

新刊書籍 発売！ 2012年10月10日 刊行

「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思います。

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



# 放射線を科学的に理解する

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

# 東京大学教養学部 放射線講義 スライドのご案内

ごらんのファイル以外にも、別学期の講義シリーズのファイルがあります。

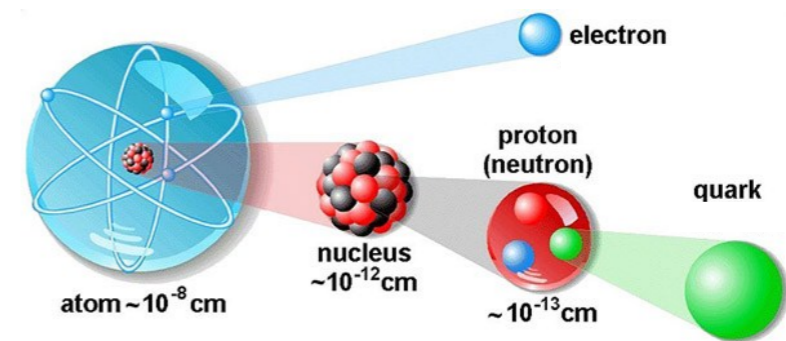
書籍「放射線を科学的に理解する — 基礎からわかる東大教養の講義 —」

とあわせて、どうぞご利用下さい。

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

2011年度夏学期  
自主講義

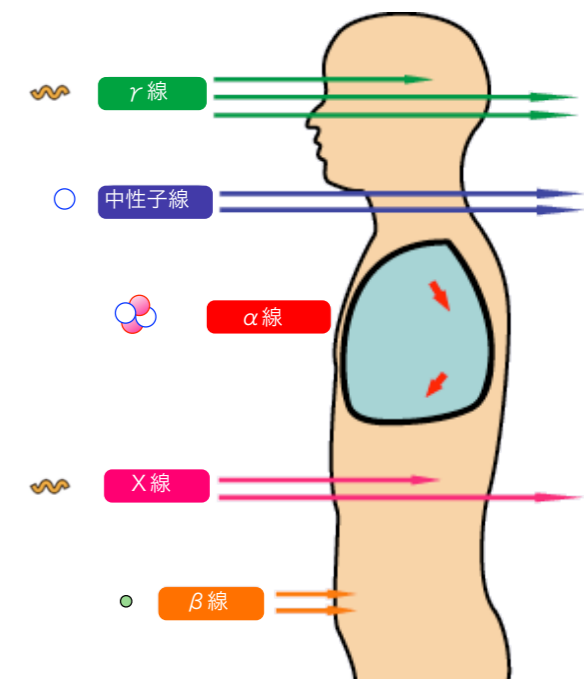
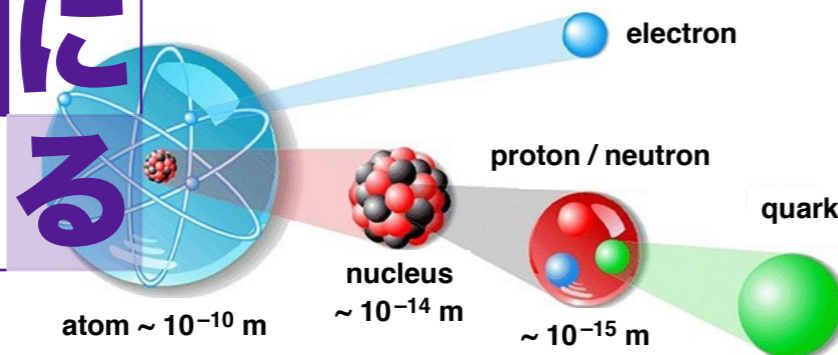
自主講義  
放射線学



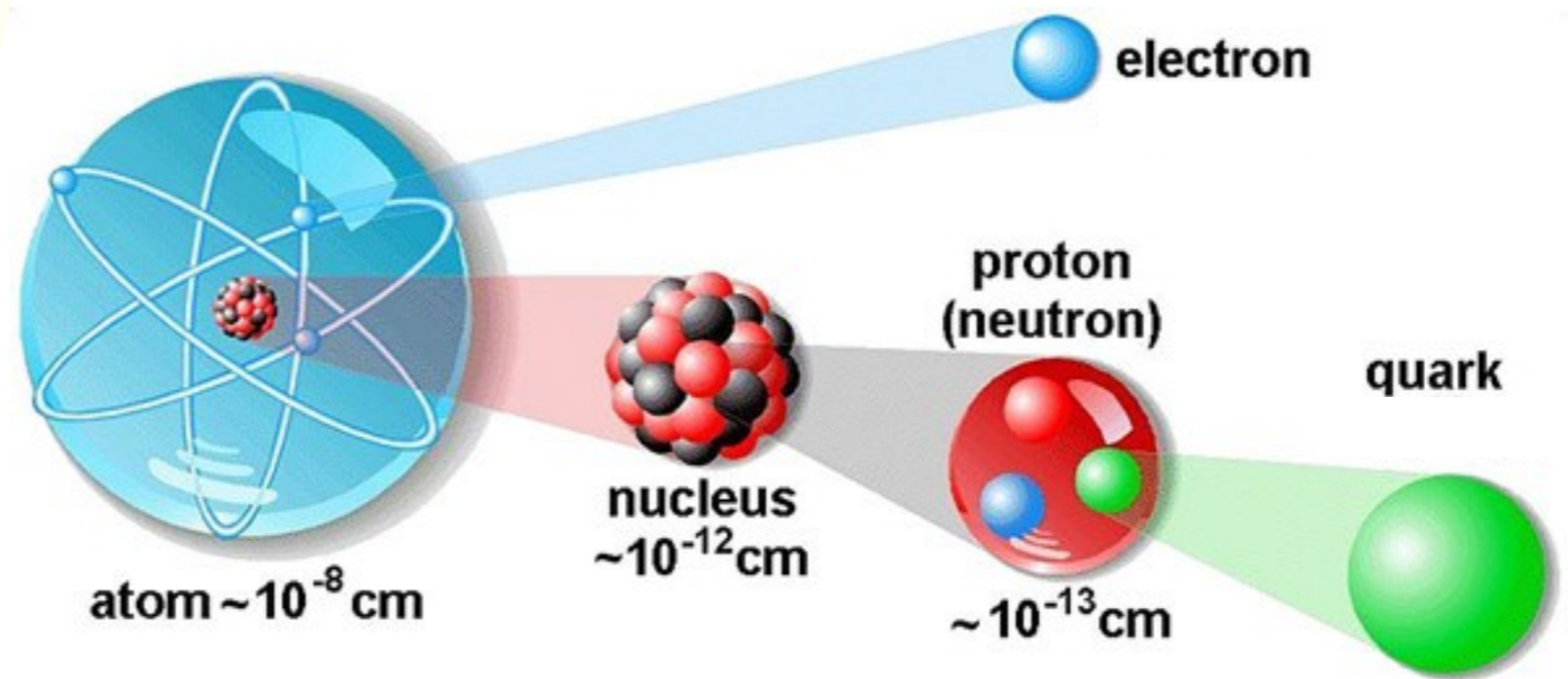
2011年度冬学期  
主題科目テーマ講義

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



# 自主講義 「放射線学」



物理部会／広域・相関 助教 鳥居 寛之

(粒子線物理学・素粒子原子物理学)

東京大学 教養学部／大学院総合文化研究科

# 自主講義 「放射線学」

- 放射線とは？
- 放射線と放射能の単位
- 放射線と物質との相互作用 《放射線物理学》
- 放射線の測定 《放射線計測学》
- 放射線の生体への作用と影響 《放射線生物学》
- 原子核の壊変 《原子核物理学》 と核分裂反応 《原子力工学》
- 放射線の利用（放射線診断・治療、分析、年代測定）
- 高エネルギー・素粒子物理学 《加速器科学》

**物理部会／広域・相関 助教 鳥居 寛之**

**（粒子線物理学・素粒子原子物理学）**

東京大学 教養学部／大学院総合文化研究科

# 自主講義 「放射線学」

## ● 講義日程

- 第1回 5/10 (火)
- 第2回 5/17 (火)
- 第3回 5/24 (火)
- 第4回 5/31 (火)
- 第5回 6/ 7 (火)
- 第6回 6/14 (火)
- 予備日 6/21 (火)

**物理部会／広域・相関 助教 鳥居 寛之**

**(粒子線物理学・素粒子原子物理学)**

東京大学 教養学部／大学院総合文化研究科

# 自己紹介

平成元年 東京大学理科1類入学

平成5年 東京大学理学部物理学科卒業

平成10年 東京大学大学院理学系研究科  
博士課程修了（物理学）

現在 東京大学 教養学部 物理・

大学院総合文化研究科 広域・相関 助教

ジュネーヴ郊外の CERN 研究所（加速器施設）

で実験研究 《粒子線物理学・素粒子原子物理学》



# 「放射能うつる」といじめ＝福島から避難の小学生に一千葉

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兄弟が、地元の子どもに「どこから来たの」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。

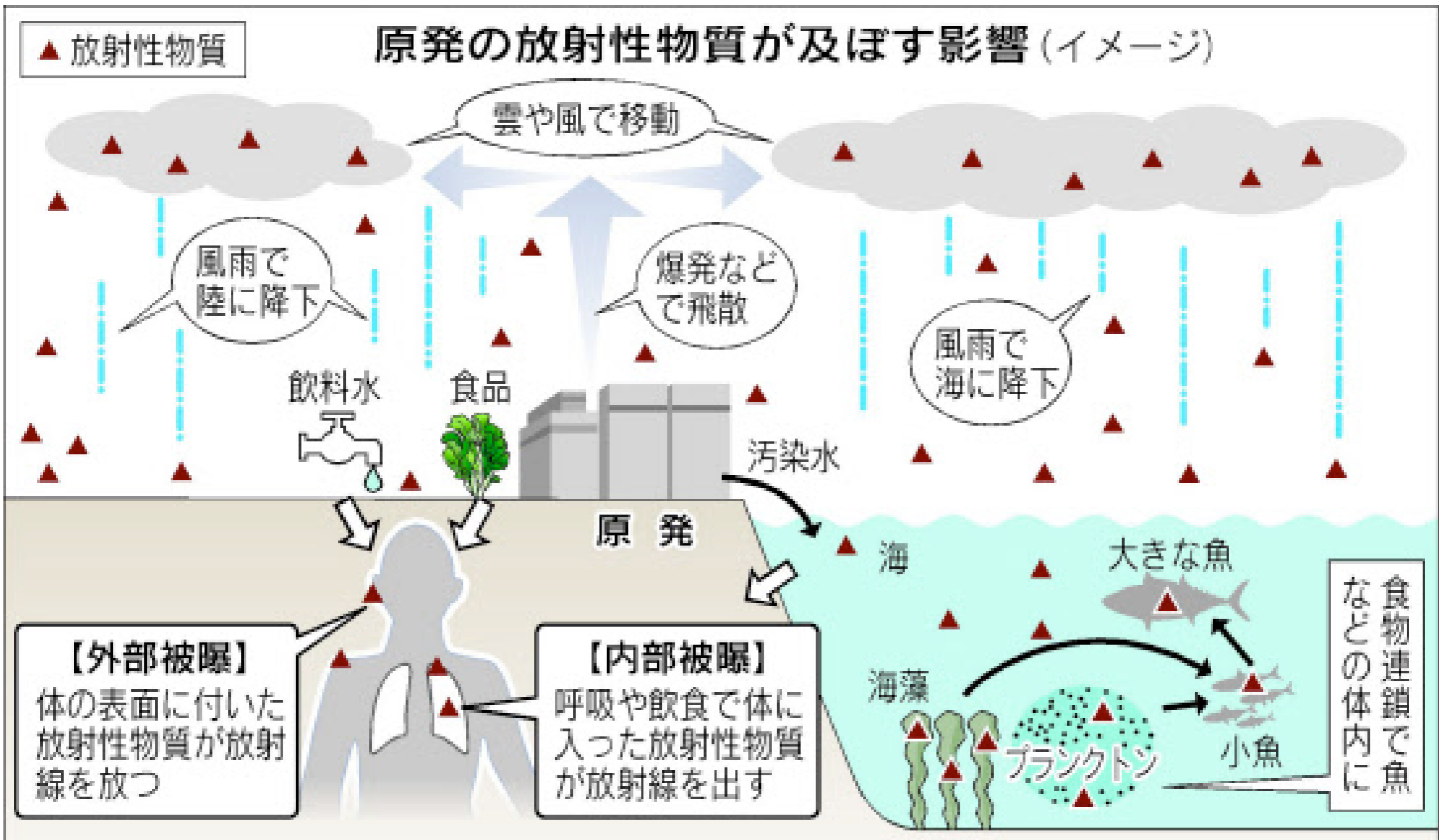
福島第1原発事故を受け、福島県から千葉県船橋市に避難した小学生の兄弟が、地元の子どもに「どこから来たの」と話しかけられた。兄弟が「福島」と答えると地元の子どもは「放射線がうつる」と言い、数人が一斉に逃げ出したという。

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	$10^{24}$

(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

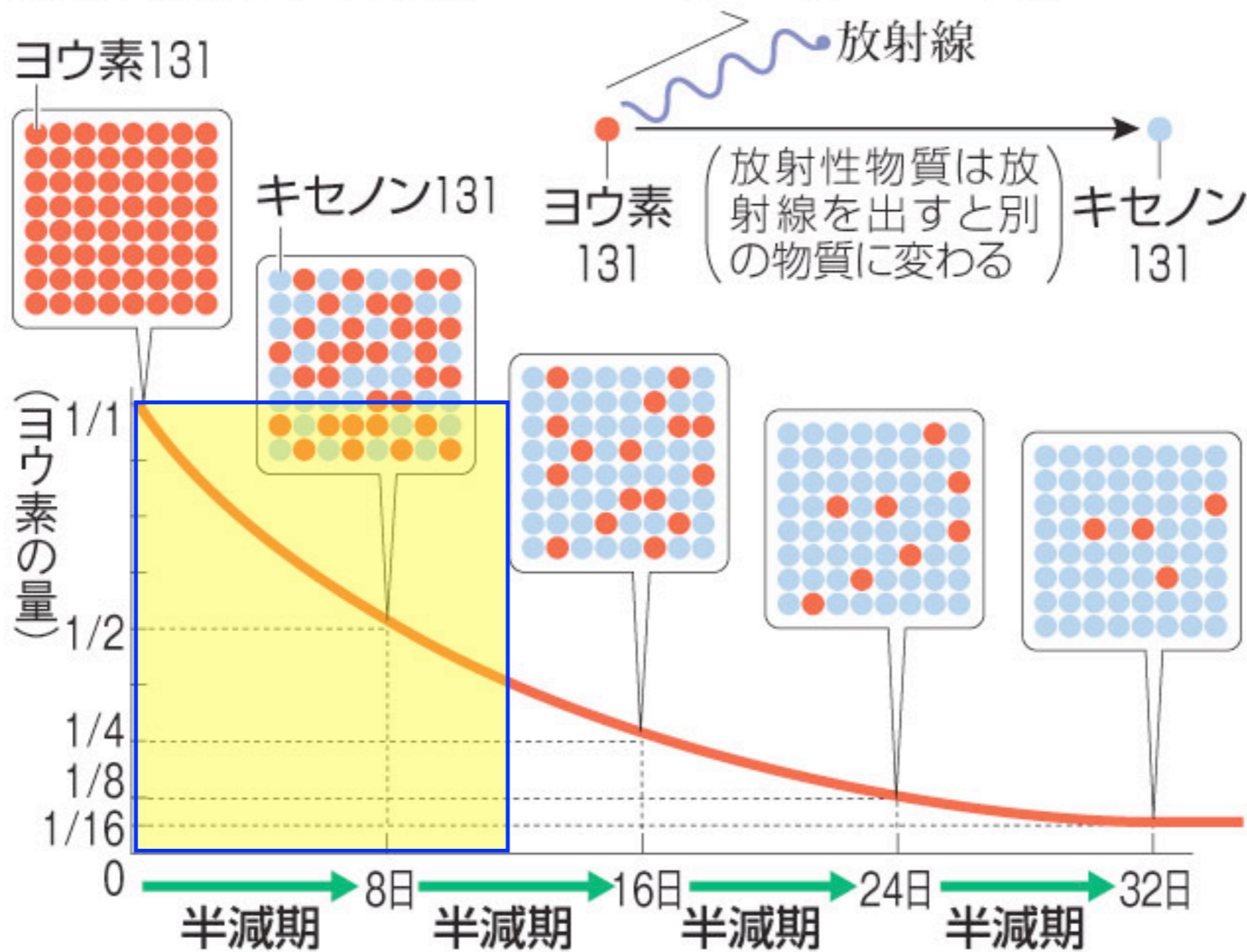
注：ヨウ素等価換算は、環境や人への影響を勘案して係数を決めている。ヨウ素以外の核種の質量を計算するには適していない。ヨウ素 131 については、15万テラベクレルの放出と言われているので、その質量は上の問いに対する計算値の4分の1となる。

(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, ?)

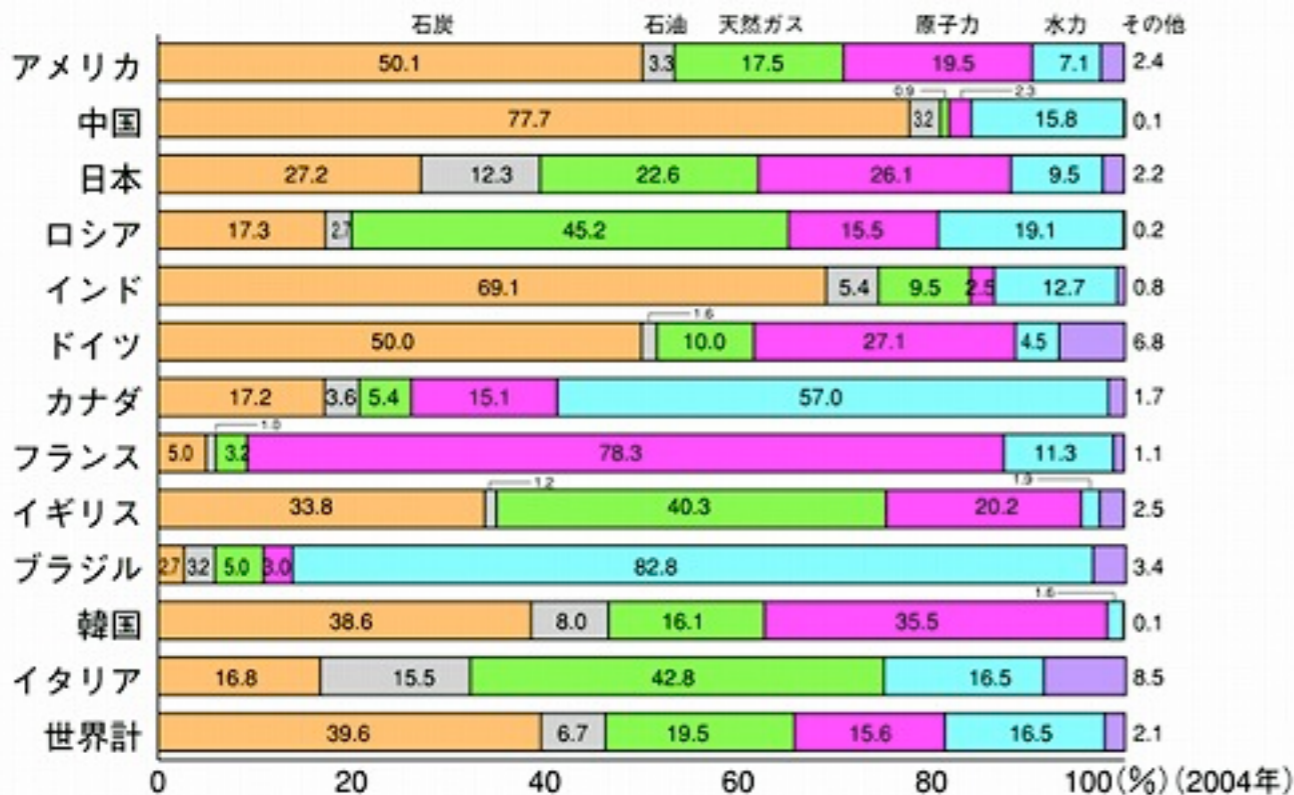
less than a minute ago via [Echofon](#) ☆ [Favorite](#) ↻ [Retweet](#) ↩ [Reply](#)



