

「高速増殖炉サイクル実用化研究開発」中間評価結果について

平成21年8月4日

次世代原子力システム／核燃料サイクル研究開発・評価委員会

次世代原子力システム／核燃料サイクル研究開発・評価委員会（以下「評価委員会」という。）は、2008年11月21日、独立行政法人日本原子力研究開発機構から「高速増殖炉サイクル実用化研究開発」の中間評価に係る諮問を受けた。

これに対し評価委員会は、2006年度の前回評価時の指摘事項のフォローも含め「高速増殖炉サイクル実用化研究開発」の2008年度までの研究開発成果と2010年度までの研究開発計画、及びプロジェクト管理に係る対応状況等について中間評価を実施した。今回の中間評価も前回と同様に、プロジェクトレビューとして研究開発成果や開発計画に係る技術的評価を、マネジメントレビューとして研究開発実施体制やプロジェクト管理方策等の大局的評価を実施した。

その結果、研究開発全般は、プロジェクト開始時の計画に従って進められており、プラント設計に影響を及ぼす恐れのある新たな課題への対応方策の検討を含めた研究開発計画は概ね妥当と評価するとともに、大型プロジェクト遂行に際して特にマネジメントの観点で重要な指摘・提言と併せて2009年6月3日に答申した。

以　上

- ・ 添付資料1　： 次世代原子力システム／核燃料サイクル研究開発・評価委員会の審議経過と名簿
- ・ 添付資料2　： 研究開発課題の評価結果について（答申）

次世代原子力システム／核燃料サイクル研究開発評価委員会の 審議経過と名簿

1. 次世代原子力システム／核燃料サイクル研究開発・評価委員会審議経過

第1回委員会（2008年11月21日）

「高速増殖炉サイクル実用化研究開発」の中間評価に係る原子力機構からの諮問を確認し、委員会全体によるマネジメントレビュー（大局的評価）及び作業会形式によるプロジェクトレビュー（技術的評価）の評価方法を決定した。

評価方法に基づき原子力機構から課題内容の説明を受けた。

作業会形式によるプロジェクトレビュー

1) 炉システム作業会

第1回作業会（2008年12月4日）

原子力機構から中間取りまとめ内容「炉システム技術開発」についての説明を受け、検討を行った。

第2回作業会（2009年1月22日）

原子力機構から補足説明、質問への回答を受け、評価を実施した。

2) 燃料サイクルシステム作業会

第1回作業会（2008年12月22日）

原子力機構から中間取りまとめ内容「燃料サイクルシステム技術開発」についての説明を受け、検討を行った。

第2回作業会（2009年2月2日）

原子力機構から革新技术 12 課題の進捗状況整理表を提示するとともに、L/F 移行期検討方針／実証炉燃料製造技術開発方針について説明を受けた。

第3回作業会（2009年2月23日）

原子力機構から補足説明、質問への回答を受け、評価を実施した。

第2回委員会（2009年3月4日）

原子力機構から、マネジメントレビューのための課題内容の詳細説明を受け、評価を実施した。

また、作業会の審議状況の概要について説明を受けた。

第3回目委員会（2009年4月7日）

作業会主査から炉システム作業会及び燃料サイクルシステム作業会によるプロジェクトレビュー結果の総括を受けるとともに、答申書案の検討を行った。

答申（2009年6月3日）

2. 次世代原子力システム／核燃料サイクル研究開発・評価委員会名簿

(2008 年 11 月時点)

委員長	森山 裕丈	京都大学 原子炉実験所 所長
委員長代理	二ノ方 壽 ^{*1}	東京工業大学 原子炉工学研究所 教授
委員	石井 保 ^{*2}	三菱マテリアル（株）原子力顧問
(五十音順)	井上 正 ^{*2}	電力中央研究所 首席研究員
	大熊 和彦	東京工業大学 統合研究院 イノベーションシステム研究センター 特任教授
	芝 剛史	ウィングパートナーズ（株）代表取締役
	東嶋 和子	科学ジャーナリスト
	戸田 三朗 ^{*1}	東北放射線科学センター 理事
	中村 裕行	日本原燃（株）再処理事業部再処理計画部長
	藤井 靖彦	東京工業大学 原子炉工学研究所 教授
	堀池 寛 ^{*1}	大阪大学大学院 工学研究科 教授
	松井 恒雄	名古屋大学 エコトピア科学研究所長・教授
	松本 史朗 ^{*2}	独立行政法人 原子力安全基盤機構 技術顧問
	八木 秀樹 ^{*1}	東京電力（株）原子力設備管理部 原子炉安全技術グループ 課長

(炉システム作業会)

上記*1の委員のほか、外部有識者として稲垣 達敏氏（元日本原子力発電株式会社 研究開発室 主席研究員）、前田 清彦氏（株式会社 NESI 営業企画本部 副本部長）にプロジェクトレビューを頂いた。

また、三菱 FBR システムズ（株）の神島吉郎プラント設計部長には、高速増殖炉開発の中核企業の立場からオブザーバとして出席頂いた。

(燃料サイクルシステム作業会)

