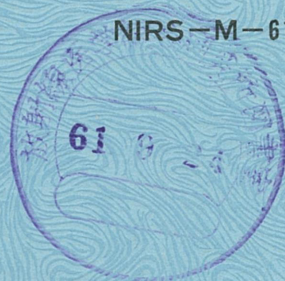


NIRS-M-61



# チェルノブイル周辺旅行帰国者等 保健調査報告書

The Radiological Survey for  
the Tourists in USSR around  
the Chernobyl Accident.

昭和61年8月  
August 1986

放射線医学総合研究所

National Institute of Radiological Sciences

Chiba Japan

## 正 誤 表

P43 図17の縦軸の目盛りの数字1000及び500は、

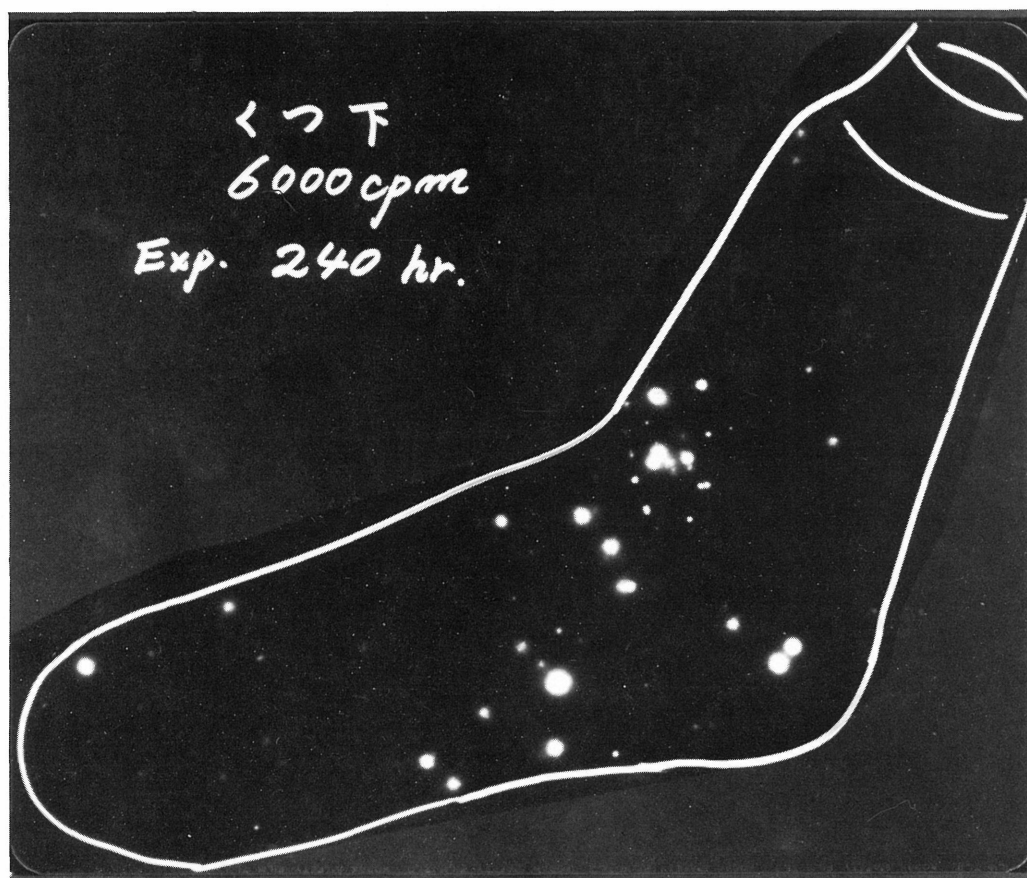
512及び256に訂正

／

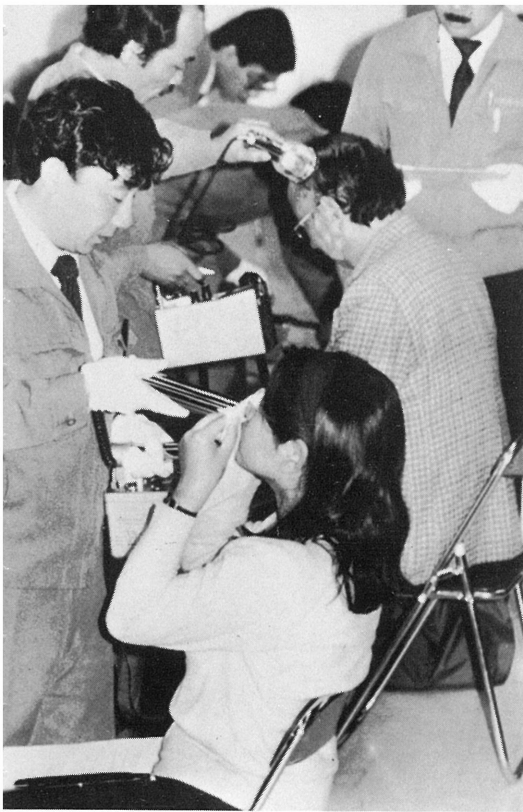




5月5日成田空港での放射能サーベイ（体表面）  
（朝日新聞提供）



帰国旅行者くつ下のオートラジオグラフィ  
（白い点が、ジャイアント・パーティクルである。）



成田空港における放射能サーベイ  
(体表面)

(千葉日報提供)



ホールボディカウンタによる甲  
状腺および体内負荷量の測定

(緊急医療棟)



成田空港における放射能サーベイ (荷物)

(小林定喜氏提供)



## 序

本報告書は、チェルノブイル原発事故に関連して、キエフ（チェルノブイル南方約 150 キロ）地域の旅行からの帰国者に対して本研究所が成田空港および本所で実施した放射線被曝にかかわる保健調査の結果等を取りまとめたものである。

本年 4 月 26 日未明、ソ連ウクライナ共和国チェルノブイル原子力発電所 4 号炉において、運転停止の作業中水素爆発にもとづく炉の破壊が起こり放射性物質が漏洩する事故が発生した。漏れ出た放射性物質は風に運ばれ、まずスウェーデン、フィンランドで、ついで世界各地で検出され、5 月 3 日にはわが国にも到達するに至った。こういう状況のもとで、本研究所はチェルノブイル事故の健康影響調査に、積極的に参加することになった。

5 月 3 日、外務省の要請により館野之男博士（臨床研究部長）が急遽、在留邦人に対して生活上の助言を与えるという任務でワルシャワとストックホルムに 1 週間ほど出張した。5 月 5 日には、外務省・科学技術庁の要請をうけ、成田空港に到着するキエフからの帰国者（3 便、118 名）に対して保健調査を実施した。なお、5 月 6 日から引続いて、欧州諸国からの帰国者で、汚染調査を含む保健調査を希望する人に対して検診を実施した。8 月 5 日現在、その数は 100 名に達している。

今回の調査のため急遽編成された帰国者保健調査対策チームは、事故状況の情報が極めて乏しいなかで 5 月 1 日から 4 日の間、連日準備、調整に没頭した。5 日には早曉よりチームの大半が成田空港に出動したところ、現場にて科学技術庁長官河野大臣の御激励があり、ために空港関係者（検疫、入国、税関、手荷物輸送、動植物検疫、空港公団、日本航空、アエロフロート社など）の円滑な協力が得られたことは、チームの献身的な作業を首尾よく達成させたと言える。

顧りみるに、当所の原子炉事故対応体制（緊急時モニタリングチームと緊急時被曝医療チーム）は国内の事故を想定して整えられたもので、今回のような国外の事故に対してはそのまま適用することはできなかったが、今回、当所のスタッフのみで編成遂行された緊急時被曝医療は当該医療担当者、保健物理担当者等に著しい成就感と同時に実戦的経験を与え、また放射能サーベイ、医療・試料の採取、測定、緊急時医療棟の機能、病院の対応などを含めてこれまでの対応体制の問題点を明らかにしたとこ

ろに大きな意義があったと信ずる。出動したスタッフの中には自発的志願者があり、生体試料の測定、全身カウンターでの測定、除染作業、被検者に対する応接、汚染物品の管理・処置などのために研究所各部課の人びとの「小異を捨てて大同につく」寄与、協力があったことは大いに心強くも悦ばしいことであった。ここに記して、分担者諸氏に感謝の意を表わす。

このまとめが、緊急時被曝医療の貴重な一経験としてその体制準備に関わる人びとに有用な知見となれば幸いである。

昭和 61 年 8 月

放射線医学総合研究所長

寺島 東洋三



# 目 次

I	保健調査実施までの経緯	1
II	調査結果	5
	1. 医療調査	5
	(1) 医療班の編成	5
	(2) スクリーニング・レベルの設定	7
	(3) 保健診断の成績	8
	(4) 考察と問題点	9
	(5) 除染作業（放射性表面汚染の除去）報告	10
	(6) 結語	17
	2. 放射能サーベイ	18
	(1) 放射能サーベイ班編成	18
	(2) 放射線検出器・資材の準備	18
	(3) 検査基準（スクリーニング・レベル）	18
	(4) 保健調査の流れと測定方法	20
	(5) 検査結果	21
	(6) 考察と反省	21
	3. 体内放射能測定	23
	(1) 始めに	23
	(2) 測定器	23
	(3) 被検者の測定	24
	(4) 測定結果	24
	(5) 問題点	25
	(6) 鉄室型ヒューマン・カウンタによる <sup>131</sup> I 甲状腺残留量の測定	34
	4. 試料の核種分析	38
	(1) まえがき	38
	(2) 分析測定結果	38

1) 綿布製手さげカバン	38
2) ビニールバッグのガンマ線核種分析	44
3) 人体関係試料	47
(3) 尿の分析測定値による甲状腺中の <sup>131</sup> I 残留量の推定	52
III 個別帰国者の保健調査	53
IV 被検者の汚染場所と汚染日時の推定	57
V おわりに	59
参考資料	
1. 保健調査作業フローチャート	62
2. 保健調査のため空港に持参した器材等	63
3. 健康診断票	64
4. 荷物サーベイ票	65
5. 成田空港におけるキエフ帰国者の保健調査結果	66
6. キエフ帰国者保健調査対策チーム編成表	67
7. 被検者の旅行日程と当時の気象状況	68
8. チェルノブイル原子力発電所の位置	71
9. 当時のヨーロッパの気象状況	72
10. 電子スピン共鳴法 (ESR) による被検者の外部被曝線量評価	74



# 本報告書作成のための各ワーキング・グループ

## 1. 統括ワーキング・グループ

市川龍資（科学研究官、グループ・リーダー）、中尾 恵（障害臨床研究部）、  
吉川元之（放射線安全課）、加藤義雄（養成訓練部）、田中義一郎（那珂湊支所）

## 2. 医療ワーキング・グループ

中尾 恵（障害臨床研究部、グループ・リーダー）、恒元 博（病院部）、鈴木  
元（障害臨床研究部）、原勢千恵子（放射線安全課）、大谷正子（障害臨床研  
究部）

## 3. サーベイ・ワーキング・グループ

吉川元之（放射線安全課、グループ・リーダー）、渡利一夫（化学研究部）、山  
田 隆（サイクロトロン管理課）、山田 武（生物研究部）、小泉勝三（放射線  
安全課）、鎌倉幸雄（放射線安全課）

## 4. 精密測定ワーキング・グループ

加藤義雄（養成訓練部、グループ・リーダー）、越島得三郎（養成訓練部）、内  
山正史（統括安全解析官付）、小泉勝三（放射線安全課）、根井 充（養成訓練  
部）

## 5. 分析ワーキング・グループ

田中義一郎（那珂湊支所、グループ・リーダー）、上田泰司（海洋放射生態学  
研究部）、大桃洋一郎（環境放射生態学研究部）、長屋 裕（海洋放射生態学研  
究部）、河村日佐男（環境放射生態学研究部）

# I 保健調査実施までの経緯

本年 4 月 29 日、ソ連タス通信は、(1)チェルノブイル原子力発電所で事故が起き、原子炉の一つが損傷、事故の影響を除去する措置をとりつつある、(2)影響を受けた人の救助活動を行なっている、(3)本件のような事故はソ連最初のものである旨の発表を行なった。（実際の事故は、現地時間 4 月 26 日の午前 1 時 23 分、原子炉停止操作中に起きたことが後から判った。）

これを受けて、科学技術庁原子力安全局は、我が国への放射能の影響について念のための当面の措置として、原子力発電所等の周辺の環境放射線モニタリング及び 32 都道府県における放射能監視網による観測の強化を指示したほか、翌 30 日には内閣に設けられている放射能対策本部の拡大代表幹事会を開催し、放射能調査体制の強化等を申し合せするなどにより対応した。

一方、ソ連チェルノブイル原子力発電所事故発生当時、同原発近くのキエフ市（南方約 150 km）に滞在した邦人旅行者が、放射線による被ばくの危険性を心配していることから、外務省はこれら旅行者の帰国に際して、空港での健康診断の実施をしてほしい旨を科学技術庁経由で放医研に依頼をしてきた。

このため放医研では、ゴールデンウィークの 3 連休中であつたが急遽、寺島科学研究所官を中心に本部総括班、医療班、サーベイ班、連絡班等からなるキエフ帰国者保健調査対策チームを編成（約 70 名）し、成田空港において 5 月 5 日午前 7 時 55 分着の便をはじめとして計 3 便の 118 名について保健調査を実施した。以下に、その概要を報告する。

なお、事故関連対策のそれまでの経過と 5 月 5 日当日の対応状況（時間経過）を表に示す。その他、保健調査対策チーム編成、被検者の旅行日程・気象状況、チェルノブイル原子力発電所位置図等については、巻末の参考資料を参照されたい。



ソ連原子力発電所事故関連対策の経過

月 日	内 容
4 / 29	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射線対策本部拡大幹事会開催 市川環境衛生研究部長出席</li> <li>核実験対策測定班による地表浮遊塵、落下塵の測定開始</li> <li>那珂湊支所において、水盤法による降下性ヨウ素及び市乳中の放射性ヨウ素の測定開始</li> </ul>
4 / 30	<ul style="list-style-type: none"> <li>防環室よりソ連キエフ旅行者に対する帰国後の健康診断の可能性の打診 →同日 放医研で対応するよう要請あり</li> </ul>
5 / 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>防環室よりモスクワ・ワルシャワ等の在留邦人に対する生活上の指導等を行うため、専門家の派遣依頼 →館野臨床研究部長を派遣することに決定</li> </ul>
5 / 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>防環室よりプレス発表 <ol style="list-style-type: none"> <li>キエフ方面よりの帰国者 4 名の汚染調査結果（東大吉沢研）</li> <li>同方面の旅行者の汚染検査を放医研で行うことを決定</li> </ol> </li> </ul>
5 / 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>防環室よりプレス発表 <ol style="list-style-type: none"> <li>ソ連・東欧諸国へ専門家の派遣（館野、沼宮内）</li> <li>成田空港でキエフからの帰国者の健康診断を行う</li> <li>モスクワ大使館より送付された環境試料等の分析を行う</li> </ol> </li> </ul>
5 / 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>キエフ帰国者健康診断への対策・検討を行う（対策チーム編成）</li> </ul>
5 / 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>キエフ帰国者健康診断の実施 （成田空港 計 118 名 → 放医研緊急医療棟 15 名）</li> <li>科学技術庁プレス キエフ帰国者の健康診断の結果について（第 1 ～ 3 便）</li> <li>河野科学技術庁長官、成田及び放医研へ激励視察</li> </ul>

5月5日当日の対応状況（時間経過）

時 刻	内 容
1986年5月5日	
5 : 30	保健調査対策チーム、放射線医学総合研究所を大型バスで成田空港へ向けて出発
8 : 00	成田空港検疫室前及び入国ロビーでの保健調査作業準備完了 科学技術庁長官現地激励視察（8 : 30 まで）
8 : 30	第1便乗客（43名）の保健調査開始
8 : 40	第1便荷物の汚染検査開始
9 : 25	乗客のうち、除染及びホール・ボディカウンタによる精密測定を要する2名を放医研へ車により移送
9 : 42	同1名を放医研へ車により移送
11 : 10	同4名を放医研へ車により移送
11 : 10	第2便の乗客（25名）及び荷物の測定開始
16 : 52	第3便の乗客（50名）及び荷物の測定開始
18 : 44	第3便の乗客の汚染検査終了 荷物検査・問診は継続中
19 : 06	汚染検査終了
19 : 30	第3便の乗客のうち精密測定を要する8名を放医研へ車により移送
20 : 05	保健調査チーム成田を大型バスで出発
24 : 00	放医研における身体の除染および精密測定作業終了



## II 調査結果

### 1. 医療調査

中尾 愚、杉山 始、鈴木 元、今井康文、大山ハルミ、川瀬淑子、大谷正子、蜂谷みさを、木村玲子（障害臨床研究部）、藤高和信（環境衛生研究部）、恒元 博（病院部）、原勢千恵子、石沢義久（放射線安全課）、宮田照子、一宮千恵子、飯塚順子（病院部）

#### (1) 医療班の編成

医療班は、成田空港において帰国者の健康診断を行う医療に直接かかわるチームと、当研究所に待機して、除染が必要なケースが出た場合には除染、再計測を行う除染チームの2チームを編成した。その分担、構成員は次のごとくである。なお、保健調査の手順と被検者の動線を図1に、現場の概観を写真に示した。

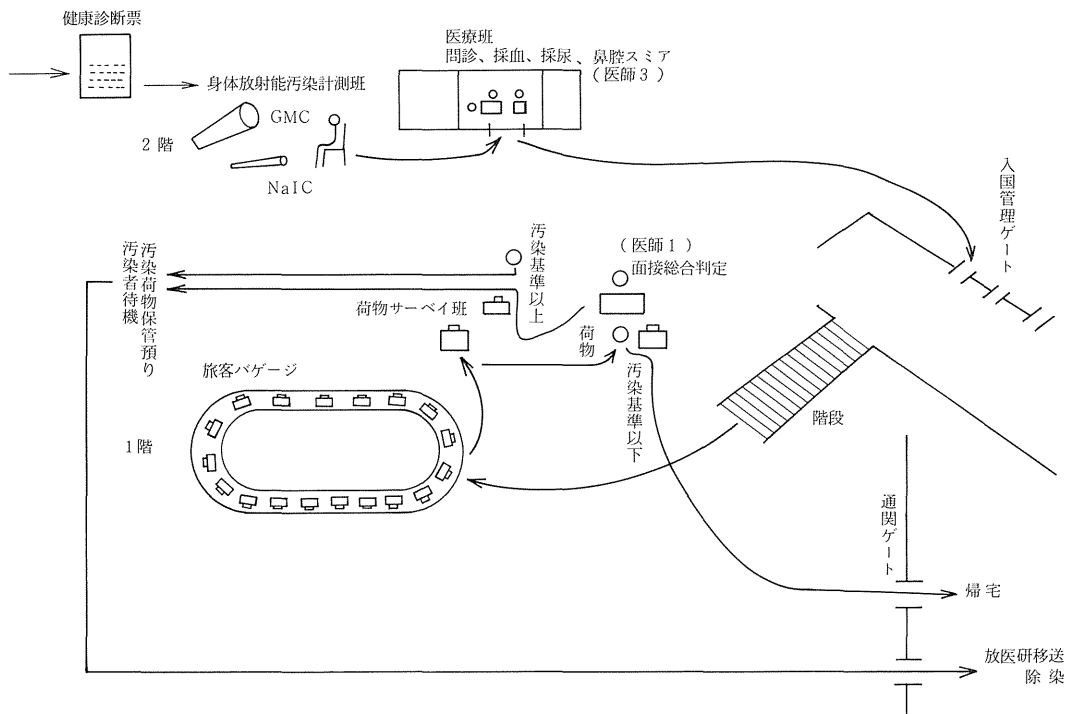


図1 被曝保健調査の手順

医療班、統括、中尾障害臨床研究部長

1) 医療診断チーム 医師 3 名、看護助手 4 名

杉山 始 医師（障害臨床室長）  
鈴木 元 医師（ “ 研究員）  
今井康文 医師（ 同 ）  
大山ハルミ （ 同 主任研究官）  
藤高和信 （環境衛生 “ ）  
蜂谷みさを （障害臨床研究員）  
木村玲子 （ 同 ）



医療診断チームの担当業務

イ) 被検者の問診

帰国までの期間における身体的異常の有無、ことに急性障害時に発現する嘔気、嘔吐の症状の有無を主として聴取した。

ロ) 採血、採尿、鼻腔スミアの採取

サーベイ班の計測により、体表、甲状腺、鼻部に汚染が認められた者について行った。

2) 総合判定チーム 医師 1 名、助手 2 名

中尾 愚 医師（障害臨床研究部長）  
川瀬淑子 （ “ 研究員）  
大谷正子 （ 同 ）

総合判定チームの担当業務

イ) 除染が必要か否かの判定

あらかじめ設定した頭髮、甲状腺および鼻部汚染のスクリーニング・レベルを越えた汚染者の除染、およびスクリーニング・レベルには達しないが、着衣の両肩、手荷物の汚染が著しく、数千 cpm に及ぶ者は、内部汚染の可能性を考慮し、除染後のホールボディ・カウンタ計測を指示した。

ロ) 身体汚染、着衣等の汚染の洗浄の指示

除染のスクリーニング・レベル以下の頭髮等の汚染がある者は、シャンプー、中性洗剤を用いて、ぬるま湯で洗浄し、ことに、あまり強くこすらないように洗い流すことを指示した。着衣等は、ドライ・クリーニングでは汚染が落ちないことを教え、自宅での頻回の水洗いを指示した。

#### ハ) 着衣、手荷物等の汚染物品保管の指示

スクリーニング・レベルを越えた物品については、本人の了解のもとに、放射能が一定レベルに減衰するまで、当研究所で一時保管し、後で返却することとし、預り証を発行して汚染物品を保管した。

#### ニ) 放射線障害の危惧はない旨の周知

心理的動揺を避け、無用の危惧を抱くことがないように、計測結果を個人ごとに提示して面接しながら説明を加えた。

### 3) 除染チーム

医師 1 名、除染、計測 2 名、看護婦 3 名

恒元 博 医師 (病院部長)

原勢千恵子 (放射線安全課)

石沢義久 (放射線安全課)

宮田照子 (病院部総婦長)

一宮千恵子 ( “ 看護婦)

飯塚順子 ( “ “ )

成田空港より移送された要除染者の問診、除染、および除染後再計測を行った。看護婦はこれを介助した。

## (2) スクリーニング・レベルの設定

### 1) 頭髮、着衣のスクリーニング・レベルの設定

歸国者に対する身体汚染のチェックにあたっては、事前に設定した保健調査実施フローチャートに従って処置することとし、スクリーニング・レベルは、 $10^{-4} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ を基準とした。

このレベルは、法律上でいう放射線管理区域から外部に持ち出せる  $\beta \cdot \gamma$  核種に対する許容表面密度であり、GM 型表面汚染計では、バックグラウンド 70 cpm の 10 倍である 700 cpm に相当する。

### 2) 内部汚染のスクリーニング・レベルの設定

甲状腺および鼻部を NaI シンチレーション・サーベイメータで体外計測し、バックグラウンド 0.007 mR/h の 2 倍をスクリーニング・レベルとした。バックグラウンドを差引いた値 (net) が 0.007 mR/h であると、 $^{131}\text{I}$  甲状腺負荷量は、測定時において 40 nCi に相当する。吸入時が測定時の 8 日前であれば、その時点の甲状腺負荷量はその 2 倍の 80 nCi であり、それによる甲状腺の預託線量は

500 mrem である。

鼻腔周囲は、吸入摂取の判断のため測定し、レベルを越えた者は、鼻腔スミアを採取した。

この場合、暫定的には、その鼻腔汚染放射能の 40 倍を摂取量とみなしうるが<sup>1)</sup>、体表汚染（顔面、頸部、両肩等）を伴っている場合は、除染後の再測定を行うこととした。

### 3) 採血、採尿、鼻腔スミア採取の基準

頭髪、鼻部、甲状腺、着衣のいずれかがスクリーニング・レベルを越える者については、採血、採尿、鼻腔スミア採取を行った。

### (3) 保健診断の成績（参考資料 5 参照）

1) 被検者 118 名中、身体汚染検出者は、55 名で、全体の約 47 %に担当し、採血、採尿の基準に該当した汚染者は、43 名、全体の 36 %にのぼった。汚染部位は、頭髪が最も多く、47 名、約 40 %で、次いで甲状腺と上着の肩が各 21 名（甲状腺の 1 名は<sup>131</sup>I 治療中患者で除外）、約 18 %を占めた。除染を指示した対象者は 15 名である。

最大計測値は、頭髪、2,500 cpm、甲状腺、0.028 mR/h、鼻部、0.02 mR/h、着衣の肩、3,000 cpm であった。

2) 問診により、頭髪は、汚染後、洗髪した人と、しなかった人との間に、測定値に明らかな差がみられた。かつら着用 of 女性 2 名では、かつらは洗っていないため、5,000 cpm も検出され、しかも自身の頭髪汚染はみられず、帽子着用者にも同様の事実がみられた。これらから、帽子等による汚染防止の有効性、洗髪の効用は明らかである。

3) 尿検体は、那珂湊支所で測定したが、体表汚染、甲状腺線量が高い者に、尿中<sup>131</sup>I 排泄がみられ、17 名、14 %を算えた。その最大測定値は、4,100 pCi/l である。

4) 血液検体は、採血者全例が 20 pCi 以下であった。鼻腔スミア 18 検体は、放射能は検出限界以下であった。

5) 血球数算定、白血球分類を 5 名につき行ったが、特に異常は認めなかった。

6) 染色体分析を石原隆昭障害基礎研究部長に依頼したが、代表例 2 例において、

---

<sup>1)</sup> 日本保健物理学会企画委員会内部被曝線量管理専門小委員会、内部被曝に関する個人モニタリングの指針、昭和 58 年 3 月、P.59.

