

令和 5 年度原子力の利用状況等に関する調査事業
(海外諸国の処理水の取扱い状況及び多核種除去設備等処理水
の処分技術等に関する調査等)

報告書

株式会社 三菱ケミカルリサーチ

令和 6 年 3 月 29 日

目 次

1. 事業名	1
2. 事業目的	1
3. 事業内容	1
4. 海外諸国の処理水の取扱い状況に関する調査	3
4. 1 原子力施設保有国等における処理水の海洋放出時の安全性確保に係る調査	3
4. 1. 1 米国	3
4. 1. 2 フランス	15
4. 1. 3 中国	22
4. 1. 4 ロシア	31
4. 1. 5 韓国	43
4. 2 ALPS 処理水の分析のための国際輸送に係る調査	52
4. 2. 1 中国	52
4. 2. 2 韓国	54
4. 2. 3 台湾	59
4. 2. 4 オーストラリア	63
5. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究	65
5. 1 トリチウム等 ALPS 処理水の取扱いに関する基礎的情報の提供	65
5. 1. 1 文献調査	65
5. 2 多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援	66
5. 2. 1 主要国及び日本の原発立地地域におけるトリチウムの大気・海洋・河川・降 雨の濃度	66
5. 2. 2 主要国のトリチウム（大気・海洋）の排出量	78
5. 3 トリチウム分離技術の調査	90
5. 3. 1 論文等による情報収集	90
5. 3. 2 関係者へのヒアリング	91
6. 通常炉における液体廃棄物を海域へ放出する際の希釈の実例	93
6. 1 中国	93
6. 2 韓国	93
6. 3 フランス	93
6. 4 ロシア	94
参考文献	94

1. 事業名

令和5年度原子力の利用状況等に関する調査事業（海外諸国の処理水の取扱い状況及び多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査等）

2. 事業目的

東京電力ホールディングス株式会社の福島第一原子力発電所（以下、「福島第一原発」という。）では、多核種除去設備等によって日々発生する汚染水を多核種除去設備（ALPS）等の装置で浄化処理し、ALPS処理水等として、発電所敷地内のタンクに貯蔵している。

ALPS処理水の取扱いについては、原子力災害対策本部の汚染水処理対策委員会の下に設置したトリチウム水タスクフォースや「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会」など専門家による議論等を踏まえ、令和3年4月13日に、「東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所における多核種除去設備等処理水の処分に関する基本方針」（以下、基本方針）が公表された。基本方針において、日本政府はALPS処理水の放出の方法として海洋放出を選択することが示されるとともに、海洋放出に当たっては、安全に係る法令等の遵守に加え、風評影響を最大限抑制するための放出方法（客観性・透明性の担保されたモニタリングを含む。）を徹底しなければならないことなどが示されている。

また、トリチウムの分離技術については、国内外の原子力関連施設において実用化されているものはあるが、濃度や量の観点でそのままALPS処理水に適用することはできない。そのため、ALPS処理水は希釈して放出していくこととするが、引き続き、新たな技術動向を注視し、現実的に実用可能な技術があれば、積極的に取り入れていくこととしている。

このため、本事業では、諸外国における海洋放出の取組（特に安全性を確認するための取組）等について情報収集・分析するとともに、分離技術等トリチウムに関する国内外の最新の研究状況を調査・分析・資料作成することを目的とする。

【参考】

基本方針：https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/alps_policy.pdf

ALPS処理水の処分：https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/alps.html

ALPS処理水：多核種除去設備等により、トリチウム以外の放射性物質について安全に関する規制基準値を確実に下回るまで浄化した水。

3. 事業内容

3. 1 海外諸国の処理水の取扱い状況に関する調査

3. 1. 1 原子力施設保有国等における処理水の海洋放出時の安全性を確保に係る調査

既存及び新規の原子力施設や当該施設を保有する国等における処理水の海洋放出時に安全性を評価するための取組等や国際機関等が示すガイダンス等に関して、米国、フランス、中国、ロシア及び韓国の以下の事項を調査した。

- ① 実施主体
- ② 根拠法令
- ③ 評価手法
- ④ 評価結果の公表又は国際機関等への提供の有無

⑤ 評価結果を踏まえて、追加的な措置を講じた例の有無

3. 1. 2 ALPS 処理水の分析のための国際輸送に係る調査

ALPS 処理水の国外分析機関での分析に当たって、中国、韓国、台湾及びオーストラリアでの規制等を調査した。なお、輸送形態は、航空輸送、海上輸送、陸上輸送とした。

3. 2 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

3. 2. 1 トリチウム等 ALPS 処理水の取扱いに関する基礎的情報の提供

ALPS 処理水の取扱いに関して、トリチウムを中心とする放射性物質の取扱いに関する国内外の科学的・社会的な基礎的情報、国内外のトリチウムを始めとした健康影響に関する情報等について、最新の情報を調査した。

3. 2. 2 多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援

- ・主要国及び日本の原発立地地域におけるトリチウムの大気・海洋・河川・降雨の濃度
- ・主要国のトリチウム（大気・海洋）の排出量
- ・トリチウムを始めとした放射性物質による健康影響に関する最新の情報

3. 2. 3 トリチウム分離技術の調査

国内外のトリチウム分離技術について、最新動向を文献や関係者へのヒアリング等により調査を行った。特に、国外の原子力関連施設で実用化されている分離技術について、最新の研究状況について調査をし、福島第一原発等への応用可能性を調査した。

4. 海外諸国の処理水の取扱い状況に関する調査

4. 1 原子力施設保有国等における処理水の海洋放出時の安全性確保に係る調査

4. 1. 1 米国

米国については以下の二つの発電所を対象に調査を実施した。

- ・Diablo Canyon 発電所の通常運転中の液体放出物（liquid effluent）の海洋放出
- ・Three Mile Island 発電所の 1979 年事故時に発生した水（AGW： Accident Generated Water）の大気中への蒸発処分

（1）Diablo Canyon 発電所の通常運転中の液体放出物（liquid effluent）の海洋放出

1）基本情報

Diablo Canyon 発電所（WH-PWR：全 2 基）は、PG&E 社が所有・運転する原子力発電所で、カリフォルニア州サンルイスオビスポ郡にあるアヴィラビーチ沿いの太平洋岸に立地しており、液体放出物の放出先と最終ヒートシンクは太平洋である。



（Wikipedia、NRC HP より）

図 4.1-1 Diablo Canyon 発電所の所在地と外観

Diablo Canyon 発電所の運転認可取得、運転開始、現在の認可期限は表 4.1-1 のとおりである。

表 4.1-1 Diablo Canyon 発電所

ユニット	運転認可取得	運転開始	認可期限
1 号機	1984 年	1985 年	2024 年
2 号機	1985 年	1986 年	2025 年

なお、Diablo Canyon 発電所の運転を継続していくかどうかについてはこの十数年の間で大きく変遷があったため注記しておく。PG&E 社は、2000 年代末から 2010 年代にかけて Diablo Canyon 発電所の認可期限の延長を申請し、審査を受けていたが、福島第一原発事故後にカリフォルニア州と環境団体からの要請を受けて認可期限で廃炉する方針を表明し、2018 年に認可期限の延長申請を撤回していた。しかしながら、PG&E 社はこれ

を覆し、2022 年 10 月に認可期限の延長を再度申請することを表明しており、2023 年 11 月、PG&E は Diablo Canyon 発電所の運営許可を更新する申請を原子力規制委員会に提出した。

Diablo Canyon 発電所の通常運転中に発生する液体放出物（liquid effluent）の量とその放射線影響については、放射性放出物放出に関する年次報告書（Annual Radioactive Effluent Release Report）の中で毎年報告されている^[1]。2024 年 3 月時点の最新版は、2022 年報告書となっている。

前述のとおり、Diablo Canyon 発電所は太平洋岸に立地しているため、トリチウムを含む液体放出物は太平洋へと放出されることとなる。

なお、原子力発電所からの液体放出物中の放射性物質の濃度制限基準は、10CFR Part20, Appendix B「職業被ばくのための放射性核種の年摂取限度（ALI）及び誘導空気中濃度（DAC）、排水濃度、下水道への放出に関する濃度」に核種ごとに定められており、気体及び液体の放出物の濃度制限基準は Table 2 に示されている^[2]。このうち、トリチウム及び C-14 に関する濃度基準は表 4.1-2 のとおりである。

表 4.1-2 トリチウム及び C-14 に関する濃度基準

原子 番号	核種	クラス	Table 2 放出物濃度	
			欄 1	欄 2
			気体 (μCi/ml)	液体 (μCi/ml)
1	三重水素	液体、誘導空気中濃度 (DAC)、皮膚吸収を含む	1E-07	1E-03
6	C-14	一酸化炭素	2 E-6	—
		二酸化炭素	3 E-7	—
		化合物	3 E-9	3E-5

※欄 1 及び欄 2 の濃度は、1 年間継続して吸入又は摂取した場合、総実効線量当量（TEDE）で 0.05rem（50mrem、0.5mSv）となる放射性核種濃度に相当する。

2）実施主体

PG&E 社が Diablo Canyon 発電所の運転で発生する液体放出物による放射線影響の評価を毎年実施している。

3）根拠法令

PG&E 社は、10 CFR 50.36a「原子力発電所からの放出物に関する Tech. Spec.」の(a)(2)項（以下）の規定に従い、液体状（及び気体状）の放射性物質放出量と推定被ばく量を毎年報告している。

(10 CFR 50.36a(a)(2)項)

各運転認可取得者、及び NRC 委員会が 10CFR52.103(g)に基づく決定を行った後の各建設・運転一体認可 (COL) 取得者は、過去 12 か月間に液体及び気体の放出物で非制限区域に放出された主要な放射性核種の各量を明記し、放出物による公衆への潜在的な最大年間放射線被ばく量を推定するために NRC 委員会が必要とするその他の情報を含む報告書を毎年提出しなければならない。報告書は、10CFR50.4 に規定されたとおり提出されなければならない。報告書の提出間隔は 12 か月以内でなければならない。報告期間中に放出された放射性物質の量が設計目標を大幅に超えている場合、報告書はこのことを具体的に取り上げなければならない。(以下略)

4) 評価手法

放射性放出物による被ばく評価について、NRC は規制指針として以下を公表している。

・Reg. Guide1.109,Rev.1「10 CFR Part 50, Appendix I への遵守を評価するための原子炉放出物の定期的な放出による人への年間被ばく線量の算出方法」

(1977 年 10 月付)

・Reg. Guide1.111, Rev.1「軽水炉からの定期的な放出における気体状放出物の大気輸送・拡散の推定方法」(1977 年 7 月付)

なお、Diablo Canyon 発電所では、放射性放出物放出に関する年次報告書の添付資料 (Attachment) において、より具体的な評価手法を説明している。特に、2021 年報告書 (下記 URL) では、添付資料 4 として Diablo Canyon 発電所の手順書「オフサイト線量計算 (Rev.42)」が示され、線量計算に関する具体的な評価手法 (計算式など) が列記されている。

<https://www.nrc.gov/docs/ML2212/ML22124A030.pdf>

一部抜粋して以下に示す。

(2021 年報告書の添付資料 4「オフサイト線量計算 (Rev.42)」より一部抜粋)

5.2 液体放出物による線量計算

5.2.1 Diablo Canyon 発電所の号機による線量の分割

- a. 1号機 2号機は、号機共通の放射性廃液処理系から放出される線量をそれぞれ 50%ずつ考慮する。

5.2.2 線量への寄与

- a. 下記式1及び式2に示すように非制限区域へ放出される液体放出物中に

含まれる全ての放射性核種に関して、海水魚及び海水無脊椎動物の摂取による最大被ばく者（成人）の全身及び各個別臓器（骨、肝、甲状腺、腎、肺、大腸下部）への線量寄与を計算する。

$$D_o = F_e \Delta t \sum_i A_{io} C_i e^{-\lambda_i t_m} \quad (\text{eq 1})$$

D_o = 臓器「o」への線量預託(mrem)

Δt = 放出の期間（時間）

A_{io} = 放射性核種「i」による臓器「o」に対するサイト固有の摂取線量預託係数（ $\mu\text{Ci}/\text{ml}$ 当たり mrem/hr）式 3 で定義される。

C_i = 末希釈の液体放出物中の放射性核種「i」の濃度($\mu\text{Ci}/\text{ml}$)

λ_i = 放射性核種「i」の崩壊定数

t_m = サンプル終了から放出の中間点までの時間間隔

F_e = 放出期間中の二アフィールド平均希釈係数：以下式 2 で定義される

$$\frac{\text{Waste flow}}{\text{Dilution flow} \times Z} \quad (\text{eq 2})$$

Z = 放流構造物のサイト固有の混合効果；具体的には、液体摂取経路における魚類又は無脊椎動物の汚染を引き起こす、放流構造物と水域の間で発生する希釈を考慮したもの。Diablo Canyon 発電所の場合、 $Z=5$ 。

$$A_{io} = k_o (U_F B F_i + U_I B I_i) D F_i \quad (\text{eq 3})$$

（以下略）

4）評価結果の公表又は国際機関等への提供の有無

前述のとおり、PG&E 社は 10 CFR 50.36a(a)(2)項の規定に従い液体状（及び気体状）の放射性物質放出量と潜在的な最大年間被ばく線量を毎年 NRC に報告している。NRC はこれを HP 上で公開している。Diablo Canyon 発電所の 2022 年報告書における液体放射性物質放出量とそれによる被ばく線量計算結果のサマリ（直近 3 年分）を表 4.1-3 に示す。

表 4.1-3 Diablo Canyon 発電所の 2022 年報告書における液体放射性物質放出量とそれによる被ばく線量計算結果（直近3 年分）

液体放出物	2022年	2021年	2020年	注
トリチウム以外の全放射能（Ci）	1.66E-02	1.17E-02	6.87E-03	1
トリチウムの放射能（Ci）	2590	1080	2782	2
全身被ばく（mrem）	2.75E-04	1.25E-04	3.36E-04	3
一次液体廃棄物の全放出量（リットル）	8.35E+06	7.39E+06	9.91E+06	

注 1：全放射能は、燃料交換停止の回数や、燃料サイクルが原子炉冷却材の希釈に比例するサイクルの初期、中期、後期であるかによって変動する。

2：トリチウム放出量は、主に二つの要因によって年ごとに变化する。一つ目は、原子炉冷却材のトリチウム生成量が燃料の燃焼特性に基づいて变化することである。トリチウムは原子炉の起動時に増加し、サイクルの中期で安定し、サイクルの終わりに向かって減少し始める。二つ目は、放出されるトリチウムの値が暦年の運転停止回数に依存することである。ユニット停止中は、より多く液体廃棄物が処理され放出される。

3：Diablo Canyon 発電所の立地とその周辺のセキュリティ警戒区域の関係上、サイトからの液体放出物によって大きな被ばくを受ける可能性のある一般公衆は存在しない。ここに示した液体放出中の全身被ばく線量は、仮想的な評価対象者を設定して計算されたものである。

5）評価結果を踏まえて、追加的な措置を講じた例の有無

現在公開されている Diablo Canyon 発電所の 2005 年～2022 年の年次報告書（Annual Radioactive Effluent Release Report）を確認したが、評価結果を踏まえて追加的な措置を講じた事例は見当たらない。

（２）Three Mile Island 発電所の 1979 年事故時に発生した水（AGW: Accident Generated Water）の大気中への蒸発処分

１）基本情報

Three Mile Island（TMI）発電所（B&W-PWR：全 2 基）は、（1979 年当時）GPU 社が所有し、GPU Nuclear 社が運転していた原子力発電所である。ペンシルバニア州ミドルタウン南方約 2.5 マイル（約 4km）にあるサスケハナ川内の中州であるスリーマイル島に立地しており、最終ヒートシンクはサスケハナ川であった。



（NUREG/KM-0001 より）

図 4.1-2 Three Mile Island 発電所の外観

TMI 発電所の 2022 年現在の状況はいずれも廃止措置中となっている。TMI 発電所の運転認可取得、運転開始、永久停止、廃止措置完了（予定）は表 4.1-4 のとおりである。

表 4.1-4 Three Mile Island 発電所

ユニット	運転認可取得	運転開始	永久停止	廃止措置完了（予定）
1 号機	1974 年	1974 年	2019 年	2079 年
2 号機	1978 年	1978 年	1979 年※	2037 年

※2 号機について、IAEA は 1979 年以降運転状態になったことがなく、事故時点の 1979 年 3 月 28 日を永久停止日としている。ただし、NRC の公式見解は 1993 年 9 月 14 日を永久停止日としている。

TMI 発電所 2 号機では、1979 年 3 月に炉心溶融事故が発生した。この事故によって放射性物質を含む大量の水が原子炉建屋内等に発生した。TMI 発電所ではこの水のことを AGW（Accident Generated Water）と呼んでおり、以下と定義される。

(a) 1979 年 10 月 16 日時点で一次系を含む 2 号機の補助建屋、燃料取扱い建屋、格納容器建屋内に存

在した水（ただし、除染作業の結果、AGW ではない水と合流し、処理前の合流水のトリチウム濃度が 0.025 μ Ci/ml 以下になる水は例外とする。）

(b) 処理前の総放射能が 1 μ Ci/ml を超える水（ただし、そのような水が元々 AGW ではない水で、洗浄に使用することにより汚染される場合は除く。）

(c) 処理前のトリチウム含有量が 0.025 μ Ci/ml を超える水

この AGW は、1979 年の事故後、燃料撤去作業や系統の除染作業、原子炉建屋の空気冷却器の凝縮、雨水や地下水に流入などによって増加していき、最終的に約 2.3 百万ガロン（約 8,706 トン）となった。なお、後述のとおり、この AGW は大部分が大気中に蒸発処分され、1993 年 8 月までに完了した。

参考として、1979 年（事故直後）と 1992 年（蒸発処分完了前）の AGW の放射能濃度を表 4.1-5 に示す^[3]。

表 4.1-5 1979 年（事故直後）と 1992 年（蒸発処分完了前）の AGW の放射能濃度

核種	1979年8月 (μ Ci/ml)	1992年9月 (μ Ci/ml)
トリチウム	1.03	0.018
セシウム 137	176.3	3.2
ストロンチウム 90	2.81	0.45

2) 実施主体

AGW の処分方法について、GPU Nuclear 社は、大部分（99%以上）の AGW（主にトリチウム水）をサイト内で大気中に蒸発処分し、残ったごく一部（1%未満）（主にセシウムとストロンチウムを含むホウ酸塩水）は固化して低レベル放射性廃棄物（LLW）処分場に処分する方法が最適であると NRC に提案した。

これを受けて、NRC は、1981 年～1989 年にわたってプログラマティック環境影響声明書（PEIS : Programmatic Environmental Impact Statement）（NUREG-0683 の Vol.1 ～ 2 及び Supplement 1～3）を順次発行した。

文献ID	URL
NUREG-0683, Vol.1	https://adamswebsearch2.nrc.gov/webSearch2/main.jsp?AccessionNumber=ML19343C359
NUREG-0683, Vol.2	https://adamswebsearch2.nrc.gov/webSearch2/main.jsp?AccessionNumber=ML20003C732
NUREG-0683, Supplement 1	https://adamswebsearch2.nrc.gov/webSearch2/main.jsp?AccessionNumber=ML20106J132
NUREG-0683, Supplement 2	https://adamswebsearch2.nrc.gov/webSearch2/main.jsp?AccessionNumber=ML20235A112
NUREG-0683, Supplement 3	https://adamswebsearch2.nrc.gov/webSearch2/main.jsp?AccessionNumber=ML20247F778

この Supplement 2 で、NRC は、下記 9 種類の処分方法について、処分に要する費用や長期的に利用可能な空間の有無、処分に要する時間等の観点から、妥当性を検討した。

- ① 蒸発処分、底部を固化して LLW 処分場に処分（認可取得者の提案）
- ② 蒸発処分、底部を固化してサイト内保管
- ③ 蒸留（閉サイクル蒸発）、底部を固化して LLW 処分場に処分、凝縮水の河川放水
- ④ 米国エネルギー省（DOE）のネバダテストサイトのサイト外での蒸発処分
- ⑤ 固化した廃棄物を恒久的にサイト内保管
- ⑥ 固化した廃棄物を LLW 処分場で処分
- ⑦ サスケハナ川への長期的（数年間）な放出
- ⑧ サスケハナ川への短期的（数日）な放出
- ⑨ TMI サイト内のタンクでの液体貯蔵

その結果、NRC は、以下に示すように結論付け、GPU Nuclear 社が提案する処分方法（大部分の AGW の蒸発処分、一部を固化して LLW 処分場に処分）を妥当と判断し、承認した。

（NUREG-0683, Supplement 2）

認可取得者の提案する行動に対して、明らかに望ましいと思われる代替案はなかった。どの代替案も、TMIの周辺住民と作業員に対する影響の総和は非常に小さいと推定される。幾つかの潜在的影響（コスト、長期的な空間的余裕、所要時間）の定量的見積りは、幾つかの代替案で異なることが分かったが、これらの違いは、明らかに好ましい代替案を特定したり、評価された九つの代替案のいずれかを拒否したりできるほど大きくはないと判断された。

（中略）

NRCスタッフは、本評価に基づき、また本Supplement案に対するコメントを考慮した結果、認可取得者の提案するAGWを蒸発させるという処分計画は容認可能と結論付ける。本報告書で確認されたように、TMIサイトで水を蒸発させ、その後、残りの低レベル放射性固体を処分することは、人間環境の質に大きな影響を与えることはない。

（NUREG-0683, Supplement 3）

NRCスタッフは、本評価と本Supplementのドラフトに対するコメントに基づき、認可取得者の提案とNRCスタッフが特定した代替案について、関連する規制要件の遵守や人間環境の質に大きな影響を与えるかどうかを検討した。環境面で認可取得者の提案する活動よりも明らかに優れていると思われる代替案はなかった。

なお、NRC は、上記 9 種類以外にも以下に示す 15 種類の処分方法についても候補として摘出したが、これら 15 種類は上記 9 種類に比べて費用面や技術面、規制面で明らかに劣ると考えられたため、詳細な評価は行われなかった。

海洋処分	オークリッジ国立研究所の水圧破碎施設で処分
サイト内の池で蒸発	再利用
蒸留固化処理	ネバダテストサイト(NTS)での陸上散布
蒸留後開サイクル蒸発処理	複合触媒交換処理
サイト内の冷却塔で蒸発させ、濃縮物を河川に廃棄	水蒸気蒸留処理
TMIでの深井戸注入	高高度処分
ネバダテストサイトの深井戸注入	ケンタッキー州マキシフラッツでの開サイクル蒸発
ハンフォードのクリブ処分	－

このうち、海洋処分に関する NRC の評価結果については、経済産業省 汚染水処理対策委員会 トリチウム水タスクフォース第 6 回資料 3「TMI-2 Tritiated Water Experience」添付資料^[4]によると以下のみである。

海洋処分

バルク液体または固化包装された固体（ドラム缶に濃縮）として海洋投棄することが検討された。ただし、40CFR Subchapter H の規定に基づく環境保護庁（EPA）の承認が必要である。また、議会の承認も必要である。

米国が加盟しているロンドン条約（IMO 1985）の決議により、放射性廃棄物の海洋投棄は禁止されている。従って、近い将来に承認される可能性は極めて低い。コストが他の選択肢より大幅に低くなるとは考えられない。

3) 根拠法令

国家環境政策法（NEPA：National Environmental Policy Act）では、省庁等の連邦政府機関に対して、所掌する活動が環境に及ぼす影響を評価するよう義務付けている。NEPA の主な条項を以下に抜粋する。

(国家環境政策法^[5])

42 USC § 4321

本法律の目的は次のとおり：人間と環境との生産的で楽しい調和を奨励する国家政策を宣言すること、環境と生物圏への損害を防止又は排除し、人間の健康と福祉を増進する努力を促進すること、国家にとって重要な生態系と天然資源に対する理解を深めること、及び環境の質に関する委員会を設立すること。

(中略)

Sec. 102 [42 USC § 4332]

議会は、可能な限り、次のことを認可し指示する。

- ①合衆国の政策、規制、及び公法は、この法律に定められた政策に従って解釈され、管理されるものとする。
- ②連邦政府の全ての機関は、以下を行うものとする。
 - i 人間の環境に影響を与える可能性のある計画及び意思決定において、自然科学及び社会科学と環境設計技術を統合的に利用することを保証する体系的、学際的なアプローチを利用すること。
 - ii 本法律の Title II で設立された環境の質に関する委員会と協議して、現在では定量化されていない環境上の快適さと価値が、経済的・技術的な考慮とともに意思決定において適切に考慮されるようにする方法と手順を特定し、開発すること。
 - iii 人間環境の質に重大な影響を与える立法案及びその他の主要な連邦政府の行動に関する全ての勧告又は報告書に、担当官による以下の詳細な説明を含めること。
 - ・提案された措置の環境影響。
 - ・その提案が実施された場合に回避できない環境への悪影響。
 - ・提案された措置の代替案。
 - ・人間環境の短期的な暫定的利用と、長期的な生産性の維持・向上との関係。
 - ・提案された措置が実施された場合に、それに伴う不可逆的かつ回復不能な資源の預託。

(以下略)

4) 評価手法

NRC は、NUREG-0683, Supplement 2 において、前述の 9 種類の処分方法によって想定され得る複数の影響を評価した。本評価で検討された影響は以下のとおり。

- ・サイト外の公衆の被ばく量（骨、全身、甲状腺）
- ・サイト外の公衆の放射線起因のがん死亡率（予想）と遺伝子異常（予想）
- ・作業員の被ばく量
- ・作業員の放射線起因のがん死亡率（予想）
- ・利用する土地の広さ
- ・放射性廃棄物の地中処分量
- ・認可取得者のコスト
- ・完了までの時間
- ・交通事故の回数と死亡者数（予想）
- ・事故による個人最大被ばく量（骨、全身）
- ・事故による被ばく（骨、全身）

NRC の評価結果の要約を表 4.1-6 に示す。

表 4.1-6 NRC の評価結果（要約）

影響	影響の範囲
サイト外の公衆の被ばく量（骨）	0～14 人rem (0～0.14 人Sv) サイト外の個人最大被ばく量 0～0.4 mrem (0～4μSv)
サイト外の公衆の被ばく量（全身）	0～3 人 rem (0～0.03 人 Sv) サイト外の個人最大被ばく量 0～5 mrem (0～50μSv)
サイト外の公衆の被ばく量（甲状腺）	0～6 人 rem (0～0.06 人 Sv) サイト外の個人最大被ばく量 0～4 mrem (0～40μSv)
サイト外の公衆の放射線起因のがん死亡率予想	0～0.0004
サイト外の公衆の放射線起因の遺伝子異常予想	0～0.002
作業員の被ばく量	0～25 人rem (0～0.25 人Sv)
作業員の放射線起因のがん死亡率予想	0～0.003
利用する土地の広さ	0～49,000 ft ² (0～4,552 m ²)
放射性廃棄物の地中処分量	0～460,000 ft ³ (0～13,026 m ³)
認可取得者のコスト	10 万ドル～4100 万ドル

完了までの時間	0～36 か月
交通事故の回数	0～12 回
交通事故の死亡者数予想	0～0.8 人
事故による個人最大被ばく量	全身：0～60 mrem (0～600μSv) 骨：0～3000 mrem (0～30 mSv)
事故による被ばく	全身：0～0.02 人 rem (0～0.2 人mSv) 骨：0～0.7 人 rem (0～70 人mSv)

上記評価の結果、前述のとおり NRC は以下と結論付け、GPU Nuclear 社が提案する処分方法（大部分の AGW の蒸発処分、一部を固化して LLW 処分場に処分）を妥当と判断し、承認した。

(NUREG-0683, Supplement 2)

認可取得者の提案する行動に対して、明らかに望ましいと思われる代替案はなかった。どの代替案も、TMI の周辺住民と作業員に対する影響の総和は非常に小さいと推定される。幾つかの潜在的影響（コスト、長期的な空間的余裕、所要時間）の定量的見積りは、幾つかの代替案で異なることが分かったが、これらの違いは、明らかに好ましい代替案を特定したり、評価された九つの代替案のいずれかを拒否したりできるほど大きくはないと判断された。

(中略)

NRC スタッフは、本評価に基づき、また本 Supplement 案に対するコメントを考慮した結果、認可取得者の提案する AGW を蒸発させるという処分計画は容認可能と結論付ける。本報告書で確認されたように、TMI サイトで水を蒸発させ、その後、残りの低レベル放射性固体を処分することは、人間環境の質に大きな影響を与えることはない。

5) 評価結果の公表又は国際機関等への提供の有無

前述のとおり、NRC は、TMI の AGW の処分に関する評価結果を NUREG-0683 シリーズとして ADAMS で公表している。

6) 評価結果を踏まえて、追加的な措置を講じた例の有無

前述の評価結果を踏まえて追加的な措置を講じた事例は見当たらない。NRC は、NUREG-0683, Supplement 2 で評価したとおり、GPU Nuclear 社の処分方法を妥当と結論付けた。NRC によると、GPU Nuclear 社は、NRC から許可された蒸発処分を 1991 年 1 月から実施し、1993 年 8 月までに完了した。

4. 1. 2 フランス

フランスについては以下発電所を対象に調査を実施した。

- ・Flamanville 発電所の通常運転中の液体放出物（liquid effluent）の海洋放出

（１）基本情報

Flamanville 原子力発電所は、フランス電力公社 EDF が所有・運転しており、フランスの北西におけるノルマンディ地方のコタンタン半島の西岸に位置している。液体放出物の放出先はイギリス海峡である。



（Google Maps、EDF 資料より）

図 4.1-3 Flamanville 原子力発電所の所在地と外観

Flamanville においては現在 PWR の炉が 1、2 号機として設置されており、それぞれの運転開始等については、以下のとおりである。

ユニット	容量 (MW)	建設開始	運転開始
1号機	1,300	1979年	1986年
2号機	1,300	1980年	1987年

Flamanville 発電所の通常運転中に発生する液体放出物（Liquid effluent）の量とその放射線影響については、年月環境データとして公開されている。最新のデータは、2024 年 1 月の報告^[6]として記載されている。

液体放射性放出物は、特定の運用及びメンテナンス作業に関連して、原子力の一次系回路及び補助回路から発生している。再利用できない廃液は、収集され、放射能を低減するための処理を経て、許可された基準値内で保管又は海に放出される。

表 4.1-7 Flamanville 発電所の通常運転中に発生する液体放出物量

	C14*	トリチウム	ヨウ素
2024年1月に放出された量 (GBq)	9.66×10^{-2}	3.19×10^3	6.54×10^{-2}
年間放出基準 (GBq)	2.8×10^2	1.45×10^5	1.2×10^{-1}

*C14 のみ、2023 年12 月のデータとなる

(2) 実施主体

Flamanville 原子力発電所、またその他のフランスにおける商業用の原子力施設は EDF 社により運転されており、同社が建設時に液体放出物の放出量について申請を行い、許可された基準値内で液体放出物を排出できることになっている。運転後も、EDF 社がモニタリングを実施する責任を持っており、その結果と放出基準との適合性について情報公開している。

(3) 根拠法令

フランスにおける法令では、原子力発電所からの排出量や濃度基準は定められておらず、各発電所の計画時に、原子力安全局 (Autorité de sûreté nucléaire、ASN) がその特徴や国際的な基準 (ICRP や IAEA) を参考について、個別に定めることになっている。

ASN は、2006 年のフランス原子力安全法 (Nuclear Safety Act) により設立された機関であり、他の省庁とは独立した形で原子力安全、放射線防護及び原子力活動の規制を担っている。

政府が定める原子力安全又は放射線防護分野の政令や省令案の作成や、政府が作成する法令の条文への意見の提出等を行う。また、政令及び省令をより詳細に規定した ASN 決定、指針等の作成や一般市民への情報提供も行っている。

ASN は、2018 年に、当発電所からの液体放出物の基準を以下 Decision (決定) として定めている。これら決定は、フランスの官報にて公布され、拘束力がある。

- ・Decision n.2018-DC-0639 ASN から EDF への Flamanville1 号機、2 号機及び 3 号機の運転のための液体及びガス放出物の基準規定^[7]
- ・Decision n.2018-DC-0640 ASN から EDF への Flamanville1 号機、2 号機及び 3 号機の運転のための液体及びガス放出物の放出方法規定^[8]

上記指令では、表 4.1-8 の基準が定められている。

表 4.1-8 Flamanville 原子力発電所の放出基準

項目	放出基準 (GBq/年)
トリチウム	145,000+10,000 x N*
C-14	280
ヨウ素	0.12
その他のβ線又はγ線	13

*N とは、高燃焼度燃料を扱う炉の基数を示す。

放射性排水以外の排水についても、同決定において定められている。

Flamanville 原子力発電所には、表 4.1-9 のとおり放水水域が設けられている。放射性排水は、温排水と混合させ希釈させてから水域 1 及び水域 2 にて放出されている。