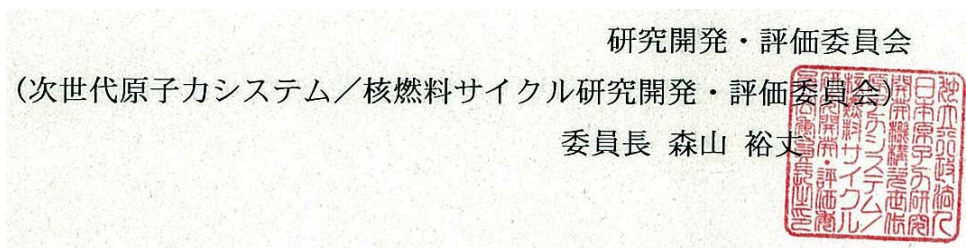
上記*2の委員のほか、外部有識者として山村 修氏（原子力安全委員会事務局 規制調査課 技術参与）、木村 雅彦氏（株式会社神戸製鋼所 機械エンジニアリングカンパニー顧問）、榎田 洋一氏（名古屋大学 エコトピア科学研究所・教授）、三島 毅（日本原燃株式会社 燃料製造事業準備室 部長）にプロジェクトレビューを頂いた。

以 上

平成21年6月3日

独立行政法人 日本原子力研究開発機構

理事長 岡崎 俊雄 殿



研究開発課題の評価結果について（答申）

当委員会に諮問〔20原機（次）037〕のあった下記の研究開発課題の中間評価について、その評価結果を別紙のとおり答申します。

記

研究開発課題「高速増殖炉サイクル実用化研究開発」

以上

次世代原子力システム／核燃料サイクル研究開発・評価委員会報告書
「高速増殖炉サイクル実用化研究開発」の評価結果（中間評価）
（答申書）

当研究開発・評価委員会は、「高速増殖炉サイクル実用化研究開発（FaCT プロジェクト）」の開始時（2006 年度）において、革新技術の採否判断が行われる 2010 年度までの研究開発計画と研究開発実施体制等について確認するとともに、研究開発を進めるに当たっては、判断基準の具体化・定量化及び優先度の明確化、並びに研究開発体制の継続的検討、経営資源の継続的確保努力等を行うべきと指摘した（2007 年 5 月 18 日答申）。

FaCT プロジェクトのような実施期間が長期にわたる研究開発については、定期的に情勢の変化や進捗状況を把握し、計画変更の要否の確認等を行うことが必要との認識の下、前回評価時の指摘事項のフォローも含め 2008 年度までの研究開発成果と 2010 年度までの研究開発計画、及びプロジェクト管理に係る対応状況等について中間評価を実施した。今回の中間評価も前回と同様に、プロジェクトレビューとして研究開発成果や開発計画に係る技術的評価を、マネジメントレビューとして研究開発実施体制やプロジェクト管理方策等の大局的評価を実施した。

評価結果を総括すると以下の通りである。

これまでのところ、研究開発全般は、前回評価の指摘事項を踏まえ、概ねプロジェクト開始時の計画に従って進められている。研究開発の進展に伴い、一部の革新技術においてプラント設計に影響を及ぼす恐れのある新たな課題も見いだされてきているが、これらの課題に対しては、適宜対応方策を検討しながら研究開発が進められている。2010 年に予定されている革新技術の採否判断に向けて、新たな課題への対応方策の検討は必要であり、この検討を含めた研究開発計画は概ね妥当と評価する。

ただし、実用化に向け工学的に技術の成立性を見極めていく大型プロジェクト本来の困難さから、マネジメントの面で多くの改善すべき点が存在するのも事実であり、今後のプロジェクト遂行にあたり、いくつかの重要なポイントを指摘しておく。

前述のプラント設計に影響を及ぼす恐れのある課題については、その対応がプロジェクトの成否を決することになるので、今後とも、状況に応じた注意深い対応が必要である。また、2010 年の判断において、いくつかの革新技術が採用できず、代替技術を採用することも想定されるので、その場合でもプラントとして総合的にバランスのとれたものとし、かつ開発目標を達成することが不可欠である。

実用化を目指した FaCT プロジェクトにおいては、各革新技術について、工学的な成立性を判断するに足る十分なデータベースを揃える必要がある。また、設計成立性の判断は、基盤的な知見に裏打ちされたものである必要がある。このような観点に立ち、引き続き適切なマネジメントが行われることが重要である。

第二再処理工場に関する議論が 2010 年頃から開始されることを踏まえ、その予備的な調査・検討に着手されたという、昨今の外部情勢の変化を勘案し、硬直的にプロジェクトを進めるのではなく、関係者の合意の下、必要に応じ計画を変更することも考えるべきである。「高速増殖炉サイクル実証プロセスへの円滑移行に関する五者協議会」等とも連携を図り研究開発が進められることを期待する。