被曝線量を評価しうる有意の所見は認められていない。

#### (4) 考察と問題点

ソ連原発事故後に帰国した一般旅行者に放射能汚染がみられた今回の保健調査は、過去に類例がない事態であり、広域汚染に対する対応を現実にも迫られる貴重な経験となった。放射線事故時の緊急医療は、防災対策の一環として、既に国においてその大綱が示されてきたが、現実には、なおスクリーニング・レベルやスクリーニングの方法などが明示されておらず、広域汚染の除染場所、一次、二次除染のレベル等具体的な指針が必要である。今回の保健調査は、緊急医療の観点からは、第一次緊急医療に該当し、スクリーニング、一次除染の実施、体表面、甲状腺摂取放射能の評価に至る一連の医療措置を実際に行ったことになる。その過程で得られた知見が、今後にも如何に生かされうるか、二・三の考察を試みたい。

##### 1) 広域汚染時の適正なスクリーニング・レベル

今回上述の理由で暫定的に設定した基準値は、 $10^{-4} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$ である。しかし、幼児の甲状腺に 10 rem の被曝を与える身体表面汚染密度は、 $10^{-3} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$  と計算される<sup>2)</sup>。この場合、幼児に対する<sup>131</sup>I の線量換算係数  $32 \text{ rem}/\mu\text{Ci}$  を用いれば、幼児より年長者については過大評価となる。一方、除染チームの調査報告にあるように、頭部汚染濃度が高い (920 cpm) 代表例の試算では、表面汚染濃度は、 $2.1 \times 10^{-3} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$  となるが、GM サーベイメータの測定面積  $1 \text{ cm}^2$  とした場合であり、また、今回の汚染は、分布が一様でなく、スポット状であったので、過大評価となっている。さらに<sup>131</sup>I の尿中排泄量、ホールボディ・カウンタ計測値からの甲状腺線量は、一般公衆の線量当量規準値以下であった。以上のことから、広域汚染の緊急時の体表面スクリーニング・レベルを  $10^{-4} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$  とした場合、ICRP による初期段階の対策に対する線量当量レベルに対比してみると、屋内退避の全身予測上限線量レベル、もしくは、避難の全身予測下限線量レベル 5 rem 未満の人々は、すべて除染対象者と認定することになり、スクリーニングの目的にそぐわないことになる。従って、スクリーニング基準値は、被曝線量の見地からは、幼児の甲状腺線量 10 rem に相当する  $10^{-3} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$  が、一般に準用する基準として妥当と考えられる。このことはまた、幼児の甲状腺に 10 rem

---

<sup>2)</sup> 緊急時医療活動マニュアル、昭和 60 年度緊急時医療対策技術調査、身体汚染測定のスクリーニングレベル、P.40-50、原子力安全研究協会、緊急時医療マニュアル検討専門委員会、昭和 61 年 3 月



の被曝を与えることになる体表面汚染密度が、計算上  $10^{-2} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$  となるので、1 桁高く、スクリーニングのための誘導レベルを  $10^{-3} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$  としておけば、経皮吸収からの  $^{131}\text{I}$  による甲状腺被曝は、被曝の決定経路とはなりえない。

一方、今回の経験から、汚染への対応の見地に立つと、小規模な事故で、汚染者が少数にとどまる場合には、防護の目的からは、より低い線量レベルである  $10^{-4} \mu\text{Ci}/\text{cm}^2$  を越えた場合に除染の対象とすることも考えられてよいであろう。

## 2) 採尿、採血の意義について

43 名の検体について検討した。

- ① 頭髮の汚染 200 cpm 以上
- ② 着衣の肩、片側または両側 500 cpm 以上
- ③ 甲状腺測定値 0.014 mR/h 以上

以上の 3 部位のうち、2 部位以上が上記数値を越えた例 17 名に  $^{131}\text{I}$  の尿中排泄がみられた。従って、このような条件を満たす例は採尿し、甲状腺被曝線量の評価が可能である。 $^{131}\text{I}$  尿中排泄がみられた全例において、血液中に  $^{131}\text{I}$  は検出されておらず、従って、前項の条件を満たしていても、血液からの線量評価は行えないが、それ以上の汚染があれば、採血の意義はあると考えられる。しかし、今回の検査成績からはその基準を示すことはできなかった。

## 3) 調査出動の決定、連絡、準備等の不備

内外の情報が乏しく、調査に至るまでの出動の規模、分担配置等の意思決定が不統一で遷延し、連休中のことでもあり、現場の担当者に多少の困惑がみられた一面もあったが、一致協力して対処することができた。

## (5) 除染作業（放射性表面汚染の除去）報告

### 1) 洗浄対象者

成田空港における身体表面測定結果により、医師が精密測定ならびに汚染除去が必要と診断し、当所に受検に来られた旅行者（以下被検者という。）を対象として除染を行った。

### 2) 洗浄目的

ヒューマンカウンタによる測定の事前処置としての洗浄ならびに皮膚の被ばく線量低減を目的とし、頭髮および身体表面を洗浄した。

3) 洗淨日時

昭和 61 年 5 月 5 日 10 時～23 時 30 分

4) 洗淨場所

当所・緊急医療棟（シャワー室、処置室）

5) 洗淨作業者

原勢、石沢、（その他ナース 3 名が作業の介助のため後から参加した。）

6) 被検者人数

第 1 便より：7 名・第 2 便：なし・第 3 便より：8 名・合計 15 名

7) 作業者の装備（服装）と作業分担

① 第 1 便被検者に対して

(a) ホット作業者：綿製手術帽、綿製看護衣、ビニールエプロン、手術用ゴム手袋、スリッパ、シューズカバー、

(b) セミホット作業者：綿製手術帽、防水型手術衣、手術用ゴム手袋、スリッパ、

(c) コールド作業者（ナース）：白衣、看護帽子、

② 第 3 便被検者に対して

(a) ホット作業者：綿製手術帽、防水型手術衣、ビニールエプロン、手術用ゴム手袋、ゴム長靴、ビニール製袖カバー、綿製マスク、<sup>3)</sup>

(b) セミホット作業者：①-(b)の服装にゴム長靴とマスクを追加装備

(c) コールド作業者（ナース）：①-(c)の上に防止型手術衣、ビニールエプロン、ゴム手袋、袖カバー、マスク、シューズカバーを追加装備<sup>4)</sup>

③ 作業分担

(a) ホット作業者：被検者のシャワー室内での洗淨と、当人の自己洗淨の補助、

---

<sup>3)</sup> 第 1 便の洗淨作業で、①-(a)の服装ではシャワーの水しぶきが防止できないことが判明したために②では防水装備を追加した。

<sup>4)</sup> 作業が長時間連続したため、コールド作業者（ナース）の 1 名がホット作業者と、いつでも交代できるように配慮し、ホットの装備をしていた。

### 指導およびチーム員の指揮

- (b) セミホット作業者：(a)の補佐、洗浄前後のサーベイ、被検者の誘導、（場合によりホット作業者との交代）
- (c) コールド作業者：洗浄器材の整備、補充および(a)(b)の介助（被検者に傷のある場合はその処置）

### 8) 被検者の洗浄および測定時の服装

- (イ) 脱衣室で衣服を全部脱ぎ、シャワー室までは綿製ローブ（本部棟地階のヒューマンカウンタ室保有のもの、臨時借用）を羽おって移動
- (ロ) シャワーで洗浄後は医療棟に保管してあった使い捨て型紙製のヘヤキャップ、上下式肌着等を着用した。保温のため、ヒューマンカウンタ測定時には、この上に(イ)のローブを着用した人もいる。（ヘヤキャップは、洗浄途中からヘヤーを乾燥させる段階まで一時的に使用した。）

### 9) 被検者の成田空港から当所への移送と当所での待機場所等について

第1, 3便とも被検者の当所への移送は官用車で行ったが、一部の人は自家用車を使用した。洗浄および測定に入るまでの待機場所は次のとおりである。

第1便被検者：養成訓練棟研修生控室

第3便被検者：最初、廃液処理棟1階プラント室 途中から内部被ばく実験棟会議室（汚染のある手荷物の一時保管は廃液処理棟1階プラント室で行った。）

### 10) 作業手順

- (イ) 被検者は待機場所から医療棟の前室へ移行
- (ロ) 前室で被検者から問診の聴取と、身体表面汚染の除去についての説明（医師が担当）
- (ハ) 身体の洗浄および、その前後の頭髮等のサーベイ（5）の作業者が担当）
- (ニ) 医療棟測定室設置のヒューマンカウンタによる測定（養成訓練部長、室長が担当）（一部の被検者は、本部棟地階のヒューマンカウンタで再測定を行った。）
- (ホ) 測定結果と、これによる身体への影響についての説明（医師が担当）

以上の作業終了の後、被検者は帰宅、作業者は器材の徹収、汚染・非汚染廃棄

物の処理、作業場所のかたづけ、記録のまとめ等を行った。

#### 11) 作業に使用した主な器材

##### (イ) サーベイメータ

(a) 表面汚染計：大口径 GM サーベイメータ（アロカ．TGS-113 型）

(b) 線量率計：NaI シンチレーション型サーベイメータ（アロカ．TCS-121C型）

甲状腺部位の測定に使用

##### (ロ) 汚染除去剤

(a) 頭髮洗浄剤：男性用ヘヤーシャンプー（エメロン）

(b) 身体洗浄剤：液状浴剤（カネボウ．ミルクレディ）

(a)(b)ともに汚染処理係が汚染作業終了時に常用しているものを臨時に流用した。ソープレスソープの使用を考慮したが、対象は一般人なので、日常的な浴剤の使用を選択した。

##### (ハ) その他

(a) リネン類：タオル、ローブは技術課保有のもの（ヒューマンカウンタで使用する）を借用した。また、被検者に着用させた紙製肌着、ヘヤキャップは病院部が医療棟に保管していたもの（診療者用）を流用した。

(b) 汚染除去用品：ガーゼ、ティッシュペーパー、ペーパータオル、ペーパーウェス、ポリ袋、ポリろ紙、手袋類、ハンドブラシ、爪ブラシ、ヘヤブラシなどは、すべて放射線安全課保有品を使用した。

(c) 医薬品：外科処置用品一式を病院部で用意したが、鼻腔洗浄に綿棒を、また靴ずれ処置にテープばんそうこうを使用したただけであった。

#### 12) 洗浄方法等について

(イ) 成田から送付された健康診断票をもとに表面汚染計で頭部を主体にサーベイ、汚染部位、汚染濃度の確認を行った。

(ロ) 被検者の着衣を脱がせた後、シャワー室内に導き椅子代用に置いた発泡スチロール製の箱に腰掛けさせた。

(ハ) 液状浴剤で手の洗浄。ハンドブラシ、爪ブラシを併用

(ニ) 洗浄後タオルで水分を拭き取った手で耳を押えさせ、腰掛けたまま頭を前に

出す姿勢をとらせた。

(イ) (イ)で確認した汚染部位を最初にシャンプーを使用して洗浄、ついで頭部全体をくまなく洗浄。毛髪がもつれて洗浄しづらい場合は、ヘヤブラシを使用した  
が、それ以外は頭皮に損傷を与えないためにゴム手袋をはめた両手で慎重に洗  
浄をくりかえした。

(ロ) タオルとヘヤキャップで頭部を被覆した後、肩、首すじ、顔面、腕、足等の  
露出している部分を重点的に自分で洗浄させた。

(ハ) 洗浄終了後タオルで全身の水分を拭き取らせ、紙製の肌着を着用させて処置  
室に用意した椅子に腰掛けさせた。ここで頭部を被覆したタオル、キャップを  
はずし、ドライヤーで頭髪を乾燥後、頭部の残留汚染の確認と甲状腺部位のサー  
ベイを行った。

以上で洗浄等の作業を終了し、被検者をヒューマンカウンタ測定担当者へ口頭  
で連絡した。

表 1 除染成績

区 分	被 検 者 ( 番 号 )	性別	年齢	頭 髪 測 定 値		除 去 効 率 %	甲 状 腺	
				洗 浄 前 ( 空 港 ) cpm・Net	洗 浄 後 ( 医 療 棟 ) cpm・Net		洗 浄 前 ( 空 港 ) mR/hr・Net	洗 浄 後 ( 医 療 棟 ) mR/hr・Net
第 1 便	1－12	女	50	930	220	76	0	0
	1－13	女	72	80	20	75	0	0
	1－15	女	61	430	0	100	0	0
	1－18	男	73	1630	0	100	0	0
	1－19	女	54	110	0	100	0	0
	1－21	女	48	530	0	100	0	0
	1－23	女	64	430	0	100	0	0
第 3 便	3－06	女	66	1730	470	73	0.009	0.004
	3－09	女	30	630	220	65	0.028	0.024
	3－12	女	66	930	920	1	0.004	0.004
	3－15	男	49	430	320	26	0.015	0.014
	3－16	女	45	530	420	21	0.010	0.009
	3－17	男	72	170	170	0	0	0
	3－18	女	67	930	420	55	0.028	0.014
	3－23	男	72	1530	420	73	0	0

### 13) 表面汚染除去結果

前項までの作業により得られた被検者の、身体洗浄後の除染成績は表 1 のとおりである。ここに、

1) GM型表面汚染計の自然計数値：70 cpm

2) シンチレーション型サーベイメータの自然計数値：0.007 mR/hr とする。

表 1 中の番号 3－12 の女性（除去効率 1 %）を例にとって試算すれば

- ・ 頭部の残留汚染濃度：920 cpm
- ・ GM型表面汚染計の検出効率：15 %（成田出向測定チームとの統一値）
- ・ 測定面積：20 cm<sup>2</sup>として

$$1) \text{ 表面汚染密度 (} \mu \text{Ci/cm}^2 \text{)} = \frac{920}{60 \times 0.15 \times 20 \times 3.7 \times 10^4} = 1.4 \times 10^{-4} \dots\dots\dots 5)$$
$$\text{〃 (Bq/cm}^2 \text{)} = 5.2$$

### 14) 考察

緊急医療棟は、本来健康者の集団検査用に設置されたものではない。従って被検者の控室、トイレ、更衣室を始め今回のような検査に適合する設備は殆ど保有してないため、作業は困難を極めた。特に流しの給水系システムの故障で、洗浄作業はシャワー 1 ケで行わざるを得ず、著じるしい能率低下の原因となった。

また、シャワー設備、ヒューマンカウンタとも 1 基ずつのみで 15 人に対応したが、1 名の洗浄、測定に約 30 分を要するので最終検査が終了したのは 6 日午前 12 時 30 分頃であった。被検者のロスタイムも気の毒であったが、我々作業者一同の負担も軽いものではなかった。今後、今回同様のケースを受け入れるならば、施設、その他当所が従来保有しているもの（医療棟以外の例えば病院棟 2 F. RI センター或いは RI 棟汚染検査室など）で対応可能かなど、これを機会に真剣に検討する必要があるのではないかと痛感した。以下に作業について二、三の考察を述べる。

#### (1) 頭髮の汚染除去結果について

表 1 に見られるとおり第 1 便の 8 人の除去効率は大きく、第 3 便の 7 人は低かった。後者は後日、雨に濡れており、頭髮や衣服に付着した放射性粉塵は溶

---

5) 今回の汚染は粒子状であり、汚染面積としていくらにするかによって表面汚染密度が変わってくるが ICRP Pub.26 により、1 cm<sup>2</sup> として評価すると

表面汚染密度 (  $\mu \text{Ci/cm}^2$  ) =  $2.8 \times 10^{-3}$  となる。



解して毛髪内部や皮下へ浸透し、一部はすでに内部汚染になっていたものと考ええる。

この結果から単純に考察して、第1便旅行者で当所に検査に来なかった方々も、一般的な洗髪、入浴で体表の汚染はかなり容易に除去できたと思われる。ただし、番号1-12、1-13の女性は、いずれも損傷毛で、除去効率が低いことから、同便旅行者についても表面汚染の事後のふるまいは、個体差は当然出ていると推定できる。また、第3便旅行者の身体表面汚染の残留濃度は、前者にもましてバラッキが大きいと見るべきである。

第3便の被検者の残留汚染の高いことは、番号3-12の女性が除去率1%であったことで確認したので、以下の全員に2回洗浄を行ったが、効果は上らなかった。

番号3-17の男性のように空港でのサーベイではOKであったが、事前チェックで微量の頭髪汚染が検出され、これも除去効果は得られなかった。

番号3-15の男性は頭髪よりも眼鏡のつる（内側、耳の後にあたる部分）の汚染が高く（800~1000 cpm）、頭部に付着した放射性粉塵が、雨でこの部分に濃縮されたものと推定した。眼鏡のつるには皮膚分泌物などの汚れがあり、浴剤では除去できないため、エタノールで清拭して残留濃度が100 cpm程度までに除去された。

番号3-12の女性は、最初の知見でいちじるしい損傷毛と判断したので、洗浄は入念に行ったが、結果は前出のとおりで、過去に度々行っている $^{131}\text{I}$ の除染では経験したことのない低除去率であった。被検者の頭頂部は毛髪が薄くなっており、この部分の残留濃度が高く、汚染は毛根または皮下脂肪層へ移行していたものと考ええる。

番号3-09の女性の甲状腺への取込みが大きいのは、毛髪が長く、この髪先端と肩の衣服に汚染が集中していることを事前サーベイで確認しており、おそらく旅行中に、この部分からの放射性粉塵を経時的に吸入した可能性が考えられる。

以上、第1便と第3便との除染結果を $^{131}\text{I}$ を主とした場合単なる粒子状( $\text{I}_2$ )から水溶物( $\text{I}\text{No}_3$ )へ変化することで、ヒトの皮膚であれ器物表面であれ除去効果の低下は大きくなることを今回再認識した。

頭部残留汚染は、毛髪が代謝の早い組織であるし、また毛嚢部から甲状腺そ

の他への臓器への移行も比較的早いと思われるので、表1の皮膚残留濃度であれば、自然減衰も期待できることもあり、今後障害として問題になる可能性はないと判断する。

## (2) 整備、器材等について

### 1) 洗浄設備の不足

冒頭に記述のとおり、洗浄シャワー1ケで行われ洗浄担当者は被検者と共にシャワー室に入り、不自由な姿勢で長時間の作業を余儀なくされた。既設の流しが正常に使用でき、また、頭髮洗浄用の深目の流しがあれば、作業者は簡単な装備で姿勢も無理なく能率のよい作業が行えたはずである。基本的に不適合な施設とはいえ、今後類似のケース受入れに対し、種々の問題を提起したと言える。

### 2) シャワー室の構造

医療棟の基本目的に合致した受入れを行ったとしても、シャワー室は前室（目かくし、足の水拭き場所など）もなく、シャワー固定フックの位置、ホースの長さなども不足で使用しづらい。今後に備えて改造すべきである。

### 3) 器材類

汚染除去器材は放射線安全課からすべて運び、支障なく使用できた。今回特に不足していたリネン類（大量のタオル、バスローブ）を技術課のヒューマンカウンタ測定担当者が提供し、また、途中洗濯、乾燥して再補充してくれたので、被検者に迷惑をかけなかったことを深く感謝している。流用してしまった使い捨て肌着なども含めて、こうしたリネン類の確保はどのセッションで、どの程度行うのか、これも今後の検討課題であろう。

## (6) 結 語

問題点は多少あったが、空港での医療班の診断、検査は、比較的上手に処理できたと考える。事前の準備の不備の割には、良く行われたというのが、班員の主な感想であった。また、受診者から感謝の表示はあったが、トラブルめいた事実は皆無で、限られた場所のため、待時間はあったが、比較的円滑に処理できたと思う。また、除染チームも、十分な成果を挙げたと評価しうるであろう。困難はあったが、世間の期待に沿えたことは幸いであった。

今回の経験から、第一次緊急医療におけるスクリーニング、生物学的試料採取、一次除染などの手順、適正化などに反映できれば極めて有意義と考える。

## 2. 放射能サーベイ

吉川元之、小泉勝三、鎌倉幸雄（放射線安全課）、渡利一夫（化学研究部）、山田 武（生物研究部）、山田 隆（サイクロトロン管理課）

### (1) 放射能サーベイ班編成

放射能サーベイ班編成は、1984年4月に定めた放射線医学総合研究所「緊急モニタリングマニュアル」の班編成を基とし参考資料6に示す統括班、医療班と汚染検査班に分けさらに汚染検査班は成田空港派遣組と放射線医学総合研究所待機組にそれぞれ分け、各班には班長をおいた。汚染検査班は、当初2人1組で5組を予定したが空港内検疫所への立入り制限の問題から身体汚染検査と荷物の汚染検査が同一場所で行えないことがわかり、3組を身体汚染検査に、2組を荷物の検査に振り分けた。成田空港に派遣した人数は35名、放射線医学総合研究所待機組は44名である。

### (2) 放射線検出器・器材の準備

汚染検査用の測定器として

- 1) 身体表面の汚染を検出するためのGMサーベイメータ（型式 Aloka TGS-113 及び TGS-123）
- 2) 甲状腺中の $^{131}\text{I}$ を検出するため NaI(Tl) シンチレーションサーベイメータ（型式 Aloka TCS-121c）の2種類を準備した。

測定器は、緊急医療用として整備してあった NaI (Tl)シンチレーションサーベイメータ4台、GMサーベイメータ2台に加え RI 棟の常備のものを追加し、合計 NaI (Tl) シンチレーションサーベイメータ13台、GMサーベイメータ8台を準備した。

