

## 研究評価委員会

「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」（中間評価）第1回分科会

### 議事録

日時：平成22年8月19日（木） 13:00～17:20

場所：コンベンションホール AP 浜松町 B+C 会議室（ダヴィンチ芝パーク B 館地下一階）

#### 出席者（敬称略、順不同）

分科会長 三浦 隆利 東北大学 大学院工学研究科 化学工学専攻 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 関根 泰 早稲田大学 先進理工学部 応用化学科 准教授（欠席）  
委員 二宮 善彦 中部大学 工学部 応用化学科 教授  
委員 村上 清明 株式会社 三菱総合研究所 科学技術部門総括室 参与  
委員 毛利 邦彦 株式会社 エルパワーテクノロジー 取締役技術部長  
委員 吉川 典彦 名古屋大学 大学院工学研究科 マイクロ・ナノシステム工学専攻 教授

#### <推進者>

岡部 忠久 NEDO 環境部 部長  
矢内 俊一 NEDO 環境部 主研  
横塚 正俊 NEDO 環境部 主査  
河田 和久 NEDO 環境部 主査  
平田 学 NEDO 環境部 主査  
井原 公生 NEDO 環境部 主査  
高津佐 功助 NEDO 環境部 主査

#### <オブザーバー>

伊藤 浩 経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部 石炭課 課長補佐  
福田 守宏 経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部 石炭課 係長

#### <実施者>

持田 勲 九州大学 炭素資源国際教育研究センター 特任教授（PL）  
赤井 誠 産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門 主幹研究員（SPL）  
牧野 尚夫（財）電力中央研究所 エネルギー技術研究所 副所長  
犬丸 淳（財）電力中央研究所 エネルギー技術研究所 上席研究員  
茶谷 聡（財）電力中央研究所 エネルギー技術研究所 上席研究員  
沖 裕壮（財）電力中央研究所 エネルギー技術研究所 上席研究員  
尹 聖昊 九州大学 先導物質化学研究所 教授  
松下 洋介 九州大学 炭素資源国際教育研究センター 准教授  
寺岡 靖剛 九州大学 先導物質化学研究所 教授  
林 潤一郎 九州大学 先導物質化学研究所 教授

宮脇 仁 九州大学 先導物質化学研究所 助教  
深井 潤 九州大学 大学院工学研究府 化学工学部門 教授  
武部 博倫 愛媛大学 大学院理工学研究科 物質生命工学専攻 選考教授  
井上 洋 (株)日立製作所 エネルギー・環境システム研究所 チーフプロジェクトリーダー  
百々 聡 (株)日立製作所 エネルギー・環境システム研究所 主任研究員

<企画調整>

久保田 洋 NEDO 総務企画部 課長代理

<事務局>

竹下 満 NEDO 評価部 部長  
土橋 誠 NEDO 評価部 主査

NEDO 傍聴者 4名

一般傍聴者 11名

## 議事次第

<公開の部>

1. 開会、分科会の設置について、資料の確認
2. 分科会の公開について
3. 評価の実施方法と評価報告書の構成について
4. プロジェクトの概要説明
  - 4.1 「事業の位置付け・必要性」及び「研究開発マネジメント」
  - 4.2 「研究開発成果」及び「実用化の見通し」
  - 4.3 質疑

<公開の部>

5. プロジェクトの詳細説明
  - 5.1 CO<sub>2</sub>回収型次世代IGCC技術開発 [説明、質疑]
  - 5.2 石炭ガス化発電用高水素濃度対応低NO<sub>x</sub>技術開発 [説明、質疑]

<非公開の部>

6. 全体を通しての質疑

<公開の部>

7. まとめ・講評
8. 今後の予定
9. 閉会

## 議事録

## <公開の部>

### 1. 開会、分科会の設置について、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、1-2 に基づき事務局より説明。
- ・三浦分科会長挨拶
- ・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2-2に基づき説明し、議題6.「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. 評価の実施方法と評価報告書の構成について

評価の手順を事務局より資料 3-1～3-5 に基づき説明し、事務局案どおり了承された。

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

### 4. プロジェクトの概要説明

#### 4.1 「事業の位置付け・必要性」及び「研究開発マネジメント」

推進者より資料6-1に基づき説明が行われた。

#### 4.2 「研究開発成果」及び「実用化の見通し」

実施者（PL）より資料6-2に基づき説明が行われた。

#### 4.3 質疑

4.1 及び 4.2 の発表に対し、以下の質疑応答が行われた。

**【毛利委員】** 最初に発言するのは嫌なのですけれど、あまりよく知らないところもあるので教えていただきたいのですが。このバーナーも含めて、自分たちが先端を切っているという以外に、どれをリファレンスプラントというか、その対象として、こういう比較をしながら、規模とか、そういう将来の予定、こういうものについても何かイメージしているか、また、実際にそういうところを見ているということがあったら、教えていただきたいと思います。

**【持田特任教授】** まずCO<sub>2</sub>ガス化については、先ほど申し上げましたとおり、空気吹きについては、勿来でやられておるものが進行しておりますので、それとの対象になるわけですね。一方、酸素吹きについては、150トンで、やや規模が小さくなりますが、それで進んでおりまして、CCSも、ともにこのNEDOのプロジェクトの中の一部として、CCSを組み込んだときにどうなのかという話が出ておりますので、それがリファレンスになります。

ちょっと日立側のほうでご説明いただけますでしょうか。後半のほうについては。

**【井上リーダー】** 私どものほうでは、こういう高水素濃度というのを、ガスタービンの燃焼ということで、広く他社で行われておりますこれまでの水素リッチの燃料に対する技術についてサーベイし、それらに対して目標を設定しているということで対応しております。

**【三浦分科会長】** よろしいですか。

**【毛利委員】** 高水素タービンの世界的なスクリーニングとして、実例というものはあるんですか。

**【井上リーダー】** 単純に水素を燃やすという意味では、例えばコークス炉ガスですとか、そういったものが水素を50～60%というようなもので、実際にたかれています。ただ、そういったもの

については、低NO<sub>x</sub>という点ではまだあまり開発はされていないということで。

【毛利委員】 ありがとうございます。

【三浦分科会長】 例えばNO<sub>x</sub> 10 ppmというのと、それから、例えばCO<sub>2</sub>貯留・回収のためのCCSという、その重みみたいなやつは全然違うと思うのですけれども、そういったときに、NO<sub>x</sub> 10 ppmにこだわる理由って何かあるのですか。根拠。

【百々主任研究員】 日立製作所の百々でございます。実を申しますと、IGCCのほうで、もちろんガス化は非常に重要でございますが、コンバインドサイクル側で何もしなくてもよいかと申しますと、特に酸素吹きでPre-Combustionにいたしますと、水素濃度は上がってくると。従来、水素濃度が高い燃料をたきます場合は、ほとんどが副生ガス、COGでありますとか、あるいはリファイナリーの水素の燃料でございまして、どちらかと申しますと、蒸気噴射であるとか、窒素を噴射するといったことでデノックスをして、追加的にエネルギーを供給してでもNO<sub>x</sub>を下げて、それほど発電効率に意識が向かないというようなことがございます。

