

核燃料サイクル関連分野に係る  
技術に関する施策・事業

評価用資料

平成27年1月26日

資源エネルギー庁電力・ガス事業部  
原子力立地・核燃料サイクル産業課  
独立行政法人日本原子力研究開発機構  
三菱マテリアル株式会社  
日本原燃株式会社

## 第一章 技術に関する施策

### 1. 施策の目的・政策的位置付け

#### 1-1 施策の目的

我が国は、資源の有効利用、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減等の観点から、使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウム等を有効利用する核燃料サイクルの推進を基本的方針としている。

例えば、プルサーマル（プルトニウムを軽水炉で利用）を進めることで、

- (1) ウラン資源を約1～2割節約することができる。
- (2) 高レベル放射性廃棄物についても直接処分する場合に比べ体積を約1/4に減らすことができる。
- (3) 高レベル放射性廃棄物の有害度が天然ウラン並になるまでの期間についても、約8千年と直接処分する場合に比べ1/10以下にすることができる。

といった効果がある。

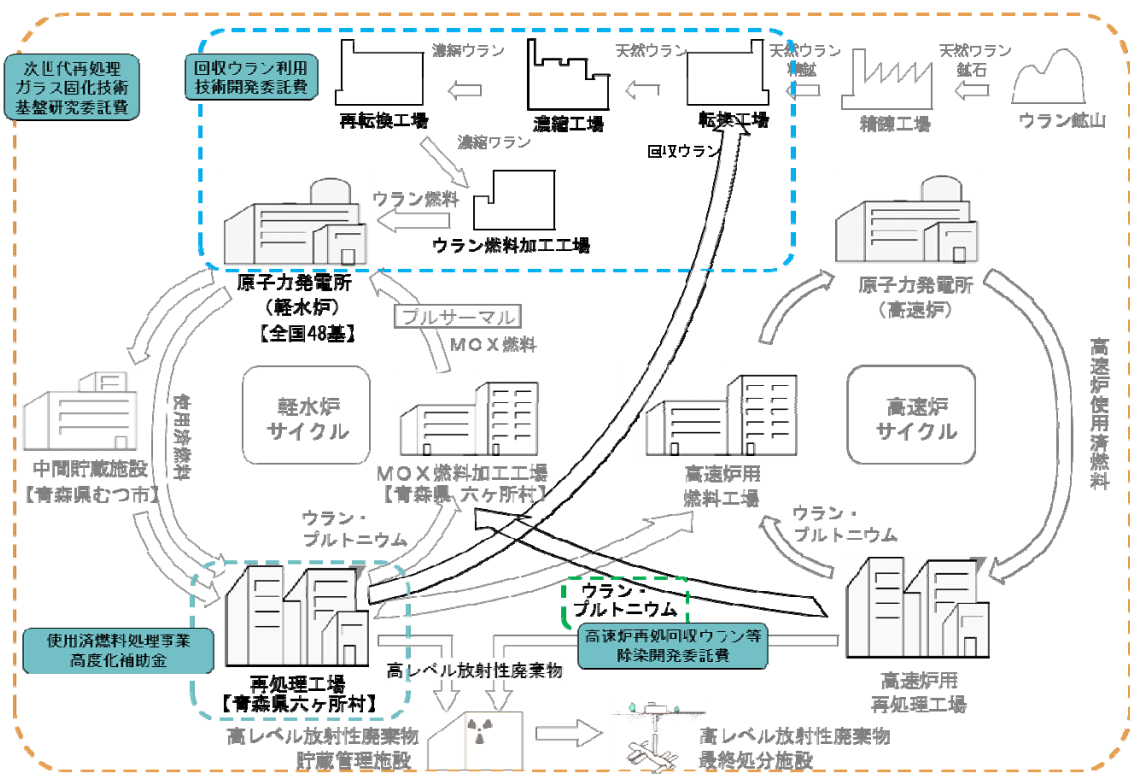
また、原子力研究開発は、技術開発から事業化まで相当な期間を要し、多額の費用を要する他、世界的な核不拡散体制等の国際的動向も踏まえた政策対応を図ることが必要であるため、民間のみに取り組みを求めることは困難であり、国が適切に技術開発の推進や事業環境の整備を図ることが必要である。

