

福島原子力発電所事故後の放射線量調査  
地表の表面汚染検査

# 土壌サンプル放射線計測の説明会

大阪大学核物理研究センター

坂口治隆

青井考

1. 計画概要
2. 放射線入門
3. 放射線計測
4. 計測時の注意

# 大阪大学・核物理研究センター *Research Center for Nuclear Physics (RCNP)*

## ■ 加速器 (AVF・リング)

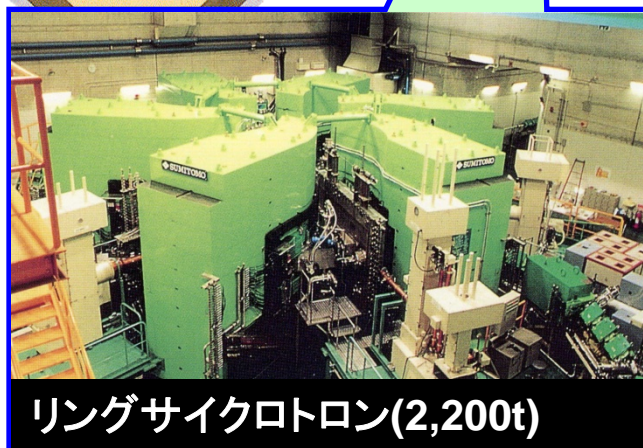
- 陽子を光速の0.7倍に加速

## ■ 特色

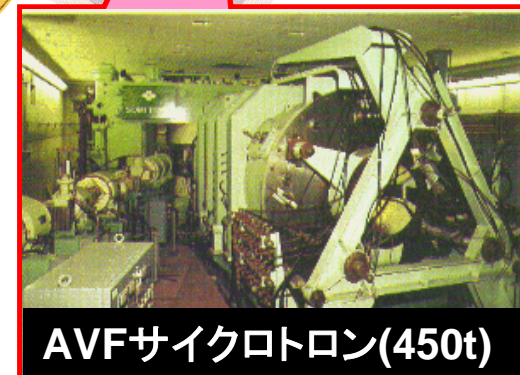
- 世界最高品質の加速性能
- 世界最高性能の検出器



中性子検出器



リングサイクロロン(2,200t)



AVFサイクロロン(450t)



## 住民はいつ帰れるのか、どうすれば帰れるのか。

- 主体

文部科学省下

全国大学連合

物理、地球物理

放射線医学、放射線化学、など

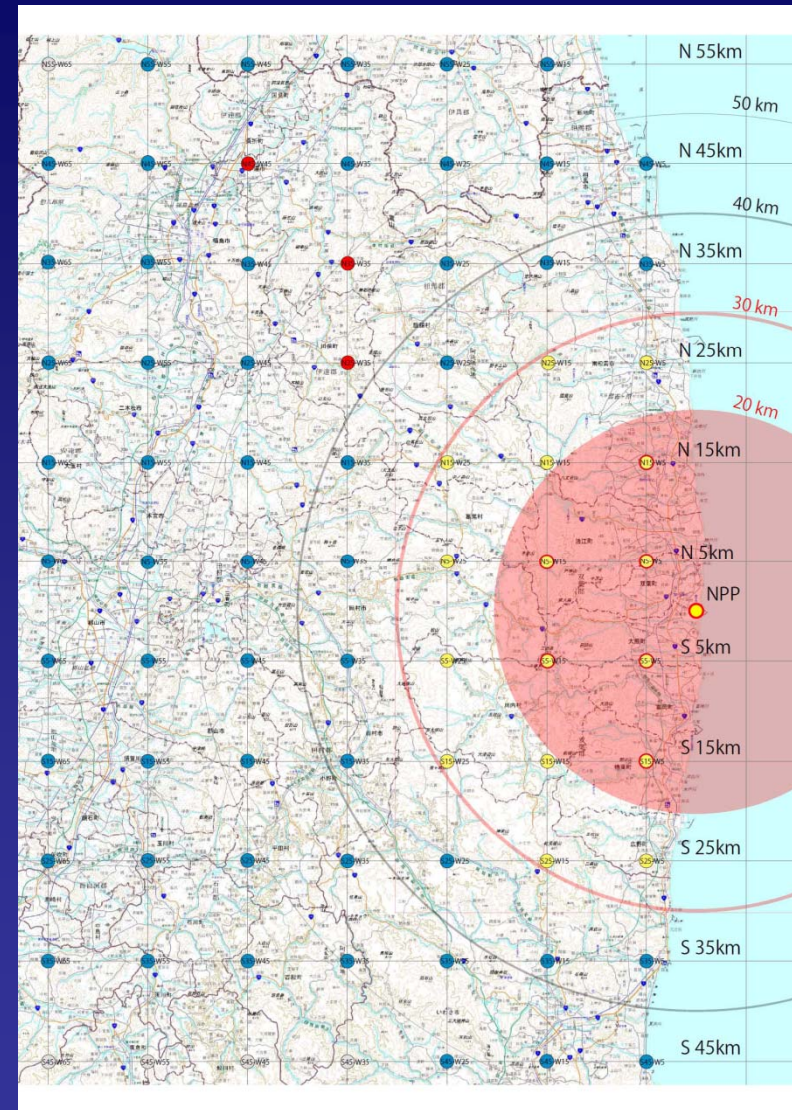
土壌、大気、海洋

- 目的

- 早急に決めの細かい住民への対応を図るために必要な土壌中の放射性元素の沈着状況(量と種類)を知る。
- いつ帰れるのか、どうすれば帰れるのか。
- どれくらいの深さで、どの地域の土壌改良を行えばいいのか。
- これまでに、どれくらいの被ばく線量を受けたのか？

# 土壌のサンプリング調査

- 支援拠点  
 大阪大学核物理研究センター (RCNP)  
 東京大学原子核科学研究センター (CNS)
  - 原発周辺地域 (20km以内は除く)  
 沿岸部100km  
 内陸部60km  
  
 2km x 2km メッシュで深さ 5-15cm
  - 6月4日からサンプリング部隊が活動開始。  
 全国の大学、研究機関に分配
- 各大学で $\gamma$ 線のエネルギースペクトルを測定し放射性物質の種類を同定する。

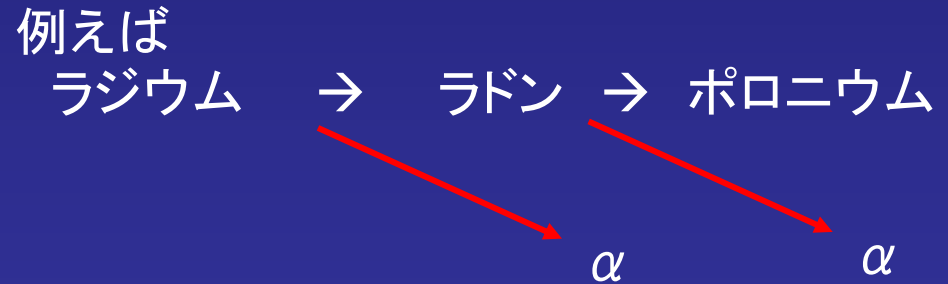
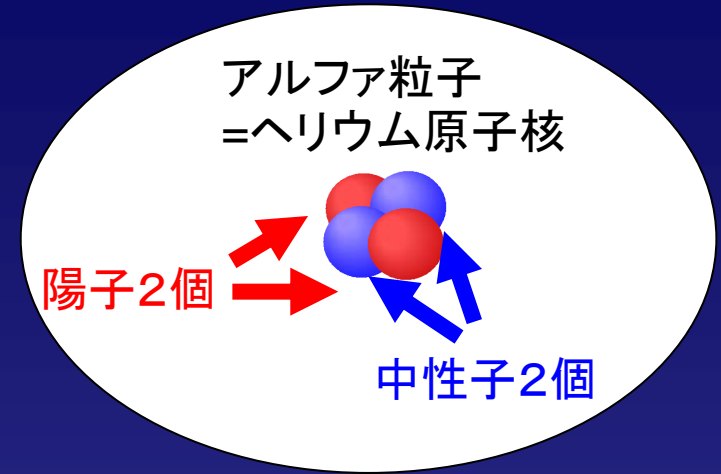


