

添付 9

添付書類九 変更後における核燃料物質等による放射線の被ばく管理及び放射性廃棄物の
廃棄に関する説明書

目 次

1. 放射線防護に関する基本方針	9-1-1
1.1 基本的考え方	9-1-1
1.2 具体的方法	9-1-1
2. 原子炉施設の放射線管理	9-2-1
2.1 管理区域、保全区域及び周辺監視区域の設定	9-2-1
2.1.1 管理区域	9-2-1
2.1.2 保全区域	9-2-1
2.1.3 周辺監視区域	9-2-1
2.2 管理区域内の管理	9-2-1
2.2.1 遮蔽	9-2-2
2.2.2 換気	9-2-2
2.2.3 外部放射線に係る線量当量率等の測定	9-2-2
2.3 作業管理	9-2-3
2.3.1 人の出入管理	9-2-3
2.3.2 物品等の出入管理	9-2-3
2.3.3 管理区域内の区分	9-2-3
2.3.4 作業管理	9-2-3
2.4 個人被ばく管理	9-2-4
2.5 保全区域の管理	9-2-5
2.6 周辺監視区域内の管理	9-2-5
2.7 放射性廃棄物の放出管理	9-2-5
2.7.1 気体廃棄物の放出管理	9-2-6
2.7.2 液体廃棄物の放出管理	9-2-6
3. 周辺監視区域境界付近の放射線管理	9-3-1
3.1 空間放射線の監視	9-3-1
3.2 大気中放射性物質の濃度の監視	9-3-1
3.3 環境試料中放射性物質の濃度の監視	9-3-1
3.4 異常時における測定	9-3-1
5. 平常運転時における原子炉施設周辺の一般公衆の実効線量評価	9-5-1
5.1 実効線量の評価	9-5-1
5.1.1 気体廃棄物中の放射性希ガスからの γ 線による実効線量	9-5-1
5.1.1.1 計算条件	9-5-1
5.1.1.2 計算方法	9-5-2
5.1.1.3 計算結果	9-5-4
5.1.2 気体廃棄物中のトリチウムによる実効線量	9-5-4
5.1.2.1 計算条件	9-5-4

5.1.2.2	計算方法	9-5-4
5.1.2.3	計算結果	9-5-6
5.1.3	気体廃棄物中のプルトニウムによる実効線量	9-5-6
5.1.3.1	計算条件	9-5-7
5.1.3.2	計算方法	9-5-7
5.1.3.3	計算結果	9-5-7
5.1.4	液体廃棄物中の放射性物質による実効線量	9-5-7
5.1.4.1	計算条件	9-5-8
5.1.4.2	計算方法	9-5-8
5.1.4.3	計算結果	9-5-9
5.2	放射性よう素による実効線量の評価	9-5-9
5.2.1	気体廃棄物中の放射性よう素による実効線量	9-5-9
5.2.1.1	計算条件	9-5-9
5.2.1.2	計算方法	9-5-9
5.2.1.3	計算結果	9-5-11
5.2.2	液体廃棄物中の放射性よう素による実効線量	9-5-11
5.2.2.1	計算条件	9-5-12
5.2.2.2	計算方法	9-5-12
5.2.2.3	計算結果	9-5-13
5.2.3	気体廃棄物中及び液体廃棄物中の放射性よう素を 同時に摂取する場合の実効線量	9-5-13
5.2.3.1	実効線量の計算式	9-5-13
5.2.3.2	計算結果	9-5-14
5.3	気体廃棄物中のプルトニウムによる骨、肺、肝の等価線量の評価	9-5-14
5.3.1	計算条件	9-5-14
5.3.2	計算方法	9-5-15
5.3.3	計算結果	9-5-15
5.4	実効線量の評価結果	9-5-15
5.4.1	実効線量	9-5-15
5.4.2	骨、肺、肝の等価線量	9-5-16
5.5	参考文献	9-5-16

1. 放射線防護に関する基本方針

1.1 基本的考え方

放射線の被ばく管理及び放射性廃棄物の廃棄に当たっては、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」及び「労働安全衛生法」を遵守し、原子力科学研究所周辺の一般公衆及び放射線業務従事者が各原子炉施設に起因する放射線被ばくから十分安全に防護されるように放射線防護対策を講じる。

さらに、原子力科学研究所周辺の一般公衆に対する放射線被ばくについては、合理的に達成できる限り低くすることとする。

なお、放射線の被ばく管理及び放射性廃棄物の廃棄に関する運用については、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（第 37 条）に基づく原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定めるところに従う。

1.2 具体的方法

(1) 一般事項

各原子炉施設に起因する放射線被ばくを合理的に達成できる限り低くする方針で、遮蔽設備、換気設備等を設計し、管理する。

(2) 管理区域

- a. 放射線業務従事者の無用あるいは不測の放射線被ばくを防止するために、管理区域を設定して、立入りの制限を行う。
- b. 管理区域では、外部放射線に係る線量当量率及び空気中の放射性物質の濃度並びに床等の表面の放射性物質の密度を測定監視し、その結果を作業環境の整備及び作業方法の改善に反映させる。
- c. 放射線業務従事者が管理区域に立ち入る場合は、線量を測定するとともに、「労働安全衛生法」に基づく健康管理を行うことにより常に身体状況を把握する。また、保安及び放射線防護に関する教育、訓練を行う。

(3) 保全区域

各原子炉施設の保全のために、管理区域以外の場所であって特に管理を必要とする区域を保全区域に設定して、立入りの制限、物品の持出しの制限等を行う。

(4) 周辺監視区域

管理区域の外側には、周辺監視区域を設定して、その区域内での居住を禁止し、立入りを制限する。

(5) 放出管理

気体廃棄物及び液体廃棄物の放出管理については、合理的に達成できる範囲内で放出管理目標値を定め、これを超えないように努める。

2. 原子炉施設の放射線管理

2.1 管理区域、保全区域及び周辺監視区域の設定

2.1.1 管理区域

各原子炉施設における外部放射線に係る線量当量率、空気中の放射性物質の濃度又は放射性物質によって汚染された物の表面の放射性物質の密度が、「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則等の規定に基づき、線量限度等を定める告示」（第2条）に定められた値を超えるか、又はそのおそれのある区域は全て管理区域とする。管理区域の設定に際しては、施設の配置及び管理上の便宜を考慮して設定する。

また、運用段階で一時的に上記の管理区域に係る値を超えるか、又はそのおそれのある区域が生じた場合には、一時的に管理区域とする。管理区域については、「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則」（第7条）に従って、壁、さく等の区画物によって区画するほか、標識を設けることによって明らかに他の場所と区別する等の措置を講じる。

管理区域は、原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定める。

2.1.2 保全区域

「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則」（第1条の2）の規定に基づき、管理区域外であって各原子炉施設の保全のために特に管理を必要とする建物又は区域を、保全区域として設定する。

「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則」（第7条）の規定に基づき標識を設ける等の方法によって明らかに他の場所と区別する。保全区域は、原子力科学研究所原子炉施設保安規定に定める。

2.1.3 周辺監視区域

人の線量、空気中若しくは水中の放射性物質の濃度が、「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則等の規定に基づき、線量限度等を定める告示」（第3条及び第9条）に定められた値を超えるおそれのある区域を周辺監視区域とする。実際には管理上の便宜を考慮して第2.1-1図に示すように設定する。

「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則」（第7条）の規定に基づき、周辺監視区域には人の居住を禁止し、境界にさく又は標識を設ける。

2.2 管理区域内の管理

管理区域内の各区域は、外部放射線に係る線量当量率、放射線業務従事者の立入り頻度等を考慮した作業管理及び区域内管理を行う。

作業管理については、「2.3 作業管理」で述べるとおりである。

管理区域内の管理は、遮蔽、換気設備等の防護施設の設置、維持及び外部放射線に係る線量当量率等を監視することにより行う。

以下にその具体的方法について述べる。

2.2.1 遮蔽

放射線業務従事者を外部被ばくから防護するため、関係各区域への立入り時間を考慮して、第2.2-1-1表のように区分し、これらの基準に適合する維持管理が行えるように遮蔽を設ける。ただし、STACY、TRACYの遮蔽設計基準線量当量率は、第2.2-1-2表のように区分する。

2.2.2 換気

放射線業務従事者を放射性物質での汚染による被ばくから防護するため、換気設備は次の条件を満足するように管理する。

- (1) 換気は系統ごとに行い、汚染の拡大を防止していること。
- (2) 各換気系統について空気の供給は清浄区域から行い、汚染の可能性のある区域に向かって流れていること。
- (3) フィルタは、所定の性能を維持していること。
- (4) 各換気系統の容量は、各区域及び各部屋の換気を行うのに十分であること。

2.2.3 外部放射線に係る線量当量率等の測定

放射線業務従事者の線量の管理が容易かつ確実にできるようにするため、放射線測定器により、管理区域の放射線レベル等の状況を把握する。

(1) 外部放射線に係る線量当量率の測定

a. 放射線エリアモニタによる測定

管理区域内の主要箇所における外部放射線に係る線量当量率を測定し、放射線レベルがあらかじめ設定した値を超えた場合には、制御室及び現場において警報を発生し、放射線業務従事者に注意を喚起する。なお、警報は異常の発見を主目的とするところから、その警報設定点は平常時の値等を基にして定める。

b. サーベイメータによる測定

放射線業務従事者が特に頻繁に立ち入る箇所については、定期的及び必要の都度、サーベイメータによる外部放射線に係る線量当量率の測定を行う。測定には、 γ 線用サーベイメータ及び中性子線用サーベイメータ等を用いる。

(2) 空気中の放射性物質の濃度及び表面の放射性物質の密度の測定

a. 室内モニタによる測定

室内ダスト・ガスモニタにより管理区域内の空気中の放射性物質の濃度を常に監視する。

放射能レベルがあらかじめ設定された値を超えた場合には、制御室において警報を発生し、適切な処置がなされるよう運転員の注意を喚起する。

b. サンプルングによる測定

放射線業務従事者が特に頻繁に立ち入る箇所については、床等の表面の放射性物質

の密度の測定を定期的及び必要の都度、空気中の放射性物質の濃度の測定を必要の都度、サンプリングによって測定する。

2.3 作業管理

「2.2 管理区域内の管理」で述べたように、設備及び作業環境の管理を十分に行って作業環境の条件の向上に努めるとともに、実際に放射線業務従事者が作業を行う場合には、放射線業務従事者の被ばくを低減するために次のように作業管理を行う。

2.3.1 人の出入管理

(1) 管理区域への立入制限

管理区域への立入りは、あらかじめ指定された者で、かつ、必要な者に限る。

(2) 出入管理の原則

- (i) 管理区域の通常出入口は、原則として1箇所とする。
- (ii) 管理区域に立ち入る者には、個人線量計を着用させる。
- (iii) 管理区域に立ち入る者には、指定された被服を着用させる。汚染している区域へ立ち入る場合は、必要に応じて適切な防護具等を着用させ、内部被ばくの防止に努める。
- (iv) 管理区域から退出する者には、ハンドフットクロスモニタ等によって放射性物質による表面汚染を検査させる。

2.3.2 物品等の出入管理

管理区域への物品の持込み及び持出しに際しては、出入管理室において出入管理を行う。管理区域から物品を持ち出す場合は、その物品の表面の放射性物質の密度が「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則」（第7条）に定められた値を超えていないことを測定によって確認する。

なお、放射性物質等を搬出する場合は、「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則」、「核燃料物質等車両運搬規則」等を遵守する。

2.3.3 管理区域内の区分

管理区域は、外部放射線に係る線量に起因する放射線に係る管理区域と空気中の放射性物質の濃度又は床等の表面の放射性物質の密度に起因する汚染に係る管理区域とに区分する。

