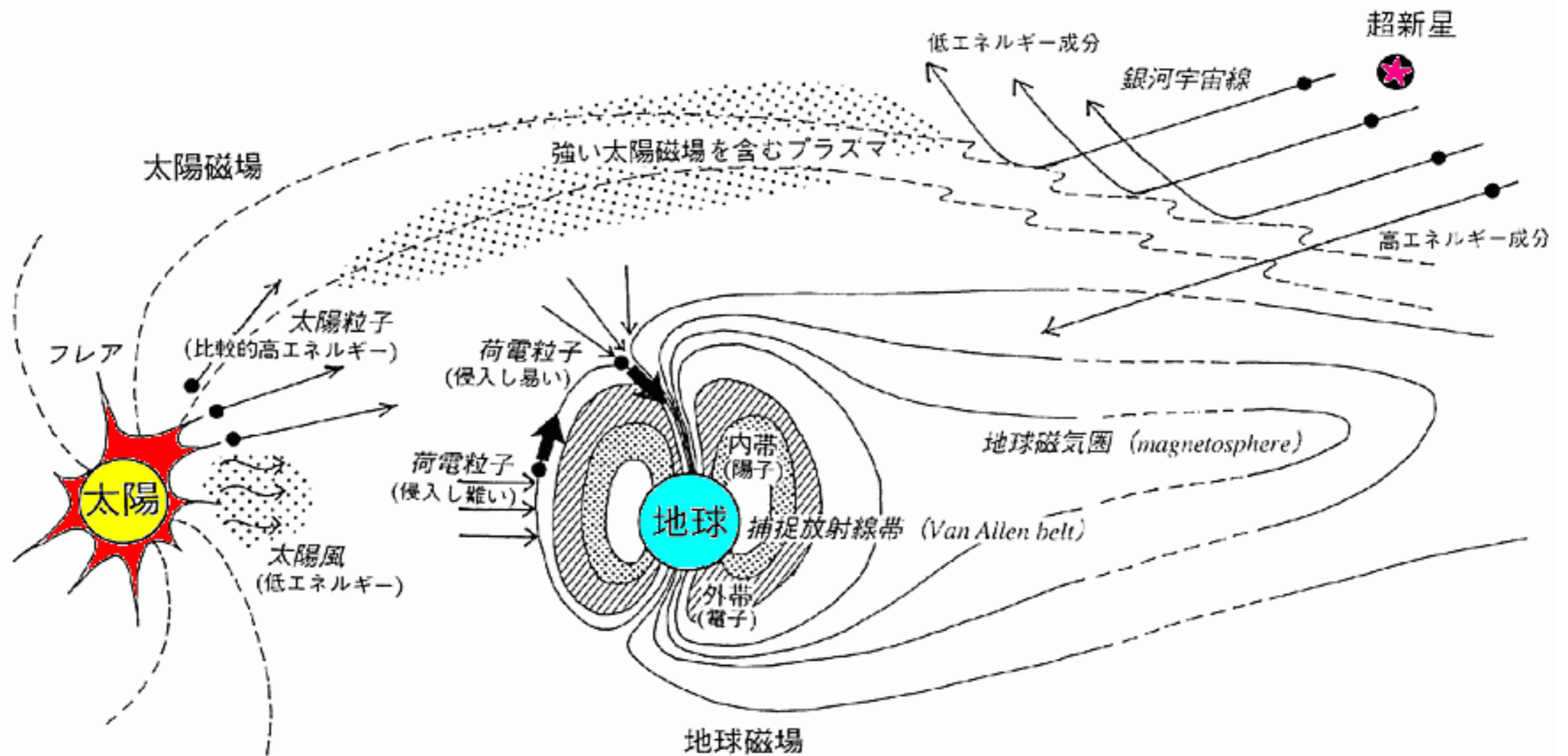
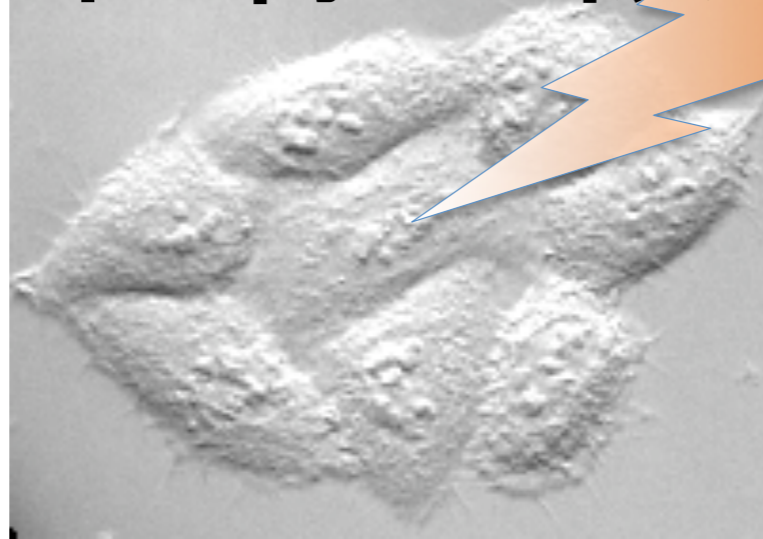


図1 宇宙放射線環境の構造

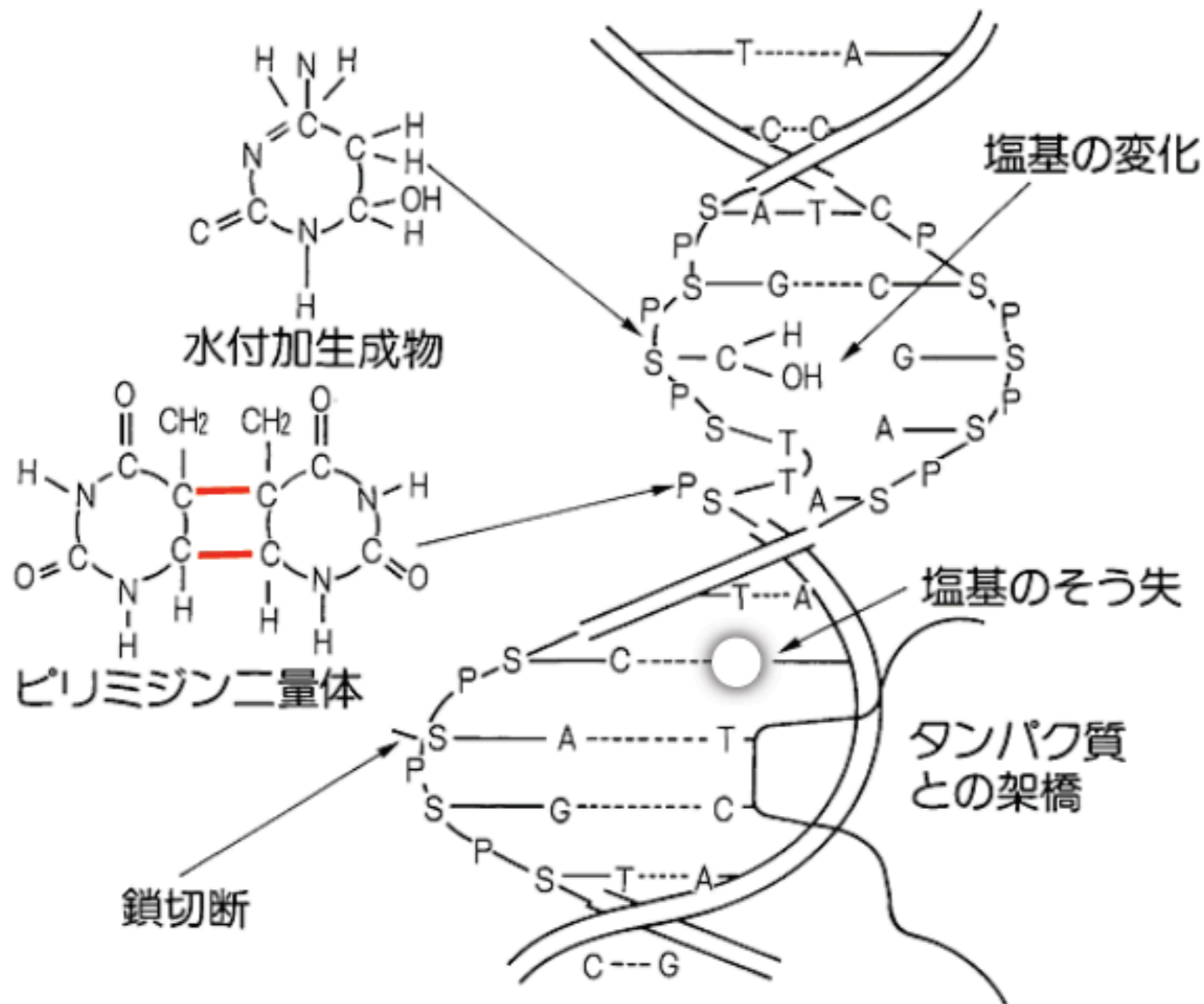
[出典] 藤高 和信: 宇宙環境の放射線、日本原子力学会誌、35(10)、21(1993)

