

**研究評価委員会**  
**「水素社会構築技術開発事業/  
研究開発項目Ⅱ（大規模水素エネルギー利用技術開発）」（中間評価）分科会**  
**議事録及び書面による質疑応答**

日 時：2020年12月4日（金）13：00～17：35

場 所：NEDO 2301・2302・2303 会議室（リモートあり）

出席者（敬称略、順不同）

<分科会委員>

分科会長	里川 重夫	学校法人成蹊学園 成蹊大学 理工学部 物質生命理工学科 教授
分科会長代理	野田 英智	中部電力株式会社 事業創造本部 執行役員 副本部長
委員	大澤 秀一	大和証券株式会社 エクイティ調査部 シニアアナリスト
委員	河野 龍興	東北大学 金属材料研究所 特任教授 東京大学 先端科学技術研究センター 特任教授
委員	中島 良	テクノ2050 中島技術士事務所 代表
委員	森田 哲司	大阪ガスマーケティング（株） 商品技術開発部 取締役 商品技術開発部長

<推進部署>

古川 善規	NEDO 次世代電池・水素部 部長
横本 克巳(PM)	NEDO 次世代電池・水素部 主任研究員
宇佐美 孝忠	NEDO 次世代電池・水素部 主査
大原 尚己	NEDO 次世代電池・水素部 主査
鈴木 敦之	NEDO 次世代電池・水素部 主任

<実施者>

西村 元彦	技術研究組合CO <sub>2</sub> フリー水素サプライチェーン推進機構(HySTRA)
東 達弘	技術研究組合CO <sub>2</sub> フリー水素サプライチェーン推進機構(HySTRA)
鍛冶 尚弘	次世代水素エネルギーチェーン技術研究組合(AHEAD)
五十嵐 亮	次世代水素エネルギーチェーン技術研究組合(AHEAD)
谷村 聡	三菱パワー株式会社
川上 朋	三菱パワー株式会社
足利 貢	川崎重工業株式会社

山口 正人	川崎重工業株式会社
小野島 一	株式会社大林組
梶木 盛也	株式会社大林組
島 潔	株式会社大林組
猪股 昭彦	川崎重工業株式会社
岩崎 英和	川崎重工業株式会社
河合 務	東京貿易エンジニアリング株式会社
鵜飼 幸治	株式会社I H I 回転機械エンジニアリング
松原 洋輔	株式会社I H I 回転機械エンジニアリング
本田 修一郎	株式会社荏原製作所
池田 隼人	株式会社荏原製作所
大江 知也	トーヨーカネツ株式会社
藤極 之徳	トーヨーカネツ株式会社
石井 弘実	三菱パワー株式会社
荒木 秀文	三菱パワー株式会社
西田 源央	株式会社中北製作所
渡邊 哲弥	株式会社キッツ
津村 俊一	三菱パワーインダストリー株式会社
高嶋 洋平	三菱パワーインダストリー株式会社
野中 洋輔	川崎重工業株式会社
中島 洋平	川崎重工業株式会社
中島 宏美	川崎重工業株式会社
玉村 琢之	電発開発株式会社
新井 祐介	岩谷産業株式会社
塩飽 崇	三菱商事
得能 翼	三井物産
寄藤 薫	日本郵船

<オブザーバー>

渡邊 幸太	経産省 水素・燃料電池戦略室
-------	----------------

<評価事務局>

森嶋 誠治	NEDO 評価部 部長
塩入 さやか	NEDO 評価部 主査

## 議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
  - 5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
  - 5.2 研究開発成果、成果の実用化に向けた取組及び見通し
  - 5.3 質疑応答

(公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
  - 6.1 (イ) 未利用エネルギー由来水素サプライチェーン構築
    - ①未利用褐炭由来水素大規模海上輸送サプライチェーン構築実証事業
  - 6.2 (イ) 未利用エネルギー由来水素サプライチェーン構築
    - ②有機ケミカルハイドライド法による未利用エネルギー由来水素サプライチェーン実証
  - 6.3 (ロ) 水素エネルギー利用システム開発
    - ③低炭素社会実現に向けた水素・天然ガス混焼ガスタービン発電設備の研究開発
    - ④低炭素社会実現に向けた水素専焼対応 DryLowNOx 高温ガスタービン発電設備の研究開発
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

## 議事内容

(公開セッション)

1. 開会、資料、議事進行の確認
  - ・開会宣言（評価事務局）
  - ・配布資料確認（評価事務局）
  - ・議事進行に関わる説明（評価事務局）
2. 分科会の設置について
  - ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき評価事務局より説明。
  - ・出席者の紹介（評価委員、推進部、事務局）
3. 分科会の公開について  
評価事務局からの紙媒体と動画資料を用いた事前説明、質疑応答をもって行われたこととした。
4. 評価の実施方法について  
まとめ、講評時に関する説明のほか、評価事務局からの紙媒体と動画資料を用いた事前説明、質疑応答をもって行われたこととした。
5. プロジェクトの概要説明
  - 5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント  
事前の配布資料に加えて推進部より補足説明が行われた。
  - 5.2 研究開発成果、成果の実用化に向けた取組及び見通し  
引き続き、事前の配布資料に加えて推進部より補足説明が行われた。
  - 5.3 質疑応答  
推進部からの5.1及び5.2の説明に対し、以下の質疑応答が行われた。

【里川分科会長】 ありがとうございます。

事前にやり取りをした質疑応答や、今ありました補足説明も踏まえて、プロジェクトの概要についてご意見ご質問があればお願いしたいと思います。

【里川分科会長】 今回、大変大きなプロジェクトで、オーストラリアで褐炭から水素を取り出すという形、それから CCS をして CO<sub>2</sub> は貯留、ブルー水素という形で液体水素にして日本に運んで来るプロジェクト、あとは有機ハイドライドにして日本に運んで来る。こういった内容がプロジェクトに盛り込まれているのですが、やはり褐炭から水素を取り出すというところが、それから運ぶというところが一つ大きな技術開発でもあり、また国際的な取組の大事な部分だと思うのですが、プロジェクトの中を拝見すると、ガス化炉と、あとは液体水素の輸送ということが中心に書かれているのですが、それ以外の部分、CO<sub>2</sub>、水素の分離とか、水素から液水をつくる場所も特に入っていなかったと思うのですけれども、あと CCS の部分、こういった部分はこういった取組になっているのかというのを伺いたしたいと思います。

【NEDO\_横本 PM】 ありがとうございます。

豪州からの液化水素のプロジェクトにつきましては、NEDO の所掌範囲としましては褐炭のガス化、それと日本に運んで来る船、神戸に建設した受入れの基地というところが大きなプロジェクトになっております。

ガスの精製、液化、豪州側での出荷基地というところにつきましては、豪州側で予算をつけていただきまして、一つのサプライチェーンとして、我々の事業と豪州のプロジェクトの事業として回っているものでございます。

お話にありました CCS につきましては、私ども直接関与はしておりませんが、豪州側のプロジェクトの中で、カーボンネットという取組がございまして、市民の皆様への CCS 含めたご理解をいただくことや、経済性の成立性があるのかと、そういう調査も含めて豪州側のプロジェクトとして進めておられるものでございます。

【里川分科会長】 そこら辺のオーストラリア側の情報というのはどれぐらい把握されているのか、進捗状況ですとか、あと将来見通しとか、そこら辺についてはいかがでしょうか。

【NEDO\_横本 PM】 このプロジェクトを開始した当初から、年に2回、ステアリングコミティという形で、私ども NEDO を含めた経済省、あとは実施者の皆様と豪州側の政府関係者を含めたコミュニケーションを取っております。

それ以外にも、豪州側に川重、電源開発含めて人が張りついておりまして、ほぼ月に1回程度で情報交換をしながら進捗を確認していっているという状況でございます。

【里川分科会長】 ありがとうございます。

【中島委員】 質問よろしいでしょうか、中島です。

【中島委員】 資料5のスライド14ページになりますが、研究開発目標が(イ)(ロ)ということで示されてございまして、事前にご質問もしたのですけれども、ご回答が少し私の意図したものと違うので、ご質問をさせていただきたいと思っております。

質問は、ここにあります未利用エネルギー由来水素サプライチェーンの(イ)の後半下の、今、映していただいたスライドでいうと真ん中辺りですが、システムを構成する技術目標の水素製造効率や輸送効率等に関しては個別に設定するというので、これを具体的にどういう目標を定められているのかということをお聞きしました。しかし個別に回答をしていただいたのは、必ずしも効率に関するご回答になっておりませんでした。NEDO さんとしては、この効率についてどのように考えていらっしゃるのか。NEDO さんの立場としてどういうふうにご設定しようとしているのか、ちょっとご質問させていただきたいと思っております。

【NEDO\_横本 PM】 効率につきましては、例えば液化水素でいきますと褐炭の乾燥、製造を含めて、そこの辺りの効率も目標、技術ターゲットとしては入れております。

あとはMCHにつきましては、例えば変換効率であったり、触媒の耐久性であったり

といったことも含めまして、個別の目標を設定したということが現状でございます。

【中島委員】 ありがとうございます。

効率の技術目標設定は大事な位置づけだと思います。例えば輸送効率という言葉を一般的に受け止めると、どれだけのエネルギーを海外から日本に持って来るのにどのぐらいのエネルギーを投入したのか、要するにインプットとアウトプットの関係、分母分子で効率を算出するということが工学的にはごく一般的な考え方なのかと思います。今回は、非常に大きなプロジェクトで、数多くのテーマに個別に分かれていて、それぞれにいろいろな目標が設定されているのは理解できるのですけれども、一つプロジェクト全体の大きな目標値として、今、申し上げたような効率、これが要するに将来的にはコストに直結して関わってくる数字になるのではないのかと思うので、こういう目標値というのを定められているものと考えていました。しかし、非公開情報とかいろいろ探してもこの数字が見当たらなかったものですから、あらためて質問をさせていただきました。

今の私が申し上げたような、大きな意味でのインプット、アウトプットのエネルギー投入に対して得られるエネルギーの割合を効率と定義することについてはどうお考えになりますでしょうか。

【NEDO\_横本 PM】 現状、輸送効率のところにつきましては、理論値を考えて計算するということが事業者の方とお話しております。

実際に、今、例えば液化水素船を造らせていただきましたけれども、規模としては国内で走るような内航船に近いようなものですし、タンクも小さいということもございます。基本的にはそういうことがございますので、現状としては今ある技術でいかに断熱を高めていって水素を効率よく運べる、例えば断熱構造の変更であったりとか開発であったりとか、断熱目標を設けるとか、そういうことでさせていただいているものでございます。

それと MCH につきましても同様でございます。現状は ISO コンテナで輸送をしております。将来的には、ケミカルタンカーという形での輸送ということになりますと、輸送効率もしくは言われたコストに直結するという形で、大型化を含めた形でのコスト試算ということで、2030 年から 2035 年、その以降に 30 円/Nm<sup>3</sup> とか、そういう形の試算をしているところになっています。

【中島委員】 ありがとうございます。現状の考え方については理解いたしました。

【里川分科会長】 これは、具体的な数字が今あるわけではないというふうに考えていいのですか。

【NEDO\_横本 PM】 そうですね。いわゆる輸送効率で幾ら運んで来て、幾ら荷量にかかっているといったところにつきましては、具体的にはまだ試算が十分できていないということでございます。

【里川分科会長】 この事業が終わったときにはそういうのは出てくるのですかね。

今いろいろやられていますよね、機器の効率だとかいろいろ出てきて、まとまった最終形としてこういう効率になるとか、そういった数字が出てくるといいかなと思うのですけれども、先ほどのカウンターパートのオーストラリア側の話もありますから、何かそれを全体で試算ができると、次に、例えばこれを実体として動かすときにすごく有効な数字になるのではないかなと思うのですけれども、いかがでしょう。

【NEDO\_横本 PM】 液化水素のほうにちょっと話がいききましたけれども、豪州側のプロジェクトを含めた上で、この後 HySTRA の西村様からご紹介あると思いますけれども、全体としてはいかに効率を上げていくかということは議論されております。

ただ、今、具体的にどういう目標値でということについては、まだ十分に実施しきれていない部分があるのではないかなと思います。

その辺り、西村様、もしコメントがあれば。

【HySTRA\_西村】 西村です。

まず、輸送効率ですけれども、今のパイロットと商用ではちょっと考え方が異なりまして、商用船になったときには、LNG 船と同じようにボイルオフガスを消費して推進機関のエネルギーとします。

ですから水素のボイルオフガスですから、輸送中も CO<sub>2</sub> を出さないということなのですが、その輸送用のコストが水素 30 円/Nm<sup>3</sup> に占める割合でどれぐらいかといいますと 2.6 円です。そんな大きなポーションではありません。大きな負荷にはならないというのが 1 点目。

それから、ボイルオフガスの出る量、小さい量です。タンクの断熱性能で決まるボイルオフガス量が主機の消費量とバランスするように設計開発して無駄はないようにします。従って、主機の機関効率をいかに上げるかが重要になります。

ですから、最初の段階では我々、ボイラータービン推進機関を考えておりますが、部分負荷性能がボイラータービンですとあまりよくないものですから、将来ガスエンジンが出来ましたら、こちらを使って推進する、こうしますと効率もかなりよくなります。そういったところを攻めていくと、将来は輸送効率がさらに上がるということになります。

いずれにしましても、30 円のうちの 10% に満たないようなポーションが輸送のコストということになりまして、エネルギーの観点からもそれほど大きなロスにはならないというところがございます。

【NEDO\_横本 PM】 AHEAD さんも参加されておりますので、MCH のほうで輸送に対する、コメントあればお願いいたします。

【AHEAD\_鍛冶】 今回、AHEAD の取組は実証事業ということで、今、横本様からもお話しありましたとおり、今回は ISO コンテナを利用するということで、輸送効率というよりは輸送する量に合わせたものでのデバイスを使ってということになります。

今後の展開、今後の将来向けには当然タンカーを使用した形になりますので、輸送効率というところは関わってくるかと思えます。

輸送そのものというのは、そもそも何を運んでいるかという話ですが、これはトルエン、MCHをそこで運ぶということになりますので、運ぶもののロスがどうなるかというところに、我々としてはいろいろな関心を持ちながら今、進めています。輸送効率そのものというよりは、トルエン、MCHのロスを軽減できるかというところに着眼しながら、今後、大型化という話を進めていこうかと考えております。

ちょっとこの段階では数字のお話しはなくて、こういった方向性だけのご説明いたします。

【里川分科会長】 ほかに委員の先生からいかがでしょう。

【森田委員】 資料7の概要の3ページの一番下のところなのですが、前回、中間評価結果への対応ということで、各テーマ下の関連性が明確でない云々の指摘があったように書いております。

確かにこれだけ幅広い多くのテーマがあると、非常に関連が深い、でもなかなか関連性が表現しにくいと、そういうことへの指摘だったのかなというふうに思います。

2017年以降、進捗評価委員会というのが年1回開催されて、NEDOさんのほうで情報共有、検討というのを実施者さんとされたというふうに書かれております。すばらしい試みだとは思いますが、具体的にどのような共有内容があったのかとか、その中でどんなことが成果として出たのか、そういうようなことがあれば教えていただければというふうに思います。よろしく願いいたします。

【NEDO\_横本 PM】

これは、前回の中間評価の中で、テーマが多岐にわたることと非公開の委員会が多くて、皆様が社会構築事業全体を本当に進む方向が同じなのかということでご指摘があったというふうに記憶をしております。

その後で、私どもとしましては、毎年1年ごとの技術の進展を、まず進捗評価委員会の先生方に評価をいただくいたしました。その中で、ここは遅れているのではないかと、ここはこういうふうなことをしたらいいのではないかとアドバイスをいただきながら、それぞれの毎年の事業の確認をやってまいりました。