### 放射性物質の半減期のしくみ(ヨウ素131の例)



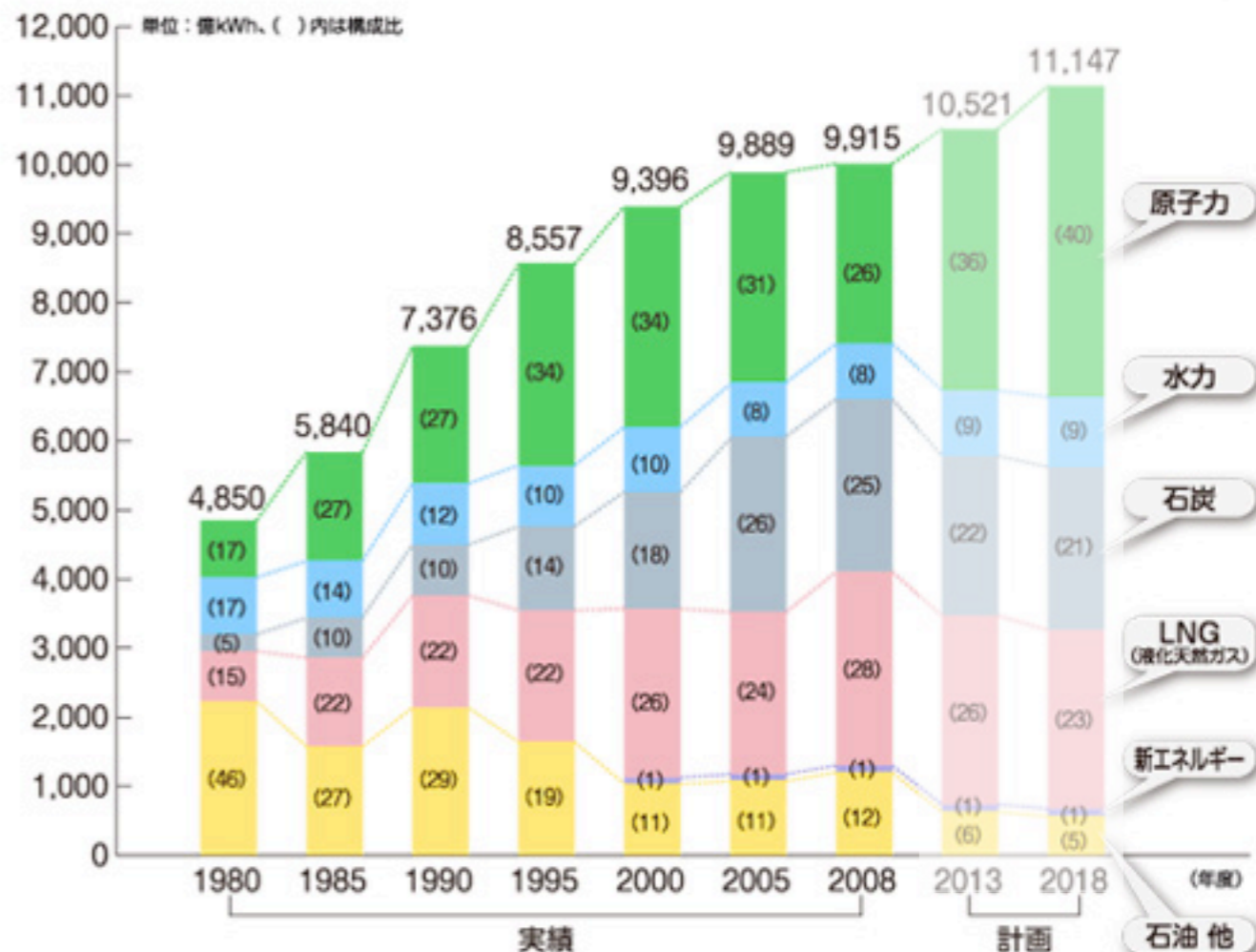
# 主要国の電源別発電電力量の構成比



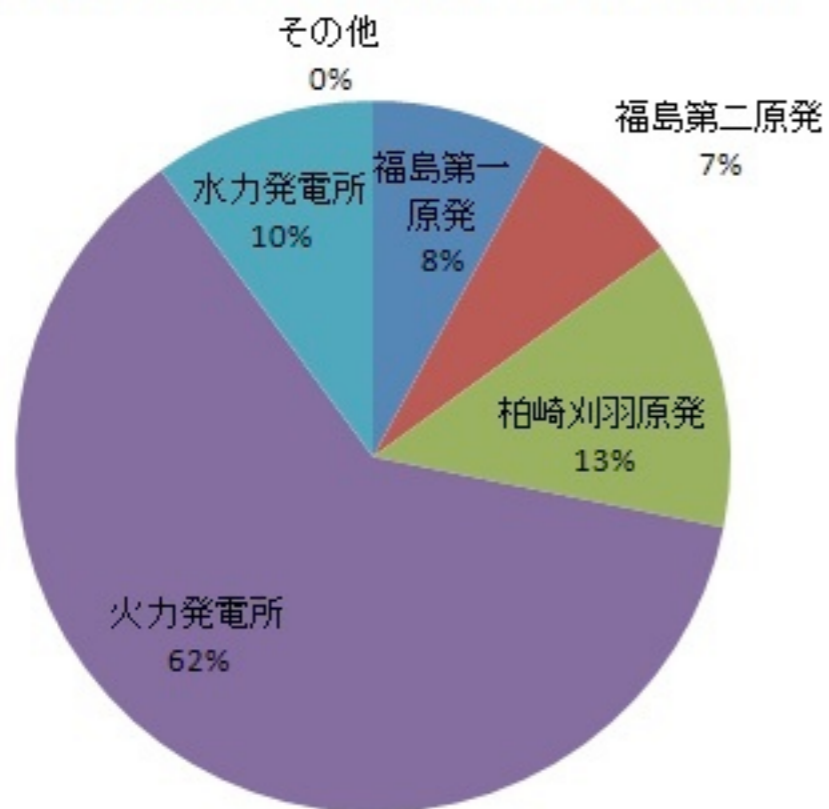
(注) 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある。

出典：IEA Electricity Information 2006 Edition

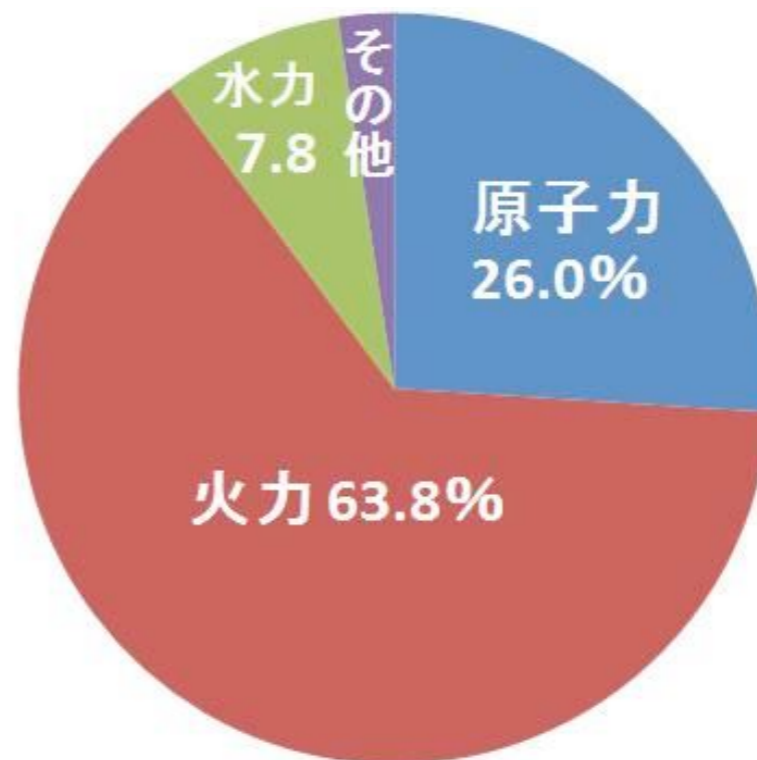
# 発電電力量構成比の推移 (10電力計、受電を含む)



# 東京電力の電力総出力の割合



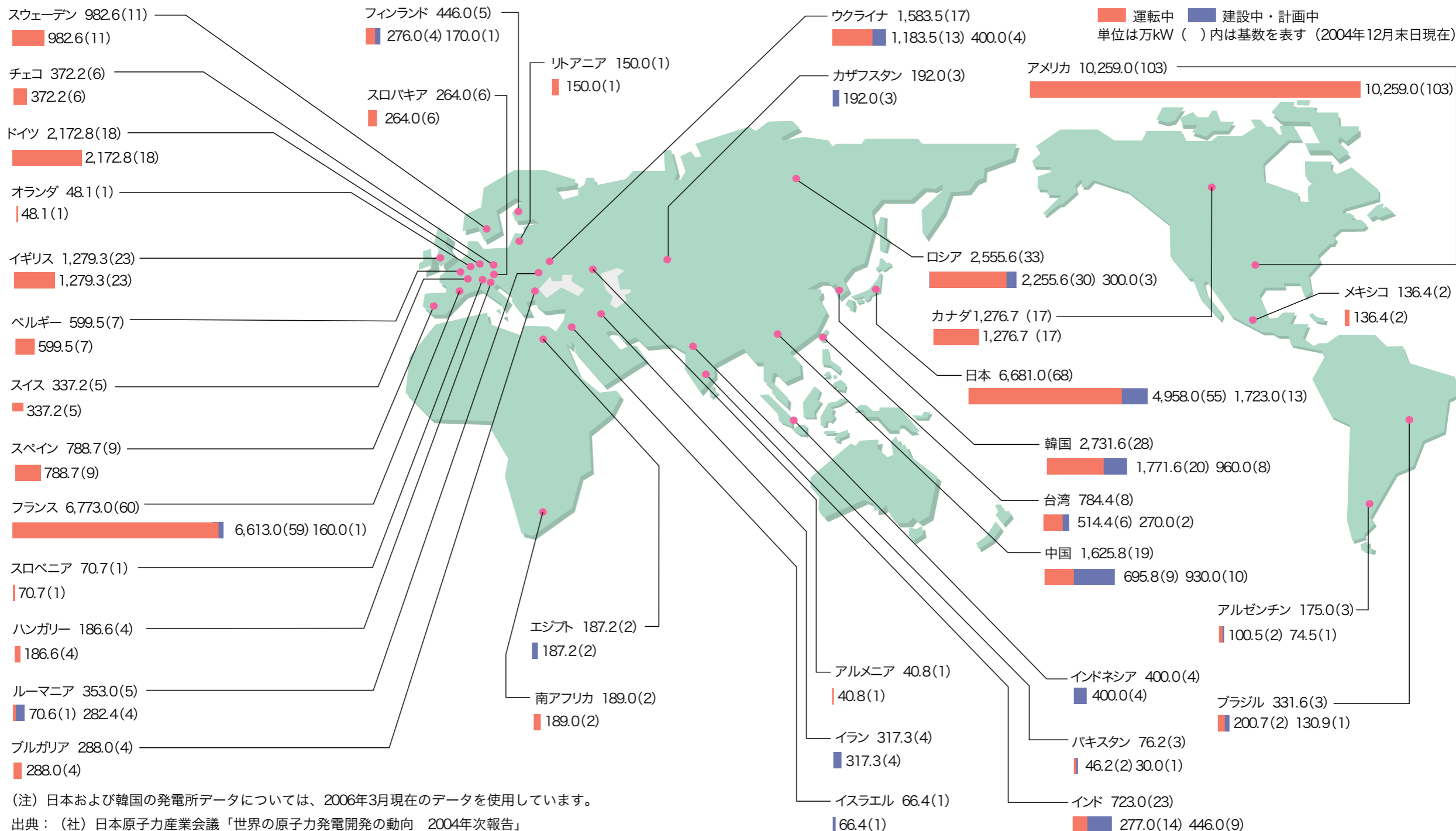
# 日本の発電量の比率 2008



石油に代わるエネルギーとして、世界各国の原子力発電への期待は大きく、世界中で、2004年12月末現在、運転中の原子炉は434基3億7,920万キロワットにおよび、設備容量は、アメリカ、フランス、日本、ロシア、ドイツ、韓国

の順となっています。また、建設中・計画中のものは70基で、日本、中国、韓国、インド、ウクライナ、ルーマニア、インドネシア、イランなどとなっています。

●世界の原子力発電の開発状況



(注) 日本および韓国の発電所データについては、2006年3月現在のデータを使用しています。

出典：(社)日本原子力産業会議「世界の原子力発電開発の動向 2004年次報告」

# 火力発電と原子力発電の違い

火力

化学的燃焼

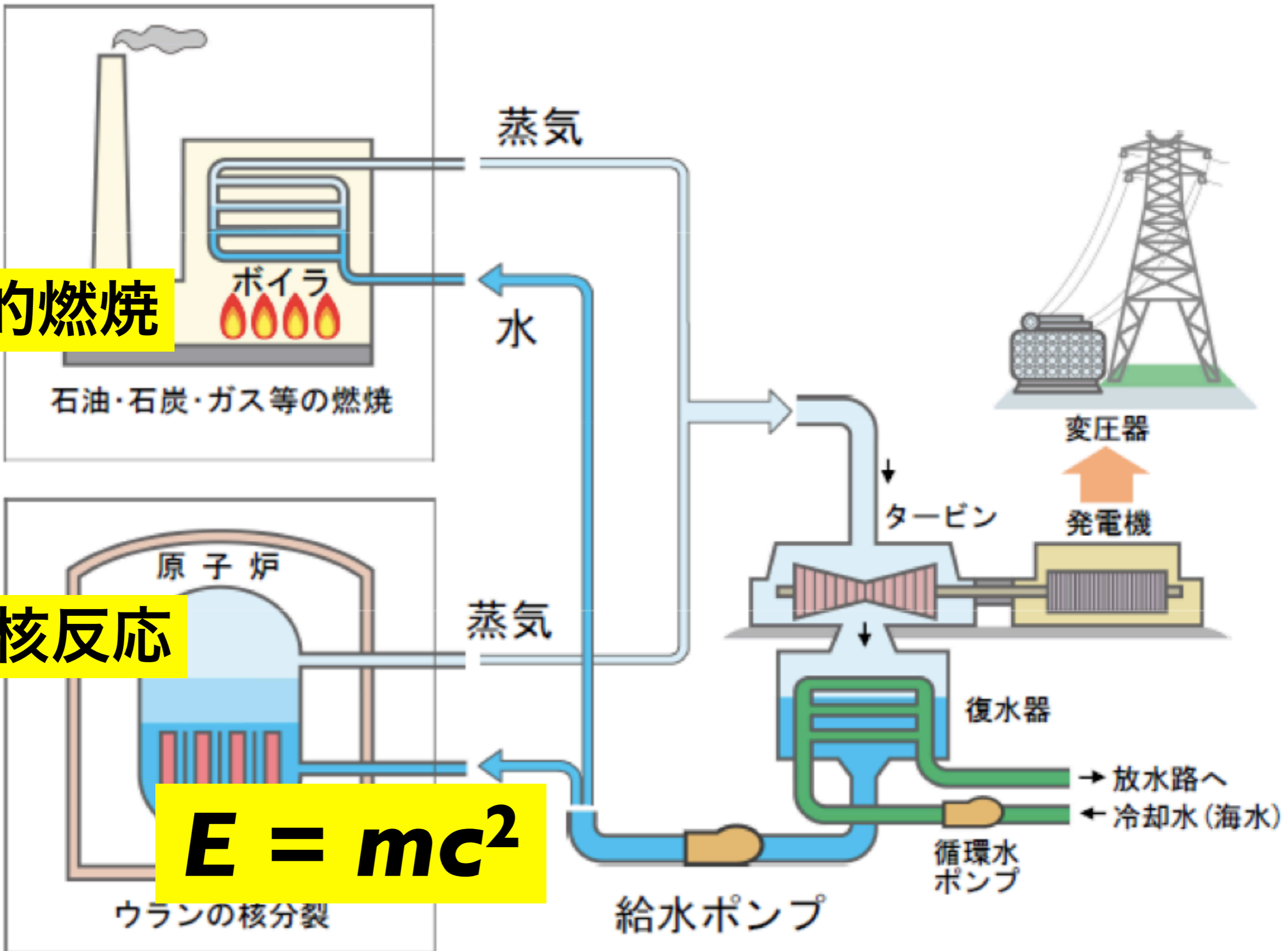
石油・石炭・ガス等の燃焼

原子核反応

原子力

$$E = mc^2$$

ウランの核分裂







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

原子物理学から原子核・素粒子物理学へ

# 原子 = atom

molecule < mole + -cule

(小さな塊)

ラテン語

**atom** < atomus < ατομος < a- + témnein + -os

(切ることができない)

古典ギリシャ語

**anatomy** < ana- + témnein

**tomography** < tomo- + -graphy

tom-, -tome, -tomy = to cut

-graphy = writing, drawing

# 周期表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																
1	1 <b>H</b> 1.0079	Atomic Sym Mass																2 <b>He</b> 4.0026																																
2	3 <b>Li</b> 6.941	4 <b>Be</b> 9.0121	<table border="1"> <tr> <td><b>C</b> 固体</td> <td colspan="5">金属</td> <td colspan="2">非金属元素</td> </tr> <tr> <td><b>Hg</b> 液体</td> <td>アルカリ金属</td> <td>アルカリ土類金属</td> <td>ランタノイド</td> <td>遷移元素</td> <td>卑金属</td> <td>非金属元素</td> <td>希ガス</td> </tr> <tr> <td><b>H</b> 気体</td> <td></td> <td></td> <td>アクチノイド</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Rf</b> Unknown</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										<b>C</b> 固体	金属					非金属元素		<b>Hg</b> 液体	アルカリ金属	アルカリ土類金属	ランタノイド	遷移元素	卑金属	非金属元素	希ガス	<b>H</b> 気体			アクチノイド					<b>Rf</b> Unknown								5 <b>B</b> 10.811	6 <b>C</b> 12.010	7 <b>N</b> 14.006	8 <b>O</b> 15.999	9 <b>F</b> 18.998	10 <b>Ne</b> 20.179
<b>C</b> 固体	金属					非金属元素																																												
<b>Hg</b> 液体	アルカリ金属	アルカリ土類金属	ランタノイド	遷移元素	卑金属	非金属元素	希ガス																																											
<b>H</b> 気体			アクチノイド																																															
<b>Rf</b> Unknown																																																		
3	11 <b>Na</b> 22.989	12 <b>Mg</b> 24.305											13 <b>Al</b> 26.981	14 <b>Si</b> 28.085	15 <b>P</b> 30.973	16 <b>S</b> 32.065	17 <b>Cl</b> 35.453	18 <b>Ar</b> 39.948																																
4	19 <b>K</b> 39.098	20 <b>Ca</b> 40.078	21 <b>Sc</b> 44.955	22 <b>Ti</b> 47.867	23 <b>V</b> 50.941	24 <b>Cr</b> 51.996	25 <b>Mn</b> 54.938	26 <b>Fe</b> 55.845	27 <b>Co</b> 58.933	28 <b>Ni</b> 58.693	29 <b>Cu</b> 63.546	30 <b>Zn</b> 65.38	31 <b>Ga</b> 69.723	32 <b>Ge</b> 72.64	33 <b>As</b> 74.921	34 <b>Se</b> 78.96	35 <b>Br</b> 79.904	36 <b>Kr</b> 83.798																																
5	37 <b>Rb</b> 85.467	38 <b>Sr</b> 87.62	39 <b>Y</b> 88.905	40 <b>Zr</b> 91.224	41 <b>Nb</b> 92.906	42 <b>Mo</b> 95.96	43 <b>Tc</b> (97.907)	44 <b>Ru</b> 101.07	45 <b>Rh</b> 102.90	46 <b>Pd</b> 106.42	47 <b>Ag</b> 107.86	48 <b>Cd</b> 112.41	49 <b>In</b> 114.81	50 <b>Sn</b> 118.71	51 <b>Sb</b> 121.76	52 <b>Te</b> 127.60	53 <b>I</b> 126.90	54 <b>Xe</b> 131.29																																
6	55 <b>Cs</b> 132.90	56 <b>Ba</b> 137.32	57-71	72 <b>Hf</b> 178.49	73 <b>Ta</b> 180.94	74 <b>W</b> 183.84	75 <b>Re</b> 186.20	76 <b>Os</b> 190.23	77 <b>Ir</b> 192.21	78 <b>Pt</b> 195.08	79 <b>Au</b> 196.96	80 <b>Hg</b> 200.59	81 <b>Tl</b> 204.38	82 <b>Pb</b> 207.2	83 <b>Bi</b> 208.98	84 <b>Po</b> (208.98)	85 <b>At</b> (209.98)	86 <b>Rn</b> (222.01)																																
7	87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> (226)	89-103	104 <b>Rf</b> (261)	105 <b>Db</b> (262)	106 <b>Sg</b> (266)	107 <b>Bh</b> (264)	108 <b>Hs</b> (277)	109 <b>Mt</b> (268)	110 <b>Ds</b> (271)	111 <b>Rg</b> (272)	112 <b>Cn</b> (285)	113 <b>Uut</b> (284)	114 <b>Uuq</b> (289)	115 <b>Uup</b> (288)	116 <b>Uuh</b> (292)	117 <b>Uus</b>	118 <b>Uuo</b> (294)																																

For elements with no stable isotopes, the mass number of the isotope with the longest half-life is in parentheses.

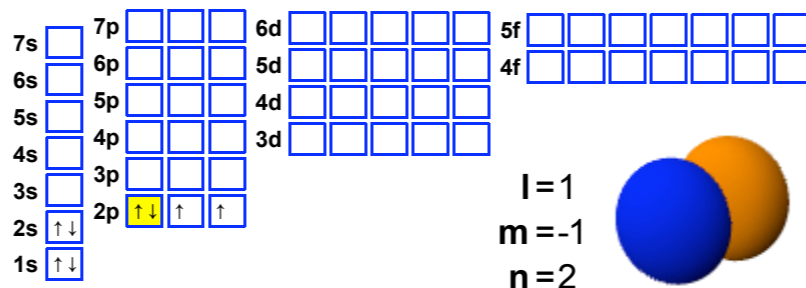
周期表 Design and Interface Copyright © 1997 Michael Dayah. <http://www.ptable.com/> Last updated: May 30, 2008

57 <b>La</b> 138.90	58 <b>Ce</b> 140.11	59 <b>Pr</b> 140.90	60 <b>Nd</b> 144.24	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150.36	63 <b>Eu</b> 151.96	64 <b>Gd</b> 157.25	65 <b>Tb</b> 158.92	66 <b>Dy</b> 162.50	67 <b>Ho</b> 164.93	68 <b>Er</b> 167.25	69 <b>Tm</b> 168.93	70 <b>Yb</b> 173.05	71 <b>Lu</b> 174.96
89 <b>Ac</b> (227)	90 <b>Th</b> 232.03	91 <b>Pa</b> 231.03	92 <b>U</b> 238.02	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (244)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (252)	100 <b>Fm</b> (257)	101 <b>Md</b> (258)	102 <b>No</b> (259)	103 <b>Lr</b> (262)

# 周期表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 <b>H</b> 1	2 <b>He</b> 0																
2	3 <b>Li</b> 1	4 <b>Be</b> 2																
3	11 <b>Na</b> 1	12 <b>Mg</b> 2																
4	19 <b>K</b> 1	20 <b>Ca</b> 2	21 <b>Sc</b> 3	22 <b>Ti</b> 4	23 <b>V</b> 5	24 <b>Cr</b> 6	25 <b>Mn</b> 4	26 <b>Fe</b> 3	27 <b>Co</b> 4	28 <b>Ni</b> 4	29 <b>Cu</b> 2	30 <b>Zn</b> 2	31 <b>Ga</b> 3	32 <b>Ge</b> 4	33 <b>As</b> 5	34 <b>Se</b> 6	35 <b>Br</b> 7	36 <b>Kr</b> 4
5	37 <b>Rb</b> 1	38 <b>Sr</b> 2	39 <b>Y</b> 3	40 <b>Zr</b> 4	41 <b>Nb</b> 5	42 <b>Mo</b> 6	43 <b>Tc</b> 7	44 <b>Ru</b> 6	45 <b>Rh</b> 6	46 <b>Pd</b> 4	47 <b>Ag</b> 4	48 <b>Cd</b> 2	49 <b>In</b> 3	50 <b>Sn</b> 4	51 <b>Sb</b> 5	52 <b>Te</b> 6	53 <b>I</b> 7	54 <b>Xe</b> 6
6	55 <b>Cs</b> 3	56 <b>Ba</b> 2	57-71 <b>Lanthanides</b>	72 <b>Hf</b> 4	73 <b>Ta</b> 5	74 <b>W</b> 6	75 <b>Re</b> 7	76 <b>Os</b> 7	77 <b>Ir</b> 6	78 <b>Pt</b> 6	79 <b>Au</b> 7	80 <b>Hg</b> 2	81 <b>Tl</b> 3	82 <b>Pb</b> 4	83 <b>Bi</b> 5	84 <b>Po</b> 6	85 <b>At</b> 7	86 <b>Rn</b> 6
7	87 <b>Fr</b> 3	88 <b>Ra</b> 2	89-103 <b>Actinides</b>	104 <b>Rf</b> 4	105 <b>Db</b> 5	106 <b>Sg</b> 6	107 <b>Bh</b> 7	108 <b>Hs</b> 7	109 <b>Mt</b> 6	110 <b>Ds</b> 6	111 <b>Rg</b> 7	112 <b>Cn</b> 2	113 <b>Uut</b> 3	114 <b>Uuq</b> 4	115 <b>Uup</b> 5	116 <b>Uuh</b> 6	117 <b>Uus</b> 7	118 <b>Uuo</b> 6

8  
**O**  
酸素  
15.9994  
[He]2s<sup>2</sup> 2p<sup>4</sup>



- s
- p
- d
- f

For elements with no stable isotopes, the mass number of the isotope with the longest half-life is in parentheses.

