

グリーンイノベーション基金事業  
「燃料アンモニアサプライチェーンの構築」プロジェクトに関する  
研究開発・社会実装計画（案）に対する意見公募手続の結果について

令和 3 年 8 月 2 4 日  
経済産業省資源エネルギー庁  
資源・燃料部政策課

「グリーンイノベーション基金事業「燃料アンモニアサプライチェーンの構築」プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画（案）」について、令和 3 年 6 月 2 3 日から同年 7 月 2 3 日まで意見公募手続を実施いたしました。

結果については以下のとおりです。なお、行政手続法第四十三条 2 項に基づき、提出意見は整理又は要約しております。

### 1. 意見公募の実施方法

- 意見募集期間：令和 3 年 6 月 2 3 日（水）～令和 3 年 7 月 2 3 日（金）
- 実施方法：電子政府の総合窓口（e-Gov）における掲載
- 意見提出方法：e-Gov

### 2. 提出意見数

5 件

### 3. 提出されたご意見の概要及びそれに対する考え方

別紙のとおり。

御協力いただき、誠にありがとうございました。

## ご意見の概要及びご意見に対する考え方

整理 番号	ご意見の概要	ご意見に対する考え方
1	<p>・「アンモニアの燃焼速度は石炭に近く、石炭火力発電との相性が良い。他方で、水素はガス火力発電と相性が良い。」との記載につき、このように判断された理由如何。2021年6月の三菱パワー社のプレスによれば、ガスタービンは低カロリー燃料に対しても適用可能とのこと。アンモニアは燃焼速度が遅く低カロリーなところ、高度な燃焼技術を有すればむしろガス火力の方が相性が良いのではないかと。石炭火力は固体からの輻射で炉を温める必要があり、輻射の弱いガス燃料との相性が良いとは考えにくい。事実、海外メーカでは石炭火力ではなく、天然ガス火力に対してアンモニアを適用するニュースが散見される。</p> <p>・SIPの終了報告書(中部電力の成果)によれば、石炭火力の発電価格は12.9円/kWhで、アンモニアを20%混焼すると15円/kWhとなり価格が2割上昇する。更に混焼率を高めると1.5倍から2倍程度にまで価格が上がると考えるが、これほど高い価格でも石炭火力にアンモニアを混焼したいと考える電力会社は複数あるのか。日本で原発を保有している電力会社は少なくとも興味がないのではないかと。他方、天然ガス火力は天然ガスが比較的高価なため、採算もそれほど悪化せず、導入を検討する電力会社も多いのではないかと。</p> <p>・NEDO「水素利用等先導研究開発事業」(公開用)の資料によれば、2MW級ガスタービンは小型ガスタービンであり自家発電用。今回、2MW級ガスタービンでアンモニア専焼に成功したとしても、グリーンイノベー</p>	<p>・混焼における石炭とアンモニアの燃焼速度の近さは燃焼を安定的に進める上で重要な要素となりますので、「相性が良い」と記載しました。</p> <p>加えて、アンモニアは毒劇物であり、燃えきることが極めて重要です。この観点からも、広い燃焼場を有する石炭火力との「相性が良い」と言えると考えております。</p> <p>ご指摘の通り、海外ではガス火力へのアンモニア混焼について着目されておりますが、引き続き石炭火力の使用が見込まれる日本およびアジア地域においては、まずは上記特性を踏まえて石炭火力の脱炭素化を通じた電力の脱炭素化を進めることが重要であると考えております。他方、エネルギー政策の要諦(S+3E)の観点から、既存設備を活かしつつ、CO<sub>2</sub>フリー電源へ次第に置き換えていくことが重要であり、その移行を円滑に進めるには、まず石炭火力にアンモニアを混焼する技術が必要だと考えております。そのうえで、さらなる電力の脱炭素化を推進すべく、より多くの課題を有するガスタービンでのアンモニア専焼にも取り組んでまいります。</p> <p>・ご指摘の報告書において、石炭火力のアンモニア混焼による発電価格の上昇が記載されていることは承知しています。</p> <p>石炭火力へのアンモニア混焼は、発電価格の課題はありますが、既存の石炭火力発電設備を活かして電力の脱炭素化を推進することができる点において有効な手段の一つです。</p> <p>そうした点を背景に、大手電力会社各社がカーボンニュートラルを目指したロードマップ等において将来の石炭火力発電設備でのアンモニアの利用を明記しています。</p> <p>ご指摘の通り、実際にアンモニアを利用するには、発電価格も重要であるため、将来CO<sub>2</sub>フリーのアンモニアを安価に供給するための技術開発も別途進められております。</p> <p>本研究開発・社会実装計画にて記載の技術開発をはじめとした施策により、発電分野におけるアンモニア利用の普及拡大を支援していきます。</p> <p>・今回の社会実装計画においては2000kW級「以上」のタービンを対象として専焼を目指した技術開発を予定しており、その中で社会実装に向けた最適な規模感を模索してまいります。なお、2000kW級のガス</p>