表 4.1-9 Flamanville 原子力発電所の放水水域

水域	放水の種類
水域 1	・復水器からの温排水及びその他原子力又は通常機器
水域 2	・処理されていない放射性排水 (T及びS貯留水) ・機械室からの放射性の可能性のある排水 (Ex 及びS貯留水)
水域 3	・Flamanville3号機*からの復水器からの温排水及びその他 原子力又は通常機器

* 運転開始前

1 日において放出できる各物質の濃度については、表 4.1-10 のとおりである。

表 4.1-10 1 日において放出できる各物質の濃度 (その1)

物質	2 時間分 (kg)	24 時間分 (kg)	月間分 (kg)	年間分 (kg)	放水口における 最大濃度(mg/L)
ホウ酸①	870	2,500	-	15,600 + 1000 x N②	1.3
ヒドラジン	-	3③	-	54	0.002
モルホリン ④	-	17⑤	-	2,100	0.01⑤

エタノールアミン ④	-	10 ⑥	-	1,150	0.005⑥
ナトリウム (アンモニウム、 硝酸塩、亜硝酸塩) ⑦	140⑧	175⑧	-	25,000⑧	0.09⑧
	60⑨	80⑨	-	14,700⑨	0.05⑨
浄化剤	110	270	-	3,600	0.14
DO	-	170	-	-	0.09
浮遊物質	-	160	-	-	0.08
リン酸塩	160	200	-	2,000	0.1
全金属（亜鉛、銅、マン ガン、ニッケル、クロム、 鉄、アルミ、鉛）⑩、⑪	-	-	31	96	0.001

- ① ホウ酸タンク（ボロン補給水、タンク）の完全又は部分的な排出中、上記上限が保てないことが証明された場合のみに、2 時間及び 24 時間にわたる流量の制限と、放水口で追加される濃度はそれぞれ 2,250kg、5,600kg 及び 3mg/L までとする。
- ② N とは、高燃焼度燃料を扱う炉の基数を示す。
- ③ 年間を通じて、24 時間のヒドラジン流量の 2%が 3kg を超えることは認められるが、4kg を超えないこと。
- ④ 二次回路の工程を変更した場合、旧工程の 24 時間フラックス制限は、二つの原子炉のサイクルが終了するまで引き続き適用される。同年に 2 種類の二次回路調整方法（モルホリン又はエタノールアミン）が使用される場合、年間制限を以下のとおり計算する。
- ・旧工程の場合、最後の原子炉のサイクルが終了するまでの運転期間の比例配分
 - ・新工程の場合、切替日から運転期間の比例配分とする。
- ⑤ 年間を通して、24 時間にわたるモルホリン流量の 5%が 17kg を超えることは認められるが、95kg を超えないこと。
- ⑥ 年間を通して、エタノールアミンの 24 時間にわたる流量の 5%が 10kg を超えることは認められるが、25kg を超えないこと。
- ⑦ 二次回路の工程が変更した場合、制限を以下のとおり計算する。
- ・旧工程の基準は工程変更後の 3 か月以内まで適用される。
 - ・新工程の場合、切替日から運転期間の比例配分とする。
- ⑧ 二次回路の工程でアンモニアを利用する場合
- ⑨ 二次回路の工程でエタノールアミン又はモルホリンを利用する場合
- ⑩ 銅、亜鉛、ニッケル、クロム、鉛の各金属の年間排出量が全金属の限度の 30%を超えないこと。
- ⑪ 本決定の発効後、3 号機の最初のサイクルが終了するまで、総金属排出量の制限は、1 日で 18kg、年間で

360kg、濃度として 0.01mg/L とする。（本調査では対象外とする）

表 4.1-11 1 日において放出できる各物質の濃度（その2）

物質	24時間分(kg)	水域における1日当たりの追加濃度(kg)
残留酸素①	3,380	0.52
ブロモホルム②	116	0.02

①塩素処理を実施した場合、24 時間にわたる残留酸素の流量と追加濃度は、それぞれ 4,800kg と 1mg/L とする。

②塩素処理を実施した場合、24 時間にわたるブロモホルムの流量と追加濃度は、それぞれ 170kg と 0.04mg/L とする。

また、水処理施設、事務ビルや低濃度の放射性廃棄物の保管施設等の周辺からの雨水、水処理施設からの排水等については、サイト内で再利用されているが、それについても基準値が設けられている。

表 4.1-12 水処理施設からの排水等の基準

物質	排出元	24 時間分 (kg)
鉄	純水施設	100
硫酸塩		2,100
浄化剤	淡水化施設	125
全ナトリウム	排水処理施設	40
全リン		7

（４）評価手法

基本的に評価手法に関する情報は公開されておらず、原子力発電所を含む個別の基本原子力施設（BNI: Basic Nuclear Installations）関連法令では、以下のように記載されている。

「放出量をなるべく制限するために、機器の設計、運転及び保守すること。排出物は、可能な限り発生源で収集、監視し、必要に応じて、対応する排出量が合理的に可能な限り低く保たれるように処理すること。排出基準は、経済的に許容できるコストで利用可能な最良の技術の使用に基づいて設定し、サイトの特定の環境特性を考慮すること。」

したがって、北東大西洋の海洋環境を保護するための条約（Oslo-Paris Convention、OSPAR 条約）に関する利用可能な最善の技術（Best Available Techniques、BAT）の適用については、フランスの国内法に明確に盛り込まれているといえる。

例として、フランス CEA（原子力・新エネルギー庁）が公開している資料から読み取れるリスク評価フローを図 4.1-4 に示す。

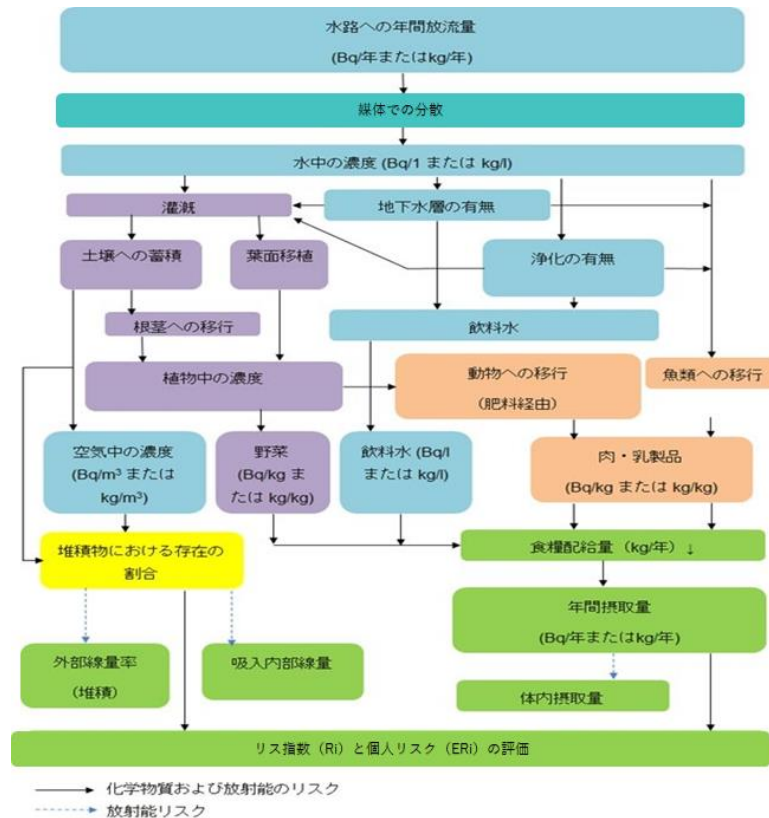


図 4.1-4 リスク評価フロー

CEA は、CERES（Code for Rapid Environmental and Health Assessments）を使用して水域への事前評価をしている（液体排出用は ABRICOT モジュールという）。

考え方としては、各媒体中の濃度を算出し、下記のような被ばく経路に対して、排出先の河川の近隣住民（成人、10 歳児、1～2 歳児）を対象に年実効線量を算出することになっている。

- ・プルームや堆積物からの放射線による外部被ばく
- ・吸入及び皮膚からの移行
- ・大気又は液体排出物によって汚染された飲料水、魚、食物の摂取
- ・河川水は灌漑用水や家畜の水やりの使用
- ・食料は地場産物で自給自足と仮定

液体で排出された放射性物質は、河川水を直接利用する場合と帯水層を経由して間接的に利用する場合を考慮している。排出された放射性物質は、浮遊物質への吸着、液体媒体への沈降、希釈といったプロセスを考慮。なお、堆積物への分配は考慮されていない。

トリチウムを考慮したモデルでは、以下を考慮している。

- ・プルームへの浸漬が、吸入と皮膚移行によるトリチウムからの内部被ばくにつながる。

- ・プルーム中のトリチウムからの直接的な外部被ばくとトリチウムの表面沈着は重要ではないとしている。
- ・土壌中のトリチウムの蓄積は想定されていない。
- ・葉面吸収は HTO（トリチウム水）形態のみ、根茎への移行はトリチウムガス（土壌微生物による変換後）のみとする。植物に入った後は、HTO の 40% が OBT（有機結合トリチウム）に変換される。

（５）評価結果の公表又は国際機関等への提供の有無

評価内容については基本的に公開されていない状況であるが、モニタリング結果については毎月の環境データとして表 4.1-13 のように EDF が公表している。

表 4.1-13 EDF によるモニタリング結果の公表例

Surveillance de la radioactivité des eaux de l'environnement								
	Eaux de mer				Eaux souterraines		Eaux de pluie	
	Les eaux de mer sont surveillées grâce à plusieurs prélèvements effectués dans un rayon de 50 mètres du point de rejet et au large hors influence des rejets à 50 m. Les indicateurs suivis sont l'activité bêta globale et l'activité tritium des eaux exprimées en Bq/L.				Les eaux souterraines sont surveillées grâce des prélèvements effectués via un réseau de 14 piézomètres. Les indicateurs suivis sont l'activité bêta globale et l'activité tritium exprimées en Bq/L.		Les eaux de pluie sont collectées en continu via un pluviomètre. Les indicateurs suivis sont l'activité bêta globale et l'activité tritium des eaux exprimées en Bq/L.	
	Activité bêta globale		Activité tritium		Activité bêta globale	Activité tritium	Activité bêta globale	Activité tritium
	A 50m	Au large	A 50m	Au large				
Moyenne mensuelle	12,3	12,9	6,7	7,9	5,3	5,4	0,3	< 4,5
Moyenne année précédente	12,2	12,3	11,8	13,0	5,3	7,9	0,2	5,0

Précision 1 : les valeurs mesurées sont parfois inférieures au seuil de mesure (valeurs précédées de <).

Précision 2 : Toutes les données relatives à la surveillance de la radioactivité de l'environnement sont consultables sur le site internet du Réseau national de mesure de la radioactivité de l'environnement.

（６）評価結果を踏まえて、追加的な措置を講じた例の有無

現在公開されている Flamanville 発電所の年次報告書を確認したが、評価結果が公開されていないため、それを踏まえた追加的な措置を講じた事例は見当たらない。

4. 1. 3 中国

中国における処理水の海洋放出時の安全性評価について、陽江原子力発電所を対象に調査を実施した。また、秦山第三原子力発電所におけるトリチウム処理の追加措置を調査した。

（１）陽江原子力発電所における処理水の海洋放出時の安全性評価^[9]

1）基本情報

陽江原子力発電所は、100 万 kW 級の加圧水型軽水炉 6 基を建設しており、1 号機は 2014 年 3 月に正式に商業運転を開始した。陽江原子力発電所 3、4 号機は、嶺澳Ⅱ期から更に改良した第 2 世代改良型の CPR1000 を採用した。嶺澳原子力発電所 3、4 号機をベースに、福島第一原発事故のフィードバックに基づき、陽江原子力発電所 3、4 号機を体系的に見直し、合理的で実現可能な改善策を講じて、重大事故の予防・対応能力を高め、より安全性と信頼性の高い技術的解決策を実現した。具体的な改善策のうち、廃棄物の処理と環境モニタリングに関しては以下のような項目が挙げられている。

- ・ 廃液処理システムはイオン交換＋膜技術を採用した。
- ・ 廃棄物補助建屋（QS）/固体廃棄物中間保存建屋（QT）は原子炉 6 基の共通設計に基づき建設され、QS 建屋と設備を新設した。QT には 400L 金属ドラムと高性能容器（HIC）廃棄物ドラムが使われている。
- ・ 環境実験室の緊急モニタリングバックアップ能力の向上など、環境モニタリング施設の様々な改善を行った。

陽江原子力発電所で発生した放射性廃液は、タンク式放出が行われる。

貯蔵タンクに貯蔵された放射性廃液は、放出規制に適合するように処理・モニタリングされ、最終的に排水管から海へ放出される。

2）実施主体

陽江原子力発電所の環境影響評価報告書は、陽江核電有限公司により公表されている。

3）根拠法令

●「原子力発電所の環境放射線防護規定」（GB6249-2011）

原子力発電所運用期間中における線量拘束値と排出制限値については、「原子力発電所の環境放射線防護規定」（GB6249-2011）を参考にしており、具体的には以下のような項目が記載されている。

6.1 全てのサイトの全ての原子炉から環境中に放出された放射性物質による公衆のあらゆる個人に対する実効線量は、線量拘束値である年間 0.25mSv 未満でなければならない。原子力発電事業者は、国家が承認した線量拘束値に基づいて、大気中及び液体放射性排出物について、それぞれ個別の線量管理目標値を設定するべきである。

6.2 原子力発電所は、原子炉ごとに放射性放出物の年間放出量を管理すべきであり、熱出力 3000MW の原子炉に対する制限値は以下のとおりである。

表 4.1-14 原子力発電所からの放出放射性物質の年間制限値（気体）

（単位：Bq）

	軽水炉	重水炉
希ガス	6×10^{14}	
I	2×10^{10}	
粒子（半減期 $\geq 8d$ ）	5×10^{10}	
C-14	7×10^{11}	1.6×10^{12}
トリチウム	1.5×10^{13}	4.5×10^{14}

表 4.1-15 原子力発電所からの放出放射性物質の年間制限値（液体）

（単位：Bq）

	軽水炉	重水炉
トリチウム	7.5×10^{13}	3.5×10^{14}
C-14	1.5×10^{11}	2×10^{11} (トリチウム除く)
その他核種	5.0×10^{10}	

6.3 熱出力が 3000MW 以上又は 3000MW 未満の原子炉については、6.2 節の規定に基づき、出力に応じて適切な調整を行う。

6.4 同一炉型の複数の原子炉を所有するサイトの場合、全ての原子炉の年間総排出量は、6.2 節で規定された値の 4 倍以内に管理するべきである。炉型が異なる複数の原子炉を所有するサイトの場合、全ユニットの年間総排出量限度値は、審査管理部門による承認が必要である。

6.5 原子力発電所からの放射性物質排出量の設計目標値は、上記 6.2 節、6.3 節及び 6.4 節で決定された年間排出限度値を超えないものとする。事業者は、原子力発電所サイトの環境特性及び放射性廃棄物処理プロセスの技術水準を考慮し、「合理的に達成可能な限り低い（ALARA）」原則に従って、定期的に審査管理部門に放射性排出物の排出量を申請又は見直しをしなければならない（初回の燃料装填前に申請し、その後 5 年に 1 回見直しを行う）。申請された放射性排出物の排出量は、放射性排出量の設計目標値を超えてはならず、審査管理部門の承認を経て実施されなければならない。

6.6 原子力発電所からの年間総排出量は、四半期及び月単位で管理され、各四半期については承認された年間総排出量の 2 分の 1、各月については承認された年間総排出量の 5 分の 1 を超えないものとする。超過した場合は、速やかに原因を究明し、効果的な対策を講じるべきである。

6.7 原子力発電所からの液体放射性排出物は、タンク式排出を採用するものとし、液体放射性排出物の排出は、放射性濃度管理の対象とし、濃度管理値は、サイトの条件と運転経験からのフィードバックを考慮し、実施可能な最善の技術に従って最適化し、審査管理部門による承認を受けるべきである。

6.8 沿岸部サイトでは、タンク式放出口の放射性放出物中のトリチウム及び C-14 以外の核種濃度は 1,000Bq/L を超えてはならない。内陸部サイトでは、タンク式放出口の放射性放出物中のトリチウム及び C-14 以外の核種濃度は 100Bq/L を超えてはならず、また、放出口から 1km 下流の水中の全ベータ放射能は 1Bq/L、トリチウム濃度は 100Bq/L を超えてはならない。上記濃度を超える場合、事業者は放出前に審査管理部門の承認を得る必要がある。

●「海水水質基準」(GB3097-1997)

原子力発電所運用期間中における海水中原発関連放射性核種濃度の指標については、「海水水質基準」(GB3097-1997) を参考にしている。

「海水水質基準」(GB3097-1997) の要件により、陽江原子力発電所の運用期間中の放出に伴う受入水域の放射性核種濃度の制限値は以下のとおりである。

- ・ ^{60}Co : 0.03Bq/L
- ・ ^{90}Sr : 4Bq/L
- ・ ^{106}Ru : 0.2Bq/L
- ・ ^{134}Cs : 0.6Bq/L
- ・ ^{137}Cs : 0.7Bq/L

●「原子力発電所放射性液体流出物排出技術要求」(GB14587-2011)

2011 年に公布された中華人民共和国国家標準「原子力発電所放射性液体流出物排出技術要求」(GB14587-2011) [43]では、「排出濃度限度を超える放射性廃液を希釈法で発電所排水路に排出してはならない。(5.5 節)」と明記している。

ただし、2017 年 3 月に当該標準は廃止されており、後続標準もないようで、かつその他の法規制文書にも上記規制文句がなく、実態は不明である。

4) 評価手法

陽江原子力発電所の排水トンネルの一般的なレイアウトは「1 ユニット 1 トンネル」の形式である。3 号機と 4 号機は廃液放出システム (TER) を共有し、液体放射性放出物は片方のトンネルから排出され、同時に原子炉が大型改修を行う際にもう片方のトンネルに放出物を放出するためのインターフェースを確保している。

陽江原子力発電所 3、4 号機からの液体放射性放出物の年間設計排出量、原子炉 2 基の TER 年間放出時間 (約 150h)、排水トンネルの循環冷却水の希釈流量 ($62.77\text{m}^3/\text{s}$)、最大取水リターン (0.6155) を考慮すると、陽江原子力発電所 3、4 号機の運転開始後、液体放射性放出物が環境 (排水トンネル出口付近) に以下の核種を放出すると予想され、これは GB3097-1997 で規定されている海水水質の放射能濃度要件を満たし、受入海域の海水水質への影響は限定的であることが明らかにされた。

- ・ ^{60}Co : $1.08 \times 10^{-2}\text{Bq/L}$
- ・ ^{90}Sr : $1.33 \times 10^{-5}\text{Bq/L}$

・ ^{106}Ru : $1.27 \times 10^{-5} \text{Bq/L}$

・ ^{134}Cs : $3.30 \times 10^{-1} \text{Bq/L}$

・ ^{137}Cs : $3.09 \times 10^{-1} \text{Bq/L}$

また、陽江原子力発電所の運転中、放射性放出物は気体及び液体の被ばく経路を通じて公衆に放射線被ばくをもたらすことが予想されている。そのうち、液体放射性放出物がサイトの評価区域内的の公衆にもたらす放射線影響は、以下の被ばく経路が考慮される：

- ・海上活動外部被ばく
- ・海水浸水外部被ばく
- ・沿岸沈着物外部被ばく
- ・海産品摂取内部被ばく

液体放射性放出物が公衆に放射線被ばくをもたらす被ばく経路については図 4.1-5 に示した。

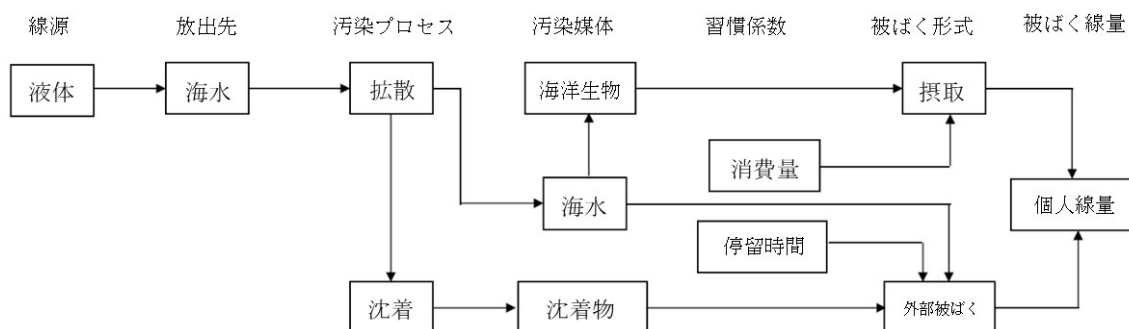


図 4.1-5 液体の被ばく経路

液体放射性放出物が公衆にもたらす被ばく線量の計算に使われる、浮遊物質の有効沈着密度、海水中浮遊物質の濃度、沿岸沈着物中の放射性累積時間のデータは表 4.1-16 に示した。

表 4.1-16 液体被ばく経路の線量計算パラメータ

パラメータ	単位	数値
浮遊物質の有効沈着密度	kg/m ³	60
海水中浮遊物質の濃度	kg/m ³	0.01
沿岸沈着物中の放射性累積時間	h	8760

本環境影響報告書では、液体放射性放出物の中にある放射性核種に関する地表面沈着・浸水による外部被ばく及び吸入・食物摂取による内部被ばくに対する線量換算係数をまとめている。そのうち、吸入・食物摂取に

よる内部被ばくの線量換算係数は「電離放射線防護及び放射線源の安全に関する基本基準」（GB18871-2002）を引用し、地表面沈着による外部被ばくの線量換算係数は IAEA Safety Reports Series No.19 を引用し、浸水による外部被ばくの線量換算係数は米国連邦導則 12 号報告（Federal Guidance Report No. 12: External Exposure to Radionuclides in Air, Water, and Soil）を引用した。

具体的に、トリチウムに関しては表 4.1-17 のとおり引用した。

表 4.1-17 トリチウムに関する内部被ばくの線量換算係数

核種	食物摂取による内部被ばく (Sv/Bq)		
	小児	青少年	成人
H-3	3.10E-11	2.30E-11	1.80E-11

5) 評価結果の公表又は国際機関等への提供の有無

陽江核電有限公司は、陽江原子力発電所の 1～6 号機が正常に運転している状況下で、液体放射性物質が各地域の個人（成人）に与える実効線量を「陽江原子力発電所 3、4 号機環境影響報告書（運転段階）」にて、表 4.1-18 に示すようにまとめて公表した。

表 4.1-18 液体被ばく経路が各地域の個人（成人）に与える実効線量（単位：Sv/年）

距離(km) 方位	0-1	1-2	2-3	3-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80
N	—	—	—	3.77E-07	4.84E-09	3.28E-08	8.76E-08	1.16E-07	2.26E-07	2.26E-07	3.11E-08	3.48E-09
NNE	—	—	—	3.77E-07	4.84E-09	3.26E-08	3.24E-08	2.26E-07	8.78E-08	8.64E-08	1.69E-07	1.14E-07
NE	—	—	—	3.77E-07	—	4.78E-09	3.26E-08	1.43E-07	1.16E-07	1.42E-07	1.14E-07	5.87E-08
ENE	—	—	—	—	4.79E-09	1.15E-07	1.16E-07	1.71E-07	1.98E-07	8.68E-08	5.92E-08	1.97E-07
E	—	—	—	—	4.79E-09	1.15E-07	8.76E-08	2.26E-07	1.43E-07	2.53E-07	2.53E-07	—
ESE	—	—	—	—	—	—	2.26E-07	2.26E-07	—	3.83E-09	—	—
SE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SSE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SSW	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SW	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
WSW	—	—	—	—	—	—	7.32E-09	9.02E-08	9.02E-08	—	3.32E-09	1.14E-07
W	—	4.12E-07	—	—	—	—	—	7.32E-09	9.02E-08	5.89E-08	1.42E-07	3.59E-09
WNW	—	—	—	—	—	4.78E-09	1.16E-07	1.18E-07	2.56E-07	3.26E-08	2.25E-07	1.69E-07
NW	—	—	3.77E-07	3.77E-07	4.37E-09	2.54E-07	6.04E-08	2.26E-07	8.78E-08	2.25E-07	1.14E-07	8.83E-08
NNW	—	—	3.77E-07	3.77E-07	1.19E-08	2.53E-07	6.00E-08	1.16E-07	1.16E-07	3.23E-09	3.56E-09	1.97E-07

また、陽江原子力発電所は HP で放射性流出物の年間排出量データも公表されており、気体放出物の 2023 年年間累計放出量は希ガス 3.135E+12Bq、ヨウ素は 1.25E+07Bq、粒子は 9.18E+06Bq、気体トリチウムは 2.27E+12Bq、気体 C-14 は 1.09E+12Bq である。

一方で、液体放出物の 2023 年年間累計放出量は、トリチウムと C-14 を除いた核種は 5.16E+08Bq、液体トリチウムは 1.14E+14Bq、液体 C-14 は 4.58E+10Bq である。

5) 評価結果を踏まえて、追加的な措置を講じた例の有無

本環境影響報告書の完成後、陽江原子力発電所 5、6 号機プロジェクトの概要、原子力発電所建設時に考えられる環境への影響、散熱システム運転時の影響、通常運転時及び事故時の環境への放射線影響、建設時の汚染防止対策、運転時の汚染防止対策、環境影響評価報告書で提示された環境影響評価結論のポイントを陽江核電有限公司のホームページ上で一般公衆向けに公開した。その結果、公衆から反対意見などは寄せられず、陽江核電有限公司が実施した地方住民との交流活動へのフィードバックから、公衆は陽江原子力発電所の建設が自身に影響を与えていないと感じていないと結論付けられた。

(2) 秦山第三原子力発電所のトリチウム処理の追加措置^[10]

1) 追加措置の建設背景

現在秦山地区には秦山第一、秦山第二、秦山第三、方家山原子力発電所の四つの原子力発電所があり、これらで原子力発電基地を構成し、施設は秦山原子力サイト敷地内にある。秦山第三原子力発電所 1 号機から直線距離で約 100m、秦山第三原子力発電所 2 号機から直線距離で約 200m 離れている。1997 年 1 月に秦山第三原子力発電有限公司（以下「秦山第三」と略。）が設立された。この会社は秦山第三（重水炉）原子力発電所工事プロジェクトの事業主であり、所在地は浙江省海塩県である。

秦山第三（重水炉）原子力発電所工事プロジェクトは 1998 年 6 月 8 日に着工し、設備容量は 728MWe×2 基で、それぞれ 2002 年 12 月 31 日と 2003 年 7 月 24 日に商業運転を開始した。2005 年 9 月 22 日に工事プロジェクトが国の竣工検収を通過した。2017 年 1 月 1 日、中核集団による統一的な計画に基づき、秦山原子力発電有限公司、原子力発電秦山聯営有限公司、秦山第三、中核原子力発電管理運行管理有限公司の 4 社が「合署弁公（複数の組織がある政策課題について合同で事務を行う）」の方式で運営を開始した。

原子炉の運転年数が経つにつれて、秦山第三原子力発電所の 2 基の発電機の減速材に含まれるトリチウムの比放射能が年々増加し、作業員の内部被ばく線量も徐々に増加している。トリチウム除去の対策を講じなければ、圧力管交換中の減速材システムのフラッシング作業が中国の環境排出規制値要件を超える可能性がある。

現在、秦山第三原子力発電所の高トリチウムの問題については、国家生態環境部が既に重大な注意を払っている。特に日本の福島第一原発の事故の後、国のトリチウム排出管理は厳しくなる一方である。秦山第三原子力発電所は減速材の重水処理を行い、重水トリチウムの比放射能を低下させており、この件は重要かつ緊迫になってきている。秦山第三原子力発電所の高トリチウム運転のリスクを低減し、かつ 2 基の発電機の圧力管の交換作業が問題なく行われるようにするためには、できるだけ早期に重水炉ユニット付属のトリチウム除去設備プロジェクト（以下、当プロジェクトという）の建設を完了させて発電機のトリチウム比放射能を低下させる必要がある。

当プロジェクトの完了・稼働後、処理された減速材重水のトリチウム濃度は元の約 1/4 まで減少する見込みである。

2) 追加措置の建設内容

当プロジェクトは秦山第三（重水炉）原子力発電ユニットの高トリチウム運転のリスク低減、及び圧力管の交換に有利な条件を整え、2024 年までに 30kg/h のトリチウム除去能力を形成することを目的としている。当プロジェクトの主な建設内容は、重水精留建屋の新規建設、重水送水管廊の建設及び関連の屋外工事（水、電気、ガス等インフラ工事）であり、また重水炉ユニットと精留施設との接続関連を適切に改造する。主な建設内容

は以下の四つである。

- ①重水精留建屋の新規建設
- ②重水送水管廊の建設
- ③炉内接続部分の改造
- ④屋外工事（水道、電気、風力、ガスなどの共用工事）

主要プロセス設備 8 台（組）を新規追加する。新規追加の建物面積は 7,962.66m²、総投資額は 60,358 万元、資金は秦山第三による自己調達。具体的な建設内容は表 4.1-19 を参照。

表 4.1-19 プロジェクトの主な建設内容一覧

No.	アイテム	建設内容
①	重水精留建屋	精留システムなどの主工程システムの新規建設。冷凍水システム、換気システム、自動制御システム、トリチウム濃度モニタリングシステムなどの補助的な付帯システムの新規建設
②	重水送水管廊の建設	総合管廊の新規建設。主に重水送水管と廃液送水管など。
③	炉内接続部分の改造	呼吸用圧縮空気システム、低トリチウム重水復水システム、放射性廃液輸出システム、劣化重水輸送システム、重水原料投入システム、高トリチウム重水復水システム、生産用上水供給システムなど
④	屋外工事	水道、電気、風力、ガスなどの供給

当プロジェクトには、重水を直接に操作する工程システムが合計 9 種類あり、重水給水システム、精留システム、非凝縮性ガス処理システム、水生成システム、劣化重水システム、高トリチウム重水貯蔵システム、蒸気回収システム、重水緊急システム、重水分析・サンプリングシステムであり、各システム及び設備の構成状況は表 4.1-20 を参照。

また、システムの運転方式として、3 年を運転 1 サイクルとし、まず 1 号機の重水を連続処理し、それから 2 号機の重水に切り替えるという順番で行う。

表 4.1-20 工程システムの主な機能及び設備の構成状況

シリアルナンバー	システム名称	システム機能
1	重水給水システム	給水する重水の一時保管、輸送
2	精留システム	DTO/D ₂ Oの分離
3	生成水システム	生成した重水の一時保管、輸送
4	高トリチウム重水貯蔵システム	高トリチウム重水の貯蔵、輸送

5	非凝縮性ガス処理システム	非凝縮性ガスの凝縮、捕集
6	重水緊急システム	重水の緊急時一時保管、輸送
7	重水分析・サンプリングシステム	重水濃度のオンライン分析・サンプリング
8	劣化重水システム	劣化重水の一時的保管、輸送
9	蒸気回収システム	重水蒸気の回収

ガス、冷水、冷凍液、蒸気に対する主工程システムの要件を満たすために、当プロジェクトには工程補助システムが設置されており、主なものは給気システム、冷水・冷凍液システム、補助蒸気及び凝縮水システムなどである。このうち、給気システムは工場用圧縮空気システム、呼吸圧縮空気システム、ヘリウム供給システムに分かれる。補助蒸気及び凝縮水システムには、主に補助蒸気分配システムと凝縮水回収システムがある。主なプロセスのプロセスフローの略図は図 4.1-6 に示すとおりである。