2.3.4 作業管理

管理区域内での作業は、原則として次のように行う。

- (1) 事前に個人被ばくの経歴、作業環境及びその変化を考慮して、放射線業務従事者の被ばくを低減するよう作業計画を立てるとともに、作業方法、手順等についてその周知徹底を図る。

- (2) 放射線防護のため作業担当部署と放射線管理担当部署において検討し、防護具類、補助的な個人線量計の着用、時間制限等必要な措置を講じる。
- (3) 作業を行う場合は、責任者を定めるとともに、上記条件等を遵守させ、放射線業務従事者の線量の低減を図る。
- (4) 作業中に作業環境の変化が起こり得る場合は、必要に応じて外部放射線に係る線量当量率及び空気中の放射性物質の濃度を測定し、作業環境の確認を行う。
- (5) (4)の結果、必要な場合は、一時遮蔽の使用、除染等を行い、作業環境を良好な状態に維持するように努める。

2.4 個人被ばく管理

業務上管理区域に立ち入る者の個人被ばく管理は、次のように行う。

(1) 管理区域立入り前の措置

放射線業務従事者が管理区域に立ち入る場合は、あらかじめ被ばくの経歴の調査を行う。

- a. 放射線防護に関する教育、訓練を行う。
- b. 被ばくの経歴及び健康診断結果を調査する。

(2) 放射線業務従事者の線量限度

放射線業務従事者の線量限度は、「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則等の規定に基づき、線量限度等を定める告示」（第6条及び第8条）に定められた値とする。

(3) 線量の管理

放射線業務従事者の線量が、線量限度を超えないよう被ばく管理上、必要な措置を講じる。

(i) 外部被ばくによる線量の測定

外部被ばくによる線量の測定は、原則として次のように行う。

- a. 放射線業務従事者は、管理区域内においては個人線量計を着用させ、外部被ばくによる線量の積算値を定期的に測定する。
- b. 管理区域に立ち入る場合は、その都度、個人線量計の着用を確認するとともに、必要に応じて補助的な個人線量計を着用させ、1日の外部被ばくによる線量を測定する。

なお、一時的に立ち入る者には、補助的な個人線量計を着用させ、外部被ばくによる線量の測定を行う。

- c. 特殊な作業に従事する者に対しては、その作業に応じて適切な個人線量計を着用させ、その都度、線量の測定を行う。

(ii) 内部被ばくによる線量の測定

内部被ばくによる線量の測定は、原則として次のように行う。

- a. 線量の測定は、体外計測法、バイオアッセイ法又は作業環境の空気中の放射性物質の濃度の測定結果からの計算法により行う。

b. 放射性物質の体内摂取のおそれのある作業に従事する者のうち、作業内容等を考慮して必要と認める者については、定期的に線量の測定を行う。

c. 放射性物質を体内摂取した者、又はそのおそれのある者については、その都度、線量の測定を行う。

(4) 健康管理

(i) 「労働安全衛生法」に基づき、放射線業務従事者について健康管理を実施し、常にその健康状態を把握する。

(ii) 健康診断結果及び線量測定結果による医師の勧告等を考慮し、必要のある場合は、保健指導及び就業上の措置を講じる。

2.5 保全区域の管理

保全区域については、「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則」(第7条)の規定に基づき標識を設ける等の方法によって明らかに他の場所と区別し、かつ、管理の必要に応じて人の立入制限、鍵の管理、物品の持出し制限等の措置を講じる。

2.6 周辺監視区域内の管理

周辺監視区域内は、「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則等の規定に基づき、線量限度等を定める告示」(第2条)に定められた外部放射線に係る線量、空気中の放射性物質の濃度、又は床等の表面の放射性物質の密度以下に保つ。具体的には、外部放射線に係る線量については、管理区域の外部において、3月間につき、1.3 mSv を超えないように管理する。

また、空気中又は水中の放射性物質については、管理区域との境界を壁等によって区画するとともに管理区域内の放射性物質の濃度の高い空気や水が容易に流出することのないよう、換気設備及び排水設備を設計し、管理する。

表面の放射性物質の密度については、「2.3 作業管理」に示すように、人及び物品の出入管理を十分に行う。

なお、これらの基準を満足していることを確認するために、管理区域外において定期的に外部放射線に係る線量当量率の測定を行う。

2.7 放射性廃棄物の放出管理

各原子炉施設から放出される放射性の気体廃棄物及び液体廃棄物は以下に述べるように厳重な管理を行い、周辺監視区域外の空気中又は水中の放射性物質の濃度が、「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則等の規定に基づき、線量限度等を定める告示」(第9条)に定められた値を超えないようにする。

さらに、各原子炉施設から放出される放射性物質について放出管理目標値を定め、「発電用軽水型原子炉施設における放出放射性物質の測定に関する指針」を参考として測定を行い、これを超えないように努める。

2.7.1 気体廃棄物の放出管理

(1) 放出管理

気体廃棄物はフィルタを通して排気筒から放出する。

この気体廃棄物の排気中の放射性物質の濃度は、排気モニタによって監視する。

この排気モニタの測定結果は、制御室で指示、記録するとともに、放射性物質の濃度があらかじめ設定された値を超えた場合は、制御室に警報を発し、適切な処置がなされるように運転員の注意を喚起する。

なお、これらの排気モニタの警報設定値は、平常時の値及び放出管理目標値を基にして定める。

(2) 放出管理目標値

「4.2.1 気体廃棄物の推定発生量」を基に各原子炉施設から放出される気体廃棄物中のアルゴン 41 及びトリチウム等の放出管理目標値を第 2.7-1 表のとおり設定する。

なお、F C A 及び T C A からの放出量は表中の記載値に比べて十分小さいため、放出管理目標値は設定しないこととした。

2.7.2 液体廃棄物の放出管理

(1) 放出管理

各原子炉施設の液体廃棄物は、各々の廃液貯槽に一時貯留する。

貯留された廃液はサンプリングし、放射性物質の濃度を測定評価して放射性物質の濃度が各原子炉施設の排水口において、「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則等の規定に基づき、線量限度等を定める告示」（第 9 条）に定められた周辺監視区域外の濃度限度以下となる廃液は排水溝へ放出し、これを超えるものは、放射性廃棄物処理場へ運搬して処理する。

また、原子力科学研究所の全施設から放出される液体廃棄物の放射性物質の量を監視して放出管理目標値を超えないように努める。

(2) 放出管理目標値

原子力科学研究所の全施設からの液体廃棄物の放出管理目標値として、原子炉施設に起因しないことが明らかである核種 (^{14}C) を除いて、第 2.7-2 表のとおり設定する。

第 2.2-1-1 表 遮蔽設計基準線量当量率

区画	立入り時間	基準線量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
I	週 48 時間以内の立入り	≤ 6
II	週 10 時間以内の立入り	≤ 30
III	週 5 時間以内の立入り	≤ 60
IV	立入り制限を行う(高線量当量率区域)	> 60

第 2.2-1-2 表 STACY、TRACYの遮蔽設計基準線量当量率

区画	立入り時間	基準線量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
I	週 48 時間以内の立入り	≤ 6
II	週 33 時間以内の立入り	≤ 30
III	週 16 時間以内の立入り	≤ 60
IV	立入り制限を行う(高線量当量率区域)	> 60

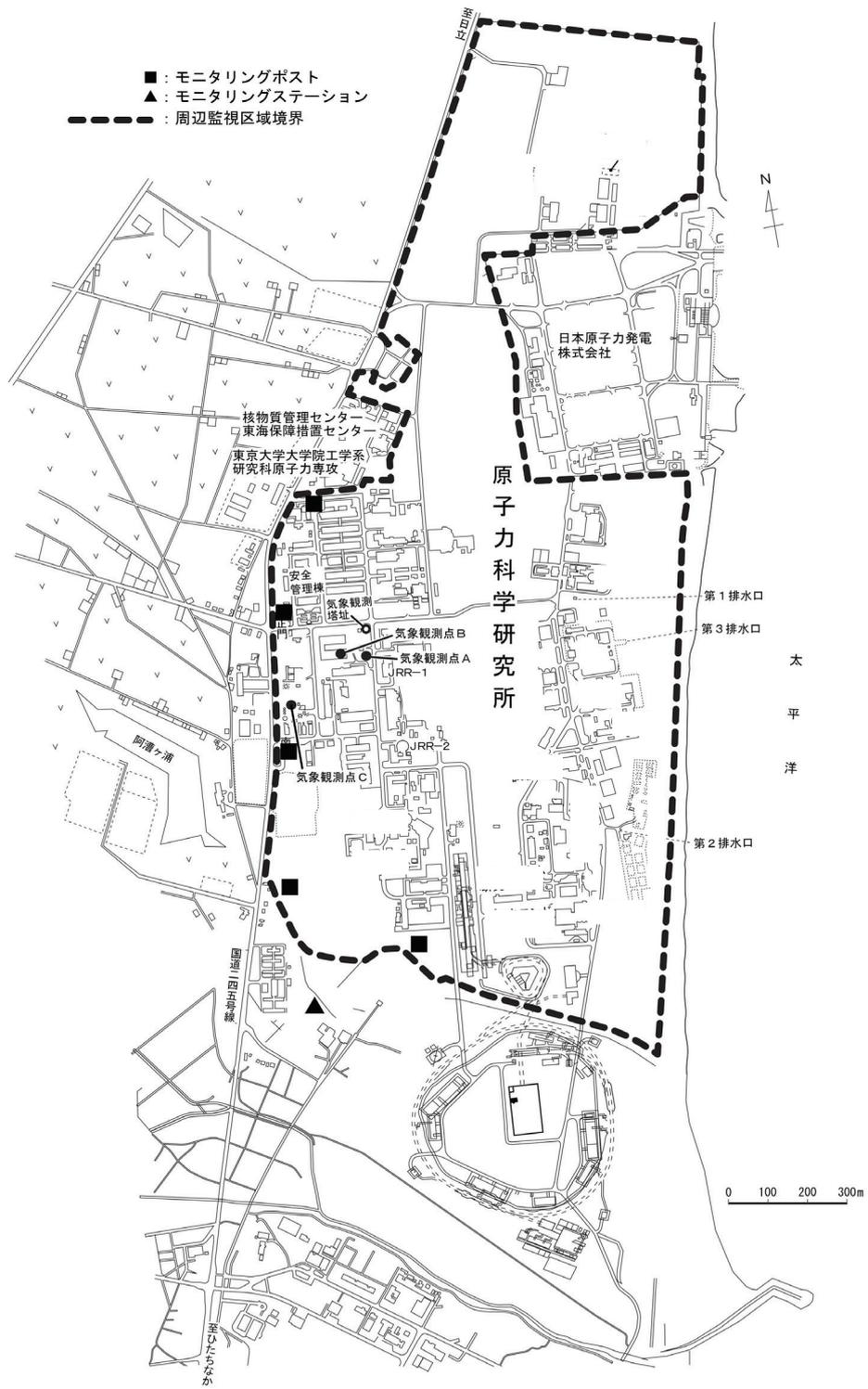
第 2.7-1 表 原子力科学研究所原子炉施設気体廃棄物の放出管理目標値

原子炉施設	気体廃棄物の種類	核種	放出管理目標値	備考
J R R - 2	放射性ガス	^3H	9.6×10^{12} Bq/年	
J R R - 3	放射性希ガス	^{41}Ar	6.2×10^{13} Bq/年	1.29MeV
	放射性ガス	^3H	7.4×10^{12} Bq/年	
J R R - 4	放射性希ガス	^{41}Ar	9.6×10^{11} Bq/年	1.29MeV
N S R R	放射性希ガス	主に ^{135}Xe ^{41}Ar	4.4×10^{13} Bq/年	1.1×10^{13} MeV・Bq/年
	放射性よう素	^{131}I	4.8×10^9 Bq/年	
S T A C Y T R A C Y	放射性希ガス	主に ^{89}Kr ^{138}Xe	8.1×10^{13} Bq/年	7.0×10^{13} MeV・Bq/年
	放射性よう素	^{131}I	1.5×10^{10} Bq/年	
	プルトニウム (アメリシウムを含む。)	主に ^{239}Pu ^{241}Pu	4.0×10^7 Bq/年	