これは練習用の10kmメッシュの地図。  
 本番は2kmメッシュ。

# 放射線入門

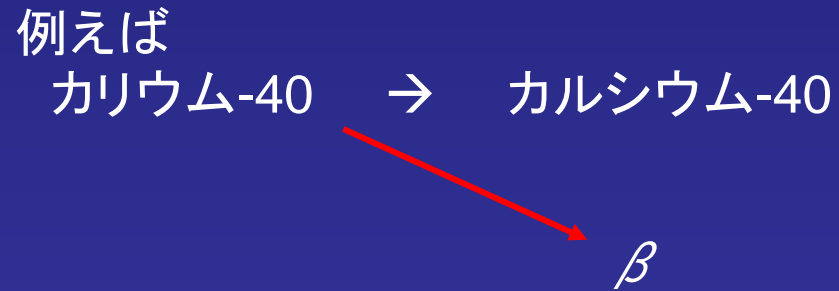
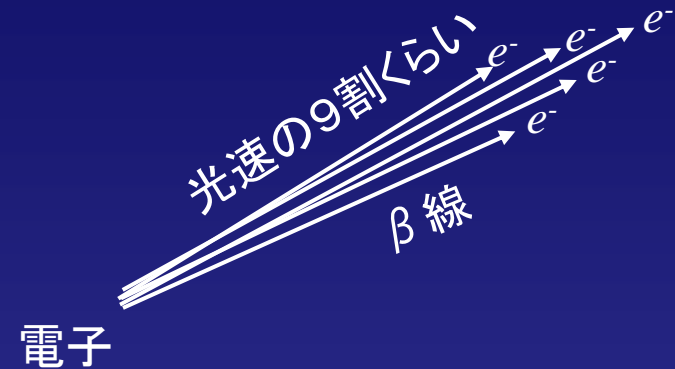
- $\alpha$  線 (アルファ線)
- $\beta$  線 (ベータ線)
- $\gamma$  線 (ガンマ線)
  
- 宇宙線

- $\alpha$  線 (アルファ線)  
高速のヘリウム原子核( ${}^4\text{He}$ )
- $\beta$  線 (ベータ線)
- $\gamma$  線 (ガンマ線)
- 宇宙線

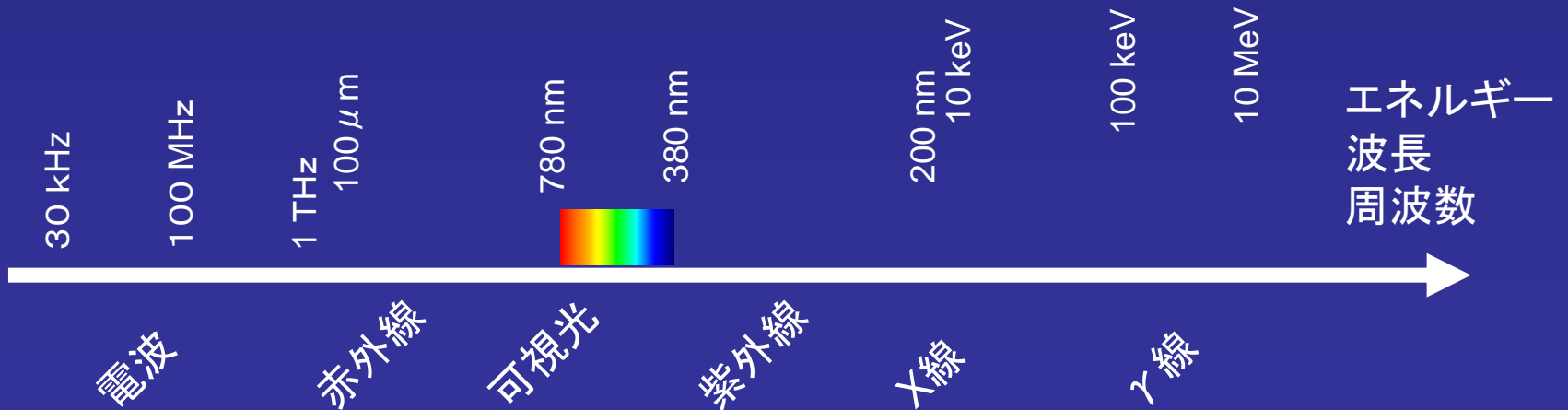




- $\alpha$  線 (アルファ線)  
高速のヘリウム原子核( $^4\text{He}$ )
- $\beta$  線 (ベータ線)  
高速の電子
- $\gamma$  線 (ガンマ線)
- 宇宙線