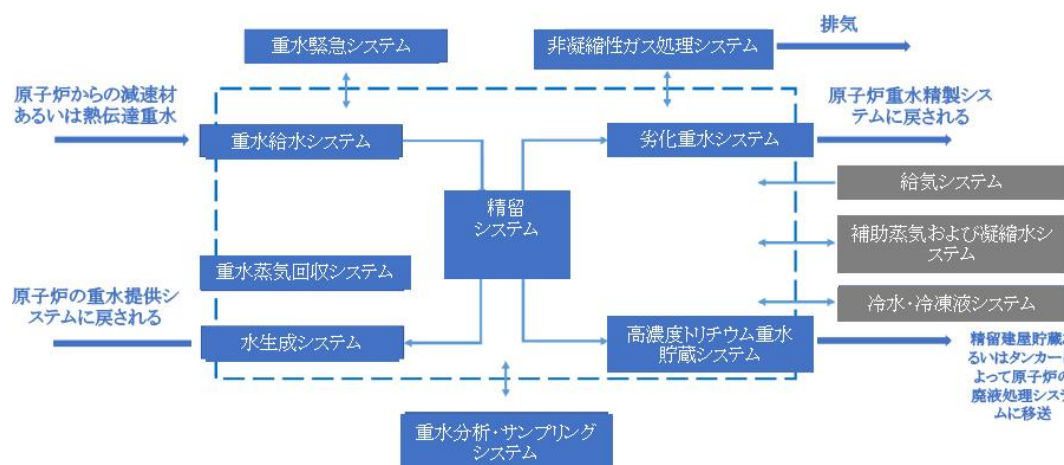


図 4.1-6 プロセスフロー図

3) 本プロジェクトの廃棄物

① 気体廃棄物

当プロジェクトの気体廃棄物の発生源は主にシステムからのテールガス、作業現場の排気・換気、プロセス操作に起因する放出である。

◆システムからのテールガス

システムからのテールガスは三つに分かれる。一つ目はトリチウム水の放射線分解で生成されるトリチウムガスであり、これは凝縮システムで凝縮処理されることはない。二つ目は非凝縮性ガス処理システムで凝縮された後に残留する水蒸気であり、三つ目はトリチウム重水内に存在する不純物核種である。

高トリチウム重水貯蔵タンク内のトリチウムガスは気泡を残しながらパイプライン内を循環し、外部に排出されるこ

となく水素酸素複合装置で処理される。その他残りの各精留塔及び貯蔵タンクで、年間で合計 19.186TBq の放射線分解水素（輻解氢气）が生成される。当プロジェクトの主工程システムは負圧下で操作し、通常運転時に建屋内の空気が主工程システムに入る。空気は主工程システム内でシステムからのテールガスに伴い流動し、最終的に、非凝縮性ガス処理システムで処理された後、局所排気システム経由で大気に排出される。テールガスが精留システムを経て出てくるトリチウム水の年間排出量は 10.90TBq/年である。重水中の ^{14}C を CO_2 とすると、年間排出量は $4.75\text{E}-3\text{TBq/年}$ である。重水中の ^{41}Ar は半減期が 1.83h で、貯蔵時間の経過に伴い急速に崩壊する。したがって当施設から環境に排出される ^{41}Ar ガスの環境に対する影響は考慮しなくてもよい。その他不純物は不揮発性塩であり、総量は少ないので環境への排出量も考慮しなくてよい。

◆作業現場の排気・換気

作業現場の排気・換気により、環境に放出されるガス状トリチウムは工程システムの各設備から作業現場に漏れた部分で、総放出量は 5.247TBq/年である。

◆プロセス操作に起因する放出

プロセス操作の過程での放出源には、換気キャビネット、グローブボックスなどの設備内で行われるサンプリングプロセス、及び重水タンカーによる高トリチウム移送プロセスがある。計算の結果、プロセス操作に起因して環境に放出されるトリチウム水の年間排出量は $9.94\text{E}-2\text{TBq/年}$ である。

②液体流出物

当プロジェクトの運転中、蒸気回収システムに回収された液体が収集され、それがパイプ経由で 1 号機に輸送されて重水精製システムに回収される。当プロジェクトの運転中、非凝縮性ガス処理システムによって生成されたトリチウム含有重水が劣化重水貯蔵タンクに戻され、1 号機の重水精製システムに戻されて処理される。当プロジェクトの運転中、汚染作業員の除染によって年間約 $1\text{m}^3/\text{年}$ の除染廃水が生成され、放射能濃度は $1,000\text{Bq/L}$ 未満である。当プロジェクトの精留ホールは空気循環の方式を採用し、換気システムでは約 $500\text{m}^3/\text{年}$ の凝縮水が生成され、放射能濃度は約 $4.4 \times 10^6\text{Bq/L}$ である。

当プロジェクトでは 2.2TBq/年 の廃水が生成され、廃水が収集されて貯蔵タンクに入り、1 号機の廃液処理システムに定期的に輸送されて処理された後、排出される。廃水が移送される前にトリチウム放射能濃度をサンプリングして分析する。

③固体廃棄物

当プロジェクト運転中に生成される固体廃棄物は主に乾燥剤、サンプリングボトル、金属触媒、綿布などである。固体廃棄物は当施設内で分類して収集され、包装される。例えば拭き取りで生成される綿布といった吸水性固体廃棄物は 1 号機の既存の固体廃棄物処理システムに送られて乾燥処理され、その他の廃棄物は表面汚染検査に合格したら秦山第三の既存の廃棄物倉庫に送られて一時保管される。

主工程システム内の高トリチウム重水貯蔵システムに使用される水素酸素複合装置は、金属触媒を 1 台につき 20kg 含有し、交換周期は 2 年に 1 回、交換量は合計で 2 年ごとに 80kg である。主工程システム内の蒸気

回収システムの蒸気回収装置は乾燥剤を 1 台につき 1 トン充填し、5 年ごとに交換、生成量は 1 トンである。

4) 運行期間中の環境への影響の評価

『原子力発電所環境放射線保護規定』(GB6249-2011) の規定には、原子力発電所の原子炉から環境に放出される放射性物質によって引き起こされる、一般市民の個人に対する放射線量は、いかなるものも、誰に対してであっても、年間 0.25mSv の線量拘束値を下回らなければならないとある。秦山原子力発電所の 9 基の発電ユニットについて申請される線量拘束値は 0.23mSv/年である。

秦山第三の建設中、『秦山第三(重水炉)原子力発電所プロジェクト環境影響レポート(初回原料投入段階)』は、秦山第三の 2 基の発電ユニットの評価線量目標値を 0.05mSv/年に決定したと表明した。2002 年 7 月 16 日に、旧国家環境保護総局の環審[2002]188 号『秦山第三原子力発電所環境影響レポート(初回原料投入段階)』の審査意見に関する回答書簡』で、このレポートが正式に承認された。

当プロジェクトで新たに建設する重水精留施設は秦山第三重水炉原子力発電所の付帯施設である。当プロジェクトで排出する流出物の、周辺の一般市民に対する個人線量は最大で約 0.0002mSv/年であり、秦山第三の放射線による影響(約 0.01mSv/年)をはるかに下回る。当プロジェクトが秦山発電所外部の一般市民に及ぼす放射線影響の線量拘束値は秦山第三及び秦山発電所の各期発電ユニットと合わせて総合的に考えなければならない。秦山発電所が一般市民に及ぼす有効線量が 0.23mSv/年の線量拘束値の要件を満たすようにしなければならない。

計算の結果、当プロジェクトの通常運転時の空气中トリチウムが一般市民に及ぼす個人線量は最大で約 2.39×10^{-7} Sv/年(発電所の西南西 2-3km の箇所)である。液状トリチウムが一般市民に及ぼす放射線量は空中浮遊と比べると考慮しなくてよいレベルである。したがって、当プロジェクトの運転で排出される気状・液状トリチウムが一般市民に及ぼす最大個人線量は 2.39×10^{-7} Sv/年であり、発電所の線量拘束値(0.23mSv/年)の 0.10%にすぎず、発電所周辺の一般市民に及ぼす放射線影響は非常に低い。

各事故の状況が環境への放出に与える影響に基づき、発電所の気象データを採用し、各事故が一般市民に及ぼす放射能の影響を計算した。事故による線量の結果は GB6249-2011 で要求される線量規制値要件を満たしている。

4. 1. 4 ロシア

ロシアについては以下のバルト原子力発電所を対象に調査を実施した^[11]。

(1) バルト原子力発電所の基本情報

バルト原子力発電所(NPP) 1 号機は、ロシア連邦カーニングラード州ネマン地区に建設中の 2 基の発電所である。カーニングラード州は、バルト海に面したロシア連邦西部の飛び領土であり、面積は約 15,000km² である。南はポーランド、東と北はリトアニアに国境を接する。今後の人口増加予測によれば、2020 年までにカーニングラード地方の人口は 2006 年の 94 万人から 160 万~200 万人に増加するといわれている。経済発展予測によると、電力需要は 2006 年の電力需要に比べ、2020 年には約 1.9 倍、2030 年には約 2.6 倍に増加すると予測されている。

バルト原子力発電所 1 号機の役割は、カーニングラード地域の増大する電力需要を賄い、近隣諸国への電

力輸出を可能にすることである。

バルト原子力発電所 1 号機の運用者が許認可申請に必要な書類の一部として、環境影響評価（Environmental Impact Assessment : EIA）を実施する必要がある。

ロスエネルギーアトム・コンツェルン社（Rosenergoatom Concern 社）には、バルト原子力発電所 1 号機の環境影響評価に関する資料の提示が任命された。

ロシア連邦国営原子力企業（ROSATOM 社）は国際原子力機関（IAEA）に、IAEA の安全基準に対し、バルト原子力発電所 1 号機の環境影響評価の国際ピアレビューを行うよう要請した。

（２）実施主体

ロスエネルギーアトム・コンツェルン社（Rosenergoatom Concern 社）が、バルト原子力発電所 1 号機の環境影響評価に関する資料の提示を担っている。

（３）根拠法令

以下の法律及び規制文書は、ロシア連邦における原子力発電所の職員、公衆、及び環境の放射線防護を規制している。

- 1995 年 11 月 21 日付 連邦法第 170-FZ 号「原子力の利用について」
-2022 年 6 月 28 日付連邦法第 219-FZ 号改定
- 1996 年 1 月 9 日付 連邦法第 3-FZ 号「公衆の放射線安全について」
-2023 年 3 月 18 日付連邦法第 67-FZ 号改定
- 2002 年 1 月 10 日付 連邦法第 7-FZ 号「環境保護について」
-2023 年 12 月 25 日付連邦法第 677-FZ 号改定
- 2009 年 7 月 7 日付「放射線安全基準（NRB-99/2009）第 47 号」
-基本衛生規則（2009 年 9 月 1 日付 SANPIN 2.6.1. 2523-09）が導入により失効
- 2000 年 9 月 25 日付「放射線安全確保のための基本衛生規則（OSPORB-99）第 57 号」
-2010 年 4 月 26 日付国家主任衛生医師令第 40 号（2013 年 9 月 16 日付修正）「SP2.6.1.2612-10『放射線安全に関する基本衛生規則（OSPORB-99/2010）』の承認について」（SP 2.6.1.2612-10。OSPORB-99/2010。）として 2010 年 8 月 11 日付第 18115 号ロシア司法省登録
- 1997 年 11 月 14 日付「原子力発電所の安全基本規則（OPB-88/97）第 9 号」
-2016 年 2 月 16 日付連邦環境・技術・原子力監督局令第 52 号導入により失効
- 2003 年 2 月 28 日付「原子力発電所の設計及び運転に関する衛生規則（SPAS-03）第 69 号」
-2020 年 12 月 31 日付ロシア連邦政府令第 2467 号により修正承認
- 2001 年 4 月 18 日付「原子力発電所運転に関する放射線安全規則（PRB AS-99）第 210 号」
-2010 年 4 月 26 日付国家主任衛生医師令第 40 号（2013 年 9 月 16 日付修正）「SP2.6.1.2612-10『放射線安全に関する基本衛生規則（OSPORB-99/2010）』の承認について」（SP 2.6.1.2612-10。OSPORB-99/2010。）

「連邦法第 170-FZ 号」は、原子力利用のための法的枠組み及び規制原則を確立し、人間の生・命と健康を守り、環境を保護することを目的とする。連邦法第 3-FZ 号「公衆の放射線安全について」は、健康保護を目的とした公衆及び職員の放射線防護のための法的枠組みを確立している。本法律は、放射線防護の分野における主要概念、基準、規制原則を定め、放射線防護対策に不可欠な措置を特定し、放射線防護分野におけるロシ

ア連邦当局の責任を示している。本法律及び「NRB-99/2009」は、国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告を考慮して作成された。

原子力施設からの放射線影響の基準を定めたロシアの主な規制文書は以下のとおりである。

- ・2009 年 7 月 7 日付「放射線安全基準（NRB-99/2009）第 47 号」
- ・2003 年 2 月 2 日付「原子力発電所の設計及び運転に関する衛生規則（SPAS-03）第 69 号」
- ・原子力発電所の立地、安全保障のための基本的基準及び要求事項 NP-032-01

（４）評価手法

１）通常運転時の放射性物質基準

原子力発電所の通常運転において、大気中への放射性物質の許容放出量（permissible releases, PR）及び水域環境への許容排出量（permissible discharges, PD）は、サイト全体（サイト内のユニット数に関連せず）に対してロシアの規制（SP AS-03 の 5.11-5.19 項）に従い、公衆への被ばくに対する 10μSv/年の基準に基づいて設定されている。この基準は、気体及び液体の排出に別々に適用される。

放射線学的に重要な核種又は核種グループについては、PR 値はロシアの規制「原子力発電所の設計及び運転に関する衛生規則（SP AS-03）」で確立されている。ロシアの規則に従い、特定の施設に対する最終的な PR と PD の値は、設置容量、原子炉タイプ、及びサイト特性（例えば、地域の人口統計、住民の生活習慣）を考慮し、導き出される。

これらの PR と PD の値について、施設の運転開始前に規制当局の承認を受ける必要がある。バルト原子力発電所 1 号機の最終的な PR と PD の値は、試運転段階の開始直前に設定されることになっている。

放射性物質基準の適用目的は、原子力事故の結果として生じる確定的影響を回避し、確率的影響を最小化することである。この目的のために、「放射線安全基準（NRB-99/2009）」では、防護措置の介入レベルが定義されている。

２）通常運転時でのバルト原子力発電所からネマン川への排出による住民の予測被ばく線量

通常運転時にバルト原子力発電所からの排出による住民への放射線量評価は、「環境への放射性物質排出の影響評価に使用する総称モデル、安全報告書シリーズ No.19、IAEA、ウィーン（2001）」、「放射線防護と放射線源の安全：国際基本安全基準－暫定版、IAEA 安全基準シリーズ No.G SR Part 3（暫定版）、IAEA、ウィーン（2011）」、及び、発電所の定格運転条件における非放射性液状物排出による環境への放射性物質摂取量の値（GBq/（年及びユニット））（AES-2006、バルト原子力発電所 1 号機、安全解析暫定報告書、第 10 章 放射性廃棄物の取扱い Rev.2、20.02.2013）を使用した「Interatomenergo association による仕様書及び技術文書 NTD38.220.56-84」である。また、通常運転時にバルト原子力発電所からの気体・液体放射性廃棄物の年間放出量は表 4.1-21 及び表 4.1-22 に示す。

表 4.1-21 通常運転時にバルト原子力発電所からの液体放射性廃棄物の年間排出量

環境への年間排出量（GBq/年/ユニット）			バラコヴォ原子力発電所における許容排出量（運転中）
	立入制限区域からの排水	フリーアクセス区域からの排水	

放射性核種	KBF、KPFシステム の過剰水	フィルター（LCQ、 KPF40）再生水	フィルター（LD） 再生水	総排出量	GBq/年 （4 ユニット）
H-3	9.1 E+3	－	－	9.1 E+3	－
I-131	1.8 E-3	1.7 E-5	2.1 E-2	2.3 E-2	－
I-132	3.9 E-3	2.3 E-9	4.5 E-4	4.3 E-3	－
I-133	4.6 E-3	1.7 E-7	5.8 E-3	1.0 E-4	－
I-134	3.5 E-3	－	9.6 E-5	3.6 E-3	－
I-135	4.0 E-3	－	1.5 E-3	5.5 E-3	－
Sr-89	1.4 E-5	2.0 E-4	8.0 E-4	1.0 E-3	－
Sr-90	1.1 E-7	8.1 E-7	2.2 E-6	3.1 E-6	－
Cs-134	2.6 E-2	1.8 E-2	6.6 E-2	1.1 E-1	3.0 E+0
Cs-137	4.0 E-2	2.8 E-2	1.0 E-1	1.7 E-1	8.4 E-1
Cr-51	6.4 E-4	3.0 E-5	1.5 E-4	8.2 E-4	－
Mn-54	6.0 E-4	1.0 E-5	1.4 E-5	6.2 E-4	1.6 E+1
Co-60	2.4 E-3	5.5 E-5	9.7 E-5	2.5 E-3	1.4 E+0
Co-58	4.2 E-4	5.9 E-5	2.3 E-4	7.1 E-4	－
合計（トリチウムを除く）	8.8 E-2	4.6 E-2	2.0 E-1	3.3 E-1	－

表 4.1-22 通常運転時にバルト原子力発電所からの気体放射性廃棄物の年間放出量

(単位 : GBq/年/ユニット)

放射性核種	通気管					屋根上
	原子炉建屋換気装置	特殊ガス処理システム KPL-2	特殊ガス処理システム KPL-3	原子炉補助建屋内換気装置	放出総量	タービン建屋
H-3	3.9 E+3	-	-	5.0 E+1	3.9 E+3	1.2 E+0
C-14	-	-	-	-	3.0 E+2	-
Kr-83m	5.6 E+2	-	1.1 E+2	2.9 E+0	6.7 E+2	2.7 E+1
Kr-85m	2.0 E+3	3.6 E-1	2.4 E+2	8.4 E+0	2.3 E+3	6.1 E+0
Kr-85	5.5 E+0	3.5 E+2	2.6 E-1	1.6 E-2	3.6 E+2	6.6 E-2
Kr-87	1.1 E+3	-	2.5 E+2	6.6 E+0	1.4 E+3	6.4 E+1
Kr-88	4.4 E+3	-	5.8 E+2	2.1 E+1	5.0 E+3	1.5 E+2
Xe-131m	1.0 E+2	1.4 E+2	6.6 E+0	3.1 E-1	2.5 E+2	1.6 E+0
Xe-133	2.6 E+4	2.1 E+2	1.8 E+3	7.9 E+1	2.8 E+4	4.7 E+2
Xe-135	6.2 E+3	-	1.3 E+3	2.2 E+1	7.6 E+3	3.3 E+2
Xe-138	1.7 E+2	-	1.2 E+2	1.5 E+0	2.9 E+2	3.1 E1
I-131	1.6 E-2	-	2.0 E-2	3.6 E-2	7.3 E-2	3.1 E-3
I-132	3.3 E-2	-	-	6.4 E-2	9.7 E-2	1.0 E-2
I-133	4.3 E-2	-	-	9.4 E-2	1.4 E-1	9.3 E-3
I-134	2.4 E-2	-	-	4.2 E-2	6.6 E-2	2.8 E-3
I-135	3.6 E-2	-	-	7.7 E-2	1.1 E-1	7.1 E-3
Cr-51	3.4 E-6	-	-	7.5 E-5	7.9 E-5	1.5 E-7
Mn-54	2.1 E-7	-	-	4.6 E-6	4.8 E-6	2.1 E-7
Co-60	1.3 E-6	-	-	3.1 E-5	3.1 E-5	2.4 E-6
Sr-89	1.3 E-5	-	-	3.1 E-4	3.35 E-4	1.4 E-5
Sr-90	2.6 E-8	-	-	5.7 E-7	6.0 E-7	4.4 E-8
¹³⁴ Cs- ¹³⁴	8.6 E-4	-	-	1.9 E-2	2.0 E-2	1.0 E-3
¹³⁷ Cs- ¹³⁷	1.3 E-3	-	-	2.9 E-2	3.0 E-2	1.3 E-3
希ガス元素	4.1 E4	7.0 E+2	4.4 E+3	1.4 E+2	4.6 E4	1.1 E+3
ヨウ素	1.5 E-1	-	2.0 E-2	3.1 E-1	4.9 E-1	3.2 E-2
エアロゾル	2.2 E-3	-	-	4.9 E-2	5.1 E-2	2.3 E-3
合計	4.1 E+4	7.0 E+2	4.4 E+3	1.4 E+2	4.6 E+4	1.1 E+3

放射性核種の被ばく経路及び人体への侵入経路として、以下のものが挙げられる。

- ・遊泳、ボート遊び、岸辺での滞在
- ・ネマン川の水を飲料水として利用する（この場合、水利用区域は排出地点から 500m 離れたモニタリング区間の下流にあると仮定）、魚、甲殻類を食べる。

解析は二つの年齢層（17 歳以上の成人、1 歳の子供）に対して行われた。解析では、バルト原子力発電所 2 基からの放射性核種の排出を考慮している。比放射能と堆積物の予測値を表 4.1-23 に示す。

表 4.1-23 バルト原子力発電所 2 基からの放射性核種の排出量 (Bq/s)、排出地点（排水溝の出口）から 500m 離れた地点での水中の放射性核種濃度の予測値 (Bq/l) 及び堆積物の予測値 (Bq/kg)

放射性核種	2基からの放射性核種の排出量		排出地点から500mにおける水中濃度 (Bq/l)	排出地点から500mにおける堆積物中濃度 (Bq/l)
	Bq/s	Bq/年		
H-3	5.78E+5	1.82E+13	21.7	0
I-131	1.46E+0	4.60E+7	5.48E-5	1.64E-2
I-132	2.73E-1	8.60E+6	9.65E-6	2.89E-3
I-133	6.35E-3	2.00E+5	2.37E-7	7.11E-5
Sr-89	6.35E-2	2.00E+6	2.39E-6	4.77E-3
Sr-90	1.97E-4	6.20E+3	7.40E-9	1.48E-5
Cs-134	6.98E+0	2.20E+8	2.62E-4	3.59E+1
Cs-137	1.08E+1	3.40E+8	4.06E-4	5.56E+1
Mn-54	3.94E-2	1.24E+6	1.48E-6	1.34E-1
Co-58	4.51E-2	1.42E+6	1.69E-6	1.80E-1
Co-60	1.59E-1	5.00E+6	5.97E-6	6.33E-1

外部被ばく線量は、人間の臓器や組織の自己遮蔽を考慮せずに導出されている。簡略化に伴う実効線量値の誤差は 50%を超えない。

原子力発電所周辺住民の内部被ばくは、食物及び生物連鎖への移行に伴う摂取による放射性核種の摂取によって形成される。解析には、以下の仮定を含む。

- ・ネマン川の水を飲料水として使用する。
- ・ネマン川産の魚や甲殻類が年間食物供給の 100%を占める。

このように、最悪の条件が選択されており、保守的な解析と考えられる。線量係数は、「GSR Part 3 の表Ⅲ-2D」に準拠して定義されている。

表 4.1-24 に、成人及び子供による水及び水生生物の消費率を示す。これらは、人体への放射性核種の侵入を分析し、摂取による潜在的に重要な住民集団の内部被ばくを算出するための基礎として採用された。上記生産物の消費平均値は、「IAEA 安全報告書シリーズ No.19」に準じて使用されている。

表 4.1-24 住民の年齢層別主要食品消費量 (kg(l)/年)

食物区分	年齢層、年齢	
	1 歳の子供	成人 (> 17 歳)
魚	15	30
飲料水	260	600
甲殻類	0	15

予測される外部及び内部の総線量を表 4.1-25 及び表 4.1-26 に示す。

表 4.1-25 住民の総外部被ばく量 H_{ext} ($\mu\text{Sv}/\text{年}$)

被ばく	H_{ext} ($\mu\text{Sv}/\text{年}$)	
	1 歳の子供	成人 (> 17 歳)
遊泳	9.59E-7	2.47E-5
ボート遊び	4.79E-7	1.23E-5
低質土砂	2.59E-3	5.83E-2
岸辺での滞在	5.19E-4	1.17E-2
合計	3.11E-3	7.00E-2

表 4.1-26 水、魚、甲殻類の摂取による総内部被ばく量 H_{int} ($\mu\text{Sv}/\text{年}$)

食物品目	H_{int} ($\mu\text{Sv}/\text{年}$)	
	1 歳の子供	成人 (> 17 歳)
水	6.82E-1	5.54E-1
魚	9.23E-1	1.97
甲殻類	–	8.59E-2
合計	1.61	2.61

表 4.1-27 被ばく全種類の合計線量 (μSv/年)

被ばく	H (μSv/年)	
	1 歳の子供	成人 (> 17 歳)
内部	1.61	2.61
外部	0.003	0.070
合計	1.61	2.68

バルト原子力発電所の通常運転時にネマン川に排出される放射性核種による住民の被ばく線量を算出する際、堆積物中の人為的放射性核種による外部被ばくやネマン川岸辺での滞在、遊泳、ボート遊びによる外部被ばく及び成人と子供の内部被ばくを推定した。

内部被ばくの算出においては、ネマン川の水が飲料水として使用され、その消費量が年間 100%であることを仮定している。また、年間消費する魚や甲殻類が 100%ネマン川産であることを仮定している。

外部被ばくは、主に堆積物中の ^{58}Co 、 ^{54}Mn 、 ^{134}Cs の蓄積によるものである。遊泳、ボート遊び、岸辺での滞在、ネマン川の水による合計外部被ばく線量は、成人で 0.07μSv/年、子供で 0.003μSv/年である。

水、魚及び甲殻類の摂取による内部被ばくは、「安全報告書シリーズ No.19」に基づく年間平均食物摂取量の値を用いて分析されている。水及び食品の摂取による内部被ばくは、1 歳児で 1.6μSv/年、成人で 2.6μSv/年である。

バルト原子力発電所 2 基からの液体排出による住民の総被ばくは、ほとんどが魚の消費によるもので、その放射線量は、大人で 2.68μSv/年、子供で 1.61μSv/年である。

バルト原子力発電所からネマン川への排出による関連リスクは、子供で 9.2×10^{-8} 年⁻¹、成人で 1.8×10^{-7} 年⁻¹、すなわち無視できるリスクレベル (10^{-6} 年⁻¹ 未満) であると推定される。

人為的な内部被ばくと外部被ばくの合計線量は、デミニス線量レベルである 10μSv/年を超えない。これは、原子力発電所からの排出に起因する線量について設定された上限値 50μSv/年よりも 1 桁低く、「NRB-99/2009」で規定された住民外部被ばく上限値 1000μSv/年よりも 3 桁低い値である。

3) 事故放出後に適用される放射性物質基準

事故後、「住民強制避難区域」と「防護措置計画区域」という二つの緊急対応区域が設定される。これらの区域を設定するための基準は表 4.1-28 にまとめられている。

「NRB-99/2009」によると、防護措置の判断は、特定の防護措置を実施した場合に回避できる線量レベルに基づいて行われる。この目的のために、「NRB-99/2009」では、様々な防護措置のための線量バンドを記述している。これらのバンドの下端 (レベル A) は回避される線量値を示し、それ以下では対策を講じる必要がない。上限 (レベル B) は、回避される線量レベルを表し、あらゆる状況において対応が必要とされる。これらの範囲内の線量レベルに関して、防護措置の適用は具体的な状況による。適用基準は、表 4.1-29～表 4.1-31 にまとめられている。避難、屋内退避、安定ヨウ素剤予防服用に関する判断は、事故後最初の 10 日間に受けると予測される線量 (表 4.1-29) を基に行われ、予測線量は表 4.1-32 で規定される被ばく経路を用いて算出される。食

物消費と再定住に関する判断は、事故後 1 年以降の線量評価及びその後数年間に受ける線量に基づく（表 4.1-30 及び表 4.1-31）。

表 4.1-28 緊急対応区域の設定基準（NRB-99/2009）

緊急対応区域	対象臓器・組織	事故後 10 日以降の期間に受けた 吸収線量(mGy)
住民強制避難計画区域	全身	500
	肺	5000
	皮膚	5000
	甲状腺	5000
防護措置計画区域	全身	5
	肺	50
	皮膚	50
	甲状腺	50

表 4.1-29 放射線事故初期における判断のための放射性物質基準

防護措置	最初の10日間の回避線量 (mGy)			
	全身		甲状腺、肺、皮膚	
	レベル A	レベル B	レベル A	レベル B
屋内退避	5	50	50	500
安定ヨウ素剤予防服用：				
成人	-	-	250*	2500*
乳幼児	-	-	100*	1000*
避難	50	500	500	5000

* 甲状腺線量のみ。

表 4.1-30 再定住及び汚染された食品の摂取制限に関する判断のための放射性物質基準

防護措置	回避される実効線量	
	レベル A	レベル B
汚染された食品・飲料水の 摂取制限	1 年目：5mSv	1 年目：50mSv
	2 年目以降：1mSv	2 年目以降：10mSv
再定住	1 年目：50mSv	1 年目：500mSv
	再定住期間全体：1000mSv	

表 4.1-31 事故後1 年間の汚染された食品の摂取制限に関する判断基準

放射性核種	食品中の放射能濃度(Bq/kg)	
	レベル A	レベル B
I-131、Cs-134、Cs-137	1,000	10,000
Sr-90	100	1,000
Pu-238、Pu-239、Am-241	10	100

表 4.1-32 線量測定値の算出において考慮すべき被ばく経路

(原子力発電所における放射線事故の初期段階)

線量測定値	被ばく経路		
	プルーム中の放射性核種による外部被ばく	地表の放射性核種による外部被ばく	吸入
吸収線量 ^a	+	+	+
RBE ^b (赤色骨髓の加重吸収線量)	+	+	-
RBE (甲状腺の加重吸収線量)	-	-	+
甲状腺等価線量	-	-	+
実効線量	+	+	+

^a 全身吸収線量は、プルーム及び沈着被ばく経路について算出したものである。

^b RBE : Relative biological efficiency (相対生物学的効率)

表 4.1-33 シビアアクシデント状態における環境への緊急放出量
(単位 TBq の時間関数として)

核種	放出特性／アクシデント発生からの時間									
	低高度放出							高高度放出		
	0～8 時間		0～24 時間		1～7 日間		7～30 日間	1～7 日間	7～30 日間	
	格 納 容 器 漏れ経由	格納容器 バイパス	格 納 容 器 漏れ経由	格納容器 バイパス	格 納 容 器 バイパ ス	KLC* フィ ルター・バ イパス	KLC フィ ルター・バ イパス	KLC フィルター・経由		
ガス										
Kr-85m	2.3E+01	2.2E+00	1.3E+01	8.3E-01	7.2E-02	3.6E-01	-	3.6E+01	-	
Kr-87	8.8E+00	1.8E+00	2.6E-01	4.6E-02	-	-	-	-	-	
Kr-88	4.6E+01	5.2E+00	1.1E+01	8.3E-01	1.9E-02	1.1E-01	-	1.1E+01	-	
Xe-133	4.8E+02	3.4E+01	1.8E+03	7.9E+01	4.8E+02	5.7E+02	2.0E+02	5.7E+04	2.0E+04	
Xe-13	1.1E+02	9.0E+00	4.7E+02	2.3E+01	1.8E+01	2.9E+01	-	2.9E+03	-	
Xe-138	3.1E-01	4.7E-01	8.1E-03	3.2E-03	-	-	-	-	-	
Ru-103	1.1E+00	6.2E-02	7.0E+00	2.9E-01	1.3E-01	3.1E-01	2.1E-01	3.1E+01	2.1E+01	
ヨウ素分子										
I-131	7.4E-01	4.8E-02	8.2E+00	4.0E-01	6.2E-02	3.5E-01	-	3.5E-01	-	
I-132	4.9E-01	2.4E-02	2.6E-01	1.6E-02	2.4E-03	2.8E-03	-	2.8E-03	-	
I-133	1.5E+00	8.9E-02	1.1E+01	5.3E-01	1.7E-02	2.9E-01	-	2.9E-01	-	
I-134	2.4E-01	1.3E-02	1.1E-02	1.1E-04	-	-	-		-	
I-135	1.1E+00	6.4E-02	3.7E+00	2.0E-01	9.4E-04	7.7E-02	-	7.7E-02	-	
有機ヨウ素										
I-131	3.6E-01	2.5E-02	1.3E+00	5.7E-02	3.9E-01	4.5E-01	4.7E-01	4.5E+00	4.7E+00	
I-132	1.3E-01	1.7E-02	2.1E-01	1.9E-02	1.5E-02	1.6E-02	-	1.6E-01	-	
I-133	6.1E-01	4.6E-02	1.6E+00	7.3E-02	1.1E-01	1.8E-01	5.9E-04	1.8E+00	5.9E-03	
I-134	2.2E-02	6.6E-03	4.8E-04	1.1E-03	-	-	-		-	
I-135	3.9E-01	3.4E-02	4.4E-01	2.4E-02	5.9E-03	1.8E-02	-	1.8E-01	-	
エアロゾル										
I-131	2.3E+01	5.9E+00	1.3E+01	2.3E+00	6.3E-01	6.2E+00	-	6.2E-01	-	
I-132	1.8E+01	7.9E+00	6.2E+00	2.1E+00	2.6E-02	5.3E-02	-	5.3E-03	-	
I-133	4.2E+01	1.2E+01	1.8E+01	3.4E+00	1.7E-01	5.5E+00	-	5.5E-01	-	
I-134	3.1E+00	2.6E+00	6.4E-02	4.0E-02	-	-	-		-	

