

東京大学理学部

Radiation Safety Course, School of Science, University of Tokyo

**放射線取扱者講習会
(一般講習会)**

生活環境放射線線量

加速器・放射光施設の安全利用

密封線源・エックス線装置の安全取扱

Dose of Environmental Radiation in Daily Life

Safety at Accelerator & Synchrotron Radiation Facilities

Safe Handling of Sealed Sources & X-ray devices

2023年度

School Year 2023

生活環境放射線
(国民線量の算定)
第 3 版

令和 2 年 1 1 月

公益財団法人 原子力安全研究協会

**Dose of Japanese
Environmental Radiation
in Daily Life
(ver.3)**

Ver.3 (Nov. 2020) PDF

<https://www.nsra.or.jp/library/books/book.html>

<https://www.nra.go.jp/data/000396951.pdf>

Reference : FBNews, No.547, p1-5 (01. Jul. 2020)

Natural (environmental) & medical radiation



Dose per year at
Guarapari, Brasil

10 →

放射線の量
(ミリシーベルト)

10

mSv (effective dose)

X-ray CT scan of
the chest (once)



← 6.9



Japan average

0.30

0.99

0.48

0.33

world average
of dose per year

2.4 →



1

Annual dose limit
of the public
(excl. medical)



← 1.0

X-ray medical exam.
of the stomach
(once)



← 0.6

X-ray medical exam.
of the chest (once)



← 0.05



Targeted annual set-point limit around
Japanese nuclear power plants.
(Achieved values are well below
— except for the accident.)

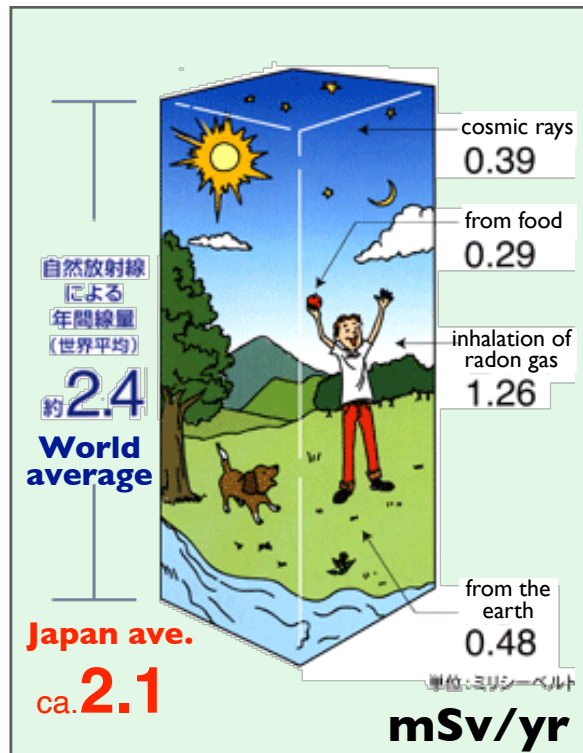
0.2

Dose for a return trip
by airplane between
Tokyo – New York



0.1

0.01

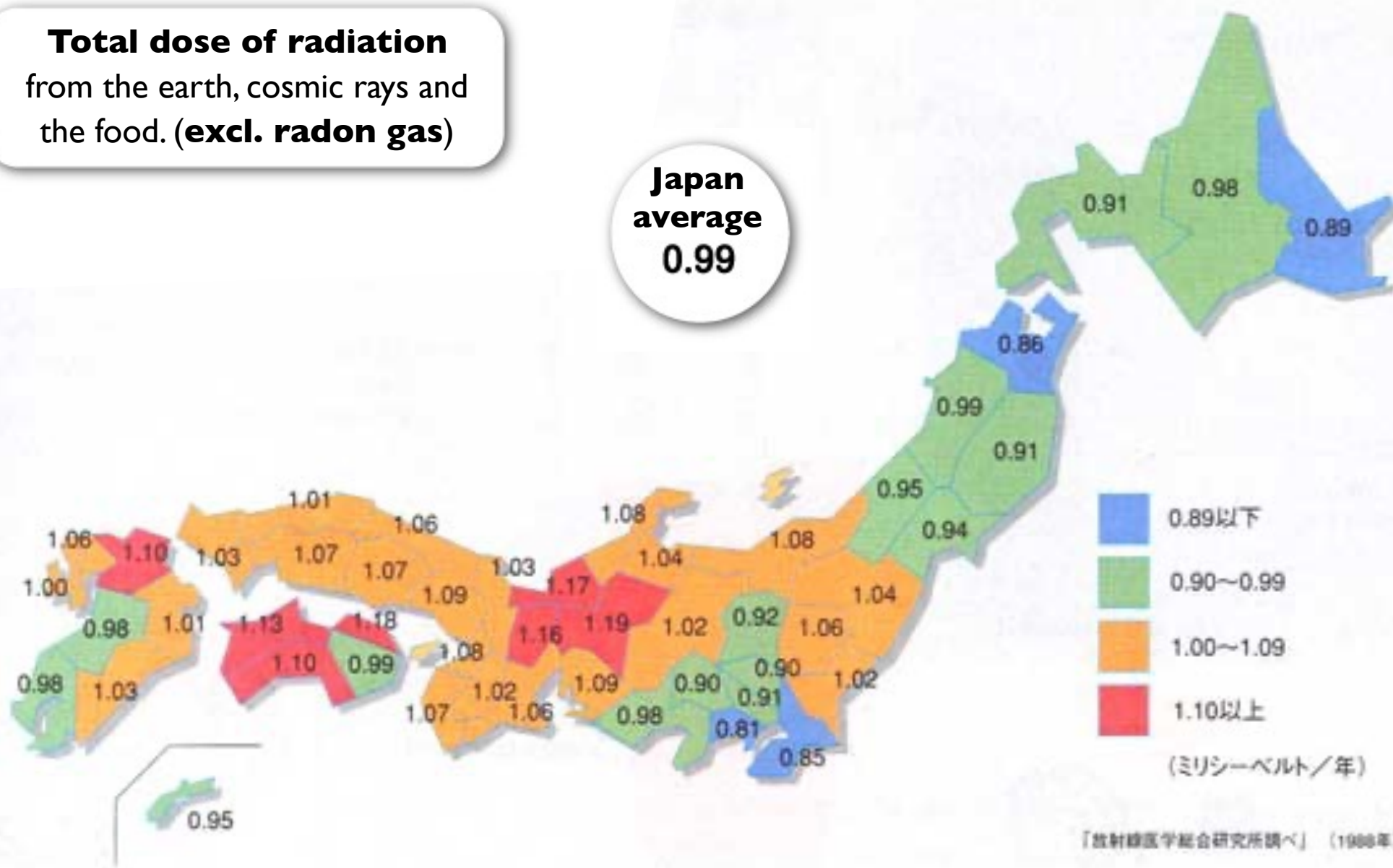


Japanese natural dose of radiation

mSv / yr

Total dose of radiation
from the earth, cosmic rays and
the food. (**excl. radon gas**)

