

技術に関する施策・事業評価報告書概要 (平成 21 年度)

技術に関する施策

技術に関する 施策名	核燃料サイクルに係る施策
担当課	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
<u>技術に関する施策の目的・概要</u> 原子力発電については、我が国エネルギー安定供給と地球環境問題への対応の観点から、今後とも基幹電源と位置付け、原子力発電所の安定的な運転のために核燃料サイクルを含め全面的に推進していくことが必要である。原子力発電は、技術開発から事業化まで相当な期間を要し、事業実施に多額の費用を要するため、技術開発等に国が適切に関与することが必要である。 <u>軽水炉燃料サイクルの実現</u> 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、新型遠心分離機の初期導入及びその後の本格導入の推進、MOX 燃料加工施設の竣工に向けた導入技術の技術確証を通じ、持続的かつ国際的な自立性を有し、国際競争力を有する軽水炉核燃料サイクルの早期確立を図る。さらに、次世代再処理工場からの回収が想定されている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除染技術開発、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。 <u>高速増殖炉サイクルの実現</u> 2025 年頃までに実証炉及び関連サイクル施設の実現、2050 年より前の商業ベースでの導入が計画される中、軽水炉サイクルから高速増殖炉サイクルへの円滑な移行を念頭におきつつ、高速増殖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。 <u>技術に関する事業一覧</u> (A. 遠心法ウラン濃縮事業推進費補助金に係る事業) (B. MOX 燃料加工事業推進費補助金に係る事業) C. 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 (D. 使用済燃料再処理事業高度化補助金に係る事業（開始年度であり次回以降の評価とする）) (E. 回収ウラン利用技術開発委託費に係る事業（開始年度であり次回以降の評価とする）)	

技術に関する施策評価の概要

1. 施策の目的・政策的位置付けの妥当性

国際的に CO2 放出削減圧力の高まりや化石エネルギー資源争奪戦の激化が進む中、原子力発電は基幹電源として今後重要度を増す。ウランを輸入に頼る我が国では、自立的な核燃料サイクルの確立は、原子力自体を準国産エネルギー化する上で、必須の要件である。技術の困難さや核不拡散を取り巻く国際政治状況を勘案すると、基本的に民間事業ではあるものの、国策としてこれを推進する国側の支援は不可欠である。そのような状況下において本施策は、原子力政策大綱や原子力立国計画に則り、適切な目的、体制で実施されている。

なお、日本が原子力でエネルギーのバーゲニングパワーを維持し、強化していくためには、省庁間の連携をより明確にしつつ、原子力関係者以外の専門家などを積極的に議論に巻きこんでいく必要がある。

2. 施策の構造及び目的実現の見通しの妥当性

施策の構造及び目的実現見通しの妥当性については、技術的課題の抽出は適切に行われており緊急性の高い課題と、長期的課題がほぼバランスよく配置されている。

なお、一部課題については、実用化に対して適切に対策が施されており、実用化できるとの判断がされているが、課題に対する対策の妥当性は、実際の運転を通して確認を行うことが必要なものもある。例えば、事前に解析することにより、検討項目をさらに絞り込み、事業の効率化が図られる余地もあることから、十分に留意して開発を進めるべきである。また、いずれも開発計画が長期にわたるため、計画の具体化に加え、報告すべき事項の明確化、活動状況の透明化に努め十分なプロジェクトマネジメントが望まれる。

3. 総合評価

我が国のエネルギーの先行きを考慮し、核燃料サイクルに重点化した施策は重要である。施策は、原子力政策大綱や原子力立国計画に則り、適切な目的、体制で実施されている。また、技術的課題の抽出や対策についても適切に実施されており、かつ、緊急性の高い課題への支援が適時行われている。現時点において、得られた成果はほぼ妥当と思われる。

なお、原子力に係る研究開発は長期にわたるため、適切な時期にステージ・ゲートを置き、評価・検証を行うマネジメント体制の構築を図ることが必要と考える。一部の施策においては、技術的な課題に対しての目的実現性について、その見通しも含めた検証には更なる検討が必要である。また、我が国が核不拡散の精神を堅持しつつ、国際貢献ができるようになるためには、多角的に情報を収集・分析し、戦略を検討していくことも必要ではないか。欧米各国のみならず新興国の追い上げも急な中で、短期・中期・長期計画を重層的に進めることが必要と考えるが、このためには、人材を中長期的に育成しつつ、原子力という枠を外して総ての科学技術を巻き込んだオールジャパン体制が不可欠ではないか。

