

令和6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原発廃炉に
際しての利害関係者との関わり方並びに多核種除去
設備等処理水の処分技術等に関する調査等)

報告書

令和7年3月

目次

1. 事業名	1
2. 事業目的	1
3. 事業内容	2
3.1 海外諸国の処理水 [†] の取扱い状況に関する調査	2
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	2
3.2 ALPS 処理水等に関する調査研究	2
3.2.1 トリチウムを含む水の取扱いに関連するデータの収集・分析支援	2
3.2.2 トリチウム分離技術の調査	2
3.3 海外諸国の原子力施設の廃炉における関係者の関わり方の調査・分析	2
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を確保に係る調査	3
4.1.1 国際機関等	3
4.1.2 中国	5
4.1.3 フランス	11
4.1.4 韓国	16
4.1.5 ロシア	29
4.1.6 米国	36
4.1.7 英国	47
5. ALPS 処理水等に関する調査研究	51
5.1 トリチウムを含む水の取扱いに関連するデータの収集・分析支援	51
5.1.1 主要国及び日本の原子力発電所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	51
5.1.2 主要国のトリチウム等(大気・海洋)の排出量	58
5.2 トリチウム分離技術の調査	69
5.2.1 論文等による最新のトリチウム分離技術に関する情報収集	69
5.2.2 諸外国の様々な機関におけるトリチウム分離技術の実績	69
6. 海外諸国の原子力施設の廃炉における関係者の関わり方の調査・分析	70
6.1 廃炉に関する概要	70
6.1.1 廃炉のタイプ	70

6.1.2 廃炉の動向	71
6.2 廃炉・サイト解放における法令の概要	75
6.2.1 米国	75
6.2.2 欧州	78
6.3 サイト解放の事例	84
6.3.1 米国	87
6.3.2 欧州他	100
6.4 サイト解放に関する深堀調査	111
6.4.1 米 ハンフォードサイト・イーストテネシー・テクノロジーパーク	113
6.4.2 スイス ルーセンスサイト	151
6.4.3 英 ハーウェルサイト・ウィンプリスサイト	160
6.5 ヒアリング調査	175
6.6 まとめ	178
別添資料 報告書概要	181

†原子力施設保有国等の原子力施設から放出される処理水

図目次

図 4-1	フラマンビル原子力発電所の所在地と外観	11
図 4-2	リスク評価フロー	14
図 4-3	規制活動	20
図 4-4	規制の手続き	20
図 4-5	気体放射性物質の移行経路	21
図 4-6	液体放射性物質の移行経路	21
図 4-7	気体及び液体排出量及び予想住民被ばく線量(1歳基準)(2023年古里・セウル原子力発電所)	22
図 4-8	年別予想住民被ばく線量(最大年齢層)(2023年古里・セウル原子力発電所)	22
図 4-9	気体及び液体排出量及び予想住民被ばく線量(1歳基準)(2023年月城・新月城原子力発電所)	23
図 4-10	年別予想住民被ばく線量(最大年齢層)(2023年月城・新月城原子力発電所)	23
図 4-11	気体及び液体排出量及び予想住民被ばく線量(1歳基準)(2023年ハンビット原子力発電所)	24
図 4-12	年別予想住民被ばく線量(最大年齢層)(2023年ハンビット原子力発電所)	24
図 4-13	気体及び液体排出量及び予想住民被ばく線量(1歳基準)(2023年ハヌル原子力発電所)	25
図 4-14	年別予想住民被ばく線量(最大年齢層)(2023年ハヌル原子力発電所)	25
図 4-15	情報収集・管理の手続き	26
図 4-16	レニングラード原子力発電所の所在地	30
図 5-1	ドイツの原子力施設からの放射能排出量	64
図 6-1	本章の調査対象	70
図 6-2	発電用原子炉の段階別及び原子炉タイプ別の原子炉数	72
図 6-3	各フェーズでの研究炉数	74
図 6-4	各フェーズでの核燃料サイクル施設数	75
図 6-5	ハンフォードサイトにおけるトリチウムの汚染状況	115
図 6-6	ワン・ハンフォードの構成組織	116
図 6-7	ハンフォードに適用される Public involvement に関する主な法令のまとめ	123
図 6-8	作業会による6つの地域区分	128
図 6-9	B原子炉周辺エリアの将来土地利用計画 オプション3のイメージ	132
図 6-10	ハンフォードの全体地図	134
図 6-11	Oak Ridge Reservation の全景	135
図 6-12	周辺10郡の人口分布(1995年と2010年)	137
図 6-13	ETTPで解体された建物 ¹⁸⁷	139
図 6-14	ETTPの状態:クリーンアップ前(上)と2024年(下) ¹⁸⁹	139

図 6-15	ETTP において 2024 年までに譲渡された面積 ¹⁸⁹	142
図 6-16	ETTP の再産業化の状況(2023 年時点) ¹⁸⁷	143
図 6-17	ETTP (Heritage Center を含む)と隣接する Horizon Center の再産業化の状況 (2024 年時点) ¹⁸⁹	143
図 6-18	米国 DOE EM によるクリーンアップ活動の 16 サイトとコスト(赤枠は ORR) ...	146
図 6-19	ASER が提供する情報の例:放射線量マップ ¹⁹⁰	148
図 6-20	ルーセンスサイトの航空写真(Google map)	153
図 6-21	ルーセンス周辺の広域航空写真(Google map)	154
図 6-22	廃止前のルーセンスサイトの断面図	155
図 6-23	再利用後の横断面図(上層階部分)	156
図 6-24	ハーウェルサイト(Site Stakeholder Group)	162
図 6-25	ハーウェルサイトの除染戦略	163
図 6-26	ウインフリスサイト(Site Stakeholder Group)	168

表目次

表 4-1	フランシスビル発電所の通常運転中に発生した液体放出物量	12
表 4-2	フランシスビル原子力発電所の放出基準	13
表 4-3	『放射線防護等に関する基準』	19
表 4-4	レニングラード原子力発電所の状況	29
表 4-5	LAES 原子力発電所(RBMK-1000)の放射性核種放出量(2019年)	32
表 4-6	LAES 2 原子力発電所(VVER-1200)の放射性核種放出量(2019年)	33
表 4-7	LAES 原子力発電所(RBMK-1000)から放出された放射性物質による被ばく線量(2019年)	34
表 4-8	LAES 2 原子力発電所(VVER-1200)から放出された放射性物質による被ばく線量(2019年)	34
表 4-9	レニングラード原子力発電所から放出された放射性物質による被ばく線量(2019年)	35
表 4-10	SZC からの液体・気体両方の廃棄物にさらされた漁師の家族の被ばくによる年間線量($\mu\text{Sv/y}$)	49
表 5-1	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)(2023年)	51
表 5-2	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)(2023年)	52
表 5-3	各試料のトリチウム分析結果	53
表 5-4	英国の再処理施設及び原子力施設におけるトリチウム等放出実績(2023年)	58
表 5-5	仏国の再処理施設及び原子力施設における直近のトリチウム放出実績(2022年)	59
表 5-6	韓国の原子力施設におけるトリチウム等放出実績(2023年)	60
表 5-7	韓国の原子力施設におけるトリチウム等放出実績(2024年上半期)	60
表 5-8	米国の原子力施設における直近のトリチウム放出実績(2023年)	62
表 5-9	スペインの原子力施設における直近のトリチウム等放出実績(2023年)	64
表 5-10	台湾の原子力施設における直近のトリチウム等放出実績(Bq)	65
表 5-11	中国の原子力施設における直近のトリチウム等放出実績(2023年)	65
表 5-12	カナダの原子力施設における直近のトリチウム等放出実績	66
表 5-13	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(2023年度)	68
表 5-14	トリチウム分離技術に関する論文等の検索性件数	69
表 6-1	廃止措置の方式	70
表 6-2	廃止措置完了となった原子炉	73
表 6-3	SAP の廃止措置関連個所概要	78
表 6-4	SAP の放射能汚染サイト除染関連個所概要	80
表 6-5	ASN 指針 6 の章構成	83

表 6-6	ASN 指針 14 の章構成	83
表 6-7	6.3 節でまとめた原子力関連施設の廃止措置状況とサイト解放状況の一覧	84
表 6-8	2022～2025 年の除染に関する予算額(百万ドル)	117
表 6-9	住民参画に関連する包括的環境対処・補償・責任法(CERCLA)の主要な要件	119
表 6-10	ハンフォードの主なステークホルダー	123
表 6-11	周辺 10 郡の人口と ORR 就労割合(2019 年からは就労人数)	138
表 6-12	ETTP における主要なクリーンアップ活動 ¹⁸⁹	140
表 6-13	ETTP に関連するステークホルダーとのコミュニケーション	149
表 6-14	ハーウェルサイトの廃棄物インベントリ報告量	163
表 6-15	ハーウェルサイトの廃止措置に係る主なステークホルダー	164
表 6-16	規制機関によるレポート	166
表 6-17	ウインプリスサイトの廃棄物インベントリ報告量	169
表 6-18	ウインプリスサイト廃止措置ロードマップ	169
表 6-19	ウインプリスサイトの廃止措置に係る主なステークホルダー	170
表 6-20	SSG ミーティングの議事概要	171
表 6-21	規制機関によるレポート	172
表 6-22	ウインプリスサイトのオンラインアンケート	172
表 6-23	DOE ハンフォード関係者のヒアリング概要	175
表 6-24	オークリッジの関係者のヒアリング概要	175
表 6-25	スイス規制当局職員のヒアリング概要	176
表 6-26	ウインプリス・ハーウェルサイト関係者のヒアリング概要	176
表 6-27	元 ICRP 委員のヒアリング概要	177
表 6-28	深掘調査のまとめ	180

1. 事業名

令和6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原発廃炉に際しての利害関係者との関わり方並びに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では、多核種除去設備等によって日々発生する汚染水を浄化処理し、ALPS 処理水として、発電所敷地内のタンクに貯蔵している。

令和5年8月、ALPS 処理水の海洋放出が開始されたところ、引き続き、国内外において ALPS 処理水の海洋放出の状況について関心が高い状況が続いており、適切な情報発信及び ALPS 処理水の海洋放出の状況及び安全性について丁寧な説明を続けている。また、福島第一原子力発電所の廃炉作業を進めるにあたっては、住民等による理解や廃炉作業への協力が不可欠となっている。

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ものの、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。他方、当該技術については、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。

加えて、福島第一原子力発電所の廃炉作業を進めるにあたり、諸外国の原子力施設の廃止措置における地元住民等との関わり方について把握することは重要である。

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、諸外国の原子力施設の廃炉における利害関係者や地元との関わり方を調査・分析・資料作成することを目的とする。

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

[†]原子力施設保有国等の原子力施設からの放射性物質を含む排出物(排気・排水)

既存及び新規の原子力施設や当該施設を保有する国等(主要な保有国である中国、フランス、韓国、ロシア、米国、英国)における放射性物質を含む排出物(排気・排水)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、以下の事項を調査する。

- 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

3.2 ALPS 処理水等に関する調査研究

3.2.1 トリチウムを含む水の取扱いに関連するデータの収集・分析支援

以下のデータに加え、トリチウムを含む水の取扱いについて、国内外の関連するデータの収集・分析作業を行い、分析結果を納入する。その際、バックデータも併せて納入を行い、作成方法の共有も併せて行う。

- ・ 主要国及び日本の原子力発電所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

3.2.2 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う。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し、東京電力福島第一原子力発電所等への応用可能性を評価する。

3.3 海外諸国の原子力施設の廃炉における関係者の関わり方の調査・分析

海外諸国の原子力施設の廃止措置における、施設運営主体や行政、地元住民や関連産業がどのように意思疎通を行い、また、どういった形で関与しているのか、その長期的な在り方について、複数の事例について、調査・研究・分析を行う。

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を確保に係る調査

[†]原子力施設保有国等の原子力施設からの放射性物質を含む排出物(排気・排水)

4.1.1 国際機関等

放射線防護に関する国際機関等（原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）、国際放射線防護委員会（ICRP）、国際放射線防護委員会（ICRP））について令和4年度調査¹以降新しく出たガイドライン等は確認できなかった。

原子力施設からの海洋放出に係る安全確保に関して、IAEAの勧告・報告書で関連するものは以下の通りである。

- ・ Fundamental Safety Principles, IAEA Safety Standards Series No. SF-1, 200639,40 Safety Fundamental-1 (SF-1) (2006)²

ヒトと環境を放射線影響から防護するための基本安全原則である。「原則5：防護の最適化」「放射線リスクが合理的に達成できる限り低いかどうかを判断するために、通常運転もしくは異常又は事故状態から生じる全てのリスクを演繹的に（等級別扱い（graded approach）を用いて）評価するとともに、施設と活動の存続期間全体を通して定期的に再評価しなければならない。（施設と活動の存続期間の異なる段階に対して、異なるグループが受けるリスクに対して、または放射性廃棄物管理の異なる段階に対して）関連する行為間またはそれらに付随するリスク間に相互依存性がある場合、これらの相互依存性も検討しなければならない。また、知識の不確実性も考慮しなければならない。」³とされている。

- ・ Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3 (2014)⁴

SF-1の安全原則に基づき、あらゆる被ばく状況に応じた要件などが記載されている一般安全要件である。本書では「要件29：政府及び規制機関の公衆被ばくに係る責任」に「政府又は規制機関は、関連する関係者の公衆被ばくに係る責任を定めなければならない、

¹ 経済産業省、令和4年度原子力の利用状況等に関する調査事業報告書、(2023)、2024年3月、https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2022FY/000611.pdf

² IAEA, Fundamental Safety Principles, IAEA Safety Standards Series No. SF-1, (2006), https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1273_web.pdf

³ NRA, 基本安全原則, (2008),

<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/10207746/www.nsr.go.jp/archive/jnes/database/iaea/iaea-ss01safety.html>

⁴ IAEA, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, (2014), https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1578_web-57265295.pdf

最適化に関する要件を定め実行しなければならず、公衆被ばくに対する線量限度を定めなければならず、かつ規制機関はこれを遵守させなければならない。」と記載されており、また排出限度については以下のように記載されている⁵。

3.123. 規制機関は、認可された排出限度を含む、公衆被ばくに関する運転限度及び条件を確立又は承認しなければならない。これらの運転限度及び条件は：

- (a) 登録者及び許可取得者が、線源の運用開始後に適合性の実証のための判断基準として用いなければならない；
- (b) 防護と安全の最適化の結果を考慮した線量限度を下回る線量に相当しなければならない；
- (c) 類似する施設の運転又は活動における良好事例を反映させなければならない；
- (d) 運転上の柔軟性に余裕を持たせなければならない；
- (e) 規制機関の要件に従って受ける放射線環境影響の予測される評価結果を考慮しなければならない

計画被ばく状況における公衆の防護については、線量限度が III.3 項に以下のように記載されている。

(III.3.) 公衆被ばくに関して、公衆の線量限度は以下のとおりである：

- (a) 実効線量は 1 年間で 1 mSv；
- (b) 特殊な状況下で、連続する 5 年間の平均線量が 1 年間で 1 mSv を超えない限り、いずれかの 1 年間でより高い実効線量が適用される；
- (c) 眼の水晶体の等価線量は 1 年間で 15 mSv；
- (d) 皮膚の等価線量は 1 年間で 50 mSv

GSR Part 3 の要件を満たすための全般的な安全指針として、GSG-8「Radiation Protection of the Public and the Environment」(2018)⁶、GSG-9「Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment」(2018)⁷、GSG-10「Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities」(2018)⁸が公開されている。

⁵ NRA, 一般安全要件 No. GSR Part 3, (2022), <https://www.nra.go.jp/data/000354300.pdf>

⁶ IAEA, Radiation Protection of the Public and the Environment, (2018), https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1781_web.pdf

⁷ IAEA, Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment, (2018), https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1818_web.pdf

⁸ IAEA, Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities, (2018), https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1819_web.pdf

4.1.2 中国

中国における原子力施設からの放射性物質を含む排出物(排気・排水)の海洋放出時の安全性評価について、防城港原子力発電所を対象に調査を実施した。

(1) 基本情報

広西防城港原子力発電所は、広西チワン族自治区防城港市にある企沙半島の東側、北部湾の海岸に位置している。

防城港原子力発電基地は、100万kW級原子炉6基を建設する計画であり、第I期では、CPR1000加圧水型原子炉(PWR)2基を建設しており、1基あたりの発電容量は108万kWである。1号機は2016年1月1日に、2号機は2016年10月1日に商業運転を開始した。

第II期では、中国が自主的知的所有権を有する第3世代原子力技術である華竜一号が採用されている。3号機は2023年3月25日に、4号機は2024年5月25日に商業運転を開始した。5号機、6号機については計画段階である。

(2) 実施主体

防城港原子力発電所の環境影響評価書は、当該原子力発電所の開発を行った広西防城港核電有限公司より公表されている。

(3) 根拠法令

原子力発電所の環境影響評価書での主な根拠法令は以下の通りであり、令和4年度調査時点からの変更はない。

- ・ 中華人民共和国環境保護法
- ・ 中華人民共和国原子力安全法
- ・ 中華人民共和国海洋環境保護法
- ・ 中華人民共和国放射能汚染防止法
- ・ 中華人民共和国環境影響評価法

放射線が環境に与える影響の評価基準は以下の通りである。

通常運転時(想定される運転事象を含む)

防城港原子力発電所の建設規模は、100万kW級原子炉6基である。防城港原子力発電所3、4号機環境影響評価書(運転段階)では、3号機および4号機から環境中に放出される放射性物質による公衆の被ばくに対する線量拘束値は、0.08mSv/年と決定された。

年間排出量規制値

防城港原子力発電所の3、4号機で使用されている華竜一号原子炉は、定格熱出力

が約 3,150MW の軽水炉である。「原子力発電所の環境放射線防護規定」(GB6249-2011)⁹の熱出力 3,000MW の軽水炉の設計管理値によると、単一原子炉の放出管理値は以下の通りである。

気体:

- 希ガス: 6×10^{14} Bq/年
- ヨウ素: 2×10^{10} Bq/年
- 粒子(半減期 ≥ 8 日): 5×10^{10} Bq/年
- 炭素 14: 7×10^{11} Bq/年
- トリチウム: 1.5×10^{13} Bq/年

液体:

- トリチウム: 7.5×10^{13} Bq/年
- 炭素 14: 1.5×10^{11} Bq/年
- その他の核種: 5×10^{10} Bq/年

中華人民共和国国務院の付属機関の一つ生態環境部(MEE)の所掌する「原子力発電所の環境放射線防護規定」(GB6249-2011)6.4 項に基づき、同じ炉型の複数炉施設については、すべてのユニットの年間総排出量は 6.2 項で規定された値の 4 倍以内に抑制すべきである。

沿岸地域にあるため、防城港原子力発電所の排水口における放射性排水中のトリチウムおよび炭素 14 以外の放射性核種の濃度は、1000Bq/L を超えてはならない。

「原子力発電所の環境放射線防護規定」(GB6249-2011)⁹

6.1 すべてのサイトのすべ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、審査管理部門が承認した線量拘束値に基づいて、放射性物質を含む排出物(排気・排水)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物質を含む排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 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}	

⁹ MINISTRY OF ECOLOGY AND ENVIRONMENT THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA, Regulations for environmental radiation protection of nuclear power plant (GB6249-2011), (2011), https://english.mee.gov.cn/Resources/standards/Radioactivity/radiation/201111/t20111101_219412.shtml

I	2×10 ¹⁰	
粒子(半減期≥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 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また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物質を含む排水中のトリチウム及び C-14 以外の核種濃度は 1000Bq/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物質を含む排水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。

海水中放射性核種濃度

MEE の所掌する「海水水質基準」(GB 3097-1997)¹⁰に基づき、防城港原子力発電所の運転中の排水中放射性核種濃度の管理値は以下の通りである。

- ^{60}Co : 0.03Bq/L
- ^{90}Sr : 4.0Bq/L
- ^{134}Cs : 0.6Bq/L
- ^{137}Cs : 0.7Bq/L
- ^{106}Ru : 0.2Bq/L

放射性物質を含む排水の排出量申請値

原子力発電所の運営者は、最初の装荷前に、原子力発電所からの運転後の放射性排水の年間排出について、MEE に申請しなければならない。承認後、運転後の原子力発電所の排水管理の技術的根拠として使用される。

防城港 3、4 号機の放射性排水の排出申請値は、以下の原則に従って決定される。

- 関連する国家および地方の法律および規制の要件を満たすこと。
- 原子力発電所からの放射性物質を含む排水の排出は、発電所のシステム設計だけでなく、発電所の稼働負荷や管理レベルなどの要因とも密接に関連している。3、4 号機の運転開始時の実際の状況を考慮し、3、4 号機の排出申請計画は次の通りである。

大気中の ^3H と ^{14}C 、液体中の ^3H と ^{14}C の申請値は、ユニット設計値であり、排水中および排気中のその他の核種の排出量は、ユニット設計値の 90% である。3、4 号機の 2 基がプラント全体での排年間出量に寄与する値は、希ガス $1.4652 \times 10^{14}\text{Bq}$ 、気体状ヨウ素 $5.076 \times 10^8\text{Bq}$ 、粒子状物質 $5.652 \times 10^7\text{Bq}$ 、大気中の炭素 14 $8.36 \times 10^{11}\text{Bq}$ 、大気中のトリチウム $9.96 \times 10^{12}\text{Bq}$ 、液体トリチウム $8.96 \times 10^{13}\text{Bq}$ 、液体炭素 14 $3.48 \times 10^{10}\text{Bq}$ 、液体のその他の核種 $9.954 \times 10^9\text{Bq}$ である。

(4) 評価手法

広西防城港原子力発電所 3、4 号機環境影響評価報告書(運転段階)では、防城港原子力発電所の 4 基すべての原子炉について、事業者である広西防城港核電有限公司が

¹⁰ MEE, Sea water quality standard (GB 3097-1997), (1998), https://english.mee.gov.cn/Resources/standards/water_environment/quality_standard/200710/t20071024_111791.shtml

放射性排出源項目に関する申請値を用いて、公衆およびヒト以外の生物への推定放射線量が計算され、実際の運転条件に近い排出源項目に関する予測値を用いて、原子力発電所からの放射性排出の影響を最も受ける主要な被ばく集団、主要な核種、主要な被ばく経路が特定されている。

大気中への放射性物質の排出による公衆への放射線影響については、以下の 4 つの被ばく経路が考慮されている。

- 空気イオンによる外部被ばく
- 地上堆積物からの外部被ばく
- 呼吸摂取による内部被ばく
- 農畜産物の摂取による内部被ばく

放射性物質を含む排水の放出による公衆への放射線影響については、以下の 4 つの被ばく経路が考慮されている。

- 浸水による外部被ばく
- 水中での活動による外部被ばく
- 海岸の堆積物による外部被ばく
- 水産物の摂取による内部被ばく

防城港原子力発電所の通常運転中、放射性物質を含む排水は水路を通じて排出される。処理により排出基準を満たした後、温排水とともに排水路を通じて海に排出され、海流の作用によりさらに希釈・分散される。環境影響評価書では、IAEA Safety Reports Series No.19 が推奨するモデルとパラメータを使用し、放射性核種が移動・分散する過程における海水浮遊物質および堆積物中の放射性核種濃度を計算している。

被ばく線量の算出に使用されるパラメータは、基本的に IAEA Safety Reports Series No.19 を参照しているが、一部同レポートに記載のないパラメータに関しては Safety Series No. 57 を参照している。

防城港原子力発電所 3、4 号機の運転中に放射性物質を含む排水が排出されたことによる最大実効線量は 5.92×10^{-7} Sv/年であり、防城港原子力発電所の 2 基の管理目標値 (0.08 mSv/年) の 0.74% を占める。全 4 基の運転中に放射性物質を含む排水が排出されたことによる最大実効線量は 3.37×10^{-6} Sv/年であり、これは、4 基の原子炉の線量管理目標値 (0.16 mSv/年) の 2.11% に相当する。

防城港原子力発電プロジェクトの敷地内にある 4 基の原子炉が稼働している状況下で、潜在的に重要な住民グループとなるのは、敷地南側の沙蓮寮村の干潟で魚を養殖している人々である。主要な被ばく経路には、陸上食品の摂取による内部被ばく、海産物の摂取

による内部被ばく、海岸線堆積物による外部被ばくである。主要な放射性核種は、 ^{14}C 、 ^{60}Co などである。

(5) 評価結果の公表及び国際機関等への報告の有無

広西防城港核電有限公司は、「防城港原子力発電所 3、4号機環境影響報告書(運転段階)」を生態環境部に提出し、承認を得ている。

また、広西防城港核電有限公司の web 上で、防城港原子力発電所から排出される放射性排ガスおよび排液の年間排出量が公表されており、「防城港原子力発電所核安全年度報告書」¹¹も公表されている。

(6) 評価結果を踏まえて、追加的な措置を講じた例の有無

中国では国際的な慣行を参考に、原子力規制当局である国家核安全局が原子力発電所の総合的な安全性を反映する原子力発電所の安全パフォーマンス指標を策定している。

この指標体系は、原子炉の安全性、放射線安全、緊急時対応、および発電所の保護という 4 つの分野における 7 つの安全基盤、すなわち、事象の発生、緩和システム、バリアの完全性、職業上の被ばくの安全性、公衆の被ばくの安全性、緊急時の発電所敷地内対応、および核物質防護を確立し、7 つの安全基盤の状態を 24 の具体的な指標で特徴づけている。7 つの安全基盤と 24 の具体的な指標は、いずれも原子力発電所の安全性に関する長年の研究に基づいて選択されたものであり、原子力発電所のリスクに最も影響を与えるものを表している。この指標システム一式により、国家核安全局、国民、および原子力発電所の安全性に関心を持つその他の組織や個人は、原子力発電所の運転上の安全性の状況を概ね把握することができる。基本的安全目標¹²が達成されない場合は、直ちに是正措置を講じる必要があるとされている。

防城港原子力発電所に関しては、基本的安全目標を満たしている状況であり、即時の是正措置は必要とされていない。

¹¹ 広西防城港核電有限公司, 防城港原子力発電所核安全年度報告書(2024 年), (2025), http://www.fcgnp.com.cn/fcgnp/c20210420/2025-03/07/content_3343c0d43e2d43be8af12dd277099254.shtml

¹² 「原子力発電所の環境放射線防護規定」(GB6249-2011) に規定される年間排出量等が相当すると考えられるが、現時点で具体的な値は確認できなかった。

4.1.3 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。

- ・ フラマンビル(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

フラマンビル原子力発電所は、フランス電力公社 EDF(フランス最大の電力会社、国有会社(100%)、2024年の発電量 520.3TWh¹³)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。



(EDF 資料より)

図 4-1 フラマンビル原子力発電所の所在地と外観

フラマンビルにおいては現在 3 基の PWR 炉(3 号機は EPR)が設置されており、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
3 号機	1,650	2007 年	(2024 年ネットワークへ接続)

フラマンビル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、環境データとして公開されている¹⁴。最新のデータは、2024 年 12 月に報告されている。

¹³ EDF, Investors, <https://www.edf.fr/en/the-edf-group/dedicated-sections/investors>

¹⁴ EDF, DONNÉES MENSUELLES RELATIVES À LA SURVEILLANCE DES REJETS ET DE L'ENVIRONNEMENT DE LA CENTRALE NUCLÉAIRE DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ DE FLAMANVILLE, (2024), https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2025-02/12_2024%20Plaque%20Publique%20DPN.pdf.

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、ニュークリアアイランドの一次系および補助系から発生する。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がなされ、保管及び管理され、規制で定められた制限内で海に放出される。

表 4-1 フラマンビル発電所の通常運転中に発生した液体放出物量

	C14†	トリチウム	ヨウ素
2024年1月からの累積(GBq)	1.59×10^1	3.42×10^4	6.68×10^{-3}
年間規制値(GBq)	2.8×10^2	1.45×10^5	1.2×10^{-1}

†C14のみ、2024年11月までのデータ

(2) 実施主体

フラマンビル原子力発電所、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規制機関¹⁵に申請を行い、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、原子力安全機関(ASN)¹⁶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¹⁷になっている。なお令和4年度調査時点からの変更はない。

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、大統領直轄の組織として、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、原子力発電所を含む個別の基本原子力施設(BNI: Basic Nuclear Installations)の建設許可又は廃止措置の申請の審査を行う。

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

¹⁵ フランスの原子力安全規制機関は何度か組織改編が行われている。現在は原子力安全・放射線防護機関(ANSR)が担当している。

¹⁶ ASN は 2024年5月の法改正により ANSR に再編された。

¹⁷ Act No. 2006-686 of 13 June 2006 on Transparency and Security in the Nuclear Field. (2006). <https://www.french-nuclear-safety.fr/regulation/regulations/act-no-2006-686-of-13-june-2006>

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 ASN¹⁸から EDF へのフラマンビル1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

上記指令では、表 4-2 の基準が定められている。

表 4-2 フラマンビル原子力発電所の放出基準

項目	放出基準 (GBq)
トリチウム	145,000 + 10,000 x N†
C14	280
ヨウ素	0.12
その他の B 線または Y 線	13

†N とは、高燃焼度燃料を扱う炉の基数を示す。

(4) 評価手法

基本的に原子力施設からの排出量を定めるための根拠となる評価手法に関する情報は公開されておらず、前述した BNI 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、運転および保守すること。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、OSPAR 条約に関する利用可能な最善の技術 (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言える。

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 4-2 に示す。

¹⁸ Décision n° 2018-DC-0639 de l'ASN du 19 juillet 2018, (2018), <https://www.asn.fr/reglementation/bulletin-officiel-de-l-asnr/installations-nucleaires/decisions-individuelles/decision-n-2018-dc-0639-de-l-asn-du-19-juillet-2018>

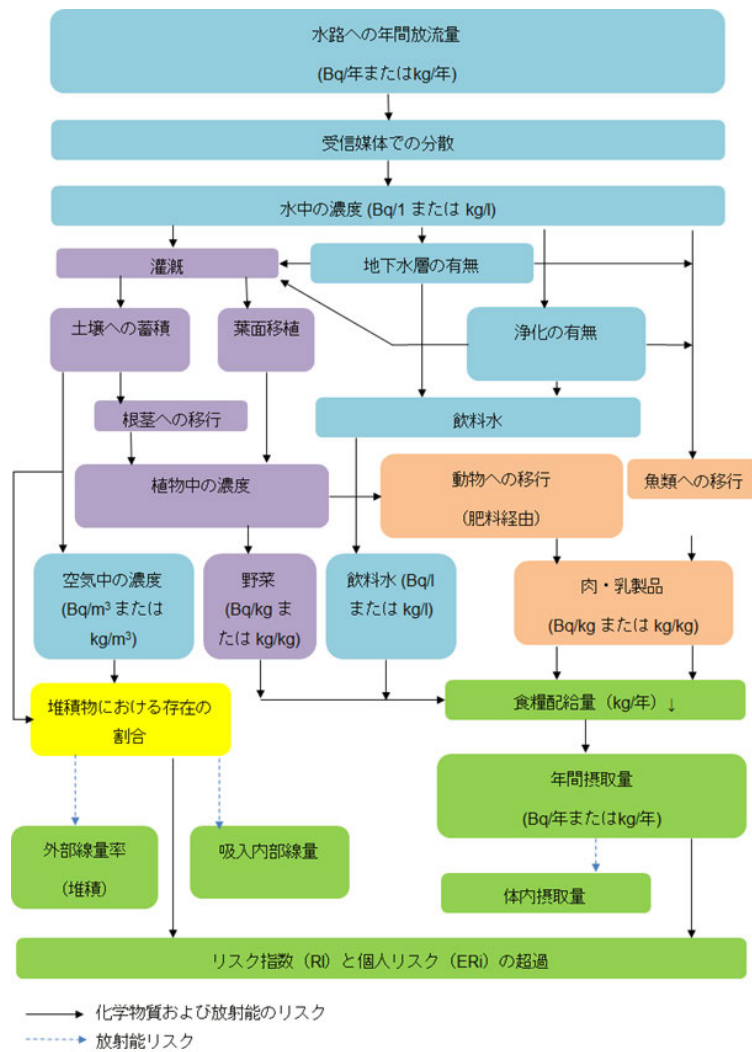


図 4-2 リスク評価フロー

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(土壌や水、食べ物などのこと)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
- 吸入および皮膚からの移行
- 大気また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經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。
- ・ 葉面転流は HTO(トリチウム水)形態のみ、根から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) 評価結果の公表及び国際機関等への報告の有無

フランスでは、環境放射能のモニタリングに参加する様々な関係者(国家機関、地方自治体、非政府組織、公的機関、原子力事業者)が実施した環境放射能測定の結果すべてを、専用ウェブサイト(www.mesure-radioactive.fr)¹⁹を通じて一般に提供する独自の手段(RNM)を導入した。

2015年～2017年、および2018年～2020年の期間にRNMを通じて実施されたすべての環境測定に関する放射線防護・原子力安全研究所(IRSIN)の分析と解釈を提示した、フランスの環境放射線状況に関するレビューは、それぞれ2019年と2021年に公開された。環境の様々な領域(大気、水、土壌、牛乳、農業生産など)で実施された測定結果に基づき、IRSINは、様々な被ばく経路を通じて住民が受ける放射線量を評価した。その結果、発電所周辺に居住する住民が受ける線量は一般的に非常に低く、年間約 $1\mu\text{Sv}$ /年であることを示した。これは、規制値($1\text{mSv}/\text{年}$)の1000分の1に相当する。

(6) 評価結果を踏まえて、追加的な措置を講じた例の有無

PWRの運転開始直後から、EDFは排出を削減と制御する措置を講じてきた。そのため、EDFは主に排出物の収集・処理回路を改善し、発生源での排出を削減することにより、排出の制限を試みている。これらの措置により、液体排出物の放射エネルギーは大幅に減少している(トリチウムとC14を除く)。なお、原子炉の出力と直接関連するトリチウムとC14の放出量は安定している。評価結果を踏まえて、追加的な措置を講じた例は、2024年7月～2025年2月末時点では確認できなかった。

¹⁹ ウェブサイトの運営主体はANSRである。

4.1.4 韓国

(1) 実施主体

原子力安全セキュリティ委員会(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対する情報の評価及び規制等を行う。

原子力安全技術院(KINS)

NSSC 傘下の検査機関として、原子力発電所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。

韓国水力原子力(KHNP)

原子力発電所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)²⁰。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転中の原子力発電所の排出計画書を 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「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)²¹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通りである。なお、令和 4 年度調査時

²⁰ 「原子力安全法」は、2023 年 10 月 31 日に一部改訂され、2024 年 11 月 1 日より施行されているものが最新である。

(<https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9%EC%9B%90%EC%9E%90%EB%A0%A5%EC%95%88%EC%A0%84%EB%B2%95>)

²¹ 原子力安全委員会告示第 2019-10 号、以降 NSSC 告示 2019-10 号
[https://www.law.go.kr/행정규칙/방사선방호등에관한기준/\(2019-10,20190510\)](https://www.law.go.kr/행정규칙/방사선방호등에관한기준/(2019-10,20190510))

点からの変更はない。

原子力安全法

『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

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ぬ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)

[‡]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)

原子力安全法施行規則

『原子力安全法施行規則』第 136 条は、原子力発電所など『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)の別表 1 に記載されている。

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装置また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 号ラ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ぬことを明示している。

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。

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 ヶ月の平均値)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	0.03 mSv/y
		等価線量	0.1 mSv/y
	気体	ガンマ線量	0.1 mSv/y
		ベータ線量	0.2 mSv/y
		外部有効線量	0.05 mSv/y
		皮膚等価線量	0.15 mSv/y
		長期等価線量	0.15 mSv/y
多数号機	有効線量	0.25 mSv/y	
	甲状腺線量	0.75 mSv/y	

放射性物質の年間摂取限度、誘導空気中濃度及び排出管理基準については NSSC 告示 2019-10 号の「別表 3」に規定されている。「別表 3」は『放射線防護等に関する基準』という法令に定められている基準であり、その基準未満であれば韓国国内の法令下で許容される濃度であると判断されると考えられる。ここで、「判断される」と表現したのは、あくまでも法令には明示的に「許容する」という文章がないためである。

表 4-3 『放射線防護等に関する基準』

[別表 3]放射性物質の年間摂取限度、誘導空气中濃度及び排出管理基準

1 欄	2 欄	3 欄	4 欄	5 欄	6 欄	7 欄	8 欄
核種	吸入				摂取		
	化学的形態	年間吸入限度	誘導空气中濃度	排気管理基準	化学的形態	年間摂取限度	排水管理基準
		Bq	Bq/m ³	Bq/m ³		Bq	Bq/m ³
H-3	HTO	1×10 ⁹	3×10 ⁵	3×10 ³	HTO	1×10 ⁹	4×10 ⁷
	OBT	5×10 ⁸	2×10 ⁵	2×10 ³	OBT	5×10 ⁸	2×10 ⁷
C-14	蒸気	3×10 ⁷	1×10 ⁴	1×10 ²	標識有機化合物	3×10 ⁷	1×10 ⁶
	二酸化炭素	3×10 ⁹	1×10 ⁶	1×10 ⁴			
	一酸化炭素	3×10 ¹⁰	1×10 ⁷	9×10 ⁴			
I-129	I-120 と同じ	4×10 ⁵	2×10 ²	2×10 ⁰	I-120 と同じ	2×10 ⁵	6×10 ³
	元素型	2×10 ⁵	9×10 ¹	7×10 ⁻¹			
	メチル化合物	3×10 ⁵	1×10 ²	9×10 ⁻¹			

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、原子力発電所等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。

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。

NSSC 及び KINS は図 4-4、図 4-3 のようなプロセスを経て規制管理を行っている。

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 4-3 規制活動²²



図 4-4 規制の手続き²³

(3) 評価手法

ここでは、「2023 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」に基づき、原子力発電所から排出された気体及び液体放射性物質により近隣住民が受ける線量評価の概要を整理した。

環境に排出された気体及び液体放射性物質による住民被ばく線量の計算に反映された放射性物質の移行経路は、図 4-5 及び図 4-6 のとおりである。

²² KHNP, 2023 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, (2024), https://npp.khnp.co.kr/board/view.khnp?boardId=BBS_0000032&menuCd=DOM_000000104003000000&startPage=1&dataSid=10473.

²³ KINS, 安全規制 放射線の安全性防災・環境放射線, <https://www.kins.re.kr/radiation01>.

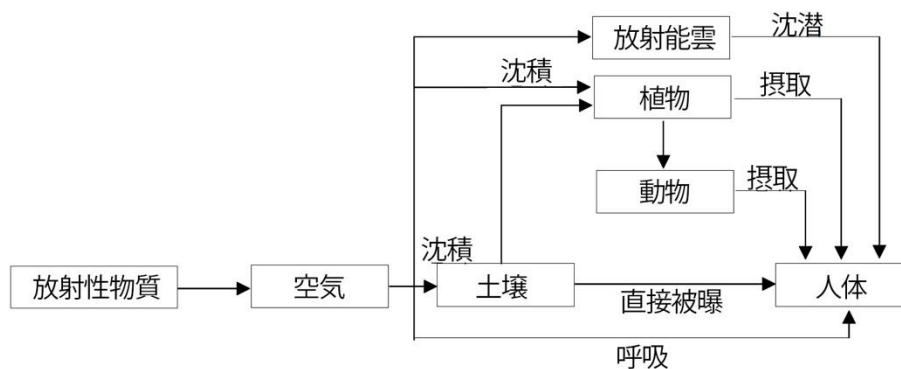


図 4-5 気体放射性物質の移行経路

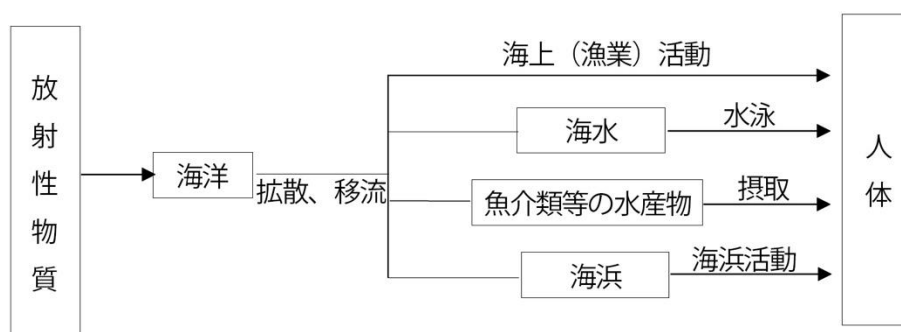


図 4-6 液体放射性物質の移行経路

評価に使われた計算プログラムは、ICRP Publ.60 を反映した「環境放射線評価モデル (KDOSE60) で、気体放射性物質の排出による線量計算コード (GAS) と液体放射性物質の排出による線量計算コード (LIQ)、大気拡散因子計算コード (XQDQWQ2) で構成されている。

2023 年古里・セウル原子力発電所²⁴からの排出物によって制限区域境界で住民が受ける被ばく線量を評価した結果、 9.47×10^{-3} mSv/y (最大被ばく年齢群:1 歳基準) で、原子力安全法施行令第 2 条第 4 号の一般人に対する年間実効線量限度である 1 mSv/y の 0.947%、敷地当たりの制限値である 0.25 mSv/y の 3.79% であった。気体及び液体廃棄物排出量と推定住民被ばく線量を図 4-7、年度別線量評価結果を図 4-8 に示す。

²⁴ 古里原子力発電所は、古里 2~4 号機と新古里 1、2 号機、セウル原子力発電所は新古里 3、4 号機。古里本部とセウル本部は直線距離約 1km 離れている。

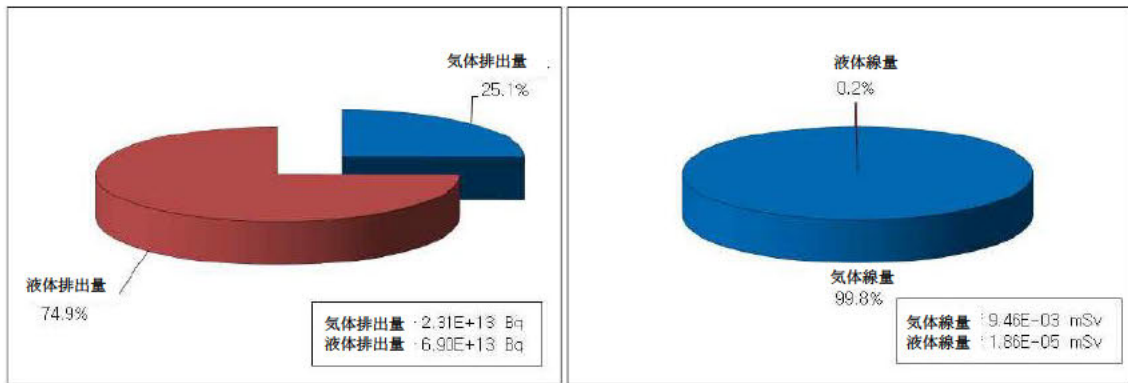


図 4-7 気体及び液体排出量及び予想住民被ばく線量(1歳基準)
(2023年古里・セウル原子力発電所)

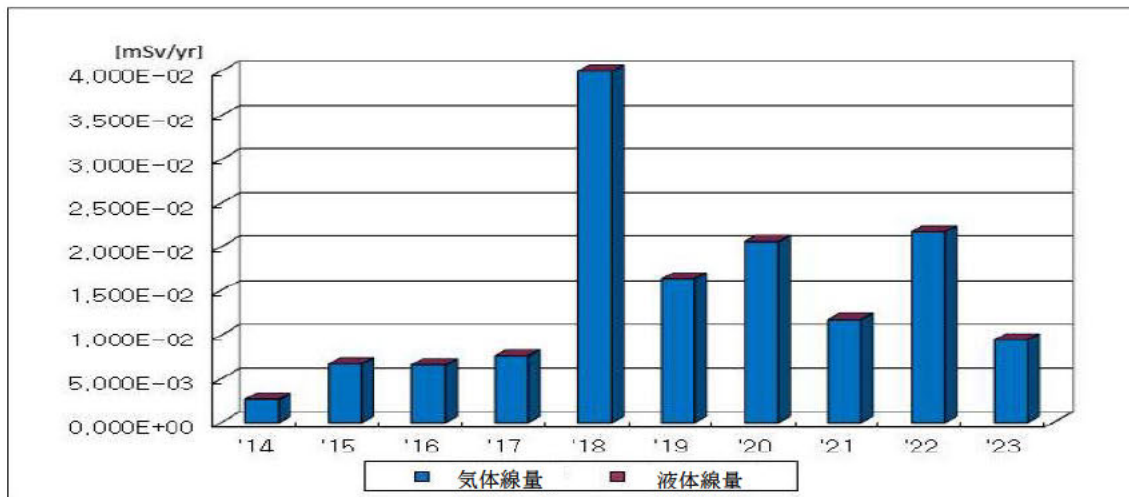


図 4-8 年別予想住民被ばく線量(最大年齢層)(2023年古里・セウル原子力発電所)

2023年月城・新月城原子力発電所からの排出物によって制限区域境界で住民が受ける被ばく線量を評価した結果、 2.43×10^{-2} mSv/y(最大被ばく年齢群:1歳基準)で、原子力安全法施行令第2条第4号の一般人に対する年間実効線量限度である1mSvの2.43%、敷地当たり制限値である0.25mSv/yの9.71%であった。気体及び液体廃棄物排出量と推定住民被ばく線量を図4-9、年度別線量評価結果を図4-10に示す。

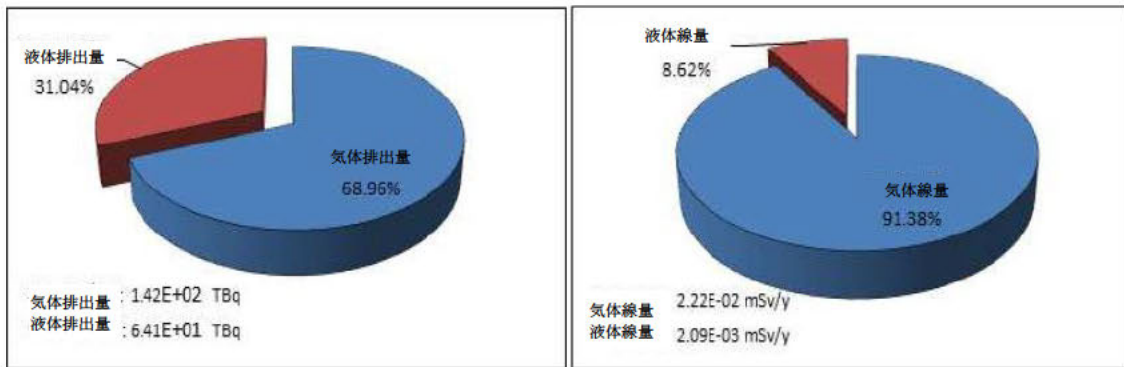


図 4-9 気体及び液体排出量及び予想住民被ばく線量(1歳基準)
(2023年月城・新月城原子力発電所)

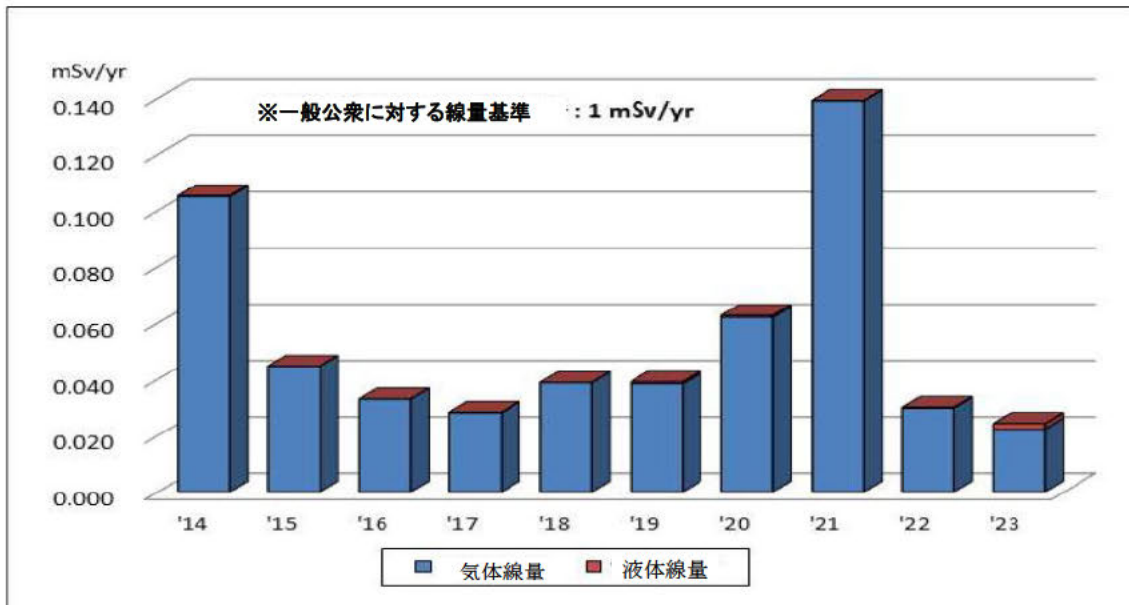


図 4-10 年別予想住民被ばく線量(最大年齢層)(2023年月城・新月城原子力発電所)

2023年ハンビット(霊光)原子力発電所からの排出物によって制限区域境界で住民が受ける被ばく線量を評価した結果、 7.57×10^{-3} mSv/y(最大被ばく年齢群:1歳基準)で、原子力安全法施行令第2条第4号の一般人に対する年間実効線量限度である1 mSvの0.757%、敷地当たり制限値である0.25 mSv/yの3.03%であった。気体及び液体廃棄物排出量と推定住民被ばく線量を図4-11、年度別線量評価結果を図4-12に示す。

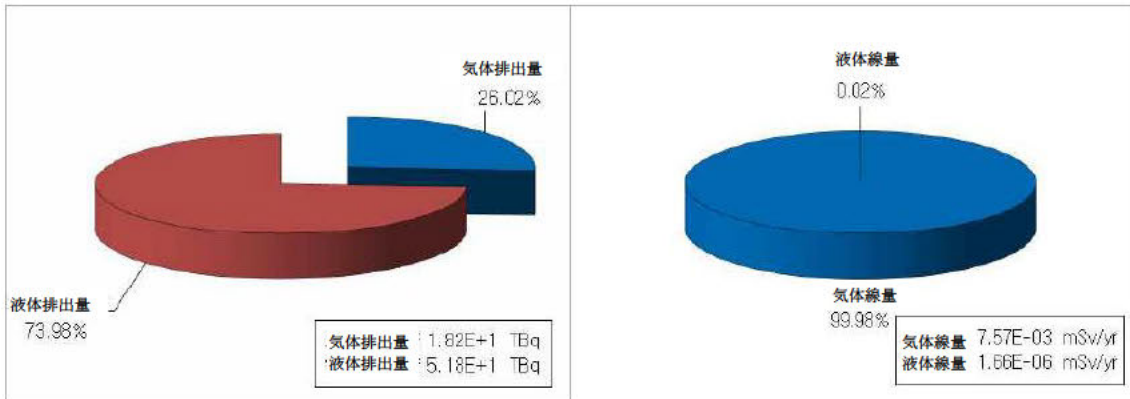


図 4-11 気体及び液体排出量及び予想住民被ばく線量(1歳基準)
(2023年ハンビット原子力発電所)

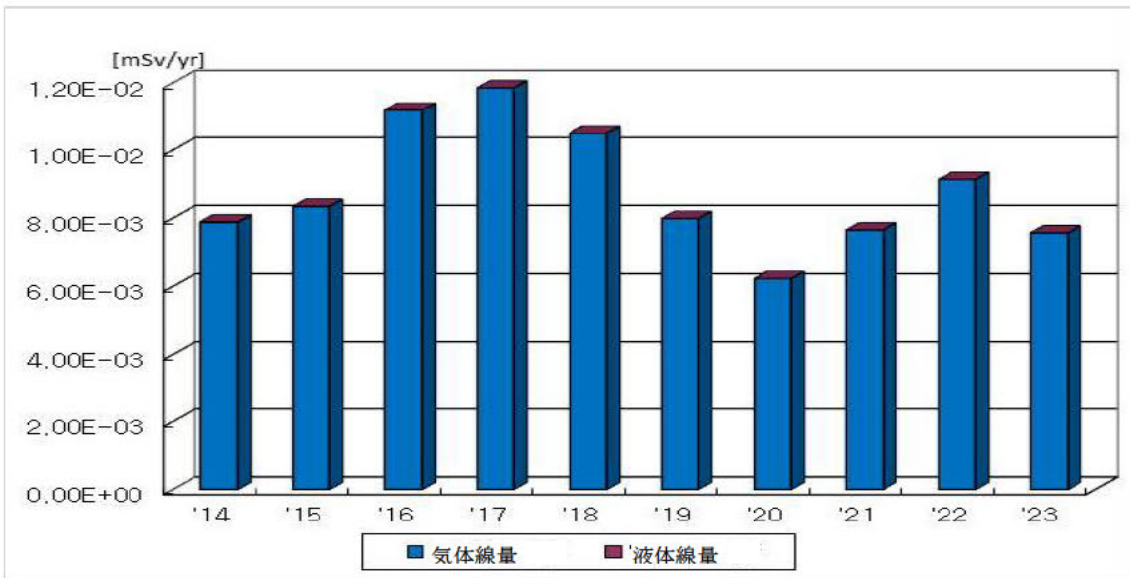


図 4-12 年別予想住民被ばく線量(最大年齢層)(2023年ハンビット原子力発電所)

2023年ハヌル(ハンウル)(蔚珍)原子力発電所からの排出物によって制限区域境界で住民が受ける被ばく線量を評価した結果、 3.58×10^{-2} mSv/y(最大被ばく年齢群:1歳基準)で、原子力安全法施行令第2条第4号の一般人に対する年間実効線量限度である1mSvの3.58%、敷地当たり制限値である0.25 mSv/yの14.31%であった。気体及び液体廃棄物排出量と推定住民被ばく線量を図4-13、年度別線量評価結果を図4-14に示す。

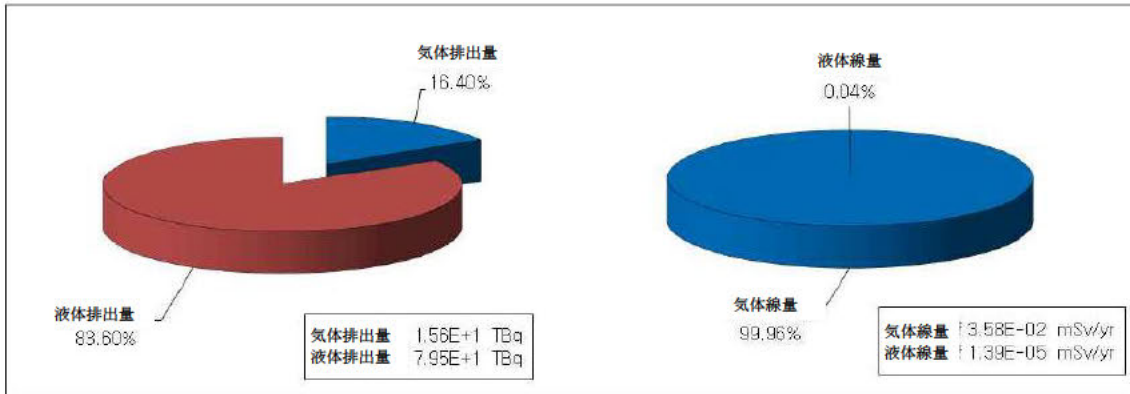


図 4-13 気体及び液体排出量及び予想住民被ばく線量(1歳基準)
(2023年ハヌル原子力発電所)

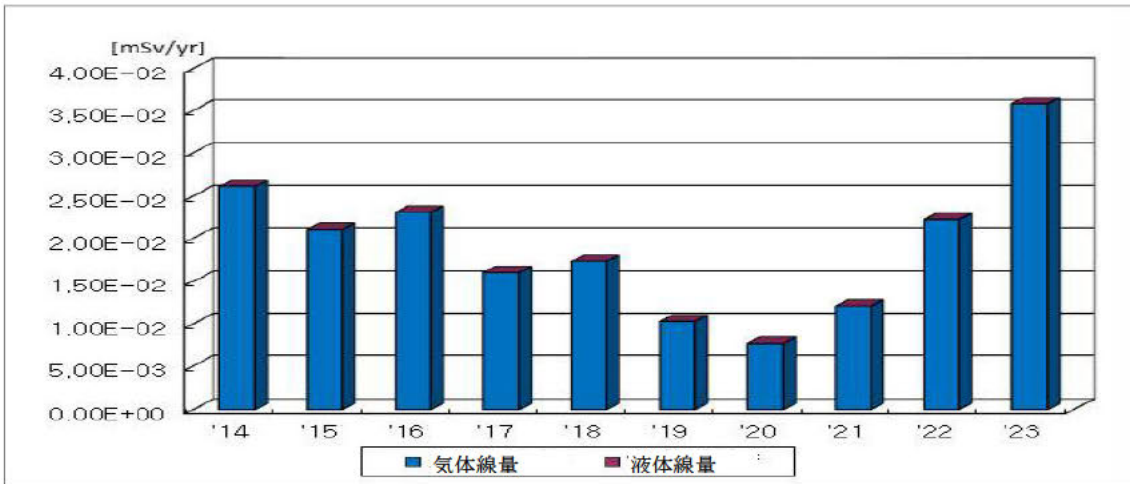


図 4-14 年別予想住民被ばく線量(最大年齢層)(2023年ハヌル原子力発電所)

(4) 評価結果の公表及び国際機関等への報告の有無

KHNP は 2016 年の法施行に従って、原子力発電所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。

各原子力発電所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。

またKHNPは、「オープン原子力発電所運営情報」²⁵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(以下のURL参照)を作成し、公表している。

- 毎月の液体・気体排出現況:

²⁵ KHNP, オープン原子力発電所運営情報, <https://npp.khnp.co.kr/index.khnp>

https://npp.khnp.co.kr/board/list.khnp?boardId=BBS_0000032&menuCd=DOM_000000104003000000&contentsSid=161

- 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_000000104003000000&contentsSid=161

KINS は放射性廃棄物安全管理統合情報システム(WACID) (以下の URL 参照)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 2022 年第 4 四半期の排出物現況(2023 年 3 月 6 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>

KINS の WACID は、図 4-15 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。

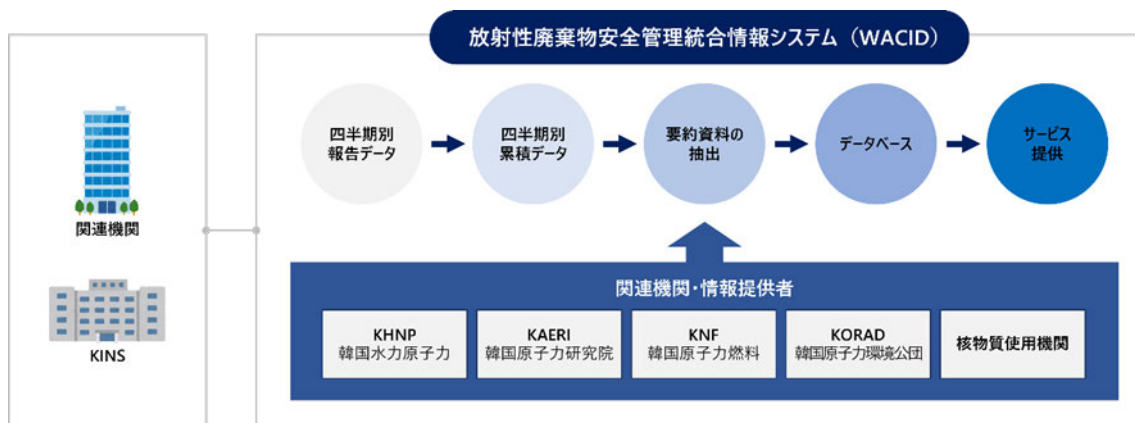


図 4-15 情報収集・管理の手続き²⁶

また KINS 独自で全国環境放射能調査報告書及び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>

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、原子力発電所の重大事故の際に国際原子力機関 (IAEA) など海外への情報提供を義務付けた法令はな

²⁶ WACID, WACID 情報収集の手順, <https://www.kins.re.kr/wacid/gather>.

