

## 大阪府立大学地域連携研究機構 奥田修一

## 宇宙関連機器の試験



## 放射線研究センターの組織と経緯

### 地域連携研究機構

1959年 大阪府立放射線中央研究所(大放研)発足  
(研究員約80名)

1962年 大放研電子ライナック設置

1990年 附属研究所発足(大阪府立大学に統合)

1995年 先端科学研究所(先端研)発足

2000年 放射線総合科学研究センター発足

2005年 大阪府立大学の法人化 産学官連携機構

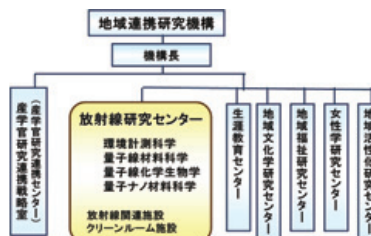
・放射線研究センター発足

2011年 地域連携研究機構・放射線研究センター発足

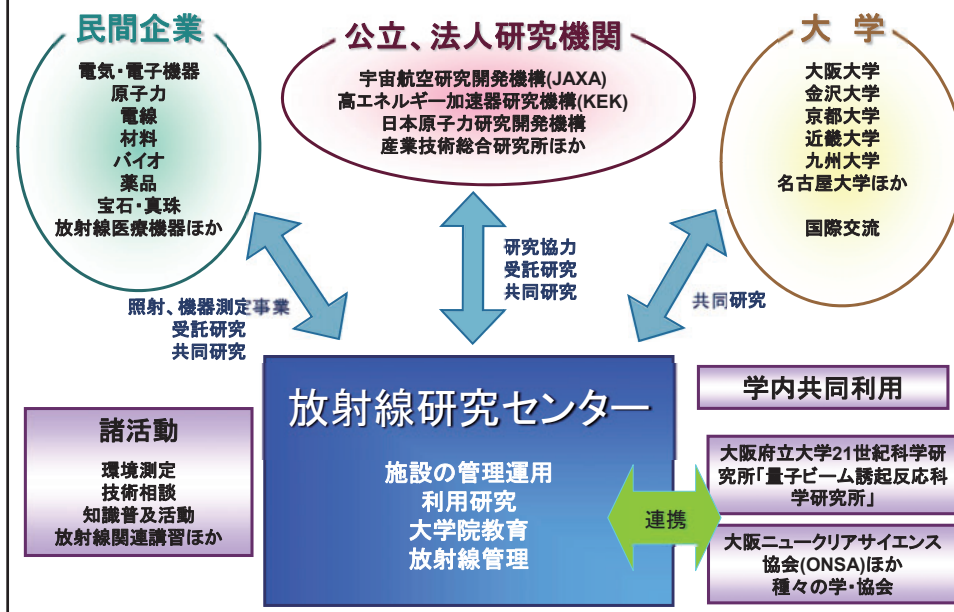
2012年 文科省「原子力人材育成等推進事業」採択(3年)

2013年 工学研究科「量子放射線系専攻」発足

2014年 文科省「原子力人材育成等推進事業」採択(FS1年)



## 放射線研究センターにおける連携活動



## 放射線研究センターの主要施設と装置

- ・ 密封放射線源、発生装置利用施設
  - 大規模Co60ガンマ線施設
  - 4照射室と照射用プール
  - 16 MeV電子線形加速器
  - 600 keV電子線加速器
  - 1 MeV (p) 静電イオン加速器  
(イオンビーム分析装置)
  - X線照射装置
  - 各種小型線源
- ・ 非密封RI取扱施設
- ・ クリーンルーム施設  
クラス1000, 100, 10



## コバルト60ガンマ線照射施設

### 放射線照射施設

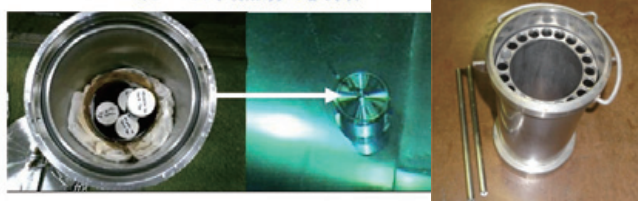
(照射室内の試料)