ところが、IGCCの場合ですと、実際に燃料をつくるところでエネルギーを使っておりますので、デノックスのためにエネルギーを使うということがおそらく許されないだろうということで、ほとんど脱硝装置が要らないレベルまでNO<sub>x</sub>を落とし込む必要があるのではないかとということで、10 ppmという目標を設定しております。

【三浦分科会長】 O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>サイクルというか、そっちの系統でいったときに、要するに、窒素は入ってこないで、サーマルNO<sub>x</sub>とかプロンプトNO<sub>x</sub>は入ってこない。そうすると、フューエルそのものなのだというふうになったときに、フューエルそのものといったときに、フューエルを、要するに、出たときに生成ガス、精製するということでクリアできるのではないかなというふうにも思えるのですけど、そこはどうなっているのかなという。

【百々主任研究員】 おっしゃるとおりです。

【持田特任教授】 ちょっと説明しますと、この2つのプロジェクトであります、水素燃焼のほうはO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>ガス化とは分離しまして、酸素ガス化における製造されるPre-Combustionでいっておりますので、ここでは空気を使った燃焼になります。CO<sub>2</sub>のほうは、これはそういう意味では、CO<sub>2</sub>でやって、窒素のない条件でガス化を。そのためにO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>で燃焼するということになりますので、そちらのほうの燃焼は別途検討しておるところでございますが、このプロジェクト、そこは2つ違った前提で進んでおります。

【三浦分科会長】 これ、普通私たちは、例えば、重油とか灯油を使ったときには、O<sub>2</sub> 0%でやるのですよね。ここで16%、廃棄物とかなにかの世界と一緒にような感じでやっているのかもしれないのですけど、16%というのは、O<sub>2</sub> 0%だと、NO<sub>x</sub>何ppmになるのですか。

【百々主任研究員】 約4倍になります。

【三浦分科会長】 そうすると、普通の石油系の燃焼と同じぐらいに、O<sub>2</sub> 0%のときに、いわゆる灯油とA重油を燃やしたときと同じレベルにこなさいという、そういう目標を立てたという。要するに、10 ppmの根拠というのは、そういうところからきているんだということを説明してほしいです。

【百々主任研究員】 申しわけございません。

【三浦分科会長】 それから、もう一つ、EAGLEで石炭ガス化のやつの知見というのがあると思うのですけど、これ、同じ日本の国でNEDOが金出していながら、そっち側の知見は置いて、

新たにこっち側の知見でやるというのか、それとも連続性がありますとおっしゃるのか、その辺は  
どうなのですか。

【百々主任研究員】 連続性はございます。EAGLEの知見はございますが、EAGLEの場合は  
拡散燃焼で対応が可能でございました。理由は2つございます。1つは、EAGLEの場合は、積  
極的な熱回収をそれほど行っておらないということで、非常に低温窒素が燃焼器に噴射すること  
ができて、それでデノックスが可能でございました。ただし、送電端効率を上げてまいるとい  
うことを考えますと、どうしても窒素で、例えばガス精製であるとか、あるいはシンガスクーラー等  
で発生する熱を回収して、もう一回プラントに戻してやる必要がございます。そのようにいたしま  
すと、噴射する窒素の温度が上がりますので、デノックスのために吹き込みましても、思ったより  
もNO<sub>x</sub>が下がらないということが明らかになってまいりまして、ドライのローNO<sub>x</sub>が必要であ  
るというふうに考えております。

【三浦分科会長】 私だけ発言して申しわけないのですが、最後のやつなのですが、アメリカで  
CO<sub>2</sub>1トンあたり10ドル以下にして、すべての電力会社にその技術を提供すると。ここで書い  
てあるのも、CO<sub>2</sub>1トンあたり1,000円と。大体コンパラぐらいの感じなので妥当かなと思う  
のですけれども、この技術があると、ほか、鉄鋼関係とか、いろんなところへの波及効果はものす  
ごく高いというふうに理解できるので、できればほかの、例えば、送電端効率とか、NO<sub>x</sub>とか、  
そんなもの全部やめて、CCSだけにこだわるというわけにいかないのですか。

【持田特任教授】 今のご質問の意味がちょっとよくわからなかったのですけれども、NEDOの全  
体のプロジェクトの中での発電云々というふうにとらえていいのですか。

【三浦分科会長】 いえ、送電端効率云々なんていうのはどうでもよくて、CCSだけやって、それ  
を、要するにトンCO<sub>2</sub>あたり1,000円以下にしたら、全世界を支配できる技術になりますと。  
だから、これだけに絞ったほうが良いのではないかという意見です。

【持田特任教授】 わかりました。これはNEDOからお答えいただけますか。

【矢内主研】 送電端効率はあまり議論せずに、優先順位として落として、CO<sub>2</sub>の回収のコストを下  
げるという観点でございませけれども、送電端効率の維持というのは、エネルギー効率の向上は、  
貴重な炭化水素資源の有効活用という観点から、非常に重要な課題であるというふうに考えており  
ますので、高い送電端効率を維持しつつ、いかにして1,000円の目標に対して向かっていくか  
ということが非常に重要かと考えておりますので、それはやはり両輪的に進めていくべきである  
というふうに考えております。

【持田特任教授】 NEDOのプロジェクトの中に、CCSを、キャプチャー及びストレージを中心  
にしたプロジェクトなので、その担当が赤井先生です。

【赤井主幹研究員】 説明させていただきます。送電端効率が下がってしまうと、結局、トンあたり  
のコストは下がらないのですね。発電端効率から送電端効率との差分が、CO<sub>2</sub>回収用の動力に所  
内動力として取られてしまうということを意味しますので、結局、機会損失というか、本来売れる  
電力が売れなくなるわけですから、CO<sub>2</sub>トンあたりのコストが非常に高くなってしまいます。です  
から、CCS付きのプラントの送電端効率を上げるためには、もとのプラントの発電端効率を上げ  
ておくほうが良いというのは、もういろんなスタディで出ておりますので、まずその高効率化を  
目指して、CCSによるロスを少なくして、CCSのコストを下げるというのが三段論法になると思  
っていますが。

【三浦分科会長】 そのときに一番重要なのが、今、皆さんの目に触れているのは、超臨界圧とか超々臨界圧というやつの利用なのですけれども、ここには一行も書かれていないというのは、何か理由があるんですか。

【矢内主研】 通常の微粉炭火力発電の Advanced USC の方向と、ガス化を中心としました技術開発というのは、これは向かうべき方向性が少し違うと考えております。微粉炭火力につきましては、石炭のうちでも灰の溶融点の高い石炭を中心とした利用になるのに対しまして、石炭ガス化を中心としたシステムにつきましては、溶融点の比較的低いものをターゲットにして技術開発を進めているところでございますので、我が国で広範囲の石炭を確保するという観点から、それら両方の性状のものをこれから利用していくことが重要であるというような観点で考えておまして、今回はその USC の部分については対象となっておりますので、議論の対象外になっているというところでございます。