第 2.7-2 表 原子力科学研究所の液体廃棄物の放出管理目標値

核種	放出管理目標値
^3H 以外の核種	1.8×10^{10} Bq/年(注)
^3H	2.5×10^{13} Bq/年

(注) ただし、 ^{60}Co 、 ^{137}Cs についてはそれぞれ 3.7×10^9 Bq/年とする。



第 2.1-1 図 周辺監視区域

3. 周辺監視区域境界付近の放射線管理

「2.7 放射性廃棄物の放出管理」に述べたように、気体廃棄物及び液体廃棄物の放出に当たっては、厳重な管理を行うが、さらに、異常がないことを確認するため、周辺監視区域境界付近の放射線監視を以下のように行う。

3.1 空間放射線の監視

周辺監視区域境界付近の空間放射線の監視は、空間放射線量率及び積算線量を測定することにより行う。

空間放射線量率の監視は、周辺監視区域境界付近にモニタリングポストを設置し、連続測定することにより行う。

積算線量の監視は、周辺監視区域境界付近のモニタリングポイントに、積算線量計を配置し、定期的に測定することにより行う。

モニタリングポストの設置場所を第2.1-1 図中に示す。

3.2 大気中放射性物質の濃度の監視

大気中放射性物質の濃度の監視は、周辺監視区域境界付近に設置したモニタリングステーションの大気塵埃中放射能濃度測定装置により連続測定することにより行う。

モニタリングステーションの設置場所を第2.1-1 図中に示す。

3.3 環境試料中放射性物質の濃度の監視

周辺環境の放射性物質の濃度の長期的傾向を把握するため、陸水、陸土、農産物、海水、海底土、海産物、大気中塵埃等の環境試料の測定を定期的に行う。

3.4 異常時における測定

異常な放出があり周辺監視区域外への影響が予想される場合には、前述のモニタリングポスト、モニタリングステーション及びモニタリングポイントにより空間放射線及び放射能の測定ができるが、さらに機動性のある環境放射線観測車により、周辺監視区域境界付近の放射線及び放射能の測定を広範囲にわたって行い、影響の範囲、程度等の推定を敏速、かつ、確実に行う。

5. 平常運転時における原子炉施設周辺の一般公衆の実効線量評価^{(1), (2), (3)}

各原子炉施設より放出される気体廃棄物中及び液体廃棄物中の放射性物質による一般公衆の実効線量を「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」、「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」、ICRP Publication 60等を参考にして評価する。

5.1 実効線量の評価

5.1.1 気体廃棄物中の放射性希ガスからの γ 線による実効線量

気体廃棄物中の放射性希ガスからの γ 線による実効線量の計算は、JRR-3、JRR-4、NSRR、STACY及びTRACYから放出されるものに対して行う。なお、上記以外の原子炉施設(FCA、TCA)については、放出量が極めて少ないので実効線量への寄与は無視できる。

5.1.1.1 計算条件

(1) 年間放出量

JRR-3、JRR-4、NSRR、STACY及びTRACYから平常運転時に放出される放射性希ガスの年間放出量及び γ 線実効エネルギーを第5.1-1表に示す。

(2) 放出源の有効高さ

放出源の有効高さは、排気筒の地上高さに吹上げ高さ及び排気筒の基部の標高と評価地点の標高の差を加えたものを使用する。

$$\Delta H = 3 \cdot W \cdot D / U$$

ここに、

ΔH	: 吹上げ高さ	(m)
W	: 吹出し速度	(m/s)
D	: 排気筒の出口直径	(m)
U	: 風速	(m/s)

各原子炉施設の排気筒の地上高さ、吹出し速度及び出口直径を第5.1-2表に示す。また、第5.1-3表に各原子炉施設の排気筒の有効高さを示す。

(3) 気象条件

気象データは、原子力科学研究所敷地内において観測した2009年1月から2013年12月までのものを使用する。気象統計は、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に基づき、1年ごとに求めたもの5年間分を平均した。実効線量の計算に使用する気象データの統計結果を第5.1-4表(1)～(4)に示す。

(4) 実効線量の評価地点

実効線量の評価は、JRR-3、JRR-4、NSRR、STACY及びTRACYの寄与を考慮し、各方位の周辺監視区域外の陸側地点のうち、実効線量が最大となる地点で行った。この評価地点を第5.1-1図に示す。

5.1.1.2 計算方法

(1) 空気カーマ率

各原子炉施設の排気筒から放出される放射性希ガスの γ 線による空気カーマ率は、次の(5.1.1-1)式により計算する。

$$D = K_1 \cdot E \cdot \mu_{en} \int_0^\infty \int_{-\infty}^\infty \int_0^\infty \frac{e^{-\mu r}}{4 \pi r^2} B(\mu r) \cdot \chi(x', y', z') dx' dy' dz' \quad (5.1.1-1)$$

ここに、

D	: 計算地点 (x, y, 0) における空気カーマ率	(μ Gy/h)
K_1	: 空気カーマ率への換算係数	($\frac{\text{dis} \cdot \text{m}^3 \cdot \mu \text{Gy}}{\text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{h}}$)
E	: γ 線の実効エネルギー	(MeV/dis)
μ_{en}	: 空気に対する γ 線の線エネルギー吸収係数	(m^{-1})
μ	: 空気に対する γ 線の線減衰係数	(m^{-1})
r	: 放射性雲中の点 (x', y', z') から計算地点 (x, y, 0) までの距離 (m)	
$r = \sqrt{(x - x')^2 + (y - y')^2 + z'^2}$		(m)

$B(\mu r)$: 空気に対する γ 線の再生係数

なお、 $B(\mu r)$ は、次式から求めるものとする。

$$B(\mu r) = 1 + \alpha \cdot (\mu r) + \beta \cdot (\mu r)^2 + \gamma \cdot (\mu r)^3$$

ただし、 μ_{en} 、 μ 、 α 、 β 、 γ については、0.5MeVのガンマ線に対する値を用いる。

$\chi(x', y', z')$: 放射性雲中の点 (x', y', z') における放射性物質の濃度 (Bq/m³)

$\chi(x', y', z')$ は、(5.1.1-2)式を用いて計算する。

$$\chi(x', y', z') = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot 3,600 \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot U} \cdot \exp\left(-\frac{y'^2}{2 \sigma_y^2}\right) \cdot \left[\exp\left\{-\frac{(z' - H)^2}{2 \sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z' + H)^2}{2 \sigma_z^2}\right\} \right] \quad (5.1.1-2)$$

ここに、

Q	: 放出率	(Bq/h)
U	: 放出源高さを代表する風速	(m/s)
H	: 放出源の有効高さ	(m)
σ_y	: 濃度分布のy方向の拡がりのパラメータ	(m)
σ_z	: 濃度分布のz方向の拡がりのパラメータ	(m)

(2) 評価地点における年間の実効線量

評価地点における年間の実効線量は、評価地点を含む方位及びその隣接方位に向う放射

性希ガスの γ 線による空気カーマを合計して、次の(5.1.1-3)式により計算する。

$$H \gamma_{\text{cont}} = \sum_{S=A}^F (H \gamma_{\text{cont}S} + H' \gamma_{\text{cont}S} + H'' \gamma_{\text{cont}S}) \quad (5.1.1-3)$$

ここに、

$H \gamma_{\text{cont}}$: 計算地点における年間の実効線量 ($\mu \text{ Sv/y}$)

$H \gamma_{\text{cont}S}$: 風が着目方位へ向かっており、大気安定度がSである時の着目地点における放射性希ガスの γ 線による年間の実効線量 ($\mu \text{ Sv/y}$)

$H' \gamma_{\text{cont}S}$, $H'' \gamma_{\text{cont}S}$: それぞれ、風が着目方位に隣接する方位へ向かっており、大気安定度がSである時の着目地点における放射性希ガスの γ 線による年間の実効線量 ($\mu \text{ Sv/y}$)

$H \gamma_{\text{cont}S}$ 、 $H' \gamma_{\text{cont}S}$ 及び $H'' \gamma_{\text{cont}S}$ は、それぞれ(5.1.1-4)、(5.1.1-5)及び(5.1.1-6)式を用いて計算する。

$$H \gamma_{\text{cont}S} = K_2 \cdot f_h \cdot f_o \cdot Q_{\text{cont}} \cdot E \gamma_{\text{cont}} \cdot \bar{D}_s \cdot \frac{1}{N_t} S_{LS} \quad (5.1.1-4)$$

$$H' \gamma_{\text{cont}S} = K_2 \cdot f_h \cdot f_o \cdot Q_{\text{cont}} \cdot E \gamma_{\text{cont}} \cdot \bar{D}'_s \cdot \frac{1}{N_t} S'_{LS} \quad (5.1.1-5)$$

$$H'' \gamma_{\text{cont}S} = K_2 \cdot f_h \cdot f_o \cdot Q_{\text{cont}} \cdot E \gamma_{\text{cont}} \cdot \bar{D}''_s \cdot \frac{1}{N_t} S''_{LS} \quad (5.1.1-6)$$

ここに、

K_2 : 空気カーマから実効線量への換算係数 ($\mu \text{ Sv} / \mu \text{ Gy}$)

f_h : 家屋による遮蔽係数

f_o : 居住係数

\bar{D}_s : 放出率 1Bq/h、 γ 線実効エネルギー 1MeV/dis、風速 1m/s で着目方位へ放した場合、大気安定度がSである時の着目方位の当該距離における γ 線による空気カーマ率の方位内平均値 ($\mu \text{ Gy/h}$)

\bar{D}'_s , \bar{D}''_s : それぞれ、放出率 1Bq/h、 γ 線実効エネルギー 1MeV/dis、風速 1m/s

で着目方位に隣接する方位へ放した場合、大気安定度がSである時の着目方位の当該距離における γ 線による空気カーマ率の方位内平均値 ($\mu \text{ Gy/h}$)

\bar{D}_s 、 \bar{D}'_s 及び \bar{D}''_s は、(5.1.1-1)を基本式として求める。

N_t : 総観測回数 (回)

S_{LS} : 風が着目方位へ向かっており、大気安定度がSである時の風速逆数の総和 (s/m)

S'_{LS} , S''_{LS} : それぞれ、風が着目方位に隣接する方位へ向かっており、大気安定度がSである時の風速逆数の総和 (s/m)

S : 6つの大気安定度型 (A、B、C、D、E、F) を示す。

L : 16方位 (計算方位) を示す。

Q_{cont} : 連続的に放出される放射性希ガスの年間放出量 (Bq/y)

$E_{\gamma_{\text{cont}}}$: 連続的に放出される放射性希ガスの γ 線実効エネルギー (MeV/dis)
 その他、実効線量の計算に必要なパラメータを第 5.1-5 表(1)に示す。

5.1.1.3 計算結果

JRR-3、JRR-4、NSRR、STACY及びTRACYから放出される放射性希ガスからの γ 線による年間の実効線量を第 5.1-6 表に示す。これによれば上記の原子炉施設からの寄与を考慮した放射性希ガスの γ 線による年間の実効線量が最大となる地点は、STACY及びTRACY排気筒の南西 320m の周辺監視区域境界で約 $6.1 \mu\text{Sv/y}$ である。

5.1.2 気体廃棄物中のトリチウムによる実効線量

気体廃棄物中のトリチウムの吸入摂取（皮膚浸透を含む。）による実効線量は、平常運転時にトリチウムを放出する JRR-2 及び JRR-3 について評価する。

5.1.2.1 計算条件

(1) 年間放出量

JRR-2 及び JRR-3 の平常運転時に放出されるトリチウムの年間放出量を第 5.1-7 表に示す。

(2) 放出源の有効高さ

5.1.1.1 の(2)と同一とする。

(3) 気象条件

5.1.1.1 の(3)と同一とする。

(4) 実効線量の評価地点

トリチウムによる年間の実効線量の評価は、JRR-2 及び JRR-3 の寄与を考慮し、各方位の周辺監視区域外の陸側地点のうち、年平均地表空気中濃度が最大となる地点で行う。この評価地点を第 5.1-1 図に示す。

