

環境放射線モニタリング指針

平成 20年 3月
(平成 22年 4月一部改訂)

原子力安全委員会

目 次

| | |
|----------------------------------|----|
| まえがき | 1 |
| 第1章 総則 | 2 |
| 1-1 適用範囲 | 2 |
| 1-2 構成及び留意点 | 2 |
| 第2章 平常時モニタリング | 3 |
| 2-1 目的 | 3 |
| 2-2 各機関の役割 | 4 |
| 2-3 計画及び実施 | 4 |
| 2-3-1 空間放射線の測定 | 4 |
| 2-3-1-1 空間放射線量率の連続測定 | 5 |
| 2-3-1-2 積算線量の測定 | 5 |
| 2-3-2 環境試料の採取及び環境試料中の放射能の測定 | 5 |
| 2-3-2-1 環境試料の採取 | 5 |
| 2-3-2-2 環境試料中の放射能の測定 | 7 |
| 2-4 結果の評価等 | 8 |
| 2-4-1 測定値の取扱い | 8 |
| 2-4-1-1 測定値の変動と平常の変動幅 | 8 |
| 2-4-1-2 平常の変動幅の決定 | 9 |
| 2-4-2 測定結果の評価等 | 9 |
| 2-4-2-1 空間放射線及び環境試料中の放射能の測定結果の評価 | 9 |
| 2-4-2-2 蓄積状況の把握 | 10 |
| 2-4-2-3 線量の推定・評価 | 10 |
| 2-4-2-4 総合評価の実施及び結果の公表 | 10 |
| 2-5 操業前調査 | 11 |
| 2-5-1 目的 | 11 |
| 2-5-2 留意事項 | 11 |
| 第3章 平常時モニタリングの強化 | 13 |
| 3-1 目的 | 13 |
| 3-2 各機関の役割 | 13 |
| 3-3 強化内容 | 13 |
| 3-4 留意事項 | 14 |

| | |
|----------------------------|----|
| 第4章 緊急時モニタリング | 15 |
| 4-1 目的 | 15 |
| 4-2 各機関の役割 | 15 |
| 4-3 計画及び実施 | 15 |
| 4-3-1 体制の整備 | 16 |
| 4-3-2 実施方法 | 17 |
| 4-4 線量等の推定と評価 | 19 |
| 4-4-1 予測線量分布図等の作成 | 20 |
| 4-4-2 予測線量の推定 | 21 |
| 4-4-3 線量の評価 | 23 |

| | |
|-----------------------------|----|
| 第5章 共通事項 | 24 |
| 5-1 測定機器等の整備 | 24 |
| 5-1-1 測定機器に必要な性能 | 24 |
| 5-1-2 テレメータシステムに必要な性能 | 24 |
| 5-2 品質保証 | 24 |
| 5-3 データの記録等 | 25 |
| 5-4 留意事項 | 25 |

図 表

| | |
|---------------------------|----|
| 第1表 代表的なモニタリングの調査内容 | 26 |
| 第1図 測定機器の選択のフロー | 27 |

解 説

| | |
|------------------------------------|----|
| A 原子力施設の特성에応じた調査項目 | 28 |
| B 空間放射線の測定 | 30 |
| C 気象要素の計測 | 31 |
| D 指標生物 | 32 |
| E 環境試料の保存 | 33 |
| F 検出限界計数率 | 34 |
| G 核爆発実験による放射性降下物 | 35 |
| H 空間放射線が平常の変動幅を外れた場合の評価 | 38 |
| I 線量の推定と評価法 | 42 |
| J 操業前調査 | 49 |
| K 緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステムについて | 50 |
| L モニタリングチームの活動 | 56 |
| M 被ばくの経路 | 57 |
| N 機動的なモニタリングの実施体制 | 58 |
| O 簡易計算法による予測線量の推定手順 | 62 |
| P 測定機器の例 | 68 |
| Q 環境放射線モニタリングに係る指針の制定及び改廃の経緯 | 74 |

まえがき

本指針は、原子力施設の周辺で実施される環境放射線モニタリングの技術の水準を向上させ、及び斉一化させるため、環境放射線モニタリングの計画、測定、結果の評価等を行うにあたっての基本的考え方を取りまとめたものである。

平常時には、周辺住民等の健康と安全を守る観点に立ち、従来から地方公共団体が中心となり、環境放射線モニタリングが実施されている。また、原子力事業者は地方公共団体の環境放射線モニタリングに協力するとともに、自らも環境放射線モニタリング等を実施している*1。

また、原子力施設に異常事態が生じ、放射性物質若しくは放射線の異常な事業所外への放出又はそのおそれがある場合には、災害対策基本法（以下「災対法」という。）及び原子力災害対策特別措置法（以下「原災法」という。）に基づき、国、地方公共団体、指定公共機関及び原子力事業者は防災基本計画*2等のそれぞれの防災計画に従い、所要の防災対策を講ずることとされており、この防災対策の一環として、環境放射線モニタリングを実施することとされている。特に、緊急時の環境放射線モニタリングについては、原子力施設等の防災対策について（昭和55年6月30日原子力安全委員会決定。以下「防災指針」という。）*3において、詳細については原子力安全委員会が別途定める指針等によることとされており、本指針はこれに該当するものである。

本指針は、新たな知見等を積極的に取り入れるため、今後の調査研究の進展等を考慮し、必要に応じて見直すものとする。

*1 原子力事業者は、環境放射線モニタリングを行い、周辺監視区域外における1年間の線量が原子炉等規制法に定める値以下であることを確認している。また、同法に基づき、放出源モニタリング（放出放射性物質の測定）を行い、周辺監視区域外における1年間の線量が同法に定める値以下であることを確認している。

*2 災対法第34条第1項に基づき中央防災会議が作成することとされている。

*3 防災基本計画において、専門的・技術的事項については防災指針を十分尊重することとされている。

第1章 総則

1-1 適用範囲

本指針は、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下「原子炉等規制法」という。）に定める以下の原子力施設（原災法の対象になるものに限る。以下同じ。）の周辺で実施される環境放射線モニタリング*4を対象*5とする。

- ・原子炉施設（舶用炉を除く。）
- ・再処理施設
- ・加工施設
- ・使用施設（臨界量以上の核燃料物質を使用するものに限る。）
- ・廃棄物埋設施設及び廃棄物管理施設

本指針の適用にあたっては、原子力施設及び地域の特性等を十分考慮し、環境放射線モニタリングの実効性に重きを置く必要がある。

1-2 構成及び留意点

本指針は、環境放射線モニタリングを行う状況により、平常時の環境放射線モニタリング（以下「平常時モニタリング」という。）、平常時モニタリングの強化及び緊急時の環境放射線モニタリング（以下「緊急時モニタリング」という。）に区分し、計画、実施及び評価の方法等を定めている。これらの区分により、国、地方公共団体及び原子力事業者の役割が異なることに留意する必要がある。

*4 環境放射線モニタリングの結果の評価等にあたっては、放出源モニタリングの結果を考慮することが望ましい場合があるので、本指針の中でも、環境放射線モニタリングの目的、線量の推定及び評価に関しては、放出源モニタリングも含めて記載している。

*5 核燃料物質等の輸送時の原子力災害については、本指針第3章等を参考にして対応するものとする。なお、防災指針は、輸送の特殊性を鑑みれば、原子力事業者と国が主体的に防災対策を行うことが実効的であるとしていることに留意する必要がある。また、廃止措置中の原子力施設に係る環境放射線モニタリングについては、当該原子力施設の状況等を勘案した上で、本指針を参考とすることが可能である。

第2章 平常時モニタリング

2-1 目的

平常時モニタリングの目的は、原子力施設の周辺住民等の健康と安全を守るため、環境における原子力施設に起因する放射性物質又は放射線による周辺住民等の線量が、1年間の線量限度を十分に下回っていることを確認し、その結果を周辺住民等に提供することである。また、平常時モニタリングにより、原子力施設からの予期しない放射性物質又は放射線の放出があった場合に適切に対応することが可能となることも重要である。さらに、異常事態（原災法第10条第1項前段に基づく通報後をいう。以下同じ。）又は緊急事態（原災法第15条第2項に基づく公示後をいう。以下同じ。）が発生した場合に、速やかに対応できるモニタリング体制を整備することにある。具体的には以下のとおりである。

① 周辺住民等の線量の推定及び評価

原子力施設の周辺住民等の健康と安全を守るため、環境における原子力施設に起因する放射性物質又は放射線による周辺住民等の線量を推定し、1年間の線量限度を十分に下回っていることを確認することである*6。

なお、必要に応じ、平常時モニタリングの結果を活用することにより、放出源モニタリングによる公衆の線量評価の手法（拡散評価モデルを含む。）の確認に資することも重要である。

② 環境における放射性物質の蓄積状況の把握

原子力施設からの影響の評価に資するため、原子力施設の運転により原子力施設から放出された放射性物質の環境における蓄積状況を把握することである。

なお、原子力施設からの影響の評価に資するため、我が国における環境放射能水準を適切に把握しておくことも重要である*7。

③ 原子力施設からの予期しない放射性物質又は放射線の放出の早期検出及び周辺環境への影響評価

原子力施設から敷地外への予期しない放射性物質又は放射線の放出を検出することにより、原子力施設の異常の早期発見に資することである。

また、環境放射線モニタリングにおいては、平常時モニタリングの結果*8を把握しておくことにより、原子力施設から予期しない放射性物質又は放射線の放出があった場合に、その影響を的確かつ迅速に評価することが可能となる。

④ 異常事態又は緊急事態が発生した場合における環境放射線モニタリングの実施

*6 周辺住民等の健康・安全を確保することの担保としては、本指針に示されている空間放射線及び環境試料中の放射能の測定法により、周辺監視区域外における線量限度（実効線量について1mSv/年）を十分に下回っていることが確認できればよいと考えられる。なお、発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針（昭和50年5月原子力委員会決定）に定める線量目標値は、自然放射線による被ばく線量よりも十分小さく、環境放射線モニタリングにより原子力発電所寄与の線量評価を行うことが難しいことを考慮すれば、地方公共団体が線量目標値にこだわる必要はない。

*7 放射能水準の把握は、核爆発実験等の影響の評価などを目的として実施されるものもあるが、これらにより得られた知見を活用することも重要である。

*8 原子力施設から放出されるもの以外の放射性物質や放射線も検出されることがある。例えば、医療・産業用の放射性物質や放射線が挙げられる。

体制の整備

異常事態又は緊急事態が発生した場合に、平常時モニタリングの強化又は緊急時モニタリングへの移行に迅速に対応できるよう、平常時からこれらの事態を見据えた環境放射線モニタリングの実施体制を整備しておくことである。

2-2 各機関の役割

平常時モニタリングは、地方公共団体が中心となって原子力事業者とともに実施していくことが必要である。モニタリング計画の策定においては、地域全体として整合性をとるとともに、地域の実情に応じて役割分担を考慮することが必要である。また、国は地方公共団体等の技術の水準を向上させ、及び斉一化させるため、技術的支援を行っていくことが必要である。

2-3 計画及び実施

平常時モニタリングは、あらかじめ計画を作成することにより、計画的に実施することが必要である。このための指針として、以下に、空間放射線の測定、環境試料の採取及び環境試料中の放射能の測定について示す。

モニタリング調査対象及び測定方法は、原子力施設の特性に応じ、目的、放出される可能性のある核種、被ばく経路等を考慮して決定する（解説A参照）。なお、異常事態発生の際にウラン又はプルトニウムが放出される可能性がある施設については、環境試料中のバックグラウンドレベルを把握しておく。代表的なモニタリング調査内容を〔第1表〕に示す。

2-3-1 空間放射線の測定

空間放射線量を把握し、原子力施設に起因する外部被ばくによる線量の推定、評価に資するため、空間放射線の測定を行う（解説B参照）。

なお、平常時における空間放射線の測定は、ガンマ線を対象とすれば十分である。ただし、異常事態発生の際に中性子線が放出される可能性がある施設については、中性子線用サーベイメータ、中性子線測定器等を準備しておく必要がある。

原子力施設に起因する空間放射線は、通常、施設からの距離が遠くなるに従って減少するので、敷地境界の近傍及び人口の集中した地点に連続モニタを備えたモニタリングポストを配置し、空間放射線量率の1時間平均値を求めるとともに、さらに多くの地点に積算線量計を、特殊な環境条件を避けて、一様に配置し、積算線量を求める^{*9}。また、原子力施設から放出される気体廃棄物による放射線レベルの上

*9 空間放射線の測定に使用される代表的設備として以下のようなものがある。

- ・モニタリングステーション
連続モニタに加えてダストサンプラ、気象要素の測定機器等を備えた野外測定設備
- ・モニタリングポスト
連続モニタを備えた野外測定設備
- ・モニタリングポイント
積算線量計を備えた野外測定設備

昇が想定されない地点にも、上記地点のデータと比較対照するために同種の計測器を配置する。地点の選定、システムの構成に当たっては、その場の線量をできるだけ正確に把握することを目標とし、データの偏りが生じないように配置しなければならない。

気象学的にみて、モニタリング地点としてその地域を代表する地点及び局地性の強い地点を選定した場合には、平常時モニタリングの結果の解釈のために連続気象観測装置を配置することが望ましい（解説C参照）。

同種類の計測器は、地表から同じ高さに配置することが望ましい。また、異なった種類の計測器から得られるデータの相互比較には注意を要する（文部科学省放射能測定法シリーズ参照）。

2-3-1-1 空間放射線量率の連続測定

モニタリングポスト等による空間放射線量率の連続測定は、積算線量計による積算線量の測定と異なり、比較的短時間の変動の監視が可能である。このため、空間放射線量率の連続測定データは、気象観測データ等とあわせて監視、集計、記録、整理及び解析を集中的に行うことにより、異常の早期発見と原因調査に活用することが重要である。

2-3-1-2 積算線量の測定

ガンマ線による積算線量を測定する積算線量計については、感度及び取扱いの容易さ等を考慮し、設置することが重要である（解説B参照）。

2-3-2 環境試料の採取及び環境試料中の放射能の測定

原子力施設から放出される放射性核種は環境中に拡散し、その一部はいろいろな経路により人に被ばくをもたらすことが想定される。このため、この経路に沿って人の被ばくに直接関係のある環境試料を採取するとともに、人の被ばくに直接関係がなくても、放射性核種の分布、蓄積状況等の把握に役立つ環境試料を採取し、これら試料中の放射能の測定を行うことが必要である。

測定の対象とする放射性核種は、原子力施設からの放出量、周辺住民等の線量の評価及び環境における蓄積状況の把握の観点から重要と考えられるものとするが、天然の放射性核種等参考となるものについても把握しておくことが望ましい。

2-3-2-1 環境試料の採取

環境における放射能レベルを把握する上で、代表性のある試料を集めることは正確な分析と同じくらい重要である。したがって、試料採取はモニタリングの目的をよく理解した上での確に行わなければならない。試料採取を行うに当たっては次の事項に留意することが必要である（環境試料の採取の詳細は文部科学省放射能測定法シリーズ参照）。

(1) 環境試料の種類を選定及び採取場所

試料は代表性のあるものとし、定点において同一種類を採取することが望ましい。定点の設定に当たっては、陸上試料については原子力施設からの距離、風向、人口分布等を、海洋試料については放出口からの距離、海底の状況、生態等を考慮する。

また、原子力施設からの影響が想定されない地点においても、上記データと比較対照するために試料を採取する。

試料の選定等に当たっては、線量の評価や蓄積状況の把握等その目的毎に以下のとおり十分に配慮する必要がある。

- ① 線量の評価上重要と考えられる試料の選定に当たり、陸上については原子力施設周辺の社会環境に留意するものとし、また米、野菜、牛乳等についてはその生産高、流通状況を考慮する。

大気については、大気浮遊じん等を対象に選定する。なお、原子力施設からの予期しない放射性物質の放出、核爆発実験等があった場合には、放射性ヨウ素等を対象に選定する。

一方、海洋においては定着性の海産生物を選定することが望ましく、その際、漁獲高、消費状況等も考慮する。

- ② 蓄積状況の把握のための試料としては、土壌及び海底土等が重要と考えられ、地形、地質等を考慮し、また経年的な追跡が行えるよう、永続的に採取できる場所を選定する。

特に土壌については土地利用状況にも配慮して選定する必要がある。

- ③ 環境における放射能レベルの変動を的確かつ迅速に把握するため、指標生物を用いることが有効な場合がある。このような指標生物としては放射性核種の付着や濃縮の度合いが大きく、かつ採取が容易なものを選定する。

なお、指標生物は線量の把握を直接の目的としていないので、食用に供されないものでも差し支えない（解説D参照）。

- ④ 試料の数を減らす目的で長い期間、又は広い範囲を代表するようなコンポジット（合せ）試料を用いることができる。コンポジット試料を用いることにより、独立した時間又は場所で採取した単一の試料から得られるものより平均化された情報が得られる。

(2) 環境試料の採取量及び保存

試料は、分析、評価に十分な量を採取することとし、重要と考えられる試料については適当な期間保存することが望ましい（解説E参照）。

(3) 環境試料の採取頻度

- ① 土壌、海底土等長期間にわたる蓄積状況を把握するための試料については、半年毎あるいは1年毎の採取が適当である。
- ② 周辺住民等の線量を推定・評価するために利用する試料、例えば農畜水産食品、陸水等は原則的には四半期毎の採取とし、指標生物については四半期から1年毎とする。季節的な食品及び生物については、収穫期毎又は漁期毎とすることが適当である。大気中の放射性物質については、連続採取とする。

- ③ 大型水盤による放射性降下物の調査は、核爆発実験等による寄与を把握し、施設寄与の評価に資するため毎月行う。
- ④ この他、核爆発実験等の直後のモニタリングに対応する試料は、わが国への影響のおそれのあることが判明した時点から、ほぼその影響が認められなくなるまで試料の採取頻度を増す。

(4) 環境試料の種類別注意事項

① 農畜水産食品

食品中の放射能の測定結果は、他の情報と併せることにより内部被ばくによる預託線量の推定に役立つものである。周辺住民等が多く摂取するものとして農産食品では米、野菜、畜産食品では牛乳、海産食品では魚介藻類等から適切なものを選定する。

② 陸水

上水又は飲料水として用いられる河川水、地下水（井戸水）等を採取する。

③ 大気中の放射性物質

大気中の放射性物質は、対象とする放射性核種等に応じた適切な捕集材（ろ紙等）を選定し、採取する。

④ 海水

海産食品、海底土等の放射能レベルの把握との関連において採取する。

⑤ 土壌、海底土等

環境に蓄積される長半減期放射性核種の動向を把握するため、土壌及び海底土等を採取する。

⑥ その他

核爆発実験等の直後には、放射性降下物の影響が早期に現われる降水、大気浮遊じん等を採取する。

2-3-2-2 環境試料中の放射能の測定^{*10}

(1) 測定方法

環境試料中の放射能の測定方法には、機器分析による放射性核種分析法（機器分析法）、放射化学分析による放射性核種分析法（放射化学分析法）、全ベータ放射能測定法等がある。機器分析法は、試料の調製が比較的容易であり、かつ同時に多数の核種を精度よく分析できる計測器を用いて行う。

放射化学分析法は、原則としてガンマ線計測の適用が困難な核種（純ベータ線放出核種、アルファ線を放出するウラン・プルトニウム等）に対して適用する。

全ベータ放射能測定法は、線量の推定・評価を直接目的としない環境試料中の放射能の測定であって、過去のデータとの関連において必要と考えられる場

*10 環境試料中の放射能の測定の詳細は、文部科学省放射能測定法シリーズに示されている。

合等^{*11}に用いることができるが、天然放射性核種（例えばカリウム-40）を多く含む試料には不適切である（詳細については文部科学省放射能測定法シリーズを参照）。

