

平成27年8月26日

# 日仏ASTRID協力の概要

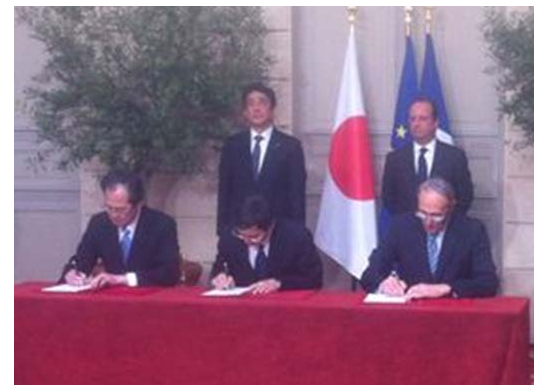
日本原子力研究開発機構

佐賀山 豊

# 日仏ASTRID交渉の経緯と協力項目

## 政策判断

- 日仏首脳合意： オランド大統領訪日、日仏共同声明(2013年6月7日)  
「民生原子力エネルギーに関するパートナーシップを強化する。両国は、原子力発電が重要であること及び安全性の強化が優先課題であることを共有するとともに、その協力に係る両国の原子力規制当局間の協力を拡大した。両国は、燃料サイクル(特に六ヶ所村の再処理施設の安全かつ安定的な操業の開始、使用済燃料の再利用、放射性廃棄物の減容化・有害度低減)及び高速炉を含む第四世代炉の準備におけるパートナーシップを引き続き深めていく。」
- ASTRID協力に関する政府機関間取決め締結、日仏共同プレスリリース(2014年5月5日)  
「両国は、民生用原子力分野における協力を強化する。両国は、この文脈において、第4世代原子炉ASTRID 計画及び高速炉協力に係る日本国当局とフランス共和国原子力庁の間の取決めの署名を歓迎する。」



政府間機関間取決め締結

## ASTRID実施機関間取決め

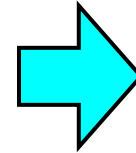
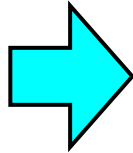
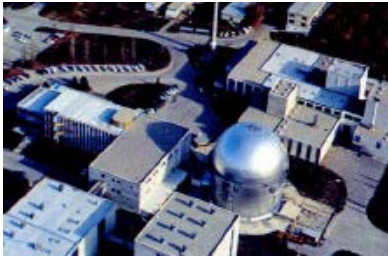
ASTRIDプログラム及びナトリウム高速炉協力に関する協力のためのフランス原子力・代替エネルギー庁、AREVA NP、日本原子力研究開発機構、三菱重工業株式会社及び三菱FBRシステムズ株式会社の実施取決め(8月7日締結)

## 協力案件

設計協力: 強制循環方式崩壊熱除去系、キュリー一点電磁石方式自己作動型炉停止機構、免震技術  
R&D協力: もんじゅでの燃料バンドル照射試験、常陽での燃料照射試験、安全設計技術に関する協力、ナトリウム関連の要素技術に関する協力 他

# フランスの高速炉開発概要

- フランスは、実験炉ラプソディー、原型炉フェニックス、実証炉スーパーフェニックス（全てMOX燃料）の豊富な開発・運転経験があり、増殖性は確認済。（現在稼働中の高速炉は無し）



実験炉ラプソディ  
〔4万kWt、ループ型〕  
〔1967～1983年〕  
→ 現在、廃止措置中

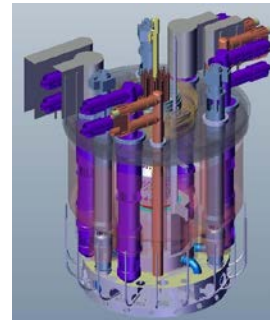
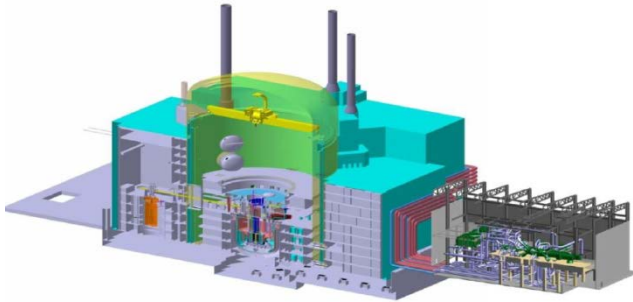
原型炉フェニックス  
〔25万kWe、タンク型〕  
〔1973～2009年〕  
→ 2009年 運転停止

