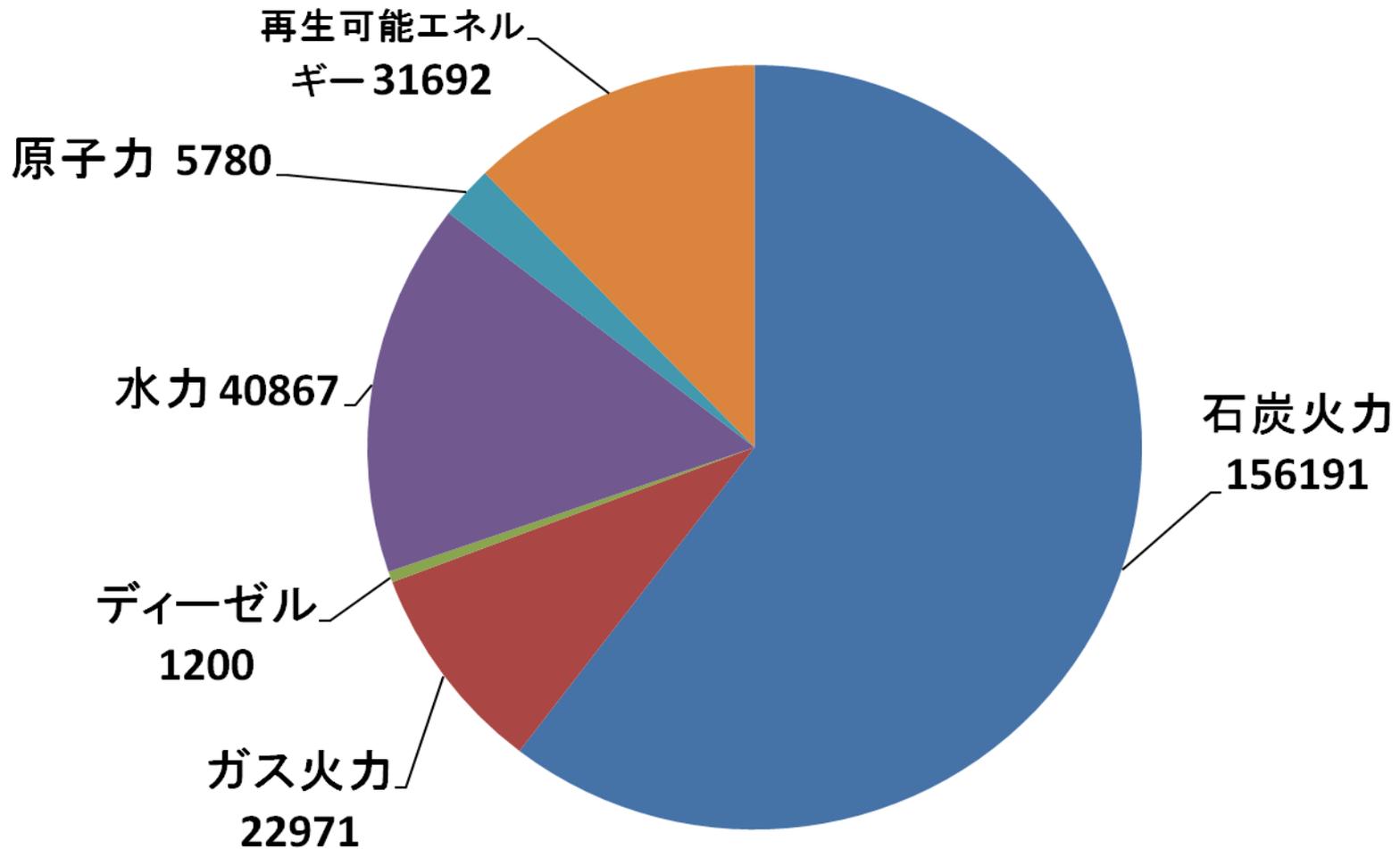


インドの原子力開発プログラム

第48回原産年次大会
2015年4月13日～14日
東京

SAバルドワジ
インド原子力庁(DAE)ホミ・バーバ・チェア
元インド原子力発電公社(NPCIL)理事(技術)
インド

発電設備容量(MW)



