

# 国内外の研究開発状況



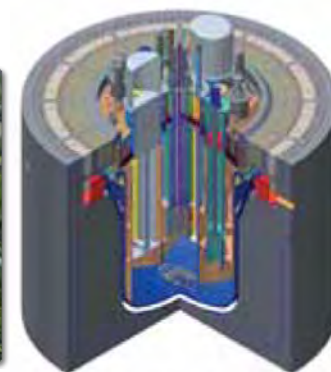
令和3年7月30日

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

# ベルギー: MYRRHA計画

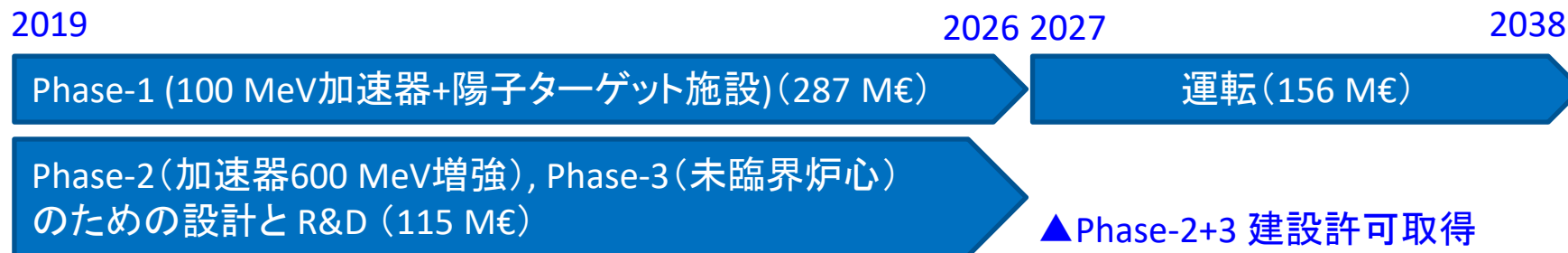
## □ SCK・CEN が中心となって進める ADS による多目的照射炉

- 加速器: 陽子Linac, 600 MeV, 2.4 ~ 4 mA (max. 2.4 MW)
- ターゲット: 鉛ビスマス共晶合金 (LBE)
- 炉心: 65 ~ 100 MW<sub>th</sub>, MOX,  $k_{\text{eff}} = 0.95$ , LBE冷却
- 目的: 材料照射, ADS実証, 核変換研究, LFR開発, 医療用RI製造



The MYRRHA reactor

- プロジェクト全体を Phase 1 ~ 3 に分割。**2018年9月に、ベルギー政府が558M€の支出を決定(100MeVまでの加速器建設・運転費とR&D費)**
- 2024年に Phase 1 の達成状況を評価し、Phase 2(加速器を600MeVに増強)及び Phase 3(炉心建設)に進むかどうかを判断。



# 中国 : CiADS計画

- 大気汚染問題や地球環境問題への対応などから、ADS開発を含む原子力開発を積極的に推進。
- 近代物理研究所 (IMP) が中心となり、高能物理研究所 (IHEP)、中国原子能科学研究所 (CIAE) 等が協力して開発を推進。
- 広東省惠州市に加速器複合施設の一部として ADS (CiADS: China initiative Accelerator Driven System) を建設中。

- Phase I (2011-2016) 超伝導加速器開発
- Phase II (2018-2024) China initiative Accelerator Driven System (CiADS) 建設
  - ✓ 加速器: 陽子 Linac, 500 MeV, 5 mA (2.5 MW)
  - ✓ 炉心: 10 MW<sub>th</sub>, LBE冷却
- Phase III (~2032) ADS デモ炉
  - ✓ 1 GeV, 10~15 mA (10~15 MW), 600 MW<sub>th</sub>
- Phase IV (~203x) ADS 商業炉
  - ✓ 2 GeV, 10~20 mA (20~40 MW), 1.5 GW<sub>th</sub>



(完成予想図に合わせて元の写真を左右反転表示)

出典: CiADSホームページ (<http://ciads.impcas.ac.cn>)

HIAFホームページ ([http://hiaf.impcas.ac.cn/hiaf\\_en/public/c/news.html](http://hiaf.impcas.ac.cn/hiaf_en/public/c/news.html))



# ウクライナ: KIPT中性子源施設

□ Kharkov Institute of Physics & Technology (KIPT) に ADSによる中性子源施設が建設され、試運転中.

