

3.次世代原子力発電の開発と 核拡散防止に向けた核燃料 バンクの動き



日本原子力研究開発機構
原子力人材育成・核不拡散・核セキュリティ総合支援センター
政策調査室

GEN-IV (第4世代原子力システム国際フォーラム)

ミッション

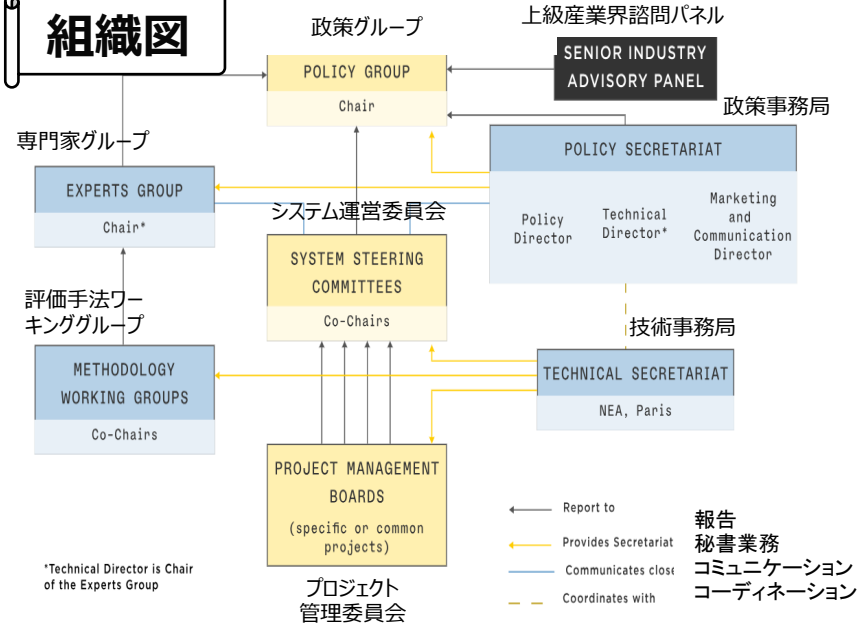
Generation-IV International Forum

<https://www.gen-4.org/>



- 多国間協力による第4世代原子力システムの研究開発協力・推進。2001年発足
- 持続可能性、安全性・信頼性、経済性及び核拡散抵抗性・核物質防護を総合して他のエネルギー源に対して十分な優位性を持ち、2030年頃に基幹エネルギーを担い得る原子力システムの構築を目指す

組織図



*Technical Director is Chair of the Experts Group

<https://www.gen-4.org/about-gif/organisation-and-governance/generation-iv-international-forums-leadership>

メンバー

- ・参加国 (13か国1機関) : アルゼンチン*、豪州、ブラジル*、カナダ、フランス、日本、中国、韓国、南アフリカ、ロシア、スイス、英国、米国、及びユーラトム (*アルゼンチンとブラジルはnon-active members)

