

東芝エネルギーシステムズの革新炉への取組み

TOSHIBA

2022年4月20日

東芝エネルギーシステムズ株式会社

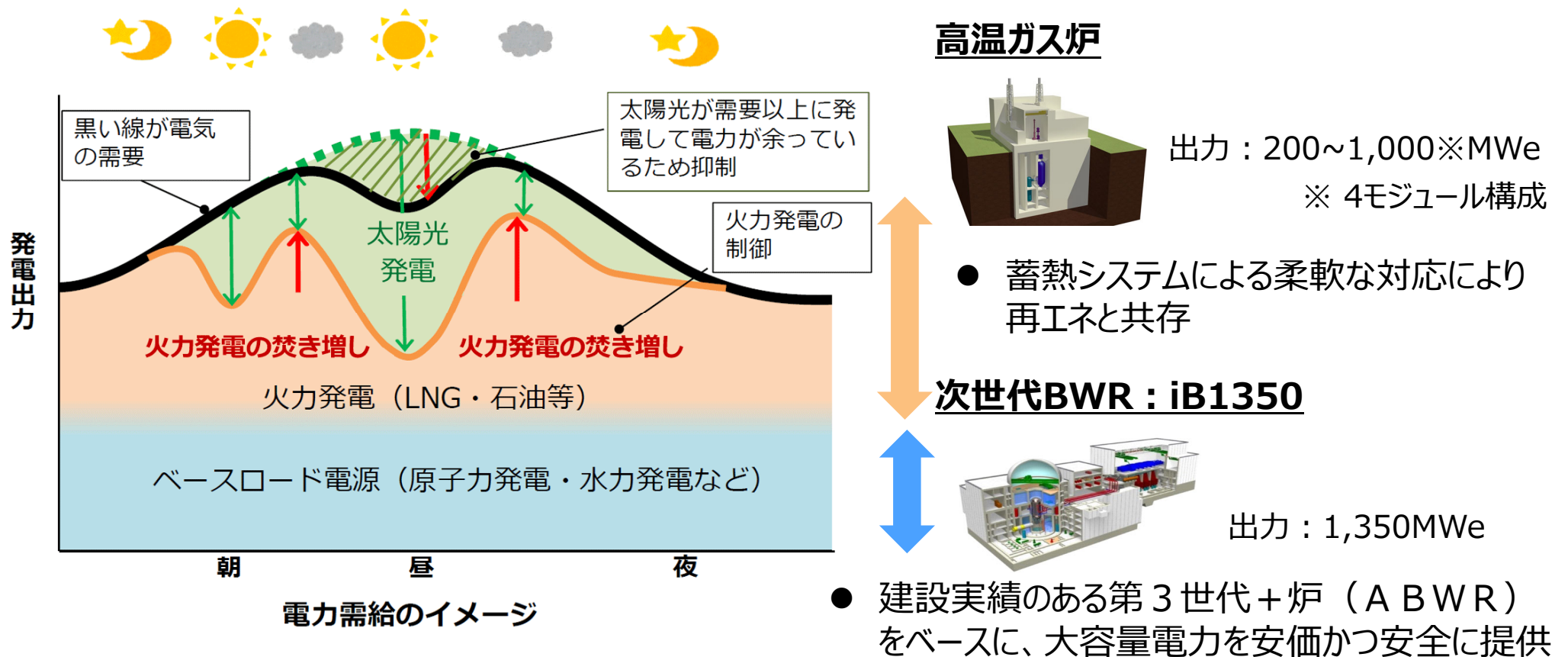
Contents

- 01 開発方針
- 02 安全性等に優れた炉の追求
- 03 非エネルギー分野への原子力イノベーションの貢献
- 04 まとめ

01

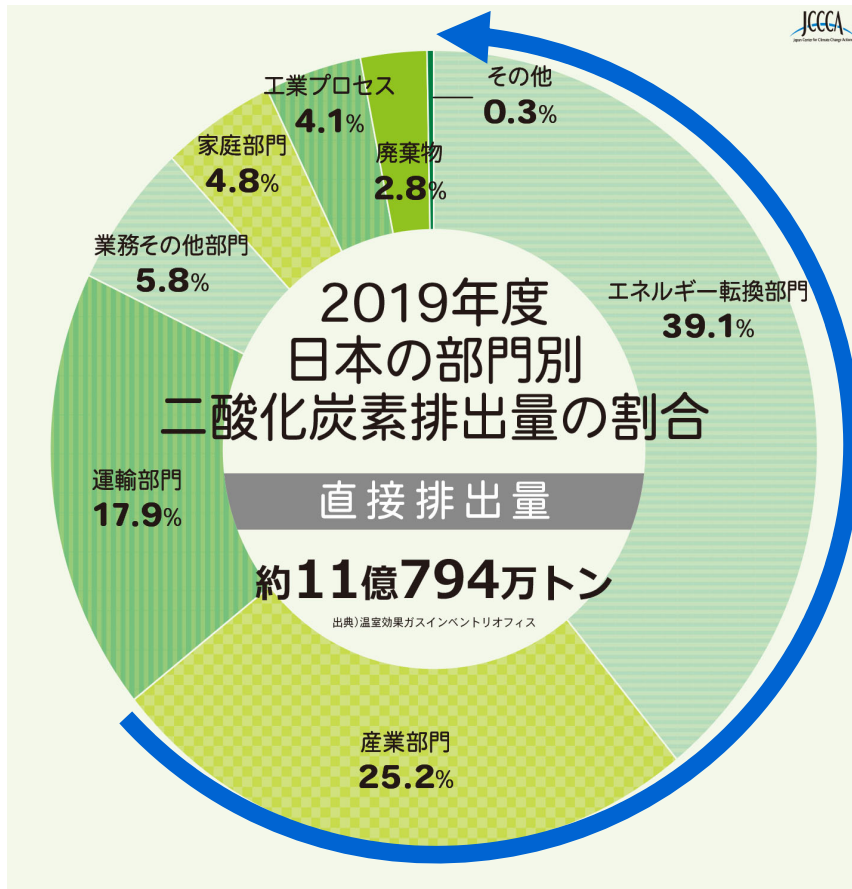
開発方針

電力市場における需給バランスへの対応

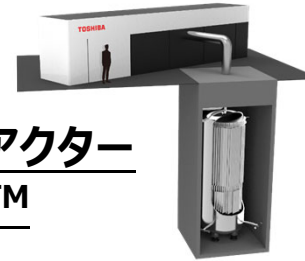


次世代炉によりベースロード電源確保と需給調整に対応

産業セクタへのカーボンニュートラルへの貢献

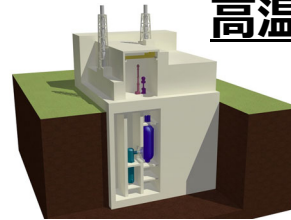


マイクロ・リアクター MoveluX™