- ✓ 米国への燃料返還プログラムの一環として、米国アルゴンヌ国立研究所が協力
- ✓ 加速器: 電子Linac, 100 MeV, 100 kW
- ✓ ターゲット: W or 天然U, 水冷,  $3 \times 10^{14}$  n/s
- ✓ 炉心: 192 kW<sub>th</sub>, 低濃縮酸化U,  $k_{\text{eff}} < 0.98$ , 水冷
- ✓ 目的: ADS実証, 中性子利用研究, 材料照射, 医療用RI生産, 中性子の医療応用, 国内原子力産業支援、人材育成

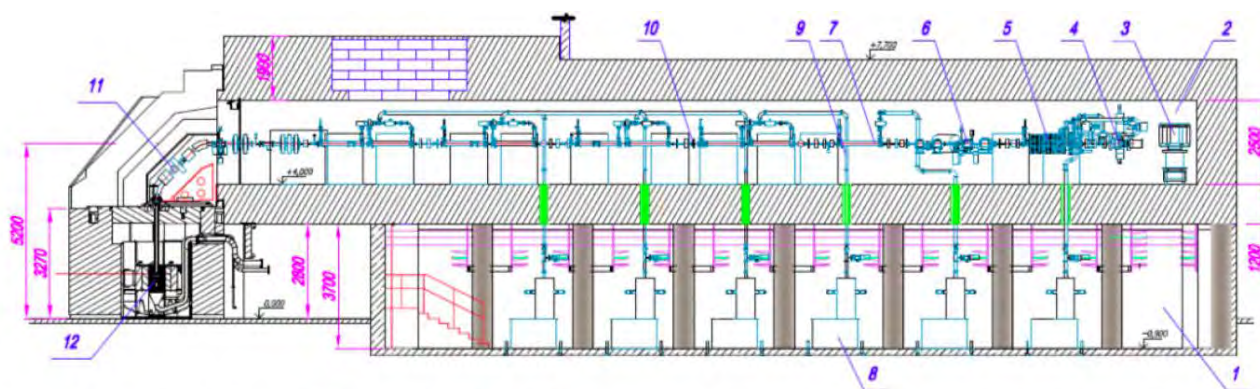


Figure 1: Layout of the accelerator and subcritical assembly systems: 1 is klystron gallery, 2 is accelerator tunnel, 3 is electron gun power supply, 4 is injector part of the accelerator, 5 is the first accelerating section, 6 is chicane, 7 is accelerating section, 8 is klystron, 9 is wave guide, 10 is quadrupole triplet, 11 is electron beam transportation channel, 12 is subcritical assembly.

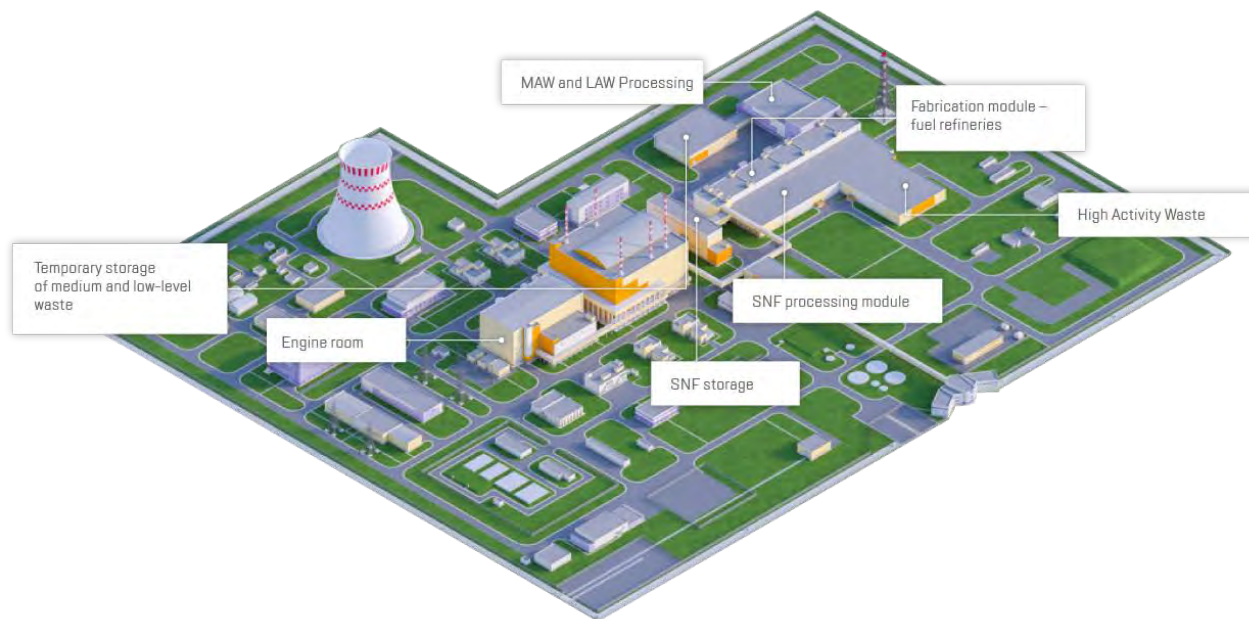


Figure 3: Assembled and installed NSC KIPT neutron source core with target.

