

高温ガス炉及び水素製造研究開発・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"> ・安全設計の観点からは、HTTRでのEAL規制対応の知見が、実用高温ガス炉の評価における検討項目の抽出などへ貢献することはないだろうか。「屋内退避等に至る事象が設計想定(中略)をはるかに超える」という表現は情緒的であり、客観的・技術的な記載が望ましいと考える。 ・安全性実証試験のRUN3ではコンクリートの温度制限から30%出力としたが、一連の試験から100%出力からの事象進展が解析可能と思われるので、今後の安全研究の進展に期待したい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・安全設計の観点では、事故が発生した際に物理現象のみで事象が収束すること、多層の閉じ込め機能がそれぞれ独立しており、放射性物質の放出が促進されるような事象が発生しないことが示されれば、実用高温ガス炉のEALにも反映できると考えています。また、御指摘の「屋内退避等に至る事象が・・・」の記載だけではなく、紙面上の都合で記載を省略している箇所もありますが、「設計想定(津波高さ17.6m、火山灰層厚50cm、竜巻風速100m/s)をはるかに超える自然現象」と客観的・技術的に記載しています。 ・安全性実証試験のRUN2とRUN3の結果を合わせて、100%出力からの事象進展について解析を行う予定です。
<ul style="list-style-type: none"> ・PRA手法構築に関する検討についても本研究など波及的に得られた成果も記載に含めることができるのではないかと。 ・JAEAでは安全研究センターにおいて軽水炉のレベル3PSAの検討がなされてきたが、今後、高温ガス炉においてもOECD/NEA等で国際的な取組がなされる可能性もある。評価手法の確立等、世界をリードできるような研究開発に期待している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・PRA手法構築に関する検討についても波及的に得られた成果として自己評価書への記載を検討します。 ・英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業「高温ガス炉の確率論的安全評価手法の開発」(平成27年度～29年度)の成果により、高温ガス炉PSA上の課題であった地震起因事故シーケンスのリスク評価手法を確立しております。
<ul style="list-style-type: none"> ・高燃焼度化や高出力密度となれば、安全性には様々な課題があり、それを過剰に追求すると量産化困難、燃料コストアップにつながる事が多く、必要性能の見極めをお願いします。 	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料要素開発を進めるに当たっては、高燃焼度及び高出力密度の炉心の安全性評価や燃料要素の製造性評価等を行うことで、必要な性能を見極めるようにします。
<ul style="list-style-type: none"> ・熱出力を炉外に取り出す方式として熱交換器を介した二次ヘリウムを用いることで、核分裂生成物質が環境に放出される可能性を低減できるが、二次ヘリウムで駆動されるヘリウムタービンへのそれらの物質の沈着の可能性もほぼなくなると考えられる。 ・システム設計及び安全評価に係る技術的知 	<ul style="list-style-type: none"> ・経済性の目標を達成するため、実用高温ガス炉では、一次系にヘリウムガスタービンを設置する設計(単純な直接サイクルガスタービン発電システム)が適切と考えています。この際に必要となるガスタービン翼へのFP沈着低減技術については、第3期中長期計画期間で研究開発(候補合金中へのFP拡散係数の取得等)を行い、ガスタービン保守時の被ばく線量率が制限値を超えないことを確認しています。 ・システム設計及び安全評価のみならず、

<p>見の蓄積が進んだが、原子炉変更申請に十分な検証できたとは認められない。</p>	<p>HTTR にヘリウムガスタービン及び水素製造施設から構成される熱利用施設を接続したシステムの原子炉設置変更許可申請書の原案作成を完了しており、申請に向けた取組の進捗は十分と考えています。今後は天然ガス水蒸気改質法による水素製造施設を接続したシステムを対象に原子炉設置変更許可申請書を作成します。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・ 学術的には A であるが、水素の製造量が少なすぎるため技術的に考えると B。 ・ 連続試験で生成された水素と酸素の量を見る限り、系統内の硫酸が過度に分解されて酸素の生成が多いように思われる。 ・ 運転制御技術の開発が課題であるが、制御パラメータの抽出に留まっており、実用的な制御技術の確立を目指しさらなる前進が期待される。 ・ 開発中の組成変動制御技術の有効性を早期に確認して、長期安定運転への実装が進展することを期待する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第 3 期中長期計画においては、運転制御技術及び信頼性確認について、当初計画の成果を挙げることができたと考えています。水素製造量の拡大など実用化に向け、次年度以降、産業界への技術移転方針を策定します。 ・ 水素製造が安定した状態では水素と酸素が 2:1 で生成されました。酸素の生成が多いのは、試験途中に生じた組成変動の修正のため、一時的にヨウ化水素 (HI) 系統の運転条件を変更し、水素製造量を減少させたことによるものです。 ・ 制御パラメータの抽出結果を基に、運転中の組成変動を抑制するための制御対象 (反応器) 及び制御量 (入熱量等) を複数の反応器で連動させて決定する制御ロジックを構築し、長期的組成変動制御技術の基盤を完成しています。次年度から、組成変動制御技術の実用プラントへの実装に向けて自動運転制御技術の開発と検証を進めます。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究目標の明確化という課題と実際の内容がマッチしていないが、硫酸分解器以外のガラスライニング製品も金属材料とできないか？ ・ 実用化や民間技術移転の目標について、マイルストーンの具体化が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平成 28 年度までに研究目標の明確化を行い、その一つである硫酸分解器最適化の一環として、新規耐食合金の開発を行ってきました。硫酸分解器以外の液相の高腐食性環境では、現在開発中の金属材料の使用は難しいと考えています。 ・ 第 3 期中長期計画の研究開発成果である耐食性の向上に加え、今後、機械強度を評価し、実用化の可否を判断した後に、IS プロセス要素技術の一つとして、民間技術移転の目標 (マイルストーン) 等を決定したいと考えています。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 2 次ヘリウムで駆動するとタービン翼に核分裂生成物の沈着は抑制できるが、その場合はこの要素技術開発の意義について検討が必要のように思われる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日本原子力産業会議 (2001 年開催) が主催した「原子炉熱利用に関する将来展開検討会」において、高温ガス炉ガスタービン発電システム GTHTTR300 のユーザー要件が議論された際、経済性の目標達成のため、単純な直接サイクルガスタービン発電システムの