2015年1月31日現在、計 258701 MW

インドにおける直近の目標： 今後20年間で原子力発電設備容量を拡大

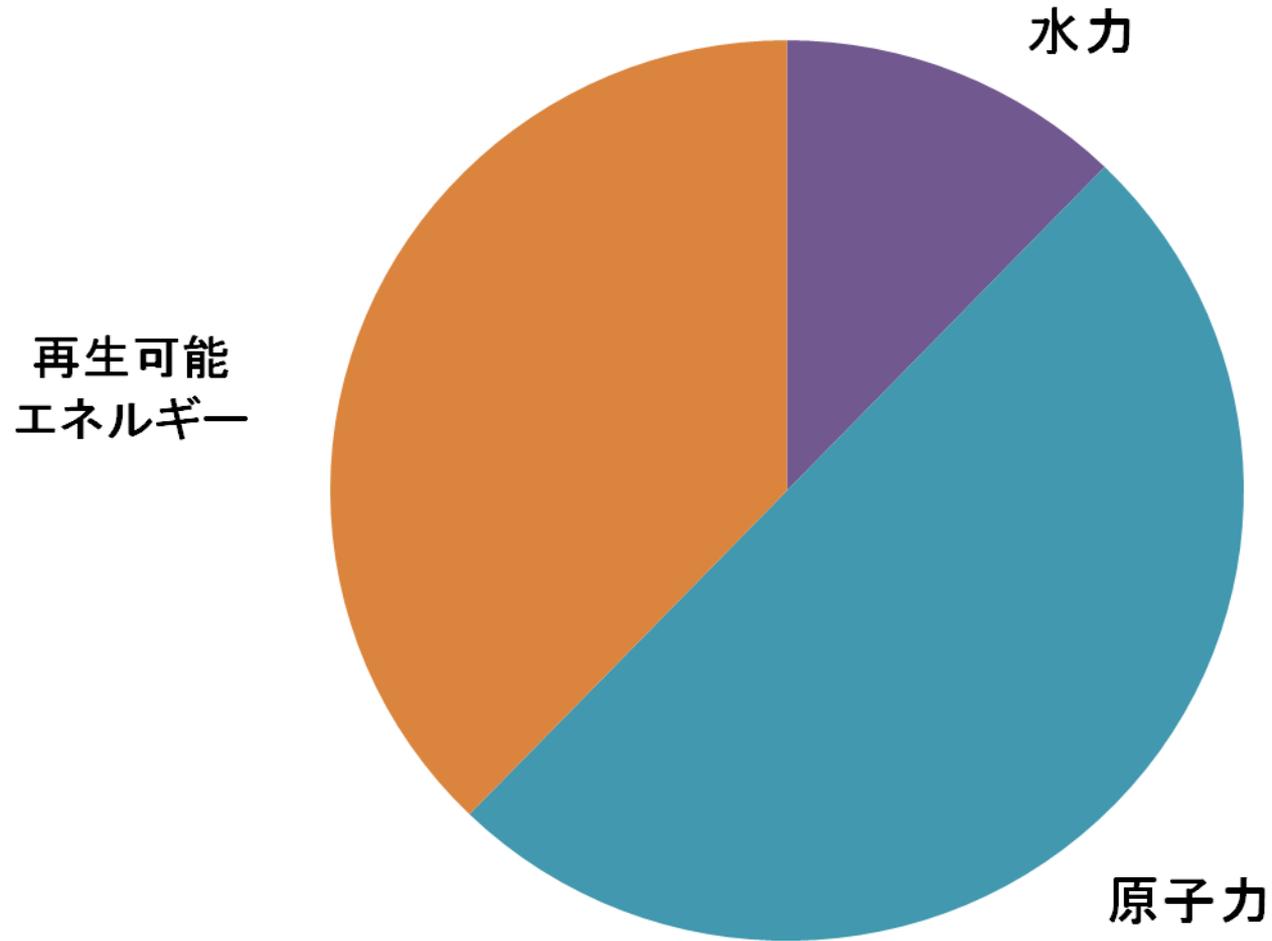
- 総電力供給に占める原子力の割合を今後20年間で約10%に増やす
(現在の世界平均に近づける)
- 三段階の原子力計画を実施することで、まずは急速な拡大が実現可能なところから、核分裂性物質インベントリ基盤を構築する
 - 最終的には、長期的なエネルギー安全保障を実現する

