

# 平成8年度東海事業所研究開発等成果報告会

## 資料集

### (安全管理)

1997年2月

動力炉・核燃料開発事業団  
東海事業所

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒319-11 茨城県那珂郡東海村大字村松4-33

動力炉・核燃料開発事業団

東海事業所 技術開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section, Tokai Works, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation, 4-33 O-aza-Muramatsu, Tokai-mura, Naka, Ibaraki-ken, 319-11, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)

# 平成8年度東海事業所研究開発等成果報告会 資料集 (安全管理)

報告者 辻村 憲雄\*1 大塚 隆宏\*1  
吉田 忠義\*2 堀内 信治\*3  
米澤 理加\*4 中野 政尚\*5  
小坪 直樹\*5 清水 義雄\*6

編集者 牧野 明寛\*6 谷川 勉\*7

## 要 旨

本資料集は、平成8年度東海事業所研究開発等成果報告会開催計画に基づき、平成9年2月12日に開催した「安全管理」分野の報告会に係わる資料をとりまとめたものである。

今回は、「安全管理」分野の報告（8件）の他に、東京大学工学部システム量子工学科、中澤正治教授に「放射線屋の夢と希望－放射線計測に関する最先端技術－」と題して特別講演をお願いした。

なお、本資料集は関係者に配布、周知するとともに、今後の安全研究の推進・実施に反映させることを期待するものである。

また、このうちの一部は、日本保健物理学会研究発表会での発表内容を含むものである。

- 
- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| *1 安全管理部 安全対策課    | *2 安全管理部 放射線管理第一課 |
| *3 安全管理部 放射線管理第二課 | *4 安全管理部 放射線安全課   |
| *5 安全管理部 環境安全課    | *6 安全管理部 安全技術課    |
| *7 原子力技術（株）       |                   |

## 目 次

東海事業所研究開発等成果報告会（2月期）プログラム	III
1. ICRP1990年勧告の影響と線量限度の適用について	1
2. Ge半導体検出器を用いた体内放射能測定	15
3. パーソナルチェッカーによる汚染測定基本動作の遵守支援	22
4. 放射線作業における被ばく低減化のための要素技術の開発状況について	31
5. 再処理工場における放射線作業管理システムの構築と運用実績	43
6. 大気放出放射性物質の沈着に関する研究	51
7. 環境試料（水試料）中の <sup>63</sup> Ni分析法の開発	59
8. 中性子線ガンマ線遮蔽評価コードシステム（NPSS-PC）の開発・整備	70
参考資料-1 OHP	80
特別講演：「放射線屋の夢と希望」	
－放射線計測に関する最先端技術－	
中沢 正治 教授    東京大学工学部システム量子工学科	
参考資料-2 Q&A集	128

## 平成8年度 東海事業所 研究開発等成果報告会（2月期）

【テーマ】 環境放出と安全管理  
 【日時】 平成9年2月12日（水） 10:00 ～ 16:00  
 【会場】 東海事業所 図書・研修合同棟 3階講義室  
 【主催】 東海事業所（技術開発推進部、安全管理部）

\*\*\*\*\* プログラム \*\*\*\*\*

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
|  | 司会（安管部 放管第一課 野田 喜美雄）            |
| 【セッション1：線量評価】                          | 座長（安管部 放管第一課 相馬 丞）              |
| (1) ICRP1990年勧告の影響と線量限度の適用について         | 安管部 安全対策課<br>辻村 憲雄 10:05～10:25  |
| (2) Ge半導体検出器を用いた体内放射能測定                | 安管部 安全対策課<br>大塚 隆宏 10:25～10:45  |
| 【セッション2：放射線管理】                         | 座長（安管部 放射線安全課 水庭 春美）            |
| (3) パーソナルチェッカーによる汚染測定基本動作の遵守支援         | 安管部 放管第一課<br>吉田 忠義 10:45～11:05  |
| (4) 放射線作業における被ばく低減化のための要素技術の開発状況について   | 安管部 放管第二課<br>堀内 信治 11:05～11:25  |
| (5) 再処理工場における放射線作業管理システムの構築と運用実績       | 安管部 放射線安全課<br>米澤 理加 11:25～11:45 |
| ***** 昼 休 み *****                      |                                 |
| 【特別講演】                                 | 座長（安管部 安全技術課 武田 伸荘）             |
| 講演題目：「放射線屋の夢と希望」                       | 13:10～14:50                     |
| -放射線計測に関する最先端技術-                       |                                 |
| 中澤 正治 教授                               | 東京大学工学部システム量子工学科                |
| 【セッション3：環境評価等】                         | 座長（安管部 安全技術課 武藤 重男）             |
| (6) 大気放出放射性物質の沈着に関する研究                 | 安管部 環境安全課<br>中野 政尚 14:50～15:10  |
| (7) 環境試料（水試料）中の <sup>63</sup> Ni分析法の開発 | 安管部 環境安全課<br>小坪 直樹 15:10～15:30  |
| (8) 中性子線ガンマ線遮蔽評価コードシステム（NPSS-PC）の開発・整備 | 安管部 安全技術課<br>清水 義雄 15:30～15:50  |
| 講評・閉会の挨拶（石黒 安全管理部長）                    | 15:50～16:00                     |

# 1. ICRP1990年勧告の影響と線量限度の適用について

安全管理部 安全対策課  
辻村 憲雄

## ICRP1990年勧告の影響と線量限度の適用について

－ 個人外部被ばく管理業務を中心として －

安全管理部 安全対策課

○辻村憲雄、椿谷美由、川井勉\*、百瀬琢磨、篠原邦彦

(\* 原子カシステム)

### 1. はじめに

現在、ICRP1990勧告(ICRP Publication 60) [1]の国内法令への採り入れが検討されている。そのうち個人の被ばく管理業務への影響の大きい次の二項目について、影響を調査し、対応策等を検討した。

#### ①職業被ばくに関する実効線量限度の変更

・「100mSv/5年、ただし、いかなる一年にも50mSvを超えない」

→個人データ管理方法の変更の必要性

#### ②放射線防護に用いられる諸量の変更

・放射線荷重係数、組織荷重係数の導入

→1cm線量当量等の被ばく線量の数値上の変化

### 2. データ管理方法の問題

前述のICRPの線量限度に関する勧告をそのまま解釈すると、個人の被ばく記録を過去5年まで積算し、管理していく必要がある。ただし、現在の管理システムの大半は単年度管理になっていること、また国内では単年度20mSv(100mSv/5年の年平均)を超える被ばく例は少ないことなどから、被ばく線量が年間20mSvを超えないことが明らかである場合等、一定の条件の下では、現在実施されている管理作業の体系を極力維持できるような管理方法が望ましい。具体的には下記の方法が挙げられる。

- |   |
|---|
| (a) 単年度20mSvを超えない場合は、単年度1年間としての線量のみを記録<br>(b) 単年度20mSvを超えた被ばく歴のあるものについては、過去の累積線量を<br>単年度の被ばく線量と合わせて記録 |
|---|

#### (1) 単年度管理(20mSv/年)の適用について

昭和57年度以降、事業団内で放射線作業に従事した作業者の5年単位での積算被ばく線量(事業団内での被ばくのみ、内部被ばくを除く)を集計した。図1～図4に結果を示す。

図1、図2は東海事業所内での被ばく線量のみを計上したものであるが、平成元年度以降は単年度20mSvを超えた者はおらず、また昭和57年度以降は100mSv/5年を超える者もいなかった。昭和63年度のみ単年度20mSvを超えた者が29名いたが、こ

れは再処理工場の酸回収蒸発缶の修復工事等によるもので、全て外来の作業者であった。従って、東海事業所の場合、職員、業務協力員、年間契約による常駐の請負作業員については、内部被ばくや大規模な設備更新工事等の特別な事例を除けば、単年度20mSvの管理への移行は容易と言える。

また、図3、図4は全事業所の場合であるが、平成元年度以降、単年度20mSvを超えた者、あるいは90mSv/5年を超えた者は全てふげん発電所の従事者であった。

## (2) 外来業者の被ばく前歴の問題

図2、図4に示した職員以外の作業者の被ばく線量には、事業団外での被ばく線量が計上されていないため、個人毎の年間の最大被ばく線量はさらに高い可能性がある。そこで、平成元年度以降の放射線業務従事者について、放射線業務従事者登録申請書に記載された入所前の被ばく前歴に事業団内での被ばく線量を合算して、単年度20mSvを超えた者を抽出した。その結果を表1に示すが、事業団内での被ばくを合算した結果、単年度20mSvを超えた事例が3件、入所前の段階で既に単年度20mSvを超えている事例が3件であった。

事業者による被ばく前歴の確認は作業者の申告に基づいて行われている。新勧告の適用によって申告の際に過去5年分の被ばく前歴の積算が新たに必要となり、集計ミスの可能性が心配される。これまでの従事者指定手続き業務の経験では、被ばく管理上、問題を生じた例はないが、万全を期するため申告される被ばく前歴をその都度に事業団側で再確認できるような体制の確立が将来的には望ましい。

一方、中央登録センターに登録されているデータベースを利用して過去分の被ばく線量を照会するという手段についても、登録されているデータそのものに直近のデータが含まれていない場合がある（登録までにタイムラグがある）こと、半日程度の時間がかかるなどのため、現行の制度では被ばく前歴の迅速な再確認は難しい。

## (3) 中央登録センターの動向

放射線業務従事者の被ばく線量を一元管理している中央登録センターでは、個人の被ばく記録の5年管理のニーズに対応するため、各原子力事業者間をオンライン回線で結び、個人線量の迅速な登録・前歴確認が可能なシステムの構築を検討しているが、実現の目途は立っていない。

## 3. 放射線防護に用いられる諸量の変更の問題

ICRP1990年勧告で新たに放射線荷重係数、組織荷重係数が導入された結果、放射線防護に用いられる諸量の数値、あるいは評価の方法がこれまでと変化する。具体的には以下の通りである。

- ・γ線1cm線量当量 … 60keV近傍で10%程度増加、高エネルギー側では変化なし
- ・中性子線1cm線量当量 … 全エネルギー範囲で30%程度増加

- ・不均等被ばくの考慮 … 従来は頭頸部に係数0.35、胸腹部に係数0.65を割り当てていたが、新たに頭頸部に0.10、胸腹部に0.90を割り当てる

平成7年度の被ばく実績をベースに、上記のICRP新勧告が適用された場合の被ばく線量を再計算し、現行法令のもとでの数値と比較した。プルトニウム燃料工場の放射線業務従事者の被ばく線量分布（個人の年間被ばく線量）を比較した結果を図5～図8に示す。

γ線の1cm線量当量については僅かに増加するが、「不均等被ばく」を考慮した場合にはむしろ被ばく線量（実効線量）は下がる。中性子線の1cm線量当量は従来の1.3～1.5倍程度に増加し、これまで記録レベル未満（0.2mSv未満）と評価されていた者のうち有意値として記録される者の割合が増える。また、γ線と中性子線による被ばく線量を合算した値については、従来と大きく変わらない[2]。

#### 4. まとめと課題

##### (1) データ管理方法

区分	対策
共通	・現在の放射線業務従事者指定申請用紙に当該年度を含まない過去4年間分の積算線量を記入する欄を新たに設ける。
自社員 業務協力員 常駐の 請負作業員	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平成元年度以降は、単年度20mSvを超えた例は無く、ほとんどの場合で従来通りの単年度管理が可能。</li> <li>・単年度20mSvを超えた被ばく歴のあるもの（内部被ばくによるものを含む）、すなわち100mSv/5年の管理については、ホストコンピュータ上の個人被ばくデータベースの改造によって対応可能。</li> <li>・第4四半期分の被ばく線量報告の際に、年度合計、過去5年分の合計線量の報告を加える。</li> </ul>
上記以外の 外来	・放射線業務従事者の指定の段階で被ばく前歴の再確認が必要であり、そのための設備・体制の整備が必要。

##### (2) 被ばく線量の数値上の変化

ICRP1990年勧告の適用によって、従来の線量当量評価値が大きく変わる可能性があるのは、低エネルギーγ線と中性子線の混在場であるプルトニウム燃料施設である。

平成7年度の被ばく実績をベースに、ICRP新勧告が適用された場合の被ばく線量を再計算した結果、γ線と中性子線の合計では従来と変わらないことを確認した。ただし、部課室毎では増加する部署あるいは減少する部署等もあり、また従来と中性子線とγ線の評価線量の比が変わるので注意を要する。

参考文献

[1] ICRP Publication 60, 1990

[2] 辻村憲雄、百瀬琢磨、篠原邦彦

「ICRP1990年勧告に基づく外部被ばく線量の変化に関する試算」

PNC ZN8410 96-211、1996

表1 被ばく前歴と事業団内での被ばく線量を合算した結果、  
単年度20mSvを超えた例（単位mSv）

年度	作業者	指定期間	前歴 事業団外 被ばく線量	事業団内 被ばく線量	合計	事業所
H4	A	92/11/09～ 92/11/12	1.8	X	1.8	東海
		93/03/10～ 93/03/11	44.0	X	44.0	東海
H4	B	93/02/10～ 93/03/02	28.0	1.9	29.9	ふげん
H5	C	93/08/24～ 93/10/30	12.4	8.5	20.9	ふげん
H6	D	95/01/06～ 95/02/27	12.7	8.7	21.4	ふげん
H6	E	95/01/06～ 95/02/27	11.6	8.8	20.4	ふげん
H7	F	95/07/11～ 95/07/27	23.0	X	23.0	東海

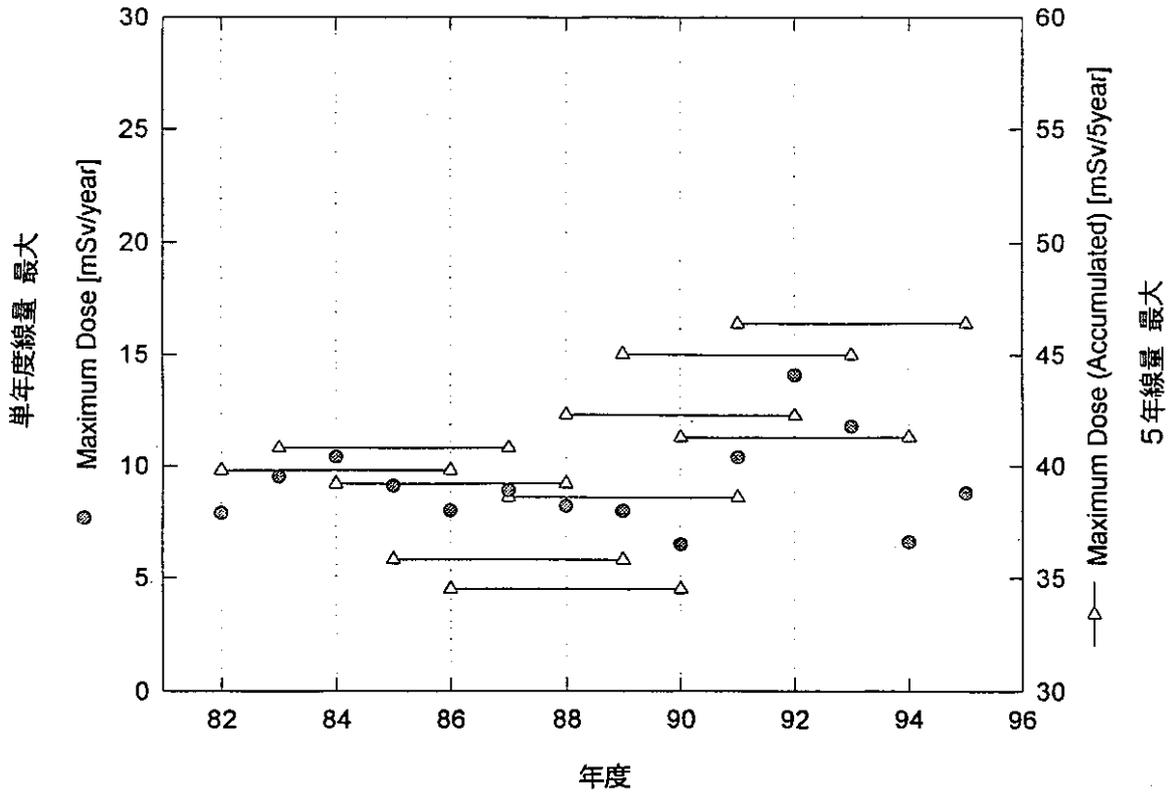


図1 個人の年間の最大線量と5年間の最大積算線量の推移  
(東海事業所：職員の場合)

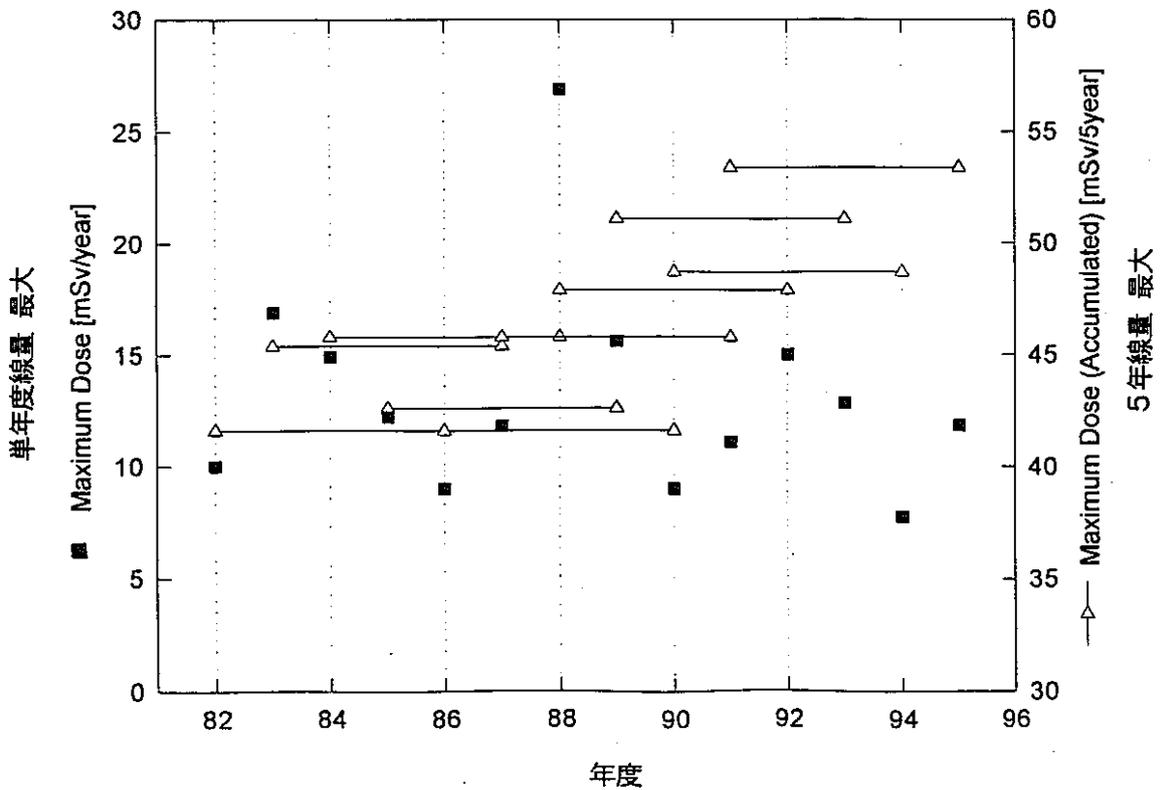


図2 個人の年間の最大線量と5年間の最大積算線量の推移  
(東海事業所：業務協力員、常駐請負作業員、外来の場合)

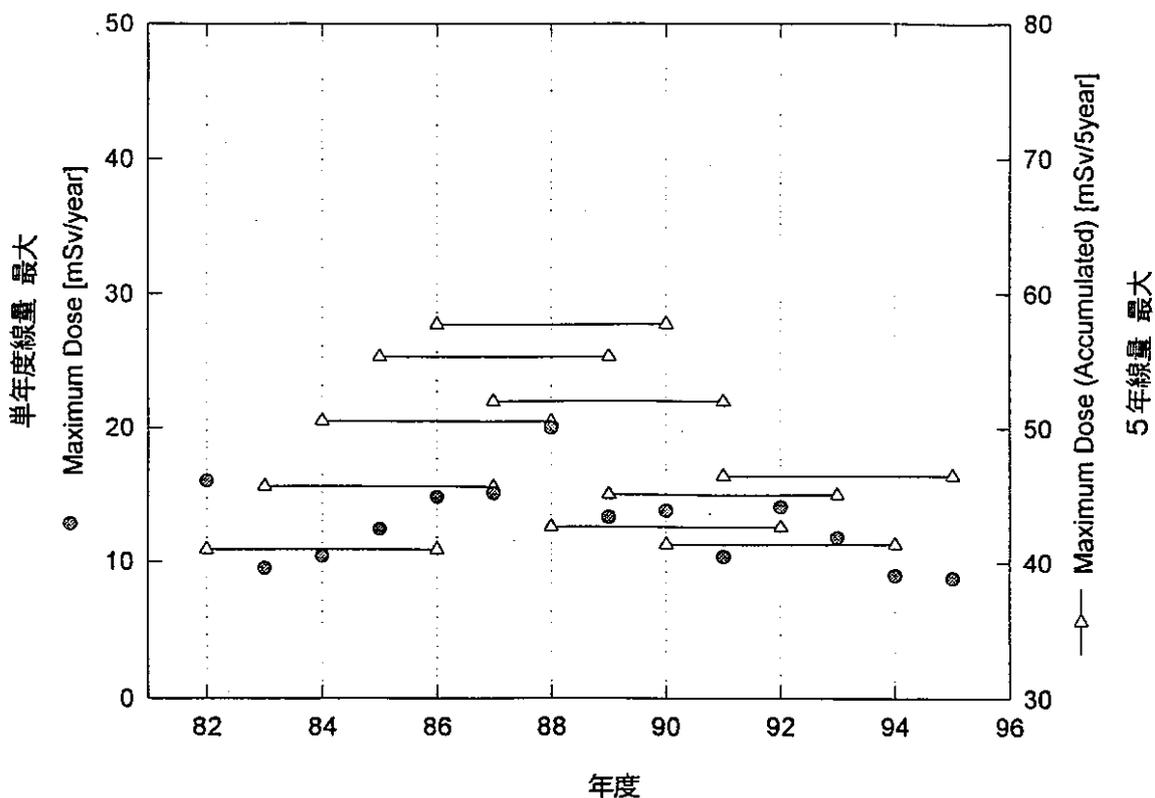


図3 個人の年間の最大線量と5年間の最大積算線量の推移  
(全社：職員の場合)

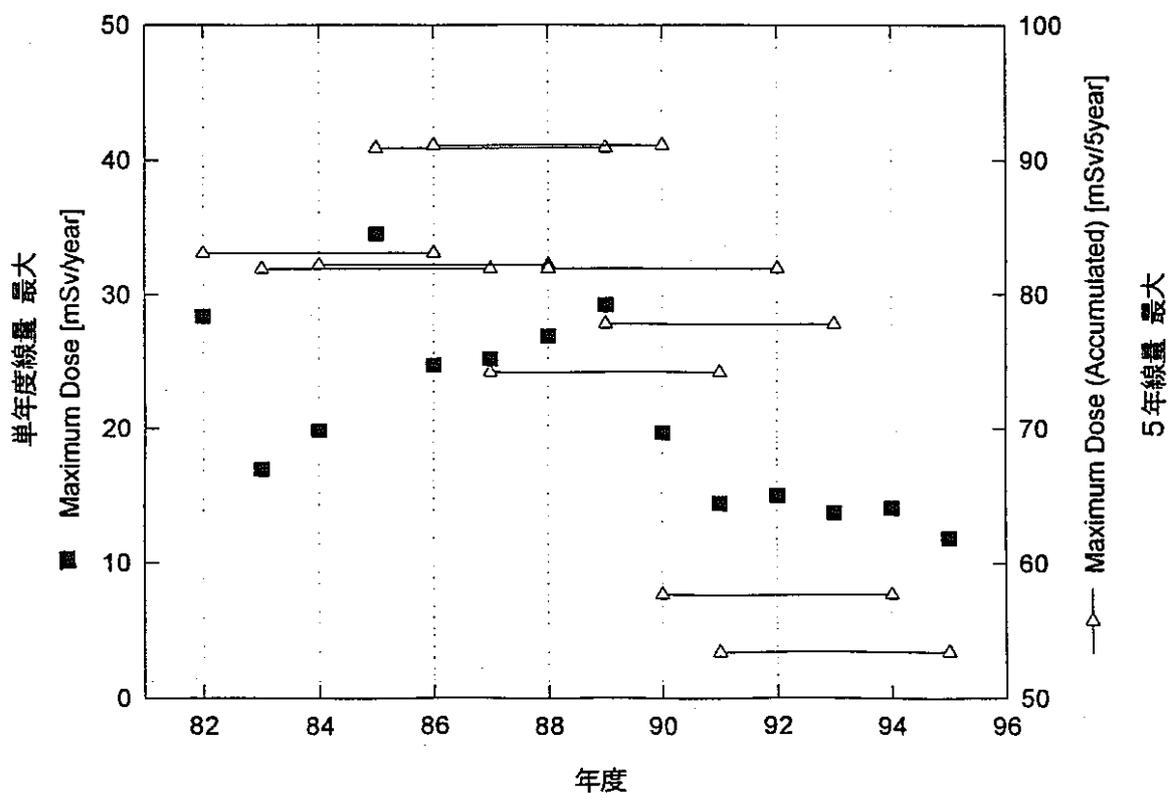


図4 個人の年間の最大線量と5年間の最大積算線量の推移  
(全社：業務協力員、常駐請負作業員、外来の場合)

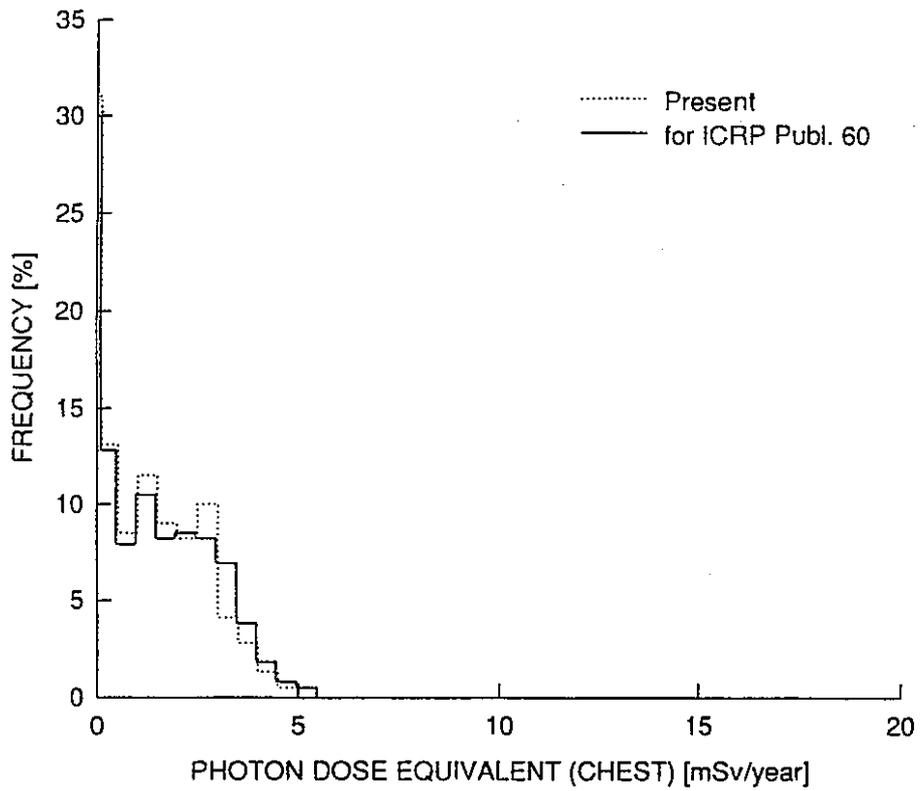


図5 胸部に装着したTLDバッジによるγ線1cm線量当量の分布の変化  
(プルトニウム燃料工場、平成7年度の被ばく線量の実績より)

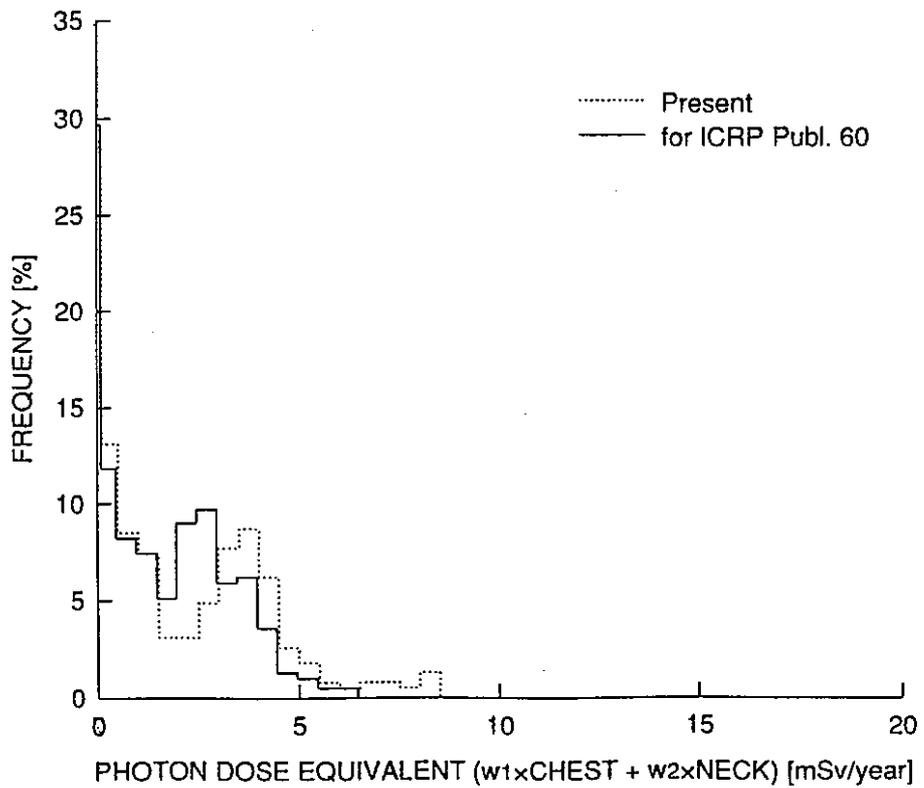


図6 不均等被ばくを考慮したγ線実効線量当量の分布の変化  
(プルトニウム燃料工場、平成7年度の被ばく線量の実績より)

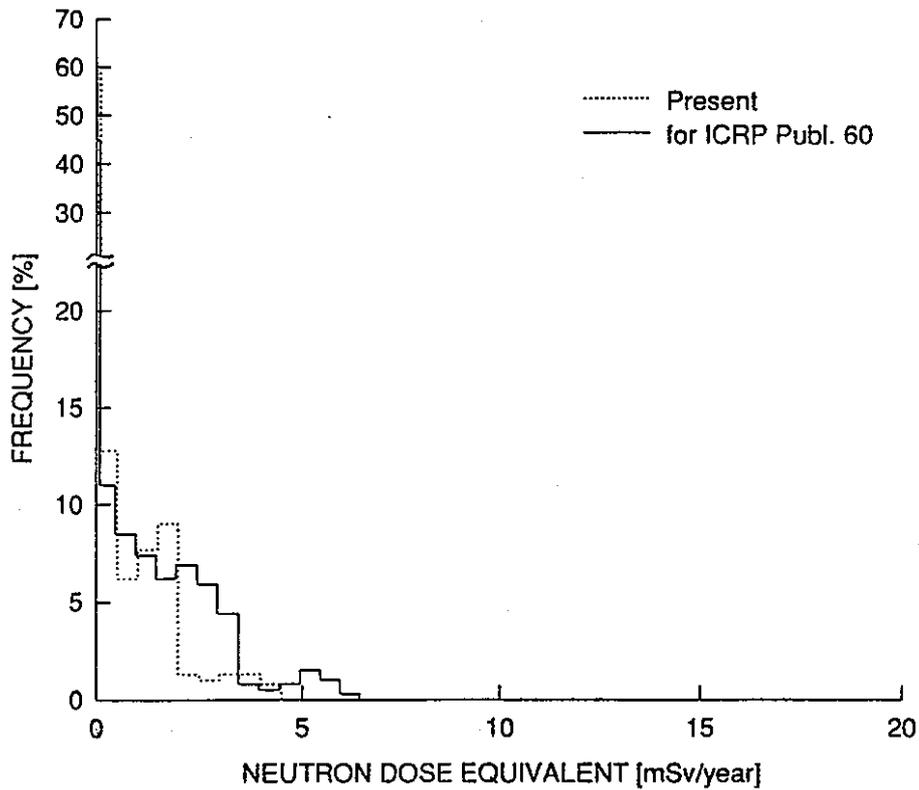


図7 中性子線1cm線量当量（実効線量当量）の分布の変化  
（プルトニウム燃料工場、平成7年度の被ばく線量の実績より）

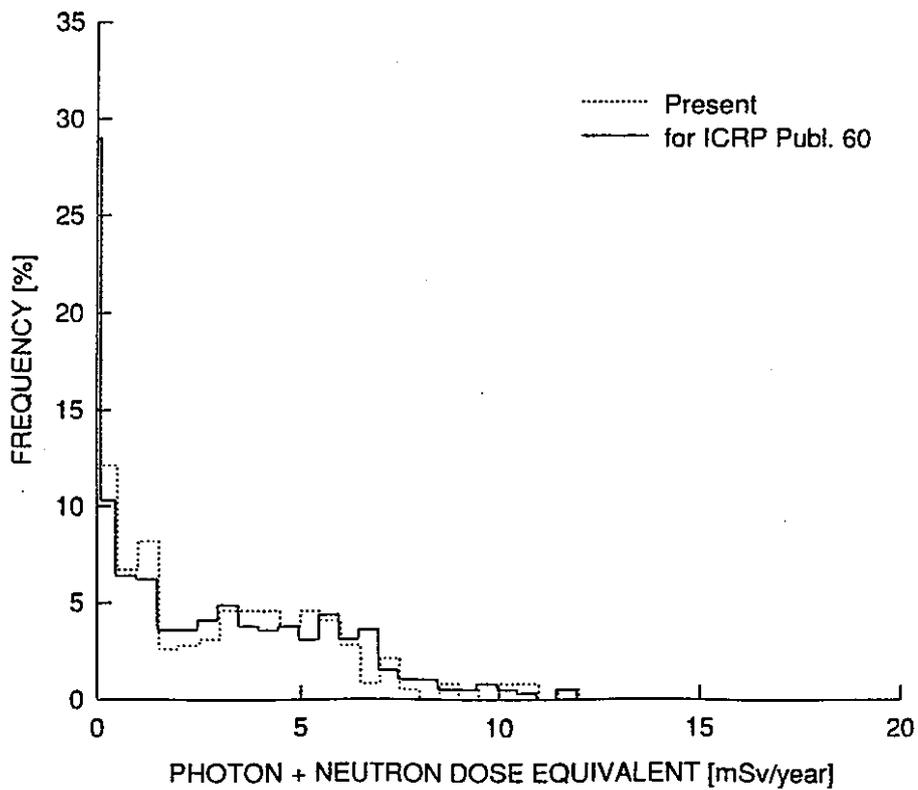


図8 γ線と中性子線を合計した実効線量当量の分布の変化  
（プルトニウム燃料工場、平成7年度の被ばく線量の実績より）

# ICRP1990年勧告の影響と線量限度の 適用について

— 個人外部被ばく管理業務を中心として —

安全管理部安全対策課

辻村憲雄、椿谷美由、川井勉、百瀬琢磨、篠原邦彦

---

## 目的

ICRP1990年勧告

### ①職業被ばくに関する実効線量限度の変更

「100mSv/5年、いかなる一年にも50mSvを超えない」

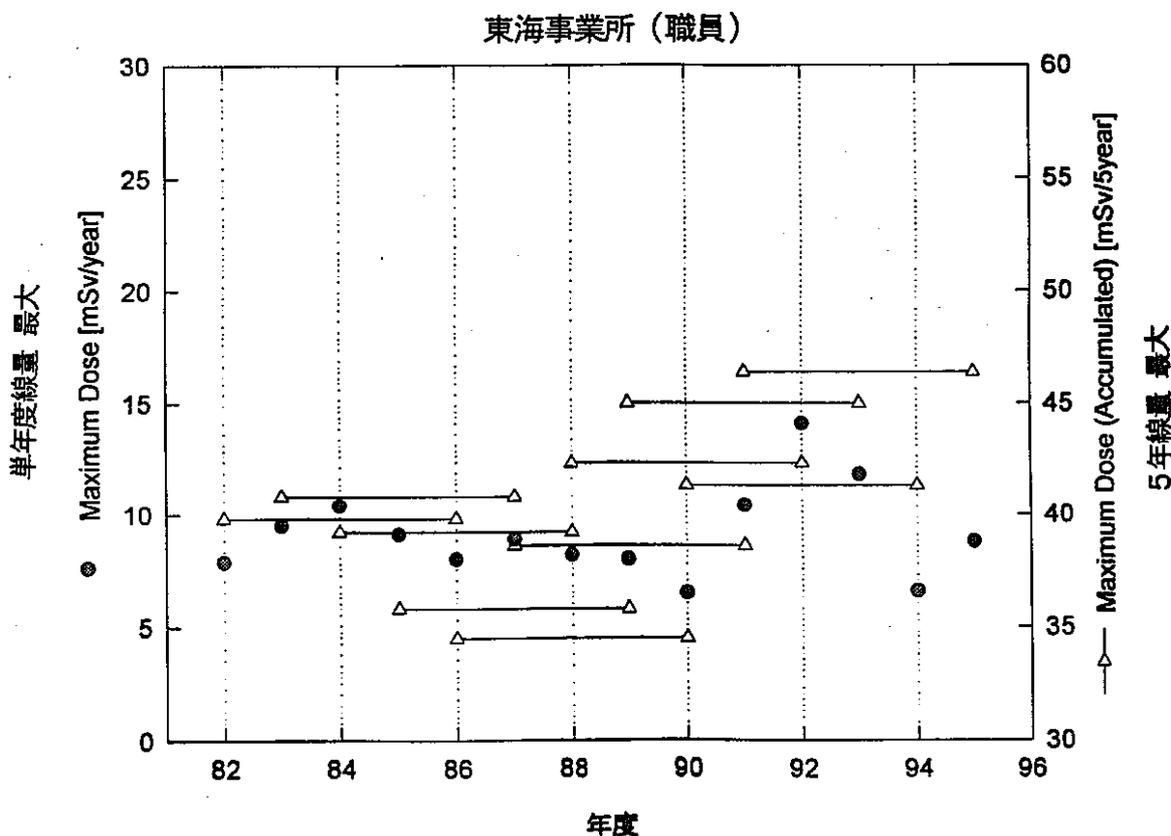
→個人のデータ管理方法の変更

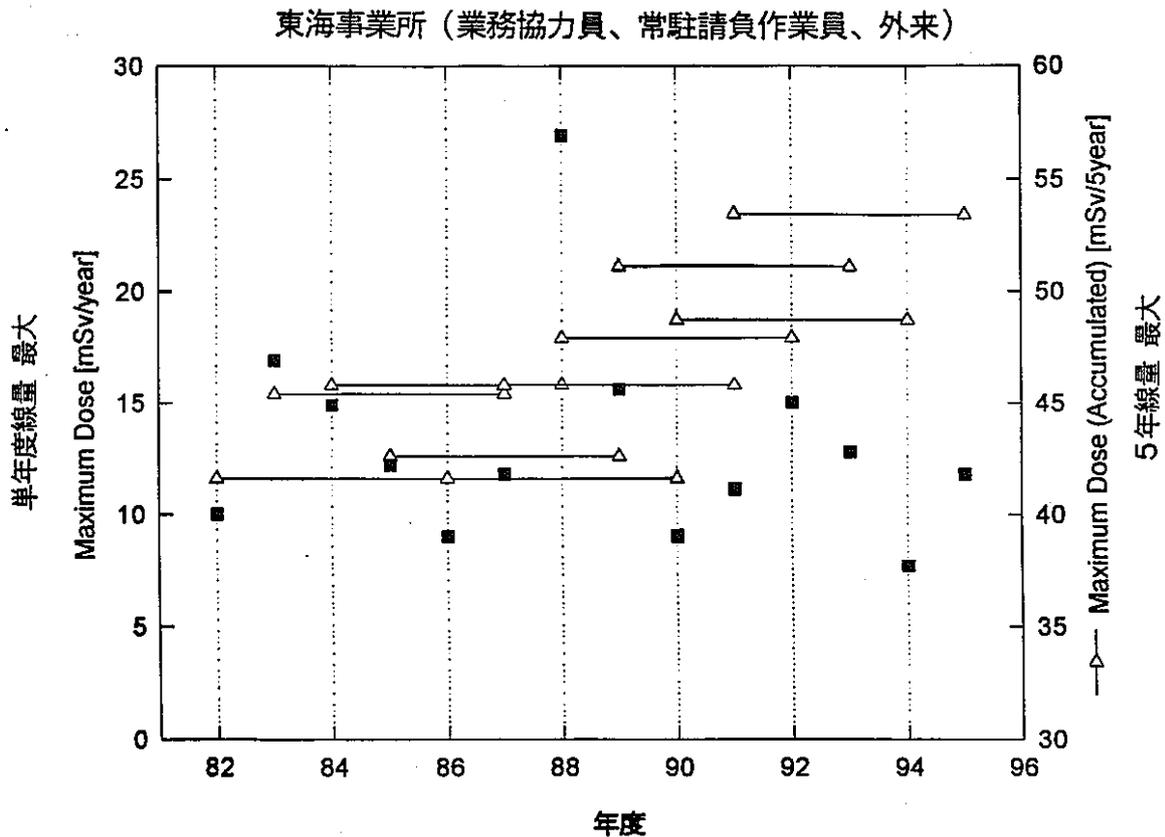
### ②放射線防護に用いられる諸量の変更

→被ばく線量の数値上の変化

# データ管理方法

- (a) 単年度20mSvを超えない場合には、  
単年度1年間の線量のみを記録・管理
- (b) 単年度20mSvを超えた被ばく歴のあるもの  
については、過去の累積線量と単年度の被ばく  
線量と合わせて記録・管理