<ul style="list-style-type: none"> ・ 単結晶性合金の耐久性を評価してほしい。 	<p>構成が採用された経緯があり、現時点では検討が必要とは考えておりません。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 本要素技術開発で候補材料とした単結晶性合金は、天然ガス燃焼ガスタービンの翼材料として多数の使用実績があります。その使用温度域は 1,500℃以上に達し、本要素技術開発で適用する高温ガス炉のヘリウムガスタービン(温度上限 950℃)よりも遙かに高温です。そのため、使用温度域において単結晶性材料は十分な耐久性を持つと考えています。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 技術の継承の観点から、どんな人間を、いつ採用するか計画はあるか。計画どおりの採用となっているか。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子炉施設の運転・保守要員の育成には 10 年程度の長期間の OJT が必要です。技術系職員に関しては、毎年新卒(大卒・高卒)者を 1～2 名採用し、計画どおりの採用になっていますが、絶対数が不足しているため、中途採用を含め継続的かつ幅広い分野からの採用を採用部署に要望していきます。また、研究系職員に関しては、高温ガス炉の高度化に必要な解析技術や熱利用技術開発のノウハウ等を継承するための計画どおりの採用となっており、今後も採用部署に対して、継続的かつ幅広い分野からの採用を要望していきます。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 英国規制当局だけではなく NRA も巻き込み、高温ガス炉の規制の国際標準化はできないか。 ・ 水素製造に関する産業界との連携において積極性が見られないように思われる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ これまで IAEA において、高温ガス炉の安全設計要件の作成を機構が主導して進めてきました。今後、まずは、ポーランド、英国等を含む海外の実証炉計画において、日本の技術を採用させた高温ガス炉の規制の国際標準化を目指します。それを基に国内実証炉計画が具体化する段階において日本の原子力規制委員会と協議を進めていきます。 ・ 高温ガス炉による水素製造など熱利用の実用化像などを検討する高温ガス炉産官学協議会に、エンジニアリングメーカーをメンバーに加えており、また、IS 法に係る多くの特許(第 3 期中長期計画 10 件)をメーカーと共同で出願するなど、産業界との連携に努めてきたと考えています。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 外部研究者等に対する育成及び機構職員に対する育成がどのような「社会的貢献」につながっているのかの説明が欲しい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 外部研究者等へ高温ガス炉に関する知識を習得させ、高温ガス炉分野を担う若手研究者・技術者の裾野を広げること、機構職員に高温ガス炉技術を継承し、高温ガス炉の実用化に向けて持続的に研究開発を進める人材を育成することにより、2050 年カーボンニュートラル社会の実現に貢献できると考えて

