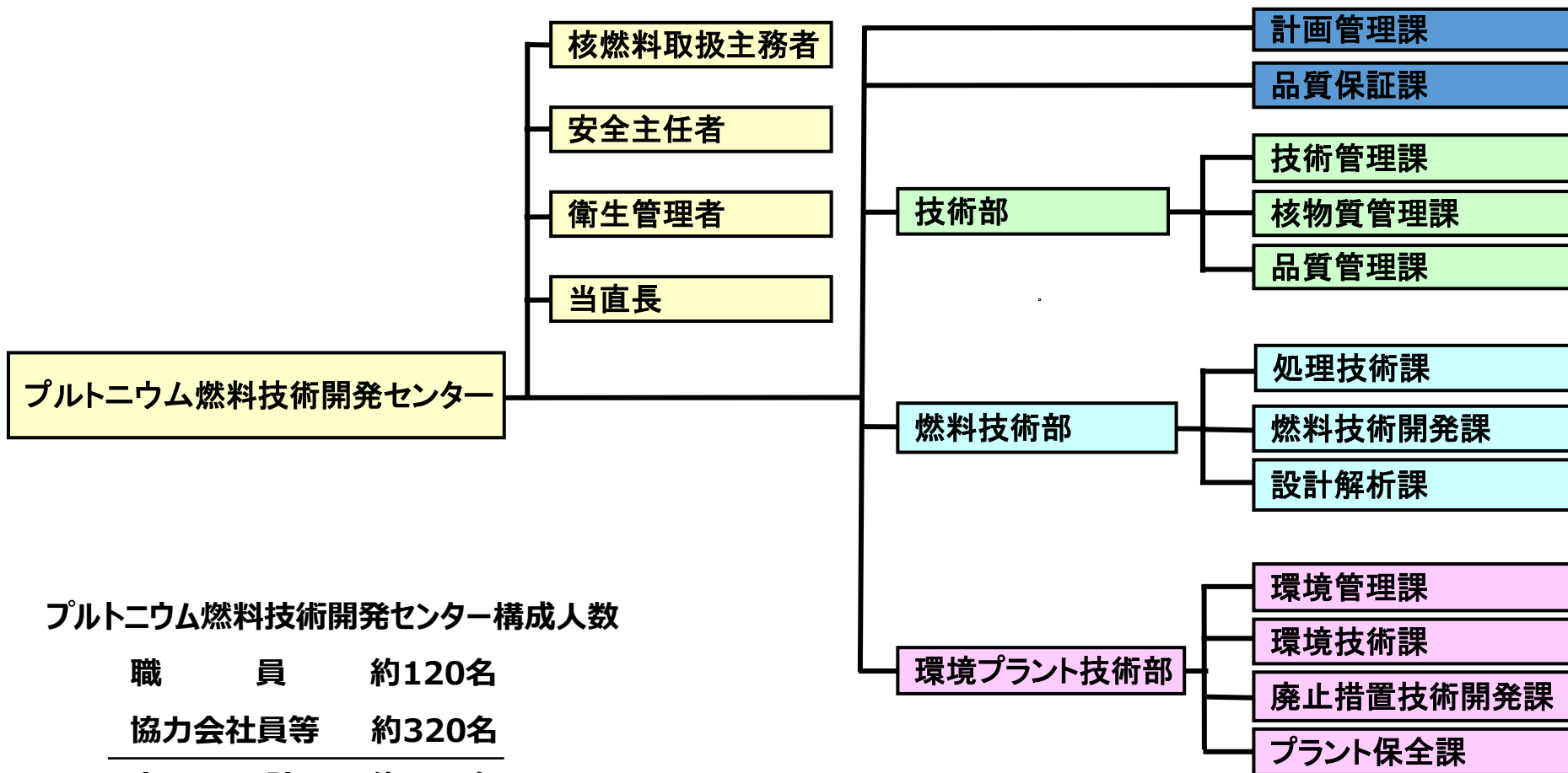


令和4年 6月 9日

プルトニウム燃料技術開発センターの概況

日本原子力研究開発機構
プルトニウム燃料技術開発センター

プルトニウム燃料技術開発センターの組織



プルトニウム燃料技術開発センター構成人数

職員	約120名
協力会社員等	約320名
合計	約440名

(R4年 4月 1日 現在)

プルトニウム燃料技術開発センター所掌施設



プルトニウム燃料第三開発室 (Pu-3)

1988年運転開始
もんじゅ仕様保管体化



プルトニウム廃棄物処理開発施設 (PWTF)

1987年12月運転開始
放射性廃棄物の減容処理試験



プルトニウム燃料第二開発室 (Pu-2)

1972年1月運転開始
2001年11月「ふげん」燃料製造終了
不稼働設備の解体撤去、
核物質整理及びふげん仕様保管体化



第二プルトニウム廃棄物貯蔵施設 (第二PWSF)

