

緊急時環境放射線モニタリング指針

昭和59年6月

(平成元年3月一部改訂)

(平成4年6月一部改訂)

(平成12年8月一部改訂)

(平成13年3月一部改訂)

原子力安全委員会

目 次

まえがき	1
第1章 本指針の基本的考え方	2
1-1 緊急時モニタリングの目的等	2
1-2 適用範囲と適用方法	2
第2章 緊急時モニタリング計画	3
2-1 緊急時モニタリング体制の整備	3
2-2 緊急時モニタリング用資機材の整備	4
2-3 緊急時モニタリングの実施方法	6
第3章 線量等の推定と評価	10
3-1 予測線量分布図等の作成	10
3-2 予測線量の推定	11
3-3 線量の評価	13
解 説	14
A モニタリングセンターの行う情報の収集と解析及び線量の推定・評価作業	14
B モニタリングチームの行う環境モニタリング現場作業	15
C 被ばくの経路	16
D 機動的なモニタリングの実施体制	17
E 第1段階のモニタリングの開始	23
F モニタリングポスト等による測定	26
G サーベイメータによる測定	28
H 環境試料等の放射能の測定	32
I 第2段階のモニタリングの開始とその範囲	35
J 積算線量計による測定	36
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	38
L 詳細計算法による予測線量等の分布図を用いた予測地図の作成	42
M 簡易計算法による予測線量の推定手順	43
N 被ばく線量の計算方法について	47

まえがき

原子力施設に異常状態が生じ、放射性物質又は放射線の異常な放出あるいはそのおそれがある場合には、災害対策基本法及び原子力災害対策特別措置法に基づき、国、地方公共団体及び原子力事業者は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なっている。

この防災対策の一環として、周辺環境の放射性物質又は放射線に関する情報を得るため、緊急時における環境放射線モニタリングが実施される。

緊急時における環境放射線モニタリングの基本的な事項に関しては、「原子力発電所等周辺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)において示し、また具体的な事項については、「緊急時環境放射線モニタリング指針」(昭和59年6月原子力安全委員会決定)において示した。また、これらに基づいて、地方公共団体においては、実施体制を整備し、緊急時に備えてきた。

平成11年9月30日にウラン加工施設において、我が国で初めて周辺住民等の避難等が必要となるような臨界事故が発生した。この事故対応の反省を踏まえて、原子力災害対策特別措置法が制定され、原子力防災対策の技術的、専門的事項を扱う「原子力発電所等周辺の防災対策について」についても臨界事故対応や原子力災害対策特別措置法との整合性等を踏まえて改訂し、表題も「原子力施設等の防災対策について」(以下「防災指針」という。)と改めた。これに合わせて、以下の点に留意して、平成12年8月に本指針についても改訂した。

- ・原子力災害対策特別措置法に定めた原子力緊急事態の発生に対応できること
- ・従来の原子力発電所、再処理施設等に加え、対象施設として研究炉、核燃料関連施設にも対応できること
- ・従来の放射性的希ガス及びヨウ素に加え、核燃料施設において火災、爆発、漏えい等により放出されるウラン又はプルトニウム等並びに臨界事故により施設から直接放出される中性子線及びガンマ線にも対応できること

今回は、国際放射線防護委員会(ICRP)1990年勧告の取入れに伴い核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の関係法令の改正がなされることに合わせ、用語とともに、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。

なお、本指針に述べられている事項は、今後の調査研究の進展等を考慮し、新たな知見等を積極的に取り入れることにより、必要に応じて本指針を見直すものとする。

第1章 本指針の基本的考え方

1-1 緊急時モニタリングの目的等

原子力施設において、放射性物質又は放射線の異常な放出あるいはそのおそれがある場合に、周辺環境の放射性物質又は放射線に関する情報を得るために特別に計画された環境モニタリング^(注1)を「緊急時環境放射線モニタリング」(以下「緊急時モニタリング」といい、原子力緊急事態の発生時に、迅速に行う第1段階のモニタリングと周辺環境に対する全般的影響を評価する第2段階のモニタリング)からなる。具体的な目的は次のとおりであるが、
は、第1段階のモニタリングに、
は、第2段階のモニタリングに区別される。

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)の濃度の把握

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

適切な防護対策^(注2)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

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

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

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

原子力災害対策特別措置法に基づき、原子力事業者から通報があった段階では、平常時のモニタリングを強化するとともに、原子力事業者から施設内の状況に関する情報を入手し、事態の推移に応じて、緊急時モニタリングの準備を開始する必要がある。さらに、原子力緊急事態を示す事象が発生した場合、緊急時モニタリングを開始する必要がある。

1-2 適用範囲と適用方法

本指針は原子力施設周辺における緊急時モニタリングに関するものである。

本指針を適用するに当たっては、原子力施設及び地域の特性等を十分考慮し、緊急時モニタリングの実効性に重きを置く必要がある。

(注1) 本指針で対象とする環境放射線モニタリングには、施設から放出された放射性物質による汚染又はそのおそれがある周辺住民等に対するスクリーニング、除染等のためのモニタリングは含まれない。

(注2) 防護対策とは、周辺住民等の線量をできるだけ低減するために講ずる措置をいい、屋内退避、コンクリート屋内退避、避難、飲食物摂取制限等が考えられている。

第2章 緊急時モニタリング計画

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くことが極めて重要である。このため、地方公共団体においては、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の作成を行っておく必要がある。

2-1 緊急時モニタリング体制の整備

原子力緊急事態が発生した場合、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には、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に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。

さらに、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。また、要員、測定機器等の運搬手段及び各モニタリングチーム等との通信連絡手段を確立しておくことも必要である。

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

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。

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、配置について十分円滑かつ効果的になるよう配慮する必要がある。

情報の収集と解析及び線量の推定・評価作業

放出源情報、モニタリング情報、気象情報、緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム(以下「SPEEDIネットワークシステム: System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information」という。第3章参照)による情報等の収集及び解析並びに線量等の推定・評価作業を行う(解説A参照)。これらの作業は、その目的・内容ごとに作業班を編成して行うことが適切である。

現地災害対策本部への報告等

モニタリングセンター長は、地方公共団体が設置した現地災害対策本部に予測線

量の推定結果等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意見を具申する。

(2) モニタリングチーム

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 B 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。

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。

2 - 2 緊急時モニタリング用資機材の整備

緊急時モニタリング体制に速やかに移行するため、平常時から準備しておかなければならない資機材は次のとおりである。

これら資機材は、モニタリングセンター設置予定場所又はその他の適切な場所に備えておくとともに、保守・点検を定期的に行い、常に使用できる状態にしておく必要がある。

(1) 資料

予測線量の推定に用いる地図等

防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲(以下「EPZ: Emergency Planning Zone」という(防災指針第3章3-2参照)における周辺住民等の予測線量を推定する際に必要となる地図、図表(解説 M 参照)

モニタリング地点を示した地図

少なくとも以下に示すモニタリング地点について符号を付し、EPZを表示するとともに、平常時の地点と緊急時の追加予定地点とを区別して示した地図

- 1) 固定式モニタリングポスト又はモニタリングステーション(以下「固定式モニタリングポスト等」という。)の設置点
- 2) 可搬型モニタリングポスト設置点
- 3) 積算線量計設置点
- 4) サーベイルート及び定点サーベイポイント
- 5) 環境試料の種類別採取地点

この地図は、モニタリングチーム用車両にも備える必要がある。

飲料水、食品等に関する情報

EPZにおける飲料水の供給状況(水源、水道の系統、井戸等)及び農畜水産物の生産状況(水田、畑作、牧草地区分等を含む。)その流通等

平常時のモニタリングの測定結果

人口分布図及び人口表

E P Zにおける16方位別、距離別のセクター内に含まれる住民総数を表した人口分布図及び市町村別人口表

交通、通信連絡系統図

E P Zにおける交通網、通信連絡系統図

その他

なお、上記 ~ の資料は地図にまとめられていることが望ましい。

(2) 放射線測定用機器

空間放射線量率測定に用いる機器

G M計数管式サーベイメータ又はNa I (T l)シンチレーション式サーベイメータ及び電離箱式サーベイメータ(これらを以下「ガンマ線用サーベイメータ」という。)、中性子線用サーベイメータ、固定式モニタリングポスト等、可搬型モニタリングポスト等

