

平成29年8月3日
有識者会議

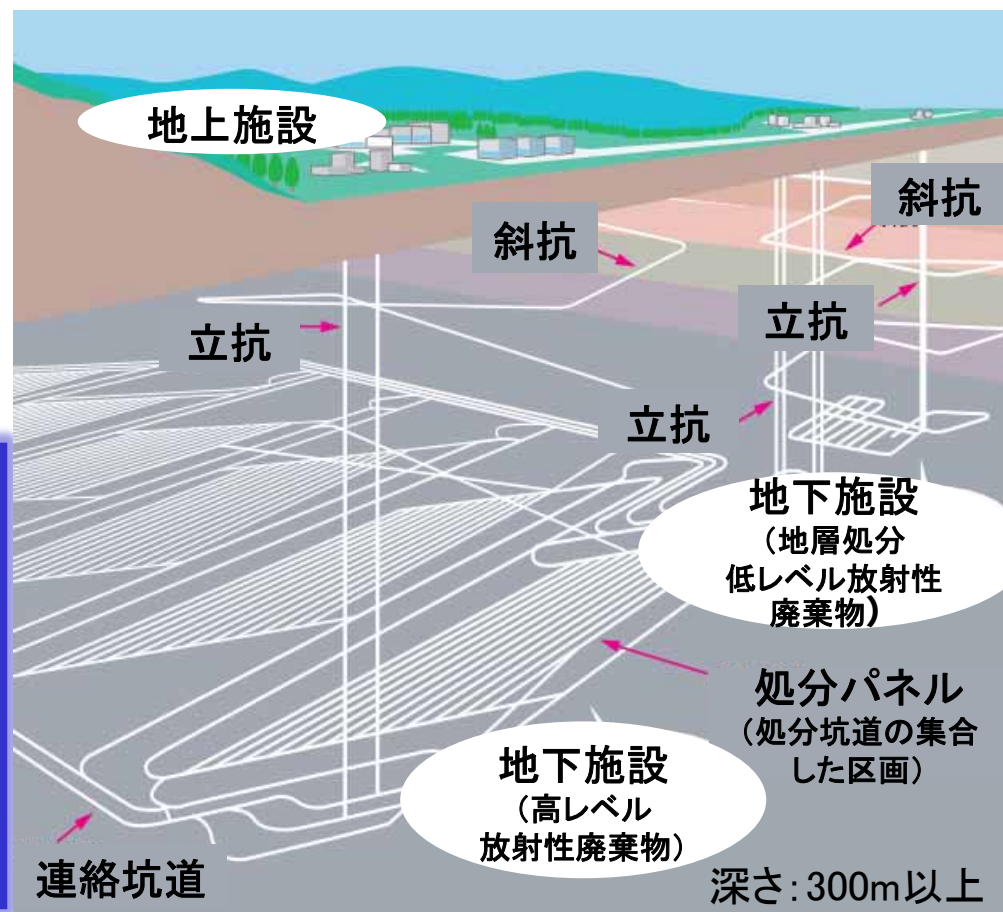
革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）
「核変換による高レベル放射性廃棄物の
大幅な低減・資源化」
進捗状況報告

プログラム・マネージャー
藤田 玲子

- ・ 高レベル放射性廃棄物
 - － 最終処分場の立地
 - － 既発電分の発生本数：
約24,800本^{注1}

高レベル放射性廃棄物の問題は、原発賛成・反対に拘わらず、後世代への負担を軽減したい。

● 地層処分の例



注1: 原子力発電環境整備機構 https://www.numo.or.jp/q_and_a/01/

使用済燃料中の主な長寿命核種



核種	半減期	線量換算係数 (μ Sv/kBq)	含有量 (1トン当たり)
U-235	7億年	47	10kg
U-238	45億年	45	930kg

核種	半減期	線量換算係数 (μ Sv/kBq)	含有量 (1トン当たり)
Pu-238	87.7年	230	0.3kg
Pu-239	2万4千年	250	6kg
Pu-240	6,564年	250	3kg
Pu-241	14.3年	4.8	1kg

核種	半減期	線量換算係数 (μ Sv/kBq)	含有量 (1トン当たり)
Np-237	214万年	110	0.6kg
Am-241	432年	200	0.4kg
Am-243	7,370年	200	0.2kg
Cm-244	18.1年	120	60g

アクチノイド

超ウラン元素
(TRU)

マイナーアクチノイド
(MA)

核分裂生成物
(FP)

核種	半減期	線量換算係数 (μ Sv/kBq)	含有量 (1トン当たり)
Se-79	29万5千年	2.9	6g
Sr-90	28.8年	28	0.6kg
Zr-93	153万年	1.1	1kg
Tc-99	21万1千年	0.64	1kg
Pd-107	650万年	0.037	0.3kg
Sn-126	10万年	4.7	30g
I-129	1,570万年	110	0.2kg
Cs-135	230万年	2.0	0.5kg
Cs-137	30.1年	13	1.5kg

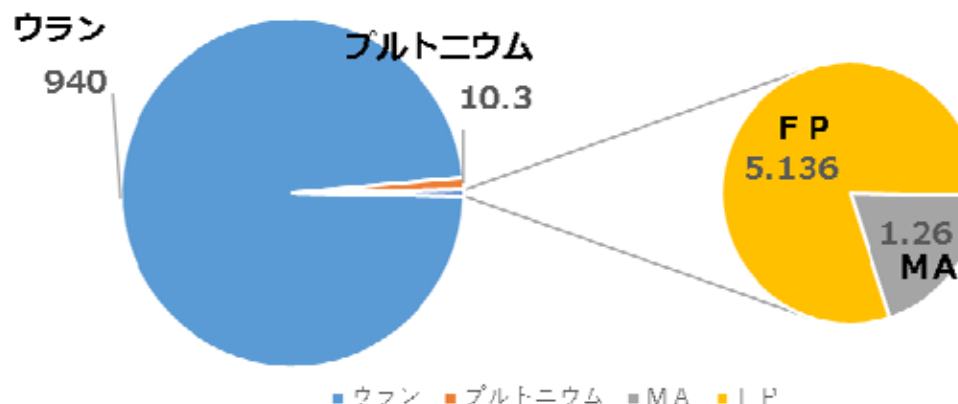
 =LLFP

線量換算係数:

