

# 原子力安全委員会への定期報告

(環境放射能安全研究)

— 環境影響評価に関する研究 —

1993年8月

動力炉・核燃料開発事業団

東海事業所

この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、特に限られた関係者だけに開示するものです。ついては複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう特に注意して下さい。

本資料についての問合せは下記に願います。

〒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

限 定 資 料

PNC ZN8430 93-002

1 9 9 3 年 8 月

## 原子力安全委員会への定期報告（環境放射能安全研究）

-環境影響評価に関する研究-

報告者 桜井 直行<sup>(1)</sup>  
飛田 和則<sup>(2)</sup>、鈴木 猛<sup>(2)</sup>  
片桐 裕実<sup>(2)</sup>、清水 武彦<sup>(2)</sup>  
森澤 正人<sup>(2)</sup>

### 要 旨

東海事業所環境安全課の担当している環境放射能安全研究の実施状況等について、原子力安全委員会に対し、以下の項目で平成5年7月12日に定期報告を行なった。

1. 東海事業所における環境放射能安全研究
2. ヨウ素の挙動に関する研究
3. 超ウラン元素の挙動に関する研究

本資料は、この定期報告についてまとめたものである。

- 
- (1) 安全管理部長兼環境安全課長
  - (2) 環境安全課

## 目 次

### まえがき

|                            |    |
|----------------------------|----|
| I. 報告概要                    | 3  |
| 1. 動燃事業団東海事業所における環境放射能安全研究 | 5  |
| 2. ヨウ素の挙動に関する研究            | 6  |
| 3. 超ウラン元素の挙動に関する研究         | 8  |
| 4. 今後の計画                   | 10 |
| II. 報告資料                   | 11 |
| III. 質疑応答                  | 41 |
| IV. 参考資料                   | 45 |
| 1) 原子力安全調査室資料              | 47 |
| 2) 安全研究分科会主査連絡会資料          | 48 |

## まえがき

東海事業所環境安全課においては、原子力安全委員会が定めた安全研究年次計画（平成3年度～平成7年度）に基づき、計画的に環境放射能安全研究を実施している。

安全研究の実施状況等については年度毎に事業団安全研究委員会に報告しており、また、5ヶ年終了時には、専門部会の評価を受け、原子力安全委員会へ報告されることになっている。

しかし、安全研究の成果は原子力行政を推進するに当たって有意義な示唆を与えるものであるため、原子力安全調査室からの要請により、実施状況等について迅速に原子力安全委員会へ報告することとなった。この定期報告は1993年2月から原研、動燃、放医研の順で毎月1件実施しており、1993年の動燃の報告予定は3月、6月、9月及び12月であり、本研究は、当初9月に報告予定であったが、調整の結果6月に繰り上げ発表となった。

本資料は、平成5年7月12日（6月分）に報告した環境放射能安全研究「環境影響評価に関する研究」についてまとめたものである。

なお、報告状況は以下のとおりである。

日 時 平成5年7月12日（月） 15:20～16:10

場 所 科学技術庁 原子力安全委員会会議室

出席者

**【原子力安全委員】**

都甲原子力安全委員長

内藤委員、宮永委員、寺島委員、佐藤委員

**【科技厅】**

内藤安全調査室室長 酒井管理官他

報告者

動燃事業団 東海事業所 桜井安全管理部長

## I. 報告概要

## 1. 動燃事業団東海事業所における環境放射能安全研究

動燃事業団は、核燃料サイクルの全分野にわたる幅広い研究開発業務を行っており、放射性物質を取り扱う施設も多岐にわたっている。各施設から環境へ放出される放射性物質は、放出源において放出基準値を下回っていることを確認しており、環境安全上問題となることはないが、より一層の安全確認のため各事業所周辺における一般環境の定常監視を実施している。

事業団の実施している環境監視計画は、環境放射線モニタリングに関する指針（原子力安全委員会決定）を参考に、各事業所、施設の特徴を考慮して策定している。特に東海事業所においては、再処理工場を有しており、その潜在的環境影響を評価する観点から、幅広い視点での定常環境監視及び環境放射能安全研究を実施している。

東海事業所環境安全課では、原子力安全委員会が定めた平成3年度～平成7年度における原子力安全研究のうち、環境放射能安全研究の分野における6テーマについて取り組んでいる。今回の原子力安全委員会への定期報告では、これらのうち、[3] (14) 環境におけるヨウ素の挙動に関する研究、及び[3] (18) 超ウラン元素の環境中での挙動に関する研究の2件を中心に報告する。

## 2. ヨウ素の挙動に関する研究

再処理施設から大気放出される主要な核種のひとつであるヨウ素-129は、 $1.6 \times 10^7$ 年という長い半減期を持つ軟ベータ線放出核種であり、一般的な放射化学分析法では環境試料中の極低レベルの定量は困難である。そこで高感度定量法として中性子放射化分析法を開発し、環境試料中のヨウ素-129濃度を調査した。

東海事業所周辺の環境試料（土壌、葉菜、精米）を対象として、その分析、測定を行うとともに、放出源情報及び気象情報を基にして計算によって大気中濃度を算出した。これらの結果を基に、ヨウ素の沈着速度、移行係数を求めた。

### [実施内容]

#### 1) 分析法の開発

土壌、葉菜、精米など各種環境試料に適用できる分析法（前処理法を含む）を開発した。

#### 2) 沈着速度

再処理施設の周辺環境から採取した土壌中のヨウ素-129濃度及び放出源情報等から計算した大気中ヨウ素-129濃度を基に、ヨウ素の沈着速度を求めた。

#### 3) 農作物への移行

再処理施設の周辺環境から採取した農作物中のヨウ素-129濃度及び放出源情報等から計算した大気中ヨウ素-129濃度を用いて移行率を求めた。

また、土壌から移行率を評価するため、土壌、農作物の安定ヨウ素を調査した。

### [成果]

1) 土壌中ヨウ素-129濃度を調査した結果、 $10^{-6} \sim 10^{-5}$  Bq/g・乾の濃度レベルであり、土壌中ヨウ素-129の増加傾向は見られていない。

2) 土壌中ヨウ素-129濃度から求めた平均沈着速度は、 $0.76 \pm 0.19$  (cm/s) が得られた。

また、チェルノブイリ原子力発電所事故の際に実施した結果からは、



0.69±0.58(cm/s)が得られた。

以上の結果から沈着速度としてこれまで用いてきた1 (cm/s)は妥当な値といえる。

- 3) 大気の実測値と拡散計算による値とを比較しと結果、よく一致することを確認した。
- 4) 大気から葉菜及び精米へのへの移行係数について試算した結果、葉菜では0.2、精米では0.01以下であることがわかり、動燃再処理施設の安全審査に用いた。この移行係数はこれまでの安全審査に用いられた値より各々1/5、1/10であり、線量当量評価をより現実的なものにする事ができた。
- 5) 土壌（水田土）から精米、葉菜（白菜、ホウレン草）への安定ヨウ素の移行係数について調査した結果、精米では $9.9 \times 10^{-4}$ 、葉菜で $3.2 \times 10^{-3}$ （白菜）～ $6.2 \times 10^{-3}$ （ホウレン草）の値が得られた。

この結果、土壌からの移行係数は大気経路の移行係数に比べて約1桁程度低いこと、また従来から安全評価に用いてきた土壌からの移行率0.02は、安全裕度をもった値であることを確認した。

### 3. 超ウラン元素の挙動に関する研究

環境影響評価上重要な超ウラン元素の各種環境試料中における濃度を分析、測定し、環境中での挙動を把握することにより、核燃料サイクル施設に係る線量当量評価に資するため、分析技術の高度化とフィールドデータを基にしたパラメータについて検討した。

東海環境安全課では、プルトニウム及びアメリシウムの系統分析法を開発し、陸上試料（浮遊塵、葉菜、土壌等）及び海洋試料（海水、海底土、海産生物）に適用して、その放射能濃度を求めている。

海水及び海産生物に係るプルトニウムの測定結果から、大気圏内核実験が行なわれていた時期には、その影響と思われる測定値が観察されているが、1980年代以降は直線的な減少傾向にあること、また、アメリシウムについてもプルトニウムとほぼ同様の推移をしていること把握できた。この海水、海産生物の測定結果を基に、プルトニウム及びアメリシウムの海産生物への濃縮係数について検討した。

#### [実施内容]

##### 1) 分析法の開発

各種環境試料に適用できるプルトニウム（Pu-239,240）及びアメリシウム（Am-241）の系統分析法を開発した。

##### 2) 海洋環境試料中のPu-239,240、Am-241の水準調査

海水、海底土、海産生物（シラス、成魚、褐藻類、貝類）を対象としたPu-239,240の定常モニタリングの他に、Am-241を系統的に分析し、海洋環境における濃度水準を調査した。また、頭足類、甲殻類についても濃度水準を調査した。