【三浦分科会長】 わかりました。どうぞ。

【毛利委員】 多炭種対応という話につきましては、溶融点の話で、これから多分ご説明があるかと思うのですが、今の三浦先生の話にも関係するのですが、効率論だけで済ますと、例えば CO<sub>2</sub> のトンあたりの価格というものが、今の話では、発電端効率ではなくて、送電端効率の中で含まれて、その中で出ようと、こういう形になるわけですね。ですから、そういうことでいくと、価格のいろいろな国際取引ではトン 800 円とか、いろいろこういうふうに変動するという形になると、これでまた経済評価というのがかなりぐらつく。ただ、送電端効率だけでそういうふうな形ですと、今度はそういうような価格コストとかキロワットアワーコストとかいうことになりますと、これ、多分、複合的な価値を 1 つのインデックスでまとめよう、今、送電端で見ようと、こういうような試みだと思うのですが、そうすると、CCS と IGCC における CO<sub>2</sub> の価格のそういう評価というか、そういうものがかなり混在して、明確な基準というのは出てくるのでしょうかね。今の説明で。言っている意味はわかりますか。

【持田特任教授】 おそらく電力価格を入れた評価ということになると、今のスケールでは大変難しいですね。発電効率で燃料値段ということぐらいしか言えなくて、取引で値段が主に決まる——これは事のよしあしは別にして、取引で決まるとなると、非常にスケールは合わせにくいと言わざるを得ないと思っていますね。

【毛利委員】 そういう観点から見て、技術的開発の目標としての効率の向上、それから CO<sub>2</sub> の言うなれば回収原価としての目標という、こういう 2 つの目標を明確にして、その中から総合的に勘案した目標値、それから送電端効率でこうなるという、やはりこういう考え方というのがあってしかるべきというか、そうしていかないと難しいので、その辺のところの考え方をもうちょっと説明していただければと思うのですが。

【持田特任教授】 厳密には、まだ私どももそこまでは至っていませんし、先ほど三浦先生のお話もありましたように、CO<sub>2</sub> のキャプチャーについても、依然、技術開発の段階で、今は 1,000 円というレベルから見ますと相当高いところにありますので、それなら何でも合っちゃうだろうと言われれば、おそらくそのとおり、1 万円なんていう額なのです。これは、おそらく 1,000 円に向かっていくときに、我々がどうなるかという観点になってくる。これは、そうしますと、今度は酸素製造のコストも明確にしなくちゃいけないということになってきますので、その辺を、最終段階、エンジニアリング会社が、この O<sub>2</sub> - CO<sub>2</sub> ガス化を、酸素吹き、あるいは空気吹きのポ

スト技術として採用いただけるかどうかについては、その辺のところ極めて慎重な議論が必要になってくるだろうと。現時点で明確にお答えはできないというところでございます。

【三浦分科会長】 どうぞ。

【村上委員】 同じような質問で申しわけないのですが、私もよく理解できていないので再確認なんです。CCSのほうの1,000円になるとというのは、送電端効率を今のまま動かさないとすれば、1,000円にするというのは、技術的にはもうこれは不可能だということですか。それをも動かさないとすれば、これ、技術的にはどの辺が一応めどになるんですか。

【持田特任教授】 今おっしゃっている意味は、CCSをつけ加えることで効率が下がると。その下がることは、ストレージまで含めて、どれだけの効率ができるかということにかかってくるわけなんです。

【村上委員】 効率ですけど、それはコストが今トンあたり1,000円ということですけども。

【持田特任教授】 目標は。

【村上委員】 はい、目標は、1,000円ですね。

【持田特任教授】 ストレージレディのCO<sub>2</sub>が、1,000円が目標になっていると。これは世界的にはね。

【村上委員】 もし送電端効率が上がらないとすれば、それはどの程度の価格になるんですか。1,000円にならないということですよ、先ほどの。

【赤井主幹研究員】 先ほどの資料6-1の16ページに、送電端効率の比較した図がありますけど、ざくっと言いますと、現状の40%前後の石炭火力プラントにCO<sub>2</sub>回収装置を現行の技術でつけるとする。IGCCではなくて——IGCCでもいいのですが、普通のUSCとか、そういったプラントにCO<sub>2</sub>回収装置をつけると、大体ここに書いてあるように、効率が2割ぐらい落ちます。ですから、40%というのが、30%強ぐらいになってしまいます。プラス、CO<sub>2</sub>を輸送してどこかに貯留すると、アディショナルなエネルギーが少しかかるということで、そのトータルをざくっと現状で計算すると、6,000~7,000円、トンあたりになります。そのうちの6~7割がCO<sub>2</sub>の回収分だというのが、世界的にどこでやっても同じような数字が出ています。

それで、ではそれが発電原価にどれぐらいはね返るのかと言いますと、発電原価を例えば6~7円ぐらいとしますと、大体10円ちょっと、50%から、プラントの状態によっては倍近くになります。ですから、発電コストが10円ちょっとになるというのが今のレベルです。それを、もともとの発電所の効率を上げていけば、相対的にロス分が少なくなることによって、それがCO<sub>2</sub>の回収コストの低下分につながっていく。それは、もちろん、もともとの発電効率を上げるとのことと、それから、回収側での技術の進歩という両方が相まってということですけども、それで現在は1,000円台での回収コストを目指すというのが、今、現状の大きな研究開発の流れだと、これはもう世界中どこでも同じことになっております。そのようなお答えでよろしいでしょうか。

【村上委員】 わかりました。どうもありがとうございました。

【三浦分科会長】 どうぞ。

【二宮委員】 2点お聞きしたいのですが、1つは、資料6-2のほうで、これは4ページ目に、O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>ガス化技術の中で、企業の支援を得て、電力中央研究所、九大とも密接な連携ということで、この企業の支援というのは、今回の報告書を見る限り、企業さんは入っていなかったような感じがしますが、どこの企業さんが入って、どういう支援をされているのかということ

を教えてください。

【持田特任教授】 1つは、実機のフィージビリティ・スタディを、電中研からの外注ということでお願いをしているということでもあります。それから、もう1点は、先ほど申し上げましたように、電力中央研究所は空気吹きガス化の研究をずっと続けて、今勿来に発展したベースがございますので、その観点での協力関係を今後とも維持していくという。そういう意味で、酸素吹きとは今のところあまりありませんが、電力中央研究所の中のことでございますので、必要があれば、酸素吹きにもこの技術を応用していくということで考えております。