放射性核種を人体に摂取した時の影響を示す指標。放射能(ベクレル)あたりの被ばく(シーベルト)で示す。

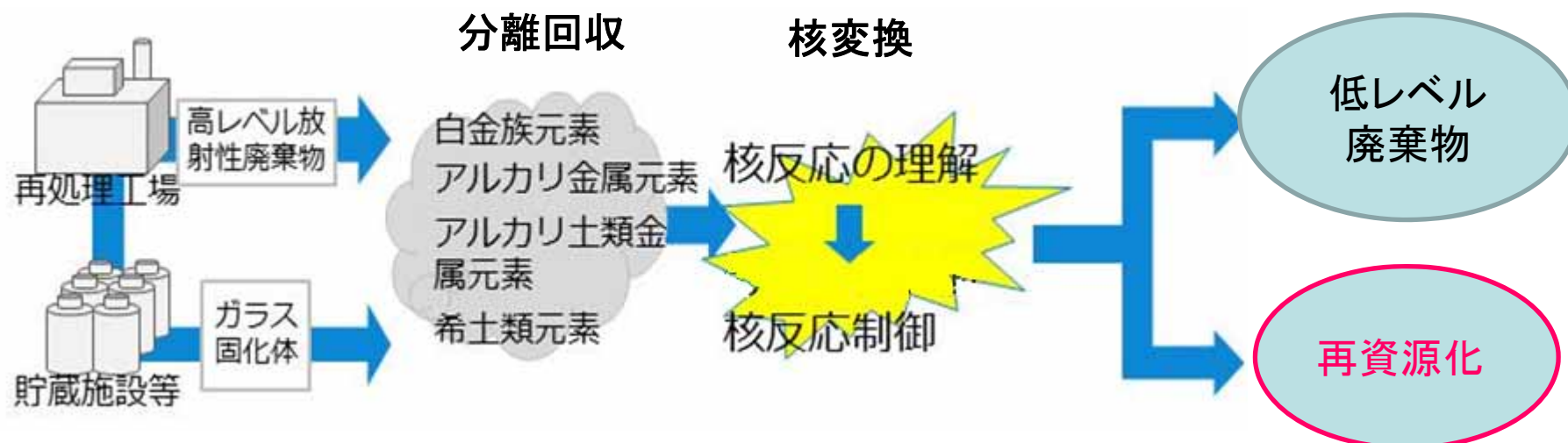
平成26年2月18日
第9回東海フォーラム
「放射性廃棄物の核変換技術への挑戦」
大井川宏之氏 講演資料P 3 より作成

使用済燃料中の主な長寿命核種含有量kg
(1トンあたり)



創出を目指すインパクト:

- 高レベル放射性廃棄物(HLW)の処理・処分の後世代への負担を低減
- 回収した長寿命核分裂生成物(LLFP*)を白金族やレアメタル等に資源利用することで海外市場に左右されない供給源を確保する。(コストのかかる同位体分離は用いない)



六ヶ所村の再処理工場が運開すると毎年1000本のガラス固化体が発生し、2050年にはトータル40000本になる。

*LLFP: Long Lived Fission Products、ここでは半減期10年以上の放射性核分裂生成物7核種と定義する。

エネルギー資源確保の中で発生したHLWの低減・資源化

1) エネルギー使用後の負の遺産と言われる**HLWを資源に！**

2) 既存の技術への視点

HLWを資源とみて正の価値を付与する試み(視点の拡大)