大気中の放射性物質の濃度測定に用いる機器

活性炭カートリッジ又は活性炭入りろ紙等を装備した可搬型集塵器(以下「ヨウ素サンプラ」という。)、ろ紙等を装備した可搬型集塵器(以下「ダストサンプラ」という。)、Z n S (A g)シンチレーション式サーベイメータ、ゲルマニウム半導体ガンマ線スペクトロメータ、Na I (T l)シンチレーション式ガンマ線スペクトロメータ、シリコン半導体アルファ線スペクトロメータ等

積算線量を測定するための機器

熱ルミネセンス線量計(以下「T L D」という。)、蛍光ガラス線量計、直読式の電子式積算線量計、金箔・硫黄タブレット等の中性子放射化検出器等

環境試料中の放射性物質の表面汚染密度及び濃度を測定するための機器

ゲルマニウム半導体ガンマ線スペクトロメータ、Na I (T l)シンチレーション式ガンマ線スペクトロメータ、可搬型ゲルマニウム半導体ガンマ線スペクトロメータ、Z n S (A g)シンチレーション式サーベイメータ、シリコン半導体アルファ線スペクトロメータ、誘導結合プラズマ質量分析装置(以下「I C P - M S」という。)等

なお、上記の放射線測定用機器は、その管理面から必ずしもモニタリングセンターの設置予定場所に備えておく必要はなく、むしろ管理が十分できるところに備えておくのがよい。その場合、その所在地(所属機関)と品目及び数量を把握し、運搬手段を確立するなど緊急時には直ちに調達できるようにしておくことが必要である。

(3) S P E E D I ネットワークシステム

地方公共団体においては、必要に応じて平常時から S P E E D I ネットワークシステムに固定式モニタリングポスト等のシステムを接続して、定常的に気象観測情報等を提供し、緊急時に備えるものとする。

(4) その他

通信設備

非常用電話、携帯電話、ファクシミリ、無線装置等

モニタリングチーム用防護資機材

フィルタ付き防護マスク、汚染防護服、個人線量計等

2 - 3 緊急時モニタリングの実施方法

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 C 参照）等を考慮し、各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る。緊急時モニタリングにおいて対象となる主要な放射性物質又は放射線は、原子力施設の特性や事故の形態により異なる。このため、測定する放射性物質又は放射線は原子力施設の特性や事故の形態に応じて環境への影響が大きいかあるいは被ばく評価上重要性の高い放射性物質又は放射線を優先的に測定することが望ましい。具体的には、原子炉施設等については放射性の希ガス及びヨウ素、核燃料施設については、火災、爆発、漏えい等により放出されるウラン又はプルトニウム等、臨界事故により放出される核分裂生成物並びに中性子線及びガンマ線である。

なお、実施に当たっては機動性を高めるため、車両を有効に利用し、さらに地点、状況等によっては、船舶、航空機によるモニタリングが必要になる場合もある（解説 D 参照）。

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

（1）第 1 段階のモニタリング

第 1 段階のモニタリングは、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 S P E E D I 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（解説 E 参照）。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 測定項目、測定地点又は試料採取地点、測定方法について述べる。

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) 環境試料（飲料水、葉菜、原乳及び雨水）中の放射性物質の表面汚染密度及び濃度

測定地点又は試料採取地点

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) 風下軸約60°セクター内における大気中の放射性物質の最大濃度の出現予測地点を中心とした風下軸の地表面直交線上 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モニタリングを実施すること。

なお、モニタリング車を利用して、走行しながら空間線量率を連続測定した結果は、放射線量率の分布を知る上で有効となる。

測定方法

1) 空間放射線量率の測定

次の機器を用いて測定する。

- (イ) 固定式モニタリングポスト等(解説F参照)
- (ロ) 可搬型モニタリングポスト(解説F参照)
- (ハ) ガンマ線用サーベイメータ(解説G参照)
- (ニ) 中性子線用サーベイメータ(解説G参照)

2) 大気中の放射性ヨウ素濃度の測定

(イ) 活性炭カートリッジ又は活性炭入りろ紙等を装備したヨウ素サンプラにより大気試料を採取し、NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータ又はGM計数管式サーベイメータにより簡易測定する(解説G参照)。

(ロ) さらに、必要に応じてより正確な濃度を求めるために、上記試料のうち放射能濃度の高い試料を選んで、ゲルマニウム半導体ガンマ線スペクトロメータ又はNaI(Tl)シンチレーション式ガンマ線スペクトロメータにより測定し、それによって得られた放射性ヨウ素濃度の値をもとに(イ)の方法による値を補正する(解説H参照)。

3) 環境試料中の放射性ヨウ素濃度の測定

環境試料を採取し、NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータにより簡易測定する(解説G参照)。

さらに、必要に応じてより正確な濃度を求めるために、上記2)(ロ)と同様の測定を行う(解説H参照)。

4) 大気中のウラン又はプルトニウム濃度の測定

(イ) ダストサンプラによりろ紙上に大気試料を採取し、ZnS(Ag)シンチレーション式サーベイメータにより簡易測定する(解説G参照)。

なお、この方法は、もともと大気中に存在するラドン娘核種もろ紙に捕集されるため、ウラン又はプルトニウムの濃度が低い場合には適さない。

(ロ) さらに、必要に応じてより正確な濃度を求めるために、上記試料のうち放射能濃度の高い試料を選んでそのままシリコン半導体アルファ線スペクトロメータ等により測定するか又は放射化学分析を行い、ICP-MS又はシリコン半導体アルファ線スペクトロメータ等により、放射能濃度を測定する(解説H参照)。それらによって得られたウラン又はプルトニウムの濃度の値をもとに(イ)の方法による値を補正する。

5) 環境試料中のウラン又はプルトニウムのアルファ線表面汚染密度又は濃度の測定
環境試料を採取し、環境試料中のウラン又はプルトニウムによるアルファ線表面汚染密度を求めるため、ZnS(Ag)シンチレーション式サーベイメータによりアルファ線表面汚染密度を簡易測定する(解説G参照)。

さらに、必要に応じてより正確なアルファ線表面汚染密度又は濃度を求めるために、上記試料のうち表面汚染密度の高い試料について、上記4)(ロ)と同様の測定を行う(解説H参照)。

(2) 第2段階のモニタリング

第2段階のモニタリングは、第1段階の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、第1段階のモニタリングよりさらに広い地域につき、放射性物質及び放射線の周辺環境に対する全般的影響を評価し、確認するために行われる(解説I参照)。

第2段階のモニタリングにおいては、積算線量及び人体へ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。

なお、この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 測定項目、 測定地点又は試料採取地点、 測定方法、 環境試料に対する経時変化の追跡、 積算線量の測定について述べる。

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段階のモニタリング試料と同じもの
 - (ロ) 土壌、植物
 - (ハ) 農畜産物
 - (ニ) 源水(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

TLD等による測定結果、固定式モニタリングポスト等の情報を主とし、他の方法からの結果を参考とする(解説J参照)。

測定地点又は試料採取地点

第1段階のモニタリングの結果を参考とし、必要と考えられる地点。

測定方法

平常時のモニタリングで使用されている測定方法を準用するほか、現地でより正確な測定を行うため、必要に応じて可搬型のゲルマニウム半導体ガンマ線スペクトロメータを用いる。

環境試料中のウラン又はプルトニウム等の濃度の測定は、I C P - M S 又はシリコン半導体アルファ線スペクトロメータ等を使用する(解説H参照)。

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、3)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。この場合の時間間隔のめやすは、1日～1週間程度である。

積算線量の測定

T L D 等による測定結果及び固定式モニタリングポスト等の情報を中心に他の測定の結果を参考にして、周辺住民等が実際に被ばくした積算線量を推定する。

第3章 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放射能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能濃度及び線量の評価を、主として以下の原子力施設から放出される放射性物質又は放射線について行う。

原子炉施設等については、放射性的希ガス及びヨウ素
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
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、及びについては、3 - 1 に述べる予測線量分布図等を有効に利用しつつ、空間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。