なぜ原子力か

原子力発電は

- 温室効果ガスを排出することなく、数百年にわたってエネルギー安全保障を確保する可能性をもつシステムである
- 実績と信頼性のあるベースロード電源である
- 設計から廃炉までのライフサイクルの全段階を通じて、安全性を最優先する必要がある

2051年1月31日時点の発電設備容量(予測)



インドにおける原子力計画の目的

- 核分裂性のウランと親物質としてのウランの両方を利用
- トリウムの利用
- 持続可能性

燃料サイクルと持続可能性

持続可能性を追求する上で
重要な検討事項:

環境

クリーンエネルギー

資源

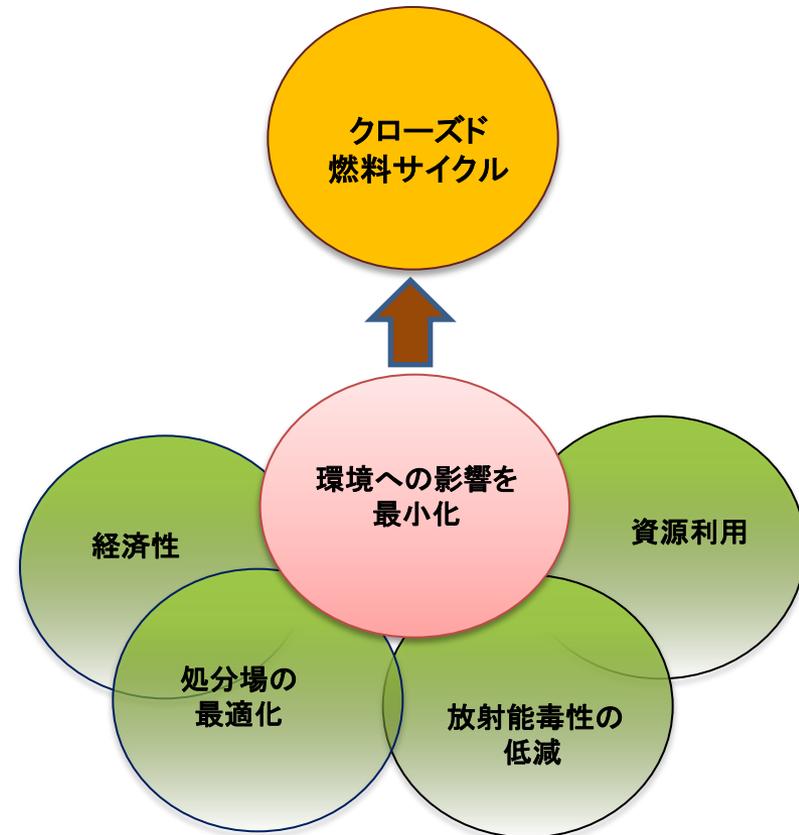
核分裂性物質

親物質

長寿命核廃棄物の削減

原子力安全と核セキュリティ

経済性



ホミバーバのビジョン

インドにおける三段階の原子力計画

第一段階：ウラン235を燃焼し、プルトニウム239を生産

第二段階：プルトニウム239を燃焼し、発電容量を拡大、ウラン233を生産

第三段階：ウラン233-トリウムサイクルの運転

第二回 国際連合原子力平和利用国際会議
(1958年、ジュネーブ)