(2) 測定目標値

環境試料中の放射能の測定に当たり、測定条件を決めるための前提として測定目標値を定めておく必要がある（測定条件は解説F参照）。

測定目標値はモニタリングの目的によって異なるが、以下のように考えることができる。

① 試料の種類が飲料水、食品等であって、これらの摂取による周辺住民等の線量の評価が目的である場合には、測定目標値は、それに対応する食物等の年間摂取による預託線量と1年間の線量限度との関連で決められるべきものである。

② 環境への蓄積状況の把握を目的とする場合には、試料及び核種の特性、測定技術の現状、並びにその地域環境の特性等を考慮して測定目標値を設定する。

測定目標値の設定に際しては、現在の技術水準に照らして合理的な値とすることが望ましい。それでもなお、測定結果が検出限界未満となる事例も多くあるが、この場合においても、環境放射能に有意な上昇がなく十分に低いレベルにあることの確認ができるという点で所期の目的は達成されるので、単に数字を得るために分析の測定目標値をさらに引き下げ、経済的に合理性等のない測定機器を採用することは、一般に正当化されないと考えられる。

2-4 結果の評価等

平常時モニタリングの結果は、(1) 測定値の信頼性、(2) 測定結果から線量を推定する際に用いた仮定の妥当性、及び(3) 年線量限度との関係において推定された線量の持つ意味を考慮し総合的に評価する必要がある。

このための具体的指針として、以下に、測定値の取扱い、測定結果の評価について示す。

2-4-1 測定値の取扱い

2-4-1-1 測定値の変動と平常の変動幅

空間放射線及び環境試料中の放射能の測定結果は、

- ① 試料採取方法・処理方法、測定器の性能、測定方法等の測定条件の変化
- ② 降雨、降雪、雷雨、積雪等の気象要因及び地理・地形上の要因等の自然条

*11 環境試料中に含まれる自然放射能に比べてかなり高いレベルの放射能汚染がある場合で、かつ、以下の2項目を目的とした場合

- ・過去のデータとの関連において、相対的な放射能レベルの比較又は変化を把握する。
- ・多数の試料の中からあるレベル以上の放射能を含む試料をふるい分ける。

件の変化

- ③ 核爆発実験等の影響
- ④ 医療・産業用の放射性同位元素等の影響
- ⑤ 原子力施設の運転状況の変化

などにより、変動を示す。これらの原因のうち③及び④は別として、測定条件等が良く管理されており、かつ原子力施設が平常運転を続けている限り、測定値の変動はある幅の中に納まるはずであり、これを「平常の変動幅」と呼ぶ。

平常の変動幅は、線量の推定・評価に直接結びつくものではないが、多数の測定データをふるい分け、原子力施設からの予期しない放射性物質又は放射線を迅速かつ適切に検出するために有効である。

2-4-1-2 平常の変動幅の決定

(1) 1基のモニタリングポストから経時的に得られる測定値のように、良く管理された条件のもとで有意な測定値が多数得られた場合には、この測定値を統計処理し、過去の測定値の平均値±(3×標準偏差)を平常の変動幅とするものとする。

(2) (1)の方法により決定することが困難な場合^{*12}には、過去の測定値の最小値から最大値までの範囲を平常の変動幅とすることができる。

なお、平常の変動幅の決定にあたっては、測定値が得られた環境条件、測定条件等が過去の測定値の環境条件、測定条件等から変化していないかどうか等を慎重に検討^{*13}しておくことが重要である。例えば、放射性降下物に含まれる核種の場合には、過去にレベルが非常に高かった時期があるので遡及する年数を増してデータ数を増やすことは必ずしも適切ではない。

また、施設寄与分が弁別可能な測定値は、(1)の方法においては、施設が平常運転しており、放出源情報においても異常がみられない場合には、平常の変動幅の決定に用いることができる。また、(2)の方法においては、施設が平常運転しており、放出源情報においても異常がみられない場合であって、当該測定値が、平常運転時の放出源情報に基づき一定の合理性をもって算定された予測値の範囲内にある場合には、平常の変動幅の決定に用いることができる。

2-4-2 測定結果の評価等

2-4-2-1 空間放射線及び環境試料中の放射能の測定結果の評価

空間放射線又は環境試料中の放射能の測定値が平常の変動幅を外れた場合には、原因を明らかにする^{*14}とともに、原子力施設からの寄与の有無の判断及びそ

*12 データ数が少ない、又は検出下限未満のデータが含まれる場合をいう。

*13 過去の最大値から最小値までの範囲を平常の変動幅とする場合は、たった1個の特別な存在によって幅が大きく変わることがある。

*14 空間放射線の測定値が平常の変動幅を下回っている場合には、積雪等の影響のほか、機器の故障が考えられるので、

の環境への影響の評価に資する（解説H参照）。

また、その原因が2-4-1-1①にあることがわかったときには、その原因を除く措置をとり、必要に応じて再測定を行う。

2-4-2-2 蓄積状況の把握

- ① 長期にわたる蓄積状況の把握は、主として土壌、海底土等の核種分析結果に基づいて行う。しかし、これらは通常、線量の評価には直接結び付かないことに留意すべきである。
- ② これらの対象試料における放射性核種の濃度は、変動要因のなかでも、試料採取に起因する変動が大きく、しかも、この変動は分析、測定に基づく変動より一般に著しく大きいものである。したがって、経年変化について有意差の検定を可能にするためには、試料の代表性について十分な検討を行っておく必要がある。
- ③ 蓄積状況の判定においては、試料採取による誤差も含めた変動を考慮した上で有意か否かを定める。

2-4-2-3 線量の推定・評価

線量の推定・評価は、通常、1年間の外部被ばくによる実効線量と1年間の飲食物等の摂取からの内部被ばくによる預託線量に分けて別々に算定し、その結果を総合することによってなされる。この場合、前者については積算線量計等のデータから算定し、後者については飲食物等の中の主要放射性核種の濃度と摂取量等に基づいて算定する（解説I参照）。

算定の対象は原則として実効線量とし、外部被ばくによる実効線量と内部被ばくによる預託実効線量とする。

なお、必要に応じて放射性ヨウ素による甲状腺に対する等価線量、ウラン又はプルトニウムによる骨表面又は肺の等価線量を算定するものとする。

2-4-2-4 総合評価の実施及び結果の公表

平常時モニタリングの結果については、関係地方公共団体（都道府県を単位とすることが望ましい。）において、地域の実情に応じ、地方公共団体、周辺住民等関係者を交えた監視・評価機構を組織し、総合評価を行い、公表することが適切である。

なお、公表にあたっては、平常時モニタリングの目的を踏まえ、線量の推定・評価及び放射性物質の蓄積状況を示すとともに、平常時モニタリング結果の評価

これらが原因でないか検証する必要がある。また、空間放射線又は環境試料中の放射能の測定値が平常の変動幅を上回っている場合には、核爆発実験等による放射性降下物による影響が考えられるので、これらが原因でないか検証する必要がある（解説G参照）。なお、核爆発実験等による放射性降下物の性質、含まれている核種の時間変化、放射線の連続した測定値等を十分に把握しておけば、それらのデータとの比較対照から、レベルの上昇が原子力施設起因のものかどうかを推定することができるため、これらのデータの入手に努める。

に必要な原子力施設の稼動状況等に関する情報及びその適切な解説を付すことが望ましい。

2-5 作業前調査

2-5-1 目的

本調査は以下のことを目的とする。

- ① 決定核種、決定経路及び決定グループ^{*15}に関する情報を得て、作業開始後の環境放射線モニタリングの計画の立案及び線量の評価に資すること。
- ② 空間放射線及び環境試料中の放射能のバックグラウンドとその特性を把握し、かつ収集された測定データ及び採取された環境試料を保存することにより作業開始後における比較に資すること。
- ③ 作業開始後の環境放射線モニタリングの方法と手順を試行的に実施し、必要な技術に習熟すること。

2-5-2 留意事項

作業前調査において留意すべき事項は、次のとおりである（解説J参照）。

- ① 空間放射線のバックグラウンドレベル及び変動状況の把握のために、作業開始後に積算線量により空間放射線の測定を予定している地点で、その測定を行う。
- ② モニタリングポスト等の設置を予定している地点では、空間放射線の連続測定を行うとともに、気象的にみてその地域を代表する地点及び局地性の強い地点については、気象要素（風向、風速、降水量、気温等）も調査することが望ましい。
- ③ 大気浮遊じんに含まれる放射性核種等のバックグラウンドレベル及びその変動を知っておくため、作業開始後に採取を予定している地点において大気浮遊じん等を連続して採取し、少なくとも月1回測定することが望ましい。
- ④ 環境試料中の放射性核種のバックグラウンドレベルを知っておくために、土壌、海底土、さらに現地で生産される主要な食品、水、生物等の試料を採取し、核種分析を行う。試料によっては季節による差があるので、これを確認するために、四半期毎に採取、分析する。作業後の予期しない事態に備え、採取試料は適当な期間保存しておく（解説E参照）。

なお、原子力施設の種類によっては、長半減期アルファ核種が検出される可能性もあるので、その場合には測定項目としてアルファ核種をつけ加える必要がある。

- ⑤ 以上の調査は作業開始前の1年以上にわたって実施する。

*15 「決定-」という用語は、ここでは個人の主要な被ばくに関して最も重要な核種、食品の種類及び被ばく経路、並びにこれらを考慮した結果被ばくの観点から最も線量が高くなる可能性があるグループをあらわす場合に使用されている。

- ⑥ 操業前調査における試料採取等は、想定される操業開始後のモニタリング計画より広い範囲から、多くの種類についてバックグラウンドの変動を把握できる程度の時間間隔及び地点数で行う。

環境試料については、操業開始後の環境放射線モニタリングの計画と関連させて、機器分析等により放射性核種の定量を行う。

- ⑦ 採取すべき試料の種類、採取地点等の選定を行うために、原子力施設周辺地域の人口分布、排気予定地点付近の気象要素、排水予定地点付近の海象の状況、現地で生産される食品の流通経路、摂取状況等について概略のデータを集める。

第3章 平常時モニタリングの強化

3-1 目的

平常時モニタリングの強化は、原子力施設において異常事態が発生した場合に、周辺住民等及び周辺環境への影響の有無又はその大きさを迅速に把握するとともに、異常事態の原因及びその様態を明らかにすることにより、緊急時モニタリングに備えることを目的とする。

3-2 各機関の役割

原子力施設において異常事態が発生した場合には、国、地方公共団体、指定公共機関、原子力事業者は、防災基本計画等に基づいて放射能影響の早期把握のための活動を行うことが求められる。

3-3 強化内容^{*16}

異常事態が発生した場合、地方公共団体においては、平常時のモニタリングを強化し、結果をとりまとめ、国に連絡するとともに、緊急時モニタリングに必要な準備が直ちに行われる。

平常時モニタリングの強化にあたっては、発生した異常状態に応じて、以下の内容のうちから必要なものを選択して行う。

(1) モニタリングポスト等による空間放射線量率の監視強化

原子力施設周辺に設置されているモニタリングポスト等のデータの収集時間間隔を短くし、得られた連続記録の監視を頻繁に行い、空間放射線量率の分布及び経時的变化を把握する。

なお、中性子線が放出される可能性がある場合には、中性子線測定をあわせて行うことが重要である。

(2) 大気中の放射性物質の監視強化

モニタリングステーションに備えたダストモニタ等の測定結果の監視を頻繁に行うとともに、ろ紙等の交換期間を短縮する。通報された施設内の状況から必要があると判断される場合には、放射性ヨウ素を対象とした採取を開始する。

(3) 気象観測の監視強化

モニタリングステーション、原子力施設等に備えた気象観測機器による測定記録の監視を頻繁にするとともに、周辺の気象台との連絡を密にし、気象情報を収集する。

(4) 積算線量の監視強化

必要に応じて、モニタリングポイント等の積算線量計の追加、交換を実施する。追加した積算線量計により、適切な時期に異常事態発生後の積算線量を求める。

^{*16} 空間放射線の監視強化等にあたっては、必要に応じ、SPEEDIネットワークシステムから配信される拡散予測、最大濃度地点等の情報を参考にすることも有効である。

なお、(1)のモニタリングポスト等による空間放射線量率の監視強化で積算線量が把握できる場合には、短期間での回収、測定を行わなくても良い。

(5) 移動サーベイの実施

必要に応じて、可搬型測定器を用いた空間放射線量率の測定等を実施する。その際、モニタリング車等を利用することも有効である。

国においては、原子力事業者から連絡された施設からの放射性物質等の放出状況及び地方公共団体がとりまとめたモニタリングの結果等がとりまとめられるとともに、地方公共団体の行う緊急時モニタリング活動の支援が行われる。

3-4 留意事項

平常時モニタリングの強化を行う際には、以下に示す点に留意する必要がある。

また、異常事態であっても必ずしも放射性物質、中性子線等が直ちに放出されるとは限らないことに留意する必要がある。

- ① 異常事態発生 of 通報があった場合には、原子力事業者から異常な事象に関する情報を収集するとともに、気象情報等を有効に活用し、平常時モニタリングの強化を効果的に実施することが重要である。
- ② 関係機関との連絡を頻繁に行うことが必要である。
- ③ 移動サーベイを実施する際には、通報された異常な事象の状況及び程度に応じて、防護服等を装備する。
- ④ モニタリング結果について、周辺住民等及び周辺環境への影響がない場合であっても、迅速に適切な方法により情報公開を行うことが重要である。

なお、異常事態に至らない場合であっても、大規模な地震等の発生や施設の事故故障が継続している場合には、必要に応じて平常時モニタリングの強化に準じて対応し、その結果を公表することも重要である。

第4章 緊急時モニタリング

4-1 目的

緊急時モニタリングは、原子力施設において緊急事態が発生した場合に、避難、飲食物摂取制限等の放射線防護対策（以下「防護対策」という。）に必要な情報を収集し、原子力施設に起因する放射性物質又は放射線の周辺住民等への影響の評価に資することを目的とする。

4-2 各機関の役割

緊急事態の発生後においては、国、地方公共団体、指定公共機関及び原子力事業者は、防災基本計画等に基づいて放射能影響の早期把握のための活動を行うことが求められる。

4-3 計画及び実施

緊急時モニタリングは、原子力緊急事態が発生した場合、直ちにその体制が組織され実施に移すことができるようになっていることが極めて重要である。このため、あらかじめ緊急時モニタリング計画を立案し、(1) 緊急時モニタリング体制の整備、(2) 緊急時モニタリング用資機材の整備、(3) 緊急時モニタリングの実施方法等について定めた緊急時モニタリングマニュアルを作成しておく必要がある。

緊急時モニタリングは、原子力緊急事態の発生時に迅速に行う第1段階の緊急時モニタリング（以下「第1段階モニタリング」という。）と、周辺環境に対する全般的影響を評価する第2段階の緊急時モニタリング（以下「第2段階モニタリング」という。）からなる。具体的な目的は次のとおりであり、①②③は、第1段階モニタリングに、④⑤⑥は、第2段階モニタリングに区別される。

- ① 原子力施設周辺の空間放射線量率及び周辺に放出された大気中の放射性物質（放射性希ガス、放射性ヨウ素、ウラン又はプルトニウム等）の濃度の把握
- ② 放射性物質の放出により影響を受けた環境試料中の放射性物質の濃度の把握
- ③ 適切な防護対策に資するための周辺環境における予測線量の迅速な推定
- ④ ①を継続し、さらに対象とする核種を増やすなど、より詳細な大気中の放射性物質の濃度の把握
- ⑤ ②を継続し、さらに対象とする核種を増やすなど、より詳細な環境試料中の放射性物質の濃度の把握
- ⑥ 周辺住民等が実際に被ばくしたと考えられる線量の評価

各種情報伝達が、緊急時に混乱することなく正確かつ迅速に行えるよう、あらかじめ伝達すべき情報の内容や伝達の方法等について可能な限り具体的に定めるなど、報告様式、通信連絡手段等を確立しておくことが必要である。また、要員、測定機器等の運搬手段を確立しておくことも必要である。

4-3-1 体制の整備^{*17}

緊急事態が発生した場合、国においては、原子力災害対策本部及び原子力災害現地対策本部が設置される。原子力災害現地対策本部のモニタリング情報の把握を担当するグループ（以下「原子力災害現地対策本部放射線班」という。）は以下のような業務を担う。

- ① 緊急時モニタリングデータの収集、整理
- ② 地方公共団体の災害対策本部への緊急時モニタリングの指導・助言
- ③ 緊急時モニタリングに必要な要員、資機材等に関する調整
- ④ SPEEDIネットワークシステム（解説K参照）等を活用した住民の被ばく線量予測の実施
- ⑤ 周辺住民の被ばく線量の評価
- ⑥ 屋内退避、避難等の実施（解除）区域案の作成
- ⑦ 飲食物摂取制限の実施（解除）区域案の作成
- ⑧ 飲食物摂取制限等の措置案のとりまとめ
- ⑨ 原子力災害対策本部及び地方公共団体の現地災害対策本部のモニタリングに関する業務を担当するグループ（モニタリングセンター等）との連絡・調整
- ⑩ 緊急時モニタリング等に関する合同対策協議会、記者発表資料の作成

地方公共団体においては、緊急時モニタリング作業を的確かつ円滑に遂行するため、モニタリングセンターとその指揮下のモニタリングチームから成るモニタリング実施組織を設置して対処することが機能的かつ効果的である。この実施組織の役割・機能が十分発揮されるようあらかじめモニタリングセンター長の任命、モニタリングセンターの設置予定場所、各組織の役割と分担、通信連絡系統等をできるだけ具体的かつ簡明に定め、常に迅速に対応できるようにしておく必要がある。

また、地方公共団体と国が適切に連携できるよう、防災訓練等を通じてより実効性の高い体制を構築していくことが必要である。

モニタリングセンター及びモニタリングチームの主な役割・機能はそれぞれ次のとおりである。

(1) モニタリングセンター

① 計画立案、指揮及び総括

モニタリングセンター長を置き、そのもとで緊急時モニタリングの計画、立案を行うとともに、緊急時モニタリング作業の指揮及び総括を行う。

② 要員、資機材の配置等

緊急時モニタリングチームの編成、資機材の分配等を行う。その際、国等から派遣される専門家又はモニタリング資機材の受入れ、配置について十分

^{*17} 国、地方公共団体、指定公共機関及び原子力事業者の役割については、防災基本計画第10編第2章第1節2（3）放射能影響の早期把握のための活動を参照のこと。

円滑かつ効果的になるよう配慮する必要がある。

③ モニタリング情報及び気象情報の収集及び解析

各モニタリングチーム等の測定結果を受けて解析作業を行う。なお、各モニタリングチームとの連絡・通信手段を無線又は有線により確保する必要がある。

また、緊急事態の発生地区の気象データ（原子力事業者の観測データを含む。）を収集し、これとさらに広域の気象データ（地方気象台の観測データ）等をもとに、周辺住民等の被ばく動向の予測に役立つ情報を迅速に提供する。

④ 原子力災害現地対策本部への報告

モニタリングセンター長は、必要に応じて地方公共団体の現地災害対策本部を経由し、原子力災害現地対策本部放射線班から緊急時モニタリングの指導・助言を受けるとともに、モニタリング結果等の報告を行う。

⑤ 地方公共団体の現地対策本部への報告等

モニタリングセンター長は、地方公共団体の現地災害対策本部に対し、モニタリング結果及び原子力災害現地対策本部放射線班による予測線量の推定結果等の必要な事項を迅速かつ的確に報告するとともに、取るべき対策に関して意見を具申する。