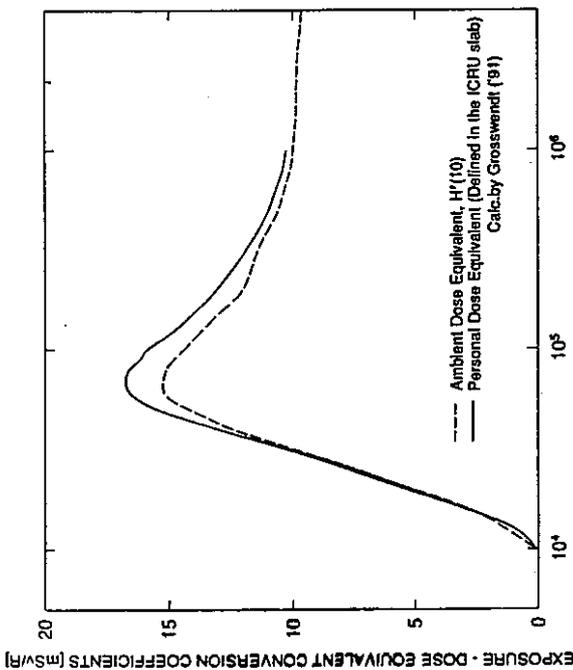
## 単年度20mSv管理の適用（東海事業所）

・ 職員、業務協力員、常駐請負作業員については、平成元年度以降は、単年度20mSvを超えた例が無い。

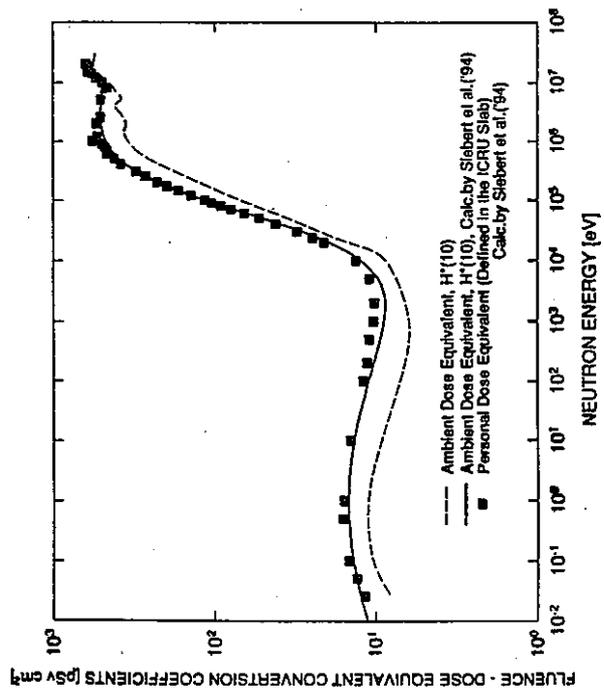
→ 従来通りの単年度管理が可能

## 1cm線量当量等の被ばく線量の数値上の変化

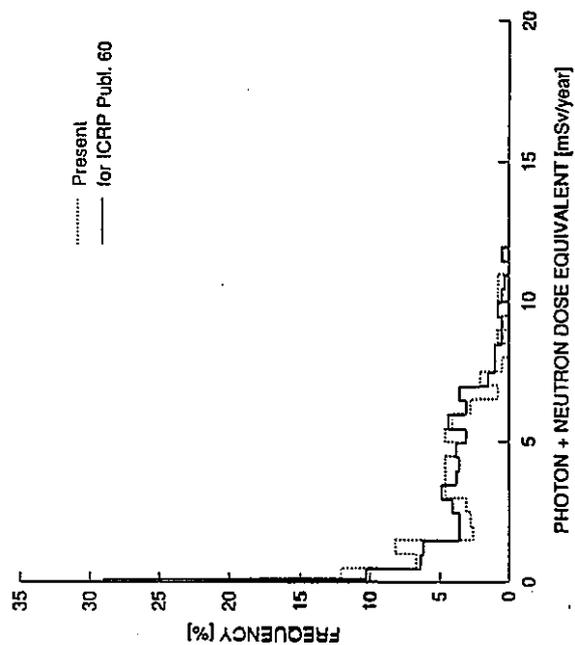
- ・ 放射線荷重係数、組織荷重係数の導入
- ・ Q-Lの関係の変更等
- ・ 個人線量当量の定義の変更
  
- ・ 不均等被ばく時の線量当量評価方法の変更
- 現行  $H_E = 0.65 \times (\text{胸腹部}) + 0.35 \times (\text{頭頸部})$
- 変更  $E = 0.90 \times (\text{胸腹部}) + 0.10 \times (\text{頭頸部})$



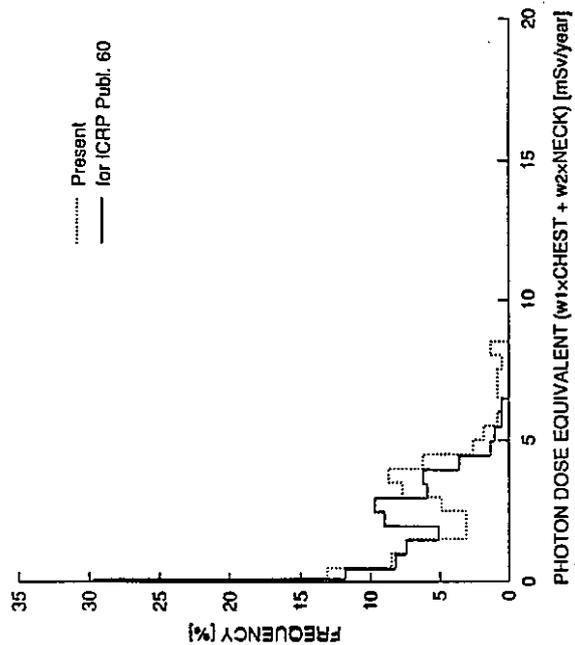
γ線に対する照射線量—線量当量換算係数の比較



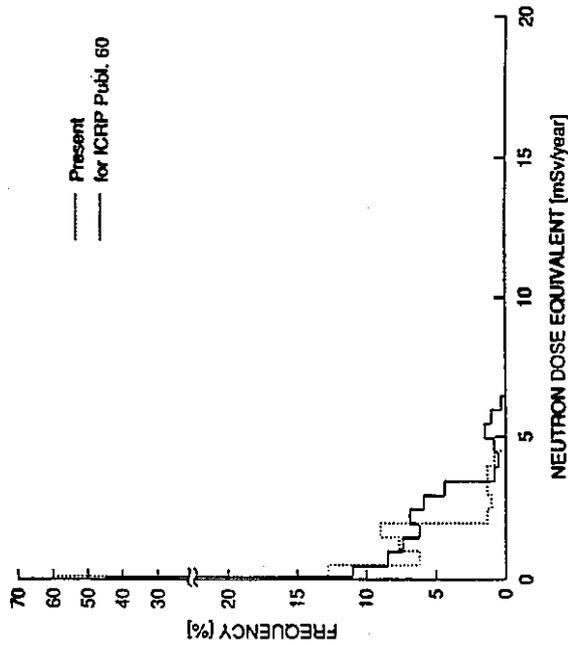
中性子線に対する線量—線量当量換算係数の比較



γ線と中性子線を合計した線量当量の分布 (プルトニウム燃料工場)



不均等積ばく時のγ線による実効線量当量の分布 (アメリウム燃料工場)



中性子線1cm線量当量の分布 (プルトニウム燃料工場)

---

## まとめ

### 1) データ管理方法

- ・ 職員、業務協力員、常駐請負作業員

単年度20mSvの管理をベース、5年間100mSvの管理についてはデータベースの改造で対応可

- ・ 外来のものについては被ばく前歴の正確な把握が必要

### 2) 被ばく線量の変化

γ線と中性子線の合計ではほとんど変化無し

## 2. Ge半導体検出器を用いた体内放射能測定

安全管理部 安全対策課  
大塚 隆宏

# Ge半導体検出器を用いた体内放射能測定

安全管理部 安全対策課  
大塚 隆宏

## 1. 目的

Ge半導体検出器を用いた全身カウンタの検出器位置と検出効率の関係を調べ、人体計測時に測定配置の最適化を行う。

## 2. 方法

測定は、厚さ約20cmの低バックグラウンド遮へい体（鉄室）内に設置した直径2インチのGe半導体検出器2個を用いて行った。体内放射能測定においては、体格の違いによって計数効率が顕著に変化しないように検出器と被測定者との距離を大きくすることが望ましいが、距離を離しすぎると幾何学的な検出効率が低下し、検出下限が大きくなる。

また、核種及び摂取後の経過期間等によっては、線源の分布を考慮して計数効率を決定することが必要になる。

そこで、ボックスファントムを使用し、測定ポイント、測定位置、線源分布を変化させ、検出効率を求める実験を行い、2本の検出器の測定位置の最適化を行った。

## 3. 結果

距離に関係なく、胸部から腰部の検出効率がほぼ一定で、頭部、足部は、効率の低下が認められた。また、体表面から検出器までの距離が5～10cmの場合、胸や腰の検出器では、足や頭からの放射線が検出できないことから、15cmの距離が適していることが分かった。

# Ge半導体検出器を用いた体内放射能測定

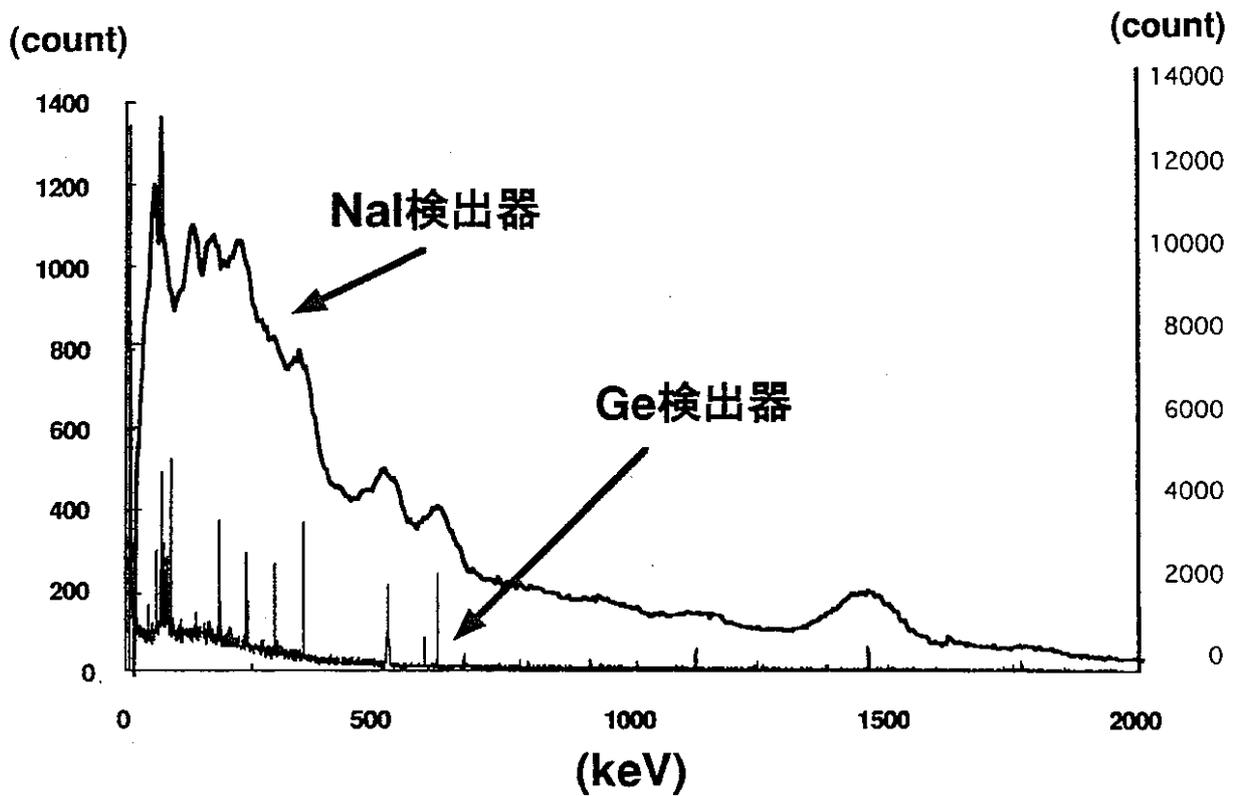
安全管理部 安全対策課

大塚 隆宏      寺門 義則      百瀬 琢麿      篠原 邦彦

## 目的

精密型全身カウンタ測定器の位置と検出効率の関係を調べ人体計測時の測定位置の最適化を行う。

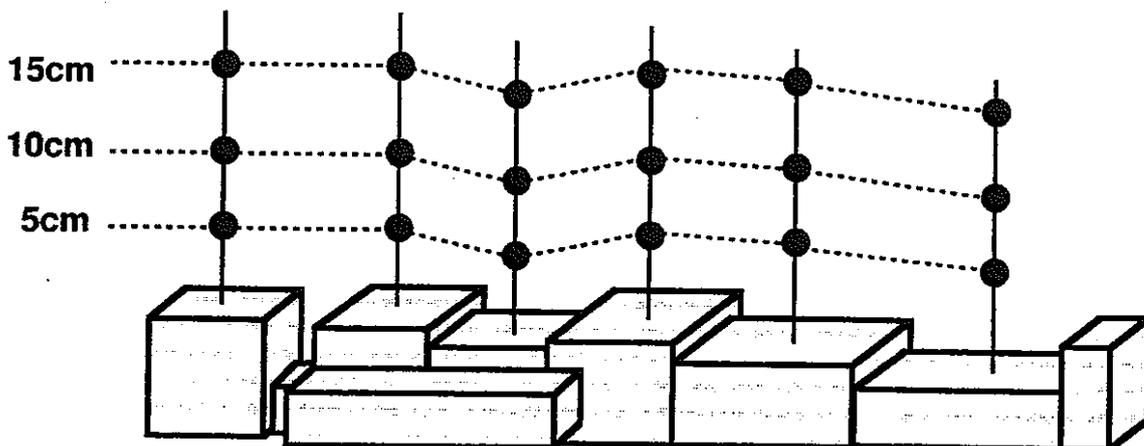
## Nal検出器とGe検出器の比較



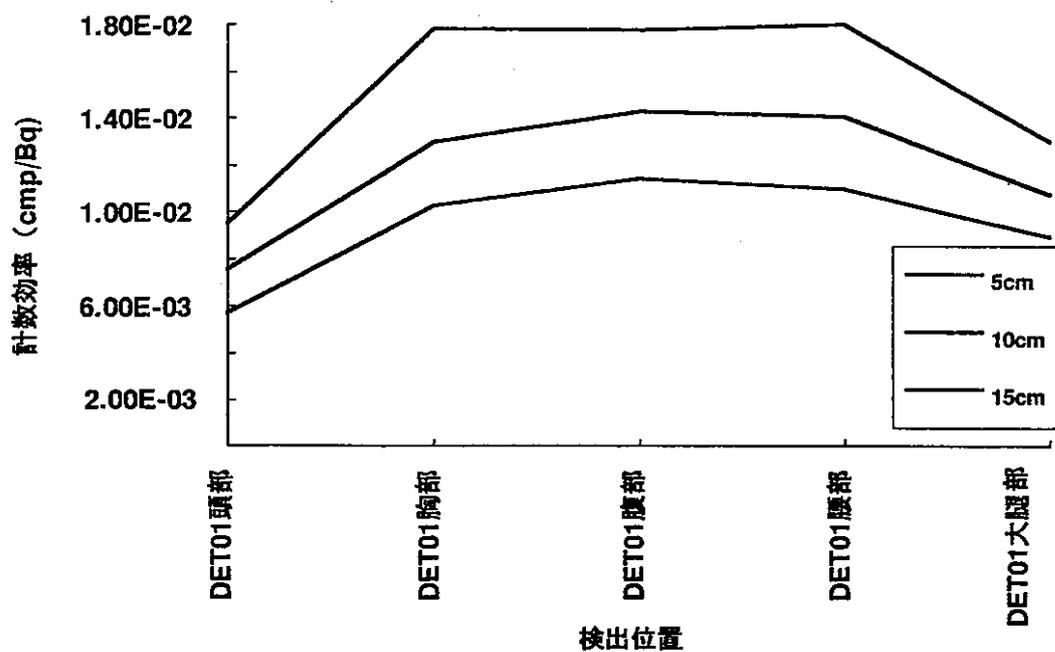
## 精密型全身カウンタの人体計測上の問題点

- 測定位置による計数効率の違い
- 検出器の計数誤差
- 測定者による測定位置決定の誤差
- 被検者の体格の違いによる誤差

線源が全身に分布している場合の測定位置と検出効率の関係

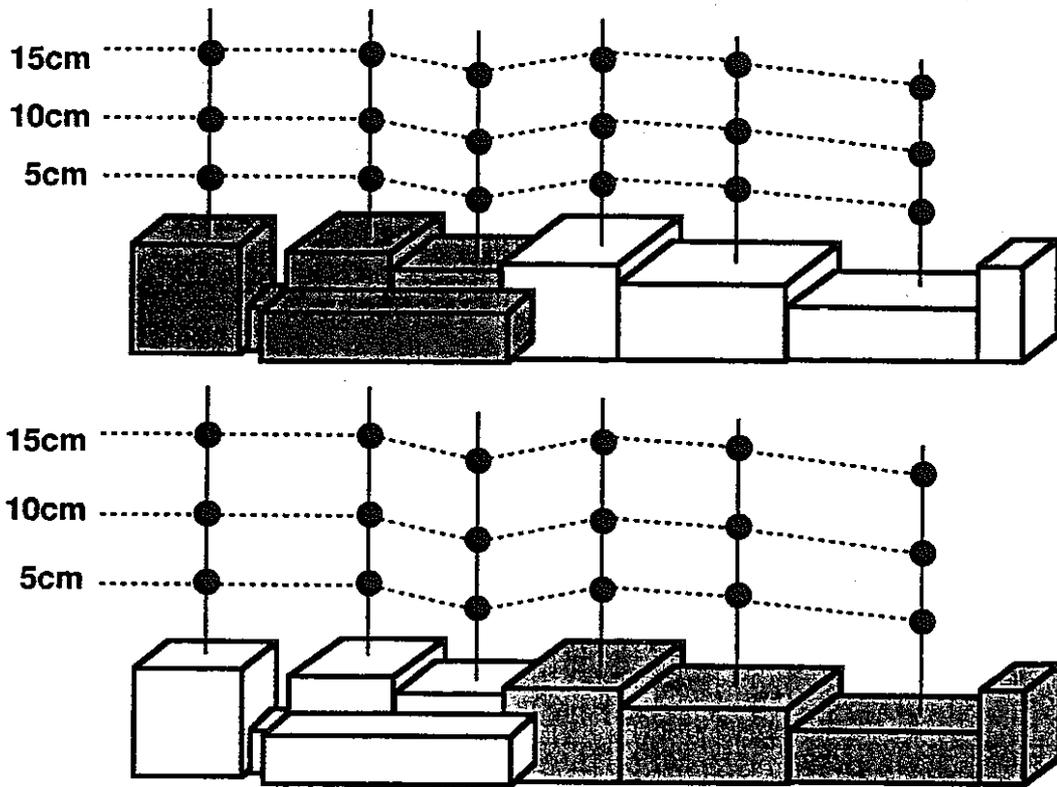


線源が全身に分布している場合の測定位置と検出効率の関係  
(測定結果)

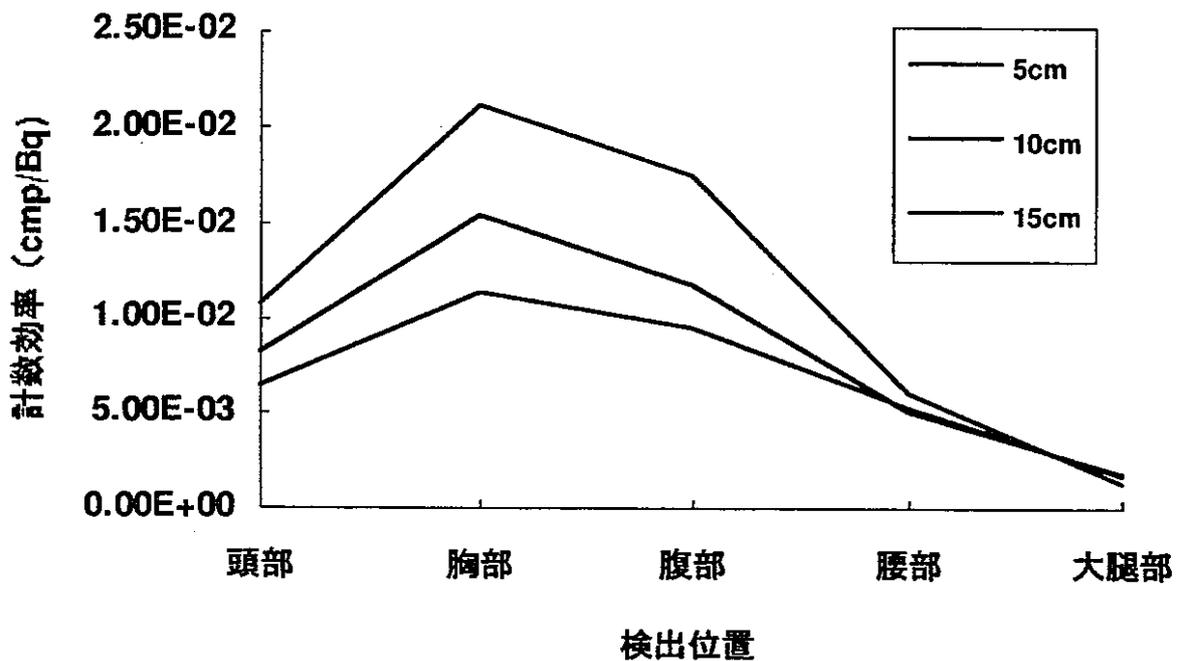


Cs-137を1号機で検出した場合の測定位置と計数効率

線源が半身に分布している場合の測定位置と検出効率の関係



線源が半身に分布している場合の測定位置と検出効率の関係  
(測定結果)



### NalとGe検出器の検出下限の比較

単位 (Bq)

	Cs-137	Co-60	K-40
5cm	9	9	120
10cm	12	12	150
15cm	15	16	200
Nal検出器	30	24	260

線源が全身に分布していた場合

### 繰り返し測定と少量の線源の測定

- ・ファントムを同一条件で繰り返し測定した場合。



計数誤差5%以内

- ・同一人物のカリウム量の定量を繰り返し測定した場合。



定量誤差20%以上

## まとめ

- ・ Ge検出器の測定位置として、2本の検出器を胸部と腰部に併せて測定する。  
人体と検出器の位置を15cmとする。
- ・ 少ない放射能の定量行う場合、線源が一様に分布していない場合、多量の放射能を定量する場合などは、そのときに応じて、被検者と検出器の距離を変える。

### 3. パーソナルチェッカーによる 汚染測定基本動作の遵守支援

安全管理部 放射線管理第一課  
吉田 忠義

## パーソナルチェッカーによる汚染測定基本動作の遵守支援

安全管理部 放射線管理第一課

○吉田 忠義

### 1. はじめに

プルトニウム取扱施設では $\alpha$ 線核種を取り扱っているため、内部被ばくからの防護がより重要である。内部被ばく防護は体内への放射性物質の摂取を防ぐ必要があり、そのためには空気中への放射性物質の飛散を防ぐため、表面密度の管理が重要になる。

表面密度の測定には、サーベイメータによる測定、HFCMやFMによる測定、スミヤ法などが挙げられる。

汚染は発生源に、より近く早い時点での発見により、汚染拡大や内部被ばくのリスクを減らすことができるので、作業中・後サーベイによる汚染管理が重要である。

このようなことから、管理区域内作業においては、作業時の作業前・中・後サーベイの徹底が義務づけられており、基本動作の遵守がより一層重要視されている。

### 2. 放射線作業時の有意値測定の手段の割合

プルトニウム燃料第三開発室で過去3年間の放射線作業時に有意を検出し放管に対応依頼がきた時の測定手段を割合で示すと、グローブ作業やバッグアウト作業等で行われる「作業中・後サーベイ」による検出が約7割を占め、ついで工程室からの退室サーベイが約3割を占めている。

早期発見、汚染拡大防止の観点から考えると、この3割を限りなく減らして、作業中・後サーベイによる汚染発見の確率をさらに高めていくべきである。

### 3. 従来のサーベイの問題点

現在ZnS (Ag) シンチレーションサーベイメータが使われているが、状況によっては身体サーベイ等を迅速かつ的確に行うことが困難な場合がある。

- ① 携帯しづらい大きさであることから、場所を動きながら作業していると手元からサーベイメータが離れがちになってしまう。
- ② 個人ごとにサーベイメータが配備できないため、複数の作業員で1台のサーベイメータを共用しなければならない。そのため1作業が終わりサーベイをしようとする、作業場所からサーベイメータまで移動してサーベイを行わなければならない、その間に汚染を拡大してしまう可能性がある。また、汚染の可能性のあるエリアが広がると、他の作業員による汚染拡大の可能性も増える。
- ③ グローブボックス上部での作業の際には、ローリングタワーや梯子などを用いた高所作業を行うが、足場が狭いため、誤ってサーベイメータを落としてしまったり、また、そのような環境でサーベイしようとする、両手で取り扱う関係から、不安定な姿勢でのサーベイを余儀なくされる。さらに、これを防ぐため、タワーの下にサーベイメータを置いて作業すると、また汚染拡大の可能性が出てくる。

放射線管理を行う上では、このような問題点を減らし、基本動作を遵守しやすい環境を

整備する必要がある。

#### 4. 今回開発した機器

放管第一課では、検出部に光電ダイオードを用いることにより、現在のニーズにあった測定器「パーソナルチェッカー」の開発を行った。

本チェッカーは、フォトマルや高圧電源を省略するだけでなく、メータ類をも省略することにより、サーベイメータに比べ大幅な小型・軽量化を図った。また、消費電力が少ないため、バッテリーの大きさを小さくできたことも小型化に貢献している。

但し、メーター類を省略しているため、サーベイメータのように汚染レベルの測定等を行えない。音と光によって、汚染の有無のみを判定することが重要であるとの考えからである。このように、必要最低限の能力に絞り込むことで、装置の小型化、コストダウンを図り、作業性が向上するような設計とした。

#### 5. チェッカー導入によるメリット

パーソナルチェッカーは個人ごとに配備することが可能であり常に携帯することができるため、作業中・後のサーベイの際に作業場所から動く必要がなく、サーベイするまでの時間と行動範囲を低減することが可能になる。このことからサーベイの頻度の向上や汚染拡大防止、さらに作業効率の向上につながる。

また、高所作業においても、測定器を落下させてしまう心配もなく、片手で取り扱えるため不安定な作業環境でも、安全にサーベイを行うことができる。このことから、一般安全の向上にもつながる。

このようなパーソナルチェッカーの導入を行うことにより、基本動作の遵守を支援している。

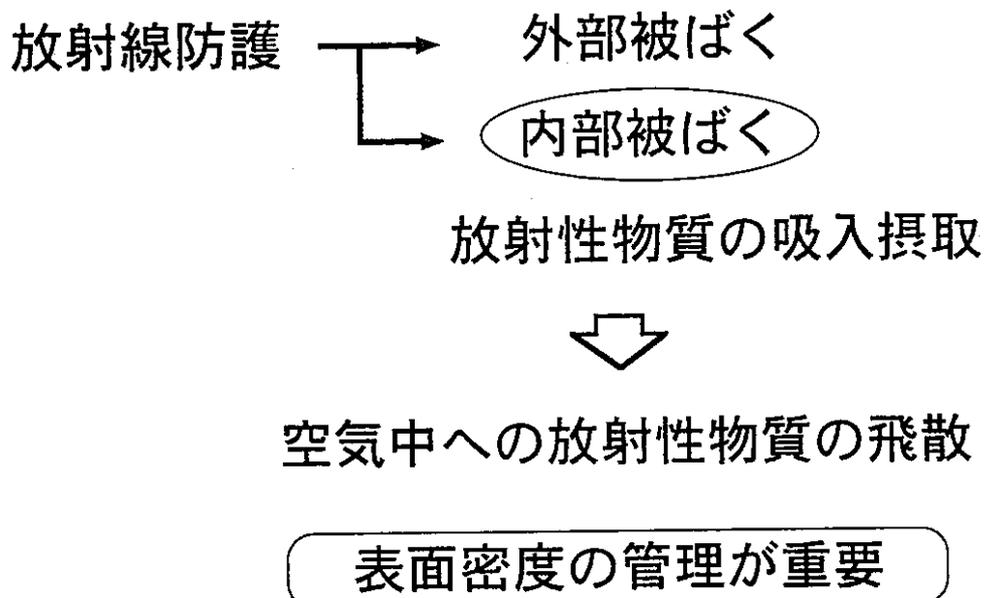
#### 6. 今後の課題

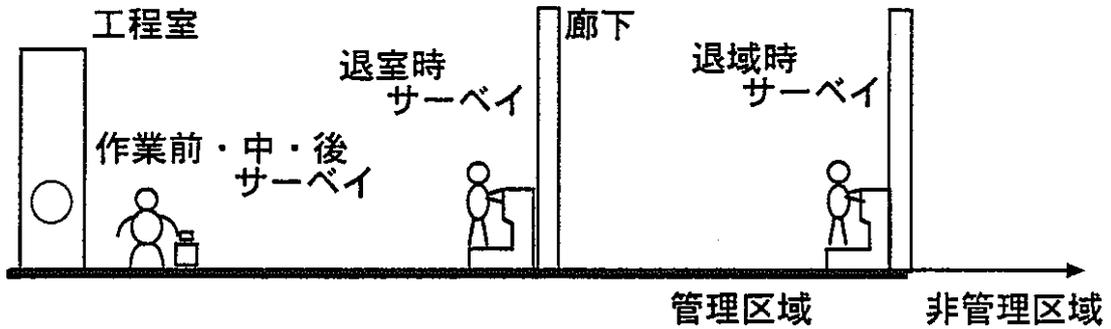
本運用方法の完全な定着化及び継続を行うため、パーソナルチェッカーを適切に使用するための作業員への教育や各施設への配備台数の充実等を図る。

また、利用者側の意見のフィードバックに対する改善等、様々な課題をクリアすることにより、さらなる表面汚染管理の強化を図る。

# パーソナルチェッカーによる 汚染測定基本動作の遵守支援

安全管理部放射線管理第一課  
吉田 忠義



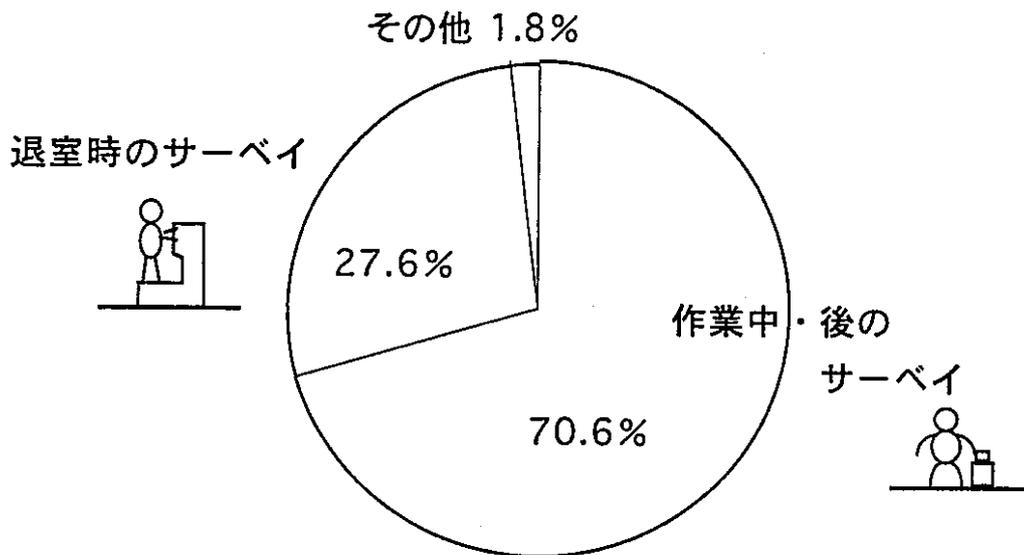


### 管理区域内作業における 作業前・中・後のサーベイの徹底



**基本動作遵守を重要視**

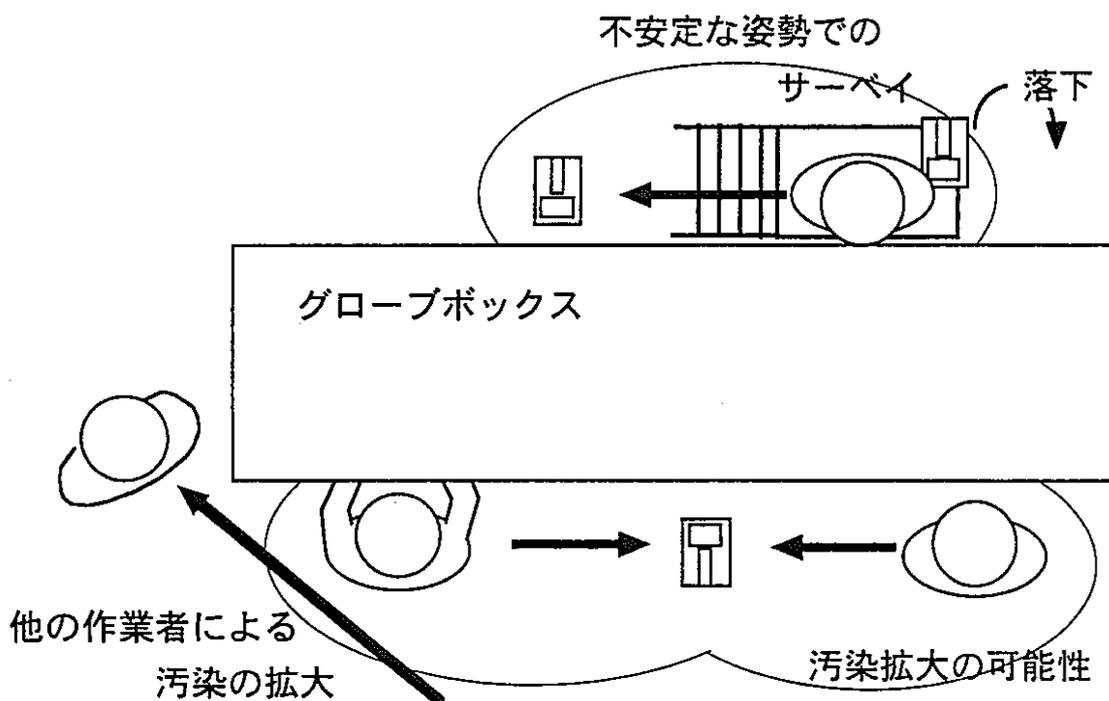
### 有意値検出時の測定手段



平成5年度～平成7年度

## ZnS(Ag)シンチレーションサーベイメータ による作業中サーベイの問題点

- 1、形状・重量の面から常時携帯するのは煩わしい
- 2、検出部と表示部がケーブルで接続されているため両手で扱わなければならない
- 3、高価であるため個人毎に配備できない



## 小型・軽量の測定器の開発

### 光電ダイオードによる $\alpha$ 線測定

- ・ フォトマルや高圧電源が不要
- ・ 消費電力が少ない
- ・ 保守性がよい



### パーソナルチェッカーの開発

## パーソナルチェッカーの特長

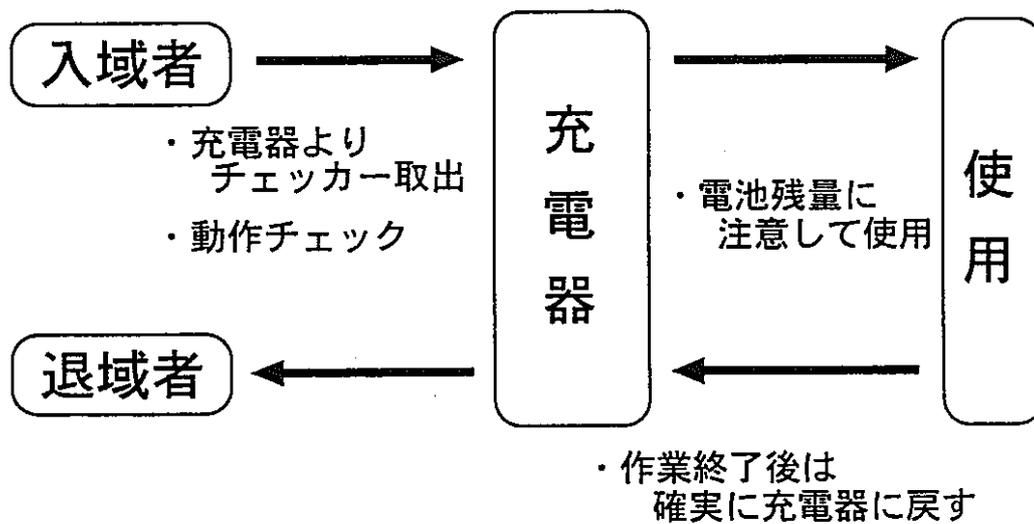
フォトマル、高圧電源、メータ類の省略により大幅に小型・軽量化（ポケットサイズ）

音と光で汚染の有無のみを判定する

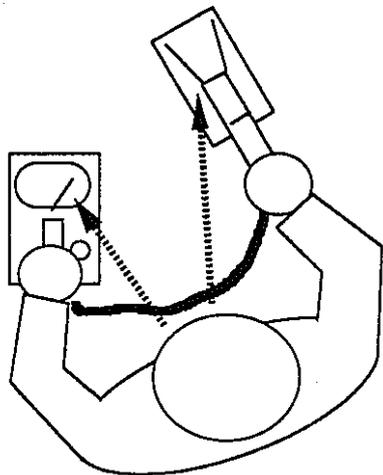
- 1、常に携帯でき、片手で操作できる
- 2、取扱いが容易である
- 3、安価である

## サーベイメータとの比較

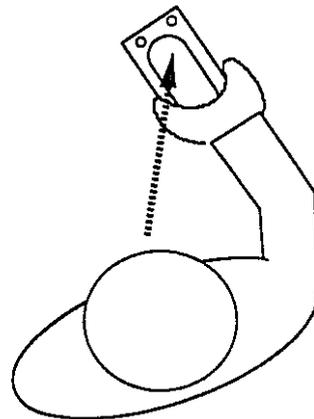
	パーソナルチェッカー	サーベイメータ
検出面積	25 [cm <sup>2</sup> ]	60 [cm <sup>2</sup> ]
検出限界値	$3.2 \times 10^{-2}$ [Bq/cm <sup>2</sup> ]	$1.6 \times 10^{-2}$ [Bq/cm <sup>2</sup> ]
電源方式	充電式 (Ni-Cd)	乾電池式 (単1 × 4)
使用可能時間	満充電で20時間以上	50時間以上
寸法	6.5(W) × 11.5(D) × 2.5(H)	11(W) × 22(D) × 21(H)
重量	約180 [g]	約2200 [g]
価格	約16万円	約45万円



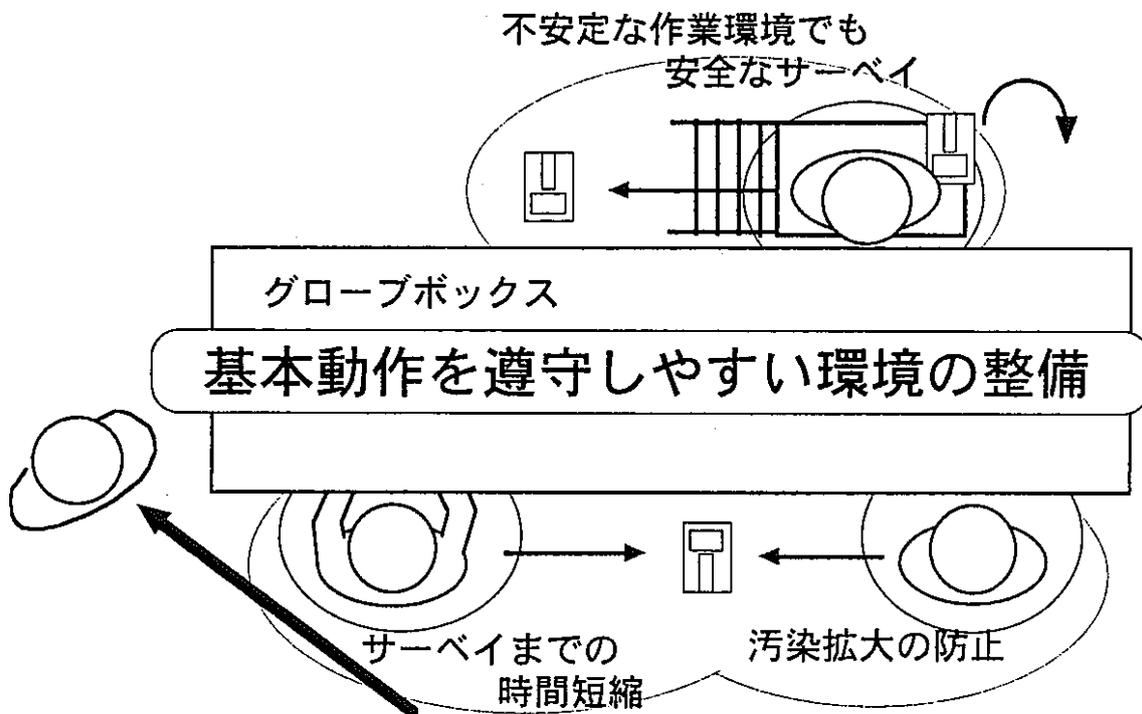
## 測定のための動作



サーベイメータ



パーソナルチェッカー



## 今後の課題

本運用方法の完全な定着化及び継続  
を行うため、、、

- ・ 作業者に対する運用法の周知
- ・ 各施設への配備台数の充実
- ・ チェッカーの携帯性向上
- ・ 使用者側の意見のフィードバック



表面汚染管理体制の強化

4. 放射線作業における被ばく低減化  
のための要素技術の開発状況について

安全管理部 放射線管理第二課  
堀内 信治

# 放射線作業における被ばく低減化のための 要素技術の開発状況について

安全管理部 放射線管理第二課

## 1. 研究開発目的

再処理施設における放射線業務従事者が受ける線量当量は、主に高汚染・高線量当量率環境下のセル内等で実施される特殊放射線作業に起因することから、これら作業における被ばく低減化は放射線防護上重要である。特殊放射線作業の実施に際しては作業要領の確認、防護措置の決定、放射線モニタリング計画の立案、線量当量の推定を事前に実施し、作業実施中には個人被ばく及び作業環境に係る非定常的なモニタリングを実施する等被ばく低減化に努めているところであるが、さらなる被ばく低減化達成のためには、新たな防護方策の導入あるいは身体負荷の軽減による作業性向上（作業時間短縮）による被ばくの低減化等、新規発想による開発展開が必要とされる。そこで、遮へい、除染技術等、より有効に被ばくを低減化させる直接的防護手段・方法と、これら低減化手段・方法の適切な選定への寄与及び低減化効果を適切に監視・評価するための放射線状況のモニタリング方策の双方について技術開発を行い、その成果を放射線作業における作業形態及び防護体系に組み入れていくことを目的に研究開発を実施している。

本報告では、現在までに手掛けている『放射線作業用防護具の使用実態と開発要素に係る調査』及び『放射線作業における被ばく低減化のための要素技術の開発状況調査』について紹介する。

## 2. 放射線作業用防護具の使用実態と開発要素に係る調査

### 2. 1 概要

再処理施設の特殊放射線作業において使用される放射線作業用防護具（呼吸保護具、身体防護着衣）については、内部被ばく、身体汚染に対する高い防護性能が要求される一方で、装着時の身体負荷の低減化が求められている。そこで、「防護具装着時の身体負荷軽減による被ばくの低減」の観点から、放射線防護方策のさらなる適切化のための開発要求項目の整理に資することを目的として、発電所等施設における防護具の使用の実態、開発ニーズ及びメーカーにおける開発状況について、調査を実施した。

### 2. 2 調査の方法

#### 1) 使用者側に対する調査

防護具類の配備状況、使用区分、管理方法等の使用実態及び開発・改善等の要望に係る原子力関連施設（発電所、核燃料施設）25か所を対象としたアンケート調査及び発電所5施設への訪問調査