3 - 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放射能濃度、予測線量等の情報を得るための計算手法には、図表等を用いて放射能濃度、線量等を予測する簡易計算法、又は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。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、より現実的な結果を直接得ることができる。

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、固定式モニタリングポスト等の測定値の補完、空間放射線量率のサーベイ実施地点の検討、大気及び環境試料のサンプリング実施地点の検討、TLD等の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・拡散状況から放射能濃度分布、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放射能濃度、予測線量等を推定する。

SPEEDIネットワークシステムは、平常時から地方公共団体のモニタリングステーションのシステムと接続されており、定常的に気象情報を収集し、気象予測等を行い、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、大気中の予測放射能濃度分布図、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（解説L参照）。

なお、あらかじめSPEEDIネットワークシステムにより放出のパターンごと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のから分布図を作成する（解説M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。

3 - 2 予測線量の推定

放射性物質又は放射線が放出された場合、これら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。

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、ブルーム（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N参照）。

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

質は上記と同様にブ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、量的には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 N 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、主として放射性的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。

放射性物質の放出が終了し、放射性ブ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。

大気中に放出された放射性物質の予測線量等の推定は、3 - 1 において作成された計算図形を有効に利用しつつ、気象情報、放出源情報、モニタリング情報等を勘案して行う。

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。

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。

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、この点に注意すること。

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。

推定の際にモニタリング値が得られていれば、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い、これによりモニタリング値を補完する目的で計算図形を利用することができ、また、計算図形をモニタリング値により逐次修正することもできる。

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。

3 - 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、平常時の手法にしたがって算定する（解説 I、N、及び「環境放射線モニタリングに関する指針」（平成元年3月原子力安全委員会決定、平成13年3月改訂）参照）。さらに必要に応じ、環境中に放出された放射性物質による線量を評価する。

解説

A．モニタリングセンターの行う情報の収集と解析及び線量の推定・評価作業

(1) 放出源情報及びモニタリング情報の収集と解析

原子力事業所の放出源情報（敷地内のモニタリング情報を含む。）の収集と解析、各モニタリングチーム等の測定結果の収集と解析作業を行う。なお、原子力事業所及び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。

(2) 気象情報の収集と解析

異常状態の発生地区の気象情報（原子力事業所の観測データを含む。）を収集し、これとさらに広域の気象情報（地方気象台の観測値）等をもとに気象の変化を予測し、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。

(3) S P E E D I ネットワークシステムの計算結果の収集と解析

S P E E D I ネットワークシステムを運用し、予測線量等の計算結果を収集し解析する。

(4) 線量の推定・評価作業

放出源、気象、モニタリングポスト、S P E E D I ネットワークシステム、各モニタリングチームからの情報等をもとに環境における空間放射線量率予測地図、大気中の放射性物質の濃度予測地図等を迅速に作成し、モニタリングを実施する地点及び地域の決定並びに周辺住民等の予測線量の推定を行うとともに、第2段階のモニタリングにおいては周辺住民等の実際の線量の算定を行う。

B . モニタリングチームの行う環境モニタリング現場作業

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表面汚染密度及び濃度の測定

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。

C . 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。多くの場合、この形態では放出の継続期間中、放出地点に近い場所ほど重要となる。

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。

D．機動的なモニタリングの実施体制

異常状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、異常状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、その車両の規模、搭載モニタリング機器設備等によって次の2種類に大別される。

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)、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

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

上記のサーベイ車は、一般に車両自体に特殊機能を必要としないので通常使用されている車両を流用することが可能であり、また小型あるいは中型の車両を使用することにより、道路事情等による行動範囲の制約も少なく迅速かつ機動性に富んだ活動が可能である。

一方、上記のモニタリング車は、環境モニタリング専用の特別な機能を持たせた特殊車両であり、台数に制約がある。また、一般に比較的大型で、行動範囲の制約も受けるが、その特殊機能を生かし、定点における半固定的な連続測定を実施することができるほか、場合によっては移動式野外観測室(フィールド・ラボ)的な役割をもたすこともできる。

(3) 行動範囲

第1段階のモニタリング

第1段階のモニタリングにおいては、周辺住民等に対する防護対策の必要性の有無の判断に必要な情報を短時間に得ることに最重点があり、何よりも先ず迅速さが要求されるのでサーベイ車によるモニタリングが中心となる。

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

(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。

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。サーベイメータによる空間放射線量率の測定、大気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を実施する。この際、居住地域を考慮して0.5～1 km 間隔をめやすに順次サーベイ車を移動する。

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。

また、可搬型モニタリングポスト及びTLD等の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。

核燃料施設の臨界事故において、中性子線が継続して放出される可能性がある場合には、中性子線用サーベイメータを用い、同心円上の複数地点で中性子線量率を測定する。中性子線量率の測定は、距離による減衰等の状況にも注目して実施する。

異常状態の推移、放出源の状況、気象条件の変化等に対応するとともに初期のモニタリング結果を解析しながらモニタリング地点を逐次修正し、環境におけるモニタリング情報の確度を高め、必要であればさらにモニタリング範囲を広げて影響範囲を明確にする。

この段階までのモニタリングは、サーベイ車で十分対応できると考えられるが、モニタリング車を使用すれば、空間放射線量率の測定、放射性ヨウ素の分別測定等により、情報の質、精度を高められ、また時間変化についての情報も得られる。例えば、予測される最大空間放射線量率地点、大気中の放射性物質の最大濃度地点付近あるいはサーベイ車のモニタリング結果に基づいた適切な場所にモニタリング車を一定期間停車させ、連続測定に用いることができる。

また、サーベイ車で上述のモニタリングを実施する過程で、この段階において採取測定があらかじめ定められた飲料水、葉菜、原乳等の試料を採取するとともに、必要に応じてサーベイメータで放射能の簡易測定を行い、採取した試料をモニタリングセンター等に持ち帰る。

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。

第2段階のモニタリング

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) 搭載機材

モニタリングに使用する車両には、放射線の測定、環境試料の採取に必要な機材（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機材及び資料を搭載する。搭載機材の例を表 D - 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。

(5) モニタリング機器類のキット化

原子力緊急事態において緊急時モニタリングが迅速に実施できるように、モニタリング機器類のキット化をしておくことが望ましい。各キットのパッキング例を表 D - 2 に示す。各キットの表面にはパッキングリストを添付し、内容物を年 1 回点検する。

なお、これらのキット類は、所定の場所に一括保管し、緊急時にはモニタリング車、サーベイ車等に速やかに積載し、現場へ急行できるようにしておく。

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D - 1 搭 載 機 材 の 例

搭 載 項 目		搭載 数量	搭載対象車	
			サーベイ 車	モニタリング 車
放射線 測定用 機 材	NaI (Tl) シンチレーション式サーベイメータ (~ 数 10 μ Sv/h 又は ~ 数 10 μ Gy/h)	1 台		
	電離箱式サーベイメータ (~ 数 mSv/h 又は ~ 数 mGy/h)	1 台		
	GM計数管式サーベイメータ (~ 数 mSv/h)	1 台		
	ZnS (Ag) シンチレーション式サーベイメータ	1 台		
	中性子線用サーベイメータ (レムカウンタ)	1 台		
	可搬型ゲルマニウム半導体ガンマ線スペクトロメータ	1 台	-	
	ヨウ素モニタ (記録計付)	1 台	-	
	空間線量率連続モニタ	1 台	-	
	ハイボリュームエアサンプラ (~ 500 ℓ /min)	1 台		
	ローボリュームエアサンプラ (30 ~ 50 ℓ /min)	1 台		
	集塵ろ紙、活性炭ろ紙又はカートリッジ	1 式		
	ヨウ素捕集試料測定台 (しゃへい付)	1 台	-	
	ヨウ素捕集試料収納箱 (袋)	1 式		
環境試料 採取用 機 材	ポリビン (20 ℓ)	1 式		
	マリネリ容器 (2 ℓ)	1 式		
	スコップ	1 個		
	重量計	1 個		
その他	無線装置	1 式		
	携帯電話	1 台		
	発電機	1 台		
	照明器具	1 式		
	携帯型風向風速計	1 式	-	
	サーベイルート地図	1 式		
	個人線量計 (直読式の電子式積算線量計、蛍光ガラス線量計等)	1 式		
	防護具類 (防護マスク、手袋等)	1 式		
			搭載	