プロジェクト管理については、多くの改善すべき点が見受けられた。このため、今後の修正の方向性や具体的な方策について提言を示すこととした。本評価委員会の提言を受け、また、昨今原子力機構のマネジメントに対して外部から出されている指摘事項にも真摯に耳を傾け、今後、継続的に改善が図られていくことが望まれる。その際、目標を明確に設定して改善を図っていくことが重要である。

プロジェクトレビューとマネジメントレビューの結果をそれぞれ次ページ以降に示す。

I. プロジェクトレビュー

A. 炉システム

炉システムについては、以下に示す 13 課題の革新技术の研究開発と、革新技术の成果を反映、統合したプラント設計研究が進められている。これらについて、2008 年までの研究開発成果及び 2009 年以降（2010 年まで）の計画及び進め方についての評価を実施した。

- ① 配管短縮のための高クロム鋼の開発
- ② システム簡素化のための冷却系の 2 ループ化
- ③ 1 次冷却系簡素化のためのポンプ組込型中間熱交換器開発
- ④ 原子炉容器のコンパクト化
- ⑤ システム簡素化のための燃料取扱系の開発
- ⑥ 物量削減と工期短縮のための格納容器の S C 造化
- ⑦ 高燃焼度化に対応した炉心燃料の開発
- ⑧ 配管 2 重化によるナトリウム漏洩対策と技術開発
- ⑨ 直管 2 重伝熱管蒸気発生器の開発
- ⑩ 保守・補修性を考慮したプラント設計と技術開発
- ⑪ 受動的炉停止と自然循環による炉心冷却
- ⑫ 炉心損傷時の再臨界回避技術
- ⑬ 大型炉の炉心耐震技術

2008 年までについては、上記①～⑬に示す革新技术の研究開発は全般的に計画通りに進捗しているが、一方で革新技术の新たな課題が存在していることも明らかになってきた。これらの課題については、既に、解決のための方策や、革新技术の採用が困難と判断された場合に備えた代替技術についても、検討されている。このような研究開発の進め方や成果は妥当であり、実証炉・実用炉の概念設計を計画通りに進める上で重要なことである。今後はこれまでの成果や検討に基づき研究開発計画を修正していくことで、2010 年における革新技术の採否判断は可能であると考える。

1. 2008 年までの研究開発成果

(1) 各革新技術の進捗状況

2006 年から FaCT プロジェクトの研究開発を進めたことにより、前述の 13 の革新技術のうち、①配管短縮のための高クロム鋼の開発、④原子炉容器のコンパクト化、及び⑨直管 2 重伝熱管蒸気発生器の開発について課題の存在が明らかになってきた。それぞれの革新技術における課題の具体的な内容を以下に示す。

①配管短縮のための高クロム鋼の開発

- ・ 大口径シームレス配管の製造
- ・ 改良 9Cr 鋼配管の溶接継ぎ手部での TYPE-IV き裂発生懸念

④原子炉容器のコンパクト化

- ・ 316FR 製大型リング鍛造品の製造
- ・ 耐震条件の見直しに伴うプラント設計への影響

（上記 2 点に伴い、炉容器の板厚や溶接箇所を変更した場合の構造健全性への影響や、炉壁冷却方式の変更によるコンパクト構造への影響）

⑨直管 2 重伝熱管蒸気発生器の開発

- ・ 管板用極厚鍛鋼品と長尺密着 2 重伝熱管の製造
- ・ 管板の熱過渡構造健全性

これらの課題については、プラント設計に影響する可能性があることから、その解決の方針を定め、鋼材メーカーとの議論や設計検討などを行っている。課題への対応としては、現状設備で製作見通しを得るための検討、新たな製造設備への投資規模の見積もり、評価手法・評価基準の高度化や合理化、及び評価のための材料データの充足方法の検討などであり、既にこれに基づいた開発にも着手している。さらに、2010 年の判断において革新技術の採用が困難となった場合に備えて、代替技術の検討も併せて実施している。この様に課題に対しては対策を進めており、上記以外の革新技術の研究開発は計画通りに進捗していることから、2008 年までの研究開発の進め方と成果は妥当であると考ええる。

(2) 各革新技术に共通の事項

FaCT プロジェクトを3年間進めてきたことにより、革新技术の抱える課題が抽出されたが、これにより設計検討へ反映すべき事項や革新技术の開発の中で対応すべき事項が明確になってきたことは成果の一つであると考ええる。

2、2009 年以降（2010 年まで）の計画及び進め方

(1) 各革新技术の開発計画

主要構造物の製作に関して、既述のように原子力機構としても対応策を明らかにしているところではあるが、委員会としても同様の視点から留意点を示す。

①配管短縮のための高クロム鋼の開発及び⑨直管2重管蒸気発生器の開発

製作技術と密接に関係している革新技术である。鋼材メーカーの製造設備規模の観点から実現可能となるようにメーカー等ともよく調整し、目標を達成するために策定した対応策を着実に実施していくことが必要である。