選定された4世代炉の6つの炉システム

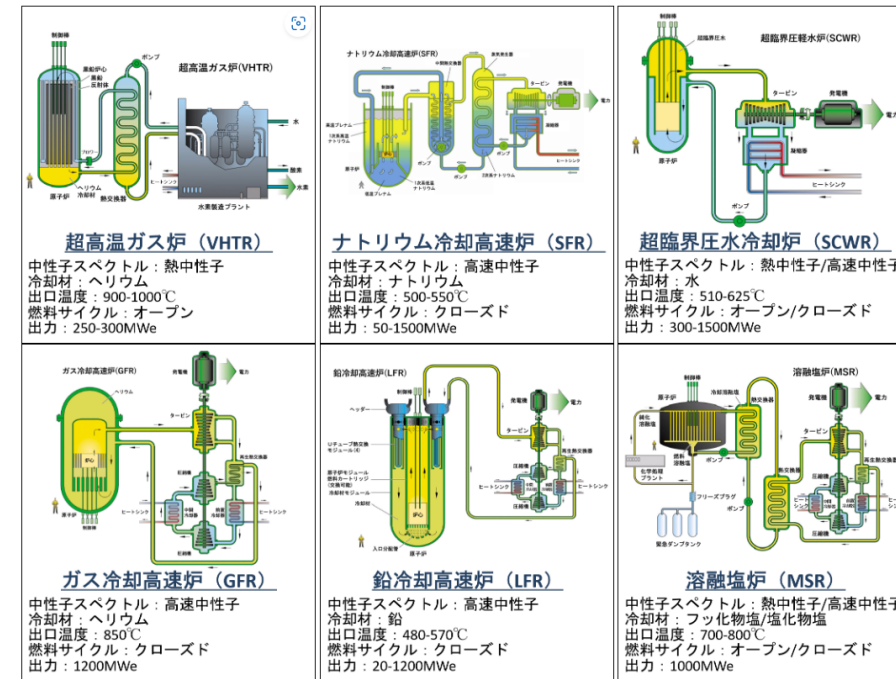


図2: GIFにおいて選定された第4世代原子力システム

<https://gif.jaea.go.jp/about/>

小型モジュール炉（SMR）技術の責任ある活用に向けた 基本インフラ（FIRST）プログラム

<https://www.smr-first-program.net/>

ミッション

Foundational Infrastructure for Responsible Use of Small Modular Reactor Technology

- 米商務省が2020年に開始した、SMRに関するキャパシティ・ビルディング・プログラム
- 支援対象国がクリーンエネルギー目標を達成するため、**原子力安全、核セキュリティ、及び核不拡散に関する原子力プログラムを開発する際の支援**を行い、原子力分野における戦略的協力関係の強化を目指すもの



• 米国内のパートナー：

- ✓ 国務省、原子力規制委員会（NRC）、エネルギー省（DOE）及び国家核安全保障庁（NNSA）、商務省（DOC）、貿易開発庁、米国輸出入銀行、米国国際開発金融公社（DFC）
- ✓ 原子力エネルギー協会（NEI）、米国原子力エネルギー協議会（NIC）、米国電力研究所（EPRI）、CRDF Global、米国原子力学会、テキサスA&M大学国際原子力エネルギープログラム（PINE）
- ✓ アルゴンヌ国立研究所、アイダホ国立研究所、オークリッジ国立研究所、サンディア国立研究所、原子力の技術革新を加速するゲートウェイ（GAIN）イニシアティブ

- 2022年8月の第10回NPT運用検討委員会でFIRSTプログラムに関する共同ステートメントを発出。日本は、米国、英国、エストニア、ガーナ、カザフスタン、ラトビア、フィリピン、韓国、ルーマニア、及びウクライナと共に共同ステートメントに参加 <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100385553.pdf>
 - ✓ 2022年2月:**ガーナ**への支援開始 <https://gh.usembassy.gov/u-s-and-ghana-take-next-steps-forward-on-clean-safe-nuclear-energy/>
 - ✓ 2022年4月:**ラトビア**への支援発表 https://www.fepc.or.jp/library/kaigai/kaigai_topics/1260763_4115.html
 - ✓ 2022年11月:**タイ**がプログラムに参加 <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/11/18/fact-sheet-vice-president-harris-announces-new-initiatives-to-strengthen-u-s-thailand-alliance-and-to-support-mekong-sub-region/>
 - ✓ 2023年3月:**インドネシア**への支援発表 <https://www.neimagazine.com/news/united-states-and-indonesia-announce-partnership-on-smrs-10694620/>
 - ✓ 2024年7月:**シンガポール**がプログラムに参加 <https://www.mfa.gov.sg/Newsroom/Press-Statements-Transcripts-and-Photos/2024/07/20240731--123A-Joint-Agreement>

NHSI（原子力の調和・標準化イニシアティブ）

Nuclear Harmonization and Standardization Initiative

ヴィジョン

- IAEAが2022年に開始した、安全かつセキュアに革新炉を世界的に導入することを目標としたイニシアティブ
- 原子力の**産業的・規制的アプローチを国際社会で共通化**することを目指すもの
- IAEAは、政府、規制当局、設計者、技術保有者、事業者、電力用途以外のエンドユーザー等のトップレベルの意思決定者を集結させ、NHSIのもと協働させる

構造

- IAEAは以下二つのトラックをNHSIに設置し、各トラックごとに複数の作業グループを設けている。
 - NHSI規制トラック：許認可審査における規制当局間の協力強化と、規制評価の活用を可能とする国際的枠組みの確立を目指すもの。この国際枠組みのもと、規制当局が共同で設計審査を実施することで、重複する規制審査や規制の際に起因する設計変更の最小化が期待される。
 - NHSI産業トラック：SMRの製造、建設、運用におけるより標準化された産業的アプローチを開発を目指すもの。認可期間、コスト、最終的にはSMR導入までの時間縮小が期待される。