インドの三段階原子力計画

第一段階

プルトニウム + 減損ウラン

ウランを利用した
発電

第二段階

ウラン233

プルトニウム
とウランを利用した高速
増殖炉
一部のトリウムを
ウラン233に転換

第三段階

ウラン233-トリウム
を燃料とする原子炉

福島第一事故後： インドで実施された主要な対策

- インド原子力発電公社 (NPCIL) の6つの技術分野別タスクフォースと、インド規制当局 (AERB) によって設置された委員会
が、既存の原子炉の安全性を検討
 - インドの原子力発電所において大規模自然災害に耐えうる設計マージンが設けられていることが確認された
 - 改善のための提案が行われ、報告書も公開された
- 規制当局への法的ステータス (法律上の独立性) を付与
 - 原子力規制機関 (NSRA) 法案を国会に提出
- 福島第一事故後の規制や指針の見直しを継続中
AERB の重要な安全規定である「原子力施設の立地評価」を最近改訂。安全規定「原子力発電所をベースとする軽水炉の設計」を発行
- 緊急時対応準備のさらなる強化 – 実施中
- 大規模なパブリックアウトリーチ プログラムの導入

運転安全調査チーム(OSART)による ラジャスタン原子力発電所3号機、4号機のレビュー

国際原子力機関(IAEA)によって世界の原子力産業界と共有すべき数々の良好安全事例が認められた

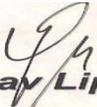
- 建設的で前向きな職場環境と説明責任を重んじる風土を醸成し、スキル向上への取り組みを促す安全文化
- 一般市民の意識を高めるプログラム
- トレーニングや資格の管理
- 試験施設やモックアップ施設を利用した品質向上への取り組み



レビュー所見

「OSARTの調査期間中、所内のすべての階層でオープンなコミュニケーション、熱意、意欲、当事者意識がみられました。このような特性が、ラジャスタン3・4号機における強固な安全文化の醸成に寄与しています」