#### 2) 供給者側に対する調査

上記1)にて得られた開発ニーズに対する現状の開発動向（開発の指向、対策案の有無等）に係る素材メーカー、製造メーカー、販売代理店等を対象としたアンケート調査

### 2. 3 調査結果

#### 1) 防護具類の使用実態

①呼吸保護具については、フードマスク（再処理施設には未配備）が装着時の身体負荷軽減（圧迫感、息苦しさ緩和）の観点から、全面マスクに替わるものとして導入が進んでいる。

②新規保護具の導入に際しては、他事業所での先行例も参考にしつつ選定する機会が多い。

③呼吸保護具の貸与方法は、個人への長期貸与よりむしろ使用の都度の貸与・回収とし、洗浄・保管は専門管理部署が実施する例が大半を占めている。

④身体防護着衣については、使用数量が大きいこと等から身体負荷軽減指向による独自の仕様を開発、導入する動きが一部に見られる。

⑤カバーオールについては、1回使用の都度洗濯・汚染検査を実施している。

#### 2) 開発ニーズ及び動向

使用者側の開発ニーズは呼吸用保護具に対する改善要求が強く、要求内容は作業性の向上、快適作業指向に重点が置かれている。具体的には①装着時の暑さ、息苦しさ

及び圧迫感の解消、②個人眼鏡の使用、③会話機能の充実、④使用時間の延長（電動ファン方式）等が挙げられる。身体防護着衣に対する改善要求は①体温上昇の抑制、②発汗防止、通気性向上③耐水性向上、④機動性確保等が挙げられる。

これらに対する供給者側の開発動向は、身体防護着衣については、素材メーカーから新素材の供給が行われることにより多機能、多種の製品が開発、改良がなされている一方で、呼吸保護具については防護性能そのものが既に放射線防護上の実質的な要求レベルを満たしている状況のもと、開発ニーズの重点である作業性、快適性に対応を図るための技術を模索している段階であると言える。

### 3. 放射線作業における被ばく低減化のための要素技術の開発状況調査

#### 3. 1 概要

再処理施設のセル内等において実施される特殊放射線作業については、高汚染、高線量率環境下での作業が主体となることから、これら作業における被ばくの低減化は放射線防護上重要である。被ばく低減化を実現するためには、線源、作業環境及び作業者に対する防護措置についての手段・方法を開発・確立するとともに、それらの低減方策が有効に機能していることを確認するための適切な放射線モニタリング技術を開発・確立する必要がある。

そこで、被ばく低減化達成のための開発要求項目を明確化させるため、関連技術分野も含め、これらの要請に応える各種要素技術の開発状況及び放射線防護への適用可能性について、本年度末を目標に最新の動向を調査している。

#### 3. 2 調査内容

本研究においては、放射線状況を直接制御することにより被ばく低減化を達成する手段・方法と、放射線状況をよりの確にモニタリングすることにより被ばく低減化を達成する手段・方法の2つの観点から開発展開を実施することとし、以下に示す系統分類による調査を進めている。また、調査にあたっては、より広範囲に渡り要素技術に関する知見を得るため、関連技術を有する一般産業界についても調査対象範囲として取り組んでいる。

##### 1) 直接的被ばく低減化技術

- ①作業環境中の線量当量率低減のための遮へい体に関し、設置、取り外しに係る作業者の被ばく低減の観点からの、簡易設置タイプの遮へい体の技術開発動向
- ②放射性除染剤に関し、身体影響の軽減の観点からの、市販の洗浄剤（皮膚洗浄剤、皮膚保護剤、一般化粧品等）の適用の可能性
- ③放射線作業用防護具に関し、労働安全衛生的観点からの身体負荷／防護性能評価方法及び他の産業界（遺伝子工学施設、精密工学施設等）での身体防護の実態
- ④汚染物の封じ込め、固定化技術（コンテインメント）に関し、作業性の向上の観点からの、他の産業界における関連技術（クリーンルーム、金属／プラスチック表面処理等）の適用の可能性

##### 2) 間接的被ばく低減化技術

- ①放射線モニタリングに関し、3次元線量率分布の把握、リアルタイム被ばく監視等の観点からの、関連要素技術（位置検出システム、データ処理／解析システム等）の適用の可能性

本調査については、今年度末を目処に集約を図る。

### 4. 今後の開発展開

放射線環境下において、外部被ばく、内部被ばく、身体汚染防護のための装備を身に着けての作業は、精神的にも、肉体的にも過酷な条件のもとでの労働である。防護性能がある程度のレベルに達した現状にあっては、身体負荷軽減がもたらす能率の向上が、作業時間の短縮による被ばくの低減化への展開手段として有効であり、除染、遮へい、線源封じ込めの適切化による放射線環境改善をも含めた防護方策の確立が、今後の取り組み課題となる。

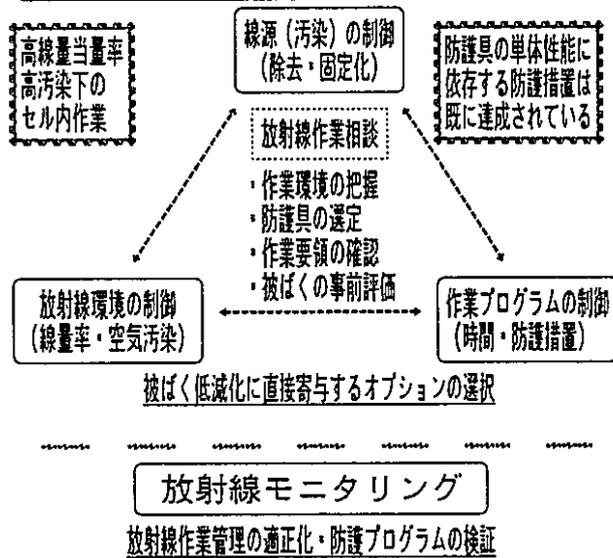
上記調査結果を踏まえ、定着して久しい再処理施設の特殊放射線作業における放射線防護方策について、身体負荷軽減指向に係る被ばく低減化のための開発要求項目の整理・抽出を図り、特殊放射線作業管理／防護体系への組み入れを考慮した開発展開を実施していく。

研究開発等成果報告会

# 放射線作業における被ばく低減化のための 要素技術の開発状況について

安全管理部 放射線管理第二課

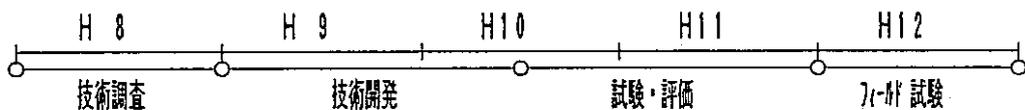
## 放射線作業における被ばくの低減化に係わる研究



## 本課題の構成及び狙い

- ① 遮へい等による被ばくの低減化に関する研究
  - ・被ばく低減に効果的な遮へい体の開発
  - ・セル内等の高汚染付着物、身体汚染除去等に有効な除染剤の開発
- ② 身体負荷の軽減による低減化に関する研究
  - ・身体負荷の軽減(作業効率の向上)により被ばくの低減化を図るための防護具等の開発
- ③ 被ばく管理による被ばくの低減化に関する研究
  - ・モニタリング方法の高度化により被ばくの低減化を図るための被ばく監視装置等の開発

## 研究開発スケジュール



## 報告内容

\* 放射線作業用防護具の使用実態と  
開発要素に係る検討結果

\* 放射線作業における被ばく低減化の  
ための要素技術の開発状況

### 放射線作業用防護具の使用実態と開発要素に係る検討

#### 【目的】

特殊放射線作業 : 作業環境が高汚染、高線量当量率



呼吸保護具/身体防護着衣の装備

装着による身体負荷（作業の阻害要因）

通気性低下 発汗過多 体温上昇 会話制限  
重量負担 視野の低下 行動抑制、能率低下



そこで、身体負荷の軽減を考慮した防護具の確保を目的として、  
放射線作業用防護具に係る使用実態・開発動向の調査を実施

【調査方法】

「アンケート：25施設 11メーカー、 訪問調査：5施設」

1 防護具の使用実態

- ・種類、配備状況
- ・導入選定基準
- ・付加機能（会話設備、視界）
- ・貸与形態/方法
- ・除染/洗浄の頻度
- ・取扱教育方法

2 防護具等の使用上の問題点

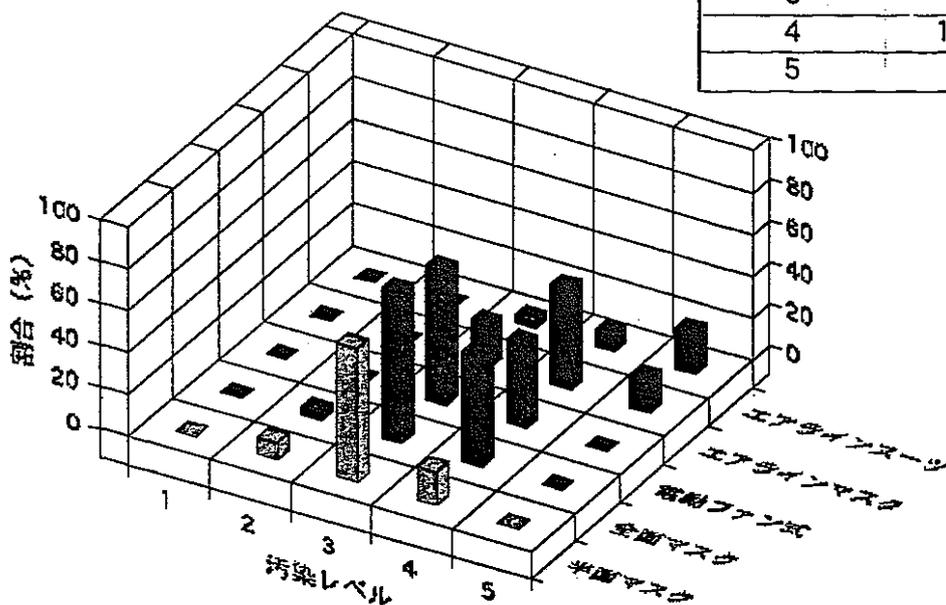
**呼吸保護具**  
 息苦しさ/暑苦しさ/圧迫感  
 重さ/防護性能/装脱着性/視野  
 会話機能/除染性/コスト

**身体防護着衣**  
 暑苦しさ/重さ/装脱着性  
 機動性/減容化廃棄/耐汚染性  
 洗濯再使用性/コスト

【調査結果】

1. 呼吸保護具の配備状況

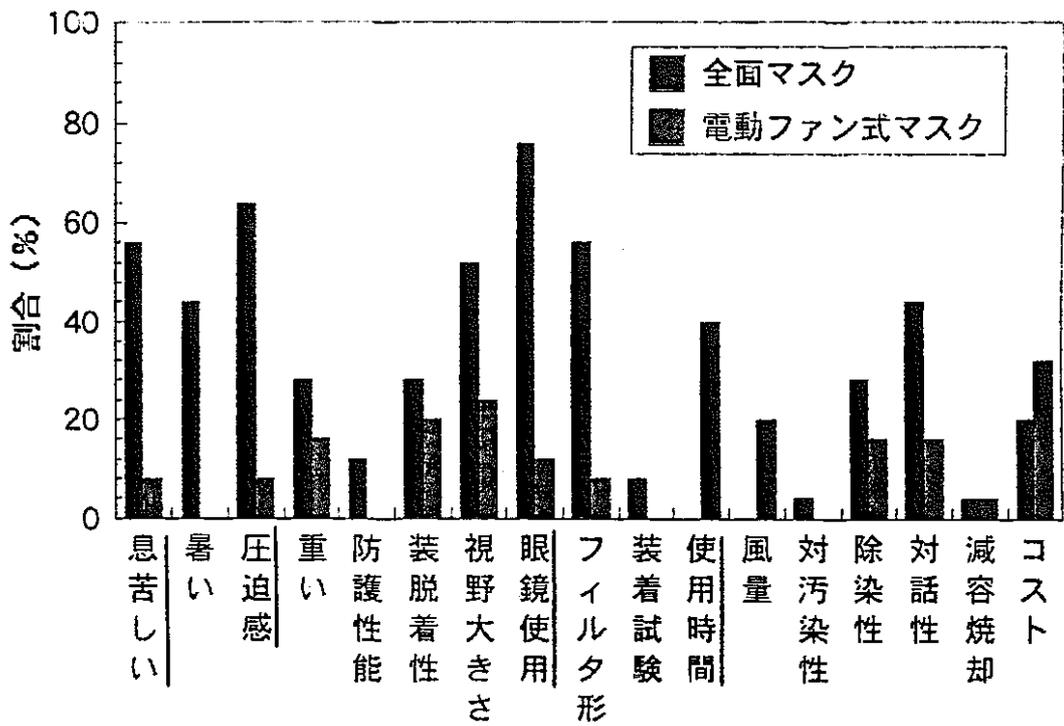
汚染レベル	(DAC)の倍数
1	—
2	<1
3	1~10
4	10~100
5	>100



### ●フードマスク



### 呼吸保護具の使用上の問題点



【使用上の問題点・改善取り組み状況のまとめ】

ユーザーの問題点意識  
メーカーの改善の方向性



「防護性能」から「快適機能」へ移行

呼吸保護具

- ・ 全面マスクに対する開発ニーズが高いものの、供給側の開発指向は電動ファン式マスクへ移行。

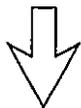
身体防護着衣

- ・ 熱さに対する開発ニーズが高い。
- ・ ニーズに比べて、開発意欲が高い（素材メーカーにおける新素材開発）。

放射線作業における被ばく低減化のための要素技術の開発状況

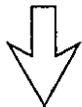
【目的】

特殊放射線作業 : 高汚染、高線量率環境・・・防護上管理が重要



さらなる被ばく低減化の達成

- ・ 新たな放射線防護方策の導入（防護・測定技術の刷新）
- ・ 新規発想による開発展開（負荷の軽減・時間短縮）



開発要求項目の明確化のため、関連技術分野も含めて、各種要素技術の開発状況と、放射線防護方策への適用可能性を調査・検討

【検討項目】

# 直接的被ばく低減化技術

- 1) 設置・取り外し時の被ばく低減化を考慮した遮へい体
- 2) 身体影響低減を考慮した、市販洗浄剤等の放射性除染剤としての適用性
- 3) コンテインメント（汚染物封じ込め）に係る現状における実用化技術及び関連分野技術の適用性

# 間接的被ばく低減化技術（放射線モニタリング技術）

- 4) 放射線モニタリング技術の向上のための、適用可能技術の開発動向

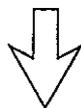
関連する他の産業界をも含めた利用実態、開発状況を考慮

【検討状況 # 直接的被ばく低減化技術】

- 1) 設置・取り外し時の被ばく低減化を考慮した遮へい体の開発

放射線作業における、セル内立入り作業者のための外部放射線の防護

高線量当量率下での遮へい体設置・・・設置作業に伴う被ばく低減  
廃棄物発生量の低減



設置に要する作業量、作業時間の短縮化  
遮へい廃材の廃棄の容易化

フレキシブル型配管遮へい用具（ワンタッチ取り付け）  
可搬型遮へい壁（キャスター移動方式）  
液状遮へい素材（水、スラリー状遮へい壁）

【検討状況 # 直接的被ばく低減化技術】

2) 身体影響低減を考慮した、市販洗剤等の放射性除染剤としての適用性（硝酸Pu考慮）

- ・放射性除染剤の現状調査（RI施設、医療機関）
  - \* 使用している除染剤の種類及び使用方法
  - \* 除染対象核種
  - \* 補充・交換頻度
  - \* 使用上の問題点（開発要求項目）
- ・市販洗剤の適用性調査（主要成分、効能）
  - \* 台所用洗剤（マイルド化、泡ぎれ・・・手、足部の除染） 14種
  - \* 殺菌消毒剤（ハンドソープ、薬用石鹼・・・傷口の除染） 4種
  - \* 洗顔剤（クレンジング、スクラブ、パック効果・・・角質除去） 45種
  - \* 浴用洗剤 \* 洗眼液、鼻腔洗浄液 \* 皮膜形成型汚染防護クリーム

【検討状況 # 直接的被ばく低減化技術】

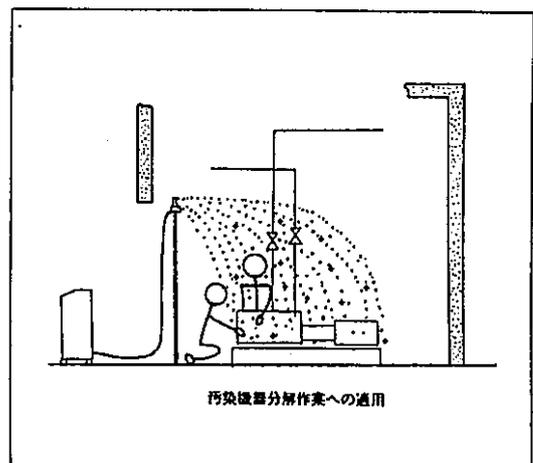
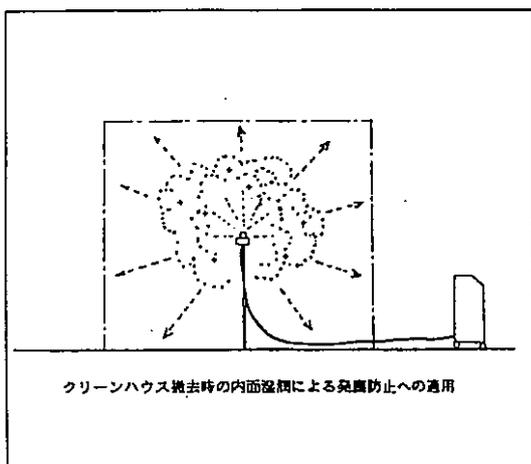
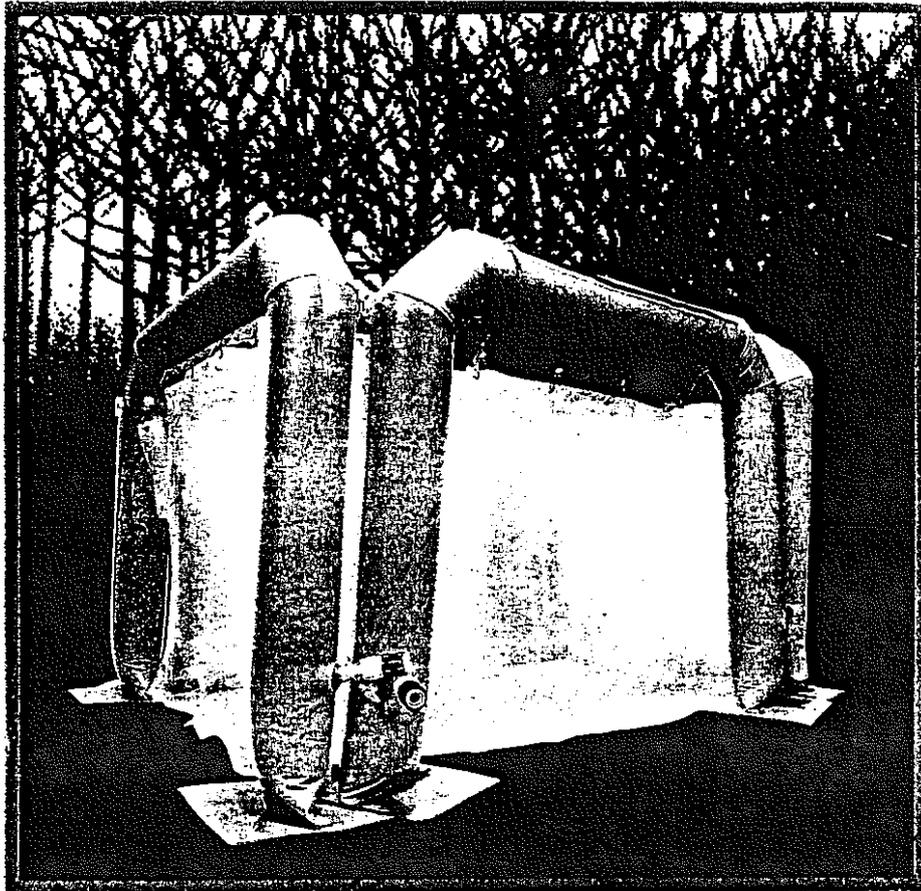
3) コンテインメント（汚染物封じ込め）に係る実用化技術及び関連分野技術の適用性

現状における実用化技術調査

- \* 湿潤化による固定                      ・・・帯電、界面活性剤の噴霧
- \* 塗膜等による固定                    ・・・定着剤処理、剥離塗膜
- \* 作業空間の封じ込め                 ・・・G/H 支柱等の適合材質
- \* 対象機器の封じ込め                 ・・・簡易G/B、簡易フード

関連分野技術の適用性調査

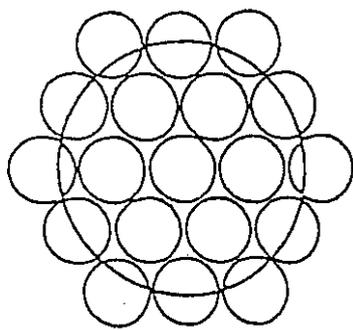
- \* 局所的空調制御技術                ・・・トルネード換気、エアカーテン  
たばこの煙の制御技術
- \* クリーンルーム関連技術            ・・・エアシャワー、エアジェット
- \* 剥離型塗料の開発状況                ・・・新車の塗装面保護用の剥離塗料
- \* 表面処理技術                         ・・・ライニング、コーティング  
テフロン、シリコン系塗料



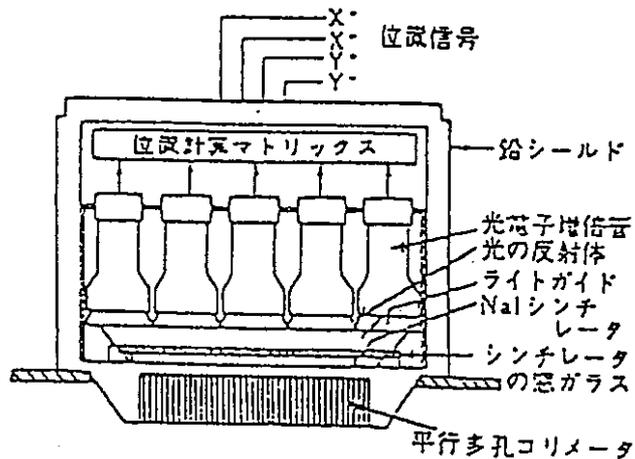
【調査状況 # 間接的被ばく低減化技術】

4) 放射線モニタリング技術の向上のための、適用可能技術の開発動向

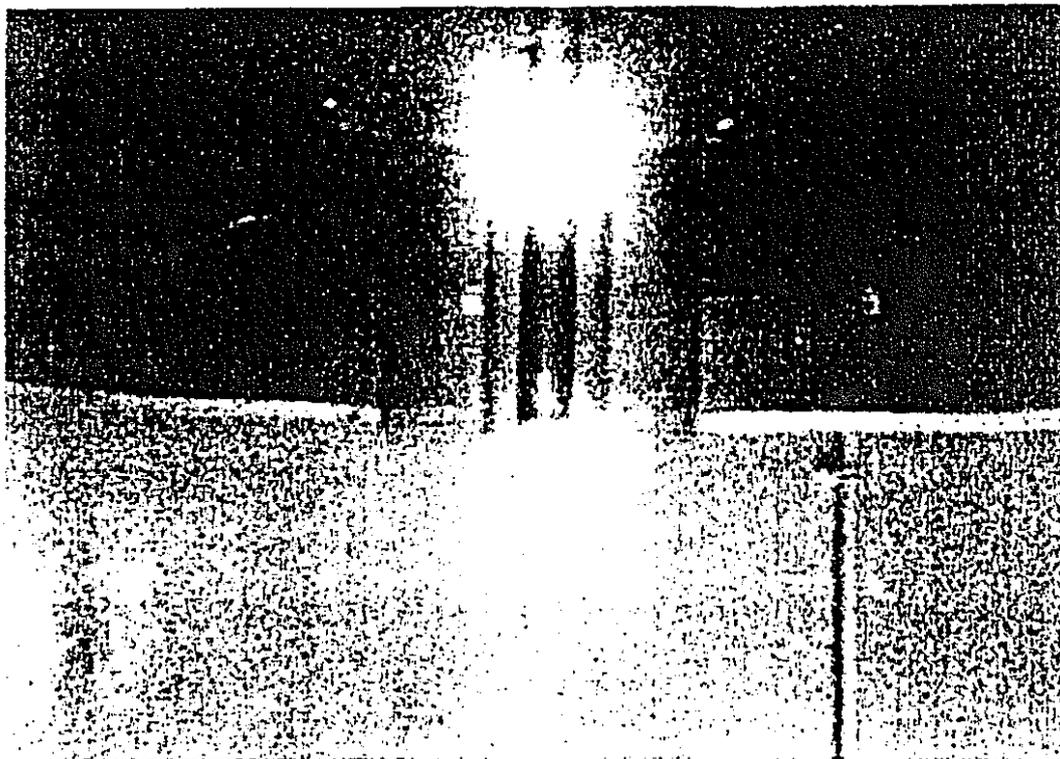
<p>作業者の個人モニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 遠隔監視</li> <li>* リアルタイム処理</li> </ul>	<p>作業環境のモニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 3次元線量率分布把握</li> <li>* シミュレーション</li> </ul>
<p>関連要素技術調査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 位置/距離計測                     <ul style="list-style-type: none"> <li>* 徘徊検知システム</li> <li>* レーザー計測技術</li> <li>* GPSシステム</li> </ul> </li> <li>・ 画像イメージング処理                     <ul style="list-style-type: none"> <li>* CCDカメラ</li> <li>* <math>\gamma</math>カメラ</li> <li>* 放射線可視化技術</li> </ul> </li> </ul>	



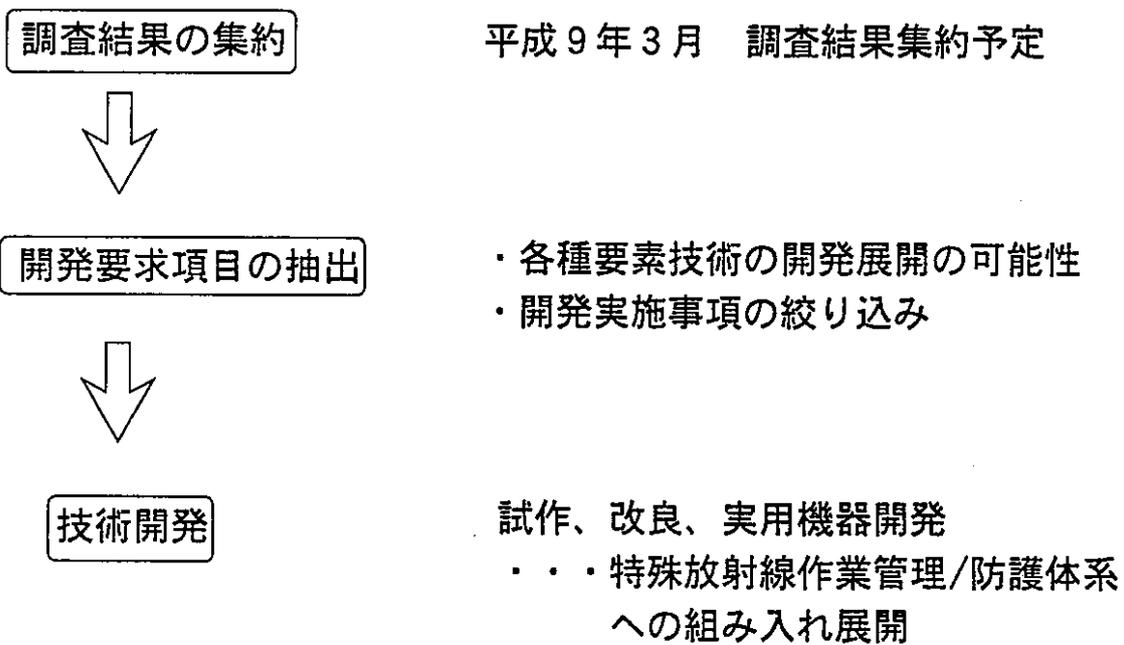
$\gamma$ シンチカメラ



検出器部の構造



【今後の開発展開】



## 5. 再処理工場における放射線作業管理 システムの構築と運用実績

安全管理部 放射線安全課  
米澤 理加

## 再処理工場における放射線作業管理システムの構築と運用実績

安全管理部 放射線安全課

○米澤 理加 作山 光広 星野 勝人 川崎 位  
水庭 春美 江尻 英夫 石田 順一郎

### 1. はじめに

動燃東海再処理工場における被ばく線量の即時把握や放射線作業管理の効率化・高度化を図り、被ばくの低減化につなげていくことを目的として、放射線作業の計画や実施段階での各種放射線管理データを計算機に取り込み、リアルタイムに処理できる放射線作業管理システムを構築し、導入した。

本システムは、平成5年度のデータベースの構築、データ入力の検討に始まり、3か年に渡り各種データ処理機能の構築、警報付き個人線量計（APD）自動読み取り装置の導入まで進め、平成8年4月から本格運用を開始した。

### 2. システム構成

本システムは、各種データ処理・管理を行う計算機とその端末を中心に、APDの警報設定・読み取りを行うAPD自動読み取り装置、計画書等のデータ入力を行うテキストリーダ、APD自動読み取り装置の操作ミスや異常を知らせるメッセージプリンタ、各種帳票を打ち出すプリンタから構成される。

### 3. システム活用法

#### (1) 作業計画時

- ・過去の同一・類似作業結果を検索し、放射線状況や被ばく実績等を反映できる。
- ・重複した作業に従事しても、規定等で定められた線量当量を超えないような計画を立案できる。
- ・放射線状況等を入力し、適切な呼吸保護具の選定を行える。

#### (2) 作業実施時

- ・作業ステップごとのデータ解析・評価が瞬時に行え、作業担当課にも提供できる。
- ・被ばく線量を読み取り後、瞬時に集計・処理できるので、計画や規定等で定められた線量当量を超えて作業に従事させないような管理を行える。
- ・個人ごとに、各作業・ステップに応じた警報設定ができる。
- ・作業員自身が、1回ごとの被ばく線量をAPD読み取り時に確認できる。

#### (3) 放管データの自動処理

- ・各種データの自動処理によって、作業・期間・所属等をキーワードにしたデータ集計・処理が容易に行え、工場全体での作業や被ばく実績を解析できるとともに、年報や四半期報等に反映させることができる。

## 4. 各種処理機能

### (1) 過去データの検索

作業計画・相談時には、過去に実施された作業の結果を容易に反映できるように同一・類似作業検索機能を構築した。

本機能は、作業計画番号や作業件名、作業場所等の様々な項目の中からキーワードで検索し、被ばく結果や放射線状況等の作業概要を「同一作業評価表」として得る。また、これをもとに得られた計画番号をキーとして詳細に放射線状況の変化グラフや形態別実効線量当量グラフ等を得ることができる。

### (2) 形態別実効線量当量評価グラフ

作業における被ばく解析・評価をより細かく、詳細に行うために「作業形態別実効線量当量評価グラフ」表示機能を構築した。

本グラフは、1作業を作業種別を考慮して12に分類した作業形態で評価したグラフ、1形態を作業段階を考慮して8に分類した作業項目で評価したグラフの2種類があり、視覚的にも容易に評価できる。これによって、計画値の妥当性を判断し、次回以降の作業ではこの結果をもとに、被ばく防止・低減化策を検討し、反映させていくことができる。

### (3) 計画線量当量の管理

作業実施において、被ばく計画値には0.8の管理率を乗じて計画値を超えないように管理している。

被ばく実績は、APDを使用するごとに計算機に読み込まれ、自動集計されている。この実績を計画値や各種規定・基準類と比較し、計画値等を超えるおそれのある場合には、超えない範囲で自動警報設定できるようにした。

### (4) データの有効活用

本システムに入力する作業件名や被ばく値、放射線状況等の各種データは、自動処理され、各種帳票や評価グラフ等に反映され、各種報告書の作成や被ばくの低減化に対する助言・指導に活用している。

## 5. 成果

本システムの構築によって得られた成果としては、

- (1) 各種データをデータベース化することによる同一・類似作業検索を容易にし、作業計画や相談に反映しやすくなった。
- (2) APDの警報設定・読み取り、被ばく実績の集計・管理を自動で行えるようになり、被ばく管理の効率化・高度化を図ることができた。
- (3) 作業を細かく分類した被ばく結果が瞬時に集計されるようになり、データ解析・評価が容易に、また、適時行えるようになった。

## 6. まとめ

本システムから得られる情報を有効に活用し、作業計画・実施に反映させ、被ばく推定精度の向上並びに被ばく低減化を図っていく。

## 再処理工場における放射線作業管理 システムの構築と運用実績

放射線安全課

### 放射線作業管理システム導入目的

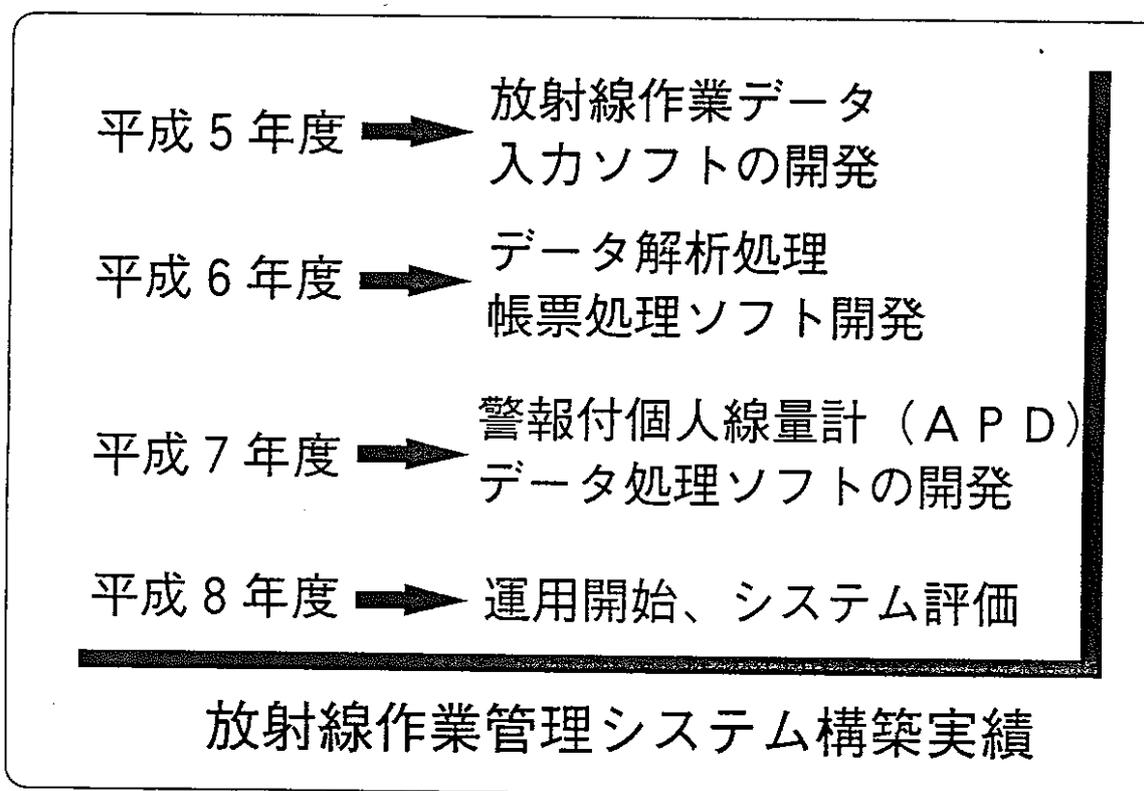
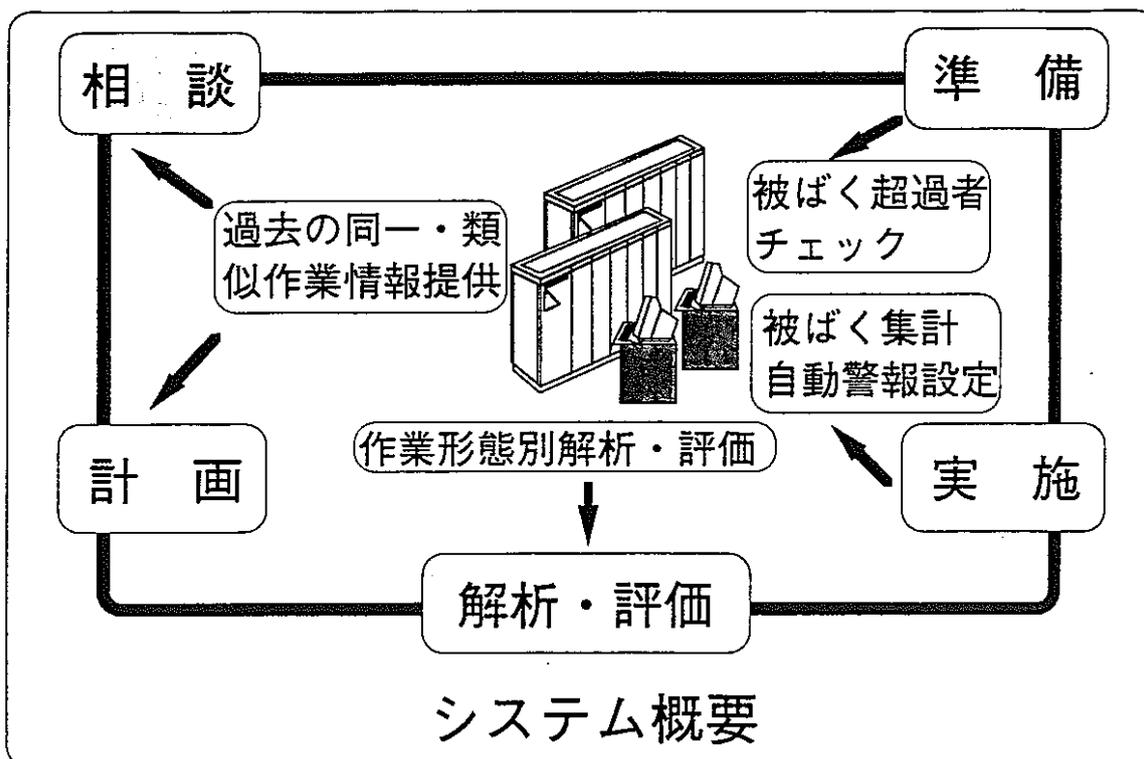
- (1) 特殊放射線作業の計画・実績のデータベース化
- (2) 作業に伴う個人被ばく線量管理の効率化・高度化
- (3) 作業後の被ばく解析やモニタリング情報の処理

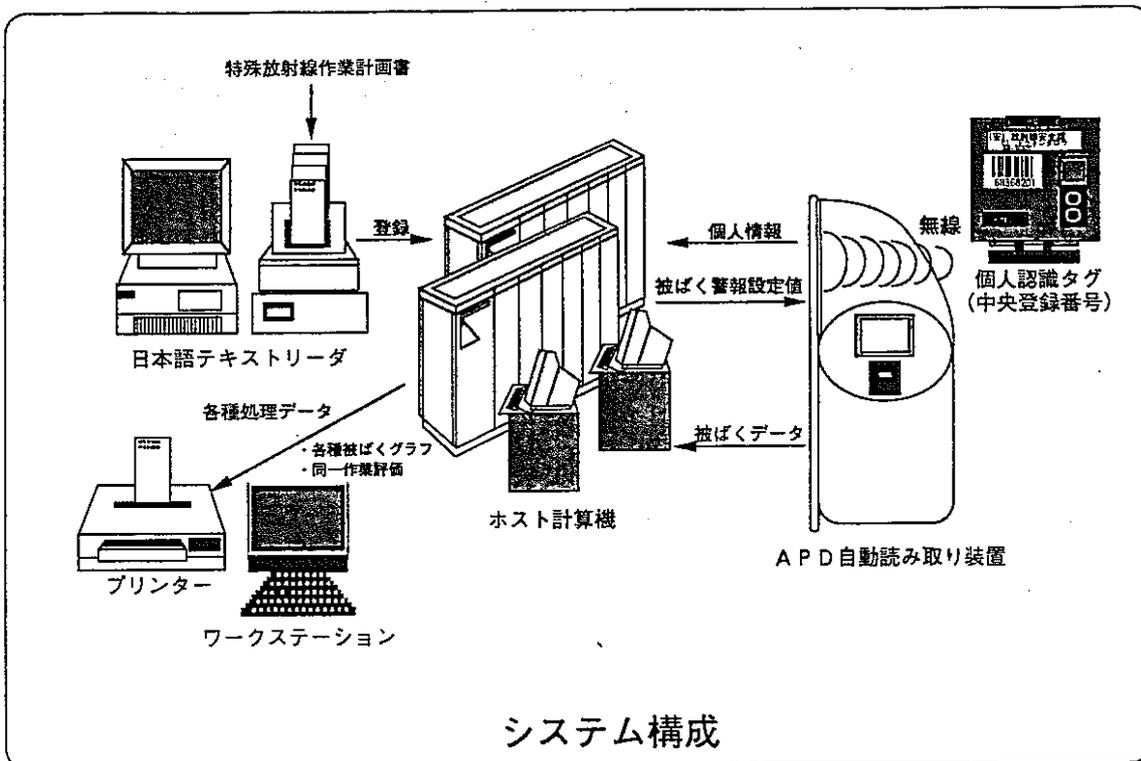
↓

同種次作業計画への反映

↓

被ばく低減化





### 過去データ検索

作業計画番号	S2-放安課-93-123			13 作業 業
作業期間	1993年 7月1日 ~ 1993年 9月29日			
作業件名	245槽類換気系フィルタ交換作業			
建屋・部屋	MP A 3 5 9			
ユニット	2 4 5			
放射線状況	測定箇所	線 種	測定値	