1999年6月供用開始
(保管能力36,000本)
放射性固体廃棄物の保管



プルトニウム燃料第一開発室 (Pu-1)

1966年1月運転開始
核物質整理、基礎物性測定、燃料製造
試験等

第3期中長期目標期間中に廃止措置



プルトニウム廃棄物貯蔵施設 (PWSF)

1981年3月供用開始
(2021年4月廃止措置完了)



燃料製造機器試験室

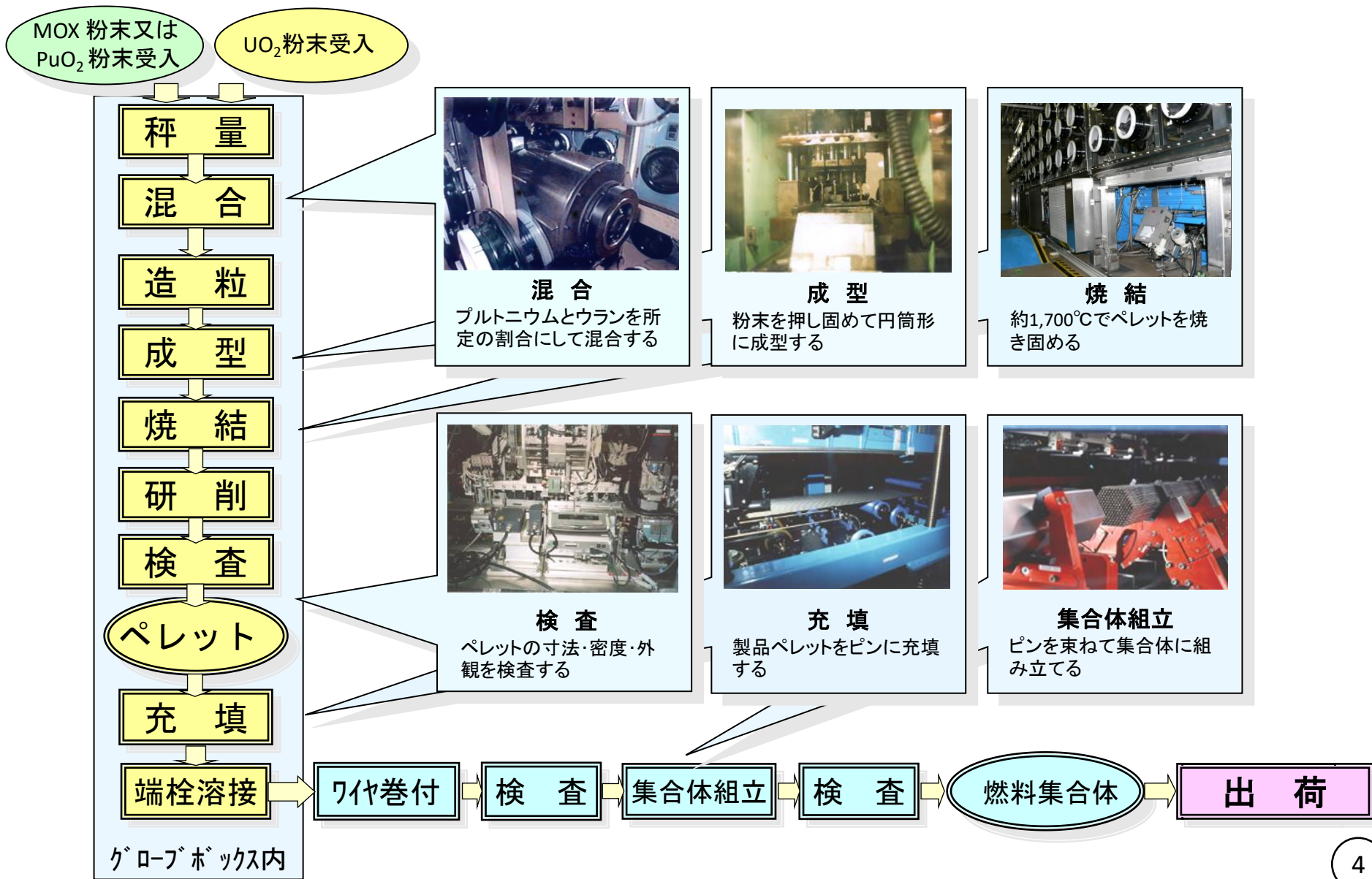
1972年建設
(2022年3月廃止措置完了)