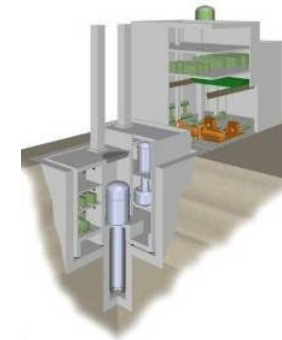
- 3MWe/10MWt,
680°Cの温度生成

高温ガス炉



- モジュール当たり
250MWe/600MWt
750°Cの温度生成

小型高速炉：4S



- 最大 50MWe/135MWt,
485°Cの温度生成
- プルトニウム燃焼炉としても
活用可能

約500°C以上の高温利用により産業セクタへの展開が可能

02

安全性等に優れた炉の追求

東芝次世代BWR：iB1350

■ 緊急避難不要を実現する安全コンセプト

- 過酷事故時でも高信頼度で格納容器ベント不要

■ 7日間のグレースピリオド*1

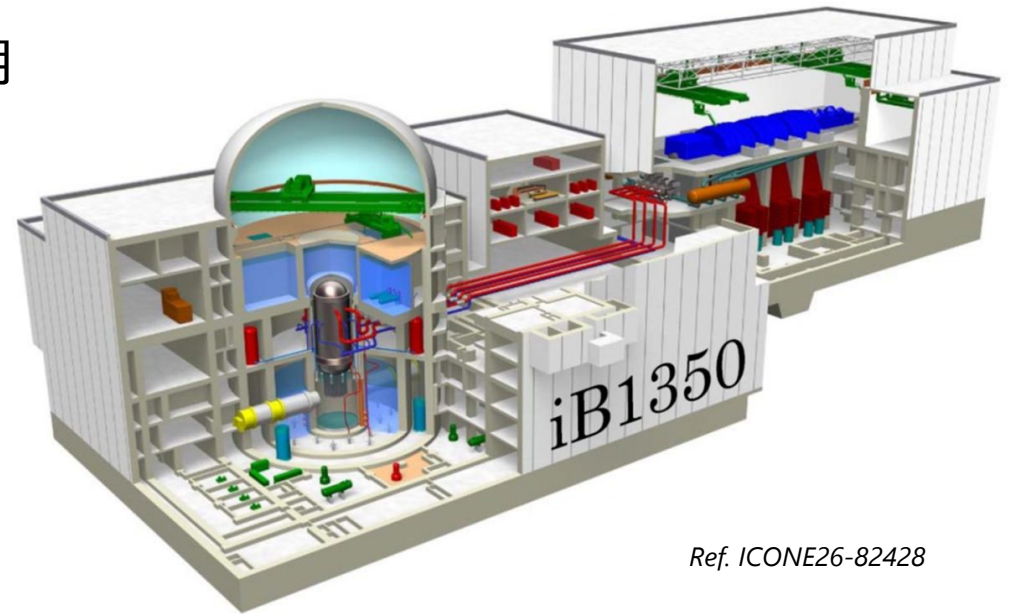
- 二重円筒格納容器、静的安全系の採用

■ 建設実績あるABWRベース

- 高い耐震性
- 実績ある工法の採用

■ 高い経済性

