



米国における高速炉研究開発:
もんじゅを利用した共同研究の展望

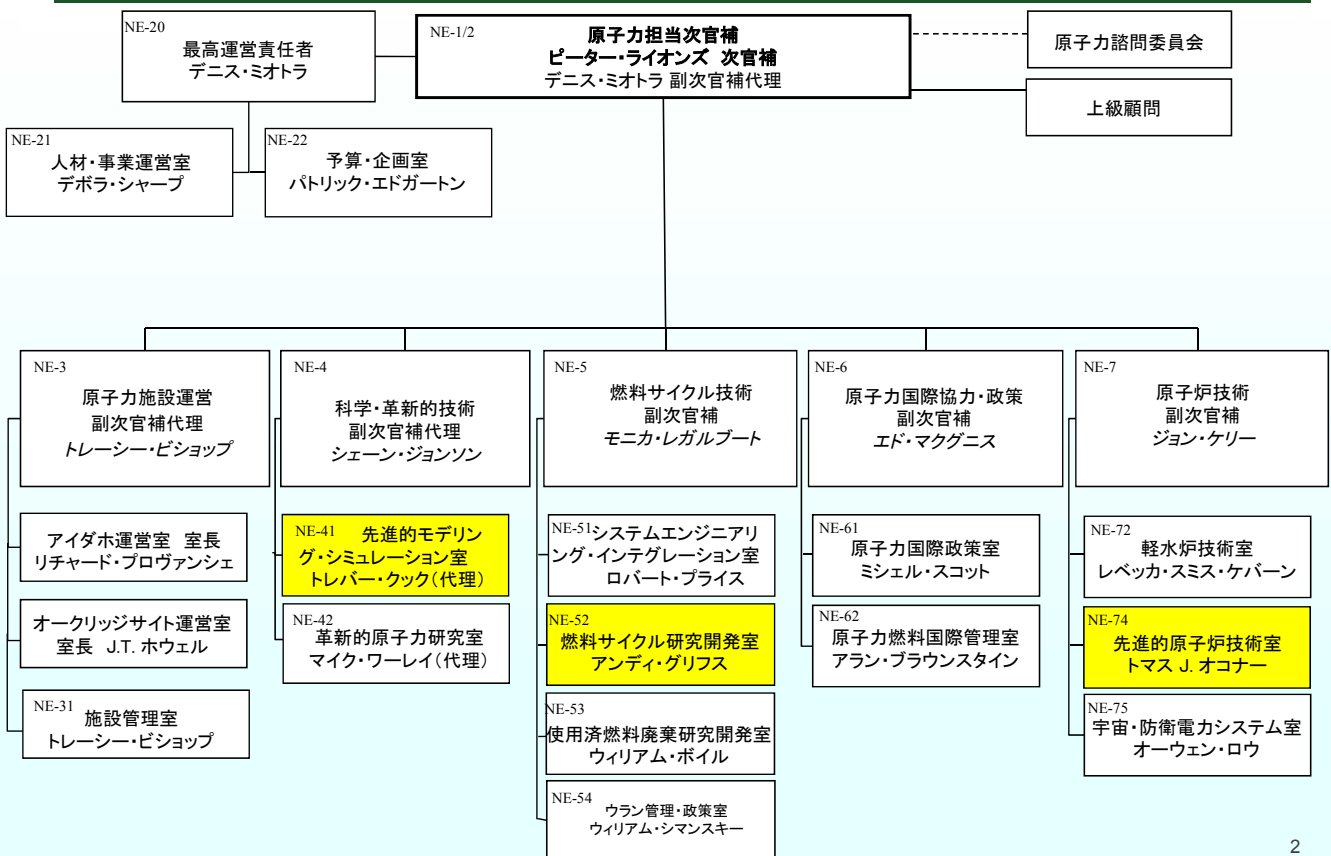
トマス J. オコナー
米国エネルギー省
先進的原子炉技術室長

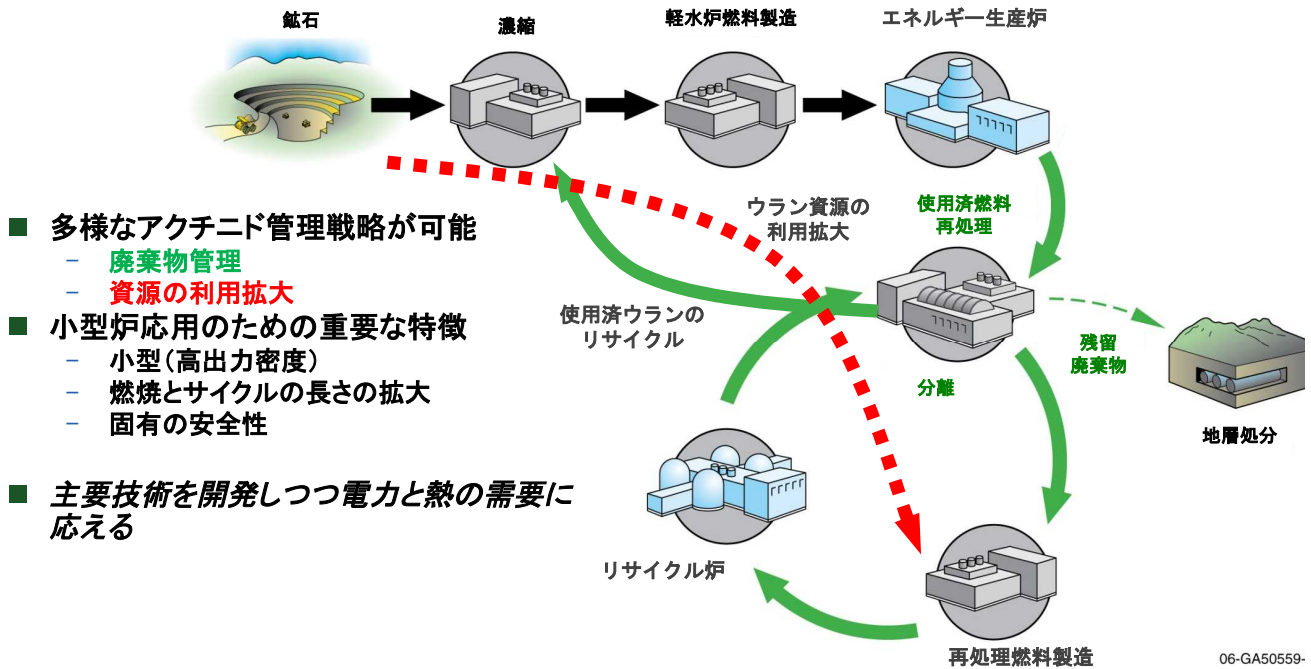
2013年4月25日



2012年12月2日付

Nuclear Energy





- 多様なアクチニド管理戦略が可能
 - 廃棄物管理
 - 資源の利用拡大
- 小型炉応用のための重要な特徴
 - 小型(高出力密度)
 - 燃焼とサイクルの長さの拡大
 - 固有の安全性
- 主要技術を開発しつつ電力と熱の需要に応える

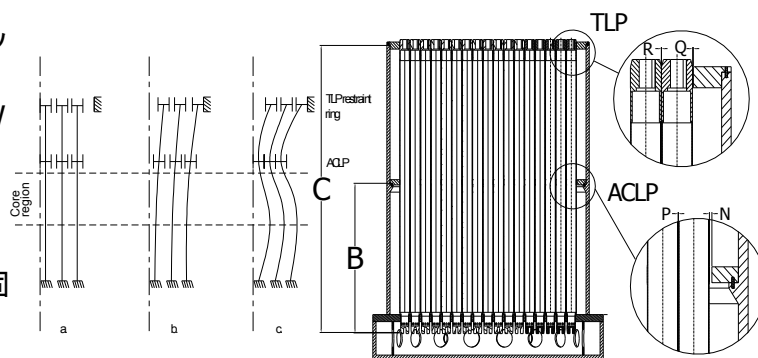