この他、資材として成田空港に持って行った品名、数量を参考資料2に示す。

特に、健康診断票（参考資料3参照）、荷物サーベイ票（参考資料4参照）及び荷物預り票は、前日に様式を検討しそれぞれ200枚準備したが、この3種類の記録票は成田空港の混雑した現場において、汚染検査結果の記録、伝達及び荷物預りの手続きの迅速処理に役立った。

### (3) 検査基準（スクリーニング・レベル）<sup>1)</sup>

成田空港における身体汚染検査に先だちスクリーニング・レベルについて、5月4

---

<sup>1)</sup> スクリーニング・レベル

ここにいうスクリーニング・レベルとは成田空港で第一次の汚染検査により、以後の処置、具体的には身体除染や荷物の一時預かりを必要とする者（物）と、そのまま何ら処置を必要としない者（物）にふるい分けるための判断レベルをいう。放射線医学的に処置を必要とするレベルとは異なる。

日に、放医研の関係者により検討した。スクリーニング・レベルの決定に当たり原子力安全委員会「原子力発電所周辺防災対策専門部会」の屋内退避レベル及び原子力安全研究協会「迅速除染マニュアル」を参考にしたが、最終的にはこれら資料に定められた基準よりもかなり低い値にスクリーニング・レベルを設定した。

これは、

- 1) 成田空港での検査対象者は大部分大人で、幼児や乳児は含まれていないことから、幼児や乳児を対象とした基準を一律に用いることは適当ではない。
- 2) 5月2日に東京大学放射線健康管理教室において、モギレフから帰国した会社員4名に放射能汚染が検出され、甲状腺でナノキュリー (nCi) 程度、衣類、荷物で約 300~1200 cpm が検出されたことが公表されている。

以上の点を考慮して成田空港における甲状腺 (NaI(Tl) シンチレーションサーベイメータ) と表面汚染 (GM サーベイメータ) について以下に示すスクリーニング・レベルを設定した。

#### ① 甲状腺<sup>131</sup>I のスクリーニング・レベル

検査に使用する NaI(Tl) シンチレーションサーベイメータのバックグラウンド線量率は 0.007 mR/hr であり、有意判定可能な下限は、指示値で 0.014 mR/hr (正味線量率で 0.007 mR/hr) である。この線量率を甲状腺ファントム (成人) で校正した変換定数 0.16 [mR/hr/ $\mu$  Ci] を用いて甲状腺沈着量に換算すると約 40 nCi となる。<sup>131</sup>I 摂取後約 8 日が経過しているとするすると甲状腺中の<sup>131</sup>I は、約 1/2 に減衰している。従って測定時約 40 nCi であった<sup>131</sup>I は約 8 日前には約 80 nCi が甲状腺に沈着していたこととなる。ICRP Publ. 2 の線量換算係数 6.5 rem/ $\mu$  Ci を用いて線量に換算すると、これは約 500 mrem (甲状腺) となる。

この線量は、原子力安全委員会「原子力発電所周辺防災対策専門部会」の屋内退避レベル 10 rem (甲状腺) に比べると 1/20 の小さな値であるが、先にも述べたように nCi 程度の汚染がすでに公表されたこともあり、成田でのスクリーニング・レベルとして正味線量率として 0.014 mR/hr (甲状腺) を設定した。

#### ② 表面汚染のスクリーニング・レベル

表面汚染については法律で定められている管理区域からの品物の持出し基準である  $1 \times 10^{-4} \mu$  Ci/cm<sup>2</sup> を基準とし、汚染が 2 "  $\phi$  の GM サーベイメータの面

積（約 20 cm<sup>2</sup>）に均一にあり、また、この時の GM サーベイメータの効率が 15 %（<sup>131</sup>I から求めた値）であるとしてスクリーニング・レベル [cpm] を設定した。

$$\text{スクリーニング・レベル [cpm]} = 1 \times 10^{-4} [\mu \text{Ci/cm}^2] \times 3.7 \times 10^4 [\text{dps}/\mu \text{Ci}] \times 0.15 [\text{cps/dps}] \times 60 [\text{cpm/cps}] \times 20 [\text{cm}^2] \div 670 [\text{cpm}]$$

2"φ GM サーベイメータのバックグラウンドは通常約 70 cpm あるので、 $1 \times 10^{-4} \mu \text{Ci/cm}^2$  の汚染があった場合 GM サーベイメータは  $670 + 70 = 740$  cpm、即ち約 700 cpm の計数率を示すことになる。そこで、この 700 cpm をスクリーニング・レベルと定めた。

#### (4) 保健調査の流れと測定方法

(1)に述べた班編成に基づき人の汚染検査班は成田空港二階検査室前において、荷物検査班は一階荷物受取所において、また、医療班は検査室において、それぞれ身体汚染検査、医師による診断及び最終判定を実施した。

保健調査のフローチャートを参考資料 1 に示す。

まず、大型バスで搬入した資材一式を二階検査室前に運搬し、一階荷物受取場所にもサーベイメータを必要台数移動した後、診断票記入のためのテーブル、人の汚染検査のための椅子、サーベイメータ、廃棄物容器、（サーベイメータの運搬に用いたジュラルミン箱にビニール袋を入れたもの）等を準備し、汚染検査班班長 1 名、誘導員 1 名、汚染検査員 3 名、記録員 3 名が 3 組チームを作り検査を行った。身体汚染検査は、まず、被検者を椅子にすわらせ GM サーベイメータを用いて頭髮、衣類の肩部、腕部、背中、胸部、大腿部、足、くつの順で汚染検査し、スクリーニング・レベル以上の値を示した場合、その部位と計数率を記録員が診断票に記録した。

次に、NaI(Tl) シンチレーションサーベイメータを用いて甲状腺及び鼻部に検出器を当て、ほぼ皮膚に密着した状態（本人にティッシュペーパーを持たせ、皮膚と検出器が直接触れないようにした）で一箇所約 10 秒間測定した。甲状腺については衣類の肩部に汚染がある場合にはその影響が妨害となるため、背広やジャンパー等を脱がせた後に測定した。測定の結果、バックグラウンドの 2 倍（正味線量率で 0.014 mR/hr）以上の汚染がある場合、記録員がその部位と線量率を参考資料 3 示す健康診断票に記録した。

手荷物については、本人の承諾を得たうえで NaI(Tl) シンチレーションサーベイメータと GM サーベイメータの両方を用いて汚染検査を行い、スクリーニング・レ

ベル以上の値を示す物品については、診断票の荷物覧に品名と計数率を記入し、物品はビニール袋に入れ氏名と計数率をマジックインクで記載し、最後に医師の指示がある旨伝え、本人に持たせた。

一階の荷物受取場所においては、旅行用大型スーツケースの外側から、まず、NaI (TI) シンチレーションサーベイメータを用いて線量率を測定し、汚染が疑われるものについては本人の承諾を得て中身の衣類等について GM サーベイメータを用いて検査し、バックグラウンドの 2 倍以上の物品について、手荷物と同じくビニール袋に入れ氏名、計数率をマジックインクで記載し、参考資料 4 に示す荷物サーベイ票に、品名と計数率を記入した。

一連の検査の時間経過を 3 頁の表に示す。

#### (5) 検査結果

人及び荷物について汚染検査した結果を、人と荷物別、飛行機便別に整理して参考資料 5 に示す。第 1 便、第 2 便及び第 3 便の汚染状況をみると、第 3 便は日本人旅行者 31 名中 27 名の身体及び荷物に高い汚染が検出されている。

汚染核種は当初<sup>131</sup>I を想定して汚染検査を実施したが、放射線医学総合研究所に一時的に預かった衣類に付着した試料の  $\gamma$  線スペクトロメトリから表 2 に示す  $\gamma$  線放出核種が、検出された。

汚染核種の性状は、衣類のオートラジオグラフから粒子状汚染であること（口絵写真参照）が確認され、いわゆる核実験のフォールアウトと類似の巨大粒子であることがわかった。汚染検査の結果は参考資料 5 に示したように検査総人数 118 名のうち 47 %の 55 名に何らかの汚染が認められ、身体では上着の肩に最大 3000 cpm の汚染が、甲状腺には最大 0.028 mR/hr の線量率の汚染が、荷物には最大 10000 cpm の汚染が検出された。

#### (6) 考察と反省

保健検査の一環として実施した身体及び荷物の一連の汚染検査は要請から実施まで正味 2 日の短い準備期間しかなかったが、総じて手際良く処理できたと思われる。ハードウェア面において器材の準備は、スリーマイル事故を契機に準備されたサーベイメータや輸送用ケースが非常に役立った。ソフトウェア面でスクリーニング・レベルについては広域の多数の一般住民を対象とした判断基準が科学技術庁で整備されつつあるが、汚染の形態（均一な汚染とスポット状の化学形の違いなど）汚染核種（単一核種の場合と今回の様に複合核種の場合）被検査対象人数、年齢構成などの、変動要因、



不確定要因が存在することから、必ずしも一律の基準で処理しきれない側面があると思われる。今回の経験はその点で、原子力発電所から 100 km 程離れた人に与える汚染が、核実験のフォールアウトと同様のスポット状の汚染であること、従来想定されていた甲状腺の<sup>131</sup>I 測定がスクリーニングの重要な指標となり得ることを証明した点で貴重な経験であった。

汚染検査は、人の検査を主としたため荷物班が手薄となった。今回人の検査においては、被検者の約半数が女性であったことを考えると、女性の汚染検査員も加えた方が良かったと思われる。被検者の中には旅行中での不安に加え、検査に関する不安もあることから、検査に入る前に検査の概要をあらかじめ説明しておいた方が親切であったと思われる。

今回の一連の処置において指揮命令系統の重要性が再確認されたが、今後年 1 回程度の訓練を実施し、成田空港や緊急医療棟における今回の経験を生かして、部課室を越えた指揮命令、連携作業が円滑に行われるようにしていくことが必要と思われる。

表 2 検出されたガンマ線放出核種の半減期と放射能比

核 種	半 減 期	5 月 6 日 現 在	
		放 射 能 (nCi)	比 (%)
<sup>95</sup> Zr - <sup>95</sup> Nb	64 d	8.0	14.0
<sup>99</sup> Mo - <sup>99m</sup> Tc	2.75 d	0.2	0.4
<sup>103</sup> Ru - <sup>103m</sup> Rh	39.4 d	6.5	11.4
<sup>106</sup> Ru - <sup>106</sup> Rh	367 d	2.0	3.5
<sup>131</sup> I	8.04 d	16.0	28.0
<sup>132</sup> Te - <sup>132</sup> I	3.26 d	2.5	4.4
<sup>134</sup> Cs	2.062 y	0.4	0.7
<sup>137</sup> Cs - <sup>137m</sup> Ba	30.17 y	0.7	1.2
<sup>140</sup> Ba - <sup>140</sup> La	12.79 d	5.0	8.8
<sup>141</sup> Ce	32.5 d	6.0	10.5
<sup>144</sup> Ce - <sup>144</sup> Pr	284.3 d	5.4	9.5
<sup>147</sup> Nd	11.0 d	1.5	2.6
<sup>153</sup> Sm	1.95 d	0.4	0.7
<sup>239</sup> Np	2.355 d	2.5	4.4
合 計 放 射 能		57.1	100.1%

(試料：第 3 便乗客のハンカチ)

### 3. 体内放射能測定

—簡易型（椅子型）全身計測器（W.B.C.）による事故被曝者の核分裂物質（ $^{131}\text{I}$ ）体内負荷量の測定—

加藤義雄，越島得三郎，根井 充（養成訓練部）、内山正史（総括安全解析官付）、小泉勝三（放射線安全課）、森 貞治，鵜沢勝巳（技術課）

#### (1) 始めに

ソ連旅行者（以下被検者と記す）が核分裂物質を体内に取り込んだか否かは被検者の健康診断の判断基準の大きな因子である。被検者の核分裂物質体内負荷量が如何程なのかにより、測定装置を簡易型 W.B.C. にするか、地下の高感度の全身計測器（ヒューマンカウンタ）にするかが決まる。この作業を開始する数日前に東大において、ソ連からの帰国者を全身計測器で測定した結果、甲状腺内に  $^{131}\text{I}$  がナノキュリー（nCi）程度検出されたとの報告が新聞紙上に出ていた。今回の被検者の場合も、同程度の  $^{131}\text{I}$  が甲状腺に在ると思われ、この程度の  $^{131}\text{I}$  の放射能はヒューマンカウンタでなければ検出不可能であると考えられた。しかし、今回の作業は、このような微量放射能を測定することではなく、測定時の放射能から一般人の甲状腺年間線量限度 3 レム<sup>1)</sup>を越える被曝があったのかどうかを調べることを目的であると考え、簡易型 W.B.C. を用いて被検者の  $^{131}\text{I}$  甲状腺負荷量を測定することとした。この選択に際しては、被検者の汚染がひどく、低放射能測定用のヒューマンカウンタに汚染が起こるのを防ぐことも考慮した。この検出器の精度チェックのため、体表面汚染のないことが確認された被検者の 1 名をヒューマンカウンタにて再精密測定した。

#### (2) 測定器

簡易型 W.B.C.（キャンベラ製シャドー鉛シールド型検出装置）は口絵写真および図 2 のごとく椅子型で、検出器は腹部用は 3"  $\phi$  x 3" NaI(Tl)、甲状腺用は 1.5"  $\phi$  x 0.5" NaI(Tl) である。椅子の背もたれ部分には厚さ 12.2 mm の鉛が張られており、検出器の BG（バックグラウンド）を下げるようにしてある。甲状腺  $^{131}\text{I}$  負荷量測定のための標準には  $^{131}\text{I}$  0.14  $\mu\text{Ci}$  入りの試験管 2 本を挿入した首ファントムを用いた。甲状腺検出器の測定限界は測定時間 1000 秒で約 7 nCi であった。被検者の計測時間

<sup>1)</sup> 障害防止法は ICRP の勧告に準拠している。ICRP No. 2 では  $^{131}\text{I}$  の職業人の甲状腺年間最大許容線量を 30 rem とし、水中および空気中  $^{131}\text{I}$  濃度の許容値を算出している。障害防止法ではこの値を採用しており、一方、公衆の線量限度を職業人 1/10 と定めていることから、ここでは甲状腺年間線量限度を 3 レムとした。

は計測器の検出限界および被検者の疲労を考慮して 1000 秒とした。また腹部用検出器は下腹部に検出器の中心が向くように固定した。甲状腺及び腹部の BG（水ファントム）、正常人及び甲状腺に $^{131}\text{I}$  0.28  $\mu\text{Ci}$ がある水ファントム（校正ファントム）の $\gamma$ 線スペクトルを図 3、4 と 5 に示す。BG、校正ファントム及び人のいずれの場合も K-40 から放出される 1.46 MeV  $\gamma$  線のピークが認められる。また、校正ファントムの $\gamma$ 線スペクトルには $^{131}\text{I}$  から放出される、0.36 MeV  $\gamma$  線のピークが、明瞭に認められる。このピークの検出効率を求めて、被検者甲状腺の $^{131}\text{I}$  負荷量を決定することとした。この検出器の測定精度を知るために検出限界に近い汚染の被検者 1 名を地下のヒューマン・カウンタで再測定した。なおこの結果、約 2 nCi を検出したことにより簡易型 W.B.C. でも十分な精度で検出することが可能と判断した（図 6）。なお、地下の鉄室型ヒューマン・カウンタによる測定については(6)項を参照のこと。

### (3) 被検者の測定

放医研に移送された被検者は体表面汚染の除染後、測定用ローブに着替えさせ簡易型 W.B.C. にて体内負荷量の測定を行った。被検者の汚染物質が測定用椅子に付着しないよう椅子をポリエチレンろ紙で覆った。測定中、被検者の姿勢が崩れることが時折みられたが、甲状腺用検出器の視野から外れないよう注意した。測定データは記録紙に打ち出すと共に、そのスペクトルをグラフに記録した。測定用椅子は欧米人むけに作られているため、日本人の体格には大き過ぎたので被検者の体格に合わせて発泡スチロール板を椅子の上に乗せ、被検者の高さを調節した。

### (4) 測定結果

昭和 61 年 5 月 5 日成田に到着した旅行者のうちの 15 名、およびその後依頼のあった検査希望者 94 名（8 月 5 日現在、1 名は 5 月 5 日の被検者の再測定）について測定した。測定結果を表 3 に示す。旅行グループ第 1 便の 7 名については体内汚染は認められなかったが、4 月 28 日にキエフに鉄道で入った第 3 便では被検者 8 名中 6 名に汚染が認められた。第 3 便が空港におけるモニタリングで最も大きな汚染が検出され、また除染においても第 1 便に比べ除染効率が悪かったグループであることと本測定の結果とは符合する。今回の測定で、甲状腺に最高の $^{131}\text{I}$  沈着量（60 nCi）を示した被検者と、この測定装置では検出し得なかった被検者の例を図 7 と 8 に示す。被検者の甲状腺線量を、 $^{131}\text{I}$  が 4 月 28 日に摂取されたとして実効半減期（reference man の 7.6 日）の補正をし、次式により計算したところ、その被曝線量はいずれも一般公衆の甲状腺年間線量限度 3 rem より低かった。

$$D=6.5 \text{ (rem/} \mu \text{Ci)} \cdot q_0 \text{ (} \mu \text{Ci)}$$

ただし、 $q_0$  は 4 月 28 日の<sup>131</sup>I の甲状腺中の放射能。(NCRP Report No.65)

表 3 甲状腺中<sup>131</sup>I 検出者

	人数	<DL	10nCi	20nCi	30nCi	40nCi	50nCi	60nCi
5月5日帰国グループ								
第 1 便	7	7	0	0	0	0	0	0
第 2 便	—	—	—	—	—	—	—	—
第 3 便	8	2	2	0	1	1	1	1
個別帰国者	94	94	0	0	0	0	0	0

DL：検出限界以下

(昭和 61 年 8 月 5 日 現在)

なお、腹部測定 of  $\gamma$  線スペクトルをみるに、図 8 の検出限界以下であった被検者の場合にはその  $\gamma$  線スペクトルは正常人のそれとほぼ同じであったが、甲状腺に<sup>131</sup>I の沈着のあった被検者の腹部  $\gamma$  線スペクトルには多くの全吸収ピークが認められた(図 7-2)。これらのピークに対応する  $\gamma$  線エネルギーからその核種を求めると図 7-3 の如く、核分裂物質であることが推定された。このような核分裂物質の沈着が認められた被検者は 10 名であった。その定量は現在検討中であるが、その量は健康に影響する程ではないと考えられる。

##### (5) 問題点

今回の簡易型 W.B.C. による測定を通じて、今後改善すべきことが幾つか見られたので、以下に記す。

###### 1) 簡易型 W.B.C. 本体の問題点

- ① 甲状腺<sup>131</sup>I 測定用検出器の構造：NaI(Tl) シンチレータが小さく、コリメータの絞り過ぎのため検出効率が悪く、測定時間が長引く。
- ② コリメータの絞り過ぎのため、甲状腺を検出器の視野に確実に入れることが困難であり、被検者が動くと検出効率に変化する。
- ③ 検出器固定装置の可動範囲が小さい。

- ④ 甲状腺周辺組織中の $^{131}\text{I}$ からの $\gamma$ 線の一部が計数値に加わる。
- ⑤ 測定用椅子の大きさが日本人の体格に合わない。
- ⑥ 腹部検出器による体内負荷量の推定に関しては、核種が体内に一様分布又は腹部に局限して沈着している場合以外では校正に困難がある。
- ⑦  $^{131}\text{I}$ の半減期は8日であり、1カ月でその放射能は約1/16に減る。従って、測定までの期間が長引くと甲状腺の $^{131}\text{I}$ 沈着量を検出することが不可能になる。このような場合には、ヒューマンカウンターのよう完全遮蔽のある精密測定用のW.B.C.を用いるのがよいと考えられる。
- ⑧ 測定機器の条件設定のため $^{131}\text{I}$ など主な核種について標準線源を常備しておく必要がある。

## 2) 被検者の問題点

- ① 測定中の被検者の姿勢を固定することが難しい。
- ② 体格の違いによる測定値の変動がある。
- ③ 測定時間が1000秒、データの記録を10分とすると計26分かかり、1時間に2名程度しか測定できない。緊急時にはもっと多数の人を短時間内に測ることが必要になると考えられる。この点、本測定装置では時間がかかり過ぎる。

以上のことより、簡易型W.B.C.の甲状腺 $^{131}\text{I}$ 検出器を現在のものから3インチ $\phi$ 程度の大型のNaI(Tl)シンチレータに換え、コリメータを広角にして検出効率を上げることが望まれる。これが出来れば $^{131}\text{I}$ の検出限界を下げることで、従って測定時間の短縮にも役立つ。緊急時被曝における健康の判断基準が、主として $^{131}\text{I}$ の量に依存するのであれば、これを正確に測定することが必要である。この目的からは、W.B.C.よりも寧ろ $^{131}\text{I}$ 甲状腺専用で、リクライニング方式の楽な姿勢での測定が可能な装置を考えた方がより効果的と思われる。