- 航空機落下対策格納容器建屋により、特重施設を合理化可能

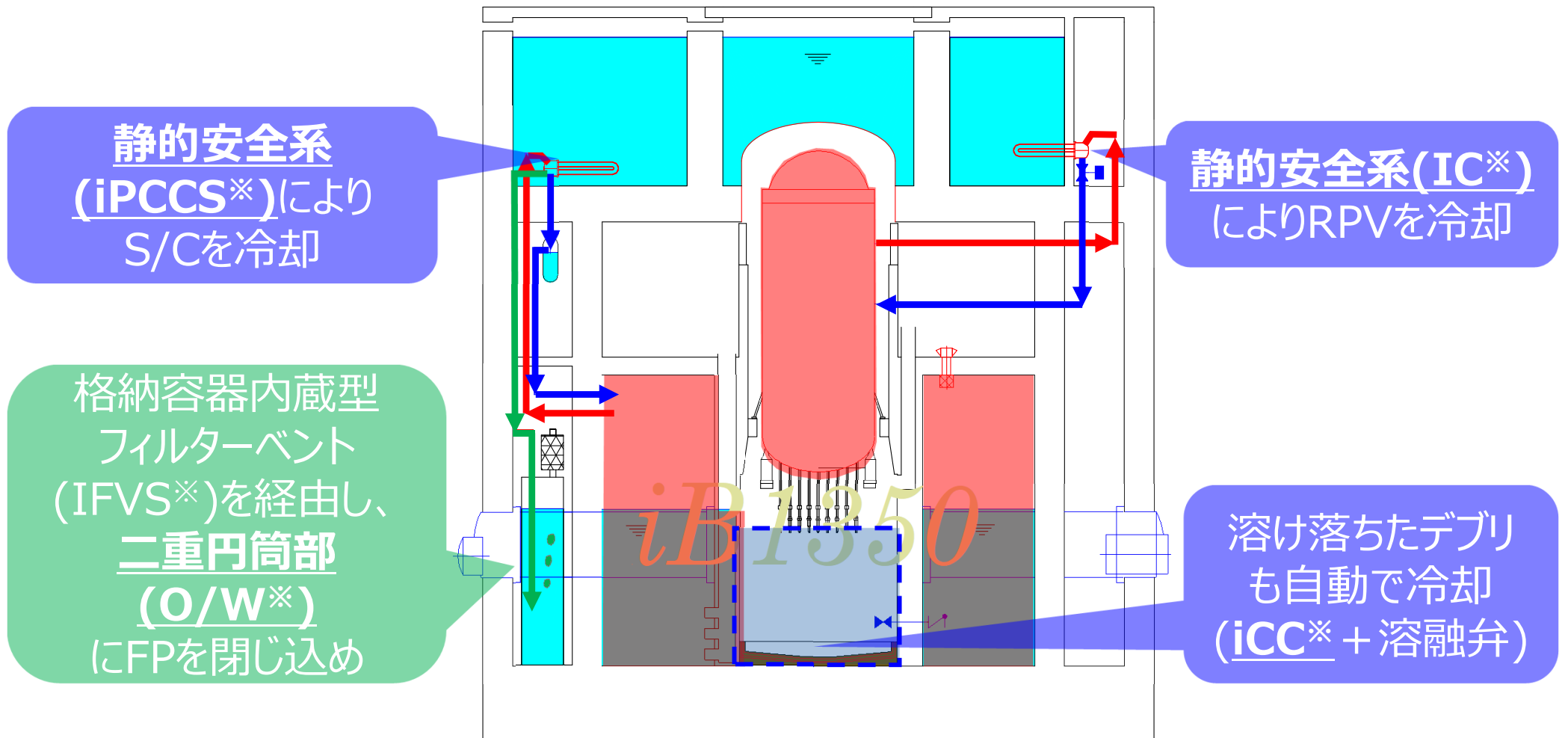


Ref. ICONE26-82428

*1 グレースピリオド：運転員操作不要期間

地域社会と共生可能で経済性に優れた革新的安全炉

iB1350の静的安全系の概要



Ref.ICONE26-82428

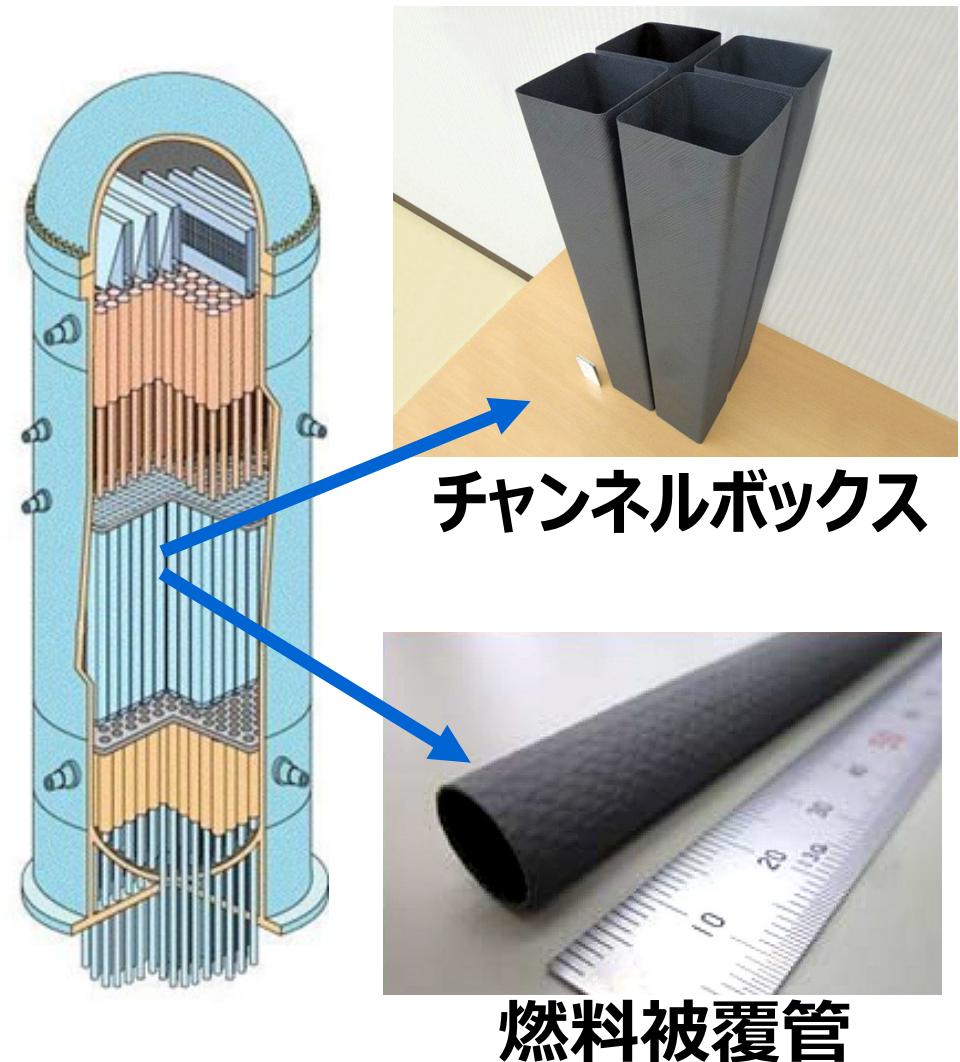
※iPCCS: innovative Passive Containment Cooling System
IC: Isolation Condenser
IFVS: In-Containment Filtered Venting System

O/W: Outer Well
iCC: innovative Core Catcher