④原子炉容器のコンパクト化

316FR 鋼の大型リング鍛造品の製造の可否は、その成立性を左右するものであることからできるだけ早期に見通しを示すことが必要である。リング鍛造品が製造できない場合に備えて、炉容器概念の設計変更も具体化しておかなければならない。

また、⑨直管2重伝熱管蒸気発生器の開発、⑩保守・補修性を考慮したプラント設計と技術開発、及び⑫炉心損傷時の再臨界回避技術の革新技术については今後以下の観点到留意して研究開発を進めていくことを期待する。

⑨直管2重伝熱管蒸気発生器の開発

SG 伝熱管からの水漏洩検出は、事象拡大防止の上で非常に重要であり、高速で高感度の計測を目指した研究を今後とも継続すること。

⑩保守・補修性を考慮したプラント設計と技術開発

検査精度の目標については、設計との整合性を図りつつ、合理的に柔軟に設定していくこと。

⑫炉心損傷時の再臨界回避技術

仮想的な炉心損傷事故時の再臨界を回避する炉心の考え方とその実証、及び、その後の事故影響を確実に原子炉容器内に留めること（原子炉容器内終息）は、合理的な格納施設を実現する上でのキーであり、プラントシステムのコスト低減へ大きな貢献をする。よって、再臨界回避を構成する各要素技術開発と技術の実証を継続して行うこと。

なお、「⑦高燃焼度化に対応した炉心燃料の開発」については、これまで計画通りに進捗して所定の成果は得られており、技術的な課題が存在しているわけではないが、「常陽」の停止により照射試験の着手が遅れる。このため「常陽」の再起動スケジュールが明確になった時点で照射データ取得スケジュールを検討し、実機適用への影響について検討・整理することとしている。「常陽」が再起動すれば所定のデータは得られると考えられるが、予想しない不慮のトラブル発生はもとより、再起動の遅れにより、今後の試験計画への影響が懸念されることから、予定通りの再起動が望まれる。

(2) 各革新技術に共通の事項

実用炉・実証炉の設計概念に影響する可能性がある課題については、対応方針が検討されている。これらの対応策に基づいて研究開発計画を一部見直していくことで、2010年に革新技術の採否判断を行うことは可能であると考えられる。

革新技術の幾つかについては、例えば、35m長の蒸気発生器伝熱管に対して15m長の試作で製作性の見通しを得るなど、現状の成果情報に基づく外挿評価により採否判断する必要が生じることも想定されるが、この外挿評価の妥当性をチェックする基準を明確にしておかなければならない。

また、これまで革新技術を補うための代替技術の検討も行われているが、より確実な代替技術の検討も進めて、2010年の革新技術の採否判断に対処できるようにしておくことが必要である。本案と代替案は、安全性、構造成立性、経済性、開発コスト、開発リスクなどの観点でメリット、デメリットを定量化し、判断することになる。

以上に基づくことにより、2010年以降では革新技術と、必要な場合にはその代替

技術を用いて実証炉・実用炉の研究開発を進めることが期待される。

耐震検討条件の変更による原子炉容器の板厚増加、炉上部構造(UIS)下部の高サイクル熱疲労対策のための制御棒上部案内管構造変更等の炉内流動適正化、及び熱過渡応力緩和のためのSG管板構造の見直しなどの設計変更が行われている。この様に変更を行ったケースについてはその理由となった事象だけでなく、変更が他に及ぼすと考えられる影響についてあらゆる視点から評価し、新たな課題が生じないことを確認しておく必要がある。変更した結果についても、適切に技術開発計画に反映することが重要である。

革新技術の採否判断を行った後、2011年からはプラントの概念設計が本格化されるが、これに先だって熱流動や安全などにおける設計・評価手法の充実・高度化にも着手しておくべきである。これらの設計・評価手法の充実・高度化に不可欠である解析コードの開発・整備における留意点を以下に述べる。

- ・ 安全設計・評価に用いる解析コードの開発検証は重要であり、適用対象に応じて求められる解析精度、及び現象の適切なモデリングを考慮したコードシステムとして完成させていくことが求められる。
- ・ 流力振動や流動に関する試験実施(ハード分野)に当たっては、数値シミュレーションによる実験の最適化、コード検証に必要なデータの取得、流れのモデル化に必要な情報の取得など、より研究現場(ソフト分野)との密接な連携を行い、実験によりモデルの妥当性が確認されていることが必要である。
- ・ 機器の形状最適化や熱流動評価における数値シミュレーションを設計手法に活用する方向性の確立、設計に採用されるために必要なシミュレーションの品質保証、及び長期的継続的な研究実施体制を確実なものにしておくべきである。

B. 燃料サイクルシステム

燃料サイクルについては、以下の先進湿式法再処理に係わる 6 課題、簡素化ペレット法燃料製造に係わる 6 課題、合わせて 12 課題の革新技术の開発及びプラントの設計研究が進められている。これらについて、2008 年までの研究開発成果及び 2009 年以降（2010 年まで）の計画及び進め方についての評価を実施した。