プルトニウム燃料技術開発センターの歴史

	原子燃料公社	動燃事業団			サイクル機構	原子力機構
	1960年代	1970年代	1980年代	1990年代	2000年代	2010年代
プルトニウム燃料 第一開発室 (1966年1月 運転開始)	○米国からの技術導入によりMOX燃料施設を建設。 ○'66年に米国から約260gのプルトニウムを入手し、我が国におけるMOX燃料の本格的な研究を開始。 ▼MA含有MOX燃料研究開始 ('98年) ▼プルサーマル燃料(美浜1号炉用)の製造【'73年度:日本で最初】					
プルトニウム燃料 第二開発室 (1972年1月 運転開始)	○第一開発室の経験を基に、国産の技術で機械化されたMOX燃料製造設備による製造ライン。 ○「ふげん」、「常陽」用の燃料を製造。 ▼「常陽」燃料製造終了 ('88年10月) ▼「ふげん」燃料製造終了 ('01年11月) ▼廃止措置着手 ('10年8月) ▼プルサーマル燃料(敦賀1号炉用)の製造【'85年度】					
プルトニウム燃料 第三開発室 FBRライン (1988年4月 運転開始)	 プルトニウム初入荷風景 ○第一、第二開発室の経験を基に、世界に先駆け「遠隔・自動化」されたMOX燃料製造ライン。 ○「常陽」、「もんじゅ」用の燃料を製造。 ▼加工事業許可申請 ('04年9月) 加工事業許可申請取り下げ▼ ('17年2月)					
プルトニウム廃棄物 処理開発施設 (1987年12月 運転開始)	○放射性固体廃棄物の減容処理技術に係る実証試験施設を建設。 ○可燃物及び難燃物の焼却処理、金属廃棄物の溶融処理等を実施。 ▼第2難燃物焼却設備ホット運転開始 ('02年6月)					
国内MOX加工 事業技術支援	▼MOX燃料加工事業調査協定 ('99年6月) ▼MOX燃料加工施設建設協定 ('00年12月) MOX粉末確認試験 (小規模、実規模)					