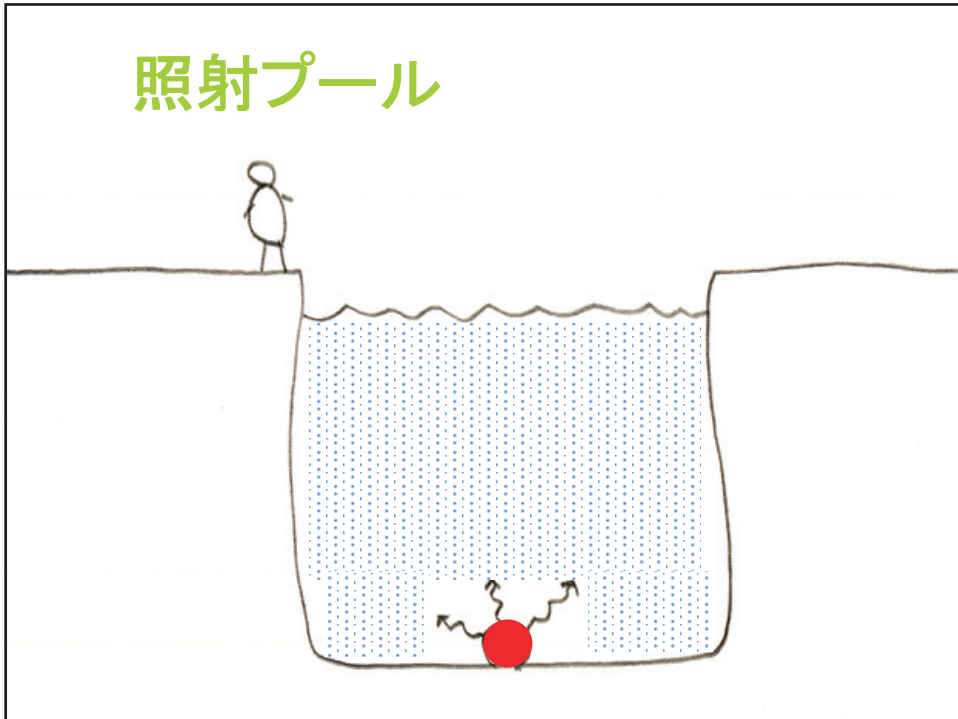
(Co60γ線源格納プール)



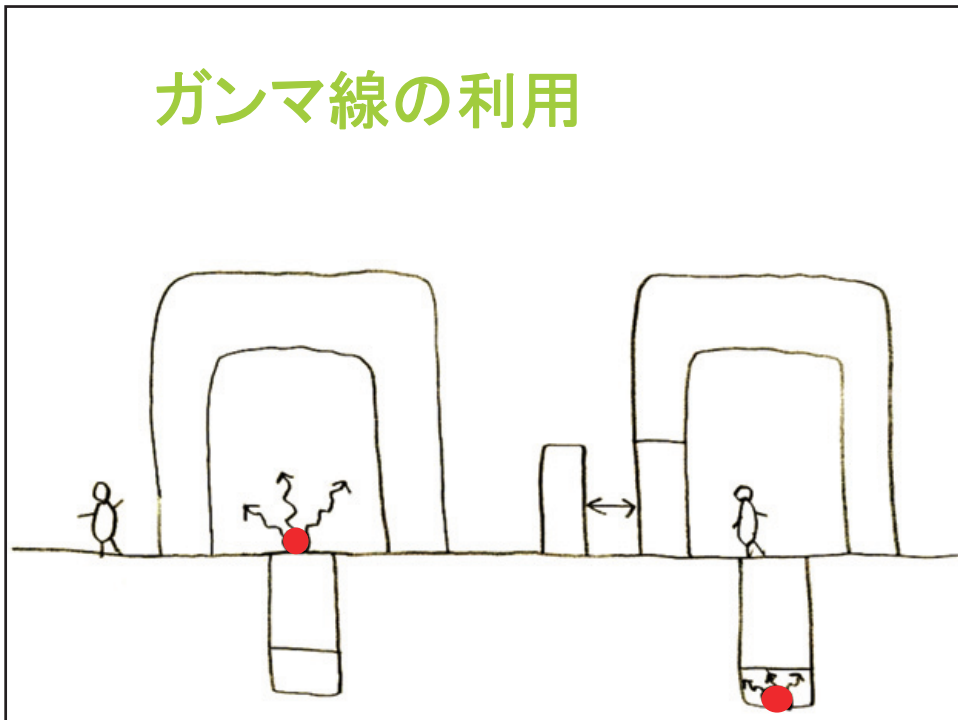
(プール内照射の試料)