（先進湿式法再処理）

- ① 解体・せん断技術の開発
- ② 高効率溶解技術の開発
- ③ 晶析技術による効率的ウラン回収システムの開発
- ④ ウラン、プルトニウム、ネプツニウム一括回収する高効率抽出システムの開発
- ⑤ 抽出クロマト法によるマイナーアクチニド回収技術の開発
- ⑥ 廃棄物低減化（廃液 2 極化）技術の開発

（簡素化ペレット法燃料製造）

- ⑦ 脱硝・転換・造粒一元処理技術の開発
- ⑧ ダイ潤滑成型技術の開発
- ⑨ 焼結・O/M比調整技術の開発
- ⑩ 燃料基礎物性研究
- ⑪ セル内遠隔設備開発
- ⑫ TRU燃料取扱い技術

2008 年までのところ、上記①～⑫に示す革新技术の研究開発は概ね計画通りに進められてきたといえる。その過程において、新たな技術的課題が幾つか明らかになっており、2010 年までにこれらの課題を克服するためには集中的な取り組みがなされているものと判断される。

FaCT プロジェクト開始当初の計画は 2010 年の革新技术の採否判断のためには必要なものであり、今後も予定された試験データを取得出来るよう着実に進める必要があるが、一方で、環境変化に伴う社会のニーズの変化に適切に対応できる柔軟性・適応性も必要である。特に、FBR 実証炉計画における燃料製造技術の早期確立に向けたシ

ナリオ検討や、軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの移行期に向けた具体的検討が急がれる。

1. 2008 年までの研究開発成果

(1) 各革新技术開発の進捗状況

再処理技術開発の①～⑥の革新技术の開発について、これまでのところ当初計画に従った研究開発が進められてきている。その過程において、特に新規性の高い技術である、③晶析技術による効率的ウラン回収システムの開発、⑤抽出クロマト法によるマイナーアクチニド回収技術の開発については、プロセス開発上の課題が見いだされた。したがって、今後はこれらの課題克服のために適切な計画の調整が必要である。

③晶析技術による効率的ウラン回収システムの開発

- ・ FaCTプロジェクト開始以降にCPFで実施された基礎試験の結果、FPに対する除染係数が目標値を下回っている例が複数存在する。しかし、最近実施された試験結果から除染係数を改善するプロセス条件が見つかる可能性が示唆されており、それに基づく解決方針を有していることは評価できる。

⑤抽出クロマト法によるマイナーアクチニド回収技術の開発

- ・ 抽出クロマト法を実用施設に適用するにあたっての採否判断基準としては、プロセス成立上の基準と、工業規模機器成立性上の基準が考えられる。2010年までにこれら両方の成立性を示す必要があることからプロセス開発と機器開発を並行して進めていくという原子力機構の考え方については理解できる点があるものの、新規性が高い本技術の技術開発の方法としてはプロセス開発の優先度がより高いと判断する。

燃料製造技術開発の⑦～⑫の革新技术開発については、簡素化ペレット法のPu富化度調整から焼結・O/M調整までを一貫して試験する小規模MOX試験設備の整備が進められ、2008年度末から2009年度末までに完了する。量産設備開発としてウラン試験、模擬試料試験、コールドモックアップ試験が進捗している。今後の試験データ等の取得等、着実な進捗を期待したい。また、当初計画に加えFBR実証炉計画における燃料製造技術の早期確立に向けた取組みとして、プルトニウ

ム第三開発室のFBR燃料製造ラインを利用した技術開発試験に既に着手した点は妥当である。それに伴い、優先順位を考慮した開発計画を展開するとしているが、今後の進捗管理で以下の点に留意する必要がある。

⑦脱硝・転換・造粒一元処理技術の開発、⑧ダイ潤滑成型技術の開発及び⑨焼結・O/M調整技術の開発

- ・ 優先順位に考慮した開発を行い2010年の採否判断材料を多角化するとしているが、必要な試験データを入手すべく技術開発を加速する必要がある。

なお、再処理及び燃料製造の技術開発で革新技術毎に設定されている採用に係わる成果目標については、一部の設定根拠に曖昧さが見られるものの、実用化の第一段階として2010年に提示する成果目標としては概ね妥当と言える。今後も、研究開発の進捗によって新たに得られた知見や異なる視点からの考察を取り入れて継続的に目標の具体化に取り組み、より包括的、論理的、定量的なものとするよう望まれる。

（２）各革新技術に共通の事項

研究開発の手段やアプローチ

プロセス開発と機器開発は合理的な連携をとりつつ進めるという基本的アプローチが採られているが、これは妥当な考え方である。そのアプローチを進めるにあたって重要なのは、プロセス開発上の成立性や他の技術オプションに対する総合的優位性の確認であり、プロセス開発の進捗度に合わせた機器開発やプロセスシステムの構築への展開はその確認の上で進められるべきものと思われる。