<ul style="list-style-type: none"> ・ 組織を維持するための活動(技術継承・採用)と外部者の教育は目的が違うので分けて考え、それぞれ KPI を定めて評価するべきと思う。そうでないと何を評価の基準とするべきか分からない。 ・ 高温ガス炉技術の継承を支える人材育成は着実に達成できたと評価するが、実用化プロジェクトを支える人材育成との目標設定が混在していたように見受けられる。 	<p>います。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 人材育成の目的は、「高温ガス炉に関する知識を習得させる」ことであり、将来的に機構の人材確保が目的です。また、海外においては、人材育成を通じて当該国において日本の技術を採用させることが目的です。高温ガス炉技術の継承と外部研究者等の育成に関する内容が混在していた部分があったと考えます。今後目的に応じた目標を設定していきます。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 国内外他機関との連携がどのような「社会的貢献」につながっているのかの説明が欲しい。 ・ 共同研究は何を成果としていつまでに何ができる見通しかについて第4期中長期計画では明確にしてほしい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国内外他機関との連携を進め、高温ガス炉の実用化に向けた活動を推進することで、2050 年カーボンニュートラル社会の実現に貢献することが期待できると考えています。 ・ 共同研究計画書において、最終的に得られる成果、全体計画及びその中での当該年度の研究の位置付けを記載することで、成果としていつまでに何ができる見通しかを明確にします。
<ul style="list-style-type: none"> ・ SMR という観点からの明示的な取組があればと思う。 ・ 具体的なイノベーション創出例の記載が欲しい。 ・ この項目への取組として何を評価してほしいのか不明。当該ページに説明なし。 ・ 国内外他機関との連携は認められるが、そこから新たな価値創造にはまだ至っていない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ HTGR は SMR の代表的な炉型の一つであり、SMR の観点から社会に認識してもらえよう引き続き情報発信を行っていきます。高温ガス炉の SMR 設計例としては、従来の熱出力 600MW の高温ガス炉(GTHTR300)に加え、ポーランドへの導入を念頭に置いた熱出力 165MW の高温ガス炉の炉心設計を行っています。引き続き、高温ガス炉の実用化というイノベーション創出に向けた活動に取り組んでいきます。 ・ 高温ガス炉の実用化に関するイノベーション創出の具体例として、高温ガス炉と水素製造プラントの接続技術及び核熱による大量の水素製造と産業利用技術(鉄鋼業でのゼロカーボン・スチール等)を記載していましたが、社会実装による経済社会の変化を創出する将来展望の説明が不十分でしたので、今後資料構成や説明を充実させていきます。 ・ 評価項目の独立性がより明確となるよう、機構の担当部署(評価室)へ改善を依頼するとともに、今後は資料構成や説明を工夫します。 ・ 取組の妥当性を評価いただく項目であり、現時点では、イノベーション創出に至っていない内容もあります。今後、資料構成等について工夫します。

<ul style="list-style-type: none"> 再稼働に時間を要し、水素製造の社会実装の観点からは特筆すべき進捗は認められない。 この項目への取組として何を評価してほしいのか不明。 	<ul style="list-style-type: none"> 水素製造技術の社会実装に向けて必須となる実証試験（HTTR-熱利用試験）の準備費用（設備の設計費など）が予算化されるなど、特筆すべき進捗があったと考えています。 評価項目の独立性がより明確となるよう、機構の担当部署（評価室）へ改善を依頼するとともに、今後は資料構成や説明を工夫します。
<ul style="list-style-type: none"> カーボンフリー水素製造のポテンシャルを活かした国の施策への貢献があったとまでは認められない。 ここに書かれていることは、高温ガス炉技術開発の評価項目と重複している。技術的達成と科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性を同一視すべきでない。 	<ul style="list-style-type: none"> グリーン成長戦略（経産省策定）に「…HTTR を活用し…大量かつ安価なカーボンフリー水素製造に必要な技術開発…IS 法やメタン熱分解法等を含む超高温熱を活用したカーボンフリー水素製造方法についても開発を支援する。」と示されるとともに、この取組を実施するための「超高温を利用した水素大量製造技術実証事業」が資源エネルギー庁から概算要求（R4）されており、機構の活動が国の施策策定に反映されていると考えています。 機構全体に対するコメントとして、社会的貢献の評価項目については、評価項目の独立性がより明確となるよう、機構の担当部署（評価室）へ改善を依頼するとともに、今後は資料構成や説明を工夫します。
<ul style="list-style-type: none"> 高温ガス炉には、日本社会における原子力分野全体のイメージ改善の役割も新たに加わったように思われ、それを意識した具体的な活動も企画し実行することが望まれる。 技術的達成と科学技術政策、社会的・経済的意義／ニーズへの適合性を同一視すべきでない。EAL 該当項目削減の記載については削除すべき。また、社会へ及ぼす影響度の想定に関連して、12 頁に「新しい EAL の具体的な内容「HTTR の屋内退避等に至る事象は、想定をはるかに超える自然現象（テロ含む。）のみと認められた」と書かれているが、「想定をはるかに超える」事態を3.11で経験している国民に対し、この説明は通らない。社会へ及ぼす影響度の評価方法とその説明方法について抜本的に見直していただきたい。 プロジェクトの理解促進のため及び高温ガス炉の必要性・重要性の理解を得るための情報発信は多く取り組まれてきているが、一方通行で対話の形成は決して多くない。 	<ul style="list-style-type: none"> 高温ガス炉のみならず原子力全般の社会受容性向上も意識し、機構内の関連部署とも協力して情報発信を行います。 機構全体に対するコメントとして、社会的貢献の評価項目については、評価項目の独立性がより明確となるよう、機構の担当部署（評価室）へ改善を依頼するとともに、今後は資料構成や説明を工夫いたします。また、今後、高温ガス炉の安全性を国民と共有する方法（基準とその示し方）の見直しに取り組みます。 第 3 期中長期計画期間では、高温ガス炉の認知度を高めること、社会的受容性を向上させることを目標に、プレスリリース、マスコミの取材を通じた新聞報道、HTTR 運転再開を