その中で、情報共有という形でございますけれども、これは具体的にやった方法としましては、事業毎でポスターを作成し、みんなでポスターを見て、それについて意見交換し、進んでいる事業で困っていること、ここはうまくいっていることというようなものを情報共有しながら進めたというのが、進捗評価委員会後の皆さんとの意見交換の場という形になっております。

【森田委員】 分かりました。ありがとうございます。

【里川分科会長】 ほかにいかがでしょう。

【大澤委員】 シェールの話ではないのですが、エネ基が来年変わりますと。それに



伴って水素基本戦略も変わりますと。ロードマップも当然変えていこうという話になると思うのですけれども、今回の評価というのはあくまでも、直接関係ないのかもしれませんが、例えば今回の評価の見通しなんかを評価する場合に、目標が前倒しになる可能性があることを含めるということは、それはあまりやらないほうがいいということですか。

もちろん決まっていけないことは何も言えないのですけれども、例えばギリギリ目標達成、もしくは少し遅れているようなプロジェクトに対して、将来目標が前倒しになる可能性があるのをより一層加速するようなことが求められる、みたいなコメントというのはやらないほうが良いですか。

【NEDO\_古川】 NEDO 電水部の古川と申します。

今のご指摘の点については、現状まだ検討中でございますので、今の評価の中には持ち込んでいただかないほうがいいのかと思っております。

成果の進捗を見て、目標通り、もしくは目標よりもっと前倒しで達成ができるのではないかと、この部分がより力を入れて推進していったほうがいいのかどうか、そういった前向きなコメントはいただきたいと思うのですが、まだエネ基も含めてどのような数字になるか、水素の扱いがどうなるか、エネ基につきましても現行の第5次エネルギー基本計画の成果を見て、第6次改定の必要があるかなし、そこをまずは整理している段階ですので、まだ何とも言えない。

そこを持ち込んでしまうと評価の軸がぶれてしまいますので、現時点で定まっているものの評価でお願いしたいと思います。以上です。

【里川分科会長】 それでは、中部電力の野田様お願いいたします。

【野田分科会長代理】 今回、資料を読ませていただいて、これはコメントになりますが、非常に全体像が分かりにくいと思っております。何をどうパイプライン管理して、何がどこまで出来上がっていて、AとBとか組み合わせるとこのバリューチェーンというか、サプライチェーンのここが出来上がるのだ、というような全体像が見えないと、実は何が足りなくて、何が足りていてというのが非常に分かりにくい。

当然、オーストラリア側でやられているというのもあるので、それをどう表現するかというのが難しいのかとも思いますが、これをずっと進めていって、社会実装の段階で、実はこのパーツが足りなかったとか、こういうことが何か出てくるのではないかと危惧もしました。今回の評価は、今回の箇所の評価、ということなのだと思うのですが、NEDO のマネジメントとして、そういうところをされたほうが、多分、最後の仕上がりが、より有意義なものというか、ここで世の中に出していくよ、といったときに、こんなことが足りなかった、といって事業者を探すようなことにならなくて済むのではないのか、というコメントでございます。

【NEDO\_横本 PM】 ご指摘ありがとうございます。

言われたとおりで、この春からも新たな追加公募として、例えば液化水素のプラン

トに関わる技術開発につきましては何が不足しているのかということをお客様さんとヒアリングをして、新たにバルブの開発でありますとか、ローディングアームに関しての、そういうことを資金投入してきております。

現状でいきますと、恐らく電力会社さんを含めていろいろな方と、どういう技術があって、今どこが足りないという話をしておりますので、今後、社会実装という形で実際のくだけになる前に、もう少し足りないところを補えるような調査を含めてやっていきたいと思っております。ありがとうございます。

【里川分科会長】 いろいろ先生方から今、ご意見出てきました。

私も最後の野田様の意見と同じなので、最初にオーストラリアの状況をお伺いしたのですが、確かに新しく加わった事業がかなり個別機器で、心配される機器、いろいろ社会実装するときに技術開発が必要な課題が積み上がってきているので、その部分は非常に社会実装を目指した開発になっているというふうに感じるのですが、オーストラリア側の状況についても、全体像として、やはり最終的な報告のときには現状を取りまとめたいただかないと、多分、今、大澤様からのご意見もあったとおり、前倒しということが、これから社会実装が逆に早まる可能性が出てくる状況だと思うのですね。

そういったときに、それからこれがない、あれがないではなくて、今回のプロジェクトではここができていて、我々のプロジェクトではないのだけれども、カウンターパートの仕事はここまでできているとか、あと例えば、何年 R&D をやれば本当にこれが実現できるかとか、そういったものが見通せるような最終的な報告になってくれるといいのかなと思っております。

【NEDO\_古川】 私からよろしいでしょうか。電水部の古川でございます。

ご指摘の点、もっともだと思いますので、進捗を併せながら全体像をなるべく明らかにしていきたいと思っております。

ただ他方、やはりいろいろなエレメントというものが一歩ずつ現実に向かっていかないと、その課題に対してチャレンジしていただく事業者の方というのは踏み込めないところがございますので、そういう意味では、まず液体水素であるとか MCH、こういったもので水素を持って来るというところの技術が着実に進み、この分野での事業性が何となく思われるというところで、バルブメーカーさんですとか、様々なところがこの分野に参入して、研究開発に携わることができるということもございますので、非常にそのエネルギーの話で長いスパンの開発が必要となってきますので、着実に一歩ずつ進めながら、足りない部分は明らかとしつつ、そこに事業性を見いだしていただける状況になったところで、適宜、技術開発を進めて、全体像をフィクスしていくという形で進めていきたいと思っております。

その試みとして、先ほど横本が申し上げましたとおり、バルブですとかローディングアーム等の開発も適宜この事業の中に追加をして、実施者さんを見つけ、研究を推

進んでいるという形になってございます。

【里川分科会長】 ありがとうございます。

では、全体のほうを終わらしまして、次のプロジェクトの詳細説明、議題6に移りません。

(公開セッション)

## 6. プロジェクトの詳細説明

### 6.1 (イ) 未利用エネルギー由来水素サプライチェーン構築

#### ①未利用褐炭由来水素大規模海上輸送サプライチェーン構築実証事業

資料6-1-1に基づき、事業概要、研究開発マネジメント、研究開発成果について説明が行われた。

<質疑応答>

推進部署からの6.1の説明に対し、以下の質疑応答が行われた。

【里川分科会長】 ただいまの説明に対して、ご意見ご質問がありましたら、お願いしたいと思います。オンラインの方からでも結構です。委員の先生方からございますか。

【中島委員】 西村様ご説明どうもありがとうございます。着実にこの素晴らしいプロジェクトを進めてらっしゃることに本当に敬服いたしております。一方、先ほど絶対大丈夫かと委員の先生方から少しコメントが出ましたように、私自身も今回この膨大な資料を事前にいただいたときに、全体像が見えづらいついとか、個別にはいろんな非常に進捗しているものがありながら、少しわかりづらいついなど思ったのが正直なところでした。一例として、今回の実証は将来の商業化時点のおよそ100分の1スケールぐらいの規模で実施をすると大目標のところに書かれていますが、追加で質問させていただいた通りで、なかなか個別の資料を調べても、今回の実証のそれぞれの、例えば各種のタンクや輸送量とかにしても、定量的な数値があまり明快に書かれていませんでした。これらは一体どういう関係になっているのだろうと質問させていただきましたところ、例えばタンク、液化水素のタンク等は32分の1スケールと追加で回答いただいております。ここで質問に移りますが、100分の1のスケールの実証が着実に進んでいるのは理解できるのですが、将来2030年に30万トンを目指すという、今回の実証の100倍スケールですけれど、今後商用化を進めていくとき、どの位のステップを踏んでいかなければいけないのか。例えば今から5年後までに10倍にスケールアップするなど、いろんなステップの踏み方があるのだと思います。今もまだ協議中で検討段階とは思いますが、この先の30円/Nmに向かってはどのぐらいのステップが必要だとお考えになっているのかお教えいただければありがたいと思います。

【HySTRA\_西村】 船の輸送規模が大体100分の1とこういうことになっております。今の

船が 1250m<sup>3</sup>、商用船は LNG 船と同じで、4 タンクで 16 万 m<sup>3</sup>、1 タンク 4 万 m<sup>3</sup>です。ですからタンクの容量で言いますと 32 倍、これがご質問の回答に出た数字でございます。32 倍というのは体積で 30 倍ですから、スケールでいうと今のタンク直径が 10m、商用のタンクは 40m、ということになります。陸上のタンクにつきましては、今回の空港島のタンク世界最大規模 2500 m<sup>3</sup>の球形です。商用の時は、5 万 m<sup>3</sup>、その後最終的には LNG と同じように 20 万 m<sup>3</sup>まで拡大できるように大型化開発にて進めています。商用 LH2 タンクは円筒平底の形状に今の球形から変わります。こちらも現行、着々と進めております。加えて、BOG 水素コンプレッサー、それから液化水素の搬送ポンプを大型化研究の共同実施企業さんと取り組んでいます。大型化の研究開発は 2022 年度まで実施しまして、その中で技術を確立して、わかりやすく言うと見積りが出せるような状態に持っていく予定です。

2020 年代半ばの商用化実証へ取り組めるようなペースで開発を進めていきたい、というふうに考えております。若干、HySTRA 組合の枠を超えた内容になっておりますがご了承願います。

【中島委員】 そうしますと、タンクの例がわかりやすかったのですが、今現在だいたい 10 m ぐらいの直径で、商用化では 40m ですけど、中間で例えば 20m だとかを作らなくても、今後の検討で次に本当に実施する時には、いきなり直径 40m でタンクを作ってしまうということに理解しました、それでよろしいでしょうか？

【HySTRA\_西村】 はいその通りです。それから、ガス化炉の話はしなかったですけども J パワー殿が大崎クールジェンで研究を進めておられ、玉村さんの説明にもあった通りスケール的には十分可能な話です。

【中島委員】 はい、ありがとうございました。

【里川分科会長】 はい、ありがとうございます。今回の事業の次はある程度大規模にできそうだというようなことで、大変心強いコメントだったと思います。河野先生、お願いします。

【河野委員】 はい、河野です。ご説明ありがとうございます。2 点教えていただきたいのですが、一つはページ 8 のところです。冒頭お話があったかと思いますが、豪州側と日本パートとの取り合いが少しよくわからないのですが、この輸送用タンクを作られたということなのですが、液体水素をチャージするところの部分は、もう、豪州側に完全に任せてしまって、豪州側から出るときは先ほどの輸送タンクに液水がフィルアップしている状態から、日本側というイメージなのでしょうか。下ろすときは逆に 23 ページで検討されておられますけど、おろす側は日本でやるという形なのか、その辺が曖昧でわからなかった、というのが一点。もう一点は、ガス化のところ、豪州褐炭が使われるのですが、豪州褐炭特有の問題点というものがあるのかどうかということと、将来的には、バイオマスを混ぜるという話になりますけれども、その場合はバイオマスの選定との関係性というのは、どのように考えておられるか、その

2点を教えて下さい。

【HySTRA\_西村】 この水素輸送船に75tの液化水素が載ります。それだけの液化水素を作る設備は豪州側にはありませんので、まずは日本国内において液化水素を搭載し安全運航できるかを検証し、確認されたのち日豪の航海で実証しないといけません。ので、国内で75tの水素を満載した状態で船が豪州の方に行きます。ガス化精製した水素はラトロフバレーから港近くの液化基地まで約100キロの距離を水素トレーラーで輸送します。

港近くにあり液化基地で水素を液化して、コンテナトレーラーに溜め、コンテナトレーラーをいっぱいした状態で栈橋まで引っ張っていきます。栈橋ではトレーラーから自己加圧という方法で、輸送船に積み込みをします。こういう運用になります。

【河野委員】 はい。よくわかりました。ありがとうございます。

【JP\_玉村】 ご質問ありがとうございます。最初、に褐炭の特有性ということですが、まず一番大きいのが水分で、水分が非常に多いというのがあります。豪州の褐炭の分析をしていますが、だいたい60%程度の水分が含まれておりまして、これまで我々実績ある亜瀝青炭でも一番多いのが30%です。これが大きなポイントと思っております。いかに水分を取り除くかというところがポイントになってくるとなっております。

さらに豪州褐炭の特徴としまして灰分が少ない、あるいは灰の成分が変動する、灰溶融点が高いとそういった特徴を持っております。EAGLE炉につきましては、特にガス化性能の高いガス化炉を開発しておりますけれども、逆にスラグを流下させるところが難しいと考えています。この辺りの灰の成分につきましてきちんと確認した上で、きちんとスラグが排出できるというところを、メインの目的としましてガス化試験を行っていきたいというふうに考えております。

それから、2つ目のご質問いただきましたバイオマスとの関係ですが、CO<sub>2</sub>の分離回収設備では約90%程度までCO<sub>2</sub>を回収することができますが、先日の菅首相からの2050年のゼロエミッションというご発言、もしくは豪州政府とも1年ほど前に話した時に、90%では足りないといったご発言もありましたので、CO<sub>2</sub>をきちんと100%近くまで取り除いていくといった努力をするべきだと考えております。どのようなバイオマスを使うのかということにつきましては、現時点では木質系のものを使おうと思っておりますが、その場合、豪州での調達性についても、現在調査を進めているところでございます。

【河野委員】 はい。どうもありがとうございます。

【里川分科会長】 はいありがとうございます。野田先生お願いいたします。

【野田分科会長代理】 野田でございます。ありがとうございました。非常に勉強になりましたし、今回100分の1スケールと言いながら一気通貫で国内まで戻ってくるとい

うことに関しての意義というのを非常に感じております。一方で、先ほどからお話があった通り、大型化をしていこうとすると、さらにやらなければならないことがあり、それをご認識されていると思っています。

ローディングアームスイベルジョイントの話もされておりましたし、底が平らのタンクを大型化していかなければならず、その場合に、耐震上の設計のことも考えると、多分球形のタンクが置けるとは限られてくるかと思えます。そういうことをやっていかないといけないとすると、実は他にも、もっと大型化のために、今の規模の技術でそのまま流用できるものと、やはりそれなりに手を加えないといけないものというのが、ずいぶん見えてこられていうのではないかと思います。評価する上でそこを見せていただくと、評価がしやすい。何がどこまで進んでいて、また、この進んでいる状態が適正な状態なのかが把握できると、今回は間に合わないのかもしれませんが、次回、きちんと見せていただきたい。進捗状況がどうで、技術的な見解がどうだということがわかれば、このスピードで行ってもいいのか、多分、NEDOさんからすると、もう少しお金をつぎ込んでもスピードアップしなくてはならないとか、マネジメントにも繋がると思うので、そういう方向でやっていただくと非常にいいのではないかと思います。

一方で、研究開発の全体構成が書いてある図がありました。豪州パートのところ少し気になっていて、コンテナトレーラーで運んで行きますという話があったのですが、現実にはそれをすごく大量に輸入する、例えば資料5の12ページに輸入量が90億Nm<sup>3</sup>って書いてあるのですが、この規模でもってこようとすると、コンテナトレーラーで行ったり来たり、何台で運搬するのかを考えると、何かパイプライン輸送みたいなことを考えないといけないかもしれない。とすると、そこに入る技術は根本的に違ってくるかと思えます。その変について、見解を教えてください。

それからもう一つ。褐炭のガス化の部分で、多分灰溶融点が高くてという話があって、多分ガス化炉からすると、この溶融スラグをいかにうまく取り出すかが非常に重要な技術だと思っています。その灰溶融点が高いというのは、多分ガス化炉には非常に不利なので、形状を変えないといけないといったことが起こりうるのかどうか。特にスラグの排出部分のパーツの形状を変えないといけないようなレベルなのか、質問させていただきたい。また、褐炭の湿分が高いという話でしたけれども、そもそも褐炭は乾燥すると表面積が非常に大きな炭で、水分がなくなってくると発火性が上がってくるということもあるので、基本的には貯炭をどうされるのか、他の瀝青炭、亜瀝青炭等と取り扱いが違うのではないかと思います。この辺りをどうされたいと考えているのか、多分あのスケールアップするときに、こういった問題が出てくるはずで、答えていただきたいと思っています。

