

参考資料-I

日本における革新的中小型炉の 必要性、緊急性とその要件

- ・革新的原子力システムの必要性
- ・課題解決の緊急性
- ・実用化が期待される原子力プラントの要件

参考資料-I

革新的原子力システムの必要性

〔原子力委員会革新炉検討会報告書（H14年11月）より〕

現行大型軽水炉システムの限界・課題

- (1) 電力需要低迷、電力自由化環境下
投資リスク大 → プラント新設停滞の一因
- (2) ウラン資源の有効利用度に限界
- (3) 発電のみの実用化
- (4) 安全性に対する社会の不安視
- (5) 放射性廃棄物発生に対する懸念
- (6) 更なる拡散抵抗性

対応する社会的ニーズ

- ・電力需要及び設備投資における柔軟性
- ・経済性の大幅な向上
- ・核燃料資源の有効利用
- ・原子力エネルギーの多様な利用
- ・優れた安全性
- ・環境負荷の低減
- ・核拡散抵抗性の向上

〔以下追加〕

- (7) インフラ未整備途上国への適合性 → 途上国での導入に適した原子力プラント
- (8) 原子力産業の維持・強化【欧米では国として
革新炉(高温ガス炉、原子力水素)開発に着手済み】 →
 - ・基幹エネルギー産業の強化
 - ・若い世代への夢の提供

課題解決の緊急度

参考資料-I

課 題	緊急度*	理 由
(1) 電力需要低迷・自由化環境下における原子力発電維持・拡大	短 期	・温暖化ガス排出削減の現実的手段として短期的に解決必要
(2) 核燃料資源の有効利用	長 期	・ウラン需給の逼迫は2030年～50年以降と予測されている
(3) 発電分野以外への原子力エネルギー利用拡大	短中期	・水素燃料 ¹ 利用拡大に向けた大量生産が2020年頃から求められる
(4) 安全性に対する社会の不安の解消	短 期	・温暖化ガス排出削減を達成/維持するため短期的に解決必要
(5) 放射性廃棄物発生に対する懸念解消	中長期	・中長期的取組み必要。ただし、その方策の策定は早急に必要。
(6) 変化する核拡散抵抗性の向上	短中期	・国際紛争、テロの危険性が高まっている
(7) 途上国への原子力の導入と拡大	短中期	・2020年頃から途上国の需要増が予測される
(8) 基幹燃料 ² としての原子力産業強化	短 期	・海外における新型炉（高温ガス炉）実用化開発の加速 ・若い世代の原子力離れ ・原子力分野での技術力の維持・継承

* 実用化必要時期 短期：2010年代、 中期：～2030年、 長期：2030年代以降

実用化が期待される原子力プラントの要件

参考資料-I

緊急度	課 題 項 目	課題解決のための要件	
		対応する社会的ニーズ	具体的要件
短期	原子力発電維持・拡大	優れた経済性	大型軽水炉を含む他の電源と同等以上
		投資リスクの低減	建設準備、総資本費の低減
		電力需要対応への柔軟性	中・小出力
	安全への社会の不安解消	優れた、分かり易い安全性	固有の特性による安全確保
	原子力産業の強化	国際的に優位にたつ技術の早期実用化	将来の大規模市場を拓く、世界の最先端技術レベル
短中期	原子力エネルギー利用の拡大	発電以外への多様な利用	経済性に優れ、環境に優しい水からの水素製造技術
	核拡散抵抗性向上	核兵器原料物質抽出の困難性	固有の特性による抵抗性
	途上国への普及	途上国の社会条件への適合	投資負担小、出力の柔軟性、安全性、核拡散抵抗性
短中期 長期	廃棄物への懸念解消	環境負荷(放射性廃棄物)低減	バックエンド負担の低減
	核燃料資源利用の拡大	核燃料資源の有効利用	多様な燃料サイクルへの適合性、増殖性、軽水炉との共存性