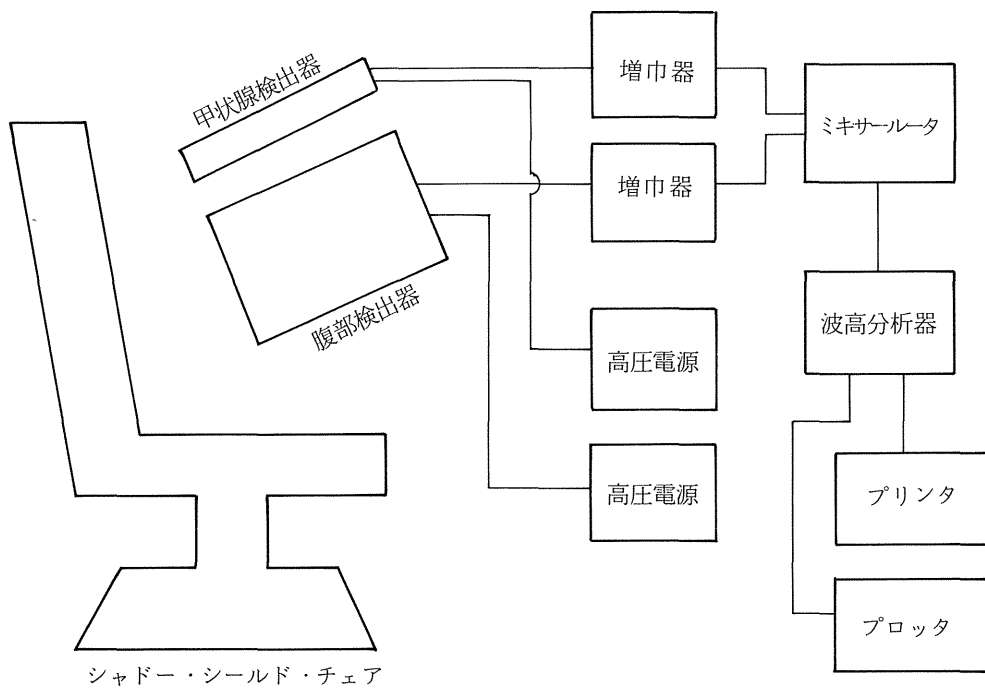


図2 簡易型全身計測装置の構成図



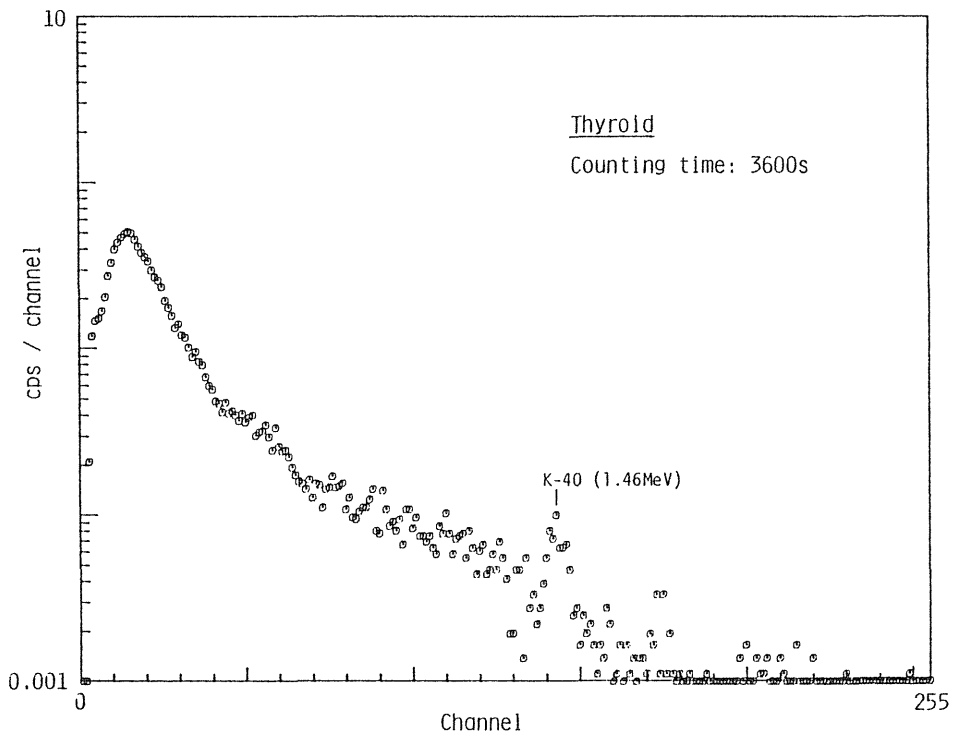


図 3 - 1 水ファントムを置いたときの甲状腺のバックグラウンド・スペクトル

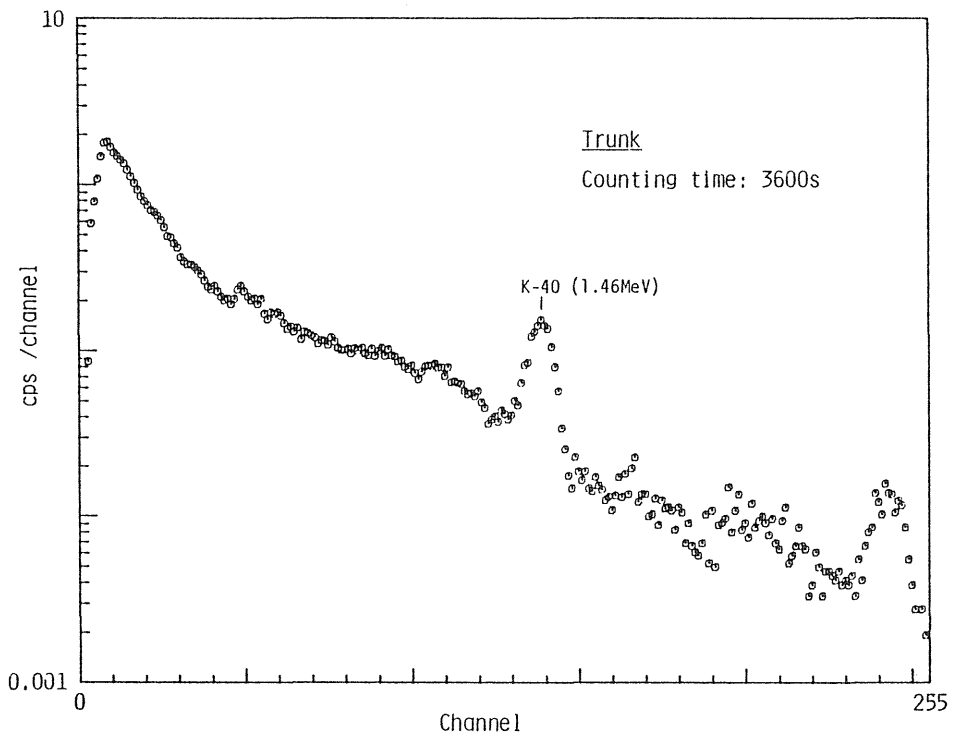


図 3 - 2 水ファントムを置いたときの腹部のバックグラウンド・スペクトル

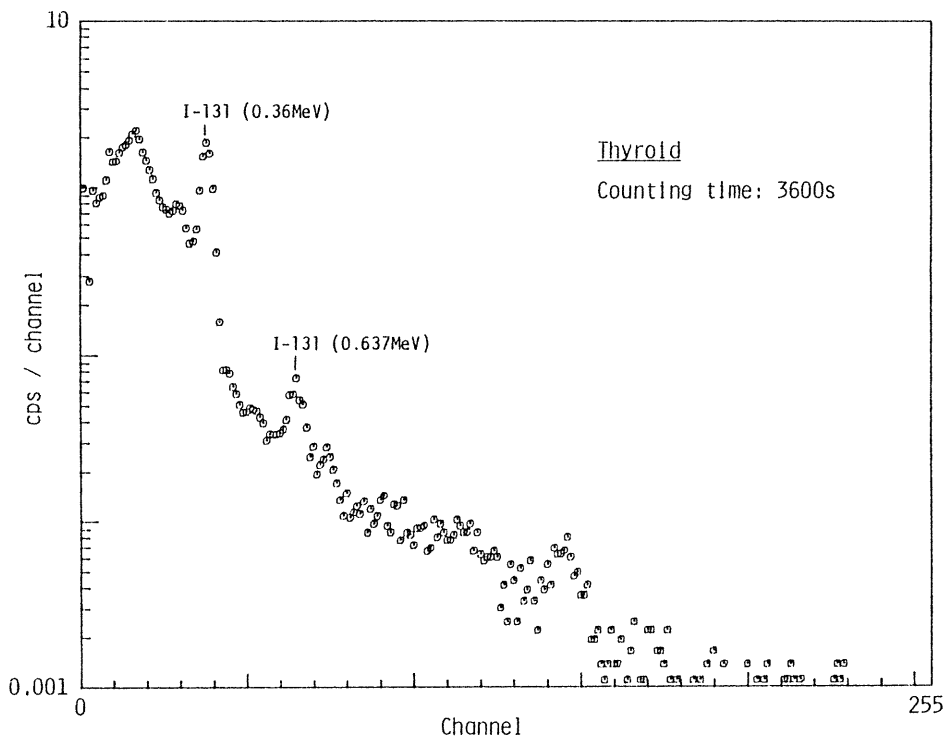


図4-1 水ファントムに  $^{131}\text{I}$  ( $0.14\mu\text{Ci} \times 2$ ) 甲状腺首ファントムを組み合わせたときの甲状腺の  $\gamma$  線スペクトル

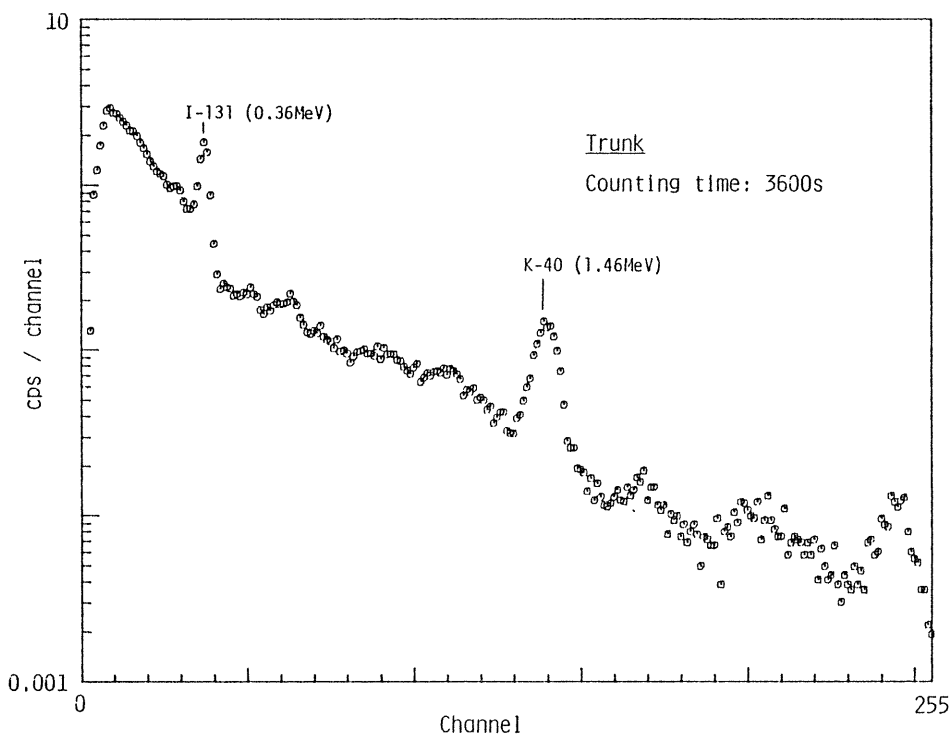


図4-2 水ファントムに  $^{131}\text{I}$  ( $0.14\mu\text{Ci} \times 2$ ) 甲状腺首ファントムを組み合わせたときの甲状腺の  $\gamma$  線スペクトル