##### 3) 環境中Pu-239,240、Am-241の濃縮係数の調査

得られたフィールドデータをもとに海水から海産生物への濃縮係数を調査した。

#### [成果]

1) 海水中のPu-239,240の濃度は $3.7 \times 10^{-6} \sim 2.0 \times 10^{-4}$  Bq/l の範囲であり、全体として直線的な減少傾向が見られた。Am-241については、 $5.0 \times 10^{-7} \sim 9.9 \times 10^{-6}$  Bq/l の範囲でPu-239,240と同様に推移している。

- 2) 褐藻類中のPu-239,240の濃度は、 $7.8 \times 10^{-4} \sim 3.2 \times 10^{-2}$  Bq/kg・乾の範囲であり、Am-241の濃度は、 $1.0 \times 10^{-4} \sim 5.2 \times 10^{-2}$  Bq/kg・乾の範囲である。これらは、海水と同様な減少傾向を示している。
- 3) 海水及び海産生物について、得られた測定データを基に対数正規確率分布で整理した。この結果を基に各種海産生物の濃縮係数を算出した。同じ海産生物でもPuとAmの濃縮係数が大きく異なること、また、Pu、Amともに海産生物の種類により濃縮係数が大きく異なることが把握できた。また、本研究から得られた東海沿岸海域におけるPuの濃縮係数は、調査した海産生物すべてにおいて再処理施設の安全審査で用いた濃縮係数を下回っており、評価に用いた値は十分安全裕度を持った値であることが確認された。
- 4) Amについてもフィールドデータを基にした濃縮係数が得られた。このAmの濃縮係数は、我が国では貴重なデータであり、六ヶ所再処理工場の安全審査における基礎試料として活用された。

#### 4. 今後の計画

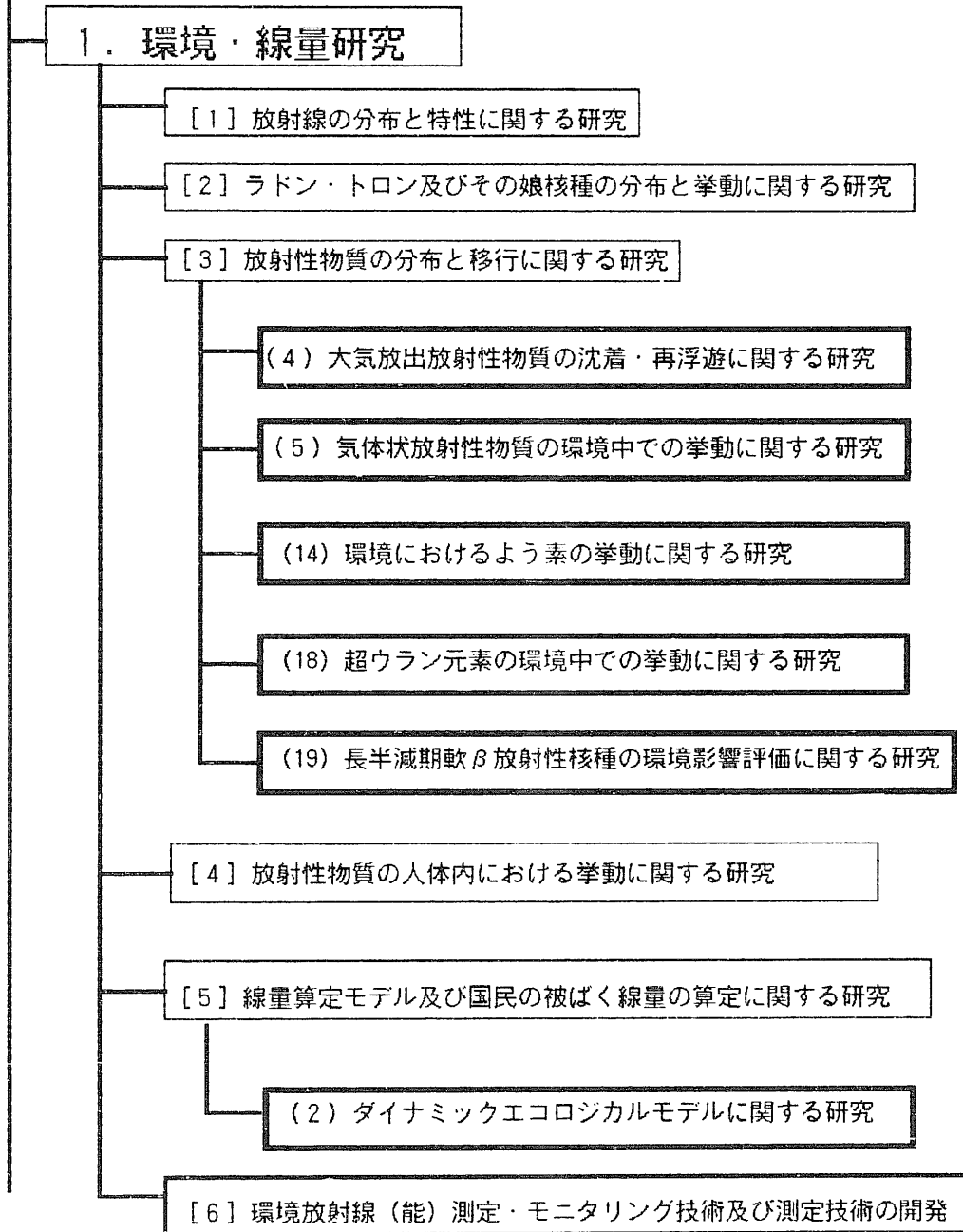
環境試料に係るモニタリングデータを継続して収集するとともに、フィールドデータを基にした環境パラメータの取得に努める。