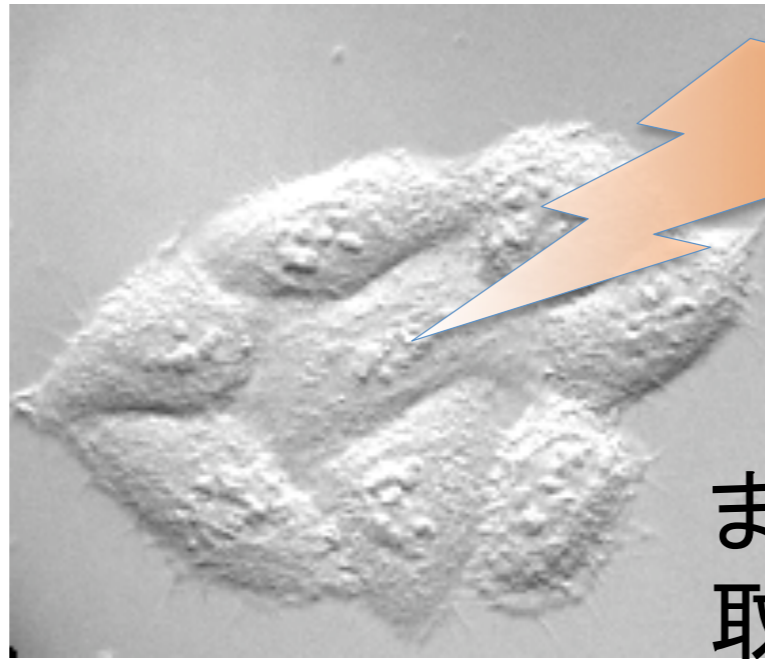
# 低線量被ばくによる影響



**核** にヒットすると、DNA分子を傷つける

影響がのこる



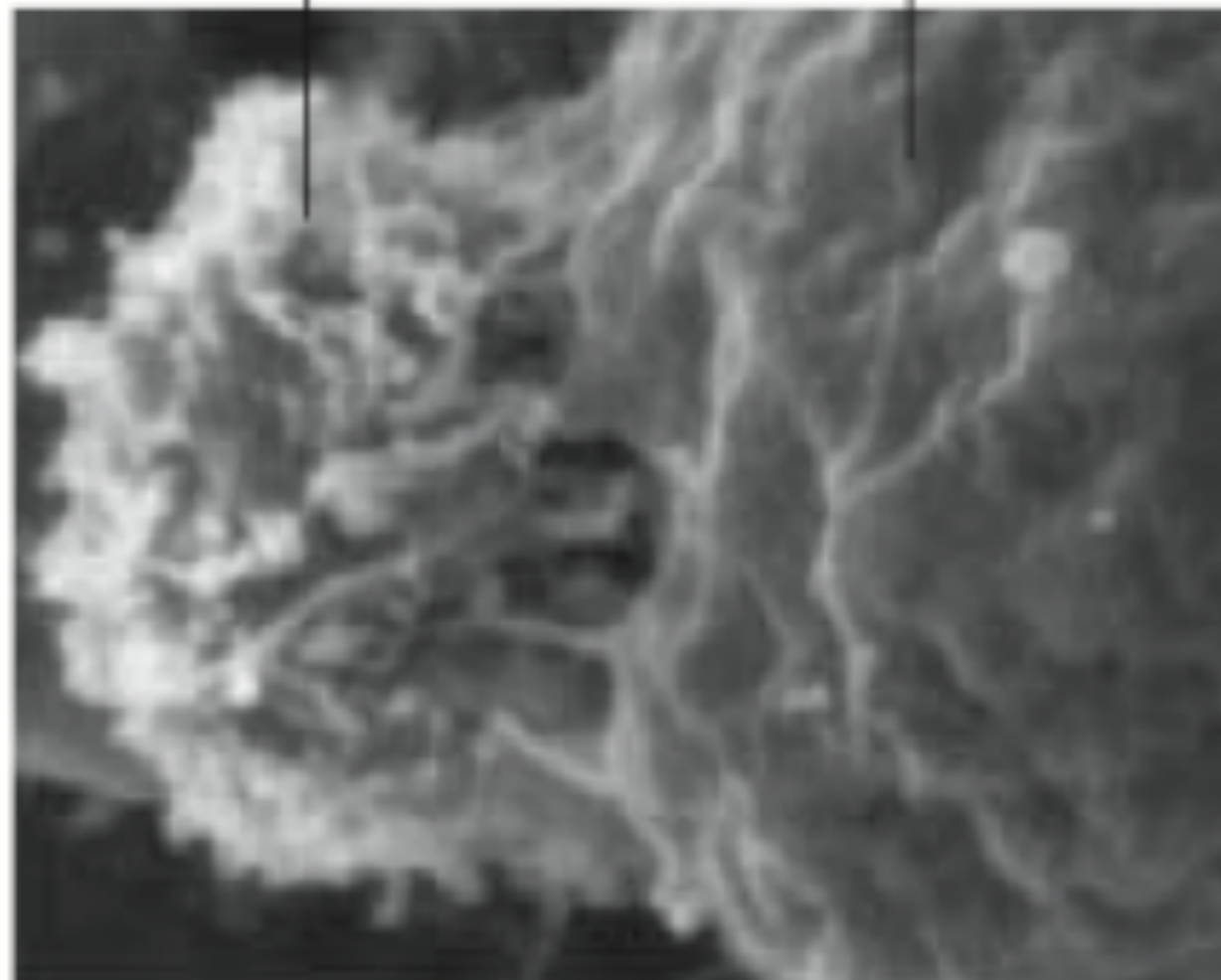


まれにDNA分子の傷が  
取り除けずに残ってしまう

natural killer cell

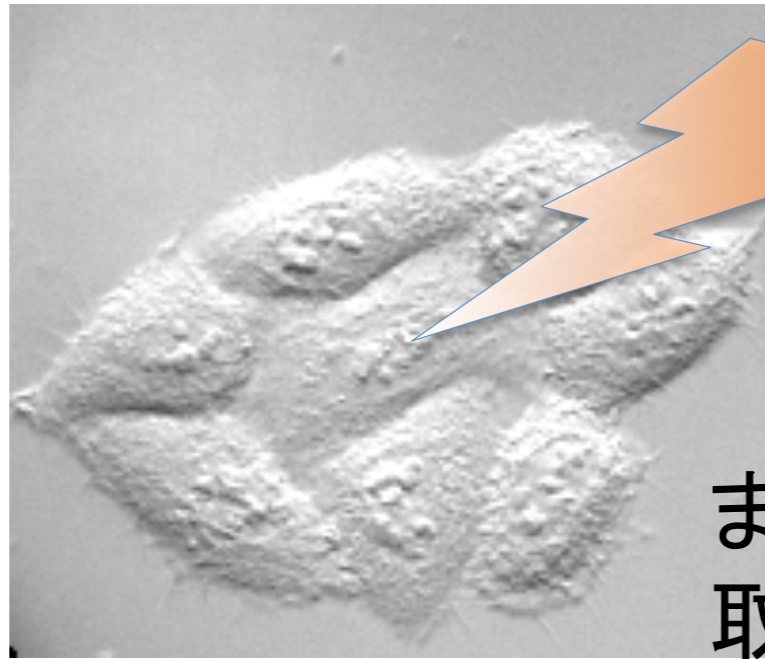
cancer cell

NK細胞

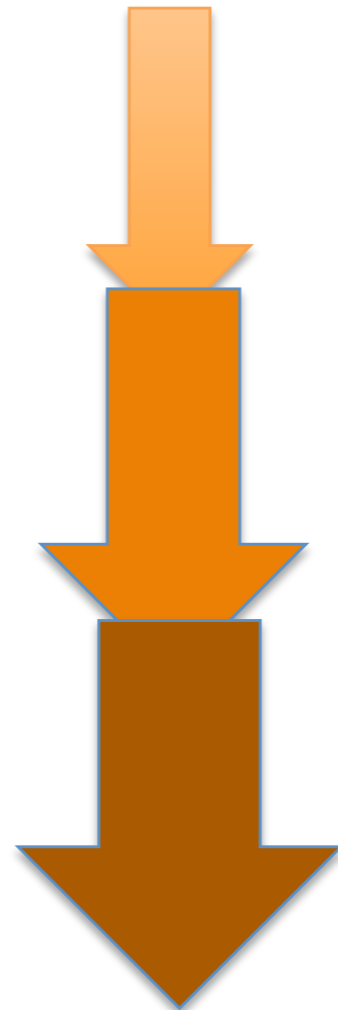


自

る



まれにDNA分子の傷が  
取り除けずに残ってしまう



修復の失敗

細胞死も起こらない

NK細胞も取り逃がした

がん細胞が残ってしまう

# 平成22年度日本人推計死亡数

死因	死亡数
悪性新生物	352 000
心疾患	189 000
脳血管疾患	123 000
死亡数	1 194 000

これがいわゆる癌

29.5%が 癌で死亡

# 発がん率

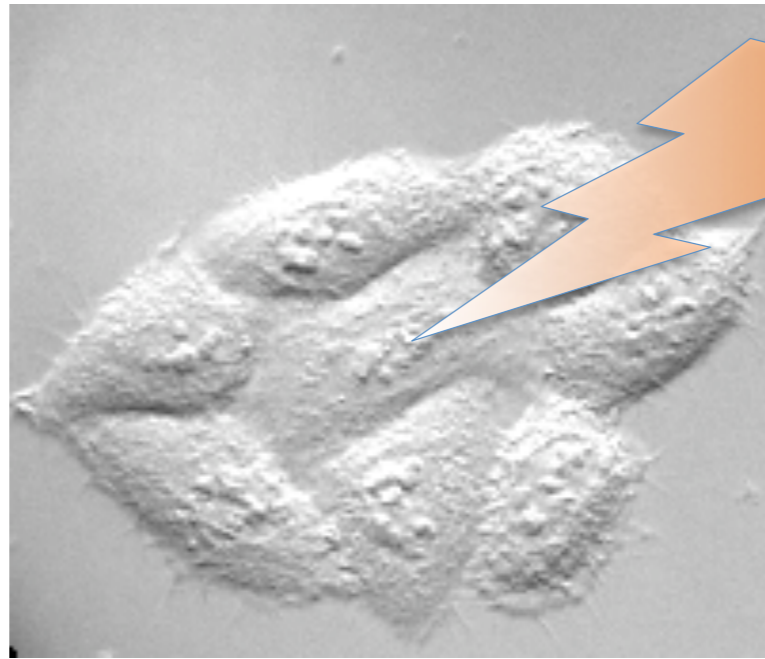
いろいろとデータはあるが、一例

+ 0.5 % / 100 mSv

平成21年(2010)人口動態統計の年間推計(厚生労働省)  
日本人の死因のうち、癌によるもの (悪性新生物)

30.0 % この値に上乘せ 30.5 %





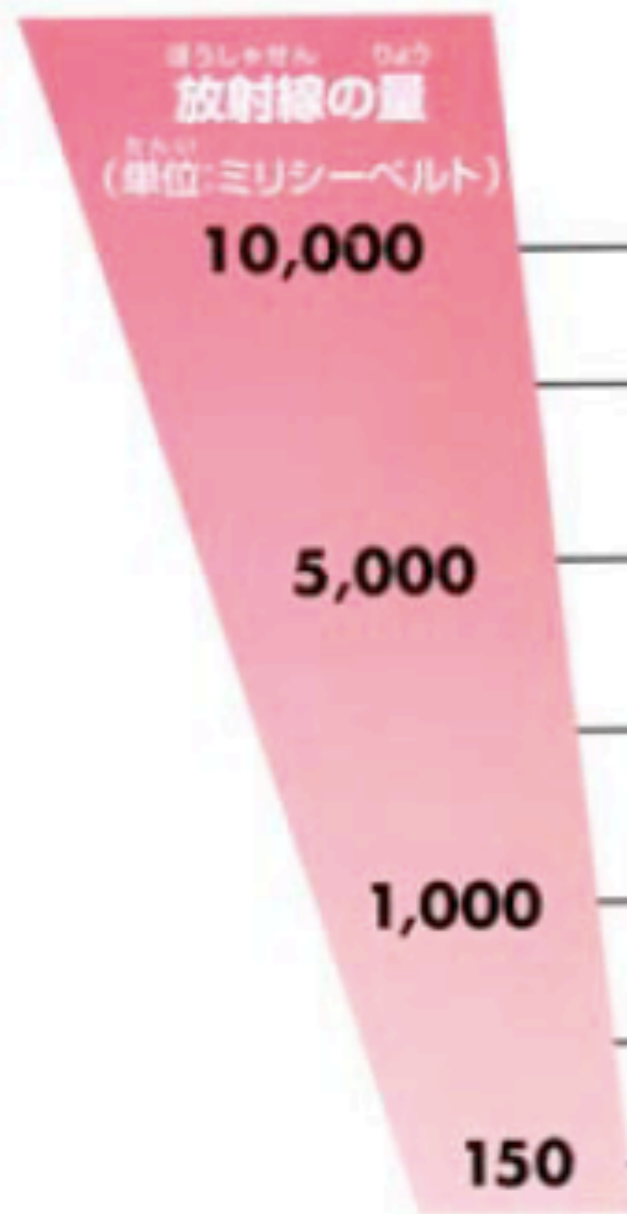
## 発がんリスク

たばこ	1.6倍
酒(2-3合/日)	1.4倍
やせすぎ	1.29倍
肥満	1.22倍
運動不足	1.15-1.19倍
高塩分食品	1.11-1.15倍
野菜不足	1.06倍