大規模自然災害(長期SBO)時、過酷事故時も炉心と格納容器を自動で冷却

大型軽水炉安全性向上への取組み：事故耐性燃料の開発

- 炉心材料にSiCを採用し、過酷事故時の**水素発生を抑制**
- 中性子経済向上と高燃焼度化により、**使用済燃料体数低減**
- 炉心の大幅な軽量化により**耐震性向上**
- 炉心材料として**良好な材料・機械特性**を確認
参考) '22年米国DOE予算でSiCを含む事故耐性燃料の照射試験予定



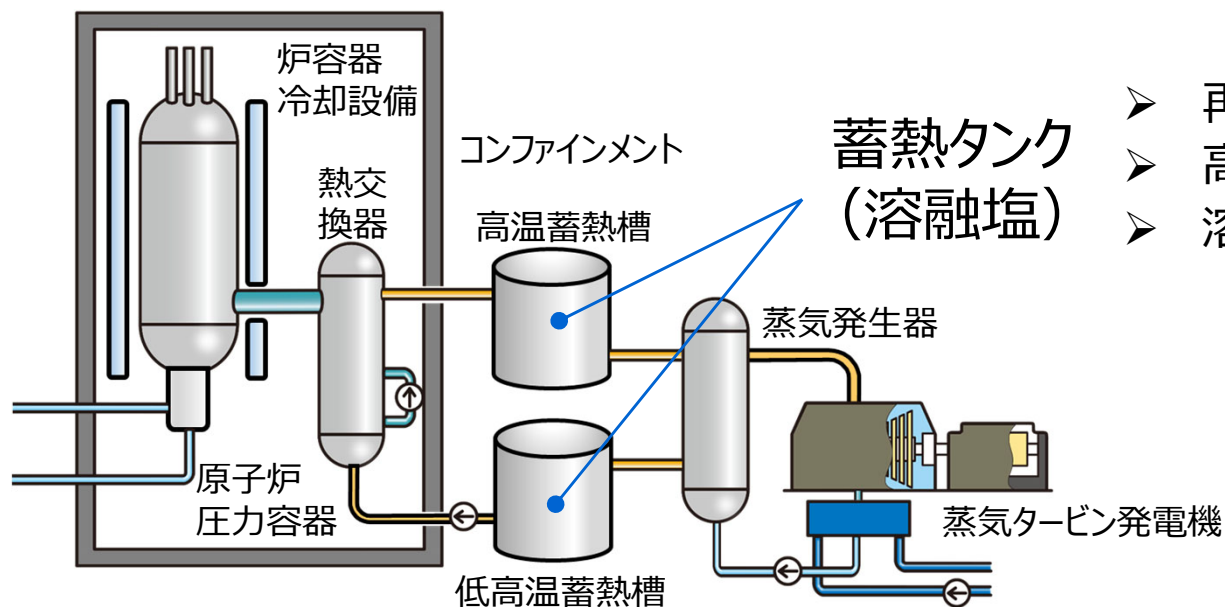
安全性向上と経済性向上に貢献

高温ガス炉：HTGR (High Temperature Gas Reactor)

■ 優れた安全性

- 耐熱性に優れたセラミックス被覆燃料→燃料溶融しない
- 黒鉛減速材による事故時の緩慢な温度変化→事故時の早急な対応不要
- 不活性なヘリウム冷却材→燃料と化学反応しない(水素・水蒸気爆発しない)