動向

- NHSIのフェーズⅠは2024年に終了。
- 2025年から始まったフェーズⅡの規制トラックにはSMRの核セキュリティ作業グループが設立され、規制審査における国際協力の強化を目指している。

IAEA 低濃縮ウラン（LEU）バンク

<https://www.iaea.org/topics/iaea-low-enriched-uranium-bank>

商業的な理由以外によりLEU供給が途絶えた場合に、LEUを供給するためのバンク

- ・IAEA加盟国が、商業的な理由以外により、市場からLEU調達が可能となった場合、供給保証のメカニズムの最後の手段として、IAEAが加盟国の要請を受けて協定を締結し、LEUを供給するためのLEU備蓄
- ・2015年設置文書署名、2019年運用開始
- ・**備蓄量**：LEU 90MTU（110万KW級原子炉一基分の核燃料に相当）
- ・**設置（LEU購入等）費用負担**：各国等の特別拠出による（EU:€24.4m、クウェート: \$ 10m、ルウェー: \$ 5m, UAE: \$ 10m、US \$ 49m、NTI: \$ 50m、カザフスタン: \$ 400K+in-kind）
- ・**供給条件**：IAEA事務局長は、以下を確認し、手続きをIAEA理事会に報告することが必要
 - 発電炉へのLEU供給の途絶
 - 商業市場、国家間の協定等の手段でのLEU調達が不可能であること
 - 加盟国がIAEAと包括的保障措置協定を締結し、遵守していること
 - 直近のSIRにおいて申告された核物質の転用が無かったとの結論を得ていること
 - IAEA理事会において考慮すべき保障措置実施上の問題が無いこと
- ・**LEU受領後の費用償還**：受領国は、供給を受けたLEUの再ストックに係る全費用を負担

受領国の核不拡散等の義務

- ・供給されたLEUは発電炉の燃料製造のみに使用し、核兵器・核爆発装置・軍事目的に使用してはならない。IAEAの同意無しに、再濃縮・再処理・再移転・再輸出は出来ない。
- ・関連する全てのIAEA保障措置・安全基準・核物質防護措置の常時適用

LEUバンクでの3Sの確保

- ・原子力安全と核セキュリティは、IAEAの基準と指針に合致したカザフスタンの法規に従う
- ・保障措置は、カザフスタンがIAEAと締結している包括的保障措置と追加議定書に基づく

設置場所：カザフスタン北東部にあるUlba冶金工場（UMP）内

IAEA LEUバンク設立の背景 ～燃料供給保証の構想～

燃料供給保証とは：

- イランや北朝鮮の核開発、核テロリズムや核の闇市場等の核拡散懸念の増大を背景に、核兵器開発にもつながりかねない、濃縮・再処理能力の開発を抑制することが目的
- 政治的な理由等により、核燃料の供給が途絶した場合に、核燃料の供給を代替的に受けられるシステムを構築し、濃縮能力を持つことの必然性をなくそうとしたもの

IAEA LEUバンク設立のきっかけ

- 2003年に当時のエルバラダイIAEA事務局長が本構想を発表して以来、IAEA加盟国から、以下のような提案が行われ、IAEA等での議論を経て、ほぼNTI提案に近い形で実現したもの
- 主なものは、米国提案（解体核起源のHEU希釈によるLEUバンク）、六か国（仏、独、蘭、露、英、米）提案（市場での供給、IAEAのバックアップ、各国の備蓄の3段階での供給を確保）、NTI提案（NTIの\$50m拠出プラス他からの\$100m拠出により購入するLEUバンク）、日本提案（仮想の核燃料バンク（核燃料を直接は所有せず、燃料供給会社での優先的な権利確保により供給）構想）等

過去の核燃料供給に関する主な構想

- 国際核燃料サイクル評価（INFCE）
 - 1977年、米国カーター政権時に発足
 - 原子力平和利用の促進と核不拡散の危険の低減を議論
 - 再処理や濃縮については、施設の制限を結論とした
- 供給保証委員会（CAS）
 - 1980年、IAEAエクロンド事務局長の提唱に基づき発足
 - 不必要な濃縮や再処理施設建設のインセンティブを減少させることを目標に発足
 - 先進国の途上国の活動を制限するような議論と、途上国の主張が相容れず、結論に至らなかった