FBR実証炉計画の進展に対応して、現在開発を進めている低除染簡素化ペレット法をFBR実証炉燃料製造技術へ適用していく際の課題解決に向けた集中的な検討がなされており、現実的な対応の考え方が早急に提示されることが期待できる。

2. 2009 年以降（2010 年まで）の計画及び進め方

（１）各革新技術の開発計画

前述の①～⑫の革新技術について、提示された開発計画は概ね妥当であるが、以

下の点に留意して進める必要がある。今後これらに対する具体的考え方を明確化していくことが望まれる。

①解体・せん断技術の開発

- ・ 成果目標の内、「短尺せん断」における粉化率目標値について、後工程での粉体の取扱いにも配慮した検討を行うこと。

③晶析技術による効率的ウラン回収システムの開発、及び、④ウラン、プルトニウム、ネプツニウム一括回収する高効率抽出システムの開発

- ・ 成果目標の除染係数目標値について、設定根拠の更なる具体化をはかること。
- ・ プロセス開発、機器開発、プロセスシステムの構築をバランス良く進め、研究開発の後戻りが無いようにする必要がある。今後も、プロセス開発上の成立性に立脚し、プロセス開発の進捗度に合わせて機器開発やプロセスシステムの構築を進めていくアプローチとすることが重要である。

⑤抽出クロマト法によるマイナーアクチニド回収技術の開発

- ・ 担体の基礎特性なども視野に入れたプロセス開発を重点的に進めて、プロセス開発上の成立性の可否を判断すること。

⑦脱硝・転換・造粒一元処理技術の開発

- ・ 再処理と燃料製造間の原料及びリワーク品の受け渡しについて、プラントの裕度・操業性の観点からの検討を行うこと。

⑨焼結・O/M調整技術の開発

- ・ 2010年の採否判断に際し十分な根拠を提示すること。特に、O/M調整は、収率データが十分揃わない場合は採否判断時期を見直すなどの柔軟な対応を図ること。

(2) 各革新技術に共通の事項

研究開発の手段やアプローチ

研究開発にあたっては、原子力機構に技術的知見が着実に蓄積されるような進め方とすると共に、将来の技術移転を視野に入れた長期的な開発戦略を構築することが必要である。

FaCTプロジェクトで実用化を目指すFBRサイクルシステムは、軽水炉サイクルから

高速炉サイクルへの移行期に段階的に導入されることが考えられる。FaCTプロジェクトを進めるに際しては、導入時期を勘案しながら研究開発の取り組みを調整し、社会のニーズに応じていく姿勢が望まれる。

このため、MAリサイクルと低除染化概念の技術展開については、今後具体化されていく軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの移行期検討や実証炉燃料製造技術開発計画と整合を採りつつ、現実的な計画を早急に詰めていくことが求められている。

なお、その中であって、簡素化ペレット法のFBR実証炉燃料製造への適用のための研究開発は加速する必要がある。

革新技术成果の設計研究への集約

中間取りまとめ以降2010年までは実用施設を対象とした設計研究を重点的に進める計画となっており、その考え方は概ね妥当である。ただし、以下の点に留意して進めること。

- エンジニアリングの観点から何が必要とされる重要なデータかを検討して研究開発を進めることが重要である。
- プラントの操業性（施設の裕度を考慮した工程間のバッファやリワークの考え方）、保守設計方針の明確化（遠隔保守採用範囲の同定等）や具体的な核不拡散性の検討などを進めることが望まれる。
- 既存の技術を発展・応用させた革新技术については、東海再処理工場やPu燃料製造センターなどの先行施設で培われた技術的知見や研究開発経験を継承して有効活用することが望まれる。

Ⅱ. マネジメントレビュー

プロジェクトの管理面について、前回の中間評価（平成 18 年度実施）における指摘（組織・体制の継続的検討、経営資源の確保努力、人材育成・技術継承の検討）への対応状況の確認を含め、「組織体制」、「PDCA」、「要員」、「予算」、「人材育成」等の観点で評価を実施した。

その結果、前回評価の指摘事項への対応を図るなど、プロジェクト管理の面で一定の努力がなされていると認められた。

特に、今回の原子力機構からの説明では、プロジェクト管理に係わるそれぞれの項目毎に、プロジェクト開始時の考え方、期中での改善事項、並びに、自己評価（良好点及び現状の課題と今後の改善方向）が示され、自ら反省を加えながら進めようとしている点は評価できる。

しかし、FBR サイクルの実用化に向けた大型プロジェクトを遂行するという点では、多くの改善すべき点も見受けられ、評価委員会では、様々な視点からの意見が出された。本答申書ではこれらを指摘すると共に、今後の修正の方向性や具体的な方策について提言を行った。本評価委員会の指摘や提言を受け、また、昨今原子力機構のマネジメントに対して外部から出されている指摘事項にも真摯に耳を傾け、今後、継続的に改善が図られていることが望まれる。その際、目標を明確に設定して改善を図っていくことが重要である。