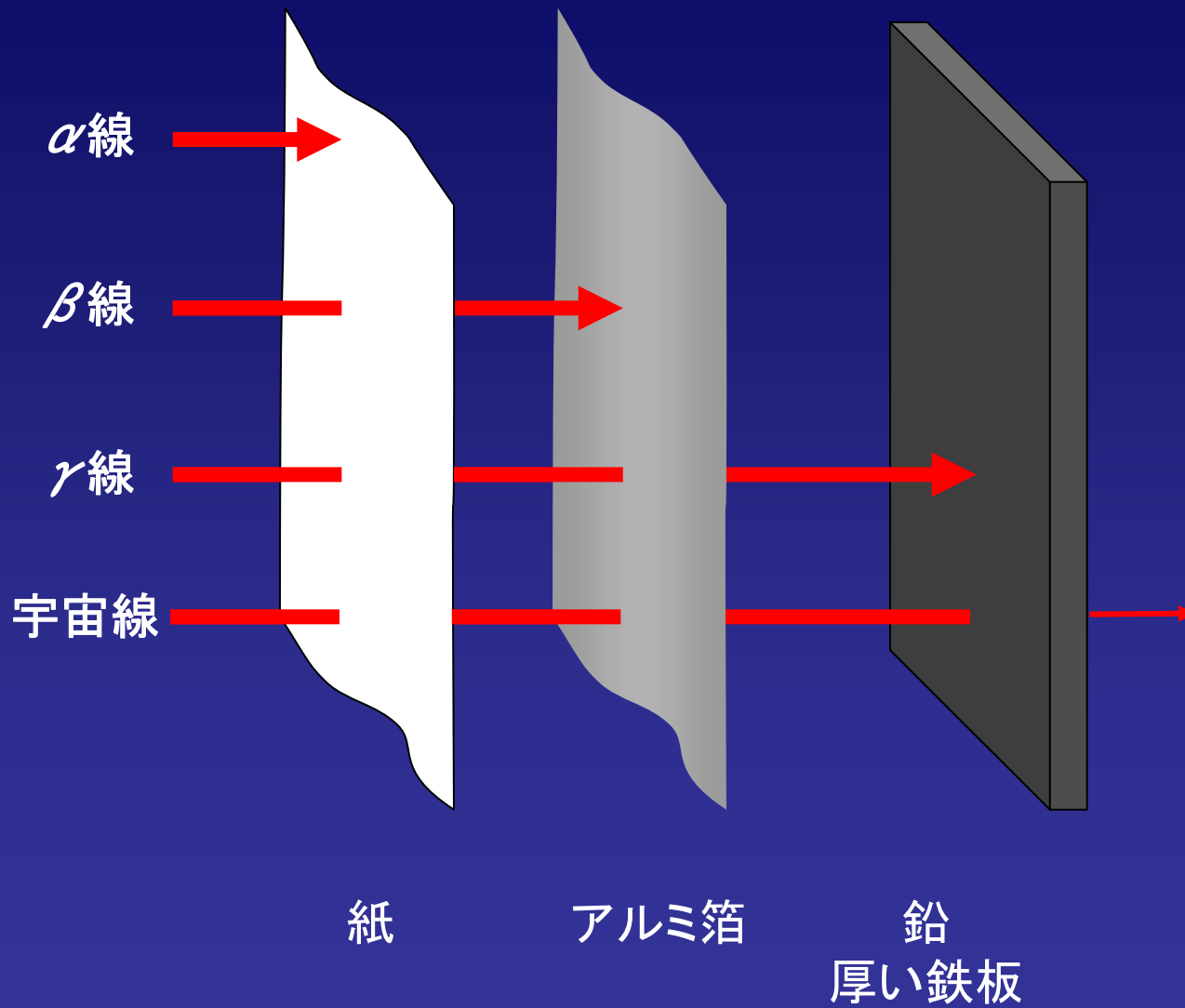
- $\alpha$  線 (アルファ線)  
高速のヘリウム原子核( $^4\text{He}$ )
- $\beta$  線 (ベータ線)  
高速の電子
- $\gamma$  線 (ガンマ線)  
高エネルギーの電磁波＝“光”  
(波長が短い、紫外線よりももっと“紫”)
- 宇宙線



- $\alpha$  線 (アルファ線)  
高速のヘリウム原子核( $^4\text{He}$ )
- $\beta$  線 (ベータ線)  
高速の電子
- $\gamma$  線 (ガンマ線)  
高エネルギーの電磁波＝“光”  
(波長が短い、紫外線よりももっと“短”い)
- 宇宙線  
高速のミュー粒子  
手のひらを一秒間に1個の宇宙線が貫く



# 放射線の種類と物質の透過能



- $\alpha$  線 (アルファ線)  
高速のヘリウム原子核( $^4\text{He}$ )
- $\beta$  線 (ベータ線)  
高速の電子
- $\gamma$  線 (ガンマ線)  
高エネルギーの電磁波＝“光”  
(波長が短い、紫外線よりも“もっと紫”)
- 宇宙線  
高速のミュー粒子

放射線は原子核から出てくる。

- 原子の中心にある。
- 陽子と中性子とでできている。  
湯川秀樹の核力で結びついている
- 陽子数が決まると元素の種類が決まる。  
陽子数 = 原子番号 (=電子数)
- 同じ元素でも中性子数が異なる  
「同位体」  
がある。

同位体を区別するために、  
質量数(陽子数+中性子数)を左肩に示す

例:ヨウ素:天然に存在するのはヨウ素-127

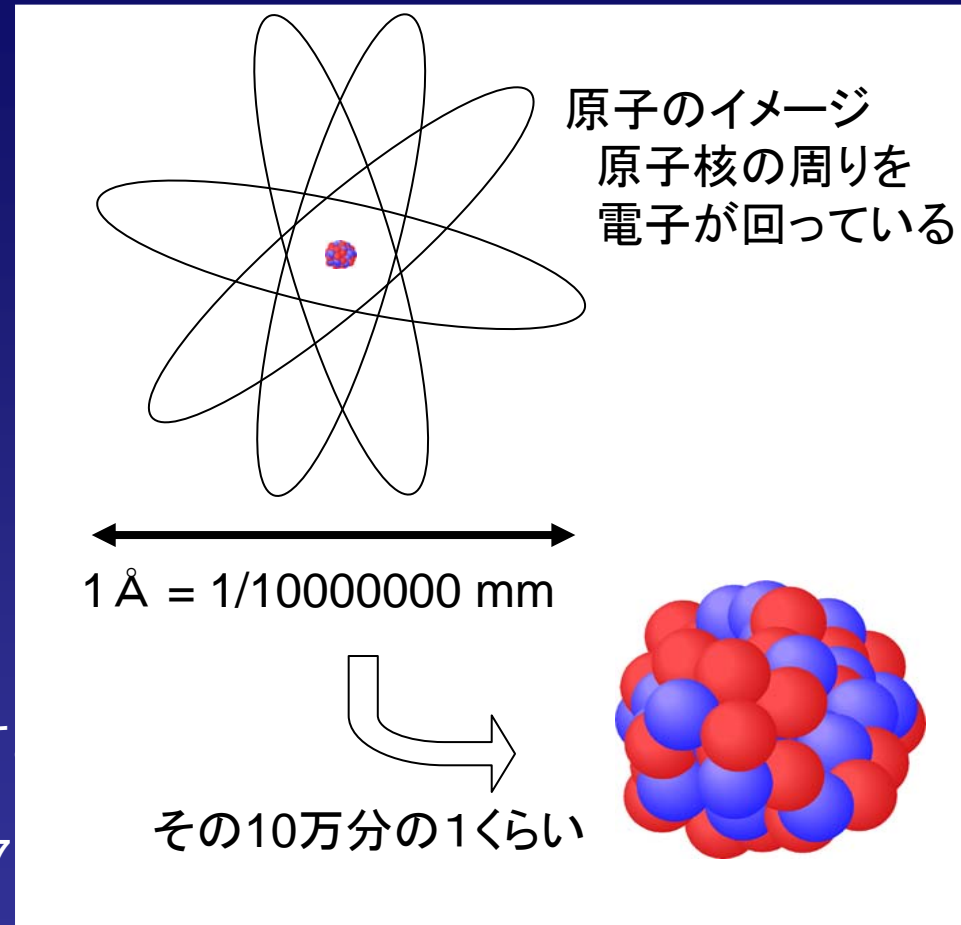
$^{127}\text{I}$ :



陽子数 (=原子番号) = 53

中性子数 = 74

→ 質量数 = 53+74=127



- 陽子数と中性子数のバランスが崩れると「不安定」になる。

例:

$^{127}\text{I}$  (安定同位体) : 陽子数=53, 中性子数=74 → 質量数=53+74=127

$^{131}\text{I}$  (放射性同位体) : 陽子数=53, 中性子数=78 → 質量数=53+78=131

放射性同位体はしばらくすると別の原子核に変わる。  
その時に放射線を出す。



ベータ崩壊

# γ線のエネルギーを測ると原子核の種類が分かる

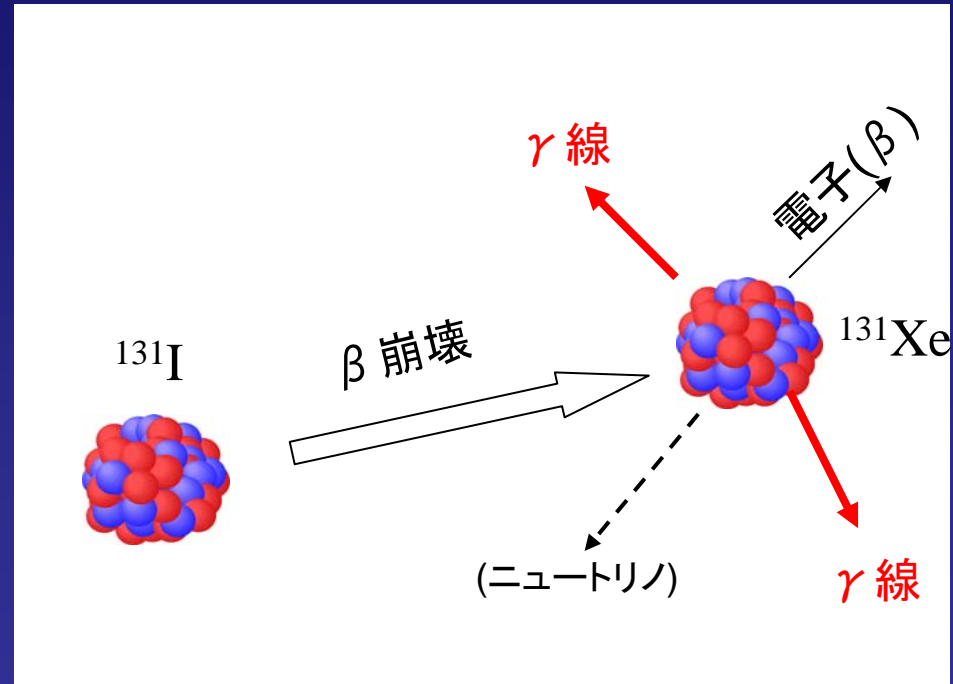
- ベータ崩壊するとき同時に他の粒子も放出する。
  1. 電子 ← ベータ線(β線)
  2. ニュートリノ
  3. ガンマ線 (γ線)

γ線  
 放射性物質の種類ごとに固有の  
 エネルギー(色)が決まっている。  
 cf. 炎色反応  
 花火の色



エネルギー(色)を測れば  
 放射性物質の種類が分かる

エネルギーの単位:  
 keV = 1000 eV  
 キロ 電子ボルト





放射性同位体はしばらくすると

別の原子核に変わる。(ベータ崩壊)