■ 多様な熱利用 (発電、水素製造等)

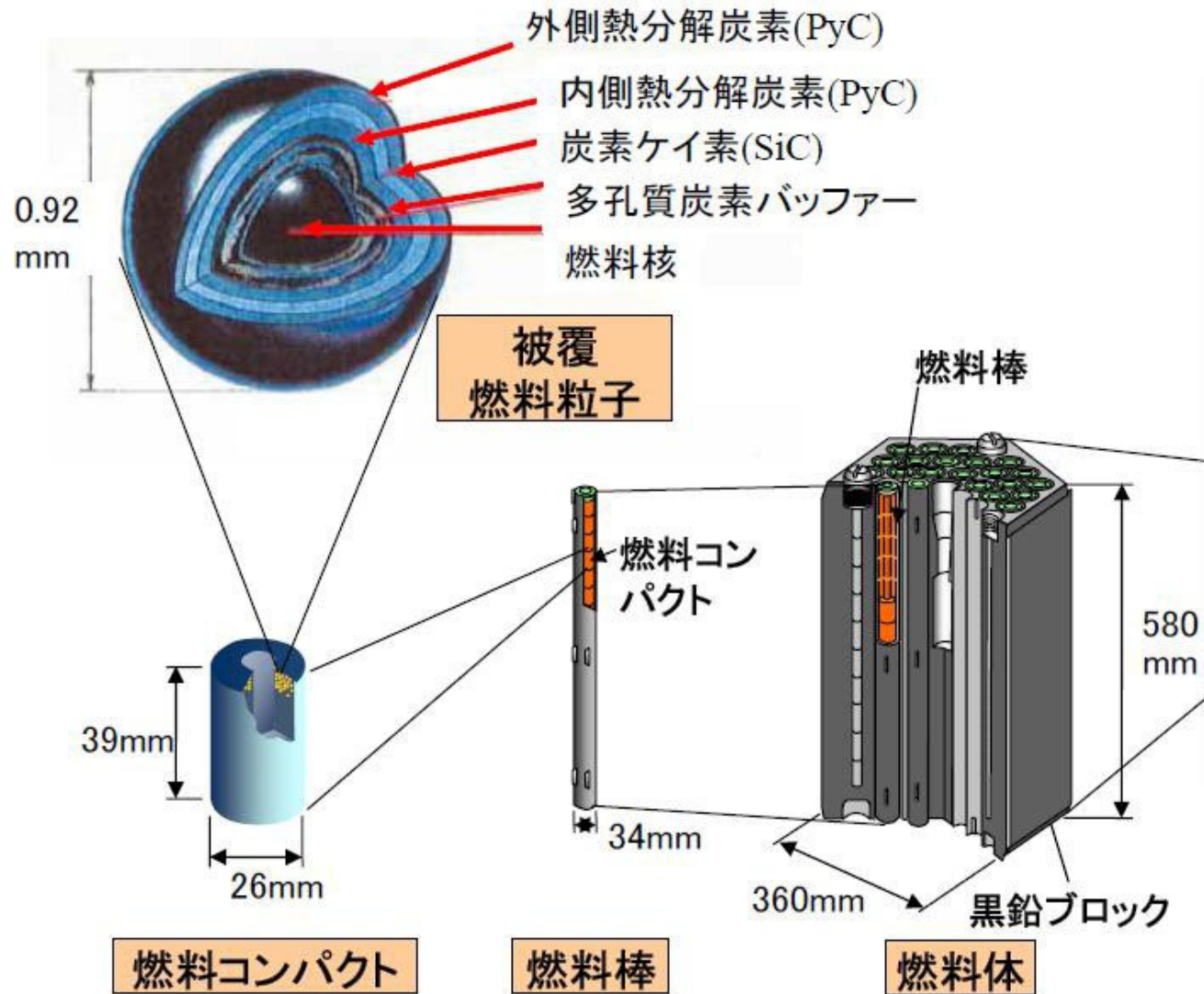


- 再生エネの出力変動に柔軟に対応
- 高温特性を活かした蓄熱技術との組合せ
- 溶融塩蓄熱システムは太陽熱発電で実績あり

富士電機と共同開発

固有の安全性を有し、水素社会との共生等、多種多様な要求へ対応

高温ガス炉 TRISO燃料



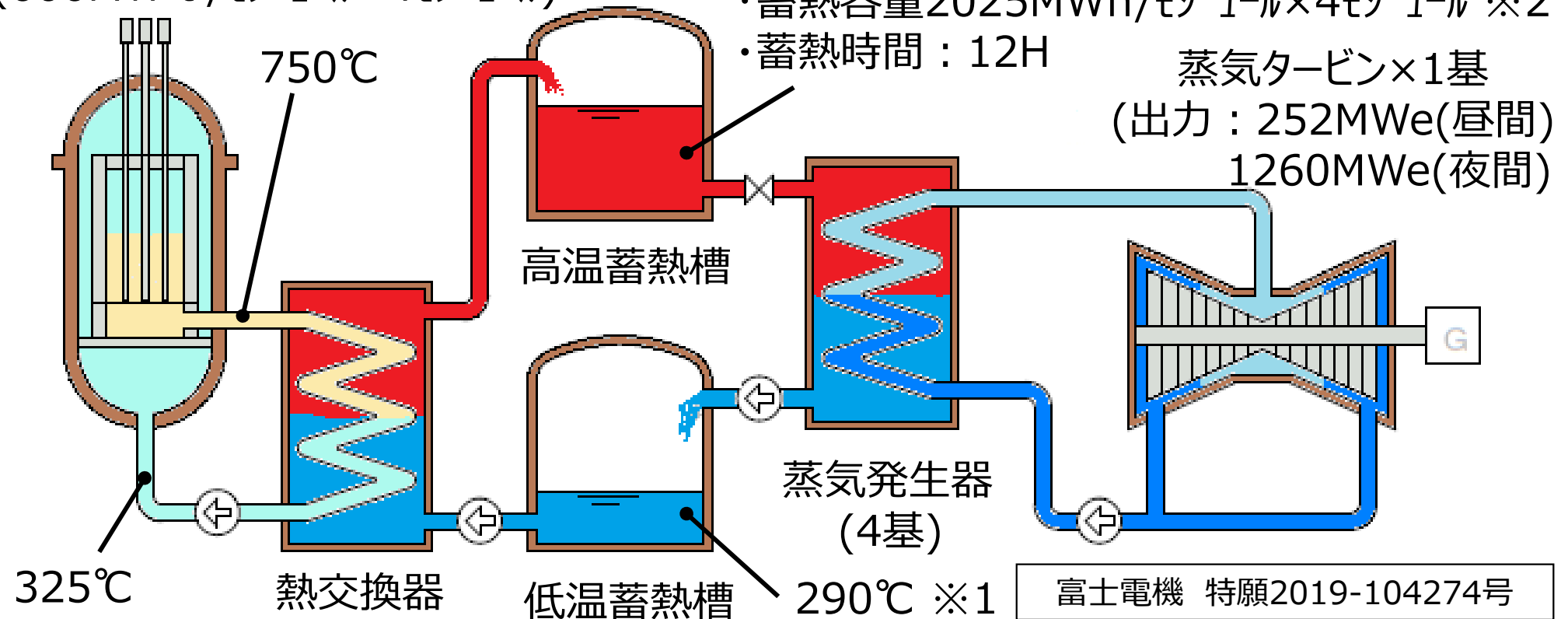