	<p>含む高温ガス炉開発の動画公開、HP 及び Twitter 等の SNS を活用した情報発信並びに近隣の自治体が開催した避難誘導計画の住民説明会での対話を行いました。今後も上記取組を継続するとともに、機構の担当部署(広報部)と協議しながら双方向で対話を行う場の強化を検討します。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・ 成果があったかどうかの観点として、学生時代に受入れた学生を職員として採用することのメリットについても明記いただけるとよいのではと思います。 ・ 人材育成の目的・計画を明確にして取り組むべき ・ 「若手研究者の育成・支援への貢献の程度」の評価項目と重複。評価に値しない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実習等に来ていただいた学生は、既に業務内容を理解しているので、採用後もスムーズに業務に従事できる傾向があります。この点はメリットの一つに挙げられると考えています。今後はメリットについても説明資料に明記します。 ・ 人材育成の目的は、外部研究者等に対して「高温ガス炉に関する知識を習得させる」ことであり、将来的には機構の人材確保が目的です。また、海外においては、人材育成を通じて当該国において日本の技術を採用させることが目的です。このため、機構では HTTR を活用した人材育成として、国内外の学生、研究者等を受け入れ、高温ガス炉に関する知識を習得させるとともに、ポーランドを対象に高温ガス炉セミナーを開催し、NCBJ 研究員、民間企業技術者、学生等に高温ガス炉技術等の講義を行い、ポーランド国内への高温ガス炉の研究開発に協力しこれを担う人材の育成を図っています。 ・ 人材育成は外部研究者等に対する育成を意図し、若手研究者の育成は機構職員の育成を意図しており、別の観点での評価となります。資料及び説明で不十分な点があったため、今後の説明では改善いたします。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 今期中長期計画に、経産省が NEXIP を立ち上げ高温ガス炉が課題として認知されたこと、電力会社の高温ガス炉への興味が醸成される等、高温ガス炉の社会的な価値は格段に向上したと考える。これは JAEA の地道なアウトリーチ活動によるところが大きいので、今後も推進していただきたい。 ・ ポーランドとの連携に係る資金は日本からの持ち出しのみであり、資金的には一方通行である。今後、ポーランドから日本への資金の流れが必要と考えられる。 ・ 水素製造研究開発という観点ではテーマに 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高温ガス炉のユーザー獲得に向け、電力業界や製鉄業界等と意見交換を実施しています。興味を持っていただいた企業とは共同研究も実施しています。今後も高温ガス炉の社会実装に向けたアウトリーチ活動を継続していきます。 ・ ポーランド NCBJ で計画している高温ガス炉の実験炉の導入に関して、ポーランド政府から基本設計の予算が NCBJ に措置されており、その一部を機構への有償契約で基本設計の協力を進めて行くよう協議しています。 ・ 第 3 期中長期計画においては、水素製造法

<p>ふさわしい進捗があったとまでは認められない。</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子力規制庁と JAEA 安全研究センターが HTR を対象として実施している耐震性に関する安全研究なども関連する研究、あるいは貢献として位置付けるなどより幅広い成果を提示いただけるとよいのではと感じます。 項目及び内容が単発の感が否めず、高温ガス炉実用化に向け俯瞰的な課題抽出及び開発計画に基づいた開発を期待します。 評価項目の独立性は評価の基本であるのに、社会的貢献の多くの項目が他の項目と重複している。社会的貢献の評価項目について抜本的な見直しをするべき。また、R3 年度に実現した運転再開に際し、12 頁の説明は社会に対する高温ガス炉の影響度の想定として、「いつか来た道」を想起させる。安全性の考え方とその説明を国民と共有する評価方法(基準とその示し方)について抜本的な見直しが必要と思う。 	<p>(IS 法) の運転制御技術及び機器信頼性確認と、高温ガス炉と水素製造施設との接続に用いる機器(高温ヘリウムガスと熱交換)として重要な 900℃レベルの高温腐蝕環境に耐えるセラミックス反応器の設計に用いる強度評価方法の作成について進捗があり、当初計画の成果を挙げることができたと考えています。</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子力規制庁と機構の安全研究センターとの共同研究として、令和元年度から HTR に地震計及び加振機を設置し、自然地震や加振試験によるデータの取得及びデータ整理を行っています。得られたデータに基づく耐震モデルの精度向上を目指しており、研究開発の状況を踏まえ、今後、成果の提示をしていきます。 高温ガス炉の実用化に向け、全体を見据えて俯瞰的な課題抽出及び研究開発を行っています。 機構全体に対するコメントとして、社会的貢献の評価項目については、評価項目の独立性がより明確となるよう、機構の担当部署(評価室)へ改善を依頼するとともに、今後は資料構成や説明を工夫いたします。また、今後、高温ガス炉の安全性を国民と共有する方法(基準とその示し方)の見直しに取り組めます。
---	--