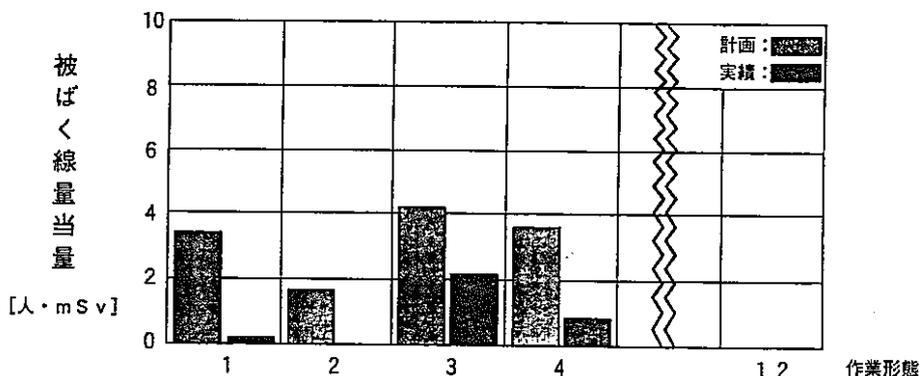
↓

- 放射線作業状況 (表面密度, 線量当量率, 空气中濃度)
- 放射線作業形態別実効線量当量評価等

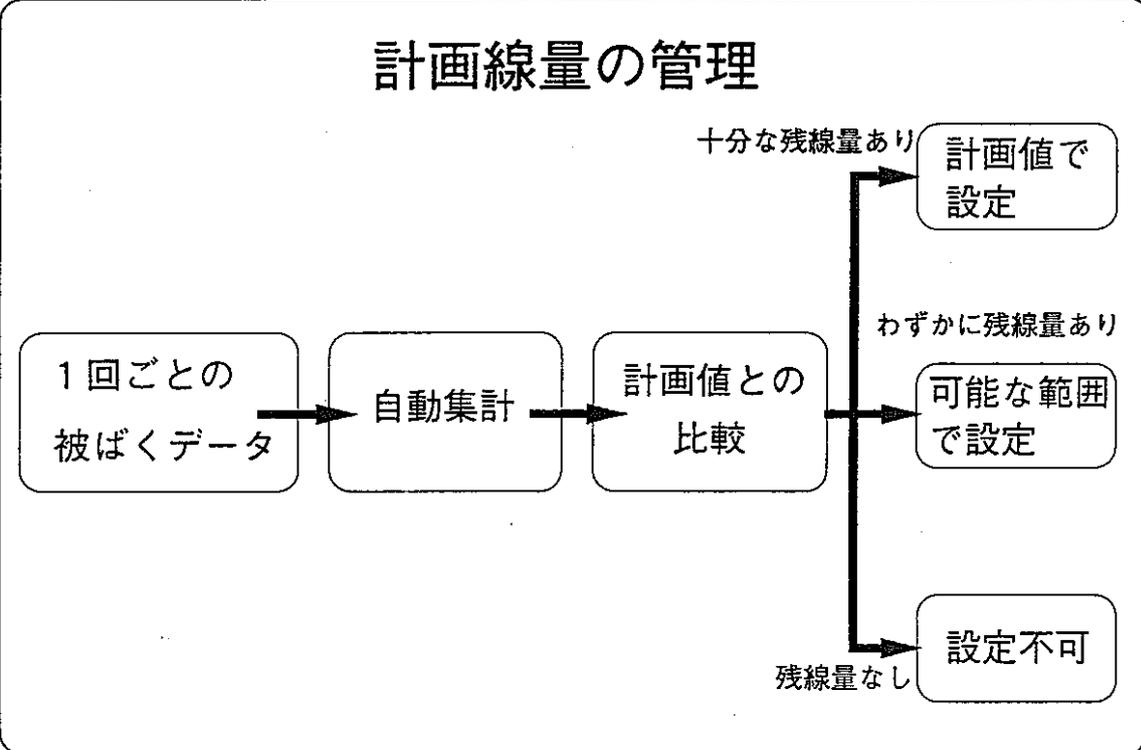
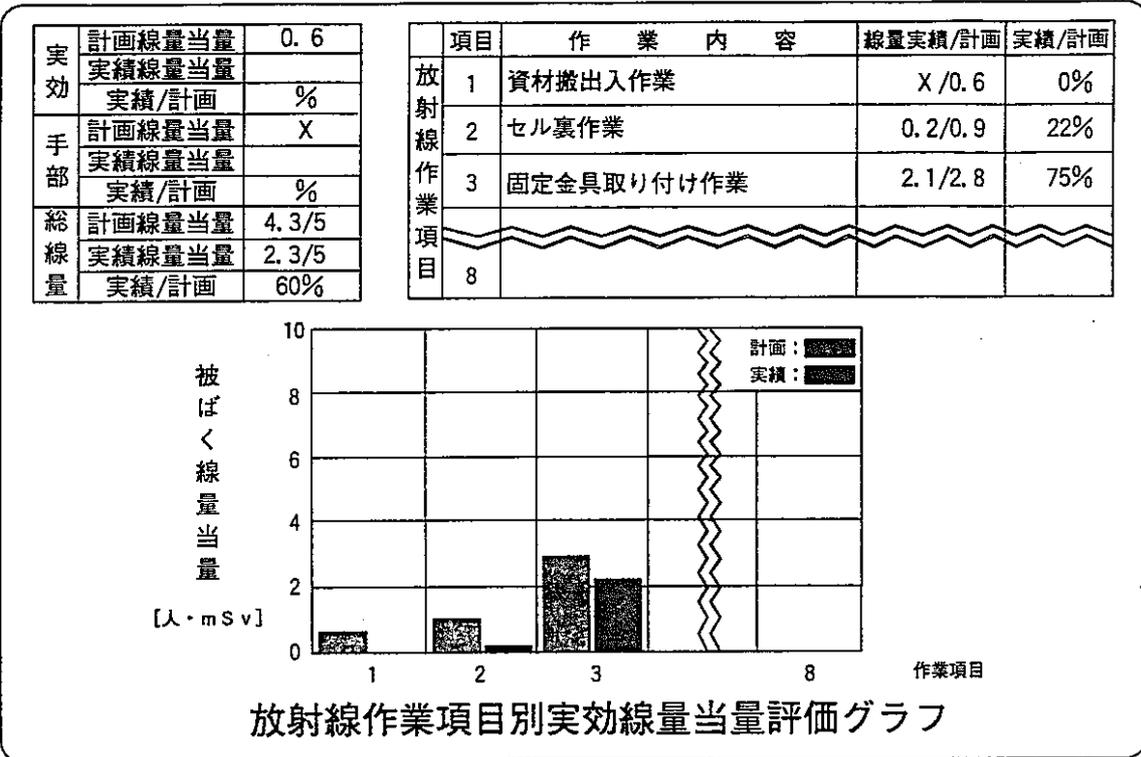
## データ解析シート

作業形態	形態名称	実人数					
	作業項目		1	2	～	8	合計
計 画	作業時間 (分)						
	入域回数 (回)						
	作業人数 (人)						
	実効 (mSv)						
	皮膚 (mSv)						
	手部 (mSv)						
実 績	作業時間 (分)						
	作業人数 (人)						
	実効 (mSv)						
	皮膚 (mSv)						
	手部 (mSv)						

実 効	計画線量当量	0.9	放 射 線 作 業 形 態	形態	作 業 内 容	線量実績/計画	実績/計画
	実績線量当量	0.7		1	現場責任者	0.2/3.2	6%
	実績/計画	78%		2	保安立会・補助作業	X/1.6	0%
手 部	計画線量当量	X		3	鉛遮へい体据え付け作業	2.3/4.2	55%
	実績線量当量			4	アクリル板・化粧板据え付け作業	1.0/3.6	28%
	実績/計画	%	1 2				
総 線 量	計画線量当量	12.6/21					
	実績線量当量	3.5/21					
	実績/計画	30%					



放射線作業形態別実効線量当量評価グラフ



## 放管データの自動処理

### 入力データ

- ・ 作業件名
- ・ 作業期間
- ・ 作業概要
- ・ 作業項目ごとの被ばく値
- ・ 放射線状況
- ⋮

自動処理



### 出力データ

- ・ 作業報告の作成
- ・ 四半期報、年報の作成
- ・ 課、任意範囲ごとの被ばくグラフ
- ・ 同一同類作業評価
- ・ 作業ごとの被ばく値
- ・ 個人ごとの被ばく値
- ⋮

## まとめ

過去データの検索が容易にできる  
被ばく管理の効率化、高度化が図れる  
データ解析・評価が容易にできる



作業計画・実施時に反映



推定精度の向上・被ばくの低減化

## 6. 大気放出放射性物質の沈着に関する研究

安全管理部 環境安全課  
中野 政尚

# 大気放出放射性物質の沈着に関する研究

安全管理部 環境安全課  
○中野政尚、渡辺均、清水武彦  
片桐裕実、赤津康夫

## 1. 目的

原子力施設周辺住民の被ばく線量評価及び環境影響評価に資するため、大気中に放出される放射性物質の沈着についての移行パラメータを取得するとともに、放射性核種の大気環境での動態を評価することを目的とする。

## 2. 研究項目

放射性物質の沈着についての移行パラメータの取得及び動態の評価として、大気及び土壌中よう素-129(I-129)濃度のフィールドデータを取得し、これらの値から沈着速度（土壌中濃度を用いた算出を行っていることから、降雨による寄与も含む）の評価を行った。沈着速度とは、着目物質への沈着率(Bq/m<sup>2</sup>/s)を大気中濃度(Bq/m<sup>3</sup>)で除した値であり、速度の次元をもつ。

また、大気中に放出される放射性物質の乾性及び湿性による沈着の違いを評価するため、湿性（降雨時）及び乾性（無降雨時）の降下物を弁別して捕集する装置を製作し、弁別して採取した降下物中のI-129濃度と採取期間中の大気中濃度から乾性及び湿性時の沈着速度を評価した。

## 3. 実施内容

### 3.1 畑土中及び大気中I-129濃度を基にした沈着速度の算出

東海再処理工場主排気筒からの距離が異なる4地点における畑土中のI-129のフィールドデータ及び操業以来の放出実績に基づく大気拡散計算により求められた大気中I-129濃度から、乾性及び湿性沈着の寄与を含む沈着速度を求めた。畑土中I-129濃度から求めた沈着速度は0.57から0.85(cm/s)の範囲にあり、採取地点による違いは無くほぼ一定であった。なお、平均値としては $0.71 \pm 0.13$ (cm/s)であった。

### 3.2 降下物弁別捕集装置を用いた湿性及び乾性沈着速度の測定

大気中に放出される放射性物質の乾性沈着及び湿性沈着の違いを評価するため、湿性（降雨時）及び乾性（無降雨時）の降下物を弁別して捕集する装置を製作し、弁別して採取した降下物中のI-129濃度と採取期間中の大気中濃度（計算値）から乾性及び湿性時の沈着速度を評価した。

製作した降下物弁別捕集装置は2つの長方形水盤及びそれら二つの水盤上を移動できる蓋並びに降雨センサーからなっている。降雨センサーが降雨を感知すると降雨時用の水盤上の蓋が無降雨時用の水盤上へ移動する。また、降雨が終了すれば逆に動作する。

同装置を用いて乾性及び湿性沈着を分けて採取した降下物中I-129の分析は中性子放射化分析法を用いた。その結果、乾性沈着速度として0.34(cm/s)、湿性沈着速度として4.6(cm/s)が得られた。

降下物弁別捕集装置によって得られた乾性及び湿性沈着速度を土壤中I-129濃度から求める沈着速度（降雨の時期含む）と比較するため、平成3年度から平成7年度までの東海地区におけるI-129の平均的な沈着速度を算出した。乾性及び湿性沈着速度を平成3年度から平成7年度までの（無）降雨時期（降雨4,316時間、無降雨39,514時間）で加重平均を取る方法で算出したところ、平成3年度から平成7年度までの平均的な沈着速度は0.76(cm/s)となった。そのうち乾性分は0.31(cm/s)で全体の41%、湿性分は0.45(cm/s)で全体の59%であった。

### 3.2.3 結果のまとめ

降下物弁別捕集装置によって得られた乾性及び湿性沈着速度を他の研究者の値と比較してみたところ、乾性沈着速度についてはドイツのカールスルーエ再処理工場周辺で得られたWershorenの値 $0.58 \pm 0.26$ (cm/s)と同等であった。

湿性沈着速度はレインアウト、ウォッシュアウトが生成過程であることから、衝突や乱流拡散等によって起こる乾性沈着速度の10倍以上の値となった。また、降雨の時間割合では10%にすぎない湿性沈着が、平均的な沈着速度では半分以上の寄与をしていたことがわかった。

また、安全審査に用いられている沈着速度1(cm/s)を本研究で得られた値と比較してみた。畑土を用いた沈着速度の測定結果は0.57から0.85(cm/s)、降下物弁別捕集装置を用いた湿性及び乾性沈着速度を基に算出した平均的な沈着速度は0.76(cm/s)であり、安全審査に用いられている沈着速度と大差ないことが確認できた。このことから、これまで安全審査において用いてきた値の妥当性が確認された。

## 4. 今後の予定

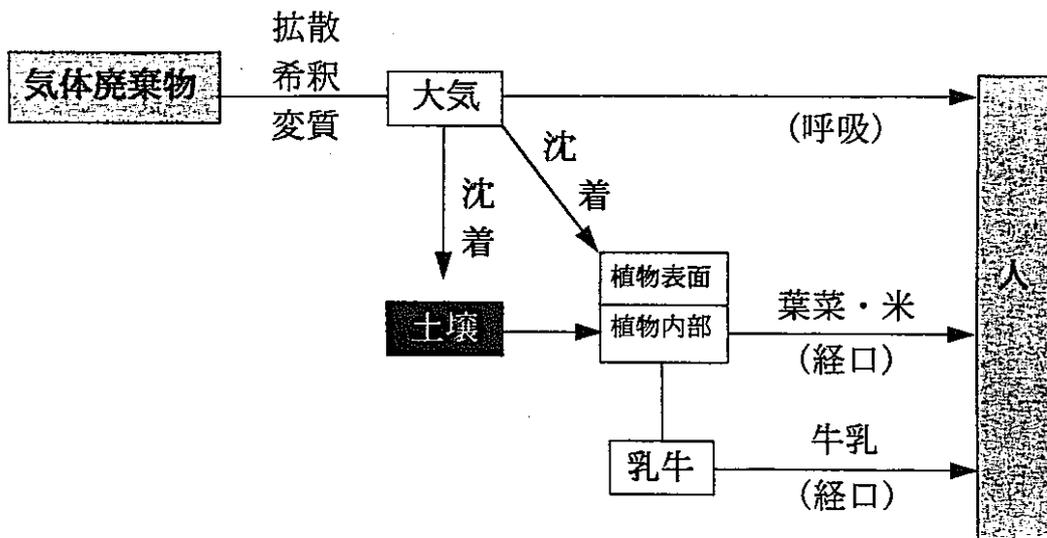
本研究で得られた結果を、緊急時環境影響評価モデルの沈着パラメータとして反映し、線量評価の精度向上を目指す。

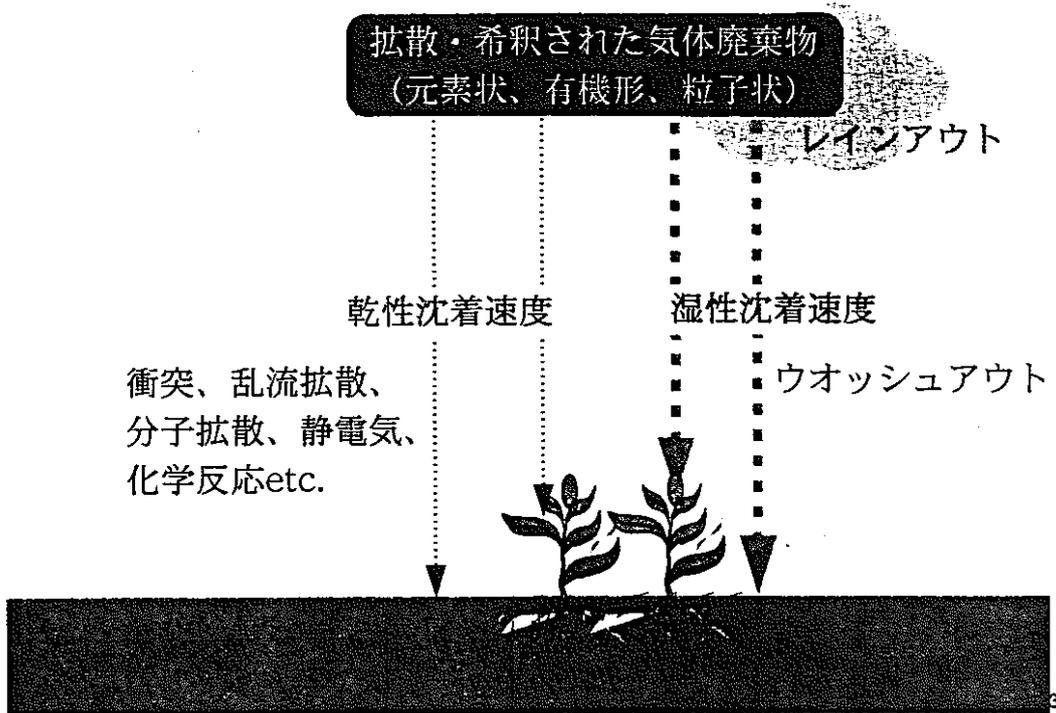
# 大気放射性物質の沈着に関する研究

安全管理部 環境安全課

中野政尚、渡辺均、清水武彦  
片桐裕実、赤津康夫

気体廃棄物中ヨウ素に係る主要被ばく経路





### 目的

フィールドデータから、より現実的な線量評価パラメータを取得し、線量当量評価技術の向上に資する。

### 検討課題

- (1) 畑土中及び大気中I-129濃度を基にした沈着速度の算出
- (2) 降下物弁別捕集装置を用いた降水時（湿性）及び無降水時（乾性）の沈着速度の測定
- (3) 沈着速度に関する考察

(1) 畑土中及び大気中I-129濃度を基にした沈着速度の算出

$$\text{I-129の沈着速度(cm/s)} = \frac{\text{畑土中I-129面濃度(Bq/cm}^2\text{)}}{\text{大気中I-129濃度(Bq/cm}^3\text{)} \times \text{沈着時間(s)}}$$

$$\begin{aligned} & \text{畑土中I-129面濃度(Bq/cm}^2\text{)} \\ = & \text{畑土中I-129濃度(Bq/kg)} \times \text{土壌混合厚(cm)} \times \text{土壌密度(kg/cm}^3\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{大気中I-129濃度(Bq/cm}^3\text{)} \\ = & \text{I-129平均放出率(Bq/s)} \times (\chi/Q)(\text{s/cm}^3\text{)} \\ & \text{測定点の } \chi/Q : \text{計算コード(CONTE)によって計算} \end{aligned}$$

再処理運転開始時から1995年12月までの  
放出量から計算した沈着速度

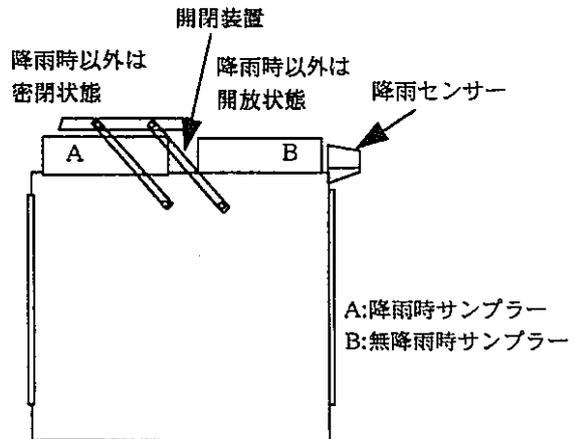
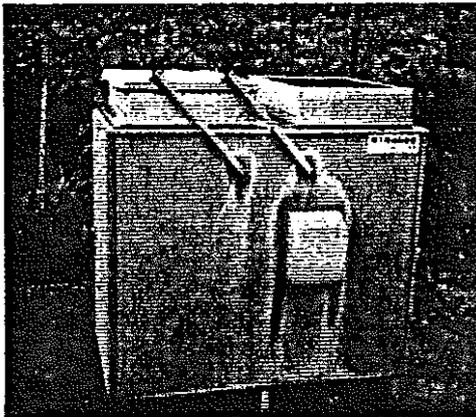
地点	沈着速度(cm/s)	
地点①	0.57±0.10	
地点②	0.84±0.13	但し、 土壌混合厚：20(cm) 土壌密度：1.2(g/cm <sup>3</sup> ) として計算した。
地点③	0.85±0.15	
地点④	0.58±0.19	

平均値 0.71±0.13(cm/s)

## (2) 降下物弁別捕集装置を用いた降水時及び無降水時の沈着速度の測定

### 降下物弁別捕集装置

降雨センサーにより降雨を感知し、湿性沈着した降下物と乾性沈着した降下物を弁別して捕集する。



### 沈着速度の計算

I-129の沈着速度(cm/s)

$$= \frac{\text{湿性or乾性降下物中I-129濃度(Bq)}}{\text{大気中I-129濃度(Bq/cm}^3\text{)} \times \text{採取時間(s)} \times \text{採取面積(cm}^2\text{)}}$$

※放出状況及び気象状況からの計算値

乾性沈着速度  
0.34(cm/s)

湿性沈着速度  
4.6(cm/s)

## 平均的な沈着速度の計算

$$\begin{aligned} & \text{平均的なI-129沈着速度(cm/s)} \\ & = \text{乾性沈着速度} \times \frac{\text{無降雨時間}}{\text{着目時間}} + \text{湿性沈着速度} \times \frac{\text{降雨時間}}{\text{着目時間}} \end{aligned}$$

着目時間：平成3年度から平成7年度まで

着目時間 = 43,830時間 無降雨時間 = 39,514時間 降雨時間 = 4,316時間	→ <u>0.76(cm/s)</u> 内訳：乾性0.31 (41%) : 湿性0.45 (59%)
---	--

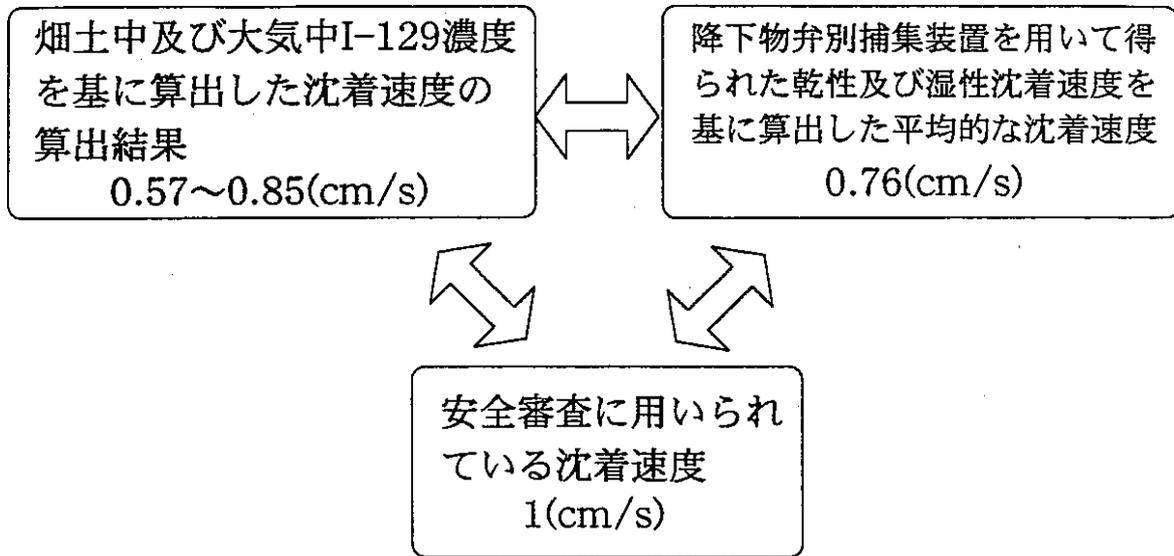
### (3) 沈着速度に関する考察①

	本研究	文献値
乾性沈着速度	0.34(cm/s)	0.58±0.26(cm/s) <sup>Wershoren</sup> (カールスルーエ)
湿性沈着速度	4.6(cm/s)	なし

湿性沈着速度は乾性沈着速度の10倍以上

平均的な沈着速度においても半分以上の寄与

### (3) 沈着速度に関する考察②



安全審査値の妥当性が確認された

## まとめ

- (1) 湿性沈着速度は乾性沈着速度の10倍以上であり、平均的な沈着速度においても半分以上の寄与をもたらしていることがわかった。
- (2) 安全審査に用いられている沈着速度は東海地区においては、妥当な値であることが確認された。

## 7. 環境試料（水試料）中の<sup>63</sup>Ni分析法の開発

安全管理部 環境安全課  
小坪 直樹

## 環境試料（水試料）中の $^{63}\text{Ni}$ 分析法の開発

安全管理部 環境安全課

○小坪 直樹、宮河 直人、片桐 裕実、  
赤津 康夫

### 1. 目的

Niは天然に5つの安定同位体が依存しており、この安定同位体が原子炉内で中性子により放射化されると放射性及び安定のNi同位体が生成される。この内、最も環境影響評価上重要な核種は $\beta$ 線放出体であり、半減期が約100年の $^{63}\text{Ni}$ である。

$^{63}\text{Ni}$ の他にも $^{59}\text{Ni}$ や $^{65}\text{Ni}$ が生成されるが、 $^{59}\text{Ni}$ は半減期2.5時間と短いため評価上問題にはならず、また、 $^{65}\text{Ni}$ は半減期が75,000年と非常に長いものの生成量は極めて少ないため重要度は低い。

$^{63}\text{Ni}$ は、原子炉施設から生じる廃棄物処分やデコミッショニングという観点から評価すべき核種であると考えられており、その移行経路としては、土壤中における移行や地下水中への浸透等が挙げられる。

そこで、本研究では土壤中における濃度レベルを測定できる分析法の開発を最終目標とし、まず、マトリクス組成が単純な水試料の分析法を開発した。

### 2. 実施内容

#### 2.1 これまでのNiに関する分析法の概要

日本工業規格には「工業排水中の安定Niの測定法（JIS K0102）」という項目で安定Niの分析法が規定されている。この方法は比色測定を行うための発色剤としてジメチルグリシム（DMG）を添加することから、測定器として液体シンチレーションカウンタを用いる放射能分析にそのまま適用することはできない。また、液体シンチレーションカウンタ測定上妨害となる $\beta$ 線及び $\gamma$ 線放出核種の除去についても考慮されていない。しかし、マトリクスの除去等、放射能分析にも適用可能な分離・精製工程もあるため、以上の調査結果を基に、新しい $^{63}\text{Ni}$ の分析法を開発することとした。

#### 2.2 分析法の開発と検討

今回開発した分析法は、前処理法、DMG沈殿法、塩酸系陰イオン交換法を組合せたものである。まず、3価の水酸化鉄の沈殿を生成することにより、Ce等の水酸化物の沈殿を生成する元素を除去する。続いてDMGを添加してNiのみを選択的に分離する。そして最終的に塩酸系の陰イオン交換を行うことにより、Co, Cu等の多量に存在することによりDMGと反応する元素についても除去できる。今回開発した分析法に対する検討項目を以下に示す。

(1) 液体シンチレーションカウンタで測定する上で妨害となる核種の除去試験（DF試験）

DF試験はCS, Sr, Ce, Ru, Cu, Coの5核種について実施した。その結果、いずれの核種も $1 \times 10^3$ 以上のDFを得ることができた。

(2) 本分析法における回収率の確認

試料を5検体用意し、分析回収率の変動を確認した。平均回収率は97.3と高く、また、繰り返し精度も4%と高いことが確認できた。

(3) 環境試料への適用

今回は模擬試料として再処理排水を用いた。結果は全く、本分析法の検出下限値である $1.9 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$ 未満であった。この値は科技庁の告示別表「周辺監視区域外の $^{63}\text{Ni}$ の水分濃度限度」である $7 \text{Bq/cm}^3$ を十分担保できるものであった。

## 2.3 Niレジンについての検討

マトリクス組成の複雑な土試料への適用を考え、より高いDF得るために米国のアイクロム社製Niレジンについて検討を実施した。今回実施した検討項目を以下に示す。

(1) NiレジンによるCu及びCoの除去試験 (DF試験)

Niと比較的近似した挙動を示すと考えられるCu及びCoについて、DF試験を実施した。その結果、Cuで $4.8 \times 10^2$ 、Coで $7.1 \times 10^3$ の値が得られた。この値は供沈法等と比べ特に高いものではないが、多くのマトリクス等も除去できるため、今回開発した分析法と組合せることにより、多くの元素及び核種に対して高いDFが得られるものと考えられる。

(2) Niレジンによる回収率の確認

Niレジンによる精製工程の回収率は、99.1%と高く、また、繰り返し誤差も1.09%と高かった。

## 3. まとめ

- ・水試料に対する $^{63}\text{Ni}$ 分析法が確立できた。
- ・検出下限値は $1.9 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$ であった。(供試量100ml、測定時間10分、回収率80%、B,G,8cpm,計数効率52%)
- ・今回開発した分析法に、基礎実験を行ったNiレジン法を組合せることにより、回収率を低下させることなく、元素によっては $10^5$ から $10^6$ のDFを得られることがわかった。本法は土壌中の $^{63}\text{Ni}$ 分析に適用可能であると考えられる。

## 4.今後の課題

土壌中の $^{63}\text{Ni}$ の分析法を確立するため、Fe,Al,Mg等、土壌中に多量に依存する元素の除去試験を実施する。また、土壌中には10~1000ppmの範囲で安定Niが依存しているため、担体量の検討及び比較分析法の策定を実施する。なお、測定効率の向上を図るため、カラークエンチングの補正についても検討を実施する。

# 環境試料(水試料)中の

## $^{63}\text{Ni}$ 分析法の開発

安全管理部 環境安全課 小坏 直樹

### 目的

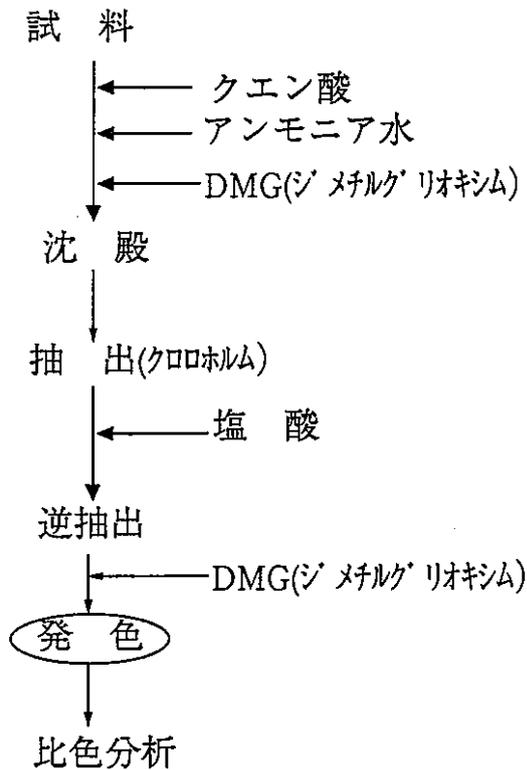
$^{63}\text{Ni}$ は、

廃棄物処分  
原子炉解体

環境評価上重要な核種。

## 中性子放射化で生成されるNi同位体

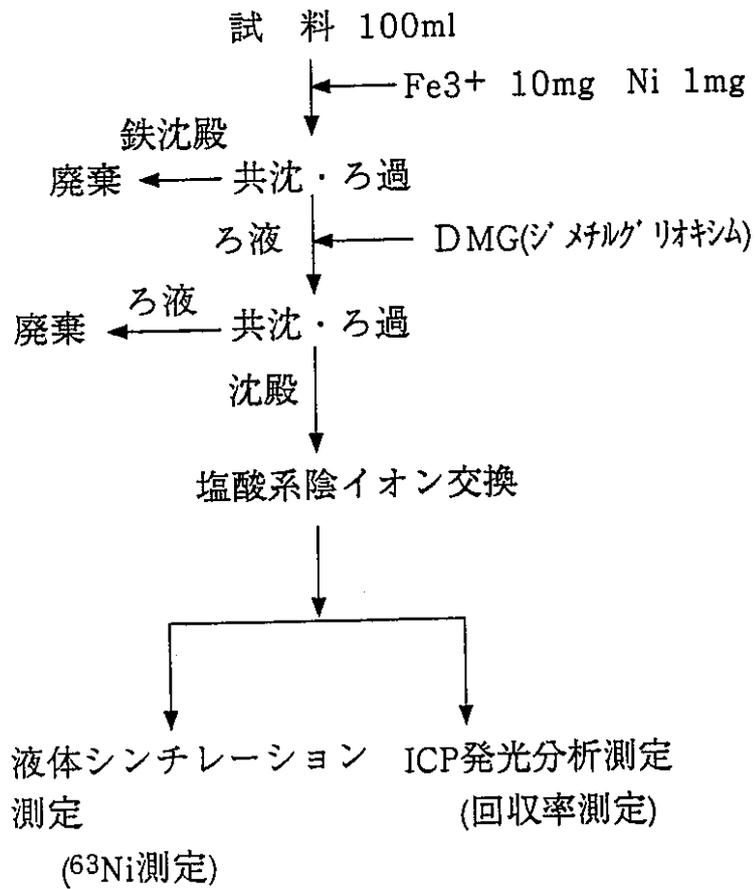
核種	天然存在率	生成物	半減期	壊変
$^{58}\text{Ni}$	68.3 (%)	$^{59}\text{Ni}$	75000y	EC
$^{60}\text{Ni}$	26.1	$^{61}\text{Ni}$	安定	
$^{61}\text{Ni}$	1.13	$^{62}\text{Ni}$	安定	
$^{62}\text{Ni}$	3.59	$^{63}\text{Ni}$	100y	$\beta$
$^{64}\text{Ni}$	0.91	$^{65}\text{Ni}$	2.5h	$\beta, \gamma$



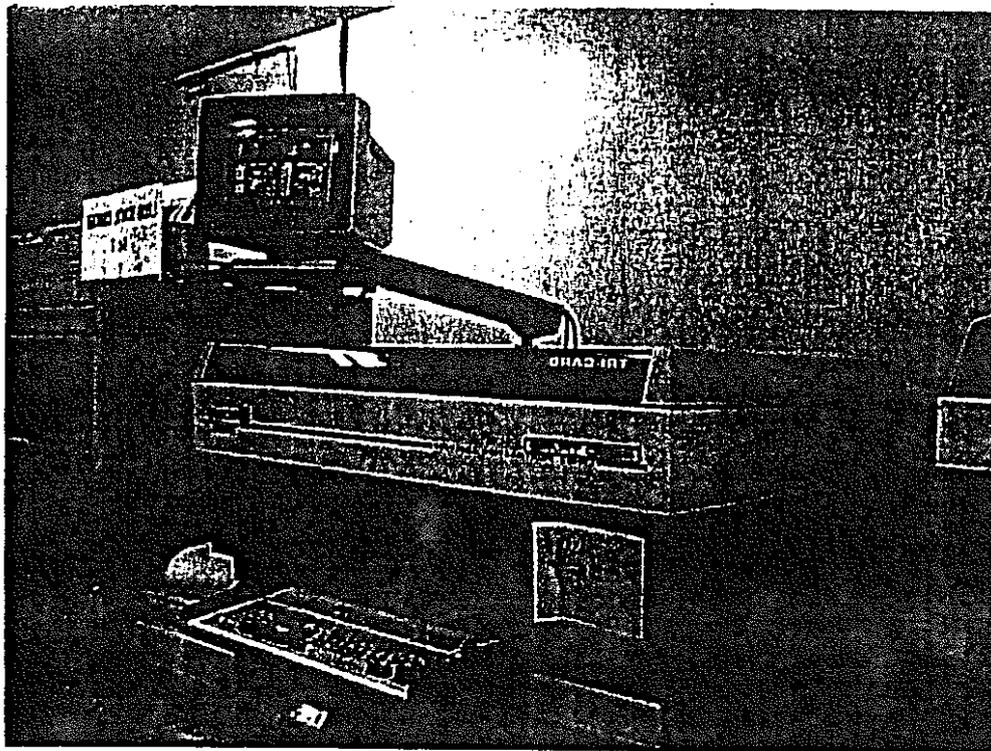
### JIS (K0102) における排水中のNi分析法

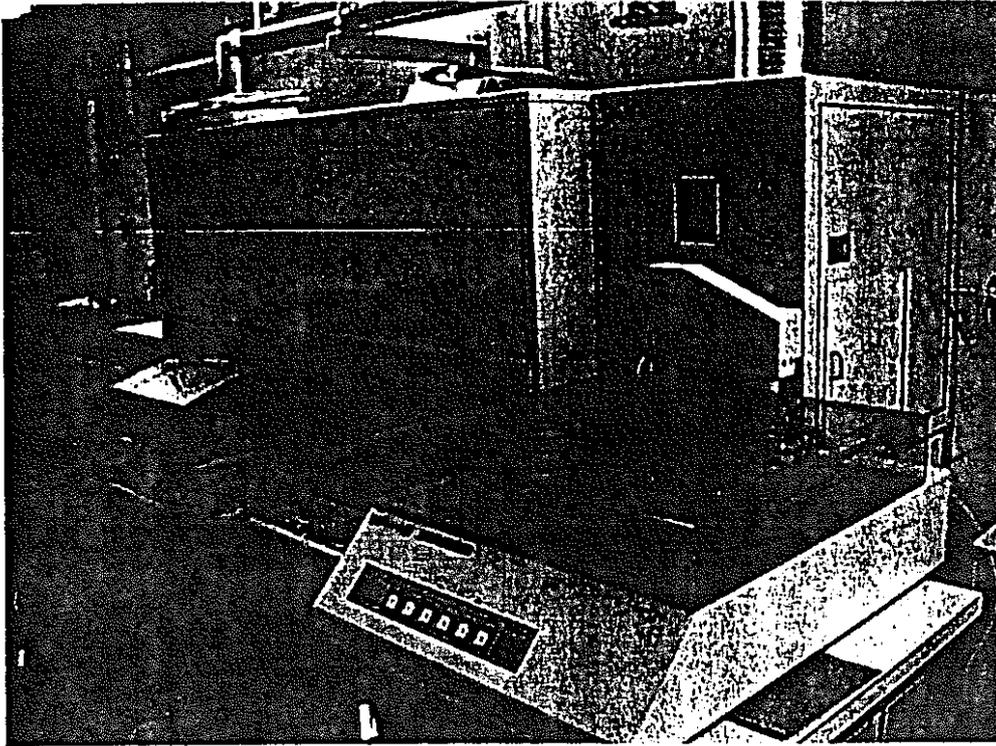
放射能測定における問題点

1. カラークエンチの問題
2. 液シン測定上妨害となる核種の除去



<sup>63</sup>Ni分析フロー





### 検討項目

#### $^{63}\text{Ni}$ 放射能測定的确立

- (1) 測定上妨害となる核種の除去試験(D.F. 試験)
- (2) 本分析法における回収率
- (3) 環境試料への適用

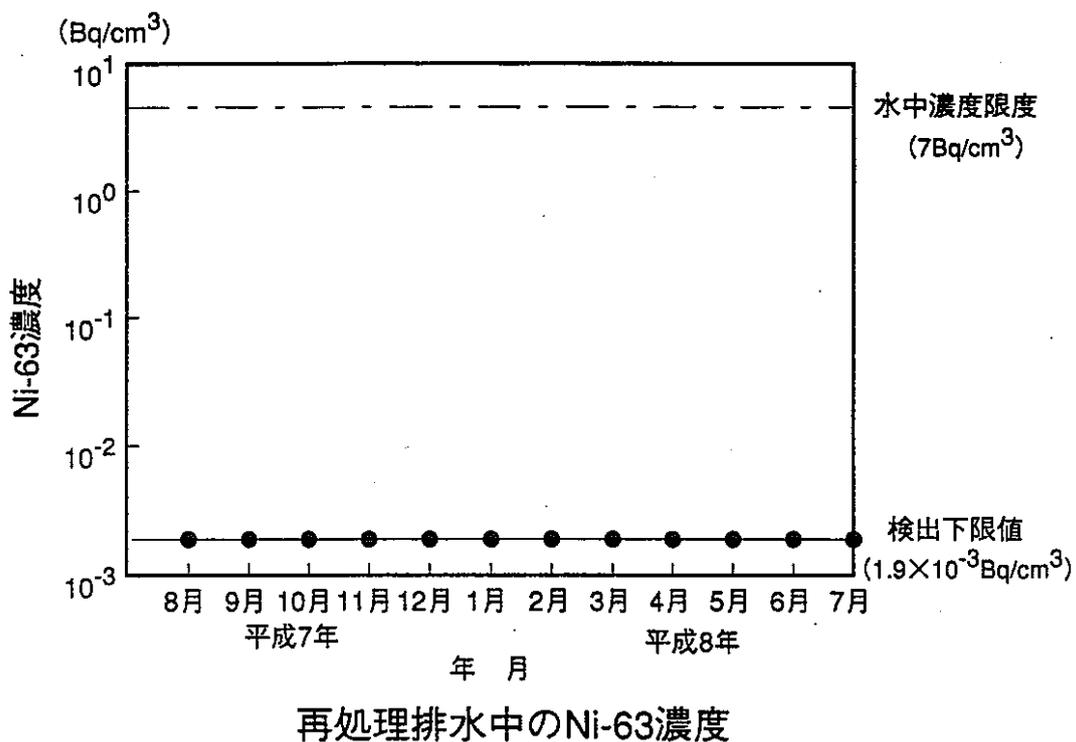
## Ni分析におけるD.F.試験の結果

目的元素	除染係数 (D.F.)
Cs	$4 \times 10^4$
Sr	$8 \times 10^3$
Ru	$4 \times 10^3$
Ce	$2 \times 10^3$
Co	$1 \times 10^3$
Cu	$1 \times 10^3$

$$* \text{D.F.} = \frac{\text{添加した量}}{\text{抽出液中の量}}$$

## 全工程における回収率 (N=5)

Sample No.	回収率(%)
1.	89.4
2.	100
3.	99.3
4.	98.0
5.	100
平均	$97.3 \pm 4.0$



まとめ①

1. 水試料中の<sup>63</sup>Niの分析法が確立できた。

2. 検出下限値は、 $1.9 \times 10^{-3}$  Bq/cm<sup>3</sup>であった。

供試量100ml、測定時間10分、回収率80%

B.G. 8cpm、計数効率52%

目的

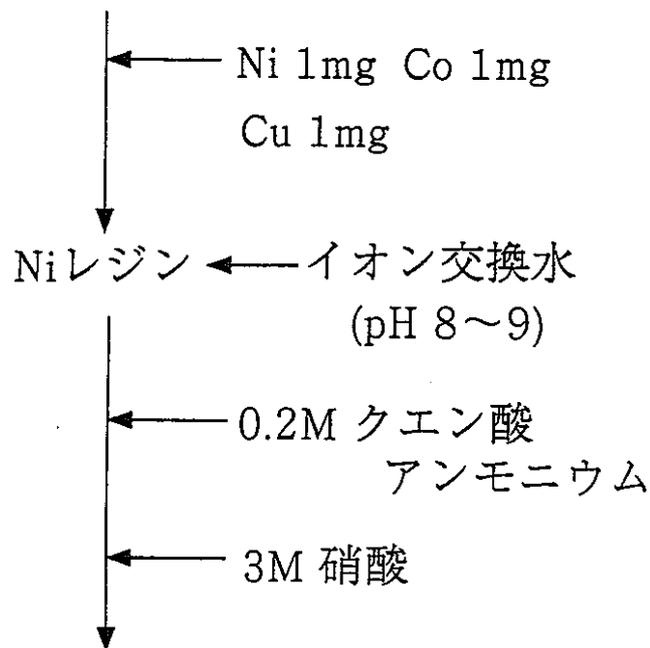
環境試料(土試料)への<sup>63</sup>Ni分析法の適用

レジンの検討項目

(1) Co、Cuの除去試験

(2) Niの回収率確認試験

試料(1M 塩酸 5ml)



ICP測定 D.F.試験  
(回収率)

Niレジン分析フロー

## NiレジンにおけるD.F.試験

核 種	D.F.
Co	$7.1 \times 10^3$
Cu	$4.8 \times 10^2$

$$* D.F. = \frac{\text{添加量}}{\text{抽出液中の量}}$$

## Co、CuにおけるD.F.試験

元素	系統分析におけるD.F.	レジンド.F.	総合D.F.
Co	$1 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	$7.1 \times 10^6$
Cu	$1 \times 10^3$	$4.8 \times 10^2$	$4.8 \times 10^5$