➤ **HLW減容と資源化可能な物質**の検討

再処理高度化WG: 再処理プロセスの改良、不溶解性残渣の処理

処分検討WG: 負荷低減と合理的な処分区分の提案

LLFP (Pd-107、Zr-93)の資源化: **クリアランスレベル提案**

3) 新技術の実証機会の必要性: 理学(核物理)と工学(原子力工学)の融合の実証

PM制度を活用して、既存の縦割り分担を打破

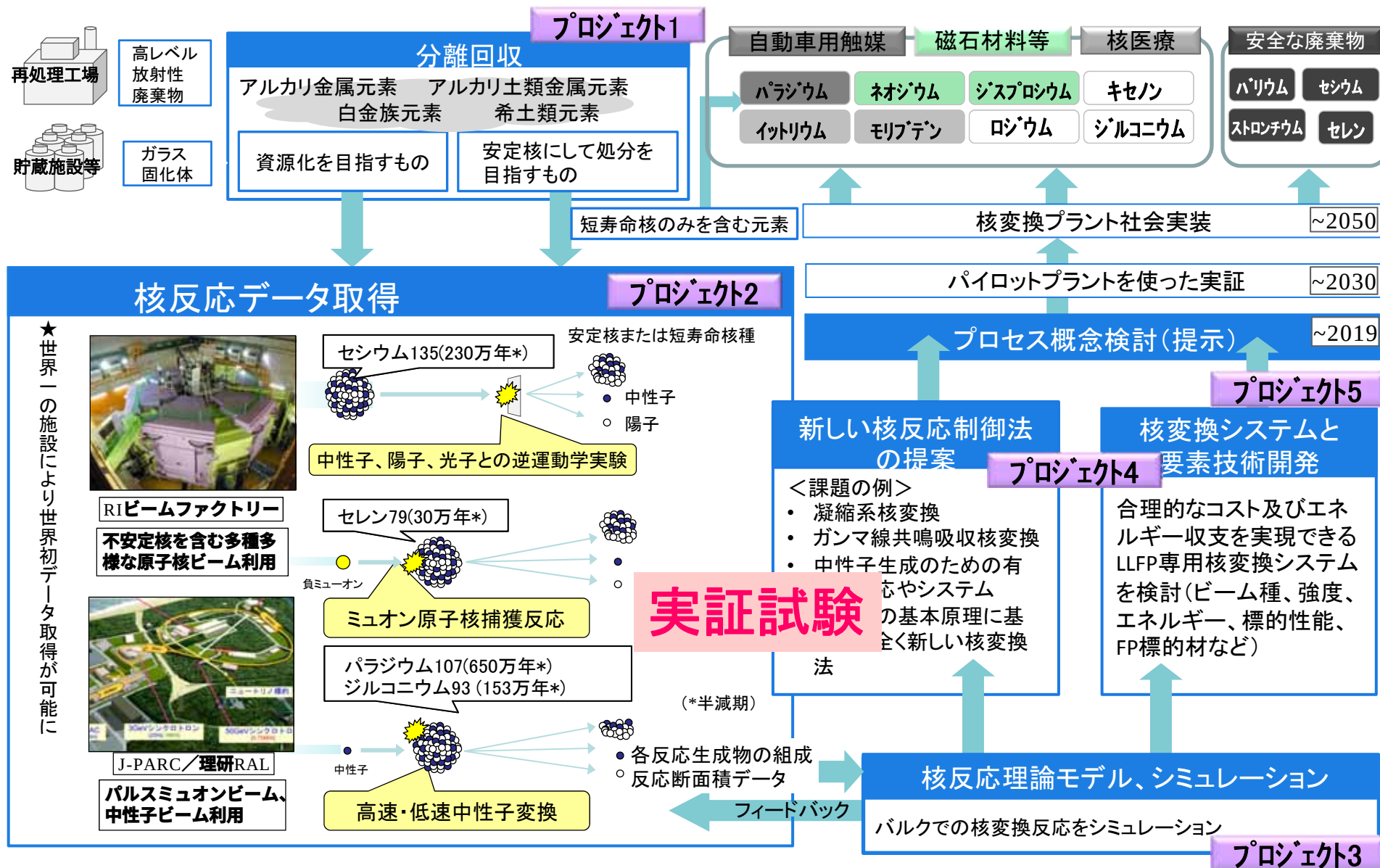
全体視点を維持し、部分・要素試験の実施

➤ 化学プロセスの実廃棄物を用いたホット試験