また、得られたパラメータは、再処理施設周辺の公衆の線量当量評価のための基礎試料として活用する。

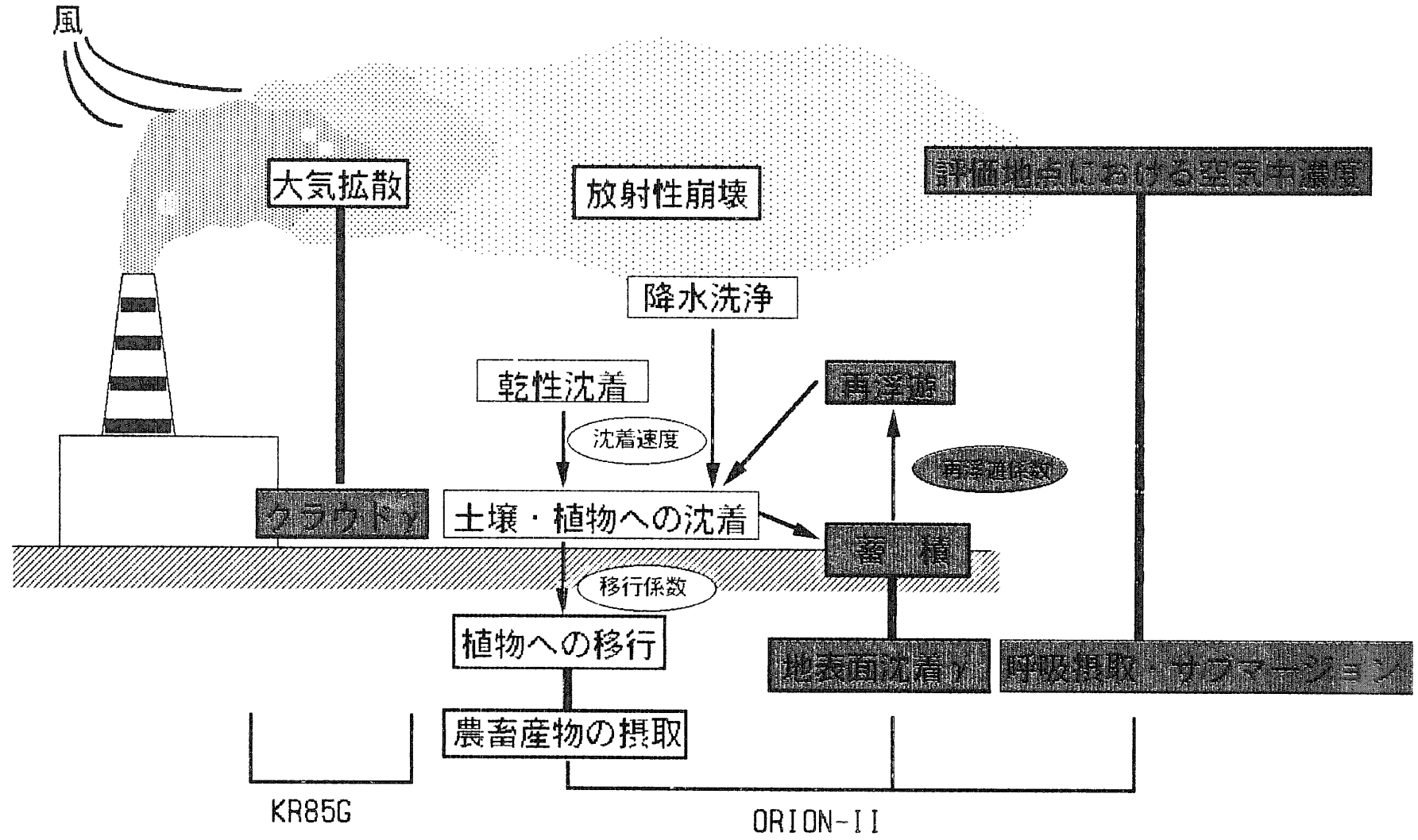
## II.報告資料

# 環境放射能安全研究

平成9年度～17年度



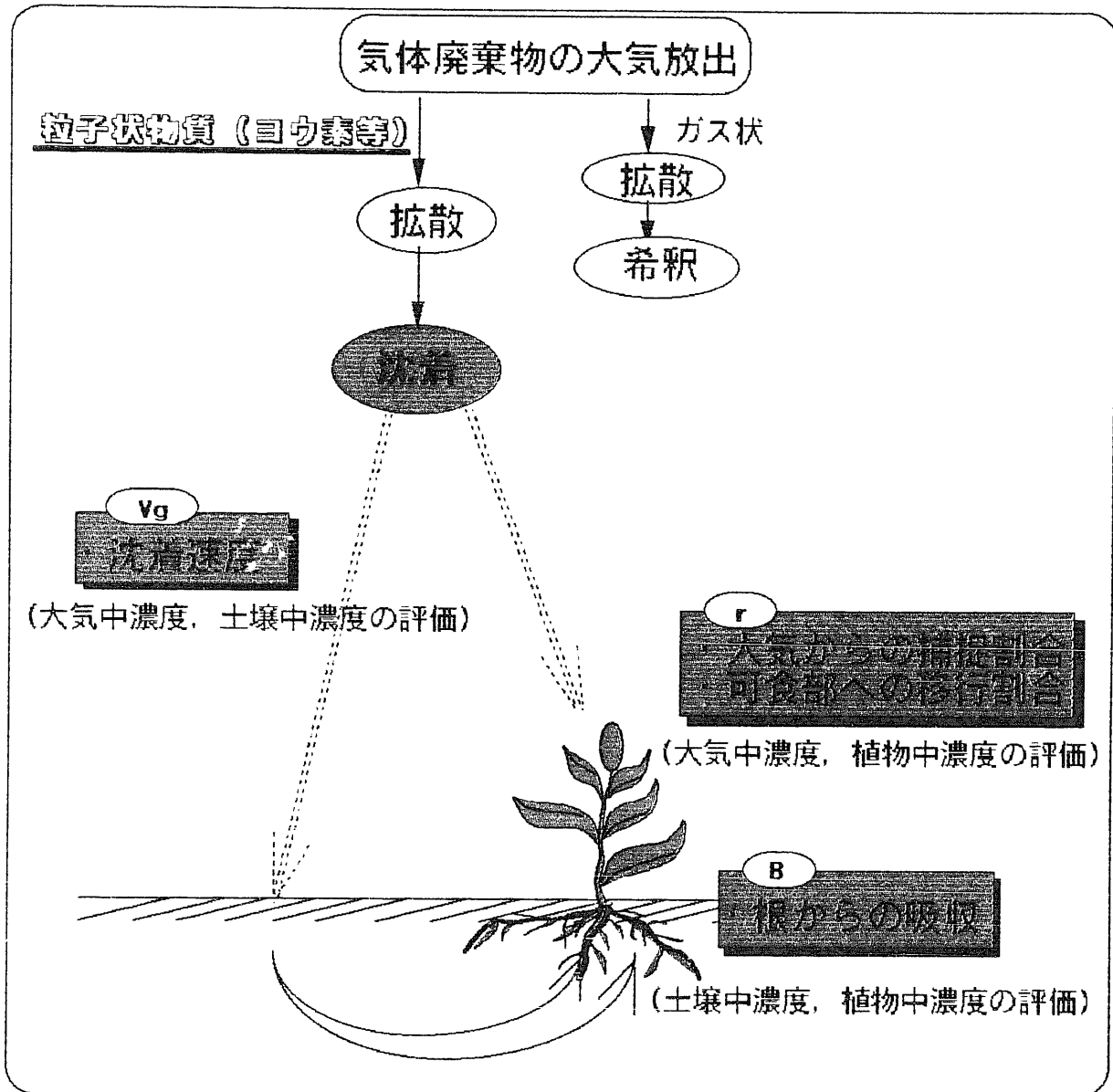
## 環境放射能安全研究テーマ



大気拡散による線量当量計算モデルの概念

目的

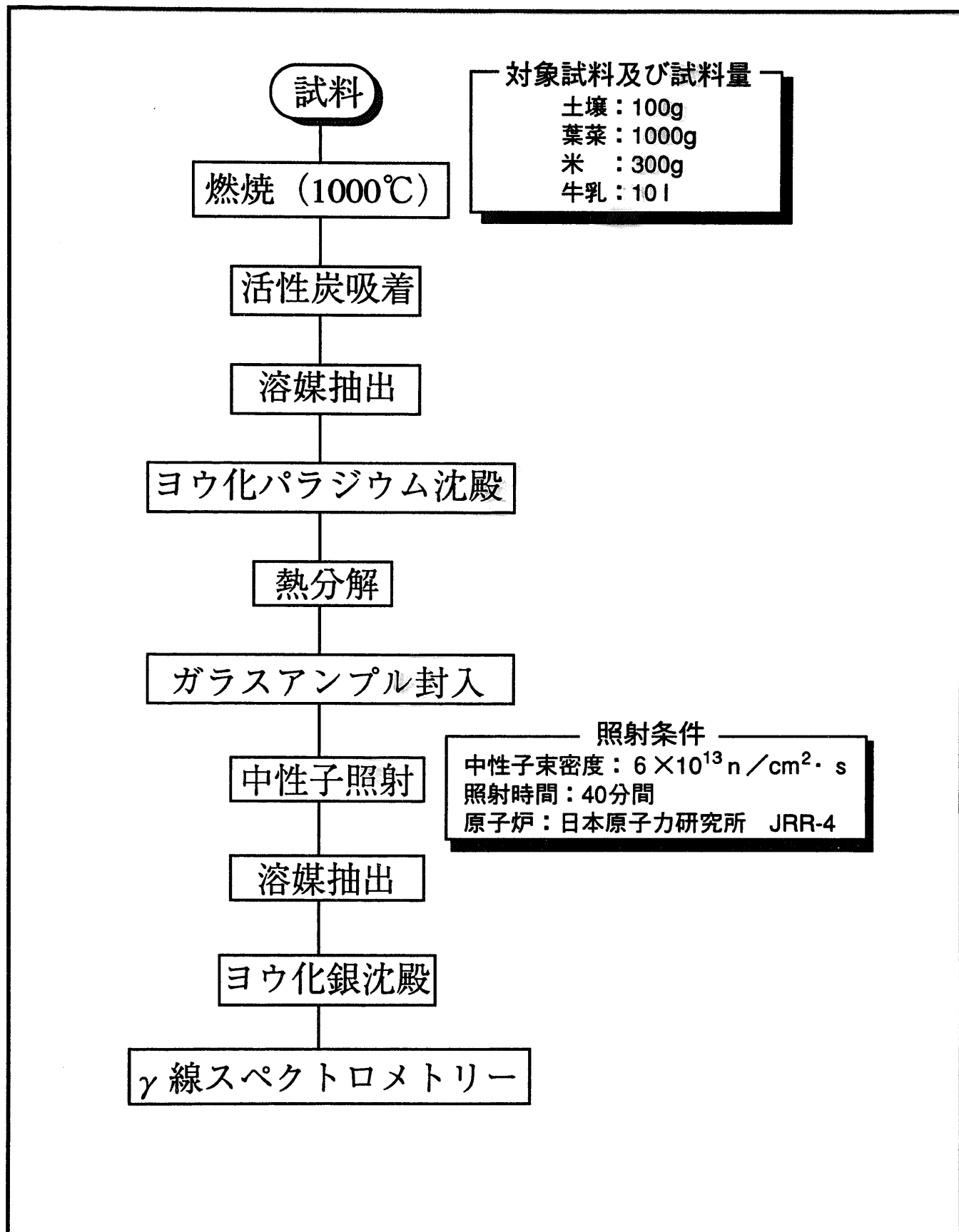
フィールドデータから移行に関するパラメータを取得し、線量当量評価に資する。



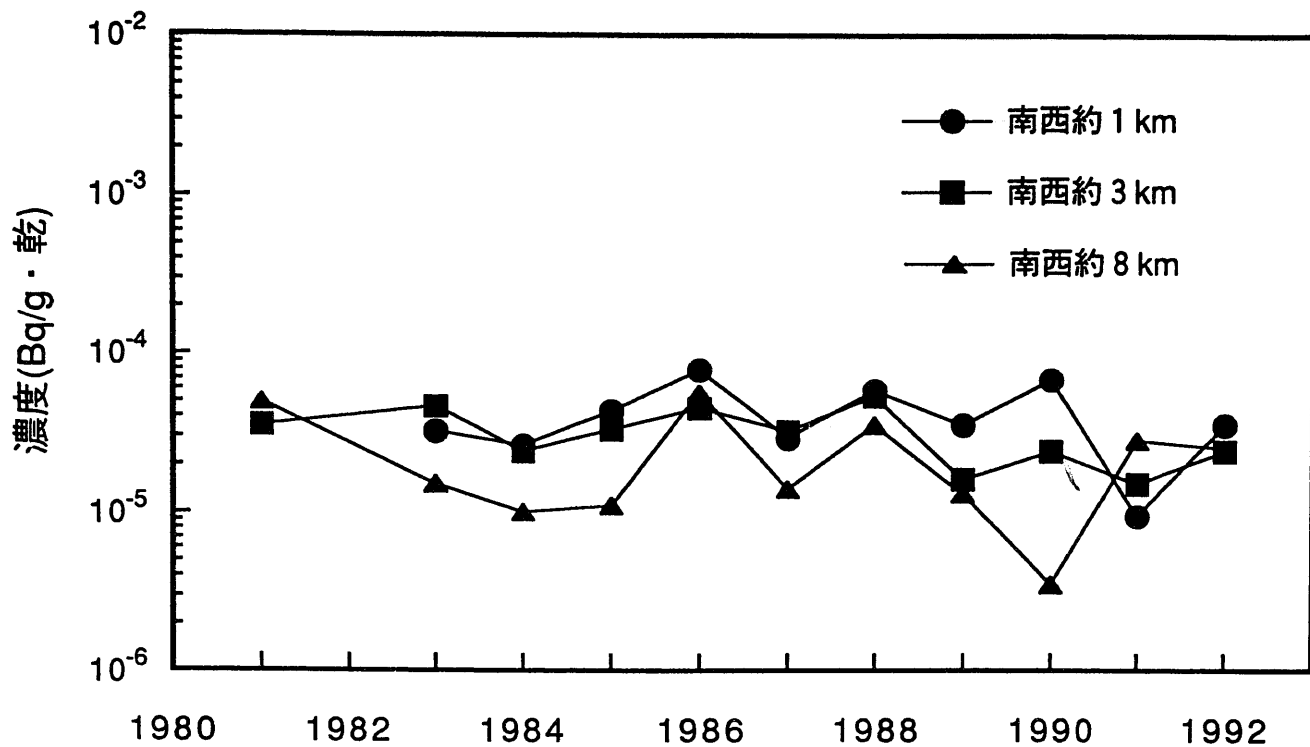
検討課題

- 1) 環境試料中ヨウ素-129分析技術の開発
- 2) 拡散計算手法の検証
- 3) パラメータの算出条件の決定

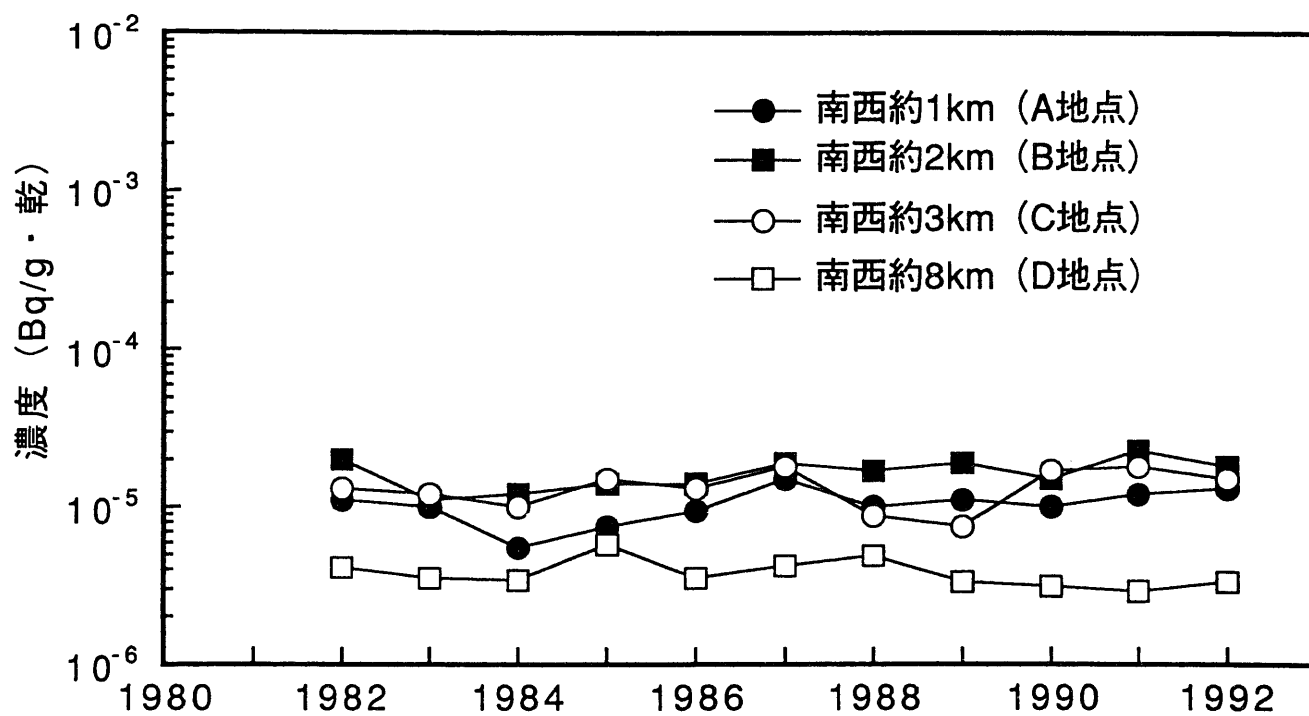