5.1.2.2 計算方法

(1) 年平均地表空気中濃度の計算式

トリチウムの年平均地表空気中濃度は、方位別に次式を用いて計算する。

$$\chi = \chi_{\text{in}} + \chi_{\text{cont}} \quad (5.1.2-1)$$

ここに、

χ : 気体廃棄物中のトリチウムの年平均地表空気中濃度 (Bq/cm³)

χ_{in} : 間欠放出による年平均地表空気中濃度 (Bq/cm³)

χ_{cont} : 連続放出による年平均地表空気中濃度 (Bq/cm³)

(2) 間欠放出によるトリチウムの年平均地表空気中濃度

間欠的に放出されるトリチウムの年平均地表空気中濃度は、次式を用いて計算する。

$$\chi_{\text{in}} = \sum_{S=A}^F (\chi_{\text{inS}} + \chi'_{\text{inS}} + \chi''_{\text{inS}}) \quad (5.1.2-2)$$

ただし、

$$\chi_{inS} = ((Q_{in} \cdot n_t) / (8,760 \cdot N \cdot f_{LT})) \cdot \bar{\chi}_s \cdot (N_{LS} / N_t) \cdot \bar{S}_{LS}$$

$$\chi'_{inS} = ((Q_{in} \cdot n_t) / (8,760 \cdot N \cdot f_{LT})) \cdot \bar{\chi}'_s \cdot (N'_{LS} / N_t) \cdot \bar{S}'_{LS}$$

$$\chi''_{inS} = ((Q_{in} \cdot n_t) / (8,760 \cdot N \cdot f_{LT})) \cdot \bar{\chi}''_s \cdot (N''_{LS} / N_t) \cdot \bar{S}''_{LS}$$

ここに、

χ_{inS} : 風が着目方位へ向かっており、大気安定度がSである時の着目地点における年平均地表空気中濃度 (Bq/cm³)

χ'_{inS} , χ''_{inS} : それぞれ、風が着目方位に隣接する方位へ向かっており、大気安定度がSである時の着目地点における年平均地表空気中濃度 (Bq/cm³)

Q_{in} : 間欠的に放出されるトリチウムの年間放出量 (Bq/y)

8,760 : 年間の時間数への換算係数 (h/y)

$\bar{\chi}_s$: 放出率 1Bq/h で着目方位へ放出した場合、風速 1m/s で大気安定度がSである時の当該距離における地表空気中濃度の方位内平均値 (Bq/cm³)

$\bar{\chi}'_s$, $\bar{\chi}''_s$: それぞれ、放出率 1Bq/h で着目方位に隣接する方位へ放出した場合、風速 1m/s で大気安定度がSである時の着目方位の当該距離における地表空気中濃度の方位内平均値 (Bq/cm³)

\bar{S}_{LS} : 風が着目方位へ向かっており、大気安定度がSである時の風速逆数の平均 (s/m)

\bar{S}'_{LS} , \bar{S}''_{LS} : それぞれ、風が着目方位に隣接する方位へ向かっており、大気安定度がSである時の風速逆数の平均 (s/m)

N : 年間放出回数 (回/y)

f_{LT} : 着目方位及びその隣接2方位に向かう風向出現頻度の和

N_{LS} : 風が着目方位へ向かっている時の年間の大気安定度別観測回数 (回/y)

N'_{LS} , N''_{LS} : それぞれ、風が着目方位に隣接する方位へ向かっている時の年間の大気安定度別観測回数 (回/y)

N_t : 総観測回数 (回/y)

n_t : 着目方位及びその隣接2方位へ向かう風向出現頻度の和と、年間の放出回数により二項確率分布の信頼度が67%となるように求めた着目方位を中心とした3方位への最大放出回数 (回/y)

第5.1-8表に3方位に向う合計回数及び3方位の合計風向出現頻度を示す。

$\bar{\chi}_s$ 、 $\bar{\chi}'_s$ 及び $\bar{\chi}''_s$ は、(5.1.1-2)式を基本式として求める。

また、その他のパラメータは、5.1.1.2と同一である。

(3) 連続放出によるトリチウムの年平均地表空気中濃度

連続的に放出されるトリチウムの年平均地表空気中濃度は、次式を用いて計算する。

$$\chi_{\text{cont}} = \sum_{S=A}^F (\chi_{\text{cont}S} + \chi'_{\text{cont}S} + \chi''_{\text{cont}S}) \quad (5.1.2-3)$$

ただし、

$$\begin{aligned} \chi_{\text{cont}S} &= (Q_{\text{cont}}/8,760) \cdot \bar{\chi}_s \cdot (1/N_t) \cdot S_{LS} \\ \chi'_{\text{cont}S} &= (Q_{\text{cont}}/8,760) \cdot \bar{\chi}'_s \cdot (1/N_t) \cdot S'_{LS} \\ \chi''_{\text{cont}S} &= (Q_{\text{cont}}/8,760) \cdot \bar{\chi}''_s \cdot (1/N_t) \cdot S''_{LS} \end{aligned}$$

ここに、

$\chi_{\text{cont}S}$: 風が着目方位へ向かっており、大気安定度がSである時の着目地点における年平均地表空気中濃度 (Bq/cm³)

$\chi'_{\text{cont}S}$, $\chi''_{\text{cont}S}$: それぞれ、風が着目方位に隣接する方位へ向かっており、大気安定度がSである時の着目地点における年平均地表空気中濃度 (Bq/cm³)

Q_{cont} : 連続的に放出されるトリチウムの年間放出量 (Bq/y)

$\bar{\chi}_s$ 、 $\bar{\chi}'_s$ 及び $\bar{\chi}''_s$ は、5.1.2.2の(2)で示すとおりであり、(5.1.1-2)式を基本式として求める。

(4) 実効線量の計算式

トリチウムの吸入摂取による年間の実効線量は、次式により求める。

$$H_T = 365 \cdot K_4 \cdot \bar{\chi} \cdot Ma \cdot K \quad (5.1.2-4)$$

ここで、

H_T : 年間の実効線量 (μSv/y)
 365 : 年間日数への換算係数 (d/y)
 K_4 : トリチウムの吸入摂取による実効線量係数 (μSv/Bq)
 Ma : 呼吸率 (cm³/d)
 $\bar{\chi}$: 年平均地表空気中濃度 (Bq/cm³)
 K : 皮膚浸透による摂取量の増加係数

(5.1.2-4)式に用いたパラメータ及び換算係数を第5.1-5表(2)に示す。

5.1.2.3 計算結果

JRR-2及びJRR-3から放出される気体廃棄物中のトリチウムによる寄与を考慮した場合、その年平均地表空気中濃度は、JRR-3排気筒の南西方向730mの地点で最大となり、その濃度は 4.6×10^{-7} Bq/cm³である。トリチウムの年平均地表空気中濃度及び年間の実効線量の計算結果を第5.1-9表に示す。この地点におけるトリチウムによる年間の実効線量は約0.10μSv/yである。

5.1.3 気体廃棄物中のプルトニウムによる実効線量

気体廃棄物中プルトニウム(アメリカウムを含む。)の吸入摂取による実効線量は、平常運転時にプルトニウムを放出するSTACYについて評価する(プルトニウム及びアメリカウム

ムの組成については、評価結果上厳しくなるよう安全側に想定する。)

5.1.3.1 計算条件

(1) 年間放出量

STACYの平常運転時に放出されるプルトニウムの年間放出量を第5.1-10表に示す。

(2) 放出源の有効高さ

5.1.1.1の(2)と同一とする。

(3) 気象条件

5.1.1.1の(3)と同一とする。

(4) 実効線量の評価地点

プルトニウムによる年間の実効線量の評価は、STACY及びTRACYの各方位の周辺監視区域外の陸側地点のうち、年平均地表空气中濃度が最大となる地点で行う。この評価地点を第5.1-1図に示す。

5.1.3.2 計算方法

(1) 年平均地表空气中濃度の計算式

5.1.2.2の(3)と同一とする。

(2) 実効線量の計算式

プルトニウムの吸入摂取による年間の実効線量は、次式により求める。

$$H_i = 365 \cdot K_{5i} \cdot \bar{\chi}_i \cdot Ma \quad (5.1.3-1)$$

ここで、

H_i	: 核種 i による年間の実効線量	(μ Sv/y)
365	: 年間日数への換算係数	(d/y)
K_{5i}	: 核種 i の吸入摂取による実効線量係数	(μ Sv/Bq)
Ma	: 呼吸率	(cm^3/d)
$\bar{\chi}_i$: 核種 i の年平均地表空气中濃度	(Bq/ cm^3)

(5.1.3-1)式に用いたパラメータ及び換算係数を第5.1-11表に示す。

5.1.3.3 計算結果

STACYから放出される気体廃棄物中のプルトニウム(アメリシウムを含む。)による寄与を考慮した場合、その年平均地表空气中濃度は、STACY及びTRACYの西南西540mの地点で最大となる。それぞれの核種の年平均地表空气中濃度及び年間の実効線量の計算結果を第5.1-12表に示す。この地点におけるプルトニウム(アメリシウムを含む。)による年間の実効線量は約0.020 μ Sv/yである。

5.1.4 液体廃棄物中の放射性物質による実効線量

液体廃棄物中の放射性物質の経口摂取による実効線量は、平常運転時に原子力科学研究所の全

施設から放出される放射性物質の全量について評価する(ただし、放射性よう素は除く。)

5.1.4.1 計算条件

(1) 年間放出量

原子力科学研究所の全施設から平常運転時に放出される液体廃棄物中の年間最大放出量を第5.1-13表に示す。

5.1.4.2 計算方法

(1) 海水中に起因する放射性物質の濃度の計算

各原子炉施設から放出される液体廃棄物中の放射性物質の海水中に起因する年平均濃度は、次式により求める^{(4),(5)}。

$$X(r) = C \cdot Q / (z \cdot r) \quad (5.1.4-1)$$

ここに、

X(r)	: 排水口から距離 r における年間平均濃度	(Bq/cm ³)
C	: 実験より得られた拡散係数	(=0.75s/cm)
Q	: 年間平均放出率	(Bq/s)
z	: 鉛直混合層の厚さ	(=200cm)
r	: 排水口から平均流に沿った流下距離	(=10 ⁵ cm)

海藻類に対する海水中濃度は、(5.1.4-1)式で計算した結果を用い、魚類、無脊椎動物に対する海水中濃度は、排水口を中心とした半径 r の半円内について(5.1.4-1)式を平均化して得られる濃度 $\bar{X}(r)$ を用いる。 $\bar{X}(r)$ は、次式で表せる。

$$\bar{X}(r) = 2 \cdot X(r) \quad (5.1.4-2)$$

液体廃棄物中の放射性物質の核種ごとの年平均濃度を第5.1-14表に示す。

(2) 実効線量の計算式

液体廃棄物中の放射性物質による年間の実効線量は、(5.1.4-3)、(5.1.4-4)式で計算する。

$$H_w = 365 \cdot \sum_i K_{wi} \cdot A_{wi} \quad (5.1.4-3)$$

$$A_{wi} = C_{wi} \cdot \sum_k (CF)_{ik} \cdot W_k \cdot f_{mk} \cdot f_{ki} \quad (5.1.4-4)$$

ここに、

H _w	: 海産物を摂取した場合の年間の実効線量	(μSv/y)
365	: 年間日数への換算係数	(d/y)
K _{wi}	: 核種 i の経口摂取による実効線量係数	(μSv/Bq)
A _{wi}	: 核種 i の摂取率	(Bq/d)
C _{wi}	: 海水中の核種 i の濃度	(Bq/cm ³)
(CF) _{ik}	: 核種 i の海産物 k に対する濃縮係数	($\frac{Bq/g}{Bq/cm^3}$)

