

高速炉・核燃料サイクル研究開発・評価委員会における提言と機構の措置(事後評価)

提言	機構の措置
<ul style="list-style-type: none"> 2050年頃の「高速炉の運転開始が期待される時期」に向け、国内で唯一の高速炉に関する研究機関として、何をいつまでに実施すれば高速炉の運転開始が達成できるかを考え、第4期中長期目標期間の研究目標の設定及び研究成果に期待する。 	<ul style="list-style-type: none"> 高速炉の運転開始が期待される2050年頃に向けての展開については、機構としてのロードマップをしっかりと持った上で、第4期中長期目標期間の取組を進めるとともに、国の方針が明らかになるように働きかけていきます。
<ul style="list-style-type: none"> 高速炉を含む新型炉の開発については、民間活力を活用すること自体は良いことであるが、原子力機構が主体的に民間を引っ張っていくような姿勢を見せていただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> 高速炉開発における機構の役割は、第4期中長期目標において、「社会環境の変化に応じて、これまで蓄積してきた高速炉開発を中心とする知見について、広く民間との共有を図るという視点の下、民間が取り組む多様な技術開発に対応できるニーズ対応型の研究基盤を維持していくために必要な取組を進める。また、長寿命で有害度の高いマイナーアクチノイド(MA)を分離するための共通基盤技術の研究開発をはじめ、高速炉を用いた核変換技術の研究開発を推進する。さらに、高速炉の実証技術の確立に向けた研究開発等の推進により、我が国の有するこれらの諸課題の解決及び将来のエネルギー政策の多様化に貢献する。」とされています。こうした役割を果たしていく中で、民間との連携を通じた研究開発成果の最大化に努めます。
<ul style="list-style-type: none"> 次期計画中に「常陽」が動かなかった場合を含め回避策を検討しておく必要がある。 2100年頃の投入を想定した時の研究開発の展望もプランBとして用意しておく必要はないのか。 	<ul style="list-style-type: none"> 第4期中長期目標においては、「高速炉の実証技術の確立に向けての研究開発を円滑に進めるため、『常陽』については、新規制基準への適合性確認を受けた後、一日も早い運転再開を目指す。」とされています。この目標の達成に向けて真摯に取り組むことで、御指摘のような事態を含む種々のリスクを回避したいと考えます。 「エネルギー基本計画」並びに「高速炉開発の方針」(平成28年12月原子力関係閣僚

	<p>会議決定)及び当該方針に基づく「戦略ロードマップ」(平成30年12月 原子力関係閣僚会議決定)において、「高速炉には、従来のウラン資源の有効利用のみならず、放射性廃棄物の減容化・有害度低減や核不拡散関連技術等の新たな役割が求められており、将来の政策環境によっては、例えば、21世紀半ば頃の適切なタイミングにおいて、技術成熟度、ファイナンス、運転経験等の観点から現実的なスケールの高速炉が運転開始されることが期待される。」とされています。このような政策の方向性に基づき策定された第4期中長期目標の下で第4期中長期計画を定め、それに取り組んでいくこととしています。将来的に政策変更がなされる場合には、それに伴って変更される中長期目標に沿って計画を見直すこととなります。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子力に係る技術や今後の開発が日本の今後において、どのような意味をもたらすのか、着地点・終着点がどこなのか、なぜこのような技術開発が必要なのか、という点を、理系の研究者や技術者の視点のみならず、もう少しわかりやすくかみ砕いて説明いただくと、さらに理解が深まる。 ・ 国内の老朽化した原子炉を新型炉や高速炉に置き換える際に想定されるさまざまな社会的な課題への対応(特に世論を味方につけること)を急ぎ、それによってこれらの炉の実装を可能とし、着実に予算を確保するという好循環を生み出さない限り、高速炉や新型炉、小型炉の普及、ニーズの確保や理解につながらないようにも思う。 ・ 包括的なエネルギー安全保障の議論の中で、どのように原子力を推進していくのか、原子力の立ち位置や役割についての議論があるとよい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 広聴・広報につきましては、受け手である国民のニーズを意識し、研究開発成果の社会還元や、社会とのリスクコミュニケーションの観点を考慮しつつ、立地地域を始めとする多くの方々との広聴・広報及び対話活動を積極的に展開します。 <p>なお、研究開発機関としてのポテンシャルをアピールするとともに社会からの理解促進につなげるため、機構の研究施設等の公開や見学会、報告会の開催や外部展示への出展等の活動を効果的に行います。</p> <p>また、双方向コミュニケーション活動であるアウトリーチ活動においては、サイエンスカフェや実験教室の開催等理数科教育への支援を積極的に行います。</p> <p>これらの取組の実施に当たり、多様なステークホルダー及び国民視線を念頭に、職員の情報発信能力の向上を図ります。</p>