表D - 2 モニタリング機器類の各キットのパッキング例

a) 測定器キット

) 空間放射線量測定用

ガンマ線用サーベイメータ

数 0.1 μ Sv/h ~ 数 mSv/h 又は数 0.1 μ Gy/h ~ 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

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) 3 台

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

チェック線源 1 個

予備電池 必要数

) 表面汚染測定用

表面汚染検査用サーベイメータ 1 台

チェック線源 1 個

予備電池 必要数

b) 試料採取用キット

) 大気試料採取用

ローボリュームエアサンプラ 30 ~ 50 ℓ /min 1 台

ハイボリュームエアサンプラ ~ 500 ℓ /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

ヨウ素用及びダスト用防護マスク 各 3 個

記録票 1 冊

電源コード 30 m

1 本

) 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
懐中電灯		1本

E . 第 1 段階のモニタリングの開始

原子力災害対策特別措置法において、異常事態発生の際に原子力事業者から関係者に通報があった場合、平常時のモニタリングを強化するとともに、緊急時モニタリングの準備を行う。原子力緊急事態が宣言された場合、緊急時モニタリングを開始する。通報基準、緊急事態の判断基準及びそれぞれの対応は、防災指針に記載されているので、当該部分を抜粋して以下に示す。

『第 5 章 災害応急対策の実施のための指針

5 - 1 異常事態発生の際の通報基準及び緊急事態判断基準

原子力災害対策特別措置法において、原子力施設の特長、防護活動との関係等を踏まえ、すべての原子力施設に適用できるように原子力防災活動の準備や開始に関する基準を設定している。

(1) 関係者への通報基準及びそれに該当する事象への対応

通報基準の内容

- (イ) 原子力事業所の境界付近において、空間放射線量率について 1 地点で 10 分以上 $5 \mu\text{Sv/h}$ 以上又は 2 地点以上で同時に $5 \mu\text{Sv/h}$ 以上 (ガンマ線が $1 \mu\text{Sv/h}$ 以上の場合は、中性子線も測定し、それらの合計の線量が $5 \mu\text{Sv/h}$ 以上。なお、落雷によるものを除く。)
- (ロ) 排気筒等の通常放出部分で、拡散した後の放射能水準が、原子力事業所の境界付近において $5 \mu\text{Sv/h}$ 以上に相当するような放射性物質の放出等 (累積放出量で管理している場合には、一事象により $50 \mu\text{Sv}$ 以上に相当するような放出)
- (ハ) 火災、爆発等が生じ、管理区域外の場所で、 $50 \mu\text{Sv/h}$ 以上の空間放射線量率又は $5 \mu\text{Sv/h}$ 以上に相当するような放射性物質の放出等
- (ニ) 原子力事業所外運搬中に事故が生じ、輸送容器から 1 m 離れた地点で $100 \mu\text{Sv/h}$ 以上の空間放射線量率又は放射性物質の漏えい等
- (ホ) 臨界事故の発生又はそのおそれがある状態
- (ヘ) 原子力施設の特長を踏まえた個別の事象であって、軽水炉において制御棒の挿入による原子炉の停止ができないこと等

通報基準に該当する事象が発生した場合の対応

(イ) 原子力事業者の対応

原子力事業者は、国、都道府県知事及び市町村長等に迅速に通報するとともに、周辺住民等への影響に関する情報の把握や原子力災害の発生又は拡大防止のために必要な応急措置を実施し、さらに、事故の経過を的確にこれらの機関に連絡することが必要である。

(ロ) 国の対応

国は、原子力防災専門官等を通じて原子力事業所における事故情報等を迅速に収集するとともに、職員や日本原子力研究所等の専門家を現地に派遣するこ

とが必要である。また、事故の進展状況に応じて、関係省庁間での事故対策連絡会議を開催するなどにより関係者間での情報の共有化を図りつつ、対応策について検討を行うなど警戒態勢を整えていく必要がある。

(八) 地方公共団体の対応

都道府県及び市町村は、原子力防災専門官の協力も得つつ情報収集を行い、事故の進展状況に応じて警戒態勢を整える必要がある。また、周辺への影響の把握という観点から、平常時のモニタリングを強化するとともに、緊急時モニタリングの準備を開始する。

なお、この段階は、あくまで原子力災害の発生又は拡大の防止のために必要な準備の段階であり、関係機関においては、住民に無用な不安、混乱を与えることがないように、適切に対応することが重要である。また、初期段階における現地対応として、原子力防災専門官の役割は重要であり、あらかじめ業務内容等について定めておく必要がある。

(2) 原子力緊急事態及び当該事態への対応

原子力緊急事態の判断基準の内容

- (イ) 原子力事業所の境界付近において、空間放射線量率について1地点で10分以上500 $\mu\text{Sv/h}$ 以上又は2地点以上で同時に500 $\mu\text{Sv/h}$ 以上(ガンマ線が5 $\mu\text{Sv/h}$ 以上の場合は、中性子線も測定し、それらの合計の線量が500 $\mu\text{Sv/h}$ 以上。なお、落雷によるものを除く。)
- (ロ) 排気筒等の通常放出部分で、拡散した後の放射能水準が、原子力事業所の境界付近において500 $\mu\text{Sv/h}$ 以上に相当するような放射性物質の放出等(累積放出量で管理している場合には、一事象により5 mSv以上に相当するような放出)
- (ハ) 火災、爆発等が生じ、管理区域外の場所で、5 mSv/h以上の空間放射線量率又は500 $\mu\text{Sv/h}$ 以上に相当するような放射性物質の放出等
- (ニ) 原子力事業所外運搬中に事故が生じ、輸送容器から1 m離れた地点で10 mSv/h以上の空間放射線量率又は放射性物質の漏えい等
- (ホ) 臨界事故の発生
- (ヘ) 原子力施設の特性を踏まえた個別の事象であって、軽水炉においてホウ酸水を注入する等の操作によっても原子炉の停止ができないこと等

原子力緊急事態への対応

(イ) 原子力事業者の対応

原子力事業者は、原子力災害の発生又は拡大の防止のために緊急事態応急措置を実施することが必要である。

(ロ) 国及び地方公共団体の対応

国は、原子力緊急事態宣言を発出し、原子力災害対策本部を設置するとともに、地方公共団体でも災害対策本部を設置し、応急対策を実施することとなる。

その際、オフサイトセンター内に、国の現地対策本部、都道府県及び市町村の対策本部等からなる原子力災害合同対策協議会を組織して、情報を共有しつつ、連携して応急対策を実施し、周辺住民等への放射線の影響をできるだけ低減化するとと

もに、無用な不安、混乱を与えることがないように、適切に対応することが重要である。

原子力緊急事態の判断基準等に関する留意事項

国が原子力災害対策本部を立ち上げる基準には、原子力事業所の境界付近における異常な空間放射線量率と、施設内の異常な事象の双方があり、現実的には境界付近の異常な空間放射線量率よりも施設内の異常な事象の発生が先に検知されることが想定される。この観点からも、原子力事業者は、施設内の異常な事象を確実に検知し、迅速に通報することが必要である。

また、すべての原子力施設に適用される通報基準、緊急事態の判断基準が明確化されたことを踏まえ、国、地方公共団体等の関係機関が連携をとりつつ、整合性のある対応をとっていくことが重要である。したがって、これら関係機関が、今後の原子力防災計画の策定において、かかる基準の内容及び対応策を反映していくことが重要であると考えられる。』

F . モニタリングポスト等による測定

(1) 目 的

固定式モニタリングポスト又はモニタリングステーション

固定式モニタリングポスト又はモニタリングステーションによる測定は、原子力施設から放射性物質又は放射線の異常な放出が生じた場合に連続的な情報を得ることができるため、空間放射線量率の変動が把握でき、しかも集中的に監視できるという点で、特に第1段階のモニタリングにおいて有効な情報を与える。すなわち原子力緊急事態発生直後において異常値が早期発見され、環境に放射性物質又は放射線が放出されたことを検知できるのみならず、サイト周辺における空間放射線量率とその時間的变化が迅速・的確に把握できる。このことは周辺住民等の外部被ばくによる実効線量を予測して防護対策を講ずる上で、また緊急時モニタリングを行うべき地点又は地域を特定する上でも、有力な情報のひとつとなる。