# ロシア：BREAKTHROUGH計画

- ロシア国営の原子力総合企業ロスアトム社傘下の燃料製造企業であるТВЕЛ社が進める「Proryv (Breakthrough)計画」では、クローズド原子燃料サイクル実証を目的に、鉛冷却高速炉や燃料製造・再処理プラント等を加えた「パイロット実証エネルギー複合施設(PDEC)」の建設を計画。
- PDECは、原子炉建屋、タービン建屋、乾式再処理と窒化物ペレット製造・燃料要素・集合体製造を行う燃料サイクル施設、廃棄物処理・貯蔵建屋で構成される。施設内で燃料サイクルを構築することで、敷地外への核燃料輸送を最小限にしている。

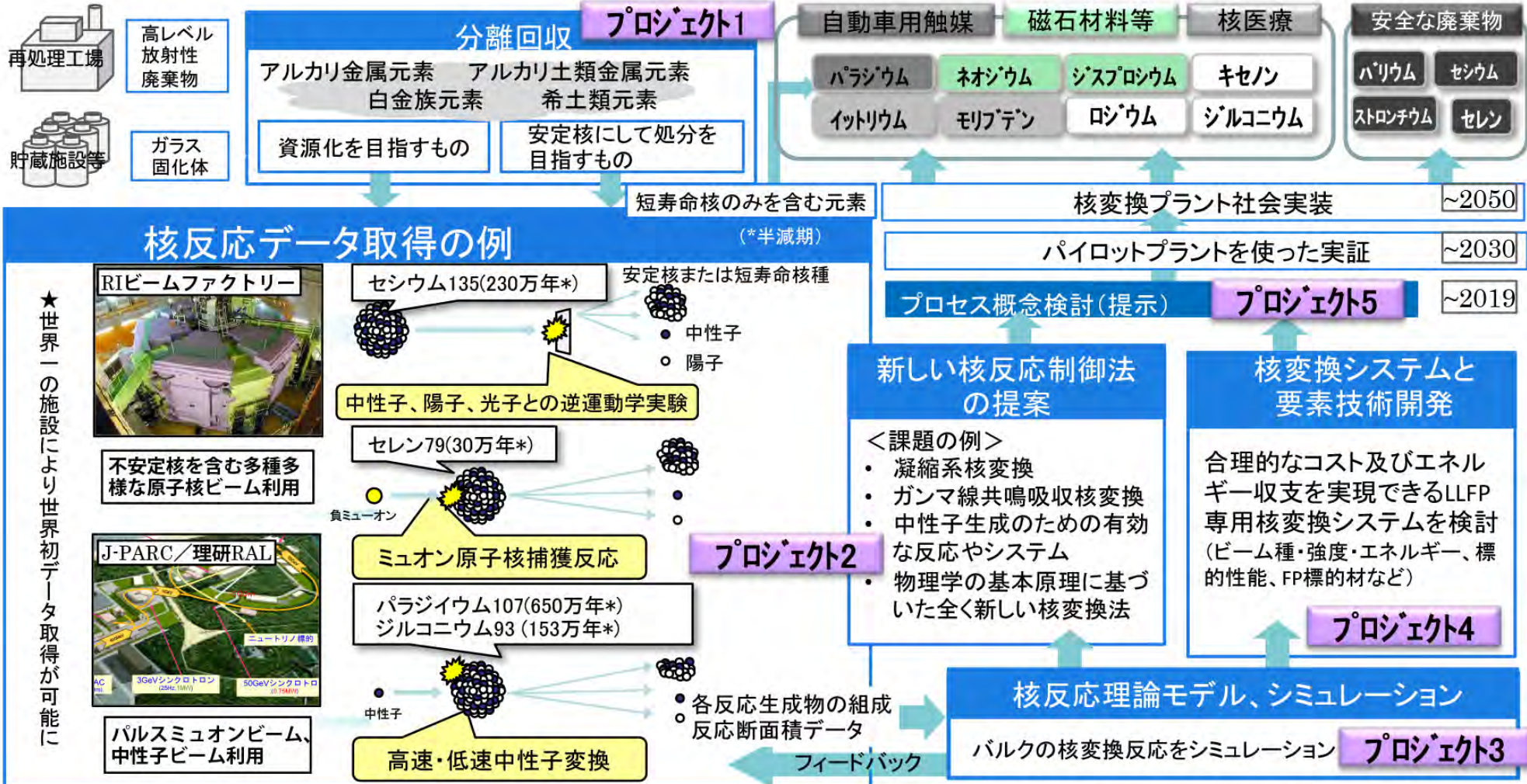
- **窒化物燃料製造プラント**:2021年操業開始予定
- **鉛冷却高速炉BREST-OD-300**:2021年建設開始
  - ✓ 熱出力: 300 MWt
  - ✓ 冷却材: 溶融鉛
- **再処理プラント**
  - ✓ 乾式再処理?