$^{131}\text{I}$  がたくさんあった場合、

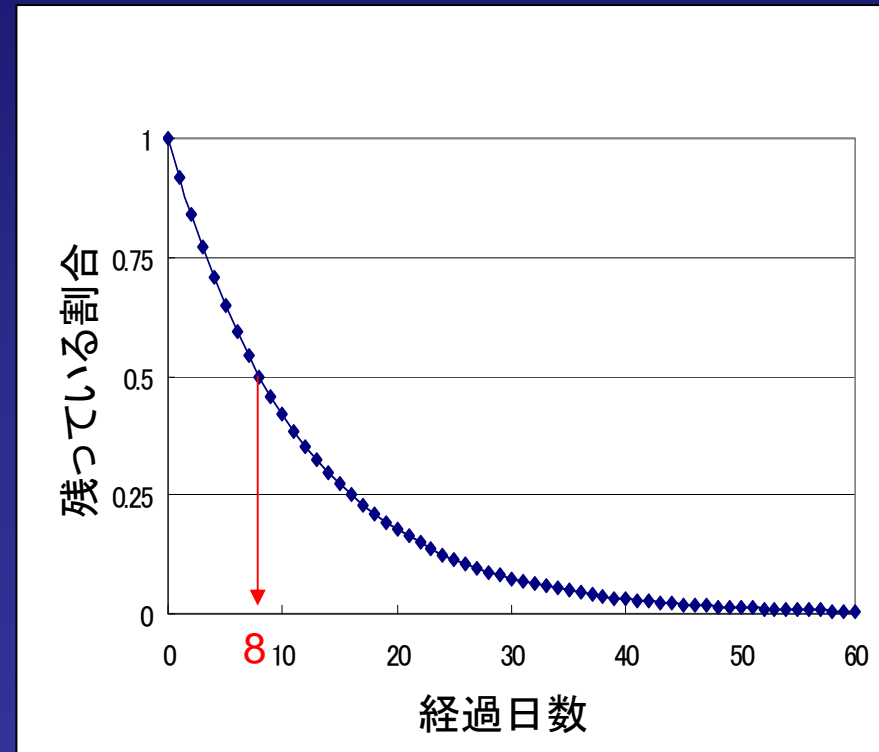
時間と共に量が減る。

- 半減期

もとあった原子(核)の量が  
半分になるのにかかる時間  
原子核によって違う。

1ミリ秒～...億年 ～

$^{131}\text{I}$ の場合: 8日



# 放射線測定

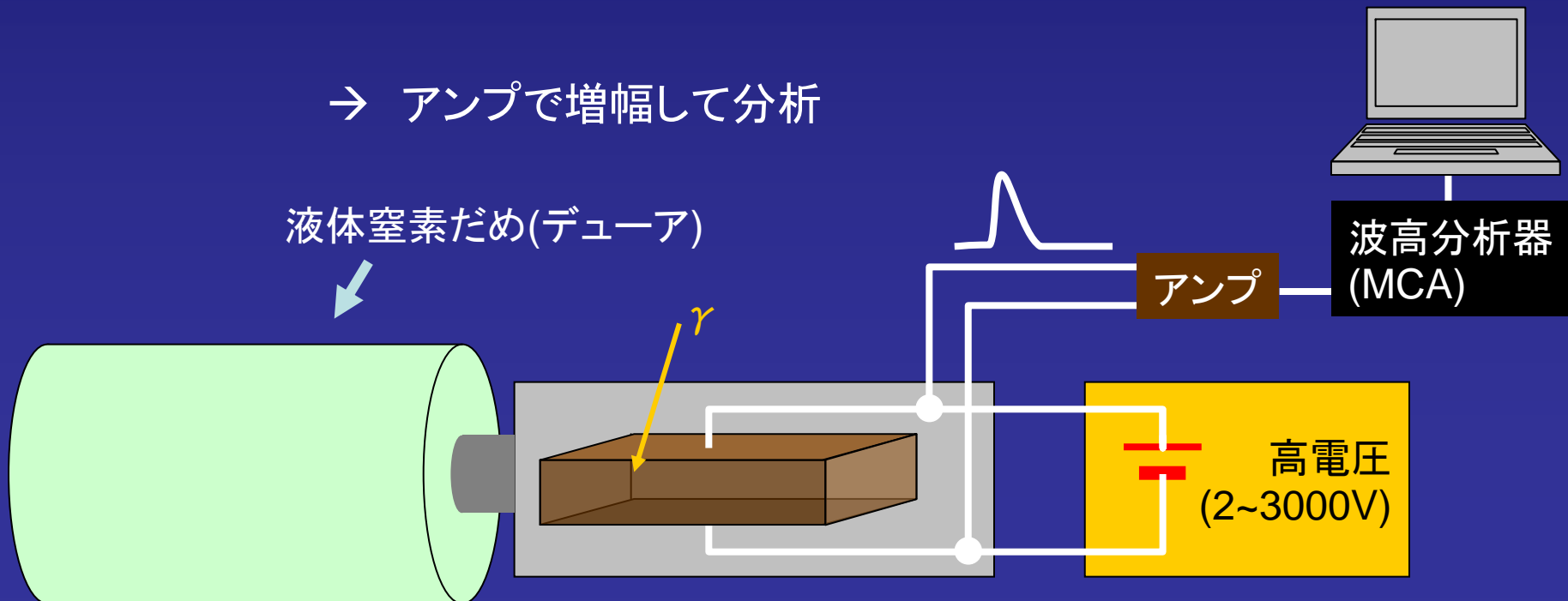
- 冷やしたGe半導体に高電圧をかける。

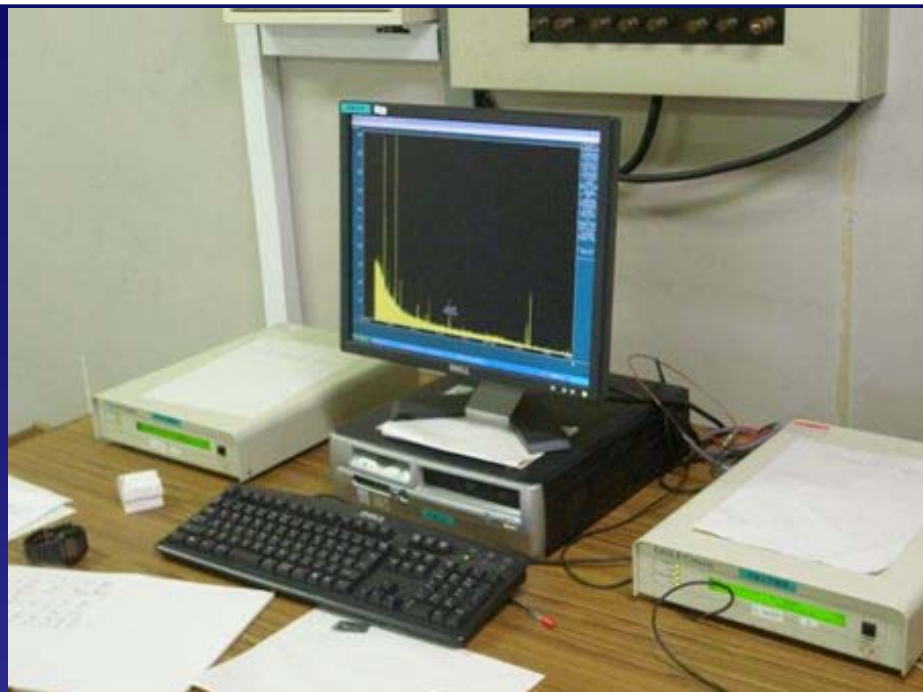
**注意!!**

なにもなければ電流は流れない。

$\gamma$ 線が入るとGeの電子を弾きとばし、  
それがきっかけになって微弱なパルス電流が流れる。  
電流量は $\gamma$ 線のエネルギーに比例。