核種	放出特性／アクシデント発生からの時間								
	低高度放出							高高度放出	
	0～8 時間		0～24 時間		1～7 日間		7～30 日間	1～7 日間	7～30 日間
	格納容器 漏れ経由	格納容器 バイパス	格納容器 漏れ経由	格納容器 バイパス	格納容 器 バイパ ス	KLC* フィ ルター・バイパ ス	KLC フィ ルター・バイパ ス	KLC フィルター経由	
I-135	2.8E+01	8.7E+00	6.7E+00	1.5E+00	9.7E-03	9.1E-01	-	9.1E-02	-
Cs-134	5.7E+00	1.5E+00	3.3E+00	5.8E-01	1.2E-01	1.5E+00	2.5E-01	1.5E-01	2.5E-02
Cs-137	2.7E+00	6.9E-01	1.6E+00	2.7E-01	7.5E-02	7.3E-01	1.6E-01	7.3E-02	1.6E-02
Sr-90	6.4E-02	1.6E-02	2.6E-02	4.5E-03	6.0E-03	6.2E-03	1.3E-02	6.2E-04	1.3E-03
Te-131m	3.5E+00	9.3E-01	1.1E+00	2.0E-01	4.5E-03	5.4E-01	6.0E-05	5.4E-02	6.0E-06
Ba-140	1.5E+00	3.8E-01	5.8E-01	1.0E-01	1.3E-01	4.5E-01	1.3E-01	4.5E-02	1.3E-02
La-140	1.2E-01	2.9E-02	1.4E-01	2.5E-02	2.2E-02	1.6E-01	2.7E-02	1.6E-02	2.7E-03
Ce-141	3.5E-02	8.7E-03	1.4E-02	2.4E-03	4.5E-03	1.3E-02	7.1E-03	1.3E-03	7.1E-04
合計									
ガス	6.7E+02	5.3E+01	2.3E+03	1.0E+02	5.0E+02	6.0E+02	2.0E+02	6.0E+04	2.0E+04
ヨウ素	1.2E+02	3.7E+01	7.1E+01	1.1E+01	1.4E+00	1.4E+01	4.7E-01	8.6E+00	4.7E+00
エアロゾル(ヨ 素を除く)	1.4E+01	3.5E+00	6.8E+00	1.2E+00	3.7E-01	3.4E+00	5.9E-01	3.4E-01	5.9E-02

* KLC フィルターは、原子炉建屋内を減圧するためのシステムであり、有効なヨウ素フィルター及びエアロゾルフィルターが設置されている。

（５）評価結果の公表又は国際機関等への提供の有無

国営原子力企業「ロスアトム社（Rosatom 社）」は IAEA に、IAEA の安全基準に対し、バルト原子力発電所 1 号機の環境影響評価の国際ピアレビューを行うよう要請した。カーニングロードがリトアニアとポーランドに接していることに着目し、ロスアトム社はエスポー条約（越境影響の環境アセスメント条約）の要件に対し、環境影響評価資料をレビューすることも要請した。

国際ピアレビューチームは、2014 年 7 月に IAEA 本部で会議を開き、レビューからの成果を検討し、2014 年 10 月に中間報告書がロスエネルゴアトム・コンツェルン社に提出された。

2014 年 11 月にはサンクトペテルブルクで会議を開催し、中間報告書の内容を検討した。2014 年 12 月に最終報告書案のコピーをロスエネルゴアトム・コンツェルン社に提供し、報告書の事実関係の正確性を確認することができた。最終報告書は、2015 年 1 月にロスエネルゴアトム・コンツェルン社に提出された。

（６）評価結果を踏まえて、追加的な措置を講じた例の有無

評価結果を踏まえて追加的な措置を講じた事例については現状見当たらない。

4. 1. 5 韓国

(1) 実施主体

1) 原子力安全委員会 (NSSC)

原子力及び放射能に係る全ての業務を担当する最上位機関として、下位機関から報告を受けた排出物に関する情報の評価及び規制等を行う。

2) 原子力安全技術院 (KINS)

NSSC 傘下の検査機関として、原発周辺地域における放射線量及び被ばく線量等を調査し、KHNP から受けた報告に対する技術的検討を行う。

3) 韓国水力原子力 (KHNP)

原発の運営及び管理主体として液体及び気体排出物の監視と分析、環境放射能線量の評価を行い、これを NSSC に報告する。

韓国の原子力施設運営者は、年間線量基準値を確認するため、放射性排出物による住民被ばく線量の評価を行っている。2015 年 12 月 1 日に改正された『原子力安全法』により、発電用原子炉と関係施設の運営許可申請書類に敷地別・核種群別の排出総量を含む「液体及び気体状態の放射性物質等の排出計画書」が追加された（2016 年 12 月 2 日施行）。KHNP は 2018 年、上記『原子力安全法』改正に伴う後続措置として運営中原発の排出計画書を NSSC に提出し、KINS は当該排出計画書に対する技術検討を行ったことがある。

(2) 根拠法令

原子力施設の運営過程で発生する液体及び気体状態の放射性物質は、許可排出（Authorized Discharge）の概念に従って適切な処理プロセスを経た後、監視及び統制された状態で環境に排出されており、放射性排出物は放射線防護の基本原則である「合理的に達成可能な限り低い（ALARA）」に基づき、できるだけ低い濃度で環境に排出している。『放射線防護等に関する基準』（NSSC 告示第 2019-10 号）第 6 条（排出管理基準）は各放射性核種の排出濃度を制限しており、同告示第 16 条（環境上の危害防止）は放射性排出物による制限区域境界での年間線量基準値を制限している。

放射性排出物に関する安全規制の一覧は以下のとおりである。

1) 原子力安全法(NSA)

『原子力安全法』第 11 条、第 20 条及び第 21 条は、建設許可・運営許可の条件事項として「放射性物質等による国民の健康及び環境上の危害防止」を規定し、排出量に関する規制*を定めている。

*『原子力安全法施行令』第 174 条

2) 原子力安全法施行令

『原子力安全法施行令』第 35 条第 2 号は、定期検査の合格基準として「放射性物質等から国民の健康及び環境上の危害防止」を規定している。第 174 条第 1 号は、施設から排出される放射性物質の濃度が NSSC の定める基準*に満たさなければならず、第 174 条第 2 号は、その他の放射線障害を防止するため NSSC の定める基準**を満たさなければならないことを規定している。

*放射線防護等に関する基準（NSSC 告示第 2019-10 号）

核種	吸入				摂取		
	化学的形態	年間摂取限度	誘導空气中濃度	排気中の排出 管理基準	化学的形態	年間摂取限度	排気中の排出 管理基準
		Bq	Bq/m ³	Bq/m ³		Bq	Bq/m ³
トリチウム	トリチウム結合水（皮膚吸収を含む）	1.00E+09	3.00E+05	3.00E+03	トリチウム結合水	1.00E+09	4.00E+07
	有機結合トリチウム	5.00E+08	2.00E+05	2.00E+03	有機結合トリチウム	5.00E+08	2.00E+07
	元素状態のトリチウム	1.00E+13	5.00E+09	4.00E+07			
	トリチウム結合メタン	1.00E+11	5.00E+07	4.00E+05			

**高レベル放射性廃棄物深層処分施設に関する一般基準（NSSC 告示第 2021-21 号）

3) 原子力安全法施行規則

『原子力安全法施行規則』第 136 条は、原発など『原子力安全法』第 104 条第 1 項が規定している放射線施設に対し、放射線環境調査及び放射線環境影響評価の遂行を規定している。調査及び評価方法については、『原子力利用施設周辺の放射線環境調査及び放射線環境影響評価に関する規定』（NSSC 告示 2017-17 号）の別表 1 に記載されている。

4) 原子炉施設等の技術基準に関する規則

『原子炉施設等の技術基準に関する規則』第 20 条第 1 項第 7 号及び第 8 号は、排水口や排気筒出口に放射性物質の濃度計測設備又は間接測定装置を設置することを要件とし、第 38 条第 1 項は排出物監視器に関して自動警報装置を設置することを規定している。また、第 32 条第 1 号ナ目は、制限区域境界で排出管理基準を満たす設備及び処理能力を確保しなければならず、第 32 条第 1 号ウ目は排気口や排水口以外の場所から放射性廃棄物が放出されてはならないことを規定している。第 66 条第 1 項は放射性廃棄物管理計画の樹立を通じて排出物・放出量の最小化及び環境影響を「合理的に達成可能な限り低い水準」（ALARA）で管理しなければならないことを明示している。

5) 放射線安全管理等の技術基準に関する規則

『放射線安全管理等の技術基準に関する規則』第 10 条は、制限区域境界において水中・空気中の放射性物質の濃度が排出管理基準を超えてはならず、そのために排気・排水監視設備で監視しなければならないと規定している。

6) 放射線防護等に関する基準（NSSC 告示第 2019-10 号）

NSSC 告示第 2019-10 号第 6 条、第 16 条第 1 項及び別表 3 は液体及び気体排出物に対する排出管

理基準を定量的に規定しており、同基準値の適用を 1 週間平均値（やむを得ない場合は 3 か月の平均値）と明示している。第 16 条第 2 項は、環境上の危害防止のために排出物に対する年間線量基準値を次のように明示している。

単一号機	液体	有効線量	0.03mSv/y
		等価線量	0.1mSv/y
	気体	ガンマ線量	0.1mSv/y
		ベータ線量	0.2mSv/y
		外部有効線量	0.05mSv/y
		皮膚等価線量	0.15mSv/y
		長期等価線量	0.15mSv/y
多数号機	有効線量		0.25mSv/y
	甲状腺線量		0.75mSv/y

7) 原子力利用施設周辺における放射線環境調査及び放射線環境影響評価に関する規定（NSSC 告示第 2017-17 号）

NSSC 第 2017-17 号は、原発周辺における環境放射線・放射能に関する調査及び影響評価のための詳細な指針を明示している。

8) 発電用原子炉及び関係施設の液体及び気体状態の放射性物質等の排出計画書の作成に関する規定（NSSC 告示第 2017-4 号）

NSSC 告示第 2017-4 号は、発電用原子炉及び関係施設の運営許可申請書類である排出計画書の作成のための詳細な指針を明示している。

（3）評価手法

NSSC 及び KINS は図 4.1-7 のようなプロセスを経て規制管理を行っている。



図 4.1-7 規制の手続^[12]

原子力利用施設周辺における環境放射能調査	全国環境放射能調査	海洋環境放射能調査
中央放射能測定所及び地方放射能測定所の運営		
施設周辺における放射線環境の確認・監視	全国土の環境放射線・放射能の監視	韓国周辺海域における放射能調査
国家環境放射線監視ネットワークの運営及び情報公開		福島原発処理水の監視強化
環境放射線・放射能の審査・検査		
事業者による分析結果の信頼性確認		放射能分析結果の品質管理
環境放射能調査の結果公開		
放射能事件・事故影響評価のための放射能分析		

図 4.1-8 規制活動^[12]

また、KINS の放射性廃棄物安全管理統合情報システム（WACID）は、図 4.1-9 のようなプロセスを通じて情報収集と管理を行っている。

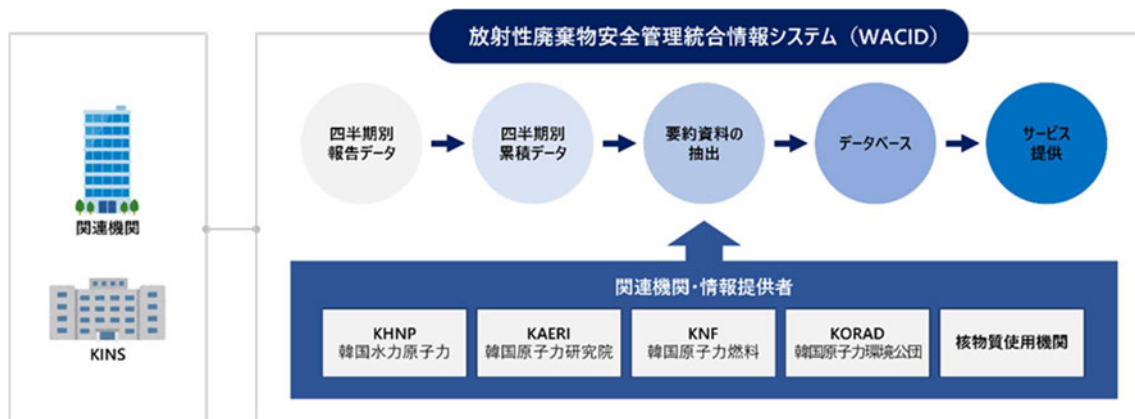
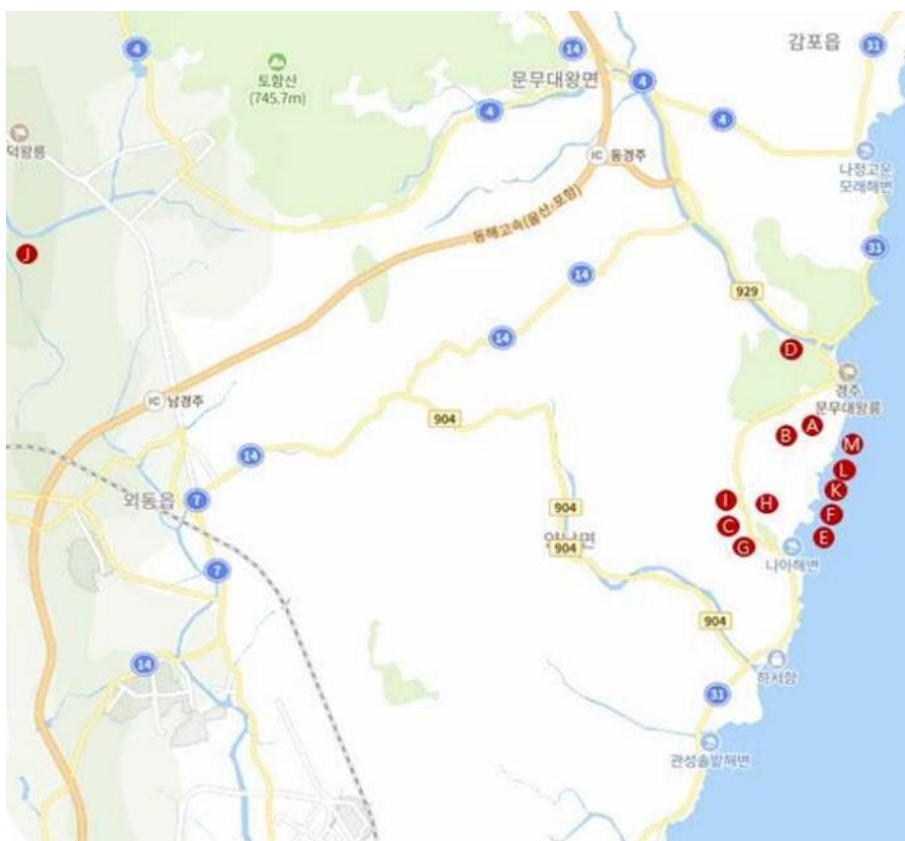


図 4.1-9 情報収集・管理の手続^[13]

資料の更新周期は、『原子力安全法』第 98 条に基づく定期報告を準用して四半期ごと（3 か月）を基本としている。

一方、KINS は原子力利用施設周辺における環境放射能の調査を行っており、詳細な調査方法は当該報告書（原子力利用施設周辺における環境放射能の調査・評価報告書）に記載されている。



番号	採取地点	採取試料	番号	採取地点	採取試料
A	上鳳	土壤	H	後門西側	土壤
B	貯蔵庫	土壤	I	羅兎	土壤、穀類、野菜類、地下水
C	職員社宅	土壤	J	マニル牧場	牛乳
D	大鐘川	穀類、野菜類、地下水	K	2排水口	海底堆積物、海水
E	取水口	海底堆積物、海水、海藻類、魚類	L	新月城取水口	海底堆積物、海水、海藻類、魚類
F	1排水口	海底堆積物、海水、海藻類、魚類	M	新月城排水口	海底堆積物、海水、海藻類、魚類
G	邑川	土壤、穀類			

図 4.1-10 月城原発周辺における KINS の環境放射線・放射能の調査地点の例^[14]

KHNP は 2016 年の法施行に従って、原発許可時に排出計画書を提出し、排出管理基準及び環境上の危害防止基準について NSSC から審査を受け、運営中には排出量の定期報告と環境放射能調査・評価報告を行う。

各原発における詳細な排出量・被ばく線量・環境放射能等の調査方法は当該報告書（原子力発電所周辺における環境放射能調査及び評価報告書）に記載されている。

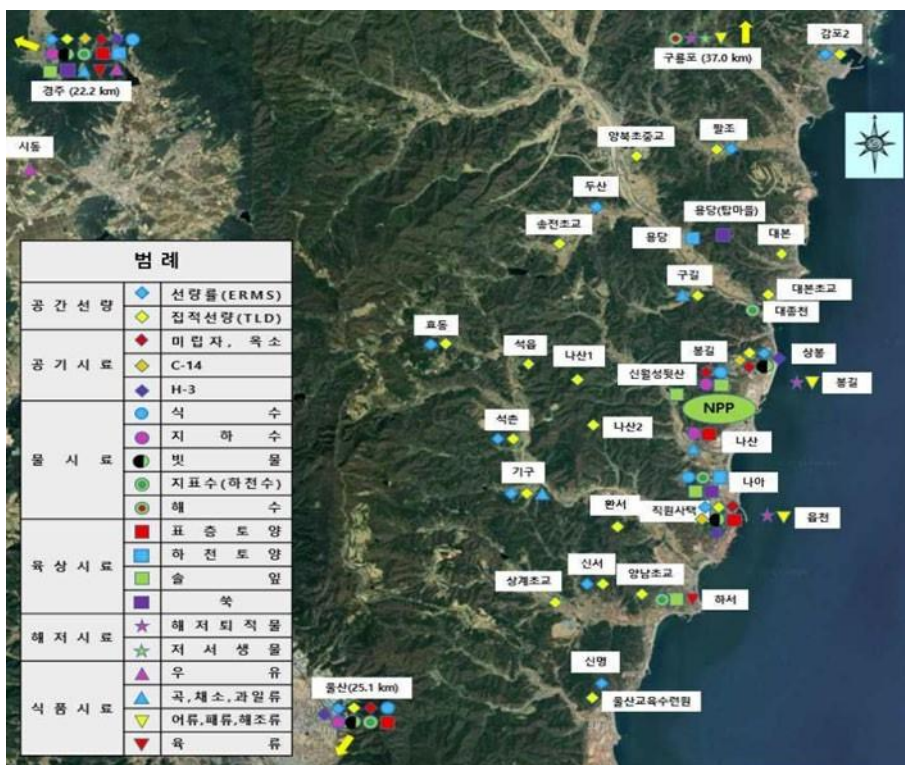


図 4.1-11 月城原発電敷地内部（上）外部（下）における KHNP の環境放射線・放射能の調査地点の例^[15]

(4) 評価結果の公表又は国際機関等への提供の有無

KINS は WACID を通じて、KHNP が提出した四半期別気体・液体排出物情報を公表している。

※最新情報は 2023 年第 3 四半期の排出物現況（2023 年12 月22 日公開）

・気体排出物の公表資料：<https://www.kins.re.kr/wacid/gas02?catId=01>

・液体排出物の公表資料：<https://www.kins.re.kr/wacid/liquid02?catId=02>

また、KINS 独自で「全国環境放射能調査報告書」、「原子力利用施設周辺における放射線環境調査及び評価報告書」及び「海洋放射能調査報告書」を調査・公表している。

・全国環境放射能調査報告書の公表資料：

<https://clean.kins.re.kr/home/environmentRad/report/ReportNationEnvironmentRadInquiry.do>

・原子力利用施設周辺における放射線環境調査及び評価報告書の公表資料：

<https://clean.kins.re.kr/home/environmentRad/report/ReportNuclearFacilityPeriInquiry.do>

・海洋放射能調査報告書の公表資料：

<https://clean.kins.re.kr/home/environmentRad/report/ReportMarineRadInquiry.do>

KHNP は「オープン原発運営情報」を通じて毎月の液体・気体排出現況を「トリチウム」・「トリチウム以外」に分けて公表しており、毎年原発周辺における環境放射能調査及び評価報告書を作成し、公表している。

・毎月の液体・気体排出現況：

https://npp.khnp.co.kr/board/list.khnp?boardId=BBS_0000020&menuCd=DOM_00000103003004001&contentsSid=110

・原子力発電所周辺における環境放射能調査及び評価報告書：

https://npp.khnp.co.kr/board/list.khnp?boardId=BBS_0000032&menuCd=DOM_00000104003000000&contentsSid=161

以上のデータはホームページ及び報告書により公表している一方、原発重大事故の際*ほか国際原子力機関（IAEA）など海外への情報提供を義務付けた法令はない。ただし、韓国は『原子力の安全に関する条約』（Convention on Nuclear Safety）締結国として同条約及び原子力一般安全指針（GSG）に従って排出管理を行っている。関連情報は 3 年周期の国家報告書（National Report）を通じて

IAEA に提出している。

*『原子力利用施設における事故・故障発生時の報告・公開規定』（NSSC 告示第 2023-10 号）第 11 条（海外への情報公開）

①委員会は、次の各号いずれかに該当する場合には、別紙第 3 号の様式による事件等級評価の内容を事件等級評価報告体系（INES-NEWS）に基づき、IAEA に送付する。

i 第 7 条による暫定等級評価結果が 2 等級以上の場合

ii 第 8 条の規定による事件の等級評価結果のうち、国際原子力事件等級マニュアルに従って IAEA が関心を持つ事件の場合委員会が必要であると認める場合

②委員会は第 8 条による等級評価・決定結果が 2 等級以上であるか、海外に経験を伝播する必要があると判断した場合、国際原子力事件報告体系（IAEA-IRS）に伴う報告書を IAEA に送付することができる。

原子力利用施設における事故・故障発生時の報告・公開規定（NSSC 告示第 2023-10 号）

第4 条（報告対象）

事業者がこの規定により報告しなければならない対象事件は別表*のとおりである。

*別表

1. 原子力利用施設に共通して適用される報告事件

⑥施設から環境に放射性物質が放出された次の各号のいずれかに該当する場合

カ. 排水口、排気口以外で液体又は気体放射性物質が環境への放出が確認されたとき

ナ. 計画又は統制されていない状態で放射性物質が環境への放出が確認されたとき

...

⑩1 時間平均したとき、施設境界（制限区域境界が設定されている場合には制限区域境界をいう）における放射性物質の放出が次の各号のいずれかに該当することが確認された場合

カ. NSSC 告示の放射線防護等に関する基準の別表 3 第 5 欄及び別表 4 第 4 欄が規定する、排気中の排出管理基準を超える気体放射性物質の放出。

ナ. NSSC 告示の放射線防護等に関する基準の別表 3 第 8 欄及び別表 4 第 6 欄に規定する、排水中の排出管理基準を超える液体放射性物質の放出。ただし、トリチウムと溶解された稀有ガスを除く。

（５）評価結果を踏まえて、追加的な措置を講じた例の有無

排出監視の途中又は評価結果に異常値が発生した場合には、『原子力利用施設における事故・故障発生時の報告・公開規定』（NSSC 告示第 2023-10 号）に基づき、事業者は直ちに NSSC に報告しなければならない。NSSC は報告を受けると KINS 事件調査チームを現場に派遣して経緯を把握し、調査するようにしている。

この規定により措置を講じた主な事例は 2 件ある。

1) 韓国原子力研究院 (KAERI) の放射性物質排出事件

KAERI は 2020 年 1 月 10 日、本部正門前の排水口から C-137 濃度が増加したことを発見し、NSSC に報告した。NSSC は KINS を通じて調査を行い、放射線管理区域内で発生した汚染水が外部マンホールへ排出されたことを把握した。

2) 月城原発のトリチウム問題

2021 年 1 月 7 日、MBC 安東放送局が月城原発敷地から高濃度のトリチウムが検出されたという KHNP の報告書を報道し、大きな波紋が起きた。これに対し NSSC は 2021 年 3 月、「月城原発トリチウム民間調査団」及び「懸案疎通委員会」を発足させ、高濃度のトリチウムが検出された原因の把握と外部環境への流出有無などについて調査を行った。2 年半に及ぶ調査の結果、民間調査団は原発敷地内で発生した漏洩水でトリチウムが検出されたが、作業者の安全に及ぼす影響はなく、原発敷地外への流出もなかったため、近隣地域住民や環境への影響もなかったと結論付けた。

4. 2 ALPS 処理水の分析のための国際輸送に係る調査

4. 2. 1 中国^[46]

2006 年 4 月 29 日、中華人民共和国第 10 期全国人民代表大会常務委員会は、その第 21 回会議において、1997 年 9 月 5 日に国際原子力機関（IAEA）の外交会議で審議・採択された「使用済燃料管理の安全及び放射性廃棄物管理の安全に関する合同条約」（以下、「合同条約」という）への加盟を決定した。

2006 年 12 月 12 日、合同条約は中国に対して発効した。

合同条約の履行サイクルは 3 年である。

中国は、2008 年から締約国審議会に国家報告書を提出し、2009 年から締約国審議会に参加している。第 7 回審議会は、コロナ流行の影響により、2021 年から 2022 年 6 月に延期された。

合同条約の第 27 条において、国際輸送に関して規定されている。

1. 国境を越える移動に関与する各締約国は、その移動が合同条約及び関連する拘束力のある国際文書の規定に合致する方法で行われることを確実にするため、適切な措置を採るものとする。

その際、次のことを行う：

(i) 放射性物質の送出国である締約国は、国境を越える放射性物質の輸送が許可され、かつ、到着国の事前の通告及び同意を得た場合にのみ行われることを確実にするため、適切な措置を採る。

(ii) 経由国を経由する国境を越えての輸送は、利用される特定の輸送手段に関連する国際的義務に従うものとする。

(iii) 到着国である締約国は、使用済燃料又は放射性廃棄物をこの条に合致する方法で管理するために必要な管理上及び技術上の能力並びに規制上の構造を有する場合に限り、国境を越えての輸送に同意するものとする。

(iv) 放射性物質の送出国である締約国は国境を越えての輸送に先立ち、(iii)の要件が満たされていることを到着国の同意に基づき確信できる場合に限り、国境を越えての輸送を許可する。

(v) 送出国である締約国は、国境を越えての輸送がこの条に適合しないか又は適合することができない場合に、代替の安全な措置がない限り、自国の領域への再入国の許可を確保するための適切な措置を採る。

2. 締約国は、使用済燃料又は放射性廃棄物を、貯蔵又は再処理のために南緯 60 度以南の目的地に輸送することを許可してはならない。

3. この条約のいかなる規定も、次の事項を害したり又は影響を与えたりするものではない：

(i) 全ての国の船舶及び航空機による、国際法に定める海上、河川及び航空の航行の権利及び自由の行使

(ii) 放射性廃棄物が再処理のため輸出される締約国が再処理後の放射性廃棄物及びその他の生成物を原産国に返還し、又は返還することを定める権利

(iii) 再処理のために使用済燃料を輸出する締約国の権利

(iv) 再処理のために使用済燃料を輸出する締約国が、再処理作業の結果生じた放射性廃棄物及びその他の製品を原産国に返還し、又は返還することを定める権利

中国の国家報告書による国際輸送に関する解釈は「使用済燃料の管理の安全及び放射性廃棄物の管理の安全に関する合同条約の締約国のうち、到着国である国は、他の締約国の国内事業体からの国境を

越えた輸送に同意する前に、国境を越えた輸送の送出国に対し、当該国境を越える貨物が当該送出国により承認されていることを確認するものとする。」

中華人民共和国の「放射能汚染防止及び管理に関する法律」第 47 条は、放射性廃棄物及び放射能汚染物品を中華人民共和国の領土に輸入すること、又は中華人民共和国の領土を経由して移送することは禁止されていると明確に規定している。ただし、中華人民共和国から輸出された製品から発生した放射性廃棄物及び放射能汚染物であって、関連規定に従って処理又は処分するために国内に戻さなければならないものについては、法律に従って承認された後、中華人民共和国の領域に戻すことができる。

「放射性同位元素及び放射線装置の安全及び保護に関する規則」第 16 条は、国務院傘下の対外貿易主管部門は、国務院傘下の環境保護主管部門、税関総署、国務院傘下の品質監督検査検疫部門及び放射性同位元素を生産する業者を担当する業界の主管部門と協力して、輸出入が制限される放射性同位元素の目録及び輸出入が禁止される放射性同位元素の目録を作成し、公布しなければならないと規定している。輸出入制限目録に記載された放射性同位元素の輸入は、国務院管轄の環境保護行政部門が審査・承認し、国務院管轄の対外貿易部門が国の対外貿易の関連規定に基づいて輸入許可証を発行する。輸出入制限目録及び輸出入禁止目録に記載されている以外の放射性同位元素の輸入は、国家対外貿易規則の関連規定に従って処理しなければならない。

放射性物質安全輸送規則（GB 11806-2019）は、国際輸送に関わる場合、輸送される放射性物質が經由する国又は到着する国が定めた危険物輸送に関する関連規則に準拠すること、特定の荷物の国際輸送は多国間承認が必要であること、輸送の全体的な安全レベルは、適用される全ての要件が満たされていた場合の安全レベルと少なくとも同等でなければならないことを定めている。

国境を越えた輸送活動の場合、中国は、関連する措置の実施が条約の規定及び遵守されるべき国際法に合致することを確保するために適切な措置を採る。中国は、送出国として、到着国に対し、越境輸送が中国によって承認されていることを確認するよう求め、荷送人に対し、到着国の許可を得ていることを事前に申告するよう求める。中国は、越境移動を伴う国内輸送活動を、法律に従って承認し、規制する。中国は、到着国として、使用済燃料又は放射性廃棄物を条約に合致した方法で管理するために必要な規制制度及び管理・技術能力を有していることを確認し、法律に従って関連する国内輸送活動を承認及び許可し、当該活動のプロセスが条約の規定に合致していることを保証する。

有害廃棄物の越境移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約の締約国として、中国は、越境移動に関与するか否かにかかわらず、南緯 60 度以南の廃棄物処分のための有害廃棄物又はその他の廃棄物の輸出を許可していない。

2013 年 12 月 31 日まで、放射性廃棄物の代表的な越境輸送には、臨高原子力発電所のメインポンプの油圧部品の点検廃棄物の中国への返送と、使用済放射性線源 170 本のカナダへの返送が含まれる。メインポンプの油圧部品の点検・修理廃棄物を輸送する際、上記の点検・修理廃棄物は放射性廃棄物梱包用の特殊金属ドラムに梱包され、特殊コンテナに積載され、点検・修理された油圧部品とともに中国へ空輸された。

2014 年 1 月 1 日～2016 年 12 月 31 日、国境を越えた放射性廃棄物の典型的な出荷は、2,766 個の使用済密封放射線源を元の輸出国に戻すことであった。

2017 年 8 月と 2018 年 12 月、中国は、ガーナとナイジェリアにある 2 基のミニ中性子源炉から使用済高濃縮ウラン燃料を、保管のために中国に順次輸送した。

4. 2. 2 韓国^[47]

韓国の放射性物質の輸送に関する規制は、NSA（原子力安全法）、同施行令、同施行規則、NSSC（原子力安全委員会）の放射線安全管理技術基準等に関する規則、NSSC の放射性物質の梱包及び輸送に関する通知規則等に記載されている。

放射性物質の輸送に関する規制は、IAEA の放射性物質安全輸送規則に基づいている。

1999 年から 2001 年にかけて、1996 年 IAEA 放射性物質安全輸送規則（ST-1）の NSA への組み込みが行われ、これに基づく規則が放射性物質輸送の安全管理に適用されている。

放射性物質の輸送に関する規制は、NSA、同施行令、同施行規則、放射線安全管理技術基準等に反映されている。特に、NSA の第 71 条（輸送の報告）～第 77 条（検査）、同施行令の第 108 条（輸送の報告）～第 114 条（輸送容器の検査免除）、同施行規則の第 98 条（輸送の報告）～第 110 条（検査免除の申請）、NSSC の放射線安全管理技術基準規則等の第 89 条（適用範囲）～第 128 条（郵便による輸送の基準）では、放射性物質の輸送の届出、放射性物質の輸送及び梱包の基準、輸送従事者の放射線被ばく管理、輸送中の事故への対応、輸送時の検査、輸送用樽（容器）の設計認可及び検査等を規定する。放射性物質の安全な輸送に関する詳細な技術基準は、それぞれ「放射性物質等の梱包及び輸送に関する規則」及び「放射性物質の包装の製造及び定期検査に関する規則」にそれぞれ定められている。

