

**令和 5 年度 諸外国における原子力安全制度の
整備状況等に関する調査
成果報告書**

令和 6 年 3 月 11 日

エム・アール・アイリサーチアソシエーツ株式会社

技術・安全事業部

本報告書は、内閣府の令和5年度科学技術基礎調査等委託事業として、エム・アール・アイ リサーチアソシエーツ株式会社が実施した「令和5年度 諸外国における原子力安全制度の整備状況等に関する調査」の成果を取りまとめたものです。

従って、本報告書の著作権は、内閣府に帰属しており、本報告書の全部又は一部の無断複製等の行為は、法律で認められたときを除き、著作権の侵害にあたるので、これらの利用行為を行うときは、内閣府の承認手続きが必要です。

目次

1. はじめに.....	7
2. 調査成果の概要.....	10
3. イギリスにおける原子力安全制度の整備状況	13
3.1. 原子力発電等の最新状況	13
3.2. 国際的取決めの遵守状況	16
3.2.1 イギリスの国際的取決め遵守の概況	16
3.2.2 国際的取決めに関する国内制度、前回調査以降の変更点.....	16
3.3. 国内制度の整備状況.....	18
3.3.1 原子力安全に関する法体系.....	18
3.3.2 原子力損害賠償制度	19
3.3.3 原子力安全に関する規制当局	22
3.3.4 原子力資機材の輸出管理制度	24
3.3.5 IAEA の評価サービス IRRS の受入れ状況等.....	24
3.4. IAEA の実施する主要な評価サービスの受入れに係る状況	25
3.5. 参考文献.....	27
4. フランスにおける原子力安全制度の整備状況	32
4.1. 原子力発電等の最新状況	32
4.2. 国際的取決めの遵守状況	34
4.2.1 フランスの国際的取決め遵守の概況	34
4.2.2 国際的取決めに関する国内制度、前回調査以降の変更点.....	35
4.3. 国内制度の整備状況.....	36
4.3.1 原子力安全に関する法体系.....	36
4.3.2 原子力損害賠償制度	38
4.3.3 原子力安全に関する規制当局	38
4.3.4 原子力資機材の輸出管理制度	41
4.3.5 IAEA の評価サービス IRRS の受入れ状況等.....	41
4.4. IAEA の実施する主要な評価サービスの受入れに係る状況	43
4.5. 参考文献.....	47
5. アメリカにおける原子力安全制度の整備状況	50
5.1. 原子力発電等の最新状況	50
5.2. 国際的取決めの遵守状況	52
5.2.1 アメリカの国際的取決め遵守の概況	52
5.2.2 国際的取決めに関する国内制度、前回調査以降の変更点.....	52
5.3. 国内制度の整備状況.....	54
5.3.1 原子力安全に関する法体系.....	54

5.3.2	原子力損害賠償制度	57
5.3.3	原子力安全に関する規制当局	58
5.3.4	原子力資機材の輸出管理制度	62
5.3.5	IAEA の評価サービス IRRS の受入れ状況等	62
5.4.	IAEA の実施する主要な評価サービスの受入れに係る状況	62
5.5.	参考文献	65
6.	インドにおける原子力安全制度の整備状況	69
6.1.	原子力発電等の最新状況	69
6.2.	国際的取決めの遵守状況	70
6.2.1	インドの国際的取決め遵守の概況	70
6.2.2	国際的取決めに関する国内制度、前回調査以降の変更点	70
6.3.	国内制度の整備状況	88
6.3.1	原子力安全に関する法体系	88
6.3.2	原子力損害賠償制度	90
6.3.3	原子力安全に関する規制当局	91
6.3.4	原子力資機材の輸出管理制度	96
6.3.5	IAEA の評価サービス IRRS の受入れ状況等	96
6.4.	IAEA の実施する主要な評価サービスの受入れに係る状況	98
6.5.	参考文献	100
7.	トルコにおける原子力安全制度の整備状況	104
7.1.	原子力発電等の最新状況	104
7.2.	国際的取決めの遵守状況	104
7.2.1	トルコの国際的取決め遵守の概況	104
7.2.2	国際的取決めに関する国内制度、前回調査以降の変更点	105
7.3.	国内制度の整備状況	124
7.3.1	原子力安全に関する法体系	124
7.3.2	原子力損害賠償制度	126
7.3.3	原子力安全に関する規制当局	128
7.3.4	原子力資機材の輸出管理制度	130
7.3.5	IAEA の評価サービス IRRS の受入れ状況等	130
7.4.	IAEA の実施する主要な評価サービスの受入れに係る状況	133
7.5.	参考文献	135
8.	原子力関連産業のサプライチェーンの実態調査	139
8.1.	日本における原子力産業サプライチェーンの概況	139
8.1.1	原子力産業に特有のサプライチェーン	139
8.1.2	サプライチェーンの状況	140
8.1.3	大型軽水炉新設や革新炉開発への対応可能性	143

8.2. アメリカにおける原子力産業サプライチェーン.....	144
8.2.1 アメリカにおける原子力サプライチェーンの概要.....	144
8.2.2 アメリカにおける建設段階の主要事業者.....	144
8.2.3 アメリカにおける運転段階の主要事業者.....	150
8.2.4 アメリカにおける廃止措置段階の主要事業者.....	153
8.2.5 アメリカにおける型式・規格にかかる認証制度及び認証サービス業の状況 ..	154
8.2.6 アメリカにおけるプラント建設計画と日本の関与の可能性.....	158
8.2.7 アメリカの政府・企業等を対象としたヒアリング.....	158
8.3. フランスにおける原子力産業サプライチェーン.....	159
8.3.1 フランスにおける原子力サプライチェーンの概要.....	159
8.3.2 フランスにおける建設段階の主要事業者.....	160
8.3.3 フランスにおける運転段階の主要事業者.....	163
8.3.4 フランスにおける廃止措置段階の主要事業者.....	166
8.3.5 フランスにおける型式・規格にかかる認証制度及び認証サービス業の状況 ..	168
8.3.6 フランスにおけるプラント建設計画と日本の関与の可能性.....	170
8.4. ドイツにおける原子力産業サプライチェーン.....	171
8.4.1 ドイツにおける原子力サプライチェーンの概要.....	171
8.4.2 ドイツにおける建設段階の主要事業者.....	171
8.4.3 ドイツにおける運転段階の主要事業者.....	174
8.4.4 ドイツにおける廃止措置段階の主要事業者.....	174
8.4.5 ドイツにおける型式・規格にかかる認証制度及び認証サービス業の状況.....	176
8.4.6 ドイツにおけるプラント建設計画と日本の関与の可能性.....	177
8.5. カナダにおける原子力産業サプライチェーン.....	177
8.5.1 カナダにおける原子力サプライチェーンの概要.....	177
8.5.2 カナダにおける建設段階の主要事業者.....	178
8.5.3 カナダにおける運転段階の主要事業者.....	181
8.5.4 カナダにおける廃止措置段階の主要事業者.....	183
8.5.5 カナダにおける型式・規格にかかる認証制度及び認証サービス業の状況.....	183
8.5.6 カナダにおけるプラント建設計画と日本の関与の可能性.....	185
8.6. 日本と諸外国におけるサプライチェーンの比較・分析.....	185
8.6.1 アメリカとの比較.....	186
8.6.2 カナダとの比較.....	187
8.6.3 フランス・ドイツとの比較.....	187
8.6.4 日本における今後のサプライチェーン強化に向けた分析.....	188
8.7. 参考文献.....	195

略語集

略称	原語名称	和文表記
ABWR	Advanced Boiling Water Reactor	改良型沸騰水型原子炉
AEA	Atomic Energy Act	アメリカ 原子力法
AEC	Atomic Energy Commission	インド 原子力委員会
AECL	Atomic Energy of Canada Limited	カナダ原子力公社
AERB	Atomic Energy Regulatory Board	インド原子力規制委員会
AG	Australia Group	オーストラリアグループ
AGR	Advanced Gas-cooled Reactor	改良型ガス炉
AMR	Advanced Modular Reactor	先進モジュール炉
ANDRA	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs	フランス 放射性廃棄物管理機関
ANS	American Nuclear Society	アメリカ原子力学会
ASLB	Atomic Safety and Licensing Board	アメリカ 原子力安全・許認可委員会
ASME	American Society of Mechanical Engineers	アメリカ機械学会
ASN	Autorité de sûreté nucléaire	フランス 原子力安全機関
ASNR	Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection	フランス 原子力安全・放射線防護機関
BARC	Bhabha Atomic Research Centre	バーバ原子力研究センター
BEIS	Department for Business, Energy & Industrial Strategy	イギリス ビジネス・エネルギー・産業戦略省
BIS	Bureau of Industry and Security	アメリカ 商務省産業安全保障局
BWC	Biological Weapons Convention	生物兵器禁止条約
BWR	Boiling Water Reactor	沸騰水型原子炉
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives	フランス 原子力・代替エネルギー庁
CFPP	Carbon Free Power Project	アメリカ カーボンフリー電力プロジェクト
CFR	Code of Federal Regulations	アメリカ 連邦規則集
CGD	Commercial-Grade Dedication	一般産業用工業品
CGN	China General Nuclear Power Group	中国広核集団
CLNDA	Indian Civil Liability for Nuclear Damage Act	インド原子力損害民事責任法
CMG	Crisis Management Group	インド 危機管理グループ
CNL	Canadian Nuclear Laboratories	カナダ原子力研究所
CNNC	China National Nuclear Corporation	中国核工業集团公司
CNRA	Committee on Nuclear Regulatory Activities	OECD/NEA 原子力規制活動委員会
CNSC	Canadian Nuclear Safety Commission	カナダ原子力安全委員会
COL	Combined License	アメリカ 一括建設・運転許認可
CRDM	Control Rod Drive Mechanism	制御棒駆動機構
CRL	Chalk River Laboratories	カナダ チョークリバー研究所

略称	原語名称	和文表記
CSC	Convention on Supplementary Compensation for Nuclear Damage	原子力損害の補完的補償に関する条約
CSNI	Committee on Safety of Nuclear Installations	OECD/NEA 原子力施設安全委員会
DAE	Department of Atomic Energy	インド原子力庁
DC	Design Certification	アメリカ 設計認証
DCA	Design Certification Application	アメリカ 設計認証申請
DCO	Development Consent Order	イギリス 開発合意令
DESNZ	Department for Energy Security and Net Zero	イギリス エネルギー安全保障・ネットゼロ省
DHC	Delayed Hydride Cracking	遅延水素化物割れ
DIN	Deutsche Industrie Normen	ドイツ工業規格
DOE	Department of Energy	アメリカ エネルギー省
DoENI	Department of the Environment (Northern Ireland)	イギリス 北アイルランド環境省
DRL	Diagnostic Reference Level	診断参考レベル
EA	Environment Agency	イギリス 環境規制機関
EAR	Export Administration Regulations	アメリカ 輸出管理規則
EC	European Commission	欧州委員会
EDF	Électricité de France	フランス電力
EPA	Environmental Protection Agency	アメリカ 環境保護庁
EPC	Engineering, Procurement, and Construction	設計・調達・建設
EPR	European pressurized reactor	欧州加圧水型原子炉
EPRI	Electric Power Research Institute	アメリカ 電力研究所
EPZ	Emergency Planning Zone	緊急時管理区域
ESBWR	Economic Simplified Boiling-Water Reactor	高経済性単純化沸騰水型原子炉
ESP	Early Site Permission	アメリカ 早期サイト許可
EU	European Union	欧州連合
EÜAŞ	Elektrik Üretim A.Ş.	トルコ発電公社
EURATOM	European Atomic Energy Community	欧州原子力共同体
EXIM	Export-Import Bank	アメリカ 輸出入銀行
FBR	Fast Breeder Reactor	高速増殖炉
FTE	full-time equivalent	フルタイム換算
GBN	Great British Nuclear	イギリス 大英原子力
GDA	Generic Design Assessment	イギリス 包括的設計認証審査
GDF	Geological Disposal Facility	地層処分施設
GRSR	Generic Reactor Safety Review	包括的原子炉安全性レビュー
GTCC	Greater-than-Class C	アメリカ クラスCを超える
HALEU	High-Assay Low-Enriched Uranium	高純度低濃縮ウラン
HFDS	Haut fonctionnaire de défense et de	フランス 防衛・セキュリティ上級当

略称	原語名称	和文表記
	sécurité	局
HLW	High Level Radioactive Waste	高レベル放射性廃棄物
HTGR	High-Temperature Gas Reactor	高温ガス炉
HTTR	High Temperature Engineering Test Reactor	日本 高温工学試験研究炉
HWA	Hazardous Waste Act	アメリカ 有害廃棄物法
IAEA	International Atomic Energy Agency	国際原子力機関
ICPE	Installations classées pour la protection de l'environnement	フランス 環境保護指定施設
IGCAR	Indira Gandhi Centre for Atomic Research	インド インディラ・ガンジー原子力研究センター
IMO	International Maritime Organization	国際海事機関
IMS	Integrated Management System	統合マネジメントシステム
INB	Installations nucléaires de base	フランス 原子力基本施設
INIR	Integrated Nuclear Infrastructure Review	統合原子力基盤レビュー
IPZ	Ingestion Pathway Emergency Planning Zone	摂取経路 EPZ
IRRS	Integrated Regulatory Review Service	総合規制評価サービス
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire	フランス 放射線防護・原子力安全研究所
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
ITAAC	Inspections, Tests, Analyses, and Acceptance Criteria	アメリカ 検査・試験・解析・合格基準
IVR	Interventional Radiology	画像下治療
JAEA	Japan Atomic Energy Agency	日本原子力研究開発機構
KHNP	Korea Hydro & Nuclear Power Co., Ltd.	韓国水力原子力
KTA	Kerntechnische Ausschuss	ドイツ 原子力技術委員会
LC	Licence Condition	イギリス 許可条件
LGD	Lead Government Department	イギリス 政府主管部局
LLW	Low Level Radioactive Waste	低レベル放射性廃棄物
MCA	Maritime and Coastguard Agency	海事沿岸警備庁
MMR	Micro Modele Reactor	マイクロモジュール炉
MPRSA	Marine Protection, Research and Sanctuaries Act	アメリカ 海洋・保護・研究・聖域法
MTCR	Missile Technology Control Regime	ミサイル技術管理レジーム
NDK	Nükleer Düzenleme Kurumu	トルコ 原子力規制庁
NEI	Nuclear Energy Institute	アメリカ 原子力協会
NEIMA	Nuclear Energy Innovation and Modernization Act	アメリカ 原子力革新・近代化法
NEPA	National Environmental Policy Act	アメリカ 国家環境政策法
NERC	North American Electric Reliability	北アメリカ電力信頼度協議会

略称	原語名称	和文表記
	Corporation	
NIST	National Institute of Standards and Technology	アメリカ国立標準技術研究所
NNL	National Nuclear Laboratory	イギリス 国立原子力研究所
NOAA	National Ocean and Atmosphere Administration	アメリカ海洋大気庁
NPCIL	Nuclear Power Corporation of India Limited	インド原子力発電公社
NPS	National Policy Statement	イギリス 国家政策声明
NRC	Nuclear Regulatory Commission	アメリカ 原子力規制委員会
NRW	Natural Resources Wales	イギリス 天然資源ウェールズ
NSCP	Nuclear Supply Chain Platform	日本 原子力サプライチェーンプラットフォーム
NSG	Nuclear Suppliers Group	原子力供給国グループ
NSL	Nuclear Site Licence	イギリス 原子力サイト許可
NSRA	Nuclear Safety Regulatory Authority	インド 原子力安全規制庁
NSSC	Nuclear Safety and Security Commission	韓国 原子力安全委員会
NSSS	Nuclear Steam Supply System	原子力蒸気供給システム
NWS	Nuclear Waste Services	イギリス ニュークリア・ウェイスト・サービス
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development	経済協力開発機構
OECD/NEA	Organisation for Economic Co-operation and Development/ Nuclear Energy Agency	経済協力開発機構／原子力機関
OIG	Office of Inspector General	アメリカ 監察総監室
OMB	Office of Management and Budget	アメリカ 行政管理予算局
ONR	Office for Nuclear Regulation	イギリス 原子力規制局
ONT	Other New Technologies	アメリカ 他の新たな技術
OPG	Ontario Power Generation	カナダ オンタリオ・パワージェネレーション
OSART	Operational Safety Review Team	運転安全評価チーム
PAA	Panstwowa Agencja Atomistyki	ポーランド原子力庁
PAR	Passive Autocatalytic Recombiner	パッシブ水素再結合器
PHWR	Pressurized Heavy-Water Reactor	加圧重水炉
PPA	Power Purchase Agreement	電力購入契約
PPE	Programmations pluriannuelles de l'énergie	フランス 多年度エネルギー計画
PRA	Probabilistic Risk Assessment	確率論的リスク評価
PSA	Probabilistic Safety Assessment	確率論的安全評価
PSDAR	Post-Shutdown Decommissioning Activities Report	アメリカ 閉鎖後廃止措置活動報告書

略称	原語名称	和文表記
PSR	Periodic Safety Review	定期安全レビュー
RCP	Reactor Coolant Pump	原子炉冷却ポンプ
RPV	Reactor Pressure Vessel	原子炉圧力容器
PWR	Pressurized Water Reactor	加圧水型原子炉
RANET	Response and Assistance Network	緊急時対応援助ネットワーク
RCRA	Resource Conservation and Recovery Act	アメリカ 資源保全・回収法
REPPIR	Radiation (Emergency Preparedness and Public Information) Regulations	イギリス 放射線緊急事態に対する準備及び情報公開規則
SAP	Safety Assessment Principles	イギリス 安全評価原則
SARCAR	Safety Review Committee for Applications of Radiation	インド 放射線応用安全審査委員会
SARCOP	Safety Review Committee for Operating Plants	インド 運転プラント安全審査委員会
SCC	Stress Corrosion Cracking	応力腐食割れ
SDA	Standard Design Approval	アメリカ 標準設計承認
SDC	Standard Design Certification	アメリカ 標準設計認証
SDR	Special Drawing Right	特別引出権
SEED	Site and External Events Design Review Service	立地評価・安全設計レビュー
SEPA	Scottish Environment Protection Agency	イギリス スコットランド環境保護局
SISERI	Système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants	フランス 国家線量登録簿
SLR	Subsequent License Renewal	アメリカ 2度目の運転認可更新
SMR	Small Modular Reactor	小型モジュール炉
STUK	Säteilyturvakeskus	フィンランド 放射線・原子力安全局
TAEK	Türkiye Atom Enerjisi Kurumu	トルコ原子力庁
TAG	Technical Assessment Guides	イギリス 技術評価指針
TENMAK	Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu	トルコエネルギー・原子力・鉱業研究所
TIG	Technical Inspection Guide	イギリス 技術検査指針
TRU	Transuranic	超ウラン
TSO	Technical Support Organization	技術支援機関
TÜV	Technischer Überwachungs-Verein	ドイツ 技術検査協会
UAMPS	Utah Associated Municipal Power Systems	アメリカ ユタ州公営電力システムズ
UNLP	University Nuclear Leadership Program	アメリカ 大学原子力リーダーシッププログラム
USACE	United States Army Corps of Engineers	アメリカ陸軍工兵隊
USCG	United States Coast Guard	アメリカ沿岸警備隊
USNC	Ultra Safe Nuclear Corporation	アメリカ ウルトラ・セーフ・ニュー

略称	原語名称	和文表記
		クリア社
USNIC	United States Nuclear Industry Council	アメリカ原子力産業協議会
VARANS	Vietnam Agency for Radiation and Nuclear Safety	ベトナム放射線原子力安全庁
VDR	Vendor Design Review	カナダ ベンダー設計レビュー
VTR	Versatile Test Reactor	アメリカ 多目的試験炉
WA	Wassenaar Arrangement	ワッセナーアレンジメント
WGHOFF	Working Group on Human and Organizational Factor	OECD/NEA 人的・組織的要因に関する作業部会
WIPP	Waste Isolation Pilot Plant	アメリカ 廃棄物隔離パイロットプラント
WNA	World Nuclear Association	世界原子力協会
ZC	Zangger Committee	ザンガー委員会

1. はじめに

(1) 調査の目的

内閣府殿は、公的信用付与実施機関（株式会社国際協力銀行及び株式会社日本貿易保険）からの求めがあった場合に、原子力施設の主要資機材の輸出等に係る公的信用付与に伴う安全配慮等確認（以下「安全配慮等確認」という。）を適切かつ円滑に行うため、原子力施設主要資機材の輸出等に係る公的信用付与に伴う安全配慮等確認の実施に関する要綱（2015年（平成27年）10月6日原子力関係閣僚会議決定。以下「実施要綱」という。）別紙の安全配慮等確認に関する調査票の原案を作成することになっている。内閣府殿が上述等の業務を適切に行うための知識基盤の整備を図るため、諸外国における原子力関連の安全規制の整備状況等の事実関係に係る情報を収集・整理する。また、公的信用付与実施機関から実施要綱に基づき原子力施設主要資機材の輸出等にかかる公的信用付与に伴う安全配慮等確認について依頼があった場合には、その輸出相手国における実施要綱別紙の安全配慮等確認に関する調査票原案（案）を作成することを目的とする。また、多くの国が将来的にも原子力エネルギーを利用する意向があることから、我が国の原子力産業が海外の原子力施設の主要資機材の輸出等を行う可能性を予め把握するため、諸外国における原子力関連産業のサプライチェーンの状況を調査し、今後日本からの原子力関連資機材の輸出の可能性を検討することを目的とする。

(2) 調査の進め方

本調査においては、下記 i) の対象国における安全確保等に係る国際的取決めの遵守、国内制度の整備、発電用原子炉の設置の場合における国際原子力機関（IAEA）による主要なレビュー受入れ状況等に関する調査を実施した。また、対象国 ii) における原子力産業のサプライチェーンに関する調査を実施した。

- (対象国) i) イギリス、フランス、アメリカ、インド、トルコ
- ii) アメリカ、フランス、ドイツ、カナダ

なお、対象国 i) については、内閣府原子力政策担当室殿がウェブサイトにて公表している2016年度（平成28年度）～2022年度（令和4年度）調査結果からの変更点について、相手国のウェブサイト、文献等による情報収集を実施した。

対象国 ii) については、相手国のウェブサイト、文献等による情報収集を実施したほか、アメリカについては政府・企業等を対象としてヒアリング調査を実施した。

(3) 業務の内容

本調査においては、実施要綱に示された調査項目に関連する、以下の情報の収集・整理を実施した。

1) 調査対象国における国際的取決めの遵守状況

本項目では、対象国 i) について、国際的取決めとして以下の国際条約について、加盟・遵守状況を調査した。

- 「原子力の安全に関する条約」
- 「使用済燃料及び放射性廃棄物の管理の安全に関する条約」
- 「廃棄物その他の物の投棄による海洋汚染の防止に関する条約」
- 「原子力事故の早期通報に関する条約」
- 「原子力事故又は放射線緊急事態の場合における援助に関する条約」

なお、調査対象国がこれらの条約を締結している場合は、関連する国内制度の整備状況と遵守状況を確認し、締結していない場合は、条約の要件に対応する国内制度が整備されているか否かを調査した。

2) 対象国における国内制度の整備状況

本項目では、対象国 i) について、実施要綱に示された調査項目を踏まえ、調査対象国について、以下の点を調査した。

- 原子力安全に係る法体系（法律の概要、法体系図、法律（英文及び日本語訳）、原子力安全に係る基準の概要、日本の法制度との相違等）
- 原子力損害賠償制度（概要（関係する国際条約等を含む。））
- 原子力安全に関する規制当局（当局の有無、体制、組織図、人員、他国との業務提携の状況等）
- 総合規制評価サービス（IRRS）の受入れ状況等

3) 発電用原子炉の設置の場合における IAEA の実施する主要な評価の受入れ状況及び IAEA の指摘とそれに対する対応状況

本項目では、対象国 i) について、実施要綱に示された調査項目を踏まえ、調査対象国が、IAEA が実施している以下のレビュー等を受け入れているか等について調査した。

- 統合原子力基盤レビュー（INIR）
- 立地評価・安全設計レビュー（SEED）
- 包括的原子炉安全性レビュー（GRSR）
- 運転安全評価チーム（OSART）

4) 外部専門家による研究会における検討

本調査においては、対象国 i) について、外部専門家による研究会を設置し、対象国における実質的な条約の履行状況、IAEA が実施する IRRS やその他評価サービスの対応状況等の上記調査項目についての調査結果、履行状況や対応状況、内容と事実関係等の論点について議論を行い、この結果を取りまとめた。

5) 実施要綱別紙の安全配慮等確認に関する調査票原案（案）の作成

本調査においては、対象国 i) について、実施要綱別紙の安全配慮等確認に関する調査票 1. 及び 3. を作成した。

6) 原子力関連産業のサプライチェーンの実態調査

対象国 ii) について、原子力関連産業におけるサプライチェーンの実態を調査し、以下の点を取りまとめた。また、日本とアメリカの関係機関等を対象としてヒアリング調査を実施した。

- 原子力施設の建設段階、運転段階、廃止措置段階の 3 つの段階におけるサプライチェーンの事業者の把握（原子力資機材、燃料製造から廃止措置事業に係る事業者（製造・サービス業）について、国名、企業名、炉型、分野、取扱製品、特徴を調査）
- 国際市場の中での位置づけ（シェア等）
- 型式・規格にかかる認証制度及び認証サービス業の状況
- 日本と対象国間の比較
- 各国のプラント建設計画、日本の関与の可能性

(4) 調査結果の報告・取りまとめ

内閣府殿と、調査の進捗等を確認するために、調査の実施期間中、随時報告会を開催した。成果報告書（案）は、これらの報告会における確認等も踏まえ作成し、2024 年 2 月 19 日に内閣府殿に対して最終報告会を実施した。

成果報告書は、最終報告会にて内閣府殿より受領したコメント、及び第 2 回の研究会において外部専門家より受領したコメントも踏まえ作成し、2024 年 3 月 11 日に提出した。

2. 調査成果の概要

本節では、対象国 i) で調査対象としたイギリス、フランス、アメリカ、インド、トルコ、及び日本の 6 カ国について、安全配慮等確認の実施要綱「安全配慮等確認に関する調査票」で確認が求められている事項に関する情報を整理した。

調査成果の概要

項目	イギリス	フランス	アメリカ
原子力安全条約	締結	締結	締結
放射性廃棄物等安全条約	締結	締結	締結
海洋汚染防止条約	締結	締結	締結
早期通報条約	締結	締結	締結
援助条約	締結	締結	締結
規制当局	原子力規制局 (ONR)	原子力安全機関 (ASN)	原子力規制委員会 (NRC)
原子力安全を規制する主要法令	1965年原子力施設法、2013年エネルギー法	環境法典第5編第9章	1954年原子力法、1974年エネルギー再組織法、10 CFR 等
原子炉や原子力施設の立地、設計・建設、運転に関する規制基準	1965年原子力施設法 2008年計画法 原子力施設安全評価原則 2014 等	環境法典第5編第9章第3節	10 CFR Part 50、Part 51、Part 52 等
原子力損害賠償制度	パリ条約及びブラッセル補足条約を締結。1965年原子力施設法に基づく原賠制度が存在。	パリ条約及びブラッセル補足条約を締結。環境法典第5編第9章第7節に基づく原賠制度が存在。	原子力損害の補完的な補償に関する条約 (CSC) を締結。プライス・アンダーソン法 (PA 法) に基づく原賠制度が存在。
受入れ実績のある IAEA レビュー	IRRS、OSART、GRSR	IRRS、OSART、GRSR	総合規制評価サービス (IRRS)、運転安全評価チーム (OSART)、包括的原子炉安全性レビュー (GRSR)

項目	インド	トルコ	日本
原子力安全条約	締結	締結	締結
放射性廃棄物等安全条約	未締結	締結。2023年に発効	締結
海洋汚染防止条約	未締結	未締結	締結
早期通報条約	締結	締結	締結
援助条約	締結	締結	締結
規制当局	原子力規制委員会（AERB）	原子力規制庁（NDK）	原子力規制委員会（NRA）
原子力安全を規制する主要法令	1962年原子力法、2003年インド電力法、1986年環境（保護）法、1948年工場法等	原子力規制法	原子炉等規制法等
原子炉や原子力施設の立地、設計・建設、運転に関する規制基準	1962年原子力法、原子力（プラント）規則 AERB 安全規則「原子力施設の立地評価」 AERB 安全規則「原子力発電所サイト建設時の品質保証」 AERB 安全規則「PHWR の設計と運転における安全面」等	原子力発電所の安全のための特別原則に関する規則 原子力発電所の安全のための設計原則に関する規則 原子力発電所のサイトに関する規則 原子力施設の認可に関する規則 原子力発電所の建設検査に関する規則	原子炉等規制法等
原子力損害賠償制度	CSC を締結。国内法として 2010 年に成立した原子力損害民事責任法（CLNDA）及び、これに基づく 2011 年原子力損害民事責任規則により、国内制度を整備。	パリ条約を締結。原子力規制法がパリ条約を国内法化するとともに、原子力損害賠償について規定。	CSC を締結。 原子力損害の賠償に関する法律に基づく原賠制度が存在。
受入れ実績のある IAEA レビュー	IRRS、OSART	IRRS、統合原子力基盤レビュー（INIR）、立地評価・安全設計レビュー（SEED）、運転前 OSART	IRRS、GRSR、OSART

3. イギリスにおける原子力安全制度の整備状況

本章では、イギリスにおける原子力安全制度の整備状況について整理する。

3.1. 原子力発電等の最新状況

本節では、イギリスにおける前回令和 4 年度調査以降の原子力発電等の最新状況を整理する。なお、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約に関連する動きは 3.2 に、法体系、原子力損害賠償制度、規制当局、輸出管理制度、IAEA の IRRS に関する動きは 3.3 に、IAEA の INIR、SEED、GRSR 及び OSART に関する動きは 3.4 にまとめている。

(1) 原子炉の新設に関連する動向

1) ヒンクリーポイント C 原子力発電所

イギリスでは 2016 年にヒンクリーポイント C 原子力発電所の建設が決定しており、EDF エナジー社によって建設が進められている。同発電所は EDF エナジー社の親会社であるフランス電力 (EDF) とフランスのアレバ社 (当時) の設計による欧州加圧水型炉 (ERP) 2 基 (出力各 163 万 kW) から成る。また、EDF が 66.5% を、中国広核集団 (CGN) が 33.5% を出資している。2023 年 12 月には 1 号機原子炉建屋の屋根が設置された¹。一方、EDF は 2024 年 1 月に工期延長と建設費増加を発表した。EDF のプレスリリースでは工期と費用について 3 つのシナリオが想定されており、ベースシナリオでは 1 号機の運転開始が 2030 年、プロジェクト総費用が 2015 年価額で 310 億ポンドから 340 億ポンドになるとしている²。

2) サイズウェル C 原子力発電所計画

イギリスでは政府と EDF が出資してサイズウェル C 原子力発電所の建設を計画している。同発電所はヒンクリーポイント C 原子力発電所のレプリカとして設計されており、EPR2 基 (出力各 163 万 kW) から成る。なお、当初は EDF が 80% を、CGN が 20% を出資していたが、2022 年 11 月に政府が 6 億 7,900 万ポンドを直接投資し、CGN に撤退を促したとされている³。その後もイギリス政府による投資は続き、2023 年 7 月には 1 億 7,000 万ポンドの、同年 8 月には 3 億 4,100 万ポンドの、2024 年 1 月には 13 億ポンドの追加投資が決定された^{4,5,6}。

3) Great British Nuclear

原子炉新設を支援する政府機関である Great British Nuclear (GBN) は 2023 年 7 月、新設対象となる小型モジュール炉 (SMR) の選定プロセスを開始した⁷。GBN は 2029 年までに最終投資決定を下し、2030 年代半ばに運転を開始できるプロジェクトを募集しており、2023

^a シナリオ 1 では電気機械作業が目標どおり進捗して 1 号機が 2029 年に運開、シナリオ 2 (ベースシナリオ) ではリスクが顕在化して 1 号機が 2030 年に運開、シナリオ 3 ではさらなるリスクが顕在化して 10 億ポンドの費用増の上で 1 号機が 2031 年に運開すると見積もられている

年 10 月には支援対象の候補としてベンダー6 社を選定した⁸。GBN は 2024 年春までに支援対象を決定し、同年夏までに支援契約を締結する計画としている。

4) 政府方針

イギリス政府は 2024 年 1 月に民生原子力における政府方針として「民生原子力：2050 年へのロードマップ」を公表した⁹。同ロードマップでは、2030 年から 2044 年までの 5 年ごとに原子力発電容量 300 万 kW から 700 万 kW 分の新設を決定する目標が掲げられたほか、サイズウェル C 原子力発電所に続く大型炉の新設を検討する方針が示された。また、原子力発電所建設に必要な許認可の一つである開発合意令 (DCO) を発給する上での政府の方針を示す国家政策声明 (NPS) を改定する方針が示された。なお、現行の NPS は 2011 年に策定され、2025 年までの新設を対象としていた。2024 年 1 月には改定に向けたコンサルテーションが開始され、SMR の建設候補地は従来よりも柔軟に考えられるべきとする方針等が示されている¹⁰。

(2) 先進炉の開発に関連する動向

1) 小型モジュール炉

2023 年 4 月、ロールス・ロイス SMR 社が開発を進める SMR に対する包括的設計認証審査 (GDA) が第 2 ステップへ移行した¹¹。GDA は規制機関がサイト状況などから独立した設計の安全性等評価する制度であり、建設に必須ではないが、事前に規制機関から指摘を受けることができるため実施が推奨されている。また、同社は 2023 年 10 月に、ウェスティングハウス社と燃料設計の開発に係る契約を締結したことを発表した¹²。

2023 年 10 月には先述のとおり、GBN が支援対象の候補としてベンダー6 社を選定した。選定されたベンダーは、ロールス・ロイス SMR 社、EDF、GE 日立社、ホルテック社、ニュースケール社、ウェスティングハウス (WH) 社となっている。GBN は、6 社の中から 2030 年代半ばまでに運転開始する可能性が高いものを 2024 年春に選定し、夏までに支援契約を締結する予定である。

2) 高温ガス炉

イギリスでは 2030 年代初頭までに高温ガス炉 (HTGR) の実証炉を建設する目標を立て、先進モジュール炉^b (AMR) 研究開発実証プログラムを実施している。同プログラムは 2022 年 9 月に開始され、2023 年 2 月までフェーズ A が実施された。2023 年 7 月にはフェーズ B として 3 つのプロジェクトに総額 5,350 万ポンドの支援を提供することが発表された。原子炉開発の支援対象として、イギリス国立原子力研究所 (NNL) と日本原子力研究開発機構 (JAEA) のチームによる、950 度の高温熱利用を目指すプロジェクト、USNC 社による、HTGR を活用したクリーンな水素と持続可能な航空燃料 (SAF) の製造を目指すプロジェク

^b イギリスでは第 4 世代炉技術を用いたモジュール型の原子炉を先進モジュール炉と呼称している。

(DESNZ, “Advanced Nuclear Technologies”, <https://www.gov.uk/government/publications/advanced-nuclear-technologies/advanced-nuclear-technologies>)

トが選定された。燃料開発については、被覆粒子燃料プログラム（CPF）ステップ1としてNNLとJAEAのチームによるプロジェクトが選定された。フェーズBは2025年3月に終了する^{13,14}。

(3) 既設炉の運転に関連する動向

1) 既設炉の運転延長

イギリスではEDFエナジー社によって改良型ガス炉（AGR）8基とPWR1基が運転されている。このうちAGR8基は2028年までに閉鎖することが決定しており、ヘイシャム1（2基）とハートルプール（2基）は2024年に、ヘイシャム2（2基）とトーンズ（2基）は2028年に運転を終了する計画となっていたが、2023年3月にEDFエナジー社はヘイシャム1とハートルプールを2026年3月まで運転延長する方針を発表した¹⁵。また、2024年1月にはさらなる運転延長を検討することが発表された¹⁶。

(4) 放射性廃棄物の管理・処分に関連する動向

1) 地層処分場サイト選定プロセスにおけるサイト評価

2023年6月、地層処分事業の実施主体であるニュークリア・ウェイト・サービス（NWS）が、4つの地層処分場（GDF）候補サイト（ミッドコーブランド調査エリア、サウスコーブランド調査エリア、アラデル調査エリア及びテッドルソープ調査エリア）に対するサイト評価を開始した¹⁷。なお、サイト評価に先立ち、2022年8月にはコーブランド沖で船舶を用いた物理探査が行われていた。2023年9月には、ミッドコーブランド調査エリア、サウスコーブランド調査エリア、テッドルソープ調査エリアで2024年3月まで月1回の航空調査を行うことが発表された¹⁸。

また、NWSは2023年9月にアラデル調査エリアをサイト選定プロセスから除外することを発表した¹⁹。これはサイト評価の結果、GDFの建設に適した岩盤が限られた量しか確認できなかったことによる。

2) 新たな自治体における地層処分場サイト選定プロセスの開始と撤退

2024年1月に、イーストライディングオブヨークシャー市において地層処分場サイト選定プロセスを進めるワーキンググループが設置された²⁰。イギリスのサイト選定プロセスでは、GDF建設に関心がある者がNWSと初期対話を行い、検討を続けることで合意された場合、ワーキンググループが設置される。ワーキンググループは地域コミュニティと対話を続けながらGDF候補サイトとなる調査エリアの特定を進める。イーストライディングオブヨークシャー市のワーキンググループはサウスホルダーネスGDFワーキンググループと名付けられ、イーストライディングオブヨークシャー市議会などが参加している。なお、調査エリアが特定されると、ワーキンググループはサイト選定プロセスを前進させる役割を担うコミュニティパートナーシップに移行する。コミュニティパートナーシップには地元自治体の参画が必須となっている。

2024年2月には、イーストライディングオブヨークシャー市議会がサイト選定プロセスから撤退することを議決した。同議会のプレスリリースによると、サウスイーストホルダーネス地区の議員に対して地元住民から参加への反対意見が寄せられており、同議員が撤退に関する動議を提出した結果、議会で可決された²¹。NWSは議会の議決を尊重し、今後はワーキンググループの活動を段階的に縮小するとともに、まだ対応できていない情報提供の要請に取り組むとしている²²。

3.2. 国際的取決めの遵守状況

本節では、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約について、イギリスの遵守状況等を整理する。

3.2.1 イギリスの国際的取決め遵守の概況

イギリスについて、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約の国内発効日や遵守状況は、以下に整理するとおりである。

条約名	国内発効日	遵守状況
原子力安全条約	1996年10月24日	<ul style="list-style-type: none"> ● 締約国会議に参加している。 ● 検討会合の報告において、重大な問題がある旨の報告はされていない。 ● 国別報告書を提出している。
放射性廃棄物等安全条約	2001年6月18日	<ul style="list-style-type: none"> ● 締約国会議に参加している。 ● 国別報告書を提出している。 ● 関連する国内制度を整備している。
海洋汚染防止条約	1975年12月17日	<ul style="list-style-type: none"> ● 関連する国内制度を整備している。
早期通報条約	1990年3月12日	<ul style="list-style-type: none"> ● 両条約が規定する早期通報や援助体制を整備・維持している。
援助条約	1990年3月12日	

3.2.2 国際的取決めに関する国内制度、前回調査以降の変更点

以下に、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約に関する国内制度や前回調査以降の動き等を整理する。

(1) 原子力安全条約

原子力安全条約第8、9回合同締約国会議が2023年3月に開催された。第8回締約国会議は2020年3月に開催される予定であったが、COVID-19による感染症のため、第8、9回合同締約国会議として開催された。同会議の要約報告書によると、イギリスは第8回、第9回それぞれのための国別報告書を提出し、他国から書面で提出された質問に回答している。またイギリスは、同会議に参加している²³。

原子力安全条約の第8、9回合同締約国会議に向け、イギリスは2022年8月付けの第9回

国別報告書を作成した²⁴。同報告書によれば、第8回レビュー会議の代わりに作成されたカントリーレビュー報告書草案では、イギリスにおける課題として、以下の4点が特定された。

- ① 黒鉛の質量減損と亀裂などの高経年化した改良型ガス炉（AGR）に係る規制
- ② EU 離脱に伴う原子力安全規制に関する懸念や課題
- ③ ユーラトム離脱前に国内の保障措置体制を整備すること
- ④ AGR の腐食と黒鉛ブロックの亀裂の管理

第9回国別報告書によれば、①に関してはセクションC（条文ごとの報告）の項目6（既存の原子力施設）、項目7（法規制の枠組み）及び項目14（安全性の評価と検証）において、安全性評価やプラントの更新、規制における取組が示されている。また、これらの取組がAGR閉鎖まで継続される日常的業務であることから、本課題は解決されると示されている。②に関してはセクションCの項目7及び項目13（品質保証）において、EU離脱後もEUの法律が適用される北アイルランドを除き、原子力安全に関連するEUの法律は全てイギリスの国内法として移管されるか、継続して適用されるように修正されたと示されている。また、既にイギリスはEUから離脱していることから、本課題は解決されると示されている。③に関してはセクションCの項目7及び項目8（規制機関）において、2018年原子力保障措置法などの制定を通じて、原子力規制局（ONR）を保障措置実施機関とする国内制度が確立されたことが示されている。また、既にイギリスはEUから離脱し、新たな保障措置実施体制が確立されていることから、本課題は解決されると示されている。④に関して、腐食以外は①と重複する課題として扱われている。④で特に課題とされている腐食に関しては、セクションCの項目14において、ONRが事業者の腐食管理に関する取組の妥当性を定期的に監視していることが示されている。

（2）放射性廃棄物等安全条約

イギリスでは2001年6月18日に本条約が発効した²⁵。イギリスの第7回放射性廃棄物安全条約国別報告書によれば²⁶、同国は適切に国内制度を整備し条約を遵守している。なお、前回調査以降、新たに公表された国別報告書はない。

（3）海洋汚染防止条約

イギリスは海洋汚染防止条約の締約国であり、1975年に発効している²⁷。イギリスでは、海洋汚染防止条約を国内で履行するために1985年食料・環境保護法が制定されている²⁸。また、イングランドとウェールズでは2009年海洋・沿岸アクセス法において、海洋投棄を含む海洋上での活動について許認可の取得を求めている²⁹。イギリスでは運輸省傘下の海事沿岸警備庁（MCA）が海洋汚染防止に関する活動を行っている³⁰。

（4）早期通報条約及び援助条約

イギリスは早期通報条約及び援助条約を締結しており、ともに1990年3月12日に発効している^{31,32}。早期通報条約による責務を履行するために、イギリスは原子力事故及び放射線緊急事態における政府主管部局（LGD）としてエネルギー安全保障・ネットゼロ省（DESNZ）

を指定している。イギリスの原子力施設で緊急事態が発生した場合、DESNZ は早期通報条約に基づき、IAEA 等に事故に関する情報を通知する。イギリス外で緊急事態が発生した場合、DESNZ は緊急時オペレーションセンターによって情報を受信し、速やかに関係当局と情報共有を行う。また、イギリスは緊急時対応援助ネットワーク (RANET) のメンバーであり、緊急事態発生時の援助を支援している²⁴。

3.3. 国内制度の整備状況

本節では、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている項目のうち、法体系、原子力損害賠償制度、規制当局、輸出管理制度、及び IAEA の IRRS に関する情報を整理する。

3.3.1 原子力安全に関する法体系

(1) 原子力発電所の原子力安全規制に関する法体系

イギリスにおける原子力安全規制に関する法体系は、立法（議会制定法）及び二次立法（一次立法による委任に基づく制定規則）で構成されている。基本法は 1965 年原子力施設法であり、同法に基づき、原子力サイトに対して原子力サイト許可 (NSL) が発給される。NSL は当該サイトの供用期間を通じて発行されるものであり、建設、運転、廃止措置等の供用期間中の様々なフェーズや、これらの期間中に策定・行使するセーフティケースや供用期間中に実施する定期安全レビュー等については、NSL に付随する許可条件 (LC) に基づき、原子力規制局 (ONR) による規制監督が実施される。なお、イギリスにはイングランド、ウェールズ、スコットランド、北アイルランドの各カントリー政府が存在するが、1965 年原子力施設法はいずれのカントリーにも適用される。ただし、スコットランド内の施設に適用する場合はスコットランド大臣への相談が義務付けられており、北アイルランド内の施設に適用する場合は所管省庁大臣ではなく北アイルランド大臣が判断を下す。

LC に基づく規制監督に際して ONR は、安全評価等の原則を示した安全評価原則 (SAPs)、さらにその解釈について ONR 検査官向けガイドである技術評価指針 (TAG)、検査時に参照すべきガイドである技術検査指針 (TIG) を策定しており、実際に規制活動はこれらのガイド類も参照して実施される。

主な一次立法及び二次立法は以下のとおりである。

○一次立法

- 1965 年原子力施設法
- 1974 年労働安全衛生法
- 2013 年エネルギー法

○二次立法

- 1999 年労働安全衛生管理規則
- 1999 年原子炉規則（廃止措置に関する環境影響評価）

²⁴ 2022 年 8 月付けの原子力安全条約第 9 回国別報告書では LGD としてビジネル・エネルギー・産業戦略省 (BEIS) が指定されているとなっているが、BEIS は 2023 年 2 月に再編され、それ以降の原子力行政は DESNZ に引き継がれたため、LGD も DESNZ に引き継がれたと考えられる。

- 2001年放射線緊急事態に対する準備及び情報公開規則（REPPIR）
- 2016年環境許可（イングランド及びウェールズ）規則
- 2017年電離放射線規則

（2） 前回調査以降の変更点

上に列挙した 8 件の法律等について、令和 4 年度に実施された前回調査以降では、1965 年原子力施設法、1974 年労働安全衛生法、2013 年エネルギー法、2016 年環境許可（イングランド及びウェールズ）規則が改正された^{33,34,35,36}。これらの改正のうち、原子力安全に関連する変更について整理する。

1) 1965 年原子力施設法に関する変更

1965 年原子力施設法は、2023 年エネルギー法及び 2022 年司法審査及び裁判所法（治安判事裁判所の判決権限）に関する 2023 年規則によって改正されている。2023 年エネルギー法による改正では、核融合炉施設が NSL の対象外となること、原子力サイトの定義に領海内又は領海海底下に位置するサイトを含むこと等が定められた。なお、原子力サイトの定義が変更された背景には、GDF を海底地下に建設することに対して関心が寄せられていることが挙げられ、本改正は、海底地下に位置する GDF も 1965 年原子力施設法に基づいて対応できると保証することを意図している³⁷。

2) 2013 年エネルギー法

2013 年エネルギー法は、2023 年エネルギー法、2022 年司法審査及び裁判所法（治安判事裁判所の判決権限）に関する 2023 年規則及び 2023 年 EU 法（失効及び改正）法（結果的改正）に関する 2023 年規則によって改正されている。2023 年エネルギー法による改正では、関連原子力サイトの定義として領海内又は領海下に位置するサイトを含むこと等が定められた。

3.3.2 原子力損害賠償制度

原子力分野における損害賠償に関する国際条約については、経済協力開発機構（OECD）の後援の下で採択された「原子力の分野における第三者責任に関する条約」（以下、パリ条約）と、IAEA の後援の下で採択された「原子力損害の民事責任に関するウィーン条約」（以下、ウィーン条約）が世界的な原子力損害賠償制度の全体的枠組みを形成している。このうち、パリ条約は、1960 年に採択された後、補足条約や追加議定書の採択などにより、その枠組みの強化が図られてきた。1963 年 1 月には、ほとんどのパリ条約締約国がパリ条約を補完するブラッセル補足条約を採択した。ブラッセル補足条約は公的資金及び締約国拠出金による損害賠償共同基金制度の導入により、パリ条約の下で規定される運営者責任額を超える賠償を補償する追加資金の仕組みを整備しており、1974 年 12 月 4 日に発効した。なお、パリ条約及び改正ブラッセル補足条約はその後の改正で、ともに最新のものは 2022 年 1 月 1 日に発効している。この両条約における最新の改正は、被害者に対する補償額の増額等を図るものである。一方ウィーン条約は 1963 年に採択されて以降、改正の必要性を指摘

されながらもそれを行うことなく、その枠組みを維持してきた。しかしながら、1986年4月に発生したチョルノービリ（チェルノブイリ）事故を直接の契機として、ウィーン条約の改正が喫緊の課題として認識され、その改正作業がIAEAにおいて開始され、1997年9月12日に「原子力損害の民事責任に関するウィーン条約改正議定書」（以下、この議定書により開催されたウィーン条約を「改正ウィーン条約」という）及び「原子力損害の補完的な補償に関する条約」（CSC）が採択されるに至った。改正ウィーン条約は2003年10月4日に、CSCは2015年4月15日に発効している。なお、1988年にはパリ条約とウィーン条約との連携により被害者救済措置の地理的範囲の拡大を図ることを目的としたジョイントプロトコールが採択され、1992年4月27日に発効している^{38,39}。

表 3-1 に、イギリスのほか、安全配慮調査の対象となっているフランス、アメリカ、インド、トルコの原子力損害賠償に関する国際条約の締結状況を整理する⁴⁰。

表 3-1 調査対象国の原子力損害賠償に関する国際条約の締結状況（○:締結 ×:未締結）

条約等の名称（発効日）	イギリス	フランス	アメリカ	インド	トルコ
パリ条約 （1968年4月1日）	○	○	×	×	○
改正パリ条約 （2022年1月1日）	○	○	×	×	○
改正ブラッセル補足条約 （2022年1月1日）	○	○	×	×	×
ウィーン条約 （1977年11月12日）	× ^d	×	×	×	×
改正ウィーン条約 （2003年10月4日）	×	×	×	×	×
ジョイントプロトコール （1992年4月27日）	× ^e	○	×	×	○
原子力損害の補完的な補償に 関する条約（CSC） （2015年4月15日）	×	×	○	○	×

各条約の英語名称等

パリ条約：Paris Convention on Third Party Liability in the Field of Nuclear Energy

改正パリ条約：パリ条約の” PROTOCOL TO AMEND THE CONVENTION ON THIRD PARTY LIABILITY IN THE FIELD OF NUCLEAR ENERGY OF 29 JULY 1960, AS AMENDED BY THE ADDITIONAL PROTOCOL OF 28 JANUARY 1964 AND BY THE PROTOCOL OF 16 NOVEMBER 1982” による改正

改正ブラッセル補足条約：CONVENTION OF 31 JANUARY 1963 SUPPLEMENTARY TO THE PARIS CONVENTION OF 29 JULY 1960, AS AMENDED BY THE ADDITIONAL PROTOCOL OF 28 JANUARY 1964, BY THE PROTOCOL OF 16 NOVEMBER 1982 AND BY THE PROTOCOL OF 12 FEBRUARY 2004

ウィーン条約：Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage

改正ウィーン条約：ウィーン条約の” Protocol to Amend the Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage” による改正

ジョイントプロトコール：Joint Protocol Relating to the Application of the Vienna Convention and the Paris Convention

CSC：Convention on Supplementary Compensation for Nuclear Damage

イギリスはパリ条約及びブラッセル補足条約の締約国であり、改正パリ条約、改正ブラッ

^d イギリスは、ウィーン条約に署名しているが、ウィーン条約はイギリスで発効していない。

^e イギリスは、ジョイントプロトコールに署名しているが、ジョイントプロトコールはイギリスで発効していない。

セル補足条約に依拠した原子力損害賠償制度を定めている。

イギリスにおける原子力損害賠償制度は、1965年原子力施設法により構築されており、2016年原子力施設（損害賠償責任）命令による同法の改正を通じて、改正パリ条約及び改正ブラッセル補足条約に依拠した原子力損害賠償制度を定めている⁴¹。イギリスの原子力損害賠償制度では、事業者が7億ユーロまで措置した上で、それを超える分は1年ごとに1億ユーロ増加し、最大12億ユーロまでが事業者による措置となる。12億ユーロを超える場合は3億ユーロまでがブラッセル補足条約による拠出金で措置され、さらにそれを超える場合は、国会の議決の範囲内で政府が補償する。

3.3.3 原子力安全に関する規制当局

(1) イギリスにおける原子力安全に関する規制当局の概要

イギリスにおける原子力安全の規制当局はONRである。ONRは2013年エネルギー法によって設置された。同法67条によれば、ONRの役割は、原子力安全、原子力施設における健康と安全、核セキュリティ、保障措置、核物質輸送時安全を確保することとなっている。ONRは許認可及び執行機関として、これらの役割を達成するための権限を有する。イギリスでは、1965年原子力施設法が核物質や原子力施設の開発と規制について規定しており、同法第1条では規制当局による許認可を得ずに原子力施設等を建設、運転することを禁じている。原子力施設に対する許認可であるNSLは、同法3条～6条に基づいてONRが発給する。ONRは2013年エネルギー法74条に基づき原子力に関する規制要件を定める権限を有しており、具体的な規制要件を定めている。なお、2013年エネルギー法のONRに関する規定はいずれの国にも適用されている。

また、環境影響に関する規制当局として、イングランドにおいては環境規制機関（EA）、ウェールズにおいては天然資源ウェールズ（NRW）、スコットランドにおいては環境保護局（SEPA）、北アイルランドにおいては環境省（DoENI）が管轄権限を有している。これらの環境規制当局は連携しながらも、所管地域ごとにそれぞれ独自に規制を実施している。原子力施設の建設や放射性廃棄物処分では、ONRによる許可に加えて、環境規制当局による環境許可が必要となる。なお、GDAではONRによる審査と、EA及びNRWによる審査が実施される⁴²。

(2) 前回調査以降の変更点

ONRが原子力安全規制を管轄する体制や、その組織体制等に大きな変更はないが、ONRの最新の組織・体制、予算や人員数を以下にまとめる。

1) 組織・体制

ONRの規制部門を以下に示す。民生原子力セキュリティ・保障措置部門、新規建設部門、運転中施設部門、セラフィールド・廃止措置・燃料・廃棄物部門、技術部門からなる5部門構成に大きな変更はない。



図 3-1 ONR 規制部門の組織図（2023 年 12 月時点）

出所) ONR ウェブサイトより引用

<https://www.onr.org.uk/documents/onr-regulatory-structure.pdf>（2024 年 2 月 19 日閲覧）

2) 予算規模及び人員

ONR の直近 3 年間の予算規模の推移を以下に示す。予算規模は微増傾向にある。

表 3-2 ONR の予算規模の推移

（単位：万ポンド）

	2020 年度	2021 年度	2022 年度
予算	9,190	9,510	9,730
支出実績	9,650	8,710	9,330

出所) ONR “Annual Report and Accounts 2020/21”、ONR “Annual Report and Accounts 2022/23”に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成

<https://www.onr.org.uk/documents/2023/onr-annual-report-and-accounts-2022-23.pdf>

<https://www.onr.org.uk/documents/2021/onr-annual-report-and-accounts-2020-21.pdf>

ONR の直近 3 年間の職員数の推移を以下に示す。職員数に大きな変動はない。

表 3-3 ONR の職員数の推移

(単位：FTE (フルタイム換算人員))

	2020 年度	2021 年度	2022 年度
合計	621	634	646

出所) ONR “Annual Report and Accounts 2020/21”、ONR “Annual Report and Accounts 2022/23”に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成

<https://www.onr.org.uk/documents/2023/onr-annual-report-and-accounts-2022-23.pdf>

<https://www.onr.org.uk/documents/2021/onr-annual-report-and-accounts-2020-21.pdf>

3) 最近の動向

近年 ONR は SMR などの革新炉への対応を進めている。2023 年 1 月には、SMR と AMR の審査に関するベストプラクティスの共有を目的として、カナダ原子力安全委員会 (CNSC) と協力覚書を締結した⁴³。2023 年 2 月には、2023 年 6 月に期限を迎えるフランス原子力安全機関 (ASN) との協力協定を 5 年間延長することに合意した⁴⁴。ONR ウェブサイトによれば、この協定延長に関する二国間会合においても、AMR に関する知見の交換が行われた。これらの国際協力に加えて、前述のとおり、2023 年 4 月にロールス・ロイス SMR の GDA が第 2 ステップへ移行した。

3.3.4 原子力資機材の輸出管理制度

(1) イギリスにおける原子力資機材の輸出管理の概要

イギリスは核兵器不拡散条約、化学兵器禁止条約及び生物兵器禁止条約を締結していることに加え、NSG、ZC、MTCR、AG 及び WA といった主要な国際輸出レジームにすべて加入している⁴⁵。デュアルユース品目に関連する輸出管理等について、EU 輸出管理規則 (Council Regulation(EC)No 428/2009) に基づく国内制度として、リスト規制、キャッチオール規制を行っている。国内法としては、輸出管理法 2002 (Export Control Act 2002) 及び本法律の施行令である輸出管理令 2008 (Export Control Order 2008) が存在する。2020 年末にイギリスが EU から離脱したことに伴い、イギリスから EU 向け輸出、EU からイギリス向け輸出それぞれについて 2021 年 1 月 1 日以降に発行された新たなライセンス登録が必要となる⁴⁶。

(2) 前回調査以降の変更点

前回調査以降、イギリスにおける原子力資機材の輸出管理制度に大きな変更はない。

3.3.5 IAEA の評価サービス IRRS の受入れ状況等

イギリスは 2006 年、2009 年、2019 年に IRRS ミッションを受け入れ、また、2013 年と 2024 年にはフォローアップミッションを、2014 年にはエキスパートミッションを受け入れている⁴⁷。2014 年の IRRS エクスパートミッション報告書によれば、同国は IRRS ミ

ミッションの指摘事項に対して、ONR における人材戦略やコミュニケーション戦略の策定、放射性廃棄物管理や廃止措置に関する要求文書の改訂といった対応を行っている⁴⁸。また、2019 年の IRRS ミッションに対する政府見解書によれば、対応が計画中であり、次のフォローアップミッションで対応の進捗を報告する意向である⁴⁹。

2024 年 1 月 22 日から 29 日にかけて実施されたフォローアップミッションでは、2019 年の IRRS ミッションで指摘された 24 件の勧告と 19 件の提案の内、それぞれ 19 件と 10 件が解決したとされている⁵⁰。IAEA ウェブサイトによると、イギリスは包括的な放射線安全グループの設立や、EA による新たな放射性物質規制実施計画プロセスの導入などを実施した。なお、報告書はミッション終了から約 3 か月後にイギリス政府へ提出される予定であり、2024 年 2 月時点では公開されていない。

3.4. IAEA の実施する主要な評価サービスの受入れに係る状況

本節では、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている IAEA の評価サービスのうち、INIR、SEED、GRSR 及び OSART の受入れ状況等を整理する。

(1) IAEA の評価サービス INIR の受入れ状況等

IAEA によれば、イギリスは INIR を受け入れていない⁴⁷。なお、INIR は加盟国における原子力発電導入のための国のインフラの状況を評価するものであり、初回は 2009 年に実施されたが⁵¹、イギリスでは INIR の実施より前に原子力発電が導入されている。

(2) IAEA の評価サービス SEED の受入れ状況等

イギリスは SEED を受け入れていない⁴⁷。なお、SEED の初回は 2015 年に実施されたのに対し、イギリスでは 2016 年にヒンクリーポイント C 原子力発電所の建設が決定されているが、原子力発電所の立地候補地を示す国家政策声明^f (NPS) は SEED 開始前の 2011 年に発行されている⁵²。

第 9 回原子力安全条約国別報告書のセクション C 項目 17 で、立地に関する IAEA 安全要件と原子力発電所に特化した広範な支援指針は、立地と安全性を評価する中で取り扱われると記載されていることから、適切な選定作業と規制監督を行っていると考えられる²⁴。

(3) IAEA の評価サービス GRSR の受入れ状況等

IAEA によれば、イギリスは 2008 年に ACR1000、AP1000、高経済性単純化沸騰水型原子炉 (ESBWR)、EPR を対象とした GRSR を受けている⁵³。また、ONR と EA は、サイト状況などから独立した設計の安全性等を評価する制度として、包括的設計認証審査 (GDA) を実施している。GDA の申請は DESNZ に対して行われ、DESNZ が ONR と EA に実施を要請することで GDA が開始される。表 3-4 は、GDA の実施状況について整理したもの

^f 2008 年計画法により、イギリスでは原子力発電所のような国家的に重要なインフラプロジェクトを実施するためには政府から開発合意令 (DCO) の発給を受ける必要がある。NPS は DCO の対象となるプロジェクトに関する国家政策を事前に示しておくものであり、予め設定された基準に基づき、8 つの建設候補地が示されていた。

である⁵⁴。

表 3-4 GDA の実施状況

設計の名称	申請者	ステータス
欧州加圧水型炉 (EPR)	EDF 社・アレバ社	2012 年 12 月に発給
AP1000	ウェスティングハウス社	2017 年 3 月に発給
改良型沸騰水型原子炉 (ABWR)	日立 GE 社	2017 年 12 月に発給
HPR1000	GNS 社	2022 年 2 月に発給
ロールス・ロイス SMR	ロールス・ロイス SMR 社	2022 年 4 月に審査開始
SMR-300	ホルテックインターナショナル社	実施要請中
BWRX-300	GE 日立社	実施要請中

出所) ONR ウェブサイト “Assessment of reactors”に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成 <https://www.onr.org.uk/new-reactors/assessment.htm>

(4) IAEA の評価サービス OSART の受入れ状況等

表 3-5 に、IAEA の情報に基づきイギリスで実施された OSART ミッション及びフォローアップミッションの状況を整理する⁴⁷。2023 年 10 月 2 日から 19 日にかけてヘイシャム 2 原子力発電所で OSART ミッションが実施されたが、報告書はまだ公開されていない。

表 3-5 イギリスで実施された OSART ミッション

発電所名	ミッションの種類	開始月
オールドベリー	OSART ミッション	1989 年 1 月
オールドベリー	フォローアップミッション	1990 年 10 月
サイズウェル	OSART ミッション	1992 年 8 月
サイズウェル	フォローアップミッション	1994 年 2 月
ハンターストン	OSART ミッション	1994 年 4 月
ハンターストン	フォローアップミッション	1997 年 10 月
サイズウェル B	OSART ミッション	2015 年 10 月
サイズウェル B	フォローアップミッション	2017 年 4 月
トーンズ	OSART ミッション	2018 年 2 月
トーンズ	フォローアップミッション	2019 年 9 月
ヘイシャム 2	OSART ミッション	2023 年 10 月

出所) IAEA “Peer Review and Advisory Services Calendar”に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成

<https://www.iaea.org/services/review-missions/calendar?type=3166&year%5Bvalue%5D%5Byear%5D=&location=3551&status=All>

3.5. 参考文献

- ¹ EDF energy, “Big Carl’s spectacular dome lift caps the year at Hinkley Point C” (2023 年 12 月 15 日)
<https://www.edfenergy.com/media-centre/big-carls-spectacular-dome-lift-caps-year-hinkley-point-c>
- ² EDF, “Hinkley Point C Update” (2024 年 1 月 23 日)
<https://www.edf.fr/en/the-edf-group/dedicated-sections/journalists/all-press-releases/hinkley-point-c-update-1>
- ³ イギリス政府 “UK government takes major steps forward to secure Britain's energy independence” (2022 年 11 月 29 日)
<https://www.gov.uk/government/news/uk-government-takes-major-steps-forward-to-secure-britains-energy-independence>
- ⁴ イギリス政府 “New steps to speed up construction work at Sizewell C” (2023 年 7 月 24 日)
<https://www.gov.uk/government/news/new-steps-to-speed-up-construction-work-at-sizewell-c>
- ⁵ イギリス政府 “New steps will speed up Sizewell C preparations” (2023 年 8 月 29 日)
<https://www.gov.uk/government/news/new-steps-will-speed-up-sizewell-c-preparations>
- ⁶ イギリス政府 “Further steps to prepare Sizewell C for construction” (2024 年 1 月 22 日)
<https://www.gov.uk/government/news/further-steps-to-prepare-sizewell-c-for-construction>
- ⁷ GBN “British nuclear revival to move towards energy independence” (2023 年 7 月 18 日)
<https://www.gov.uk/government/news/british-nuclear-revival-to-move-towards-energy-independence>
- ⁸ GBN “Six companies through to next stage of nuclear technology competition” (2023 年 10 月 2 日)
<https://www.gov.uk/government/news/six-companies-through-to-next-stage-of-nuclear-technology-competition>
- ⁹ イギリス政府 “CIVIL NUCLEAR: ROADMAP TO 2050” (2024 年 1 月)
https://assets.publishing.service.gov.uk/media/65c0e7cac43191000d1a457d/6.8610_DESNZ_Civil_Nuclear_Roadmap_report_Final_Web.pdf
- ¹⁰ イギリス政府 “A National Policy Statement for new nuclear power generation Consultation on the new approach to siting beyond 2025” (2024 年 1 月)
<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/659fa3313308d2000d1f8e04/nps-new-nuclear-siting-consultation.pdf>
- ¹¹ ロールズ・ロイス SMR 社 “Rolls-Royce SMR design moves to next stage of regulatory assessment” (2023 年 4 月 2 日)
<https://www.rolls-royce-smr.com/press/rolls-royce-smr-design-moves-to-next-stage-of-regulatory-assessment>
- ¹² ロールズ・ロイス SMR 社 “Rolls-Royce SMR select UK based fuel solution” (2023 年 10 月 11 日)
<https://www.rolls-royce-smr.com/press/rolls-royce-smr-select-uk-based-fuel-solution>
- ¹³ イギリス政府 “Advanced Modular Reactor Research, Development and Demonstration Programme: successful organisations and programme summary” (2024 年 2 月 19 日閲覧)
<https://www.gov.uk/government/publications/advanced-modular-reactor-amr-research-development-and-demonstration-programme-successful-organisations>

- ¹⁴ イギリス政府 “AMR Research, Development and Demonstration: Phase B (2023-2025): successful organisations” (2024 年 1 月 30 日最終更新)
<https://www.gov.uk/government/publications/advanced-modular-reactor-amr-research-development-and-demonstration-programme-successful-organisations/amr-research-development-and-demonstration-phase-b-2023-2025-successful-organisations>
- ¹⁵ EDF エナジー社 “EDF confirms plans to keep turbines turning at Heysham 1 and Hartlepool power stations” (2023 年 3 月 9 日)
<https://www.edfenergy.com/media-centre/news-releases/edf-confirms-plans-keep-turbines-turning-heysham-1-and-hartlepool-power>
- ¹⁶ EDF エナジー社 “Investment boost to maintain UK nuclear output at current levels until at least 2026” (2024 年 1 月 9 日)
<https://www.edfenergy.com/media-centre/investment-boost-maintain-uk-nuclear-output-current-levels-until-least-2026>
- ¹⁷ NWS “Studies to assess potential site suitability for GDF underway” (2023 年 6 月 28 日)
<https://www.gov.uk/government/news/studies-to-assess-potential-site-suitability-for-gdf-underway>
- ¹⁸ NWS “GDF Programme progresses as aerial surveys commence” (2023 年 9 月 15 日)
<https://www.gov.uk/government/news/gdf-programme-progresses-as-aerial-surveys-commence>
- ¹⁹ NWS “NWS decides not to take Allerdale further in GDF siting process due to limited suitable geology” (2023 年 9 月 28 日)
<https://www.gov.uk/government/news/nws-decides-not-to-take-allerdale-further-in-gdf-siting-process-due-to-limited-suitable-geology>
- ²⁰ NWS “NWS welcomes formation of South Holderness GDF Working Group”
<https://www.gov.uk/government/news/nws-welcomes-formation-of-south-holderness-gdf-working-group>
- ²¹ イーストライディング地区 “Council to withdraw from geological disposal facility talks” (2024 年 2 月 21 日)
<https://www.eastriding.gov.uk/news/article/?entry=65d5d9393a14a4cd2fb9d63e>
- ²² NWS “Nuclear Waste Services responds to council’s withdrawal from South Holderness Working Group” (2024 年 2 月 21 日)
<https://www.gov.uk/government/news/nuclear-waste-services-responds-to-councils-withdrawal-from-south-holderness-working-group>
- ²³ IAEA “Joint 8th and 9th Review Meeting of the Contracting Parties to The Convention on Nuclear Safety 20 - 31 March 2023 Vienna, Austria Summary Report” (2023 年 3 月 31 日)
https://www.iaea.org/sites/default/files/23/04/23-01280e_cns8_9rm2023_08_final.pdf
- ²⁴ イギリス政府 “The United Kingdom’s Ninth National Report on Compliance with the Convention on Nuclear Safety” (2022 年 8 月)
<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/644641078b86bb000cf1b761/uk-9th-report-compliance-convention-nuclear-safety.pdf>
- ²⁵ IAEA “Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management” (2023 年 11 月 21 日)
https://www.iaea.org/sites/default/files/22/06/jointconv_status.pdf
- ²⁶ BEIS “The United Kingdom’s Seventh National Report on Compliance with the Obligations of

the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel and on the Safety of Radioactive Waste Management” (2020年10月)