高温ガス炉及び水素製造研究開発・評価委員会における意見と機構の措置（事前評価）

提言	機構の措置
<ul style="list-style-type: none"> ・ 放射性ヨウ素に係る研究については、軽水炉との違いなどを説明し、冷却水を用いない高温ガス炉特有の課題を分かり易く説明する必要がある。福島原発事故を経て、社会的には、放射性ヨウ素よりも、放射性セシウムの挙動が気になる。 ・ 国の方針に従った課題となっており妥当。ただし水素製造に関する研究開発は実用化に向けて解決しなければならない課題はほかにもあると考えられる。第4期中長期開発期間内でどのレベルまで開発を完了させるのか、そのために必要な研究課題になっているか（必要条件だが十分条件になっているのか）再考が望まれる。 ・ 高温ガス炉の製造時及び水素製造時におけるCO₂排出量を定量化し、低減する観点が必要。排出量定量化手法に関する研究テーマ、排出量の大きい製造工程、材料を見直すための研究テーマが必要と思われる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ HTTRの運転中、一次冷却系から希ガスをサンプリング測定し、燃料から放出されるFPガスの挙動モデルを高度化します。しかしながら、放射性ヨウ素は一次冷却系配管に沈着するため、測定が困難で、直接測定はできません。そこで、出力急停止を伴う実炉試験を通じて、核分裂生成成分及び冷却系内滞留分のヨウ素を系統的に測定します。過去に保守的に評価されていたヨウ素の発生量及び挙動を定量的に測定することで、今後のプラント設計における遮蔽厚及びFP除去用フィルター等の数量を最適評価できます。また、配管破断事故時の被曝評価、遮蔽設計及び環境汚染推測に応用できる評価モデルを構築します。なお、通常運転時及び事故時共に、放射性セシウムは燃料内部に安全に閉じ込められます。 ・ 事前評価において機構が選定した研究開発課題を進めつつ、次年度から資源エネルギー庁が公募する「超高温を利用した水素大量製造技術実証事業」の成果を機構の取組に反映し研究課題を抽出して年度ごとの研究開発計画を策定することで、実用化に向けての解決課題やそれらの到達レベルを見直し改善していきます。 ・ 御指摘の課題は、原子力産業全体に渡る検討により実効的なものとする必要があるため、今後の原子力産業に対するCO₂排出量の国の評価動向と国策を注視し、どこに高温ガス炉及びこれによる水素製造が貢献できるのか検討していきます。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 社会受容性、政治的な説明の容易性などを考えると、SMRという新技術として社会に認識してもらうことが重要なように思われ、SMRという観点からの研究課題がないか確認していただきたい。 ・ 水素製造技術として、高温水電解など、前向きに選択肢を増やすことも必要かもしれない。メタン熱分解はCO₂排出が伴うため、昨今の急激なカーボンニュートラルへの政治的な流れを考えると、早めに選択肢から除外した方が非難を受けず 	<ul style="list-style-type: none"> ・ HTGRはSMRの代表的な炉型の一つであり、SMRの観点から社会に認識してもらえようアウトリーチ活動等を通じた情報発信の中で、HTGRがSMRの代表的な炉型の一つであることを説明するようにいたします。また、SMRに関連した研究課題の検討も行っていきます。 ・ 高温水蒸気電解・メタン熱分解(固体炭素を生成することでCO₂を排出しない)については、上記エネルギー事業における成果を機構の取組に反映することで対応したいと考えています。メタンの水蒸気改質による水素製造技術の位置付けは、原子炉と水素製造施設との安全な接続技

<p>に穏当かもしれない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 高温ガス炉と水素製造施設の接続については課題の明確化が必要。安全性と経済性を両立する観点、社会実装に向け法規・基準を整備する視点が必要。 ・ 人材育成に関しては目標の具体化を検討されたい。 ・ 水素製造設備について、現在 100L/h(18m×4m)。将来の目標は 3×10^7L/h となっている。現在の規模でスケールアップすると 4.6km×4.6km の面積が必要となる。$3 \times 10^5 \times 18m \times 4m = 216 \times 10^5 m^2 = 21.6km^2$。スケールアップに伴うコンパクト技術開発が必用である。 ・ 水素製造技術の研究開発に関して、個別要素技術の産業界への技術移転は、掲げられているように開発段階からの産業界（ユーザーだけでなくプラントメーカーが大事）を取り込むことが必要と考えます。また、特許の有効期間は出願から 20 年です。実用化時期に効力がないと意味がなく、先に出した特許に阻害され、必要な時期に必要な特許が成立しないこともありますので、全体観を持って戦略的に進める必要があると思います。 	<p>術を確立するための手段であることを分かり易く発信することで非難を受け難いようにしていきます。なお、CCS と組み合わせることで CO₂ を排出しない水素を供給できる可能性がありますと考えています。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 接続技術については、安全性と経済性を両立可能とする機器やシステム設計、安全評価技術、及び社会実装に向けて、水素製造施設に高圧ガス保安法を適用可能とする安全設計を確立すべく、次年度から開始する検討において課題を明確化します。 ・ 人材育成の目的は、外部研究者等に対して「高温ガス炉に関する知識を習得させる」ことであり、将来的には機構の人材確保が目的です。また、海外においては、人材育成を通じて当該国において日本の技術を採用させることが目的です。これらの目的が分かるよう、今後は資料構成や説明を工夫いたします。 ・ スケールアップに係る課題については、上記エネ庁事業における成果を機構の取組に反映し、グリーン成長戦略の工程に則り 2040 年までに実用化までのスケールアップに必要な実証を行う予定です。 ・ プラントメーカーを含め、産業界からの要求を取り入れて技術移転方針を定めていきます。特許化については、産業界からの要求及び情報公開、商用化等の目的に応じて特許化する内容及び時期を定め、特許化を進めていきます。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 余剰電力の熱利用など、太陽光発電や風力発電との協調的な運用が望まれるが、そのための会議体や組織を構成する必要があるかもしれない。 ・ 国の CN 政策は、幅広いエネルギーの可能性を模索するものであり、水素製造以外に発電用と、産業利用セクターへの社会実装の可能性を検討すべき。水素以外のカーボンニュートラル合成燃料製造への 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高温ガス炉の社会実装に向けて、電力業界との連携を図っていきます。 ・ 高温ガス炉による水素製造以外に、高温ガス炉 SMR による発電、鉄鋼業でのゼロカーボン・スチール等の産業利用技術の社会実装の可能性を検討しています。また、水素以外のカーボンニュートラル合成燃料製造への高温ガス炉の