NFIによる高温ガス炉燃料の製造実績を活用

高温ガス炉：蓄熱システム概念

- 高温ガス炉では蓄熱温度が高くてでき、蒸気タービン系に最適な熱源
- 原子炉熱出力は一定で、蓄熱系で電気出力を柔軟に調整

原子炉(熱出力2400MWt)
(600MW t /モジュール×4モジュール)

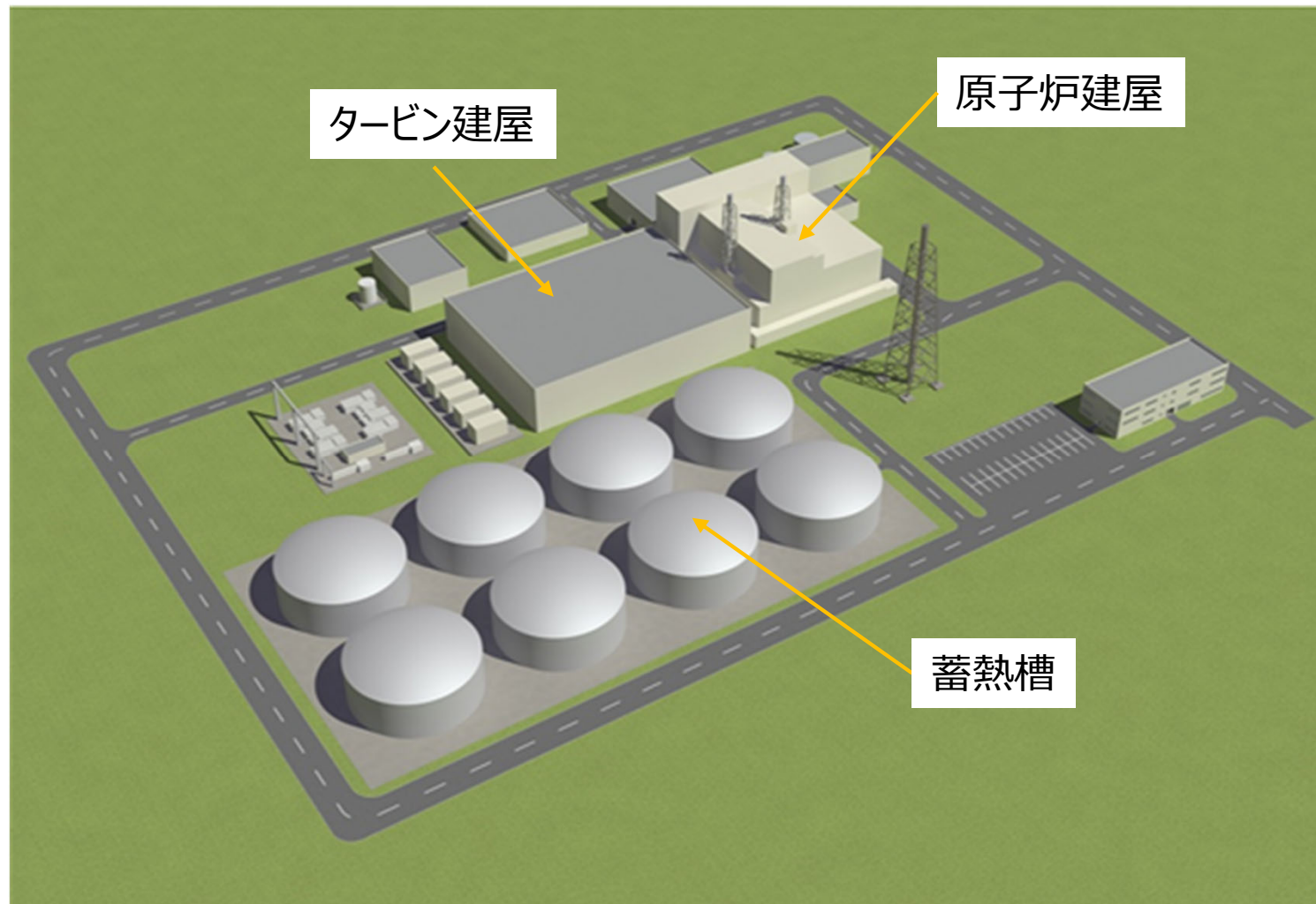
- ・溶融塩等565℃
- ・蓄熱容量2025MWh/モジュール×4モジュール ※2
- ・蓄熱時間：12H