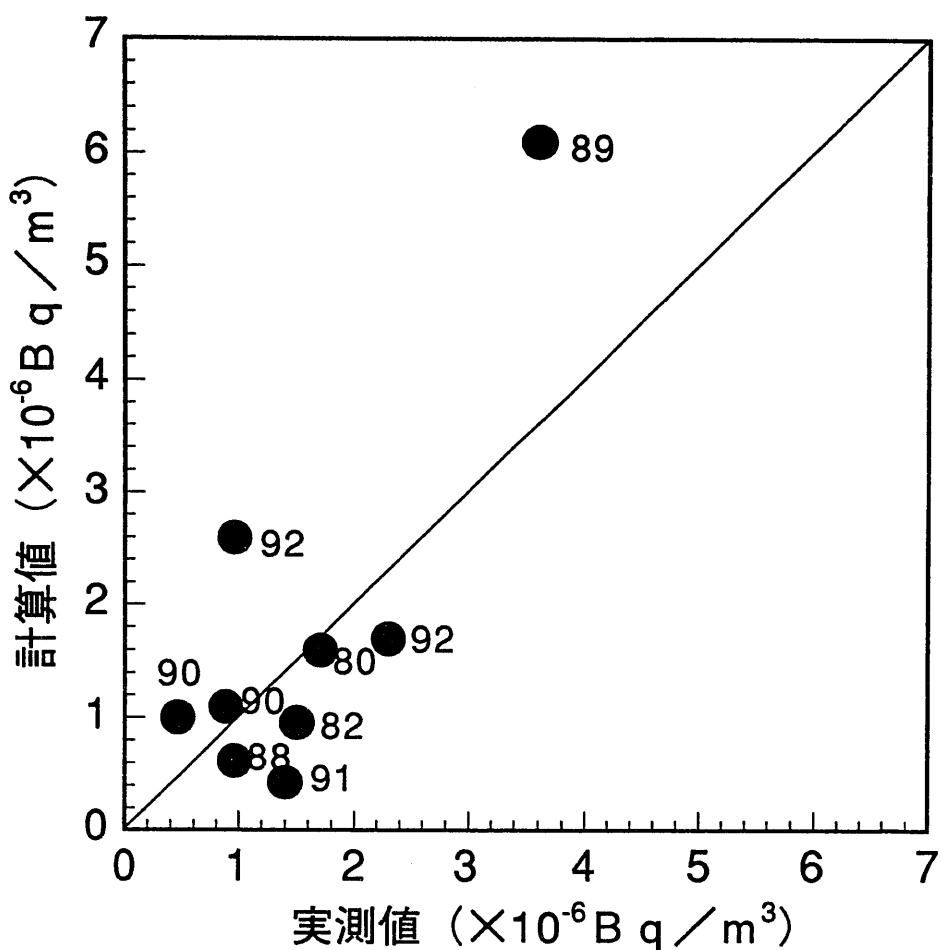
## 環境試料中 I -129分析法



表土中のヨウ素-129濃度の経年変化



畑土中のヨウ素-129濃度の経年変化



大気中ヨウ素-129の実測値と計算値との比較

## 東海フィールドデータから求めた 沈着速度(Vg)

| 沈 着 面  |     | 沈着速度 (cm / s)   |
|--------|-----|-----------------|
| 土<br>壌 | 地点A | $0.69 \pm 0.25$ |
|        | 地点B | $0.77 \pm 0.08$ |
|        | 地点C | $0.87 \pm 0.17$ |
|        | 地点D | $0.72 \pm 0.17$ |
|        | 平 均 | $0.76 \pm 0.19$ |