い。

ただし、韓国は IAEA 加盟国であり、『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 2020-3 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
 - iii. 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)にともなう報告書を IAEA に送付することができる。

(5) 評価結果を踏まえて、追加的な措置を講じた例の有無

排出監視の途中また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 2020-3 号)に基づき、事業者は直ちに NSSC に報告しなければならず、初期書面報告書を提出しなければならない。NSSC は報告を受けると KINS 事故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。評価結果を踏まえて、追加的な措置を講じた例は、2024 年 7 月～2025 年 2 月末時点では確認できなかった。

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 2020-3 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、排気口以外で液体または気体放射性物質が環境に放出が確認されたとき

ナ. 計画または統制されていない状態で放射性物質が環境に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。

4.1.5 ロシア

ロシアについては、レニングラード原子力発電所(LAES)およびレニングラード原子力発電所2(LAES 2)を対象に、「原子力企業の地域における放射線環境状況」²⁷等を参照して調査を実施した。

(1) 基本情報

レニングラード原子力発電所では、RBMK型炉及びVVER型炉の発電ユニット4基が稼働しており、レニングラード-1、レニングラード-2は既に永久停止し、レニングラード 2-3は現在建設中である(表 4-4 参照)。

表 4-4 レニングラード原子力発電所の状況²⁸

発電所名	炉型	商業運転開始日	備考
レニングラード-1	RBMK-1000	1974.11.1	2018.12.22 永久停止
レニングラード-2	RBMK-1000	1976.2.11	2020.11.10 永久停止
レニングラード-3	RBMK-1000	1980.6.29	
レニングラード-4	RBMK-1000	1981.8.29	
レニングラード 2-1	VVER V-491	2018.10.29	
レニングラード 2-2	VVER V-491	2021.3.18	
レニングラード 2-3	VVER V-491		2024.3.14 建設開始

LAESが占める総面積は5.0 km²で、監視区域の半径は17 kmで、70,000人以上が居住している。LAESの4基ユニットは、フェーズ1とフェーズ2で対になっている。フェーズ1(町に最も近い施設)は、最寄りの住宅から南西に約4kmの場所にある。フェーズ2はフェーズ1の南西1.6kmに位置している。どちらのフェーズ(ユニット2基)にもタービン復水器を冷却するための海水の取水路と排水路がある。

LAES-2の敷地は、フィンランド湾のコポルスカヤ湾の海岸から2 km、ソスノヴィーボル市の南西6 kmの工業地帯に位置している。

レニングラード原子力発電所の主な水資源はコポルスカヤ湾とシスタ川である。コポルスカヤ湾は原子力発電所の冷却水供給源として使われている。また原子力発電所からの排出物(排水)はコポルスカヤ湾に排出される。

²⁷ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ロシア科学アカデミー), РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА, В РЕГИОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОРПОРАЦИИ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ» (原子力企業の地域における放射線環境状況), (2021), <http://www.ibrae.ac.ru/pubtext/373/>.

²⁸ IAEA, PRIS Power Reactor Information System, <https://pris.iaea.org/pris/>.

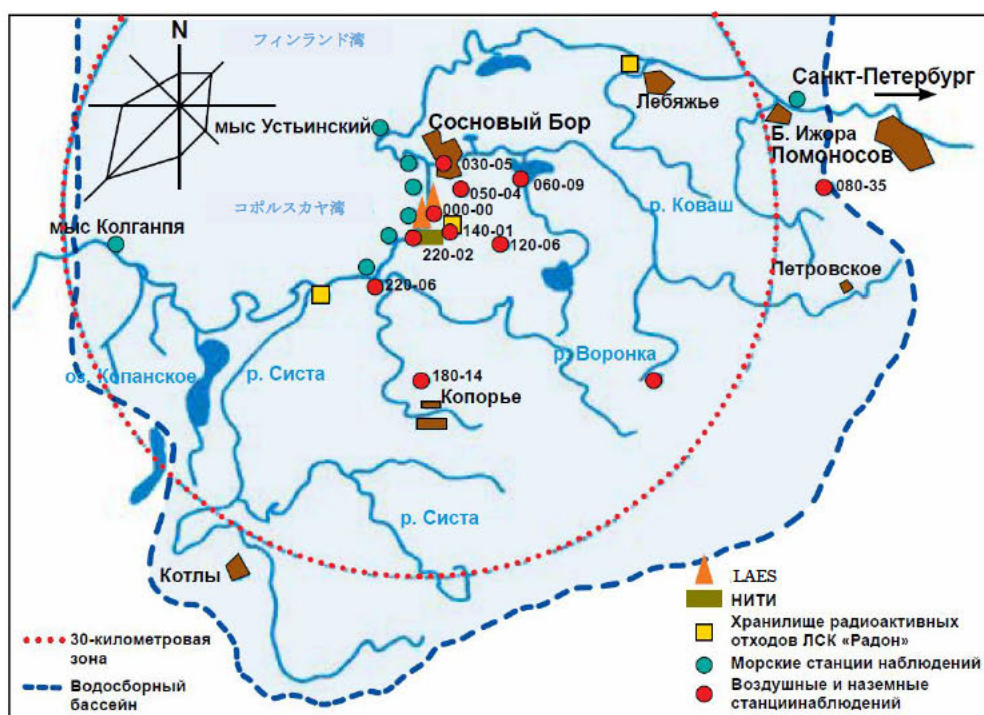


図 4-16 レニングラード原子力発電所の所在地²⁷

(2) 実施主体

レニングラード原子力発電所の運転による環境への放射線影響評価は、JSC "Atomproekt"により実施されている。JSC "Atomproekt"は、JSC "Concern Rosenergoatom"²⁹傘下の原子力エネルギー施設の包括的な設計、科学研究、および原子力産業における新しいエネルギー技術の開発を行うロシアの企業であり、JSC "Concern Rosenergoatom"はロスアトム社傘下の電力部門である。環境への放射線影響評価は、FZ No.174(連邦法第 174 号)「Federal law on environmental expertise」の要件に従ってライセンスを取得するために実施された。

(3) 根拠法令

以下の連邦法および法的規制文書は、ロシア連邦における原子力発電所職員、講習、および環境の放射線防護を規定している。なお、令和 4 年度調査時点からの変更はない。

- ・ 連邦法 No. 170-FZ「原子力の利用に関する法律」
- ・ 連邦法 No. 3-FZ「公衆の放射線安全に関する法律」
- ・ 連邦法 No. 7-FZ「環境保護に関する法律」
- ・ 連邦法 No. 52-FZ「公衆の衛生および疫学的健康に関する法律」

²⁹ JSC Concern Rosenergoatom, <https://www.rosenergoatom.ru/about/>

- ・「放射線安全基準」(NRB-99/2009)³⁰
- ・「放射線安全確保のための基本衛生規則」
- ・「原子力発電所の一般安全規定」
- ・「原子力発電所の設計および運転に関する衛生規則」
- ・「原子力発電所の運転における放射線安全規則」
- ・「放射線安全に関するその他の規制文書」

連邦法 No. 3-FZ「公衆の放射線安全に関する法律」では、放射線の安全を確保するための基本原則を規定している。

「放射線安全基準」および「放射線安全確保のための基本衛生規則」では、放射線安全確保の原則、組織に対する一般的な要件、人員の被ばくに対する保健物理学的なモニタリングの実施、電離放射線の影響に関する要件およびガイドラインを定めている。

ロシア連邦における放射線防護のための基本規則である「放射線安全基準」では、放射線源の使用および管理に関する安全基準を定めており、放射線作業従事者および一般公衆の被ばく線量を最小限におさえることを目的としている。主な内容は以下の通りである。

- ・線量限度: 職業被ばくおよび公衆被ばくのための年間線量限度を設定している。公衆被ばくの線量限度は年間 1mSv である。
- ・放射線防護の原則: 正当化、最適化、線量限度の 3 つの基本原則に基づく。
- ・管理基準: 放射線源の取扱い、廃棄物管理、環境モニタリングに関する具体的な管理基準を提供している。
- ・緊急時対応: 放射線事故や緊急事態における対応手順と基準を定めている。

また、ロシアの各原子力施設には、独自の水システムに合わせた特定の規制があり、これらの規制では、利用可能な水量を考慮し、放出できる放射性核種の年間制限を設定している。

(4) 評価手法

原子力発電所が公衆および環境に与える放射線影響の主な要因は、原子力発電所から大気へ放出される放射性物質と貯水池への人工放射性核種の排出である。公衆および環境への排出物による放射線影響は、各原子力発電所に対して連邦環境・技術・原子力監督庁 (ROSTECHNADZOR) により定められた、大気中への放射性物質の放出許容値のガイドラインと貯水池への放射性物質の排出許容値のガイドラインによって

³⁰ Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (連邦消費者権利保護・人間福祉監督庁), 放射線安全基準 (НРБ-99/2009), (2009), <https://www.ntcexpert.ru/documents/docs/nrb-99-2009.pdf>

制限されている^{30,31}。放射性物質の放出および排出は、環境中への放射性物質の放出および排出に関する ROSTECHNADZOR の許可に基づき、当該ガイドラインの範囲内で実施される。原子力発電所の放射線安全部門は、ガイドラインの遵守状況を継続的に監視している。

規制対象核種の RBMK-1000 ユニットおよび VVER-1200 ユニットの総排出量および排出指数(許容量に対する排出量の割合)(2019年)を表 4-5、表 4-6 に示す。これら 2019 年の放射線モニタリングの結果によると、過去数年と同様に、レニングラード原子力発電所からの排水による許容量を超える放射性核種の環境への流入はなかった。

表 4-5 LAES 原子力発電所(RBMK-1000)の放射性核種放出量(2019年)

放射性核種	総排出量(Bq)	許容排出量(Bq)	排出指数
³ H	1,10 · 10 ¹¹	2,13 · 10 ¹⁴	5,16 · 10 ⁻⁴
⁵¹ Cr	6,65 · 10 ⁷	5,55 · 10 ¹³	1,20 · 10 ⁻⁶
⁵⁴ Mn	7,60 · 10 ⁶	1,16 · 10 ¹¹	6,55 · 10 ⁻⁵
⁵⁸ Co	7,64 · 10 ⁶	7,09 · 10 ¹¹	1,08 · 10 ⁻⁵
⁵⁹ Fe	1,23 · 10 ⁷	5,89 · 10 ¹⁰	2,09 · 10 ⁻⁴
⁶⁰ Co	8,55 · 10 ⁶	8,54 · 10 ¹⁰	1,00 · 10 ⁻⁴
⁶⁵ Zn	1,43 · 10 ⁷	1,29 · 10 ¹¹	1,10 · 10 ⁻⁴
⁸⁹ Sr	2,42 · 10 ⁷	4,46 · 10 ¹²	5,41 · 10 ⁻⁶
⁹⁰ Sr	2,42 · 10 ⁷	4,13 · 10 ¹¹	5,85 · 10 ⁻⁵
⁹⁵ Zr	1,24 · 10 ⁷	2,20 · 10 ¹¹	5,61 · 10 ⁻⁵
¹⁰³ Ru	9,50 · 10 ⁶	6,67 · 10 ¹¹	1,42 · 10 ⁻⁵
¹⁰⁶ Ru	6,65 · 10 ⁷	9,42 · 10 ¹⁰	7,06 · 10 ⁻⁴
¹³¹ I	1,24 · 10 ⁷	5,22 · 10 ¹¹	2,37 · 10 ⁻⁵
¹³⁴ Cs	9,50 · 10 ⁶	3,74 · 10 ¹⁰	2,54 · 10 ⁻⁴
¹³⁷ Cs	9,50 · 10 ⁶	5,93 · 10 ¹⁰	1,60 · 10 ⁻⁴
¹⁴¹ Ce	1,43 · 10 ⁷	1,19 · 10 ¹²	1,20 · 10 ⁻⁵
¹⁴⁴ Ce	5,70 · 10 ⁷	1,49 · 10 ¹¹	3,83 · 10 ⁻⁴
総排出量指数			2,69 · 10 ⁻³

³¹ 連邦環境・技術・原子力監督庁, Приложение. СП 2.6.1.2612-10 "Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)", (2013), <https://base.garant.ru/12177986/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/>

表 4-6 LAES 2 原子力発電所(VVER-1200)の放射性核種放出量(2019年)

放射性核種	総排出量(Bq)	許容排出量(Bq)	排出指数
^3H	$8,75 \cdot 10^{12}$	$2,13 \cdot 10^{14}$	$4,11 \cdot 10^{-2}$
^{51}Cr	$1,65 \cdot 10^8$	$5,55 \cdot 10^{13}$	$2,97 \cdot 10^{-6}$
^{54}Mn	$6,29 \cdot 10^7$	$1,16 \cdot 10^{11}$	$5,42 \cdot 10^{-4}$
^{58}Co	$6,36 \cdot 10^7$	$5,89 \cdot 10^{10}$	$1,08 \cdot 10^{-3}$
^{59}Fe	$4,79 \cdot 10^7$	$7,09 \cdot 10^{11}$	$6,75 \cdot 10^{-5}$
^{60}Co	$4,40 \cdot 10^7$	$8,54 \cdot 10^{10}$	$5,15 \cdot 10^{-4}$
^{65}Zn	$6,74 \cdot 10^7$	$1,29 \cdot 10^{11}$	$5,22 \cdot 10^{-4}$
^{89}Sr	$4,25 \cdot 10^8$	$6,66 \cdot 10^{12}$	$6,38 \cdot 10^{-5}$
^{90}Sr	$3,09 \cdot 10^8$	$1,26 \cdot 10^{12}$	$2,45 \cdot 10^{-4}$
^{95}Zr	$6,61 \cdot 10^7$	$2,20 \cdot 10^{11}$	$3,01 \cdot 10^{-4}$
^{103}Ru	$2,74 \cdot 10^7$	$6,67 \cdot 10^{11}$	$4,10 \cdot 10^{-5}$
^{106}Ru	$1,40 \cdot 10^8$	$9,42 \cdot 10^{10}$	$1,49 \cdot 10^{-3}$
^{131}I	$5,61 \cdot 10^7$	$1,30 \cdot 10^{12}$	$4,31 \cdot 10^{-5}$
^{134}Cs	$2,46 \cdot 10^7$	$3,74 \cdot 10^{10}$	$6,56 \cdot 10^{-4}$
^{137}Cs	$2,81 \cdot 10^7$	$5,93 \cdot 10^{10}$	$4,73 \cdot 10^{-4}$
^{141}Ce	$4,31 \cdot 10^7$	$1,19 \cdot 10^{12}$	$3,63 \cdot 10^{-5}$
^{144}Ce	$1,60 \cdot 10^8$	$1,49 \cdot 10^{11}$	$1,07 \cdot 10^{-3}$
^{132}I	$1,99 \cdot 10^7$	$3,59 \cdot 10^{13}$	$5,55 \cdot 10^{-7}$
^{133}I	$5,23 \cdot 10^7$	$6,39 \cdot 10^{12}$	$8,18 \cdot 10^{-6}$
^{134}I	$5,96 \cdot 10^7$	$4,55 \cdot 10^{13}$	$1,31 \cdot 10^{-6}$
^{135}I	$9,30 \cdot 10^7$	$2,05 \cdot 10^{13}$	$4,53 \cdot 10^{-6}$
総排出量指数			$4,82 \cdot 10^{-2}$

方法論 MT 1.2.1.15.1176-2016「原子力発電所から大気中への放射性物質の最大許容排出量の基準の策定と確立」に従って実施された住民への被ばく線量の計算結果を表 4-7～表 4-9 に示す。

表 4-7 LAES 原子力発電所(RBMK-1000)から放出された放射性物質による被ばく線量
(2019年)

核種	大気中放射 能濃度 (Bq/m ³)	放射性降下 物(Bq/m ² ・ 年)	放射性雲か らの外部被 ばく線量 (Sv/年)	土壌からの 外部被ばく 線量(Sv/年)	放射性核種 の吸入によ る被ばく線 量(Sv/年)	食物の摂取 による被ば く線量(Sv/ 年)	総線量(Sv/ 年)
¹³⁷ Cs	1,28・10 ⁻⁷	3,54・10 ⁻²	1,10・10 ⁻¹³	6,17・10 ⁻⁹	4,76・10 ⁻¹²	3,94・10 ⁻⁹	1,01・10 ⁻⁸
¹³⁴ Cs	6,77・10 ⁻⁸	1,87・10 ⁻²	1,53・10 ⁻¹³	1,42・10 ⁻⁹	3,62・10 ⁻¹²	2,24・10 ⁻⁹	3,66・10 ⁻⁹
⁶⁰ Co	3,48・10 ⁻⁷	9,64・10 ⁻²	1,31・10 ⁻¹²	2,48・10 ⁻⁸	2,82・10 ⁻¹¹	2,30・10 ⁻⁹	2,71・10 ⁻⁸
¹³¹ I	4,80・10 ⁻⁷	3,50・10 ⁻¹	2,62・10 ⁻¹³	7,82・10 ⁻¹¹	2,88・10 ⁻¹¹	8,43・10 ⁻¹⁰	9,51・10 ⁻¹⁰
希ガス	3,60・10 ⁻¹	—	1,05・10 ⁻⁶	—	—	—	1,05・10 ⁻⁶
合計	—	—	1,05・10 ⁻⁶	3,25・10 ⁻⁸	6,54・10 ⁻¹¹	9,32・10 ⁻⁹	1,09・10 ⁻⁶

表 4-8 LAES 2 原子力発電所(VVER-1200)から放出された放射性物質による被ばく線量
(2019年)

核種	大気中放射 能濃度 (Bq/m ³)	放射性降下 物(Bq/m ² ・ 年)	放射性雲か らの外部被 ばく線量 (Sv/年)	土壌からの 外部被ばく 線量(Sv/年)	放射性核種 の吸入によ る被ばく線 量(Sv/年)	食物の摂取 による被ば く線量(Sv/ 年)	総線量(Sv/ 年)
¹³⁷ Cs	1,43・10 ⁻⁷	3,85・10 ⁻²	1,24・10 ⁻¹³	6,71・10 ⁻⁹	5,34・10 ⁻¹²	4,38・10 ⁻⁹	1,11・10 ⁻⁸
¹³⁴ Cs	1,43・10 ⁻⁷	3,85・10 ⁻²	3,25・10 ⁻¹³	2,91・10 ⁻⁹	7,66・10 ⁻¹²	4,71・10 ⁻⁹	7,63・10 ⁻⁹
⁶⁰ Co	1,57・10 ⁻⁷	4,21・10 ⁻²	5,92・10 ⁻¹³	1,08・10 ⁻⁸	1,27・10 ⁻¹¹	1,03・10 ⁻⁹	1,19・10 ⁻⁸
¹³¹ I	2,45・10 ⁻⁷	1,70・10 ⁻¹	1,34・10 ⁻¹³	3,80・10 ⁻¹¹	1,47・10 ⁻¹¹	4,26・10 ⁻¹⁰	4,79・10 ⁻¹⁰
³ H*	7,29・10 ⁻⁴	—	—	—	—	—	2,96・10 ⁻⁹
¹⁴ C*	2,11・10 ⁻⁴	—	—	—	—	—	6,57・10 ⁻⁸
希ガス	6,72・10 ⁻²	—	1,96・10 ⁻⁷	—	—	—	1,96・10 ⁻⁷
合計	—	—	1,96・10 ⁻⁷	2,05・10 ⁻⁸	4,04・10 ⁻¹¹	1,05・10 ⁻⁸	2,96・10 ⁻⁷

表 4-9 レニングラード原子力発電所から放出された放射性物質による被ばく線量(2019 年)

核種	^{137}Cs	^{134}Cs	^{60}Co	^{131}I	$^3\text{H}^*$	$^{14}\text{C}^*$	希ガス	合計
線量 (Sv/年)	$2,12 \cdot 10^{-8}$	$1,13 \cdot 10^{-8}$	$3,90 \cdot 10^{-8}$	$1,43 \cdot 10^{-9}$	$6,57 \cdot 10^{-8}$	$1,96 \cdot 10^{-7}$	$1,05 \cdot 10^{-6}$	$1,39 \cdot 10^{-6}$

RBMK-1000 型原子炉を持つ LAES 原子力発電所からの排出による決定グループの被ばく線量は、 ^{14}C および ^3H の排出を考慮せずに約 $1.1\mu\text{Sv/年}$ であった。主な寄与は放射性希ガスによるものであった。

VVER-1200 型原子炉を持つ LAES 2 原子力発電所からの排出による決定グループの被ばく線量は約 $0.3\mu\text{Sv/年}$ であった。主な寄与は放射性希ガス(66%)と ^{14}C (22%)であった。

2019 年のレニングラード原子力発電所からの排出による決定グループへの年間総被ばく線量は $1.4\mu\text{Sv}$ と評価されており、RBMK-1000 型原子炉からの ^{14}C 排出を考慮しても $2.4\mu\text{Sv}$ であり、無視できる放射線リスクに対応する線量レベルを下回っていた。

(5) 評価結果の公表及び国際機関等への報告の有無

レニングラード原子力発電所は、ロシア連邦の環境保護法³²に従って、衛生保護区域で放射線、化学、生物学的な監視とモニタリングを実施している。放射線安全の主な目的は、放射線の有害な影響から住民と従業員の健康を守ることである。モニタリングと監視の結果は、放射線安全基準の遵守を監督する国家機関(例えば、国家衛生疫学監督機関など)に報告されている。レニングラード原子力発電所の排出量についてはロスアトム社により、環境影響に関する報告書が公表³³されており、排出量については排出の規制値に対する割合で掲載されている。

(6) 評価結果を踏まえて、追加的な措置を講じた例の有無

レニングラード原子力発電所からの熱排出は局所的な影響を及ぼし、藻類の成長期を延長し、植物プランクトンおよび動物プランクトンの季節的な遷移を変化させている。また魚の繁殖にも影響を与え、排水口付近で温水魚種の繁殖条件を作り出している。しかしながら、窒素およびリン化合物の農業排水による富栄養化、淡水域およびフィンランド湾への未処理の工業および家庭排水による有毒物質の導入といった化学的な影響に比べると放射線影響は比較的軽微であり、管理基準を下回っているとされている。ため、現状追加的な措置は講じられていない。評価結果を踏まえて、追加的な措置を講じた例は、2024 年 7 月～2025 年 2 月末時点では確認できなかった。

³² President of the Russian Federation, Federal Law No. 7-FZ of January 10, 2002 "On environmental protection", (2002), <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC052751/>

³³ Госкорпорация «Росатом» Экологические отчеты, <https://report.rosatom.ru/3541>

4.1.6 米国

(1) 実施主体

例えば、ボーグル原子力発電所(3号機、4号機)(Vogtle-3/4の環境報告書(ER: environmental report)は、事業者である Southern Nuclear Operating Company により発行されている。ボーグル原子力発電所(3号機、4号機)(WH社製 AP1000)は、2009年に早期サイト許可(ESP: early site permit)を取得した後、当該 ESP を基にしたコンバインド・ライセンス(COL: 建設運転一括認可)も2012年に米国原子力規制委員会(NRC: Nuclear Regulatory Commission)から発給されており、3号機は2023年7月、4号機は2024年4月に商業運転を開始した。なお、ボーグル原子力発電所(3号機、4号機)のCOL申請時のERは、ESP時のERを参照している(すなわち、ESP時のERの方がより詳細に記述されている)。

(2) 根拠法令

ここでは、米国の原子力施設に関する環境影響評価(EIA: Environmental impact assessment)及び放射線影響評価(RIA: Radiological Impact Assessment)に関する法令類(法律、規則、指針)を整理した。なお、令和4年度調査時点からの変更はない。

< 法律 >

米国では、国家環境政策法(NEPA: National Environmental Policy Act)³⁴に従って、全ての連邦政府機関に対して環境影響に関する方針を示すよう義務付けている。

(関連記載抜粋)

Sec. 102

... (2) all agencies of the Federal Government shall --

(A) utilize a systematic, interdisciplinary approach which will insure the integrated use of the natural and social sciences and the environmental design arts in planning and in decision making which may have an impact on man's environment;

(B) identify and develop methods and procedures, in consultation with the Council on Environmental Quality established by title II of this Act, which will insure that presently unquantified environmental amenities and values may be given appropriate consideration in decision making along with economic and technical considerations;

³⁴ DOE, The National Environmental Policy Act of 1969, as amended, https://www.energy.gov/sites/default/files/nepapub/nepa_documents/RedDont/Req-NEPA.pdf

(C) include in every recommendation or report on proposals for legislation and other major Federal actions significantly affecting the quality of the human environment, a detailed statement by the responsible official on --

- (i) the environmental impact of the proposed action,
- (ii) any adverse environmental effects which cannot be avoided should the proposal be implemented,
- (iii) alternatives to the proposed action,
- (iv) the relationship between local short-term uses of man's environment and the maintenance and enhancement of long-term productivity, and
- (v) any irreversible and irretrievable commitments of resources which would be involved in the proposed action should it be implemented.

この法律に基づき、原子力施設に係る環境影響評価とその審査プロセスについては、以下の通り、NRC が規制枠組み (10 CFR Part 51) ³⁵を整備している。

原子力施設に関する環境審査の規制枠組み (10 CFR Part 51) は、NRC の原子力施設等の環境審査に関する連邦規則である。10 CFR Part 51 の全体を要約すれば、1954 年改正原子力法等の連邦法で与えられた法的権限 (例: 原子力発電所の建設・運転等の許認可) の範囲において、当該施設の申請者 (例: 電気事業者、エネルギー省 (DOE: Department of Energy) 国立研究所) が環境評価 (EA: environmental assessment) を実施して ER を作成し、当該 ER を審査のために NRC に提出するよう要求している。NRC はこの ER に対する評価結果を環境影響声明書 (EIS: environmental impact statement) として公表することとなる。

10 CFR Part 51 に基づいて申請者は ER を作成する。NRC はその ER 作成のための規制指針として Reg. Guide 4.2 (最新版は 2018 年 Rev.3) ³⁶を発行している。

Reg. Guide 4.2, Rev.3 では、10 CFR Part 50 及び 52 に基づく申請者 (すなわち、商用原子力発電所の建設・運転等の認可申請者) に対して、以下の章で構成された ER を作成することを奨励 ³⁷している。

1. 序論 (原子炉の所有者の情報、原子炉の種類、計画のスケジュール等)
2. 建設計画予定地とその環境
3. サイト配置図
4. 建設による環境影響

³⁵ CFR, 10 CFR Part 51, <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part051/index.html>

³⁶ NRC, REGULATORY GUIDE 4.2, REVISION 3., (2018), <https://www.nrc.gov/docs/ML1807/ML18071A400.pdf>

³⁷ Reg. Guide は指針であり強制力はないため、ここでは「奨励」と表現している。後述する Vogtle の実例でも示す通り、実態としても本指針の構成には概ね沿っているものの完全に一致するわけではない。

5. 運転による環境影響
6. 燃料サイクル、輸送、廃止措置による影響
7. 累積影響
8. 電力需要
9. 代替案の環境影響
10. 結論
11. 参考文献

なお、事業者は、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)項により、液体及び気体放射性物質の放出量と推定被ばく線量を毎年報告することが規定されている。

(10 CFR 50.36a(a)(2)項)

各運転認可取得者、および NRC 委員会が 10 CFR 52.103(g)に基づく決定を行った後の各 COL 取得者は、過去 12 ヶ月間に液体およ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放出量を明記し、放出物による公衆への潜在的な最大年間放射線被ばく線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、NRC 委員会に 10 CFR 50.4 に規定されたとおりに提出されなければならない。報告書の提出間隔は 12 ヶ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)

(3) 評価手法

放射性物質を含む排出物(排気・排水)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. Guide 1.109, Rev.1³⁸「10 CFR Part 50, Appendix I への遵守を評価するための原子炉からの放射性物質を含む排出物(排気・排水)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. Guide 1.111, Rev.1³⁹「軽水炉からの定期的な放出における放射性物質を含む排排気の大気輸送・拡散の推定方法」(1977年7月付)

以下では、ボーグル原子力発電所(3号機、4号機)(AP1000)の早期サイト許可(ESP)申請における環境報告書(ER)⁴⁰を元に、具体的な放射線影響評価の内容を整理した。ボーグル原子力発電所(3号機、4号機)の ESP 時の ER の章構成は以下の通りで、

³⁸ NRC, Regulatory guide 1.109, (1977), <https://www.nrc.gov/docs/ml0037/ML003740384.pdf>

³⁹ NRC, Regulatory guide 1.111, (1977), <https://www.nrc.gov/docs/ML0037/ML003740354.pdf>

⁴⁰ NRC, Chapter 5 Environmental Impacts of Station Operation, (2007), <https://www.nrc.gov/docs/ML0915/ML091540838.pdf>

Reg. Guide 4.2 に概ね則った構成となっている。

1. 序論
2. 周辺環境
3. サイト配置図とプラント概要
4. 建設による環境影響
5. 運転による環境影響
6. 燃料サイクル、輸送、廃止措置
7. 累積影響
8. 電力需要
9. 代替案の環境影響
10. 当該計画と代替案の比較検討
11. 結論と推奨事項

ボーグル原子力発電所(3号機、4号機)の ER における被ばく経路とその評価結果については、5.4.1「被ばく経路」及び 5.4.2「公衆の放射線被ばく」の内、5.4.1.1「液体経路」及び 5.4.2.1「液体経路の被ばく」、ならびに 5.4.1.2「気体経路」及び 5.4.2.2「気体経路の被ばく」にそれぞれ示されている。ボーグル原子力発電所(3号機、4号機)の ER における液体／気体の経路毎に全容を整理し以下にまとめる。

<5.4.1.1 液体経路>

3号機と4号機は排水をサバンナ川に放流する。NRC が承認した LADTAP II コンピュータプログラムを使用してサバンナ川と下流域でのパラメータを用いて線量を計算した。LADTAP II は、Reg. Guide 1.109 で説明されている通り、液体放出物中の放射能放出による放射線被ばくモデルを実装している。LADTAP II では次の重要な被ばく経路が考慮されている。

- ・ 食物としての水生生物の摂取
- ・ 飲料水の摂取

さほど重要ではないが、LADTAP II では、水辺、水泳、ボートの被ばく経路も考慮されている。液体経路の入力パラメータを Table 5.4-1 に示す。排水は、河川の流れと完全に混ざり合っていると想定される。

Table 5.4-1 Liquid Pathway Parameters

Parameter	Value
Release source terms	Table 3.5-1
Discharge rate (River flow) ^a	9229 cubic feet per second ^a
Dilution factor for discharge	1 ^a
Transit time to receptor	0.1 hours, 16 hours ^b
Impoundment reconcentration model	None ^c
50-mile population	674,101 ^d
50-mile sport fishing	35,000 kg/yr ^e
50-mile shoreline usage	960,000 person-hours/yr ^e
50-mile swimming usage	160,000 person-hours/yr ^e
50-mile boating usage	1,100,000 person-hours/yr ^e
Fish Consumption	21 kilograms per year ^f
Drinking water consumption	730 liters per year ^f

- a. Liquid discharge assumed fully mixed with annual average river flow at Vogtle.
- b. 0.1 hours assumed for MEI. 16 hours is average transit time halfway down 50-mile stretch.
- c. Completely mixed model used for Savannah River.
- d. Table 2.5.1-1.
- e. **WSRC (2006)**.
- f. Adult MEI. 6.9 kilograms per year average (adult population) fish consumption (NRC 1986).

<5.4.2.1 液体経路の被ばく>

Table 5.4-1 のパラメータを元に、LADTAP II を用いて以下の活動を通じた個人最大被ばく線量 (MEI) を計算した。

- ・ サバンナ川で捕えた魚の摂取
- ・ サバンナ川の飲料水

水辺の活動からの線量も計算されたが、魚の摂取と飲料水によるものよりはるかに小さいことがわかった。核種毎の液体放射能放出量(ソースターム)は Table 3.5-1⁴¹に示されている。全身、甲状腺、最大被ばく臓器の年平均被ばく線量計算値を Table 5.4-5 に示す。液体放出による年平均個人最大被ばく線量は 1 号機当たり 0.021mrem⁴²であり、最大被ばく臓器は子供の肝臓であった。

Table 5.4-5 Liquid Pathway Doses for Maximally Exposed Individual (1 Unit)(millirem per year)

Skin	Bone	Liver	Total Body	Thyroid	Kidney	Lung	GI-LLI
0.000073	0.012	0.021	0.017	0.015	0.012	0.0090	0.0086

GI-LLI = Gastrointestinal-lining of lower intestine. Child receptor, except total body is adult and skin is teen, and thyroid is infant.

⁴¹ 原出典の ER に Table 3.5-1 は見当たらない。おそらく下記 Table 3.5-5 の番号タイプミスと思われる。

⁴² 1 rem = 0.01 Sv

Table 3.5-5 Annual Normal Liquid Releases, in Curies, from a Single AP1000 Reactor

Radionuclide	Ci/yr
Corrosion and Activation Products	
Na-24	0.0016
Cr-51	0.0018
Mn-54	0.0013
Fe-55	0.0010
Fe-59	2E-04
Co-58	0.0034
Co-60	4.4E-04
Zn-65	4.1E-04
W-187	1.3E-04
Np-239	2.4E-04
Fission Products	
Br-84	2E-05
Rb-88	2.7E-04
Sr-89	1E-04
Sr-90	1E-05
Sr-91	2E-05
Y-91m	1E-05
Y-93	9E-05
Zr-95	2.3E-04
Nb-95	2.1E-04
Mo-99	5.7E-04
Tc-99m	5.5E-04
Ru-103	0.0049
Rh-103m	0.0049
Ru-106	0.074
Rh-106	0.074
Ag-110m	0.0010
Ag-110	1.4E-04
Te-129m	1.2E-04
Te-129	1.5E-04
Te-131m	9E-05
Te-131	3E-05

Table 3.5-5 (cont.) Annual Normal Liquid Releases, in Curies, from a Single AP1000 Reactor

Radionuclide	Ci/yr
I-131	0.014
Te-132	2.4E-04
I-132	0.0016
I-133	0.0067
I-134	8.1E-04
Cs-134	0.0099
I-135	0.005
Cs-136	6.3E-04
Cs-137	0.013
Ba-137m	0.012
Ba-140	0.0055
La-140	0.0074
Ce-141	9E-05
Ce-143	1.9E-04
Pr-143	1.3E-04
Ce-144	0.00316
Pr-144	0.00316
All others	2E-05
Total (except tritium)	0.26
Tritium	1010

Source: (Westinghouse 2005) Table 11.2-7.

<5.4.1.2 気体経路>

3/4号機からオフサイトで受ける被ばく線量を計算するために、GASPAR II コンピュータプログラムを使用した。GASPAR II は、Reg. Guide 1.109 で説明されている通り、気体放出物中の放射能放出による被ばくを推定するための放射線被ばくモデルを実装している。解析で用いた大気拡散成分は NRC が支援したプログラムである XOQDOQ (NRC1982) を用いて計算した。拡散係数と沈着係数は、2.7 節に示す通り、1998 年～2002 年のオンサイト気象パラメータ(風速、風向、安定性クラス)から算出した。

GASPAR II では以下の被ばく経路を考慮している。

- 汚染された土壌からの外部被ばく
- 大気中の気体からの外部被ばく
- 空中の放射能の吸入
- 汚染された肉及び乳の摂取
- 汚染された農作物の摂取

気体経路の入力パラメータを Table 5.4-2 に、GASPAR II 計算で決定された最大被ばく地点の入力パラメータを Table 5.4-3 に示す。

Table 5.4-2 Gaseous Pathway Parameters

Parameter	Value
Release Source Terms	Table 3.5-2
Population distribution	Table 2.5.1-1
Dispersion and deposition factors (X/q and d/q)	Section 2.7
50-mile milk production (l/yr)	6.37E7 ^a
50-mile meat production (kg/yr)	1.03 E7 ^a
50-mile vegetable production (kg/yr)	6.57 E7 ^a

a. Animal and vegetable production from 2002 National Census of Agriculture. Production converted to food products using average conversion factors: 17,050 lb milk/cow; 377 lb beef /cow, calf; 81.2 lb meat/hog, pig; 95.8 lb meat/sheep, and 8,090 kg vegetables/acre

Table 5.4-3 Gaseous Pathway Consumption Factors for Maximally Exposed Individual

Consumption Factor	Annual Rate			
	Infant	Child	Teen	Adult
Milk consumption (l/yr)	330	330	400	310
Meat consumption (kg/yr)	0	41	65	110
Leafy vegetable consumption (kg/yr)	0	26	42	64
Vegetable consumption (kg/yr)	0	520	630	520

Source: NRC (1987). Leafy vegetables are assumed grown in the MEI's garden for 58% of the year; the garden is assumed to supply 76% of the other vegetables ingested annually. Average population consumption of milk, meat and vegetables is 131 l/yr, 81 kg/yr, and 197 kg/yr, respectively.

<5.4.2.2 気体経路の被ばく>

Table 5.4-2 および Table 5.4-3 のパラメータに基づいて、GASPAR II コンピュータプログラムを使用して、子供の個人最大被ばく線量 (MEI) を計算した。子供は全身及び全臓器の境界年齢グループである。この個人がいる場所を Table 5.4-4 に示す。この場所は最も近いオフサイト被ばく者までの距離 (0.67 マイル) と最大被ばく方位 (サイトから 16 方向) として保守的に選定されたものである。核種毎の気体放射能放出 (ソースターム) は Table 3.5-2⁴³ に示されている。当該個人の全身、甲状腺および他臓器の被ばく線量を Table 5.4-6 に示す。全身の年間個人最大被ばく線量 (MEI) は 1 号機あたり 1.12 mrem であり、プルーム、土壌、吸入、ならびに食肉と農作物の摂取による各被ばくに晒された近隣の子供がその代表となる: なお、5 マイル圏内には乳牛がいないため、牛乳の消費は考慮されていない。当該個人の最大年間甲状腺被ばく線量は 1 号機あたり 6.16mrem である。既設ユニット (Vogtle-1 (WH-PWR)) での経験から、これらの計算は保守的であり、かつ Vogtle サイト近傍の個人の実際の被ばく線量を表すものではない。

⁴³ 原出典の ER に Table 3.5-2 は見当たらない。おそらく下記 Table 3.5-6 の番号タイプミスと思われる。

Table 5.4-4 Gaseous Pathway Receptor Locations

Receptor	Direction	Distance (miles)
Site boundary	NE	0.50
Maximally exposed individual (MEI)	NE	0.67

Table 5.4-6 Gaseous Pathway Doses for Total Body Maximally Exposed Individual — Two Units (millirem per year)

PATHWAY	T.BODY	GI-TRACT	BONE	LIVER	KIDNEY	THYROID	LUNG	SKIN
PLUME	5.11E-01	5.11E-01	5.11E-01	5.11E-01	5.11E-01	5.11E-01	5.45E-01	2.56E+00
GROUND	1.75E-01	1.75E-01	1.75E-01	1.75E-01	1.75E-01	1.75E-01	1.75E-01	2.05E-01
VEGET								
ADULT	4.09E-01	4.16E-01	1.97E+00	4.09E-01	3.92E-01	4.00E+00	3.65E-01	3.61E-01
TEEN	6.08E-01	6.16E-01	3.11E+00	6.30E-01	6.02E-01	5.38E+00	5.62E-01	5.55E-01
CHILD	1.33E+00	1.30E+00	7.25E+00	1.38E+00	1.33E+00	1.05E+01	1.27E+00	1.25E+00
MEAT								
ADULT	1.25E-01	1.51E-01	5.41E-01	1.25E-01	1.22E-01	3.08E-01	1.20E-01	1.20E-01
TEEN	1.00E-01	1.15E-01	4.56E-01	1.02E-01	9.98E-02	2.34E-01	9.82E-02	9.78E-02
CHILD	1.81E-01	1.88E-01	8.55E-01	1.83E-01	1.81E-01	3.84E-01	1.79E-01	1.78E-01
COW MILK								
ADULT	1.84E-01	1.58E-01	6.46E-01	2.00E-01	1.89E-01	5.46E+00	1.52E-01	1.49E-01
TEEN	2.97E-01	2.69E-01	1.18E+00	3.46E-01	3.27E-01	8.67E+00	2.64E-01	2.56E-01
CHILD	6.42E-01	6.01E-01	2.87E+00	7.44E-01	7.09E-01	1.73E+01	6.03E-01	5.92E-01
INFANT	1.27E+00	1.21E+00	5.51E+00	1.52E+00	1.40E+00	4.18E+01	1.22E+00	1.20E+00
GOAT MILK								
ADULT	2.71E-01	1.94E-01	7.29E-01	3.06E-01	2.52E-01	6.56E+00	1.94E-01	1.83E-01
TEEN	3.94E-01	3.15E-01	1.32E+00	5.16E-01	4.21E-01	1.04E+01	3.24E-01	3.01E-01
CHILD	7.55E-01	6.74E-01	3.19E+00	1.03E+00	8.61E-01	2.07E+01	6.97E-01	6.63E-01
INFANT	1.43E+00	1.32E+00	5.96E+00	2.03E+00	1.63E+00	5.00E+01	1.37E+00	1.31E+00
INHAL								
ADULT	5.59E-02	5.65E-02	8.57E-03	5.71E-02	5.81E-02	5.19E-01	7.22E-02	5.42E-02
TEEN	5.65E-02	5.70E-02	1.04E-02	5.87E-02	6.00E-02	6.48E-01	8.18E-02	5.47E-02
CHILD	5.00E-02	4.93E-02	1.26E-02	5.22E-02	5.33E-02	7.56E-01	7.08E-02	4.83E-02
INFANT	2.89E-02	2.82E-02	6.36E-03	3.12E-02	3.11E-02	6.78E-01	4.34E-02	2.78E-02
SUM OF VIABLE PATHWAYS (CHILD)	2.25E+00	2.22E+00	8.80E+00	2.30E+00	2.25E+00	1.23E+01	2.24E+00	4.24E+00

Note: Maximally exposed individual is child resident. Adult, teen and infant doses are presented as additional information. Cow milk and goat milk pathway doses are hypothetical for this location and are presented as additional information only. Ground level releases assumed.

Table 3.5-6 Annual Normal Gaseous Releases, in Curies from a Single AP1000 Reactor

Radionuclide	Ci/yr
Noble Gases	
Ar-41	34
Kr-85m	36
Kr-85	4100
Kr-87	15
Kr-88	46
Xe-131m	1800
Xe-133m	87
Xe-133	4600
Xe-135m	7
Xe-135	330
Xe-138	6
Iodines	
I-131	0.12
I-133	0.4
Fission and Activation Products	
C-14	7.3
Cr-51	6.1E-04
Mn-54	4.3E-04
Co-57	8.2E-06
Co-58	0.023
Co-60	0.0087
Fe-59	7.9E-05
Sr-89	0.003
Sr-90	0.0012
Zr-95	0.001
Nb-95	0.0025
Ru-103	8.0E-05
Ru-106	7.8E-05
Sb-125	6.1E-05
Cs-134	0.0023
Cs-136	8.5E-05
Cs-137	0.0036

Table 3.5-6 (cont.) Annual Normal Gaseous Releases, in Curies from a Single AP1000 Reactor

Radionuclide	Ci/yr
Ba-140	4.2E-04
Ce-141	4.2E-05
Tritium	350
Total w/o tritium	1.1E+04

Source: (Westinghouse 2005) Table 11.3-3.