W_k : 海産物 k の摂取量 (g/d)

f_{mk} : 海産物 k の市場希釈係数

f_{ki} : 海産物 k の採取から摂取までの核種 i の減衰比

$$f_{ki} = \exp\left(-\frac{0.693}{T_{ri}} \cdot t_k\right) \quad (\text{海藻類以外の海産物に対して})$$

$$f_{ki} = \frac{3}{12} + \frac{T_{ri}}{0.693 \times 365} \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{0.693}{T_{ri}} \times 365 \times \frac{9}{12}\right) \right\} \quad (\text{海藻類に対して})$$

T_{ri} : 核種 i の物理的半減期 (d)

t_k : 海産物 k (海藻類を除く。)の採取から摂取までの期間 (d)

(5.1.4-3)、(5.1.4-4)式に用いたパラメータ及び換算係数を第5.1-5表(3)に示す。

5.1.4.3 計算結果

原子力科学研究所の全施設から放出される液体廃棄物中の放射性物質の海水中に起因する年平均濃度及び年間の実効線量の計算結果を第5.1-14表に示す。これによれば、液体廃棄物中の放射性物質による年間の実効線量は約 $5.4 \mu\text{Sv/y}$ である。

5.2 放射性よう素による実効線量の評価

5.2.1 気体廃棄物中の放射性よう素による実効線量

気体廃棄物中放射性よう素の吸入摂取による実効線量は、平常運転時に放射性よう素を放出するNSRR、STACY及びTRACYについて評価する。

5.2.1.1 計算条件

(1) 年間放出量

NSRR、STACY及びTRACYの平常運転時に放出される放射性よう素の年間放出量を第5.2-1表に示す。

(2) 放出源の有効高さ

5.1.1.1の(2)と同一とする。

(3) 気象条件

5.1.1.1の(3)と同一とする。

(4) 実効線量の評価地点

放射性よう素による年間の実効線量の評価は、NSRR、STACY及びTRACYの寄与を考慮し、各方位の周辺監視区域外の陸側地点のうち、放射性よう素の年平均地表空气中濃度が最大となる地点で行う。この評価地点を第5.1-1図に示す。

5.2.1.2 計算方法

(1) 年平均地表空气中濃度の計算式

NSRR、STACY及びTRACYから放出される気体廃棄物中の放射性よう素の年

平均地表空气中濃度の計算式は、5.1.2.2の(3)と同一とする。

(2) 実効線量の計算式

気体廃棄物中の放射性よう素による年間の実効線量は、成人、幼児及び乳児について、それぞれ(5.2.1-1)式により求める。

$$H = H_I + H_V + H_M \quad (5.2.1-1)$$

ここに、

H : 気体廃棄物中の放射性よう素による年間の実効線量 (μ Sv/y)

H_I : 吸入摂取による年間の実効線量 (μ Sv/y)

H_V : 葉菜摂取による年間の実効線量 (μ Sv/y)

H_M : 牛乳摂取による年間の実効線量 (μ Sv/y)

H_I 、 H_V 及び H_M は、それぞれ(5.2.1-2)、(5.2.1-4)及び(5.2.1-6)式を用いて求める。

a. 吸入摂取による年間の実効線量(H_I)

$$H_I = 365 \cdot \sum_i K_{Ii} \cdot A_{Ii} \quad (5.2.1-2)$$

ただし、

$$A_{Ii} = Ma \cdot \bar{\chi}_i \quad (5.2.1-3)$$

ここに、

H_I : 年間の実効線量 (μ Sv/y)

365 : 年間日数への換算係数 (d/y)

K_{Ii} : 核種 i の吸入摂取による実効線量係数 (μ Sv/Bq)

A_{Ii} : 核種 i の摂取率 (Bq/d)

Ma : 呼吸率 (cm^3/d)

$\bar{\chi}_i$: 核種 i の年平均地表空气中濃度 (Bq/ cm^3)

b. 葉菜摂取による年間の実効線量(H_V)

$$H_V = 365 \cdot \sum_i K_{Vi} \cdot A_{Vi} \quad (5.2.1-4)$$

ただし、

$$A_{Vi} = M_V \cdot f_m \cdot f_t \cdot f_d \cdot F_{Vi} \cdot \exp\left(-\frac{0.693}{T_{ri}} \cdot t_V\right) \cdot \bar{\chi}_i \quad (5.2.1-5)$$

ここに、

H_V : 年間の実効線量 (μ Sv/y)

365 : 年間日数への換算係数 (d/y)

K_{Vi} : 核種 i の経口摂取による実効線量係数 (μ Sv/Bq)

A_{Vi} : 核種 i の摂取率 (Bq/d)

M_V : 葉菜の摂取量 (g/d)

f_m : 葉菜の市場希釈係数

f_t : 葉菜の栽培期間の年間比

f_d	: 葉菜の除染係数	
F_{vi}	: 核種 i が空気中から葉菜に移行する割合	$(\frac{\text{Bq/g}}{\text{Bq/cm}^3})$
T_{ri}	: 核種 i の物理的半減期	(d)
t_v	: 葉菜の採取から摂取までの期間	(d)
$\bar{\chi}_i$: 核種 i の年平均地表空气中濃度	(Bq/cm^3)

c. 牛乳摂取による年間の実効線量(H_M)

$$H_M = 365 \cdot \sum_i K_{Ti} \cdot A_{Mi} \quad (5.2.1-6)$$

ただし、

$$A_{Mi} = M_M \cdot f_m \cdot f_t \cdot f_f \cdot F_{Mi} \cdot \exp(-\frac{0.693}{T_{ri}} \cdot t_M) \cdot \bar{\chi}_i \quad (5.2.1-7)$$

ここに、

H_M	: 年間の実効線量	$(\mu \text{ Sv/y})$
365	: 年間日数への換算係数	(d/y)
K_{Ti}	: 核種 i の経口摂取による実効線量係数	$(\mu \text{ Sv/Bq})$
A_{Mi}	: 核種 i の摂取率	(Bq/d)
M_M	: 牛乳の摂取量	(ml/d)
f_m	: 牛乳の市場希釈係数	
f_t	: 牧草の栽培期間の年間比	
f_f	: 飼料の混合比	
F_{Mi}	: 核種 i が空気中から牛乳に移行する割合	$(\frac{\text{Bq/ml}}{\text{Bq/cm}^3})$
T_{ri}	: 核種 i の物理的半減期	(d)
t_M	: 牛乳の採取から摂取までの期間	(d)
$\bar{\chi}_i$: 核種 i の年平均地表空气中濃度	(Bq/cm^3)

(5.2.1-2)～(5.2.1-7)式に用いたパラメータ及び換算係数を第 5.2-2 表(1)～(2)に示す。

5.2.1.3 計算結果

NSRR、STACY及びTRACYから放出される気体廃棄物中の放射性よう素による寄与を考慮した場合、その年平均地表空气中濃度は、NSRR排気筒の南西方向 1,160m の地点で最大となる。その年平均地表空气中濃度を第 5.2-3 表に示し、年間の実効線量の計算結果を第 5.2-4 表に示す。これによれば、気体廃棄物中の放射性よう素による年間の実効線量が最大となるのは、幼児で約 $1.4 \mu \text{ Sv/y}$ である。

5.2.2 液体廃棄物中の放射性よう素による実効線量

液体廃棄物中の放射性よう素の経口摂取による実効線量は、平常時に放射性よう素を放出するN

SRRについて評価する。

5.2.2.1 計算条件

(1) 年間放出量

NSRRの平常運転時に放出される放射性よう素の年間放出量を第5.2-1表に示す。

(2) 海水中に起因する放射性よう素の濃度

NSRRから放出される放射性よう素の海水中に起因する年平均濃度は、(5.1.4-1)、(5.1.4-2)式により求める。第5.2-5表に海水中の年平均濃度を示す。

5.2.2.2 計算方法

(1) 実効線量の計算式

液体廃棄物中の放射性よう素による年間の実効線量の計算は、海藻類を含む海産物摂取の場合と海藻類を含まない海産物摂取の場合に分けて行う。

a. 海藻類を摂取する場合

$$H_{WT} = K_3 \cdot \sum_i \frac{A_{wi}}{A_s} \cdot q_s \cdot (SEE)_i \cdot f_{si} \quad (5.2.2-1)$$

$$A_{wi} = C_{wi} \cdot \sum_k (CF)_k \cdot W_k \cdot f_{mk} \cdot f_{ki} \quad (5.2.2-2)$$

$$A_s = C_{ws} \cdot \sum_k (CF)_k \cdot W_k \quad (5.2.2-3)$$

ここで、

H_{WT}	: 海産物を摂取した場合の年間の実効線量	(μ Sv/y)
K_3	: 実効線量への換算係数	($\frac{\text{dis} \cdot \text{g} \cdot \mu \text{Sv}}{\text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{y}}$)
A_{wi}	: 核種 i の摂取率	(Bq/d)
A_s	: 安定よう素の摂取率	(g/d)
q_s	: 甲状腺中の安定よう素量	(g)
$(SEE)_i$: 核種 i の甲状腺に対する比実効エネルギー	(MeV/(g · dis))
f_{si}	: 核種 i の甲状腺中比放射能の減衰係数	
C_{wi}	: 海水中の核種 i の濃度	(Bq/cm ³)
$(CF)_k$: よう素の海産物 k に対する濃縮係数	($\frac{\text{Bq/g}}{\text{Bq/cm}^3}$)
W_k	: 海産物 k の摂取量	(g/d)
f_{mk}	: 海産物 k の市場希釈係数	
C_{ws}	: 海水中の安定よう素の濃度	(g/cm ³)
f_{ki}	: 海産物 k の採取から摂取までの核種 i の減衰比	
f_{ki}	$= \exp(-\frac{0.693}{T_{ri}} \cdot t_k)$	(海藻類以外の海産物に対して)

$$f_{ki} = \frac{3}{12} + \frac{T_{ri}}{0.693 \times 365} \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{0.693}{T_{ri}} \times 365 \times \frac{9}{12}\right) \right\} \text{ (海藻類に対して)}$$

T_{ri} : 核種 i の物理的半減期 (d)

t_k : 海産物 k (海藻類を除く。) の採取から摂取までの期間 (d)

b. 海藻類を摂取しない場合

$$H_F = 365 \cdot \sum_i K_{Ti} \cdot A_{Fi} \quad (5.2.2-4)$$

$$A_{Fi} = C_{wi} \cdot \sum_k (CF)_k \cdot W_k \cdot f_{mk} \cdot f_{ki} \quad (5.2.2-5)$$

ここで、

H_F : 海産物(海藻類を除く。)を摂取した場合の年間の実効線量 ($\mu\text{Sv/y}$)

365 : 年間日数への換算係数 (d/y)

K_{Ti} : 核種 i の経口摂取による実効線量係数 ($\mu\text{Sv/Bq}$)

A_{Fi} : 核種 i の摂取率 (Bq/d)

C_{wi} : 海水中の核種 i の濃度 (Bq/cm³)

$(CF)_k$: よう素の海産物 k に対する濃縮係数 ($\frac{\text{Bq/g}}{\text{Bq/cm}^3}$)

W_k : 海産物 k (海藻類を除く。) の摂取量 (g/d)

f_{mk} : 海産物 k の市場希釈係数

f_{ki} : 海産物 k の採取から摂取までの核種 i の減衰比

$$f_{ki} = \exp\left(-\frac{0.693}{T_{ri}} \cdot t_k\right)$$

T_{ri} : 核種 i の物理的半減期 (d)

t_k : 海産物 k (海藻類を除く。) の採取から摂取までの期間 (d)