<p>高温ガス炉の応用可能性について検討が必要。SMR については再エネ由来電気とCCSによりキャプチャーしたCO₂の活用を検討すべき。</p>	<p>応用可能性については、今後の調査・検討課題と考えています。さらに、文科省原子力システム研究開発事業での検討結果（高温ガス炉による再生可能エネルギーの出力平準化やCO₂再資源化への貢献度の定量化）を機構の取組に反映したいと考えています。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・ 産学官と協力して、ポーランドや英国等と協力を行い高温ガス炉技術の海外展開を進めているが、カーボンニュートラルに貢献することをより積極的に開発する戦略が示せると良い。 ・ 今期中長計中に HTTR も初臨界 30 年を経過し、設備維持のための費用が増えていく可能性が高い。資金配分に当たって留意すべきと考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 我が国の高温ガス炉技術の実証のため、ポーランド、英国等と協力し海外展開を目指していますが、その後、国内で高温ガス炉の社会実装がなされればカーボンニュートラルに貢献することができます。戦略の具体化については、産学官と連携しながら議論を行い、戦略を示すようにしていきたい。 ・ これまでの保守経験の蓄積を基に点検項目、保守内容・周期等の見直しによる経費節減に努めてきました。取組を継続するとともに、高経年化対応を始めとする設備維持費用については緊急度及び重要性を考慮し、優先順位に従って実施していくことで費用の年度負担を平準化させます。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 英国原子力規制局から、日本の規制庁に両国の協動的規制を働きかけてもらうことも、国際的にバランスの取れた規制が実施できて良いのかもしれない。国際社会における英国の影響力は依然として大きいと考えられる。 ・ 産業セクターとの共同研究は何を成果としていつまでに何ができる見通しかについて第4期計画では明確にしてほしい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ これまで IAEA において、高温ガス炉の安全設計要件の作成を機構が主導して進めてきました。今後、まずは、ポーランド、英国等を含む海外の実証炉計画において、日本の技術を採用させた高温ガス炉の規制の国際標準化を目指します。それを基に国内実証炉計画が具体化する段階において、日本の原子力規制委員会との協議を進めていきます。 ・ 共同研究計画書に、最終的に得られる成果、全体計画及びその中での当該年度の研究の位置付けを記載することで、成果としていつまでに何ができる見通しかを明確にするよう努めます。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 再生可能エネルギーとの協調運用や、核熱を利用した大気中CO₂直接回収と合成燃料製造など、これまでにない技術の組み合わせなどの例示があればと思う。 ・ 特に IS の実用化に対してイノベーション創出を期待したい。 ・ 産業界への技術移転のためには産業界からの具体的な要望事項の抽出にも注意を払う必要あり。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 再生可能エネルギーとの協調運用については、上記文科省原子力システム研究開発事業での検討結果（高温ガス炉による再生可能エネルギーの出力平準化）を機構の取組に反映したいと考えています。核熱を利用するCO₂直接回収と合成燃料製造については今後の調査・検討課題と考えています。 ・ カーボンフリー水素製造技術を実用化し、社会実装していく過程でイノベーションを創出できると考えています。 ・ 要素技術について、産業界へ移転可能な技術の抽出並びにそれらの移転方法及び時期を産業界への技術移転方針として定め、これに基づ