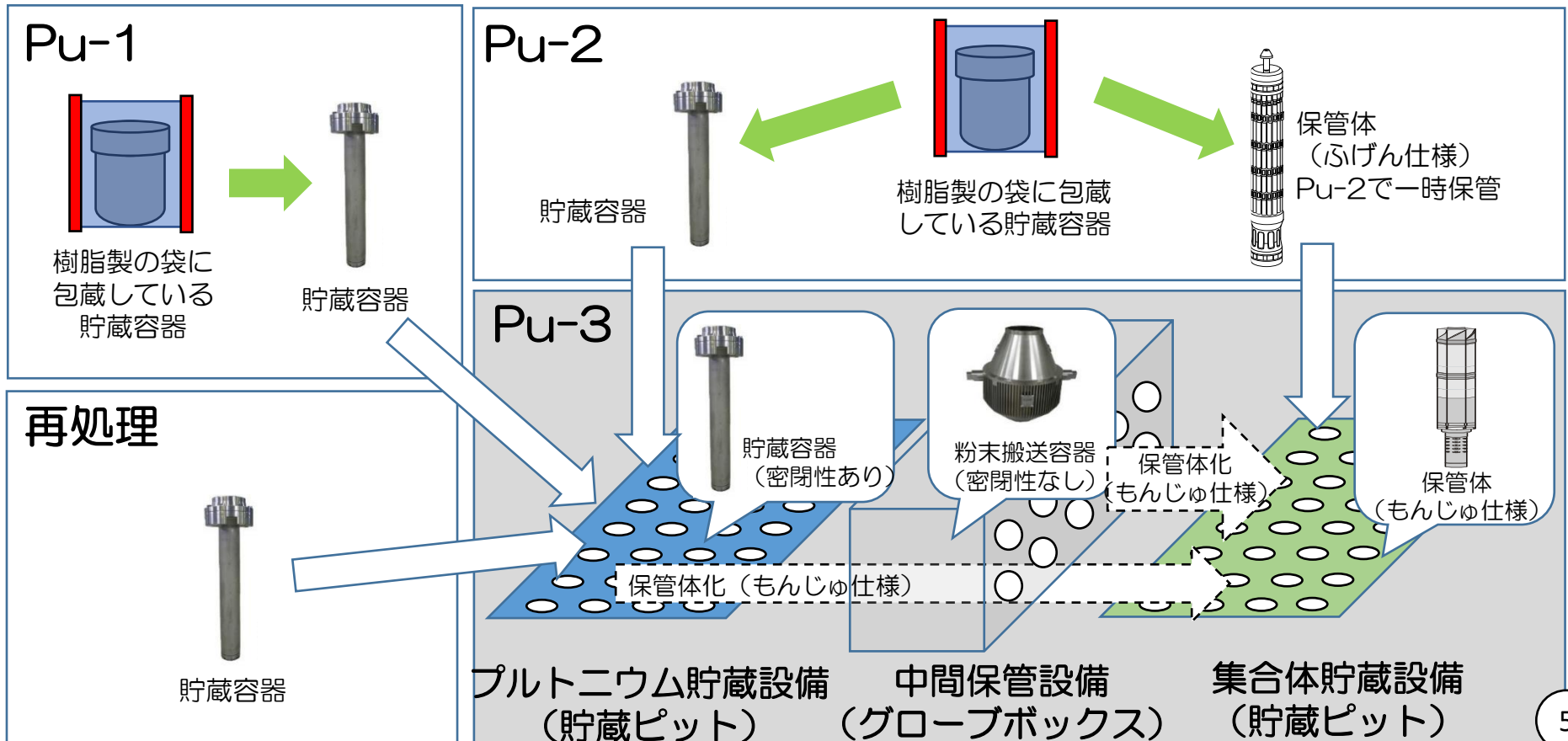
高速炉燃料製造技術開発

遠隔自動化技術による工学規模での技術開発と実証



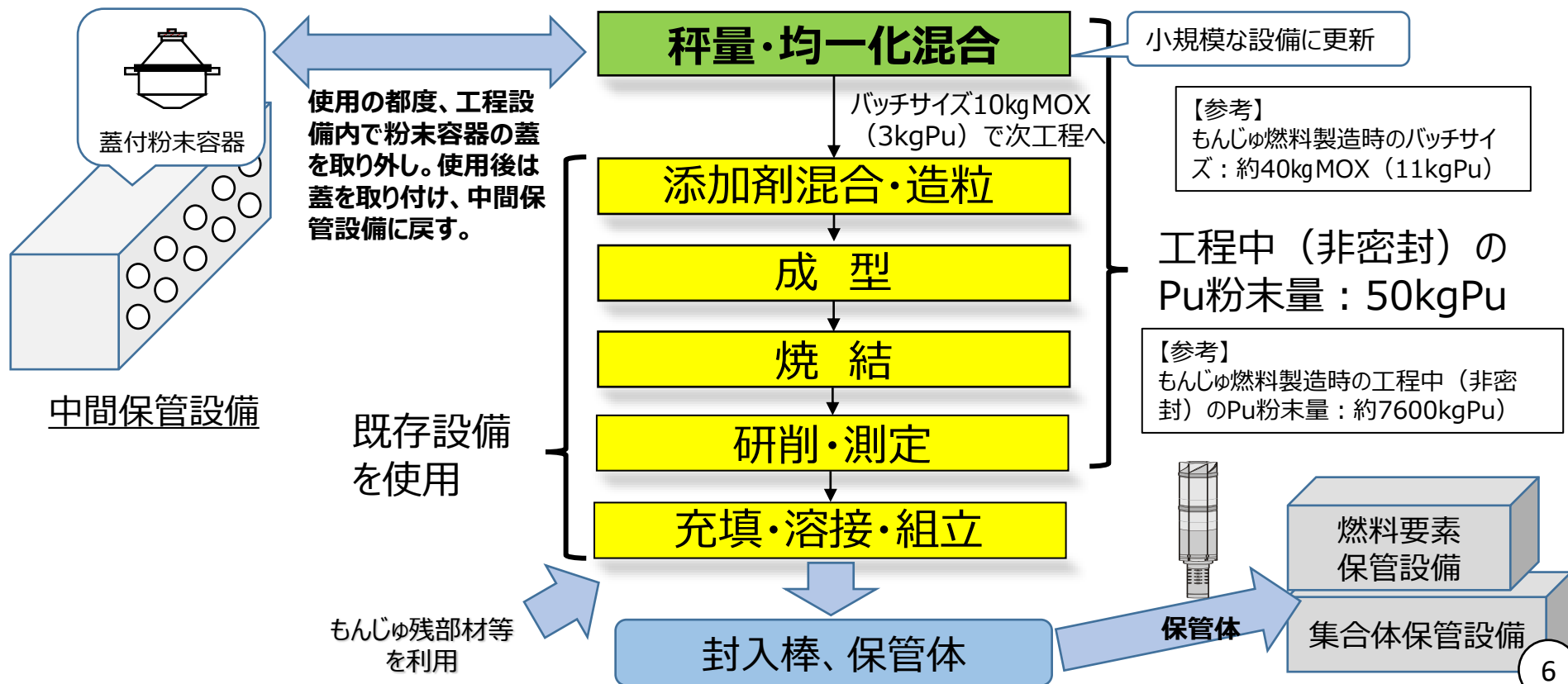
プルトニウム燃料第三開発室へのMOX集約計画

- 核燃料物質の貯蔵リスク低減に向け、Pu-1及びPu-2の核燃料物質を熱処理などの適切な安定化処理を実施後、金属製貯蔵容器や保管体（ふげん仕様）に封入し、安定な貯蔵形態としたうえでPu-3に集約する。
- 再処理施設の核燃料物質についても、Pu-3に集約し一元的に管理する。
- 各施設からの集約スペース確保のため、Pu-3において保管体化（もんじゅ仕様）を実施する。