(5.2.2-1)～(5.2.2-5)式に用いたパラメータ及び換算係数を第 5.2-2 表(1)～(2)に示す。

5.2.2.3 計算結果

NSRRから放出される液体廃棄物中の放射性よう素による年間の実効線量の計算結果を第 5.2-6 表に示す。これによれば年間の実効線量が最大となるのは、海藻類を含まない海産物を摂取する幼児で約 $0.0011 \mu\text{Sv/y}$ である。

5.2.3 気体廃棄物中及び液体廃棄物中の放射性よう素を同時に摂取する場合の実効線量

5.2.3.1 実効線量の計算式

気体廃棄物中及び液体廃棄物中の放射性よう素による年間の実効線量の計算は、海藻類を含む海産物摂取の場合と海藻類を含まない海産物摂取の場合に分けて行う。

a. 海藻類を摂取する場合

$$H_T = K_3 \cdot \sum_i \frac{A_i}{A_s} \cdot q_s \cdot (SEE)_i \cdot f_{si} \quad (5.2.3-1)$$

ここで、

H_T	: 年間の実効線量	(μ Sv/y)
K_3	: 実効線量への換算係数	($\frac{\text{dis} \cdot \text{g} \cdot \mu \text{Sv}}{\text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{y}}$)
A_i	: 核種 i の摂取率	(Bq/d)
	($A_i = 0.90 A_{Ii} + A_{Vi} + A_{Mi} + A_{Wi}$)	
A_s	: 安定よう素の摂取率	(g/d)
	(5.2.2-3)式から得られる値を用いる。	
q_s	: 甲状腺中の安定よう素量	(g)
$(SEE)_i$: 核種 i の甲状腺に対する比実効エネルギー	(MeV/(g · dis))
f_{si}	: 核種 i の甲状腺中比放射能の減衰係数	

b. 海藻類を摂取しない場合

$$H_{TF} = 365 \sum_i \{K_{Ii} \cdot A_{Ii} + K_{Ti} (A_{Vi} + A_{Mi} + A_{Fi})\} \quad (5.2.3-2)$$

ここで、

H_{TF}	: 年間の実効線量	(μ Sv/y)
365	: 年間日数への換算係数	(d/y)
K_{Ii}	: 核種 i の吸入摂取による実効線量係数	(μ Sv/Bq)
K_{Ti}	: 核種 i の経口摂取による実効線量係数	(μ Sv/Bq)

(5.2.3-1)、(5.2.3-2)式に用いたパラメータ及び換算係数を第 5.2-2 表(1)～(2)に示す。

5.2.3.2 計算結果

NSRR、STACY及びTRACYから放出される気体廃棄物中及び液体廃棄物中の放射性よう素を同時に摂取した場合の年間の実効線量の計算結果を第 5.2-7 表に示す。これによれば年間の実効線量が最大となるのは、海藻類を含まない海産物を摂取する幼児で約 1.4μ Sv/y である。

5.3 気体廃棄物中のプルトニウムによる骨、肺、肝の等価線量の評価

気体廃棄物中のプルトニウム(アメリカシウムを含む。)の吸入摂取による骨、肺、肝の等価線量は、平常時にプルトニウムを放出するSTACYについて評価する。

5.3.1 計算条件

(1) 年間放出量

STACYの平常運転時に放出されるプルトニウムの年間放出量を第 5.1-10 表に示す。

(2) 放出源の有効高さ

5.1.1.1 の(2)と同一とする。

(3) 気象条件

5.1.1.1の(3)と同一とする。

(4) 等価線量の評価地点

プルトニウムによる年間の骨、肺、肝の等価線量の評価は、STACY及びTRACYの各方位の周辺監視区域外の陸側地点のうち、年平均地表空気中濃度が最大となる地点で行う。この評価地点を第5.1-1図に示す。

5.3.2 計算方法

(1) 年平均地表空気中濃度の計算式

5.1.2.2の(3)と同一とする。

(2) 骨、肺、肝の等価線量の計算式

プルトニウムの吸入摂取による年間の等価線量は、次式により求める。

$$H_i = 365 \cdot K_{6i} \cdot \bar{\chi}_i \cdot Ma \quad (5.3.1-1)$$

ここで、

H_i : 核種 i の年間の骨、肺、肝の等価線量 ($\mu\text{Sv/y}$)

365 : 年間日数への換算係数 (d/y)

K_{6i} : 核種 i の吸入摂取による骨、肺、肝の等価線量係数 ($\mu\text{Sv/Bq}$)

Ma : 呼吸率 (cm^3/d)

$\bar{\chi}_i$: 核種 i の年平均地表空気中濃度 (Bq/cm^3)

(5.3.1-1)式に用いたパラメータを第5.1-11表に示す。

5.3.3 計算結果

STACYから放出される気体廃棄物中のプルトニウム(アメリシウムを含む。)による寄与を考慮した場合、その年平均地表空気中濃度は、STACY及びTRACYの西南西540mの地点で最大となる。この地点における年間の骨、肺、肝の等価線量の計算結果を第5.3-1表に示す。これによれば、骨、肺、肝の吸入摂取による年間の等価線量は、それぞれ約0.62 $\mu\text{Sv/y}$ 、約0.031 $\mu\text{Sv/y}$ 及び約0.12 $\mu\text{Sv/y}$ である。

5.4 実効線量の評価結果

5.4.1 実効線量

各原子炉施設から放出される気体廃棄物中の放射性希ガスの γ 線による年間の実効線量は約6.1 $\mu\text{Sv/y}$ 、気体廃棄物中のトリチウム及びプルトニウムによる年間の実効線量は、それぞれ約0.10 $\mu\text{Sv/y}$ 及び約0.020 $\mu\text{Sv/y}$ 、液体廃棄物中の放射性よう素を除く放射性物質による年間の実効線量は約5.4 $\mu\text{Sv/y}$ であり、気体廃棄物中及び液体廃棄物中の放射性よう素による年間の実効線量が最大となるのは、気体廃棄物中及び液体廃棄物中の放射性よう素を同時に摂取し、かつ、海藻類を含まない海産物を摂取する幼児で約1.4 $\mu\text{Sv/y}$ である。これらを合計した気体廃棄物中及び液体廃棄物中の放射性物質による一般公衆の年間の実効線量は

約 $13 \mu\text{Sv/y}$ である。

また、核燃料物質使用施設等に起因する気体廃棄物による年間の実効線量約 $29 \mu\text{Sv}$ 、直接線及びスカイシャイン放射線による年間の実効線量約 $28 \mu\text{Sv}$ （平成 25 年 9 月 4 日付け原規研発第 1309041 号をもって許可を受けた「原子力科学研究所 核燃料物質の使用の許可の変更について（許可）」）を考慮しても、法令で定める周辺監視区域外の線量限度と比べて十分小さい。なお、廃棄物埋設施設については、現在、保全段階であり周辺監視区域境界を設定していないため、考慮する必要はない。

5.4.2 骨、肺、肝の等価線量

STACYから放出される気体廃棄物中のプルトニウムの骨、肺、肝の吸入摂取による年間の等価線量は、それぞれ約 $0.62 \mu\text{Sv/y}$ 、約 $0.031 \mu\text{Sv/y}$ 及び約 $0.12 \mu\text{Sv/y}$ である。

5.5 参考文献

- (1) 原子力安全委員会 : 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
(昭和 51 年 9 月 28 日 平成 13 年 3 月一部改訂)
- (2) 原子力安全委員会 : 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 平成 13 年 3 月一部改訂)
- (3) 原子力安全委員会 : 発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について
(平成元年 3 月 27 日 平成 13 年 3 月一部改訂)
- (4) 原子力安全研究協会、海洋放出調査特別委員会、試算分科会
: 試算分科会報告書(Ⅱ), 昭和 42 年 10 月
- (5) 福田 雅明 : 沿岸海域の海洋拡散の研究, JAERI-M 8730, 1980 年 3 月

第 5.1-1 表 放射性希ガスの年間放出量及び γ 線実効エネルギー

施設名	主な核種	年間放出量 (Bq/y)	γ 線実効エネルギー (MeV)
JRR-3	^{41}Ar	6.2×10^{13}	1.29
JRR-4	^{41}Ar	9.6×10^{11}	1.29
NSRR	^{41}Ar 、 ^{135}Xe 、 ^{85}Kr	4.4×10^{13}	1.1×10^{13} MeV・Bq
STACY、 TRACY	^{89}Kr 、 ^{138}Xe	8.1×10^{13}	7.0×10^{13} MeV・Bq

第 5.1-2 表 排気筒の条件

施設名	排気筒の 地上高さ (m)	排気筒の 出口直径 (m)	排気筒の 吹出し速度 (m/s)
JRR-2	40	2.2	4.3
JRR-3	40	3.5	3.0
JRR-4	20	1.8	5.2
NSRR	50	1.5	8.2
STACY、 TRACY	50	3.0	9.5

第 5.1-3 表 排気筒の有効高さ（平常運転時）

施設名		J R R - 2		J R R - 3		J R R - 4		N S R R		S T A C Y、 T R A C Y	
着目方位	周辺監視 区域境界 までの 距離* (m)	有効 高さ (m)									
	陸 側 方 位	S	570	54	380	49	200	33	1,190	70	290
SSW		620	51	420	52	210	28	1,130	56	280	82
SW		540	43	460	45	310	23	1,160	47	320	71
WSW		410	44	410	45	350	29	910	48	360	66
W		360	48	350	47	380	34	840	49	720	69
WNW		390	47	360	51	380	33	830	55	790	71
NW		510	48	470	48	470	31	860	54	1,000	67
NNW		750	50	810	45	870	29	1,070	58	1,420	60
海 側 参 考 方 位	N	1,230	54	1,320	51	1,490	35	1,450	67	2,390	84
	NNE	1,990	65	2,120	68	2,250	53	690	70	780	85
	NE	1,000	64	1,000	63	970	53	280	65	370	84
	ENE	710	64	720	65	710	53	210	67	270	89
	E	630	64	650	65	630	52	180	68	240	88
	ESE	660	65	670	64	660	46	190	66	250	84
	SE	830	61	840	62	590	49	240	64	310	80
SSE	780	64	570	65	360	53	390	65	400	83	

*：各方位範囲内の中心軸上距離

第 5.1-4 表(1) 風向別大気安定度別風速逆数の総和(地上 20m) (2009 年～2013 年)

単位 : s/m

大気安定度 風向	A	B	C	D	E	F
NNE	0.71	24.37	19.27	238.35	14.12	53.87
NE	2.92	74.52	35.43	227.56	10.96	53.42
ENE	5.28	62.22	11.45	115.05	2.44	48.32
E	11.57	93.39	5.92	98.04	0.07	38.80
ESE	14.55	62.37	1.19	68.08	0.00	32.66
SE	9.10	48.32	7.63	52.24	0.32	24.51
SSE	1.68	30.74	17.44	56.57	0.37	28.60
S	1.60	18.42	11.49	78.09	3.47	36.54
SSW	2.67	29.03	4.98	94.53	1.73	79.06
SW	9.14	66.18	8.89	100.48	4.14	114.77
WSW	13.38	98.56	5.73	122.12	3.12	180.44
W	10.86	84.67	0.64	169.18	0.13	254.39
WNW	7.66	124.38	3.16	315.21	2.81	420.71
NW	3.60	53.46	7.94	183.23	3.79	161.10
NNW	0.43	28.47	2.05	99.13	0.82	80.67
N	0.47	19.19	2.20	112.37	3.52	52.72

第 5.1-4 表(2) 風向別大気安定度別風速逆数の総和(地上 40m) (2009 年～2013 年)