(2) モニタリングチーム

① 緊急時モニタリングの実施

空間放射線量率の測定、大気中の放射性物質濃度の測定、環境試料の採取及び放射能の測定等の緊急時モニタリング作業を実施する（解説L参照）。これらの作業は、その目的・内容ごとにモニタリングチームを編成して行うことが適切である。さらに、環境試料の分析及び精密測定を行う施設をあらかじめ定めておく必要がある。

② モニタリングセンターへの報告

各モニタリングチームは、それぞれの作業結果を迅速かつ的確にモニタリングセンターに報告する。

指定公共機関は現地へ緊急時モニタリング要員及び機材を動員し、地方公共団体の行う緊急時モニタリング活動を支援する。

4-3-2 実施方法

緊急時モニタリングを迅速かつ有効に実施するためには、被ばくの経路（解説M参照）等を考慮し、モニタリング段階毎に測定項目、測定地点又は試料採取地点、測定方法等についてあらかじめ可能な限り具体的に定めておくことが必要であり、発生した緊急事態に応じて、効果的なモニタリングを実施する。

なお、実施に当たっては機動性を高めるため、車両及び可搬型モニタリングポストを有効に利用し、さらに地点、状況等によっては、船舶、航空機による緊急時モ

モニタリングが必要になる場合もある（解説N参照）。

以下に(1) 第1段階モニタリング、(2) 第2段階モニタリングに分けて述べる。

(1) 第1段階モニタリング

第1段階モニタリングは、原子力緊急事態の発生直後から速やかに開始されるべきものであり、この結果は、放出源の情報、気象情報及びSPEEDIネットワークシステム等から得られる情報とともに、予測線量の推定に用いられ、これに基づいて防護対策に関する判断がなされることとなる。したがってこの段階においては何よりも迅速性が必要であり、第2段階で行われる測定ほど精度は要求されない。

以下に①測定項目、②測定地点又は試料採取地点について述べる（測定方法については文部科学省放射能測定法シリーズ参照）。

① 測定項目^{*18}

- 1) 空間放射線量率
- 2) 大気中の放射性物質の濃度
 - ・大気中の放射性ヨウ素等濃度の測定
 - ・大気中のウラン又はプルトニウムの濃度の測定
- 3) 環境試料（飲料水、葉菜、原乳及び雨水）中の放射性物質の濃度
 - ・環境試料中の放射性ヨウ素等の濃度の測定
 - ・環境試料中のウラン又はプルトニウムの濃度の測定^{*19}
- 4) 積算線量

② 測定地点又は試料採取地点

気象条件、SPEEDIネットワークシステムによる予測結果等を考慮し、次の各地点において空間放射線量率の測定、大気中の放射性物質及び環境試料の採取を行う。

- 1) 最大空間放射線量率出現予測地点^{*20}とその近傍 数点
- 2) 大気中の放射性物質の最大濃度の出現予測地点とその近傍 数点
- 3) 風下軸を中心とした約60°の範囲において、大気中の放射性物質の最大濃度の出現予測地点を通り、風下軸と直交する線上 数点
- 4) 風下方向の人口密集地帯、集落、退避施設等

地点数は当該地域の人口分布等を考慮して適宜決める。

また、退避等の措置が実施された場合には、退避施設等における環境モニタリングを実施すること。

なお、車両を利用して走行しながら空間放射線量率を連続測定した結果や適切な場所に車両を一定期間停車させて連続測定した結果は、空間放射線量率の分布を知る上で有効となる。

(2) 第2段階モニタリング

*18 第1段階モニタリングにおいては、1 Gy = 1 Svとする。

*19 アルファ線表面汚染密度を簡易測定し、必要に応じて行うものとする。

*20 地点の選定にあたっては、直接線及びスカイシャイン線による線量率も考慮することが重要である。（解説M参照）

第2段階モニタリングは、事故状態の予測が確実になり、放射性物質又は放射線の放出が減少してきた段階において開始される。同モニタリングについては、第1段階モニタリングで要求される迅速性より正確さが必要となり、周辺住民等の実際の線量の評価と環境中に放出された放射性物質又は放射線の状況の把握に必要な情報の収集活動を行う。

そのため、第2段階モニタリングにおいては、積算線量及び人体の被ばく評価に必要な環境中に放出された放射性物質が対象となる。また、環境モニタリングの実施範囲は、第1段階モニタリングよりさらに広く、その実施頻度については、放射性物質又は放射線の放出の終息以降においても、1日～数日の間隔で行われる。放射性物質又は放射線の放出が継続しないような事故の場合には、第1段階モニタリングから直ちに第2段階モニタリングに移行することもある。

なお、この環境モニタリングの結果は、各種防護対策の解除に用いられる。

以下に①測定項目、②測定地点又は試料採取地点、③環境試料に対する経時変化の追跡について述べる（測定方法については文部科学省放射能測定法シリーズ参照）。

① 測定項目

- 1) 空間放射線量率
- 2) 大気中の放射性物質の濃度
- 3) 次の環境試料中の放射性物質の濃度
 - (イ) 第1段階モニタリング試料と同じもの
 - (ロ) 土壌、植物
 - (ハ) 農畜産物
 - (ニ) 原水（河川、浄水場等）
 - (ホ) 魚介類（河川又は海洋への放出がある場合）
- 4) 積算線量

② 測定地点又は試料採取地点

第1段階モニタリングの結果を参考とし、必要と考えられる地点

③ 環境試料に対する経時変化の追跡

環境中へ放出された放射性物質の状況が、時間的にどのように変化しているかを追跡するため、①3)で対象となっている環境試料のうち、経時変化の追跡が必要と考えられる試料の採取及び測定を一定の時間間隔で行う。

4-4 線量等の推定と評価

緊急時においては、基本的には防護対策の決定に当たって、先ず計算等により周辺環境の予測される放射性物質の濃度及び周辺住民等の予測線量等を推定し、さらに、モニタリング結果により実際の放射性物質の濃度及び線量の評価を、以下の原子力施設から主として放出される放射性物質又は放射線について行う。

- ① 原子炉施設等については、放射性の希ガス及びヨウ素
- ② 核燃料施設における火災、爆発、漏えい等については、ウラン又はプルトニウム等
- ③ 核燃料施設における臨界事故については、核分裂生成物に加え、中性子線及びガンマ線

ここでいう予測線量とは、放射性物質又は放射線の放出量、気象情報等をもとに、何の防護対策も講じない場合に、その地点に留まっている住民が受けるであろうと考えられる線量の推定値のことであり、個々の住民が受ける実際の線量とは異なるものである。したがって、予測線量は、状況の推移とともに変更され得ることを考慮する必要がある。

緊急時における予測線量の推定を行うに当たっては、①及び②については、4-4-1に述べる予測線量分布図等を有効に利用しつつ、空間放射線量率の実測結果と併せて総合的に判断することが望ましい。

4-4-1 予測線量分布図等の作成

大気中に放出された放射性物質について、防護対策の決定に資するための周辺環境の予測される放射性物質の濃度、予測線量等の情報を得るための計算手法には、①電子計算機を用いて大気中の放射性物質の挙動を計算し、大気中の放射性物質の濃度、周辺住民等の線量等を予測する詳細計算法、及び②図表等を用いて放射性物質の濃度、線量等を予測する簡易計算法がある。詳細計算法のためのシステムとして、主に原子炉施設等を対象とした国及び地方公共団体を結ぶSPEEDIネットワークシステムが運用されている（解説K参照）。

簡易計算法は、平坦地形における一様な風による拡散計算であることから、このような条件を満たさない場合には、その地勢等地域に固有の特徴を考慮した上で利用することが必要である（解説O参照）。これに対し詳細計算法は、その時刻における実際の気象情報を用い、地形の影響を考慮して計算しているため、より精度の高い予測を行うことができる。

なお、これらの計算手法によって得られた予測線量等の分布図は、①固定式モニタリングポスト等の測定値の補完、②空間放射線量率のサーベイ実施地点の検討、③大気及び環境試料のサンプリング実施地点の検討、④積算線量計や可搬型モニタリングポストの特別配備の検討にも有効に利用することができる。

(1) 詳細計算法による予測線量分布図等の作成

詳細計算法は、SPEEDIネットワークシステムを用いて、主に気体状の放射性物質の大気中の移流・拡散状況から放射性物質の濃度分布、線量分布等を計算する手法であり、この結果を用いて周辺環境の予測される放射性物質の濃度、予測線量等を推定する（解説K参照）。

SPEEDIネットワークシステムは、定常的に気象庁の気象情報を収集し、緊急時に備えている。緊急時には、この気象情報、放出源情報及びあらかじめ作成・保存されている各種データベースをもとに、計算を行い、大気中の予測され

る放射性物質の濃度分布図、予測線量分布図等の計算図形を作成する。

緊急時には、放出源情報を迅速かつ正確に入手する必要があるが、場合によっては、放出源情報を仮定して計算を行うこともある。

なお、あらかじめSPEEDIネットワークシステムにより風向の方位別に計算しておいた分布図等の結果を利用することは有効である。

(2) 簡易計算法による予測線量分布図等の作成

事故時においては、その兆候が現れてから環境に影響が及ぶまでにはある程度の時間的余裕がある場合とない場合が考えられるが、SPEEDIネットワークシステムによるオンラインの計算結果が入手できない場合には、簡易計算法における大気拡散式に基づいた計算結果を透明プラスチック板に図示したものから分布図を作成する（解説O参照）。

簡易計算法における計算結果の利用に際しては、詳細計算法と異なり、比較的平坦な場所以外ではその結果に対し地形の影響を考慮して評価することなどが必要である。

4-4-2 予測線量の推定

放射性物質又は放射線の影響を可能な限り避けるために、屋内退避、避難等の防護対策について検討する必要がある。防護対策を講ずる観点から以下の項目について予測線量の推定を迅速に実施する。

① 原子炉施設等

原子炉施設等においては、多重の物理的防護壁により施設からの直接の放射線はほとんど遮へいされ、また、固体状、液体状の放射性物質が広範囲に漏えいする可能性も低い。したがって、周辺環境に異常に放出され広域に影響を与える可能性の高い放射性物質としては、気体状のクリプトン、キセノン等の希ガス及び揮発性のヨウ素を考慮すべきである。また、これらに付随して放射性物質がエアロゾル（気体中に浮遊する微粒子）として放出される可能性もあるが、その場合にも、上記の放射性物質に対する対策を充実しておけば、所要の対応ができるものと考えられる。

これらの放出された放射性物質は、プルーム（気体状あるいは粒子状の物質を含んだ空気の一団）となって風下方向に移動するが、移動距離が長くなるにしたがって、拡散により濃度は低くなる。

原子炉施設等については、主として放射性希ガスからの外部被ばくによる実効線量及び放射性ヨウ素からの甲状腺の等価線量を推定する（解説I参照）。

② 核燃料施設

1) 火災、爆発等による核燃料物質の放出

核燃料施設においては、火災、爆発、漏えい等により施設からウラン又はプルトニウム等がエアロゾルとして放出されることが考えられる。これらの放射性物質は上記①と同様にプルームとなって放出、拡散されるが、爆発等により、フィルタを通さずに放出され、量的に多いとみられる粗い粒子状の

ものは、気体状の物質に比べ早く沈降すると考えられる。また、フィルタを通して放出される場合には、気体状の物質とほぼ同様に振る舞うと考えられる。

火災、爆発等による放射性物質の放出については、主としてウラン又はプルトニウムによる骨表面又は肺の等価線量を推定する（解説 I 参照）。

2) 臨界事故

臨界事故が発生した場合、核分裂生成物の放出に加え、反応によって中性子線及びガンマ線が発生し、周囲に放出される。

核分裂生成物の放出は、主として放射性の希ガス及びヨウ素を考慮すればよく、その潜在的な総量は原子炉施設等に比べ極めて少ない。

一方、施設の遮へいが十分な箇所で、中性子線及びガンマ線が放出された場合には、これらの影響を無視できるが、遮へいが十分でない場合は重要となる。施設内外の遮へい条件にもよるが、放射線の強度は施設からの距離のほぼ 2 乗に反比例して減衰するため、その影響は近距離に限定される。

臨界事故については、主として中性子線及びガンマ線に対する外部被ばくによる実効線量を推定する。また、事故の形態によっては、放射性希ガスからの外部被ばくによる実効線量及び放射性ヨウ素からの甲状腺の等価線量も推定する。

大気中に放出された放射性物質の予測線量等の推定は、4-4-1において作成された計算図形を基本とし、必要に応じ、気象情報、放出源情報、モニタリング情報等により補正することにより行う。

予測線量等の推定に当たっての注意点は次のとおりである。

- ① 推定作業と並行して、正確な放出量、放出核種組成、性状、放出継続時間等の放出源情報の入手及びその確認に努めること。
- ② 計算を行った時点では必ずしも放出源情報が十分に得られているとは限らず、幾つかの仮定のもとに計算されていることがあるので、このような場合には予測線量等が不確実性を伴っていることに注意すること。
- ③ 計算図形を作成する際に用いた情報の多寡、推定値の確実性等を念頭に置いて、推定の迅速性に対する要求と精度に対する要求との兼ね合いを配慮して行うこと。
- ④ 推定の際にモニタリング値が得られている場合には、最大放射能濃度又は最大空間放射線量率の出現地点、分布のパターン等に関して計算図形とモニタリング値との比較検討を行うことにより、計算図形からモニタリング値を補完すること、及びモニタリング値から計算結果を逐次修正することができる。
- ⑤ 推定結果には何時の時点におけるどのような情報に基づく推定であるか、その使用目的は何かなどを明記するなど、防護対策決定の判断に資するために必要十分な情報を付記する必要がある。

放射性物質の放出が終了し、放射性プルームが通過した後は、予測地表蓄積濃度分布図等とともにモニタリングの実測値等に基づき、その後の周辺住民等及び環境

への影響の推定、飲食物摂取制限等の検討に重点が移行する。

なお、緊急時モニタリングの体制、測定項目等についての継続・強化等に関する評価も併せて行う必要がある。

4-4-3 線量の評価

周辺住民等の実際の線量の評価については、モニタリングの結果に基づき、外部被ばく及び内部被ばくによる実効線量を算定し、高線量が予想されるときには、これらに加え内部被ばくによる等価線量を、周辺住民等の行動を考慮し、平常時モニタリングの手法にしたがって算定する（解説 I 参照）。さらに必要に応じ、環境中に放出され地表に蓄積された放射性物質による線量を評価する。

第5章 共通事項

5-1 測定機器等の整備

環境放射線モニタリングを実施する機関は、必要な性能を有する測定機器（解説P参照）、必要な性能を有するテレメータシステムなどの必要な資機材をあらかじめ整備するものとする。

5-1-1 測定機器に必要な性能

環境放射線モニタリングに用いる測定機器は、以下の性能を満たすよう選択するものとする。

〔第1図〕に測定機器を選択するにあたってのフローを示す。

(1) 測定対象が適切であること

- ① 空間放射線の線量率及び積算線量、環境試料中の核種等の測定対象が適切であること
- ② 環境試料中の核種等を測定対象とする場合には、必要に応じ、複数の核種を同時に検出できること

(2) 測定範囲が適切であること

- ① 平常時には、与えられた測定条件を考慮しても、適切な検出下限であること
- ② 緊急時には、与えられた測定条件を考慮しても、下限及び上限が適切な検出限界であること

5-1-2 テレメータシステムに必要な性能

テレメータシステムは、各測定地点における空間放射線量率、気象要素等の計測データを集中的に監視するとともに、これらの集計、記録、整理及び解析を行うため、データを中央に送る伝送系とこれを処理する中央制御装置を統合したものである。

テレメータシステムには、平常時には10分以内の間隔でデータを収集し、1時間間隔でデータを記録するとともに、緊急時には2分以内の間隔でデータを収集し、過去1時間の短時間間隔のデータを記録することができる性能が求められる（文部科学省放射能測定法シリーズ参照）。

5-2 品質保証

環境放射線モニタリングにおける品質保証の目的は、得られたデータの品質が客観的にみて、適切なレベルに維持されていることを保証することである。これによってはじめて各機関の間のデータあるいは一機関の異なった時期におけるデータの統一的な解釈が可能になる。

品質保証は、試料の採取からデータの評価に至る一連の行為のすべての段階において確立されている必要があり、それには次の事項が含まれる。

- ① 環境放射線モニタリングに用いられる機器・装置の品質

- ② 計測器の保守、点検及び校正
- ③ 標準となる分析方法の確立
- ④ 国家計量標準がある場合には、これとトレーサビリティのある校正用線源等の利用
- ⑤ 職員の教育及び訓練^{*21}
- ⑥ データの品質が必要とされるレベルに維持されていることを示す文書、記録等以上の項目を総合的に評価するための一つの方法として、環境放射能に関する分析専門機関とのクロスチェック（比較分析）を実施することが望ましい。

また、品質保証管理におけるP D C A（計画、実施、評価及び改善）サイクル手法を参考にして、品質保証活動を継続的に実施していくことが望ましい。さらに、中長期的な人材育成が重要である。

5-3 データの記録等

この指針に沿って実施された調査から得られたデータは、処理の自動化にも応じられる的確で統一的な様式に従って記録されることが望ましい。

また、これらのデータが特定地域のものとしてだけでなく広域的、長期的観点からのデータとして十分に活用することができるよう、電子媒体等による的確な記録様式を定めて管理を行うものとする。

個々のデータに対応する記録内容の他に、線量の評価に係る人口分布、食品の流通経路、生産量、その他各種のパラメータ等についての情報の収集、保存等に留意する。

5-4 留意事項

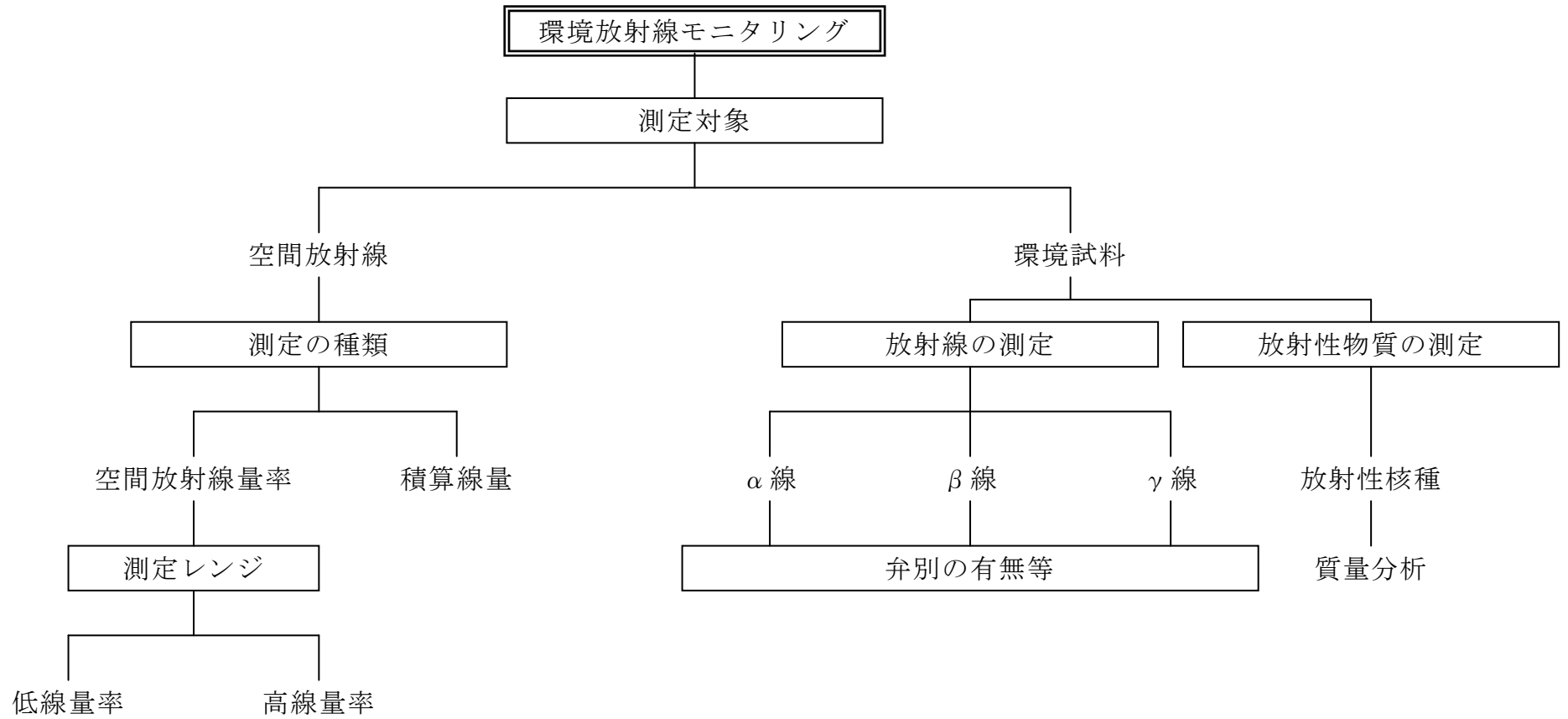
原子力施設立地地域における大規模地震等の自然災害又は停電時においては、原子力施設の状況について周辺住民等の関心が特に高いことから、そのような状況でも機能するような設備の配置、代替施設の整備等により適切な体制を整備しておくことが望ましい。