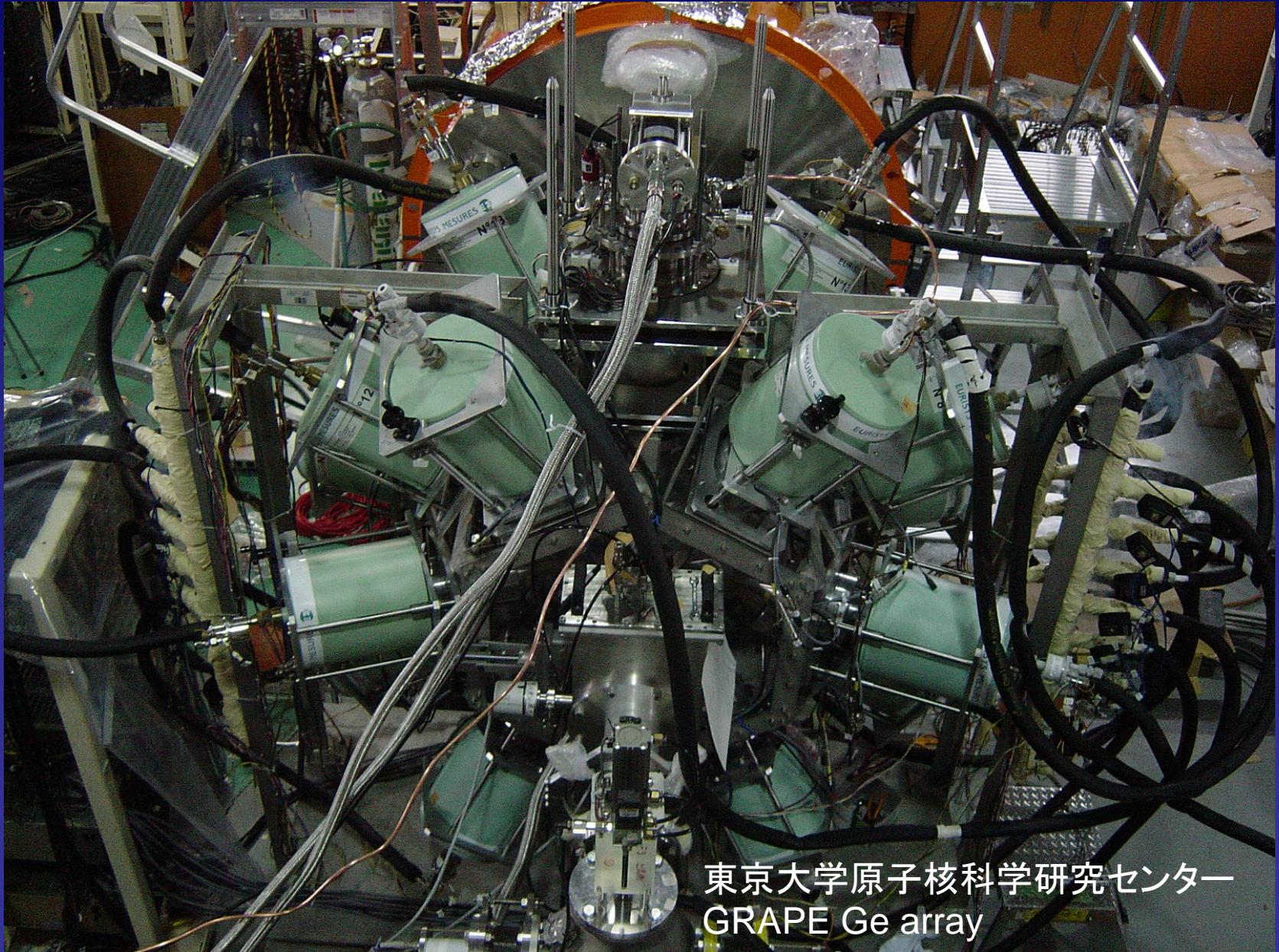
→ アンプで増幅して分析



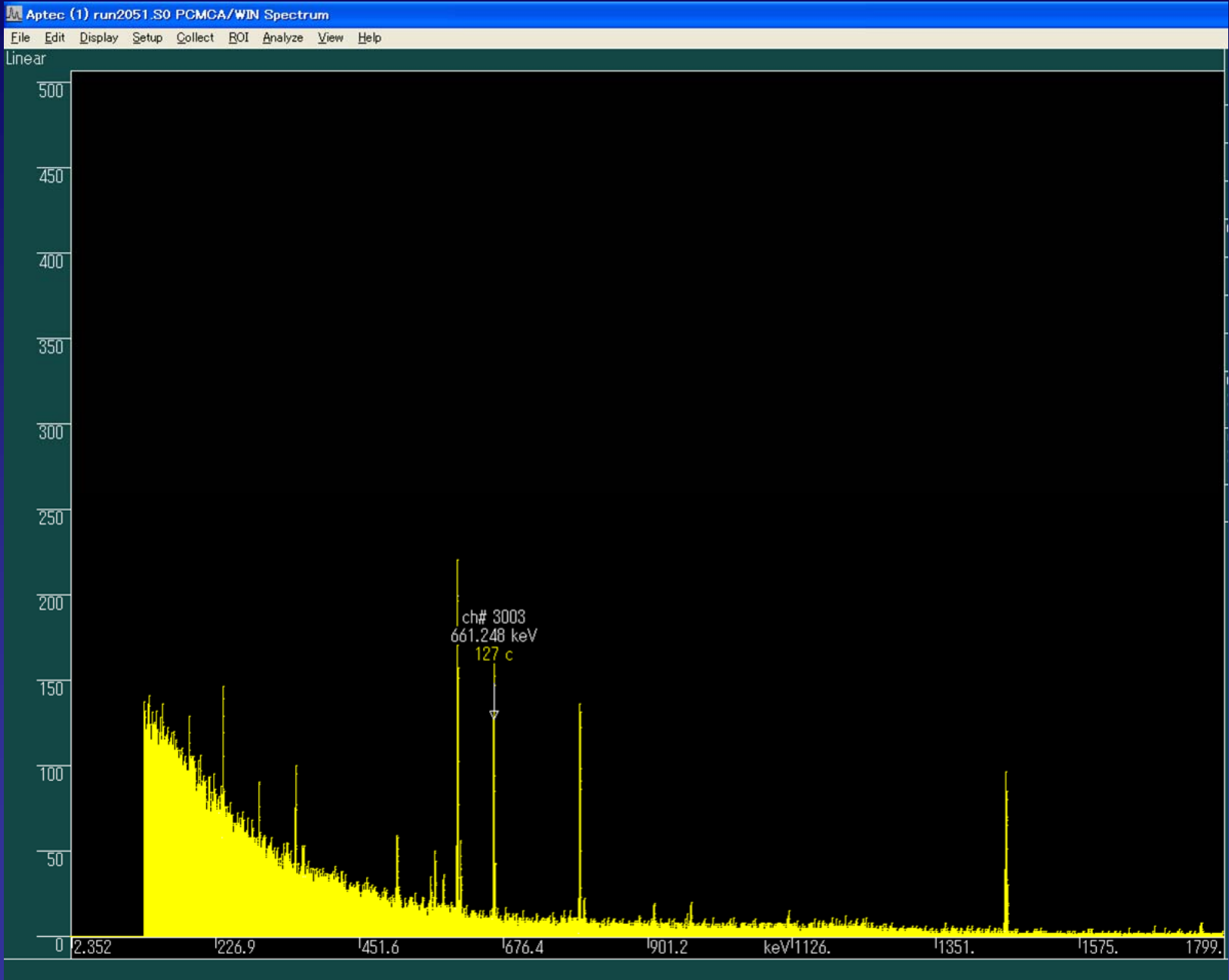




# Ge検出器は先端研究でも使用されている



東京大学原子核科学研究センター  
GRAPE Ge array



# 今回測定するもの

- $^{137}\text{Cs}$

半減期 30年

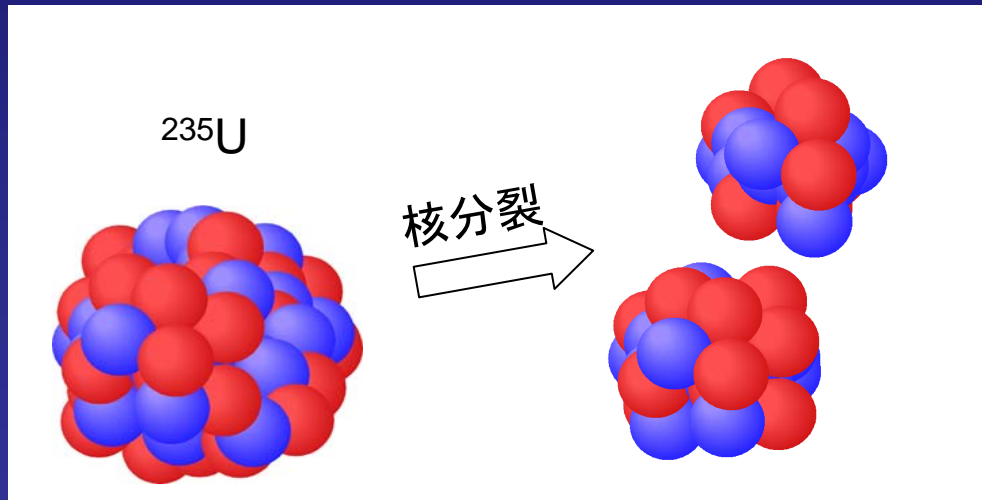
$\gamma$ 線エネルギー: 662 keV

- $^{134}\text{Cs}$

半減期 2.1年

$\gamma$ 線エネルギー: 604 keV

796 keV



ウランの核分裂片で、外に出やすく、  
半減期が短すぎず、長すぎないものが問題。



# 今回測定するもの

- $^{137}\text{Cs}$

半減期 30年

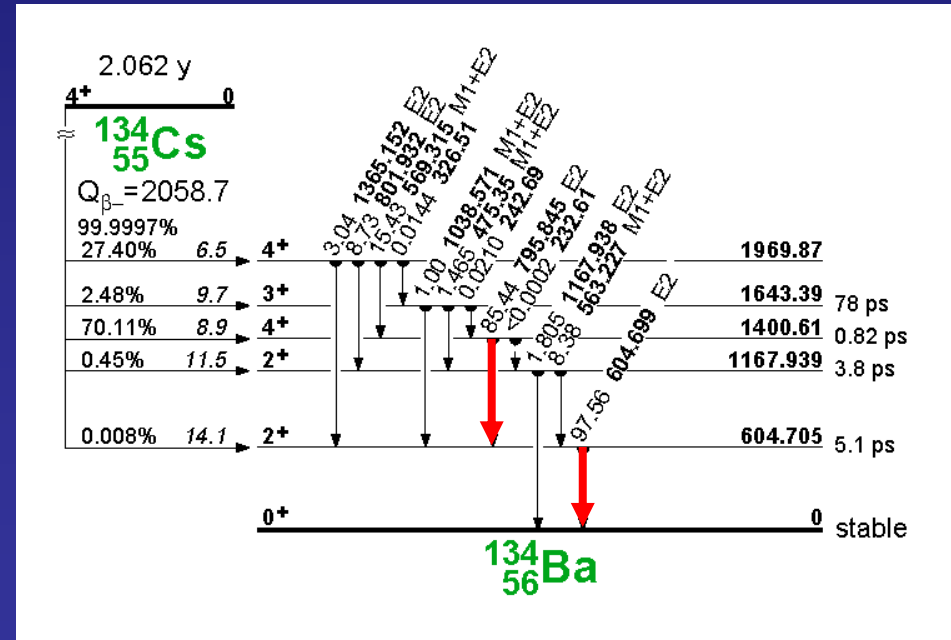
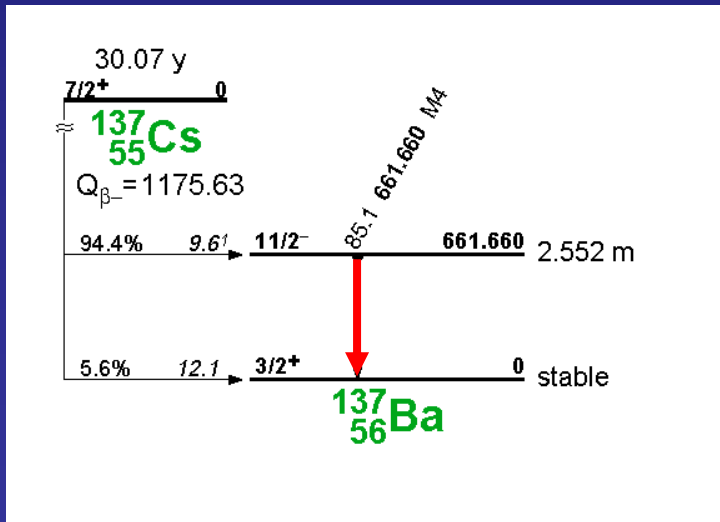
$\gamma$  線エネルギー: 662 keV