周期表 Design and Interface Copyright © 1997 Michael Dayah. <http://www.ptable.com/> Last updated: May 30, 2008

57 <b>La</b> 3	58 <b>Ce</b> 4	59 <b>Pr</b> 4	60 <b>Nd</b> 3	61 <b>Pm</b> 3	62 <b>Sm</b> 3	63 <b>Eu</b> 3	64 <b>Gd</b> 3	65 <b>Tb</b> 4	66 <b>Dy</b> 3	67 <b>Ho</b> 3	68 <b>Er</b> 3	69 <b>Tm</b> 3	70 <b>Yb</b> 3	71 <b>Lu</b> 3
89 <b>Ac</b> 3	90 <b>Th</b> 4	91 <b>Pa</b> 5	92 <b>U</b> 6	93 <b>Np</b> 6	94 <b>Pu</b> 6	95 <b>Am</b> 4	96 <b>Cm</b> 4	97 <b>Bk</b> 4	98 <b>Cf</b> 4	99 <b>Es</b> 4	100 <b>Fm</b> 3	101 <b>Md</b> 3	102 <b>No</b> 3	103 <b>Lr</b> 3

# 元素周期表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1 氢	Atomic Sym																2 氦	
2	3 锂	4 铍	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;">                     1 氢 Hydrogen 1.00794 1s<sup>1</sup> </div> <div> <span style="border: 1px solid orange; padding: 2px;">α</span> A衰变  <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">p</span> Proton emission  <span style="border: 1px solid green; padding: 2px;">n</span> Neutron emission  <span style="border: 1px dashed gray; padding: 2px;">SF</span> Spontaneous fission                 </div> <div> <span style="border: 1px solid blue; padding: 2px;">β</span> β衰变  <span style="border: 1px solid purple; padding: 2px;">β+</span> Beta+ decay  <span style="border: 1px dashed purple; padding: 2px;">EC</span> Electron capture  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">□</span> Stable                 </div> </div>																10 氖
3	11 钠	12 镁	Selected All																18 氩
4	19 钾	20 钙	21 钪	22 钛	23 钒	24 铬	25 锰	26 铁	27 钴	28 镍	29 铜	30 锌	31 镓	32 锗	33 砷	34 硒	35 溴	36 氪	
5	37 铷	38 锶	39 钇	40 锆	41 铌	42 钼	43 锝	44 钨	45 铼	46 钨	47 铟	48 锡	49 铊	50 铅	51 铟	52 碲	53 碘	54 氙	
6	55 铯	56 钡	57-71 镧系	72 铪	73 钽	74 钨	75 铼	76 钨	77 铱	78 铂	79 金	80 汞	81 铊	82 铅	83 铋	84 钋	85 砹	86 氡	
7	87 钫	88 镭	89-103 锕系	104 钅卢	105 钅杜	106 钅喜	107 钅波	108 钅黑	109 钅麦	110 钅达	111 钅仑	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo	

铼

这些原理没有一致稳定的同位素,大量的同位素最长的半生会在圆括号里

元素周期表 设计版权 © 1997 Michael Dayah. <http://www.ptable.com/> Last updated: May 30, 2008

57 镧	58 铈	59 镨	60 钕	61 钐	62 铈	63 铈	64 钆	65 铈	66 铈	67 铈	68 铈	69 铈	70 铈	71 铈
89 锶	90 钇	91 铈	92 铈	93 铈	94 铈	95 铈	96 铈	97 铈	98 铈	99 铈	100 铈	101 铈	102 铈	103 铈

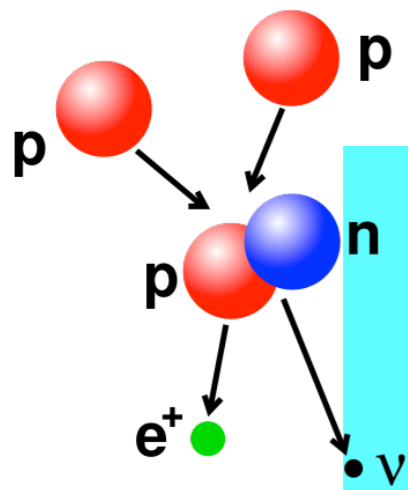
# Periodic Table of Elements

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1 H 1 1.00794	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>Name</b> Hydrogen-3 <b>Mass</b> 3.01604927767 <b>Binding Energy</b> 2.827266 <b>Abundance</b> 0% <b>Half-Life</b> 12.32 y <b>Decay Width</b> 1.174e-30</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>α</b> Alpha decay <b>p</b> Proton emission <b>n</b> Neutron emission <b>SF</b> Spontaneous fission</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>β</b> Beta decay <b>β+</b> Beta+ decay <b>EC</b> Electron capture <b>☐</b> Stable</p> </div> </div>																	2 He 2
2	3 Li 3 6.941	4 Be 4 9.012182	5 B 5 10.811	6 C 6 12.0107	7 N 7 14.00643	8 O 8 15.999	9 F 9 18.998403	10 Ne 10 20.1797											10 Ne 10 20.1797
3	11 Na 11 22.989769	12 Mg 12 24.3047																18 Ar 18 39.948	
4	19 K 19 39.0983	20 Ca 20 40.078	21 Sc 21 44.955912	22 Ti 22 47.88	23 V 23 50.9415	24 Cr 24 51.9961	25 Mn 25 54.938045	26 Fe 26 55.845	27 Co 27 58.933195	28 Ni 28 58.6934	29 Cu 29 63.546	30 Zn 30 65.38	31 Ga 31 69.723	32 Ge 32 72.630	33 As 33 74.9216	34 Se 34 78.96	35 Br 35 79.904	36 Kr 36 83.80	
5	37 Rb 37 85.4678	38 Sr 38 87.62	39 Y 39 88.905848	40 Zr 40 91.224	41 Nb 41 92.90638	42 Mo 42 95.94	43 Tc 43 (98)	44 Ru 44 101.07	45 Rh 45 102.9055	46 Pd 46 106.42	47 Ag 47 107.8682	48 Cd 48 112.411	49 In 49 114.818	50 Sn 50 118.710	51 Sb 51 121.757	52 Te 52 127.6	53 I 53 126.905	54 Xe 54 131.29	
6	55 Cs 55 132.90545	56 Ba 56 137.327	57-71 Lanthanides	72 Hf 72 178.49	73 Ta 73 180.9479	74 W 74 183.84	75 Re 75 186.207	76 Os 76 190.23	77 Ir 77 192.222	78 Pt 78 195.084	79 Au 79 196.96657	80 Hg 80 200.59	81 Tl 81 204.38	82 Pb 82 207.2	83 Bi 83 208.9804	84 Po 84 (209)	85 At 85 (210)	86 Rn 86 (222)	
7	87 Fr 87 (223)	88 Ra 88 (226)	89-103 Actinides	104 Rf 104 (261)	105 Db 105 (262)	106 Sg 106 (263)	107 Bh 107 (264)	108 Hs 108 (265)	109 Mt 109 (266)	110 Ds 110 (271)	111 Rg 111 (272)	112 Cn 112 (285)	113 Uut 113 (284)	114 Uuq 114 (289)	115 Uup 115 (288)	116 Uuh 116 (289)	117 Uus 117 (289)	118 Uuo 118 (294)	

For elements with no stable isotopes, the mass number of the isotope with the longest half-life is in parentheses.

Periodic Table Design and Interface Copyright © 1997 Michael Dayah. <http://www.ptable.com/> Last updated: May 30, 2008

57 La 3	58 Ce 8	59 Pr 3	60 Nd 7	61 Pm 3	62 Sm 8	63 Eu 4	64 Gd 7	65 Tb 3	66 Dy 8	67 Ho 5	68 Er 11	69 Tm 5	70 Yb 11	71 Lu 4
89 Ac 3	90 Th 6	91 Pa 6	92 U 6	93 Np 3	94 Pu 6	95 Am 3	96 Cm 8	97 Bk 5	98 Cf 7	99 Es 4	100 Fm 4	101 Md 3	102 No 3	103 Lr 1



# Periodic Table of Elements

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

Name: Hydrogen-3  
 Mass: 3.01604927767  
 Alpha decay:  $\alpha$   
 Beta decay:  $\beta$   
 Selected: All  
 He 2

陽子 p  
 重陽子 pn  
 三重陽子 pnn  
**原子核**  
 アルファ粒子  
 $\alpha = ppnn$   
 ${}^3\text{He}^{++} = ppn$

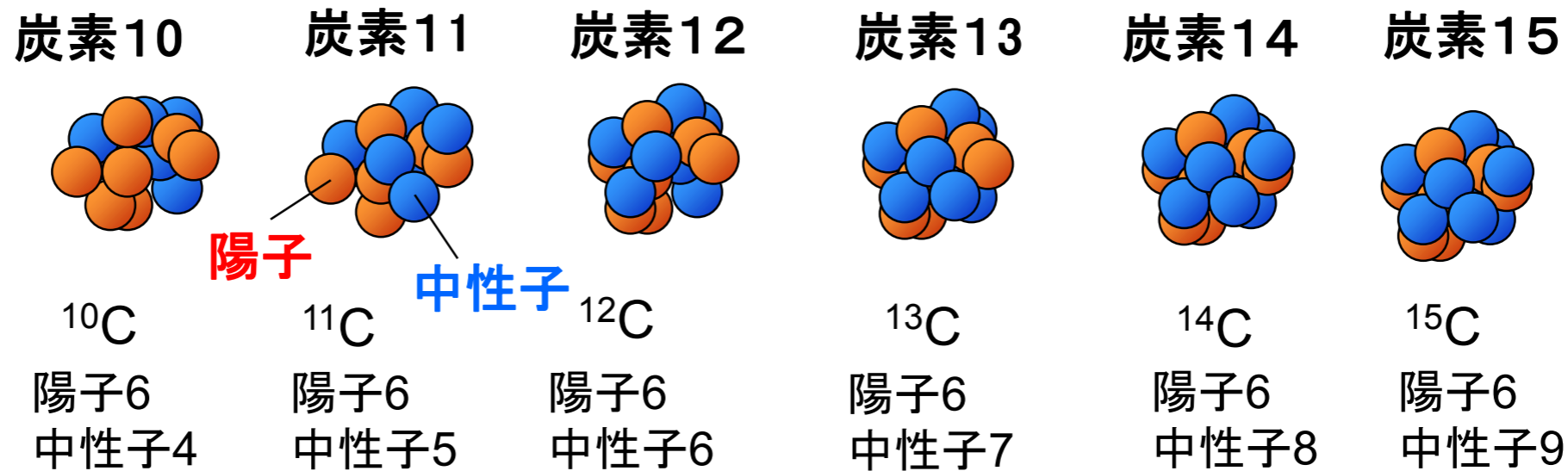
H	Hydrogen	水素	氫 qīng
${}^1\text{H}$ (H)	Protium	軽水素	気 piē
${}^2\text{H}$ (D)	Deuterium	重水素	気 dāo
${}^3\text{H}$ (T)	Tritium	三重水素	気 chuān
He	Helium	ヘリウム	氦 hài
${}^4\text{He}$	Helium-4	ヘリウム4	
${}^3\text{He}$	Helium-4	ヘリウム3	<b>原子</b>



# 同位体 (原子番号 (=陽子数) は同じで中性子数が異なる **原子核**)

同位体間では化学的性質は同じ

例: 炭素同位体



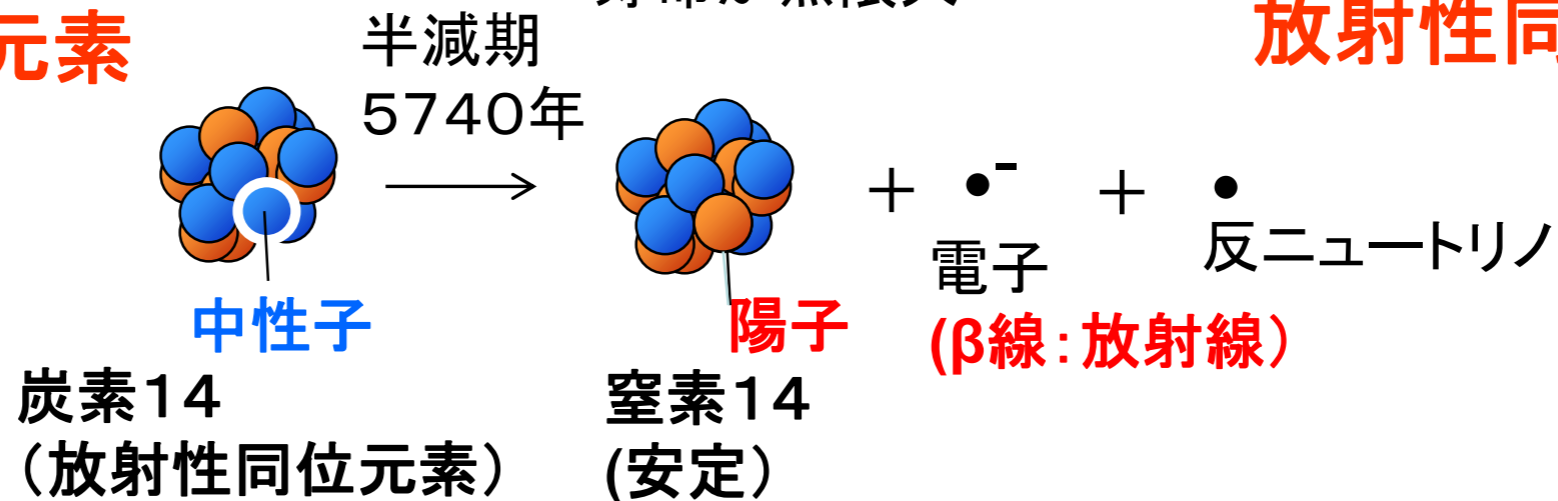
陽子過剰になると?  
(寿命がある:  $\beta$ 崩壊、  
電子捕獲)

天然に存在 = **安定同位体**  
寿命が無限大

中性子過剰になると、  
(寿命がある:  $\beta$ 崩壊)

**放射性同位元素**

**放射性同位元素**



# Nuclear Science

**Nuclear Science** is the study of the structure, properties, and interactions of the atomic nuclei. Nuclear scientists calculate and measure the masses, shapes, sizes, and decays of nuclei at rest and in collisions. They ask questions, such as "Why do nuclei stay in the nucleus?" "What combinations of protons and neutrons are possible?" "What happens when nuclei are compressed or rapidly rotated?" "What is the origin of the nuclei found on Earth?"

**Legend**

- electron ( $e^-$ )
- positron ( $e^+$ )
- neutrino ( $\nu$ )
- antineutrino ( $\bar{\nu}$ )
- quark
- gluon field
- gluon
- photon ( $\gamma$ )
- Nucleon:  $A = Z + N$

## Expansion of the Universe

After the Big Bang, the universe expanded and cooled. At about  $10^{-35}$  second, the universe consisted of a soup of quarks, gluons, electrons, and neutrinos. When the temperature of the Universe,  $T_{univ}$ , cooled to about  $10^{12}$  K, this soup condensed into protons, neutrons, and electrons. As time progressed, most of the protons and neutrons formed deuterium, helium, and lithium nuclei. Still later, electrons combined with protons and these low-mass nuclei to form neutral atoms. Due to gravity, clouds of atoms condensed into stars, where hydrogen and helium fused into more massive chemical elements. Expanding and impermeable from the most massive elements and dispersed them into space. Our earth was formed from supernova debris.



## Phases of Nuclear Matter



## Unstable Nuclei

Stable nuclei form a narrow white band on the Chart of the Nuclides. Scientists produce unstable nuclei far from this band and study their decays, thereby learning about the extremes of nuclear conditions. In its present form, this chart contains about 2500 different nuclides. Nuclear theory predicts that there are at least 4000 more to be discovered with  $Z \leq 112$ .



## Radioactivity

**Alpha Decay:**  ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$  (alpha particle)

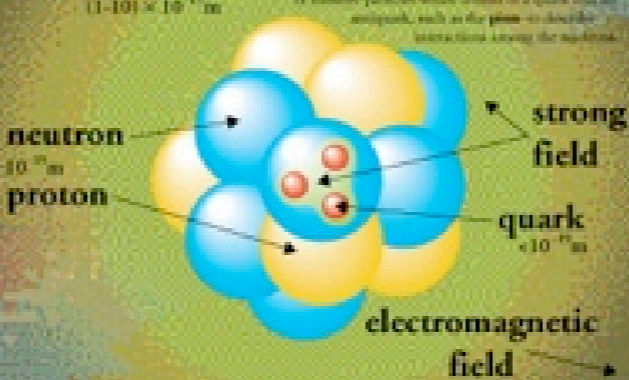
**Beta Minus Decay:**  ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + e^- + \bar{\nu}$  (beta particle)

**Beta Plus Decay:**  ${}^{11}_6\text{C} \rightarrow {}^{11}_5\text{B} + e^+ + \nu$  (beta particle)

**Gamma Decay:**  ${}^{60}_{27}\text{Co} \rightarrow {}^{60}_{27}\text{Co} + \gamma$  (gamma ray)

Radioactive decay transforms a nucleus by emitting different particles. In alpha decay, the nucleus releases a  ${}^4_2\text{He}$  nucleus—an alpha particle. In beta decay, the nucleus either emits an electron and antineutrino for a proton and neutron) or captures an atomic electron and emits a positron and neutrino. A positron is the same for the antiparticle of the electron. Antineutrino is composed of anti-particle. Both alpha and beta decays change the original nucleus into a nucleus of a different chemical element. In gamma decay, the nucleus lowers its internal energy by emitting a photon—a gamma ray. This decay does not modify the chemical properties of the atom.

## The Nucleus



In an alpha emission, energy is released from the nucleus at different wavelengths, up to  $10^{10}$  eV, from the nucleus decaying. If the electron cloud were absent, it is like the atom would have a small hole.

## Nuclear Energy

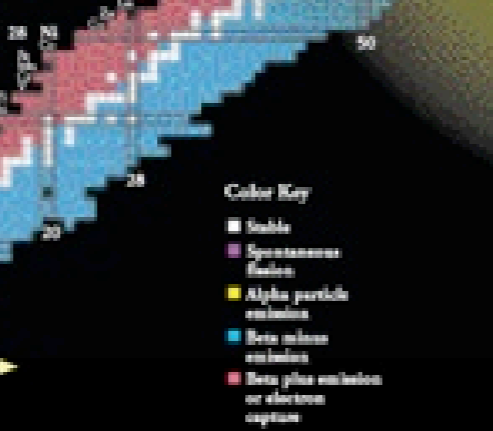
**Fission:**  ${}^{235}_{92}\text{U} + n \rightarrow {}^{141}_{54}\text{Xe} + {}^{92}_{38}\text{Sr} + 3n$

**Fusion:**  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + n$

In the early stages of nuclear reactions, our sun and other stars hydrogen fuses to form helium, releasing energy in the form of photons (light) and neutrinos. During the later stages of stellar evolution, more massive nuclei up to and beyond uranium are synthesized by fusion. By measuring the number of reactions that come from the Sun, scientists recently have demonstrated that reactions must have a rate greater than zero.

## Chart of the Nuclides

The Chart of the Nuclides presents in graphic form all known nuclei with atomic number,  $Z$ , and neutron number,  $N$ . Each nuclide is represented by a box colored according to its predominant decay mode. Magic numbers (2 or  $Z = 2, 8, 20, 28, 50, 82$  and  $126$ ) are indicated by a rectangle on the chart. They correspond to major closed shells and show regions of greater nuclear binding energy.



## Applications

**Radioactive Dating:** Recently, scientists have used radiocarbon dating with  ${}^{14}\text{C}$  to date objects that were once living, such as wood. For example, from a study of pollen found at the site, scientists determined that the bridge was built nearly 4,000 years ago.

**Smoke Detectors:** Many smoke detectors use a small amount of the alpha emitter  ${}^{241}\text{Am}$  to ionize the air. Smoke entering the detector reduces the current and sets off the alarm.

**Nuclear Medicine:** Radiocarbon isotopes such as  ${}^{14}\text{C}$ ,  ${}^{13}\text{C}$ , and  ${}^{15}\text{C}$  are commonly used in the diagnosis and treatment of disease. Technetium isotopes such as  ${}^{99}\text{Tc}$  are used in medical diagnostic. Positron Emission Tomography (PET) is produced image of brain activity.

**Space Exploration:** Excesses of alpha particles in specially designed detectors placed in Martian soil. The Earth, nuclear reactions are used to study some form of potential contamination or an enhancement.

**Nuclear Reactors:** Nuclear reactors are the basis of  ${}^{235}\text{U}$  or  ${}^{239}\text{Pu}$  nuclei to produce atomic power. Reactors will have other nuclear applications generate radioactive waste, depend of the way in a subject of current research.