修復能の亢進

癌細胞の細胞死誘導

NK細胞の能力亢進



すぐに体にできるもの

10,000 皮膚 潰瘍ができる



7,000 全身 死亡する

5,000 皮膚 赤くなる

3,000 皮膚 脱毛する



1,000 全身 はき気がしたり、  
気だるくなる



500



150 以下 臨床症状は確認されず

全身 リンパ球の減少

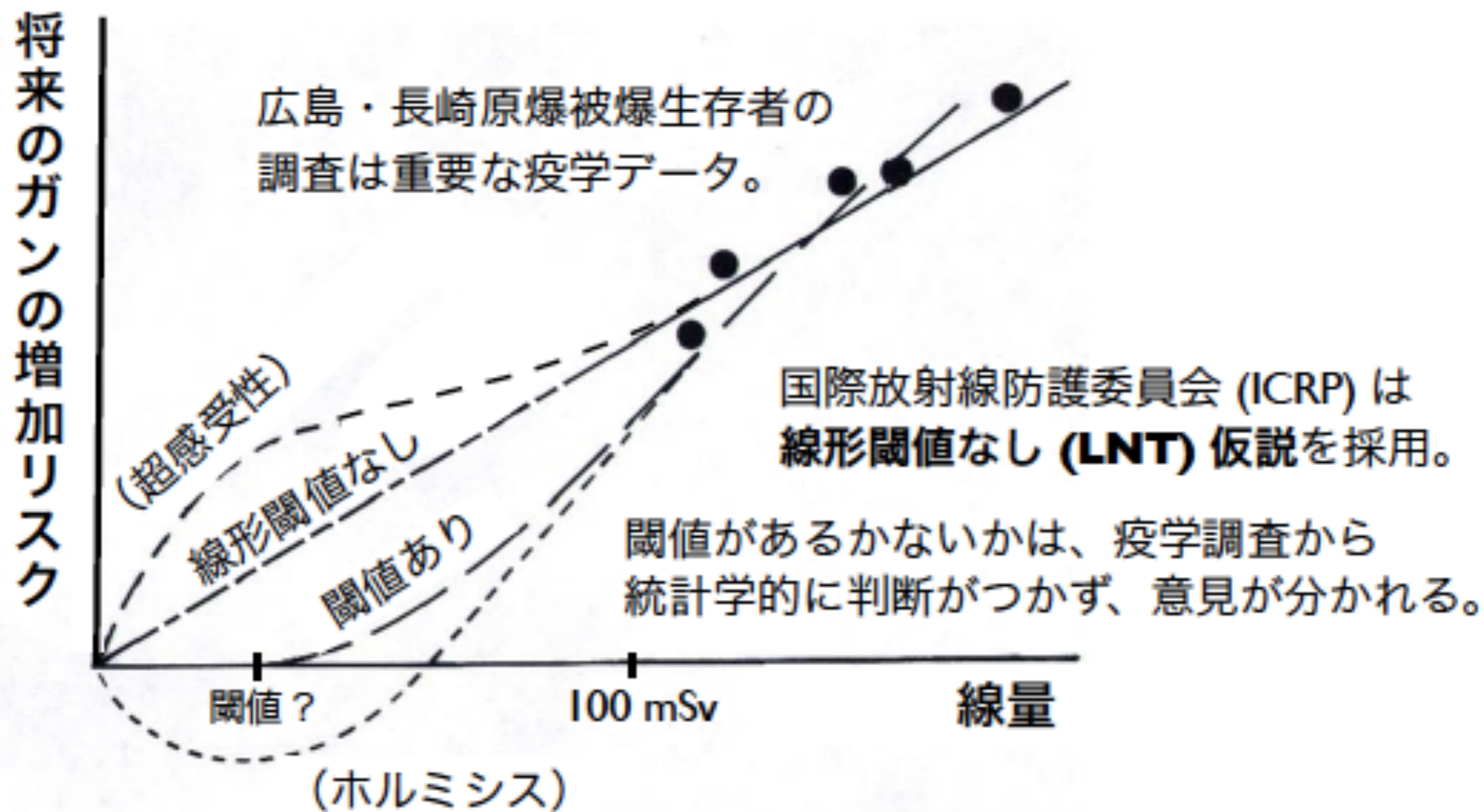
放射線被曝による  
人体への確定的影響

7,000 mSv (全身) 全員死亡  
治療により助かることも。

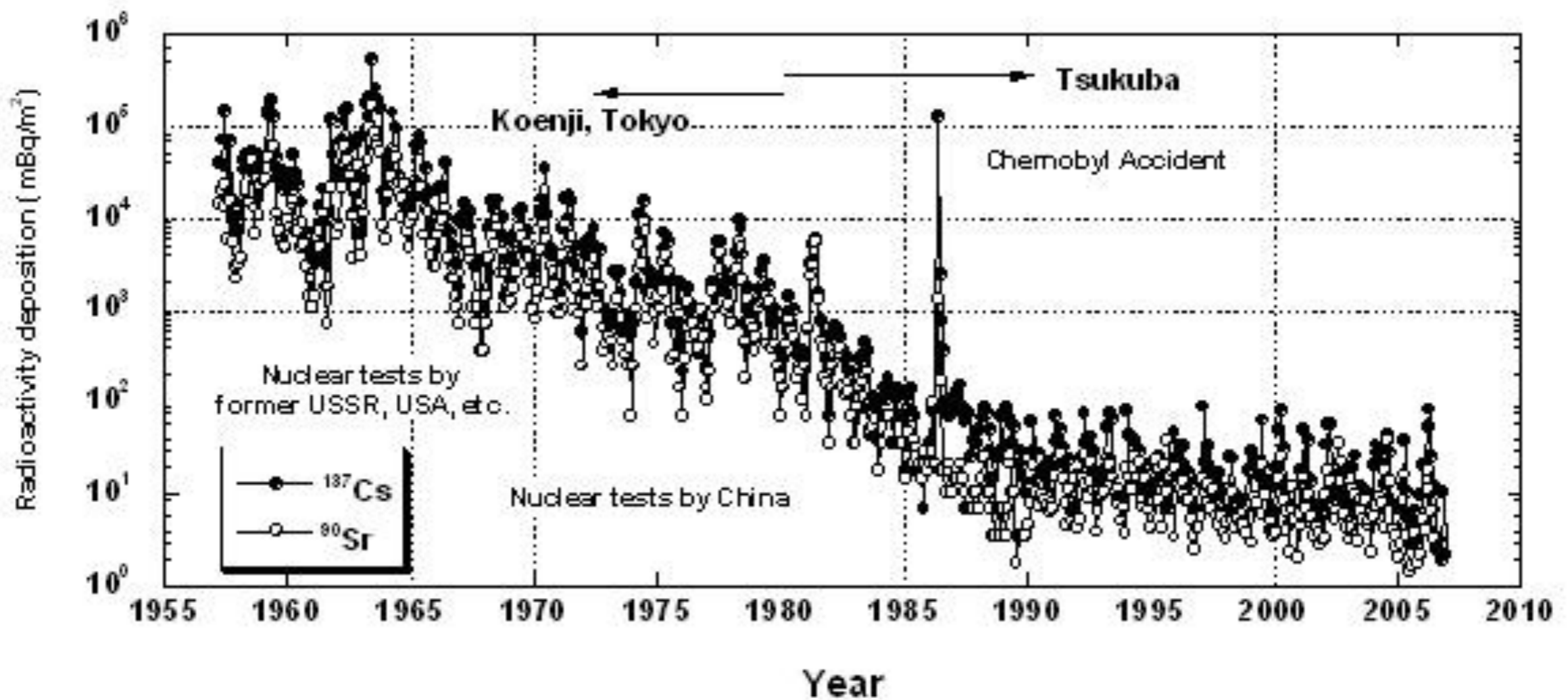
4,000 mSv (全身) 半数死亡

「ただちに影響が出ないレベル」

## 低線量におけるリスク評価



# 現在の放射能レベルについての考察



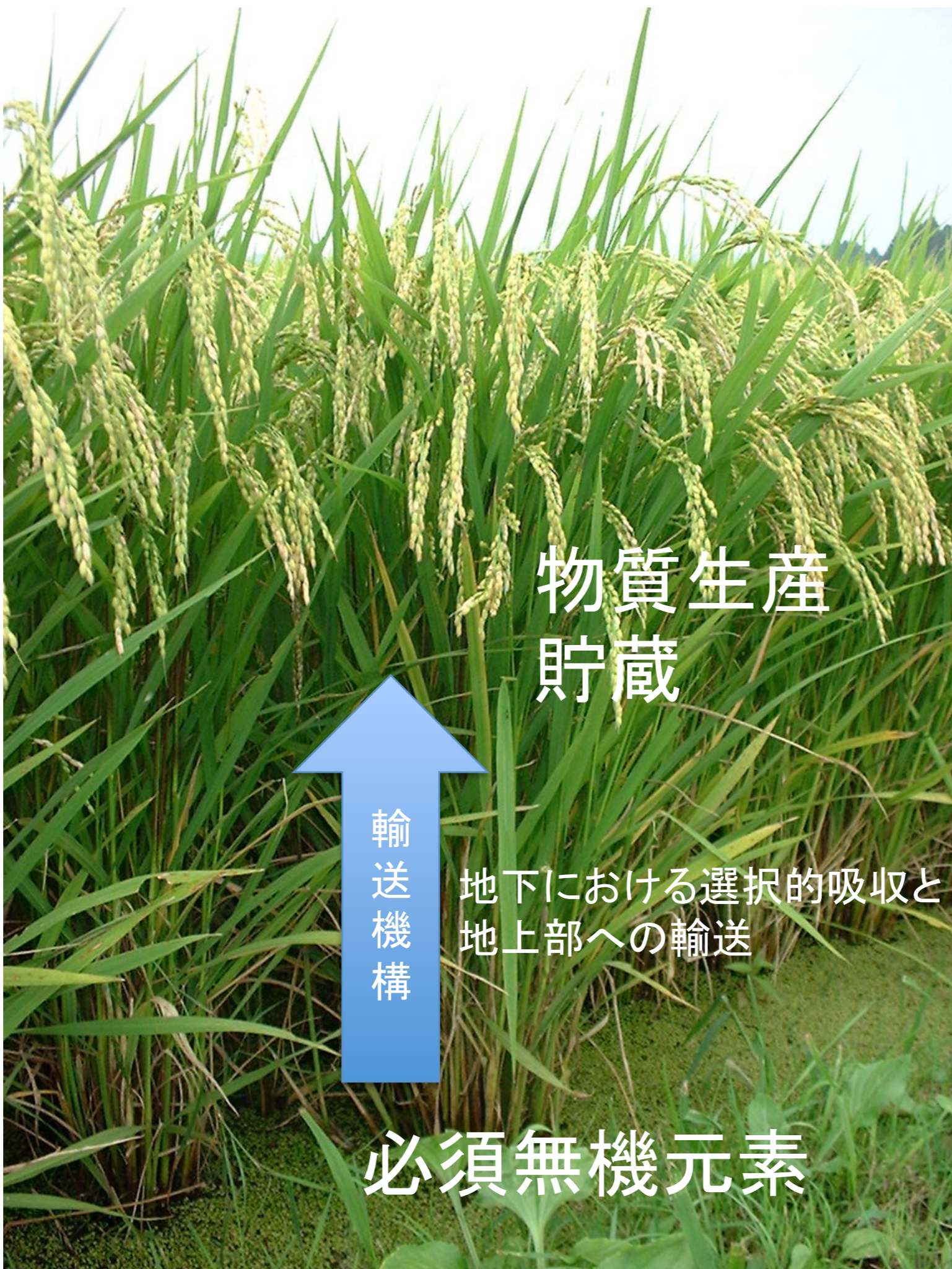
第11回：12/21



## 植物栄養・肥料学

【農学部応用生命化学 藤原 徹 先生】

(放射性物質と農業)



物質生産  
貯蔵



輸  
送  
機  
構

地下における選択的吸収と  
地上部への輸送

必須無機元素

	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 <b>H</b> 水素																	2 <b>He</b> ヘリウム
2	3 <b>Li</b> リチウム	4 <b>Be</b> ベリリウム											5 <b>B</b> ホウ素	6 <b>C</b> 炭素	7 <b>N</b> 窒素	8 <b>O</b> 酸素	9 <b>F</b> フッ素	10 <b>Ne</b> ネオン
3	11 <b>Na</b> ナトリウム	12 <b>Mg</b> マグネシウム											13 <b>Al</b> アルミニウム	14 <b>Si</b> ケイ素	15 <b>P</b> リン	16 <b>S</b> 硫黄	17 <b>Cl</b> 塩素	18 <b>Ar</b> アルゴン
4	19 <b>K</b> カリウム	20 <b>Ca</b> カルシウム	21 <b>Sc</b> スカンジウム	22 <b>Ti</b> チタン	23 <b>V</b> バナジウム	24 <b>Cr</b> クロム	25 <b>Mn</b> マンガン	26 <b>Fe</b> 鉄	27 <b>Co</b> コバルト	28 <b>Ni</b> ニッケル	29 <b>Cu</b> 銅	30 <b>Zn</b> 亜鉛	31 <b>Ga</b> ガリウム	32 <b>Ge</b> ゲルマニウム	33 <b>As</b> ヒ素	34 <b>Se</b> セレン	35 <b>Br</b> 臭素	36 <b>Kr</b> クリプトン
5	37 <b>Rb</b> ルビジウム	38 <b>Sr</b> ストロンチウム	39 <b>Y</b> イットリウム	40 <b>Zr</b> ジルコニウム	41 <b>Nb</b> ニオブ	42 <b>Mo</b> モリブデン	43 <b>Tc</b> テクネチウム	44 <b>Ru</b> ルテニウム	45 <b>Rh</b> ロジウム	46 <b>Pd</b> パラジウム	47 <b>Ag</b> 銀	48 <b>Cd</b> カドミウム	49 <b>In</b> インジウム	50 <b>Sn</b> スズ	51 <b>Sb</b> アンチモン	52 <b>Te</b> テルル	53 <b>I</b> ヨウ素	54 <b>Xe</b> キセノン
6	55 <b>Cs</b> セシウム	56 <b>Ba</b> バリウム	<b>L</b> ランタノイド	72 <b>Hf</b> ハフニウム	73 <b>Ta</b> タンタル	74 <b>W</b> タングステン	75 <b>Re</b> レニウム	76 <b>Os</b> オスミウム	77 <b>Ir</b> イリジウム	78 <b>Pt</b> 白金	79 <b>Au</b> 金	80 <b>Hg</b> 水銀	81 <b>Tl</b> タリウム	82 <b>Pb</b> 鉛	83 <b>Bi</b> ビスマス	84 <b>Po</b> ポロニウム	85 <b>At</b> アスタチン	86 <b>Rn</b> ラドン
7	87 <b>Fr</b> フランシウム	88 <b>Ra</b> ラジウム	<b>A</b> アクチノイド	104 <b>Rf</b> ラザホージウム	105 <b>Db</b> ドブニウム	106 <b>Sg</b> シーボーギウム	107 <b>Bh</b> ボーリウム	108 <b>Hs</b> ハッシュウム	109 <b>Mt</b> マイトネリウム	110 <b>Ds</b> ダームスタチウム	111 <b>Rg</b> レントゲニウム	112 <b>Cn</b> コペルニシウム	113 <b>Uut</b> ウンウントリウム	114 <b>Fl</b> フレロビウム	115 <b>Uup</b> ウンウンペンチウム	116 <b>Lv</b> リバモリウム	117 <b>Uus</b> ウンウンセブチウム	118 <b>Uuo</b> ウンウンオクチウム
	アルカリ金属	アルカリ土類金属	希土類	チタン族	土酸金属	クロム族	マンガン族	鉄族 (上3元素) 白金族 (中6元素)			銅族	亜鉛族	アルミニウム族	炭素族	窒素族	酸素族	ハロゲン	不活性ガス
	<b>L</b> ランタノイド		57 <b>La</b> ランタン	58 <b>Ce</b> セリウム	59 <b>Pr</b> プラセオジウム	60 <b>Nd</b> ネオジウム	61 <b>Pm</b> プロメチウム	62 <b>Sm</b> サマリウム	63 <b>Eu</b> ユーロピウム	64 <b>Gd</b> ガドリニウム	65 <b>Tb</b> テルビウム	66 <b>Dy</b> ジスプロジウム	67 <b>Ho</b> ホルミウム	68 <b>Er</b> エルビウム	69 <b>Tm</b> ツリウム	70 <b>Yb</b> イッテルビウム	71 <b>Lu</b> ルテチウム	
	<b>A</b> アクチノイド		89 <b>Ac</b> アクチニウム	90 <b>Th</b> トリウム	91 <b>Pa</b> プロトアクチニウム	92 <b>U</b> ウラン	93 <b>Np</b> ネプツニウム	94 <b>Pu</b> プルトニウム	95 <b>Am</b> アメリシウム	96 <b>Cm</b> キュリウム	97 <b>Bk</b> バークリウム	98 <b>Cf</b> カリホルニウム	99 <b>Es</b> アインスタニウム	100 <b>Fm</b> フェルミウム	101 <b>Md</b> メンタレビウム	102 <b>No</b> ノーベリウム	103 <b>Lr</b> ローレンシウム	

CS →

1  
**H**  
水素

12  
**Mg**  
マグネシウム

19  
**K**  
カリウム

20  
**Ca**  
カルシウム

25  
**Mn**  
マンガン

26  
**Fe**  
鉄

28  
**Ni**  
ニッケル

29  
**Cu**  
銅

30  
**Zn**  
亜鉛

42  
**Mo**  
モリブデン

5  
**B**  
ホウ素

6  
**C**  
炭素

7  
**N**  
窒素

8  
**O**  
酸素

9  
**F**  
フッ素

15  
**P**  
リン

16  
**S**  
硫黄

17  
**Cl**  
塩素



經根吸收



葉面吸收



# 放射能を含んだ食品による影響

物理的な崩壊

新陳代謝による減少

体の中で濃縮、あるいは排出

Csは 体内半減期 30 - 110日

蓄積する組織

たとえば ヨウ素は甲状腺

<食品衛生法に基づく飲食物に関する暫定規制値について>

この暫定規制値を上回る食品について、食用に供されることがないよう販売その他について措置されることとなります。暫定規制値のうち、放射性ヨウ素と放射性セシウムに関する暫定規制値は以下のとおりです。

**濃縮も考慮されている**

対象	放射性ヨウ素(混合核種の代表核種: <sup>131</sup> I)
飲料水	300Bq/Kg
牛乳・乳製品(注)	
野菜類(根菜、芋類を除く。)	2000Bq/Kg
魚介類	

(注)100Bq/kgを超えるものは、乳児用調製粉乳及び直接飲用に供する乳に使用しないよう指導すること

対象	放射性セシウム
飲料水	200Bq/Kg
牛乳・乳製品	
野菜類	500Bq/Kg
穀類	
肉・卵・魚・その他	

第6回：11/16



# 放射線医療

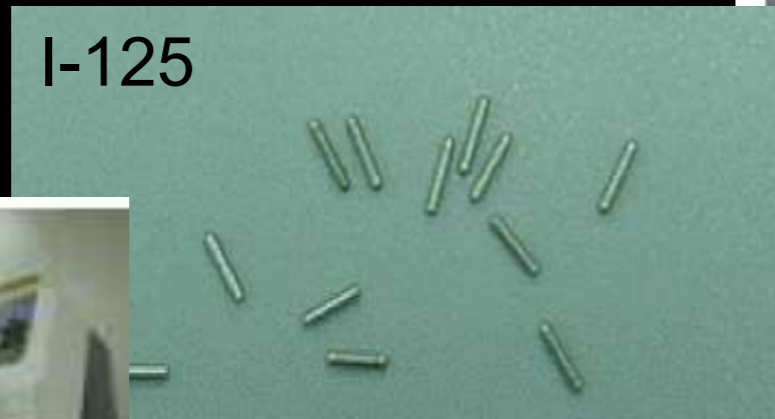
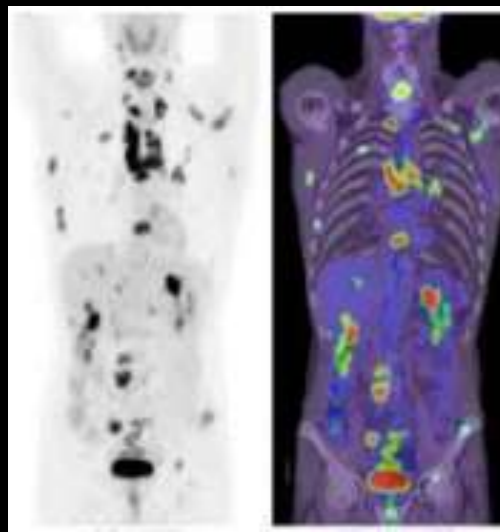
【 医学部附属病院 作美 明 先生 】

