

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」
全体計画について

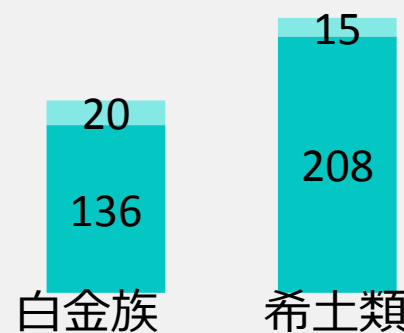
プログラム・マネージャー
藤田 玲子

1. PMの挑戦と実現した場合のインパクト

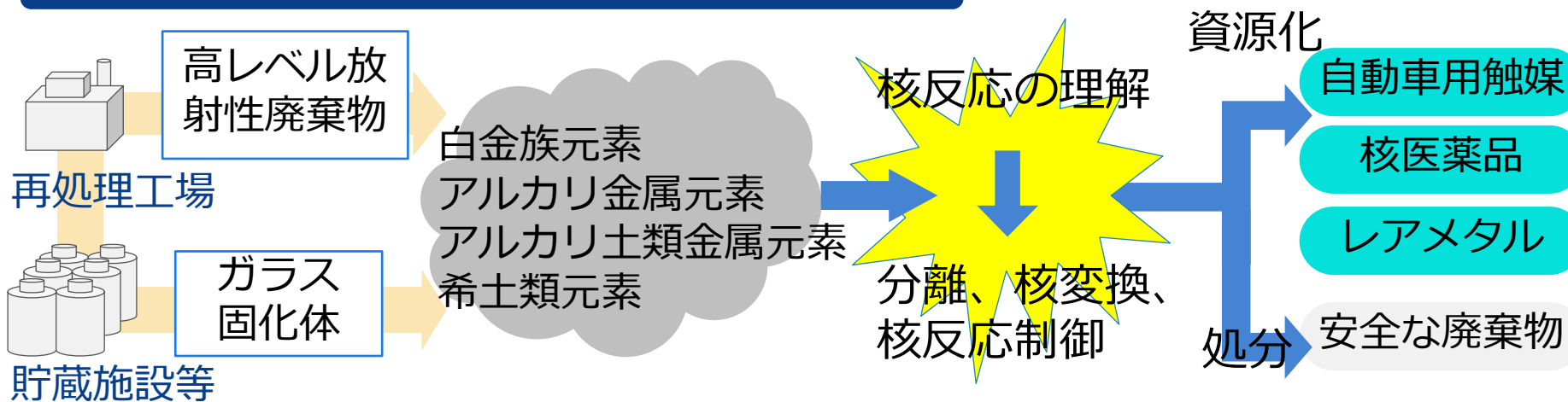
概要と背景、解決のためのアイデア

- 高レベル放射性廃棄物はガラス固化し地層処分されるが、長期間保管に不安
- 含まれる長寿命核分裂生成物(LLFP)を分離回収、短寿命核種または安定核種に核変換するために必要な技術を確立
- 後世代への負担を軽減し、回収した白金族やレアメタル等を資源として利用し、海外市場に左右されない供給源を確保

- 高レベル放射性廃棄物からの見込回収量
- 自動車用触媒、ネオジウム磁石の需要



実現したときに産業や社会に与えるインパクト



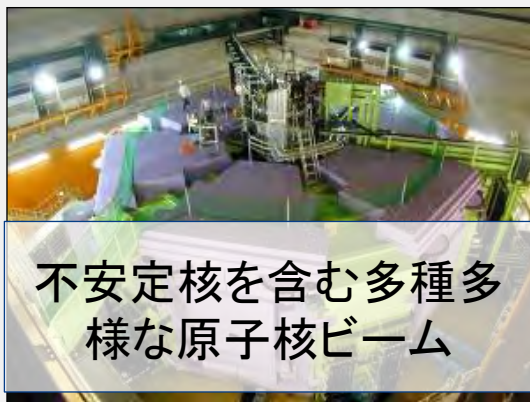
2. 成功へのシナリオと達成目標 (1)