**Magnetic Resonance Imaging:** Magnetic Resonance Imaging (MRI) utilizes an array of nuclei reactions involving the magnetic field of a nucleus to study the local chemical environment. The technique accurately maps the density of hydrogen to produce three-dimensional images of the human body.

www.CPEPweb.org

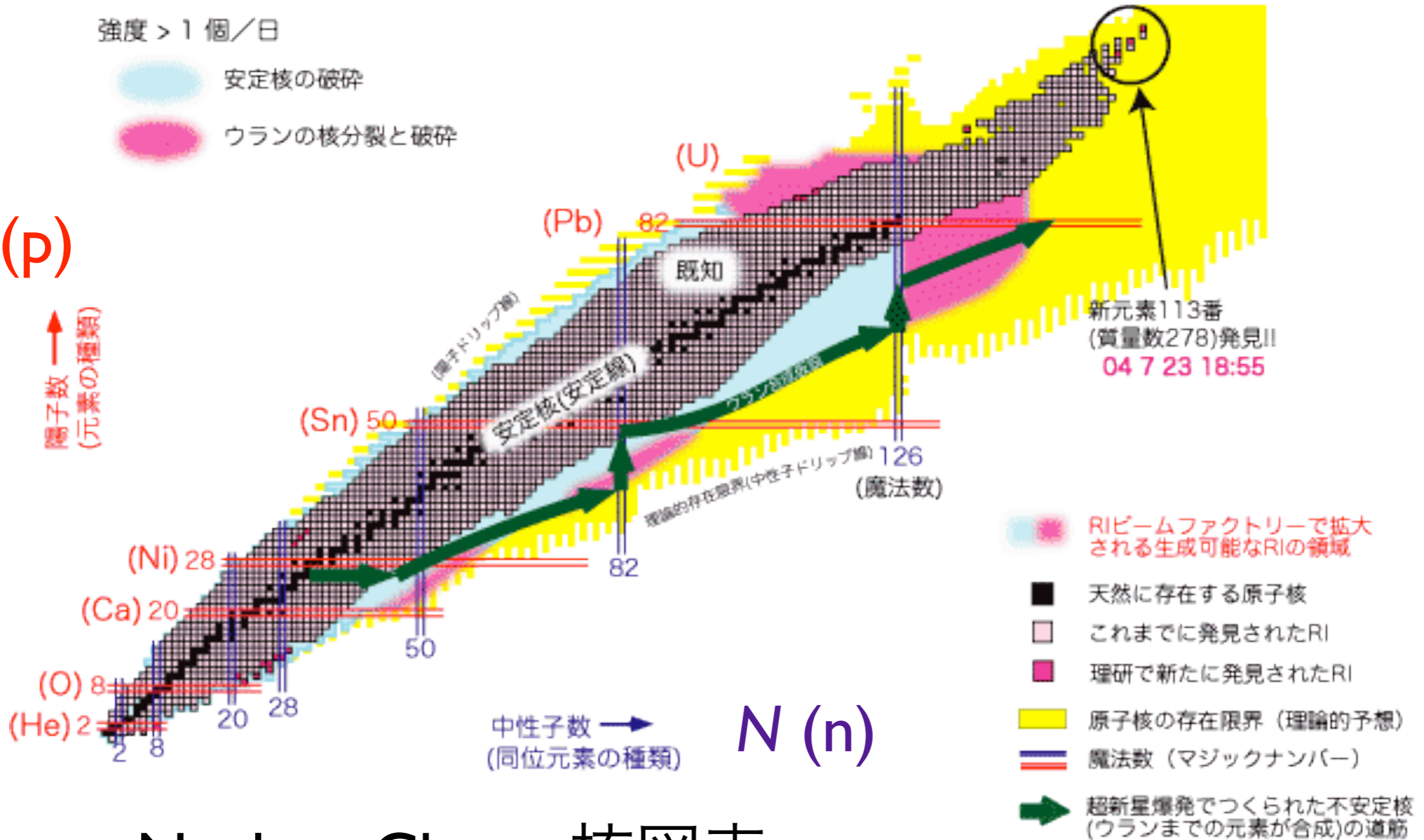


RIKEN

強度 > 1 個/日

- 安定核の破碎
- ウランの核分裂と破碎

Z (p)

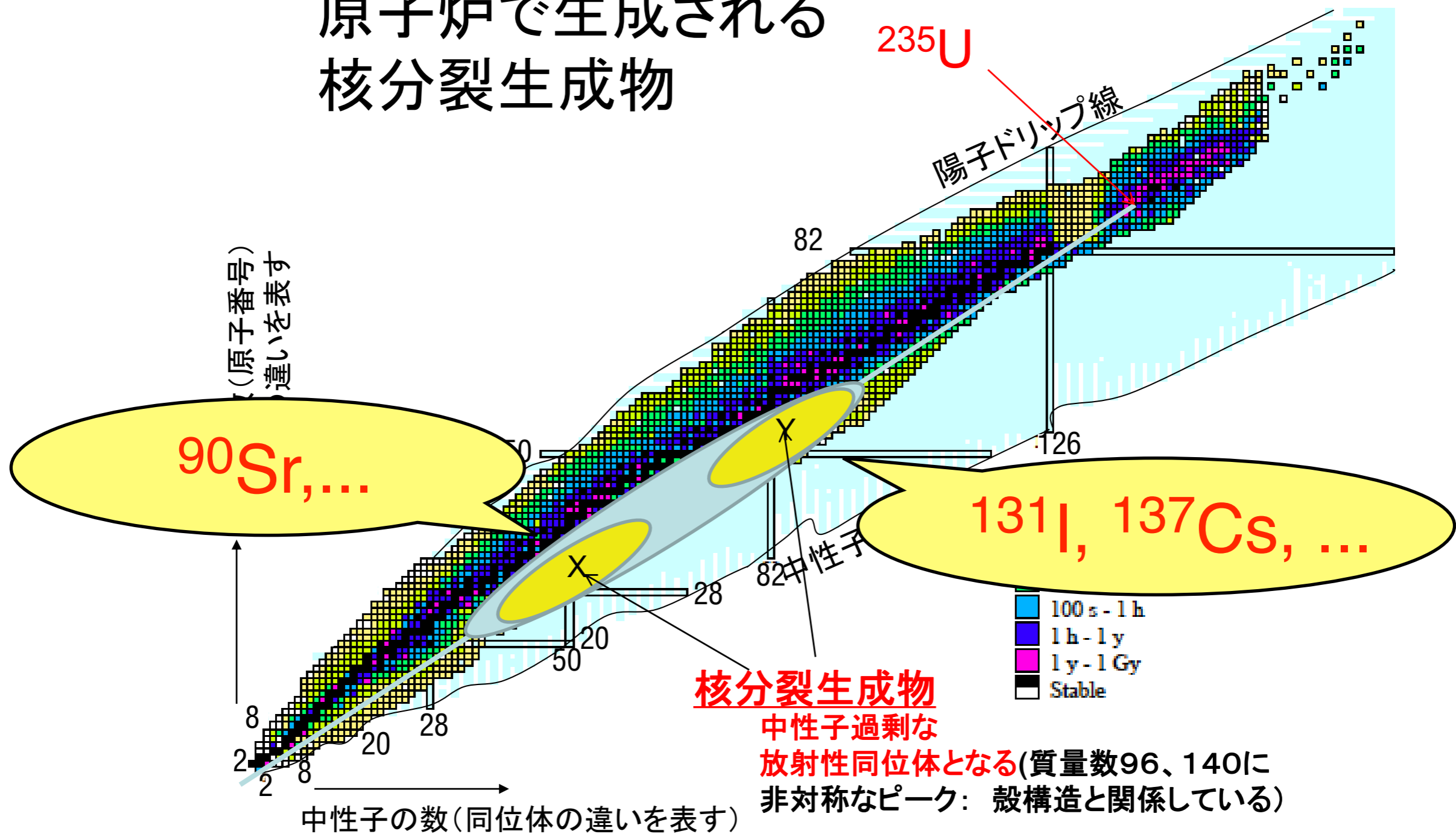


Nuclear Chart 核図表

# 原子核物理学

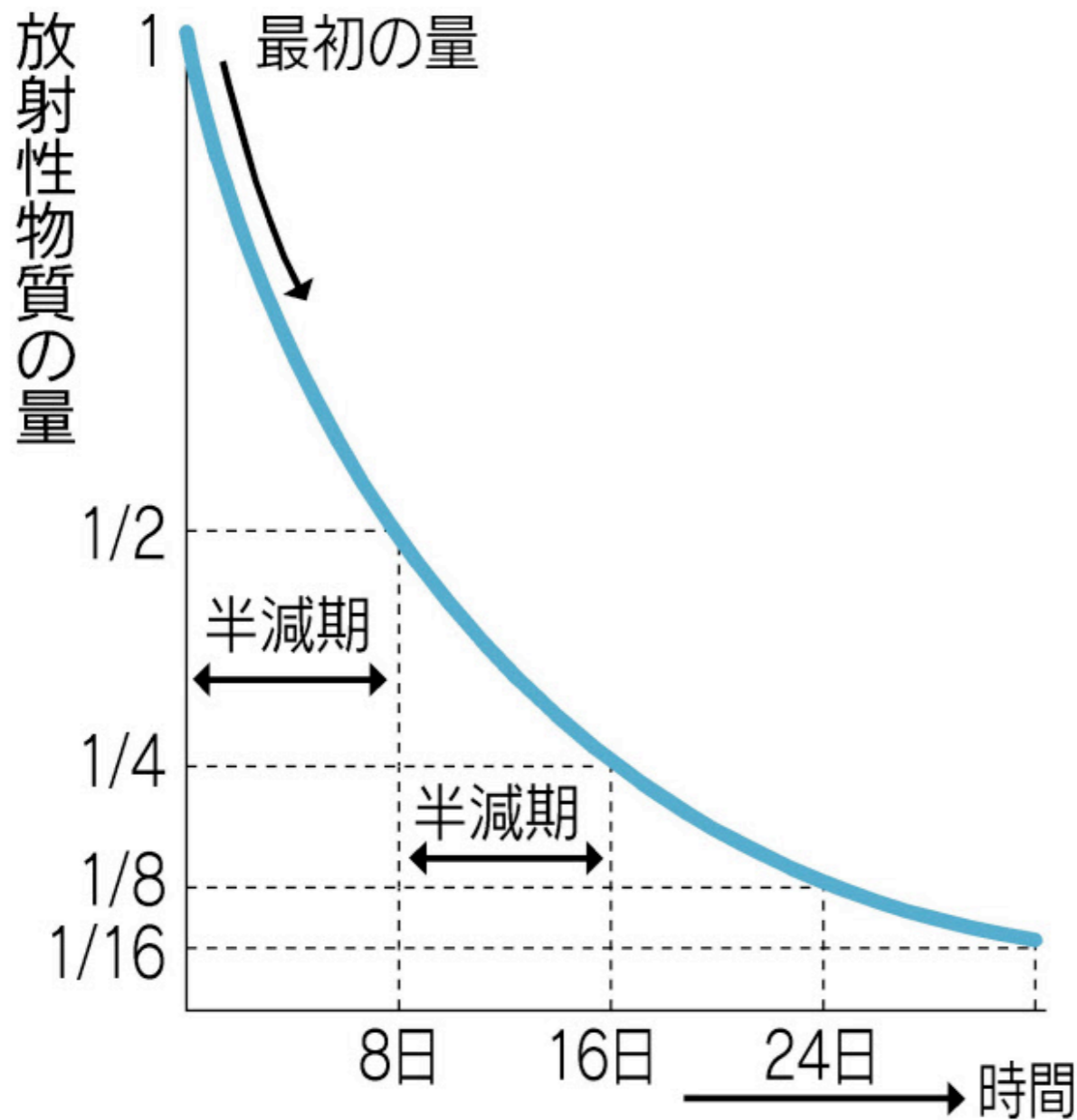
## Nuclear Physics

原子炉で生成される  
核分裂生成物



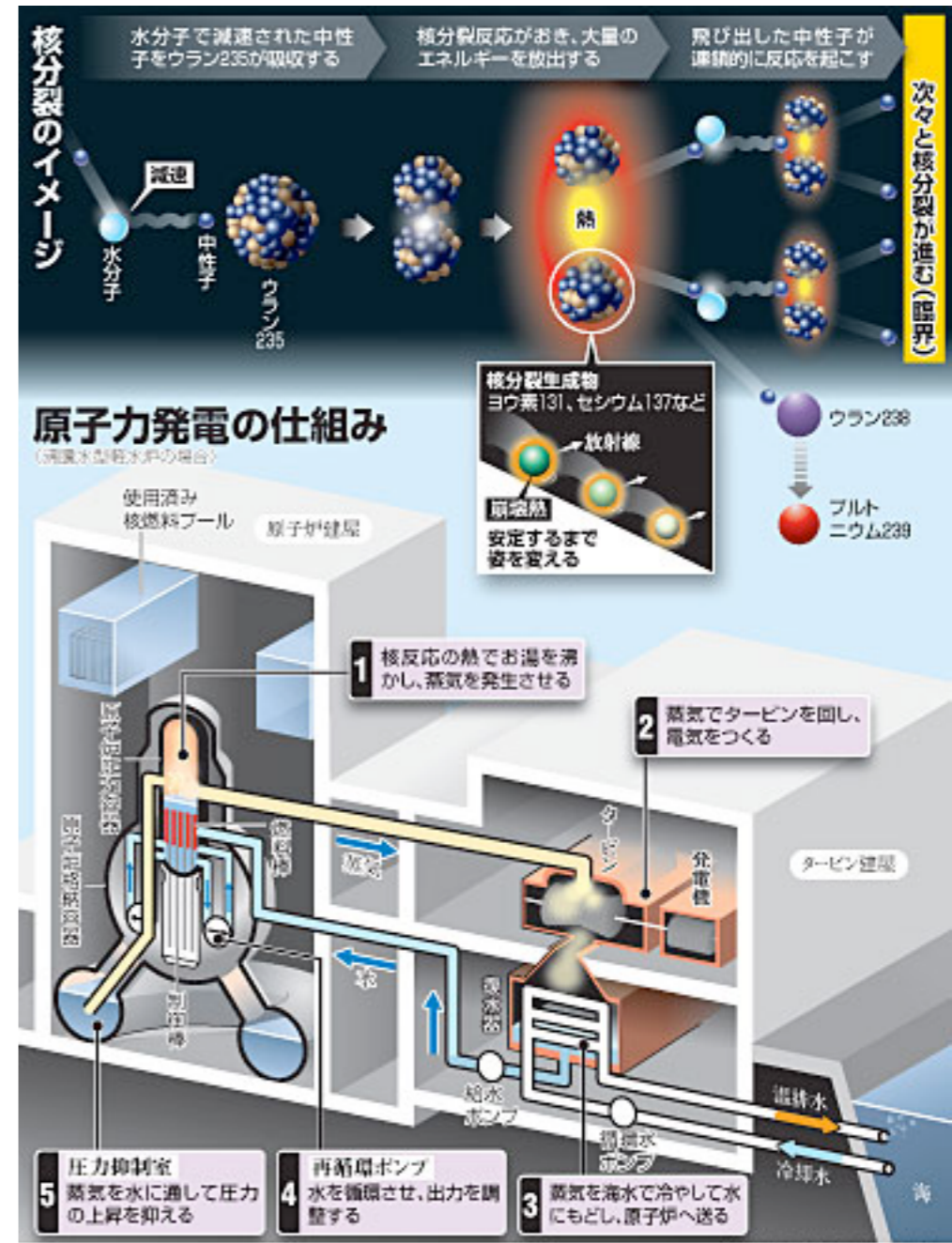
Nuclear Chart 核図表

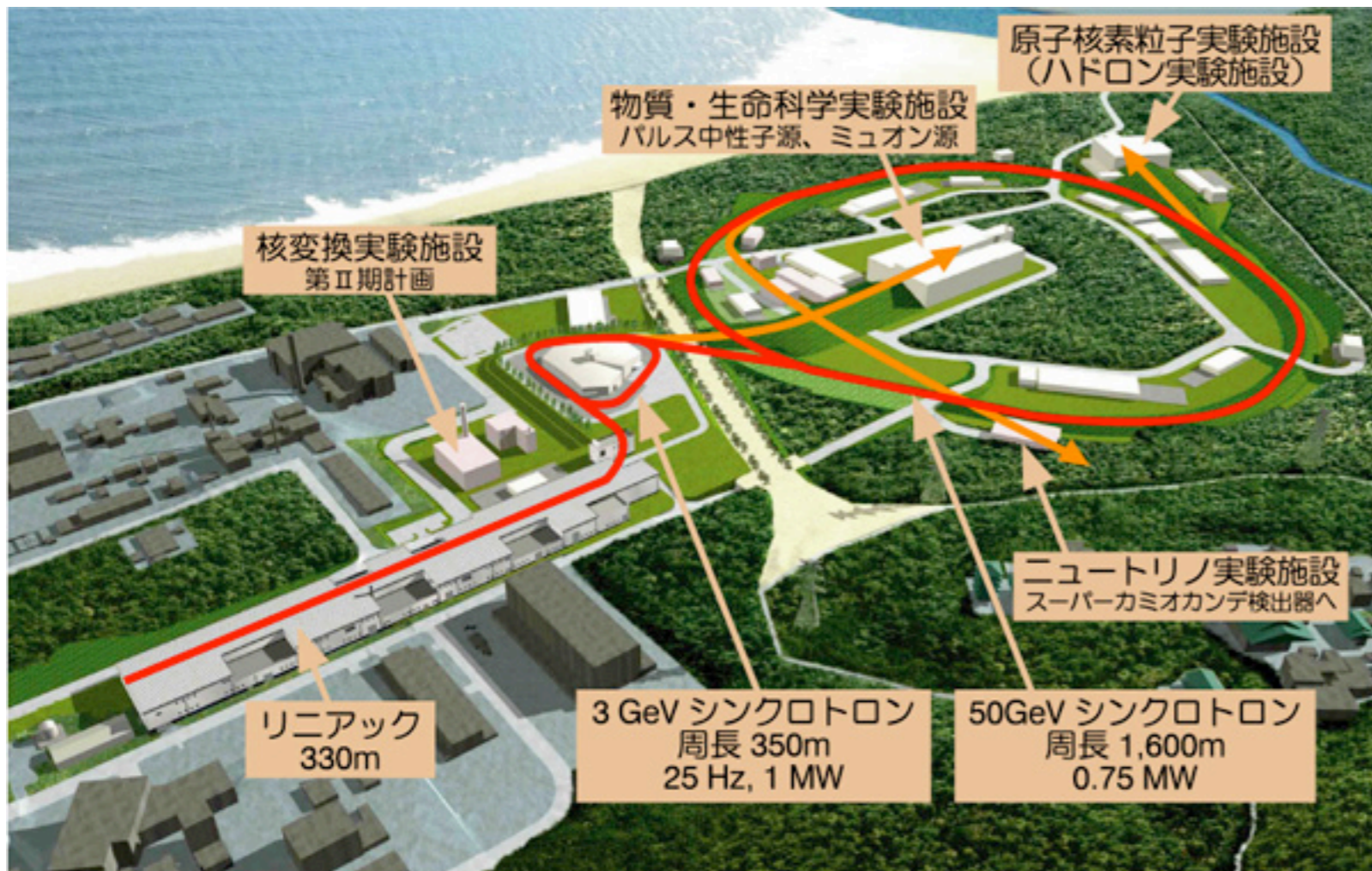
# ヨウ素131は8日で半減する



## 主な放射性物質の半減期

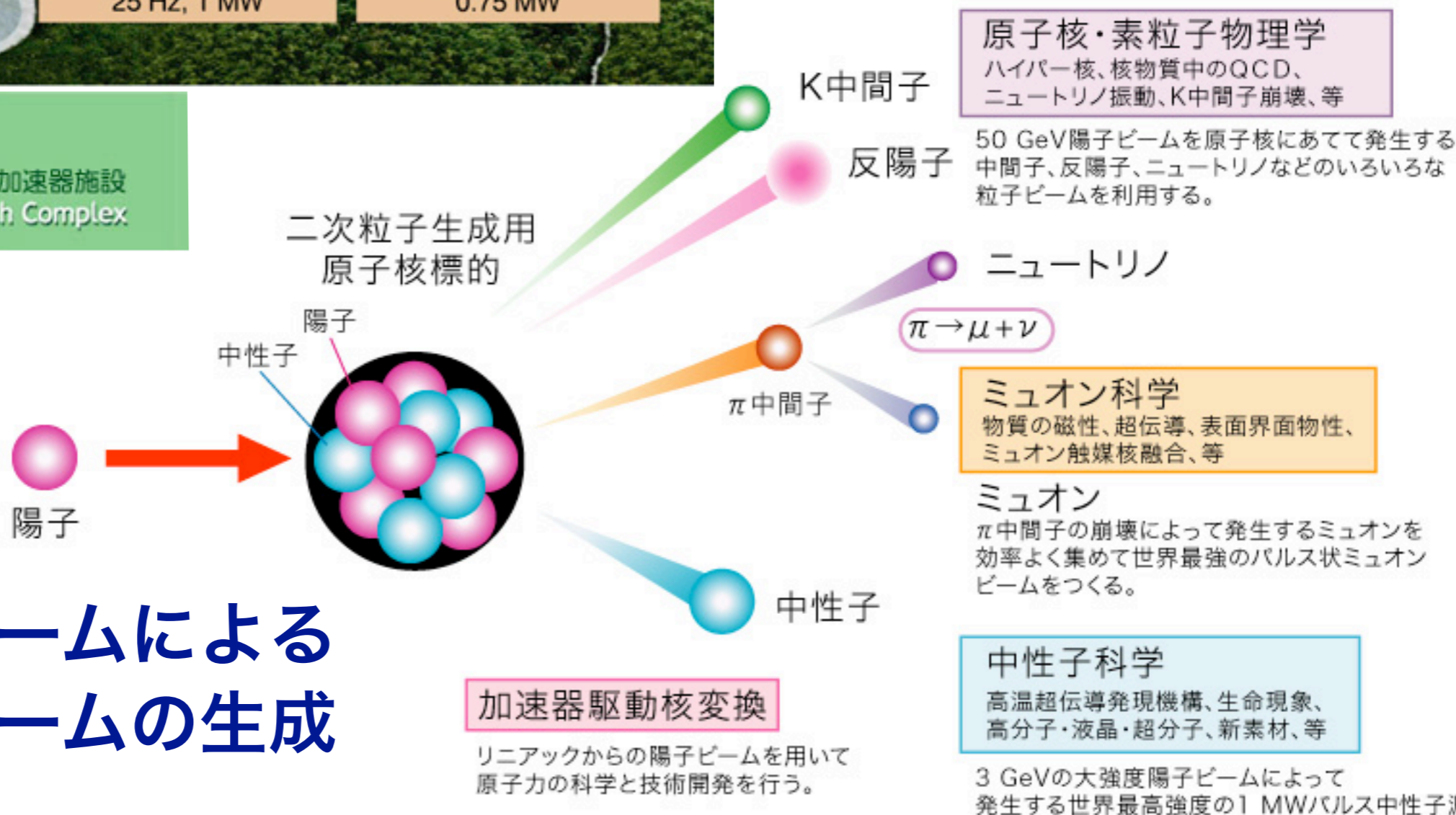
元素名	物理的半減期	生物学的半減期
ヨウ素131	8日	140日(甲状腺)
セシウム137	30年	70~110日
ストロンチウム90	28.8年	50年?
プルトニウム239	2.4万年	20~50年





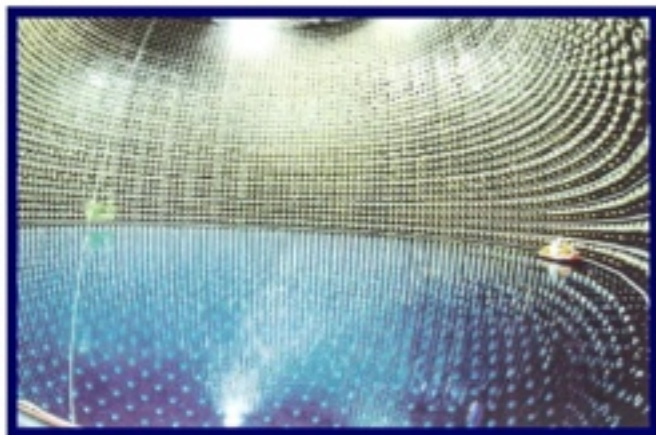
独立行政法人 日本原子力研究開発機構  
Japan Atomic Energy Agency

