

計算科学技術研究・評価委員会答申における提言と原子力機構の措置（事後評価）

提言	機構の措置
<ul style="list-style-type: none"> ・今後のより一層の取組を期待する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・社会的課題解決に向け、課題に関連する機関との連携を強化するため、人材交流制度を活かして更に積極的に進める他、開発技術を広く社会に公開する取組を継続強化することで、社会での活用促進を図ります。
<ul style="list-style-type: none"> ・成果発信の努力は認められるが、「社会的受容性」は広報的な次元に尽きるものではなく、社会課題の解決に資するか、社会が重要視する価値に適合するか、社会に不利益や危害をもたらすおそれがないかなど様々な視点から多角的に評価されるべきものである。この観点からの取組の一層の強化が求められる。そのためには成果発信以外の場面での社会のステークホルダーとのやりとりの充実が求められよう。 	<ul style="list-style-type: none"> ・大学、国研、産業界を含む機構外の多様な組織との連携を通して、異なる観点からの開発技術に対する社会的受容性等の考え方を考慮し、多角的な観点から社会との関係性や成果発信の在り方を確認し、研究開発に反映します。
<ul style="list-style-type: none"> ・若手人材の育成についての活動は評価できる。今後も拡大して、活動を続けていただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・若手人材の採用とその育成の機会を逃さず、続けていくため、大学及び産業界との交流の場を一層活用することに努めます。
<ul style="list-style-type: none"> ・局所域大気拡散・線量評価システムにおいて、従来対象とされていなかった、より詳細な時空間スケールの実時間汚染物質拡散解析を適用したことは評価できる。今後、より普及に向けて取り組んでいただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・局所域大気拡散・線量評価システムは原子力基礎工学研究（基礎工）センターから公開されています。今後、基礎工センターと連携して、外部からの利用申込への対応等、システムの普及に向けた取組を進めます。
<ul style="list-style-type: none"> ・若手の外国への派遣は重要であり、今後も継続していただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・現状、コロナ禍で外国留学を行うことが難しいところですが、状況が改善すれば、CEA-JAEA フレームワーク協定の下で連携を推進している CEA 等への若手の海外派遣を積極的に進めます。
<ul style="list-style-type: none"> ・デジタルツインへの展開は確かに魅力的であるが、他方でより短いスパンで現実の課題解決に資する研究課題・目標の設定も両立して明確にできれば一層望ましい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・第 4 期中長期計画における長期的なデジタルツインの基盤技術開発と並行して、開発技術の一部を応用した行列計算、CFD 解析、データ可視化、

	<p>機械学習等の短期的な研究課題についても、機構内外のニーズに応じて研究課題の設定を進めます。</p>
<ul style="list-style-type: none"> デジタルツインを目指したシミュレーションは Society5.0 の視点からも重要で、今後に期待したい。 	<ul style="list-style-type: none"> 風況デジタルツイン等、デジタルツインを目指した研究課題を推進し、次年度以降の計算科学技術研究・評価委員会等でその成果を報告します。
<ul style="list-style-type: none"> 産学協働が既に具体化している点は大いに評価できるが、可視化技術についてはさらなる展開が大いに期待されるため、一層の協働の推進が望まれる。企業以外の社会のステークホルダーとの協働の具現化も期待される。 可視化技術に関するイノベーションとは何を指しているか不明であった。イノベーションを創出することは容易ではないことは十分理解しているが、イノベーション創出に向けた研究計画というのがどういうものかも不明であった。 	<ul style="list-style-type: none"> 可視化技術に関しては、例えば、大規模な 3 次元時系列データの実時間可視化や VR を用いた遠隔協働環境等、これまでになく可視化が実現することで新たな価値を創出できる可能性があると考えています。今後、大学、国研、産業界を含む機構外の多様な組織との連携を通して、研究開発の現場で開発技術の活用を進めることで、社会実装に向けたニーズを具体化していきます。
<ul style="list-style-type: none"> 国の科学技術政策と方向性における合致は確かに認められるが、どのような社会課題の解決に資するのかについても、もっと技術側からの提案、問いかけがあってよい。その中で具体的なニーズ適合性の確認やさらなる向上が図られるものと見込まれる。 	<ul style="list-style-type: none"> 開発技術の社会実装に当たっては、ユーザとなる連携機関との対話を通して、開発技術の新たな活用の提案、あるいは、ユーザ側のニーズに応じた技術向上に向けた研究開発を進めます。
<ul style="list-style-type: none"> 計算技術自体は、一般層にはリーチしにくい内容であるが、次世代の研究者の卵である高校生など、SSH などへのアプローチを検討してはどうか。 	<ul style="list-style-type: none"> 機構では全国の大学、高専等を対象とする公開特別講座を募集しています。この講座のテーマとして開発技術に関連する講義を設定し、依頼に応じてアウトリーチ活動に取り組みます。また、学会等におけるサマースクールや学生向けチュートリアルにも講師の派遣を進めます。
<ul style="list-style-type: none"> 高性能計算技術、特に流体計算コード、可視化技術の開発は、計算科学の分野で大変優れた成果が挙げられた。科学理解増進の視点から社会への情報発信を取り込んでほしい。 	<ul style="list-style-type: none"> 計算科学分野の成果に関して、プレス発表、ホームページにおける情報発信等、社会への情報発信を進めます。

