

研究評価委員会

第1回「ゼロエミッション石炭火力技術開発プロジェクト/ゼロエミッション石炭火力基盤技術開発/革新的ガス化技術に関する基盤研究事業/石炭ガス化発電用高水素濃度対応低NO_x技術開発」(事後評価)分科会

議事録

日 時 : 平成25年11月29日(金) 13:15~16:40

場 所 : WTC コンファレンスセンター Room B

(世界貿易センタービル 3階)

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	金子 祥三	東京大学	生産技術研究所	特任教授
分科会長代理	守富 寛	岐阜大学	大学院工学研究科	環境エネルギーシステム専攻 教授
委員	赤松 史光	大阪大学	大学院工学研究科	機械工学専攻 教授
委員	加藤 壮一郎	株式会社IHI	熱・流体研究部	主査
委員	二宮 善彦	中部大学	工学部	応用化学科 教授
委員	丸田 薫	東北大学	流体科学研究所	教授
委員	山下 亨	出光興産株式会社	販売部	主任部員

<実施者>

小野崎 正樹	(財)エネルギー総合工学研究所	プロジェクト試験研究部	部長 (PL)			
百々 聡	株式会社 日立製作所	電力システム社	日立事業所	ガスタービン設計部	ガスタービン 開発設計グループ	主任技師
林 明典	株式会社 日立製作所	日立研究所	ターボ機械研究部	TM2ユニットリーダー	主任研究員	
浅井 智広	株式会社 日立製作所	日立研究所	ターボ機械研究部	主任研究員		

<推進者>

相楽 希美	NEDO	環境部	部長
在間 信之	NEDO	環境部	主幹
山内 康弘	NEDO	環境部	主査
細田 謙次	NEDO	環境部	職員

<企画調整>

増山 和晃	NEDO	総務企画部	課長代理
-------	------	-------	------

<事務局>

保坂 尚子	NEDO	評価部	主幹
内田 裕	NEDO	評価部	主査

議事次第

【公開セッション】

- 1.開会、分科会の設置、資料の確認
- 2.分科会の公開について
- 3.評価の実施方法
- 4.評価報告書の構成について
- 5.プロジェクトの概要説明（説明、質疑応答）
- 6.プロジェクトの詳細説明（説明、質疑応答）

【非公開セッション】

- 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、その他
- 10.閉会

議事録

【公開セッション】

- 1.開会、分科会の設置、資料の確認

- ・開会宣言（事務局）
- ・研究評価委員会分科会の設置について、資料 1-1 及び資料 1-2 に基づき事務局より説明。
- ・金子分科会長挨拶
- ・出席者（委員、推進者、実施者、事務局）の紹介（事務局、推進者）
- ・配布資料確認（事務局）

- 2.分科会の公開について

事務局より資料 2-1 及び資料 2-2 に基づき説明が行われ、「7.全体を通しての質疑」を非公開とすることが了承された。

- 3.評価の実施方法

評価の実施方法を事務局より資料 3-1～3-5 に基づき説明が行われ、事務局案どおり了承された。

- 4.評価報告書の構成について

評価報告書の構成を事務局より資料 4 に基づき説明が行われ、事務局案どおり了承された。

- 5.プロジェクトの概要説明（説明、質疑応答）

推進者・実施者より資料 6-1 に基づき説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

【守富分科会長代理】 今説明していただいた中で、中間評価のときの議論を思い出していたんですが、一応事業原簿のほうに幾つか詳細が出ているんですが、先ほどの紹介で1枚のスライドで、概要ということだと思うんですが、事業原簿のほうのⅡの5、6、7ページあたりで幾つか指摘があったように思うんですが、どう改善して、どういうふうになったかというところ、説明していただけないかと思っています。

【山内主査】 こちらでまとめた表に示すものが主なところだと思いますが、1番の模擬ガスで試験をや

っているということで、一酸化炭素の影響が評価できていないというご指摘がありましたので、こちらはEAGLEで実施しました。

それから、本開発自身がIGCCとCCSで構成されており、それらに全て知見がある人材がプロジェクトマネジャーとして必要ではないのかということで、当初、アカデミアの大家でいらっしゃる持田先生にさせていただいていましたが、エンジニアリング経験が非常に豊富な小野崎様に、専門家として新PLを実施していただいております。

それから、低NO_xバーナーにつきましては、シミュレーションのモデリングの改善と振動対策によりまして、さらに実用化に向けたブラッシュアップが望まれるということで、特に、振動燃焼について質問が多く出されたかと存じ上げております。それにつきましては、バーナー構造の改良による燃焼振動特性の改善と、もう一つは、解析モデルの改良によりまして、解析精度を上げることを実施しました。

そして、大型バーナーにつきましては、先ほどのH-80相当のバーナですが、こちらのほうは少し燃焼振動を抑制するような、そういった改良を行っていただいております。この結果、後ほど出てきますけれども、燃焼振動につきましては非常によく抑えられたものになっています。

それから、政財界を含めて積極的な広報と産学官への働きかけ、あと、石炭利用促進のための人材育成、サポーター育成、プロジェクト自体の底上げというご指摘がございましたが、これにつきましては、大学、若手研究者の登用とか、对外発表をたくさんしていただくとか、そういうふうに積極的に発信をしていただくということで対応していただき、また、成果を技術検討委員会に適切にフィードバックして、プロジェクト全体としての底上げにつなげていこうということで、活動をしてまいりました。

それから、実用化に向けての課題抽出が不十分であること、さらに、技術的な目標設定だけではなく、国内外の将来市場を見て、実用化時期とコストの目標を明確にされたいということでございましたので、先ほど来出ております目標達成のロードマップを作成していただきまして、日立さんとして研究全体の位置づけをマップ上で明確にするとともに、実用化に向けたステップを抽出していただいたということでございます。

最後に、マルチバーナー、クラスタバーナーの構造がかなり複雑なので、製作やメンテのコストを考えると、より単純な構造が望ましいのではないかと厳しいご指摘がございましたけれども、こちらにつきましては、空気の穴の噴出方向の調整方法をとることにより、構造のシンプル化を進めるだけではなくて、メンテナンスの容易性とか、ホットパーツ自身の寿命、ガスタービンの場合はホットパーツが一番の問題になりますので、そういった寿命延長の検討を、設計上、今後も続けてまいりますということで対応させていただきました。

概要については以上でございます。

【守富分科会長代理】 多分この後の議論になるかと思うんですが、実ガスの問題と、それから大型化のところが一番ポイントと思っているんです。多分、中間評価の段階で、上にありますように難しいテーマに対してよい成果を上げているのではないかとということで、私もそういう印象は持ったのですが、実際に実ガス適用や大型化していった場合のコスト面というのか重要で、最後にあった構造のシンプル化というのはコストに反映してくるので、コストダウンまではいかないまでも、従前の低NO_xバーナー的な発想からは、もちろん若干高めにはなるとは思うんですが、その辺のコストについて評価を、今回、きちんとされてきているのでしょうか。

【山内主査】 今、2つご質問がございましたが、1つはCOガスの燃焼ですね。そちらにつきましては、EAGLEで試験をいたしまして、このときは、CCSの装置の容量の問題で、CCS0%、つまり水素濃度が25%しか試験ができませんでしたが、そこにおいては、日立さんのインハウスでやった試験結果と、ほぼ同等の結果を得られておりますので、COの影響についてはクリアできたかと思えます。

