

フュージョンエネルギーの現状について

令和7年9月

経済産業省

IV. エネルギー政策の基本的視点（S + 3 E）

1. 総論

我が国のエネルギー政策の要諦は、安全性（Safety）を大前提に、エネルギー安定供給（Energy Security）を第一として、経済効率性の向上（Economic Efficiency）と環境への適合（Environment）を図るという、「S + 3 Eの原則」にある。

特に、我が国は、すぐに使える資源に乏しく、国土を山と深い海に囲まれているといった地理的制約を抱えているため、**安全性の確保を大前提に、3つのE（エネルギー安定供給、経済効率性、環境適合性）の最適なバランスを追求していくことが、エネルギー政策の基本的視点**となる。

こうしたS + 3 Eの原則に加えて、今後のエネルギー政策には、国際的な視点やサプライチェーンの維持・確保といった視点も重要となる。

ロシアによるウクライナ侵略や中東情勢の緊迫化といった国際的な地政学リスクの高まりは、我が国のエネルギー安全保障を、世界のエネルギー情勢と切り離して考えることが困難であることを再認識させるものである。気候変動問題など、一国のみでは十分な解決策が難しい課題も増加している中、国際的な視点がより重要となる。

また、エネルギー政策の推進に際しては、生産・調達から流通・消費までのエネルギーサプライチェーン全体を俯瞰した上で、エネルギー安定供給に必要なサプライチェーンの維持・確保に中長期的に取り組んでいくことが重要である。

こうした視点も踏まえつつ、S + 3 Eの大原則を改めて以下のとおり整理する。

次世代革新炉の種類と現状

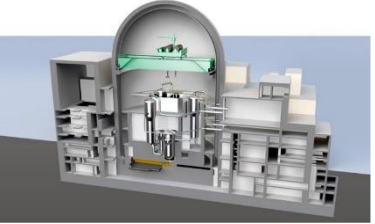
革新軽水炉

【特徴】

- 設計段階から新たな安全メカニズムを組み込むことにより、事故の発生リスクを抑制し、万一の事故があった場合にも放射性物質の放出を回避・抑制する機能を強化。

【現状】

- 標準設計は概ね終了。規制基準を明確にするため、現在、原子力エネルギー協議会（ATENA）と規制委員会とで意見交換中。
- 経産省予算にて、新たな要素技術の成熟度を高める研究開発や実証試験を支援。



◆ 三菱重工業
(SRZ-1200)

SMR（小型モジュール炉）

【特徴】

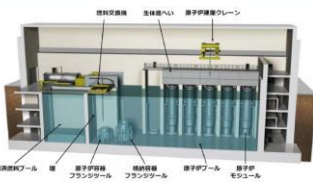
- 出力が30万kW以下の小型軽水炉。自然循環により、冷却ポンプや外部電源なしで炉心冷却が可能。

【現状】

- 米国やカナダにおいて、データセンターへの電力供給などの目的で、2030年手前での運開を目指し、開発が進められている。
- 海外プロジェクトへの日本企業の参画や研究開発を支援。



◆ GEベルノバ日立
(BWRX-300)



◆ NuScale (NuScale SMR)

高速炉



【特徴】 ◆ 三菱重工業（実証炉）

- 冷却材にナトリウムを利用することでプルトニウム燃焼を効率的に行う。
- 廃棄物量・有害度低減、資源の有効利用など核燃料サイクルの効果を向上。

【現状】

- GX経済移行債を活用した実証炉開発事業を2023年に開始。米国や仏国とも連携。
- 2024年7月、炉と燃料サイクルの研究開発全体を統合してマネジメントする組織をJAEAに設置。電力やメーカー、JAEAのメンバーで構成。

高温ガス炉



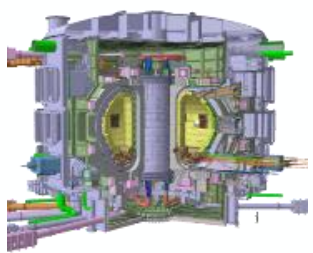
【特徴】 ◆ 三菱重工業（実証炉）

- 発電だけでなく高温熱を利用して水素製造を行う。
- 冷却材に化学的に安定なヘリウムを利用。減速材に耐熱性や蓄熱性に優れた黒鉛を利用することで冷却機能を喪失しても自然に冷温停止が可能。

【現状】

- GX経済移行債を活用した実証炉開発事業を2023年に開始。英国とも連携。並行して試験炉「HTTR」による水素製造試験を目指す。
- HTTRへの水素製造施設の接続に向けて、2025年3月、原子炉設置変更許可を申請。

フュージョンエネルギー



【特徴】 ◆ ITER（実験炉）

- 核融合反応から得られる熱エネルギーを利用して発電。

【現状】

- 米国のスタートアップ企業を中心に2030年後でのフュージョンエネルギー実用化を掲げ、多様な炉型の開発への挑戦が発表されている。
- 日本においても、スタートアップ企業がトカマク型、ヘリカル型、レーザー型などそれぞれの炉型での実現を目指す。