<https://www.iaea.org/sites/default/files/uk-7rm.pdf>

²⁷ IMO “STATUS OF IMO TREATIES” (2023年10月12日)

<https://www.wcdn.imo.org/localresources/en/About/Conventions/StatusOfConventions/Status%202023.pdf>

²⁸ イギリス政府 “Food and Environment Protection Act 1985” (2024年1月29日閲覧)

<https://www.legislation.gov.uk/ukpga/1985/48/contents>

²⁹ イギリス政府 “Marine and Coastal Access Act 2009” (2024年1月29日閲覧)

<https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2009/23/contents>

³⁰ MCA “About us” (2024年2月16日閲覧)

<https://www.gov.uk/government/organisations/maritime-and-coastguard-agency/about>

³¹ IAEA “Convention on Early Notification of a Nuclear Accident” (2023年11月14日)

https://www.iaea.org/sites/default/files/23/11/not_status.pdf

³² IAEA “Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency” (2023年11月14日)

https://www.iaea.org/sites/default/files/23/11/not_status.pdf

³³ イギリス政府 “Changes to Legislation Results” (2024年2月1日閲覧)

<https://www.legislation.gov.uk/changes/affected/ukpga/1965/57>

³⁴ イギリス政府 “Changes to Legislation Results” (2024年2月1日閲覧)

<https://www.legislation.gov.uk/changes/affected/ukpga/1974/37>

³⁵ イギリス政府 “Changes to Legislation Results” (2024年2月1日閲覧)

<https://www.legislation.gov.uk/changes/affected/ukpga/2013/32>

³⁶ イギリス政府 “Changes to Legislation Results” (2024年2月1日閲覧)

<https://www.legislation.gov.uk/changes/affected/uksi/2016/1154>

³⁷ イギリス政府 “EXPLANATORY NOTES Energy Act 2023 Chapter 52”

https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2023/52/pdfs/ukpgaen_20230052_en.pdf

³⁸ 日本エネルギー法研究所、「原子力損害賠償に係る法的枠組研究班報告書—平成17年度研究報告書—」(2007年3月)

https://www.jeli.gr.jp/img/jeli-R-109@2007_03_NuclearLiability.pdf

³⁹ OECD/NEA, “New treaties to strengthen rights of people affected by nuclear accidents” (2021年12月17日)

https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_63006/new-treaties-to-strengthen-rights-of-people-affected-by-nuclear-accidents#:~:text=The%20protocols%20to%20amend%20two,ratification%20and%20will%20be%20depositing

⁴⁰ 表2-1は、以下の出所により作成している。

IAEA “Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage” (2022年5月6日)

https://www.iaea.org/sites/default/files/22/06/liability_status.pdf

IAEA “Protocol to Amend the Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage” (2023年9月25日)

https://www.iaea.org/sites/default/files/23/09/protamend_status.pdf
IAEA “Joint Protocol Relating to the Application of the Vienna Convention and the Paris Convention” (2023年9月25日)

https://www.iaea.org/sites/default/files/23/09/jp_status.pdf
OECD/NEA ウェブサイト “Paris Convention: Latest status of ratifications or accessions” (2023年11月20日閲覧)

https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_31798/paris-convention-latest-status-of-ratifications-or-accession
OECD/NEA ウェブサイト “Brussels Convention Supplementary to the Paris Convention: Latest status of ratifications or accessions” (2023年11月20日閲覧)

https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_31514/brussels-supplementary-convention-latest-status-of-ratifications-or-accessions
IAEA “Convention on Supplementary Compensation for Nuclear Damage” (2019年9月18日)

https://www.iaea.org/sites/default/files/22/06/supcomp_status.pdf

⁴¹ イギリス政府 “The Nuclear Installations (Liability for Damage) Order 2016” (2023年10月23日閲覧)

<https://www.legislation.gov.uk/ukxi/2016/562/contents/made>

⁴² ONR “Generic Design Assessment (GDA) of new nuclear power stations” (2024年3月1日閲覧)

<https://www.onr.org.uk/new-reactors/index.htm>

⁴³ ONR “Advanced modular reactor link-up between UK and Canadian regulators” (2023年1月19日)

<https://news.onr.org.uk/2023/01/advanced-modular-reactor-link-up-between-uk-and-canadian-regulators/>

⁴⁴ ONR “UK and French bilateral yields strengthening of international relationships” (2023年2月27日)

<https://news.onr.org.uk/2023/02/uk-and-french-bilateral-yields-strengthening-of-international-relationships/>

⁴⁵ 外務省ウェブサイト「国際輸出管理レジーム参加国一覧表」
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/regime/regime.html>、2021年3月5日閲覧

⁴⁶ イギリス政府ガイダンス “Exporting nuclear-related items after Brexit” (2020年12月31日)

<https://www.gov.uk/guidance/exporting-nuclear-related-items-after-brexit>

⁴⁷ IAEA ウェブサイト “Peer Review and Advisory Services Calendar” (2024年1月9日閲覧)

<https://www.iaea.org/services/review-missions/calendar?type=All&year%5Bvalue%5D%5Byear%5D=&location=3551&status=All>

⁴⁸ IAEA “EXPERT MISSION TO ASSESS THE PROGRESS MADE IN ADDRESSING THE FINDINGS FROM THE IRRS MISSIONS TO THE UNITED KINGDOM” (2014年11月)

<https://www.onr.org.uk/documents/2015/expert-missions-report.pdf>

⁴⁹ イギリス政府 “Integrated Regulatory Review Service (IRRS) mission 2019 Government response” (2020年7月)

<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5f06e2f2e90e0712c39f4089/irrs-government->

response-to-2020-mission-report.pdf

⁵⁰ IAEA ウェブサイト “IAEA Mission Sees Progress in Nuclear and Radiation Safety in the United Kingdom, Notes Areas for Improvement” (2024 年 1 月 29 日)

<https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-mission-sees-progress-in-nuclear-and-radiation-safety-in-the-united-kingdom-notes-areas-for-improvement>

⁵¹ IAEA ウェブサイト “Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR)” (2023 年 10 月 24 日 閲覧)

<https://www.iaea.org/services/review-missions/integrated-nuclear-infrastructure-review-inir>

⁵² イギリス政府 “National Policy Statement for Nuclear Power Generation (EN-6)” (2011 年 7 月)

<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/65a7b049ed27ca001327b0e5/2009-nps-for-nuclear-volume1.pdf>

⁵³ IAEA ウェブサイト “Generic Reactor Safety (GRS) ” (2024 年 1 月 9 日 閲覧)

[https://nucleus-qa.iaea.org/sites/gsan/services/Pages/Generic-Reactor-Safety-\(GRS\).aspx](https://nucleus-qa.iaea.org/sites/gsan/services/Pages/Generic-Reactor-Safety-(GRS).aspx)

⁵⁴ ONR ウェブサイト “Assessment of reactors” (2024 年 2 月 16 日 閲覧)

<https://www.onr.org.uk/new-reactors/assessment.htm>

4. フランスにおける原子力安全制度の整備状況

本章では、フランスにおける原子力安全制度の整備状況について整理する。

4.1. 原子力発電等の最新状況

本節では、フランスにおける前回令和 4 年度調査以降の原子力発電等の最新状況を整理する。なお、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約に関連する動きは 4.2 に、法体系、原子力損害賠償制度、規制当局、輸出管理制度、IAEA の IRRS に関する動きは 4.3 に、IAEA の INIR、SEED、GRSR 及び OSART に関する動きは 4.4 にまとめている。

(1) 原子炉の新設に関連する動向

1) ASN は EPR1200 の安全文書に対する見解を表明

2023 年 2 月、原子力安全機関（ASN）が EPR1200（国外向けの中容量 EPR）の安全文書に対し、EPR2 レベルの安全性を担保できていると評価した。EDF はチェコの電力会社 CEZ が 2022 年 3 月に発表した中型炉の入札に応じるため、EPR1200（1,200MW）の開発を進めている。この安全文書は、輸出原子炉の安全性を規定する環境法第 L.592-28-1 条に基づいて発行されたもので、同条では輸出原子炉がフランス国内と同等の安全規則を遵守しているか ASN が調査することを規定している⁵⁵。

2) 既存サイトでの EPR2 増設を加速化させる法律の制定

2023 年 6 月「既存の原子力発電所周辺での新規原子炉の建設及び既存炉の運転継続に係る手続の迅速化に関する法律第 2023-491 号」を制定。既存サイトでの EPR2 増設における行政手続の簡素化（20 年間の措置）などによる建設期間短縮が可能となる⁵⁶。

3) フラマンヴィル 3 号機の運転認可に係るパブリックコンサルテーションの実施

EDF はフランス環境法典第 593-30 条に基づき、2021 年 6 月 ASN に対しフラマンヴィル 3 号機を稼働させる認可を申請している。これを受け 2023 年 6 月 5 日から 2023 年 9 月 15 日に公開協議が行われ、ASN ウェブサイト上で EDF の申請書類が公開された。申請書には安全報告書、運転規則、廃炉・解体計画、緊急時対応やリスクに関する調査書が含まれており、追加情報や行政手続に関する情報を、ASN に問い合わせることも可能とした⁵⁷。

(2) 既設炉の運転に関連する動向

1) ASN は応力腐食割れ管理戦略への見解を表明

2021 年 10 月シボー 1 号機で一次冷却系の溶接部に応力腐食割れ（SCC）を確認。他の原子炉も検査したところ、複数の原子炉で同様の現象が見られた。2022 年 12 月 EDF は ASN に対し 2025 年までの SCC リスクに関する全原子炉の点検・補修計画を提出するも、その後

パンリー1号機でより深刻な欠陥が見付かり、計画を見直し。2023年3月にEDFは溶接部の点検強化を含む計画書を再提出しており、2023年4月ASNはこれを承認。優先度の高い溶接部の点検が2024年第1四半期に終了するほか、安全注入系と余熱除去系の溶接部点検の前倒しが規定されている⁵⁸。またEDFは、2023年1月より最新の超音波技術を用いた応力腐食割れの検査を、点検内容に盛り込んでいる⁵⁹。

2) ASNは長期運転の技術的問題に関し見解を提示

2023年6月、多年度エネルギー計画(PPE)改訂に向けた準備作業の一環として、政府による要請を受け、ASNは原子炉の50年超運転について、技術的問題に関する見解を提示した。ASNは通常、5回目の定期安全レビュー(PSR)で50年超運転の可否を判断するが、PPE改定に向けそれ以前での見解が必要と政府が判断したもの。ASNが2026年末に60年超運転の可否を決定できるよう、EDFに暫定的見解の検証を要請。また優先的に分析すべき技術的事項として、特定の配管の技術的耐久性や、クルアス原子力発電所近郊で2019年11月に発生した地震の影響に加え、地球温暖化や核燃料サイクルについても考慮するよう求めている⁶⁰。

3) ASNはトリカスタン1号機の40年超運転を承認

2023年8月、ASNはトリカスタン1号機に対し、第4回PSRの審査結果として、今後10年の運転継続が可能との見解を発表した。国内初の40年超運転が可能となる。EDFは2019年に実施されたPSRの結果から安全性向上策を提出。2022年1月13日から2月14日に行われた公開諮問委員会では肯定的な見解が示されていた。またASNは運転継続に係る追加要件として、地震リスクや猛暑への考慮を提示するよう求めている⁶¹。

(3) 先進炉の開発に関連する動向

1) 2023年9月、ASNはフィンランド当局、チェコ当局と小型モジュール炉に関する合同検討会の第1段階を実施

2023年9月、ASNがフィンランド当局(STUK)、チェコ当局(SUJB)と共同で、フランス国産SMRのNUWARDの安全性に関する検討結果を発表。ASN主導で行われた同検討会は初の試みで、各規制当局の要件・実務・経験などを比較し、より標準化されたモジュール炉開発のためのデータをNUWARD社と共有した。また規制当局がSMRの設計について早い段階で理解を深めることで、規制上及び技術上の主な課題を予測することも可能となった。この取り組みは拡大しており、2023年12月にもその第2段階をスウェーデン(放射線安全機関(SSM))、ポーランド(原子力庁(PAA))、オランダ(原子力安全放射線防護庁(ANVS))の規制当局を加え継続している。第2段階では新たな技術的検討を進めるほか、第1段階からのフィードバックを、どのようにNUWARDが設計に反映させるかについても議論する^{62,63}。

2) ジュール・ホロヴィッツ多目的試験炉への投資継続を承認

フランス原子力・代替エネルギー庁（CEA）は2007年より、カダラッシュでジュール・ホロヴィッツ多目的試験炉を建設中である。熱出力は最大100MWで、燃料・材料の照射実験及びラジオアイソトープ製造を目的とする。当初の予算は約5億ユーロ、2014年の運転開始を予定していたが、建設期間の長期化と費用増大の問題を抱えている。これに対して2023年7月の原子力政策審議会でもクロン大統領は、同試験炉への投資継続を承認しており、2032年から2034年の運転開始を目指すとした⁶⁴。

(4) 放射性廃棄物の管理・処分に関連する動向

1) 放射性廃棄物管理機関（ANDRA）が放射性廃棄物の地層処分場（Cigéo）設置許可を申請

2023年1月、放射性廃棄物管理機関（ANDRA）が放射性廃棄物の地層処分場（Cigéo）設置許可申請書を提出した。Cigéoは同国東部ビュール（ムーズ県／オート＝マルヌ県）に建設予定で、地下500mに、83,000m³（MA-VL廃棄物が73,000m³、HLW廃棄物が10,000m³）の中・高レベル廃棄物を100年以上にわたり処分可能とする。1991年より研究開発が進められていた同プロジェクトの建設開始は2027年頃で、総工費は約250億ユーロを予定している。ASNは、IRSNなどの専門家による技術協力を含む約30カ月にわたる審査の後、地方自治体を含む関係当局に意見を求め、その後2026年にはパブリックコンサルテーションを予定している⁶⁵。

(5) その他

1) 原子力安全機関（ASN）と放射線防護・原子力安全研究所（IRSN）の統合法案を発表

2023年12月フランス政府は、原子力安全機関（ASN）と放射線防護・原子力安全研究所（IRSN）の統合法案を発表した。同様の統合法案は2023年6月にも審議されたが、規制組織改革の必要性に対する根拠が不十分として、議会で否決されていた。法案により政府は、原子力安全・放射線防護機関（ASNR）を設立し、プロセスの効率化や、国民に対する透明性の向上に加え、人的リソースの強化などを目指すとしている⁶⁶。

4.2. 国際的取決めの遵守状況

本節では、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約について、フランスの遵守状況等を整理する。

4.2.1 フランスの国際的取決め遵守の概況

フランスについて、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約の国内発効日や遵守状況は、以下に整理するとおりである。

条約名	国内発効日	遵守状況
原子力安全条約	1996年10月24日	<ul style="list-style-type: none"> ● 締約国会議に参加している。 ● 検討会合の報告において、重大な問題がある旨の報告はされていない。 ● 国別報告書を提出している。
放射性廃棄物等安全条約	2001年6月18日	<ul style="list-style-type: none"> ● 締約国会議に参加している。 ● 国別報告書を提出している。 ● 関連する国内制度を整備している。
海洋汚染防止条約	1977年3月5日	<ul style="list-style-type: none"> ● 関連する国内制度を整備している。
早期通報条約	1989年4月6日	<ul style="list-style-type: none"> ● 両条約が規定する早期通報や援助体制を整備・維持している。
援助条約	1989年4月6日	

4.2.2 国際的取決めにに関する国内制度、前回調査以降の変更点

以下に、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約に関する国内制度や前回調査以降の動き等を整理する。

(1) 原子力安全条約

原子力安全条約第8、9回合同締約国会議が2023年3月に開催された。第8回締約国会議は2020年3月に開催される予定であったが、COVID-19による感染症のため、第8、9回合同締約国会議として開催された。同会議の要約報告書によると、フランスは第8回、第9回それぞれのための国別報告書を提出し、他国から書面で提出された質問に回答している。またフランスは、同会議に参加している⁶⁷。

(2) 放射性廃棄物等安全条約

フランスでは2001年6月18日に本条約が発効した⁶⁸。フランスの第7回放射性廃棄物安全条約国別報告書によれば⁶⁹、同国は適切に国内制度を整備し条約を遵守している。

(3) 海洋汚染防止条約

フランスは海洋汚染防止条約の締約国であり、同条約は同国において1977年に発効している⁷⁰。また、関連する国内制度を整備している。国際海事機関（IMO）の条約ステータス情報より、フランスが同条約に加盟していることを確認した⁷⁰。国内体制としては、環境法典第2編第1章第8節第3款（L218-42条～L218-58条）において、本条約の遵守を明記し海洋水域、水路における投棄による汚染を禁止している⁷¹。

(4) 早期通報条約及び援助条約

フランスは早期通報条約及び援助条約を締結しており、ともに1989年4月6日に発効し

ている^{72,73}。またフランスは放射線緊急事態における迅速な情報交換に関する Euratom の決定を 1987 年 12 月 14 日に適用している。早期通報条約及び Euratom の決定は 2005 年 5 月 30 日の省庁間指令で規定されており、同指令では ASN を管轄国家機関に指定している⁷⁴。早期通報条約によるフランスの責務を履行するため、ANS は IAEA と欧州連合（EU）に対して、国内の商用原子力発電所で重大な事故が発生した場合速やかに通報を行うことになっている。援助条約に関しては 2005 年 11 月 30 日の省庁間指令で ASN を管轄国家機関に指定している⁷⁵。また同指令は各省庁に対し、専門家、設備、資材、医療資源など援助能力に関するインベントリの提出・更新を義務付けている。

4.3. 国内制度の整備状況

本節では、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている項目のうち、法体系、原子力損害賠償制度、規制当局、輸出管理制度、及び IAEA の IRRS に関する情報を整理する。

4.3.1 原子力安全に関する法体系

(1) フランスにおける原子力安全に関する法体系の概要

フランスの原子力安全に関する法体系は、法律 (loi)、政令 (décret)、省令 (arrêté)、原子力安全機関 (ASN) が策定する法的拘束力を持つ決定 (décision)、法的拘束力を持たず、規制要件への対応を行ううえで事業者が参照する指針 (guide) 等から構成されている。フランスでは法律と政令に関しては分野ごとの法典化が進められており、原子力安全や放射性廃棄物管理に関しては、原子力安全の基本法であった 2006 年の原子力安全・情報開示法 (TSN 法)、2006 年の放射性廃棄物管理計画法やその施行令等も含め、ほぼすべてが環境法典の法律部分 (Partie législative) と政令部分 (Partie réglementaire) に再編されている。立地と建設については同法典第 5 編第 9 章第 3 節第 2 款 (L593-7 条～L593-17 条)、運転については同第 3 款 (L593-18 条～L593-24 条) で規定している。また、放射線防護に関しては公衆衛生法典、核セキュリティについては防衛法典 (L1333 条) が根拠法令となっている。以下のとおり、環境法典の原子力安全規制に関する構成を示す。

法律部分

<原子力安全>

第9編：原子力安全と原子力基本施設

第1章：原子力安全に関する一般規定（第L591-1条～L591-8条）

第2章：原子力安全機関と放射線防護・原子力安全研究所（第L592-1条～L592-49条）

第3章：原子力基本施設（第L593-1条～L593-43条）

第4章：原子力基本施設に関する財政的規定（第L594-1条～L594-14条）

第5章：放射性物質の輸送及び圧力機器（第L595-1条～L595-2条）

第6章：検査及び罰則（第L596-1条～L596-14条）

第7章：原子力分野の民事責任に適用される規定（第L597-1条～L597-46条）

<放射性廃棄物>

第4編：廃棄物のうち

第2章：放射性物質及び放射性廃棄物の持続的な管理に関する特別規定（第L542-1条～L542-14条）

<情報提供>

第2編：情報提供及び市民の参加のうち

第5章：その他の情報提供方法のうち

第2節：原子力活動に固有の規定（第L125-10条～L125-40条）

政令部分

<原子力安全>

第9編：原子力安全と原子力基本施設

第1章：原子力安全に関する総合規定（規定なし）

第2章：原子力安全機関と放射線防護・原子力安全研究所（第R592-1条～R592-61条）

第3章：原子力基本施設（第R593-1条～R593-123条）

第4章：原子力基本施設に関する財政的規定（規定なし）

第5章：放射性物質の輸送及び圧力機器（第R595-1条～R595-3条）

第6章：検査及び罰則（第R596-1条～R596-17条）

第7章：原子力分野の民事責任に適用される規定（規定なし）

<放射性廃棄物>

第4編：廃棄物のうち

第2章：放射性物質及び放射性廃棄物の持続的な管理に関する特別規定（第R542-1条～R542-96条）

<情報提供>

第2編：情報提供及び市民の参加のうち

第5章：その他の情報提供方法のうち

第12節：地域情報委員会（第R125-50条～R125-76条）

第13節：原子力安全情報公開・情報提供高等委員会（第R125-77条～R125-87条）

4.3.2 原子力損害賠償制度

フランスでは環境法典第5編第9章第7節（第L597-1～L597-46条）において、原子力分野における民事責任について規定し、パリ条約及びブラッセル補足条約への対応を含めた国内体制を規定している。なお、調査対象国の原子力損害賠償に関する国際条約の締結状況は、3.3.2 イギリスの「原子力損害賠償制度」の冒頭において整理している。

フランス国内での原子力損害賠償制度は、「原子力分野における民事責任に関する1968年10月30日の法律第68-943号」により構築されており、2019年9月18日の改正が最新版となっている。環境法典の第5編第9章第7節第14条（第L597-14条）では原子力事故発生時に「被害者が被ったすべての被害を補償するために同法典で定義されている利用可能な上限額が不十分であった場合、事故発生から6か月以内に政令により例外的な状況を分析し、金額の分配条件を定める」とし、補償の規則を以下のとおり定義している。

1. 労働災害及び職業病に関する法律で定められた条件に従い、人身傷害が優先的に補償される。
2. 上記の補償後の残額については、身体的損傷及び被った他の原子力損害を一般法に基づき評価し、被害者の間で比例分配する。

事業者は、環境法典同節第7条（第L597-7条）に基づき、事故による責任額を上限とする保険又はその他の財政的補償を確保・維持する義務を負う。また経済担当大臣がこの義務の遵守を監視する。

パリ条約とブリュッセル補足条約を改正する2004年パリ条約改正議定書の発効に対応するため、フランスは2022年1月17日の政令第2022-37号を発行している。パリ条約改正議定書発効後の事業者の賠償責任額は7億ユーロとなっている⁷⁶。

4.3.3 原子力安全に関する規制当局

(1) フランスにおける原子力安全に関する規制当局の概要

フランスでは2006年の原子力安全・情報開示法（TSN法）に基づき設置されたASNが、独立した安全規制機関として、国内における原子力事業の監督を行っている。また、国立の研究機関である放射線防護・原子力安全研究所（IRSN）がASNに対する技術的な支援を行っている。なお、核セキュリティについてはエネルギー移行省の防衛・セキュリティ上級当局（HFDS）が、ASNやIRSNと連携し監督を行っている。

(2) 前回調査以降の変更点

ASNがIRSNの支援を受けながら原子力安全規制を管轄する体制や、その組織体制等に大きな変更はないが、ASNの最新の組織・体制、予算や人員数を以下にまとめる。

1) 組織・体制

ASNの2024年1月30日時点の組織体制図は以下の図のとおりである。委員会(commission)はトップを含む5名の委員で構成される。任期は6年で、3名は大統領、1名は上院議長、1名下院議長が任命する。2018年11月に委員会のトップとなったドロズック氏の任期は2024年11月までとなっている。2023年12月にフランス大統領は、シルヴィ・カデ・メルシエ氏の後任としてステファニー・ゲノ・ブレッソン氏を委員に任命している⁷⁷。また2024年1月に上院議長は、ロール・トゥルジャンスキー氏の後任として、オリビエ・デュボア氏を委員に任命している⁷⁸。

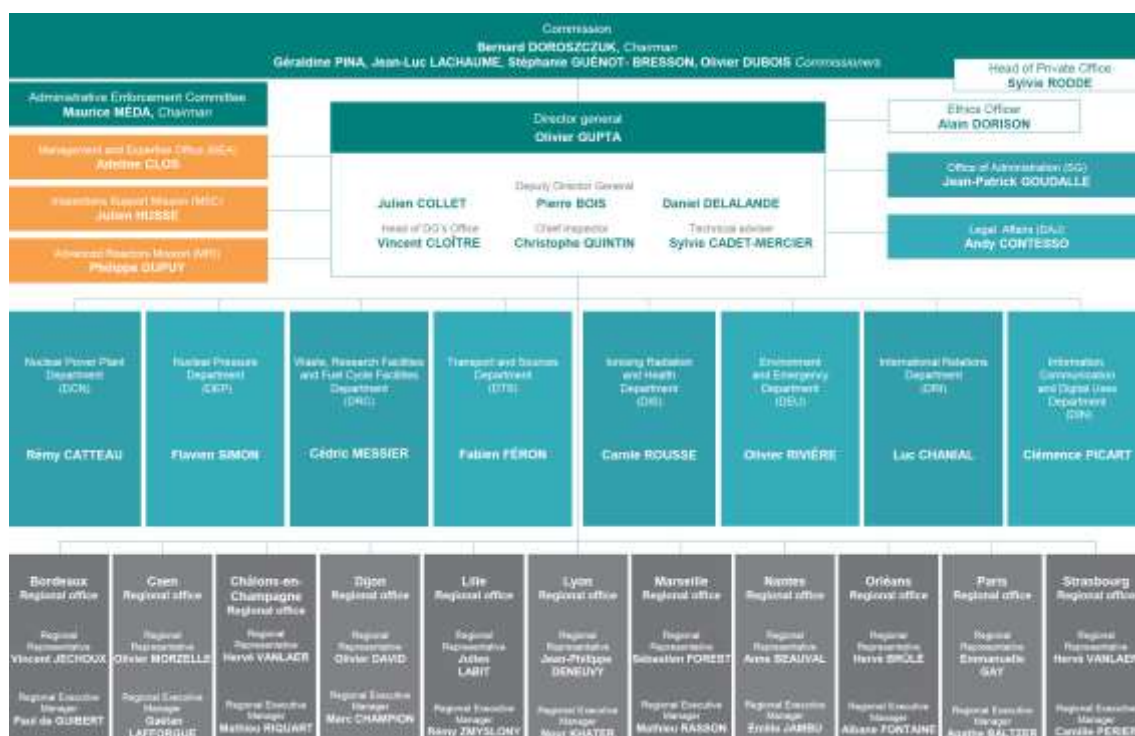


図 4-1 ASN 組織図 (2024 年 1 月 30 日時点)

出所) ASN Organisation Chart, January 30th, 2024

2) 予算規模及び人員

ASNの直近3年間の予算規模の推移を以下の表4-1に示す。

表 4-1 ASN の予算推移

(単位: 万ユーロ)

	2020	2021	2022
人件費	4,812	4,941	5,067
運営費	1,765	1,774	1,763
合計	6,577	6,715	6,830

出所) ASN Annual Report 2020, 2021, 2022 に基づき作成

また、直近3年間の職員数の推移を以下の表4-2に示す

表 4-2 ASN 職員数の推移

2020	2021	2022
529 人	519 人	516 人

出所) ASN Annual Report 2020, 2021, 2022 に基づき作成

フランス政府は2023年12月、原子力安全機関(ASN)と放射線防護・原子力安全研究所(IRSIN)の統合法案を発表している。この動きについては、4.1.(5) 1)において整理している。IRSINの直近3年間の予算(ASN関係部門)の推移を以下の表4-3に示す。

表 4-3 IRSIN の予算推移 (ASN 関係部門)

(単位: 万ユーロ)

	2020	2021	2022
ASN 関連部門予算	8,300	8,300	8,550

出所) ASN Annual Report 2020, 2021, 2022 に基づき作成

また、直近3年間の職員数(IRSIN全体)の推移を以下の表4-4に示す。

表 4-4 IRSIN 職員数の推移

2020	2021	2022
1,816 人	1,725 人	1,744 人

出所) IRSIN Annual Report 2020, 2021, 2022 に基づき作成

(3) 最近の活動

以下に、最近のASNの活動について概要を整理する。

1) 応力腐食割れへの対応

2021年10月にシボー原子力発電所1号機で見つかった応力腐食割れについて、ASNはEDFの検査計画への見解を示した。この動きについては、4.1.(2) 1)において整理している。

2) 2022年の猛暑への対応

2022年フランスは、記録的な猛暑と干ばつに見舞われ、河川では流量が減少し、水温の上昇が確認された。これに対しASNは、原子力発電所内で記録された最高気温については、

安全性実証試験で考慮されている温度内であり、安全性に影響はないとの見解を発表している。また EDF は国内河川の一部、特にローヌ川、ガロンヌ川、ジロンド川の水温上昇への対応として、規制の一時的な変更を要請した。これを受けて ASN は、2022 年 7 月 15 日から 9 月 11 日までの期間、ゴルフエッシュ、ビュジェイ、サンアルバン、ブレイエ、トリカスタンの 5 カ所の原子力発電所について、排水温度に関する規制の一時的な緩和を認めた。また干ばつによる河川流量の低下を考慮し、非常用貯水池の使用も許可している。これに伴い ASN は、EDF に対しサンプリング・測定による水質モニタリングの厳格化を要請した。モニタリングの結果では ASN が定めた水質規定が守られていることを確認している⁷⁹。

3) 長期運転に関する見解の発表

ASN は多年度エネルギー計画の策定作業の一環として政府の要請を受け、50 年超運転に関する見解を発表した。この動きについては、4.1. (2) 2)において整理している。

4.3.4 原子力資機材の輸出管理制度

(1) フランスにおける原子力資機材の輸出管理の概要

フランスは核兵器不拡散条約、化学兵器禁止条約及び生物兵器禁止条約を締結していることに加え、原子力供給国グループ (NSG)、ザンガー委員会 (ZC)、ミサイル技術管理レジーム (MTCR)、オーストラリアグループ (AG) 及びワッセナーアレンジメント (WA) といった主要な国際輸出レジームにすべて加入している⁸⁰。また、フランスは EU 加盟国であり、デュアルユース品目に関連する輸出管理等について、EU 輸出管理規則 (Council Regulation(EC)No 428/2009) を基づき国内制度を整備運用しており、リスト規制、キャッチオール規制を行っている。

(2) 前回調査以降の変更点

前回調査以降、フランスにおける原子力資機材の輸出管理制度に大きな変更はない。なお、ロシアによるウクライナ侵攻以降、EU では対ロシア制裁の一環として、デュアルユース指定品目・サービスの対ロシア輸出を禁止している⁸¹。しかし民生原子力用途に関しては、加盟国輸出規制当局の審査・許可を受けての輸出が可能となっている。フランスの対ロシア制裁も EU 法令に基づくもので、民生原子力用途では禁輸の適用対象外としている。

4.3.5 IAEA の評価サービス IRRS の受入れ状況等

フランスは IRRS ミッションを受け入れている。また、これらのミッションでの指摘事項に対して、対応を行っている。フランスは 2006 年 (フォローアップミッションは 2009 年)、2014 年 (フォローアップミッションは 2017 年) に IRRS ミッションを受け入れている⁸²。また、2017 年の IRRS フォローアップミッション報告書⁸³によれば、同国は IRRS ミッションの指摘事項に対して適切に対応を行っている。なお、2024 年には次回 IRRS ミッションの実施が予定されている。

表 4-5 2014 年 IRRS ミッションにおける勧告と 2017 年フォローアップ時点における対応状況（未対応事項は太字とし、下線を付している）

分野		勧告の内容	対応状況
1. 法令上の及び政府の責任	1	政府は、安全責任を負うすべての関係者が、実施場所に関わらず、すべての活動を検査する権限を規制機関に与えるよう、法的に必要な措置を講ずるべきである。	対応済
	2	ASN の原子力安全に関する決定が拒否されないよう、政府は適切な措置を講ずるべきである。	対応済
	3	政府は、原子力安全及び放射線防護に係るすべての関係者の、技術力を構築及び維持するための法的基盤を、政府は提供すべきである。	対応済
3. 規制機関の責任と機能	4	<u>政府と ASN は、将来的に ASN の作業量が増加した場合においても、原子力安全及び放射線防護に関する規制を効果的に行えるよう、必要な人的・財政的資源を確保するための方法を模索すべきである。</u>	未対応
4. 規制機関のマネジメントシステム	5	ASN のマネジメントシステムは、業務の遂行に必要なすべてのプロセスに対し統一的に適用され、実施されるべきである。関連するすべての要件を考慮し、必要なプロセスを特定するための体系的な分析を実施すべきである。	対応済
	6	ASN は、ASN のマネジメントシステム要件に対し、IRSN による審査及び評価活動の体系的かつ包括的な監査を実施すべきである。	対応済
5. 権限	7	規制機関は、放射線源及び施設の認可のための等級別扱いをより一貫したものとし、確実に実施すべきである。	対応済
	8	政府は国の密封線源登録簿に関する ASN の責任を、規制枠組みで明確に定めるべきである。	対応済
8. 執行	9	ASN は執行に関連する基本的な文書（ASN/SAN/01、ASN/SAN/02 及び関連する政策文書）を改訂し、執行措置のためのより詳細な基準を確立すべきである。	対応済
9. 規則とガイド	10	規制機関は、技術的な決定及び指針を策定するプロジェクトを、適時に完了すべきである。	対応済
	11	<u>ASN は規制と指針の見直しと改訂のためのより詳細なガイダンスを策定すべきである。ガイダンスには、IAEA 安全基準の改訂が行われた際など、改訂の必要性についての定期的な評価も含めるべきである。</u>	未対応
10. 緊急時準備と対応一規制の観点	12	ASN は、緊急時計画や防護戦略開発のための、緊急時準備・対応における脅威又はリスクの評価において、制御不能な放射性物質の放出を伴う重大事故が確実に考慮されるよう、緊急時計画の改訂を促すべきである。訓練ではそのようなシナリオについても行うべきである。	対応済

分野		勧告の内容	対応状況
11. 追加事項	13	ASN は、公衆衛生法典が定める放射線品質管理要件がすべての医療行為に確実に適用されるよう、必要な措置を段階的に講ずるべきである。これらの要件は、医療照射装置の品質管理における隔たりをなくすこと、患者の線量計及び線源の較正が線量標準機関に至るまで追跡可能であることを保障すべきである。	対応済
	14	ASN は画像下治療（IVR）のための診断参考レベル（DRL）を確立し、患者の線量が国の DRL を大幅に下回る場合には、局所的な線量評価を行うことを保障すべきである。	対応済
	15	ASN と密接な協力関係にある労働省は、ASN 検査官また適切な場合には CPR に対し、国家線量登録簿（SISERI）に記録された作業員線量データへの適時かつ完全なアクセスを可能とする方法を評価し、その方法について合意すべきである。	対応済
12. 核セキュリティとの接点	16	政府は、以下について法的根拠の確立を検討すべきである。 -原子力基本施設（INB）及び環境保護指定施設（ICPE）施設のセキュリティに関する責任を ASN に割り当てる。これにより ASN には、安全・セキュリティに係る評価及び監視活動を実施する権限が与えられる。 - 放射線源のセキュリティに関する認可及び管理を行う責任機関の特定。	対応済

出所) IAEA “INTEGRATED REGULATORY REVIEW SERVICE (IRRS) MISSION TO FRANCE Montrouge, France 2 to 9 October 2017”に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成

4.4. IAEA の実施する主要な評価サービスの受入れに係る状況

本節では、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている IAEA の評価サービスのうち、INIR、SEED、GRSR 及び OSART の受入れ状況等を整理する。

(1) IAEA の評価サービス INIR の受入れ状況等

IAEA によれば、フランスは INIR を受け入れていない⁸²。なお、INIR は加盟国における原子力発電導入のための国のインフラの状況の評価するものであり、初回は 2009 年に実施されたが⁸⁴、フランスでは INIR の実施より前に原子力発電が導入されている。

(2) IAEA の評価サービス SEED の受入れ状況等

IAEA によれば、フランスは SEED を受け入れていない。なお、SEED は加盟国におけるサイトの選定、サイトの安全性評価、構造物・システム・コンポーネントの設計、プラントの安全性評価、及びサイト特有の外部ハザード（自然及び人為的なもの）と内部ハザード（火災、洪水、衝撃など）を対象としてピアレビューを実施するものであり⁸⁵、初回は 2015 年に実施されたが⁸²、フランスでもっとも最近商業運転が開始されたフラマンヴィル 3 号機が着工されたのは、SEED が開始される前の 2007 年である⁸⁶。

(3) IAEA の評価サービス GRSR の受入れ状況等

IAEA のピアレビューカレンダーによれば、フランスは 2014 年に ATMEA1 を対象とした GRSR レビューを受け入れている⁸⁷。また、イギリスにおける EPR 建設に関して、同国の包括的設計認証審査（GDA）を受け、2017 年に承認を受けている⁸⁸。

(4) IAEA の評価サービス OSART の受入れ状況等

表 4 に、IAEA の情報に基づきフランスで実施された OSART ミッション及びフォローアップミッションの状況を整理する。

表 4-6 フランスで実施された OSART ミッション

発電所名	ミッションの種類	開始月
トリカスタン	OSART ミッション	1985 年 1 月
サンタルバン	OSART ミッション	1985 年 1 月
ブレイエ	OSART ミッション	1992 年 1 月
フェッセンハイム	OSART ミッション	1992 年 3 月
グラブリーヌ	OSART ミッション	1993 年 3 月
カットノン	OSART ミッション	1994 年 3 月
グラブリーヌ	フォローアップミッション	1994 年 11 月
フラマンヴィル	OSART ミッション	1995 年 1 月
カットノン	フォローアップミッション	1995 年 6 月
フラマンヴィル	フォローアップミッション	1996 年 6 月
ダンピエール	OSART ミッション	1996 年 11 月
パリュエル	OSART ミッション	1998 年 1 月
ダンピエール	フォローアップミッション	1998 年 6 月
ゴルフェッシュ	OSART ミッション	1998 年 10 月
ビュージェイ	OSART ミッション	1999 年 3 月
パリュエル	フォローアップミッション	1999 年 6 月
ゴルフェッシュ	フォローアップミッション	2000 年 3 月
ビュージェイ	フォローアップミッション	2000 年 6 月
ベルヴィル	OSART ミッション	2000 年 10 月
トリカスタン	OSART ミッション	2002 年 1 月
ベルヴィル	フォローアップミッション	2002 年 5 月
ノジャン	OSART ミッション	2003 年 1 月
シボー	OSART ミッション	2003 年 5 月

トリカスタン	フォローアップミッション	2003年11月
ノジャン	フォローアップミッション	2004年11月
パンリー	OSART ミッション	2004年11月
シボー	フォローアップミッション	2004年12月
ブレイエ	OSART ミッション	2005年5月
パンリー	フォローアップミッション	2006年5月
ブレイエ	フォローアップミッション	2006年11月
サンローラン	OSART ミッション	2006年11月
シノン	OSART ミッション	2007年1月
サンローラン	フォローアップミッション	2008年10月
クリュアス	OSART ミッション	2008年11月
フェッセンハイム	OSART ミッション	2009年3月
シノン	フォローアップミッション	2009年12月
サンタルバン	OSART ミッション	2010年9月
クリュアス	フォローアップミッション	2010年12月
フェッセンハイム	フォローアップミッション	2011年2月
カットノン	OSART ミッション	2011年11月
サンタルバン	フォローアップミッション	2012年3月
グラブリーヌ	OSART ミッション	2012年11月
カットノン	フォローアップミッション	2013年6月
ショー	OSART ミッション	2013年6月
グラブリーヌ	フォローアップミッション	2014年5月
フラマンヴィル (1、2号機)	OSART ミッション	2014年10月
EDF 本社	OSART ミッション	2014年11月
ショー	フォローアップミッション	2015年6月
ダンピエール	OSART ミッション	2015年8月
ゴルフェッシュ	OSART ミッション	2016年10月
EDF 本社	フォローアップミッション	2016年11月
フラマンヴィル (1、2号機)	フォローアップミッション	2016年11月
ダンピエール	フォローアップミッション	2017年2月
ビュージェイ	OSART ミッション	2017年10月
ゴルフェッシュ	フォローアップミッション	2019年5月
フラマンヴィル 3号機	プレ OSART ミッション	2019年6月
シボー	OSART ミッション	2019年9月
ビュージェイ	フォローアップミッション	2019年9月

パリュエル	OSART ミッション	2021 年 9 月
ベルヴィル	OSART ミッション	2021 年 11 月
フランマンヴィル 3 号機	フォローアップミッション	2021 年 12 月
シボー	フォローアップミッション	2022 年 5 月
トリカスタン	OSART ミッション	2022 年 11 月
ベルヴィル	フォローアップミッション	2023 年 5 月
パンリー	OSART ミッション	2023 年 9 月
パリュエル	フォローアップミッション	2023 年 12 月

出所) IAEA “Peer Review and Advisory Services Calendar”に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成

[https://www.iaea.org/services/review-](https://www.iaea.org/services/review-missions/calendar?type=3166&year%5Bvalue%5D%5Byear%5D=&location=3520&status=All)

[missions/calendar?type=3166&year%5Bvalue%5D%5Byear%5D=&location=3520&status=All](https://www.iaea.org/services/review-missions/calendar?type=3166&year%5Bvalue%5D%5Byear%5D=&location=3520&status=All)

4.5. 参考文献

⁵⁵ ASN “L’ASN rend son avis sur les options de sûreté du projet de réacteur EPR1200 d’EDF, destiné à l’exportation” (2023 年 2 月 1 日)

<https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/reacteur-epr1200-avis-sur-les-options-de-surete>

⁵⁶ フランス政府 “LOI n° 2023-491 du 22 juin 2023 relative à l'accélération des procédures liées à la construction de nouvelles installations nucléaires à proximité de sites nucléaires existants et au fonctionnement des installations existantes” (2023 年 6 月 22 日)

<https://www.legifrance.gouv.fr/dossierlegislatif/JORFDOLE000046513775/>

⁵⁷ ASN “Mise à participation du public pour le projet de mise en service du réacteur EPR de Flamanville (INB 167)” (2023 年 6 月 5 日)

<https://www.asn.fr/l-asn-reglemente/consultations-du-public/mise-a-participation-du-public-pour-le-projet-de-mise-en-service-du-reacteur-epr-de-flamanville>

⁵⁸ ASN “Corrosion sous contrainte : l’ASN prend position sur la stratégie de contrôle d’EDF à la suite de la découverte de fissures sur des soudures réparées”

<https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/corrosion-sous-contrainte-l-asn-prend-position-sur-la-strategie-de-controle-d-edf> (2023 年 4 月 25 日)

⁵⁹ EDF “DOCUMENT D'ENREGISTREMENT UNIVERSEL 2022” (2023 年 3 月)

<https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2023-03/edf-urd-rapport-financier-annuel-2022-fr.pdf>

⁶⁰ ASN “Avis n° 2023-AV-0420 de l’Autorité de sûreté nucléaire du 13 juin 2023 sur les perspectives de poursuite du fonctionnement des réacteurs électronucléaires d’EDF jusqu’à leurs 60 ans” (2023 年 6 月 13 日)

<https://www.asn.fr/l-asn-reglemente/bulletin-officiel-de-l-asn/installations-nucleaires/avis/avis-n-2023-av-0420-de-l-asn-du-13-juin-2023>

⁶¹ ASN “Décision n° 2023-DC-0764 de l’Autorité de sûreté nucléaire du 29 juin 2023 fixant à Électricité de France (EDF) des prescriptions complémentaires applicables à la centrale nucléaire du Tricastin au vu des conclusions du quatrième réexamen périodique du réacteur n°1 de l’INB n° 87 et modifiant la décision n° 2011-DC-0227 du 27 mai 2011 et la décision n° 2015-DC-0494 du 27 janvier 2015 de l’Autorité de sûreté nucléaire” (2023 年 8 月 10 日)

<https://www.asn.fr/l-asn-reglemente/bulletin-officiel-de-l-asn/installations-nucleaires/decisions-individuelles/decision-n-2023-dc-0764-de-l-asn-du-29-juin-2023>

⁶² ASN “NUWARD SMR Joint Early Review Pilot Phase Closure Report” (2023 年 9 月)

https://www.asn.fr/content/download/192690/file/NUWARD%20SMR%20Joint%20Early%20Review_Closure%20Report_Final_Version%20sign%C3%A9_vf.pdf

⁶³ EDF “NUWARD and EDF are proud to start the second phase of the Joint Early Review of the NUWARD SMR design with an extended group of European nuclear safety authorities.” (2023 年 12 月 19 日)

<https://www.edf.fr/en/the-edf-group/dedicated-sections/journalists/all-press-releases/nuward-and-edf-are-proud-to-start-the-second-phase-of-the-joint-early-review-of-the-nuward-smr-design-with-an-extended-group-of-european-nuclear-safety-authorities>

⁶⁴ フランス政府 “Conseil de Politique Nucléaire.” (2023 年 7 月 19 日)

<https://www.elysee.fr/emmanuel-macron/2023/07/19/conseil-de-politique-nucleaire-1>

⁶⁵ ANDRA “Dépôt du dossier de demande d'autorisation de création de Cigéo” (2023 年 1 月 17

日)

<https://www.andra.fr/depot-du-dossier-de-demande-dautorisation-de-creation-de-cigeo>

⁶⁶ SÉNAT “PROJET DE LOI (procédure accélérée) relatif à l’organisation de la gouvernance de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour répondre au défi de la relance de la filière nucléaire” (2023 年 12 月 20 日)

<https://www.senat.fr/leg/pjl23-229.html>

⁶⁷ IAEA “Joint 8th and 9th Review Meeting of the Contracting Parties to The Convention on Nuclear Safety 20 - 31 March 2023 Vienna, Austria Summary Report” (2023 年 3 月 31 日)

https://www.iaea.org/sites/default/files/23/04/23-01280e_cns8_9rm2023_08_final.pdf

⁶⁸ IAEA “Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management” (2023 年 11 月 21 日)

https://www.iaea.org/sites/default/files/22/06/jointconv_status.pdf

⁶⁹ フランス政府 “FRANCE’S SEVENTH NATIONAL REPORT ON COMPLIANCE WITH THE JOINT CONVENTION” (2020 年 10 月)

https://www.iaea.org/sites/default/files/france_national_report_7rm.pdf

⁷⁰ IMO ウェブサイト “STATUS OF IMO TREATIES” (2023 年 9 月)

<https://www.wcdn.imo.org/localresources/en/About/Conventions/StatusOfConventions/Status%202023.pdf>

⁷¹ Légifrance “Code de l’environnement”

https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006074220?etatTexte=VIGUEUR&etatTexte=VIGUEUR_DIFF

⁷² IAEA “Convention on Early Notification of a Nuclear Accident” (2023 年 11 月 14 日)

https://www.iaea.org/sites/default/files/23/11/not_status.pdf

⁷³ IAEA “Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency” (2023 年 11 月 14 日)

https://www.iaea.org/sites/default/files/23/11/not_status.pdf

⁷⁴ Légifrance “Directive interministérielle du 30 mai 2005 relative à l’application de la convention internationale sur la notification rapide d’un accident nucléaire et de la décision du Conseil des Communautés européennes concernant des modalités communautaires en vue de l’échange rapide d’informations dans le cas d’une situation d’urgence radiologique” (2024 年 2 月 7 日閲覧)

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000631716>

⁷⁵ Légifrance “Directive interministérielle du 30 novembre 2005 relative à l’application de la Convention internationale sur l’assistance en cas d’accident nucléaire ou de situation d’urgence radiologique” (2024 年 2 月 7 日閲覧)

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000420752>

⁷⁶ Légifrance “Décret n° 2022-37 du 17 janvier 2022 portant publication du protocole portant modification de la convention du 29 juillet 1960 sur la responsabilité civile dans le domaine de l’énergie nucléaire, amendée par le protocole additionnel du 28 janvier 1964 et par le protocole du 16 novembre 1982, et du protocole portant modification de la convention du 31 janvier 1963 complémentaire à la convention de Paris du 29 juillet 1960 sur la responsabilité civile dans le domaine de l’énergie nucléaire, amendée par le protocole additionnel du 28 janvier 1964 et par le protocole du 16 novembre 1982, signés à Paris le 12 février 2004 (1)” (2022 年 1 月 17 日)

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000045023358>

⁷⁷ Légifrance “Décret du 10 décembre 2023 portant nomination d'un membre de l'Autorité de sûreté nucléaire - Mme GUENOT BRESSON (Stéphanie)” (2023 年 12 月 10 日)

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000048551052>

⁷⁸ Légifrance “Décret du 29 janvier 2024 portant nomination d'un membre de l'Autorité de sûreté nucléaire - M. DUBOIS (Olivier)” (2024 年 1 月 29 日)

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000049054351>

⁷⁹ ASN “Rejets thermiques des centrales nucléaires : l'ASN tire le retour d'expérience des décisions prises pendant la canicule de l'été 2022” (2023 年 6 月 27 日)

<https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/l-asn-tire-le-retour-d-experience-des-decisions-prises-pendant-la-canicule-de-l-ete-2022>

⁸⁰ 外務省「国際輸出管理レジーム参加国一覧表」(2024 年 1 月 9 日閲覧)

<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/regime/regime.html>

⁸¹ EUR-Lex “Council Regulation (EU) No 833/2014 of 31 July 2014 concerning restrictive measures in view of Russia's actions destabilising the situation in Ukraine” (2024 年 2 月 7 日閲覧)

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02014R0833-20231001>

⁸² IAEA ウェブサイト “Peer Review and Advisory Services Calendar” (2023 年 10 月 12 日閲覧)

<https://www.iaea.org/services/review-missions/calendar?type=3159&year%5D%5Bvalue%5D%5Byear%5D=&location=3520&status=All>

⁸³ IAEA ウェブサイト “INTEGRATED REGULATORY REVIEW SERVICE (IRRS) FOLLOW-UP REPORT TO FRANCE” (2017 年 10 月)

https://www.iaea.org/sites/default/files/documents/review-missions/irrs_france_follow-up.pdf

⁸⁴ IAEA ウェブサイト “Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR)” (2023 年 10 月 24 日閲覧)

<https://www.iaea.org/services/review-missions/integrated-nuclear-infrastructure-review-inir>

⁸⁵ IAEA ウェブサイト “Site and External Events Design Review Service (SEED)” (2024 年 2 月 7 日閲覧)

<https://www.iaea.org/services/review-missions/site-and-external-events-design-review-service-seed>

⁸⁶ IAEA “Power Reactor Information System FLAMANVILLE-3” (2024 年 2 月 7 日閲覧)

<https://pris.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/ReactorDetails.aspx?current=873>

⁸⁷ IAEA ウェブサイト “Generic Reactor Safety (GRS)” (2024 年 2 月 7 日閲覧)

[https://nucleus-qa.iaea.org/sites/gsan/services/Pages/Generic-Reactor-Safety-\(GSR\).aspx](https://nucleus-qa.iaea.org/sites/gsan/services/Pages/Generic-Reactor-Safety-(GSR).aspx)

⁸⁸ ONR ウェブサイト “Generic Design Assessment, Assessment of reactors”

<https://www.onr.org.uk/new-reactors/assessment.htm>

5. アメリカにおける原子力安全制度の整備状況

本章では、アメリカにおける原子力安全制度の整備状況について整理する。

5.1. 原子力発電等の最新状況

本節では、アメリカにおける前回令和 4 年度調査以降の原子力発電等の最新状況を整理する。なお、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約に関連する動きは 5.2 に、法体系、原子力損害賠償制度、規制当局、輸出管理制度、IAEA の IRRS に関する動きは 5.3 に、IAEA の INIR、SEED、GRSR 及び OSART に関する動きは 5.4 にまとめている。

(1) 先進炉の開発に関連する動向

1) ニュースケール・パワー社製 SMR の設計認証に関する動き

ニュースケール・パワー社は、SMR の開発と実用化に向けた取り組みを進めている。

同社は開発を進めている SMR の設計承認の取得に向けた手続を進めており、2023 年 1 月には同社製 SMR（1 モジュール 160MWt,50MWe）の設計認証規則が NRC により公表されている⁸⁹。また、同年 3 月には、原子力規制委員会（NRC）が、出力 77MWe のニュースケール・パワー社製 SMR の標準設計承認（SDA）申請の審査を開始している⁹⁰。

2) NRC が非軽水炉型発電炉等の緊急時準備規則を承認

NRC は、連邦規則 10CFR Part 50.33(g)等で規定されている非軽水炉型発電炉等の緊急時準備規則を承認し、承認された規則は 2023 年 11 月に公布された。なお 10CFR Part 50.33(g) は、運転認可又は COL の申請や、緊急時への対処に関する計画を含む早期サイト許可（ESP）申請において、申請書類に含むべき内容を規定している。従来の 10CFR Part 50.33(g)では、プルーム被ばく経路緊急時計画区域（EPZ）の大きさの目安がプラントから半径約 10 マイルと定量的に規定されていたが、新たに承認された規則では、プルーム被ばく経路 EPZ の大きさを、事故の可能性を考慮した施設からの核分裂生成物の放出及びソースターム、事故シークエンスのタイミング、及び気象の要素に基づき決定するプロセスが導入されている⁹¹。

3) 無炭素電力プロジェクト（CFPP）の中止

ニュースケール・パワー社は、ユタ州公営電力システムズ（UAMPS）とともに、同社の SMR を建設する CFPP を進めてきたが、2023 年 11 月に両者の同意の下 CFPP を中止することが公表された。これは、プロジェクト継続に十分な電力購入者の獲得が難しい見通しであることなどを受けたものである⁹²。

(2) 既設炉の運転に関連する動向

1) ボーグル 3 号機 (AP-1000) が商業運転を開始

2023 年 7 月、ジョージア州ボーグル原子力発電所で 3 号機 (AP-1000) が商業運転を開始した。ボーグル 3・4 号機の建設は、アメリカで 30 年以上ぶりとなる新規原子力発電所建設プロジェクトであり⁹³、3 号機の建設は 2013 年 3 月に開始された⁹⁴。

2) パリセード原子力発電所の運転再開に向けた動き

ミシガン州のパリセード原子力発電所は、2022 年 5 月に運転停止したが、2023 年 9 月に同発電所の所有者のホルテックインターナショナル社が、同州のウォルバリン電力協同組合と電力購入契約 (PPA) を締結した。なお、2023 年初旬にホルテックインターナショナル社は、エネルギー省 (DOE) に対してパリセードの運転再開のために連邦政府による融資を申請していた⁹⁵。

2023 年 10 月にホルテックインターナショナル社は、NRC に対してパリセード原子力発電所の運転再開のための許可申請書を提出したことを公表している⁹⁶。

(3) 放射性廃棄物の管理・処分に関連する動向

1) NRC が発給したテキサス州における使用済燃料中間貯蔵施設に対する許可に関する訴訟

2023 年 8 月連邦控訴裁判所が、NRC が発給した民間企業が建設するテキサス州における使用済燃料中間貯蔵施設に対する許可を取り消す判決を下した。連邦控訴裁判所は、1954 年原子力法は使用済燃料を原子炉から離れた場所で貯蔵する許可を民間の当事者に発給する権限を NRC に付与していないとしている。また、1982 年放射性廃棄物政策法による使用済燃料の貯蔵に関する法制度では、永久処分場の建設が優先されており、一時的な貯蔵は民間の原子炉か連邦政府のサイトでの貯蔵に限定されていることから、1954 年原子力法と同様に 1982 年放射性廃棄物政策法も NRC に対して許可を発給する権限を付与していないとして、NRC の許可を取り消す判決を下した⁹⁷。

2) 廃棄物隔離パイロットプラント (WIPP) の 10 年許可更新手続

ニューメキシコ州の廃棄物隔離パイロットプラント (WIPP) では、原子力による国防活動で発生した超ウラン核種を含む放射性廃棄物 (TRU 廃棄物) の地層処分が行われている。WIPP は、1992 年 WIPP 土地収用法により、連邦環境保護庁 (EPA) の定める連邦規則 (CFR) への適合を条件に処分場の操業が認められており、5 年ごとに適合性再認定が行われている。直近では 2022 年に EPA による 4 度目の適合性再認定を受けている。また、WIPP で処分される TRU 廃棄物のほとんどは化学的有害性も有する混合廃棄物であることから、連邦法である資源保全・回収法 (RCRA) による規制も受け、RCRA による規制は、連邦政府機関である環境保護庁 (EPA) に代わってニューメキシコ州環境省 (NMED) が行っている⁹⁸。

この、WIPP に対する NMED による規制に関して、2023 年 10 月に NMED は、WIPP の

10年間有効な更新許可を発給した⁹⁹。

(4) その他

1) アメリカ国務省と輸出入銀行（EXIM）、小型モジュール炉（SMR）の輸出支援に向けた金融支援の実施を公表

アメリカ国務省と EXIM は、2023 年 12 月にアラブ首長国連邦のドバイで開催された国連気候変動枠組条約第 28 回締約国会議（COP28）において、SMR の輸出支援に向けた金融支援の実施を公表した。これは、アメリカで設計された SMR プラントの輸出促進に向けて、支援対象となる取引に対して競争力のある輸出融資ツールを提供するものである¹⁰⁰。具体的には、EXIM による意向表明書（Letter of Interest）の発行、長期融資又は信用保証の提供、利息費用への資金提供などが行われることとされている¹⁰¹。

5.2. 国際的取決めの遵守状況

本節では、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約について、アメリカの遵守状況等を整理する。

5.2.1 アメリカの国際的取決め遵守の概況

アメリカについて、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約の国内発効日や遵守状況は、以下に整理するとおりである。

条約名	国内発効日	遵守状況
原子力安全条約	1999年7月10日	<ul style="list-style-type: none">● 締約国会議に参加している。● 検討会合の報告において、重大な問題がある旨の報告はされていない。● 国別報告書を提出している。
放射性廃棄物等安全条約	2003年7月14日	<ul style="list-style-type: none">● 締約国会議に参加している。● 国別報告書を提出している。● 関連する国内制度を整備している。
海洋汚染防止条約	1975年8月30日	<ul style="list-style-type: none">● 関連する国内制度を整備している。
早期通報条約	1988年10月20日	<ul style="list-style-type: none">● 両条約が規定する早期通報や援助体制を整備・維持している。
援助条約	1988年10月20日	

5.2.2 国際的取決めに関する国内制度、前回調査以降の変更点

アメリカにおいて、前回調査以降、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約の新たな締結や廃棄、脱退は行われていない。また、前回調査以降、新たに公表された条約の国別報告書はない。以下に、各条約に関する国内制度や前回調査以降の動き等を整理する。

(1) 原子力安全条約

原子力安全条約第 8、9 回合同締約国会議が 2023 年 3 月に開催された。第 8 回締約国会議は 2020 年 3 月に開催される予定であったが、COVID-19 による感染症のため、第 8、9 回合同締約国会議として開催された。

IAEA が公表している同会議の要約報告書によると、アメリカは第 8 回、第 9 回それぞれのための国別報告書を提出し、他国から書面で提出された質問に回答している¹⁰²。また、アメリカの第 9 回原子力安全条約国別報告書により、同国が検討会合での指摘に適切に対応していることを確認した¹⁰³。

(2) 放射性廃棄物等安全条約

アメリカでは 2003 年 7 月 14 日に本条約が発効した¹⁰⁴。アメリカの第 7 回放射性廃棄物安全条約国別報告書によれば¹⁰⁵、同国は適切に国内制度を整備し条約を遵守している。

(3) 海洋汚染防止条約

アメリカは、海洋汚染防止条約を締結している¹⁰⁶。

アメリカでは、海洋汚染防止条約を国内で履行するために海洋・保護・研究・聖域法 (MPRSA、「海洋投棄法」とも呼称される) が制定されている¹⁰⁷。

MPRSA 第 1412 条では、環境保護庁 (EPA) 長官が、許可が発給されない一定の例外を除き、海洋投棄のための許可を発給できることを規定している。ここで、許可が発給されない例外として、放射性物質、化学物質、生物兵器、高レベル放射性廃棄物、及び医療廃棄物の投棄が規定されている¹⁰⁸。このため、アメリカでは、放射性物質や高レベル放射性廃棄物を海洋投棄するための許可は発給されず、これらの海洋投棄は禁じられている。

また、アメリカでは MPRSA に基づき、EPA、アメリカ陸軍工兵隊 (USACE)、アメリカ海洋大気庁 (NOAA)、アメリカ沿岸警備隊 (USCG) の 4 機関が海洋投棄の規制に関する責任を負っている¹⁰⁹。EPA は、海洋投棄のための許可発給を EPA 長官が行うとともに¹⁰⁸、浚渫土以外の全物質に関する権限を有する。浚渫土については EPA と USACE が分担して規制を所掌する¹⁰⁹。NOAA は商務長官の管轄となっている海洋投棄活動に関するモニタリングや研究、汚染により発生しうる長期的な影響等に関する研究の実施について担当することとなっており、USCG は海洋投棄活動の監視を行っている¹⁰⁹。

(4) 早期通報条約及び援助条約

アメリカは早期通報条約及び援助条約を締結しており、ともに 1988 年 10 月 20 日に発効している^{110,111}。早期通報条約によるアメリカの責務を履行するために、NRC は IAEA に対して、商用原子力発電所で重大な事故が発生した場合速やかに通報を行うことになっている。また、技術報告書を更新して提出することに加えて、NRC は国務省及びその他の連邦政府機関と協力して、IAEA に対して追加的な情報を提供することになっている¹¹²。

5.3. 国内制度の整備状況

本節では、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている項目のうち、法体系、原子力損害賠償制度、規制当局、輸出管理制度、及び IAEA の IRRS に関する情報を整理する。

5.3.1 原子力安全に関する法体系

アメリカでは、1954 年原子力法が核物質や原子力施設の開発と規制について規定しており¹¹³、また NRC は、核物質の使用及び原子力施設の運転を行うために NRC から許認可を受ける個人及び組織を拘束する要件として、連邦規則 (CFR) 第 10 章 (10 CFR) を定めている¹¹⁴。

10 CFR において原子炉の立地、設計・建設、運転に関わる主要な規則として、10 CFR Part 50「製造及び利用施設の国内許認可」と、Part 52「原子力発電プラントの許認可、認証及び承認」がある。また、Part 51「国内における許認可及び関連する規制機能に関する環境保護規制」では、NRC の国内許認可及び関連する規制に適用される環境保護規制が定められている¹¹⁴。

(1) アメリカにおける原子力安全に関する法体系の概要

1) 原子力発電所の原子力安全規制に関する法体系

アメリカにおける原子力発電所の原子力安全規制に関する法体系は、連邦議会が制定する法律とアメリカ原子力規制委員会 (NRC) が定める規則等により構成される。アメリカの原子力安全規制の基本法は、1954 年原子力法である。また、1974 年エネルギー再組織法が現在の NRC の設置根拠法となっている¹¹³。

アメリカの原子力安全法体系は、原子力安全に関する基本的な法律、連邦規則、指針及び民間規格基準の形で体系的に整備されている。規則、指針、民間規格基準等は、安全性を強化するために常に新知見・教訓等を取り入れて改定されている。アメリカの原子力安全に関する法体系は、法律 (Act)、連邦規則集 (Code of Federal Regulation : CFR)、指針に該当する標準審査指針 (Standard Review Plan) と規制指針 (RG)、及び民間規格等から構成されている。図 4-2 は、アメリカの原子力規制の法体系を示したものである¹¹⁵。

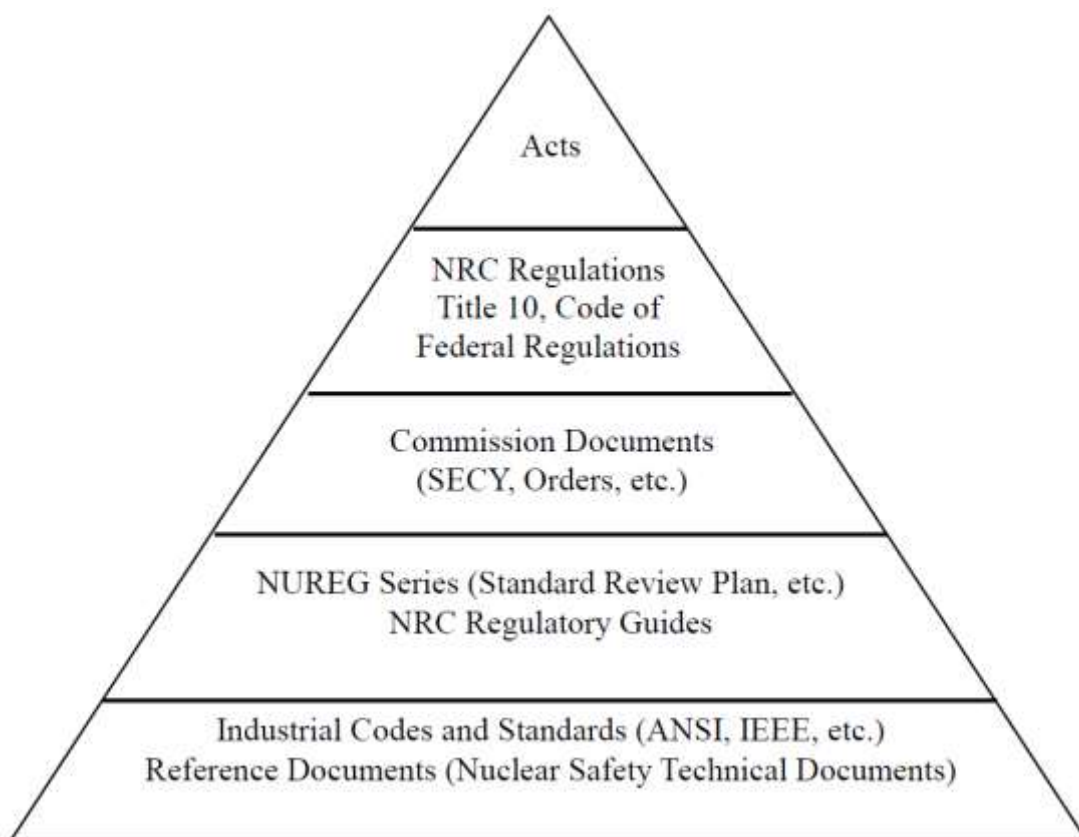


図 4-2 アメリカの原子力規制の法体系

出所) 一般財団法人エネルギー総合工学研究所、「平成 28 年度諸外国における原子力安全制度の整備状況等に関する調査 報告書」、2017 年 3 月

NRC は、原子力安全規制に関連する法律を、核物質及び施設の民生利用を規制する基本的法律、放射性廃棄物について規制する法律、核不拡散を規制する法律、及び規制機関のプロセスを規制する法律の 4 つの分野に区分しており、それぞれの分野の具体的な法律として以下を挙げている¹¹³。