Japan
average
0.99



higher natural dose in western Japan

Japanese natural dose of radiation

mSv / yr

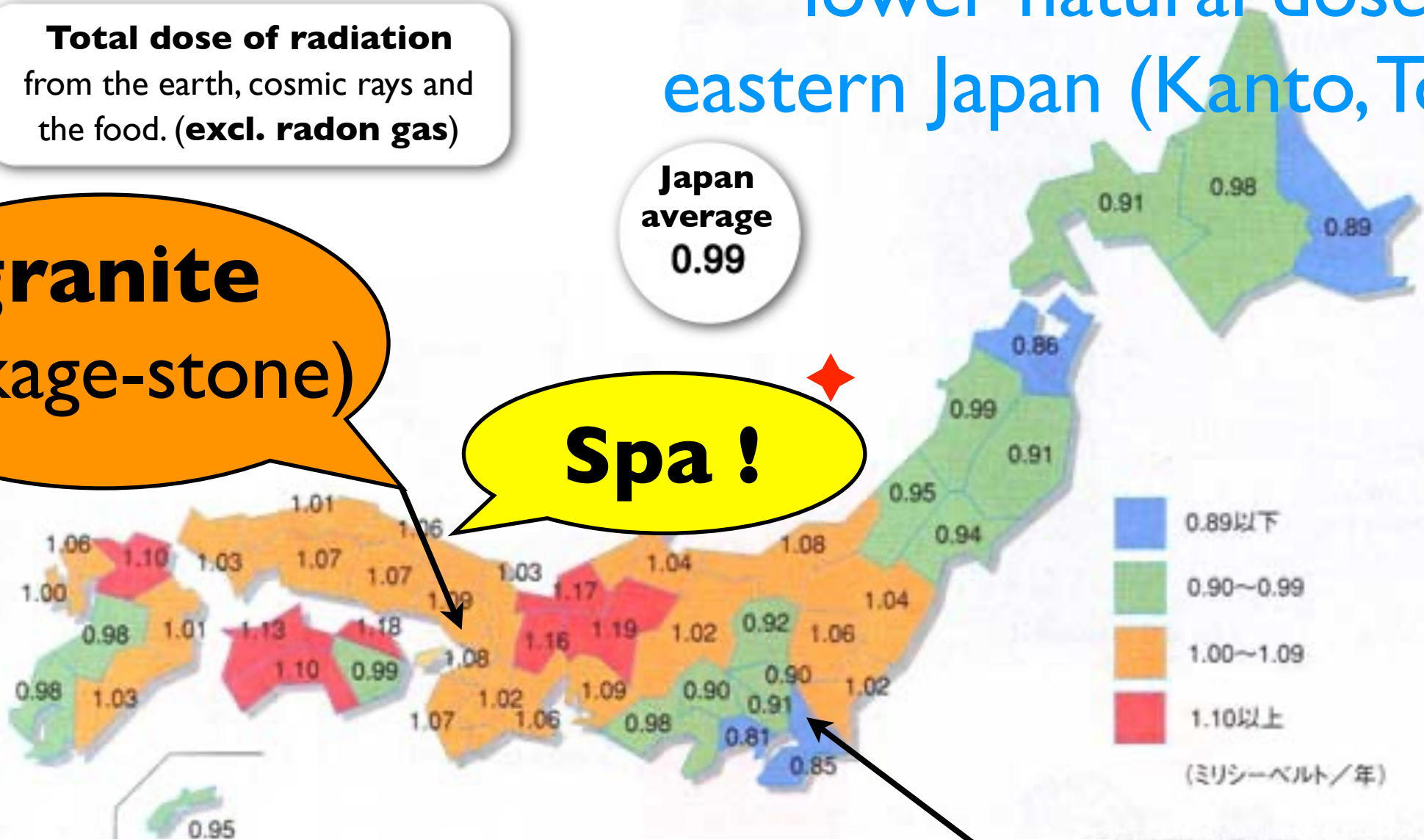
lower natural dose in eastern Japan (Kanto, Tohoku)

Total dose of radiation
from the earth, cosmic rays and the food. (excl. radon gas)

Japan average 0.99

granite (Mikage-stone)

Spa !



0.89以下
0.90~0.99
1.00~1.09
1.10以上
(ミリシーベルト/年)

放射線医学総合研究所調べ (1988年)

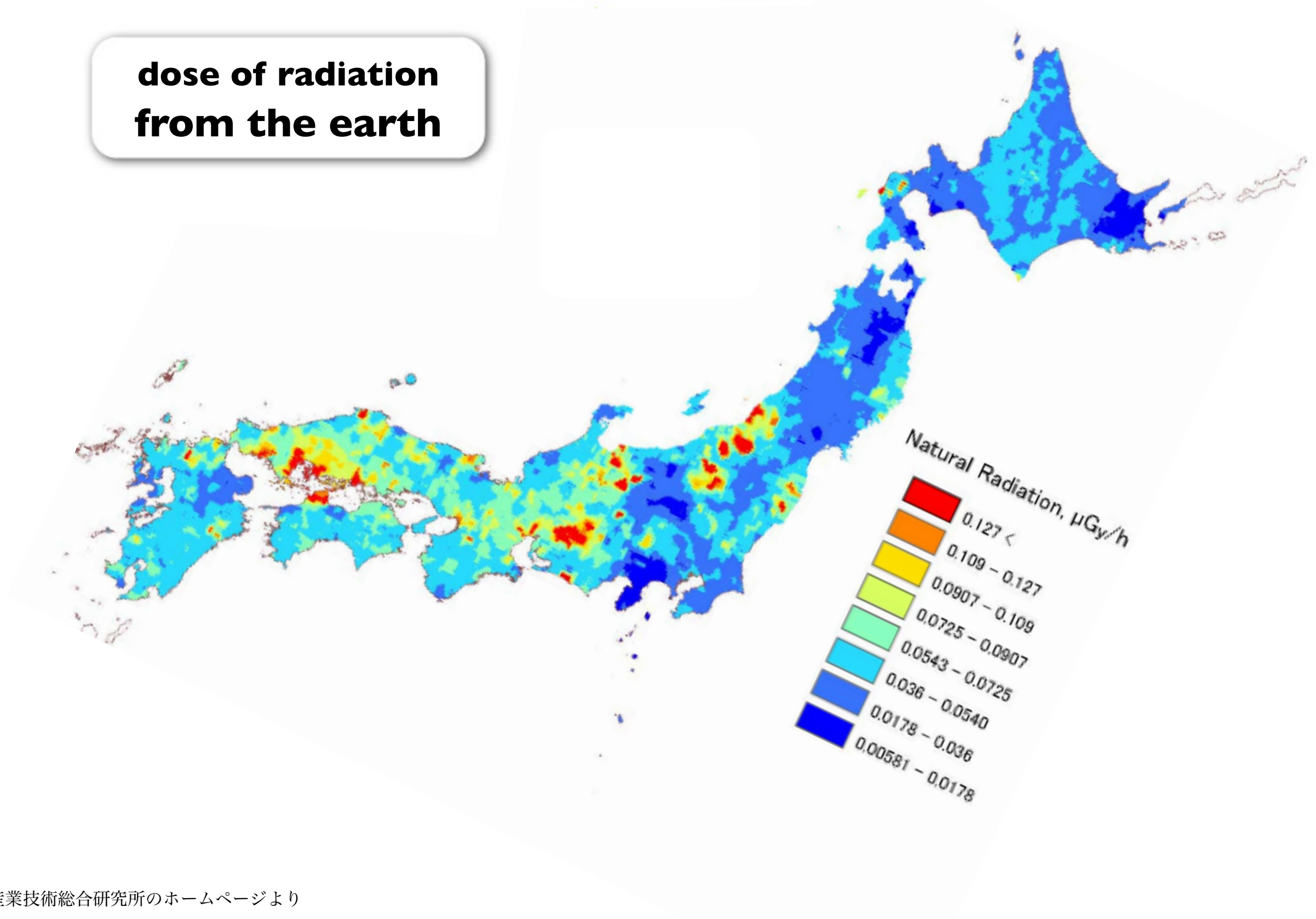
Radioactive nuclide	Density (Bq / kg)	
	usual rocks & soils	granite
Potassium K-40	100~700	500~1600
Uranium U-238 & daughters	10~50	20~200
Thorium Th-232	7~50	20~200