Mark Kearney
Deputy Team Leader


Miroslav Lipar
Team Leader

インドの三段階原子力計画 第一段階 – プロジェクト

第一段階

各700 MWe の原子炉4基 建設中

ロシア型加圧水型原子炉 (VVER) 1基
燃料装荷の最終段階

700 MWe の加圧重水型原子炉 (PHWR)
2基 建設中

1000MWe のロシア型加圧水型原子炉
(VVER) 2基 今年稼働開始予定

ウランを
利用した
発電

重要な優先事項

– 加圧重水型原子炉 (PHWR) プログラムの継続

- 建設地を増やす

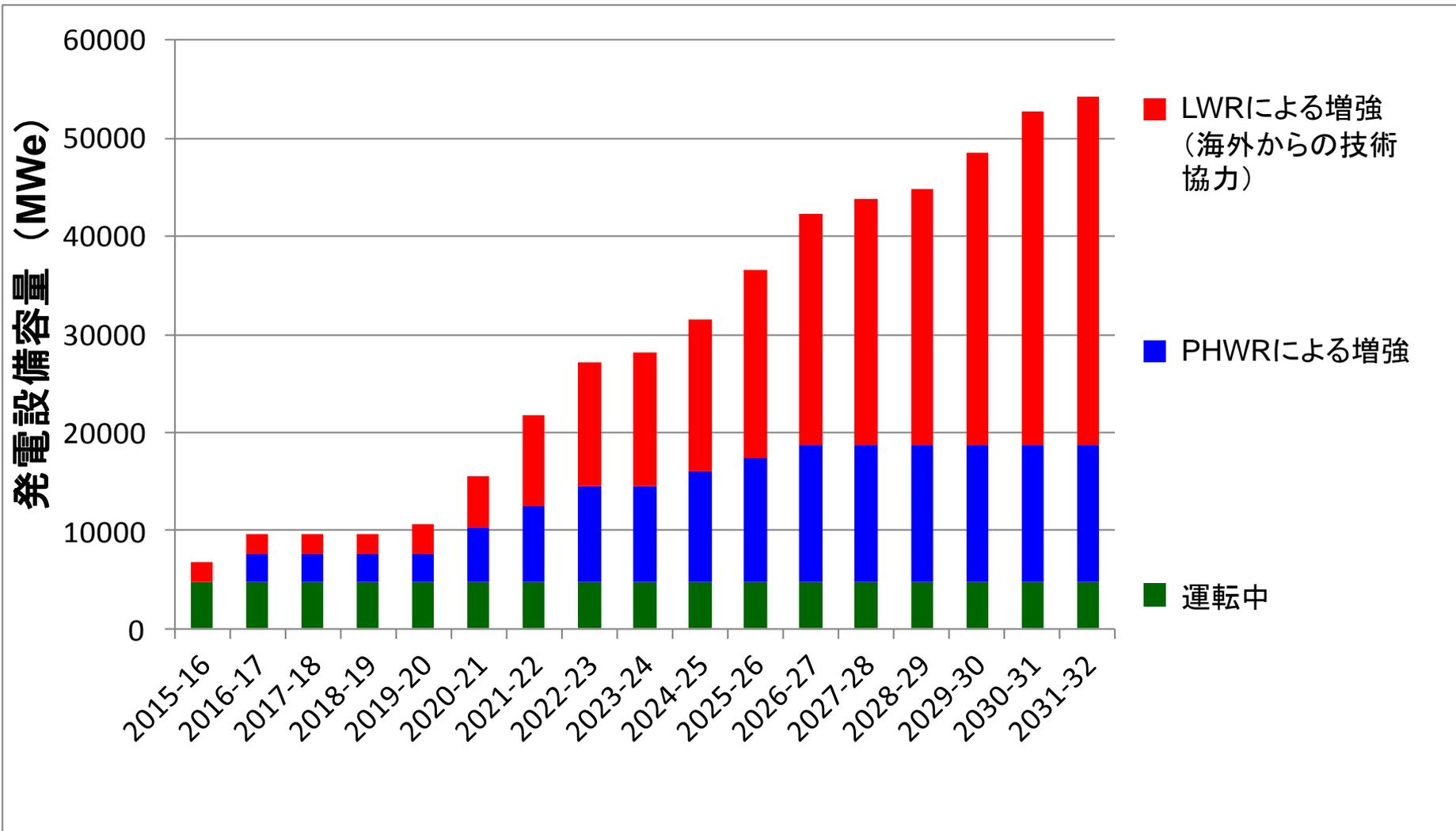
– 軽水炉 (LWR) 建設による発電設備容量の拡大

- 海外からの技術協力により、発電設備容量1000 MW以上のLWRを建設
- 国産技術による LWR の開発

原子力発電設備容量の拡大

- **現在の発電設備容量** : **5780 MW**
- **現在建設中の原子炉完成時点(2017年)** : **10080 MW**
- **現在計画中の原子炉完成時点(2021～2022年)** : **27080 MW**
- **2032年** : **48000 MW ~ 63000 MW**
(国産技術によるPHWR、FBR+ 海外からの技術協力による LWR)
- **2032年以降**
FBRおよびトリウム炉による発電容量拡大

加圧重水型原子炉(PHWR)と軽水炉(LWR)による発電容量拡大: 2020~2032年にかけて 毎年2000~2500 MWe



インドが近年直面している課題

- 福島第一事故後の一般市民の感情
- 新規建設のための用地取得プロセス
- 原子力損害に関する民事責任法

インドの三段階原子力計画 第二段階

第一段階

第二段階

プルトニウム + 減損ウラン



ウランを
利用した
発電

プルトニウムとウラン
を利用した
高速増殖炉
(FBR)