核物質及び施設の民生利用を規制する基本的法律

- 1954 年原子力法
- 1974 年エネルギー再組織法
- 再編計画[§]

放射性廃棄物について規制する法律

- 1982 年放射性廃棄物政策法
- 1985 年低レベル放射性廃棄物政策改正法
- 1978 年ウラン製錬尾鉱放射線管理法

[§] 「再編計画」は法律ではないが、1970 年の再編計画第 3 号は、環境保護庁 (EPA) の設置根拠となったものであり、また EPA に「放射性物質からの環境の防護のために一般に受け入れられる環境基準」を策定する役割を与えている。

核不拡散を規制する法律

- 1978 年核不拡散法

規制機関のプロセスを規制する法律

- 行政手続法（合衆国法典第 5 編第 5～8 条）
- 国家環境政策法

2) 原子炉の許認可プロセス¹⁰³

新たに原子炉の建設や運転を行おうとする者は、NRC に対して許認可を申請しなければならない。申請の受領後、NRC スタッフは安全審査と環境審査を実施し、また、商用原子力施設を運転するための申請者の資金面における適正を評価する。公衆は公聴会のプロセスを通じてプロセスに参加する機会を有している。NRC は、5.1. (2) で整理したボーグル 3・4 号機の建設・運転に係る許認可プロセス^hの前までは、10 CFR Part 50「製造及び利用施設の国内許認可」に基づき、建設許可と運転認可を別々に発給する 2 段階のプロセスで原子力プラントの建設や運転を許可してきた。なお、1976 年以降 NRC は 10 CFR Part 50 に基づく新規原子炉の建設許可申請を受領していないが、2015 年にワッツバー原子力発電所 2 号機に対して 10 CFR Part 50 に基づく運転許可を発給した。ワッツバー 2 号機では、1973 年に建設許可が発給されていた。

1989 年に、NRC は 10 CFR Part 52「原子力発電プラントの許認可、認証及び承認」を制定し、新たな原子炉に対して 1 段階のプロセスで一括建設・運転許認可 (COL) を発給する制度を整備した。2012 年以降、NRC は 14 件の COL を発給し、8 カ所の原子力発電所で 14 基のプラントの建設・運転の許認可を行ったが、3 カ所の原子力発電所に対する 6 件の COL はその後許認可申請者の要求により終了となった。残りの 5 カ所の原子力発電所に対する 8 件の COL は現在も有効である。現在、NRC が審査を行っている COL 申請はない。

3) リスク情報を活用した安全規制の整備に向けた取り組み

2023 年 3 月に、NRC スタッフは 10 CFR Part 53「商用原子炉のためのリスク情報を活用した、技術包括的な枠組み」の案を公表した。10 CFR Part 53 は、10 CFR Part 50 と 10 CFR Part 52 に追加して、商用原子炉の許認可の発給、変更、更新及び終了に関する枠組みを定めるものであり、2019 年の原子力革新・近代化法 (NEIMA) の制定を受けたものである¹¹⁶。

10 CFR Part 53 は、フレームワーク A とフレームワーク B という異なる 2 つのフレームワークを含んでいる。このうちフレームワーク A は、技術包括的で、リスク情報を活用した、パフォーマンス・ベースのフレームワークであり、確率論的リスク評価 (PRA) を活用したアプローチとなっている。一方フレームワーク B は、技術包括的なフレームワークで 10 CFR Part 50、52 の軽水炉のライセンスや規制と同様の決定論的アプローチに基づくものであり、NRC は国際的な展開を追求する申請者に有効であるとしている。なお、NRC の案

^h ボーグル 3・4 号機は、10 CFR Part 52 に基づき一括建設・運転許認可 (COL) の発給を受け建設と運転が進められている。

では許認可申請者はフレームワーク A とフレームワーク B のどちらか一方のみを適用することとされている。ただし、申請者はどちらのフレームワークを適用するか自ら選択することができる¹¹⁶。

10 CFR Part 53 は、軽水炉型でない原子炉の技術に対する新たな規制要件を構築しようとするものである。現行の 10 CFR Part 50 と 10 CFR Part 52 の規制の枠組みは、軽水炉のために開発されたものであり、軽水炉技術のみに適用される規定が含まれている。NRC は現行の規制の柔軟さと適用除外プロセスを活用することで、軽水炉以外の許認可を行うことは可能だが、様々な技術への適用のために十分な柔軟性を備え、かつ 10 CFR Part 50 や 10 CFR Part 52 と同様の安全性を確保できる堅固な規制枠組みの開発に対する関心が高まってきていた¹¹⁶。

なお、NRC スタッフが作成した 10 CFR Part 53 の案に対して、一部の NRC 委員は反対する投票を行っており、投票では案が 2 つのフレームワークで構成されていることに対してステークホルダーが提示した疑問などが言及されている^{117,118}。

(2) 前回調査以降の変更点

上に列挙した法律等（「再編計画」を除く 8 件の法律）について、令和 4 年度調査以降、では 1954 年原子力法（AEA）、国家環境政策法（NEPA）及び行政手続法で、一部改正が行われているが、原子力安全規制体制を変更するような改正ではない^{119,120}。

5.3.2 原子力損害賠償制度

アメリカは CSC の締約国である¹²¹。なお、調査対象国の原子力損害賠償に関する国際条約の締結状況は、3.3.2 イギリスの「原子力損害賠償制度」の冒頭において整理している。

アメリカ国内で原子力損害賠償制度は、1954 年原子力法の一部としてのプライス・アンダーソン法（PA 法）により構築されている。現在、原子力発電所の所有者は、原子炉サイトごとに、サイト外賠償責任補償のための民間保険 4 億 5,000 万ドルの年間保険料を支払っている。この第一層の保険は、第二層の保険によって補完されている。原子力事故により 4 億 5,000 万ドルを超える損害が発生した場合、各許認可所有者には、原子炉 1 基あたり 1 億 3,105 万 6,000 ドルを上限とする超過分の比例負担が課される。現在 95 基の原子炉が保険プールに加入しており、これらの第一層と第二層の資金の合計額は約 129 億ドルになる。これらの資金の 15% を超える支払いには、優先度設定計画（prioritization plan）を策定し連邦地方裁判所の承認を得ることが必要となる。当該裁判所が公的な賠償額が第一層と第二層の資金で確保できる最大の額を超過していると判断した場合、各許認可所有者は繰延保険料の最大額の 5% を超過しない範囲で、比例配分で追加負担を求められる。これは平均で 1 基当たり 655 万 3,000 ドルであり、95 基で約 6 億 2,250 万ドルになる。第二層の資金でも賠償額を賄いきることができない場合、連邦議会は追加的な災害支援が必要かどうか決定を行うことになっている¹²¹。

図 4-3 は、NRC のウェブサイトに掲載されている PA 法による原子力損害賠償制度の概念図である¹²¹。

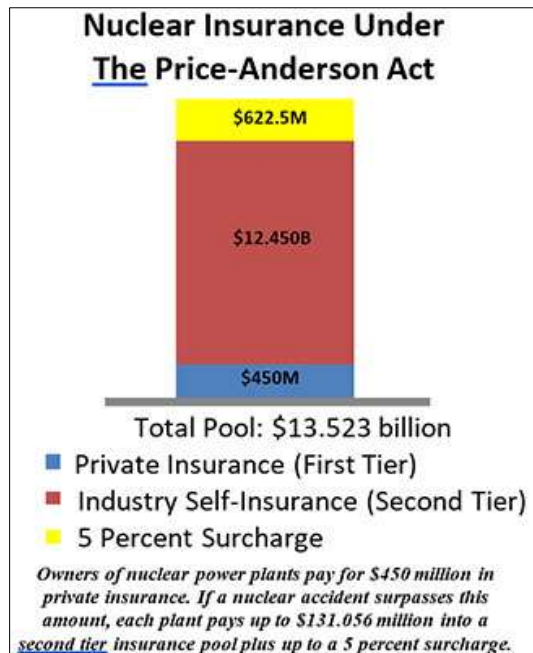


図 4-3 PA 法による原子力損害賠償制度の概念図

出所) NRC ウェブサイト “Backgrounder on Nuclear Insurance and Disaster Relief” (2022 年 4 月) より引用
<https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/nuclear-insurance.html>

5.3.3 原子力安全に関する規制当局

NRC は、1974 年エネルギー再組織法により発足が規定され、1975 年に業務を開始した。NRC の役割と権限は、アメリカ国内における原子力及び物質の民生利用が、公衆の健康と安全、国家安全保障及び環境を適切に考慮して実施されるようにすること、核セキュリティ・保障措置である¹⁰³。

(1) 組織・体制

図 4-4 は、時点の NRC の体制図である。NRC 委員の定員は 5 名であるが、現状では 1 名が空席となっている¹²²。

U.S. Nuclear Regulatory Commission

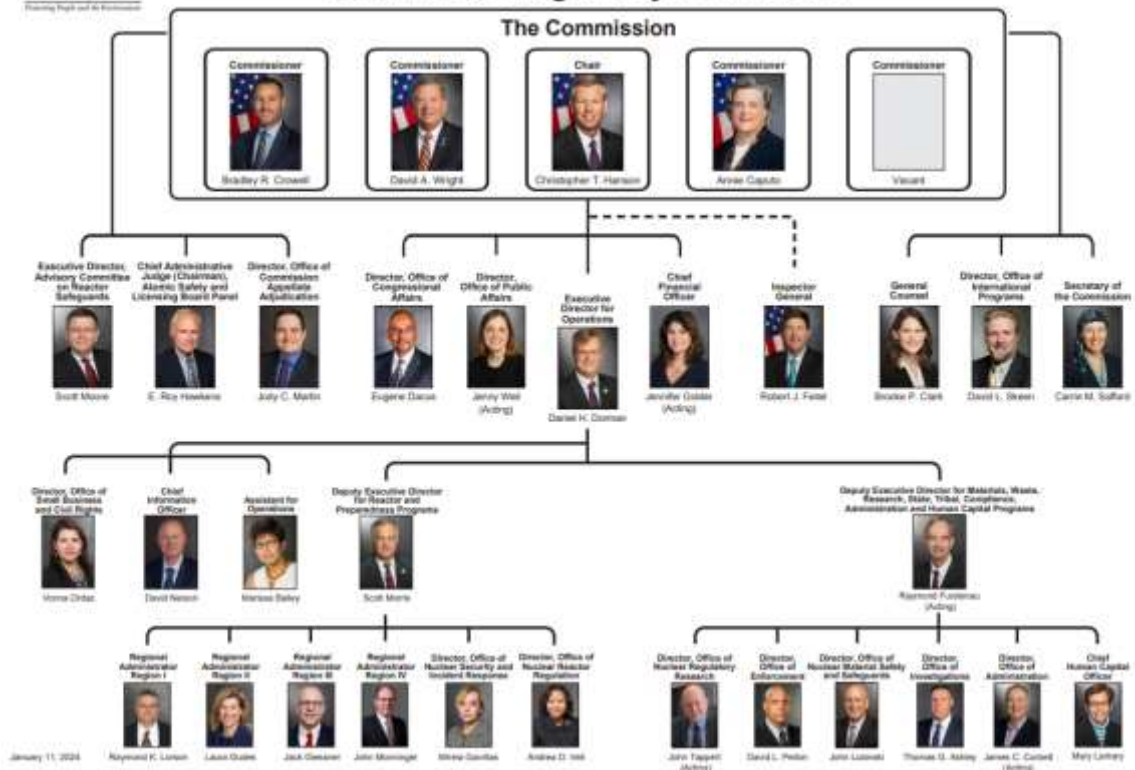


図 4-4 NRC の体制図 (2024 年 1 月 11 日時点)

出所) NRC ウェブサイト、<https://www.nrc.gov/docs/ML2132/ML21320A324.pdf>

NRC 委員は大統領が指名し、指名には連邦議会上院の同意が必要である。上記のとおり定員は 5 名であるが、意思決定において定足数は 3 名である。1974 年エネルギー再組織法第 201 条(b)(2)では、委員の構成においては、3 名以上の委員が同一の政党员 (members of the same political party) であってはならないと規定されている¹²³。

(2) 予算規模及び人員

表 4-7 は、2015～2024 会計年度の、NRC の予算額と正規職員数に換算した職員数を示したものであり (2024 会計年度は要求)、図 4-5 はそれをグラフで示したものである。予算額は、2021 会計年度まで減少してきたが、先進炉の規制インフラの開発などのために、それ以降は増加してきている。一方で、職員数は減少傾向にあるが、ここ数年は減少が止まっている¹²⁴。

表 4-7 2015～2024 会計年度の NRC の予算及び職員数の推移
(単位は百万ドル、2024 会計年度は要求)

	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
繰越	34.2	0.0	23.0	15.0	20.0
UNLP ^{※1}	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
プログラム、組織管理、OIG ^{※2}	1,000.3	987.1	902.1	907.0	896.2
合計予算	1,049.5	1,002.1	940.1	937.0	931.2
合計 FTE ^{※3}	3,778.5	3,595.0	3,396.0	3,186.0	3,106.0

	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
繰越	40.0	19.0	0.0	0.0	27.1
UNLP	16.0	16.0	16.0	16.0	0.0
プログラム、組織管理、OIG	839.6	863.4	889.7	927.2	979.2
合計予算	895.6	879.4	905.7	943.2	1,006.4
合計 FTE	2,970.0	2,868.0	2,881.2	2,859.6	2,948.9

※1 UNLP：大学原子力リーダーシッププログラム ※2 OIG：監察総監室

※3 FTE：職員数（正規職員数換算）

出所) NRC, “FY 2024 Congressional Budget Justification Summar” (2023 年 3 月 13 日) より引用
<https://www.nrc.gov/docs/ML2307/ML23072A027.pdf>

Budget Request Trend

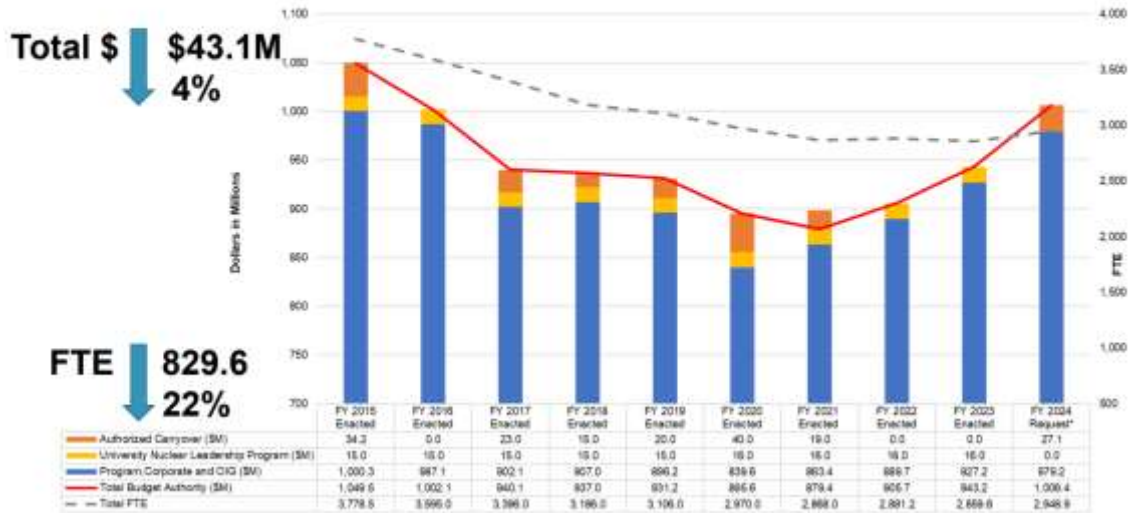


図 4-5 2015～2024 会計年度の、NRC の予算、及び職員数の推移
(2024 会計年度については要求)

出所) NRC, “FY 2024 Congressional Budget Justification Summar” (2023 年 3 月 13 日) より引用
<https://www.nrc.gov/docs/ML2307/ML23072A027.pdf>

NRC は、2023 年 3 月に 2024 会計年度（2023 年 10 月 1 日～2024 年 9 月 30 日）の予算要

求に係る詳細資料を公表した。NRCによれば、同会計年度の予算要求の総額は10億600万ドル（繰越資金2,710万ドルを含む）で、これは2023会計年度に歳出法でNRCに配賦された額を6,320万ドル上回っている。NRCは2024会計年度に、8億2,320万ドルを許認可申請者が支払う手数料収入で賄う見込みであるため、ネットでの予算要求額は約1億5,600万ドルとなる¹²⁵。

(3) 最近の活動

以下に2023年を中心としたNRCの主要な活動について整理する。

1) 10 CFR Part 53 の策定に向けた動き

NRCは、10 CFR Part 53「商用原子炉のためのリスク情報を活用した、技術包括的な枠組み」の制定に向けた取り組みを進めている。この動きについては、5.3.1 (1) 3)において整理している。

2) 長期運転に向けた認可更新

アメリカでは、最初の原子炉運転ライセンスは最長40年となっている。また、運転期間を最長20年間延長できるライセンスの更新が可能であり、ライセンスを更新できる回数に制限は設けられていない¹²⁶。現在、80年運転に向けて6カ所の原子力発電所の合計11基のプラントがNRCの審査を受けており、また3カ所の原子力発電所の合計6基のプラントがすでに80年運転認可の発給を受けている¹²⁷。

3) EPZに関係する10 CFRの規定の改定

NRC委員は、緊急時準備に関する規制について、SMRや「他の新たな技術（ONT）」として定義された非軽水炉型発電炉等（以下、SMRとONTを合わせて「SMR等」と表記）のために代替的な規制の枠組みを構築するためにスタッフが作成した規則案を承認した。

今回規則案が承認されたことで、原子力発電プラントの建設や運転の許認可について規定した10 CFR Part 50に新たな規定が追加されるなどの改定が行われる。NRCによれば、以下の点が新たな規定として追加される。

- パフォーマンス・ベースの緊急時準備枠組み
- SMR等に近接している施設のハザード解析に関する要件
- プルーム被ばく経路EPZの大きさの決定に関するアプローチ
- 緊急時計画における摂取対応計画の記載に関する要件

現行の10 CFR Part 50は、大型軽水炉の規制を主眼としており、一般的にはプルーム被ばく経路EPZはプラントから半径約10マイル（16km）、摂取経路EPZ（IPZ）については約50マイル（80km）とされ、これらの区域の厳密な大きさは現地の緊急時対応ニーズ等との関連で決定すべきとされている。これに対して今回の改定により、EPZの大きさを事故時のソースターム、核分裂生成物の放出や線量の特性といった要素に基づき決定するプロセスが導入される¹²⁸。これらの規則の改定は、2023年11月に公布されている⁹¹。

5.3.4 原子力資機材の輸出管理制度

(1) アメリカにおける原子力資機材の輸出管理の概要

アメリカは核兵器不拡散条約、化学兵器禁止条約及び生物兵器禁止条約を締結していることに加え、原子力供給国グループ (NSG)、ザンガー委員会 (ZC)、ミサイル技術管理レジーム (MTCR)、オーストラリアグループ (AG) 及びワッセナーアレンジメント (WA) といった主要な国際輸出レジームにすべて加入している¹²⁹。

(2) 前回調査以降の変更点

前回調査以降、アメリカにおける原子力資機材の輸出管理制度に大きな変更はない。なお、制度変更ではないが、関連する動向として、アメリカ商務省産業安全保障局 (BIS) は 2023 年 5 月 19 日に、輸出管理規則 (EAR) に基づく貿易の規制対象となる組織のリスト (エンティティリスト) を公表したが、リストには中国核工業集团公司 (CNNC) 等が含まれている。対象となった組織との輸出、再輸出及びアメリカ国内における輸送が規制対象となり、規制対象組織とこれらの取引を行う場合は、EAR に基づく許可の取得が要求される¹³⁰。

5.3.5 IAEA の評価サービス IRRS の受入れ状況等

アメリカは 2010 年に IRRS ミッションを受け入れ、また、2014 年にはフォローアップミッションを受け入れている¹³¹。

2014 年のフォローアップミッションの報告書によれば、2010 年の IRRS ミッションで提示された勧告や提言は、体系的に考慮されている。また、多くの分野で顕著な前進が見られており、さらに行動計画の遂行により多くの改善が実施されている¹³²。

2016 年 10 月に公表された原子力安全条約第 7 回締約国会議のための国別報告書によれば、フォローアップミッションで提示された勧告や提言に対してアメリカは対応を進めており、その状況を NRC は公表している¹³³。

5.4. IAEA の実施する主要な評価サービスの受入れに係る状況

本節では、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている IAEA の評価サービスのうち、INIR、SEED、GRSR 及び OSART の受入れ状況等を整理する。

(1) IAEA の評価サービス INIR の受入れ状況等

アメリカは INIR を受け入れていない¹³¹。なお、INIR は加盟国における原子力発電導入のための国のインフラの状況进行评估するものであり、初回は 2009 年に実施されたが¹³⁴、アメリカでは INIR が開始されるより前に原子力発電が導入されている。

(2) IAEA の評価サービス SEED の受入れ状況等

アメリカは SEED を受け入れていない¹³¹。なお、SEED は加盟国におけるサイトの選定、サイトの安全性評価、構造物、系統及び機器の設計、プラントの安全性評価、及びサイト特

有の外部ハザード（自然及び人為的なもの）と内部ハザード（火災、洪水、衝撃など）を対象としてピアレビューを実施するものであり¹³⁵、初回は 2015 年に実施されたが¹³¹、アメリカでもっとも最近商業運転が開始されたボーグル 3 号機が着工されたのは、SEED が開始される前の 2013 年 3 月である¹³⁶。

(3) IAEA の評価サービス GRSR の受入れ状況等

IAEA によれば、アメリカは 2009 年に AP1000 を対象として GRSR を受け入れている¹³⁷。なお、NRC は設計認証（DC）の制度を整備している。DC の発給によって NRC は、プラントの建設や運転の申請からは独立して、原子力発電プラントの設計を承認する。設計認証は発給日から 15 年間有効であるが、さらに 10～15 年間の延長が可能である。表 4-8 は、既に発給されている DC について、設計の名称と申請者を整理したものである¹³⁸。

表 4-8 発給されている DC の設計の名称と申請者

設計の名称	申請者
改良型沸騰水型原子炉（ABWR）	ゼネラルエレクトリックニュークリアエナジー
APR1400	韓国電力公社・韓国水力原子力
ABWR 設計認証規則改定	サウステキサスプロジェクト原子力発電会社
System 80+	ウェスティングハウス（WH）社
AP600	WH 社
AP1000	WH 社
高経済性単純化沸騰水型原子炉（ESBWR）	GE 日立ニュークリア・エナジー社
ニュースケール小型モジュール炉（US600）	ニュースケール・パワー社

出所) NRC ウェブサイト “Design Certification Applications for New Reactors” に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成
<https://www.nrc.gov/reactors/new-reactors/large-lwr/design-cert.html>

(4) IAEA の評価サービス OSART の受入れ状況等

表 4-9 に、IAEA の情報に基づきアメリカで実施された OSART ミッション及びフォローアップミッションの状況を整理する¹³¹。

表 4-9 アメリカで実施された OSART ミッション

発電所名	ミッションの種類	開始月
カルバートクリフ	OSART ミッション	1987 年 1 月
バイロン	OSART ミッション	1989 年 1 月
グランドガルフ	OSART ミッション	1992 年 8 月
グランドガルフ	フォローアップミッション	1994 年 2 月
ノースアナ	OSART ミッション	2000 年 1 月
ノースアナ	フォローアップミッション	2002 年 4 月
ブランズウィック	OSART ミッション	2005 年 5 月
ブランズウィック	フォローアップミッション	2006 年 12 月
アーカンソー	OSART ミッション	2008 年 7 月
アーカンソー	フォローアップミッション	2010 年 6 月
シーブロック	OSART ミッション	2011 年 6 月
シーブロック	フォローアップミッション	2013 年 6 月
クリントン	OSART ミッション	2014 年 8 月
クリントン	フォローアップミッション	2015 年 10 月
セコヤー	OSART ミッション	2017 年 9 月
セコヤー	フォローアップミッション	2019 年 4 月
ウォルフクリーク	OSART ミッション	2023 年 3 月

出所) IAEA “Peer Review and Advisory Services Calendar”に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成

[https://www.iaea.org/services/review-](https://www.iaea.org/services/review-missions/calendar?type=All&year%5Bvalue%5D%5Byear%5D=&location=3589&status=All)

[missions/calendar?type=All&year%5Bvalue%5D%5Byear%5D=&location=3589&status=All](https://www.iaea.org/services/review-missions/calendar?type=All&year%5Bvalue%5D%5Byear%5D=&location=3589&status=All)

5.5. 参考文献

⁸⁹ NRC “PART 52—LICENSES, CERTIFICATIONS, AND APPROVALS FOR NUCLEAR POWER PLANTS” (2024 年 1 月 15 日日閲覧)

<https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part052/full-text.html>

⁹⁰ NRC “NRC to Begin Reviewing Portions of NuScale’s Small Modular Reactor Standard Design Approval Application” (2023 年 3 月 17 日)

<https://www.nrc.gov/cdn/doc-collection-news/2023/23-025.pdf>

⁹¹ NRC “PART 50—DOMESTIC LICENSING OF PRODUCTION AND UTILIZATION FACILITIES” (2024 年 1 月 15 日日閲覧)

<https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part050/full-text.html>

⁹² NuScale Power “Utah Associated Municipal Power Systems (UAMPS) and NuScale Power Agree to Terminate the Carbon Free Power Project (CFPP)” (2023 年 11 月 8 日)

<https://www.nuscalepower.com/en/news/press-releases/2023/uamps-and-nuscale-power-agree-to-terminate-the-carbon-free-power-project>

⁹³ Westinghouse Electric Company “The Era of Advanced Nuclear Energy Arrives in the U.S. with First AP1000® Reactor Achieving Commercial Operation at Vogtle” (2023 年 11 月 8 日)

<https://info.westinghousenuclear.com/news/the-era-of-advanced-nuclear-energy-arrives-in-the-u.s.-with-first-ap1000-reactor-achieving-commercial-operation-at-vogtle>

⁹⁴ IAEA “VOGTLE-3” (2024 年 1 月 15 日日閲覧)

<https://pris.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/ReactorDetails.aspx?current=1042>

⁹⁵ Holtec International “Holtec and Wolverine Ink Historic Power Purchase Agreement for the Palisades Power Plant” (2023 年 9 月 12 日)

<https://holtecinternational.com/2023/09/12/holtec-and-wolverine-ink-power-purchase-agreement-for-palisades/>

⁹⁶ Holtec International “Holtec Formally Initiates Process with NRC to Reauthorize Operations at Palisades Power Plant” (2023 年 10 月 6 日)

<https://holtecinternational.com/2023/10/06/holtec-formally-initiates-process-with-nrc-to-reauthorize-operations-at-palisades-power-plant/>

⁹⁷ 第 5 巡回区連邦控訴裁判所 “No. 21-60743 State of Texas; Greg Abbott, Governor of the State of Texas; Texas Commission on Environmental Quality; Fasken Land and Minerals, Limited; Permian Basin Land and Royalty Owners, Petitioners, versus Nuclear Regulatory Commission; United States of America, Respondents.” (2023 年 8 月 25 日)

<https://www.govinfo.gov/content/pkg/USCOURTS-ca5-21-60743/pdf/USCOURTS-ca5-21-60743-0.pdf>

⁹⁸ 原子力環境整備促進・資金管理センター 「《米国》廃棄物隔離パイロットプラント (WIPP) で地下処分施設の第 11 パネルの掘削を開始」 (2024 年 1 月 30 日)

<https://www2.rwmc.or.jp/nf/?p=33747>

⁹⁹ NMED “NMED publishes Public Notice and Proposed Final Permit for the Waste Isolation Pilot Plant Ten-Year Renewal Process” (2023 年 10 月 5 日)

<https://www.env.nm.gov/hazardous-waste/wp-content/uploads/sites/10/2023/08/WIPP-230822.pdf>

¹⁰⁰ U.S. Department of State “The United States Announces Key Measures to Jump Start Deployments of Advanced Nuclear Energy Systems and to Secure Nuclear Fuel Supply Chains,

Accelerating the Contribution of Nuclear Energy to Net Zero Goals” (2023 年 12 月 5 日)
<https://www.state.gov/the-united-states-announces-key-measures-to-jump-start-deployments-of-advanced-nuclear-energy-systems-and-to-secure-nuclear-fuel-supply-chains-accelerating-the-contribution-of-nuclear-energy-to-net-z/>

¹⁰¹ EXIM “U.S. EXIM SMALL MODULAR REACTOR FINANCING TOOLKIT” (2024 年 1 月 23 日閲覧)
<https://www.exim.gov/policies/small-modular-reactor-financing>

¹⁰² IAEA “Joint 8th and 9th Review Meeting of the Contracting Parties to The Convention on Nuclear Safety 20 - 31 March 2023 Vienna, Austria Summary Report” (2023 年 3 月 31 日)
https://www.iaea.org/sites/default/files/23/04/23-01280e_cns8_9rm2023_08_final.pdf

¹⁰³ NRC “The United States of America Ninth National Report for the Convention on Nuclear Safety” (2022 年 8 月)
https://www.iaea.org/sites/default/files/22/09/usa_nr_9th_cns.pdf

¹⁰⁴ IAEA “Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management” (2023 年 11 月 21 日)

¹⁰⁵ エネルギー省 “United States of America National Report for the Seventh Review Meeting of the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management” (2020 年 10 月)
<https://www.iaea.org/sites/default/files/usa-7rm.pdf>

¹⁰⁶ IMO “STATUS OF IMO TREATIES” (2023 年 10 月 12 日)
<https://www.wcdn.imo.org/localresources/en/About/Conventions/StatusOfConventions/Status%202023.pdf>

¹⁰⁷ NOAA ウェブサイト “Marine Pollution: Ocean Dumping” (2023 年 10 月 24 日閲覧)
<https://www.noaa.gov/gc-international-section/marine-pollution-ocean-dumping>

¹⁰⁸ 海洋・保護・研究・聖域法 (2023 年 10 月 24 日閲覧)
https://www.gc.noaa.gov/documents/gcil_mprsa.pdf

¹⁰⁹ EPA ウェブサイト “Learn about Ocean Dumping” (2023 年 10 月 24 日閲覧)
<https://www.epa.gov/ocean-dumping/learn-about-ocean-dumping>

¹¹⁰ IAEA “Convention on Early Notification of a Nuclear Accident” (2023 年 11 月 14 日)
https://www.iaea.org/sites/default/files/23/11/not_status.pdf

¹¹¹ IAEA “Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency” (2023 年 11 月 14 日)
https://www.iaea.org/sites/default/files/23/11/not_status.pdf

¹¹² NRC “The United States of America National Report for the 2012 Convention on Nuclear Safety Extraordinary Meeting” (2012 年 7 月)
https://www.iaea.org/sites/default/files/usa_ml12221a013.pdf

¹¹³ NRC ウェブサイト “Governing Legislation” (2024 年 1 月 19 日閲覧)
<https://www.nrc.gov/about-nrc/governing-laws.html>

¹¹⁴ NRC ウェブサイト “NRC Regulations Title 10, Code of Federal Regulations” (2024 年 1 月 19 日閲覧)
<https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/index.html>

- ¹¹⁵ 一般財団法人エネルギー総合工学研究所「平成 28 年度諸外国における原子力安全制度の整備状況等に関する調査 報告書」(2017 年 3 月)
<http://www.cao.go.jp/oaep/dl/houkoku1703.pdf>
- ¹¹⁶ NRC “ML21162A102 - SECY-23-0021: Enclosure 1 - Proposed Rule Federal Register Notice” (2023 年 3 月 1 日)
<https://www.nrc.gov/docs/ML2116/ML21162A102.pdf>
- ¹¹⁷ NRC “Commissioner Caputo Vote Sheet VR-SECY-23-0021: Part 53 Proposed Rule: Risk-Informed, Technology-Inclusive Regulatory Framework for Advanced Reactors, dated July 18, 2023” (2023 年 7 月 20 日)
<https://www.regulations.gov/document/NRC-2019-0062-0285>
- ¹¹⁸ NRC “Commissioner Wright Vote Sheet VR-SECY-23-0021: Proposed Rule: Risk-Informed, Technology-Inclusive Regulatory Framework for Advanced Reactors, dated October 2, 2023” (2023 年 10 月 2 日)
<https://www.regulations.gov/document/NRC-2019-0062-0287>
- ¹¹⁹ 連邦議会下院法律改定委員会 “United States Code” (2024 年 2 月 14 日閲覧)
<https://uscode.house.gov/browse/prelim@title33/chapter26/subchapter1&edition=prelim>
- ¹²⁰ 連邦議会資料室ウェブサイト (2024 年 2 月 14 日閲覧)
<https://www.congress.gov/>
- ¹²¹ NRC ウェブサイト “Backgrounder on Nuclear Insurance and Disaster Relief” (2022 年 4 月)
<https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/nuclear-insurance.html>
- ¹²² NRC “NRC Organization Chart” (2024 年 1 月 11 日)
<https://www.nrc.gov/docs/ML2132/ML21320A324.pdf>
- ¹²³ 1974 年エネルギー再組織法
<https://www.nrc.gov/docs/ML1327/ML13274A489.pdf#page=241>
- ¹²⁴ NRC “FY 2024 Congressional Budget Justification Summary” (2023 年 3 月 13 日)
<https://www.nrc.gov/docs/ML2307/ML23072A027.pdf>
- ¹²⁵ NRC “NRC Proposes FY 2024 Budget to Congress” (2023 年 3 月 13 日)
<https://www.nrc.gov/cdn/doc-collection-news/2023/23-022.pdf>
- ¹²⁶ OECD/NEA “Legal Frameworks for Long-Term Operation of Nuclear Power Reactors” (2019 年)
https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_15154/legal-frameworks-for-long-term-operation-of-nuclear-power-reactors?details=true
- ¹²⁷ NRC “Status of Subsequent License Renewal Applications” (2024 年 1 月 22 日閲覧)
<https://www.nrc.gov/reactors/operating/licensing/renewal/subsequent-license-renewal.html>
- ¹²⁸ NRC “Regulatory Analysis for the Final Rule: Emergency Preparedness for Small Modular Reactors and Other New Technologies” (2021 年)
<https://www.nrc.gov/docs/ML2120/ML21200A079.pdf>
- ¹²⁹ 外務省ウェブサイト「国際輸出管理レジーム参加国一覧表」(2024 年 1 月 22 日閲覧)
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/regime/regime.html>
- ¹³⁰ BIS “Supplement No. 4 to Part 744 - ENTITY LIST” (2023 年 5 月 19 日)
<https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/regulations-docs/2326-supplement-no-4-to-part-744->

entity-list-4/file

¹³¹ IAEA ウェブサイト “Peer Review and Advisory Services Calendar” (2024 年 1 月 22 日閲覧)

<https://www.iaea.org/services/review-missions/calendar?type=All&year%5Bvalue%5D%5Byear%5D=&location=3589&status=All>

¹³² IAEA “INTEGRATED REGULATORY REVIEW SERVICE (IRRS) FOLLOW-UP MISSION TO THE UNITED STATES OF AMERICA” (2014 年)

https://www.iaea.org/sites/default/files/documents/review-missions/final_report_irrs_us_follow-up_2014.pdf

¹³³ NRC “The United States of America Seventh National Report for the Convention on Nuclear Safety” (2016 年 10 月)

<https://www.iaea.org/sites/default/files/usa-national-report-for-the-7th-rm.pdf>

¹³⁴ IAEA ウェブサイト “Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR)” (2023 年 10 月 24 日閲覧)

<https://www.iaea.org/services/review-missions/integrated-nuclear-infrastructure-review-inir>

¹³⁵ IAEA ウェブサイト “Site and External Events Design Review Service (SEED)” (2023 年 10 月 24 日閲覧)

<https://www.iaea.org/services/review-missions/site-and-external-events-design-review-service-seed>

¹³⁶ IAEA “Power Reactor Information System VOGTLE-3” (2023 年 10 月 24 日閲覧)

<https://pris.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/ReactorDetails.aspx?current=1042>

¹³⁷ IAEA ウェブサイト “Generic Reactor Safety (GRS)” (2024 年 1 月 22 日閲覧)

[https://nucleus-qa.iaea.org/sites/gsan/services/Pages/Generic-Reactor-Safety-\(GSR\).aspx](https://nucleus-qa.iaea.org/sites/gsan/services/Pages/Generic-Reactor-Safety-(GSR).aspx)

¹³⁸ NRC ウェブサイト “Design Certification Applications for New Reactors” (2023 年 10 月 25 日閲覧)

<https://www.nrc.gov/reactors/new-reactors/large-lwr/design-cert.html>

6. インドにおける原子力安全制度の整備状況

本章では、インドにおける原子力安全制度の整備状況について整理する。

6.1. 原子力発電等の最新状況

本節では、インドにおける前回令和 2 年度調査以降の原子力発電等の最新状況を整理する。なお、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約に関連する動きは 6.2 に、法体系、原子力損害賠償制度、規制当局、輸出管理制度、IAEA の IRRS に関する動きは 6.3 に、IAEA の INIR、SEED、GRSR 及び OSART に関する動きは 6.4 にまとめている。

(1) 原子炉の新設に関連する動向

1) 原子炉の新設に向けた許認可の発給

インドでは 2024 年 1 月現在、8 基の原子炉が建設中である¹³⁹。前回令和 2 年度調査以降、インド原子力規制委員会（AERB）は 2021 年 5 月に、クダンクラム 5、6 号機（いずれも VVER 1000）に対して建設許可（コンクリート打設許可）を発給し¹⁴⁰、5 号機は同年 6 月、6 号機は同年 12 月に建設を開始した^{141,142}。この他、カクラパー3、4 号機（いずれも PHWR 700）においては、2021 年 1 月に系統接続した 3 号機について、AERB は 2023 年 10 月に 100%出力運転認可を発給、4 号機に対しては 2023 年 8 月に燃料装荷許可、12 月に臨界の許可を発給した¹⁴³。

2) 原子力発電拡大に関する動向

インドは 2070 年のカーボンニュートラル達成を目標としており、電力の脱炭素化に向けた非化石電源強化の一環として、原子力発電を拡大する方針である。インド中央電力庁は 2023 年 5 月に発表した 2022 年～2032 年を対象とする国家電力計画（NEP）の第 1 部（発電の部）において、2032 年までに国内の原子力発電設備容量を現在の 7,480MW から 19,680MW に拡大する見通しを示した¹⁴⁴。さらに政府は 2023 年 12 月、原子力の設備容量を 2032 年までに現在の 3 倍の 22,480MW に拡大するための措置に着手したと発表した¹⁴⁵。

(2) 既設炉の運転に関連する動向

1) 運転認可更新に関する動向

インドでは 2024 年 1 月時点で、22 基の原子炉が運転中である。同国における運転認可の有効期間は最大 5 年である¹⁴⁶。前回令和 2 年度調査以降 2022 年末までに、AERB は以下の原子炉に対し運転認可の更新を発給した^{147 148}。

- 2021 年 3 月：タラプール 1、2 号機（2026 年 3 月末まで）
- 2021 年 7 月：クダンクラム 1、2 号機（2025 年 7 月末まで）
- 2021 年 9 月：タラプール 3、4 号機（2026 年 8 月末まで）

- 2022年5月：カイガ1、2号機（2027年5月末まで）
- 2022年10月：ラジャスタン3、4号機（2027年10月末まで）

(3) 放射性廃棄物の管理・処分に関連する動向

1) 使用済燃料貯蔵施設建設に関する動向

2021年8月、AERBはクダンクラム3、4号機の使用済燃料向けの建屋外貯蔵設備に対し立地許可を発給した¹⁴⁹。また2022年9月には、同設備に対して建設許可を発給した¹⁵⁰。

6.2. 国際的取決めの遵守状況

本節では、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約について、インドの遵守状況等を整理する。

6.2.1 インドの国際的取決め遵守の概況

インドについて、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約の国内発効日や遵守状況は、以下に整理するとおりである。

条約名	国内発効日	遵守状況
原子力安全条約	2005年6月29日	<ul style="list-style-type: none"> ● 締約国会議に参加している。 ● 検討会合の報告において、重大な問題がある旨の報告はされていない。 ● 国別報告書を提出している。
放射性廃棄物等安全条約	—	<ul style="list-style-type: none"> ● 実質的に同条約の内容を履行している。
海洋汚染防止条約	—	<ul style="list-style-type: none"> ● 実質的に同条約の内容を履行している。
早期通報条約	1988年2月28日	<ul style="list-style-type: none"> ● 両条約が規定する早期通報や援助体制を整備・維持している。
援助条約	1988年2月28日	

6.2.2 国際的取決めに関する国内制度、前回調査以降の変更点

以下に、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約に関する国内制度や前回調査以降の動き等を整理する。

(1) 原子力安全条約

原子力安全条約第8、9回合同締約国会議が2023年3月に開催された。第8回締約国会議は2020年3月に開催される予定であったが、COVID-19による感染症のため、第8、9回合同締約国会議として開催された。インドは第8回締約国会議に向けた国別報告書を提出したのち、改めて2022年8月に第8、9回合同締約国会議に向けた国別報告書を提出する

とともに¹⁴⁶、他国から書面で提出された質問に回答している。またインドは、同会議に参加している¹⁵¹。

第8、9回合同締約国会議に向けた国別報告書では、前回の第7回締約国会議でインドの課題として挙げられた以下の3点について、対応状況を示している¹⁴⁶。

- 原子力発電急拡大計画のための準備
インド原子力発電公社（NPCIL）は、原子力の急速な拡大に必要な人員確保のため、技術者の募集を定期的に行っている。建設・計画中のプロジェクトに必要な能力は、訓練プログラムを通じて開発・維持している。NPCILは品質管理を重視しつつプロジェクトを迅速に完了させるよう努めている。国内産業インフラは整備済みであり、国産PHWRの大型機器の調達も開始済みである。規制については、規制プロセス、人材・能力、知識管理の強化を行っている。AERBでは、規制プロセスのための統合マネジメントシステム（IMS）を導入済みである。原子力発電所の立地評価と設計に関する規制要件は、福島第一原子力発電所事故の教訓を考慮に入れたもので、現行のIAEA安全基準に準拠している。したがって、インドが導入・適用を予定しているすべての原子炉技術に関して、要件整備がなされている。
- 福島第一原子力発電所事故を受けた安全性向上
同事故後、インドは原子力発電所の安全性向上対策を短期・中期・長期に分類し、前回締約国会議において報告したとおり、短期・中期の対策は実施完了している。長期の対応としては、(a)シビアアクシデント管理プログラムの強化、(b)水素管理規定の強化、(c)フィルタ付きベントの設置、(d)オンサイト緊急時支援センターの設置が挙げられている。AERBは、原子力発電所のシビアアクシデント管理指針を策定済みであり、各発電所に適用されている。その他項目に関する開発、エンジニアリング、試験等の活動は完了しており、実地での適用が進められているところである。また上記項目は、新たに建設される原子力発電所に係る規制要件の一部となっている。
- カクラパー1、2号機における圧力管漏えい事象の根本原因特定
カクラパー1、2号機（PHWR）では2015年から2016年にかけて圧力管における漏えい事象が発生したが、これらの事象の根本原因を特定する調査が完了した。調査により、本事象は圧力管からの漏えいを検知するための「アニュラスガスモニタリングシステム（AGMS）」に使用された炭酸ガスの仕様に欠陥があり、このガスに含まれていた微量の炭化水素不純物が原因で発生したと結論づけられた。炭酸ガス中の炭化水素不純物の規制値は規定されていなかった。AGMSガス混合物とこれらの炭化水素が組み合わせられた結果、反応性化学種（reactive chemical species）が発生し、圧力管の外面に局所的な腐食を引き起こして水素発生が促進された。影響を受けた圧力管では水素含有量が上昇し、亀裂が発生するとともに、遅延水素化物割れ（DHC）により亀裂が進展するに至った。カクラパー1号機では、2号機に比べて当該炭酸ガスを用いた運転期間が長かったため、材料劣化が大きく圧力管内の亀裂が進み、小規模のLOCA事象に至った。この教訓に基づき、AGMSの仕様と品質チェックの強化、AGMSの点検・モニタリングの強化、圧力管の供用期間中検査プログラムの範囲の強化を含む是正措置がすべてのPHWRで実施された。AGMSの能力も分析され、全てのPHWRで設計要件を満たしていることが確認された。カクラパー1、2号機では冷却材チャンネルの一括交換を行った。交換が完了し規制当局の審査・認可を受けたのち、両機は安全に運転されている。
- 経済協力開発機構原子力機関（OECD/NEA）の諸活動への参加

インドは、原子力施設安全委員会 (CSNI)、原子力規制活動委員会 (CNRA) などの NEA の各種作業部会の活動に引き続き参加している。また、人的・組織的要因に関する作業部会 (WGHOE) への参加も検討中である。

また、本報告書に先立ち第 8 回締約国会議に向けて作成された報告に際して行った国内検討で特定された課題として以下の 1 点を挙げ、本報告書時点における対応状況を示している¹⁴⁶。

- 計装制御システムの設計に関する規制指針改定
原子力関連の計装制御システム設計においてデジタル技術の利用が増加し、ソフトウェアへの依存度が高まっており、規制上の課題となっている。AERB は原子力発電所の計装制御システムに関する規制文書の見直しを実施し、既存規則の改定案を策定した。改定案にはソフトウェア使用に伴う共通原因故障に関する指針、市販のデジタル計装システムに関する指針、安全とセキュリティのインターフェースに関する内容等が含まれる。IAEA の安全基準や国際規格などの最新の要件が考慮されている。

(2) 放射性廃棄物等安全条約

インドは放射性廃棄物等安全条約を締結していない。同条約の内容を実質的に履行しているか否かを、対応する各条文とそれに対応するインドの国内制度ならびにこれらの根拠法令と対照することで確認した。なお、同国では使用済燃料を再処理する前提（廃棄物とみなさない）である。低レベル放射性廃棄物に関しては、原子力施設敷地内で浅地中処分されている¹⁴⁶

表 4-10 放射性廃棄物等安全条約に対応したインドの措置
(安全に関する一般規定 (第 18~28 条) について)

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するインドの措置
第 4 章 安全に関する一般規定	
第 18 条 実施のための措置	
<p>締約国は、自国の国内法の枠組みの中で、この条約に基づく義務を履行するために必要な法令上、行政上その他の措置をとる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● インドでは、使用済燃料及び放射性廃棄物の大部分を、原子力発電所のサイト内で保管している。インドは、サイト内における使用済燃料や放射性廃棄物の安全な管理についても規定した原子力安全条約を締結しており、同条約第 8 回・9 回国別報告書によれば、同条約の履行に必要な措置を講じている¹⁴⁶
第 19 条 法令上の枠組み	
<p>1 締約国は、使用済燃料管理及び放射性廃棄物管理の安全を規律するため、法令上の枠組みを定め及び維持する。</p> <p>2 法令上の枠組みは、次の事項について定める。</p> <p>(i) 放射線からの安全について適用される国内的な安全に関する要件及び規制</p> <p>(ii) 使用済燃料管理及び放射性廃棄物管理に関する活動を許可する制度</p> <p>(iii) 許可を受けることなく使用済燃料管理施設及び放射性廃棄物管理施設を使用することを禁止する制度</p> <p>(iv) 適当な制度的管理、規制として行われる検査並びに文書及び報告に関する制度</p> <p>(v) 適用される規制及び許可の条件の実施を確保するための措置</p> <p>(vi) 使用済燃料管理及び放射性廃棄物管理における異なる段階に係る機関の責任の明確な分担</p> <p>3 締約国は、放射性物質を放射性廃棄物として規制するか否かについて検討するに当たり、この条約の目的に妥当な考慮を払う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「1962 年原子力法」の第 3 章、第 16 章、第 17 章及び第 23 章において、中央政府の権限等を規定¹⁵² ● 「1987 年原子力(放射性廃棄物の安全な処分)規則」の第 3 章、第 4 章、第 6 章、第 7 章及び第 10 章において、放射性廃棄物の安全な処分に関する責任、記録、検査等を規定¹⁵³ ● 「AERB 安全規則 放射性廃棄物の管理」の第 3 章に廃棄物の発生者/管理者の責務について規定。なお同規則は原子力施設全般から発生する廃棄物を対象としており、重水炉・軽水炉など商用発電炉の他、高速増殖炉 (FBR) や研究炉、サイクル施設もカバーしている¹⁵⁴。
第 20 条 規制機関	
1 締約国は、前条に定める法令上の枠組みを	● 「1962 年原子力法」の第 27 章の規定に

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するインドの措置
<p>実施することを任務とする規制機関を設立し又は指定するものとし、当該機関に対し、その任務を遂行するための適当な権限、財源及び人的資源を与える。</p> <p>2 締約国は、使用済燃料又は放射性廃棄物の管理及び規制の双方に関係している組織において規制を行う任務がその他の任務から効果的に独立していることを確保するため、自国の法令上の枠組みに従い適当な措置をとる。</p>	<p>基づき規制機関としてAERBを設立¹⁵²。</p>
<p>第 21 条 許可を受けた者の責任</p>	
<p>1 締約国は、使用済燃料管理又は放射性廃棄物管理の安全のための主要な責任は関係する許可を受けた者が負うことを確保するものとし、許可を受けた者がその責任を果たすことを確保するため適当な措置をとる。</p> <p>2 許可を受けた者又は責任を有するその他の者が存在しない場合には、使用済燃料又は放射性廃棄物について管轄権を有する締約国がその責任を負う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「1962年原子力法」を根拠として制定された「2004年原子力(放射線防護)規則」が、許認可所有者の責任について規定¹⁵⁵。
<p>第 22 条 人的資源及び財源</p>	
<p>締約国は、次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 使用済燃料管理施設及び放射性廃棄物管理施設の使用期間中、必要に応じ、安全に関する活動のために、能力を有する職員が利用可能であること。</p> <p>(ii) 使用済燃料管理施設及び放射性廃棄物管理施設の使用期間中並びにこれらの施設に係る廃止措置をとるに当たり、これらの施設の安全の確保を支援するために、適当な財源が利用可能であること。</p> <p>(iii) 適当な制度的管理及び監視措置が処分施設の閉鎖後必要と認める期間継続されることを可能にするために、財源が確保されること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● インド中央政府は AERB に分離勘定の予算措置を講じている(原子力安全条約第 8 回・9 回国別報告書第 8 章及び第 11 章)¹⁴⁶。 ● DAE は人的資源の確保と職員の訓練のための措置を講じている(第 8 回・9 回国別報告書第 11 章)¹⁴⁶。 ● 「AERB 安全ガイド 原子力プラントの運転安全に関する経験のフィードバック」の第 14 章に職員の訓練について規定¹⁵⁶。 ● インド原子力発電公社(NPCIL)は原子力発電所の廃止措置財源として 0.02 ルピー(約 0.035 円 1 ルピー=1.7 円) / kWh を電気料金から徴収(第 8 回・9 回国別報告書第 11 章)している。ただし、

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するインドの措置
	処分場の廃止措置のコストに関して言及は確認できない ¹⁴⁶ 。
第 23 条 品質保証	
<p>締約国は、使用済燃料管理及び放射性廃棄物管理の安全についての品質保証に関する適当な計画が作成され及び実施されることを確保するため、必要な措置をとる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「AERB 安全規則 原子力施設の立地評価」の第 7 章において原子力施設の立地評価に関する品質保証を規定¹⁵⁷。 ● 「AERB 安全規則 放射性廃棄物の管理」の第 6 章において放射性廃棄物管理に関する品質保証を規定¹⁵⁴。 ● 「AERB 安全規則 原子力プラントの品質保証」において原子力発電所の包括的な品質保証について規定¹⁵⁸。
第 24 条 使用に際しての放射線防護	
<p>1 締約国は、使用済燃料管理施設及び放射性廃棄物管理施設の使用期間中次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 経済的及び社会的な要因を考慮に入れて、作業員及び公衆がこれらの施設に起因する放射線にさらされる程度が合理的に達成可能な限り低く維持されること。</p> <p>(ii) いかなる個人も、通常の状態において、自国が定める線量の限度であって放射線防護に関して国際的に認められた基準に妥当な考慮を払ったものを超える放射線量にさらされないこと。</p> <p>(iii) 放射性物質の環境への計画されておらず又は制御されていない放出を防止するための措置をとること。</p> <p>2 締約国は、次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 経済的及び社会的な要因を考慮に入れて、放射線にさらされる程度が合理的に達成可能な限り低く維持されるよう排出が制限されること。</p> <p>(ii) いかなる個人も、通常の状態において、自国が定める線量の限度であって放射線防護</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「1962 年原子力法」が放射線防護の詳細は規則で定めることを規定しており¹⁵²、それを受けて中央政府が「2004 年原子力（放射線防護）規則」を策定し、放射線防護について規定¹⁵⁵。 ● 「AERB 安全規則 原子力発電所の運転」の第 11 項が、使用済燃料管理施設及び放射性廃棄物管理施設を含め、原子力発電所における放射線防護について規定¹⁵⁹。 ● 「AERB 安全規則 放射性廃棄物の管理」の第 2 章に放射線防護と環境安全に関する規定¹⁵⁴。

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するインドの措置
<p>に関して国際的に認められた基準に妥当な考慮を払ったものを超える放射線量にさらされないよう排出が制限されること。</p> <p>3 締約国は、規制された原子力施設の使用期間中、放射性物質の環境への計画されておらず又は制御されていない放出が発生した場合には、その放出を制御し及びその影響を緩和するための適当な是正措置がとられることを確保するため、適当な措置をとる。</p>	
<p>第 25 条 緊急事態のための準備</p>	
<p>1 締約国は、使用済燃料管理施設及び放射性廃棄物管理施設の使用前及び使用中に敷地内及び必要な場合には敷地外の適当な緊急事態計画が準備されることを確保する。この緊急事態計画は、適当な頻度で検証すべきである。</p> <p>2 締約国は、自国の領域の近隣にある使用済燃料管理施設又は放射性廃棄物管理施設における放射線緊急事態の影響を受けるおそれがある限りにおいて、自国の領域に係る緊急事態計画を作成し及び検証するため、適当な措置をとる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「2004年原子力（放射線防護）規則」の第33条に緊急時準備について規定¹⁵⁵。 ● 「AERB安全ガイド 原子力施設のサイト緊急時準備計画の策定」は、原子力施設のサイト緊急時計画の準備について規定¹⁶⁰。 ● 「AERB安全ガイド 原子力施設のオフサイト緊急時準備計画の策定」は、原子力施設のサイト外の緊急時計画の準備について規定¹⁶¹。 ● 「AERB安全ガイド オフサイト緊急時準備のための原子力プラントのサイトの考慮」にサイト外での緊急時準備について規定¹⁶²。
<p>第 26 条 廃止措置</p>	
<p>締約国は、原子力施設の廃止措置の安全を確保するため、適当な措置をとる。この措置は、次のことを確保するものとする。</p> <p>(i) 能力を有する職員及び適当な財源が利用可能であること。</p> <p>(ii) 作業に際しての放射線防護、排出及び計画されておらず又は制御されていない放出に関する第二十四条の規定が適用されること。</p> <p>(iii) 緊急事態のための準備に関する前条の規定が適用されること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「AERB安全ガイド 原子力プラント及び研究炉の廃止措置」は原子力施設の廃止措置について規定¹⁶³。 ● 「AERB安全ガイド 原子炉以外の核燃料サイクル施設の廃止措置」は原子力発電所以外の核燃料サイクル施設の廃止措置について規定¹⁶⁴。

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するインドの措置
(iv) 廃止措置に関する重要な情報の記録が保存されること。	
第 27 条 国境を越える移動	
<p>1 国境を越える移動に関係している締約国は、この移動がこの条約及び関連する拘束力のある国際文書の規定に合致する方法で実施されることを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>このため、</p> <p>(i) 原産国である締約国は、国境を越える移動が、仕向国に事前に通報され及び仕向国の同意がある場合にのみ認められ及び実施されることを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(ii) 通過国を通過する国境を越える移動は、用いられる特定の輸送方式に関連する国際的な義務に従う。</p> <p>(iii) 仕向国である締約国は、この条約に合致する方法で使用済燃料又は放射性廃棄物を管理するために必要な事務上及び技術上の能力並びに規制の体系を有する場合にのみ、国境を越える移動に同意する。</p> <p>(iv) 原産国である締約国は、仕向国の同意があることにより、(iii) に定める要件が満たされていることを事前に確認することができる場合にのみ、国境を越える移動を認める。</p> <p>(v) 原産国である締約国は、この条の規定に従って行われる国境を越える移動が完了しないか又は完了することができない場合には、代替りの安全措置をとることができる場合を除くほか、自国の領域に戻すことを認めるため、適当な措置をとる。</p> <p>2 締約国は、貯蔵又は処分のために使用済燃料又は放射性廃棄物を南緯六十度以南の地域へ輸送することを許可しない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「AERB 規則 放射性物質の安全輸送」は放射性物質の航空機及び船舶による輸送、放射性物質ごとに定められた輸送容器について規定¹⁶⁵。 ● 「AERB 安全ガイド 輸送時の放射性物質のセキュリティ」は放射性物質の輸送時に盗難、破壊活動や悪意ある行動から放射性物質を防護するためのセキュリティについて規定¹⁶⁶。 ● 「原子力（鉱山や鉱物に関連する労働及び規定された物質の取扱い）規則」において規定された物質等の移転について規定¹⁶⁷。 ● 「原子力輸送（輸出）に関するガイドライン」において規定物質等の移転を禁止する規定¹⁶⁸。 ● インドは南極地域における放射性廃棄物の処分を禁止した南極条約を締結している。なお、同条約の規定は南緯六十度以南の地域に適用することとなっている。また、南極条約を実施するために「2022 年インド南極法」が施行されている¹⁶⁹。

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するインドの措置
<p>3 この条約のいかなる規定も、次のことを妨げるものではなく、又は次のことに影響を及ぼすものではない。</p> <p>(i) 国際法に定めるところにより、海洋及び河川における航行並びに航空に関する権利及び自由がすべての国の船舶及び航空機によって行使されること。</p> <p>(ii) 処理のために放射性廃棄物が輸出された締約国が、当該処理後に当該放射性廃棄物その他の物質を原産国へ返還し又は返還するための措置をとる権利を有すること。</p> <p>(iii) 再処理のために使用済燃料を輸出する権利を締約国が有すること。</p> <p>(iv) 再処理のために使用済燃料が輸出された締約国が、再処理工程から発生した放射性廃棄物その他の物質を原産国へ返還し又は返還するための措置をとる権利を有すること。</p>	
<p>第 28 条 使用されなくなった密封線源</p>	
<p>1 締約国は、自国の国内法の枠組みにおいて、使用されなくなった密封線源の保有、再生又は処分が安全な方法で行われることを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>2 締約国は、自国の国内法の枠組みにおいて、使用されなくなった密封線源を受領し及び保有する資格を有する製造者に使用されなくなった密封線源が返還されることを認める場合には、当該使用されなくなった密封線源を自国の領域内に戻すことを認める。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「AERB 安全規則 放射性廃棄物の管理」の付則 A. 4 項に使用されなくなった密封線源についても規定¹⁵⁴。

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社「諸外国における原子力安全制度の整備状況等に関する調査 報告書」(2021年3月)等に基づき作成

表 4-11 放射性廃棄物等安全条約に対応したインドの措置
(使用済燃料管理の安全に関する規定 (第 4~10 条) について)

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するインドの措置
第 2 章 使用済燃料管理の安全	
第 4 条 安全に関する一般的な要件	
<p>締約国は、使用済燃料管理のすべての段階において、放射線による危険から個人、社会及び環境を適切に保護することを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>このため、締約国は、次のことのために適当な措置をとる。</p> <p>(i) 臨界について及び使用済燃料管理の間に発生する残留熱の除去について適切な対処を確保すること。</p> <p>(ii) 自国が採用した燃料サイクル政策の類型に即して、使用済燃料管理に関連する放射性廃棄物の発生が実行可能な限り最小限にとどめられることを確保すること。</p> <p>(iii) 使用済燃料管理における異なる段階が相互に依存していることを考慮に入れること。</p> <p>(iv) 国際的に認められた基準に妥当な考慮を払った自国の国内法の枠組みにおいて、規制機関によって承認された適当な防護方法を自国において適用することにより、個人、社会及び環境を効果的に保護すること。</p> <p>(v) 使用済燃料管理に関連する生物学的、化学的その他の危険を考慮に入れること。</p> <p>(vi) 現在の世代に許容されている影響よりも大きな影響であって合理的に予見可能なものを将来の世代に及ぼす行動をとらないよう努力すること。</p> <p>(vii) 将来の世代に不当な負担を課することを避けることを目標とすること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「AERB 安全規則 放射性廃棄物管理」の補遺 1 において、IAEA Safety Series No. 111-F に基づき、健康と環境保護、将来世代への考慮、適切な法的基盤の整備、廃棄物最小化等を放射性廃棄物管理の原則として規定¹⁵⁴。 ● 原子力発電所の運転の安全性に関する規則である「AERB 安全規則 原子力発電所の運転」は、発電所サイト内における使用済燃料の管理に関する規定も含んでおり、7.3 項において、サイト内での燃料の取扱いや輸送、貯蔵において安全を確保すべきこと等規定^{159,i}。 ● PHWR の使用済燃料の貯蔵における安全性については、「AERB 安全規則 PHWR プラントの設計」の 6.10.2 項において規定¹⁷⁰。 ● 軽水炉の使用済燃料の貯蔵における安全性については、「AERB 安全規則 軽水炉プラントの設計」の第 6.42 項において規定¹⁷¹。

ⁱ インドでは、PHWR と軽水炉及び FBR が運転中であり、使用済燃料は原子力発電所で貯蔵されている。そのため、使用済燃料の安全に関する条約の要件に対応する規定として、原子力発電所の運転の安全規則を挙げている。同規則ではスコープにおいて、研究炉等にも準用する旨記載されている。

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するインドの措置
第5条 既存の施設	
<p>締約国は、この条約が自国について効力を生じた時に既に存在している使用済燃料管理施設の安全について検討し及び当該施設の安全性を向上させるために必要な場合にはすべての合理的に実行可能な改善が行われることを確保するため、適当な措置をとる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用済燃料の管理を含め、原子力発電所の運転の安全性は、「AERB 安全規則 原子力発電所の運転」の 7.3 項において規定¹⁵⁹。
第6条 計画されている施設の立地	
<p>1 締約国は、計画されている使用済燃料管理施設に関し、次のことについて手続が定められ及び実施されることを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 当該施設の使用期間中その安全に影響を及ぼすおそれのある立地に関するすべての関連要因を評価すること。</p> <p>(ii) 当該施設が個人、社会及び環境に対して及ぼすおそれのある安全上の影響を評価すること。</p> <p>(iii) 当該施設の安全に関する情報を公衆が利用可能なものとする。</p> <p>(iv) 当該施設が影響を及ぼすおそれがある限りにおいて、当該施設の近隣にある締約国と協議を行い、及び当該施設が当該締約国の領域に及ぼすおそれのある安全上の影響について当該締約国が評価することを可能とするため当該施設に関する一般的なデータを当該締約国の要請に応じて提供すること。</p> <p>2 締約国は、1の規定を実施するに当たり、第四条に定める安全に関する一般的な要件に従い1に規定する施設の設置場所を決めることにより当該施設が他の締約国に容認し難い影響を及ぼさないことを確保するため、適当な措置をとる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「AERB 安全規則 原子力施設の立地評価」は、原子力施設の立地における安全性について包括的に規定¹⁵⁷。 ● 2005年情報公開法に基づき、政府機関や国有企業は公衆の請求に応じ情報の公開を行う¹⁷²。インドにおける原子力関連施設の所有運転者はすべて国有企業あるいは政府傘下の組織であり、同法の適用対象となる。
第7条 施設の設計及び建設	
<p>締約国は、次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● PHWR プラントにおける使用済燃料の取扱設備の設計における安全性について

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するインドの措置
<p>(i) 使用済燃料管理施設の設計及び建設に当たり、個人、社会及び環境に対して及ぼすおそれのある放射線による影響（排出又は制御されない放出によるものを含む。）を制限するための適当な措置がとられること。</p> <p>(ii) 設計段階において、使用済燃料管理施設の廃止措置に関して想定される手順及び必要に応じ当該廃止措置に関する技術的な規定が考慮されること。</p> <p>(iii) 使用済燃料管理施設の設計及び建設に用いられた技術が適切なものであることが、経験、試験又は解析により裏付けられること。</p>	<p>は、「AERB 安全規則 PHWR プラントの設計」の 6.10.2 項に規定¹⁷⁰。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 軽水炉プラントにおける使用済燃料の取扱設備の設計における安全性については、「AERB 安全規則 軽水炉プラントの設計」の 6.42 項に規定¹⁷¹。 ● 「AERB 安全ガイド 高レベル放射性廃棄物の処分前管理」の 3.2 項において、放出含む放射線影響制限に係る措置を講じることを規定¹⁷³。
第 8 条 施設の安全に関する評価	
<p>締約国は、次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 使用済燃料管理施設の建設前に、安全に関する体系的な評価及び環境評価であって、当該施設がもたらす危険について適切であり、かつ、その使用期間を対象とするものが実施されること。</p> <p>(ii) 使用済燃料管理施設の使用を開始する前に、(i) に規定する安全に関する評価及び環境評価を補完することが必要と認められる場合には、これらの評価が更新され及び詳細なものとされること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「AERB 安全規則 原子力・放射線施設に関する規則」の 3.2 項、3.3 項、3.4 項に核燃料サイクル施設の環境評価、安全評価について規定¹⁷⁴。 ● 「AERB 安全ガイド 高レベル放射性廃棄物の処分前管理」の 2.5 項において、廃棄物と判断された場合の使用済燃料を含む高レベル放射性廃棄物の管理施設に係る環境評価を含む安全評価について規定¹⁷³。
第 9 条 施設の使用	
<p>締約国は、次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 使用済燃料管理施設の使用の許可が、前条に規定する適当な評価に基づき、かつ、建設された当該施設が設計及び安全に関する要件に合致していることを示す使用試験の完了を条件として与えられること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「AERB 安全規則 原子力発電所の運転」の第 6、7 項が、原子力発電所の建設・運転等において必要とされる試験や定めるべき手続について規定¹⁵⁹。 ● 「AERB 安全ガイド 高レベル放射性廃棄物の処分前管理」の第 3.4 項において、廃棄物と判断された場合の使用済燃料を含む高レベル放射性廃棄物の管理施設の使用開始前試験について規定¹⁷³。

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するインドの措置
<p>(ii) 試験、使用の経験及び前条に規定する評価から得られる使用上の制限及び条件が定められ、必要に応じて修正されること。</p> <p>(iii) 使用済燃料管理施設の使用、保守、監視、検査及び試験が定められた手続に従って行われること。</p> <p>(iv) 使用済燃料管理施設の使用期間中、安全に関するすべての分野における工学的及び技術的な支援が利用可能であること。</p> <p>(v) 許可を受けた者が、安全上重大な事象につき規制機関に対し時宜を失することなく報告すること。</p> <p>(vi) 使用の経験についての情報を蓄積し及び解析するための計画が作成され、必要に応じてその結果に基づいて行動がとられること。</p> <p>(vii) 使用済燃料管理施設の廃止措置計画が、当該施設の使用期間中に得られた情報を利用して作成され若しくは必要に応じて更新され、又は規制機関によって検討されること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「AERB 安全規則 原子力発電所の運転」の第 15 項が、記録及び報告について規定¹⁵⁹。 ● 「AERB 安全ガイド 高レベル放射性廃棄物の処分前管理」の第 7 項において、廃棄物と判断された場合の使用済燃料を含む高レベル放射性廃棄物の記録・報告について規定¹⁷³。 ● 「AERB 安全規則 原子力発電所の運転」の第 9 項が、運転経験のフィードバックについて規定¹⁵⁹。 ● 「AERB 安全ガイド 高レベル放射性廃棄物の処分前管理」の第 6.2 項において、廃棄物と判断された場合の使用済燃料を含む高レベル放射性廃棄物の管理に係る品質保証プロセスとして情報の蓄積と検討、改善等について規定¹⁷³。 ● 「AERB 安全規則 原子力発電所の運転」の第 18 項が、原子力発電所の廃止措置計画は運転経験に基づき定期的にアップデートしなければならないこと等を規定¹⁵⁹。
第 10 条 使用済燃料の処分	
<p>締約国が使用済燃料を処分するものとして自国の法令上の枠組みに従って指定した場合には、当該使用済燃料の処分は、次章に定める放射性廃棄物の処分に関する義務に従うものとする。</p>	—