(診断・がんの放射線治療)

team nakagawa

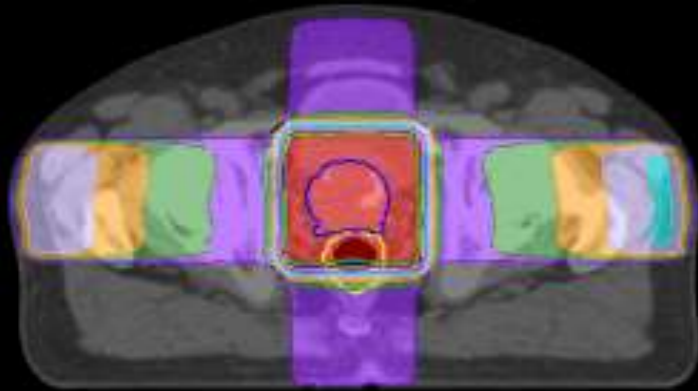


# 医療で使う放射線



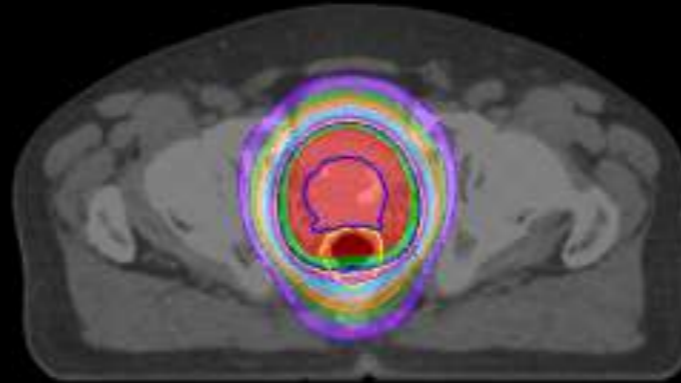
# 前立腺がんの例

前後左右4門照射



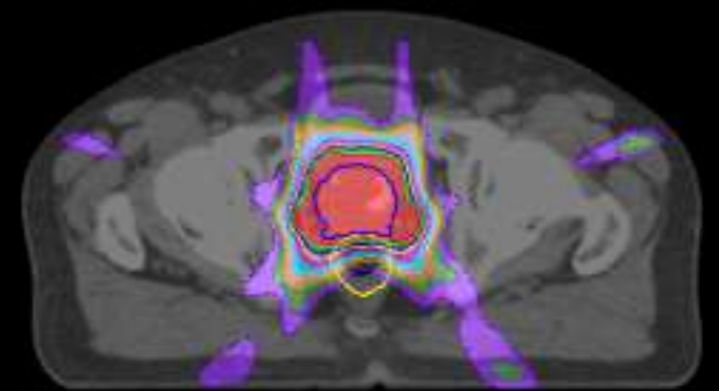
- 前立腺の他に、膀胱や直腸が高線量域に含まれる
- 70Gyが限界（難治性の晩期粘膜障害の発現を許容範囲に抑えるためには、実際には60～66Gy程度が限界となる）

3次元原体照射



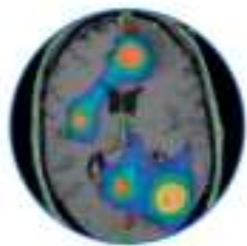
- 前立腺に線量が集中し、膀胱や直腸への線量が低く抑えられる
- 70Gy以上の投与が可能であるが、線量の集中に限界があり、線量増加に伴う副作用の増加が懸念される

強度変調放射線治療

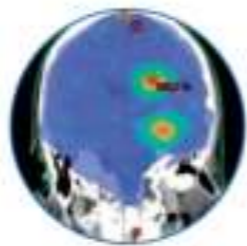


- 前立腺への集中度がさらに強化
- IGRTを併用することで、3次元原体照射を超える高線量を安全に投与することが可能

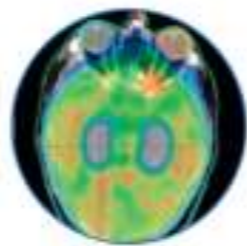
外照射法の進歩を背景に、前立腺癌に対する線量増加効果が積極的に検討されている。



Brain SRS – Multiple Metastases  
3 non-coplanar arcs, 330 sec



Brain SRT – Multiple Metastases and Whole Brain  
2 arcs, 151 sec



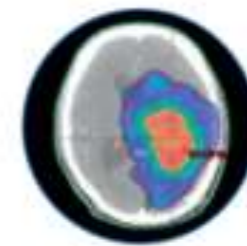
Prophylactic Cranial Irradiation with Hippocampus Sparing  
2 arcs, 155 sec



Head & Neck (Nasopharynx)  
1 arc, 79 sec



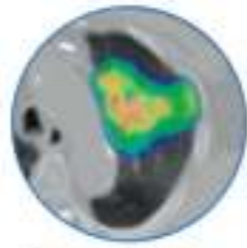
Vestibular Schwannoma  
2 arcs, 140 sec



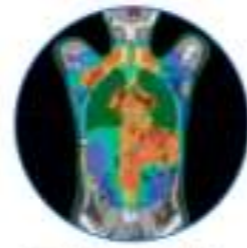
Glioblastoma  
2 arcs, 150 sec



Skull Skin Irradiation  
1 arc, 100 sec



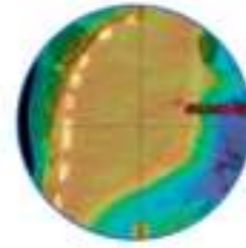
Non-Small Cell Lung Carcinoma SRT  
2 arcs, 210 sec



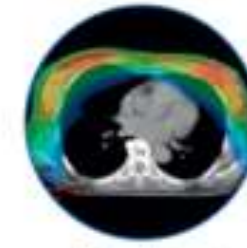
Pediatric Hodgkin's Lymphoma  
2 arcs, 150 sec



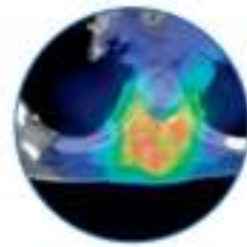
Hodgkin's Lymphoma  
2 arcs, 148 sec



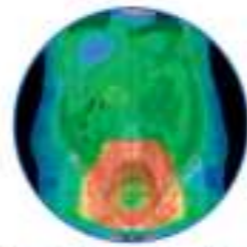
Mesothelioma  
2 arcs, 150 sec



Bilateral Breast  
2 arcs, 150 sec



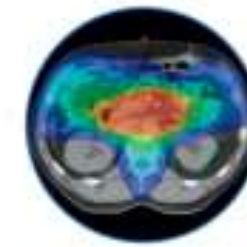
Paraspinal Lesion  
1 arc, 215 sec



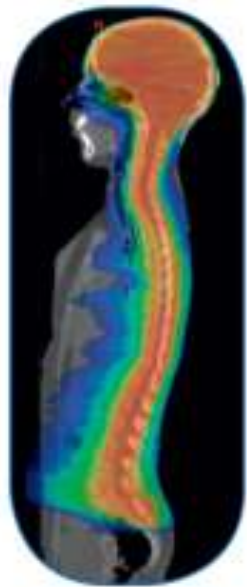
Whole Abdominal Irradiation  
3 arcs, 225 sec



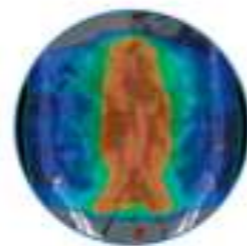
Abdominal Metastases  
1 arc, 176 sec



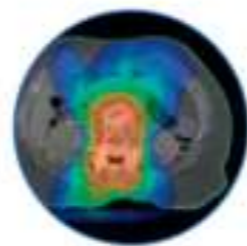
Pancreas  
1 arc, 74 sec



Medulloblastoma  
2 arcs, 148 sec



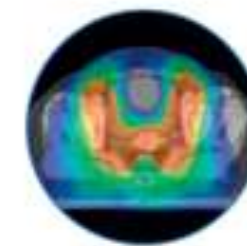
Seminoma  
1 arc, 74 sec



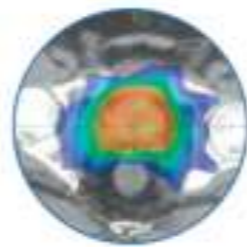
Chordoma  
1 arc, 74 sec



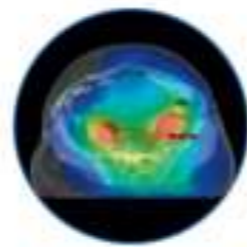
Anal Canal  
2 arcs, 170 sec



Cervix Uteri  
1 arc, 74 sec



Prostate  
1 arc, 75 sec



Multiple Pelvic Nodes  
2 arcs, 150 sec

Data Courtesy:  
VU Medical Center, Amsterdam  
IRCCS Oncologico della Svizzera Italiana, Bellinzona  
Rigshospitalet, Copenhagen  
CRF, Via Silvestro, Montpellier  
Humanitas Institute, Rozzano-Milano  
University Hospital, Turin

Legend:  
Number of arcs, beam-on time, Pa



VIDEO



日本原子力文化振興財団：エネコチャンネルのビデオ映像「探検！身近な放射線」より抜粋

<http://eneco.jaero.or.jp/20110322/>

第9回：12/7



## 科学技術社会論

【 教養学部広域システム 藤垣 裕子 先生 】

(科学コミュニケーション、リスク論)



12月7日 科学技術社会論

藤垣裕子先生《教養学部 広域システム》

# 放射線をめぐる科学コミュニケーション



「日本政府は Disorganized Knowledge を出し続けた。」  
(HSS/SHOT/4S Joint Plenary Nov.3, 2011, Cleveland, OH)

福島の小学校の母親  
によるデモ(2011年5月)



第1回：10/12  
(today)

# 放射線入門

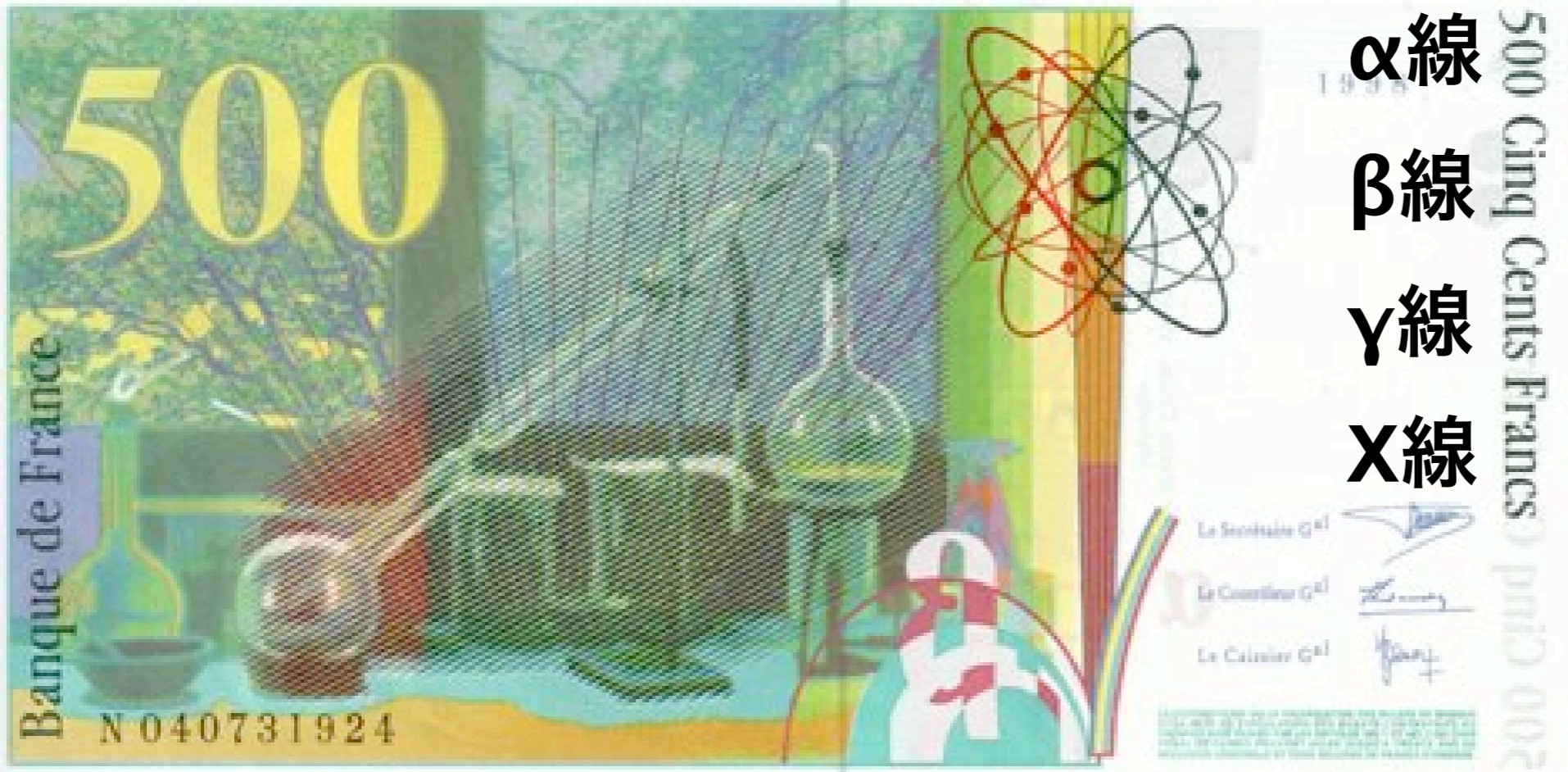
【 教養学部物理部会 鳥居 寛之 】

(放射線とは、身の回りの放射線)