また、以下に述べる可搬型も含めたモニタリングポストによる連続測定記録の変動パターンから自然放射線と人工放射線の弁別が可能である。これは人工放射線による外部被ばくによる実効線量を推定するうえで、TLD等の積算線量計による測定結果を補完して、さらに確実な情報を提供する。

可搬型モニタリングポスト

固定式モニタリングポスト等は、平常時の環境モニタリングを兼ねており、その数が限定されているので、これらが汚染区域に重点的に配備されているとは限らない。そのため気象情報を考慮して記録計を装備した臨時のモニタリングポストを設置することも有効である。

(2) 測定器の種類と計測範囲

NaI(Tl)シンチレーション検出器を使ったエネルギー補償型の測定器の測定上限値は、検出器の大きさ、計数値の積算時間等により異なってくるが、2 in × 2 in の検出器で約50 μ Gy/h くらいである。また、必要に応じてガンマ線のエネルギーに関する情報が得られる利点を有する。

電離箱式は、平常レベルから100 mGy/h 程度までの広い計測範囲を有するが、エネルギーに関する情報は得られない。

GM計数管は、ガンマ線に対する感度が低く比較的寿命が短いこと、エネルギー依存性が比較的大きいこと等の欠点を有するが、平常時から緊急時までの広範囲の測定が可能なることから緊急時用モニタとして利用することができる。

平常時に固定式モニタリングポスト等に多く設置されているエネルギー補償型のNaI(Tl)シンチレーション検出器は、高感度であるものの、高線量率ではスケール・オーバーすることも考えられる。この検出器を設置しているモニタリングポスト等には、緊急時に対処できるよう高線量率まで測定できる検出器を併置して、線量率測定範囲を引き上げておく。この検出器としてはエネルギー特性が良好な電離箱が良い。併置した高線量率用測定器も常時可動状態にしておく。これらの測定器について

は、野外環境での耐久性を考えて保護対策をとっておく必要がある。

可搬型モニタリングポストとしては、電離箱を用いたもの、低線量率用にNaI(Tl)シンチレーション検出器と高線量率用にシリコン半導体検出器を組み合わせたもの及びNaI(Tl)シンチレーション検出器に電流測定方式を加えたものがある。これらは広い計測範囲を有し、全天候型で、電源として電池又は商用電源の両方が使用できるようになっていることから、任意の場所での測定が可能である。特に、NaI(Tl)シンチレーション検出器とシリコン半導体検出器を合わせたもの及びNaI(Tl)シンチレーション検出器に電流測定方式を加えたものは、電離箱より小型かつ軽量である。

緊急時には、以下の計測範囲を有する測定器が望ましい。選択した測定器について、特に低エネルギー側のエネルギー特性を把握しておく。

検出器	方式	計測範囲
NaI(Tl)	エネルギー補償型	~ 50 μ Gy/h
電離箱	アルゴンガス加圧型	~ 100 mGy/h
GM計数管	————	~ 1 mGy/h
NaI(Tl) +シリコン半導体*	エネルギー補償型 ————	~ 10 μ Gy/h 10 μ ~ 100 mGy/h
NaI(Tl)*	エネルギー補償型 + 電流測定方式	~ 100 μ Gy/h 100 μ ~ 100 mGy/h

* 可搬型モニタリングポスト用

(3) 測定・校正法

「連続モニタによる環境線測定法」(文部科学省放射能測定法シリーズ)を準用する。

G . サーベイメータによる測定

(1) 目 的

サーベイメータによる測定は、周辺住民等に対する防護対策を決定するうえで必要な周辺環境における放射性物質又は放射線に関する情報を迅速に得ることを目的としている。特に第 1 段階のモニタリングにおいては空間放射線量率、大気中の放射性ヨウ素、ウラン又はプルトニウム濃度及び飲料水等環境試料中の放射性ヨウ素の濃度、ウラン又はプルトニウムのアルファ線表面汚染密度の簡易測定にサーベイメータが使用される。

(2) 測定器と測定対象

サーベイメータは、検出器により感度、測定範囲、エネルギー特性等が異なるので、使用目的や測定しようとする放射性物質又は放射線のレベルに応じた測定器を選ぶことが必要である。なお、測定に当たっては表示単位の異なる測定器が用いられる場合もあり注意を要する。一般的なサーベイメータの種類及び性能を表 G - 1 に示す。

電離箱式サーベイメータ

ガンマ線に対するエネルギー特性(3 0 keV ~ 3 MeV で $\pm 1 0 \%$) 及び方向特性は良好であり、緊急時における空間放射線量率の測定には最も適している。測定下限 1 μ Sv/h、上限 1 0 ~ 3 0 0 mSv/h (又は測定下限 1 μ Gy/h、上限 1 0 ~ 3 0 0 mGy/h) 程度のものが一般的である。

GM 計数管式サーベイメータ

ガンマ線に対するエネルギー特性は 5 0 keV ~ 3 MeV で + 2 0 0 ~ - 5 0 % 程度のものが多い。近年エネルギー特性のかなり改善されたものも市販されている。

計数率表示のもの、線量率表示のもの及び両目盛を備えたものがあるが、計数率 1 ~ 1 0 0 0 s^{-1} 、測定線量率範囲は 0 . 1 μ Sv/h ~ 3 0 0 μ Sv/h (又は 0 . 1 μ Gy/h ~ 3 0 0 μ Gy/h) 程度のものが一般的である。

あまり精度を要求しなければ、空間放射線量率の測定に用いることができる。

GM 計数管は、特性の経時変動があり、寿命も比較的短いので随時点検する必要がある。線量率が測定できる範囲の上限近傍を超えると窒息状態になることがある。

また、ベータ線放出体の表面汚染密度の測定には、大面積端窓型 GM 計数管式サーベイメータが望ましい。測定できるベータ線は、最大エネルギー 0 . 2 MeV 以上である。

NaI (T l) シンチレーション式サーベイメータ

ガンマ線に対する感度は高い。エネルギー依存性は電離箱式に比べて劣るが、これを補償しているものもある。

また、1 0 0 keV 以下をカットした機種は、ガンマ線エネルギー 8 1 keV の ¹³³Xe が重要な測定対象の一つであるので緊急時における空間放射線量率の測定に用いるのは適当ではない。ただし、波高弁別レベルを 5 0 keV まで下げたものは放射

性ブルームの探索に使用できる。測定線量率範囲は $0.1 \mu\text{Sv/h} \sim 30 \mu\text{Sv/h}$ 程度のものが一般的である。

この機器の特性を活かして、活性炭カートリッジ等^(注)に捕集した放射性ヨウ素及び飲料水等環境試料中の放射性ヨウ素の簡易測定に用いるが、エネルギー補償型のものの読み取り値は、 ^{131}I のガンマ線 (364 keV) に対してエネルギーを補償していないものの半分程度の値となることもある。

なお、線量を測定するに当たっては、線量率が高い場や中性子線とガンマ線の混合場では残光現象が発生することに注意する。

ZnS (Ag) シンチレーション式サーベイメータ

アルファ線表面汚染密度の測定には、大面積のシンチレーション検出器を使用したサーベイメータが望ましい。一例として、 $14.5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ の ZnS (Ag) シンチレータが用いられているものがあり、約 1 mg/cm^2 のアルミ蒸着マイラの薄膜によって遮光されている。遮光膜は、ピンホールがあいたり破れたりすると、光漏れによる疑似計数を生じるので、試料の測定には注意が必要である。

中性子線用サーベイメータ(レムカウンタ)

中性子線の測定には、ポリエチレン等の減速材の中に熱中性子検出器が組み込まれており、熱中性子 (0.025 eV) から約 10 MeV の高速中性子までのエネルギー領域に対し 1 cm 線量当量に近い応答をするレムカウンタを用いる。測定範囲は、 $0.01 \mu\text{Sv/h}$ から約 10 mSv/h と広範囲で、積算機能を有するものもある。検出器のガンマ線に対する感度は極めて小さいので、ガンマ線混在場での測定も特に問題は生じない。