#### 軽水炉サイクルの実現

核燃料資源を合理的に達成できる限りにおいて有効に利用することにより、我が国のエネルギーの安定供給を確保する観点から、再処理施設で用いられるガラス固化技術について、新しい性状のガラス素材及びこれに対応しうる新型溶融炉の開発、六ヶ所再処理工場から回収される回収ウランの利用技術の開発及び使用済プルサーマル燃料の再処理実証に係る技術開発を実施する。

#### 高速炉サイクルの実現

高速炉導入後も、全ての軽水炉が高速炉に置き換わるまでの間、長期にわたって軽水炉と高速炉が共存する。この移行期には高速増殖炉サイクルと軽水炉サイクルで相互にウラン等を受給できることがそれぞれのサイクルの燃料バランスを保つうえで必要となる。そのため、軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの円滑な移行を念頭におきつつ、高速炉サイクルの確立において、次世代再処理工場から回収が想定されている高線量回収ウラン等の軽水炉サイクルへの供給は極めて重要であり、これら高線量回収ウラン等の軽水炉への供給を実現するために必要な研究開発を実施する。



## 1-2 政策的位置付け

核燃料サイクルに係る施策については、原子力政策大綱やエネルギー基本計画において以下のとおり記載されており、これらに基づき合理的な範囲内で核燃料サイクルの自主性を確保することを目指し、施策の取組が行われてきている。

### 原子力政策大綱（抜粋）※平成17年10月14日閣議決定

「我が国における原子力発電の推進に当たっては、経済性の確保のみならず、循環型社会の追究、エネルギー安定供給、将来における不確実性への対応能力の確保等を総合的に勘案するべきである。そこで、これら10項目の視点からの各シナリオの評価に基づいて、我が国においては、核燃料資源を合理的に達成できる限りにおいて有効に利用することを目指して、安全性、核不拡散性、環境適合性を確保するとともに、経済性にも留意しつつ、使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウム、ウラン等を有効利用することを基本の方針とする。使用済燃料の再処理は、核燃料サイクルの自主性を確実なものにする観点から、国内で行うことを原則とする。」

### エネルギー基本計画（抜粋）※平成26年4月11日閣議決定

「我が国は、資源の有効利用、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減等の観点から、使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウム等を有効利用す

る核燃料サイクルの推進を基本的方針としている。

核燃料サイクルについては、六ヶ所再処理工場の竣工遅延やもんじゅのトラブルなどが続いてきた。このような現状を真摯に受け止め、これら技術的課題やトラブルの克服など直面する問題を一つ一つ解決することが重要である。その上で、使用済燃料の処分に関する課題を解決し、将来世代のリスクや負担を軽減するためにも、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減や、資源の有効利用等に資する核燃料サイクルについて、これまでの経緯等も十分に考慮し、引き続き関係自治体や国際社会の理解を得つつ取り組むこととし、再処理やプルサーマル等を推進する。」

### 1-3 国の関与の必要性

我が国は、資源の有効利用、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減等の観点から、使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウム等を有効利用する核燃料サイクルの推進を基本的方針としている。また、原子力研究開発は、技術開発から事業化までと相当な期間を要し、多額の費用を要する他、世界的な核不拡散体制等の国際的動向も踏まえた政策対応を図ることが必要であるため、民間のみに取り組みを求めることは困難であり、国が適切に技術開発の推進や事業環境の整備を図ることが必要である。

## 2. 施策の構造及び目的実現の見通し

### 2-1 施策の構造

核燃料サイクルにかかる事業については、下表に示す通りである。また、それら事業に関し、各事業の施策としての目標との関係、進捗を整理すると共に中期的なアウトカムにおける各事業間の関連を整理したロジックモデルを図1に、及び施策で掲げられた市場について、市場を起点に課題ツリーを構築し、各事業の技術体形を当てはまる形で整理したロジックツリーを図2に示す。