## Niレジンにおける回収率 (N=5)

Sample No.	回収率(%)
1.	100
2.	100
3.	98.8
4.	99.5
5.	97.4
平均	99.1±1.09

## まとめ②

1. 回収率は、99.1%であった。
2. Co、Cuについて $10^5$  から $10^6$  のD.F.値が得られた。

## 今後の課題

土壌試料中の $^{63}\text{Ni}$ 分析法の確立

- (1) Fe、Al、Mgなどの除去試験
- (2) 回収率補正法
- (3)  $\beta$ 線測定における検討

8. 中性子線ガンマ線遮蔽評価コードシステム  
(NPSS-PC) の開発・整備

安全管理部 安全技術課  
清水 義雄

## 中性子線ガンマ線遮蔽評価コードシステム（NPSS-PC）の開発・整備

安全管理部 安全技術課

清水 義雄、野尻 一郎、小田島 章

## 1. はじめに

遮蔽評価コードの開発・整備の一環として、Sn法計算コード（ANISN、DOT）による中性子線及びガンマ線の遮蔽計算を容易に行うことのできるシステム化整備を実施した。

従来、大型計算機及びワークステーション（EWS）環境下において、遮蔽計算コードの入力を容易に行うことができるよう開発・整備を実施してきた。近年の計算機の発達により、パーソナルコンピュータ（PC）の環境下でも十分計算ができるようになったこと、大型計算機等と比較して扱い易いこと、また、出力の解析等をPC上で容易に行うことができること等の利点から中性子線ガンマ線遮蔽評価コードシステムのPC版（NPSS-PC）を開発・整備した。

## 2. システム構成

NPSS-PCは、線源強度を計算する「CAL1」、スカイシャイン線による線量当量率計算を実施する「CAL2（天井からの漏洩フラックス計算：DOT、空気中のフラックス計算：DOT）」、「CAL5（天井からの漏洩フラックス計算：ANISN、空気中のフラックス計算：DOT）」、一次元Sn遮蔽計算を実施する「CAL3」、一次元Sn遮蔽計算を実施する「CAL4」の5つのモジュールから構成されている。これらの5つのモジュールを使用することで、線源強度の算出から線量当量率の算出といった一連の遮蔽計算を容易に実施することができる。

## 3. 計算時間

計算を開始してから出力を得るまでの時間について、大型計算機及びEWS版とPC版の比較を実施したところ、全体的にみて、PC版における計算時間が最も速いという結果が得られた。また、EWS版とPC版の計算結果の比較を実施したところ、最終的な結果である線量当量率の誤差（（EWS版-PC版）/PC版）の値は、 $1.0 \times 10^{-4}$ 以下であり、EWS版と同等の計算結果が得られている。以上に示すように、Sn輸送コードによる遮蔽計算がより容易に、また、より速く行うことができ、核燃料施設等のスカイシャイン計算、遮蔽計算等への利用が期待される。

## 4. ベンチマーク計算

NPSS-PC（CAL4モジュール）を用いてMOX燃料缶からの中性子遮蔽実験を対

象としたベンチマーク計算を実施した。中性子束の比較では、遮蔽体なしの実験では、十分良い一致を示したが、含鉛アクリルの遮蔽体を透過させる実験では、低めの計算値を示している。線量当量率等の比較も実施しているが、全体的にみて十分よく一致した計算結果となっている。

#### 5. モンテカルロコードとの比較

NPSS-PCの「CAL2」モジュールと三次元形状を取り扱うことのできるモンテカルロコード(MCNP4A)比較として、集合体貯蔵施設を対象としたスカイシャイン線評価について実施した。形状のモデル化等、従来よりSn法計算コードは、安全側の評価をされると言われてきているが、比較計算の結果、MCNP4Aよりも十分安全側の結果を与えている。

#### 6. まとめ

中性子線ガンマ線評価コードシステム(NPSS-PC)の開発・整備により、核燃料施設等の遮蔽解析への適用が容易となった。

## 中性子線ガンマ線遮蔽評価コードシステム (NPSS-PC) の開発・整備

安全管理部安全技術課 清水 義雄、野尻 一郎、  
小田島 章

### 発表内容

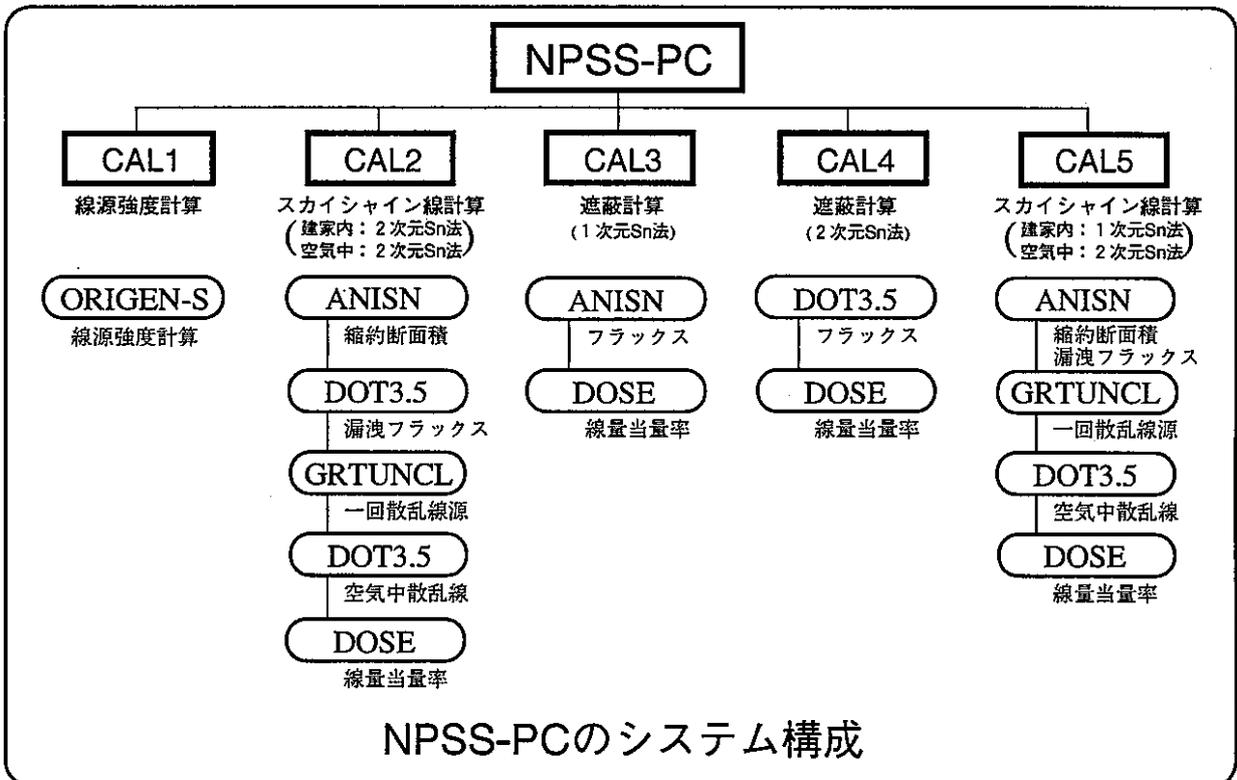
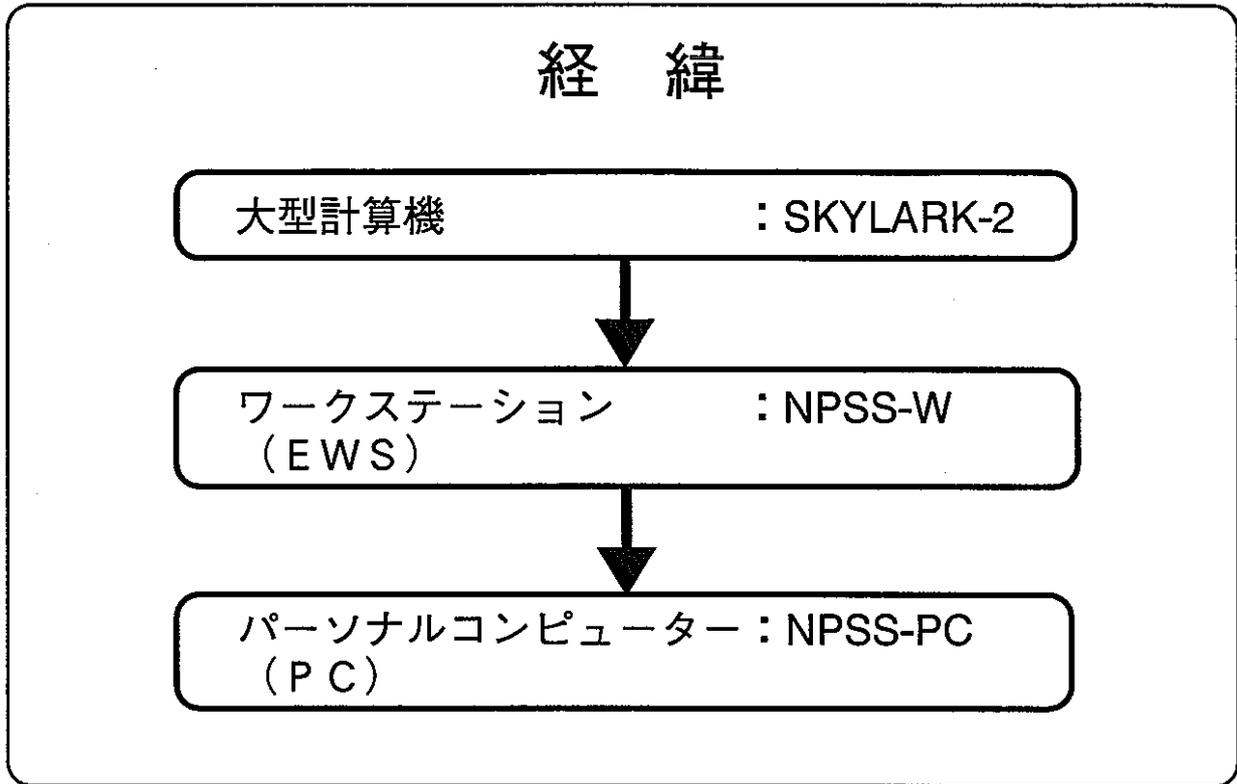
- ・ 目的、NPSS-PCの開発経緯、システム構成
- ・ 大型計算機、ワークステーション版との比較
- ・ 遮蔽実験ベンチマーク計算
- ・ スカイシャイン評価におけるMCNP4Aとの比較
- ・ まとめ

## 目 的

- ・ 核燃料施設等の設計等において中性子線及びガンマ線によるスカイシャイン線量評価、遮蔽評価の容易な実施。
- ・ パーソナルコンピューター（PC）の能力及び周辺環境の向上により、一連の遮蔽解析作業をPC上で行うことによる作業効率の向上。

Neutron and Photon Shielding System

# 経緯



**断面積ライブラリ**

PSL-50 : 中性子 25 群、ガンマ線 25 群  
 DLC-23E : 中性子 22 群、ガンマ線 18 群

**線量当量率換算係数**

中性子線 : ICRP Publ.51のICRU球のPAR  
 ガンマ線 : ICRP Publ.51のICRU球のPAR  
 ICRP Publ.51のMIRDファントムのISO

\*任意に入力することも可能である。

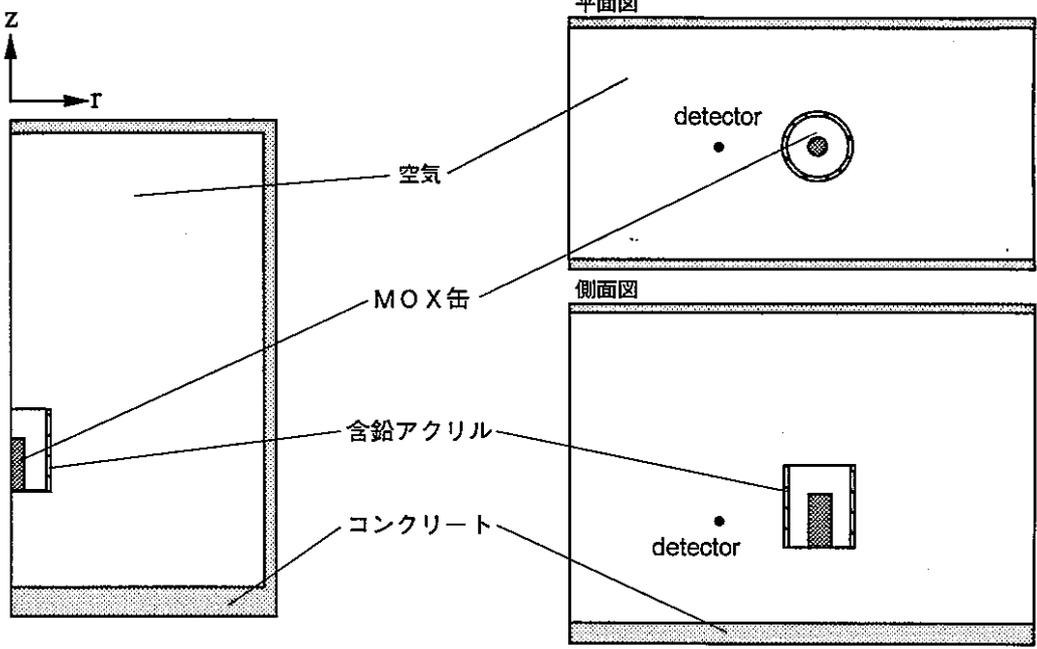
**計算時間の比較**

MOX燃料集合体貯蔵施設を対象とした計算

		CAL1	CAL2	CAL3	CAL4	CAL5
大型 計算機	ジョブ投入から 終了までの時間	00:00:37.00	10:09:58.00	00:02:45.00	11:20:45.00	02:14:27.00
	CPU時間	00:00:07.46	01:28:47.30	00:00:17.90	01:56:44.76	00:03:55.75
EWS	計算時間	00:00:41.80	05:27:53.30	00:00:43.20	07:05:28.40	00:21:13.60
PC	計算時間	00:00:27.00	04:02:55.00	00:01:32.00	05:27:01.00	00:18:28.00
大型計算機/PC		1.370	2.511	1.793	2.082	7.281
EWS/PC		1.548	1.350	0.470	1.301	1.149

大型計算機 : FACOM M780  
 ワークステーション (EWS) : Panasonic p2200 Super SPARC (33MHz)  
 パーソナルコンピューター (PC) : Pro side PIT p54-120 (Pentium 120MHz)

遮蔽ベンチマーク計算



NPSS-PC (CAL4) のモデル概念図

MORSE-CGのモデル 概念図

中性子束の比較

		遮蔽体なし	遮蔽体あり
全中性子束 (neutrons/cm <sup>2</sup> /s)	C <sub>N</sub> : NPSS-PC(CAL4)	15.8	15.0
	C <sub>M</sub> : MORSE-CG	15.6	13.8
	E : ボナーボール	16.7	17.6
中性子束比	C <sub>N</sub> /E	0.95	0.85
	C <sub>M</sub> /E	0.93	0.78
0.5~10.0 MeV 中性子束 (neutrons/cm <sup>2</sup> /s)	C <sub>N</sub> : NPSS-PC(CAL4)	13.1	8.70
	C <sub>M</sub> : MORSE-CG	11.9	7.70
	E : ボナーボール	12.8	9.76
中性子束比	C <sub>N</sub> /E	1.02	0.89
	C <sub>M</sub> /E	0.93	0.79

\*ライブラリは、NPSS-PC : PSL-50(中性子25群)、MORSE-CG : DLC-37(中性子100群)

中性子線量当量率の比較

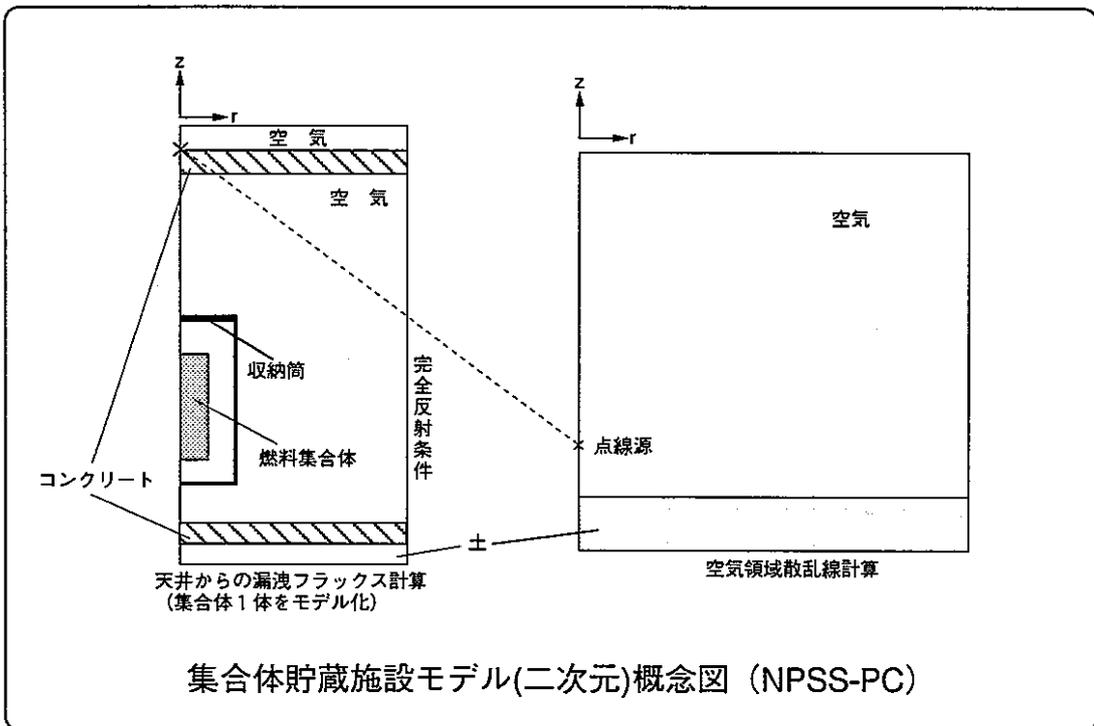
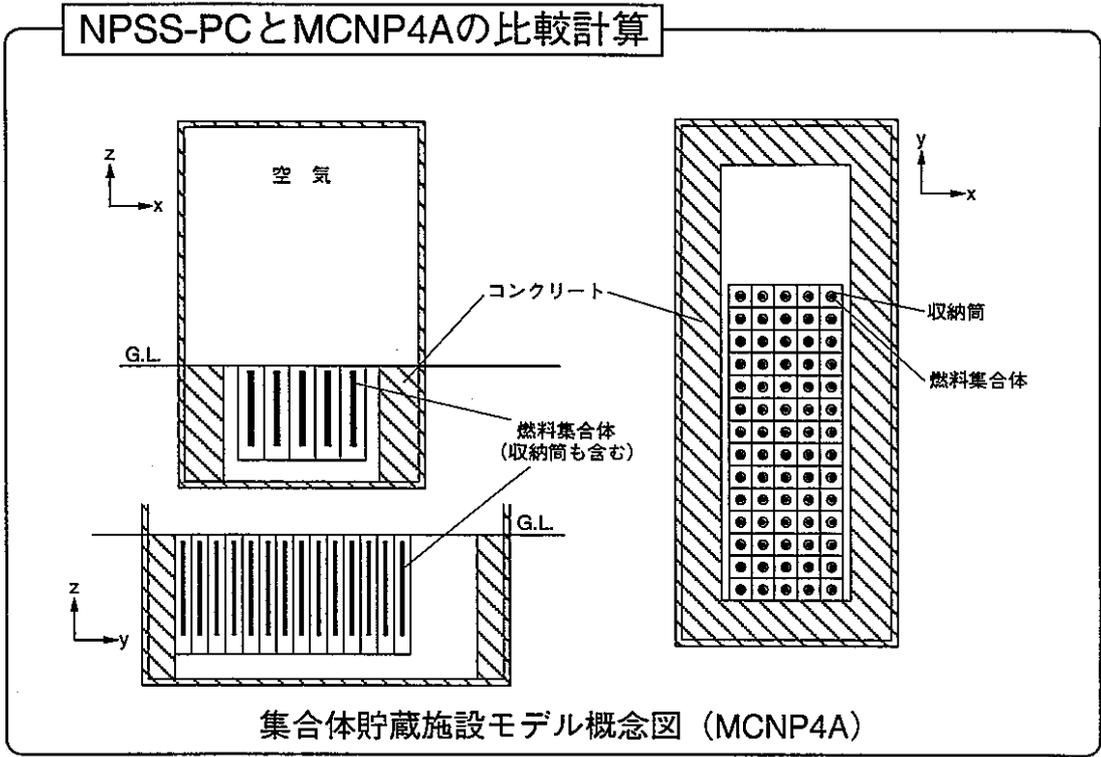
単位 (μSv/y)

	遮蔽体なし (A)	遮蔽体あり (B)	遮蔽効果 (B/A)
C <sub>N</sub> : NPSS-PC(CAL4)	17.4	12.0	0.69
C <sub>M</sub> : MORSE-CG	16.4	11.0	0.67
E : ボナーボール	17.6	13.8	0.78

\*参考文献 「PuO<sub>2</sub>-UO<sub>2</sub>混合燃料および含鉛アクリル遮蔽体透過後の中性子スペクトル測定」  
(日本原子力学会誌、vol.35、No.12、1993年)

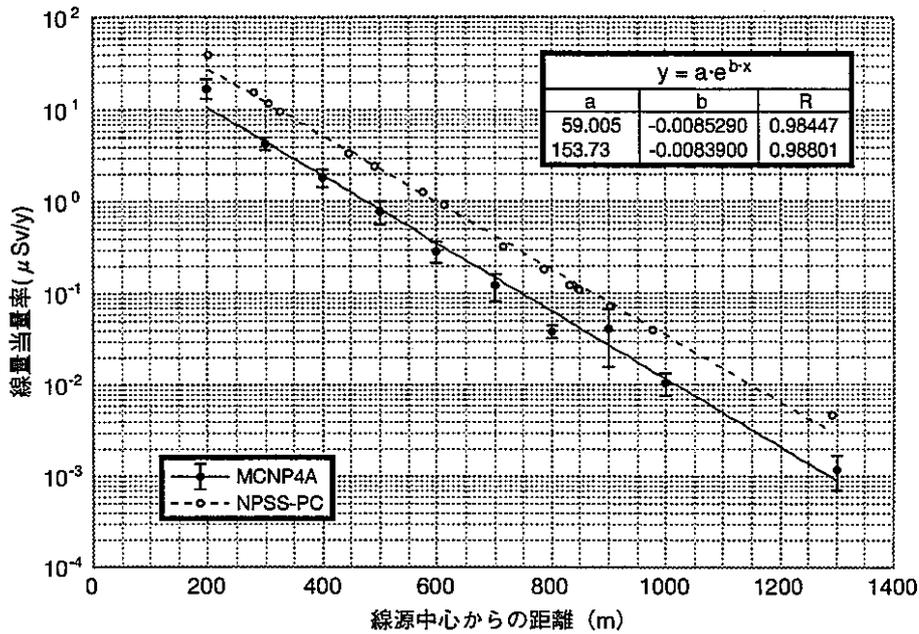
## ベンチマーク計算のまとめ

- ・中性子束の比較については、遮蔽体なしの実験では、良い一致を示している。遮蔽体ありの実験では、MORSE-CG同様、実験値に対して低めの値を示す傾向にある。
- ・線量当量率についても、同様に良い一致を示している。



NPSS-PCとMCNP4Aの比較計算

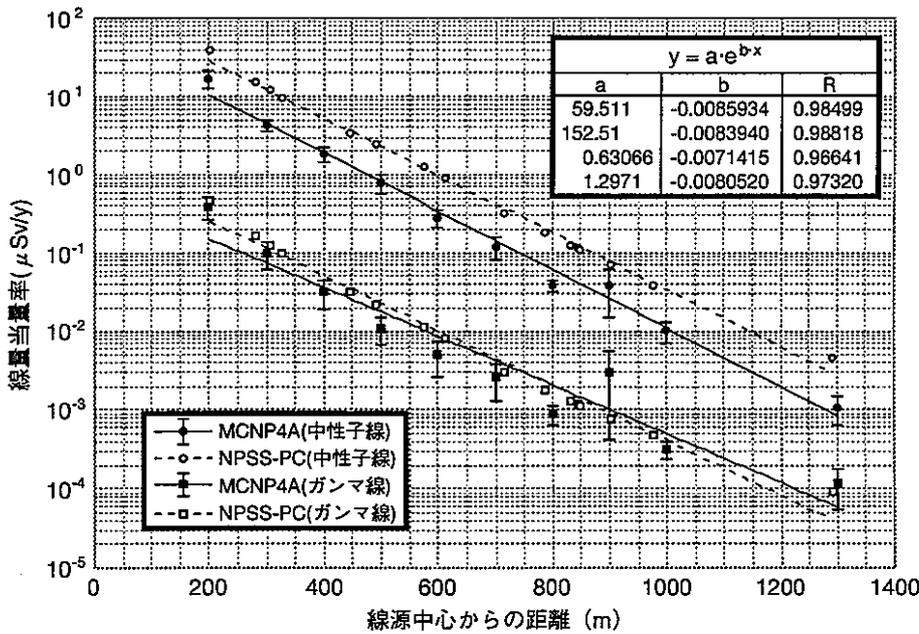
集合体貯蔵施設からのスカイシャイン線評価（全線量当量率）



\*ライブラリは、NPSS-PC：PSL-50、MCNP4A：ENDF/B-Vを使用している。

NPSS-PCとMCNP4Aの比較計算

集合体貯蔵施設からのスカイシャイン線評価（中性子線及びガンマ線）



\*ライブラリは、NPSS-PC：PSL-50、MCNP4A：ENDF/B-Vを使用している。

## MCNP4Aとの比較計算のまとめ

- ・ NPSS-PCではモデル化の際、集合体を均質化、また、集合体の配列を模擬するために境界条件として完全反射条件を用いている点から、MCNP4Aと比較して安全側の評価となっている。
- ・ 計算の傾向（距離に対する減衰）については、同様な傾向を示している

## まとめ

- ・ 中性子線・ガンマ線スカイシャイン評価システムのPC版（NPSS-PC）が開発・整備され、より容易かつ迅速に遮蔽解析を実施可能。
- ・ MOX缶の遮蔽実験の解析を実施することにより、NPSS-PCの遮蔽解析への適用性を確認。
- ・ 三次元モンテカルロコード（MCNP-4A）とNPSS-PCを比較することにより、モデル化等の裕度を確認。

## 参考資料－1

### 特別講演 (OHP)

「放射線屋の夢と希望」  
－放射線計測に関する最先端技術－

平成9年2月12日

動燃・東海事業所  
研究開発等成果報告会

「放射線屋の夢と希望」  
－放射線計測に関する最先端技術－

東大・工・システム量子  
中沢 正治

I. はじめに

今年には電子の発見百年目

隣りの芝生は青く見える－原子力以外の技術－

原子力は総合技術

II. 光技術を用いた放射線計測

光ファイバー分布センシングとイメージセンシング

目の網膜のような光センサー、微細加工の利用

レーザーで放射能を測る

III. 新しい物

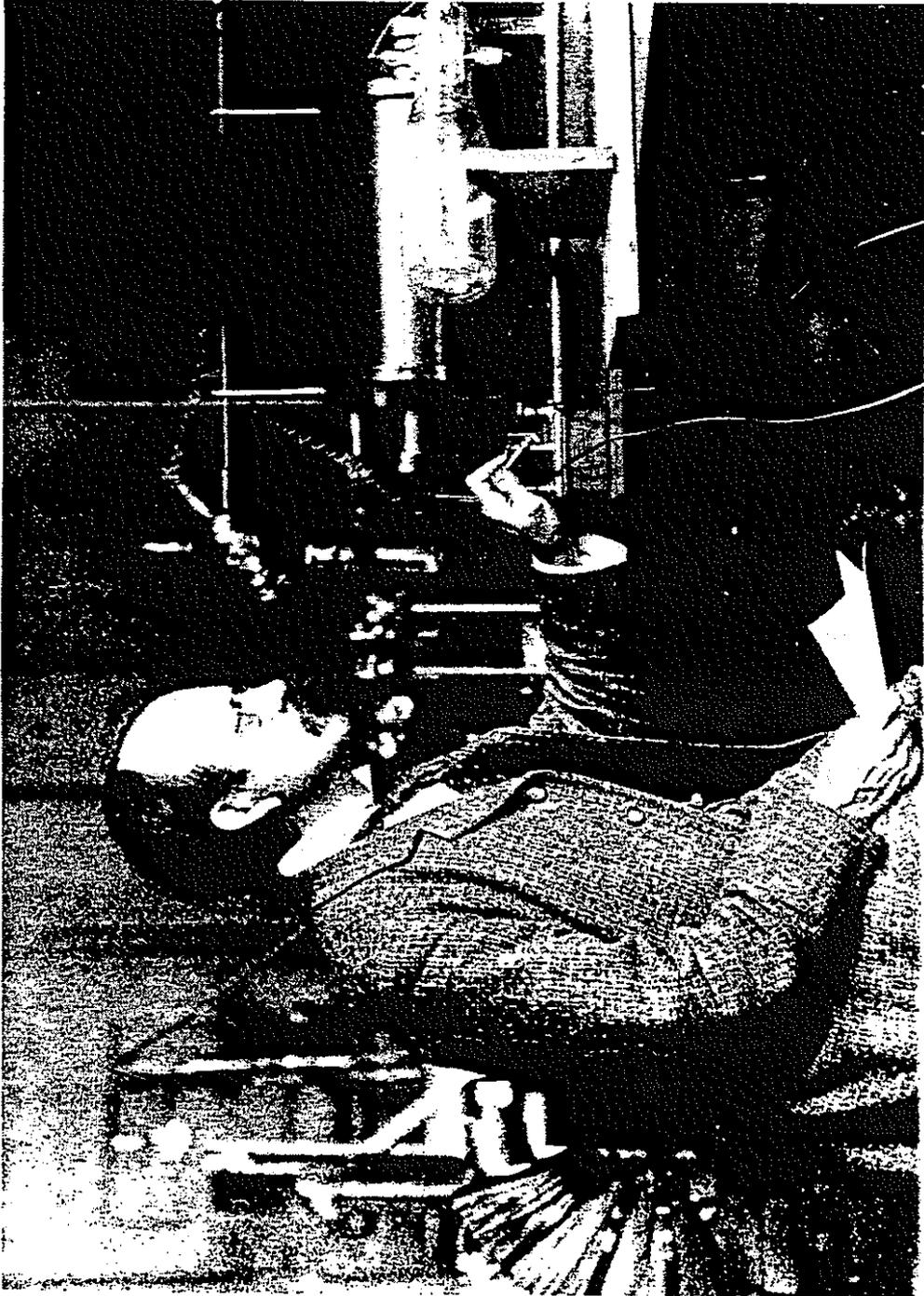
新素材、CdTeから超伝導X線検出器

加速器の利用

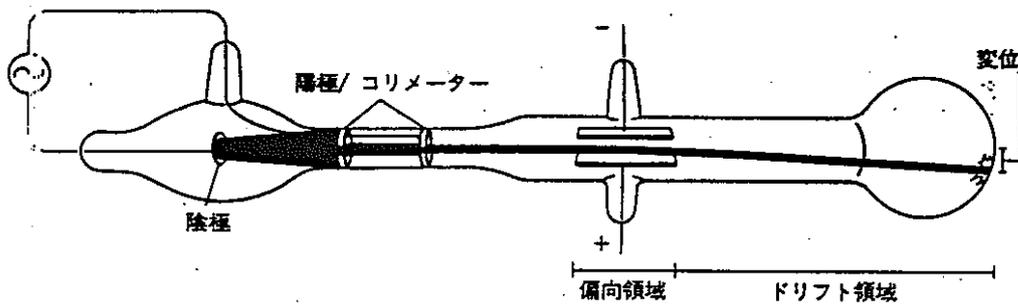
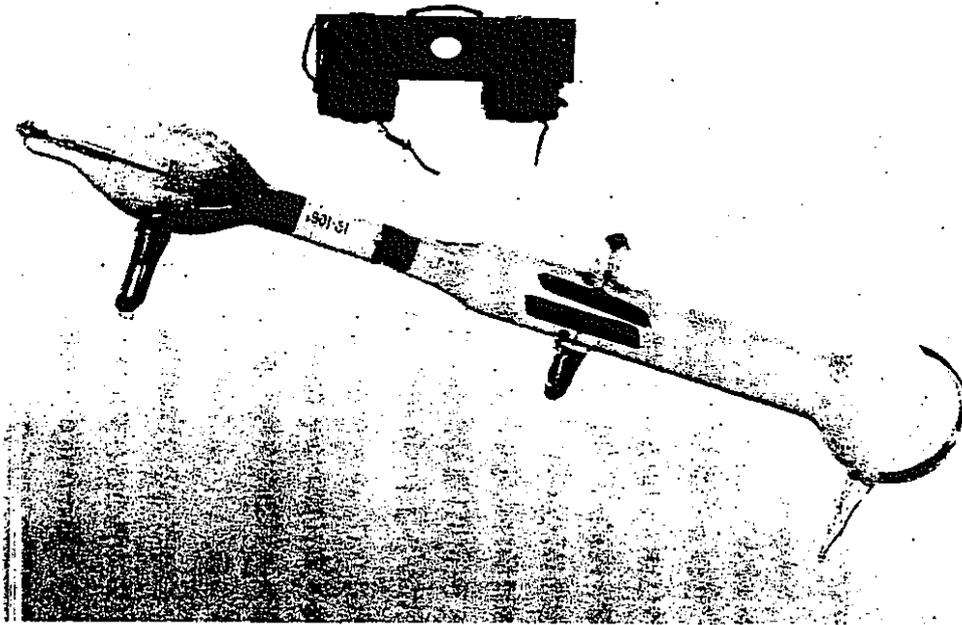
大学も新しくなる－東大・柏キャンパス

IV. まとめ

夢はたくさんあります



J. J. FAY

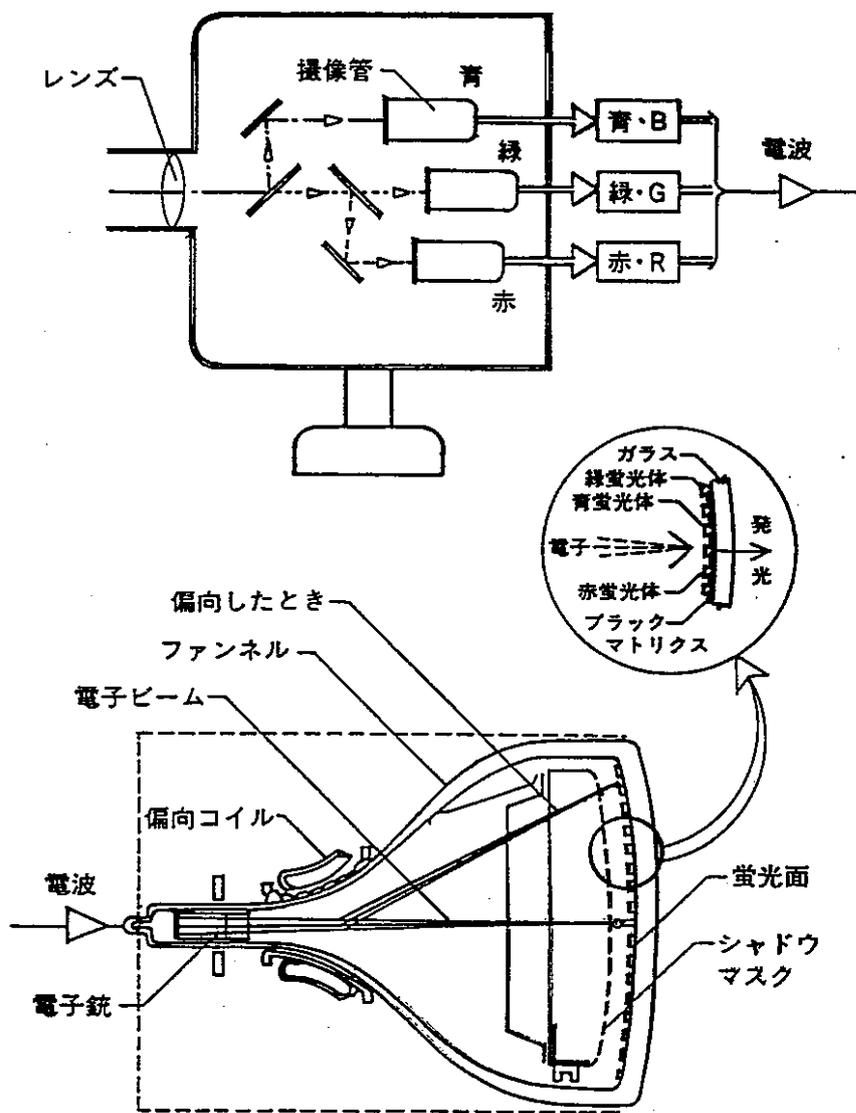


上の写真は、J.J. トムソンが電子の質量と電荷の比を測定するのに使った陰極線管。下の図は、トムソンの装置の概略図。陰極（カソード）は、外部の電源のマイナス端子に接続されている。ここから負の電荷が供給される。陽極（アノード）とコリメーターは、電源のプラス端子に接続してある。したがって、ここから負の電荷が電源にもどる。2枚の偏向板は、高電圧の電池につないであり、偏向板には正と負の電荷が与えられている。目に見えない陰極線粒子は、カソードから放射される。その一部は陽極とコ

リメーターのスリットを通過して、細いビームとなって進んでいく。陰極線は2枚の金属板の間を通過する時、電気力を受けて曲がる。しかしその後は力を委ねずに直進し、最後にガラス管の壁に衝突して、光る点をつくる（この図は、トムソンがフィロソフィカル・マガジン誌の44巻293ページ(1897年)に発表した「陰極線」と題する論文の図2から引用したものである。簡単にするため、ここでは陰極線を磁気力で曲げるのに使った磁石は省略した）。

# テレビ

## カラーテレビの仕組み



## 計測単位の標準

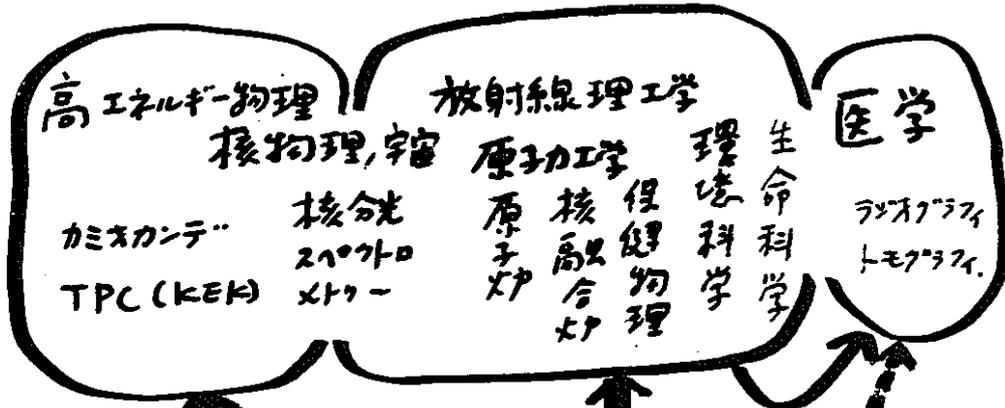
素朴な自然 ⇒ 原器 ⇒ 量子現象  
 (1800~) (1960年~)

- 1 長さ
  - 赤道から北極までの距離 = 1万km
  - メートル原器 (Pt-Ir合金)  
 (Kr-86の遷移光の波長 1960年)
  - 光速  $c = 299,792,458 \text{ m/秒}$  (1983年)
  
- 2 時間
  - 平均太陽日, 1日 = 86400 秒  
 (1900年1月0日12時から1年間 = 31 556 925.9747秒)
  - セシウム時計  $^{133}\text{Cs}$  の遷移放射回数  
 9,192,631,770 回/秒
  
3. 質量
  - 4°Cの水  $1(\text{dm})^3$ , 1L は 1kg
  - キログラム原器 (Pt-Ir合金, 39mmφ×39mm)  
 1979年まで
  
4. 電流
  - 電気分解 硫酸銀液  $1.118\text{mgAg/1秒}$   
 のAg析出 1A, 1908年
  - 導体間引力  $50\text{cm}$ , 長さ  $2\text{m}$  の平行導体の  
 (1948年) 力  $10^{-7}\text{N}$ , 1A流れたとき.
  - ジョセフソン素子  $^{\text{H}_2\text{O}}$  マイクロ波照射時のステークホールド  
 (1977年) 電圧上昇値,  $V_n = n \cdot \frac{h}{2e} \cdot f$   
 $\frac{2e}{h} = 483,594 \text{ THz/V}$