今後の研究開発の方向等に関する提言

核燃料サイクル分野の技術開発については、政策大綱等に基づき国として取り組むべき必要な施策

であり、今回の評価対象については、適切にそれぞれの事業が行われているものとする。しかしながら、施策毎に確認していくと、目標設定の明確性、研究開発プロセスの合理性・効率性、抽出された技術的な課題についての評価・検討、目標に対する検証等について、PDCA サイクルが十分に機能していないものも見受けられる。PDCA サイクルを意識して常に回していくことはもとより、ホールドポイントを設けて十分な検証を行った上で次に進む、といったことを開発主体自らが実施することが大切である。今後の核燃料サイクルの技術開発に向けては、国・事業者はこの点を考慮して進めることが肝要である。

加えて、プラントの詳細設計、施工、運転時においては、研究開発段階では予見できなかった種々の課題が発生すること考えられる。事業者においては、今後、プラントの詳細設計等を進めていく上で、技術開発時における技術課題はもとより、実用化に向けた課題も十分に考慮されることを期待する。

2020 年までに 90 年比で温室効果ガス 25%減の約束に向けて、その達成に努めることが求められる。すべてのエネルギー供給形態の中で、原子力は重要な我が国のエネルギー技術であり、今後のエネルギー供給計画の中でどのような定量的な目標を設定するかが緊急の課題である。また、中長期的に見ても、環境課題面、経済戦略面で、原子力は省庁を超えて常時議論が必要な最重要課題のひとつである。何よりも、オールジャパンの議論を盛んにし、エネルギー技術全般のシナリオの中で原子力全体の立ち位置を確認しながら施策を進めるべきである。

技術に関する事業

技術に関する 事業名	C. 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
上位施策名	核燃料サイクルに係る施策
担当課	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

事業の目的・概要

現在、「高速増殖炉サイクル実用化研究開発」においては、2050 年頃の商業用高速増殖炉の導入開始を目標に、プルトニウムのリサイクルを可能とする各種研究開発が進められており、その中で次世代再処理技術の候補として先進湿式法が有望視されている。

一方、商業用高速増殖炉導入後も既存の軽水炉がすべて高速増殖炉に置き換わるまで相当長い期間、軽水炉と高速増殖炉が並存することになるため、この移行期においては再処理工場で回収されたウランやプルトニウムを軽水炉へ供給することが必要になる。しかし、先進湿式法を用いた次世代再処理工場で回収されるウランやプルトニウムは高線量であり、既存の燃料加工施設では取り扱うことができないという問題がある。

そこで、本研究開発では次世代再処理技術で回収される高線量のウランやプルトニウムを既存の軽水炉燃料加工施設で取扱うことを可能とするための除染技術について調査・基礎試験等を行い、商業的に利用可能な除染技術を開発する（図 1 参照）。

また、商業用高速増殖炉の導入開始時期が 2050 年頃となる場合を基本シナリオとした上で、導入開始時期が 2050 年よりも早まる場合、遅れる場合について、原子炉を含めた核燃料サイクル全体の軽水炉サイクルから高速増殖炉サイクルへの詳細な移行シナリオを策定・検討、原子炉を含めた核燃料サイクル全体でのプルトニウムやウラン等のマテリアルバランスを整理するとともに、ここから導き出される再処理需要を満たすためのプラントイメージの検討を実施する。さらに、技術の知的所有権等に係る整理を実施するとともに、国内の再処理技術、運転経験等を次世代に引き継ぐための知識の体系化等に関する研究を実施する。

予算額等

(単位：千円)

開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体
平成 19 年度	平成 27 年度	平成 21 年度	平成 年度	日本原子力研究開発機構
H19FY 予算額	H20FY 予算額	H21FY 予算額	総予算額	総執行額
299, 250	441, 577	527, 589	1, 268, 416	1, 232, 046