<ul style="list-style-type: none"> この項目において技術開発の評価項目と重複しないのは、産業界への技術移転方針の部分だけである。この点について何をどこまで、どのように移転するのか、それをどのように決めるのかについて明確化するべき。 カーボンフリー水素製造技術の実用化というイノベーションももちろんのこと、熱利用等による新たな研究開発のシーズ探索及び他分野への橋渡し支援も御検討いただき、広いイノベーション創出可能性を御検討いただきたい。 	<p>き、特許化を進めます。その際、産業界からの要求を取り入れながら、情報公開、商用化等、目的に応じて技術の移転範囲、特許化する内容及び時期を定めて特許化していきます。</p> <ul style="list-style-type: none"> 水素に加えて、核熱を利用する CO₂ 直接回収と合成燃料製造などのシーズ探索・調査は、今後、新たなイノベーションを創出して行くための検討課題と考えています。
<ul style="list-style-type: none"> 実用プラント製作にはユーザーだけでなくプラントメーカーが必須です。その点での連携の計画があまり見えませんが、お考えはいかがでしょうか。高温ガス炉の実用化には国外実証炉が必要と考えると、その機会を得なければ、本課題は研究のまま塩漬けになる可能性があり、海外プロジェクトでの高温ガス炉技術採用は最重要課題です。技術採用は人的交流だけでなく、資金調達、コスト、建設期間など現実的な課題があるため、中国など他国動向を意識し、国内関係機関で連携を図って海外機関と交流していただきたい。 社会実装に向けては高温ガス炉の環境価値を明確化、定量化することが期待されている。海外への展開については動向を適切にベンチマークすることが必要。 この項目の内訳として書かれていることは(1)と重複している。評価項目として独立した内容を持ってないなら、項目自体を削除するべき。 	<ul style="list-style-type: none"> 高温ガス炉の実用化戦略に関しては、高温ガス炉産学官協議会でプラントメーカーを含む産学官と連携しながら検討を進めています。また、産学官協議会の下海外戦略検討 WG において、国外実証炉を含む海外プロジェクト戦略を検討しております。海外プロジェクトにおける日本の高温ガス炉技術採用に向けて、国内外の機関と連携していきます。 機構全体に対するコメントとして、社会的貢献の評価項目については、評価項目の独立性がより明確となるよう、機構の担当部署（評価室）へ改善を依頼するとともに、今後は資料構成や説明を工夫いたします。
<ul style="list-style-type: none"> 水素製造量の見込みを示せると良い。 国の方針に沿って技術開発をするのは当然のことであり、それを進め、達成することが技術開発の目標となる。もし、それが科学技術政策、社会的・経済的意義であるならば、評価項目の重複であるから削除するべきである。また、「ニーズへの適合性」のニーズが産業セクターから 	<ul style="list-style-type: none"> 「高温ガス炉及び水素製造研究開発の概要」に示した、10,000～ m³/h(高温ガス炉1基当たり)規模の高温ガス炉水素製造システムの実用化を目指します。 機構全体に対するコメントとして、社会的貢献の評価項目については、評価項目の独立性がより明確となるよう、機構の担当部署（評価室）へ改善を依頼するとともに、今後は資料構成や説明を工夫いたします。

<p>のニーズであるなら産学連携の項目と重複しないように項目だてをするべき。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ・ SDGs の観点からの整理も明示的であった方が、社会への広報には良いかもしれない。 ・ 再生可能エネルギーのコミュニティとの接点も探す必要があるかもしれない。 ・ 客観的に世論側に立った課題と対応の妥当性を充分吟味する必要は感じる。 ・ 評価委員会選定基準や体制見直しも含め、パブリックアクセプタンスに向けさらなる取組継続が必要。 ・ 発信で理解がなぜ得られると思うのか理解できない。 ・ いまだに脱原発の世論が一部にはある中で、HTTR が国民の多くに安心される研究課題／成果として理解されてはいない。HP、Twitter といった情報発信も重要で、改善点はあるがすでに取り組まれている。しかし、社会的受容性を高めるためには、講演会やオンラインイベントでも質疑応答の時間を多くとるなど、もっと双方向性のある社会との対話を重視する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高温ガス炉の社会への広報に向けて、SDGs の観点から整理して明示していきます。 ・ 高温ガス炉の社会実装に向けて再生可能エネルギーなどの他分野との連携の必要性を評価します。 ・ 評価委員会で頂いたコメントを吟味し、客観的な視点から課題と対応の妥当性の見直しに取り組みます。 ・ 評価委員会につきましては、その議論の結果がパブリックアクセプタンス向上につながるよう取り組んでいきます。また、機構の担当部署（広報部）と協議しながら、一方通行にならない情報発信の仕方についても検討していきます。
<ul style="list-style-type: none"> ・ 社会的受容性については、本来の意味での広報（public relation）を実施していただきたい。また、社会的な懸念や動向に基づいて自らを見直すことなども含めて計画に含めることが本来かと思えます。 ・ 5 名以上の研究者受入れが高温ガス炉の実用化とどのようにつながるのか、取組としては妥当だが、手段の数値目標ではなく、成果の目標（現状の人員規模を維持する等）を記載いただきたい。 ・ 核融合では国の研究機関と大学との共同研究が盛んに行われている。高温ガス炉も大学での研究開発を通して、若手研究者の育成や支援ができないか検討してい 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高温ガス炉の認知度を高めること、社会的受容性を向上させることを目標に、第 3 期中長期目標期間の取組（プレスリリース、マスコミの取材を通じた新聞報道、HTTR 運転再開を含む高温ガス炉開発の動画公開、HP 及び Twitter 等の SNS を活用した情報発信並びに近隣の自治体が開催した避難誘導計画の住民説明会での対話等）を行いました。今後も上記取組を継続するとともに、機構の担当部署（広報部）と協議しながら双方向で対話を行う場の強化を検討します。 ・ 年度評価において、高温ガス炉技術を発展・継承できる研究員や HTTR の運転・維持を行う技術員の維持を明記するようにします。 ・ 第 3 期中長期目標期間において、東京工業大学、九州大学、熊本大学、福井大学、北海道大学及び山梨大学と共同研究を行いました。第 4 期中長期目標期間においても、引き続き大学との共