実証炉スーパーフェニックス  
〔124万kWe、タンク型〕  
〔1985～1998年〕  
→ 現在、廃止措置中

- 1991年 社会党バタイユ国会議員が中心となって「放射性廃棄物管理研究法（通称：バタイユ法）」を制定し、深地層処分に加えて長寿命放射性核種の分離・核変換、地上での長期貯蔵についても研究を行うことを決めた。
- 2006年 シラク大統領（当時）が「第四世代原子炉のプロトタイプ炉を2020年に運転開始」と発表し、同年「放射性廃棄物等管理計画法（改正バタイユ法）」が制定（高速炉と加速器駆動システムによる長半減期放射性元素の分離・変換の産業化の見通しを2012年までに評価し、2020年にプロトタイプ炉で実証）。

# フランスのASTRID開発

- 2008年 ナトリウム冷却高速炉(SFR)をレファレンス炉に選定
- 2012年 フランス原子力・代替エネルギー庁(CEA)は、「放射性廃棄物等管理計画法」に基づき、長寿命放射性核種の分離・変換の産業化の見通しや技術開発の現状を整理した報告書を政府に提出。その中で、SFRは、今世紀前半に配備するための最良の解決策と評価。
- 2012年 プロトタイプ炉(ASTRID:技術実証炉;60万kWe;MOX燃料)の技術仕様を決定。



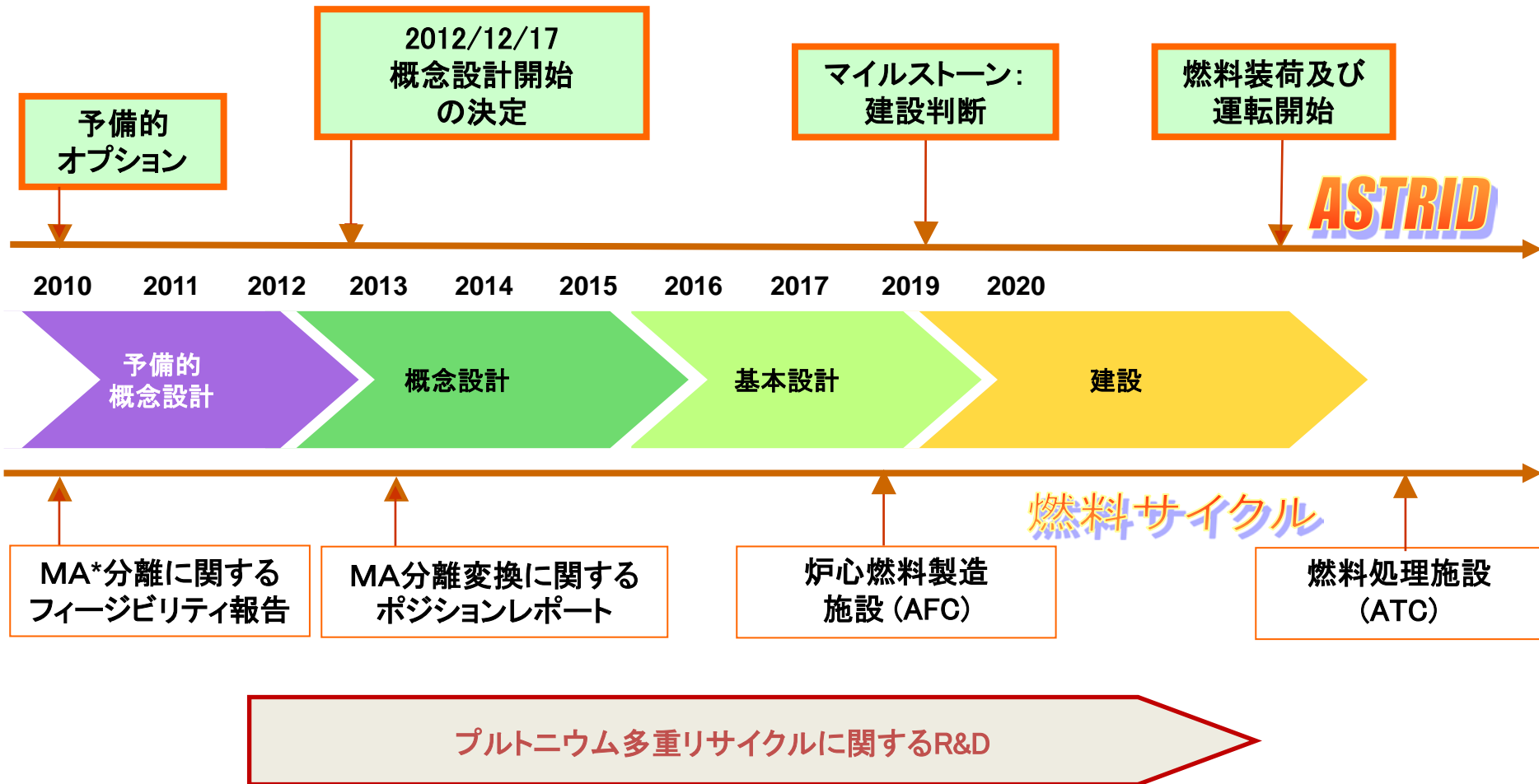
- 60万kWe プール型
- 1次系:主循環ポンプ3基、IHX4基
- 2次系:4ループ
- エネルギー変換系:
  - 閉サイクルガスタービン
  - (オプション)蒸気発生器
- 崩壊熱除去系:
  - 強制循環DRACS × 2
  - 自然循環DRACS × 3
  - RVACS × 1
- 受動的炉停止系