放射線とは？

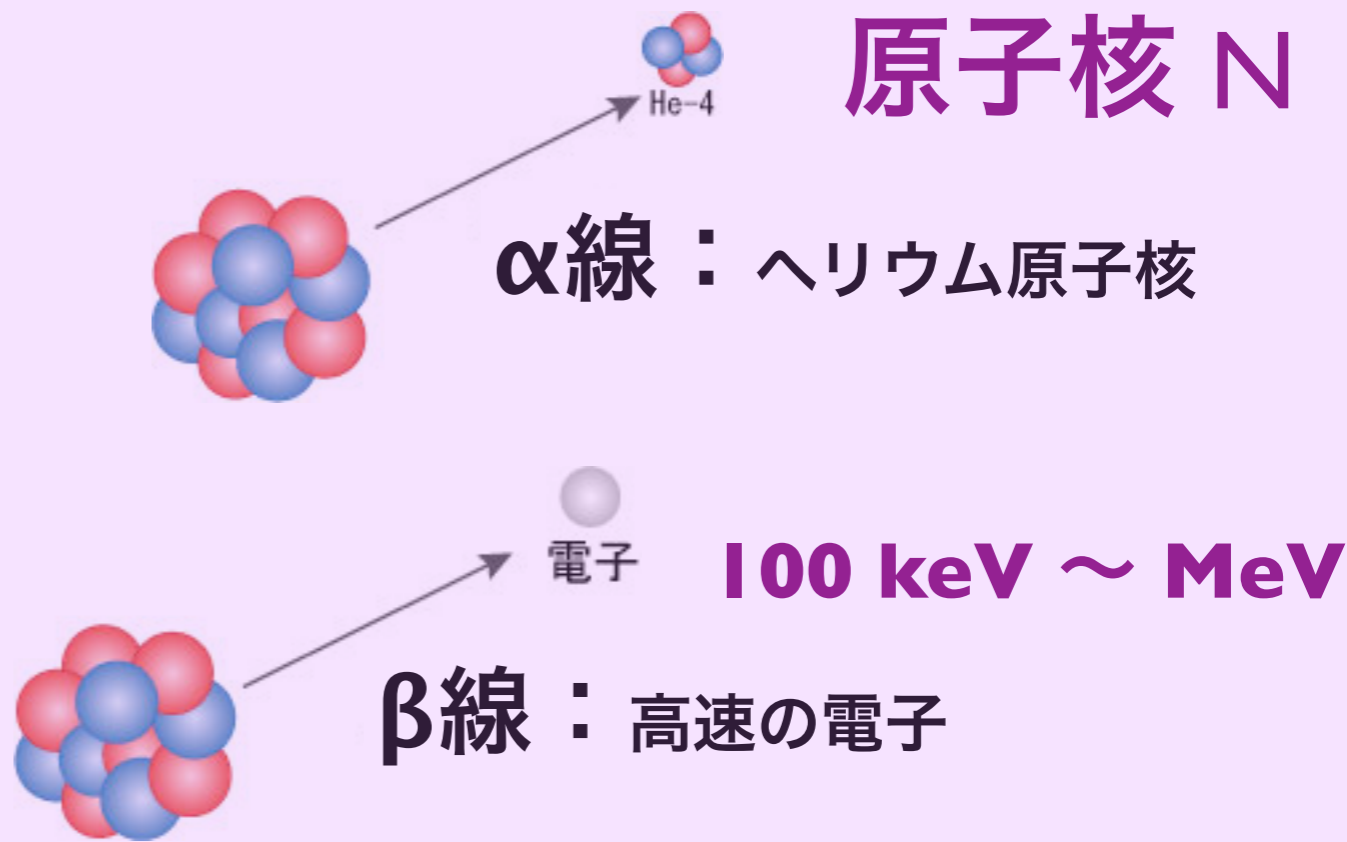
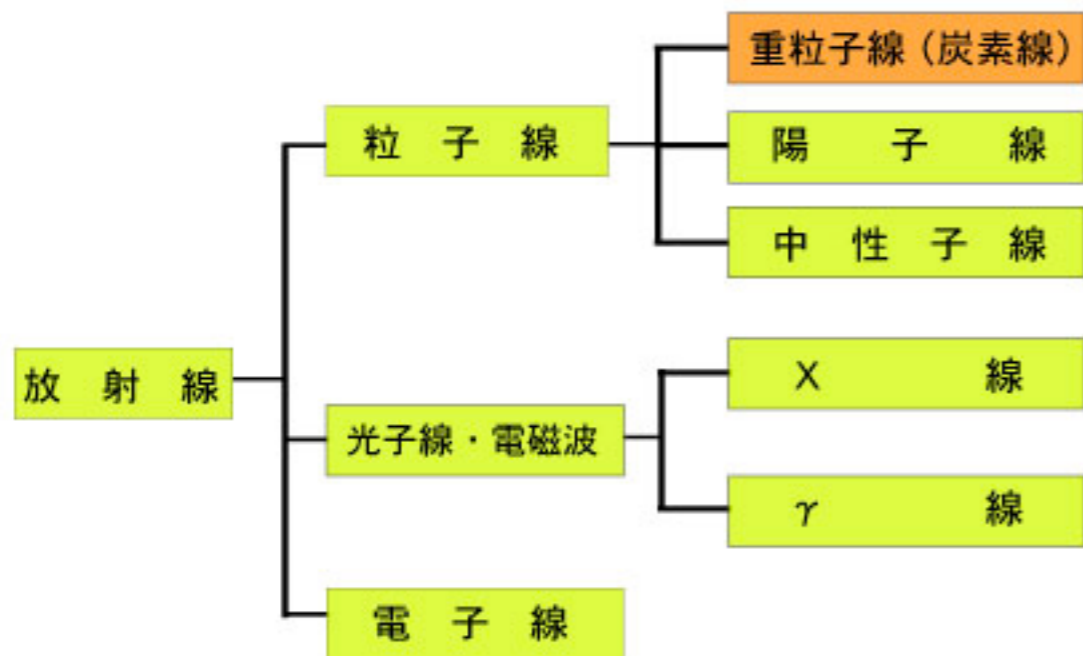


Billet de 500 Francs Français en circulation: 1993–1999



- α線   ヘリウム原子核
- β線   高速の電子
- γ線   光子（電磁波）
- X線   光子（電磁波）

# 放射線の種類 (放射線治療分野で用いられる分類)



原子核 N

α線：ヘリウム原子核

電子 100 keV ~ MeV

β線：高速の電子

放射線のもつエネルギーは？

👉 100 keV ~ MeV (α,β,γ)

Cf. 原子の束縛エネルギーは？

👉 最外殻電子で 10 eV 程度

(1 eV = 96 kJ/mol)



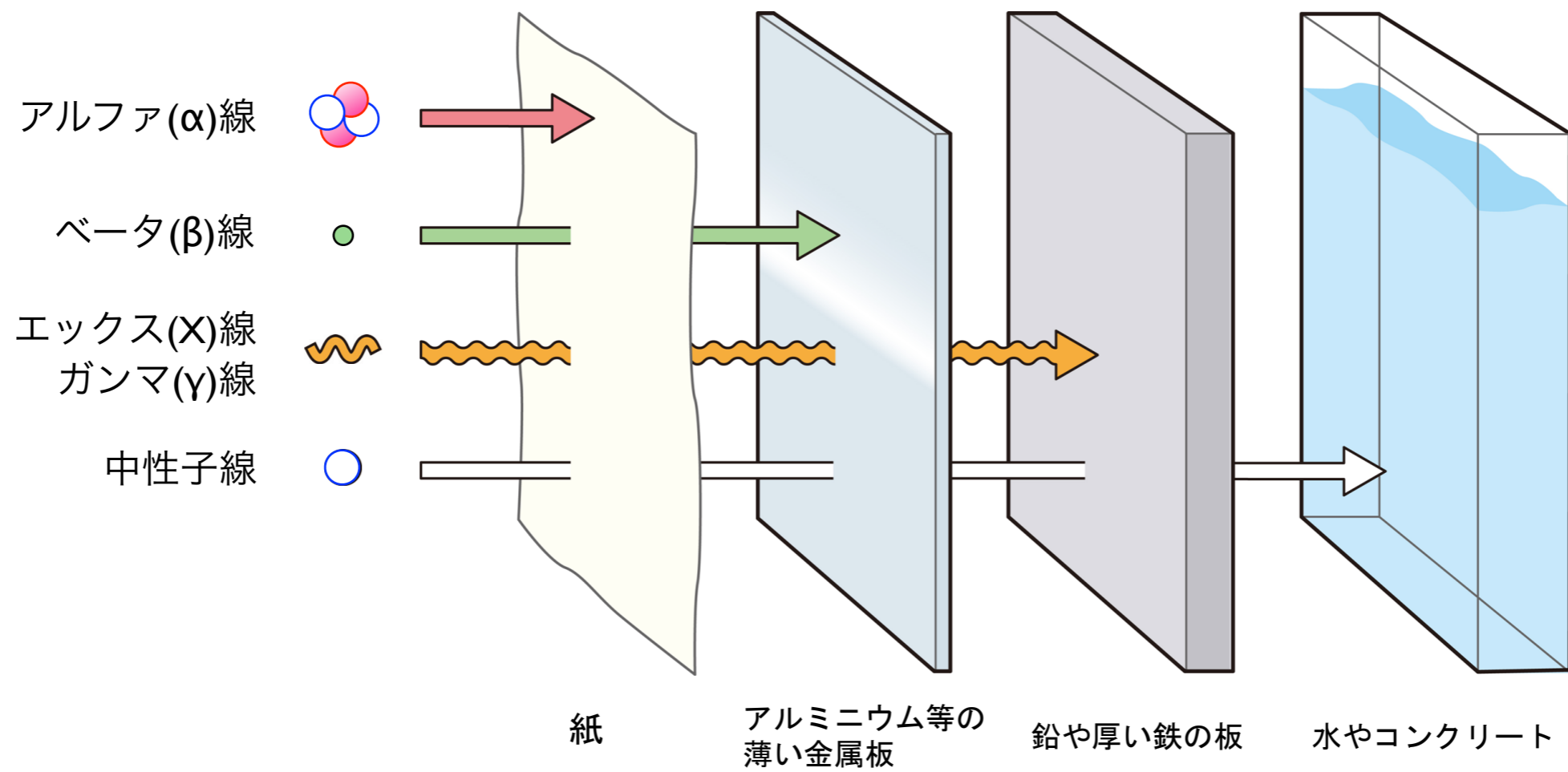
γ線：光子 (電磁波)



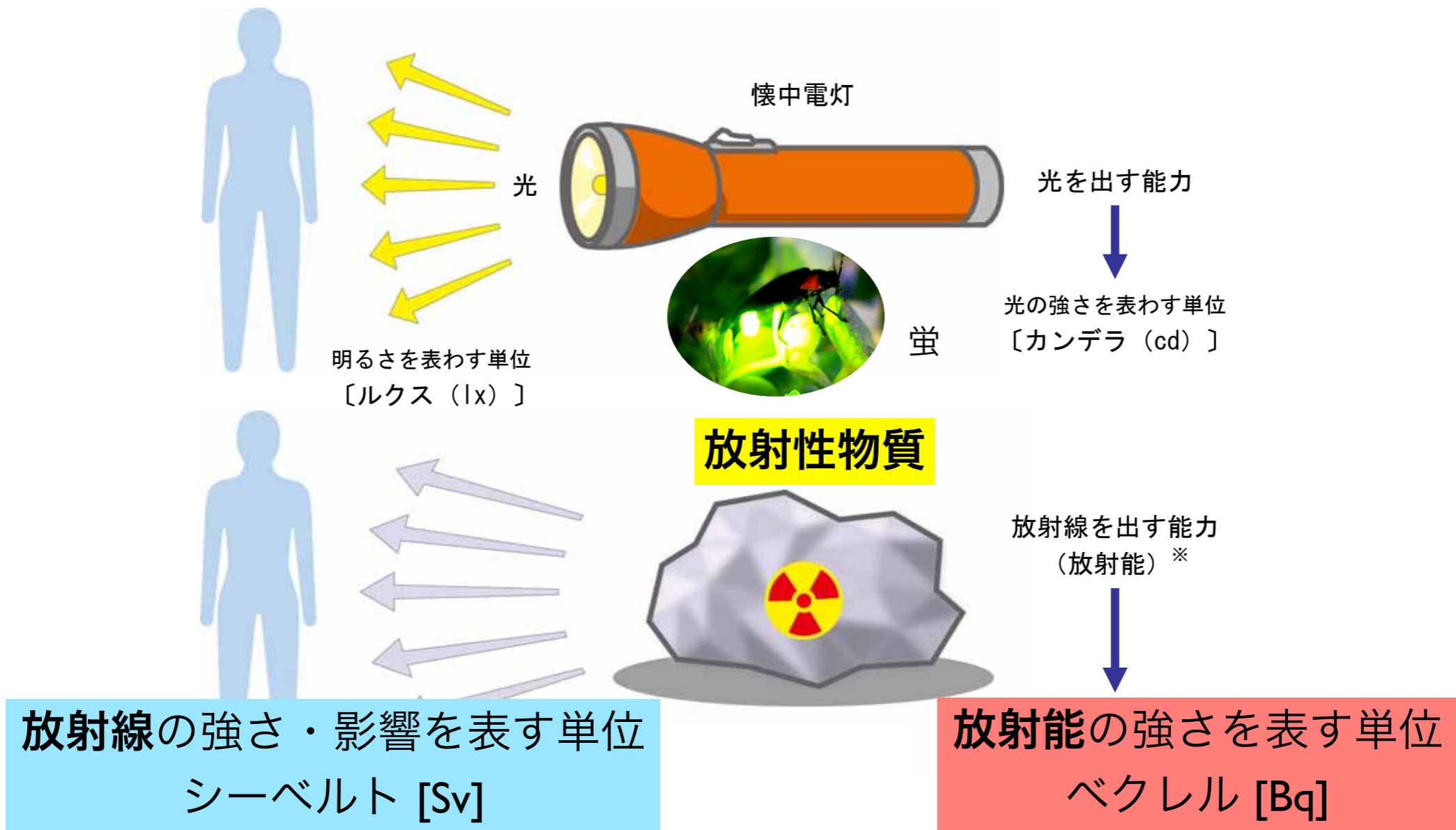
X線：光子 (電磁波)

原子 A 10 ~ 100 keV

# 放射線の種類と透過力

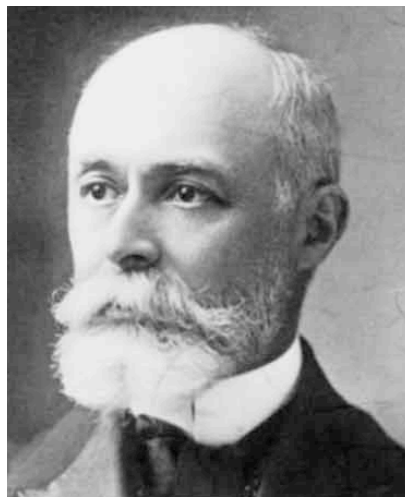


# 放射能と放射線



6-1

出典：資源エネルギー庁「原子力2010」



## 放射能 (radioactivity) の単位

[Bq] | Bq = 1 dps, [Ci] | Ci = 37 GBq

Becquerel

decay/disintegration  
per second

Curie

1 キュリー = 370億ベクレル



# 放射線量 (radiation dose) の単位

Gray



吸収線量 absorbed dose  $D [J / kg] = [Gy]$

等価線量 equivalent dose  $H_T [J / kg] = [Sv]$

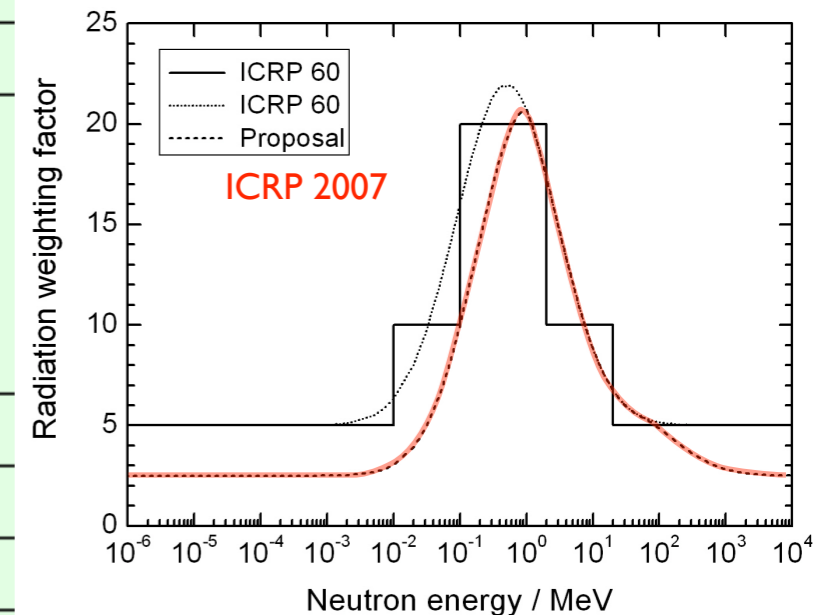
実効線量 effective dose  $E [J / kg] = [Sv]$