目標・指標及び成果・達成度

(1) 全体目標に対する成果・達成度

個別要素技術	目標・指標		成果	達成度
	最終時点	中間時点		
(1) 除染技術の調査・開発				
①除染技術の調査		除染技術としての技術的要件を整理するとともに、有望な除染技術を選定する。	・技術的要件として除染プロセス技術に求められる除染係数等の検討、設定を行った。 ・調査、比較、評価の結果、有望な除染技術として「溶媒として TBP を、抽出器として遠心抽出器を用いる溶媒抽出法」を選定した。	達成
②溶媒抽出法による除染プロセス開発				
a. 遠心抽出システム開発	単段型遠心抽出器及び多段型遠心抽出器について、商業的に利用可能な大型遠心抽出器の基本構造を提示する（なお、本装置構造は、耐スラッジ性を考慮し、臨界安全を担保できる最大規模とする）。 上記の単段型及び多段型遠心抽出器の検討結果を踏まえ、商業的に利用可能な遠心抽出器の機種選定を試行的に行う。	試作した単段型遠心抽出器の試験機（200tHM/y 規模）についての流動性の確認	工学規模で実証した設計方法を用いて、200tHM/y 規模単段型遠心抽出器を設計、試作し、流動性確認試験を通して、ロータ部設計手法の妥当性を確認した。ハウジング部は、形状変更の必要性があることがわかった。	達成
		単段型遠心抽出器の負圧評価試験を実施し、安定運転に必要な装置内の負圧維持条件を把握	負圧維持に関しては、給排気条件のコントロールにより、抽出器内を負圧に維持可能な見通しを得た。	達成
		多段型遠心抽出器を除染プロセスに適用する場合の技術課題の整理を行うとともに	・多段型遠心抽出器の調査等の結果から、除染プロセスに適用する場合の技術	達成

		に、スラッジ流入に対応可能な多段型遠心抽出器の基本構造を検討するための試験装置を製作	課題を整理した。 ・一般産業用多段型遠心抽出器を用いた試験装置を製作し、健全に動作することを確認した。	
		スラッジ試験設備の設計	単段／多段の遠心抽出器でスラッジ試験を実施する試験設備を設計した。なお、不溶解残渣や二次生成スラッジ等を対象としたスラッジ試験ができることを念頭において設計を実施した。	達成
		流動解析シミュレーションの適用検討	実験による検証の結果、遠心抽出器の混合部及びコレクタ部のフローパターンをシミュレートすることができた。これらの結果から、遠心抽出器用に流動解析シミュレーション技術が適用可能であることがわかった。	達成
b. コプロセッシング法を用いた除染プロセス開発	処理対象溶液から U, Pu と Np を共回収するプロセスの基本フローシートの確立	フローシート検討に係る前提条件の設定	処理対象溶液組成や製品組成、廃液組成の設定を通して、フローシートの前提条件を設定した。	達成
		Pu の分配方法の違いによる特性評価を行い、フローシート概念の絞込み	シミュレーションコードを用いて、Pu の分配方法（硝酸濃度、HAN、ウラナス）の違いによる特性評価を行い、その結果から、フローシート概念の	達成

			絞込みを行った。	
c. モノアミドを用いた除染プロセス開発	事業化へ向けた研究開発段階へ移行するための判断材料となる分離プロセス基礎データの整備	フローシートシミュレーションによるU及びPuの移行挙動解析	D2EHDMPA 及び DEHBA の2種のモノアミドについて解析を行い、それぞれU回収除染及びU-Pu回収除染のフローシートを得た。	達成
		U及びPuを含む溶液を用いた予備的連続抽出試験の実施、並びにU及びPuの分離挙動の予備的評価	ミキサセトラによる連続抽出試験を実施し、U及びPuの移行挙動を把握した。	達成
		モノアミド劣化生成物及びその影響評価に関する基礎データの取得	DEHBA 及び DEHHA、並びにその分解生成物の比重や表面張力等の基礎物性データを取得した。劣化生成物の分配挙動、及び劣化生成物による硝酸、元素の抽出特性データを取得した。	達成
③フッ化物揮発法を用いた除染プロセス開発	技術調査を基にプロセスフローを構築すると共に、技術課題の抽出及び解決策の検討を行い、技術の見通しを整理する。	プロセス技術や粉末ハンドリング技術に関する調査を行うとともに、軽水炉へ供給可能なフッ化転換・高除染プロセスを検討し、ブロックフローやプロセスフローを作成し、物質収支を検討する。さらに、施設概念設計を行う上での課題抽出及び対策の検討を行う。	・ フレーム炉を中心としたフッ化物揮発工程や粉末ハンドリング技術に関して国内外の情報を調査し、プラントの実績や課題を整理した。 ・ 調査した情報や文献等を基にブロックフロー及びプロセスフローを作成した。 ・ 施設概念設計を行う上での課題抽出を行い、それぞれへの対応策を検討して整理した。	達成
(2) 軽水炉サ	・ 原子炉を含めた核	原子炉を含めた核燃	発電設備容量、FBR	達成