## 照射プール



## ガンマ線の利用





## ガンマ線利用

**〔改質、放射線化学反応〕**

電線・CDパッケージなどの開発  
楽器部品の改良等  
放射線分解と有用生成物

**コバルト60ガンマ線照射施設の特徴**  
日本の大学で最大級 高線量率、多様な照射条件



コバルト60ガンマ線源の水プール

**〔耐放射線性試験〕**

トランジスタ・ICなどの電子部品・機器の照射試験  
原子力発電所などでの使用機器の試験  
ロボット・光学部品・計測機器・ケーブルなど  
人工衛星に搭載する電子デバイスの照射試験  
ガンマ線と合わせた総合的な試験



ガンマ線源からのチェレンコフ光

**〔生物の照射、滅菌〕**

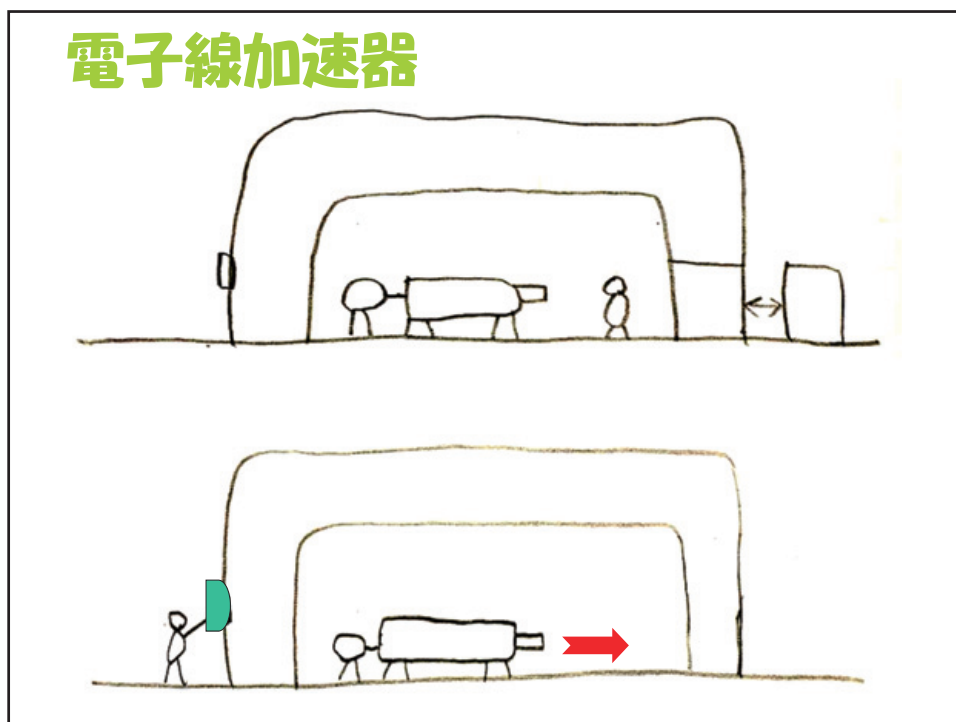
植物の突然変異種・微生物の特性改良  
医療器具・動物飼料等の滅菌

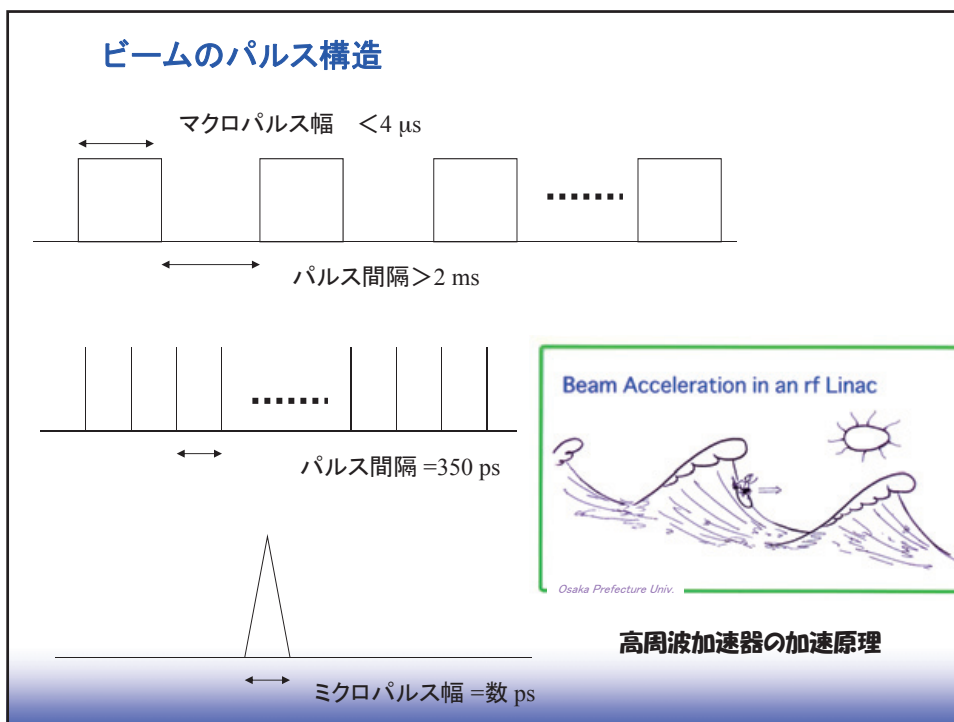
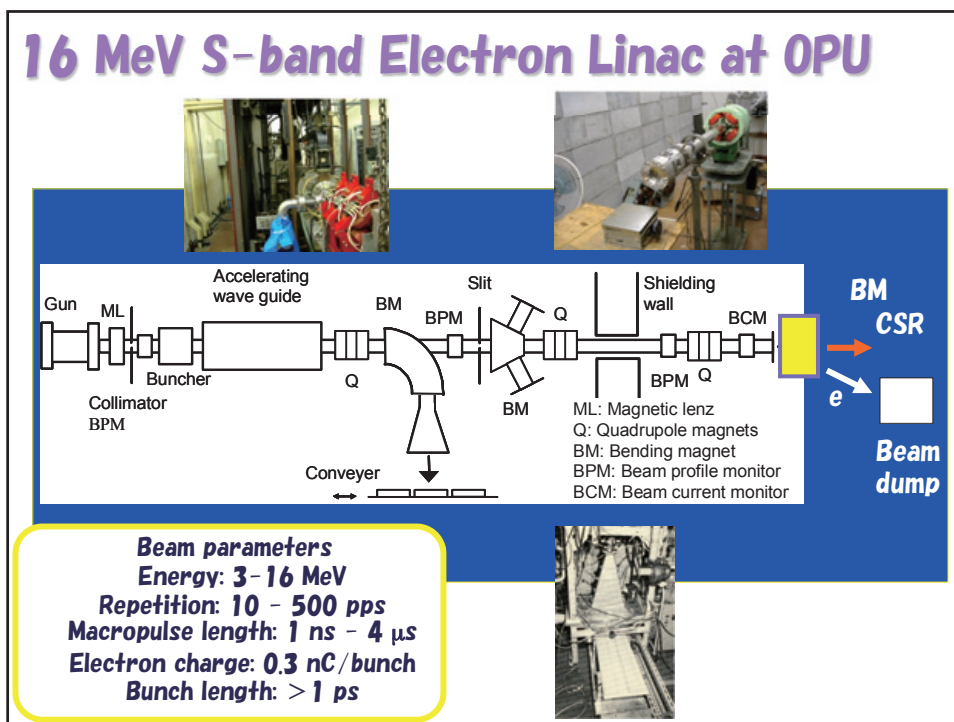
**〔線量計の校正〕**