<ul style="list-style-type: none"> 当分野における若手研究者の育成・支援は、日本全体での課題となっている。特定の大学のみならず、広く日本全国から優秀な研究者が当分野に関心を持てるような仕掛けも必要。 	
<ul style="list-style-type: none"> 分離変換技術など、幅広いシナリオで不可欠な技術もある一方、特定のシナリオに特化した技術開発も行われており、研究の取組としてアンバランスであると見受けられる。次期中長期計画を策定するに当たっては、JAEA における研究の取組に関する基本的な考え方にのっとり、共通基盤的な技術開発に注力することが望まれる。 	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発を進めるためには、機構が保有するシーズとステークホルダーのニーズが一致し、かつ、予算の裏付けが伴うことが重要と考えます。これらのバランスの上で、予算や人員の確保が困難な研究課題については、中長期計画上でやや控えめな記載としています。御指摘のとおり、共通基盤的な技術開発については優先的に対応したいと考えます。
<ul style="list-style-type: none"> 社会的受容性としては、まだまだ不十分であり、特に一般の方々が受容できるように、専門家だけでなく一般の方々への説明機会を増やしてほしい。 原子力の社会受容の推進に対して、新型炉に係る政策の検討や新型炉導入シナリオ研究を実施したことは大いに評価できるが、その結果、これまでに何ができたのか具体的に示してほしい。 	<ul style="list-style-type: none"> 社会的受容性については、人文社会科学と自然科学の融合による「総合知」をベースに一般の方々への働きかけを行うことが重要であると認識しています。御指摘に従って説明機会を増やしていきます。 新型炉に係る政策の検討に関しては、社会科学的な視点での新型炉の価値や課題を共有することが重要と考え、社会科学系の有識者による委員会・研究会を設置し、多様な視点からの議論を始めたところであり、これまで原子力との関係が薄かった有識者も巻き込んだ新たなネットワークの形成につながっていると考えています。 また、新型炉導入シナリオ研究では、例えば、既存軽水炉の運転期限の延長や計画的なリプレースによる人材・サプライチェーンを含む建設需要の平準化の可能性とそれに対応した高速炉導入シナリオの分析を行い、原子力学会で発信を図るなどしており、引き続き、多様な可能性を考慮したシナリオ評価を行って、議論の際の共有可能な情報として発信していきます。
<ul style="list-style-type: none"> 「常陽」の活用ができなかったこと、期待してい 	<ul style="list-style-type: none"> 「常陽」については、国内初の高速炉の新規

<p>た ASTRID 計画が実質上中止になったことなど 第 3 期中長期目標期間中に起きた問題点はそ の経緯を総括しておく必要がある。</p>	<p>制基準への適合性審査対応、商用炉に準じ たレベルでの審査要求等があり、今中長期 期間内での運転再開に至りませんでした。 規制側とのコミュニケーションの向上等の対 策を含め、次期計画での活動に反映するよ うに努めます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ATSRID 計画については、2020 年以降の詳 細設計フェーズは凍結となりましたが、当初 から 2019 年までの基本設計フェーズを協力 範囲として設定し、以降については状況に応 じて新たに協力範囲を設定することとしてい ました。2019 年までの協力成果を踏まえて 2020 年から引き続き研究開発協力を行うべ く日仏協力の実施取決めを締結するに至っ たことは、柔軟な対応の成果であると考え ています。国際協力は相手国の影響を受けま すので、その点に十分配慮して、今後の国 際協力の進め方に今回の経験を活かしてい きたいと考えます。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 現在携わっている若手の育成・支援も大切であ るが、若手(高校生くらい)が新たに原子力分野 へ進んでもらえる仕組みも考えるべきである。 ・ 人材育成において海外からの技術者受入れを もっと積極的に行うべきと思う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 若手研究者確保のためには、魅力あるプロ ジェクトを実行し、若手の参加意欲を引き出 すことが重要と考えますので、高速炉研究開 発の計画を明確にして実行し、成果を挙げて いることを広く発信し、そのプロジェクトに参 加したいと思ってもらえるよう努めます。 ・ 海外からの技術者受入れは既存制度の下 で取り組んでいるところです。我が国の高速 炉人材育成を考える中で適切に対応してい きます。日仏、日米等の国際協力の場を通じ て、海外の研究者との交流(受入れを含 む。)を進めています。また、セキュリティも考 慮の上、海外研究者及び海外出身の国内大 学卒業者の受入れについても検討していく 所存です。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 国際プロジェクト等への参加が若手研究者の育 成・支援に結びついたかどうかは、当の若手研 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 御指摘のように若手の力量に合わせて課題 設定を行い、課題への取組方は若手に任