【二宮委員】 そういう意味の企業の支援ですか。

【持田特任教授】 はい。

【二宮委員】 特にどこかの企業さんと一緒にやっている意味ではなくて。

【持田特任教授】 今はまだ。そういう意味では、酸素吹きがより適切なのか、空気吹きがより適切なのかは、今後のデータが出たところだというふうに思っております。

【二宮委員】 わかりました。それと、もう一つ、今度はCO<sub>2</sub>回収効率のIGCCの概念の中で、今回のプロジェクトに入っていないんですが、今回のCO<sub>2</sub>-酸素によるガスタービン燃焼、ここの部分の難易度というのは、今どの程度の難易度になりますか、従来の窒素吹きの窒素を使ったガスタービンとほぼ同程度の難易度なのか、もう全く違う概念の、全く新しい設計をしないといけないぐらいの難易度の高いガスタービンの設計になるのでしょうか。

【持田特任教授】 そういうのは、電中研のほうにお答えいただきたいのですが。

【犬丸上席研究員】 今、燃焼を含めて基礎検討を開始しているところでございます。CO<sub>2</sub>が入りますと、燃焼性が低下するという知見が得られておまして、そういったことを改善できるような燃焼器の構造等を今後検討していこうということで考えております。現在のこのプロジェクトの中では、酸素-CO<sub>2</sub>吹きガス化炉のほうに注力しておまして、ガスタービン燃焼のほうは、燃焼の基礎検討と、あとFSの中でメーカーさんの協力をいただいて若干検討しているという状況でございます。

【二宮委員】 それはわかりますが、いわゆる全体のシステムの難易度として、今回、ガス化炉以外の部分、つまりガスタービンの難易度が、従来の設計の範囲で収まるものか、いや、もうかなり難易度が高くて、もう新しく新設計までいくようなレベルの燃焼器なりシステム設計になるのでしょうかという意味です。

【犬丸上席研究員】 全く新しく開発するという事は考えておりませんで、従来の知見の延長上で対応可能というふうに認識しております。

【持田特任教授】 ちょっと補足しますと、ガス化炉の空気吹きとの対照で言いますと、ご承知のとおり、7対3ですか。それに対して、CO<sub>2</sub>-酸素の比が6対4から5対5の間ぐらいで、ガス化炉のほうはおおむね空気吹きと同じような条件——ガス化率はちょっと変わりますが、運用ができそうですので、そういった知見がおそらくタービンにも適用できるのではないかとというふうに思っております。

【三浦分科会長】 今の酸素吹きのやつは、昔、亡くなった大竹先生がヘッドで、私とか岡崎健とかが委員で、NEDOの仕事だったと思うのですが、それとIHIと日本酸素と電発と、それぞれでの研究でやっている話なので、その成果を全然使わずに、プツと切れて、それで一からやり直すというのは、ちょっと無駄なような気がするのですよね。お互い、前のときも税金、今度も税金と

いうふうになると。その辺、どうなっているのかなという気がするのです。

【持田特任教授】 それはもうおっしゃるとおりで、ガス化技術については、日本でおおむね40年近くの蓄積がありますので、また先ほどご紹介しましたとおり、勿来でもそれぞれ動いておりますし、若松でも動いておりますので、今、分科会委員長のご指摘は極めて適切であると同時に、我々としても、その指摘からいかに離れないかということでございまして。開発も、一応絵には3トン、30トン、200トン、1700トンと、同じ道を歩むように書いておりますが、経産省をはじめとする方々が大胆に意識を変えて、これが終わったら次に使うのだという意識変革を持っていただくという前提で、多分、うまくいくのじゃないかというふうに思っております。この辺については、ぜひこの評価委員会でもそういう方向で進めて、開発の効率を高めていただく、あるいは、研究開発の資源の無駄遣いをしない、そういう点はぜひ要望をつけていただくと、私ども、その方向で進みたいと思っておりますが、多くの場合は、目的が変わったら買い取らないとだめとか、壊せとかいう話がすぐ出てまいりますので、そういうことにならないように、我々としても希望しております。ぜひこの評価でも確認をいただけるようお願いしたいと思っております。

【赤井主幹研究員】 多分、先生ご指摘は、石炭の酸素燃焼でCO<sub>2</sub>リサイクルですね。ガス化とはちょっと違う技術で、先生方が主になって、いいプロジェクトで進んでいて、途中でいろんな不幸な事情があって切れてしまったのですけれども。実はそれがまた再度立ち上がりまして、オーストラリアで、今ご示唆あったようなメンバーと、それから、オーストラリアの企業連合とで実際の実証をしようというような動きになっておりますし、それから、世界中でも、オキシフューエルによるCCSの実証プロジェクトというのが幾つか立ち上がってしまっていて、そういった意味では、日本で皆さんのご尽力で開発された技術が、今世界をリードしていると言っても過言ではないなというふうに思っておりますので、ちょっとそこら辺は事実関係だけ確認させていただきました。

【三浦分科会長】 どうぞ。

【毛利委員】 私もそのとき高酸素燃焼のボイラーをやっていたので、よくわかりますので。ただ、そのときにはCO<sub>2</sub>という観点がなくて、燃焼効率を上げようと、こういう目的だったわけですね。ですので、三浦先生の言っている話も、もしかしたら昔を掘り起こしてみると、思想的に同じような考え方、技術というものをかなり得ているというものがあるのではないかと。私もそのときの委員だったものですから、こういう話をしていくときに、酸素吹き、空気吹きといったときに、もうそういうCO<sub>2</sub>という議論が当時なかった技術で随分開発を行っていたから、そういう点も、もし時間があれば、そういうようなところでの昔の技術を掘り起こしてみた、こういうことというのも大事じゃないかなと。だから、技術的にガス化かボイラーの生だきかという違いではなくて、やはりそこに持っている考え方、燃焼論というのは、私は少し探してみるのもおもしろいかなと思っております。

【持田特任教授】 ご指摘のとおりで、先ほどのガス化炉も、下部のところはまさに燃焼そのものでございまして、そういう意味で、オキシフューエルの知見を得ておりますし、CO<sub>2</sub>は、こちらの場合は燃焼ですべてできます。これはタービンを通った後になりますけれども、そういうところのCCSに持っていくところも参考になる点があると思っております。NEDOのプロジェクトで動いておりますので。

## 5. プロジェクトの詳細説明

## 5.1 CO<sub>2</sub>回収型次世代IGCC技術開発 [説明、質疑]

実施者より資料 7-1 に基づき説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

【吉川委員】 先ほどもちょっとコストの問題があったのですけれども、これ、コストの見通しというのは、例えば、いろんな条件の中、どれくらいぶれるというようなことをご検討なさったことはあるんですか。

【犬丸上席研究員】 コストは今検討中でございます、もちろん、従来型のIGCCプラス・アルファということである程度はおさめたいと思っておりますが、何分まだ、例えば再生熱交とか、あるいはガスタービンのところとか、現実には大型化されていないところもございますので、今回のプラントメーカーさんの結果をもとにして、目標値を検討したいと思っております。