プルトニウム燃料第三開発室 保管体化(もんじゅ仕様)の進め方

- MOX取り扱いに係るリスクを最低限に抑えつつ、保管体化を進めることが大前提。
- 入口工程に相当する秤量・均一化混合設備を小規模なものに更新。混合器容量等を物理的に制限することにより、バッチサイズを10kgMOX (3kgPu) に制限。これにより、下流の各工程設備での取扱単位が制限され、工程全体の非密封Pu粉末取扱量を小さくすることが可能 (工程全体で400kgPu→50kgPuに制限)。
- G.BOXパネルの火災対策として、難燃シートの貼り付けを自前で実施。



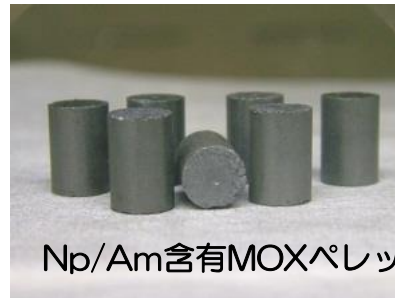
高速炉燃料技術開発(基盤技術開発)【Pu-1】

■ MOX (MA含有MOX) の基礎特性評価

- MA含有MOXの融点、熱伝導率など基礎物性データの測定・整備を実施し、照射燃料の許認可用のデータとして用いている。
- 物性測定では、O/M比を高精度に制御する技術を確認し、O/M比、MA含有率、Pu含有率をパラメータとして様々な物性データを系統的に取得し、さらに計算科学による物性の予測や解析を行っている。

■ 照射試験燃料製造 (MA含有MOX 含む)

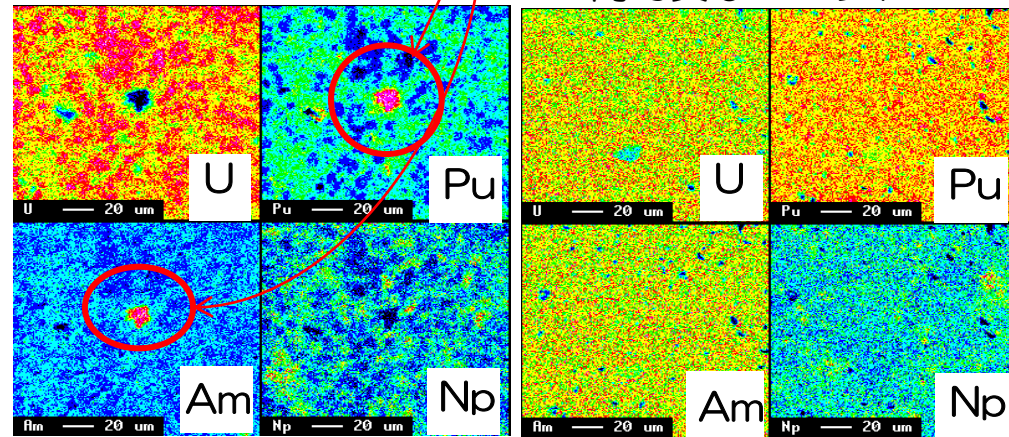
- 高均質化、低O/Mペレット調整技術開発
- 焼結雰囲気中の酸素分圧をコントロールすることで、高均質なMA含有MOX燃料を製造。