Sievert



表 1 放射線荷重係数

放射線の種類・エネルギーの範囲	放射線荷重係数: $W_R$	
光子(X線・γ線); 全てのエネルギー	1	1
電子(β線)およびミュー粒子; 全てのエネルギー	1	1
中性子; 10keV 以下	5	see graph
10keV~100keV	10	
100keV~2MeV	20	
2MeV~20 MeV	10	
20MeV以上	5	
反跳陽子以外の陽子; エネルギー 2MeV 以上	5	2 (正負パイオンも)
アルファ粒子(α線)	20	20
核分裂片	20	20
重原子核	20	20



[出典] 日本アイソトープ協会:ICRP Pub 60、国際放射線防護委員会の1990年勧告、丸善、p7(1991)

赤字 ICRP 2007



# 放射線量 (radiation dose) の単位

Gray

吸収線量 absorbed dose  $D [J / kg] = [Gy]$

等価線量 equivalent dose  $H_T [J / kg] = [Sv]$

実効線量 effective dose  $E [J / kg] = [Sv]$



Sievert

放射線生物学

第5回：11/9

放射線医療

第6回：11/16

放射線防護学

第13回：1/25

# 放射線量 (radiation dose) の単位

Gray

吸収線量 absorbed dose  $D [J / kg] = [Gy]$

等価線量 equivalent dose  $H_T [J / kg] = [Sv]$

実効線量 effective dose  $E [J / kg] = [Sv]$

Sievert



## 放射線量率 (dose rate) の単位

単位時間あたりの放射線量

$[Gy/h], [Sv/h], \text{etc....}$

放射線量率の時間積分が（積算）放射線量になる。

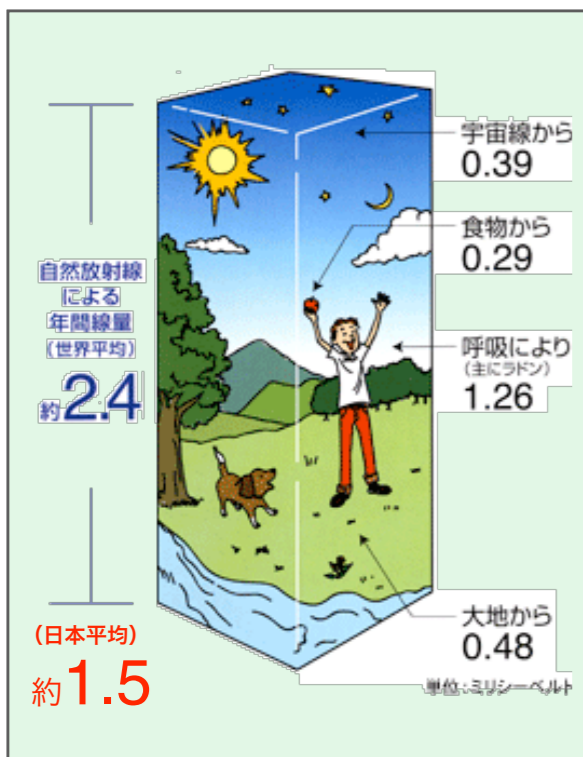
# 身の周りの放射線

mSv (実効線量)



10 → **10**  
 ブラジル・ガラバリの放射線  
 (年間、大地等から)

← 6.9  
 胸部X線コンピュータ断層  
 撮影検査(CT スキャン)(1回) ★



← 2.4  
 1人あたりの自然放射線(年間)(世界平均) ★



← 1.0  
 一般公衆の線量限度(年間)  
 (医療は除く)

岐阜 ↔ 神奈川



← 0.4  
 国内自然放射線の差(年間)  
 (県別平均値の差の最大)

← 0.6  
 胃のX線集団検診(1回)

← 0.2  
 東京ーニューヨーク航空機  
 旅行(往復)  
 (高度による宇宙線の増加)



← 0.05  
 胸のX線集団検診(1回) ★

← 0.022  
 再処理工場からの放射性物質  
 の放出による評価値(年間)



← 0.01  
 原子力発電所(軽水炉)周辺の線量目標値(年間)  
 (実績ではこの目標値を大幅に下回っています)

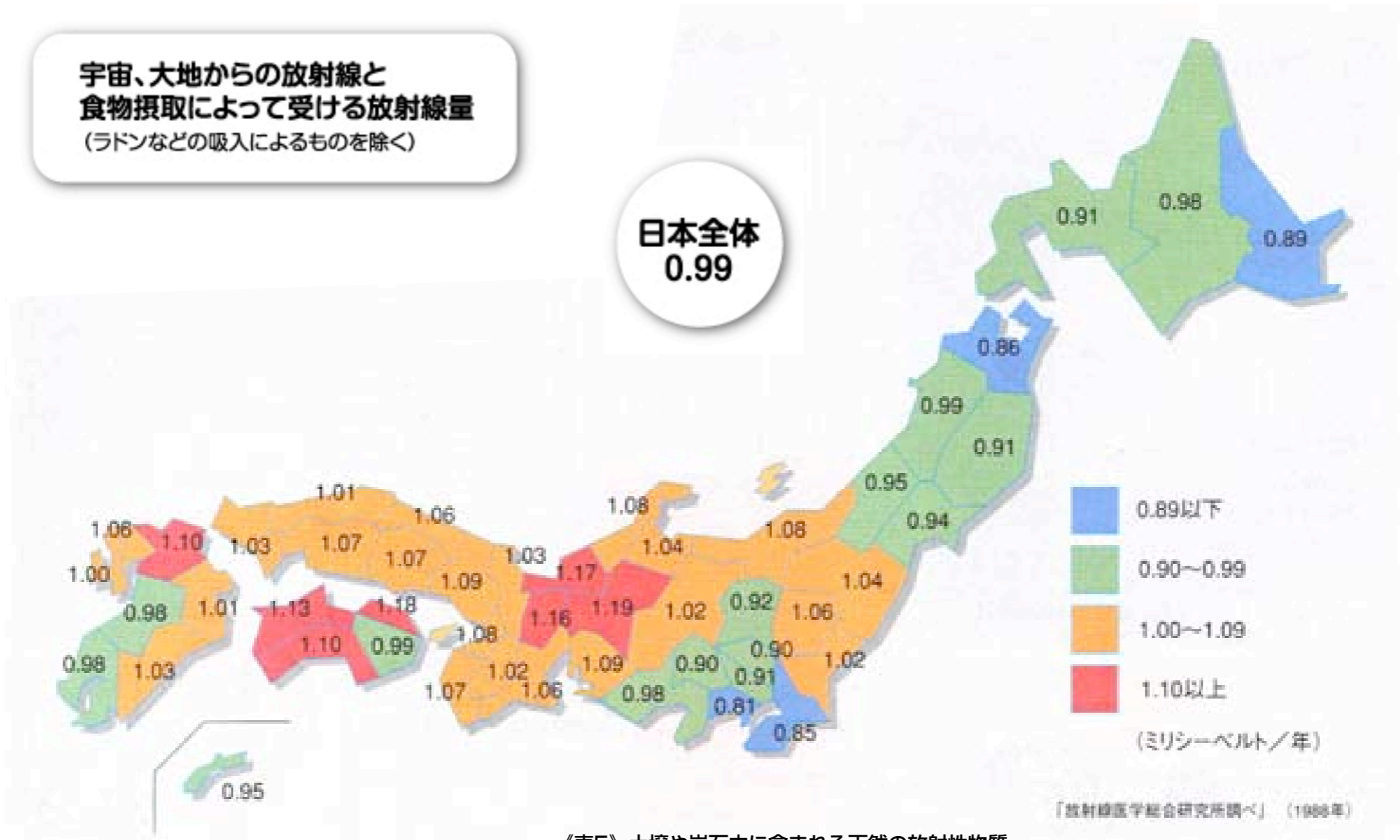
← 0.01  
 クリアランスレベル導出の  
 線量目安値(年間)

mSv/年

全国の自然放射線量

宇宙、大地からの放射線と  
食物摂取によって受ける放射線量  
(ラドンなどの吸入によるものを除く)

日本全体  
0.99



《表5》 土壌や岩石中に含まれる天然の放射性物質

放射性物質の種類	放射能濃度 (ベクレル/kg)	
	一般の土壌・岩石	花こう岩
カリウム40	100~700	500~1600
ウラン238 (娘核種を含む)	10~50	20~200
トリウム232	7~50	20~200

出典：国連放射線影響科学委員会報告 (1982) など

# 関西は自然放射線量が高い！

mSv/年

全国の自然放射線量

宇宙、大地からの放射線と  
食物摂取によって受ける放射線量  
(ラドンなどの吸入によるものを除く)

関東・東北は低い！

日本全体  
0.99

御影石  
(花崗岩)

温泉地

関東ローム層

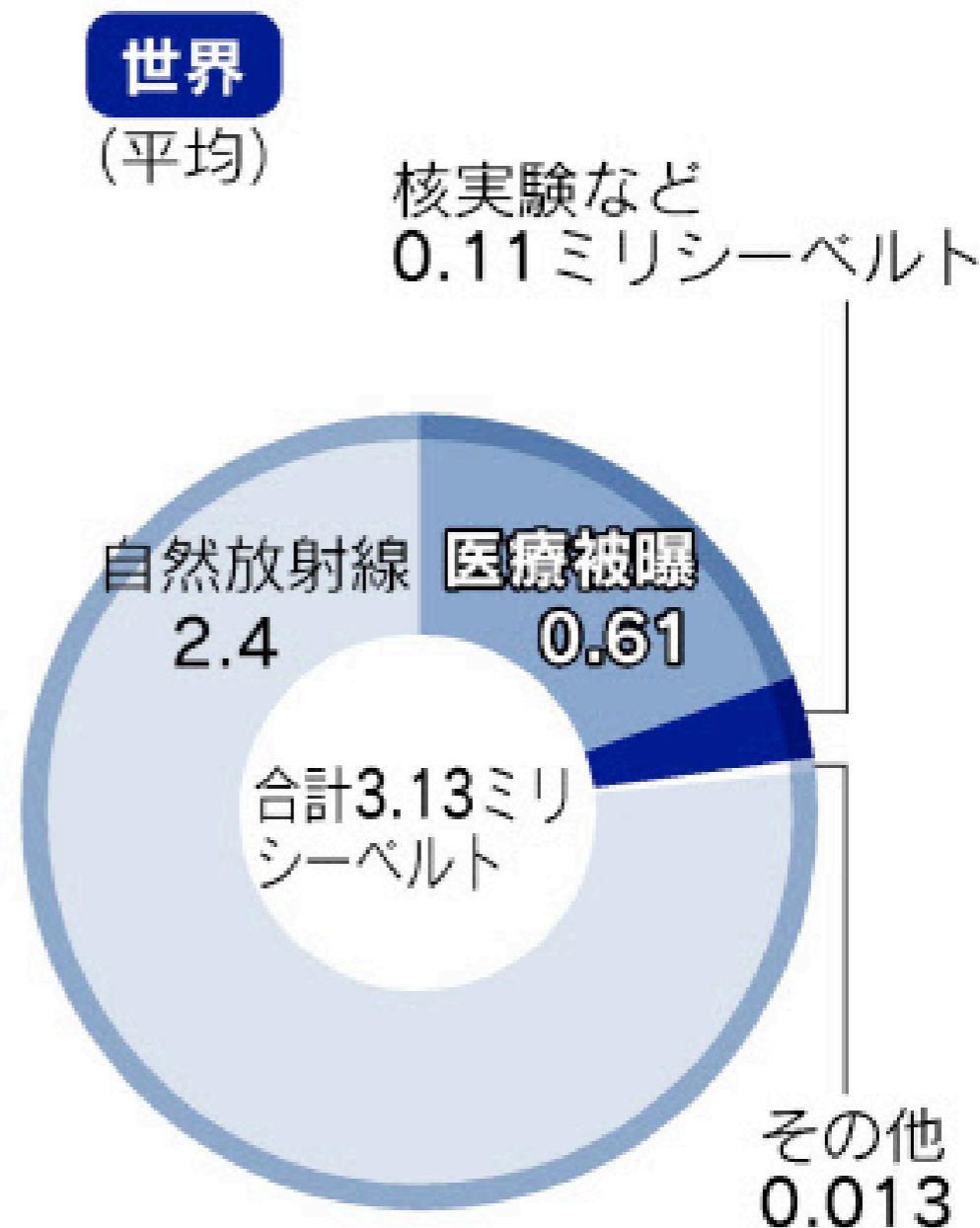
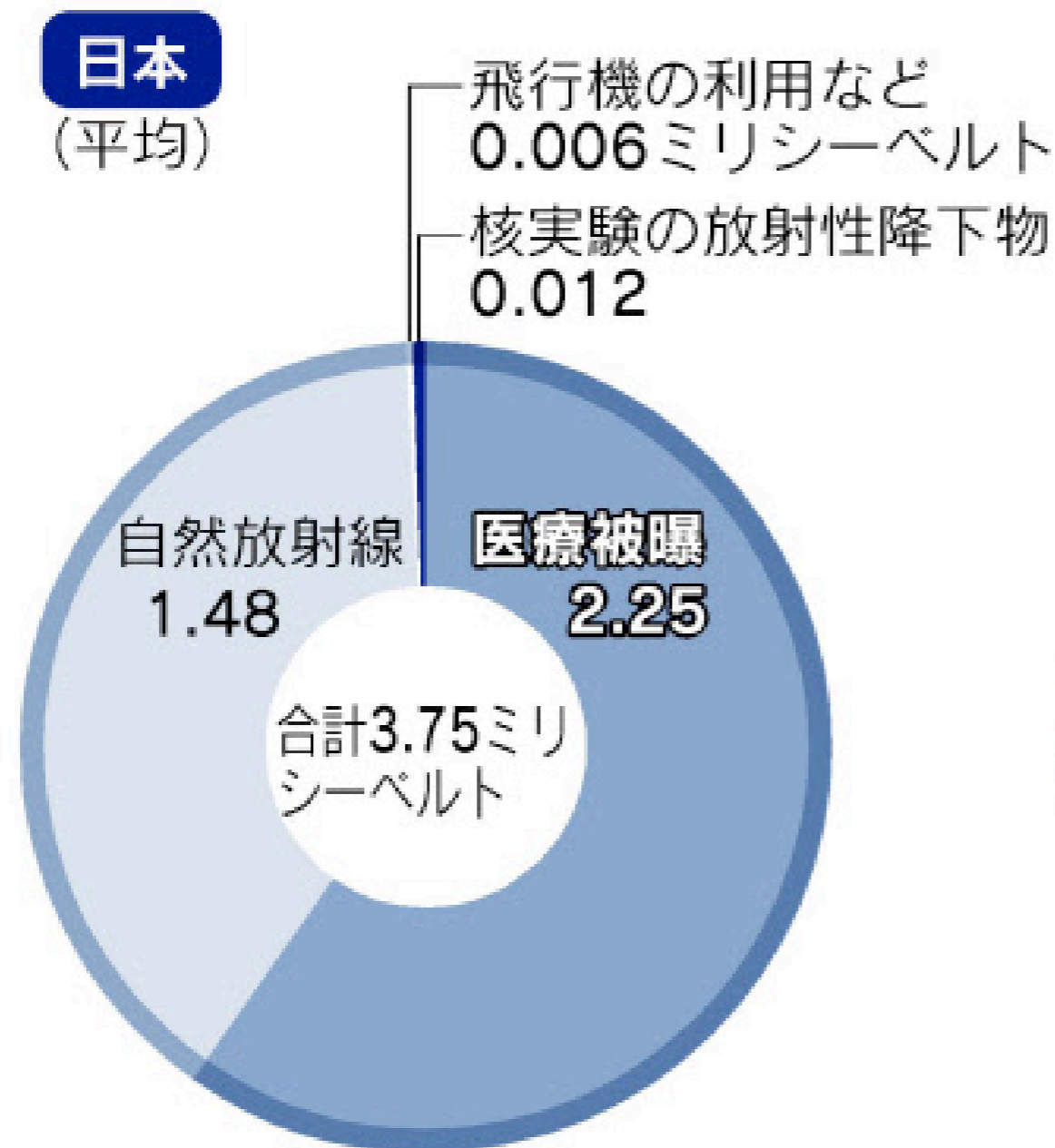
《表5》 土壌や岩石中に含まれる天然の放射性物質