➤ **革新型加速器**: パイロット試験施設の建設・運転技術

➤ **偶奇核分離器(同位体分離不要)**: スケールアップの検討

プログラム全体構成

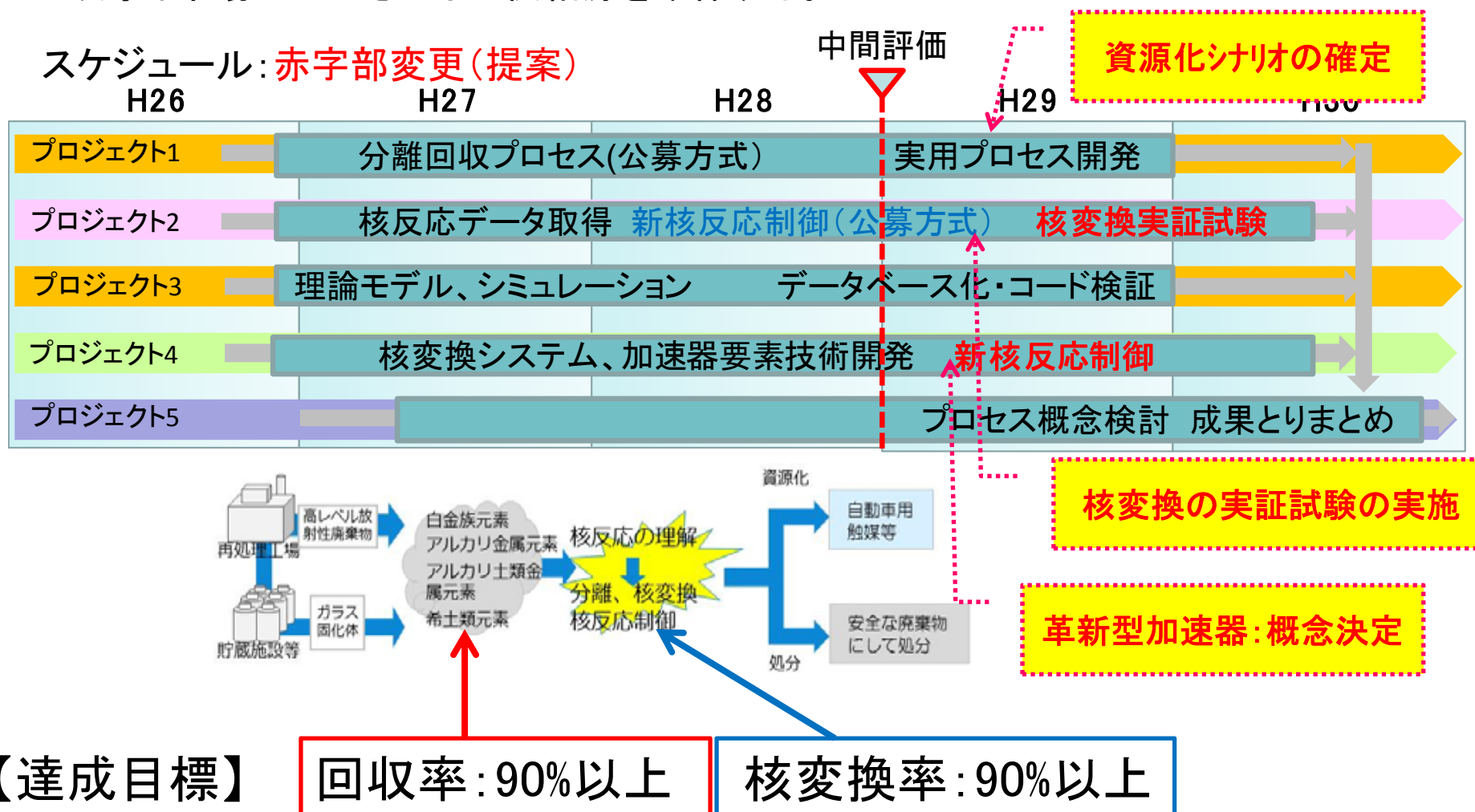


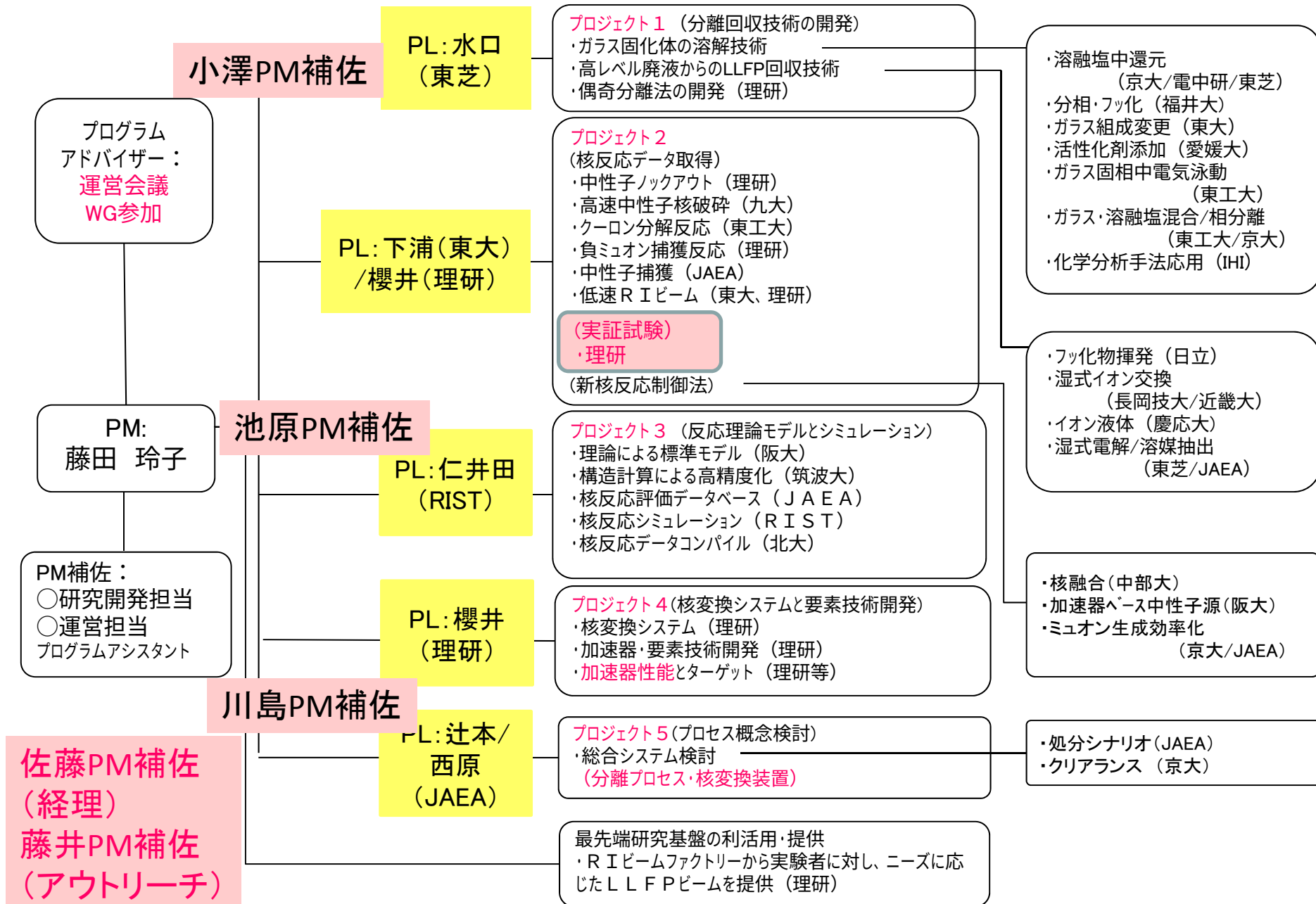
創出を目指すインパクトと出口目標

創出を目指すインパクト:

高レベル放射性廃棄物の処理・処分の後世代への負担を低減すると共に、回収した LLFP*を白金族やレアメタル等に資源利用できる同位体分離なしの核反応の経路(パス)により海外市場に左右されない供給源を確保する。