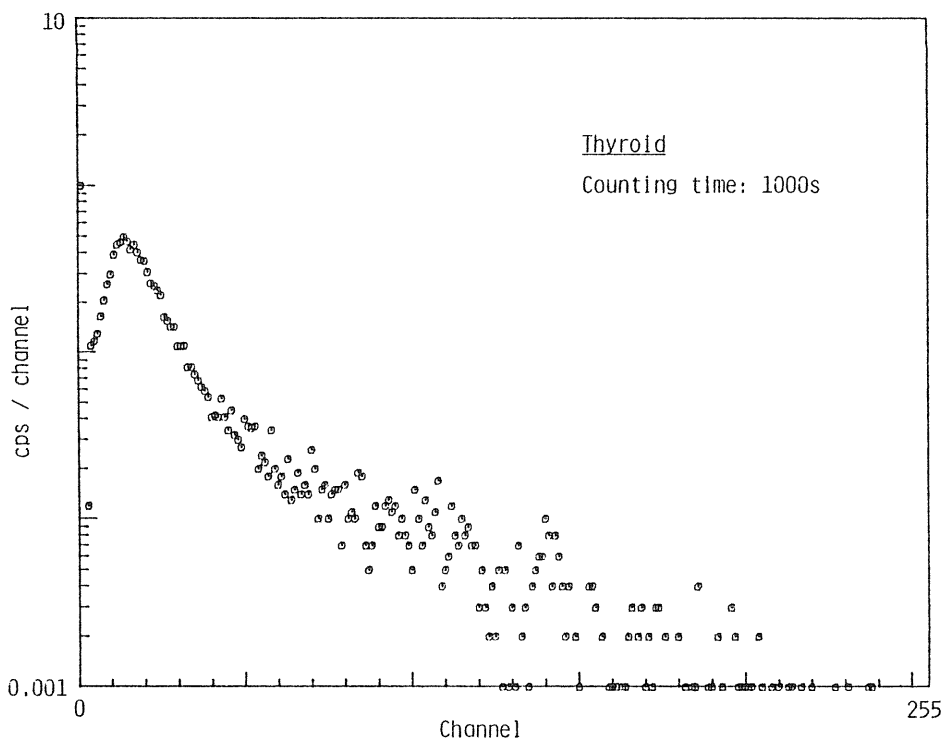


図 5 - 1 正常人の甲状腺の  $\gamma$  線スペクトル

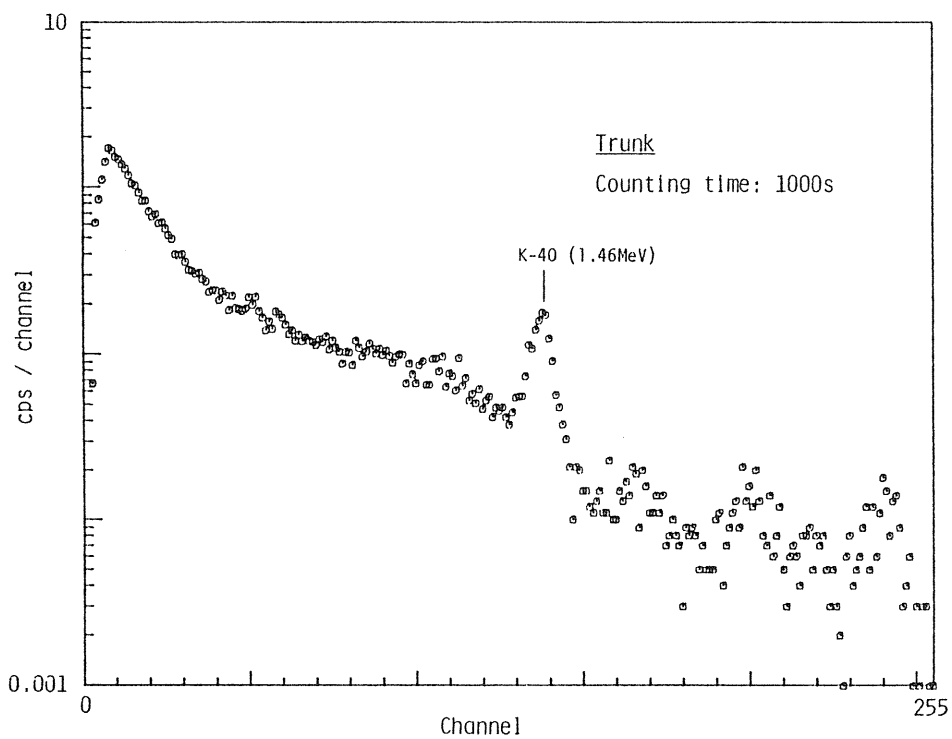


図 5 - 2 正常人の腹部の  $\gamma$  線スペクトル

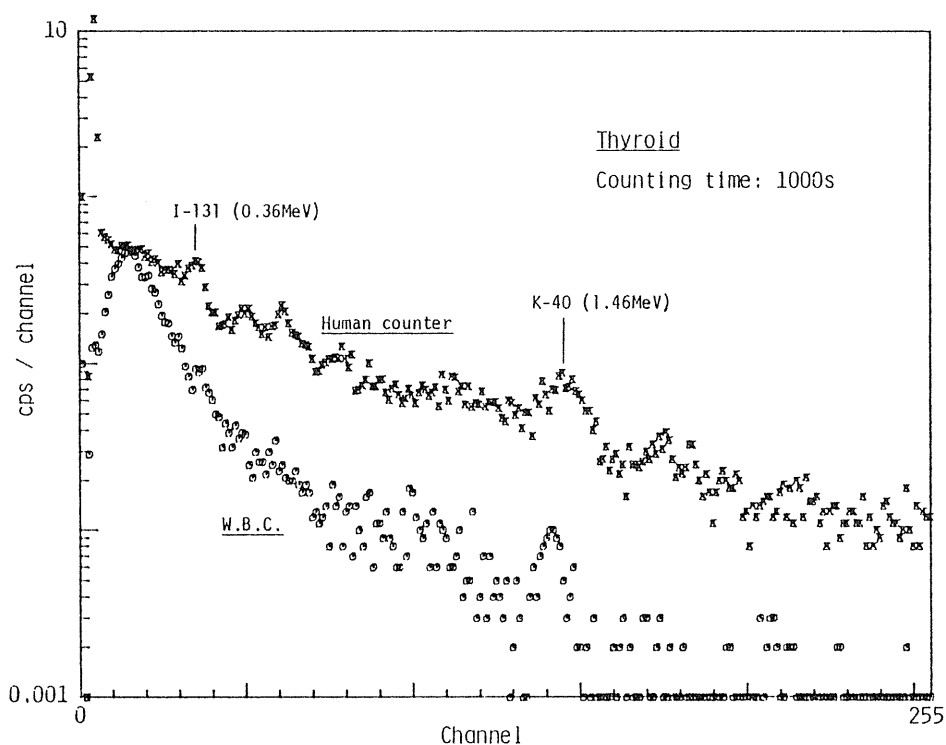


図6 ヒューマンカウンタおよび簡易型全射計測装置による被検者（１－１２）の甲状腺の $\gamma$ 線スペクトル

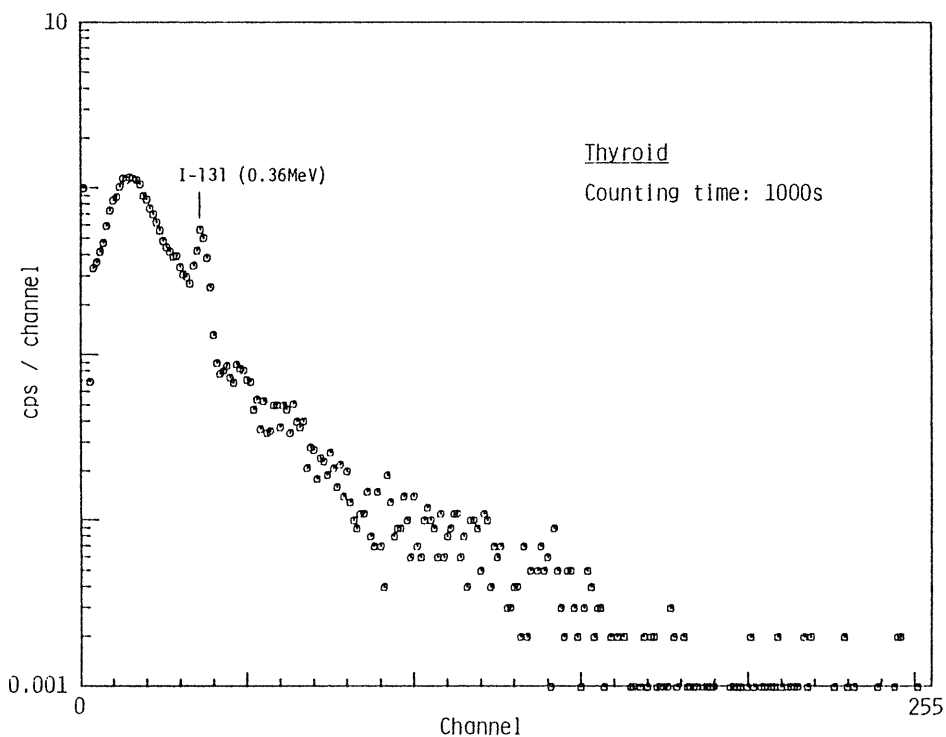


図7-1 被検者（３－０９）の甲状腺の $\gamma$ 線スペクトル

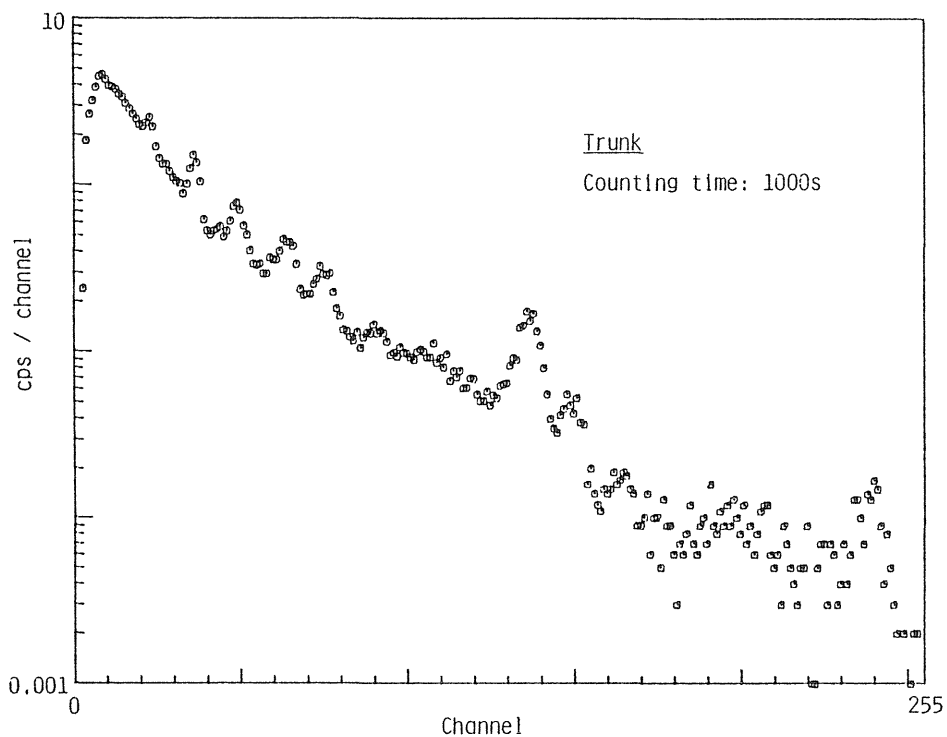


図 7 - 2 被検者 (3 - 09) の腹部の  $\gamma$  線スペクトル

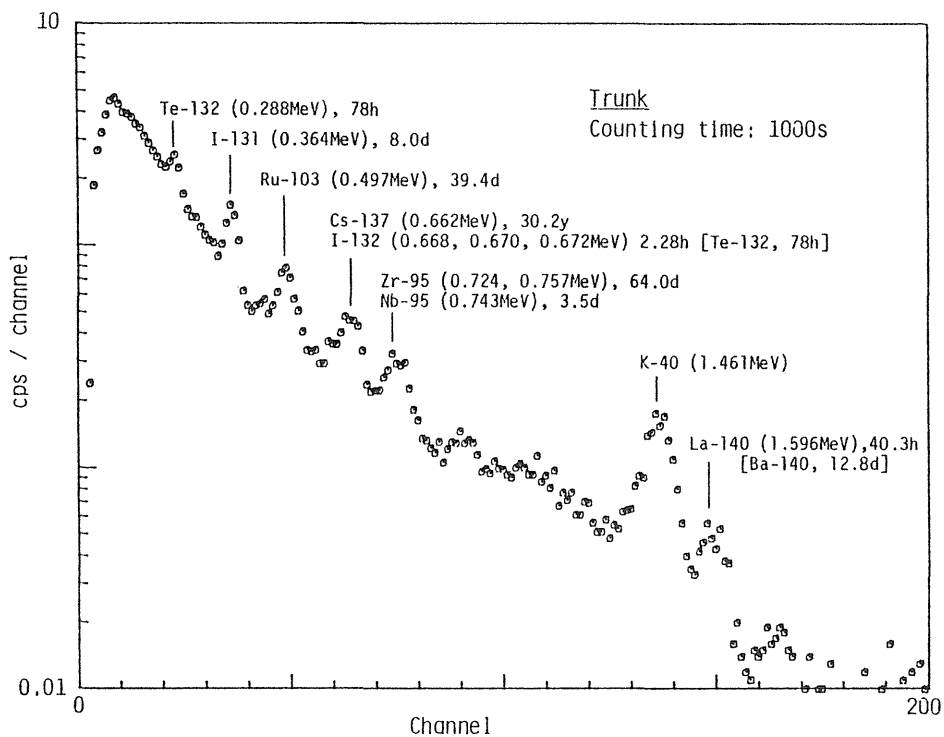


図 7 - 3 被検者 (3 - 09) の腹部の  $\gamma$  線スペクトル中の推定核分裂物質

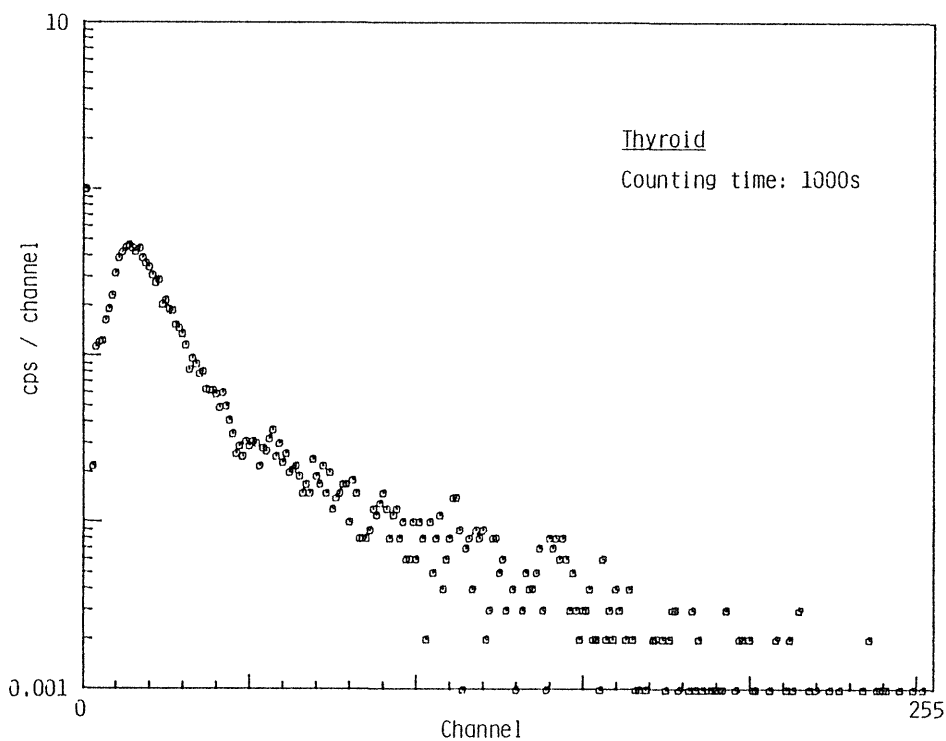


図 8 - 1 被検者 ( 1 - 13 ) の甲状腺の  $\gamma$  線スペクトル

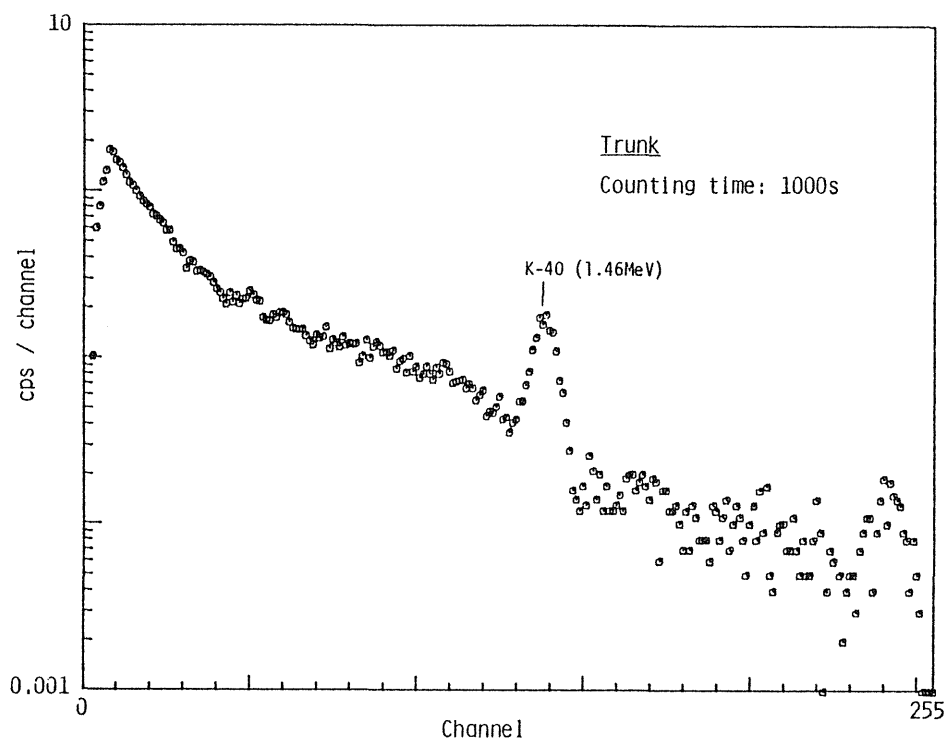


図 8 - 2 被検者 ( 1 - 13 ) の腹部の  $\gamma$  線スペクトル

(6) 鉄室型ヒューマンカウンタによる $^{131}\text{I}$  甲状腺残留量の測定

緊急医療棟に設置されている簡易型 W.B.C. 甲状腺用検出器 (NaI(Tl)) の検出器精度のチェックのため、体表面汚染のないことが確認された患者 (1-12) を、地下ヒューマンカウンタで精密測定した。

1) 測定器

ヒューマンカウンタ室の壁厚 20 cm の鉄室内に設置された  $8 \times 4$  inch NaI(Tl) 型検出器上下 1 対を使用。

2) 測定方法

甲状腺部分を視野に入れ、胸部はできるだけ視野外におくように、上下 1 対の検出器に附属する鉛製 (厚さ 5 cm) コリメータの開きを 16 cm に設定し、けい部を 1,000 秒間計測。ついで検出器を大腿部上に移動し、同じ設定で 1,000 秒間計測した。

頸部の $^{131}\text{I}$  定量値から大腿部の値を引いて、甲状腺部の $^{131}\text{I}$  負荷量を算出。

3) 測定結果

3) - 1  $\gamma$  線スペクトル

甲状腺部に残留する $^{131}\text{I}$  を定量するために使用したファントム, (水・カリウム・ $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{131}\text{I}$ ) についてのスペクトルを図 9~12 に、患者 1-12 の頸部と大腿部のスペクトルを図 13,14 で示した。

3) - 2  $^{131}\text{I}$  甲状腺残留量

被検者	共存する放射性核種の寄与を除去した計測部位別計数				$^{131}\text{I}$ 甲状腺残留量
	頸部	大腿部	頸部	大腿部	測定時における放射能 (nCi)
1-12	1236	56	1180		2.5

3) - 3 定量方法および定量値についてのコメント

スペクトルから $^{131}\text{I}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$  以外にも放射性核種が患者の体内に残留していたことは明かである。

当測定法では、これらの放射性核種が共存していることによる $^{131}\text{I}$  定量値への寄与を把握できていない。したがって、測定時の $^{131}\text{I}$  残留量は、過大評価となっている。

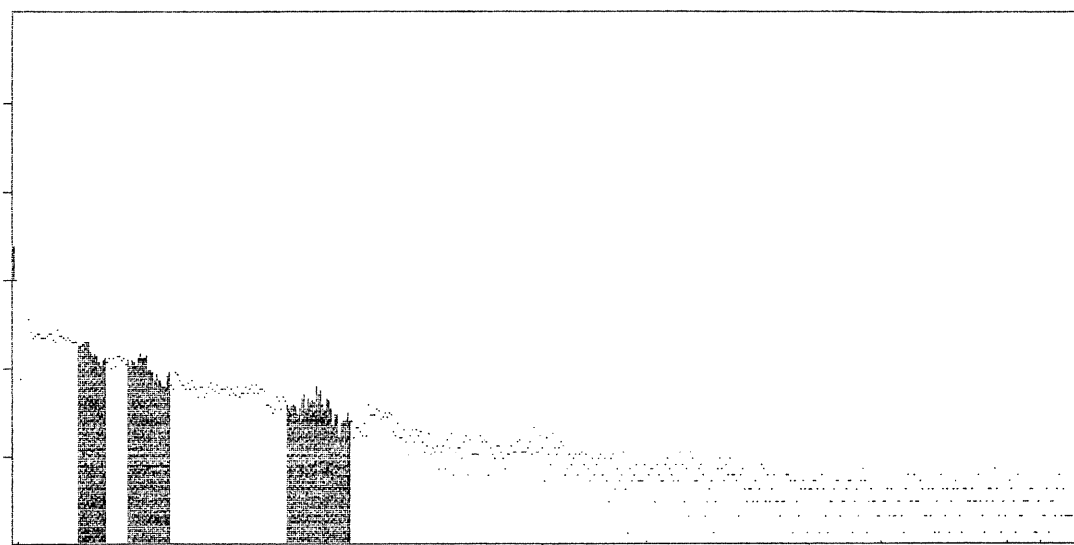


図9 水ファントム

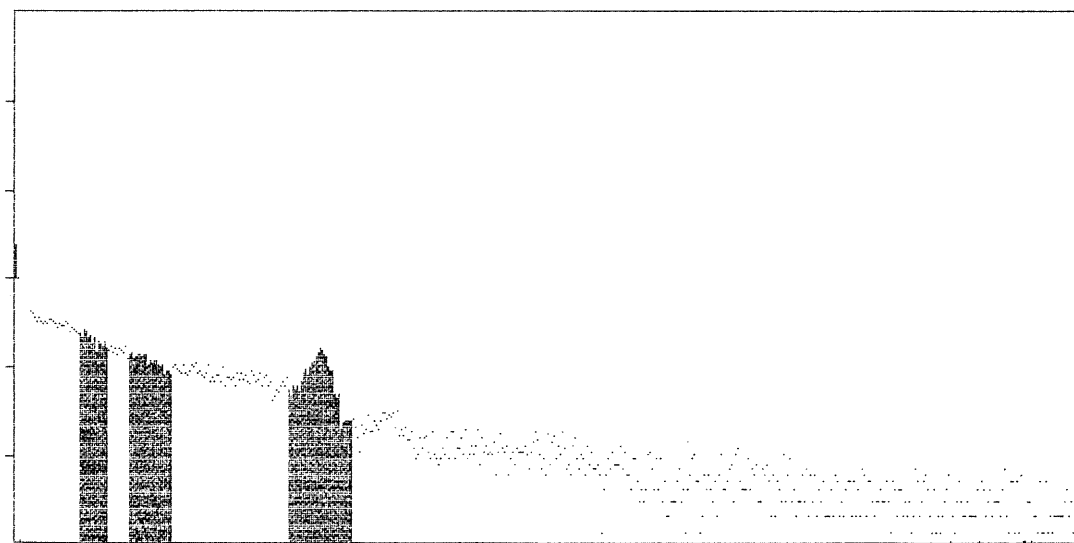


図10 カリウムファントム



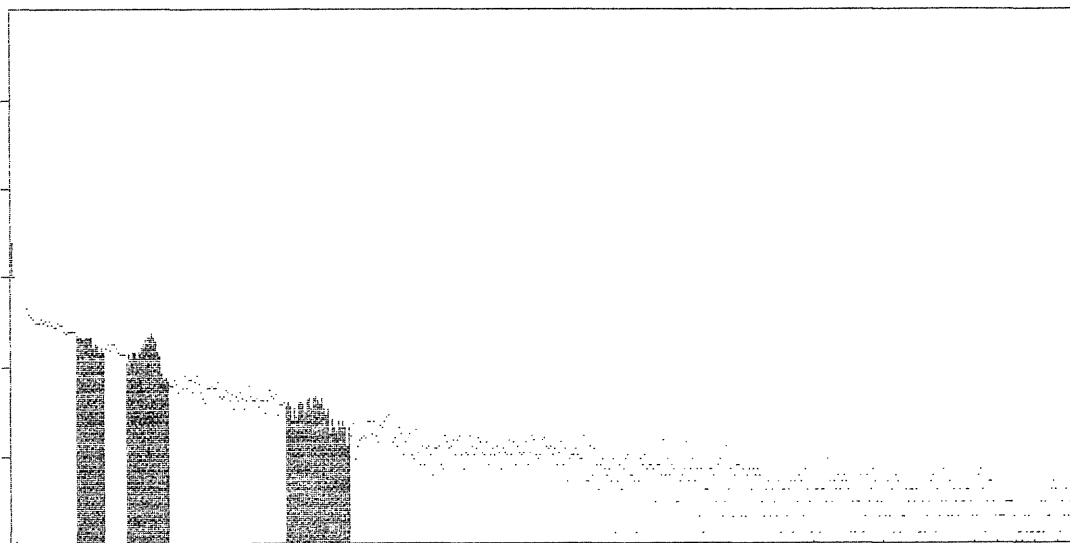


図11  $^{137}\text{Cs}$  ファントム

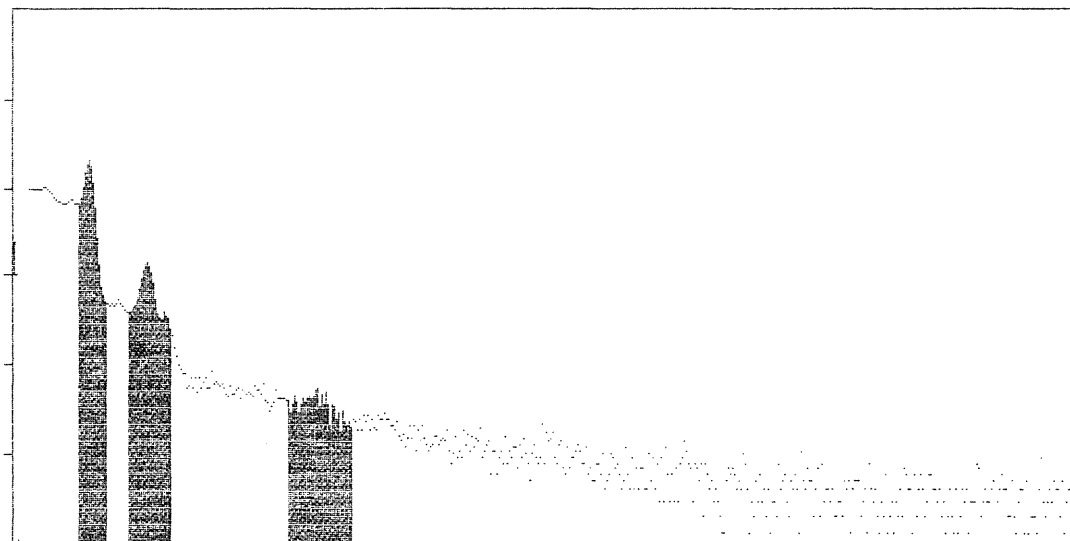


図12  $^{131}\text{I}$  ファントム

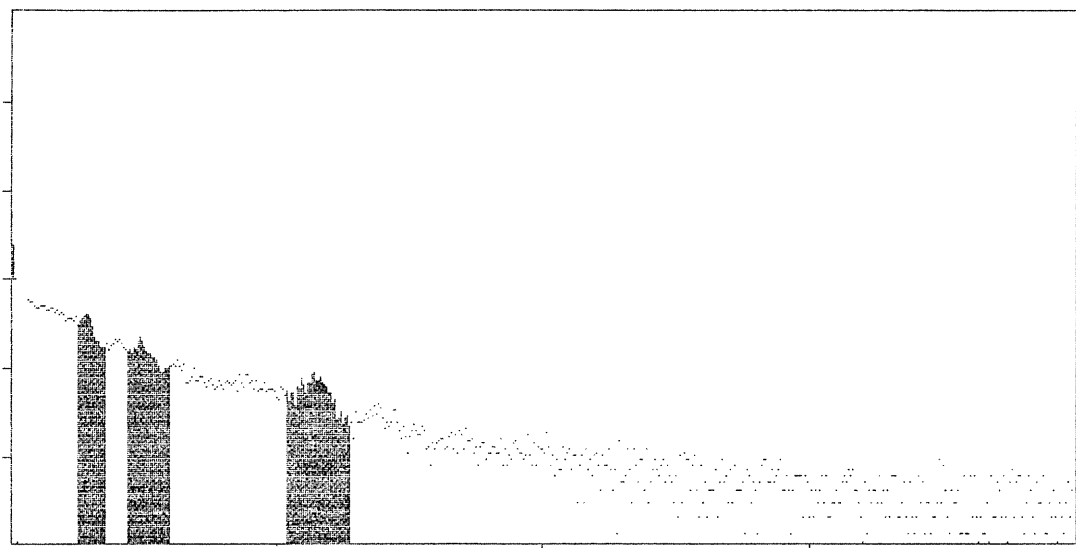


図13 患者 1 -12頸部

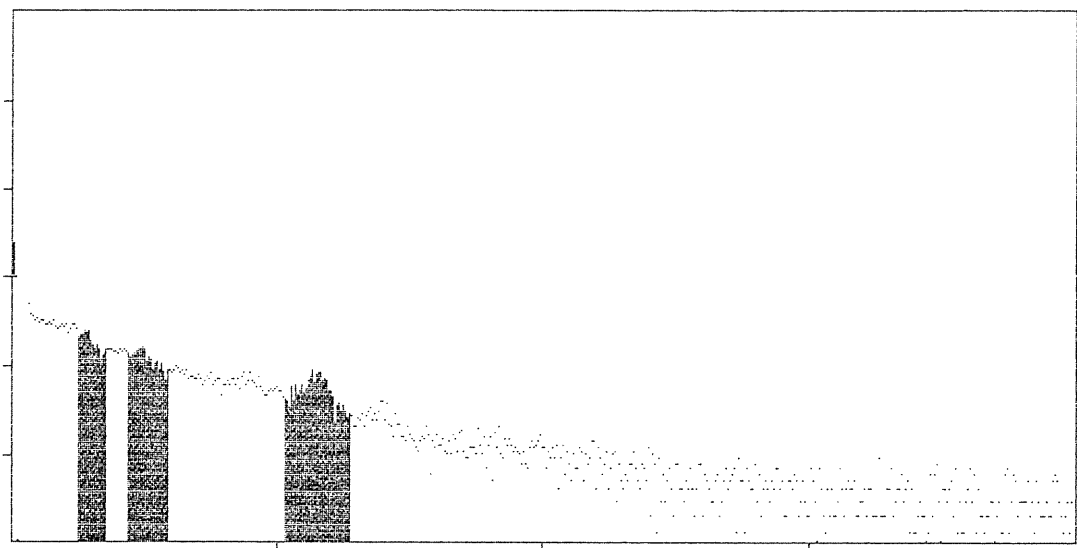


図14 患者 1 -12大腿部

## 4. 試料の核種分析

田中義一郎（支所長）、河村日佐男、渡部輝久、住谷みさ子、本間美文、柳沢啓、村松康行（環境放射生態学研究部）上田泰司、長屋裕（海洋放射生態学研究部）、菅原幸喜（管理課）、内山正史（総括安全解析官付）

### (1) まえがき

保健検査班（総括班、医療班および汚染検査班）による被検者の採取血液、尿、鼻腔スメアのほか、手荷物（綿布製手さげカバン、ビニールバック）の精密核種分析を行うよう指示があり、那珂湊支所においては急遽核種分析班を下記の通り編成し、即日分析態勢に入った。

分析試料および担当者

#### ・綿布製手さげカバン

ガンマ線核種分析担当者：長屋裕

アルファ線核種分析担当：河村日佐男

#### ・ビニールバック

ガンマ線核種分析担当者：渡部輝久、菅原幸喜、上田泰司

#### ・人体関係試料

血液中のガンマ線核種分析担当者：住谷みさ子、本間美文、柳沢啓

尿中のガンマ線核種分析担当者：渡部輝久、村松康行、白石久二雄

鼻腔スメア核種分析担当者：長屋裕

#### ・尿の分析（測定値）からみた甲状腺の $^{131}\text{I}$ の負荷量の推定結果について：田中義一郎、内山正史

### (2) 分析測定結果

#### 1) 綿布製手さげカバン

##### ① ガンマ線核種分析について

綿布製手さげカバンの表面をガンマ線サーベイメータで調べ、汚染度の高い「Hot spot」を切り取り、細断し、径 60 mm、高さ 40 mm のスチロール容器に詰め測定した。この試料はバッグ全体の約 1/4 で、面積は約 530 cm<sup>2</sup>であった。

表 4 綿布製手さげかばんの核種分析結果

Nuclide	Half-Life	E $\gamma$ ( $\gamma$ -intensity )		Counting Efficiency	Estimated Amounts #1	
		keV	(%)		at '86/5/6	at '86/6/17
<sup>147</sup> Nd	11 d	91	(27.2)	1.08	1700	90
<sup>239</sup> Np	2.3 d	106	(24.3)	1.15	3200	—
<sup>144</sup> Ce	284 d	134	(11.1)	1.28	6800	7000
<sup>99</sup> mTc	6 hr	141	(89.0)	1.31	770	—
<sup>141</sup> Ce	32.5 d	145	(48.4)	1.32	7700	3500
<sup>132</sup> Te — <sup>132</sup> I	78.3 hr — 2.3 hr	116 ( <sup>132</sup> Te) ( 1.9)	( 1.9)	1.20	8100	—
		669 ( <sup>132</sup> I) (98.7)	(98.7)	3.70	200	—
<sup>131</sup> I	8 d	364	(81.1)	2.32	4200	140
<sup>103</sup> Ru	39.4 d	497	(86.4)	2.92	3800	1700
<sup>140</sup> Ba — <sup>140</sup> La	12.8 d — 40.3 hr	537 ( <sup>140</sup> Ba) (23.6)	(23.6)	3.10	3000	—
		1596 ( <sup>140</sup> La) (95.5)	(95.5)	7.89	900	90
<sup>134</sup> Cs	2.06 y	605	(97.6)	3.41	130	140
<sup>106</sup> Ru	367 d	622	( 9.8)	3.48	— #2	526
<sup>137</sup> Cs	30.17 y	662	(90.0)	3.67	300	370
<sup>95</sup> Zr — <sup>95</sup> Nb	64 d — 35 d	757 ( <sup>95</sup> Zr) (54.6)	(54.6)	4.10	2900	2200
		766 ( <sup>95</sup> Nb) (99.8)	(99.8)	4.14	3100	2700

#1 Maximum values, probably over-estimated several 10s %.

#2 Not identified.