課題と解決手段

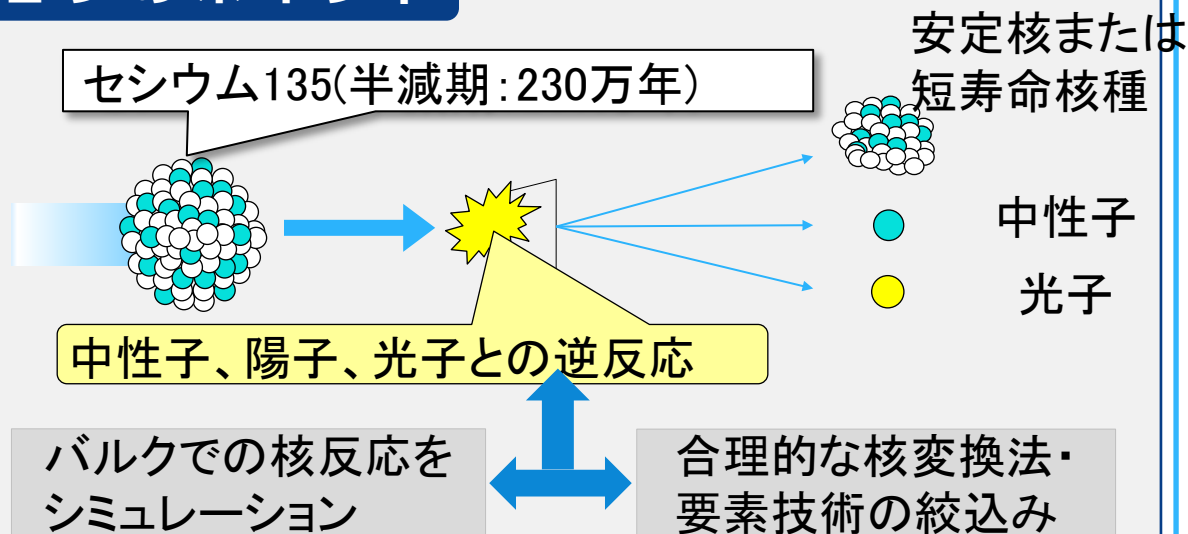
- 近年、加速器の進展により、あらゆる核反応データの取得が可能に。RIビームファクトリー等を利用してLLFPの核反応データを取得し、LLFPについて核反応断面積などの情報を得る。
- 合理的な核変換パスをシミュレーションなどを用い、工学的検討まで踏み込む。
- 高レベル放射性廃棄物からLLFP分離回収→核変換→資源化までのプロセス概念を世界に先駆けて提案する。

非連続イノベーションのポイント

RIビームファクトリー



不安定核を含む多種多様な原子核ビーム



セシウム135(半減期:230万年)

安定核または短寿命核種

中性子、陽子、光子との逆反応

中性子

光子

バルクでの核反応をシミュレーション

合理的な核変換法・要素技術の絞込み

2. 成功へのシナリオと達成目標 (2)

達成目標 (プログラム終了時の具体的アウトプット)

- 高レベル放射性廃液とガラス固化体から半減期の長い核種を取り出し、核変換により半減期の短い核種または安定核種に変換する合理的なシナリオを提示。
- 高レベル放射性廃棄物から白金族などを回収・再利用する技術の確立。
- 有意な核変換に必要な線源（加速器及びターゲット）の強度を合理的なコスト及びエネルギー収支で実現できることを明示。
- 社会実装を考慮した核変換装置、分離プロセスおよび利用スキームを一貫したプロセス概念として提案。研究進捗を踏まえ、当初計画から外した「核変換の難易度が高い核種のデータ取得」や「プラントを前提としたシステム開発」に段階的に展開。

リスク

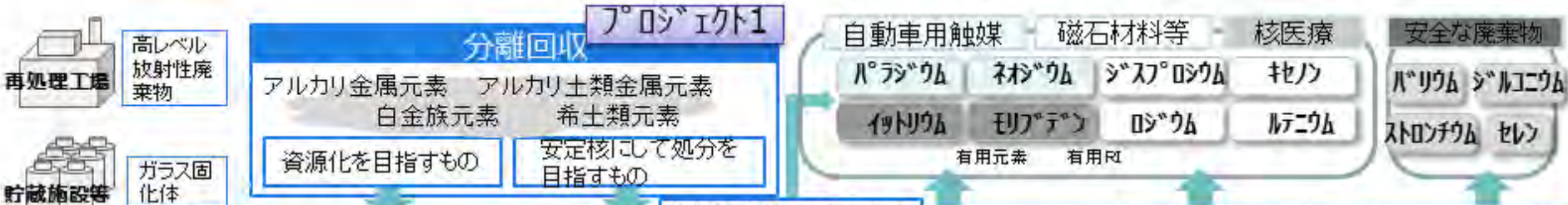
- 合理的なコスト及びエネルギー収支を実現する核変換システムに必要な加速器、標的、中性子制御技術の発見・発明なるか
- 理学的な発見・発明に基づいた社会実装を念頭にした経済性のあるプロセスを構築できるか

リスクを克服するマネジメント戦略

- 世界最先端の施設により、世界初データを取得
- バルクでの逐次効果をシミュレーション
- 核物理学と原子力工学の融合・連携し、複数企業が参画して、データ取得から実現性のある工学的に展開