それから、構造のシンプル化につきましては、これはまだ現在継続研究等で今検討していただいているというふうにNEDOとしては理解しておりますが、日立さんのほうで何か。

【百々主任技師】 コストに関しまして申し上げますと、ご指摘のように、若干今、従前の低NOx 燃焼器よりは高く仕上がっております。1つには、非常に部品点数が増えておると。小さい部品でございますが、部品点数が増えておるということで、工数が上がっております、その分でコストは若干上がっております。

ただし、事業化いたしまして、たくさん出るようになりますと量産メリットが効いて下がってまいると踏んでおまして、そのあたりでコストは下げてまいろうということで考えております。

ただ、今は、一品生産のような状態ですので、やはりコストは高くなっているというところは正直に申し上げておきます。

【守富分科会長代理】 どうもありがとうございます。

【加藤委員】 今、大型の燃焼器に関しまして、NOx が少しオーバーしていたのを、継続研究を日立さんでやられていると。これはNEDOのほうで今後一緒にまだ継続してやっていくという予定がありますかというのが1つ目。

それからもう一つが、年度の最後のほうは実エンジンで試験をされたと思うんですが、特許の出願案件を見てもみると、平成22年のときに海外出願していますが、その後ぱたっととまってしまったと思うんです。実エンジンをやっている、燃焼器本体だけではなくて、それをどうやってオペレーションするかという特許技術というのもきつと出てくると思うんですが、海外でビジネスしないというのであれば別ですが、そんなことはきつとないと思うので、この辺は出願強化したほうがよいのではないのでしょうかということです。

【山内主査】 まず第1点目につきましては、今、継続研究ということで、NEDOの資産を日立さんにお貸しして、今、研究開発中です。研究自身のランニングのコストは日立さんがお払いになっていらっしゃるんですけども、そういう形で今支援をしております。今後もし継続的な話があれば、もちろんそれに対応していこうかと思えますけれども。

それから、2番目の件に関しては、日立さんのほうから。

【百々主任技師】 ご指摘のとおりで、実エンジンを適用するに当たって、多々工夫をしなければいけないところ出てまいりました。今後、しっかりまとめて、知財のほうも手を打ってまいりたいと思っておりますが、製作方法の詳細とかをかなり今もやっておる最中でございます。

【加藤委員】 ありがとうございます。

【金子分科会長】 ほか、いかがでございましょうか。

【山下委員】 NEDO事業としての妥当性のところのご説明、もう少し詳しく確認させていただきたいんですけども、IGCCプラスCCSの大きな技術の枠組みについて、NEDO事業でやらないといけないということについては、誰もが納得できるかどうかと思うんですけども、今回の評価対象になっています、高水素濃度対応型低NOx 技術開発、特にマルチクラスタ燃焼器のところについて、

国の予算を入れてやらないといけないというところの説明を、もう少し詳しくお聞かせいただけるとありがたい。

【山内主査】 それにつきましては、こちらで公募するときに、まず我々の問題意識としましては、CCSを使うと効率が、ざっと言いまして、効率が10ポイント落ちるという問題意識がございました。したがいまして、まずはIGCCのものと効率を何とかして上げたいというのがありました。その中で、こちらにありますようなIGCCの発電効率をまず大幅に改善できる研究提案を公募しました。これがあればすごくうれしいんですけども、なかなかこれは難しかったので、そうではなくても、もっといろいろ1%、2%をうまく積み上げていって、トータルとして効率向上につながるような技術開発で、要素技術でもいいですし、もちろん革新的なものでも結構ですということで公募しました。

こちらの低NO_xの技術ですけれども、こちらの技術というのは、先ほど来出てまいりましたように、従来ですと水素リッチのガスの場合には、水蒸気を噴射して火炎温度を下げるとか、窒素をまぜて火炎温度を下げるとかを行う低NO_x対策を取ります。水素自身燃焼速度が速いものですから、火炎温度が高めにどうしてもなってしまうので、そういう対策が必要なわけです。

そこで、日立さんのアイデアによりますと、そういった補助的手段を取らないで、ドライでNO_xが下がります。そのときに、効率として、先ほど数%と言いましたけれども、大体2%弱ぐらい上がるというお話でした。実はその2%弱という数値は、このIGCCの中で非常に大きな数値でして、例えば1,350から1,500のところでも3%ぐらいですし、あと、乾式脱硫を使っても2%弱ですから、そういった意味でいけば、高効率化にやはり大きく貢献できるのではないかと我々としては判断をいたしました。

しかもこれは、CCSをやらないと出てこない課題です。したがいまして、NEDOといたしましては、まずCCSありきで、それについて付随する技術開発だから、これは我々で支援すべきではないかと判断した次第でございます。

【山下委員】 従来技術でやったときに、効率がどうしても下がってしまうところを、今回の日立さんの革新的な技術によって、そこを逆にプラスのほうに持っていけるということで、NEDO事業として実施されたという理解でよろしいでしょうか。

【山内主査】 はい。そのとおりでございます。

【山下委員】 わかりました。ありがとうございます。

【二宮委員】 後の議論にもなるかと思うんですけども、今回の成果の目標と達成状況というところで、プロジェクトリーダーの方にお聞きしたい。平成22年度の間評価では、特にNO_xについて一応〇ということで達成できたということでしたが、今回、今後大型燃焼器ということで、現状では△で、目標の10ppmを達成できなかつた。ただ、補足事項として、今後そういう見込みができたということですけども、今回のこの評価としては、これは達成できなかつたという評価ですか、それとも、今回、今やっている継続研究で達成見込みということで、それを含めた形でこれは私どもが評価すべきなんでしょうか。そのあたり、どういう形で判断されているのか。また、今回のデータの中で、達成できたということを紹介していただいて、それについて判断するのか。もしくは、まだ達成できていませんという、先ほどの図があつたかと思うんですけども、そのあたり、プロジェクトリーダーとしてはどう考えているか、お聞かせ願います。

【小野崎PL】 評価の仕組みということでは、NEDOさんのほうからご回答いただくとして、純粋に技術的なことでまいりますと、確かに大型の燃焼器の場合には、若干10ppmを超している点があ

るなど。ただ、CCSが0%、水素濃度が比較的低い条件では十分に達成しており、これをだんだん上げていくと、一部上がってきてしまうんですけれども、日立さんのほうでも順次下げるような工夫というのは今しておりますので、十分に達成見込みであると考えております。

どういうふうにするかということについては、後ほどまた日立さんのほうから詳細な説明のときに含めさせていただきたいと思っております。

【内田主査】 事務局から補足説明させていただきます。お手元の資料の3-3、標準的評価項目・評価基準というものの3ポツの研究開発成果というところ、上から4つ目です、目標未達成の場合は、達成できなかった原因が明らかで、かつ目標達成までの課題を把握し、その解決方法の方針が明確になっているかということで評価していただきたいということです。ただいま実施者様のほうから説明があったことを踏まえて、こういった基準で判断していただければと思います。

【金子分科会長】 よろしゅうございますか。

【丸田委員】 最初の概要のほうの資料の10ページに、IGCC-CCSの開発動向の世界の動向をご説明いただいたんですが、欧州のほうでは水素IGCCが検討されていると承知しているんですが、対抗的な技術として、この中にその対象が入っているかどうかは定かではないんですけれども、入っていないとすればその辺の検討をされたかどうかというのをお聞かせいただければと思うんですが。