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社「諸外国における原子力安全制度の整備状況等に関する調査 報告書」(2021年3月)等に基づき作成

表 4-12 放射性廃棄物等安全条約に対応したインドの措置
(放射性廃棄物管理の安全に関する規定 (第 11~17 条) について)

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するインドの措置
第 3 章 放射性廃棄物管理の安全	
第 11 条 安全に関する一般的な要件	
<p>締約国は、放射性廃棄物管理のすべての段階において、放射線による危険その他の危険から個人、社会及び環境を適切に保護することを確保するため、適当な措置をとる。このため、締約国は、次のことのために適当な措置をとる。</p> <p>(i) 臨界について及び放射性廃棄物管理の間に発生する残留熱の除去について適切な対処を確保すること。</p> <p>(ii) 放射性廃棄物の発生が実行可能な限り最小限にとどめられることを確保すること。</p> <p>(iii) 放射性廃棄物管理における異なる段階が相互に依存していることを考慮に入れること。</p> <p>(iv) 国際的に認められた基準に妥当な考慮を払った自国の国内法の枠組みにおいて、規制機関によって承認された適当な防護方法を自国において適用することにより、個人、社会及び環境を効果的に保護すること。</p> <p>(v) 放射性廃棄物管理に関連する生物学的、化学的その他の危険を考慮に入れること。</p> <p>(vi) 現在の世代に許容されている影響よりも大きな影響であって合理的に予見可能なものを将来の世代に及ぼす行動をとらないよう努力すること。</p> <p>(vii) 将来の世代に不当な負担を課することを避けることを目標とすること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「AERB 安全規則 放射性廃棄物の管理」の 4.8.2 項、4.8.3 項において臨界安全について規定。 ● 同 4.4 項が、放射性廃棄物の発生量を最少化しなければならないことを規定。 ● 同 3.3 項が、放射性廃棄物管理の相互依存性について規定。 ● 同 2 項が、放射性廃棄物管理における放射線防護や環境安全等の原則を規定。 ● 同 1.1 項、付則 I (放射性廃棄物管理の原則と哲学) において、将来世代への配慮を規定¹⁵⁴。
第 12 条 既存の施設及び過去の行為	
<p>締約国は、次のことのために、相当な期間内に適当な措置をとる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「AERB 安全規則 放射性廃棄物の管理」に既存の原子力施設及び放射線施設

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するインドの措置
<p>(i) この条約が自国について効力を生じた時に既に存在している放射性廃棄物管理施設の安全について検討し、及び当該施設の安全性を向上させるために必要な場合にはすべての合理的に実行可能な改善が行われることを確保すること。</p> <p>(ii) 放射線量の減少による損害の減少が、介入による害及び介入の費用（社会的費用を含む。）を正当化するために十分であるべきことに留意して、何らかの介入が放射線防護のために必要であるか否かについて決定するため、過去の行為の結果を検討すること。</p>	<p>から発生する放射性廃棄物の安全管理に対する要件を規定¹⁵⁴。</p>
<p>第 13 条 計画されている施設の立地</p>	
<p>1 締約国は、計画されている放射性廃棄物管理施設に関し、次のことについて手続が定められ及び実施されることを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 当該施設の使用期間中及び処分施設の閉鎖後にその安全に影響を及ぼすおそれのある立地に関するすべての関連要因を評価すること。</p> <p>(ii) 当該施設が個人、社会及び環境に対して及ぼすおそれのある安全上の影響を評価すること。この場合において、処分施設については、閉鎖後に起こり得る立地状態の変化についても考慮するものとする。</p> <p>(iii) 当該施設の安全に関する情報を公衆が利用可能なものとする。</p> <p>(iv) 当該施設が影響を及ぼすおそれがある限りにおいて、当該施設の近隣にある締約国と協議を行い、及び当該施設が当該締約国の領域に及ぼすおそれのある安全上の影響について当該締約国が評価することを可能とするため当該施設に関する一般的なデータを当該締約国の要請に応じて提供すること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「AERB 安全規則 放射性廃棄物の管理」の 4.2.1 項に処分前管理施設の、5.2 項に浅地中処分施設の立地に関する要件を規定¹⁵⁴（なお、本安全規則は、インドでは高レベル放射性廃棄物の地層処分の方法論は検討中であるため、地層処分は規制対象としないとしており、インドでは地層処分の安全要件はまだ策定されていない）。 ● 同 6.3.1 項で放射性廃棄物管理施設のサイト選定の品質管理について規定¹⁵⁴。 ● 同 5.2.6 項で浅地中処分施設のサイト選定において、閉鎖後の気候変動を考慮しなければならないことを規定¹⁵⁴。 ● 「1962 年原子力法」第 18 章が、機密情報以外の情報の公衆への公開について規定¹⁵²。 ● 「AERB 安全ガイド 放射性固体廃棄物の浅地中処分」の第 4 章において浅地中処分施設の立地選定について規定¹⁷⁵。

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するインドの措置
<p>2 締約国は、1の規定を実施するに当たり、第十一条に定める安全に関する一般的な要件に従い1に規定する施設の設置場所を決めることにより当該施設が他の締約国に容認し難い影響を及ぼさないことを確保するため、適当な措置をとる。</p>	
<p>第14条 施設の設計及び建設</p>	
<p>締約国は、次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 放射性廃棄物管理施設の設計及び建設に当たり、個人、社会及び環境に対して及ぼすおそれのある放射線による影響（排出又は制御されない放出によるものを含む。）を制限するための適当な措置がとられること。</p> <p>(ii) 設計段階において、放射性廃棄物管理施設（処分施設を除く。）の廃止措置に関して想定される手順及び必要に応じ当該廃止措置に関する技術的な規定が考慮されること。</p> <p>(iii) 設計段階において、処分施設の閉鎖のための技術的な規定が作成されること。</p> <p>(iv) 放射性廃棄物管理施設の設計及び建設に用いられた技術が適切なものであることが、経験、試験又は解析により裏付けられること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「AERB 安全規則 放射性廃棄物の管理」の4.2.2項が処分前管理施設の設計と建設、5.3項が浅地中処分施設の設計と建設について規定¹⁵⁴。 ● 同4.2.2項(I)が、処分前管理施設の設計・建設において廃止措置について考慮に入れなければならないことを規定¹⁵⁴。 ● 同5.3.2項が、浅地中処分施設の設計と建設において操業後の閉鎖について考慮に入れなければならないことを規定¹⁵⁴。 ● 「AERB 安全ガイド 放射性固体廃棄物の浅地中処分」の第6章において浅地中処分施設の設計及び建設について規定¹⁷⁵。
<p>第15条 施設の安全に関する評価</p>	
<p>締約国は、次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 放射性廃棄物管理施設の建設前に、安全に関する体系的な評価及び環境評価であって、当該施設がもたらす危険について適切であり、かつ、その使用期間を対象とするものが実施されること。</p> <p>(ii) 処分施設の建設前に、閉鎖後の期間についての安全に関する体系的な評価及び環境評価が実施され、規制機関が定めた基準に従ってその結果が評価されること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「AERB 安全規則 放射性廃棄物の管理」の2.5項、及び6.3.9項に放射性廃棄物管理施設の安全評価に関する要件を規定¹⁵⁴。

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するインドの措置
<p>(iii) 放射性廃棄物管理施設の使用を開始する前に、(i) に規定する安全に関する評価及び環境評価を補完することが必要と認められる場合には、これらの評価が更新され及び詳細なものとなること。</p>	
<p>第 16 条 施設の使用</p>	
<p>締約国は、次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 放射性廃棄物管理施設の使用の許可が、前条に規定する適当な評価に基づき、かつ、建設された当該施設が設計及び安全に関する要件に合致していることを示す使用試験の完了を条件として与えられること。</p> <p>(ii) 試験、使用の経験及び前条に規定する評価から得られる使用上の制限及び条件が定められ、必要に応じて修正されること。</p> <p>(iii) 放射性廃棄物管理施設の使用、保守、監視、検査及び試験が定められた手続に従って行われること。処分施設については、このようにして得られた結果が、前提条件の妥当性を検証し及び検討するため並びに前条に規定する閉鎖後の期間についての評価を更新するために利用されること。</p> <p>(iv) 放射性廃棄物管理施設の使用期間中、安全に関するすべての分野における工学的及び技術的な支援が利用可能であること。</p> <p>(v) 放射性廃棄物の特性の決定及び分別のための手続が適用されること。</p> <p>(vi) 許可を受けた者が、安全上重大な事象につき規制機関に対し時宜を失することなく報告すること。</p> <p>(vii) 使用の経験についての情報を蓄積し及び解析するための計画が作成され、必要に応じてその結果に基づいて行動がとられること。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「AERB 安全規則 放射性廃棄物の管理」の 4.3 項に、処分前管理施設の使用に関して、事前に承認された手続に従い実施すべきこと等を規定¹⁵⁴。 ● 同 5.4 項が浅地中処分施設の使用に関して、廃棄物の定置、暫定的な閉鎖及び埋め戻しは、事前に承認された手続に従い実施すべきこと等を規定¹⁵⁴。 ● 同 5.5 項が、浅地中処分施設の操業に先立ち、廃棄物の受入れ基準を定めなければならないことを規定¹⁵⁴。 ● 同 5.6 項が、浅地中処分施設の廃止措置計画の策定及び当局による審査について規定¹⁵⁴。

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するインドの措置
<p>(viii) 放射性廃棄物管理施設（処分施設を除く。）の廃止措置計画が、当該施設の使用期間中に得られた情報を利用して作成され若しくは必要に応じて更新され、又は規制機関によって検討されること。</p> <p>(ix) 処分施設の閉鎖のための計画が、当該施設の使用期間中に得られた情報を利用して作成され若しくは必要に応じて更新され、又は規制機関によって検討されること。</p>	
<p>第 17 条 閉鎖後の制度的な措置</p>	
<p>締約国は、処分施設の閉鎖後に次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 当該施設の所在地、設計及び在庫目録に関する記録であって、規制機関が要求するものが保存されること。</p> <p>(ii) 必要な場合には、監視、立入制限等の能動的又は受動的な制度的管理が実施されること。</p> <p>(iii) 能動的な制度的管理の間に放射性物質の環境への計画されていない放出が検出された場合において、必要なときは、介入措置を実施すること</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 「AERB 安全規則 放射性廃棄物の管理」の 5.7 項において、浅地中処分施設の閉鎖後の管理に関して、モニタリングプログラムや記録の保管システムを含めた閉鎖後の管理措置を記述した閉鎖計画を策定すべきこと等を規定¹⁵⁴。

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社「諸外国における原子力安全制度の整備状況等に関する調査 報告書」（2021年3月）等に基づき作成

(3) 海洋汚染防止条約

インドは海洋汚染防止条約に加入していないが、AERB 安全規則「放射性物質の安全輸送」において、船舶による放射性物質の積込、輸送、積み下ろしが当局監督者の監督の下で行われること、輸出入の場合は荷送り、経由、到着各国の当局に監督を受けること、また車載コンテナを船舶に積み込んで輸送する際に、輸送中の取り出しを行わないことなどを定めるなど、国内措置を講じている¹⁶⁵。

(4) 早期通報条約及び援助条約

インドは早期通報条約及び援助条約を締結しており、ともに 1988 年 2 月 28 日に発効している^{176,177}。両条約に基づき、原子力省危機管理グループ (CMG-DAE) が、インド国内における原子力発電所事故発生時に IAEA への通知を行う。食品等の輸出に国際的なガイドラ

インに基づいて徹底的な汚染のチェックとクリアランスを実施する。また CMG-DAE は、他国や IAEA からの原子力・放射線緊急事態に関する通知を受領し、インド国内の対応機関に通知する^{146,178}。インドは 2020 年に RANET (IAEA Response Assistance and Network) に登録しており¹⁷⁹、国際緊急援助への協力に関する援助条約第 2 条第 4 項に基づく対応を取っている。

6.3. 国内制度の整備状況

本節では、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている項目のうち、法体系、原子力損害賠償制度、規制当局、輸出管理制度、及び IAEA の IRRS に関する情報を整理する。

6.3.1 原子力安全に関する法体系

(1) インドにおける原子力安全に関する法体系の概要

図 4-6 にインドの原子力安全に関する法体系と該当する主な法令規則類を示す¹⁵¹。また図 4-7 は原子力関連法令の所管当局を示している。図 4-6 のピラミッド最上段の法律（議会で制定。緑色）から、2 段目の規則（政府が策定。灰色）3 段目の安全規則、安全規準（AERB が策定。赤色）までが法的拘束力を有する。4 段目の安全指針（AERB が策定。水色）は主に安全規則等を補足する文書類であり、法的拘束力を有していない。

これらの図に示されているように、インドでは 1962 年原子力法、2003 年インド電力法、1986 年環境（保護）法、1948 年工場法等が、原子力分野を規制する基本的な法律であり、その下に原子力（プラント）規則をはじめとする各種規則等が定められている。また、安全規制機関である AERB が、立地については AERB 安全規則「原子力施設の立地評価」、建設について原子力（プラント）規則や AERB 安全規則「原子力発電所サイト建設時の品質保証」ほか、運転については「PHWR の設計と運転における安全面」等各種安全規則が策定されている¹⁸⁰。その他、環境・森林・気候変動省等の関連省庁も、所管する法令に関する規則等を定めている¹⁵¹。

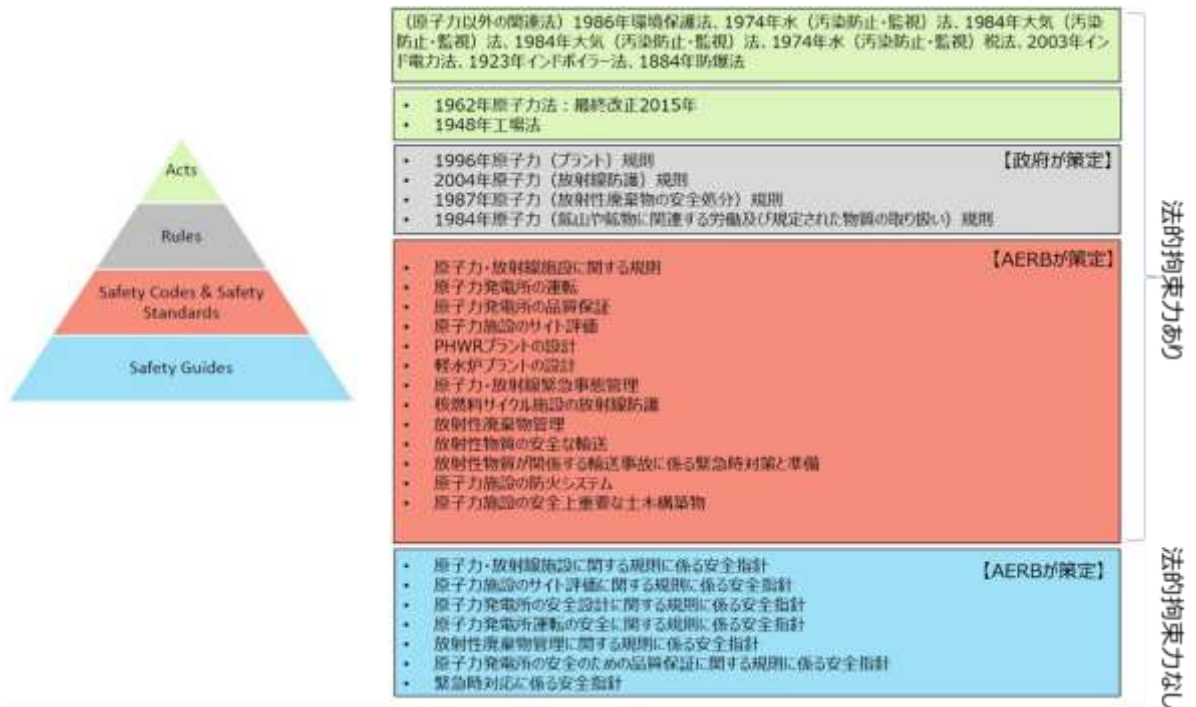


図 4-6 インドの原子力安全に関する法体系

出所) “Joint 8th and 9th Review Meeting of the Contracting Parties to The Convention on Nuclear Safety 20 - 31 March 2023 Vienna, Austria Summary Report” (2023年3月) より作成
https://www.iaea.org/sites/default/files/23/04/23-01280e_cns8_9rm2023_08_final.pdf

規制当局	法令規則
AERB	<ul style="list-style-type: none"> 1962年原子力法 <ul style="list-style-type: none"> 2004年原子力(放射線防護)規則 1987年原子力(放射性廃棄物の安全処分)規則 1984年原子力(鉱山や鉱物に関連する労働及び規定された物質の取り扱い)規則 1996年原子力(プラント)規則
環境・森林 気候変動省	<ul style="list-style-type: none"> 1986年環境保護法 <ul style="list-style-type: none"> 1987年環境保護(改正)規則
汚染 規制局	<ul style="list-style-type: none"> 1974年水(汚染防止・監視)法 1984年大気(汚染防止・監視)法 1977年1974年水(汚染防止・監視)税法 2016年危険及びその他廃棄物(管理・越境移動)規則
州電力局	<ul style="list-style-type: none"> 2003年インド電力法 <ul style="list-style-type: none"> 2005年インド電力規則
州ボイラ 検査局	<ul style="list-style-type: none"> 1923年インドボイラー法
石油・爆発物 安全機構	<ul style="list-style-type: none"> 1884年防爆法 <ul style="list-style-type: none"> 2008年防爆規則
内務省	<ul style="list-style-type: none"> 2005年災害対策法

図 4-7 インドの原子力関連法令規則と所管当局

出所) “Joint 8th and 9th Review Meeting of the Contracting Parties to The Convention on Nuclear Safety 20 - 31 March 2023 Vienna, Austria Summary Report” (2023年3月)より作成
https://www.iaea.org/sites/default/files/23/04/23-01280e_cns8_9rm2023_08_final.pdf

(2) 前回調査以降の変更点

インドを対象とした直近の調査である平成30年度調査及び令和2年度における追跡調査以降、法令レベルでの改正・新規制定はなかった。一方、AERBが発行するAERB安全規則やAERB安全基準については、6.2.2(1)において原子力安全条約に係る検討で指摘された課題等への対応を踏まえ、前回調査以降に以下の文書が策定・更新されている¹⁸⁰。

- 環境中への放射性物質放出及び固形廃棄物処分の規制監督 (2021年)
- 核分裂性物質取扱施設における臨界安全 (2022年)
- 原子力発電所の機器認定 (2022年)
- 原子力・放射線施設及び関連業務に関する用語集 (2022年改定)
- 原子力・放射線緊急事態管理 (2022年)
- 原子力発電所の定期安全レビュー (2022年改定)
- 原子力発電所サイトの地震調査と設計基準地震動 (2022年改定)
- 原子力施設の安全上重要な土木構築物 (2023年改定)

6.3.2 原子力損害賠償制度

インドは原子力損害の補完的な補償に関する条約(CSC)の締約国である。なお、調査対象国の原子力損害賠償に関する国際条約の締結状況は、3.3.2 イギリスの「原子力損害賠償制度」の冒頭において整理している。国内法として2010年に成立した原子力損害民事責任法(CLNDA)及び、これに基づく2011年原子力損害民事責任規則により、原子力損害賠償制度を定めている。

CLNDAは、原子力施設の運転事業者からプラント供給者・資機材供給者への求償権を認める規定¹⁸¹、事業者への責任集中を原則とするCSCの要件と異なる規定を含む。インド政府は、運転者と供給者の損害賠償リスクを保証する原子力保険プールを設置¹⁸²する等の対応を行い、2011年の署名から5年後の2016年に、CSCを批准した。

CLNDAでは、原子力事故1件当たりの賠償措置額を3億SDRに相当するルピーとしている。政府通達により、これを超える額を指定することもできる。賠償額がこれを超える場合、政府が必要に応じ追加措置を採る。

各原子力事故における事業者の責任限度額は、熱出力10MW以上の原子炉で150億ルピー(約255億円 1ルピー=1.7円)、使用済燃料再処理工場で30億ルピー(約51億円)、熱出力10MW未満の研究炉、再処理工場以外の核燃料サイクル施設は10億ルピー(約17億円)である。原子力発電事業者は、上記上限額(150億ルピー)をカバーするための資金担保の維持を求められる¹⁸³。この義務に対応するものとして、2015年にインド損害保険公社を筆頭とする複数の国内保険会社により原子力保険プールが設置された。NPCILが年間保険料をプールに払い込むが、保険料の払込が積み上がるまでの数年間は、政府が75億ルピー(約127億円)を提供するとされている¹⁸⁴。2019年時点の情報で、同保険プールは、原子力発電所事故に係る事業者の責任限度額に相当する150億ルピーをカバー可能とされ

ている¹⁸⁵。

6.3.3 原子力安全に関する規制当局

(1) インドにおける原子力安全に関する規制当局の概要

1962年原子力法の規定に従い、インドにおける原子力安全の規制当局として、1983年にAERBが設置された¹⁵¹。図4-8は、インドの原子力安全規制機関AERBの体制図である。安全規制を担当する部局の構成は以下のとおりである¹⁸⁶。

- 運転プラント安全部門 (OPSD)
- 原子力プロジェクト安全部門 (NPSD)
- 規制検査部門 (DRI)
- 放射線防護・環境部門 (DRP&E)
- 放射線利用安全部門 (RASD)
- リソース・文書部門 (R&DD)
- 原子力安全解析部門 (NSAD)
- 安全研究所 (SRI)
- 南部地域規制センター (SRRC)
- 東部地域規制センター (ERRC)
- 規制問題・渉外部門 (DRA&ER)

また、審査委員会として、運転プラント安全審査委員会 (SARCOP) と放射線応用安全審査委員会 (SARCAR) が設置されている。技術支援機関としては、上記のAERB内の安全研究所の他、バーバ原子力研究センター (BARC)、インディラ・ガンジー原子力研究センター (IGCAR)、国立研究所、国内の産業界や学術界の専門家が挙げられる¹⁵¹。

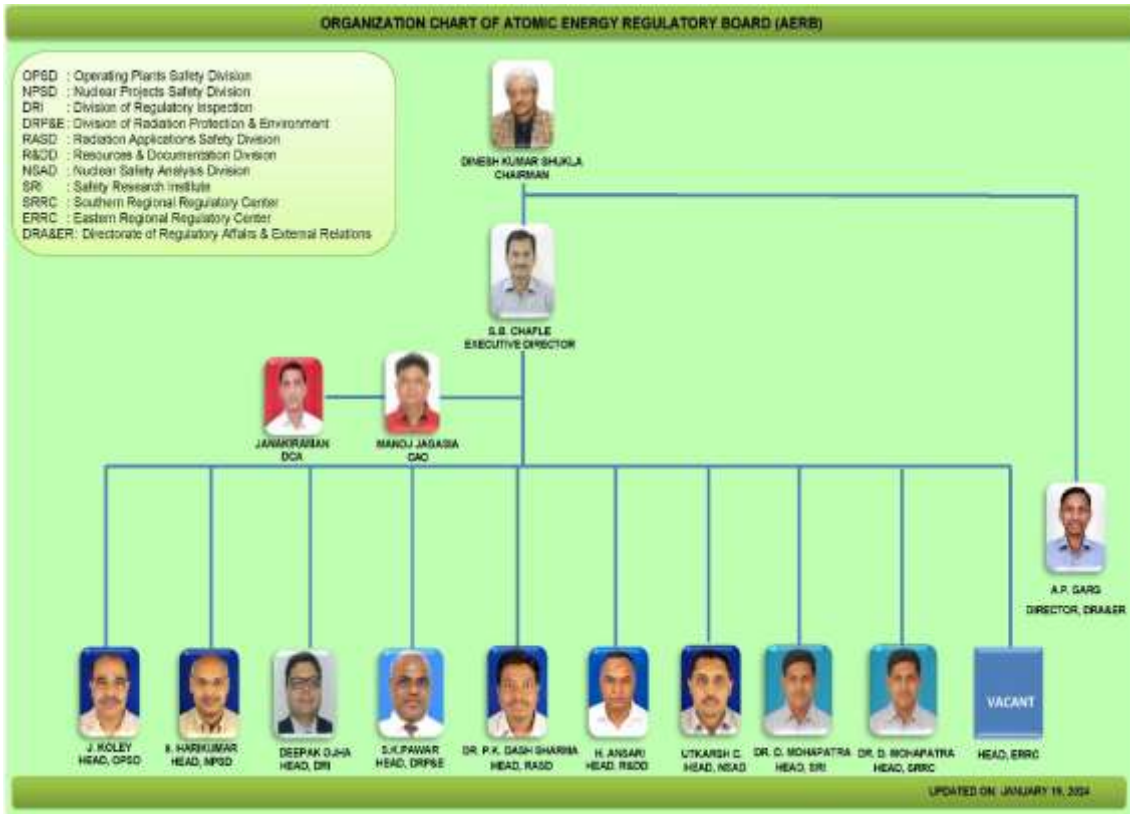


図 4-8 AERB の体制図（2024 年 1 月時点）

出所) AERB ウェブサイト ”Organization Chart”より引用

<https://aerb.gov.in/english/about-us/organisation-chart>、2024 年 3 月 1 日閲覧

(2) 前回調査以降の変更点

1) 組織・体制

AERB の組織体制については、令和 2 年度調査以降、「原子力施設規制グループ」「原子力安全解析・研究グループ」といったグループ体制が解除された。なお、2023 年時点では新技術などを踏まえた規制戦略の策定を行う「新規規制戦略部門」が設置されていたが、2024 年の組織改変で再びなくなっている¹⁸⁶。

なお、図 4-9 に示すとおり、インドの原子力安全規制機関である AERB は、原子力推進を含む政策決定組織である原子力委員会（AEC）の下に置かれている。

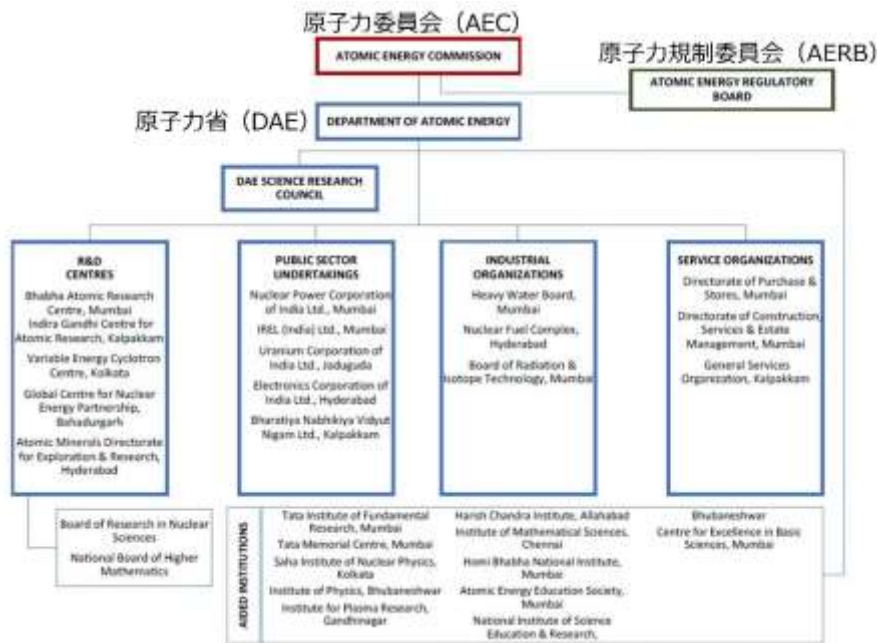


図 4-9 インドの原子力関連組織体制図

出所) “Joint 8th and 9th Review Meeting of the Contracting Parties to The Convention on Nuclear Safety 20 - 31 March 2023 Vienna, Austria Summary Report” (2023年3月) より作成
https://www.iaea.org/sites/default/files/23/04/23-01280e_cns8_9rm2023_08_final.pdf

6.3.5 で示す IRRS ミッションでも、AERB の政府機関からの独立確保について指摘事項が入っており、インドとしても AERB を機能面のみならず法的にも AEC から独立させるために、NSRA 新設の動きはあった。平成 30 年度調査では、2018 年 8 月のインド連邦議会審議で、政府が以下のとおり答弁していることが報告されていた¹⁸⁷。しかし 2024 年 1 月現在、NSRA 設立に必要な法案の議会提出は行われておらず、設立は具体化していない。

インド政府は、原子力安全を最重要視しており、発電所の安全を確保するためにすべての必要な措置を講じている。すべての原子力発電プロジェクトは、様々な同意段階で、即ち、立地・建設・試運転等の段階で、入念に詳細な安全レビューを受けている。インドの原子力規制機関である AERB の機能的独立に加え、法的にも独立であるように変更するために、現在、原子力安全規制庁 (NSRA: Nuclear Safety Regulatory Authority) を設立する提案が進められており、その素案に関する省庁間協議が行われる予定である。

2) 予算規模及び人員

AERB の活動費用は、インド政府が拠出する資金により賄われている。AERB の 2020 年度から 2022 年度までの年次報告書によれば、AERB の職員数と予算額は表 4-13 のとおりである^{147,148,188147}。2022 年には人員と予算の増加が見られる。

表 4-13 AERB の職員数と予算額推移 (2020 年～2022 年)

	2020 年	2021 年	2022 年
職員数	344 名	350 名	370 名
予算額	約 8 億ルピー (約 14 億円)	約 9 億ルピー (約 15 億円)	約 11.6 億ルピー (約 20 億円)

※1 ルピー=1.7 円換算

出所) AERB “Annual Report” (2020 年、2021 年、2022 年)

3) 最近の活動

AERB の 2021 年年報及び 2022 年年報では、同年中の AERB の活動のハイライトとして、原子力安全に関連して以下のような項目が挙げられている^{147,148}。

- 建設中の原子力発電・燃料サイクル施設に対する許認可/承認発給
 - クダンクラム 1、2 号機及び 3、4 号機の使用済燃料貯蔵施設の立地許可 (2021 年)
 - クダンクラム 5、6 号機に対するコンクリート打設許可 (2021 年)
 - ゴラクプール 1、2 号機の安全関連ポンプ建屋、消火用ポンプ建屋の建設許可 (2021 年)
 - カイガとタラプールのオンサイト緊急時支援センターの建設許可 (2021 年)
 - クダンクラム 3、4 号機に対する主要機器設置許可 (2022 年)
 - カクラパー 3 号機に対する 50%出力運転許可 (2022 年)
 - クダンクラム 3、4 号機の使用済燃料貯蔵施設の建設許可 (2022 年)
- 原子力施設の認可更新
 - クダンクラム 1、2 号機、タラプール 1、2 号機及び同 3、4 号機に対する運転認可更新 (2021 年)
 - ウラン鉱山に付随する 2 カ所のプラントの操業認可更新 (2021 年)
 - レアアース抽出プラントに対する操業認可更新 (2021 年)
 - 1948 年工場法に基づくジルコニウム関連工場等への操業認可更新 (2021 年)
 - 重水評議会の実証プラントに対する操業認可更新 (2021 年)
 - カイガ 1、2 号機に対する運転認可更新 (2022 年)
 - ラジャスタン 3、4 号機に対する運転認可更新 (2022 年)
 - ハイデラバードの燃料サイクル施設に対する操業認可更新 (2022 年)
- 原子力施設に対する規制監督
 - COVID-19 を受けた遠隔規制検査プロセスの開発と強化 (2021 年、2022 年)
 - カクラパー 3 号機、4 号機に対し 3 回の特別検査を実施し、設計変更通知 (ECN) 内容の実施に関する活動や変更点を検証 (2021 年)
 - 建設中の原子力発電所、運転中の原子力発電所、核燃料サイクル施設に対し、74 件の検査を実施 (2022 年)
- 原子力発電所における緊急事態への準備と対応 (EPR)
 - 机上演習と統合指揮統制対応演習の 2 種類の演習を行うことで、オフライン緊急時訓練の枠組みを強化 (2021 年)
 - 発電所における統合指揮統制対応演習に AERB が遠隔参加 (2021 年、2022 年)

- 安全規制文書
 - 安全規制文書の発行・改正状況は 6.3.1 (2) 参照
- 安全解析、研究開発
 - 専用のソフトウェアを用いて補助建屋の地震時における地盤構造解析を実施。事業者である NPCIL が設計安全性審査のために提出した文書における解析結果との比較に利用 (2021 年)
 - ゴラクプールサイトにおける杭の挙動の数値シミュレーション (2021 年)
 - 数値流体力学と数値固体力学のカップリング手法開発 (2021 年)
 - PHWR のカランドリア容器の過酷事故想定条件下での炉内保持能力を調査するため、カルパッカムの安全研究所のエンジニアリングホールに、炉心溶融保持施設(COMREF)を設置 (2021 年)
 - サプレッションプール内の結露によるウォーターハンマー、アニュラスガスの流量特性、格納容器内のロジン輸送に関する実験的研究 (2022 年)
 - VVER 燃料集合体に関する CFD ベンチマークの国際演習に参加 (2022 年)
 - 設計基準超地震後のサプレッションプールの温度成層と使用済燃料集合体冷却の妥当性に関する CFD 調査 (2022 年)
 - カルパッカム 3、4 号機の格納容器における応力負荷に対する挙動の調査 (2022 年)
- 国際協力
 - 2021 年 3 月に、ベトナム放射線原子力安全庁 (VARANS) との第 2 回合同委員会に参加
 - 2021 年、2022 年 9 月に、第 65 回、第 66 回 IAEA 総会に参加
 - 2021 年総会に際してフランス原子力安全局 (ASN) との間で、原子力安全に関する技術情報の交換と協力に関する二国間協定を締結、2022 年にも会合を実施
 - 2021 年 10 月に、アメリカエネルギー省放射線安全保障局とオンライン会合
 - 2022 年 6 月に IRRS フォローアップミッション招請
 - 2022 年 9 月にウズベキスタン当局と原子力・放射線安全規制に関する情報交換・協力覚書を締結

また AERB は、プレスリリース (AERB News) を通じてその活動や、規制文書の制定・改定等に関する情報を公表している。表 4-14 に、2022 年以降のプレスリリースの中で、原子力安全規制に関連する主要なものを整理する。2022 年から 2023 年にかけては、原子炉新設に係る立地許可、建設許可等の対応が複数見られた。また、ここでは採り上げていないが 2022 年までを中心として新型コロナウイルス流行対策に関する対応に関する通知も多かった¹⁸⁹。

表 4-14 AERB による 2021 年以降の原子力安全規制に関連する主要な活動

プレスリリースの公表日	内容
2022 年 4 月 21 日	カイガ 5、6 号機サイト掘削許可を発給
2022 年 4 月 21 日	フランス放射線防護・原子力安全研究所 (IRSN) とオンライン会合を実施
2022 年 5 月 23 日	クダンクラム 3、4 号機における主要設備設置許可を発給

2022年6月24日	IRRS フォローアップミッションが終了
2022年9月23日	クダンクラム3、4号機の使用済燃料貯蔵施設建設許可を発給
2022年10月7日	ウズベキスタン産業安全国家委員会と原子力、放射線安全等に関する情報交換に関する協力覚書（MOU）締結
2022年10月19日	AERB 安全規則「原子力施設の安全上重要な土木構築物」に対するパブリックコメント募集
2023年1月19日	IRRS フォローアップミッション報告書が公開
2023年1月24日	フランス ASN とオンライン会合を実施
2023年8月26日	カクラパー3号機に対し100%出力運転の許可を発給
2023年10月21日	カクラパー4号機（PHWR、70万kW）に対し燃料装荷の許可を発給
2023年12月13日	カクラパー4号機（PHWR、70万kW）に対し臨界の許可を発給

出所) AERB プレスリリースに基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成

6.3.4 原子力資機材の輸出管理制度

インドでは、1962年原子力法が核関連品目の輸出を規制するなど、個別の法律によって輸出を規制してきた。包括的な輸出管理規制は、1992年外国貿易（促進及び規制）法により導入された。2003年に制定された SCOMET（Special Chemicals, Organisms, Materials, Equipment and Technologies）リストと呼ばれる統一輸出管理品目リストは、国際輸出管理レジームと整合するように改定されてきており、最新のものは、NSG や MTCR の定める輸出管理リストや、AG 及び WA で規制されている輸出規制リストとも整合したものとなっている。なお、インドは2016年6月に MTCR、2017年12月に WA、2018年1月には AG への参加が承認されている^{190,191,192}。

6.3.5 IAEA の評価サービス IRRS の受入れ状況等

インドは2015年に IRRS ミッションを受け入れ、また、2022年にはフォローアップミッションを受け入れている¹⁹³。2022年の IRRS フォローアップミッション報告書によれば、2015年の IRRS ミッションで指摘された13件の勧告、21件の提案のうち11件の勧告、20件の提案について、フォローアップミッションまでに対応を完了した。IRRS チームは、AERB が全体として、原子力・放射線安全の確実な実施に注力していると結論づけた。また、フォローアップミッションにおける追加の指摘事項として、3件の勧告、3件の指摘事項を示した。表 4-26 に、2015年の IRRS ミッションで提示された勧告と、2022年フォローアップミッション時点におけるこれら勧告への対応状況を示す。また表 4-16 に、フォローアップミッションで示された勧告を示す¹⁹⁴。

表 4-15 2015年 IRRS ミッションにおける勧告と2022年フォローアップ時点における対応状況（未対応事項は太字とし、下線を付している）

分野		勧告の内容	対応状況
1. 法令上の及び政府の責任	1	政府は、政府の意思表明として、安全に関する国家政策と戦略を策定し、公表すべきである。	対応済

分野		勧告の内容	対応状況
	2	<u>政府は、AERB を他の機関から独立した規制機関として法律に定めるべきである。</u>	未対応
	3	政府は、放射性廃棄物管理に関する国家戦略を公布すべきである。	対応済
3. 規制機関の責任と機能	4	AERB は全規制プロセスにおいてグレーデッドアプローチを実施するため、スタッフ向けガイダンスを確立すべきである。	対応済
	5	AERB は規制遂行の独立性確保のため、現行の実施方針や取決を見直すべきである。	対応済
	6	AERB は、近年開始された、原子力発電所規制に必要な知識、技能、能力確保に向けたコンピテンスニーズの分析を完了すべきである。	対応済
	7	<u>AERB は安全基準案の一般市民へのコンサルテーションを含め、メディアと効果的に関わり、一般市民や発電所近隣住民とコミュニケーションや協議を行うための戦略を確立すべきである。</u>	未対応
4. 規制機関のマネジメントシステム	8	AERB は、IAEA 安全基準 GS-R-3「施設と活動におけるマネジメントシステム」に基づく統合マネジメントシステムの構築を完了し、実行すべきである。	対応済
	9	AERB は、原子力発電所における組織変更をレビューし、許認可所有者の組織変更が安全性を損なわない方法で計画、実施、監視されているかを評価する内部手順を策定すべきである。	対応済
7. 検査	10	AERB は全原子力発電所における抜き打ち検査実施に関して目的と周期を定め具体的な指針を検査計画文書に追記すべきである。	対応済
10. 緊急時準備と対応－規制の観点	11	AERB は、オフサイト緊急事態に関する規制要件を見直し、IAEA の安全要件と整合するよう改訂すべきである。	対応済
	12	AERB は、安全基準及び安全指針を改訂し、サイト緊急時責任者、オフサイト緊急時責任者のアドバイザー、及びサイト内外の対応組織を管理するオフサイト緊急時責任者の任命及びその責任を明確にすべきである。	対応済

出所) "INTEGRATED REGULATORY REVIEW SERVICE (IRRS) FOLLOW-UP REPORT TO INDIA" (2022年6月)に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成
https://www.iaea.org/sites/default/files/documents/review-missions/final_irrs_follow-up_report_india.pdf

表 4-16 2022 年フォローアップミッションで示された勧告

分野		勧告の内容
5. 権限	1	AERB は、承認申請の一部として安全評価を要求することを体系的に示すべきである。
	2	AERB は、適切な場合は、申請者に対し、段階的アプローチに基づく施設及び活動に関する独自検証の提出を要求すべきである。
	3	AERB は、全ての施設及び活動に対し、包括的な放射線防護プログラムを要求すべきである。

出所) "INTEGRATED REGULATORY REVIEW SERVICE (IRRS) FOLLOW-UP REPORT TO INDIA" (2022 年 6 月) に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成
https://www.iaea.org/sites/default/files/documents/review-missions/final_irrs_follow-up_report_india.pdf

6.4. IAEA の実施する主要な評価サービスの受入れに係る状況

本節では、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている IAEA の評価サービスのうち、INIR、SEED、GRSR 及び OSART の受入れ状況等を整理する。

(1) IAEA の評価サービス INIR の受入れ状況等

IAEA によれば、インドは INIR を受け入れていない¹⁹³。なお、INIR は加盟国における原子力発電導入のための国のインフラの状況进行评估するものであり、初回は 2009 年に実施されたが¹⁹⁵、インドでは INIR の実施より前に原子力発電が導入されている。

(2) IAEA の評価サービス SEED の受入れ状況等

IAEA によれば、インドは SEED を受け入れていない¹⁹³。しかしながら、AERB 安全規則「原子力施設の立地評価」において、IAEA NS-R-3「原子力施設のサイト評価」(2003)を参照しているなど、実質的に IAEA 安全基準を尊重する対応を行っている¹⁹⁶。

(3) IAEA の評価サービス GRSR の受入れ状況等

IAEA によれば、インドは GRSR を受け入れていない¹⁹³。GRSR は 2007 年から実施されている¹⁹⁷。インドが開発・運転する PHWR は、GRSR の開始以前から運転されている。

(4) IAEA の評価サービス OSART の受入れ状況等

表 4-17 に、IAEA の情報に基づきインドで実施された OSART ミッション及びフォローアップミッションの状況を整理する¹⁹³。

表 4-17 インドで実施された OSART ミッション

発電所名	ミッションの種類	開始月
ラジャスタン	OSART ミッション	2012 年 10 月
ラジャスタン	フォローアップミッション	2014 年 2 月

出所) IAEA “Peer Review and Advisory Services Calendar”に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成

[https://www.iaea.org/services/review-](https://www.iaea.org/services/review-missions/calendar?type=All&year%5Bvalue%5D%5Byear%5D=&location=3459&status=All)

[missions/calendar?type=All&year%5Bvalue%5D%5Byear%5D=&location=3459&status=All](https://www.iaea.org/services/review-missions/calendar?type=All&year%5Bvalue%5D%5Byear%5D=&location=3459&status=All)

6.5. 参考文献

- ¹³⁹ WNA “Nuclear Power in India”
<https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/india.aspx>、2024年1月9日閲覧
- ¹⁴⁰ AERB “Permission for first pour of concrete of KKNPP Units 5&6” (2021年5月12日)
<https://www.aerb.gov.in/storage/uploads/News/newsKljxX.pdf>
- ¹⁴¹ IAEA “Power Reactor Information System KUDANKULAM-5” (2024年1月9日閲覧)
<https://pris.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/ReactorDetails.aspx?current=1108>
- ¹⁴² IAEA “Power Reactor Information System KUDANKULAM-6” (2024年1月9日閲覧)
<https://pris.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/ReactorDetails.aspx?current=1109>
- ¹⁴³ AERB “Permission for First Approach to Criticality and Low Power Physics Experiments of KAPP-4” (2023年12月11日)
<https://www.aerb.gov.in/storage/uploads/News/newsLyrDL.pdf>
- ¹⁴⁴ インド政府プレスリリース “Central Electricity Authority notifies the National Electricity Plan for the period of 2022-32” (2023年5月31日)
<https://www.pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=1928750>
- ¹⁴⁵ インド政府プレスリリース “Government has initiated steps to increase the nuclear power capacity from 7480 MW to 22480 MW by 2031-32, says Union Minister Dr Jitendra Singh” (2023年12月20日)
<https://pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=1988863>
- ¹⁴⁶ Government of India “NATIONAL REPORT CONVENTION ON NUCLEAR SAFETY Joint Eighth and Ninth Review Meeting of Contracting Parties, March 2023” (2022年8月)
https://www.aerb.gov.in/images/PDF/Indian_National_Report_To_Joint_8th_and_9th_RM_of_CNS_IN1.pdf
- ¹⁴⁷ AERB “Annual Report 2021”
https://www.aerb.gov.in/images/PDF/Annual_report/ar2021/AERB_AR_2021_Eng.pdf
- ¹⁴⁸ AERB “Annual Report 2022”
https://aerb.gov.in/images/PDF/Annual_report/ar2022/AERB-AR-2022-English-10022024-1.pdf
- ¹⁴⁹ AERB プレスリリース “AERB granted Consent for Siting of Away From Reactor Spent Fuel Storage Facility for KKNPP 3&4 (KK-3,4 AFR), at Kudankulam Site on August 23, 2021” (2021年9月2日)
<https://www.aerb.gov.in/storage/uploads/News/newszTDao.pdf>
- ¹⁵⁰ AERB プレスリリース “Consent for Construction of AFR Spent Fuel Storage Facility for KKNPP-3&4 at Kudankulam Site” (2022年9月16日)
<https://www.aerb.gov.in/storage/uploads/News/newsDkJXq.pdf>
- ¹⁵¹ IAEA “Joint 8th and 9th Review Meeting of the Contracting Parties to The Convention on Nuclear Safety 20 - 31 March 2023 Vienna, Austria Summary Report” (2023年3月31日)
https://www.iaea.org/sites/default/files/23/04/23-01280e_cns8_9rm2023_08_final.pdf
- ¹⁵² Atomic Energy Act, 1962 and Amendments (2024年1月10日閲覧)
<https://www.aerb.gov.in/images/PDF/Atomic-Energy-Act-1962.pdf>
- ¹⁵³ Atomic Energy (Safe Disposal of Radioactive Wastes) Rules, 1987 (2024年1月10日閲覧)
[https://www.aerb.gov.in/images/PDF/AE\(SDRW\)Rules%201987.pdf](https://www.aerb.gov.in/images/PDF/AE(SDRW)Rules%201987.pdf)

- ¹⁵⁴ AERB ウェブサイト “AERB Safety Code NO. AERB/NRF-TS/SC/RW Management of Radioactive Waste” (2007 年 6 月)
<https://www.aerb.gov.in/storage/uploads/documents/regdocarAJh.pdf>
- ¹⁵⁵ Atomic Energy (Radiation Protection) Rules (2004 年)
<https://www.aerb.gov.in/images/PDF/RPR2004-with-corrigendum.pdf>
- ¹⁵⁶ AERB ウェブサイト “AERB Safety Code NO. AERB/NPP/SG/O-13 Operational Safety Experience Feedback on Nuclear Power Plants” (2006 年 9 月)
<https://www.aerb.gov.in/storage/images/PDF/CodesGuides/NuclearFacility/NPPOperation/3.PDF>
- ¹⁵⁷ AERB ウェブサイト “AERB Safety Code NO. AERB/NF/SC/S (Rev.1) Site Evaluation of Nuclear Facilities” (2014 年 7 月)
<https://www.aerb.gov.in/storage/uploads/documents/regdoctZtGb.pdf>
- ¹⁵⁸ AERB ウェブサイト “AERB Safety Code NO. AERB/NPP/SC/QA (Rev. 1) Quality Assurance in Nuclear Power Plants” (2014 年 7 月)
<https://www.aerb.gov.in/storage/uploads/documents/regdocehb0J.pdf>
- ¹⁵⁹ AERB ウェブサイト “AERB Safety Code NO. AERB/NPP/SC/O (Rev. 1) Nuclear Power Plant Operation” (2008 年 12 月)
<https://www.aerb.gov.in/storage/uploads/documents/regdoc7yVH2.pdf>
- ¹⁶⁰ AERB ウェブサイト “AERB Safety Code NO. AERB/SG/EP-1 S Preparation of Site Emergency Preparedness Plans for Nuclear Installations” (1999 年 10 月)
<https://www.aerb.gov.in/storage/images/PDF/CodesGuides/General/EmergencyPreparedness/2.pdf>
- ¹⁶¹ AERB ウェブサイト “AERB Safety Code NO. AERB/SG/EP-2 Preparation of Off-site Emergency Preparedness Plans for Nuclear Installations” (1999 年 10 月)
<https://www.aerb.gov.in/storage/images/PDF/CodesGuides/General/EmergencyPreparedness/2.pdf>
- ¹⁶² AERB ウェブサイト “AERB Safety Code NO. AERB/NPP/SG/S-8 Site Considerations of Nuclear Power Plants for Off-Site Emergency Preparedness” (2005 年 10 月)
<https://www.aerb.gov.in/storage/images/PDF/CodesGuides/NuclearFacility/NPPSiting/4.PDF>
- ¹⁶³ AERB ウェブサイト “AERB Safety Code NO. AERB/NPP&RR/SG/RW-8 Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors” (2009 年 12 月)
<https://www.aerb.gov.in/storage/uploads/documents/regdocymw6b.pdf>
- ¹⁶⁴ AERB ウェブサイト “AERB Safety Code NO. AERB/NF/SG/RW-7 Decommissioning of Nuclear Fuel Cycle Facilities other than Nuclear Reactors” (2012 年 1 月)
<https://www.aerb.gov.in/storage/images/PDF/CodesGuides/General/RadioactiveWasteManagement/7.pdf>
- ¹⁶⁵ AERB ウェブサイト “AERB Safety Code NO. AERB/NRF-TS/SC-1 (Rev.1) SAFE TRANSPORT OF RADIOACTIVE MATERIAL” (2015 年 3 月)
<https://www.aerb.gov.in/storage/uploads/documents/regdocvz0uX.pdf>
- ¹⁶⁶ AERB ウェブサイト “AERB Safety Code NO. AERB/NRF-TS/SG-10 Security of Radioactive Material During Transport” (2008 年 1 月)
<https://www.aerb.gov.in/storage/images/PDF/CodesGuides/RadiationFacility/Transport/2.pdf>
- ¹⁶⁷ Atomic Energy (Working of the Mines, Minerals and Handling of Prescribed Substance) Rules
[https://www.aerb.gov.in/images/PDF/AE\(WMMPS\)%201984.pdf](https://www.aerb.gov.in/images/PDF/AE(WMMPS)%201984.pdf)

- ¹⁶⁸ インド政府 “Guidelines for Nuclear Transfers (Exports)” (2006年2月1日)
https://www.igcar.gov.in/IGCAR_Act/Guidelines_for_nuclear_transport.pdf
- ¹⁶⁹ “The Indian Antarctic Act 2022” (2022年8月6日)
<https://www.indiacode.nic.in/bitstream/123456789/19581/1/A2022-13.pdf>
- ¹⁷⁰ AERB ウェブサイト “AERB Safety Code NO. AERB/NPP-PHWR/SC/D (Rev. 1) Design of Pressurised Heavy Water Reactor based Nuclear Power Plants” (2009年12月)
<https://www.aerb.gov.in/storage/uploads/documents/regdocYk5T5.pdf>
- ¹⁷¹ AERB ウェブサイト “AERB Safety Code NO. AERB/NPP-LWR/SC/D Design of Light Water Reactor Based Nuclear Power Plants” (2015年1月)
<https://www.aerb.gov.in/storage/uploads/documents/regdocK8AXr.pdf>
- ¹⁷² “THE RIGHT TO INFORMATION ACT” (2005年)
<https://www.indiacode.nic.in/bitstream/123456789/2065/1/A2005-22.pdf>
- ¹⁷³ AERB ウェブサイト “AERB Safety Code NO. AERB/NF/SG/RW-3 Predisposal Management of High Level Radioactive Waste” (2012年1月)
<https://www.aerb.gov.in/storage/uploads/documents/regdoclKm9k.pdf>
- ¹⁷⁴ AERB ウェブサイト “AERB Safety Code NO. AERB/SC/G Regulation of Nuclear and Radiation Facilities” (2000年8月)
<https://www.aerb.gov.in/storage/uploads/documents/regdocYCr8.pdf>
- ¹⁷⁵ AERB ウェブサイト “AERB Safety Code NO. AERB/NRF/SG/RW-4 Near Surface Disposal of Radioactive Solid Waste” (2006年5月)
<https://www.aerb.gov.in/storage/uploads/documents/regdocshe1M.pdf>
- ¹⁷⁶ IAEA “Convention on Early Notification of a Nuclear Accident” (2023年11月14日)
https://www.iaea.org/sites/default/files/23/11/not_status.pdf
- ¹⁷⁷ IAEA “Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency” (2023年11月14日)
https://www.iaea.org/sites/default/files/23/11/not_status.pdf
- ¹⁷⁸ DAE ウェブサイト “Crisis Management Group (CMG)” (2024年1月31日閲覧)
<https://dae.gov.in/nuclear-controls-and-planning-wing-ncpw/ncpw-structure/crisis-management-group-cmg/>
- ¹⁷⁹ IAEA “IAEA Network for Emergency Assistance Grows to 35 Countries as India Joins” (2020年1月7日)
<https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-network-for-emergency-assistance-grows-to-35-countries-as-india-joins>、2024年1月9日閲覧
- ¹⁸⁰ AERB ウェブサイト “Codes & Guides” (2024年1月10日閲覧)
<https://www.aerb.gov.in/english/publications/codes-guides>
- ¹⁸¹ 原子力損害民事責任法 (CLNDA) 17条
<https://www.indiacode.nic.in/bitstream/123456789/2084/1/201038.pdf>
- ¹⁸² インド政府広報ウェブサイト “Launching of Nuclear Insurance Pool” (2016年3月)
<https://pib.gov.in/newsite/PrintRelease.aspx?relid=137276>
- ¹⁸³ 原子力損害民事責任法 (CLNDA) 6条
<https://www.indiacode.nic.in/bitstream/123456789/2084/1/201038.pdf>

- ¹⁸⁴ インド外務省 “Frequently Asked Questions and Answers on Civil Liability for Nuclear Damage Act 2010 and related issues” (2015年2月8日)
https://www.mea.gov.in/press-releases.htm?dtl/24766/Frequently_Asked_Questions_and_Answers_on_Civil_Liability_for_Nuclear_Damage_Act_2010_and_related_issues
- ¹⁸⁵ インド政府 “Nuclear Insurance Pool” (2019年7月10日)
<https://pib.gov.in/pressreleasepage.aspx?prid=1578152>
- ¹⁸⁶ AERB ウェブサイト “Organisation Chart” (2024年3月1日閲覧)
<https://aerb.gov.in/english/about-us/organisation-chart>
- ¹⁸⁷ 一般財団法人エネルギー総合工学研究所「平成30年度諸外国における原子力安全制度の整備状況等に関する調査 報告書」(2019年3月)
<http://www.cao.go.jp/oaep/dl/houkoku1903.pdf>
- ¹⁸⁸ AERB “Annual Report 2020”
https://www.aerb.gov.in/images/PDF/Annual_report/ar2020/AERB-Annual-Report-2020-english.pdf
- ¹⁸⁹ AERB ウェブサイト “AERB News” (2024年1月10日閲覧)
<https://www.aerb.gov.in/english/news1>
- ¹⁹⁰ 一般財団法人エネルギー総合工学研究所「平成29年度諸外国における原子力安全制度の整備状況等に関する調査 報告書」(2018年3月)
<http://www.cao.go.jp/oaep/dl/houkoku1803.pdf>
- ¹⁹¹ オーストラリアグループウェブサイト “Australia Group Participants” (2024年1月9日閲覧)
<https://www.dfat.gov.au/publications/minisite/theaustraliagroupnet/site/en/participants.html>
- ¹⁹² 外務省ウェブサイト「国際輸出管理レジーム参加国一覧表」(2024年1月9日閲覧)
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/regime/regime.html>
- ¹⁹³ IAEA ウェブサイト “Peer Review and Advisory Services Calendar” (2024年1月9日閲覧)
<https://www.iaea.org/services/review-missions/calendar?type=All&year%5Bvalue%5D%5Byear%5D=&location=3459&status=All>
- ¹⁹⁴ IAEA ウェブサイト “INTEGRATED REGULATORY REVIEW SERVICE (IRRS) FOLLOW-UP REPORT TO INDIA” (2022年6月)
https://www.iaea.org/sites/default/files/documents/review-missions/final_irrs_follow-up_report_india.pdf
- ¹⁹⁵ IAEA ウェブサイト “Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR)” (2023年10月24日閲覧)
<https://www.iaea.org/services/review-missions/integrated-nuclear-infrastructure-review-inir>
- ¹⁹⁶ AERB ウェブサイト “AERB Safety Code NO. AERB/NF/SC/S (Rev.1) SITE EVALUATION OF NUCLEAR FACILITIES” (2014年7月)
<https://www.aerb.gov.in/storage/uploads/documents/regdoctZtGb.pdf>
- ¹⁹⁷ IAEA “IAEA Generic Reactor Safety Review Projects (GRSR)” (2012年3月)
https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/50/003/50003455.pdf?r=1

7. トルコにおける原子力安全制度の整備状況

本章では、トルコにおける原子力安全制度の整備状況について整理する。

7.1. 原子力発電等の最新状況

本節では、トルコにおける前回令和 2 年度調査以降の原子力発電等の最新状況を整理する。なお、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約に関連する動きは 7.2 に、法体系、原子力損害賠償制度、規制当局、輸出管理制度、IAEA の IRRS に関する動きは 7.3 に、IAEA の INIR、SEED、GRSR 及び OSART に関する動きは 7.4 にまとめている。

(1) プラントの運転に関連する動向

1) アキュ原子力発電所の建設の状況

トルコ初の原子力発電所であるアキュ原子力発電所（4 基とも VVER V-509）では、2018 年 1 月に 1 号機の建設が開始され、その後 2022 年 7 月まで順次 2～4 号機の建設も開始された。2023 年 4 月には、ロシアから発送されたアキュ原子力発電所で使用される最初の燃料が同発電所に到着し、トルコ・ロシア両国の大統領がビデオ会議で出席し記念式典が開催された¹⁹⁸。また、同年 12 月には 1 号機の運転認可が、原子力規制庁（NDK）により発給されている¹⁹⁹。

(2) その他

トルコでは、原子力安全規制に関連する法令や規則の制定が進められているが、これらの動きは 7.3.1 で整理している。

7.2. 国際的取決めの遵守状況

本節では、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約について、トルコの遵守状況等を整理する。

7.2.1 トルコの国際的取決め遵守の概況

トルコについて、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約の国内発効日や遵守状況は、以下に整理するとおりである。

条約名	国内発効日	遵守状況
原子力安全条約	1996年10月24日	<ul style="list-style-type: none"> ● 締約国会議に参加している。 ● 検討会合の報告において、重大な問題がある旨の報告はされていない。 ● 国別報告書を提出している。
放射性廃棄物等安全条約	2023年5月21日	<ul style="list-style-type: none"> ● 関連する国内制度を整備している。
海洋汚染防止条約	—	<ul style="list-style-type: none"> ● 実質的に同条約の内容を履行している。
早期通報条約	1991年2月3日	<ul style="list-style-type: none"> ● 両条約が規定する早期通報や援助体制を整備・維持している。
援助条約	1991年2月3日	

7.2.2 国際的取決めにに関する国内制度、前回調査以降の変更点

以下に、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている条約に関する国内制度や前回調査以降の動き等を整理する。

(1) 原子力安全条約

原子力安全条約第8、9回合同締約国会議が2023年3月に開催された。第8回締約国会議は2020年3月に開催される予定であったが、COVID-19による感染症のため、第8、9回合同締約国会議として開催された。

トルコは、2019年8月付の、第8回締約国会議のための国別報告書を公表している²⁰⁰。また、2022年8月付の、第8、9回合同締約国会議のための国別報告書を公表している²⁰¹。さらに、IAEAが作成した第8、9回合同締約国会議の要約報告書によると、トルコは他国から書面で提出された質問に回答している²⁰²。

第8、9回合同締約国会議のための国別報告書の「最近の状況」では、日本が関わったシノッププロジェクトなどが整理されている。シノッププロジェクトは、トルコにおける2カ所目の原子力発電所建設プロジェクトとして、2013年に署名されたトルコと日本の原子力協定に基づき進められてきた（本協定の発効は2014年6月29日）。同報告書によれば、現在、同プロジェクトの認知されている所有者はトルコ発電公社（EÜAŞ）である。日本が主導したコンソーシアムが実施したフェージビリティ調査の結果及び評価に基づき、トルコ政府は日本と本プロジェクトを進めないことを決定した。現在、日本コンソーシアム抜きでシノップ原子力発電所のサイト許可を取得するためのサイト関連活動が完了し、NDKにサイト許可を申請するための報告書が作成されている²⁰⁰。

(2) 放射性廃棄物等安全条約

トルコは2023年2月20日に本条約の加入書を寄託し、同年5月21日に発効した²⁰³。トルコにおいて本条約が発効した後に公表された条約の国別報告書はないため、実質的に条約の内容を履行しているか否かを、条約の各条文とそれに対応する同国の措置を対照することで、確認する。

表 4-18 放射性廃棄物等安全条約に対応したトルコの措置
(安全に関する一般規定 (第 18~28 条) について)

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するトルコの措置
第 4 章 安全に関する一般規定	
第 18 条 実施のための措置	
締約国は、自国の国内法の枠組みの中で、この条約に基づく義務を履行するために必要な法令上、行政上その他の措置をとる。	原子力規制法 ³ 条 1 項で、原子力関連活動を実施する者に対してトルコが締結している国際条約を順守するよう義務付けている。
第 19 条 法令上の枠組み	
1 締約国は、使用済燃料管理及び放射性廃棄物管理の安全を規律するため、法令上の枠組みを定め及び維持する。 2 法令上の枠組みは、次の事項について定める。	原子力規制法や「放射性廃棄物の管理に関する規則」等により、使用済燃料管理及び放射性廃棄物管理の安全を規律するための法令上の枠組みが定められている。また、「放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則」が 2023 年 11 月に公布されている。
(i) 放射線からの安全について適用される国内的な安全に関する要件及び規制	「放射線安全に関する政令」や「放射線安全規則」によって放射線安全に関する規制の枠組みが定められている。
(ii) 使用済燃料管理及び放射性廃棄物管理に関する活動を許可する制度	「原子力施設の認可に関する規則」と「放射性廃棄物施設の認可及び安全原則に関する規則」が定められている。
(iii) 許可を受けることなく使用済燃料管理施設及び放射性廃棄物管理施設を使用することを禁止する制度	法 24 条 1 項で、許可を得ずに原子力施設、放射性廃棄物施設等を操業した者に科す刑罰を規定している。
(iv) 適当な制度的管理、規制として行われる検査並びに文書及び報告に関する制度	「放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則」26 条 3 項で、放射性廃棄物の処分施設の安全性は、廃棄体、パッケージ、埋戻し材、適切な地質構造と覆土、並びに操業、閉鎖及び閉鎖後のための能動的及び受動的な措置を含む複数のバリアにより確保しなければならないと規定されている。また、同 28 条 1 項は、原子力施設及び放射性廃棄物処理・貯蔵施設は運転許可の日から施設が規制管理から解除されるまで、処分施設は操業許可の日から閉鎖許可が発行されるまで、毎年放射性廃棄物及び使用済燃料管理報告書を NDK に提出しなければならないことを規定している。
(v) 適用される規制及び許可の条件の実施を確保するための措置	法 5 条 2 項で、許可を取得した者は、法令にしたがって許可を発給された活動を実施しなければならないことを規定している。
(vi) 使用済燃料管理及び放射性廃棄物管理	上述のとおり、使用済燃料管理及び放射性廃

³ 以下、表 1~3 において「法」と略記されている場合「原子力規制法」を指す。

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するトルコの措置
における異なる段階に関係する機関の責任の明確な分担	棄物管理における安全規制は NDK が責任を負う。一方、法 9 条 4 項は、国内で実施される活動から生じる放射性廃棄物は、トルコエネルギー・原子力・鉱業研究所 (TENMAK) が処分することを規定している。
3 締約国は、放射性物質を放射性廃棄物として規制するか否かについて検討するに当たり、この条約の目的に妥当な考慮を払う。	原子力規制法 3 条 1 項で、原子力関連活動を実施する者に対してトルコが締結している国際条約を順守するよう義務付けている。
第 20 条 規制機関	
<p>1 締約国は、前条に定める法令上の枠組みを実施することを任務とする規制機関を設立し又は指定するものとし、当該機関に対し、その任務を遂行するための適当な権限、財源及び人的資源を与える。</p> <p>2 締約国は、使用済燃料又は放射性廃棄物の管理及び規制の双方に関係している組織において規制を行う任務がその他の任務から効果的に独立していることを確保するため、自国の法令上の枠組みに従い適当な措置をとる。</p>	規制機関については、7.3.3 を参照。
第 21 条 許可を受けた者の責任	
<p>1 締約国は、使用済燃料管理又は放射性廃棄物管理の安全のための主要な責任は関係する許可を受けた者が負うことを確保するものとし、許可を受けた者がその責任を果たすことを確保するため適当な措置をとる。</p> <p>2 許可を受けた者又は責任を有するその他の者が存在しない場合には、使用済燃料又は放射性廃棄物について管轄権を有する締約国がその責任を負う。</p>	<p>法 9 条 4 項が、許可取得者が使用済燃料の処分を除き、放射性廃棄物管理に全責任を負うことを規定している。また法 8 章は、法令や許可条件に違反した場合等における罰則を定めている。</p> <p>法 9 条 7 項が、未回収の放射性物質が検出された場合、TENMAK は関連機関や組織と協力して必要な措置を講じ、廃棄を含む必要な業務及び手続を行うことを規定している。</p>
第 22 条 人的資源及び財源	
<p>締約国は、次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 使用済燃料管理施設及び放射性廃棄物管理施設の使用期間中、必要に応じ、安全に関する活動のために、能力を有する職員が利用可能であること。</p> <p>(ii) 使用済燃料管理施設及び放射性廃棄物管理施設の使用期間中並びにこれらの施設に係る廃止措置をとるに当たり、これらの施設の安全の確保を支援するために、適当な財源</p>	<p>事業者について、法 5 条 1 項が、許可取得者がセキュリティ及び安全性を理解した十分な人数の能力のある職員により活動を実施すべきことを規定している。</p> <p>規制機関について、「原子力規制当局の組織と任務に関する大統領令」6 章で、NDK の職員や幹部の配置について規定されている。</p> <p>事業者について、法 5 条 1 項が、許可取得者が安全かつ確実な方法で活動を実施するために必要な組織体制、設備、財源を確保すべきことを規定している。</p>