加えて、韓国は 1986 年に南極条約、1996 年に南極条約の環境保護に関する議定書に加入し、南極活動及び南極環境の保護に関する法律及び同施行令に基づき、条約及び議定書に定められた義務（放射性廃棄物及び放射性物質関連物品など）を遵守している。

（1）安全要求事項

1）一般的な安全要件

NSSC の放射線安全管理技術基準等に規定されている放射性物質の輸送に関する一般的な安全要件には、被ばく管理、緊急時対応、QA、輸送安全基準の遵守、輸送従事者の教育訓練等が規定されている。

2）輸送容器の安全要件

放射性物質等の梱包及び輸送に関する NSSC 通達では、L 型郵送物、IP 型郵送物、A 型郵送物、タ B 型郵送物及び核分裂性物質を含む梱包に対応する各郵送物の安全要件が規定されており、平常時及び事故時の一般的な性能要件と安全試験要件に分かれている。

輸送容器の一般要件及び試験要件は、IAEA 規則（SSR-6）に規定されている要件とおおむね同じである。

3）輸送に関する安全要件

NSSC の放射性物質等の梱包及び輸送に関する告示に規定されている輸送上の安全要件には、以下のものが含まれる。例えば、L 型郵送物、IP 型郵送物、A 型郵送物、B 型郵送物、核分裂性物質を含む郵

送物、他の危険物との混合郵送物の制限、輸送指数（TI）及び臨界安全指数（CSI）、郵送物の分類、郵送物の表示及びラベル付け、郵送物及び核分裂性物質の隔離、表面線量率及び表面汚染の管理、荷送人及び運送業者の責任、車両、航空機、船舶等の輸送手段別の安全要件等である。

一般に、これらの輸送に関する安全要件は、IAEA 輸送規則（SSR-6）に規定されている要件と同等である。

◆輸送に関する安全要件には以下が含まれる：

- ・郵送物の種類別の要求事項（例：除郵送物、IP 型郵送物、A 型郵送物、B 型郵送物、核分裂性物質を含む郵送物など）
- ・放射性物質の放射能限度
- ・その他内容物の危険有害性の制限
- ・輸送指数（TI）、臨界安全指数（CSI）
- ・郵送物の分類
- ・マーク、ラベリング、プラカード
- ・郵送物と核分裂性物質の隔離
- ・表面線量率及び表面汚染の管理
- ・荷送人及び運送業者の責任
- ・車両、航空機、船舶等の輸送手段別の要求事項

（２）承認と行政措置

１）設計承認

NSAに規定されている承認事項には、特殊放射性物質の設計承認、郵送物の設計承認及び放射性物質の安全輸送に関する IAEA 規則に規定されている特別な取決めが含まれる。NSSC は、安全審査を経て、郵送物の設計承認証を発行する。設計認可を受けた郵送物は、その完全性を確認するために製造検査を受けなければならない。加えて、製造日から 5 年ごとに使用検査を行い、継続使用の安全性を確認する。

２）輸送に関する報告書

次の放射性物質等を輸送しようとする原子力事業者は、輸送開始予定日の 5 営業日前までに、放射性物質を含む輸送の内容、郵送物形態、輸送手順書、緊急時対応計画書等を添付した輸送報告書を委員会に提出しなければならない。NSSC は、報告された内容を確認し、輸送前に不備の改善や安全上有害な要因の是正を指示する。報告された放射性物質等については、輸送規制の遵守状況を確認するため、規制当局による検査が行われる。

B 型郵送物、C 型郵送物、核分裂性物質郵送物、特別な配置を必要とする郵送物、容積 1.6m³ 以上の LILW（低・中レベル放射性廃棄物）。

一方、以下の放射性物質等を積載した船舶又は航空機を大韓民国の港湾若しくは空港に入港させようとする者、又は大韓民国の領海若しくは上空を航行若しくは飛行させようとする者は、その 7 日前までに NSSC に報告しなければならない。NSSC は報告された内容を確認し、欠陥の改善や安全性を損なう要因がある場合は、輸送前に是正するよう命令を出さなければならない。

B(M)型郵送物、B(U)型郵送物、多量の放射性物質を含む C 型郵送物など。

3) 国境を越えての輸送の事例

1998 年 6 月、KRR-1 と 2 の廃止措置が開始されると同時に、研究炉に保管されていた 299 本の使用済燃料棒は全て米国に送り返された。

<参考資料_法規制抜粋>

「原子力施設等の防護及び防災対策法」、「原子力施設等の防護及び放射能防災対策法施行令」、「原子力施設等の防護及び放射能防災対策法施行規則」で関連規制が定められている。

◆原子力施設等の防護及び防災対策法

第 13 条（核物質の国際輸送防護）①「核物質及び原子力施設の物理的防護に関する条約」の要件により、国際輸送中の核物質が防護されるという保障を関連国から受け取らない者は、核物質を輸出又は輸入できない。

②核物質を国際輸送しようとする原子力事業者又は核物質の国際輸送を委託された者は、大統領令の定めにより、核物質の国際輸送に対する物理的防護のための計画（以下「国際輸送防護計画」という。）について原子力安全委員会の承認を受けなければならない。これを変更しようとする場合も同様である。ただし、総理令で定める軽微な事項を変更しようとする場合には、原子力安全委員会に申告しなければならない。

③国際輸送防護計画の作成に関する詳細基準は、総理令で定める。

第 13 条の 2（国際運送防護の検査等）①第 13 条第 2 項本文により国際輸送防護計画の承認を受けた者（以下「国際運送者」という）は、核物質の国際運送防護について大統領令で定めるところにより原子力安全委員会の検査を受けなければならない。

②原子力安全委員会は、前項の規定による検査結果が次の各号のいずれかに該当するときは、検査を受けた国際運送者にその是正を命ずることができる。

1. 第 8 条第 2 項による防護要件に違反した事実があるとき
2. 国際輸送防護計画による措置が不十分なとき
3. 国際輸送防護計画の補完が必要なとき

◆原子力施設等の防護及び放射能防災対策法施行令（略称：放射能防災法施行令）

第 3 条（核物質）法第 2 条第 1 項第 1 号において「大統領令が定めるもの」とは、次の各号の物質をいう。

1. ウラン 233 及びその化合物

2. ウラン 235 及びその化合物
3. トリウムとその化合物
4. プルトニウム（プルトニウム 238 の濃縮度が 80%を超えたことを除くプルトニウムをいう）及びその化合物
5. 第 1 号～第 4 号の物質が 1 以上含有された物質
6. ウラン及びその化合物又はトリウム及びその化合物を含有する物質として第 1 号～第 5 号の物質以外の物質

運搬検査：次の各種の核物質の防護に関する検査

1. 事業所から他の事業所へ運搬したい核物質
2. 輸出目的で事業所から国内港又は空港まで運搬しようとする核物質
3. 輸入目的で国内港又は空港から事業所に運搬する核物質

第 18 条の 2（国際輸送防護計画の承認申請等） ①法第 13 条第 2 項本文による国際輸送防護計画（以下「国際輸送防護計画」という）に対して承認を受けようとする者は、次の各号の区分に期限までに総理令で定めるところにより、国際輸送防護計画承認申請書に關係書類を添付して原子力安全委員会に提出しなければならない。

1. 輸出目的で核物質を国際輸送する場合：国内港又は空港から出発する 90 日前
2. 輸入目的で核物質を国際輸送する場合：輸出国の港又は空港から出発する 30 日前
3. 核物質を積んだ船舶や航空機が国内港又は空港から經由・積み替えるために入港しようとする場合：船積みした国の港又は空港から出発する 30 日前

②法第 13 条第 2 項本文により承認された国際輸送防護計画の変更承認を受けようとする者は、総理令で定めるところにより、国際輸送防護計画変更承認申請書に關係書類を添付して原子力安全委員会に提出しなければならない。

第 18 条の 3（国際運送防護の検査） ①法第 13 条の 2 第 1 項による国際運送者が核物質の国際運送防護について検査を受けようとする場合には、次の各号の区分による期限まで総理令で定めるところに従って、国際輸送防護検査申請書に關係書類を添付して原子力安全委員会に提出しなければならない。

1. 輸出目的で核物質を国際輸送する場合：国内港又は空港から出発する 14 日前
2. 輸入目的で核物質を国際輸送する場合：大韓民国の領域に入る 14 日前
3. 核物質を積んだ船舶や航空機が国内港又は空港で經由・積み替えるために入港しようとする場合：大韓民国の領域に進入する 14 日前

②第 1 項による検査の方法等に関する詳細は、原子力安全委員会が定めて告示する。

◆原子力施設等の防護及び放射能防災対策法施行規則（略称：放射能防災法施行規則）

第 8 条の 2（国際輸送防護計画の承認申請等） ①令第 18 条の 2 第 1 項による国際輸送防護計画承認申請書は、別紙第 7 号の 2 書式と同じである。

②第 1 項による承認申請書には、次の各号の書類をそれぞれ 2 部ずつ添付しなければならない。

1. 法第 13 条第 2 項本文による国際輸送防護計画
2. 運送日程と送荷人（運送人）・運送人・手荷人（受荷人）の任務及び責任が明示された契約書

③原子力安全委員会は、法第 13 条第 2 項本文により国際輸送防護計画を承認した場合には、別紙第

7 号の 3 書式の国際輸送防護計画承認書を申請人に発給しなければならない。

第 8 条の 3（国際輸送防護計画の変更承認申請） ①令第 18 条の 2 第 2 項による国際輸送防護計画変更承認申請書は、別紙第 7 号の 4 書式と同じである。＜改正 2021. 12. 31.＞

②第 1 項による変更承認申請書には、次の各号の書類を添付しなければならない。

1. 国際輸送防護計画中に変更される前と変更された後の比較表 2 部
2. 国際輸送防護計画承認書

第 8 条の 4（国際輸送防護計画の軽微な事項変更届） ①法第 13 条第 2 項ただし書において「総理令で定める軽微な事項」とは、次の各号の事項をいう。

1. 国際輸送防護計画の承認を受けた者の氏名又は住所（法人の場合には、その名称及び住所及び代表者の氏名）

2. 送荷人・運送人・手荷人の氏名又は住所（法人の場合には、その名称及び住所及び代表者の氏名）

②法第 13 条第 2 項ただし書により変更申告をしようとする者は、当該申告事由が発生した日から 30 日以内に別紙第 7 号の 5 書式の国際輸送防護計画の軽微な事項変更申告書に次の各号の書類を添付して原子力安全委員会に提出しなければならない。

1. 国際輸送防護計画中に変更される前と変更された後の比較表 2 部
2. 国際輸送防護計画承認書

第 8 条の 5（国際輸送防護計画に対する作成指針等細部基準）法第 13 条第 3 項による国際輸送防護計画に対する作成指針等細部基準は別表 1 の 3 のとおりである。

第 8 条の 6（国際運送防護検査の申請等） ①令第 18 条の 3 第 1 項による国際運送防護検査申請書は、別紙第 7 号の 6 書式による。

②第 1 項による国際運送防護検査申請書には、次の各号の書類をそれぞれ 2 部ずつ添付しなければならない。

1. 国際運送防護組織及び責任者に関する書類
2. 国際輸送しようとする核物質の種類、数量、等級、同位元素構成に関する書類
3. 国際輸送しようとする核物質の包装容器、積載方法及び輸送手段に関する書類
4. 国際輸送経路及び予想到着日時に関する書類
5. 国際輸送中の連絡体制に関する書類
6. 国際輸送中に予想される事故及び緊急対応体系に関する書類

③法第 13 条の 2 第 1 項及び令第 18 条の 3 第 1 項により国際運送防護検査を申請した者がその申請した事項を変更しようとする場合には、別紙第 7 号の 7 書式の国際運送防護検査変更申請書に変更事由を証明できる書類を添付し、遅滞なく原子力安全委員会に提出しなければならない。

4. 2. 3 台湾^[48]

台湾の放射性物質の輸送に関する規制は、「放射性物質安全運送規則」によって規定されている。

国際輸送には多国間承認が必要となる。

多国間承認とは、放射性物質の国際輸送において、当初の設計国、輸出国、輸入国、及び輸送中の経由国の管轄当局の承認を受ける必要があることを意味する。ただし、着陸及び停止せずに空域を飛行する航空機で放射性物質を輸送する場合は適用されない。

放射性物質の輸送がこの規則の規定に完全に準拠していない場合は、管轄当局の承認を得た特別な措置により輸送することができる。

放射性物質の梱包又は輸送が、この規則の規定に基づいて管轄機関の承認又は許可が必要な場合、荷受人は、放射性物質の輸送書類及び物質安全資料とともに、承認又は許可書類のコピーを運送業者に提出しなければならない。

放射性物質が 2 社以上の運送業者を通じて輸送される場合、前の項目のコピーを次の運送業者に提出しなければならない。

放射性物質の国際輸送に多国間の承認が必要な場合は、各国の管轄当局の承認のコピーを運送業者に提出する必要がある。

同一運搬体に積み込む放射性物質の包装物、パッケージ、コンテナ及びタンクの数、以下の規定に従うものとする：

1. 輸送指数の合計は別表 10 に定める規制値を超えてはならない。ただし、第一種低比放射能物質の輸送についてはこの限りではない。
2. 単一の容器又は単一の輸送手段の核臨界安全指数の合計は、別表 11 に規定される限度を超えてはならない。
3. 通常の輸送条件下では、輸送手段の外面上のいかなる箇所の放射線強度も毎時 2 ミリシーベルトを超えてはならず、外面から 2 メートルの距離における放射線強度は、毎時 0.1 ミリシーベルトを超えてはならない。

ただし、専用輸送は、上記輸送指数の合計の対象外となる。

設計特性又はチャーター上の理由により、放射性物質を輸送するように設計された特殊目的船で輸送される貨物は、以下の要件を満たす場合、上記の規制が免除されるものとする：

(1) 船舶が登録されている国の管轄機関によって承認された船舶放射線防護計画があること。国際輸送の場合、寄港地の管轄当局の承認が必要であること。

航海中の寄港地での貨物の積込みを含め、航海全体の積込み準備が事前に決定されていること。

貨物の積込み、取扱い、貨物の配置及び荷降ろしは、放射線防護担当者の監督下で行わなければならない。

付録 3 の第 6 条の規定（輸送中に荷物に付加されるいかなる付属品も荷物の安全性を低下させないこと）を満たし、かつ、別表 3 の放射能限度値の 10 分の 1 未満の放射性物質を含む微量包装物は、速達便で国内又は国際配送することができ、以下の要件を満たさなければならない：

1. 管轄当局により承認された荷送人により直接配達されること。
2. 最速の経路にて配達されること。

3. 荷物の外面に「放射性物質快速許可之数量 RADIOACTIVEMATERIAL-QUANTITIESPERMITTEDFORMOVEMENTBYPOST」と英語と中国語で鮮明かつ耐久性を持たせて表示すること。空包を返送する場合は、上記の文字を消して返送すること。
4. 荷送人の住所・氏名を外装に明記し、不着の場合は返送すること。
5. 中包みにも荷送人の住所、氏名、荷受内容を記載すること。

別表 3 微量包装物の放射線量限度値微量包件之活度制限

包装物の物理状態	器械又は製品		物 質
	物品の限界値（注 1）	包装物限界値（注 1）	包装物限界値
固体：			
特殊型式	10^{-2} A1	A1	10^{-3} A1
特殊型式以外	10^{-2} A2	A2	10^{-3} A2
液体：	10^{-3} A2	10^{-1} A2	10^{-4} A2
気体：			
トリチウム	2×10^{-2} A2	2×10^{-1} A2	2×10^{-2} A2
特殊型式	10^{-3} A1	10^{-2} A1	10^{-3} A1
特殊型式以外	10^{-3} A2	10^{-2} A2	10^{-3} A2

注 1：A1、A2 値は別表 7 を参照、混合核種の場合、その A1 及び A2 値は付録 8 の規定に準ずる。

別表 10 非専用コンテナ及び輸送手段の輸送指数の制限

コンテナと輸送手段の種類	同一のコンテナ又は輸送手段における輸送指数の合計の限度値
コンテナ-小型	5 0
コンテナ-大型	5 0
車両	5 0
航空機	
1. 乗客用	5 0
2. 貨物用	2 0 0
内陸水路船舶	5 0
航海船舶(注 1)	
1. 貨物倉、隔離倉又は指定デッキエリア：	
包装物、外装・小型コンテナ	5 0
大型コンテナ	2 0 0
2. 全船：	
包装物、外装・小型コンテナ	2 0 0
大型コンテナ	無制限

注 1：車両に積載された包装物又は外装貨物を船舶で輸送する必要がある場合において、当該包装物等を車両から搬出し、当該包装物等を車両とともに船舶で輸送することができる。

別表 11 核分裂性物質を含むコンテナ及び運搬手段の臨界安全指数（NCSI）限界値

コンテナと輸送手段の種類	在同一貨櫃或同一運送工具中核臨界安全指數總和之限值	
	非 専 用	専 用
コンテナ-小型	5 0	不適用
コンテナ-大型	5 0	1 0 0
車両	5 0	1 0 0
航空機		
1. 乗客用	5 0	不適用
2. 貨物用	5 0	1 0 0
内陸水路船舶	5 0	1 0 0
航海船舶(注 1)		
1. 貨物倉、隔離倉又は指定デッキエリア：		
包装物、外装・小型コンテナ	5 0	1 0 0
大型コンテナ	5 0	1 0 0
2. 全船：		
包装物、外装・小型コンテナ	2 0 0 (注 2)	2 0 0 (注 3)
大型コンテナ	無制限(注 2)	無制限(注 3)

注 1：車両に積載された包装物又は外装貨物を船舶で輸送する必要がある場合において、当該包装物等を車両から搬出しないときは、当該包装物等を車両とともに船舶で輸送することができる。ただし、各区域の駐車入り口に「専用」の文字を添えるものとする。

注 2：荷物の一組の核臨界安全指数の合計は、積載時に 50 を超えてはならず、荷物の一組は、積載時及び積卸時に、他の全ての組から少なくとも 6 メートル離れていなければならない。

注 3：荷物の一組の核臨界安全指数の合計は、積載時に 100 を超えてはならず、荷物の一組は、積載時及び積卸時に、他の全ての組から少なくとも 6 メートル離れていなければならない。各組の間のスペースには、他の荷物を置くことができる。

付録 8 混合放射性核種 A1 及び A2 値の計算

1. 放射性物質が混合種であり、各種の放射能が既知である場合、放射能値は以下の式に従って計算されるものとする：

$$\sum_i \frac{B(i)}{A_1(i)} + \sum_j \frac{C(j)}{A_2(j)} \leq 1$$

ここで、B(i)は特殊放射性物質の存在下での放射性種 i の放射能

A1(i)は放射性種 i の A1 値

C(j)は特殊放射性物質以外の放射性物質の存在下での放射性種 j の放射能
A2(j)は放射性種 j の A2 値

2. 混合放射性核種の放射能値は、以下の式に従って計算される：

$$X_m = \frac{1}{\sum_i \frac{f(i)}{X(i)}}$$

ここで、f(i)は混合核種中の核種 i の放射能又は放射能濃度の成分

X(i)はその種の適切な A1 若しくは A2 値、又はその種の免除放射能濃度若しくは輸送放射能限界値の適切な免除値

X_m は混合核種の A1 若しくは A2 値、又は式に従って導出された混合核種の免除放射能濃度若しくは輸送放射能限界値

3. 混合放射性核種の一部の放射能が未知であるが、核種が既知である場合、核種をグループ化し、各グループの最低放射能値を前 2 項に列挙した計算式により算出することができる。グループ分けは、既知の総α放射能及び総β/γ放射能に基づいて、各α放出核種及び各β/γ放出核種の最低放射能値をそれぞれ計算することができる。

4. 2. 4 オーストラリア^[49]

オーストラリアは「使用済燃料管理の安全及び放射性廃棄物管理の安全に関する合同条約」（以下、「合同条約」という）の加盟国で、合同条約の第 27 条において、国際輸送に関して規定されている。

国境を越えての輸送に関する要件

◆輸入に関する規定

放射性物質の輸入に関する制限が、1956 年の税関（輸入禁止品）規則の 4R(2)に記されている。

4R 放射性物質の輸入

(2) 放射性物質をオーストラリアに輸入するには、次の条件を満たさない限り禁止されている。

- (a) 物質の輸入に対する書面による許可が、保健大臣又は認可された政府職員から与えられていること。
- (b) 許可書が税関に提示されること。

この規則では、「放射性物質」を放射性の素材又は物質、ラジウムを含む任意の放射性同位体、又は任意の放射性素材又は物質を含む物品と定義している。

通常、オーストラリア放射線防護・原子力安全庁（ARPANSA）の役人が保健大臣によって指名され、許可を与えることがある。輸入管理を確立する税関規則は、認可された役人によって与えられた申請を変更又は取り消す権限を保健大臣に与えている。認可された役人が許可を与えるべきでないとの意見を提出した場合、申請は最終決定のために保健大臣に提出されなければならない。その結果、許可を与えるか、拒否するかかの決定が下される可能性がある。意思決定の権限には重複又は対立はない。

国家放射性廃棄物管理法 2012（The National Radioactive Waste Management Act 2012）は、提案された国家放射性廃棄物管理施設（National Radioactive Waste Management Facility、NRWMF）での国内発生放射性廃棄物の管理しか許可していない。これには、オーストラリアの研究用原子炉 HIFAR（高磁束オーストラリアン原子炉）及び OPAL（オープンプールオーストラリアン軽水炉）の運転からの使用済燃料の海外再処理からの廃棄物が含まれる。

◆輸出に関する要件

オーストラリアは特定の種類の放射性物質及び特定の宛先への輸出に対する権限を有している。特に、次の状況では関連する連邦政府の大臣からの許可が必要である。

- パシフィック諸島国（Pacific Island states）への放射性廃棄物の輸出
- 国際原子力機関（IAEA）の『放射線源の安全及び保安に関する行動規範』（2004 年）で定義された高放射線源の輸出
- 核原料及び核分裂性材料の輸出

オーストラリアの税関（輸出禁止品）規則 1958 は、大部分のウラン及びトリウム、大部分の特殊分裂性物質及びその他の分裂性物質（規則 9 のスケジュール 7 に記載されているもの）の輸出を、2012 年の国立放射性廃棄物管理法を執行する大臣の事前の書面による許可なしに輸出することを禁止

している。

パシフィック諸島国（Pacific Island states）への放射性廃棄物の輸出は、税関（輸出禁止品）規則 1958 の 13G によって禁止されている。これには、国立放射性廃棄物管理法を執行する大臣が与える放射性廃棄物の輸出の許可が含まれ、オーストラリアの国際的な義務を考慮している。この規則では、「放射性廃棄物」を原子核の自発変換によってイオン化放射線を発する物質で構成される廃棄物と定義している。ただし、放射能濃度が 1Bq/g 以下の物質や放射能が 1000Bq 以下の物質は含まない。

◆製造業者への返却

連邦政府及び州・テリトリー（準州）の管轄区域は、製造者に返却するための使用済密封線源の国境を越えた移動を許可している。これらの移動は、全ての関連する法律及び規制要件に従わなければならない、RPS 11「放射性線源の安全確保のための実施規範」（ARPANSA 2019g）、及び IAEA の輸送要件「放射性物質の安全輸送のための規則 2018 年版」（IAEA SSR-6 (Rev.1), 2018）に従った「放射性物質の安全輸送のための国家規範」（RPS C-2, Rev.1）（ARPANSA, 2019a）によってカバーされる。

5. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

5. 1 トリチウム等 ALPS 処理水の取扱いに関する基礎的情報の提供

ここでは、ALPS 処理水の取扱いに関して、トリチウムを中心とする放射性物質の取扱いに関する国内外の科学的・社会的な基礎的情報、国内外のトリチウムを始めとした健康影響に関する国内外の最新の論文情報等について、調査を実施した。

5. 1. 1 文献調査

論文等に関しては、Google Scholar 及び JdreamⅢを利用して、以下に示す検索条件で、検索を実施した。

- ・ 国内検索条件キーワード：「トリチウム」&「健康影響」、「トリチウム」&「被ばく」
期間：2023 年以降
- ・ 国外検索条件キーワード：「tritium」&「health effect」、「tritium」&「exposure」、「fukushima」
期間：2023 年以降

2024 年 3 月 28 日時点の検索結果を表 5.1-1（件数）に示す。

表 5.1-1 トリチウム等 ALPS 処理水の取扱いに関する基礎的情報に関する論文等の検索件数

検索エンジン キーワード	Google Scholar (2024年3月28日時点)	JdreamⅢ (2024年3月28日時点)
「トリチウム」&「健康被害」	13	6
「トリチウム」&「被ばく」	25	13
「tritium」&「health effect」	367	5
「tritium」&「exposure」	1,800	29
「fukushima」	21,000	2,090

トリチウムの生体影響については、低濃度のトリチウムによる生体影響について、従来の知見を覆すような情報はなかった。

5. 2 多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援

ここでは、国内外の ALPS 処理水等に関連するデータの収集・分析作業を実施する。収集・分析対象は以下のとおりである。

- ・主要国及び日本の原発立地地域におけるトリチウムの大気・海洋・河川・降雨の濃度
- ・主要国のトリチウム（大気・海洋）の排出量
- ・トリチウムを始めとした放射性物質による健康影響に関する最新の情報

5. 2. 1 主要国及び日本の原発立地地域におけるトリチウムの大気・海洋・河川・降雨の濃度

（１）英国におけるトリチウム濃度

英国環境庁らによるレポート^[16]より、英国の原発立地地域における各モニタリング資料のトリチウム濃度を表 5.2-1 にまとめる。

表 5.2-1 2022 年英国における海域・淡水域・周辺環境のトリチウム濃度（最大値）

	海水濃度 (Bq/L)		淡水濃度 (Bq/L)		その他 (Bq/kg)	
Hartlepool	<4.6	North Gare	<3.8	Boreholes, Dalton Piercy	<16	Grass (0.6km NE of site)
Heysham	11	Shore adjacent to Northan Outfall	<3.7	Damas Gill reservoir	<19	Grass (Half Moon Bay, recreation ground)
Hinkley Point	<3.7	Pipeline	<3.8	Durleigh Reservoir	<23	Grass (Wall Common)
Hunterston	<0.10	Pipeline	<1.1	Loch Ascog	<5.0	Grass
Sizewell	<3.7	Sizewell beach	<3.9	The Meare	<20	Grass (Sizewell belts)
Torness	—		1.4	Hopes Reservoir	<5.0	Grass
Berkeley and Oldbury	<3.7	2km south west of Berkeley	<3.8	Gloucester and Sharpness Canal	<3.5	Wheat*
Bradwell	<3.8	Bradwell Pipeline	<3.8	Coastal ditch, drain pit overflow	<2.3	Lucerne
Chapelcross	<1.4	Pipeline	21	Gullielands Burn	<5.0	Grass
Dungeness	<3.9	Dungeness South	<3.8	Long Pits	<20	Grass(Lydd)
Trawsfynydd	—		<3.5	Afon Tafarn'helyg	<3.4	Grass
Wylfa	<3.4	Cemaes Bay	—	—	<17	Grass(Wylfa Head Nature reserve)
Sellafield	—	—	—	—	<11	Grass(Braystones)
Irish Sea	—	—	—	—	<25	North Anglesey

* 2021 年版は「Grass」とあるが、2022 年版には「Grass」はなく、代わりに「Wheat」を採用した。

(2) 韓国におけるトリチウム濃度

2022 年度原子力発電所周辺の環境放射能調査及び評価報告書^[17]より、韓国の原子力発電所周辺におけるトリチウムの大気・海洋・河川・降雨の濃度を表 5.2-2 にまとめる。

表 5.2-2 2022 年韓国の原子力発電所周辺におけるトリチウムの大気・海洋・河川・降雨の濃度の平均値（カッコ内は範囲）

	大気 (Bq/m ³)	海洋 (Bq/L)	河川 (Bq/L)	降雨 (Bq/L)
古里 2-4 新古里 1-2	0.0318 (<0.00345~0.0698)	4.08 (<1.34~49.6)	<1.39	6.39 (<1.36~22.1)
セウル1-2(新古里 3-4)	0.0528(<0.0116~0.129)	<1.11	<1.18	3.51 (1.14~15.2)
月城 2-4、新月城 1-2	0.878 (0.00379~5.03)	3.34 (<1.06~7.29)	3.61 (<1.72~5.99)	65.6 (<1.72~1,267)
ハンピット (霊光) 1-6	0.280 (<0.0221~0.889)	3.78 (<0.947~24.1)	2.42 (<0.930~4.18)	10.4 (<0.900~54.5)
ハヌル (ハンウル) 1-6, 新ハヌル 1	0.121 (<0.00409~0.395)	2.88 (<1.43~4.81)	<1.43	8.69 (1.42~68.0)

(3) 我が国における各試料のトリチウム濃度

公益財団法人日本分析センターの環境放射線データベース^[18]より、2022 年 5 月～2023 年 8 月までの各試料のトリチウム分析結果を表 5.2-3～表 5.2-4 にまとめる。

表 5.2-3 大気浮遊じん・大気の実験結果

都道府県名	試料採取地点名	試料名	試料採取開始日	核種名	放射能濃度	放射能濃度単位
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/5/31	H-3	4.9	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/5/31	H-3	3.9	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/5/31	H-3	740	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/5/31	H-3	560	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/6/7	H-3	5.9	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/6/7	H-3	4.4	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/6/7	H-3	530	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/6/7	H-3	1100	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/6/14	H-3	4.4	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/6/14	H-3	3.1	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/6/14	H-3	540	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/6/14	H-3	410	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/6/21	H-3	3.5	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/6/21	H-3	11	mBq/m ³ -空気

都道府県名	試料採取地点名	試料名	試料採取開始日	核種名	放射能濃度	放射能濃度単位
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/6/21	H-3	1600	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/6/21	H-3	170	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/6/28	H-3	検出されず	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/6/28	H-3	4.7	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/6/28	H-3	760	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/6/28	H-3	検出されず	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/7/5	H-3	1.5	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/7/5	H-3	5.8	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/7/5	H-3	940	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/7/5	H-3	170	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/7/12	H-3	3.9	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/7/12	H-3	4.8	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/7/12	H-3	800	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/7/12	H-3	350	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/7/19	H-3	3.2	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/7/19	H-3	4.7	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/7/19	H-3	690	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/7/19	H-3	570	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/8/2	H-3	3.6	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/8/2	H-3	5.8	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/8/2	H-3	890	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/8/2	H-3	310	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/8/9	H-3	4.3	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/8/9	H-3	3.8	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/8/9	H-3	590	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/8/9	H-3	310	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/8/23	H-3	3.5	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/8/23	H-3	4.8	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/8/23	H-3	830	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/8/23	H-3	360	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/8/30	H-3	4.1	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/8/30	H-3	2.4	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/8/30	H-3	390	mBq/L-水分

都道府県名	試料採取地点名	試料名	試料採取開始日	核種名	放射能濃度	放射能濃度単位
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/8/30	H-3	500	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/9/6	H-3	4.9	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/9/6	H-3	3.3	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/9/6	H-3	440	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/9/6	H-3	350	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/9/13	H-3	1.6	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/9/13	H-3	2.1	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/9/13	H-3	330	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/9/13	H-3	210	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/9/20	H-3	2.1	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/9/20	H-3	3.5	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/9/20	H-3	540	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/9/20	H-3	280	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/9/27	H-3	4.3	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/9/27	H-3	6	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/9/27	H-3	920	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/9/27	H-3	540	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/10/4	H-3	3.1	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/10/4	H-3	4.9	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/10/4	H-3	890	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/10/4	H-3	480	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/10/11	H-3	2.5	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/10/11	H-3	4.1	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/10/11	H-3	730	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/10/11	H-3	330	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/10/18	H-3	3.4	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/10/18	H-3	3.2	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/10/18	H-3	520	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/10/18	H-3	460	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/10/25	H-3	1.5	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/10/25	H-3	2.8	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/10/25	H-3	600	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/10/25	H-3	390	mBq/L-水分

都道府県名	試料採取地点名	試料名	試料採取開始日	核種名	放射能濃度	放射能濃度単位
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/11/8	H-3	2.6	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/11/8	H-3	300	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/11/15	H-3	1.7	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/11/15	H-3	3.4	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/11/15	H-3	620	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/11/15	H-3	370	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/11/22	H-3	1.7	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/11/22	H-3	2.8	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/11/22	H-3	550	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/11/22	H-3	420	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/11/29	H-3	検出されず	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/11/29	H-3	1.9	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/11/29	H-3	360	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/11/29	H-3	検出されず	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/12/6	H-3	4.5	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/12/6	H-3	1.1	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/12/6	H-3	830	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/12/6	H-3	430	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/12/13	H-3	4.9	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/12/13	H-3	0.87	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/12/13	H-3	430	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/12/13	H-3	930	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/12/20	H-3	5.1	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/12/20	H-3	検出されず	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/12/20	H-3	検出されず	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/12/20	H-3	970	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/12/27	H-3	検出されず	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/12/27	H-3	4.4	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/12/27	H-3	1100	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2022/12/27	H-3	検出されず	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/1/10	H-3	0.97	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/1/10	H-3	4.1	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/1/10	H-3	780	mBq/L-水分