【三浦分科会長】 ありがとうございます。毛利さん、どうぞ。

【毛利委員】 幅広い話を幅広い質問をしてやると時間を取っちゃうんですが、基礎的なところからいくと、石炭のほうの性状の中で、基準炭を選んだ判断基準、多分、溶融点が低いとか、そうだけでも、大同炭と比較をしているときに、工業分析だとか元素分析とか、あと、スラッキング係数、ファウリング係数、そういうものから多分選んだのじゃないかなと。でも、私は実際に石炭を燃やしたときに感じるのは、あの中に活性酸素というわけのわからない動作をする物質があるんですよ。NO<sub>x</sub>をやっていたときにね。単なる元素分析とか、そういうものに引っかからないものについて何か検討したことがあるのかが1点。

あんまりたくさんあるから、いろいろあるけど、もう一つは、フィージビリティ・スタディをするときの、これは後の全体の総括だけど、どうも時期とか、そういうものに対する相関性というのは、最近ではコンピュータシミュレーションでやろうと、こういうふうな形で、一見可視化してわかっているようなふりになるのだけど、実際は燃やしてみると、案外そこに、温度にしても、実測してみるとかなりの変動があって、そこが理想の状態であればいいけども、実測していくと実はかなりぶれがある。こういうような痛い経験を踏んでいるわけですよ。だから、その相関性というものを実機設計に、例えば、3トンから次——3トン/dayなので、小さいからあれだろうけれども、そういうような次の段階へ行くときの相関性、コリレーションというものに対するインデックスとか、ファクターというものを、今何を求めようとしているのか、これからだろうとは思いますが、何か考え方があったら教えていただきたい。

【犬丸上席研究員】 最初の炭種の問題なのですが、実は大同、マリナウ、これは計画段階でアジア地域ということで、代表的な中国の瀝青炭、あるいはインドネシア炭を選ぼうということで選んだわけですが、特にマリナウ炭につきましては、これまでの我々のガス化炉での運転経験がございます、それをベースとして、今回CO<sub>2</sub>を増やしたときの影響を見るということで、まず実績のある、データのそろっている炭種ということで選ばせていただいております。

それから、活性酸素等の分析表にないような検討について、電中研のほうでもまだまだ不十分ですが、九大さんのほうで何か補足説明がありますか。

【持田特任教授】 九大自身も、活性酸素については特に検討はしておりませんが、熱分解性とチャーのガス化のところは今中心になっていまして、燃焼のところにはまだ手が出ていないということなのです。また知見をいただいて検討したいと思っております。

【犬丸上席研究員】 よろしいですか。シミュレーション、スケールアップの相関性についてですけれども、全くと指摘のとおりだと思います。それで、我々の勿来の2トンから実証機に至るところま

でシミュレーションをやっておるのですけれども、やはりまずはシミュレーションだけでは実際の現象との乖離がありますので、今回のプロジェクトの中でも、小型炉ではございますけれども、実際の3トン炉の自立したガス化炉を使って実験的に現象をきちんと見るということを最重要課題としております。

それから、シミュレーションの相関性につきましては、これまで2トン、200トン、1700トンと、シミュレーション技術をもう当所では15年近く開発を進めておりまして、勿来のデータとの比較検証までやっております。そういう意味で、手法的にはかなり確立されたシミュレーション技術を構築できていると考えております。ただ、やはり今回もCO<sub>2</sub>を入れて初めてわかったことがあります。前はあまりパラメータ変化のシミュレーションをやっていなかったもので、コンバスタ温度が下がってしまうなど、実際やってみないとわからない部分もございますので、そういった実験とシミュレーションの両輪で検討を進めていきたいというように考えております。

【三浦分科会長】 村上さん。

【村上委員】 1点だけなのですけれども、今後いろいろ開発していくと、実機のものとか、それからコストの話になると、やっぱりメーカーというか、企業のそういったところは外せないかなという気もするのですけれども、今回、大学と電中研との共同でやられたということが体制の中で書かれていますけれども、今後、そういうところはメーカーにお願いしていると思うのですが、研究のパートナーとして一緒にやるというような計画はないのでしょうか。

【犬丸上席研究員】 まだ現時点では、はっきりした計画はございません。プラントメーカーさんにもご協力いただきながら、このシステムを理解していただきながら、この次、例えば、ベンチプラントに進んでいけるような状況になりましたときには、ご指摘のように、メーカーさんの協力が必要でございます。そういった点も見据えて開発を進めていきたいというふうにご考えております。

【持田特任教授】 PLとしては、九大の中に、勿来のプラント開発を長年やって、1700トンの初期まで携わっていた方が九大のグループに入っておりますので、もちろん、企業秘密も当然あるわけですけれども、最大限の協力をいただくと。現時点では、先ほどご説明のとおり、メーカー側としては、それぞれ自分たちが開発したプラントを実証、あるいは商業化に、それが最大の目標で今やっておるわけですので、それにさらにもう一つ課題をとというのは、国がお金を十分出してくれれば、それは当然すぐにやってくれるでしょうけれども、今の時点では、彼らが我々の結果のどこに着目して乗り込んでくれるかというところが期待をしているところというふうにご理解をいただければと。先ほど申し上げたように、電中研が全部やりきれぬわけではなく、九大はもともと基盤のところしかできませんので、どこかの時点でそれを相互乗り入れというか、むしろそちらに移っていくということが理想の姿だと私どもは思っておりますが、今からそれをというのが今のところできないので、間接的な支援をいろんな時点をお願いをしているというふうにお考えいただきたいと思っております。

【三浦分科会長】 今の話は、中国とか韓国に技術者を引っ張って行って、それで、あっちでノウハウを全部出し切って、それで3年ぐらいで帰ってくる人たちは多いので、そういうことを思うと、こういうNEDOの国家的なやつでやるときの重要性の1つだと思うのですが、理解できる人と理解できない人といえるかもしれない。二宮先生。

【二宮委員】 では、二、三点がありますが、1つは、今回、これは基本的に、このIGCCのシステムは2室2段の中でのいろんな開発だという理解でよろしいですね。

【犬丸上席研究員】 はい。現在の検討範囲は2室2段でやっております。

【二宮委員】 ですよ。そうしたときに、まず1つは、おそらく一番問題になるのは、熱分解の特性が、今まで試験を行ってきた窒素中での熱分解、通常のリダクタ部分の化学クエンチです。通常の空気吹きのとくと、多分、CO<sub>2</sub>吹きのときの違いが、この部分大きいのかなと思いますが、この違いについて、結果として、ここには詳しくは書かれていませんが、熱分解特性なり、それは大きな違いがあったのでしょうか。それとも、ほとんど空気吹きのときの熱分解特性と同じだという理解でよろしいでしょうか。

【犬丸上席研究員】 林先生、よろしいですか。

【三浦分科会長】 酸素比で決まるもので、もう決まっているという。

【林教授】 九州大学の林です。かわってお答えいたします。熱分解をどう定義するかですが、粒子が昇温しながら、チャーと揮発成分が飛び出していくところまでというふうに定義しますと、CO<sub>2</sub>の効果というのは、迅速昇温下では必ずしもありません。むしろ、そこでできた活性の高いチャーと気相側に放出された芳香族も含む揮発成分がCO<sub>2</sub>とどう反応してくるか。その中間生成物間の相互作用にCO<sub>2</sub>がどういうふうに関与していくか。そこを見据えなければいけないというのが、現時点の暫定的な結論です。