【HySTRA\_西村】 大型が球形から円筒タンクに替えて耐震等にも対応しなければならない

ことについては、今回の日豪パイロットの実証事業の枠組みとは別のところでやっております。これは川崎重工、IHI 回転機械エンジニアリング、荏原製作所、東京貿易エンジニアリングで共同実施しておりまして、そちらの方からご回答していただくのが適切かと思えます。水素の輸送については、パイロット実証では水素の量が少ないということで、今回に限ってコンテナトレーラーでやっております。大量の水素を扱うには日本の基地にありますような、ローディングアームを介するなどとなり、この実証は日本で実施しています。それから豪州側でコストダウンをする狙いもありますが、コンテナトレーラーにて運用できると、地産地消水素を集めてまた配るといふ時に、便利になりますので、その実証も兼ねてコンテナトレーラーを使っております。商用化の時は、パイプラインを敷いてラトロフバレーから港まで水素を圧送搬送して、港で液化して出荷するという計画です。

【野田分科会長代理】 はい、結構ですありがとうございます。

【JP\_玉村】 一つ目のご質問にありました高灰溶融炭灰の溶融点のところは、まさにご指摘いただいた通りガス化炉に取りましては、その高灰溶融炭の場合にはそれだけ酸素を多く投入しまして、溶かして下からスラグとして排出という必要がありますので、高灰溶融炭の排出性についてより難しくなっております。これにつきまして、先ほど高灰溶融炭が多いという話をさせていただいたのですが、高灰溶融だけではなくて、もちろん低灰溶融のものもございます。ですので、低灰溶融炭に近いものをより積極的に使っていく、もしくは混炭することによって、灰融点を下げていく。もしくはフラックス（融点降下剤）を添加し、化学的に灰溶融温度を下げるということも検討してございます。

それから 2 つ目にありました取り扱いについて、難しいのではないかとのご質問です。特にやはり褐炭ですので発火しやすいという特徴がございます。これにつきましては、昇温するまでに使い切るという意味から、褐炭が賦存する炭鉱の直近にガス化炉を置いて水素を製造することが、一番基本ではないかと考えております。遠方に輸送することは、発熱のリスクが増すことに加えて、水分の多い褐炭を輸送するには輸送代がかかり、経済的にも合理的ではないと考えております。また乾燥の技術につきましても、世界の褐炭乾燥技術を調査しており、その技術も入れて、商用機として使われている既存技術も入れて、安全性については確保していきたいというふうに考えております。

【野田分科会長代理】 はい。ありがとうございました。

【NEDO\_横本 PM】 大型化のところ補足という形でよろしいでしょうか。西村様の方からも紹介がありましたけども、NEDO の中でこの夏から、大型化機器開発行っております。ご紹介した通り、大型化の平底円筒タンクが川崎重工業、トーヨーカネツ、大型化のバルブにつきましては中北製作所、ササクラ、キッツというところでございます。お話あったように配管径を 500 mm とか大きなものにするるとシールも含めて難しいとこ

ろを取り組んでおります。また、今足りないところとして圧縮機、ポンプ、バルブというところを取り組んでいるところです。

【里川分科会長】 はい、ありがとうございます。いろいろ今ご説明いただき理解できてきたのですが、今出ているスライドのですね、全体のこの流れの中で、既存の技術でできるものは、特にある意味、現時点では準備する必要がないから、例えば、水素の液化だとか、CO<sub>2</sub> の分離だとか何とかそういったことは、他事業ではやってないっていうふうな理解でいいですか、それともこのオーストラリアパートの方も川重さん初め、Jパワーさん等が参加されているプロジェクトが、補助事業というのがあるようですが、この中で何か取り組まれ、てるという理解ですか。そこら辺とかちょっと整理して、教えていただければと思います。

【HySTRA\_西村】 西村です。ご質問ありがとうございます。おっしゃる通り、豪州パート、この中でいいますとオレンジの枠組みの中で、参加企業さんが取り組まれております。ガス化炉およびガス精製のところは、Jパワーさんがまとめておられます。輸送関連を、川崎重工さんの 100%子会社のハイドロジェンエンジニアリングオーストラリア (HEA) それから港の基地ですね。これも HEA にてして実施おまして、液化機は小型のものですから既存技術、コンテナトレーラーを既存のガス事業用のトレーラーを豪州仕様にして、現地に向けて使うというようなことでしっかりできるようにしております。申し上げた通り豪州の方は既存技術を使っているのですが、現地での液化水素自体の大量利用、基地で液化水素を積み込んだりする運用、近隣住民の方のご理解の促進、そのソーシャルライセンスを得ることを視野に、やらせていただいております。豪州パーションでの参画企業は、Jパワー、岩谷産業、川崎重工、丸紅、住友商事です。あと現地企業で、褐炭の炭田の採掘権を所有し、発電所を持っておられる会社であるオーストラリアンガスライト社 (AGL) が、土地、水、電気などユーティリティーを無償で供給という形で参加をしておられます。

【里川分科会長】 はい、よくわかりました。実際に大型実証する際にはそういうところも作っていかなくちゃいけないということですね、要するにね。

【HySTRA\_西村】 はい、おっしゃる通りで、特に水素の液化技術は、世界的にも未成熟で、現存する一番大きなものが 30t/day です。天然ガスでは何 100t/day という大型なものもありますので、水素については今後大型化に向けて、液化技術は重要になります。

【里川分科会長】 はい、ありがとうございました。では大澤委員、お願いします。

【大澤委員】 大澤です。ちょっと聞き逃したので確認したいのですが、2030 年、政府目標だと、30 円/Nm<sup>3</sup> と、輸送にかかるコストは、たいしたことはないというお話だったのですが、非常に安価な褐炭を加工はするものの、30 円を達成する見込みはどの程度考えていらっしゃるでしょうか。国際比較することはあまり意味がないとは思っていますが、欧州はこれよりもっと低い価格を目標にしています。

このプロセスが順風満帆にいった場合に、2030 年に 30 円をもしかしたら切る見込



みがあれば教えていただきたいんですけど。

【HySTRA\_西村】 ありがとうございます。コストの見通しですけど、これは2012年、2015年にもJパワー、川重がNEDOの委託事業でコストスタディーをやっています。

先ほど言った数字はこれらの数値反映・転用していきまして、褐炭由来水素の日本の港に着いた時のCIFが29.7円/Nm<sup>3</sup>になっておりまして、運搬船の輸送費が2.6円となっております。ちなみに褐炭燃料費は2.3円と非常に安く、例えばLNGの場合は、井戸元で7割から8割のお金が落ちています。この褐炭水素の場合は、だいたい日本と豪州半々ぐらいの割合でお金が落ちます。2030年の見通しについては29.7円/Nm<sup>3</sup>。今組合の中でも更に新しい知見を入れて、これらの数字を今一度見直す、検討もしております。

【里川分科会長】 はいありがとうございます。ではもう予定の時間も参りましたし、いろいろ意見も尽きたと思いますのでこれで終了したいと思います。

## 6.2 (イ) 未利用エネルギー由来水素サプライチェーン構築

### ②有機ケミカルハイドライド法による未利用エネルギー由来水素サプライチェーン実証

上記テーマに対する事業概要、研究開発マネジメント、研究開発成果プロジェクト等の説明が行われた。

#### <質疑応答>

実施者からのプロジェクト説明に対し、以下の質疑応答が行われた。

【里川分科会長】 ありがとうございます。

それでは、ただいまの説明に対して、ご意見ご質問等がありましたらお願いしたいと思います。

【森田委員】 森田でございます。ご説明ありがとうございました。

利用技術との絡みについてご質問させていただきたいのですが、今の説明の23ページ24ページで、負荷追従性向上策の絡みで水素専焼タービンを意識してされたということが記載されていたかと思えます。

この辺り、しっかり連携されて動かれているということで、混焼側とはどうなのだろう、恐らく専焼のほうが負荷追従という意味で言えばしんどいので専焼側の評価ということになったのかなというふうに理解しています。

一方で、説明の中では少し飛ばされたかと思えますが、42ページ43ページのところで、ガム状物質の影響の話が、資料には載っていて、ここは混焼の話で記載がされているのかと思えます。専焼のほうはどうなのだろうと思っていたのですが、53ページで、今後その辺りを強化するというようなのは、こここのところで行われているというふうな理解でよろしいでしょうか。全体として利用技術側、タービンの混焼並びに

専焼、こういったところとの連携状態についてコメントいただければと思います。

【AHEAD\_鍛冶】 ご質問ありがとうございます。

少し AHEAD の組織のところの話を飛ばしたのですが、今回この組織編成は三菱商事、日本郵政、三井物産、千代田化工という 4 社になります。また、研究共同先に三菱パワーも含めております。その辺りと話をしながら、どういった実用性があるかというところは密に連絡を取りながら、勉強をしながらやっております。

まずは、近い将来というのは混焼が先に来るだろうということで、今、我々が考えているのは、混焼の場合は、特にそれはタービンの燃焼器の改造が必要ないという混焼率、10%から 20%ぐらいですけれども、その領域に関しては現状のままの成分で投入ができるという話も確認できています。

将来的には専焼に向かっていきますので、大型化についての検討は主には専焼をチョイスしてやっているというのは、今の成果のお話です。

ガム状物質、不純物のところも、これは課題になっていまして、ラボ試験を三菱パワーさんとやりながら、我々の水素に含まれているトルエン、NCH 等はどういう影響があるかというところを確認して、十分に今の施設でも混焼として対応できるという基礎データを得て 42 ページ辺りの結果はそういうことになっております。

これは、どういう不純物が、どれぐらいのトルエン、NCH が含まれていても問題がないかということを目指して測っておりまして、十分に混焼としては問題ないというような結果でございました。

将来的に専焼になった場合というのは、規模感もそうですけれども、やはり負荷追従性がどこまでいけるかということがないと非常に難しいということで、ただ最近では、一方で負荷追従性だけではなくて、もしかしたら水素を使った発電がベースケースになるという、そういう将来像も考えられるので、その場合はあまり負荷追従という話がなくて、むしろ安定電源を使うというようなところもありますので、ちょっとどこまで将来的には追従性を求めるかというところは、まだ議論の余地があるかと思います。どちらも中期的な混焼、それから将来的な専焼と、どちらにも対応ができる設備や技術というアプローチの仕方でもここまで進んできているということもございます。

【森田委員】 よく分かりました。ありがとうございました。

【中島委員】 ご説明どうもありがとうございました。

私自身たしか 6 年ぐらい前に千代田化工さんの子安の実験設備を拝見してから、よくぞここまでと言うと失礼かもしれませんが、ご関係者のご苦労大変だったと思います。本当に素晴らしいプロジェクトを進められているなど敬意を表します。

それで、事業化のところも結構ご丁寧に説明いただいたのですが、先ほどの HySTRA さん同様、このプロジェクトは基本的には海外から経産省が言われるところの準 1 次エネルギー的に水素をエネルギーとして日本に持って来るプロジェクトだ

と思うので、エネルギーということはNm<sup>3</sup>あたり30円とか、結局値段でもって勝負がついてしまうというところだと思います。

それで、以前、別の場でご説明をいただいたのですが、この技術の肝になる水素化ですとか脱水素のところの触媒反応、これについては基本的には一個一個のサイズ自体がもう既に商用化レベルのスケールアップで大きなものになっていて、基本的には大容量化するというのは、本数をずらっと並べることなので、先ほどの液体水素を、例えばタンクのサイズをいきなり4倍にしなければいけないとか、そういうような技術的なハードルはないのですよというふうにお伺いした記憶があります。まず一つはそれが正しいですかということと、そうだとすると、本当に商用化するときにいうのは、もちろん量産効果というのはあると思うのですが、コストの見積りというの是非常にやりやすくなるのかなど。そういう意味で言うと、先ほど今後2ステップ、全部で3つの段階を経て本格的商用化を迎えられるとされたときに、コストの見込みについては、今回のご発表では言及がなかったものですから、スケールアップに際しての見込みやご見解をいただけるとありがたいと思います。

【AHEAD\_鍛冶】 ご質問ありがとうございます。

我々の取組は、そういった非常にご苦労されたというふうにご声かけいただけるのは非常にありがたいお話です。

実際、海外から水素を持って来てそれを供給すると、言ってしまうと簡単なのですが、それは意外に世界初ということでもございますので、多くの困難があり、一応ここまで来ているということ、私も少し自負している部分ではございます。

スケールアップの考え方は、当時、子安でご説明したものと今も変わっておりません。基本的には水素化、脱水素どちらも熱交換タイプの反応器ですので、スケールアップというのはそこに本数を増やしながら触媒を詰めるというところは変わりませんので、特に化学プラントのスケールアップであれば、いわゆる1,000倍、2,000倍というスケールアップの手法が取れますので、大型化に向けての技術的な困難性というのはいささか大きくないとは思っています。

ただ、少し今日の結果でもご紹介したのですが、ターンダウンがついてきたとき、同じスケールアップをした場合に、どれぐらい性能が振れるかというのは気にしなくてはいけませんので、この実証機レベルでターンダウンのデータを取ったということでもございますけれども、手法としては同じでございます。

コストの部分ですけれども、今、我々このステップを踏みながら商用に向かっていくというふうなお話をしましたけれども、必ずしもコストの見合いとか、技術の革新を見ないでこのステップを踏みたいということではなくて、どちらかというところまで水素の需要が増えていくのかということを見込みながら年表を考えております。

多分、この5年後、数年後、今から仕込んでいながらも5年後であれば、そんなに

急に大規模に水素を使うというユーザーが出てくるとは思いませんので、そこはステップを踏むことのほうが実現性高いという中で、商用の前にそういった実装というものも出ております。

やはりスケールアップしたほうがコストは優位性があるので、そこを、では実装と言っている部分ですね、セカンドチェーンと言っているところがコストの見込みがどうかという意味でいけば、2030年に30円というターゲットを持っておりまして、その途中に挟む実装に関してはもうちょっと費用かかるのだらうと見込んでおります。

ただ、この水素の位置づけが必ずしも、いわゆる電力の中で、安い電力という中でいけば戦い方が変わってくるのですけれども、そこに水素を使う付加価値をつけるとか、そういう考え方がだんだん今、世の中に出てきていますので、必ずしもコストが安くないと使われないというところは、これまでよりはちょっとハードルは下がっているのかなというふうに、いろいろなユーザーさんと話をして、各国の政策などを見ているとそういう感じです。

結論を言いますと、実装レベル、セカンドチェーンでいけば30円では非常に多分、難しいというふうには思っておりますけれども、30円に向けた30円という意味では十分に達成できるという見込みで今、進めております。回答になりましたでしょうか。

【中島委員】 多分、世間の皆さんも将来コストが幾らになるかというところに水素推進派の人も、懐疑派の人も非常に着目をされていると思うので、ぜひうまく発信をしていただければいいかなというふうに思いました。どうもありがとうございました。

【大澤委員】 大澤です。ご説明ありがとうございます。

私も子安の設備見学、何年も前にさせてもらって、そこから今年度で事業が終わるということで一定のめどがつけられたのかなと思ひまして、敬意を表したいと思ひます。

今の質問の続きなのですが、事前質問でも、コストのことを質問させていただいたのですが、あまり明確な回答は得られていません。いろいろ事情はあるのだと思うのですが、今年度でこの事業が終わってしまうので、何らかの形でコストの進捗であるとか、可能な限りコスト構造がどうなっているかということ世の中に対してアピールする義務はあるのではないかなと私は感じています。