【山内主査】 すいません、水素IGCCですか。

【丸田委員】 ヨーロッパで、プロジェクト、何カ国かで進めているというふうに承知しております。

【山内主査】 水素を燃料としたIGCC、水素を燃料にしたコンバインのサイクルですね。私どもは石炭をベースとした技術展開ということで、水素IGCCというのは検討されているのは存じ上げておりますけれども、水素だけの専焼のコンバインサイクルということになりますと排ガス損失がどうしても大きくなりますので、普通のオープンタイプのガスタービンを使う限りにおいては効率的にはそこまで上がらないはず。それが1つです。

もう一つは、燃料の水素をいかにつくるかという問題がございまして、例えば自然エネルギーの水素ということになりますとコスト的に全く競争力がない。そうでなく、例えば褐炭とかいった石炭から水素をつくり出すということであれば可能性はあります。私どもとしては、むしろ褐炭から水素をつくること、こちらは石炭利用なので、こちらのほうには非常に我々は興味がありまして、そちらを一生懸命やっております。その派生技術として水素のガスタービンというのは出てくる可能性はあるとは思っております。

【丸田委員】 はい。

【加藤委員】 低NOx燃焼をするために今回DLE (Dry Low Emission Combustor) をとられているんですけれども、酸素吹きから出てきたガスを燃料にするということは、酸素をつくる時に、同時に窒素をつくっている。その窒素で希釈する方法というのをせずにDLEでやったというのは、効率がやはり窒素は入れないほうがいいですよ。ガス化炉も含めたシステムの効率で見たときに、窒素はそのまま大気に放出したほうが効率がいいですよということでこれはスタートされたという認識でよろしいでしょうか。

【山内主査】 そうです。それというのが、酸素製造装置から出てくる窒素自身の圧力が低いものですから加圧しないといけません。その加圧動力というのがばかにならないんです。捨てるほうがもったいないと私も思いますけれども、それを加圧してガスタービンに入れるときにどうしても電気を使いますので、最終製品である電気を使ってNOxを下げるのがいいのか、そうではなくともともと持って

いる燃焼をいじってNO_x を下げたほうがいいのかという判断でいきますと、やはり最終製品をなるべく使わないでアウトプットしたほうがいいだろうという考えだと思います。

【加藤委員】 ありがとうございます。

【赤松委員】 燃焼器単体でNO_x が10ppm以下というのが最終ターゲットになっているんですが、発電システムだと後処理もあると思うんですけれども、10ppmという目標というのは、私がかよっと背景がわかっていないかもしれないんですが、なぜここにターゲットがあるんでしょうか。

【山内主査】 当時というか、今、大体天然ガスではNO_xは25ppmぐらいです。一つの理由は、シングルNO_x というのがガスタービン業界全体としての大きな目標値にあったということで10ppmとしました。10ppmは、ある意味で少し中途半端なんです。それというのが、今環境規制値が5ppmなので5ppmだったら環境規制値をクリアしますから、脱硝装置は要りませんということで非常に分かり易いんですけれども、ちょっとそこまではなかなか技術的に厳しいです。

したがって、いずれにしろ脱硝装置はつけますけれども、その容量はガスのNO_x の総量に比例しますので、10ppmから5ppmだと5ppmの削減ですが、25から5ppmだと20ppm削減ですから、容量が全然違うわけで、コストダウンには非常に効いてくるわけです。

もう一つは、ランニングコストにも効いてきますし、メンテナンスコスト（触媒交換のこと）にも効いてきます。そういう意味で、トータルとしてコストダウンに効くわけです。そういう意味で、NO_x が低ければ低いほうが基本的にはいいので、当時の一番の皆が目指していた最低NO_x 値にしたということになっております。

【赤松委員】 後処理なしの5ppmというのは実現可能でしょうか。

【山内主査】 それは日立さんのほうから技術的な見通しを。

【赤松委員】 わかりました。

【守富分科会長代理】 今のというか、先ほどの水素のIGCCとも関係するんですが、先ほど日立さんのほうから量産化すればコストダウンすると言われた話ですけれども、今ちょっと酷な質問かもしれませんが、勿来にしても、大崎のクールジェンにしても、将来的に、ロードマップとして考えた場合に、どのぐらいのIGFCが普及するのか、それが普及することを例えばターゲットにするのか、今回の低NO_x バーナーが、例えばですけど、IGCC、IGFC等々がそんなに普及はしないといった場合でも、先ほど話があった水素のIGCC、あるいは天然ガスでもいいのですが、そちらのほうに横展開するような低NO_x バーナーの開発になっているかどうかですね。横展開が可能なのか、あくまでもIGCC、CCS、ワンセットで考えたシステム用の低NO_x バーナーの開発になっているのか。水素バーナーですから、そのところは横展開してほしいなと思うのですが、いかがですか。

【山内主査】 技術の横展開につきましては、日立さんのほうからお話ししていただくことにしまして、私のほうからは、先ほどのIGCCの位置づけですね。おっしゃるとおりで、効率的に見れば、ナチュラルガスのコンバインドサイクルのほうが高いです。しかしながら、日本の場合に限って申しますと、燃料の価格差がありますので、発電原価という意味では、やはり石炭を使ったほうが安いわけです。そして、そのときに出てくるのがCCSという技術の話になりますので、それで実は我々、FSを5年間かけて、現状技術で詳細な検討をやりました。今ある技術を使って、一体発電原価は幾らになるのかというのを検討しまして、その結果、現状の天然ガスのコンバインドサイクルにほぼ匹敵するぐらいの価格になるんです。今のコンバインドサイクル自身もCO₂は出ないわけではありませんか

ら、当然それもCCSをやらなければいけませんので、そうなってくると、日本の将来のエネルギーモデルを考慮して、一番安い火力発電が入っていくという仮定で計算をしますと、CCS付きのIGCCが天然ガスを抑えて入るといった結論になります。ましてや、FCでCCSがついていると効率がさらに高いので、IGFCがほとんど独壇場になってしまうみたいな形になります。そういう結果もありますので、私どもとしては、IGCCプラスCCSというのは将来伸びていくのではないかと考えております。

【守富分科会長代理】 それはロードマップ上、何年ぐらいをセットされているんですか。

【山内主査】 ロードマップ上は、2030年から50年の間になると思います。要するに、本格的にCCSを導入しなければいけない時期というのが、2020年から2030年の間に徐々に入っていきますので、そうなってくると、CCS付きのIGCCというのが重要になると思います。ほかに、これだけ低価格でCO₂を処理できる技術というものが存在しませんので。値段が全然違うのです。ですから、例えばリニューアブルエナジーをどんどん入れても、結局それをバックアップするための火力発電は作らないといけませんので、それがCO₂を出しますから、そこもほんとは計算に入れないと、トータルとしてはつじつまが合いませんので。ですから、そういうことも全部考慮していきますと、やっぱりCCS付きの石炭火力、つまり、IGCCが必要だと今現在は考えております。

では、日立さんのほうで。

【百々主任技師】 それでは、横展開のほうについて補足を申し上げます。私どものほうで考えておりますのは、リファイナリ、あるいは鉄鋼業界でかなり水素含有の燃料がございます。既に私どもも何台かおさめてございますが、いずれも拡散の燃焼器を入れておまして、ある意味出てしまうガスを有効利用してなさっているプラントですので、水蒸気というのをDe-NO_xのために使っても許されるだろうという考え方でやっておったのでございますが、こちらのほうにかなり広い水素濃度に対応できる燃焼器ができてまいりましたので、こちらのほうに積極的に導入をいただくように頑張りたいということで、COG（コークス炉ガス）をこの燃焼器で実際に焚いてみたりいたしております。そういった意味では、COG、完全にカバーできておりますので、そちらのほうに積極的に展開をしていこうというようなことでビジネスモデルを考えておるところでございます。