Kanto loamy layer

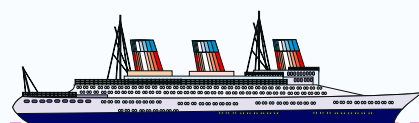
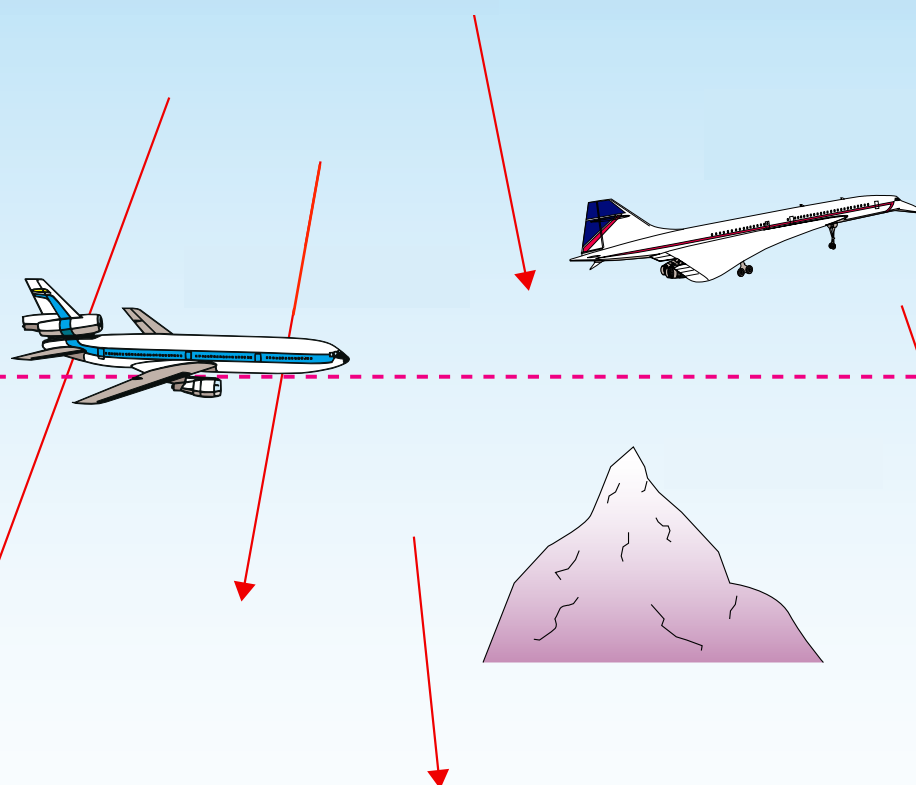
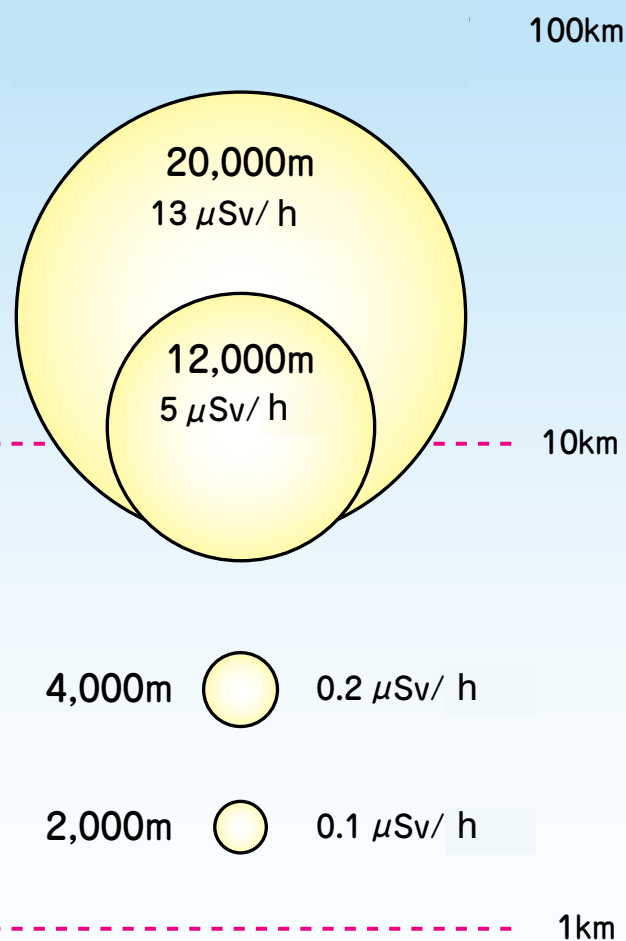
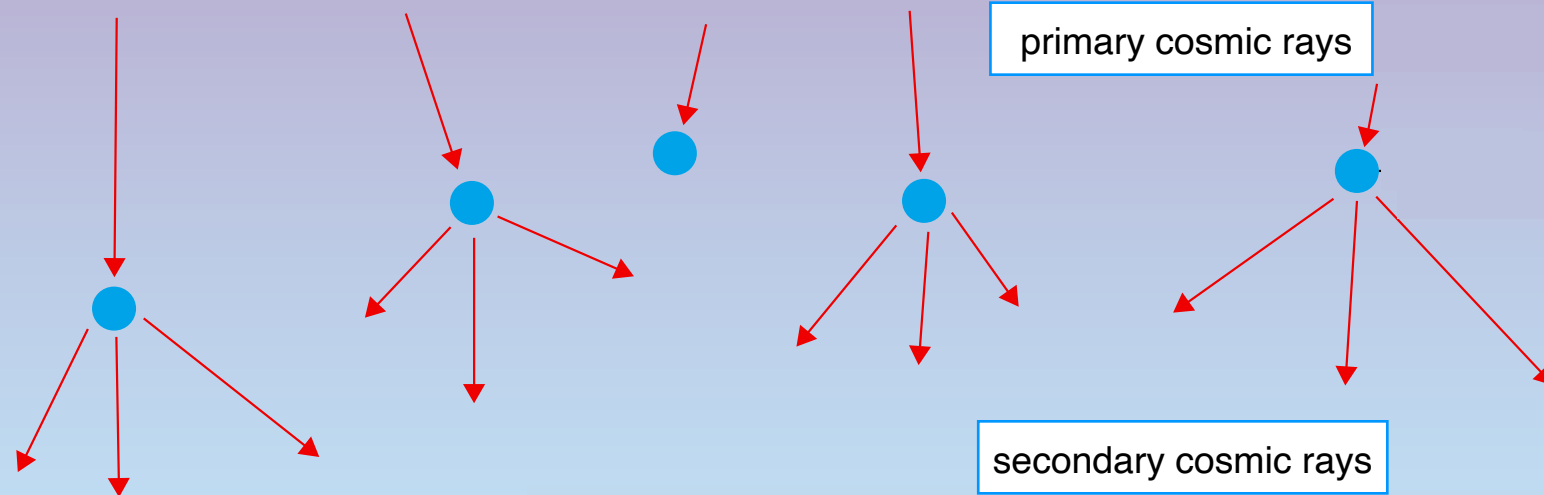
全国の自然放射線量