【二宮委員】 そうしますと、今回リダクタという概念においては、ほとんどCO<sub>2</sub>雰囲気での分解というのはあまり、従来の窒素の空気吹きと大きな差はないということよろしいですか。

【林教授】 いや、むしろ、リダクタで期待しているのは、CO<sub>2</sub>の分圧増大による、より迅速な気相側の改質とチャーのガス化の2つがあります。それを期待するがゆえに、可能性としては、リダクタにおける吸熱量がもっと増加する可能性が出てまいります。そうすると、従来のガス化研究では必ずしもさわらなくてよかった、もう少し低温域まで範囲を拡張してチェックしなければいけない。もっと言うと、タールが出そうになって危険レンジに入るところまで、基盤研究としては検討しなければいけない。そういう中でのチャーガス化と気相側の反応が並列的に起こっている状況を的確につかまえるための検討をしているというふうにご理解いただければと思います。

【二宮委員】 そうしますと、モデルを考えるときに、今のお話ですと、CO<sub>2</sub>になるから、基本的には熱容量が大きくなるわけですよ。その分、今回の熱分解に、化学クエンチという言い方を多分されていると思いますが、その分の効果が逆に増えるから、結果としては、リダクタの寸法が小さくできるという、そういうような方向へ行くのでしょうか。

【犬丸上席研究員】 ここではお出ししていませんが、その可能性はあるというふうに今考えております。シミュレーションの結果などで考えますと、そういうふうに考えております。

【持田特任教授】 補足しますと、期待はそうなのですが、今度はコンバスタ側がどう変わるかも、最適化をどこまでできるかということになりますね。コンバスタというと、今の3トンでは温度がやや低くなって。これは酸素燃焼でもご経験のとおり、窒素をCO<sub>2</sub>に置きかえるということで、燃焼速度が遅くなる。熱の温度そのものが低くなるということをもって、それがリダクタに行きますので、そのところの問題点をどう解決できるか。それによって、そこが高温で維持されて、酸化ガスがうまくリダクタに入っていけば、今言っているようなことが期待できるということだと理解をしています。

【二宮委員】 あと1つ、そうしたときに、今回モデルの中で、2室2段炉と1室2段炉の比較検討というような項目が入っていますが、ここで1室2段炉をやる意味というのは、どういう意図があ

るのでしょうか。というのは、全然システムが違って、さらに、CO<sub>2</sub>の放射強度が多分全然違ってくると思いますが、そうしたときに、今回、2室2段炉が中心だというふうに理解していました。今度1室2段炉を比較検討するという理由というのは何でしょうか。そのときの条件というのが、どういう条件でやられるかという。もしわかっていましたら、お願いいたします。

【犬丸上席研究員】　　これまで当所における開発した炉も2室ということで、2室ベースでやっておりますけれども、酸素吹き的气体化炉としては、1室2段炉と——これはEAGLEさんのものが典型的なものでございますけれども、あるということで、中心は2室2段で検討しておりますが、その最適化のオプションの1つとして、1室炉にした場合どうなるかということで、検討したいという考えでございます。2室以外に移っていくというわけではなくて、最適化のオプションの1つとして、検討を拡大できればというイメージでございます。

【二宮委員】　　そうしたときに、今回の目的のCO<sub>2</sub>回収型というのは、今回、それでも同じような条件のCO<sub>2</sub>を入れられるのですか。

【持田特任教授】　　正確に申し上げますと、今電中研が持っている3トン炉は2室2段で設計しております。したがって、主な実験解析はそれに従ってやらざるを得ない。ただし、酸素吹きでありましても、現在、石炭の搬送を窒素でやっておりますが、それをCO<sub>2</sub>で置きかえるということで、結果的にPre-Combustionでなくせる可能性がある。それがどれくらいの魅力があるかは、現在1室2段で開発されている電源開発、バブコック日立のご意見も十分聞かないといけないのですが、その辺は実験をやらずに、シミュレーションでどのくらいいくかということができれば、電中研と、これももちろんですけど、協力を得た上で、解析は可能であると、こういう判断です。

【三浦分科会長】　　どうぞ。

【守富分科会長代理】　　幾つかあるのですけれども、最初に、二宮先生の質問と関連するんですけれども、CO<sub>2</sub>のほうから見た場合に、現在のリダクタのところを含めて、先ほどのチャーの改質のところまで含めるといった場合に、CO<sub>2</sub>の役割というのは、逆に言うと、CO<sub>2</sub>の転換率みたいなものはどのくらいまで反応に関与してくるとお思いですか。

【犬丸上席研究員】　　具体的な数字はちょっとわからないのですけれども、基本的な発想は、CO<sub>2</sub>を投入することによって、単純に言えば、そのガス化剤として効果をねらっています。

【守富分科会長代理】　　期待してですね。

【犬丸上席研究員】　　ええ、期待していると。全体としてですね。このプロジェクトを始める前の予備的な検討、シミュレーションなんかでは、かなりその効果がありそうということが得られましたので、この全体システムを組んでみたという経緯がございます。

【守富分科会長代理】　　そのときの、基盤的な研究なのかもしれませんが、結果的にCO<sub>2</sub>をどれだけの配率で酸素比、CO<sub>2</sub>比で入れるかといったときに、CO<sub>2</sub>のチャーなりタールなりにこういうのを期待するといったときに、どのくらいの部分が、果たしてそれが分圧として効いてくるものなのか、全体から見るとやはりそれは微々たるものなのか、その辺のところはいま一つよくわからないというのが、きょう聞いた範囲ですけれども、もしわかればと思ったのですが、まだ話も…

【犬丸上席研究員】　　今、実験にしても、シミュレーションにしても途中段階でございまして、実験では温度が下がってしまうということ、それを改善するための運転条件の最適化、これを行って、どれだけ炭素転換率等が向上するかということは今後検討したいと思っています。今日ご紹介した

ように、一次的な解析では幾らか効果があるということは事前検討でわかっておりますが、それが定量的にどれぐらいかというのはまだ把握できておりませんが、もし補足等あれば、よろしいですか。

【持田特任教授】 私も必ずしも正確なお答えができないかもしれませんが、P D T Fを使った検討によれば、ガス化温度が1300℃以上であれば、CO<sub>2</sub>の効果がかなり期待できるということで。ただ、2段炉におきましても、2段目に酸素なり空気なりをどのくらい入れるかというのが、多分、これ、ノウハウ中のノウハウになっております。温度の維持も含めて、ガス化の促進も含めて、その辺の燃焼温度が下がる、下がるのを何とか高くする、高い温度でリダクタに高温CO<sub>2</sub>が行けば、リダクタ部分でかなりのガス化が期待できるという、そういう状況だと思って、それをどう達成するかは、コンバスタの温度をいかに高くできるか。これはCO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>の混合比を、酸素をやや多く使うということで達成できる見込みは、オキシフューエルの場合にも出ておりますし、その他でもシミュレーションでも出つつあるというところですね。