【山下委員】 守富先生のご質問にちょっと重なるかと思うのですが、IGCCプラスCCSというのは、おっしゃるとおり、技術のある意味完成形だと思うんです。2030年以降実用化していきたくらうと。その前を考えたときに、IGCCプラスCCSレディーという形でIGCCが入っていくでしょうと。そういったときに、ガスタービンのほうがこの技術が採用されるのか、それとも、CCSがないとこの技術はあまりメリットがないのか、その辺をお聞かせいただきたいんですけれども。

【山内主査】 おっしゃるとおりでして、まず石炭ガス化の発電設備が入ります。そこにレトロフィットでCCS設備が入ると我々も考えています。そのときに、ガスタービンをもう1回やりかえるのかどうかという判断になりまして、そのときは、こちらのCCSゼロのときのNO_xがものを言うと思うんです。したがって、今、CCSゼロのときのNO_xが現在10ppmを既に切っていますので、この段階で経済評価をして、そうでない燃焼器とどっちが強いかにということだと思いますと、多分こちらに十分に勝算があるのかなと思いますけれども、日立さん、いかがでしょうか。

【百々主任技師】 私どもでもう一つ考えておりますのは、キャプチャーレディーというのは、燃焼器自身もキャプチャーレディーであるべきだということを考えておまして、どの程度のキャプチャーをするかということにももちろん依存するかとは思いますが、基本的に燃焼器もキャプチャーレディーで

あるべきだという考え方の中で、こういった燃焼器をつくっておくというのが実態でございます。

【丸田委員】 私、CCSのほうが、ちょっと状況がよくわからないので教えていただきたい。もちろん海外展開は十分あり得ると思うのでその点は問題ないと思いますが、国内での実用化というのは、どのぐらい国が本気かということもあって、見通しなどをお聞かせいただければと思います。

【山内主査】 皆さん、多分ご心配のところは、日本にはCO₂の貯留地点がないのではないかと、皆さんおっしゃっていると思います。実はCCS、CO₂の貯留地点というのは基本的に堆積層にあり、大陸棚にあります。日本近海で、特に1つは、沖縄トラフ、ここに大陸からの大きな堆積層があります。もう一つは、韓国との間です。そこはもともと陸地つながりだったので、そこに大きな川がありましたから、その両側、東シナ海側にも日本海側にも堆積層があります。そこら辺に粘土層と砂岩層がサンドイッチになった部分が必ず存在しますので、そこにはCO₂が入ります。ただし、日本の場合は、沿岸から遠いので、船で持っていかなければいけないというデメリットがあるわけです。まさに我々のFSは、船で持っていったときに幾らかかるのかというのを一生懸命計算したんです。その価格が、大体お金でいうと、キロワットアワーの価格でいくと、4円とか5円ぐらいで大体できそうだということがわかりましたので、そうであれば、実は貯留する値段はあまり大したことなくて、CO₂の回収も、そこまでコストは高くないのです。輸送が一番高くて、そこがその程度でできるということであれば、トータルとして10円切るぐらいの値段で貯蔵できそうだということがわかりました。

したがって、今までの地質的に見てもそこら辺には貯留層がありそうなのですが、ただ、我々はデータを持たないのです。日本では石油探査がほとんどやっていませんので、そういう地質データを持ちません。今回、こちらにありますような経済産業省と環境省共同のプロジェクトが立ち上がりまして、日本におけるそういう適地を幾つか選定をします。そこで実際に地層のチェックもやりまして、穴は実際に掘るわけですが、それでどのぐらい貯留できるかということを確認しようという今動きになっているということです。

ここで、今、推定ですけれども、大体四、五十億トンぐらいの貯留層はありそうだということです。

それで、貯留できる場所がありまして、費用がそこそこで入るのがわかりましたら、日本の場合は、技術は全てそろっていますので、あとは、穴をほんとうに掘ってそこに到達できるかという問題がありますが、それは今回苫小牧でチェックします。そうすると一応道具立てはそろいます。これが今の最新の情報です。

【丸田委員】 ありがとうございます。

【金子分科会長】 それでは、最後に私から1件、確認をお願いしたいんですけども、中間評価のときに、将来の1,500℃ガスタービン等を見据えた開発というようなことがコメント出ていますけれども、NO_xの数値、10ppmという目標値、これは燃焼温度が幾らかということ、これは幾らでも変わるというか、ものすごく大きな意味を持つてくると思うので、いろいろ出しているこの数値の燃焼温度を確認したいんですけども、これは1,500℃ではなくて、1,300℃ということですか。

【百々主任技師】 はい、さようでございます。1,300℃でございます。

【金子分科会長】 わかりました。

6.プロジェクトの詳細説明（説明、質疑応答）

実施者より資料6-2～6-3に基づき説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

【加藤委員】 評価の項目の中でありました燃焼効率をどのように定義されたのか、それから、どうい
分析をして燃焼効率を計算されたのかというのをまず教えていただけませんか。

【百々主任技師】 燃焼効率に関しましては、大気圧要素試験も、大型もそうなのでございますが、燃焼
器の出口でガスをサンプリングいたしまして、未燃成分を採ってございます。主にトータルハイドロ
カーボンとCOで評価しておりますが、水素も分析できる装置を納入しまして、採ったんでございま
すが、出てまいりませんでした。

基本的には、検出されましたトータルハイドロカーボンとCO、こちらの持つております熱量が投
入した熱量に対して何%かということで、100%からその分を引くといった形で燃焼効率を計算し
てございます。

【加藤委員】 ありがとうございます。

【守富分科会長代理】 全体として結果オーライなのですが、大型化のほうでも一応それなりに行ってい
るなどは思ったのですけれども、説明として、やはり振動が非常に気になっていて、例えば、一覧表
にさせていただいている○、△の21番目のスライドですかね。先ほどの大型化の場合もそうなの
ですけれども、結局振動がある場合には低NO_x化が進んでいて、振動を抑えたらNO_xが高い。ある種
トレードオフの関係があり、大型化にしても、最終的にEAGLEの試験のときもそうのですけれども、
振動は管理値よりも明らかに低いけれども、NO_xのほうは高いよと。結局、どうしてそうなるの
というトレードオフのところ、そのメカニズムとしてきちんと押さえられているのかどうかという説
明がない。この後の説明にあった、例えば80ヘルツなり1,000ヘルツの振動の、ある種の振動の
固有振動数みたいなものがあつたとした場合に、タンジェンシャルにホットスポットというのか、も
回っているということであれば、そこを構造的に例えば旋回角度を変えるだとか、口径を変える、あ
るいは外周燃焼量を変える等々が、振動とNO_xと構造とどう関係しているのかという説明が全然な
いので、結果オーライで、確かに下がりました、管理値より下がりましたと言っても、NO_xのほう
はオーライではない。そこのところの説明というのがどうなっているのか、きちんと解明されてい
るのでしょうか。

【百々主任技師】 こちらは先ほどごらんいただきました燃焼振動が出ているときの火炎でございまして、
こういった浮上火炎のほかに、付着火炎が明滅しているところがごらんいただけると思います。ここ
ちらが着床している状況でございまして、基本的にはここに火炎がついたり離れたりをするといっ
たことで圧力波を生成しているだろうということで、基本的には三次元形状にするということが1つ
みそになってございます。