$\mu\text{Gy}/\text{h}$

**dose of radiation
from the earth**

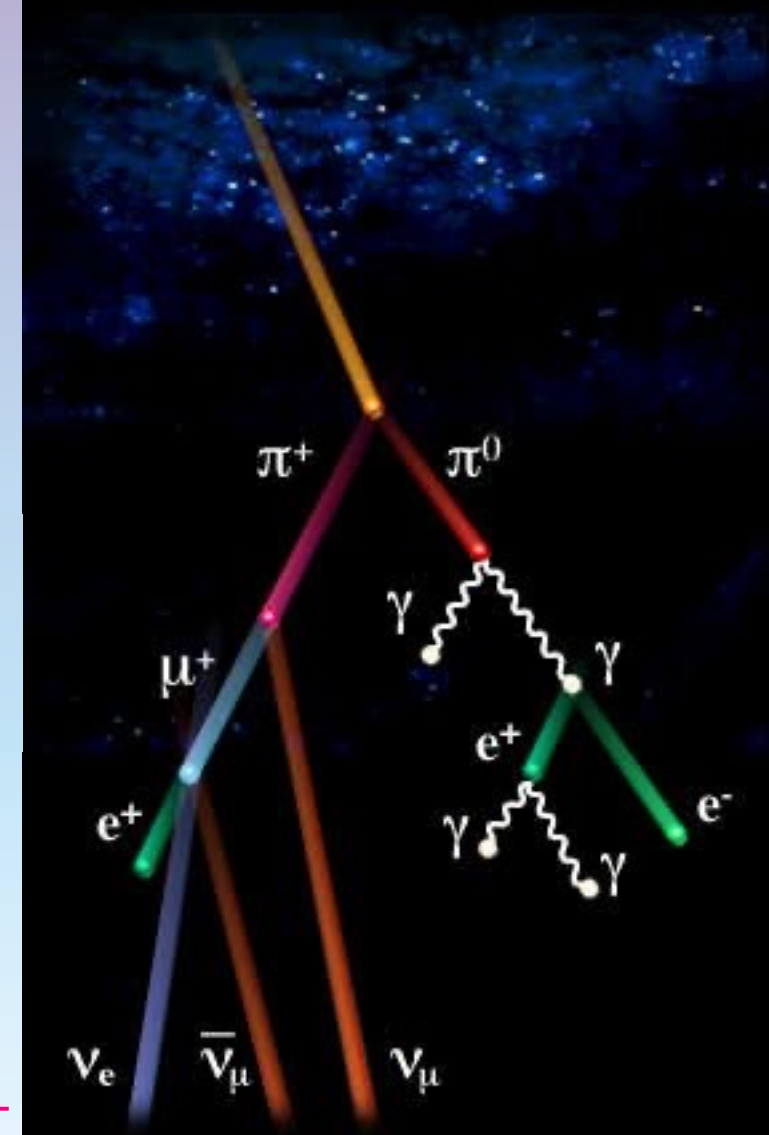
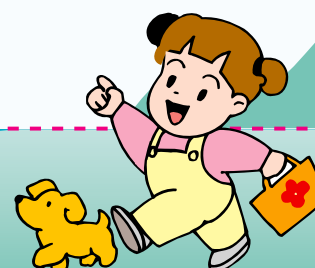