*LLFP:長寿命核分裂生成物





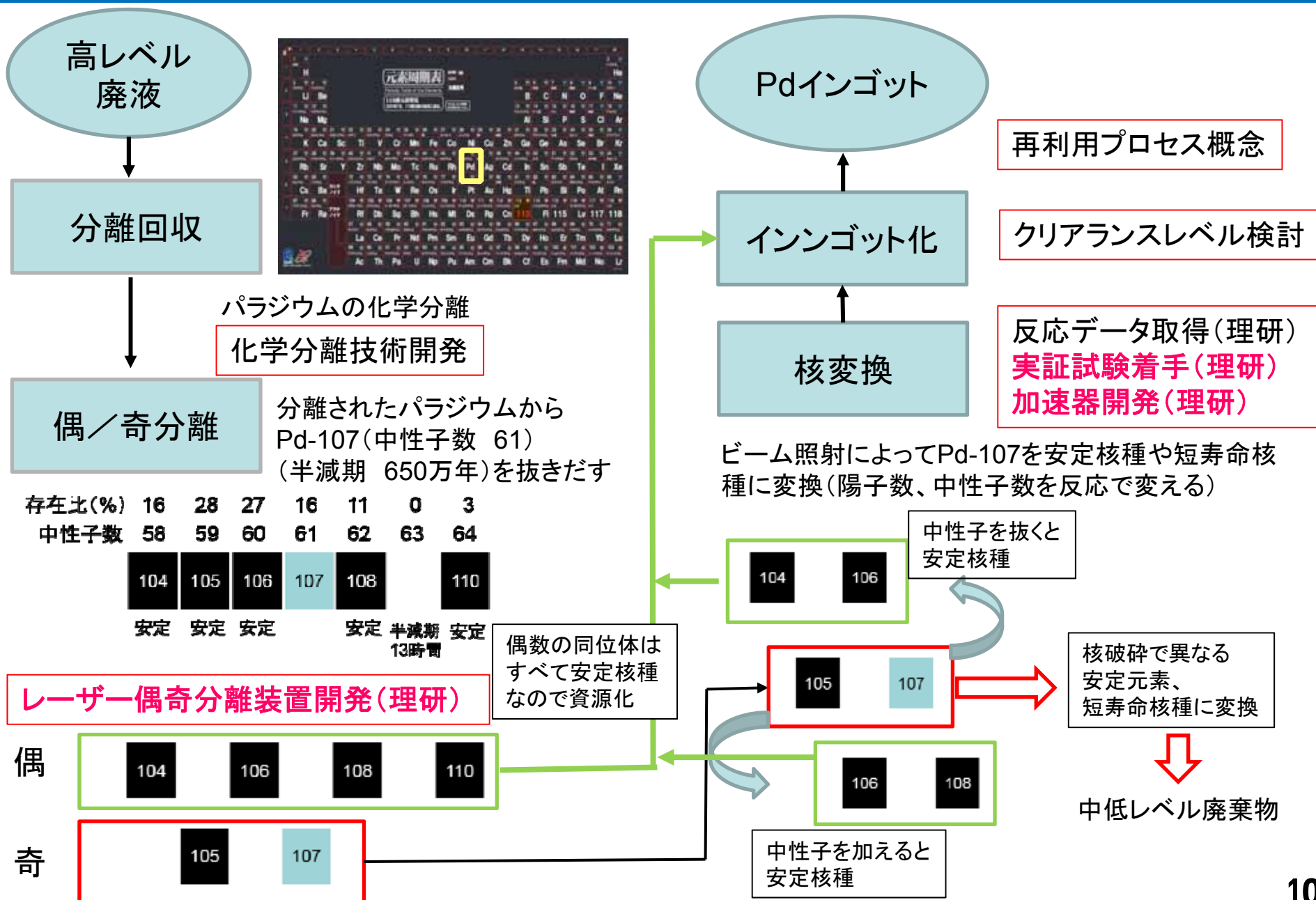
	PJ1 分離回収	PJ1 偶奇分離	PJ2 核変換 データ取得	PJ2 実証試験	PJ4 加速器開発	PJ5 インゴット 化 クリアランスレベル	PJ5 プロセス 概念
Pd-107 (650万年)	○	○ (装置)	○	○	○	○	○
Zr-93 (153万年)	○	○ (装置)	○	×	△ (概念)	○	△
Se-79 (30万年)	○	△ (概念)	○	×	△ (概念)	—*	△
Cs-135 (230万年)	○	×	○	×	×	—*	×