(4) 評価結果の公表及び国際機関等への報告の有無

放出データは各事業者が公表するほか、NRC の HP 上に年度ごとに放射性物質の排出データと推定される線量が掲載されている (NUREG/CR-290744)。

(5) 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は 2024 年 7 月～2025 年 2 月末時点では事例は確認できなかった。

⁴⁴ US, NRC, NUREG/CR-2907, vol.26, (2020), <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/contract/cr2907/v26/index.html>

4.1.7 英国

(1) 基本情報

サイズウェルサイトは北海沿岸のサフォークのサイズウェル近郊に位置している。敷地内には現在 2 つの原子力発電所があり、Sizewell A は廃止措置中のマグノックス原子炉 2 基、Sizewell B (SZB) は現在運転中の加圧水型原子炉 (PWR) 1 基である。Sizewell C (SZC) は敷地北端に位置しており、2022 年 7 月 4 日に英国環境庁は SZC 原子力発電所を建設及び運転した場合の環境影響に関して、3 種類の許可を発給する方針を提案している。2024 年 1 月 15 日、SZC 原子力発電所の建設を進める SZC 社は同新設計画の「開発合意書」(DCO: Development Consent Order) に基づき、同発電所の正式な建設工事を開始したことを発表している。

(2) 実施主体

Sizewell C 原子力発電所の環境影響評価は、事業者である SZC 社が実施している。一方で、SZC 社の評価とは別の独立した比較ポイントを提供するために英国環境庁による環境影響評価も実施されている。

(3) 根拠法令

原子力関連の基本法は、1946 年に公布された原子力法である。原子炉等の原子力施設の規制は、2011 年 4 月に独立行政機関となった原子力規制局 (ONR: Office for Nuclear Regulation) ⁴⁵により、「1965 年原子力施設法 (NIA65: Nuclear Installations Act 1965)」に基づいて行われている。

環境中の放射性物質の規制は、1993 年放射性物質法、1995 年環境法、2016 年環境許可規則 (EPR16: The Environmental Permitting (England and Wales) Regulations 2016) 等がある。EPR2016 は、イングランドとウェールズにおいて有効であり、イングランドに所在する Sizewell B 原子力発電所には EPR16 が適用される。なお、スコットランドでは、2018 年 9 月に発効された 2018 年スコットランド環境許可規則 (Environmental Authorisations (Scotland) Regulations 2018)、北アイルランドでは放射性物質法 2003 (The Radioactive Substances (Basic Safety Standards) Regulations (Northern Ireland) 2003) に基づいて規制が実施される。

1995 年環境法の主な目的を反映するため、放射性物質規制 (RSR: radioactive substances regulation) が定められており、EPR16 の改正に伴い、2021 年 12 月に改正が行われた。RSR の具体的な手続きや手法を提示した様々なガイダンス「放射性物質

⁴⁵ 2014 年 4 月、ONR は、HSE から独立し、原子力施設及び放射性物質輸送の許認可と安全規制の権限を有する一つの行政機関（主務省相当）となった。

規制ガイダンス (Radioactive substances regulation (RSR) guidance)⁴⁶は、環境許可のうち放射性物質及び放射性廃棄物に係る規制に特化したものであり、主に当該規制を実際に担う英国環境庁に対し、規制の適用方法及び特定事項の解釈に係るガイダンスを与えていたが、2021年12月のRSR改正に伴い、ガイダンスの一部が見直されている。Regulatory Guidance Series RSR 1: Radioactive Substances Regulation – Environmental Principles (2010)は、RSR規制当局が行わなければならない技術的な評価や判断のための標準的なガイダンスで、許可に関することも含め、放射性物質規制に関するすべての決定について詳細が記載されていたが、2021年12月のRSR改正に伴い撤回された。RSR1の一部は現在 Nuclear sites RSR: environmental permits⁴⁷又は Non-nuclear RSR: environmental permits⁴⁸ガイダンスに組み込まれている。また環境中の排出量について最小限にすることを求めるガイダンス、Regulatory Guidance Series RSR 2: The regulation of radioactive substances activities on nuclear licensed sites (2012)⁴⁹では、事業者が放射性廃棄物の発生を最小限に抑え、環境中に排出する放射性廃棄物の量を最小限に抑え、結果として生じる公衆への放射性物質の影響を最小限に抑え、より広い環境を防護する方法で廃棄物を排出し、固体廃棄物の処分に最適なルートを使用することにより、人と環境を防護するよう努力すべきであることが求めている。

放射線防護(人工放射線や自然放射線からの被ばくを合理的に実行可能な限り低く保ち、個人の線量限度を超えないようにするための枠組み)に関する主要な法令は、電離放射線規則 (Ionising Radiations Regulations: IRR) 2017⁵⁰である。最新の IRR17 は ICRP Publication 103 (2007年勧告)の内容を取り入れた欧州基本安全基準指令 (2013/59/ EURATOM)にしたがっている。

IRR17では公衆の被ばくについて、計画被ばく状況では、1 mSv/y を線量限度として定めている。また、単一の被ばく源からは 0.3 mSv/y かつ単一サイトから 0.5 mSv/y と EURATOM 2013 に記載されるレベルと同様の線量拘束値が採用されている。

なお、根拠法令に関しては令和4年度調査時点からの変更はない。

⁴⁶ Gov. UK, Radioactive substances regulation (RSR) guidance, (2022),

<https://www.gov.uk/government/publications/radioactive-substance-regulations-rsr-guidance>

⁴⁷ Gov. UK, Nuclear sites RSR: environmental permits, (2021), <https://www.gov.uk/guidance/nuclear-sites-rsr-environmental-permits>

⁴⁸ Gov. UK, Non-nuclear RSR: environmental permits, (2023), <https://www.gov.uk/guidance/non-nuclear-rsr-environmental-permits>

⁴⁹ Gov. UK, Regulatory Guidance Series RSR 2: The regulation of radioactive substances activities on nuclear licensed sites, (2012), <https://www.gov.uk/government/publications/rgn-rsr-2-regulation-of-radioactive-substances-activities-on-nuclear-licensed-sites>

⁵⁰ legislation.gov.uk, The Ionising Radiations Regulations 2017, (2017), <https://www.legislation.gov.uk/uksi/2017/1075/contents>

(4) 評価手法

ここでは、2022年7月にEDF社から英国環境庁に提出されたSZCの環境影響評価に関する文書⁵¹⁾について、線量評価結果の概要を整理した。

PC-CREAM 08⁵²⁾の大气・海洋拡散モデルを用いて、SZCから大气および海洋へと放出される放射性物質の評価を実施している。液体廃棄物は、サイトから約3.5kmの沖合の地点から放出し、気体廃棄物は高さ70mの2つの排気筒から放出している。海洋拡散はDORISモジュール、大气拡散はPLUME及びFARMLANDモジュールといったPC-CREAM 08のモジュールを用いて評価している。

英国環境庁の初回の線量評価ツールIRAT(Initial Radiological Assessment Tool)を用いた簡易的線量評価から線量の高くなるシナリオ等を決定している⁵³⁾。その結果、海洋放出では、魚介類の摂取と浜辺の堆積物からの外部被ばくを受ける漁師の家族、大气放出では沈着核種からの外部被ばくと陸生食材の摂取による内部被ばくから地域居住者の家族を代表的個人の候補(CRP: Candidates for the Representative Person)として決定している。

英国環境・漁業・養殖科学センター(CEFAS: Centre for Environment Fisheries and Aquaculture Science)によるSizewell Habits Survey Report等の習慣データとソースタームを利用し、PC-CREAM 08のDORIS及びASSESSORモジュールを用いて液体排出、PLUME、FARMLAND、GRANIS、RESUS、ASSESSORモジュールを用いて気体排出に係るCRPの線量評価を実施している。なおSZCからの直接放射線も考慮している。

線量評価の結果から、漁師の家族のうちの成人を代表的個人と決定し、代表的個人で想定される生活習慣を組み合わせて、評価を実施したところSZCからの排出に関する代表的個人の線量は、13 μ Sv/yとなった。

表 4-10 SZCからの液体・気体両方の廃棄物にさらされた漁師の家族の被ばくによる年間線量 (μ Sv/y)

	Marine Pathways	Terrestrial Pathways	Total
Adult	10	3.1	13
Child	4.9	2.1	7.0
Infant	1.3	3.3	4.6

⁵¹⁾ EDF, Radioactive Substances Regulation (RSR) Permit Application Appendix D Support Document D1 - Human Radiological Impact Assessment, (2022), <https://www.edfenergy.com/media/19042/download>

⁵²⁾ UK Health Security Agency, PC-CREAM Radiological Impact Assessment Software, <https://www.ukhsa-protectionsservices.org.uk/pccream>

⁵³⁾ Gov. UK, Initial radiological assessment methodology 2, (2006), <https://www.gov.uk/government/publications/initial-radiological-assessment-methodology>

(5) 評価結果の公表及び国際機関等への報告の有無

英国の場合、「Environmental Permitting Guidance Radioactive Substances Regulation For the Environmental Permitting (England and Wales) Regulations 2010」には、「加盟国が放射性廃棄物の処分方法を変更したり、大気、水、土地への排出量を増加させる可能性のある原子力施設を新設するたびに、欧州委員会に提出しなければならず、欧州委員会は、条約第 31 条で言及されている専門家グループに相談した後、6 ヶ月以内に意見を述べる。」となっており、ビジネス・エネルギー・産業戦略省 (BEIS: Department for Business, Energy and Industrial Strategy) や EA 等政府機関が欧州委員会に、「Part 1. UK Report on application of Best Available Techniques (BAT) in civil nuclear facilities (2012-2016) Implementation of PARCOM Recommendation 91/4 on radioactive discharges」を提出している。

また、英国の排出物の影響に関する評価についての詳細は、英国環境庁 (EA)、食品基準スコットランド (FSA)、北アイルランド環境庁 (NRW)、スコットランド環境保護局 (SEPA) に代わり、英国環境・漁業・養殖科学センター (CEFAS) が毎年作成する「食品と環境における放射能 (RIFE)」年次報告書⁵⁴が公表されている。

(6) 評価結果を踏まえて、追加的な措置を講じた例の有無

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 2024 年 7 月～2025 年 2 月末時点では事例は確認できなかった。

⁵⁴ Gov.UK, Radioactivity in food and the environment (RIFE) report, (2018), <https://www.gov.uk/government/publications/radioactivity-in-food-and-the-environment-rife-reports>

5. ALPS 処理水等に関する調査研究

5.1 トリチウムを含む水の取扱いに関連するデータの収集・分析支援

5.1.1 主要国及び日本の原子力発電所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⁵⁵より、英国の原子力発電所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 5-1 にまとめる。

表 5-1 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)(2023 年)

	海水濃度 (Bq/L)		淡水濃度 (Bq/L)		その他 (Bq/kg)	
Hartlepool	<13	North Gare	<3.8	Boreholes, Dalton Piercy	82	Barley
Heysham	11	Shore adjacent to Northern Outfall	<3.7	Damas Gill reservoir, Lower Halton Weir	26	Beetroot
Hinkley Point	<3.5	Pipeline	<3.8	Durleigh Reservoir	<25	Honey, Wheat
Hunterston	<1.0	Pipeline	<1.0	Busbie Muir, etc	<5.0	Grass, etc
Sizewell	<3.5	Sizewell beach	<3.4	The Meare, Leisure Park	31.0	Grass
Torness	<1.0	Pipeline	<1.0	Hopes Reservoir, etc	<5.0	Grass, etc
Berkeley and Oldbury	<3.5	2km south west of Berkeley	<3.6	Gloucester and Sharpness Canal	42	Barley
Bradwell	<3.5	Pipeline	<5.4	Coastal ditch, drain pit overflow	<25	Cabbage
Chapelcross	<1.2	Pipeline	6.9	Gullielands Burn	<5.0	Grass, etc
Dungeness	<3.6	Dungeness South	<3.7	Pumping station Well number 2	<25	Grass, Potatoes
Trawsfynydd	—	—	<3.8	Afon Prysor	<25	Grass
Wylfa	<3.6	Cemaes Bay	—	—	<25	Grass, Potatoes
Sellafield	—	—	—	—	<25	Barley, etc
Irish Sea	—	—	—	—	<25	North Anglesey(Dab, etc)

⁵⁵ Environment Agency, Food Standards Agency, Natural Resources Wales and Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science, RIFE 29, Radioactivity in Food and the Environment, 2023, (2024), <https://www.gov.uk/government/publications/radioactivity-in-food-and-the-environment-rife-reports/rife-29-radioactivity-in-food-and-the-environment-2023>.

(2) 韓国におけるトリチウム濃度

2023 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²²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 にまとめる。

表 5-2 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) (2023 年)

	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	0.0405 (<0.0123~<0.0920)	3.17 (<2.84~5.60)	<2.75	8.87 (<2.88~35.5)
新古里 3-4	0.0663 (<0.0180~0.176)	<2.52	<2.57	4.28 (<2.59~11.0)
月城 2-4、新月城 1-2	1.16 (0.00830~6.59)	8.00 (<3.00~185)	4.32 (<3.07~9.68)	71.0 (<3.07~765)
ハンビット(霊光) 1-6	0.251 (0.0338~0.834)	3.55 (<2.23~16.9)	2.77 (<2.16~3.87)	8.87 (<2.16~48.1)
ハヌル(ハンウル)(蔚珍) 1-6 新ハヌル 1	0.166 (0.00799~0.598)	4.01 (<2.72~28.3)	<2.74	13.1 (<2.72~96.0)

(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⁵⁶より、2024 年 4 月～2025 年 3 月(2025 年 3 月 3 日時点)までの各試料のトリチウム分析結果を表 5-3 にまとめる。

⁵⁶ 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.kankyo-hoshano.go.jp/data/database/>.

表 5-3 各試料のトリチウム分析結果

都道府県名	試料採取地点	試料名 (大分類)	試料名	試料名 (中分類)	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	大気浮遊じん・大気	大気(水素ガス状)	大気	2024/4/2	H-3	3.7	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水蒸気状)	大気	2024/4/2	H-3	3	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水蒸気状)	大気	2024/4/2	H-3	600	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水素ガス状)	大気	2024/4/2	H-3	650	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水蒸気状)	大気	2024/4/9	H-3	2.3	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水素ガス状)	大気	2024/4/9	H-3	3.7	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水素ガス状)	大気	2024/4/9	H-3	670	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水蒸気状)	大気	2024/4/9	H-3	530	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水蒸気状)	大気	2024/4/16	H-3	4.1	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水素ガス状)	大気	2024/4/16	H-3	4.7	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水素ガス状)	大気	2024/4/16	H-3	630	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水蒸気状)	大気	2024/4/16	H-3	440	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水蒸気状)	大気	2024/4/23	H-3	1.8	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水素ガス状)	大気	2024/4/23	H-3	2.5	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水素ガス状)	大気	2024/4/23	H-3	580	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水蒸気状)	大気	2024/4/23	H-3	380	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水蒸気状)	大気	2024/5/7	H-3	3.8	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水素ガス状)	大気	2024/5/7	H-3	2.9	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水素ガス状)	大気	2024/5/7	H-3	1000	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水蒸気状)	大気	2024/5/7	H-3	350	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水蒸気状)	大気	2024/5/14	H-3	2.1	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水素ガス状)	大気	2024/5/14	H-3	3.7	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水素ガス状)	大気	2024/5/14	H-3	700	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水蒸気状)	大気	2024/5/14	H-3	370	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊じん・大気	大気(水蒸気状)	大気	2024/5/21	H-3	2.3	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛区	大気浮遊	大気(水素	大気	2024/5/21	H-3	3.6	mBq/m ³ -空気

都道府 県名	試料採取地 点	試料名 (大分類)	試料名	試料名 (中分類)	試料採取 開始日	核種名	放射能 濃度	放射能濃度単 位
	区	じん・大気	ガス状)					
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/5/21	H-3	720	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/5/21	H-3	330	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/5/28	H-3	2.4	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/5/28	H-3	2.3	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/5/28	H-3	330	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/5/28	H-3	450	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/6/4	H-3	2.4	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/6/4	H-3	4.5	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/6/4	H-3	890	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/6/4	H-3	370	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/6/11	H-3	3.3	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/6/11	H-3	2.1	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/6/11	H-3	380	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/6/11	H-3	420	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/6/18	H-3	4.9	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/6/18	H-3	4	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/6/18	H-3	890	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/6/18	H-3	560	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/6/25	H-3	3.6	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/6/25	H-3	4.5	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/6/25	H-3	830	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/6/25	H-3	390	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/7/2	H-3	2.3	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/7/2	H-3	4	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/7/2	H-3	880	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/7/2	H-3	210	mBq/L-水分

都道府 県名	試料採取地 点	試料名 (大分類)	試料名	試料名 (中分類)	試料採取 開始日	核種名	放射能 濃度	放射能濃度単 位
	区	じん・大気	気状)					
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/7/9	H-3	2.2	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/7/9	H-3	4.1	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/7/9	H-3	780	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/7/9	H-3	230	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/7/16	H-3	1.8	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/7/16	H-3	3.4	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/7/16	H-3	830	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/7/16	H-3	160	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/7/23	H-3	1.9	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/7/23	H-3	3.8	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/7/23	H-3	530	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/7/23	H-3	160	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/7/30	H-3	3.5	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/7/30	H-3	3.8	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/7/30	H-3	590	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/7/30	H-3	370	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/8/6	H-3	検出 されず	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/8/6	H-3	3.9	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/8/6	H-3	400	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/8/6	H-3	検出 されず	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/8/20	H-3	3.5	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/8/20	H-3	3.7	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/8/20	H-3	530	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/8/20	H-3	310	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/8/27	H-3	2.6	mBq/m ³ -空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/8/27	H-3	4.6	mBq/m ³ -空気

都道府 県名	試料採取地 点	試料名 (大分類)	試料名	試料名 (中分類)	試料採取 開始日	核種名	放射能 濃度	放射能濃度単 位
	区	じん・大気	ガス状)					
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/8/27	H-3	660	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/8/27	H-3	170	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/9/3	H-3	2.8	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/9/3	H-3	3.4	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/9/3	H-3	530	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/9/3	H-3	320	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/9/10	H-3	3	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/9/10	H-3	3.5	mBq/m3-空気
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水素 ガス状)	大気	2024/9/10	H-3	580	mBq/L-水分
千葉県	千葉市稲毛 区	大気浮遊 じん・大気	大気(水蒸 気状)	大気	2024/9/10	H-3	260	mBq/L-水分
北海道	札幌市北区	降下物	月間降下 物	月間降下 物	2024/4/1	H-3	0.68	Bq/L
北海道	札幌市北区	降下物	月間降下 物	月間降下 物	2024/4/1	H-3	23	MBq/km2.月
北海道	札幌市北区	降下物	月間降下 物	月間降下 物	2024/5/7	H-3	0.9	Bq/L
北海道	札幌市北区	降下物	月間降下 物	月間降下 物	2024/5/7	H-3	30	MBq/km2.月
北海道	札幌市北区	降下物	月間降下 物	月間降下 物	2024/6/3	H-3	0.81	Bq/L
北海道	札幌市北区	降下物	月間降下 物	月間降下 物	2024/6/3	H-3	35	MBq/km2.月
北海道	札幌市北区	降下物	月間降下 物	月間降下 物	2024/7/1	H-3	0.29	Bq/L
北海道	札幌市北区	降下物	月間降下 物	月間降下 物	2024/7/1	H-3	40	MBq/km2.月
福島県	福島市	降下物	月間降下 物	月間降下 物	2024/4/1	H-3	0.39	Bq/L
福島県	福島市	降下物	月間降下 物	月間降下 物	2024/4/1	H-3	22	MBq/km2.月
福島県	福島市	降下物	月間降下 物	月間降下 物	2024/5/7	H-3	0.69	Bq/L
福島県	福島市	降下物	月間降下 物	月間降下 物	2024/5/7	H-3	91	MBq/km2.月
福島県	福島市	降下物	月間降下 物	月間降下 物	2024/6/3	H-3	0.86	Bq/L
福島県	福島市	降下物	月間降下 物	月間降下 物	2024/6/3	H-3	29	MBq/km2.月
福島県	福島市	降下物	月間降下 物	月間降下 物	2024/7/1	H-3	0.53	Bq/L
福島県	福島市	降下物	月間降下 物	月間降下 物	2024/7/1	H-3	68	MBq/km2.月

都道府 県名	試料採取地 点	試料名 (大分類)	試料名	試料名 (中分類)	試料採取 開始日	核種名	放射能 濃度	放射能濃度単 位
			物	物				
千葉県	千葉市稲毛区	降下物	月間降下物	月間降下物	2024/4/1	H-3	0.42	Bq/L
千葉県	千葉市稲毛区	降下物	月間降下物	月間降下物	2024/4/1	H-3	69	MBq/km2.月
千葉県	千葉市稲毛区	降下物	月間降下物	月間降下物	2024/5/7	H-3	0.42	Bq/L
千葉県	千葉市稲毛区	降下物	月間降下物	月間降下物	2024/5/7	H-3	83	MBq/km2.月
千葉県	千葉市稲毛区	降下物	月間降下物	月間降下物	2024/6/3	H-3	0.36	Bq/L
千葉県	千葉市稲毛区	降下物	月間降下物	月間降下物	2024/6/3	H-3	100	MBq/km2.月
千葉県	千葉市稲毛区	降下物	月間降下物	月間降下物	2024/7/1	H-3	0.26	Bq/L
千葉県	千葉市稲毛区	降下物	月間降下物	月間降下物	2024/7/1	H-3	28	MBq/km2.月
京都府	京都市伏見区	降下物	月間降下物	月間降下物	2024/4/1	H-3	0.45	Bq/L
京都府	京都市伏見区	降下物	月間降下物	月間降下物	2024/4/1	H-3	68	MBq/km2.月
京都府	京都市伏見区	降下物	月間降下物	月間降下物	2024/5/7	H-3	0.37	Bq/L
京都府	京都市伏見区	降下物	月間降下物	月間降下物	2024/5/7	H-3	70	MBq/km2.月
京都府	京都市伏見区	降下物	月間降下物	月間降下物	2024/6/3	H-3	0.36	Bq/L
京都府	京都市伏見区	降下物	月間降下物	月間降下物	2024/6/3	H-3	85	MBq/km2.月
京都府	京都市伏見区	降下物	月間降下物	月間降下物	2024/7/1	H-3	0.33	Bq/L
京都府	京都市伏見区	降下物	月間降下物	月間降下物	2024/7/1	H-3	34	MBq/km2.月
北海道	余市湾	海水	海水	海水	2024/8/6	H-3	0.099	Bq/L
青森県	深浦沖	海水	海水	海水	2024/8/9	H-3	0.086	Bq/L
青森県	陸奥湾	海水	海水	海水	2024/8/1	H-3	0.11	Bq/L
岩手県	九戸郡種市町沖	海水	海水	海水	2024/7/10	H-3	0.077	Bq/L
神奈川県	小田和湾	海水	海水	海水	2024/7/30	H-3	0.091	Bq/L
新潟県	新潟沖	海水	海水	海水	2024/7/19	H-3	0.11	Bq/L
山口県	阿知須町沖	海水	海水	海水	2024/8/9	H-3	0.11	Bq/L

5.1.2 主要国のトリチウム等(大気・海洋)の排出量

(1) 英国

英国の再処理施設及び原子力施設における 2023 年のトリチウム放出実績⁵⁵を表 5-4 に示す。

表 5-4 英国の再処理施設及び原子力施設におけるトリチウム等放出実績(2023 年)

サイト	気体(Bq/年)			液体(Bq/年)		
	トリチウム	C-14	I-129	トリチウム	C-14	I-129
再処理施設						
Sellafield	1.28E+11	6.00E+10	1.26E+09	9.67E+12	1.01E+11	1.59E+10
原子力発電施設						
Berkeley	5.57E+09	1.52E+09		7.50E+07		
Bradwell	6.10E+09	4.20E+08		1.20E+09		
Chapelcross	1.71E+12			Nil		
Dungeness A Station	5.49E+10	3.95E+08		1.87E+09		
Dungeness B Station	9.54E+10	9.32E+09		1.71E+09		
Hartlepool	9.82E+11	1.84E+12		3.15E+14		
Heysham Station 1	9.93E+11	1.96E+12		3.17E+14		
Heysham Station 2	1.16E+12	1.67E+12		2.93E+14		
Hinkley Point A Station	1.72E+10	5.31E+08		3.47E+09		
Hinkley Point B Station	9.09E+10	2.14E+08		2.41E+11		
Hunterston A Station	3.77E+08	5.77E+07		6.00E+06		
Hunterston B Station	9.53E+10	2.15E+10		2.85E+09		
Oldbury	1.35E+10	1.77E+09		9.70E+07		
Sizewell A Station	1.89E+10	6.54E+08		2.60E+08		
Sizewell B Station	4.73E+11	3.40E+11		1.82E+13		
Torness	1.40E+12	1.24E+12		3.09E+14		
Trawsfynydd	1.36E+10	1.44E+09		3.83E+09		
Wylfa	5.20E+10	8.65E+08		1.70E+08		

(2) 仏国

仏国の再処理施設及び原子力施設における直近のトリチウム放出実績(2022 年)⁵⁷を表 5-5 に示す。

⁵⁷ ASN, LIVRE BLANC TRITIUM, (2023), <https://www.asn.fr/information/publications/rapports-d-expertise/livre-blanc-du-tritium>.

表 5-5 仏国の再処理施設及び原子力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	6.80E+05	5.40E+07
ANDRA CS-Manche: Rejet Goury	2.11E+09	-
ORANO cycle La Hague	1.05E+16	4.70E+13
ORANO cycle Pierrelatte (INB+INBS)	2.89E+08	/
CEA Bruyères le Chatel (INBS)	2.19E+08	5.80E+09
CEA Cadarache (INB)	7.47E+08	3.85E+10
CEA Paris-Saclay- Saclay (INB)	8.82E+09	
CEA Grenoble (INB)	0.00E+00	
CEA Marcoule(INBS)	2.32E+12	1.95E+13
CEA Valduc(INBS)	1.44E+09	2.08E+14
Cyclife France (Centracoc)		
CNPE de Belleville-sur-Loire	4.47E+13	1.22E+12
CNPE du Blayais	4.43E+13	9.95E+11
CNPE de Bugey	3.66E+13	6.34E+11
CNPE de Cattenom	6.99E+13	2.08E+12
CNPE de Chinon	3.55E+13	1.13E+12
CNPE de Chooz	5.25E+12	8.52E+11
CNPE de Civaux	6.43E+12	9.57E+11
CNPE de Creys-Malville	7.15E+09	1.57E+10
CNPE de Cruas	3.04E+13	1.46E+12
CNPE de Dampierre-en-Burly	3.18E+13	1.16E+12
CNPE de Fessenheim	1.17E+12	2.86E+11
CNPE de フラマンビル	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	5.73E+13	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	5.15E+13	7.84E+11
CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux	2.03E+13	6.40E+11
CNPE de Tricastin	3.75E+13	1.12E+12
ILL Grenoble	4.62E+11	1.71E+12
CEA Marcoule: Atalante - Phenix - Melox (pas de rejet tritium) -	2.32E+12	1.30E+10

サイト	液体(Bq)	気体(Bq)
Les rejets 3H liquides de l'INBs exploitée par le CEA sont inclus		
Marine Nationale Brest (pas de rejets tritium) et L'Ile Longue (INBS)	/	1.57E+10
Marine Nationale Cherbourg (INBS)	8.33E+06	1.01E+08
"Marine Nationale Toulon (INBS): pas de rejet tritium"	/	2.54E+09
SOCATRI		2.79E+07
SODERN	/	1.51E+12
INBS PN	/	1.28E+09
Total	1.12E+16	2.98E+14

(3) 韓国

韓国の原子力施設におけるトリチウム放出実績^{22,58}を表 5-6、表 5-7 に示す。

表 5-6 韓国の原子力施設におけるトリチウム等放出実績(2023 年)

(TBq)

		古里	セウル	月城	ハンビット(靈光)	ハヌル(ハンウル)(蔚珍)
気体	トリチウム	1.80E+01	6.10E-01	1.00E+02	1.78E+01	1.42E+01
	C-14	3.97E-01	4.31E-02	8.22E-01	3.52E-01	8.18E-01
液体	トリチウム	2.98E+01	3.92E+01	6.38E+01	5.18E+01	7.95E+01
	C-14	-	-	2.66E-01	-	-

表 5-7 韓国の原子力施設におけるトリチウム等放出実績(2024 年上半期)

(TBq)

		古里	セウル	月城	ハンビット(靈光)	ハヌル(ハンウル)(蔚珍)
気体	トリチウム	8.65E+00	3.46E-01	4.41E+01	9.30E+00	5.49E+00
	C-14	6.07E-01	8.36E-02	5.99E-01	1.68E-01	2.59E-01
液体	トリチウム	1.06E+01	3.40E+01	5.16E+01	7.32E+01	4.99E+01
	C-14	-	-	1.48E-02	-	-

⁵⁸ KHNP, 원자력발전소 2023 년도 주변 환경방사능 조사 및 평가, (2024), https://npp.khnp.co.kr/ON004004004003003/105794?blbrId=%EC%A3%BC%EB%B3%80%ED%99%98%EA%B2%BD%EB%B0%A9%EC%82%AC_1&searchType=TITLE&searchKeyword=&page=1.

(4) 米国

米国の原子力施設における直近のトリチウム放出実績(2023年)⁵⁹を表 5-8 に示す。

⁵⁹ NRC, Radioactive Effluent and Environmental Reports,
<https://www.nrc.gov/reactors/operating/ops-experience/tritium/plant-info.html>.

表 5-8 米国の原子力施設における直近のトリチウム放出実績(2023 年)

	施設名	気体(Ci)	液体(Ci)
BWR	Brunswick 1 & 2	5.93E+01	4.49E+01
	Clinton	3.25E+01	N/A
	Cooper	9.42E+00	0.00E+00
	Dresden 2	2.68E+01	3.21E-04
	Dresden 3	2.13E+01	3.21E-04
	Edwin I. Hatch 1 & 2	8.01E+01	7.74E+01
	Fermi 2	5.88E+01	
	Grand Gulf 1	2.49E+01	1.70E+01
	Hope Creek 1	1.12E+02	3.02E+01
	James A. FitzPatrick	≤2.50E+01	≤2.50E+01
	LASALLE-1 & 2	5.86E+01	<LLD
	Limerick 1 & 2	1.48E+01	1.91E+01
	Monticello	1.73E+01	1.67E-01
	Nine Mile Point 1 & 2	1.83E+01	No Releases
	Peach Bottom 2 & 3	4.25E+01	1.89E+01
	Perry 1	8.16E+00	1.46E+00
	Quad Cities 1 & 2	9.60E+01	9.39E-01
	River Bend 1	4.70E+00	1.87E+01
	Susquehanna 1 & 2	5.49E+01	1.39E+01
	Columbia Generating Station	2.08E+01	
PWR	Arkansas Nuclear One 1	1.28E+01	3.67E+02
	Arkansas Nuclear One 2	2.60E+01	5.18E+02
	Beaver Valley 1 & 2	1.39E+02	1.33E+03
	Braidwood 1 & 2	1.15E+02	1.88E+03
	Browns Ferry 1, 2, & 3	3.28E+02	5.66E+00
	Byron Station 1	1.43E+01	1.57E+03
	Byron Station 2	6.33E+02	1.57E+03
	Callaway	4.89E+01	1.81E+03
	Calvert Cliffs 1 & 2	4.52E+00	1.61E+03
	Catawba 1 & 2	1.89E+02	1.12E+03
	Comanche Peak 1 & 2	4.56E+01	1.84E+03
	DC Cook 1 & 2	6.67E+01	
	Davis-Besse	1.11E+01	5.93E+02
	Diablo Canyon 1 & 2	5.11E+01	2.53E+03
	Ginna	1.77E+02	5.53E+02
	H.B. Robinson 2	3.09E+00	1.27E+02
	Joseph M. Farley 1 & 2	1.85E+01	1.06E+03
	McGuire 1 & 2	9.50E+01	1.44E+03
	Millstone 2	1.28E+01	5.03E+02
	Millstone 3	3.79E+01	1.34E+03
	North Anna 1 & 2	9.05E+00	1.61E+03
	Oconee 1, 2, & 3	7.98E+01	1.35E+03
	Palo Verde 1	8.97E+02	
	Palo Verde 2	1.09E+03	
	Palo Verde 3	8.16E+02	
	Point Beach 1 & 2	9.09E+01	8.90E+02
	Prairie Island 1 & 2	5.60E+01	8.12E+02
	Salem 1	2.40E+02	6.10E+02
	Salem 2	2.28E+02	7.86E+02

	施設名	気体(Ci)	液体(Ci)
	Seabrook 1	5.82E+01	1.54E+03
	Sequoyah 1 & 2	4.65E+01	1.17E+03
	Shearon Harris 1	2.06E+02	2.81E+02
	South Texas Project 1	3.49E+01	1.02E+03
	South Texas Project 2	8.90E+01	6.81E+02
	Summer	3.56E+01	7.87E+02
	Surry 1 & 2	6.29E+01	1.02E+03
	Turkey Point 3	2.57E+00	7.71E+02
	Turkey Point 4	1.91E+00	7.71E+02
	Vogtle 1 & 2	1.23E+02	1.93E+03
	Vogtle 3	8.10E+03	2.51E+02
	Vogtle 4	1.02E+01	5.69E-05
	Waterford 3	3.36E+01	1.08E+03
	Watts Bar 1	1.61E+02	5.56E+03
	Watts Bar 2	8.30E+01	5.14E+03
	Wolf Creek 1	2.93E+01	1.09E+03
	St. Lucie 1 & 2	5.88E+01	8.44E+02

1Ci=3.7×10¹⁰Bq

LLD: Lower Limit of Detection

(5) ドイツ

ドイツの原子力施設からの放射能排出量の推移⁶⁰を図 5-1 に示す。

⁶⁰ BfS, ドイツの原子力施設からの放射能排出量, (2023),
https://www.bfs.de/SharedDocs/Bilder/BfS/DE/ion/umwelt/kkw-abwasser-fortluft-aktivitaet.jpg?__blob=poster&v=20.

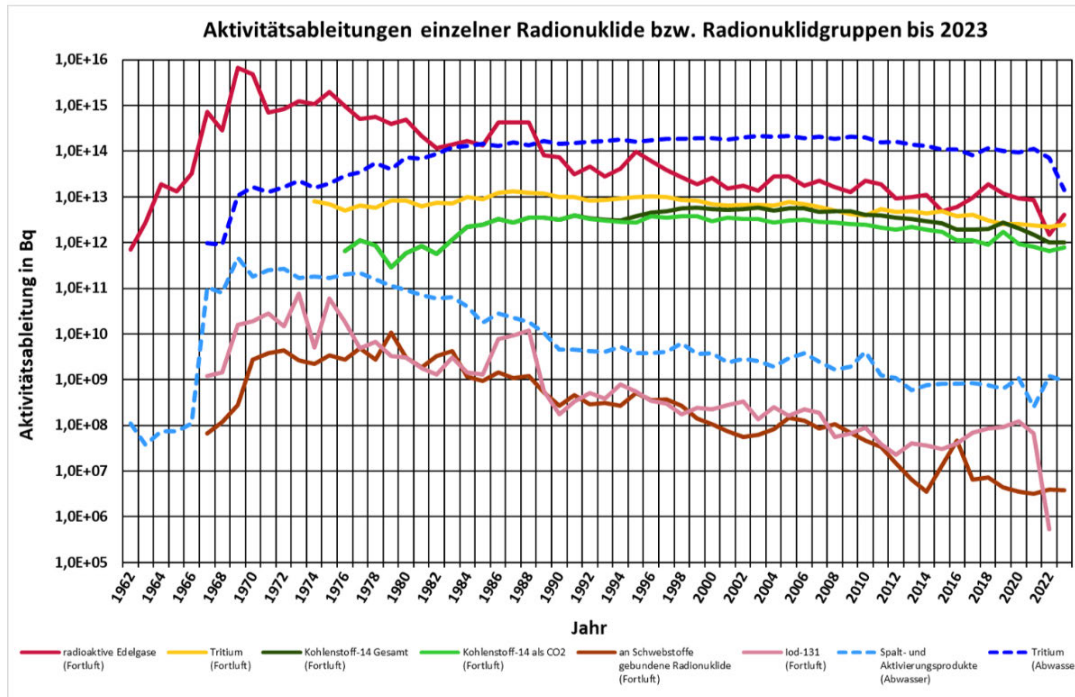


図 5-1 ドイツの原子力施設からの放射能排出量
 ※Fortluft(排気)、Abwasser(排水)、Kohlenstoff(炭素)

(6) スペイン

スペインの原子力施設における直近のトリチウム等放出実績(2023年)⁶¹を表 5-9 に示す。

表 5-9 スペインの原子力施設における直近のトリチウム等放出実績(2023年)
 (Bq)

	液体	気体	
	トリチウム	トリチウム	C-14
Santa María de Garoña	1.42E+10	5.71E+10	—
Almaraz	2.73E+13	4.14E+12	2.38E+11
ASCÓ I	2.16E+13	3.91E+11	2.61E+11
ASCÓ II	3.25E+13	6.59E+11	1.82E+11
Cofrentes	7.87E+11	4.56E+11	2.11E+11
Vandellós II	2.03E+13	5.95E+11	1.17E+11

⁶¹ CSN, Informe Anual 2023, (2023), <https://www.calameo.com/books/006700665a458974bd45d>.

Trillo	1.64E+13	9.40E+11	2.22E+11
José Cabrera.	1.06E+08	ND	

(7) 台湾

台湾の国聖(第2)原子力施設及び馬鞍山(第3)原子力施設における直近のトリチウム放出実績(液体、気体)⁶²を表5-10に示す。

表5-10 台湾の原子力施設における直近(2023年)のトリチウム等放出実績(Bq)

サイト	気体		液体
	ヨウ素	トリチウム	トリチウム
国聖(第2)	<MDA	1.94E+11	1.63E+11
馬鞍山(第3)	<MDA	1.80E+13	3.80E+13

※MDA:最小検出可能放射能

(8) 中国

中国の原子力施設における直近のトリチウム等放出実績を表5-11に示す。

表5-11 中国の原子力施設における直近のトリチウム等放出実績

サイト	年度	液体(Bq)		気体(Bq)		
		H-3	C-14	H-3	C-14	ヨウ素
昌江 ⁶³	2023年第4季	1.37E+13	8.70E+08	2.35E+11	1.44E+10	1.44E+06
防城港I期 ⁶⁴	2024年	5.21E+13	1.70E+10	8.59E+11	4.07E+11	3.61E+06
防城港II期 ⁶⁴	2024年	4.36E+13	4.92E+10	1.53E+11	1.90E+11	3.73E+07
福清1-6 ⁶⁵	2023	1.21E+14	2.98E+10	5.05E+12	1.15E+12	6.23E+06
大亜湾 ⁶⁶	2024	2.24E+13	8.84E+09	2.07E+12	5.10E+11	7.25E+06
嶺澳I期 ⁶⁷	2024	4.03E+13	2.40E+10	2.85E+12	5.74E+11	7.75E+06
嶺澳II期 ⁶⁸	2024	3.11E+13	1.31E+10	1.85E+12	5.58E+11	4.75E+06

⁶² 台湾電力, 放射性物質排放報告, (2025),

<https://www.taipower.com.tw/2289/2363/2380/2382/10539/normalPost>.

⁶³ 海南昌江核电厂核安全信息公开 2023 第四季度报告, (2024),

<https://www.cnnp.com.cn/eportal/ui?pageId=830556¤tPage=8&moduleId=4d1a6d8dae3641bdb4ced33c643e66eb&staticRequest=yes>.

⁶⁴ 防城港核电站三废管控, (2024), <http://www.fcgnp.com.cn/fcgnp/sfgk/lwgl.shtml>.

⁶⁵ 福清核电厂核安全信息公开年度报告, (2023),

<https://www.cnnp.com.cn/cnnp/cydwzd62/fjqhdyxgs/hdchaqxx11/1415089/2024032722262481131.pdf>.

⁶⁶ 大亚湾核电站三废管控, (2024), <http://www.dnmc.com.cn/dnmccn/c101751/lwgl.shtml>.

⁶⁷ 岭澳核电站(一期)三废管控, (2024), <http://www.dnmc.com.cn/dnmccn/c1017511/lwgl.shtml>.

⁶⁸ 岭澳核电站(二期)三废管控, (2024), <http://www.dnmc.com.cn/dnmccn/c1017512/lwgl.shtml>.

海陽 ⁶⁹	2022	8.22E+11	3.13E+09	1.45E+12	4.22E+11	3.14E+08
紅沿河 1-4 ⁷⁰	2024	9.48E+13	4.80E+10	2.14E+12	5.07E+11	5.96E+06
紅沿河 5-6 ⁷⁰	2024	4.85E+13	3.25E+08	4.81E+11	4.10E+11	1.72E+06
寧徳 ⁷¹	2024	7.71E+13	3.81E+10	2.33E+12	4.77E+11	5.90E+06
秦山(9基) ⁷²	2023年第3季	1.30E+14	1.33E+10†	8.29E+13	1.04E+12	1.60E+07
三門 ⁷³	2023	8.01E+13	3.13E+09	1.13E+12	3.45E+11	3.20E+07
台山 ⁷⁴	2024	7.02E+13	2.39E+10	5.57E+11	3.83E+11	6.07E+06
田湾 1-4 ⁷⁵	2023年第4季	2.07E+13	5.62E+09	4.20E+11	6.21E+10	1.18E+06
田湾 5-6 ⁷⁵	2023年第4季	1.12E+13	3.64E+09	1.61E+11	9.18E+10	1.35E+06
陽江 ⁷⁶	2024年	1.12E+14	3.62E+10	2.69E+12	1.09E+12	8.90E+06

†軽水炉(秦山Ⅰ期、秦山方家山、秦山Ⅱ期)の値

(9) カナダ

カナダの原子力施設における直近のトリチウム等放出実績(気体、液体)⁷⁷を表 5-12 に示す。

表 5-12 カナダの原子力施設における直近のトリチウム等放出実績(2023年)

	気体(Bq/年)				液体(Bq/年)		
	HT	HTO	C-14	I-131	HTO	C-14	I-131
ブルース A		8.80E+14	1.80E+12	1.40E+07	2.60E+14	8.40E+09	
ブルース B		4.40E+14	8.70E+11	4.90E+05	7.20E+14	4.70E+09	
ダーリントン	1.80E+15	5.30E+14	1.10E+12	1.20E+08	2.70E+14	2.20E+08	
ピカリング		4.80E+14	3.20E+12	1.00E+07	3.80E+14	3.30E+09	
ポイント・ルプロー		1.71E+14	1.12E+11	2.72E+07	1.82E+14	2.72E+09	2.94E+06

⁶⁹ 中国核能年鑑 2023 年巻, (2023), <https://img.china-nea.cn/ebook/hnnj/hnnj2023/mobile/index.html>.

⁷⁰ 辽宁红沿河核电站三废管控, (2024), <http://www.lhnp.com.cn/lhnp/c101624s/lwgl.shtml>.

⁷¹ 宁徳核电站三废管控, (2024), <http://www.ndnp.com.cn/ndnp/c101528/lwgl.shtml>.

⁷² 秦山核电核安全信息公开季度报告, (2023), <https://www.cnnp.com.cn/eportal/ui?pageId=830556¤tPage=9&moduleId=4d1a6d8dae3641bdb4ced33c643e66eb&staticRequest=yes>.

⁷³ 三門核电厂核安全信息公开年度报告, (2023), <https://www.cnnp.com.cn/eportal/ui?pageId=830556¤tPage=7&moduleId=4d1a6d8dae3641bdb4ced33c643e66eb&staticRequest=yes>.

⁷⁴ 台山核电站流出物管理, https://www.tnpjvc.com.cn/tnpjvc/c100617/xxaq_lwgl.shtml.

⁷⁵ GE-TR-WME-109-2024001 江苏核电核安全信息公开季度报告(2023年第四季度), (2023), <https://www.cnnp.com.cn/cnnp/cydwzd62/jshdyxgs/hdchaqxx96/1396632/2024011914223327288.pdf>.

⁷⁶ 阳江核电站流出物管理, <http://www.yjnp.com.cn/yjnp/c100617/lwgl.shtml>.

⁷⁷ CNSC, Radionuclide Release Datasets, <https://open.canada.ca/data/en/dataset/6ed50cd9-0d8c-471b-a5f6-26088298870e>

ジェンティリー		2.89E+13	5.94E+09		2.30E+11	3.35E+07	
---------	--	----------	----------	--	----------	----------	--

(10) 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(2023 年度)⁷⁸を表 5-13 に示す。

⁷⁸ 原子力規制委員会, 令和 5 年度下期放射線管理等報告書, (2024),
<https://www.da.nra.go.jp/detail/NRA100002037>

表 5-13 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(2023 年度)

原子力発電所・再処理施設	気体(Bq/年)	液体(Bq/年)
泊	6.9E+10	5.7E+09
東通	1.5E+10	1.4E+09
女川	8.1E+10	6.1E+09
柏崎刈羽	1.4E+11	ND
福島第一	4.9E+10	放出実績なし
福島第二	5.7E+10	2.3E+09
東海第二	3.5E+08	1.6E+09
東海	8.0E+09	ND
浜岡	5.4E+10	1.5E+09
志賀	1.3E+10	ND
敦賀	5.4E+11	2.9E+11
美浜	2.3E+12	1.0E+13
大飯	6.5E+12	4.8E+13
高浜	6.9E+12	3.2E+13
島根	3.0E+10	5.3E+09
伊方	7.7E+11	1.6E+13
玄海	1.2E+12	5.4E+13
川内	1.0E+12	3.6E+13
日本原燃株式会社再処理事業所(六ヶ所)	3.0E+10	1.5E+10
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)	—	ND

5.2 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、最新動向の調査を行った。

5.2.1 論文等による最新のトリチウム分離技術に関する情報収集

論文等に関して、Pub Med、Google Scholar、J-Stage を利用して、以下に示す検索条件で、検索を実施した。2025 年 3 月 17 日時点の検索結果を表 5-14(件数)に示す。

- ・ 国内検索条件
キーワード:「トリチウム」&「分離」
期間:2023 年 10 月 1 日以降
- ・ 国外検索条件
キーワード:「tritium」&「separation」
期間:2023 年 10 月 1 日以降

表 5-14 トリチウム分離技術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	Pub Med	J-Stage
「トリチウム」 & 「分離」	82	-	44
「tritium」 & 「separation」	4,880	2	20

文献検索により得られた論文の多くは、開発段階の分離技術であり、ALPS 処理水について、直ちに実用化できる段階にある技術を検証したような事例はなかった。

5.2.2 諸外国の様々な機関におけるトリチウム分離技術の実績

諸外国の様々な機関で実施されているトリチウム分離技術の多くは、液体トリチウム向けではなく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、また学術的な研究に進展はみられるものの、液体トリチウム向けの分離技術を含め、ALPS 処理水について、直ちに実用化できる段階にある技術を検証したような事例はなかった。

6. 海外諸国の原子力施設の廃炉における関係者の関わり方の調査・分析

本章では、原子力施設における廃止措置⁷⁹とサイト解放・再利用に焦点を当てて、調査を行った(図 6-1)。本章では英・米・スイスの廃止措置等についてヒアリング調査を行った。その結果については本文中に「*」で示す。

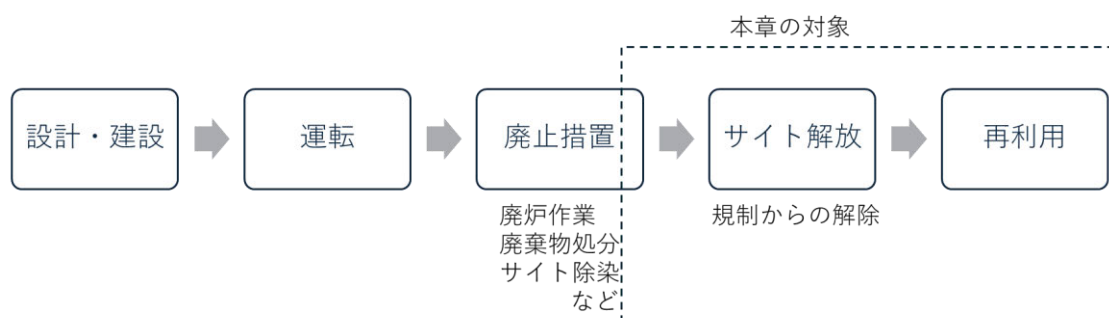


図 6-1 本章の調査対象

6.1 廃炉に関する概要

6.1.1 廃炉のタイプ

IAEA では、廃止措置 (decommissioning) を「規制上の管理の一部または全てを施設から解除することを可能にするために講じられる管理上及び技術的な措置 (放射性廃棄物が定置される処分施設の部分は除く。この場合は廃止措置の代わりに閉鎖という用語が用いられる。)(The term ‘decommissioning’ refers to the administrative and technical actions taken to allow the removal of some or all of the regulatory controls from a facility (except for the part of a disposal facility in which the radioactive waste is emplaced, for which the term ‘closure’ instead of ‘decommissioning’ is used).」と定義している⁸⁰。

また IAEA によれば、廃止措置の方式は「即時解体」と「遅延解体」の 2 つに分類される。なおこれら廃止措置の方式は、基本的にどの施設に対しても適用可能としている。

表 6-1 廃止措置の方式⁸⁰

方式	説明
即時解体 (Immediate)	永久停止 ⁸¹ の直後に廃止措置が開始される。放射性物質を含む施設の設備や構築物、系統及び機器は、規制当局の管理下から離脱して無制限に使用できる

⁷⁹ “decommissioning”は“廃止措置”と訳した。

⁸⁰ IAEA, Decommissioning of Facilities, No. GSR Part 6, (2014)
<https://www.iaea.org/publications/10676/decommissioning-of-facilities>.

⁸¹ 永久停止は運転の停止のみで、廃止措置は開始されていない状態。

dismantling)	レベルまで、あるいは将来的な制限付き使用のために解放できるレベルまで、撤去および/または除染される。
遅延解体 (Deferred dismantling)	施設(原子力施設)から核燃料が取り除かれた後、放射性物質を含む施設の全部または一部が、安全な保管が可能な状態になるように処理されるか、定置され、その後、除染や解体が行われるまで維持される。遅延解体には、施設の残存部分を安全に保管するための準備段階として、施設の一部の早期解体や一部の放射性物質の早期処理および施設からの除去が含まれる場合がある。

以前は、施設の全てまたは一部が長寿命の構造材で覆われる「密閉管理(Entombment)」も廃止措置の方式の一つとされていたが、計画された永久停止の場合のオプションとはみなされていない。

密閉管理では、サイト内に残存している放射性物質を完全に除去することなく、サイト内に残せる状態にする。通常、放射性物質が存在するエリアを縮小し、その後、施設をコンクリートなどの長寿命構造物で覆う。一定期間構造物は存続するので、その期間、残留放射能は問題にならないというメリットがある。

なお、米国原子力規制委員会(NRC)では、廃止措置方式を DECON(即時解体撤去)、SAFATOR(安全貯蔵)、ENTOMB(遮蔽隔離)と区分している。米国では、「永久停止から60年以内に完了、認可終了すること」という原則が規定されている。この原則の範囲内で設置者は、即時解体撤去でも比較的長期間(30~40年)の安全貯蔵後解体撤去でも、独自の判断で選択できる。遮蔽隔離は、60年以内に完了することが不可能なため基本的には選択肢に入っていない。

6.1.2 廃炉の動向⁸²

IAEAのPRIS(Power Reactor Information System)⁸³は原子力発電所に関する情報を収集しており、加盟国によってデータが登録されている。IAEAはPRISなどのデータをもとにアンケートを実施し、廃止措置に関するレポート No.NW-T-2.16 を発表した。ここでは、原子力施設(発電用原子炉原子炉、研究炉、核燃料サイクル施設)の廃止措置の状況をNW-T-2.16をもとに整理する。NW-T-2.16によれば、2020年末時点で、発電用原子炉は合計686基あり、それぞれ様々な段階にある(建設中52基、運転中442基、永久停止⁸⁴172基、廃止措置完了20基)(図6-2)。廃止措置完了となった原子炉は2020年末時点で20基ある(表6-2)。これらの大半(75%)は北米地域にある。

⁸² IAEA, Global Status of Decommissioning of Nuclear Installations, No. NW-T-2.16, (2023), <https://www.iaea.org/publications/15197/global-status-of-decommissioning-of-nuclear-installations>

⁸³ IAEA, The Database on Nuclear Power Reactors, <https://pris.iaea.org/pris/>

⁸⁴ この場合の永久停止には、永久停止+廃止措置中の原子炉が含まれる。

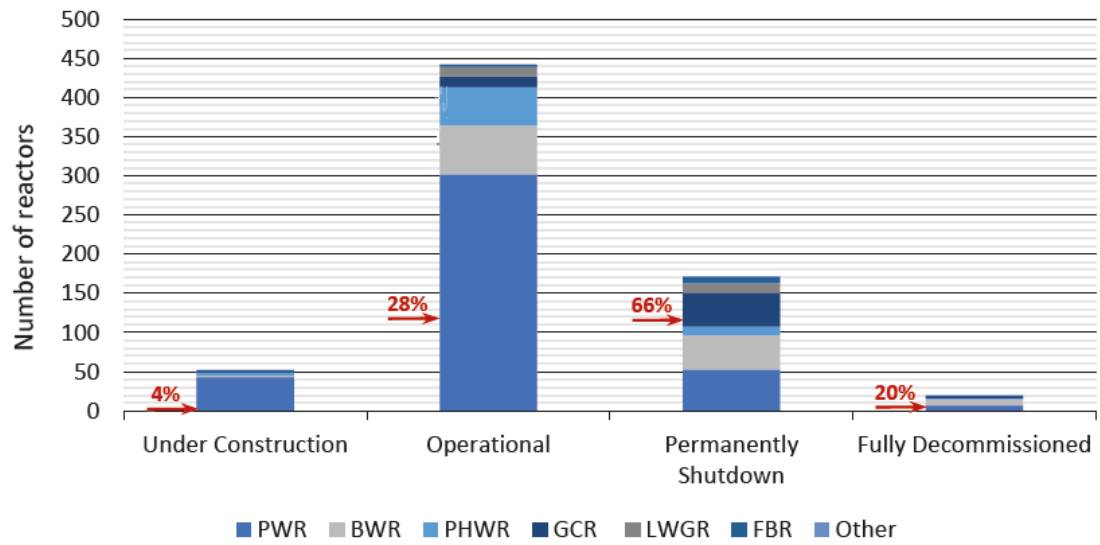


図 6-2 発電用原子炉の段階別及び原子炉タイプ別の原子炉数⁸²

※赤矢印は、各カテゴリの施設のアンケート回答割合を示す。

表 6-2 廃止措置完了となった原子炉⁸²

No.	Name	Summary description
Germany		
1.	Niederaichbach	HWGCR — 100 MWe
2.	HDR Grosswelzheim	BWR — 25 MWe
3.	VAK Kahl	BWR — 15 MWe
Japan		
4.	JPDR	BWR demonstration — 12 MWe
Switzerland		
5.	Lucens	HWGCR experimental — 6 MWe
USA		
6.	Shippingport	PWR demonstration — 60 MWe
7.	Elk River	BWR — 22 MWe
8.	Bonus	BWR prototype — 17 MWe
9.	Hallam	Sodium/graphite demonstration — 75 MWe
10.	Pathfinder	BWR prototype — 59 MWe
11.	Carolinas–Virginia Tube (CVTR/PARR)	PHWR prototype — 17 MWe
12.	Saxton	PWR — 3 MWe
13.	Big Rock Point	BWR — 67 MWe
14.	Haddam Neck (Connecticut Yankee)	PWR — 560 MWe
15.	Fort St Vrain	HTGR — 33 MWe
16.	Yankee (Rowe)	PWR — 167 MWe
17.	Maine Yankee	PWR — 860 MWe
18.	Rancho Seco-1	PWR — 873 MWe

19.	Shoreham	BWR — 820 MWe
20.	Trojan	PWR — 1095 MWe

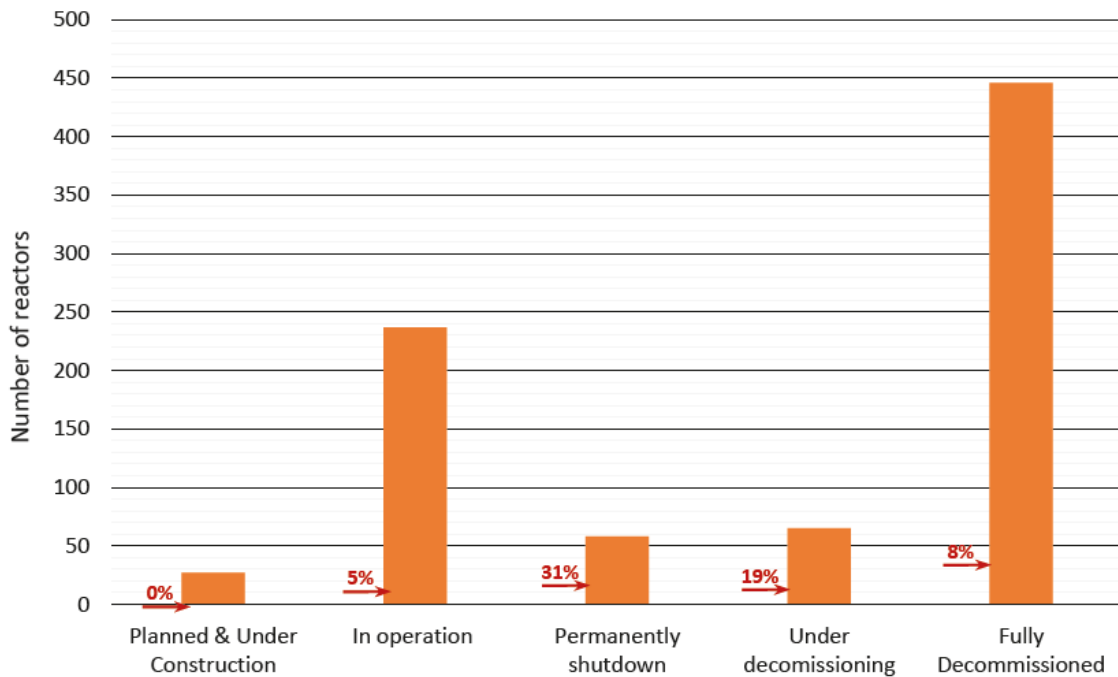


図 6-3 各フェーズでの研究炉数⁸²

※赤矢印は、各カテゴリの施設のアンケート回答割合を示す。

研究用原子炉には様々な種類があり、定格出力や臨界・未臨界集合体の構造の複雑さも様々である。IAEAのRRDB(Research Reactor Database)によれば、2020年末時点で、世界全体で833基の原子炉をリストアップしており、建設中、運転中または一時停止中、永久停止中、廃止措置中、廃止措置完了といった様々なフェーズにある。そのうち最も多いのは、廃止措置完了となった研究炉で446基ある。