図：産業技術総合研究所のホームページより



sea level 0.03 $\mu\text{Sv/h}$

μSv = microsievert



Round-trip by flight
TYO-NYC
200 μSv (max)
= 0.2 mSv

Radiation dose during the flight

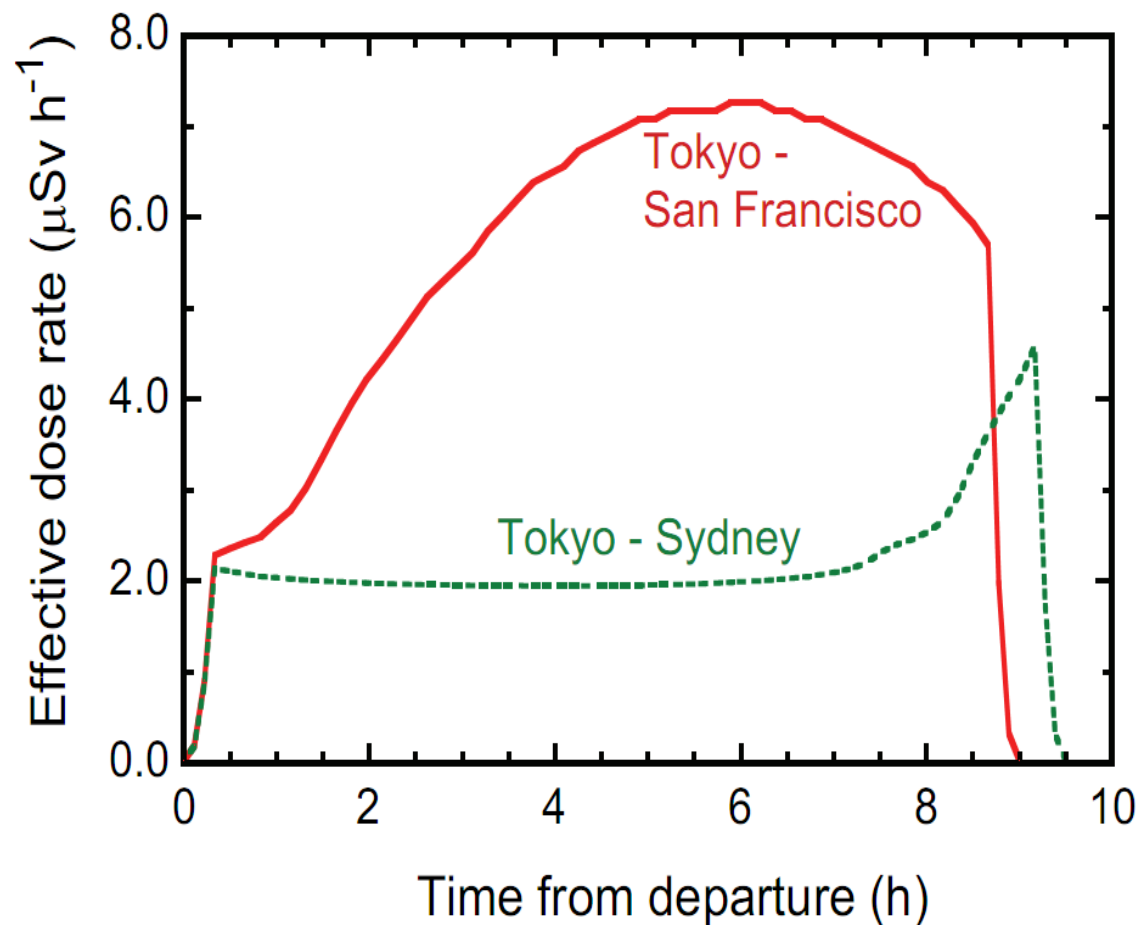


図2.24 JISCARD EXを用いて計算した飛行中の宇宙線線量率の推移の例

Estimated dose rate due to cosmic rays during flights, calculated with JISCARD EX.

航空機利用による平均年間線量

Average annual dose due to flights

Number of annual Japanese overseas travelers (Million p.)

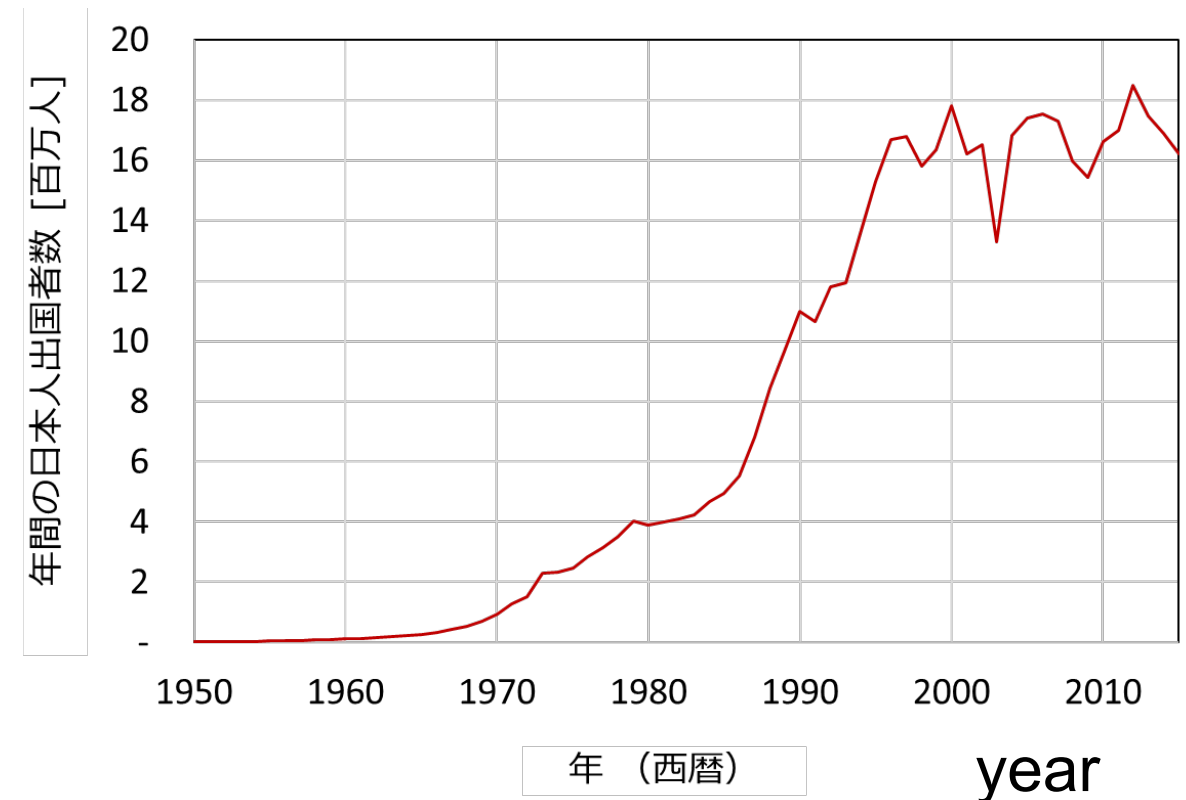


図2.25 渡航者数と渡航先のデータ

データの出典：航空統計要覧

2011年版

2004年度

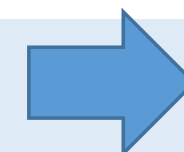
第3版

2009～2014年度の平均値

2011年版

第3版

0.004 mSv



0.008 mSv

ed. 2011

ed. ver.3

Natural radioactivity in the food / body

出典：旧科学技術庁パンフレット

- Radioactive materials in our body

Radioactive nuclide	Density (Bq / kg)	Radioactivity per 60-kg body
Potassium K-40	67	4,100
Carbon C-14	41	2,600
Rubidium Ru-87	8.5	520
Lead Pb-210 / Polonium Po-210	0.074~1.5	19
Uranium U-238	—	1.1