+

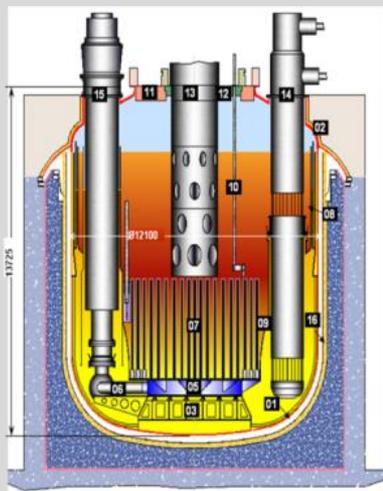
トリウムをウラン
233に転換

- FBRによるウラン資源の効率的利用
- 高い熱力学的効率(高い蒸気温度)
- 高速炉は増殖炉、燃焼炉、または持続可能な原子炉として利用できる「柔軟性」をもつ
- FBR ではマイナーアクチナイド(MA)の短寿命同位体への転換が可能のため、廃棄物の深地層貯蔵の負担も軽減できる

高速増殖炉(FBR)開発計画

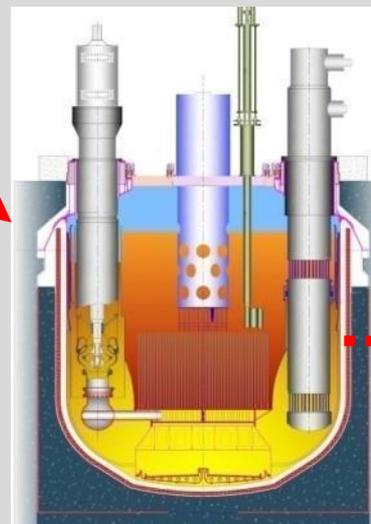
