GEN IV International Forum
Expertise | Collaboration | Excellence

Astridプロジェクトの教訓

概要 / 目的:

フランスの原子力開発方針において、なぜナトリウム冷却型高速炉を選択したのか、またなぜクローズド燃料サイクルを選択したのか、その根拠を本ウェビナーでは紹介します。また第4世代炉の観点から、フランスのナトリウム冷却型高速炉プログラムであるASTRIDプロジェクトに焦点を当てて、ASTRIDプロジェクトで得た技術的成果、技術革新、プロジェクト成果について紹介します。ASTRIDは複雑なプロジェクトであり、プロジェクトを効率的に進めるために用いたデジタルツール（数値シミュレーション、バーチャルリアリティ、マルチスケールモデリング、マルチフィジクスモデリング、プロダクトライフサイクルマネジメント）についても紹介します。

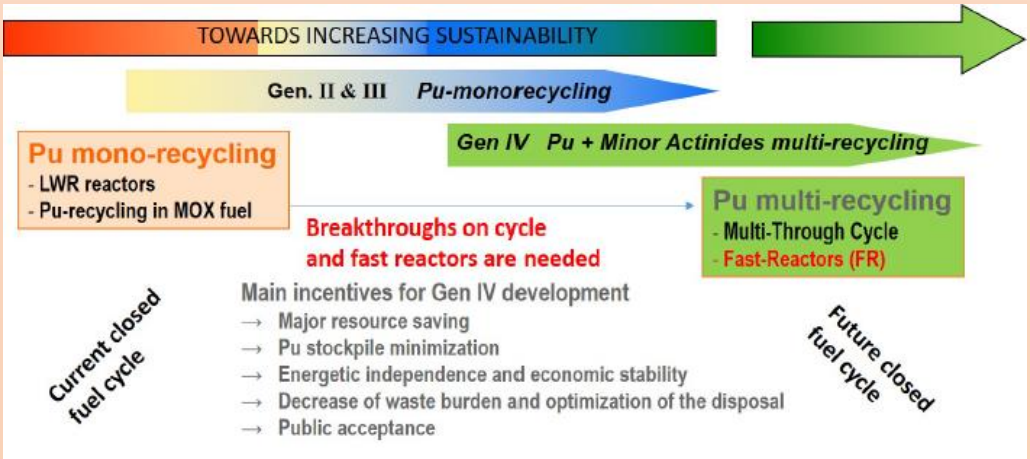
講演者紹介:

Gilles Rodriguez 氏はCEAカダラッシュ（フランス原子力委員会/カダラッシュセンター）の上級専門技術者です。2016年からはASTRIDプロジェクトチームの次長も務め、第四世代高速炉研究プログラムに従事しています。
1990年にフランスのリヨン大学で化学工学の学位を取得し、1991年にフランスのトゥールーズ工科大学で化学・プロセス工学の修士号を取得しました。専門分野は、高速炉技術、液体金属プロセス、プロセス工学。

2007年から2013年まで、CEAのSFRプロジェクトチームでナトリウム技術とコンポーネントのプロジェクトリーダーを務めました。
2013年には、CEAのナトリウム高速炉プロジェクトに参加。2013年には、CEAのナトリウム高速炉：ASTRID（産業用原子炉実証用先進ナトリウム技術炉）プロジェクトに参加し、ASTRIDの初代責任者を務めました。