<p>研究者の評価も聞かなければ本当のところは分からないが、重要なことは、こういった若手研究者が自ら動くような場を継続的に提供することと考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> 高速炉分野については、若手研究者の活躍が限定的な印象である。若手研究者の数自体が減少していることもあると思われるが、さらなる取組を期待したい。 	<p>せ、課題解決に向けて自らやるべきことを考えて実行する能力を養うことが高速炉の研究開発に限らず重要と考えます。</p> <ul style="list-style-type: none"> 御指摘のとおり高速炉分野の若手研究者の数自体が減少していると認識しております。若手研究者確保のためには、魅力あるプロジェクトを実行し、若手の参加意欲を引き出すことが重要と考えます。このため、高速炉研究開発の今後の計画をマイルストーンも含めて明確にして実行し、成果を挙げていることを広く知らしめ、そのプロジェクトに参加したいと思ってもらえることが重要と考えます。 国際プロジェクト等へ参加した若手研究者が外部から評価された好例としては、米国との民生用原子力エネルギーに関する研究開発協力(CNWG)に関わって、サンディア国立研究所へ派遣された研究者が、日本機械学会の奨励賞を受賞した例などがあります。新型コロナウイルスの影響もあり、人材交流は捗々しくありませんが、こういった研究開発協力の枠組みを介して築かれた人脈を有効に活用し、共著論文の投稿などを継続して行う環境を維持するとともに、良好な関係がさらに次の世代に引き継がれるよう配慮しています。 大学との共同研究を従前より実施しているところですが、これらの共同研究を、高速炉分野の研究開発に即戦力として貢献できる人材発掘の場としても活用していきます。
<ul style="list-style-type: none"> シビアアクシデント関連の研究やナトリウム技術の高度化などについては、今後の高速炉の開発計画を考慮すると、新たな研究開発や課題の発掘につながることは少ないのではないかと見受けられることに留意が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 今後の高速炉開発においては、「戦略ロードマップ」に基づき多様な概念の高速炉の検討が行われること、国際協力の活用において新たな概念が対象となり得ること、再生可能エネルギーとの共存性等の要求がさらに高まること等により新たな研究開発課題や

	<p>技術開発ニーズの創出につながると考えます。</p> <ul style="list-style-type: none"> 長年の研究開発により培われたナトリウム技術は、高速炉の実用化において必要不可欠と考えています。一方、民間レベルの研究や試験施設は限られており、機構が技術基盤を維持する必要があります。大学での基礎研究や工業分野への応用も視野に技術基盤を維持し、今後の研究の進展や技術実証段階で生じる課題にも対応し得る技術力を維持していきます。
<ul style="list-style-type: none"> 東電福島事故以降において、世界的な原子力に対する期待はカーボンニュートラルに対する期待の増加とともに高まりつつあると考えている。社会的意義に対する安全性の確立／維持と経済的意義に対する U/Pu サイクルによる有益性を今一度明確に示して高速炉に関わる科学技術と国民生活のクロスポイントを示すべき。より多くの提案によって研究資金を確保されることを望む。提案においては国内だけでなく海外との共同研究なども視野に入れるべき。 	<ul style="list-style-type: none"> 御指摘のとおりであり、そのように努力していく所存です。SDGs が世の中に浸透しつつあり、環境負荷を低減しつつ持続可能なエネルギーを提供することが高速炉サイクルシステムの目的ですので、カーボンニュートラルの議論の中で、そのことについて訴えていきたいと考えます。 高速炉開発に国際協力を活用することが国の方針となっていますので、日米、日仏を中心に国際協力による研究開発を展開していきます。 高速炉サイクル開発を進める上では、その意義、必要性について国民的な理解を得ることが不可欠です。U/Pu サイクルによる資源論的な有益性について、改めて提案できるように努めていきます。 <p>また、このような認識の下で、研究資金獲得、共同研究の提案等についても努めていきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> 「もんじゅ」成果を構造物の維持規格や ARKADIA など反映させ、次期計画ではさらに、その技術を使ってより先進的な研究に進むべきであるため、同様の研究方針のまま次ステップを見るのではなく、新たな技術開発への取組が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ARKADIA の開発や規格基準類の整備においては、今後の新型炉規制の国際的動向であるリスクインフォームド・パフォーマンスベースの考え方に適合する形で体系化するために、プラントのシミュレーションとリスク評価を統合的に行うシステムの開発に着手する