*21 環境放射線モニタリング実施機関は、モニタリング作業に必要な不可欠な知識及び技能を取得するための教育・訓練計画を策定し、実施するとともに、新たな知見等を取り入れて計画を定期的に見直すことが必要である。その際、分析専門機関が実施する研修コース（サンプリング、測定、線量評価等）を活用することも有効である。また、事業者から取得すべき情報、考えられる事故状況等の予備知識を身につけておくことが望ましい。

〔第1表〕 代表的なモニタリングの調査内容

| 区分 | 調査対象 | 測定頻度 | 備考 | |
|-----------|--------|-----------------------|--------------------|--------|
| 空間 放射線 | 線量率 | 連続測定 | | |
| | 積算線量 | 四半期毎に測定 | 線量率測定結果から算出することも可能 | |
| 環境試料 | 大気 | 連続採取し測定 | ガスモニタ、ダストモニタ等 | |
| | | 連続採取し 1～3ヶ月毎に採取し測定 | 浮遊じん等 | |
| | 陸水 | 四半期毎に採取し測定 | 飲料水等 | |
| | 牛乳 | 必要に応じて採取し測定 | I-131分析 | |
| | 土壌 | 半年～1年毎に採取し測定 | 表層土 | |
| | 農産食品 | 収穫期に採取し測定 | 葉菜、根菜、米等 | |
| | 指標生物 | 四半期～1年毎に採取し測定 | ヨモギ、松葉等 | |
| | 降下物、降水 | 1ヶ月毎に採取し測定 | 水盤法等 | |
| | 海洋試料 | 海水 | 半年毎に採取し測定 | 表層水 |
| | | 海底土 | 半年～1年毎に採取し測定 | 表層土 |
| | | 海産食品 | 漁期に採取し測定 | |
| | | 指標生物 | 四半期毎に採取し測定 | ホンダワラ等 |

(注) 空間放射線の線量率は必要に応じてガンマ線エネルギーの測定を行う。また、環境試料は原則として核種分析を行う。



※測定機器の例は解説 P を参照

〔第 1 図〕 測定機器の選択のフロー

解説

A 原子力施設の特性に応じた調査項目

安全審査において、平常運転時及び事故時の公衆の線量評価の対象とされている核種は以下のとおりである。なお、これらの核種全てを調査項目とする必要はなく、モニタリングの目的や核種の代表性を考慮して選定することが重要である。

〔表 A-1〕 平常運転時の公衆の線量評価の対象とされている核種

| 施設の種類 | 核種 | |
|------------------|----|---|
| 実用 発電用 原子炉 | 気体 | Kr-85、その他放射性希ガス、I-131、その他放射性ヨウ素 |
| | 液体 | H-3、Cr-51、Mn-54、Fe-59、Co-58、Co-60、Sr-89、Sr-90、I-131、Cs-134、Cs-137 |
| 再処理 | 気体 | H-3、C-14、Co-60、Kr-85、その他放射性希ガス、Sr-90、Ru-106、I-129、I-131、その他放射性ヨウ素、Cs-137、Pu-239、Pu-240 |
| | 液体 | H-3、Co-60、Sr-90、Ru-106、I-129、I-131、Cs-134、Cs-137、Ce-144、Eu-154、Pu-239、Pu-240、Pu-241、Am-241、Cm-244 |
| 加工 | 気体 | U |
| | 液体 | U |
| 廃棄 | 気体 | H-3、C-14、Co-60、Ni-59、Ni-63、Sr-90、Nb-94、Tc-99、I-129、Cs-137、全 α (Am-241、Pu-239 で代表) |
| | 液体 | H-3、C-14、Co-60、Ni-59、Ni-63、Sr-90、Nb-94、Tc-99、I-129、Cs-137、全 α (Am-241、Pu-239 で代表) |

出典：関西電力（株）大飯発電所、東北電力（株）東通原子力発電所、日本原燃（株）再処理事業所、（株）グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン及び日本原燃（株）濃縮・埋設事業所に係る許可等の申請書添付書類

〔表A-2〕 事故時の公衆の線量評価の対象とされている核種

| 施設の種類 | 核種 | |
|------------------|----|---|
| 実用 発電用 原子炉 | 気体 | Kr-85、その他放射性希ガス、I-131、その他放射性ヨウ素 |
| | 液体 | — |
| 再処理 | 気体 | Kr-85、その他放射性希ガス、Sr-90、Ru-106、I-131、その他放射性ヨウ素、Cs-137、Pu-238、Pu-239、Pu-240、Pu-241、Am-241、Cm-244 |
| | 液体 | — |
| 加工 | 気体 | U |
| | 液体 | — |
| 廃棄 | 気体 | H-3、C-14、Co-60、Ni-59、Ni-63、Sr-90、Nb-94、Tc-99、I-129、Cs-137、全 α (Am-241、Pu-239 で代表) |
| | 液体 | — |

出典：関西電力（株）大飯発電所、東北電力（株）東通原子力発電所、日本原燃（株）再処理事業所、（株）グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン及び日本原燃（株）濃縮・埋設事業所に係る許可等の申請書添付書類

B 空間放射線の測定

空間放射線の測定において、考慮すべき事項や関連する文部科学省放射能測定法シリーズは以下のとおり。

| 項目 | 意義 | 留意点 | 関連する文部科学省放射能測定法シリーズ |
|-------|--|--|---|
| 空間放射線 | 線量の寄与分を知り得るという点で重要であり、連続測定の場合には空間放射線レベルの変動を比較的速度やかに知ることができる。 | 検出器のエネルギー依存性、方向依存性、自己照射、宇宙線に対する感度の差により、種類の異なる検出器を持つ計測器間の比較に注意が必要 | 連続モニタによる環境 γ 線測定法 熱ルミネセンス線量計を用いた環境 γ 線量測定法 空間 γ 線スペクトル測定法 蛍光ガラス線量計を用いた環境 γ 線量測定法 |

C 気象要素の計測

モニタリング計画及びモニタリング結果の解釈と評価に当たって、気象に関する情報は重要な要素の一つである。

これらの気象情報に関して、モニタリングを実施する地域の気象特性を代表する地点、及び局地性の強い気象特性を示すモニタリング地点において気象観測を行うことは大切である。

地域の気象特性を代表する連続した気象観測値は、地域内あるいは地域に近接する気象庁の公式観測施設、事業者が設置する気象観測装置、モニタリングステーションに併置した連続気象観測装置あるいは他の観測施設から、何時でも得られる体制を作ることが望ましい。

また、社会環境等から気象特性上局地性の強い地点をモニタリング地点として選定した場合には、その地点の気象特性を把握するために、必要な項目について気象観測を連続して実施することが望ましい。

モニタリングと密接に関連する主な気象観測項目は次のとおりである。

- ① 風向、風速
- ② 日射量、放射収支量（風速値と合わせ、大気安定度の分類に用いる。）
- ③ 気 温
- ④ 降 水 量
- ⑤ 積 雪 量
- ⑥ 感雨、感雷

これらのうち、特に降水、積雪及び雷は空間放射線量の測定値に直接影響を与え、また局地性も強いので注意を要する。

気象観測に用いる測器は、気象庁の検定対象となっているものについては検定に合格したものを使用することとし、気象観測は気象業務法に従うとともに「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」（昭和57年1月28日原子力安全委員会決定）をも参考とすることが望ましい。

D 指標生物

環境放射線モニタリングの主な目的は、原子力施設からの放射性物質の環境放出に起因する公衆の実効線量が年線量限度を十分に下回っていることを確認することである。さらに環境中の放射能レベルを調査し、その変動を把握することも重要な課題である。

実効線量の評価を目的として、食用に供される農畜水産物を対象に放射能調査が実施されるが、必ずしも定期的・継続的に入手できない場合があるため、定期間隔で、かつ継続的に採取できる生物を注意深く活用することも有効である。また、放射性物質の生体濃縮の速度や度合が大きく、かつ、その地域で容易に採取できる生物が存在すれば、その放射能監視を行うことが放射能レベルの変動を的確かつ迅速に把握する上で簡便かつ有効な場合がある。

このような生物を指標生物と呼び、通常食用に供さないか、あるいは食物連鎖へのつながりが少ないと考えられる生物であってもよく、陸上では松葉、ヨモギ等、海洋ではホンダワラ、カジメ等がこれにあたる。

指標生物をモニタリング計画に取り入れるには、その生物の特徴、特性等を明らかにし、調査目的に対応する採取計画を立てることが必要である。例えば、環境における放射能レベルの変動を比較するための採取頻度は一定季節に毎年1～4回で十分であるが、原子力施設からの予期しない放射性物質の放出があった場合、あるいは核爆発実験の場合等の短期的な影響調査では頻繁に採取する必要がある。

特に、大気中放射能等の変動が一過性であるのに対して、環境試料中の放射性核種はそれより長くとどまることから、経時変化を注意深く観察する必要がある。指標生物の調査は、環境へ放出された放射性物質の時間的経過などの全体的な変動状況把握の目的に合致している。

なお、実効線量の評価のための十分な情報が得られない場合、食用としない指標生物中の放射能濃度等を参考にして評価することができる。この場合、農水産物と指標生物では放射性物質の蓄積傾向が異なることに留意する必要がある。

E 環境試料の保存

環境試料の保存の目的は、試料処理中に失敗があった場合、測定結果に異常があるか若しくは異常が疑われる場合、当初対象にした核種以外の分析が必要となった場合又は新しい測定器、測定技術等が導入された場合に必要に応じて行われる再測定等を可能にするためである。測定の目的が十分に達せられ、再測定の必要はもはやないと判断されたときには、その試料は廃棄できる。しかし、再測定の可能性が排除できないときには、適当な見直し時期まで保存するものとする。次表に一応のめやすを参考として示す。

〔表 E - 1〕 試料の保存期間

| 保存試料の種類 | | 保存試料数 | 保存形態 | 最低保存期間 |
|--------------------------------------|-------------|---------|----------|-------------|
| 前 操 業 開 始 前 試 料 | 蓄積状況を把握する試料 | 全 試 料 | 乾燥物又は灰化物 | 操業期間中 |
| | 上記以外の試料 | 代 表 試 料 | 同 上 | 操業後 5 年程度 |
| 後 操 業 開 始 後 試 料 | 蓄積状況を把握する試料 | 代 表 試 料 | 同 上 | 5 年程度 |
| | 上記以外の試料 | 全 試 料 | 同 上 | 測定結果の評価完了まで |

- 注 1. 保存試料は原則として測定済試料とする。
 2. 操業開始前試料は、特別な措置をせずに保存が容易なものに限る。
 3. 代表試料は、例えば試料採取地点、採取頻度等を勘案して抜き取ったものとする。

F 検出限界計数率

測定目標値を達成する測定を行うために、適切な測定条件を設定する必要がある。
ある測定条件で得られる検出限界計数率は以下のように求められる。

一般にある試料を測定した場合、計数率 n は同一測定条件におけるバックグラウンド計数率の標準偏差を σ_B とするとき

$$n > 3 \sqrt{2} \sigma_B$$

の条件を満たさなければならない。

これは以下の考え方によるものである。

試料の測定時間を T_s 秒、計数値を N_s とすると、試料の計測時の計数率は、 $n_s = N_s / T_s$ 、また、バックグラウンド計測において計測時間を T_b 秒、計数値を N_b とすると、 $n_b = N_b / T_b$ となり、正味計数率 n_n は $n_n = n_s - n_b$ で表される。

ここで標準偏差 σ を

$$\sigma = \sqrt{\frac{n_s}{T_s} + \frac{n_b}{T_b}}$$

正味計数率 n_n を $n_n = n_s - n_b = 3\sigma$ とおいた時に得られる次の式

$$n_n = \frac{3}{2} \left\{ \frac{3}{T_s} + \sqrt{\left(\frac{3}{T_s}\right)^2 + 4n_b \left(\frac{1}{T_s} + \frac{1}{T_b}\right)} \right\}$$

を検出限界計数率とする。

$T_s \approx T_b$ であり、かつ、 n_b がとくに小さくない場合、上の式は近似的に

$$n_n = 3 \sqrt{2 \frac{n_b}{T_b}} = 3\sqrt{2} \sigma_b$$

で表すことができる。（ここで σ_b はバックグラウンド計数の標準偏差である）

G 核爆発実験による放射性降下物

核爆発実験が行われた場所によって、爆発後日本にその影響が現われる時期が異なる。中国大陸で行われた大気圏内核爆発実験を例にとると、日本に現われるその影響は、通常、爆発後2～3日に第1の山があり、その後1週間～10日後に第2の山がある。第1の山は、対流圏に注入された核分裂片が直接到着したものであり、第2の山は日本上空を通過後地球を一周した後に到着したものである。また、地域差はあるが一般的に、到着時間は西日本が早く順次東に移動してゆくパターンをとる。これは、日本上空を流れる偏西風による。しかし、核爆発実験が行われると必ずこうなるとは限らず、爆発が行われた高さ、位置、規模、爆発の型、気象条件等によって、日本への影響の時期及び程度が異なるので、予断をしないほうがよい。なお、放射能水準の推移は〔図G-1〕及び〔図G-2〕のとおりである。

(1) 核爆発実験直後の放射性降下物中の核種

核爆発実験直後の放射性降下物中の核種は、短半減期の核種の占める割合が大きく、しかも爆発後の経過時間によって、その割合が大きく変わる。

厳密には、爆発に用いられた核物質、つまりU-235かPu-239によって、また爆発の型、核分裂か核融合を伴うかによって、放射性核種の生成割合は異なるが、実際にはその差はあまり問題にならない。核爆発後数日から1週間位までの間に、例えば大気浮遊じん及び降水に検出される主な核種は次のようなものである。

Np-239、Mo-99、Te-132、I-131、I-132、I-133、
Ce-143、Sr-91、Zr-95、Zr-97、Nb-95、Ba-140、
La-140

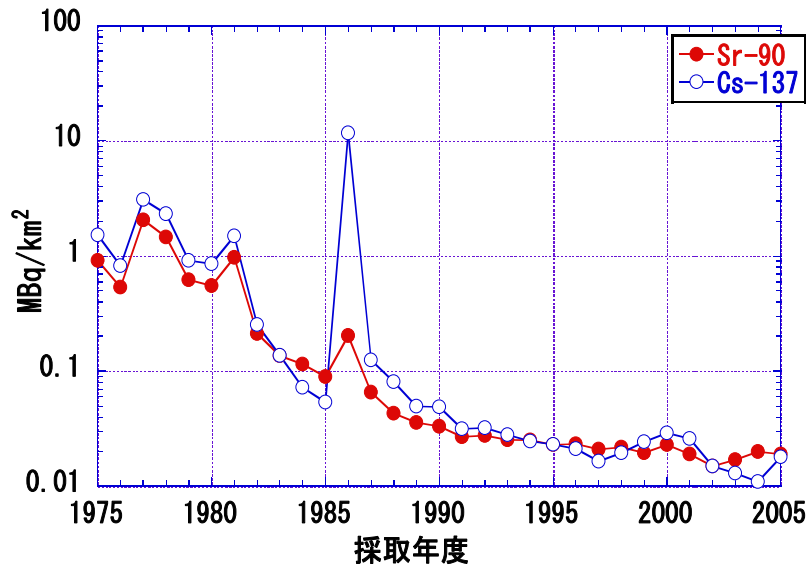
(2) 新たな核爆発実験がないときの放射性降下物

新しい核爆発実験によって大気圏に新たな核分裂片の注入がないときには、過去の核爆発実験に起因する放射性降下物により、比較的半減期の長い核種が検出されることがある。主な核種はZr-95、Nb-95、Ru-103、Ru-106、Ce-141、Ce-144、Sr-90、Cs-137及びこれらの崩壊生成物である。またときとして、Co-60、Mn-54などの核種が検出される場合もある。これらの核種の地上への降下のパターンは地域及び気象条件によって異なるが、一般的には春期にピークを持つような季節変動がある。

このような放射性降下物に関するデータは日常のモニタリングデータの中で常に把握しておくことが必要である。そのデータから、例えば放射性降下物中の核種間

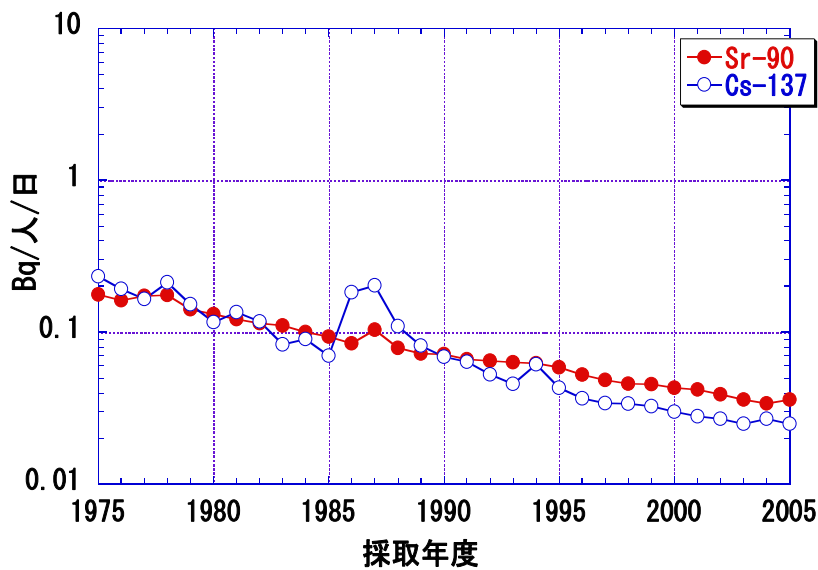
の比に着目することによって、その比が極端に変われば、それは放射性降下物以外の原因による核種の混入が推定できることがある。