- $^{134}\text{Cs}$

半減期 2.1年

$\gamma$  線エネルギー: 604 keV

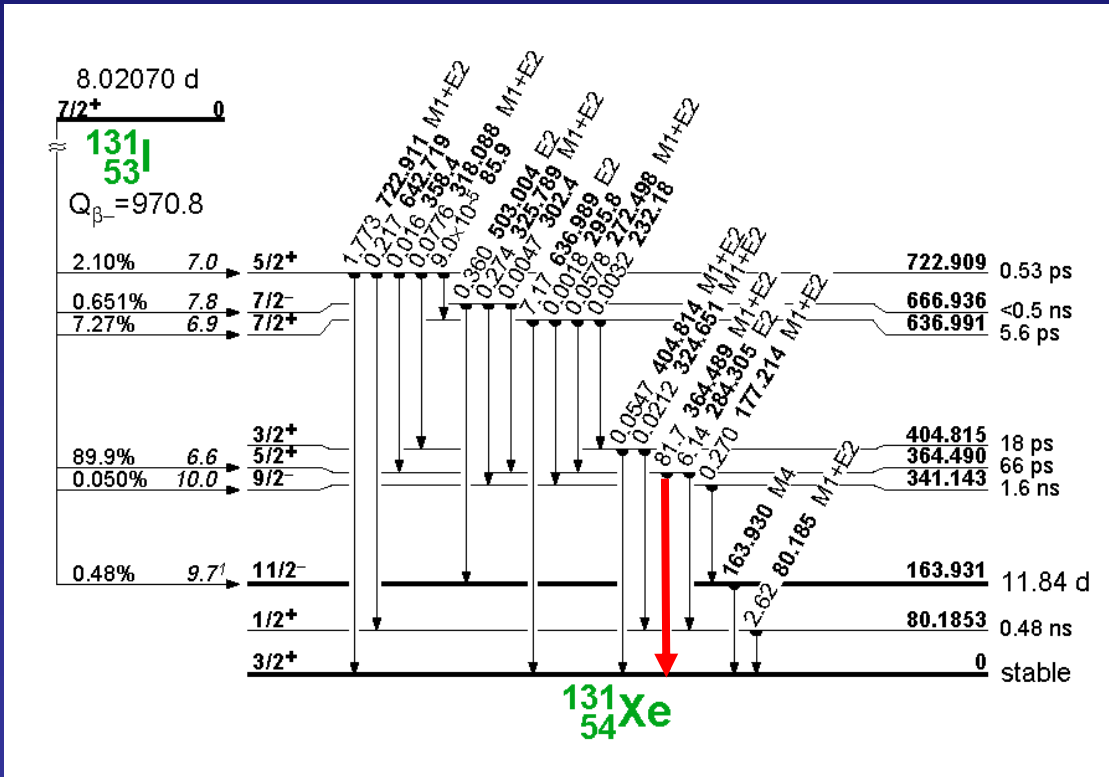
796 keV

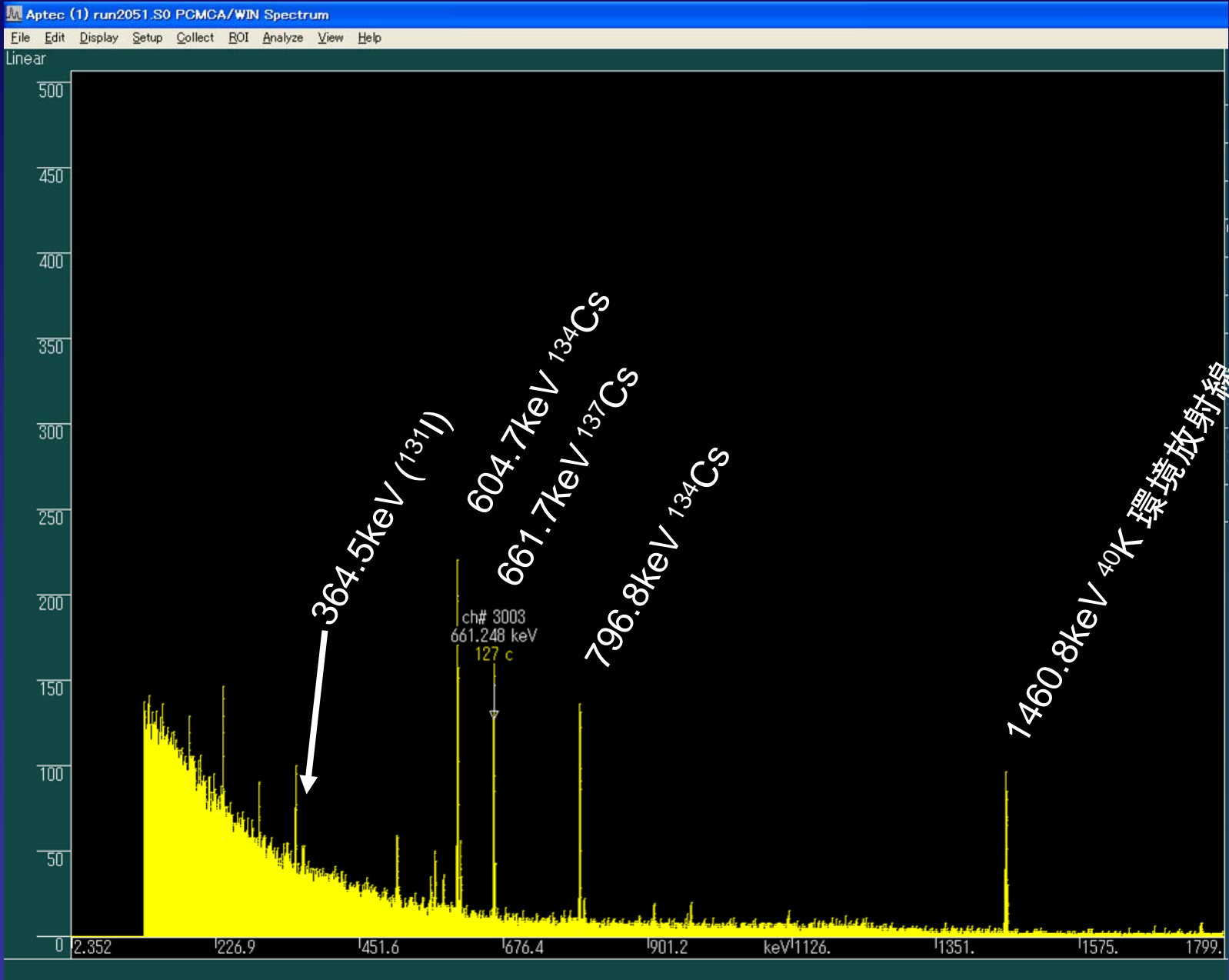


- 131I

半減期 8日

γ線エネルギー : 364 keV



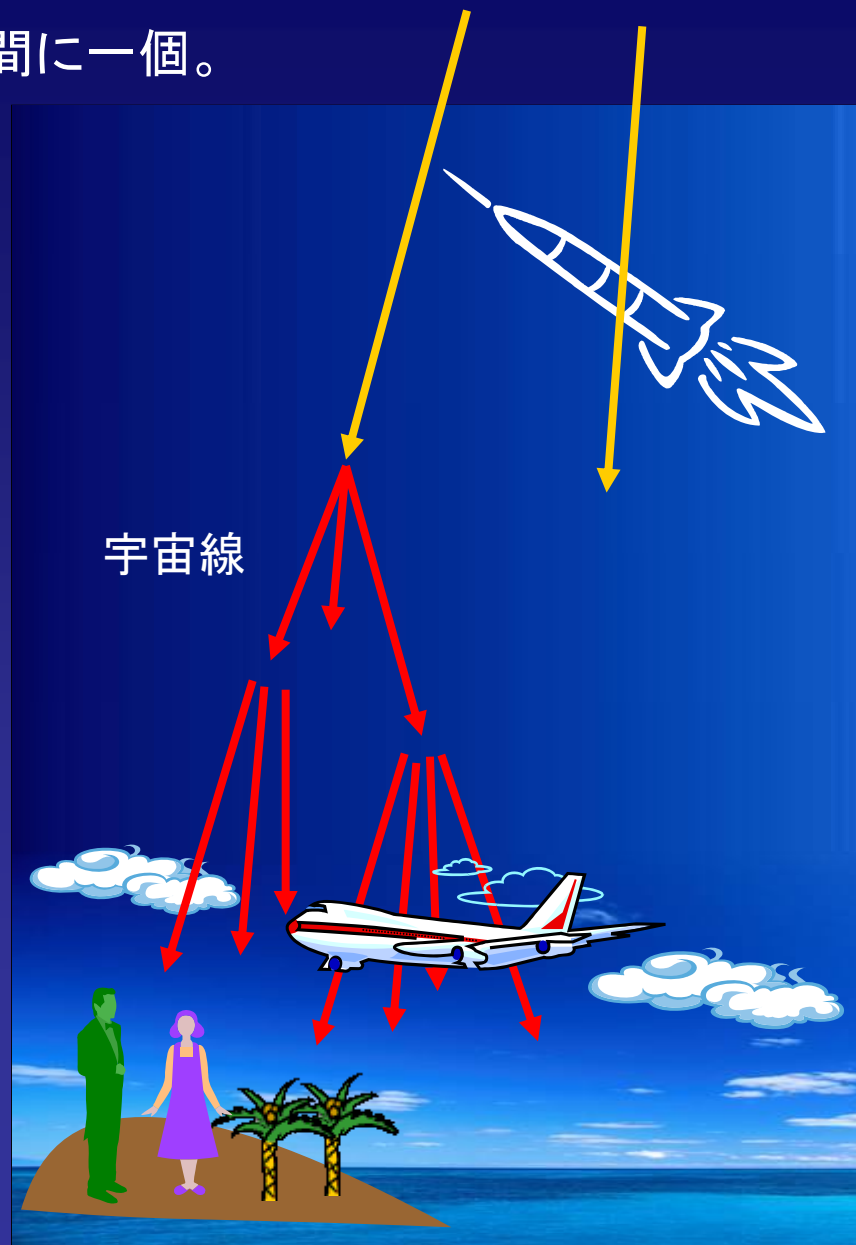


# 自然界は普段でも放射線で満ちている。

宇宙線	手のひらに一秒間に一個。 0.3 mSv/年
大地から(ウラン、トリウム)	0.4 mSv/年
食品(カリウム-40など)	0.4 mSv/年
空気中のラドン	0.4 mSv/年
合計	1.5 mSv/年 (場所によって異なります。) 実際に測定で確認してください。

## 他の人工的な被曝

飛行機(成田—NY往復)	0.2 mSv
胸部レントゲン	0.6 mSv



# 自然放射線を遮蔽する！！

バックグラウンドを減らすため。  
ガンマ線を遮蔽するには鉛が必要



# 実験時の注意事項

# 土壌の放射線は微弱ですが丁寧に扱う

- 福島から持ち帰った土壌からの放射線は環境放射線よりも弱いものです。
- 安全ですが、無用な体内被曝は避けるべき。

口に入れない。

(放射線被曝以前に衛生面の方が心配だが...)

プラスチックケースとビニール袋の二重の包装がなされているので、丁寧に扱えば土壌に直接接触れることはありません。

乱暴に扱わない。

- 凍傷に注意 (77K = -196°C)  
備え付けの革手袋を使用する。  
軍手は使用しない。  