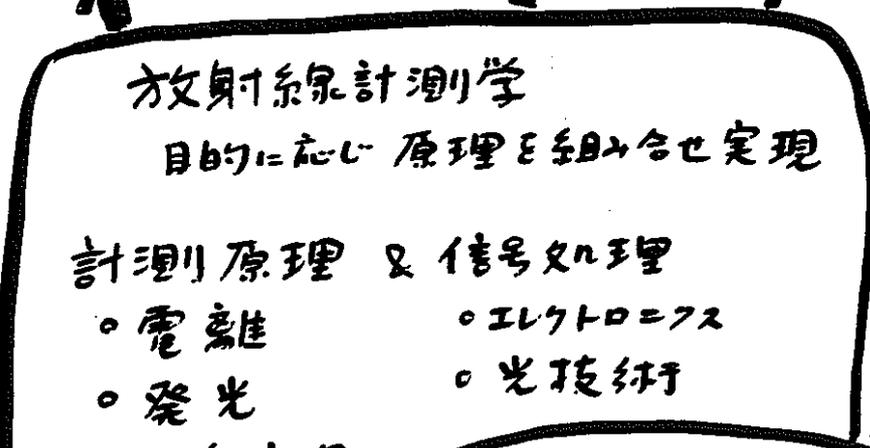


# 放射線計測法の研究の位置付け

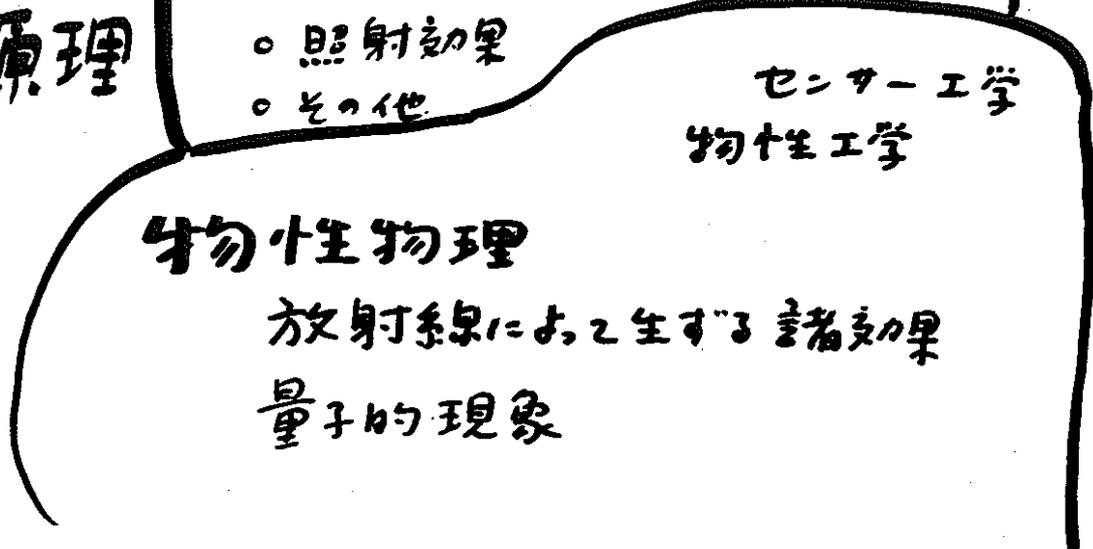
## A) 目的

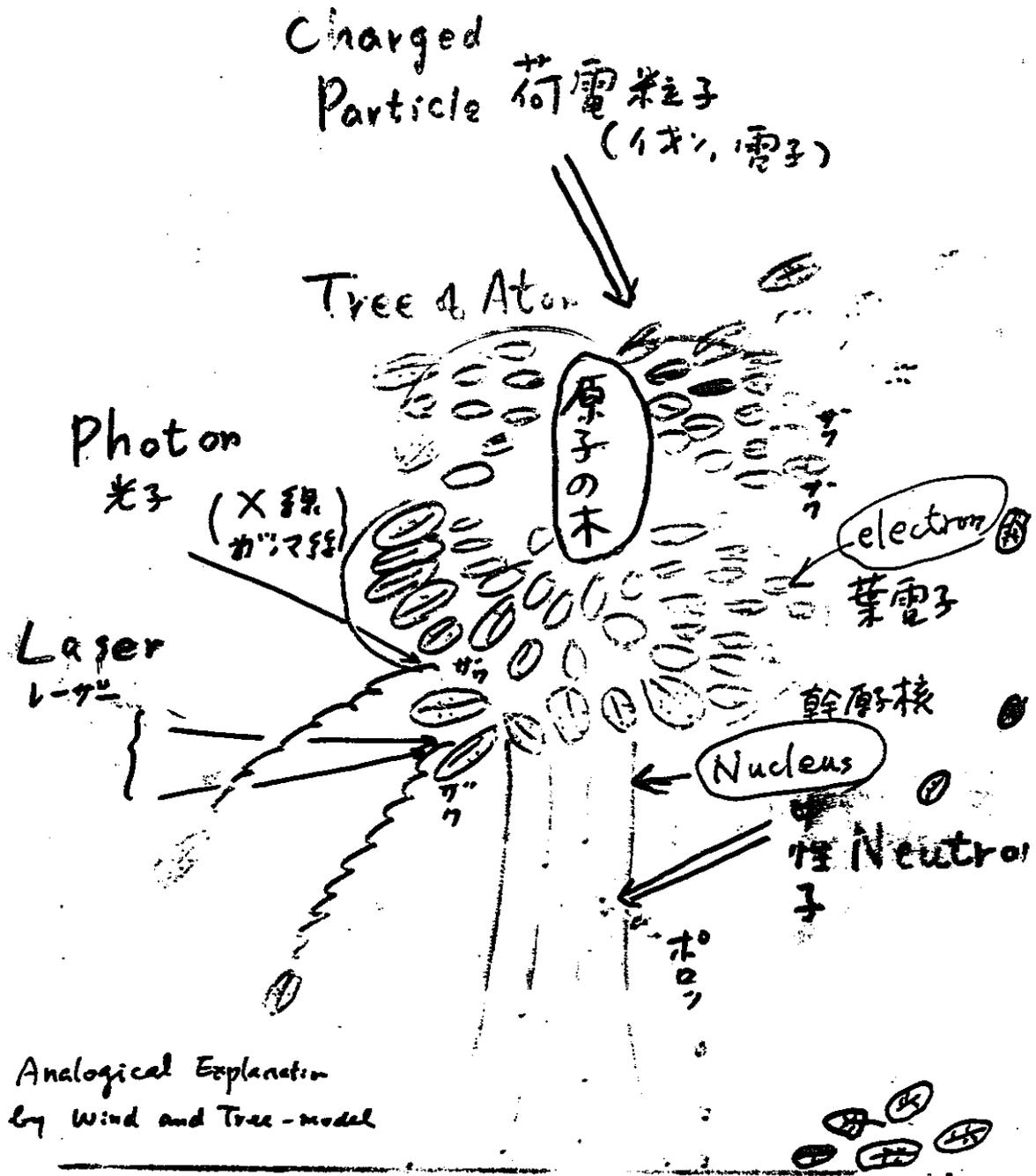


## B) 方法 手段



## C) 原理



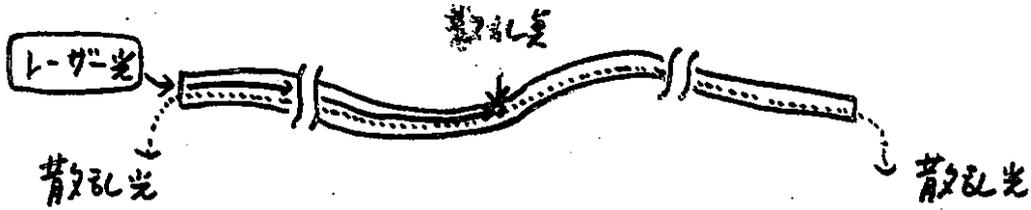


原子と放射との反応過程  
Interaction of Radiation with Atom

表-1 新しい放射線センサー技術の例

原理	従来の代表例	新しいセンサーの例
光信号として検出	各種シンチレータ NaI、プラスチック など	シンチレーション光ファイバー、光ファイバーセンシング ピンフォトダイオード (PinPD)、アパランシェフォトダイオード (APD) CCD、MCP (マイクロチャンネルプレート) マイクロ光電子増倍管 ( $\mu$ PD)、核励起レーザー方式など
電子信号として検出	ガス検出器 半導体検出器 など	常温用半導体検出器 (CdTe、CdZnTe、ダイヤモンドなど) 超伝導材型センサー (ジョセフソン素子型、カロリメータ方式) 半導体型ポケットドシメータ
痕跡を検出	フィルムパッチ TLD 固体飛跡検出器	イメージングプレート (IP)、バブルディテクター 原子間力顕微鏡 (AFM) によるエッチビット計数 レーザーによる放射性原子のイオン化計数 (RIS)
信号伝送・処理方法	NIMモジュール 電子ケーブル	光ファイバー信号伝送、無線による信号伝送 デジタル信号処理 (DSP) など

# 分布型ファイバセンサー



- ① 散乱光の両端での時間差より  
散乱点との距離が分る。
- ② 散乱光の強さより 散乱源の大きさ  
(温度, 圧力, 変位, 流量, ...)が分る。

## 分布型温度センサーの例

距離 1000 m ~ 2000 m

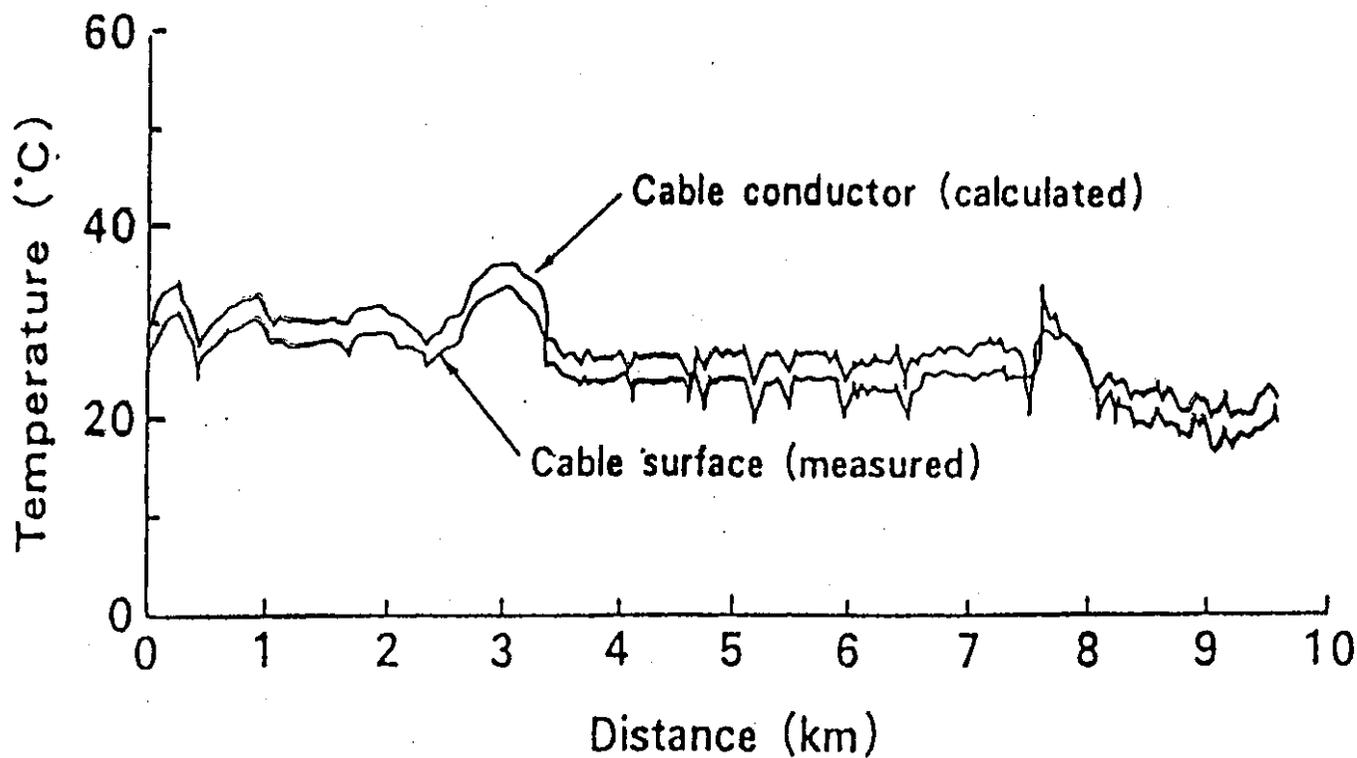
空間分解能  $\pm 1$  cm

温度  $\pm 0.1^\circ\text{C}$

(ラマン散乱効果使用)

例: トンネル内温度センサー

発電所の配管温度センサー



Temperature Distribution along Electric Cable

図-5 電力ケーブルの温度分布

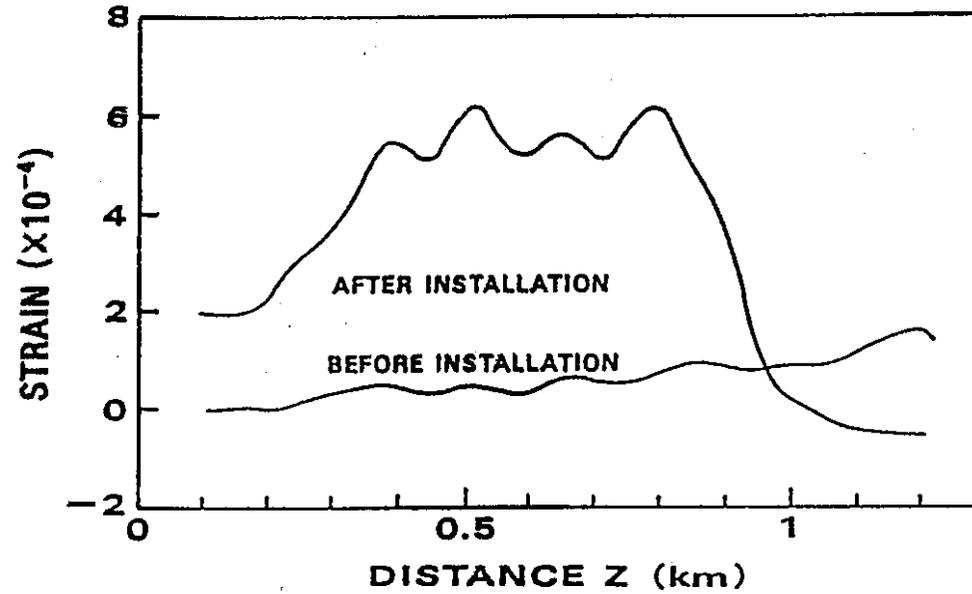
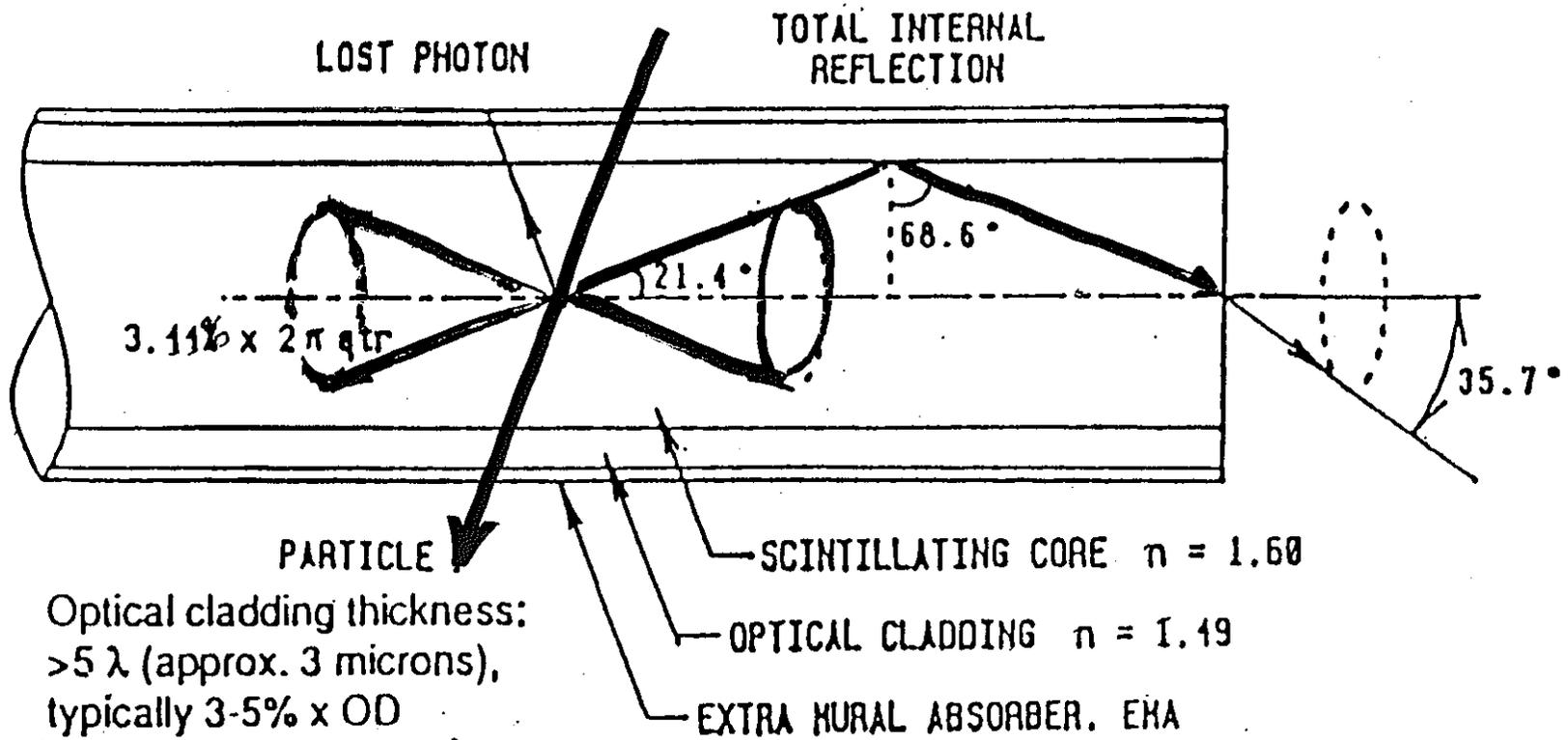


図 7 敷設前後の光ファイバの歪分布  
 Strain Distribution of Fiber Optics before and  
 after Installation by Fiber Optics



Optical cladding thickness:  
 $> 5 \lambda$  (approx. 3 microns),  
 typically 3-5% x OD

(発光の3-5%が  
 伝送される。)

ガラスチックシンチレーション  
 ファイバーの構造

中ニR

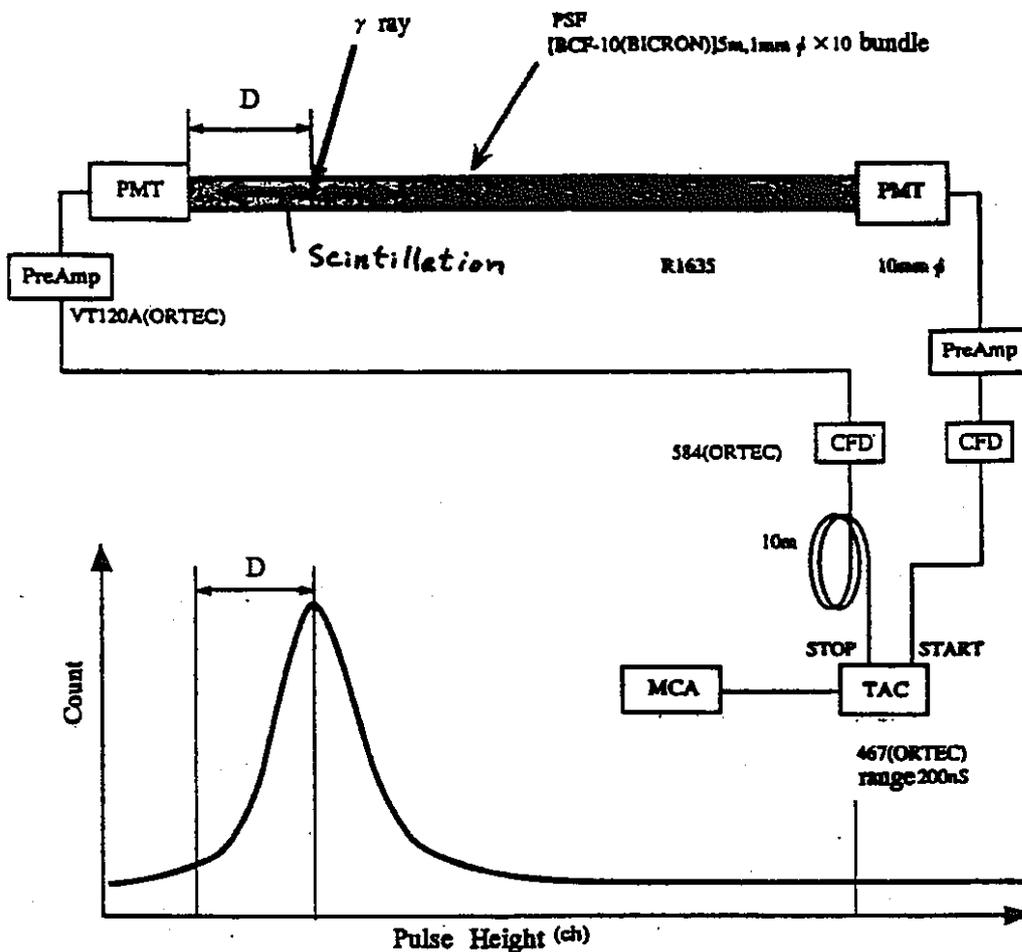
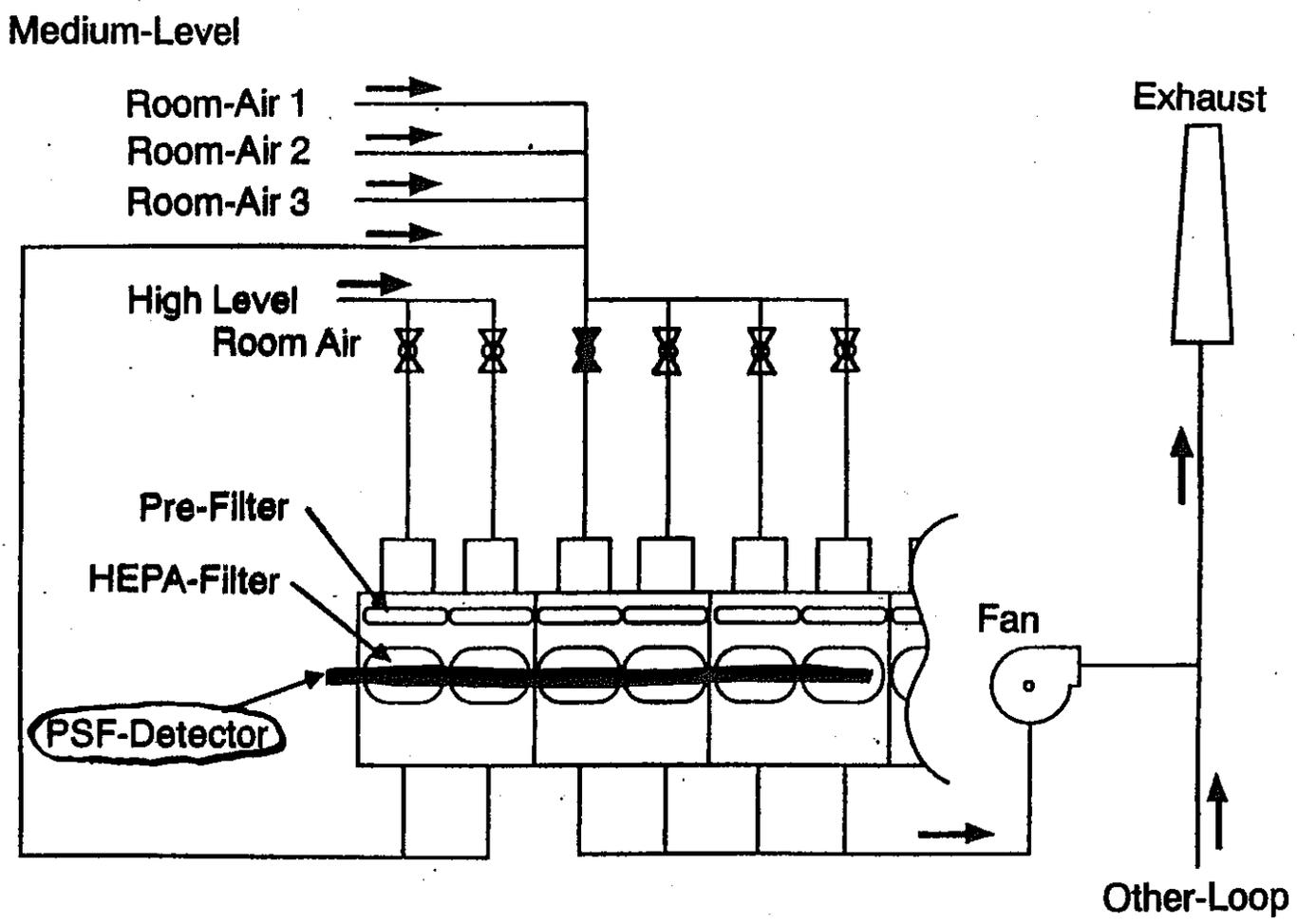


Fig.1 Block diagram of PSF and typical MCA data

- ① About 3~4 % of scintillations produced by radiation penetrate along the core region of the fiber.
- ② In the penetration, the photon attenuation length is about 3-5 meters.



PSF Detector along the practical Filter Unit in PNC

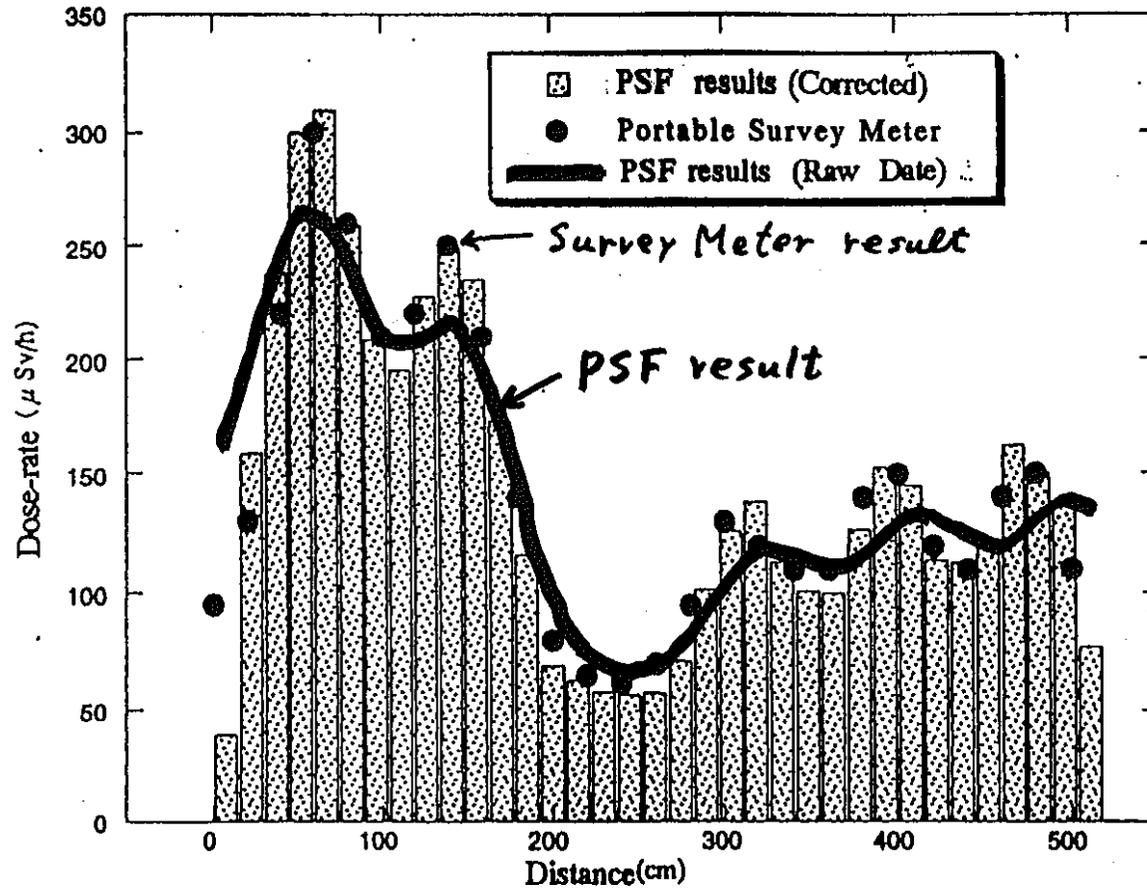
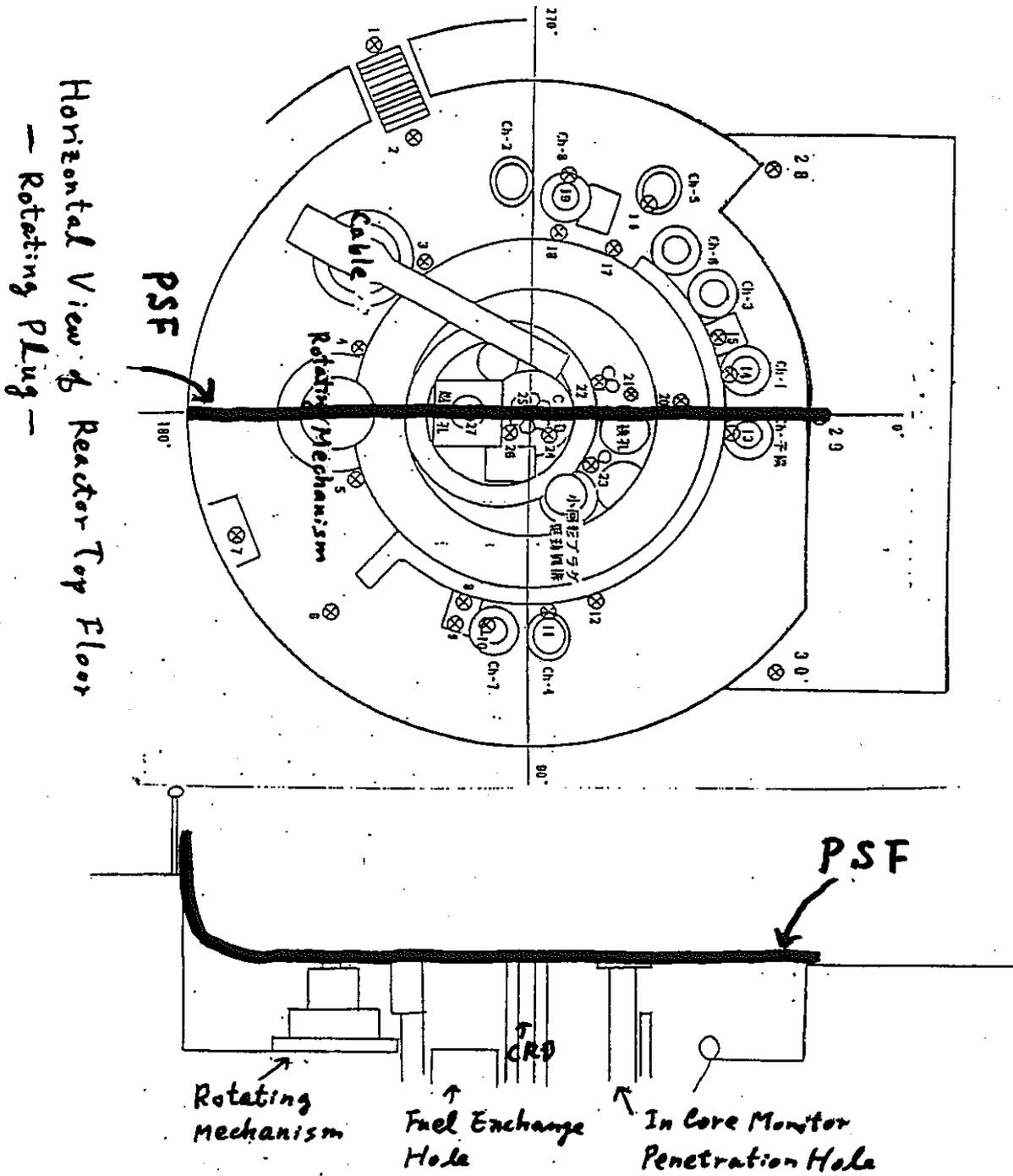
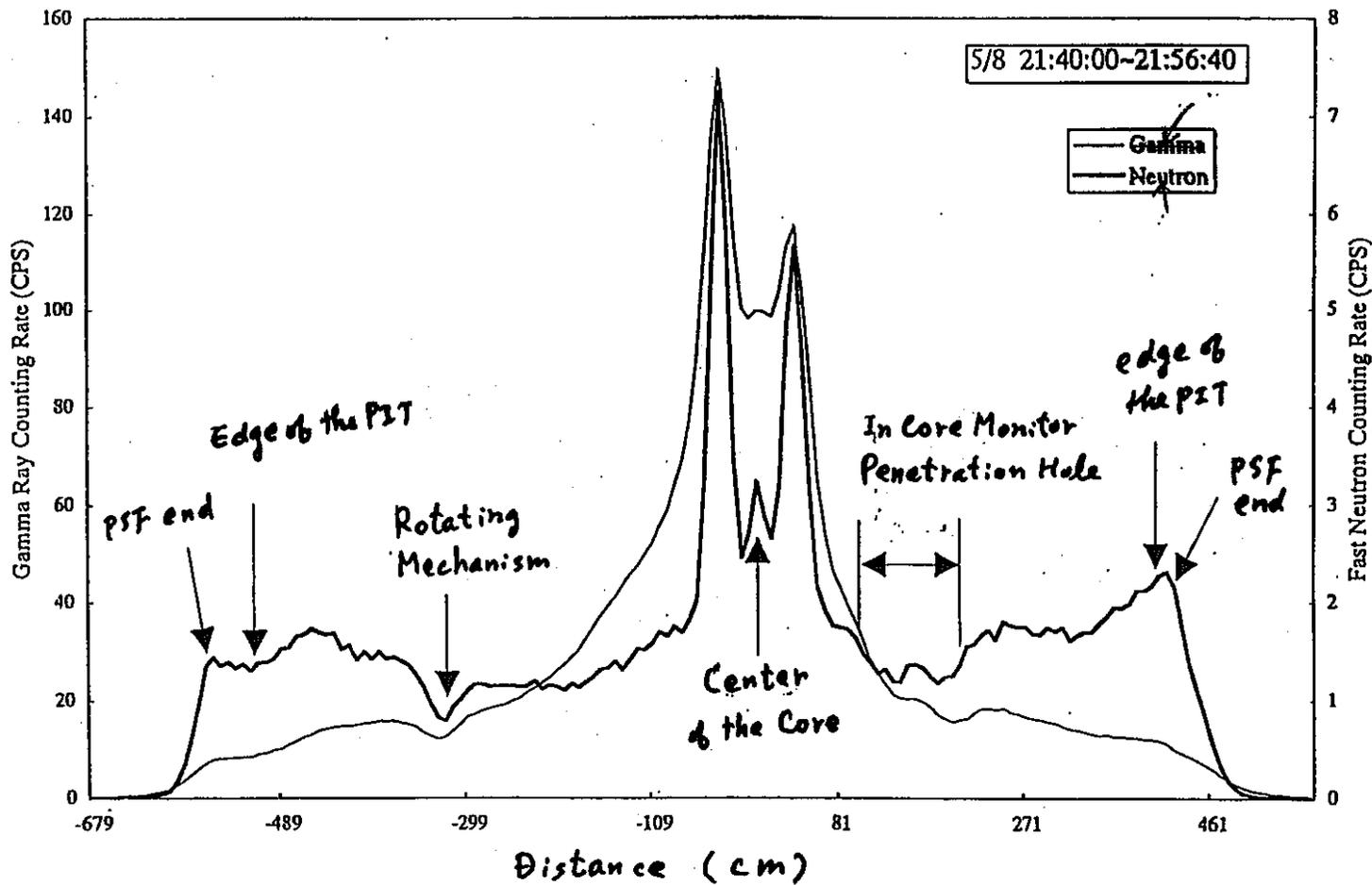


Fig.2 Radiation Dose Distributions Measured by PSF Compared To Portable Survey Meter  
*Spatial resolution of PSF is about 30cm in FWHM*



Plan View of Reactor Top Floor  
in Fast Experimental Reactor "JOYO" in PNC



Radiation Distribution on "JOYO" Reactor Top Floor  
Measured by PSF

## 光ファイバーの耐放射線化

### A. OH基の制御

1980年代

水分が少し入っている方が望ましい。(通説)



フッ素導入が損傷回復に効く？(今回)1990年代

### B. 製造時の微少欠陥を減らす(前駆体)

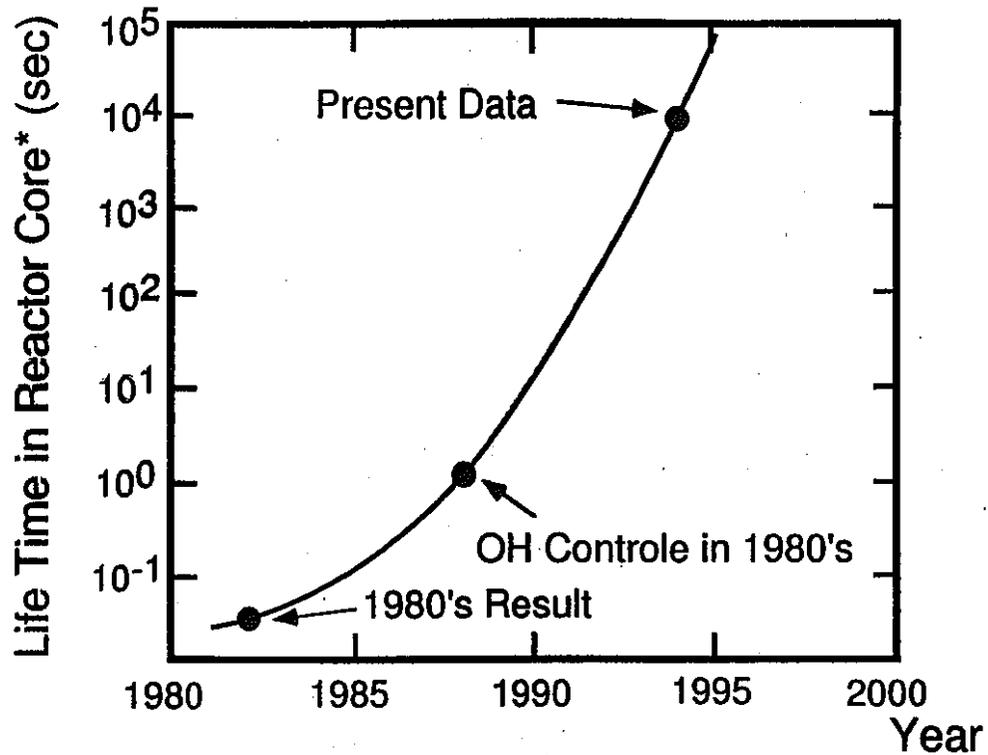
照射損傷効果を拡大する。



製造時のノウハウ改良

まとめ) 実際には、AとBの相乗効果により

耐放射線化が進んだ(?)