	<p>など、新たなステージの研究開発を行う計画としています。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・ 高速炉の導入を2050年頃と見込んでいるが、この時期に合わせた長期の人材育成も検討してもらいたい。 ・ 炉設計や建設に携わる若手人材育成は急務であり重要である。JRR-3 など小型炉での運転経験や「もんじゅ」サイト試験炉建設などでの建設プロセスへの関わりなども今後考えていくべき。 ・ 大学等と連携して若手研究者を広く受け入れ、広い分野の研究を進めて成果を共有していくことにより、イノベーションやデジタル化を担う人材だけでなく、ナレッジマネジメントの在り方も工夫して使い勝手を向上させていくことを期待する。 ・ 原子力機構として取り組むことは、新型炉や関連するイノベーションを担う人材育成であり、デジタル化を担う人材育成は原子力機構の役割なのかは疑問に思う。 ・ 軽水炉燃料の商用再処理事業に必要な人材とも共通するため、サイクル事業に関心のある人材育成に期待する。 ・ 一般的な人材育成で留まっているようでもあり、JAEA の特徴をいかしたプログラムなどを取り入れてもいいかもしれない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高速炉の導入にこぎつけるためには、多くの人材が必要であり、御指摘のように長期的な視点に立った人材育成が重要と考えます。このためには、国家プロジェクトとしての高速炉の開発計画をより具体化し、概念設計や基本設計、さらには建設、運転等の工程を明確にして、それに合わせて必要な研究開発が展開できるように要員計画を立てる流れを作ることが重要と考えます。これは、高速炉を支える技術の研究開発だけでなく、燃料製造及び再処理に関する技術についても同様と考えます。 ・ その上で、魅力あるプロジェクトを実行し、若手の参加意欲を引き出すことが重要と考えますので、高速炉研究開発の計画を明確にして実行し、成果を挙げていることを広く発信し、そのプロジェクトに参加したいと思ってもらえるよう努めます。 ・ 技術伝承において人材が核となるものであり、「常陽」の運転・保守、安全審査及び様々な安全研究等を通じて高速炉開発の人材の維持・育成に努めていきます。 ・ デジタルを担う人材育成のリソースが限定される中で新型炉の技術開発やイノベーションに関する成果を創出するためには、DX 技術を最大限活用し、研究開発プロセス自体を効率化・合理化することが必須です。この意味でDXに係る人材育成が必要とされています。
<ul style="list-style-type: none"> ・ グラムオーダーのMAを回収したことは大きな成果ではあるが、回収率の向上に努めてほしい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ MA 回収フローシート条件の最適化を進め、引き続き回収率の向上を図ります。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 製管技術では製管プロパー撤退を考慮する必 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現在、小規模ではありますが新規メーカーに

<p>要がある。</p>	<p>て被覆管製造試験を進めています。今後、素材(インゴット、母管等)の製造が可能なメーカーの確保、製品検査及び製造工程全体の品質管理・保証が可能な体制の再構築が不可欠であると認識しています。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・ 燃料製造技術などについては、詳細すぎる(実用化に近すぎる)技術開発を実施する計画になっていると見受けられ、次期中長期計画においては、現状の延長でない形で開発計画を検討すべき。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 燃料製造技術については、国外ではスパークプラズマ焼結法といった、従来よりも大幅に製造時間を短縮できる可能性を有する革新技術の適用性検討が進んでいます。機構においても、第4期中長期計画では、従来の開発の延長のみならず、実用化までは若干時間は要するものの、大幅に経済性を向上させる可能性がある革新的な要素技術の開発と新しい燃料製造プロセスの設計を進めていきます。 ・ また、具体的な実施内容は検討段階ですが、燃料製造データの構造化及びデータベース化を通して燃料製造技術のDX化に関する研究開発をスタートしたいと考えています。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 商用軽水炉 MOX 燃料の再処理に関する研究も実施しているので、現行再処理プラントに適用可能な成果を期待する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 軽水炉 MOX 燃料再処理開発を進める上では、将来プラントのみならず、高燃焼度燃料対応を含む現行プラントの安全・安定運転にも貢献可能な技術を念頭に開発を進めていきます。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 「常陽」で行うミッションが開始時と現状では大きく異なってきているので、調整を行う必要があると考える。照射技術や分離変換挙動研究に医療や放射化分析を加えていくことで照射後試験(PIE)施設や炉の運営管理及び照射設備にどれだけ影響が出るか評価しておく必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「常陽」での医療用 RI 製造は外部からの期待も大きく、積極的に進める計画です。一方で、高速炉の燃料・材料開発に不可欠な照射試験や外部ニーズを踏まえた照射試験も進めていく必要があると認識しています。これらが効率的かつ着実に実施できるよう関係部署間で協議・調整しながら進めます。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 機構論的物性モデルについては Materials Informatics などを用いた発展が期待できる。炉心解析手法については、従来の延長でない開発を期待したい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 機構論的物性モデルは、高温物性や燃焼効果の扱いなど、まだ課題が残されていると考えています。本モデルに加え、核燃料データベースの構築、照射性能シミュレーションな