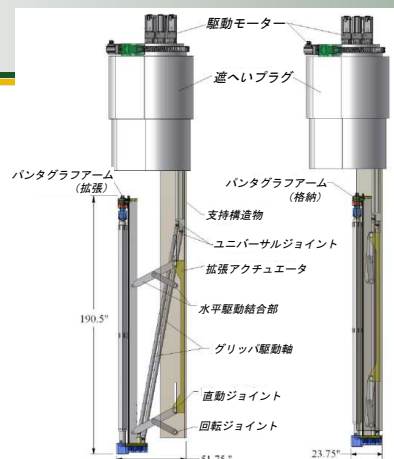
06-GA50559-



- どのような燃料サイクルであっても、原子炉の設備投資が大部分を占める、したがって・・・
- 革新的な技術の適用を通じて 資本コストを削減することに研究の一義的な重点を置く
 - 概念開発研究 (改良設計アプローチ)
 - 先端構成材料
 - 超臨界CO₂ ブライトンサイクルエネルギー転換
 - 改良型モデリング/シミュレーション
- 上記以外の技術では、(高速炉の)実用化の成功に向けて以下の重要な技術に取り組むことが必要
 - 安全性 (及びその認可)
 - ナトリウム中可視化技術 (信頼性とメンテナンス)
 - 燃料開発 (性能と製造)

高速炉の先進概念の研究 (例)