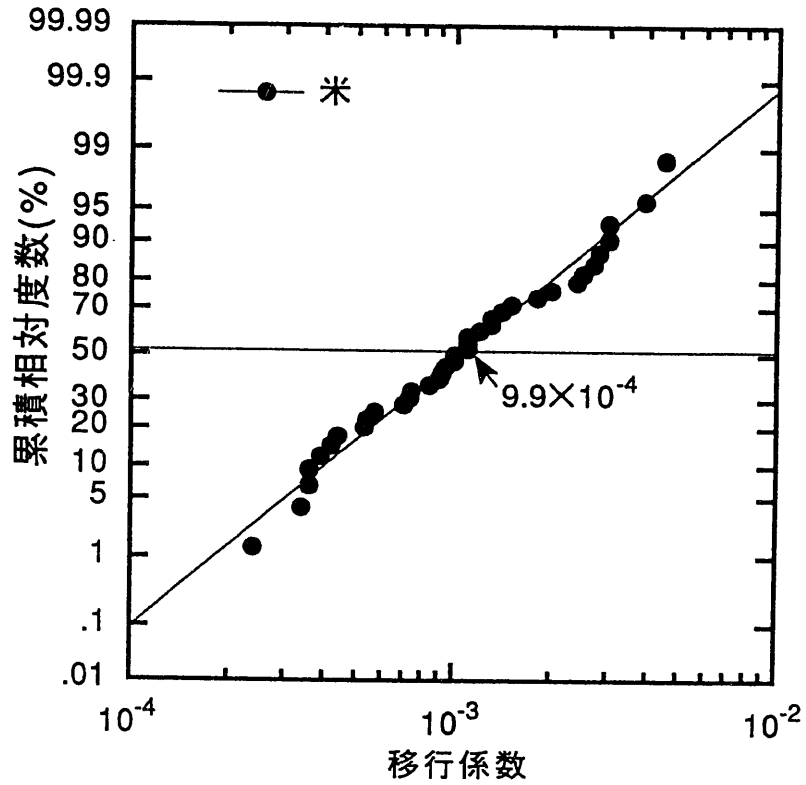
$$Vg = \frac{\text{単位時間に単位面積当たりに沈着した放射エネルギー(Bq/cm}^2\text{/s)}}{\text{沈着表面付近の空气中濃度(Bq/cm}^3\text{)}}$$

## ヨウ素-129の大気経由の移行

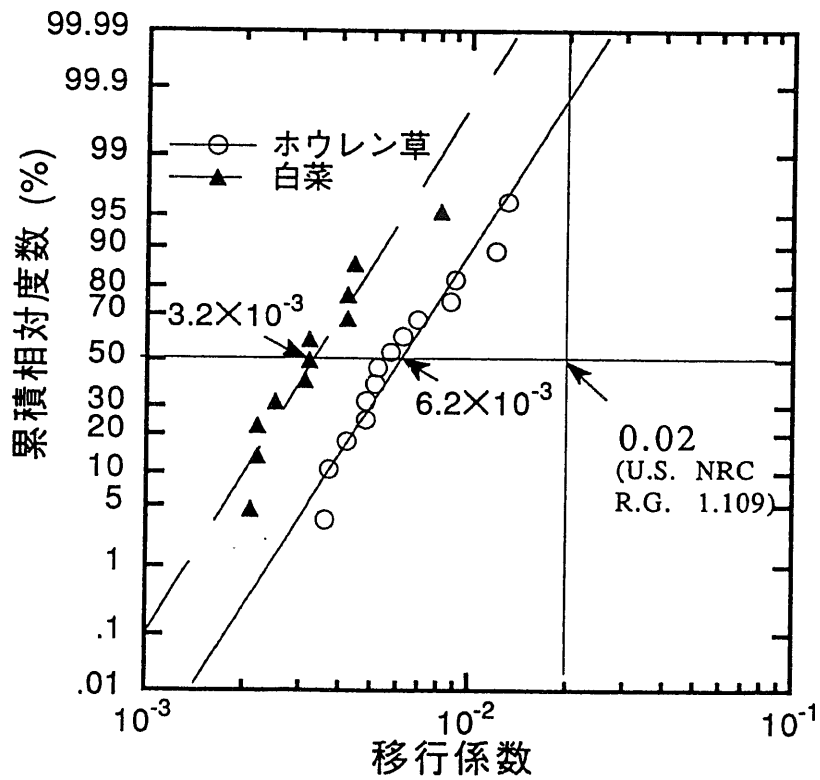
- ① ヨウ素-129の濃度測定  
葉菜及び米中ヨウ素-129濃度を中性子放射化分析法により定量した。
- ② ①のフィールドデータと大気中濃度（計算値）から葉菜及び米への移行係数を評価した。

### 葉菜及び米への移行

| 文献など                   | ヨウ素の移行係数                 |
|------------------------|--------------------------|
| 東海フィールドデータ             | 米 : 0.01以下<br>葉菜 : 0.2以下 |
| Regulatory Guide 1.109 | 葉菜 : 1.0                 |
| Soldat                 | 穀類 : 0.1                 |



移行係数の対数正規確率分布  
(水田土から米)



移行係数の対数正規確率分布  
(畑土から葉菜)

## 土壌経由の移行

| 対象試料  | 土壌からの移行係数<br>( $\mu\text{g/g} \cdot \text{生} / \mu\text{g/g} \cdot \text{乾土}$ ) |
|-------|---|
| 米     | $9.9 \times 10^{-4}$  |
| ホウレン草 | $6.2 \times 10^{-3}$  |
| 白菜    | $3.2 \times 10^{-3}$  |

US NRC Regulatory Guide 1.109 : 0.02

### [研究成果]

- (1) ヨウ素-129の地表面への沈着速度  
沈着速度の実測値から、これまで線量当量評価に用いてきた1cm/sの妥当性を確認した。
- (2) 大気から農作物への移行  
大気から農作物等への移行係数は、これまでの線量当量評価に用いて来た移行係数より約1桁近く小さい値であることが分かった。
- (3) 土壌から農作物への移行  
土壌から農作物への移行係数は、NRC Regulatory Guide1.109で用いられた0.02より小さいものであることが確認された。

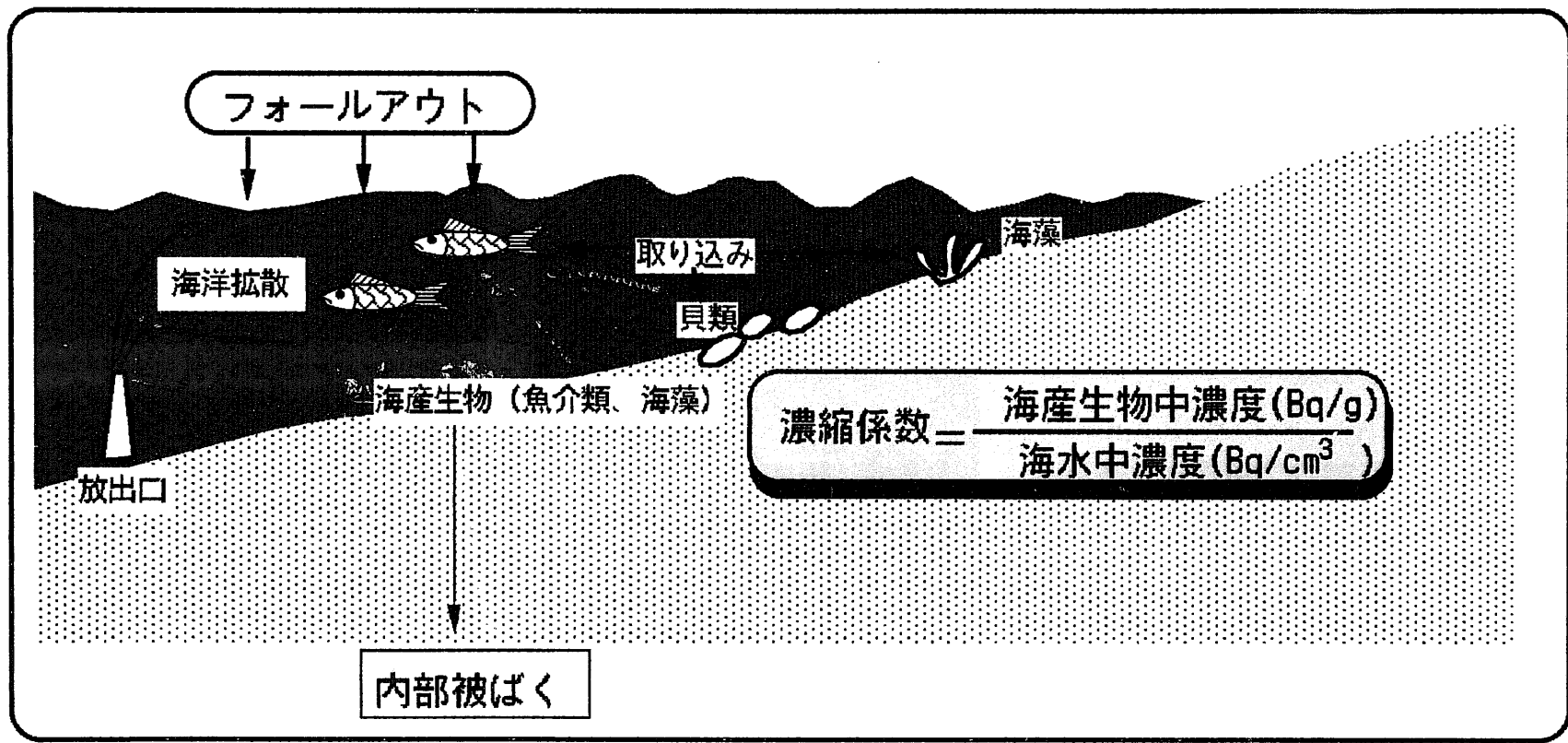
### [成果の反映]