\*Reactor Core Condition

Flux :  $10^{14}$  n/cm<sup>2</sup>.s &  $10^4$  Gy/s (gamma-ray)

Temperature : 370 K

Limit of Absorption : 10dB/100m (at 850nm Light)

## Progress of Radition Resistant Fiber Optics

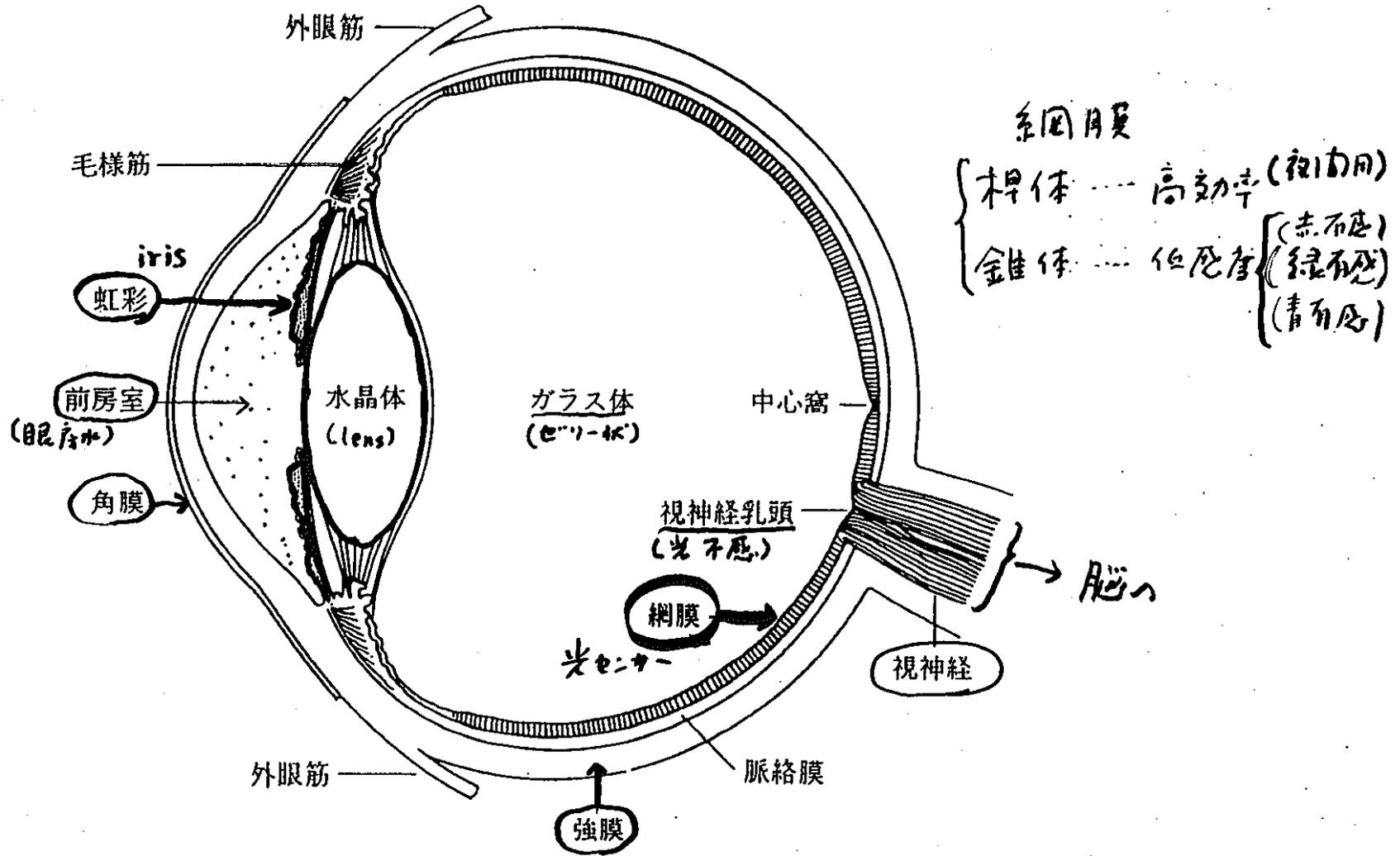


図 2.1 眼の構造の模式図。

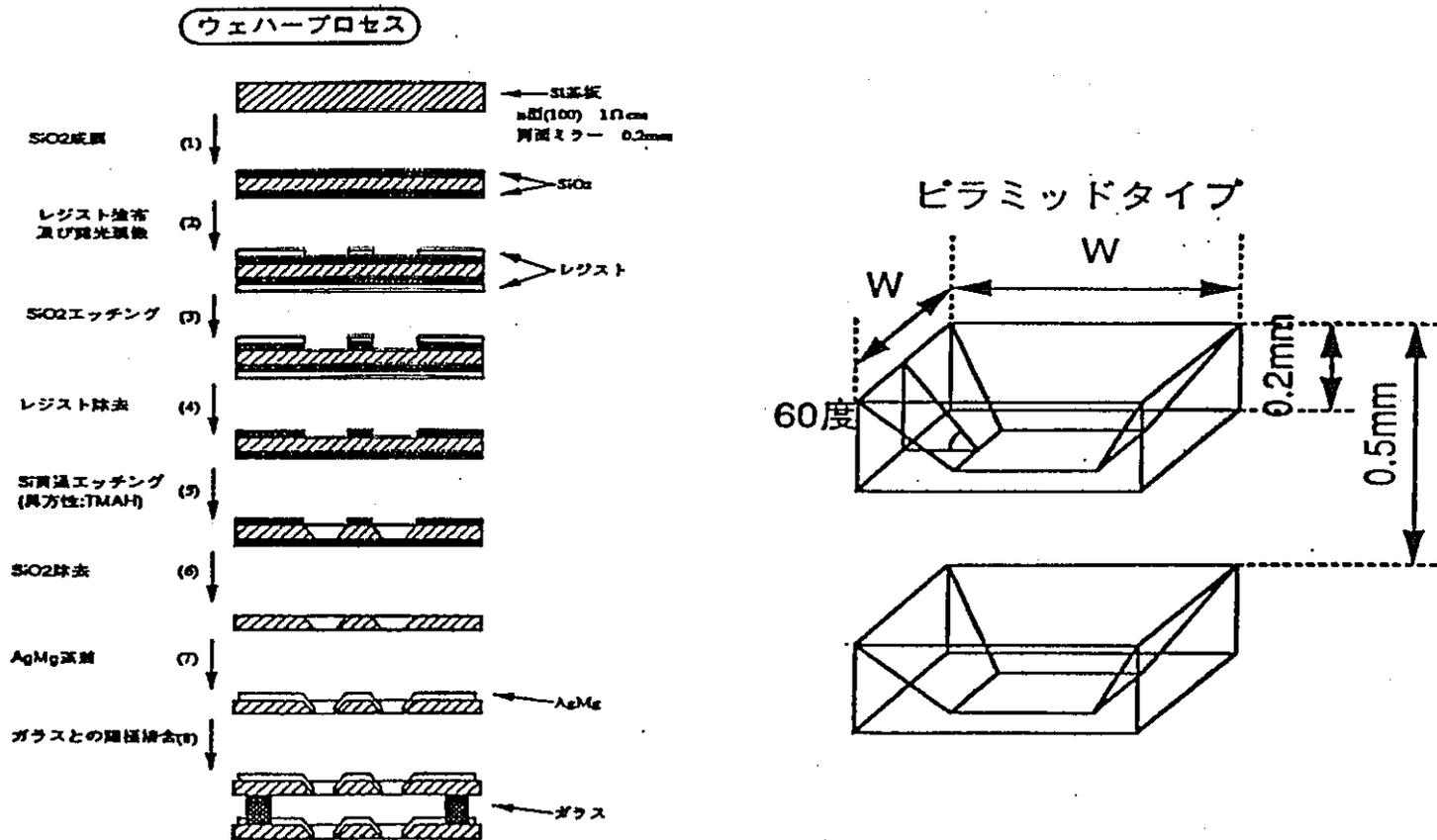


図-4 マイクロ光電子増倍管の製作プロセスと光電面形状

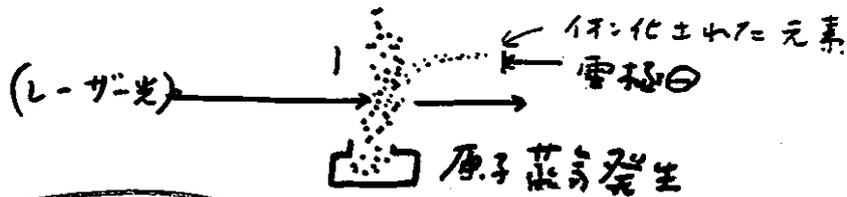
レーザーを用いた共鳴イオン化分析

RIS: Resonance Ionization Spectroscopy

$^{10}\text{Be}$  の測定例  $T_{1/2} = 1.5 \times 10^6 \text{ y}$   
 $^{10}\text{Be}/^9\text{Be} = 10^{-10}$  (Polar ice)

方法	試料	$^{10}\text{Be}$ 原子
微量放射能測定	$10^6$ (kg)	$10^{13}$ (3)
高感度 AMS	1	$10^7$
レーザーによる RIS	$10^{-3}$	$10^4$

原理: ウラン等の同位体分離と同様

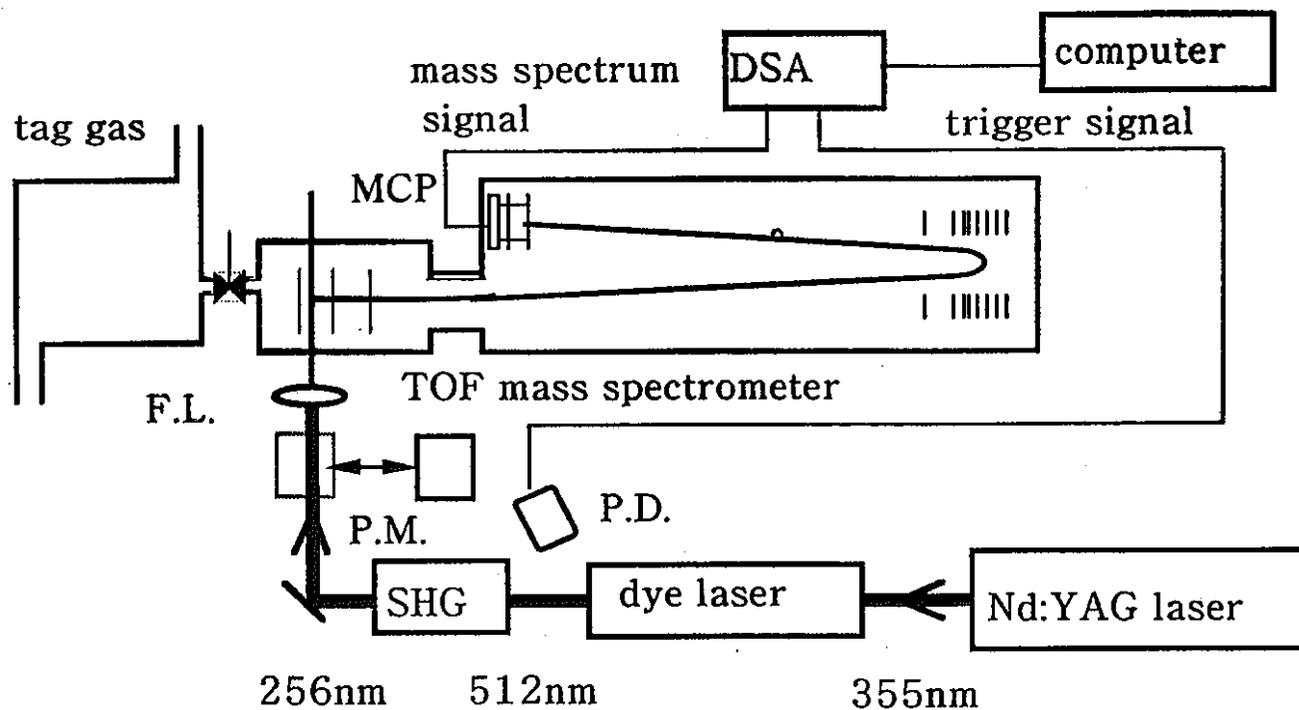


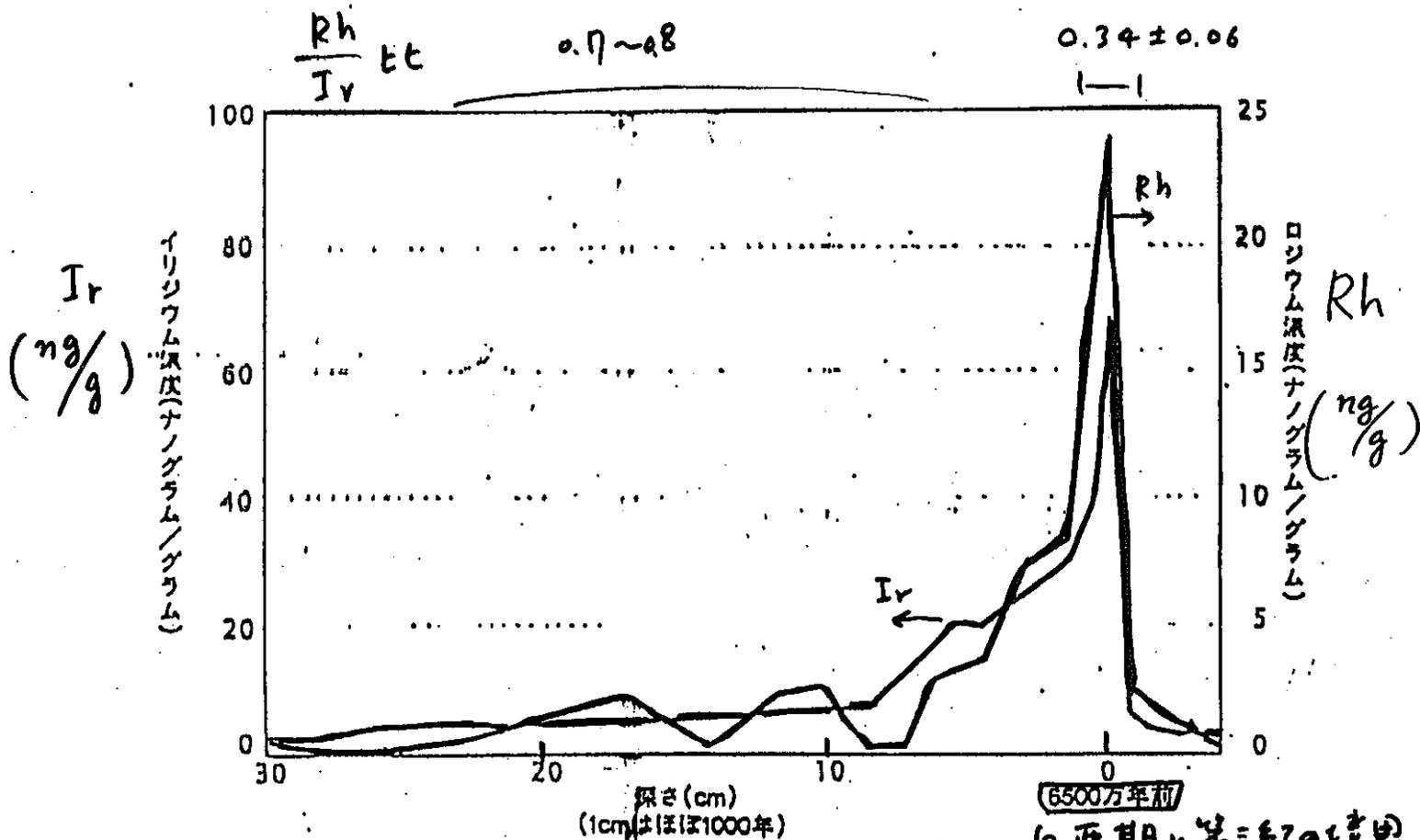
感度比較 (\*) 溶液中濃度 物体中濃度

原子吸光法	$10^{-4} \sim 10^{-9}$ (%)	$10^{-4} \sim 10^{-9}$ (%)
中性子放射能分析	$10^{-5} \sim 10^{-9}$	$10^{-5} \sim 10^{-9}$
210-7 質量分析	$10^{-5} \sim 10^{-8}$	$10^{-9} \sim 10^{-7}$
レーザー 蛍光分析	$10^{-6} \sim 10^{-11}$	$10^{-5} \sim 10^{-8}$
レーザー 共鳴イオン化	$10^{-11} \sim 10^{-14}$	$10^{-8} \sim 10^{-12}$

(\*) Pu, Ru など Trans Element の代表例

# RIS Block Diagram for Xe Isotope detection

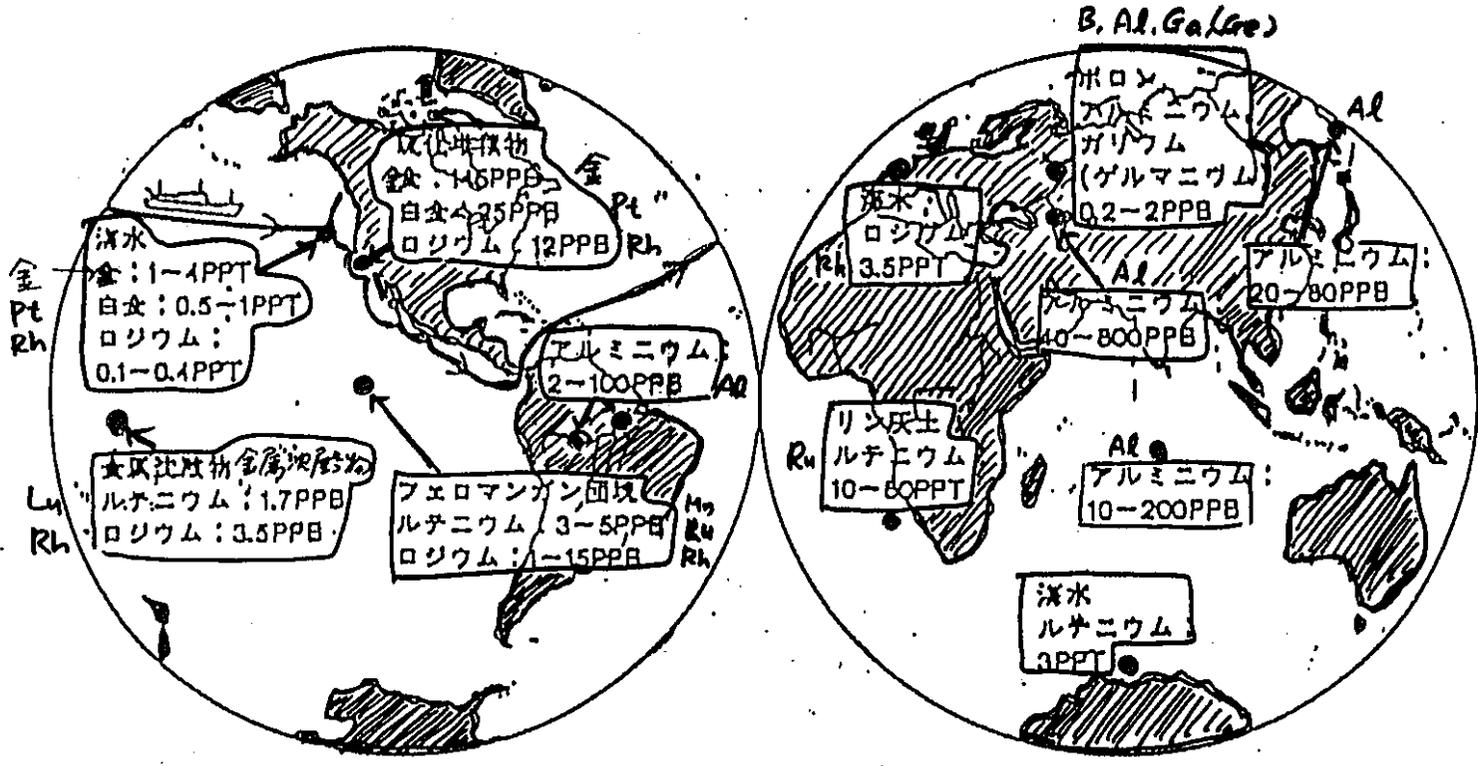




白亜期と第三紀の境界

地層中の Ir, Rh 濃度急増 ⇒ 約6500万年前の大隕石の地球衝突

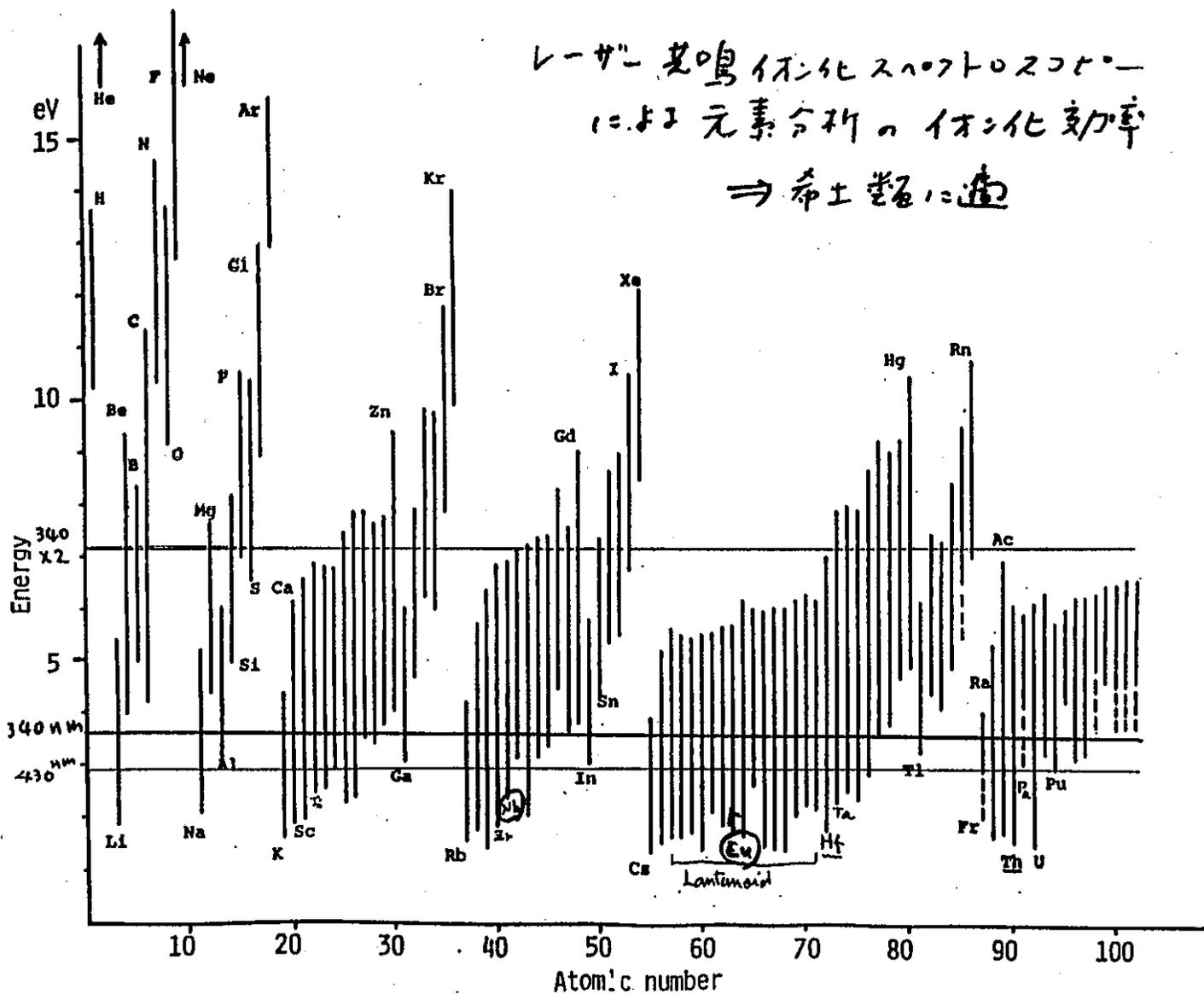
[発見者: L.W. Alvarez] (恐龍の絶滅期, 中性化)  
 [1980年に測定]



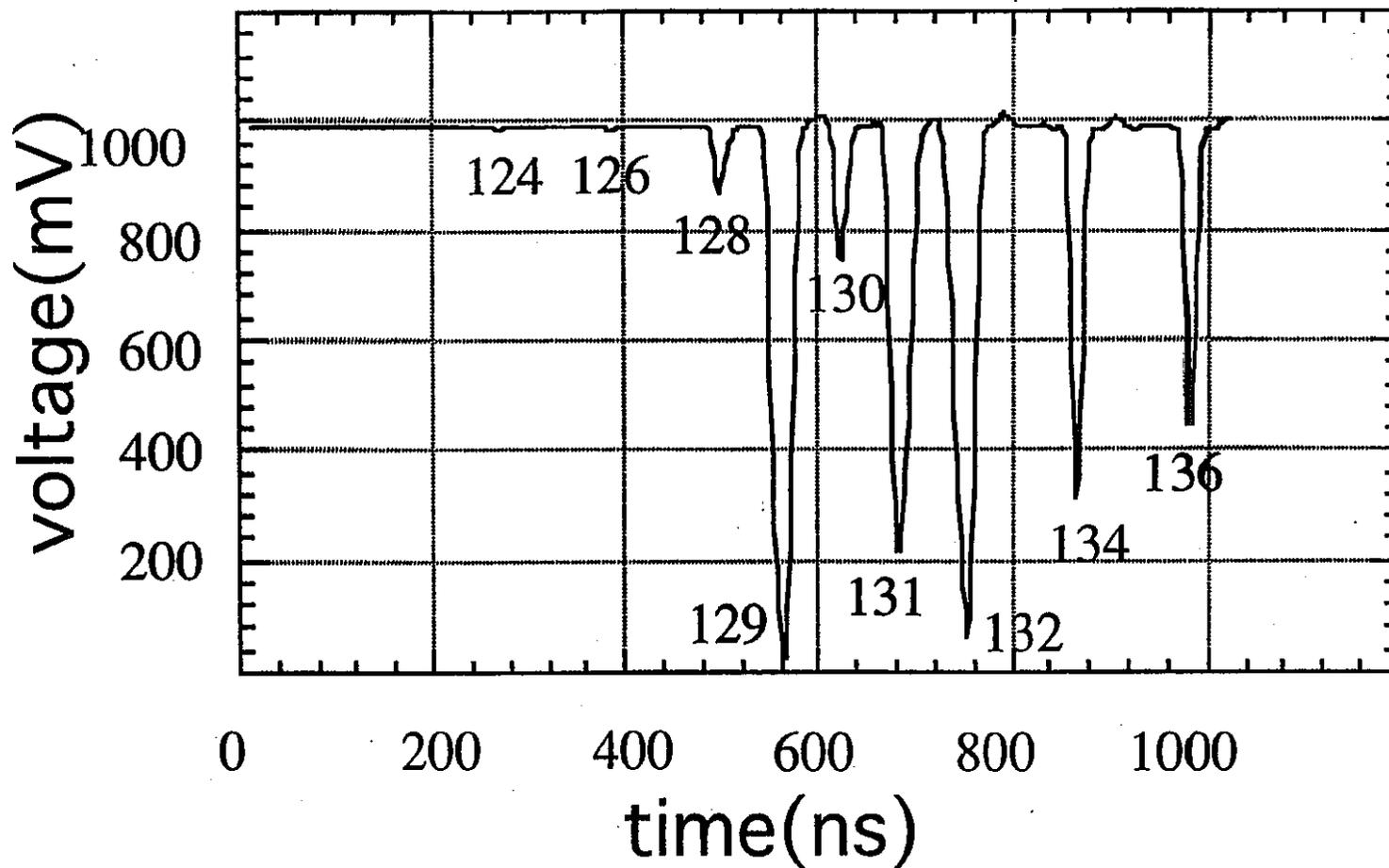
1986年ソ連船(12人乗)で海水中の貴金属濃度測定

PPT 未満 (10<sup>-12</sup>) の測定

レーザー発振イオン化スホフトXRF  
 による元素分析のイオン化効率  
 ⇒ 希土類に過



time vs voltage



Xe Isotope Analysis by RIS system

## 「原子力の光プロジェクト」の提案

原子力施設の計測制御系を「光化」

1. 従来の「点」測定 → 光による「分布」測定へ

光ファイバー分布センシング → 監視機能向上  
安全性向上

2. イメージング監視 → 監視機能の基本

人間が物を視るには光が一番良い

3. 光ファイバー分布センシングの具体例

温度 圧力 流量, 放射線

石油フロントの例あり

今後、原子力フロントで可能となる。

# 原子力の光プロジェクト.

## 1. 電系系研の「光プロジェクト」

石油化学フロントの計装システムに  
光技術(光センサ, 光ファイバ)で補完  
(温度, 圧力, 流量, 水位)プロジェクト計装可能

## 2. 光ファイバーの時代:

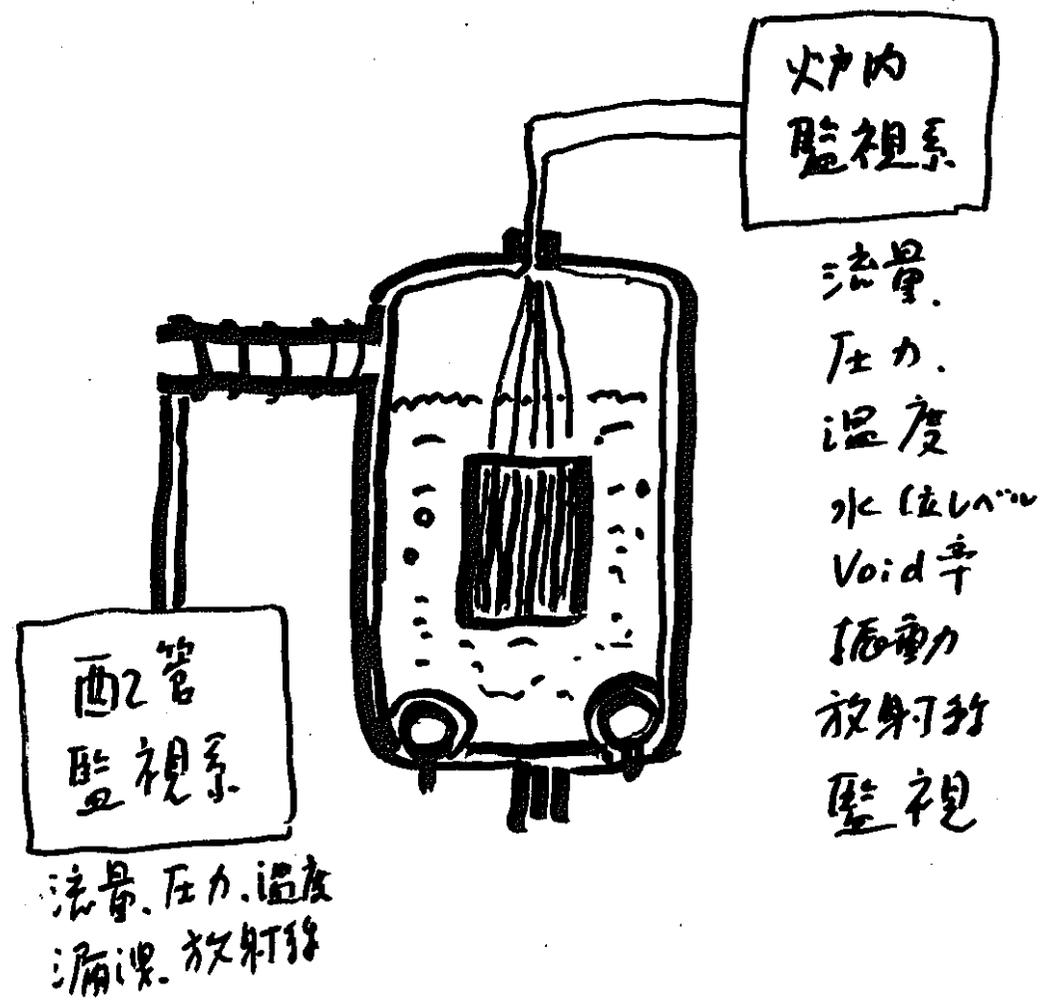
ファイバーによるプロセス量の分布センシング  
温度分布, 圧力分布, 放射線分布  
炉心内でも使用出来るファイバーの出現!



光ファイバーによる原子炉計測

## 3. 光による原子炉制御

レーザーによる中性子スピン偏極  
(原子炉におき強力レーザーの発生)



# 「原子力光プロジェクト」の提案

## 4. 展 望

光によるプロセス計測 **制御**

レーザーによる原子炉制御 (中沢, 科研, 研究中)

↑

レーザーによる $^3\text{He}$ 原子核スピン偏極技術  
(KEK 実証済)

↑

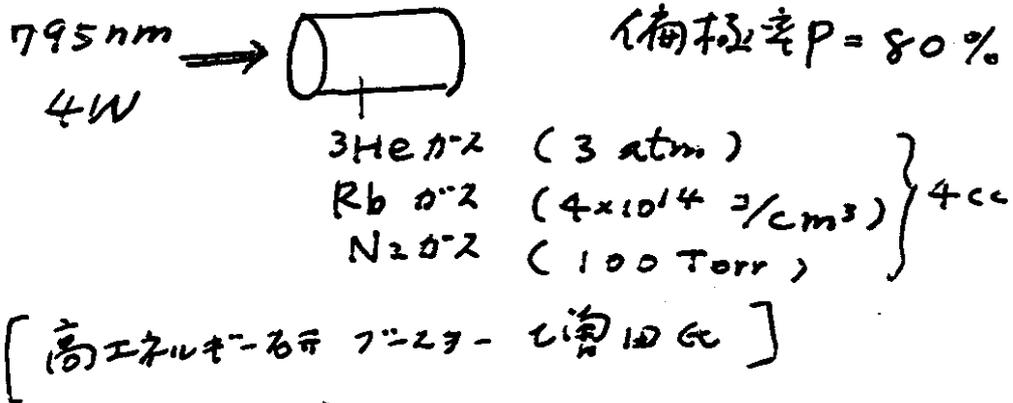
レーザーを原子炉で作る技術 (核励起レーザー)  
(先端研, 研究中)

参考

先端研ワークショップ「光ファイバーの量子計測への応用」論文集  
近日刊行, JAERI-Conf.-95-002('95)

# レーザーによる核スピン偏極とその応用

## 1. 現状



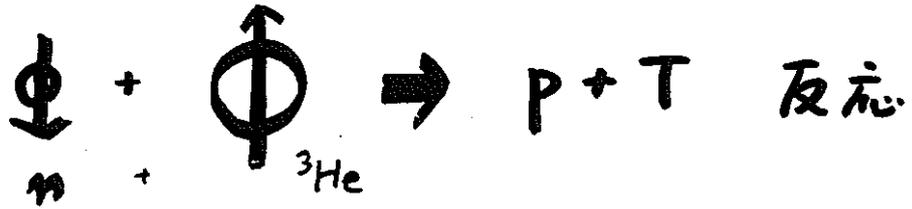
## 2. 応用

$$\sigma_{\pm} = \sigma_0 (1 \mp P)$$

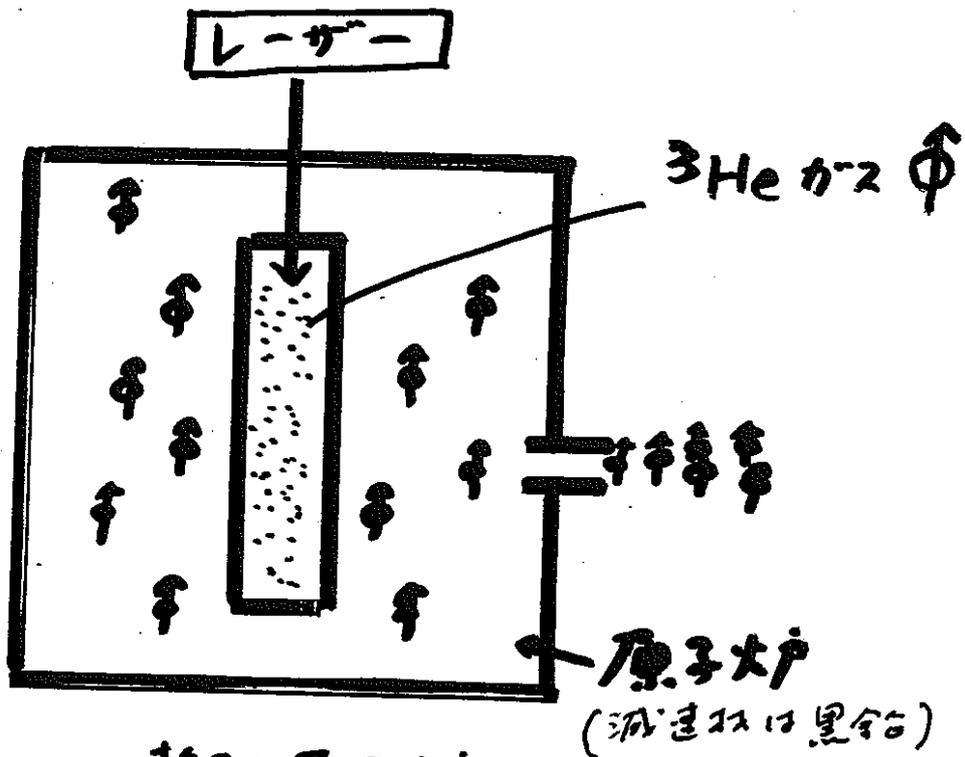
${}^3\text{He}$  中性子および吸収面積率の変化

- ① 原子炉制御
- ② スピン偏極中性子場 (源)
- ③ 炉内中性子スピンのゆらぎ  
空間依存性
- ④ その他

$^3\text{He}$  (n, p) T 反応のスピンの依存性



スピン整列  $^3\text{He}$  の中性子断面積は  $\frac{1}{2}$



中性子スピン整列原子炉

スピン偏極中性子ビーム

CdTe a DSP (不変化信号形との比較による修正法)

(Cs-137 21.7keV)

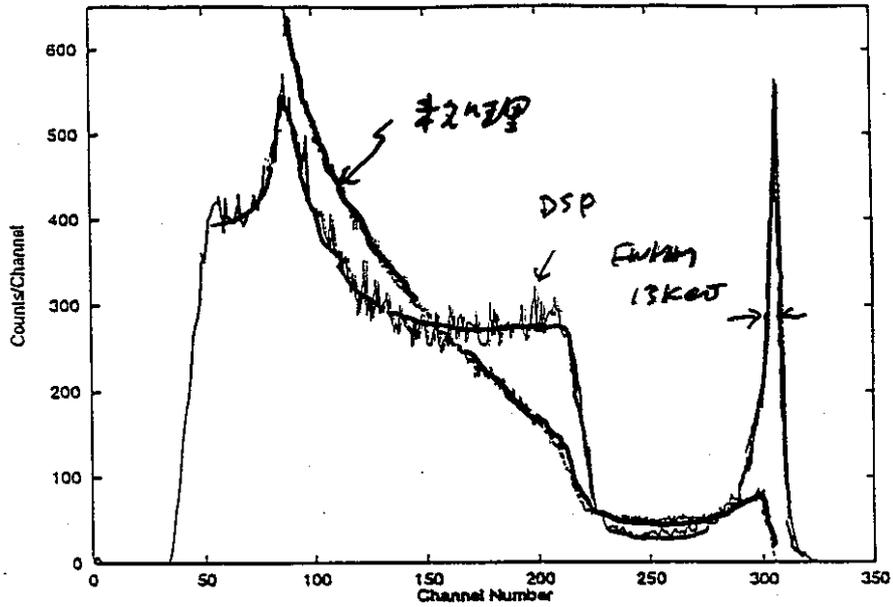


Fig. 3. Pulse height spectrum after the correction process. The pulse height spectrum taken by a normal analog shaping system is also shown.

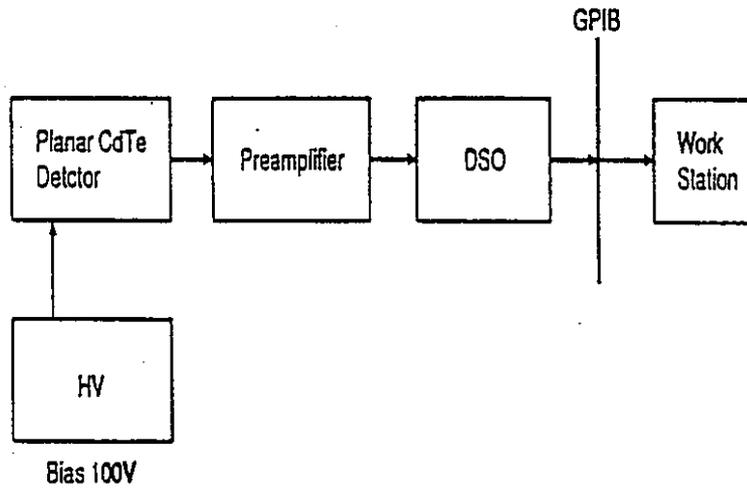


Fig. 2. Block diagram of a data taking system.

CdTe の DSF (標準波形との比較による測定)

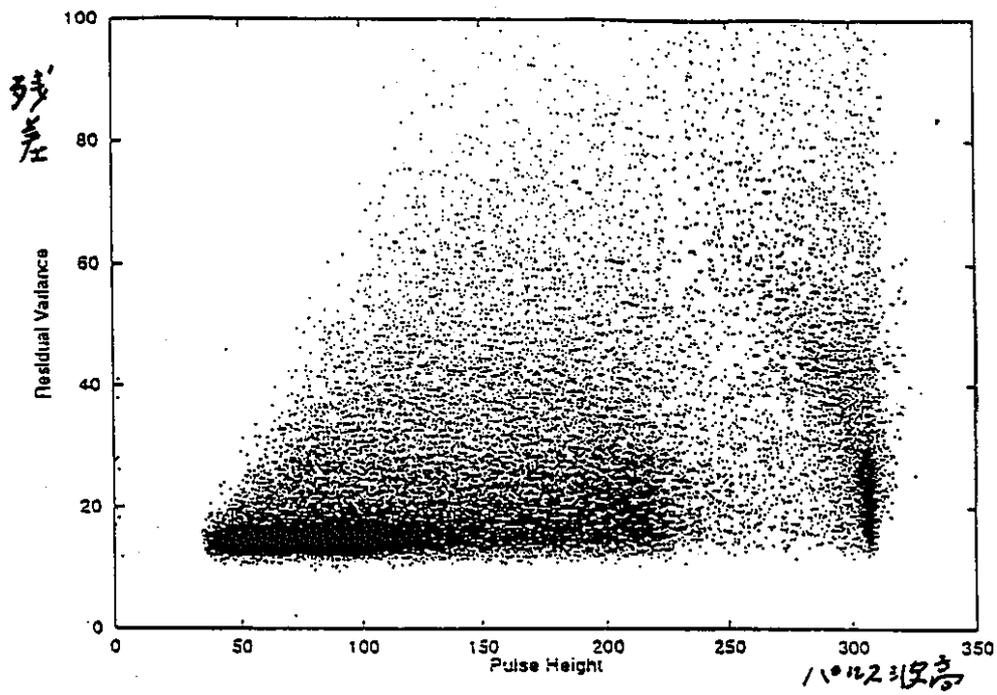


Fig. 5. Relation between the pulse height and the residual variance.

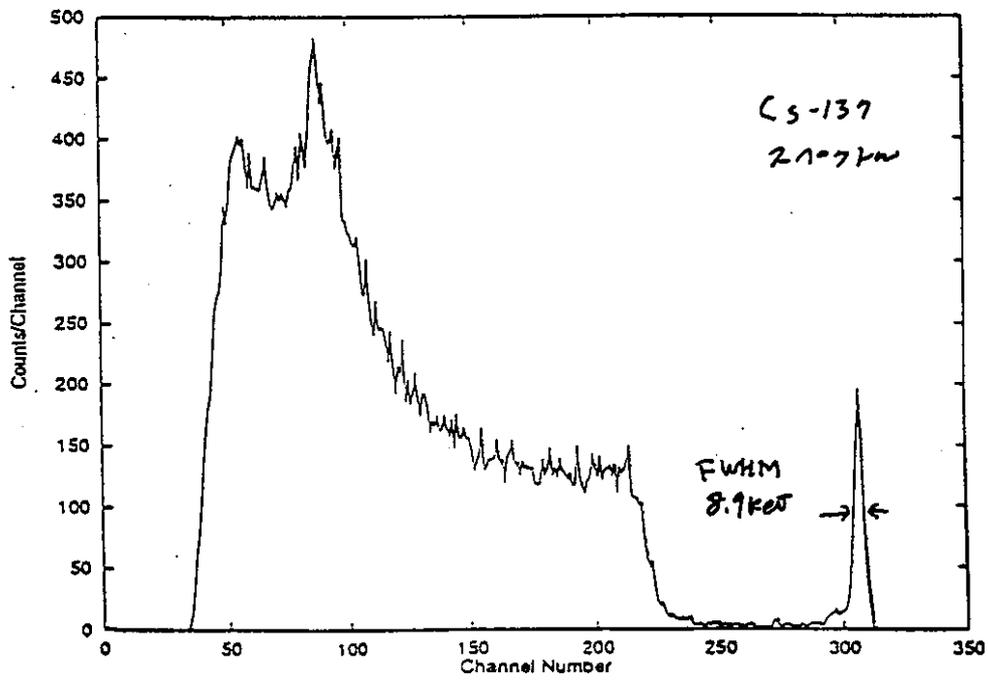
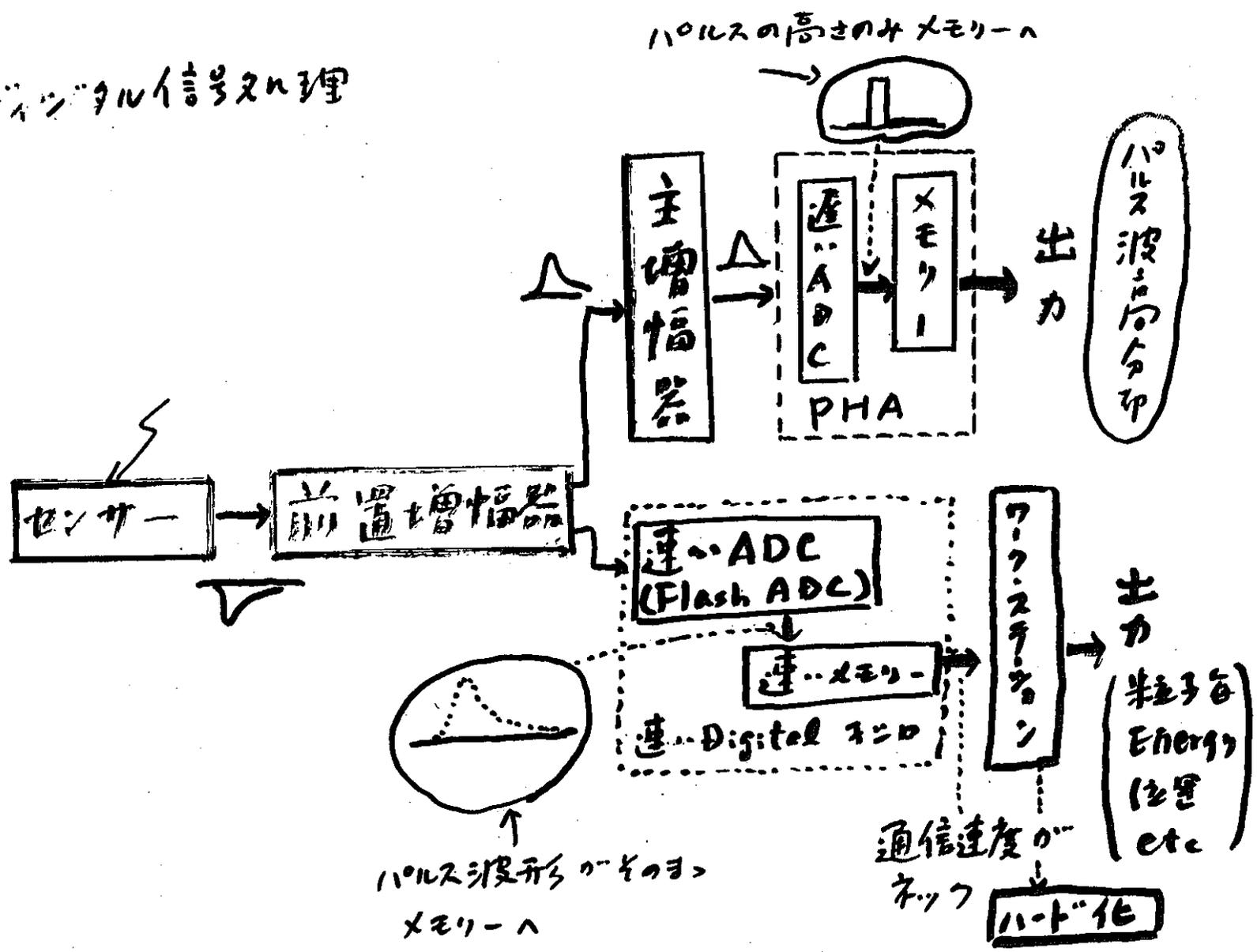
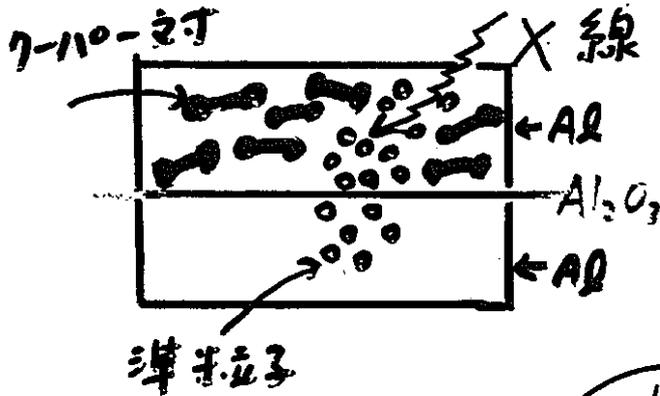


Fig. 6. Pulse height spectrum for the residual variance below 20.