単位 : s/m

大気安定度 風向	A	B	C	D	E	F
NNE	0.52	13.43	2.71	97.81	3.67	33.14
NE	0.38	24.65	26.90	201.97	11.26	35.72
ENE	2.46	57.51	17.95	112.52	5.37	26.62
E	4.08	53.19	7.19	59.27	0.86	18.71
ESE	8.89	57.26	2.91	43.81	0.00	14.77
SE	10.49	45.40	1.77	37.37	0.04	14.45
SSE	2.15	34.46	19.42	46.77	0.50	13.51
S	1.15	9.30	4.19	46.78	2.38	18.63
SSW	1.80	12.04	1.24	42.05	0.25	34.28
SW	4.05	32.28	3.90	52.71	1.51	42.25
WSW	7.50	39.46	2.91	42.29	1.04	35.98
W	9.65	50.49	0.75	55.36	0.33	46.90
WNW	5.35	62.76	0.46	96.49	0.17	94.38
NW	3.08	71.38	2.64	174.20	1.87	215.03
NNW	1.67	41.48	3.68	117.47	1.68	95.80
N	0.58	16.59	1.30	66.55	0.67	40.78

第 5.1-4 表(3) 風向出現頻度及び風速 0.5~2.0m/s の
風向出現頻度(地上 20m) (2009 年~2013 年)

風向	風向出現頻度 (%)	風速 0.5~2.0m/s の 風向出現頻度 (%)
NNE	11.4	3.6
NE	14.2	3.7
ENE	5.3	4.2
E	4.4	5.3
ESE	3.0	4.0
SE	3.1	2.2
SSE	2.9	1.9
S	2.8	2.4
SSW	3.5	3.9
SW	4.2	6.2
WSW	5.8	9.8
W	8.2	13.4
WNW	17.4	20.8
NW	7.6	9.6
NNW	2.9	5.2
N	3.3	3.9

第 5.1-4 表(4) 風向出現頻度及び風速 0.5~2.0m/s の
風向出現頻度(地上 40m)(2009 年~2013 年)

風向	風向出現頻度 (%)	風速 0.5~2.0m/s の 風向出現頻度 (%)
NNE	5.4	5.4
NE	14.9	6.3
ENE	9.4	4.8
E	4.5	5.1
ESE	3.6	5.3
SE	3.4	4.4
SSE	4.8	3.1
S	2.8	2.8
SSW	2.7	3.9
SW	4.5	5.8
WSW	3.6	6.9
W	4.4	8.1
WNW	7.9	9.5
NW	16.4	13.0
NNW	8.3	9.8
N	3.4	6.0

第 5.1-5 表(1) 気体廃棄物中の放射性希ガスからの γ 線による実効線量の
計算に使用するパラメータ及び換算係数

パラメータ	記号	単位	数値
空気カーマ率への換算係数	K_1	$\frac{\text{dis} \cdot \text{m}^3 \cdot \mu\text{Gy}}{\text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{h}}$	4.46×10^{-4}
空気カーマから実効線量への換算係数	K_2	$\mu\text{Sv}/\mu\text{Gy}$	0.8
家屋の遮蔽係数	f_h	—	1
居住係数	f_o	—	1
空気に対する γ 線の線エネルギー吸収係数	μ_{en}	m^{-1}	3.84×10^{-3} (0.5MeV)
空気に対する γ 線の線減衰係数	μ	m^{-1}	1.05×10^{-2} (0.5MeV)
再生係数の定数	α	—	1.000
	β	—	0.4492
	γ	—	0.0038

第 5.1-5 表(2) 気体廃棄物中のトリチウムによる実効線量の
計算に用いるパラメータ及び換算係数

パラメータ	記号	単位	数値
トリチウムの吸入摂取による実効線量 係数 *	K_4	$\mu\text{Sv}/\text{Bq}$	1.8×10^{-5}
呼吸率	Ma	cm^3/d	成人 2.22×10^7
皮膚浸透による摂取量の増加係数 **	K	—	1.5

* 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)) に示されているもののうち
水に対する値。

** ICRP Publ.30 Part 1 の記載より。

第 5.1-5 表(3) 液体廃棄物中の放射性物質による実効線量の計算に使用する
パラメータ及び換算係数

パラメータ	記号	単位	数値
海産物 k の摂取量	W_k	g/d	魚類 200 無脊椎動物 20 海藻類 40
海産物 k の市場希釈係数	f_{mk}	—	1
海産物 k の採取から摂取までの期間	t_k	d	0
核種 i の経口摂取による実効線量係数	K_{wi}	$\mu\text{Sv/Bq}$	下表のとおり
核種 i の海産物 k に対する濃縮係数	$(CF)_{ik}$	$\frac{\text{Bq/g}}{\text{Bq/cm}^3}$	
核種 i の物理的半減期	T_{ri}	h, d, y	

核種	物理的 半減期** (T_{ri})	経口摂取による 実効線量係数*** (K_{wi})	濃縮係数($(CF)_{ik}$)		
			魚類	無脊椎動物	海藻類
^{54}Mn	312.20 d	7.1×10^{-4}	6×10^2	1×10^4	2×10^4
^{58}Co	70.92 d	7.4×10^{-4}	1×10^2	1×10^3	1×10^3
^{60}Co	5.27 y	3.4×10^{-3}	1×10^2	1×10^3	1×10^3
$^{64}\text{Cu}^*$	12.70 h	1.2×10^{-4}	7×10^2	2×10^3	1×10^3
$^{65}\text{Zn}^*$	244.1 d	3.9×10^{-3}	2×10^3	5×10^4	1×10^3
^{131}I	8.04 d	1.6×10^{-2}	1×10^1	5×10^1	4×10^3
^{137}Cs	30.0 y	1.3×10^{-2}	3×10^1	2×10^1	2×10^1
^3H	12.33 y	4.2×10^{-5}	1	1	1

* 濃縮係数は、Regulatory Guide 1.109(1976)の値。
 ** 物理的半減期は、「Edgardo Browne, et al. : Table of Radioactive Isotopes(1986)」の値。
 *** 実効線量係数は、「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))」の値。

第 5.1-6 表 放射性希ガスの γ 線による年間の実効線量

単位： $\mu\text{Sv/y}$

施設名	JRR-3 南西 (A)	JRR-3 南南西 (B)	JRR-4 南南西 (C)	NSRR 南西 (D)	STACY TRACY 南西 (E)
JRR-3	4.3	2.7	2.5	4.4	2.8
JRR-4	0.11	0.18	0.19	0.098	0.065
NSRR	0.25	0.21	0.18	0.26	0.12
STACY、 TRACY	1.1	1.7	1.8	1.1	3.1
合計	5.8	4.8	4.7	5.9	6.1

注記：(A)、(B)、(C)、(D)及び(E)は、第 5.1-1 図の実効線量の評価地点を示す。

第 5.1-7 表 トリチウムの年間放出量

施設名	放出モード	年間放出量 (Bq/y)
JRR-2	連続放出	9.6×10^{12}
JRR-3	間欠放出	$6.7 \times 10^{12}/10$ 回
	連続放出	7.4×10^{11}

第 5.1-8 表 風向出現頻度(隣接方位も含む)及び
 間欠放出時の風下 3 方位に向かう合計回数
 (2009 年～2013 年)

風向	風向出現頻度(%) (隣接方位も含む)	風下 3 方位に向かう 合計回数
S	10.3	1
S SW	10.0	1
SW	10.8	1
W SW	12.6	2
W	15.9	2
WNW	28.7	3
NW	32.6	4
NNW	28.1	3
N	17.1	2
NNE	23.7	3
NE	29.7	4
E NE	28.7	3
E	17.5	2
E SE	11.4	1
SE	11.8	2
S SE	11.0	1

第 5.1-9 表 気体廃棄物中のトリチウムの年平均地表空気中濃度及び年間の実効線量

施設名	放出モード	年平均地表空気中濃度 (Bq/cm ³)	年間の実効線量 (μ Sv/y)
JRR-2	連続放出	2.4×10^{-7}	5.3×10^{-2}
JRR-3	間欠放出	2.0×10^{-7}	4.4×10^{-2}
	連続放出	1.6×10^{-8}	3.6×10^{-3}
合計	—	4.6×10^{-7}	1.0×10^{-1}

第 5.1-10 表 STACYのプルトニウム年間放出量

核種	年間放出量 (Bq/y)
²³⁸ Pu	1.3×10 ⁶
²³⁹ Pu	1.4×10 ⁵
²⁴⁰ Pu	2.1×10 ⁵
²⁴¹ Pu	3.7×10 ⁷
²⁴² Pu	5.9×10 ²
²⁴¹ Am	4.1×10 ⁵
合計	4.0×10 ⁷

第 5.1-11 表 気体廃棄物中のプルトニウムによる実効線量及び等価線量の計算に用いるパラメータ及び換算係数

パラメータ	記号	単位	数値			
呼吸率	Ma	cm ³ /d	成人		2.22×10 ⁷	
実効線量係数 (タイプM、空気力学的放射能中央径 0.1 μm) *	K _{5i}	μ Sv/Bq	²³⁸ Pu	1.1×10 ²		
			²³⁹ Pu	1.2×10 ²		
			²⁴⁰ Pu	1.2×10 ²		
			²⁴¹ Pu	2.1×10 ⁰		
			²⁴² Pu	1.1×10 ²		
			²⁴¹ Am	9.7×10 ¹		
等価線量係数 (タイプM (ただし、Puの肺はタイプS)、空気力学的放射能中央径 0.1 μm) *	K _{6i}	μ Sv/Bq	核種	骨表面	肺	肝
			²³⁸ Pu	3.2×10 ³	2.4×10 ²	6.7×10 ²
			²³⁹ Pu	3.5×10 ³	2.3×10 ²	7.4×10 ²
			²⁴⁰ Pu	3.5×10 ³	2.3×10 ²	7.4×10 ²
			²⁴¹ Pu	7.1×10 ¹	1.2×10 ⁰	1.5×10 ¹
			²⁴² Pu	3.4×10 ³	2.1×10 ²	7.1×10 ²
			²⁴¹ Am	3.9×10 ³	9.5×10 ¹	2.4×10 ²

* 科学技術庁の日本原子力研究所に対する委託調査「原子力発電施設等内部被ばく評価技術調査」(平成7年度から11年度) : 内部被ばく線量評価コード (INDES) からの値。

第 5.1-12 表 気体廃棄物中のプルトニウムの年平均地表空気中濃度
及び年間の実効線量

核 種	年平均地表空気中濃度 (Bq/cm ³)	年間の実効線量 (μ Sv/y)
²³⁸ Pu	1.0×10^{-14}	9.3×10^{-3}
²³⁹ Pu	1.1×10^{-15}	1.1×10^{-3}
²⁴⁰ Pu	1.7×10^{-15}	1.6×10^{-3}
²⁴¹ Pu	3.0×10^{-13}	5.0×10^{-3}
²⁴² Pu	4.7×10^{-18}	4.2×10^{-6}
²⁴¹ Am	3.3×10^{-15}	2.6×10^{-3}
合 計	—	2.0×10^{-2}

第 5.1-13 表 原子力科学研究所の液体廃棄物中の年間最大放出量

核 種	年間最大放出量(Bq/y)
⁶⁰ Co	3.7×10^9
¹³⁷ Cs	3.7×10^9
⁶⁴ Cu	1.8×10^9
⁵⁸ Co	1.8×10^9
⁵⁴ Mn	1.1×10^9
⁶⁵ Zn	7.4×10^8
³ H	2.5×10^{13}
その他の核種 (⁵¹ Cr, ²⁴ Na 等)	5.5×10^9