<p>ションが掲げる社会実装、ましてや火力発電所への社会実装とは大きく乖離がある。社会実装まで考えるのであれば、実際の火力発電所で運用されている数十 MW 以上とすべきではないか。</p> <p>・小型ガスタービンの区分では、SIP においてトヨタエナジー社が 300kw 級ガスタービンでアンモニア専焼焚きに成功したと聞く。しかも安定燃焼が難しい予混合燃焼器で成功したと記載あり。(日本ガスタービン学会誌 48 号等)</p> <p>小型ガスタービンにおいて改めて保炎性技術を確立することは SIP の重複投資(=税金の無駄遣い)であり、例えばより大型ガスタービンを対象とすることが必要ではないか。</p> <p>・「石炭火力のリプレースとしてガスタービンでの専焼技術が必要」と記載があるが、100 万 kW の石炭火力に対して 2000kW のガスタービンでは全く代替にならない。野心的な目標となっていないのではないか。</p> <p>・2000kW 級ガスタービンは IHI 社製の IM270 であれば発電効率が 25%しかないと聞く。同クラスのガスエンジンは発電効率が 40%から 45%程度有しており、ガスエンジンにリプレースすればそれだけで 4 割から 5 割の低炭素化ができるのではないか。野心的な目標や社会実装を意識するなら、実際の火力発電所で使用されている程度の発電効率を有する機種を対象とすべき。発電効率が悪いのに燃料代が高いアンモニアを燃料に適用することは、低炭素化に費用ばかりが発生し、現実的ではない。</p> <p>・2021 年 6 月の IHI 社のプレスによれば、IHI 社はアンモニア燃焼技術でアメリカ GE 社と協業とのこと。翌日の時事ニュースによれば今年度秋以降に具体的な協業内容を決定すると記載あり。IHI 社のアンモニア燃焼技術は SIP や NEDO の委託事業として実施さ</p>	<p>タービンであっても、複数連結させることで火力発電所での利用も可能となるものと認識しております。</p> <p>・ご指摘の通り、SIP において 300kW 級アンモニア専焼ガスタービンが実証されていますが、これまでに SIP 等で実証が行われたものと本プロジェクトとは起動方式に違いがあり、加えて SIP の方式は大容量化に困難が伴うものであることから、SIP での実証内容と今回検討を行う 2000kW 級以上のアンモニア専焼ガスタービンとは、異なる技術課題が存在します。他方、2000kW 級以上では規模による技術開発課題の差異はなく、複数連結させることでさらなる大規模化が可能となります。</p> <p>このような技術開発上の困難性を踏まえると、まずは 2000kW 級以上での実証を行ったうえで、ニーズに応じた大規模化を図っていくことが、最もアンモニア専焼ガスタービンの社会実装に繋がっていくと考えております。</p> <p>・アンモニア専焼ガスタービンの実証は、いまだ 300kW 級までで気化したアンモニアを利用したのみです。一方、2000kW 級以上のガスタービンでは液体アンモニアを利用することから、専焼には火炎安定性などの技術的な課題が多く存在しており、2030 年時点で専焼を実現するという点では野心的な目標設定だと考えております。</p> <p>また、今回の研究開発・社会実装計画においては 2000kW 級「以上」のタービンを対象として専焼を目指した技術開発を予定しており、仮に 2000kW 級のガスタービンであっても、複数連結させることで火力発電所での利用も可能となるものと認識しております。</p> <p>・ご指摘の通り、IHI 社製のガスタービンの発電効率は 25%程度だと承知しております。他方、ガスタービンはガスエンジンと異なり、単なる発電装置ではなく、主に産業用のコージェネレーション設備の主機として使用され、熱効率も加えた形での総合効率ではガスエンジンを上回るという特徴があります。そのため、本プロジェクトでは、将来的に発電事業者以外も含めた形での CO2 削減を図る観点から、ガスタービンを用いた専焼技術開発を推進することとしております。</p> <p>・本基金の基本方針において、「基金事業の開発成果の社会実装に際しては、国内産業に十分な付加価値を生み出すことや用途、国外への技術流出リスク等について十分に留意する。具体的には、プロジェクトの実施場所及びプロジェクト後の成果活用場所</p>
--	--