なお、緊急時においては、レムカウンタの指示値をもって暫定的に中性子線に対する外部被ばく実効線量とみなす。

(3) 測定点の設定及び必要台数

ブルームに対するサーベイメータによる空間放射線量率の測定点は、最大線量率出現予測地点、地形、人口分布、産業、道路事情等を考慮して風下軸約 60° セクター内に数点を設定する。

中性子線が継続して放出される可能性がある場合には、中性子線量率は同心円上の複数地点を設定する。

また、第1段階のモニタリングにおいては、各測定点とも時間的推移が把握できる頻度で測定を行う。

サーベイルートは、最大線量率出現予測地点に向かって最も迅速に行動できるよう選定する。

(注) 清浄空気でアフターブローし、キセノンを離脱させた後に測定することが望ましい。

表G - 1 一般的なサーベイメータの種類及び性能

測定器の種類	測定範囲		エネルギー範囲	測定対象
	下限値	上限値		
電離箱式 サーベイメータ	1 μSv/h	10 ~ 300 mSv/h	30 keV ~ 3 MeV	()
GM計数管式 サーベイメータ	B . G (0.1 μSv/h)	300 μSv/h	50 keV ~ 3 MeV	()
Na I (T l) シンチレーション式 サーベイメータ	B . G (0.1 μSv/h)	30 μSv/h	50 keV ~ 3 MeV	
Zn S (A g) シンチレーション式 サーベイメータ	0 min ⁻¹	10 ⁵ min ⁻¹	2 MeV以上	
中性子線用 サーベイメータ	0 . 0 1 μSv/h	10 mSv/h	0 . 0 2 5 e V ~ 8 MeV	中性子

測定器は故障や汚染で使用できなくなることも考慮し、予備を含めた必要台数を確保しておく。

(4) 測定法

空間放射線量率の測定

電離箱式サーベイメータ、GM計数管式サーベイメータ又はNa I (T l) シンチレーション式サーベイメータを用いて次の手順にしたがって測定を行う。また、日常、定期的に校正を行う必要がある。

1) 準備

取扱説明書にしたがって点検・動作確認を行う。

2) 測定

イ) 1) の点検を行う。

ロ) 地上1mで、検出器の長軸を大地と平行にして測定する。

ハ) 約10秒間隔で5回以上指示値を読みとり、その平均値を測定値とする。

大気中の放射性ヨウ素濃度の測定

「緊急時における放射性ヨウ素測定法」(文部科学省放射能測定法シリーズ)に準じて行う。

ヨウ素捕集材として用いられる活性炭は、キセノンもいくらか吸着する性質がある。サーベイメータを用いる測定では、核種を弁別測定できないため、放射性ヨウ素濃度を過大に評価することがあり得るが、引き続いて行われるガンマ線スペクトル分析に対するスクリーニングとして意味をもっている。したがって、多数の試料の迅速なスペクトル分析が可能ならば、サーベイメータによる測定は省略することができる。

なお、キセノンに対する分別性能の優れたヨウ素捕集材（銀アルミナ）がある。

飲料水等環境試料中の放射性ヨウ素濃度の測定

飲料水等環境試料中の放射性ヨウ素の測定にはサーベイメータを用いることができるが、より正確な濃度を求めるため、ガンマ線スペクトロメータによる分析を行う。

なお、サーベイメータの検出下限値が飲食物摂取制限に関する指標値（防災指針第5章5-3）と同程度となることもある。よって、飲食物摂取制限に関する指標値と比較する必要がある場合には、ガンマ線スペクトロメータによる分析を行う。

測定は、「緊急時における放射性ヨウ素測定法」（文部科学省放射能測定法シリーズ）に準じて行う。

大気中のウラン又はプルトニウム濃度の測定

大気中のウラン又はプルトニウムは大流量のダストサンプラを用いてろ紙に捕集し、そのままZnS(Ag)シンチレーション式サーベイメータを用いて測定する。

本方法により測定を実施するに当たっては、以下の点に留意する。もともと大気中に天然のラドン娘核種等が存在しており、これらもろ紙に捕集される。ZnS(Ag)シンチレーション式サーベイメータは核種を弁別できないので、施設から放出されたウラン又はプルトニウムの大気中濃度を過大評価する恐れがある。また、大気中の天然のラドン娘核種等の大気中濃度は時間的にも空間的にも著しく変動する。これらのことから、短寿命のラドン娘核種等の減衰を待ち、数時間後に再び測定することが望ましい。

なお、大気中のウラン又はプルトニウムの濃度が低い場合には、この方法は適さない。

環境試料中のウラン又はプルトニウムの表面汚染密度の測定

環境試料中のウラン又はプルトニウムの表面汚染密度については直接ZnS(Ag)シンチレーション式サーベイメータを用いて測定する。

なお、環境試料の測定についても大気試料の測定と同様に表面汚染密度が低い場合にはこの方法は適さない。正確な濃度を求めるためには、必要に応じて放射化学分析後にICP-MS又はシリコン半導体アルファ線スペクトロメータを用いて測定する。

H . 環境試料等の放射能の測定

(1) 第 1 段階のモニタリング

この段階における内部被ばくに係るモニタリングは、事故等の形態に応じ、放出された放射性物質を限定できる場合には放射性ヨウ素、ウラン又はプルトニウムのうち対象となる放射性物質に着目し、測定 of 迅速性に重点をおいて実施する。

放射性ヨウ素の測定

1) 主な機器の種類と測定方法

イ) 機器の種類

-) ヨウ素サンプラ (可搬型、連続採取可能かつ活性炭カートリッジ等を装着可能なもの)
-) NaI (T l) シンチレーション式サーベイメータ又はGM計数管式サーベイメータ
-) 可搬型ゲルマニウム半導体ガンマ線スペクトロメータ又は可搬型NaI (T l) シンチレーション式ガンマ線スペクトロメータ
-) ゲルマニウム半導体ガンマ線スペクトロメータ (検出器、しゃへい体、波高分析器、データ解析装置、データ出力装置を含む。)
-) NaI (T l) シンチレーション式ガンマ線スペクトロメータ (検出器は 3 in × 3 in 以上、しゃへい体、波高分析器、データ解析装置、データ出力装置を含む。)
-) 試料採取用機材 (ポリビン、ポリ袋等)
-) 測定試料調製用機材 (ミキサー、ハンドプレス等)
-) 測定用試料容器

ロ) 測定方法

-) 大気中の放射性物質の採取時間は 1 試料 5 分以内で行う。
-) 試料の測定時間は 1 試料 10 分以内で行う。

2) 測定結果の評価

- イ) 大気試料の測定結果から甲状腺に対する等価線量を速やかに算定する。
- ロ) 各試料の測定結果から、飲食物摂取制限に関する指標値 (防災指針第 5 章 5 - 3 参照) が与えられているものについてはそれと比較対照する。

ウラン又はプルトニウムの測定

1) 主な機器の種類と測定方法

イ) 機器の種類

-) ハイボリュームエアサンプラ (可搬型、500 l / min 程度又はそれ以上の流量率で連続採取が可能なもの)
-) ZnS (A g) シンチレーション式サーベイメータ
-) I C P - M S
-) シリコン半導体アルファ線スペクトロメータ (検出器、波高分析器、データ解析装置、データ出力装置を含む。)

-) 試料採取用機材（ポリビン、ポリ袋等）
-) 測定試料調製用機材（ミキサー、ハンドプレス等）

ロ) 測定方法

-) 大気試料の採取時間は60分以内とすることが望ましい。大気試料の採取に用いるろ紙としては、表面捕集効率が高いメンブランチタイプのろ紙が良い。なお、採取時間は施設からの放射性物質の放出状況を考慮する。
-) 試料の測定は、ZnS(Ag)シンチレーション式サーベイメータを用い、時定数の3倍程度の時間で指示値を読む。なお、積算計測機能付きのものは、測定時間を1分間程度とする。詳細な測定方法については解説Gを参照する。
-) 必要に応じてより正確な濃度を求めるため、ZnS(Ag)シンチレーション式サーベイメータで測定後、ICP-MS又はシリコン半導体アルファ線スペクトロメータを用いて測定する。