放射性物質の種類	放射能濃度 (ベクレル/kg)	
	一般の土壌・岩石	花こう岩
カリウム40	100~700	500~1600
ウラン238 (娘核種を含む)	10~50	20~200
トリウム232	7~50	20~200

出典：国連放射線影響科学委員会報告 (1982) など

原子力総合研究所調べ (1988年)

# 1人が1年間に浴びる放射線量



(注) ICRPが定める一般人が浴びてもさしつかえないとする限度1ミリシーベルトは医療被曝と自然放射線は除く。「原子力・エネルギー図面集 2011年版より」

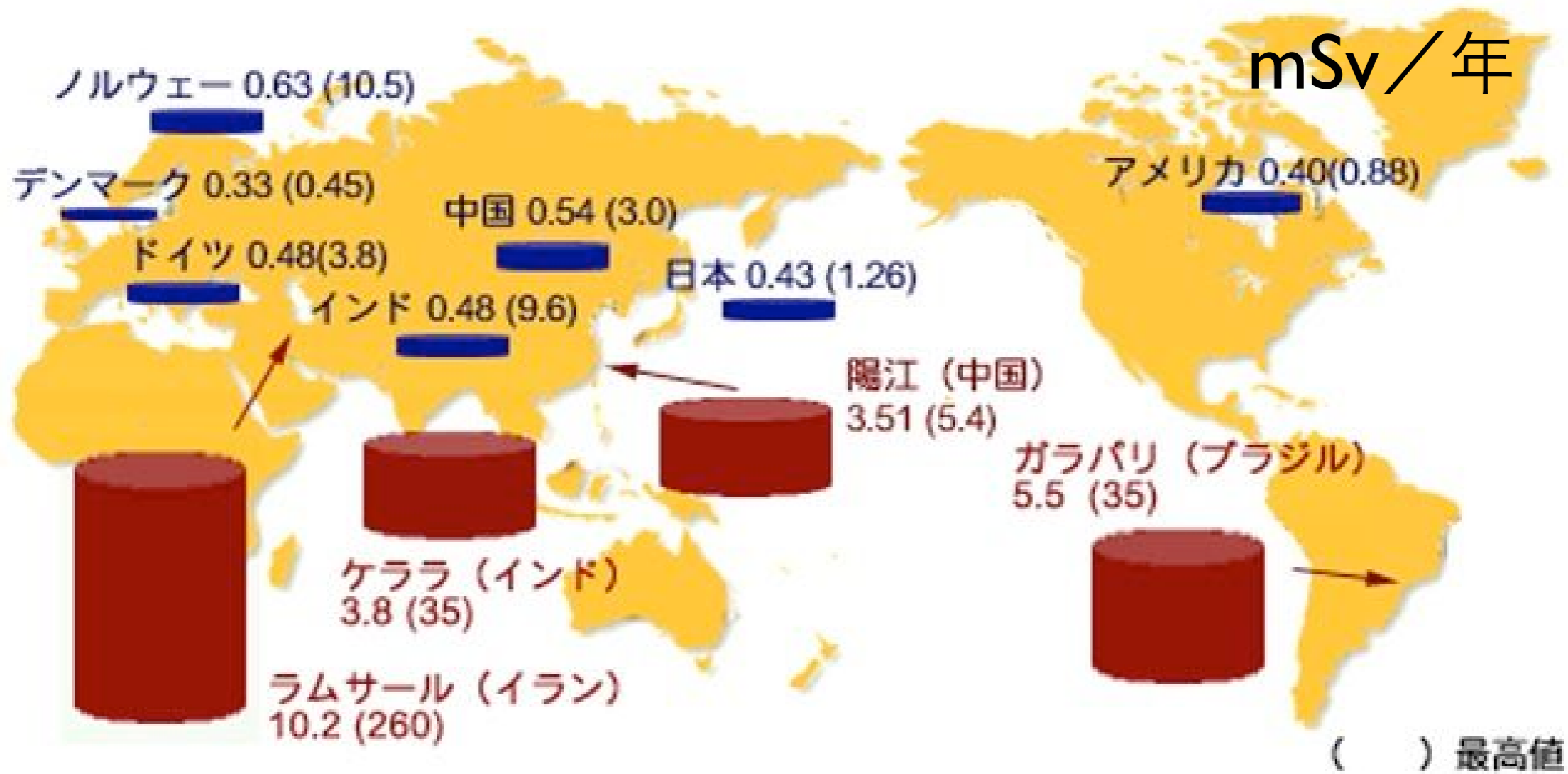


図2 陽江市・恩平県放射線環境調査実施地域

表1 高自然放射線地区と対照地区におけるがん死亡率の比較<sup>7,8)</sup>

	高自然放射線地区	対照地区
自然放射線量率 (mSv/年)	5.5	2.1
がん死亡率 (10万人・年)	48.8	51.1
調査人数・年	1,008,769	995,070

《表6》世界各地における年間積算線量の例 (ラドンを除く)

国名	空間線量のみ (ミリシーベルト/年)	備考
オーストリア	0.47~0.56	
フランス	{ 0.45~0.9 1.8~3.5	石灰岩 花崗岩と頁岩
日本	{ 0.23~0.37 0.79~1.19	関東ローム 花崗岩と地域
スウェーデン	{ 0.7~1.0 0.6~1.2 0.5	ストックホルム街路 火成岩 粘土
イギリス	{ 0.18~0.61 0.77~1.55	堆積岩または粘土 花崗岩地域
アメリカ	0.45~1.3	23州での測定
インド	1.31~28.14	ケララ地方
ブラジル	~12.0	ミナミ地方

出典：主として「放射線化学1971-6月」(放射線医学総合研究所編)

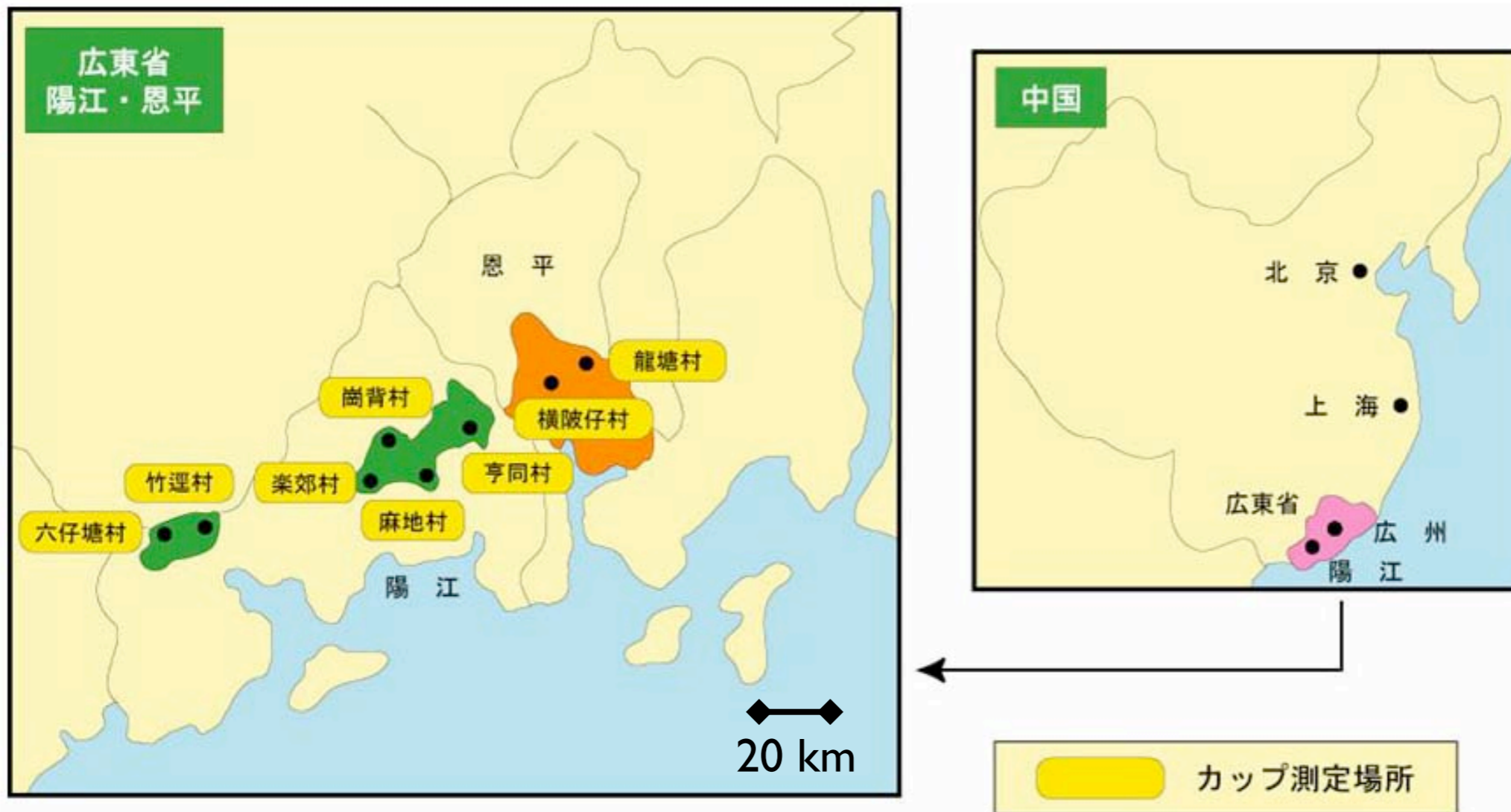


図2 陽江市・恩平県放射線環境調査実施地域

表1 高自然放射線地区と対照地区におけるがん死亡率の比較<sup>7,8)</sup>

	高自然放射線地区	対照地区
自然放射線量率 (mSv/年)	5.5	2.1
がん死亡率 (10万人・年)	48.8	51.1
調査人数・年	1,008,769	995,070



一次宇宙線 (高エネルギー陽子など)

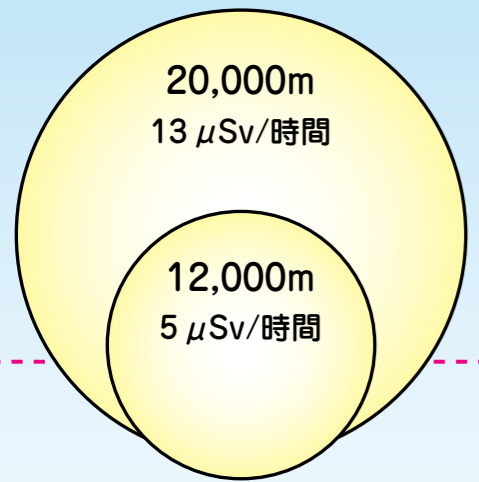
空気中の原子

二次宇宙線

三重水素、ベリリウム7、ベリリウム10、  
ナトリウム22、ナトリウム24などの  
宇宙線生成核種が生じる  
(一次宇宙線のエネルギーが  
比較的低い場合)

中性子、陽子、 $\pi$ 中間子、  
K中間子などの放射性物質が生じる  
(一次宇宙線のエネルギーが  
高い場合)