先ほど、環境価値という話もあったのですが、残念ながら環境価値を経済価値で顕在化させるという動きも日本ではなかなかはっきりしていない中で、コストだけが判断材料ではないのですというのは、ちょっと説得力に欠けるので、今回は仕方ないとは思ひますが、今後やっぱり国民に対してとか、もしくは需要化に対してとか、もしくは投資家に対して AHEAD というのがいかに国益に資するものであるかということの理解を進めるためには、正面からコストに関して答えていく必要があるのだと思ひます。

【AHEAD\_鍛冶】 どうもありがとうございました。

コストの話も避けて通れないということは重々承知しております。当然、エンドユーザーさんと話をした場合には、幾らなのかということが真っ先に問われますので、特にそれを公表しないという意味ではありません。当然そういったユーザーさん向けに対して話をする場合、どういうコスト構造になっているかということをお話しながら、どうやったら下げられるかという、そこをお互い検討しながら話をするということを進めています。社会性を考えながらコストのことができていくかという意味では、十分にはできていないというふうには自分も思っていますので、そこは今回のコメントを受けて、前向きに考えていきたいと思えます。

ただ、我々もコストが今の価格が適正だよというふうには思っていないので、先ほどちょっと幾つかご紹介しましたが、コストダウンにつながるような技術改良というのはずっと継続しながら、より話をしやすいような力をつけていきたいというふうには思っています。ご助言どうもありがとうございました。

【大澤委員】 ちょっとコメントが失礼になったかもしれませんが、ご了解ください。

【里川分科会長】 ちょっとコストの話なので、一つお伺いしたいのですが、この事業は海外の水素をそのままキャリアに乗っけて運んで来るといいますから、コストとなると海外水素がいくらになるかというのがかなり効いてくると思うのですけれども、そういう意味で、海外水素がいくらで、運ぶのがいくらで、エンドユーザーにいくらで出せるとか、何かそういうふうな理解かなと思ったのですけれども、それはありますか。

【AHEAD\_鍛冶】 まさにおっしゃるとおり、これはチェーンで考えていますので、どのように水素を持って来るか、買って来るかというところで、どう輸送してどうやって配るかということになりますので、いかに安い水素を探すとか見つけるか、つくるかというところが非常に効いてくるというのは間違いないかと思えます。

今回、いわゆる未利用の天然ガスを利用してつくっておりますけれども、将来的には再生可能エネルギー由来の水素ということになりますので、そこを安くつくられる国が大きな候補になるかなというふうには思っています。

ご認識どおりだと思います。

【里川分科会長】 海外ではかなりリニューアブルの電力も随分安い値段が出ていますし、多分、そこに大規模な水素製造機なんかが入れば、水素がもしかすると結構安く出てくる可能性というのはやっぱり海外には秘めていると思うので、それに輸送のエネルギーを足してコストをはじめていただけたらいいのかなと思うのでよろしく願いいたします。

【河野委員】 ご発表ありがとうございました。

技術的などところで2点質問と、一つコメントをしたいと思います。

質問なのですが、1つ目が33ページのところで、転化率を示しておられま

すけれども 95%から 97%ということですが、残りの 3%とか 5%は分解してしまうというようなことなのでしょう。

2つ目の質問が、34 ページですけれども、反応温度のところですね。温度のところが絶対値がクローズされているのですけれども、これは非公開ということでしょうかというところでは。

一つコメントですけれども、このシステムが一番の肝がやっぱり熱源をどうされるのかということがやっぱり一番の肝だというふうに思いますので、GT の排熱とか SOFC の排熱とかというのを検討されるということで、ぜひプロジェクトが終わるまでにそういう利用のモデルというところまで構築していただいて実用化につなげていくというふうなプロセスを踏んでいただければなというふうに思います。よろしくをお願いします。

【AHEAD\_鍛冶】 ご質問ありがとうございます。

簡単などころからいきますと、34 ページの温度プロファイルの温度が出ていませんと質問ですが、脱水素熱これは文献等にも載っているのですけれども、反応としての温度としては 350°C クラスになりますので、そこの前後のグラフだというふうに思っただけだと思います。細かい数字は非公開になりますので、ご了承ください。

それから排熱利用の件、これもおっしゃるとおり、いかに熱をどこから持って来るといふところ、自前で調達していたら定量性がありませんので、そこを何かしらシステムの中に統合していくといふところは課題となっていますので、そこは継続しながら、これはコストにもつながっていきますので、このまま継続研究をしたいと思えます。

それから、転化率と反応のところですが、97 から 99 というお話をしていましたけれども、残りは何だということですが、残りはどういうふうにかと、技術的な者から回答させますので。

【AHEAD\_カワイ】 千代田化工建設、カワイです。

本日の資料には数字は載せてはいないのですけれども、基本的に転化率、例えば 95 だとか 97 に対して選択率のほうは 99.9% 近くいっていますので、ほかのものができている量というのは不純物として僅かにはできますが、大部分、残りの部分というのは MCH のまま残るといふのがほとんどになります。

【河野委員】 分かりました。ありがとうございます。

【里川分科会長】 里川ですけれども、これは平衡転化率でしょう。

平衡になっているから未反応があつてリサイクルでもされているのかなと思つたのですけれども、要するに副生物ができなければいいということですよ。違ひますかね。

【AHEAD\_カワイ】 我々もそのように考えておまして、なるべく不純物が少なくなるよう

な運転等そういった点を今まで突き詰めてきているというところになります。

【里川分科会長】 ありがとうございます。

【野田分科会長代理】 野田でございます。ご説明ありがとうございました。

まず技術的な話ではないのですけれども、先ほど水力のたくさんあるところの電力を使って水素をつかって運ぶと、これは完全に CO2 を発生させないプロセスになるので、そういう使い方というのがあるだろうなと思いつつながら、例えばカナダから運ぶというと結構長距離輸送になるので、ちょっと大変だなと思つていたりもしながら、今回たまたまブルネイの LNG プラントの副生ガスというか、これを改質して持って来られているという話なのですけれども、こういうガス田とかで出てくるような、もしくはガスの精製プラントみたいなところで出てくるような副生水素みたいなもの、実際のカーボン・オフセットみたいな概念で言うと、ゼロエミッションと言えるようなところが、どこか今までの調べた中でこういうところだったら天然ガスの採掘のガス田の近くでやっても CCS が出来るのか何が出来るのか分かりませんが、カーボン・オフセットだよなと言えるようないいサイトみたいなというのは今まで調べられた中でありますかという、技術的ではない話を聞いて申し訳ないのですけれども、まずこれが1点でございます。

それから、これ非常に割と触媒、MCH をつくるのもトルエンに戻すのも触媒の反応なので、そこの部分の技術的なことは、もうこれでほぼできて、あとはスケールアップをするのは、言い方が悪いですが化学プラントでいうと、結構どんがら系のスケールアップなので、十分にノウハウ技術をお持ちなのだろうなという具合に思っています。これエネルギー収支的に見てロスがどれくらい本当はあるのだろうか、というところでは排熱を使えば減りますとか、何を使えば減りますとか、こういうのがあるのでしょうかけれども、そもそもエネルギー収支的にどうなのだろうみたいな部分をどこかの物差しで物事を見ていかないと、何か水素をつくらせているけれども、実は熱をいっぱい入れていてエネルギー収支がものすごく悪いのだよねというのだったら、何か使い方、やり方を変えなければいけないと思つてしまったりもして、何かそういうエネルギー収支的なものの評価はされているのか、2つちょっとご質問です。

【AHEAD\_鍛冶】 ご質問どうもありがとうございました。

1つ目のカーボン・オフセットというところで、トータル的にいかに CO2 を削減するかというところがテーマになりますので、これまでいろいろと調べている中で、ご発言いただきましたところ、やっぱり水力はなかなか魅力がありまして、ちょうどお話しにも出たカナダでも一応そういった水力から水素で持って来るといった話や、ロシアとか、それから東南アジアなんかでも水素源を水力のところを考えるとというのは検討では結構進めてやっていますので、これは実現性が結構あるのではないかとこのように思います。

油田のそばのいわゆる CCUS とかという世界、EOR も含めてですけれども、当然、話はあるのですけれども、どうしてもそこはちょっと机上空論で計算はできますけれども、本当にサイクルとしてそれができるかというところが、まだそこまで定まっているところがないというのがこれまでの調べでございます。

2つ目のご質問ですけれども、やはりエネルギーの考えで行けば、そういった効率を、数字を出していかないとなかなか実用性とか現実性としてはどうかというところのご指摘はおっしゃるとおりかと思えます。

今、ケミカルハイドライド法を使った場合のエネルギー効率を我々も当然計算をしております。なかなかいろいろなキャリアの比較の中で、どれが優位性あるかとか一律条件ではできないのですけれども、我々が今、自分たちの唯一の見立てとしてはエネルギー効率大体 60%ぐらいというのが、今、聞かれた場合に答えしているような回答になります。特別悪いものでもないし、特別いいということでもありませんけれども、十分に実用性はあるのではないかというふうに考えております。

【野田分科会長代理】 ありがとうございます。よく分かりました。

【里川分科会長】 今 60%ぐらいと、結構高いと思います。なかなか、やっぱり水素を運んで来るのは大変だと思うのです。

ちょっともう一つだけ、さっきもちょっと話は出てきたのですが、脱水素工程で、これ日本側では吸熱反応で熱を入れなくてははいけなくて、実用化、事業化の見通しというところにガスタービン排熱、SOFC 排熱とあり、確かにそのとおりです。ただこの用途になると、発電する、もちろん発電のための水素でもあるわけで、こういった排熱を使って脱水素をしたとき、その水素量がうまく発電に使えるかどうかとか、そのバランスというのは熱不足になるのか、それとも水素不足になるのか、どちらかなと思ったのですけれども、そういった試算はされておりますでしょうか。

【AHEAD\_川上】 AHEAD の川上です。

ご指摘の件、一応、例えば GT 発電の排熱を回収した場合について、脱水素に必要な熱がどれぐらい取れるかとか、その点の検討については併せて進めております。

具体的に言いますと、水素を専焼ではなくて、水素を混焼の場合であればガスタービン GTCC の排熱回収から基本的に脱水素の熱は全て回収することができると。トータルでの発電効率もエネルギー的には若干プラスのほうに動くというのが今回の第 1 期に実施したシミュレーション検討結果からも出ております。

一方、水素専焼になってくると若干回収する熱量が下がってくる、あるいはコンバインドサイクルの発電が難しくなる部分が一部出てくるのですけれども、それも若干、熱を加えてやればできるというふうに考えております。

それから、SOFC の排熱回収についても大分前になりますけれども、具体的にヒートバランス等を取りまして、熱がどれだけ回収できるかということの検討も併せて行ったことがございまして、おおむね現実的にどこまでいけるかというのは別の問



題として、机上検討としてはほぼ熱回収は可能だというふうな結果を得ております。

【里川分科会長】 ありがとうございます。

そうしたら、今後に向けてかなり準備も着々と進んでいるというふうな理解かなと思います。

ほかによろしいですか。それでは、予定の時間がまいりましたので、これで今の議題は終わりにしたいと思います。

皆さんどうもありがとうございました。

### 6.3 (ロ) 水素エネルギー利用システム開発

③低炭素社会実現に向けた水素・天然ガス混焼ガスタービン発電設備の研究開発

④低炭素社会実現に向けた水素専焼対応型 DryLowNOx 高温ガスタービン発電設備の研究開発

最後に、推進部署より資料 6-1-3 に基づいて説明が行われた。

<質疑応答>

推進部署からの 6.3 の説明に対し、以下の質疑応答が行われた。

【里川分科会長】 それではただいまの説明に対してご意見ご質問等があればお願いいたします。いかがでしょう。

【中島委員】 中島です。

どうもご説明ありがとうございました。大変進捗している状況がよくわかって、理解が深まりました。NEDO の目標とは少し話がずれてしまうかもしれませんが、全体像をつかむためにぜひ教えていただきたいのは、今回の混焼率がまずは 30%ということで、それから最終目標はもちろん 100%なのですが、以前にセミナー等で聞いた話ですけれども、混焼率 30%程度では CO<sub>2</sub> の削減が 10%ぐらいにしかならず、例えば CO<sub>2</sub> を 50%ぐらい削減するためには混焼率を 70~80%ぐらいまで上げなければいけないとのことでした。混焼率を 70%~80%ぐらいまで上げるというのは、今後 NEDO の中には目標には設定されていないのですが、事業の中ではそういう目標を設定されるような取り組みはないのでしょうかというのが一つ目です。それから 2 番目は環境性の目標設定の中で NO<sub>x</sub> が 50ppm と設定されており、非常にハードルが高い目標であると思うのですが、一方でご説明にあったように、世界水準では 25ppm というところが多いということや、日本の場合でも大気汚染防止法では 70ppm ですが、例えば首都圏の中で使おうとすると、地方自治体ごと条例で上乗せ規制があり、もっと厳しい数字になっているということがあります。この 50ppm という値を設定された理由は何なのかということ。あと最後に、技術的な質問ですが、混焼の場合に燃焼振動でご苦労されているという点で、これまでの様々なご経験をもとに開発を進められていると

思うのですが、LES で解析をされていますけども、燃焼振動を抑え込むためにこの LES の解析は、設計上役立っているのかどうか、要するに解析でもって燃焼振動を追い込めるのかどうか、以上 3 点を教えていただければと思います。よろしくお願いいたします。

【MP\_谷村】 はい、ありがとうございます。混焼率ですが、技術的に言いますと水素濃度が高くなればなるほど、難しいと思っています。まず 1 番難しい 100%をやっつけたと思っています。その後は、技術的には間を埋めていけるとと思っています。ただ、天然ガスと水素でずいぶんボリュームの方が違いますので、この全部を valuable に使うには、なかなか燃料の供給傾向として難しくなってしまう、そこにはもう少しいろんな考え方や切り替え方式だとか、あるいはゾーンで使い分けるとか、何か考え方が必要になるのではないかとと思っています。30 を切っているのは、先ほどありましたように、今のバルブやパイプが使えます、というところの限界は 20 とか 30 になっています。そこから上になりますと大改造になるため、ついでだから 100 までいっちゃうという考え方でやっております。

【中島委員】 よくわかりました。ありがとうございます。

【MP\_谷村】 50ppm の根拠ですが、今の大型ガスタービンの発電で世界標準は 25ppm ですが、25 ppm で許されることはほとんどなく、アメリカでも日本でもヨーロッパでもだいたい一桁、5ppm とかを QP 表示にしないといけません。どのように低下させているかと言いますと、排ガスの排熱回収ボイラーの中に脱硝装置を入れてあります。NOx を除去する装置で SCR と言いますけれども、これを入れております。この性能がだいたい 90%から 95%の NOx が取れるっていうのが今の世界標準になっております。50ppm から 90%脱硝で 5ppm となり、そのリーズナブルなサイズの脱硝装置で扱えることから、ここを目標としております。

【中島委員】 はい。よくわかりました。ありがとうございます。

【MP\_谷村】 燃焼振動の解析ですが、これは我々も今頑張っているという言い方が良いのか、のたうちまわっているという言い方が良いのか、非常に大変なところです。解析をやろうと努力しています。LES を使って、しかも圧縮性の LES まで使って大規模な計算をしてやろうとはしていますが、なかなか LES で細かくすればするほど、あの上流下流のバウンダリーまで長く解かないといけないので大変です。しかもそれに音響のバウンダリーまで入れる必要がありますので、結構大変ですので、それは基礎的なところでは使いながら、我々としては燃焼振動を吸収してしまうような装置、音響装置、こういったところで、とりあえず吸収してしまうようなものを作って、燃焼振動多少出てもまあ言ったらマフラーつけるようなもの。そういった形でとりあえずしのごうというようなところもやっていますし、後はコントロールですね。出てしまったときに出ない条件に持っていくですよ、というコントロール。まあこの二面を合わせて実際には進めているということになります。