実績のある2タンク構成

※1 溶融塩の融点：222℃、凝固点：238℃
※2 蓄熱槽容量：約26,000トン/槽、内径45m、高さ15m

高温ガス炉：蓄熱システム概念（プラント鳥瞰図）



1,000MWe級の蒸気タービン発電プラントで350m×450m

原子力の多目的利用（水素製造）

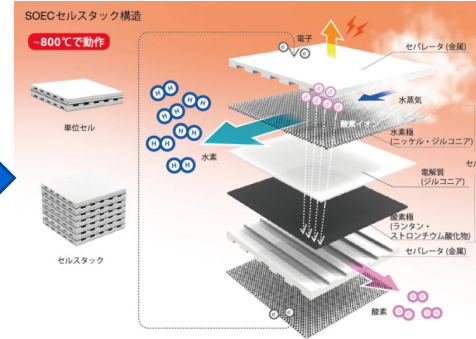
■ 原子力熱の直接/間接利用による高効率水素製造の実現：水素製造効率を10～30%向上



高温ガス炉 引用：東芝エネルギーシステムズHPより

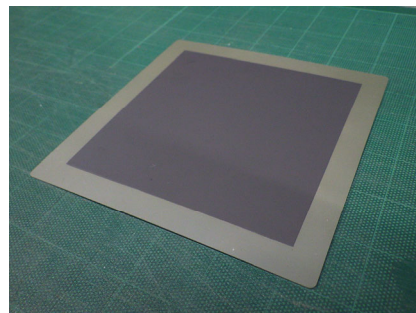
高温熱直接利用
He:750°C

電解温度：600～800°C

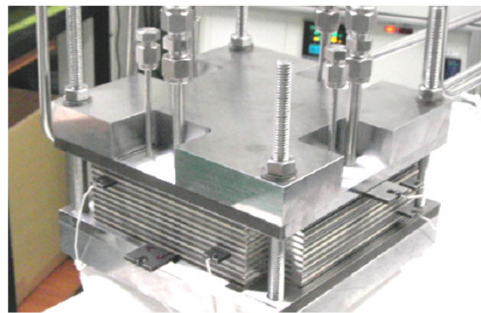


SOEC高温水蒸気電解水素製造

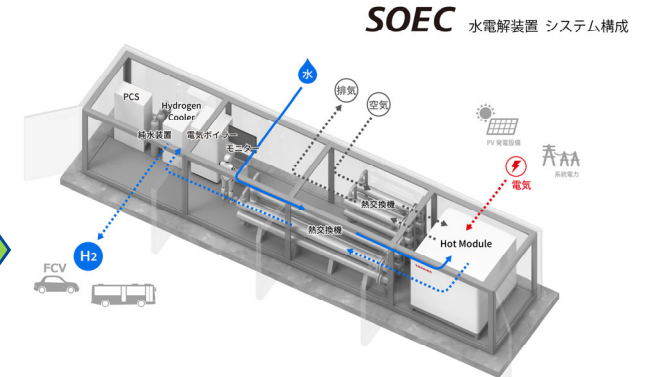
■ SOEC水素製造システム（500kW級）実証にむけた開発推進



機能性セラミックス材料技術を活用した
高耐久電解セル開発（寿命5年見通し）



材料設計・構造/流体設計技術を活用した
電解スタック開発