1つには、ご指摘のとおり、フローパターンも変えてございます。こういった浮上火炎をつくろう
としているのでございますが、この浮上火炎をつくるというところで、こちらのほうに、外側に、外
向きに循環流があるという状態になりますと、外向きの循環流に乗ってガスが戻ってきて、こうい
ったウェイクのところに火をつけて回るというところで、付着火炎が生成するというところで、まず凸型
にすることによりまして、壁を物理的に遠ざけることで外側の循環流による付着火炎の生成という
のを防止してございます。

もう一つございますのが、ウェイクというのはどうしても、構造物の法線方向に成長いたしますの
で、この法線方向が構造物の後ろ側に大きく成長できるような空間がございまして、どうしてもこう
いったところに付着火炎が出来るということで、傾けた面にいたしますと、この法線方向に対して流

線が、外側の噴流の流線が入ってくるようなことができますので、ウェイクの成長をそもそもつぶすことができる。

もう一つは、こういったウェイクが成長しないようにすることで、ここに循環流を呼び込む起点になる負圧が生じますが、この負圧の点をウェイクでマスクされないようにしてしましまして、負圧点をここに浮かせて、ここにウェイクをつくらないでおきますと、エントレインが非常に強調できます。こういったことで、ここの付着火炎というのを防止するということと、今こういった、それぞれ分かれていくような流線にしてありますが、2列目、3列目、4列目と、外周側が1列目に合流していくようなフローパターンをとらせることで、ウェイクそのものをつぶしにかかるというような、フローパターンをとることで、燃焼振動を回避するということが可能になってございます。

こちらのほうで、燃焼振動に関しましては相当低いレベルで担保できるようになりまして、もう一つ気にしたのが、実は燃焼器のライナーとバーナーのメタル温度でございまして、こちらのほうに応分の、しっかり冷却空気を回して、燃焼器の成立性というのをしっかりとろうというような方針でやってまいりまして、その結果、反省でございまして、しっかりNO_xを下げてからこういったことに手をつければよかったですとございますが、ちょっとおびえたように冷やし過ぎた部分でございまして、管理値のところできりぎりぎりとところを狙って、今、冷却空気を削減して、その分バーナーのローカルの温度を下げようというようなことで、今年度トライしてございます。

【守富分科会長代理】 ということは、結果的にライナーの温度の調整でNO_xは下がる？

【百々主任技師】 はい、そう踏んでおります。

【守富分科会長代理】 踏んでいるというのは、もうある程度データは出ている？

【百々主任技師】 感度はとれておりますので。まだ最後の試験ができておりませんが、後ほど非公開のセッションで、バーナーの温度等でご説明させていただきます。

【守富分科会長代理】 後回しで結構です。

【丸田委員】 今の点に非常に関係あるのですけれども、小型のマルチクラスターバーナーでメタルプレートが赤熱して、対策をとられて冷却したとおっしゃっていましたが、詳細はここで伺って大丈夫でしょうか。どういうふうな形でそれを実現したのか、もし可能であれば、テクニカルな議論をするのに必要な情報なんですけど、教えていただきたいと思っております。

【百々主任技師】 2つございます。1つは、赤熱をしたのはこの山の頂点のポイントです。山の頂点のポイントともう1カ所ございまして、ここの燃焼器のリップと申しておりますが、燃焼器のライナーと申します筒型の部材ととり合っているポイントでございまして。こちらが赤熱をいたします。

こちらの頂点に関しましては、冷却孔を打ったのでございまして、大型化してまいりまして、どうしても頂点、火炎に向かって突出をしているということで、非常に熱伝達率が上がりやすい形状でございまして、ここのところの信頼性を守るという観点から突出部というのが危ないということで、最終的にはこちらをくぼみにいたしました。それが1つ。

こちらのリップが赤熱する件に関しましては、流線を立てまして、リップから遠ざけるようなフローパターンをとることによって、積極的に冷却空気を回すのではなくて、火炎の形状そのものをリップから遠い形にするということで対処してございます。結果的にリップのところの温度はかなりしっかり下げているということが可能になっております。

やはり、ある意味こういった水素濃度の高い燃料は、非常に速く燃え始めますので、構造物の直近に火炎がフローパターンとして行かないというような形のフローパターン設計をするということが一

番効いてございます。

【丸田委員】 そうすると、その中央については、ホットスポットができて、火炎がタッチしやすくなる場所をどける。それから、周囲については、再循環領域みたいなものがないようにフローパターンを整備してやって、滞在時間の長くとれるようなところをなくすというような方針という考え方ですか。

【百々主任技師】 はい、ご指摘のとおりです。

【二宮委員】 先ほど分科会長からもちよつと話があつたんですけれども、今回の1,300℃級のガスタービンということで、この温度の管理というのは、どこの温度を1,300℃としたときの運転条件になっているのでしょうか。

【百々主任技師】 こちらの燃焼試験設備で、燃焼器がございまして、私ども、トランジションピースと呼んでおりますが、扇形の横列に入ってくるような形に変形をさせております。そこのポイントに熱電対を並べまして、そこの平均温度が1,300℃になるように試験条件を調整してございます。

【二宮委員】 それは何点かとられて、どのぐらい温度のばらつきというのはあるんですか。

【百々主任技師】 25点でございます。その平均をとっております。温度のばらつきに関しましては、そこそこございますが、温度のばらつきに関しましては、非公開で申し上げたい。

【二宮委員】 はい。そうしますと、これは今回の成果とはちよつと関係ないかもしれませんが、今後の方向としては、1,300℃級から1,500℃級のガスタービンの開発というロードマップがあつたかと思うのですが、こういうような非常に微妙というのか、いろいろガスの流れが非常に難しいような、今回でも非常に苦労されている部分があるかと思うのですが、もしこれを1,500℃級のガスタービンで、もうちよつと温度を上げていくという方向にしたときに、基本的に今回のやられている設計方針で、温度を上げてやはりそういう達成はできるというのか、やはり温度とともに指数関数的にNO_xは上がっていくという、どのような傾向にあるのでしょうか。

【百々主任技師】 ご指摘のとおり、温度とともに上がります。現在10ppmと申しておりますが、1,500℃級にいたしますと、これが25ppmぐらいに相当してしまうというのが要素試験でつかめております。要素試験のほうは、こういった試験装置を使っております、かなり冷却に大量の空気を使えるということもございまして、1,500℃にしましたときのヒートバランスで、ここの温度が何度になるかというのに合わせた試験をやってございます。その結果から推定いたしますと、大体今の技術で10ppm切つたというものが25ppmぎりぎり切るといったオーダーに相当いたします。

そういった試験はしております、バーナーとしては、逆に言うと25ppmのバーナーをつくれる実力はつけたと自負しております。実機用の試験設備をそのまま使いましたので、弊社1,500℃級のガスタービンを持っておらない関係で、実寸の試験装置が1,500℃に耐えられないという状態で1,300℃までの試験を実施しました。

したがって、実寸の1,500℃の試験をやつたかと言われますと、実寸の試験をやっておりませんが、要素のバーナーに関しましては、1,500℃に対応する試験をいたしましたので、その結果でこういったNO_xになると予想しております。

【赤松委員】 スライドの2のところ、CO₂の回収率に対してガス化されたガスの組成が変わるというデータが載っていますが、これはガス化炉の冷ガス効率であるとかシフトコンバーターとかをどう使うかによって変わると思うのですが、この部分は確実にこのガスが出てくるという前提でしょうか。あと、タールとかの問題とかは全然ないのでしょうか。