**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

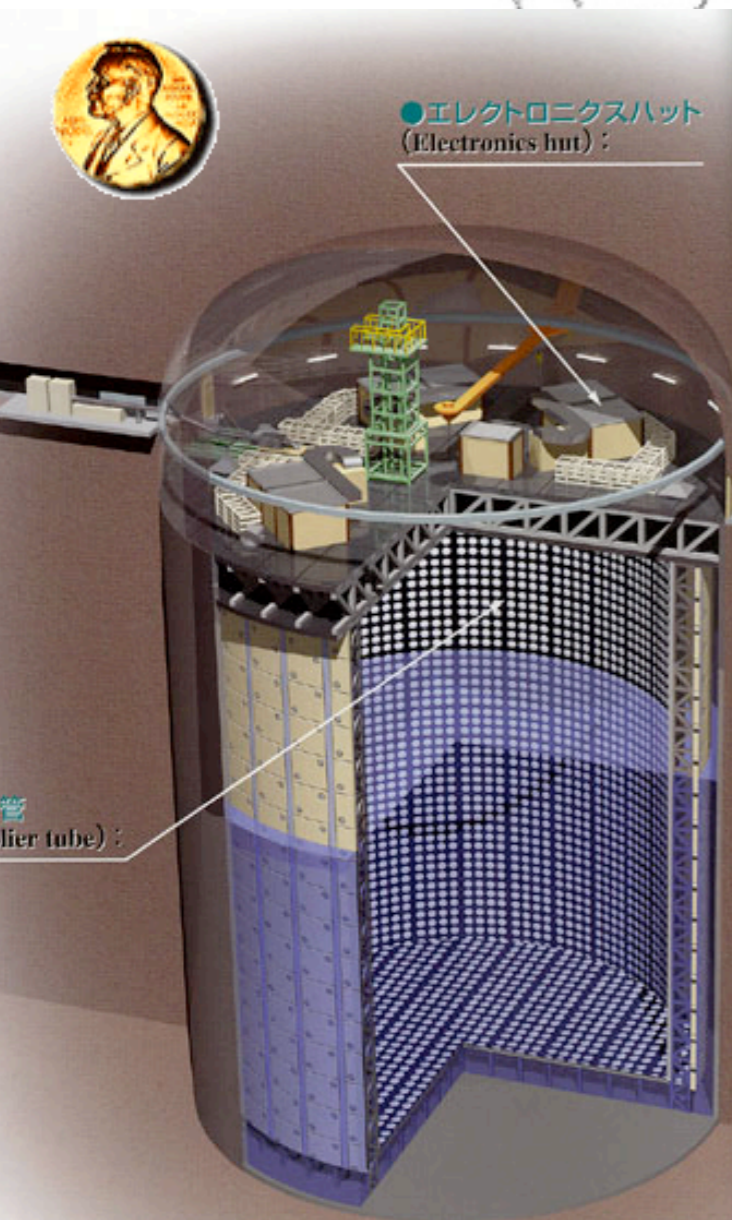
# Super-Kamiokande



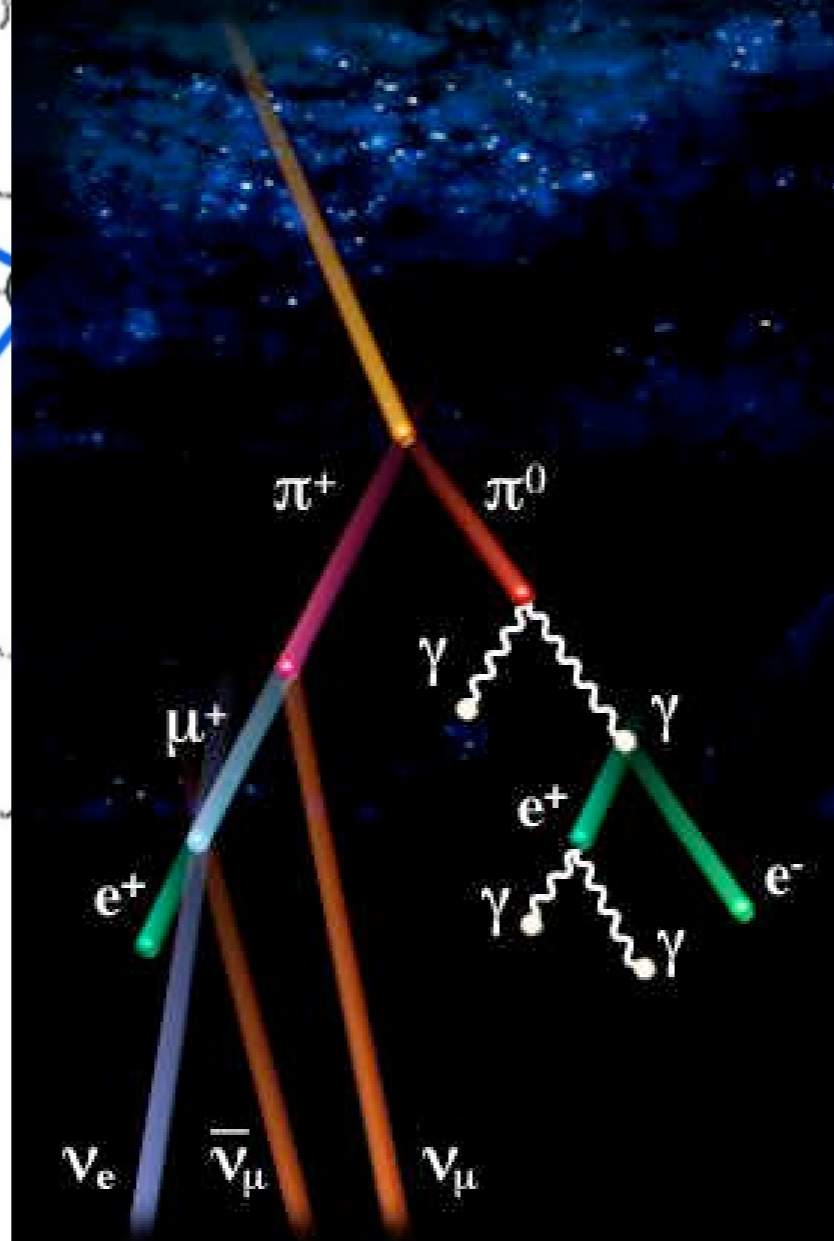
スーパー  
カミオカンデ



●エレクトロニクスハット  
(Electronics hut):



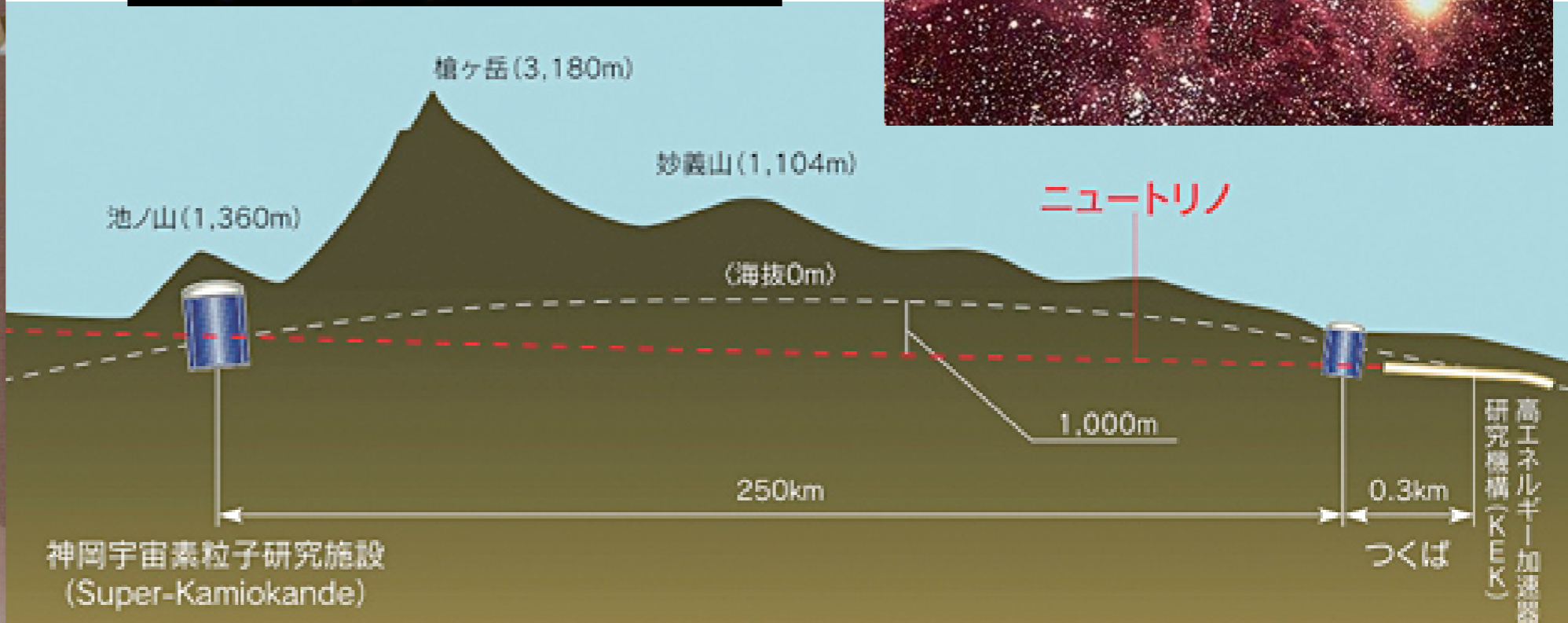
管  
(Pier tube):



# 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)

# 放射線の利用



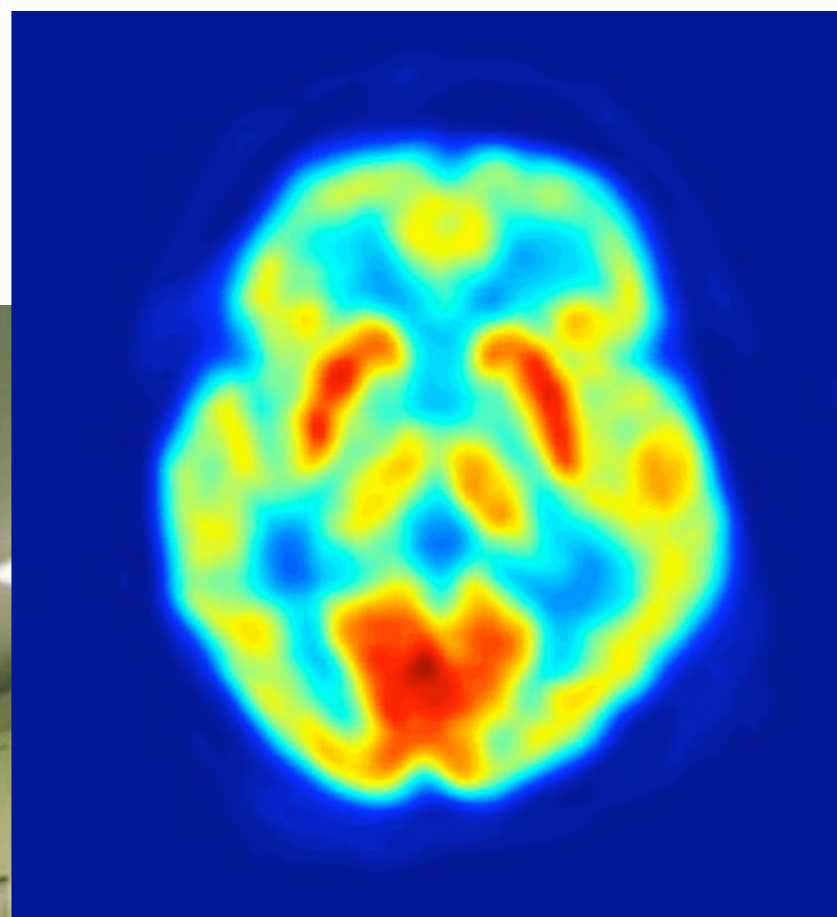
**VIDEO**

# 放射線の利用

# PET (Positron Emission Tomography)

## 陽電子断層撮影法

### 放射線医療：診断



$e^+$



陽電子 positron

電子 electron



$e^-$

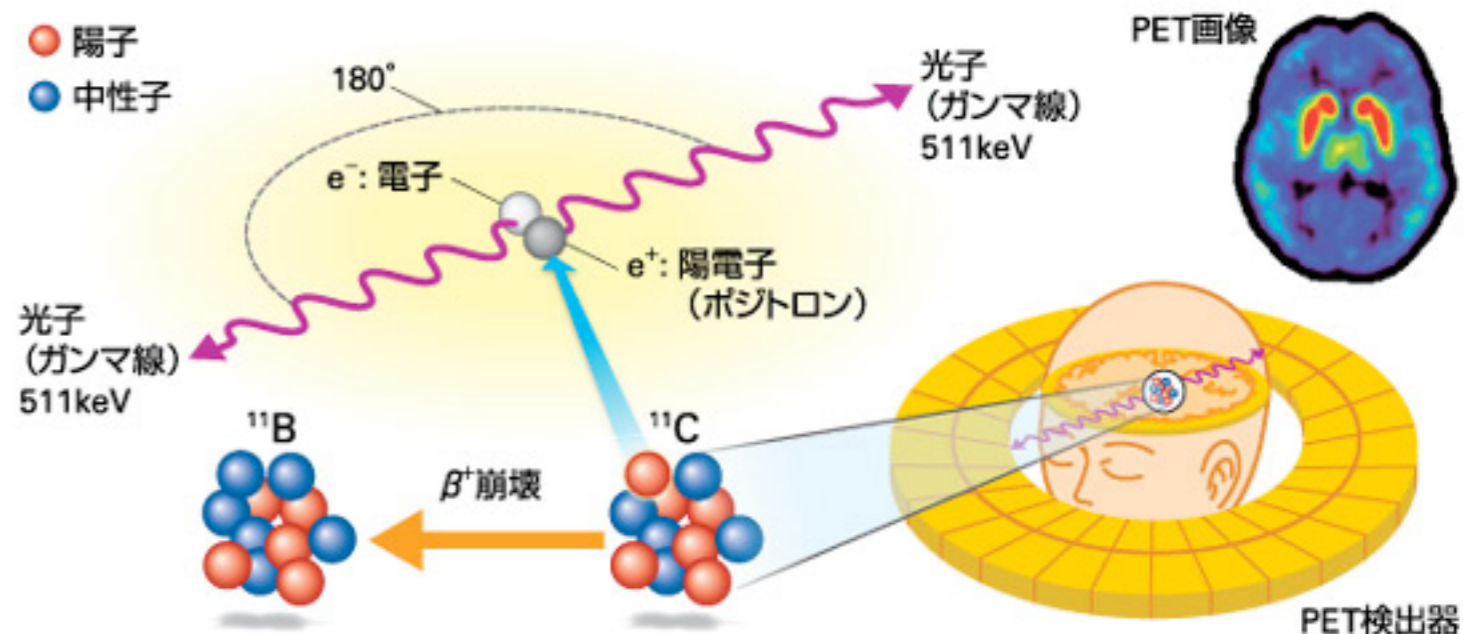


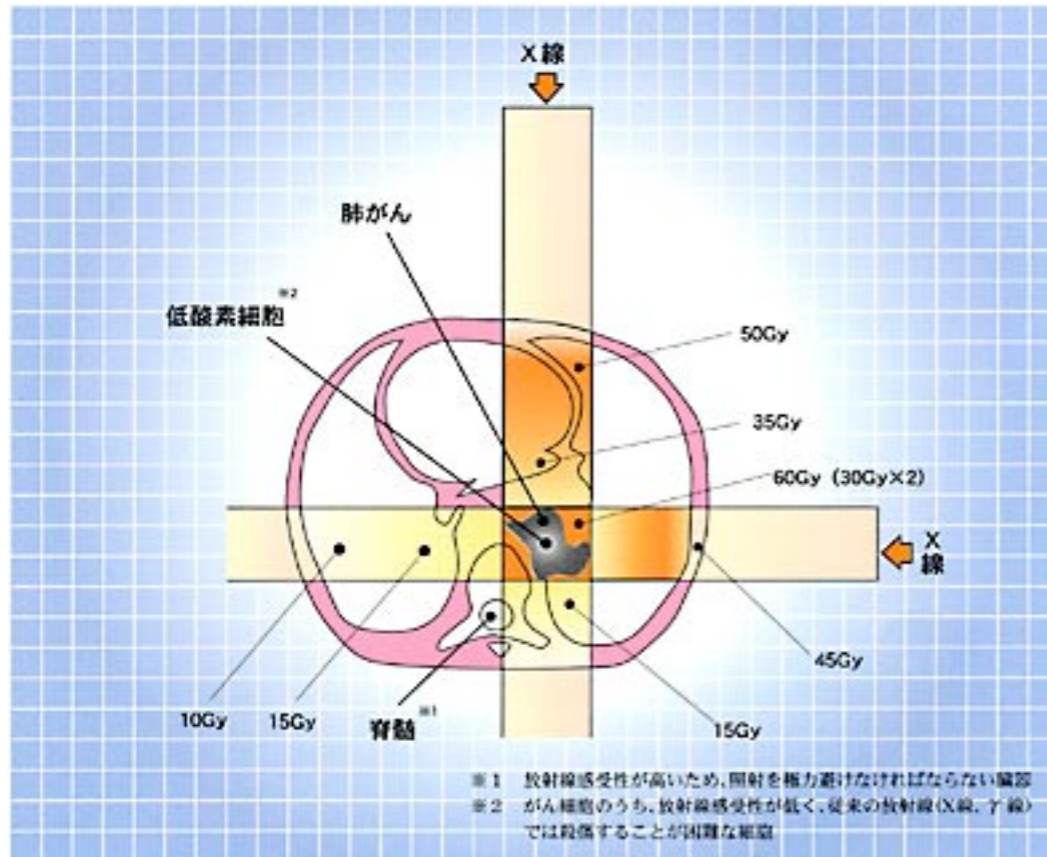
図1 PET (陽電子放射断層画像撮影法) の仕組み

調べたい分子に陽電子を放出する放射性核種を付け、静脈注射によって投与する。例えば、炭素 11 ( $^{11}\text{C}$ ) はホウ素 11 ( $^{11}\text{B}$ ) に崩壊するとき、陽電子を 1 個放出する。その陽電子が近くにある電子と衝突し、両方向にガンマ線が放出される。検出器がガンマ線をとらえることで断層画像が得られ、分子がどこに、どれだけ存在しているのかを知ることができる。