<p>れており、日本国の税金によって得られた成果があっさり海外企業に技術流出することに強い憤りをおぼえる。NEDOとしてこのような事態を静観するのか。少なくとも技術の海外流出の高い企業や海外流出させた企業は、一定期間応募できなくすることや開発に投じた委託金の返納を命じるべきではないか。</p> <p>・「研究開発内容は、火力発電におけるアンモニア燃料利用の拡大に必要な技術であるが、石炭ボイラとガスタービンのアンモニア燃焼技術は、独立して開発・活用されるものであるため、別々の事業者が実施することを想定。」とあるが、NEDOの他のプロジェクトとも連携するのか。 IHI社やJERA社、Jパワー社等は「アンモニア混焼技術の実用化へ向けた技術開発を加速」で110億円ものNEDOプロジェクトを獲得しているところ、類似PJとも連携がとられなければ不平等ではないか。</p>	<p>に国内を含むことを求めるほか、開発された技術が海外で武器に転用されないよう、プロジェクトの実施者に輸出管理体制の整備を求める等の安全保障上の配慮は当然として、海外企業がプロジェクトの実施者となる場合には、新たに取得する知的財産はNEDOとの共有とし、当該海外企業とNEDOの持分の合計のうち50%以上の持分はNEDOに帰属させる。」とされております。これに則り、本プロジェクトにおいても国外への技術流出リスクに十分に留意しながら進めるとともに、ご指摘の事業の技術流出についても配慮してまいります。</p> <p>・今回の基金における事業は、高混焼化・専焼化を通じ石炭火力の脱炭素化を更に進めることを目的とした事業でございます。 したがって、20%程度の低混焼を目標としてきた既存事業とは異なる技術が求められますので、当該事業の成果も活用しつつ進めてまいります。</p>
<p>2</p> <p>・計画(案)の中で石炭火力が随所に記載され、アンモニア利用の項目の中で石炭火力が2本柱の一つに挙げられている。 世界的に石炭火力の廃止が求められ、2050年まで石炭火力が存続すると見通せない中、計画(案)の中で石炭火力が強調されすぎている。石炭とアンモニアの混焼は研究の方向性としても世界の潮流と整合せず、燃料アンモニア研究の世界からの孤立を招くのではないか。 研究が徒労に終わる恐れもある。</p> <p>・暫定的な技術である混焼を仮の目標にせず、初めから最終目標である専焼を目指すべきではないか。</p> <p>・鉄鋼製品の環境負荷計算法の国際規格化によるグリーンスチールの価値向上は重要であるが、様々なプロセス計測機器・システム機器の国際的な競争力を上げ、互換性を保つためにも標準化は重要。</p>	<p>・カーボンニュートラル化に向けた取組を進める中でも、電力の安定供給は重要となります。そこで既存の石炭火力発電に対してアンモニアを混焼することで脱炭素化を図る技術が重要になります。こうした技術は、日本国内のみならず、中長期的にも石炭火力が多く残ることが見込まれるアジア太平洋地域といった海外にも転用可能な有望技術となります。 また、混焼に留まらずアンモニア専焼技術の開発も進め、石炭火力のリプレース後にアンモニア発電を導入することで脱炭素化を進めてまいります。 いずれにしましても、これらの技術開発に当たっては、世界の潮流に留意しつつ進めてまいります。</p> <p>・電力の脱炭素化を進める上では、石炭火力の脱炭素化を進めることは極めて重要ですが、エネルギー政策の要諦(S+3E)の観点から、即座に新規設備で置き換えることは非常に困難です。既存設備を活かしつつ、次第にCO2フリー電源へと置き換えていくことが重要であり、その移行を早期かつ円滑に進めるには、まず石炭火力にアンモニアを混焼する技術から導入を進めていくことが重要だと考えております。 また、将来的な海外市場の獲得を念頭に置いた場合、既存のアセットを活用する観点から高混焼の導入ニーズが高いことが見込まれることから、日本だけでなく、アジア太平洋地域といった海外も含めて脱炭素化を進める観点で、より期近に導入を見込むことのできる高混焼、最終的な技術開発目標である専</p>