【守富分科会長代理】 細かいところは私もよろしいのですけれども、要は、今CO<sub>2</sub>でやるということなので、回収部分のCCSのほうに向けたポイントももちろんあるかと思うのですけれども、ガス化そのもののところに効果があるのだという期待値を持つのであれば、そのところはもう少し具体的なところを出していただけると、CO<sub>2</sub>ガス化というのもこれだけ有効なのだというのが、アピール力がもっとつくのだと思うのですけど、きょうの説明だと、そこがあまり伝わってこないという。効果があるということはわかるのですけれども、じゃ、それは分圧を含めて、どこの部分にどう効いてくるというのがもう少しわかればいいのかという思いです。

それから、もう一つは、システムのところで、再生熱交のところが大きくなるというお話があったのですが、それと、先ほど三浦先生からも、USCを何で使わないのだというような話もあったのですが、これ、蒸気タービンに持っていくほうのところというのは、全体の、例えば、CCSをかましたとして42～43%だとしても、そのときの蒸気のSTのほうの効率といいますか、比率といいますか、GTとSTの比率というのはどのくらいを見込んでおられるのですか。実際、条件を挙げても、条件は上げられないということで、変わらないと言っているのか、ある程度、三浦先生期待の、もう少し蒸気条件を上げて効率がもっと上がるのじゃないのというところに応えられないのか応えられるのか。

【犬丸上席研究員】 大体、出力比でまいりますと、ガスタービンのほうが大きくなっております。

3対2ぐらいの比率で、ガスタービンのほうが高い出力比になっております。

【守富分科会長代理】 ということは、STのほうの条件をあまり変えても、そんなに大きな効率アップにつながらないよという理解でよろしいのでしょうか。

【犬丸上席研究員】 効果はガスタービンに比べて低いですが、蒸気系の最適化というのも検討を実施しております、もちろん、蒸気条件はできるだけ上げたいと考えています。

【守富分科会長代理】 それは見るために、熱交換器のところも、先ほどの話で、大きくしなくちゃいけないだとかという話があったと思うのですが、それとはまた別の話ですか。

【犬丸上席研究員】 再生熱交換器は、ガスタービンのほうでございまして、ガスタービンの効率の観点から、再生熱交換器を使っているというところなんです。蒸気系はまた別に、排熱回収ボイラーで蒸気をつくって、蒸気タービンを回しています。

【守富分科会長代理】 そのところも、CO<sub>2</sub>のであるがゆえの、大きくなるんだということであれ

ば、逆に小さくなるのかなと思ったのですが、大きくしなくちゃいけないという話だったんで。さっきの敷地面積のところですね。

【犬丸上席研究員】 それは、ガスタービンの排ガスの後に、再生熱交換器を設置して、投入する循環CO<sub>2</sub>を加温しているわけなのですが、それをやるがために、再生熱交が必要だということです。現状は、例えば、日立さんのAHATでも、同じような再生サイクル、ガスタービンの再生熱交換器をつけて、実際にやっておられます。それは、今、3MWが終了しまして、次に50MWクラスを今度つくられるのですが、実際、まだ再生熱交そのもの自体が大型なものが使われていないので、別途、日立さんのほうでAHATの大型化とかを進められる中で、そういった技術が進展してくれば、知見を適用できると考えております。

【守富分科会長代理】 ありがとうございます。最後にもう一つだけ、ちょっと確認といたしますか、全体のやつで、これでお金を相当使っているわけなのですが、逆に、さっきの税金、税金というお話がありましたけど、これ、今はたまたま中間評価なわけですが、現在のところまでは、とりあえず既存の3トンのものを使ってやってこられたということなのですが、また、いろんな分析機器も九大さんのほうは入れられて、進んでいるというのが十分理解できるのですが、今後、現状の予算規模で十分いけるというか、こんな予算じゃ足りないよという判断をされているのか、このところはもっと予算出せよというような——到達目標まできょうは話が及んでいない、この後、全体の議論で出てくるのかもしれませんが、その辺のところ、下世話な言い方をすると、思ったよりも安くできているということなのか、いや、なかなか予算は厳しいんで、このぐらいの程度の結果しか出ていないのだというのか、その辺の予算的なところというのは、どんな感触を現場のほうは感じておられるのか。

【犬丸上席研究員】 この後、あと2年間でガス化炉の最適化を目指して、コンバスタの改造をする予定でございます、そこに設備費を計上させていただいております。感触としては、適切な予算をいただいているというふうに考えておりますが、来年度で予算のほうがちよっと厳しいものがあつたのですが、何とか改造費は確保できるというお話はお聞きしておりますので、何とかやらせていただけるというふうに考えております。

【守富分科会長代理】 ありがとうございます。

【三浦分科会長】 全体を聞いていて、何がどこまでわかっていて、何が不足しているのかという、要するに、最初の問題点、開発していくに当たっての問題点みたいなやつが流れになっていないというか、例えば、石炭が入ってきて、熱分解して、灰が熔融して、チャーが出て、そのチャーをどうするんだという。例えば、チャーはサーキュレーションしますよ、そのときにどういうふうな流れになって、CO<sub>2</sub>をこうやって回収しますと、その全体的な流れみたいなやつをつくった上で、そのところで、例えばシミュレーションしましたと。そして、例えばコストとか発電効率はこうなりますというような感じのやつがあつて、そこで、従来技術で対応できるのはここだ、従来技術でなくて、どうしても開発しなくてはいけないのはここなのだ。

それが、今回の話ですと、えらく進んでいる部分もあるし、えらく進んでいない部分もあるし、何かちぐはぐだなと思いながら、一番最初にシミュレーションをやってくれと。そのFSをやった上で、こういうふうな形でやっていく上で、どうしてもわからないことがあるので、こんな研究開発したいのだという、そういうアピールがないと、何だかあつちはこっちで細切れみたいで、あつちはバラ肉みたいだし、こつちはゴロツとした肉みたいだし、どうなっているのというような感じ

がするんで、どっちかという、方向をちゃんとやって、それで、こういうところで、これがわかっていない、だから我々はこういうところに突っ込んでいきたいのだという。で、これは日本のために絶対なると。

もう一つ言うと、このガス化炉のデザインをするというやつは基本的な骨子が、このやつによって完成しますよと。だけど、このガス化炉のデザイン、結果はほかの会社に取りられたって何だって構わないのだけれども、デザインとコントロールに関しては、日本のNEDOと一緒にやったこの技術しかないのだよと。そういうふうなやつで、要するに、装置は売り渡しても、中身のそういうやつは全然売り渡さないという、石炭を今まで研究してきたやつを集大成みたいなやつをデザインの中に持ち込んで、日本らしいやり方で技術を確立していくというのが私は好みなのですが、そういったふうにならないのでしょうかという。