再処理施設周辺におけるフィールドデータを用いて得られた大気から農作物へのヨウ素-129の移行係数を動燃再処理工場の安全審査に使用し、より現実的な評価ができた。



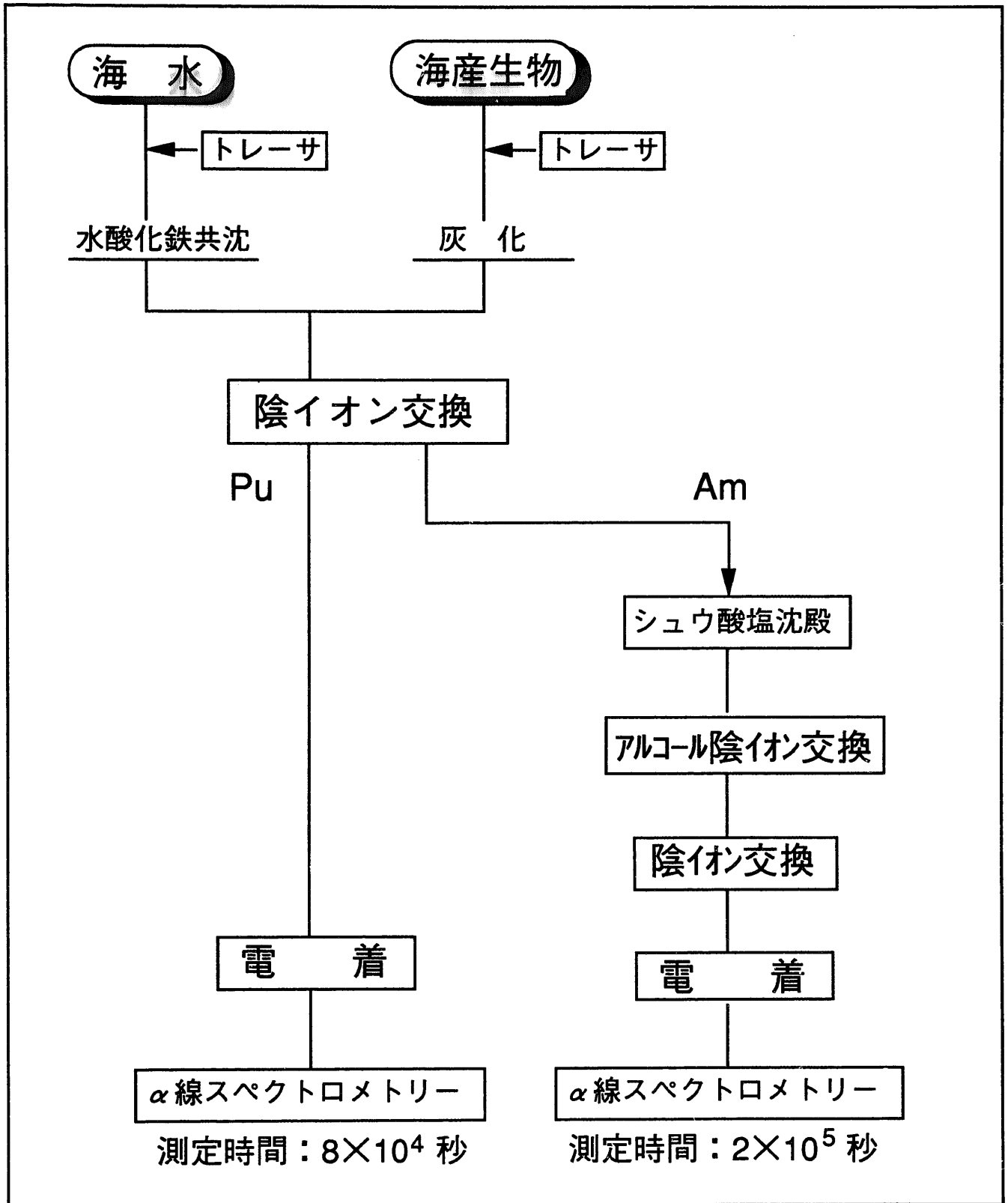
目的

フィールドデータから濃縮係数を取得し、線量当量評価に資する。

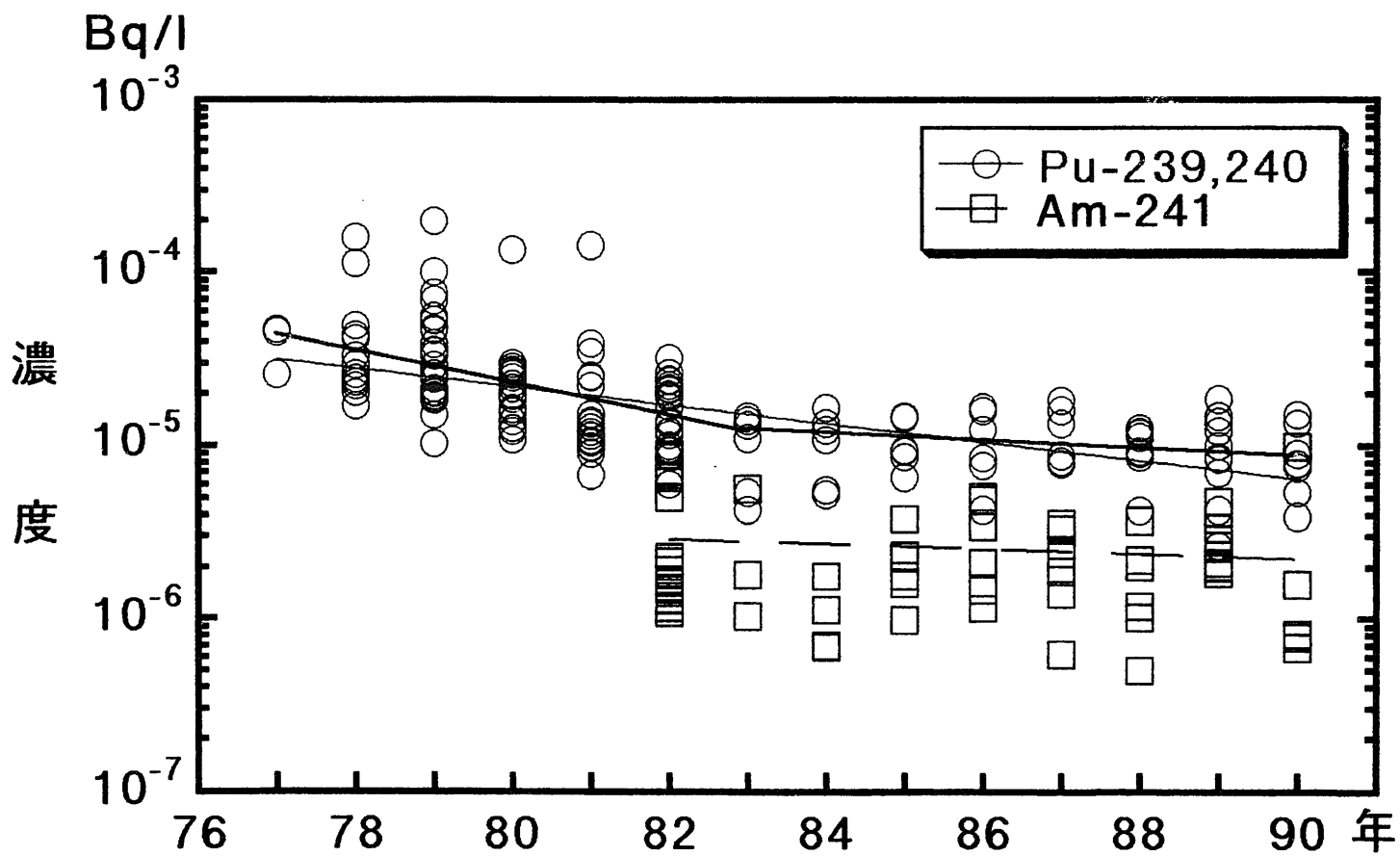


検討課題

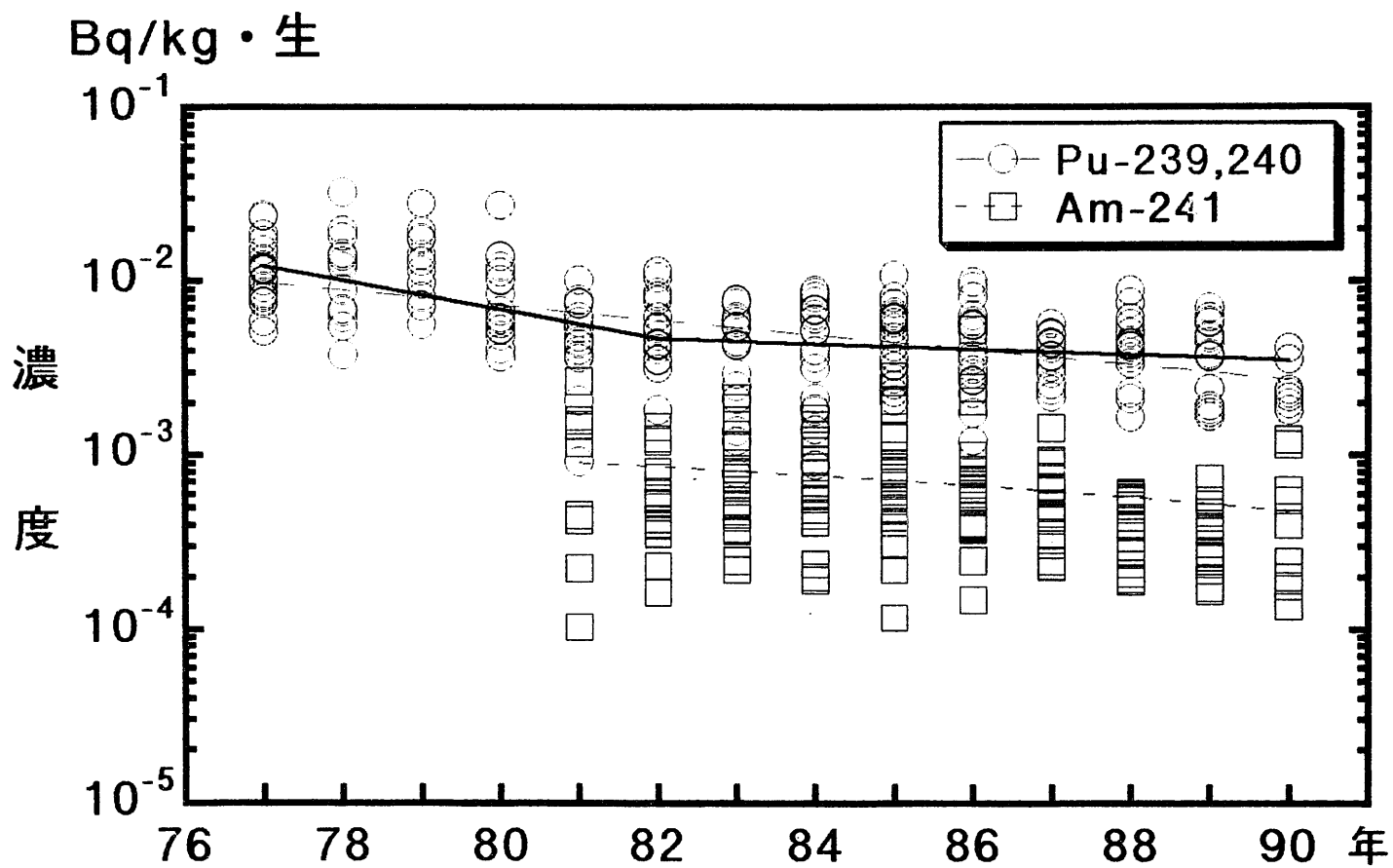
環境試料中アクチニド核種分析の開発  
フィールドデータの取得



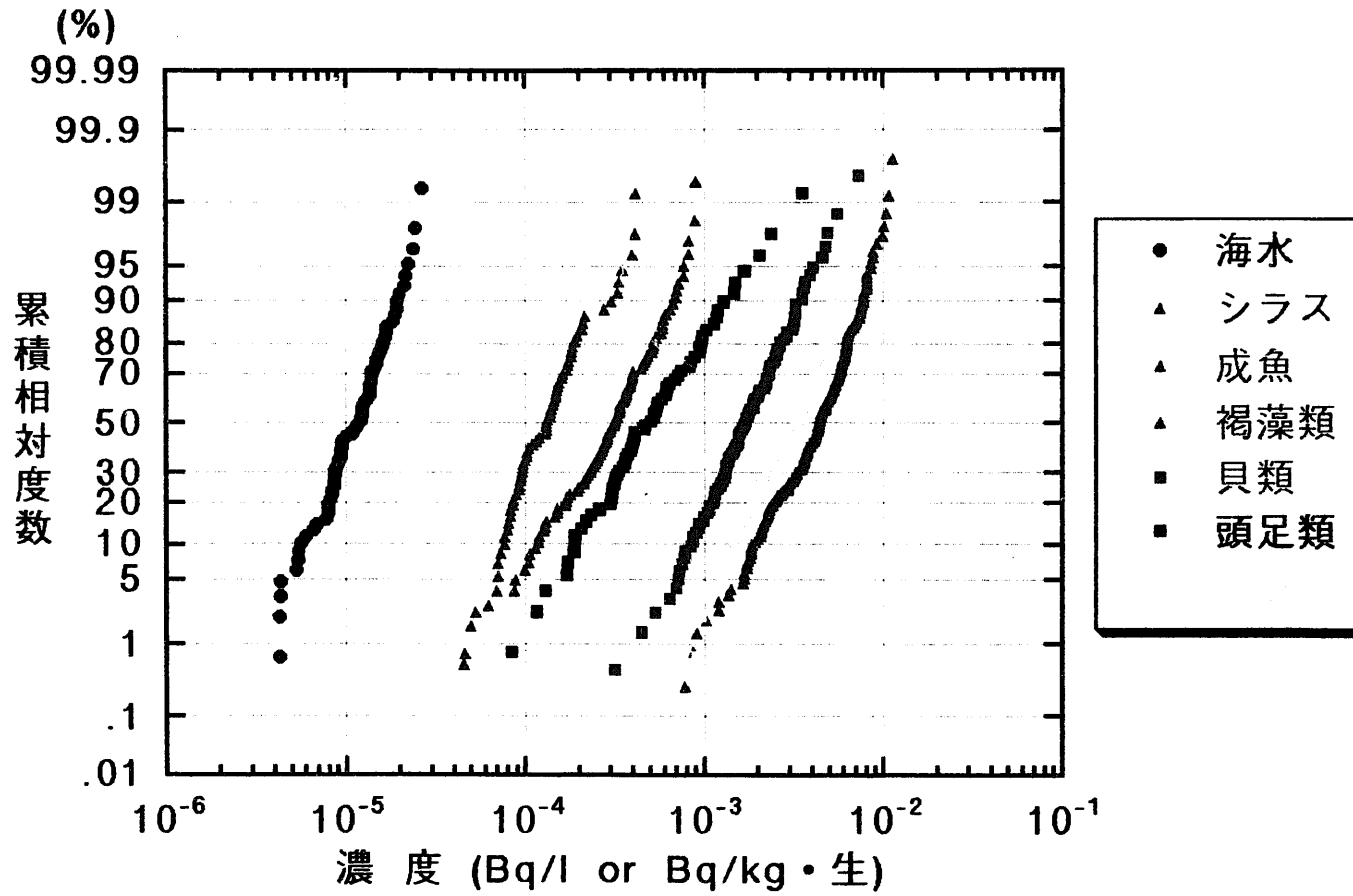
環境試料中Pu-239,240及びAm-241分析法



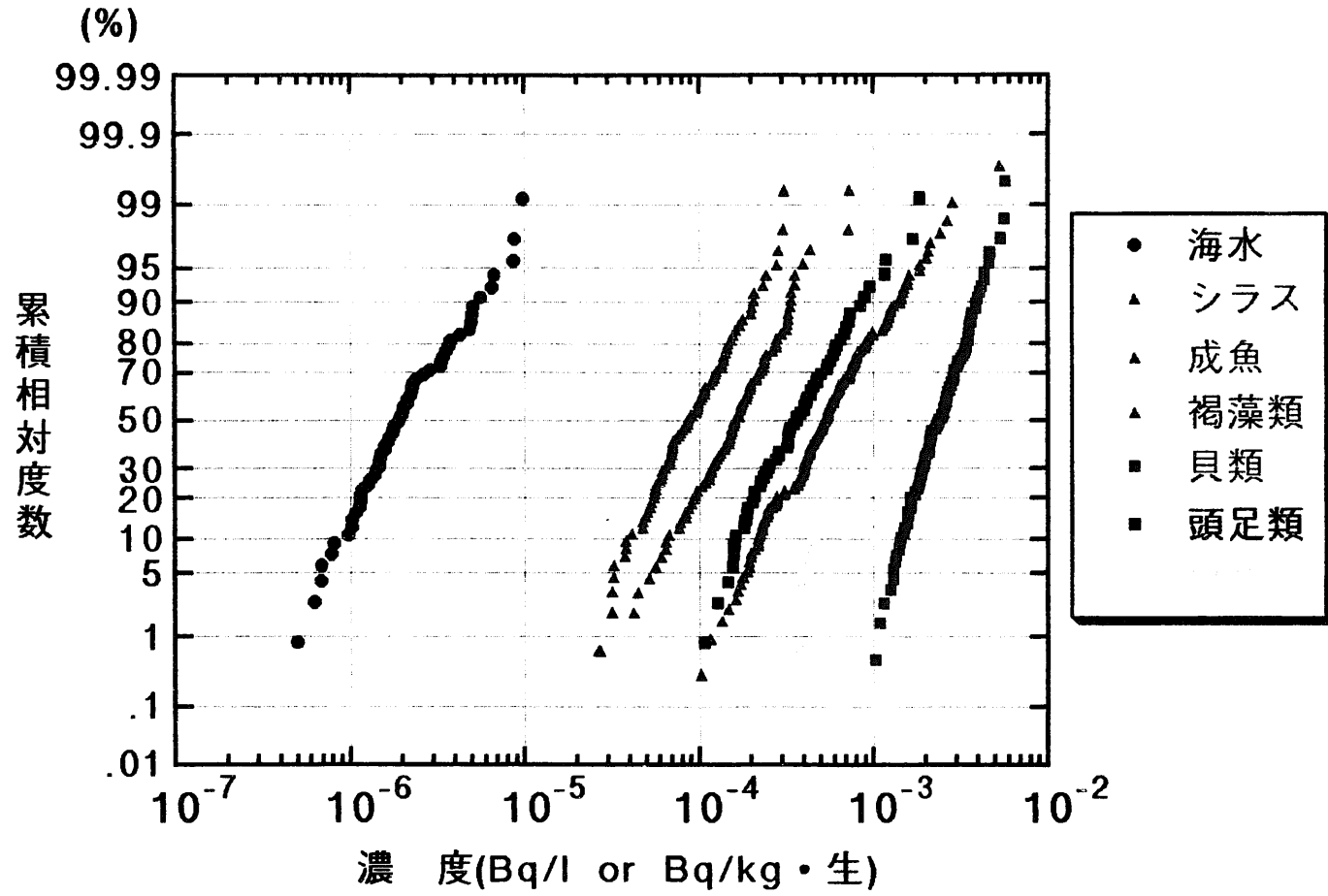
海水中Pu-239,240及びAm-241濃度の経年変化



褐藻類中Pu-239,240及びAm-241濃度の経年変化



海洋環境試料中Pu-239,240の対数正規確率分布  
(調査期間：1981年～1991年)



海洋環境中Am-241の対数正規確率分布  
(調査期間：1981年～1991年)

## 海産生物の濃縮係数

| 濃縮係数 (Bq/g / Bq/cm <sup>3</sup> ) |       |       |        |       |       |       |
|-----------------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
|                                   | シラス   | 成魚    | 褐藻類    | 貝類    | 頭足類   | 甲殻類   |
| Pu                                | 30    | 10    | 400    | 200   | 60    | 300   |
|                                   | (100) | (100) | (3000) | (200) | (200) | (400) |
| Am                                | 70    | 40    | 300    | 1000  | 200   | 600   |

注) ( ) は、動燃再処理工場の安全審査に用いられた値