<p>・石炭より、バイオマスや廃棄物燃料、重油など他の炭素排出量の少なそうな燃料と混ぜる方が良いのではないか。なぜ石炭がほとんど採れない日本で石炭を偏重するのか。 石炭の扱いを控え目にし、石炭と関連しない開発提案の応募を不利に扱わないようにすべき。</p> <p>・アンモニアの重量水素密度(水素含有率)は 17.8%なので、 300 万トン(水素換算で約 50 万トン) → 300 万トン(水素換算で約 53 万トン) 3,000 万トン(水素換算で約 500 万トン) → 3,000 万トン(水素換算で約 534 万トン) ではないか。 液体アンモニアの水素密度は液体水素より高いので、それで換算する方が説得力強いのか？その場合、 液化水素の水素密度 = 70.8 kg-H<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> 液化アンモニアの水素密度 = 121. kg-H<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> なので 300 万トン(水素換算で約 50 万トン) → 300 万トン(水素換算で約 513 万トン) 3,000 万トン(水素換算で約 500 万トン) → 3,000 万トン(水素換算で約 5130 万トン) となる。</p> <p>・2050 年国内導入量 3000 万トン/年が目標の様になっているが、どのように決められたものか。 量の予測はその年の電力需要と電力構成にも依存することから、定量的な予想は困難であり、高いか低いかわからない。 2050 年に電力需要と火力発電の割合は今より大きく減少するはず。2050 年火力発電の全体に対し導入量がどの程度の割合なのかを示して欲しい。</p> <p>・2-(1)に意味はあるのか。2030 年に石炭火力発電は無くなるのではないか。 なぜ混焼率 50%以上と決められたかが不明。目標として掲げるべきは、2030 年におけるアンモニア専焼の火力発電による発電量。混焼と石炭火力に拘り過ぎているのではないか。</p>	<p>焼、両者の同時並行的な技術開発が必要になると考えております。</p> <p>・現在、石炭火力の国内の発電電力量は全体の約3割と、電源構成で1割を下回る重油等と比較しても大きな割合を占めることから、こうした電力の脱炭素化を進めることが必要です。他方、エネルギー政策の要諦(S+3E)の観点から、即座に新規設備で置き換えることは非常に困難です。 既存設備を活かしつつ、CO<sub>2</sub> フリー電源へ置き換えていくことが重要であり、その移行を円滑に進めるには、まず石炭火力にアンモニアを混焼する技術から導入を進めていくことが重要と考えております。</p> <p>・ご指摘の通り、アンモニアの水素含量は 3.024/17.034=17.75%(17.8%)ですので、正確にはご指摘の値になります。ここでは 2030 年および 2050 年のアンモニア導入量の規模感を水素の導入量と比較できるように概数を記載したものであり、「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」の策定時にこのような記載をいたしました。 液化水素と液化アンモニアの水素密度は、単位体積当たりの水素量を表すものでありますので、こちらは船舶等で燃料アンモニアを輸送する際(同じタンク容積の船で運ぶ場合)の比較においては有効な考え方であると考えます。</p> <p>・今後の燃料アンモニアの導入の広がりや混焼率拡大・専焼化を踏まえ、2050 年の国内需要量は 2030 年時点の 10 倍程度になると推計しております。 なお、2030 年時点では国内石炭火力 6~10 基程度の 20%混焼を見込み、300 万トン/年の需要量と想定しています。</p> <p>・我が国では 2030 年に向けて非効率石炭火力のフェードアウトには着実に取り組んでいく一方、本年 8 月に公表されたエネルギー基本計画(素案)においてはエネルギー安全保障の観点から、2030 年断面でも約 19%程度の電源構成を占めることを見込んでいます。アジア大洋州地域では引き続き電源構成の相当部分を石炭火力が占めることが想定されます。このような状況下で引き続き電力の安定供給を実現する</p>
--	--