<ul style="list-style-type: none"> ・家屋周辺の空間線量シミュレーションコードは、今後より社会実装に向けても取り組んでいただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・社会実装に向け住民・自治体のニーズを把握し、被ばく低減策の提案を行います。
<ul style="list-style-type: none"> ・第3期の成果と、第4期の計画の関連性が、やや抽象的である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・第4期中長期計画の遂行に当たり第3期中長期目標期間の成果をどう役立てるか、計算科学技術研究・評価委員会等で今後より明確に説明させていただきます。
<ul style="list-style-type: none"> ・材料工学的な展開を経て新型炉開発に資するパスが明確化されており、高く評価される。機構内外の他の応用についても具体的に見通せればさらに高く評価されるものと思われる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・機構内の実践的ニーズはもとより、大学、国研、産業界を含む機構外の多様な組織との連携を通して、合金材料等の応用ニーズを把握し、応用についての見通しを明確化します。
<ul style="list-style-type: none"> ・廃炉の推進への貢献は高く評価されるが、それ以外の部分での成果の意義、あるいは国の科学技術政策が掲げる社会・経済の変革といった大きな見取り図の中でのニーズとの合致等についてさらなる意識化があればより好ましい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・社会的・経済的ニーズをより意識し、産業分野で今後重要となる課題について応用展開できるよう、大学、国研、産業界を含む機構外の多様な組織との連携を通して課題抽出を行います。
<ul style="list-style-type: none"> ・本研究テーマにおける社会的ニーズは大変大きく、今後の一層の発展に期待したい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・福島環境回復及び産業界での新材料開発等への貢献に対する期待に応えられるよう、シミュレーションや機械学習技術を活用し成果を挙げていきます。
<ul style="list-style-type: none"> ・一定数のパブリシティへの発表がある。社会的にも関心の高い分野だけに、新聞媒体だけに限らず、幅広く周知をお願いしたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・WEB上での情報発信を通じ、より広い周知を実践します。
<ul style="list-style-type: none"> ・“社会的に注目された”では社会的受容性は評価できない。プレス発表なども、発表の事実だけでなく、それに対する種々の応答も分析し、社会的受容性を評価する仕組みが重要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・今後プレス発表に対するマスメディアや国民の応答を分析する方法を検討し、計算科学技術研究・評価委員会等で報告します。

<ul style="list-style-type: none"> ・全期間において、高性能計算技術、超大規模シミュレーション技術、可視化システムの研究開発とともに学術的、応用的に優れた成果が挙げられて、原子力研究分野にとどまらず、計算科学、材料科学、環境科学にも貢献している。これらの成果をうまく次期中長期研究につないで、原子力DXの基盤の技術として原子力イノベーションに貢献することを期待する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・開発した基盤技術にさらなる新規性を加味すると同時に、汎用性を高める工夫も加え、原子力分野のイノベーションに貢献する取組を進めます。
<ul style="list-style-type: none"> ・「人文・社会科学からの視点」に関しては、成果発信や実用化にとどまらず、研究開発の課題、目標の設定の段階から社会との対話を行うこと、それに応じて研究開発の取組を変容させること、逆に、社会のステークホルダーに機構が生み出すイノベーションへの協働を求めること、研究開発体制や現場の実情をSDGs等の現代的価値に適合したものへと一層変革すること等、RRIの考え方に基づくさらなる取組が期待される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・社会との関わりについての指摘事項を踏まえ、研究開発の取組を検討する。具体的には、研究開発の課題、目標の設定の段階から、期待される成果の社会発信による影響を十分に検討する他、計算科学技術研究・評価委員会を始めとする機構外からのコメント等を十分に活かす取組を進めます。
<ul style="list-style-type: none"> ・人材育成については、現在は小規模であるが、多方面での積極的な活躍を期待したい。長期的には、強固な拠点形成に役立つはずである。 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力分野のみならず、産業応用や学術研究を目的とする大学等、原子力分野以外の組織との連携も積極的に進めることで、強固な拠点形成につながるよう、人材育成の取組を長期的視点で継続します。