# 国内: ImPACTプログラム

## 核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化 (PM: 藤田玲子氏) (2014~2018年)



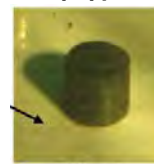
# 欧州、フランスにおけるMA分離研究

## EU

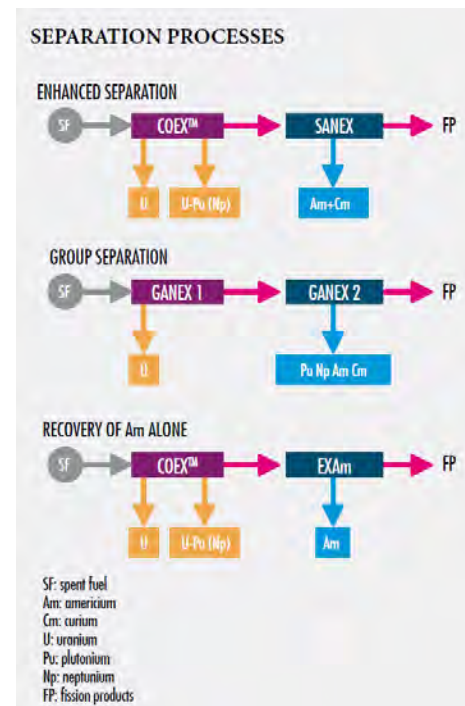
- EUのプログラムとしてGEN-IVの酸化物燃料高速炉におけるPu多重リサイクル、MA分離、燃料に関する基礎基盤的研究を目的とした「**GENIORS**」が実施された。
  - ✓ 活動期間:2017年6月～2021年3月、予算規模:7,515,950ユーロ
  - ✓ 欧州の**既存の研究施設**を利用し、MAを利用した実験研究を推進
  - ✓ MA分離に関する基礎基盤的研究を目的とした3～4年間の研究プログラムを継続して実施。(NEWPART, PARTNEW, EUROPART, ACSEPT, SACSESS, GENIORS)
  - ✓ 具体的目標は、それぞれ当時の社会情勢に応じたものとなっているが、**MA分離に関する基礎基盤研究と人材育成が主要目的**であることは一貫している。

## フランス

- MA分離・核変換に関する独自の研究開発を推進
  - ✓ 高速炉均質概念のサイクル技術としてGANEX、高速炉非均質及びADS階層概念として、SANEX及びEXAmを開発
  - ✓ GANEXとEXAmでは、実廃液試験を実施しMAを回収
  - ✓ EXAmによって回収されたMA約2gは、酸化物燃料ペレットとしてASTRIDでの照射を計画していたが、ASTRIDの延期により計画は凍結



(U,Am)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
Pellets fabrication



\*出典:

フランスCEA報告書「Report on Sustainable Radioactive Waste Management」、  
2012年12月

# 国際機関：OECD/NEA

- 背景として、OECD/NEAで、各国の将来計画をベースとして2050年を見越した研究開発ロードマップを検討(NI2050:Nuclear Innovation 2050)した際に、「Advanced Fuel Cycle Chemistry and Recycling」が研究開発プログラムの一つとして取り上げられた。
  - ✓ NI2050のフォローアップ活動の中で、研究開発の進展には、それぞれの技術について工業化を見すえた技術実証が必要との認識
- 2021年に、TF-FCPT(Task Force on Demonstration of Fuel Cycle closure including partitioning and Transmutation (P&T) for Industrial Readiness by 2050)を立ち上げ。
  - ✓ 活動期間:2021年4月～2022年3月
  - ✓ 参加国:ベルギー、フランス、日本、ロシア、イギリス、米国
- TF-FCPTの活動内容:”High-level Report”作成
  - ✓ 各国で実施されてきた既存研究のシュートレビュー
  - ✓ 各技術に対するTRLの状況(既存評価ベース、必要なら再評価)
  - ✓ TRLを上げるために必要な研究開発(今後20年で、準工学レベルに引き上げるために必要なR&D)
  - ✓ 2050年工業化までの長期ビジョンと2030年までに優先的に実施すべき活動の提示(国際共同実験の提案)
  - ✓ 経済性評価