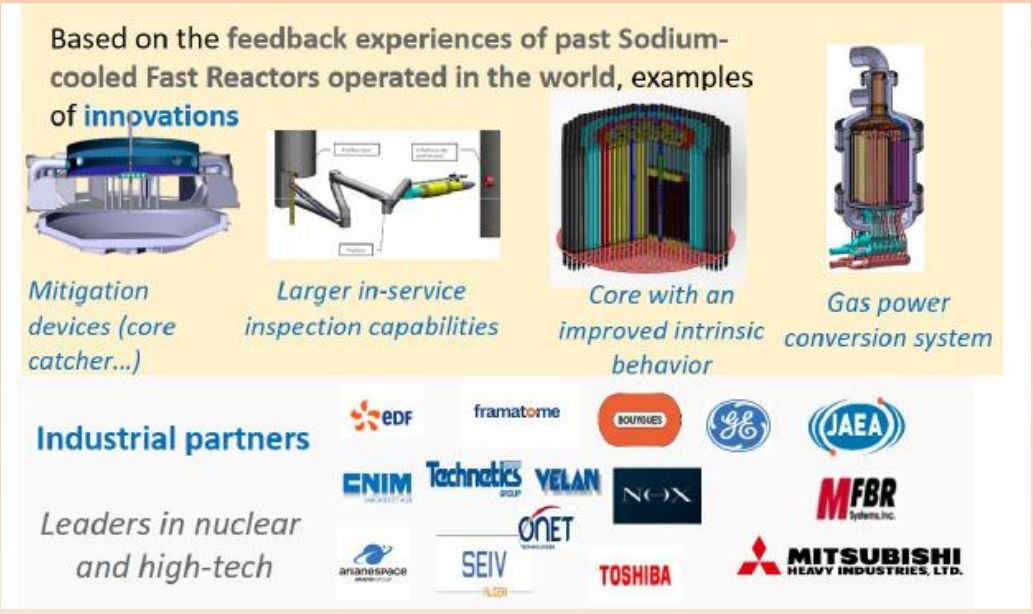
1. フランスの原子力政策:

- フランスのエネルギー多年度計画は5年ごとに更新される。現在進行中の公開討論を経て、2018年末に更新版が発行される。エネルギーに関する公開討論を支援するために発行された政府文書では、Pu管理を可能にし、原子力エネルギーの持続可能性を確保するため、クローズド燃料サイクル戦略を確認している。
- フランスのロードマップは、酸化物燃料の再処理(湿式)と高速炉利用に基づいている。ナトリウム冷却高速炉(最も成熟した技術)が優先される。他の技術については、共同研究により積極的な調査を行っている。



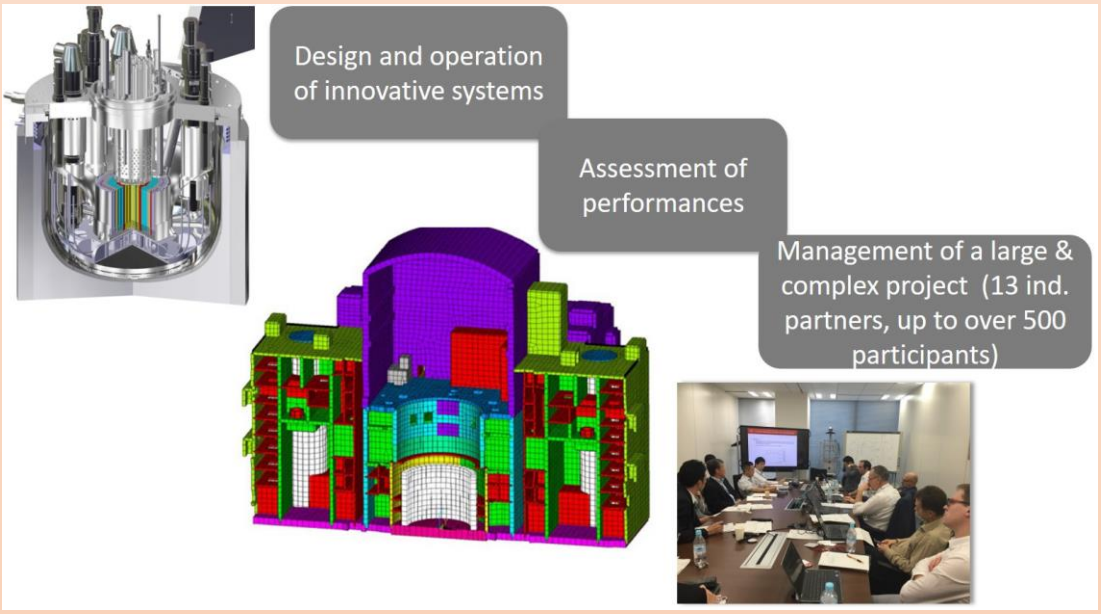
2. ASTRIDプログラム

- ASTRIDは技術実証炉であり、商用炉の一種ではない。
- ASTRIDの技術は、外部事象（地震、洪水、停電、飛行機事故）に対して非常に弾力性のある設計を可能にする。