※○の大きさは、放射線を受ける量をあらわしている。



4,000m ○ 0.2 μSv/時間

2,000m ○ 0.1 μSv/時間

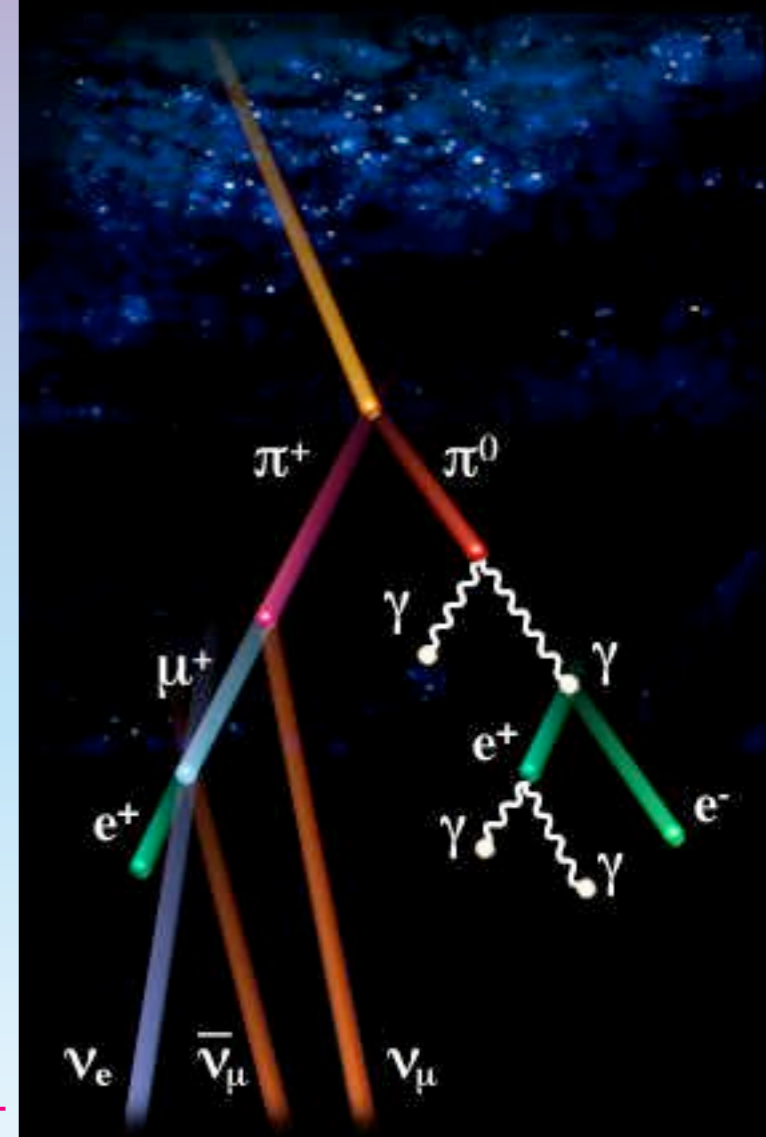
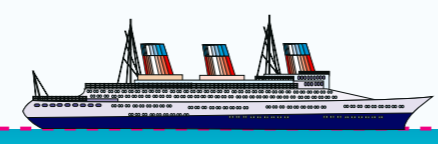
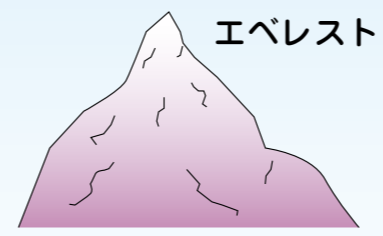
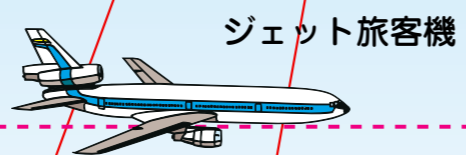
海面 ○ 0.03 μSv/時間

μSv = マイクロシーベルト

100km

10km

1km



東京～NY 往復  
200 μSv (max)

《表4》宇宙線による年平均実効線量

地域 (高高度地域)	人口 (百万人)	高度 (m)	年実効線量 (μSv)		
			電離成分	中性子	合計
ラパス (ボリビア)	1.0	3900	1120	900	2020
ラサ (中国)	0.3	3600	970	740	1710
キトー (エクアドル)	11.0	2840	690	440	1130
メキシコシティ (メキシコ)	17.3	2240	530	290	820
ナイロビ (ケニア)	1.2	1660	410	170	580
デンバー (米国)	1.6	1610	400	170	570
テヘラン (イラン)	7.5	1180	330	110	440
海面			240	30	270
世界平均			300	80	380

出典：国連放射線影響科学委員会報告 (1993)

# 体内、食物中の自然放射性物質

出典：旧科学技術庁パンフレット

Bq / kg

Bq (60 kg)

●体内の放射性物質の量

放射性物質	濃度 (ベクレル/kg)	全身の放射能 (60キログラムの人のベクレル数)
カリウム 40	67	4,100
炭素 14	41	2,600
ルビジウム 87	8.5	520
鉛 210または ポロニウム 210	0.074~1.5	19
ウラン 238	—	1.1

●食物中のカリウム40の放射能量 (日本)

(単位：ベクレル/kg)



Bq / kg

$^{40}\text{K}$   
 同位体比 0.012%  
 半減期 13億年

$^{40}\text{K} \rightarrow ^{40}\text{Ar} (\text{EC}\gamma) \quad 11\%$   
 $^{40}\text{K} \rightarrow ^{40}\text{Ca} (\beta^-) \quad 89\%$

毎日カリウム 3 g =  $^{40}\text{K}$  を 80 Bq 摂取。同量を排泄。

# 課題 (各自で)

(ヨウ素換算63万テラベクレル. <http://bit.ly/fRxmkt> これを放射性ヨウ素131の質量に焼き直すと, およそ1) 100トン 2) 100 キログラム 3) 100 グラム 4) 100ミリグラム, ?)

[less than a minute ago](#) via [Echofon](#) ☆ [Favorite](#) ↻ [Retweet](#) ↩ [Reply](#)

計算してみよう。

放射線のもつエネルギーは? (eV, J)

MeV を J に変換計算してみよう。

1 ミリシーベルトを浴びることによる体温上昇は? (K)

$mSv = J / kg$  人間の比熱は水に近い

# 準教科書

新刊書籍 10/11発売！

「放射線を科学的に理解する  
— 基礎からわかる東大教養の講義 —」

鳥居寛之・小豆川勝見・渡辺雄一郎 著  
中川恵一 執筆協力

丸善出版 本体 2500円＋税

ご購入は  
教科書販売所  
(本日 6時30分まで)

または生協書籍部で  
(7時まで)

一般書店は 10/16 発売

# 放射線

鳥居 寛之  
小豆川勝見  
渡辺雄一郎  
著  
中川 恵一  
執筆協力

科学的に  
理解する

基礎からわかる東大教養の講義

丸善出版

# 次回予告

## 第2回 (10/19)

### ● 放射線物理学

● 放射線の物質との相互作用

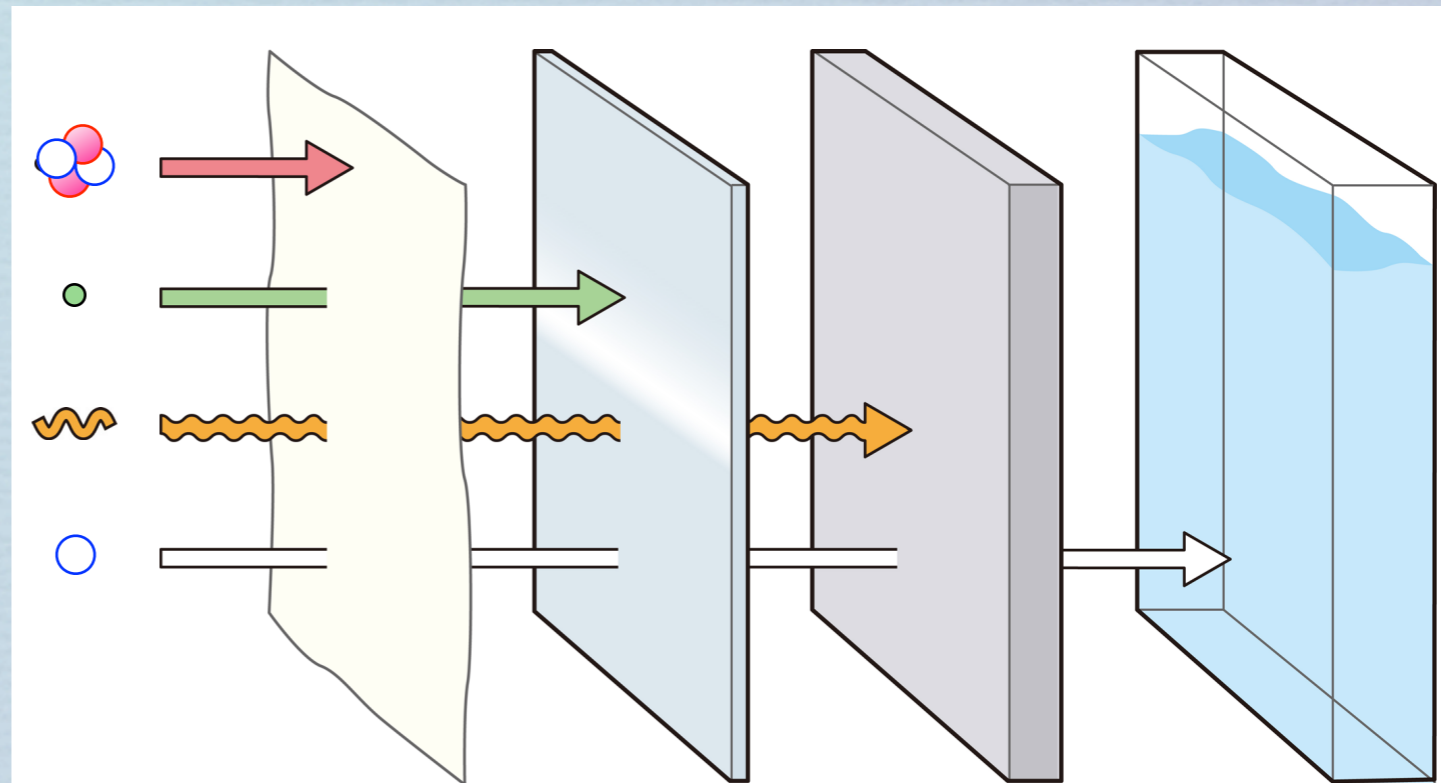
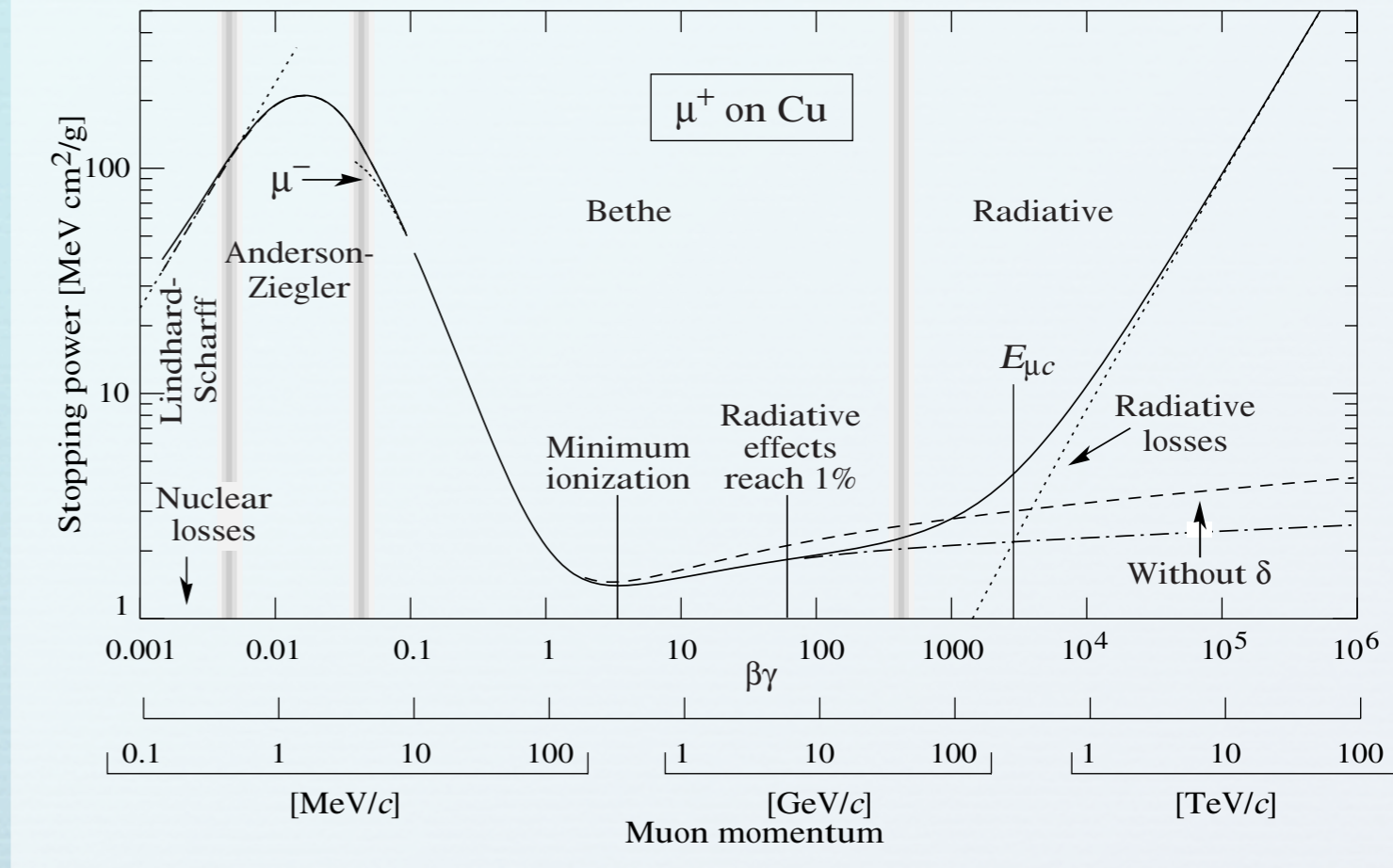
● エネルギー付与

以下の講義に必要な知識

● 第3/4回：放射化学

● 第5回：放射線生物学

● 第6回：放射線医療



# 講義スライド、講義予定

<http://radphys4.c.u-tokyo.ac.jp/~torii/lecture/>

東大教養 放射線 テーマ講義



検索

## 連絡先

[torii-radio@radphys4.c.u-tokyo.ac.jp](mailto:torii-radio@radphys4.c.u-tokyo.ac.jp)

担当教員:鳥居 寛之

**Fine.** Per oggi è tutto.

Fini pour aujourd'hui

That's all for today.

Всё за сегодня.

오늘은 여기까지 하겠습니다.

Ci vediamo la prossima settimana.

On se voit la semaine prochaine.

See you next week.

Увидимся на следующей неделе.

다음 주에 또 만납시다.