計算科学技術研究・評価委員会答申における提言と原子力機構の措置（事前評価）

提言	機構の措置
<ul style="list-style-type: none"> DX 推進に関しては、シミュレーション技術が他の研究上の手法を一様に置換するかのような誤解を生じないように、表現ぶりについて十分な配慮が必要と思料する。 	<ul style="list-style-type: none"> DX 推進については、その影響が、広範囲に及ぶような表現は慎み、誤解を与えないように、具体的計画とその効果を明確に記載します。
<ul style="list-style-type: none"> 第4期中長期計画を実施していく間には、当初予定していなかった緊急性を要する事項などが発生する可能性もあるため、適時プライオリティを変更して対応するなど柔軟性も考慮するとよい。 マイルストーンが段階的に設定された研究計画が妥当と考えられるが、7年間の期間中に研究開発状況に応じて柔軟に進めることが望まれる。 	<ul style="list-style-type: none"> 計算科学技術研究・評価委員会におけるレビュー及び中間評価の結果を反映し、研究計画を適切に見直しながら研究開発を進めます。また、毎年の自己評価に対する主務省の評価及びコメント等を次年度以降の年度計画に反映させます。
<ul style="list-style-type: none"> 特に非原子力セクターの研究機関や企業等との連携を一層積極的に展開することが望まれる。 	<ul style="list-style-type: none"> 開発技術の原子力分野外への展開及び原子力分野外の最先端技術の導入によるイノベーション創出に向けて、原子力以外の分野の組織との連携を進めます。具体的には、基盤技術を必要とする民間との共同研究を進める他、最先端技術を有する研究機関と人材交流も含め共同研究を推進します。
<ul style="list-style-type: none"> 国際連携とともに、人材交流も進めていくとキャリア形成の上でも効果的だと思われる。 今後、国外他機関との連携も望まれる。 	<ul style="list-style-type: none"> コロナ禍の状況改善の後、米国 DOE 研究機関、仏国 CEA 等、国外機関との連携に関連する人材交流をさらに深化させる予定です。
<ul style="list-style-type: none"> イノベーション創出を目標にしたなら、達成はほぼ困難であるように思える。どういうことを（自ら）イノベーションとして定義するのか明確にすべきである。 産業界の直接的なニーズに応えることが直ちにイノベーション創出につながるとは限らない。どのような社会課題の解決にどのように貢献するのかを十分踏まえた上での取組計画の策定と展開が望まれる。 評価技術がどう利用されればイノベーションとなるのかを含めた取組計画の策定が重要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 原子力計算科学の基盤技術の研究開発成果を基に他分野と連携し、その分野の発展に貢献することを目標とします。その目標達成に向け、民間や他機関と共同研究や受託研究等を実施し具体的成果を創出します。また、その成果である計算技術が他分野にて利用しやすいものとするため、汎用性や利便性の向上にも努め、最終的には技術の公開を目指します。

<ul style="list-style-type: none"> ・イノベーション創出には研究上の連携のみならず、実運用、社会実装上の連携・協力が必要であり、連携先もメーカー等に限られないはずであるので、その点についての積極的な展開が望まれる。 ・一企業に対する実装を社会実装完了ととられないように目標を設定すべきである。 ・特定の分野だけでなく、幅広に捉えていくとよい。 ・可視化技術の産業応用に向けた取組は具体的であり妥当と考えられるが、特定のメーカーとの共同研究のみならず、技術・知識基盤プラットフォームを構築する視点からの展開も検討してほしい。 ・オープンソースソフトウェアとして公開することの意義はこれまでの取組の成果に照らしても理解できるが、社会実装という観点では具体的にどのような社会課題の解決に資するのか、どのような行政・産業等に活用されうるのかを十分に見通して、そのための取組計画を掲げるべきである。 	<ul style="list-style-type: none"> ・大学、国研、産業界を含む機構外の多様な組織との連携を通して、社会実装に向けた取組を進める他、より汎用性の高い技術の開発も進め、広く一般に公開していきます。
<ul style="list-style-type: none"> ・国の科学技術政策と方向性における合致は確かに認められるが、どのような社会課題の解決に資するのかについても、もっと技術側からの提案、問いかけがあってよい。その中で具体的なニーズ適合性の確認やさらなる向上が図られるものと見込まれる。また、核熱連成解析という課題の特出しはこの項に関してはやや違和感がある。もう少し大きなスケールでの社会・経済への貢献を提案されたい。 ・新型炉開発は確かに国が取組を推進する課題ではあるが、もう少し大きなスケールでの社会・経済への貢献を提案されたい。科学技術・イノベーション基本計画が描くような将来の望ましい社会像から逆算した場合にどのような社会課題の解決に資するのか、もっと技術側からの提案、問 	<ul style="list-style-type: none"> ・大学、国研、産業界を含む機構外の多様な組織との連携を通して具体的なニーズを定め、ニーズへの適合性を検討するとともに、社会のニーズを的確に反映する技術開発を進めます。 ・核熱連成解析は産業界のニーズに基づく課題の具体例として記載しましたが、ここに含まれる沸騰流の解析技術は原子力以外の産業応用分野でも長年の課題となっており、幅広い波及効果が期待できます。