【百々主任技師】 おっしゃるとおり、蒸気の使い方、もちろんこのガス組成が必ず出るかというご指摘に関しては、こういったガスが出るというようなプラントの組み方が想定されるということでございまして、要するに、外づけで補助ボイラーの大きいのがあるとか、あるいは、その他、例えばツーオンワンで組んでいて、2台のガスタービンで1つの蒸気タービンを回すとか、いろいろプラント構成によってももちろん変わり得る話でございます。

今想定しましたのは、ワンオンワン、ガスタービン1台に蒸気タービン1台、ガス化炉が1つというようなプラントで、最小と申しますか、ユニットプラントを想定しました。そのユニットプラントで、できるだけ補助ボイラーとか定格になると使わない設備というのをできるだけ排除しました。もう一つは、つくった燃料、もちろんエネルギーをかけて作っている燃料ですから、それを無駄にしないように、フレアスタックに逃がす燃料を最小化する計画をしますと、どうしても使える蒸気量に合わせて、出てきた燃料を全部ガスタービンが飲み込むというような形になってきて、燃料組成が変わるといったようなことが出てまいりまして、これに対応できるドライ低NO_xコンバスターというのが、開発が必要だということで、公募に手を挙げたという次第でございます。

【赤松委員】 一番上にあるわずかな量の部分は、タールとか、そういった成分になる？

【百々主任技師】 こちらがメタナイゼーションでメタンが出てくる部分がほとんどでございます。あと、CO₂ももちろん若干入ってまいります。要は、アミンでとり切れない分が多少入っております。

【赤松委員】 タールのようなものはもう入らない？

【百々主任技師】 ガス精製のところでほぼ落ちてしまいます。

【赤松委員】 わかりました。ありがとうございます。

【丸田委員】 スライドの17枚目でございますが、この図では外周の燃料比率を大幅に変えたところでNO_xの特性を見ておられるわけですが、その途中で、左側と右側の両方に運転可能なモードがあって、その両者の間を多少行ったり来たりするのは問題だけれども、どちらでも運転できるというふうにも考えることもできるわけですね。ただ、縦軸がもう既にほんとうにこんなことあり得るのかというぐらい非常に良好な性能の中ではないかあるんですけれども、この先、いろいろなさらに広い条件に適用していこうということを考えると、この左側の特性、浮上させている状態と、右側のように付着させた状態と、どちらがよいとお考えでしょうか。

それから、右の状態でも、連続運転は可能な状況に今あるというふうにも考えてもよろしいのでしょうか。

【百々主任技師】 端的に申します。右の状態ですと、試験としては可能でございますが、長期の信頼性を考えましたときに、どうしても熱応力が（バーナーに）かなりかかってまいりますので、そういった意味では、製品適用は難しいと考える。そういうことですので、左側の浮上した状態というのを担保し続けるというようなことが必要であろうということで、空気孔プレートの温度に関して、管理値以下にするということ、特に大型バーナーではかなり留意してフローパターンを設計いたしました。

実を申しますと、左側の内周側に燃料を集めてしっかり浮かせていくというようなモードを使いましたのが、まさに起動中のこのゾーンでございまして、このゾーンは、一番左側に属する、外周燃料比率がゼロというところで浮上火炎をつくっている状態ということで、もちろんそういった意味では、1列目、内周側がストイキ(量論混合比)を大きく超えているような状態使っておりますので、NO_xがちょっと増加しているという状況でございます。

【丸田委員】 そうしますと、先ほどの最初の図で、要は燃焼ボリュームが右のほうは大きくなって、NO_x 生成が減る方向に、全体として温度は下げられるけれども、その分はプレートに熱が逃げているからであって、定常的に使う運転の仕方としては、今のところ難しいという考え方なのでしょうか。

【百々主任技師】 と申しますより、こういったたくさん穴のあいているプレートの穴と穴のすき間に火炎が付着しております。このページでご覧いただきますと、バーナー一つ一つはこういったたくさん穴のあいたプレートでございますので、この火炎が付着しているところを仔細に見ますと、実は穴と穴のすき間の部分に付着しております。熱電対を通して測りますと、この穴と穴とのところに高温の部分が出て、穴そのもののすぐ近くのほうに行くと、かなり空気温度に近いぐらいまで冷えているという状態になります。

したがって、相当大的な温度勾配がついてしまうという状態ができて、そういった熱応力を長くかけておきますとクラックが発生して、不測の事態が起きるといことが懸念されます。

基本的にはガスタービン燃焼器の中では、こういったところに、火炎が付着をして熱応力を出さないようにということで、最終的にはフローパターンを、こちらの絵ではこう書いてございますが、この黄色と紫が赤に合流するようなフローパターンにしております。

【金子分科会長】 それでは、私から1つ質問です。42ページと43ページですね。ガスタービン負荷を横軸にとりましたときに、50%のところではNO_x、燃焼効率、燃焼振動ですね、ちょっと異常点というか、何となくこのポイントはかなり不安定な状態ではなかろうかという印象を受けるんです。ちょっと心配しています。先ほど大体ワンオンワンを志向してやるとすれば、やっぱりハーフロードはとれなければいけない。ターンダウンはとれなければいけないということになりますと、やはり50%のポイントもそれなりに安定した運転ができないといけないという気がするんですが、そこはいかがでしょうか。

【百々主任技師】 実は本年度の継続研究の中で、EAGLEでも試験をさせていただきまして、バーナーの着火の仕方を少し変えてございます。このCモードと申します火種のところだけ火を入れるというモードから、外周側3カ所に火を入れる。もう一つ、違う火の焚き方をすることで、燃焼に関与するバーナーの本数を増やしまして、より高い負荷まで持ち上げられるようにというような形で容量を増やしてございます。そういった形で燃焼のモードを変えるという制御を直しまして、このポイント、この燃焼効率が激変するということは、99%ぐらいでずっと動かせるように本年度は改良しています。

こういった部分負荷のところ、しっかり燃焼効率を出せるということが1つ新しい課題として見えてきたので、そういったことも含めまして継続研究させて頂くお願いをした次第です。本年度の継続研究の中で、こちらのほうは対処ができております。

【金子分科会長】 ありがとうございます。ほか、いかがでございましょうか。

【加藤委員】 燃焼振動のことで教えていただきたいのですが、21ページに結果をまとめてあると思うのですが、表中の、社内単岳と言われているのは、例えば14ページの大気圧のバーナー試験装置を使って測られた結果ですか？

【百々主任技師】 いいえ、高圧の試験装置です。

【加藤委員】 そうしますと、高圧の試験装置といっても、実エンジンと出口とかの音響境界の条件違うと思うんです。それはどういうふうに対応しているのですか。

【百々主任技師】 高圧の試験装置は、実は1段のノズルの入り口に相当する場所に、水冷のダミーノズ

ルをつけております。そこでチョークをさせ、出口でのしぼりの条件というのを実機とあわせてやっております。その中で、燃焼室に直接圧力プローブを差し込みまして、そちらで燃焼振動をとっておるということで、若干計測用のダクトの長さがガスのサンプリング用にくっついておりますので、その辺で、確かにご指摘のように、固有振動数が数%ずれますが、音響状態は大体似ている状態を担保してやっております。