以下、個別の評価結果を記す。

1. 組織体制

国内の組織体制については、五者協議会をはじめとする検討体制が構築され、着実にロードマップに沿って進行している。

今後はこの体制を機能させることが焦点となるため、その機能化環境・基盤や関係主体のインセンティブのあり方などを明らかにしつつ、体制の機能水準などに係る目標とモニタリングのあり方を提示し、自己評価する体制に進んでいくことが望まれる。

また、機構内についていえば、全体を強力に統率できるプロジェクト・マネジメント体制を構築すべきであり、構成組織の権限と責任を明確にした上で、その体制の中

心ともなるべき副部門長、研究開発推進室の役割が重要となることから、それらの機能強化を図ることが必要である。既に着手され始めているが、各種会議体の位置付けや役割を見直し、より連携性・機動性を高めるために再整理して運営することが急務である。

組織体制を再編した場合に忘れてならないことは、それによってどれだけの成果と課題が生まれてきたかを自らが追跡評価し、さらに改善する仕組みと姿勢をもつことである。

2. PDCA と意志決定

PDCA サイクルについては FaCT プロジェクト開始時より注意深く導入されており、プロジェクトの遂行にあたって、経営トップから現場まで繰り返し PDCA を廻す中で問題意識が生まれ、例えば炉システムについては重要な技術判断を伴う意志決定のための会議体プロセスを期中に改善したり、他部門の専門家の助言を適切に反映させるためのアドバイザリー会議を設置するなど、研究開発に対する組織的管理の仕組みが根付いてきていることが確認された。これは、PDCA サイクルが有効に機能している一面として評価に値する。

PDCA サイクルをより一層確実に廻していくための前提として、計画とその目標を構成員全員が等しく理解することが極めて重要であり、その PDCA サイクルによるモニタリングと見直し、プロジェクトの達成、ひいては経営の向上につながることを認識するよう浸透に努めるべきである。外部要因によってこれら計画や目標が変更となった場合でも変更内容を迅速に徹底して PDCA サイクルの再構築をすることが欠かせない。なお、PDCA サイクルでは、研究開発の成果を実体的に創出する「Do」パートに焦点をあて、この「Do」パートのモチベーションを高める PDCA サイクルとなるべきである。

炉システムについて重要な技術判断を伴う意志決定のための会議体プロセスが期中に改善されたことなど、これまでに学んだことを燃料サイクルを含めた全体のマネジメントに効率よく反映することが必要となってくる。

さらに意志決定の妥当性と正当性を確保するには、その過程と責任の所在の明示が

重要であることから、実施責任・評価責任・評価結果の反映責任といった各主体の分離・明確化を図ることが求められる。とくに 2010 年の革新技术の採否判断においては、意志決定に関連した合理性判断情報が特に重要になると思われ、業務品質確保の観点からも透明性の高い意志決定プロセスの構築を行うことが不可欠である。また、今後の課題としても認識されている決定事項の管理不足に対応するため、決定事項の有形化と関連部署への整合的な徹底により適切な進捗管理が可能となるよう進めてほしい。

なかでもトップレベルにおける意志決定の妥当性を高めるためには、戦略的視点を持ち、加速・推進機能を有する諮問・助言組織を設けることもその手段の一つといえる。

なお、マネジメント評価をより実効的なものとするために、組織・体制の整備に加え、運営水準目標を設定することが望ましい。マネジメントの評価項目毎に取り組みの内容・体制・運営などに関わる指標を目に見えるかたちで表すことが可能であればより効果的である。また、既存の様々な内部評価・第三者評価・外部評価が混在する中で、作業の重複や評価の形骸化・過剰さを排するような枠組みで再編することも望まれる。

3. 要員確保と人材育成

要員の確保について、多くの努力がなされていることは評価できるが、機構外との連携を含め、どの分野にどういう形でどの技術を蓄積し発展させていくのか、という基本構想が無い限りは妥当な要員確保計画は望めない。これに対応するためには、年代、専門分野等も考慮にいれ、いつ、どんな人材がどれだけ必要になるか、それを確保するのにどうするか、について WBS などにより検討し、ロードマップを描いておくことが必要である。合わせて人材の効率的な配置・流用・維持も視野に入れた組織・運営マネジメントが求められる。

その際、これまでの要員が減ることなく維持されるという他部門と比べて恵まれた環境が見込めなくなった場合にも備え、先手を打った計画としておくとともに、長いプロジェクト期間を考えたとき、今後も優れた若い人材を確保することは極めて困難

になることから、プロジェクトの持つ科学技術的魅力を大学等に伝えたり、公募事業などの実施にあたって産業界・大学との協力を密にし、人材育成にも貢献していくという地道な努力も大切である。

また、その一方で管理関係の人員を極力低減し、実質的に技術開発を行う人員を増やしたり、OBの活用やITの利用などの内部でのあらゆる取組も重要となってくる。

研究開発機関においては、まず専門家の育成が第一義的に重要であるが、系統的なOJT/OffJT体制の充実を図るとともに、「仕事のやりがい・誇り、必要性理解、日常管理の充実、是正措置、表彰制度」などの人材育成に向けたアクションの総合運用を図る必要がある。加えて、プロジェクトを円滑に進めていくためにはそのリーダーを継続的に輩出していかなければならず、そのためにも部門としての明確な育成方針を持っておくべきである。