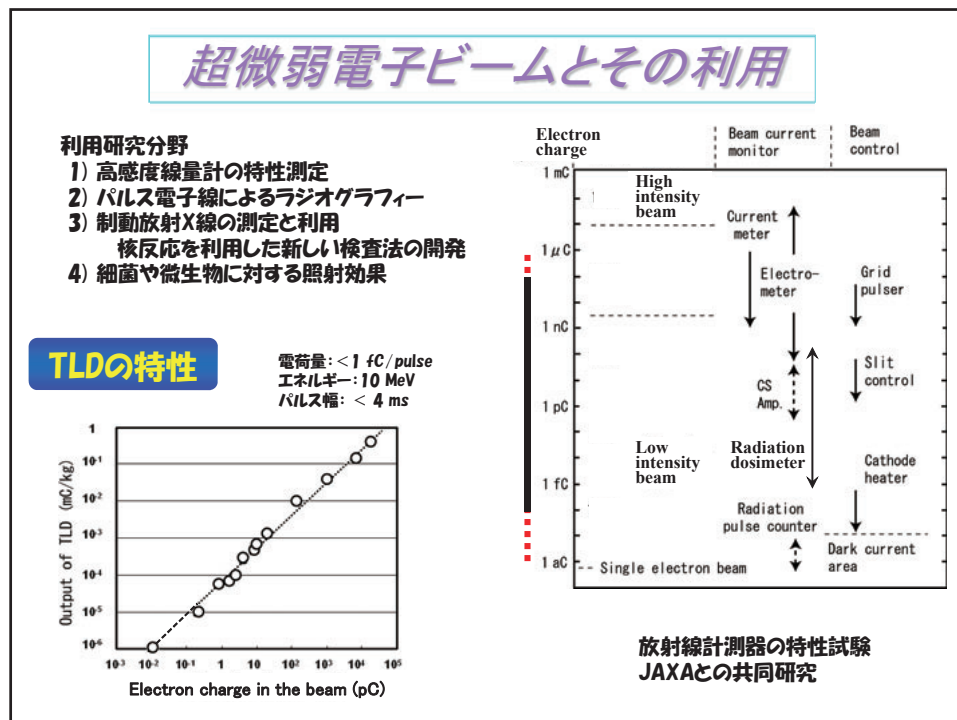
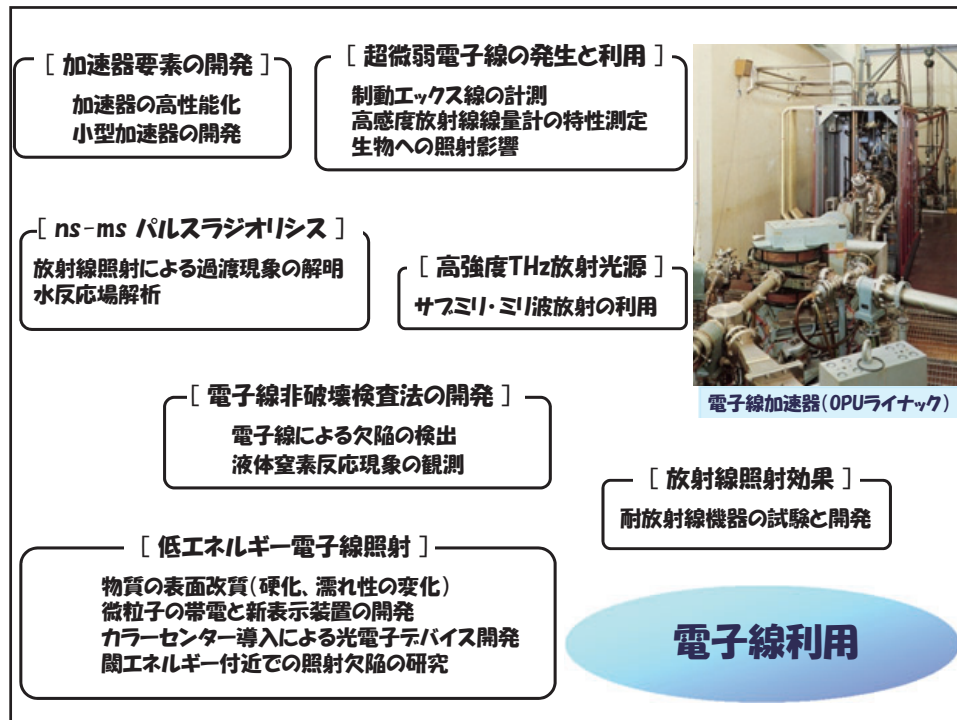
放射線測定器  
線量計の特性試験