【中島委員】 どうもありがとうございます。さすが三菱の底力だなと今つくづく思いました。

【里川分科会長】 はいありがとうございます。他にいかがでしょうか？

【森田委員】 森田でございます。どうもご説明ありがとうございました。大学とも連携しながらシミュレーションを使いながら本当に素晴らしい技術開発をされていると思います。そこで質問ですが、混焼で、混合気と空気の温度の影響については問題がないと言ったようなコメントがあったかと思います。一方で実用化する場合、混合気が十分に混ざらないと行った課題はないのでしょうか？また事前質問させていただいた時に、水素脆性の話がコメントで出ておりました。やはりいろんな先端金属に対するデータに対してはもっと慎重にやらなければならないと思いますが、その辺りもコメントいただければと思います。よろしく願いいたします。

【MP\_谷村】 ありがとうございます。混焼の方で実用化するときの課題っていうところだと思うのですが、先生おっしゃられたように、混ぜてしまったら十分混ざるといのはわかっているのですけれども、混ざっている割合が変わるかもしれないというところが問題になってくると思います。実際に供給するとき、これはこの天然ガスパイプラインで均一に混ざってくるような状態だったら良いのですが、発電所の直近で混ぜている場合は、水素の供給量と天然ガスの供給量が一斉に、一緒に変わってもらわないと困ります。その制御や同期が取れてないとおかしなことになりますので、そういったところは、今からはそれほど難しいとは思ってないのですが、課題としてきちんとやっていく必要がありますし、あとリアルタイムで混合濃度を測って、そこからフィードバックをかけていくことも必要になると思います。それが一つ目の質問に対する回答になります。

もう一つは、水素燃焼ですけれども、混焼の方で話したのは燃料供給方法の話で、混焼の時でも専焼の時でも使用条件はそう変わらないので、そう問題ないと思っております。一つ問題があるとすると、マルチノズルの部品を3Dプリンターで製作していますが、案外3Dプリンターの材料に関して水素脆化のデータがないです。そこは少し気をつけてみていく必要があると思っております。ただ、この3Dプリンターの材料のベースがニッケル材なので、ニッケル基合金、ガスタービンの羽で使っているような材料ですので、基本的に非常に水素脆化に強い材料となっています。ですので、そうは心配してないっていう回答にはなりません。

【森田委員】 はい、わかりました。ありがとうございます。引き続き取り組んでいただければと思います。

【里川分科会長】 それでは野田先生からどうぞお願いします。

【野田分科会長代理】 すいません。野田でございます。MHIさんというか、今MPSさんMHIさんの組み合わせだと思いますけども、この手のお仕事されるときちゃんと成果を出されるなっていうのはやり始めた頃から若干お話を聞いておりましたので、期待通

りのお仕事をされているなど感心しております。多分燃焼器の部分がメインになってくるとは思うのですが、実はあの燃焼した後のガスボリュームが、例えば天然ガスとかとはボリュームも違ってくるでしょうし、温度は同じなのかもしれませんが、経年で、例えばタービンブレード側に何か影響が出てくるような可能性や、ロングランで動かしているものが今のところありませんが、可能性として何か思い当たるようなところがあるのでしょうか？よろしくお願ひいたします。

【MP\_谷村】 燃焼したガスの組成は確かに多少変わります。水分が増えます。CO<sub>2</sub> がなくなって H<sub>2</sub>O が増えるという割合になります。ですので、特に腐食成分が増えるとかそういうわけではないので、直接的な影響、高温部品に対する影響はないと思っています。おっしゃられるようにボリュームが増えるということになるのですが、もともとガスタービンの燃焼というのはリーンバーンでやっていますので、燃料は空気に対し 3%ぐらいしか入っていませんので、天然ガスから燃焼ガスのボリュームフローが大きく変わるとは思っていません。ただですね、CO<sub>2</sub> と水素比を比べたときに比熱が変わっていますので、とりだせる仕事として大きくなります。それから熱伝達率も上がります。そこら辺を考慮する必要ございまして、具体的に言いますと、我々これ実は注意深くこの計画書を書いておまして、タービン入口温度を一緒にするかどうかはちゃんと決めていません。同じ出力と性能が出れば良いと思っていますので、水が多い分だけ出力と性能出ますので、その分はタービン入口温度を落として高温部品を可愛がって寿命は同じように全うしようと思っています。

【野田分科会長代理】 ありがとうございます。非常によくわかりました。

【河野委員】 河野です。どうもご説明ありがとうございます。ちょっと事前の質問でもお聞きしていたのですが、オランダのマグナムのプロジェクトに参画されておられるということで、FS では水素の専焼を検討されておられますが、水素 30%混焼向け燃焼器も検討されるということなののですが、2025 年に水素専焼転換完了という目標だとすると、混焼向け燃焼器を立ち上げているとして大体何年ぐらいに導入されることを想定されていますでしょうか？

【MP\_谷村】 はい。ありがとうございます。オランダのプロジェクトの進め方ですが、まずこの専焼で進んでいます。ですので、2025 年と言いますと、この本事業で開発中のマルチクラスターは間に合わないの、まずは拡散燃焼器をと言いました。我々の場合は、旧三菱の IGCC で使っている燃焼器になるのですが、そういった拡散燃焼器を持って行って使うつもりでいます。それが最初のところになります。ここは実はガスタービン 3 台あり、1 台はそうのように始まるのですが、水素が供給され始めますと、残りの 2 台を混焼してはどうですか、といった提案をする感じで始まります。それが 2 段階目になります。それで 3 段階目ですね、今の事業でやっているものが 2025 年から 2 年遅れか 3 年遅れぐらいに入れることができるかと考えています。このときは、これユーザーさんとのご相談になりますが、もう一回燃焼器入れ替えないといけ

ないことから、少し投資が発生します。そこら辺のところの投資のタイミングとか見ながら相談ということになると思います。

【河野委員】 はい、ありがとうございます。EU で非常に注目されていまして、すごく期待されているプロジェクトですのでぜひ頑張ってやっていただければというふうに思います。よろしくお願いします。

【大澤委員】 大澤です。技術的なことじゃなくて申し訳ないのですが、実用化あるいは事業化に向けた見通しについてお伺いします。水素専焼とか混焼っていうのは2050年カーボンニュートラルのソリューションになり得るとすれば、当然ライバルのGEやシーメンスが同じようなことをやってくるのではないかと思うのですが、国際競争力の見通しについて何か我々がその評価する上で参考になるような情報があればお願いします。

【MP\_谷村】 そうですね、難しい質問なのですが、まずGEに関して言いますと、アメリカでは2000年代の後半から石炭ガス系の水素を使うDOEのプロジェクトがありまして、そこで水素焚きの燃焼機器は開発されております。実用化まではいかなかったのですが、途中で政権代わって頓挫してしまっています。一応そういう技術を、彼らは持っているというふうに理解しております。シーメンスも、そこに参加していたので、やっているはずなのですが、全くアナウンスがなくて情報がわからなくてかつ、ヨーロッパであれだけ水素が盛り上がっているのに水素ガスタービン、なかなか大型では出てこないという状況です。GEはやっぱりアメリカの中で我々といつも競合しますので、我々が水素30%可能ですと言ったら同じように30%いきますよということで、今、商談で勝負しているという状況です。これからのガスタービンですが水素だけが競争力じゃなくてやっぱり全体のガスタービンの性能とかそういったところです。コストとかそういったところがポイントになりますが、今完全にGEと当社とは互角になっています。水素のところもほぼ互角で勝負していると言った感じです。アメリカの商談のうちの60-70%必ず水素の話がついています。そこも競合しているところです。

【大澤委員】 ありがとうございます。最初競合というのはお互いに協力し合って、マーケットを開拓していくというステージに多分なるのだと思います。2030年40年あたりまでというのを懸念はしていません。むしろその水素専焼、水素混焼のその位置づけがどうなるかわかりませんが、ですから私の今の印象だと、本格的な競争はもうまだまだ先なのかなという印象で、今回の事業っていうのがきちんとマーケットで評価される可能性は高いのだろうというふうに感じる事ができました。ありがとうございます。

【MP\_谷村】 はい。補足しますと、今売ったガスタービンが50年運用で20年目の途中で水素に変わる時ですね、そこはやっぱり納めたメーカーの方が強くなりますので、今はちゃんと売っておかないと将来危ないっていうところで頑張っているっていうと

ころです。

【里川分科会長】 大変優れた技術を作られていて、それから GE とも今競争関係にあるということで、ぜひ三菱のパワーで頑張ってくださいと思うのですが、これは多くはアメリカなのでしょうね。多分これから政権が変わって、大きなインフラ投資をするようなことを言われているのですが、燃焼器は専焼混焼も含めて、水素を使うとなると大規模な水素供給ってというのが、付随してくると思います。わかっている範囲で良いので、特にアメリカは、どういうふうに水素を大量に調達するっていう考えか、もしご存知でしたら教えていただきたいと思うのですがいかがでしょう。

【MP\_谷村】 はい。2 系統ございまして、リニューアブルの多い、アメリカでも真ん中より西側ですね、太陽光、風車、地熱があるところはもうリニューアブルでやりましょうというところがございます。これは私どもも事業に参画しているのですが、リニューアブルで作った水素を地下 1000m ぐらいから 2000m ぐらいかけて岩塩層に穴を掘って、200 気圧から 300 気圧で水素貯めるというやり方で水素を貯蔵して、リニューアブルが稼働しない時、あるいは夜間とかに水素で発電し、電力需要を補う、こういうプロジェクトが数多く出始めております。西側はそういう形です。あとテキサスとかそちらの方は天然ガスいろいろありますので、ここから改質して、CCS をやるというプロジェクトがいくつか進んでいます。ですので、ブルーとグリーンという言い方ですがアメリカはもともと天然ガスの安いですし、それから CCS 先として排廃油ガス田、廃油田ですね。こういったところはたくさんありますので、両方で進んでいるというふうに聞いております。

【里川分科会長】 はい、ありがとうございます。もうまさにこれからアメリカがまずリニューアブルの先頭に立っていくのではないかと思います。だいたい質問はこれでついたような感じだと思いますので、ちょっと予定の時間よりは早いのですが、これで終了したいと思います。どうもありがとうございました。

## 7. 全体を通しての質疑

以下のように全体を通しての質疑が行われた。

【里川分科会長】 議題の 6 を終えまして、議題の 7 に移りたいと思います。全体を通しての質疑についてです。事務局の方から進め方について説明をお願いします。

【事務局】 はい、プロジェクトの概要説明での説明か詳細説明の説明かは問わないで、ご質問いただいて推進部および実施者の皆様は、回答できる限りにおいて回答いただければと思います。

【里川分科会長】 はい。それでは全体ということについてですので、どこからでも結構ですので委員の先生方からもし補足というか改めてというか、質問があればお願いし

たいと思います。いかがでしょう。

【中島委員】 中島です。よろしいでしょうか？

【里川分科会長】 はい。お願いいたします。

【中島委員】 今日はどうもありがとうございました。個別の細かい話は時間の関係もあると思うので、どちらかというと推進側の方へのお願いということになるかもしれませんが、前半のところでもういくつか目標設定の定量性がよくわからないようなコメントが私以外にもほかの委員の方から出ていたと思います。個別テーマを拝見しますと、目標設定で定量的な目標値が明示されていないものが結構あるなという印象を受けておりました。このまま進んでしまいますと、最終的にこのプロジェクトを終えたときに本当にこの個別のテーマが達成されたのかされていないのかということ、かなり定性的に判断せざるを得ないことになってしまいます。そこで、お願いとしてNEDOの推進サイドの方には是非目標の定量性についてですね、もう少し意識して設定いただけないか、と思いました。追加の質問でもお伺いしましたが、ターゲットの開発する物の大きさが明示されておらず、出来上がった時にどんな物ができるのか全く想像がつかないようなテーマも実はありました。そういうのはぜひNEDOさんの方で目標設定を見直していただけたらいいなと思いコメントさせいただきました。以上です。

【NEDO\_横本 PM】 横本でございます。始まったばかりの事業もでございますので、個別の目標設定につきましては継続して、事業者さんともやりとりはしております。技術開発している途中でございますので最終的にターゲットと今から一部決めるものがございますのでそれにつきましては、あと2年半ございますので、プロジェクトが終わるときにきちんとできたという形で表現できるように考えていきたいと思っております。ありがとうございます。

【中島委員】 はい。是非よろしくお願いいたします。

【里川分科会長】 私の方からも少しお伺いしたいんですが、事業をスタートするときに、何か目標設定って数字があったと思うんですけど、ちょっと今日の説明の中になかっただけなのかなと思ってたのですが、必ずあのNEDOで事業をやるときには数値目標をあげなさいっていうのが、いつも合言葉のようになっていたと思うのですが、ちょっとその点もおわかりになる範囲で教えていただければと思います。

【NEDO\_横本 PM】 はい、一部公開していない部分がございますけれども、採択審査委員会の中でも、目標を立てた上で実施計画を作るということで指摘を受けておりますので、きちんと目標を立てております。中島委員からも、わかりにくいとのことですので、最終的に明確な目標を提示する方向を考えたいと思っております。ご指摘の通り、数値目標もしくは明確な目標というのは常に我々も意識してやっております。

【里川分科会長】 はい。ありがとうございます。この分科会が中間評価ということですので、今からでも遅くはないという理解で考えています。他に委員の先生がたからござ

いますでしょうか？

【NEDO\_横本 PM】 私から非公開の部分がありますということでお話をしました。委員の方々には資料 6-2 という形で赤いファイルを皆様にお渡ししている公開されている目標値と非公開中間目標値、一部数字が入ってない部分がちょっとご指摘ある通りでございますけども、こういう形で各個別の事業につきましては細分化した目標値を設けてやっております。先ほど話したようにこれを最後どうやって表現するかにつきましては改めて事業者の皆さんと相談していきたいと思っています。ご理解いただければと思います。よろしくお願いたします。

【里川分科会長】 はい、ありがとうございます。

いろいろ資料もたくさんあったので、もう 1 回そういう目でしっかり非公開の資料に目を通させていただければと思います。

はい。特に全体を通しての質疑他にないようでしたら、これで議題の 7 を終わりたいと思います。よろしいでしょうか？はい、ありがとうございました。

(公開セッション)

## 8. まとめ・講評

【里川分科会長】 それでは、議題の 8 番まとめと講評です。

では最初に、森田先生お願いします。

【森田委員】 大阪ガスマーケティングの森田でございます。本日はありがとうございました。

将来の水素社会の構築のために非常に重要なテーマ、またスケールの大きなテーマを費用と時間をかけながら実施していただいているということが改めてよく分かりました。NEDO さんをはじめとして開発に携わっておられる関係の皆様方に改めて敬意を表したいというふうに思います。

一つ一つのテーマは着実に進んでいるということは、もう間違いないなというふうに思いました。

全体については、皆様方からもコメントありましたように、全体自体を把握、ちょっと私もいろいろ資料を見たのですけれども、やはりなかなかこれだけ大きなスケールになっていると把握しにくいなということを感じました。さすがにやむなしかなというふうには思いましたけれども、今回いろいろお話聞かせていただいて理解が進んだところもありますし、横の連携もしっかり工夫してやられているということも感じました。

以後、その辺りを意識して、さらに強化していただければ、よりよいプロジェクトになるのではないかなというふうに感じました。



また、脱炭素社会の実現に向けて、今、日本の中でも動きが活発化して加速するというような話もありましたけれども、今後については、しっかり加速するところと技術をしっかり積み上げていくところを切り分けて取り組んでいければというふうに感じました。