【加藤委員】 おっしゃられているノズルというのは、トラピンの出口のところにノズルが入っているということですか。

【百々主任技師】 はい、さようでございます。

【加藤委員】 それから、1キロヘルツのやつが出ているよというのが、何ページでしたか、あったと思うんですが、これはぐるぐる回る？

【百々主任技師】 はい。タンジェンシャルに回っています。

【加藤委員】 例えばずっと昔にNASAがロケットのエンジンを開発したときもこのモードでいっぱい苦しめられていまして、バッフルプレートを入れてとめるとかをやっていたはずですが、そういったことは考えられていますか。

【百々主任技師】 他社の特許に抵触するおそれがあるので、私どもではそういったバッフルプレートを燃焼器の上流側に適用した燃焼室というのを適用できない事情がございまして。

【加藤委員】 わかりました。それから、今のこのスライドでもう一つ、80ヘルツのほうで300ミリというのが出ていますけれども、これは大気圧のバーナー試験でよろしいですね。

【百々主任技師】 はい。

【加藤委員】 これは、どの位置が300ミリなのかということが1つと、この大気圧のバーナー試験で出たから実際に問題ですかと言われると、何か違う気がするのですけれども。

【百々主任技師】 実を申しますと、結構おもしろうございまして、ここのちょうど今私がカーソルを置いておりますこのポイントが300ミリのポイントです。トラバース装置のストロークの問題で、バーナー端面から75ミリから300ミリのところをトラバースいたします。そのトラバースした結果がこれでございますという観点でございますが、この試験装置はもっと縦に長く、約2メートルのところ折れ曲がって、大気に開放されるところでございます。境界条件としてはオープンでございます。

いただきました試験条件から、バーナーの端面から大気圧、大気開放のところまでというのが1/4波長に相当する音響系が、ちょうどこの80ヘルツというのになっておりまして、そういった意味では、1次のコンカルの音響系が出ているのですが、そのコンカルの音響系でありますと、逆に言うと、0から300ミリまでのプロットだったら、ハラの状態、振幅が高いのがずっと見られるかということ、実はそんなことがなくて、こういった飛び飛びに圧力のハラが見えるところが出てきます。この飛び飛びに出てくる周期が、ちょうどこの1キロヘルツの周期とびたっと合っておりまして、逆に言うと、1キロヘルツで揺動、不安定が出て、タンジェンシャルに振れているモードが、結局ホイールとクランクみたいな状態で、ホイールがぐるぐる回ること、クランクの燃焼振動が出ているというような形で、低周波、高周波の燃焼振動を共振させているというあたりを使っております。

【加藤委員】 わかりました。

【山下委員】 研究開発成果の位置づけについて正しく理解するために、あえてご質問させていただきたいと思うのですが、あまりガスタービンについて明るくなくてプリミティブな質問になって大

変恐縮ですが、最初のご説明を、予混合とか、それから拡散燃焼方式で課題があるため、第三の軸というような形で、本技術開発をされたというふうに理解しておりますけれども、世界にたくさんメーカーさんがある中で、当然予混合とか拡散燃焼の問題点というのは皆さんご認識されている中で、今回の開発のどれだけユニークなものなのかとか、それから、世界の中でどういう方向に向かっていて、その方向性の中で技術が出てきたのか、それとも全然違う方向で新たな次元を開発されたのか、その辺をマップ的にイメージできたらありがたいと思います。

【百々主任技師】 申しわけありません。そういったベンチマークのスライドをきょう持ってきていないのでお見せできないのですが、端的に申します。バーナーを多重化して、たくさんにして、マルチバーナーで水素に対処していこうという方向性に関しては、確かに世界中、どちらもその方向に動いております。海外の企業が、そういったマルチバーナーの論文を書いておられます。

もう一つ、火炎を浮上させるという考え方では、ロースワールインジェクター(Low Swirl Injector)という思想がございまして、そういった方向の開発も確かにございます。

私どものバーナーは穴がたくさん並んでいます、実際この中に280個ぐらい穴があいておりますが、火炎をこの中に7つ作っております。7つ作っております、この40個で1つ、ここの20個ぐらいで1つというような形で、複数のインジェクションポイントで1つの火炎を合成するような形で浮上火炎をつくっているというところかオリジナルでございます。

他社さんですと、280個の穴があれば、280個の火炎がつくというような形で、こういったところに個別に小さな火炎を作っておるというような形でやっておられます。

ロースワールインジェクター(Low Swirl Injector)のほうは、インジェクターからかなり浮いたところに火炎を作るのでございますが、積極的に循環流をつくらないように、非常に弱いスワール(旋回流)をかけて火炎を動かすという技術です。その場合には、燃焼速度、あるいは燃焼器の負荷に応じて火炎の位置が変わってしまいますので、燃焼室の容積がかなり大きく必要になるところが多少これからの課題なのかなと思って論文を拝見しております。

もう一つの方向性としては、リッチリーンというのを深めていくという考え方がございまして、多分海外メーカではそういった形の方向で開発なさっているかと思えます。

【山下委員】 そうしますと、新しい技術ソリューションの分野を開拓したというよりは、非常に詳細なところをきっちり検討されて、世界最高水準のNOx レベルを達成した技術開発であるというような理解でよろしいでしょうか。

【百々主任技師】 理にかなったやり方をとったので、他社も同じようなことをやっておられますが、アプリケーションの仕方が若干違うという形になっていると考えます。

【山下委員】 わかりました。そうした中で、海外への展開というところも視野に入れてこれからやっといこうとされているかどうかをお聞きしたいと思います。

【百々主任技師】 ぜひ出ていこうと思っております、そういった意味では、外国出願等もしております、出ていきたいと考えております。

【非公開セッション】

7.全体を通しての質疑

省略

【公開セッション】

8.まとめ・講評

各委員から、以下の講評があった。

【山下委員】 開発された技術自体のレベルも非常に高く、同じような開発をしのぎ削っていらっしやる中で一歩抜きん出た技術開発ができたのかなと感じました。メーカーさんのやる気といいますか、推進力もかなり高いので、ぜひ実用化に持って行っていただきたい。

マーケットを見たときに、I G C Cとの組み合わせが、一番特徴が出てくると思うのですが、なかなかI G C C自体が日本で立ち上がってくるのが、なかなか数も今のところ見えているのは少ないという状況の中で、いい技術が開発されたのがなかなか世に出てくるのが、そちらの律速で遅くなる可能性があるなど。そういう点では、ぜひ、世界に出て行っていただきたいなと思います。

それに当たって、今、外国出願2件出ていますけれども、知財戦略をしっかりやっていただいて、日本の技術であるというところをしっかりとやっていただきたい。

それから、製品開発としては、フィジブルな部分が、かなり感じられるのですが、データがまだしっかり出ていないところがありますので、これ、NEDOさんへの要望になりますけれども、追跡調査をぜひやっていただいて、ほんとうに実用化されましたというご報告をいただけたらありがたいなと思います。

【丸田委員】 何といいますか、大変すばらしい性能を持った技術が開発されていて、すばらしいと思います。先ほど守富先生からもありましたけれども、マルチクラスターバーナーという技術をいろいろな局面で使われておられると思いますので、先ほどちょっとありましたけれども、トレードオフなのか、あるいは、両方回避できるのかということも含めて、このバーナーの本質的な性能、それから、特性みたいなものをきわめていただいて、いろんな方向に展開していただけるような形の研究開発も、地道だとは思いますが、ぜひお進めいただきたいということが1つ。