測定は、アンチコンプトン・システムを備えた Ge (Li) 半導体検出器を用い、5 月 6 日および 6 月 17 日にそれぞれ 1000 秒ずつ計測し、そのガンマ線スペクトルによる放射性核種の同定 (図 15、16)、および定量を行った。(表 4)

さらに、ウール製手袋についても上記同様のガンマ線スペクトル結果が得られた。

計測効率については、海底堆積物測定用標準試料を用いた。ガンマ線の自己吸収は本試料よりやや大きいため、本試料の測定値は過少に見積られ、実際にはやや低い値を表すものと考えられる。

検出核種の同定および定量結果を表 4 に示す。

## ② アルファ線核種分析について

### (i) 処理方法

綿布製手さげカバンの全体の約 1/5 (670 cm<sup>2</sup>) を、フッ化水素酸－硝酸混液により煮沸、PuO<sub>2</sub> 等を可溶化抽出したのち、付着物をさらに湿式分解した。<sup>239,240</sup>Pu および <sup>238</sup>Pu は陰イオン交換分離後電着により、<sup>241</sup>Am は、ジブチルー N,N-ジエチルカルバミルホスホネートによる溶媒抽出、ついで硝酸－メタノール等で AGMP-1 樹脂により精製後電着した。アルファ・スペクトロメトリーは、Si 半導体検出器および波高分析器 (EG&G オーテック 576 および 576A 型、およびセイコー EG&G 7800 型 MCA) を使用して行った。計測時間は Pu 200,000 秒、および Am 300,000 秒であった。回収率測定は回収率測定用標準試料 <sup>242</sup>Pu および <sup>243</sup>Am によった。

### (ii) 結果

Pu 分画のアルファ・スペクトルを図 17 に、また、Pu, Am 各核種の放射能概略値を表 5 に示す。また、同表に、通常の軽水炉の使用済燃料における放射能比、同位体比の概略値をあわせて示した。

#### a. プルトニウム

カバン全体の放射能は、<sup>239,240</sup>Pu 19 pCi、<sup>238</sup>Pu 8.5 pCi であった (図 17、表 5 参照)。これは通常的环境レベル (<sup>239</sup>Pu: 地表年間降下量は、通常 0.003 pCi/m<sup>2</sup>/日) の約 10<sup>4</sup> 大きい値である。

#### b. プルトニウムの同位体の放射能比

<sup>239,240</sup>Pu に対する <sup>238</sup>Pu の比率は、0.44±0.02 であった。この値は、通常のダストなどの観測値 0.02～0.03 の 15～20 倍である。他方、使用済核

1986. 5. 6

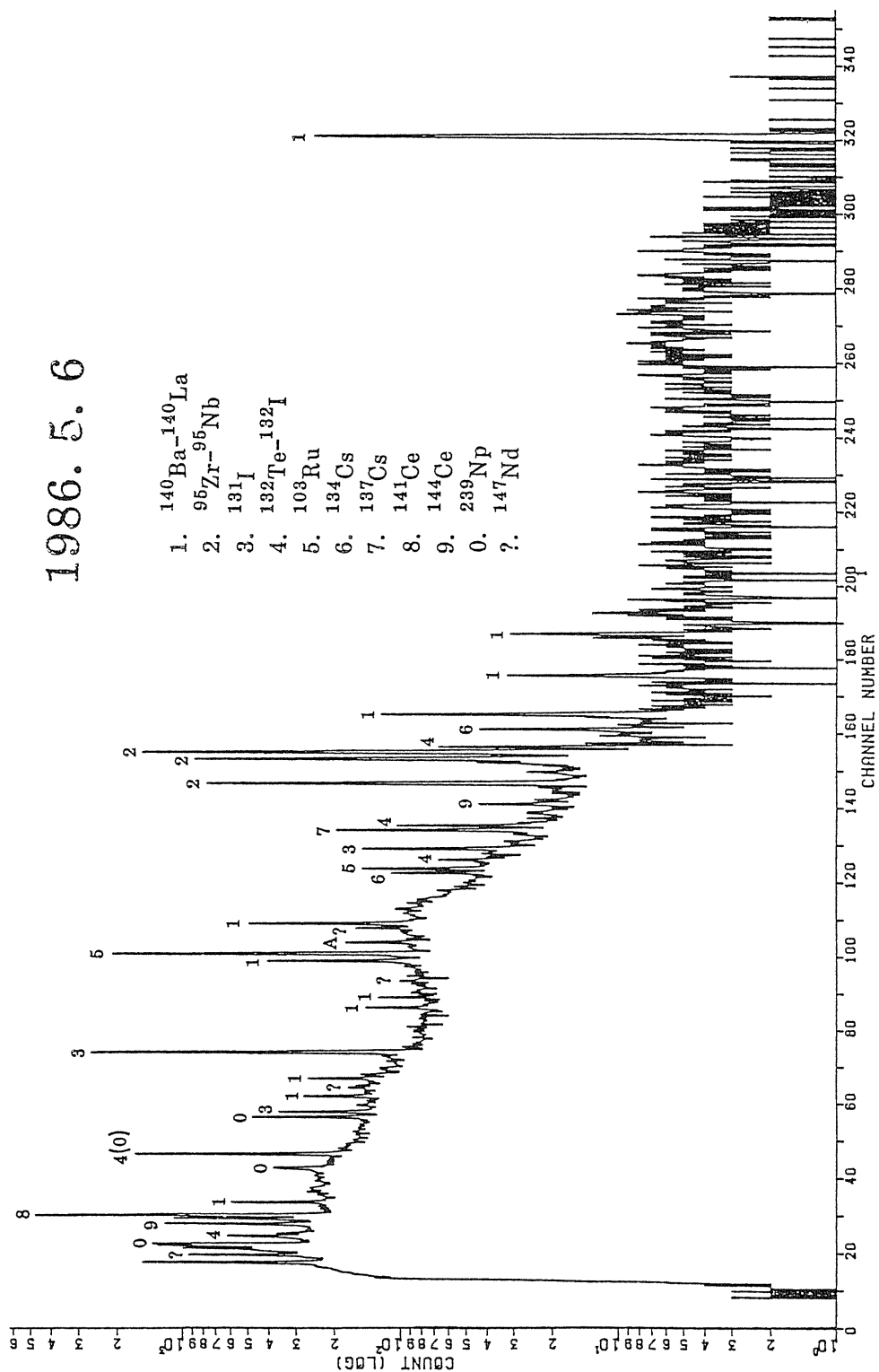


図15 綿布製手さげカバンのGe (Li) 半導体検出器によるスペクトル

1986. 6.17

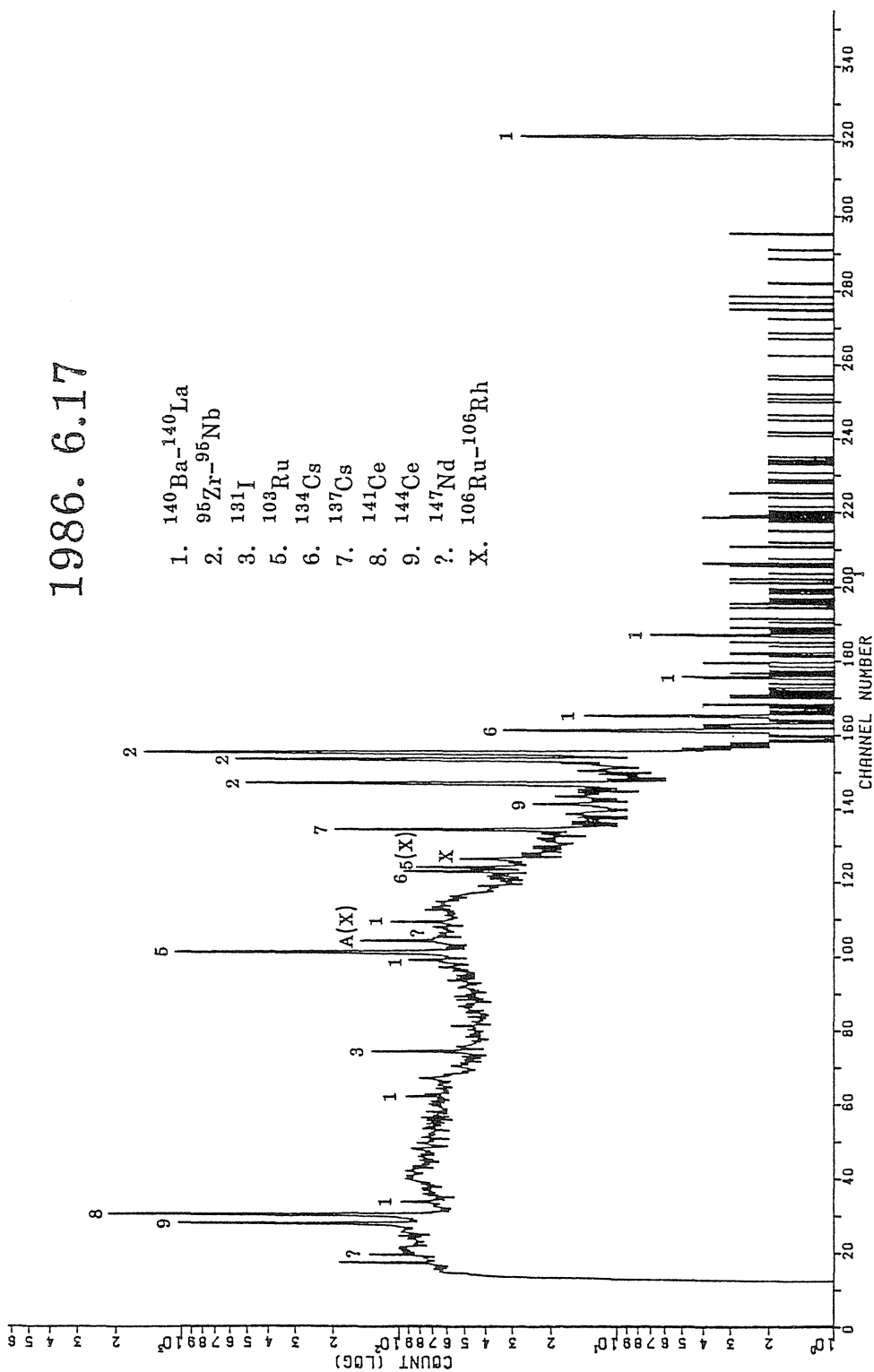


図16 綿布製手さげカバンのGe (Li) 半導体検出器によるスペクトル

表 5 Results of alpha nuclide determination.

Nuclide	pCi	pCi/Total bag	Ratio	Ratio in spent fuel
$^{239,240}\text{Pu}$	$3.84 \pm 0.08$	19	1.00	1.00
$^{238}\text{Pu}$	$1.69 \pm 0.06$	8.5	0.44	3.5
$^{241}\text{Am}$	$0.36 \pm 0.04$	1.8	0.10	0.21

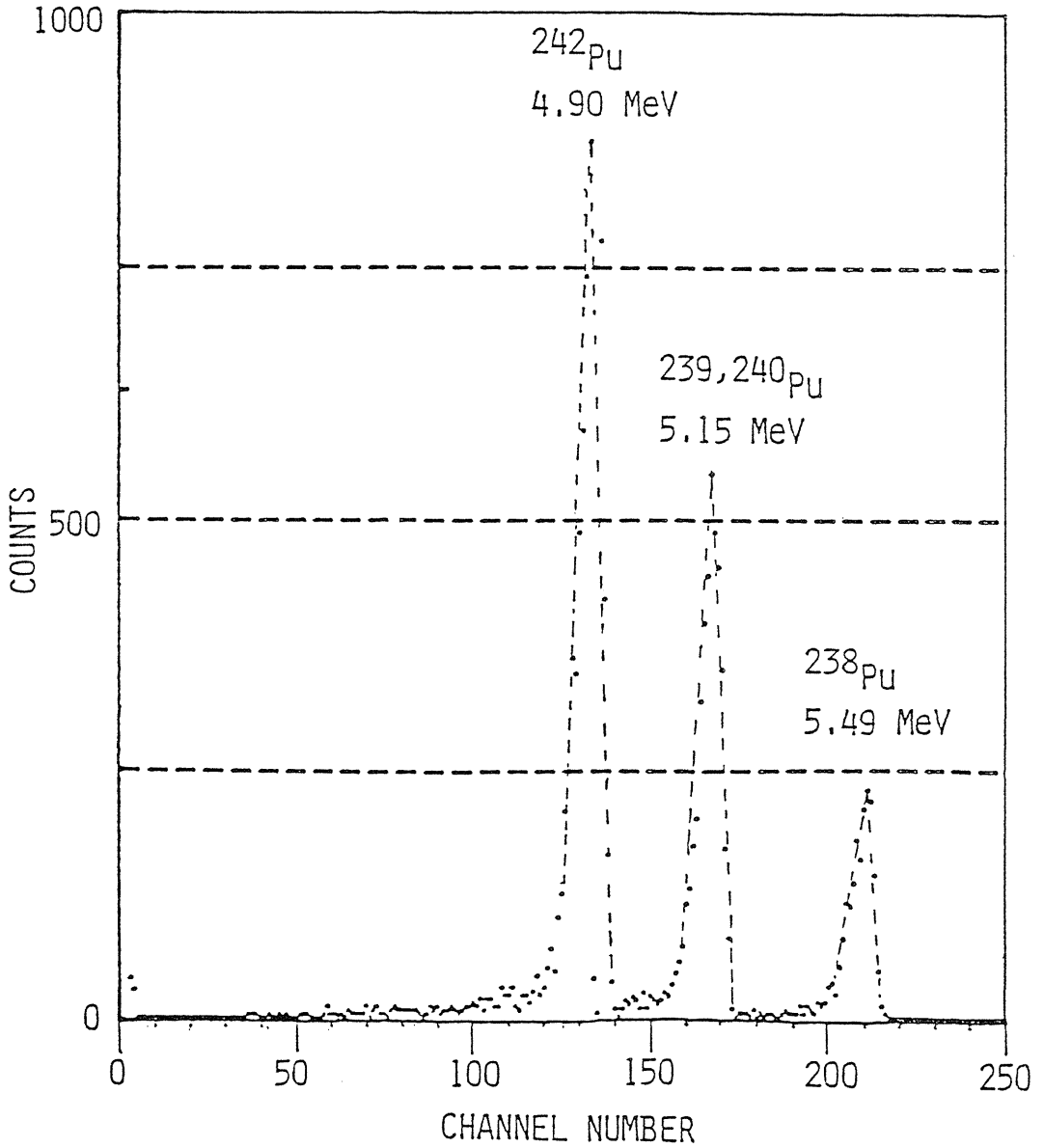


图17 Alpha spectrum for Pu (200000s, SSD-MCA)



燃料中の $^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$ 比（例：3.5、軽水炉）の8分の1である。

c. アメリシウム

カバン全体の $^{241}\text{Am}$ 放射能は1.8 pCiであった。

d. アメリシウム／プルトニウム放射能比

$^{239,240}\text{Pu}$ に対する $^{241}\text{Am}$ の比率は、 $0.10 \pm 0.02$ であった。この値は使用済核燃料での値（例：0.21）の約2分の1である。

(iii) 検討内容

$^{238}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 比からすると、Chernobyl 4号炉（RBMK 1000型とされる）の燃料は、通常の使用済燃料のデータと比較して比較的燃料焼度が小さかったものと推定できる。

また、本測定値より種々の仮定のもとに大まかな推定を行うと、 $^{239,240}\text{Pu}$ 降下量は約 $2 \text{ Bq/m}^2$ となり、これに相当する吸入被曝量は、ICRPのALIに較べて、おおよそ $10^{-5} \sim 10^{-4}$ となった。また、 $^{242}\text{Cm}$ の放射能も検出された。

2) ビニールバッグのガンマ線核種分析

① 測定法

ビニールバッグ（49 cm×29 cm）を、折りたたみ約7 cm×10 cmとして、塩化ビニル板上に粘着テープで固定し、ガンマ線核種分析用測定試料とした。計測系は、水平型Ge半導体検出器（PGT、Model IGC 10）および波高分析器（ORTEC、MCA 7500）で、試料を検出器にほぼ密着させた状態で1時間の計測を行った。5月10日の第1回の測定の後、5月15日に至る間計5回の計測を行い、各ピークの計数値の減少を追跡した。測定データは、科学技術庁放射能測定法に準拠した、セイコー EG&G 社製核種分析プログラムを用いてピークエネルギー及びピークエリアを算出した。得られたピークエネルギーを文献値<sup>1)</sup>と照合し、また、測定によって求められた半減期を参考として核種の同定を行った。

② 測定結果

ビニールバッグのガンマ線スペクトルを図18に示した。スペクトルには、 $^{140}\text{Ba} - ^{140}\text{La}$ あるいは $^{132}\text{Te} - ^{132}\text{I}$ に起因する多数のピークが認められる。これらのガンマ線の計数値から本測定条件下での検出器の計数効率とガンマ線エネルギーとの相対的な関係を求めることができる。

この関係を基として同定された核種の放射能強度の相対値を示すと以下のとおりである。

---

$^{103}\text{Ru}$ : 1.9
$^{131}\text{I} \simeq ^{140}\text{Ba} - ^{140}\text{La} \simeq ^{132}\text{Te} - ^{132}\text{I} : 1$
$^{106}\text{Ru}$ : 0.7
$^{137}\text{Cs}$ : 0.5
$^{134}\text{Cs}$ : 0.3
$^{95}\text{Nb} \simeq ^{141}\text{Ce} \simeq ^{144}\text{Ce} : 0.2$
$^{95}\text{Er}$ : 0.1
$^{99}\text{Tc}$ : 0.04

---

(但し、5月10日現在、 $^{140}\text{Ba} - ^{140}\text{La}$ の放射能強度を1とした。)

$^{103}\text{Ru}/^{106}\text{Ru}$ ,  $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$  および  $^{141}\text{Ce}/^{144}\text{Ce}$  の放射能比について、報告値と比較すると以下のとおりである。

	文献2 )(4/28現在)	文献3 )(4/26現在)	今回得られた値
$^{103}\text{Ru} / ^{106}\text{Ru}$	* 3.6 – 3.8	5.4	2.7
$^{134}\text{Cs} / ^{137}\text{Cs}$	** 0.5	0.506	0.54
$^{141}\text{Ce} / ^{144}\text{Ce}$	* 0.63	1.4	0.91

\* : Hot spot particle    \*\* : エアーフィルター

# 参考文献

- 1) M.A.Wakat, Catalogue of  $\gamma$  - rays emitted by radionuclides. Nuclear Data Tables 8.455 – 666(1971)
- 2) L.Devell,H.Tovedal,U.Bergström, A.Appelgren, J.Chyssler & L. Andersson;Initial observations of fallout from the reactor accident at Chernobyl. Nature 321, 192 – 193(1986)
- 3) A. J. Thomas and J. M. Martin,First assessment of Chernobyl radioactive plume over Paris,Nature.321, 817 – 819(1986)

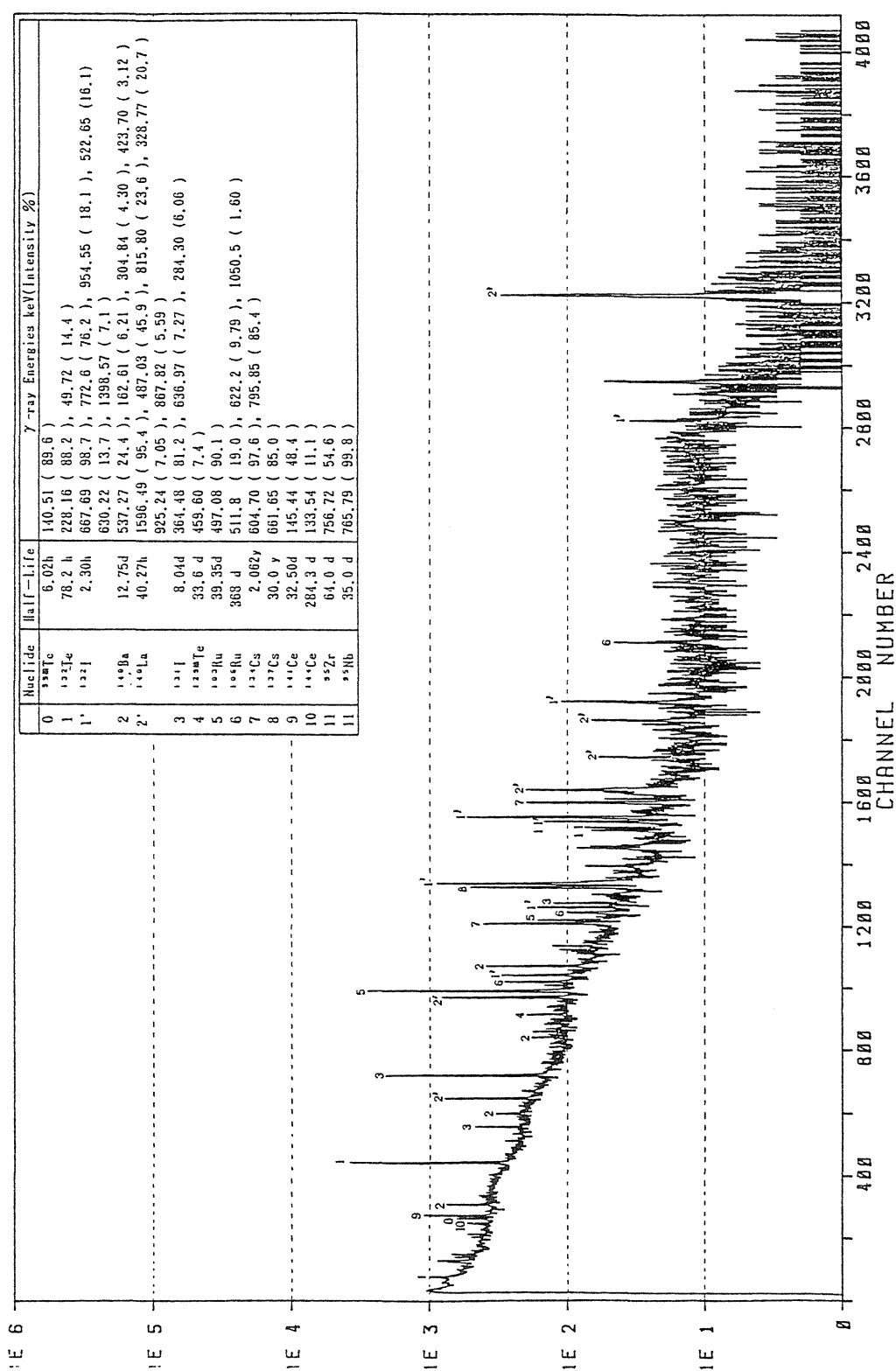


図18 ビニールバッグ $\gamma$ 線スペクトル

### 3) 人体関係試料

5月5日成田空港でサンプリングした尿及び血液は5月7日に放医研那珂湊支所に送られ、ただちに核種の分析定量を行った。測定器は、Ge半導体検出器に4048チャンネル波高分析器を組合せた装置を用いた。試料はサンプリング時に用いた容器（尿については250 mlポリビン、血液については10 ml試験管）のまま直接検出器の検出部の上に置き測定した。測定時間は試料数が多く、迅速を要するため測定時間を1000秒とした。

核種の定量を行うために、10核種混合のスタンダード溶液(Amersham, Mixed radionuclide gamma-ray reference standard QCY, 44)を作成し用いた。尿については試料量が10~134 mlであったため、既知量のスタンダードを試料と同じ大きさの容器に入れ、10 ml, 50 ml, 100 ml, 150 mlに希釈し測定した。それらの測定値より計数効率を求め、試料の測定結果より効率を補正し $^{131}\text{I}$ の濃度を求めた。血液については試料はすべて同量(10 ml)であったため、上記のスタンダード溶液を試料と同形の容器に入れ計数効率を一定とした。

表 6 人体関係試料の核種分析結果

被 検 者 ( 番 号 )	血 液	人		鼻腔スメア	備 考
	pCi/100 ml	採取量 ml	pCi/採取尿量 ( ml )		
1-12	N D	101	N D	ナシ	<sup>131</sup> I 投与による治療中
1-13	N D	115	N D	ナシ	
1-17	2,600 ± 250	40	490 ± 31	ナシ	
1-18	N D	100	N D	ナシ	
1-25	N D	86	N D	ナシ	
1-26	N D	41	N D	ナシ	
1-33	N D	100	N D	ナシ	
1-34	N D	115	N D	ナシ	
1-38	N D	102	N D	ナシ	
1-43	N D	90	N D	ナシ	
1-44	N D	112	N D	ナシ	
2-01	N D	70	N D	ナシ	
2-05	N D	57	N D	ナシ	
2-06	N D	66	N D	ナシ	
2-12	N D	9.7	N D	ナシ	
2-13	N D	103	N D	ナシ	
2-16	N D	81	N D	ナシ	
2-18	N D	46	N D	ナシ	
2-19	N D	30	N D	ナシ	
2-24	N D	89	N D	ナシ	