今回の技術の確実な積上げという意味でいきますと、しっかり要素技術や基礎研究をやられて課題解決に至ったもの、また新たな発見で課題が見つかったというのいろいろあったかと思います。今後さらに実証ステージに入るテーマもあるかと思えますけれども、そこにも新たな課題というのは出てくるかと思えます。これまでの研究テーマでの成果をしっかり反映させて、一つ一つ課題を解決して、プロジェクトの完遂を目指していただければというふうに思います。

本プロジェクトが将来の水素社会の構築に大きく貢献することを期待しております。

私からのコメントは以上でございます。本日は誠にありがとうございました。

【里川分科会長】 では、続いて中島先生のほうからお願いできればと思います。

【中島委員】 中島でございます。本日は長時間にわたり、ご丁寧なご説明をありがとうございました。大変理解が進みました。

もともとこのプロジェクトは、世界的にも注目されているプロジェクトでございましたし、ある意味もう世界の先端をいっているビッグプロジェクトだと思うので、NEDOをはじめご関係の皆様方のご苦労は大変なものとは存じます。着実に進んでいること、特に今年新型コロナウイルスというような大変な外乱がありながらも、あまり大きな後れがなく着実に進められていることには本当に心から敬意を表したいと思っております。

そうは言いながらも、途中でいろいろコメントさせていただきましたように、また、ほかの委員の先生方からもございましたように、やはりこれだけ大きなビッグプロジェクトですので、全て漏れなく抜かりなくというのはなかなか大変なことだと思います。ぜひ可視化して成果が皆さんの目に分かるようにいろいろな意味でマネジメントをより一層強化していただけたら、さらに水素社会推進に向けていいのかなというふうに思いました。

今日のご説明でありましたように、各事業者の皆様からすごく膨大な数の社外発表とかプレス発表をされているということで、大いに発信されていることはよく承知しております。テレビのニュースなどでも大型の水素船の進水式とか非常にインパクトのあるご発表だとは思うのですが、一方で、やはりこの事業はエネルギーの話ですから、結局最後は経済性だけで、結果メガジュールあたり幾らなのかという話になってしまう。

そこで、推進派の人はいいのですけれども、水素ネガティブな人というのも当然世の中には大勢いるわけで、私自身はもともとエネルギーシステムの電機メーカーに

長年おりましたので、もちろん水素を強力に推進したい一人ではあるのですけれども、エネルギーというのは何か一つだけではなくて、ベストミックスという言葉に代表されるように、お互いがその利点を協調し合いながらやるべきだというふうにもともと思っております。

そういう中で、今日幾つかコメントを申し上げたのは、なるべく定量的に水素の利点というのを皆さんに理解していただけるための努力というのを、やっぱりこの水素に関わる人間として、皆さんやっぱりせっかく汗をかいている中ですから、世間一般にご理解を広めるためにはもうひと踏ん張りして、理解を進めていただくのが重要なと思います。

ということで、Nm<sup>3</sup>あたり30円という大きな目標に向かって個別のいろいろなテーマが、それぞれどういう位置づけにあって、どういう根拠にあって、その大きなテーマからドリルダウンして個別のテーマの目標が設定されている、こういったことをより分かりやすく発信していただけることを期待して私のコメントとさせていただきます。

今日は本当にどうもありがとうございました。

**【里川分科会長】** それでは、こちらの会場のほうにいらしている委員の方で、河野先生からお願いしたいと思います。

**【河野委員】** 東北大学の河野でございます。本日は、長時間にわたりまして本当にお疲れさまでした。ありがとうございました。

全てのプロジェクトが着実に進んでおられるかと思えます。ちょっと個別に少しだけコメントですけれども、6.1は輸送用タンク的设计あるいは制作、ローディングあるいはガス化ということで、もう着実に進められているというふうに印象を受けました。

お願いは、やはり豪州側との連携を密にさせていただいて、特に取り合いのところもあると思えますけれども、そこの部分をしっかり議論させていただいて、ワンスルーでこの事業が進むようなことにつなげていただければというふうに思います。

6.2は、やっぱりMCHというのは非常に魅力的で、水素密度が非常に高いいいキャリアの一つですので、ちょっと質問としても申しましたけれども、エネルギーバランスを見て熱源をうまく利用するモデルの早期、モデルでいいと思えますけれども、早期立ち上げをお願いしたいなというふうに思います。

6.3は、やはり世界的にも非常に注目されている水素を大量に利用するというキラーアプリケーションだというふうに思います。オランダですとか米国ですとかというところにも実際に入れて進められるということですので、残りプロジェクトがまだあと数年あると思えますので、よりよい結果を出していただければというふうに期待しております。

以上、私からです。どうもお疲れさまでした。

【里川分科会長】 それでは、引き続き大澤先生のほうからお願いします。

【大澤委員】 大澤です。実施者の皆様どうもお疲れさまでした。

水素に関しては自分なりに勉強してきたつもりなのですが、やっぱり改めて実施者の方から詳細説明いただくと、より理解が深まって、さらに今回のように様々な幅広の技術を一度に紹介していただくと頭の整理も随分と進んだように思います。

全体の事業の位置づけとか必要性については、皆様、感じていらっしゃる通り、いろいろな識者なりの方が言っているかもしれませんが、やっぱり 2050 年にゼロを目指そうと思うと、もうこの 10 年が勝負だと。特にコロナで経済が落ち込んでいる状態で、楽な投資をするよりも、むしろ将来に向かって正しい投資をするということによって 2050 年にゼロを目指すというためにも、まさに実施者の皆様が今、苦勞していらっしゃるのを国として支援するという形は至極もつともな形だと改めて感じました。

水素社会をやっぱり実現するためには、つくる、運ぶ、貯める、使うというのが三位一体になって同時にバランスよく進んでいく必要があるのですが、今回はつくと、使うという代表的なプロジェクトを見た上で、非常に順調に進んでいるなということを感じました。特に、非資源国の日本ではやっぱりエネルギーをつくるというところに非常に困難が伴うわけですが、海外からブルー水素を輸入すると、そうすることによってコスト問題を解決していくということは現時点ではベストソリューションのかなという感じはしますので、さらにその 2 つパイプラインを持っていますので、豪州とブルネイというところでお互い競争をしながら、将来的にはどっちとも強固なサプライチェーンを下支えするようなプロジェクトに発展していただければと思います。

研究開発成果の技術的な KPI に関しては、いろいろ議論があるとは思いますが、私からはそうではなくて、成果の実用化についての KPI についてコメントをさせていただきたいと思います。

成果の実用化を外部に伝えるためには、やっぱり経済的、社会的、環境的な見通しについて何らかの開示をする必要があるのだと思います。日本企業が欧米企業に比べてよく下手だと言われているのは、本当はいい技術を持っているのだけれども言わないとか、本当はここまで進んでいるのに出し惜しみするから結構誤解されて低い評価を得られるということがあると思うのですが、やっぱり情報開示しないというのは、我々が評価をしようと思っても結局情報開示をしてくれないとゼロ評価しかできないので、そこがやっぱり少し改善の余地はあるのかなということを感じました。

ですので、いろいろご事情はあると思うのですが、技術的な KPI というのは非公開情報でなければ開示するのが当たり前だと思うのですが、もう一步

進んで、実用化に向けた見通しについてもできるだけ開示していただけると我々としても評価する材料ができますので、そこは今後も工夫を続けていていただきたいと思います。

以上でございます。

【里川分科会長】 それでは、野田先生お願いします。

【野田分科会長代理】 私からの講評でございますけれども、今回やられていることというのは、私が所属している会社の業態から言いますと、非常に大きな燃種の転換、燃料種の転換をやっているという具合に思っています、そもそも電気を起こすのに水力から始まり、一時期は石炭にメインが移り、その後、石炭がかなり廃れて石油に代わり、そこから LNG にというような流れの中で、次は水素にと、こういう話なのだという具合に思っています、燃種の転換をしていくごとに、私どもの業界も非常に苦勞しましたし、それなりのひずみも持ちながらやってきたと。それを乗り越えてやっていかなければいけないということで参加企業さん、NEDO さんのマネジメントも含めて非常にご苦勞されながらここまでやってこられたのかなという具合に評価をしております。

そういう意味では、全体を通じてかなり成果が出ている中間段階ですけれども、かなり成果が出ているというのが、これが今回お話を聞かせていただいた総合的な評価かなという具合に思っておりますし、一部は実用化されて、もう採用が決まっているものもあるというのはすばらしいことだなという具合に思っております。

これは総論でございますけれども、各論については、皆さんがいろいろ言われて、KPI をどうやっていくかというのはいろいろあると思いますけれども、一つは NEDO さんが KPI の数字をきちんと持たれて、審査する側には見える化としてその数字を青なのか黄色なのか赤なのかという、ちょっと一段抽象化したような形でタイトルをつけていただいて、その KPI が赤なのか黄色なのか青なのか、そこが分かるようにして見える化していただくだけでも、実は評価は結構しやすくなるのではないかなという具合に思います。

逆に言うと、細かい数字を全部明らかにすると、各企業さんのノウハウとかそういうところに引っかけってしまうかもしれないので、そういう形で工夫していただければ審査はしやすいかなという具合に思いました。

それから、常々私のほうから先ほどもちょっとお話をさせていただきましたけれども、実は何か足りないのではないのかなというのをどうやってチェックしていくかという仕組みはちょっと要るかなという具合に思っています、先ほど言いましたように、燃種の転換をやるということは結構一大事業だという具合に思っています、実は必要な技術とかパーツとか、そういうのは結構いっぱい要るのだなという具合に正直思っています、それを今の技術でいいのか、新たに開発しなければいけないのか、今の技術をだましまし使ってしばらく生き延びるのかみたいなやり方

を選択していく上で、全体をよく分かるように、チェックしやすいようにやっていただけると足らず前が埋まっていったいいマネジメントができるのではないかなと、NEDO さんに対するお願いばかりで誠に申し訳ないのですけれども、そういうちょっと工夫をするだけでも随分変わるかなと思っていますので、そういうことを期待して最終的にこの事業がうまく成果が出せるようにしていただければいいかなと思っています。

【里川分科会長】 ありがとうございます。分科会長の里川です。

委員の先生方から多くのコメントをいただきましたので、付け加えることなんてほとんどないとは思いますが、今回、実施者の方々はかなり丁寧にご説明いただきまして、また私たちのほうからいろいろ無理な質問もさせていただいたのですが、丁寧にご回答いただきましてありがとうございます。それから、NEDO 推進部の皆様も丁寧にこういった事業を推進されて、本当にありがとうございます。

私は水素に関わって約 20 年とちょっとで、まだこの委員のメンバーの中では、日が浅いほうなのですが、水素を始めた頃は、本当に水素になるのかと思っていました。二酸化炭素を減らすために水素を使うというと、確かに燃やすときに出ないよねというだけで、でも実は水素をつくっているときに出ているのではないかと、なかなか理解をしていただくのが難しい技術です。かつて WE-NET 事業でカナダから水力由来の水素を日本に持って来るという大きなプロジェクトがあったのですが、結局、油が安くなったとか、オイルショックが終わったら忘れちゃったとかということで、何か水素の波というのは過去に 2 回ぐらい来ているのですがしぼんでいました。燃料電池開発による 3 回目の波のときも、私も以前勤めていた会社の中では、上司から、お前、水素なんかやるのかと、そんな世の中にはならないぞとさんざん言われてきました。ちょっと感想ですみません。

今回は、本格的というか、もう気候変動が待たなしになってきて、多分、欧米も大量に、最後は三菱さんのお話によると、もうアメリカでそういった水素タービンを入れるという形になっていますし、ヨーロッパもそうですね。こうなってくると本格的に、資源のない日本というのはまた不利な立場になってくると思います。それを先取りする形で海外から水素を調達するという、最初の 2 つのプロジェクトでは、かなり物も出来て、最初の頃は本当に液体水素で効率よく運ぶなんてことはできるのかと、すごく不安に感じていたのですが、今回お話をお伺いして心強くなったというか、日本のやはり技術人の底力というか、そういったものを強く感じました。

多分、今、野田先生からも話があったように、燃料の転換ということは大きな社会構造の変換になるわけですね。そのためには、やはり技術開発ももちろんなのですが、その先に政策誘導があり、さらに日本の場合は、海外から今までも燃料を調達していたわけですから、国際協調というのがものすごく大事だと思います。実施者の方も含めてなのですが、技術を進化させるとともに、いわゆる社会の認知度、水素の認知度

というのを上げていただいて、日本はこうあるべきだという形でいろいろ発信していただけると、また国民の後押しもあると思います。コロナ後にはコロナ前には戻らないと、よくこれ海外の研究者たちが言っているのですよね。

今はコロナでCO<sub>2</sub>の発生量が大幅に減っているのですよね、今。その減ったCO<sub>2</sub>をまた元に戻すな、これイコールもう水素をどんどんインストールするぞというような決意だと思うので、日本もその流れについていく形がやっぱり正しい進む道なのではないかなと思っています。

ちょっと講評というか感想なのですが、以上が私のコメントになります。

それでは、今、委員の方々の講評が全て終わったのですが、その講評を受けまして、NEDO推進部のほうからコメントをいただければと思います。

横本主研からお願いします。

**【NEDO\_横本 PM】** 本日は、委員の先生方、事業者の皆様ありがとうございました。

水素のエネルギーインフラというのが非常に大事だというふうに感じております。それをどうつくっていくかというのは、この事業の一つでございますので、いろいろご意見ありましたとおり、燃料転換、どうやってアピールしていくのか、その成果をどう皆様に還元できるのかということを考えながら引き続きやっていきたいと思えます。

先生方のご意見、コメントを含めて、これからまた事業者の皆様と定量的な表現も含めて進め、2年半後、2022年度の終わりには、ここまでできましたというふうに成果を公表できるようにしていきたいと思えます。

引き続きよろしく申し上げます。どうもありがとうございました。

**【里川分科会長】** それでは、古川部長よろしく申し上げます。

**【NEDO\_古川】** NEDO推進部、電水部の古川と申します。非常に内容の濃い、多岐にわたる事業をご評価いただきましてありがとうございました。

細かく見ていくと、分かりにくいことは分かりにくいのですが、大づかみで見ると、やっていることは、私は比較的シンプルかなと思っています。達成度を見て今どのフェーズにあるのかというのをきちっと示すということは非常に重要だと思っていますので、その辺は説明の仕方、明示の仕方、評価をしていくときによりガイドラインができるような形に改善をさせていただきたいと思っております。

それから、全てのバリューチェーンというか、サプライチェーン全体を見て抜けがないようにということは、まさしくご指摘のとおりだと思います。我々も別にやっていないわけではなく、時期を見ながら大型設備のほうの技術とかも適宜やってはいるのですが、なかなかそれが分かりにくいですし、きちっとお示しできるものがあれば、逆に委員の先生からも、ここ抜けているのではないかということ議論いただく一つの資料にもなってくると思いますので、その辺は整理の仕方、見せ方、またこの

場だけではなくて広く、税金を使っているということもございますので、説明責任という意味でもきっちりと整理をしていきたいというふうに考えております。

あと、コロナの影響もありまして、思いのほか水素に対する流れというか加速されているというふうに感じておりますので、日本だけで閉じこもらずに世界とも協調しつつ、その中でも日本の技術が差し込めるものに関してはいち早く差し込んでいって、エネルギーのインフラをつくるということとともにビジネスの場所を取っていくということも、またこれ必要なことだと思っております。

今日、お話の中にありましたとおり、ガスタービン関係の技術につきましては既に展開が進んでおりますし、今回、ご評価いただいておりますサプライチェーン、これ必ずしもブルーだけではなくて、世界にあるグリーンの水素についても等しく適用ができる輸送技術でございますので、こういったものも併せながら世界に貢献しつつ、日本にも貢献しながらビジネスチャンスも生かしていくという形で成果の実用化には邁進してまいりたいと思います。