足全体が覆われる靴を着用。サンダル禁止。
- 窒息に注意 --- 酸欠に気づいたときは手遅れ。  
換気する。  
床にばらまかない。
- 絶対に容器を密閉しない。(気化すると体積が640倍)  
ペットボトルに入れるなどは問題外。
- 開放しすぎない。  
酸素が冷やされ液化する。  
入れ物にはふたをする。
- 容器の取扱いは丁寧に。



- 一般的注意

- 実験室内飲食禁止
  - サンダル履き禁止。

- 鉛ブロック

- 重い 崩れないように注意。  
ブロックはばらさない。
  - 有毒 素手で触らない。  
触る(可能性のある)場合は備え付けの手袋着用。

- 回路

- 高電圧 ケーブルを抜かない。
  - 足元 ケーブルにつまずかない。
  - 壊れやすい 丁寧に扱う



## データ取り扱い上の注意点

本プロジェクトの測定結果は、すべてのデータが確定しマップが完成した段階で全て公開します。

ただし、測定条件などに関する不正確または不十分な情報に基づいて誤った推測がなされることを防ぐため、個別の測定結果や解析の途中経過に関しては、決して公開したり、他の用途に流用しないようにしてください。

ご協力をお願いします。

## 住民はいつ帰れるのか、どうすれば帰れるのか。

- 主体

文部科学省下

全国大学連合

物理、地球物理

放射線医学、放射線化学、など

土壌、大気、海洋

- 目的

- 早急に決めの細かい住民への対応を図るために必要な土壌中の放射性元素の沈着状況(量と種類)を知る。
- いつ帰れるのか、どうすれば帰れるのか。
- どれくらいの深さで、どの地域の土壌改良を行えばいいのか。
- これまでに、どれくらいの被ばく線量を受けたのか？