試料の放射化学分析は以下の方法で行う。飲料水及び雨水については、ろ過後、残留物はマイクロウェーブ灰化装置又は電気炉により灰化後、酸抽出し、ろ過時のろ液と合わせイオン交換法により分離する。大気塵、葉菜については、マイクロウェーブ灰化装置又は電気炉により灰化後、酸抽出しイオン交換法により分離する。

分離した溶液をICP-MSにより測定するか又はシリコン半導体アルファ線スペクトロメータにより測定する。

ICP-MSによる測定については、アルカリ金属や共存元素によるイオン強度の増感又は減感を考慮する必要がある。また、必要に応じ、試料中のイオン強度を補正するため、ビスマス、タリウム等の内部標準試料を添加する。この場合、添加物質の濃度は、試料中のウラン又はプルトニウム濃度とほぼ同等か少し低い程度がよい。プルトニウムの分析において、²⁴²Puを添加して測定する場合、アルカリ金属や共存元素の影響を考慮する必要がなく、内部標準試料も必要ない。

シリコン半導体アルファ線スペクトロメータにより測定を行う場合には、分離した溶液をステンレス鋼板上に電着する。測定時間は検出目標レベルにもよるが数時間程度とする。この測定方法は超ウラン元素のアルファ核種についても準用できる。

なお、シリコン半導体アルファ線スペクトロメータにより測定を行う場合、ウランの測定方法については、「ウラン分析法」、プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種の測定方法については、「プルトニウム分析法」、「アメリシウム分析法」及び「プルトニウム・アメリシウム逐次分析法」(文部科学省放射能測定法シリーズ)を参照する。

2) 測定結果の評価

- イ) 大気試料の測定結果から骨表面又は肺の等価線量を速やかに算定する。なお、線量の算定に当たっては大気中に放出される核種の存在比を考慮する。
- ロ) 各試料の測定結果から、飲食物摂取制限に関する指標値が与えられている

ものについてはそれと比較対照する。

(2) 第2段階のモニタリング

この段階では事故の規模とその状況がかなり明らかとなっており、第1段階のモニタリングの結果も参照して、試料採取の範囲と着目する核種及びその検出目標レベルを決める。

主な機器の種類と測定方法

1) 機器の種類

基本的には、機器の種類は第1段階のモニタリングのものと同じものを使用する。

2) 測定方法

イ) 大気中の放射性物質の採取時間は核種の検出目標レベルに応じた時間とする。他の環境試料の採取量についても同様である。

ロ) 試料の測定時間は検出目標レベルに応じた測定時間とする。

測定結果の評価

1) 大気及び飲食物の測定結果から内部被ばくによる線量の推定を行う。

2) 各試料の測定結果を求め、飲食物摂取制限に関する指標値が与えられているものについてはそれと比較対照する。

I . 第 2 段階のモニタリングの開始とその範囲

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くると、第 2 段階のモニタリング、すなわち、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広範な情報の集積活動が開始される。第 2 段階のモニタリングの実施範囲は、事故対策区域より広く平常時のモニタリング区域全域にわたり、またその実施の頻度は放出の終息以降においても、1 日～数日の間隔で行うことになると考えられる。

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 段階のモニタリングは直ちに第 2 段階のモニタリングに移行することもある。

線量の評価は、第 1 段階、第 2 段階のモニタリングを通して事故発生後から終息までに放出された放射性物質又は放射線からの外部及び内部被ばくの実効線量について行うことが必要である。

J. 積算線量計による測定

(1) 目的

積算線量計の利用は、広い区域における、時間的に洩れのない比較的長時間の積算線量の情報を得ることに重点が置かれる。積算線量計の常として即応性はないので、緊急状態の中のある程度まとまった期間の事後の線量の評価が主目的となる。

(2) 測定地点等

測定地点は可能な限り数多くするのが良いが、設置や交換の容易さを考え、全周16方位の陸側部分の各セクター内で、施設に近い所に1点、遠い所に1点又は2点を設置する。緊急時には平常時に抜けている地点を早急に追加する。この予定地点をあらかじめ決めておき、地点番号を決めておく。この地点の一部は平常時の地点と一致させる。

また、緊急時用に特に設置された可搬型モニタリングポストがあれば、そこにも必ず積算線量計を置く。以上が基本であるが、この他にも必要に応じて追加する。

積算線量計としては、環境測定用のTLD、蛍光ガラス線量計、直読式の電子式積算線量計等を用いる。平常時との比較を容易にするために、平常時と同種の積算線量計を用いる。

各測定地点における緊急時の設置素子数(ガンマ線用)は施設周辺の状況、積算線量計の種類によって異なる。通常は連続モニタで観測された線量率の大小に関係なく、例えばTLDの場合には、必要に応じて短期間用に4素子程度、長期間用に4素子程度設置する。また、平常時に3か月積算線量を常時測定している地点についても、短期間用及び長期間用にTLDをそれぞれ4素子程度追加することが望ましい。

必要な積算線量計の全個数は、地点数、交換頻度、予備を考慮し、各対象施設ごとに決める。

また、積算線量計を設置するための容器等は、 ^{133}Xe の81keVガンマ線が測定対象に含まれることを考慮し、なるべくしゃへいの効果が少ないもの、例えばポリ瓶等がよい。

短期間用の測定には、緊急時の迅速な判断を助けるために直読式の電子積算線量計が利用できる。

(3) 測定・校正方法

TLDについては、「熱ルミネセンス線量計を用いた環境線量測定法」(文部科学省放射能測定法シリーズ)に準ずる。

その他の積算線量計については、それぞれの取扱説明書あるいはJIS等にしたがって実施する。

(4) 中性子放射化検出器による中性子積算線量の測定

中性子放射化検出器は、中性子線が金箔や硫黄等を放射化する作用を利用した検出器であり、臨界事故時の中性子積算線量を測定するためのものである。中性子放射化

検出器は、施設の境界付近に事前に設置することが重要である。

中性子放射化検出器として、熱中性子線量及び中速中性子線量を測定するための金箔素子が、速中性子線量を測定するための硫黄のタブレットが一般的に用いられる。金箔素子及び金箔をカドミウム板で挟み込んだ素子から $^{197}\text{Au}(n, \gamma)^{198}\text{Au}$ 反応により生成した ^{198}Au を、それぞれゲルマニウム半導体ガンマ線スペクトロメータにより測定する。金箔素子から熱中性子線量と中速中性子線量の合計量を、金箔をカドミウム板で挟み込んだ素子から中速中性子線量を求めることができる。熱中性子線量は、金箔素子の結果から金箔をカドミウム板で挟み込んだ素子の結果を差し引くことによって求めることができる。また、速中性子線量は、カドミウム板で包んだ硫黄素子の $^{32}\text{S}(n, p)^{32}\text{P}$ 反応(しきい値約2 MeV)により生成した ^{32}P をベータ線測定器で測定し、求めることができる。

なお、 ^{32}P のベータ線を効率良く測定するためには、硫黄をステンレス皿上で燃焼して除去する。

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

緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステムは、主として原子炉施設等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)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)、原子力発電所が所在(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アメダス情報を、それぞれ1時間毎に受信し、6時間先までの風向・風速の統計的予測等の処理を行う。

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、平常時において予測された気象情報、地形情報及び放出源情報をもとに、最長6時間までの風速場、大気中の放射性物質の濃度及び予測線量の計算を行う(図K-1)。

計算された結果は、原子炉施設等を中心とする23km×23kmの地図上の図形出力として国、地方公共団体のSPEEDI図形表示端末にカラー表示され、防護対策実施のための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: μ Gy/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を等値線で表示している。

(5) 外部被ばくによる線量 (表示単位: mSv)

放射性プルームから受ける外部被ばくを等値線で表示している。

(6) 放射性核種の吸入による被ばく線量 (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、年齢別(乳児、幼児、成人)に等値線で表示している。

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。

なお、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、各地方公共団体の連続モニタの気象観測情報及び気象庁のアメダス情報による実際の気象情報とこれらをもとに予測された情報を用いて計算を行う。
- (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平均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。