被 検 者 ( 番 号 )	血 液	人 尿		鼻腔スメア	備 考
	pCi/100 ml	採 取 量 ml	pCi/採取尿量 ( ml )		
2-25	N D	86	N D	ナシ	
3-01	N D	77	110 ± 35	ナシ	
3-02	N D	10	71 ± 27	ナシ	
3-03	N D	99	260 ± 42	ナシ	
3-04	N D	68	200 ± 24	N D	
3-05	N D	88	82 ± 26	N D	
3-06	N D	23	N D	ナシ	
3-07	N D	41	120 ± 31	ナシ	
3-09	N D	134	520 ± 42	ナシ	
3-10	N D	68	130 ± 31	N D	
3-12	N D	50	98 ± 16	ナシ	
3-13	N D	97	210 ± 38	ナシ	
3-14	N D	115	130 ± 36	ナシ	
3-15	N D	126	300 ± 32	N D	
3-16	N D	100	72 ± 17	N D	
3-18	N D	90	370 ± 32	N D	
3-23	N D	83	2300 ± 25	N D	
3-24	N D	117	200 ± 38	ナシ	
3-28	N D	18	N D	ナシ	
3-29	N D	83	120 ± 20	N D	
3-30	N D	12	N D	ナシ	

被検者 (番号)	血 液	人		尿	鼻腔スメア	備 考
	pCi/100 ml	採取量 ml	pCi/採取尿量 ( ml )	pCi/ℓ		
3 - 31	N D	17	N D	N D	ナシ	
3 - 50	N D	37	N D	N D	N D	
*	ナシ	138	N D	N D	ナシ	

注 N D : 検出限界以下を示し、血液については 200 pCi / 100 ml 以下、尿については約 50 pCi / 採取尿量以下の数値を表わす

\* 6 月12日の個別被検者の尿の分析結果

$^{131}\text{I}$  の検出限界は、尿については 1 試料当たり約 50 pCi であり、また、血液については 1 試料当たり約 20 pCi であった。特に血液は試料の量が 10 ml と少なかつたため、100 ml 当りに直すと  $^{131}\text{I}$  の検出限界は約 200 pCi であった。

$^{131}\text{I}$  以外の核種は、微量の  $^{103}\text{Ru}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  などが一部の試料中に検出された。

結果については表 6 に示す。血液は 1 - 17 を除き全員検出限界以下であった。尿については 17 名に主として  $^{131}\text{I}$  の検出が認められた。

鼻腔スメアについては、9 名の測定を行ったが、全員検出限界以下であった。



### (3) 尿の分析測定値による甲状腺中の $^{131}\text{I}$ 残留量の推定

同一人の尿中の $^{131}\text{I}$  の測定値および緊急医療棟所属のホールボディ・カウンタによる甲状腺中の $^{131}\text{I}$  測定値を対比させてみた。しかし、尿中の $^{131}\text{I}$  濃度は  $4.100 \text{ P Ci}/\ell$  以下であるが、スポット尿について測定しているので1日に排泄される全量の推定を行うことはできなかった。したがって、ホールボディ・カウンタによる甲状腺における $^{131}\text{I}$  残留量の実測値との相関を求めることは不可能であり、甲状腺残留量を尿の $^{131}\text{I}$  の量から推定することもできなかった。

しかしながら、スポット尿中に高濃度の $^{131}\text{I}$  の検出された被検者は、甲状腺における $^{131}\text{I}$  残留量の多い傾向は認められた。

今回の検討結果からは、被検者の甲状腺中の $^{131}\text{I}$  の負荷量は最大値  $60 \text{ nCi}$  を越えないものと推定される。

今後、緊急時の甲状腺残留量を推定するための採尿の条件として、1日全尿量を集める方式で実施するのが好ましい。

### III 個別帰国者の保健調査

成田空港において、5月5日キエフからの帰国旅行者に対して保健調査を実施したのちも、引続き翌6日から、千葉市内の本研究所緊急医療棟において、欧州諸国からの帰国旅行者のうち希望者に対して同様の保健調査を実施した。その内訳は下表に示すとおりである。

検査の手順、方法、検査基準等は成田空港で用いられたものと同様である。

まず、持参された荷物、着衣をGMカウンタで計測し、続いて身体表面（頭髮、肩部、鼻部、甲状線）をNaIで測定する。さらに、簡易型（椅子型）全身計測器（W.B.C.）により $^{131}\text{I}$ の体内負荷量の測定を行う。最後に、これらの結果をもとにして、専門の担当医により適切な指示と助言を与える。

事故直後には、人、荷物に2、3のわずかな汚染が認められたものの、6月以降のものは殆んど検出限界以下である。下表から明らかなように8月5日現在、その数は男女合せて100名に達している。しかし、健康障害の可能性ありと判断された例はない。

なお、本個別調査については、受付業務は企画課で行い、荷物および身体調査のチェックは放射線安全課が受持ち、 $^{131}\text{I}$ の体内負荷量の測定は養成訓練部が担当し、最後の専門医師による問診は障害臨床研究部および病院部が担当したことを付記する。

表 個別帰国者の保健調査結果

ND：検出できず &lt;DL：検出限界以下

月 日	男	女	計	荷 物 計 測	身体表面計測	<sup>131</sup> I 体内負荷量	主な旅行先（数字は被検者のナンバ－）	問 診
5 月 6 日(火)	1 名	2 名	3 名	1 5 点いずれもND	いずれもND	いずれも<DL	①ウィーン、モスクワ ②レニングラード モスクワ ③オランダ	検査、再診 不要
5 月 7 日(水)	2 名	4 名	6 名	2 5 点いずれもND	〃	〃	①モスクワ ②～④レニングラード ⑤モスクワ ⑥モスクワ、レニングラード	〃
5 月 8 日(木)	1 名	9 名	10 名	2 6 点 ND 4点0.01～0.02mR/h 7点150～400 cpm	〃	9 名 <DL	①レニングラード ②レニングラード、 タリン ③④プラハ、ブタペスト ⑤⑥モスクワ ⑦北欧 ⑧西独 ⑨モスクワ レニングラード ⑩西欧	〃
5 月 9 日(金)	2 名	2 名	4 名	1 2 点 ND 5点0.01～0.02mR/h 5点150～600 cpm	3 名 ND 1 名甲状腺 0.0095mR/h	いずれも<DL	①ソ連 ②ポーランド ③ハンガリー ④ユーゴスラビア	〃
5 月 12 日(月)	4 名	8 名	12 名	3 4 点 ND 1 点 150mR/h 2 点 200～600 cpm	11 名 ND 1 名 頭髮 150 cpm	いずれも<DL	①モスクワ、プラハ ②③ブルガリア ④モスクワ ⑤⑧モスクワ、ブタペスト ⑦モスクワ、パリ ⑧東独 ⑨⑩モスクワ、 ウィーン ⑪モスクワ ⑫ワルシャワ	〃
5 月 13 日(火)	0 名	3 名	3 名	5 点いずれもND	いずれもND	〃	①ポーランド ②ハンガリー、チェコ ③モスクワ、レニングラード	〃
5 月 14 日(水)	3 名	1 名	4 名	7 点いずれもND	〃	〃	①～③ソ連 ④ハンガリー	〃
5 月 15 日(木)	2 名	3 名	5 名	7 点いずれもND	〃	〃	①ルーマニア ②仏、西独 ③④ブルガリア ⑤不明	〃
5 月 16 日(金)	2 名	0 名	2 名	2 点いずれもND	いずれもND	いずれも<DL	①ベルリン ②レニングラード、モスクワ	〃
5 月 19 日(月)	2 名	0 名	2 名	なし	〃	1 名 <DL	①西独 ②ウィーン	〃

月 日	男	女	計	荷 物 計 測	身体表面計測	<sup>131</sup> I 体内負荷量	主な 旅行先( 数字は被検者のナンバー)	問 診
5月20日(火)	2名	0名	2名	なし	いずれもND	いずれも<DL	①ソ連 ②レニングラード、ブルガリア	検査、再診不要
5月21日(水)	1名	1名	2名	2点いずれもND	"	"	①②プラハ、ブタペスト	"
5月27日(火)	4名	0名	4名	なし	"	"	①ブルガリア ②モスクワ ③ソ連 ④ブルガリア	" (採尿1名)
5月30日(金)	0名	3名	3名	3点いずれもND	"	"	①ワルシャワ、ベルギー ②キエフ、 レニングラード ③デュッセルドルフ	" (採尿1名)
6月 2日(月)	6名	0名	6名	14点いずれもND	"	5名<DL	①～③ソ連 ④～⑥ハンガリー	"
6月 6日(金)	2名	0名	2名	なし	"	いずれも<DL	①西独 ②オスロ、ストックホルム	"
6月10日(火)	5名	0名	5名	なし	"	"	①スウェーデン ②ブルガリア ③モスクワ ④⑤ソ連	"
6月13日(金)	4名	0名	4名	なし	"	"	①西独、仏 ②～④モスクワ	"
6月17日(火)	1名	0名	1名	6点 ND	"	"	①ソ連	"
6月24日(火)	0名	1名	1名	1点 ND 2点0.025～0.035mR/h 3点900～1,200cpm	"	"	①キエフ、モスクワ	(採尿、採血)
6月27日(金)	2名	2名	4名	8点 ND 1点 700cpm	"	3名<DL	①ソ連 ②モスクワ、ミンスク ③④モスクワ	検査、再診不要
7月 4日(金)	4名	0名	4名	2点いずれもND	"	いずれも<DL	①～④ソ連	"
7月 9日(水)	1名	0名	1名	4点いずれもND	"	"	①レニングラード	"
7月15日(火)	5名	0名	5名	5点いずれもND	"	"	①～③キエフ、モスクワ ④⑤ウクライナ	"
7月30日(水)	1名	1名	2名	なし	"	"	①②ハンガリー	"
8月 5日(火)	3名	0名	3名	なし	"	1名<DL	①～③ルーマニア	"
	59名	41名	100名		100名	94名		

## Ⅳ 被検者の汚染場所と汚染日時の推定

被検者は3便に分れて成田に到着したのであるが、実際の旅行日程とコースは、4グループに分れており、各々の日程表は参考資料7に示されている。各々7～9日間のソ連国内旅行中の主たる汚染場所、汚染日時の推定に用いる資料としては、次のものが参考になる。

1. 最も高レベルの汚染を受けたグループ（第3便Aグループ）の日程。
2. 汚染を受けていないグループ（第3便Bグループ）の日程。
3. 比較的低レベルの汚染を受けたグループ（第1便と第2便グループ）の日程。
4. 気象条件、ことに風向、風力など。

まず、高レベル汚染の第3便Aグループの日程で、他のグループと異なるのは、キエフ滞在が4月30日09時05分から5月1日12時05分に及ぶ期間であることである。キエフ滞在が5月1日に及んだ他グループはなく、第1、2便グループは、4月30日11時20分に既にキエフを去っており、汚染を受けていない第3便Bグループは、さらにその前日、4月29日20時20分にキエフを去っている。キエフ以外の土地では汚染を受けていないと仮定すると、少なくとも4月29日20時20分までは、キエフは汚染されていなかったか、汚染を受けるほどの状況にはなかったと考えられる。しかし、4月29日20時20分以後のある時点からキエフは汚染されはじめ、4月30日以降、キエフに滞在したグループは汚染されたとの推測が成り立つ。しかも、第3便Aグループは、5月1日午前、キエフでメーデーパレードを見物している。以上の各グループの日程に気象条件、ことに風向、風力のデータを合わせてみると、WHOの気象記録（参考資料9）によれば、事故当初、スカンジナビア地方方向への南東風であったが、4月29日には高気圧が欧州中央部に移動して、風向が逆になり、5月1日には地中海方面の汚染を来したとしている。一方、気象庁の資料では、4月29日6時まで南西、風力4であったキエフは、12時から風向は北西に変わり、風力4～2となっている。チェルノブイルの南々東150 Kmに位置するキエフは、平均風力3で、これを風速15 Km/hで換算すると、約10時間後に放射性プルームが到達し、4月29日22時以降、汚染の可能性を生じたと考えられ、WHOの4月29日の風向の逆転、5月1日の地中海方面の汚染の発表とも大筋は合致している。従って、4月2

9日20時20分にキエフを離陸した第3便Bグループは、汚染を受けなかったが、4月30日11時20分まで滞在した第1、2便グループは、比較的低レベルの汚染を受け、これと入れ代るように4月30日午前から5月1日12時05分までキエフに滞在し、しかも戸外のパレードを見物した第3便Aグループは殆んど例外なく最も高レベルの汚染を受けたと推測される。

一方、レニングラードにおいての汚染の可能性について検討してみると、第1、2便グループは、4月30日13時00分に、次いで、第3便Bグループが、5月1日0時に、最後に第3便Aグループが5月1日13時55分にレニングラードに到着している。5月1日は小雨で、降雨による汚染の可能性も考慮されるところであるが、しかし、第3便Bグループには体表面のみならず、手荷物、荷物にも汚染が検出されなかったことは、レニングラードでの汚染を否定する証左となりえよう。また、第3便A、Bグループは、5月3日19時25分、共に同一機でレニングラードを離れているが、汚染のない同Bグループの滞在時間は、汚染が高レベルの同Aグループより、約14時間も長い。

以上、諸条件を検討した結果、今回の被検者中、第1、第2便及び第3便Aグループの汚染は、キエフ市において、およそ4月30日午前から5月1日午前の間に受けたものと推定される。

## V おわりに

6月6日、放射能対策本部は「ソ連チェルノブイル原子力発電所事故に起因する放射能の我が国への影響について」において、我が国で観測された放射能レベルは、現在では十分低い状態になっており、国民の健康に影響を及ぼすものではなく、放射能調査体制も平常時に移行すると宣言した。

5月5日のキエフ帰国者（118名）の保健調査終了後、さらに翌5月6日から、ソ連、東欧諸国などからの邦人帰国者で念のため、汚染調査を含む保健調査を希望する人に対して引き続き放医研では対応を続けてきたが、既にその数は男女合わせて8月5日現在100名に達している。しかし、健康障害の可能性ありと判断された例はない。

今回のキエフ帰国者保健調査は連休をはさんでのことであり、要員及び機材の確保、空港等関係機関との連絡調査上の困難に加えて、一般からの放射能レベルと人体影響等各種の問合せが殺到し、極めて厳しい条件下で実施せざるを得なかった。

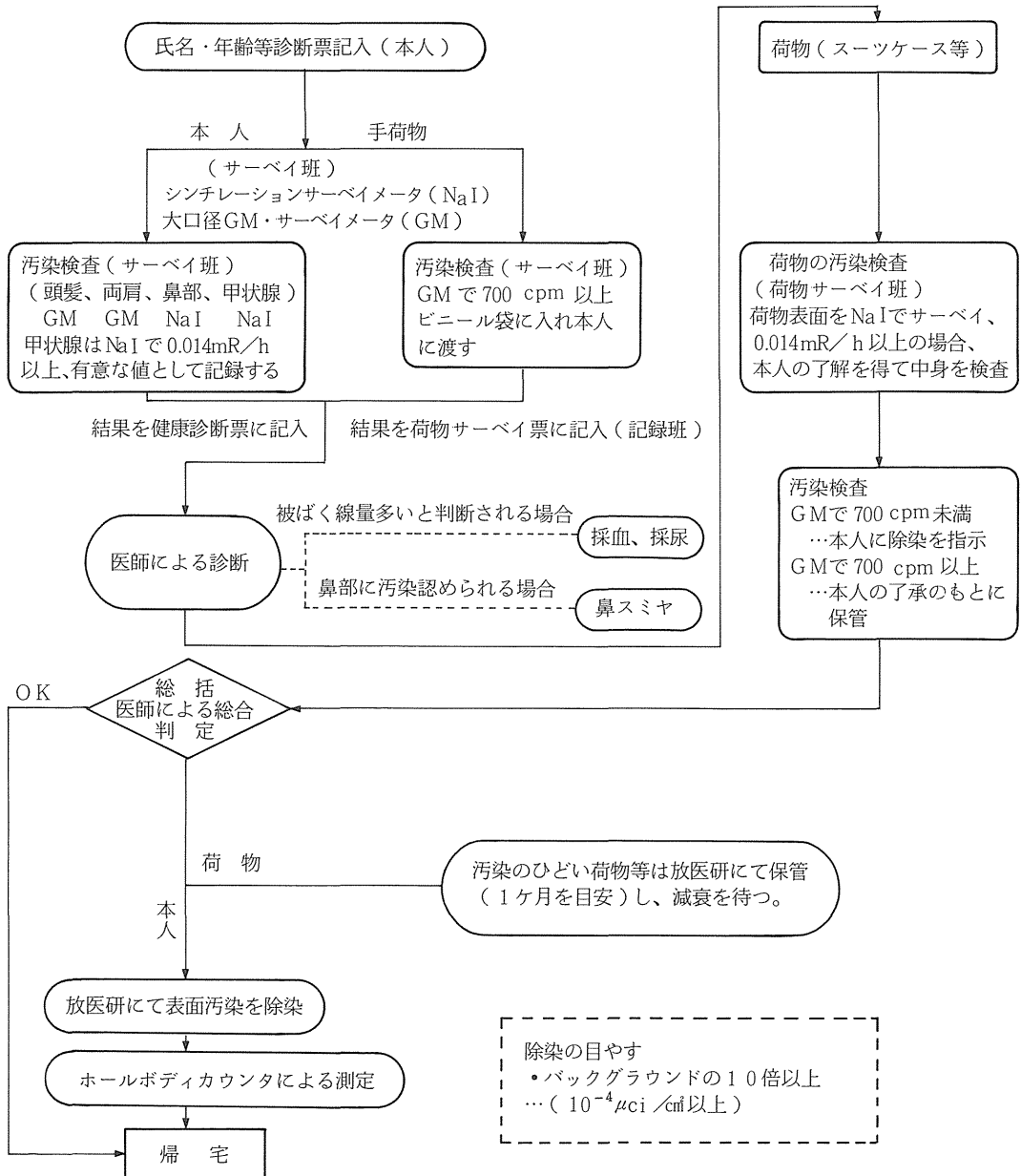
この経験は、除染設備、施設の狭隘、特に日曜、時間外の外部との通信手段の確保、試料の核種分析体制等、今後の緊急時医療への対応体制に反映させるべき諸問題があることを、われわれに教えてくれた。

## 参 考 資 料

1. 保健調査作業フローチャート
2. 保健調査のため空港に持参した器材等
3. 健康診断票
4. 荷物サーベイ表
5. 成田空港におけるキエフ帰国者の保健調査結果
6. キエフ帰国者保健調査対策チーム編成表
7. 被検者の旅行日程と当時の気象状況
8. チェルノブイル原子力発電所の位置
9. 当時のヨーロッパの気象状況
10. 電子スピン共鳴法（ESR）による被検者の外部被曝線量評価



# 1. 保健調査作業フローチャート



## 2. 保健調査のため空港に持参した器材等

品 名	個 数	品 名	個 数
シンチレーションサーベイメータ	13 台	てぬぐい	2 ダース
表面汚染計 (大口径GMサーベイメータ)	8 台	ポリ袋	350 枚
綿手袋	6 ダース	ポリシート	1 本
ゴム手袋	40 ケ	ポリエチレン濾紙	2 本
汚染用ビニール手袋	50 ケ	ガムテープ	27 本
イス	6 脚	筆記用具等	
ディスポ注射器 20 ml	2 箱 ( 200 本 )	上記の他  ・成田空港に保健 調査チーム (約40名)を運ぶ ための大型バス  ・放医研ホールボ ディカウンタで 精密測定が必要 な人を移送する ための乗用車	1 台
” 10 ml	2 箱 ( 200 本 )		
ヘパリン	1 箱 ( 5 本 )		
消毒用器材 ( アルコール ) 500 ml	5 本		
” ( 脱脂綿 )	少量		
採血用試験管 ( 血液用 )	2 箱 ( 200 本 )		
” ( 生化学用 )	2 箱 ( 200 本 )		
尿採取用瓶	100 個		
綿 捧	200 本		
駆 血 帯	5 本		
枕	3 個		2 台
聴 診 器	各自		
血 圧 計	2 個		
ティシュペーパー	20 箱		
マ ス ク	47 個		
アイス・ジャ ー	2 個		
試 験 管 立 て	5 個		

### 3. 健康診断票

※印 本人記入 Write by yourself

記入年月日 年 月 日

※ 氏 名 Name			※ 生年月日 Date of birth	明 大 昭 A.D.	年 月 日 生	性別 sex 男 Male 女 Female
※ 現住所	TEL - - Adress in Japan					
検 査	日時・場所	昭和 年 月 日 時 分 ・ 成田				
	測定者					
	測定器	B.G.	GM ( ) cpm	NaI ( ) mR/h		
測 定	部 位	B.G.の2倍以上(読取値記入)		B.G.の2倍以下(チェックのみ)		
	頭 髪(GM)	( cpm )				
	両 肩(GM)	( cpm )				
	甲 状 腺(NaI)	( mR/h )				
	鼻 部(NaI)	( mR/h )				
	手 荷 物(NaI)	( mR/h )				
症 状	吐き気 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> その他 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> ( )					
検 査	要 <input type="checkbox"/> 不要 <input type="checkbox"/>					
再 診	要 <input type="checkbox"/> 不要 <input type="checkbox"/>					
備 考						

㊥ 測定値はB.G.を含む

医師サイン

## 4. 荷物サィーベィ票

※印 本人記入 Write by yourself

記入年月日 年 月 日

※				
所有氏名 Name				
検 査	日時・場所		昭和 年 月 日 時 分 ・ 成田	
	測 定 者			
	測 定 器	B.G.	GM ( ) cpm	NaI ( ) mR/h
外部測定 (NaI)	記号	品 名	B.G. の 2 倍以上(読取值記録)	B.G. の 2 倍以下(チェックのみ)
			(mR/h)	
			(mR/h)	
			(mR/h)	
			(mR/h)	
			(mR/h)	
内部検査 (GM)			(cpm)	
			(cpm)	
			(cpm)	
			(cpm)	
			(cpm)	
判 定				医師サイン
備 考				

## 5. 成田空港におけるキエフ帰国者の保健調査結果

航 空 便 名	調査 人数	汚 染 検 出 者 数	汚 染 検 出 部 位	計 測 値 ( 最 大 )	汚 染 荷 物 等 調 査	
					汚 染 検 出 荷 物 数	計測値(最大)
SU581B ( 第1便(仮称) )	43名	身体汚染検出者 〔うち、 採血、採尿した者 11名 うちさらに、 除汚後精密測定した者 7名 異常なし〕	頭髪に汚染のあった者 13名	1,700 cpm	スーツケース 約44個中	1,700 cpm  10,000 cpm  10,000 cpm
			甲状腺 " 1名		10 "	
			鼻 部 " 1名		手荷物 ( バック ) 総数不明	
			上着の肩 " 8名	2,000 cpm	12個	
					預り物件 14個 ( 12名 )	
SU581 ( 第2便(仮称) )	25名	身体汚染検出者 〔うち、 採血、採尿した者 10名 うちさらに、 除染後精密測定した者 0名 異常なし〕	頭髪に汚染のあった者 13名	1,800 cpm	スーツケース 約25個中	2,200 cpm  2,500 cpm
			上着の肩 " 7名		4 "	
					手荷物 ( バック ) 総数不明	
					9個	
					預り物件 13個 ( 12名 )	
SU2695 ( 第3便(仮称) )	50名	身体汚染検出者 〔うち、 採血、採尿した者 22名 うちさらに、 除染後精密測定した者 8名 異常なし〕	頭髪に汚染のあった者 21名	2,500 cpm	スーツケース 約54個中	4,500 cpm  4,200 cpm
			甲状腺 " 22名		26個	
			鼻 部 " 9名		手荷物 ( バック ) 総数不明	
			上着の肩 " 21名	3,000 cpm	25個	
					預り物件 31個 ( 14名 )	
					衣類等廃棄依頼 8名分	

(除染及び精密測定は放射線医学総合研究所において実施した。)