IAEAのiNFCIS(Integrated Nuclear Fuel Cycle Information System)では、現在計画中または建設中、操業中、永久停止中、廃止措置中、廃止措置完了の核燃料サイクル施設(FCF: fuel cycle facility)に関する情報が提供されている。iNFCISには様々なタイプの施設が含まれているが、ここでは、ウラン採掘・製粉施設は対象外とし、2020年時点で、合計473施設に対しての状況を図6-3に示す。施設の大部分(290、61%)は現在も運転中であるが、相当数の施設がすでに永久停止(ここでは廃止措置中の原子炉を含む)(96、20%)、あるいは廃止措置が完了した(66、14%)状態である。

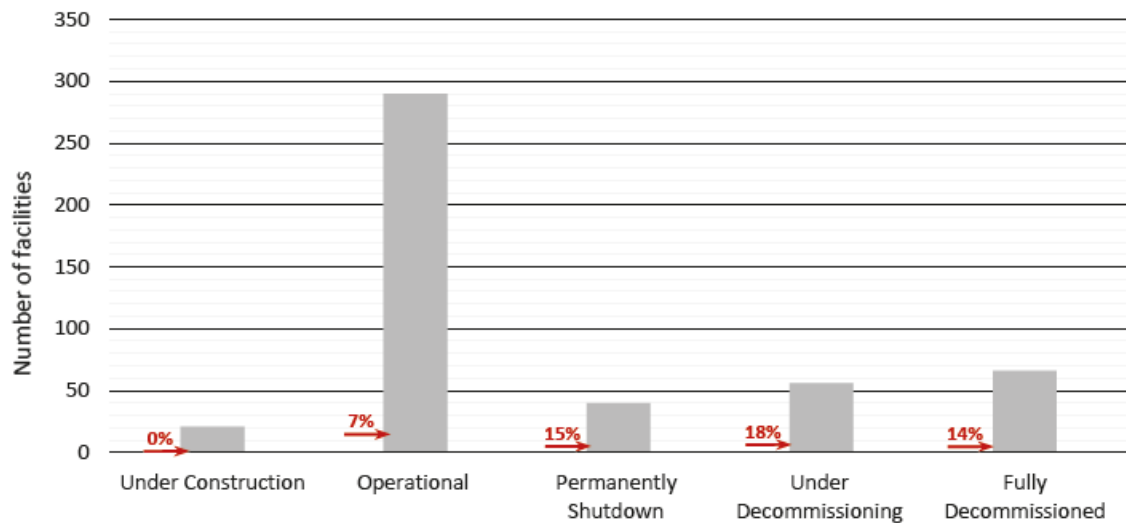


図 6-4 各フェーズでの核燃料サイクル施設数 ⁸²

※赤矢印は、各カテゴリの施設のアンケート回答割合を示す。

6.2 廃炉・サイト解放における法令の概要

6.2.1 米国

米国の廃止措置およびサイト解放に関する法令およびガイドラインは、NRC によって制定されており、認可終了に至るまでの手続きは、主に、認可の終了廃止措置時の認可手続きに関する規則(10 CFR 50.82) ⁸⁵によって定められている。以下に概要を示す。

1. 設置者は、永久停止決定後 30 日以内に永久停止証明書および炉心から燃料を撤去した後に燃料永久撤去証明書を NRC に届け出る。
2. 上記証明書が NRC に受理された後、当該プラントは、運転再開及び燃料再装荷が認められなくなり、維持管理等に関する規制が緩和される。
3. 設置者は、永久停止後 2 年以内に、永久停止後の作業の内容を明記した「停止後廃止措置活動報告書(PSDAR: Post Shutdown Decommissioning Activities Report)」を、NRC 及び関係する州に届け出る。※PSDAR 届出後、原子力施設の変更、試験および実験に関する規則(10 CFR 50.59) ⁸⁶に基づく作業を実施する上で、PSDAR の記述に反する作業または重大な計画変更を追加する場合は、事前に NRC と関係する州に報告する。
4. NRC が永久停止証明書、燃料永久撤去証明書及び PSDAR を受理してから 90 日経過することで、認可終了計画書(LTP)が未提出または未承認であっても、設置者は 10 CFR 50.59 に従い主要な廃止措置活動・作業を自由に開始できる。

⁸⁵ CFR, 10 CFR 50.82 - Termination of license., <https://www.ecfr.gov/current/title-10/chapter-I/part-50/subject-group-ECFR6a596da2c74ca95/section-50.82>

⁸⁶ CFR, 10 CFR 50.59 - Changes, tests, and experiments., <https://www.ecfr.gov/current/title-10/chapter-I/part-50/subject-group-ECFR2f76ac8b7f9e21e/section-50.59>

5. 設置者は、認可終了予定日の 2 年前までに認可終了計画書(LTP:License Termination Plan)を、FSAR の補遺として提出し認可終了を申請する。
6. NRC は、公衆のコメントを募るために LTP を公表し、パブリックミーティングの開催予定を当該サイト周辺の住民に通知する。
7. 公衆の要望があれば公聴会が開かれるが(ライセンス、建設許可、仮設サイト許可の変更申請に関する規則:10 CFR 50.90⁸⁷)、認可終了申請の対象になっている 10 CFR Part50 の運転認可施設内に既に燃料が存在していなければ、公聴会は略式のものになる(NRC による裁定に関する簡略化された審理手続きに関する規則:10 CFR 2.1201⁸⁸)。
8. NRC は、認可終了のための廃止措置作業が以下の条件を満たしていると判断すれば、LTP を承認する。
 - ・国家安全保障に反しない。
 - ・公衆の健康と安全を損なわない。
 - ・環境に重大な影響を及ぼさない。
9. NRC は、以下の判断に基づいて設置者の認可を終了させる。
 - ・残りの解体作業が、承認された LTP に従って実施された。
 - ・最終サーベイ結果から、施設とサイトを解放できることが示されている。

サイト解放については、統一的な基準は整備されておらず、既存の放射線関連基準をベースにケースバイケースで審査されてきたが、1997 年 7 月 21 日に NRC によって許可終了のための放射線クライテリア(10 CFR Part 20 Subpart E)⁸⁹が策定された。

10 CFR Part 20 Subpart E は、無制限条件解放、制限条件付解放および代替基準の 3 つのケースで、線量の基準値等を示している。以下に概要を示す。

(a) 無制限条件解放基準

バックグラウンドから識別できる残留放射能による被ばく線量が最大となる集団(決定グループ)について、個人平均 TEDE が 0.25mSv/年を超えない、かつ、残留放射能レベルが合理的に達成可能な限り低い(ALARA)状態まで下げられていれば、無制限条件解放が容認される

(b) 制限条件付解放基準

無制限解放基準を満たすまで除染することが、残留放射能とその他の要因を総合的に考慮した結果公衆または環境に不利になると判断されるか、または ALARA で正当化されない(合理的

⁸⁷ CFR, 10 CFR 50.90 - Application for amendment of license, construction permit, or early site permit, <https://www.ecfr.gov/current/title-10/chapter-I/part-50/subject-group-ECFRcabf50eea7bdf2b/section-50.90>

⁸⁸ CFR, 10 CFR 2 Subpart L—Simplified Hearing Procedures for NRC Adjudications, <https://www.ecfr.gov/current/title-10/chapter-I/part-2/subpart-L>

⁸⁹ CFR, 10 CFR Part 20 Subpart E - Radiological Criteria for License Termination, <https://www.ecfr.gov/current/title-10/chapter-I/part-20/subpart-E>

には達成不可能)場合は、制限条件付解放のオプションが容認されうる。制限条件付解放の線量ベース関連基準は、以下のとおりである。

- 除染及び廃棄物処分の過程で生じうる損害も考慮した総合的判断から、残留放射能レベルが合理的に達成可能な限り低い(ALARA)状態まで下げられている、と結論される。
- 行政機関の監督下で実施される「制度化された管理」によって、決定グループの個人平均 TEDE が 0.25mSv/年を超えないレベルまで抑えられること、を実証している。
- 「制度化された管理」が機能しなくなると仮定しても、既に実施された除染の効果だけで、決定グループの個人平均 TEDE を 1 mSv/年(場合によっては 5 mSv/年)を超えないレベルまで抑えられること、を実証している。

(c) 代替基準

無制限解放でも制限付解放でも結局は、決定グループの個人平均 TEDE を 0.25 mSv/年を超えないレベルまで抑えるべきである、というのが認可終了の原則である。しかし場合によっては、より高い線量値を代替基準として特別に容認することもある。代替基準の線量ベース関連基準は、以下のとおりである。

- 除染及び廃棄物処分の過程で生じうる損害も考慮した総合的判断から、残留放射能レベルが合理的に達成可能な限り低い(ALARA)状態まで下げられている、と結論される。
- 公衆の健康及び安全の防護が維持されること、及び医療用以外の全人工線源を考慮しても決定グループの個人平均 TEDE が 1 mSv/年を超えないレベルまで抑えられること、を実証している。
- 被ばくを最小化するために、制限(条件)付解放に準ずる敷地利用制限を実施可能な範囲で設定している。

米国の原子力発電所の除染は、原子力規制委員会(NRC)、エネルギー省(DOE)、環境保護庁(EPA)によって規制、管理されている。NRCは商業用原子炉や医療用アイソトープなどの放射性物質を扱う施設(DOE所掌施設を除く)を対象としている。DOEはウラン鉱山、製錬所および旧兵器生産施設を対象としている。EPAは包括的環境対処・補償・責任法(CERCLA)やその他の連邦・州・地域の規制を通じて、核施設を対象としている。このEPAによる包括的環境対処・補償・責任法(CERCLA)は、1980年12月11日に制定され、一般にはスーパーファンド法として知られている。この包括的環境対処・補償・責任法(CERCLA)は、有害物質で汚染されたサイトをクリーンアップ⁹⁰し、有害物質の放出の懸念を取り除くことで、公衆や環境を保護することを目的としている。また、国内の汚染サイトのクリーンアップを命じる権限を連邦政府に与え、汚染サイトの責任

⁹⁰ 6.4.1項で紹介する、ハンフォードおよびオークリッジのサイトはEPAによる包括的環境対処・補償・責任法(CERCLA)が適用され、化学物質等を含めた浄化を行うためこの項では放射性物質の除染を含めて「クリーンアップ」とする。

当事者を特定し、責任を負わせる仕組みを構築している⁹¹。実例として、オークリッジ⁹²やハンフォードが包括的環境対処・補償・責任法(CERCLA)の対象となった経緯がある(オークリッジのイーストネシー・テクノロジーパーク、ハンフォードサイトは6.4節に詳細)。

6.2.2 欧州

英・仏における廃止措置の法令概要を以下にまとめた。

(1) 英国

1965年原子力施設法⁹³では、プラントの運転終了後もなお廃止措置が完了するまで同法の定める事業者の責任が残る旨や、規制当局が「サイト(の全部または一部)に残留する電離放射線源による危険性がもはやなくなった」と確認した時点で廃止措置完了とみなされ、サイト(の全部または一部)の認可が終了(サイト解放)する旨等を規定している。原子力廃止措置庁(NDA)所管のガス冷却炉(GCR: Gas-Cooled Reactor)については、NRS社とSellafield社が、各サイトの廃止措置完了・認可終了時までサイト認可条件(LC)への適合を維持する責任を負っている。

ONRのLC⁹⁴の中ではLC 35が「廃止措置」となっており、事業者が、安全に配慮した適切な廃止措置計画を策定し、ONRに申請し承認を得て、計画された活動を遂行すべき旨等を要求している。

ONRの安全評価原則(SAP)⁹⁵では、825～877条が廃止措置関係、878～909条が放射能汚染サイト除染関係となっており、合理的に実行可能な限り速やかに廃止措置を遂行すべき旨、廃止措置計画の根拠となる安全評価報告書(Safety Case)を作成すべき旨等を要求している。廃止措置計画は年ごとの見直しが義務付けられていたが、現在はグレーデッドアプローチ⁹⁶の考え方が採用され見直しについては適宜行われる*。廃棄物の管理計画については少なくとも10年ごとに見直すことが要求されている*。SAPの廃止措置関連箇所概要(SAP 825条～909条)を以下に示す。

表 6-3 SAPの廃止措置関連箇所概要

⁹¹ OLRC US Code, COMPREHENSIVE ENVIRONMENTAL RESPONSE, COMPENSATION, AND LIABILITY,

<https://uscode.house.gov/view.xhtml?path=/prelim@title42/chapter103&edition=prelim>

⁹² IAEA, Technical Reports Series No. 444 Redevelopment of Nuclear Facilities after Decommissioning, (2006), https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TRS444_web.pdf

⁹³ Legislation. Gov. UK, Nuclear Installations Act 1965, (1965), <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/1965/57>

⁹⁴ ONR, Licence condition handbook, (2017), <https://www.onr.org.uk/media/gixbe2br/licence-condition-handbook.pdf>

⁹⁵ ONR, SAFETY ASSESSMENT PRINCIPLES FOR NUCLEAR FACILITIES 2014 EDITION, REVISION 1, (2020), <https://www.onr.org.uk/media/pobf24xm/saps2014.pdf>

⁹⁶ IAEA, IAEA Nuclear Safety and Security Glossary, Terminology Used in Nuclear Safety, Nuclear Security, Radiation Protection and Emergency Preparedness and Response, 2022 (Interim) Edition ではグレーデッドアプローチについて「規制システムや安全システムなどの管理システムの場合、適用される管理対策や条件の厳格さが、管理不能に陥る可能性やその影響、関連するリスクのレベルに見合ったものであるプロセスや方法」と定義している。

項題	条文番号	概要
DC.1 施設的设计及び操業	825～828	施設的设计及び操業の時点から将来の廃止措置に備えるべく、汚染や放射化の抑制、放射性廃棄物発生量や作業被ばくの低減等を考慮しておくこと。
DC.2 廃止措置の全体計画	829～839	将来の廃止措置に備えるべく、予備的な廃止措置の全体計画を策定しておき、適宜更新すること。廃止措置の方式及びスケジュールとその選択の根拠、解体物・廃棄物の管理、汚染サイトの除染、サイトの最終状態、リスクの管理、要員の確保等を、計画内容に含めて示すこと。
DC.3 廃止措置のタイミング	840～842	安全評価報告書を根拠として、合理的に実行可能な限り速やかに廃止措置を遂行すること。適度の安全性を実証できない場合には、直ちに廃止措置に着手するとともに、必要に応じた除染作業やリスク低減対策を実施すること。廃止措置の遅延がやむを得ない場合には、その根拠と長期的な安全確保・リスク管理について、安全評価報告書の中で明示しておくこと。
DC.4 廃止措置の工程計画策定	843～851	廃止措置の全体計画を構成する個々の工程計画について、工程完了時の状況と中間目標の状況を明示しておくこと。施設設備、構築物・系統・機器、汚染・放射化、解体物・廃棄物等の状況の把握を含めること。工程計画のうち後で決定する事項については、その判断材料として必要な情報を保管しておくこと。
DC.5 静的安全性(外部からの動力や操作を必要としない安全確保の仕組み)	852～858	廃止措置の遅延を選択する場合には、遮蔽隔離状態に移行する前の準備として施設の静的安全性を確保すること。また遮蔽隔離中の適切な維持管理体制を確立しておくこと。
DC.6 廃止措置のための記録保管	859～861	施設的设计及び改造、操業履歴、事故・事象、放射性物質の量及び分布、放射線測定、安全評価報告書、規制対応、検査試験等の記録、廃止措置履歴等、廃止措置に必要な文書記録を把握し、作成し、維持し、更新すること。
DC.7	862～865	廃止措置を安全かつ効果的に遂行できるように、

廃止措置のための組織体制		適切な組織体制を確立し要員を確保すること。サイト認可事業者が廃止措置のために協力会社を活用する場合には、協力会社も含めた適切な組織管理を実施すること。
DC.8 管理システム	866～868	構築物・系統・機器の安全区分に応じた管理、検査・試験・保守、サイト内外の緊急時計画や監視プログラム、放射性廃棄物やその他の危険廃棄物の管理、労務管理等、各種の管理システムを必要に応じて調整し廃止措置に適したものにすること。
DC.9 廃止措置の安全評価	869～877	廃止措置計画の根拠となる安全評価報告書を作成し、廃止措置の進捗に応じて安全評価報告書を適宜更新すること。

表 6-4 SAP の放射能汚染サイト除染関連箇所概要

項題	条文番号	概要
(項題なし)	878～879	ONR の認可サイト内で放射能によって汚染された土地とその汚染をもたらしている核種については、放射性廃棄物処分に至るまでの間は ONR の規制対象である。しかし汚染サイト除染に伴う放射性廃棄物が許可を受けて処分される際には環境当局の規制対象となる。
RL.1 放射能汚染サイト除染の全体計画	880～888	サイト除染の全体計画を策定しておき、適宜更新すること。除染の方式及びスケジュールとその選択の根拠、人及び環境の防護、放射性廃棄物の処理処分、サイトの最終状態、リスクの管理等を、計画内容に含めて示すこと。
RL.2 汚染の調査	889～891	当該サイト及びその周辺における汚染の分布と程度を把握すること。
RL.3 汚染拡散経路の把握及び制御	892	汚染源と漏洩経路を把握し、速やかに漏洩を阻止するか最小限に抑制すること。環境当局にも状況を報告すること。
RL.4 汚染の特性評価	893～895	汚染の制御及び除染を安全かつ効果的に遂行できるように、汚染に関する諸特性を評価すること。
RL.5 汚染監視の継続	896～898	汚染特性評価の内容を適宜更新できるように、放射能の調査やモニタリングのための測定とその結果の分析を継続すること。

RL.6 汚染サイト除染の工程計画策定	899～904	サイト除染の全体計画を構成する個々の工程計画について、工程完了時の状況と中間目標の状況を明示しておくこと。除染対象区域、除染対象物、汚染の制御及び除染のための対策の内容と想定効果、除染に伴い発生する放射性廃棄物の管理等の状況の把握を含めること。
RL.7 汚染の記録保管	905	放射能の調査やモニタリングのための測定とその結果の分析、サイト除染全体計画の検討時に使用した参考資料、汚染の原因となった事故・事象・漏洩等とそれらへの対応に関する記録、汚染サイト除染報告書、サイト使用履歴、放射性廃棄物管理記録等、汚染サイト除染に必要な文書記録を作成し維持すること。
RL.8 汚染サイト除染の安全評価	906～908	汚染サイト除染計画の根拠となる安全評価報告書を作成し、除染の進捗に応じて安全評価報告書を適宜更新すること。
RL.9 汚染サイト除染後の新施設の建設	909	当該サイトに新施設を建設する場合には、その前に、サイト汚染を適切に除染し、予定地周辺に残留放射能汚染があるか測定すること。また汚染の除染や制御のために実施された措置が新施設の建設によって損なわれることのないように、配慮すること。新施設建設前に汚染を除染しない場合には、その根拠として、除染対策案が合理的に実行可能なものでない旨を実証すること。

安全衛生庁(HSE: Health and Safety Executive、職場の健康と安全に関する英国の国家規制当局⁹⁷)の「原子炉廃止措置時の環境影響評価規則(1999年作成、2006年改定)」では、事業者が廃止措置に伴う環境影響を評価し規制当局に申請し承認を得るべき旨、関係する他の行政機関や自治体や公衆がレビュープロセスに参画する機会を規制当局による承認の前に設ける旨等を規定している。

またHSEの「原子力施設の認可終了規則(2005年5月作成)」では、「サイト(の全部または一部)に残留する電離放射線源による危険性がもはやなくなった」の判断基準として、バックグラウンド平均を超える残留放射能によって個人死亡リスクがどの程度増加しうるかに着目し、個人死亡リ

⁹⁷ HSE, Our mission and priorities, https://www.hse.gov.uk/aboutus/our-mission-and-priorities.htm?utm_source=hse.gov.uk&utm_medium=referral&utm_campaign=guidance-push&utm_term=mission&utm_content=home-page-about

スク増加が 10^{-6} / 年未満と評価されるならサイト認可終了を容認できるとしている。

英国の廃止措置に関わる組織

原子力廃止措置庁(NDA)は、2004年エネルギー法に基づいて、国内原子力サイトの廃止措置及び除染活動を統括管理する新組織として設立され、英国核燃料公社(BNFL)と英国原子力公社(UKAEA)からサイト所有権を全て引継いだ。各サイトでは、NDA から委託された請負業者(サイト認可会社)が NDA の計画に従ってサイトの管理及び廃止措置を実施していくこととなった。これらの請負業者は、Calder Hall 以外の GCR サイトでは NRS 社(旧 Magnox 社、Magnox Ltd)、Calder Hall では Sellafield 社(Sellafield Ltd)である。Sellafield 社と旧 Magnox 社は、一時は民間の持ち株会社の子会社となっていたが、その後、前者は2016年4月に、後者は2019年9月に、NDA の附属機関の国営会社に再編された。さらに旧 Magnox 社は、2023年10月に NRS 社(Nuclear Restoration Services)に改称された。

なお、NDA はエネルギー・安全保障・ネットゼロ省に後援され、資金提供を受けている⁹⁸。また、ONR、環境庁、スコットランド環境保護庁、ウェールズ天然資源局、運輸省により規制されている⁹⁹。

(2) 仏国

原子力発電所の廃止措置は、永久停止時点を境として運転認可(発電活動認可)を廃止措置認可に切り替える旨を ASN に申請し承認を得て、廃止措置認可の下で遂行することになっている。廃止措置認可の申請では、廃止措置で実施する予定の作業・工事の内容とそのスケジュールや目標とする施設最終状態等を示した、廃止措置計画の更新版が審査対象となる(廃止措置計画自体は、予備的なものを施設の運転中から作成しておき適宜更新する必要がある)。廃止措置認可の申請時点で、予定の作業・工事のうちまだ十分詳細な情報が提示されないものについては、未承認事項として扱われ、後に十分詳細な情報が提示されるようになった時点で改めて審査され承認を得ることになる。

さらに廃止措置を完了する際には、目標とする施設最終状態に照らした認可終了の申請も必要となる。目標とする施設最終状態とは、原則として「廃止措置及び除染のための最適かつ経済的に容認可能な方法が適用された結果、施設内にあった危険物質や放射性物質が全て施設外に搬出されて、公衆の健康と安全や環境を防護する上でのリスクや障害がなくなったものとみなすことができる」状態であり、各施設でどのように適用するのかは申請審査の過程で明らかにされる。全ての危険物質・放射性物質の施設外への搬出が、実行不可能である場合や、延期される場合は、その根拠となる止むを得ない事情(例えば、発生する廃棄物の量が処分場の容量を超えるほど膨大である、発生する廃棄物を受け入れられる処分場がまだない等)を明示する必要がある。

⁹⁸ NDA(GOV.UK), How we're set up, <https://www.gov.uk/government/organisations/nuclear-decommissioning-authority/about#how-were-set-up>

⁹⁹ NDA(GOV.UK), Nuclear Decommissioning Authority: Organisation Chart, <https://www.gov.uk/government/publications/nuclear-decommissioning-authority-organisation-chart>

これら一連の廃止措置手続き等については、以下の法令や規制文書に関連規定が示されている。

- ・環境法典¹⁰⁰
- ・基本原子力施設の一般規則に関する省令(2012年2月7日付)¹⁰¹
- ・ASN 指針 6(基本原子力施設の永久停止、廃止措置及び認可終了)¹⁰²
- ・ASN 指針 14(基本原子力施設の除染の完遂のための容認可能な手法)¹⁰³

ASN 指針 6 及び ASN 指針 14 の章構成を以下に示す。

表 6-5 ASN 指針 6 の章構成

章	表題
1	序文
2	即時解体撤去方式
3	解体工事作業計画
4	廃止措置認可
5	永久停止及び解体の際の認可申請
6	認可発給前の準備段階
7	解体段階
8	施設最終状態、跡地利用
付録 1	廃止措置計画に含まれる主な事項
付録 2	安全を保証するための参考資料の例

表 6-6 ASN 指針 14 の章構成

章	表題
1	序文
2	基本原子力施設の廃棄物管理のための一般原則
3	「放射性廃棄物発生区域」からの廃機材等の一掃

¹⁰⁰ Legifrance, Code de l'environnement, (2025), https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006074220/

¹⁰¹ Legifrance, Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, (2012), <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000025338573>

¹⁰² ASN, Final shutdown, Decommissioning and Delicensing of Basic Nuclear Installations in France, (2016), https://www.french-nuclear-safety.fr/content/download/169820/pdf_file/Guide%20%206%20-%20Final%20shutdown,%20decommissioning%20and%20delicensing%20of%20basic%20nuclear%20installations%20in%20France.pdf

¹⁰³ ASN, Complete post-operational clean out methodologies acceptable in Basic Nuclear Installations (BNIs) in France, (2016), https://www.french-nuclear-safety.fr/content/download/169821/pdf_file/Guide%2014%20-%20Complete%20post-operational%20clean%20out%20methodologies%20acceptable%20in%20basic%20nuclear%20installations%20in%20France.pdf

4	「放射性廃棄物発生区域」と「非放射性廃棄物発生区域」の境界及び「越境防止線」の定義
5	除染要件
6	品質保証要件
7	運営管理手順
8	特異な事情がある場合
9	用語集
付録 1	除染作業計画案の策定要領
付録 2	除染作業報告の作成要領
付録 3	「放射性廃棄物発生区域」の廃止措置作業概要一覧の標準様式

6.3 サイト解放の事例

原子力関連施設の廃止措置状況とサイト解放状況について、IAEA Technical Reports Series No.444(以下、IAEA TRS-444)¹⁰⁴を参考に、サイトの再利用等が確認できるサイトを適宜追加し、以下にまとめた。

表 6-7 6.3 節でまとめた原子力関連施設の廃止措置状況とサイト解放状況の一覧

国	名称	オペレータ	廃止措置・サイト解放後の状況
米	フォート・セント・ブレイン 原子力発電所(Fort St. Vrain, Platteville, CO)	コロラド州公共サー ビス	・即時解体 ・天然ガス化石燃料発電所として利用
	メイン・ヤンキー原子力発 電所 (Maine Yankee NPP)	メイン・ヤンキー原 子力発電会社	・即時解体(敷地内に使用済み燃料貯蔵施 設が残存) ・工場建設予定
	ハンフォードサイト (Hanford site)	USDOE	・1989 年からクリーンアップ、処理、処分を開 始(廃止措置のタイプ不明) ・博物館として利用
	ハンフォード B 炉 (Hanford, B Reactor)	USDOE	・即時解体 ・国定歴史建造物として見学ツアーを実施
	ショーハム原子力発電所 (Shoreham, NY (NPP))	ロングアイランド電 力公社	・即時解体 ・1995 年にサイト解放したが、再利用はされ ていない
	パスファインダー	ノーザン・ステーツ	・遅延解体

¹⁰⁴ IAEA, TRS-444, Redevelopment of Nuclear Facilities after Decommissioning, (2006),
<https://www.iaea.org/publications/7290/redevelopment-of-nuclear-facilities-after-decommissioning>

国	名称	オペレータ	廃止措置・サイト解放後の状況
	(Pathfinder, Sioux Falls)	電力会社	・天然ガス発電所として利用
	ピクア原子力発電所 (Piqua NPP)	AEC	・永久埋設 ・ピクア市が倉庫として利用
	ユナイテッド・ニュークリア原子力施設(コネチカット州)	UNC	・1976 年に無制限解放、その後汚染が見つかり修復活動中・モヒガン・サン・カジノとして利用
	フェルナルド核施設 Fernald Nuclear Site	USDOE	・即時解体 ・自然保護施設や資料館として利用
	オークリッジ S-3 ため池 (米・テネシー州)	USDOE	・即時解体 ・広い駐車場として利用
	オークリッジ国立研究所 黒鉛炉(米・テネシー州)	USDOE	・1963 年に廃止措置が完了・国家歴史建造物として見学ツアーを実施
	オークリッジ国立研究所 K-25(米・テネシー州)	USDOE	・2013 年に解体、2024 年 7 月の除染完了 ・民間の工業団地として利用 ・K-25 History Center などが設立。
	コネチカットヤンキー発電所(米・コネチカット州)	コネチカットヤンキーアトミック電力会社(CY)	・1998 年から廃止措置作業が開始、2006 年に解体完了。 ・2007 年から使用済燃料を貯蔵する 2 ヘクタールを除き、無制限解放 ・解放されたサイトの利用については未定。
	アルゴンヌ研究炉 (Argonne National Laboratory)	USDOE	・実験用沸騰水型軽水炉 (EBWR) は 1996 年に廃止措置完了、研究炉施設 (CP-5) は 2000 年に廃止措置完了。 ・EBWR は廃棄物貯蔵施設への転換/改造中、CP-5 は道路用塩貯蔵施設および危険廃棄物保管施設として利用
	アーウィン核燃料処理サイト (Nuclear Fuel Services (NFS) site in Erwin)	USDOE	・運転中(部分的廃止措置、認可の有効期限が 2037 年)
	Fansteel Metals 工場	Fansteel Metals Inc	・即時解体 ・包括的環境対処・補償・責任法 (CERCLA) の対象でクリーンアップ中。
	サンタ・スサナ・フィールド	US	・即時解体

国	名称	オペレータ	廃止措置・サイト解放後の状況
	研究所		・クリーンアップ中
英			
	カルダー・ホール原子力発電所 (Calder Hall Nuclear Power Plant)	Sellafield Ltd	・遅延解体 ・解体作業中(原子炉建屋 4 つ以外を 2027 年までに実施)
	ヒンクリーポイント A 原子力発電所 (Hinkley Point A Nuclear Power Plant)	EDF	・遅延解体 ・廃止措置作業は実施中(2039 年までに大部分の廃止措置を完了、建物の撤去(原子炉建屋を含む)は 2070 年ごろを予定)
	ウインプリスサイト (Winfrith, Dorset)	UKAEA	・遅延解体 ・廃止措置された一部を有料テナント施設として利用
	ハーウェルサイト (Harwell, Oxfordshire)	UKAEA	・遅延解体 ・廃止措置された一部を科学技術関連のビジネスセンターとして利用
	リスレー研究炉 (Universities Research Reactor, Risley, Cheshire)	UKAEA	・即時解体 ・新規事業で利用
	カルチェスサイト (Culcheth site)	UKAEA	・即時解体 ・住宅地として利用
欧州他			
スロバキア	ボフニツェ原子力発電所 (Bohunice Nuclear Power Plant, A1 and V1)	Javys	・即時解体 ・低レベル～高レベル放射性廃棄物の中間貯蔵、処理、除染技術のために再開発し利用
ベルギー	モル BR 原子力発電所 (Belgian Reactor 3)	SCK-CEN	・遅延解体 ・再利用について検討中
独	グライフスヴァルト原子力発電所 (Greifswald Nuclear Power Plant)	EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH	・遅延解体 ・6 号機は見学施設として利用
独	グンドレミンゲン原子力発電所 (Gundremmingen)	Kerkraftwerk Gundremmingen	・遅延解体 ・技術センターとして活用

国	名称	オペレータ	廃止措置・サイト解放後の状況
	Nuclear Power Plant)	GmbH	
仏	CEA フォントネ・オ・ロー ズセンター	CEA	・遅延解体 ・研究施設として利用
スウェーデン	バルセベック研究炉 (Barseback Nuclear Power Plant)	シドクラフト社	・遅延解体 ・除染作業等実施中
スイス	ルーセンスサイト (Lucens site)		・遅延解体 ・倉庫等として再利用
オーストリア	アストラ研究炉 (Astra Research Reactor)	オーストリア・リサーチ・センター社	・遅延解体 ・自然起源放射性廃棄物の暫定貯蔵に利用
カナダ	ポートホープ転換施設 (Port Hope Conversion Facility)	Cameco	・遅延解体 ・ウラン転換施設として利用
ベネズエラ	ベネズエラ実験原子炉 (RV-1)	ベネズエラ工科大 学	・廃止措置予定 ・ガンマ照射施設として再利用
韓国	KKR-1、KKR-2 原子炉	KAERI	・遅延解体 ・KKR-1 はモニュメントとして残され展示施設として利用

6.3.1 米国

米国は商用の原子力発電所がすでに 41 基閉鎖となっており、廃止措置中が 24 基、廃止措置完了が 17 基となっている¹⁰⁵。そのうち主要な原子炉および IAEA TRS-444¹⁰⁴ 商用原子炉以外の原子力関連施設の廃止状況を以下にまとめた。

(1) フォート・セント・ブレイン原子力発電所(米・コロラド州)

原文名称	Fort St. Vrain Power Station	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> Public Service Company of Colorado (PSCo) 所有 商業用高温ガス炉 (330 Mwe) 1979～1989 年に運転 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> — 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 即時解体 	

¹⁰⁵ IAEA, PRIS United States of America,
<https://pris.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=US>

サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 1989年に閉鎖、1992年に廃止措置完了 1997年にNRCが無制限利用(unrestricted use)を可能と判断し、サイト開放。 	経済的コストのため廃止
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> フォート・セント・ブレイン天然ガス発電所(エクセルエナジー) 1996年に天然ガス化石燃料発電所(130 MW)に転換され、2001年には720 MWに増強。 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> IAEA Technical Reports Series No.444¹⁰⁴ Fort St. Vrain Independent Spent Fuel Storage Installation Facility Improvement Project¹⁰⁶ 	

(2) メイン・ヤンキー原子力発電所(米・メイン州)

原文名称	Maine Yankee NPP	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> 1972年から1996年まで約1,190億kW-h発電 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> — 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 即時解体 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 1997年8月、永久停止 2005年にサイト解放 敷地内には使用済み燃料貯蔵施設が残っている。 	特定された問題修正のためのコストが高いため廃止
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> 再開発と再利用 <ul style="list-style-type: none"> 高地湿地帯の造成 保全と環境教育のために、800,000 m² (200 エーカー)の植物用地を寄贈 現在開発中の工場用地 1,600,000 m² (400 エーカー)を譲渡 跡地に建設が計画されているツイン・リバー・エネルギー・センターは、ガス化技術を用いて最大700MWの電力と最大9000バレル/日のディーゼル燃料を生産する。この新工場は、200人のフルタイムの雇用を創出し、メイン・ヤンキー原子力発電所の廃止措置時に落ち込んだ地元の税収基盤の回復に貢献する。 	

¹⁰⁶ DOE, Fort St. Vrain Independent Spent Fuel Storage Installation Facility Improvement Project, <https://www.dndkm.org/DOEKMDocuments/LessonsLearned/108-March%202018%20Fort%20St.%20Vrain%20Independent%20Spent%20Fuel%20Storage%20Installation%20Facility%20Improvement%20Project.pdf>

参考文献	<ul style="list-style-type: none"> OECD/NEA, Preparing for Decommissioning During Operation and After Final Shutdown¹⁰⁷ 	
------	---	--

(3) ハンフォードサイト(米・ワシントン州)

原文名称	Hanford Site	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> 原子爆弾を開発するマンハッタン計画でプルトニウムを精製 1940年代に始まった核兵器生産は、大量の放射性廃棄物と化学廃棄物を生み出し、土地と地下水を汚染し、施設の汚染という永続的な遺産を生み出した 1989年以降、ワシントン州エコロジー局、環境保護庁、エネルギー省は、この遺産のクリーンアップ、処理、処分に取り組み、脅威を軽減してきた 現在の敷地は約 580 平方マイルで、ほとんどの地域は今でも一般の人が立ち入ることはできない 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> 586 平方マイル 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 1989 年からクリーンアップ、処理、処分を開始 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> ハンフォードのエリア 100 の原子炉は外部が覆われ、保存されている。6 基の原子炉は炉心周囲の壁まで解体、炉心内の放射能は数十年の減衰を待ち、将来的に原子炉を解体。B 原子炉は国定歴史建造物として保存され、マンハッタン計画国立歴史公園の一部である。 2025 年までに、タンク廃棄物システム、施設全体のインフラストラクチャ、および廃棄物処理・固定化プラントの施設が稼働し、低放射性タンク廃棄物の処理を開始予定 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> アメリカと世界の歴史の一部を商業的事業として展示する博物館として解放 	
詳細	<ul style="list-style-type: none"> 6.4.1 に記載 	

(4) ハンフォード B 炉(米・ワシントン州)

原文名称	Pacific Northwest, B Reactor, Columbia River	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> B 原子炉はマンハッタン計画の一部として原子爆弾用のプルトニウムを生産、1944 年から 1968 年まで稼働 2500MW、デュポン社によって設計・建設 	

¹⁰⁷ OECD/NEA, Preparing for Decommissioning During Operation and After Final Shutdown,(2018), https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_15058/preparing-for-decommissioning-during-operation-and-after-final-shutdown?details=true

敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> 不明 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 即時解体 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 1969～2006年にかけて解体 1989年5月にDOE、米国環境庁、ワシントン州環境部でサイトの除染のためのTPA(三者協定)を締結 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> 無制限解放 2015年にManhattan Project National Historical Parkとして承認された。 B原子炉を博物館として再利用し、マンハッタン計画の一部として、アメリカと世界の歴史が展示され、見学可能。 B原子炉はアメリカの国定歴史建造物に指定され、年間最大50件の一般見学ツアーが開催。 	
詳細	<ul style="list-style-type: none"> 6.4.1に記載 	

(5) ショーハム原子力発電所(米・ニューヨーク州)

原文名称	Shoreham Nuclear Power plant	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> Long Island Lighting Company (LILCO)所有 1985年に完成したが、運転せず1989年に閉鎖 809MW 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> 約500エーカー 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 即時解体 	政策上の理由
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 1989年、LILCOは施設をロングアイランド電力公社(LIPA)へ譲渡 1994年の廃止措置完了、1995年にサイト解放 2008年6月、跡地利用に関する諮問委員会で原子力発電所以外の以下の選択肢が求められた。 -コネチカット州へのフェリーターミナル、ウォーターフロント・パークレストラン付きのマリーナ、造船工場、博物館や教育施設、風力やその他の再生可能エネルギー技術など 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> — 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> ロングアイランド島の住民は、納税者であり電力会社の顧客として、ショーハムの建設と閉鎖で発生した数十億ドルの負債を返済し続ける。 	

参考文献	<ul style="list-style-type: none"> LONG ISLAND POWER AUTHORITY SHOREHAM NUCLEAR POWER STATION,-NTC Docket No. 50 - 322 DECOMMISSIONING PLAN¹⁰⁸ 	
------	--	--

(6) パスファインダー原子力発電所(米・サウスダコタ州)

原文名称	Pathfinder NPP	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> Xcel Energy が所有 66MW 沸騰水型原子炉(BWR) 1964～1967年に稼働 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> — 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 遅延解体 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 1971年にSAFSTORが開始 1991～1992年に原子炉建屋、燃料貯蔵施設の廃止措置実施 バランスオブプラント(BOP)は除染され、原子炉から切り離し化石燃料のピーク発電所(電力需要の高いピーク時に発電する発電所)に転換され、1969～2000年まで運転 2003年にサイト解放に向けて廃止措置が開始、2007年にNRCがライセンス終了を通知、サイト解放 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> Angus Anson 化石燃料プラント(天然ガス発電所)が管理区域外に建設され、1994年に運転開始(運転中) 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> PATHFINDER DECOMMISSIONING PLAN¹⁰⁹ Federal Register E7-16067 (72 FR 45832)¹¹⁰ 	

(7) ピクア原子力発電所(米・オハイオ州)

原文名称	Piqua Nuclear Power Facility	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> Atomic Energy Commission(AEC)所有 有機物冷却減速炉(45.5MW)1963～1966年に運転 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> — 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 永久埋設 	

¹⁰⁸ NRC, LONG ISLAND POWER AUTHORITY SHOREHAM NUCLEAR POWER STATION,-NTC Docket No. 50 - 322 DECOMMISSIONING PLAN, (1990), <https://www.nrc.gov/docs/ML2006/ML20069Q390.pdf>

¹⁰⁹ NRC, PATHFINDER DECOMMISSIONING PLAN, (2004), <https://www.nrc.gov/docs/ML0501/ML050100054.pdf>

¹¹⁰ US Federal Register, Federal Register E7-16067 (72 FR 45832), (2007), <https://www.federalregister.gov/documents/2007/08/15/E7-16067/notice-of-license-termination-and-release-of-the-northern-states-power-company-pathfinder-site-in>

	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉容器群は空洞ライナーと容器間の空間を含め、乾燥した石英砂で埋設 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 1967～1969年に廃止措置を実施、原子炉は埋設 2021年にDOEがサイト全体の解体を決定、2022年に開始し2023年に完了、2023年にサイト解放 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> ピクア市が倉庫として利用 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> Piqua Fact Sheet¹¹¹ 2023 Final Update Demolition Project Fact Sheet¹¹² 	

(8) ユナイテッド・ニュークリア原子力施設(米・コネチカット州)

原文名称	United Nuclear Corporation (UNC) Naval Products Facility	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> DOEと米海軍向けの原子力推進装置の製造 Olin Mathieson Chemical Corporation (Olin)(1956～1961年)、UNC(1961～1976年)が運転 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> 1,000,000 m²(240 エーカー) 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> — 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 1974年に廃止措置を開始、1976年にNRCによる無制限利用の承認 1990年代当時のNRCのサイト解放基準を満たしているか再評価された結果、基準を超える汚染が見つかり、2011年から除染作業を開始。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> 土地はモヒガン族が購入し、現在はモヒガン・サン・カジノがある。 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> UNC Naval Products¹¹³ QUESTIONS & ANSWERS ABOUT THE FORMER UNITED NUCLEAR CORPORATION SITE¹¹⁴ 	

(9) フェルナルド核施設(米・オハイオ州)

原文名称	Fernald Nuclear Site	備考
------	----------------------	----

¹¹¹ DOE, Piqua Fact Sheet, (2021), <https://www.energy.gov/sites/default/files/2021-08/PiquaFactSheet.pdf>

¹¹² DOE, 2023 Final Update Demolition Project Fact Sheet, (2023), <https://www.energy.gov/sites/default/files/2024-02/PiquaDemolitionFactSheet.pdf>

¹¹³ NRC, UNC Naval Products, (2021), <https://www.nrc.gov/info-finder/decommissioning/complex/unc-naval-products.html>

¹¹⁴ BUREAU OF ENVIRONMENTAL HEALTH, QUESTIONS & ANSWERS ABOUT THE FORMER UNITED NUCLEAR CORPORATION SITE, (2016), https://portal.ct.gov/-/media/departments-and-agencies/dph/dph/environmental_health/eoha/atsdr/unc-fact-sheet-final-october-2016.pdf

サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> • 冷戦時代の核兵器開発計画のためにウランを精製 • 1951～1989年運転 • 25万トン(5億ポンド)のウランを処理し、75万トン(15億ポンド)の放射性廃棄物を発生させた。廃棄ピットには、ウラン、トリウム、その他の放射性物質や化学汚染物質を含む約47万5千トンの廃棄物が埋められている。廃棄物ピットはグレート・マイアミ帯水層に近接し、接触したことがあったため、地下水の汚染の一因となった。また、ウランやラドンの放出があった。その結果、環境は広範囲に汚染され、最終的には閉鎖に追い込まれた 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> • — 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> • 即時解体 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> • 7年間のプロセスで、5800トンの汚染土壌をユタ州の処分場に搬出した。 • 最終的な妥協案として、連邦政府は130万トンの最も汚染された廃棄物をテキサス州、ネバダ州、アリゾナ州の保管場所に移すことに同意した。市民は残りの廃棄物(470万トン)をフェルナルドの埋立地に置くことに同意した。 • 2006年にすべての除染作業を完了。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> • 1050エーカーの湿原、森林、草原などがある人工保護地域 • 7マイルの遊歩道が設置され、一般公開 • 2008年にFernald Preserve Visitors Centerが建設、施設の歴史や原住民の資料を展示 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> • Fernald Preserve, Ohio, Site A CERCLA site, Fact Sheet¹¹⁵ • EPA, Fernald Site¹¹⁶ 	

(10) オークリッジ S-3 ため池 (米・テネシー州)

原文名称	Y-12 National Security Complex, S3 Ponds, Oak Ridge	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> • 1951年から1984年まで、Y-12プラントやその他の米国エネルギー省施設で発生した酸性、硝酸塩、金属、放射線汚染された廃液の処理に使用された • 33年間の操業期間中、年間約950万L(250万ガロン)の硝酸溶液が池に排出 • その他の廃棄物には、酸洗廃液、メッキ廃液、機械冷却水、劣化 	

¹¹⁵ DOE, Fernald Preserve, Ohio, Site A CERCLA site, Fact Sheet, (2024), <https://www.energy.gov/lm/articles/fernal-d-preserve-ohio-site-fact-sheet>

¹¹⁶ EPA, Fernald Site, <https://epa.ohio.gov/divisions-and-offices/environmental-response-revitalization/cleanup-and-investigation/doe-fernal-d-site>

	ウラン、テクネチウムなど。アセトン、クロロホルム、テトラクロロエタンなどの少量の有機化合物も池に廃棄された。	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> 4000m²の池 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 即時解体 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 1984年、ため池の酸性廃棄物は中和され、硝酸塩は原位置生物硝化処理され、残りの液体はポンプで汲み上げられ処理、資源保全再生法(RCRA)の規制に従って上部が覆われた。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> 1988年、アスファルトで舗装され、広い駐車場として再利用 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> IAEA Technical Reports Series No.444¹⁰⁴ 	

(11) オークリッジ国立研究所黒鉛炉(米・テネシー州)

原文名称	Oak Ridge National Laboratory (ORNL) Graphite Reactor	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> 1943年に建設された黒鉛原子炉は、マンハッタン計画でプルトニウムの製造プロセスを証明するために使用、医療用の放射性同位元素を製造した最初の原子炉。 1963年に運転停止 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> — 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> — 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 1963年に廃止措置が完了 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> 国家歴史登録財への登録に加え、1966年に国家歴史建造物に指定された。 建物は現在、原子力時代の始まり、原子炉の設計、現在の科学技術に関する展示がある。 DOEの公式ツアーで一般公開されている。 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> DOEは、黒鉛原子炉をはじめとする余剰核施設を廃止して再利用することで、推定360万ドルと有害廃棄物貯蔵所の建設費を節約した。 	
詳細	<ul style="list-style-type: none"> IAEA Technical Reports Series No.444¹⁰⁴ 	

(12) オークリッジ国立研究所 K-25(米・テネシー州)

原文名称	K-25 Gaseous Diffusion Process Building	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> DOE所有、マンハッタン計画・商業用にウラン濃縮、1987年に閉鎖 K-1006棟は放射線/化学研究所で、かつてのK-25ガス拡散工 	

	<p>場群を支援するために建設された。</p> <ul style="list-style-type: none"> 1980 年代半ば、この研究所はイーストテネシー・テクノロジーパーク(ETTP)の環境修復活動を支援するために拡張された。その後、1992 年から 1997 年まで DOE 環境ユーザー施設として使用された。 ガス拡散炉、兵器級ウラン生産、濃縮のための遠心分離技術実験 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> 2,200 エーカー 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 即時解体 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 1964 年に停止し、1987 年に完全に閉鎖 2013 年に解体され、それ以降、土壌クリーンアッププロセスが進行 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> イースト・テネシー・テクノロジー パークとして民間の工業団地に転用が予定されている。 イースト・テネシー・マテリアル・アンド・エナジー・コーポレーション(M&EC)は 1998 年に設立され、オークリッジからのレガシー廃棄物処理を支援するため、廃棄物処理および材料管理サービスを提供している。 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> K-25 のクリーンアップは連邦政府の責任によって開始された土壌修復された事例。 DOE は K-25 バーチャルミュージアム Web サイトを立ち上げ、原子爆弾の生産を記録したタイムライン、数十年にわたる変化を見ることができるサイトツアー、ハッピーバレー¹¹⁷として知られる建設キャンプでの日常生活や施設の保護活動を見ることができる。 今後予定 <ul style="list-style-type: none"> 2024 年に土壌クリーンアップを完了予定 K-25 展望台の建設を 2025 年に完了予定 2026 年までに地下水対策を実施する 	
詳細	<ul style="list-style-type: none"> 6.1.4 に記載 	

(13) コネチカットヤンキー原子力発電所(米・コネチカット州)

原文名称	Connecticut Yankee Nuclear power plant	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> 560 MWe PWR 29 年間の運転後、経済性を理由に 1996 年に閉鎖。 	

¹¹⁷ K-25 ガス拡散炉で勤務する労働者コミュニティのこと。 <https://www.nps.gov/places/happy-valley.htm>

敷地面積等	• —	
廃止措置のタイプ	• 即時解体	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> • 廃止措置作業は 1998 年に開始。解体が 2006 年に完了。 • 使用済燃料の乾式貯蔵容器のある 2 ヘクタールを除き、2007 年に無制限解放。 	
サイト解放後の利用	• サイトの再利用については決定がされていない。	
参考文献	• Decommissioning Nuclear Facilities ¹¹⁸	

(14) アルゴンヌ国立研究所(米・イリノイ州)

原文名称	Argonne National Laboratory (ANL-East)	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> • 実験用沸騰水型軽水炉 (EBWR)、212 号棟 D 翼グローブボックス、プルトニウム製造施設 (350 号棟)、シカゴパイル 5 号 (CP-5) 研究炉施設 	
敷地面積等	• —	
廃止措置のタイプ	• —	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> • EBWR の廃止措置は 1996 年に完了し、原子炉容器と内部、汚染された配管システム、各種タンク、ポンプ、および関連機器の除染および/または放射性廃棄物として廃棄された。 • 212 号棟グローブボックスの廃止措置は 1992 年に開始、1996 年に完了。グローブボックスを空にして除染した後、低レベル放射性廃棄物は処理のためハンフォードに輸送、超ウラン元素廃棄物と混合超ウラン元素廃棄物はアルゴンヌのオンサイト貯蔵施設に保管。 • CP-5 の除染と廃止措置は 1991 年に開始、2000 年に完了。原子炉容器と内部構造、汚染された配管システム、その他のタンク、ポンプ、関連機器は除染され、プロセス機器と関連配管、ダクト、排水管などは解体され、原子炉容器内部構造は減容化、放射性廃棄物として移送。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> • EBWR は放射線管理区域 (バックグラウンドレベル) として解放された。施設は廃棄物貯蔵施設への転換/改造が進められている。 • 212 号棟 D 棟にある 60 個のプルトニウム・グローブボックスを含 	

¹¹⁸ World Nuclear Association, Decommissioning Nuclear Facilities, (2022), <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-waste/decommissioning-nuclear-facilities>

	<p>む 9 つの研究室は、無制限利用で解放された。これらは電子顕微鏡研究所を含む非放射線学的研究に再利用されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> • プルトニウム製造施設 (350 号棟) は再利用され、現在は米エネルギー省 (DOE) のニューブランズウィック研究所となっている。 • CP-5 研究炉施設の 2 つの支持構造物が施設運営に引き渡された。ひとつは道路用塩貯蔵施設として使用され、もうひとつは処分場への出荷を待つ包装された危険廃棄物を保管するためにアップグレードされた。 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> • DOE は、これらの余剰核施設を廃止して再利用することで、推定 360 万ドルと有害廃棄物貯蔵所の建設費を節約した。 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> • Argonne National Laboratory, Decontamination ¹¹⁹ 	

(15) アーウィン核燃料処理サイト(米・テネシー州)

原文名称	Nuclear Fuel Services (NFS) site in Erwin	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> • Nuclear Fuel Services Inc. (NFS) 所有 • 米国の潜水艦や航空母艦で使用されるすべての海軍原子炉用の燃料物質を製造 • 冷戦時代の政府備蓄である高濃縮ウランを、商業用原子炉燃料への加工に適した物質に変換 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> • 70 エーカー 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> • 部分廃止措置。運転中(ライセンスの有効期限 2037 年 8 月) • NFS は 1980 年代半ばから、アーウィン工場の一部の廃止措置に積極的に取り組んできた。数多くの処理施設と廃棄物処分場および貯蔵場跡地は、完全または部分的に廃止された。 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> • ノースサイト埋設地と第 4 池の廃止措置活動は、ノースサイト地域と旧 234 ウェットセル地下の汚染土壌の除去を除いて完了(2009 年時点) 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> • — 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> • Nuclear Fuel Services, Inc¹²⁰ • NRC, Nuclear Fuel Services (NFS) site in Erwin¹²¹ • Environmental Report for Renewal of Special Nuclear Material License No. SNM-124 Docket No. 70-143; SNM 	

¹¹⁹ Argonne National Laboratory, Decontamination, <https://www.anl.gov/topic/decontamination>

¹²⁰ BWXT, Nuclear Fuel Services, Inc, <https://www.bwxt.com/sectors/nuclear-fuel/>

¹²¹ NRC, Nuclear Fuel Services (NFS) site in Erwin, <https://www.nrc.gov/info-finder/fc/nuclear-fuel-services.html#panel2>

	License 124 ¹²²	
--	----------------------------	--

(16) Fansteel Metals Inc. (旧 FMRI, Inc. (Fansteel)) (米・オクラホマ州)

原文名称	FMRI, Inc. (Fansteel)	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> タンタルとコロンビウム(別名ニオブ)を鉱石とスラグから抽出していた金属加工工場(放射性物質を含む残渣が発生) Fansteel Metals 社所有 1957～1989 年稼働 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> 52 ヘクタール(110 エーカー) 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 即時解体 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 1989～1996 年にかけて、限定的な敷地の修復と敷地エリアの廃止措置を実施 1990～1992 年にかけて、タンタルとコロンビウムの抽出に使用された化学処理機器は売却、敷地外に移動 1993 年、汚染の特性調査を実施、化学「C」棟、処理池、周囲の土壌、地下水、および他の敷地内建屋の隔離されたエリア全体で汚染を検出 1996 年のクリーンアップ後、NRC は敷地の北西部の 14 ヘクタール(35 エーカー)を無制限使用のために解放 1997 年に敷地内貯水池のウランとトリウムを含む鉱石、フッ化カルシウム、廃水処理残留物が再処理のためライセンス修正。また敷地の限定的使用のため廃止措置を計画 2001 年にすべての作業を一時停止し、無制限使用のために解放するために敷地を修復すると発表 2002 年、ファンスティールは破産、ライセンス失効 2003 年以降、子会社 FMI が廃止措置を実施 2023 年 9 月に National Physical Laboratory(NPL)リストに追加され、これにより EPA が包括的環境対処・補償・責任法(CERCLA)を通じてこのサイトの修復を管理する 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> 閉鎖予定日 未定 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> NRC, Fansteel Metals Inc. formerly known as FMRI, Inc. (Fansteel)¹²³ 	