**〔着色や励起〕**

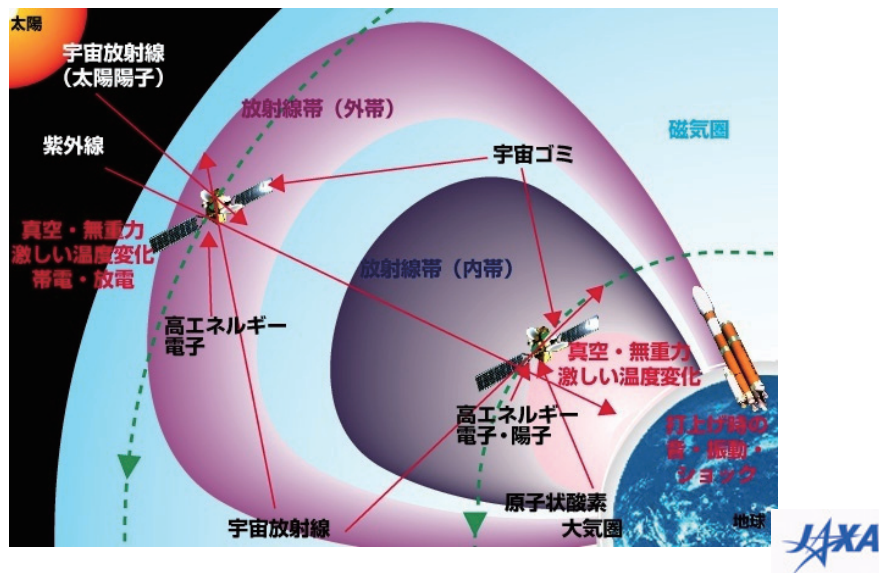
ガラス・真珠・宝石等の着色  
放射線励起を利用した年代測定







## 宇宙環境と放射線影響



## 宇宙用機器に影響を及ぼす放射線

放射線源	線種	フルエンス <sup>※</sup> ( $/\text{m}^2 \cdot \text{Sec} \cdot \text{Sr}$ )	エネルギー範囲 (eV)	半導体デバイスへの影響	
				トータルドーズ	シングルイベント
捕捉放射線	電子	$10^{11}$	10k~2M	○	—
	陽子	$10^{11}$	100k~100M	○	○
	$\alpha$ 線	$10^9$	1M~2M	—	—
太陽宇宙線	電子	$10^6$	100k	—	—
	陽子	$10^8$	10M以上	○	—
	$\alpha$ 線	$10^7$	10M以上	—	—
	Fe	$10^3$	10M以上	—	—
	C	$10^4$	10M以上	—	—
銀河宇宙線	電子	100k以上	100k以上	—	—
	陽子	$10^6 \sim 10^{20}$	$10^6 \sim 10^{20}$	—	—
	$\alpha$ 線	$10^6 \sim 10^{20}$	$10^6 \sim 10^{20}$	—	○
	Fe	$10^6 \sim 10^{20}$	$10^6 \sim 10^{20}$	—	○
	C	$10^6 \sim 10^{20}$	$10^6 \sim 10^{20}$	—	○

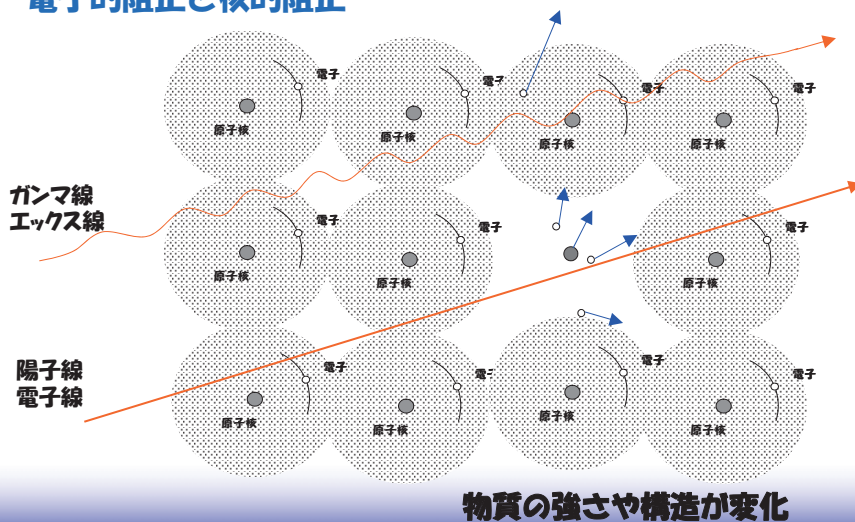
※ フルエンスの絶対値は時期的に2桁変動する可能性があるが、各線種間の比率は大略保たれる。

【出典】 松田 純夫:「宇宙開発と耐放射線性材料」、放射線と産業、No.66(1995)、p26



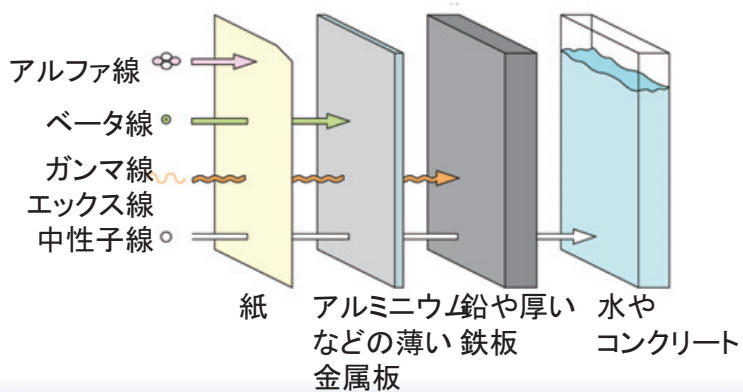
## 放射線の作用

### 電子的阻止と核的阻止



## 放射線の透過力と遮蔽

### 放射線の種類やエネルギーで 透過力は大きく異なる



## 放射線の影響

### トータルドース効果

生体への影響

有機材料の変化(劣化)