都道府県名	試料採取地点名	試料名	試料採取開始日	核種名	放射能濃度	放射能濃度単位
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/1/10	H-3	380	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/1/17	H-3	3.9	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/1/17	H-3	5.5	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/1/17	H-3	930	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/1/17	H-3	1500	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/1/24	H-3	0.85	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/1/24	H-3	4.7	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/1/24	H-3	920	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/1/24	H-3	560	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/1/31	H-3	6.8	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/1/31	H-3	検出されず	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/1/31	H-3	1300	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/1/31	H-3	検出されず	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/2/7	H-3	5	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/2/7	H-3	0.87	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/2/7	H-3	970	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/2/7	H-3	300	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/2/14	H-3	6.8	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/2/14	H-3	1.3	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/2/14	H-3	1100	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/2/14	H-3	540	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/2/21	H-3	3.4	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/2/21	H-3	検出されず	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/2/21	H-3	640	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/2/21	H-3	検出されず	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/2/28	H-3	4.4	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/2/28	H-3	1.1	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/2/28	H-3	800	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/2/28	H-3	400	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/3/7	H-3	3.5	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/3/7	H-3	1.9	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/3/7	H-3	670	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/3/7	H-3	540	mBq/L-水分

都道府県名	試料採取地点名	試料名	試料採取開始日	核種名	放射能濃度	放射能濃度単位
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/3/14	H-3	3.5	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/3/14	H-3	1.4	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/3/14	H-3	390	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/3/14	H-3	620	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/3/22	H-3	3.2	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/3/22	H-3	1.7	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/3/22	H-3	330	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/3/22	H-3	600	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/3/28	H-3	3.6	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/3/28	H-3	1.7	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/3/28	H-3	420	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/3/28	H-3	670	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/4/4	H-3	4.6	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/4/4	H-3	1.3	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/4/4	H-3	330	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/4/4	H-3	860	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/4/11	H-3	5.9	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/4/11	H-3	2.7	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/4/11	H-3	430	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/4/11	H-3	1000	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/4/18	H-3	5	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/4/18	H-3	3.3	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/4/18	H-3	620	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/4/18	H-3	910	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/4/25	H-3	3.4	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/4/25	H-3	1.9	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/4/25	H-3	460	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/4/25	H-3	810	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/5/9	H-3	5.9	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/5/9	H-3	6	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/5/9	H-3	440	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/5/9	H-3	860	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/5/23	H-3	3.9	mBq/m3-空気

都道府県名	試料採取地点名	試料名	試料採取開始日	核種名	放射能濃度	放射能濃度単位
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/5/23	H-3	4.3	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/5/23	H-3	650	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/5/23	H-3	670	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/5/30	H-3	7.1	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/5/30	H-3	8.7	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/5/30	H-3	610	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/5/30	H-3	1100	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/6/6	H-3	6	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/6/6	H-3	4.2	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/6/6	H-3	440	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/6/6	H-3	1100	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/6/13	H-3	3.6	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/6/13	H-3	3.2	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/6/13	H-3	430	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/6/13	H-3	650	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/6/20	H-3	5.8	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/6/20	H-3	7	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/6/20	H-3	410	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/6/20	H-3	970	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/6/27	H-3	4.2	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/6/27	H-3	5.5	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/6/27	H-3	230	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/6/27	H-3	730	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/7/11	H-3	検出されず	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/7/11	H-3	4	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/7/11	H-3	検出されず	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/7/11	H-3	650	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/7/18	H-3	6	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/7/18	H-3	4.4	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/7/18	H-3	1300	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/7/18	H-3	240	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/7/25	H-3	9.7	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/7/25	H-3	3.9	mBq/m3-空気

都道府県名	試料採取地点名	試料名	試料採取開始日	核種名	放射能濃度	放射能濃度単位
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/7/25	H-3	420	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/7/25	H-3	1400	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/1	H-3	6.9	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/1	H-3	3.6	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/1	H-3	1100	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/1	H-3	400	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/8	H-3	4.4	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/8	H-3	2.7	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/8	H-3	1000	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/8	H-3	360	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/22	H-3	5.5	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/22	H-3	2.9	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/22	H-3	1200	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/22	H-3	270	mBq/L-水分

表 5.2-4 降下物の分析結果

都道府県名	試料採取地点名	試料名	試料採取開始日	核種名	放射能濃度	放射能濃度単位
青森県	むつ市	月間降下物	2022/6/1	H-3	0.46	Bq/L
青森県	むつ市	月間降下物	2022/6/1	H-3	61	MBq/km2.月
青森県	むつ市	月間降下物	2022/7/1	H-3	0.51	Bq/L
青森県	むつ市	月間降下物	2022/7/1	H-3	78	MBq/km2.月
青森県	むつ市	月間降下物	2022/8/1	H-3	0.42	Bq/L
青森県	むつ市	月間降下物	2022/8/1	H-3	222	MBq/km2.月
青森県	むつ市	月間降下物	2022/9/1	H-3	0.14	Bq/L
青森県	むつ市	月間降下物	2022/9/1	H-3	9.3	MBq/km2.月
青森県	むつ市	月間降下物	2022/10/3	H-3	0.25	Bq/L
青森県	むつ市	月間降下物	2022/10/3	H-3	23	MBq/km2.月
青森県	むつ市	月間降下物	2022/11/1	H-3	0.39	Bq/L
青森県	むつ市	月間降下物	2022/11/1	H-3	36	MBq/km2.月
青森県	むつ市	月間降下物	2022/12/1	H-3	0.33	Bq/L
青森県	むつ市	月間降下物	2022/12/1	H-3	57	MBq/km2.月
青森県	むつ市	月間降下物	2023/1/4	H-3	0.46	Bq/L

都道府県名	試料採取地点名	試料名	試料採取開始日	核種名	放射能濃度	放射能濃度単位
青森県	むつ市	月間降下物	2023/1/4	H-3	38	MBq/km2.月
青森県	むつ市	月間降下物	2023/2/1	H-3	0.92	Bq/L
青森県	むつ市	月間降下物	2023/2/1	H-3	56	MBq/km2.月
青森県	むつ市	月間降下物	2023/3/1	H-3	0.71	Bq/L
青森県	むつ市	月間降下物	2023/3/1	H-3	38	MBq/km2.月
青森県	むつ市	月間降下物	2023/4/3	H-3	0.62	Bq/L
青森県	むつ市	月間降下物	2023/4/3	H-3	97	MBq/km2.月
福島県	福島市	月間降下物	2022/7/1	H-3	0.48	Bq/L
福島県	福島市	月間降下物	2022/7/1	H-3	72	MBq/km2.月
福島県	福島市	月間降下物	2022/8/1	H-3	0.46	Bq/L
福島県	福島市	月間降下物	2022/8/1	H-3	56	MBq/km2.月
福島県	福島市	月間降下物	2022/9/1	H-3	0.15	Bq/L
福島県	福島市	月間降下物	2022/9/1	H-3	15	MBq/km2.月
福島県	福島市	月間降下物	2022/10/3	H-3	0.29	Bq/L
福島県	福島市	月間降下物	2022/10/3	H-3	14	MBq/km2.月
福島県	福島市	月間降下物	2022/11/1	H-3	0.27	Bq/L
福島県	福島市	月間降下物	2022/11/1	H-3	17	MBq/km2.月
福島県	福島市	月間降下物	2022/12/1	H-3	0.24	Bq/L
福島県	福島市	月間降下物	2022/12/1	H-3	13	MBq/km2.月
福島県	福島市	月間降下物	2023/1/4	H-3	0.49	Bq/L
福島県	福島市	月間降下物	2023/1/4	H-3	12	MBq/km2.月
福島県	福島市	月間降下物	2023/2/1	H-3	0.53	Bq/L
福島県	福島市	月間降下物	2023/2/1	H-3	18	MBq/km2.月
福島県	福島市	月間降下物	2023/3/1	H-3	0.55	Bq/L
福島県	福島市	月間降下物	2023/3/1	H-3	37	MBq/km2.月
福島県	福島市	月間降下物	2023/4/3	H-3	0.39	Bq/L
福島県	福島市	月間降下物	2023/4/3	H-3	46	MBq/km2.月
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2022/7/1	H-3	0.3	Bq/L
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2022/7/1	H-3	39	MBq/km2.月
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2022/8/1	H-3	0.16	Bq/L
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2022/8/1	H-3	29	MBq/km2.月
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2022/9/1	H-3	0.12	Bq/L

都道府県名	試料採取地点名	試料名	試料採取開始日	核種名	放射能濃度	放射能濃度単位
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2022/9/1	H-3	18	MBq/km2.月
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2022/10/3	H-3	0.3	Bq/L
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2022/10/3	H-3	29	MBq/km2.月
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2022/11/1	H-3	0.25	Bq/L
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2022/11/1	H-3	17	MBq/km2.月
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2022/12/1	H-3	0.19	Bq/L
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2022/12/1	H-3	9.4	MBq/km2.月
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2023/1/4	H-3	0.45	Bq/L
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2023/1/4	H-3	8.7	MBq/km2.月
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2023/2/1	H-3	0.32	Bq/L
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2023/2/1	H-3	12	MBq/km2.月
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2023/3/1	H-3	0.43	Bq/L
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2023/3/1	H-3	39	MBq/km2.月
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2023/4/3	H-3	0.3	Bq/L
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2023/4/3	H-3	58	MBq/km2.月
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2022/7/1	H-3	0.25	Bq/L
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2022/7/1	H-3	44	MBq/km2.月
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2022/8/1	H-3	0.18	Bq/L
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2022/8/1	H-3	30	MBq/km2.月
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2022/9/1	H-3	0.14	Bq/L
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2022/9/1	H-3	21	MBq/km2.月
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2022/10/3	H-3	0.25	Bq/L
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2022/10/3	H-3	22	MBq/km2.月
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2022/11/1	H-3	0.23	Bq/L
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2022/11/1	H-3	19	MBq/km2.月
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2022/12/1	H-3	0.36	Bq/L
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2022/12/1	H-3	6.1	MBq/km2.月
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2023/1/4	H-3	0.34	Bq/L
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2023/1/4	H-3	10	MBq/km2.月
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2023/2/1	H-3	0.47	Bq/L
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2023/2/1	H-3	13	MBq/km2.月
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2023/3/1	H-3	0.7	Bq/L

都道府県名	試料採取地点名	試料名	試料採取開始日	核種名	放射能濃度	放射能濃度単位
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2023/3/1	H-3	39	MBq/km2.月
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2023/4/3	H-3	0.33	Bq/L
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2023/4/3	H-3	120	MBq/km2.月

5. 2. 2 主要国のトリチウム（大気・海洋）の排出量

（1）英国

英国の再処理施設及び原子力発電施設における 2022 年のトリチウム放出実績^[16]を表 5.2-5 に示す。

表 5.2-5 英国の再処理施設及び原子力発電施設における 2022 年のトリチウム放出実績

サイト	気体 (Bq/年)	液体 (Bq/年)
Sellafield	1.55E+13	1.34E+14
Berkeley	6.65E+09	1.10E+08
Bradwell	6.10E+09	1.20E+09
Chapelcross	2.62E+12	6.28E+08
Dungeness A Station	5.03E+10	2.07E+09
Dungeness B Station	6.28E+10	2.21E+09
Hartlepool	5.16E+11	3.59E+14
Heysham Station 1	1.33E+12	3.00E+14
Heysham Station 2	1.23E+12	2.91E+14
Hinkley Point A Station	1.54E+10	8.32E+08
Hinkley Point B Station	8.16E+11	1.48E+14
Hunterston A Station	4.35E+08	7.00E+06
Hunterston B Station	7.34E+11	2.30E+13
Oldbury	2.10E+10	2.43E+08
Sizewell A Station	1.88E+10	4.90E+08
Sizewell B Station	6.95E+11	2.17E+13
Torness	1.69E+12	2.56E+14
Trawsfynydd	1.72E+10	2.16E+09
Wylfa	5.70E+10	8.00E+07

(2) フランス

フランスの再処理施設及び原子力発電施設における直近のトリチウム放出実績（2022 年）^[19]を表 5.2-6 に示す。

表 5.2-6 フランスの再処理施設及び原子力発電施設における直近のトリチウム放出実績（2022 年）

サイト	液体(Bq)	気体(Bq)
ANDRA CSFMA-Aube	—	—
ANDRA CS-Manche: Compta R6-10	—	—
ORANO cycle La Hague	1.05E+16	4.70E+13
ORANO cycle Pierrelatte (INB+INBS)	5.00E+08	—
CEA Bruyères le Chatel (INBS)	—	—
CEA Cadarache (INB)	7.50E+10	3.73E+10
CEA Paris-Saclay - Saclay (INB)	8.82E+09	9.00E+12
CEA Grenoble (INB)	—	—
CEA Marcoule (INBS)	2.32E+12	1.30E+10
CEA Valduc (INBS)	—	—
CNPE de Belleville-sur-Loire	4.47E+13	1.22E+12
CNPE du Blayais	4.43E+13	9.90E+08
CNPE de Bugey	4.26E+13	6.33E+11
CNPE de Cattenom	6.99E+13	2.08E+12
CNPE de Chinon	4.41E+13	1.11E+12
CNPE de Chooz	5.25E+12	8.51E+11
CNPE de Civaux	6.43E+12	9.57E+11
CNPE de Creys-Malville	4.01E+10	2.90E+10
CNPE de Cruas	3.04E+13	1.46E+12
CNPE de Dampierre-en-Burly	5.28E+10	1.21E+12
CNPE de Fessenheim	1.17E+12	2.85E+08
CNPE de Flamanville	9.73E+12	6.46E+11
CNPE de Golfech	3.94E+13	7.94E+11
CNPE de Gravelines	4.65E+13	1.76E+12
CNPE de Nogent-sur-Seine	5.72E+16	7.23E+11
CNPE de Paluel	1.02E+14	2.13E+12
CNPE de Penly	2.22E+13	5.42E+11
CNPE de Saint-Alban	4.24E+10	5.15E+13

サイト	液体(Bq)	気体(Bq)
CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux	2.03E+13	6.04E+11
CNPE de Tricastin	3.75E+16	1.22E+12
ILL Grenoble	4.55E+11	1.72E+12
CEA Marcoule: Atalante - Phenix - Melox (pas de rejet tritium) - Les rejets 3H liquides de l'INBs exploitée par le CEA sont inclus	2.32E+12	1.30E+10
Marine Nationale Brest (pas de rejets tritium) et L'Ile Longue (INBS)	—	5.00E+11
Marine Nationale Cherbourg (INBS)	—	—
Marine Nationale Toulon (INBS): pas de rejet tritium	—	5.20E+11
SOCATRI	—	—
SODERN	—	—
INBS PN	—	—
Total	1.06E+17	1.28E+14

(3) 韓国

韓国の原子力発電施設におけるトリチウム放出実績^[20]を表 5.2-7 に示す。

表 5.2-7 韓国の原子力発電施設における 2022 年 10 月～2023 年 9 月のトリチウム放出実績

2022 年	放出量 (TBq)	古里	セウル	ハンビット	ハンウル	月城
10 月	液体	1.59	1.16	4.62	4.74	4.31
	気体	1.91	0.07	1.77	0.66	6.81
11 月	液体	5.71	0.65	1.52	16.09	4.26
	気体	1.99	0.07	1.15	1.27	5.78
12 月	液体	21.18	0.19	16.16	8.23	4.59
	気体	1.94	0.04	1.79	0.54	5.47
2023 年	放出量 (TBq)	古里	セウル	ハンビット	ハンウル	月城
1 月	液体	6.51	6.30	6.70	4.04	2.95
	気体	1.33	0.06	1.59	0.84	6.39
2 月	液体	3.03	0.57	8.87	11.17	1.68
	気体	0.94	0.04	1.56	0.61	7.12
3 月	液体	8.23	8.94	7.20	5.29	2.25
	気体	1.62	0.04	1.48	1.83	9.71
4 月	液体	2.14	10.50	1.27	2.72	4.15
	気体	1.67	0.06	1.35	1.07	10.47
5 月	液体	2.21	3.23	1.19	2.01	8.93
	気体	1.64	0.15	1,042	1.14	10.24
6 月	液体	1.58	2.68	2.21	5.12	3.56
	気体	1.64	0.06	1.34	0.94	7.57
7 月	液体	1.14	0.46	4.23	11.26	1.24
	気体	1.47	0.03	1.53	0.78	7.41
8 月	液体	1.16	1.21	4.72	6.26	0.99
	気体	2.01	0.04	1.52	1.50	8.64
9 月	液体	0.95	4.37	4.11	11.13	6.93
	気体	1.67	0.03	1.43	1.99	8.63

(4) 米国

米国の運転中原子力発電施設における直近のトリチウム放出実績（2022 年）^[21]を表 5.2-8 に示す。

表 5.2-8 米国の原子力発電施設における直近のトリチウム放出実績（2022 年）

	施設名	気体 (Ci)	液体 (Ci)
BWR	BROWNS FERRY-1, 2, 3	2.47E+02	9.61E+00
	Brunswick 1 & 2	5.17E+01	5.12E+01
	Clinton	2.93E+01	0.00E+00
	Columbia Generating Station	2.44E+01	—
	Cooper	1.35E+01	0.00E+00
	Dresden 2	1.63E+01	3.08E-04
	Dresden 3	6.01E+01	3.08E-04
	Edwin I. Hatch 1	3.21E+01	2.39E+01
	Edwin I. Hatch 2	7.50E+01	3.28E+01
	Fermi 2	3.76E+01	—
	Grand Gulf 1	1.60E+01	4.20E+01
	Hope Creek 1	2.76E+02	8.67E+01
	James A. FitzPatrick	1.34E+01	3.50E-02
	La Salle County 1 & 2	4.64E+01	—
	Limerick 1 & 2	5.23E+00	1.14E+01
	Monticello	2.70E+01	0.00E+00
	Nine Mile Point 1	3.61E+01	—
	Peach Bottom 2 & 3	5.78E+01	1.44E+01
	Perry 1	1.70E+01	6.42E+00
	Quad Cities 1 & 2	7.25E+01	5.35E-01
	River Bend 1	9.14E+00	2.55E+01
	Susquehanna 1 & 2	6.79E+01	4.00E+01
PWR	Arkansas Nuclear One 1	1.10E+01	5.93E+02
	Arkansas Nuclear One 2	2.55E+01	2.92E+02
	Beaver Valley 1 & 2	7.90E+01	2.24E+03
	Beaver Valley 1	2.38E+01	—
	Beaver Valley 2	5.52E+01	—
	Braidwood 1 & 2	1.34E+02	2.27E+03

	施設名	気体 (Ci)	液体 (Ci)
	Byron Station 1	1.82E+01	1.07E+03
	Byron Station 2	1.14E+02	7.01E+01
	Callaway	4.75E+01	7.20E+02
	Calvert Cliffs 1 & 2	4.26E+00	1.20E+03
	Catawba 1 & 2	5.17E+01	5.12E+01
	Comanche Peak 1 & 2	3.15E+01	1.55E+03
	Davis-Besse	1.86E+01	6.03E+02
	DC Cook 1 & 2	6.92E+01	2.41E+03
	Diablo Canyon 1 & 2	5.50E+01	2.59E+03
	Ginna	1.83E+02	1.39E+02
	H. B. Robinson 2	5.17E+01	5.12E+01
	Joseph M. Farley 1	3.21E+01	2.39E+01
	Joseph M. Farley 2	7.50E+01	3.28E+01
	McGuire 1 & 2	5.17E+01	5.12E+01
	Millstone 1	3.93E-02	8.78E-03
	Millstone 2	1.33E+01	1.76E+02
	Millstone 3	3.83E+01	1.52E+03
	North Anna 1 & 2	1.98E+01	2.48E+03
	Oconee 1, 2 & 3	5.17E+01	5.12E+01
	Palo Verde 1	9.43E+03	—
	Palo Verde 2	1.47E+02	—
	Palo Verde 3	7.07E+02	—
	Point Beach 1 & 2	7.97E+01	6.44E+02
	Prairie Island 1 & 2	4.02E+01	8.10E+02
	Salem 1	5.79E+02	6.59E+02
	Salem 2	1.79E+02	6.42E+02
	Sequoyah 1 & 2	3.34E+01	1.33E+03
	Shearon Harris 1	5.17E+01	5.12E+01
	South Texas Project 1 & 2	1.34E+02	2.59E+03
	St. Lucie 1 & 2	1.15E+01	7.55E+02
	Summer	0.00E+00	4.92E+02
	Surry 1 & 2	4.17E+01	1.36E+03

	施設名	気体 (Ci)	液体 (Ci)
	Turkey Point 3 & 4	1.03E+00	7.82E+02
	Vogtle 1	3.21E+01	2.39E+01
	Vogtle 2	7.50E+01	3.28E+01
	Waterford 3	3.74E+01	4.43E+02
	Watts Bar 1	1.61E+02	3.49E+03
	Watts Bar 2	3.53E+01	7.65E+02
	Wolf Creek 1	3.99E+01	1.52E+03

(注) $1\text{Ci} = 3.7 \times 10^{10}\text{Bq}$

(5) ドイツ

ドイツの原子力発電施設における直近のトリチウム放出実績（液体）^[22]を図 5.2-1 に示す。

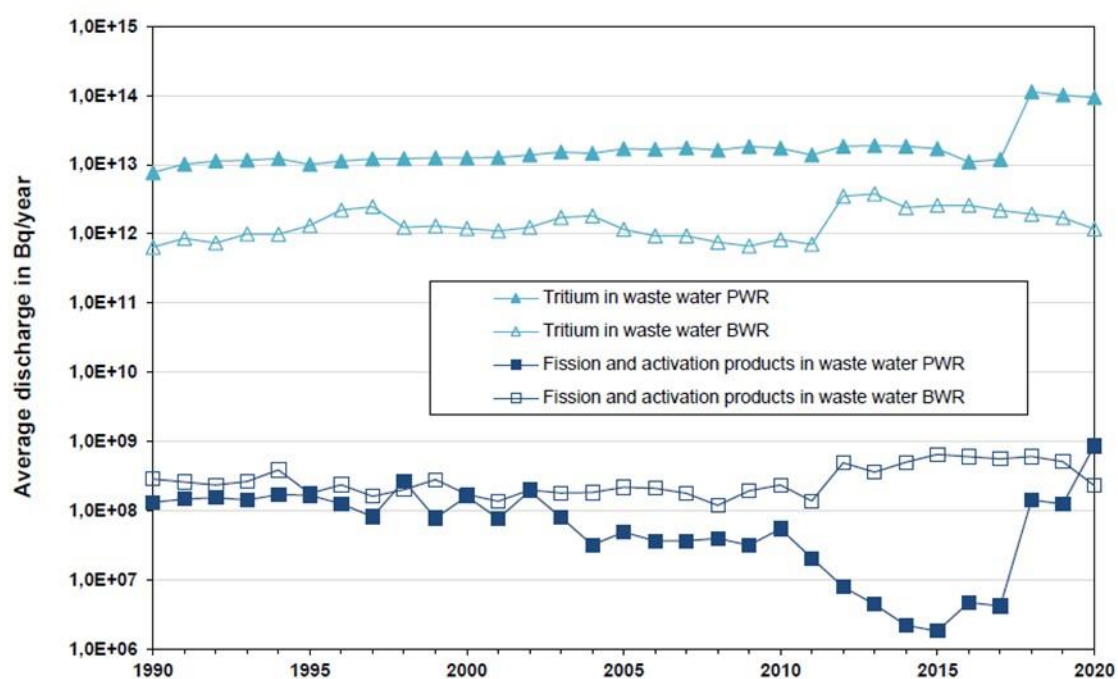


図 5.2-1 ドイツにおける排水中のトリチウム量

(6) スペイン

スペインの原子力発電施設における直近のトリチウム等放出実績（2022 年）^[23]を表 5.2-9 に示す。

表 5.2-9 スペインの原子力発電施設における直近のトリチウム等放出実績（2022 年）

区分	(Bq)	Santa María de Garoña	Almaraz	ASCÓ I	ASCÓ II	Cofrentes	Vandellós II	Trillo	José Cabrera.
液体	溶存ガス（トリチウムを除く）	3.36E+07	1.61E+10	2.78E+09	6.06E+09	1.22E+08	6.02E+09	1.46E+08	—
	トリチウム	3.39E+11	1.55E+13	2.12E+13	2.12E+13	8.35E+11	3.84E+13	1.44E+13	2.76E+07
	溶存ガス	—	ND	8.81E+06	1.76E+07	ND	1.13E+13	—	—
気体	希ガス	ND	1.01E+11	1.09E+11	8,01E+10	1.17E+12	1.26E+13	7.64E+10	—
	ハロゲン	—	ND	ND	ND	2.45E+07	1.55E+08	ND	—
	微粒子	1.32E+05	6.20E+05	2.21E+06	3.18E+06	1.49E+07	3.43E+07	6.21E+05	ND
	トリチウム	6.47E+10	3.18E+12	4.00E+11	2.68E+11	5.30E+11	8.47E+11	7.46E+11	—
	C-14	—	2.20E+11	1.35E+11	9.78E+10	2.22E+11	1.92E+11	2.60E+11	—

(7) スロベニア

スロベニアのクルスコ原子力発電所における直近のトリチウム放出実績（液体、気体）^[24]を表 5.2-10 及び表 5.2-11 に示す。

表 5.2-10 スロベニアのクルスコ原子力発電所の液体排出におけるトリチウム量

液体排出		2019	2020	2021	2022
核分裂生成物・放射化生成物 制限値：100GBq	放出された放射能	25.1 MBq	11.2 MBq	35.6MBq	19 MBq
	制限値に対する割合	0.03%	0.01%	0.04%	0.02%
トリチウム 制限値：45TBq	放出された放射能	13.6 TBq	2.9 TBq	16.1 TBq	24.3TBq
	制限値に対する割合	30.20%	6.60%	35.90%	54%

表 5.2-11 スロベニアのクルスコ原子力発電所の気体排出におけるトリチウム量

気体排出		2019	2020	2021	2022
トリチウム	放出された放射能	2.8 TBq	3.5 TBq	6.7 TBq	—
C-14	放出された放射能	75 GBq	198 GBq	103 GBq	—

(8) ルーマニア

ルーマニアのチェルナヴォダ原子力発電所における直近のトリチウム放出実績（気体、液体）^[25]を図 5.2-2～図 5.2-5 に示す。

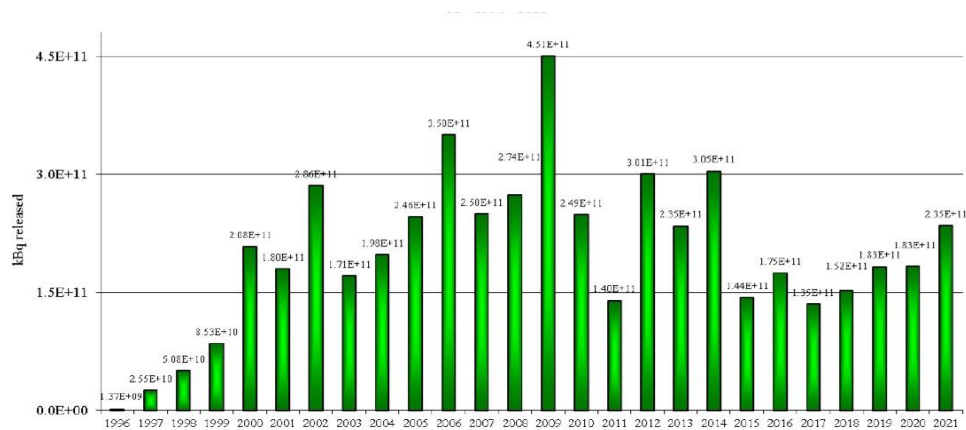


図 5.2-2 チェルナヴォダ原子力発電所 1 号機（気体）

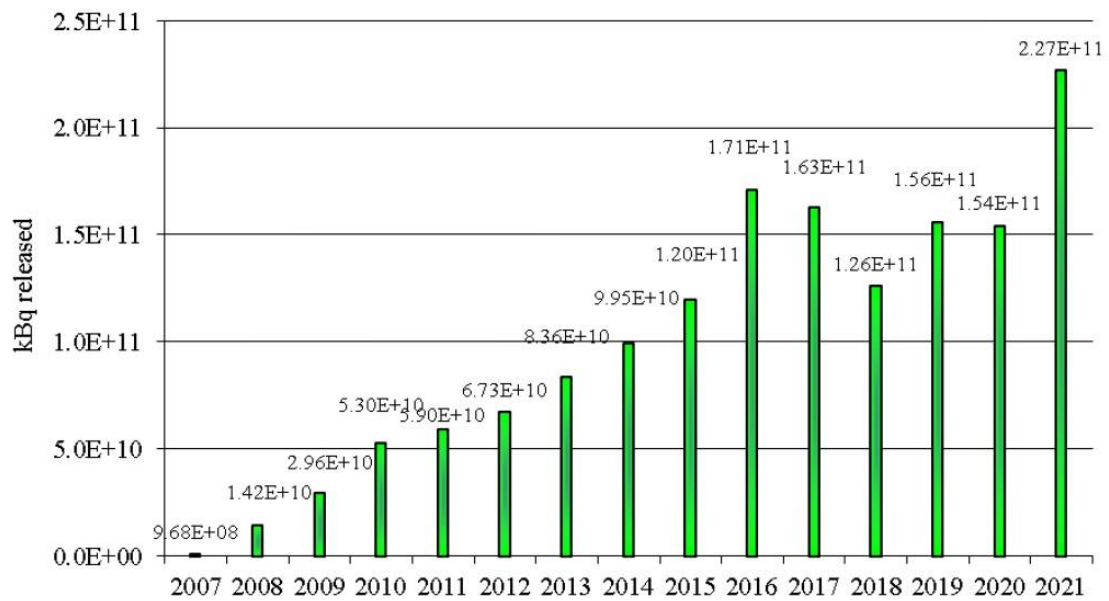


図 5.2-3 チェルナヴォダ原子力発電所 2 号機（気体）

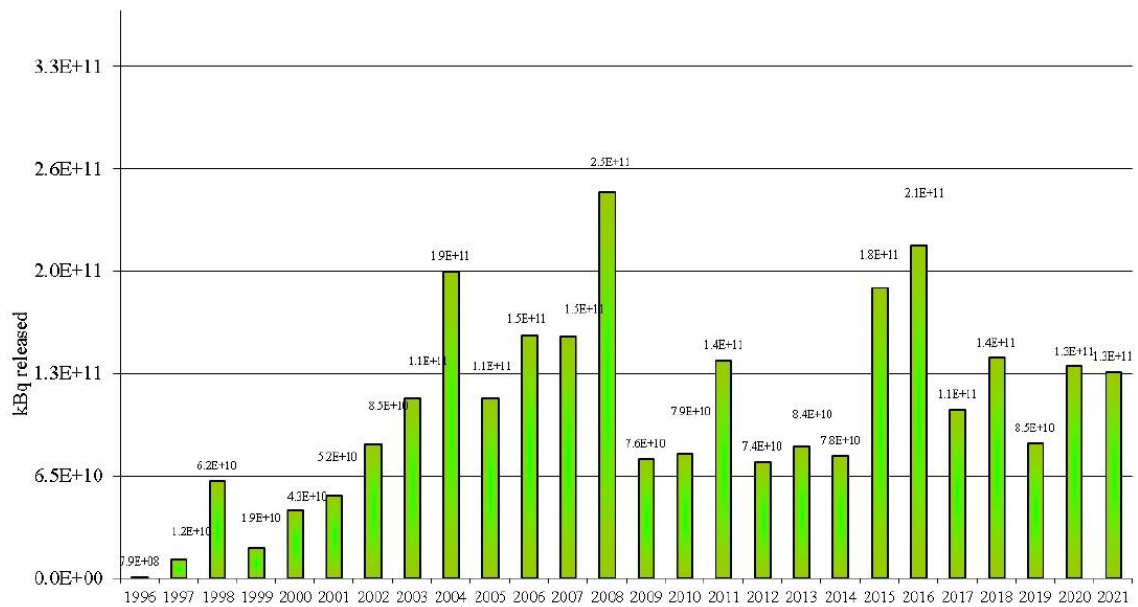


図 5.2-4 チェルナヴォダ原子力発電所 1 号機（液体）

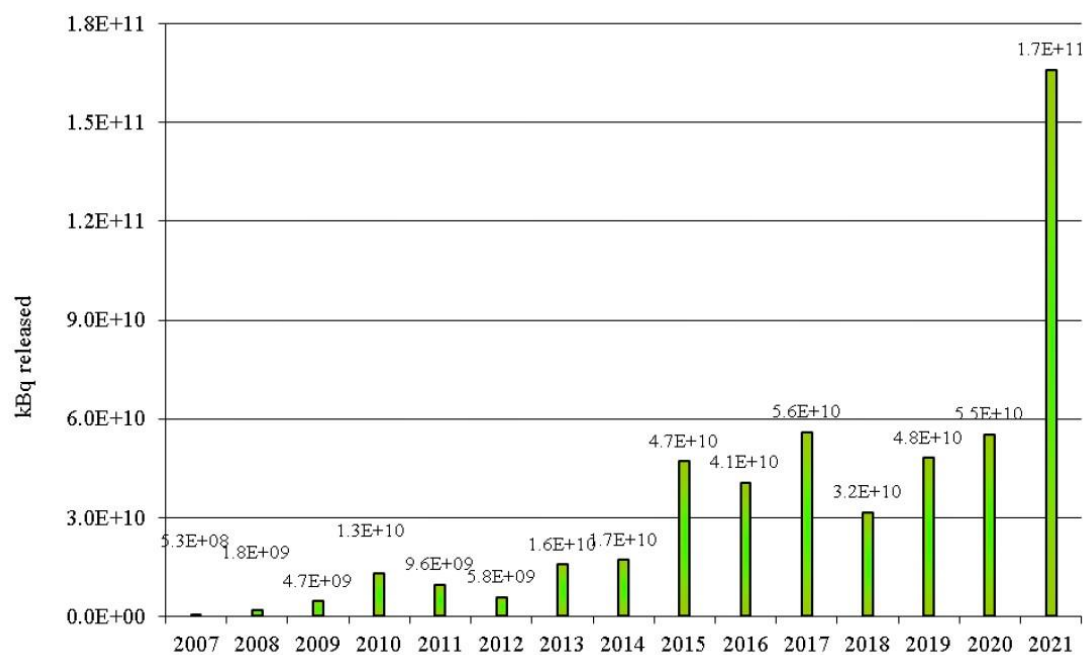


図 5.2-5 チェルナブコダ原子力発電所 2 号機（液体）

（9）台湾

台湾の国聖（第 2）原子力発電所及び馬鞍山（第 3）原子力発電所における直近のトリチウム放出実績（液体、気体）^{[26][27]}を表 5.2-12 に示す。

表 5.2-12 台湾の原子力発電所における直近（2022 年）のトリチウム放出実績

サイト	2022年	
	液体（TBq）	気体（TBq）
国聖（第 2）	0.252	0.386
馬鞍山（第 3）	35.2	15.02

(10) 中国

中国の原子力発電所における直近のトリチウム放出実績を表 5.2-13 に示す。

表 5.2-13 中国の原子力発電所における直近のトリチウム放出実績

発電所	年度	液体 (TBq)	気体 (TBq)
昌江 ^[28]	2022	42.99	0.60
防城港 ^[29]	2022	78.70	0.84
福清 ^[30]	2022	120.18	2.58
大亜湾 ^[31]	2022	40.88	1.75
嶺澳Ⅰ期 ^[31]	2022	33.95	3.18
嶺澳Ⅱ期 ^[31]	2022	40.48	1.54
海陽 ^[32]	2020	42.50	0.65
紅沿河 ^[33]	2022	85.50	2.14
寧徳 ^[34]	2022	88.43	1.52
秦山 (9 基) ^[35]	2022	202.85	107.76
三門 ^[36]	2022	82.00	1.26
台山 ^[37]	2022	25.75	0.68
田湾 ^[38]	2022	113.62	1.39
陽江 ^[39]	2022	113.55	2.00