	<p>どを統合した核燃料開発システムの開発を検討しており、外部資金の獲得に向けた準備を進めています。</p> <ul style="list-style-type: none"> また、炉心解析手法については、従来技術の延長となりますが、現状では妥当性確認のための実験データがほとんどない実機燃焼核特性を取得し、設計に取り入れることが重要と考えています。これを次期中長期目標期間中に達成し、次期炉の基本設計に用いることを目標とします。従来の延長でない炉心解析手法の開発については、別途ARKADIAの開発の一環として実施します。具体的には、核-熱-構造連成解析による炉心変形反応度の解析手法や、炉心設計最適化を自動で行うシステムの開発を予定しています。
<ul style="list-style-type: none"> 我が国で開発されている方法とは異なる燃料サイクル技術に関しても情報を入手しておいてもらいたい。 	<ul style="list-style-type: none"> 海外で開発が進められている先進的な燃料サイクル技術の動向については、国際協力や国際会議等を通じて、適宜、調査を進めており、今後も取組を継続していきます。
<ul style="list-style-type: none"> 「高速炉サイクル技術開発や分離変換技術開発で得られたこれまでの成果を応用する形で一般産業界にも活用可能な知見を創出している」、との機構の説明における、「一般産業界に活用可能な知見」とは何かを具体的に説明してほしい。 	<ul style="list-style-type: none"> 特に燃料製造技術開発の中で、添加剤フリー乾式造粒技術は粉体を扱う一般産業、粉末付着防止技術は粉塵付着による窓の汚れ防止や太陽光パネルの汚れ防止による効率低下の抑制、また、自己修復機構を有するグローブについては、危険な化学物質や細菌等を扱う分野に適用できる可能性があります。これらの研究については、まだ原理確認段階ですが、今後も研究を進めていきます。
<ul style="list-style-type: none"> 大学等と連携して若手研究者を広く受け入れ、広い分野の研究を進めて成果を共有していくことにより、MA分離変換・燃料組成変化の評価等に関する大胆なモデルを開発・運用するだけでなく、そういった知見全般の散逸を防ぐための手法も創出されることを期待したい。 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料サイクル分野全体として、大学等との共同研究を積極的に進めており、得られた成果については共有の上、互いに外部発表を行うことで、人材育成を図っています。また、サイクル研究で得られた知見についてはデータベース化の取組も着実に進めており、知

	見の散逸を防ぎつつ、技術維持に貢献しています。
--	-------------------------

高速炉・核燃料サイクル研究開発・評価委員会における提言と機構の措置(事前評価)