表K - 1 S P E E D 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	S P E E D 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（統計的予測）	一定条件
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期的変化	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	考慮できる （ただし計算領域内一様）	考慮せず
シャットダウン後の放射性崩壊	考慮できる（自動的）	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	考慮できる（自動的）	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	鈍らない
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
計算時間	1時間毎を基本	任意

L . 詳細計算法による予測線量等の分布図を用いた予測地図の作成

中央情報処理機関において、主として原子炉施設等を対象にS P E E D Iネットワークシステムを用いて予測計算及び図形作成等を行う。予測計算等は、実測された気象情報及びこれから予測された気象情報に基づいて行われる。このため、地方公共団体においては平常時からS P E E D Iネットワークシステムにモニタリングポスト等のシステムを接続して、定常的に気象観測情報等を提供し、緊急時に備えるものとする。

計算結果は、通信回線を介して国、地方公共団体に配信される。地方公共団体によっては、配信された各種計算図形の中から関連する情報を取り出し、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する。

なお、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、最新の情報を用いることによりモニタリング範囲の修正、計算結果の方位修正等に活用できる。

緊急時の初期において防護対策を実施するために、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、ウラン又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、

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

放出開始時刻又は放出開始予想時刻

実効放出高さ

放出核種・数量、その性状（ガス状、粒子状）及び放出率決定時刻

放出（予想）継続時間、放出時間変化

原子炉施設にあつては、原子炉停止時の平均燃焼度及び時刻

その他の施設においては特定事象発生時の運転状況

である。中央情報処理機関では、これに基づいてオンラインで収集している気象情報を用い、図形作成等の作業を開始する。

なお、放出源情報が不明の場合には、放出量として仮の値である単位放出率を用いて計算した図形が配信される場合があるので、予測計算図形の利用に当たっては計算条件の確認を行う必要がある。

M．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、風向が大幅に変動し放射性物質の影響がなくなるか、又は、放射性物質の放出が止まることで終了する。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ができる。

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線量及び放射性ヨウ素による甲状腺の等価線量の推定手順を示す。

(1) 地図等の準備

重点地域の様相が明瞭にわかる地図（例えば縮尺 25,000 分の 1）

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間放射線量率図

風下地表の空間放射線量率分布を推定するための、地上放出高さに対応する代表的な大気安定度である A（極めて不安定）、D（中立）及び F（安定）における空間放射線量率分布図（基準ガンマ線エネルギー $E_0 = 1 \text{ MeV}$ で作成）

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、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

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、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

上記の空間放射線量率分布図及びの地表濃度分布図をの地図の縮尺に一致させた透明チャート（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）の分布図

(2) 必要な放出源情報

放射性物質の放出地上高（m）

異常状態発生施設付近の放出地上高における風向、平均風速及び大気安定度

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線量地図の作成

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) 放出地上高及び大気安定度を知り、これに該当する空間放射線量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 (GBq/h)、ガンマ線の実効エネルギー E (MeV/dis) 及び平均風速 u (m/s) を知り、透明チャートに示された線量率値に $Q \cdot E / E_0 \cdot u$ の計算値を乗じた値を μ Gy / h の単位で地図上に書き込み空間放射線量率予測地図を作成する。
- 4) 予測放出時間 T (h) を知り、これに 3) で作成した空間放射線量率予測地図に記載される線量率値 \dot{D} (μ Gy/h) を乗じ、積算した予測空間放射線量 D (μ Gy) 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値に $Q_T \cdot E / E_0 \cdot u$ の計算値を乗じ、積算した予測空間放射線量 D (μ Gy) 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空間放射線量 (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。

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) 放出点より風下の風下軸横断線上の最大空間放射線量率 $\dot{D}(x)$ (μ Gy/h) 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 (GBq/h) を次式により求める。ただし、式中の 4 は安全係数である。

$$Q = \frac{4 \cdot \dot{D}(x) \cdot u}{H \dot{D}_s(x) \cdot E} \quad \text{..... (1)}$$

ここで、 $\dot{D}_s(x)$: 風下軸上放射性希ガスの空間放射線量率図から求められる放出率 1 GBq/h のときの地表軸上空間放射線量率 (μ Gy/h) で、 H は放出地上高 (m)、 S は大気安定度、変数 x は

放出点から空間放射線量率の測定点までの風下距離 (km)

$\dot{D}(x)$: 風下距離 x (km) の地点で実測された最大空間放射線量率
(μ Gy/h)

u : 放出地上高における平均風速 (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。なお、原子炉停止後3時間までは $E = 0.5$ MeV/dis とする。

3) 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

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) 放出地上高及び大気安定度を知り、これに該当する地表濃度分布図の透明チャートの中から選び出す。
- 2) 風向を知り、透明チャートを地図の上ののせ、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) 放射性ヨウ素放出率 Q_i (GBq/h) 及び平均風速 u (m/s) を知り、透明チャートに示された濃度の値に Q_i / u の計算値を乗じた値を 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 C_i (Bq/cm^3) から吸入摂取による甲状腺の予測等価線量 $H_{thy.}$ (mSv) を次式により求め、甲状腺の予測等価線量地図とする。

$$H_{thy.} = C_i (K_i \cdot M \cdot T) \quad \text{----- (2)}$$

ここで、 K_i : 放射性ヨウ素を吸入摂取した場合の甲状腺等価線量に係る線量係数 (mSv/Bq)。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

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) 放出地上高及び大気安定度を知り、放射性ヨウ素最大濃度出現地点を推定 (放出点より風下距離 x (km)) し、その場でヨウ素の捕集を行い、大気中の放射性ヨウ素濃度 $\dot{D}(x)$ (Bq/cm^3) を実測する。
- 2) 放射性ヨウ素放出率 Q_i (GBq/h) を次式により求める。ただし、式中の4は安全

係数である。

$$Q_i = \frac{4 \cdot i(x) \cdot u}{H \cdot s(x)} \quad \text{----- (3)}$$

ここで、 $H \cdot s(x)$: 風下軸上地表放射性濃度図から求められる放出率 1 GBq/h のときの地表軸上放射性ヨウ素濃度 (Bq/cm^3) で、 H は放出地上高 (m)、 S は大気安定度、 x は濃度測定を実施した放出点からの風下距離 (km)

$i(x)$: 風下距離 x (km) の地点で実測された大気中の放射性ヨウ素濃度 (Bq/cm^3)

u : 放出地上高における平均風速 (m/s)

3) の手順により甲状腺の予測等価線量を求める。

4) 1) の測定において、ヨウ素モニタを用いて全放射性ヨウ素の内 ^{131}I のみを選択的に測定し、 ^{131}I の放射能濃度を求めたときには、(2) 式の K の値として、 $3.2 \times 10^{-3} \text{ mSv/Bq}$ 、 M の値として、日平均呼吸率 $5.16 \times 10^6 \text{ cm}^3/\text{d}$ 若しくは活動時呼吸率 $0.31 \times 10^6 \text{ cm}^3/\text{h}$ を用いて小児甲状腺の等価線量を評価する。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 ^{131}I 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。

N . 被ばく線量の計算方法について

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。

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

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]

C_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N - 1に示す値を用いるものとする。また、 C_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、放射性ヨウ素については小児、ウラン、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。

表N - 1 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*[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*[mSv/Bq]

核種	実効線量係数	肺の等価線量に係る線量係数	骨の等価線量に係る線量係数
U-234	9.4×10^{-3}	7.8×10^{-2}	2.7×10^{-2}
U-235	8.5×10^{-3}	7.7×10^{-2}	2.5×10^{-2}
U-238	8.0×10^{-3}	6.7×10^{-2}	2.4×10^{-2}
Pu-238	1.1×10^{-1}	9.3×10^{-2}	3.6×10^0
Pu-239	1.2×10^{-1}	9.6×10^{-2}	4.0×10^0
Pu-240	1.2×10^{-1}	9.6×10^{-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}	8.9×10^{-2}	3.8×10^0
Am-241	9.6×10^{-2}	1.1×10^{-1}	4.4×10^0

* ICRP Publication 71 等

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