	<p>・2-(2)について、目標はアンモニア専焼なので、案件の採択の際に「2000kW 級以上」や「ガスタービンをういて」の様に限定しない方が良い。</p> <p>・ここ数年までのアンモニアに関する実証実験の成果に基づいて将来計画を予想しているが、利用分野は火力発電、船舶以外にも幅広く認めるべき。</p>	<p>ためには、専焼技術のみならず、既存の設備活用が可能となる高混焼技術も重要です。</p> <p>石炭火力へのアンモニア混焼技術については、既存事業において、2024 年度に 20%混焼実証が行われますが、それ以上の混焼率の向上にあたっては着火・燃料の安定性や NOx抑制などの技術的な課題が多く存在しております。</p> <p>2030 年時点で 50%以上の混焼率目標は、石炭火力の脱炭素化を目指す上で到達すべき目標であり、なおかつ技術的課題を踏まえた際の野心的な目標です。</p> <p>・最終的な目標はアンモニア専焼の社会実装であり、実機へ導入可能な規模であること、実機での燃焼時と同様の技術課題への対応を行うことが必要です。この観点から、少なくとも中規模以上のガスタービン専焼を念頭に置いて「2000kW 級以上」という記載を盛り込んでおります。また、石炭ボイラを対象とした目標 2-①とガスタービンを対象とした目標 2-②では、燃料特性および要求される技術が全く異なるため、「ガスタービンをういて」と明記しております。</p> <p>・利用分野については火力発電や船舶以外にも工業炉があり、当初予算を通じた技術開発を予定しています。他の用途についても、今後の技術開発等の進展を踏まえて検討の視野を広げてまいります。</p>
3	<p>・石炭火力の大規模高混焼率に対し、ガスタービンは 2000kw と、専焼に成功したとしても野心的でなく、社会実装性もない。</p> <p>東京都庁の使用電力の 1/3 にも満たない出力(注:新電力ネットによれば東京都庁の消費電力は 6500kw)のガスタービンで技術開発しても、社会実装とはほど遠く、税金の無駄遣いに過ぎないのではありませんか。世界に先駆けて社会実装まで実施するのであれば、三菱重工や川崎重工が製造しているような、大出力のガスタービンに絞るべき。</p> <p>・アンモニアが石炭火力向き、水素がガスタービン向きという記載の根拠が曖昧。</p> <p>伝熱方式、燃焼性、排ガス組成のどれをみても正しい表記ではなく、石炭火力で高価な水素を燃やすのは非現実的だからアンモニアが適しているということか？</p>	<p>・ご指摘の通り、ガスタービン一基で 2000kW の場合、出力は些少になってしまうため、複数台等の連結による規模拡大をするといった用途を念頭に置いておりますが、ユーザーとなる企業のニーズに応じて、タービン単体の規模の拡大にも取り組むことを想定しております。</p> <p>そのうえで、ガスタービンでの液体アンモニアの専焼には技術的な課題が多い中、2030 年時点で専焼を実現するという点では野心的な目標設定だと考えております。</p> <p>御指摘いただきました通り、それ以降の社会実装にも取り組んでまいります。</p> <p>・アンモニアと水素の最大燃焼速度は、それぞれ約 7cm/s と約 290cm/s と、両者で大きく異なります。石炭の燃焼速度はアンモニアに近く、燃焼速度の近さは安定的に燃焼を進める上で重要な要素となりますので、「相性が良い」と記載しました。</p> <p>水素がガスタービン向きというのは、燃焼性の観点での記載となります。</p>