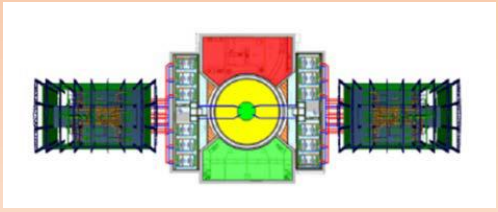
3. ASTRIDプロジェクトにおけるデジタルの活用

- 実証試験を統合するための複雑な現象のモデル化
- 大規模複合プロジェクトのマネジメント
- バーチャルリアリティの利用によるメリット



4. 2015年の主な実績

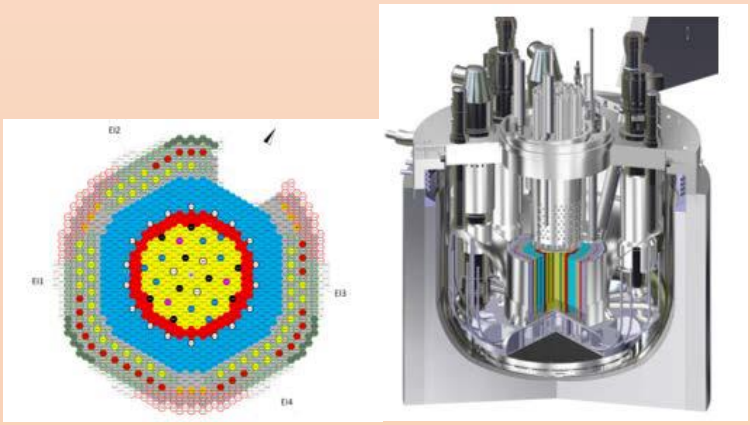
- 2015年半ばにシンセシスファイルが政府に送付された
  - 第四世代ナトリウム冷却高速炉とクローズド燃料サイクルの選択に至る戦略
- 2015年12月に提供された概念設計フェーズ（2010年～2015年）をまとめたシンセシスファイル
  - 概念設計から発行された技術的な選択肢（変換システムを含む）を含むスコープステートメント
  - 関連するR&Dインフラストラクチャを含む基本設計の作業計画



5. ASTRIDの主な技術選択

- 1500 thMW - ~600 eMW
- プール型炉
- 中間ナトリウム回路付き
- CFV*コア（低ナトリウムボイドワース）
- UO2-PuO2酸化物燃料
- シビアアクシデントの事前対策
- 冗長化・多様化した崩壊熱除去システム
- ナトリウム中での燃料の取扱い＋内部貯蔵と小型外部貯蔵の組み合わせ

*“Coeur à Faible Vidange” (low sodium void core)



6. 学んだ教訓

第四世代炉の要件および必要な新しい安全性の実証を満たすため、コスト削減のための投資を行うためには、一方で産業界と設計チーム、他方では研究開発チームとの密接な関係が必要である。

- SFR is a mature technology because many SFR reactors built from the 50’s to the 70’s were then operated. But the gap to achieve a GenIV concept is significant because GenIV is requesting improvements mainly in safety, operational and economics aspects; and it is impacting the related design.
- Even if mature, the SFR technology is not obvious and in that field knowledge preservation and transmission to the coming young generation is also a key challenge if you want to keep this key technology available for decades. Thus the use of sodium as coolant – as for the other liquid metal or Helium coolants – needs courses, practice and skills.
- Innovation is the way to design new reactors. It needs to get a close relationships between industry and design teams in one hand and R&D teams on the other hand. The role of the ASTRID Team project is to make them run together.
- SFR reactor design cannot be achieved without international collaboration, mainly to mutualize technological platforms and infrastructures. It is a win-win cost savings approach