プロトタイプによる概念実証、設計、製造、安全性レビュー経験

経済性と安全性の向上



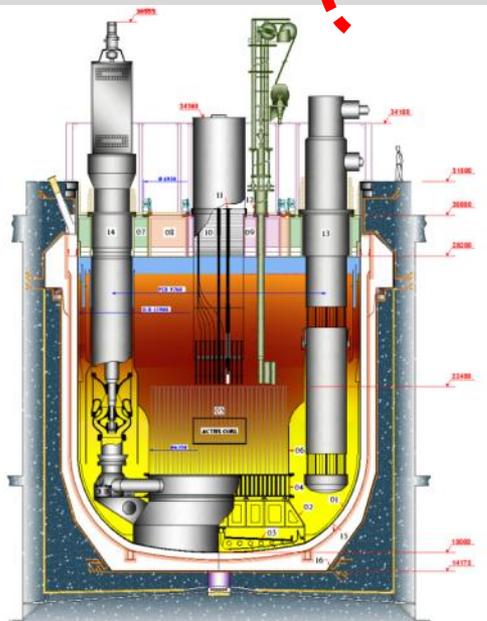
FBR - 600 MWe
MOX、プール型、ツインユニット、国産

革新的機能を採用



MFBR
1000 MWe

金属燃料実証高速炉
- 500 MWe
同じ原子炉概念
国産



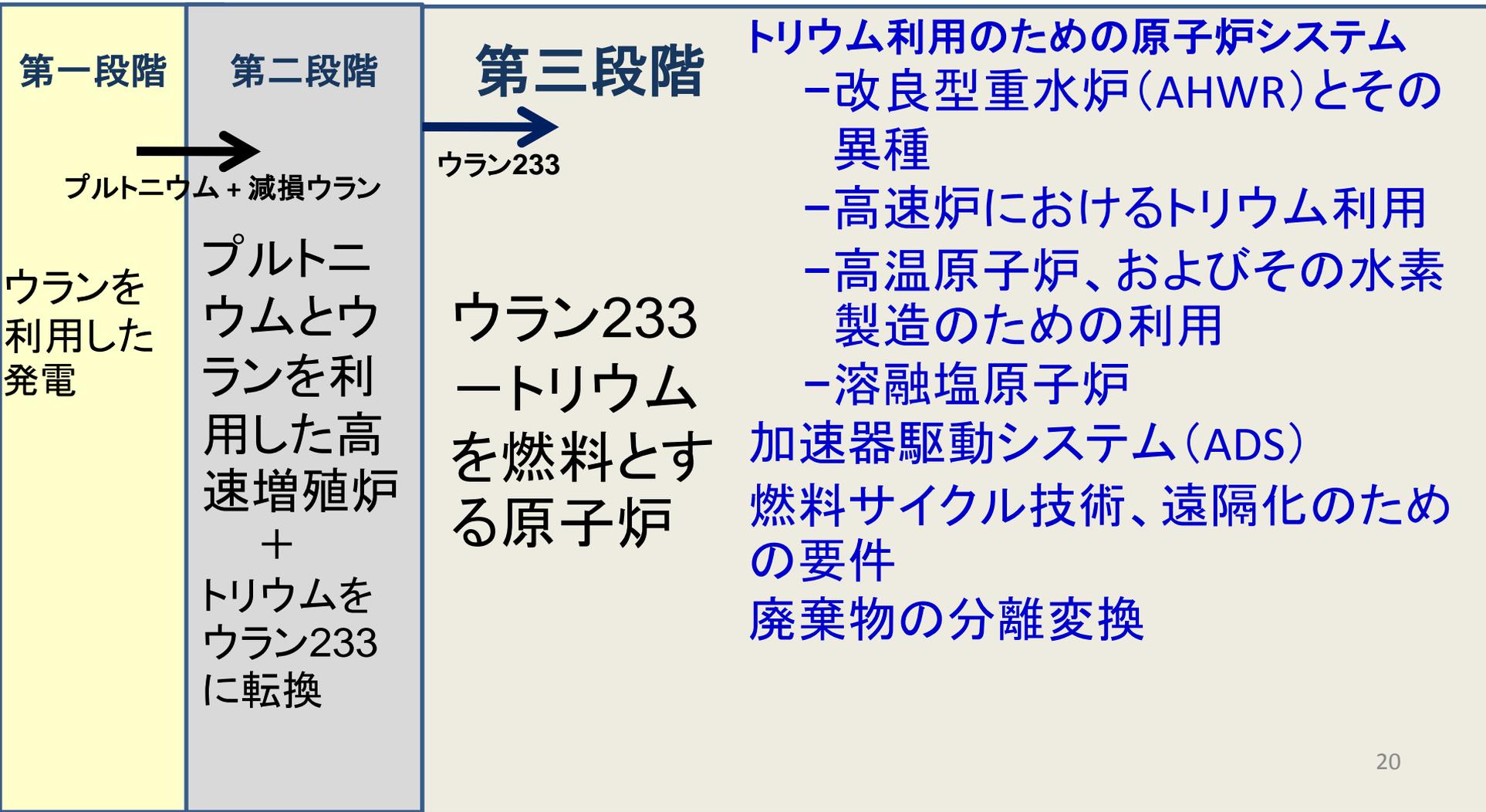
FBR - 500 MWe
MOX、プール型、国産初の500 MWe基
現在、試運転の最終段階
2015年末に臨界予定