提言	機構の措置
<ul style="list-style-type: none"> ・ 全体的に目標設定に関する表現が曖昧である。「…を達成する。」とせず「…を目指す。」等の表現とされており、研究に対する決意が見えない。目標が移り変わってきた結果としてそのような計画になっていると理解するが、そのような中で、第4期中長期計画の中で何をやるのかをしっかりと示していただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究開発を進めるに当たり、機構が保有するシーズとステークホルダーのニーズが一致している研究課題であり、かつ、予算の裏付けが伴うものについては明確に「…を達成する。」と記載しています。一方、予算や人員の確保が困難な研究課題についてはやや控えめな記載にしています。表現に違いがあるものの目指す方向性は明確にしており、これら研究活動を進めていきます。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 「常陽」の運転再開時期などの目標を達成できない状況を想定して、代替の計画もしっかり立てておくような計画にしていいただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中長期計画の中に記載しております研究開発には、「常陽」運転再開のように、高額な予算を必要とする規制対応が不可欠の課題があります。これらの課題に対応する過程では、種々のリスクを想定し、リスクが顕在化する前に適切な対応や代替策をとることができるよう、リスク管理をしっかりと行っていきます。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 第4期中長期目標期間が終わる2028年以降の2050年までの道筋をどのように描くのか、大まかなものでも良いので、原子力機構が目標とする道筋をしっかりと描いた上で第4期の計画を位置付けるように、全体計画をしっかりと描いていただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高速炉の運転開始が期待される2050年頃に向けての展開については、機構としてのロードマップをしっかりと持った上で、第4期中長期目標期間の取組を進めるとともに、国の方針が明らかになるように働きかけていきます。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 2050年までに高速炉を実用化するには、社会に受け容れられる必要がある。社会受容性を高めるような活動も、計画の中で取り組んでいただきたい。高速炉を導入していくことのアピールをすることも原子力機構の一つの重要な仕事ではないか。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第4期中長期計画の中で、「原子力革新技術に関する情報発信等、社会活動に取り組み、高速炉によるクローズドサイクル技術の社会実装が日本のエネルギー及び環境、医療並びに重要な政策に貢献できることについて、国内の様々なレベルでの共有・具体化を主導する。」と記しています。これに基づき、社会受容性を高めるような具体的な取組を行っていきます。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子力機構側が何かを待ってそれを支援するだけではなく、原子力機構自身で魅力的な高速炉プラントをしっかりと提案し、それを売り込んで行く位の積極的な立場で研究を進めてい 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第4期中長期計画の、「2)原子力イノベーション技術の研究と脱炭素社会達成への貢献」の取組において、革新的原子力システム概念を中心に研究を進め、カーボンニュートラル、エネ

<p>ただきたい。第4期中長期計画を超えての話かもしれないが、そうした態度を計画の中で示していただきたい。</p>	<p>ルギーセキュリティ等に貢献可能な概念を提示し、性能を評価し、これらの要件を満足する革新的原子力システム概念を提案することとしています。</p>
<ul style="list-style-type: none"> 高速炉サイクルを確立し軽水炉用 MOX の利用から高速炉用 MOX に移行していくのであれば、それを目指してどのように研究を進めていくのか、全体のバランスもしっかりと考えた将来計画を立てていただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> 軽水炉 MOX から高速炉 MOX への移行については、将来のサイクル動向を考慮の上、シナリオ研究も併せて進めており、その成果も踏まえ、今後の研究開発を進めていく計画です。
<ul style="list-style-type: none"> DX 化の本質は業務プロセスの改善であるが、そのような立場で DX を捉えていないのではないか。DX に関しては、実際に今後どのような研究・実験を行って知識の集約をしていくのかという所がしっかり分かるような計画を書いていただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> リソースが限定される中で新型炉の技術開発やイノベーションに関する成果を創出するためには、DX 技術を最大限活用し、研究開発プロセス自体を効率化・合理化することが必須です。この観点で DX を進める計画としています。また個々の研究開発テーマで解析や試験計画を立案しておりこの結果を ARKADIA の知識管理システムに収録する計画です。
<ul style="list-style-type: none"> AtheNa については、どのようなスコープで活用していくのかを議論すべきである。Na 冷却小型 SMR の安全性研究などへの活用に当たって検討しておくべき点はないかなどの観点が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 我が国の次期高速炉実現に向けての必要性の観点から AtheNa をはじめとした研究開発施設の活用を考えていくことが重要と考えております。AtheNa は機構が整備する研究開発基盤を構成する主要施設の一つとしてその活用を幅広い観点で検討しているところです。ナトリウム冷却小型モジュール炉開発に関する日米協力において本施設を活用する可能性についても検討中です。
<ul style="list-style-type: none"> 国際連携と高速炉サイクルの社会実装については、NEXIP 事業の進捗も見ながら研究を進めるべき。この意味で、中長期目標期間の途中であっても、中長期計画を見直すプロセスを想定しておいても良いのではないか。 	<ul style="list-style-type: none"> 我が国の高速炉開発は「戦略ロードマップ」に従い進めているところです。「戦略ロードマップ」では、第4期中長期目標期間中において、開発対象候補の概念の絞り込みを行うことになっていることから、これに対応して以降の研究開発内容を具体化するものと考えています。また、国際協力については、相手国側の状況や得られる成果やニーズ等を勘案した具体的な協力項目の選定結果に応じて、柔軟に対応していく計画です。 「戦略ロードマップ」ではステップごとの絞り込