しかし、放射性降下物中の核種は時間的、空間的に差が著しいので、そのデータの取扱いには十分に注意する必要がある。



〔図G-1〕 全国の降下物中のSr-90、Cs-137平均濃度

1980年まで中国で大気圏核爆発実験が行われていた。その後Sr-90及びCs-137の濃度は減少したが、1986年のチェルノブイリ原子力発電所の事故により、特にCs-137濃度が高くなっている。



〔図G-2〕 全国の日常食中のSr-90、Cs-137平均濃度

日常食においては降下物ほど顕著なピークは見られないが、中国の大気圏内核爆発実験及びチェルノブイリ原子力発電所の事故の影響は見られる。

出典：文部科学省 環境放射能調査研究成果論文抄録集

H 空間放射線が平常の変動幅を外れた場合の評価

測定結果が平常の変動幅を外れる主な要因は、(i)降水、(ii)積雪、(iii)その他の自然現象、例えば逆転層等による放射線レベルの変動、(iv)大気圏内の核爆発実験等、(v)原子力施設等起因の人工的な放射線源、(vi)計測器の異常の他、母集団の大きさ及び分布の形に依存する統計的な確率に起因するもの等である。これの要因について解析を行うには、

- ① それぞれの要因について情報を得る、
- ② 測定時間間隔を選択する、
- ③ 比較する母集団を選択する、

ことが必要である。

〔図H-1〕に平常の変動幅を外れた場合の原因究明のフローチャート例、〔表H-1〕に原因別の変動パターンを示す。

統計処理を行う場合の母集団選定に際しては次の事項について考慮する必要がある。

(1) 時間間隔

1 データの積算計数時間又はデータの打ち出し時間間隔は、着目する事象による線量率の変動速度に見合うものとする必要がある。降水等の自然現象を対象とした場合に用いられる時間間隔は数分～数十分である。原子力施設に基づく変動を対象とするときはその数分の1またはそれ以下の短い間隔、放射性降下物の場合は数倍またはそれ以上の長い間隔が適用される（なお、自然現象には1日及び1年の周期変動等がある。）。したがって、連続測定に際してのデータの抽出間隔は5分、10分のいずれかを標準とし、短い間隔が必要なときは1分、2分のいずれかとする。

これらのデータから、あとの解析のため1時間値を求める。

(2) 母集団に含めるデータの数

母集団に含めるデータの数は多ければ多いほど真の分布に近づくので、数十以上とすることが望ましい。降水時のデータのみ母集団を作るような場合以外には、この程度のデータ数を得ることは容易である。

(3) 母集団の分類

母集団は平常時、降水時、積雪時、核爆発実験等の直後及びこれら以外に大別される。

- ① 平常時はさらに、日変動及び年変動を考慮して特定の時刻及び月毎とに分ける

ことが有用な場合がある。

② 降水時は雷雨、小雨、台風、降雪さらには前線の性質等でさらに分類できるが、通常は降雨、降雪、その他に分類しておくといよい。また積雪時は空間放射線レベルが低下するので母集団を別にする必要がある。

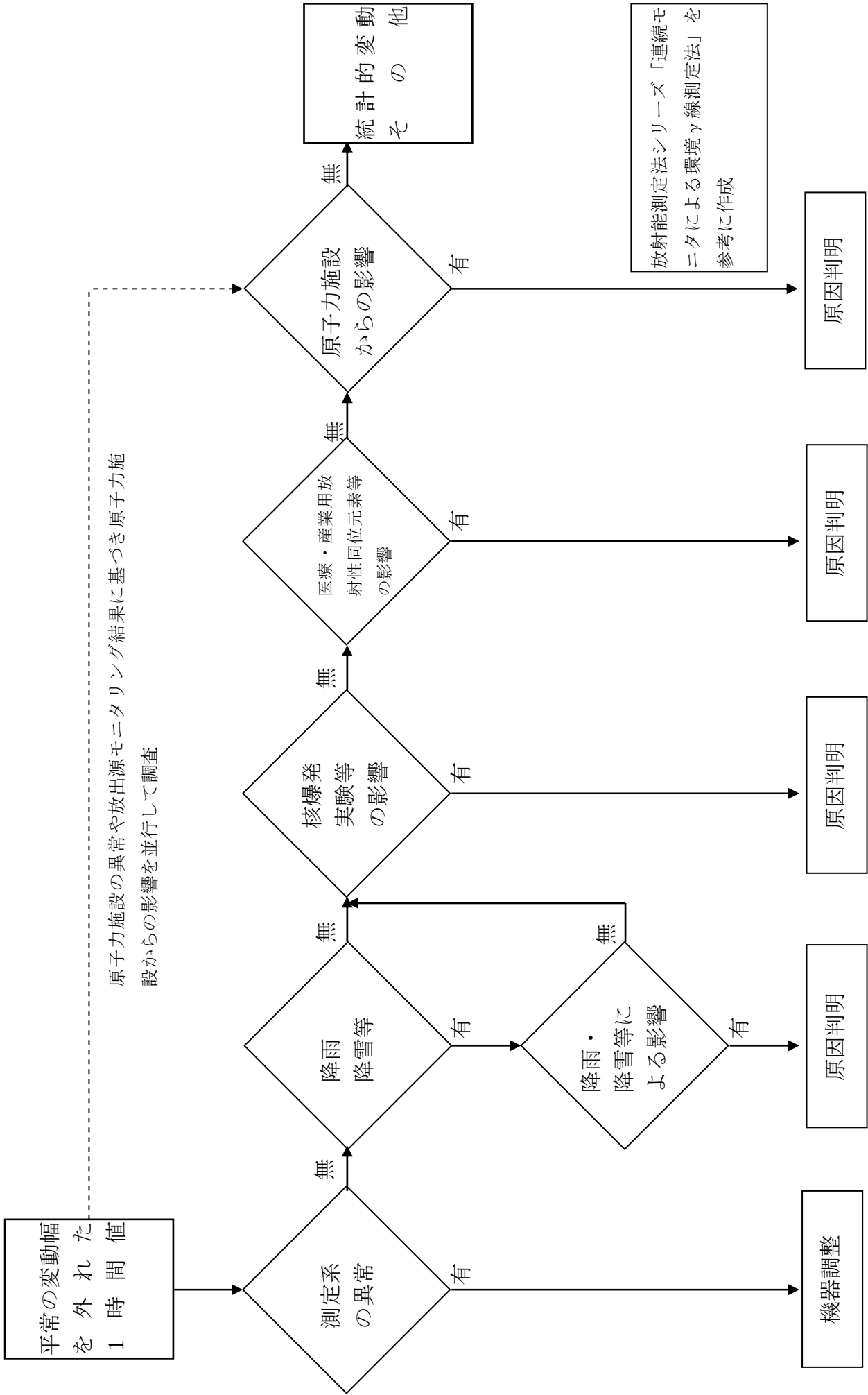
③ 核爆発実験等の直後に増加がみられた場合は別の母集団とする必要がある。

なお、放出源情報による原子力施設の影響の有無については、上記の解析と並行して、早期から行うことが望ましい。

[表H-1] 原因別の変動パターン

| 変動の原因 | | 変動のパターン | 変動の頻度 | 変動量 |
|----------------|---|-----------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| 自然現象による変動 | 降雨 | 降雨中ゆるやかな変動を持つ 降雨終了後約30分の半減期で減少 | 年間100回程度 地域によって差がある | ~20nGy/h ~10 μ Gy/y |
| | 降雪 | 増加と減少が複雑に入り混じる | 地域によって差がある | ±10nGy/h |
| | 雷雨 | 急激に増加して約30分の半減期で減少 | 春先に多い | 最高数十nGy/hになることがある |
| | 積雪 | 積雪によるしゃへい効果 | 地域によって差がある | ~10~30nGy/h程度 降雪の影響と複合して発生する |
| | 気象その他の | 逆転層による日周期 | | |
| 地表の水分による放射線の吸収 | | | | ~2nGy/h程度減少 |
| 大気圏内核爆発実験 | 実験の数日後に変動が現れ経過時間にはほぼ比例して増加量を示す | | | 経過日数が短いほど大で、2~3日後には通常レベルの数倍になる場合がある |
| 医療・産業用の放射線源等 | 医療用放射性同位元素の存在や非破壊検査等による放射線発生装置の利用により増加を示す | | | |
| 原子力施設 | 一定しない、特に風下方向軸で線量率の上昇があり、変動が短い周期を持つ | | | |
| 測定器の特性 | 主として温度変化による | 温度変化による日変化、年変化 | | 温度によって数%~10%に及ぶ場合がある |
| 測定器の故障 | 過大又は過小な値を示す | | | |

[放射線測定法シリーズ 17「連続モニタによる環境γ線測定法」を参考に作成。単位はRをGyに換算した。]



〔図H-1〕 空間放射線が平常の変動幅を外れた場合の原因究明のフローチャート

I 線量の推定と評価法

空間放射線量又は環境試料中の放射能濃度からの線量の評価においては、その推定結果が可能な限り現実的な線量に近づくように算定する。

1. 外部被ばくによる実効線量

空間放射線からの外部被ばくによる実効線量は、積算線量又は空間放射線量率の測定データを解析して算定される*1。積算線量は、その場の空間放射線量を一定期間積算したものであり、平常値と比較することにより原子力施設からの寄与を評価することが可能である。また、空間放射線量率のデータは、時々刻々の放射線レベルの変動パターンや、また場合によってはエネルギー情報も与えるので、それらを解析することによって施設からの寄与をかなり良く弁別することが可能である。

なお、以上の解析結果から実効線量(単位mSv)の推定値を求めるには、原則として、空気カーマ*2(単位mGy)に0.8を乗ずることとし、また照射線量(単位mR)の場合には 7×10^{-3} を乗ずることとする*3。ただし、緊急事態発生時の第1段階モニタリングにおいては $1 \text{ mGy} = 1 \text{ mSv}$ とする。

ガンマ線の放出率が小さく、ベータ線の放出が主要な割合を占める放射性希ガス(Kr-85等)が放出される場合は、別途、ベータ線による皮膚の実効線量に留意するものとする。

2. 内部被ばくによる預託線量

ある放射性核種の一年間の経口摂取又は呼吸による預託実効線量は、〔表I-1〕の実効線量係数を用いて次式により計算することができる。

$$\text{預託実効線量 (mSv)} = \text{実効線量係数} \cdot \text{表 I - 1 の値 (mSv/Bq)} \times \text{年間の核種摂取量 (Bq)} \\ \times \text{市場希釈補正} \times \text{調理等による減少補正}$$

*1 積算線量及び空間放射線量率を測定していない場合には、空気カーマにより実効線量を計算することができない。この場合には、1cm線量当量(1cm線量当量用サーベイメータ、個人線量計等により測定できる。)でも線量の評価を行うことが可能である。ただし、1cm線量当量は実効線量より安全側の評価であることに留意する必要がある。

*2 一般環境で問題となるようなガンマ線のエネルギー範囲では、空気吸収線量は空気カーマとほぼ等しい。

*3 「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する評価指針」(原子力安全委員会、平成13年3月)の線量係数による。

市場希釈補正、調理等による減少補正は必要があれば行う。

平常時においては、環境中の放射能レベルは急激に変化することはないので、米のように一時期に収穫したとしても年間を通じて保存、摂取するものについては年間の核種摂取量は次式を用いて計算して良い。

$$\text{年間の核種摂取量} = \text{環境試料中の年間平均核種濃度} \\ \times \text{その飲食物等の年間摂取量} \quad (1)$$

また、対象とする時期（収穫時期等）が限られ、保存のきかない食品等については次式を用いる。

$$\text{年間の核種摂取量} = \text{環境試料中の対象期間内の平均核種濃度} \\ \times \text{その飲食物の毎日摂取量} \times \text{対象期間内摂取日数} \quad (2)$$

放射能レベルが毎日変動するようなもので、毎日の核種濃度が求められるか、それに近いデータが得られる場合には、次式を用いる。

$$\text{年間の核種摂取量} = \Sigma (\text{環境試料中の毎日の核種濃度} \\ \times \text{その飲食物の毎日の摂取量}) \quad (3)$$

飲食物等の摂取量については標準的な値^{*4}が示されているが、地域によってこれと異なる値が得られている場合、又はここに示された以外の飲食物等については、各々適当な値をとり得るものとする。ただし、その場合には、その旨を明記しておく必要がある。

また、放射性ヨウ素については、〔表 I - 2〕より、年齢に応じた適切な実効線量係数を用いる。

*4 「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」（原子力安全委員会、平成13年3月）では、通常の食品摂取モデルとして成人が1日当りに摂取する食品の量を葉菜100g、牛乳0.2L、魚200g、無脊椎動物20g、海藻類40gとし、呼吸率は $2.22 \times 10^7 \text{cm}^3/\text{d}$ としている。また、ICRP Publication 23では成人の水分の摂取量を2.65L/dとしている。

なお、原則として甲状腺等の預託等価線量は平常時のモニタリングにおいては算定の必要性はないが、原子力施設からの予期しない放射性物質の放出があった場合等において放射性ヨウ素による甲状腺の預託等価線量が相当に上昇する可能性があつて算定の必要が生じた場合には、〔表 I - 3〕の線量係数を用いて、上記と同様な方法で計算できる。なお、計算に用いる呼吸率は〔表 I - 4〕に示した。

参考のために、軽水炉原子力発電所から環境に放出される液体廃棄物中に含まれる主な放射性物質の核種組成を〔表 I - 5〕に、使用済核燃料再処理施設から環境に放出される液体廃棄物中に含まれる放射性物質の核種組成の平均的割合の例を〔表 I - 6〕に示した。

緊急事態においては、〔表 I - 7〕のパラメータを用いて、放射性物質の吸入摂取による内部被ばく線量は以下のとおり求める。

$$H = \sum_i (K_i \cdot \chi_i \cdot M \cdot T)$$

ここで、H：実効線量又は組織の等価線量[mSv]

K_i ：線量係数[mSv/Bq]

χ_i ：放射性物質の大気中濃度[Bq/cm³]

M：呼吸率[cm³/h 又は cm³/d]

T：滞在時間[h 又は d]

であり、 K_i 、Mについては、〔表 I - 7〕に示す値を用いるものとする。また、 χ_i は、モニタリング結果又は計算結果より求める。添字 i は放射性ヨウ素、ウラン、プルトニウムの各同位体を表す。

なお、安全側の評価となるよう、放射性ヨウ素については小児、ウラン及びプルトニウムについては成人の被ばく線量を評価するものとする。

放射性ヨウ素に係る線量換算係数については、ヨウ素が体液から甲状腺に移行する割合を平常時では 0.2、緊急時では 0.3 としているが、これは平常時においては海藻類を多く摂取する日本人の食生活を反映するため、緊急時には保守的な評価とするためである。

〔表 I - 1〕 1 B q を経口又は吸入摂取した場合の成人の実効線量係数

本表の値は ICRP から出版されている CD-ROM (The ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public (Version One, 1999)) に含まれている Publication 72 から抜粋したものであり、化学形等によって複数の値が示されている核種については、そのうちの一番大きな値とし、粒子状のものについては粒子径を $1\mu\text{m}$ とした。

なお、本表には H-3、C-14 など化学形等により実効線量係数の値が数桁に及ぶ範囲で大きく異なる核種も含まれている。したがって、その分析方法等から化学形等が明らかな場合には、Publication 68, 71, 72 などから当該化学形等に相当する実効線量係数を使用すべきである。

(mSv/Bq)

| 核種 | 経口摂取 | 吸入摂取 |
|--------|----------------------------|------------------------------|
| H-3 | 4.2×10^{-8} (有機物) | 2.6×10^{-7} (エアロゾル) |
| | 1.8×10^{-8} (水) | 1.8×10^{-8} (水) |
| C-14 | 5.8×10^{-7} (有機物) | 5.8×10^{-6} (エアロゾル) |
| | | 6.2×10^{-9} (二酸化物) |
| Cr-51 | 3.8×10^{-8} | 3.7×10^{-8} |
| Mn-54 | 7.1×10^{-7} | 1.5×10^{-6} |
| Fe-59 | 1.8×10^{-6} | 4.0×10^{-6} |
| Co-58 | 7.4×10^{-7} | 2.1×10^{-6} |
| Co-60 | 3.4×10^{-6} | 3.1×10^{-5} |
| Zn-65 | 3.9×10^{-6} | 2.2×10^{-6} |
| Sr-89 | 2.6×10^{-6} | 7.9×10^{-6} |
| Sr-90 | 2.8×10^{-5} | 1.6×10^{-4} |
| Zr-95 | 9.5×10^{-7} | 5.9×10^{-6} |
| Nb-95 | 5.8×10^{-7} | 1.8×10^{-6} |
| Ru-103 | 7.3×10^{-7} | 3.0×10^{-6} |
| Ru-106 | 7.0×10^{-6} | 6.6×10^{-5} |
| I-129 | 7.2×10^{-5} *1 | 6.6×10^{-5} *1 |
| I-131 | 1.6×10^{-5} *1 | 1.5×10^{-5} *1 |
| I-133 | 3.1×10^{-6} *1 | 2.9×10^{-6} *1 |
| Cs-134 | 1.9×10^{-5} | 2.0×10^{-5} |
| Cs-137 | 1.3×10^{-5} | 3.9×10^{-5} |
| Ba-140 | 2.6×10^{-6} | 5.8×10^{-6} |
| La-140 | 2.0×10^{-6} | 1.1×10^{-6} |
| Ce-144 | 5.2×10^{-6} | 5.3×10^{-5} |
| Ra-226 | 2.8×10^{-4} | 9.5×10^{-3} |
| Th-232 | 2.3×10^{-4} | 1.1×10^{-1} |
| U-235 | 4.7×10^{-5} | 8.5×10^{-3} |
| U-238 | 4.5×10^{-5} | 8.0×10^{-3} |
| Pu-238 | 2.3×10^{-4} | 1.1×10^{-1} |
| Pu-239 | 2.5×10^{-4} | 1.2×10^{-1} |

*1 ICRP Publication 66 などのモデルを基に摂取されたヨウ素が体液中から甲状腺へ達する割合を 0.2

として計算した値である。

*本表の経口摂取は ICRP Publication 68、72、吸入摂取は ICRP Publication 71、Cr-51、Mn-54、La-140 は ICRP CD1 Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public, 72 (CD-ROM 版) による。

*放射性ヨウ素については、〔表 I - 2〕より、年齢に応じた適切な実効線量係数を用いる。

*必要に応じ、トリチウムの経皮吸収も考慮する

〔表 I - 2〕 1 B q の放射性ヨウ素を経口又は吸入摂取した場合の幼児及び乳児の実効線量係数*

(mSv/Bq)

| 核種 | 経口摂取 | | 吸入摂取 | |
|---------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 幼児 | 乳児 | 幼児 | 乳児 |
| I - 131 | 7.5×10^{-5} | 1.4×10^{-4} | 6.9×10^{-5} | 1.3×10^{-4} |
| I - 133 | 1.7×10^{-5} | 3.8×10^{-5} | 1.6×10^{-5} | 3.5×10^{-5} |

*「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」(原子力安全委員会、平成 13 年 3 月)による。

*放射性ヨウ素による、年齢に応じた(幼児(～4才)、乳児(～1才))実効線量を算定する際に用いる。

〔表 I - 3〕 1 B q の放射性ヨウ素を経口又は吸入摂取した場合の成人、幼児及び乳児の甲状腺の等価線量に係る線量係数*

(mSv/Bq)

| 核種 | 経口摂取 | | | 吸入摂取 | | |
|---------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 成人 | 幼児 | 乳児 | 成人 | 幼児 | 乳児 |
| I - 131 | 3.2×10^{-4} | 1.5×10^{-3} | 2.8×10^{-3} | 2.9×10^{-4} | 1.4×10^{-3} | 2.5×10^{-3} |
| I - 133 | 5.9×10^{-5} | 3.3×10^{-4} | 7.3×10^{-4} | 5.5×10^{-5} | 3.0×10^{-4} | 6.8×10^{-4} |