事業名	実施期間	評価区分	事業概要
高速炉再処理回収ウラン等除染開発委託費	平成19～23年度	終了時評価	高速炉導入後も、全ての軽水炉が高速炉に置き換わるまでの間、長期にわたって軽水炉と高速炉が共存する。この移行期には高速増殖炉サイクルと軽水炉サイクルで相互にウラン等を供給できることがそれぞれのサイクルの燃料バランスを保つうえで必要となる。そこで、高速炉用再処理工場で回収される高線量のウラン、プルトニウム等を既存の軽水炉用燃料加工工場に取り扱うための除染技術開発を行った。
回収ウラン利用技術開発委託費	平成21～22年度	終了時評価	六ヶ所再処理工場から回収されるウランを再び軽水炉で利用するため、既存のウラン濃縮施設、再転換施設での回収ウラン取扱いへの影響や原子炉の炉心特性に与える影響等を調査した。また、高性能で安全性、経済性に優れた転換プロセス、濃縮プロセス、再転換プロセスを検討し、回収ウラン利用の技術開発の概念検討を行った。
使用済燃料再処理事業高度化補助金	平成21～25年度	終了時評価	再処理施設で用いられるガラス固化技術について、より多くの高レベル廃液を溶融可能な新しい性状のガラスを開発するとともに、これに対応する新型のガラス溶融炉を開発する。
次世代再処理ガラス固化技術基盤研究委託費	平成26年度～	事業開始年度であるため評価対象外	我が国では、原子力発電所等の操業・廃止時の除染等により発生する低レベル廃液等については、そのガラス固化技術の研究開発は手つかずの状況である(米・仏・韓ではすでに実用化済)。そのため、低レベル廃液の組成に合ったガラス固化技術の確立を目指し、低レベル廃液を中心とした様々な廃液組成に対応可能な「ガラス」及び「ガラス溶融炉の運転制御技術」に関する調査・基礎試験等を実施する。

## 2-2 得られた成果

### ①高速炉再処理回収ウラン等除染技術開発委託費に係る事業 (H19-23)

#### 【アウトプット】

複数の除染プロセス候補のうち、技術的成立性が最も高いプロセス技術として溶媒抽出法を選定し、遠心抽出機を用いて除染係数等の基礎データを取得した。

また、軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの詳細な移行シナリオを策定。さらに、再処理技術に係る知識、データ等の体系化のための手法の検討を行い、再処理工学としての枠組みを構築するとともに、再処理技術の知的所有権等の整理を実施した。

#### 【アウトプットからアウトカムへの展開】

核燃料サイクルの基本方針を踏まえた柔軟性のある第二再処理工場の検討に資する。

#### 【アウトカム】

高速炉サイクルにおいて、回収ウラン等を軽水炉に利用することにより、軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの円滑な移行が図られる。

### ②回収ウラン利用技術開発委託費に係る事業 (H21-22)

#### 【アウトプット】

- ・ 回収ウランを利用する上での前提条件
- ・ 採用可能な利用技術
- ・ 既存施設への影響

- ・ 転換プロセス概念
- ・ 転換技術を中心とした回収ウラン利用技術

#### 【アウトプットからアウトカムへの展開】

電気事業者及び日本原燃が回収ウラン利用への機動的な対応可能性を明らかにする。

#### 【アウトカム】

天然ウランの供給を海外に依存するわが国にとって回収ウランの有効活用により純国産資源としての選択肢が提供される。これにより、将来において懸念されている天然ウラン需給逼迫に対する影響の緩和が期待できる。

### ③使用済燃料再処理事業高度化補助金に係る事業（H21-25）

#### 【アウトプット】

より多くの白金族元素を含む高レベル廃液を溶融可能なガラス及び溶融炉の開発等によって、より高品質のガラス固化体を製造可能なガラス固化技術を開発。

#### 【アウトプットからアウトカムへの展開】

六ヶ所再処理工場の本格操業後に更新が計画されているガラス溶融炉および同工場のガラス固化施設の運転に反映する。

#### 【アウトカム】

六ヶ所再処理工場の安定運転により、我が国の核燃料サイクルを着実に推進し、資源の有効利用、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減等に資する。

また、白金族元素をより多く含むことができ、浸出率を低くすることができるガラス素材及び溶融炉を開発することにより、高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）発生量の低減、安全裕度の一層の向上を図ることができる。

### ④次世代再処理ガラス固化技術基盤研究委託費に係る事業（H26-）

本事業は、事業の開始が平成26年度であり、成果は今後得られる予定であることから、現時点で期待されるアウトプット、アウトカムを記す。

#### 【アウトプット】

原子力発電所等の操業・廃止時の除染等により発生する低レベル廃液の組成にあったガラス固化技術の確立を目指し、低レベル廃液を中心とした様々な廃液組成に対応可能な「ガラス」及び「ガラス溶融炉の運転制御技術」に関する調査・基礎試験等を実施し、ガラス固化技術の基盤整備を行う。

## 【アウトプットからアウトカムへの展開】

低レベル放射性廃棄物のガラス固化技術については、今後行われる国内外の原子力発電所等の操業、廃止時の除染作業等において、民間団体等が低レベル放射性廃棄物の処理方法を検討する際の1つの手法として評価することが可能となる。