- Radioactivity of potassium-40 in Japanese foods



Bq / kg

^{40}K

isotope abundance
= 0.012%

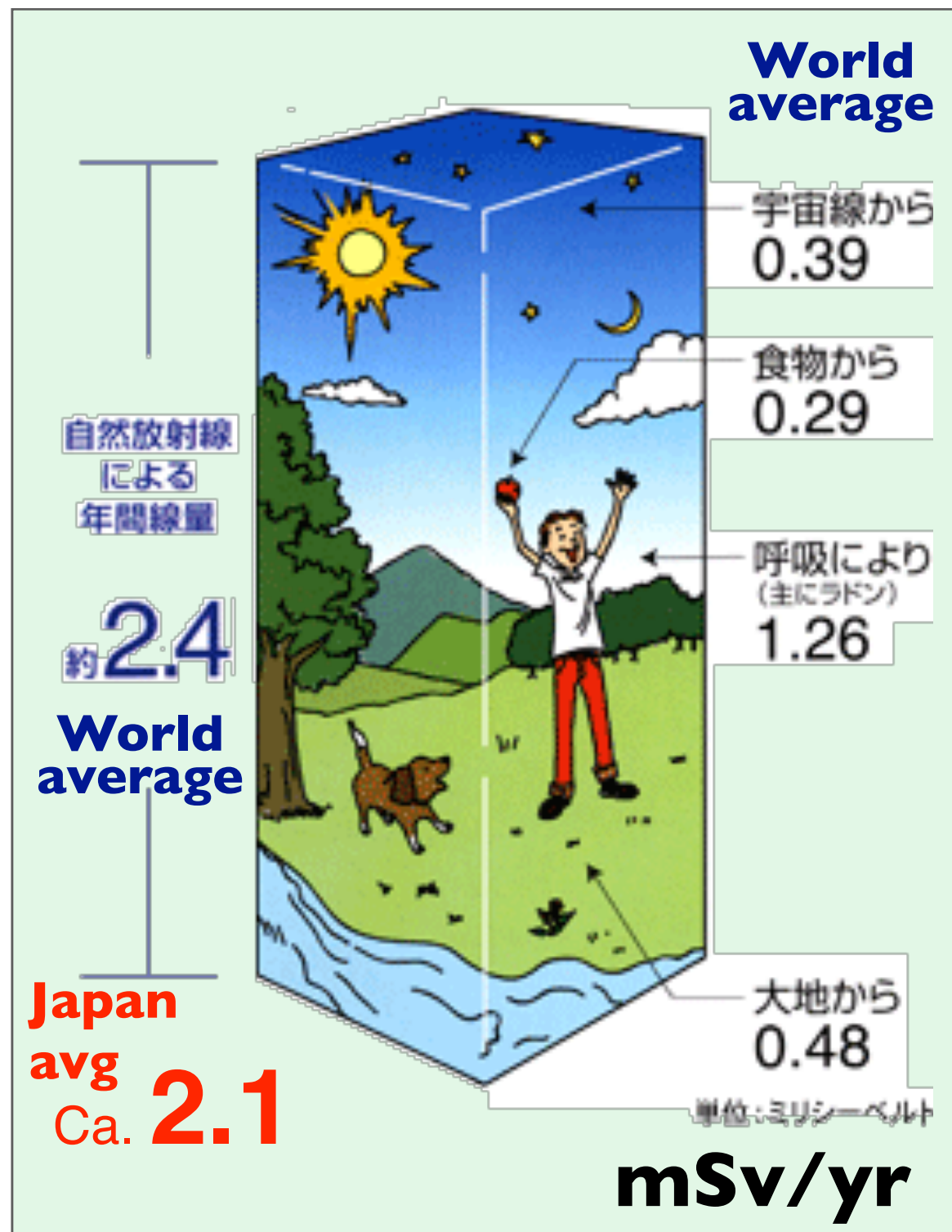
half-life 13 billion yrs

$^{40}\text{K} \rightarrow ^{40}\text{Ar}$ (EC γ) 11%

$^{40}\text{K} \rightarrow ^{40}\text{Ca}$ (β^-) 89%

We ingest 3 g of Potassium = 80 Bq of ^{40}K every day, excreting the same amount.

Natural (environmental) radiation



元図：東京電力の旧ホームページより

Japan avg

cosmic rays

0.30

from food

0.99

inhalation of radon gas

0.48

from the earth

0.33

mSv (effective dose)

Fish and shellfish contain a fairly large amount of radioactive nuclei in the Uranium and Thorium decay series, such as ^{210}Po and ^{210}Pb .

0.80

+ ^{40}K **0.18**

+ ^{14}C **0.014**

Japan avg

3.87 (2011)

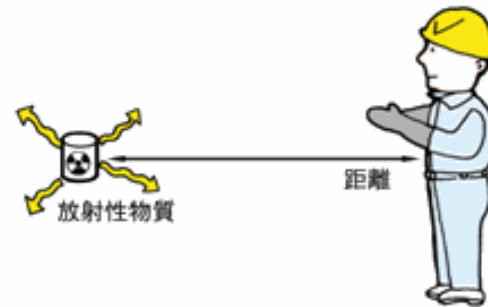
2.6 (ver.3)

Medical radiation

Radiation protection

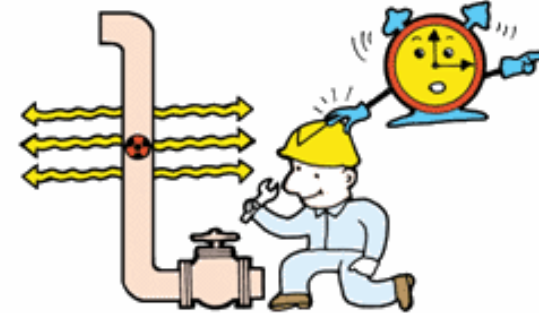
- distance

[線量率] = [距離]²に反比例

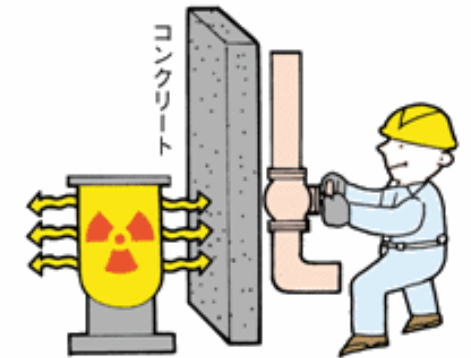


- time

[線量] = [作業場所の線量率] × [作業時間]



- shielding



Prevent
deterministic effect.
Reduce
stochastic effect.

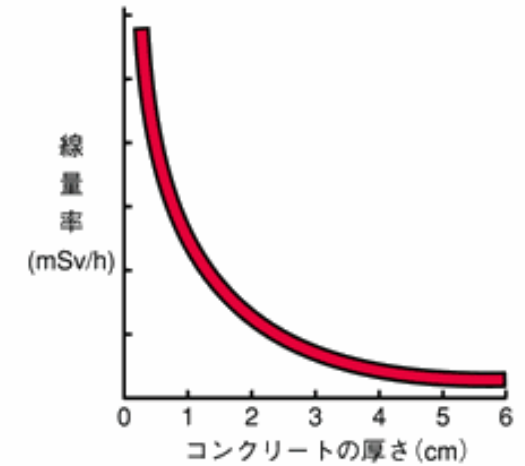
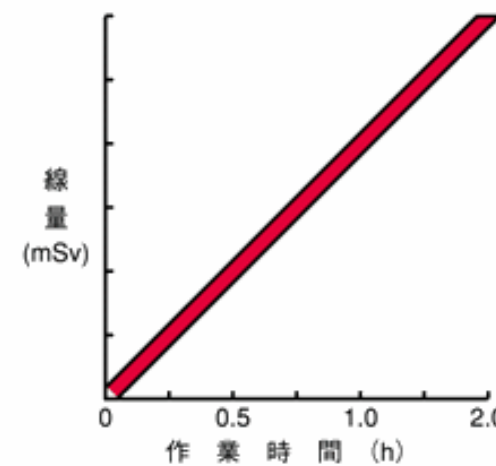
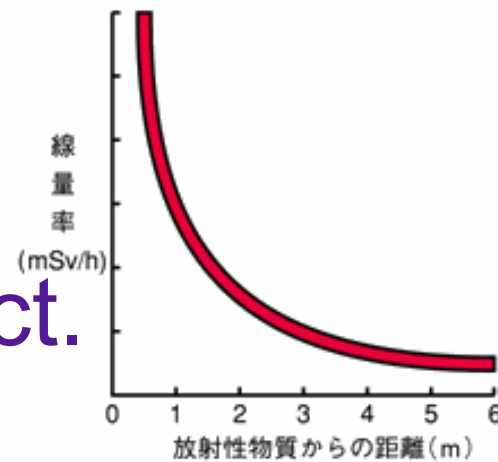


図1 遮へい3原則の図

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

Optimization : all exposures shall be kept as low as reasonably achievable, economic and social factors being taken into account.