引き続き大所高所から、また評価だけではなくて、いろいろなところで先生たちからご意見をいただきながら、よりよいプロジェクトにしていきたいと思っておりますので、引き続きのご指導ご支援のほどをお願いいたします。

本日はどうもありがとうございました。

【里川分科会長】 ありがとうございました。

それでは、議題8についてを終了します。

## 9. 今後の予定

### 10. 閉会

以下、分科会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する。

「水素社会構築技術開発事業/研究開発項目Ⅱ(大規模水素エネルギー利用技術開発)」 (中間評価) 評価分科会

質問票

資料番号 ・ご質問箇所	ご質問の内容	回答	委員氏名
P 2 5	水素分離方法は何でしょうか？ その効率は何の程度でしょうか？	水素分離には PSA (Pressure. Swing Adsorption) を用いています。 分離効率は、約 90% 程度の計画です。	河野委員
	ガス化の後の CO2 の分離・回収は想定されているのでしょうか？またそのプロセス・技術は何を利用されるのでしょうか？	本試験設備では CO2 の分離・回収設備を設置しておりません。 商用機においては、プラントの諸条件に応じて適切なプロセスを選択することになります。	河野委員
Ⅱ-② 表紙	特許及び論文の予定を教えてください。 (現時点で共に 0 ですが)	今回の実証試験は事業実証の要素が強いため、特許及び論文の予定はございません。	河野委員
P 2 3	触媒性能目標とする運転期間は 4 5 0 0 時間でしょうか？	グラフには 10 月までのデータを記載しています。触媒性能目標とする運転期間は 12 月末運転終了で、5,000 時間以上となる予定です。 各種研究結果は、第一期 (Pre-study) において実施した子安試験機での結果との比較を行っております。第一期の運転時間は約 1,500 時間で、運転時間としては十分と考えます。一方で不純物生成量については、サイクル回数 (トルエンの繰り返し使用回数) での評価も行いますため、2 回以上のサイクル回数を確保するように計画しております。	河野委員
P 2 5	本検証試験に適合するトルエンの仕様はハードルが高いのでしょうか？ (表だけ見ると、市場の 50% が不適合となるのですが)	スクリーニング件数からは 50% 適合となりますが、今回選定したトルエンは国内大手メーカーのトルエンであり、供給能力は十分であると認識しています。海外メーカー品の不適合はサンプリング時の不純物混入によるものであり、輸送・貯蔵の仕様を的確にすれば、海外からの調達も可能と考えています。更に、JIS 規格などの汎用規格に適合したトルエンであれば使用できるように、研究開発を進めています。 因みに、プレゼン資料 p.25 に示した B 社と E 社のトルエンは、トルエン純度が JIS 1 号を満たしていません。このため、JIS 規格を満たし、且つ	河野委員



		使用不可と判断されたトルエンは、サンプリングに起因する不純物が混入されたD社のみです。JIS規格を満たしたトルエンのうち、3/4は使用可能であったこととなります。	
II-③ 表紙	論文の予定を教えてください。 (現時点で0ですが)	海上輸送用大型液化水素タンクに関しては、海外勢、とりわけLNG船で世界を席卷する韓国造船所の動向を警戒しつつ、日本が水素船でトップランナーとの国際的な評価を受けることを念頭に、研究成果を基本設計承認(AIP)と国際特許の取得に反映することを優先しており、学会発表や論文投稿は来年度以降に実施する予定。	河野委員
	特許及び論文の予定を教えてください。 (現時点で共に0ですが)	特許については、今後2件程度の出願を予定しています。論文や発表についてはKHIと内容を協議して行うよう検討いたします。	河野委員
	特許及び論文の予定を教えてください。 (現時点で共に0ですが)	低温水素ガス圧縮機の開発は、試作機による実証試験を基本軸としており、実証試験による検証が完了すれば、外部発表等も前向きに検討していきたいと考えております。特許については、助成期間外のためカウントには含めていませんが、助成事業開始前に関連特許を1件出願済みです。	河野委員
	論文の予定を教えてください。 (現時点で0ですが)	開発完了後に、自社の技術情報誌等で外部に発表することを検討しています。	河野委員
II-④ 表紙	特許及び論文の予定を教えてください。 (現時点で共に0ですが)	「真空排気システムの確立」における、貯槽底部構造やベーキング工法について、特許と論文をそれぞれ2件程度出す予定です。	河野委員
II-⑤ 表紙	特許及び論文の予定を教えてください。 (現時点で共に0ですが)	特許：1件、論文：1件を予定しております。	河野委員
II-⑧ P16	達成目標35ppmをクリアーできる改良方法の方向性は具体的に何でしょうか？	技術的な詳細は開示することはできませんが、今回開発した燃焼技術と、当社が保有する既存の他の燃焼技術を組み合わせることで達成できるものと考えており、現在、確認のための予備試験の実施に向け準備中です。	河野委員
II-⑨ 表紙	論文の予定を教えてください。 (現時点で0ですが)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本事業開始前のSIP(エネルギーキャリア)の成果である燃焼学会誌の論文(2019/11)を英文化して2021/1頃に寄稿予定です。</li> <li>・本プロジェクトの概要と、2021/1に終了予定の実圧燃焼試験の結果については日本ガスタービン学会誌2021/5月号に寄稿予定です。</li> </ul>	河野委員
P7	CO2フリーアンモニアの定義は何でしょうか？	<p>大別して以下の(a)(b)二つを想定しています。</p> <p>(a) 水を再生可能エネルギーで電気分解してCO2フリーの水素を製造し、そのグリーン水素を原料として製造したグリーンアンモニア。</p> <p>(b) 天然ガスの改質によりCO2を回収しつつ水素を製造し、そのブルー水</p>	河野委員

		素を原料として製造したブルーアンモニア。	
Ⅱ-⑫ 表紙	特許及び論文の予定を教えてください。 (現時点で共に0ですが)	開発に着手したばかりで具体的な計画はまだございません。特許は年間3件以上の出願を目標としております。論文は2022年以降の投稿を目標としております。	河野委員
Ⅱ-⑬ 表紙	特許の予定を教えてください。 (現時点で0ですが)	本プロジェクトにおいては、技術の秘匿性等の観点から特許の出願予定はありません。	河野委員
P30	国内のCO2排出削減量を具体的にどの程度削減することができるかと予測されているのでしょうか？	資源エネルギー庁の「長期的エネルギー需給見通し」によると、2030年の国内の総発電量に対するコージェネレーションシステム(CGS)の割合を8~15%、エネルギー起源の年間CO2排出量を約9.27億t-CO2と予測しており、全て化石燃料ベースとして考えた場合、単純にこの割合を当てはめるとCGSによる年間CO2排出量は約0.74~1.39億tとなります。 国内のCGSにおけるガスタービンの発電容量ベースでの割合を47%(コージェネ財団統計資料による)とすると、2030年におけるガスタービンCGSによる年間CO2排出量は約0.35~0.65億tと予想されます。 2030年の時点でガスタービンの燃料が化石燃料から全て水素に置き換わっていれば、これらの約0.35~0.65億tのCO2排出量を0にすることが可能です。 現実的には2030年の段階では、一部しか水素に置き換わっていないと考えられますので、本数値に、ガスタービンCGSでの水素使用の割合(発電量ベース)を乗算したものが、CO2排出削減量となると見込まれます。	河野委員
資料 6-1-3 P11	オランダのPJに参画されていますが、本PJで開発された技術をどう利用されておられるのでしょうか？	当社はガスタービンOEMとしてガスタービンの改造を計画しています。同Feasibility Studyでは拡散燃焼器による水素専焼を前提としておりますが、想定される水素供給量と実水素供給量のギャップが生じた場合、本PJで開発した天然ガス-水素30%vol混焼燃焼器を搭載し、まずは混焼からスタートさせ、水素インフラ成熟期に水素専焼へと転換していくことも視野にいらしています。	河野委員
資料7 成 果詳細25 6 2行目	天然ガスと水素を混焼させた場合、燃料成分の変化により、と記載されていますが、どれぐらいの変化を想定されていますか？	水素30%volを天然ガスに混焼させた場合、燃焼速度は1.1倍になると推定され、実圧燃焼試験(1600℃級)においてNOxが1.3倍になることを確認しています。これは、燃焼速度が上昇することで火炎が上流に移動し、空気と燃料の混合が不十分な位置で燃焼したためであると考えております。	森田委員

資料 7 成果詳細 206	水素専焼が故の耐久的な課題はありますか？その場合の課題解決に向けてのシナリオはどのように考えられていますか？	水素は燃焼速度が速く、天然ガスに比べて火炎がバーナに接近するため、バーナ表面温度が高くなる課題があります。その対策として、バーナ表面へのTBC (Thermal Barrier Coating) の施工や、バーナ端面に冷却空気の流路を設け、強制的に冷却する方式を採用する計画です。モデルバーナ燃焼試験のバーナでもTBC、強制冷却方式を採用し、効果を確認しております。 この他に水素脆化（水素原子が金属に吸蔵され、金属素材の靱性が低下する現象）の問題があります。様々な金属材料を対象に水素脆化の感受性が評価されており、これらのデータをもとに材料を選定しておりますが、AM(Additive Manufacturing)で製造された金属素材に対しては十分な情報が得られていないため、調査を進めております。	森田委員
資料 7 成果詳細 19	褐炭前処理技術の設備費および運転費が増大する、と記載されていますが、どれぐらいのアップになるのでしょうか？それは商用機での課題として解決できる見込みのあるレベルでしょうか？	高水分の褐炭を乾燥するために、通常の微粉炭機に加えて、乾燥機などの設備を追設することとなり、また乾燥のための熱源も必要になると想定しております。したがって、設備費および運転費が増大しますが、一方で燃料費（褐炭）は大きく低減する見込みであり、商用規模における最適化設計を実施することで見通しを得る計画です。 また商用化規模における褐炭前処理設備に関する技術について、国内外のメーカーについて調査を進めております。	森田委員
資料 7 成果詳細 22 中段	プレ乾燥として30%程度以下にまで水分を取り除く計画、と記載されていますが、30%とした根拠を教えてください、	過去にガス化実績のある石炭の最大水分が約30%程度であったことから、プレ乾燥後の褐炭を既存技術にて問題なく処理できるように設定しています。	森田委員
資料 7 成果詳細 64 中段あたり	第1期の結果について、ガスホルダーを大幅に低減することが可能、記載されていますが、図9、図10以外にその根拠となるデータを教えてください。	その後に実施した実証設備での脱水素設備負荷変動試験の結果、原料MCHを目標とした3.5%/minの速度でロードアップ/ロードダウンしても安定した運転が可能であることが実証されました。 但し、原料MCH流量の変動に対して、製品水素量が数分遅れて追従することが判明しました。 この応答遅れに対応すべく、必要最小限のガスホルダーを設けるか、あるいは制御系を最適化することにより、ガスホルダーを大幅に低減できると考えています。	森田委員
資料 II - ①、A4 横	豪州ラトロプバレー炭鉱の権益状況を知りたい。	豪州小型ガス化試験装置での試験は、ラトロプバレーの中のロイヤン炭鉱から採取した褐炭を用いて試験を行います。ロイヤン炭鉱の権益に関しては、他社殿の経営情報であり、詳しくは把握しておりませんがAGL社が保	大澤委員

		有しているものと聞いています。 AGL社はロイヤン炭鉱に褐炭発電所を保有しており、HESCプロジェクトのパートナーでもあります。	
資料Ⅱ－ ①、A4横	シェルジャパンの具体的な役割は何か。技術開発でどういった役割を担うのか、あるいは国際的なステークホルダーとの調整役を担うのかなどについて知りたい。	シェルジャパン単体としての役割はグローバルシエルの日本の窓口としての役割が第一義的なものです。シエルの日本国内での活動についてはほぼすべてに関与しています。また、シェルジャパンが単独で何かの役割を果たすことはなく、グローバルシエルの中に組み込まれて活動し、課された役割を果たしています。本プロジェクトでは、グローバルシエルの作業内容を日本のステークホルダーに連絡するとともに、またその逆も行っています。	大澤委員
資料Ⅱ－ ①、7/49 ページ	日豪間輸送は2020年度に1度ということか。2021年度と2022年度はそれぞれ何回計画しているのか。合計何回を目標としているのか。	2020年度は1航海を予定しています。また、2021年度～2022年度では、最大10航海を予定し、トータルで10航海程度の航行試験を予定しています。	大澤委員
資料Ⅱ－ ①、19/49 ページ	EAGLE炉から排出されるスラグの規模と処理についてコメントが欲しい。再資源化や最終処分の見通しがいつているのか。	褐炭中の灰分に依存しますが、褐炭微粉重量ベースで約0.5%～3%程度のスラグが排出される見込みです。豪州小型ガス化試験装置の場合、1t/日の褐炭微粉から約5kg～30kg/日のスラグが発生する見込みとなります。大崎クールジェンから排出されるスラグは、石炭灰と同様にセメント原料として有効利用されています。また、路盤材やコンクリート用骨材としての利用も可能であり、今年度10月には「コンクリート用石炭ガス化スラグ骨材」のJIS規格が制定され、また土木・建築学会において、コンクリートの設計施工指針の策定が進められるなど、実際の利用に向けた取組が進められています。	大澤委員
資料Ⅱ－ ①、34/49 ページ	水素の低炭素化の指標は何か。バイオマス混合体の起源は具体的に何か、また、持続可能な資源なのか。	生成されるガスからCO <sub>2</sub> を分離回収する場合、回収率は約90%程度となる見込みです。さらにCO <sub>2</sub> 排出量を低減するために、バイオマス混合を検討しています。 現在検討しているバイオマスは、豪州国内で発生する林業用木材、製粉廃棄物、廃棄物の樹皮、回収廃材などを起源としており、持続可能な資源であると考えています。	大澤委員
資料Ⅱ－ ①、7/10 ページ	参考までに副生CO <sub>2</sub> 処理の貯留を経済的（試算例だと2.9円/Nm <sup>3</sup> ）に行えるのか確認したい。豪州政府のプロジェクトは順調	8/10ページにCCSと記載していますが、この2.9円/Nm <sup>3</sup> はCarbonNetへの所定条件でのCO <sub>2</sub> 引渡しコストとお考え下さい。CO <sub>2</sub> 分離コストなどは水素製造に必要なコストとして「水素製造」に含まれます。CarbonNetは	大澤委員

	なのか、課題はどこにあるのか。	処理場所を特定して本年1月に評価井の試掘を完了し、CO2貯留量など技術評価中ですが、良好な結果を得て、次ステップに向けて資金などを準備中です。課題は、事業化のスタートアップを官が担うか民間で着手するかで協議中です。	
資料Ⅱ－①、10/10ページ	例えば2050年に40チェーンで80隻とは、日豪間を何隻で何回、合計何万トン輸送することになるのか。	2030年商用時22.5万ton-H <sub>2</sub> /年を1チェーンとして40倍(900万ton-H <sub>2</sub> /年)輸送することで考えています。11回/隻・年を想定しています。	大澤委員
資料Ⅱ－②、A4横	有機ケミカルハイドライド法のCO2削減貢献量を知りたいが、指標や試算例はあるのか。	CO2削減効果量については弊社なりに試算を試みっていますが、CO2カウンターの境界をどこに置くかなど、試算手法が未だ一般化されていないこともあり、公表出来る段階に至っておりません。産総研など第三者機関が公表している試算例については、都度ヒアリング・意見交換を実施しています。	大澤委員
資料Ⅱ－②、A4横	経済性を評価する材料が見当たらないので、水素コスト目標とその内訳について試算値(前提条件も付けて)だけでも開示してもらいたい。	水素コスト目標として、2030年に30円/Nm <sup>3</sup> 、その先で20円/Nm <sup>3</sup> 以下をターゲットに取り組みを進めておりますが、コスト削減においては、技術開発に伴うシステム効率化に加え、需要規模拡大によるスケールメリットも大きな要素となります。規模、場所、輸送距離、水素供給条件、為替など、様々な要素によりコストは変動するため、個別に評価していく必要があります。	大澤委員
資料Ⅱ－③、A4横①、②、③、④	特許出願は2件(①と④)でそれぞれ1件)あるが、論文と発表がゼロは意外。要素技術とは言え、外部発表などのアウトリーチ活動は必要ではないか。今後の予定などはあるのか。	(①) 海上輸送用大型液化水素タンクに関しては、海外勢、とりわけLNG船で世界を席巻する韓国造船所の動向を警戒しつつ、日本が水素船でトップランナーとの国際的な評価を受けることを念頭に、研究成果を基本設計承認(AIP)と国際特許の取得に反映することを優先しており、学会発表や論文投稿は来年度以降に実施する予定。 (②) 特許については、今後2件程度の出願を予定しています。論文や発表についてはKHIと内容を協議して行うよう検討いたします。 (③) 低温水素ガス圧縮機の開発は、試作機による実証試験を基本軸としており、実証試験による検証が完了すれば、外部発表等も前向きに検討していきたいと考えております。特許については、助成期間外のためカウントには含めていませんが、助成事業開始前に関連特許を1件出願済みです。 (④) 開発完了後に、自社の技術情報誌等で外部に発表することを検討しています。	大澤委員