それから、ちょっとここで申し上げるのが適当かどうか分かりませんが、例えば先ほどのC C Sのお話がありましたが、日本で税金を使って、いろいろな分野を得意とされるグループや企業が非常によい技術を開発されている。そこにあるものここにあるものを組み合わせれば非常にすばらしい競争力を持つということが、なかなか情報のコミュニケーションがやりづらいという点がございまして、これはNEDOさんにお問い合わせなのか、国にお問い合わせのかわかりませんが、海洋開発等の、例えばですが、進捗の状況とC C Sと何かなじみのよい技術がないとか、そういう仕組みをつくっていただいて、全体として競争力が上がって行って、技術としていつでも行けるという状態に持っていきけるように体制をつくっていただくようなことをお願いできればと考えています。

【二宮委員】 今回、特に、最初の中間評価のときには非常にいい結果を出されて、非常に真摯によくやっていると思っていました。ただ、今回それをさらに大型燃焼器ということで、当初達成度が△で、確かに10ppmがちょっと難しいというのは、公開のほうでありましたけれども、ただ、今回非公開のデータを見ていまして、やはりそのあたりの方向性なり、中味の原理がかなり、実際にはわかってみえて、おそらく行くんだろうなというふうに期待されるような結果があり、今年度さらにそれが達成させるということで、ぜひ期待したいと思います。

あとは、先ほど他の委員の方も言っていましたけれども、日本国内でなく、ぜひ世界に打って出ていただいて、世界でこのようなマルチクラスター燃焼器が他の競合メーカーに打ち勝って、ぜひ日本の技術としてなるように今後頑張っていたいただければと思います。

【加藤委員】 2点ほど。1つは技術的な話で、水素を使って10ppmということで、非常に難しい。私自身も高圧燃焼の研究開発をやって、この数値が非常に難しいというのはよくわかっております。そういった中で、10ppm、めど立っているというところで、非常におもしろい形のバーナーを使ってやったということで、研究の意義はすごくあった、このプロジェクトを実施した意義があったのではないかと考えております。

2つ目ですけれども、ぜひこの成果を普及するために、どこでビジネスをするか。ガスタービン単体ではなくて、ガス化炉を出た後のCCS、CO₂をどうするかというのを含めて、システムとしてどこでビジネスをしていくのかというのも考えて、ぜひ提案していただければいいのではないかと。ぜひ普及に努めていただきたいと思います。

【赤松委員】 水素濃度がこれだけ変わる燃料を使われて、非常に安定に燃えるバーナーを作られたということで、非常に研究成果として高いものがあると思います。

もう一つは、丸田先生もおっしゃいましたけれども、空気分離装置、ガス化炉、シフト反応器、ガス精製装置とか、CO₂回収、このあたりの技術を全部組み合わせ、ほんとうに実用的な運転条件とかそういうものを定められて、もっと大きなプロジェクトにされて、オールジャパンでこのプロジェクトがうまくいくと思うんですけれども、そういうような大きな計画というのはあるんでしょうか。ほかのガス化炉とか、ほかのところと組み合わせると。

【百々主任技師】 今、ちょっと先のことが見えないので。

【赤松委員】 そのような大きなプロジェクトがあれば。

【相楽部長】 それは大崎クールジェンでの実証というのが、1つ目前にあるんですけれども、赤松先生がおっしゃっているのは、さらにそこから先という。

【赤松委員】 私はそれを知らないです。大きなものはもっとあるという。

【相楽部長】 ええ、今EAGLEで研究開発したものが、さらにスケールアップして、大崎クールジェンのプロジェクトが走り始めておりますので、今回のバーナー含め、いろんな要素技術はその場で実証を進めていきたいと思っております。

【赤松委員】 ありがとうございます。

【守富分科会長代理】 中間評価とそう大きくはずれてはいないのですが、非常に結果もいいし、いいのではないかと。NEDOの数ある評価の中で珍しく、珍しくというか、いいうちの数少ない1つではないかなと思います。

ただ、要望としましては、山内主査のほうから最初にNEDOを含めてロードマップ、それからIGCCプラスCCSのロードマップの話も出て、非常に行けるぞという夢を少し語っていただいたので、その辺のところもやはり報告書に少し示してほしい。前提条件として、CCS、IGCCが、先ほどから世界展開という話が出ているのですが、国内的にも、長い目で2030年あたりまで持っていけばどうなるのか。ただ、今の石炭火力のほうからしてみるとやはりリプレイスのタイミングとしてその辺のタイミングで入ってくるのかどうか、いいものであったとしてもタイミングがそこドンピシャに合ってくるのかどうかと、また石炭の価格帯もあるでしょうし、そういうところもきちんと示してほしい。それがあって、先ほども言いましたように、必ずしもIGCCのほうで展開できなくても、鉄鋼、あるいは石油関係の精製のほうでもそうですが、あるいは、水素、IGCCもあるかと思いますが、そうしたほうの横展開ができるぞというところをきれいに示してもらえるといい。そこは要望ですが。

それからもう一つは、最後に言いました、このプロジェクトとしてバーナーの開発の部分でいいますと、やはりどこを明らかにしたのか、どうしてそこが下がったのか、何で振動がというところもある程度示してもらえるといいかなという印象を持ちました。

総じて非常にいいと思います。

【金子分科会長】 ありがとうございます。最後に私からも一言申し上げたいと思います。もともと浮かして、予混合で、ドライで10ppmという、結構高い目標を掲げてスタートされていると思います。最初、大型のデータを見ましたら、試験問題4問のうち一番易しい1問は解けたけれども、あとの3問はだめだというような結果に見えるようで、一瞬大丈夫かなと思いましたけれども、いろいろご説明をお聞きして、やはりマルチクラスタというのはいろんな打ち手が打てる構造だと思いますので、継続してやられるということですから、それである程度めども立っているということなので、ぜひそこをクリアして、また、ご説明では実機の採用ということもほぼ決まっているということですので、実機にぜひ完成させていただきたいと思います。

それから、製作コスト等、いろいろございましたけれども、そこはメーカーの腕の振るいどころで、十分競争力のある価格で、どうやって性能を確保していくか、耐久性も確保していくかというところは工夫していただいて、どんどん実用に使われるものとして、国内、あるいは世界に広げていっていただきたいと思います。

これから、水素の非常に広範囲で使うガスタービンというのは、いろんなところにニーズが出てくると思うんです。だから、この開発された技術は、必ずそういった将来に生きてくると思いますので、ぜひその製品としての完成ということを実現していただきたいと思います。

9.今後の予定、その他

10.閉会

配布資料

- 資料 1-1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料 1-2 NEDO技術委員・技術委員会等規程
- 資料 2-1 研究評価委員会分科会の公開について（案）
- 資料 2-2 研究評価委員会関係の公開について
- 資料 2-3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘について
- 資料 2-4 研究評価委員会分科会における非公開資料の取り扱いについて
- 資料 3-1 NEDOにおける研究評価について
- 資料 3-2 技術評価実施規程
- 資料 3-3 評価項目・評価基準
- 資料 3-4 評点法の実施について（案）
- 資料 3-5 評価コメント及び評点票（案）
- 資料 4 評価報告書の構成について（案）
- 資料 5 事業原簿（公開）
- 資料 6-1 プロジェクトの概要説明資料（公開）
- 資料 6-2 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
- 資料 6-3 プロジェクトの詳細説明資料（公開）

資料 6-4 プロジェクトの詳細説明資料（非公開）

資料 7 今後の予定

以上