(**ALARA** principle = As Low As Reasonably Achievable)

Dose limit : **1 mSv/yr** for general public (in addition to natural BG).

100 mSv/ 5 yrs and 50 mSv/yr max. for male radiation workers.

Dose limit for individuals

Occupational exposure for Radiation workers

Effective dose	100 mSv / 5 yrs and 50 mSv / yr
women	5 mSv / 3 mo.
pregnant women	1 mSv / period of pregnancy
Equivalent dose	
eye lens	100 mSv / 5 yrs and 50 mSv / yr
skin	500 mSv / yr
abdomen surface of pregnant women	2 mSv / period of pregnancy

Public exposure for General public

Effective dose	1 mSv / yr
Equivalent dose	
eye lens	—
skin	—

Protection by Jpn domestic law

線量限度の一覧表（作業者）

	1990勧告	1977勧告
実効線量	20mSv/年（5年平均）	50mSv/年
水晶体等価線量	150mSv/年	150mSv/年 ²⁾
皮膚等価線量	500mSv/年 ¹⁾	500mSv/年
手・足の等価線量	500mSv/年	500mSv/年 ³⁾
その他の組織	—	500mSv/年

1) 被ばく部位に関係なく、深さ7mg/cm²、面積1cm²の皮膚についての平均線量に適用される。

2) 1980年のブライトン声明で300mSv/年（18歳から65歳までの就業期間の被曝の場合で、65歳までのリスクの最大値）

Annual Risk 1/1000

線量限度の一覧表（一般公衆）

	1990 勧告	1977 勧告
実効線量	1 mSv/年	5 mSv/年 ¹⁾ , 1 mSv/年（生涯の平均）
水晶体等価線量	15 mSv/年	50 mSv/年
皮膚等価線量	50 mSv/年 ³⁾	50 mSv/年
その他の組織	—	50 mSv/年 ²⁾

1) 1985年のパリ声明で主たる限度を1年につき1mSvとして、補助的な限度を5mSv/年とした。

2) 1985年のパリ声明で実効線量当量の制限によって不要になった。

Annual Risk 1/10,000 ICRP recomm.
(毎年被曝の場合、65歳までの最大値)

〔出典〕（1990年ICRP新勧告と1977年ICRP勧告における線量限度値対照表）

〔「ICRP1990年勧告-その要点と考え方-」、草間朋子編、日刊工業新聞社、50ページ〕

他機関施設でのバッジの使用 (加速器・放射光など)

Using Your Radiation Badge (at accelerators, SR facilities)

- **国内**の放射線施設を利用する場合 at domestic facilities
 - 原則として東大理学部のパッジも**持参する(身につける)**こと
Bring your UTokyo-Sci. badge to domestic radiation facilities.
 - 飛行機での**手荷物検査**によるパッジの被曝に留意 (**身につける**)
Try to avoid X-ray survey of your badge.
- **海外**の放射線施設を利用する場合 abroad
 - 特に不要であれば、東大理学部のパッジはむしろ**持参しない**ことを推奨する
We recommend that you do not bring your badges abroad,
As long as the facility abroad takes care of your radiation protection.
 - 持参する必要がある場合、**手荷物検査や機内での被曝**については、後から記録の修正が必要な場合がある
If you need to bring it abroad, give us reports on possible radiation exposure of your badge at X-ray survey and during your flights.

Radiation control area

放射線管理区域

管理区域
(使用・貯蔵施設)



許可なくして
立入りを禁ず

放射性同位元素
使用室



第 2 種

←開閉→

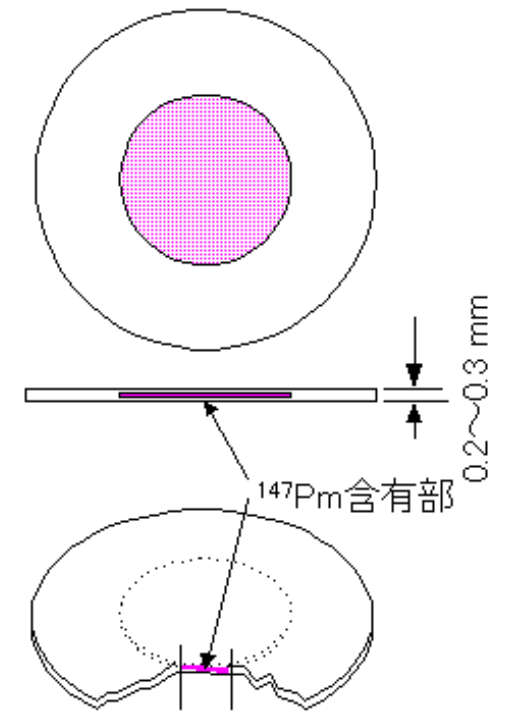


Sealed sources

密封小線源

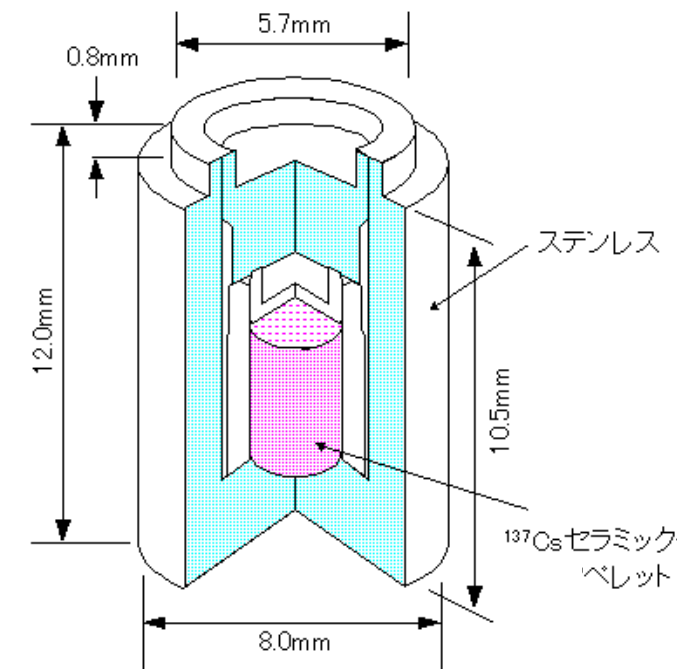
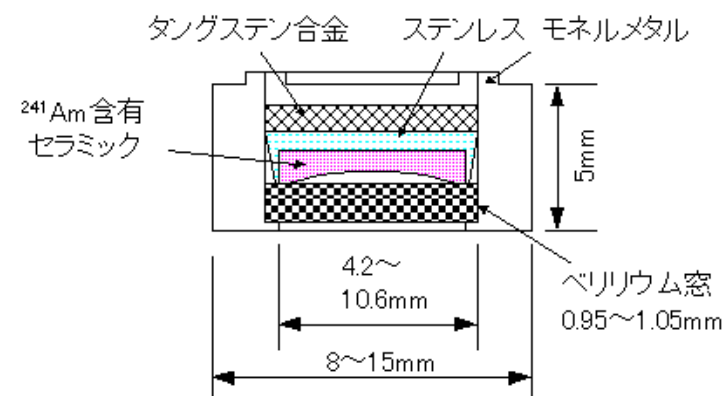
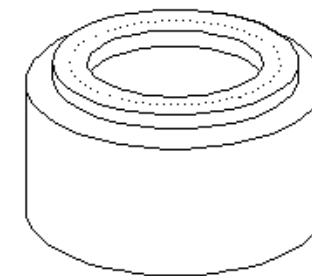