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するトルコの措置
<p>が利用可能であること。</p> <p>(iii) 適当な制度的管理及び監視措置が処分施設の閉鎖後必要と認める期間継続されることを可能にするために、財源が確保されること。</p>	<p>規制機関について、法 21 条 2 項が、NDK の収入がその経費を賄えない場合、不足額は一般会計から補填されることを規定している。</p> <p>また、「原子力規制当局の組織と任務に関する大統領令」28 条で、手数料や一般会計からの補助金等の NDK の収入源が規定されている。</p> <p>法 9 条 8 項が、本法の範囲外で実施された活動の結果、放射能汚染にさらされた地域の環境修復に関する業務及び手続は、環境・都市化・気候変動省が NDK と協力して実施すること、これらの地域で発生する放射性廃棄物の管理は TENMAK が行うこと、同項の範囲における全ての費用は汚染した者が負担することを規定している。</p>
第 23 条 品質保証	
<p>締約国は、使用済燃料管理及び放射性廃棄物管理の安全についての品質保証に関する適当な計画が作成され及び実施されることを確保するため、必要な措置をとる。</p>	<p>2022 年 4 月に「原子力施設、放射線施設及び放射性廃棄物施設におけるマネジメントシステムに関する規則」が公布されており、計画を含め品質保証についても規定されている。</p>
第 24 条 使用に際しての放射線防護	
<p>1 締約国は、使用済燃料管理施設及び放射性廃棄物管理施設の使用期間中次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 経済的及び社会的な要因を考慮に入れて、作業員及び公衆がこれらの施設に起因する放射線にさらされる程度が合理的に達成可能な限り低く維持されること。</p> <p>(ii) いかなる個人も、通常の状態において、自国が定める線量の限度であって放射線防護に関して国際的に認められた基準に妥当な考慮を払ったものを超える放射線量にさらされないこと。</p> <p>(iii) 放射性物質の環境への計画されておらず又は制御されていない放出を防止するための措置をとること。</p>	<p>法 3 条 2 項 b) が、労働者、公衆、環境、将来の世代に放射線被ばくのリスクを伴うあらゆる活動では、活動が個人的又は社会的利益をもたらすべきこと、活動によって被ばくする可能性のある放射線量を可能かつ合理的な最低レベルに抑えるべきこと等を規定している。</p> <p>法 3 条 2 項 c) が、労働者、公衆、環境、将来の世代に放射線被ばくのリスクを伴うあらゆる活動では、活動により被ばくする可能性のある放射線量が、NDK が定めた線量限度を超えないようにすべきことを規定している。</p> <p>原子力発電所について、「原子力発電所の安全のための設計原則に関する規則」11 条 1 項は、原子力発電所の設計において放射性廃棄物の排出を当局が決定した制限値以下に保ち、運転員を放射線及び放射性汚染から防護するために必要な予防措置を講ずべきことを規定している。</p> <p>放射性廃棄物施設について、「放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則」5 条は、放射性廃</p>

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するトルコの措置
<p>2 締約国は、次のことを確保するため、適切な措置をとる。</p> <p>(i) 経済的及び社会的な要因を考慮に入れて、放射線にさらされる程度が合理的に達成可能な限り低く維持されるよう排出が制限されること。</p> <p>(ii) いかなる個人も、通常の状態において、自国が定める線量の限度であって放射線防護に関して国際的に認められた基準に妥当な考慮を払ったものを超える放射線量にさらされないよう排出が制限されること。</p> <p>3 締約国は、規制された原子力施設の使用期間中、放射性物質の環境への計画されておらず又は制御されていない放出が発生した場合には、その放出を制御し及びその影響を緩和するための適当な是正措置がとられることを確保するため、適切な措置をとる。</p>	<p>棄物を環境中に放出してはならないことや放射性廃棄物及び使用済燃料が環境に及ぼす影響が許容レベルを超えないことを確保するために必要な措置を講じなければならないことなどを定めている。</p> <p>また、「放射線安全規則」第 34 条は、環境に放射性物質を排出する必要がある許認可所有者はトルコ原子力庁 (TAEK、現在の NDK) から許可を取得しなければならないことを規定している。</p> <p>第 24 条 1 (i)、(ii) の記載を参照</p> <p>「放射線緊急事態の管理に関する規則」は、原子力及び電離放射線に関連する規制管理対象活動の実施中に発生する可能性のある放射線緊急事態の管理に関する手順及び原則、ならびに許認可所有者の義務及び責任を定めている。</p> <p>原子力発電所について、「原子力発電所の安全のための設計原則に関する規則」19 条は、設計における事故状況下における放射性物質の閉じ込めにかかる要件を規定している。</p>
<p>第 25 条 緊急事態のための準備</p>	
<p>1 締約国は、使用済燃料管理施設及び放射性廃棄物管理施設の使用前及び使用中に敷地内及び必要な場合には敷地外の適当な緊急事態計画が準備されることを確保する。この緊急事態計画は、適当な頻度で検証すべきである。</p> <p>2 締約国は、自国の領域の近隣にある使用済燃料管理施設又は放射性廃棄物管理施設における放射線緊急事態の影響を受けるおそれがある限りにおいて、自国の領域に係る緊急</p>	<p>「放射線緊急事態の管理に関する規則」11 条 1 項は、許認可所有者は放射線緊急事態計画を作成し、NDK に提出すべきことを規定している。また、同 3 項は、計画は少なくとも年に 1 回レビューし、必要に応じて更新して NDK に提出すべきことを規定している。</p> <p>原子力安全条約第 8 回国別報告書によると、アルメニア原子力発電所がトルコの東部国境から近いこと、同地域の一部は放射線事象に対して脆弱な地域とされており、事故の際に</p>

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するトルコの措置
<p>事態計画を作成し及び検証するため、適当な措置をとる。</p> <p>第 26 条 廃止措置</p>	<p>は緊急の保護措置が講じられることとされている。</p>
<p>締約国は、原子力施設の廃止措置の安全を確保するため、適当な措置をとる。この措置は、次のことを確保するものとする。</p> <p>(i) 能力を有する職員及び適当な財源が利用可能であること。</p> <p>(ii) 作業に際しての放射線防護、排出及び計画されておらず又は制御されていない放出に関する第二十四条の規定が適用されること。</p> <p>(iii) 緊急事態のための準備に関する前条の規定が適用されること。</p> <p>(iv) 廃止措置に関する重要な情報の記録が保存されること。</p>	<p>(i)～(iii)について、第 22 条(i)、第 24 条及び第 25 条に関するトルコの措置は、廃止措置にも適用される。</p> <p>(iv) について、「原子力施設の認可に関する規則」14 条 3 項は、原子力施設を運営する組織は各工程において保存しなければならない記録及び報告書を関連するマネジメントシステム文書で定め、記録を保管し、報告書を作成し、原子力施設及びサイトが規制管理から除外されるまで、他の利益を損なうことなく保管すべきことを規定している。</p>
<p>第 5 章 雑則</p> <p>第 27 条 国境を越える移動</p>	
<p>1 国境を越える移動に関係している締約国は、この移動がこの条約及び関連する拘束力のある国際文書の規定に合致する方法で実施されることを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>このため、</p> <p>(i) 原産国である締約国は、国境を越える移動が、仕向国に事前に通報され及び仕向国の同意がある場合にのみ認められ及び実施されることを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(ii) 通過国を通過する国境を越える移動は、用いられる特定の輸送方式に関連する国際的な義務に従う。</p> <p>(iii) 仕向国である締約国は、この条約に合致する方法で使用済燃料又は放射性廃棄物を管理するために必要な事務上及び技術上の能力並びに規制の体系を有する場合にのみ、国境を越える移動に同意する。</p> <p>(iv) 原産国である締約国は、仕向国の同意があることにより、(iii) に定める要件が満たされていることを事前に確認することができる場合にのみ、国境を越える移動を認める。</p>	<p>1 :</p> <p>2005 年制定の「放射性物質の安全輸送に関する規則」は、IAEA の「放射性物質安全輸送規則」(安全基準シリーズ No. TS-R-1 (ST-1, Rev.)) に基づき策定されている。</p> <p>「放射性物質の安全輸送に関する規則」では、「多国間の承認」が「原産国、荷物が通過する国、及び荷物の輸送先となる国の権限のある当局によって発給される承認」を意味すると定義されており、また「多国間の承認」が必要となるケースが規定されている。</p> <p>(ii) :</p> <p>トルコは、商船の安全確保を目的として、船舶の安全性に適合した建造、設備、運航に関する最低基準等を定めた「1974 年の海上における人命の安全のための国際条約」(SOLAS 条約)を締結している²⁰⁴。</p> <p>2 :</p> <p>トルコは、南極地域における放射性廃棄物の処分を禁止した南極条約を締結している。なお、同条約の規定は南緯六十度以南の地域に適用することとなっている。また、南極条約を実施するために「南極における環境保護プロトコル施行規則」が 2020 年 6 月 13 日に公</p>

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するトルコの措置
<p>(v) 原産国である締約国は、この条の規定に従って行われる国境を越える移動が完了しないか又は完了することができない場合には、代替りの安全措置をとることができる場合を除くほか、自国の領域に戻すことを認めるため、適当な措置をとる。</p> <p>2 締約国は、貯蔵又は処分のために使用済燃料又は放射性廃棄物を南緯六十度以南の地域へ輸送することを許可しない。</p> <p>3 この条約のいかなる規定も、次のことを妨げるものではなく、又は次のことに影響を及ぼすものではない。</p> <p>(i) 国際法に定めるところにより、海洋及び河川における航行並びに航空に関する権利及び自由がすべての国の船舶及び航空機によって行使されること。</p> <p>(ii) 処理のために放射性廃棄物が輸出された締約国が、当該処理後に当該放射性廃棄物その他の物質を原産国へ返還し又は返還するための措置をとる権利を有すること。</p> <p>(iii) 再処理のために使用済燃料を輸出する権利を締約国が有すること。</p> <p>(iv) 再処理のために使用済燃料が輸出された締約国が、再処理工程から発生した放射性廃棄物その他の物質を原産国へ返還し又は返還するための措置をとる権利を有すること。</p>	<p>布されている²⁰⁵。</p>
<p>第 28 条 使用されなくなった密封線源</p>	
<p>1 締約国は、自国の国内法の枠組みにおいて、使用されなくなった密封線源の保有、再生又は処分が安全な方法で行われることを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>2 締約国は、自国の国内法の枠組みにおいて、使用されなくなった密封線源を受領し及び保有する資格を有する製造者に使用されなくなった密封線源が返還されることを認める場合には、当該使用されなくなった密封線源を自国の領域内に戻すことを認める。</p>	<p>「放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則」13 条は、使用されなくなった密封線源は、原産者に返却せねばならず、それが不可能な場合は放射性廃棄物施設に引き渡さなければならないことを規定している。</p> <p>法 9 条 1 項、2 項は、国の主権領域外で行われた活動で発生した放射性廃棄物を国内に持ち込んではいないが、この規定は、トルコ国内で製造され、使用期間満了時に原産国に返還することを条件として輸出される放射線源には適用されないことを規定している。</p>

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社「諸外国における原子力安全制度の整備状況等に関する調査 報告書」(2021 年 3 月)等に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成

表 4-19 放射性廃棄物等安全条約に対応したトルコの措置
(使用済燃料管理の安全に関する規定 (第 4~10 条) について)

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するトルコの措置
第 2 章 使用済燃料管理の安全	
第 4 条 安全に関する一般的な要件	
<p>締約国は、使用済燃料管理のすべての段階において、放射線による危険から個人、社会及び環境を適切に保護することを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>このため、締約国は、次のことのために適当な措置をとる。</p> <p>(i) 臨界について及び使用済燃料管理の間に発生する残留熱の除去について適切な対処を確保すること。</p> <p>(ii) 自国が採用した燃料サイクル政策の類型に即して、使用済燃料管理に関連する放射性廃棄物の発生が実行可能な限り最小限にとどめられることを確保すること。</p> <p>(iii) 使用済燃料管理における異なる段階が相互に依存していることを考慮に入れること。</p> <p>(iv) 国際的に認められた基準に妥当な考慮を払った自国の国内法の枠組みにおいて、規制機関によって承認された適当な防護方法を自国において適用することにより、個人、社会及び環境を効果的に保護すること。</p> <p>(v) 使用済燃料管理に関連する生物学的、化学的その他の危険を考慮に入れること。</p>	<p>「原子力発電所の安全のための設計原則に関する規則」16 条 1 項は、通常の熱除去機能が十分に果たせない場合、又は一次冷却系の完全性が失われた場合、燃料の再冷却を確保・維持するための代替方法又は系を確保すべきことを規定している。</p> <p>「放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則」6 条は、物量と放射能の量においてできる限り放射性廃棄物の発生量を小さくするために、再利用及び回収を含む必要な措置を講じべきことを規定している。</p> <p>「放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則」7 条は、放射性廃棄物及び使用済燃料の管理において、工程間で互いに影響し合う要素が明確かつ理解しやすい形で定義され、許認可所有者によって考慮されなければならないことを規定している。</p> <p>法 3 条 1 項が、原子力関連活動を実施する者に対してトルコが締結している国際条約を順守するよう義務付けている。</p> <p>法 3 条 2 項が、労働者、公衆、環境、将来の世代に放射線被ばくのリスクを伴うあらゆる活動では、活動が個人的又は社会的利益をもたらすべきこと、活動によって被ばくする可能性のある放射線量を可能かつ合理的な最低レベルに抑えるべきこと等を規定している。</p> <p>「放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則」11 条は、法令に従って作成し NDK に提出する放射性廃棄物及び使用済燃料の管理計画において、放射性、物理的、化学的、生物学的特性、クラス、年間及び総量を含む、発生が予想される放射性廃棄物のインベントリの情報を記載しなければならないことを規定している。</p>
<p>(vi) 現在の世代に許容されている影響よりも大きな影響であって合理的に予見可能なも</p>	<p>「放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則」5 条 2 項は、許可を受けた者は、放射性廃棄</p>

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するトルコの措置
<p>のを将来の世代に及ぼす行動をとらないよう努力すること。</p> <p>(vii) 将来の世代に不当な負担を課することを避けることを目標とすること。</p>	<p>物及び使用済燃料が労働者、公衆、環境及び将来の世代に及ぼす影響が許容レベルを超えないことを確保するために必要な措置を講じなければならないことを規定している。</p> <p>前項を参照</p>
<p>第5条 既存の施設</p>	
<p>締約国は、この条約が自国について効力を生じた時に既に存在している使用済燃料管理施設の安全について検討し及び当該施設の安全性を向上させるために必要な場合にはすべての合理的に実行可能な改善が行われることを確保するため、適当な措置をとる。</p>	<p>トルコには、本条約が発効した2023年5月時点で運転している商用原子力発電所は存在しない。なお、トルコではイスタンブール工科大学が1基の研究炉を運転しているほか、現在は運転していないが2基の研究炉がある。研究炉の使用済燃料の管理状況は確認できていないが、「研究用原子炉の安全のための特別原則に関する規則」が定められている。</p>
<p>第6条 計画されている施設の立地</p>	
<p>1 締約国は、計画されている使用済燃料管理施設に関し、次のことについて手続が定められ及び実施されることを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 当該施設の使用期間中その安全に影響を及ぼすおそれのある立地に関するすべての関連要因を評価すること。</p> <p>(ii) 当該施設が個人、社会及び環境に対して及ぼすおそれのある安全上の影響を評価すること。</p> <p>(iii) 当該施設の安全に関する情報を公衆が利用可能なものとする。</p> <p>(iv) 当該施設が影響を及ぼすおそれがある限りにおいて、当該施設の近隣にある締約国と協議を行い、及び当該施設が当該締約国の領域に及ぼすおそれのある安全上の影響について当該締約国が評価することを可能とする</p>	<p>「原子力発電所のサイトに関する規則」6条1項は、「原子力発電炉の安全性に影響を与えるサイトの特徴、及び運転状態や事故条件における潜在的な放射線学的影響によって影響を受ける可能性のある地域における自然環境の特徴は、調査され評価されるものとする。これらの特徴のすべては、プラントの寿命を通じて監視されるものとする」と規定している。</p> <p>「原子力発電所の安全のための特別原則に関する規則」6条は、サイトは通常運転及び事故時の個人、社会、環境への放射性影響の観点から評価され、大気、食物連鎖、水資源など、人体への放射性物質の可能な輸送経路に影響を及ぼす可能性のあるサイト特性が調査されることを規定している。</p> <p>法3条5項は、労働者、公衆、環境、将来の世代に放射線被ばくのリスクをもたらす可能性のある活動については、このリスクの影響を受ける可能性のある人々に告知することが不可欠である旨を規定している。</p> <p>「放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則」5条5項は、放射性廃棄物及び使用済燃料の管理において、国境を越えた公衆及び環境への影響の可能性を考慮しなければならないことを規定している。</p>

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するトルコの措置
<p>ため当該施設に関する一般的なデータを当該締約国の要請に応じて提供すること。</p> <p>2 締約国は、1の規定を実施するに当たり、第四条に定める安全に関する一般的な要件に従い1に規定する施設の設置場所を決めることにより当該施設が他の締約国に容認し難い影響を及ぼさないことを確保するため、適当な措置をとる。</p>	<p>原子力安全条約第8回国別報告書の、同条約17条(iv)^kに関する説明では、早期通報条約に基づきブルガリア、ルーマニア、ウクライナ及びロシアと二国間協定を締結していること、欧州委員会のストレステストに参加したこと等が言及されている。</p>
第7条 施設の設計及び建設	
<p>締約国は、次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 使用済燃料管理施設の設計及び建設に当たり、個人、社会及び環境に対して及ぼすおそれのある放射線による影響（排出又は制御されない放出によるものを含む。）を制限するための適当な措置がとられること。</p> <p>(ii) 設計段階において、使用済燃料管理施設の廃止措置に関して想定される手順及び必要に応じ当該廃止措置に関する技術的な規定が考慮されること。</p> <p>(iii) 使用済燃料管理施設の設計及び建設に用いられた技術が適切なものであることが、経験、試験又は解析により裏付けられること。</p>	<p>法3条2項b)が、労働者、公衆、環境、将来の世代に放射線被ばくのリスクを伴うあらゆる活動では、活動が個人的又は社会的利益をもたらすべきこと、活動によって被ばくする可能性のある放射線量を可能かつ合理的な最低レベルに抑えるべきこと等を規定している。また同項c)が、労働者、公衆、環境、将来の世代に放射線被ばくのリスクを伴うあらゆる活動では、活動により被ばくする可能性のある放射線量が、NDKが定めた線量限度を超えないようにすべきことを規定している。</p> <p>「原子力発電所の安全のための特別原則に関する規則」30条1項で、プラントの設計と運転において、廃止措置や廃棄物管理の促進が考慮に入れられるべきことを規定している。</p> <p>「原子力発電所の安全のための特別原則に関する規則」第11条(1)で、設計において用いられる技術は経験と試験により確認されたものであるべきこと、確認されていない場合は適切なサポートのための研究プログラムやプロトタイプでの試験で安全が実証されている技術を用いるべきことを規定している。</p>
第8条 施設の安全に関する評価	
<p>締約国は、次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 使用済燃料管理施設の建設前に、安全に関する体系的な評価及び環境評価であって、当該施設がもたらす危険について適切であり、かつ、その使用期間を対象とするものが</p>	<p>「原子力発電所の安全のための特別原則に関する規則」13条では、プラントの建設前に、基本的な安全に関する問題が十分なレベルで解決されていることを文書により示すこととされている。</p> <p>また、環境影響評価については環境法で定め</p>

^k 原子力安全条約第17条(iv)の条文は以下のとおり。「計画されている原子力施設がその近隣にある締約国の領域に及ぼすおそれのある安全上の影響について、当該締約国が独自に評価することを可能とするため、当該締約国がそのような影響を受けるおそれのある限りにおいて当該締約国との間で協議が行われ及び、要請に応じ、当該締約国に対して必要な情報が提供されること。」

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するトルコの措置
<p>実施されること。</p> <p>(ii) 使用済燃料管理施設の使用を開始する前に、(i) に規定する安全に関する評価及び環境評価を補完することが必要と認められる場合には、これらの評価が更新され及び詳細なものとなること。</p>	<p>られている。</p> <p>直接的に本規定に対応する規制は確認できていないが、環境影響評価については環境法で定められている。</p>
<p>第9条 施設の使用</p>	
<p>締約国は、次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 使用済燃料管理施設の使用の許可が、前条に規定する適当な評価に基づき、かつ、建設された当該施設が設計及び安全に関する要件に合致していることを示す使用試験の完了を条件として与えられること。</p> <p>(ii) 試験、使用の経験及び前条に規定する評価から得られる使用上の制限及び条件が定められ、必要に応じて修正されること。</p> <p>(iii) 使用済燃料管理施設の使用、保守、監視、検査及び試験が定められた手続に従って行われること。</p> <p>(iv) 使用済燃料管理施設の使用期間中、安全に関するすべての分野における工学的及び技術的な支援が利用可能であること。</p> <p>(v) 許可を受けた者が、安全上重大な事象につき規制機関に対し時宜を失することなく報告すること。</p> <p>(vi) 使用の経験についての情報を蓄積し及び解析するための計画が作成され、必要に応じてその結果に基づいて行動がとられること。</p>	<p>「原子力発電所の安全のための特別原則に関する規則」15条1項で、放射線防護や安全にとって重要な機器を中心に、プラントが設計とおりに建設されたことを検証する試運転プログラムを策定し実行すべきことを規定している。</p> <p>「原子力施設の認可に関する規則」18条3項は、NDKは正当化される場合、試運転プロセスの許可前に使用しなければならない構造物、系統及び機器の試運転の許可を発給できることを規定している。</p> <p>「原子力発電所の安全のための特別原則に関する規制」21条3項は、プラントは、厳格な文書管理に従った、階層構造をもつ承認された手続を基盤として運転されるべきこと、手続からの逸脱には、その変更が安全に対して有する重要性に応じて適切なレベルで、TAEK（現在のNDK）の承認が必要であることを規定している。</p> <p>「原子力発電所の安全のための特別原則に関する規則」26条1項は、プラントの寿命を通じて工学的及び技術的な支援が利用可能とされているべきことを規定している。</p> <p>「原子力発電所の安全のための特別原則に関する規則」27条2項は、プラントのマネージャーは安全に対して重要な意味を持つ異常な事象について速やかにTAEK（現在のNDK）に報告しなければならないこと、それによりその事象がもつ意味が適切に分析され、根本原因が特定されるようにすべきこと、プラントのマネージャーは同様の事象の再発防止のために必要な措置を講じるか、少なくとも再発によっても事故が発生しないように必要な措置を講じるべきことを規定している。</p>

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するトルコの措置
(vii) 使用済燃料管理施設の廃止措置計画が、当該施設の使用期間中に得られた情報を利用して作成され若しくは必要に応じて更新され、又は規制機関によって検討されること。	「原子力施設の認可に関する規則」14条1項は、製造、サイト、建設、試運転、運転及び廃止措置のプロセスに関して、原子力施設の規制管理を実施することを規定している。 また、同6項は、許認可を受ける者は、原子力施設を構成する構造物、システム及び構成要素の設計、並びに製造、建設、試運転、運転及び廃止措置のプロセスにおいて適用される方法及び技術、並びに計画、プログラム及び手順等の関連文書の承認を得なければならないことを規定している。
第10条 使用済燃料の処分	
締約国が使用済燃料を処分するものとして自国の法令上の枠組みに従って指定した場合には、当該使用済燃料の処分は、次章に定める放射性廃棄物の処分に関する義務に従うものとする。	法2条1項j)では、使用済燃料とは、原子炉から取り出され、そのままでは燃料として使用できない照射済燃料と定義されているが、使用済燃料を処分するものとして指定していない。 なお、「トルコ共和国のアキュサイトにおける原子力発電プラントの建設と運転に係るトルコ共和国政府とロシア連邦政府の協力に関する協定」12条2.では、「当事者によって合意されうる別個の協定に従い、ロシア起源の使用済核燃料はロシア連邦内において再処理することができる」ことが規定されている ²⁰⁶ 。

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社「諸外国における原子力安全制度の整備状況等に関する調査 報告書」(2021年3月)等に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成

なお、本表では放射性廃棄物等安全条約における使用済燃料管理の安全に関する規定に係るトルコの措置を整理しているが、一部で「原子力発電所の安全のための設計原則に関する規則」及び「原子力発電所の安全のための特別原則に関する規則」を根拠としている。このうち、「原子力発電所の安全のための設計原則に関する規則」には、直接的に原子力発電所内における使用済燃料の貯蔵について規制する規定が設けられている。また、「原子力発電所の安全のための特別原則に関する規則」第12条で、原子力発電所の設計に関して「原子力発電所の安全のための設計原則に関する規則」が適用されることが規定されている。このため、これら2件の規則は、原子力発電所内における使用済燃料の貯蔵にも適用される。なお、原子力安全条約第8、9回合同締約国会議のためのトルコの国別報告書では、「オンサイトにおける使用済燃料の貯蔵には、2008年の「原子力発電所の安全のための設計原則に関する規則」の規定が適用される」ことが報告されている²⁰⁷。

表 4-20 放射性廃棄物等安全条約に対応したトルコの措置
(放射性廃棄物管理の安全に関する規定 (第 11~17 条) について)

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するトルコの措置
第 3 章 放射性廃棄物管理の安全	
第 11 条 安全に関する一般的な要件	
<p>締約国は、放射性廃棄物管理のすべての段階において、放射線による危険その他の危険から個人、社会及び環境を適切に保護することを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>このため、締約国は、次のことのために適当な措置をとる。</p> <p>(i) 臨界について及び放射性廃棄物管理の間に発生する残留熱の除去について適切な対処を確保すること。</p> <p>(ii) 放射性廃棄物の発生が実行可能な限り最小限にとどめられることを確保すること。</p> <p>(iii) 放射性廃棄物管理における異なる段階が相互に依存していることを考慮に入れること。</p> <p>(iv) 国際的に認められた基準に妥当な考慮を払った自国の国内法の枠組みにおいて、規制機関によって承認された適当な防護方法を自国において適用することにより、個人、社会及び環境を効果的に保護すること。</p> <p>(v) 放射性廃棄物管理に関連する生物学的、化学的その他の危険を考慮に入れること。</p>	<p>「放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則」 21 条は、放射性廃棄物の処理に関して、臨界や残留熱等を考慮すべきことを規定している。</p> <p>「放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則」 6 条は、物量と放射能の量においてできる限り放射性廃棄物の発生量を小さくするために、再利用及び回収を含む必要な措置を講じべきことを規定している。</p> <p>「放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則」 7 条は、放射性廃棄物及び使用済燃料の管理において、工程間で互いに影響し合う要素が明確かつ理解しやすい形で定義され、許認可所有者によって考慮されなければならないことを規定している。</p> <p>法 3 条 1 項が、原子力関連活動を実施する者に対してトルコが締結している国際条約を順守するよう義務付けている。</p> <p>法 3 条 2 項が、労働者、公衆、環境、将来の世代に放射線被ばくのリスクを伴うあらゆる活動では、活動が個人的又は社会的利益をもたらすべきこと、活動によって被ばくする可能性のある放射線量を可能かつ合理的な最低レベルに抑えるべきこと等を規定している。</p> <p>「放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則」 11 条は、法令に従って作成し NDK に提出する放射性廃棄物及び使用済燃料の管理計画において、放射性、物理的、化学的、生物学的特性、クラス、年間及び総量を含む、発生が予想される放射性廃棄物のインベントリの情報を記載しなければならないことを規定している。</p> <p>同 19 条 2 項は、放射性廃棄物の特性評価において、放射性廃棄物の物理的、生物学的、化</p>

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するトルコの措置
<p>(vi) 現在の世代に許容されている影響よりも大きな影響であって合理的に予見可能なものを将来の世代に及ぼす行動をとらないよう努力すること。</p> <p>(vii) 将来の世代に不当な負担を課することを避けることを目標とすること。</p>	<p>学的特性、及び放射性核種と放射能の含有量を決定すべきことを規定している。</p> <p>「放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則」5条2項は、許可を受けた者は、放射性廃棄物及び使用済燃料が労働者、公衆、環境及び将来の世代に及ぼす影響が許容レベルを超えないことを確保するために必要な措置を講じなければならないことを規定している。</p> <p>前項を参照</p>
第12条 既存の施設及び過去の行為	
<p>締約国は、次のことのため、相当な期間内に適当な措置をとる。</p> <p>(i) この条約が自国について効力を生じた時に既に存在している放射性廃棄物管理施設の安全について検討し、及び当該施設の安全性を向上させるために必要な場合にはすべての合理的に実行可能な改善が行われることを確保すること。</p> <p>(ii) 放射線量の減少による損害の減少が、介入による害及び介入の費用（社会的費用を含む。）を正当化するために十分であるべきことに留意して、何らかの介入が放射線防護のために必要であるか否かについて決定するため、過去の行為の結果を検討すること。</p>	<p>トルコには現在、放射性廃棄物の処分施設はない。放射性廃棄物管理は現在、主に原子力技術の産業・医療利用から生じる放射性廃棄物に限定されており、これらの廃棄物を処理・貯蔵するための施設が存在している。</p> <p>直接的に本規定に対応する規制は確認できていない。</p>
第13条 計画されている施設の立地	
<p>1 締約国は、計画されている放射性廃棄物管理施設に関し、次のことについて手続が定められ及び実施されることを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 当該施設の使用期間中及び処分施設の閉鎖後にその安全に影響を及ぼすおそれのある立地に関するすべての関連要因を評価すること。</p> <p>(ii) 当該施設が個人、社会及び環境に対して及ぼすおそれのある安全上の影響を評価すること。この場合において、処分施設については、閉鎖後に起こり得る立地状態の変化についても考慮するものとする。</p> <p>(iii) 当該施設の安全に関する情報を公衆が利用可能なものとする。</p> <p>(iv) 当該施設が影響を及ぼすおそれがある</p>	<p>(i) 及び (ii) :</p> <p>直接的に本規定に対応する規制は確認できていない。</p> <p>(iii) :</p> <p>法3条5項は、労働者、公衆、環境、将来の世代に放射線被ばくのリスクをもたらす可能性のある活動については、このリスクの影響を受ける可能性のある人々に告知することが不可欠である旨を規定している。</p> <p>(iv) 及び 2 :</p> <p>直接的に本規定に対応する規制は確認できていない。</p>

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するトルコの措置
<p>限りにおいて、当該施設の近隣にある締約国と協議を行い、及び当該施設が当該締約国の領域に及ぼすおそれのある安全上の影響について当該締約国が評価することを可能とするため当該施設に関する一般的なデータを当該締約国の要請に応じて提供すること。</p> <p>2 締約国は、1の規定を実施するに当たり、第十一条に定める安全に関する一般的な要件に従い1に規定する施設の設置場所を決めることにより当該施設が他の締約国に容認し難い影響を及ぼさないことを確保するため、適当な措置をとる。</p>	
<p>第14条 施設の設計及び建設</p>	
<p>締約国は、次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 放射性廃棄物管理施設の設計及び建設に当たり、個人、社会及び環境に対して及ぼすおそれのある放射線による影響（排出又は制御されない放出によるものを含む。）を制限するための適当な措置がとられること。</p> <p>(ii) 設計段階において、放射性廃棄物管理施設（処分施設を除く。）の廃止措置に関して想定される手順及び必要に応じ当該廃止措置に関する技術的な規定が考慮されること。</p> <p>(iii) 設計段階において、処分施設の閉鎖のための技術的な規定が作成されること。</p> <p>(iv) 放射性廃棄物管理施設の設計及び建設に用いられた技術が適切なものであることが、経験、試験又は解析により裏付けられること。</p>	<p>法3条2項b)が、労働者、公衆、環境、将来の世代に放射線被ばくのリスクを伴うあらゆる活動では、活動が個人的又は社会的利益をもたらすべきこと、活動によって被ばくする可能性のある放射線量を可能かつ合理的な最低レベルに抑えるべきこと等を規定している。また同項c)が、労働者、公衆、環境、将来の世代に放射線被ばくのリスクを伴うあらゆる活動では、活動により被ばくする可能性のある放射線量が、NDKが定めた線量限度を超えないようにすべきことを規定している。</p> <p>処分施設を除く放射性廃棄物管理施設の設計に関する規制は確認できていない。なお、「原子力発電所の安全のための特別原則に関する規則」30条1項で、プラントの設計と運転において、廃止措置や廃棄物管理の促進が考慮に入れられるべきことを規定している。</p> <p>「放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則」26条3項で、放射性廃棄物の処分施設の安全性は、廃棄体、パッケージ、埋戻し材、適切な地質構造と覆土、並びに操業、閉鎖及び閉鎖後のための能動的及び受動的な措置を含む複数のバリアにより確保しなければならないと規定されている。</p> <p>「原子力施設の認可に関する規則」6条7項は、許認可を受ける者は、自らの部門又は他の組織から測定、解析、試験、検査、較正及びその他の類似の役務を受ける場合、提供者が認証を受けており、かつNDKが定める条件</p>

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するトルコの措置
	を遵守していることを確認すべきことを規定している。
第 15 条 施設の安全に関する評価	
<p>締約国は、次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 放射性廃棄物管理施設の建設前に、安全に関する体系的な評価及び環境評価であって、当該施設がもたらす危険について適切であり、かつ、その使用期間を対象とするものが実施されること。</p> <p>(ii) 処分施設の建設前に、閉鎖後の期間についての安全に関する体系的な評価及び環境評価が実施され、規制機関が定めた基準に従ってその結果が評価されること。</p> <p>(iii) 放射性廃棄物管理施設の使用を開始する前に、(i) に規定する安全に関する評価及び環境評価を補完することが必要と認められる場合には、これらの評価が更新され及び詳細なものとなること。</p>	<p>トルコでは、環境影響評価については環境法で定められている。</p> <p>「放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則」26 条 3 項で、放射性廃棄物の処分施設の安全性は、廃棄体、パッケージ、埋戻し材、適切な地質構造と覆土、並びに操業、閉鎖及び閉鎖後のための能動的及び受動的な措置を含む複数のバリアにより確保しなければならないと規定されている。</p> <p>直接的に本規定に対応する規制は確認できていない。</p>
第 16 条 施設の使用	
<p>締約国は、次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 放射性廃棄物管理施設の使用の許可が、前条に規定する適当な評価に基づき、かつ、建設された当該施設が設計及び安全に関する要件に合致していることを示す使用試験の完了を条件として与えられること。</p> <p>(ii) 試験、使用の経験及び前条に規定する評価から得られる使用上の制限及び条件が定められ、必要に応じて修正されること。</p> <p>(iii) 放射性廃棄物管理施設の使用、保守、監視、検査及び試験が定められた手続に従って行われること。処分施設については、このようにして得られた結果が、前提条件の妥当性を検証し及び検討するため並びに前条に規定する閉鎖後の期間についての評価を更新するために利用されること。</p>	<p>「原子力施設の認可に関する規則」5 条 1 項は、原子力施設に関して、サイトの準備、機器の製造、施設の建設、試運転、操業、操業の再開、変更、及び廃止措置が、許認可の対象となることを規定している。同 2 項は、許認可は施設の種類と資格に応じて段階的なアプローチで処理されることを規定している。また同 3 項は、NDK の許認可なしに関連活動を開始することはできないことを規定している。</p> <p>「原子力施設の認可に関する規則」14 条 6 項は、NDK が原子力施設を構成する構造物、システム及び構成要素の設計、並びに製造、建設、試運転、運転及び廃止措置のプロセスにおいて適用される方法及び技術、並びに計画、プログラム及び手順等の関連文書を承認しなければならないこと、これらの文書の変更も、実施前に承認されなければならないことを規定している。</p>

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するトルコの措置
<p>(iv) 放射性廃棄物管理施設の使用期間中、安全に関するすべての分野における工学的及び技術的な支援が利用可能であること。</p> <p>(v) 放射性廃棄物の特性の決定及び分別のための手続が適用されること。</p> <p>(vi) 許可を受けた者が、安全上重大な事象につき規制機関に対し時宜を失することなく報告すること。</p> <p>(vii) 使用の経験についての情報を蓄積し及び解析するための計画が作成され、必要に応じてその結果に基づいて行動がとられること。</p> <p>(viii) 放射性廃棄物管理施設（処分施設を除く。）の廃止措置計画が、当該施設の使用期間中に得られた情報を利用して作成され若しくは必要に応じて更新され、又は規制機関によって検討されること。</p> <p>(ix) 処分施設の閉鎖のための計画が、当該施設の使用期間中に得られた情報を利用して作成され若しくは必要に応じて更新され、又は規制機関によって検討されること。</p>	<p>直接的に本規定に対応する規制は確認できていない。</p> <p>「放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則」19条は、放射性廃棄物及び使用済燃料の管理プロセス間の移行を容易にするために、放射性廃棄物及び使用済燃料について、発生者は特性評価を実施しなければならないことを規定している。</p> <p>「放射線緊急事態の管理に関する規則」25条2項は、緊急事態における報告義務について規定している。</p> <p>直接的に本規定に対応する規制は確認できていない。</p> <p>処分施設を除く放射性廃棄物管理施設の設計に関する規制は確認できていない。なお、「原子力発電所の安全のための特別原則に関する規則」30条1項で、プラントの設計と運転において、廃止措置や廃棄物管理の促進が考慮に入れられるべきことを規定している。</p> <p>「原子力施設の認可に関する規則」14条1項は、製造、サイト、建設、試運転、運転及び廃止措置のプロセスに関して、原子力施設の規制管理を実施することを規定している。</p> <p>また、同6項は、許認可を受ける者は、原子力施設を構成する構造物、システム及び構成要素の設計、並びに製造、建設、試運転、運転及び廃止措置のプロセスにおいて適用される方法及び技術、並びに計画、プログラム及び手順等の関連文書の承認を得なければならないことを規定している。</p>
<p>第17条 閉鎖後の制度的な措置</p>	
<p>締約国は、処分施設の閉鎖後に次のことを確保するため、適当な措置をとる。</p> <p>(i) 当該施設の所在地、設計及び在庫目録に関する記録であって、規制機関が要求するものが保存されること。</p> <p>(ii) 必要な場合には、監視、立入制限等の能動的又は受動的な制度的管理が実施されること。</p>	<p>「放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則」26条3項で、放射性廃棄物の処分施設の安全性は、廃棄体、パッケージ、埋戻し材、適切な地質構造と覆土、並びに操業、閉鎖及び閉鎖後のための能動的及び受動的な措置を含む複数のバリアにより確保しなければならないと規定されている。また、同28条1項は、原子力施設及び放射性廃棄物処理・貯蔵施設は運</p>

放射性廃棄物等安全条約の条文	対応するトルコの措置
(iii) 能動的な制度的管理の間に放射性物質の環境への計画されていない放出が検出された場合において、必要なときは、介入措置を実施すること	転許可の日から施設が規制管理から解除されるまで、処分施設は操業許可の日から閉鎖許可が発行されるまで、毎年放射性廃棄物及び使用済燃料管理報告書を NDK に提出しなければならないことを規定している。

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社「諸外国における原子力安全制度の整備状況等に関する調査 報告書」(2021年3月)等に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成

(3) 海洋汚染防止条約

トルコは、海洋汚染防止条約を締結していないものの、地域海条約である「船舶と航空機からの投棄による地中海の汚染防止議定書」及びその発展形である1976年地中海汚染防止条約とそれを改正したバルセロナ条約を締結しており²⁰⁸、また、黒海汚染防止条約(ブカレスト条約)を締結している²⁰⁹。これらの条約は前文において、海洋汚染防止条約を念頭に置いていることを宣言し、附属書の中で放射性廃棄物その他の放射性物質の投棄を禁止することを規定している。上記に関連するこれらの条約等の具体的な規定を、表 4-21 に整理する^{210,211}。

表 4-21 トルコが締結している地域海条約における放射性廃棄物の海洋投棄の禁止等に関連する規定

船舶と航空機からの投棄による地中海の汚染防止議定書		
内容	規定	条文番号
海洋汚染防止条約との関係	本議定書の締約国は、…（中略）…、1972年にロンドンで採択された廃棄物その他の物の投棄による海洋汚染の防止に関する条約に留意し、以下のとおり合意した	前文
海洋投棄の防止	締約国は…（中略）…船舶及び航空機からの投棄に起因する地中海の汚染の防止と緩和のために適切なあらゆる措置を講じるものとする	議定書第1条
	本議定書の附属書Iに掲げる廃棄物又はその他の物の地中海域への投棄は禁止する	議定書第4条
放射性廃棄物の海洋投棄の禁止	附属書Iで、投棄が禁じられるものとして「国際原子力機関により定義される高、中、低レベル放射性廃棄物又はその他の高、中、低レベル放射性物質」を指定	附属書Iの7.
黒海汚染防止条約		
内容	規定	条文番号
海洋汚染防止条約との関係	締約国は、…（中略）…、1972年の廃棄物その他の物の投棄による海洋汚染の防止に関する条約を考慮し、…（中略）…以下のとおり合意した	前文
海洋投棄の防止	締約国は本議定書附属書Iに掲げる物質や物による陸上のソースからの黒海の海洋環境の汚染を防止し、除去する	1992年の「陸上のソースからの汚染に対する黒海の海洋環境の保護に関する議定書」第4条
放射性廃棄物の海洋投棄の禁止	「有害物質と物」として「使用済放射性燃料を含む放射性物質及び廃棄物」を指定	附属書I「有害物質と物」9.

出所) 条約等の規定に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成

上記の条約等の履行に関して、トルコは運輸・海事・通信省（現在の運輸・インフラストラクチャー省）、沿岸警備隊司令部、イスタンブール、コチャエリ、アンタルヤ、メルシン首都圏自治体が船舶からの海洋汚染の防止を担当している²¹²。

(4) 早期通報条約及び援助条約

トルコは早期通報条約及び援助条約を締結しており、ともに1991年2月3日に発効している^{213,214}。

トルコでは、NDKが早期通報条約及び援助条約による「通報受信当局」及び「緊急事態管轄当局」として認識されている。また、IAEAやその他の当事者との連絡のために、電話、ファックス、コンピューター及びインターネット施設といったコミュニケーションチャンネルのためのインフラが整備されている²⁰⁷。

7.3. 国内制度の整備状況

本節では、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている項目のうち、法体系、原子力損害賠償制度、規制当局、輸出管理制度、及び IAEA の IRRS に関する情報を整理する。

7.3.1 原子力安全に関する法体系

トルコでは、憲法を改正する国民投票を受けて 2018 年 7 月に、議院内閣制から行政権の全てが大統領に属する実権型大統領制への移行が行われ、内閣は大統領が任命する体制となった。これに伴う原子力安全規制体制の刷新のために、内閣は 2018 年 7 月 9 日にデクレ法第 702 号「原子力規制庁の組織と任務、及び数件の法律の改正に関するデクレ法」を制定した。デクレ法第 702 号は、原子力安全、セキュリティ、保障措置、放射線防護や関連する分野を規制する包括的な法律であった。またデクレ法第 702 号は、新たに設置された規制機関である NDK の設置法でもあった²¹⁵。その後、デクレ法第 702 号は憲法裁判所の 2020 年 12 月 30 日の判決及び原子力規制法によって廃止されている。憲法裁判所は、デクレ法 702 号の制定を授権している法律の目的は憲法改正への対応であったところ、NDK の設立はこの法律の適用範囲内にあるものではないため、デクレ法 702 号を無効と判示している。ただし、法令の欠如によって公衆の利益を損なわないようにするために、この判決の発効は官報による公布の 1 年後とされた²¹⁶。

2022 年 3 月 8 日付の官報で公布された原子力規制法は、原子力・放射線利用による電離放射線の有害な影響からの防護、NDK の権限や責任、原子力損害に対する法的責任等を規定するものとして制定された²¹⁷。また、同日付の官報で、「原子力規制当局の組織と任務に関する大統領令」が公布されている。

原子力規制法は、同法の規制対象となる活動を許可なく行ってはならないことと、許可の対象となる活動に対して NDK が必要な許可条件を決定することを規定している。NDK は設立以降、規則等の策定を進めており、また策定が完了していないものについては NDK の発足前に策定された基準が適用されている。表 4-22 は、NDK のウェブサイトに掲載されている規則等の名称と公布日をまとめたものである²¹⁸。

表 4-22 NDK のウェブサイトに掲載されている規則等の名称と公布日

	名称	公布日
1	原子力施設及び核物質の安全性に関する規則	2020 年 8 月 8 日
2	原子力施設における放射線防護に関する規則	2018 年 5 月 29 日
3	原子力施設及び核物質の防護に関する規則	2012 年 5 月 22 日
4	核燃料サイクル施設の安全のための特別原則に関する規則	2010 年 7 月 30 日
5	放射線安全規則	2000 年 3 月 24 日
6	放射性物質の安全な輸送に関する規則	2005 年 7 月 8 日
7	原子力規制委員会行政処分規則	2023 年 1 月 24 日
8	原子力規制庁人事規則	2023 年 11 月 29 日
9	放射性廃棄物及び使用済燃料の管理規則	2023 年 11 月 7 日

10	放射線施設及び放射線申請の認可に関する規則	2023年10月28日
11	原子力リスクに対する賠償責任保険及び担保の規則	2023年10月19日
12	放射性物質の解放及び放出に関する規則	2023年9月1日
13	原子力及び電離放射線の検査及び立入検査に関する規則	2023年8月11日
14	放射線緊急事態の管理に関する規則	2023年6月16日
15	原子力施設の火災安全に関する規則	2023年5月5日
16	原子力施設の認可に関する規則	2023年3月17日
17	核セキュリティ規則	2022年11月19日
18	原子力施設の組織体制と人員に関する規則	2022年12月1日
19	線量測定サービスを提供する組織の認可に関する規則	2022年8月20日
20	放射能汚染にさらされている地域の環境浄化活動の認可に関する規則	2022年8月13日
21	国家放射線モニタリング及び放射線管理に関する規則	2022年8月12日
22	取引及びサービス料金に関する原子力規制庁規則	2022年7月26日
23	放射性廃棄物施設の認可及び安全原則に関する規則	2022年7月7日
24	原子力規制委員会監督委員の懲戒に関する規則	2022年6月16日
25	原子力規制専門規則	2022年7月1日
26	原子力規制委員会の委員及び原子力規制庁の職員が遵守すべき職業的及び倫理的原則に関する規則	2022年6月25日
27	原子力規制委員会の業務の手順及び原則に関する規則	2022年6月25日
28	原子力施設、放射線施設及び放射性廃棄物施設におけるマネジメントシステムに関する規則	2022年4月27日
29	研究炉における登録及び報告に関する規則	2009年2月17日
30	研究炉における異常事象の通知及び報告に関する規則	2009年2月17日
31	研究用原子炉の安全のための特別原則に関する規則	2009年2月17日
32	電離放射線から生じるリスクに対する管理区域で働く外部職員の防護に関する規則	2011年6月18日
33	原子力発電所のサイトに関する規則	2009年3月21日
34	原子力発電所の安全のための特別原則に関する規則	2008年10月17日
35	原子力発電所の安全のための設計原則に関する規則	2008年10月17日
36	原子力輸出管理規則	2020年2月13日
37	原子力発電所の建設検査に関する規則	2017年3月31日
38	原子力施設への機器の供給プロセスに関する規則と製造業者の承認	2015年5月28日

出所) NDK ウェブサイト「法制度」<https://www.ndk.gov.tr/mevzuat> (2024年1月23日閲覧)

表 4-23 に、立地、設計・建設、運転のそれぞれに適用される規制基準を整理する。

表 4-23 トルコにおいて原子炉の立地、設計・建設、運転に適用される規制基準

段階	適用される規制基準	公布日
立地	● 原子力発電所の安全のための特別原則に関する規則	2008年10月17日
	● 原子力発電所のサイトに関する規則	2009年3月21日
	● 原子力施設の認可に関する規則	2023年3月17日
設計	● 原子力発電所の安全のための設計原則に関する規則	2008年10月17日
	● 原子力発電所の安全のための特別原則に関する規則	2008年10月17日
建設	● 原子力発電所の安全のための特別原則に関する規則	2008年10月17日
	● 原子力発電所の建設検査に関する規則	2017年3月31日
	● 原子力施設の認可に関する規則	2023年3月17日
運転	● 原子力発電所の安全のための特別原則に関する規則	2008年10月17日
	● 原子力施設の認可に関する規則	2023年3月17日

出所) NDK ウェブサイト「法制度」、各規制基準、NDK「原子力安全条約第8回国別報告書」(2019年8月)に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成

7.3.2 原子力損害賠償制度

トルコは、パリ条約を1961年10月に批准している²¹⁹。またジョイントプロトコールは1988年9月に署名、2007年6月に同国で発効している²²⁰。また、原子力規制法がパリ条約及びジョイントプロトコールを国内法化するとともに、原子力損害賠償について規定している。なお、調査対象国の原子力損害賠償に関する国際条約の締結状況は、3.3.2 イギリスの「原子力損害賠償制度」の冒頭において整理している。

トルコでは、NDKの設立等の原子力安全規制体制の刷新前に施行されていた2007年11月制定の「原子力発電所の建設及び操業に関する法律第5710号」で原子力損害賠償について一部規定されていたが、同法は2018年7月のデクレ法第702号で廃止されている²¹⁵。2022年3月8日付の官報で公布された原子力規制法では、原子力損害賠償について表4-24に整理する規定が設けられている。また、2023年10月19日付官報で、事業者が加入を求められる保険又は提供を求められる担保に関する手続及び原則を定める「原子力リスクに対する賠償責任保険及び担保規則」が公布されている²²¹。

表 4-24 原子力規制法における原子力損害賠償に関連する規定

内容	規定の概要	条文番号
パリ条約の国内法化	本法に別段の規定がない限り、原子力事故から生じる原子力損害賠償についてパリ条約を適用する。	12 条 1 項
無過失責任、責任集中、免責	<ul style="list-style-type: none"> ● 事業者は、原子力事故が発生した場合、事業者又はその職員の過失、施設に関する技術、製品及び業務を提供する者の過失にかかわらず、原子力損害賠償責任及び補償金の支払責任を負う。 ● 事業者は、武力紛争、敵対行為、内乱又は暴動に直接起因する原子力事故による原子力損害については、責任を負わない。 ● 事業者は、原子力損害の原因となった原子力事故が原子力損害を被った者の故意又は重大な過失によって生じたことを証明した場合、所轄裁判所の決定によって、その原子力損害を被った者に対してのみ、その責任の全部又は一部を免れることができる。 	12 条 4、5、8 項
責任限度額、付保義務、原子力保険プール	<ul style="list-style-type: none"> ● 原子力事故に対する事業者の責任額は、10MW 以上の熱出力を持つ原子炉について、7 億ユーロ ● 事業者は、各原子力施設又は輸送活動について、第 13 条に定める上限額で、かつ、NDK が定める時期及び条件に従い保険に加入するか、又は別の担保を提供する義務を負う。 ● 事業者の義務に保険を付保するため、原子力保険プールを設立する。 	13 条 1 項 a)、14 条 1 項、15 条 1 項
求償権と時効	人命の損失及び人の健康に関する損害の賠償請求は、いかなる場合においても、原子力事故の発生日から 30 年が経過したときは時効となり、その他の原子力損害の賠償請求は、原子力事故の発生日から 10 年を経過したときに時効となる。	19 条 4 項
責任限度額を超える損害に対する政府の対応	原子力損害が 13 条に定める賠償責任限度額を超えると予想される場合には、原子力損害の被害者が原子力事故によって生じた原子力損害の賠償のために行う申請を評価し、決定するために、原子力事故が発生した日から遅くとも 2 か月以内に、大統領が原子力損害評価委員会を設置し、この事項を官報及びその他適当と認める手段で公告する。	18 条 1 項

出所) 原子力規制法に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成

7.3.3 原子力安全に関する規制当局

(1) NDK の概要

NDK の設置以前、原子力安全規制は TAEK が担当していた。NDK は TAEK の任務を継承した組織であり、管理と資金について自律性を与えられ、独立してその権限を行使する²²²。図 4-10 は、原子力安全条約第 8、9 回合同締約国会議の国別報告書に掲載された NDK の組織図である。

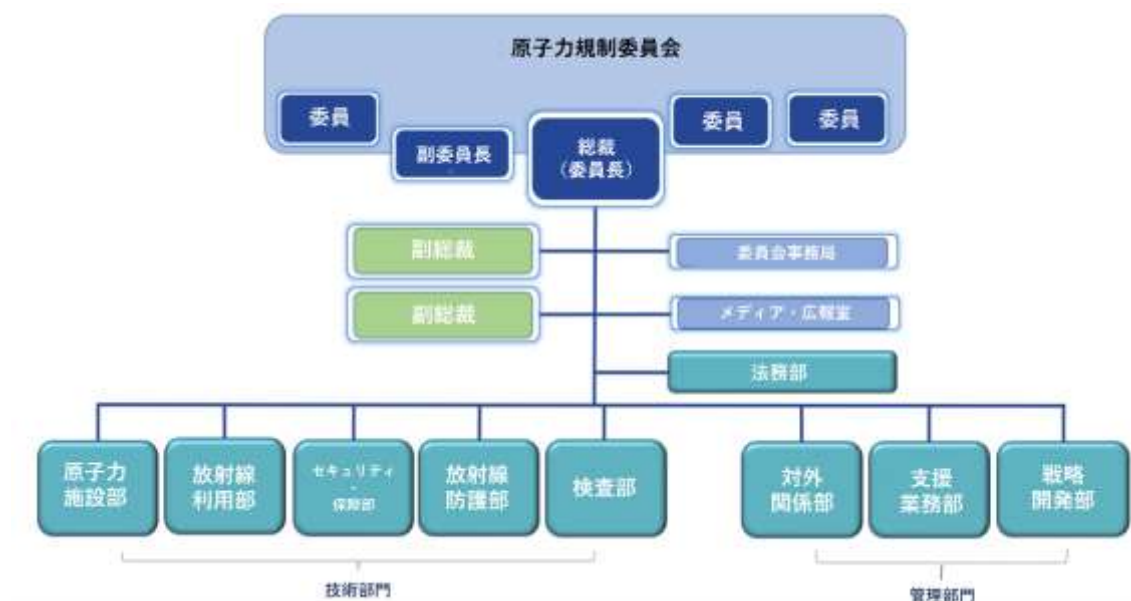


図 4-10 NDK の組織図

出所) NDK “Convention on Nuclear Safety Turkish National Report for the Joint 8 th and 9 th Review Meeting”
(2022 年 8 月) より引用

NDK の組織や権限は、2022 年 3 月 8 日付の官報で公布された「原子力規制庁の組織と任務に関する大統領令」で規定されている。本大統領令において、NDK の意思決定組織は委員会であることが規定されている。委員会は、大統領によって任命される 5 名の委員で構成され、うち 1 名が総裁、1 名が副委員長として任命される¹。委員会は最低で 3 名の委員の出席をもって召集され、最低で 3 名の委員の可否が同一となった場合に議決される。なお、2024 年 1 月 23 日に閲覧した NDK のウェブサイトの組織図によれば、現在総裁は欠員となっているが、副委員長と 3 名の委員は在職している²²³。

NDK の事務局機能は、総裁を頂点とし、2 名の副総裁が置かれ、その下に設置される部局によって担われる。大統領令により、技術部門として原子力施設部、放射線利用部、セキュリティ・保障部、放射線防護部、検査部が置かれ、その他法務部等が置かれることが規定されている^{224,225}。

¹ NDK の長は意思決定組織である委員会の長であるとともに、事務局部門の長でもあるため、「委員長」とはせず「総裁」と訳している。

(2) NDK の人員

NDK の 2022 年次報告書によると、NDK は 219 名の常勤職員と、法令の規定により他の公的機関から派遣された 10 名の職員の、合計 229 名で構成されている²²⁶。収入について、「原子力規制庁の組織と任務に関する大統領令」第 28 条で NDK の収入源として以下が規定されている。

- 手数料及びサービス料
- 出版及びその他の収入
- 寄付金
- NDK に帰属する動産又は不動産の収入
- 一般会計からの財務省補助金

なお、第 28 条では NDK が監督管理下にある者から寄付を受けることができないことも規定されている。

(3) NDK の予算

表 4-25 は、NDK の 2022 年次報告書に掲載された同年における NDK の予算と実績収入額である。表によれば、同年の NDK の総予算額は約 2 億 1,900 万トルコリラ（約 10 億 800 万円、1 トルコリラ=4.95 円として換算（以下同様））であったが、収入の実績は約 3 億 2,900 万トルコリラ（約 16 億 3,000 万円）であった²²⁶。

表 4-25 2022 年における NDK の予算と実績収入額（単位：トルコリラ）

項目	予算	実績
検査・監査費用	190,000,000	1,570,606.76
原子力及び電離放射線の認可収入	28,925,000	50,345,795.07
原子力及び電離放射線に関する審査	100,000	253,393,277.25
未収利息	0	1,270,006.81
個人からの未収金	0	59,183.23
その他雑収入	0	22,390,560.49
合計	219,025,000	329,029,429.61

出所) NDK2022 年次報告書

(4) 他国及び国際機関との協力

1) NDK と欧州委員会の協力による「トルコの規制機関の支援」プロジェクトの情報提供 会合の開催

2022 年 2 月 8 日、NDK と欧州委員会の協力による「トルコの規制機関の支援」プロジェクトの情報提供会合が実施された。会合で欧州委員会側の代表者は、EU で適用されている安全基準が同じようにトルコでも実施されていることに満足を示した。また、トルコエネルギー天然資源省副大臣は、NDK が EU と原子力安全の確保に向けて、共同プロジェクトを

組織していることに言及した²²⁷。

2) ロシアの原子力安全規制機関の代表のトルコ訪問

2023年1月24日から25日にかけて、ロシアの原子力安全規制機関である連邦・技術・原子力監督庁（Rostekhnadzor）長官等の代表団がトルコを訪問し、NDK 総裁等と会談した。また、両組織は協力の強化を目的とした覚書の署名し、アキュ原子力発電所を訪問した²²⁸。

3) 韓国・原子力安全委員会（NSSC）との MOU の締結

2023年9月27日のIAEA第67回総会に際して、NDKは韓国の原子力安全規制機関であるNSSCと、原子力安全及び放射線防護の分野における協力と情報交換のためのMOUを締結した。本件を伝えたプレスリリースでは、具体的な協力の分野として緊急時のための準備と緊急時対応、放射性廃棄物管理、及び放射性物質の輸送が挙げられている²²⁹。

7.3.4 原子力資機材の輸出管理制度

トルコは核兵器不拡散条約、化学兵器禁止条約及び生物兵器禁止条約を締結しており²³⁰、またNSG、ZC、MTCR、AG及びWAといった主要な国際輸出レジームにすべて加入している²³¹。

国内における核セキュリティの確保に関して、原子力規制法は、原子力・放射線に関連する活動及びこれらに関連する人、施設、装置、物質が核セキュリティの観点から規制管理の対象になることを規定し、また、NDKが核セキュリティに関連する規制を制定できることを規定している²¹⁷。また、「原子力規制当局の組織と任務に関する大統領令」は、NDKが原子力及び放射線に関連する活動における核セキュリティ、並びに核セキュリティに関連してNDKが決定した物質、材料、機器、システム、部品又は関連技術の輸出入を規制することを規定している²²⁴。

核セキュリティに関して、NDKは2020年3月に「原子力輸出管理規則を制定している。原子力輸出管理規則では、NDKが核物質移転警告リストとデュアルユースリストを公開すること、これらのリストに掲載された物品の輸出において許可の取得が必要であること等が規定されている²³²。

7.3.5 IAEA の評価サービス IRRS の受入れ状況等

トルコにおいて、2022年9月5日から同16日にかけて、IRRS ミッションのレビューが実施された。なお、IAEAのピアレビューに関するデータベースには、トルコに対するフォローアップミッションの予定は記載されていない²³³。

2022年9月のミッションでレビューチームは、トルコに対して28件の勧告と14件の提言が提示され、1件の良好事例が指摘された。表4-26に勧告を整理する。

表 4-26 IRRS ミッションにおけるトルコに対する勧告

分野		勧告の内容
1. 法令上	1	政府は、基本安全目的を達成し、段階的アプローチに従って基本安全原則を

分野		勧告の内容
の及び政府の責任		適用するためのメカニズムに取り組む原子力・放射線安全のための国家政策を文書化し、戦略を確立すべきである。
2. 国際的な安全体制	2	NDK は、国際的な運転経験を分析し、学ぶべき教訓を特定し、その教訓を普及させ、権限を与えられた当事者、規制機関、その他の関連当局が活用するためのシステムを確立すべきである。
3. 規制機関の責任と機能	3	NDK は、全職員に対し、必要な能力と技能を維持するため、適宜、様々なテーマについて定期的な再教育を義務付けるプロセスを確立すべきである。
4. 規制機関のマネジメントシステム	4	NDK は、意思決定プロセスで生じるコンフリクトの解決に対応するため、マネジメントシステム文書を更新し、規制機能への段階的アプローチの適用方法に関する基準を定めるべきである。
	5	NDK は安全に対するリーダーシップと安全文化の評価を定期的実施すべきである。
5. 権限	6	NDK は、「原子力施設の認可に関する規則」案を確定し、可能な限り早期に実施すべきである。
	7	NDK は線量限度値を更新し、IAEA 安全基準との整合性を確保すべきである。
	8	NDK は、労働者等の保護と安全のために必要なローカルルールの策定プロセスにおいて、使用者、登録者、許可者による労働者の協議を確保するための規制条項を設けるべきである。
6. 審査と評価	9	NDK は、原子力施設の定期安全審査の要件及び定期安全報告を段階的な手順で評価するための審査基準を定めるべきである。
	10	NDK は、防護・安全システムが GSR Part 3 に適合していることを確実にするため、放射性物質の輸送による放射線量の定期的な評価を行うべきである。
	11	NDK は、タイプ B(M)のパッケージの設計、核分裂性物質及び低分散性放射性物質 (low dispersible radioactive material) のパッケージ、並びに核分裂性物質を含むパッケージの出荷承認について、SSR-6 (改定第 1 版) に適合するよう承認手順を更新すべきである。
	12	NDK は、放射線施設の防護と安全の最適化に用いる線量とリスクに関する適切な制約条件を確立すべきである。
7. 検査	13	NDK は、「原子力及び電離放射線に係る検査規則」(2023 年 8 月 11 日官報公布の「原子力及び電離放射線の検査及び立入検査に関する規則」で置き換え)に記載されている検査員の認可を可能にするため、検査員候補者プログラムの開発を完了すべきである。
	14	NDK は、原子力発電所の試運転及び運転段階における検査プログラムを策定すべきである。
	15	NDK は、TENMAK 廃棄物処理・貯蔵施設の再許認可において、作業員の安全、放射性廃棄物及び施設の安全が最優先され、短期的には放射性廃棄物の処理・貯蔵の強化及び施設全般の安全に焦点を当てた適切な計画が TENMAK によって策定されることを保証すべきである。
	16	NDK は、すべての放射線源施設と活動に対する検査プログラムを包括的に

分野	勧告の内容
	実施すべきである。
17	厚生省と NDK は、医療施設・活動の規制監督に関する正式な協力・調整の取決めを確立し、認可を受けた当事者と申請者に課せられる要件に矛盾がないようにすべきである。
8. 執行	18 NDK は、トルコの法律又は相手国が提供する規制プログラムのいずれに定められているかにかかわらず、原子力発電所の許認可基盤におけるすべての規制要件に対して、行政制裁のような強制措置を適用できるような法律又は規制構造の変更を行うべきである。
9. 規則とガイド	19 NDK は原子力規制法及び「原子力規制当局の組織と任務に関する大統領令」の規定を、その規則及びガイドにおいて完全に実施すべきである。この点に関して、NDK の規則及びガイドの全体的な見直しを実施し、以下を確認すべきである - NDK の現行の規則やガイドの中で上位の法律と矛盾する条項 - IAEA の基準に関するギャップ - 関連する経験の蓄積
20	NDK は、「原子力施設におけるクリアランス及びサイトの規制管理からの解放に関する規則」（この規則は、2023 年 9 月 1 日付官報公布の「放射性物質の解放及び放出に関する規則」で置き換え）の適用範囲を拡大し、すべての活動及び施設に適用できるようにすべきである。
21	NDK は、第一及び第二グループの放射線源施設及び活動に対する安全評価の要件を定め、安全評価報告書の内容に関するガイダンスを作成すべきである。
22	NDK は、放射性物質の輸送に関する国内規則を SSR-6（改定第 1 版）に沿って更新すべきである。
23	NDK と厚生省は、医療被ばくに関する現行の規制を見直し、GSR パート 3 で定められたすべての要件に対応するとともに、SSG-46 に沿って、医療用途における患者、作業員、介護者、慰問者、生物医学研究におけるボランティア、一般市民に関する放射線源の安全使用のためのガイドの作成を継続すべきである。
24	NDK は、商品中の放射性核種による被ばくの基準値を設定すべきである。
10. 緊急時準備と対応－規制の観点	25 NDK は、規制及び関連する IAEA 安全基準に沿ったガイドを作成すべきである。 i. すべての原子力施設、放射線施設及び関連する活動の緊急時計画の策定及び関連する緊急時演習計画の内容に関する詳細なガイダンスを提供すること。 ii. NDK が緊急時計画及び緊急時訓練の評価に用いる評価基準を文書化すること。 iii. NDK 職員が緊急時計画の内部評価及び緊急時訓練の評価に使用するため、事前に設定した目標がどのように決定されるかを含めること
26	NDK は、原子力及び放射性廃棄物施設に対し、緊急時計画を定期的に見直し、改訂するための要件を定めるべきである。
27	NDK は以下を行うべきである。

分野	勧告の内容
	i. 防災・緊急事態管理グループの運営に関する内部緊急事態計画を、関連規則に沿って策定し、実施する。 ii. 緊急時対応プランに詳述されている NDK 緊急時対応スタッフの能力要件に沿って、監督スタッフ向けの緊急時準備対応訓練プログラムを策定し、実施する。
28	政府は以下を確保すべきである。 i. 緊急時対応の分野において NDK に明確な役割と責任を割り当てる。 ii. 支援する省庁、機関、組織の任務、責任、調整要件を、国家放射線緊急時計画の中で明確にカバーする。

出所) IAEA “INTEGRATED REGULATORY REVIEW SERVICE (IRRS) MISSION TO TÜRKIYE Ankara, Türkiye 5to 16 September 2022”に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成

表 4-26 の勧告 20 では、「原子力施設におけるクリアランス及びサイトの規制管理からの解放に関する規則」の適用範囲の拡大が勧告されたが、本規則を置き換える「放射性物質の解放及び放出に関する規則」が 2023 年 9 月 1 日付の官報で公布されている。また、勧告 25 では緊急時準備と対応に関して規制及び関連する IAEA 安全基準に沿ったガイドを作成すべきであると勧告されたが、2023 年 6 月 16 日付の官報で「放射線緊急事態の管理に関する規則」が公布されている。IRRS レビュー報告書は、2022 年 9 月のレビュー実施後 3 カ月以内に取りまとめられることになっているため²³⁴、トルコ政府がレビュー報告書を受領したのは 2022 年末ごろと考えられるが、以上のことから、それ以降の 1 年程度の期間で、トルコはレビューでの勧告に対する対応を進めているものと判断できる。

7.4. IAEA の実施する主要な評価サービスの受入れに係る状況

本節では、安全配慮等確認に関する調査票で調査対象となっている IAEA の評価サービスのうち、INIR、SEED、GRSR 及び OSART の受入れ状況等を整理する。

(1) IAEA の評価サービス INIR の受入れ状況等

トルコは 2013 年 11 月に INIR2 ミッションを受け入れている²³³。このミッションは、アキュやシノップにおける原子力発電所建設プロジェクトを控えたトルコにおける原子力インフラ整備等をレビューするものであった。レビューチームは原子力に関する国家政策の完成、規制機関の強化、人材育成のための国家計画の策定などについて勧告を提示しつつも、原子力導入プログラムに対する政府の支援やアキュ原子力発電所における将来の安全性向上のための基金設立計画などの良好事例を特定している²³⁵。

なお、INIR ミッションは 3 つのフェーズで実施されることとなっており²³⁶、トルコは 2024 年第 2 四半期に INIR3 ミッションを受け入れる予定である²³³。