資料Ⅱ－ ③、25/57	従来構造のラジアルガイドは LNG 用のことか。水素用がモーメントに耐えられなかった最大の理由は何か。黒丸で示した鋭角部分を無くすことで強度を高めることができたとして理解してよいか。	液化水素用配管は断熱のため真空二重構造になっており、内管の熱収縮吸収のためにベローズが内管に装備されておりますが、ベローズは剛性が無いので内圧による軸方向荷重を受けることができません。そのため、他の部位でこの荷重を受ける必要がありますが、最初の部位(ラジアルガイド)は荷重中心から距離があり荷重を受けきれませんでした。従いラジアルガイドの位置を変更して荷重中心に配置するように変更致しました。LNG 配管は真空二重構造になっていないため該当の構造はありません。	大澤委員
資料Ⅱ－ ⑤、A4 横	バルブのそもそもの機能と、バタフライバルブ弁種・構造が液化水素の封止および断熱に優れている理由を簡便に示してください。	バタフライバルブの機能として本体部に直通流路を持つ事で大流量を流すこと(流路抵抗が小さい)が出来ます。また、板状の弁体を 90 度開閉する事で、これら流体を流す・遮断する事が可能となります。バタフライバルブで液体水素を封止(流体の遮断)するシール構造は、今回のプロジェクト課題として解決する工夫が必要となりますが、断熱につきましては、比較的大流量を流すことが出来るバタフライバルブ以外の弁種(ゲートバルブ、グローブバルブ、ボールバルブ)と比較し、弁箱自体が軽量・コンパクトに設計できる事より、断熱の不確定性を少なくする事で、断熱性能の向上が図れます。	大澤委員
資料Ⅱ－ ⑥、A4 横	バルブのそもそもの機能と、バタフライバルブ弁種・構造が液化水素の封止および断熱に優れている理由を簡便に示してください。	<p>① バルブのそもそもの機能 主に配管などの内部を通す気体・液体などの流体が通る空間の開閉や、流量制御などができます。</p> <p>② バタフライバルブ弁種・構造が優れている理由</p> <p>(1) 他弁種と比べ、バタフライバルブは</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・前述のとおり流量制御に適しております。</li> <li>・弁体の作動が外部漏洩しやすい上下作動ではなく回転作動(90° 回転)です。</li> <li>・弁体が小さく面間も薄く製作でき重量も軽くなります。</li> </ul> <p>(2) 弊社バルブは、低温になるほど高いシール性を発揮する構造です。</p> <p>(3) 断熱について、真空ジャケット構造とすることで断熱性を発揮します。</p>	大澤委員
資料Ⅱ－ ⑥、7/7	2025 年度は、誰に、どれくらい販売する計画なのか。水素の本格消費が始まる 2030 年の国内市場規模と貴社のシェア見通しはどの程度か。	2025 年度の販売は LNG サテライト基地同様の小規模基地を想定しており、バルブ台数 10 台の販売を想定しています。販売先は液化水素基地・タンク類を手掛ける水素関連プラントメーカーを想定しています。2026 年～2035 年の市場規模をバルブ台数は約 300 台と想定しています。その時の当社シェアは 70%を見込んでおります。	大澤委員

資料Ⅱ－⑧、13/45	ロードマップの目標値 NOx35ppm(02-16%換算)の環境科学的な根拠は何か。燃焼振動と低 NOx の背反関係を解決する努力は必要だと思う一方、適法であれば目標値をやみくもに(経済性を犠牲にして)追及する必要はないのではないかと感じる。	NOx35ppmは、一部の地方自治体の定める条例での上乗せ規制値(例:東京都、神奈川県、愛知県、等)に対応したものです。これらの地域でも追加の脱硝装置を設置することなく、ご使用いただくことが可能となり、設置コスト/運用コストの面で使用者に大きなメリットがあります。また、千葉県、埼玉県、大阪市、名古屋市、等の一部の自治体については35ppmを下回る規制値(最も厳しい規制値で20ppm)を定めており、これらの地域では追加の脱硝装置の設置が必要となりますが、脱硝装置でのNOx低減幅が縮小することから、装置の脱硝能力および脱硝剤(尿素等)を削減でき、設置/運用コストの面でメリットが出てきます。	大澤委員
資料Ⅱ－⑧、24/45	販売予定のCGSの発電出力はどれくらいか。また、2020年代に水素CGSの需要が拡大する理由を簡便に説明して欲しい。水素コストは2020年代に下がる可能性があるが、それだけが需要拡大のドライバーになるとは思えない。	当社の製品ラインナップでは2~30MWの自家用発電向けのクラスとなります。2020年代は安い水素が大量に流通する段階ではないと考えられますが、化学メーカー等の「副生水素」をお持ちのお客様への自家用発電/熱供給用途の水素CGSの需要が拡大するものと考えています。	大澤委員
資料Ⅱ－⑨、18/19	プロジェクトの目的は達成されていると認識しているが、経済性の見通しはどうか。例えば、2030年の発電コスト(目標:17円/kWh以下)を達成するための条件等について考えがあれば教えて欲しい。	本プロジェクトによりプロセス検討を進めており、現時点で建設費を議論できる状況にはないため、まず発電コストが17¥/kWh以下になるための建設費の条件をサーベイしました。同資料の7/19右側のグラフより、本システムの建設費が(a)10万円/kWの場合、NH3価格が456\$/t、(b)20万円/kWの場合、NH3価格が438\$/t以下であれば発電コストは17¥/kWh以下となります。このように発電コストは建設費よりもCO2フリーアンモニアの入手価格が支配的です。現状のグレーアンモニアの市場価格が300\$/t台であること。アンモニアは水素に比べて輸送しやすく熱量等価で水素よりも安価で、将来のCO2フリーアンモニア価格が440\$/t程度以下が見込めることなどから、システム建設費が現状のGTCCの市場価格10万円/kWの略2倍の20万円/kWとしても17¥/kWhは十分に視野に入ると考えています。	大澤委員
資料Ⅱ－⑩、19/21	水素発電は需要拡大の本命に位置付けられているが、太陽光や風力発電が主力電源化する時代の生き残り策は何か。調整電源として現在の大型ガス火力を代替する限りの役割しか持たないのか見通しを教えて欲しい。	ガスタービン、太陽光や風力発電の発電量の変動に対するグリッド調整役の他に、エネルギーキャリアとしての水素の大量消費先としての役割があると考えております。太陽光や風力発電が主力電源化した時代では、余剰の電力が大量に発生しますので、その電力を有効利用する方策の一つとして、貯蔵と輸送が可能な水素に転換し、エネルギーキャリアとして水素	大澤委員

	い。	を利用することがあげられます。	
資料Ⅱ－ ⑫、13/25	コスト/kW は単体効率の高さによるものと推測できるが、化石燃料エンジンと同等の経済性を持つための条件は何か。	現状は水素燃料の調達コストが高価なため、化石燃料と同等のコストとなる必要があると考えます。また、異常燃焼によるエンジンの出力制限をなるべく減らすようにすること、水素脆性による劣化が無いように耐久性を担保することで、水素燃焼エンジンのイニシャルコスト、メンテナンス等ランニングコストを下げるのが条件だと考えます。	大澤委員
資料Ⅱ－ ⑫、A4 横、 25/25	実証試験を行う予定の客先サイトのアプリケーションは何か。水素エンジンの特徴は起動・停止の制限がないことだが、動力源として活用する計画はまったくないのか。	大型液化水素運搬船の発電機用エンジンを想定して実証試験を計画しております。現在、単位熱量当たりの水素価格は天然ガスの約 10 倍であり、運転の経済性が成立しにくいですが、相応のボイルオフ水素が生じることが見込まれる大型液化水素運搬船においては、追加コストを最小限にすることができると考えております。 動力源として適用するためには、エンジンの回転数と出力を同時に変化させる必要があるため技術課題が多く、難易度が高いと考えております。発電用途の開発後に着手する予定です。	大澤委員
資料Ⅱ－ ⑭、A4 横	水素混合割合の事業目標 20%を超える 30%条件を確認したとあるが、目標を変更した理由を知りたい。目標値がそもそも低すぎたということか。	水素混焼割合の事業目標は、2030 年水素インフラ導入期において、既存発電所の小改造で水素転換を可能にすること、および 2030 年時点での水素供給能力を考慮して設定しています。 水素 20%vol であれば、既存発電所の水素転換において、燃焼器交換は伴うもののガスタービン周り燃料配管や制御弁は継続使用可能であり、小改造での対応が可能となります。更に水素 20%vol 混焼の場合、例えば当社納入の国内高効率 GT を水素混焼転換するだけで、水素基本戦略の 2030 年導入目標をクリアし、インフラ構築に貢献できます。 30%条件は目標設定を変更したのではなく、水素供給が不安定な場合、例えば一時的に水素混焼率が 20%vol を超えることなどを想定し、安定運用のために水素 30%vol 程度のマージンが必要であると考えています。	大澤委員
資料Ⅱ－ ⑭、26/27	水素混合割合を 2025 年に 30%で始め、2045 年に 100%を目指すというところか、混合割合を徐々に高めるということか、あるいは 100% 専焼設備(燃焼器のみ?)に入れ替えるまでは 30%で運転するというところか。	水素含有割合は、以下に示す段階を踏んで開発していく予定です。 水素 30%vol 混焼⇒開発済み 水素 100%⇒開発中 水素 30%vol-100%⇒開発予定 (様々な水素含有量に Flexible に対応可能な燃焼器を開発する) 2025 年にはまず水素 30%混焼でスタートさせますが、様々な水素含有量に	大澤委員



		対応できる燃焼器を完成させ、水素供給量に合わせて対応できるようにしていく予定です。	
資料 5 の p14 および資料 6-1-1	「未利用エネルギー由来水素サプライチェーン構築」の2020年の目標として、商用レベルの1/100規模（数千万Nm <sup>3</sup> 換算）のサプライチェーンを構築することが挙げられています。ケミカルハイドライド法は資料6-1-2のp6に設備能力が記載されていますが、未利用褐炭についての資料6-1-1では規模が明示されていないように思えます。全体としての水素供給設備能力がいくらかご教示ください。また、実証期間における水素輸送量の目標があれば併せてご教示ください。	<p>【水素輸送量】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実証期間中の水素輸送量には目標を設定しておらず、1,250m<sup>3</sup>タンク（満載75ton）での日豪間航行ができれば、サプライチェーン構築のパイロット実証として適切であると考えています。</li> <li>・商用時の2011年NEDO委託事業によるFSおよび現在実施中の大型化開発の液化水素運搬船は4万m<sup>3</sup>×4基のタンクを設けており、パイロット実証の液化水素運搬船のタンク容積1,250m<sup>3</sup>は1/32規模です。荷役ターミナルの貯蔵タンクについても商用時5万m<sup>3</sup>のタンクに対して、2,500m<sup>3</sup>の容積で1/20規模です。※HySTRAの範囲外ではあるが、液化機について商用時の50ton/日までは既存技術（30~35ton/日実績あり）で対応可能。</li> </ul> <p>【水素製造能力】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・豪州小型ガス化試験装置は商用規模の約1/1000ですが、弊社若松研究所のEAGLE炉（約1/100規模）での試験も合わせて実施していきます。</li> <li>・豪州褐炭のガス化特性を踏まえ、瀝青・亜瀝青炭で用いたスケールアップ設計手法を用いて大型化設計を実施していく計画です。</li> <li>・豪州小型ガス化試験装置の水素供給設備の能力は約40m<sup>3</sup>N/hです。</li> </ul>	中島委員
資料 5 の p14	「未利用エネルギー由来水素サプライチェーン構築」ではシステムごとに水素製造効率や輸送効率等を個別に設定することが目標とされていますが、未利用褐炭およびケミカルハイドライド法それぞれについて、システム全体での水素製造効率、輸送効率の目標値と現状値、達成見込みについてご教示ください。	<p>【Ⅱ-①】</p> <p>【水素製造効率】</p> <p>水素純度99.999%以上を目標としております。まだ現時点では水素製造にまで至っておりませんので現状値はありませんが、達成に向けて鋭意準備を進めております。</p> <p>【輸送効率】</p> <p>液化水素運搬船タンク容積1,250m<sup>3</sup>（液水換算88.5ton）に対して実効積載量は75トン-H<sub>2</sub>となっています。タンクとしての輸送効率は85%となります。実効積載量については今後確認していきます。</p>	中島委員
		<p>【Ⅱ-②】今回の実証運転においては、水素化設備でのMCH転化率は99%以上、脱水素設備でのトルエン転化率は平均97%以上を示しているため、十分な効率を持っていると考えています。更に触媒改良の研究開発を継続しており、不純物生成抑制によるトルエン</p>	

		精製設備からのトルエンロス量の低減、触媒の長寿命化による設備効率の向上等により、より一層の効率化を目指しています。	
資料 5 の p14 及び資料 6-1-3	「水素エネルギー利用システム開発」では、混焼及び専焼水素発電の「発電効率」「耐久性」「環境性」を満たす技術の確立が目標とされています。資料 6-1-3 の成果報告では、水素の混焼率や NOx 等により成果を得られたことがわかりますが、発電効率、耐久性についても目標値と現状、将来の見込みについてご教示ください。	水素焚き発電効率は、天然ガス専焼と同等の効率を維持することを目標としています。水素焚き時は燃焼ガスの組成の違いにより、発電効率が上昇するため、達成見込みと考えています。 耐久性についても発電効率同様、天然ガス耐久性を維持することを目標としています。ここでの耐久性とは、主に熱疲労・酸化減肉等に対する信頼性を指していると思いますが、燃焼試験において燃焼器メタル温度や燃焼器振動応力計測を行うことで予測は可能と考えており、水素混焼については燃焼試験結果から達成見込みを得ています。最終的には、実機検証にて確認致します。	中島委員
資料 5 の資料 II - ② 開発項目③-1、P25 (資料 6-1-2 の p35)	商用トルエンの調達先によって、本システムへの適・不適があることを明確化されましたが、将来的に各社のトルエン製造プロセスが一定不変である保証はないと推測されます。今後トルエンを調達する際に、今回策定された本システムに適した調達仕様により、コスト増にならず水素サプライチェーン構築に必要な量を確保できる見通しについてご教示ください。	今回策定した調達仕様を緩め、JIS 規格などの汎用規格に適合したトルエンであれば使用できるように、研究開発を進めています。 具体的には、触媒被毒となる特定成分の吸着除去処理を検討しており、大きなコスト増にはならないと認識しています。	中島委員