不均質なペレットは、局所的にPu, Am濃度が高い部分が確認されるが、高均質なペレットはU, Pu, Am, Npが均質に分布している。

不均質なペレット

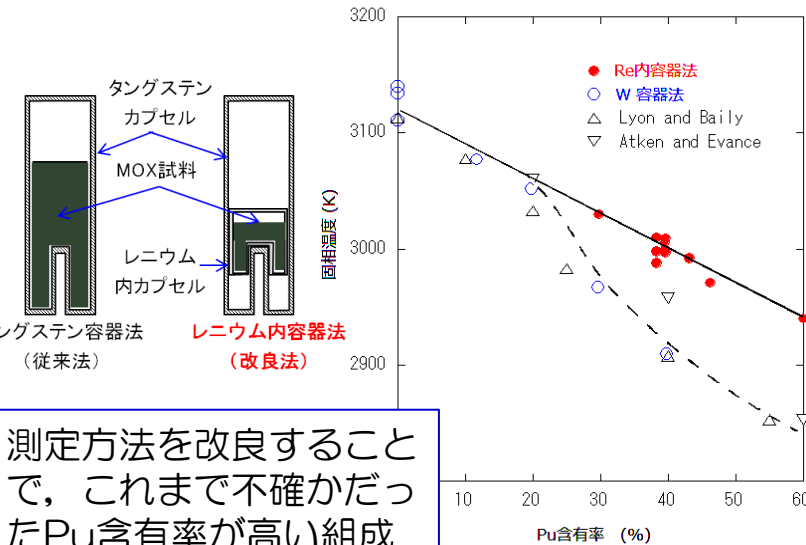
高均質なペレット



低酸素分圧で焼結

高酸素分圧で焼結

Np/Am含有MOXペレットの元素分布



測定方法を改良することで、これまで不確かだったPu含有率が高い組成の融点を測定した。

(U,Pu)O₂の融点

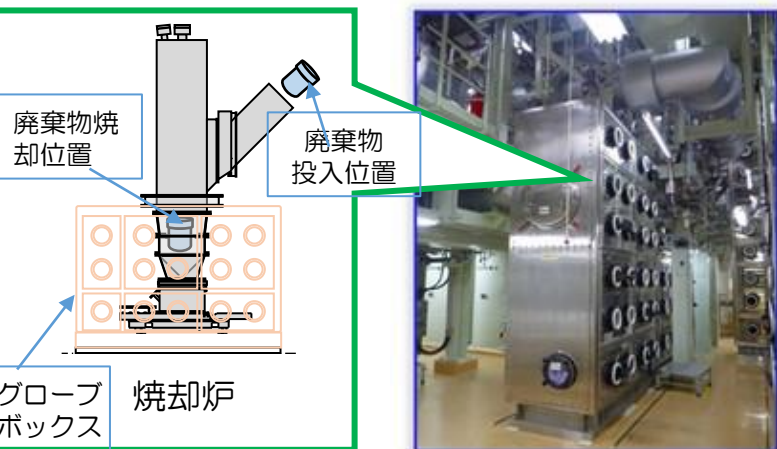
廃棄物処理/廃止措置技術開発

■放射性固体廃棄物の処理技術開発

【PWTF】

MOX燃料製造の技術開発に伴い、Puにより汚染した固体廃棄物が発生

可燃性及び難燃性（含塩素）廃棄物を減容・安定化するために焼却技術の実証試験を実施



焼却設備外観

- 処理効果（実績値）：重量約1/14、容積約1/24
- 累積処理量：20,271本（PWTF施設内処理量）
うち、第2難燃物焼却設備処理量 5,704本
（200Lドラム缶換算、2022年4月現在）

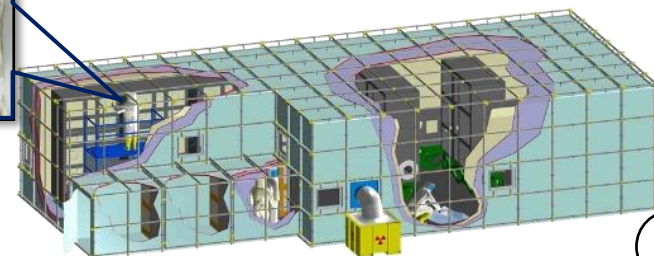
■プルトニウム燃料第二開発室の廃止措置

第二開発室



グローブボックス等多数の不稼働設備

- グリーンハウス内で手作業でGBの解体撤去を実施
- 対象GB等約900m³のうち約160m³の解体撤去が完了（進捗率約18%（R4年3月末））
- 2028年度頃に対象GB等の解体撤去を完了予定。



J-MOX技術協力

J-MOXの順調な立ち上げ及び安定運転に資することを目的として、技術協力を実施。

■ 研修生受入/教育 及び 要員派遣



研修生との対面式

- JAEAの技術者の派遣(放管員含む)
- これまでに延べ42名の技術者を派遣。
- 20名が日本原燃へ移籍。

- 2001年度より、燃料製造工程を中心にこれまで91名の研修生等を受け入れ、各々、1~2年間の研修を実施。(2022年4月1日時点)
- 現在、3名の研修を実施中。(2022年4月1日時点)
- J-MOX工場の安定・安全運転には、運転員の育成、特にリーダークラスの育成が重要。Pu-3での「保管体化作業」を教育訓練の場として活用し、リーダークラスの育成を目的とした研修を2021年度から実施している。

■ 受託試験の実施

■ コンサルティング業務

■ 技術情報の開示

(Pu安全取扱技術、計量管理・保障措置技術等)

【MOX燃料粉末調整に関する試験】

- 日本原燃では、MOX燃料の製造方法として、海外の商用MOX燃料製造プロセス(MIMASプロセス)を採用。
- 一方で、原料粉末にはMIMASプロセスで使用実績のないMH-MOXを予定しており、その適合性を確認する試験を実施。

【Pu分析用標準物質の調製に関する試験】

- 核分裂性Pu同位体の割合の高いMOXスクラップから、J-MOX仕様のLSDスパイク※を量産調製する技術確証を実施。

※LSDスパイク(Large Size Dried Spike) :

試料中のウラン及びプルトニウムの濃度を正確に分析するために使用する標準物質。

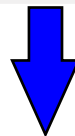
プルトニウムを取扱う施設に求められる保障措置 (査察目標と査察回数)