具体的なプロセス概念
⇒
次期フェーズ

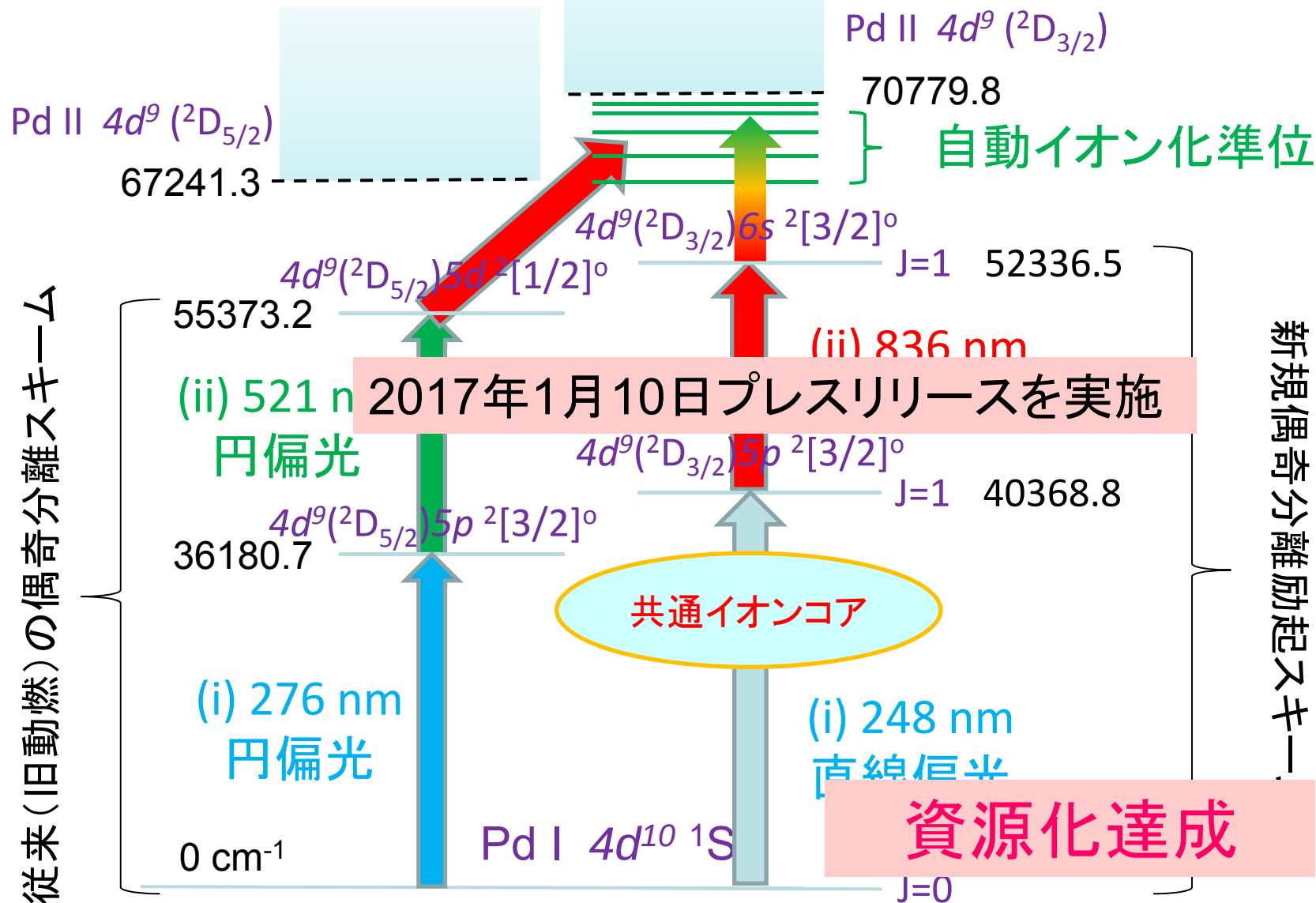
*廃棄物として処分するのでクリアランスレベルの評価不要



進捗および成果: Pd-107の分離核変換プロセス



他の偶奇分離スキームの検討



従来(旧動燃)の偶奇分離スキーム

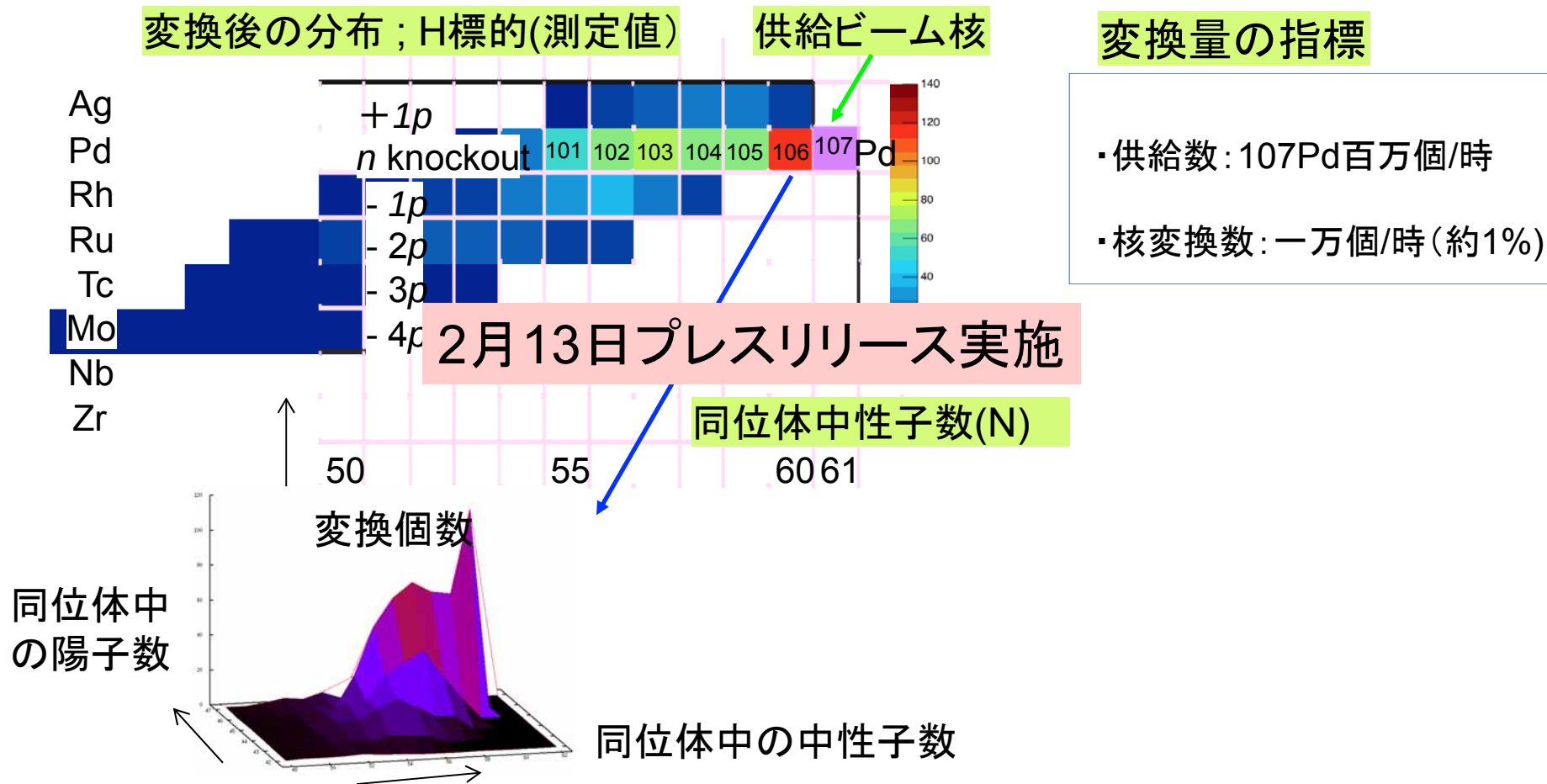
新規偶奇分離励起スキーム

直線偏光で偶奇分離可能！

進捗および成果：陽子による核変換