(2) IAEA の評価サービス SEED の受入れ状況等

IAEA のピアレビューに関するデータベースによると、トルコは TAEK が原子力安全規制機関であった 2017 年 7 月に SEED ミッションを受け入れており、また 2023 年 6 月に

も SEED ミッションを受け入れている²³³。ただし、両ミッションとも報告書が公表されておらず、詳細は確認できていない。

(3) IAEA の評価サービス GRSR の受入れ状況等

トルコは自国で発電用原子炉の設計を行っていない。同国では現在、アキュ原子力発電所でロシア製のプラントである VVER V-509 が建設されている。原子力安全条約第 8 回締約国会議のためのロシアの報告書によれば、ロシアでは原子炉の設計は同国の連邦規制や規則にしたがい、また IAEA の安全基準の要件を考慮して設計される²³⁷。

(4) IAEA の評価サービス OSART の受入れ状況等

トルコでは現在、アキュ原子力発電所でプラントの建設が進められている。NDK によれば、NDK はアキュ原子力発電所の運転会社であるアキュ・ニュークリア社に対して、運転前 OSART を受け入れるよう推奨し、同社はこれを受け入れ、準備作業を開始している²³⁸。ただし、運転前 OSART の実施予定は IAEA のピアレビューに関するデータベースには掲載されていない²³³。

7.5. 参考文献

- ¹⁹⁸ Akkuyu Nuclear “FIRST BATCH OF FUEL WAS DELIVERED TO AKKUYU NPP” (2023年4月27日)
<https://akkuyu.com/en/news/first-batch-of-fuel-was-delivered-to-akkuyu-npp>
- ¹⁹⁹ Akkuyu Nuclear “Commissioning Permit For The First Power Unit Of The Akkuyu Npp Was Received” (2023年12月12日)
<https://akkuyu.com/en/news/commissioning-permit-for-the-first-power-unit-of-the-akkuyu-npp-was-received->
- ²⁰⁰ NDK “A FULL REPORT TO THE 8 TH REVIEW MEETING OF CONVENTION ON NUCLEAR SAFETY” (2019年8月)
https://www.iaea.org/sites/default/files/21/07/national_report_of_turkey_for_the_8th_review_meeting.pdf
- ²⁰¹ NDK “The Joint Eighth and Ninth Review Meeting of the Convention on Nuclear Safety (CNS) was held in Vienna” (2023年3月28日)
<https://www.ndk.gov.tr/en-US/haberler/the-joint-eighth-and-ninth-review-meeting-of-the-convention-on-nuclear-safety-cns-was-held-in-vienna>
- ²⁰² IAEA “Joint 8th and 9th Review Meeting of the Contracting Parties to The Convention on Nuclear Safety 20 - 31 March 2023 Vienna, Austria Summary Report” (2023年3月31日)
https://www.iaea.org/sites/default/files/23/04/23-01280e_cns8_9rm2023_08_final.pdf
- ²⁰³ IAEA “Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management” (2023年2月20日)
https://www.iaea.org/sites/default/files/22/06/jointconv_status.pdf
- ²⁰⁴ IMO ウェブサイト”International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974” (2023年10月26日閲覧)
[https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx)
- ²⁰⁵ “ANTARKTİKA’DA ÇEVRE KORUMA PROTOKOLÜNÜN UYGULANMASINA DAİR YÖNETMELİK” (2020年6月13日)
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/06/20200613-1.htm>
- ²⁰⁶ “Agreement between the Government of the Republic of Turkey and the Government of the Russian Federation on Cooperation in relation to the Construction and Operation of a Nuclear Power Plant at the Akkuyu Site in the Republic of Turkey” (2010年5月12日)
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/10/20101006-6.htm>
- ²⁰⁷ NDK “Convention on Nuclear Safety Turkish National Report for the Joint 8 th and 9 th Review Meeting” (2022年8月)
https://www.iaea.org/sites/default/files/23/11/turkiye_cns_national_report_joint_8th_and_9th_rm.pdf
- ²⁰⁸ 国連環境計画ウェブサイト”Signatures and Ratifications of the Barcelona Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean and its Protocols as at 29 October 2020 (last notification received).”
https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7096/StatusOfSignaturesAndRatifications_2

0201029.pdf

²⁰⁹ 黒海汚染防止条約常駐事務局ウェブサイト（2023年10月6日閲覧）

<http://www.blacksea-commission.org/>

²¹⁰ EUR-Lex “CONVENTION for the protection of the marine environment and the coastal region of the mediterranean”（2023年10月23日閲覧）

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:01976A0216\(01\)-20040709](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:01976A0216(01)-20040709)

²¹¹ The Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution Permanent Secretariat ”Convention on the Protection of the Black Sea Against Pollution”（2023年10月23日閲覧）

<http://www.blacksea-commission.org/Official%20Documents/The%20Convention/Full%20Text/>

²¹² 環境・都市化・気候変動省環境管理総局ウェブサイト（2023年10月25日閲覧）

<https://cygm.csb.gov.tr/sss/deniz-ve-kiyi-yonetimi>

²¹³ IAEA “Convention on Early Notification of a Nuclear Accident”（2023年11月14日）

https://www.iaea.org/sites/default/files/23/11/not_status.pdf

²¹⁴ IAEA “Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency”（2023年11月14日）

https://www.iaea.org/sites/default/files/23/11/not_status.pdf

²¹⁵ エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ「令和2年度諸外国における原子力安全制度の整備状況等に関する調査報告書」（2021年3月）

<https://www.cao.go.jp/oaep/dl/houkoku2107.pdf>

²¹⁶ トルコ共和国憲法裁判所 "Turkish Constitutional Court's Case-law Summary"（2021年3月8～19日）

<https://www.anayasa.gov.tr/en/case-law-summary/>

²¹⁷ 「原子力規制法」（2022年3月8日）

<https://perma.cc/X58Z-UL6J>

²¹⁸ NDK ウェブサイト「法制度」（2024年1月23日閲覧）

<https://www.ndk.gov.tr/mevzuat>

²¹⁹ OECD/NEA “Paris Convention: Latest status of ratifications or accessions”（2023年10月23日閲覧）

https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_31798/paris-convention-latest-status-of-ratifications-or-accession

²²⁰ IAEA “Joint Protocol Relating to the Application of the Vienna Convention and the Paris Convention”（2023年9月25日）

https://www.iaea.org/sites/default/files/23/09/jp_status.pdf

²²¹ 「原子力リスクに対する賠償責任保険及び担保規則」（2023年10月19日）

<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=40369&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>

²²² NDK ウェブサイト “About NDK”（2023年10月4日閲覧）

<https://www.ndk.gov.tr/en-US/about-ndk>

²²³ NDK “Organizational Structure Nuclear Regulatory Authority”（2024年1月23日閲覧）

<https://www.ndk.gov.tr/en-US/organizational-structure>

²²⁴ 「原子力規制当局の組織と任務に関する大統領令」（2022年3月8日）

<https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/19.5.95.pdf>

- ²²⁵ NDK ウェブサイト “Organizational Structure” (2023 年 10 月 6 日閲覧)
<https://www.ndk.gov.tr/en-US/organizational-structure>
- ²²⁶ NDK 「2022 年次報告書」 (2023 年 10 月 4 日閲覧)
<https://webim.ndk.gov.tr/file/ab505c4a-894a-4550-bb3d-4fc73c3ca3f3>
- ²²⁷ NDK “The Dissemination Meeting of the "Support to the Regulatory Authority of Turkey" Project, organized in partnership with the Nuclear Regulatory Authority (NDK) and the European Commission, was held on Tuesday, February 8, 2022.” (2022 年 2 月 10 日)
<https://www.ndk.gov.tr/en-US/news/the-dissemination-meeting-of-the-support-to-the-regulatory-authority-of-turkey-project>
- ²²⁸ NDK “The Chairman of the Federal Service for the Supervision of Environment, Technology and Nuclear Management (Rostekhnadzor) and the accompanying delegation made a technical visit to Türkiye.” (2023 年 1 月 27 日)
<https://www.ndk.gov.tr/en-US/news/rostechnadzor-made-a-technical-visit-to-turkiye>
- ²²⁹ NDK “The Nuclear Regulatory Authority (NDK) and the Nuclear Safety and Security Commission (NSSC) of the Republic of Korea signed a Memorandum of Understanding.” (2023 年 10 月 31 日)
<https://www.ndk.gov.tr/en-US/news/the-nuclear-regulatory-authority-ndk-and-the-nuclear-safety-and-security-commission-nssc-of-the-republic-of-korea-signed-a-memorandum-of-understanding>
- ²³⁰ 国際連合ウェブサイト “DISARMAMENT TREATIES DATABASE Turkey” (2024 年 1 月 23 日閲覧)
<https://treaties.unoda.org/s/TUR>
- ²³¹ 外務省ウェブサイト「国際輸出管理レジーム参加国一覧表」 (2018 年 10 月 3 日)
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/regime/regime.html>
- ²³² NDK 「原子力輸出管理規則」 (2020 年 2 月 13 日)
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=34272&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
- ²³³ IAEA “Peer Review and Advisory Services Calendar” (2024 年 1 月 23 日閲覧)
<https://www.iaea.org/services/review-missions/calendar?type=All&year%5Bvalue%5D%5Byear%5D=&location=3549&status=All>
- ²³⁴ IAEA “IAEA Mission Finds Commitment to Safety in Türkiye as Country Builds First Nuclear Power Plant” (2022 年 9 月 16 日)
<https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-mission-finds-commitment-to-safety-in-turkiye-as-country-builds-first-nuclear-power-plant>
- ²³⁵ IAEA “IAEA Reviews Turkey's Progress in Nuclear Power Development” (2013 年 11 月 14 日)
<https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-reviews-turkeys-progress-nuclear-power-development>
- ²³⁶ IAEA “IAEA Services Series 34 Guidelines for Preparing and Conducting an Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR)” (2017 年 9 月)
https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/SVS-34_web.pdf
- ²³⁷ ロシア連邦環境・技術・原子力監督庁 (ROSTECHNADZOR)、ROSATOM”THE EIGHTH NATIONAL REPORT OF THE RUSSIAN FEDERATION ON THE FULFILLMENT OF COMMITMENTS RESULTING FROM THE CONVENTION ON NUCLEAR SAFETY” (2019 年)

https://www.iaea.org/sites/default/files/21/07/national_report_of_the_russian_federation_for_the_8th_review_meeting.pdf

²³⁸ NDK “Pre OSART Uluslararası Atom Enerjisi Misyonlar” (2024 年 1 月 23 日閲覧)

<https://www.ndk.gov.tr/pre-osart>

8. 原子力関連産業のサプライチェーンの実態調査

多くの国が将来的にも原子力エネルギーを利用する意向があることから、我が国の原子力産業が海外の原子力施設の主要資機材の輸出等を行う可能性を予め把握するためには、諸外国における原子力関連産業のサプライチェーンの状況を調査し、今後日本からの原子力関連資機材の輸出の可能性を検討することが必要である。

こうしたことから、本章ではまず「日本のサプライチェーンの予備調査」として原子力施設の建設・運転・廃止措置の各段階についてサプライチェーンの構造などを整理した上で日本のサプライチェーンについて予備的な調査を行い、それを踏まえてアメリカ、フランス、ドイツ、及びカナダを対象として、サプライチェーンに関する調査結果を整理する。

8.1. 日本における原子力産業サプライチェーンの概況

本調査では、日本における原子力産業サプライチェーンの状況を把握するため、業界団体2団体とサプライチェーンの上位に位置するベンダー4社に対してヒアリングを実施した。以下、公開情報に基づく調査とヒアリング調査の結果に基づき日本における原子力産業サプライチェーンの概況を示す。

8.1.1 原子力産業に特有のサプライチェーン

原子力産業には原子炉圧力容器 (RPV) のような原子力産業でしか活用されない資機材から、バルブやポンプのように他産業でも活用されている資機材まで幅広い範囲が含まれる。原子力産業でしか活用されない資機材ではなくとも、規制や品質管理の観点で一般産業品よりも厳しい要求があるため、新規参入は容易ではない。また、ポンプの中にも一次冷却材ポンプのような原子炉の安全に関わるものは一般産業品よりも高い性能が求められる。一方、海水の取水に用いるポンプ等は比較的一般産業品に近いといえる。このように、一般産業品が存在する資機材であっても役割によって求められる水準が異なることから、原子力産業に特有のサプライチェーンが必要となる資機材が幅広く存在する。原子力産業での実績がない企業の参入が難しく、原子力産業に特有といえる資機材・サービスを表 8-1 に示す。

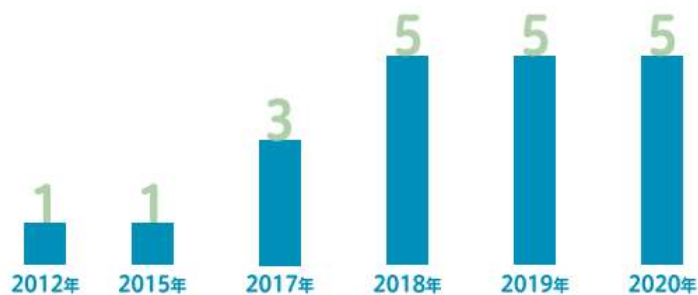
表 8-1 原子力産業に特有の資機材・サービス

大区分	資機材種別		特徴
RPV・タービン・炉内構造物等	<ul style="list-style-type: none"> 炉内構造物 炉内構造物部素材 炉心構成要素 燃料関連設備 RPV 大型鍛造材 蒸気発生器 	<ul style="list-style-type: none"> 制御棒駆動機構 制御棒 伝熱管 2次系機器 格納容器 タービン タービン部素材 	原子力産業に特有の資機材であり、固有の技術等が必要となる。
冷却材・安全系等	<ul style="list-style-type: none"> ポンプ バルブ バルブ部素材 	<ul style="list-style-type: none"> 給水・排水・復水系 シール類 配管類 	一般産業品よりも高い性能・品質管理等が要求されるため、一般産業品での代替が容易ではない。特に安全性に関する資機材では原子力に固有の製品となる。
電気・計装等	<ul style="list-style-type: none"> 電気系 ケーブル 変圧器 	<ul style="list-style-type: none"> 送配電関係 計測器 	
その他	<ul style="list-style-type: none"> 燃料 廃止措置 	<ul style="list-style-type: none"> 解析・検査 放射線管理 	原子力産業に特有の資機材・サービス。

出所) ヒアリング結果、及び資源エネルギー庁「サプライチェーン強化に向けた人材育成の取組」(2023年1月18日)に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成
https://jinzai-initiative.jp/reaserch_result/r04/document/ANRE_R4report.pdf

8.1.2 サプライチェーンの状況

日本では東日本大震災以降、原子力発電所の新設が中断されており、サプライチェーンの脆弱化が懸念されている。一般社団法人日本原子力産業界が2021年に実施したアンケート調査によれば、2012年から2020年にかけて20社が原子力事業から撤退した(図8-1)。また、同調査によれば、原子力関連事業の分野ごとの見通しについて、約24%が「事業継続に不安」、「縮小を検討」、「撤退を検討」と回答していた(図8-2)。



出典：日本電機工業会統計資料

図 8-1 2012 年以降に原子力産業から撤退した企業数

出所) 一般社団法人日本原子力産業界「原子力サプライチェーンの維持・強化に向けた提言について」(2022年7月)より引用
<https://www.jaif.or.jp/journal/books/kouhou/13836.html>

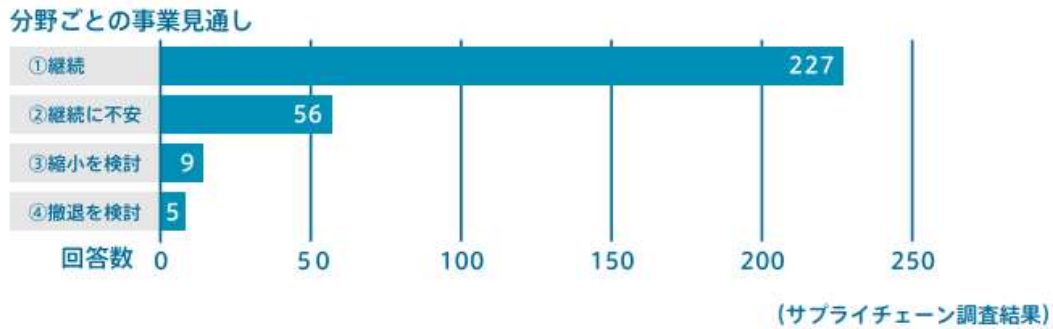


図 8-2 原子力関連産業の分野ごとの見通し

出所) 一般社団法人日本原子力産業協会「原子力サプライチェーンの維持・強化に向けた提言について」
(2022年7月)より引用

<https://www.jaif.or.jp/journal/books/kouhou/13836.html>

ヒアリング結果によれば、図 8-1 に示すようにサプライヤーが原子力産業から撤退したことによって、一部のベンダーでは調達できなくなった資機材が存在する。特に原子力に特有の資機材に関してはサプライヤーと共同開発しているものが多く、当該サプライヤーが撤退した場合は知財を買い上げて開発しなおしたり、別のサプライヤーと開発しなおしたりする必要があり、既存品での代替も容易ではないとのことであった。一方、撤退したサプライヤーの事業を承継して内製化することで対応しているベンダーや、現時点ではサプライチェーンを維持できているベンダーも存在した。いずれの場合であっても、サプライヤーのさらなる撤退があってもおかしくない状況であり、長期的にサプライチェーンを維持できるか不透明な部分が多いとしている。

サプライチェーンの維持が難しい要因としては、新設の見通しが立たないことが挙げられていた。現在は新規制基準への対応によって維持できているサプライチェーンも存在する一方で、RPV のように新設時にしか製造されない資機材も存在するため、サプライチェーンの維持には新設が必須であるとの指摘があった。また、新設を経験したことがある技術者の高齢化が進んでおり、技術継承の観点からも新設が重要であるとの指摘があった。

このような状況に対して、産業界では一般産業用工業品採用 (Commercial-Grade Dedication :CGD) を進める動きが見られる。アメリカでは既に取り組が進められており、日本においても一般社団法人日本電機工業会が 2022 年にガイドラインを制定した²³⁹。また、経済産業省においても原子力サプライチェーンプラットフォーム (NSCP) を立ち上げ、産官学連携で人材育成や供給途絶対策に取り組んでいる。日本のサプライチェーンの状況として、NSCP 参加企業と主な取扱製品を表 8-2 に示す。

表 8-2 NSCP 参加企業と主な取扱製品

企業名	主要取扱製品	企業名	主要取扱製品
IHI	RPV、PCV、配管、高レベル廃液 ガラス固化設備、ガラス固化体貯 蔵設備	ツバキ・ナカシマ	送風機
IHI検査	非破壊検査	TVE	バルブ
アトックス	設備・プラント工事、廃止措置工 事、施設管理、放射線管理	ティエルバイ	蒸気系配管、逆止弁
天辻鋼球製作所	金属加工品	東京計器	油圧機器
アロイ	ステンレス加工品	東京防災設備	火災感知設備、自動消火設備
イーグル工業	主蒸気隔離弁	東興機械工業	点検・据付
ウツエバルブ	バルブ	東芝エネルギー システムズ	ベンダー、タービン、制御棒駆動 機構、炉内構造物
宇徳	発電所保守管理	東洋炭素	高温ガス炉炉内構造物材
荏原製作所	ポンプ	中北製作所	バルブ
岡野バルブ製造	バルブ	ニチアス	ガスケット、シール
オルガノ	浄化系設備	日揮	エンジニアリング
上組	使用済燃料輸送	日本ギア工業	アクチュエータ
関水社	ポンプ	日本精工	産業用モータ
木村化工機	輸送容器、使用済燃料検査装置、 MOX燃料製造設備、放射性廃棄 物処理設備	日本製鉄	蒸気発生器用伝熱管
クマヒラ	水密扉	日本発条	設計、技術サービス
クリハラント	プラント建設・据付	日本ビラー工業	パッキン、ガスケット
グローバル・ニュークリ ア・フュエル・ジャパン	BWR燃料、炉心管理、炉心・燃料 解析、MOX燃料設計・部材供給	日本冶金工業	金属素材
原子燃料工業	BWR/PWR燃料集合体製造、高 温ガス炉燃料製造、炉心管理	日本製鋼所 M&E	圧力容器用大型鍛造品(シェルフ ランジ等)
ケンブリッジフィル ターコーポレーション	フィルター	能美防災	防災システム
神戸製鋼所	PWR上蓋、給水加熱器、鍛造品、 ジルカロイ被覆管、廃棄物処理設 備、貯蔵容器	バルカー	シール、断熱材
神戸工業試験場	試験・分析	日阪製作所	熱交換器
サンメック	産業機器製造	日立GEニュー クリア・エナジー	ベンダー、制御棒駆動機構、PCV、 炉内構造物
三和テッキ	防振器、ハンガ	日立造船	金属キャスク、コンクリートキャス ク
GSユアサ	蓄電池、電源システム	非破壊検査	検査
清水建設	設計、建設	平田バルブ工業	バルブ
新日本空調	空調、電気・制御設計	ブイテックス	バルブ
スギノマシン	保守機器	フジキン	バルブ
助川電気工業	模擬燃料集合体、電磁ポンプ(Na 高速炉)	富士電機	遠隔設備、廃棄物設備、高温ガス 炉炉内構造物・燃料取扱い設備
瀬尾高圧工業	鍛造品、熱交換器	プロテリアル	ケーブル
ダイクレ	熱交換器	ベンカン機工	溶接接手
大同特殊鋼	ステンレス加工品	北海鉄工所	鏡板、鏡板検査
太平洋製鋼	鍛造品	マイステック	原子力関連部品
太平洋特殊鋳造	タービン	三菱原子燃料	再転換、PWR燃料、制御棒クラ スタ
高田工業所	エンジニアリング	三菱重工業	ベンダー、タービン、RPV、制御 棒駆動機構、PCV、炉内構造物、 蒸気発生器
竹中製作所	ボルト	三菱電機	制御棒駆動コイル、非常用DG・制 御盤、制御棒制御装置、中央制御 盤、タービン
多摩川精機	モーター	ヨシダ	グローブボックス

出所) NSCP 及び各社ウェブサイトに基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成

8.1.3 大型軽水炉新設や革新炉開発への対応可能性

ヒアリングでは、基本的に大型軽水炉新設や革新炉開発においても現在の日本のサプライチェーンで対応できるという回答が多かった。先述のとおり、一部のベンダーでは調達できなくなった資機材が存在しているが、建設開始までには対応は可能との考えが示された。商用炉の建設実績がない革新炉であっても、軽水炉 SMR であれば既存軽水炉技術の、また高速炉や高温ガス炉であれば研究炉で培った技術の延長に位置することから、新たに開発すべき要素はあったとしても、大きな課題はないとする見解が多かった。サプライチェーンの観点では研究炉と商用炉で大きな差異はなく、炉型による差異の方が影響するとしていた。以下に革新炉に特有な資機材とそのサプライヤーを表 8-3 に整理する。もんじゅ及び高温工学試験研究炉（HTTR）における製造実績がある場合は明記した。

表 8-3 高速炉及び高温ガス炉に特有の資機材とそのサプライヤー

炉型	資機材等	サプライヤー
高速炉	ベンダー	三菱FBR、東芝
	1次主循環ポンプ	日立GE(もんじゅ)
	電磁ポンプ	助川電機(もんじゅ)、東芝
	中間熱交換器	日立GE(もんじゅ)
	蒸気発生器	日立GE(もんじゅ)、三菱FBR
	コールドトラップ	日立GE(もんじゅ)
	炉内検査装置	不明
	液体金属用計測器	助川電機(もんじゅ)
	燃料集合体	なし ^{※1}
	燃料取扱い設備	富士電機(もんじゅ)
	ナトリウム冷却材	なし(輸入のみ) ^{※2}
	高温ガス炉	ベンダー
炉内構造材		東洋炭素(HTTR、中国への輸出)
中間熱交換器		東芝(HTTR)
蒸気発生器		MHI
ヘリウムガスタービン		MHI
高温ガススクーラー		MHI(HTTR)
高温二重配管		MHI(HTTR)
反応度制御設備		東芝(HTTR)
TRISO燃料		NFI・JAEA(HTTR)
燃料取扱い設備		富士電機(HTTR)
ヘリウム冷却材		なし(輸入のみ)

※1 もんじゅのときは現JAEAを中心に製造しており、常陽の燃料はJAEAが製造しているが、高速炉用燃料を製造しているメーカーは存在していない
 ※2 日本唯一の金属ナトリウムメーカーであった日本曹達株式会社は国内製造を停止し、かつてはフランス子会社を製造拠点としていたが、子会社の全株式を譲渡している

出所) 各種資料に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成

240,241,242,243,244,245,246,247,248,249,250,251

8.2. アメリカにおける原子力産業サプライチェーン

本節では、アメリカにおける原子力産業サプライチェーンについて整理する。

8.2.1 アメリカにおける原子力サプライチェーンの概要

アメリカの電力部門の構造は、発電、送電、配電、需要家の4つの主要な構成要素からなるが、各構成要素の役割は、州や地域によって異なる。アメリカで主力の発電源は、石炭、天然ガス、原子力である。電力部門は、公営、私営、協同組合の公益事業者、独立系発電事業者、3つの地域同期送電網、8つの北アメリカ電力信頼度協議会（NERC）など、さまざまな参加者で構成されている²⁵²。

原子力発電所を所有する電気事業者はのべ37社存在し^{253,254,m}、原子力サプライチェーンも、PWRを開発・製造するウェスティングハウス（WH）社、BWRを開発・製造するGE日立ニュークリア・エナジー（GEH）社、ニュースケール社等の新興SMRベンダーや、エンジニアリング会社など多数存在する²⁵⁵。アメリカでは現在、93基のプラントが運転中であり、最近ではボーグル3号機（AP1000）が2023年7月に商業運転を開始している。またボーグル4号機（AP1000）は2024年2月時点で建設中であり、同機は2024年2月14日に最初の臨界を迎えている²⁵⁶。

商用発電炉では、41基が恒久停止されている²⁵³。アメリカでは、ホルテック社、エナジーソリューション社、ノーススター社などが、恒久停止されたプラントの所有権等を買上げるなどして、廃止措置を専門的に請け負っている。

8.2.2 アメリカにおける建設段階の主要事業者

(1) Westinghouse Electric Corporation（WH社）

WH社は、1957年にペンシルベニア州 SHIPPINGPORT において世界初の商用PWRを供給した。今日、世界には430基以上、ネット設備容量で370,543MWeの原子炉が存在するが、そのおよそ半分以上がWH社の技術を利用しており、同社は設備容量ベースで世界最大のプラントの供給元となっている²⁵⁷。また、核燃料製造も行っている²⁵⁸。

WH社の現在の大型炉における主要な炉型はAP1000である。原子炉建設プロジェクトにおける工期遅延に伴う回収不可能なコスト増加の結果として、WH社は2017年に破産申請し、翌2018年に東芝からブルックフィールドビジネスパートナーズやその他の国際的な機関投資家に売却された。2022年にカナダのカメコ社とブルックフィールドビジネスパートナーズがWH社の買収のために戦略的パートナーシップを締結した。持ち分は、ブルックフィールドビジネスパートナーズが51%、カメコ社が49%となっている。2023年11月には、買収手続きが完了している^{255,259}。

業種	<ul style="list-style-type: none">原子炉ベンダーエンジニアリング・建設
----	---

^m このデータは、IAEAのPower Reactor Information System（PRIS）において2024年2月末時点で運転中のアメリカの94基のプラントに関して、所有者として表示されている組織をカウントしたものである。1基のプラントに複数の所有者が表示されている場合は、複数の所有者をカウントしている。

	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉資機材製造
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 炉内構造物 制御棒駆動装置 ポンプ 燃料関係設備 電気・計装 プラントの建設計画や許認可 燃料（BWR、PWR、VVER）
特徴	<ul style="list-style-type: none"> PWR の開発者として、世界の原子炉のおよそ半分以上が WH 社の技術を利用 AP1000 の設計を行っており、そのほか SMR の AP300 やマイクロ炉 eVince、鉛冷却高速炉の開発も進める かつては原子炉資機材製造も行っていたが、アメリカや中国の AP1000 の建設では、資機材製造は外注しており、例えばアメリカの AP1000 で蒸気発生器は韓国の斗山が製造²⁶⁰ 原子炉の運転段階においては、電気・計装に加えて、長期運転、原子力蒸気供給システム（NSSS）のマネジメント、CGD を含む部品の製造、プラント停止中のサービスなどを展開 フロントエンドの世界大手であるカメコ社に経営統合される
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> AP1000 の世界初号機は中国であり、中国で 4 基、アメリカで 1 基が商業運転中のほか、ポーランドにおける建設計画が進行中であり、ブルガリア、ウクライナ、インドでも検討が進む PWR のみならず BWR の燃料も製造、ウクライナ等に対する旧ソ連製 VVER の燃料納入実績も有する²⁶¹
国際市場シェア	<ul style="list-style-type: none"> 建設中のプラントを含め、世界の 479 基中 68 基の NSSS を供給²⁵⁵

(2) GE Hitachi (GEH 社)

ゼネラル・エレクトリック（GE）と日立製作所は、2007 年に戦略的業務提携関係を構築し、GEH 社及び日立 GE ニュークリア・エナジー社が設立された。GE は 1956 年にアメリカで初の商用 BWR であるドレスデン 1 号機を供給して以降、原子炉の供給を行っている²⁵⁵。

一方、茨城県日立市に本店を置く日立 GE ニュークリア・エナジー社は、発電用軽水型原子炉施設、高速炉施設、原子燃料サイクル関連施設及びその他関連製品の設計、製造、販売、据付及び保守に関する業務を行っている²⁶²。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉ベンダー
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 燃料 制御棒駆動装置 炉内構造物 バルブ ポンプ

	<ul style="list-style-type: none"> 電気・計装系 中性子計測器
特徴	<ul style="list-style-type: none"> BWR の開発者として GE、日立製作所、及び GEH 社として存在し、60 年以上にわたって国際的に BWR を供給している²⁶³。 改良型沸騰水型原子炉（ABWR）や高経済性単純化沸騰水型原子炉（ESBWR）のほか、SMR の BWRX-300、ナトリウム冷却高速炉の開発も進める 原子力サービスとして、水化学、出力増強、プラントの設備更新、プラント停止中のサービスを展開
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> ABWR 初号機は、1996 年に柏崎刈羽原子力発電所で商業運転を開始、大間と島根 3 号機が建設中、台湾での建設プロジェクトは中断している²⁶⁴ BWRX-300 はカナダのオンタリオ州・ダーリントン原子力発電所での建設が決定済みであり、サスカチュワン州でも導入が決まっており、ポーランドでも導入計画が進む
国際市場シェア	<ul style="list-style-type: none"> 世界の 479 基中 38 基（すべて運転中）の NSSS を供給²⁵⁵

(3) BWXT 社

BWXT 社は原子力技術の中核として事業を展開しており、1950 年代から原子力潜水艦や原子力空母に搭載される原子炉の資機材を製造しているほか、原子力発電事業者を対象とした資機材製造、資機材の製造やメンテナンス、寿命延長のためのエンジニアリング、第 3・4 世代炉技術開発者の支援といった事業を行っている²⁶⁵。なお、同社のカナダ子会社について 8.5.3 (2) で整理している。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉主要機器メーカー 原子炉系統主要機器メーカー 燃料製造
取扱製品 ²⁶⁶	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉圧力容器 蒸気発生器（PWR） 炉内構造物 RPV ヘッド 加圧器 熱交換器 TRISO 燃料
特徴	<ul style="list-style-type: none"> アメリカでは、インディアナ州マウント・バーノンやオハイオ州バーバートンに製造施設を有する マウント・バーノンの施設はアメリカでも数少ない大型圧力容器の製造施設 バージニア州リンチバーグで、アメリカで唯一放射線試験を受けた TRISO 燃料を製造²⁶⁷
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> 世界中の CANDU 炉・PWR 向け蒸気発生器を製造しており、交換も含

	<p>めると累計 315 基を供給</p> <ul style="list-style-type: none"> 親会社の BWXT 社はアメリカ国防省やエネルギー省からの受託が豊富であり、原子力潜水艦、月面核分裂プラント、マイクロ炉、レガシーサイト復旧、医療用 RI 製造なども手掛ける
--	---

(4) Joseph Oat Corporation (ジョセフ・オート社)

ジョセフ・オート社は、ニュージャージー州カムデンの 1 万 1,000m² の敷地の工場で、200 トンまでの大型資機材の製造能力を有する²⁵⁵。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉主要機器メーカー 原子炉系統主要機器
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 圧力容器 蒸気発生器 熱交換器 放射性廃棄物や使用済燃料のキャスク
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ジョセフ・オート社は、アメリカで事業を継続している産業向け製造業で最も歴史の長い企業であり、ほぼ 50 年にわたって、クラス 1、2 及び 3 資機材²⁶⁹について ASME セクション III の原子力 N スタンプを所有している 納入実績のあるプラントに対して、アップグレードされた資機材や代替資機材を提供しているほか、NRC によって新たに設置が義務付けられた資機材も提供している ASME Section VIII²⁷⁰に準拠した資機材の設計と製造における産業界のリーダー 安全系、安全系でないもの両方の資機材で実績を有する²⁶⁸
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> 具体的な納入先は公表されていないが、国際的に製品を供給している

(5) Bechtel (ベクテル社)

ベクテル社は、設計・調達・建設 (EPC) 契約による建設工事の請負等を事業としている、アメリカに本拠を置く国際的なエンジニアリング・建設・プロジェクトマネジメント企業である。原子力分野では、8.2.3 (2) に整理するとおり、ボーグル原子力発電所 3・4 号機の建設等に従事している。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 建設・エンジニアリング
取扱製品 ²⁶⁹	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建設における設計・調達・建設 (EPC) による建設工事の請負

²⁶⁹ クラス 1 資機材は、一次冷却系を構成する資機材。クラス 2 資機材は、安全性の確保にとって重要な非常用炉心冷却装置を構成する資機材。クラス 3 資機材は、プラントの運転に必要な系統構成する資機材。

Sandia National Laboratories, "Global Trends of ASME "N-Stamp" Certifications for Nuclear Component Vendors" (2021 年 8 月 17 日) <https://www.osti.gov/servlets/purl/1813661>

²⁷⁰ ASME Section VIII は、ASME の規格のうち圧力容器の設計、製造、試験、精査、認定に関する要件を扱っているセクション

	<ul style="list-style-type: none"> 蒸気発生器の交換プロジェクト（デービス・ベッセ原子力発電所） DOE が進める多目的試験炉（VTR）プログラムに、GEH 社と協力して参画 テネシー川流域開発公社（TVA）のワッツバー2号機建設プロジェクト（8.2.3（1）を参照）
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ボーグル原子力発電所3・4号機建設プロジェクト、ワッツバー2号機建設プロジェクトのように、進行中のプロジェクトの実施体制に途中から参画してプロジェクトを完遂に導いた実績を有する
国際展開 ²⁶⁹	<ul style="list-style-type: none"> スリーマイルアイランド原子力発電所、チョルノービリ原子力発電所の汚染サイトにおける環境浄化と管理の経験を活用して DOE による放射能汚染水対策を支援してきた実績があるため、福島第一原子力発電所の水処理戦略の策定等で東京電力を支援

(6) Fluor（フルアー社）

アメリカの有力な政府コントラクターであり、化学、燃料、インフラ、生命科学、製造、鉱山・金属等の分野で事業を行っている²⁷⁰。また、後述するニュースケール社の筆頭株主である。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 建設・エンジニアリング
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建設における EPC による建設工事の請負 原子炉の改修や新設 原子炉の運転・マネジメント 原子炉の支援サービス 廃棄物管理
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 原子力サイトにおける環境管理やプログラム管理のための技術ソリューション提供に実績を有する
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> アメリカのほか、カナダの原子力サイトでも実績を有する ニュースケール社のプラントの海外における建設に乗じて海外展開を図る

(7) NuScale Power（ニュースケール社）

アメリカで、自ら開発する軽水炉型 SMR である VOYGR の建設プロジェクトを進めていたが、このプロジェクトは 2023 年 11 月に中止された（5.1.(1)を参照）。こうした状況を受け、2024 年 1 月には、人員を削減し、原子炉の研究開発から商業化への移行等の事業戦略に注力することを公表した²⁷¹。なお、VOYGR の商用化に向けて、エネルギー製造企業 ENTRA1 とグローバル戦略パートナーシップを締結している²⁷²。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉ベンダー
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 自社製 SMR”VOYGR”の設計
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 自社は設備製造部門を有さず、資機材は外部企業に製造を委託 2023 年 1 月に 1 モジュール 160MWt,50MWe の VOYGR の設計認証規則が NRC により公表、同年 3 月には NRC が、出力 77Mwe の VOYGR

	<p>の標準設計承認（SDA）申請の審査を開始</p> <ul style="list-style-type: none"> アメリカにおける SMR 建設プロジェクトをけん引してきたが、ユタ州公営電力システムズ（UAMPS）との協力による無炭素電力プロジェクト（CFPP）は中止 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 中止前に、原子炉圧力容器上蓋を韓国の斗山エネビリティに発注したほか、燃料取扱い設備の設計に関してフランスのフラマトム社と契約を締結していた²⁷³
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> ルーマニアで建設計画が進展中

(8) X-energy（X エナジー社）

エネルギー省（DOE）の支援を受けて、高温ガス炉の SMR である Xe-100 の開発・実用化を進めている。米化学大手のダウ社とは Xe-100 の熱利用のために基本合意書（LOI）を締結しており、テキサス州の建設サイトも決定している。その他ワシントン州の公益電気事業者 Grant PUD やカナダのオンタリオパワージェネレーション（OPG）社とも Xe-100 の活用に向け協力を進めている。

サプライチェーンに関して、蒸気発生器と原子炉圧力容器を韓国・斗山に発注することとしており、主要資機材の調達先にはアメリカのカーティス・ライト社が含まれる。また、黒鉛に関してアメリカのアムステッド・グラフィット社と契約を締結している²⁷⁴。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉ベンダー
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 自社製 SMR の Xe-100、Xe-Mobile の設計 Xe-100 の燃料（TRISO-X）の製造
特徴 ²⁷⁵	<ul style="list-style-type: none"> ニュースケール社同様に、自社は燃料製造設備以外の設備製造部門を有さず、資機材は外部企業に製造を委託するビジネスモデル（燃料製造施設は自ら建設・運営する） 調達において、それぞれの資機材等について 2 社の候補から競争的に調達先を選定することとしており、調達先には日本企業も含まれる DOE の「先進炉実証プログラム」による支援を受けていることから、海外企業への発注には一定の制約がある イギリスやカナダと、現地におけるサプライヤーリストの作成に向けた協力を進めている Xe-100 は、HALEU を使用する
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> イギリスやカナダ、ヨルダンで建設計画が進展中

(9) テラパワー社

テラパワー社は、アメリカ・マイクロソフト社の共同創業者であるビル・ゲイツ氏らによって設立された。現在、GEH 社との協力によるナトリウム冷却高速炉とエネルギー貯蔵及び発電システムを統合した「ナトリウム」技術の開発や、熔融塩高速炉技術の開発を進めている²⁷⁶。

サプライチェーンに関して、テラパワー社はベクテル社（(5) を参照）と EPC に関してパートナーシップを構築している。また、アメリカ北西部で原子力発電所を含め発電事業を行

うエナジー・ノースウエストと、パートナシップ協定を締結している。さらに、テラパワー社がワイオミング州・ケンメラーの石炭火力発電所サイトで進めるナトリウム炉の建設のサプライチェーンに関して、アメリカに本拠を置きプラントシミュレーション等を提供しているウェスタン・サービス社、アメリカに本拠を置き遠隔操作機器の製造等を行うジェームス・フィッシャー・テクノロジー、BWXT カナダ社（8.5.2（2）を参照）、ポンプやバルブの設計・製造等を行うアメリカのカーティスライト・フローコントロール社をサプライヤーとして選定している²⁷⁴。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉ベンダー
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> ナトリウム冷却高速炉とエネルギー貯蔵及び発電システムを統合した「ナトリウム」技術の設計 溶融塩高速炉技術の設計
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 2023年4月、韓国のSK社及びKHNPと「ナトリウム」技術の実証と商業化での協力に向けたMOUを締結 2023年11月、JAEA、三菱重工業、三菱FBRシステムズ（MFBR）と、ナトリウム冷却高速炉の技術開発に関するMOUを締結、日本企業との協力により、「ナトリウム」技術の大型化を目指す Xエナジー社と同様に、DOEの「先進炉実証プログラム」による支援を受けている

8.2.3 アメリカにおける運転段階の主要事業者

原子力発電所を所有する電気事業者はのべ37社存在し、事業者の資本形態も、テネシー川流域開発公社（TVA）のような国有企業や、民間企業、公営事業者等多様である。

本節では、これらのうち、TVA、アメリカでもっとも運転開始が新しいプラントを有するボーグル原子力発電所の建設・運転に関わるサザン社、及び本調査においてヒアリング調査の対象としたエナジー・ノースウエストと、濃縮事業を行っているセントラスエナジー社について情報を整理する。

(1) テネシー川流域開発公社（TVA）

TVAは、テネシー川流域におけるエネルギー開発や環境管理、経済発展を目的として、1933年成立の連邦法であるTVA法により設立された。TVAはアラバマ州ブラウンス・フェリー原子力発電所で3基のBWR、テネシー州セコイヤ原子力発電所で2基のPWR、同州ワッツバー原子力発電所で2基のPWRを所有・運転している²⁷⁷。

業種	<ul style="list-style-type: none"> テネシー川流域におけるエネルギー開発や環境管理、経済発展等の事業
特徴 ²⁷⁷	<ul style="list-style-type: none"> BWR、PWRの両方を所有・運転している。 ワッツバー2号機は、1973年に建設が開始されたが、電力需要の伸び悩みなどにより1985年に一時中断、その後2007年に建設が再開され2016年に運転が開始された。これは当時、アメリカにおいて20年ぶりの新設原子炉の運転開始であった²⁷⁸。

	<ul style="list-style-type: none"> • クリンチ・リバーサイトで早期サイト許可（ESP）を取得しているが、現在具体的な建設計画は進めていない。 • アラバマ州の未完のベルフォンテ原子力発電所（PWR2 基）は売却が決定²⁷⁹。
--	---

(2) Southern Company（サザン社）

サザン社は、アメリカ南部で電力・ガス事業等を行っている。まず、サザン社が関与しているボーグル原子力発電所 3・4 号機の資本構造や建設プロジェクトの実施体制等について整理する。ボーグル原子力発電所は、サザン社の子会社であるジョージア・パワー社が 45.7%、ジョージア州の非営利協同組合であるオーグルソープ電力が 30%、ジョージア電力公社（MEAG）が 22.7%、ダルトン市営電力が 1.6%を所有している。なお、ボーグル原子力発電所 3・4 号機の運転者は、ジョージア・パワー社と同様にサザン社の子会社であるサザン・ニュークリア・オペレーティング社（SNOC）である²⁷⁷。

ジョージア・パワー社は 2008 年 4 月、ボーグル原子力発電所 3・4 号機の建設に向けて WH 社及びショー・グループ（現在のシカゴ・ブリッジ・アンド・アイアン）と EPC 契約を締結した。しかしながらその後、WH 社の連邦破産法適用申請等もあり、2017 年 5 月にジョージア・パワー社は、WH 社に代わって SNOC が建設におけるプロジェクトマネジメントを担当し、WH 社はベンダーとして支援を行うように実施体制が変更された。なお、ジョージア・パワー社はベクテル社と契約を締結し、SNOC による建設作業の管理を行わせている²⁷⁷。

業種	<ul style="list-style-type: none"> • 電力・ガス事業等の公益事業
特徴 ²⁷⁷	<ul style="list-style-type: none"> • アメリカ南部の各州で電気事業者ガス事業を行う子会社を有する持ち株会社。 • 子会社のジョージア・パワー社はボーグル原子力発電所を 45.7%所有。 • 同じく子会社の SNOC は途中からボーグル原子力発電所 3・4 号機の建設におけるプロジェクトマネジメントを引き継ぐ。 • このように、サザン社のグループ企業は、原子力発電所の運転のみならず、建設を中核的に担う能力も有している。

(3) Energy Northwest（エナジー・ノースウエスト）

エナジー・ノースウエストは、アメリカ北西部の公共電力共同運営機関であり、ワシントン州の州法に準拠して運営されている。エナジー・ノースウエストは、水力発電所、風力発電所、太陽光発電所、蓄電池プロジェクトに加えて、ワシントン州リッチランドでコロンビア原子力発電所を所有・運転している。

業種	<ul style="list-style-type: none"> • 電気事業者
特徴 ²⁸⁰	<ul style="list-style-type: none"> • コロンビア原子力発電所は BWR1 基で構成されるいわゆる単機プラントである。アメリカの主として単機プラントの原子力発電所は、2003 年に Utility Service Alliance を構築しており、ベンチマークの設定やサプライヤーに関する情報共有を行っている。 • コロンビア原子力発電所は、類似プラントを運転していることから、

	<p>メキシコのラグナベルデ原子力発電所と協力関係を構築しており、在庫部品の売却なども行っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energy Northwest はワシントン州法により設置された公益事業者であり、サプライヤーの選定においては競争プロセスが必要で、サプライヤーにはスペイン企業やポルトガル企業もいる。
--	--

(4) Centrus Energy（セントラスエナジー社）

アメリカではウラン濃縮は当初政府の事業として実施されていたが、1992年のエネルギー政策法に基づき DOE のウラン濃縮事業が切り出される形で政府系企業であるアメリカ濃縮公社が設立された。アメリカ政府は 1998 年に新規株式公開で同社を売却し、民間の投資家所有会社であるアメリカ濃縮会社（USEC）がニューヨーク証券取引所で取引を開始した²⁸¹。その後、USEC はいったん連邦破産法第 11 条の適用を受けるに至るが再建計画が策定され、2014 年に社名がセントラスエナジー社に変更された²⁸²。

連邦政府の事業として実施されたウラン濃縮において、1952 年に軍事用濃縮ウラン製造のためにケンタッキー州パデューカにおいてガス拡散プラントが操業を開始した。パデューカではのちに商用原子炉のための濃縮ウランの製造も開始され、生産能力は 800 万 SWU/年であった。パデューカのプラントは 2013 年に操業を停止して閉鎖された。USEC は、アメリカとロシアの協定に基づく、核兵器在庫からダウブレンドされたロシアのウランを供給する代理店としての役割を担っていた。また、DOE の研究に基づきアメリカ遠心分離技術が開発され、2007 年にはオハイオ州パイクトンにある USEC のアメリカ遠心分離プラントの建設と操業が NRC により許可された。同プラントは、2010 年に操業を開始したが、現在は操業が停止され、管理は DOE が実施している²⁸³。

セントラスエナジー社は、第 4 世代の技術を利用した SMR の一部で利用される高純度低濃縮ウラン（HALEU）の製造を行っている。同社は、DOE との契約に基づき、パイクトンの HALEU 製造施設においてウラン濃縮を開始したことを 2023 年 10 月に公表した。従来の原子炉で利用されるウランの濃縮度は通常濃縮度が 5% 未満であるが、HALEU の濃縮度は 5% から 20% となっている²⁸⁴。なお、現在 HALEU を商業的に販売しているのはロシアの国営企業のみであり、アメリカ連邦議会では、アメリカにおける既設炉用の低濃縮ウラン及び HALEU の生産能力拡大に向けた法案が検討されている²⁸⁵。

業種	<ul style="list-style-type: none"> • ウラン濃縮等
取扱製品 ²⁸⁶	<ul style="list-style-type: none"> • 天然ウラン • 低濃縮ウラン • HALEU
特徴 ²⁸⁷	<ul style="list-style-type: none"> • 現在ロシアのみが商業的に供給可能な HALEU の製造に成功し、生産能力の拡大を進める • 次世代遠心分離技術の開発を進める • 1998 年以来、電気事業者に対して 1,750 原子炉年以上の燃料を供給
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> • 2023 年 4 月、韓国水力原子力（KHNP）と核燃料の安定供給に関する MOU を締結²⁸⁸

8.2.4 アメリカにおける廃止措置段階の主要事業者

アメリカでは、恒久停止されたプラントの所有権等を買上げるなどして、廃止措置を専門的に請け負うビジネスモデルが展開されている。以下に、そうした事業者のうちホルテック社とエナジーソリューション社について整理する。

(1) Holtec（ホルテック社）

ホルテック社は1986年に創業され、当初は熱交換装置の流れによる振動や腐食など、原子力発電所の運転上の問題に対するソリューションの開発に重点を置いていたが、使用済燃料の原子力発電所敷地内における貯蔵、廃止措置などに業務を拡大しているほか、SMR-300の開発を進めている。以下、このうち廃止措置関連の業務について整理する。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 廃止措置
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 廃止措置の一括請負
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 子会社のホルテック廃止措置インターナショナル（HDI）を設立、HDIはホルテック社が所有する原子力発電所の廃止措置を実施²⁸⁹ 閉鎖後の原子力発電所の解体開始を60年程度延期する安全貯蔵に対して、ホルテック社は規制当局の承認後6～8年以内に廃炉（ただし敷地内の使用済燃料貯蔵施設を除く）を完了させる技術を開発²⁹⁰
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> ホルテック社は国際展開を進めているが、廃止措置事業における国際展開の状況について詳細は確認できていない

(2) Energy Solutions（エナジーソリューション社）

エナジーソリューション社は、原子力施設の廃止措置・除染のほか、廃棄物管理、国防総省やDOE等の政府機関の施設を対象としたオンサイト統合サービス（OIS）、原子力発電所のメンテナンスや改修、寿命延長のためのサービスなどの業務を行っている。以下、このうち廃止措置関連の業務について整理する。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 廃止措置
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 廃止措置の一括請負
特徴 ²⁹¹	<ul style="list-style-type: none"> エナジーソリューション社の「包括的廃止措置・除染サービス」の主要な工程は以下のとおりである。 <ol style="list-style-type: none"> 初期移行とサイト活動 <ul style="list-style-type: none"> 許認可移転／管理オプション 廃止措置計画の立案、閉鎖後移転の支援 閉鎖後廃止措置活動報告書（PSDAR） <ul style="list-style-type: none"> 廃止措置費用の見積りとプロジェクトの計画立案 使用済燃料管理と敷地内の使用済燃料貯蔵施設サイト及び乾式キャスクの選定 歴史的サイト評価（HSA）及びサイトの特性調査 主要な廃止措置・除染活動 <ul style="list-style-type: none"> 炉内構造物及び原子炉容器の解体

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 有害廃棄物、混合廃棄物及び放射性廃棄物の梱包、輸送、処分 ➤ 放射性廃棄物のクラス A、B、C、クラス C を超える (GTCC) 低レベル放射性廃棄物への区分と管理 ➤ 大型資機材の除去と処分 ➤ 建屋の解体に関する契約とマネジメント <p>4. 許認可の終了に関する活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 充填材の評価、コンクリートの再利用、掘削部分の埋戻し ➤ 許認可終了計画 (LTP)、最終ステータス調査 (FSS) の立案、許認可の終了 ➤ サイトの回復
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> • エナジーソリューションカナダ社が設立されており、オンタリオ州ブランプトンのエナジーソリューションズ・カナダ・ウォーカーオペレーションズ (ESWO) で放射性廃棄物及び放射性物質の管理を行っている²⁹²。

8.2.5 アメリカにおける型式・規格にかかる認証制度及び認証サービス業の状況

(1) ASME 規格の概要

アメリカでは、アメリカ機械学会 (ASME) が定める規格基準が原子力分野の資機材の製造に関わる材料、設計、製造、検査等に適用されており、日本でも、原子炉設備の設計基準は ASME の規格基準を参考にして策定されている。ASME の認証スキームでは、原子炉の資機材や部品の製造や設置のために認証が要求される。認証が必要となる資機材には、圧力容器、格納構造物、配管系統、タンク、バルブ、ポンプや、溶接部分、インターフェースの接合部がある²⁵⁵。

ASME は、規格に適合していることを証明する認定マークとして ASME スタンプを打刻する制度を整備している。ASME スタンプは、ASME の規格基準の最新版に適合している品目であることを示すためのものである。認定証所持者は、ASME から認定 (工場認定) を受けた製造者であり、実際に製造を行う前に品質管理能力を審査・認定されている。ASME スタンプが打刻されていることにより、確立された技術基準に適合している品目であることが証明される。ASME のボイラー及び圧力容器基準の場合、2 年ごとに更新されるため、認定はスタンプの種類ごとに 1 年から 3 年で認定の更新をする必要がある²⁹³。

ASME 規格のセクション III (次項参照) に従った原子力発電用機器の製造作業の概要は以下のとおりである²⁹⁴。

- 製造者と公認検査機関との間で、試験検査実施に関する契約を締結
- 製造者が ASME に対して、工場認定証の発行を申請
- ASME は全国委員会 (National Board) 及び公認検査機関と共同で製造者へ出向いて審査を行い、合格と判定した場合認定証を発行しスタンプを貸与
- 製造者は客先と製造契約を締結し製造を開始
- 公認検査機関は、製造者との契約に基づき公認検査官を派遣
- 機器の完成後製造者はデータレポートを作成、公認検査官はこれに署名し、機器が ASME 規格に合致していることを証明

- 証明を受けたのち、製造者は機器にスタンプを打刻
- 製造者は出荷後、データレポートを全国委員会に送付、全国委員会はこれを永久保存

公認検査機関は、2024年3月1日時点で36機関あり、国籍としてはアメリカ11機関、カナダ7機関、イギリス、イタリア、ドイツがそれぞれ3機関、UAE、ギリシャがそれぞれ2機関、中国、韓国、オーストリア、南アフリカ、フランスがそれぞれ1機関となっている。この中には、ノースカロライナ州やカリフォルニア州、カナダの州の政府当局、8.3.5(1)で整理するフランス・ビューローベリタスのアメリカの事業所や、8.4.5(1)で整理するドイツ・TÜVのドイツやアメリカの事業所が含まれている²⁹⁵。

(2) ASME の原子力分野の認証と規格基準

ASME の原子力資機材 (N タイプ) の認証は、原子力施設に設置される資機材に関するボイラー及び圧力容器基準 (BPVC) のセクション III に準拠した組織の品質保証プログラムに関する会社レベルの認証である。この認証は、原子力発電プラントや施設で使用される資機材の設計、製造及び設置を行う会社を想定したものである。ASME は、以下の 6 種類の N タイプの認証を発行している^{255,295}。

- N : 容器、ポンプ、バルブ、配管系統、貯蔵タンク (活動中のサプライヤーは 132 社)
- NA : あらゆる品目の現地での据え付けと工場での組み立て (活動中のサプライヤーは 65 社)
- NPT : 部品、付属品、溶接されたチューブ状の製品、配管の部分組立品 (活動中のサプライヤーは 162 社)
- NS : サポート業務 (活動中のサプライヤーは 69 社)
- NV : 圧力逃がしバルブ (活動中のサプライヤーは 9 社)
- N3 : 輸送・貯蔵における閉じ込め (活動中のサプライヤーは 11 社)

ASME コードで原子力資機材に適用される N タイプの認証に関して、1980 年にはアメリカを中心として 400 社以上が認証を取得していた。現在は、アメリカ国外の認証取得企業は増加しつつあるものの、認証取得企業の総数はアメリカ国内外で 300 を下回っている (なお、上記の活動中のサプライヤー数を合計すると 448 社となるが、同一企業が複数のタイプの認証を受けている場合がある)。ただし、認証取得企業数の減少は必ずしも原子力産業界から離脱する企業の増加を意味しておらず、製造能力を維持しており発注が具体化すれば認証を再取得する準備のある企業も存在している²⁵⁵。なお、DOE のサンディア国立研究所が 2021 年に取りまとめた報告書「原子力部品ベンダー向け ASME 「N スタンプ」認証の世界的動向」は、以下の点を指摘している²⁹⁶。

- N スタンプのデータベースに基づく調査結果によれば、アメリカでは一部で企業統合があったものの、原子力資機材の製造業は引き続き維持されている。
- 高温ガス炉や SMR といった新しい種類の炉のベンダーは、ASME やアメリカ原子力学会 (ANS)、アメリカの原子力協会 (NEI) といった組織と積極的に関わり、N スタンプの基準を改定して規格をこれらの新しい炉の設計に適合させるべく調整を図っている。
- N スタンプは、取得が増えている中国を含め、世界的に価値を認められている認証で

ある。

- アメリカ政府がアメリカの原子力産業、特に輸出分野の活性化に取り組む中で、Nスタンプ認証の世界的地位を活用することは有益である。

原子力分野の品質保証プログラムとして最も著名なものの一つとして、ASME NQA-1「原子力施設への適用のための品質保証要件」がある。多くの原子力プロジェクトでは、サプライチェーン構成企業はこうしたプログラムに準拠した品質保証システムを整備することが求められる。また近年は、サプライヤーに対して原子力安全文化の構築を求める国際標準化機構 (ISO) の規格である ISO19443 への準拠が求められるようになってきている。これは、多くの産業で活用されている品質マネジメントシステムに関する国際規格 ISO9001 を原子力分野に特化させたものである²⁵⁵。

NQA-1 は、原子力施設のサイト選定、設計、建設、運転及び廃止措置における品質保証プログラムの確立と遂行に関する要件とガイドラインを提示するものである。NQA-1 は、一般的に原子力安全関連の製品やサービスの供給契約においてサプライヤーの品質保証プログラムとして利用されている。NQA-1 の目的は、サプライチェーンが原子力安全及び高い品質確保にコミットする組織によって構成されるようにすることにより、原子力産業におけるニーズを満足することである。NQA-1 の認証を認められるために、サプライヤーは NQA-1 による品質保証プログラムの監査を受けなければならない。NQA-1 は、2022 年に改定された。改定により、査察 (surveillance) の活用、リスク情報を活用したアプローチの適用、偽造品・不正品及び疑惑品 (CFSI) の防止・検知及び統制、建設から運転への移行、マネジメントアセスメントに関するガイダンスが新たに盛り込まれている²⁵⁵。

(3) ASME 規格の NRC によるエンドース

アメリカでは、1995 年に成立した国家技術移転促進法 (NTTAA) が、連邦機関が自主基準設定組織により策定・採択された基準を、その遵守が法律と適合しない場合や実行可能でない場合を除き活用すべきことや、公益にかない自組織の使命、権限、優先事項や予算制約と両立する場合、そうした自主基準設定組織と協議を行うべきことを規定している²⁹⁷。また、NTTAA を根拠として作成された行政管理予算局 (OMB) の政府内文書により、アメリカ国立標準技術研究所 (NIST) が連邦政府内における自主基準の採用に関する法律との適合性の評価機関として指定されている²⁹⁸。

NTTAA の方針を背景として、NRC は自主基準設定組織により策定・採択された規格や基準を 30 年以上の期間にわたり、規制プロセスに取り入れてきた。NRC が ASME 等の自主基準設定組織により策定・採択された規格基準をエンドースする方法として、連邦規則 (CFR) における参照や特定の基準の使用のエンドース、NRC スタッフのための「規制ガイド」を通じたエンドース、NRC による許認可審査の方法等におけるガイダンスとなる「標準審査計画」におけるエンドース等がある。具体的には、10CFR Part 50.55a「規格及び基準」で、原子力施設に設置される資機材に関するボイラー及び圧力容器基準 (BPVC) のセクション III、及び供用中の資機材の検査に関するセクション XI が参照されることで規制に組み込まれ、これらの基準への準拠が義務付けられている²⁹⁸。

(4) 汎用品グレード格上げ (CGD) プロセスについて

原子力産業サプライチェーンに関連して、アメリカでは CGD のプロセスが導入され、規制も整備されている。アメリカでは、1980 年代後半から 1990 年代前半にかけて、安全関連の品目のサプライヤーが原子力品質保証プログラムを打ち切ったり、生産ラインを廃止したりする動きが見られた^p。対策の一つとして、電力研究所 (EPRI) の会員は、汎用品を安全関連の部品に使用するためのガイダンスの策定を EPRI に対して要求した。のちに、EPRI が定めた方法や実務は、NRC によって承認された。10 CFR Part 21.3 は、CGD を「基本的な資機材として使用される汎用品グレードの品目が、意図された安全機能を果たすという合理的な保証を提供するために実施される受入れプロセスであり、この点で、10 CFR Part 50 Appendix B 「品質保証プログラム」の下で設計・製造された品目と同等とみなされる」ことであると規定している²⁹⁹。

CGD のプロセスの活用は、アメリカにおけるサプライヤーの確保や維持に一定の役割を果たしているものと考えられる。本調査で実施したヒアリング調査においても、いったん原子力品質保証プログラムを打ち切った企業であっても、汎用品のサプライヤーとしてサプライチェーンを構成している企業があるとの情報が得られている³⁰⁰。また、IAEA は、「小型・中型又はモジュール炉を含め、先進的な原子炉の設計の近い将来における実用化は、汎用品の大規模な利用から恩恵を受けるであろう」との見方を示している²⁹⁹。

(5) NRC による標準設計認証 (SDC) について

規制機関による原子炉設計の型式認証制度について、アメリカでは 1989 年に、NRC が 10 CFR Part 52 「原子力発電プラントの許認可、認証及び承認」を制定し、制度を整備した。アメリカでは 10 CFR Part 52 の制定以前、10 CFR Part 50 「製造及び利用施設の国内許認可」に基づき、建設許可と運転認可を別々に発給する 2 段階のプロセスで原子力プラントの建設や運転が許可されてきた。これに対して 10 CFR Part 52 で整備されたのは、新たな原子炉に対して 1 段階のプロセスで一括建設・運転許認可 (COL) を発給する制度である (5.3.1 (1) 2)を参照)。

図 8-3 は、10 CFR Part 52 による許認可プロセスのフローを示したものである。図にあるとおり、SDC の取得は COL 申請の必須条件とはされておらず、SDC を取得せずに COL を申請し、取得することは可能である。しかしながら、COL 申請において SDC が参照されない場合、申請者は COL 申請において SDC と同等の情報を提出しなければならない³⁰¹。

^p 出典とした IAEA の文書は、こうした事態を「非物理的な経年劣化 (Obsolescence)」と表現している。

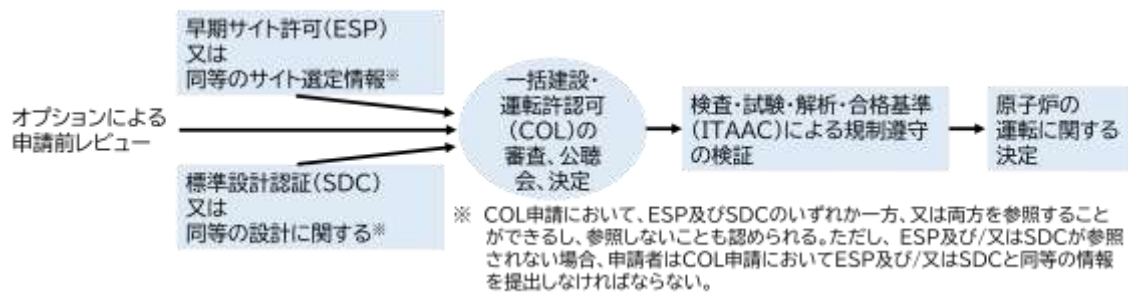


図 8-3 10 CFR Part 52 による許認可プロセスのフロー

出所) NRC, “Design Certification Process” (2004年8月) に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエイツにて作成

設計認証は、完成したプラント設計に関する審査前の事前承認の取得を可能とするものであり、認証取得には最終的な設計に関する情報が要求される。その一方で、設計認証の審査では地質、気象といったサイトの安全性、環境保護や、サイトに特有な設計等は審査対象とならない。設計認証のプロセスで設計に関するあらゆる問題点が解決されることで許認可の不確実性が低減されるとともに、設計の標準化が促進される³⁰¹。なお、発給されているSDCの設計の名称と申請者を表4-8に整理している。

8.2.6 アメリカにおけるプラント建設計画と日本の関与の可能性

8.2.2 (7) 等で整理したニュースケール社には、日本の国際協力銀行 (JBIC)、日揮ホールディングス、IHI 及び中部電力が出資しているため³⁰²、同社のプラント建設に日本企業が参画する可能性があるが、UAMPS との協力による CFPP は中止されている。しかしながら、ルーマニア等のアメリカ国外での建設に参画する可能性などは考えられる。また、8.2.2 (2) において整理した GEH 社は、GE と日立製作所によって設立された。GEH 社の BWRX-300 はカナダでの建設計画が進んでおり、この建設プロジェクトに日本企業が参画する可能性があるほか、その他の炉型においても建設計画が進めば日本企業が参画することが考えられる。

これらの軽水炉をベースとした設計の SMR 以外でも、8.2.2 (9) で整理したとおりナトリウム冷却高速炉の開発を進めるテラパワー社は JAEA や日本企業と協力しているほか、X エナジー社は高温ガス炉の開発を進めている。こうした日本の組織や企業が実績を有する炉型の技術開発や実用化、資機材の製造などにおいて、アメリカの組織や企業と協力が進む可能性がある。

8.2.7 アメリカの政府・企業等を対象としたヒアリング

本調査では、アメリカの政府・企業等を対象としてヒアリング調査を実施した。対象機関等は以下のとおりである。

- DOE
- NEI
- アメリカ原子力産業協議会 (USNIC)
- Dominion Energy (電気事業者)

- Energy Northwest（電気事業者）
- スリーマイルアイランド原子力発電所 2 号機（廃止措置中）
- X エナジー社（SMR ベンダー）

ヒアリング参加者で得られた主な見解等は、以下に示すとおりである。

- アメリカのサプライチェーンにおける主要な課題は、フロントエンド、特にウランの転換・濃縮である。
- 規格・基準が整備されている方が、サプライチェーンに参入しやすくなると考えている。
- 原子力サプライチェーンに参画する企業を増やすために、USNIC は企業に対して原子力分野でのビジネスに関する教育活動（例えば、NRC による認証に関する情報提供など）を行っている。
- アメリカのサプライチェーンの維持について、USNIC の会員数という観点からは、退会する企業もあるが新規参入や一度退会した後に再度入会する企業もあり、懸念はしていない。
- アメリカや同盟国でウラン転換や濃縮の能力拡大の動きは見られている。ただしこれらは巨額の設備投資を要する。
- アメリカの主として単機プラントの原子力発電所は、2003 年に Utility Service Alliance を構築しており、ベンチマークの設定やサプライヤーに関する情報共有を行っている。
- 廃止措置においては、他の原子力発電所の廃止措置に従事した実績のある作業員も雇用している。

8.3. フランスにおける原子力産業サプライチェーン

本節では、フランスにおける原子力産業サプライチェーンについて整理する。

8.3.1 フランスにおける原子力サプライチェーンの概要

世界有数の原子力大国であるフランスは、2022 年 2 月に減原子力政策を撤回し、再エネと原子力を共に推進する方針に転換した。マクロン大統領は 6 基の EPR 建設を発表し、さらに最大 8 基の追加も視野に入れ、体制を強化している。その一環として政府は 2022 年 7 月、エネルギー主権強化を目的に、国内全 56 基の原子力発電所を保有する EDF の完全国有化を発表し、2023 年 6 月までに全株式の取得を完了している。EDF は世界有数の原子力ベンダーであるフラマトム社に 75.5% 出資しているほか、送配電、廃炉・放射性廃棄物管理分野でも完全子会社をもつなど、EDF の国有化により政府は、原子力政策推進の基盤を強化する。さらにフランス政府はウラン資源調達から再処理サービスまで提供する Orano 社の株式についても 90% を保有している。