	<p>み等を考慮しており、その進展を踏まえて、国立研究開発法人に係る制度に従って、中長期目標(所管政府機関作成)及び中長期計画(機構作成、所管政府機関認可)を柔軟に見直し、又はその働きかけをしていきます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> 高速炉の安全性向上技術については、特定の炉型の安全評価技術の研究にならないように注意が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 高速炉の炉心燃料の熔融挙動や、ナトリウムの流動や化学反応、放射性物質の移行挙動等、機構が整備すべき高速炉の安全技術を次期炉の研究開発に活かせるように整備していきます。次期炉の概念の絞り込みに合わせて、開発対象となる設計概念のニーズに応えられるように研究開発を進めたいと考えています。 今後の高速炉の開発においては、「戦略ロードマップ」に基づき多様な概念の高速炉の検討が行われること、国際協力の活用において新たな概念が対象となりうること、再生可能エネルギーとの共存性等の要求がさらに高まること等により新たな技術開発ニーズが生まれる可能性が高いと考えています。安全性向上技術の開発においてもこのような多様性を考慮した上で研究開発計画の立案を行いました。
<ul style="list-style-type: none"> ARKADIA については、解析手法が旧世代のものをそのまま採用しているケースがあり、解析手法自体も最新のものに見直していくべきである。また、設計メーカーのみならず、大学など新型炉の研究を行う研究機関で広く活用される姿を目指すべき。そのために、使いやすさの向上や検証にしっかり取り組むべきである。また、「何を達成すれば社会実装にどのように貢献できるか」は明確にして研究に取り組む必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 解析手法の高度化は ARKADIA 開発の根幹の一つと位置づけており、システムに組み込む解析手法については段階的に必要な刷新を行う計画としています。また、ARKADIA のプラットフォームは、例えば、大学や研究機関で開発された評価コード等をモジュール形式で容易に組み込めるように設計するなど、ARKADIA が産業界・学会で広く供用されるとともに、開発や検証にも広く貢献いただける形を社会実装の姿として描いています。
<ul style="list-style-type: none"> 核燃料サイクル技術のうち、分離技術についてはどのようなサイクルを考えても必要となる可能性が高く、基盤技術の開発を継続すべき。なお、抽出クロマトグラフィについては、スケールアップの可能性を早期に確認すべきではないか。 	<ul style="list-style-type: none"> 抽出クロマトグラフィのスケールアップの可能性に関しては、令和 6 年度まで実施予定の経済産業省からの受託事業において、分離性、安全性及びシステム成立性の観点から確認を行う予定です。

<ul style="list-style-type: none"> 軽水炉及び高速炉用 MOX 燃料(特に軽水炉の MOX 燃料)の再処理技術については事業者のニーズを十分に確認した上で計画に反映する必要がある。特に高速炉用 MOX 燃料の再処理について、現時点において優先度の高い課題となり得るかどうか、確認が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 軽水炉 MOX 燃料再処理開発は、電気事業連合会や日本原燃(株)と連携して進めています。高速炉用 MOX 燃料特有の再処理技術開発に関しては FaCT プロジェクト以降、優先度の観点から中断している状況であり、現状は軽水炉・高速炉 MOX 再処理に共通して必要な技術開発に重点化して取り組んでいます。
<ul style="list-style-type: none"> 高速炉用の MOX 燃料製造技術は、現時点で開発を進めるべきテーマかどうか疑問であり、高速炉の導入スケジュールと合わせてよく検討するべきである。技術維持を考えると、製造の共通基盤技術研究に取り組むべきではないか。 	<ul style="list-style-type: none"> 次期高速炉の導入スケジュールについては機構内で検討が進められています。なお、燃料製造技術については、次期炉燃料製造施設の建設計画の検討開始から初装荷燃料の供給開始まで、長期間を要するため、導入時期によっては、開発期間が大幅に制限される可能性があります。そのため、実用化に近い開発を進める計画になっています。
<ul style="list-style-type: none"> 核変換技術については、「何を達成すべきなのか」を明確にして研究に取り組むべき。 	<ul style="list-style-type: none"> 魅力ある炉心概念を提案し、採用されることを目指して、炉心分野については、現状では実験データのほとんど無い実機燃焼核特性を取得し、炉心設計手法へ反映することで次期炉の基本設計に必要な基盤技術を開発することが重要と考えます。燃料開発の観点からは、MA 含有燃料の照射試験を着実に実施し、燃料設計に必要な照射データを取得するとともに、燃料健全性や核変換技術を実証することが重要と考えます。
<ul style="list-style-type: none"> 現在計画で上げられている項目は全て原子力システム研究開発事業などで実施中の項目であり、中長期計画として策定することは良いが、それだけで研究開発法人の責務を果たせるかどうかは疑問である。 	<ul style="list-style-type: none"> この御意見は本中長期計画のうち(3)の2)原子力イノベーション技術の研究と脱炭素社会達成への貢献に対しての御意見と推察します。予算確保も重要な課題であることも認識の上で、機構が果たすべき役割の遂行に取り組んでいく所存です。 機構の高速炉開発における役割は、高速炉開発の「戦略ロードマップ」等に記載されており、その役割については、中長期計画(3)の1)高速炉の実証技術の確立に向けた研究開発と2)原子力イノベーション技術の研究と脱炭素社会への貢献とに分けて記載しています。ま