$$\text{濃縮係数} = \frac{\text{海産生物中濃度 (Bq/g)}}{\text{海水中濃度 (Bq/cm}^3\text{)}}$$

## [研究成果]

- (1) 環境試料中Pu-239,240及びAm-241の濃度水準を把握できた。
- (2) 得られた海産生物の濃縮係数から、動燃再処理工場に係る安全審査において、これまで用いられているPuの濃縮係数の妥当性を立証した。

## [成果の反映]

Amの濃縮係数については、「六ヶ所再処理工場の安全審査」の基礎資料として提供した。



### III. 質疑応答

## 原子力安全委員会打ち合わせ会での報告について

(安全委員からの質問及びコメント)

- Q1 (佐藤) : よう素-129の測定において、極めて低いレベルの測定値が報告されているが、共試料、測定時間等の関係から見た測定精度はこのように低いのか？
- A1 : 測定時間は80,000秒である。放射化分析であることから、よう素-130の測定に伴う約5桁位の感度的向上が見込まれることから極低レベルまでの測定が可能である。
- Q2 (都甲) : 濃縮係数にはバラツキがあると思われるが、試料の採取地点は海水、海産物とも同じ海域であるのか？
- A2 : 海水、海産物共に再処理施設の全面海域である東海地先で採取した試料ある。
- Q3 (内藤) : 対数確率分布図の海水において、PuとAmのオーダーが違う理由は？
- A3 : このフィールドで得られたPuとAmのレベルが約一桁違うことによるもので、分析結果の違いである。
- Q4 (寺島) : 濃度の経年変化として減少しているのは、拡散とか沈降等に寄るものか？ また、海水はどの程度の深さのものを採取しているのか？
- A4 : 東海沖は深さがせいぜい30m程度であり、海水としては表層水を用いている。深海では沈降等により減少するメカニズムが考えられるが、この海域では、むしろ、フォールアウトの供給量の減少及び久慈川の水による希釈等が関係しているものと思われる。
- Q5 (宮永) : これらのデータが東海再処理施設から放出されたPuとAmに因るものであるわけは無いと思われるので、フォールアウト起因とすると外国でも調査されているのではないか？
- A5 : これらのデータは、当然であるがフォールアウト起因のPuとAmによるものである。諸外国のデータについても調査しており、いくつかはある。
- C1 (内藤) : データの公開等を考慮すると、極低レベルのようなデータについて議論する場合、誤差の範囲をきちんとさせた上で行うことが重要である。