- 2011年度、2012年度は小型モジュラー炉(SMR 1~100 MWe)概念設計を中心に研究：長寿命炉心、燃料シャフリング(装荷位置の変更)方式等の特有の機能
- 先進の小型燃料取扱い機構
 - 単一の回転プラグ構成
 - パンタグラフ構造
 - 偏心設計
- 炉心保持のための詳細解析と設計オプション
 - 固有の安全性反応度フィードバックを担保する基本的要件
 - 燃料棒の曲り解析コードNUBOWの再構築・改良
 - 燃料棒の限定的自由曲り設計
- AFR-100安全性解析を実施
 - 二重故障を想定した過渡解析で固有の安全性を確認

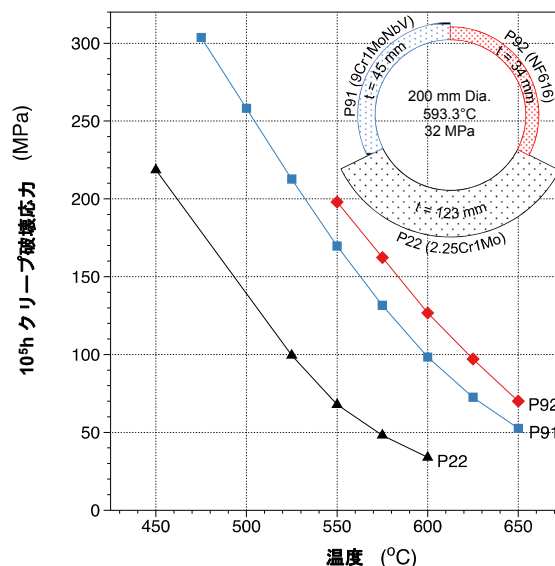


5

高速炉の先進材料開発と適用性の確認

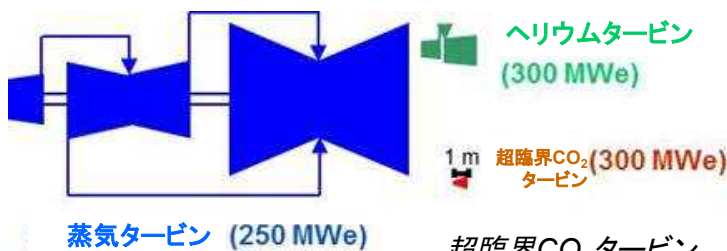
新型の鋼は、より大きい安全裕度と柔軟な設計を可能にする

- 同じ温度条件では、より大きな応力に耐える
 - 物量の削減
 - 大きい安全裕度
 - より長い耐用年数
- 同じ応力条件では、より高温での使用が可能
 - 高いプラント性能 (例：熱効率)
 - 物量の削減
 - 事故シナリオにおいて高い安全裕度
- 上記の組み合わせにより
 - より柔軟な設計が実現

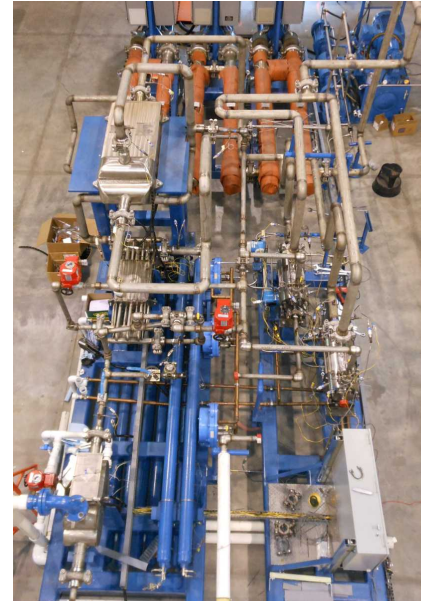


6

- 研究所レベルのシステム能力を実証 (1MW)
- DOEサンショット(Sun Shot)・プログラムの予算により出力は10MWレベルまで上昇
- 米国産業界はこの技術に興味を示している



超臨界CO ₂ タービン	1 M
ヘリウムタービン	3 M
蒸気タービン	22 M



サンディア国立研究所
ブライトンサイクル試験ループ

7



- 目標：最新の高性能コンピューター技術を原子炉モデリングに適用
 - 保守的裕度を削減しつつ安全性を向上させることを可能にする、より精度の高い先進的なシミュレーションツールの利用
 - 燃料性能予測シミュレーションを可能にするために必要な局所データを提供し、原子炉の特性を幅広く検証
 - 計算モデルの理解と、不確かさを削減
 - 設計統合を容易にするためユーザーとコードのインターフェースを開発し、先進的原子炉の最適化を促進
- 戦略：バーチャル原子炉モデルの構築を目指した、柔軟かつ、目的に応じた適用性の高いツールボックスの開発
 - 多種の計算プラットフォームを使用して、実用化に関連した問題への応用を可能にする適用規模の多様化戦略を採用
 - 最上級ユーザーが機器単位で利用することを可能にするモジュール構造の採用や初級ユーザーのための統合ユーザーインターフェースの採用
 - 当面の利用方法や成果を明確化するため、利用者との共同作業を展開

8