プルトニウムとウランの保障措置目標の比較

	有意量*	適時性
プルトニウム	8 kg Pu	1ヶ月毎
ウラン	75 kg U235 (3%の濃縮Uの場合 2.5 ton Uに相当)	1年毎

*: 核爆発装置1個の製造に必要とされる核物質のおおよその量
参考) 濃縮度20%以上の濃縮ウランの有意量: 25kg U-235

プルトニウムを取扱う施設では、ウランだけを取扱う施設に比べて、より厳しい査察が実施される



プルトニウムを取扱う施設に求められる査察実施回数
実在庫検認 (PIV) : 年1回
ランダム査察 (RII) 等 : 年11回

プルトニウムを取扱う施設に求められる保障措置 (査察時の検認活動)

(1) 帳簿検認 (Book audit)

PERIOD: 2004/2/1 - 2004/2/15

INVENTORY CHANGE IN JM-H

DATE	TYPE OF I/O	PARTNER PKMFP	BATCH NAME	TEAM	ACCOUNTANCY DATA												
					M	E	PU	POBIS	AU	AT204	ITU	IT204S	BTU	ET204S	NTU	BTU	
2004/2/8	LI	JM21G	05081225	JGJB	1.31		1.01										
2004/2/8	LN	JM21G	05081225	JGJB	1.31		1.01										
2004/2/8	SD	JM21G	G-K0247	TURE	1.40		2.02										
2004/2/8	SD	JM21G	G-K0248	TURE	3.12		2.00										
2004/2/12	SD	JM21G	LR42PL31	UOGE	3.81		2.61										
2004/2/12	SD	JM21G	LR42PL33	UOGE	3.01		2.03										
2004/2/13	LN	-	AC420071	JGJB	1.09		1.01										
2004/2/13	LN	-	AC420073	JGJB	3.42		2.34										
2004/2/13	LN	-	AC420073	JGJB	3.41		2.32										
2004/2/13	LN	-	AC420074	JGJB	1.69		1.32										
2004/2/13	LN	-					1.39										
2004/2/13	LN	-					1.32										
2004/2/13	LN	-					1.39										
2004/2/13	LN	-					1.31										
2004/2/13	LN	-					1.36										
2004/2/13	LN	-					1.35										
2004/2/13	LN	-					1.35										
2004/2/13	LN	-					1.32										
2004/2/13	LN	-					1.32										
2004/2/13	LN	-					1.09										
2004/2/13	LN	-					1.04										
2004/2/13	LN	-					1.03										
2004/2/13	LN	-					1.01										
2004/2/13	LN	-	K3423000	JGJB	3.01		2.00										
2004/2/13	LN	-	K3423002	JGJB	1.31		1.01										
2004/2/13	LN	-	K3423003	JGJB	1.31		1.01										
2004/2/13	LN	-	K3423004	JGJB	1.31		1.01										
2004/2/13	LN	-	K3423013	JGJB	3.06		2.05										
2004/2/13	LN	-	K3423014	JGJB	1.01		1.01										
2004/2/13	LN	-	K3423015	JGJB	1.01		1.01										
2004/2/13	LN	-	K3423016	JGJB	1.01		1.01										
2004/2/13	LN	-	K3423017	JGJB	1.01		1.01										



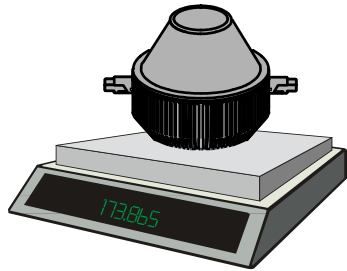
計量管理記録の確認作業

計量管理記録に不整合がないかの確認

プルトニウムを取扱う施設に求められる保障措置 (査察時の検認活動)

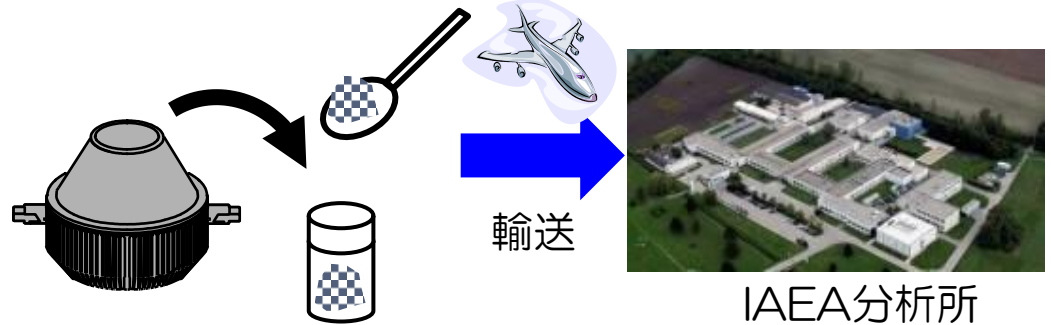
(2) 重量測定と破壊分析 (DA : Destructive Assay)