*本表の値は、ICRP Publication 66 などのモデルを基に摂取されたヨウ素が体液中から甲状腺へ達する割合を 0.2、化学形を元素状として計算した値である。

*原則としては算定の必要性はないが、平常時のモニタリングにおいて原子力施設からの予期しない放射性物質の放出があった場合等において放射性ヨウ素による甲状腺の預託等価線量が相当に上昇する可能性があった算定の必要が生じた場合に用いる。

〔表 I - 4〕呼吸率*

| 評価対象 | 活動時[cm ³ /h] | 日平均[cm ³ /d] |
|------|-------------------------|-------------------------|
| 乳児 | 0.19×10 ⁶ | 2.86×10 ⁶ |
| 幼児 | 0.49×10 ⁶ | 8.72×10 ⁶ |
| 成人 | 1.2×10 ⁶ | 22.2×10 ⁶ |

* ICRP Publication 71

〔表 I - 5〕軽水炉原子力発電所から環境に放出される液体廃棄物に含まれる放射性物質の核種組成*

| 核種 | 組成 (%) | |
|--------|--------|-----|
| | BWR | PWR |
| Cr-51 | 2 | 2 |
| Mn-54 | 40 | 3 |
| Fe-59 | 7 | 2 |
| Co-58 | 3 | 10 |
| Co-60 | 30 | 15 |
| Sr-89 | 2 | 2 |
| Sr-90 | 1 | 1 |
| I-131 | 2 | 15 |
| Cs-134 | 5 | 20 |
| Cs-137 | 8 | 30 |

* 「発電所軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」（原子力安全委員会、平成13年3月）

〔表 I - 6〕使用済核燃料再処理工場から環境に放出される液体廃棄物に含まれる放射性物質の核種組成の平均的割合の例*

| 核種 | 平均的割合 (%) |
|----------------|-----------|
| Ru-103 | 6.3 |
| Ru-106, Rh-106 | 50.8 |
| Ce-141 | 0.5 |
| Ce-144, Pr-144 | 9.5 |
| Sr-89 | 1.0 |
| Sr-90 | 1.0 |
| Zr-95, Nb-95 | 4.3 |
| Cs-137 | 4.1 |
| Cs-134 | 4.5 |
| その他 | 18.0 |

* 「動力炉・核燃料開発事業団の再処理施設設置変更承認申請に係る安全性について（昭和55年7月31日）」原子力安全委員会報告

[表 I - 7] 緊急時における線量評価に必要なパラメータ

(a) ヨウ素の吸入摂取による線量係数*

(小児；化学形等は元素状ヨウ素)

[mSv/Bq]

| 核種 | 実効線量係数 | 甲状腺の等価線量に係る線量係数 |
|-------|----------------------|----------------------|
| I-131 | 1.6×10^{-4} | 3.2×10^{-3} |
| I-132 | 2.3×10^{-6} | 3.8×10^{-5} |
| I-133 | 4.1×10^{-5} | 8.0×10^{-4} |
| I-134 | 6.9×10^{-7} | 7.3×10^{-6} |
| I-135 | 8.5×10^{-6} | 1.6×10^{-4} |

* ICRP Publication 71

化学形等が明らかな場合には、この係数による必要はない。

(b) ウラン、プルトニウムの吸入摂取による線量係数*

(成人；化学形等はエアロゾル)

[mSv/Bq]

| 核種 | 実効線量係数 | 肺の等価線量に係る線量係数 | 骨表面の等価線量に係る線量係数 |
|--------|----------------------|----------------------|----------------------|
| U-234 | 9.4×10^{-3} | 7.8×10^{-2} | 9.5×10^{-3} |
| U-235 | 8.5×10^{-3} | 7.0×10^{-2} | 9.0×10^{-3} |
| U-238 | 8.0×10^{-3} | 6.7×10^{-2} | 8.7×10^{-3} |
| Pu-238 | 1.1×10^{-1} | 9.3×10^{-2} | 3.6×10^0 |
| Pu-239 | 1.2×10^{-1} | 8.7×10^{-2} | 4.0×10^0 |
| Pu-240 | 1.2×10^{-1} | 8.8×10^{-2} | 4.0×10^0 |
| Pu-241 | 2.3×10^{-3} | 4.6×10^{-4} | 7.9×10^{-2} |
| Pu-242 | 1.1×10^{-1} | 8.1×10^{-2} | 3.8×10^0 |
| Am-241 | 9.6×10^{-2} | 9.5×10^{-2} | 4.4×10^0 |

* ICRP Publication 71、Pu-242 は ICRP CD1 Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public, 72(CD-ROM 版)による。

化学形等が明らかな場合には、この係数による必要はない。

(c) 呼吸率*

| 評価対象 | 活動時[cm ³ /h] | 日平均[cm ³ /d] |
|------|-------------------------|-------------------------|
| 小児 | 0.31×10^6 | 5.16×10^6 |
| 成人 | 1.2×10^6 | 22.2×10^6 |

* ICRP Publication 71

J 操業前調査

操業前調査は操業開始後の環境データを運転開始前のいわゆるバックグラウンドの環境データと比較するために行われる。

「操業開始前の1年以上」とは、発電炉の場合は燃料装荷の1年前から、再処理施設の場合は試運転のための核燃料物質の搬入の1年前から正式のモニタリングが始められることを考慮している。気象条件は、気象の長い変動に応じ、ある年は降水が多くある年は少ないというように年ごとに変化があること、また核爆発実験等の影響も年により変動があり得ることなどから、操業前調査は操業1年前以前から始めることが望ましい。しかし、できるだけ長い期間とすることは環境の状況把握にとって役立つことに間違いはないが、試料の保存の困難さ、操業後に対する重要性の程度等を考慮すると2年程度で十分である。

試料採取等の地点は、予想される操業後の試料採取地点、空間放射線測定地点が含まれるよう、集落分布、空気、水の流れ、よどみ、地形の影響、試料とすべき生物の存在、採取の容易さ等を考慮して選定する。しかし、これははじめから正確に予想することが難しいため、できるだけ試料を広範囲から採取するとともに、空間放射線についても広範囲の測定を行うことが望ましい。これにより、後で異常値が発見された場合、それが操業前でも見出されたものであるか、その原因は何かなどを調べるのに役立つ。

K 緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステムについて

1. SPEEDI ネットワークシステムとは

緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステムは、原子力施設を対象に万一の事故等の緊急時において、大気中に放出された放射性物質の移流拡散の状況とそれによる予測線量等を迅速に計算して、国及び地方公共団体の行う防災対策に寄与することを目的とした計算・通信ネットワークシステムであり、SPEEDI ネットワークシステムと呼んでいる。

このシステムは、中央情報処理機関(財団法人原子力安全技術センター)の電子計算機(以下「中央情報処理計算機」という。)を中心にして、国(文部科学省、経済産業省、原子力安全委員会)、原子力施設が所在(または隣接)する地方公共団体を通信回線により結んでいる。

平常時には、中央情報処理計算機は、各地方公共団体のモニタリングポスト等の情報及び気象庁の気象情報等を受信し、緊急時に備える。

緊急時には文部科学省からの指示により、中央情報処理機関は、気象情報、地形情報及び放出源情報をもとに、風速場、大気中の放射性物質の濃度及び線量の予測計算を行う(〔図K-1〕)。

また、建屋内に滞留した放射性物質による直接線及びスカイシャイン線の影響評価を行うことも可能である。

計算された結果は、原子力施設を中心とした地図上の図形出力として国、地方公共団体のSPEEDI図形表示端末に表示され、予測線量の推定作業に使用するとともに、モニタリング実施地点の選定や避難等の防護対策を実施する地域を決定するための基本資料として活用されることになっている。

このシステムは、今後の技術の進展等を考慮し、適宜改良される予定であるが、現在、計算結果の出力図形には以下のものがある。

(1) 風速場 (表示単位：m/s)

格子点の風向・風速をベクトル表示しており、この図形だけからでも放射性プルームの流れる方向の見当をつけることができる。

(2) 大気中濃度 (表示単位：Bq/m³)

放射性プルームの移流・拡散の状況を放射性物質の濃度の等値線で表示している。

(3) 地表蓄積量 (表示単位：Bq/m²)

放射性プルームから地表に蓄積した放射性物質の濃度を等値線で表示している。

(4) 空気吸収線量率又は空気カーマ率 (表示単位：μGy/h)

放射性プルームからの空気吸収線量率又は空気カーマ率の分布を等値線で表示している。

(5) 外部被ばくによる実効線量 (表示単位：mSv)

放射性プルーム及び地表に沈着した放射性物質から受ける外部被ばく実効線量の分布を等値線で表示している。

(6) 放射性核種の吸入による内部被ばく線量 (表示単位: mSv)

放射性プルーム中のヨウ素の吸入による甲状腺の等価線量や、放射性プルーム中の特定核種(ウラン、プルトニウム等)の吸入による等価線量を等値線で表示している。

計算時の指定により、対象年齢を小児(1歳児)または成人とすることができる。

また、これら以外に、気象(風向・風速、降水量)及びモニタリングの実測値を表示することができる。

2. SPEEDI ネットワークシステムの使用

(1) 事故発生直後

一般に、事故発生後の初期段階において、放出源情報を定量的に把握することは困難であるため、単位放出量又は予め設定した値による計算を行う。SPEEDI ネットワークシステムの予測図形を基に、監視を強化する方位や場所及びモニタリングの項目等の緊急時モニタリング計画を策定する。

なお、SPEEDI ネットワークシステムは GPV 気象予測情報を使用して予測計算を行うため、現実と予測の気象条件の違いによって常に適切な結果が得られているとは限らない。したがって、現実の気象の観測データを用いて計算結果が適切であるかどうかを確認する必要がある。風速場図形は濃度、線量等の図形とは別に10分ごとの時間間隔で計算できるので、最新の気象情報を用いて計算結果の方位修正及びモニタリング計画の修正等に活用する。

(2) 放出源情報が得られた場合

緊急時の初期において、防護対策を検討するために早期入手が望まれる計算結果は、特に風速場図形、空気吸収線量率図形(又は空気カーマ率図形)及び外部被ばくによる実効線量分布図形であり、これらの図形の作成・配信を優先して行う必要がある。また、放射性ヨウ素、ウラン若しくはプルトニウムの放出あるいはそのおそれのある場合には吸入による等価線量分布図形も重要である。

これらの計算に必要な放出源情報等は、

- ① 原子力緊急事態発生日時、サイト名、発生施設、発生した特定事象の種類
- ② 放出開始時刻又は放出開始予想時刻
- ③ 実効放出高さ
- ④ 放出核種及び放出量
- ⑤ 放出(予想)継続時間、放出時間変化
- ⑥ 原子炉施設にあっては、原子炉停止時刻及びその時の平均燃焼度

である。

中央情報処理機関は、これらの放出源情報が得られたら、オンラインで収集している気象情報を用い、SPEEDI ネットワークシステムによる予測計算を行い、計算により得られた予測図形を配信する。配信された予測図形は、避難、屋内退避等の防護対策の検討に用いる。

なお、放出源情報が不明の段階では、放出量として仮の値である単位放出率等を用いて

計算した図形が配信されている場合があるので、予測図形の利用に当たっては放出源情報等の計算条件の確認を行う必要がある。

(3) 緊急時モニタリング情報が得られた場合

緊急時モニタリングの結果が得られた場合には、当該結果と予測図形を用いて、防護対策の検討、実施に用いる各種図形を作成する。

- ① 線量率分布図、風軸横断線量率分布図：固定モニタ、モニタリング車、可搬型モニタリングポストの観測値と、SPEEDIネットワークシステムの予測計算により得られた空気吸収線量率を用いて作成する。
- ② 主要地点の線量率時系列変化図：モニタリングステーションの連続観測結果を用いて時間変化をグラフ化し（中央情報処理機関に収集され、表示できるようになっている）、SPEEDIネットワークシステムの予測計算により得られた当該地点の空気吸収線量率の時系列変化図と比較する。
- ③ 大気中放射性ヨウ素濃度及びその他主要核種濃度の分布図及び主要地点における時系列変化図：固定モニタ、モニタリング車、仮設サンプラー等のモニタリングによって得られた大気中放射性ヨウ素濃度及びその他主要核種濃度と、SPEEDIネットワークシステムの予測計算により得られた大気中濃度を用いて、分布図及び時系列変化図を作成する。

原子炉施設の場合の主要放射性核種はヨウ素であるが、再処理施設、核燃料施設の場合の主要放射性核種はウラン、プルトニウムである。

環境試料は飲料水、葉菜、原乳、雨水等であり、これらの放射性核種濃度分布図、時系列変化図を上記図に追加して作成する。

(4) 放出終息後

放出源情報及び気象状況等から、SPEEDIネットワークシステムによる予測計算を行い、緊急時モニタリング結果とあわせて空気吸収線量率分布図等を作成し、周辺住民の被ばく線量評価に資する。

3. SPEEDIネットワークシステム結果の修正の基本的考え方

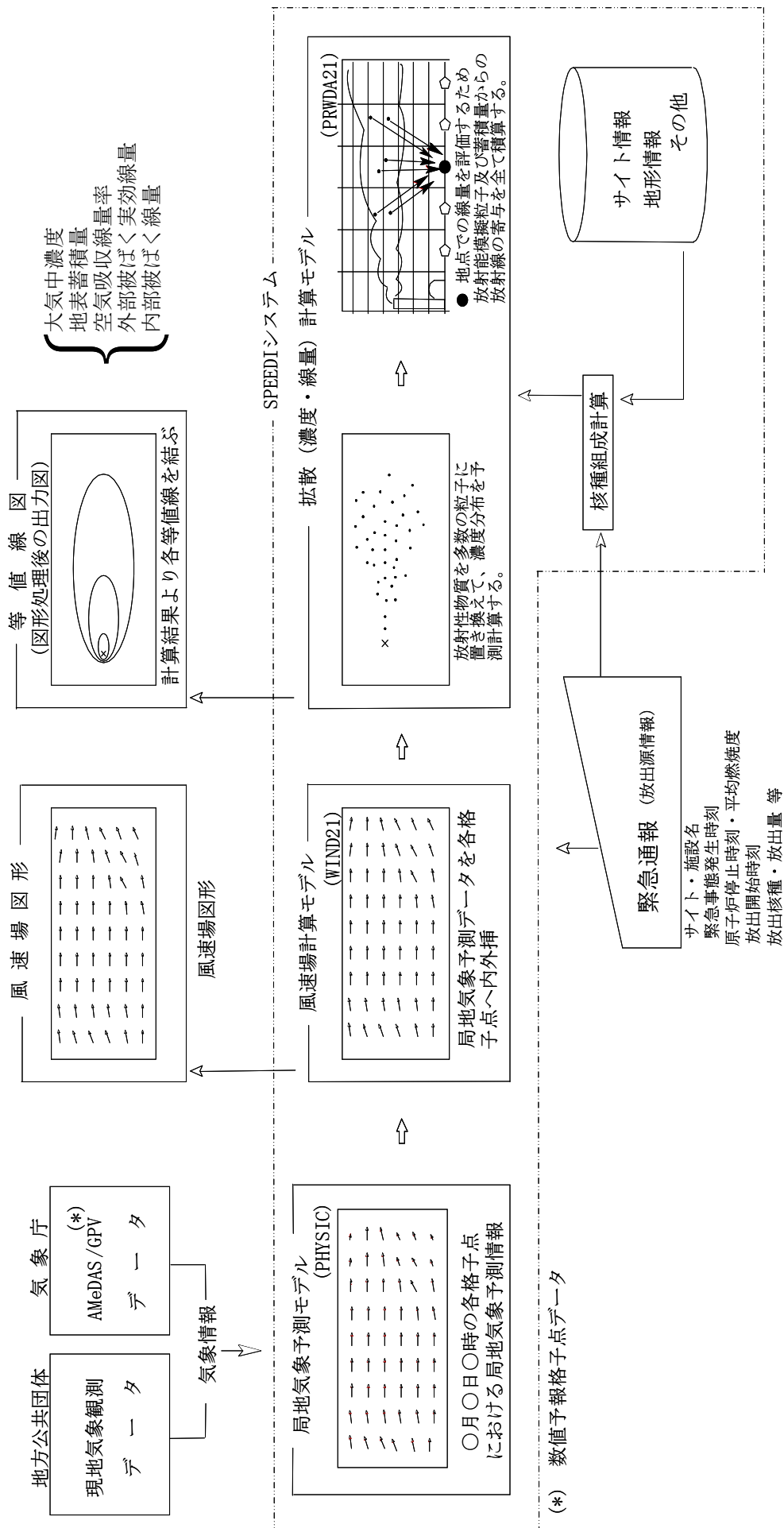
SPEEDIネットワークシステムによる計算結果の修正は、風向による方位修正と線量等の修正の2項目があり、計算結果の妥当性を考える上で重要である。

風向については、予測図形と緊急時モニタリング結果に基づき作成した分布図とを比較して確認し、明らかな差異がある場合には修正を行う。次に、予測図形と緊急時モニタリング結果に基づく分布図の全体を比較して確認し、放射性物質の濃度や線量率に明らかな差異がある場合には修正を行う。

4. 簡易計算法と詳細計算法の比較

簡易計算法と詳細計算法の主な違いを比較すると以下のとおりである（〔表K-1〕参照）。

- (1) 簡易計算法は計算範囲内で一様な風向・風速を仮定するのに対して、詳細計算法は、気象庁の数値予報格子点データ及びアメダス情報、各地方公共団体の連続モニタ等の気象観測情報と、これらをもとに予測された情報を用いて、将来にわたる予測計算を行う。
- (2) 簡易計算法は一様平面での移流・拡散の計算であるのに対して、詳細計算法は、地形を考慮した移流・拡散の計算である。
- (3) 簡易計算法の線量率計算は実効エネルギーにより計算するのに対して、詳細計算法は、核種ごとのエネルギーとその放出割合及び減衰を考慮して計算を行っている。



(*) 数値予報格子点データ

〔図K-1〕 SPEEDIネットワークシステム処理概念図

〔表K-1〕 SPEED I ネットワークシステムによる推定法と
簡易計算法との違いについて

| 項 目 | SPEED I ネットワークシステムによる推定法 | 簡易計算法 |
|--------------------------------|--------------------------|------------------|
| 気象予測機能 | ある | ない |
| 地形の効果 | 考慮 | 平坦扱い |
| 風向風速等気象条件の空間的・時間的变化 | 考慮 | 定常状態、均一条件 |
| 鉛直方向拡散係数の変化 | 考慮 | 単一値 |
| 降雨による核種の沈着 | 考慮 | 考慮せず |
| シャットダウン後の放射性崩壊 | 考慮 | 手計算で修正する形で可能 |
| シャットダウン後の実効エネルギーの変化 | 考慮 | 手計算で修正する形で可能 |
| 濃度及び線量分布の空間分解能 | セルの大きさに依存する | — |
| 内部被ばく線量 | 計算できる | 手計算で可能 |
| 積算計算 濃度 線量（内部被ばく及び外部被ばく） | 積算できる 積算できる | 手計算で可能 手計算で可能 |
| 計算結果の出力間隔 | 1時間毎を基本 | 任意 |

L モニタリングチームの活動

環境モニタリングの現場作業は、目的・内容に応じてチームを編成して行う。事故等の形態に応じ放出された放射性物質又は放射線を限定できる場合には、対象となる放射性物質又は放射線について以下の作業を行うこととなる。