<p>いかけがあってよい。その中で具体的なニーズ適合性の確認やさらなる向上が図られるものと見込まれる。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ・「社会的受容性」は成果発信と同義ではない。社会課題の解決に資するか、社会が重要視する価値に適合するか、社会に不利益や危害をもたらすおそれがないかなど様々な視点から多角的に評価されるべきものである。この観点からの取組の一層の強化が求められる。そのためには成果発信以外の場面での社会のステークホルダーとのやりとりの充実が求められよう。 ・研究成果の論文発表、一般向けの情報発信の想定は妥当であるが、より広い視点で「社会的受容性」に関する取組を検討してほしい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・研究開発課題への取組や成果の発信の際には、社会の幅広いステークホルダーの存在を意識し、多角的な視点で、発信による社会への影響を事前に評価します。その際、大学、国研、産業界を含む、上記の機構外の多様な組織との連携を通して開発技術の社会的受容性に関する検討も同時に進めるなど、社会との関係性を探る取組を充実させます。
<ul style="list-style-type: none"> ・コミュニティの活性化に貢献することとして、若手人材開発は非常に重要である。それなりの負担はあると思うが、積極的に推進していただきたい。 ・原子力を担う人材育成は重要な課題であり、この取組をより一層強化していただきたい。 ・夏期実習生の受け入れは、原子力を担う人材育成において重要なので、より積極的に取り組んでいただきたい。 ・若手人材の育成は将来に向けての最重要課題である。また、難しいかもしれないが、なんらかのレベルでダイバーシティにも配慮できれば良いと考える。 ・イノベーション・デジタル化の推進とともに、人材養成における多様性の確保という点での取組についても、お聞かせいただきたい。 ・人材確保だけでなく、環流やコミュニティ形成の観点からも、若手人材育成をお願いしたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・夏期実習生、特別研究生等、機構の制度を活用した学生の受け入れを進めます。また、学会等におけるサマースクールや学生向けチュートリアルにも講師の派遣を進めます。 ・人材育成に当たっては、ダイバーシティを常に配慮し、女性や外国人の採用を積極的に進めます。また、コミュニティ形成等を図るため、学生や若手の研究者との交流の機会を最大限活用します。
<ul style="list-style-type: none"> ・原子力研究の若手人材のジェンダーバランスはどのようになっているか。他の領域でのバランス 	<ul style="list-style-type: none"> ・当センターの第3期中長期目標期間における平均値として、研究者 22.3