重量測定



+

試料の採取と破壊分析



IAEA分析所

輸送

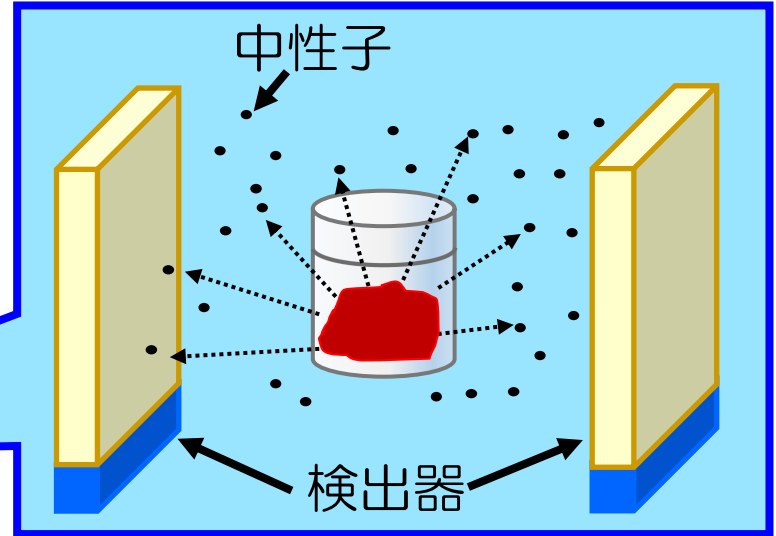
高精度に核物質質量を確認



核物質分析装置

プルトニウムを取扱う施設に求められる保障措置 (査察時の検認活動)

(3) 非破壊測定 (NDA : Non- Destructive Assay)



核物質から放出される中性子を測定しPu量を評価

短時間で核物質を確認

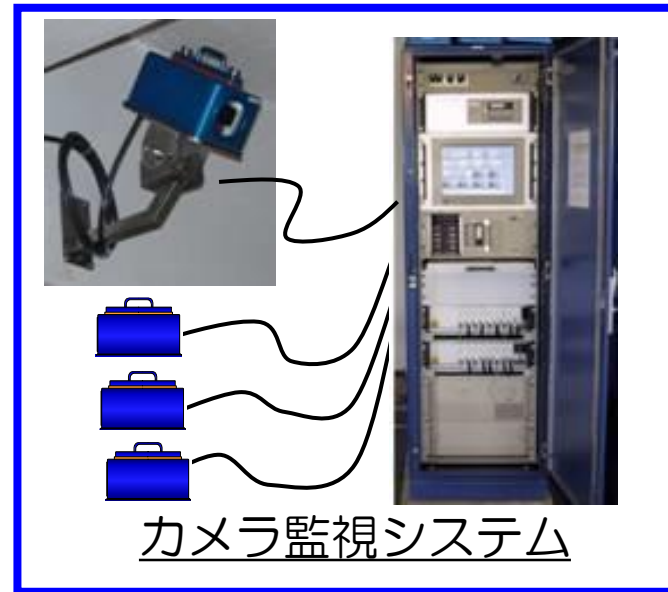
プルトニウムを取扱う施設に求められる保障措置 (査察時の検認活動)

(4) 封じ込め監視 (C/S : Containment and Surveillance)



金属封印

核物質が不正に取扱われていないことを確認 (監視)



カメラ監視システム

MOX燃料施設の保障措置システム (第三開発室における保障措置システムの概要)



廃棄物ドラム測定装置
(WDAS: Waste Drum Assay System)



改良型グローブボックス測定システム
(SBAS: Hold-up Assay System)



工程内搬送容器測定システム
(MAGB: Material Accountancy Glove Box Assay System)

非破壊測定装置

受入れ

原料貯蔵庫

工程

集合体貯蔵庫

払出し

遠隔監視
非破壊測定装置

封じ込め
監視装置

近実時間物質
収支管理システム

封じ込め
監視装置

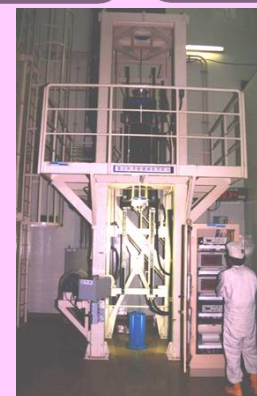
遠隔監視
非破壊測定装置



プルトニウム
キャニスタ測定
システム
(PCAS: Plutonium Canister Assay System)



封じ込め監視装置
(XNMGSS: Next Generation Surveillance System)



燃料集合体測定システム
(FAAS: Fuel Assembly Assay System)