運転経験



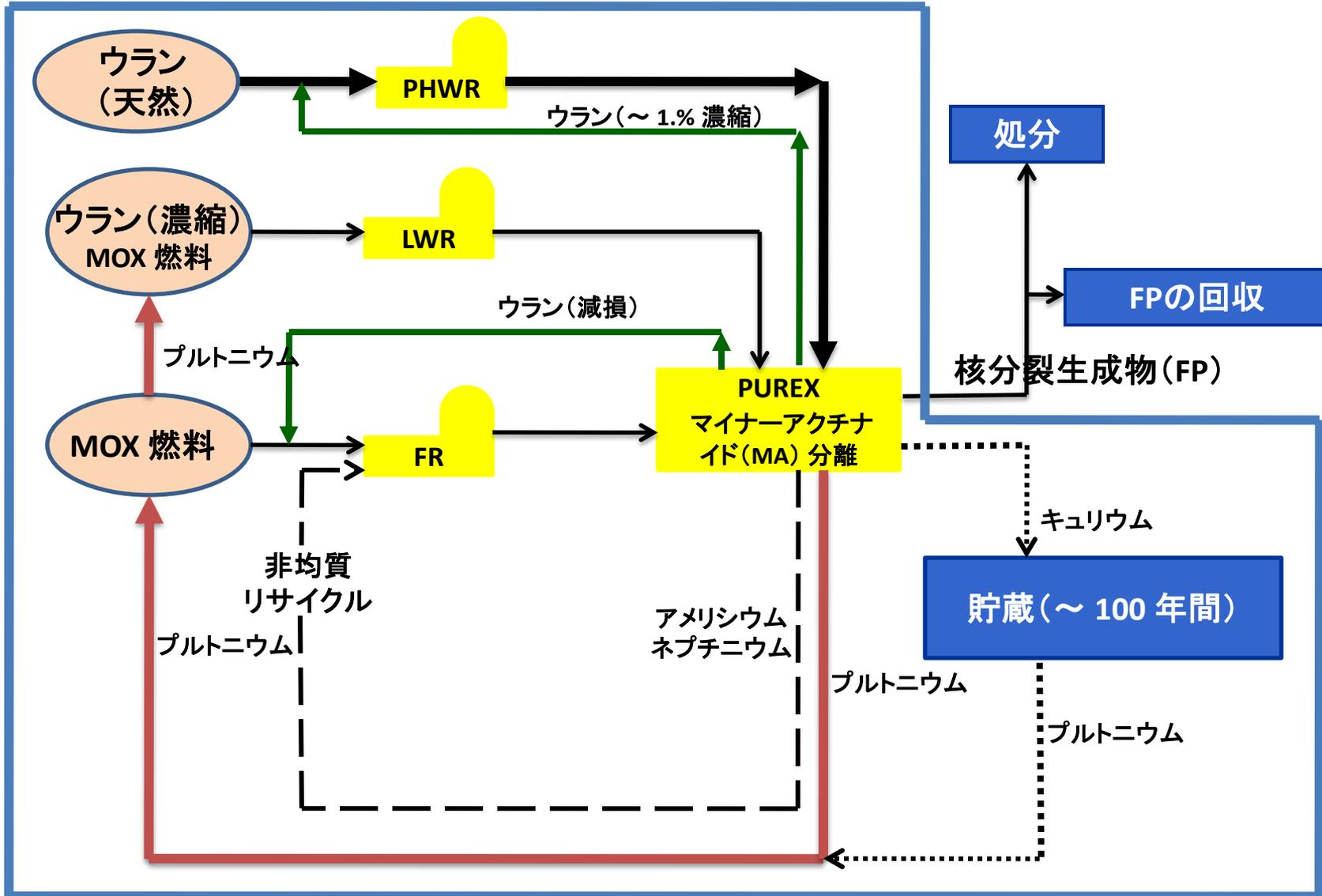
FBTR、40MWt、13.5MWe
ループ型(Pu-U)炭化燃料
1985年より稼働

インドの三段階原子力計画 第三段階



進化する燃料サイクル

(廃棄物の分離変換)



なぜ原子力か

- 気候変動は世界的な問題である
- この問題に一致団結して取り組むことが喫緊に求められている

原子力はベースロード電源としての実績を持ち、地球温暖化への懸念を緩和する解決策の一部である

安全で堅牢な原子力技術を実現するために、
全世界が結束して取り組む必要がある

ご清聴ありがとうございました