¹²² NFS, Environmental Report for Renewal of Special Nuclear Material License No. SNM-124 Docket No. 70-143; SNM License 124, (2005), <https://www.nrc.gov/docs/ML0919/ML091900072.pdf>

¹²³ NRC, Fansteel Metals Inc. formerly known as FMRI, Inc. (Fansteel), <https://www.nrc.gov/info-finder/decommissioning/complex/fmri-fansteel-inc.html>

(17) サンタ・スサナ・フィールド研究所(米・カリフォルニア州)

原文名称	Santa Susana Field Laboratory	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> 1947～2006 年、ロケットダイン、ボーイング、NASA、DOE とその前身組織がロケットエンジン、小型原子炉、化学レーザーの開発とテストを行っていた。 ナトリウム実験炉格納容器、プルトニウム燃料含む核物質開発施設、デント通りにある燃料加工施設などが使用された。 ナトリウム原子炉において、1959 年 7 月に事故が発生し、放射性物質による汚染が発生した。 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> 2,850 エーカー 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 即時解体 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 2007 年、ボーイング、DOE、NASA は、土壌と地下水のリスクに基づくクリーンアップの実施の同意命令に署名 クリーンアップレベルをめぐるカリフォルニア州有害物質規制局とボーイングの間の紛争により、クリーンアップ活動が遅延 遅延と予想される訴訟に終止符を打つため、両当事者は 2021 年 1 月に調停に入った。 2022 年に和解合意し、ボーイング社は、放射能汚染を「バックグラウンド」レベルまで除去することに合意 これまでおよび現在行われているクリーンアップ： <ul style="list-style-type: none"> 土壌クリーンアップ 15 回 地下水暫定措置 (GWIM) に基づく継続的な地下水クリーンアップ 敷地外の汚染を防ぐための雨水処理システムの運用 DOE、ボーイング、NASA による建物の解体 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> 旧ナトリウム原子炉実験格納容器は、機器の保管に使用されている。旧原子力材料開発施設は、除染と廃止措置に成功した後、レーザー研究開発プログラムに使用されている。旧デント通り燃料製造施設は現在、ロケットエンジン部品の製造に使用されている。 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> Santa Susana Field Laboratory (SSFL) ¹²⁴ DOE, Sodium Reactor Experiment (SRE) Workshop ¹²⁵ 	

¹²⁴ DTSC, Santa Susana Field Laboratory (SSFL), https://dtsc.ca.gov/santa_susana_field_lab/

¹²⁵ DOE, Sodium Reactor Experiment (SRE) Workshop, <https://www.energy.gov/etec/sodium-reactor-experiment-sre-workshop>

	<ul style="list-style-type: none"> DOE, Sodium Reactor Experiment (SRE) Accident¹²⁶, 	
--	--	--

6.3.2 欧州他

(1) カルダー・ホール原子力発電所(英)

原文名称	Calder Hall Nuclear Power Plant (Station)	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> Sellafield Ltd (セラフィールド社) 所有。 マグノックス炉。1号機～4号機まであり、各 50～60Mwe。 1956～2003年に運転。当初の設計寿命は 20年だったが、47年間安全に運転された。 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> 43.75 エーカー (約 17.7 ヘクタール) 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 遅延解体 (safestore) 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 2008年、発電所の冷却塔 2基が安全に解体された後、発電所の物理的構造の一部が撤去された。可能な限り材料はリサイクルされた。 2010年、熱交換器、タービンホール、および関連建物から資材を解体。 5年間で 2,300トンのアスベストが除去され、当時ヨーロッパ最大のアスベスト除去プロジェクトとなった。 2011年、4つの原子炉から 4万本の燃料棒を燃料処理プラントに移送する作業が開始された。 2016年、1基の燃料が空になり、残りの 3基は 2019年までに完了。¹²⁷ 敷地は暫定的な保守管理期間に入り、セラフィールド敷地内の他の場所のリスク低減に資源を集中できるようになる。 2027年までに 4つの原子炉建屋のみが残る予定。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> — 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> 世界初の商業用原子力発電所として 1953年に建設された。 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> IAEA, Nuclear Energy Series No.NW-T-2.2¹²⁸ UK, Cleaning up our nuclear past: faster, safer and 	

¹²⁶ DOE, Sodium Reactor Experiment (SRE) Accident, <https://www.energy.gov/etec/sodium-reactor-experiment-sre-accident>

¹²⁷ Sellafield completes defueling of Calder Hall, <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Sellafield-completes-defueling-of-Calder-Hall>

¹²⁸ IAEA, Nuclear Energy Series No.NW-T-2.2, Redevelopment and Reuse of Nuclear Facilities and Sites: Case Histories and Lessons Learned, (2011), <https://www.iaea.org/publications/8305/redevelopment-and-reuse-of-nuclear-facilities-and-sites-case-histories-and-lessons-learned>

	sooner ¹²⁹	
--	-----------------------	--

(2) ヒンクリーポイント A 原子力発電所(英)

原文名称	Hinkley Point A Nuclear Power Plant (station)	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> • マグノックス炉。 • 1965 年～2000 年運転。 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> • 約 19 ヘクタール 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> • 遅延解体 • 2007 年にディプランティング・モックアップ・シミュレーター (DMS) が設置され、廃止措置訓練に使用されている。 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> • 廃止措置作業の大部分は 2039 年までに完了する予定。原子炉建屋そのものは、風雨にさらされないよう密閉されたまま、あと 20～40 年は放置されることになる。 • 建屋が完全に撤去されるのは早くても 2070 年代。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> • — 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> • 近接するヒンクリーポイント B 原子力発電所(改良型ガス冷却炉 AGR)は 2022 年に運転終了した。 • 現在、ヒンクリーポイント C 原子力発電所(欧州加圧水型炉 EPR)の建設が進められている。 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> • IAEA, Nuclear Energy Series No.NW-T-2.2¹²⁸ • UK, Collection Our sites¹³⁰ • BBC, 27 Oct. 2023, What happens after a nuclear power station is closed?¹³¹ 	

(3) ウィンフリスサイト(研究炉)(英)

原文名称	Winfrith Atomic Energy Establishment	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> • UKAEA(英国原子力庁)所有 • 実証炉・研究炉(民間原子炉発電のためのプロトタイプ原子炉が建設、重水炉(SGHWR、10.0MW) • 1968～1990 年に運転 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> • 300 ヘクタール 	

¹²⁹ UK, Cleaning up our nuclear past: faster, safer and sooner, (2019), <https://nda.blog.gov.uk/decommissioning-the-worlds-first-commercial-nuclear-power-station/>

¹³⁰ UK, Collection Our sites, <https://www.gov.uk/government/collections/our-sites>

¹³¹ BBC, What happens after a nuclear power station is closed? (2023), <https://www.bbc.com/news/business-67087673>

廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 遅延解体 段階的に廃止 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 施設の廃止 土地のライセンス解除 テナントの誘致 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> 有料のテナント施設として解放 <ul style="list-style-type: none"> サイエンスパーク 英国国防省のオフィス 国立環境研究評議会のオフィス 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> 創業当時は最大 2000 人の雇用を創出。 雇用の減少が避けられないため跡地で新規事業を開発し、2000 人分の雇用創出を目標としている。 	
詳細	<ul style="list-style-type: none"> 6.4.3 に記載 	

(4) ハーウェルサイト(研究炉)(英)

原文名称	Harwell site	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> 1930 年代に軍事用の施設として建設され、1946 年に UKAEA の研究施設として運用された。 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> 300 ヘクタール 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 遅延解体。 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉 2 基はすでに完全に撤去され、残る 3 基も燃料が取り除かれて廃止措置中。100 以上の他の施設もすでに撤去され、その他の施設も廃止措置中。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> 一部の建物は再利用され、東部ゾーンとパイロットエリアは Harwell Science and Innovation Campus として、科学技術関連のビジネスセンターとなっている。 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> テナント予定者はすでにハーウェルに拠点を置いている原子力産業関係者であった。 	
詳細	<ul style="list-style-type: none"> 6.4.3 に記載 	

(5) リスレー大学炉(研究炉)(英)

原文名称	Universities Research Reactor, Risley	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> マンチェスター大学とリバプール大学が共同所有する敷地に設置されていた、300kW のアルゴノート型水減速・冷却研究炉。 教育・研究に使用されていた。 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> — 	

廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 即時解体 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 1991年に原子炉は停止され、英国核燃料公社(BNFL)は原子炉の廃止措置とサイト解放を請け負った。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> 敷地は売却され、ビジネスパークとして開発。 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> IAEA, TRS-444¹⁰⁴ 	

(6) カルチェスサイト(研究炉)(英)

原文名称	Culcheth site	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> 主に原子炉部品の照射後試験(PIE)施設。 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> 15ヘクタール 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 即時解体 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 廃止、解体、汚染除去され、売却された。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> 敷地は1992年に住宅地として売却された。 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> IAEA, TRS-444¹⁰⁴ 	

(7) ボフニツェ原子力発電所(スロバキア)

原文名称	Bohunice Nuclear Power Plant	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> A1原子力発電所(HWGR)は1972年から1977年まで実験用の原子力発電所として稼働し、事故の後停止した。V1原子力発電所(VVER2基)は2006年と2008年に停止した。 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> — 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 遅延解体 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 旧チェコスロバキアにおけるガス冷却原子炉の追加建設中止という政策決定により、1977年にプラントの運転終了が決定された。A1プラントの廃止措置を進める決定は1979年に出された。 1981年から、二次系機器(マシンホールのプロセス機器、補機付きタービン、給水タンク、ディーゼル発電所、ポンプ、冷却塔、電気機器)の解体が始まった。同時に、他の系統(補助装置付きタービン発電機、ガス系統、油系統、主生産棟や近隣の建物にあるその他の機器や系統)も解体された。 廃止措置プロセス全体は、1999年から2033年まで予定されている。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> 低レベル～高レベル放射性廃棄物(RAW)の中間貯蔵、処理、 	

用	<p>除染技術のための再開発と再利用。</p> <ul style="list-style-type: none"> • V1 原子力発電所の再開発研究では、ガス発電所、テクノロジカルパーク、新型原子力発電所、再生可能エネルギー（風力エネルギー）、その他の選択肢が示された。 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> • A1 の事故は、燃料集合体のロック機構の故障である。この時の事故では炉心に損傷はなく、損傷した技術チャンネルを再建した後、プラントは運転を再開した。2 回目の重大事故(国際原子力事象評価尺度によるレベル 4)は 1977 年に発生し、燃料集合体が過熱してガス冷却システムに重水が放出された。炉心の燃料要素が損傷し、一次系は核分裂生成物で汚染された。原子炉内部構造物も損傷した。放射性汚染物質は蒸気発生器から漏れて二次系の一部に浸透した。両事象とも、敷地内および周辺への放射線影響は規定値以下であった。 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> • IAEA, NW-T-2.2¹²⁸ • National Nuclear Fund, DECOMMISSIONING OF THE NUCLEAR POWER PLANT A1¹³² • National Nuclear Fund, DECOMMISSIONING OF THE NUCLEAR POWER PLANT V1¹³³ 	

(8) モル BR 原子力発電所(ベルギー)

原文名称	BR (Belgian Reactor) 3, Mol	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> • SCK-CEN 所有。 • 1950 年代末、米国外で最初に建設された PWR プラント。原子炉の出力は 10MW。 • 1962 年に運転を開始し、1987 年に停止した。 	
敷地面積等	• —	
廃止措置のタイプ	• 遅延解体	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> • ステップ 1: 許可と準備 <p>さまざまな機関や周辺住民と協議しながら、原子炉の解体について取り決めを行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> • ステップ 2: 最終シャットダウン <p>解体作業を開始する前に、専門家が現場の地図を作成する。放射能</p>	

¹²⁸ National Nuclear Fund, DECOMMISSIONING OF THE NUCLEAR POWER PLANT A1 , <https://www.njf.sk/en/financial-management/providing-the-financial-resources/decommissioning-of-the-nuclear-power-plants/decommissioning-of-npp-a1/>

¹³³ National Nuclear Fund, DECOMMISSIONING OF THE NUCLEAR POWER PLANT V1, <https://www.njf.sk/en/financial-management/providing-the-financial-resources/decommissioning-of-the-nuclear-power-plants/decommissioning-of-npp-v1/>

	<p>の測定値、建物、設備、敷地の特徴を明らかにする。その後、原子炉容器と各種回路を空にし、核分裂性物質を中間貯蔵施設に移送する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 第3段階:廃止措置と仕分け <p>第3段階は10年から20年かけて行われる。これには、原子炉容器や汚染された回路などの核廃棄物と、非核廃棄物の建物や設備の廃止措置が含まれる。分解後に残る放射性廃棄物の量は、可能な限りすべての放射性成分を分別・除染することで最小限に抑えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 第4段階:グリーンフィールドすべての建物の除染と解体は、解体プロジェクトの最終段階である。解体の専門家は、敷地全体を元の状態に(再)復元し、サイト解放したいと考えている。その後、敷地は再利用できる。 現在、最終段階である原状回復作業に入っている。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> いくつかの建物の再利用オプションが検討され、提案が研究されているが、再利用がされない場合は施設を廃止し、敷地を緑地に戻す予定となっている。 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> 欧州委員会は、実際の条件下での原子炉解体の技術的・経済的実現可能性を示すパイロットプロジェクトとしてBR3を選んだ。 SCK CENは、BR3の廃止措置で培った専門知識を国内外に発信している。SCK CENによると、これらの貴重な洞察は、新しい原子力発電所の設計のための優れた指針にもなっている。 現在、BR3の廃止措置は、ベルギーのドエル原子力発電所とティハンジュ原子力発電所の廃止措置計画の基礎となっている。 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> IAEA, NW-T-2.2¹²⁸ SCK CEN, BR3 - Belgian Reactor 3, An example to the world¹³⁴ 	

(9) グライフスヴァルト原子力発電所(独)

原文名称	Greifswald Nuclear Power Plant (Station)	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH (EWN)社所有 1990年、東西ドイツ統一時に運転を終了するまで原子力発電所として使用されていた。 ロシア型のPWR VVER-440の原子炉ユニットが8基あり、その 	

¹³⁴ SCK CEN, BR3 - Belgian Reactor 3, An example to the world, <https://www.sckcen.be/en/infrastructure/br3-belgian-reactor-3>

	うち、6号機は完成したが、燃料が装填されたものの運転したことがなく、7号機と8号機は建設途中で中止となった。	
敷地面積等	• —	
廃止措置のタイプ	• 遅延解体	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> • 1989/1990年の全運転停止後、直ちに廃止措置の準備が開始された。1994年6月に廃止措置認可が申請され、1年後の1995年6月に認可された。 • 廃止措置作業と並行して、グライフスヴァルトの工場跡地に新たな雇用機会を創出し、従業員や地域住民に新たな雇用の機会を提供することを主な目標とした。この枠組みの下でさまざまな敷地面積と建物構造が、産業再利用のための原子力法の適用を免除された。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> • 5基の原子力発電所が解体される一方で、失業を軽減するため代替産業が選択された。例えば、残りの敷地は、工業港、廃棄物管理施設、発電所、工場など、多くの新しい用途に転用されている。一部の建物は新しい用途に転用された。 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> • 6号機は見学施設となっている。 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> • IAEA, NW-T-2.2¹²⁸ • https://www.ewn-gmbh.de/en/aufgaben/rueckbau/dismantling-of-greifswald-npp • https://www.ewn-gmbh.de/en/information/guided-tour-and-exhibitiongreifswald 	

(10) グンドレミンゲン原子力発電所(独)

原文名称	Gundremmingen Nuclear Power Plant	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> • BWR型の原子力発電所 	
敷地面積等	• —	
廃止措置のタイプ	• 遅延解体	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> • A発電所は1977年に停止し、廃止措置が進められた。 • 2006年、バイエルン州環境省は、A発電所タービン建屋跡にあるグンドレミンゲン技術センターを認可した。ここでは、発電所から撤去されたプラント部品が解体、洗浄され、廃棄の準備が進められている。 • 1984年に稼働を開始したB発電所とC発電所は、2017年と2021年にそれぞれ廃止措置完了 	

サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> 未定 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> IAEA, NW-T-2.2¹²⁸ RWE, Dismantling plant Gundremmingen¹³⁵ 	

(11) CEA フォントネ・オ・ローズセンター研究室(仏)

原文名称	CEA, Fontenay-aux-Roses Centre	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> CEA で最も古い施設で、プルトニウム冶金やプルトニウム燃料の研究、照射済燃料の再処理、ウラン溶液による液体抽出に関する化学工学研究等の施設として使用された核施設 (Nuclear Licensed Facilities : NLF) の建物が、1970 年代から 1980 年代にかけて廃止された。 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> — 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 遅延解体 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> フランスの安全当局 DGSNR (現在の ASN) の同意を得て、CEA-FAR のすべての NLF を包括的に廃止し、非核化することが決定された。 建物が解体され、設備は廃棄又は再利用され、汚染がないことが確認された後はオフィス等に再開発された。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> 現在は放射線影響や遺伝学など、健康に関する研究が行われている。 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> IAEA, NW-T-2.2¹²⁸ CEA Paris-Saclay Center - Fontenay-aux-Roses Site¹³⁶ 	

(12) バルセベック研究炉(スウェーデン)

原文名称	Barsebäck Nuclear Power Plant (Station)	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> 1 号機は 1971 年に建設され 1975 年に商業運転開始、2 号機は 1973 年に建設され 1977 年から商業運転 BWR 型の原子力発電所。各 615MW 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> — 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 遅延解体 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 政治的決定の後、1 号機は 1999 年、2 号機は 2005 年に永久閉鎖された。 	

¹³⁵ RWE, Dismantling plant Gundremmingen, <https://www.rwe.com/en/the-group/countries-and-locations/dismantling-plant-gundremmingen/>

¹³⁶ CEA Paris-Saclay Center - Fontenay-aux-Roses Site, (2023), <https://fontenay-aux-roses.cea.fr/far/Pages/far-in-english.aspx>

	<ul style="list-style-type: none"> 2020年より、現在、解体・撤去中である。使用済核燃料はかなり前に取り出され、その処理システムは現在大規模な解体中である。 使用済核燃料と放射性廃棄物は、これらの施設の建設が完了した時点で、スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社の最終処分場に輸送される。 プラント内の放射性物質と大型部品の解体・撤去は2028年まで続く。 不要になった部品は、場合によっては他の原子力施設や他の産業で再利用される。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> 解体と放射能濃度の分類を経て復元された土地が、産業利用に適した状態になることを目標としている。 放射能のチェックだけでなく、燃料やその他の有害物質など、従来の汚染物質が残っていないのかも確認する。 工業用地として指定された土地は、農業や居住用として使用される場合よりも緩やかな要件が適用される。 実施される除染作業のレベルは、今後発表される予定の地域ごとのガイドライン値によって決定される。 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> 放射性廃棄物が最終処分業者であるSKBに引き渡されるまで、発電所内に2つの暫定貯蔵施設が必要となる。そのうちの1つの施設には、原子炉の内部部品や原子炉容器のセグメントから発生した金属廃棄物が保管されている。 放射性廃棄物(解体廃棄物全体の約5%)は、SKBがウプサラ県フォルスマルクに建設する最終処分場に保管される予定。 SKBの施設は、さまざまな段階の許可手続きと建設の最中である。それらが完成するまでは、廃棄物は一時的に国内の原子力施設の隣接地に保管される。 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> IAEA, NW-T-2.2¹²⁸ UNIPER, Barsebäck Kraft – industry history in the making¹³⁷ 	

(13) ルーセンスサイト(スイス)

原文名称	Lucens site	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> スイス発のパイロット原子力発電所であるルーセンス炉が設置されていた。 	

¹³⁷ UNIPER, Barsebäck Kraft – industry history in the making, <https://www.uniper.energy/sweden/power-plants-sweden/barseback>

	<ul style="list-style-type: none"> 地下空洞に建設され、1968年に運転を開始した。1969年に運転中に事故が発生し、3年以内に解体された。 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> — 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 遅延解体 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 地下空洞の主要部分は30年かけて再充填・密閉され、最終的に2003年に認可が解除された。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> 地下空洞の主要部分は30年かけて再充填・密閉され、最終的に2003年に認可が解除された。 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> 圧力管が破裂して電力変動発生し、原子炉が機能不全に陥ったものである。洞窟から放射性ガスが漏れ出し、原子炉は停止せざるを得なくなった。 	
詳細	<ul style="list-style-type: none"> 6.4.2に記載 	

(14) アストラ研究炉(オーストリア)

原文名称	Astra Research Reactor	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> オーストリア・リサーチ・センター社(ARC)にある10MWの研究用原子炉で、1960年から1999年まで運転された。 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> — 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 遅延解体 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 実際の解体作業は2000年1月に開始された。 2006年10月、当局が撤去された建物を正式に受理し、プロジェクトは完了した。プロジェクトは2006年末までに正式に終了した。 クリアランスレベル以下であることを確認後、腐食槽と貯蔵槽、冷却塔の水槽を含む構造物を、少なくとも地上から0.7mの高さまで解体した。その後空洞を適切な材料で再充填し、このエリアを緑地化することが決定された。この作業は2007年末までに完了した。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉格納容器は、不活性キャスクとクリアキャスクの収容に適応され、適切な貯蔵施設の法的要件がクリアされるまでの間、自然起源放射性廃棄物の暫定貯蔵に使用されることになった。 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> IAEA, TRS-444¹⁰⁴ IAEA, NW-T-2.2¹²⁸ 	

(15) ポートホープ転換施設(カナダ)

原文名称	Port Hope Conversion Facility (PHCF)	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> 1932年に鉱石の精製ラジウム加工を行うため設立されたが、1955年に高純度ウラン製品の生産が開始された。 	

	<ul style="list-style-type: none"> ポートホープ転換施設の清掃、近代化、外観改善を行う計画「Cameco Vision 2020」として再開発が行われることとなった。 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> — 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 遅延解体 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 約 20 棟の古い建物や使用されていない建物を廃止・解体し、汚染土壌、建材、保管されている歴史的廃棄物を除去し、新しい代替建物を建設するものである。 工事中も敷地内の工場操業は維持される。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> 現在もウラン転換施設として利用されており、三酸化ウラン(UO₃)を二酸化ウラン(UO₂)または六フッ化ウラン(UF₆)に転換している。 UO₂で CANDU 重水型原子炉用の燃料集合体が製造される。 UF₆は濃縮施設で軽水炉用燃料に加工される。 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> Cameco Vision 2010 に対して、パブリックコメントの募集がされた。 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> IAEA, NW-T-2.2¹²⁸ CAMECO, Port Hope Conversion Facility¹³⁸ Canada, The Proposal by Cameco Corporation for the Redevelopment of its Port Hope Conversion Facility (Vision 2010)¹³⁹ 	

(16) ベネズエラ実験原子炉(ベネズエラ)

原文名称	RV-1	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> ベネズエラ工科大学(IVIC)で、1990年まで実験用原子炉として使用された。 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> — 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> — 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> 2001年、ウゴ・チャベス政権は、「PEGAMMA ガンマ線滅菌プラント」の施設の使用を 210 万ドルの費用で許可する「可逆的」変換計画を承認した。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> ガンマ線照射施設「PEGAMMA」として利用されている。 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉の閉鎖は、ベネズエラ政府に財政的なジレンマをもたらした。解体には約 3500 万ドルかかるとされた。しかし、ベネズエラ政府は、原子炉を廃炉にして遊休状態にし、投資に対する実質的な 	

¹²⁸ CAMECO, Port Hope Conversion Facility, <https://www.camecofuel.com/business/port-hope-conversion-facility>

¹³⁹ Canada, The Proposal by Cameco Corporation for the Redevelopment of its Port Hope Conversion Facility (Vision 2010), (2010), <https://iaac-aeic.gc.ca/050/evaluations/document/52195>

	見返りがない状態の施設及び人員の維持を続けることは、よい選択肢ではないと考えたため閉鎖することとした。	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> IAEA, TRS-444¹⁰⁴ IAEA, NW-T-2.2¹²⁸ MINCYT, Félix Barrios: Pegamma es punta de lanza para garantizar nuestra soberanía¹⁴⁰ 	

(17) 韓国 KRR-1、KRR-2 原子炉(韓国)

原文名称	KRR-1、KRR-2	備考
サイトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> 韓国原子力研究院(KAERI)の研究用原子炉。 敷地と建物の所有権は韓国電力公社(KEPCO)に移転されたが、廃止措置のライセンスは KAERI 	
敷地面積等	<ul style="list-style-type: none"> 敷地の総面積は 48,000m²、建物の床面積は 7,800m²。 	
廃止措置のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 遅延解体 	
サイト解放までの過程	<ul style="list-style-type: none"> KRR-2 の廃止措置は 2005 年末に完了した。KRR-2 の原子炉室は、廃棄物処分施設が利用可能になるまで、廃止措置廃棄物の一時保管に使用された。 KRR-1 の廃止措置は、博物館および原子力文化複合施設としての保存案が決定されるまで中断された。 	
サイト解放後の利用	<ul style="list-style-type: none"> KRR-1 はモニュメントとして残され展示施設となっている。 	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> IAEA, NW-T-2.2¹²⁸ Hahn Pil Soo(2003) Decommissioning of nuclear facilities in Korea¹⁴¹ 	

6.4 サイト解放に関する深堀調査

サイトの再開発と再利用の選択肢は、美術館、博物館、オフィス、学校、原子力施設としての再開発、埋め立て地、廃棄物貯蔵所・処分場、工業団地などのオプションがある。選択肢の検討の際には社会経済的影響(雇用の維持・創出、経済的利益の創出など)、廃止措置の影響(廃止措置作業の範囲、廃棄物発生、規制上の問題など)、環境への影響(緑地保全、汚染の程度)、ステークホルダーへの影響(国民のニーズと要求、規制)などを考慮する必要がある。

原子力施設サイトの再開発と再利用の経験と教訓からは以下のように IAEA TRS-444¹⁰⁴ で述

¹⁴⁰ MINSYT, Félix Barrios: Pegamma es punta de lanza para garantizar nuestra soberanía, <https://mincyt.gob.ve/felix-barrios-pegamma-soberania/>

¹⁴¹ IAEA, Hahn Pil Soo, Decommissioning of nuclear facilities in Korea Topical Session on "Liabilities Identification and Long-Term Management at National Level", (2003), <https://inis.iaea.org/records/m2whh-rta67>

べられている。

再開発・再利用プロジェクトを成功させるためには、地元の利害関係者との効果的なコミュニケーションが不可欠である。一般市民は、残存する汚染による長期的リスクに関して、理解できる懸念を持つであろう。原子力規制当局が主に放射線の影響に重点を置いているのに対して、廃止措置作業と核施設の化学汚染の可能性に関する意思決定プロセスの両方に、放射線学以外の国家機関を関与させることが重要である。ハザードと環境影響に対する統合的なアプローチが推奨され、施設が閉鎖されるかなり前から始めることができる。定期的な公開会議によって、利害関係者は懸念を表明し、質問に答えることができる。放射線防護スタッフ、関係国家機関、一般市民間のコミュニケーションは効果的でなければならない。専門外の利害関係者を混乱させるような専門用語の使用は排除されなければならない。一般市民は、放射線の潜在的リスクについて誤解しやすいが、十分に説明された技術情報が与えられれば、一般的に好意的な反応を示す。

一般市民やその他の利害関係者のニーズも確実に認識されるよう、廃止措置プロセスに参加させなければならない。そうすることで、再開発や再利用計画がより広く受け入れられるようになる。

市民は主要な利害関係者であり、その意見やニーズの影響力を過小評価してはならない。住宅、小売、レジャー、ホテル、教育、文化、ワークショップ、コミュニティ、オフィススペース、倉庫などに対する市民のニーズを認識しなければならない。これらのニーズは、歴史的建造物とブラウンフィールド用地の両方において、潜在的で実行可能な再開発や再利用の選択肢の一例である。歴史的建造物を再利用する場合、再開発や再利用の選択肢は、純粋に遺産主導ではなく、需要主導であるべきである。

歴史的建造物の再開発や再利用は、持続可能な開発を促進することで、町や都市、農村地域の将来にとって重要な役割を果たすことができる。古い建物の再開発は、通常であればこのような不動産の選択に興味を示さないようなテナントを誘致することで、持続可能な開発目標の達成に貢献する。歴史的建造物には、文化的、建築的、あるいは単に歴史的なものなど、町全体の価値を高める資質がある。多くの歴史的建造物は人気のランドマークであり、地域社会はそれらを保存するための再開発や再利用を支持している。

以降では、資源エネルギー庁と協議の上、6.3 で上げた事例から、米国ハンフォードサイト、米国イーストテネシー・テクノロジーパーク、スイス・ルーセンスサイト、英国ハーウェルサイト、英国ウィンブリスサイトについて、ステークホルダーとのコミュニケーションの方法や、雇用創出などについて詳細を調査した。

なお各サイトの関係者等にヒアリングを行い、詳細調査を充実化した。ヒアリングによる情報収集の結果は、「*」で示す。

6.4.1 米 ハンフォードサイト・イーストテネシー・テクノロジーパーク

米国 DOE 管理サイトにおける廃止措置とステークホルダーに関する法令

6.2.1 項に記載の通り、米国では情報公開やステークホルダーに関する法令などがある。本節で詳細調査の対象としたハンフォードおよびオークリッジ・イーストテネシー・テクノロジーパークについては DOE が所掌となる。2 サイトにおけるステークホルダー及び情報公開に関する主な法令は以下のとおりである。

- ◇ 包括的環境対処・補償・責任法 (CERCLA)
- ◇ 連邦資源保全回収法 (Resource Conservation and Recovery Act, RCRA)
- ◇ 連邦諮問委員会法 (Federal Advisory Committee Act: FACA)

FACA はいずれの法令も、一般市民の関与に関して合理的な機会の付与や計画等に関する意見募集の実施、公開の説明会の実施などを規定している。またそれぞれの州の法令等に基づき情報公開やステークホルダーインボルブメントが計画・実施されている。

米国 DOE 管理サイトにおける廃止措置とステークホルダーに関する概要

廃止措置におけるステークホルダーインボルブメントについて、DOE では特に連邦諮問委員会法による Site Specific Advisory Board (SSAB) を設置している。ハンフォードでは Hanford Advisory Board (HAB)、イーストテネシー・テクノロジーパークでは Oak Ridge Site Specific Advisory Board (ORSSAB) が設置されており、それぞれのサイトの状況に応じて、ステークホルダーがメンバーとなり、環境のクリーンアップに関する決定、助言等を行っている。SSAB は地域社会や政府のスタッフで構成され、環境、公衆衛生、市民団体、労働、地方自治体および部族、教育、地元企業、経済、民族、年齢、性別などの人口統計学上の属性を含む、多様な見解を反映することとされている¹⁴²。また SSAB のメンバーの標準任期は 2 年であり、3 期 6 年を超えないことなども SSAB 憲章で規定されている。

i. ハンフォード

サイト概要

米・ワシントン州の東南部オレゴン州沿いに位置しており、ハンフォードサイトの総面積は 1518km² である。国防を目的として原子爆弾が開発されたマンハッタン計画により 1943 年に設置された。1943 年 10 月には B 炉が建設開始されている。住民は、家や土地を政府に買収され、1 か月以内の退去を通知された。

トリニティ実験・第二次世界大戦に使用されたプルトニウムを生産し、その後 1989 年までの間にコロンビア川周辺に 9 基の原子炉が建設された。1989 年にワシントン州生態局・米国エネルギー省 (DOE) ・米国環境保護庁 (EPA) の三者によるハンフォード連邦施設協定および Tri-Party

¹⁴² DOE, Environmental Management Site-Specific Advisory Board, (2024), <https://www.energy.gov/em/articles/em-site-specific-advisory-board-charter>

Agreement(三者間協定)が締結され、クリーンアップが開始された。DOE はハンフォードとそのクリーンアップのすべてに責任を負う主導機関、EPA は連邦規制機関、生態局は州の規制機関として法律と規制が遵守されているかを監視する。

ハンフォードサイトでは現在、地下タンクに保存されている大量の廃棄物処理、地域のクリーンアップ、施設の廃止、地下水のクリーンアップ、廃棄物の管理などが行われている。一部の施設は歴史的遺産として保存されており、訪問者がマンハッタン計画の歴史について学べる場所として公開されている。

土地の汚染状況

各施設の廃棄物等に加えて、ハンフォードサイトでは、核兵器の製造等による放射性物質の漏えいなどにより、汚染が広がっていた。プルトニウムの生産により 5600 万ガロンの放射性廃棄物が 18か所、177 基の地下タンクに保管されているが、タンクの 3分の1からは漏えいが発生している。

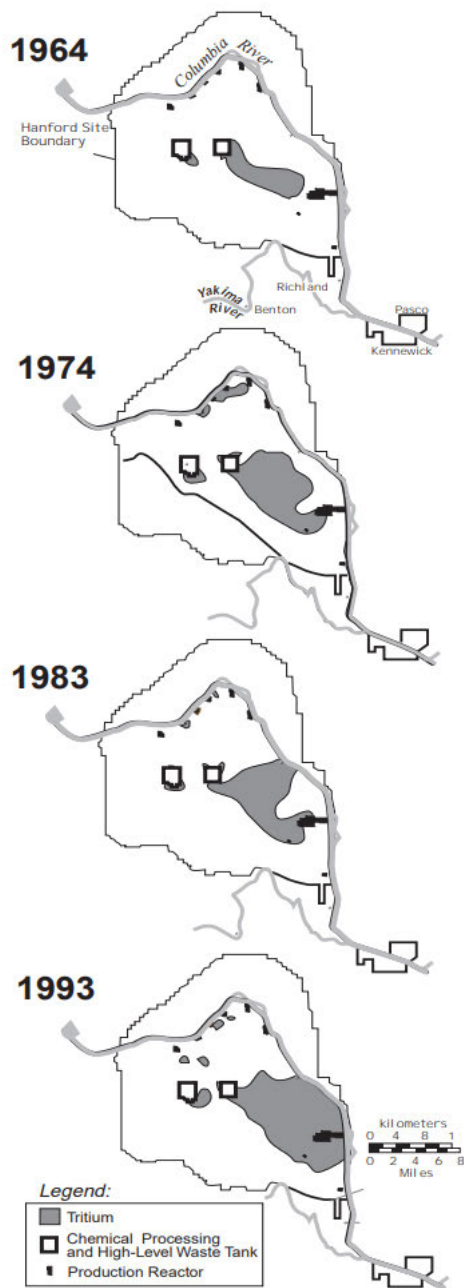


図 6-5 ハンフォードサイトにおけるトリチウムの汚染状況¹⁴³

トリチウムの汚染が進み、特に地図の灰色の部分では安全な飲料水基準を超える濃度のトリチウム濃度が検出される地域。

サイトクリーンアップのスケジュール(予定)

ハンフォードサイト全体のクリーンアップは、リッチランド事業所(DOE-RL)と河川保護局(DOE-ORP)の2つのDOE事務所が、「ワン・ハンフォード」と呼ばれる統合アプローチで管理している。

¹⁴³ DOE, Closing the Circle on the Splitting of the Atom, (1996), https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/03/f8/Closing_the_Circle_Report.pdf



図 6-6 ワン・ハンフォードの構成組織

DOE、ハンフォードミッション統合ソリューション (HMIS)、セントラル・プラトー・クリーンアップカンパニー (CPCCo)、Navarro-ATL、イノメディック・ヘルス・アプリケーション (IHA)、ベクテル・ナショナル、ワシントン川保護ソリューション (WRPS)¹⁴⁴

DOE-RL は、ハンフォードサイトの土地所有者として、コロンビア川沿いおよびハンフォード中央高原のクリーンアップを監督しており、地下水および廃棄物サイトのクリーンアップ、施設の非活性化および廃止措置、固形廃棄物および核物質の管理などを統括している。米国議会は 1998 年、中央高原の地下タンク 177 基に貯蔵されている約 5600 万ガロンの放射性タンク廃棄物の回収、処理、処分を管理する現地事務所として、DOE-ORP を設立した。DOE-ORP はタンク群と関連する 200 エリア施設の安全な運用を担当している。クリーンアップ自体は複数の請負事業者により実施されている。

DOE-RL および ORP の予算は、主に連邦政府が支援しており、近年の予算構成は以下のようにになっている¹⁴⁵。

なお DOE のハンフォード事務所は、地域社会やステークホルダーの関与について、クリーンアップ計画の重要な側面と認識しており、公衆がクリーンアップに関する正確な情報を確実に受け取れるようにするため、また透明性を確保するため、年間 30 億ドルの予算を投じている*。

¹⁴⁴ HANOFRD COMMUNITIES, ハンフォードの概要, <https://hanfordcommunities.org/ja/hanford-overview/>

¹⁴⁵ Hanford Field Office, <https://www.energy.gov/em/hanford-field-office>

表 6-8 2022～2025 年の除染に関する予算額(百万ドル)

組織	2022 年	2023 年	2023 年	2024 年	2025 年
DOE-ORP	1,645	1,604	1,730	1,890	2,001
DOE-RL	1,052	917	1,114	1,146	1,107

クリーンアップのスケジュール、複数の段階に分かれており、概要は以下のようになっている¹⁴⁶。

低レベル廃棄物の処理(ガラス固化)

低レベル廃棄物をガラス化する処理は 2025 年 8 月に開始予定となっている。これには、ガラス片を使用して廃棄物を安全に封じ込める技術が用いられる。

高レベル廃棄物の処理(直接供給方式)

高レベル廃棄物の処理には「直接供給方式」が採用され、専用の施設が設置される。この処理は今後 10 年以内に開始される見込みとなっている。

タンクからの廃棄物除去

現在 177 基あるタンクの廃棄物のうち、22 基のタンクから 2040 年までに廃棄物を除去する計画となっている。特に低レベル放射性廃棄物(Low-Activity Waste, LAW)は固化処理され、オフサイトで処分される予定となっており、タンク容量を 1,000,000 ガロン分増やす新しい多目的貯蔵施設の建設も進行している。

スケジュールの見直しと調整

以下は 2023 年時点の予定であるが、定期的に再評価されることが想定されている。

2024 年以降の計画

1. 廃棄物処理の開始(2025 年)

- 低レベル廃棄物(LAW)施設での廃棄物処理をスタート
- 高レベル廃棄物処理施設(HLW)の設計・建設を進行

2. リスク削減

- 汚染建物の解体(例: 324 ビルディング、K West 原子炉燃料貯蔵池)
- カプセル内の放射性物質を乾式貯蔵に移行(2025 年までに完了予定)

3. 中長期のマイルストーン

- LAW 施設の試験運用完了と運用開始(2025 年)

¹⁴⁶ DOE, Hanford, <https://www.energy.gov/em/articles/hanford-strategic-vision>

- 単一シェルタンクの廃棄物回収完了 (2028 年)
- 高レベル廃棄物施設の建設完了と試験運用開始 (2030～2032 年)

2034 年以降

- 廃棄物処理とタンク閉鎖作業の継続
- 河川回廊地域の除染作業をほぼ完了させる計画
- 中央高原地域の大規模な施設解体と廃棄物サイト修復を実施
- ハンフォードサイトの全体的なクリーンアップ完了は 2078 年から 2091 年の間を予定

また EPA の「包括的環境対応・補償・責任法 (CERCLA)」の対象として、ハンフォード 100、200、300、1100 エリアが国家優先リストに載っていた¹⁴⁷。EPA の HP 上でも CERCLA の対象となっている 4 つのエリアの状況が詳細に公開されている¹⁴⁸。このうち 1100 エリア¹⁴⁹(約 4000m²)については 1992 年にクリーンアップの状況調査とリスク評価が完了し、その後化学物質などの汚染土壌の除去などが行われ、1996 年に国家優先リストから削除された。1100 エリアのいくつかの施設は DOE が所有権を譲渡し、民間施設として利用されている¹⁵⁰。

ハンフォードにおける Public involvement に関する法令等

ハンフォードのクリーンアップに関して、Public involvement が規定される法令等は以下のとおりである。

包括的環境対応・補償・責任法 (CERCLA)

化学物質等すべての有害廃棄物で汚染された土地・環境を修復するための EPA が所管する法令。「包括的環境対応・補償・責任法」が正式名称で、1980 年に制定された。米国の代表的な土壤汚染対策法である。包括的環境対応・補償・責任法 (CERCLA) §117 では修復に関する計画を採用する前に、一般市民の関与に関して合理的な機会を与えねばならないことを規定しており、意見募集の期間は 30 日を規定している。意見募集で提出されたコメントに対しては正式な回答が必要となっている。一方で公開の会議は不要(ただし会議開催の申請可能)となっている。

表 6-9 に包括的環境対応・補償・責任法 (CERCLA) が規定する住民参画に関する主要な要件の概要を示す。

¹⁴⁷ HANFORD COMMUNITIES, ハンフォードにおける EPA の役割: 課題を克服し、成果を祝う, (2024), <https://hanfordcommunities.org/ja/epas-role-in-hanford-overcoming-challenges-and-celebrating-achievements/>

¹⁴⁸ EPA, HANFORD 100-AREA (USDOE) BENTON COUNTY, WA Cleanup Progress, <https://cumulis.epa.gov/supercpad/SiteProfiles/index.cfm?fuseaction=second.schedule&id=1001114>

¹⁴⁹ EPA, HANFORD 1100-AREA (USDOE) BENTON COUNTY, WA Cleanup Activities, <https://cumulis.epa.gov/supercpad/SiteProfiles/index.cfm?fuseaction=second.Cleanup&id=1001118#bkground>

¹⁵⁰ EPA, EPA Superfund Explanation of Significant Differences, (1996), <https://semspub.epa.gov/work/HQ/185842.pdf>

表 6-9 住民参画に関連する包括的環境対処・補償・責任法(CERCLA)の主要な要件

活動	要件
すべての除去・修復活動	機関の広報担当者: 管轄機関は、公開情報と講じた措置について公衆に知らせ、質問に答え、直ちに影響を受ける可能性のある市民、州および地方当局、また必要に応じて、民間防衛組織または緊急管理機関に通知するための広報担当者を任命すること
	行政記録: 管轄機関は、包括的環境対処・補償・責任法(CERCLA)に関連する各決定について行政記録を作成し、その行政記録をサイト内またはサイト近くの場所で一般公開すること
	コミュニティリレーションズ計画: 管轄機関は、コミュニティへのインタビューやその他の関連情報に基づき、管轄機関が実施する予定のコミュニティリレーションズに関する活動を明記した正式な報告書を作成すること <ul style="list-style-type: none"> • OREM の「住民参画計画」はこの要件を満たしている
時間制約のある修復活動	行政記録の通知と公開: サイト内での除去活動の開始から 60 日以内に、主導機関は行政記録を一般公開し、主要な地元の新聞を通じて入手可能となったことを通知すること
	パブリックコメント期間: 管轄機関は、必要に応じて、行政記録が一般閲覧可能になった時点から 30 日以上のパブリックコメント期間を提供すること
	重要なコメントへの回答: 管轄機関は重要なコメントに対して書面による回答を用意すること
時間制約のない修復活動	情報リポジトリ/行政記録の確立と通知: 管轄機関は、「時間制約のある修復活動」で要求されるものと同様の手順に加えて、工学的評価/コスト分析の承認までに情報リポジトリを確立し、行政記録を公開すること
	工学的評価/コスト分析の利用可能性の通知/説明: 管轄機関は、工学的評価/コスト分析の利用可能性の通知と簡潔な説明を、主要な地元の新聞を通じて入手可能となったことを通知すること
	パブリックコメント期間: 工学的評価/コスト分析の完了後、管轄機関は書面および口頭でのコメントが提出できる期間として少なくとも 30 日間を提供し、時宜に適った要求があれば、コメント期間を少なくとも 15 日間延長すること
	対応の要約: 管轄機関は重要なコメントに対して書面による回答を作成し、この対応の要約を情報リポジトリで一般公開すること
修復のための調査開始前の対応	コミュニティインタビュー: 管轄機関は、地元の職員やコミュニティのメンバーと対面で話し合い、懸念を評価し、適切なコミュニティリレーションズ活動を決定すること
	情報リポジトリ: 管轄機関は、第 117 条に従い、開発、受領、公開、または利用可能になった項目を集約するための情報リポジトリを確立すること、かつ、これらの項目を公衆の閲覧およびコピーに利用できるようにし、情報リポジトリの確立を市民に通知すること
修復のための調査開始時	行政記録の通知: 管轄機関は、主要な地元の新聞を通じて行政記録が入手可能となったことを通知すること
実現可能性調査と計画案の完成時	修復のための調査/実行可能性調査および計画案の通知と分析: 管轄機関は、修復のための調査/実行可能性調査および計画案の公開に関する通知を、計画案の簡単な概要と計画案に対するパブリックコメント期間とともに、主要な地元の新聞に掲載すること
	計画案に関するパブリックコメント期間: 管轄機関は、計画案に関する書面および口頭のコメントが提出可能な期間として少なくとも 30 日間を提供し、時宜に適った要求があれば、コメント期間を少なくとも 30 日間延長すること
	公開会議: 管轄機関は、パブリックコメント期間中に、サイト内またはその近くで公開会議を開催する機会を提供すること
	会議の議事録: 会議が開催された場合には、管轄機関は議事録を作成し、一般公開すること
決定記録(RoD)前 の大幅な変更	対応の概要: 管轄機関は、計画案および修復のための調査/実行可能性調査に関して提出された重要なコメント、批判、および新たなデータに対する回答を準備し、この回答文書を決定記録(RoD)に添付すること
	重要な変更に関する説明: 管轄機関は、公衆がその変更を合理的に予測できると判断した場合、重要な変更とその変更の理由に関する説明を ROD に含めること
	計画案の修正とパブリックコメント: 管轄機関が、公衆がその変更を合理的に予測できなかったと判断した場合、重要な変更とその変更の理由に関する説明を含む計画案の修正を発行し、計画案の修正について追加のパブリックコメント募集を実施すること

決定記録(RoD)後	決定記録の公開と通知: 管轄機関は、修復活動の開始前に、サイト内またはその近くで ROD を公衆の閲覧およびコピーに利用できるようにし、また、主要な地元の新新聞を通じて ROD の公開に関する通知と選択した活動の根拠と目的を掲載すること
------------	---

Tri-Party Agreement (三者間協定)

前述の通り、DOE、EPA、ワシントン州生態局が TPA の重要な変更を行うとき意見募集期間が必要となっている。意見募集期間は 45 日で、意見に対して正式な回答が必要となっている。一方で公開の会議は不要(ただし会議開催の申請可能)となっている。

DOE 放射性廃棄物管理指令 (DOE O 435.1, Radioactive Waste Management)

DOE の指令 (Directive) は省内の部門および請負業者に対するポリシーや要件、責任、手順などを確立するための手段を記載している。放射性廃棄物指令は再処理に付随する廃棄物 (WIR) プロセス (評価も含む) に関する要件が書かれている¹⁵¹。DOE のすべての放射性廃棄物について、作業者と公衆の健康と安全、また環境の保護について管理されることを保証する目的で策定された。WIR の評価案については公表され、NRC と協議が行われる。必須ではないが、DOE と NRC は文書や技術的なトピックについて議論する会議やオンライン会議などを一般公開し、確認できるような公開協議プロセスに合意している。また DOE の評価案について意見募集が行われ、一般市民からのコメントなどが考慮され、評価が確定する。意見募集期間については特定されておらず、通常 90～120 日間となっている。意見に対して正式な回答が必要である。

水質浄化法 (The Clean Water Act)

水質浄化法は、1972 年の連邦水質汚染防止法の 1977 年改正であり、米国水域への汚染物質の排出規制の基本構造を定めたものである。EPA は、これらの要件を実施する権限を州に委任することができる。ワシントン州生態局は、200 Area Treated Effluent Disposal Facility (200 区域処理済排水処分施設) および 200 Area Effluent Treatment Facility (200 区域排水処理施設) に対して発行されたワシントン州排水許可を監督している。一般市民の関与要件は、ワシントン州行政規則 173-216-090¹⁵² および 173-216-100¹⁵³ に記載されている。地下水への排水に関する一般市民の関与要件には、最低 30 日間のパブリックコメント提出期間の設定と、関心が高い場合には公聴会の開催が記載されている。

大気浄化法 (The Clean Air Act)

EPA は、主要な大気汚染物質に関する有害大気汚染物質の全国排出基準の規定に対して規制権限を有しており、主要な大気汚染物質には、二酸化硫黄、粒子状物質、一酸化炭素、オゾン、

¹⁵¹ DOE, How DOE Makes Reprocessing Waste Determinations, <https://www.energy.gov/em/how-doe-makes-reprocessing-waste-determinations>

¹⁵² Washington State Legislature, WAC 173-216-090, <https://app.leg.wa.gov/wac/default.aspx?cite=173-216-090>

¹⁵³ Washington State Legislature, WAC 173-216-100, <https://app.leg.wa.gov/wac/default.aspx?cite=173-216-100>

窒素酸化物、および鉛が含まれる。EPA は、ワシントン州生態局に大気浄化法の責任を委任しており、ワシントン州生態局とワシントン州保健局は共同でハンフォードサイトの排気を規制している。

大気規制に関する州の一般市民の関与要件は、ワシントン州行政規則集第 173-401-80¹⁵⁴に記載されており、Air Operating Permit については地元の新聞への通知の掲載、施設固有のメーリングリストへの通知の配信、提案された申請に関する最低 30 日間のパブリックコメント提出期間、および公聴会開催前に 30 日間通知することが記載されている。

国家環境政策法 (National Environmental Policy Act)

国家環境政策法 (NEPA) では、すべての連邦機関が提案された活動の潜在的な環境への影響を考慮することを義務づけている。NEPA の規定は 40 CFR 1500 から 1508 に記載されており、NEPA の実施規定である 10 CFR 1021¹⁵⁵には、一般市民参加に関する要件が含まれている。提案された活動の予備計画段階において、あらゆるステークホルダーとの協議や提案された事業に関心のある組織や団体への通知と協議、文書の公開などが記載されている。

ワシントン州環境政策法 (State Environmental Policy Act)

ワシントン州環境政策法 (SEPA) の目的は、州および地方自治体の政府関係者が意思決定を行う際に、環境価値を考慮することを確実にすることである。行動を起こす (許可を発行するなど) 前に、環境に対して適切な配慮がなされるよう、特定の手順に従う必要があり、提案されたプロジェクトに関連する潜在的な環境への影響の大きさによっては環境影響評価書の提出が必要となる。SEPA の一般市民の参加要件は、ワシントン州行政規則 197-11-510¹⁵⁶に記載されており、ワシントン州は、地元の新聞への掲載、メディアへの連絡、SEPA 登録簿への掲載、その他の方法による追加の一般通知などが記載されている。

連邦資源保全回収法 (Resource Conservation and Recovery Act, RCRA)

ワシントン州の危険廃棄物規制は、連邦資源保全回収法 (RCRA) に基づいている。ハンフォードにおける許認可事項に関して、一般市民の関与の機会が定められており、公開の会議の開催や、会議で出されたコメントへの正式な回答が必要となっている。許認可に関するクラス別に意見募集期間が定められている。

住民参画のための公示が必要となる状況と公示する情報は以下の通り。通常、公示は、新聞の折り込み広告を含む新聞広告、ラジオやテレビ、標識や掲示板などにより配布される。

公示が必要となる状況には、以下が含まれる。

¹⁵⁴ Washington State Legislature, WAC 173-401-800,

<https://app.leg.wa.gov/wac/default.aspx?cite=173-401-800>

¹⁵⁵ CFR, PART 1021—NATIONAL ENVIRONMENTAL POLICY ACT IMPLEMENTING PROCEDURES, <https://www.ecfr.gov/current/title-10/chapter-X/part-1021>

¹⁵⁶ Washington State Legislature, WAC 197-11-510,

<https://app.leg.wa.gov/WAc/default.aspx?cite=197-11-510>

- 規制当局が許可案を発行する場合、異議申し立てを承認する場合、または公聴会を開催する場合
- 許可申請者が申請前の会議を計画する場合
- 施設または規制当局が許可の変更を提案する場合
- 規制当局が情報を集約するリポジトリを要求する場合
- 施設が規制に準拠した試験的な焼却を実施する場合、または閉鎖または閉鎖後の処理を実施する場合

公示する情報には、以下の内容が含まれる。

- 施設の名称と住所
- 施設で実施するプロセスの説明
- 許可当局の担当者の氏名、住所、電話番号
- パブリックコメントの手順と期限を含む、住民参画プロセスの概要
- 州および EPA のすべての技術支援元の連絡先
- 管理記録が保管されている施設の所在地と営業時間
- 施設および許可当局の Web サイトアドレス

さらに、RCRA は、最新のメーリングリストを維持することも義務付けられている。申請者と施設を管轄する機関に加えて、リストには次の人物を含めることができる。

- 隣接する土地所有者
- 公示を受け取るためにメーリングリストへの登録を希望したすべての人
- 対象とする活動に関心を持つ環境団体およびその他の団体
- 活動により水域に影響を受ける可能性がある州

モデル有害物質規制法 (Model Toxics Control Act)

モデル有害物質規制法 (MTCA)¹⁵⁷は、ワシントン州の環境浄化法である。

MTCA の市民参加要件には、最低 30 日間のパブリックコメント期間、市民参加活動の早期計画、サイト固有のリスク評価に関する公通知の内容要件、通知の受領者および通知の公開場所に関する要件が含まれており、市民参加の取り組みに対する資金提供を目的とした市民参加助成金プログラムがある。