(1) 空間放射線量率の測定

サーベイ車、モニタリング車等を利用し、モニタリングセンター長の指示する地点及び地域のサーベイ、可搬型モニタリングポストの設置並びに積算線量計の配置、回収、読取等を行い、その地点及び地域の空間放射線量率や異常状態継続期間中の積算線量を測定する。

(2) 大気中の放射性物質の濃度の測定

サーベイ車、モニタリング車等を利用し、最大濃度の出現予測地点とその付近並びにそのほかのモニタリングセンター長が指示する地点及び地域において大気中の放射性物質を捕集し、大気中の放射性物質の濃度を求める。

(3) 環境試料の採取と放射性物質の濃度の測定

サーベイ車、モニタリング車等を利用し、モニタリングセンター長が指示する地域で試料採取を行い、サーベイメータで簡易測定する。採取した試料は、さらに、必要に応じ、より正確な濃度を求めるため、分析を行うための施設へ送り、適切な前処理の後、測定に供する。

季節により農畜産物等のうち何を採取すべきかをあらかじめ定めておくとともに、試料が容易に得られるように平常時より試料採取ルートを確保しておく。

なお、第一段階のモニタリングにおいては、迅速性に配慮し、最小限必要な試料の放射能を測定する。時間的余裕との兼ね合いで、後から測定することができるように必要な環境試料を採取しておくことが望ましい。

M 被ばくの経路

緊急時モニタリングは、次に示す被ばくの経路を考慮して実施する。

周辺住民等の放射線被ばくの様相は、原子力施設の種類、異常状態の種類と規模、放出点の高さとそれからの距離、気象条件及び周辺住民等の分布と生活様式等によって決まるが、被ばくの経路に着目するとき次の三つの形態に分けることができる。

第一の形態は、放射性プルームの通過等による外部被ばくと吸入摂取による内部被ばくである。前者は主として放射性希ガス、後者は放射性ヨウ素、ウラン又はプルトニウムによるものである。

第二の形態は、放射性物質で汚染された飲食物の経口摂取による内部被ばくによるものである。この評価は、主として放射性物質の放出が停止した後に重要となるので、多くの場合、その実施にはある程度の時間的余裕があると予想される。この形態では、特に放射性ヨウ素、ウラン又はプルトニウムが注目される。場合によっては他の核種も対象となりうる。

第三の形態は、核燃料施設において臨界事故が起こった場合、施設から直接放出されることが予想される中性子線及びガンマ線による外部被ばくである。原子力発電所建屋内に放射性物質が滞留している状況での建屋からの直接線及びスカイシャイン線については、その影響が周辺監視区域境界の近傍に限られるが、施設の状況によっては、周辺監視区域境界付近において放射性物質の放出前にも影響があることに留意する必要がある。

N 機動的なモニタリングの実施体制

異常事態における影響範囲を判断するためには、固定式モニタリングポスト以外に車両、船舶、航空機による機動的なモニタリングも重要な位置を占める。

1. 車両による測定

(1) 目的

車両を用いるモニタリングは、異常事態の状況等に応じて機動的に活動できる利点を十分に生かすことができ、モニタリングポスト等の設置点以外において必要な情報が迅速かつ広範囲に得られるので、緊急時モニタリングにおいて重要な位置を占めるものである。

(2) 車両の種類

モニタリングに使用される車両は、一般車両を用いたサーベイ車と特殊車両のモニタリング車の2種類に大別され、モニタリング車は半固定的な連続測定や移動式野外観測室(フィールド・ラボ)のように活用できる。

① サーベイ車 — 一般車両

普通乗用車又はライトバン等の比較的小型の一般車両に、主として可搬型放射線計測器(サーベイメータ、可搬型モニタリングポスト等)、ヨウ素サンプラ^(注)、ダストサンプラ、環境試料の採取器具等を搭載したもの

② モニタリング車 — 特殊車両

空間放射線量率の連続測定記録装置、大気中の放射性ヨウ素及び粒子状放射性物質を連続採取し測定する装置、風向風速の連続測定記録装置等を搭載した特殊車両

(注) 活性炭カートリッジ等が装着可能な可搬型集塵器であって、車両電源により動作可能なものが望ましい。

(3) 行動範囲

① 第1段階モニタリング

初期のモニタリングは、施設から放射性物質が放出された場合には、風下側を対象に、風下軸約60°セクター内の範囲においてあらかじめ定められたサーベイルートにしたがって実施する。空間放射線量率の測定(必要に応じて中性子線も対象とする)、大気及び環境試料の採取及び放射性物質の濃度の測定を、予測される最大空間放射線量率地点及び大気中の放射性物質の最大地表濃度地点を中心に、風下軸方向及び風下軸と直角方向に対して各々に実施する。この際、居住地域を考慮して0.5~1km間隔をめやすに順次車両を移動する。測定した環境試料はモニタリングセンター等へ持ち帰り、精密測定を行う。

また、可搬型モニタリングポスト及び積算線量計を各モニタリング地点に設置又は追加する作業も行う。

さらに、サーベイ車又はモニタリング車を移動させる場合には、常に空間放射線量率測定器を作動状態とし、移動中の各地点における線量率の変化を記録する、いわゆる走行サーベイを実施する。また、必要に応じて、風下軸と直交する方向に放射性プルームを横断しながら走行サーベイを行う。これらは定点での測定で得られる情報を補完し、影響範囲の推定に役立つ。

なお、施設から放射性物質に加え、中性子線及びガンマ線が放出された場合には、施設に近接した地点での空間放射線量率は必ずしも風下方位が高くなるとは限らない点に注意する。

② 第2段階モニタリング

この段階におけるモニタリングにおいても、空間放射線量率等の測定、試料の採取・測定にサーベイ車を活動させるとともに、モニタリング車を有効に活用する。

特に、モニタリング車は、集落、人口密集地域において空間放射線量率、大気中の放射性物質濃度の連続測定に使用可能である。

(4) 資機材

モニタリングに使用する車両には、放射線の測定、防護資機材（個人線量計、防護マスク、手袋等の防護具類）、サーベイルート等の地図、モニタリングマニュアル等の必要な資機材を搭載する。資機材の例を〔表N-1〕に示す。

特に機動力に富んだ車両によるモニタリングの特長を最大限に活用させるためには、情報伝達が正確かつ迅速にできるように、通信設備（無線機、携帯電話等）の搭載は必須条件である。このような資機材は緊急時に備え、キット化しておくことが望ましい。

2. 船舶等による測定

特に我が国の場合、原子炉施設の多くは海岸沿いに設置されているので、地点によっては陸上における測定だけでなく、海上における船舶による測定がときにより必要となる場合も考えられる。

また、状況に応じては、航空機により放射性プルームの上空を横断し、放射性物質の放出規模を推定するとともに、放射性プルームの拡散範囲等を空中より迅速に把握することが防護対策を決定するために有効な手段と考えられる。

このほか地上に沈着した放射性物質を広範囲にわたり迅速に調査するためにも、航空機による放射線サーベイは有効である。

これらの測定は、車両による測定に準じて、関係機関の協力のもとに行う。

〔表N-1〕 資機材のパッキング例

a) 測定器キット

i) 空間放射線量測定用

| | |
|---|------------|
| 空間線量率連続モニタ | 1 式 |
| 可搬型モニタリングポスト | 1 式 |
| 可搬型Ge半導体 γ 線スペクトロメータ | 必要数 |
| ガンマ線用サーベイメータ | |
| 数 0.1 μ Sv/h \sim 数 mSv/h 又は数 0.1 μ Gy/h \sim 数 mGy/h | |
| | 各方式毎に各 1 台 |
| 中性子線用サーベイメータ (レムカウンタ) | 1 台 |
| ヨウ素捕集測定装置 | 1 台 |
| 直読式の電子式積算線量計 (2 mSv 程度) | 5 本 |
| TLD又は蛍光ガラス線量計 | 5 個 |
| アラームメータ (3 mSv 程度) | 必要数 |
| ヨウ素用及びダスト用防護マスク、手袋、防護服 | 3 式 |
| モニタリング地図 | 1 枚 |
| 記録票 | 1 冊 |
| チェックング線源 | 1 個 |
| 予備電池 | 必要数 |

ii) 表面汚染測定用

| | |
|----------------|-----|
| 表面汚染検査用サーベイメータ | 1 台 |
| チェックング線源 | 1 個 |
| 予備電池 | 必要数 |

b) 試料採取用キット

i) 大気試料採取用

| | |
|---------------------------------|-------|
| ローボリュームエアサンプラ 30 \sim 50L/min | 1 台 |
| ハイボリュームエアサンプラ \sim 500L/min | 1 台 |
| 集塵ろ紙 | 1 箱 |
| 活性炭カートリッジ | 10 個 |
| 活性炭ろ紙 | 1 箱 |
| モニタリング地図 | 1 枚 |
| 風向風速計 | 1 式 |
| ヨウ素用及びダスト用防護マスク | 各 3 個 |
| 記録票 | 1 冊 |
| 発電機 | 1 台 |
| 電源コード 30m | 1 本 |

ii) 環境試料採取用

| | |
|------------------|-------|
| 容 器 | 5 個 |
| 水試料採取用瓶 | 5 個 |
| ピペット | 1 本 |
| 移植コテ | 1 本 |
| ピンセット 中型、小型 | 2 本 |
| ポリエチレン袋 | 5 枚 |
| ガーゼ | 1 袋 |
| カットガーゼ | 5 枚 |
| タグ | 1 束 |
| テープ | 1 巻 |
| 紙タオル | 10 枚 |
| ヨウ素用及びダスト用防護マスク | 各 3 個 |
| ゴム手袋 | 2 双 |
| ハサミ | 1 本 |
| ナイフ | 1 本 |
| 鉛筆 (黒×2、赤・青×1) | 3 本 |
| マジックペン (黒×2、赤×1) | 3 本 |
| 採取記録票 | 1 冊 |
| 試料採取地点を示す地図 | 1 式 |
| 照明器具 (懐中電灯等) | 1 式 |

○ 簡易計算法による予測線量の推定手順

緊急時において、適切な防護対策を時宜にかなって実施するためには、予測線量を迅速に得ることが必要となる。

予測線量は被ばく継続時間と単位時間当たりの空間放射線量率あるいは大気中の放射性物質の濃度の関数となる。被ばく継続時間は、放射性物質が現場に到達した時から始まり、風向の大幅な変動、放出の停止等による放射性物質の影響がなくなることで終了する。したがって、放出源の情報とともに事故期間中の風向の継続時間を知ることが重要となる。空間放射線量率及び大気中の放射性物質の濃度は、モニタリングの結果として得られるが、濃度分布式等を用いて計算により求めることもできる。

ここでは、例として以下に放射性希ガスの放出に伴う外部被ばくによる実効ガンマ線量及び放射性ヨウ素の吸入摂取による甲状腺の等価線量を JAERI-Data/Code 2004-010^{*1}に記載されている「ガンマ線量分布図」及び「放射性物質濃度分布図」を用いて推定する方法を示す。

*1：排気筒から放出される放射性雲の等濃度分布図および放射性雲からの等空気カーマ率分布図（Ⅲ）、2004年6月、JAERI-Data/Code 2004-010

（1）地図及び分布図等の準備

- ① 重点地域の様相が明瞭にわかる地図（例えば縮尺 1/25,000 若しくは 1/50,000）
- ② 放射性希ガスの放出に伴う地表における風下軸上空間放射線量率を推定するための種々の地上放出高さに対応する各大気安定度ごとの風下軸上空気カーマ率図（基準ガンマ線エネルギー $E_0 = 1 \text{ MeV}$ で作成）^{*2}
- ③ 風下地表の空間放射線量率分布を推定するための、種々の地上放出高さに対応する各大気安定度における空気カーマ率分布図（基準ガンマ線エネルギー $E_0 = 1 \text{ MeV}$ で作成）^{*3}
- ④ 放射性ヨウ素の放出に伴う地表における風下軸上の最大放射性ヨウ素濃度及びその出現地点を推定するための、種々の地上放出高さに対応する各大気安定度ごとの風下軸上地表濃度図^{*4}
- ⑤ 風下地表の大気中の放射性ヨウ素濃度分布を推定するための、種々の地上放出高さに対応する各大気安定度ごとの地表濃度分布図^{*5}
- ⑥ 上記③の空間放射線量率分布図及び⑤の地表濃度分布図を①の地図の縮尺に一致させた透明チャート（分布図を透明プラスチックシートに図示（コピー）したもの）

- *2 : *1 に記載されている風下軸上空気カーマ率ファイル
 - *3 : *1 に記載されている風下直角方向空気カーマ率ファイル
 - *4 : *1 に記載されている風下軸上放射能濃度ファイル
 - *5 : *1 に記載されている風下直角方向放射能濃度ファイル
- なお、*3 及び*5 は(A)縮尺 1/25,000 及び(B)1/50,000 で図形化されている。

(2) 必要な放出源情報

- ① 放射性物質の放出地上高さ (m)
- ② 異常状態発生施設付近の放出地上高さにおける風向、平均風速及び大気安定度
- ③ 放出核種とその放射能放出率、放出開始時刻及び放出継続時間又は放射能放出総量 (予測を含む)

(3) 放射性希ガスからの外部被ばくによる予測ガンマ線量地図の作成

*3 に示されている風下直角方向空気カーマ率を用いて、風下地表面における空気カーマ率及び外部全身ガンマ線量を推定する方法を記す。

A. 地表面(x, y, 0)における空気カーマ率の簡易推定は次の簡易補正式、

$$D(x, y, 0) = D_0(x, y, 0) \times (Q/Q_0) \times (E/E_0) \times (u_0/u) \quad (1)$$

D(x, y, 0) : 地表面(x, y, 0)における空気カーマ率(nGy/h)

D₀(x, y, 0) : 地上放出高さ(m)及び大気安定度が該当する図より読み取った地表面(x, y, 0)における空気カーマ率(nGy/h)

Q : 実際の条件下での放出率 (GBq/h)

基準放出率 Q₀=1GBq/h で基準化しているため、補正が必要。

E : 実際の条件下での基準ガンマ線エネルギー(MeV/dis)

図を求める計算では、実効ガンマ線エネルギーを E₀=1 MeV と規準化しているため、補正が必要。

u : 地上放出高さにおける実際の風速 (m/s)

図を求める計算では、風速を u₀=1 m/s と規準化しているため、補正が必要。

を用いて行う。

B. 緊急時における予測外部被ばくによる実効線量の簡易推定は次の簡易補正式、

$$H(x, y, 0) = k \times f_n \times f_0 \times D(x, y, 0) \times T \quad (2)$$

$H(x, y, 0)$: 地表面 $(x, y, 0)$ における予測外部被ばくによる実効線量 (nSv)
 k : 空気カーマから実効線量への換算係数 1(Sv/Gy)
 f_h : 建屋の遮へい係数 (通常 1.0)
 f_o : 住居係数 (通常 1.0)
 T : 予測放出時間 (h)

を用いて行う。

これらの地表面 $(x, y, 0)$ における空気カーマ率及び実効線量の簡易推定法を用いて、予測実効ガンマ線量地図を作成する方法を以下に記す。

① 放出源情報が収集できる場合

空間放射線量率予測地図を以下の手順で作成し、全身の外部被ばくによる予測線量を求める。

- 1) 放出地上高さ及び大気安定度を知り、これに該当する空気カーマ率分布図を既に準備されている透明チャートの中から選び出す。
- 2) 風向を知り、1)の透明チャートを縮尺が同じ地図の上へのせ、同図の原点と風下軸をそれぞれ地図上の放出点と風下方位に重ね合わせ固定する。
- 3) 放射性希ガス放出率 Q 、ガンマ線の実効エネルギー E 及び平均風速 u を知り、透明チャートに示された線量率 $D_0(x, y, 0)$ に $(Q/Q_0) \times (E/E_0) \times (u_0/u)$ を乗じた $D(x, y, 0)$ (式(1))を地図上に書き込み、空気カーマ率予測地図を作成する。
- 4) 予測放出時間 T を知り、これに3)で作成した空気カーマ率予測地図に記載される空気カーマ率 $D(x, y, 0)$ を乗じ、積算した予測ガンマ線量 $H(x, y, 0)$ (式(2))を求める。
- 5) また、排気筒からの予測放射性物質放出総量 Q_T (GBq) が得られる場合には、1)の透明チャートの分布図に記載された単位放出量当たりの線量率 $D_0(x, y, 0)$ に $k \times Q_T/Q_0 \times E/E_0 \times u_0/u$ を乗じ、積算した予測ガンマ線量 $H(x, y, 0)$ を直接的に得ることができる。
- 6) なお、4)、5)において求められた積算した予測実効ガンマ線量 $H(x, y, 0)$ (μ Gy)は、そのまま全身の外部被ばくによる予測実効線量 (μ Sv)に読み替えるものとする。

② 放出源情報が十分収集できない場合

放出源情報が放出源側から十分得られない場合は、全身の外部被ばくによる予測実効線量を以下の手順で求める。

- 1) 放出点より風下の地表面モニタリング地点 $(x, y, 0)$ の空気カーマ率 $D_M(x, y, 0)$ を実測する。モニタリングポストの実測値が利用可能ならばこれを用いてもよい。
- 2) 放射性希ガス放出率 Q を式(1)から導いた次式により求める。ただし、式中の4は安全係数である。

$$Q = 4 \times Q_0 \times D_M(x, y, 0) \times (u/u_0) / D_0(x, y, 0) \times (E/E_0) \quad (3)$$

ここで、 $D_0(x, y, 0)$: 風下の空気カーマ率図 (*3 に示されている風下直角方向空気カーマ率) のうち地上放出高さ及び大気安定度が該当する図から読み取った地表地点 $(x, y, 0)$ における空気カーマ率 (μ Gy/h)

$D_M(x, y, 0)$: 風下 地表地点 $(x, y, 0)$ で実測された空気カーマ率 (μ Gy/h)

u : 放出地上高さにおける平均風速 (m/s)

E : ガンマ線実効エネルギー (MeV/dis)

原子炉停止後の経過時間から決める。

以上の説明では、任意の風下地表面地点 $(x, y, 0)$ において空気カーマ率 $D_M(x, y, 0)$ を実測しているが、風下軸上の実測値が得られれば、放出率 Q の信頼性が高まるので、風下軸上地表地点 $(x, 0, 0)$ での実測値 $D_M(x, 0, 0)$ を用いるのが望ましい。

3) ①の手順により全身の外部被ばくによる予測線量を求める。

(4) 放射性ヨウ素による甲状腺の予測等価線量 (預託線量) 分布図の作成

*5 に示されている風下直角方向放射能濃度を用いて、風下地表面における放射性ヨウ素濃度分布を求め、それをもとに吸入摂取による甲状腺等価線量を推定する方法を記す。

A. (x, y, z) 空間の地表面 $(x, y, 0)$ における放射性ヨウ素濃度の簡易推定は次の簡易補正式、

$$\chi_i(x, y, 0) = \chi_{i0}(x, y, 0) \times (Q_i/Q_{i0}) \times (u_0/u) \quad (4)$$

$\chi_i(x, y, 0)$: 地表面 $(x, y, 0)$ における推定大気中放射性ヨウ素濃度 (Bq/m³)

$\chi_{i0}(x, y, 0)$: 地上高さ及び大気安定度が該当する図より読み取った地表面 $(x, y, 0)$ における大気中放射性ヨウ素濃度 (Bq/m³)

Q_i : 実際の条件下での放出率 (GBq/h)

図を求める計算では、放出率を $Q_{i0} = 1$ GBq/h と規準化しているため、補正が必要。

u : 実際の条件下での風速 (m/s)