## 6. キエフ帰国者保健調査対策チーム編成表

総括班	熊取 寺島 松永 田中 松平 戸張 関 石原 松岡 市川 舘野 中尾 黒沢 加藤 恒元 小林 田中 大桃 上田 志村 塚田 堀
	成 田 空 港 ( 3 5 人 ) 放 医 研 ( 4 4 人 )
( 科学技術庁 )	( 3 人 ) 早坂 浅田 浦山 (放射線安全課)
医療班 (乗客)	医師 杉山 鈴木 今井 ( 3 人 ) 看護助手 大山 峰谷 木村 藤高 ( 4 人 )
医療班 (総合判定)	( 3 人 ) 中尾 川瀬 大谷
汚染検査班 (乗客)	シンチレーションカウンタ ( 8 台 ) 表面汚染計 ( 5 台 ) 班長 渡利 ( 8 人 ) 山田 ( 武 ) 小泉 朽木 桜井 曾我 芳田 中山
汚染検査班 (荷物)	シンチレーションカウンタ ( 5 台 ) 表面汚染計 ( 3 台 ) 班長 吉川 ( 5 人 ) 山田 ( 隆 ) 増沢 鎌倉 玉手
連絡班	( 6 人 ) 小林 志村 代田 酒井 田辺 田茂山
運転手	( 3 人 ) 土屋 尾高 古崎
	午前 5 : 3 0 放医研集合 午前 7 : 0 0 成田空港着 午前 6 : 0 0 出発

堀 塚田 奥原 端上 井上 海老原 田中 今関  
津釜 加藤 桜井 佐藤 川島 進士 池田  
金山 松本 木村 伊藤 山尾  
( 2 0 人 )

## 7. 被検者の旅行日程と当時の気象状況

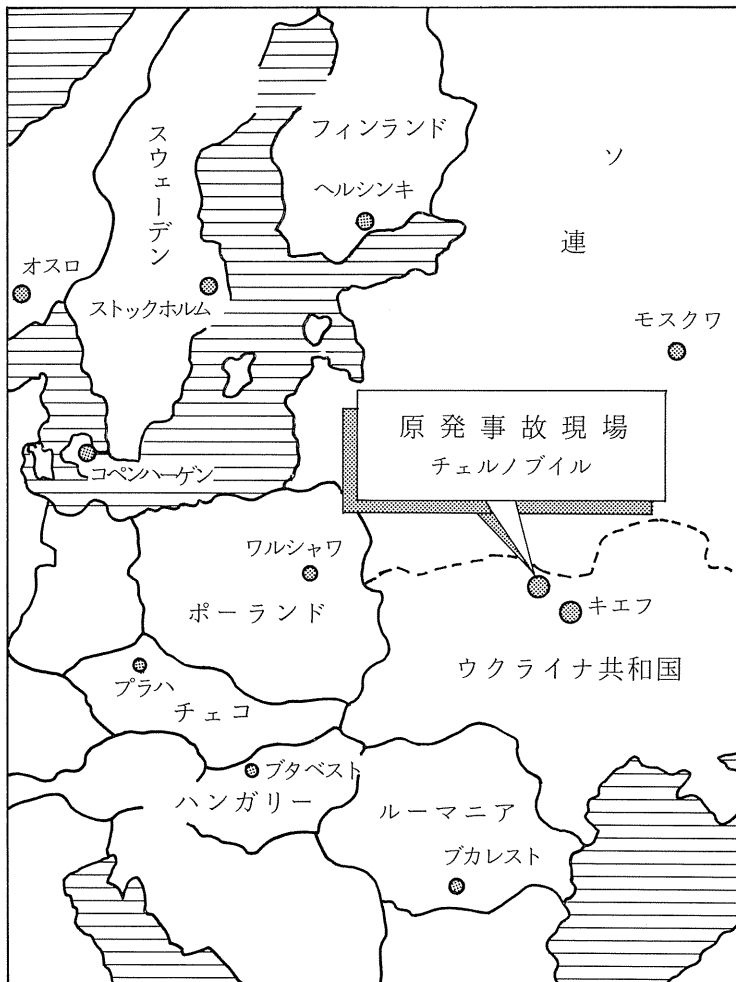
便 名	月 / 日	ス ケ ジ ュ ール	気 象 状 況				観測時間 (現地時間)
			天気	風向	風力	気温(℃)	
第 1 便 (SU 581B) 4 4 名	4/28(月)	モスクワ着 16:30	曇	東南東	2	13.9°	18:00
		キエフ着 23:50(ホテル泊)	曇		風弱く	14.2°	18:00
	4/29(火)	キエフ滞在 ( " )	晴		4	21.0°	12:00
	4/30(水)	キエフ発 11:20	晴		3	22.8°	12:00
		レニングラード着 13:10 (ホテル泊)	快晴	北北東	3	8.1°	12:00
	5/1(木)	レニングラード滞在 (ホテル泊)	1時 雨	北	1	5.0°	12:00
	5/2(金)	レニングラード発 23:59 (寝台、車中泊)	曇	北北西	1	7.2°	12:00
	5/3(土)	モスクワ着 08:30 市内観光	快晴	北北西	5	9.5°	12:00
	5/4(日)	モスクワ発 18:00 (機中泊)	快晴	北	3	9.6°	12:00
	5/5(月)	成 田 着 08:35					
第 2 便 (SU 581) 2 5 名	4/26(土)	モスクワ着 18:25	快晴	南	1	17.1°	18:00
		(ホテル泊)					
	4/27(日)	モスクワ市内観光	曇	南東	4	22.5°	12:00
		モスクワ発 21:20 (寝台、車中泊)					
	4/28(月)	キエフ着 09:05 市内観光 (ホテル泊)	曇	不明	3	17.7°	12:00
	4/29(火)	キエフ滞在 (ホテル泊)	晴	北西	4	21.0°	12:00
	4/30(水)	キエフ発 11:20	晴	不明	3	22.8°	12:00
		レニングラード着 13:10 市内観光 (ホテル泊)	快晴	北東	2	6.7°	18:00
	5/1(木)	レニングラード滞在 (ホテル泊)	一時 雨	北	1	5.0°	12:00
	5/2(金)	レニングラード発 14:00	曇	北北東	1	7.2°	12:00
		モスクワ着 15:10 (ホテル泊)	曇	北北西	4	7.3°	18:00
	5/3(土)	モスクワ滞在 市内観光 (ホテル泊)	快晴	北北西	5	9.5°	12:00
	5/4(日)	モスクワ発 19:45	快晴	北	3	9.6°	12:00
	5/5(月)	成田着 11:10					

便 名	月 / 日	ス ケ ジ ュ ール	気 象 状 況				観測時間 (現地時間)
			天気	風向	風力	気温(℃)	
第 3 便 (SU2695) Aグループ 31名	4/26(土)	ハバロフスク着 16:30 (ホテル泊)	快晴	風弱く		1.9°	18:00
	4/27(日)	ハバロフスク 市内観光	曇	西	5	6.3°	12:00
		” 発 15:05					
		モスクワ着 16:40 (ホテル泊)	晴	東北東	1	17.0°	18:00
	4/28(月)	モスクワ滞在 市内観光 (ホテル泊)	晴	東	2	23.0°	12:00
	4/29(火)	モスクワ発 21:37 寝台 (車中泊)	曇1 時 雷雨	北北西	3	14.4°	12:00
	4/30(水)	キエフ着 09:05 市内観光	晴	不明	3	22.8°	12:00
	5/1(木)	キエフ発 12:05	快晴	西	2	13.2°	00:00
		レニングラード着 13:55 (ホテル泊)	雨	北	1	5.0°	12:00
	5/2(金)	レニングラード滞在 市内観光 (ホテル泊)	曇	北北西	1	7.2°	12:00
	5/3(土)	レニングラード発 19:25 (機中泊)	曇	南西	3	9.4°	12:00
	5/4(日)	ハバロフスク着 10:25	曇	西南西	3	25.8°	06:00
	5/5(月)	ハバロフスク発 14:30 成田着 16:00	快晴	南南西	2	18.5°	12:00
Bグループ 23名	4/26(土)	ハバロフスク着 16:30 (ホテル泊)	快晴	風弱く		1.9°	18:00
	4/27(日)	ハバロフスク発 19:20	曇	西	5	6.3°	12:00
		キエフ着 22:00 市内観光 (ホテル泊)	晴	不明	2	11.4°	18:00
	4/28(月)	キエフ滞在 市内観光 (ホテル泊)	曇	不明	3	17.7°	12:00
	4/29(火)	キエフ発 20:20 寝台(車中泊)	晴	北西	4	21.0°	12:00
	4/30(水)	モスクワ着 09:00 市内観光 (ホテル泊)	曇	北北西	3	9.9°	12:00
	5/1(木)	モスクワ発 22:50	快晴	東南東	1	13.8°	12:00
	5/1(木)	レニングラード着 00:05 市内観光 (ホテル泊)	雨	北	1	5.0°	12:00



便 名	月 / 日	ス ケ ジ ュ ー ル	気 象 状 況				観測時間 (現地時間)
			天気	風向	風力	気温(℃)	
	5/2 (金)	レニングラード滞在 (ホテル泊)	曇	北北西	1	7.2°	12:00
	5/3 (土)	レニングラード発 19:25	曇	南西	3	9.4°	12:00
	5/4 (日)	ハバロフスク着 10:25 市内観光 (ホテル泊)	曇	西南西	3	25.8°	06:00
	5/5 (月)	ハバロフスク発 14:30	快晴	南南西	2	18.5°	12:00
		成 田 着 16:00					

## 8. チェルノブイル原子力発電所の位置



## 9. 当時のヨーロッパの気象状況

チェルノブイリ第4号炉の建屋の爆発は、恐らくグリニッジ標準時で4月25日午後9時23分に起ったと推定される。続いた火事、炉溶融から生じた数百万キュリーの放射性ヨウ素は南東の方向風につて運ばれた後、北東の方向へ運ばれた。120万キュリー（45000 TBq）の放射性ヨウ素が西部ヨーロッパに拡散したものと推定された。

気象状況から、放射性塵は、最初、南東風につてスカンジナビア地方に運ばれた。4月29日から、アドレス諸島で発達した高気圧帯（A）が北東に移動し、中部ヨーロッパの低気圧（D）を追い出した。4月30日から風向が変り、一部の放射性エアロゾルが地中海の方へ、さらにその後フランス南東部へ運ばれた。これらの地方の大気および土壌の放射能は上昇し、 $^{131}\text{I}$ が $1\text{ m}^3$ あたり100 pCi（ $\sim 5\text{ Bq}$ ）程度に達した。

（WHO, SCPRI, 11 JUIN 1986 から要約）

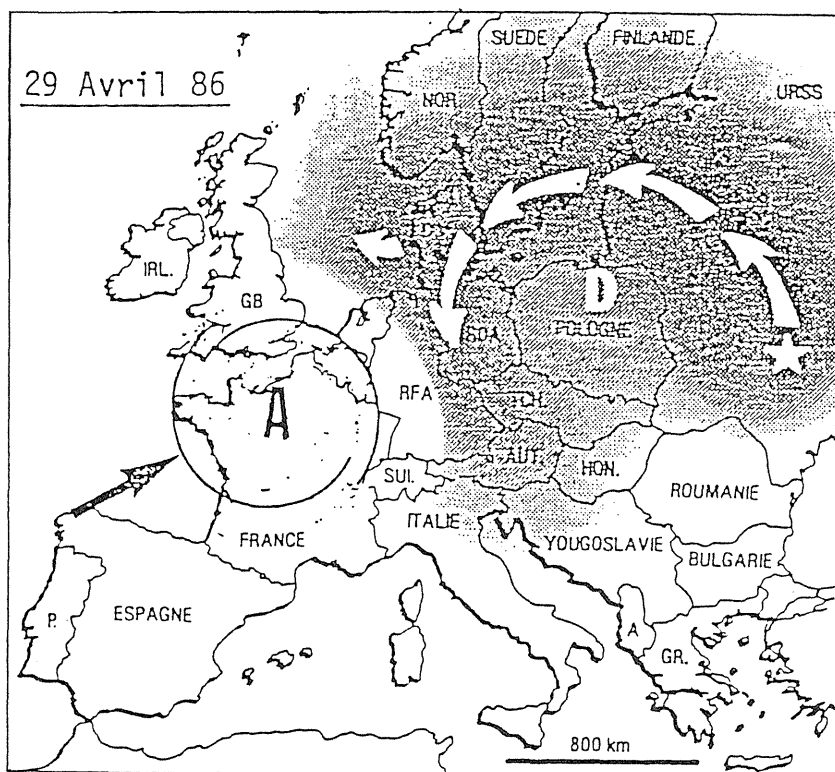


图1 4月29日

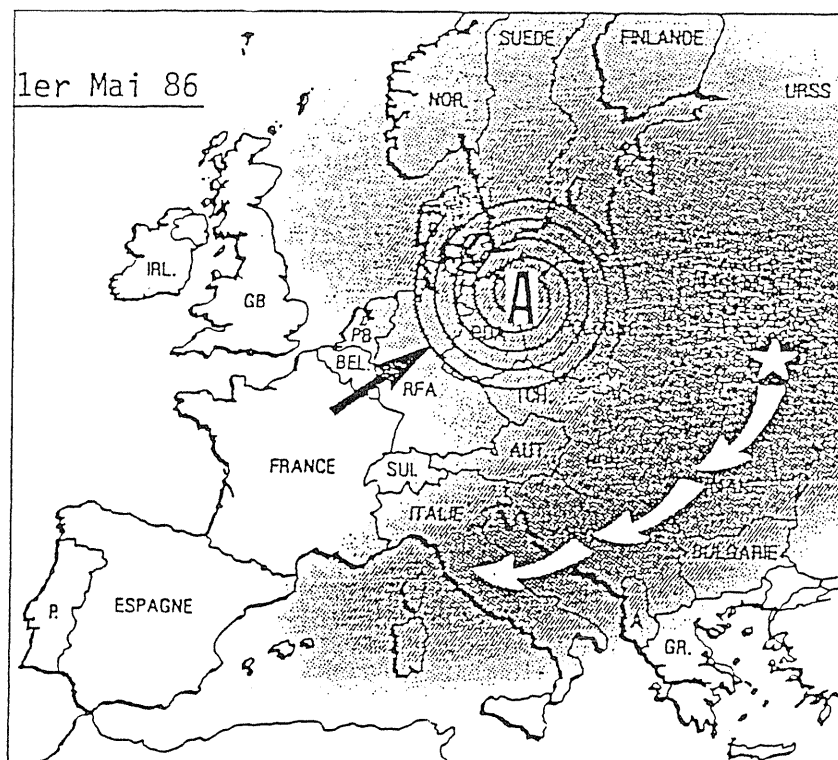


图2 5月1日

## 10. 電子スピン共鳴（ESR）法による被検者の外部被曝線量評価

中島敏行（物理研究部）

はじめに

一般人の被曝線量評価推定法としての電子スピン共鳴法をソ連原発事故時に彼の地を旅行していた人々に適用し、旅行者の外部被曝線量評価を行った。この方法と結果について述べる。

原 理

放射線被曝を受けた物質（金属をのぞく）には遊離基、または放射線損傷が生じる。この数は被曝線量に比例することが知られている<sup>1)</sup>。この様な物質を磁場に置き、電磁波を与えると、ある磁場の強さで電磁波のエネルギー吸収が生じる。この吸収を電子スピン共鳴吸収と称しているが、その吸収量は遊離基数または放射線損傷数に比例する。この原理を利用したのが ESR 線量計である。

試 料

試料は女性の上着のプラスチックボタン 3 個であり、直径約 1.5 cm、厚さ約 3 mm の灰色であった。この試料を ESR 測定用試料管（内径約 4 mm）に入るように細かく破砕した。

破砕した試料は線量校正用、被曝線量評価用、破砕効果試験用の 3 種に分け、事故発生後約 30 日目に ESR 測定を行った。

線量校正用試料には被曝線量の他に校正線量として、12、50、150R を照射した。一方、試料の一部を 100°C、25 分間熱処理し、被曝等による遊離基を取りのぞいた後（図 1 を参照）破砕し、破砕による遊離基のみが存在する試料を作った。

これらの試料は日本電子製電子スピン共鳴測定装置 EF 2 XG で 10 回の加算繰り返し測定を行い、その吸収量を求めた。

感度と線量評価

線量校正用試料から試料の単位照射線量当たりの ESR 吸収量（長さでその量を表す）を求めた。この平均値は 0.69 mm/R であった。1 mm 以上の差は評価可能であることから加算繰り返し回数 10 回の条件下で本試料は 2 R 以上の被曝線量評価が可

能であることを得、これがこの場合の感度限界の線量であった。

試料提供者の被曝線量評価を行うにあたり、この 0.69 mm/R を感度として使った。

図 2 の上図は破碎効果を含む被曝試料の ESR 吸収曲線、中図は破碎効果のみを含む試料の吸収曲線であり、下図はそれらの間の吸収差を示す曲線である。

図 2 の 3291～3301 ガウス間に見られる段差がこの試料中の遊離基による ESR 吸収であり、3238 ガウスの ESR 吸収は吸収量の校正に使った  $\text{Mn}^{+2}$  の吸収の一部である。下図の 3238 ガウスの磁場部分に吸収差が無いことは Mn 校正値が一致していることを示す。一方、遊離基に起因する吸収差は判断出来ないほど小さく、零と判定した。

また、この種のプラスチックボタンのフェーディングを図 3 に示した。これによると約 30 日後には生成した遊離基の数は 24 %に減少することを得た。

これをもとに次式に従って試料提供者の被曝線量 (X) を評価した。

$$X(R) = \text{ESR 吸収量差 (mm)} / \beta \cdot f$$

ここで  $\beta = 0.69 \text{ mm/R}$ 、 $f = 0.24$  である。

先に述べたように吸収量差は零である。従って、試料提供者の被曝線量は、今回行った ESR 法の感度限界以下と結論できた。この測定に際し、日本電子株式会社の協力を得たことに感謝する。

## 文 献

- 1) T.Nakajima and S.Watanabe; J.Nucl.Sci. Techn. 11, 575-582(1974)

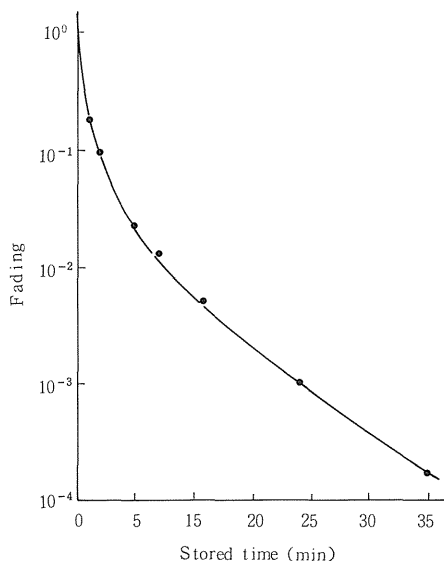


図 1 100°C におけるルサイト内遊離基のフェーディング

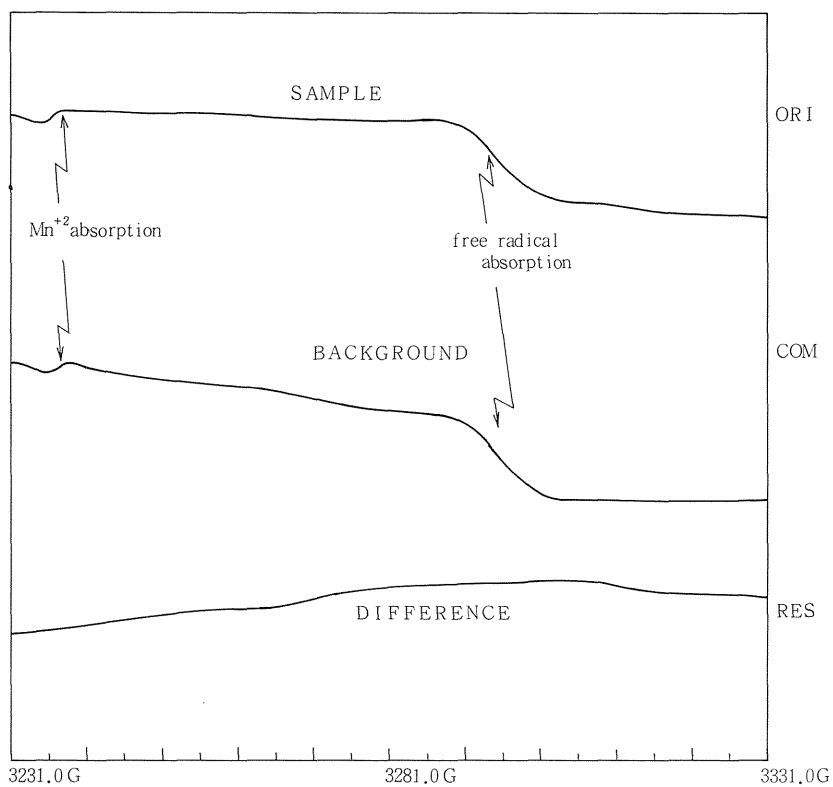


図2 ソ連旅行者の着衣のプラスチックボタンのESR吸収曲線

(SAMPLEは被曝試料、BACKGROUNDは破碎効果を含むバックグラウンド、  
DIFFERENCEは、これらの吸収量の差)

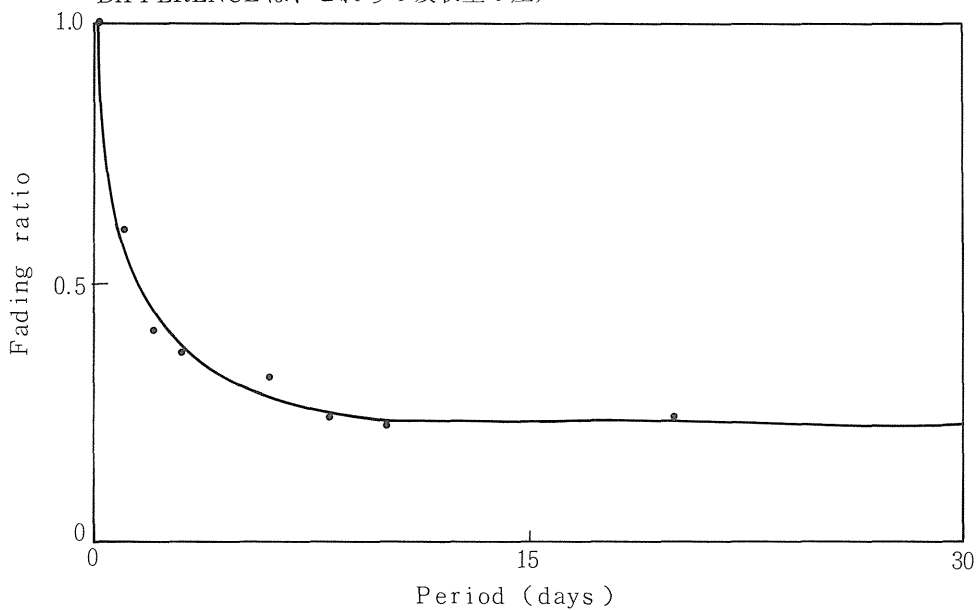


図3 プラスチックボタンのフェーディング

エディトリアル・ボード

主査	市川龍資
	中尾 恵
	吉川元之
	加藤義雄
	田中義一郎
事務局	渕上辰雄
	今関 等

昭和 61 年 8 月 30 日 刊行

放射線医学総合研究所

千葉市穴川 4 丁目 9 番 1 号 (郵便番号 260)

電話 千葉 (0472) 51 局 2111 番 (代表)

---

印刷製本 (株)小葉印刷所