¹⁵⁷ DOE, State of Washington, Model Toxics Control Act, <https://ecology.wa.gov/spills-cleanup/contamination-cleanup/rules-directing-our-cleanup-work/model-toxics-control-act>

規制	RCRA*	CERCLA**	三者間契約
規制範囲	有害廃棄物および混合廃棄物（有害廃棄物および放射性廃棄物）の処理を規制	有害廃棄物処理場の浄化を認可・規制	ハンフォード浄化のための指針文書
法的な拘束力	有	有	有
主な規制機関	ワシントン州エコロジー局	米国環境保護庁	DOE、がTPAの変更について交渉
公的関与の機会	ハンフォード許可事項	修復に関する計画および電子証明書/認証局 [△] に関する計画案	TPAの重要な改正にはパブリック・コメント期間が必要
意見募集期間 ^{△△}	60日（クラス2）60+45日（クラス3） ^{***}	30日	45日
公開会議	必要	不要（申請可能）	不要（申請可能）
コメントに対する正式な回答	必要	必要	必要

*資源保全回収法。環境局が米国環境保護庁からワシントン州における連邦有害廃棄物規則の実施を認可されている。同州では、この規則は「危険廃棄物規則」と呼ばれている。
 **包括的環境対処・補償・責任法（スーパーファンド法）。
 ***クラス3の許可証の変更には、2回のコメント期間が必要。最初のコメント期間は、米国エネルギー省（許可証保有者）が許可申請/変更要求に対して実施。2回目のコメント期間は、許可決定について環境局が実施。
 △有害廃棄物/混合廃棄物-有害廃棄物とは、人体や環境に危険または有害となる可能性のある（非放射性）廃棄物を指す。有害廃棄物は、液体、固体、気体、または汚泥である場合がある。放射性物質を含む廃棄物と混ざった有害廃棄物は、混合廃棄物と呼ばれる。有害廃棄物および混合廃棄物は、RCRAの管理下にある。
 △エンジニアリング評価/費用分析-電子証明書/認証局の目的は、「時間的制約のない」除去措置における廃棄物処理場の浄化代替案をまとめ、その代替案の一つを推奨することである。これは、CERCLAの提案する修復措置計画に類似している。
 △△意見募集の期間は、要望に応じて延長される可能性がある。

図 6-7 ハンフォードに適用される Public involvement に関する主な法令のまとめ 158

ハンフォードのステークホルダー

ハンフォードサイトの主なステークホルダーには以下の関係者が挙げられる。

表 6-10 ハンフォードの主なステークホルダー

ステークホルダー	概要	懸念事項など	コミュニケーション方法	その他
周辺住民	サイト周辺の住民	生活への影響、環境汚染、健康影響	広報誌、ウェブサイト、説明会、見学会、ソーシャルメディア	バーチャルツアー
政府機関	DOE、EPA、ワシントン環境省など	除染、廃止措置の進捗、予算、規制遵守、訴訟	三者合意 (TPA) に基づく連携、情報共有・発信	
環境団体	ハンフォードの環境汚染に対する監視提言を行う団体	環境保護、放射性廃棄物の管理、情報公開	意見交換、情報共有	バーチャルツアー
先住民	ハンフォードサイト開発以前に住んでいた先住民	文化伝統の保護、土地の権利、健康影響	協議、文化資源の保護、共同管理	バーチャルツアー
労働者	除染や廃止措置	労働安全衛生、雇	労働組合、健康監視	

158 DOE, Public Involvement Opportunities, <https://www.hanford.gov/page.cfm/Outreach/PublicCommentOpportunities>

	事業に関する労働者	用、職業被ばく	プログラム	
企業等	除染や廃止措置事業に関する企業	労働者の健康、周辺住民の健康	ハンフォード・コミュニティ、TRIDEC	

ステークホルダーとのコミュニケーション

ハンフォードの一般公衆に対するコミュニケーションに関する計画は、2017年に公開されている¹⁵⁹。ステークホルダーに関連する主な組織の活動内容、一般公衆との関係などを以下に紹介する。

(a) TPA

TPA は一般公衆がハンフォードのクリーンアップに関する意思決定に参加する機会を確保する目的でアウトリーチや情報公開を行っている¹⁶⁰。一般公衆に対しタイムリーかつ正確で理解しやすい、入手しやすい情報を提供し、一般公衆の関与を促すこと、透明性のある意思決定を確保すること、意思決定の際には公共の価値を考慮すること、一般公衆への教育などを行っている。また一般公衆が関与と計画の一環として次の事項の達成に努めている。文書の作成時・公聴会の計画時に一般公衆の意見を反映させる、視覚的に魅力で入手しやすく理解しやすい広告・事前通知・その他資料を発行する、会議場所は便利でアクセスしやすく費用対効果が高い場所を確保する、明確かつ簡潔に様々な意見や見解に配慮して伝えることができる講演を準備する、決定者が意思プロセスにおいて考慮できるよう一般公衆の意見を決定者に提供する、該当する場合意見書に対するタイムリーな回答を提供する、一個人や組織のステークホルダーと協力し、一般公衆の情報のニーズを特定する。

ステークホルダーとのコミュニケーションの一環としては、年次アンケートが行われており¹⁶¹、ワシントン州生態局が2023年分のアンケートは2024年1月3日～2月16日まで開催した。英語・スペイン語のアンケートが用意されている。

2022年分のアンケート結果については以下のとおりである。

- 情報へのアクセス: 回答者の大半は、DOE、報道機関、ワシントン州生態局、またはその他の情報源を参照している。情報の入手方法としては電子メールが多く、次いで報道機関への直接的な問い合わせとなっている。
- 一般市民の認識: 公示、DOEからの発表物、出版物、ウェブサイトの明瞭性およびアクセス性について、さまざまな意見を持っている。ソーシャルメディアの投稿はあまり関心を引か

¹⁵⁹ Tri-Party Agreement, Hanford Federal Facility Agreement and Consent Order 2017, Hanford Public Involvement Plan, (2017), https://www.hanford.gov/files.cfm/facagreementand-consent-order_final.pdf

¹⁶⁰ Tri-Party Agreement, Tri-Party Agreement Public Involvement Summary 2022, (2023), https://fortress.wa.gov/ecy/ezshare/NWP/2022_TPA_PI_Survey/TPA_Survey_2022.pdf

¹⁶¹ DOE, State of Washington, Share your thoughts and comments on Hanford Site public involvement!, (2024), <https://ecology.wa.gov/blog/january-2024/share-your-thoughts-and-comments-on-hanford-site-public-involvement>

ないと認識されている。

- 一般市民の影響力:回答者のかなりの割合が、自分たちの意見がハンフォードのクリーンアップに関する決定に影響を与えていないと感じている。
- 公開会議の体験:回答者は発言者が明瞭で会議がうまく進行されていたことに概ね同意した。しかし、多くの回答者はフィードバックを提供せず、オンライン評価にも参加しなかった。
- ステークホルダー集団の特徴:参加者の大半は白人男性で、高学歴で 50 歳以上であった。幅広い層を巻き込むことはできていない。

以上の回答から TPA はいくつかの課題を特定した。

- ウェブサイトのアクセシビリティの向上:ウェブサイトのナビゲーション、コンテンツの明瞭性、検索機能の改善。
- コミュニケーションの改善:平易な言葉を使用し、より多くの背景情報を提供し、資料をスペイン語にも翻訳する。
- 効果的な公聴会の実施:都合の良い日時と場所で会議をスケジュールし、明確なプレゼンテーションを確保し、有意義な公衆参加を促進する。
- アウトリーチの拡大:さまざまなチャンネルを通じて、スペイン語話者コミュニティを含むより幅広い聴衆に働きかける。

(b) ハンフォード・コミュニティ

ハンフォード・コミュニティは、TPA に基づく環境浄化活動を地域社会の視点から支援し、地域住民の声を反映させるために、1994 年に設立された。ハンフォード・コミュニティは、ハンフォード付近の 7 つの機関(リッチランド、リッチランド市ポートオブベントン、ケネウィック市、パスコ市、ウェストリッチランド市、ベントン群、フランクリン群)で構成され、ハンフォード全体の除染を含む環境管理について、さまざまな利害関係者と定期的に協議し、部族と協議を行っている¹⁴⁴。ハンフォード・コミュニティは、住民へ情報提供について、政府機関等との調整を行っている。各メンバー都市の首長や郡の代表者で構成され、ハンフォード・コミュニティの運営方針を決定する行政委員会、地域住民や専門家で構成され、クリーンアップや地域振興に関する助言を行う諮問委員会(HAB)で構成される。環境管理における計画策定過程段階からの関与を通じて、すべての利害関係者は、注目すべきマイルストーンの達成予定日や計画された作業の完了予定日を特定すること、また結果を定量的に評価できる目標を設定することなどが共有される。

ハンフォード・コミュニティの HP¹⁴⁴ では複数言語(英語・中国語・韓国語・ポルトガル語・ボスニア語・日本語など)で情報を発信しており、除染の状況やステークホルダーとの定期的な会議の様子などが公開されている。四半期ごとのニュースレターが発行されており、これも HP 上で公開されている。HP からハンフォードのバーチャルツアーに参加することも可能である。

ハンフォード・コミュニティにおける主な成果と活動は以下のとおりである。

- 地域住民の声を反映した環境浄化計画の策定:地域住民の意見を収集し、環境浄化計画に反映させるための活動を行っている。その結果、地域住民の懸念やニーズが考慮された環境浄化計画が策定され、実行されている。
- 地域経済への影響の軽減:環境浄化に伴う雇用創出や地域産業の振興など、地域経済への影響を軽減するための活動を行っている。その結果、ハンフォードサイトの環境浄化は、地域経済の活性化にも貢献し、周辺地域の約 12,000 人の雇用を支えている。

(c) ハンフォード諮問委員会 (HAB)¹⁶²

ハンフォード諮問委員会 (HAB) は TPA によって設立された。その後連邦諮問委員会法 (FACA) に従い、DOE 環境管理サイト特定諮問委員会 (EM SSAB) によって認可された。委員会は、EM SSAB 憲章、FACA (5 USC App.) およびその実施規則 (41 CFR § 101-6 以降)、諮問委員会管理プログラムに関する DOE マニュアル (DOE M 515.1-1、2007 年 10 月 22 日)、およびハンフォード諮問委員会に関する DOE、EPA、ワシントン州生態局間の MOU の要件に従う必要がある。

HAB はハンフォード・コミュニティの組織の一部で、地域住民、労働者、環境団体などから 31 名 (ヒアリングによる情報では 39 名*)、4 つの委員会 (クリーンアップとリスク軽減に関する委員会、アウトリーチとエンゲージメントに関する委員会、土地利用や廃棄物・安全に関する委員会、タンク廃棄物管理・処理に関する委員会) で構成される。DOE、EPA、ワシントン州生態局に対し、除染・廃止措置事業に関する助言を行うことを目的としており、TPA は HAB の助言を尊重し、可能な限りその意見を反映するよう努めている。HAB はハンフォードサイトの環境除染に関する情報収集を行い分析し¹⁶³、地域住民や関係機関との意見交換を通じて合意形成を図り、また、地域社会の環境浄化への参加促進に関する活動も行っている。HAB は公開形式で定期的に会合を開催しており、透明性を確保している¹⁶⁴。HAB におけるステークホルダーインボルブメントの指針となる文書の一つは「Hanford Public Involvement Plan (2017)」¹⁶⁵である*。本指針については 2025 年に更新の可能性が議論される見込みである*。

HAB の設立については、1991 年の技術評価局 (OTA) の報告書¹⁶⁶において、「複雑な浄化活動に関する公共の懸念について対処し、解決できるステークホルダー全員が納得できる意思決定プロセスが必要」という指摘がなされ、DOE により設立が提案されたとされている¹⁶⁷。DOE は「ハン

¹⁶² DOE, Hanford Advisory Board, <https://www.hanford.gov/page.cfm/hab>

¹⁶³ Hanford Advisory Board Fiscal Year 2023 Work Plan and Calendar, (2022), https://www.hanford.gov/files.cfm/Draft_FY2023_HAB_Work_Plan_v6.pdf

¹⁶⁴ DOE, New Hanford Advisory Board Members Tour Site Facilities, (2024), <https://www.energy.gov/em/articles/new-hanford-advisory-board-members-tour-site-facilities>

¹⁶⁵ Tri-Party Agreement, Hanford Public Involvement Plan, (2017), https://www.hanford.gov/files.cfm/facagreementand-consent-order_final.pdf

¹⁶⁶ Federal Facilities Environmental Restoration Dialog Committee 1999, (1999), <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1009SHZ.PDF?Dockey=P1009SHZ.PDF>

¹⁶⁷ Portland State University, The Hanford Advisory Board: A Case Study in Democracy, Technology echnology, and Repr, and Representation, (2012), https://pdxscholar.library.pdx.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1003&context=phl_fac

フォード将来土地利用作業グループ」を設置し、報告書を 1992 年に提出した¹⁶⁸。この作業グループには後の HAB メンバーが多く参加した。

(d) ハンフォード将来土地利用作業グループ

HAB の前身となるこの作業グループは、1992 年に設立され、労働団体、環境団体、農業団体、経済開発団体、市民団体の代表者で構成された。ハンフォードの将来的な土地利用の可能性の特定、クリーンアップに関する適切なシナリオの選択、クリーンアップ作業などの優先事項や基準についてなどを調査し、審議した。1992 年 11 月中に開催された 8 回の審議は一般公開され、ワシントン州・オレゴン州で開催された。

作業会は将来の土地利用について¹⁶⁸、ハンフォードサイトを 6 つの地域に分け、検討を行った。利用のオプションは、「農業」、「野生動物保護」、「先住民」、「工業」、「廃棄物管理」、「研究所・企業」、「商用リクリエーション」、「リクリエーション」の 8 つが検討された。検討にあたっては、先住民の権利の保護、クリーンアップの不確実性とリスクの考慮、クリーンアップの集中作業化などが考慮された。またコロンビア川の保護、セントラルプラトーでの廃棄物管理、クリーンアップと開発による追加汚染の阻止、将来利用価値の高い地域の整備の重要性、地元の経済発展への貢献、今後の決定における一般市民の関与、の視点で検討が行われた。

¹⁶⁸ Administrative Records, Future for Hanford Uses and Cleanup Final Report of Hanford Future Site Uses Working Group, (1992), <https://pdw.hanford.gov/document/D196123428>

Six Geographic Study Areas Map Hanford Future Site Uses Working Group

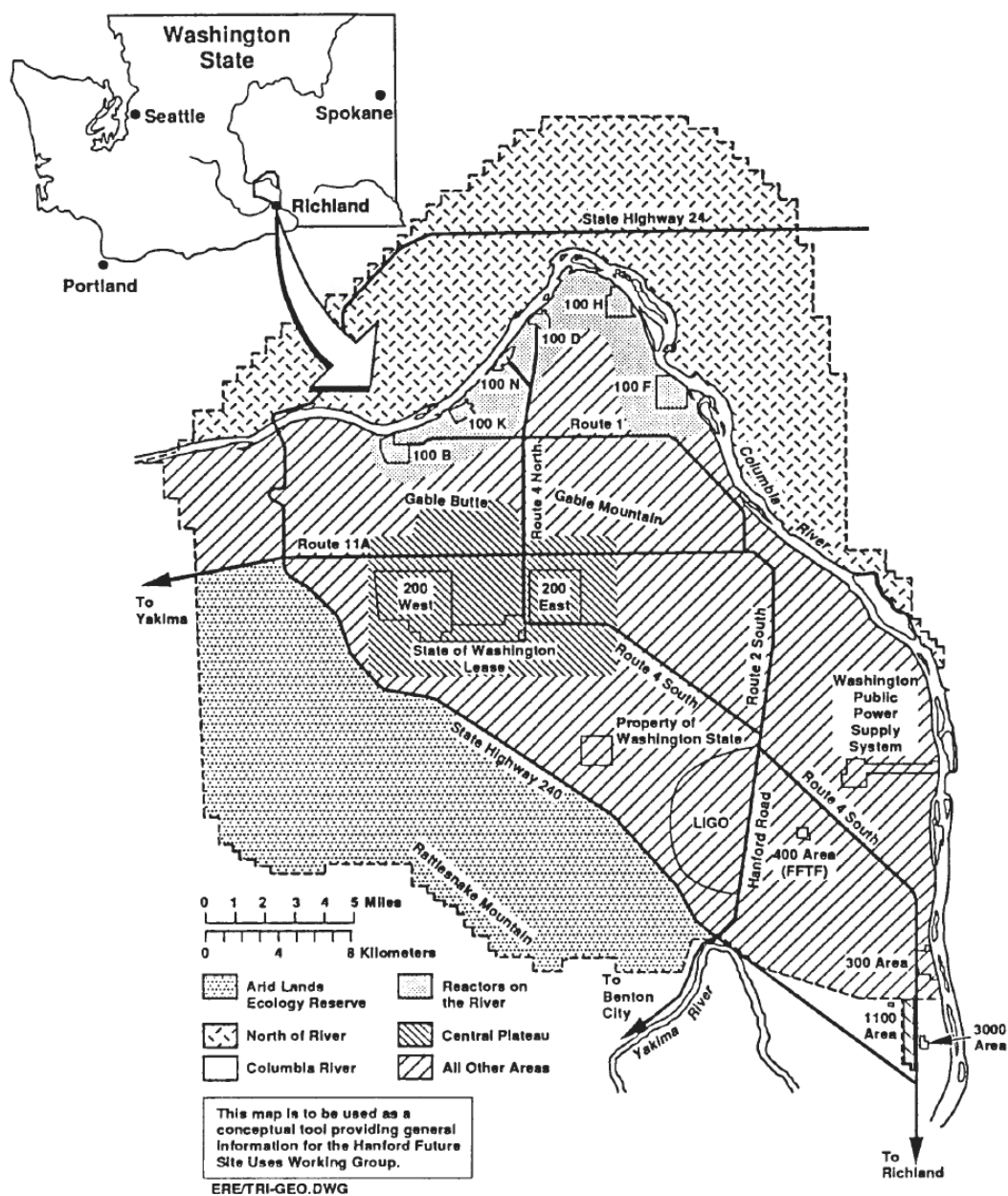


図 6-8 作業会による 6 つの地域区分¹⁶⁸

雇用創出・経済活性

Tri-City Development Council (TRIDEC)¹⁶⁹はハンフォードサイト周辺のベントン群・フランクリン群の経済活性促進に関する組織で、1963年に設立された。地元のビジネス界・民間部門の

¹⁶⁹ TRIDEC: A Catalyst for a Competitive Economy, <https://tridec.org/tridec-services/>

ーダーや雇用創出に取り組む組織の代表者 39 名で構成される¹⁷⁰。ステークホルダーへの積極的な関与と経済開発促進に取り組んでおり¹⁷¹、HAB のメンバーとして地域社会の意見を反映する役割を担っている。

具体的には以下の活動を行っている。

企業誘致: 企業の立地決定に関連する市場データやその他の情報サービス(経済指標、労働力情報、産業および商業用不動産情報、カスタマイズされたビジネス開発データなど)の提供、さまざまな金融、労働力開発、教育、技術支援プログラムと協力して、企業の効率的かつ効果的な立地を支援している。

ビジネス投資の促進: イベント、見本市、ターゲットを絞ったビジネスマーケティング手法など、包括的な広報およびマーケティングキャンペーンを通じて、ベントン郡とフランクリン郡へのビジネス投資と成長を促進する。

地域社会への貢献: 地域住民の生活水準と生活の質の向上を促進するための活動を行っており、地域社会の繁栄を支援する企業や組織を紹介する年次会員名簿を発行している。

TRIDEC にはワン・ハンフォードを構成する、ハンフォードミッション統合ソリューション(HMIS)、ワシントン保護ソリューション(WRPS)、セントラル・プラトー・クリーンアップカンパニー(CPCCo)、ベクテル・ナショナルが参加している。

TRIDEC によればベントン群・フランクリン群の平均世帯収入は 2000 年以降 30.7%増加し、平均世帯収入は 72,733 ドル¹⁷²になっている。

DOE に認定された経済活性促進に関する組織でもあり、ハンフォードの土地譲渡が DOE から行われ、経済活用が検討されている¹⁷³。ハンフォードサイトの南東部に位置する EA-1915 エリア(1641 エーカー)は TRIDEC により 2015 年により譲渡が要求された。その後環境影響評価などを経て、TRIDEC への譲渡が行われた¹⁷⁴。

2024 年 12 月には TRIDEC を構成するベントン群リッチランド市は、経済活性のためこの地域の一部約 425 エーカーを売却し先進的な核燃料に関連するプロジェクトのために使用することを検討していると報道された。

リッチランド市はこのエリアをノース・ホーン・ラピッズ工業団地(ノースウェスト先進クリーンエネルギー・パーク)として開発している。

¹⁷⁰ Promoting Economic Strength and Diversity throughout the Tri-Cities region, <https://tridec.org/about/about-tridec/>

¹⁷¹ クリーン エネルギーと技術革新が経済の多様化の鍵を握る, <https://hanfordcommunities.org/ja/clean-energy-tech-innovation-remain-key-for-economic-diversification/>

¹⁷² Tri-Cities Economy, <https://tridec.org/tri-cities-economy/>

¹⁷³ DOE, EA-1915: Proposed Conveyance of Land at the Hanford Site, Richland, Washington, <https://www.energy.gov/nepa/ea-1915-proposed-conveyance-land-hanford-site-richland-washington>

¹⁷⁴ DOE, Mitigation Action Plan Annual Report Fiscal Year 2016, (2016), <https://www.energy.gov/nepa/articles/ea-1915-2016-annual-report-mitigation-action-plan>

ii. ハンフォード・B 原子炉歴史博物館(105B ビル)

サイト概要

B 原子炉は黒鉛炉で、プルトニウムの生成を目的として 1943 年 10 月から建設が開始され、1944 年には燃料が装填された。1946 年末には一旦停止されたが、冷戦による影響で 1948 年から再稼働、1967 年までプルトニウムの生産を行った。その後米国原子力委員会(NRC)により、1968年に停止された。1969年～2006年にかけて解体や撤去が行われた¹⁷⁵。一方で1976年、アメリカ機械学会により国家歴史機械工学ランドマークに指定され、1992年には国立公園局により国家歴史登録財に登録された。1993年、アメリカ原子力学会は原子炉に原子力歴史ランドマーク賞を授与し、さらに1994年にはアメリカ土木学会が国家土木工学ランドマークに指定した¹⁷⁶。2008年には国立公園局によって、国定歴史建造物に指定された¹⁷⁷。2014年にはハンフォード・オークリッジ・ロスアラモスの施設を含むマンハッタン計画国立歴史公園の中の一部として議会に承認され、2015年にマンハッタン計画国立歴史公園が正式に設立された。

B 原子炉博物館は、B 原子炉を公共の博物館として保存するために結成された、個人やグループによる完全なボランティアである B 原子炉博物館協会(BRMA)¹⁷⁸が設立に協力した。

B 原子炉におけるプロジェクト・ステークホルダーとのコミュニケーション¹⁷⁹

ハンフォードサイトを管理する DOE は 2000 年代に B 原子炉を博物館として一般公開するための計画を策定した¹⁷⁵。計画策定の段階でパブリックコメントを募集し、ステークホルダーから広く意見を収集した¹⁸⁰。この計画には、B 原子炉の保存・修復、展示内容、見学ルート、安全対策などが含まれており、計画は地域住民、歴史家、環境団体などと意見交換を行いながら進められた¹⁸¹。

公開の会議やワークショップを開催し、計画の進捗状況や課題、展示内容や安全対策について意見聴取する場を設けた。広報活動ではウェブサイト、広報誌、ニューズレターなどを通じて計画の進捗状況や関連情報を積極的に公開し、メディアを通じて B 原子炉の歴史的な価値や博物館の意義を広く発信した¹⁸²。

B 原子炉に関する将来土地利用作業グループの報告書

ハンフォード将来土地利用作業グループの報告書は 1992 年に提出され、その時点で B 原子炉は、国家歴史登録財に登録されていた。

¹⁷⁵ DOE, B Reactor, <https://www.hanford.gov/page.cfm/BReactor>

¹⁷⁶ Hanford B-Reactor, https://nonplused.org/panos/b_reactor/index.html

¹⁷⁷ B Reactor, <https://b-reactor.org/b-reactor-3/>

¹⁷⁸ Who We Are, <https://b-reactor.org/who-we-are/>

¹⁷⁹ Prepare Project Support Plans and Documentation -Communication and Stakeholder Involvement Plan Examples, https://www.energy.gov/sites/prod/files/2013/05/f0/PM_PLAN_EXAMPLES_49-50.pdf

¹⁸⁰ Hanford Public Involvement Plan, https://www.hanford.gov/files.cfm/TPA_Draft_Public_Involvement_Plan.pdf

¹⁸¹ IAEA, An Overview of Stakeholder Involvement in Decommissioning, (2009), https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1341_web.pdf

¹⁸² B Reactor, THE MODERATOR, (2010), <https://b-reactor.org/wp-content/uploads/2016/06/mod2010-sprg.pdf>

作業グループは B 原子炉を含むエリアについて、多数の考古学的な遺跡、先住民の埋葬地、伝統的な漁場、食料採集地があり、また絶滅危惧種の動植物が生息している地域とまとめた。将来の利用については以下の 4 つのオプションを提示した。

最終的に 3 のオプションが選択され、現在ではツアー見学が可能になっている。

1 先住民族による利用

すべての原子炉、支持構造物、および河川への排水口が撤去され、その地域が自然の状態に戻ることが想定される。地下水はクリーンアップされ、利用可能となる。このオプションは、漁業、狩猟、家畜の放牧、食料や薬の採取など、ネイティブアメリカンによる伝統的な利用を想定している。また、重要な宗教的・文化的遺跡へのアクセスと保護も提供される。

2 限定されたレクリエーション

一部地域では一般的なレクリエーションや商業活動が中心となり、その他の地域では野生生物や生息地の管理が中心となる。このオプションは、野生生物や生息地の管理が行われる地域における家畜の放牧を除いて、1 つ目のオプションと両立する。

3 B 原子炉を博物館もしくはビジターセンターとして利用

国定歴史建造物に登録されている B 原子炉はそのまま残し、その周辺に博物館/ビジターセンターを建設する。他の原子炉は撤去する。B 原子炉および関連の博物館/ビジターセンター以外の地域は、野生生物、レクリエーション、およびレクリエーション関連の商業活動のために管理される。このオプションは、野生生物や生息地の管理が行われる地域における家畜の放牧を除いて、1 つ目のオプションと両立する。

4 野生生物保護とレクリエーション

大部分の地域は野生生物と生息地のために管理されるが、その他の地域では、ボート遊び、スポーツフィッシング、ハイキング、バードウォッチング、野生生物観察などの環境への影響が少ないレクリエーション活動が可能となる。このオプションは、野生生物や生息地の管理が行われる地域における家畜の放牧を除いて、1 つ目のオプションと両立する。

OPTION 3: B Reactor as Museum/Visitor Center

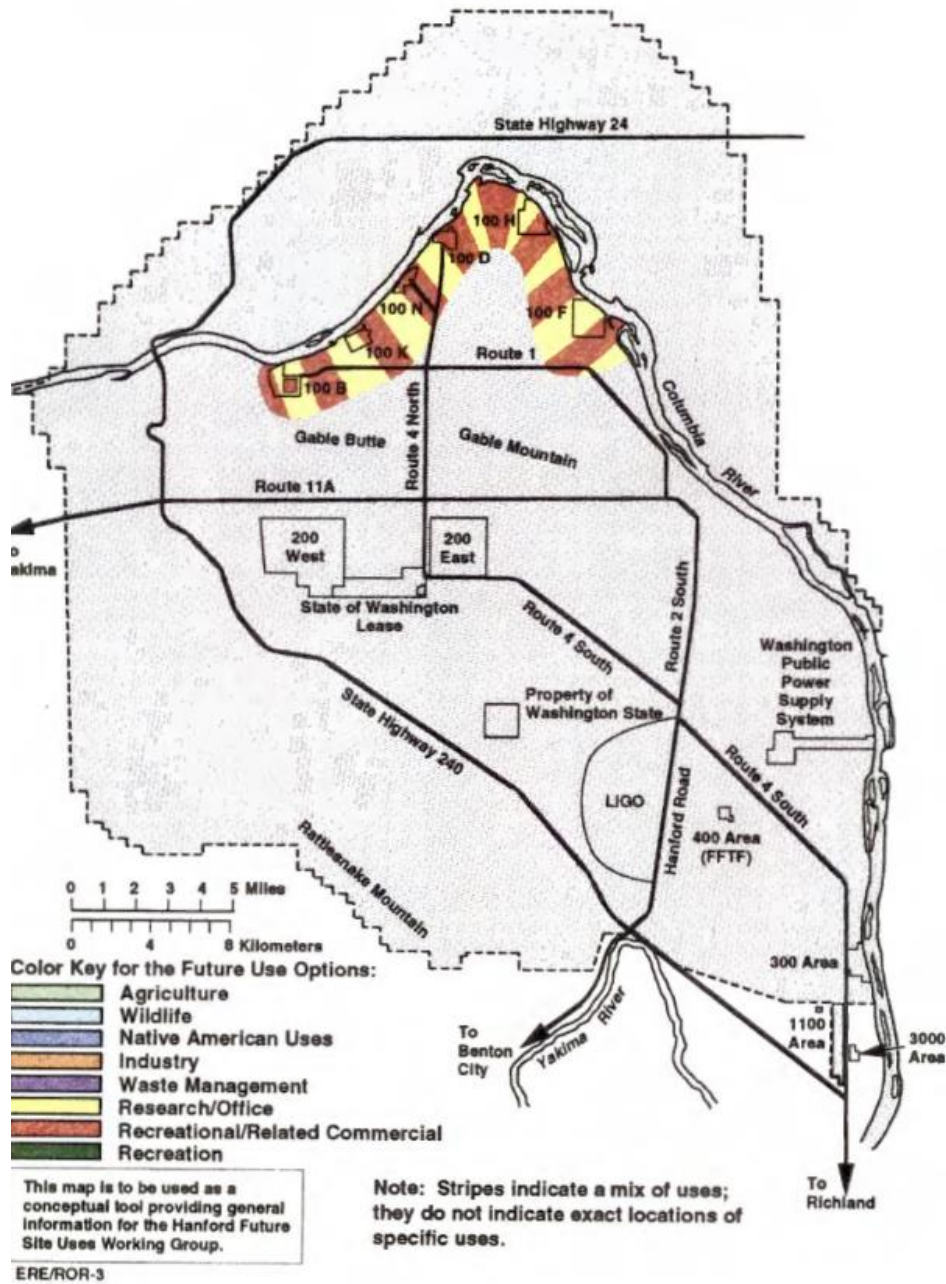


図 6-9 B 原子炉周辺エリアの将来土地利用計画 オプション 3 のイメージ

B 原子炉見学ツアー¹⁸³

ハンフォードのエリア 100B に位置する、B 原子炉は DOE および国立公園局によって無料公開ツアーを提供している。ツアーの日程は予め 3 月末～10 月末まで日程が決められており、12 歳以

¹⁸³ B Reactor Tours, <https://manhattanprojectreactor.hanford.gov/index.cfm>

上・国籍問わず参加が可能である。カメラ・携帯電話による録画も許可されているが、飲食についてはバスのみ(B 炉内では水のみ)が許可されている。ビジターセンターがエリア 300 付近に設置されており、4 時間のツアーとなっている。ツアーはバーチャルツアー¹⁸⁴が可能で、このほか様々な情報が動画で提供¹⁸⁵されている。

2024 年にはバーチャルを含めて 430 回のツアーが開催され、14000 人以上が訪問した*。なお、のうち未成年の訪問者数は 1600 人以上で、学校などのツアーは 12 件開催された*。

¹⁸⁴ Hanford B-Reactor, https://nonplused.org/panos/b_reactor/

¹⁸⁵ AHF, Ranger in your Pocket, <https://ahf.nuclearmuseum.org/ranger/>

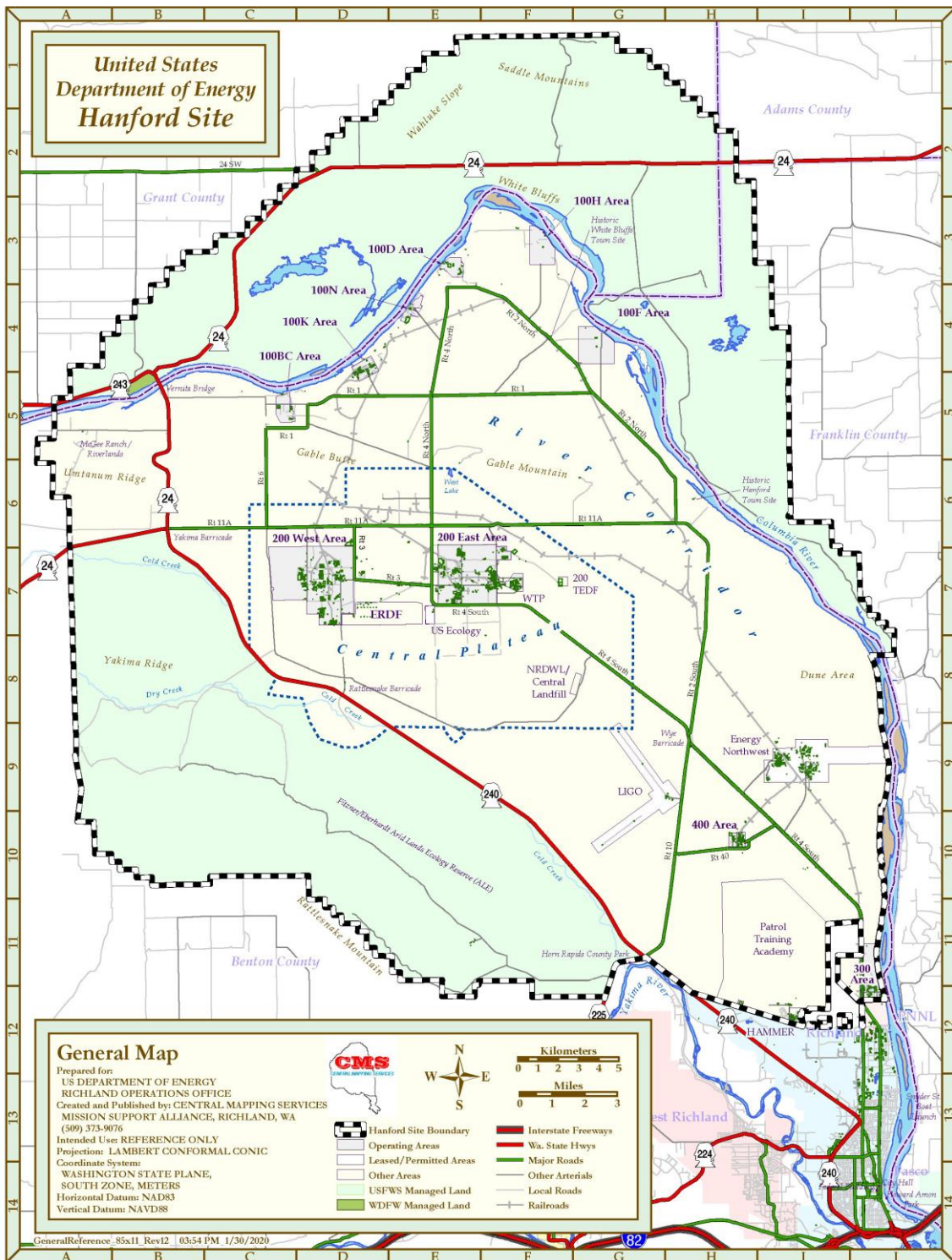


図 6-10 ハンフォードの全体地図 186

EPA の CERCLA の対象 100 エリア (100F,H,D,N,K,BC) がサイトの北部コロンビア川沿いにあ

186 Hanford, ハンフォードの全体地図, https://www.hanford.gov/files.cfm/Hanford_Site_Map_85x11.pdf

り、200 エリアが中央部分、300 エリアが南東部分にある。1100 エリアは 300 エリアのさらに南部に位置していた。

iii. イーストテネシー

サイト概要

イーストテネシー・テクノロジーパーク(East Tennessee Technology Park:ETTP)は、米国テネシー州オークリッジに位置し、Oak Ridge National Laboratory (ORNL) および Y-12 National Security Complex (Y-12)と共に Oak Ridge Reserve (ORR)として米国エネルギー省(DOE)が管理している(図 6-11 図)。

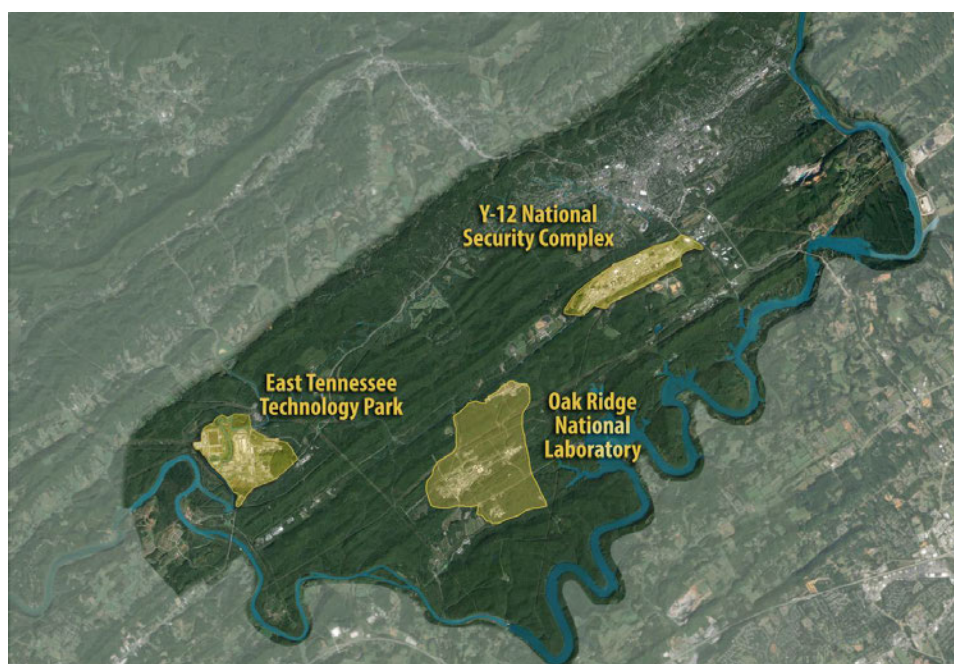


図 6-11 Oak Ridge Reservation の全景¹⁸⁷

現在 ORR として知られる地域は、第二次世界大戦中、原爆開発のためのマンハッタン計画の拠点のひとつとして開発された。Clinch 川からの豊富な水、近隣の都市である Knoxville からの優れた労働力、鉄道へのアクセス、テネシー川流域開発公社(Tennessee Valley Authority: TVA)からの電力供給が重要な資産と見なされ、原子爆弾開発用地として選ばれた¹⁸⁸。さらに、北東から南西に平行する谷は、地域を分離し、大惨事から保護するのに都合が良いと考えられた。連邦政府の土地収用権による土地の買収は、3,000 人以上の個人が影響を受けた。その多くは、

¹⁸⁷ DOE, Oak Ridge Office of Environmental Management Services Site Cleanup, Site-Cleanup, <https://www.energy.gov/orem/site-cleanup>

¹⁸⁸ OREM, Oak Ridge Reservation Annual Site Environmental Report (ASER) 2023, Chapter 1, (2023), <https://doeic.science.energy.gov/aser/aser2023/REPORT%20FULL%202023%20ASER%20FINAL.pdf>

何世代にもわたり家や農場を所有していた家族であり、連邦政府はこれらの家族に補償金を支払ったが、家や作物を放棄せざるを得なかった多くの地主にとって、急な立ち退きの要請は困難であった。また、多くの不動産所有者が自宅や土地の価値に対して支払われる金額が低すぎると感じており、後に多くの人が当初提示された土地評価額に対する異議申し立てに成功している¹⁸⁸。

ORR の 3 つの主要施設は、プルトニウム製造研究施設であった「X-10」を中心とする Oak Ridge National Laboratory (ORNL)、ウラン濃縮工場「Y-12」を中心とする Y-12 National Security Complex、そして、ウラン濃縮工場「K-25」を中心とする ETTP である。ORR 全体の面積は約 32,000 エーカーであり、ETTP の面積は約 2,200 エーカーである。

K-25 は、ガス拡散法による大規模なウラン濃縮工場であり、敷地面積は 1,500 エーカー (6.07 km²) であった。K-25 は、1945～1985 年まで商業用原子力産業向けに濃縮ウランを生産し、1987 年に閉鎖した¹⁸⁹。ETTP には、K-25 の他にも4つのウラン濃縮工場 (K-27、K-29、K-31、K-33) があり、500 を超える周辺施設の建物が存在していた¹⁹⁰。

1989 年、Oak Ridge Reserve (ORR) は、EPA の国家優先リスト (National Priorities List: NPL) に掲載された¹⁹¹。このリストには、国内で最もクリーンアップが必要な廃棄物処理場 (スーパーファンドサイト) がリストされており、包括的環境対処・補償・責任法 (CERCLA) が規定するプロセスの対象となった。同年 DOE は Oak Ridge Office of Environmental Management (OREM) を設立し、OREM 主導の元、包括的環境対処・補償・責任法 (CERCLA) に基づくクリーンアップを開始した。

ORR のクリーンアップと並行して、再産業化が 1996 年に開始し、1997 年には K-25 サイトがその周辺も含めた「イーストテネシー・テクノロジーパーク (ETTP)」に改称されている。また、ETTP には、有害物質規制法 (TSCA) 焼却炉があった。これは、放射能汚染されたポリ塩化ビフェニル (PCB) 廃棄物の処理が認められている米国唯一の焼却炉であった¹⁹²。1991 年～2009 年まで稼働し、2018 年に解体された¹⁹²。

ETTP における作業は、環境の修復、施設の汚染除去と解体 (D&D)、およびレガシー廃棄物の管理に重点を置いていた¹⁸⁹。OREM は、1998 年～2011 年 8 月まで Bechtel Jacobs Company 社に環境浄化作業を委託し、2011 年からは URS/CH2M Oak Ridge 社が、2021 年からは United Cleanup Oak Ridge (UCOR) 社 (AECOM が主導する Jacobs 社とのパートナーシップ) が請け負っている¹⁸⁹。ETTP の施設と土地の管理は、非営利の東テネシー州コミュニティ再利用組織 (CROET) が中心となって実施した。ただし、ETTP 内のほとんどの移譲が完了した

¹⁸⁹ DOE, Oak Ridge Environmental Management Program, Fact Sheet: East Tennessee Technology Park, (2019), https://www.energy.gov/sites/prod/files/2019/01/f58/ETTP%20fact%20sheet_0.pdf

¹⁹⁰ OREM, Cleanup Progress report 2024, (2024), <https://www.energy.gov/sites/default/files/2024-12/Cleanup%20Progress%202024.pdf>

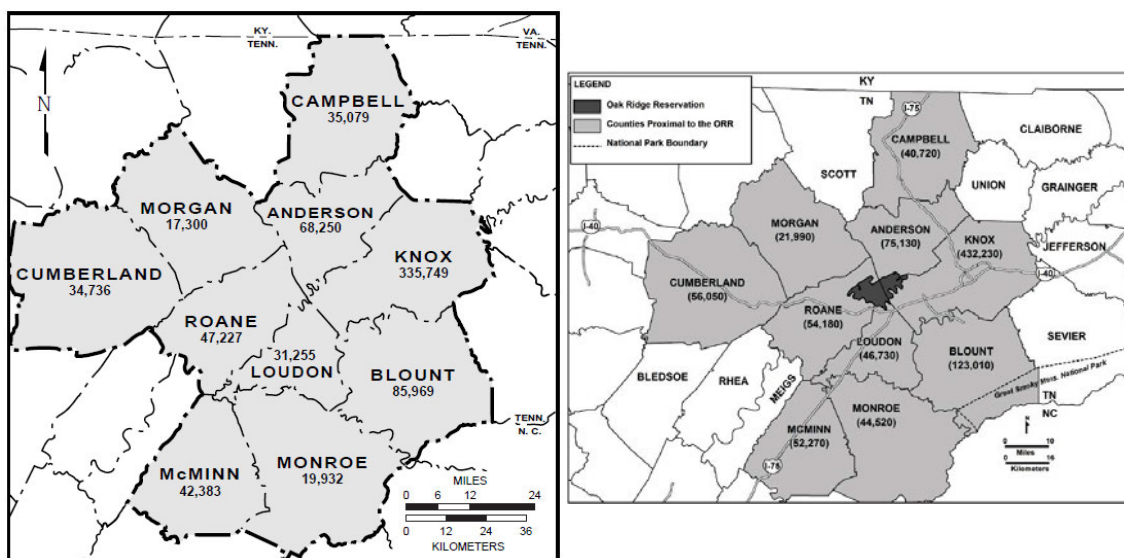
¹⁹¹ OREM, Oak Ridge Reservation Annual Site Environmental Report (ASER) 1998, (1998), <https://doeic.science.energy.gov/aser/aser98/aser.htm>

¹⁹² DOE, Office of Environmental Management, EM Update, Vol. 10, Issue 36, (2018), <https://content.govdelivery.com/accounts/USDOEOEM/bulletins/20b92e8>

め、CROET は 2025 年に閉鎖予定となっている¹⁹³。

人口変動

DOE は、1995 年から毎年公表している ORR のサイト環境年次報告書 (Annual Site Environmental Report:ASER)において、ORR 周辺の 10 郡における人口と ORR 就労割合 (2019 年からは就労人数)を公表している。周辺 10 郡の人口は増加傾向にあり、過去 28 年間で約 50%増加している(図 6-12、表 6-11)。



1995年

2010年

図 6-12 周辺 10 郡の人口分布(1995 年と 2010 年)

¹⁹³ OAKRIDGER, “Why is CROET closing? Mission accomplished, two-time chairman Bradshaw says”, (2023), <https://www.oakridger.com/story/news/local/2023/11/15/why-is-croet-closing-mission-accomplished-two-time-chairman-says/71590556007/>

表 6-11 周辺 10 郡の人口と ORR 就労割合 (2019 年からは就労人数)

年	周辺 10 郡人口	ORR 就労割合	年	周辺 10 郡人口	ORR 就労割合 (2019 年～人数)
1995	717,880	5%	2010	946,830	>2%
1996	N/A	N/A	2011	946,830	>2%
1997	798,925	5%	2012	961,095	>2%
1998	798,925	5%	2013	961,000	>2%
1999	810,755	3.7%	2014	962,000	2%
2000	805,491	3.7%	2015	1,096,961	2%
2001	855,400	3.7%	2016	1,096,961	2%
2002	855,400	3.7%	2017	1,180,996	3%
2003	862,424	4%	2018	999,791	3%
2004	884,970	4%	2019	1,009,993	35,000 人
2005	884,960	4%	2020	1,041,112	34,000 人
2006	895,890	4%	2021	1,036,279	43,000 人
2007	911,080	1.5%	2022	1,053,497	43,000 人
2008	927,200	1.5%	2023	1,069,874	43,000 人
2009	927,200	1.5%			

クリーンアップのスケジュール・サイト解放までのスケジュール

1989 年、ETTP を含む Oak Ridge Reserve (ORR) は、EPA の国家優先リスト (National Priorities List: NPL) に掲載され、DOE の OREM 主導のもと、クリーンアップが開始した。ORR のクリーンアップと並行して、再産業化も 1996 年に開始している。ETTP の最終的な目標は、建物を良好な状態に保ち、構造上の問題や過度の汚染がある建物を取り壊し、民間の工業団地に移行することであった。

前述の通り、ETTP の再産業化に必要となる施設と土地の管理は CROET が中心となって実施した。CROET は 1995 年に設立され、理事会は、対象サービスエリア内の 16 の政府管轄区域、地域の経済開発組織、労働組合、環境団体、さまざまなビジネス専門分野から成る約 40 人の代表者で構成されている。CROET は、DOE から安価に施設をリースし、民間企業に転貸する仕組みとなっている。

2001 年には、DOE は全米の施設のクリーンアップを加速するため、作業の焦点を最も汚染されたリスクの高い施設から対処するよう環境管理プログラムを変更するクリーンアップ加速プログラム (Accelerated Cleanup Program) を立ち上げ、ETTP もその対象となった。主要なマイルストーンとして、2020 年にはすべての解体が完了し、2024 年にはすべての土壌修復が完了している (図 6-13、図 6-14)。残るクリーンアップ活動は地下水修復が中心となっている。また、ETTP 内のほとんどの移譲が完了したため、CROET は 2025 年に閉鎖予定となっている¹⁹³。表 6-12 に ETTP における主要なクリーンアップ活動を年表形式で示す。



図 6-13 ETTP で解体された建物 188



図 6-14 ETTP の状態:クリーンアップ前(上)と2024年(下)190

表 6-12 ETTP における主要なクリーンアップ活動^{190, 194}

年	活動
1980	<ul style="list-style-type: none"> 包括的環境対処・補償・責任法(CERCLA)が成立、様々な連邦当局に有害物質の放出の可能性に対処することを規定
1985	<ul style="list-style-type: none"> K-25 ガス濃縮工場の生産停止
1987	<ul style="list-style-type: none"> K-25 ガス濃縮工場の全面的に閉鎖
1989	<ul style="list-style-type: none"> DOE は ORR を含む米国全土の DOE 施設における有害物質のクリーンアップを監督するために Office of Environmental Management (EM) を設立 ORR が国家優先リスト(NPL)に掲載され、包括的環境対処・補償・責任法(CERCLA)の規定に基づきクリーンアップする対象に指定された
1991	<ul style="list-style-type: none"> 有害物質規制法(TSCA)焼却炉が K-25 サイトで稼働開始
1992	<ul style="list-style-type: none"> Oak Ridge Reservation Federal Facility Agreement 制定(ORR のクリーンアップにおける DOE、EPA、テネシー州環境保全局の 3 者が協力・参加することを促進するために締結された協力協定)
1995	<ul style="list-style-type: none"> DOE は、連邦諮問委員会法に基づきオークリッジサイト特定地域諮問委員会(Oak Ridge Site Specific Advisory Board: ORSSAB)を設立(ORSSAB は連邦政府が任命した市民委員会で、DOE の環境管理プログラムに助言や勧告を提供する)
1996	<ul style="list-style-type: none"> ORR の再産業化プログラムが開始 CROET と民間企業の間で、K-25 サイトで最初のリース契約締結
1997	<ul style="list-style-type: none"> ORR の最終用途に関する推奨事項を作成するために多様なステークホルダーを含む最終用途ワーキンググループを結成する公開会議を ORSSAB が主催
1998	<ul style="list-style-type: none"> ORR クリーンアップの主要な除染請負業者として Bechtel Jacobs Company 社が契約 以下の2つのレポート発行 <ul style="list-style-type: none"> ORR の最終用途ワーキンググループの最終報告書 ORR 管理に関するステークホルダーレポート
1999	<ul style="list-style-type: none"> ORR の長期管理に関連する問題に対処するため、ORSSAB は管理作業グループを結成 <ul style="list-style-type: none"> 同グループは「ORR 管理に関するステークホルダーレポート Vol.2」を作成 ORSSAB が全国のクリーンアップサイト別の諮問委員会会議を主催
2001	<ul style="list-style-type: none"> ORR のクリーンアップ作業で発生した汚染廃棄物を処理する敷地内の包括的環境対処・補償・責任法(CERCLA)廃棄物処理施設である環境管理廃棄物管理施設(EMWMF)の建設開始(2002 年に廃棄物の受け入れ開始)
2002	<ul style="list-style-type: none"> DOE EM 情報リソースセンターと DOE 公開閲覧室のサービスを統合する「DOE 情報センター(DOE Information Center)」がオープン
2003	<ul style="list-style-type: none"> Accelerated Cleanup Program の実施事業者として Bechtel Jacobs Company 社を選定 K-1070-A(埋立地)の掘削完了 ETTP の Zone 1 の土壌クリーンアップに関する決定記録(RoD[*])が発行 ※RoD: 環境修復のための最終的な対策を示す文書
2004	<ul style="list-style-type: none"> 6,000 本以上の劣化した六フッ化ウランのシリンダー処分のため、ETTP からオハイオ州ポーツマスへの出荷開始 スクラップ廃棄物除去プロジェクトで約 47,000 トンのスクラップ金属の除去作業開始
2005	<ul style="list-style-type: none"> かつての採石場であり、その後はゴミやがれきの処分に使用された Blair Quarry の修復完了 K-1002(旧カフェテリア)や K-1003(医療施設)などの多数の建物の解体完了 廃棄物を ETTP から EMWMF へ直接の運搬するための専用道路の建設開始 ETTP の Zone 2 のクリーンアップに関する決定記録(RoD)が発行 オフィスビル 4 棟(合計 200,000 平方フィート)を CROET に譲渡
2006	<ul style="list-style-type: none"> K-29(ウラン濃縮工場)の建物の解体完了 実験室および主要プラントエリアにあるいくつかの施設の解体完了 劣化した六フッ化ウランの 6,000 本のシリンダーの敷地外への輸送完了 2 件のオフィスビル(K-1036、K-1400: 合計 93,000 平方フィート)を CROET に移管
2007	<ul style="list-style-type: none"> K-1401(旧メンテナンス施設)の建物(500,000 平方フィート)の解体完了

¹⁹⁴ OREM, History of the Oak Ridge EM Program, (2024), <https://www.energy.gov/orem/articles/orem-accomplishments-timeline>