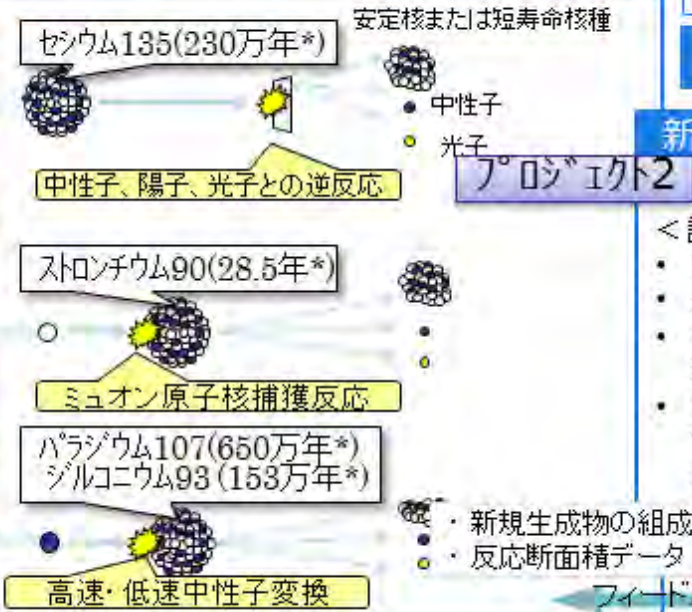
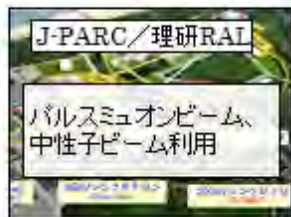
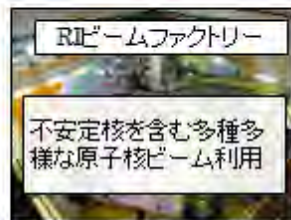
2. 成功へのシナリオと達成目標 (3)

プログラムの全体構成



核反応データ取得の例

★世界一の施設により世界初データ取得が可能に



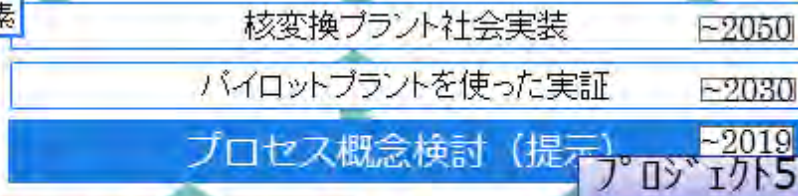
短寿命核のみを含む元素 (*半減期)

新しい核反応制御法の提案

- ＜課題の例＞
- 凝縮系核融合 (Condensed system nuclear fusion)
 - 共鳴核変換 (Resonance nuclear conversion)
 - 中性子生成のための有効な反応やシステム (Effective reactions or systems for neutron production)
 - 物理学の基本原則に基づいた全く新しい核変換法(物理的制御) (Completely new nuclear conversion method based on basic principles of physics (physical control))

核変換システム評価と要素技術開発

合理的なコスト及びエネルギー収支を実現できるLLFP専用核変換システムを検討(ビーム種、強度、エネルギー、標的性能、FP標的材など)



核反応理論モデル、シミュレーション

バルクでの核変換反応をシミュレーション (Simulation of bulk nuclear conversion reactions)

フィードバック

2. 実施体制

PM
藤田 玲子

PM補佐

実施体制のポイント

- ・戦後に分断した核物理と原子力工学が協働（異次元連携）

- ・各プロジェクトにリーダーを置き、組織横断的な研究を実施。

機関選定の考え方

- ・唯一性のある施設・ソフトウェア等に精通した機関。

- ・分離回収技術、新核反応制御は公募。

- ・マイナーアクチノイド実験施設と連携

PL：
水口・東芝

PJ 1：分離回収技術の開発

ガラス固化体溶解技術（コンペ）／高レベル廃液からのLLFP回収技術（コンペ）／偶奇分離法（理研）

PL：
下浦・東大

PJ 2：核反応データ取得&新核反応制御法

中性子ノックアウト（理研）／高速中性子核破砕（九大等）／負ミュオン捕獲反応（理研）／中性子捕獲（JAEA）／低速RIBeam（東大、理研）

PL：
仁井田・RIST

PJ 3：反応理論モデルとシミュレーション

理論による標準モデル（阪大）／構造計算による高精度化（筑波大）／核反応評価データベース（JAEA）／核反応シミュレーション（RIST）／核反応データコンパイル（北大）

PL：
櫻井・理研

PJ 4：核変換システム評価と要素技術開発（理研）

PL：
辻本・JAEA

PJ 5：プロセス概念検討

総合システム検討（JAEA）／加速器性能とターゲット、装置、プロセス（JAEA、メーカー）

最先端研究基盤の利活用・提供

RIBeamファクトリーから実験者に対し、ニーズに応じたLLFPビームを提供（理研）

※利害関係・外国機関は未指名