<p>と比べての状況、また今後の方針などお聞かせいただきたいと思います。</p>	<p>名中、女性は2.9名（約13%）、若手研究者は10.4名、若手研究者のうちの女性は1.7名（約16%）となっています。内閣府「令和2年度独立行政法人等の科学技術関係活動等に関する調査（2019（令和元）事業年度）」によると、工学分野において、在籍研究者に占める女性研究者の割合は9.3%、新規採用者に占める女性研究者数の割合は15.4%となっており、同等と判断します。今後は、ジェンダーバランスを意識し、現時点での女性研究者の意見も聴取して、女性が働きやすい環境を整備します。</p>
<ul style="list-style-type: none"> • これまでの大規模高速計算及び可視化の技術をさらに発展させるとともに、新たにデータ同化技術や機械学習技術を組み合わせることで、機構においてデジタルツインの模範となるべき事例を構築し、示してほしい。 • 風況デジタルツインでは、先端的なアプローチの典型例となるように、研究開発の発展を期待する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 風況デジタルツイン等の実現に向けた高性能計算技術、可視化技術、シミュレーション技術、データ同化技術、機械学習技術等の計算基盤技術の研究開発を推進し、次年度以降の計算科学技術研究・評価委員会等でその成果を報告します。
<ul style="list-style-type: none"> • 人材確保の面で、任期や雇い止め問題に対する適切な中長期的計画が重要となるため、しっかりとした計画を立ててもらいたい。 	<ul style="list-style-type: none"> • 任期付職員の人材育成に取り組むとともに、定年制職員採用に向けたキャリアパス形成を進める等、計画的に対処します。
<ul style="list-style-type: none"> • トップレベルの国内外の計算機システムを適切かつ効率的に利用できるよう、引き続き他機関連携を強く進めていただきたいと思います。 	<ul style="list-style-type: none"> • 理研、仏CEA等、国内外のフラッグシップシステムの開発、運用に関わる機関との連携を継続することで、最先端の高性能計算技術開発を進めます。
<ul style="list-style-type: none"> • 原子力以外の産業にも貢献するようなイノベーションを期待する。 • イノベーション創出には研究上の連携のみならず、実運用、社会実装上の連携・協力が必要であり、連携先も研究機関等に限られないはずであるので、その点についての積極的な展開が望まれる。 	<ul style="list-style-type: none"> • 大学、国研、産業界を含む機構外の多様な組織との連携を通して、風況デジタルツイン等の開発技術の社会実装に向けたニーズの具体化を進めます。

<ul style="list-style-type: none"> ・風況デジタルツインの他分野での応用への展開は妥当であるが、他のテーマに関しても可能性を検討してほしい。 ・風況デジタルツインによる産業応用分野でのイノベーション創出を期待する。 	
<ul style="list-style-type: none"> ・Society5.0は何を持って達成されたかという定義が重要なので、短期・中期の目標をしっかりと設定し、成果が後付けにならないよう注意していただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・Society5.0的手法の確立を目指す研究開発に関しては、風況デジタルツインの研究開発を具体例として短期・中期の具体的な目標を設定しつつ研究開発を進めます。
<ul style="list-style-type: none"> ・原子力関係の技術は、安全保障の観点も念頭におくことが必要であるので、オープン・クローズの戦略を十分に考え、推進していただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・研究成果の公開に当たっては、輸出管理、知財の観点から成果公開のメリットとデメリットを精査し、オープン・クローズの戦略を検討します。
<ul style="list-style-type: none"> ・引き続き、ソフトウェア成果のオープンソースによる社会との共有に積極的に取り組んでもらいたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・汎用性の高い基盤技術に関しては、オープンソースとして公開することでコミュニティへの貢献を進めます。
<ul style="list-style-type: none"> ・データ科学的手法への取組など、さらに野心的な試みを期待したい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・データ科学プラットフォーム MDX を活用し、新しい研究手法の取り込みを積極的に進めます。
<ul style="list-style-type: none"> ・デジタルツインという観点では、実験・観測データをシミュレーションに生かす方向のアプローチも検討してはいかがか。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験データを機械学習に含める手法について検討し開発を進めます。
<ul style="list-style-type: none"> ・原子力研究開発のDXへの貢献において、機構全体の中長期計画を先導していただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・第4期中長期計画にて実施する原子力研究開発のDXに向け、シミュレーション技術による連携を各研究開発部門と進め、各部門のDXに貢献します。
<ul style="list-style-type: none"> ・機械学習については、検証のための信頼性のあるデータを取得できるかが鍵となる。シミュレーションだけでなく現象論からのアプローチも考慮していただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・適宜、現象論的アプローチも考慮して、実験データを機械学習に含める手法について検討し開発を進めます。
<ul style="list-style-type: none"> ・オープン・クローズ戦略を十分に検討いただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・研究成果の公開に当たっては、輸出管理、知財の観点から成果公開のメリットとデメリットを精査し、オープン・クローズの戦略を検討していきます。

<ul style="list-style-type: none"> • OSS の公開は非常に重要なアクティビティである。これまでも PIMD などの実績があるが、引き続き進めていただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> • 他分野の計算科学技術の発展に寄与すべく、開発ソフトウェア等の知財を整理した後、積極的に公開します。
<ul style="list-style-type: none"> • 廃炉の問題はセンシティブであり、世論の注目も高い。積極的な情報公開も必要だが、注意深く進めていただきたい。 	<ul style="list-style-type: none"> • シミュレーション技術を廃炉課題に応用し成果の外部発表を行う際には、社会的に注目度の高い廃炉のスケジュール等に関わる事項等に対し十分留意します。