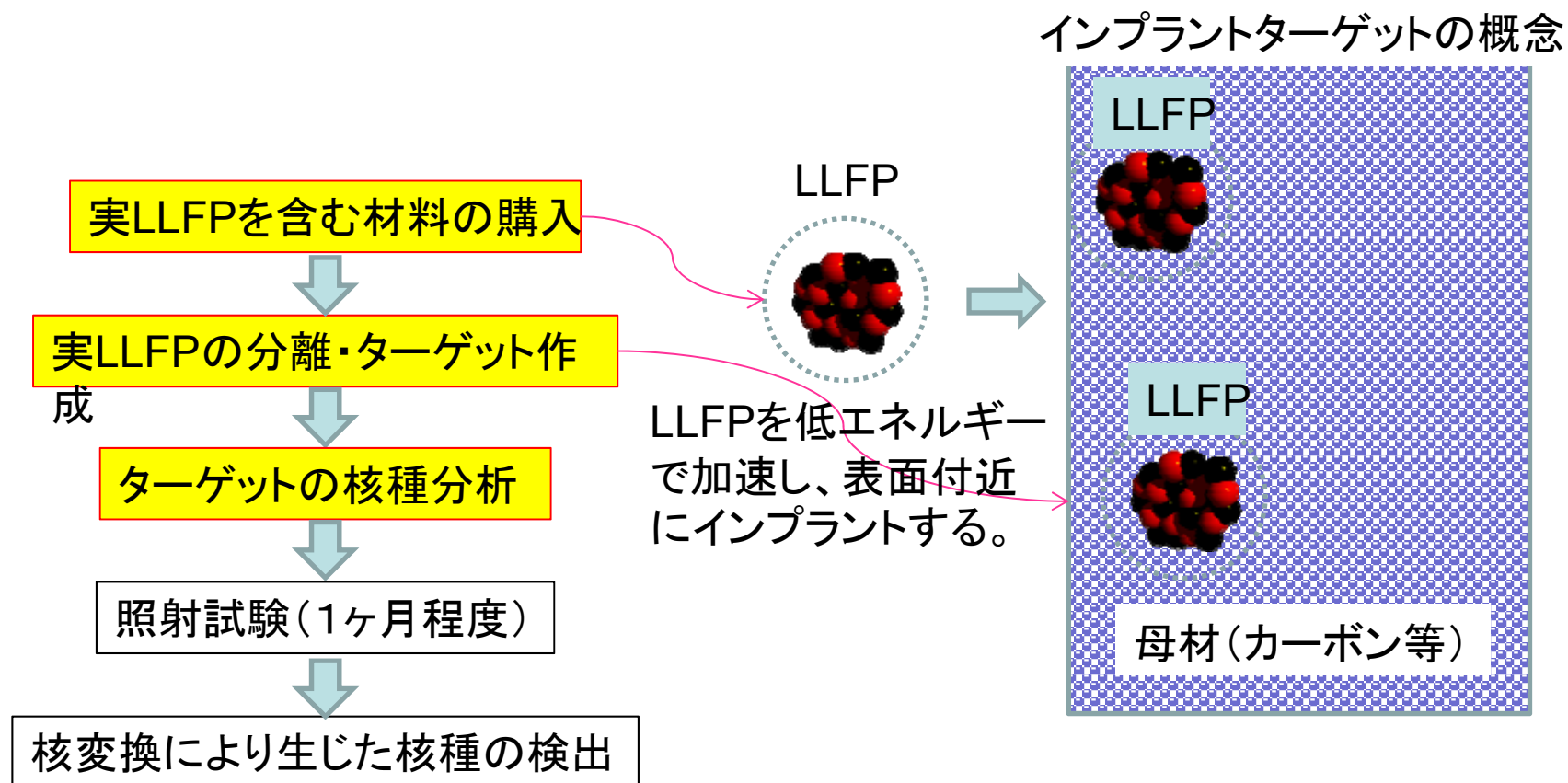
- Pd-107と陽子の核反応によるPd-107の核変換が確認され、核変換率を評価した。

^{107}Pd 100 MeV/u での変換量の評価



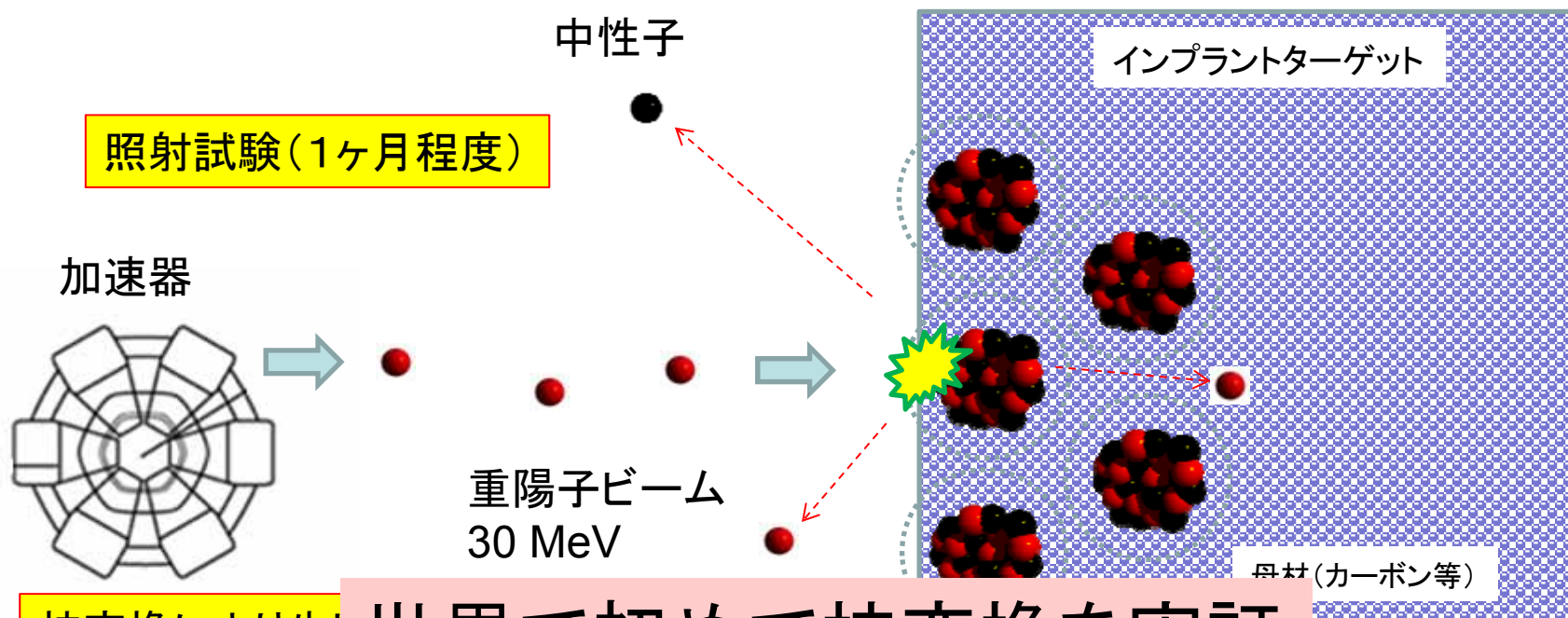
核種	Pd-101	Pd-102	Pd-103	Pd-104	Pd-105	Pd-106	Pd-107
半減期	8.47h	安定	16.991d	安定	安定	安定	$6.5 \times 10^6 \text{y}$