	<ul style="list-style-type: none"> • K-1320(オフィスビル)の建物の解体完了 • K-1501(蒸気プラント施設)の建物の解体完了
2008	<ul style="list-style-type: none"> • ETTP 内の消防署をオークリッジ市に移管 • K-1401(旧メンテナンス施設)の建物の解体完了 • K-25 西側の建物の解体開始
2009	<ul style="list-style-type: none"> • 2009年アメリカ復興・再投資法(Recovery Act)に基づき ORR のクリーンアッププロジェクトへ7億5,500万ドルの資金提供 • 3,500万ポンドの廃棄物を処理した TSCA 焼却炉の18年間の運用が終了・閉鎖 • K-1035の建物(48,000平方フィート)の解体完了 • 汚染された3か所の貯水池の地形修正と修復作業の開始 • CROET が民間テナント候補向けに2件の建物の建設開始
2010	<ul style="list-style-type: none"> • K-25の西側の建物の解体完了 • 解体準備のためにK-33の建物のタイライン分離完了 • ETTP のさまざまな道路をオークリッジ市に移管、名称変更
2011	<ul style="list-style-type: none"> • K-25の東側の建物の解体開始 • ORR のクリーンアップの主要請負業者が Bechtel Jacobs Company 社に代わり、URS CH2M Oak Ridge (UCOR) 社となった • 再産業化プログラムのために CROET に282エーカーをリース • K-33の建物の解体完了
2012	<ul style="list-style-type: none"> • K-25の東側の建物の解体完了(テクネチウム-99に汚染された南端の一部を除く) • K-25の北端の建物の解体開始
2013	<ul style="list-style-type: none"> • K-25の北端の建物の解体完了 • Vis Solis 社が CROET の敷地内に2番目の太陽光発電所を建設 • K-27の建物から最もリスクの高い部品である6つのNaFトラップの除去完了
2014	<ul style="list-style-type: none"> • K-25の建物の解体完了 • K-31の建物の解体開始
2015	<ul style="list-style-type: none"> • Restoration Services 社と Vis Solis 社の提携により ETTP に1メガワットの太陽光発電所がオープン • K-31の建物の解体完了
2016	<ul style="list-style-type: none"> • K-27の建物の解体完了
2017	<ul style="list-style-type: none"> • K-731、K-732、K-832、K-832-H、K-1203の建物の解体完了
2018	<ul style="list-style-type: none"> • 中央中和処理施設の解体完了 • TSCA 焼却炉の解体完了 • K-633(テストループ施設)の解体完了
2019	<ul style="list-style-type: none"> • K-1037の建物の解体完了 • K-29の建物のスラブを撤去 • Poplar Creek エリア最後の2つの建物の解体が進行 • K-25 History Center の建設開始
2020	<ul style="list-style-type: none"> • K-1200(遠心分離機コンプレックス)の解体完了 • K-1600の解体完了 • ETTP の解体がすべて完了、旧ウラン濃縮コンプレックスを撤去した世界初の施設となった • K-25 History Center をオープン
2022	<ul style="list-style-type: none"> • United Cleanup Oak Ridge (UCOR)に10年間の ORR クリーンアップ契約(83億ドル)
2023	<ul style="list-style-type: none"> • ETTP の376エーカー(旧発電所エリア)を譲渡 • K-25 展望台(K-25 Viewing Platform)の建設開始
2024	<ul style="list-style-type: none"> • UCOR が土壌除染作業を完了し、地下水浄化に関する最初の2つの決定記録(RoD)が承認
2025～	<ul style="list-style-type: none"> • K-25 展望台をオープン予定(2025年) • 地下水修復の継続

OREM は2020年に「K-25 History Center」を建設、オープンした。このセンターでは、K-25 サイトの歴史を伝える多くの展示物や初期労働者による約1,000件の口述記録が残されている。また、訪問者が施設の規模と範囲を知ることができる展望台「K-25 Viewing Platform」の建設も進

行中であり、2025 年オープン予定である。

OREM は、ETTP の経済開発のために 1,700 エーカー以上を譲渡完了している(2024 年度中の譲渡は 470 エーカー)¹⁹⁵。譲渡面積の推移を図 6-15 に示す。

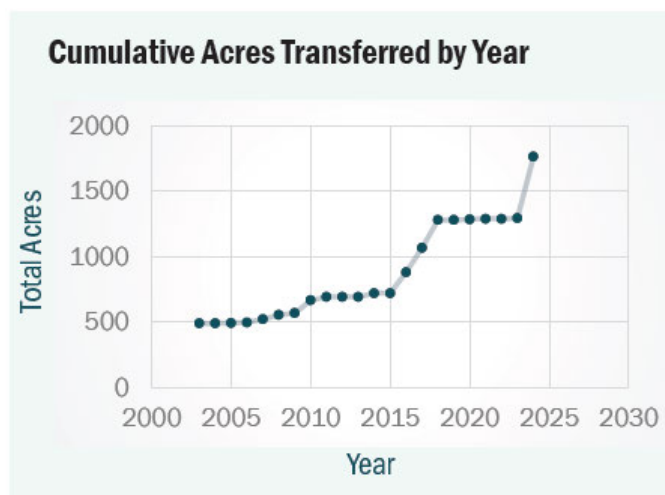


図 6-15 ETTP において 2024 年までに譲渡された面積¹⁹⁰

ETTP における再産業化の状況を示すマップを図 6-16、図 6-17 に示す。なお、Heritage Center と呼ばれる区画は ETTP 内に含まれ、Horizon Center と呼ばれる区画は ETTP に隣接している。

¹⁹⁵ OREM, Reindustrialization Progress, (2024) , https://ucor.com/wp-content/uploads/2024/08/Reindustrialization-Progress_2024.pdf

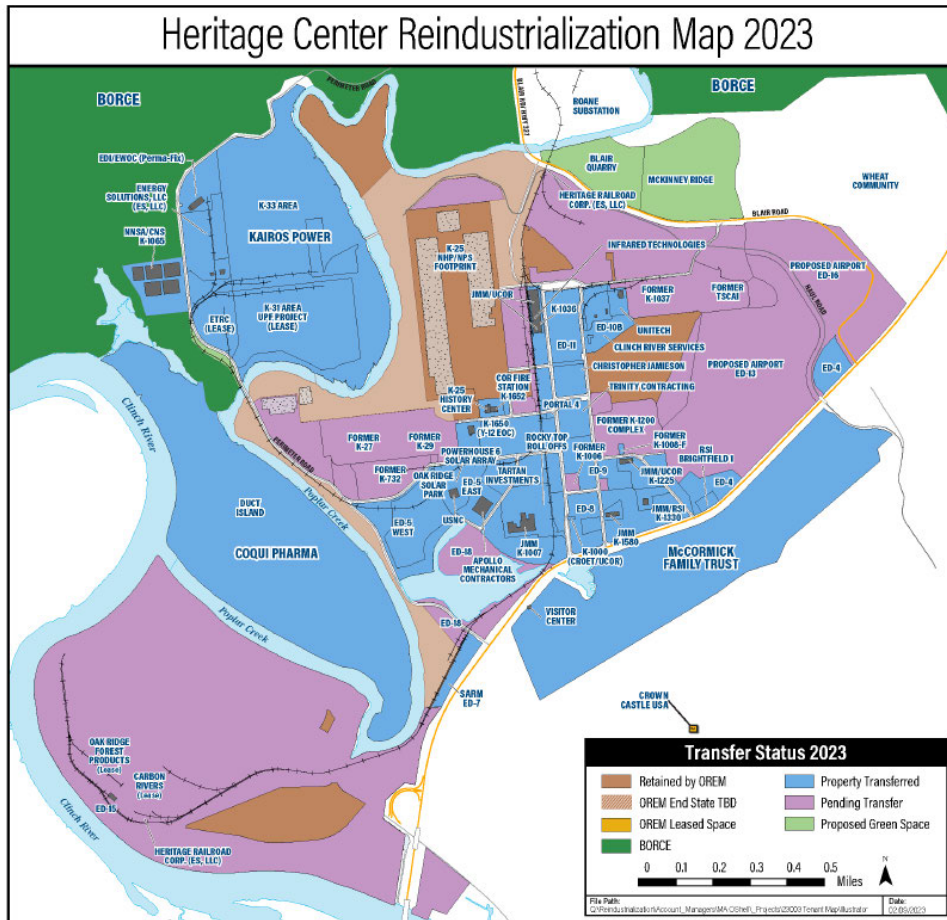


図 6-16 ETPP の再産業化の状況 (2023 年時点) 188

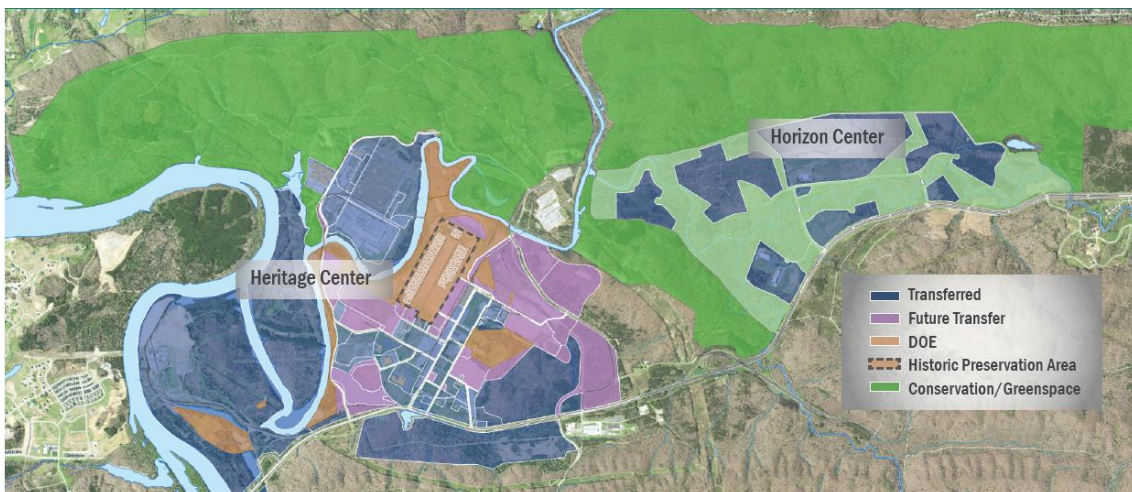


図 6-17 ETPP (Heritage Center を含む) と隣接する Horizon Center の再産業化の状況 (2024 年時点) 190

ETTP およびその周辺には数多くの企業が進出しているが、近年は以下のような企業が事業を進めている¹⁹⁶。

- **Kairos Power 社**: 以前のウラン濃縮施設の跡地に熔融塩原子炉の実証炉を建設するために 1 億ドルを投資、2024 年 7 月に建設を開始
- **Ultra Safe Nuclear Corporation (USNC) 社**: 小型モジュール式高温ガス炉の燃料製造パイロット施設の拠点を ETTP に置く
- **Triso-X 社**: ETTP に隣接する Horizon Center 内で過去に連邦政府が所有していた用地 (未開発のグリーンフィールド) に核燃料施設を建設するため、4 億ドルを投資する計画を発表
- **TVE**: ETTP の隣に小型モジュール炉を 2027 年に建設する計画を発表

なお、ETTP は、2024 年 6 月に EPA から 2024 Federal Facility Excellence in Site Reuse を受賞している¹⁹⁷。「Federal Facility Excellence in Site Reuse」は、連邦施設の再利用と修復を多大な努力で支援したチームの功績を称えるために EPA が 2018 年に設立した賞である。地域社会、他の連邦機関、部族、州、地域等とパートナーシップを構築し、周辺地域のニーズに合わせた方法で汚染された連邦施設のサイトに対処することが、近隣地域の再活性化と環境にとって望ましい結果につながることを実証するとしている。

解体・解放までのコスト・経済性・雇用の課題

1992 年のエネルギー政策法 (Energy Policy Act 1992) により、ETTP を含む米国 3 か所のウラン濃縮工場 (GDP)¹⁹⁸閉鎖後のクリーンアップを支援するために、ウラン濃縮工場のクリーンアップ・廃止措置 (D&D) 基金が設立された。DOE の環境管理局 (EM) は、D&D 基金から毎年割り当てる資金を、国内 3 か所のウラン濃縮工場 (テネシー州オークリッジの ETTP、ケンタッキー州 Paducah の Paducah GDP、オハイオ州 Piketon 近くの Portsmouth GDP) の閉鎖と修復のためのクリーンアップ費用に使用している。この法律に基づき、1993 年度から 2007 年度までの 15 年間にわたり、D&D 基金に年間 4 億 8,000 万ドルを拠出することが承認された¹⁹⁹。当初承認された年間拠出額 4 億 8,000 万ドルのうち、最大 1 億 5,000 万ドルは、GDP で生産された濃縮ウランを原子力発電に使用した国内の公益事業会社から徴収された特別賦課金から賄われ、残りは連邦政府が 15 年間にわたり充当することが承認された。1992 年のエネルギー政策法の規定により、国内の公益事業会社への支払いは 2007 年に中止されたが、D&D 基金には引き続き追加額

¹⁹⁶ OREM, East Tennessee Technology Park, (2023), https://ucor.com/wp-content/uploads/2023/12/ETTP_cleanup_overview_2024.pdf

¹⁹⁷ EPA, “EPA Announces the Seventh Annual Federal Facility Excellence in Site Reuse Awards Winners”, (2024), <https://www.epa.gov/newsreleases/epa-announces-seventh-annual-federal-facility-excellence-site-reuse-awards-winners>

¹⁹⁸ テネシー州オークリッジの ETTP、ケンタッキー州 Paducah の Paducah GDP、オハイオ州 Piketon 近くの Portsmouth GDP の 3 か所のウラン濃縮工場 (GDP)。

¹⁹⁹ GAO, Nuclear Cleanup: Actions Needed to Improve Cleanup Efforts at DOE’s Three Former Gaseous Diffusion Plants, (2019), <https://www.gao.gov/assets/gao-20-63.pdf>

が充当されている。

エネルギー政策法は改正を経て、D&D 基金に以下を含む GDP におけるすべてのクリーンアップ、修復活動の費用を支払う権限を与えている¹⁹⁹。

- 施設のクリーンアップと再利用、または使用されない施設の D&D と解体
- 地下水や土壌の汚染の評価や処理などの修復措置
- 有害廃棄物の輸送や処分などの廃棄物管理
- 建物や施設を安全な状態に保つための一般的な修理など、GDP の監視と保守
- ウランおよびトリウムのライセンス保有者への支払い
- D&D 活動に従事する請負業者の従業員に対する研修
- GDP に関連する訴訟費用、サイト特定の諮問委員会 (SSAB) を支援する資金、ウラン濃縮や D&D に携わる労働者の年金費用などのその他の活動

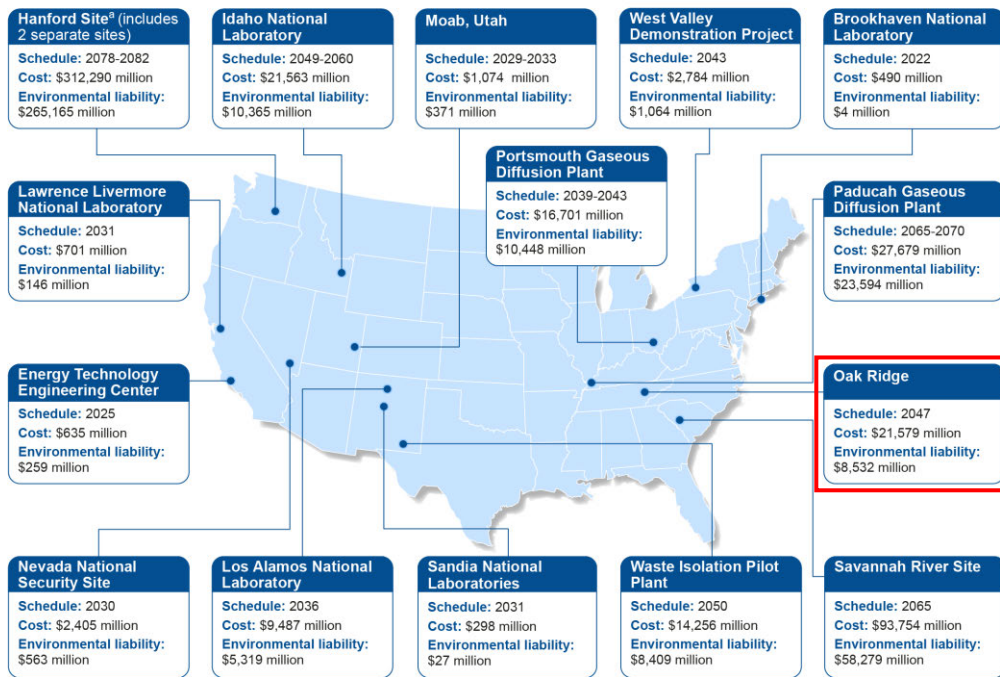
なお、米国会計検査院 (GAO) の調査によると、GDP のクリーンアップに使用された資金源は D&D 基金に加えて、2009 年アメリカ復興・再投資法 (Recovery Act) による基金、ウラン施設の保守・修復のための基金、環境管理廃棄物管理施設のための基金、およびテクネチウム 99 のクリーンアップのための基金が含まれることを特定した¹⁹⁹。ETTP に特化したすべての資金源の内訳は不明であるが、後述のコストについては D&D 基金のみを想定したケースと複数の資金源の合計が想定されたケースがある。さらに、ETTP に限定したコストであるのか、ORR 全体としてのコストであるのかが不明なケースが多いことにも留意されたい。

2018 年までに GDP のクリーンアップに DOE の EM が費やしたコストは最低 155 億ドルとしており、そのうち ETTP は約 51 億ドルと報告している¹⁹⁹。このうち、D&D 基金からの拠出は約 45 億ドルであり、残りの 6 億ドルはその他の資金源 (国防省からの国防環境浄化予算からの 3.34 億ドルを含む) から拠出されたとしている。また、2019 年時点では、ETTP の修復完了は 2046 年と見積もられており、2019 年以降に必要となるコストとしての D&D 基金の見積もりは 11 億 1,200 万～14 億 8,500 万ドルとなっていた²⁰⁰。

さらに ORR 全体のライフサイクルコストは 215.8 億ドルという見積もりがある²⁰¹ (図 6-18)。2009 年には、2009 年アメリカ復興・再投資法 (Recovery Act) に基づき ORR のクリーンアッププロジェクトへ 7 億 5,500 万ドルが資金提供されている。

²⁰⁰ Congressional Research Service, IN FOCUS: Uranium Enrichment Decontamination and Decommissioning Fund: Status and Funding Issues, (2019), <https://crsreports.congress.gov/product/details?prodcode=IF11372>

²⁰¹ GAO, Environmental Cleanup: Status of Major DOE Projects and Operations, (2022), <https://www.gao.gov/assets/730/720374.pdf>



Sources: GAO analysis of Department of Energy information; Map Resources (map). | GAO-22-104662

出典: GAO (2022)に一部追記

図 6-18 米国 DOE EM によるクリーンアップ活動の 16 サイトとコスト(赤枠は ORR)

なお、地域経済への貢献や雇用創出効果としては、ETTP の再産業化により 1,400 の雇用と進出企業による 13.5 億ドルの投資が期待されている¹⁹⁰。

ETTP における Public involvement に関する法令等

包括的環境対処・補償・責任法 (CERCLA)

ORR は、1989 年に EPA の国家優先リスト(NPL)に掲載され、包括的環境対処・補償・責任法 (CERCLA) の対象となった。包括的環境対処・補償・責任法 (CERCLA) は OREM にコミュニティリレーションズ計画の作成と公開を義務付けている。これを満たすため、OREM は 3 年ごとに住民参画計画 (Public Involvement Plan) を策定し、公表している²⁰²。包括的環境対処・補償・責任法 (CERCLA) が規定する住民参画に関する概要は表 6-9 を参照。

資源保全回収法 (RCRA)

RCRA は、稼働中または稼働開始間近の有害廃棄物管理施設を対象としており、ORR には、RCRA に基づく許可を受けた稼働中の廃棄物管理施設がある。RCRA は、包括的環境対処・補償・責任法 (CERCLA) と同様に、さまざまな方法での住民参画を要求している²⁰²。

²⁰² OREM, Public involvement Plan for CERCLA Activities at the U.S. Department of Energy Oak Ridge Site, (2022), https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-08/Public%20Involvement%20Plan_2022%20update%20FINAL_0.pdf

DOE Order 430.1

DOE の環境管理局は、1994 年～1995 年にかけて、ORR の土地利用について将来の代替案を決定するために利害関係者が主導する Common Ground プロセス²⁰³を実施した。このプロセスを通じて、参加した 350 人以上のステークホルダーから得た ORR の望ましい土地利用オプションに関する一般市民の意見を聴取した²⁰⁷。

1995 年に制定されたエネルギー省令 DOE Order 430.1 は、DOE の各施設における土地利用管理についてステークホルダーの関与を伴う包括的な計画に対する DOE の取組を文書化したものである。この省令に基づき、施設境界外の土地利用の変更案に関する意思決定を行うための統合された土地・施設利用プロセスを確立している²⁰⁴。Common Ground プロセスを通じて得たステークホルダーの意見にあった内容が、この統合された土地・施設利用プロセスにより優先事項として実施された。

DOE Order 231.1

OREM は、DOE Order 231.1「安全衛生に関する報告」(2011 年以降は DOE Order 231.1B「環境と安全衛生に関する報告」)の要件に従い DOE 向けにサイト環境年次報告書(ASER)を作成している。ASER は、ORR のクリーンアップを実施する請負業者それぞれの環境パフォーマンスに関するデータが含まれており、さまざまな廃棄物や汚染物質の環境中への排出を削減する汚染防止プログラムと持続可能性プログラムにおける重要な成果を説明するものである²⁰⁵。DOE は、1970 年代半ば以降、ASER を発行しており、1995 年以降の ASER は DOE のウェブサイトで閲覧、ダウンロード可能となっている²⁰⁶。ASER は、DOE の施設全体の環境状態を公衆に情報を提供するための重要な取り組みとなっている(図 6-19)。

²⁰³ ORR のクリーンアップと再利用を担当するすべての利害関係者のニーズに対応する一貫した土地利用アプローチを提供するため、全保留地を対象とする戦略が策定された。Common Ground プロセスは、ORR の土地利用の選択肢を決定する利害関係者主導のプロセスであり、浄化作業が最も可能性が高く、受け入れられる土地利用に基づいて実施されることを目的としている。

<https://www.osti.gov/biblio/631209>

²⁰⁴ OREM, Oak Ridge Reservation Annual Site Environmental Report Summary 1998, (1998), https://doeic.science.energy.gov/aser/aser98/aser98_summ.pdf

²⁰⁵ OREM, Oak Ridge Reservation Annual Site Environmental Report (ASER) 2016, (2016), <https://doeic.science.energy.gov/aser/aser2016/2016ASER.pdf>

²⁰⁶ DOE, Oak Ridge Reservation Annual Site Environmental Report (ASER), <https://doeic.science.energy.gov/ASER/>

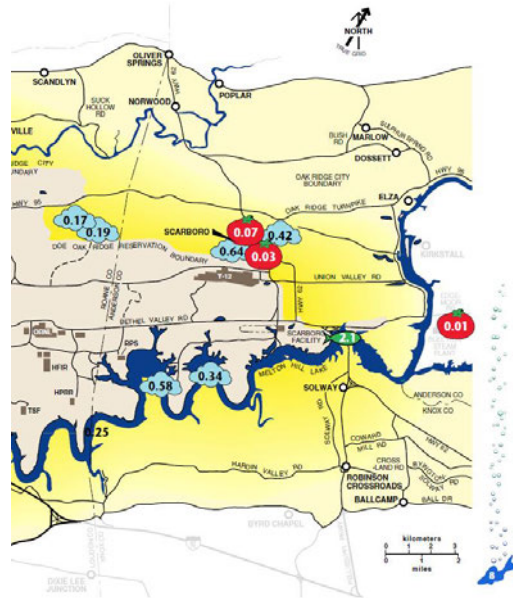
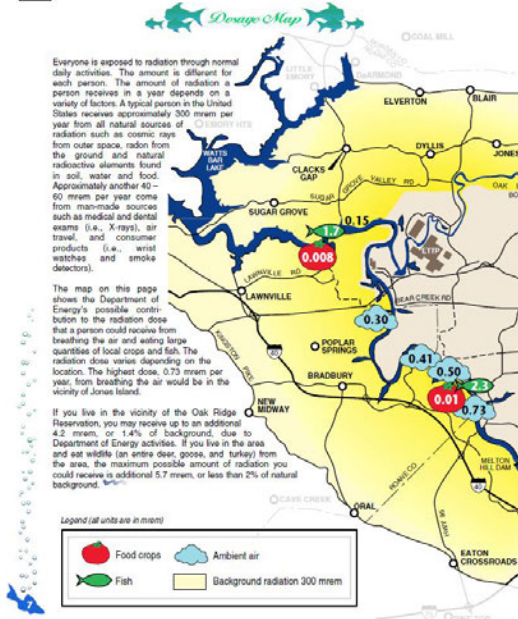


図 6-19 ASER が提供する情報の例:放射線量マップ 191

ETTP におけるステークホルダーとのコミュニケーション

ETTP を含む ORR におけるステークホルダーとの関与は、主に CERCLA が規定している。この他にも、資源保全回収法(RCRA)(1976 年制定)、DOE Order 430.1(1995 年制定)、DOE Order 231.1(1995 年制定)に基づくステークホルダーとのコミュニケーションに関する要件に準拠している。ETTP に関連するステークホルダーとのコミュニケーションの事例の概要を表 6-13 ETTP に関連するステークホルダーとのコミュニケーションに示す。さらに、それぞれの法令における ETTP のコミュニケーションに関連する概要を以下に示す。

表 6-13 ETTP に関連するステークホルダーとのコミュニケーション

年	概要
1995 年	DOE の市民参加プログラムを通じて、ステークホルダーが重要な役割を担い、主要な環境除染に関する複数の決定が下された ²⁰⁷ 。DOE は定期的なステークホルダー会議を開催し、市民に ORR の環境管理作業の最新情報を提供した。その他ワークショップや市民会議も数多く主催した。
	ORR 環境管理サイト特定諮問委員会(ORSSAB)を結成し、1995 年後半に活動を開始した。ORSSAB は、環境管理の課題に関して DOE にステークホルダーの意見を提供する主な機関であり、DOE と公衆の間の主要なコミュニケーションのつながりとしての機能を果たしている ²⁰⁸ 。
1997 年	市民参加プログラムの一環として、DOE-ORO (Oak Ridge Operations Office) は ORR に関する住民参画計画(Public Involvement Plan)を提出した ²⁰⁹ 。さらに、定期的なステークホルダー会議を継続して開催し、他のワークショップや市民会議も主催した。
	ORR の最終用途に関する推奨事項を作成するために多様なステークホルダーを含む「最終用途ワーキンググループ(End Use Working Group)」を結成する公開会議を ORSSAB が主催した。
1998 年	1997 年に ORSSAB が主催する公開会議で結成された「最終用途ワーキンググループ(End Use Working Group)」の最終レポートと「ORR 管理に関するステークホルダーレポート(ORR Stakeholder Report on Stewardship)」を 1998 年に公表した。レクリエーションや住宅地の用途ではなく、工業団地とする方針を決定したのは、このようなコミュニティからのインプットによるものであり、これが再産業化プログラムの基礎となった。
1999 年	ORR の長期管理に関連する問題に対処するため、ORSSAB は管理作業グル

²⁰⁷ OREM, Oak Ridge Reservation Annual Site Environmental Report (ASER) 1995, (1995), <https://doeic.science.energy.gov/aser/aser95/aser.htm>

²⁰⁸ OREM, Oak Ridge Reservation Annual Site Environmental Report (ASER) 1999, (1999), <https://doeic.science.energy.gov/aser/aser99/aser99.htm>

²⁰⁹ OREM, Oak Ridge Reservation Annual Site Environmental Report (ASER) 1997, (1997), <https://doeic.science.energy.gov/aser/aser97/aser.htm>

	ープを結成し、「ORR 管理に関するステークホルダーレポート Vol.2」を公表した。
2002 年	<p>2001 年に新たにクリーンアップ加速プログラム (Accelerated Cleanup Program) の対象となり、地元ステークホルダーの関心を多く集め、その年の住民参画会議の主な焦点となった。2002 年 2 月に DOE 環境管理プログラムを見直す「Top-to-Bottom Review」の結果を発表し、クリーンアップをリスク管理ではなくリスク削減に焦点を当てること、担保コストを削減すること、作業を迅速に実行することの必要性を強調した。これに応じて、DOE-ORO は 2002 年 3 月に、ORR の EM プログラムの終了を 2021 年から 2015 年に 6 年間前倒し、ベースラインコストを 20 億ドル以上削減するための包括的なクリーンアップ計画の提案を提出した。提案に関するパブリックコメントはクリーンアップ加速プログラムの計画に反映されている²¹⁰。さらに、2002 年 6 月と 9 月に公開会議を開催し、ステークホルダーに対する説明と質疑応答を実施している。</p> <p>公衆に情報を提供するためのもう 1 つの手段として、DOE はクリーンアップ加速プログラムのウェブサイトを開示した。このウェブサイトにおいて住民参画戦略、意見を提供する機会や住民参画のスケジュールを示している。</p> <p>2002 年 2 月、DOE と ORSSAB が会議を共同開催し、環境管理に関する 2002 会計年度予算の最新情報を提供した。この会議では、ステークホルダーが予算に関する質問をするフォーラムも開催している。</p> <p>2002 年 7 月、DOE は DOE 情報センターを開設した。同センターは、オークリッジにおいて2件別々の DOE 公開文書センターに保管されていた情報と文書を 1 つにまとめたものであり、公衆への情報提供に大きな一歩となった。</p>
2003 年	一般の人がアクセスしやすいように、DOE 情報センターの新たなウェブサイトを開設した ¹⁹¹ 。

1995 年、DOE は連邦諮問委員会法 (Federal Advisory Committee Act: FACA) に基づきオークリッジサイト特定地域諮問委員会 (Oak Ridge Site Specific Advisory Board: ORSSAB) を設立した。ORSSAB は連邦政府が任命した市民委員会であり、DOE の環境管理プログラムに助言や勧告を提供する。環境管理の課題に関して DOE にステークホルダーの意見を提供する主要な機関であり、DOE と公衆の間の主要なコミュニケーションのつながりとしての機能を果たしている²⁰⁸。

1997 年、ORR の最終用途に関する推奨事項を作成するために多様なステークホルダーを含む「最終用途ワーキンググループ (End Use Working Group)」を結成する公開会議を ORSSAB が主催した。1998 年には、このワーキンググループの最終レポートと「ORR 管理に関するステーク

²¹⁰ OREM, Oak Ridge Reservation Annual Site Environmental Report (ASER) 2002, (2002), <https://doeic.science.energy.gov/aser/aser2002/aser2002.htm>

ホルダーレポート(ORR Stakeholder Report on Stewardship)」を公表した。レクリエーションや住宅地の用途ではなく、工業団地とする方針を決定したのは、このようなコミュニティからのインプットによるものであり、これが再産業化プログラムの基礎となった。

1999年、ORRの長期管理に関連する問題に対処するため、ORSSABは管理作業グループを結成し、「ORR 管理に関するステークホルダーレポート Vol.2」を作成した。同年、ORSSABは全国のクリーンアップサイト別の諮問委員会(SSAB)会議を主催した。

2002年2月には、DOEとORSSABが会議を共同開催し、環境管理に関する2002会計年度予算の最新情報を提供した。この会議では、ステークホルダーが予算に関する質問をするフォーラムも開催している。

6.4.2 スイス ルーセンスサイト

サイト概要

1950年製の後半に、スイス西部の産業グループ Enusa(フランス語で「原子力エネルギー会社」)は、1964年のローザンヌにおけるスイス全国博覧会(Expo 64)の開催までを目標として試験用原子力発電所の建設に着手した。発電所はヴォー州ルーセンス村(Lucens)近郊の岩窟に建設されることになった。サイトの砂岩は均質で、空洞の掘削が容易であった。原子炉は当初米国の設計を基にしようとしていたが、1959年9月、政府が介入し、連邦参事会が Enusa、Suisatom、Konsortium の3社に、それぞれが進めている原子力発電に関するプロジェクトを統合し、スイス国産の実験炉を開発するために協力するよう促した。この目的のために、1961年7月に「NGA: Nationale Gesellschaft zur Förderung der industriellen Atomtechnik、フランス語では SNA: Société nationale pour l'encouragement de la technique atomique industrielle)」(産業用原子力技術促進協会)が設立された。建設費は連邦政府が一部負担した。実験用発電所は、当時期待されていたように、スイス製で商業的に実現可能な大型原子力発電所の開発に向けた中間段階となるはずであった。このプロジェクトは、関係者の多様な関心を集めた。スイスの機械産業は、輸出の可能性が高い技術的に革新的な製品の開発を期待していた。水力発電が徐々に拡大の限界に達しつつあったため、電力会社は発電のための新たな手段を求めている。政治家たちは、貯蔵が容易な燃料を使用する原子力エネルギーを、国のエネルギー供給を確保する手段と捉えており、石炭や石油を燃料とする従来の火力発電所に対するクリーンな代替エネルギーとして、原子力発電所を捉えていた。最終的に連邦政府は、ルーセンス実験用原子力発電所(VAKL)という国家プロジェクトとして推進した²¹¹。

VAKL 原子炉は、1960年にスイス連邦原子炉研究所(EIR)で稼働を開始した「ディオリット」原子炉の改良型である。わずかに濃縮されたウラン金属を燃料とし、重水を減速材、二酸化炭素を冷却材として使用した。燃料棒は、英国やフランスのガス黒鉛炉と同様の設計で、ウラン金属棒をマグネシウム合金の被覆管で包む構造であった。各燃料棒は、それぞれ圧力管に収められた。こ

²¹¹ ENSI, Serie Lucens: Das erste Schweizer Kernkraftwerk soll entstehen, (2012), <https://ensi.admin.ch/de/2012/04/12/lucens-das-erste-schweizer-kernkraftwerk-soll-entstehen/>

の設計により、比較的小さな格納容器を備えたコンパクトな原子炉の建設が可能となった。原子炉空洞に沿って、アルミニウム、アスファルト、コンクリートでできた厚さ約 60 センチの格納容器壁が設置された。1966 年 12 月 29 日、原子炉が初めて臨界に達した。1968 年 8 月中旬から 10 月末まで、この発電所は暫定的に定格熱出力 30 メガワットまでの連続運転を行った²¹²。

VAKL は、エネルギー生産だけでなく、「スイス製」の原子炉の開発や原子力エネルギーの実験を可能にすることを目的としていた。しかし、1969 年 1 月 21 日に原子炉空洞内で事故が発生したため、これらの計画は棚上げとなった。圧力管が破裂し、電力変動が発生したことで原子炉が誤作動し、爆発に至った。負傷者はなく、地下に設計したことで公衆や環境が被害を受けることは防がれた。事故の深刻さは、7 段階評価 (IAEA で導入された国際原子力事象評価尺度 (INES)) で 5 に相当すると評価された (現在では 4 に分類されている)。原子炉空洞の扉の反対側に漏れ出した冷却ガスの放射能濃度は致死レベルとみられ、測定値が測定器の最大値を超えていたため、測定自体が不可能であった。原子炉空洞は完全に密閉されていなかったため、放射能は 100 メートル離れた制御室にも広がった。原子炉に最も近い機械空洞では、タービン停止作業に当たっていた作業員が放射線に被ばくした。目撃者の報告によると、除染用シャワーが故障していたため、作業員たちは温水のない仮施設でシャワーを浴びなければならなかった。政府は事故調査を命じ、10 年後に事故調査報告書「Entsorgung des Versuchsatomkraftwerkes Lucens」が発表され、発電所の管理側に重大な過失はなかったと結論づけられた*。事故の原因は、湿気による圧力管の腐食であった²¹³。

²¹² ENSI, Serie Lucens: Hohe Auflagen für die Testphase, (2012), <https://ensi.admin.ch/de/2012/04/26/lucens-hohe-auflagen-fuer-die-testphase/>, Serie Lucens: Einige Probleme in der Testphase, (2012), <https://ensi.admin.ch/de/2012/05/03/lucens-einige-probleme-in-der-testphase/>

²¹³ SWI, Historic nuclear accident dashed Swiss atomic dreams, https://www.swissinfo.ch/eng/banking-fintech/radioactive_historic-nuclear-accident-dashed-swiss-atomic-dreams/44696398

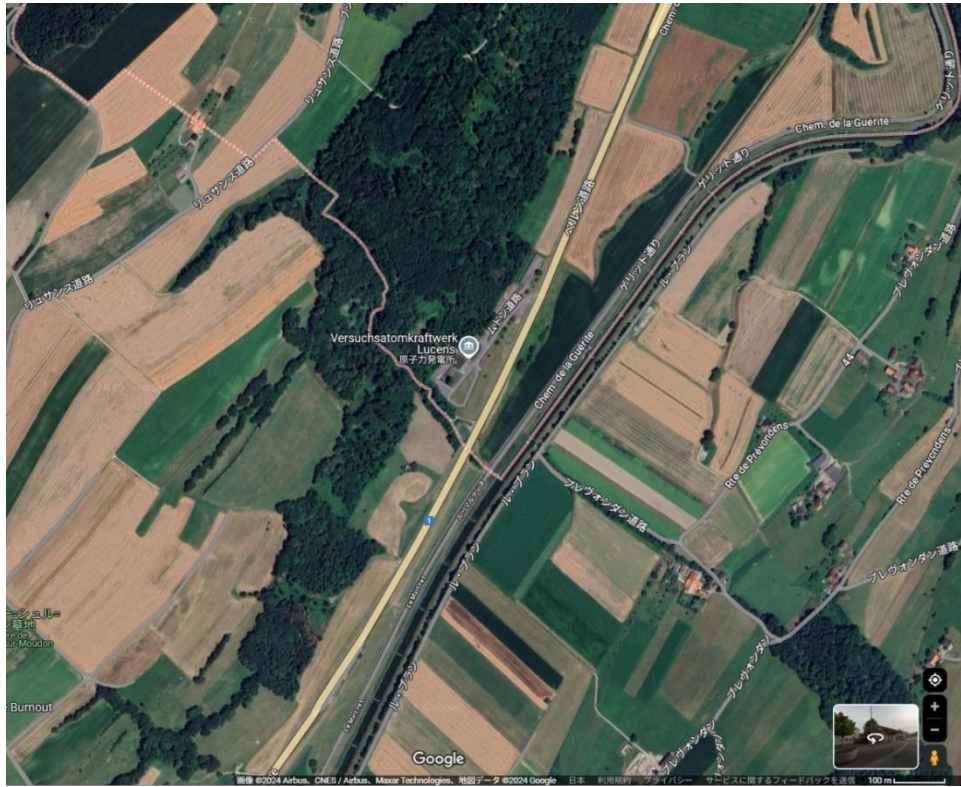


図 6-20 ルーセンスサイトの航空写真(Google map)

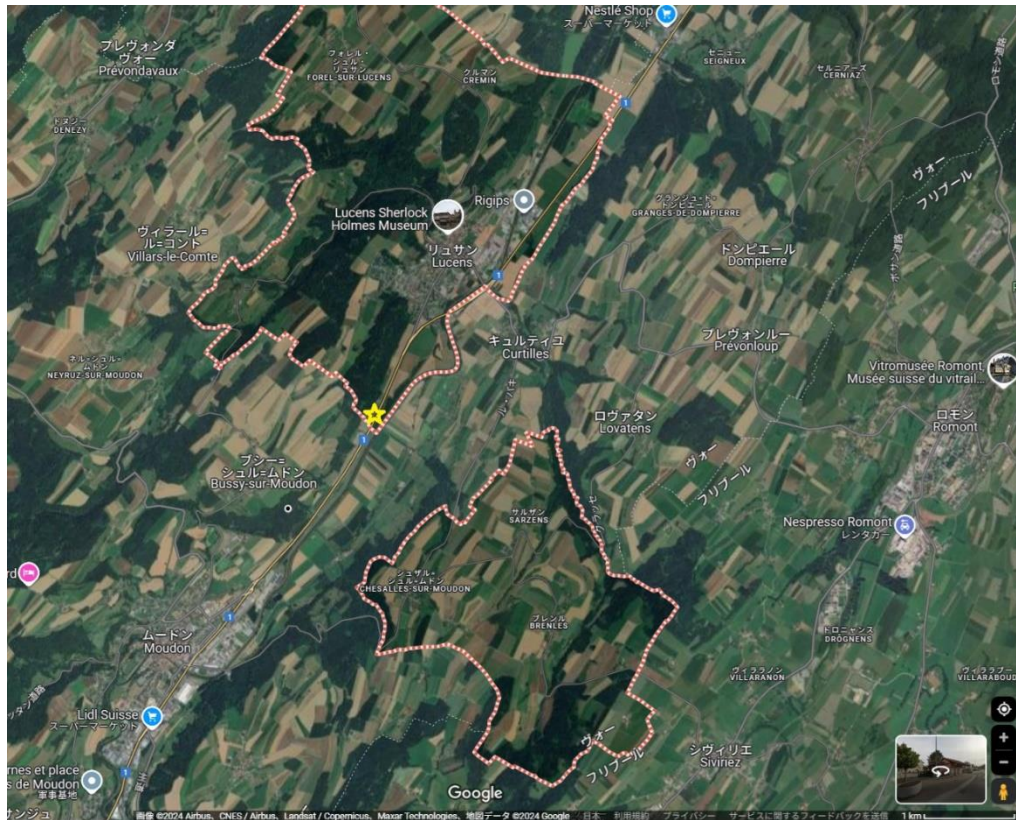


図 6-21 ルーセンス周辺の広域航空写真(Google map)

ルーセンス市は二つの地区に分かれている(赤点線枠)。黄色い星がルーセンスサイト。半径 1 km 以内には住宅などはない。南東 1km にブシー・シュル・ムドン、北北東 1.5 km にルーセンスの市街地がある。

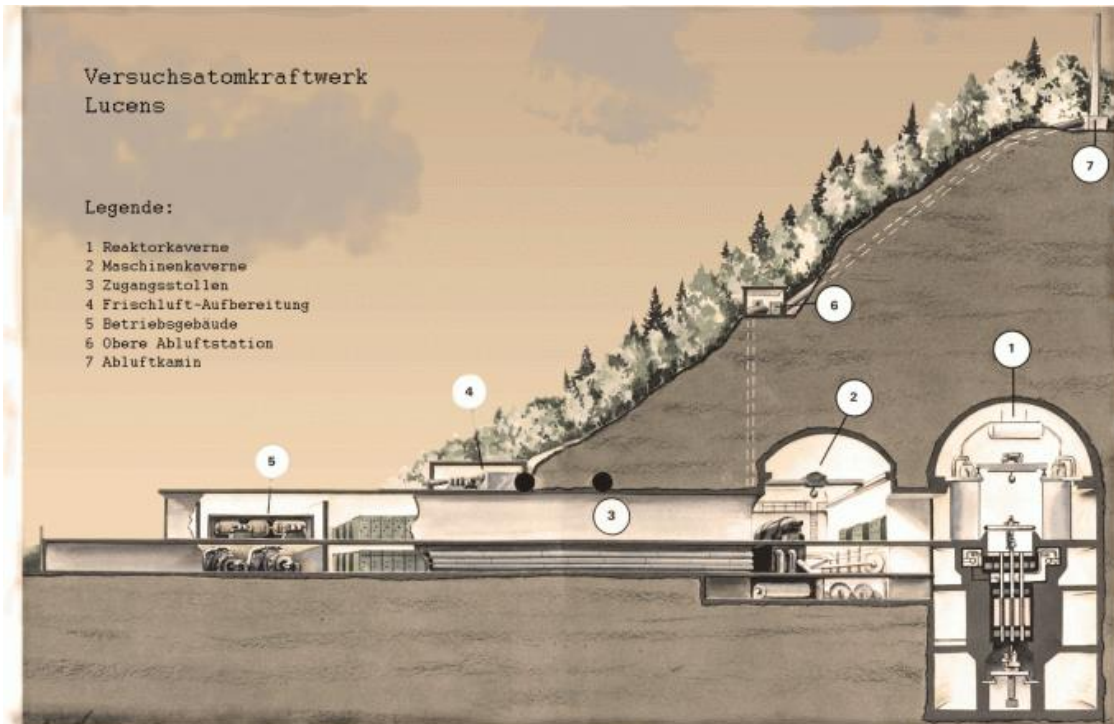


図 6-22 廃止前のルーセンスサイトの断面図²¹⁴

1 格納容器、2 機械室、3 通路、4 空調、5 建屋、6 上部排気口、7 排気口

²¹⁴ SWI, Historic nuclear accident dashed Swiss atomic dreams, (2019), <https://ensi.admin.ch/en/topic/versuchsatomkraftwerk-lucens/>

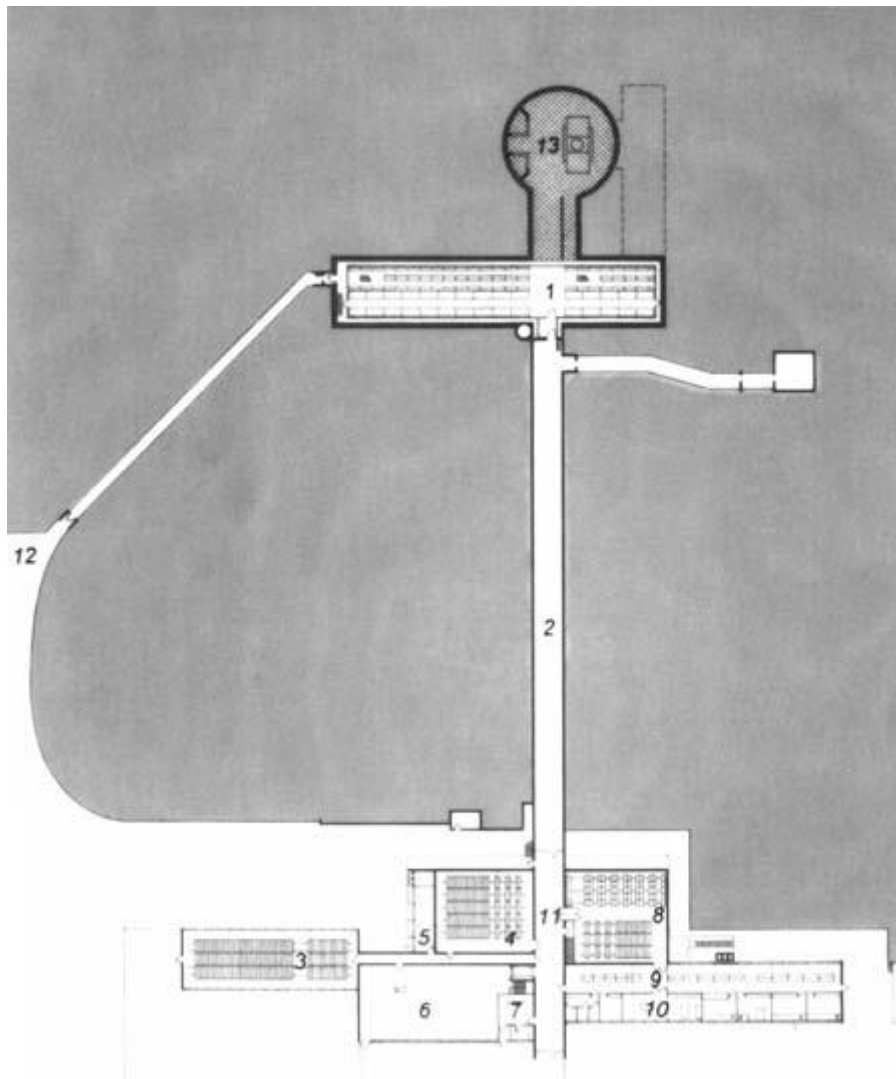


図 6-23 再利用後の横断面図(上層階部分)¹⁰⁴

1 上層階、2 通路、3 カントン大学図書館、4 植物博物館・エリゼ美術館、5 屋根、6 売店、7 入口・喫茶店、8・9・10 動物博物館売店・事務所・研究室、11 搬入口、12 非常口、13 固化処理された格納容器

廃止措置等に関する法令の適用状況

解体作業に加え、「原子力の平和利用および放射線防護に関する連邦法」²¹⁵に基づき、モニタリング対象となることから、スイス連邦原子力安全検査局(HSK)²¹⁶による廃止措置計画の審査を踏まえて、地質調査、水質調査、放射線量の評価が行われた。安全報告書では、洞窟とサイトは通常通り使用できるようになると結論付けられた。

²¹⁵ Bundesgesetz über die friedliche Verwendung der Atomenergie und den Strahlenschutz

²¹⁶ Hauptabteilung für die Sicherheit von Kernanlagen (1982年より以前は ASK: Abteilung für die Sicherheit der Kernanlagen)

廃止措置の実施主体は、建設・運転主体でもある原子力産業技術推奨協会 (SNA²¹⁷ / GNA²¹⁸) 規制当局は、スイス連邦原子力安全検査局 (HSK) で、廃止措置計画を審査した。

サイト解放までの動向

事故から数日後、原子炉の空洞内の放射能は、特別な装備(防護服、呼吸器)を着た人々が 15 分から 20 分の間、空洞に入ることができるほどに落ち着いていた。シャットオフロック、除染シャワー、呼吸用空気施設が建設された²¹⁹。1969年3月3日、VAKLの原子炉空洞は初めて長時間立ち入りが可能となり、圧縮空気で換気された防護服を着用した作業員が、原子炉空洞内で数時間ずつ作業を行うことができるようになった。原子炉空洞の除染、とりわけ破壊された原子炉の解体には数ヶ月を要した。1970年9月には、損傷を受けていない燃料棒の撤去が開始された。1974年末には、ルーセンスの解体および除染作業が完了した。原子炉空洞とロッド貯蔵庫は1990年代にコンクリートで覆われた²¹⁹。

VAKL が操業を停止した後、連邦政府は跡地に放射性廃棄物の最終貯蔵施設を設置することを検討した。しかし、地域社会とヴォー州からの反対と、湿気が多すぎて最終貯蔵には不適であるとして、この案は却下された。損傷がなかった燃料棒 72 本はベルギーのモール (Mol) にあるユーロケミック (Eurochemic) 再処理工場に輸送された。(除染および精製された) 重水は売却された。解体中に発生した放射性廃棄物は、約 230 個の標準ドラム缶に詰められ、スイス連邦原子炉研究所 (EIR: Eidgenössisches Institut für Reaktorforschung) で処理された後、同研究所によって処分された。大型の放射化または汚染された部品は解体され、6 つのスチール製コンテナに梱包され、溶接により気密化された。損傷のひどかった燃料棒 59 本から回収された 60kg のウランも同様である。これらの 6 つのコンテナは VAKL の敷地内に残され、監督当局(1973年1月より原子力施設安全局 ASK、1982年3月より原子力規制当局 (HSK) が定期的に監視を行った。

現在、空洞には、ヴォー州の博物館から動物の剥製やその他の文化財が移設されている。1991年から1993年にかけて、発電所は永久に閉鎖され、原子炉空洞やその他の部分はコンクリートで埋められ、排水システムが設置された。1995年2月の声明で、検査官は最終的な廃止措置作業が完了したと結論づけた。また、排水システムの監視や清掃を行わなくても、周辺地域の住民の被ばく線量が年間 0.1mSv 以下に保たれるという検査官の要求は満たされていると判断した。1995年4月、連邦参事会は、ルーセンスの施設(6つの廃棄物容器が保管されていた小さな区画を除く)は、原子力エネルギー法の規定する原子力施設ではなくなり、他の用途に利用できると決定した。政府は連邦公衆衛生局 (BAG: Bundesamt für Gesundheit) に対し、30年間にわたって放射線モニタリングを行うよう指示した。その後、ヴォー州はタービン空洞跡に博物館、図書館、公文書館の保管庫を設置した。2003年には、残っていた 6 つの放射性廃棄物のはいった大型コンテナが、ヴュレンリンゲンの ZWILAG 中間貯蔵施設に移送された。2004年12月3日には、連

²¹⁷ SNA: Société nationale pour l'encouragement de la technique atomique industrielle

²¹⁸ GNA: Nationale Gesellschaft zur Förderung der industriellen Atomtechnik

²¹⁹ ENSI, Serie Lucens: Keine grossen Schäden nach dem Unfall, (2012),

<https://ensi.admin.ch/de/2012/05/24/serie-lucens-keine-grossen-schaeden-nach-dem-unfall/>

邦参事会が小規模な土地の監視解除を命じた²²⁰。

周辺住民の被ばく

ルーセンス原子炉の事故後、住民の放射線被ばくに関して最も関連性が高いのはトリチウムだったとされている²²¹。事故による放出は一部のみだったが、数週間にわたって続いた原子炉空洞の減圧とそれに続く換気および乾燥の間にトリチウムが環境中に放出されたと推定されている。事故調査委員会の報告書の結論には「トリチウムの放出による被ばく線量は、最大でも 5mrem (0.05mSv)と、地域の住民の自然放射線による被ばく線量(年間約 100mrem (1mSv))と比較すると無視できる程度である。」とあり、「したがって、この事故による放射線量は、ある特定の場所で観測された自然放射線量の変動の範囲内である」と結論づけている。報告書によると、排水によってブロイ川に流れ込んだトリチウムは「1963年以降の放射線防護条例で定められた飲料水の最大許容濃度のほんの一部にしかならない」ため「無害」と記載された。

サイト解放のプロジェクト概要

サイトの利用について、ヴォー州議会は建築委員会を設置し、プロジェクトが計画・遂行された。建築委員会はまず以下の文化機関のニーズを把握するためアンケートを実施した。

- エリゼ美術館
- 植物博物館
- 動物博物館
- 地質博物館
- 貨幣展示館
- 版画展示館
- 州立大学図書館(BCU)
- ヴォー州立文書館
- 州文化財保護局
- 州立美術館
- アヴェンシュ ローマ博物館
- 州立考古学・歴史博物館

利用候補者は文化財の保管場所、オフィスや作業場などの作業用施設、衛生設備や清掃施設などのサービス用施設という4種類の施設について、面積、機能、設備の面からニーズを回答した。建設委員会は回答を分析し、利用可能な面積などに基づき、プロジェクトを計画した。

²²⁰ ENSI, Serie Lucens: Der Rückbau eines Pionierwerks, (2012),
<https://ensi.admin.ch/de/2012/06/14/serie-lucens-der-rueckbau-eines-pionierwerks/>

²²¹ ENSI, Serie Lucens: Keine grossen Schäden nach dem Unfall, (2012),
<https://ensi.admin.ch/de/2012/05/24/serie-lucens-keine-grossen-schaeden-nach-dem-unfall/>