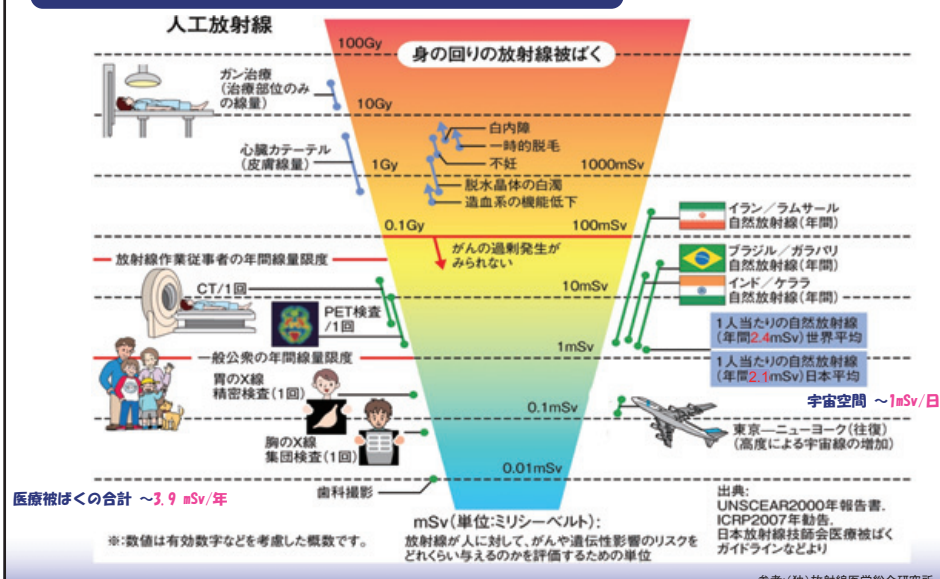
絶縁体の帯電、欠陥生成、着色

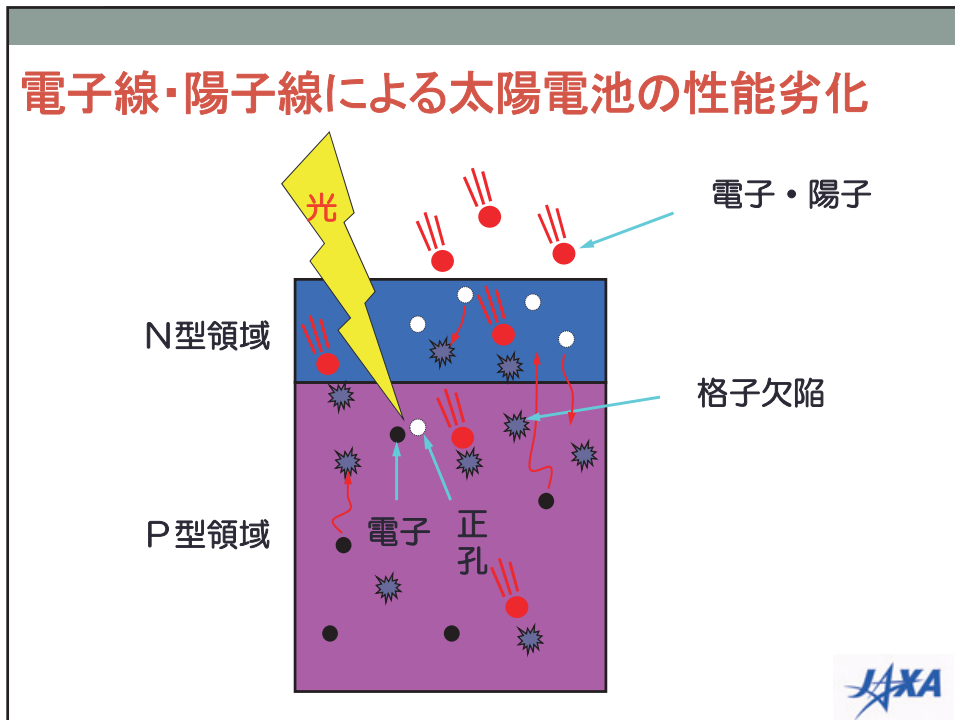
半導体の欠陥生成、回復?