β -ray source



α -ray source

γ -ray source



Safe Usage of X-ray devices

エックス線装置の安全取扱



①X 線警告灯（黄色）

X 線の発生を防 X 線カバーの X 線警告灯の黄色 LED で表示します。

②防 X 線カバー（側面）

防 X 線カバーにより、ゴニオメータ等の光学系部が覆われています。

③防 X 線カバーの扉（インターロック） **Interlock**

前面パネルにロック機構が付いており、「DOOR」ボタン（黄色）が消灯している時は扉ロックが掛かり、防 X 線カバーは開けることができません。

④「DOOR」ボタン

防 X 線カバーを開ける時に使用します。

⑤HV ENABLE キー

キーを右に回し、装置ロックを解除し POWER ON を可能な状態にします。

東京大学における
エックス線装置の分類

Classification of X-ray devices at UTokyo

密閉型 closed system	A	Completely sealed
	B	Interlock used all the time
非密閉型 non-closed system	C	Interlock used appropriately
	D	Equipments installed in a room
	E	Not fixed / mobile

エックス線装置の安全取扱

Safe Usage of X-ray devices

Check open/close of the shutter with multiple indicators.

複数の表示で
シャッターの開閉状態を
意識して確認する。

C分類でインターロックを
解除するときは十二分に
確認する。

Be extremely careful when
you unlock the interlock

ビームの調整やメンテナンス
等では、装置の電源を切り、
シャッターが閉じて
いることを確認する。

Turn off the power of the device
before beam adjustment
and/or maintenance.

使用記録を作成し、
整備すること。

Make records of usage

装置内部管理区域型

装置外部管理区域型

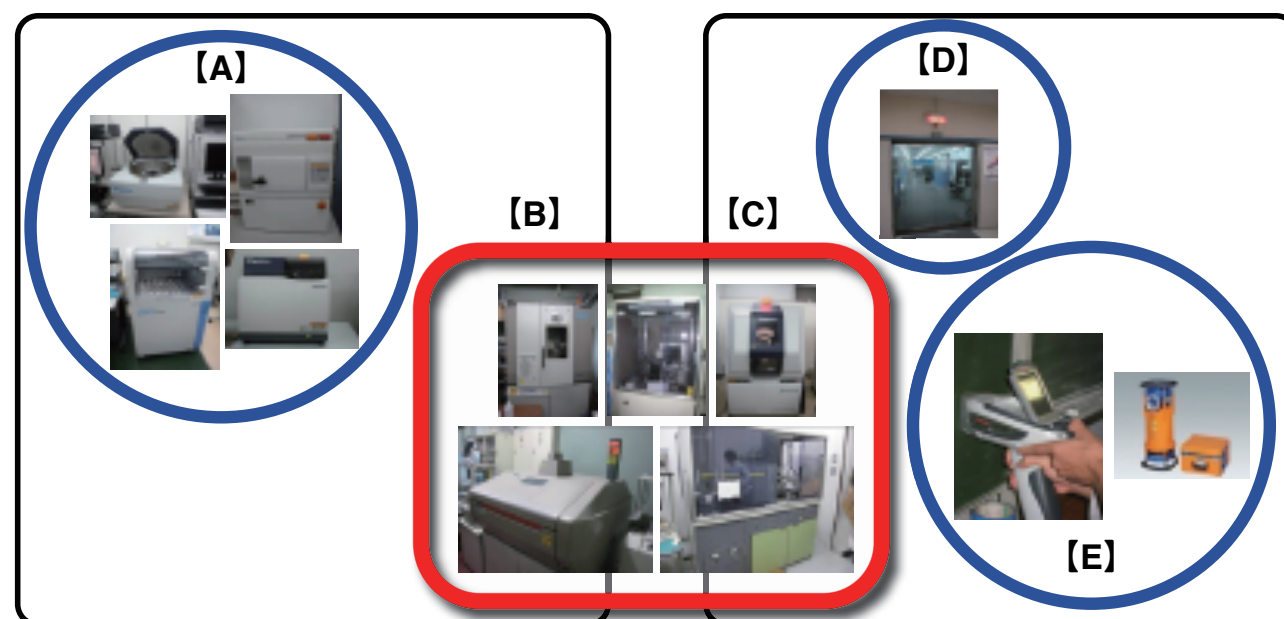


図1 東京大学における研究用エックス線装置の分類

東京大学におけるエックス線装置の分類

密閉型 closed system	A	Completely sealed
	B	Interlock used all the time
非密閉型 non-closed system	C	Interlock used appropriately
	D	Equipments installed in a room
	E	Not fixed / mobile

Classification of X-ray devices at UTokyo

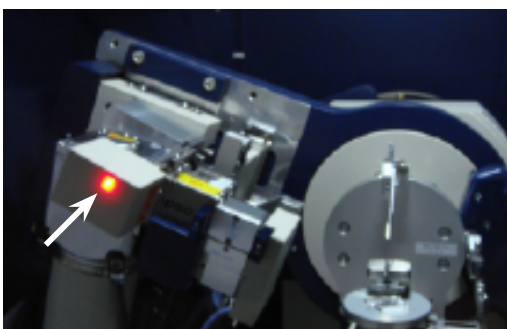


図2 シャッター付近の照射ランプ



図3 外部照射ランプ



図4 PC上のシャッター状況



図5 装置制御板上の表示

Quiz #3

What is the acronym which expresses:
All exposures shall be kept as low as reasonably achievable, economic and social factors being taken into account.

Summary of Quizzes

#1 : True or False ?

After having applied for registration, all the applicants must take the UTokyo Radiation Course.

#2 : Which is important when you consider the health effects of tritium, “external exposure” or “internal exposure”?

#3 : What is the acronym which expresses:

All exposures shall be kept as low as reasonably achievable, economic and social factors being taken into account.

**Write your answers in the Google Form
for submission of your Attendance Sheet**