(11) カナダ

カナダの原子力発電施設における直近のトリチウム放出実績^[40]を表 5.2-14 に示す。

表 5.2-14 カナダの原子力発電施設における直近のトリチウム放出実績

	2021 年			2022 年		
	気体 (Bq/年)		液体 (Bq/年)	気体 (Bq/年)		液体 (Bq/年)
	HT	HTO		HT	HTO	
ブルース A		8.10E+14	2.80E+14		1.70E+15	2.80E+14
ブルース B		4.20E+14	9.10E+14		3.70E+14	5.70E+14
ダーリントン	1.70E+13	2.60E+14	1.90E+14	9.30E+13	2.20E+14	2.10E+14
ピカリング		5.20E+14	4.80E+14		4.90E+14	5.00E+14
ポイント・ルブロー		2.70E+14	8.20E+13		2.16E+14	4.28E+14
ジェンティリー		4.43E+13	1.56E+14		3.20E+13	5.23E+13

(12) 日本

我が国の原子力施設における直近のトリチウム放出実績^[41]を表 5.2-15 に示す。

表 5.2-15 我が国の原子力施設における直近のトリチウム放出実績（2022 年度）

原子力発電所・再処理施設	気体 (Bq/年)	液体 (Bq/年)	備考
泊	—	—	停止中
東通	—	—	停止中
女川	—	—	停止中
柏崎刈羽	—	—	停止中
福島第一	—	—	停止中
福島第二	—	—	停止中
東海第二	—	—	停止中
東海	—	—	停止中
浜岡	—	—	停止中
志賀	—	—	停止中
敦賀	—	—	停止中
美浜	—	—	停止中
大飯	6.20E+12	2.40E+13	1号、2号、3号、4号
高浜	6.30E+12	2.60E+13	1号、2号、3号、4号
島根	—	—	停止中
伊方	—	—	停止中
玄海	1.50E+12	1.90E+13	1号、2号、3号、4号
川内	8.50E+11	3.70E+13	1号、2号
日本原燃株式会社再処理事業所（六ヶ所）	4.50E+10	3.90E+09	
日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所（東海）	高レベル放射性物質研究施設：ND 他の施設：“—”	第1排水溝：ND 第2排水溝：“—”	

5. 3 トリチウム分離技術の調査

ここでは、国内外のトリチウム分離技術について、最新動向を文献や関係者へのヒアリング等により調査を行った。

5. 3. 1 論文等による情報収集

論文等に関しては、Google Scholar、JdreamⅢを利用して、以下に示す検索条件で、検索を実施した。

- ・国内検索条件キーワード：「トリチウム」&「分離」、
期間：2023 年以降
- ・国外検索条件 キーワード：「tritium」&「separation」&「fukushima」、
期間：2023 年以降

2024 年 3 月 28 日時点の検索結果を（件数）表 5.3-1 に示す。

表 5.3-1 トリチウム分離技術に関する論文等の検索件数

キーワード	検索エンジン	Google Scholar	Jdream III
「トリチウム」&「分離」		25	87
「tritium」&「separation」&「fukushima」		280	0

文献検索により得られた論文の多くは、ガス状トリチウム向け、重水素向け、核融合炉向け等の分離技術であり、トリチウムの挙動解明である。また、トリチウム分離技術について、実施されているのは理論研究やラボスケールの実験であり、直ちに実用化できる段階にある技術の検証はなかった。

5. 3. 2 関係者へのヒアリング

国内外のトリチウム分離技術について、2023 年度以降の最新動向を関係者へのヒアリングにより調査を行った。調査対象は、「トリチウム分離技術検証試験（廃炉・汚染水対策事業）」（2014 年 10 月～2016 年 3 月）への参加機関（表 5.3-2）とし、検索エンジンである Google を利用して、「機関名」&「トリチウム分離技術」をキーワードとして、トリチウム水の分離技術の開発の最近の動向を確認した。

表 5.3-2 「トリチウム分離技術検証試験（廃炉・汚染水対策事業）」採択事業者とトリチウム分離技術

[42]

カテゴリー	事業者名	実施期間	トリチウム分離技術
A	Kurio,inc	2014.10.21-2016.3.31	水-水素同位体交換法（CECE法）
	Federal State Unitary Enterprize "Radioactive Waste Management Enterprize "RosRao"	2014.10.14-2016.3.31	水蒸留法とCECE法との組み合わせ
	株式会社ササクラ	2015.3.31-2016.3.31	触媒機能を有した低温真空蒸留法
B	創イノベーション株式会社	2015.3.30-2016.3.31	二段階ガスハイドレート法
	株式会社東芝	2015.3.31-2016.3.31	多段式晶析法
	株式会社ネクスタイド	2015.3.31-2016.3.31	多連電解槽式電解法
	国立大学法人北海道大学	2015.3.31-2016.3.31	燃料電池を用いた電解再結合法

※カテゴリー A は、任意の規模の設備を構築し、実プラントにおける分離性能やコスト等を評価することを目的とし、3 事業者において、CECE 法、水蒸留法及び両者の組合せの 3 とおりの技術の実証試験が行われた。

カテゴリー B は、実用開発初期段階の技術で、実験室レベルにおける試験を中心としたものであり、実プラントにおける分離性能やコスト等を評価することを目的とし、4 事業者において、晶析法に基づく技術が 2 件、電解法に基づく技術が 2 件の計 4 件の技術の実証試験が行われた。

今現在、上記機関中、1 企業と 1 大学がトリチウム分離に継続して取り組んでいることが分かった。

さらに、上記事業に参加していない機関についても、トリチウムの分離技術に関する最新の動向を把握するために、以下のとおりインターネットによる検索を実施した。

検索エンジンである Google を利用して、キーワード「トリチウム」&「分離技術」、期間は「2023 年以降」

を指定して検索した結果、165 件が検索された（2024 年 3 月 28 日時点）。

その結果、東京理科大学、山梨大学から新たなトリチウム分離の研究が公表されたが、いずれも技術ブラッシュアップに様々な追加の研究が必要とのことであり、本年度のヒアリングは見送ることとした。

本年度は株式会社イメージワン及び近畿大学に対してヒアリングを実施することとし、その概要を表 5.3-3 にまとめた。

表 5.3-3 トリチウム分離技術に関する事業者の状況

事業者名	状況及び対応
Veolia Nuclear Solutions (旧 Kurion, Inc.)	インターネットにて“Veolia”、“tritium”、“separation”を検索したところ進捗状況は確認されなかった。
Federal Environmental Operator, Federal State Unitary Enterprise : 日本法人 TENEX Japan	トリチウムに関する記述は見当たらない。 なお昨年度調査時に、「トリチウム分離技術検証試験事業」終了後も解体せずにいた当該事業に係る試験プラントについて、令和 5 年早々に解体する旨の回答があった。
株式会社サクラ	インターネットにて「サクラ」、「トリチウム」を検索したところ進捗状況は確認されなかった。
創イノベーション株式会社 慶應義 塾大学（大村亮教授）株式会社 イメージワン	2023 年 5 月 30 日にイメージワンが、東京電力が実施している技術公募においてフィージビリティスタディを開始する旨をリリース。進捗を伺うため、ヒアリングを実施。 ヒアリング結果：対外的な活動は商社である（株）イメージワン、技術開発は慶應義塾大学理工学部機械工学科の大村教授が担当しているとのこと。東京電力が実施している技術公募においてフィージビリティスタディを進めているとのこと。（慶應義塾大学にベンチスケールの装置を設置して実施。）
株式会社東芝	インターネットにて「東芝」、「トリチウム」、「分離技術」を検索したところ進捗状況は確認されなかった。
株式会社ネクスタイド	インターネットにて「ネクスタイド」、「トリチウム」を検索したところ進捗状況は確認されなかった。
北海道大学	インターネットにて「北海道大学」、「トリチウム」を検索したところ進捗状況は確認されなかった。
近畿大学工学部（広島県東広島市）教授 井原辰彦、近畿大学原子力研究所、東洋アルミニウム株式会社（大阪府大阪市）及び近大発のベンチャー企業である株式会社ア・アトムテクノル近大らの研究チーム	近畿大学原子力研究所 山西弘城教授に問い合わせ、ヒアリングを実施。 ヒアリング結果：某社と共同研究を実施したが、いずれも望ましい結果は得られず、2022 年度末に共同研究は終了。今後は、吸着材を活性炭やシリカに限定せずに、ゼオライトやアルミニウム等での研究を進めたい（ただし、研究者の確保等問題があり検討中）とのこと。

京都大学 株式会社フォワードサイエンス ラボラトリ (FSL)	HP には当該企業の活動や展開に関する記述はない。
東海大学	東海大学工学部生物工学科 木村啓志教授の HP 等を確認したところ進捗状況は確認されなかった。

以上より、一部の研究は継続され、また研究に進展が見られるものの、トリチウム水タスクフォース報告書において「直ちに実用化できる段階にある技術が確認されなかった」と評価された状況から、当該評価を覆すほどの大きな進展は見られていないことが分かった。

6. 通常炉における液体廃棄物を海域へ放出する際の希釈の実例

主要国のトリチウムの海洋への放出実態は 5.2.2 に示したとおりである。

これらの国が日本と同様に海洋への放出の濃度を各国独自に規定していると想定すると、希釈の工程を経なければ、その濃度規定を遵守できないのではと思われた。

そこで、各国の濃度規制を調べるべく、原子力規制委員会に該当する情報の有無を問い合わせたが、「該当する情報は見いだせなかった」との回答を頂いた。

一方、中国、韓国、フランス、ロシアについては、調査の結果下記のような情報が得られた。

6. 1 中国

中国の場合、2011 年に公布された中華人民共和国国家標準「原子力発電所放射性液体流出物排出技術要求」(GB14587-2011) [43]では、「排出濃度限度を超える放射性廃液を希釈法で発電所排水路に排出してはならない。(5.5 節)」と明記している。

ただし、2017 年 3 月に当該標準は廃止されており、後続標準もないようで、かつその他の法規制文書にも上記規制文句がなく、実態は不明である。

6. 2 韓国

韓国の場合、古里 1 号機の最終安全性分析報告書 (FSAR) の第 11 章^[44]の放射性廃棄物管理で、「液体流出物は循環水排水路で、希釈され、これが排出濃度になる。希釈倍数は循環水の流量により、希釈に必要な循環水の流量が不足する場合には古里 2 号機の循環水 (設計流量 : 664,000gpm) の排水路を利用することで、十分な希釈流量を確保することができる。」と明記されており、少なくとも古里 1 号機では液体廃棄物を放出する際に希釈していると思われる。

6. 3 フランス

フランスの場合、ASN から EDF への Flamanville1 号機、2 号機及び 3 号機の運転のための液体及びガス放出物の放出方法規定 Decision n.2018-DC-0640 では「放射性排水は、温排水と混合させ希釈させてから水域 1 及び水域 2 にて放出されている。(Section3)」と明記されており、フランスでは液体廃棄物

を放出する際に希釈していると思われる。

6. 4 ロシア

ロシアの場合、2010 年 4 月 26 日付 No.40「SP2.6.1.2612-10「放射線安全確保のための基本衛生規則（OSPORB99/2010）」の承認に関する」国家主任衛生医師決定（修正及び追加版）^[45]で、「放射性廃液の放射能を下げるための希釈は禁止されている。（3.12.17 節）」と明記されており、現行法規制となっているため、ロシアでは液体廃棄物を放出する際に希釈することは禁止されていると思われる。

参考文献

- [1] NRC, <https://www.nrc.gov/reactors/operating/ops-experience/tritium/plant-specific-reports/diab1-2.html>
- [2] NRC, <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part020/part020-appb.html>
- [3] https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/140326/140326_01j.pdf
- [4] 経済産業省 汚染水処理対策委員会 トリチウム水タスクフォース 第 6 回 資料 3「TMI-2 Tritiated Water Experience」添付資料
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/140326/140326_01e.pdf.
- [5] https://www.energy.gov/sites/default/files/nepapub/nepa_documents/RedDont/Req-NEPA.pdf
- [6] https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2024-02/01_2024%20Plaquette%20Publique%20DPN.pdf
- [7] ASN, <https://www.asn.fr/l-asn-reglemente/bulletin-officiel-de-l-asn/installations-nucleaires/decisions-individuelles/decision-n-2018-dc-0639-de-l-asn-du-19-juillet-2018>.
- [8] ASN, <https://www.asn.fr/l-asn-reglemente/bulletin-officiel-de-l-asn/installations-nucleaires/decisions-individuelles/decision-n-2018-dc-0640-de-l-asn-du-19-juillet-2018>.
- [9] 陽江核電有限公司、陽江原子力発電所 3、4 号機に関する環境影響評価報告書、2014 年 7 月。
- [10] 秦山第三原子力発電有限公司、秦山第三原子力発電所附属重水精留建屋の建設プロジェクトに関する環境影響評価報告書、2021 年 12 月。
- [11] IAEA, International Peer Review of the Environmental Impact Assessment Performed for the Licence Application of the Baltic-1 Nuclear Power Plant, Kaliningrad, Russian Federation, 2015.01.
- [12] 韓国原子力技術院, <https://www.kins.re.kr/radiation01>.
- [13] WACID, <https://www.kins.re.kr/wacid/gather>.
- [14] 2022 年度原子力利用施設周辺における放射線環境調査及び評価報告書。
- [15] 2022 年度原子力発電所周辺における環境放射線の調査及び評価報告書。
- [16] Radioactivity in food and the environment(RIFE) report 2022,
<https://www.foodstandards.gov.scot/publications-and->

- [research/publications/radioactivity-in-food-and-the-environment-rife-report-2022](#)
- [17] KHNP, 2022 년도 원자력발전소 주변환경방사능 조사 및 평가 보고서(Rev.1),
https://npp.khnp.co.kr/board/view.do?boardId=BBS_0000032&menuCd=DOM_00000104003000000&startPage=1&dataSid=10246
- [18] 公益財団法人日本分析センター, 環境放射線データベース,
<https://www.kankyohoshano.go.jp/data/database/>.
- [19] ASN, LIVRE BLANC TRITIUM, Mise à jour du 07/02/2023.
- [20] KHNP,
https://npp.khnp.co.kr/board/list.khnp?boardId=BBS_0000020&menuCd=DOM_00000103003004001&contentsSid=110.
- [21] NRC, Radioactive Effluent and Environmental Reports,
<https://www.nrc.gov/reactors/operating/ops-experience/tritium/plant-info.html>.
- [22] Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection (BMUV), Report by the Government of the Federal Republic of Germany for the Combined 8th/9th Review Meeting of the Convention on Nuclear Safety in March 2023.
- [23] CSN, Informe del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados y al Senado, Año 2021.
- [24] REPUBLIC OF SLOVENIA MINISTRY OF THE ENVIRONMENT AND SPATIAL PLANNING SLOVENIAN NUCLEAR SAFETY ADMINISTRATION, Slovenian Report on Nuclear Safety Slovenian 9th National Report as Referred in Article 5 of the Convention on Nuclear Safety, July 2022.
- [25] ROMANIA National Report under the Convention on Nuclear Safety, 9th Revision, August 2022.
- [26] 台灣電力, 核二廠 111 年放射性物質排放年報,
https://www.taipower.com.tw/upload/203/203_06/%E6%A0%B8%E4%BA%8C%E5%BB%A0111%E5%B9%B4%E6%94%BE%E5%B0%84%E6%80%A7%E7%89%A9%E8%B3%AA%E6%8E%92%E6%94%BE%E5%B9%B4%E5%A0%B1.pdf
- [27] 台灣電力, 核三廠 111 年 放射性物質排放年報,
https://www.taipower.com.tw/upload/203/203_06/%E6%A0%B8%E4%B8%89%E5%BB%A0111%E5%B9%B4%E6%94%BE%E5%B0%84%E6%80%A7%E7%89%A9%E8%B3%AA%E6%8E%92%E6%94%BE%E5%B9%B4%E5%A0%B1.pdf
- [28] 中国核能電力股份有限公司,
<https://www.cnnp.com.cn/cnnp/cydwzd62/hnhdyxgs/haqxxgk/1304577/2023032411405862938.pdf>
- [29] 广西防城港核電有限公司,
http://www.fcgnp.com.cn/fcgnp/c20210420/2023-04/12/content_62344734b3b9494f80f474d523f1a095.shtml
- [30] 中国核能電力股份有限公司,
<https://www.cnnp.com.cn/cnnp/cydwzd62/fjqhdyxgs/hdchaqxx11/1305832/2023032714523448559.pdf>
- [31] 大亜湾核電運營管理有限責任公司,
<http://www.dnmc.com.cn/dnmccn/c101751/lcwgl.shtml>.

- [32] 中国核能行業協會,
<https://www.chinaneia.cn/upload/ebook/hnnj/hnnj2021/mobile/index.html#p=82>
- [33] 遼寧紅沿河核電有限公司,
<http://www.lhnp.com.cn/lhnp/c101624s/lcwgl.shtml>
- [34] 福建寧德核電有限公司,
<http://www.ndnp.com.cn/ndnp/c101528/lcwgl.shtml>
- [35] 中核集團秦山核電,
<https://www.cnnp.com.cn/cnnp/resource/cms/article/1086607/1309623/QS-5EM-RCEM-23032701%E7%A7%A6%E5%B1%B1%E6%A0%B8%E7%94%B5%E6%A0%B8%E5%AE%89%E5%85%A8%E4%BF%A1%E6%81%AF%E5%85%AC%E5%BC%80%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E6%8A%A5%E5%91%8A%EF%BC%882022%E5%B9%B4%EF%BC%89.pdf>
- [36] 三門核電, 三門核電廠核安全信息公开年度報告(2022年),
<https://www.cnnp.com.cn/cnnp/resource/cms/article/1086769/1299089/2023031615471062272.pdf>
- [37] 台山核電合營有限公司,
http://www.tnpjvc.com.cn/tnpjvc/c100617/xxaq_lcwgl.shtml
- [38] 江蘇核電有限公司, 2022年田灣核電站核安全信息公开年報,
<https://www.cnnp.com.cn/cnnp/cydwzd62/jshdyxgs/hdchaqxx96/1308827/index.html>
- [39] 陽江核電有限公司,
<http://www.yjnp.com.cn/yjnp/c100617e/lcwgl.shtml>
- [40] CNSC Radionuclide Release Datasets,
<https://open.canada.ca/data/en/dataset/6ed50cd9-0d8c-471b-a5f6-26088298870e>
- [41] 原子力規制委員会, 規制法令及び通達に係る文書,
https://www.nra.go.jp/disclosure/law_new/genshiryoku_index.html
- [42] 廃炉・汚染水対策事業事務局, トリチウム分離技術検証試験事業 総括及び評価(経済産業省トリチウム水タスクフォース(平成28年4月19日)資料3),
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/tritium_tusk/pdf/160419_06.pdf
- [43] Technical requirements for discharge of radioactive liquid effluents from nuclear power plant
<https://www.mee.gov.cn/ywgz/fqgz/bz/bzwb/hxxhj/fsxhjbz/201103/W020191222415914838455.pdf>
- [44] 古里1号機公開用最終安全性分析報告書(FSAR) 1 1章
https://npp.khnp.co.kr/board/view.khnp?boardId=BBS_0000022&menuCd=DOM000000104001001000&startPage=2&searchType=DATA_TITLE&keyword=FSAR&dataSid=3723
- [45] SP 2.6.1.2612-10「放射線安全のための衛生基本規則(OSPORB-99/2010)」
<https://base.garant.ru/12177986/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/>

- [46] The People's Republic of China Fifth National Report for the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management Prepared for the Seventh Review Meeting
https://www.iaea.org/sites/default/files/china-7rm_english.pdf
- [47] Korean Seventh National Report under the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management
<https://www.iaea.org/sites/default/files/korean-rep-of-7rm.pdf>
- [48] 放射性物質安全運送規則,
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCODE=J0160005>
- [49] Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management National Report of the Commonwealth of Australia
<https://www.iaea.org/sites/default/files/australia-7rm.pdf>

令和5年度原子力の利用状況等に関する調査事業 (海外諸国の処理水の取扱い状況及び多核種除去設備等処理水 の処分技術等に関する調査等) 報告書

株式会社 三菱ケミカルリサーチ
令和6年3月29日

事業目的：

諸外国における海洋放出の取組（特に安全性を確認するための取組）等について情報収集・分析するとともに、分離技術等トリチウムに関する国内外の最新の研究状況を調査・分析・資料作成することを目的とする。

事業内容：

1. 海外諸国の処理水の取扱い状況に関する調査
 - ①原子力施設保有国等における処理水の海洋放出時の安全性確保に係る調査
 - ②ALPS 処理水の分析のための国際輸送に係る調査
2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究
 - ①トリチウム等ALPS 処理水の取扱いに関する基礎的情報の提供
 - ②多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援
 - ③トリチウム分離技術の調査

実施内容：

昨年度報告書のリバイスを中心に、データを更新し、一部追加調査を実施した。

1. 海外諸国の処理水の取扱い状況に関する調査

① 原子力施設保有国等における処理水の海洋放出時の安全性確保に係る調査

調査対象国：米国、フランス、中国、ロシア、韓国

実施内容：前年度報告書の内容確認、データ更新

例：

- ・米国→Diablo Canyon 発電所における液体放射性物質放出量とそれによる被ばく線量計算結果（直近 3 年分）更新、運営許可申請状況更新
- ・フランス→Flamanville 発電所の通常運転中に発生する液体放出物量の最新データ更新
- ・中国→陽江原子力発電所の放射性流出物の年間排出量データ更新
- ・ロシア→根拠法令更新
- ・韓国→最新データ更新、月城原発のトリチウム問題の後続状況更新

1. 海外諸国の処理水の取扱い状況に関する調査

② ALPS 処理水の分析のための国際輸送に係る調査—中国

・中華人民共和国の「放射能汚染防止及び管理に関する法律」第47条は、**放射性廃棄物及び放射能汚染物品を中華人民共和国の領土に輸入すること、又は中華人民共和国の領土を経由して移送することは禁止されていると明確に規定している。**ただし、中華人民共和国から輸出された製品から発生した放射性廃棄物及び放射能汚染物であって、関連規定に従って処理又は処分するために国内に戻さなければならないものについては、法律に従って承認された後、中華人民共和国の領域に戻すことができる。

・「放射性同位元素及び放射線装置の安全及び保護に関する規則」第16条は、輸出入が制限される放射性同位元素の目録及び輸出入が禁止される放射性同位元素の目録を作成し、公布しなければならないと規定している。輸出入制限目録に記載された放射性同位元素の輸入は、国務院管轄の環境保護行政部門が審査・承認し、国務院管轄の對外貿易部門が国の對外貿易の関連規定に基づいて輸入許可証を発行する。輸出入制限目録及び輸出入禁止目録に記載されている以外の放射性同位元素の輸入は、国家對外貿易規則の関連規定に従って処理しなければならない。

・放射性物質安全輸送規則（GB 11806-2019）は、国際輸送に関わる場合、輸送される放射性物質が**經由する国又は到着する国が定めた危険物輸送に関する関連規則に準拠**すること、特定の荷物の国際輸送は**複数の当事者による承認が必要**であること、輸送の全体的な安全レベルは、適用されるすべての要件が満たされていた場合の安全レベルと少なくとも同等でなければならないことを定めている。

1. 海外諸国の処理水の取扱い状況に関する調査

② ALPS 処理水の分析のための国際輸送に係る調査—韓国

- ・韓国の放射性物質の輸送に関する規制は、IAEAの放射性物質安全輸送規則に基づいている。

- ・1999年から2001年にかけて、1996年IAEA放射性物質安全輸送規則（ST-1）の原子力安全法（NSA）への組み込みが行われ、これに基づく規則が放射性物質輸送の安全管理に適用されている。

- ・放射性物質等を輸送しようとする原子力事業者は、輸送開始予定日の5営業日前までに、放射性物質を含む輸送の内容、梱包形態、輸送手順書、緊急時対応計画書等を添付した輸送報告書を委員会に提出しなければならない。原子力安全委員会（NSSC）は、報告された内容を確認し、輸送前に不備の改善や安全上有害な要因の是正を指示する。報告された放射性物質等については、輸送規制の遵守状況を確認するため、規制当局による検査が行われる。

- ・放射性物質等を積載した船舶又は航空機を大韓民国の港湾若しくは空港に入港させようとする者、又は大韓民国の領海若しくは上空を航行若しくは飛行させようとする者は、その7日前までにNSSCに報告しなければならない。NSSCは報告された内容を確認し、欠陥の改善や安全性を損なう要因がある場合は、輸送前に是正するよう命令を出さなければならない。

1. 海外諸国の処理水の取扱い状況に関する調査

② ALPS 処理水の分析のための国際輸送に係る調査—台湾

- ・台湾の放射性物質の輸送に関する規制は、「放射性物質安全運送規則」によって規定されている。

- ・国際輸送には多国間承認が必要となる。

- ・多国間承認とは、放射性物質の国際輸送において、当初の設計国、輸出国、輸入国、及び輸送中の経由国の管轄当局の承認を受ける必要があることを意味する。ただし、着陸及び停止せずに空域を飛行する航空機で放射性物質を輸送する場合は適用されない。

- ・放射性物質の輸送がこの規則の規定に完全に準拠していない場合は、管轄当局の承認を得た特別な措置により輸送することができる。

- ・放射性物質の梱包又は輸送が、この規則の規定に基づいて管轄機関の承認又は許可が必要な場合、荷受人は、放射性物質の輸送書類及び物質安全資料とともに、承認又は許可書類のコピーを運送業者に提出しなければならない。

- ・放射性物質が2社以上の運送業者を通じて輸送される場合、前の項目のコピーを次の運送業者に提出しなければならない。

- ・放射性物質の国際輸送に多国間の承認が必要な場合は、各国の管轄当局の承認のコピーを運送業者に提出する必要がある。

1. 海外諸国の処理水の取扱い状況に関する調査

② ALPS 処理水の分析のための国際輸送に係る調査ーオーストラリア

・国境を越えての輸送に関する要件

◆輸入に関する規定

放射性物質の輸入に関する制限が、1956年の税関（輸入禁止品）規則の4R(2)に記されている。

4R 放射性物質の輸入

(2) 放射性物質をオーストラリアに輸入するには、次の条件を満たさない限り禁止されている。

- (a) 物質の輸入に対する書面による許可が、保健大臣又は認可された役人から与えられていること。
- (b) 許可書が税関に提示されること。

◆輸出に関する要件

オーストラリアは特定の種類の放射性物質及び特定の宛先への輸出に対する権限を有している。特に、次の状況では関連する連邦政府の大臣からの許可が必要である。

- ・ パシフィック諸島国への放射性廃棄物の輸出
- ・ 国際原子力機関（IAEA）の『放射線源の安全及び保安に関する行動規範』（2004年）で定義された高放射線源の輸出
- ・ 核原料及び核分裂性材料の輸出

2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

① トリチウム等ALPS 処理水の取扱いに関する基礎的情報の提供

論文等に関しては、Google Scholar及びJdreamⅢを利用して、以下に示す検索条件で、検索を実施した。

- ・国内検索条件キーワード：「トリチウム」＆「健康影響」、

「トリチウム」＆「被ばく」

期間：2023年以降

- ・国外検索条件キーワード：「tritium」＆「health effect」、

「tritium」＆「exposure」、

「fukushima」

期間：2023年以降

検索エンジン キーワード	Google Scholar (2024年3月18日時点)	JdreamⅢ (2024年3月18日時点)
「トリチウム」＆「健康被害」	19	6
「トリチウム」＆「被ばく」	24	13
「tritium」＆「health effect」	347	5
「tritium」＆「exposure」	1,280	28
「fukushima」	19,300	2,477

トリチウムの生体影響については、低濃度のトリチウムによる生体影響について、従来の知見を覆すような情報はなかった。

2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

② 多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援

(1) 主要国及び日本の原発立地地域におけるトリチウムの大気・海洋・河川・降雨の濃度

1) 英国におけるトリチウム濃度

	海水濃度 (Bq/L)		淡水濃度 (Bq/L)		その他 (Bq/kg)	
Hartlepool	<4.6	North Gare	<3.8	Boreholes, Dalton Piercy	<16	Grass (0.6km NE of site)
Heysham	11	Shore adjacent to Northan Outfall	<3.7	Damas Gill reservoir	<19	Grass (Half Moon Bay, recreation ground)
Hinkley Point	<3.7	Pipeline	<3.8	Durleigh Reservoir	<23	Grass (Wall Common)
Hunterston	<0.10	Pipeline	<1.1	Loch Ascog	<5.0	Grass
Sizewell	<3.7	Sizewell beach	<3.9	The Meare	<20	Grass (Sizewell belts)
Torness	—		1.4	Hopes Reservoir	<5.0	Grass
Berkeley and Oldbury	<3.7	2km south west of Berkeley	<3.8	Gloucester and Sharpness Canal	<3.5	Wheat*
Bradwell	<3.8	Bradwell Pipeline	<3.8	Coastal ditch, drain pit overflow	<2.3	Lucerne
Chapelcross	<1.4	Pipeline	21	Gullielands Burn	<5.0	Grass
Dungeness	<3.9	Dungeness South	<3.8	Long Pits	<20	Grass(Lydd)
Trawsfynydd	—		<3.5	Afon Tafarn-helyg	<3.4	Grass
Wylfa	<3.4	Cemaes Bay	—	—	<17	Grass(Wylfa Head Nature reserve)
Sellafield	—	—	—	—	<11	Grass(Braystones)
Irish Sea	—	—	—	—	<25	North Anglesey

出典：Radioactivity in Food and the Environment (RIFE) report 2022

<https://www.foodstandards.gov.scot/publications-and-research/publications/radioactivity-in-food-and-the-environment-rife-report-2022>

P185～ table 4.2,4.3

Sellafield P133 table 3.4

Irish Sea P137 table 3.6 continued (wales North Anglesey)

2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

② 多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援

(1) 主要国及び日本の原発立地地域におけるトリチウムの大気・海洋・河川・降雨の濃度

2) 韓国におけるトリチウム濃度

	大気 (Bq/m ³)	海洋 (Bq/L)	河川 (Bq/L)	降雨 (Bq/L)
古里 2-4 新古里 1-2	0.0318 (<0.00345~0.0698)	4.08 (<1.34~49.6)	<1.39	6.39 (<1.36~22.1)
セウル1-2(新古里 3-4)	0.0528(<0.0116~0.129)	<1.11	<1.18	3.51 (1.14~15.2)
月城 2-4、新月城 1-2	0.878 (0.00379~5.03)	3.34 (<1.06~7.29)	3.61 (<1.72~5.99)	65.6 (<1.72~1,267)
ハンビット (霊光) 1-6	0.280 (<0.0221~0.889)	3.78 (<0.947~24.1)	2.42 (<0.930~4.18)	10.4 (<0.900~54.5)
ハヌル (ハンウル) 1-6, 新ハヌル 1	0.121 (<0.00409~0.395)	2.88 (<1.43~4.81)	<1.43	8.69 (1.42~68.0)

出典：2022年度原子力発電所周辺環境放射能調査及び評価報告書 (Rev.1)

https://npp.khnp.co.kr/board/view.do?boardId=BBS_0000032&menuCd=DOM_000000104003000000&startPage=1&dataSid=10246

韓国水力原子力社が原発の運営及び管理主体として半年ごとに環境放射能線量の評価を行い、これを原子力安全委員会 (NSSC) に報告しているが、上記URLの「2022年度原子力発電所周辺環境放射能調査及び評価報告書 (Rev.1)」の各原発の付録からデータを入手できる。

2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

② 多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援

(1) 主要国及び日本の原発立地地域におけるトリチウムの大気・海洋・河川・降雨の濃度

3) **日本**における各試料のトリチウム濃度

大気浮遊じん・大気の実験結果：

都道府県名	試料採取地点名	試料名	試料採取開始日	核種名	放射能濃度	放射能濃度単位
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/1	H-3	6.9	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/1	H-3	3.6	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/1	H-3	1100	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/1	H-3	400	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/8	H-3	4.4	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/8	H-3	2.7	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/8	H-3	1000	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/8	H-3	360	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/22	H-3	5.5	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/22	H-3	2.9	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/22	H-3	1200	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気	2023/8/22	H-3	270	mBq/L-水分

出典：公益財団法人日本分析センター，
環境放射線データベース，
<https://www.kankyohoshano.go.jp/data/database/>.