		<p>水素を輸入して利用するよりも、水素をアンモニアに変換し輸入する方が、最終的な発電価格は安価になると試算されています。</p> <p>他方、将来的にアンモニアの専焼を考えた場合、熱効率の観点からガスタービンの活用も有効な手段となり得ますので、技術開発項目 2-②として挙げております。引き続き、様々な可能性を検討してまいります。</p>
4	<p>・反応の省エネルギー化のための新触媒の開発 触媒の開発には、以下の計測を含む総合評価系が必要であると考えます。</p> <p>＞反応生成物(不純物、未反応成分を含む)⇒ガスクロマトグラフ等の分離分析系 ＞触媒のサイズ、そのばらつきの計測⇒FFF(Field Flow Fractionation)などの粒子分級装置と観察装置の組み合わせによる精密評価 ＞活性触媒粒子径と触媒性能の相関の評価 ＞ガス吸着特性評価</p> <p>また、計測結果と触媒性能の相関が取れた後は、異なるプラントでも均一かつ均質な高効率生産を可能とするため、国際標準化を進めることも重要であると考えます。</p> <p>・スケールアップ時の検証 小規模なプラントにおける実証後に大規模プラント化する際には、意図しない反応パラメータの変化が生じる可能性もある。反応スケールに応じて計測ポイントを増やすなど、ローカリティも含んだ検証系が必要になると考える。</p> <p>・アンモニア混焼の安定燃焼とその評価のために、ボイラ・タービン内の燃焼状態の直接観察が望ましい。 例えば超高速カメラを用いて燃焼時の現象を解明することは、今後継続する開発にもその基礎を与えると同時に、実用でのトラブルシューティングの用途もあり、重要であると考えます。</p> <p>・NO<sub>x</sub> の低減、未燃アンモニアの抑制等の技術課題に対応するためには、まず排ガス成分の正確な計測が必要である。 燃焼機器に応じた排ガス測定系とその規制への応用は、環境への影響を最小化する上でも重要であると考えます。</p>	<p>・①反応生成物(未反応成分など)は、反応生成物、未反応成分を測定しないと得られない数値ですので、具体的な記載がなくても分離分析は実施することになるものです。その他、②触媒のサイズ、そのばらつきの計測も含め、ご指摘の点につきましては、本プロジェクトの評価等にあたって参考とさせていただきます。ほか、今後、アンモニア燃焼の基準に関する国際標準化に向けた取組も進めてまいりますので、そうした基準策定時の参考にもさせていただきます。</p> <p>・研究開発・社会実装計画(案)に記載しておりますとおり、ラボレベルからベンチスケール、さらにはパイロットレベルでの実証を検討しており、ご指摘のとおり、それぞれの規模において必要となるデータを取得していく予定ですので、ご指摘の点も参考とさせていただきます。</p> <p>・バーナー開発では、目視あるいは動画撮影による燃焼状態の直接観察が行われており、より高度な観察手法の導入は重要であると考えております。ご指摘の点については、本プロジェクトの評価の参考にさせていただきます。</p> <p>・排ガス中の NO<sub>x</sub> およびアンモニアなどの計測は、非分散赤外線方式や化学分析などにより、ppm レベルで測定できており、現行の環境規制の評価には十分対応できるレベルに達しています。ご指摘の点については、本プロジェクトの評価の参考にさせていただきます。</p>
5	<p>・燃焼効率が上がって、かつ、コストも石油や石炭より安くなるなら推進すべきだが、CO<sub>2</sub> の削減効果のみなのであれば、CO<sub>2</sub> 削減と温暖化の因果関係が</p>	<p>・アンモニア利用は、既存の火力発電を活用した電力の安定供給を達成しながら、CO<sub>2</sub> 削減を進める技術です。</p>

<p>立証されていない現状からしてやめるべきではないか。</p>	<p>また、こうした混焼・専焼技術は日本国内のみならずアジア大洋州を中心とした海外展開も期待されており。将来的な日本の市場獲得を見据えても、投資に大きな意味があるものと考えております。</p> <p>他方、利用を普及させるためには経済性の観点も必要です。基金で行う取組のうち、製造技術開発でもまさに目指している点ですが、製造の効率化等を通じて、安価かつ安定的に供給のできる体制構築を目指してまいります。</p>
----------------------------------	---