<p>ただきたい。</p> <ul style="list-style-type: none"> 組織維持のための人材育成と高温ガス炉技術の人材育成がイコールであるかのように見える目標設定は国民の理解を得られるだろうか。組織維持については別に項目をたてて現状把握に基づいた増員等の理解を得られるようにすべきと思う。 受入人材については、JAEA 等高温ガス炉の技術者・研究者の獲得を目指すという範囲に限定せず、人文社会学系の学生や大学院生などより幅広い分野の研究者や学生を受け入れ、高温ガス炉の可能性について範囲を限定せずに探っていただきたいと思いますのでそれに対応した目標設定も御検討ください。また、人材育成の視点から、人材の受入れのみでなく、HTTR 職員が外に出て様々な経験や知見や人的つながりを得られるような目標や支援も設定はいかがでしょうか。 	<p>同研究を推進し、若手研究者の育成や支援を行っていきます。</p> <ul style="list-style-type: none"> 年度計画において、高温ガス炉技術継承のための人材育成と組織維持のための人材育成を別項目として目標を立てるようにします。 高温ガス炉の社会実装に向けて原子力分野に限らず幅広い分野の研究者や学生に参加していただくことが重要と考えております。R3 年度の夏期休暇実習生の募集においては、原子力等の専門知識を要しないテーマの募集も行いました。この取組を今後も継続していきます。また、機構職員が経験、知見及び外部機関との人的つながりを得られるように学会、講演等への参加を継続しています。さらに、JAEA が主催する成果報告会、技術セミナーなどでも、高温ガス炉について広く理解が得られるような発表を行いました。今後もこのような活動を継続していきます。
<ul style="list-style-type: none"> 水素の製造について IS 以外の在来の手法との連携可能性、電力需要変動対応について検討が出来ること、社会受容性がより高まる。グリーン水素製造としての水蒸気電解法などへの貢献などを明確に示せると良い。メタン燃料改質水素はグレー水素であり、CCS をセットにした検討であることを明示すべき。IS 実用化までのつなぎとして在来の水電気分解グリーン水素を検討に含めると、水素開発戦略としてわかり易い。 「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略等の国の施策に貢献す 	<ul style="list-style-type: none"> 高温水蒸気電解や水電解及び様々な水素製造手法については、上記エネ庁事業における「カーボンフリー水素製造技術のフィージビリティスタディー」（水素製造技術を調査し各々の技術の比較/国際動向に加え国内の既存事業の進捗を踏まえた調査）の成果を活用し、機構の取組・戦略に反映することで対応したいと考えています。また、再生可能エネルギーに係る電力需要変動対応については、上記文科省原子力システム研究開発事業「脱炭素化・レジリエンス強化に資する分散型小型モジュール炉を活用したエネルギーシステムの統合シミュレーション手法開発」（再エネ大量導入や CO₂ 排出量制約条件下での高温ガス炉の導入シナリオの分析）での検討結果（高温ガス炉による再生可能エネルギーの出力平準化）を機構の取組に反映したいと考えています。さらに、メタン燃料改質水素の機構の研究開発における位置付けは、原子炉と水素製造との安全な接続技術を確立するための手段であることを分かり易く発信していきます。また、CCS との組み合わせることで CO₂ を排出しない水素を供給できる可能性があると考えています。 2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略等の国の方針に従い、高温ガス炉の実

<p>る」とあるが、2050年は30年後であり、現在の関係者がほとんど退職しているものと考えられる。そこで、「2030年温室効果ガス46%削減に貢献」を目標に入れることが必要と考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ エネルギー基本計画の改訂では多様なニーズに応えることが期待されており、長期計画、中期計画いずれも改善の余地がありと思われる。 ・ 評価項目の独立性と原子力関係者、高温ガス炉関係者以外からみての「社会貢献」の項目として妥当性を再検討し、抜本的な見直しをするべきと考える。 	<p>用化に向けた計画は、2040年頃に国内実証炉、2050年頃に国内実用炉の運転開始を目指しています。このため2030年の温室効果ガス46%削減に高温ガス炉が貢献することは困難と考えています。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 第6次エネルギー基本計画に従い、第4期中長期計画期間においては、高温ガス炉における水素製造に係る要素技術確立に関する研究開発を進めていきます。 ・ 機構全体に対するコメントとして、社会的貢献の評価項目については、評価項目の独立性がより明確となるよう、機構の担当部署（評価室）へ改善を依頼するとともに、今後は資料構成や説明を工夫いたします。
--	--