### シングルイベント効果

集積回路やメモリーの誤動作

## いろいろな放射線被ばく





### 共同研究：化合物系太陽電池の 放射線照射効果に関する研究

共同研究期間：2005年度～

共同研究者：

大阪府立大学

奥田修一、小嶋崇夫、岡膏

宇宙航空研究開発機構 研開本部 電源グループ

今泉充、川北史朗、島崎一紀、森岡千晴

## Cockcroft-Walton 電子加速器

最大加速エネルギー: 600 keV

表面改質  
 + / 粒子の帯電  
 閾エネルギー付近での欠陥生成  
 カラーセンターの生成

利用条件

ビーム下方走査による空気中大面積照射  
 冷却試料真空中照射

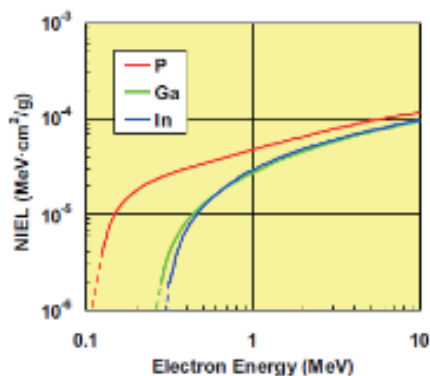
保守状況

運転をOBに依頼、部品入手困難

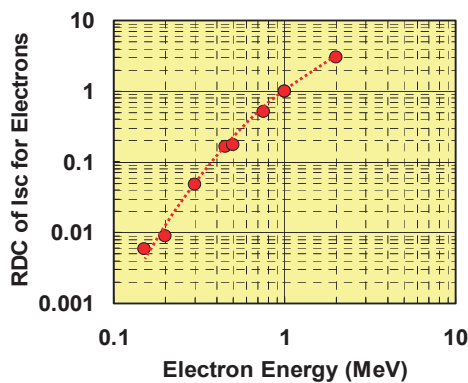


## 高効率3接合太陽電池 (InGaP/GaAs/Ge) の電子線照射による特性劣化

日本原子力研究機構 電子線照射施設  
 エネルギー範囲: 500~2000 keV



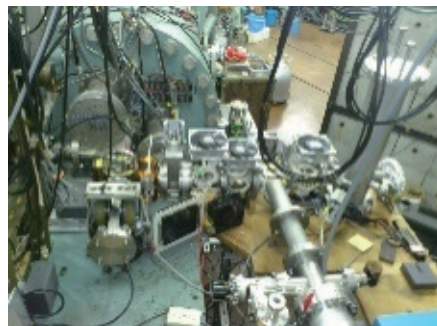
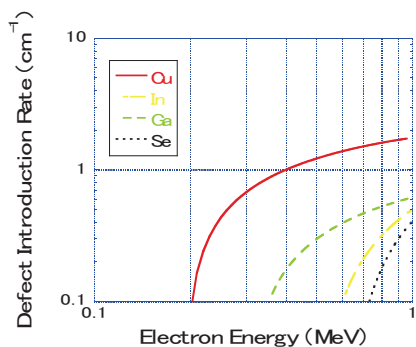
欠陥生成のためのエネルギー付与の計算結果



特性の劣化



## CIGS太陽電池の放射線劣化メカニズムの解明



電子線のエネルギーと各元素の欠陥生成率との関係

- 200から350keVでの電子線照射により、Cuのみの欠陥が生成
- 250keVでの電子線照射の結果、電気性能が逆に向上する新たな現象を発見(1MeVでは劣化)

## まとめ

### 放射線施設

ガンマ線、エックス線、電子線、陽子線照射試験環境

### 低エネルギー電子線照射試験

低エネルギー電子の照射試験

閾エネルギー付近での照射による欠陥生成機構の研究

### 今後の電子線利用計画

加速器による中(10 MeV)・低エネルギー電子線照射試験

## 関連報告

**11日10:00～10:15**

**InGaP太陽電池の放射線照射効果**

**阪府大** ○奥野泰希, 奥田修一, 小嶋崇夫, 岡喬

**JAXA** 川北史郎, 今泉充, 舩分宏昌

## 参考資料

- 1) 大阪府大放射線研究センター案内 <http://www.riast.osakafu-u.ac.jp/index.html>
- 2) 放射線施設共同利用報告書(大阪府大放射線研究センター発行、各年度)