1994年6月20日にはルーセンスサイトの購入費等として345万スイスフラン(州負担のみ)の出資が承認され、ルーセンスサイト文化財保管所(DABC)工事のための670万スイスフランについて契約を締結した。68.5万スイスフラン分については連邦政府からの補助金で賄われた。

1995年5月に作成された土地利用計画は州議会に承認され、7月20日には建設現場が開設された。1997年5月に建設は完了し、利用者への引き渡しが行われ、同年10月9日に正式に文化財保管場所として開業した。

ルーセンスサイトのサイト解放に関するステークホルダーの関与

関連する資料等にはステークホルダーに関する記載は確認できず、ヒアリングにおいてもルーセンスサイトの事故があった時代にはステークホルダーの考慮はされていないと回答であった。

6.4.3 英 ハーウェルサイト・ウインフリスサイト

英国における廃止措置とステークホルダーに関する概要

6.2.2 に記載の通り、廃止措置の計画は多くのサイトでかなり早い段階から議論が開始されている。新規の原子力発電所建設のためには、その計画の一部に廃止措置の計画を含め、また資金の確保がされていなければならない。一方でハーウェルサイトやウインフリスサイトのようなサイトは廃止措置についての計画は、建設時には提出が求められていなかった。そのため現在廃止措置サイトの土地所有者となっている NDA が、戦略としてエンドステートの設定や資金提供を行って開発を行っている*。自治体は都市計画や経済開発の観点から関与する。原子力施設の再利用は、個別の施設で多くの個別の決定がなされている*。再利用に関する決定がコミュニティによって下され、政府が資金援助した例は多い*。また、政府が一部資金援助し、地元が一部投資して、これらの廃止措置サイトの一部を再利用した例もある*。

また英国では廃止措置計画のために環境影響評価を義務付ける規制 (Nuclear Reactors (Environmental Impact Assessment for Decommissioning) Regulations (EIADR)) があり、パブリックコンサルテーションを通して地元コミュニティが意見を述べる公式なプロセスが規定されている²²²。放射性廃棄物の処理など、環境許可 (EP) を申請する際も地元コミュニティが協議に加わることが規定されている。

廃止措置関連ではサイトステークホルダーグループ (Site Stakeholder Group: SSG) が NDA により設置²²³され資金援助を受けており、ステークホルダーインボルブメントに取り組んでいる。一方で現状の SSG への参加は地域社会とのかかわりを含む所掌範囲を決め、参加者は政府組織・地方政府・地域住民の一部に限定されているため、地域社会やステークホルダーをより多く巻き込んだ参加型に移行する必要が指摘されている*。なお SSG のメンバーは以下のように規定されている²²³。

- ・ 選挙で選ばれた代表者
- ・ 地方自治体、教区議会、地域協議会の代表者
- ・ 環境保護団体や非政府組織 (NGO) など、サイトに関心を持つ地元コミュニティグループ
- ・ サイトに関心を表明している地元住民協会または地元住民
- ・ 企業やボランティア団体など、その他の地元組織

SSG の会員資格も厳密に定められており、新たに会員になる場合はサイトの運営に関して明確な地域的な関心を持っていること、SSG 会員の役割と責任を遂行する意思と能力があることなどが記載されている²²³。

²²² ONR, Nuclear Reactors (Environmental Impact Assessment for Decommissioning) Regulations (EIADR), <https://www.onr.org.uk/our-work/what-we-regulate/sellafield-decommissioning-fuel-and-waste/decommissioning-fuel-and-waste/decommissioning/eiadr/>

²²³ NDA, Nuclear Decommissioning Authority (NDA) Guidance for Site Stakeholder Groups (SSGs) (2021), https://assets.publishing.service.gov.uk/media/64f1a10a9ee0f2000db7bd61/NDA_Guidance_for_Site_Stakeholder_Groups_-_2021.pdf

ウインプリスサイトとハーウェルサイトで実際に廃止措置を行っている原子力復旧サービス (Nuclear Restoration Service: NRS)などは、これに対応するため、SSGに加えて、地域社会の積極的な関与ができるよう努めている*。公共図書館や学校などに出向き、18歳未満の人にも地元の原子力発電所の取り組みを説明し意見を求め、意思決定プロセスの一部として活用されている*。また若者を招いて話す機会を設け、より審議型の関与 (Deliberative engagement)²²⁴に移行している*。この関与プロセスでは、人々は実際に何が起こっているのかを正確に理解し、意思決定プロセスに参加することができる*。また対象のサイトが地元コミュニティを理解するあめの取り組みの一貫として、2年ほど前からウェブサイト上で進捗状況について頻繁に情報更新するようになった*。

SSGでは雇用に関する問題も議論されており、NDAの社会経済基金が雇用機会の創出に役立っている。

以降はNDAが廃止措置を担うハーウェルサイトおよびウインプリスサイトについて詳細調査した結果を整理する。

i. ハーウェル サイト概要

ハーウェルサイト^{225,226}は、英国イングランド南東部のオックスフォードシャーに位置している。もともとは空軍基地であったが、1946年に英国初の原子力研究所(AERE)として設立された。西ヨーロッパ初の原子炉、米国やソ連以外で建設された初の大型原子炉、英国初の高速炉など、多くの原子力関連技術を生み出した。1947年までに1,000人がこの施設で勤務するようになり、1953年には6,000人以上が勤務するようになった。

1950年代にGLEEP(黒鉛炉)、BEPO(黒鉛炉)、ZEPHYR(高速炉)、DIDO(重水炉)、PLUTO(重水炉)などの原子炉や、放射化学研究所やその他の施設が建設された。

1992年には、ハーウェルサイトの廃止措置が開始された。原子力廃止措置機関(Nuclear Decommissioning Authority: NDA)の分析と、利害関係者や地方自治体の要請により、敷地の完全な除染とライセンス解除を目指すことが義務付けられた。その後、廃棄物回収・処理施設が建設され、原子力発電所の廃止措置作業と廃棄物処理に専念するようになった。2012年までに1.6百万平方フィート以上の土地が汚染除去され、サイトの約5分の1がライセンス解除された。2021年には、廃液処理施設(LETP)があった4.2ヘクタールの土地から97,000トンの廃棄物を回収

²²⁴ 審議型の関与については、参加者が多様な視点を考慮しながら、問題について深く議論し共通の理解を深め、意思決定を行うこととされている。(参考:<https://www.involve.org.uk/resources/knowledge-base/what/deliberative-public-engagement>)

²²⁵ ONR, Harwell, <https://www.onr.org.uk/our-work/what-we-regulate/sellafield-decommissioning-fuel-and-waste/sites/harwell/>

²²⁶ Magnox, Harwell, <https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20180302054755/https://magnoxsites.com/site/harwell>

し、サイトライセンス会社である NRS 社が実施した最大の土地修復プロジェクトが完了した。現在、14 基の原子炉のうち 11 基を廃炉にする計画が進行しており、ハーウェル敷地面積の約 25% が再開発のために解放されている。

サイトの廃止措置が開始された 1992 年には、敷地を大規模な科学プロジェクト用施設の再開発に活用することが計画された。そして 2000 年には英国原子力庁(UKAEA:UK Atomic Energy Authority)の支援でハーウェル・イノベーション・センターがオープンした。2006 年には 2,600 万ポンドの政府投資により新複合研究施設の建設が発表された。現在のハーウェルサイト²²⁷は、英国を代表するサイエンスとイノベーションのキャンパスとして、700 エーカーの敷地に 200 以上の組織が拠点を構え、7,500 名以上の科学者やエンジニアが勤務している。



図 6-24 ハーウェルサイト(Site Stakeholder Group)²²⁸

土地の汚染状況

2022 年にハーウェルサイトで報告された廃棄物インベントリは、ライフタイム合計で 33,100 m³ である。そのうち極低レベル放射性廃棄物²²⁹が全体の 70% 以上を占め、高レベル放射性廃棄物²³⁰は発生していない。

²²⁷ harwellcampus, <https://www.harwellcampus.com/>

²²⁸ Site Stakeholder Group, Harwell Site, <https://nrsssg.com/site/harwell/>

²²⁹ Very Low Level Waste : 低レベル放射性廃棄物のサブカテゴリーであり、自治体、商業、または産業廃棄物として安全に処分できる廃棄物、または特定の埋立地で処分できる廃棄物。Overview of the Production and Management of Radioactive Waste in the UK, https://ukinventory.nda.gov.uk/wp-content/uploads/2021/03/20201222-Official-Rep-PO023346_fact-sheet-03.pdf

²³⁰ High Level Waste : 放射性物質を含む廃棄物で、その放射能により温度が著しく上昇する可能性があるもの。このため、貯蔵施設や処分施設の設計においては、この要因を考慮する必要がある。Overview of the Production and Management of Radioactive Waste in the UK, https://ukinventory.nda.gov.uk/wp-content/uploads/2021/03/20201222-Official-Rep-PO023346_fact-sheet-03.pdf

表 6-14 ハーウェルサイトの廃棄物インベントリ報告量

廃棄物カテゴリ	2022年4月の報告量(m ³)	将来の見積発生量	ライフタイム合計
高レベル放射性廃棄物	0	0	0
中レベル放射性廃棄物	895	729	1,620
低レベル放射性廃棄物	653	5,450	6,100
極低レベル放射性廃棄物	1,030	24,300	25,300
合計	2,580	30,500	33,100

出典: NDA UK Radioactive Waste & Materials Inventory²³¹

サイトクリーンアップのスケジュール(予定)

廃止措置のプログラムは、2007年までを原子炉解体及び部分的ライセンス終了(Reactor Dismantling & Partial Delicensing)、2008年から2031年までを安全貯蔵(C&M: Care & Maintenance)、2032年から2064年までを最終サイト解放(Final Site Clearance)の3フェーズに分けている。

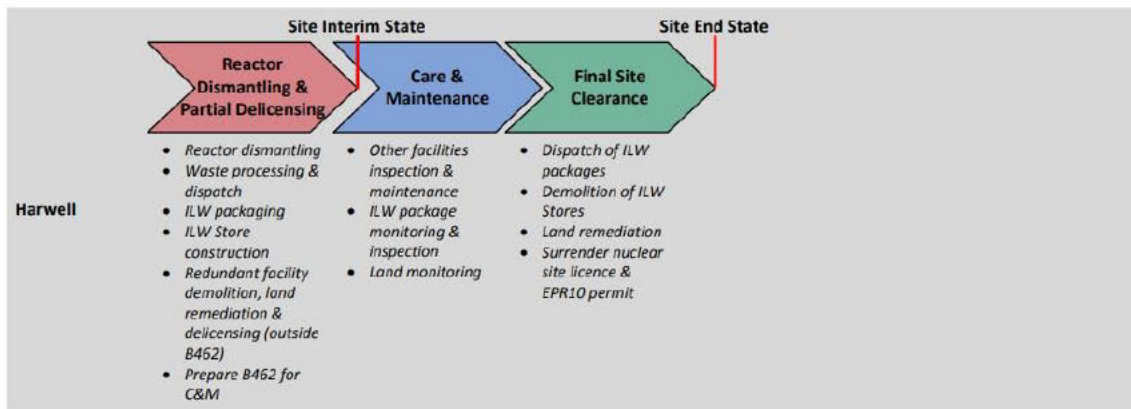


図 6-25 ハーウェルサイトの除染戦略

出典: Magnox Limited – Integrated Decommissioning and Waste Management Strategy (2016)

原子炉解体及び部分的ライセンス終了フェーズでは、1990年にDIDOとPLUTOの運転停止、1997年に化学工学ビル351の解体、2004年にGLEEP廃炉、2005年にタンデム型ヴァンデグラフ起電機の解体が行われ、2007年にDIDO及びPLUTOの長期メンテナンスに入った

²³¹ UK Radioactive Waste & Materials Inventory, Harwell, (2022), <https://ukinventory.nda.gov.uk/site/harwell/#:~:text=The%20largest%20land%20remediation%20project,UK%20Radioactive%20Waste%20Inventory%20report.>

232。

安全貯蔵(C&M:Care & Maintenance)フェーズでは、過去の操業、廃止措置作業、サイトのライセンス解除等により発生した廃棄物の管理、および汚染された土地の修復が行われている。

最終サイト解放(Final Site Clearance)フェーズでは、保管庫とILW 保管庫の廃棄物操業の終了、固体廃棄物コンプレックスに残る施設の廃止措置と関連土地の修復、西部保管区域(WSA)地下水封じ込めプラントの終了、固体廃棄物コンプレックスの最終認可申請書の提出が行われる。サイトの終了ポイントは、サイト内のすべての老朽化した建物が解体され、基礎スラブが撤去され、すべての汚染された土地が修復され、サイトのすべての領域が認可解除されたときに達成される

233。

なお、NRS 社によると、2024 年及び 2025 年の主要優先課題は以下の通りである²³⁴。

- 核物質移送プログラムの継続実施
- 中レベル廃棄物の回収、処理、貯蔵を継続
- 放射化学施設(B220)、ブリティッシュ・パイル・ゼロ実験炉(BEPO)、建屋 B401 の廃止計画を進める
- 認可解除を受けるための土地修復作業を完了
- ハーウェル・キャンパスへの土地の段階的解放を引き続き進める

ステークホルダーとのコミュニケーション

主なステークホルダー

ハーウェルサイトの廃止措置に係る主なステークホルダーは、原子力規制局(Office for Nuclear Regulation:ONR)、環境庁(Environment Agency:EA)、原子力廃止措置機関(Nuclear Decommissioning Authority:NDA)、サイトライセンス会社(マグノックス社、2023 年より NRS 社)、サイトステークホルダーグループ(Site Stakeholder Group:SSG)である。主なステークホルダーの概要について、以下の表に示す。

表 6-15 ハーウェルサイトの廃止措置に係る主なステークホルダー

ステークホルダー	概要
原子力規制局(ONR)	英国の原子力安全規制機関として、英国内の認可を受けた原子力発電所における原子力安全、セキュリティ、安全衛生につ

²³² Magnox, Publications archive, https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20171011145822/https://magnoxsites.com/publications?filter-page=1&filter-taxs%5Bfpt_cat_sites%5D=40

²³³ Safegrounds learning network, De-licensing of the Harwell site, A case study prepared for SAFEGROUNDS+ (2012), http://www.safegrounds.com/pdfs/debate_papers/SAFEGROUNDS+HarwellCSIssue1.1.pdf

²³⁴ Site Stakeholder Group, Harwell Site, <https://nrsssg.com/site/harwell/>

	いて規制している ²³⁵ 。
環境庁 (EA)	イングランドにおける原子力産業のための独立した環境規制機関として、原子力施設の設計から廃止措置まですべての段階を通じて放射性廃棄物の管理や排出など、サイトの環境面の規制を担当している ²³⁶ 。
原子力廃止措置機関 (NDA)	原子力施設の廃止措置に対して総合的に責任を持ち、規制との調整を含め、安全な除染、債務保証及び効率的なコスト管理を推進する組織であり、省庁から独立した公的機関と位置付けられている ²³⁷ 。サイトライセンス会社と呼ばれる認可事業者を通じてその戦略を遂行している。
サイトライセンス会社	廃止措置活動などサイトの管理・運営に責任を持っている。12の原子力発電所の管理・運営請負を行っている。2023年にマグノックス社からNRS社に社名変更されている。
サイトステークホルダーグループ (SSG)	地域評議会、非政府組織、その他のステークホルダーの代表と、スタッフの代表で構成されている。年に4回ミーティングを開催している。
キャンパス内の企業・研究機関	200以上の組織に7,500名以上の従業員がキャンパス内で勤務している。

ステークホルダーとのコミュニケーション

ステークホルダーとのコミュニケーションは、SSG ミーティング、規制機関によるレポート、規制機関やサイトライセンス会社によるウェブサイトでの情報公開、NDAによる対面式イベントの実施などが行われている。また、2021年には、ハーウェル・キャンパス内にハーウェル 75周年を記念した13地点でハーウェルの歴史を学ぶことができる一周4kmの遊歩道 (Harwell Heritage Trail) が設置された。

以下、SSG ミーティング、規制機関によるレポートについて説明する。

SSG ミーティング

SSG ミーティングは、年に4回まで開催され、予定、アジェンダ、会議資料、議事録がNRSのSSG ウェブサイト²³⁸で公開されている。ハーウェルサイトのSSG ミーティングの議事録より、主な議事概要を下記に整理した。

²³⁵ UK, Office for Nuclear Regulation corporate plan 2024 to 2025, (2024),

<https://www.gov.uk/government/publications/office-for-nuclear-regulation-corporate-plan-2024-to-2025>

²³⁶ UK, Nuclear sites: environmental regulation, (2021), <https://www.gov.uk/guidance/nuclear-sites-environmental-regulation>

²³⁷ JAEA, (2015), https://atomica.jaea.go.jp/data/detail/dat_detail_05-02-03-01.html

²³⁸ Site Stakeholder Group, SSG meeting calendar, <https://nrsssg.com/meeting-calendar/>

議事次第	<ul style="list-style-type: none"> ・サイトレポート(NRS 社) ・NDA による報告 ・規制機関(ONR、EA)による報告 ・プロジェクト進捗報告(NRS 社)
出席者の主な所属	NRS 社、地域評議会委員、ONR、EA、地域住民、Tradebe 社(廃棄物処理)、ハーウェル・キャンパス内企業、小学校、女性団体連合会
参加者数	約 20 名～50 名
主な質疑(例)	<ul style="list-style-type: none"> ・ILW 貯蔵庫に貯蔵される廃棄物は、外部サイトからどれくらいの量が持ち込まれるのか ・なぜバークレーでなくハーウェルに ILW 貯蔵庫ができるのか ・現場の放射線の危険が大幅に軽減されたことをどう証明するか? ・緊急時対応の計画では境界外(1.2 マイル)も警報範囲に含まれているが、境界外はどうやって警報するのか ・住宅地開発の構想について ・現場の放射能汚染の危険が大幅に軽減された事をどう証明するか? ・積極的な情報提供に感謝 ・廃棄物保管容器外側の放射線レベルはどの程度か

規制機関によるレポート

ONR および EA は、定期的にサイトの状況に関するレポートを作成し、SSG ミーティングにおいて発表し、ウェブサイトで公表している。各レポートの概要を以下に示す。

表 6-16 規制機関によるレポート²³⁹

作成者	ONR	EA
レポート名	Site Report	Environment Agency report
発行頻度	年 2 回	年 2 回
主な内容	検査日、検査内容、インシデント、規制関連文書の発行報告、ONR からの連絡事項、担当者連絡先	規制内容、許可状況、規制・コンプライアンス順守活動状況、検査結果、排水の海洋放出結果、環境モニタリング結果、インシデント、今後の活動方針、担当者連絡先

²³⁹ WSSG, WINFRITH SITE STAKEHOLDER GROUP. (2023), <https://nrssg.com/wp-content/uploads/2023/05/Meeting-Pack-Of-Papers-And-Reports-For-the-Winfrith-SSG-Meeting-Tuesday-16-May-2023.pdf>

ii. ウィンフリス

サイト概要

ウィンフリスサイト²⁴⁰は1957年、英国ドーセット州の84ヘクタールの敷地に英国の民間原子力研究施設として開設された。敷地には、さまざまな時期に9基の研究開発用原子炉があった。DRAGON(高温ガス炉の原型炉)やSGHWR(蒸気発生重水炉)など、研究開発の中心地となった。その後、安全試験や石油探査など、他の分野にも進出した。

DRAGON 原型炉²⁴¹は1964年から1976年まで運転された。このプロジェクトは、新しいタイプの高温ヘリウム冷却炉設計の実現可能性をテストすることが目的だった。SGHWRは、全盛期には小さな町の電力に相当する電力を生産し、1968年から1990年まで運転された。ZENITHは6基の低エネルギー原子炉のうちの最初のもので、エネルギーを生産するためではなく、炉心設計や燃料補給などの分野を研究するために設計された。NEROは1960年に続き、1964年にはJUNOに改修された。HECTORは1963年に運転を開始した。NESTORとDIMPLEは低出力原子炉で、1970年代から80年代にかけて原子炉の安全性と性能に関するデータを提供するために使用された。この種の原子炉としては、世界で最も運転期間が長い原子炉のひとつである。ウィンフリスに建設されたZero Energy Breeder Reactor Assembly(ZEBRA)は、ドーンレイ研究所の高速増殖炉計画にデータを提供した。

アルファ材料研究所は、ウィンフリスの最初の主要な廃止プロジェクトのひとつだった。原子炉物理実験用の混合酸化物燃料の製造に使われていたこの研究所は、1990年代初めに商業運転を停止した。この種の主要なプルトニウム施設が廃止されたのは初めてだった。現在、この地域は緑地に戻されている。

1991年、SGHWRの廃止措置に向けた大規模なプログラムが開始され、2006/7年に余剰付帯システムと外部施設の撤去が完了した。SGHWRの建物は現在、施設の維持管理期間に入る前の評価中である。

1995年、多角化の一環として、敷地東端はウィンフリス・テクノロジー・センターとなった。このセンターは、科学技術を基盤とする企業の拠点であると同時に、原子力発電所跡地がどのようにうまく修復できるかを具体的に証明する場所でもあった。2004年、センターはイングリッシュ・パートナーシップに譲渡された。

廃棄物貯蔵プラントは、SGHWRの操業から発生する放射性廃棄物を管理するために建設され、2005年から2011年まで稼働した。その間に、プラントは1,000ドラム缶以上の放射性廃棄物を処理した。解体作業は2011年に開始された。

DRAGONの廃止措置は2005年に開始され、付帯設備の撤去と原子炉建屋内の除染が行われた。現在、核分裂室や原子炉タンクの廃止を含め、施設を保守管理するための準備が進められ

²⁴⁰ ONR, Winfrith, <https://www.onr.org.uk/our-work/what-we-regulate/sellafield-decommissioning-fuel-and-waste/sites/winfrith-magnox/>

²⁴¹ Magnox, Publications archive, https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/20161007214019/https://magnoxsites.com/publications?filter-page=1&filter-taxs%5Bfpt_cat_sites%5D=41

ている。

NESTOR と DIMPLE は、1995 年に運転を停止したウインフリスの最後の原子炉である。廃止措置と原子炉の撤去に続き、2006 年、両施設を収容していた原子炉ホールが解体された。現在、この地域は芝生が敷かれ、認可解除を待っている。

ZEBRA は 2006 年に解体され、2010 年に事務所棟の撤去とともに廃止措置が完了した。

ウインフリスのアクティブ・ハンドリング・アンド・デコンタミネーション・ビルは、英国で初めて廃止措置に成功したカテゴリー1 の原子力施設のひとつである。1960 年代に稼働したこの建物には、高活性ケーブルライン、加圧スーツ作業エリア、一般作業場、作業エリアのほか、高さ 30m の換気煙突があった。廃止措置は 2001 年に始まり、2008 年に完了した。現在、土地は修復され、完全に復元されている。

ウインフリスの重要な施設の多くがあった場所には、現在、緑地が整備されている。敷地内には危険性の高い核施設は残っていない。除染計画の 3 分の 1 が完了したことで、ウインフリスは次の段階である廃止措置完了の達成に向けて計画が進められている。



図 6-26 ウインフリスサイト (Site Stakeholder Group)²⁴²

土地の汚染状況

ウインフリスサイトの敷地内の放射能レベルは非常に低い状態にある。廃止措置と除染の最終段階に関する環境庁のガイダンスを大幅に下回っており、廃棄物を掘削した場合、放射性廃棄物埋立地での処分、または非放射性廃棄物施設でのリサイクルに適しているという評価結果となっている。

²⁴² Site Stakeholder Group, Winfrith Site, <https://nrsssg.com/site/winfrith/>

2022年にウィンフリスサイトで報告された廃棄物インベントリは、ライフタイムの合計で 9,300 m³と報告されている。そのうち低レベル放射性廃棄物が全体の 85%以上を占め、高レベル放射性廃棄物は発生していない。ウィンフリスサイトの廃棄物インベントリ報告量を以下に示す。

表 6-17 ウィンフリスサイトの廃棄物インベントリ報告量

廃棄物カテゴリ	2022年4月の報告量(m ³)	将来の見積発生量	ライフタイム合計
高レベル放射性廃棄物	0	0	0
中レベル放射性廃棄物	4	62	66
低レベル放射性廃棄物	764	7,190	7,960
極低レベル放射性廃棄物	0	1,270	1,270
合計	768	8,520	9,300

出典: NDA UK Radioactive Waste & Materials Inventory²⁴³

サイト除染のスケジュール(予定)

ウィンフリスサイトは、廃止措置の最終段階にある。非原子炉の廃止措置、原子炉の廃止措置、サイト修復それぞれのロードマップについて以下に示す。

表 6-18 ウィンフリスサイト廃止措置ロードマップ²⁴⁴

年代	原子炉以外	原子炉	サイト修復
2020年代半ば	Blacknoll 貯水池解体	Dragon 炉心解体 SGHWR 炉心解体	計画書提出
2020年代後半	海洋放出パイプライン 及び関連施設解体		
2030年代前半	オフィス、店舗等の建物解体	Dragon 解体	緑地化
2030年代半ば	海洋放出パイプライン 解体完了	SGHWR 解体	
2030年代後半	建物解体完了 サイト解放	SGHWR 解体完了 サイト解放	フェンス撤去・公共アクセス 通路設置 サイト修復完了
2040-2070		環境モニタリング	生態系管理

出典: NRS Site Stakeholder Group (SSG)²⁴⁴より JANUS 作成

²⁴³ UK Radioactive Waste & Materials Inventory, Winfrith, (2022), <https://ukinventory.nda.gov.uk/site/winfrith/>

²⁴⁴ Winfrith site road map 2024-2040, https://nrsssg.com/wp-content/uploads/2024/12/banner-winfrith_.pdf

サイトの再利用に関する決定等*

ウィンフリスでは、2006年に地元コミュニティから要望を聞く公開協議が行われた。ブラウンフィールドの自然湿地帯に戻されるべきだという考えも示され、その決定は地元コミュニティによって優先すべき選択肢として広く認識された。当時は NDA が設立される前で、土地の所有者は政府が最終的に合意した内容に同意した。ウィンフリスは、おそらく英国全体で唯一、最終的な合意内容が定められている土地であり、その内容は、その土地を湿地地域に戻し、将来的に一般市民がアクセスできるようにするというものである。エンドステートを特定することができた数少ない例のひとつである。土地が解放されるまでには、おそらく 20～30 年である。他のサイトでは、100 年以上先になる可能性もあり、国による決定は非常に困難になる。ウィンフリスでは、決定が維持され、支持されたため、廃止措置サイトの再利用が計画されることになった。

ステークホルダーとのコミュニケーション

主なステークホルダー

ウィンフリスサイトの廃止措置に係る主なステークホルダーは、原子力規制局 (Office for Nuclear Regulation: ONR)、環境庁 (Environment Agency: EA)、原子力廃止措置機関 (Nuclear Decommissioning Authority: NDA)、サイトライセンス会社 (マグノックス社、2023 年より NRS 社)、サイトステークホルダーグループ (Site Stakeholder Group: SSG) である。主なステークホルダーの概要について、以下の表に示す。

表 6-19 ウィンフリスサイトの廃止措置に係る主なステークホルダー

ステークホルダー	概要
原子力規制局 (ONR)	英国の原子力安全規制機関として、英国内の認可を受けた原子力発電所における原子力安全、セキュリティ、安全衛生について規制している ²⁴⁵ 。
環境庁 (EA)	イングランドにおける原子力産業のための独立した環境規制機関として、原子力施設の設計から廃止措置まですべての段階を通じて放射性廃棄物の管理や排出など、サイトの環境面の規制を担当している ²⁴⁶ 。
原子力廃止措置機関 (NDA)	原子力施設の廃止措置に対して総合的に責任を持ち、規制との調整を含め、安全な除染、債務保証及び効率的なコスト管理を推進する組織であり、省庁から独立した公的機関と位置付

²⁴⁵ UK, Office for Nuclear Regulation corporate plan 2024 to 2025, (2024), <https://www.gov.uk/government/publications/office-for-nuclear-regulation-corporate-plan-2024-to-2025>

²⁴⁶ UK, Nuclear sites: environmental regulation, (2021), <https://www.gov.uk/guidance/nuclear-sites-environmental-regulation>

	けられている ²⁴⁷ 。サイトライセンス会社と呼ばれる認可事業者を通じてその戦略を遂行している。
サイトライセンス会社	廃止措置活動などサイトの管理・運営に責任を持っている。12の原子力発電所の管理・運営請負を行っている。2023年にマグノックス社からNRS社に社名変更されている。
サイトステークホルダーグループ(SSG)	地域評議会、非政府組織、その他のステークホルダーの代表と、スタッフの代表で構成されている。年に4回ミーティングを開催している。

ステークホルダーとのコミュニケーションに関連する組織等

ステークホルダーとのコミュニケーションは、SSG ミーティング、規制機関によるレポート、サイトライセンス会社による一般市民へのオンラインでのアンケート、規制機関やサイトライセンス会社によるウェブサイトでの情報公開、NDA による対面式イベントの実施などが行われている。以下、SSG ミーティング、規制機関によるレポート、サイトライセンス会社によるアンケートについて説明する。

SSG ミーティング

SSG ミーティングは、年に4回開催され、会議予定、議事、会議資料、議事録がNRSのSSGウェブサイト²⁴⁸で公開されている。ウインフリスサイトのSSG ミーティングの議事録より、主な議事概要を下記に整理した。

表 6-20 SSG ミーティングの議事概要

議事次第	<ul style="list-style-type: none"> ・サイトレポート(NRS 社) ・NDA による報告 ・規制機関(ONR、EA)による報告 ・プロジェクト進捗報告(NRS 社)
出席者の主な所属	NRS 社、地域評議会委員、ONR、EA、地域住民、Tradebe 社(廃棄物処理)
主な質疑(例)	<ul style="list-style-type: none"> ・有害物質の放出レベルが 0.01%の場合の住民への影響と将来のメンテナンス計画について ・LLWドラムのサイト内保管数 ・廃棄物の運搬ルートについて

規制機関によるレポート

ONR および EA は、定期的にサイトの状況に関するレポートを作成し、SSG ミーティングにおい

²⁴⁷ JAEA. (2015). https://atomica.jaea.go.jp/data/detail/dat_detail_05-02-03-01.html

²⁴⁸ SSG meeting calendar. <https://nrsssg.com/meeting-calendar/>

て発表し、ウェブサイトで公表している。各レポートの概要を以下に示す。

表 6-21 規制機関によるレポート²⁴⁹

作成者	ONR	EA
レポート名	Site Report	Environment Agency report
発行頻度	年 2 回	年 2 回
主な内容	検査日、検査内容、インシデント、規制関連文書の発行報告、ONR から の連絡事項、担当者連絡先	規制内容、許可状況、規制・コンプライアンス順守活動状況、検査結果、排水の海洋放出結果、環境モニタリング結果、インシデント、今後の活動方針、担当者連絡先

一般市民へのオンラインアンケート

ウィンフリスサイトは、一般市民がアクセスできる緑地にするための意見を求めるため、オンラインで一般市民へのアンケートを実施している。アンケートの質問項目は次の通りである。

表 6-22 ウィンフリスサイトのオンラインアンケート²⁵⁰

廃棄物処分について	
1	私たちは、マグノックス・ウィンフリス・サイトの廃止措置戦略、および全体的な環境影響を最小化するための廃棄物の現地管理計画に関する情報を提供しました。私たちの計画案に同意しますか？
2	敷地内処分の持続可能なアプローチを決定するにあたり、5 つの重要な要素を考慮しました。あなたにとって最も重要な要素はどれですか？（1 が最も重要、5 が最も重要でない）。 <ul style="list-style-type: none"> ・カーボンフットプリント ・道路輸送 ・オンサイト労働者の健康と安全 ・生態系と生物多様性 ・騒音の影響
最終状態（一般市民がアクセス可能な緑地）について	
3	サイト修復の優先課題は何だとお考えですか？ <ul style="list-style-type: none"> ・生態系 ・一般市民のアクセス

²⁴⁹ WSSG, WINFRITH SITE STAKEHOLDER GROUP, (2023), <https://nrsssg.com/wp-content/uploads/2023/05/Meeting-Pack-Of-Papers-And-Reports-For-the-Winfrith-SSG-Meeting-Tuesday-16-May-2023.pdf>

²⁵⁰ Magnox, Feedback form - Winfrith end state engagement, <https://uk.surveymonkey.com/r/GBPJQ GK>

4	<p>私たちは、緑地を皆さんが楽しめる公共のスペースにしたいと考えています。緑地でどのような活動をしたいですか？優先順位をつけてください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・バードウォッチング ・サイクリング ・犬の散歩 ・緑地と生態系の保護 ・乗馬 ・散策
5	<p>緑地内のウォーキングルートのレイアウトについて、3つのコンセプト候補を提示しました。どのルートがお好みですか？1つを選択</p>
6	<p>緑地への適切なアクセスを確保したいと考えています。その場所について希望はありますか？</p>
7	<p>敷地を復元し、一般に利用可能な緑地に戻すにあたって、他に考慮すべきことはありますか？</p>

また、英国政府のホームページでは、アンケート結果を考慮してサイトの景観デザイン計画を作成した事を紹介している²⁵¹。

敷地内埋設処分への理解促進

ウィンフリスサイトでは、残りの2基の原子炉に関連する大規模な地下建造物はそのまま残し、埋設処分することを計画している。地下建造物の空洞には大型のコンクリートブロックや敷地内で発生した瓦礫を埋め、各建造物の上に安全なカバーが置かれ、土で覆って緑地が再生される予定である。この計画は廃止措置の最終段階に関する環境庁のガイダンスに従って作業を行っており、地元の Dorset 評議会の計画許可と、環境庁の環境許可を取得するため、地元コミュニティとの協議を通して合意形成をしていく必要がある。

英国政府ウェブサイトでは、敷地内で埋設処理することの利点として、以下を挙げている²⁵¹。

- 地下構造体の完全な除去を必要とするオプションに比べて、環境と持続可能性の面で大きなメリットがある。
- 大規模な掘削を避けることで、労働者の健康と安全に対するリスクを最小限に抑える。
- 敷地外への材料廃棄のための重量物輸送車両移動を 6,000 回以上削減し、地域社会への影響と炭素排出量を削減する。
- 英国の納税者にとって大幅なコスト削減になる。
- 地域社会への混乱や迷惑を最小限に抑える。

²⁵¹ UK, Share your views on the future of Winfrith Site, (2023), <https://www.gov.uk/government/news/share-your-views-on-the-future-of-winfrith-site>

- 野生生物や保護された生息地への影響を最小限に抑える。

6.5 ヒアリング調査

6.4 項の内容等について、以下の関係者にヒアリング(実施方法は、メール、オンライン、対面)を行い、詳細調査の充実化を図った。ヒアリング結果は本文中に「*」で適宜追記した。

表 6-23 DOE ハンフォード関係者のヒアリング概要

関係者	所属等	実施方法・ヒアリング対象者の概要
Chapin Douglas H 氏 Buel Richard D 氏	U.S. Department of Energy, Hanford Field Office	・メール ・ハンフォード広報事務所(Richard 氏は所長代理)
<p>ハンフォードサイトについて得られた情報など</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ハンフォードのサイトの概要、土地の汚染状況、クリーンアップ状況、ステークホルダーとのコミュニケーション等の調査内容が間違っていないことが確認できた。 ・追加で以下の情報を得て、本文に記載した。 ✓ DOE のハンフォード事務所は、地域社会やステークホルダーの関与について、クリーンアップ計画の重要な側面と認識しており、公衆がクリーンアップに関する正確な情報を確実に受け取れるようにするため、また透明性を確保するため、年間 30 億ドルの予算を投じている。 ✓ 2024 年にはバーチャルを含めて 430 回のツアーが開催され、14000 人以上が訪問した。なお、このうち未成年の訪問者数は 1600 人以上で、学校などのツアーは 12 件開催された。 		

表 6-24 オークリッジの関係者のヒアリング概要

関係者	所属等	実施方法・ヒアリング対象者の概要
Stephen L. Turner 氏	米・コンサルタント	・メール ・オークリッジの K-29 などの DOE プロジェクトの経験者
<p>イーストテネシーテクノロジーパーク・オークリッジサイトについて得られた情報など</p> <ul style="list-style-type: none"> ・イーストテネシーテクノロジーパークのサイトの概要、クリーンアップ状況、ステークホルダーとのコミュニケーション状況などの調査内容が間違っていないことが確認できた。 		

表 6-25 スイス規制当局職員のヒアリング概要

関係者	所属等	実施方法・ヒアリング対象者の概要
Sybillie Estier 氏 Leupin Andreas 氏	BAG ENSI	・メール ・スイスの規制当局職員で放射線防護が専門
<p>ルーセンスサイトについて得られた情報など</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ウィンフリス・ハーウェルサイトの概要やステークホルダーとのコミュニケーションについての調査内容が間違っていないことが確認できた。 ・ 追加で以下の情報および資料提供を受け、本文に適宜追記した。 ✓ ルーセンスの事故が起こった当時、ステークホルダーについては考慮されなかった。 ✓ 事故調査報告書「Entsorgung des Versuchsatomkraftwerkes Lucens」 		

表 6-26 ウィンフリス・ハーウェルサイト関係者のヒアリング概要

関係者	所属等	実施方法・ヒアリング対象者の概要
Rob Allot 氏 Adam Davis 氏	UK EA	・メールおよびオンライン ・Allot 氏は EA の廃棄物管理責任者
<p>ウィンフリス・ハーウェルサイトなど英国の状況について得られた情報など：</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ウィンフリス・ハーウェルサイトの概要やステークホルダーとのコミュニケーションについての調査内容が間違っていないことが確認できた。 ・ 追加で主に以下の情報を得て、適宜本文に記載した。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 廃止措置は土地の所有者である NDA が主導し、エンドステートの設定や資金提供を行っている。自治体は都市計画や経済開発の観点で関与する。原子力施設の再利用は、施設ごとに多くの個別の決定がなされる。 ✓ サイトステークホルダーグループ (SSG) によるステークホルダーインボルブメントに取り組んでいるが、参加者が限定されているためより多くの人を巻き込んだ参加型に移行する必要が指摘されている。ウィンフリスサイトとハーウェルサイトで実際に廃止措置を行っている原子力復旧サービス (Nuclear Restoration Service: NRS) は、SSG の活動以外にも学校などに出向き意見を聞いている。 ✓ ウィンフリスは英国でエンドステートが特定された数少ない例であり、決定は地元のコミュニティによる公開協議により自然湿地帯に戻ることが決定した。 ✓ エンドステートを定義し固執すると、そのエンドステートに到達する何十年という時間の中で状況が変わり、エンドステートに到達する方法を決定することが非常に難しくなる。本質的には暫定的なエンドステートを考慮するプロセスに近い。段階的に将来の目的地に到達するための開発段階であり、土地利用計画に帰着する。これは地方自治体はその土地に対するビジョンを持ち、そのビジョンが何であるかを特定し、公衆か 		

ら意見を募ることが彼らの責任である。英国には多くの群 (County) があり、これらの自治体が公聴会を実施し、ステークホルダーとの土地利用の合意を図っている。

表 6-27 元 ICRP 委員のヒアリング概要

関係者	所属等	実施方法・ヒアリング対象者の概要
Jacques Lochard 氏	長崎大学・元 ICRP 委員	<ul style="list-style-type: none"> ・対面及びメール ・チェルノブイリ原子力発電所事故・福島第一原子力発電所事故で住民とのコミュニケーションなどを経験
<p>チェルノブイリ原子力発電所事故・福島第一原子力発電所事故における住民とのコミュニケーションなどの経験についてヒアリングし、以下の内容を得た。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 原子力発電所事故後の信頼回復には対話が有効である。 ・ 住民自らが、生活環境や農地などの放射能測定を行い、低線量の影響について理解を得て、何が安全かを判断できるようにするべきである。 ・ 時間とリソースがかかるプロセスであり、住民を巻き込み、地元のリーダーを立てることが重要である。 ・ 他者に対して思いやりがあり、善意のある心を持っている人々との関係を構築することが重要となる。 		

6.6 まとめ

本章では、原子力施設等の廃止措置後の再利用におけるステークホルダーインボルブメントに着目し、諸外国の状況の概要を整理した。さらに米国ハンフォード、イーストテネシー・テクノロジーパーク(オークリッジ、K-25)、スイス・ルーセンスサイト、英国ハーウェルサイトとウィンプリスサイトについて詳細調査を行い、必要に応じてヒアリング調査を実施した。各サイトの調査結果の概要は表 6-28 にまとめた。

スイス・ルーセンスサイトではすでに廃止措置が完了し、サイトの再利用が行われている。米国・英国の詳細調査対象サイトは現時点で廃止措置中・除染中・クリーンアップ中であり、サイトの完全な解放には至っていない。

米国・英国では、原子力施設等の廃止措置等における情報公開やステークホルダーインボルブメントについての法令やガイドラインでの規定が確認された。なお米国の深堀調査では、DOE が関連する施設が対象となっているため、NRC や EPA などが対象となる施設は、例えばハンフォードに適用される DOE 放射性廃棄物管理指令とは別の法令が適用される可能性がある。またスイス・ルーセンスサイトや英国ウィンプリスサイトのように、廃止措置当時の規定ではステークホルダーに関する考慮がされていなかったことも確認された。

米国・英国ともに詳細調査対象サイトでは、透明性の確保に注力しており、ウェブサイト上での頻繁な情報公開や説明会などが行われている。米国ハンフォードサイトの事例では、ステークホルダー向けにサイトのツアーなども定期的に行われており、ハンフォード諮問委員会(HAB)による意見募集の場の設定、ウェブアンケート等によるステークホルダーからのフィードバックも行われている。英国では、サイトステークホルダーグループ(SSG)が NDA により設置され、地域のステークホルダーとの交流などが行われている。一方でヒアリングではこの交流について地域のステークホルダーの範囲が十分でなく、今後は積極的な活動をしていく予定であることなどが回答された。また英国ではステークホルダーとコミュニケーションが審議型の関与(Deliberative engagement)²⁵²に移行しつつある。

雇用問題や経済問題の改善について、ハンフォードでは TRIDEC と呼ばれる企業組織団体が活動を行っており、サイトの再利用に関する計画にも携わっている。また英国では雇用機会創出に NDA の社会経済基金が活用されている。

英国・米国ともに原子力・放射線で利用された土地の廃止措置からエンドステートに関する合意については長い年月をかけており、ハンフォードでは 1980 年代以降の除染プロジェクト開始から、引き続き現在も除染等の措置が行われており、除染完了は 2090 年代までかかる見込みとなっている。ハンフォードの B 炉については除染・廃止措置が完了し、一般人へのツアーなどで公開がされており、部分的なサイトの解放は進んでいる状況である。英国の 2 サイトについては除染作業が進んでおり、一方でエンドステートについて合意が得られているのはウィンプリスサイトのみとなって

²⁵² 審議型の関与については、参加者が多様な視点を考慮しながら、問題について深く議論し共通の理解を深め、意思決定を行うこととされている。(参考:<https://www.involve.org.uk/resources/knowledge-base/what/deliberative-public-engagement>)

いる。いずれにしても法令等で多様なステークホルダーを巻き込み、計画等への意見の反映などが規定されており、実施されていることが確認できた。

表 6-28 深掘調査のまとめ

項目	米・ハンフォード	米・イーストテネシーテクノロジーパーク	スイス・ルーセンス	英・ハーウェル	英・ウインプリス
運営主体	米国エネルギー省 (DOE)	米国エネルギー省 (DOE)	廃止措置時: 原子力産業技術推奨協会 (SNA / GNA)	英国原子力廃止措置機関 (NDA)	英国原子力廃止措置機関 (NDA)
サイトの特徴	核兵器開発・生産のために利用。	核兵器開発・生産のために利用。	事故のために廃止措置。	政府原子力研究施設	民間原子力研究施設
サイトの状況	クリーンアップ中・部分解放。	クリーンアップ中。	再利用中。	廃止措置中。	廃止措置中。
再利用の状況	B 炉博物館、その他部分解放。	テクノロジーパークとして利用予定。	博物館等の保管庫として利用。	未定。	サイエンス・イノベーションパークとして利用予定。
廃止措置・サイトの解放等に関するステークホルダーインボルブメントに関する法令等	代表的な法令として以下があり、さらに州の法令等が適用される。 ・包括的環境対処・補償・責任法 (CERCLA) ・連邦資源保全回収法 (Resource Conservation and Recovery Act, RCRA) ・連邦諮問委員会法 (Federal Advisory Committee Act: FACA)		当時はステークホルダーに関する考慮はされなかった。	代表的な法令として以下があり、さらにガイドライン等が整備されている。 ・Nuclear Reactors (Environmental Impact Assessment for Decommissioning) Regulations (EIADR) ただしウインプリスは廃止措置時にこのようなステークホルダーに関する規定はなかった。	
主なステークホルダーインボルブメントに関する組織	HAB	ORSSAB	なし	NDA による SSG。	NDA による SSG。
上記組織の特徴	SSAB 憲章により多様なステークホルダーの関与が規定されている。HAB は専用の HP を作成。	SSAB 憲章により多様なステークホルダーの関与が規定されている。	—	SSG のメンバーは、SSG のガイダンスに基づき、参加できるものを定めている。	
サイト利用の決定	DOE による将来土地利用作業グループが検討。	—	ヴォー州議会による建築委員会での決定。	—	地元コミュニティとの公開協議の結果。
コミュニケーションに関する概要	公聴会・説明会、諮問委員会、ウェブサイト、ソーシャルメディア、ニュースレター、広報誌、サイトツアー、意見募集	公聴会・説明会、諮問委員会、ウェブサイト	—	SSG によるコミュニケーションとそれ以外に若い世代・地域との連携を強化している。ウェブサイトも活用。	
ステークホルダーインボルブメントの特徴	多様なステークホルダーの関与、諮問委員会による積極的な意見反映。		—	NDA 主導、地域との連携重視。	
雇用創出	TRIDEC が雇用創出・経済活性化などを担っている。	ETTP の再産業化により雇用と進出企業による 13.5 億ドルの投資が期待される。	—	NDA による基金の利用が可能。	
その他	Web 等を含めた頻繁な情報公開が行われ、透明性の確保に年間 30 億ドルが投じられている。	オークリッジの K-25 History Center と展望台が建設された。	—	ウインプリスでは、NRS はソーシャルメディア (LinkedIn, Facebook, X) を使用して情報発信を行っており、UKEA は廃止措置プロセスに関する見解をブログで公開し、地域社会との対話促進を試みている。	

別添資料 報告書概要

以降は本報告書の概要版を掲載する。

二次利用未承諾リスト

報告書の題名 令和6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原発廃炉に際しての利害関係者との関わり方並びに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

委託事業名 令和6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原発廃炉に際しての利害関係者との関わり方並びに多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査等）

受注事業者名 日本エヌ・ユー・エス株式会社

頁	図表番号	タイトル
11	図 4-1	Flamanville原子力発電所の所在地と外観
12	表 4-1	Flamanville発電所の通常運転中に発生した液体放出物量
13	表 4-2	Flamanville原子力発電所の放出基準
14	図 4-2	リスク評価フロー
19	表 4-3	『放射線防護等に関する基準』 [別表3]放射性物質の年間摂取限度、誘導空气中濃度及び排出管理基準
20	図 4-3	規制活動
20	図 4-4	規制の手続き
21	図 4-5	気体放射性物質の移行経路
21	図 4-6	液体放射性物質の移行経路
22	図 4-7	気体及び液体排出量及び予想住民被ばく線量（1歳基準）（2023年古里・セウル原子力発電所）
22	図 4-8	年別予想住民被ばく線量（最大年齢層）（2023年古里・セウル原子力発電所）
23	図 4-9	気体及び液体排出量及び予想住民被ばく線量（1歳基準）（2023年月城・新月城原子力発電所）
23	図 4-10	年別予想住民被ばく線量（最大年齢層）（2023年月城・新月城原子力発電所）
24	図 4-11	気体及び液体排出量及び予想住民被ばく線量（1歳基準）（2023年ハンビット原子力発電所）
24	図 4-12	年別予想住民被ばく線量（最大年齢層）（2023年ハンビット原子力発電所）
25	図 4-13	気体及び液体排出量及び予想住民被ばく線量（1歳基準）（2023年ハヌル原子力発電所）
25	図 4-14	年別予想住民被ばく線量（最大年齢層）（2023年ハヌル原子力発電所）
26	図 4-15	情報収集・管理の手続き
29	表 4-4	レニングラード原子力発電所の状況
28	図 4-16	レニングラード原子力発電所の所在地
32	表 4-5	LAES原子力発電所（RBMK-1000）の放射性核種放出量（2019年）
33	表 4-6	LAES 2原子力発電所（VVER-1200）の放射性核種放出量（2019年）
34	表 4-7	LAES原子力発電所（RBMK-1000）から放出された放射性物質による被ばく線量（2019年）
34	表 4-8	LAES 2原子力発電所（VVER-1200）から放出された放射性物質による被ばく線量（2019年）
35	表 4-9	レニングラード原子力発電所から放出された放射性物質による被ばく線量（2019年）
49	表 4-10	SZCからの液体・気体両方の廃棄物にさらされた漁師の家族の被ばくによる年間線量（ $\mu\text{Sv/y}$ ）

51	表 5-1	2023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）
52	表 5-2	2023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）
53	表 5-3	各試料のトリチウム分析結果
58	表 5-4	英国の再処理施設及び原子力施設におけるトリチウム等放出実績（2023年）
59	表 5-5	仏国の再処理施設及び原子力施設における直近のトリチウム放出実績（2022年）
60	表 5-6	韓国の原子力施設における2023年のトリチウム等放出実績
60	表 5-7	韓国の原子力施設における2024年上半期のトリチウム等放出実績
62	表 5-8	米国の原子力施設における直近のトリチウム放出実績（2023年）
64	図 5-1	ドイツの原子力施設からの放射能排出量
64	表 5-9	スペインの原子力施設における直近のトリチウム等放出実績（2023年）（Bq）
65	表 5-10	台湾の原子力施設における直近（2023年）のトリチウム等放出実績（Bq）
65	表 5-11	中国の原子力施設における直近のトリチウム等放出実績
66	表 5-12	カナダの原子力施設における直近（2023年）のトリチウム等放出実績
68	表 5-13	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（2023年度）
69	表 5-14	トリチウム分離技術に関する論文等の検索件数
70	図 6-1	本章の調査対象
70	表 6-1	廃止措置の方式
72	図 6-2	発電用原子炉の段階別及び原子炉タイプ別の原子炉数
73	表 6-2	廃止措置完了となった原子炉
74	図 6-3	各フェーズでの研究炉数
75	図 6-4	各フェーズでの核燃料サイクル施設数
78	表 6-3	SAPの廃止措置関連箇所概要
80	表 6-4	SAPの放射能汚染サイト除染関連箇所概要
83	表 6-5	ASN指針6の章構成
83	表 6-6	ASN指針14の章構成
84	表 6-7	6.3節でまとめた原子力関連施設の廃止措置状況とサイト解放状況の一覧
115	図 6-5	ハンフォードサイトにおけるトリチウムの汚染状況
116	図 6-6	ワン・ハンフォードの構成組織
117	表 6-8	2022～2025年の除染に関する予算額（百万ドル）
119	表 6-9	住民参画に関連する包括的環境対処・補償・責任法（CERCLA）の主要な要件
123	図 6-7	ハンフォードに適用されるPublic involvementに関する主な法令のまとめ
123	表 6-10	ハンフォードの主なステークホルダー
128	図 6-8	作業会による6つの地域区分
132	図 6-9	B原子炉周辺エリアの将来土地利用計画 オプション3のイメージ
134	図 6-10	ハンフォードの全体地図
135	図 6-11	Oak Ridge Reservationの全景
137	図 6-12	周辺10郡の人口分布（1995年と2010年）
138	表 6-11	周辺10郡の人口とORR就労割合（2019年からは就労人数）
139	図 6-13	ETTPで解体された建物
139	図 6-14	ETTPの状態：クリーンアップ前（上）と2024年（下）

(様式2)

140	表 6-12	ETTPにおける主要なクリーンアップ活動
142	図 6-15	ETTPにおいて2024年までに譲渡された面積
143	図 6-16	ETTPの再産業化の状況 (2023年時点)
143	図 6-17	ETTP (Heritage Centerを含む) と隣接するHorizon Centerの再産業化の状況 (2024年時点)
146	図 6-18	米国DOE EMによるクリーンアップ活動の16サイトとコスト (赤枠はORR)
148	図 6-19	ASERが提供する情報の例: 放射線量マップ
149	表 6-13	ETTPに関連するステークホルダーとのコミュニケーション
153	図 6-20	ルーセンスサイトの航空写真 (Google map)
154	図 6-21	ルーセンス周辺の広域航空写真 (Google map)
155	図 6-22	廃止前のルーセンスサイトの断面図
156	図 6-23	再利用後の横断面図 (上層階部分)
162	図 6-24	ハーウェルサイト (Site Stakeholder Group)
163	表 6-14	ハーウェルサイトの廃棄物インベントリ報告量
163	図 6-25	ハーウェルサイトの除染戦略
164	表 6-15	ハーウェルサイトの廃止措置に係る主なステークホルダー
166	表 6-16	規制機関によるレポート
168	図 6-26	ウインフリスサイト (Site Stakeholder Group)
169	表 6-17	ウインフリスサイトの廃棄物インベントリ報告量
169	表 6-18	ウインフリスサイト廃止措置ロードマップ
170	表 6-19	ウインフリスサイトの廃止措置に係る主なステークホルダー
171	表 6-20	SSG ミーティングの議事概要
172	表 6-21	規制機関によるレポート
172	表 6-22	ウインフリスサイトのオンラインアンケート
175	表 6-23	DOE ハンフォード関係者のヒアリング概要
175	表 6-24	オークリッジの関係者のヒアリング概要
176	表 6-25	スイス規制当局職員のヒアリング概要
176	表 6-26	ウインフリス・ハーウェルサイト関係者のヒアリング概要
177	表 6-27	元ICRP 委員のヒアリング概要
180	表 6-28	深堀調査のまとめ