## ● ASTRIDプロジェクトの今後のスケジュール

- 2013年～2015年:概念設計
- 2016年～2019年:基本設計
- 2019年末:ASTRID建設に向けた判断
- 2025年頃:ASTRID運転開始予定

※ 2040年頃から、実用炉として第四世代原子炉(MOX燃料)を順次導入予定。

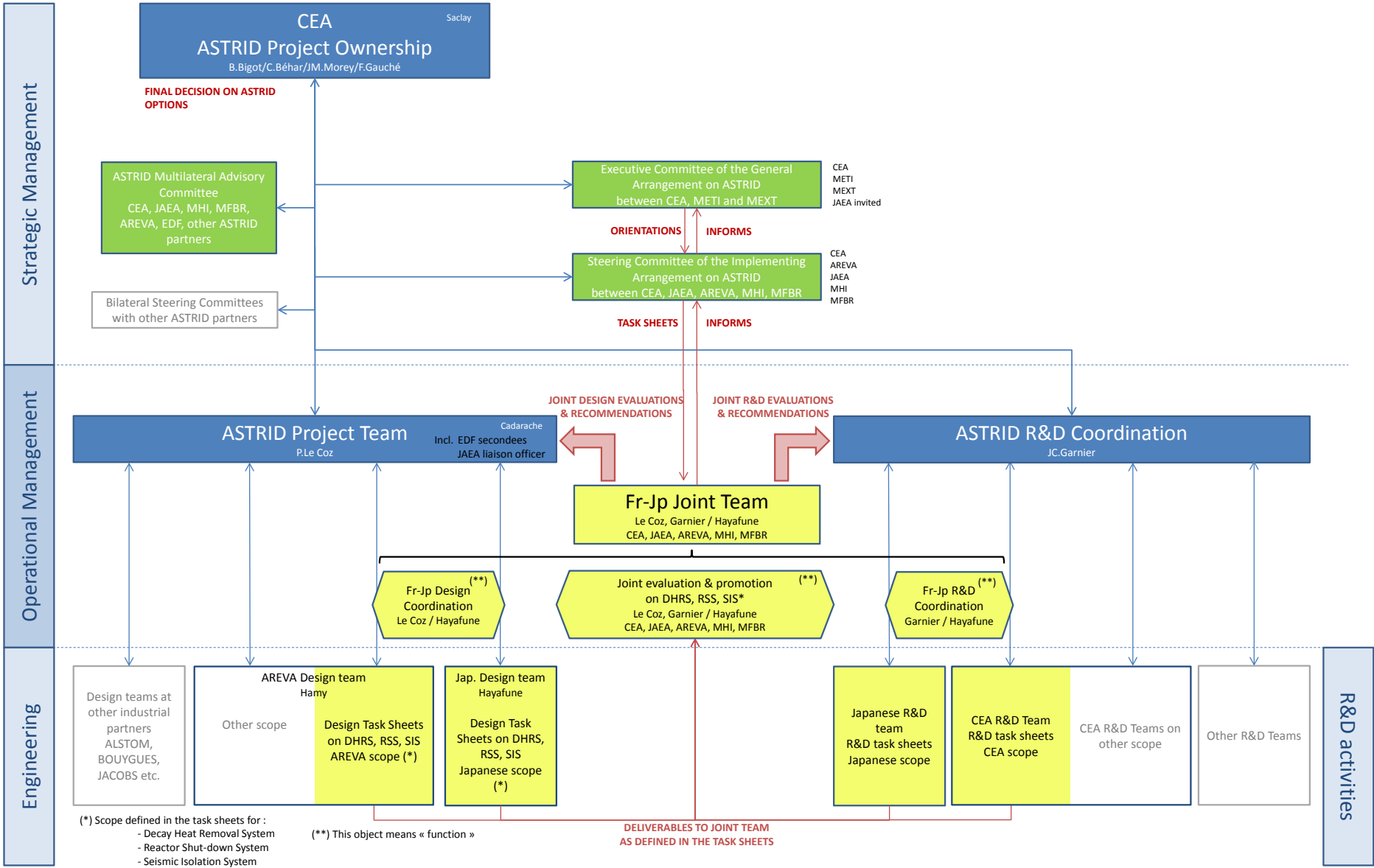
# フランスの技術実証炉ASTRIDの開発計画



\*MA: マイナーアクチニド

出典: Christophe Behar, "French R&D Program on SFR and the ASTRID Prototype", FR13, Paris, March 4-7, 2013  
 Pierre. LE COZ, et al., "The ASTRID Project : Status and Future Prospects", FR13, Paris, March 4-7, 2013

# ASTRID協力の実施体制



R&D activities

## ASTRID協力の実施内容(1)

ASTRID協力の実施内容は、29件のタスクシートに記載  
うち、代表的な協力項目を以下に示す

### [設計]

- 強制循環型崩壊熱除去系(A-DHRS)
- キュリ一点電磁石(CPEM)
- 免震装置

### [R&D](燃料及び炉心材料)

- ASTRID燃料挙動に関する協力
  - ✓ 日仏燃料ピン設計コードのベンチマーク
  - ✓ 「常陽」、「もんじゅ」照射試験計画検討
- ODS鋼被覆管の開発

## ASTRID協力の実施内容(2)

### [R&D](高速炉材料)

- 316LN鋼のクリープ試験

### [R&D](高速炉技術)

- 炉内中性子検出器の「常陽」照射試験計画検討
- 使用済燃料のナトリウム洗浄技術開発
- AtheNa施設を活用したASTRID機器の実証試験計画検討

### [R&D](熱流動)

- 2相流熱流動評価手法の開発
- 炉心・1次系熱流動評価手法の開発



## ASTRID協力の実施内容(3)

### [R&D](シビアアクシデント)

- SIMMERコードの高度化
- FCI(溶融燃料-冷却材熱的相互作用)影響評価手法
- 酸化物燃料と $B_4C$ との反応
- コアキャッチャー上の燃料デブリ挙動(冷却性)評価