1. 高温ガス炉の 経済性向上のポテンシャル

(1) 高温ガス炉プラントの特徴

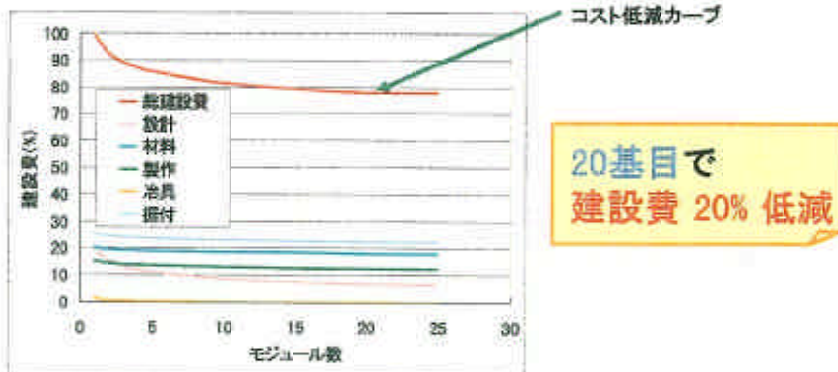
- 小型モジュール (～300MWe)
- 高効率 (～47%)
- 高安全性 (炉心損傷事故に対し裕度大)
- 単純直接サイクル (主冷却系設備の単純化)

(2) 高温ガス炉の経済性向上優位性

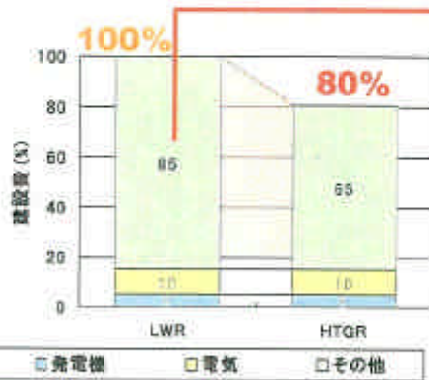
- モジュール効果(量産化、標準化)による低減
- 高効率による単位出力当りの建設費低下
- 設備簡素化(主冷却、安全系設備)

2. 経済性向上の見通し (1) モジュール効果

モジュール効果(量産化、標準化)による低減



(2) 高効率の効果



$$C_{HTGR} = C_{LWR} \left\{ 0.85 \left(\frac{\eta_{LWR}}{\eta_{HTGR}} \right)^{0.8} + 0.15 \right\}$$

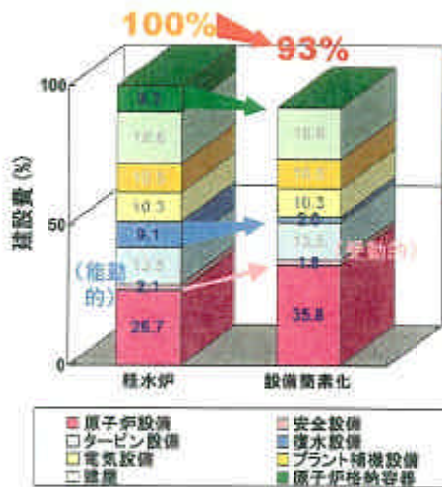
$$= C_{LWR} \left\{ 0.85 \left(\frac{34\%}{47\%} \right)^{0.8} + 0.15 \right\}$$

$$= 0.8 C_{LWR}$$

C: 建設費、η: プラント効率

高効率の効果
建設費 約20% 低減

(3) 設備簡素化の効果



設備簡素化の効果
建設費 7% 低減

- 格納容器不要 (Δ9.3%)
- 復水設備不要 (Δ7.1%)
- 能動的工学安全設備不要 (Δ0.3%)
- 原子炉設備 (+9.1%)

(4) スケールダウン効果

- 3種類のプラント出力で評価
→ **スケール効果係数 = 0.8**
- 上記より**スケール効果は約1.3**と評価

スケールダウンコスト (1195MWe→275MWe)

$$C_{HTGR} = C_{LWR} \left(\frac{275MWe}{1195MWe} \right)^{0.8} = 0.30 C_{LWR}$$

建設単価一定と仮定した場合

$$C'_{HTGR} = C_{LWR} \left(\frac{275MWe}{1195MWe} \right) = 0.23 C_{LWR}$$

P: プラント出力、α: スケール効果係数

スケールダウン効果

$$S_D = \frac{0.30}{0.23} = 1.3$$

OECD Report, 2000 Reduction of Capital Costs of Nuclear Power Plantsより

3. まとめ

- (1) **高温ガス炉**は固有の特徴を経済性向上に活かすことにより、軽水炉とのスケールダウン効果を差し引いても**約20%程度の建設単価低減**が期待できる。
- (2) 原研で実施中の**実用炉(GTHTR-300)**研究でのコスト試算は以下となり**軽水炉のそれを凌駕している**。

- | | |
|--------|------------|
| ① 建設単価 | 19.9万円/kWe |
| ② 発電単価 | 3.8円/kWe |