フランスは燃料、压力容器、ポンプ等の広範な原子力サプライチェーンを維持している。また核燃料サイクルについても Orano 社がウラン採掘から放射性廃棄物の最終処分まで、燃料サイクルの全領域をカバーしている。一方で現在建設中のフラマンヴィル 3 号機については、压力容器やタービンの部材となる大型鍛造品を日本から輸入している。人材につい

ては約 15 年にわたり新規着工がなかったことで、現場技能の低下が指摘されている。これに対してフランスは、官民連携での人材育成など、製造業や現場の技能人材等の強化に大規模な支援を行っている。

国内では 56 基の PWR が運転中のほか、2007 年より 1 基の PWR（国内初の EPR）をフランマンヴィルに建設しているが、建設費用の大幅な増加に加え、工期についても当初は 2012 年運転開始を予定していたが大幅に遅れ、2024 年の運転開始を見込んでいる。新型炉についてフランスは、初の国産 SMR として NUWARD の開発を支援しており、2030 年までの初号機建設開始を目指している。

欧州レベルでもフランスは、原子力アライアンスの設立を主導したほか、2024 年 2 月には SMR 開発の加速化やサプライチェーン強化、イノベーションの促進などを目的とした欧州 SMR 産業連合の設立に大きな役割を果たす。

8.3.2 フランスにおける建設段階の主要事業者

(1) Framatome（フラマトム社）

フランス唯一かつ世界有数の原子炉ベンダーで、現在はフランス電力（EDF）が 75.5%、三菱重工業（株）が 19.5%、Assystem 社が 5% 出資する。ドイツで脱原子力政策が開始されたことを受け、旧フラマトム社が、ドイツの Siemens の原子力部門を統合した。

2001 年に旧 COGEMA など原子燃料サイクル事業も含む原子力コングロマリット AREVA グループが成立し、旧フラマトム社は AREVA NP となった。その後、AREVA の経営不振を受けた EDF に買収で AREVA グループが再編され、原子炉等製造部門 AREVA NP は、再びフラマトム社の名称に復した。

フランスで運転・建設中の原子炉は、現在の最新炉型である欧州加圧水型炉（EPR）含めて全て PWR 系だが、上述の Siemens 原子力部門（PWR、BWR とともに供給してきた）との統合により、BWR 系の機器の製造供給にも広く対応している。

フラマトム社ウェブサイトでは、同グループがカバーする全体の原子ソリューション領域を「新規原子力発電所」、「運転中プラント」、「長期運転」、「閉鎖後プラント」、「革新炉」、「革新的ソリューション（AI、データ解析、ニューラルネットワーク、VR その他）」、「デジタルソリューション（デジタル計装制御など）」、「検査・試験・品質管理など」、「ネットゼロ（水素、CO2 分離ほか）」、「原子力セクタ以外」に分け、これら分野合計で 114 のソリューション、585 の製品を提供可能としている³⁰³。以下では上記分野のうち、「新規原子力発電所」に分類されるものを中心に、一部計装制御系なども加えて主な製品等を整理する。なお、同ウェブサイトでは燃料集合体や燃料に係る各種部品等の製造・サービスを「新規原子力発電所」と「運転中プラント」両方のカテゴリに入れているが、燃料関連製品について本報告では、「フランスにおける運転段階の主要事業者」の項に整理する。

業種 ³⁰⁴	<ul style="list-style-type: none"> • 原子力機器・炉などの設計、エンジニアリング • 原子力施設一次系コンポーネントの製造 • 計装制御系の供給 • 燃料集合体の製造 • 試運転 • サービス・メンテナンス など
-------------------	--

取扱製品 ³⁰⁵ 306	<ul style="list-style-type: none"> 原子力蒸気供給システム、炉心構造物、電気・計装など主要コンポーネント全般
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 上記のとおり、世界最大級の原子力機器メーカーの一つであり、原子炉関連機器から燃料サイクル関連まで、主要原子力機材のほとんどをカバーする 2001年にドイツの旧 Siemens 原子力部門を統合した経緯もあり、PWR（一部 VVER 用途も含む）に加え、BWR の機器類・燃料類にも広く対応 重量鍛造品などを扱う傘下のル・クルーズ・フォルジュは1万1,300トン及び9,000トンのプレス性能を持つ³⁰⁷ サン・マルセル工場では大型の原子力部品（圧力容器、蒸気発生器ほか）の製造組立を実施 ジュモン工場では原子炉冷却ポンプと制御棒駆動機構を製造 計装制御系^{308 309} <p>近年、フランスの原子力サプライチェーンを構成する主要な原子力企業を買収し、フラマトム社のもとに一体化する傾向がある。2021年には世界を代表する蒸気発生器等の細管メーカーである Valinox Nucléaire 社を完全子会社化。Valinox Nucléaire 社は現在、フラマトム社のモンパール拠点の形で存続している³¹⁰</p>
国際展開 ³¹¹	<ul style="list-style-type: none"> 建設段階として29ソリューション、189製品を提供（ハードウェア以外のサービス含む） 世界で20カ国に64拠点（製造拠点以外の営業拠点等も含む）³¹² 同社（前身含む）がこれまでに設計・建設に関与した原子炉は世界で90基以上 1970年代以降に同社（前身含む）が世界11カ国の原子力施設向けに製造したコンポーネントは以下のとおり <ul style="list-style-type: none"> ➢ 制御棒駆動機構（CRDM）6,000以上 ➢ 原子力部品約3,000 ➢ 原子力コンポーネント約670 ➢ 原子炉冷却ポンプ（RCPs）約300

(2) Bouygues (ブイグ)

ブイググループはフランス最初の原子力発電所建設で土木工事を担当したことに始まり、国内外で原子力施設の建設工事に携わっている。2022年には子会社として、ブイグ建設原子力専門会社（Bouygues Construction Expertises Nucléaires）が設立された³¹³。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 土木（橋梁、トンネル、インフラ）、建設
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 原子力施設建設における土木工事 原子力施設本体の建設
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 原子力発電所の建設工事で、EPR（フィンランド、フランス、イギリス）建設で土木工事を担うほか、CEAの核実験シミュレーションセンター

	<p>の「メガジュールレーザー」施設建設でも土木工事を担う³¹⁴</p> <ul style="list-style-type: none"> このほか、チョルノービリの「新石棺」の鋼鉄アーチの設計・建設を実施³¹⁵
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> 国外での EPR 建設のほか、チョルノービリ新石棺建設の設計建設を受注（コンソーシアム）するなど、国外でも活動 サウジアラビアで原子炉新規建設に向けた土木工事に関する MOU を締結するなど、欧州地域以外での展開も見られる³¹⁶

(3) GE スチームパワー（EDF による買収が最終段階）

2005 年設立のアルストム・パワーは、原子力発電所向けタービン製造事業を行っていたが、2015 年にその事業を米国 GE スチームパワーが買収した。2022 年 2 月には EDF が GE スチームパワー原子力事業の一部買収で合意しており、再フランス化を目指す。2023 年 11 月には買収に関する正式契約に調印済み³¹⁷で、買収は 2023 年中に完了する予定であったが、2024 年 2 月時点で買収完了には至っていないとみられる。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 蒸気タービン製造・販売
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> タービン：アラベル 1700、アラベル 1000、STF-N700 保守及びアップグレード
特徴 ³¹⁸	<ul style="list-style-type: none"> アラベル 1,700：1,200MW から 1,900MW に対応 アラベル 1,000：700MW から 1,200MW に対応 STF-N700：500MW から 800MW に対応 <p>以下アラベルタービンについて</p> <ul style="list-style-type: none"> 700MW から 1,900MW までの出力に対応 全世代の低圧排気設計を改良し、独立したシリンダーを装備 EPR 及び EPR2、また SMR にも実装可能 小型、パワフル、高効率、高信頼性のタービン（60 年にわたり実証済みの技術） 50Hz 及び 60Hz に対応 メンテナンスが容易な設計
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> 中国（台山）：最大 1,750MW を出力する 2 基の原子炉で使用 イギリス（ヒンクリーポイント C）：世界最大のタービン（出力 1,770MW）を供給予定 GE スチームパワー全体の原子力用タービンの世界シェアは約 5 割

(4) Clextral

Clextral は 1958 年に産業用容積式ポンプの設計会社として設立した。1971 年に初めて原子力施設でポンプが使用されて以来、50 年以上にわたり原子力発電所用ポンプを供給している。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 押出成形、ポンプ
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 冷却系・安全系（ポンプ）の製造、メンテナンス及び解体³¹⁹
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 50 年以上にわたり原子力発電所用ポンプ（安全注入ポンプ、補助ポン

	<ul style="list-style-type: none"> ブ) を供給 1980 年代に一度旧フラマトム社グループ傘下に入ったが、2001 年（旧フラマトム社再編、AREVA に改変された頃）にマネジメントバイアウトを経て脱退³²⁰
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> 1970 年代にベルギー、2000 年代以降はフィンランド、イギリスなど EPR 導入国にポンプを供給³²¹

8.3.3 フランスにおける運転段階の主要事業者

(1) EDF（フランス電力）

フランス国内最大の発電事業者で、国内全 56 基の PWR を保有する。EDF が 1946 年の電力・ガス事業国有化法により設立された国有企業「フランス電力公社」を前身とする。1990 年代以降の EU での電力市場自由化に伴い 2004 年に民営化されたが、2023 年にフランス政府が株式を 100% 保有する再国有化が完了している。フランス政府は 2022 年に減原子力政策を撤回し、原子力の再拡大を発表しており、EDF の国有化により今後最大 14 基の新設に向けて体制を強化した。

EDF は子会社に Enedis（送電）、Cyclife（廃炉・放射性廃棄物管理）、NUWARD（SMR 開発）などの国内原子力主要企業を置き、世界有数の原子炉ベンダーであるフランス Framatome の株式を 75.5% 所有している。

EDF の国内合計 56 基の内訳は 900MW が 32 基、1,300MW が 20 基、1,450MW を 4 基である。2022 年の再エネなどを含む総発電量は 322.7TWh であり、その 86.5% を占める 279TWh が原子力発電による。

現在フラマンヴィルで 1,600MW の EPR を 1 基建設しており、2024 年の商業運転開始を予定している。また 2023 年 3 月の NUWARD 社の設立により、2030 年までの SMR 初号機建設開始を目指す。

2022 年夏季には長期運転へむけた大規模保守に加え、溶接部腐食への対応や、燃料交換による原子炉停止も加わり一時全 56 基の半数超が運転停止状態となった。結果として同年の EDF の原子力発電電力量は前年比で約 3 割減少し、同年の損失は 179 億ユーロを計上した。負債額についても 2021 年の 430 億ユーロから 2022 年には 645 億ユーロに増加した³²²。一方 2023 年には、原子力発電を含むグループすべての事業が回復しており、100 億ユーロの純利益を計上している。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 電気事業者
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 原子力発電、火力発電、再生可能エネルギー発電（陸上・洋上風力発電、太陽公発電、水力発電など）を行う 送配電は子会社である RTE 及び Enedis が行う 建設段階は Framatome（75.5% 出資）が設計、エンジニアリング、製造、サービス・メンテナンスなどを行う 子会社 NUWARD は 2030 年の建設開始に向けて SMR を開発中 フランス国内全 56 基の PWR を保有（設備容量 6,137 万 kW） 既存炉の設計寿命は 40 年だが、同国の原子力安全機関（ASN）と 60 年超運転に向けた検討を開始しており、そのための大規模保守を実施

	<ul style="list-style-type: none"> 官民連携の人材育成への取り組み
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> イギリスでは 9 基の原子炉を保有するほか、EDF が中国広核集団 (CGN) と共同でヒンクリーポイント C に 2 基建設中。またサイズウェル C でも EPR を 2 基新設予定 中国台山原子力発電所の建設・運転を行う台山原子力発電合併会社 (TNPJVC) に 30% 出資。世界初号機となる EPR を 2 基運転中 フィンランドではオルキルトオ 3 号機が 2023 年に商業運転を開始 チェコ共和国では最大 4 基 (ドコバニ 2 基、テメリン 2 基) の新設プロジェクトに入札に参加。2025 年 3 月末までの契約完了を目指す 原子力新規導入を目指すポーランドでも EPR 建設を目指す サウジアラビア王国でも EPR 新設の入札に参加予定 インドでは世界最大の原子力発電所の開発に参加。設備容量は 9.6GWe となり EPR 6 基で構成される

(2) Orano

AREVA グループの再編により、同グループで原子燃料サイクル事業を担っていた AREVA NC 社の主要事業が、2018 年に Orano 社として分離された。同社の株式の 90% をフランス政府が保有、日本原燃株式会社 (JNFL) と三菱重工業 (株) が 5% ずつ、また原子力・代替エネルギー庁 (CEA) が 1 株のみ保有している³²³。Orano 社は世界有数の原子燃料サイクル事業者であり、ウラン採鉱、ウラン転換・濃縮、使用済燃料の再処理を行う。同社が製造した濃縮ウランはフラマトム社等に出荷され、出荷先で再転換ののち燃料に加工される。ただし及び再処理で回収したプルトニウム等を用いる MOX 燃料は、Orano のメロックス工場で完成品 (燃料集合体) まで製造される³²⁴。

業種	<ul style="list-style-type: none"> ウラン採鉱 ウラン転換・濃縮 使用済燃料再処理 MOX 燃料製造
取扱製品 ³²⁵ 326	<ul style="list-style-type: none"> ウラン鉱石 濃縮 UF6: ウラン鉱石を UF4 に精製、UF6 に転換、濃縮した UF6 を燃料メーカーに出荷 U3O8: UF6 濃縮時に生じる劣化ウラン UF6 を脱フッ素化、U3O8 に変換 (再利用用) 硝酸ウラニルの脱硝 (UO2): ラ・アーグプラントでの再処理からの回収ウラン (硝酸ウラニル) を脱硝、酸化ウランへ再調整 使用済燃料再処理: フランス含む 7 カ国の使用済燃料を再処理、ウランとプルトニウムを回収 MOX 燃料: 再処理回収プルトニウムを用いて酸化混合燃料 (MOX 燃料) を製造
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ウラン鉱石: 2022 年の採掘量は 7,524 t U³²⁷ ウラン転換: UF4 への精製はマルベシサイトのコミュニェックス II プラント³²⁸、UF6 への転換はトリカスタンサイトのフィリップ・コストペ

	<p>ラントで実施（生産能力：15,000 tU/年）³²⁹</p> <ul style="list-style-type: none"> ウラン濃縮：濃縮はトリカスタンサイトのジョルジュ・ベス II プラントで実施（生産能力：7,500tSWU/年） 再処理：再処理はラ・アーグプラントで実施。1976 年以来、合計 3.6 万トン以上の使用済燃料を再処理 MOX 燃料：MOX 燃料製造はメロックスプラントで実施。1970 年代以降、合計 3,100HM トン以上のウラン・プルトニウム混合物を製造³³⁰
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> ウラン鉱石はカナダ、カザフスタン、ニジェールの 3 カ国 4 カ所で採掘中。採掘量は世界 3 位。その他モンゴルなど複数国で探査を実施 ウラン転換ではウラン濃縮で世界 3 位。また濃縮役務の 6 割は国外向け。世界の顧客数は約 40 再処理ではフランス以外にドイツ、日本、スイス、ベルギー、オランダ、イタリアの使用済み燃料再処理経験を持つ MOX 燃料では 1972 年以来、世界の 44 基で同社の MOX 燃料の装荷経験を持つ

(3) Framatome（フラマトム社）

8.3.2 で示したとおり、フランスで運転・建設中の原子炉は、現在の最新炉型である欧州加圧水型炉（EPR）含めて全て PWR 系だが、Siemens 原子力部門（PWR、BWR 共に供給してきた）との統合により、現在のフラマトム社は BWR 系の燃料集合体⁹や燃料関連部品等の製造供給にも広く対応している。

フラマトム社ウェブサイトでは、同グループがカバーする全体の原子ソリューション領域を「新規原子力発電所」、「運転中プラント」、「長期運転」、「閉鎖後プラント」、「革新炉」、「革新的ソリューション（AI、データ解析、ニューラルネットワーク、VR その他）」、「デジタルソリューション（デジタル計装制御など）」、「検査・試験・品質管理など」、「ネットゼロ（水素、CO2 分離ほか）」、「原子力セクタ以外」に分け、これら分野合計で 114 のソリューション、585 の製品を提供可能としている³³¹。以下では上記分野のうち、「運転中プラント」に分類される主な製品等を整理する。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 原子力機器・炉などの設計、エンジニアリング 原子力施設一次系コンポーネントの製造 計装制御系の供給 燃料集合体の製造 試運転 サービス・メンテナンス など
取扱製品 ³³²	<ul style="list-style-type: none"> 部品の状態・交換管理 燃料・エンジニアリングサービス

⁹ AREVA グループ再編により設立された事業体として、Framatome のほか Orano 社がある。Orano 社は核燃料サイクル事業を担当するが、その事業領域はウラン採掘、転換、濃縮及び使用済燃料の再処理、再処理ウラン・プルトニウムを用いる MOX 燃料集合体の製造・組立である。軽水炉用の燃料の製造・加工、燃料部品関連の製造は Framatome 社（及びそのアメリカやドイツの子会社など）が行う。

	<ul style="list-style-type: none"> 燃料集合体及び関連製品 停止点検（定検）サービス 供用中サービス（効率向上、安全維持向上、検査など） 燃料集合体及び関連製品の製造（PWR、BWR など） 使用済燃料保管用のラック製造³³³
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 運転段階に係るものとして 54 ソリューション、398 製品を提供 2001 年にドイツの旧 Siemens 原子力部門を統合した経緯もあり、PWR（一部 VVER 用途も含む）に加え、BWR の機器類・燃料類にも広く対応 燃料製造では Orano で製造した HF6 を UO2 粉末に再転換してペレットを製造、燃料棒に封入、燃料集合体を組立 被覆管やハフニウム板、チャンネルボックスほか燃料を構成する各種部品も製造 非破壊検査や供用中検査などの各種検査は、子会社の FRAMATOME INTERCONTRÔLE が担う
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> フランス本国のほか、ドイツ（Advanced Nuclear Fuels (ANF) GmbH）、アメリカ・リッチモンドに燃料製造・加工施設あり イギリスに新たな燃料加工工場を設置する計画がある³³⁴

8.3.4 フランスにおける廃止措置段階の主要事業者

(1) Cyclife

EDF グループの 100%子会社である Cyclife は、廃止措置と廃棄物管理サービスで欧州の中心的な存在を担う。2019 年に Socodei から名称を変更しており、イギリス及びスウェーデンの事業とともに Cyclife に統合した。

統合前の Socodei は 1990 年設立で、Cogema と EDF によって設立された。その後 2010 年には EDF により完全子会社化されている。2016 年には EDF が欧州 Cyclife 産業プラットフォームを設立し、イギリスの Cyclife UK、スウェーデンの Cyclife Sweden、フランスの Socodei が加わり、その後 2019 年に Cyclife として統合された³³⁵。EDF は一連の統合プロセスを通して、廃棄物リサイクルや最終貯蔵能力等高まるニーズへの対応に加え、相乗効果による新たなソリューションの開発などを目指す。

Cyclife は廃棄物管理、解体エンジニアリング、革新的処理方法・デジタルソリューションの提供と、包括的なサービス・専門知識を提供している。フランス国内では唯一の超低レベルから中レベルの放射性廃棄物処理に特化した施設である、セントラコガール県にある。廃棄物処理と削減、リサイクルを行い、残留物が放射性廃棄物管理庁（ANDRA）の規定を遵守するよう評価・調整を行う。欧州ではイギリスとスウェーデンにプラントをもつほか、ドイツにも拠点を置く。日本では 2024 年 2 月にサイクライフ・ジャパンを設立している。

なお、Cyclife は廃止措置サービスを発電所所有者から請け負って実施するビジネスモデルであり、アメリカのホルテック社等のように所有者として廃止措置を実施するわけではない。

業種	<ul style="list-style-type: none"> • 廃止措置・解体 • 放射性廃棄物管理・処理（超低レベルから低レベル）
取扱製品 ³³⁶	<ul style="list-style-type: none"> • 廃炉サービス • 放射能汚染部品の管理、除染、減容化、リサイクル、輸送、溶融、焼却、熱分解などのサービス • 廃炉に関する現場作業準備、最適化へ向けたアドバイザリー • 廃棄物のコンディショニング、減容化、リサイクルのための先端技術の提供 • 遠隔操作ツールを含む解体作業用ツールの設計
特徴	<p>廃棄物処理施設や作業場の設計、及び原子力施設の解体のための 6 つの技術・専門センターを運営し、デジタル技術を含む最先端技術を使用する</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cyclife Digital Solutions は、リアルタイム 3D 技術に基づくシミュレーションツールを提供 • Quadrica は、産業用デジタルツインの新たなニーズに対応するソフトウェアソリューションを開発・提供 • Cyclife Engineering は、軽水炉の解体や放射性廃棄物の貯蔵・処理施設の設計などを行う • Graphitech は、革新的な遠隔ツールの開発など、黒鉛炉の廃止に特化した技術を提供 • Waste2Glass は特定放射性廃棄物処理を目的とした、ソリューションの提供 • Aquila Nuclear Engineering は、格納容器、防護設備、遠隔操作、梱包・輸送などでサービス向上へ向けた新技術開発
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> • フランス、イギリス、スウェーデンにプラントを置き、欧州全体と日本でサービスを提供 • 顧客は EDF が約 50%、他社顧客が約 50% • フランス（Centraco、オンサイトサービス用移動式設備）：溶融（3,500 トン/年）、焼却（6,000 トン/年）、大型構造物用ワークショップ（200 トンまでの除染・分解）、廃棄物輸送用コンクリート容器の製造、移動式設備の製造・運転 • イギリス（ワーキントン）：職員 120 名で、放射性廃棄物管理に関するコンサルティング、小型化、ショットブラスト（3,000 トン/年）、原子力発電所の廃止措置プロジェクト支援 • スウェーデン（ニューヒューピング）：溶融（5,000 トン/年）、焼却（500 トン/年）、燃焼処理（50 トン/年）、大型構造物用ワークショップ（2,000 トン/年）、構造物の除去・分解（最大 400 トン）、クリアランス（2,500 トン/年）、原子力廃止措置プロジェクト支援 • サイクライフ・ドイツでは、主に東欧向けにサイクライフグループの全製品とサービスを提供 • 2020 年以降サイクライフは原子力エンジニアリング事業を通じて日本に進出していたが、2024 年 2 月にはサイクライフ・ジャパンの設立を

	発表。廃炉プロジェクトに対する今後のニーズに対応するため、日本でのプレゼンスを強化
--	---

(2) Bouygues (ブイグ)

ブイググループはフランス最初の原子力発電所建設で土木工事を担当したことに始まり、国内外で原子力施設の建設工事に携わっている。2022年には子会社として、ブイグ建設原子力専門会社（Bouygues Construction Expertises Nucléaires）が設立された³³⁷。同社は原子力施設の建設だけでなく、廃止措置においても解体工事等に関与している。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 土木（橋梁、トンネル、インフラ）、建設
取扱製品	廃止措置に関連する提供サービスは以下のとおり <ul style="list-style-type: none"> 大型機器の解体・一体撤去 建屋解体 放射性汚泥処理プロセス
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 大型機器の解体・一体撤去では、フランス唯一の重水炉プロトタイププラントで、熱交換器、CO₂ ループの解体作業を担当。また廃炉ではないが類似の大型機器搬出技術を活かして、フランス国内の90万kW級炉の蒸気発生器交換に際し、既存機器の一体撤去を実施³³⁸ 放射性汚泥処理では、汚泥をコンクリート容器に封入する空気輸送プロセスの設計、操作等を実施³³⁹
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> 廃止措置に関連して、国外での活動は確認できていない

8.3.5 フランスにおける型式・規格にかかる認証制度及び認証サービス業の状況

炉型単位で発行される認証としてフランス固有のものではなく、欧州大電気事業者を中心とする団体「EUR 協会」がベンダーに対して発行する、欧州電力要求（EUR：The European Utility Requirements）認証がある。

EUR 会員は、欧州内の原子力発電事業者及び一部の欧州外発電事業者（オブザーバ会員）で構成される。EUR ウェブサイトでは主な会員企業としてチェコ電力、EDF、エネルゴアトム（ウクライナ）、フォーラム（フィンランド）、GEN エネルギア（スロベニア）、イベルドロラ（スペイン）、原子力研究・コンサルタントグループ（NRG、オランダ）、パクシュII 原子力発電会社（ハンガリー）、ポーランド原子力発電会社、東京電力（日本）、トラクトベル（ベルギー）、トルコ原子力発電会社、TVO（フィンランド）が挙げられている³⁴⁰。

EUR は、欧州内の原子力発電事業者が各国の規制要求や運転経験に基づき、欧州内で展開する炉型に対する要求事項をとりまとめたものである。日本でも2014年当時、三菱重工がEU-APWRでEUR認証を取得している³⁴¹。

なお団体としてのEUR協会はフランス法のもとで設立され、事務局はフランスのリヨンに設置されている³⁴²。

上掲のとおり、EURは欧州電気事業者の団体が発行するもので、フランスの原子力安全規制において、建設許可等に際し炉型の認証取得を義務付ける手続はない。ただし環境法典規則の部R593-14条に基づき、事業者は許認可申請に先立ち安全規制当局に対し事前見解を求めることができる（義務ではない）。この規定に基づき、フランスでは今後建設が行わ

れる EPR2 に関して、EDF が原子力安全局（ASN）に EPR2 の全般的な安全性について見解を求める対応が取られている^{343 344}。

原子力技術に係るフランスの規格・技術規則としては、Framatome 始めフランスの原子炉ベンダーやサプライヤーを中心とする団体 AFCEN が策定する RCC シリーズがある。RCC シリーズは以下の 7 つのコードで構成される。革新炉を対象とする RCC-MRx 以外は、全て PWR プラントを対象とする³⁴⁵。

- RCC-CW（土木）
- RCC-M（原子力機器の設計・設置） ※ASME 規格 SectionIII-原子力機器に相当³⁴⁶
- RCC-E（電気・計装）
- RCC-F（防火）
- RCC-C（燃料集合体）
- RSE-M（供用中検査）
- RCC-MRx（原子力機器【高速炉、研究炉、核融合炉】）

RCC コードはフランス本国以外にも、フランスの技術を用いた原子炉を導入あるいは導入を検討している各国で適用されている。RCC コードの世界における適用状況を図 8-4 に示す。³⁴⁷

Project	Country	States of the reactors			Number of reactors	Number of reactors that are using or have used AFCEN codes		Series of codes used							
		P	C	E		for design and/or construction	before commissioning and/ or for operation	RCC-M	RSE-M	RCC-E	RCC-CW	RCC-C	RCC-F	RCC-MRx	
Nuclear power plants	France			56	56	16	56	x	x	x	x	x			
CP1	South Africa			2	2	2		x			x				
	South Korea			2	2	2		x			x				
M310	China			4	4	4	4	x	x	x	x				
CPR 1000 & ACPR1000	China		1	27	28	28	28	x	x	x	x				
CPR 600	China			6	6	6	6	x	x	x	x				
EPR	Finland			1	1	1		x							
	France		1		1	1	1	x	x	x	x	x	x		
	China			2	2	2	2	x	x	x	x	x	x		
	UK	2	2		4	4	4	x	x	x	x	x	x		
	India	6			6	6	6	x	x	x	x	x	x		
HPR1000	China	10	11	1	22	12	12	x	x	x		x	x		
	UK	2			2	2		x	x	x		x	x		
PFBR	India		1		1	1									x
RJH	France		1		1	1									x
ITER	France		1		1	1									x
ASTRID	France	1			1	1									x
		21	18	101	140	90	119								

図 8-4 世界における RCC コード類の利用状況

出所) AFCEN “Use of AFCEN codes around the world”より引用

<https://www.afcen.com/en/content/15-utilisation-des-codes-afcen-dans-le-monde>

なお、EUには域内で流通する圧力機器類のリスクに応じたカテゴリ区分と要件を定める欧州圧力機器指令（2014/68/EU）がある。加盟各国は同EU指令を国内法に転化して運用する。もっとも高リスクの「モジュールH」機器では、指定を受けた認証機関である **Notified Body** による検査・監査及びEC設計審査証明の発行等による完全品質保証が必要となる。ただし同指令は原子力・放射線利用用途の圧力機器類を同指令の適用除外対象としている。

しかしフランスでは国内法「原子力圧力機器に関する 2015 年 12 月 30 日のアレテ（政令）」において、欧州圧力機器指令の例外にかかわらず、ASN が発給する原子力圧力機器の適合性証明において、上掲指令の「モジュールH」に則った手続を取ることが規定されている³⁴⁸。このため、フランスでは **Framatome** が製造する原子力向け圧力機器などが、「モジュールH」の枠組みでASNから適合性評価の認定を受けている³⁴⁹。

フランスの代表的な認証サービス事業者としては、**Bureau Veritas**（ビューローベリタス）が挙げられる。同社の概要を以下に示す。同社は **RCC-M** 規格などの **RCC** シリーズ、また上記の原子力圧力機器等に関する「モジュールH」に係る検査・監査及びEC設計審査証明などにおいて、ASNの認定を受けた **Notified Body** である³⁵⁰。

(1) Bureau Veritas（ビューローベリタス）

業種	<ul style="list-style-type: none"> • 認証、監査 • 試験サービス • 検査・監督
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> • 各種国際規格の認証発行 • 代行検査・第三者検査
特徴	<ul style="list-style-type: none"> • 世界有数の認証機関のひとつであり、100カ国以上で認証業務等を国際展開 • 原子力安全局（ASN）の指定認証機関として、原子力関連製品の適合性証明に係る検査・審査業務等を実施（モジュールHほか） • RCC-M など原子力技術規格への適合に係る業務を実施
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> • 日本法人のビューローベリタス・ジャパンは、フィンランドのオルキルオト3号機向けの輸出機器を皮切りに、日本における関連機器に対し、第三者認証機関としてのサービスを提供。オルキルオトへの輸出に際しては、製造工場での立ち入り、検査立会いなどを実施

8.3.6 フランスにおけるプラント建設計画と日本の関与の可能性

フランスでは改良型EPR（EPR2）の6基新設が決定しており、それぞれ2基ずつ、パンリー、グラブリーヌ、ビュージェイがサイトとして選定された。1カ所目となるパンリーでは早ければ2035年の運転開始を目指す。また追加で8基の建設も検討中であり、2050年までに最大14基のEPR2建設を視野にしている。SMRに関してはNUWARDを開発中であり、2030年までの初号機建設開始を目指す。フランスは国内でほぼすべての資機材の製造を可能とする強固なサプライチェーンをもつが、現在建設中のフラマンヴィル3号機では、大型鍛造品を日本から輸入しているため、今後も関与の可能性があるとみられる。

8.4. ドイツにおける原子力産業サプライチェーン

本節では、ドイツにおける原子力産業サプライチェーンについて整理する。

8.4.1 ドイツにおける原子力サプライチェーンの概要

ドイツは2002年に脱原子力を法制化、2023年4月に最後の3基が閉鎖され、原子力発電からの撤退を完了した³⁵¹。政府の脱原子力政策を受けて、かつて原子炉の供給などを行ってきた Siemens 社の原子力部門は2001年に、現在のフランス・Framatome 社に移管、吸収されている。フラマトム社の拠点としてドイツ国内に事業所があるが、ドイツ企業としての原子炉ベンダーは存在しない。また、2014年以降、ドイツ政府は原子炉新設事業を対象とした輸出案件に対する輸出保証（ヘルメス保証と呼ばれる）の付与を停止している³⁵²。政府保証は得られないが、ドイツ企業は原子炉新増設への関与を禁止されているわけではなく、2024年現在も、フラマトム社のサプライチェーンとして、EPR 新設プロジェクトに係る活動を中心に、ドイツ企業による原子炉新規建設・増設等への関与は継続している。また、運転中の原子炉に対する機器やサービスの提供も継続している。

なお、ドイツでは世界、業界での知名度が高い会社や規模の大きな会社であっても株式公開会社（AG、SE など）ではなく、家族経営企業、非公開企業（GmbH、mbH など）が多いことも特徴の一つである。

8.4.2 ドイツにおける建設段階の主要事業者

(1) Siempelkamp NIS Ingenieurgesellschaft mbH（ジンペルクンプ NIS 社）

Siempelkamp グループは19世紀に創業した家族経営企業である。産業向け機械、大型鋳物の鋳造工場などをもち、原子力発電、また特に原子力廃止措置や放射性廃棄物取扱に係る機器製造・サービスの分野でも50年以上の活動履歴を持つ。

業種	<ul style="list-style-type: none">原子力機器に係るエンジニアリング廃止措置、除染放射性廃棄物管理放射性廃棄物保管・輸送容器
取扱製品	<ul style="list-style-type: none">原子炉系統（PAR、コアキャッチャー）
特徴	<ul style="list-style-type: none">廃止措置、放射性廃棄物管理に係る製品・サービスが主だが、新設・バックフィットに係る原子力関連機器にも関与パッシブ水素再結合器（PAR）ではフランス・フラマトム社、カナダ SNC ラヴァリンと並ぶ世界を代表するメーカー
国際展開	<ul style="list-style-type: none">コアキャッチャーの冷却構造部分を、建設開始・完了した全 EPR に供給。イギリスにも納入予定^{353 354}同社の PAR である NIS-PAR は、欧州、日本、アメリカ（IP2 はアメリカで初めて PAR 設置）などで広く利用³⁵⁵

(2) Bilfinger SE (ビルフィンガー社)

ドイツのマンハイムに本拠を置く産業施設建設企業。19世紀に設立され、かつてはドイツを代表する建設会社であったが、2000年代までに土木建設部門を売却し、産業向けサービス専門会社となった。原子力施設向け製品や産業用磁石を供給する旧バブコック・ノエル社(現ビルフィンガー・ノエル社)などをグループ傘下に持つ。³⁵⁶

業種	<ul style="list-style-type: none"> 産業向けプラントサービス
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉系統 (CMSS) 蒸気系統 (配管)
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 旧バブコック・ノエル社(現ビルフィンガー・ノエル社)などをグループ傘下に持つ 原子炉建設におけるエンジニアリングのほか、放射性廃棄物管理に係る特殊機器等を製造 産業プラント向けのメンテナンス、拡張、運営、製造プロセスに係るソリューション、コンサルティングなどを提供
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> 2023年までにフィンランド、中国、フランス、イギリスのEPRに炉心溶融安定化システム (CMSS) を納入³⁵⁷。 イギリスのヒンクリーポイントC (HPC) の原子力蒸気・給水システム配管の設計、製造を受注。HPC建設に係るグループ受注総額は5億ユーロ超³⁵⁷

(3) KSB SE & Co. KGaA (KSB社)

KSB社は19世紀に創立されたポンプ・産業用バルブメーカーである。第二次大戦後ドイツが民生原子力を開始した当時(1955年)から原子力発電所向けのポンプ、バルブの開発に関わってきた企業である。

業種	<ul style="list-style-type: none"> ポンプ、バルブの製造、メンテナンス
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 冷却材・安全系 (ポンプ、弁)
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 原子力向けバタフライ弁、フラッディング弁をはじめ、複数の原子力向け弁を供給³⁵⁸ 原子力発電所向け (PWR、BWR、PHWR) の原子力区画、タービン区画両方の各種ポンプ、弁を広く提供。GEN IV 原子炉向け超高温用ポンプにも対応³⁵⁹
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> 世界33カ所にポンプ・バルブの製造拠点を持つ また世界10カ所に、原子力発電所向け製品サービス拠点を置く 過去40年以上にわたり、世界の約200の原子力プラントにポンプやバルブを供給 (日本: 9プラント)

(4) ADAMS ARMATUREN GmbH (アダムズバルブ社)

1960年創業の家族経営企業であり、創業者は三重偏心バタフライ弁の発明者として知られる³⁶⁰。ドイツ国内のほかスイス、米国等に製造拠点を持つ。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 各種弁（既製品、オーダーメイド）の開発、製造、メンテナンス
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 冷却材・安全系（弁）
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 原子力向けバタフライ弁、フラッディング弁、をはじめ、複数の原子力向け弁を供給 過去数十年にわたり、シーメンス KWU やフラマトムのサプライヤーとして弁を供給
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> 近年ではフィンランドのオルキルオト 3 号機に調整弁を納入（年は不明）、ウクライナの原子力発電所（プラント不明）に閉止・調整弁を納入（2023 年）^{361 362 363} オルキルオト（1 号機か 2 号機）建設では、シーメンスからはサプライヤーアワードを受賞 日本では平田バルブ工業と技術提携し、ADAMS 社開発の LNG 用弁を同社が日本国内で販売・保守している

(5) Saarschmiede GmbH (ザールシュミーデ社)

1913年創業、世界有数のオープンダイカスト鍛造メーカーである。1950年代から発電所向けのタービンや発電機シャフトの製造を行っている³⁶⁴。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 重量鍛造品の製造
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 蒸気タービンシャフト 放射性廃棄物輸送容器用の中空円筒部分
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 12,000 トンプレスを持ち、原子力向け鍛造品を製造（圧力容器の製造は行っていない）²⁵⁵ 原子力用途の鍛造蒸気タービンのモノブロックシャフト、溶接用マルチパーツシャフトなどを製造³⁶⁵
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> 原子力用途品の具体的な国外展開状況は不明

(6) Krantz GmbH (クランツ社)³⁶⁶

19世紀に創業し、1950年代に原子力施設向け換気機器の製造を始め、50年代に原子力向けを含む各種換気技術で約400件の特許を取得、業容を拡大した³⁶⁷。ドイツが脱原子力を決定し進めていく中でも、2022年にドイツ国内に原子力用途向けの生産設備を新設するなど、活発に活動している。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 産業プラント向け換気機器・フィルタ、弁、乾燥機器の設計製造メンテナンスなど
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> フィルタシステム（換気フィルタ、活性炭フィルタ他） フラップシステム（気密バルブ、圧力逃し弁他）

	<ul style="list-style-type: none"> • その他乾燥機など
特徴	<ul style="list-style-type: none"> • 原子力分野での換気技術、フィルタ、弁において 50 年の経験を持つ • 2022 年にドイツ国内に原子力向け部品を製造する最新鋭施設を新たに建設 • ドイツのほぼ全ての原子力発電所で組立、試運転、メンテナンスに関与 • 国内でもフランス国境近くに複数の事業所を置き、フランス語対応可能な従業員を多く擁し、フランス語圏に対するサービス提供に強み
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> • 2021 年にイギリス、2024 年にフランスに拠点設立 • フランス語圏の原子力施設へのサービス提供例として、フラマンヴィール、カダラッシュ（核融合）、ドール及びチアンジュ（ベルギー）等が挙げられている • この他、日本でも原子力発電所に対して自社スタッフによる試運転、メンテナンス対応事例がある（具体の発電所名は不明）

8.4.3 ドイツにおける運転段階の主要事業者

ドイツでは 2023 年 4 月 15 日に最後の 3 基が閉鎖され、運転中の原子力発電所は存在しない。商用原子力発電所は即時解体される。

8.4.4 ドイツにおける廃止措置段階の主要事業者

(1) GNS GESELLSCHAFT FÜR NUKLEAR-SERVICE MBH (GNS 社)

ドイツ国内で原子力発電所を運転していた電力会社が共同出資で運営する企業で、原子力バックエンドを主たる事業領域とする。放射性廃棄物の輸送・貯蔵（乾式貯蔵）兼用の金属キャスクで世界を代表するメーカーの一つである。

業種	<ul style="list-style-type: none"> • 放射性廃棄物容器、貯蔵に係る機器什器類の製造 • 廃止措置、除染、廃棄物のコンデンシング
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> • 各種の放射性廃棄物輸送貯蔵兼用キャスク、キャニスタを製造 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 使用済燃料・HLW 用：CASTOR、CONSTOR シリーズなど（乾式貯蔵用金属キャスク）³⁶⁸ ➢ LLW 用：MOSAIK、GNS Yellow Box など³⁶⁹ • （しばしば他の企業とのコンソーシアムのもとで）圧力容器の解体、梱包、蒸気発生器の一体撤去などを実施³⁷⁰ • 廃棄物の圧縮減容、乾燥、濃縮、コンデジションング設備等も持つ
特徴	<ul style="list-style-type: none"> • 特に放射性廃棄物の乾式貯蔵、輸送に用いる金属キャスク（CASTOR シリーズに代表される）製造元として著名 • ドイツ国内で原子力発電所を運転していた電力会社が共同出資で運営
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> • 同社製金属キャスクは 2023 年末時点でドイツ以外でベルギー、ブルガ

	リア、リトアニア、南アフリカ、スイス、チェコ、アメリカにおいて 550 基以上が運用中 ³⁷¹
--	--

(2) Siempelkamp NIS Ingenieurgesellschaft mbH (ジンペルカンプ NIS 社)

Siempelkamp グループは 19 世紀に創業した家族経営企業である。産業向け機械、大型鋳物の鋳造工場などを持ち、原子力発電、また特に原子力廃止措置や放射性廃棄物取扱に係る機器製造・サービスの分野でも 50 年以上の活動履歴を持つ。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 原子力機器に係るエンジニアリング 廃止措置、除染 放射性廃棄物管理 放射性廃棄物保管・輸送容器
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 原子力施設解体のための特殊機器・工具類の設計・製造 廃止措置（解体・切断）の技術支援 低レベル廃棄物処理、選別に係る機器
特徴 ^{372 373}	<ul style="list-style-type: none"> 原子力施設解体用の特殊機器として各種マニピュレータ、空気中・水中切断装置などを設計・製造 廃棄物関連では低レベル廃棄物選別・処理装置、ホットセル、乾燥、換気、ケーソンその他を設計・製造。廃棄物の圧縮封入、セメント固化等のサービスも提供
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> 2017 年にアメリカ・サンオノフレ炉心内部・圧力容器の解体・熱切断（遠隔操作）の技術支援、解体切断に必要な特殊工具納入 その後 2019 年にもドイツ・ミュルハイム・ケールリッヒ解体に同様のサービスを提供 日本でも、2018 年に東芝プラントシステムと技術協力に関する基本合意を締結³⁷⁴

(3) NUKEM Technologies (NUKEM テクノロジー社)

1960 年代からウラン加工、燃料製造会社として活動、1970 年代に原子力エンジニアリングや施設建設に軸足を移した。ドイツ起源だが、2009 年にロシアの Atomstroyexport 社に買収されたため、現在はロシア資本となっている。³⁷⁵

業種	<ul style="list-style-type: none"> 原子力施設の廃止措置や解体、放射性廃棄物の処理
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 放射性廃棄物管理、その他特殊廃棄物の管理、原子力施設廃止措置に係るエンジニアリング
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 廃止措置における切断技術として機械的切断、熱切断、油圧切断などの技術、必要機器を提供 除染技術として物理的除染（水、研磨など）、化学的除染（浸潤、電気的方法など）の技術、必要機器を提供 放射性廃棄物管理においては各種廃棄物の処理技術や貯蔵技術を提供 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 固体廃棄物：除染、熱処理（熱分解、焼却など）、減容など ➤ 液体廃棄物：濃縮、濾過、固形化など

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 貯蔵：貯蔵オプション選択のための調査、設計、中間貯蔵施設等のエンジニアリング設計、遠隔操作装置、監視システムなどの供給、貯蔵施設の試運転、建設など
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> • 欧州を中心にロシア、中国、日本、インドネシア、南アフリカ、トルコ、UAE、イラクなどにも展開 • 国外廃止措置ではブルガリアのコズロドイ 1～4 号機の管理区域内機器の解体計画策定 • 国外の廃棄物処理ではイギリスのドーンレイで放射性廃棄物のセメンテーションプラント、中国江蘇原子力発電所の廃棄物処理センター、ウクライナの原子力発電所全般（運転中・停止中含む）の廃棄物管理戦略策定などに関与

(4) Saarschmiede GmbH. (ザールシュミーデ社)

1913 年創業、世界有数のオープンダイカスト鍛造メーカーである。1950 年代から発電所向けのタービンや発電機シャフトの製造を行っている。

業種	<ul style="list-style-type: none"> • 重量鍛造品の製造
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> • 放射性廃棄物輸送容器用の中空円筒部分
特徴	<ul style="list-style-type: none"> • 12,000 トンプレスを持ち、原子力向け鍛造品を製造²⁵⁵ • 放射性廃棄物輸送容器用の中空円筒部分（1 体 60 トン）を製造³⁷⁶
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> • 原子力用途品の具体的な国外展開状況は不明

8.4.5 ドイツにおける型式・規格にかかる認証制度及び認証サービス業の状況

ドイツでは原子力に係る規格や技術規則として、各種の国際規格（ISO ほか）に加え、ドイツ工業規格（DIN）、また原子力技術規則として原子力技術委員会（KTA）規則などが用いられている。ドイツ国内では、世界有数の認証組織でもある TÜV が認証サービスを提供するほか、各州の原子力安全規制機関と技術支援機関（TSO）契約を結び、各種の検査等を担っている。また、KTA 規則の策定委員会にもメンバーとして加わっている³⁷⁷。

(1) TÜV

ドイツ技術検査協会（TÜV）と総称される。19 世紀にボイラー検査の全国組織として発足して以来、産業安全分野で世界的に活動している。TÜV が自ら策定する TÜV 認証の発行のほか、第三者認証機関として ISO、ASME など各種認証の発行を行う。特に原子力分野においては、認証発行業務とは別に、複数の州の原子力安全規制当局（ドイツの原子力安全規制は州単位で実施される）と技術支援機関（TSO）契約を結び、規制機関の許可可や審査に係る各種の法定検査や立ち会いを実施するなど、TSO としても重要な組織である。各地に TÜVSüd、TÜV Rheinland、TÜV Nord などの企業が展開し、Vd TÜV が全国組織として TÜV を代表している。

業種	<ul style="list-style-type: none"> • 認証、監査 • 試験サービス
----	---

	<ul style="list-style-type: none"> • 検査・監督
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> • 製品安全を証明する認証（TÜV 認証）を発行 • 第三者認証機関として各種国際規格の認証を発行 • 品質保証サービスの一環として、原子力コンポーネントの製造時品質検査なども実施 • ドイツ国内などでは原子力安全規制機関の TSO として原子力施設での検査業務などを実施
特徴	<ul style="list-style-type: none"> • 世界有数の認証機関であり、各地の TÜV が広く技術安全に係る認証業務を国際展開 • 原子力技術委員会（KTA）規則など、ドイツの原子力関連技術規則を策定する委員会にも委員として参加
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> • 第三者認証機関としての原子力機器に対する認証発行事例として、日立製作所がイギリスへの原子炉輸出を計画していた 2018 年に TÜV Rheinland から、原子炉用安全保護系コントローラの国際規格を取得した事例がある³⁷⁸

8.4.6 ドイツにおけるプラント建設計画と日本の関与の可能性

ドイツはすでに原子力発電からの撤退を完了しており、SMR など革新炉含め、原子力発電プラントの建設計画はない。ただし、核融合研究ではマックス・プランク研究所でヘリカル型（ステラレータ方式）核融合実験装置、ヴェンデルシュタイン 7-X の開発を行っている³⁷⁹。こうした革新研究に必要な機器部品の供給において、日本メーカーの関与があり得る。

8.5. カナダにおける原子力産業サプライチェーン

本節では、カナダにおける原子力産業サプライチェーンについて整理する。

8.5.1 カナダにおける原子力サプライチェーンの概要

カナダでは 19 基のカナダ型重水炉（CANDU 炉）が運転中であり、6 基が廃止措置中である³⁸⁰。カナダは豊富なウラン資源を有することを背景に天然ウランを活用できる重水炉を独自開発する方針を選択したことから、運転中の原子炉は全て CANDU 炉となっている。原子力発電事業者には Bruce Power 社、Ontario Power Generation（OPG）社、New Brunswick Electric Power（NBEP）社の 3 社が存在するが、OPG 社と NBEP 社はそれぞれオンタリオ州とニューブランズウィック州の州営企業である。

重水炉は軽水炉とは異なる設備、燃料を必要とするため、設計や燃料供給に関しては自国内のサプライチェーンで完結している。一方、カナダ国内では 1993 年のダーリントン 4 号機が最近の運転開始であり、カナダ以外を含めても CANDU 炉の運転開始はルーマニアにおける 2007 年が最新となっていることから、主要機器の国内サプライヤーは減少している。かつてはカナダ国内にも圧力容器メーカーである Dominion Bridge-Sulzer 社等が存在していたが、現在は解散している。このような背景から、2016 年から開始されたダーリントン原子力発電所の大規模改修工事では、機器設置・据付や給水管交換はカナダ企業が実施するものの、蒸気発生器や蒸気タービンはフランス企業である Alstom 社が供給している³⁸¹。

燃料分野においては、ウラン鉱石が国内で産出されることから採鉱・製錬・転換・燃料製造まで一貫した国内サプライチェーンが確立されている。製錬・転換に関しては世界的に供給しており、燃料製造に関してはカナダ国内外の CANDU 炉に供給している。なお、CANDU 炉が濃縮ウラン燃料を必要としていないことから、国内での濃縮サービスは行われていない。また、重水炉の運転に必要となる重水は国内で製造されている。

現在閉鎖済みの 6 基の内、カナダ原子力研究所 (CNL) が 3 基、OPG 社が 2 基、Hydro Quebec 社が 1 基の廃止措置を行うこととなるが、いずれの原子炉も安全貯蔵中であり、廃止措置は開始されていない。なお、カナダでは商用炉の廃止措置実績はないが、研究炉 8 基が廃止措置済みである³⁸²。

8.5.2 カナダにおける建設段階の主要事業者

(1) AtkinsRealis (アトキンス・リアリス社)

カナダではカナダ原子力公社 (AECL) が CANDU 炉の開発を進め、原子炉、圧力容器、炉心構造物等の製造も行っていたが、2011 年に原子炉部門を SNC-Lavalin 社に売却した³⁸³。SNC-Lavalin 社は現在アトキンス・リアリス社に商号を変更しており、カナダ唯一の原子炉ベンダーとなっている。同社は原子炉ベンダーとして CANDU 炉を取り扱っているが、CANDU 炉以外の新設にも携わっているほか、放射性廃棄物管理や廃止措置に関しても手掛けている。同社の概要を以下に整理する^{384,385}。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉ベンダー エンジニアリング 運転・保守支援 寿命延長工事 放射性廃棄物管理 廃止措置
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉系統 (CANDU 炉)
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 設計からエンジニアリング、コンサルティング、建設作業支援、プロジェクト管理、資金管理まで建設におけるあらゆる分野でサービスを提供していることに加え、放射性廃棄物管理、廃止措置も含めたプラントのライフサイクル全体を対象としたサービスを提供している 近年は CANDU 炉の新設は行われていないが、国内 CANDU 炉の改修による寿命延長工事を請け負っており、新規制基準対応工事で技術力を維持している日本の原子炉ベンダーと同様の状況にあると考えられる 原子炉ベンダーとしての経験をいかし、SMR ベンダーに対して許認可対応・実用化に向けた設計支援等も実施している
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> AECL であった頃にルーマニアに CANDU 炉の原子炉系統、圧力容器、

[†] CNL は、カナダ原子力公社 (AECL) の CANDU 炉開発部門が 2011 年、SNC-Lavalin 社に売却された後に残された原子力研究等の業務を継承した民間企業であり、AECL との長期契約に基づき、AECL が所有する放射性廃棄物の管理を実施している。

	<p>炉心構造物等を納入していたが、近年はサプライヤーとしての実績はない</p> <ul style="list-style-type: none"> • 子会社の AtkinsRealis US Nuclear 社がアメリカで放射性廃棄物管理・除染・廃止措置等を実施 • エンジニアリング・設計支援として、イギリスのヒンクリーポイント C・サイズウェル C、アラブ首長国連邦のバラカに参画
--	---

(2) BWXT Canada (BWXT カナダ社)

BWXT カナダ社はアメリカ BWXT 社の子会社であり、前身にあたる Babcock & Wilcox Canada 社の頃から 60 年以上にわたって蒸気発生器や RPV ヘッドなどの原子炉主要機器を製造している³⁸⁶。なお、子会社である BWXT Nuclear Energy Canada 社は燃料メーカーであるとともに燃料関連設備サプライヤーである³⁸⁷。

業種	<ul style="list-style-type: none"> • 原子炉主要機器メーカー • 原子炉系統主要機器メーカー
取扱製品 ³⁸⁸	<ul style="list-style-type: none"> • 蒸気発生器 (CANDU 炉・PWR) • 炉内構造物 (CANDU 炉・PWR) • RPV ヘッド • 加圧器 • 給水管 (CANDU 炉) • 制御棒駆動装置 • シールドプラグ • 一次冷却系配管 • 熱交換器 • 貯蔵キャスク
特徴	<ul style="list-style-type: none"> • オンタリオ州に 5 つの製造拠点を有する重量構造物メーカー • CANDU 炉の大規模改修工事において蒸気発生器や熱交換器を供給 • 2022 年には GE 日立社から BWRX-300 用の圧力容器設計を受託³⁸⁹
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> • 世界中の CANDU 炉・PWR 向け蒸気発生器を製造しており、交換も含めると累計 315 基を供給 • 親会社の BWXT 社はアメリカ国防省やエネルギー省からの受託が豊富であり、原子力潜水艦、月面核分裂プラント、マイクロ炉、レガシーサイト復旧、医療用 RI 製造なども手掛ける

(3) BFC Technology

食品・酪農産業向け製造プロセスの導入を請け負う WHE Bio-Systems 社を前身として 2003 年に設立された。バイオテクノロジー・製薬産業におけるプロセスシステムの設計・構築・設置がメインの企業であり、原子力産業への進出は 2014 年と比較的近年である³⁹⁰。

業種	<ul style="list-style-type: none"> • 給水・排水・復水系統メーカー
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> • 高温・高圧配管系 • 高温復水系

	<ul style="list-style-type: none"> 化学処理系 排水濾過システム
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 原子力産業への参入が 2014 年であり、カナダにおける新設には携わっていないが、原子力施設の改修においてプロセス系統を供給³⁹¹
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> 原子力産業以外では世界的企業に供給しているが、原子力産業の主要顧客は CNL、BWXT 社、カメコ社となっており³⁹²、カナダ国外でのシェアは高くはないと考えられる

(4) Alithya

IT・企業戦略分野におけるコンサルティング会社であるが、様々な企業を買収しており、原子力産業において 40 年以上の実績を有する³⁹³。主な事業領域は製造業、エネルギー産業、金融、公共サービス、ヘルスケア、通信、輸送・流通となっている。原子力はエネルギー産業の一部として扱われており、原子力以外の産業が中心と考えられる。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 電気・計装メーカー（ソフトウェア）
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉制御システム 監視制御システム 原子炉操作訓練用シミュレータ ソフトウェア設計・導入
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 燃料チャンネルボックスの摩耗検出技術、ネットワーク上の準備・実行・バックログ・信頼性に関する活動を支援する上での分析パッケージにおいて知的財産を有しており、主にソフトウェアやコンサルティングサービスを提供している³⁹⁴
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> 原子力事業における国際展開に関する情報は得られなかった

(5) VELAN（ベラン社）

ベラン社はモントリオールを本拠地とする 1950 年創業の産業用バルブメーカーであり、1956 年に原子力潜水艦用バルブを供給して以降、60 年以上にわたって原子力用バルブを製造している。原子力産業以外にも石油化学、液化天然ガス、水処理等の分野も手掛けており、北米に 3 か所、欧州に 4 か所、アジアに 5 か所の製造拠点を有する³⁹⁵。

業種	<ul style="list-style-type: none"> バルブメーカー
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> バルブ 導入支援（据付支援・試運転支援等） アフターサービス（メンテナンス・交換・不具合調査等）
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 原子力導入の初期からバルブを供給していることから、ベラン社の技術が原子力産業の標準として活用されている あらゆる炉型に対応しているほか、ナトリウム冷却高速炉や核融合炉における技術開発も実施
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> カナダ・アメリカ・フランスの 3 か国に原子力事業の拠点を有する 380 基でベラン社製バルブが使用されており、極めて高い国際的シェアを誇る（アメリカ・フランスでは 98%の原子炉が、イギリス・CANDU 炉

	では全原子炉がベラン社製バルブを使用) ³⁹⁶
--	------------------------------------

(6) Aecon

カナダを代表する大手建設会社であり、1967年以降、50年以上にわたり原子力発電所のEPCを手掛けている³⁹⁷。子会社であるAecon-Wachs社はアメリカに拠点を設けており、大小合わせて1000件以上の原子力プロジェクトに関与した実績を有する³⁹⁸。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 建設・エンジニアリング
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 原子力発電所建設におけるEPCによる建設工事の請負 原子力発電所の改修や新設 運転支援サービス 廃止措置・除染 放射性廃棄物管理
特徴	<ul style="list-style-type: none"> カナダでは新設が途絶しているため、近年は原子力発電所の改修工事や蒸気発生器を含む主要機器の交換工事を請け負っており、ダーリントン原子力発電所の改修工事では給水管の交換や炉心構造物の改修³⁹⁹、ブルース原子力発電所の改修工事では蒸気発生器や燃料チャンネルボックスの交換を実施^{400,401} Aecon-Wachs社は自社で溶接技術者等を雇用して高度な技術が必要となる機器組立や、電気・計装系の工事等も実施
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> 主にアメリカ・カナダにおいて多数の原子力関連プロジェクトを受注

8.5.3 カナダにおける運転段階の主要事業者

(1) Cameco (カメコ社)

カメコ社はウラン資源の採掘や転換、核燃料製造等のフロントエンドを中心とした国際的企業である。WNAの推定による世界の2020年時点のウラン転換能力は62,000tUであるが、カメコ社の転換能力は12,500tUである⁴⁰²。また、PHWR燃料集合体を年間1,500体製造する能力を有している²⁵⁸。

なお、8.2.2 (1) において整理したとおり、カメコ社はブルックフィールドビジネスパートナーズとともに、アメリカのWH社を買収した。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 燃料メーカー 燃料関連設備メーカー
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 天然ウラン燃料 (CANDU 炉) 製錬 転換 再転換 燃料被覆管
特徴	<ul style="list-style-type: none"> WH社の買収で、カメコ社のウランの採掘と核燃料製造を中心としたフロントエンドに加えて、WH社の原子力発電に関する技術や製品と、ブルックフィールドのクリーンエネルギーに関する知見が集約される

	259
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> カザフスタンのインカイにおける原位置回収ウラン鉱山の JV の 40% の権益を有するほか、アメリカでも権益を所有⁴⁰³

(2) BWXT Nuclear Energy Canada (BWXT NEC 社)

BWXT NEC 社は BWXT カナダ社の子会社であり、燃料及び燃料関連設備を取り扱っている⁴⁰⁴。同社製燃料は CANDU 炉用の天然ウラン燃料である。燃料加工は行っているものの、転換等を行っていない。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 燃料メーカー 燃料関連設備メーカー
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> 天然ウラン燃料 (CANDU 炉) ジルコニウム被覆管 燃料取扱い施設 原子炉検査・メンテナンス装置
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 燃料取扱い施設の設計から製作、納入、据付、試運転、サポートまで一貫したサービスを提供 燃料取り出しや燃料チャンネルの検査・交換なども手掛ける
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> CANDU 炉を運転しているルーマニアにジルコニウム被覆管を輸出(ルーマニアは国内に燃料工場を有するため、燃料自体は輸出していない模様)⁴⁰⁵ CANDU 炉を運転している韓国・アルゼンチン・中国は自国内で燃料製造が可能のため、近年は燃料を輸出していない模様^{406, 407}

(3) 電気事業者 3 社

カナダでは Bruce Power 社、OPG 社、NBEP 社の 3 社が合計 19 基の CANDU 炉を運転している。これらの原子炉は 1966 年から 1985 年の間に着工され、1971 年から 1993 年の間に初臨界を達成している。ニューブランズウィック州に位置するポイントプロロー発電所 (1 基) を除く 18 基は全てオンタリオ州に位置しており、オンタリオ州の州営企業であるオンタリオ・ハイドロ社によって開発された。オンタリオ・ハイドロ社は規制緩和によって分割民営化され、その後継である OPG 社が 18 基全てを所有している。その内ブルース発電所 (8 基) は Bruce Power 社が長期リースする形で運転している。

オンタリオ州では 1995 年から 1998 年にかけて、1970 年代に運転を開始していたピッカリング A 発電所 (当時 4 基) とブルース A 発電所 (4 基) の運転を停止したが、その後オンタリオ州のエネルギー政策が見直されたことにより、改修することで経済的に運転可能な原子炉の運転が再開された。その結果、ピッカリング A 発電所の 1 号機と 4 号機は 2003 年から 2005 年にかけて運転を再開し、2 号機と 3 号機は恒久停止となった。ブルース A 発電所では 3 号機と 4 号機が 2003 年から 2004 年にかけて、1 号機と 2 号機が 2012 年に運転を再開している。このように、カナダにおける運転段階の特徴として、一度運転が停止された原子炉が改修を経て運転を再開した事例が数多く存在することが挙げられる。2017 年には、ブルース A 発電所の 3 号機及び 4 号機、ブルース B 発電所の 4 基、ダーリントン発電

所の4基について、改修による寿命延長を実施する方針が示された。各社に関する情報を以下に整理する。

	Bruce Power	OPG	NBEP
形態	民間企業	州営企業（オンタリオ州）	州営企業（ニューブランズウィック州）
運転	ブルース A（4基） ブルース B（4基） ※所有者は OPG 社	ダーリントン（4基） ピッカリング A（2基） ピッカリング B（4基）	ポイントルプロー（1基）
特徴	ブルース A3 号機及びブルース B6 号機の改修実施中 ブルース C 発電所として最大 480 万 kW の大型炉新設を検討中	ダーリントン 2 号機及び 3 号機の改修・運転再開を実施済み ダーリントン 1 号機及び 4 号機の改修実施中 ダーリントンでの SMR4 基建設を計画	ポイントルプローでのナトリウム冷却高速炉実証炉建設を計画

8.5.4 カナダにおける廃止措置段階の主要事業者

(1) アトキンス・リアリス社

カナダでは安全貯蔵中であり、廃止措置は開始されていないが、アトキンス・リアリス社のアメリカ子会社である AtkinsRéalis US Nuclear 社がアメリカのレガシーサイト復旧に関与している。

業種	<ul style="list-style-type: none"> 放射性廃棄物管理 廃止措置
取扱製品	<ul style="list-style-type: none"> エンジニアリング・設計 除染 解体・廃止措置 放射性廃棄物管理・輸送 放射線関連サービス
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 前身企業も含め 27 年以上にわたり、DOE 等のレガシーサイトにおいて除染・廃止措置に関与 除染、解体、機器撤去、放射性廃棄物のオンサイト管理など、バックエンドに関して一貫したサービスを提供
国際展開	<ul style="list-style-type: none"> アメリカ以外での実績に関する記載はない

8.5.5 カナダにおける型式・規格にかかる認証制度及び認証サービス業の状況

(1) CSA グループの原子力規格

カナダにおける原子力分野の規格は、1960 年代に商用原子力発電所の原子炉建設が開始

された後、1970年代に開始された。これらの規格は、構築物、系統及び機器の設計、建設、運転に関するトピックを反映し、最低要件とベストプラクティスのガイダンスを確立するものであった。その後数十年にわたり、一連の原子力規格は維持され、防火、耐震設計、環境・放射線防護、放射性廃棄物管理を含むトピックを扱うために拡張された。2013年までには、規格が扱う施設の範囲も拡大し、鉱山や精錬施設、研究施設や同位体処理施設、放射性廃棄物管理施設など、さまざまな原子力施設のマネジメントシステム、廃止措置、防火要件を含むようになった。現在、カナダのほとんどの原子力規格は CSA グループによって開発され、以下の 12 の主要なトピックをカバーしている⁴⁰⁸。また、CSA グループが第三者認証を行っている。

- 原子力施設の緊急事態マネジメント
- CANDU 炉の圧力維持系統及び機器
- 原子炉機器の定期検査
- 原子力施設のマネジメントシステム
- 原子炉のコンクリートによる閉じ込め及び安全関連の構造物
- 原子力施設の環境マネジメント
- 原子炉の耐震設計
- 原子炉の制御系統、安全系統、及び計装
- 原子炉安全とリスクマネジメント
- 放射性廃棄物管理
- 防火
- 原子力施設の廃止措置

これらの規格は、規制当局、電力会社、ベンダー、学識経験者を含むステークホルダー・グループのコンセンサスによって策定され、カナダ全土の原子力施設の規制文書、許認可、コンプライアンス・ハンドブックにおいて、国による規制の枠組みで参照されている。2008年頃、カナダで CANDU 炉以外の設計の許認可申請が行われる可能性が出てきたため、より技術中立的な要件を取り入れた規格の必要性が高まった。その結果、カナダの原子力規格は、全体的な安全目標の実現のために、可能な場合には、CANDU 炉に特有な要件を把握し、他の国際規格をベンチマークするアプローチを適用して、改定された。カナダの原子力規格の多くはカナダ固有のものであるが、IAEA、ASME、アメリカ電気電子技術者協会 (IEEE) が発行する規格など、他の国内規格や国際規格を参照し、ベンチマークしている⁴⁰⁸。

CSA の規格は、カナダ原子力安全委員会 (CNSC) が策定する規制文書の REGDOC において参照される。REGDOC では、“shall”又は“must”で記述される文章は、許認可所有者又は申請者が満足しなければならない要件を意味する。“should”で記述される文章はガイダンスやアドバイスを意味する。例えば、REGDOC-1.1.2「許認可申請ガイド：原子炉施設の建設許可 第2版」では、原子炉施設の建設許可申請における緊急時準備プログラムが満足しなければならない (shall) 要件を含む文書として、CSA N1600:21「原子力緊急事態マネジメントプログラムに関する一般要件」が挙げられている。一方で、健全な安全文化の醸成に関するアプローチが確立されていることを実証する際に準拠すべき (should) 文書として、CSA N286-12「原子力施設のマネジメントシステム要件」が挙げられている⁴⁰⁹。このように、REGDOC では CSA の規格が、遵守が義務付けられる要件として位置づけられる場合があり、また遵守がガイダンスやアドバイスとして提示されている場合がある。

(2) CNSCによるベンダー設計レビュー（VDR）

カナダには、規制機関による原子炉設計の型式認証制度は存在しないが、許認可申請前に規制機関であるCNSCからフィードバックを得ることができるベンダー設計レビュー（VDR）制度が存在する。VDRに関するREGDOC-3.5.4「ベンダーの原子炉設計に関する許認可前レビュー」では、VDRは許認可プロセスにおいて必須ではないが、VDRによって設計プロセスにおいて考えられる規制上又は技術上の問題、特に設計又は安全性解析に重大な変更をもたらす可能性のある問題を早期に特定し、解決することができると指摘されている。また、REGDOC-3.5.4は、VDRが原子炉の設計を認証するものではなく、原子力安全管理法に基づくライセンスの発行を伴うものではないことも明記している⁴¹⁰。このように、VDRはベンダーの要求によって実施され、その結果は許認可審査に影響を及ぼすものではないが、効率化につながるものと位置付けられている。また、カナダ国外のベンダーも活用している⁴¹¹。

8.5.6 カナダにおけるプラント建設計画と日本の関与の可能性

Bruce Power社はブルースC発電所プロジェクトとして、ブルース発電所サイト内に最大480万kWの大型炉建設を検討している。同プロジェクトは環境アセスメントを開始した段階であり、炉型等は決定していない。また、カナダ資本となったWH社がオンタリオ州に4基のAP1000の建設を検討している。世界的なコンサルティング会社であるプライスウォーターハウスクーパーズ社が建設によるカナダ経済への影響について分析した資料では、カナダのサプライチェーンを活用することによる経済的利益を強調しており⁴¹²、日本企業の関与可能性は未知数であるものの、日本製鉄（当時は住友金属工業株式会社）が中国やアメリカにおけるAP1000建設に対して蒸気発生器用伝熱管を納入した実績を有しており、日本企業が関与する可能性は存在する⁴¹³。