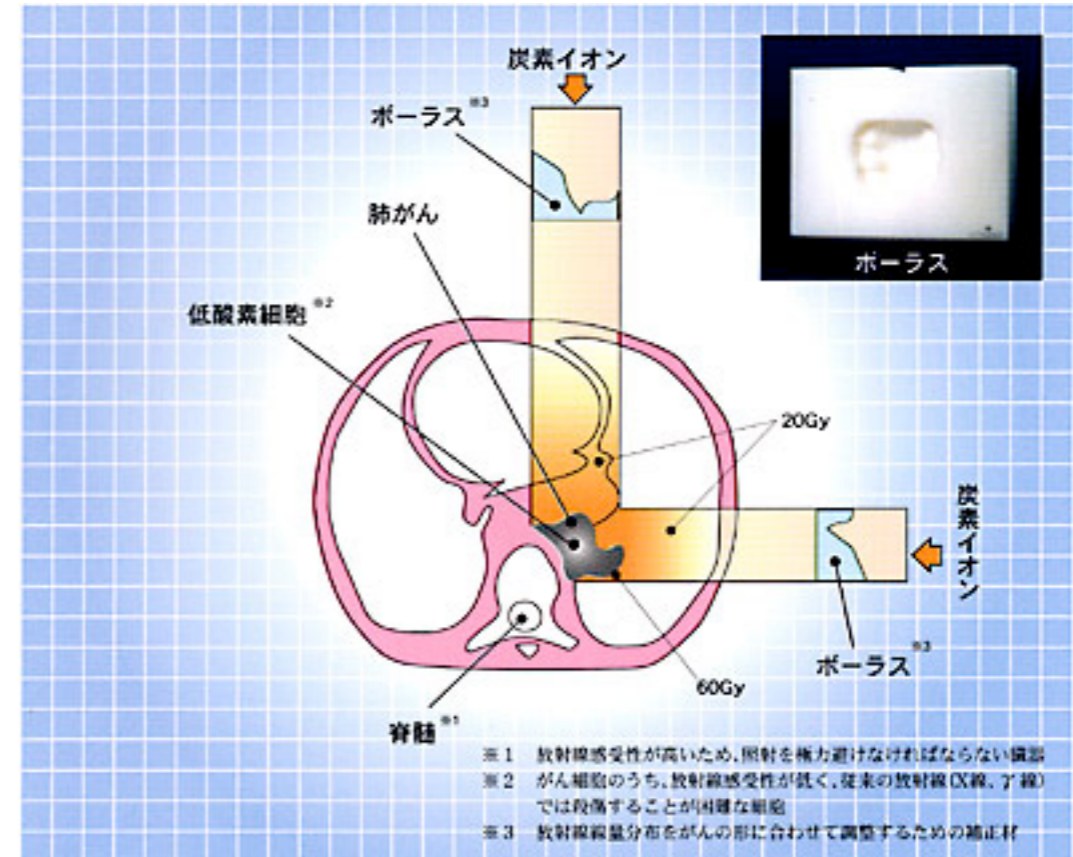
# 放射線医療：がん治療

# 数 Gy を複数回

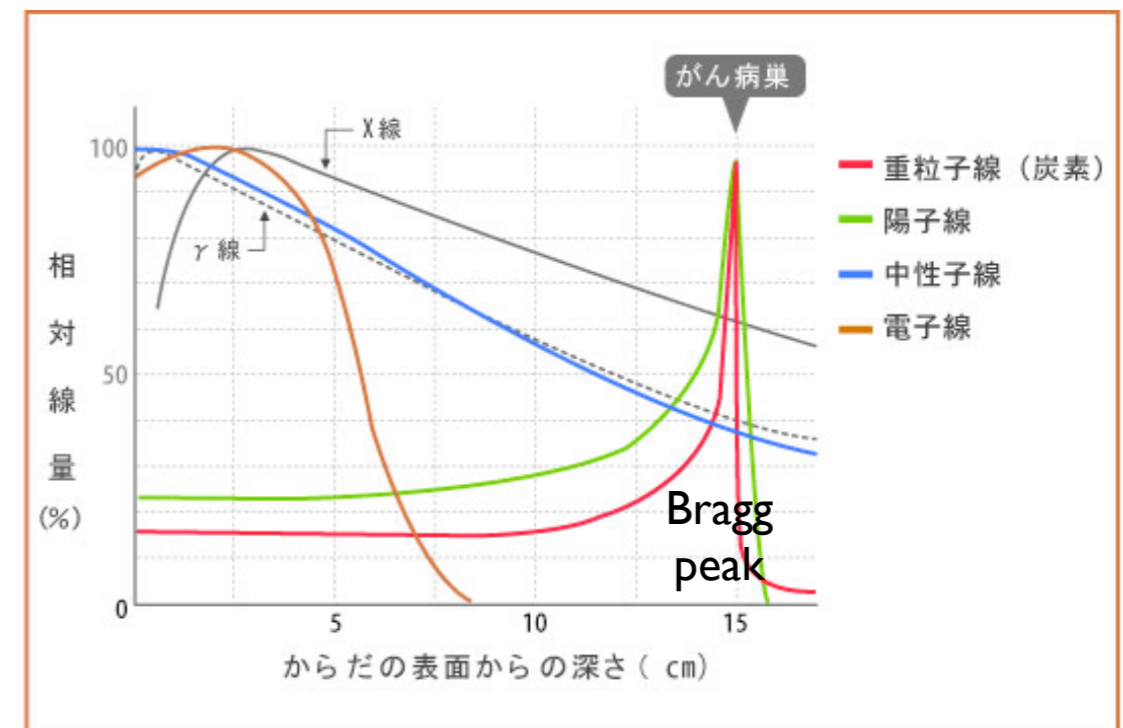
## X線



## 重粒子線 (炭素イオン)



他には：ガンマナイフ、  
陽子線、パイ中間子  
研究中：反陽子

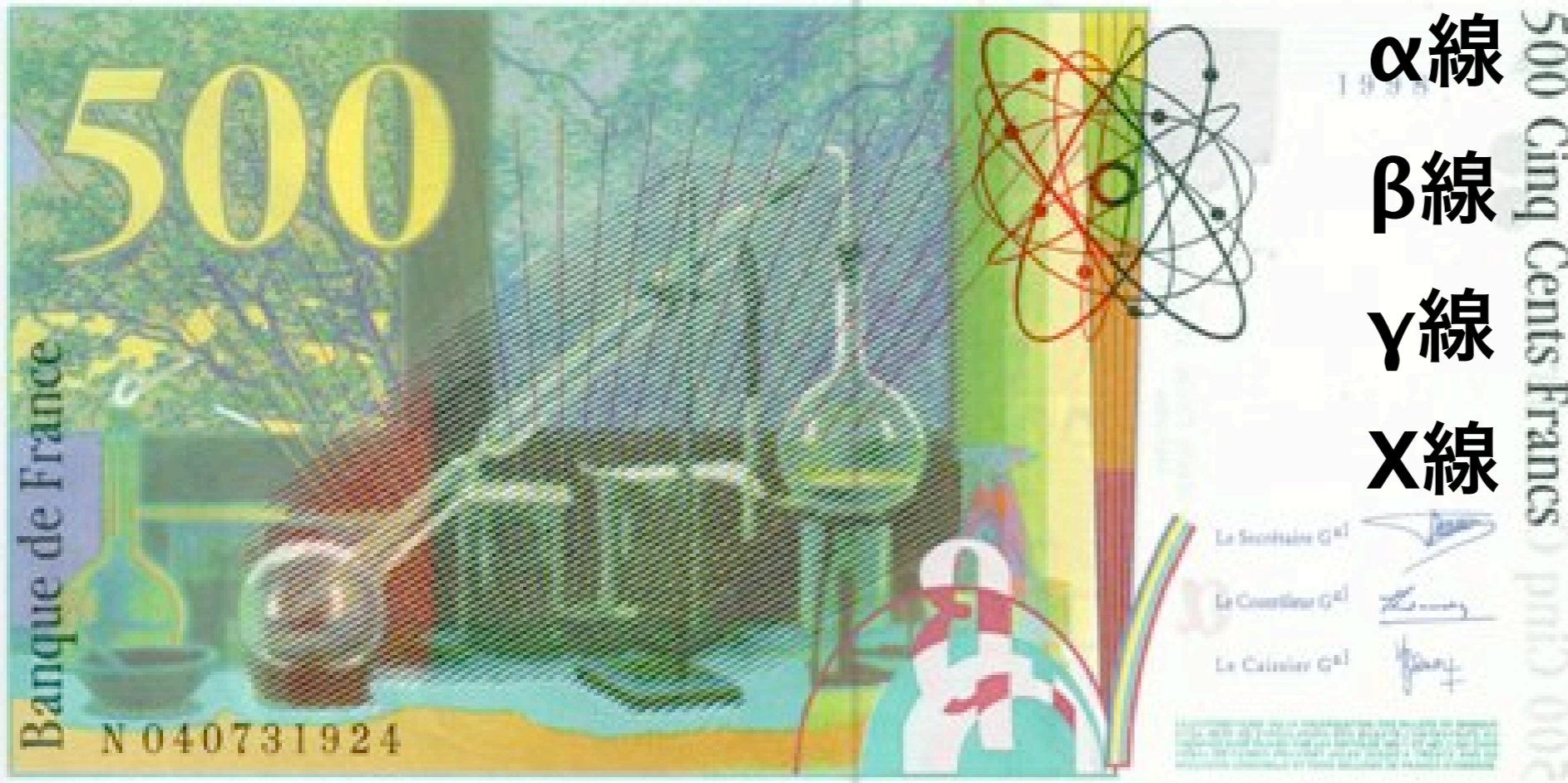


- 原子核の壊変 《原子核物理学》 🖱️ 第4回
- 核分裂反応 《原子力工学》 🖱️ 第4回
- 放射線の利用 🖱️ 第5回
- 放射線診断・治療 《放射線医療》 🖱️ 第5回
- 高エネルギー・素粒子物理学 《加速器科学》 🖱️ 第6回

放射線とは？

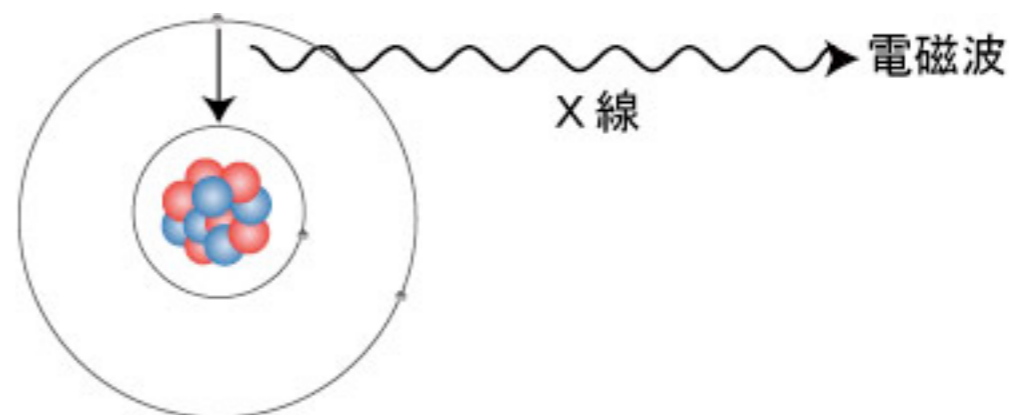
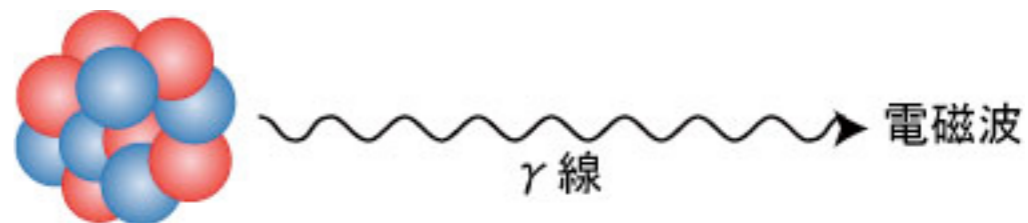
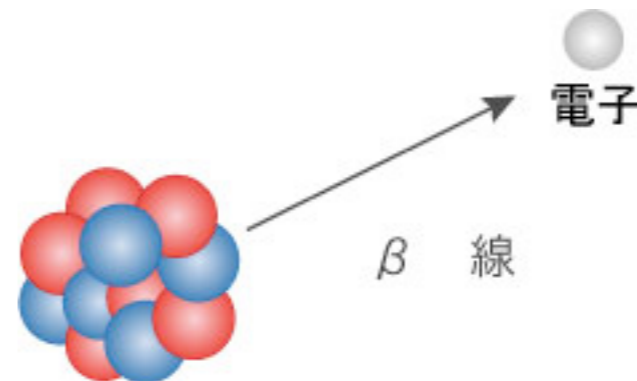
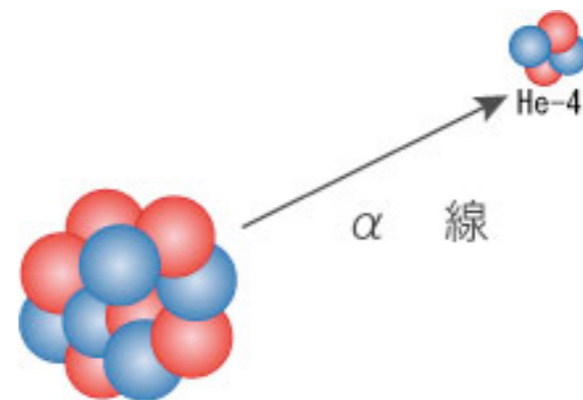
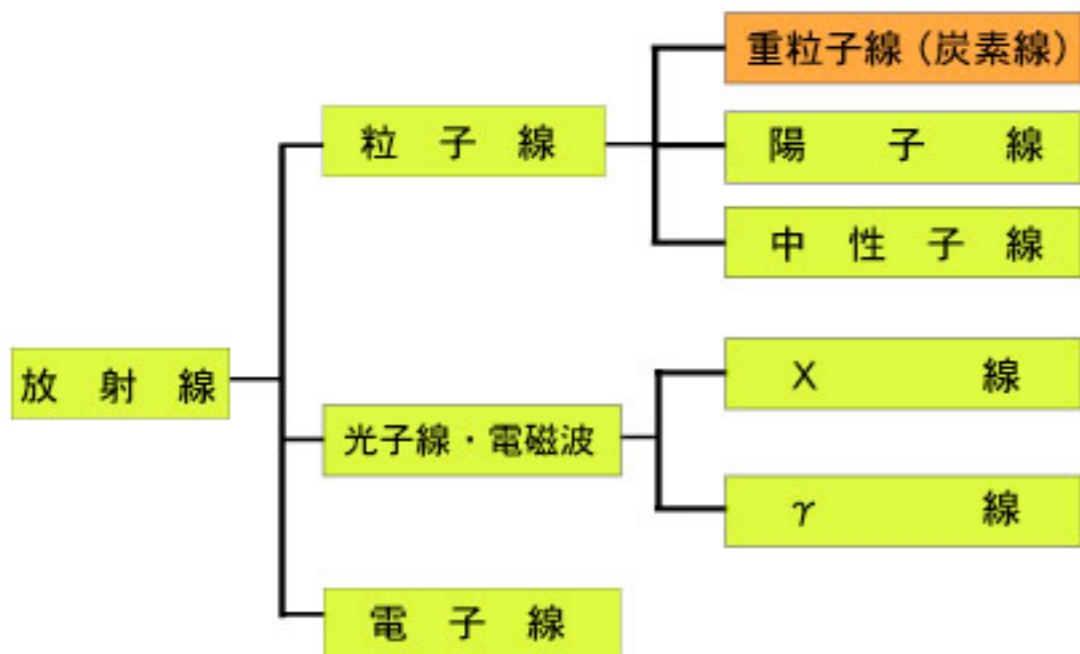


Billet de 500 Francs Français  
en circulation: 1993–1999



- 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)



放射線のもつエネルギーは？

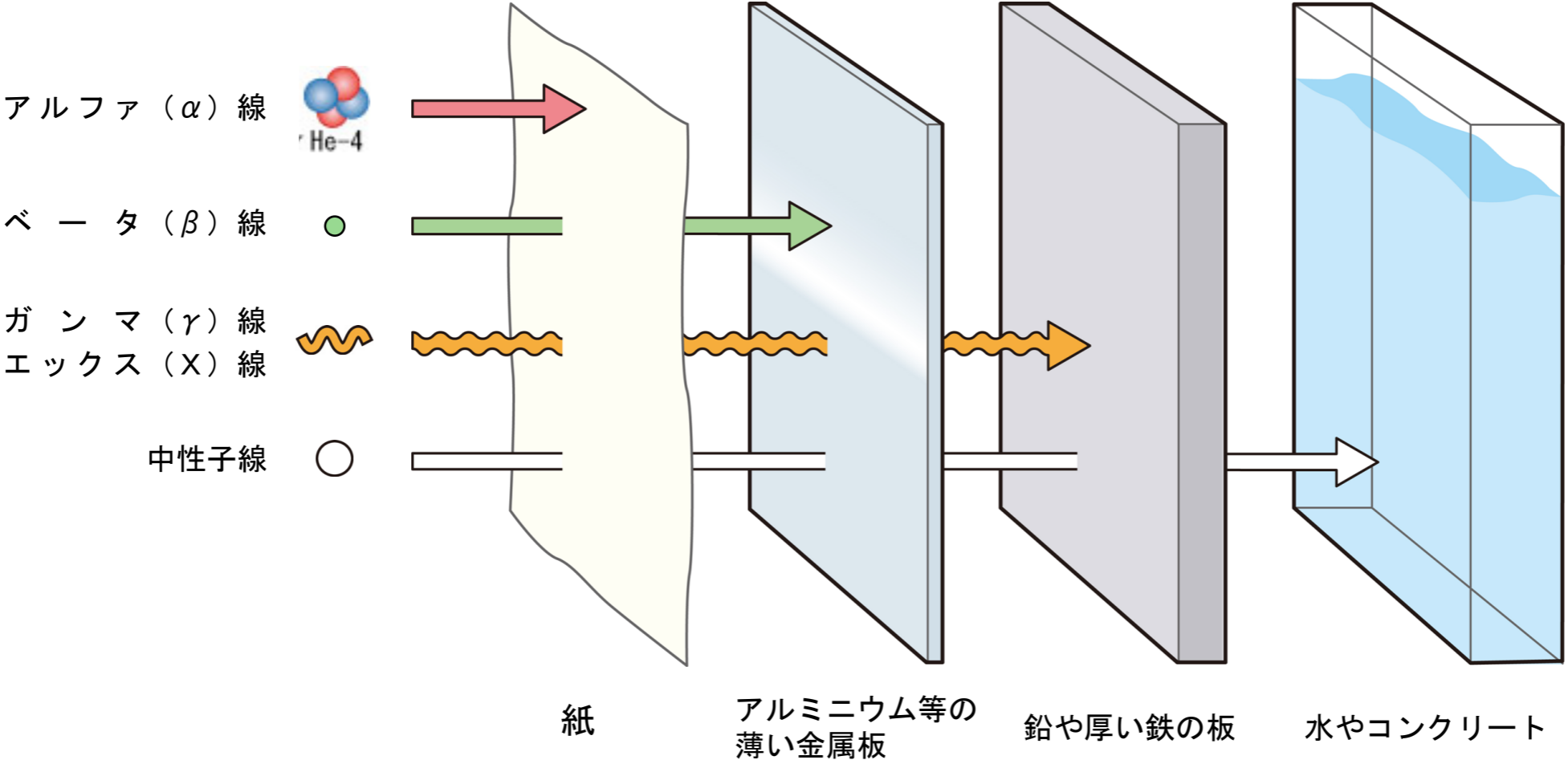
👉 **100 keV ~ MeV**

**Cf. 原子の束縛エネルギーは？**

**100 g のヨウ素 131I では？**

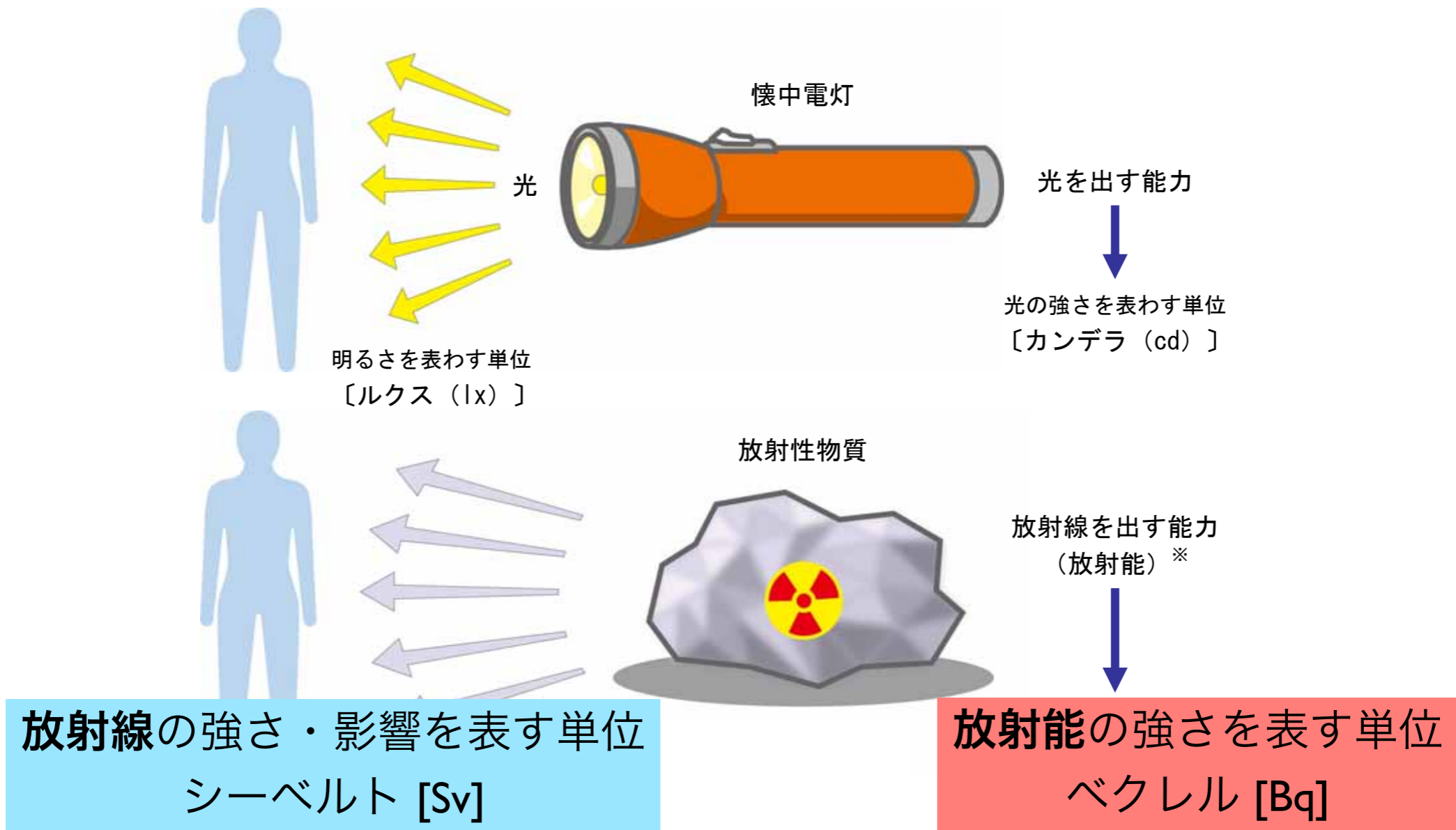
# 放射線の種類と透過力

$\alpha$ 線を止める  $\beta$ 線を止める  $\gamma$ 線、X線を止める 中性子線を止める



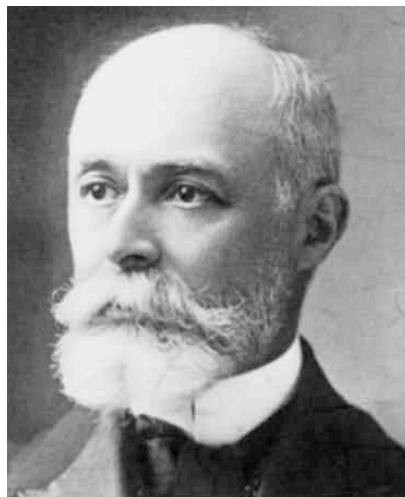


# 放射能と放射線



6-1

出典：資源エネルギー庁「原子力2010」



## 放射能 (radioactivity) の単位

$$[\text{Bq}] \mid \text{Bq} = 1 \text{ dps}, [\text{Ci}] \mid \text{Ci} = 37 \text{ GBq}$$

Becquerel

decay/disintegration  
per second

Curie



# 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  $H_T [J / kg] = [Sv]$

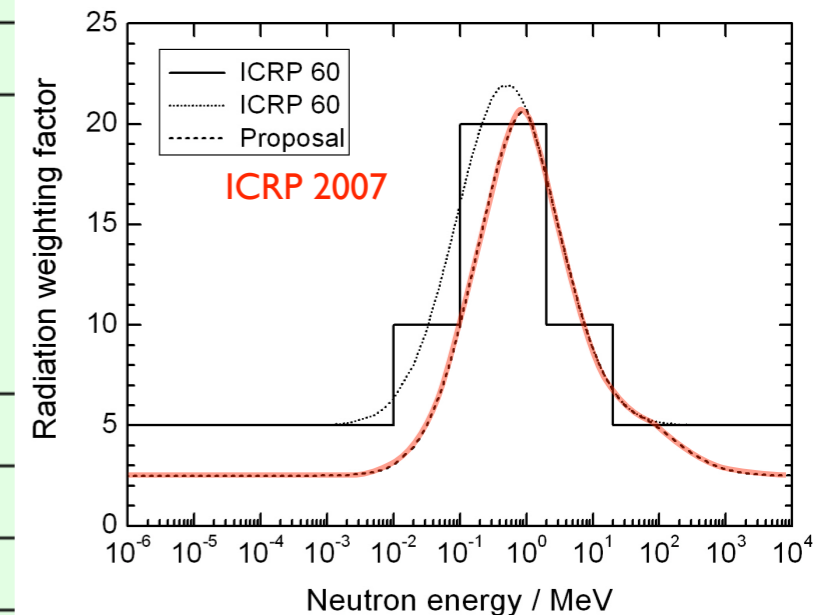
実効線量 effective dose  $E [J / kg] = [Sv]$

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



1 mSv を熱エネルギーに直すと  
何 K の温度上昇に相当するか？

# 身の周りの放射線



ブラジル・ガラバリの放射線  
(年間、大地等から) 10

放射線の量  
(ミリシーベルト)

10

Sv (E)

胸部X線コンピュータ断層  
撮影検査(CT スキャン)(1回) 6.9



1人あたりの自然放射線(年間)(世界平均) 2.4

1

一般公衆の線量限度(年間)  
(医療は除く) 1.0



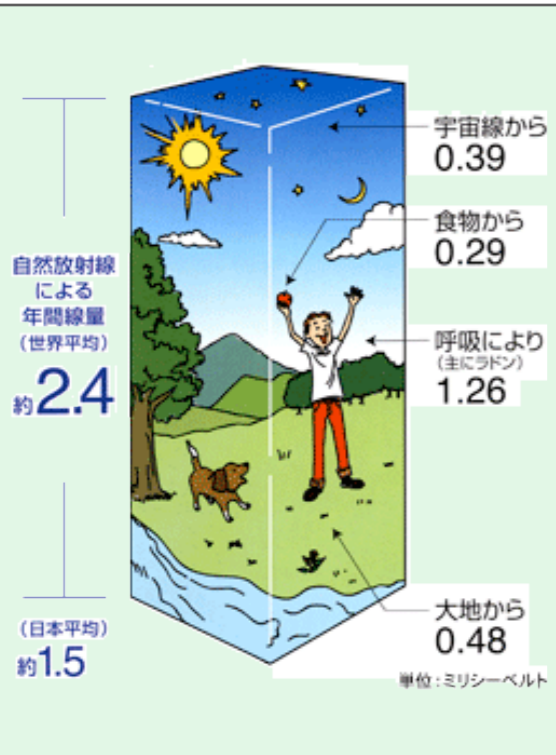
岐阜 ↔ 神奈川



0.4

国内自然放射線の差(年間)  
(県別平均値の差の最大)