VI. カーボンニュートラル実現に向けたイノベーション

2. 各論

（2）原子力

次世代革新炉については、安全性向上はもとより、脱炭素の電力供給に留まらず、分散エネルギー供給、廃棄物の減容化・有害度低減、カーボンフリーな水素・熱供給など、炉型ごとに特徴を有しており、実用化に向けて取組を進めていく。炉型ごとの用途や開発段階の相違、社会のニーズ等の要素も考慮して、研究開発、技術実装の円滑化、規制当局との共通理解の醸成・改善への協働等について、国際連携も活用しつつ、産学官で進めていく。

（略）

フュージョンエネルギーについては、「フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」を踏まえ、早期実現と産業化を目指し、国際熱核融合実験炉 I T E R、トカマク型超伝導プラズマ実験装置 J T - 6 0 S A 等で培った技術や人材を最大限活用し、技術成熟度を高めるべく、スタートアップを含めた官民の研究開発力を強化する。世界に先駆けた発電実証を目指し、原型炉開発と並行し、トカマク型、ヘリカル型、レーザー型等多様な方式の挑戦を促すとともに、科学的に合理的で国際協調した安全確保の検討に取り組む。

【参考】資源エネルギー調査会原子力小委員会革新炉ワーキンググループ における議論（第8回会合 2024年10月22日）

- 原子力小委員会ほか関係審議会にて、エネルギー基本計画の改定に向けた議論が進められていたところ、次世代革新炉5炉型の国内外の動向や課題について、事務局、JAEA(大島専門委員)、J-Fusion(小西専門委員)それぞれから説明。各炉型の開発に係る道筋に関して、現状や課題を踏まえ、ご議論いただいた。委員からの主なご意見は以下のとおり。
 - ✓ 炉型ごとに用途や開発段階が大きく異なることを踏まえ、技術ロードマップの具体化を行うべきではないか。その際には、社会のニーズや受容性、規制との対話、バックエンド含めたトータルシステムとしての評価など技術以外の要素も考慮して具体化を図るべきではないか。
 - ✓ 革新軽水炉は、技術成熟度が高く、国内での社会実装のタイミングが最も早い見通しで、建設案件の具体化を進める必要。政府による技術開発と導入促進に向けた積極的な経済的支援の検討が重要。また、将来の建設に対する政府の具体的な意思表示により、民間企業の不安や懸念が緩和され、サプライチェーンや人材の維持強化に繋がるのではないか。
 - ✓ 小型軽水炉は、国内外で研究開発が進められており、革新軽水炉に加え、将来の選択肢のひとつになり得るのではないか。また、海外案件の進捗が認められ、国内メーカーの技術力を活かした海外案件への参画に向け、引き続き支援が重要。
 - ✓ 高速炉は、新たにJAEAに設立された研究開発統合機能を果たす高速炉サイクルプロジェクト推進室を中心に開発を着実に進めていくとともに、基本設計から建設、運転の将来を見据えた体制構築も並行して検討していく必要。また、燃料や材料の照射データの取得、照射場をどう確保していくかを考慮すべき。
 - ✓ 高温ガス炉は、今後開発を進めていくなかで水素や熱を必要とするユーザーの意見の取り入れが必要。また、燃料や材料の照射データの取得、照射場をどう確保していくかを考慮すべき。
 - ✓ フュージョンエネルギーは、エネルギーシステムとしての成熟度という観点では、連続運転も含めたエネルギー取り出しまでに多くの課題があり、引き続き研究開発を進める段階にある。一方で、他産業への波及が期待されるイノベーションをシームレスに産業に繋げていく観点で、官民の役割分担を考慮した産業育成が重要。

【参考】技術成熟度（TRL）

- 特定の技術の成熟度の評価を行い、異なったタイプの技術の成熟度を比較することのできる定量尺度として、技術成熟度（TRL）が設けられている。

TRL（Technology Readiness Level）の定義

技術開発の 相対的なレベル	TRL	TRLの定義
システムの運転段階	TRL 9	想定される全ての条件で運転された実システム
システムの試運転段階	TRL 8	試験と実証を通じて完成し性能確認された実システム
	TRL 7	フルスケールで、同様な（原型的な）システムを、現実的な環境において実証しているレベル
技術の実証段階	TRL 6	工学規模で、同様な（原型的な）システムを、現実的な環境において検証しているレベル
技術の開発段階	TRL 5	実験室規模で、同様なシステムを、現実的な環境において検証しているレベル
	TRL 4	実験室環境で、機器・サブシステムを検証しているレベル
実現可能性を示すための 研究段階	TRL 3	解析や実験によって、概念の重要な機能・特性を証明しているレベル
	TRL 2	技術概念・その適用性を確認しているレベル
基礎技術の研究段階	TRL 1	基本原理を確認しているレベル

商用炉

実証炉

原型炉

実験炉

Technology Readiness Assessment Guide, U.S. DOE, DOE G 413.3-4A, 9-15-2011