	<p>た、水素製造等の脱炭素社会への貢献については、(2)高温ガス炉に係る研究開発でも水素製造等について計画を記載しています。2)における記載は、上記の分担した記載を踏まえて、高速炉とガス炉の共生システムについて記載しており、機構の責務として中長期計画全体で満たすべき役割を記載しています。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・ イノベーションの促進のためには、各研究者の自由闊達な発想が必要と考える。計画には記載しにくいと思うが、研究者がそれぞれ「やるべき」「やりたい」研究をエフォートの一部を使って実施するような取組を考えてはどうか。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究テーマを社内公募する形で予算を与える制度として理事長裁量経費及び萌芽研究開発を運用しています。これらに加えて、高速炉・新型炉研究開発部門独自の部門内公募制度を令和元年度から運用しています。これらの制度をうまく活用して、各研究者の自由な発想に基づくイノベーションの促進に役立てていきたいと考えています。 ・ イノベーションの促進については各研究者の意見を十分に取り入れて実施しています。今回目標として設定した高速炉と高温ガスの共生システムについても各研究者の「やりたいこと」「やるべきこと」を含め提案する革新的な技術(免震システム、固有安全技術、3D プリント等)を取り入れつつシステム全体を構築しています。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 国内だけの人材育成に留まらず、海外からの研究者の受入育成を進めるべき。国内のみの原子力人材育成では人材維持に追いつかない可能性が強い。7年計画の後半に何名か受け入れているという具体的数値があればなお良い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国民の税金を用いて開発を進めているため、国内の人材育成が最優先課題と考えていますが、御指摘いただいたような、海外からの研究者を受け入れて育成し国内人材の維持に役立てるような取組を進めていきます。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 国内／国際学会における口頭発表、国際プロジェクトへの参画、論文執筆などを通じて人材育成に取り組むことを期待している。全般的に、原子力機構は若手研究者／技術者に対する上司のフォローが手薄であると感じている。昔ながらのやり方(放任)により若手を育てることには限界があることを認識すべきではないか。上司が若手の育成についてよりきめ細かに取り組むことを期待したい。例えば、若手研 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 御指摘を踏まえ、グループリーダーや課長級職員の外部講師を招いた教育活動に反映していきます。

<p>究者については、原子力機構内外の方にメンターをお願いして、フォローしてもらおうことが考えられる。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> 高速炉が社会受容性を勝ち得ない理由は、まだ基礎研究技術レベルを出ないもので信頼に足り得ないものであるという印象が強いからと推測する。これを克服するためには、高速炉技術の民生化プロセスを明示化して説明し実施して成果を示すことであると考え。現状での基礎研究止まりのやり方ではなく実行可能なロードマップを示して根拠のある予算要求とプロジェクト案提案を行うのが妥当かと考える。 	<ul style="list-style-type: none"> 高速炉開発のロードマップを機構内でブレークダウンして研究開発の目標を明確化し、若手研究者や技術者が魅力を感じるプロジェクトマネジメントを心掛けます。基礎研究と比較して、実炉を目指した開発は予算的な裏付けを得ることが困難ですが、御指摘に従って努力していきます。
<ul style="list-style-type: none"> 「機構内外との研究連携を推進・コーディネートし、開発した革新技術を社会のニーズと結びつけ、社会実装へ展開する計画」とあるが具体的にどのように進めるのか第4期中長期計画に示してほしい。 	<ul style="list-style-type: none"> 高速炉・新型炉部門の計画としては、以下のように記載してあります。 「原子力イノベーション創出のためのプラットフォームとして、機構の内外との研究連携を推進・コーディネートし、ARKADIA、3D プリント等の革新技術を開発し、社会のニーズと結びつけ、社会実装へ展開する。」 社会実装へ展開する計画などについては、全社として取り組んでおり、「2. 原子力科学技術に係る多様な研究開発の推進によるイノベーションの創出 (3) 産学官の共創によるイノベーション創出への取組の強化」として、技術シーズの取りまとめや、技術サロンの実施など、社会ニーズと結びつけるための具体的な計画について記載しています。