胃のX線集団検診(1回) 0.6



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



0.1

胸のX線集団検診(1回) 0.05



Sv (E)

再処理工場からの放射性物質の放出による評価値(年間) 0.022

クリアランスレベル導出の線量目安値(年間) 0.01

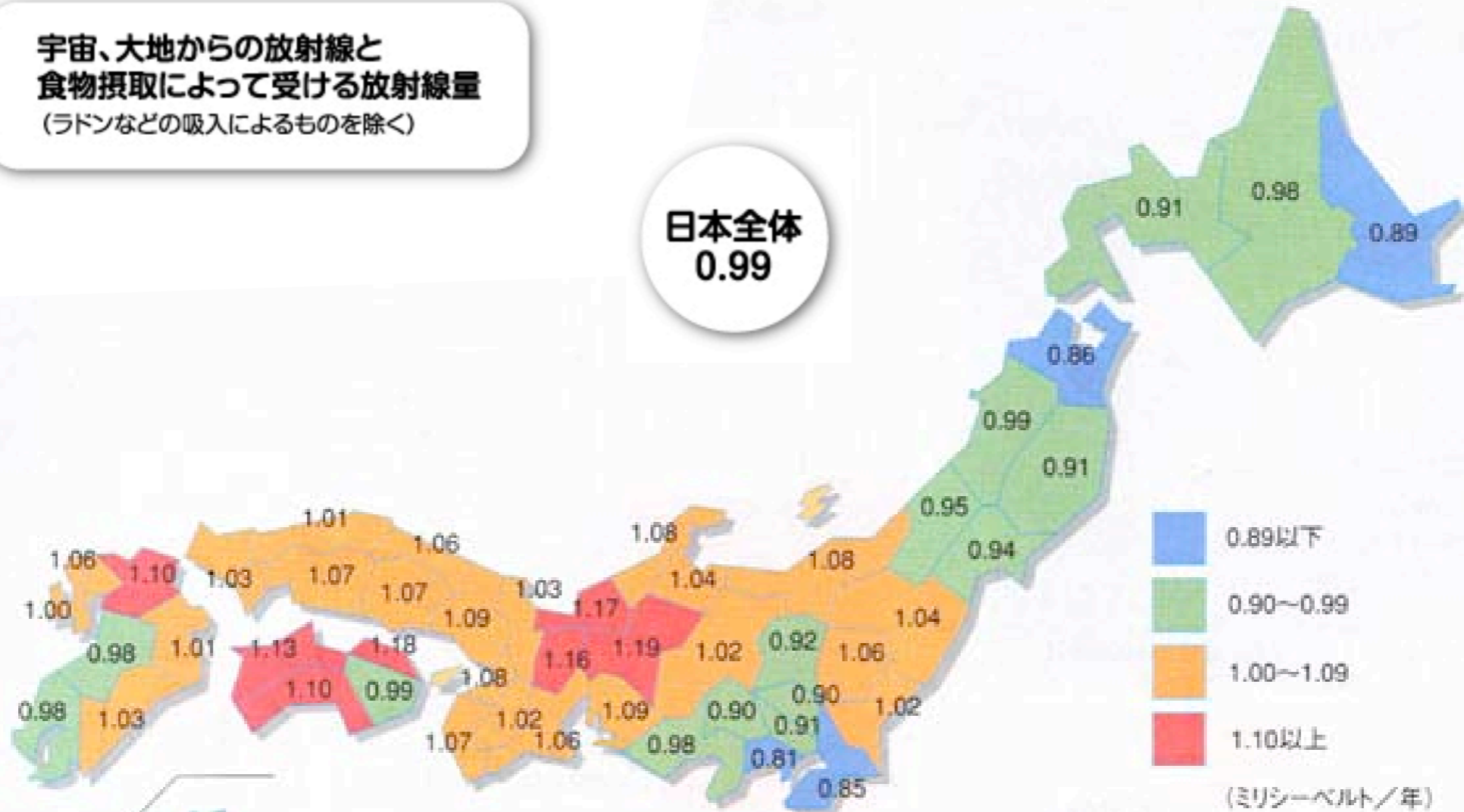


原子力発電所(軽水炉)周辺の線量目標値(年間)  
(実績ではこの目標値を大幅に下回っています)

## 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



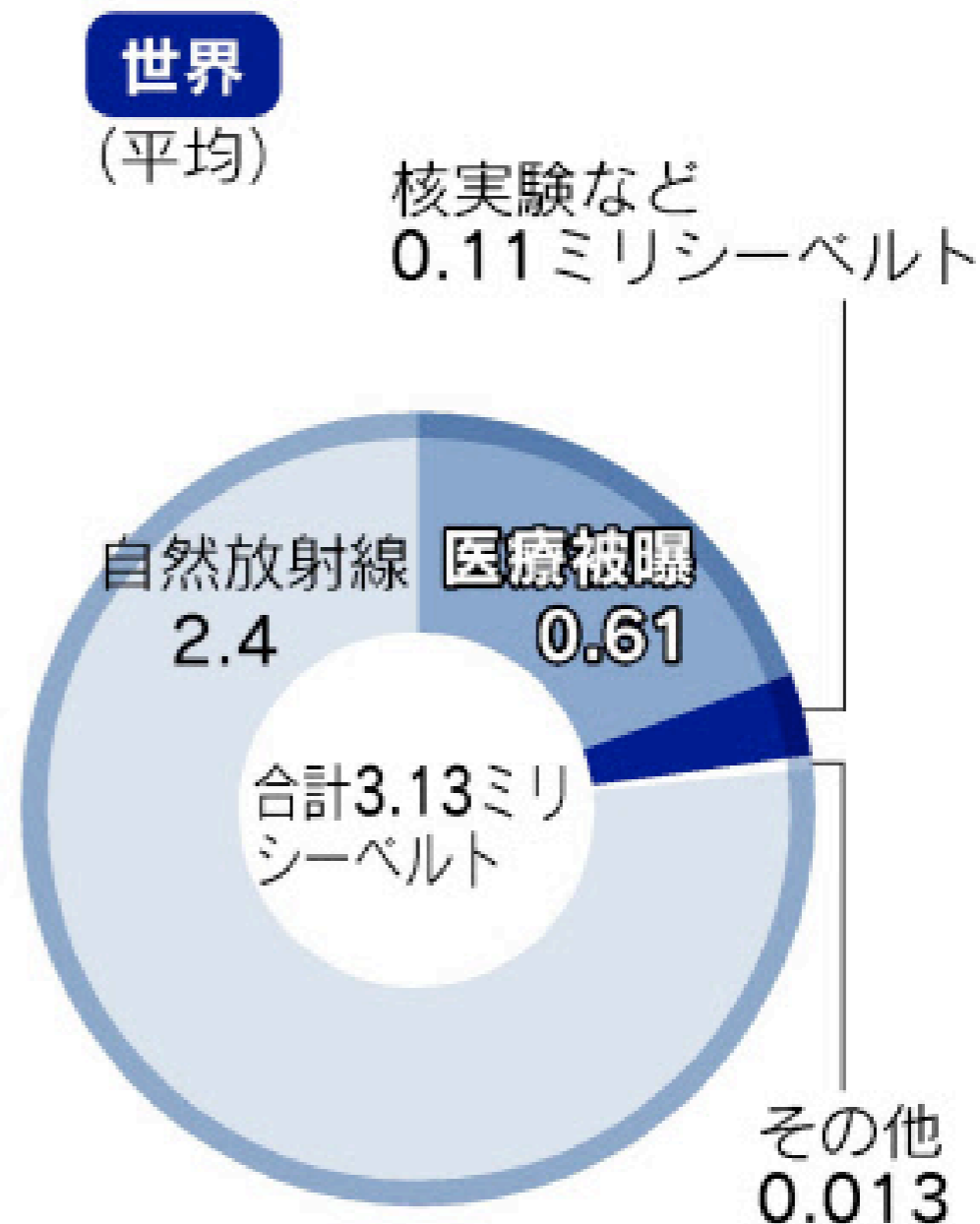
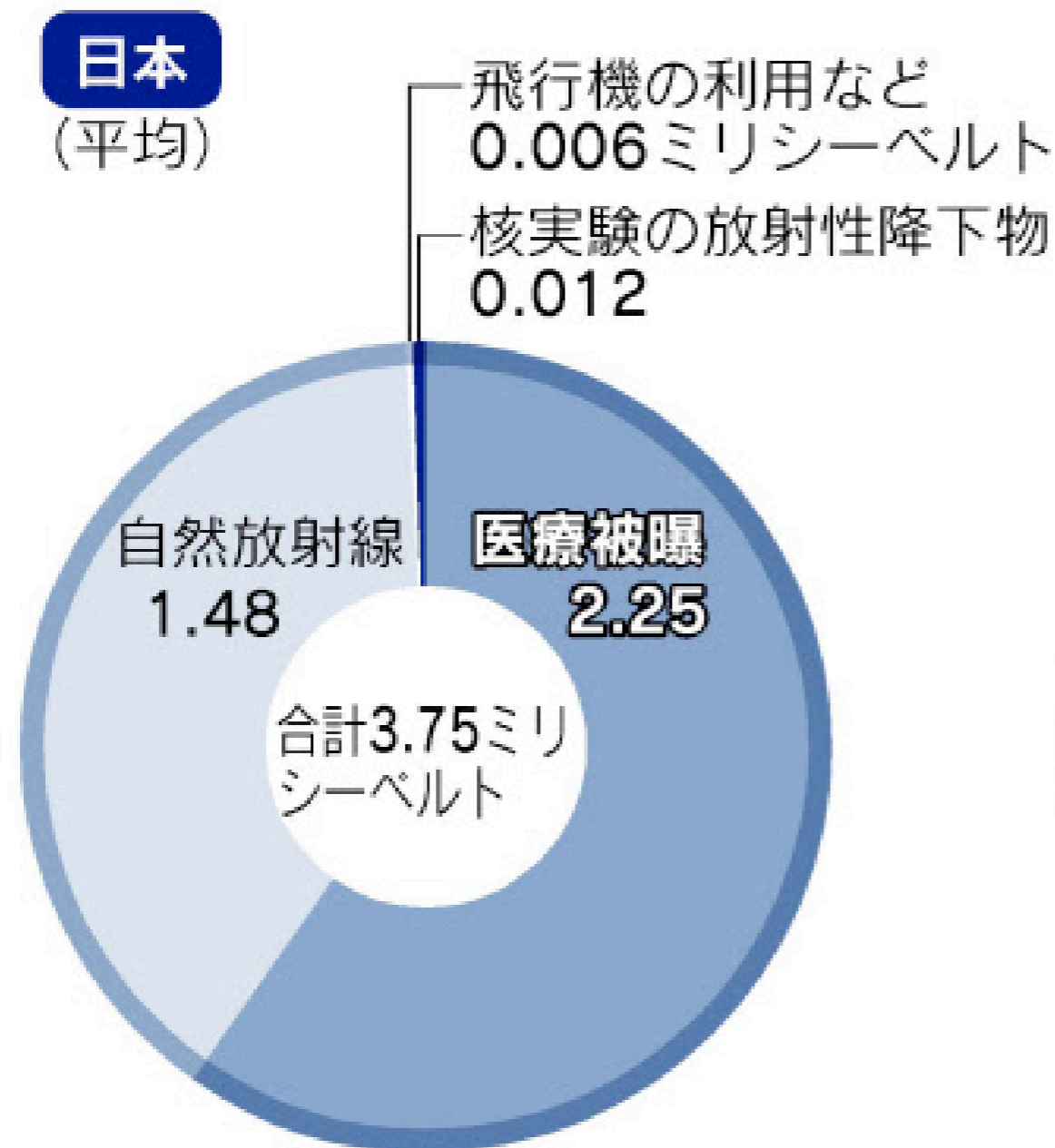
〔放射線医学総合研究所調べ〕 (1988年)

《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

# 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」

**VIDEO**

# 身の周りの放射線

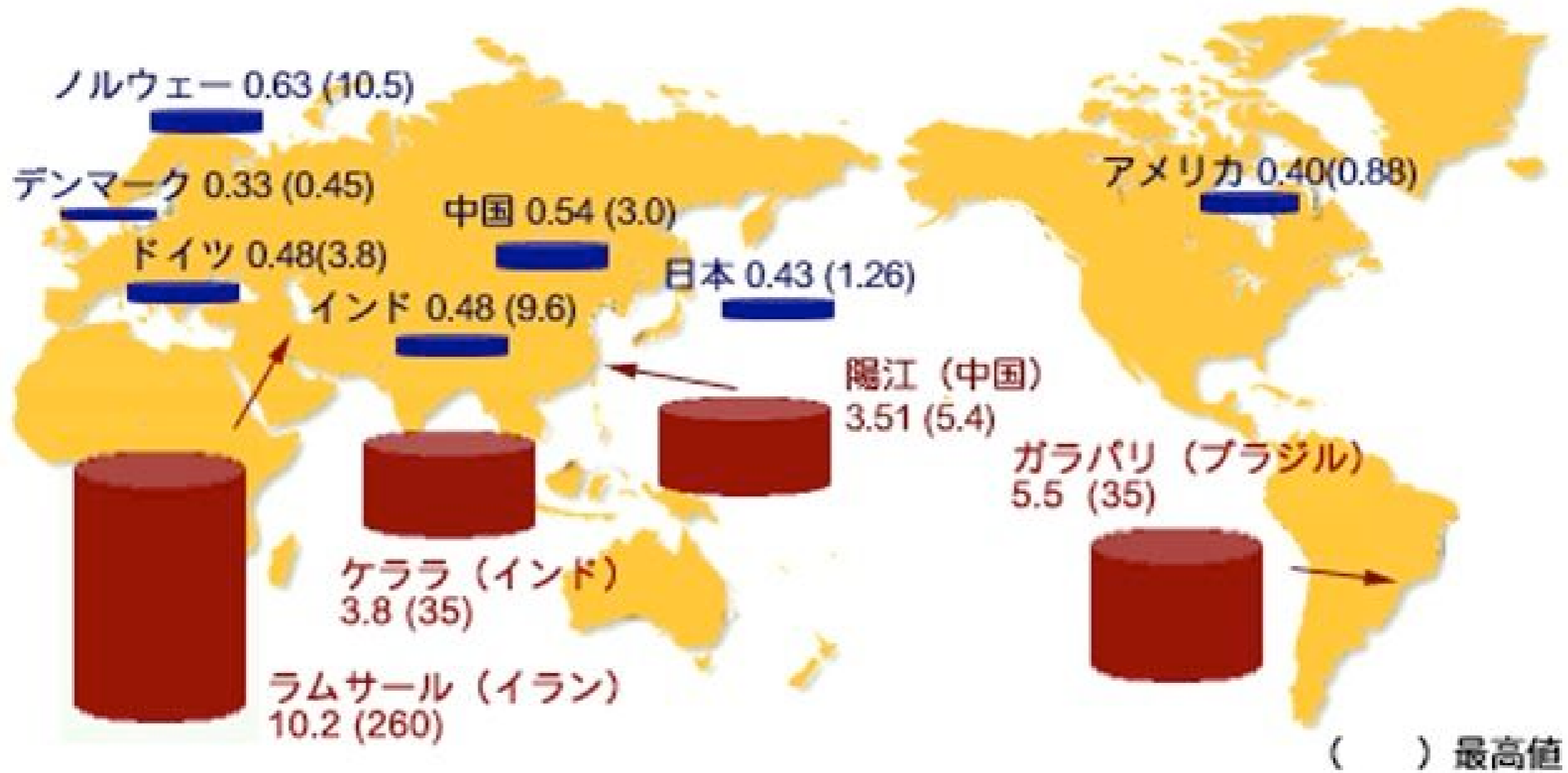


図2 陽江市・恩平県放射線環境調査実施地域

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)



一次宇宙線 (高エネルギー陽子など)

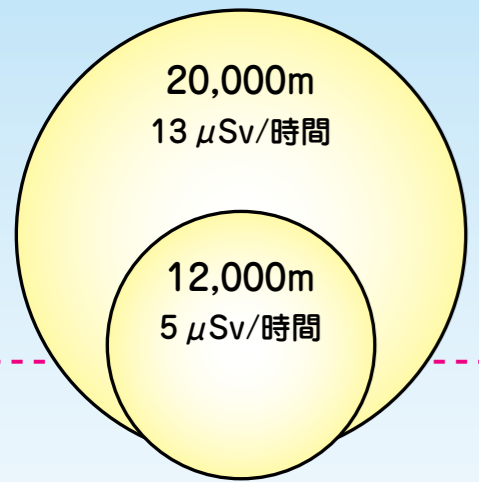
空気中の原子

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

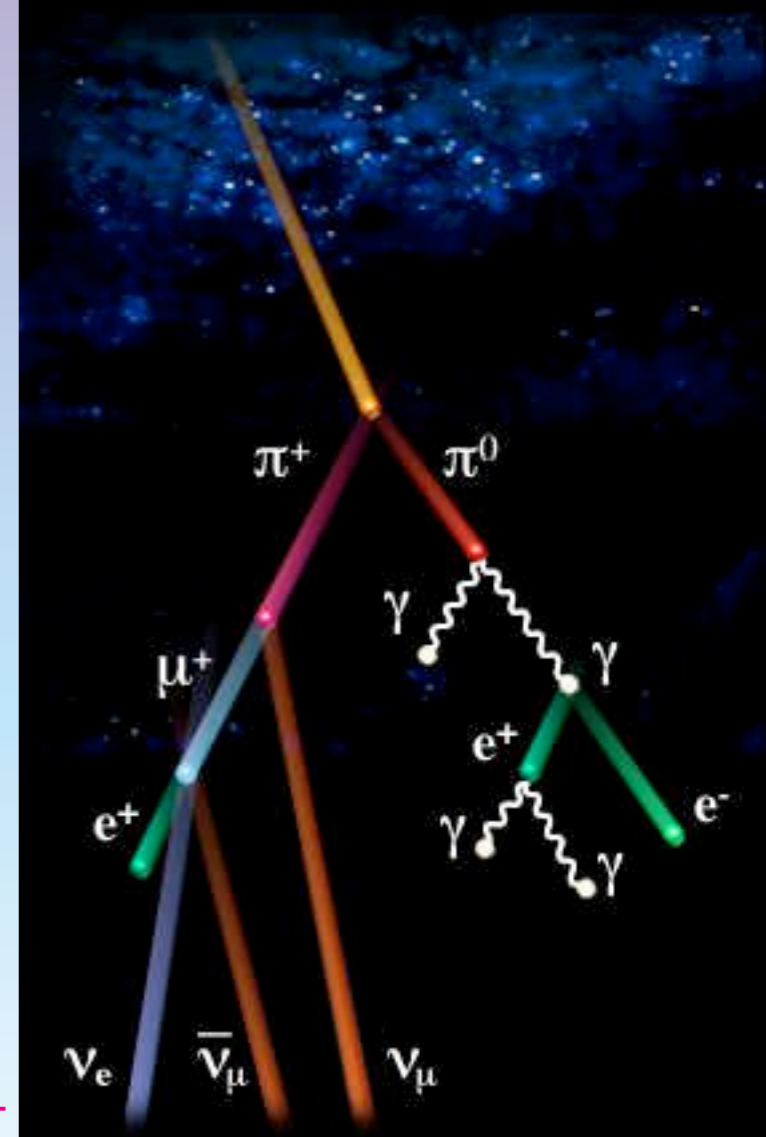
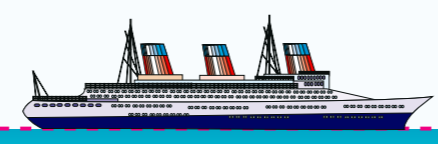
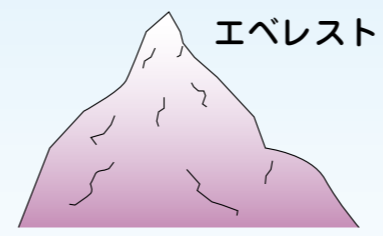
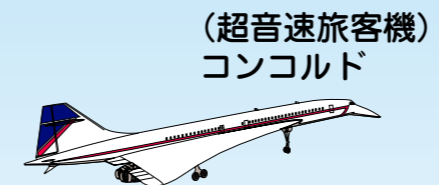
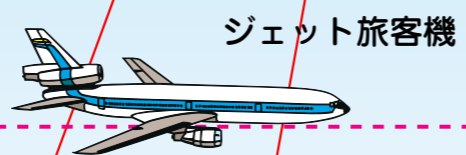
海面 ○ 0.03 μSv/時間