# デジタル信号処理



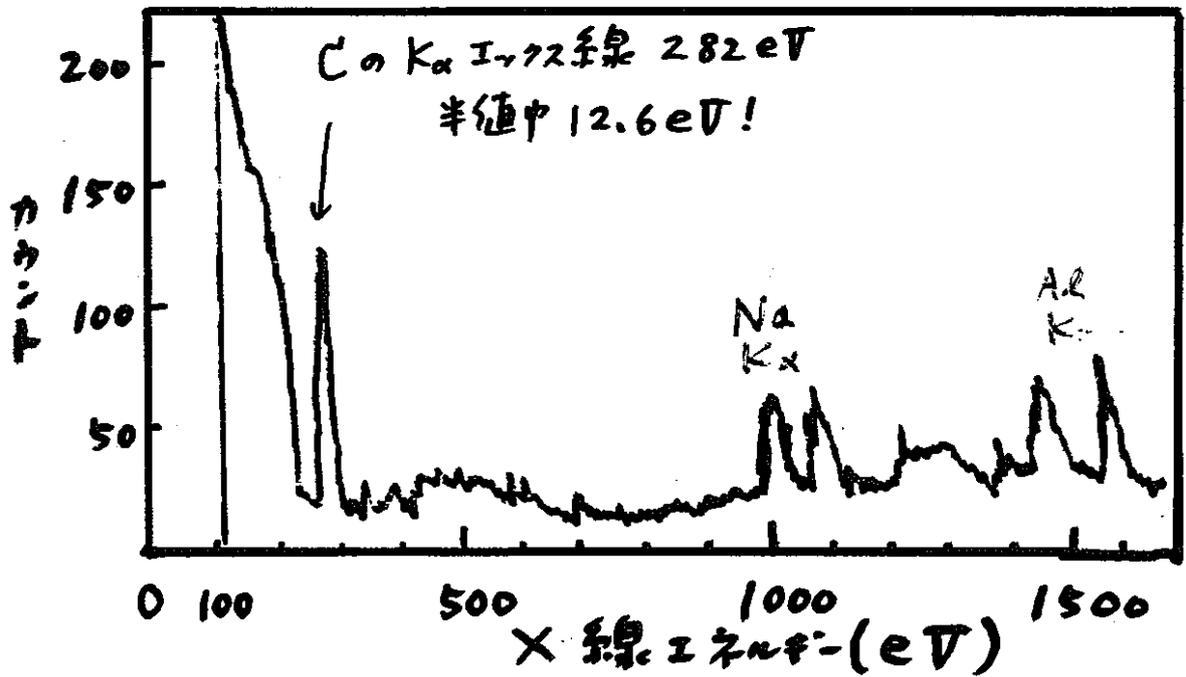
# 超伝導型放射線検出器



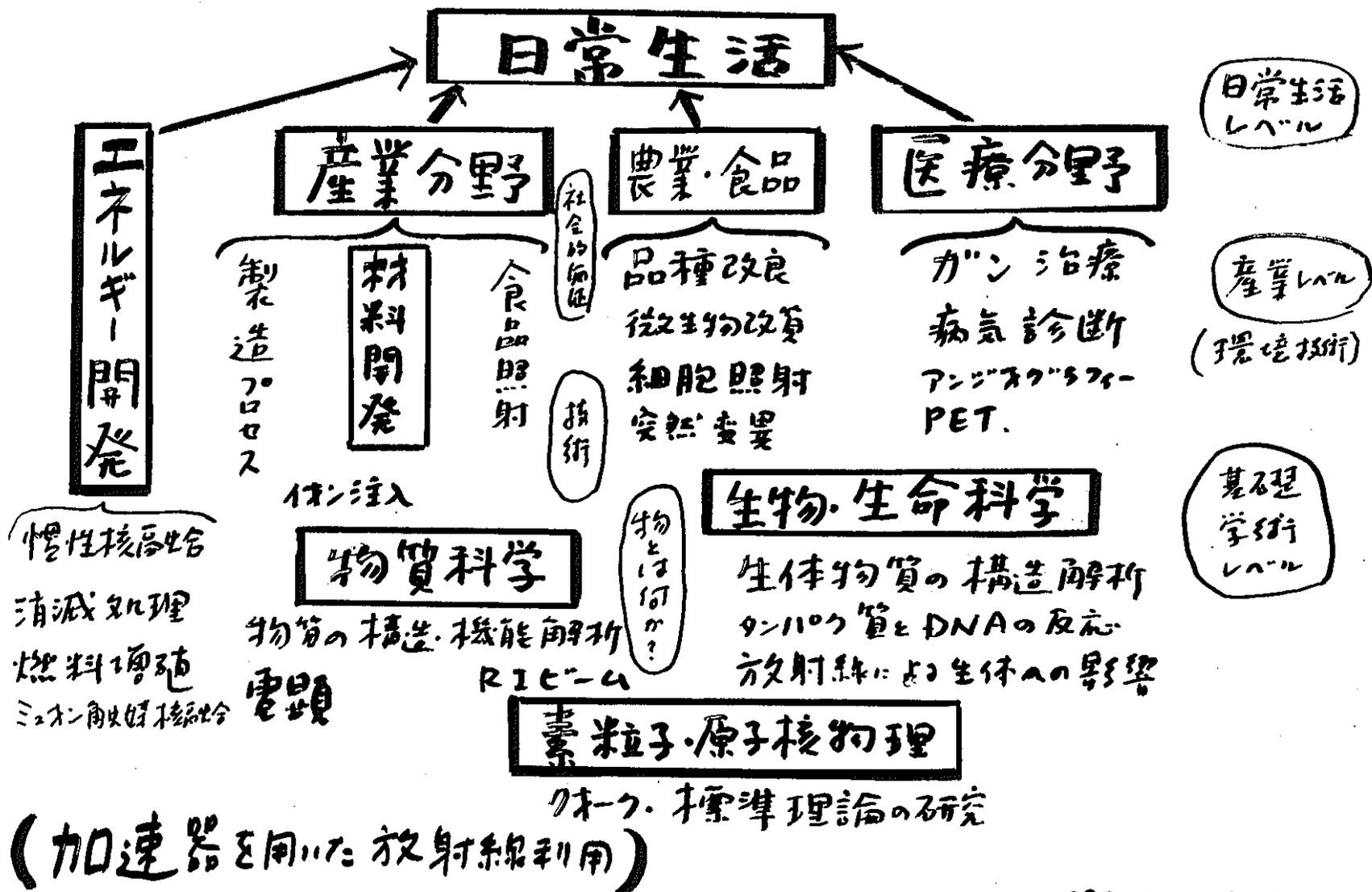
X線泉...  
7-110-2寸E  
薄粒子に73!

ジョセフソン素子  
0.3 K

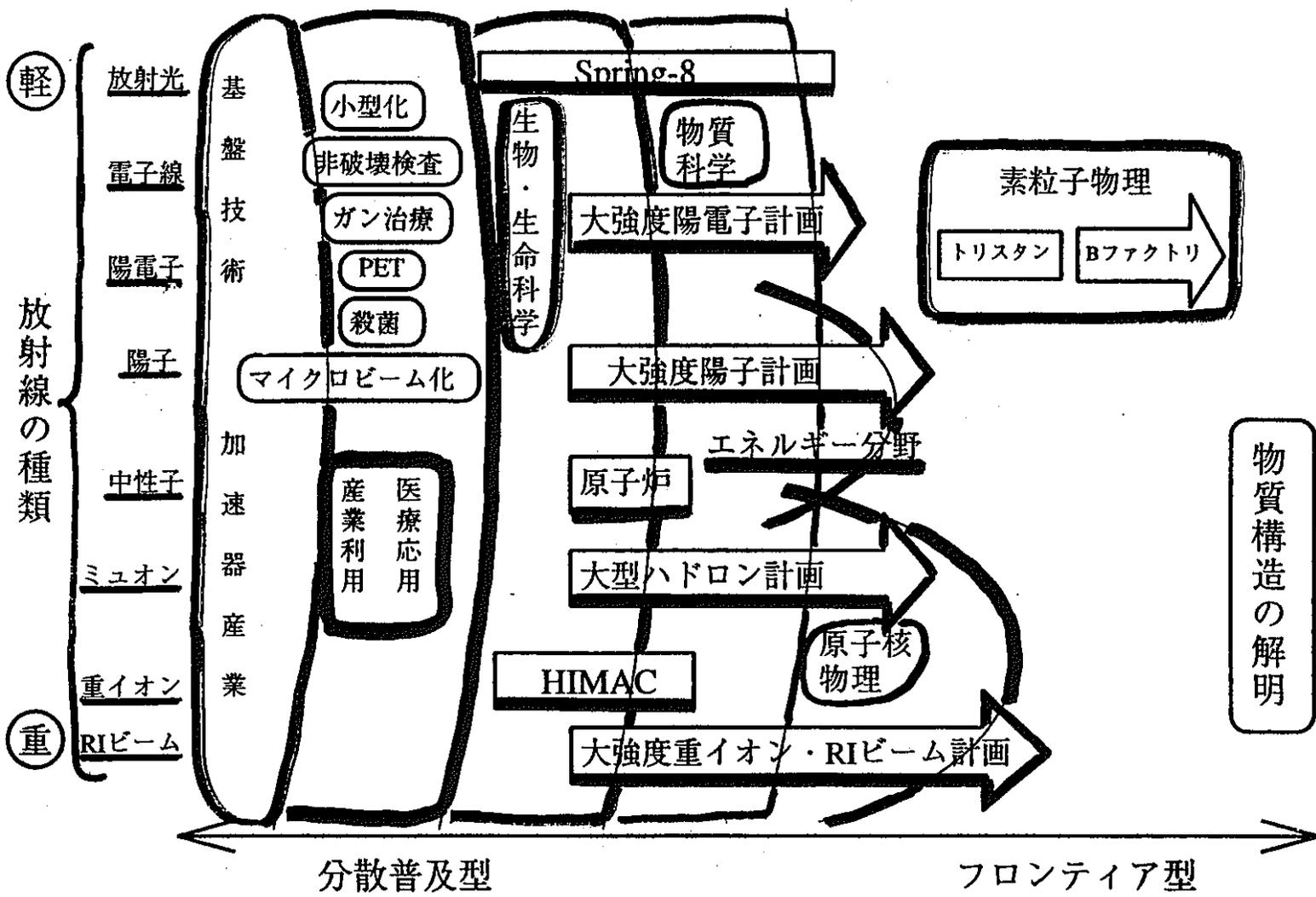
特長  
エネルギー分解能...  
Si, Ge 54 E  
更には 70倍 以上



(Simon E. Labov 氏)  
LLNL, 1994



1996.6.7 中沢



加速器による放射線の利用 (1996.3.25)

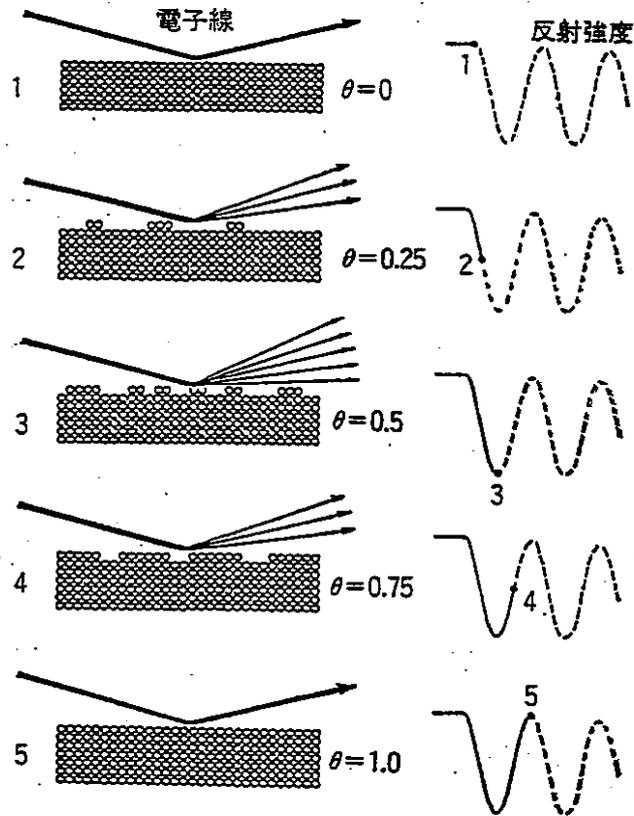


図2 基板に斜めに入射する電子線と反射強度信号,  $\theta$  は被覆度

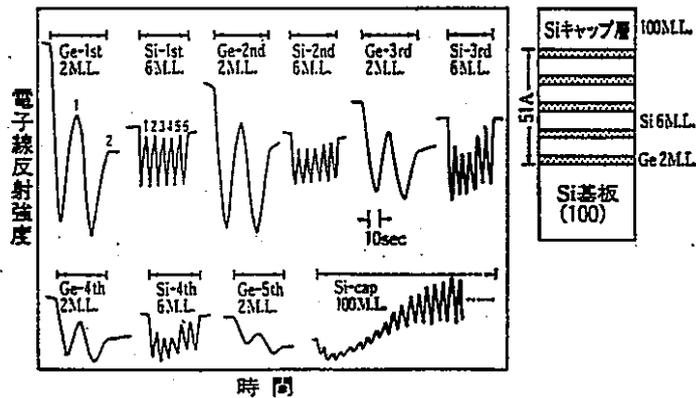


図3 Ge と Si の分子線エビタキシーにおける電子線反射強度振動と作製された Ge, Si 微細構造 (ML は単原子層を表わす)

# 表面に原子を付着する装置

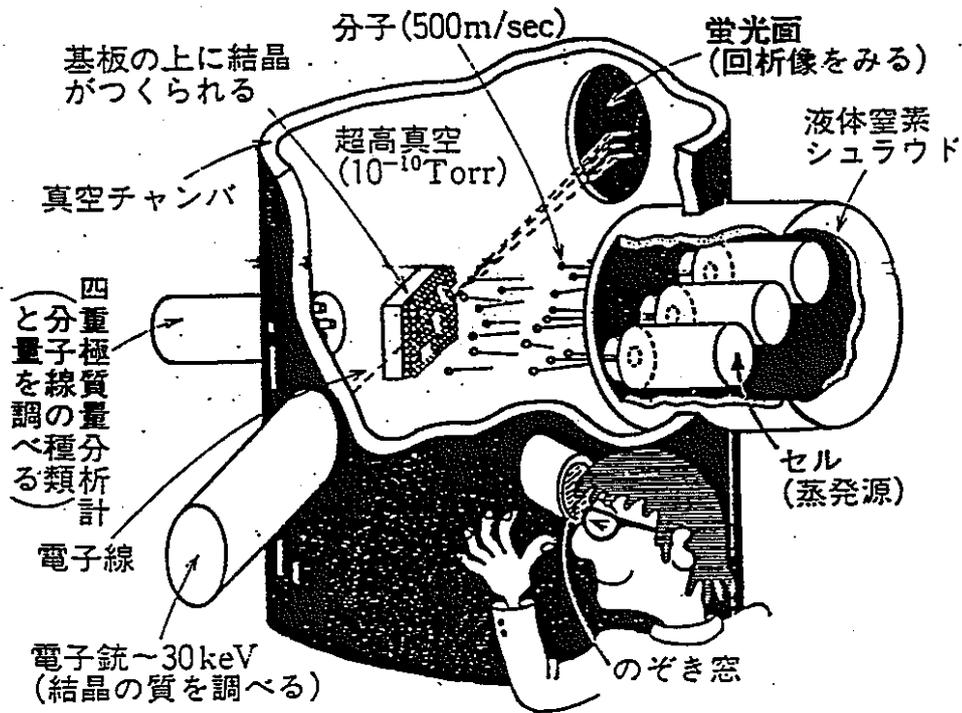


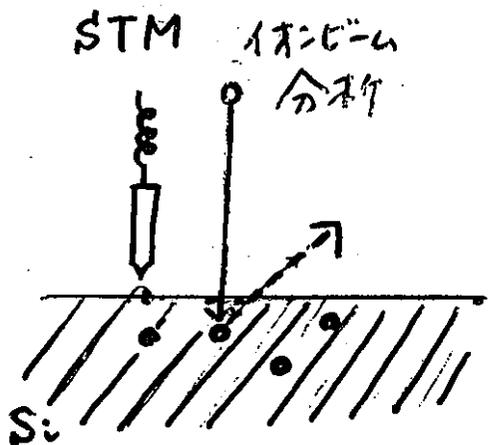
図1 分子線エピタキシー装置の概略図

Molecular Beam Epitaxy

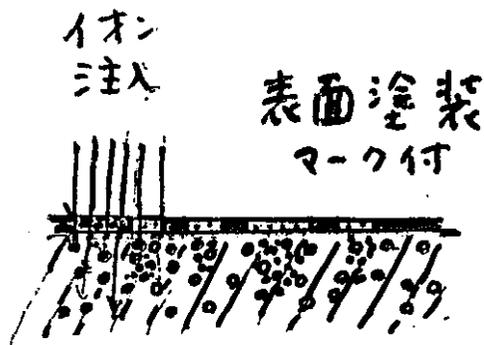
MBE

# 量子の世界の土木工事、ナノテクノロジー

道具：量子ビーム、エッチング、STM



観見察 (表面)  
不純物  
測り量 (元素分布)



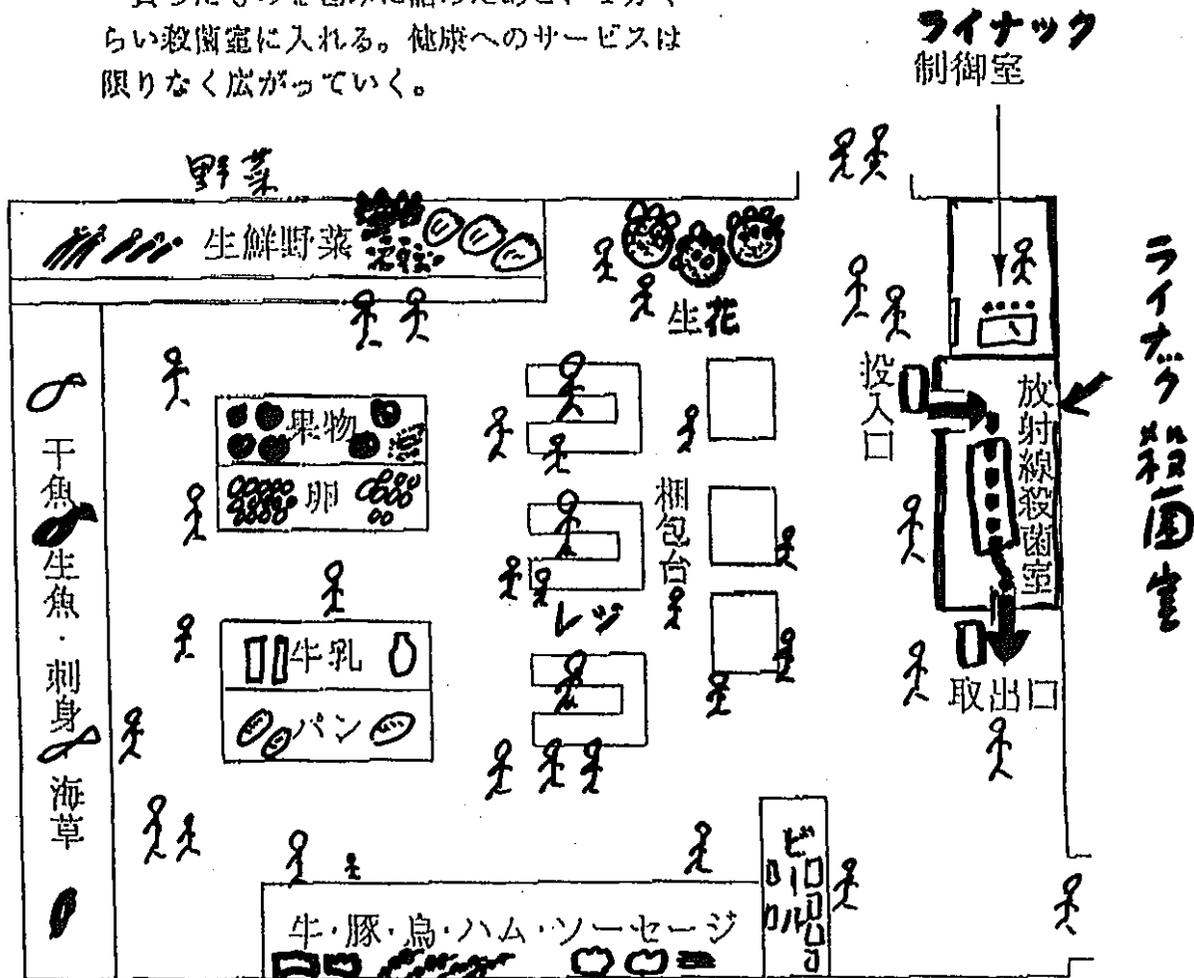
地固ため  
FPL付け  
等々



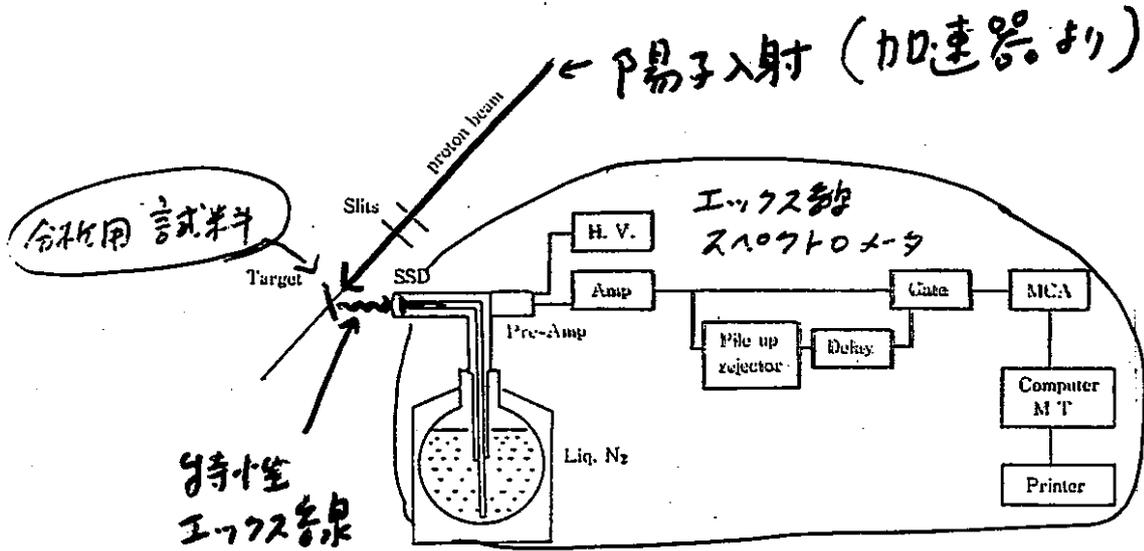
穴掘り

スーパーマーケットの配置例

買ったものを包みに詰めたあと、1分ぐ  
らい殺菌室に入れる。健康へのサービスは  
限りなく広がっていく。

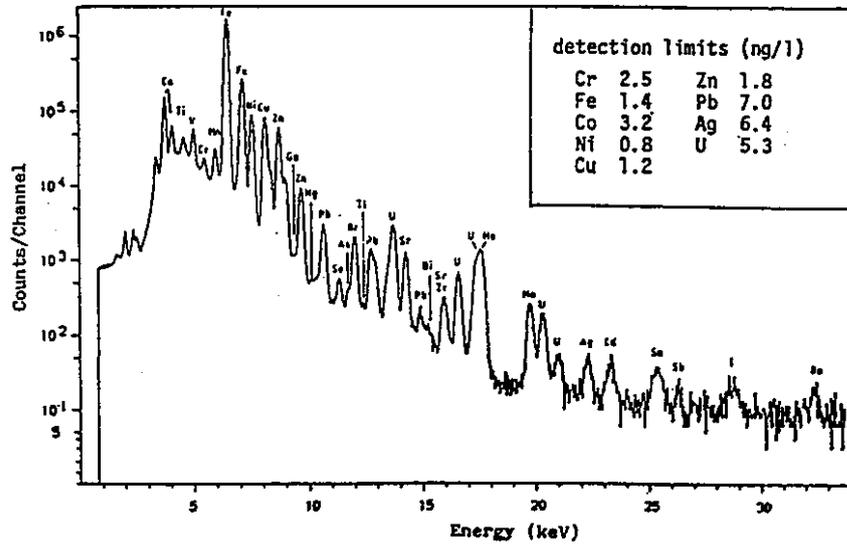


# ヒクシーの実際例



第 I-1 図 半導体検出器 Si(Li)SSD および回路

~10<sup>10</sup> 個の原子必要.



第 II-1 図 スウェーデン西海岸の海水の PIXE スペクトルの一例と、  
典型的な海水スペクトルにおける検出下限

海水のヒクシー分析

# FIXEの利用 / 来院時心肺停止例の血清微量元素分析(岩手医科大学)

Fig. 1: Comparison of serum Mg, Fe, Cu, Zn, Se and Rb in DOA cases and normal subjects.

Death on Arrival

試薬  
血清10μl

入射電圧  
2.9MeV陽子

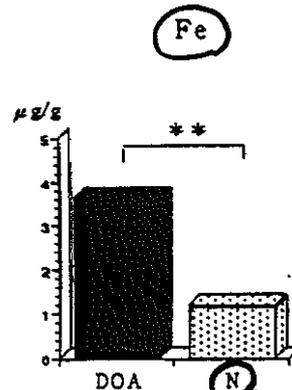
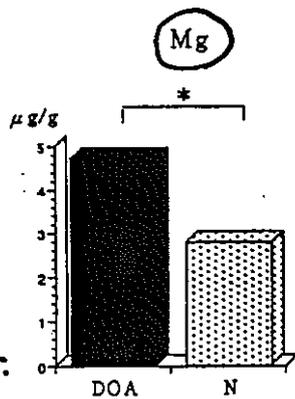
結果

① 26種元素確認

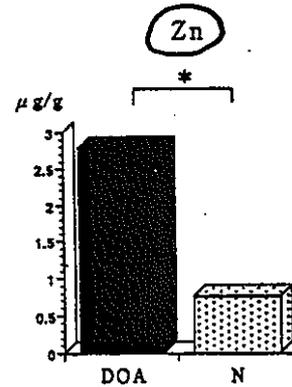
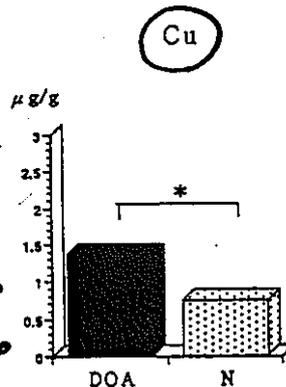
② 右図元素は有意変化(理由?)

③ S, Ca, Pb, Br, Srは有意差なし

④ Al, Si, Ti, Cr, Mn, Co, Ni, Hg, Nb, Moは有意差なし



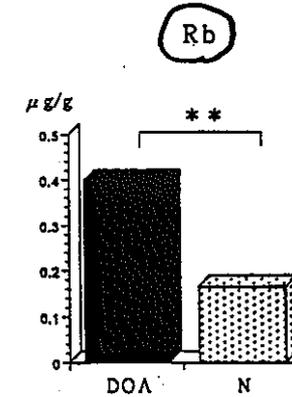
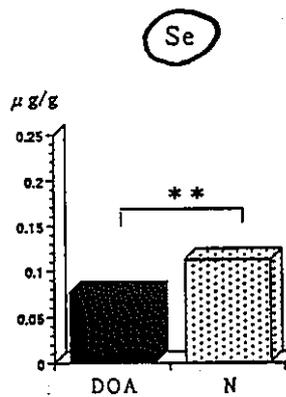
健康者



参考)

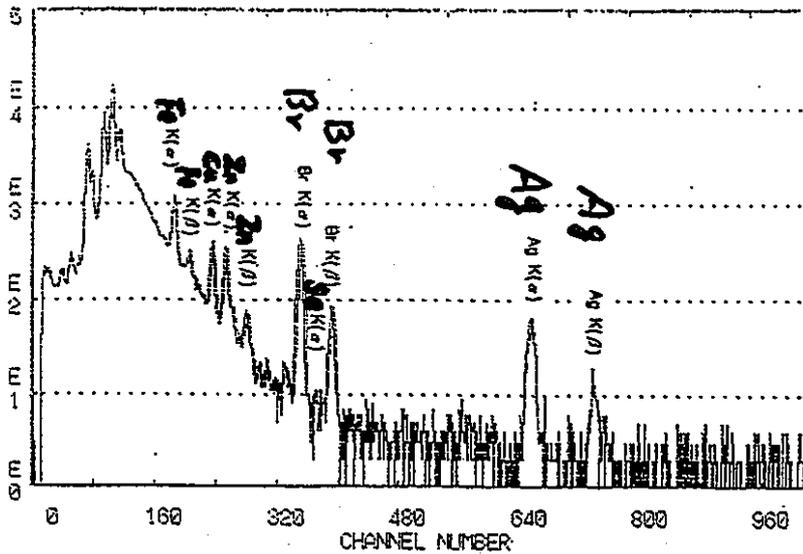
DOA...13例

N...19例



\* p < 0.05    \*\* p < 0.01

# PIXEの利用 / 血清試料 10μl



右図中  
Ag  
濃度

図1. 対照例 (61歳, 男性) 血清のPIXE分析のスペクトル.

↑ 病院にきたのが正常であつた

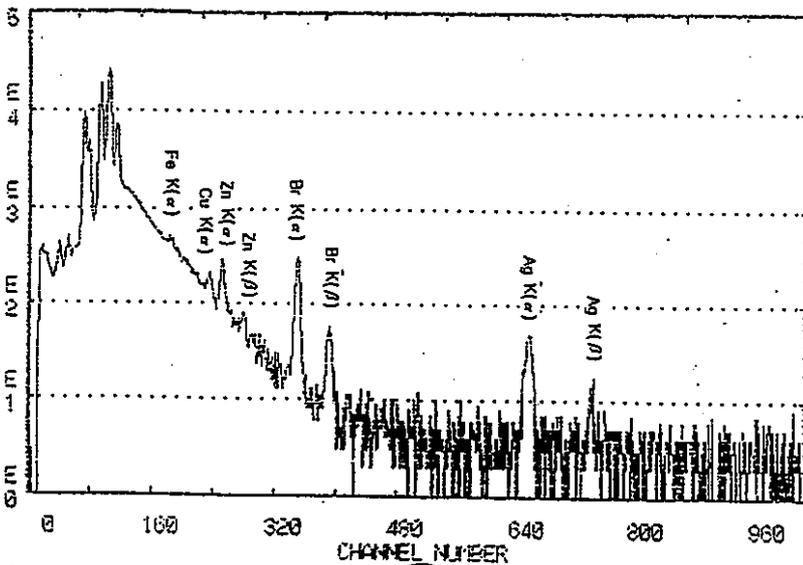
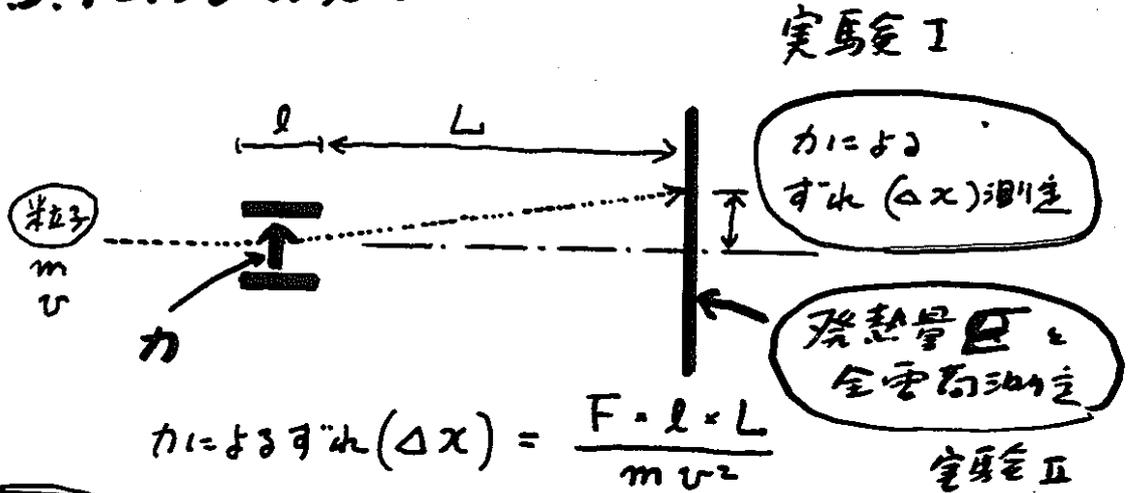


図2. 対照例 (図1と同一症例) 尿のPIXE分析のスペクトル.

パーキンソン病者も変化があった!

# J.J. トムソンの実験 (1897)



## 実験 I

① 力が電場の場合

$$F = e \cdot E$$

$$(\Delta x)_E = \frac{e E l L}{m v^2}$$

② 力が磁場の場合

$$F = e v B$$

$$(\Delta x)_B = \frac{e B l L}{m v}$$

①, ②より

$$\frac{e}{m} = \frac{E (\Delta x)_B}{B^2 l L (\Delta x)_E}$$

$$v = \frac{E (\Delta x)_B}{B (\Delta x)_E}$$

表 2.1

## 実験 II

$$\frac{\text{発熱量 } E}{\text{全電荷 } Q} = \frac{N \cdot \frac{1}{2} m v^2}{N \cdot e} = \frac{m}{e} \cdot \frac{v^2}{2}$$

↓  
表 2.2

## 参考資料－2 Q&A集

## 〔発表課題名〕

(1) ICRP1990年勧告の影響と線量限度の適用について

部課室：安全管理部 安全対策課

発表者：辻村 憲雄

質 問 ・ 意 見 ・ 要 望 等	回 答 ・ 対 応 策
<p>① 被ばく線量の変化の試算では、不均等被ばくを考慮しているのか。</p> <p>② 60KeV近傍で換算係数が10%程度増加しているが、それにも係わらずγ線の実効線量当量が減少するのは何故か。</p> <p>③ 外来作業者の被ばく前歴の把握については、申請課並びに安全対策課などで万全を期するよう努力されたい。</p>	<p>① 考慮している。</p> <p>② 胸部、あるいは頭頸部に装着したTLDバッジから評価されるそれぞれの部位のγ線1cm線量当量は僅かに増加する。しかし、不均等被ばくの評価式が変更され、実効線量当量に対する頭頸部の線量の寄与の割合が小さくなるため、胸部と頭頸部の線量の荷重平均である実効線量当量は減少することになる。</p> <p>③ 外来作業者から申告される被ばく前歴の信頼性については、これまでの従事者指定手続きの経験から、ほとんどの場合問題にはならないと考える。</p>

〔発表課題名〕

(2) Ge半導体検出器を用いた体内放射能測定

部課室：安全管理部 安全対策課

発表者：大塚 隆宏

質問・意見・要望等	回答・対応策
<p>① 今回、発表した内容は、ICRPの考え方に則ったものなのか。</p> <p>② 肺モニタの関係はどうか。</p> <p>③ 全身測定カウンタは、放射線管理上どのように使われているのか。</p>	<p>① 臓器ごとの評価というの必要ですが、吸入摂取した場合の摂取量が問題である。時と場合によって測定した時間に吸入した放射能が全身のどこにどのような形で分布しているか、今回の測定結果をICRPのモデルに合わせて摂取量へ換算するということが必要であるので、ICRPに沿っていると言える。</p> <p>② 肺モニタは超ウラン元素を対象としている。特に、Pu、Amの場合、吸入摂取直後というのは、肺にしか線源が分布していません。ですから、肺だけを測定する場合その時間によって吸入摂取した何%が肺の中に存在しているか予め分かっていますので、その比例関係で摂取量を求めることを行っている。</p> <p>③ 内部被ばくの測定として、簡易・精密型カウンタの2とおりがある。簡易型は、被ばく申請の従事者指定時に体内に放射性物質が入っているのかのみ評価は行わない。 今回の発表では、精密型全身カウンタですので、異常が見つかった場合、何が入っているのか、どれだけ入っているのかというところまでを測定するためのカウンタですので、そういう使い分けをしている。</p>

## 〔発表課題名〕

(3) パーソナルチェッカーによる汚染測定基本  
動作の遵守支援

部課室：安全管理部 放射線管理第一課  
発表者：吉田 忠義

質 問 ・ 意 見 ・ 要 望 等	回 答 ・ 対 応 策
<p>① 現在パーソナルチェッカーは、現場作業等に使用されているのですか。</p> <p>② パーソナルチェッカーが普及すれば、サーベイメータは、どうするのですか。</p>	<p>① 現在、製造課の方で40台が配備されており、実際に現場作業にて使用されています。</p> <p>② パーソナルチェッカーは、サーベイを簡便に行え、表面密度管理体制の強化を行うために導入されたもののため、これからも平行して使用していく。また、パーソナルチェッカーは汚染レベルの評価が不能であり、検出面積も小さいことから、汚染していることが分かっていたり、汚染している可能性の高いところのサーベイや、迅速にサーベイを行う必要のあるとき、測定対象が大きいものに対しては、今までどおりサーベイメータを使用することとする。</p>

[発表課題名]

(4) 放射線作業における被ばく低減化のための要素技術の開発状況について

部課室：安全管理部 放射線管理第二課

発表者：堀内 信治

質問・意見・要望等	回答・対応策
<p>① 今開発研究しているものを予算上、どう考えているのか。</p> <p>② 現場（工場）の皆さんは、放射線管理をやりたくない。作業を邪魔するという見方をする。今回、この低減化を図る時に作業の効率を落とさない、煩雑な手続きなしで被ばくの低減を図らなくてはいけない。そういう観点を調査にどう取り入れるかお答え願いたい。</p> <p>③ 発表の中で、データチェックシートを調べていると言っていたが、どんなものなのか。</p>	<p>① 現状の技術レベルが確認できた時に私達が持っている資産とかマンパワーとか、それらを共有してできる。その中で最大効果があるものを抽出して実際の技術開発にもっていく方向で考える。</p> <p>② 確かにやり方が面倒だという事実はある。放射線作業をする時に放射線の量を把握することは、本来作業をやりやすくするため行うべきことである。放射線状況を把握するのも同じレベルで把握できるのであれば簡単な方、やりやすい方、作業するためにも楽な方が良い。どのようなことを考慮して何を追求していきたいのか、防護性能とか新規性だけに捕られてしまい、何かを作ったとしてもそれがはたして作業管理の中に溶け込んで行けるかという疑問もある。最終的には、研究成果というものが放射線作業の中に当たり前のように溶け込んでどのようなものが開発されるべきかである。これからの開発に当たっては課内で調整を図り実施していく。</p> <p>③ 放射線モニタリング技術のための一つのアイテムとして、今現在放射線作業従事者が実際に作業した時に、どこでどのくらい被ばくするのかが分かれば、作業計画を立てる段階で反映することができる。そういう意味から作業者がどこにいるのか位置情報を得るため、使えるかどうか調査している。</p>

〔発表課題名〕

(5) 再処理工場における放射線作業管理システムの構築と運用実績

部課室：安全管理部 放射線安全課

発表者：米澤 理加

質問・意見・要望等	回答・対応策
構築したシステムは、現場にも反映できるのか。	<p>日々、作業全体での被ばく実績を個人ごとに、随時提供できる。</p> <p>Pu工場では、放管は現場側に対して各種情報を提供し、お互いに協力し合っている。</p>

〔発表課題名〕

(6) 大気放出放射性物質の沈着に関する研究

部課室：安全管理部 環境安全課

発表者：中野 政尚

質問・意見・要望等	回答・対応策
<p>① 畑土の混合厚は20cmとしているが、それで十分か。</p> <p>② 湿性沈着における降雨強度の影響については、検討していないのか。</p> <p>③ 他の気体放出核種についての環境安全課の研究状況を教えて欲しい。</p>	<p>① 降下した放射性ヨウ素の大部分は、地表10cm以内の深さに保持されていることが、コアサンプルの調査によって分かっている。よって混合厚は畑土の耕作攪拌厚のみに支配されるとの考えで20cmとした。</p> <p>② 降雨強度の影響による湿性沈着速度の変化は、今後の種々のモデルのパラメータ設定の際に、非常に重要な問題であると認識している。しかし、それを実測することは今の段階では難しい。というのは環境中I-129のレベルは非常に低く、有為な測定値を得るには、約1カ月のサンプリングが必要であるからである。</p> <p>③ ここでは時間の都合もあるので、後ほど資料を送らせていただく。</p>

〔発表課題名〕

(7) 環境試料（水試料）中の<sup>63</sup>Ni分析法の開発

部課室：安全管理部 環境安全課

発表者：小坪 直樹

質問・意見・要望等	回答・対応策
<p>① <sup>63</sup>Niは、埋設により地下水への移行が考えられるが、土壌への移行というのは考えにくいので土壌中の<sup>63</sup>Ni分析法を開発する目的は何か。</p> <p>② Niレジンとは、どんなものか。</p> <p>③ 分析法のDFと樹脂のDFを掛け合わせて実際にそのDFが得られるのか。</p>	<p>① 土壌中の<sup>63</sup>Niのバックグラウンドレベルを抑えておくうえで、土壌中の<sup>63</sup>Niの分析法を開発する必要がある。</p> <p>② キレート樹脂にジメチルグリオキシム（DMG）を充填したものである。</p> <p>③ 誤差があるので、必ずしも同じ結果になるとは限らない。</p>

〔発表課題名〕

(8) 中性子線ガンマ線遮蔽評価コードシステム（NPSS-PC）の開発・整備

部課室：安全管理部 安全技術課

発表者：清水 義雄

質問・意見・要望等	回答・対応策
<p>① NPSS-PCに組み込まれている一次元コードや二次元コードについては、モデル化の際にかなり経験を要すると思うが、この計算コードシステムでは、ユーザーに対して考慮がなされているのか。</p> <p>② MCNP4AとNPSS-PCの比較では、モデルの設定等でMCNP4Aのほうが優れているように感じるが、今後許認可ではどちらを使用するつもりか。</p>	<p>① スカイシャイン線評価等、ある程度決まった手順で計算を実施できるものについては、デフォルトを多くし、ユーザーの便宜を図っているが、領域の切り方等は、やはりユーザーの経験に頼ることとなる。マニュアルには、計算例をいくつか掲載し、ユーザーが計算する際の参考となるように配慮している。</p> <p>② 計算時間の問題、これまでの使用実績を考えると、現状ではNPSS-PCのような決定論的な手法を使用すると考えられる。そのため、本コードシステムを開発したものであり、検討計算等に適用できると考えられる。</p>