図を求める計算では、風速を $u_0 = 1$ m/s と規準化しているため、補正が必要。

(添え字 i :放射性ヨウ素の各同位体を表す)
を用いて推定する。

- B. 緊急時における予測内部被ばくによる実効線量 (又は等価線量) の簡易推定は、次の簡易補正式、

$$H_{T h y.} (x, y, 0) = \sum_i (k_i \times \chi_i (x, y, 0) \times M \times T) \quad (5)$$

$H (x, y, 0)$: 予測内部被ばくによる実効線量 (又は等価線量) (nSv)

k_i : 放射性ヨウ素を吸入摂取場合の甲状腺等価線量に係る線量係数 (mSv/Bq)。解説 I 表 I-7(a)「ヨウ素の吸入摂取による線量係数」を参照。原子炉停止後の経過時間により放射性ヨウ素の同位体組成が変化することに留意する。

M : 呼吸率 (m^3/h)。解説 I 表 I-7(c)「呼吸率」を参照。

T : 予測放出時間 (h)

を用いて行う。

これらの地表面 $(x, y, 0)$ における放射性ヨウ素濃度及び内部被ばくによる実効線量 (又は等価線量) の簡易推定法を用いて、予測地図の作成方法を以下に記す。

① 放出源情報が収集できる場合

大気中の放射性ヨウ素濃度予測地図を以下の手順で作成し、甲状腺の予測等価線量を求める。

- 1) 放出地上高さ及び大気安定度を知り、*5 に示されている風下直角方向放射能濃度の中から、これに該当する地表濃度分布図の透明チャートを選び出す。
- 2) 風向を知り、透明チャートを縮尺が同じ地図の上へのせ、同図の原点と風下軸を地図上の放出点と風下方位に重ね合わせ固定する。
- 3) 放射性ヨウ素各同位体の放出率 Q_i 及び平均風速 u を知り、透明チャートに示された濃度 $\chi_{i0} (x, y, 0)$ に $(Q_i/Q_{i0}) \times (u_0/u)$ を乗じた値 $\chi_i (x, y, 0)$ を $Bq/m^3 (= \mu Bq/cm^3)$ の単位で地図上に書き込み、地表の大気中の放射性ヨウ素濃度予測地図とする (添え字 i は放射性ヨウ素の各同位体を表す。以下、同様。)
- 4) 予測放出時間 $T (h)$ を知り、これと、3) で作成した予測地図に記載される大気中の放射性ヨウ素濃度 $\chi_i (x, y, 0)$ から吸入摂取による甲状腺の予測等価線量 $H_{T h y.} (mSv)$ を (5) 式により求め、甲状腺の予測等価線量地図とする。

② 放出源情報が十分収集できない場合

放射性ヨウ素放出率の情報が放出源側から十分得られない場合は甲状腺の予測等価線量を以下の手順で求める。

- 1) 放出地点より風下の地表面モニタリング地点 $(x, y, 0)$ にて、ヨウ素の捕集を行い、大気中の放射性ヨウ素濃度 $\chi_{iM} (x, y, 0)$ (Bq/m^3) を実測する。

2) 各放射性ヨウ素同位体の放出率 Q_i (GBq/h) を式(4)から導いた次式により求める。
ただし、式中の 4 は安全係数である。

$$Q_i = 4 \times \chi_{iM}(x, y, 0) \times (u/u_0) / \chi_{i0}(x, y, 0) \quad (6)$$

ここで、 $\chi_{i0}(x, y, 0)$: *5 に示されている風下直角方向放射能濃度から求められる放出率 1 GBq/h のときの地表面(x, y, 0)地点における放射性ヨウ素濃度 (Bq/ m³)

$\chi_{iM}(x, y, 0)$: 地表面(x, y, 0)地点で実測された大気中の放射性ヨウ素濃度 (Bq/ m³)

u : 放出地上高さにおける平均風速(m/s)

以上の説明では、任意の風下地表面地点(x, y, 0)において大気中の放射性ヨウ素濃度 $\chi_{iM}(x, y, 0)$ を実測しているが、風下軸上の実測値が得られれば、放出率 Q の信頼性が高まるので、風下軸上地表地点(x, 0, 0)での実測値 $\chi_{iM}(x, 0, 0)$ を用いるのが望ましい。

3) ①の手順により甲状腺の予測等価線量を求める。

この場合、原子炉停止後 2 時間までに放出される全放射性ヨウ素に対しては約 40% 過少評価され、その後時間の経過とともに過少評価の程度は減少し、1 週間以上経過するとすべてが I - 131 であるとして評価できる。

上記の方法においては、風向、風速、大気安定度及び風向の継続時間等の気象に関する情報が必要となる。したがって、これらの気象情報を収集できるように、あらかじめ体制を整えておく必要がある。

なお、ウラン又はプルトニウムについては、フィルタを通して放出された場合又は粒径が 1 ミクロン程度以下の粒子が放出された場合には、通常の拡散として取り扱えとし、放射性ヨウ素と同様な方法を用いて予測線量を推定する。

P 測定機器の例

測定機器の例を以下の表に示す。満たすべき性能を備えていれば、ここに記載していない測定機器を使用してよく、適宜、新しい技術を取り入れた測定機器を採用していくことが望ましい。なお、その際、J I S規格に準拠している測定機器がある場合には当該機器を採用していくことが望ましい。

また、いくつかの装置では可搬型のものもあるため、通常の測定法だけではなく、その特性を生かした *i n - s i t u*測定（現地における測定）も活用するべきである。

（空間放射線の測定／平常時）

| 求められる機能 | 線量率範囲 | 計測機器の例 |
|----------|----------------------------------|--|
| 核種同定せず測定 | 低線量率 10～10 ⁵ nGy/h | NaI(Tl)シンチレーション検出器、電離箱 |
| 複数核種を同定 | | NaI(Tl)シンチレーション検出器、Ge半導体検出器等に対してシングルチャンネル波高分析器、マルチチャンネル波高分析器等を追加 |

（空間放射線の測定／緊急時）

| 求められる機能 | 線量率範囲 | 計測機器の例 |
|----------|-------|--|
| 核種同定せず測定 | 高線量率 | 電離箱、半導体式、NaI(Tl)（パルス式及び電流測定方式）、半導体式等に対してNaI(Tl)パルス式を追加 |

（積算線量の測定／平常時及び緊急時）

| 求められる機能 | エネルギー領域 | 計測機器の例 |
|----------|------------------------------|-------------------------------|
| 核種同定せず測定 | 高エネルギー及び低エネルギー 50keV～6MeV | 熱ルミネセンス線量計、蛍光ガラス線量計、電子式積算線量計等 |

(環境試料の測定／平常時及び緊急時)

| 前処理 | 対象 | | 核種の同定 | 計測機器の例 |
|----------|----|----------|-----------------|-----------------------------------|
| 濃縮 分離 | α線 | | 不可 | ZnS(Ag)シンチレーション検出器等 |
| | | | 可 ^{*1} | Si半導体検出器等 |
| | β線 | 低エネルギー領域 | 可 ^{*1} | 液体シンチレーションカウンタ等 |
| | | 高エネルギー領域 | | β線スペクトロメータ(GM+プラスチックシンチレーション検出器)等 |
| | | | 不可 | 低バックグラウンドβ線計測装置(GM計数管)等 |
| | γ線 | | 可 ^{*2} | NaI(Tl)シンチレーション検出器等 |
| 可 | | | Ge半導体検出器等 | |

*1 必要に応じ、化学分離を行う必要がある

*2 Ge半導体検出器と比べ、分解能が劣る

また、長半減期核種については誘導結合プラズマ質量分析装置（ICP-MS）による測定が有効である。

代表的な測定機器により、文部科学省放射能測定法シリーズに基づき測定した場合の定量下限の例を〔表P-1〕～〔表P-5〕に示す^{*1}。分析法については文部科学省放射能測定法シリーズを参考とし、目的に応じた方法を用いる。緊急時における測定時間はその状況に応じて決めるべきであるが、参考として文部科学省放射能測定法シリーズに基づき測定した場合の測定時間と定量下限の関係を〔表P-6〕、〔表P-7〕に示す^{*2}。

定量下限は環境試料に対し、与えられた分析法で、目的物質の定量が可能な最小量（値）又は濃度をいう。

検出限界は検出できる最小量（値）及び最大量（値）をいい、特に最小量（値）を検出下限という。

*1 〔表P-1〕から〔表P-5〕の定量下限はあくまで目安であることに留意する必要がある。

*2 〔表P-6〕、〔表P-7〕の測定時間と定量下限の関係はあくまで目安であることに留意する必要がある。

〔表 P - 1〕 ゲルマニウム半導体検出器における供試量と定量下限の一例

| 試料 | 供試量 | ⁵⁴ Mn | ⁵⁸ Co | ⁶⁰ Co | ¹³⁴ Cs | ¹³⁷ Cs | ¹⁴⁴ Ce | 単位 |
|-------------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 大気浮遊じん | 10 ⁴ m ³ | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.3 | mBq/m ³ |
| 降下物 | 月間全量 (0.5m ²) | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 3 | Bq/m ² |
| 陸水・海水 | 20 L | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 40 | mBq/L |
| 土壌・海底土 | 100g 乾土 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 8 | Bq/kg 乾土 |
| 農水産生物 | 1kg生 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 1.5 | Bq/kg 生 |
| 牛乳 (直接法) | 2 L | — | — | — | 0.2 | 0.2 | — | Bq/L |

文部科学省放射能測定法シリーズ「ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」を参考に作成。

試料は共通するものをまとめ、単位は pCi を Bq に換算した。

〔表 P - 2〕 放射性ヨウ素分析の供試量と定量下限の一例

| 試料 | 供試量 | 定量下限 | 単位 |
|----|------------------|--------|--------------------|
| 空気 | 20m ³ | 20 | mBq/m ³ |
| 葉菜 | 約 2.5kg (直接法) | 0.4 以上 | Bq/kg |
| 牛乳 | 2L(直接法) | 0.2 | Bq/L |
| 海水 | 5L | 40 | mBq/L |
| 海藻 | 容器等による | 0.4~4 | Bq/kg 生 |

文部科学省放射能測定法シリーズ「放射性ヨウ素分析法」を参考に作成。

単位は pCi を Bq に換算した。

〔表P-3〕低バックグラウンドβ線計測装置における供試量と定量下限の一例（Sr-90分析の例）

| 試料 | 供試量 | 定量下限 | 単位 |
|--------|--------------------------------|-------|---------------------|
| 降下物 | 0.5m ² | 0.04 | MBq/km ² |
| 大気浮遊じん | 10 ⁴ m ³ | 0.002 | mBq/m ³ |
| 陸水 | 100L | 0.2 | mBq/L |
| 海水 | 40L | 0.6 | mBq/L |
| 土壌・海底土 | 100g乾土 | 0.2 | Bq/kg乾土 |
| 灰試料 | 1kg生相当 | 0.02 | Bq/kg生 |

*：計数効率27%、バックグラウンド0.3cpm、測定時間60分、ストロンチウム回収率90%として算出
 文部科学省放射能測定法シリーズ「放射性ストロンチウム分析法」を参考に作成。

〔表P-4〕ウラン分析の供試量と定量下限の一例

| 試料 | 供試量 | 定量下限 | | | | 単位 |
|--------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|--|---------------------------|
| | | 吸光光度法 | 蛍光光度法 | α線スペクトロメトリー | ICP質量分析法 | |
| 水試料 | 2L | 1 | 0.1 | 0.04 | 0.04* ¹ 0.002* ¹ | μg/L |
| 土試料 | 乾土5g | 0.4 | 0.04 | 0.02 | 0.008 | μg/g |
| 生物試料 | 生500g | — | 0.4 | 0.2 | 0.008 | μg/kg生 |
| 大気浮遊じん | 1000m ³ | — | 2×10 ⁻⁴ | 8×10 ⁻⁵ | 4×10 ⁻⁸ | μg/m ³ (空気) |

*¹ ICP質量分析法において、供試量2mlの場合0.04μg/L、供試量50mlの場合0.002μg/L

文部科学省放射能測定法シリーズ「ウラン分析法」を参考に作成。

〔表P-5〕 シリコン半導体検出器における供試量と定量下限の一例
(プルトニウム分析の例)

| 試料名 | 供試量 | 定量下限 | 単位 |
|--------|--------------------------------|--------------------|--------------------|
| 水試料 | 100L | 2×10^{-2} | mBq/L |
| 灰試料 | (0.5~1kg生)相当 | 4~2 | mBq/kg生 |
| 土試料 | 50g乾土 | 4×10 | mBq/kg乾土 |
| 降下物 | 0.5m ² 、1ヶ月 | 4 | mBq/m ² |
| 大気浮遊じん | 10 ⁴ m ³ | 2×10^{-4} | mBq/m ³ |

計数効率：20%、測定時間：24時間、核種からのアルファ線の合計数値が計数誤差の3倍とした場合

文部科学省放射能測定法シリーズ「プルトニウム分析法」を参考に作成。

〔表P-6〕 緊急時（多核種検出時）においてマリネリ容器（2L）を用いた時の測定時間と定量下限の関係

| 試料名 | 供試量 | I-131 定量下限 | | | | Cs-137 定量下限 | | | | 単位 |
|-----------------|-----|------------|-----|-----|------|-------------|-----|-----|------|---------|
| | | 計測時間 | | | | 計測時間 | | | | |
| | | 10分 | 30分 | 1時間 | 10時間 | 10分 | 30分 | 1時間 | 10時間 | |
| 降水 飲料水 牛乳 | 2L | 18 | 10 | 8 | 4 | 40 | 24 | 16 | 6 | Bq/L |
| 葉菜 | 1kg | 36 | 20 | 16 | 8 | 80 | 48 | 32 | 12 | Bq/kg 生 |
| 海藻 魚 | 2kg | 18 | 10 | 8 | 4 | 40 | 24 | 16 | 6 | Bq/kg 生 |
| 海水 | 2L | 18 | 10 | 8 | 4 | 40 | 24 | 16 | 6 | Bq/L |
| 土壌 | 2kg | 18 | 10 | 8 | 4 | 40 | 24 | 16 | 6 | Bq/kg |
| 穀類 肉類 卵 | 2kg | 18 | 10 | 8 | 4 | 40 | 24 | 16 | 6 | Bq/kg 生 |

文部科学省放射能測定法シリーズ「緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法」を参考に作成。

〔表P-7〕緊急時（多核種検出時）において小型容器（50mmφ×50mm）を用いた時の測定時間と定量下限の関係

| 試料名 | 供試量 | I-131 定量下限 | | | | Cs-137 定量下限 | | | | 単位 |
|--------|--------------------|------------|-------|-------|-------|-------------|------|-------|-------|-------------------|
| | | 計測時間 | | | | 計測時間 | | | | |
| | | 10分 | 30分 | 1時間 | 10時間 | 10分 | 30分 | 1時間 | 10時間 | |
| 大気 | | | | | | | | | | |
| ローボリウム | 1m ³ | 10 | 6 | 4 | 2 | 18 | 10 | 8 | 4 | Bq/m ³ |
| | 10m ³ | 1 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 1.8 | 1.0 | 0.8 | 0.4 | |
| ハイボリウム | 1000m ³ | 0.01 | 0.006 | 0.004 | 0.002 | 0.018 | 0.01 | 0.008 | 0.004 | |
| 降水 | | | | | | | | | | |
| 飲料水 | 100mL | 220 | 140 | 100 | 40 | 500 | 300 | 200 | 80 | Bq/L |
| 牛乳 | | | | | | | | | | |
| 葉菜 | 50g | 440 | 280 | 200 | 80 | 1000 | 600 | 400 | 160 | Bq/kg 生 |
| 海藻 | | | | | | | | | | |
| 魚 | 100g | 220 | 140 | 100 | 40 | 500 | 300 | 200 | 80 | Bq/kg 生 |
| 海水 | 100mL | 220 | 140 | 100 | 40 | 500 | 300 | 200 | 80 | Bq/L |
| 土壌 | 100g | 220 | 140 | 100 | 40 | 500 | 300 | 200 | 80 | Bq/kg |
| 穀類 | | | | | | | | | | |
| 肉類 | 100g | 220 | 140 | 100 | 40 | 500 | 300 | 200 | 80 | Bq/kg 生 |
| 卵 | | | | | | | | | | |

文部科学省放射能測定法シリーズ「緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法」を参考に作成。

Q 環境放射線モニタリングに係る指針の制定及び改廃の経緯

I. 環境放射線モニタリングに関する指針（平成元年3月30日原子力安全委員会決定）

1. 昭和53年1月：環境放射線モニタリングの計画の立案、実施及び結果の評価に関する基本的方法を示すものとして、「環境放射線モニタリングに関する指針」を原子力委員会において決定した。
2. 昭和58年7月：環境放射線モニタリングに関する技術の向上、多様化等に対応するための見直しを行い、新たな「環境放射線モニタリングに関する指針」を原子力安全委員会において決定した。
3. 平成元年3月：国際放射線防護委員会（ICRP）1977年勧告（Pub. 26）の国内法令への取り入れに伴う、SI単位の導入、関連する用語の変更等に伴う見直しを行い、新たな「環境放射線モニタリングに関する指針」を原子力安全委員会において決定した。
4. 平成12年8月：平成11年9月30日のウラン加工工場臨界事故を契機とした原子力災害対策特別措置法（平成11年法律第156号。以下「原災法」という。）の制定及び「原子力施設等の防災対策について」（昭和55年6月原子力安全委員会決定。以下「防災指針」という。）の改訂に伴い、所要の改訂を行った。
5. 平成13年3月：国際放射線防護委員会（ICRP）1990年勧告（Pub. 60）の国内法令への取り入れに伴い、内部被ばくに係る線量係数（Sv/Bq）の変更に伴う改訂等を行った。

II. 緊急時環境放射線モニタリング指針（昭和59年6月21日原子力安全委員会決定）

1. 昭和59年6月：緊急時環境放射線モニタリングの計画の立案、実施及び評価方法に関する包括的な指針として、「緊急時環境放射線モニタリング指針」を原子力安全委員会において決定した。
2. 平成元年3月：国際放射線防護委員会（ICRP）1977年勧告（Pub. 26）の国内法令への取り入れに伴う、SI単位の導入、関連する用語の変更等を行った。
3. 平成4年6月：緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム（SPEEDIネットワークシステム）の取り入れ等に伴う改訂を行った。
4. 平成12年8月：平成11年9月30日のウラン加工工場臨界事故を契機とした原災法の制定及び防災指針の改訂に伴い、所要の改訂（同法に定める原子力緊急事態への対応、研究炉及び核燃料関連施設への対応、核燃料施設における臨界事故等への対応等）を行った。
5. 平成13年3月：国際放射線防護委員会（ICRP）1990年勧告（Pub. 60）の国内法令への取り入れに伴い、内部被ばくに係る線量係数（Sv/Bq）の変更に伴う改訂等を行った。

Ⅲ. 環境放射線モニタリング指針（平成 20 年 3 月 27 日原子力安全委員会決定）

平成 20 年 3 月：平成 19 年 5 月の防災指針の改訂を契機として、環境放射線モニタリングに関する最新の技術的な進展等に対応するため、環境放射線モニタリングに関する指針」（平成元年 3 月 30 日原子力安全委員会決定）及び「緊急時環境放射線モニタリング指針」（昭和 59 年 6 月 21 日原子力安全委員会決定）を廃止し、平常時及び緊急時の環境放射線モニタリングの計画の立案、実施及び評価方法に関する包括的な指針として、「環境放射線モニタリング指針」を原子力安全委員会において決定した。