カナダ連邦政府は2020年12月にSMRの開発や実用化に向けて当事者が実施すべき具体的な行動を示したアクションプランを策定した。アクションプランではSMRの実用化に向けた3つのストリームを設定しており、その内の1つでは送電網への併入を前提としたSMRの開発・実用化を目指し、オンタリオ州で2028年の実用化を、サチュカワン州で2034年の実用化を目標としている。2021年にはオンタリオ州ダーリントンサイトでのSMR建設を計画しているOPG社がアメリカのGE日立ニュークリア・エナジー社（GEH）製SMRであるBWRX-300を採用することを決定した。また、2022年にはサチュカワン州でのSMR建設を計画しているSask-Power社もBWRX-300の採用を決定した。いずれも4基の建設を計画している⁴¹⁴。BWRX-300は日本の日立GEニュークリア・エナジー社（HGE）とGEH社が共同開発しており、日本のサプライヤーが参画する可能性が高いと考えられる。なお、OPG社は2022年10月にCNSCに建設許可申請書を提出している。

8.6. 日本と諸外国におけるサプライチェーンの比較・分析

日本のサプライチェーンは8.1で整理したように、原子炉ベンダー、主要機器メーカー、機器サプライヤーの各階層において全体を網羅していることが特徴的である。福島第一原子力発電所事故以降にサプライヤーが撤退したことで調達できなくなった製品も存在しているが、現在のサプライチェーンから将来的な調達先を確保することは不可能ではなく、どの企業であっても技術的に製造できないような資機材は存在していないと考えられる。一

方、実際に撤退しているサプライヤーが出現しているように、サプライチェーンを長期的に維持できる保証があるわけではなく、特に新設計画が存在しないことによって事業の見通しが立たないことから、将来的な脆弱化が懸念されている。本節では、日本と諸外国におけるサプライチェーンについて比較・分析する。なお、ドイツは自国中心での原子力発電所建設を行っておらず、主にフランスに資機材を提供していることから、フランスとドイツはまとめて取り扱う。

8.6.1 アメリカとの比較

アメリカでは 2013 年に建設を開始したボーグル 3 号機に至るまで 35 年間新設が行われなかった結果、国内の原子力サプライチェーンが衰退した。以前は WH 社や GE 社（当時）が压力容器、蒸気発生器、格納容器、タービンといった主要機器を供給していたが、ボーグル 3 号機では压力容器及び蒸気発生器を韓国の斗山重工業（当時）から、格納容器を IHI から、タービンを東芝から輸入している⁴¹⁵。大型炉の建設能力に関しては新設が長らく途絶したことによって低下したと考えられる一方、原子力潜水艦といった軍用原子力における需要もあり、原子力に特有な技術を保有している企業自体は比較的多く存在する。ただし、蒸気発生器用伝熱管等、製造できない資機材も存在する。また、原子力潜水艦といった軍用原子力利用は、運転員の養成や確保といった面でもアメリカのサプライチェーンを支える役割を担っているといえる。

革新炉の内、SMR に関しては、8.2.2 (7) に記載したとおり、最も進んでいたニュースケール社のプロジェクトが中止されたため、具体化している国内プロジェクトは存在しない。大型鍛造品メーカーである North American Forgemasters 社が同社ウェブサイトにおいて SMR 用コンポーネントにも対応できるとしているなど⁴¹⁶、多くの原子力関連企業は SMR も事業領域内としており、大型炉よりも資機材が小型化される SMR では既存サプライチェーンで対応可能な範囲も比較的広くなると予想されるが、実際の対応可能性は不透明であり、日本の状況と大差ないと考えられる。なお、ニュースケール社は中止されたプロジェクトにおいて韓国の斗山エネビリティと主要機器の供給契約を、フランスのフラマトム社と燃料取扱い設備の設計に関する契約を締結しており、今後のプロジェクトにおいて日本を含むアメリカ以外の企業が参画する可能性も考えられる。SMR 以外の革新炉に関しては、DOE による先進的原子炉実証プログラムにおいて、テラパワー社によるナトリウム冷却高速炉と X エナジー社による高温ガス炉が支援対象となっている。テラパワー社は JAEA、三菱重工業、三菱 FBR システムズと技術開発に関する覚書を締結しており⁴¹⁷、日本企業が参画する可能性も考えられる。

燃料分野においては、WH 社が幅広い炉型の燃料を製造している。製錬は Energy Fuels 社が、転換は ConverDyn 社が、濃縮はウレンコ社傘下企業が、再転換はフラマトム社傘下企業が実施しており、国内調達は可能である。一貫した国内サプライヤーが存在するという点で日本のサプライチェーンよりも強固であるといえるが、需要に追いついておらず海外への依存度が高いことが課題となっている⁴¹⁸。また、現在はロシアしか商業的に製造していない一方で SMR での利用が見込まれる HALEU 燃料についても、セントラスエナジー社が生産に成功し、規模拡大に取り組んでいる。日本における HALEU 燃料の需要は不透明であるが、エネルギー安全保障の観点から燃料の自国内調達は極めて重要であり、アメリカにおける取組は参考になるだろう。

バックエンド分野においては、サイトごと買い取って廃止措置を請け負うビジネスモデルが存在し、実際に廃止措置が進行している。法制度の差異によりこのようなビジネスモデルを日本で実施することは難しいと考えられるため、単純に比較することはできないが、多くの廃止措置が進行している点で、日本よりも強固なサプライチェーンが存在するといえる。また、民間企業による極低レベル放射性廃棄物処分・低レベル放射性廃棄物処分も実施されており、放射性廃棄物処分においても日本よりも進んでいるといえる。

8.6.2 カナダとの比較

カナダにおいては、自国内の新設が途絶していたこともあり、以前は存在していた圧力容器メーカーが解散し、アメリカ資本の BWXT カナダ社しか残っていないなど、自国内でサプライチェーンを完結させることはできない。一方、カナダ企業の多くはアメリカの認証制度である ASME の N スタンプを取得しており、アメリカへの輸出機会を獲得している。また、現在 19 基が運転中であるが、その内 15 基は大規模改修工事による寿命延長の対象となっている（内 6 基は完了）。改修工事では蒸気発生器の交換なども行われるため、サプライチェーンの技術力維持に貢献していると考えられる。

革新炉に関しては、軽水炉 SMR、高速炉、高温ガス炉のいずれも国内ベンダーは存在しないが、海外ベンダーによる炉の建設が計画されている。特に軽水炉 SMR に関しては GEH 社の BWRX-300 の建設が計画されており、日本企業の参画余地も大きいと考えられる。アメリカのベンダーが設計する高速炉と高温ガス炉に関しても、アメリカとカナダのいずれにおいてもこれらの炉型に特有の技術が十分に存在するとは言い難く、日本企業の参画余地があると考えられる。

燃料分野においては、自国内のウラン資源を活用する観点から、一貫したサプライチェーンが存在し、極めて強固であるといえる。特に製錬、転換、再転換は国外への輸出も多い。一方、製造される燃料は CANDU 炉用であり、専ら国内用であることから、市場の拡大は見込めず、燃料製造能力の維持が将来的な課題になると予想される。

バックエンド分野においては、商用炉の廃止措置が本格化していないこと、低レベル放射性廃棄物処分場の建設計画が中止されたことから、日本と近い状況であるといえる。一方、カナダはアメリカ企業との結びつきが強く、アトキンス・リアリス社のアメリカ子会社はアメリカのレガシーサイト復旧に携わっているため、カナダ企業として廃止措置の経験は蓄積されていると考えられる。

8.6.3 フランス・ドイツとの比較

フランスは、日本のように各階層全体にわたるサプライチェーンを有する数少ない国である。フランスでは建設に関するサプライチェーンがフラマトムに集約されている。元々フラマトムは PWR を手掛けていたが、ドイツのシーメンス社を吸収したことで BWR 製品の製造能力も有している。フランスのサプライチェーンの特徴として、フラマトムがほぼ全ての資機材を取り扱っている一方で、フラマトム傘下のドイツ企業や独立系ドイツ企業からの調達も多く、欧州大でサプライチェーンを構築しているといえる。フランスで最も新しい原子力発電所であるフラマンヴィル 3 号機の建設にあたっては、フラマトム社が一括で受注し、多くの資機材を同社のサプライチェーンから調達していた。一方、フィンランドで建

設されたオルキルト 3 号機では圧力容器を、イギリスで建設中のヒンクリーポイント C ではポンプを三菱重工業から調達している。このように、フランス国内の新規建設ではフラマンヴィル 3 号機と同様にフランス・欧州からの調達が中心となると考えられるが、フランス国外では日本企業の参画余地は否定されるものではない。

革新炉に関しては、歴史的に高速炉開発に注力してきたが、2019 年に ASTRID 計画が凍結され、一旦は下火になった。その後、2023 年の日仏共同声明で高速炉開発における協力が盛り込まれており、今後は日本企業の関与も増加すると考えられる。フランス国内における高速炉サプライチェーンの残存状況は不明であるが、アメリカのテラパワー社がフラマトムのアメリカ子会社を燃料取扱い設備のサプライヤーに指定しており、日本と同様に既存のサプライチェーンである程度の技術力を有すると考えられる。SMR 開発に関してはアメリカ等と比較すると遅れていたが、2021 年に発表された国家投資計画で国産 SMR 「NUWARD」の建設を 2030 年までに開始する目標が示された。開発は EDF が行う。具体的な建設目標が示されていることから、今後サプライチェーンの構築が本格化すると考えられる。高温ガス炉に関しては、ガス冷却高速炉開発の一環としてフラマトム社を中心に開発が進められていたが、実証炉の建設に至った高速炉と比較すると開発の成熟度は低く、HTTR の建設・運転実績を有する日本の方が優位にあると考えられる。また、国内ベンチャー企業が開発を進め、国が支援していることから、将来的な日本企業の参画余地は存在すると考えられる。

燃料分野においては、世界的な燃料サイクル企業である Orano 社が採鉱、製錬、転換、濃縮、再処理、MOX 燃料製造を実施し、フラマトム社が再転換、燃料製造を実施している。この 2 社をあわせると燃料分野の全てを網羅しており、輸出も盛んであることから、世界的に見ても有数のサプライチェーンを有しているといえる。

バックエンド分野においては、Cyclife が放射性廃棄物分野において処理から処分まで一貫したサービスを提供している。特に大型廃棄物のリサイクルに向けたコンディショニングなど、世界でも数少ないサービスを提供している。フランスの廃止措置の実施主体は EDF 一社であることから、原子力事業者が 10 社存在する日本と比較すると、知見が蓄積しやすいと考えられる。

8.6.4 日本における今後のサプライチェーン強化に向けた分析

日本では原子力発電所の国産化が進んでいたことにより、大型軽水炉の新設に関する広範なサプライチェーンを保有する。福島第一原子力発電所事故後の新設は途絶しているものの、安全対策工事や各社の努力によって技術力が維持されており、原子力産業に特有な資機材について、日本で全く製造できないものは存在しないと考えられる。一方、原子力事業から撤退するサプライヤーも存在し、現時点では代替先からの調達や内製化などで対応できているものの、長期的に維持できる見通しが得られているわけではない。原子力産業品は一般産業品よりも高い性能や厳しい品質管理が求められることから、新規参入は容易ではなく、一度サプライチェーンに欠落が生じるとその回復は容易ではない。産業界へのヒアリングでは、サプライチェーンの長期的な維持に向けて、特に新設の見通しが得られることが重要であるという指摘があった。輸出による技術力の維持に関しては、これまで言語や規制が障害となり一部の企業に限られていたが、経済産業省がサプライチェーンプラットフォームを立ち上げ、支援を開始したところである。ただし、輸出だけでは新設に必要な技

能者・技術者の人材育成は不十分であることに留意する必要がある。なお、トラブル対応や品質の観点から国産品の活用が進められてきたこともあり、現時点ではサプライチェーンに欠落が生じていないことと相まって、現時点では輸入品による代替は具体化していないようである。

SMR に関しては国内での建設計画が具体化していないこともあり、明確な実現可能性は不透明であるものの、基本的に大型軽水炉の技術を活用しているから、技術的な障壁は小さいとみられる。高速炉及び高温ガス炉に関しては実用化に向けた技術的な課題は存在するものの、研究炉を建設した経験があることから、既存のサプライチェーンで対応できるとする意見が多かった。特に日本では高速炉及び高温ガス炉について、政策レベルでも民間レベルでも継続的な検討・開発が行われてきたことが大きいといえる。アメリカも高速炉及び高温ガス炉の建設・運転経験を有するが、政府による開発方針は凍結され、WH 社や GEH 社といった既存の原子炉ベンダーも開発していない。近年、高速炉及び高温ガス炉をアメリカやカナダに建設する計画が立ち上がっているが、これらのベンダーと比較すると、日本企業の方が開発の歴史が長く、また国内サプライチェーンも残っているため、有利な状況にあると考えられる。ただし、日本では新設計画が具体化しているわけではないため、優位性を生かした海外プロジェクトへの参画等を通じて技術力を維持し続けることが重要であるといえる。

燃料分野においては、福島第一原子力発電所事故前後でサプライチェーンが大きく変化したわけではないが、三菱原子燃料以外は新規規制基準対応中となっている。日本原燃の再処理施設と MOX 燃料製造施設においては 2024 年度の竣工が予定されており、これから新たにサプライチェーンを維持していくことになるが、燃料サイクル施設は原子力発電所よりも建設機会が少ないため、戦略的に対応する必要があるといえる。

バックエンド分野の中でも廃止措置に関しては、日本はこれから本格化することもあり、諸外国の方が進んでいるといえる。日本も研究炉の廃止措置を通じた実績を有し、除染や放射線量管理といった原子力に固有の技術に関するサプライチェーンは存在するが、商用炉規模の廃止措置を安全かつ効率的に進める上では、今後の経験をうまく集約する必要があるといえるだろう。例えば、アメリカやフランスでは中核的な企業が存在し、経験を蓄積させている。放射性廃棄物処分に関しては、技術的な課題は特に存在しない一方で、処分場が原子力発電所の運転中に発生する L2 廃棄物のみを対象とした低レベル放射性廃棄物埋設センターしか存在しない点が課題となっている。

認証制度に関しては、日本機械学会による JSME 規格や日本電機工業会による JEM 規格が存在するが、国家規格ではなく民間規格であるとともに、第三者認証制度が存在しない。産業界へのヒアリングでは国家規格とする必要性は特に感じないという意見があったが、第三者認証制度に関しては、本調査の対象国のいずれでも実施されていたことから、対外的な証明という観点で導入を検討する余地はあるだろう。また、規制機関による型式認証は、燃料集合体や輸送キャスクに対して実施されているものの、原子炉設計に対しては実施されていない。本調査の対象国においても、規制要件として型式認証の取得を必須としているわけではなく、また制度内容も国によって異なるが、設計の成熟度を客観的に示すとともに許認可をスムーズに進める観点からベンダーのニーズは存在すると考えられる。例えば、カナダにおける VDR は認証ではないものの、規制機関からのフィードバックを受ける場とし

^s 放射能レベルが比較的低い廃棄物

て、カナダ国外のベンダーも利用している。日本では建設地等も決定した上で許認可を申請するが、カナダやフランスの制度では原子炉の一般的な設計に対する規制機関の見解を求めることができるため、建設計画が具体化する前から設計の成熟度を高めることが可能となる。特に革新炉においては、建設の前例がなく、また建設計画が具体化しているわけでもないことから、設計に対する規制機関のフィードバックを早期に受けることができる制度のニーズは存在すると考えられる。

本調査の結果の概要として、建設段階における各国のサプライチェーンを表 8-4 に、運転・燃料・バックエンド分野における各国のサプライチェーンを表 8-5 に、サプライチェーンの各国間比較を表 8-6 に、認証制度及び日本からの輸出可能性の各国間比較を表 8-7 に示す。

表 8-4 建設段階における各国のサプライチェーン

		日本	アメリカ	フランス	ドイツ	カナダ	
建設	原子炉ベンダー	MHI(PWR)、日立GE(BWR)、東芝(BWR)	WH(PWR)、GEH(BWR)	フラマトム(PWR)	なし	アトキンス・リアリス(CANDU)	
	主要機器・設備	RPV	MHI、IHI	BWXT、ジョセフ・オート	フラマトム	なし	なし
		大型鍛造品	日本製鋼所M&E	ジョセフ・オート、Lehigh Heavy Forge 等	フラマトム	なし	BWXTカナダ
		炉内構造物	MHI、日立GE、東芝	BWXT、GEH、TEi	フラマトム	なし	BWXTカナダ
	タービン	MHI、東芝	不明	GEスチームパワー	(シーメンス)	なし	
	タービン部素材	日本製鋼所M&E、太平洋製鋼	不明	GEスチームパワー	ザールシュミーデ	不明	
	制御棒駆動機構	MHI、日立GE、東芝	WH、GEH	フラマトム	なし	BWXTカナダ	
	制御棒・素材	日立金属、大同特殊鋼	WH、GEH、Veridiam	フラマトム	不明	不明	
	蒸気発生器	MHI	BWXT、ジョセフ・オート等	フラマトム	なし	BWXTカナダ	
	伝熱管	日本製鉄	なし	フラマトム	なし	なし	
	格納容器	MHI、日立GE、IHI	Lehigh Heavy Forge(素材)	フラマトム	なし	不明	
	燃料関係設備	富士電機、木村化工機	WH	フラマトム	不明	BWXT-NEC	
	熱交換器	日阪製作所	BWXT、ジョセフ・オート等	フラマトム	不明	BWXTカナダ	
	冷却系統	ポンプ	MHI、三菱電機等	GEH、Flowserve等	フラマトム、Clextral	KSB	SULZER
		バルブ	岡野バルブ製造、平田バルブ工業等	Bernard Controls、TRILLIUM FT等	フラマトム	KSB、アダムズバルブ等	ペラン
		給水等系統	荏原製作所、オルガノ等	WH、GEH	フラマトム	ビルフィンガー	BWXTカナダ、BFCT
	電気・計装系	電気・制御系	東芝、三菱電機	WH、GEH、Curtiss-Wright、radiy	フラマトム	(フラマトムドイツ子会社)	Alithya
		ケーブル	日立金属、古川電工等	不明	不明	不明	SHAWFLEX
計測器		横河電機、助川電機等	GEH、Reuter-Stokes等	不明	(フラマトムドイツ子会社)	NUVIA Canada	

※カッコ書きは海外資本であるが現地に生産拠点があり国内調達可能なもの

表 8-5 運転・燃料・バックエンド分野における各国のサプライチェーン

		日本	アメリカ	フランス	ドイツ	カナダ	
運転		電気事業者10社	電気事業者多数(州営企業含む)	EDF(国営)	なし	電気事業者3社(内2社は州営)	
燃料	燃料製造	NFI、MNF、GNFJ	WH、セントラスエナジー	フラマトム	(フラマトムドイツ子会社)	BWXT- NEC、カメコ	
	主要素材 ウラン	製錬	なし	Energy Fuels	Orano	なし	カメコ
		転換	なし	ConverDyn	Orano	なし	カメコ
		濃縮	日本原燃	(Urenco)	Orano	(Urenco)	なし
		再転換	MNF	(フラマトム)	Orano	(Urenco)	カメコ
被覆管	神戸製鋼	WH	フラマトム	(フラマトムドイツ子会社)	BWXT-NEC、カメコ		
バックエンド	輸送・貯蔵容器	神戸製鋼	BWXT、ジョセフ・オート等	Cyclife	GNS、ザールシュミーデ	BWXT カナダ	
	廃棄物処理・管理	日本原燃	ホルテック、エナジーソリューション	Cyclife	GNS、ジンベルカンブNIS	アトキンス・リアリス	
	廃止措置	MHI、日立GE、東芝	ホルテック、エナジーソリューション	Cyclife、ブイグ	GNS、ジンベルカンブNIS	アトキンス・リアリス	

※カッコ書きは海外資本であるが現地に生産拠点が有り国内調達可能なもの

表 8-6 サプライチェーンの各国間比較

	日本	アメリカ	フランス	ドイツ	カナダ	
サプライチェーンの特徴	建設段階	<ul style="list-style-type: none"> BWRとPWRの双方のサプライチェーンが存在 原子炉ベンダーから部材まで幅広い範囲に一貫したサプライチェーンが存在し、自国内での調達が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉ベンダーは存在するが、ボーグル3号機の主要機器は国外メーカーから調達 原子炉潜水艦のニーズがあるため、ある程度のサプライチェーンが存在 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建設においてはフラマトムが全領域をカバーしており、自国内での調達が可能 ドイツ等を含めた欧州大でのサプライチェーンを構築 	<ul style="list-style-type: none"> 国として原子力発電から撤退しているが、原子力関連資機材の製造は可能(ただし、輸出に対する政府保証は停止) 主にフラマトム社のサプライチェーンとして機器やサービスの提供を継続 	<ul style="list-style-type: none"> CANDU炉の大規模改修工事によって技術力を維持 ASME認証を受ける企業が多いなど、米国との結びつきが強固
	運転	<ul style="list-style-type: none"> 民間企業10社が主体となって所有・運転 ※東京電力の株式の半数以上は国の機関が保有 	<ul style="list-style-type: none"> 他国と比べると原子力発電所事業者が極めて多く、国有企業、公営企業、民間企業と多様な企業が所有・運転 	<ul style="list-style-type: none"> 国営企業であるEDFが国内の全原子炉を所有・運転 	<ul style="list-style-type: none"> 国として原子力発電から撤退 	<ul style="list-style-type: none"> 州営企業2社で国内の全原子炉を所有し、民間企業1社を加えた3社で運転
	燃料	<ul style="list-style-type: none"> 濃縮、再転換、燃料製造は国内サプライチェーンが確立 既存施設の許認可は濃縮度5%以下として発給されているため、現時点ではHALEU燃料の製造は不可 	<ul style="list-style-type: none"> 国内に一貫したサプライチェーンが存在 供給能力よりも需要量が高く、海外からの輸入に依存 HALEU燃料製造に向けた取組が進捗 	<ul style="list-style-type: none"> Oranoがウラン製錬から燃料製造、再処理まで全領域をカバーしており、自国内での調達が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 海外資本による濃縮施設、再転換施設、燃料製造施設が存在 	<ul style="list-style-type: none"> ウラン製錬から燃料加工までフロントエンドに一貫したサプライチェーンが存在 国内原子炉がCANDU炉のため濃縮施設はなし
	バックエンド	<ul style="list-style-type: none"> 研究炉の廃止措置を通じて原子力に特有の技術は獲得しているが、商用炉の廃止措置は今後本格化 ビット処分以外は処分場が未定 	<ul style="list-style-type: none"> サイト所有権を取得して一括で廃止措置を請け負う独自のビジネスモデルが存在 民間企業が自社処分場を有しトレンチ処分を実施 	<ul style="list-style-type: none"> EDFの子会社であるCyclife社が欧州大で廃止措置に関する一連の請負サービスを提供 スウェーデン子会社では金属廃棄物のリサイクル等も実施 	<ul style="list-style-type: none"> 即時解体であり、除染やエンジニアリングを請け負うサプライチェーンが存在 	<ul style="list-style-type: none"> 国内商用炉は安全貯蔵中であるが、国内研究炉の廃止措置に加え、アメリカのレガシーサイト復旧に関与しており、原子力に特有の技術は国内で保持 放射性廃棄物処分場は未定
革新炉に関するサプライチェーン	小型軽水炉	<ul style="list-style-type: none"> 建設経験はないが、大型軽水炉の設計の延長上に位置し、既存サプライチェーンの活用が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ニュースケール社がフランス・韓国等の企業と機器供給契約を締結するも、プロジェクト自体が中止 	<ul style="list-style-type: none"> EDFが国産炉NUWARDを開発中 既存のPWRサプライチェーンの活用が可能とみられる 	<ul style="list-style-type: none"> 国として原子力発電から撤退しており、民間企業においても現時点では開発に向けた動きはない 	<ul style="list-style-type: none"> 国内ベンダーによる小型軽水炉開発は行われていない(※一体型熔融塩炉の開発を進めるベンダーは存在)
	高速炉	<ul style="list-style-type: none"> 常陽・もんじゅにおける建設経験を有し、国として開発方針を維持していたため、サプライチェーンが存在 	<ul style="list-style-type: none"> 実験炉の建設・運転経験を有するが、国としての開発は凍結 テラパワー社が開発を進め、サプライヤー9社を選定 	<ul style="list-style-type: none"> 実証炉の建設・運転経験を有し、ASTRID計画を実施するも凍結 その後の日仏共同声明で高速炉開発の協力に言及 	<ul style="list-style-type: none"> 国として原子力発電から撤退しており、民間企業においても現時点では開発に向けた動きはない 	<ul style="list-style-type: none"> 国外ベンダーからの導入に向けた動きはあるものの、国内に開発するベンダーは存在しない
	高温ガス炉	<ul style="list-style-type: none"> HTTRにおける建設経験を有し、国として開発方針を維持していたため、サプライチェーンが存在 	<ul style="list-style-type: none"> 発電用原型炉の建設・運転経験を有するが、国としての開発は下火に Xエナジー社が開発を進め、燃料製造工場建設を開始したほか、アメリカ・韓国企業から主要機材を調達 	<ul style="list-style-type: none"> ガス冷却高速炉開発の一環として過去に国としてフラマトムを中心に開発を実施 国内ベンチャー企業が開発を進め、国が支援 	<ul style="list-style-type: none"> 国として原子力発電から撤退しており、民間企業においても現時点では開発に向けた動きはない 	<ul style="list-style-type: none"> Xエナジー社からの導入に向けた動きはあるものの、国内に開発するベンダーは存在しない

表 8-7 認証制度及び日本からの輸出可能性の各国間比較

	日本	アメリカ	フランス	ドイツ	カナダ	
認証制度	規制機関	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉設計に関する認証は存在しない(燃料集合体やキャスクの型式認証のみ) 規制機関からのフィードバックは建設計画の許認可を提出した後 	<ul style="list-style-type: none"> 許認可プロセスの一部として標準設計認証(SDC)制度が存在(取得しなくても建設可能) 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉設計に関する認証は存在しない 許認可申請前に規制機関からの安全性見解を求めることが可能 	<ul style="list-style-type: none"> 国として原子力発電から撤退しており、現時点では実施されていない 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉設計に関する認証は存在しない 許認可申請前に規制機関からベンダー設計レビュー(VDR)を受けることが可能
	第三者認証	<ul style="list-style-type: none"> JSMEなどの民間規格は存在するが第三者認証制度は存在しない 	<ul style="list-style-type: none"> ASMEが策定し、ASME公認認証機関が第三者認証(国外にも存在) NRCがASME規格をエンドース 	<ul style="list-style-type: none"> ASNが定める規制要件準拠に向けてAFCENが規格を策定し、ビューローベリタスが第三者認証 欧州電力要求(EUR)認証制度が存在 	<ul style="list-style-type: none"> TÜVが安全性や品質に関する第三者認証を実施 	<ul style="list-style-type: none"> CSAが策定・第三者認証を実施 CNSCが規制文書内でCSA規格を参照
日本からの輸出可能性	—	<ul style="list-style-type: none"> 日本企業が出資したSMRプロジェクトは中止 その他革新炉建設への参画可能性は存在しており、特に高速炉に関しては既に日本企業が協力している 	<ul style="list-style-type: none"> 国内ではEPR6基の新設が決定しているが、欧州内でサプライチェーンが完結しており可能性は低い フランス国外でのEPR建設においては日本企業からの調達実績もあり、可能性はある 高速炉に関しては日仏共同声明で協力が言及されており、将来的な輸出可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> 国として原子力発電から撤退しており、現時点で輸出可能性はない 	<ul style="list-style-type: none"> 大型炉建設の可能性はあるが、炉型等は未定であり、特にCANDU炉の場合は可能性は低い GEH社のBWRX-300建設計画が存在し、SMR等での輸出可能性は存在 アメリカ企業ベンダーによる高速炉・高温ガス炉の建設計画が存在し、アメリカと同等の輸出可能性が存在 	

8.7. 参考文献

- ²³⁹ 一般社団法人日本電機工業会「一般産業用工業品採用ガイドライン」(2023年10月27日改正)
[https://www.jema-net.or.jp/jema/data/7709\(20231027\).pdf](https://www.jema-net.or.jp/jema/data/7709(20231027).pdf)
- ²⁴⁰ 三菱重工業株式会社ウェブサイト「高速炉」(2024年3月7日閲覧)
https://www.mhi.com/jp/products/energy/fast_breeder_reactor.html
- ²⁴¹ 三菱FBRシステムズ株式会社ウェブサイト「FBRの技術開発」(2024年3月7日閲覧)
<https://www.mhi.com/jp/group/mfbr/company/technology/feature>
- ²⁴² 日立製作所「日立評論」(1978年2月)
https://www.hitachihyoron.com/jp/pdf/1978/02/1978_02_19.pdf
- ²⁴³ 日立GEニュークリア・エナジー株式会社ウェブサイト「燃料サイクル」(2024年3月7日閲覧)
<https://www.hitachi-hgne.co.jp/activities/fuelcycle/index.html>
- ²⁴⁴ 富士電機「富士時報」(1991年7月)
https://www.fujielectric.co.jp/company/jihou_archives/contents_64-07.html
- ²⁴⁵ 動力炉・核燃料開発事業団「動力炉技報 No.4」(1972年5月31日)
<https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/PNC-TN134-72-02.pdf>
- ²⁴⁶ 助川電気工業株式会社ウェブサイト(2024年3月7日閲覧)
<https://sukegawadenki.co.jp/>
- ²⁴⁷ 原子燃料工業株式会社、株式会社東芝、東洋炭素株式会社、富士電機株式会社、三菱重工業株式会社「民間における高温ガス炉に関する取組」(2014年)
https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2014/10/07/1352385_10.pdf
- ²⁴⁸ JAEA ウェブサイト「高性能かつ量産可能・実用化レベルの高温ガス炉用燃料を開発」(2019年9月13日)
<https://www.jaea.go.jp/02/press2019/p19091301/>
- ²⁴⁹ 日本曹達株式会社ウェブサイト「社長メッセージ」(2024年3月7日閲覧)
<https://www.nippon-soda.co.jp/sustainability/management/commitment.html>
- ²⁵⁰ 日本金属学会「まてりあ第59巻第1号」(2020年)
https://jimmm.jp/image/around_metal/ranking/07.sodium.pdf
- ²⁵¹ 株式会社ガスレビュー「ヘリウムの世界需給と日本の調達見通し」(2019年11月6日)
<https://yamashita.issp.u-tokyo.ac.jp/ISSPWS191106/pp191106/koizumipp.pdf>
- ²⁵² IAEA, "Country Nuclear Power Profiles United States of America (Updated 2022)"
<https://cnpp.iaea.org/countryprofiles/UnitedStatesofAmerica/UnitedStatesofAmerica.htm>
- ²⁵³ NEI "U.S. Nuclear Plant Owners and Operators" (2024年3月1日閲覧)
<https://www.nei.org/resources/statistics/us-nuclear-plant-owners-and-operators>
- ²⁵⁴ IAEA, "Power Reactor Information System" (2024年3月1日閲覧)
<https://pris.iaea.org/pris/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=US>
- ²⁵⁵ WNA, "The World Nuclear Supply Chain 2023"

- ²⁵⁶ Southern Company., “Vogtle Unit 4 reaches initial criticality” (2024 年 2 月 14 日)
<https://www.southerncompany.com/newsroom/business-leadership/vogtle-unit-4-reaches-initial-criticality.html>
- ²⁵⁷ Westinghouse Electric Company “History of George Westinghouse - Innovation Changing the World” (2024 年 3 月 1 日閲覧)
<https://www.westinghousenuclear.com/about/history/>
- ²⁵⁸ WNA, “Nuclear Fuel and its Fabrication” (2021 年 10 月更新)
<https://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/conversion-enrichment-and-fabrication/fuel-fabrication.aspx>
- ²⁵⁹ Cameco, “Cameco and Brookfield Complete Acquisition of Westinghouse Electric Company” (2024 年 1 月 8 日)
<https://www.cameco.com/media/news/cameco-and-brookfield-complete-acquisition-of-westinghouse-electric-company>
- ²⁶⁰ POWER, “New Construction Milestones for AP1000 Units” (2017 年 3 月 1 日)
<https://www.powermag.com/new-construction-milestones-ap1000-units/>
- ²⁶¹ Westinghouse Electric Company, “VVER-1000 Fuel Products” (2024 年 3 月 1 日閲覧)
<https://www.westinghousenuclear.com/flysheet-directory/vver-1000-fuel-products/>
- ²⁶² 日立 GE ニュークリア・エナジー社「会社概要」 (2024 年 3 月 1 日閲覧)
<https://www.hitachi-hgne.co.jp/about/outline/index.html>
- ²⁶³ GEH, “Large boiling water reactors” (2024 年 3 月 1 日閲覧)
<https://www.gevernova.com/nuclear/carbon-free-power/large-reactors>
- ²⁶⁴ GEH, “Advanced Boiling Water Reactor (ABWR) fact sheet” (2010 年)
https://www.gevernova.com/content/dam/gevernova-nuclear/global/en_us/documents/large-modular-boiling-water-reactors/ABWR-Fact-Sheet.pdf
- ²⁶⁵ BWXT, “NUCLEAR POWER FOR THE FUTURE” (2023 年)
<https://www.bwxt.com/media/258b5e13-f11f-4fba-a300-8fc3dff5d076/rQ0big/Documents/Literature/Commercial%20Nuclear.pdf>
- ²⁶⁶ BWXT, “COMMERCIAL NUCLEAR COMPONENTS” (2024 年 3 月 1 日閲覧)
<https://www.bwxt.com/what-we-do/commercial-nuclear-components>
- ²⁶⁷ BWXT, “TRISO fuel” (2023 年)
<https://www.bwxt.com/media/3802c32b-505d-43fb-a5b6-48d8869edfec/iHTYEQ/Documents/Literature/TRISO%20Fuel.pdf>
- ²⁶⁸ Joseph Oat, “Nuclear Power” (2024 年 3 月 1 日閲覧)
<https://www.josephoat.com/industries-served/nuclear-power/>
- ²⁶⁹ Bechtel, “Bechtel Projects” (2024 年 3 月 1 日閲覧)
<https://www.bechtel.com/projects/>
- ²⁷⁰ Fluor, “Market Reach” (2024 年 3 月 1 日閲覧)
<https://www.fluor.com/market-reach/industries/government>
- ²⁷¹ NuScale Power “NuScale Power Positions Company for Next Phase of Growth” (2024 年 1 月 8 日)
<https://www.nuscalepower.com/en/news/press-releases/2024/nuscale-power-positions-company-for-next-phase-of-growth>

- ²⁷² NuScale Power “ENTRA1 AND NUSCALE PARTNERSHIP” (2024年3月1日閲覧)
https://interactive.nuscalepower.com/nuscale-entra1-partnership/p/1?utm_source=nuscalepower.com&utm_medium=home_carousel
- ²⁷³ フラマトム, “Framatome announces Fuel Handling and Services Contract with NuScale Power” (2022年12月5日)
<https://www.framatome.com/medias/framatome-announces-fuel-handling-and-services-contract-with-nuscale-power/>
- ²⁷⁴ OECD/NEA, “The NEA Small Modular Reactor Dashboard: Second Edition” (2024年3月)
https://www.oecd-neo.org/jcms/pl_90816/the-nea-small-modular-reactor-dashboard-second-edition
- ²⁷⁵ X エナジー社を対象としたヒアリング調査等に基づき整理
- ²⁷⁶ TerraPower, “OUR WORK” (2024年3月1日閲覧)
<https://www.terrapower.com/our-work/>
- ²⁷⁷ WNA, “Nuclear Power in the USA” (2024年3月1日閲覧)
<https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/usa-nuclear-power.aspx>
- ²⁷⁸ 電気事業連合会 「[米国] ワッツバー原子力発電所2号機、最初の燃料装荷が完了」 (2015年12月28日)
https://www.fepc.or.jp/smp/library/kaigai/kaigai_topics/1253845_4815.html
- ²⁷⁹ 電気事業連合会 「[米国] 未完成のベルフォンテ原子力発電所、売却先が決定」 (2016年12月7日)
https://www.fepc.or.jp/smp/library/kaigai/kaigai_topics/1255569_4815.html
- ²⁸⁰ エナジー・ノースウエストを対象としたヒアリング調査等に基づき整理
- ²⁸¹ Centrus Energy Corp. “History” (2024年3月1日閲覧)
<https://www.centrusenergy.com/who-we-are/history/>
- ²⁸² Centrus Energy Corp. “Centrus Energy Corp. Emerges from Chapter 11 Restructuring” (2014年9月30日閲覧)
<https://www.centrusenergy.com/news/centrus-energy-corp-emerges-from-chapter-11-restructuring/>
- ²⁸³ WNA, “US Nuclear Fuel Cycle” (2024年3月1日閲覧)
<https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/usa-nuclear-fuel-cycle.aspx>
- ²⁸⁴ Centrus Energy Corp. “FORM 10-K ANNUAL REPORT PURSUANT TO SECTION 13 OR 15(d) OF THE SECURITIES EXCHANGE ACT OF 1934 For the fiscal year ended December 31, 2023” (2024年2月9日)
<https://investors.centrusenergy.com/static-files/2f17141f-58a0-4a84-9b2f-19207b8c981c>
- ²⁸⁵ NEI, “Increasing the Nuclear Fuel Supply in the U.S.” (2024年2月23日)
<https://www.nei.org/news/2024/increasing-nuclear-fuel-supply-in-the-us>
- ²⁸⁶ Centrus Energy Corp. “Nuclear Fuel” (2024年3月1日閲覧)
<https://www.centrusenergy.com/what-we-do/nuclear-fuel/>
- ²⁸⁷ Centrus Energy Corp. “Centrus Makes First HALEU Delivery to U.S. Department of Energy” (2023年11月7日)
<https://www.centrusenergy.com/news/centrus-makes-first-haleu-delivery-to-u-s-department-of->

energy/

²⁸⁸ KHNP, “KHNP、米国のウラン濃縮サプライヤーCentrus と原子力発電所向け燃料供給に関する覚書を締結” (2023年4月28日)

[https://khnp.co.kr/main/selectBbsNttView.do;WCN_KHNPHOME=Jfdfvcxq7ohB9G_gbrOH_wZ5oTmC9vtib7SLUbjCf5XDCJ3I1-](https://khnp.co.kr/main/selectBbsNttView.do;WCN_KHNPHOME=Jfdfvcxq7ohB9G_gbrOH_wZ5oTmC9vtib7SLUbjCf5XDCJ3I1-VK!1903368015?key=2289&bbsNo=71&nttNo=48024&searchCtgry=&searchCnd=all&searchKrw)

[VK!1903368015?key=2289&bbsNo=71&nttNo=48024&searchCtgry=&searchCnd=all&searchKrw](https://khnp.co.kr/main/selectBbsNttView.do;WCN_KHNPHOME=Jfdfvcxq7ohB9G_gbrOH_wZ5oTmC9vtib7SLUbjCf5XDCJ3I1-VK!1903368015?key=2289&bbsNo=71&nttNo=48024&searchCtgry=&searchCnd=all&searchKrw)

[d=&integrDeptCode=&pageIndex=2](https://khnp.co.kr/main/selectBbsNttView.do;WCN_KHNPHOME=Jfdfvcxq7ohB9G_gbrOH_wZ5oTmC9vtib7SLUbjCf5XDCJ3I1-VK!1903368015?key=2289&bbsNo=71&nttNo=48024&searchCtgry=&searchCnd=all&searchKrw)

²⁸⁹ Holtec International., “Giving the Next Generation a Cleaner Tomorrow” (2024年3月1日閲覧)

<https://holtecinternational.com/company/divisions/hdi/>

²⁹⁰ Holtec International., “Glimpses of Our Corporate History” (2024年3月1日閲覧)

<https://holtecinternational.com/company/corporate-overview/history/>

²⁹¹ EnergySolutions, “Decommissioning & Decontamination” (2024年3月1日閲覧)

<https://www.energysolutions.com/decommissioning-and-decontamination/>

²⁹² EnergySolutions Canada, “EnergySolutions Canada” (2024年3月1日閲覧)

https://www.energysolutions.com/wp-content/uploads/2023/08/energysol_ESCanada_c2018.pdf

²⁹³ テクノス三木「ASME とは？米国機械学会の団体と規格基準について紹介します。」

(2024年3月1日閲覧)

<https://www.tec-miki.com/whats-asme>

²⁹⁴ 山本俊二等「原子力機器に対する ASME の N,NPT スタンプ」 (1978年)

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jaesj1959/20/3/20_3_155/_pdf/-char/ja

²⁹⁵ ASME, “Certificate Holder Search” (2024年3月1日閲覧)

[https://caconnect.asme.org/directory/?_gl=1*_ltj02w*_gcl_au*_MjQ0ODU5ODY5LjE3MDk2MzEyNDg*_ga*_MTUxNzQ2MTQwMS4xNzA5NjMxMjQ5*_ga_3DH4W3W6HS*_MTcxMDM3NTk2MjY4xMy4xLjE3MTAzNzYwMTIuMTEuMC4w&_ga=2.210967765.1719134856.1710375963-](https://caconnect.asme.org/directory/?_gl=1*_ltj02w*_gcl_au*_MjQ0ODU5ODY5LjE3MDk2MzEyNDg*_ga*_MTUxNzQ2MTQwMS4xNzA5NjMxMjQ5*_ga_3DH4W3W6HS*_MTcxMDM3NTk2MjY4xMy4xLjE3MTAzNzYwMTIuMTEuMC4w&_ga=2.210967765.1719134856.1710375963-1517461401.1709631249)

²⁹⁶ Sandia National Laboratories “Global Trends of ASME "N-Stamp" Certifications for Nuclear Component Vendors” (2021年8月17日)

<https://www.osti.gov/biblio/1813661>

²⁹⁷ EPA, “Summary of the National Technology Transfer and Advancement Act” (2024年3月1日閲覧)

<https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-national-technology-transfer-and-advancement-act>

²⁹⁸ NRC, “NRC Use of Codes and Standards” (2019年9月4日)

<https://www.nrc.gov/docs/ML1924/ML19246A073.pdf>

²⁹⁹ IAEA, “IAEA-TECDOC-2034 SUITABILITY EVALUATION OF COMMERCIAL GRADE PRODUCTS FOR USE IN NUCLEAR POWER PLANT SAFETY SYSTEMS” (2023年12月)

<https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TE-2034web.pdf>

³⁰⁰ Dominion Energy を対象としたヒアリング調査による。

³⁰¹ NRC, “Design Certification Process” (2004年8月)

<https://www.nrc.gov/docs/ML0425/ML042530700.pdf>

³⁰² NuScale Power, “NuScale Power 2023 Analyst Day” (2023年9月30日)

<https://www.nuscalepower.com/-/media/nuscale/pdf/investors/2023/analyst-day-presentation.pdf>

- ³⁰³ Framatome, “Solutions” (2024 年 2 月 29 日 閱覽)
<https://www.framatome.com/solutions-portfolio/home-framatome>
- ³⁰⁴ Framatome, “Activities Imagining, designing, maintaining and optimizing nuclear reactors” (2024 年 2 月 29 日 閱覽)
<https://www.framatome.com/en/about/activities/>
- ³⁰⁵ Framatome, “New Plant” (2024 年 2 月 29 日 閱覽)
<https://www.framatome.com/solutions-portfolio/portfolio/solutions?ma=new-plant>
- ³⁰⁶ Framatome, “NSSS components manufacturing” (2024 年 2 月 29 日 閱覽)
<https://www.framatome.com/solutions-portfolio/portfolio/solutions?ma=new-plant&aos=nsss-components-manufacturing>
- ³⁰⁷ Framatome, Forging (2024 年 2 月 29 日 閱覽)
https://www.framatome.com/solutions-portfolio/docs/default-source/default-document-library/product-sheets/a1632-p-fr-en-forging.pdf?Status=Master&sfvrsn=89597763_2
- ³⁰⁸ Framatome, “Instrumentation and control - I&C” (2024 年 2 月 29 日 閱覽)
<https://www.framatome.com/solutions-portfolio/portfolio/solution?sol=other-i-c-solution&ma=new-plant&aos=instrumentation-and-control-i-c>
- ³⁰⁹ Framatome, “Digital Control Element Drive Control System” (2024 年 2 月 29 日 閱覽)
<https://www.framatome.com/solutions-portfolio/portfolio/product?product=A2054&businessUnit=i-c>
- ³¹⁰ Cfdt Framatome, “FRAMATOME MONTBARD” (2024 年 3 月 1 日 閱覽)
[https://www.cfdtframatome.fr/etablisements/framatome-montbard-/](https://www.cfdtframatome.fr/etablisements/framatome-montbard/)
- ³¹¹ Framatome, “Manufacture components of the primary loop for nuclear facilities under construction or in operation” (2024 年 3 月 1 日 閱覽)
<https://www.framatome.com/en/expertise/component-manufacturing/>
- ³¹² Framatome, “Framatome in the world” (2024 年 3 月 1 日 閱覽)
<https://www.framatome.com/en/framatome-in-the-world/>
- ³¹³ Bouygues, “Bouygues Construction Expertises Nucléaires” (2024 年 3 月 1 日 閱覽)
<https://www.bouygues-tp.com/en/organization/bouygues-construction-expertises-nucleaires>
- ³¹⁴ Bouygues, “MÉGAJoule LASER” (2024 年 3 月 1 日 閱覽)
<https://www.bouygues-tp.com/en/projects/megajoule-laser>
- ³¹⁵ Bouygues, “NEW CHERNOBYL CONTAINMENT ARCH” (2024 年 3 月 1 日 閱覽)
<https://www.bouygues-tp.com/en/projects/new-chernobyl-containment-arch>
- ³¹⁶ Enerdata, “Bouygues signs MoU for construction of a nuclear project in Saudi Arabia” (2024 年 3 月 1 日 閱覽)
<https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/bouygues-signs-mou-construction-nuclear-project-saudi-arabia.html>
- ³¹⁷ EDF, “EDF et GE signent un accord définitif relatif à l’acquisition par EDF de l’activité nucléaire de GE Steam Power” (2024 年 3 月 5 日 閱覽)
<https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/journalistes/tous-les-communiqués-de-presse/edf-et-ge-signent-un-accord-definitif-relatif-a-lacquisition-par-edf-de-lactivite-nucleaire-de-ge-steam-power>
- ³¹⁸ GE VERNova “STEAM TURBINES FOR FOSSIL, NUCLEAR, AND RENEWABLE

APPLICATIONS” (2024 年 3 月 5 日閲覧)
<https://www.gevernova.com/steam-power/products/steam-turbines>

³¹⁹ CLEXTRAL, “Nucléaire” (2024 年 3 月 1 日閲覧)
<https://www.clextral-pumps.com/fr/nucleaire/>

³²⁰ CLEXTRAL, “Historique” (2024 年 3 月 1 日閲覧)
<https://www.clextral-pumps.com/fr/historique/>

³²¹ Enerdata, “Bouygues signs MoU for construction of a nuclear project in Saudi Arabia” (2024 年 3 月 1 日閲覧)
<https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/bouygues-signs-mou-construction-nuclear-project-saudi-arabia.html>

³²² EDF, “Document d’enregistrement universel 2022” (2024 年 3 月 5 日閲覧)
<https://www.edf.fr/sites/groupe/files/2023-03/edf-urd-rapport-financier-annuel-2022-fr.pdf>

³²³ Orano, “Annual Activity Report 2022”
https://cdn.orano.group/orano/docs/default-source/orano-doc/groupe/publications-reference/publication-groupe/orano_annual-activity-report_2022_online.pdf?sfvrsn=d8c77707_24

³²⁴ Orano, “From exploration to recycling” (2024 年 3 月 1 日閲覧)
<https://www.orano.group/en/nuclear-expertise/from-exploration-to-recycling>

³²⁵ Orano “International expert in uranium processing” (2024 年 3 月 1 日閲覧)
<https://www.orano.group/en/nuclear-expertise/from-exploration-to-recycling/international-expert-in-uranium-processing>

³²⁶ Orano, “The world leader in recycling used nuclear fuels” (2024 年 3 月 1 日閲覧)
<https://www.orano.group/en/nuclear-expertise/from-exploration-to-recycling/world-leader-in-recycling-used-nuclear-fuels>

³²⁷ Orano, “Orano’s mining activities (2023 年 6 月)”
https://cdn.orano.group/orano/docs/default-source/orano-doc/expertises/producteur-uranium/dp_orano_mining_en_juin23_v4_ld.pdf?sfvrsn=9a9627fa_12

³²⁸ Orano, “Malvésí” (2024 年 3 月 1 日閲覧)
<https://www.orano.group/en/nuclear-expertise/orano-s-sites-around-the-world/uranium-transformation/malvesi/strategic-business>

³²⁹ Orano, “Tricastin” (2024 年 3 月 1 日閲覧)
<https://www.orano.group/en/nuclear-expertise/orano-s-sites-around-the-world/uranium-transformation/tricastin/expertise>

³³⁰ Orano, “Meliox” (2024 年 3 月 1 日閲覧)
<https://www.orano.group/fr/l-expertise-nucleaire/tour-des-implantations/recyclage-du-combustible-use/melox>

³³¹ Framatome, “Solutions” (2024 年 2 月 29 日閲覧)
<https://www.framatome.com/solutions-portfolio/home-framatome>

³³² Framatome, “Plant in operation” (2024 年 3 月 1 日閲覧)
<https://www.framatome.com/solutions-portfolio/portfolio/solutions?ma=plant-in-operation>

³³³ Framatome, “Spent fuel, pool management” (2024 年 2 月 29 日閲覧)
<https://www.framatome.com/solutions-portfolio/portfolio/solution?sol=spent-fuel-pool-management&ma=new-plant&aos=fuel-design-and-products>

- ³³⁴ Framatome, “Framatome to set up fuel fabrication facility in the UK” (2024年2月29日閲覧)
<https://www.framatome.com/medias/framatome-to-set-up-fuel-fabrication-facility-in-the-uk/?lang=en>
- ³³⁵ EDF “Socodei devient Cyclife France” (2024年3月5日閲覧)
<https://www.cyclife-edf.com/edf/socodei-devient-cyclife-france>
- ³³⁶ Cyclife “Nos solutions” (2024年3月5日閲覧)
<https://www.cyclife-edf.com/nos-solutions>
- ³³⁷ Bouygues, “Bouygues Construction Expertises Nucléaires” (2024年3月1日閲覧)
<https://www.bouygues-tp.com/en/organization/bouygues-construction-expertises-nucleaires>
- ³³⁸ Bouygues, “DÉMANTÈLEMENT DES ECHANGEURS DE BRENNILIS” (2024年3月1日閲覧)
<https://www.bouygues-tp.com/fr/projets/demantelement-des-echangeurs-de-brennilis>
- ³³⁹ Bouygues, “CONDITIONNEMENT DES BOUES RADIOACTIVES” (2024年3月1日閲覧)
<https://www.bouygues-tp.com/fr/projets/conditionnement-des-boues-radioactives>
- ³⁴⁰ EUR, “Who we are” (2024年3月8日閲覧)
<https://europeanutilityrequirements.eu/fr/who-we-are>
- ³⁴¹ 三菱重工業「170万kW級のEU-APWRが欧州電力要求(EUR)認証を取得 欧州原子炉市場への参入基盤整う」(2024年3月8日閲覧)
<https://www.mhi.com/jp/news/1410275586.htm>
- ³⁴² EUR “Our members” (2024年3月8日閲覧)
<https://europeanutilityrequirements.eu/fr/our-members>
- ³⁴³ ASN, “Le réacteur EPR 2” (2024年3月8日閲覧)
<https://www.asn.fr/l-asn-controle/epr-2>
- ³⁴⁴ 環境法典規則の部 R593-14 条
https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000038239050/2020-01-01
- ³⁴⁵ AFCEN, “Our codes” (2024年3月8日閲覧)
<https://www.afcen.com/en/content/11-our-codes>
- ³⁴⁶ ビューローベリタス・ジャパン「輸出用原子力機器・核燃料の検査・監査～概要」(2024年3月8日閲覧)
<https://www.bureauveritas.jp/our-business/industry/product/nuclear.html>
- ³⁴⁷ AFCEN, “Use of AFCEN codes around the world” (2024年3月8日閲覧)
<https://www.afcen.com/en/content/15-utilisation-des-codes-afcen-dans-le-monde>
- ³⁴⁸ 原子力圧力機器に関する2015年12月30日のアレテ
<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000031742222/2024-03-08/>
- ³⁴⁹ Framatome, “Module H Authorisation issued by the Nuclear Safety Authority (ASN) for the conformity assessment of nuclear pressure equipment or assemblies”,ビューローベリタスによる証明書
<https://www.framatome.com/app/uploads/2023/08/espn-0062-h-fra-235-23-fra.pdf>
- ³⁵⁰ ビューローベリタス・ジャパン「輸出用原子力機器・核燃料の検査・監査～概要」

(2024年3月8日閲覧)

<https://www.bureauveritas.jp/our-business/industry/product/nuclear.html>

³⁵¹ IAEA, PRIS (2024年2月26日閲覧)

<https://pris.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=DE>

³⁵² Bundestag, Drucksache 18/968 (2024年2月26日閲覧)

<https://dserver.bundestag.de/btd/18/009/1800968.pdf>

³⁵³ ジンペルクンプ NIS 社 “Sicherheitsbarriere für den Reaktor” (2023年10月16日閲覧)

<https://www.siempelkamp-nis.com/produkte/nuklear-und-rueckbau/neubau-und-nachruestung/corecatcher/>

³⁵⁴ ジンペルクンプ NIS 社 “Core Catcher Kühlstrukturen” (2023年10月16日閲覧)

https://www.siempelkamp-nis.com/fileadmin/NIS/Nuklear_und_R%C3%BCckbau/Neubau_und_Nachr%C3%BCstung/CoreCatcher.pdf

³⁵⁵ ジンペルクンプ NIS 社 “NIS-PAR Passiver Autokatalytischer Rekombinator” (2023年10月16日閲覧)

https://www.siempelkamp-nis.com/fileadmin/NIS/Nuklear_und_R%C3%BCckbau/Neubau_und_Nachr%C3%BCstung/NIS-PAR.pdf

³⁵⁶ ビルフィンガー社 “Unternehmensgeschichte” (2024年3月1日閲覧)

<https://www.bilfinger.com/ueber-uns/bilfinger-auf-einen-blick/geschichte/>

³⁵⁷ ビルフィンガー社 “Spitzentechnologie von Bilfinger für britisches Kernkraftwerk Hinkley Point C”

<https://www.bilfinger.com/news/pressemitteilungen/details/spitzentechnologie-von-bilfinger-fuer-britisches-kernkraftwerk-hinkley-point-c/>

³⁵⁸ KSB 社 “Expertise you can trust: pumps, valves and services for nuclear power stations” (2023年10月23日閲覧)

<https://www.ksb.com/resource/blob/20392/00268a58935b79437776892b71af1446/dow-expertise-data.pdf>

³⁵⁹ KSB 社 “Kernkraftwerke” (2023年10月23日閲覧)

<https://www.ksb.com/de-de/anwendungen/energietechnik/kernkraftwerke>

³⁶⁰ アダムズバルブ社 “Unsere Werte” (2024年3月4日閲覧)

<https://adams-armaturen.de/wp/de/unternehmen/unsere-werte/>

³⁶¹ アダムズバルブ社 “Nuklear” (2023年10月17日閲覧)

<https://adams-armaturen.de/wp/de/anwendung/kraftwerke/nuklear/>

³⁶² アダムズバルブ社 “Produktbrochuere” (2023年10月17日閲覧)

<https://adams-armaturen.de/wp/wp-content/uploads/2022/08/Produktbroschuere.pdf>

³⁶³ LinkedIn へのアダムズバルブ社投稿記事 (2023年6月)

https://www.linkedin.com/posts/adams-valves_adamsvalves-nuclearpower-nuclear-activity-7075021112694169602-i5ia?utm_source=share&utm_medium=member_desktop

³⁶⁴ ザールシュミデー社 “Geschichte” (2024年3月4日閲覧)

<https://www.saarschmiede.de/ssf/de/unternehmen/wir-ueber-uns/geschichte/index.shtml>

³⁶⁵ ザールシュミデー社 “Dampfturbinen” (2024年2月28日閲覧)

- <https://www.saarschmiede.com/ssf/de/produkte/energiemaschinenbau/dampfturbinen/index.shtml>
- ³⁶⁶ Kranz GmbH, “Krantz Products and solutions for the nuclear industry (2024)”
https://www.krantz.de/uploads/pics/231212_Krantz_Broschu__re_Nuklear_EN.pdf
- ³⁶⁷ Kranz, “Über uns” (2024年3月4日閲覧)
<https://www.krantz.de/de/ueber-uns/profil-historie>
- ³⁶⁸ GNS, “BRENNELEMENTE & HAW” (2024年2月28日閲覧)
<https://www.gns.de/behaelter-equipment/brennelemente-haw/>
- ³⁶⁹ GNS, “SCHWACH- & MITTELRAADIOAKTIV” (2024年2月28日閲覧)
<https://www.gns.de/behaelter-equipment/schwach-mittelradioaktiv/>
- ³⁷⁰ GNS, “RÜCKBAUPROJEKTE” (2024年2月28日閲覧)
<https://www.gns.de/rueckbau-entsorgung/rueckbauprojekte/>
- ³⁷¹ GNS, “REFERENZEN” (2024年2月28日閲覧)
<https://www.gns.de/behaelter-equipment/brennelemente-haw/referenzen/>
- ³⁷² ジンペルカンプ NIS 社 “Sicherer Rückbau durch Qualität und Erfahrung” (2023年10月16日閲覧)
<https://www.siempelkamp-nis.com/produkte/nuklear-und-rueckbau/rueckbau-und-stillegung/>
- ³⁷³ ジンペルカンプ NIS 社 “Zementierung von flüssigen Reststoffen” (2023年10月16日閲覧)
<https://www.siempelkamp-nis.com/produkte/nuklear-und-rueckbau/reststoff-und-abfallbehandlung/zementierung/>
- ³⁷⁴ 東芝プラントシステム「原子力発電所廃炉作業に向けた技術協力に関する基本合意について」(2018年9月26日)
<https://www.toshiba-tpsc.co.jp/pdf/topics/20180926.pdf>
- ³⁷⁵ NUKEM “About us” (2024年3月4日閲覧)
<https://www.nukemtechnologies.de/en/company/about-us>
- ³⁷⁶ ザールシュミーデ社 “Abfallbehälter (nuklear)” (2024年2月28日閲覧)
<https://www.saarschmiede.com/ssf/de/produkte/allgemeiner-maschinenbau/abfallbehaelter-nuklear/index.shtml>
- ³⁷⁷ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, Handbuch über die Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern im Atomrecht(Stand: Juni 2023)
https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nukleare_Sicherheit/bund_laender_aufsichtshandbuch_atomrecht_bf.pdf
- ³⁷⁸ 日立製作所 2018年2月5日付プレスリリース「英国向け改良型沸騰水型原子炉用安全保護系コントローラ「v (ニュー) COSS S-zero」が機能安全の国際規格「IEC 61508 シリーズ (SIL3)」の認証を取得」(2024年2月27日閲覧)
<https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2018/02/0205-1.pdf>
- ³⁷⁹ Max Planck Institute for Plasma Science, “Wendelstein 7-X” (2024年2月27日閲覧)
<https://www.ipp.mpg.de/w7x>
- ³⁸⁰ IAEA, PRIS (2024年2月21日閲覧)
<https://pris.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=CA>
- ³⁸¹ Alstom, “Alstom to support Darlington nuclear power plant refurbishment in Ontario” (2013年

4月3日)

<https://www.alstom.com/press-releases-news/2013/4/alstom-to-support-darlington-nuclear-power-plant-refurbishment-in-ontario>

³⁸² CNSC, “Shut-down and decommissioned reactors” (2024年2月21日)

<https://www.cnscccsn.gc.ca/eng/reactors/research-reactors/other-reactor-facilities/>

³⁸³ 一般社団法人日本原子力産業協会「2023世界の原子力発電開発の動向」(2023年4月7日発行)

³⁸⁴ AtkinsRealis, “NUCLEAR a powerful vision for powering the planet” (2024年2月21日閲覧)

<https://www.atkinsrealis.com/~media/Files/A/atkinsrealis/download-centre/en/brochure/nuclear-market-brochure.pdf>

³⁸⁵ AtkinsRealis, “Nuclear” (2024年2月21日閲覧)

<https://www.atkinsrealis.com/en/markets-and-services/markets/nuclear>

³⁸⁶ BWXT, “BWXT CANADA LTD.” (2024年3月1日閲覧)

<https://www.bwxt.com/about/business-units/bwxt-canada>

³⁸⁷ WNA, “Heavy Manufacturing of Power Plants” (2021年3月更新)

<https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-power-reactors/heavy-manufacturing-of-power-plants.aspx>

³⁸⁸ BWXT Canada, “NUCLEAR INNOVATION AT WORK” (2024年3月4日閲覧)

<https://www.bwxt.com/media/ae24a699-b0ad-474c-bf73-28db92c0cb35/kC1QbA/Documents/Literature/E101-3204-bwxt-canada-capabilities-2022-web.pdf>

³⁸⁹ BWX Technologies, “2022 ANNUAL REPORT” (2023年)

https://s2.q4cdn.com/477932843/files/doc_financials/2022/ar/bwxt_2022-annual-report.pdf

³⁹⁰ BFC Technology, “Nuclear” (2024年3月4日閲覧)

<https://www.bfc-tech.com/our-work/nuclear>

³⁹¹ BFC Technology, “Specialty Equipment Design” (2024年3月4日閲覧)

<https://www.bfc-tech.com/our-work/nuclear/specialty-equipment-design>

³⁹² BFC Thechnology, “FAQs” (2024年3月4日閲覧)

<https://www.bfc-tech.com/faqs>

³⁹³ Alithya, “IT Consulting for the Energy and Utilities Sector” (2024年3月4日閲覧)

<https://www.alithya.com/en/industries/energy>

³⁹⁴ Alithya, “Annual Information Form of Alithya Group inc.” (2023年6月7日)

<https://www.alithya.com/sites/default/files/2023-06/f2023-annual-information-form.pdf>

³⁹⁵ VELAN, “Nuclear power” (2024年3月4日閲覧)

https://www.velan.com/en/industries_served/nuclear-power/273

³⁹⁶ VALEN, “Nuclear power valves solutions”

https://www.velan.com/en/resources/literature/download?id=33&site_section=industry

³⁹⁷ Aecon, “Nuclear” (2024年3月4日閲覧)

<https://www.aecon.com/our-expertise/construction/nuclear>

³⁹⁸ Aecon-Wachs, “Aecon-Wachs, in collaboration with our parent company Aecon Nuclear is a total solutions provider” (2024年3月4日閲覧)

[https://aeconcomfiles.blob.core.windows.net/web-live/docs/default-source/resources-\(pdfs\)/nuclear-](https://aeconcomfiles.blob.core.windows.net/web-live/docs/default-source/resources-(pdfs)/nuclear-)

brochure_aecon-wachs.pdf?sfvrsn=7cca90c4_2

³⁹⁹ Aecon, “Darlington Nuclear Refurbishment” (2024年3月4日閲覧)

<https://www.aecon.com/our-projects/current/darlington-nuclear-refurbishment>

⁴⁰⁰ Aecon, “Bruce Power Fuel Channel and Feeder Replacement” (2024年3月4日閲覧)

<https://www.aecon.com/our-projects/current/bruce-power-fuel-channel-and-feeder-replacement-fcfr>

⁴⁰¹ Aecon, “Bruce Power Steam Generator Replacement” (2024年3月4日閲覧)

<https://www.aecon.com/our-projects/current/bruce-power-steam-generator-replacement>

⁴⁰² WNA, “Conversion and Deconversion” (2022年1月更新)

<https://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/conversion-enrichment-and-fabrication/conversion-and-deconversion.aspx>

⁴⁰³ Cameco, “Uranium Operations” (2024年3月1日閲覧)

<https://www.cameco.com/businesses/uranium-operations>

⁴⁰⁴ BWXT Nuclear Energy Canada, “Public information brochures” (2024年3月1日閲覧)

<https://www.bwxt.com/bwxt-nec/about/resources>

⁴⁰⁵ BWX Technologies, “BWXT Awarded CA\$18.6 Million Contract for Nuclear Power Plant Tube Fabrication” (2018年2月2日)

<https://www.bwxt.com/news/2018/02/02/BWXT-Awarded-CA186-Million-Contract-for-Nuclear-Power-Plant-Tube-Fabrication>

⁴⁰⁶ WNA, “Nuclear Power in Argentina” (2023年5月最終更新)

<https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/argentina.aspx>

⁴⁰⁷ 一般社団法人日本原子力産業協会「大韓民国（韓国）」(2010年4月12日)

https://www.jaif.or.jp/ja/asia/korea/korea_data.pdf

⁴⁰⁸ CSA Group, “The Role of Standards in Facilitating Deployment of SMRs in Canada” (2021年8月)

<https://www.csagroup.org/wp-content/uploads/CSA-Group-Research-The-Role-of-Standards-in-Facilitating-Deployment-of-SMRs-in-Canada.pdf>

⁴⁰⁹ CNSC, “REGDOC-1.1.2, Licence Application Guide: Licence to Construct a Reactor Facility, Version 2” (2024年3月1日閲覧)

<https://www.cnsccsn.gc.ca/eng/acts-and-regulations/regulatory-documents/published/html/regdoc1-1-2-v2/>

⁴¹⁰ CNSC, “REGDOC- 3.5.4, Pre-Licensing Review of a Vendor's Reactor Design” (2024年3月1日閲覧)

<https://www.cnsccsn.gc.ca/eng/acts-and-regulations/regulatory-documents/published/html/regdoc3-5-4/>

⁴¹¹ CNSC, “Vendor design review” (2024年3月8日閲覧)

<https://www.cnsccsn.gc.ca/eng/reactors/power-plants/pre-licensing-vendor-design-review/>

⁴¹² PwC, “The Economic Impact of a Westinghouse AP1000 Reactor Project in Canada” (2024年)

<https://westinghousenuclear.com/media/3nrbtsc0/the-economic-impact-of-a-westinghouse-ap1000-reactor-project-in-canada.pdf>

⁴¹³ 住友金属工業「原子力発電所新型炉向け 蒸気発生器用伝熱管の受注ならびに生産能力増強について」(2008年5月29日)

https://www.nipponsteel.com/news/old_smi/2008/news2008-05-29.html

⁴¹⁴ 日立 GE ニュークリア・エナジー「小型軽水炉 BWRX-300」(2024年2月21日)

https://www.hitachi-hgne.co.jp/activities/advanced_reactor/bwrx_300/index.html

⁴¹⁵ 資源エネルギー庁「エネルギーを巡る社会動向を踏まえた革新炉開発の価値」(2022年5月19日)

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/kakushinro_wg/pdf/002_03_00.pdf

⁴¹⁶ NAF, “FORGINGS FOR COMMERCIAL NUCLEAR” (2024年3月6日閲覧)

<https://www.naforgemasters.com/Markets/Commercial-Nuclear>

⁴¹⁷ テラパワー社, “Japan and TerraPower expand SFR development partnership to support carbon neutrality efforts” (2023年11月1日)

<https://www.terrapower.com/japan-and-terrapower-expand-sfr-development-partnership-to-support-carbon-neutrality-efforts/>

⁴¹⁸ DOE, “2022 Uranium Marketing Annual Report” (2023年6月)

<https://www.eia.gov/uranium/marketing/pdf/2022%20UMAR.pdf>