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

## ●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)



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

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

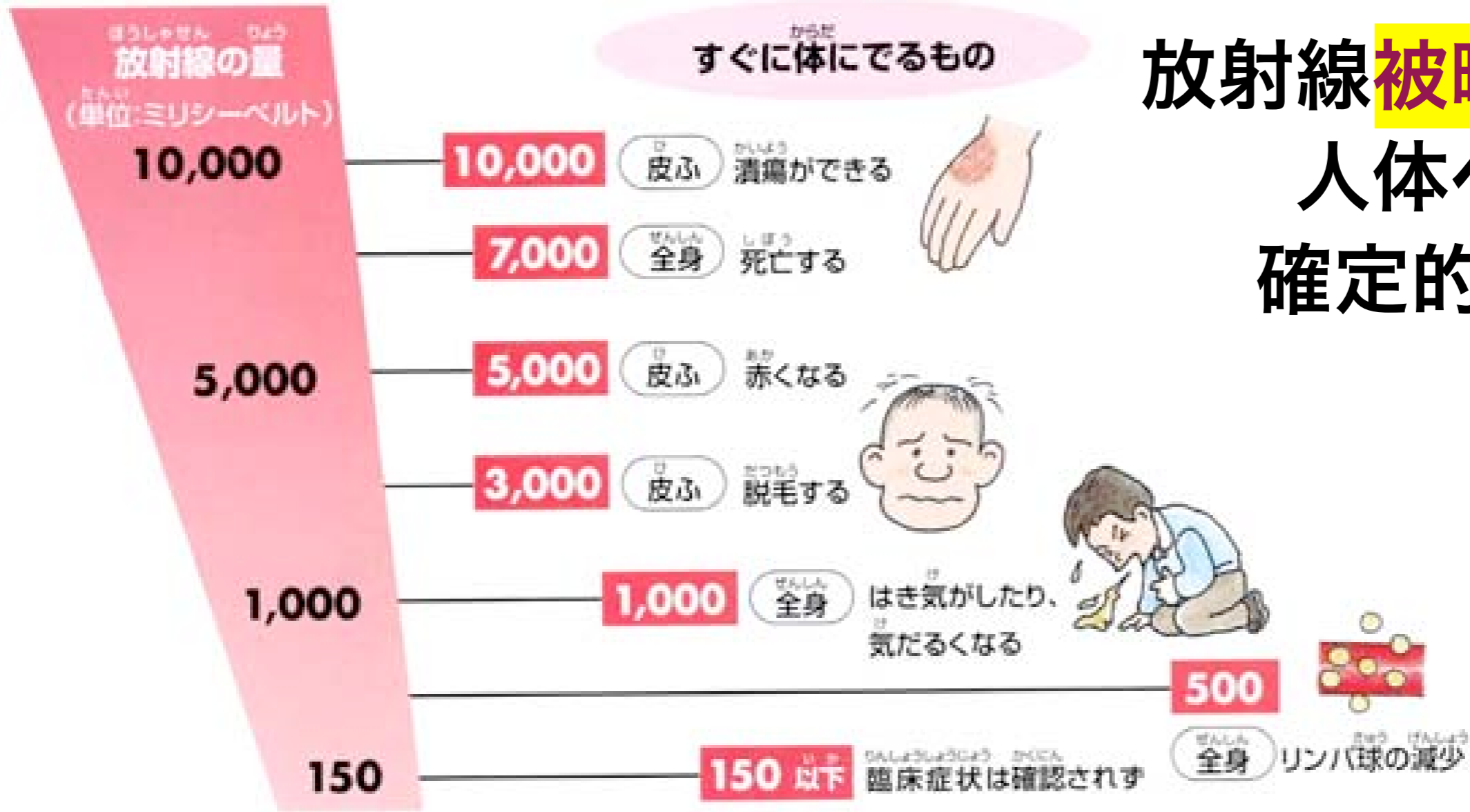
**DEMO**



**放射線測定  
(GMサーベイメータ)**

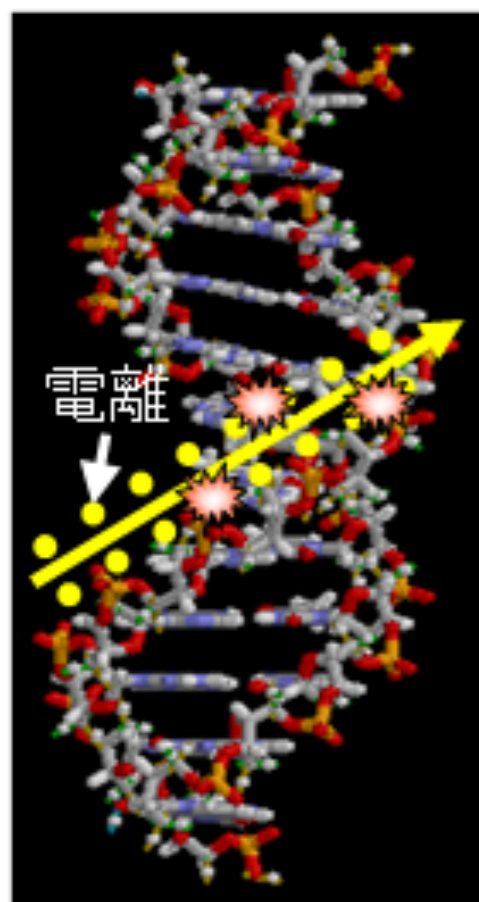
# 放射線被曝による 人体への 確定的影響

すぐに体にできるもの

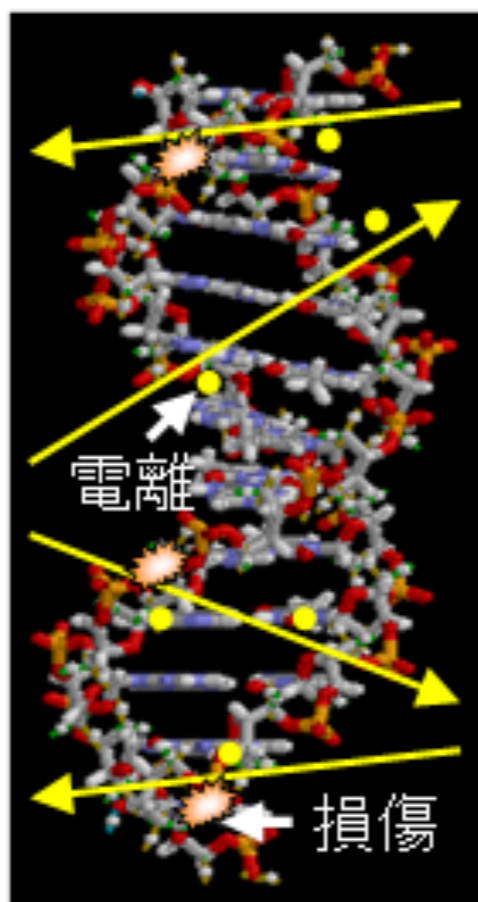


細胞再生系	造血組織				腸上皮	皮膚	精巣	水晶体
幹細胞 幹細胞 芽細胞 (分裂) 機能細胞 (老化) 老熟細胞 (死滅)	幹細胞 リンパ球 好中球 赤血球 血小板				腺窩 (幹細胞) 絨毛	基底細胞 (幹細胞) 角質層	幹細胞 精子	上皮 (幹細胞) 水晶体繊維 赤道部
正常な分化過程	4	4	4	4日	2日	2週間	3-4週間	1/2-3年
正常な成熟過程	1	7-10	7	100日	2日		7-8週間	
照射による変化	免疫能力低力	血液凝固時間延長	食作用低力	酸素輸送低力	絨毛の短縮と喪失、出血、下痢	紅斑、萎縮、潰瘍	一時的または永久不妊	白内障

# 放射線による DNA 損傷



重イオン



電子

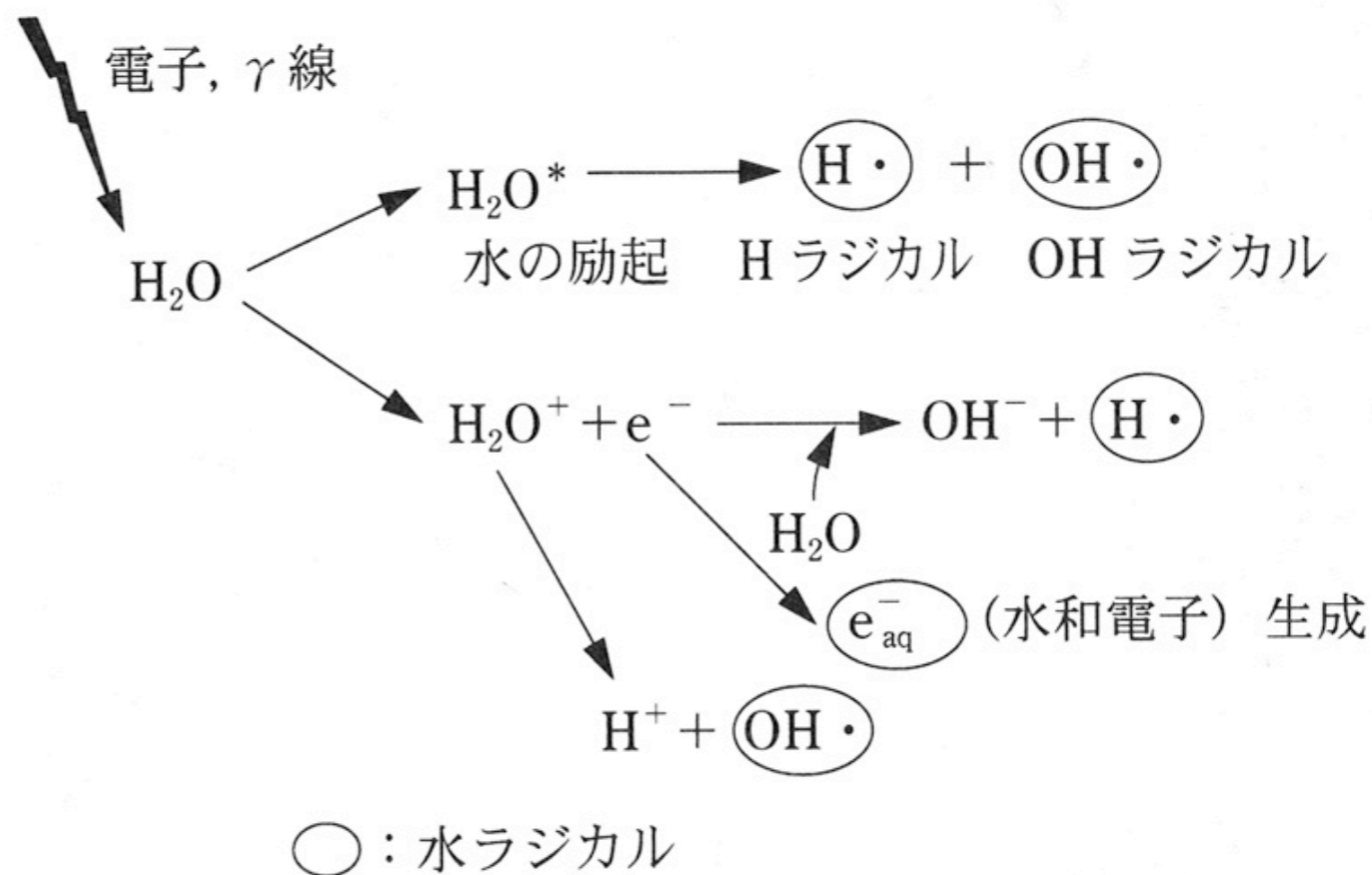


図 6・5 電離放射線による水分子の電離と励起の概略

放射線の直接作用 : 荷電粒子が直接 DNA 分子を叩く **低 LET 放射線**

と間接作用 : 水の電離で生じるラジカルが DNA 分子に作用

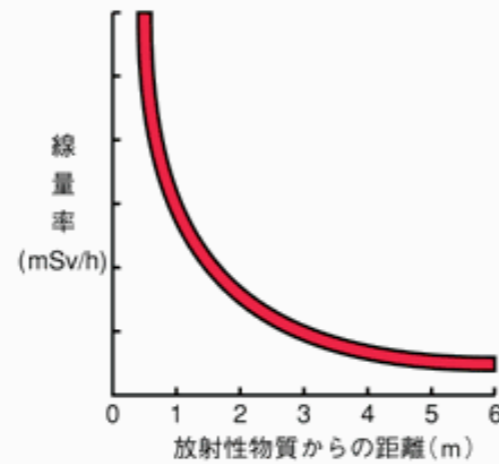
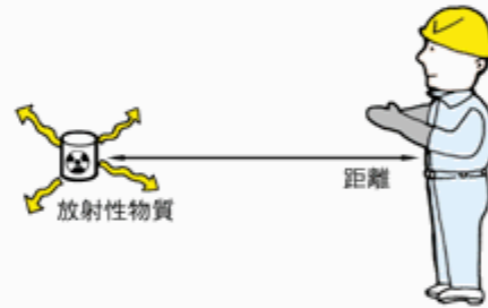
**高 LET 放射線**

- 放射線の生体への作用と影響 《放射線生物学》 ➡ 第3回
- 放射線と放射能の単位 ➡ 第3回
- 放射線の防護 《放射線安全管理学》 ➡ 第3回
- 放射線と物質との相互作用 《放射線物理学》 ➡ 第2回
- 放射線の測定 《放射線計測学》 ➡ 第5回 or 第6回

# 放射線防護

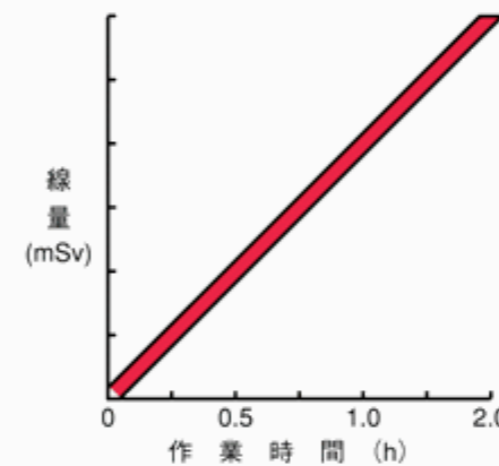
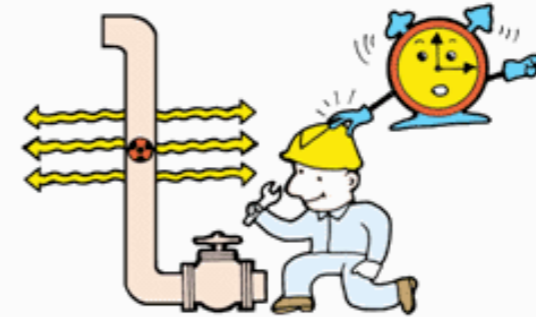
## ● 距離による防護

$$[\text{線量率}] = [\text{距離}]^2 \text{に反比例}$$



## ● 時間による防護

$$[\text{線量}] = [\text{作業場所の線量率}] \times [\text{作業時間}]$$



## ● 遮へいによる防護

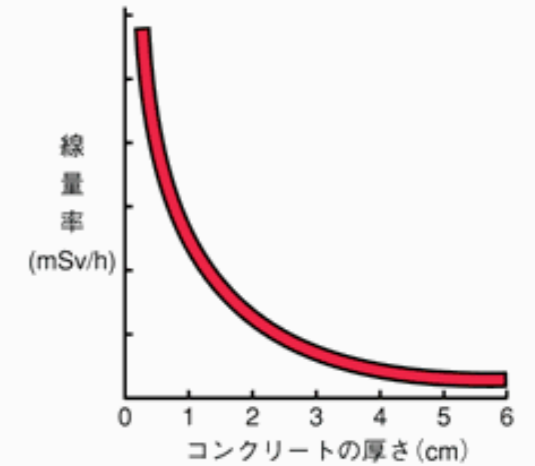
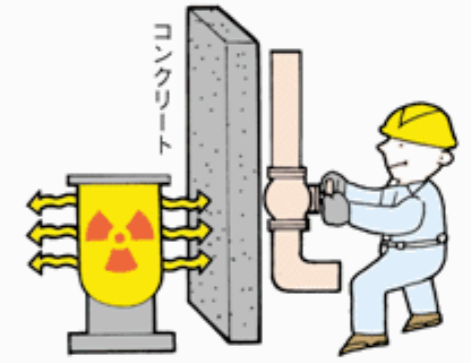
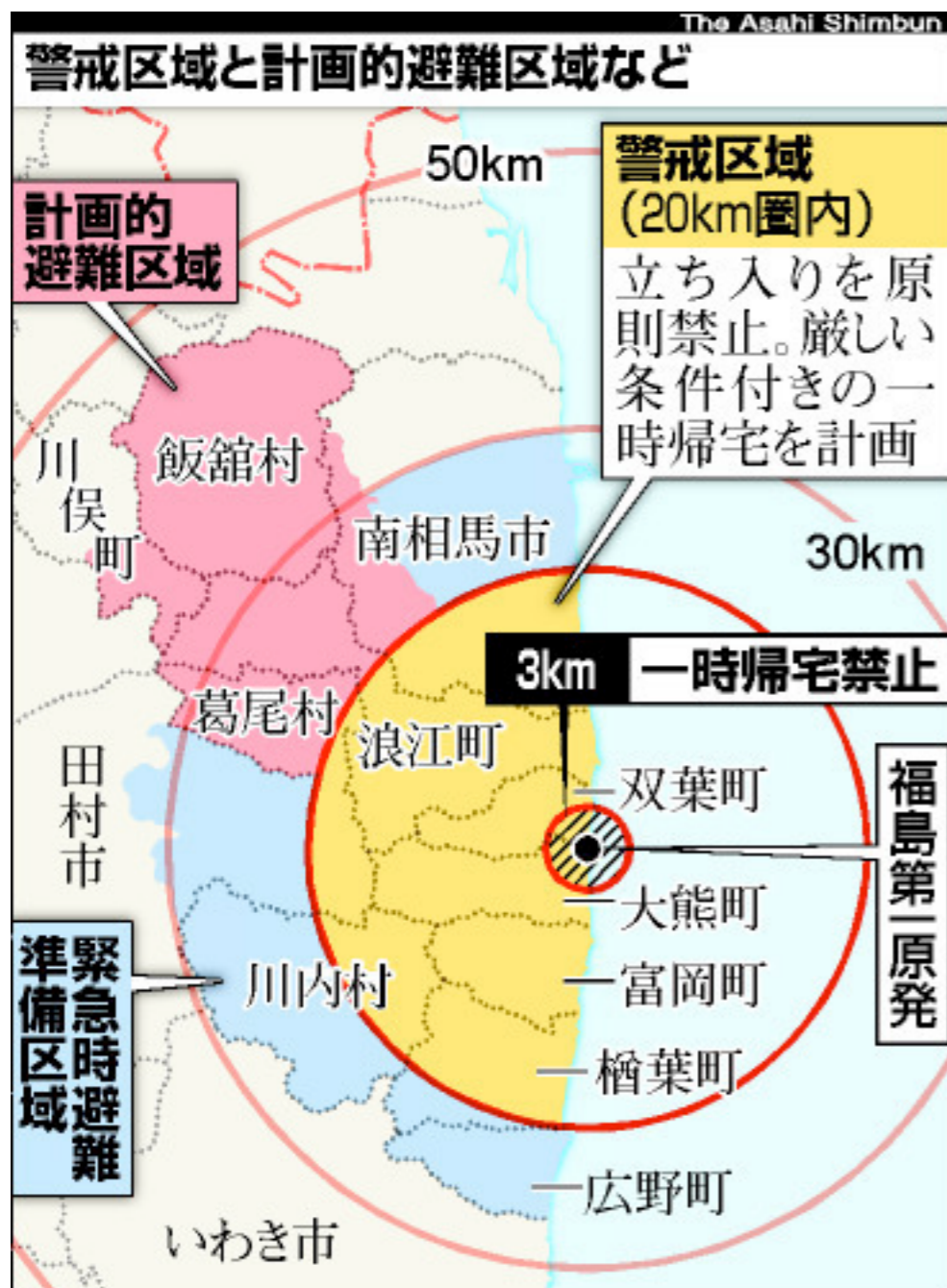


図1 遮へい3原則の図

[出典] 電気事業連合会:「原子力・エネルギー」図面集2003-2004、p.130

**防護の最適化**：個人線量、被曝人数、潜在的被曝の可能性のすべてを、経済的および社会的要因を考慮に入れたうえで、合理的に達成できる限り低く保つべきである。

**(ALARA の原則 = As Low As Reasonably Achievable)**



飯舘村の住民のリスクは？

住み続けるリスク

放射線の影響？

日常サービスの低下／欠如

避難生活でのリスク

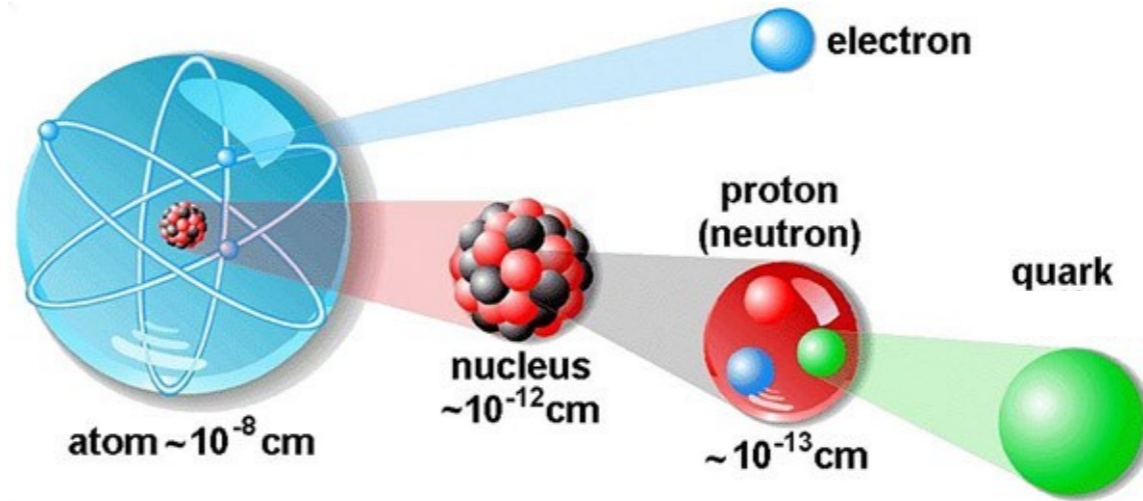
非日常の集団生活ストレス

生業・収入の損失

年齢、家族構成、職業



# 自主講義 放射線学



## 放射線を学ぶ

原子力発電所の事故が連日トップニュースで報じられ、世界中が放射能汚染に対しヒステリックなまでに反応している現在、我々には放射線に対する正しい科学的リテラシーが求められています。

一方で、放射線に関する学問は多分野にわたり、大学などで系統立って教えられる機会は非常に限られています。放射線に対する知識不足が、必要以上の不安と混乱を引き起こしている現状があります。

そこで今回、教養学部物理部会に所属して粒子線物理学を専門とする鳥居助教が講師となって、自主講義を企画することにしました。急遽の講義開催決定により正規の授業として組み込むことができなかったため、受講しても単位は出ませんが、意欲ある皆さんの参加を期待します。

## 講義内容

放射線とは？

放射線と放射能の単位(シーベルト、ベクレルなど)

放射線と物質との相互作用《放射線物理学》

放射線の測定《放射線計測学》

放射線の生体への作用と影響《放射線生物学》

原子核の壊変《原子核物理学》と核分裂反応《原子力工学》

放射線の利用(放射線診断・治療、分析、年代測定)

高エネルギー・素粒子物理学《加速器科学》

講師 鳥居 寛之 教養学部物理部会 助教

## 講義日程

第1回 5/10(火)

第2回 5/17(火)

第3回 5/24(火)

第4回 5/31(火)

第5回 6/7(火)

第6回 6/14(火)

5/10  
火曜5限  
開講

## 場所・時間

11号館1101教室

火曜5限16:20~17:50

## 対象

主に1, 2年の理系が対象ですが、意欲のある文科生や3年生以降も歓迎します。

- 放射線とは？ 📍 第1回
- 放射線と物質との相互作用 《放射線物理学》 📍 第2回
- 放射線の生体への作用と影響 《放射線生物学》 📍 第3回
- 放射線と放射能の単位 📍 第3回
- 放射線の防護 《放射線安全管理学》 📍 第3回
- 原子核の壊変 《原子核物理学》 📍 第4回
- 核分裂反応 《原子力工学》 📍 第4回
- 放射線の利用 📍 第5回
- 放射線診断・治療 《放射線医療》 📍 第5回
- 放射線の測定 《放射線計測学》 📍 第5回 or 第6回
- 高エネルギー・素粒子物理学 《加速器科学》 📍 第6回
- discussion 📍 第6回

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

担当教員:鳥居 寛之

**授業アンケート**

平成 23 年度 (2011 年) 夏学期

## 自主講義「放射線学」アンケート

この講義に参加しようと思ったきっかけ、特に関心のある分野、講義に関する要望など自由にお書き下さい。放射線に関して知りたい内容、疑問に思っていて講義で取り上げてほしいことなどあれば教えてください。ご希望どおりにできるとは限りませんが、講義内容に加味したいと思います。

学年	
所属	科 類 学部 学科 専攻 研究室
氏名 連絡先	(任意記入)

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

[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

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

**Fine** per oggi.

Fin du cours pour aujourd'hui.

That's all for today.

Ci vediamo la prossima settimana.

On se verra la semaine prochaine.

See you next week.