イクルから高速増殖炉サイクルへの移行シナリオ等検討	燃料サイクル全体の軽水炉サイクルから高速増殖炉サイクルへの移行シナリオを明らかにするとともに、移行期におけるウランやプルトニウム等のマテリアバランスを評価する。 ・移行シナリオに合致した第二再処理工場のプラントイメージを整理する。	料サイクル全体の軽水炉サイクルから高速増殖炉サイクルへの移行シナリオを明らかにする。	への移行開始年、FBRへの移行期間（FBR導入速度）等のパラメータを考慮して、複数のシナリオを比較検討するとともに、代表的な移行シナリオを明らかにした。	
		上述の核燃料サイクルを実現していく上で、軽水炉から高速増殖炉への移行期に必要な第二再処理工場のプラントイメージについて、ブロックフローレベルでの概略検討を行う。	・第二再処理工場に採用するプロセスとしてコプロセッシング法を想定した場合について、施設の共用の有無や燃料の処理パターンを考慮した概略物質収支及びブロックフローを検討・整理した。 ・これに基づき、技術的成立性、経済性、環境負荷等の観点から各スタイル間の比較評価を行い、第二再処理工場のスタイルとして、抽出工程以降を共用するスタイルが現時点では優位であるとの結果を得た。	達成
(3) 再処理工学の枠組み構築	我が国の再処理技術に関する知的所有権について調査・整理し技術汚染の可能性を評価するとともに、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調査・検討を行い、	我が国の再処理技術に関する知的所有権について調査・整理し、技術汚染の可能性を評価する。また、国内再処理技術を次世代に引き継ぐための知識の体系化に関する手法を検討する	・我が国の再処理技術に関する特許及び実用新案について調査・整理し、既存の特許等が第二再処理工場に影響を与える可能性は小さいと結論した。 ・再処理に係る知識	達成

	有用な方法を摘出する。	とともに、再処理技術への適用性を検討する。	の体系化を念頭に、一般産業界における知識の体系化事例や概念調査を行い、この調査結果も踏まえ、再処理技術に係る知識の体系化に関する手法の概念を提案した。	
--	-------------	-----------------------	---	--

(2) 目標及び計画の変更の有無

特筆すべき事項は無い。

<共通指標>

論文数	論文の被引用度数	特許等件数 (出願を含む)	特許権の実施件数	ライセンス 供与数	取得ライセンス料	国際標準への寄与
-	-	-	-	-	-	-

総合評価概要

平成 18 年 7 月に設立された「五者協議会」(文部科学省、経済産業省、電気事業連合会、(社)日本電機工業会、(独)日本原子力研究開発機構(JAEA))では、軽水炉から高速炉サイクルへの移行シナリオの検討も行われることになっているが、実際の技術開発については、その中心を担う JAEA の研究開発は、あくまで高速増殖炉サイクルに特化した計画であった。将来の高速炉サイクルへの移行に備え、その移行を円滑に進めるうえでの課題を見極め、ギャップを埋めるための準備を今から進めておくことは重要であり、本事業で埋められることになった意義は大きいと考える。また、使用済 MOX 燃料の再処理や第二再処理工場の検討を 2010 年頃から開始するという国の方針に照らし、軽水炉サイクルから高速増殖炉サイクルへの移行シナリオの検討は時宜を得た検討である。

なお、50 年を超える移行シナリオは極めて多面的であり、エネルギー受給バランス、エネルギー供給形態のグローバルな推移、外交、経済等に依存して大きく変わる。不確定性も大きく、前提条件及び除染技術として想定される要素技術の目標・指標があいまいである。技術的課題に関しては、2010 年頃から開始するとされている検討を踏まえて適宜取捨選択し、限られた研究開発資金を有効に活用していくことが望ましい。

今後の研究開発の方向等に関する提言

50 年を超える移行シナリオは極めて多面的であり、エネルギー受給バランス、エネルギー供給形態のグローバルな推移、外交、経済に依存し不確定性も大きい。(独)日本原子力研究開発機構における高速増殖炉サイクル実用化研究開発(FaCT)の進捗を確認しつつ、軽水炉と高速増殖炉の共存期における合理的なサイクルシナリオの具体化と、除染技術として想定される要素技術の目標・指標を明確にし開発に取り組むべき。

また、技術的な課題は、材料や諸技術について、原子力関係以外のところで共通の、あるいは適用可能な技術が進化しており、原子力技術以外のコミュニティとの連携や融合が課題の解決に当たっては極めて重要である。

評点結果

評点法による評点結果

(C. 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)

評 価 項 目	平 均 点	標準偏差
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.20	0.75
2. 研究開発等の目標の妥当性	1.40	0.49
3. 成果、目標の達成度の妥当性	1.60	0.49
4. 事業化、波及効果についての妥当性	1.00	0.63
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	1.00	0.63
6. 総合評価	1.20	0.40