第 5.1-14 表 原子力科学研究所の液体廃棄物中の放射性物質の
海水中に起因する年平均濃度及び年間の実効線量

核種	海水中の年平均濃度 (Bq/cm ³)		年間の実効線量 (μ Sv/y)
	海藻類に 対する値	海藻類以外に 対する値	
⁶⁰ Co	4.4×10^{-6}	8.8×10^{-6}	6.5×10^{-1}
¹³⁷ Cs	4.4×10^{-6}	8.8×10^{-6}	2.8×10^{-1}
⁶⁴ Cu	2.3×10^{-6}	4.6×10^{-6}	3.7×10^{-2}
⁵⁸ Co	2.3×10^{-6}	4.6×10^{-6}	6.2×10^{-2}
⁵⁴ Mn	1.3×10^{-6}	2.6×10^{-6}	4.3×10^{-1}
⁶⁵ Zn	8.8×10^{-7}	1.8×10^{-6}	3.5
³ H	3.1×10^{-2}	6.2×10^{-2}	2.3×10^{-1}
その他の核種 (⁵¹ Cr, ²⁴ Na 等)	6.4×10^{-6}	1.3×10^{-5}	1.2×10^{-1}
合計	—	—	5.4

第 5.2-1 表 放射性よう素の年間放出量

施設名	廃棄物	放出核種	年間放出量(Bq/y)
NSRR	気体廃棄物	¹³¹ I	4.8×10^9
		¹³³ I	2.0×10^{10}
	液体廃棄物	¹³¹ I	1.1×10^7
STACY、 TRACY	気体廃棄物	¹³¹ I	1.5×10^{10}
		¹³³ I	1.8×10^{11}

第 5.2-2 表(1) 放射性よう素による実効線量の計算に用いるパラメータ及び換算係数

パラメータ	記号	単位	数値
実効線量への換算係数	K_3	$\frac{\text{dis} \cdot \text{g} \cdot \mu\text{Sv}}{\text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{y}}$	2.52×10^2
甲状腺に対する比実効エネルギー	$(\text{SEE})_i$	$\frac{\text{MeV}}{\text{g} \cdot \text{dis}}$	成人 ^{131}I 0.01 ^{133}I 0.022 幼児 ^{131}I 0.058 ^{133}I 0.12 乳児 ^{131}I 0.15 ^{133}I 0.33
呼吸率	M_a	cm^3/d	成人 2.22×10^7 幼児 8.72×10^6 乳児 2.86×10^6
葉菜の摂取量	M_v	g/d	成人 100 幼児 50 乳児 20
葉菜及び牧草の栽培期間の年間比	f_t	—	0.5
飼料の混合比	f_f	—	1
葉菜の除染係数	f_d	—	0.5
放射性よう素が空気中から葉菜に移行する割合	F_{vi}	$\frac{\text{Bq}/\text{g}}{\text{Bq}/\text{cm}^3}$	^{131}I 2.6×10^6 ^{133}I 4.3×10^5
放射性よう素が空気中から牛乳に移行する割合	F_{mi}	$\frac{\text{Bq}/\text{ml}}{\text{Bq}/\text{cm}^3}$	^{131}I 6.2×10^5 ^{133}I 4.6×10^4
牛乳の摂取量	M_M	ml/d	成人 200 幼児 500 乳児 600
放射性よう素の海産物 k に対する濃縮係数	$(\text{CF})_k$	$\frac{\text{Bq}/\text{g}}{\text{Bq}/\text{cm}^3}$	魚類 10 無脊椎動物 50 海藻類 4×10^3
葉菜、牛乳及び海産物の採取から摂取までの期間	t_v	d	0
	t_M		0、乳児のみ 3
	t_K		0
海産物 k の摂取量	W_k	g/d	成人 魚類 200 無脊椎動物 20 海藻類 40 幼児 成人の 1/2 乳児 成人の 1/5
海水中の安定よう素量	C_{ws}	g/cm^3	5×10^{-8}
甲状腺中の安定よう素量	q_s	g	成人 1.2×10^{-2} 幼児 成人の 1/5.8 乳児 成人の 1/16

第 5.2-2 表(2) 放射性よう素による実効線量の計算に用いるパラメータ及び換算係数

パラメータ	記号	単位	数値
甲状腺中比放射能の減衰係数	f_{si}	—	成人 ^{131}I 0.1 ^{133}I 0.01 幼児 ^{131}I 0.3 ^{133}I 0.04 乳児 ^{131}I 0.4 ^{133}I 0.07
核種 i の物理的半減期	T_{ri}	d	^{131}I 8.04 ^{133}I 0.87
葉菜、牛乳の市場希釈係数	f_m	—	乳児の牛乳について 0.5 その他 1
海産物 k の市場希釈係数	f_{mk}	—	1
放射性よう素における核種 i の吸入摂取による実効線量係数	K_{Ii}	$\mu\text{Sv/Bq}$	成人 ^{131}I 1.5×10^{-2} ^{133}I 2.9×10^{-3} 幼児 ^{131}I 6.9×10^{-2} ^{133}I 1.6×10^{-2} 乳児 ^{131}I 1.3×10^{-1} ^{133}I 3.5×10^{-2}
放射性よう素における核種 i の経口摂取による実効線量係数	K_{Ti}	$\mu\text{Sv/Bq}$	成人 ^{131}I 1.6×10^{-2} ^{133}I 3.1×10^{-3} 幼児 ^{131}I 7.5×10^{-2} ^{133}I 1.7×10^{-2} 乳児 ^{131}I 1.4×10^{-1} ^{133}I 3.8×10^{-2}

第 5.2-3 表 気体廃棄物中の放射性よう素の年平均地表空気中濃度

施設名	年平均地表空気中濃度 (Bq/cm ³)	
	^{131}I	^{133}I
NSRR	9.1×10^{-11}	3.8×10^{-10}
STACY、 TRACY	1.2×10^{-10}	1.4×10^{-9}
合計	2.1×10^{-10}	1.8×10^{-9}

第 5.2-4 表 気体廃棄物中の放射性よう素による年間の実効線量

摂取経路	年間の実効線量 ($\mu\text{Sv/y}$)		
	成人	幼児	乳児
吸入摂取	6.8×10^{-2}	1.4×10^{-1}	9.5×10^{-2}
葉菜摂取	1.0×10^{-1}	2.5×10^{-1}	1.9×10^{-1}
牛乳摂取	8.6×10^{-2}	1.0	7.9×10^{-1}
合計	2.6×10^{-1}	1.4	1.1

第 5.2-5 表 液体廃棄物中の放射性よう素の海水中に起因する年平均濃度

核種	海水中の年平均濃度 (Bq/cm^3)	
	海藻類を含む海産物 に対する濃度	海藻類を含まない海産物 に対する濃度
^{131}I	1.3×10^{-8}	2.6×10^{-8}

第 5.2-6 表 液体廃棄物中の放射性よう素による年間の実効線量

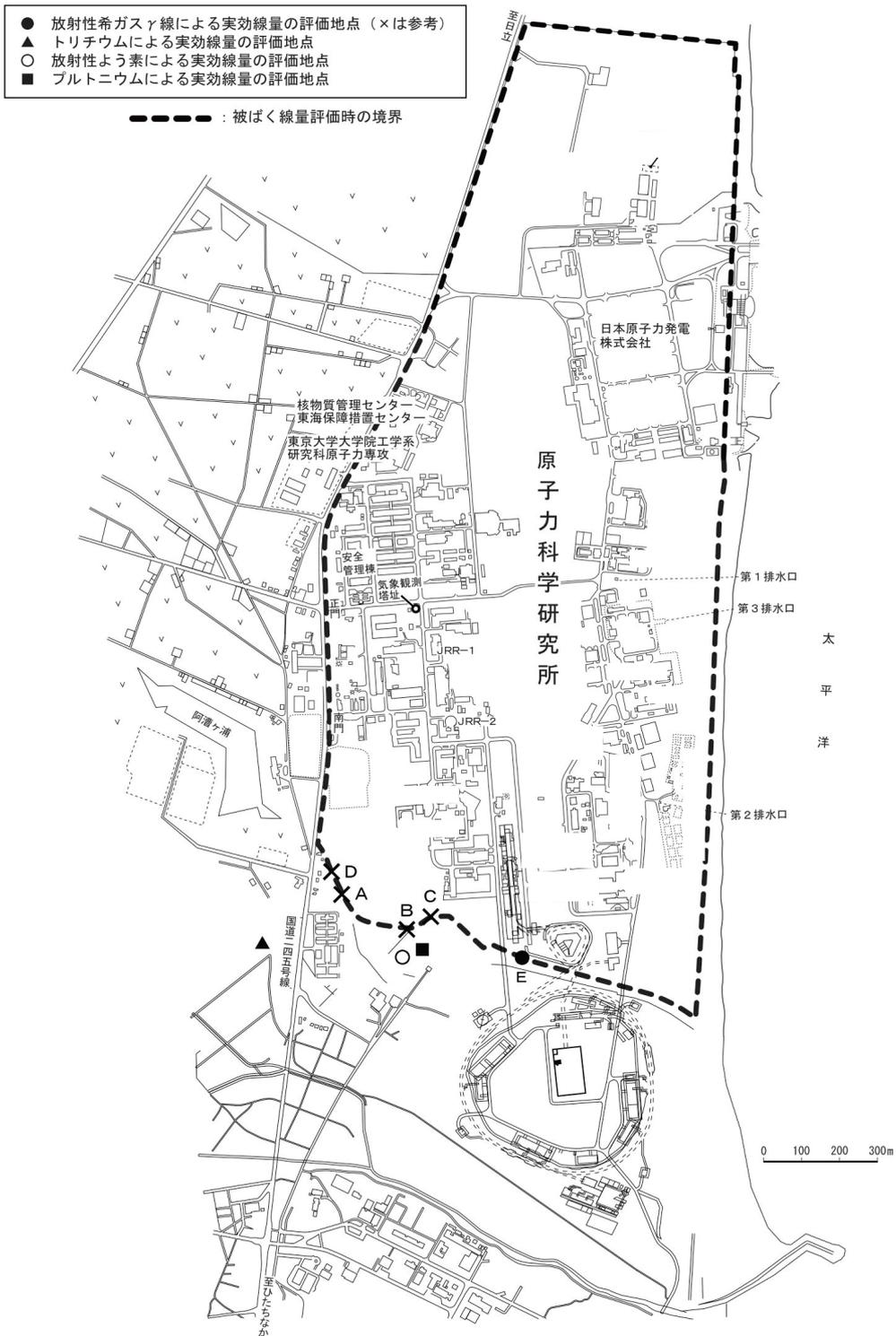
摂取経路	年間の実効線量 ($\mu\text{Sv/y}$)		
	成人	幼児	乳児
海藻類を含む海産物を 摂取する場合	2.5×10^{-4}	7.4×10^{-4}	9.2×10^{-4}
海藻類を含まない海産物を 摂取する場合	4.6×10^{-4}	1.1×10^{-3}	8.0×10^{-4}

第 5.2-7 表 気体廃棄物中及び液体廃棄物中の放射性よう素による
年間の実効線量

摂 取 経 路	年間の実効線量 (μ Sv/y)		
	成 人	幼 児	乳 児
海藻類を含む海産物を 摂取する場合	1.7×10^{-2}	1.2×10^{-1}	1.6×10^{-1}
海藻類を含まない海産物を 摂取する場合	2.6×10^{-1}	1.4	1.1

第 5.3-1 表 気体廃棄物中のプルトニウムによる年間の
骨、肺、肝の等価線量

核 種	年間の等価線量 (μ Sv/y)		
	骨	肺	肝
^{238}Pu	2.7×10^{-1}	2.0×10^{-2}	5.6×10^{-2}
^{239}Pu	3.2×10^{-2}	2.1×10^{-3}	6.7×10^{-3}
^{240}Pu	4.8×10^{-2}	3.1×10^{-3}	1.0×10^{-2}
^{241}Pu	1.7×10^{-1}	2.9×10^{-3}	3.6×10^{-2}
^{242}Pu	1.3×10^{-4}	8.0×10^{-6}	2.7×10^{-5}
^{241}Am	1.0×10^{-1}	2.5×10^{-3}	6.4×10^{-3}
合 計	6.2×10^{-1}	3.1×10^{-2}	1.2×10^{-1}



第 5.1-1 図 実効線量の評価地点