## 【アウトカム】

我が国では手つかずの状況である原子力発電所等の操業・廃止の際の除染等により発生する低レベル放射性廃液に係るガラス固化技術の研究開発であると共に、既に実用化されている高レベル放射性廃液のガラス固化技術も向上することから、ガラス固化体の最終処分場面積の縮減等が見込まれる。

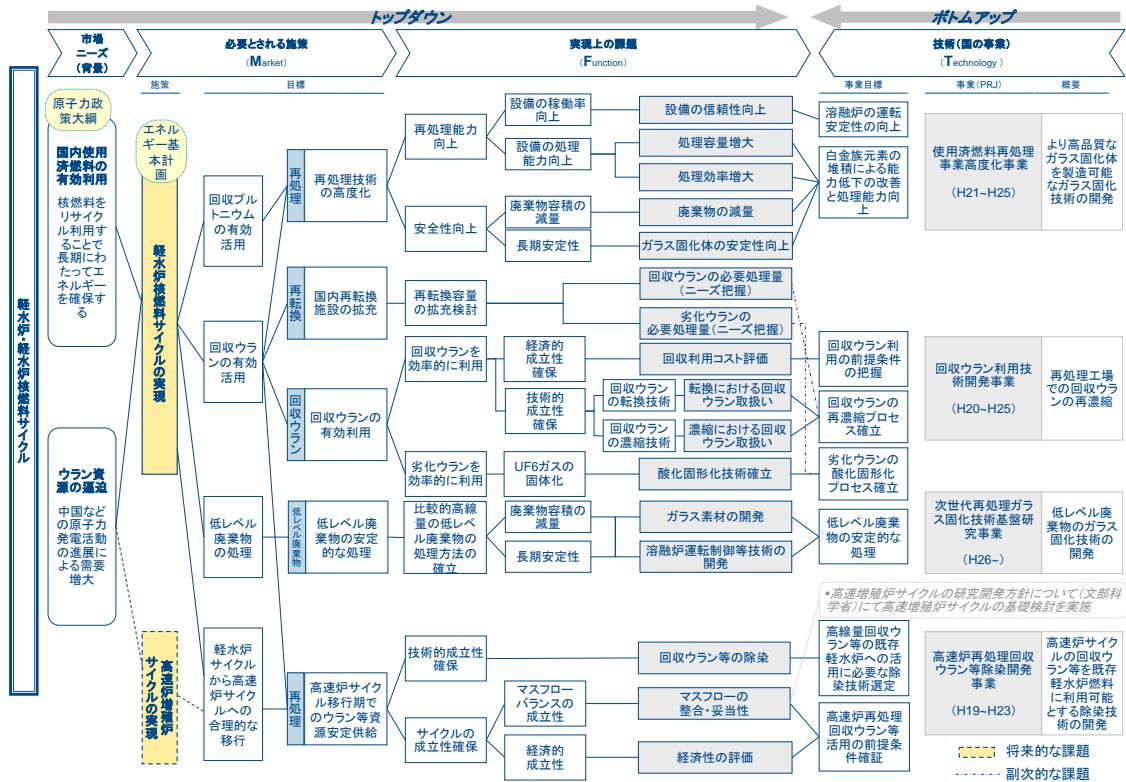


図1 ロジックモデル

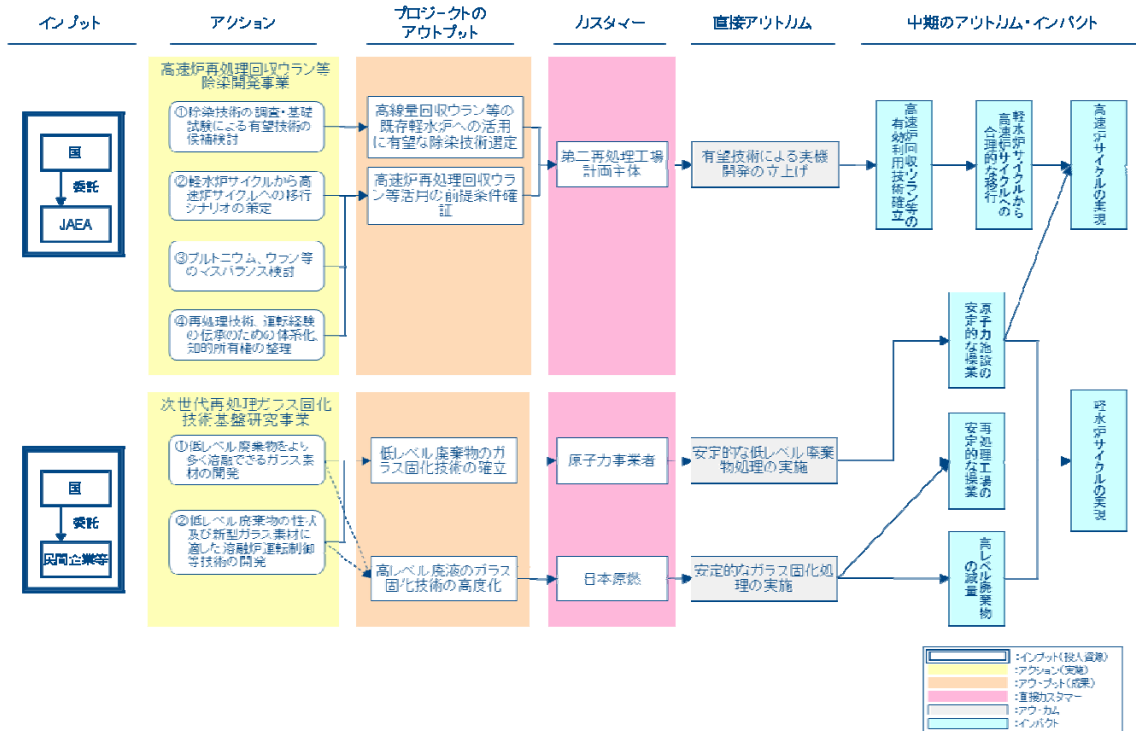
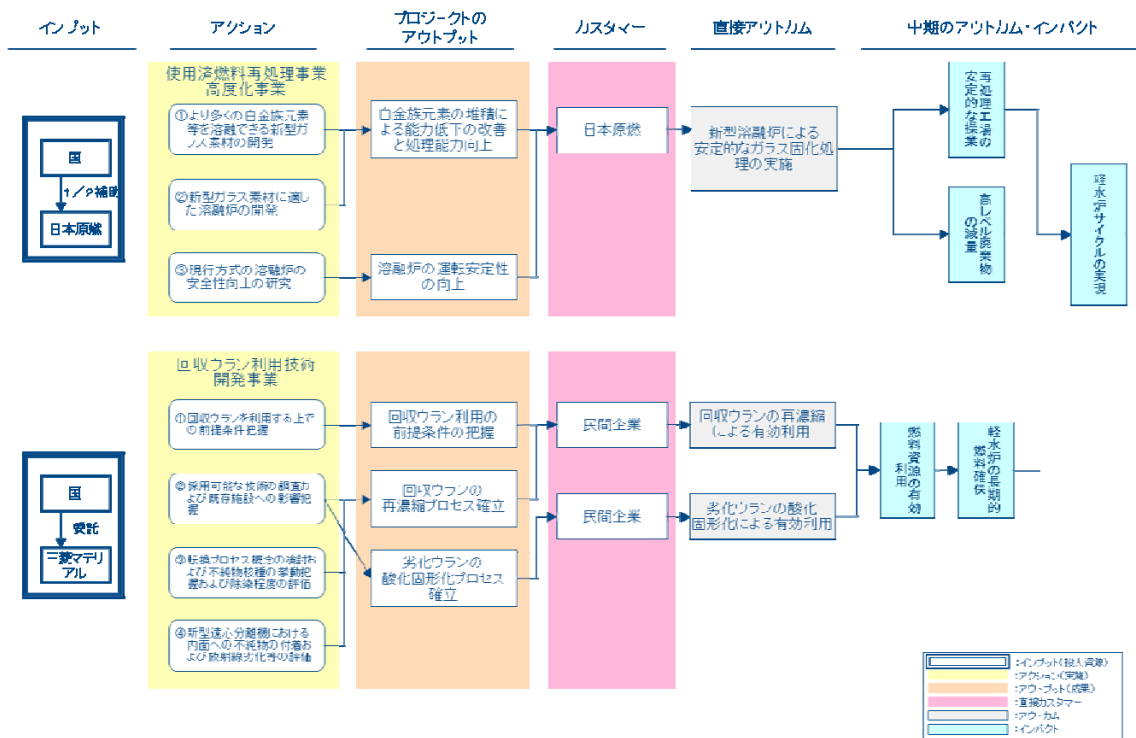


図2 ロジックツリー