以上のように人材育成の基本的考え方を整理した上でキャリアパスのモデルを作成するなど、能力・キャリア開発プログラムの整備に向けて検討を開始すべきである。

4. 予算確保

これまでは、限られた運営費交付金に加えて外部資金を獲得するなど、研究費を確保する努力がなされ、特に大きな問題もなくプロジェクトを進めてきていると評価する。また、必要となる資金を明確にし、予算効率化の事例提示など、内部のマネジメント評価としても前進したものと言える。

しかしながら、今後の予算推移を見ても、現状の予算確保見込額を超過することは明らかであるため、プロジェクト計画を所定の計画に乘せられるか、つまり不足資金を確保できるかどうか大きな課題となってくる。これまでも増して「常陽」や関連施設の有効活用を図ることも重要な視点の一つであるが、その他の解決策の模索、あるいはより効率を高めてプロジェクトを遂行できるような知恵が求められる。

予算や成果の管理体制の拡充を図り、さらには、予算確保・運用に関わる様々な不確実性やリスクに対応するマネジメントの導入を検討することも望まれる。

5. その他

技術移転については、2015年頃を見通した実施主体への円滑な移転を考えると、MFBR との人事交流を積極的に行うことがその具体策の一つであるが、先ず機構内の専門家にどのレベルまでの技術を確保し、どのような状態(蓄積を経て)で技術移転するかの基本戦略を持っておくことが大切である。

国際協力については、協力体制が整備され、協調できる分野において日本がリードしながら効率的に協力がなされていると評価できる。

米国の原子力政策が不透明な中、リード役としての我が国の役割は重要となっているが、様々な制約がある中で我が国の国益が最大となることが国際協力を進める上での大前提であり、目標の設定、対応する戦略がまずあるべきである。そのためには、我が国原子力関連産業界の強み・弱み・特性を見据えた上で、比較優位論に基づいた国際戦略の検討が必要である。ただ、国家基幹技術であることを考慮すれば、国際協力の枠組みに関わらず、いずれの技術についても国内の技術力を高めておく必要があると思われる。

また、協力の成果についても内部において適切に評価していくことが大切である。

情報発信については、セミナーの開催など種々の努力が目に見える形でなされており評価できる。

原子力に関しては市民レベル、地域レベルでの理解が重要であり、そのためには戦略的な取り組みが必要であり、その前提として推進主体の一人ひとりが社会に説明できることが要請されてきている。社会コミュニケーションの重要性の理解を研究者全員が深めるとともに、これを支援し対社会関係の前線で働く現場がわかる広報専門家を育成・確保し、また広報と研究現場の密な連携を図ることが大切である。

さらに、アジアでのエネルギーセキュリティまで対象を拡げて、原子力機構としてのビジョン、そして産業戦略のベースを作り、関係主体に問いかける試みも必要と思われる。

知識基盤整備と品質保証については、知識管理システムと品質保証システムの構築に向けた取組に着手しており高く評価できる。

これらのシステム構築を進めていくにあたっては、国益（知的情報の管理）や安全性、説明責任、技術集積・継承、活用インターフェースといった幅広い観点に配慮する必要があることから、統合的な情報管理と品質保証を目指した実効的・先進的なシステムの創出を期待する。

部門間の連携については、プロジェクト開始当初から協力態勢を意識し、連携強化が図られつつあると考える。しかし、基礎研究部門、開発研究部門、エンジニアリング部門のそれぞれが得意とする分野を考慮して、お互いに補完的な役割を果たすことができるような有機的な連携がまだ十分とはいえない印象も受ける。プロジェクト推進の観点からは、部門の役割責任を明確にしつつ、必要な補完・連携関係を分析・設計し、これを担う機会・体制や情報・交流プラットフォームを整備・運用して連携目標を追求するなど効果的・実質的な連携を目指すことが重要である。

なお、上記のような意見・評価が出された一方で、「部門間連携を図らなければ効率的なプロジェクト推進が望めないような体制は好ましくなく、プロジェクトのための組織とすべき」との意見も出された。

最後に、プロジェクトレビューとマネジメントレビューに跨る事項について指摘する。

幅広い戦略的調査を実施する FBR サイクルの実用化戦略調査研究から、実用化に集中した FaCT プロジェクトの段階へ移行していることから、本プロジェクトにおいては、各革新技术について、学術的には評価されにくいデータも含め、工学的な成立性を判断するに足る十分なデータベースを揃える必要がある。また、設計成立性に関わる自然現象の理解も重要で、そのためには基礎基盤研究を充実する必要がある。

このような観点に立ち、開発計画の策定、研究開発資源の配分、研究者・技術者へのインセンティブ付与などの面で、引き続き適切なマネジメントが行われることが重要である。

以上