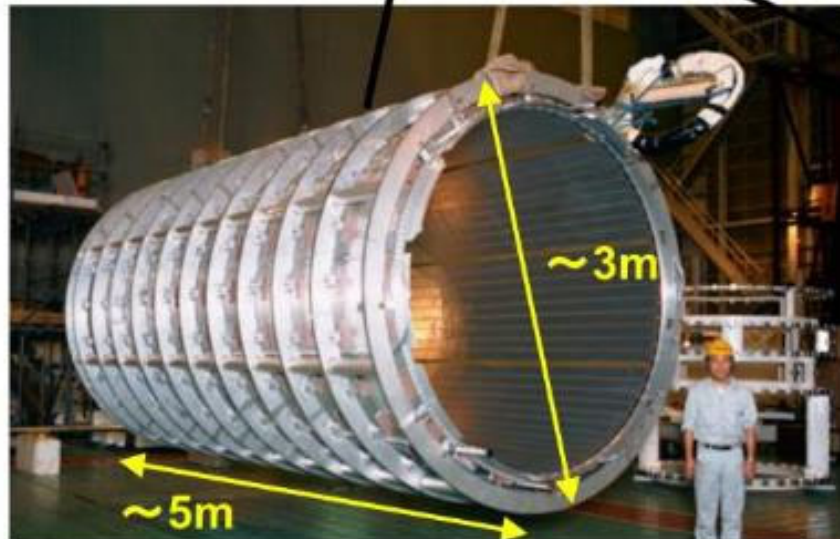
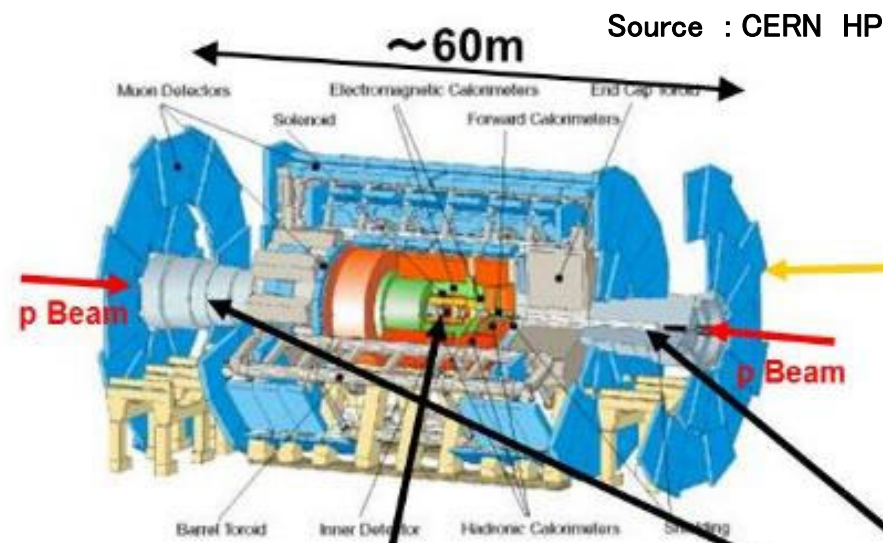


発電プラント・燃料電池システムの設計・運用ノウハウを活用したシステム設計
（机上効率検討：4kWh/Nm³）

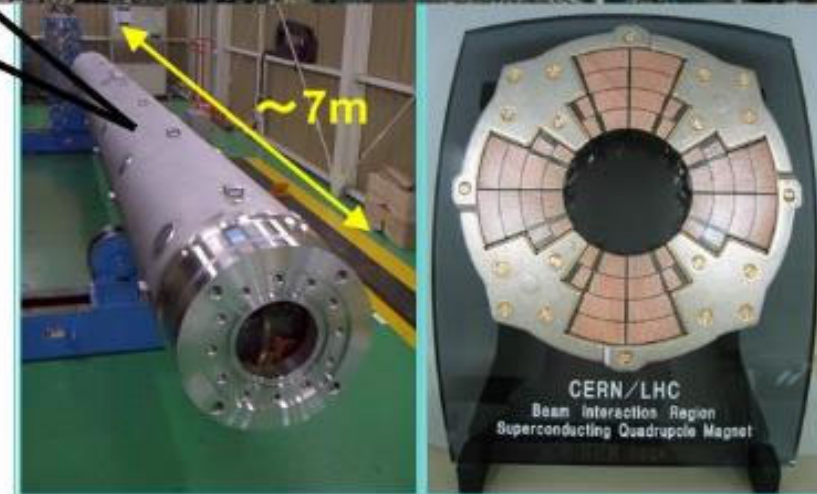
03

非エネルギー分野への原子力イノベーション
の貢献

ヒッグス粒子発見への貢献



検出器用超伝導ソレノイドコイル



ビーム輸送系超伝導四極コイル

原子力で培った精密加工技術や溶接技術などの活用により実現

04

まとめ

- 大容量電力の安定供給とカーボンニュートラルに貢献する柔軟性の高いプラントを提供
 - ✓ iB1350：発電比率維持に不可欠な大規模電源を安価、安全に供給
 - ✓ 高温ガス炉：水素製造、蓄熱による出力調整機能を備えた再生エネルギーと共存可能な電力を供給
 - ✓ Movelux：高温利用による産業セクタへの展開可能性
 - ✓ 4S：発電、熱利用以外にプルトニウム燃焼炉としての活用可能性
- 技術革新の推進
 - ✓ 高温水蒸気電解と高温ガス炉等の高熱を組み合わせた高効率水素製造システムの開発を通じ、産業分野全般のカーボンニュートラルに貢献

TOSHIBA