核変換実証試験の実施(1)



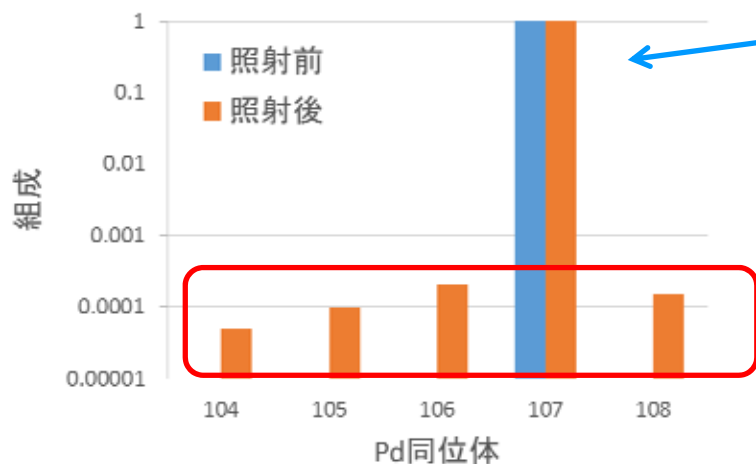
- ◆ 現在購入可能なLLFP(107Pd)材料の純度は15%程度。
- ◆ 今回可能な核変換率は $\sim 10^{-4}$ 程度であるため、核変換を精度良く検知する為には、純度100%のターゲットを作成する必要がある。

核変換実証試験の実施(2)



核変換により生

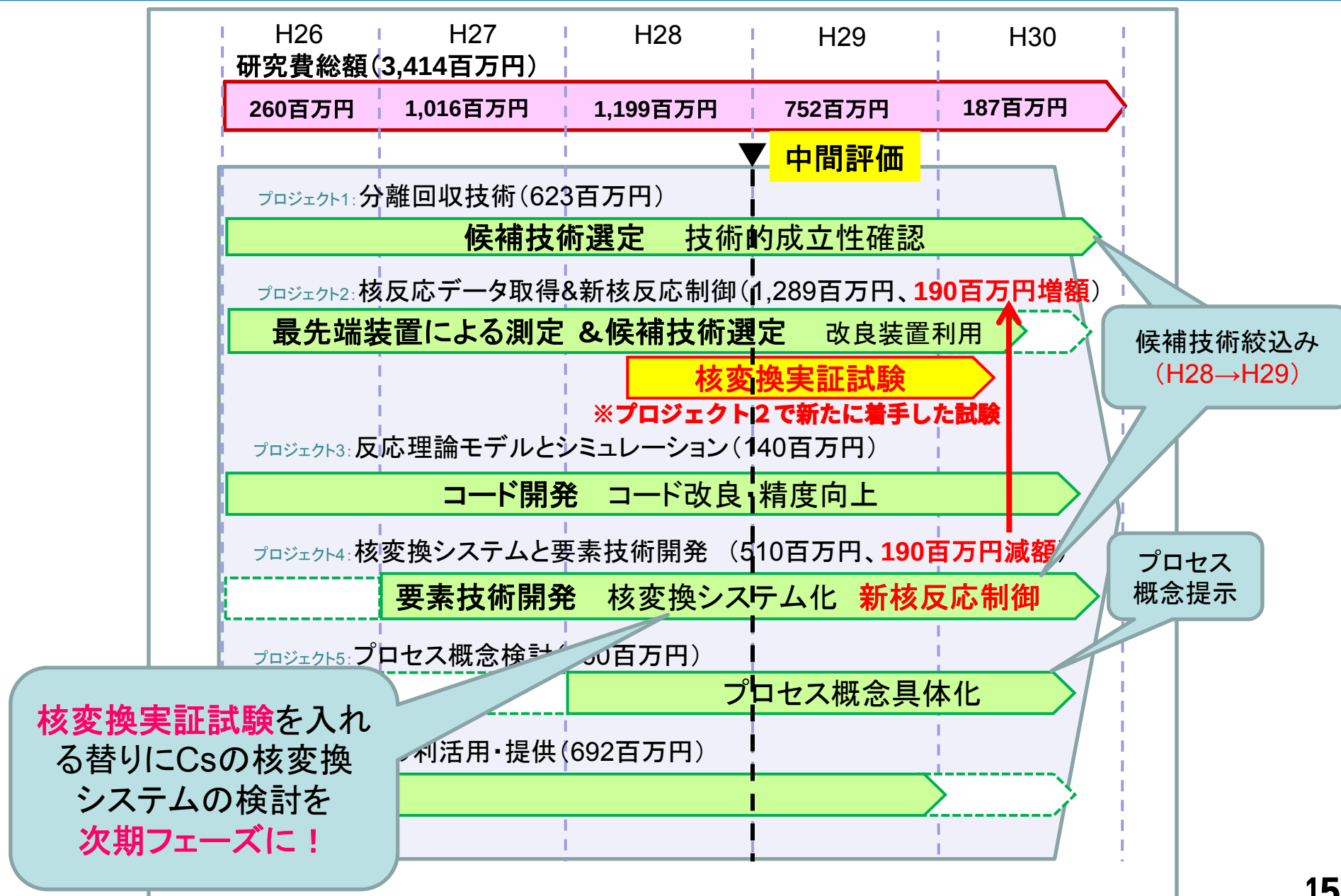
世界で初めて核変換を実証



利用可能な加速器で測定可能なマクロ量の ^{107}Pd の核変換を発生させるには長期間の照射が必要。

^{107}Pd の核変換で生成した ^{104}Pd ~ ^{108}Pd の増加を確認することで比較的短期間の照射で実証する。(表面電離型質量分析器TIMSで同位体比を測定する。)

戦略（ロードマップ赤字部変更）



2017.6.14



会議室



サイクロペディア