## IV. 參考資料

## 原子力安全研究の実施状況等の原子力安全委員会への報告について（案）

平成5年2月9日  
原子力安全調査室

原子力安全研究については、原子力安全委員会が定めた5ヶ年計画に基づき、関連研究機関において計画的に実施されている。また、その成果は、5ヶ年の計画が終了した時点において、担当専門部会において評価され、原子力安全委員会に報告されている。

一方、原子力安全研究の成果は、原子力安全行政を推進するに当たって非常に有意義な示唆を与えるものであり、その成果は迅速に原子力安全委員会に報告されることが望ましい。

したがって、今後、以下の要領にて、原子力安全研究の実施機関から、その実施状況等を原子力安全委員会に報告していただくこととする。

1. 時 期 毎月第4月曜日  
(祭日等のため原子力安全委員会が開催されない場合、又は議題が多い等当該日に時間的余裕がない場合には、適宜報告日を調整する。)
2. 型 式 ・原子力安全委員会打ち合わせ会（非公式の場合）にて報告。  
・時間は50分程度（40分報告、10分質疑応答）  
・資料30部（報告日前日に安調室に持ち込み）
3. 対 象 原研、動燃、放医研を当面对象とする。  
(必要に応じ他の機関にも依頼する)
4. その他  
・2月22日（月）から開始することとするが、最初は原研とし、以下、動燃、放医研の順で報告をしていただく。したがって3ヶ月に一度の報告頻度となる。  
・2月18日までに、今後1年間（4回分）の報告予定内容のスケジュールを作成していただき、安調室と調整する。

分科会主査連絡会

原子力安全委員会への定期報告について

平成5年5月19日

平成5年

第1回 3月22日 分野 : FBR (報告済)

テーマ : 高速増殖炉の安全性に係る炉内試験研究

担当箇所 : 動力炉開発推進本部

第2回 6月28日 分野 : 核燃料施設等

テーマ : 高速炉燃料再処理施設の安全性に係る試験研究

担当箇所 : 動力炉開発推進本部

第3回 9月27日 分野 : 環境放射能

テーマ : 環境影響評価に関する研究

担当箇所 : 安全部

第1回 12月27日 分野 : 廃棄物処分

(12月20日?) テーマ : 検討中

担当箇所 : 環境技術開発推進本部

平成6年

第5回 3月28日 分野 :

第6回 6月27日 分野 :

第7回 9月26日 分野 :

第8回 12月26日 分野 :