降下物の分析結果：

都道府県名	試料採取地点名	試料名	試料採取開始日	核種名	放射能濃度	放射能濃度単位
青森県	むつ市	月間降下物	2023/4/3	H-3	0.62	Bq/L
青森県	むつ市	月間降下物	2023/4/3	H-3	97	MBq/km ² .月
福島県	福島市	月間降下物	2023/4/3	H-3	0.39	Bq/L
福島県	福島市	月間降下物	2023/4/3	H-3	46	MBq/km ² .月
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2023/4/3	H-3	0.3	Bq/L
千葉県	千葉市稲毛区	月間降下物	2023/4/3	H-3	58	MBq/km ² .月
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2023/4/3	H-3	0.33	Bq/L
京都府	京都市伏見区	月間降下物	2023/4/3	H-3	120	MBq/km ² .月

2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

② 多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援

(2) 主要国のトリチウム（大気・海洋）の排出量-英国

サイト	気体 (Bq/年)	液体 (Bq/年)
Sellafield	1.55E+13	1.34E+14
Berkeley	6.65E+09	1.10E+08
Bradwell	6.10E+09	1.20E+09
Chapelcross	2.62E+12	6.28E+08
Dungeness A Station	5.03E+10	2.07E+09
Dungeness B Station	6.28E+10	2.21E+09
Hartlepool	5.16E+11	3.59E+14
Heysham Station 1	1.33E+12	3.00E+14
Heysham Station 2	1.23E+12	2.91E+14
Hinkley Point A Station	1.54E+10	8.32E+08
Hinkley Point B Station	8.16E+11	1.48E+14
Hunterston A Station	4.35E+08	7.00E+06
Hunterston B Station	7.34E+11	2.30E+13
Oldbury	2.10E+10	2.43E+08
Sizewell A Station	1.88E+10	4.90E+08
Sizewell B Station	6.95E+11	2.17E+13
Torness	1.69E+12	2.56E+14
Trawsfynydd	1.72E+10	2.16E+09
Wylfa	5.70E+10	8.00E+07

出典 : Disposals of
radioactive waste, 2022
RIFE28 Appendix Tables

Table A1.1 Principal
discharges of
gaseous radioactive
wastes from
nuclear
establishments in
the United
Kingdom, 2022

P327

Table A1.2 Principal
discharges of liquid
radioactive waste
from nuclear
establishments in
the United
Kingdom, 2022

P331

出典 : Radioactivity in Food and the Environment (RIFE) report 2022

<https://www.foodstandards.gov.scot/publications-and-research/publications/radioactivity-in-food-and-the-environment-rife-report-2022>

2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

② 多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援

(2) 主要国のトリチウム（大気・海洋）の排出量-フランス

サイト	液体(Bq)	気体(Bq)
ANDRA CSFMA-Aube	—	—
ANDRA CS-Manche: Compta R6-10	—	—
ORANO cycle La Hague	1.05E+16	4.70E+13
ORANO cycle Pierrelatte (INB+INBS)	5.00E+08	—
CEA Bruyères le Chatel (INBS)	—	—
CEA Cadarache (INB)	7.50E+10	3.73E+10
CEA Paris-Saclay - Saclay (INB)	8.82E+09	9.00E+12
CEA Grenoble (INB)	—	—
CEA Marcoule (INBS)	2.32E+12	1.30E+10
CEA Valduc (INBS)	—	—
CNPE de Belleville-sur-Loire	4.47E+13	1.22E+12
CNPE du Blayais	4.43E+13	9.90E+08
CNPE de Bugey	4.26E+13	6.33E+11
CNPE de Cattenom	6.99E+13	2.08E+12
CNPE de Chinon	4.41E+13	1.11E+12
CNPE de Chooz	5.25E+12	8.51E+11
CNPE de Civaux	6.43E+12	9.57E+11
CNPE de Creys-Malville	4.01E+10	2.90E+10
CNPE de Cruas	3.04E+13	1.46E+12
CNPE de Dampierre-en-Burly	5.28E+10	1.21E+12
CNPE de Fessenheim	1.17E+12	2.85E+08
CNPE de Flamanville	9.73E+12	6.46E+11
CNPE de Golfech	3.94E+13	7.94E+11
CNPE de Gravelines	4.65E+13	1.76E+12
CNPE de Nogent-sur-Seine	5.72E+16	7.23E+11
CNPE de Paluel	1.02E+14	2.13E+12
CNPE de Penly	2.22E+13	5.42E+11
CNPE de Saint-Alban	4.24E+10	5.15E+13
CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux	2.03E+13	6.04E+11
CNPE de Tricastin	3.75E+16	1.22E+12
ILL Grenoble	4.55E+11	1.72E+12
CEA Marcoule: Atalante - Phenix - Melox (pas de rejet tritium) - Les rejets 3H liquides de l'INBS exploitée par le CEA sont inclus	2.32E+12	1.30E+10
Marine Nationale Brest (pas de rejets tritium) et L'Ile Longue (INBS)	—	5.00E+11
Marine Nationale Cherbourg (INBS)	—	—
Marine Nationale Toulon (INBS): pas de rejet tritium	—	5.20E+11
SOCATRI	—	—
SODERN	—	—
INBS PN	—	—
Total	1.06E+17	1.28E+14

出典：Rapport annuel d'information du public relatif aux installations nucléaires du site de **Flamanville**

上記の赤字の原発名「Flamanville」を他の原発名にすることで、各原発のHPの閲覧が可能となる。各HPより、気体トリチウム、液体トリチウムの放出データの記載箇所を目次から判別する。

2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

② 多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援

(2) 主要国のトリチウム（大気・海洋）の排出量-韓国

2022 年	放出量 (TBq)	古里	セウル	ハンビット	ハンウル	月城
11 月	液体	5.71	0.65	1.52	16.09	4.26
	気体	1.99	0.07	1.15	1.27	5.78
12 月	液体	21.18	0.19	16.16	8.23	4.59
	気体	1.94	0.04	1.79	0.54	5.47
2023 年	放出量 (TBq)	古里	セウル	ハンビット	ハンウル	月城
1月	液体	6.51	6.30	6.70	4.04	2.95
	気体	1.33	0.06	1.59	0.84	6.39
2月	液体	3.03	0.57	8.87	11.17	1.68
	気体	0.94	0.04	1.56	0.61	7.12
3月	液体	8.23	8.94	7.20	5.29	2.25
	気体	1.62	0.04	1.48	1.83	9.71
4月	液体	2.14	10.50	1.27	2.72	4.15
	気体	1.67	0.06	1.35	1.07	10.47
5月	液体	2.21	3.23	1.19	2.01	8.93
	気体	1.64	0.15	1,042	1.14	10.24
6月	液体	1.58	2.68	2.21	5.12	3.56
	気体	1.64	0.06	1.34	0.94	7.57
7月	液体	1.14	0.46	4.23	11.26	1.24
	気体	1.47	0.03	1.53	0.78	7.41
8月	液体	1.16	1.21	4.72	6.26	0.99
	気体	2.01	0.04	1.52	1.50	8.64
9月	液体	0.95	4.37	4.11	11.13	6.93
	気体	1.67	0.03	1.43	1.99	8.63

出典：韓国水力原子力社（液・気体排出現況）
https://npp.khnp.co.kr/board/list.khnp?boardId=BBS_0000020&menuCd=DOM_000000103003004001&contentsSid=110

韓国水力原子力社が原発の運営及び管理主体として月別に液体及び気体排出状況を公表しているが、上記URLから各原発の月別のトリチウムの液体及び気体排出データを入手できる。

2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

② 多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援

(2) 主要国のトリチウム（大気・海洋）の排出量-**米国**

	施設名	気体 (Ci)	液体 (Ci)
BWR	BROWNS FERRY-1, 2, 3	2.47E+02	9.61E+00
	Brunswick 1 & 2	5.17E+01	5.12E+01
	Clinton	2.93E+01	0.00E+00
	Columbia Generating Station	2.44E+01	—
	Hope Creek 1	2.76E+02	8.67E+01
	Peach Bottom 2 & 3	5.78E+01	1.44E+01
	Perry 1	1.70E+01	6.42E+00
	Quad Cities 1 & 2	7.25E+01	5.35E-01
	River Bend 1	9.14E+00	2.55E+01
	Susquehanna 1 & 2	6.79E+01	4.00E+01
PWR	Arkansas Nuclear One 1	1.10E+01	5.93E+02
	Arkansas Nuclear One 2	2.55E+01	2.92E+02
	Beaver Valley 1 & 2	7.90E+01	2.24E+03
	Beaver Valley 1	2.38E+01	—
	Beaver Valley 2	5.52E+01	—
	Braidwood 1 & 2	1.34E+02	2.27E+03
	Point Beach 1 & 2	7.97E+01	6.44E+02
	Vogtle 2	7.50E+01	3.28E+01
	Waterford 3	3.74E+01	4.43E+02
	Watts Bar 1	1.61E+02	3.49E+03
	Watts Bar 2	3.53E+01	7.65E+02
	Wolf Creek 1	3.99E+01	1.52E+03

(注) 1Ci = 3.7×10^{10} Bq

出典：Radioactive Effluent and
Environmental Reports 2023
URL:<https://www.nrc.gov/reactors/operating/ops-experience/tritium/plant-info.html>

2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

② 多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援

(2) 主要国のトリチウム（大気・海洋）の排出量-スペイン

区分	(Bq)	Santa María de Garroña	Almaraz	ASCÓ I	ASCÓ II	Cofrentes	Vandellós II	Trillo	José Cabrera.
液体	溶存ガス（トリチウムを除く）	3.36E+07	1.61E+10	2.78E+09	6.06E+09	1.22E+08	6.02E+09	1.46E+08	—
	トリチウム	3.39E+11	1.55E+13	2.12E+13	2.12E+13	8.35E+11	3.84E+13	1.44E+13	2.76E+07
	溶存ガス	—	ND	8.81E+06	1.76E+07	ND	1.13E+13	—	—
気体	希ガス	ND	1.01E+11	1.09E+11	8,01E+10	1.17E+12	1.26E+13	7.64E+10	—
	ハロゲン	—	ND	ND	ND	2.45E+07	1.55E+08	ND	—
	微粒子	1.32E+05	6.20E+05	2.21E+06	3.18E+06	1.49E+07	3.43E+07	6.21E+05	ND
	トリチウム	6.47E+10	3.18E+12	4.00E+11	2.68E+11	5.30E+11	8.47E+11	7.46E+11	—
	C-14	—	2.20E+11	1.35E+11	9.78E+10	2.22E+11	1.92E+11	2.60E+11	—

出典：

Informe del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados y al Senado Año 2022

URL: <https://www.csn.es/documents/10182/13529/Informe%20anual%202022>

2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

② 多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援

(2) 主要国のトリチウム（大気・海洋）の排出量-スロベニア

液体排出		2019	2020	2021	2022
核分裂生成物・放射化生成物 制限値：100GBq	放出された放射能	25.1 MBq	11.2 MBq	35.6MBq	19 MBq
	制限値に対する割合	0.03%	0.01%	0.04%	0.02%
トリチウム 制限値：45TBq	放出された放射能	13.6 TBq	2.9 TBq	16.1 TBq	24.3TBq
	制限値に対する割合	30.20%	6.60%	35.90%	54%

気体排出		2019	2020	2021	2022
トリチウム	放出された放射能	2.8 TBq	3.5 TBq	6.7 TBq	—
C-14	放出された放射能	75 GBq	198 GBq	103 GBq	—

出典：KRSKO Nuclear Power Plant 2022 Annual Report
[URL:https://www.nek.si/upload/publications/ang-net.pdf](https://www.nek.si/upload/publications/ang-net.pdf)

DATA ON LIQUID
RADIOACTIVE DISCHARGES
IN 2022



radioactive substances	annual limit	emission activity	percentage of the limit
fission and activation products	100 GBq	0.019 GBq	0.019
Tritium (H-3)	45 TBq	24.3 TBq	54

DATA ON RADIOACTIVE
RELEASES INTO THE AIR
IN 2022



radioactive substances	total annual limit	dose	percentage of the limit
fission and activation gases (total)		1.42E-02 μSv	
Iodines (I-131 and others)		2.55E-05 μSv	
dust particles (Cobalt, Caesium, etc.)		2.62E-06 μSv	
Tritium (H-3)		5.02E-01 μSv	
Carbon (C-14)		2.51E-02 μSv	
	50 μSv	total 0.54 μSv	1.08

2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

② 多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援

(2) 主要国のトリチウム（大気・海洋）の排出量-台湾

サイト	2022年	
	液体 (TBq)	気体 (TBq)
国聖 (第 2)	0.252	0.386
馬鞍山 (第 3)	35.2	15.02

出典：

国聖 (第 2)：

https://www.taipower.com.tw/upload/203/203_06/%E6%A0%B8%E4%BA%8C%E5%BB%A0111%E5%B9%B4%E6%94%BE%E5%B0%84%E6%80%A7%E7%89%A9%E8%B3%AA%E6%8E%92%E6%94%BE%E5%B9%B4%E5%A0%B1.pdf

馬鞍山 (第 3)：

https://www.taipower.com.tw/upload/203/203_06/%E6%A0%B8%E4%B8%89%E5%BB%A0111%E5%B9%B4%E6%94%BE%E5%B0%84%E6%80%A7%E7%89%A9%E8%B3%AA%E6%8E%92%E6%94%BE%E5%B9%B4%E5%A0%B1.pdf

台湾の場合、放射性物質排出年報を毎年公表しているが、最新年度、例えば2022年は台湾年号で111年で、「111年放射性物質排放年報」をグーグルで検索して最新データを入手することができる。

2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

② 多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援

(2) 主要国のトリチウム（大気・海洋）の排出量-中国

出典：

発電所	年度	液体（TBq）	気体（TBq）
昌江	2022	42.99	0.60
防城港	2022	78.70	0.84
福清	2022	120.18	2.58
大亜湾	2022	40.88	1.75
嶺澳Ⅰ期	2022	33.95	3.18
嶺澳Ⅱ期	2022	40.48	1.54
海陽	2020	42.50	0.65
紅沿河	2022	85.50	2.14
寧徳	2022	88.43	1.52
秦山（9基）	2022	202.85	107.76
三門	2022	82.00	1.26
台山	2022	25.75	0.68
田湾	2022	113.62	1.39
陽江	2022	113.55	2.00

<https://www.cnnp.com.cn/cnnp/cydwzd62/hnhdyxgs/haqxqk/1304577/index.html>

http://www.fcgnp.com.cn/fcgnp/c20210420/2023-04/12/content_62344734b3b9494f80f474d523f1a095.shtml

<https://www.cnnp.com.cn/cnnp/cydwzd62/fjfqhdyxgs/hdchaqx11/1305832/index.html>

<http://www.dnmc.com.cn/dnmccn/c101751/lcwql.shtml>

<http://www.dnmc.com.cn/dnmccn/c1017511/lcwql.shtml>

<http://www.dnmc.com.cn/dnmccn/c1017512/lcwql.shtml>

<http://www.lhnp.com.cn/lhnp/c101624s/lcwql.shtml>

<http://www.ndnp.com.cn/ndnp/c101528/lcwql.shtml>

<https://www.cnnp.com.cn/cnnp/resource/cms/article/1086607/1309623/QS-5EM-RCCEM-23032701%E7%A7%A6%E5%B1%B1%E6%A0%B8%E7%94%B5%E6%A0%B8%E5%AE%89%E5%85%A8%E4%BF%A1%E6%81%AF%E5%85%AC%E5%BC%80%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E6%8A%A5%E5%91%8A%EF%BC%882022%E5%B9%B4%EF%BC%89.pdf>

<https://www.cnnp.com.cn/cnnp/cydwzd62/smhdxyxgs/hdchaqx95/index.html>

http://www.tnpjvc.com.cn/tnpjvc/c100617/xxaq_lcwql.shtml

<https://www.cnnp.com.cn/cnnp/cydwzd62/jshdyxgs/hdchaqx96/index.html>

<http://www.yjnp.com.cn/yjnp/c100617e/lcwql.shtml>

ほとんどの原発は毎年の核安全年報又はHPで放射性液体・気体の排出量を公表しており、そこから最新データを手に入れることができる。

2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

② 多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援

(2) 主要国のトリチウム（大気・海洋）の排出量-カナダ

	2021 年			2022 年		
	気体 (Bq/年)		液体 (Bq/年)	気体 (Bq/年)		液体 (Bq/年)
	HT	HTO		HT	HTO	
ブルース A		8.10E+14	2.80E+14		1.70E+15	2.80E+14
ブルース B		4.20E+14	9.10E+14		3.70E+14	5.70E+14
ダーリントン	1.70E+13	2.60E+14	1.90E+14	9.30E+13	2.20E+14	2.10E+14
ピカリング		5.20E+14	4.80E+14		4.90E+14	5.00E+14
ポイント・ルプロー		2.70E+14	8.20E+13		2.16E+14	4.28E+14
ジェンティリー		4.43E+13	1.56E+14		3.20E+13	5.23E+13

出典：Radionuclide Release Datasets - Radionuclide Releases - Nuclear Power Plants

<https://open.canada.ca/data/en/dataset/6ed50cd9-0d8c-471b-a5f6-26088298870e/resource/558315be-dd96-409e-9f36-cd6295557e5a#additional-info>

2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

② 多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援

(2) 主要国のトリチウム（大気・海洋）の排出量-日本

原子力発電所・再処理施設	気体 (Bq/年)	液体 (Bq/年)	備考
泊	—	—	停止中
東通	—	—	停止中
女川	—	—	停止中
柏崎刈羽	—	—	停止中
福島第一	—	—	停止中
福島第二	—	—	停止中
東海第二	—	—	停止中
東海	—	—	停止中
浜岡	—	—	停止中
志賀	—	—	停止中
敦賀	—	—	停止中
美浜	—	—	停止中
大飯	6.20E+12	2.40E+13	1号、2号、3号、4号
高浜	6.30E+12	2.60E+13	1号、2号、3号、4号
島根	—	—	停止中
伊方	—	—	停止中
玄海	1.50E+12	1.90E+13	1号、2号、3号、4号
川内	8.50E+11	3.70E+13	1号、2号
日本原燃株式会社再処理事業所（六ヶ所）	4.50E+10	3.90E+09	
日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所（東海）	高レベル放射性物質研究施設：ND 他の施設：“—”	第1排水溝：ND 第2排水溝：“—”	

出典：原子力規制委員会「令和4年度下期放射線管理等報告書」

<https://www.nra.go.jp/activity/regulation/housyasanenkanri/2022h2.html>

- 2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究
- ② 多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援
- (2) 主要国のトリチウム（大気・海洋）の排出量

ルーマニア、ドイツ更新情報無し

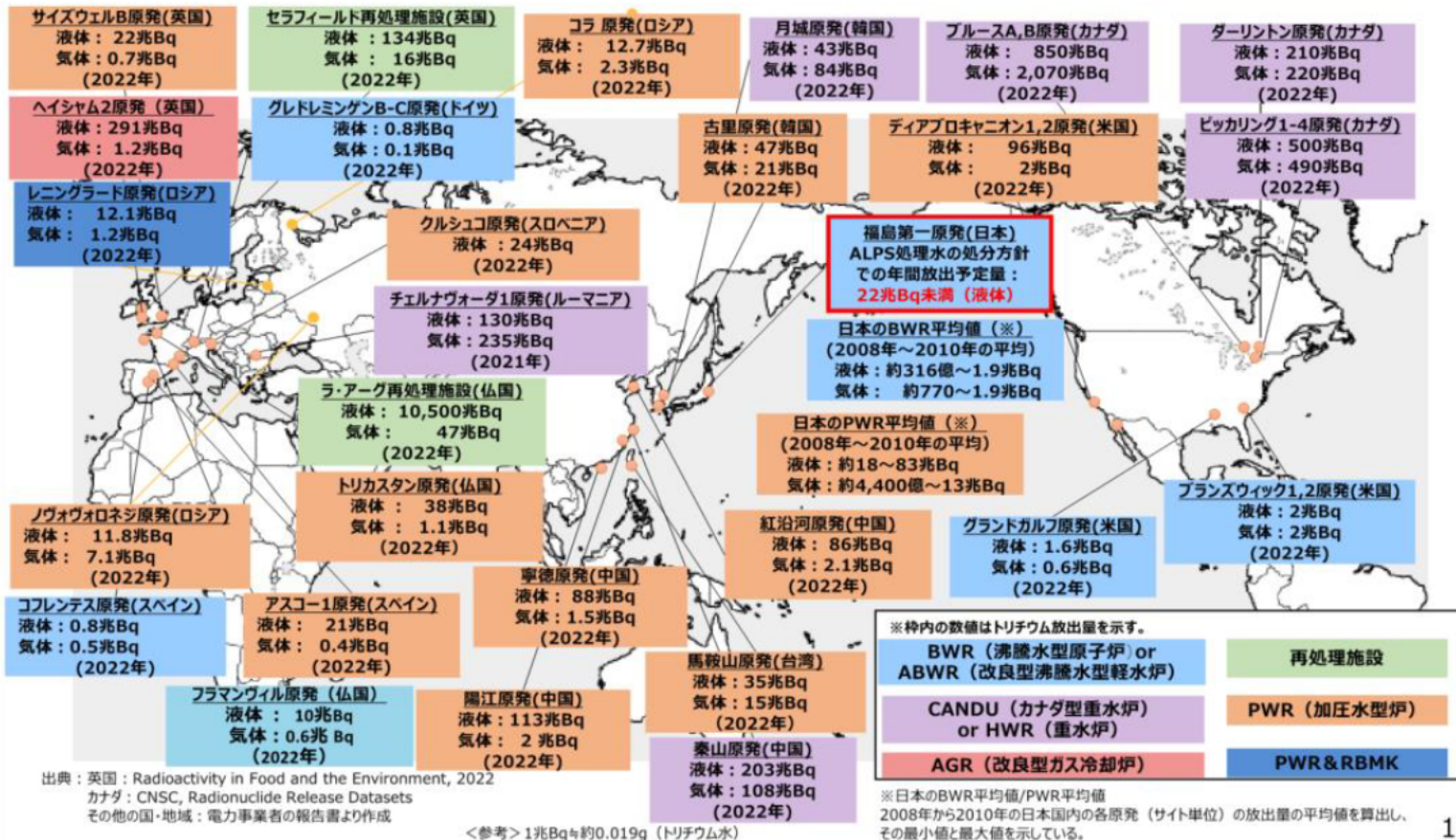
2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

② 多核種除去設備等処理水に関連するデータの収集・分析支援

(2) 主要国のトリチウム（大気・海洋）の排出量

(参考) トリチウムの年間処分量 ～国内外の例～

- トリチウムは、国内外の原発・再処理施設においても、各国・地域の法令に基づいて、液体廃棄物として海洋や河川等へ、また、換気等にもない大気中へ排出されている。



- ・2022年データに更新
- ・ロシアデータ追加

2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

③ トリチウム分離技術の調査

(1) 論文等による情報収集

論文等に関しては、Google Scholar、JdreamⅢを利用して、以下に示す検索条件で、検索を実施した。

- ・ 国内検索条件キーワード：「トリチウム」＆「分離」、期間：2023年以降
- ・ 国外検索条件キーワード：「tritium」＆「separation」＆「fukushima」、期間：2023年以降

トリチウム分離技術に関する論文等の検索件数

キーワード	検索エンジン	
	Google Scholar	JdreamⅢ
「トリチウム」＆「分離」	18	69
「tritium」＆「separation」＆「fukushima」	250	0

文献検索により得られた論文の多くは、ガス状トリチウム向け、重水素向け、核融合炉向け等の分離技術であり、トリチウムの挙動解明である。また、トリチウム分離技術について、実施されているのは理論研究やラボスケールの実験であり、直ちに実用化できる段階にある技術の検証はなかった。

2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

③ トリチウム分離技術の調査

(2) 関係者へのヒアリング

事業者名	状況及び対応
創イノベーション株式会社 慶應義塾大学 (大村亮教授) 株式会社 イメージ ワン	2023年5月30日にイメージワンが、東京電力が実施している技術公募においてフィージビリティスタディを開始する旨をリリース。進捗を伺うため、ヒアリングを実施。
	ヒアリング結果：対外的な活動は商社である（株）イメージワン、技術開発は慶応大学理工学部機械工学科の大村教授が担当しているとのこと。東京電力が実施している技術公募においてフィージビリティスタディを進めているとのこと。（慶応義塾大学にベンチスケールの装置を設置して実施。）
近畿大学工学部（広島県東広島市）教授 井原辰彦、近畿大学原子力研究所、東洋アルミニウム株式会社（大阪府大阪市）および近大発のベンチャー企業である株式会社ア・アトムテクノロ近大らの研究チーム	近畿大学原子力研究所 山西弘城教授に問い合わせ、ヒアリングを実施。
	ヒアリング結果： 某社と共同研究を実施したが、いずれも望ましい結果は得られず、2022年度末に共同研究は終了。今後は、吸着材を活性炭やシリカに限定せずに、ゼオライトやアルミニウム等での研究を進めたい（ただし、研究者の確保等問題があり検討中）とのこと。

以上より、一部の研究は継続され、また研究に進展が見られるものの、トリチウム水タスクフォース報告書において「直ちに実用化できる段階にある技術が確認されなかった」と評価された状況から、当該評価を覆すほどの大きな進展は見られていないことが分かった。

3. 通常炉における液体廃棄物を海域へ放出する際の希釈の実例

主要国のトリチウムの海洋への放出実態はP23に示したとおりである。

これらの国が日本と同様に海洋への放出の濃度を各国独自に規定していると想定すると、希釈の工程を経なければ、その濃度規定を遵守できないのではと思われる。

そこで、各国の濃度規制を調べるべく、原子力規制委員会に該当する情報の有無を問い合わせたが、「該当する情報は見いだせなかった」との回答を頂いた。

一方、中国、韓国、ロシアについては、調査の結果下記のような情報が得られた。

■中国

中国の場合、2011年に公布された中華人民共和国国家標準「原子力発電所放射性液体流出物排出技術要求」（GB14587-2011）では、「**排出濃度限度を超える放射性廃液を希釈法で発電所排水路に排出してはならない。（5.5節）**」と明記している。

ただし、2017年3月に当該標準は廃止されており、後続標準もないようで、かつその他の法規制文書にも上記規制文句がなく、実態は不明である。

■韓国

韓国の場合、古里1号機の最終安全性分析報告書（FSAR）の第11章の放射性廃棄物管理で、「**液体流出物は循環水排水路で、希釈され、これが排出濃度になる。**希釈倍数は循環水の流量により、希釈に必要な循環水の流量が不足する場合には古里2号機の循環水（設計流量：664,000gpm）の排水路を利用することで、十分な希釈流量を確保することができる。」と明記されており、少なくとも古里1号機では液体廃棄物を放出する際に希釈していると思われる。

■フランス

フランスの場合、ASNからEDFへのFlamanville1号機、2号機及び3号機の運転のための液体及びガス放出物の放出方法規定Decision n.2018-DC-0640では「**放射性排水は、温排水と混合させ希釈させてから水域1及び水域2にて放出されている。（Section3）**」と明記されており、フランスでは液体廃棄物を放出する際に希釈していると思われる。

■ロシア

ロシアの場合、2010年4月26日付No.40「SP2.6.1.2612-10「放射線安全確保のための基本衛生規則（OSPORB99/2010）」の承認に関する」国家主任衛生医師決定（修正及び追加版）で、「**放射性廃液の放射能を下げるための希釈は禁止されている。（3.12.17節）**」と明記されており、現行法規制となっているため、ロシアでは液体廃棄物を放出する際に希釈することは禁止されていると思われる。

御清聴ありがとうございました。

2. 多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究

③ トリチウム分離技術の調査

求める技術

以下の要件について、応募時点で全て満たすことを求めるものではありませんが、将来的に全て満たし得る技術の提案を求めます。

【目標とする設備性能】

105～106Bq/ℓのトリチウムを含む処理水を103Bq/ℓまで低減し、50～500m³/日を安定的に処理できる設備性能を目標とし得ること。

【原理】

次のいずれかにより証明されていること。（特許取得のみは不可）

- ・当該技術にかかる科学的原理が、学会等で広く認められている
- ・分離技術の原理について査読付き論文誌に記載される等、期待される性能が発揮されることを第三者が確認している

【分離技術】

- ・トリチウムの分離処理後の濃度が、処理前の1/1,000 以下であることが期待できること。
- ・実験データ等により、分離処理前後のトリチウムの収支及びその物理的状态を説明できること。
 - 分離処理前の処理水の物理的状态、物量、トリチウム濃度
 - 分離処理後の減損側の物理的状态、物量、トリチウム濃度
 - 分離処理後の濃縮側の物理的状态、物量、トリチウム濃度

【測定技術】

- ・分離処理前後のトリチウム濃度測定系の信頼性が説明できること。

【処理能力】

- ・目標とする運転能力（50～500m³/日）まで拡大可能な技術的見通しがあること。
- ・実績があればその時の条件を具体的に示せること。

【その他】

- ・所有権の可能性（独占権、優先権など）に支障をきたさないこと。