【犬丸上席研究員】 ちょっと流れがわかりにくくて、大変申しわけございません。今回、中間地点まで来て、実験やF Sを大体途中までやりまして、今の技術でどこまでできて、まだ足りないのはどこかというのはわかったつもりしております。その段階が結構ばらばらというのはご指摘のとおりでございます、ただ、まだ段階が低いところは、これから注力して、努力をして開発を進めていきたいと思っております。特に、今回、ガス化炉自体の炭素転換率、あるいは冷ガス効率の向上、これがやはり必要だというのがわかってきておりますので、それが先生方のご指摘のとおり、CO<sub>2</sub>でどれだけ向上できるかということに早急にフォーカスして検討してまいりたいと思います。

【三浦分科会長】 合理的なデザインのためのロードマップというか、ここは不明だというやつをつくっていただいて、おそらく公募するほかの石炭の研究者も、そこだったらおれもやってみたいという、例えば、そういうふうな気持ちにさせるという。それでオールジャパンみたいな形に、要するに、企業の人、大学の人も、どこの人でも入れますよという、そういうふうな形も、合理的なデザインのために必要なのではないかと勝手に思っているのですけど。

【持田特任教授】 基本的には、何度も言っていますが、2段空気吹き3トン炉をベースに開発を進めていく。それを窒素およびCO<sub>2</sub>に置きかえるというところで、どういう問題点が出てくるだろうか。その問題点は、先ほどの燃焼の部分、燃焼の部分が引きずって、ガス化炉部分というあたりのところはかなり出てきておりますし、理想条件でチャーのガス化をすれば、十分CO<sub>2</sub>の効果は期待できる。ただ、その次に、ガス精製をし、ガスタービンに回し、シンガスからスチームタービンを回す、その辺のところまでが現状の技術でどれぐらいいけるのか、開発要素がどのぐらいあるのかということがすべてのコストにはね返ってくるというのが今の状況で、最も注力しているのはガス化の部分、ガス化炉の部分、それは空気吹き3トン炉で実証を今後2年半で実行する、こういうことをご理解いただきたいと思っております。

【三浦分科会長】 ガス化炉をやるという話ですか。

【犬丸上席研究員】 ええ、ガス化構造を含めた最適化。

【三浦分科会長】 私は、CO<sub>2</sub>を使っているし、冷ガス効率とか、いろいろあるかもしれないですけど、そんなのどうでもいい。要するに、ガスタービンを動かすときに、例えば、CO<sub>2</sub>が入っている、入っていない、それによってどうなの、温度がここまで高くできる、できない、それによってどうなの、と。要するに、結果として何を提示できるのですかというやつを重視してほしいのですよ。研究成果が、これだけ研究発表がありましたなんて、こんなの要らないです。私には何にも必要ない。特許も必要ない。要するに、自分たちが最初に当初挙げた目標みたいなやつが、こう

いう目標を達成できましたと、これがやっぱり私は必要だと思うのです。大学の人は、論文も必要かもしれないですけど、私には、国民の生活に論文なんて関係ありませんので、特許も関係ありませんので、何を目標に、何をしたいのか。要するに、発電効率なの、それとも炭酸ガスを出さないようにしたいの、何がどうなっているのという、それだけなのです。知りたいのは、だから、余計なことはあんまり考えたくないんですけど。

【毛利委員】　あまり言い方があれなので、少しそれを私なりに理解をした言い方をすると、要は、インレット・クライテリアというのを持ってこのプロジェクトをやったでしょう、最初は。であれば、アウトレットのクライテリアも同じくあるべきであって、その間にどのぐらいの隔離があるということを考えていくときに、項目の中で今三浦先生が言ったところが一番重要であって、それをやる1つのプロセス、成果というか、だんだん成果を棚に置いていくわけですね。でも、そのときに、やめようよという条件が出るはずなのですよ。それがなかなか聞こえないんで。本来であれば、ここまで来て、ここの先はもう行けないというのなら、やめようよという議論があると、どうしたら生き残れるのだ、こういう議論が出てくるのじゃないですか。それを、みんな良いよと言っていたら、何か知らないけど、だれが一番強い声でいろいろ言っているかということになって、全体バランスが悪くなる、こういうおそれも私もあるんじゃないかと思うのです。

だから、そのときに一番原点であるインレット・クライテリア、IGCCのこれやってきた基本というのを忘れないで、それから、やっている研究の中で、今中間段階に来たのなら、この中間段階で、じゃアウトレットに対して、ちゃんとそういうような成果ができるために、どこをやっていたら良いか、こういうためには、社会情勢もある、これは評価条件にあったところに照らし合わせて、自分たちが今どこにいるのだという、自分たちがどこにいるか、こういうことを明確に出して、そして、その方向性を、どっちの方向へ行くのだということを時間的な軸で考えていかなければ、評価というか、自分たちがまず評価をしてもらわなければ、我々がこうやってきたときに、さっき言ったように、何か自分たちのエリアだけになってしまって、だから、かえって、逆に言うのなら、FSをやったのなら、FSから見て、研究開発は経済的に見たら、こういうような目標管理をすべきだというベンチマークがそういう中から出てこなければおかしいんじゃないかと思うんですね。そちら側から見たら、ガス化炉はもっと安くしなきゃいけないとか、そのためにはどういう技術開発をしなきゃいけないのだとか、そういうような1つのロードマップというより、考え方のマネジメントというのが私もちょっと見えなかったなというふうに理解しているけど、いいんですか。

## 5.2 石炭ガス化発電用高水素濃度対応低NO<sub>x</sub>技術開発 [説明、質疑]

実施者より資料7-2に基づき説明が行われ、以下の質疑応答が行われた。

【吉川委員】　まずメタンと水素で試験をされて、実機では、しかし、COでしたっけ。

【百々主任研究員】　はい。

【吉川委員】　その辺のガスの違いの影響というのはどうなのでしょう。かなり効いてくるのでしょうか。

【百々主任研究員】　効きます。結論から申しますと、効く場合と効かない場合がございます。こちらに示しますのは、一番COの濃度が高い、CO<sub>2</sub>回収率0%の燃料に関しまして、この線が実は

COを含みましたCO60%、水素27%の燃料の線です。こちらの線が、水素が40%、私どもが試験用に使っております燃料でございます。バーナーの外周燃料比率が74%ぐらいから上になりますと、大体合っております。ところが、74%より下のところは、ごらんいただけるように、COが入っておりますとか、かなりNO<sub>x</sub>が出てまいります。

この理由でございますが、申しわけございません、軸、数字を入れておりませんが、ご容赦いただきたいと思っております。バーナーの外周燃料比率を振ってまいりますと、当然のことながら、この1列目の当量比というのが変わってまいります。外周燃料比率が上がれば上がるだけ、下がってまいります。実際、このあたりがデザインポイントになるわけですが。この点は、実はこの点と呼応しておりますが、ですので、70%ぐらいからこちら側になりますと、実はストイキ（量論混合比）よりも濃い、リッチな状態で燃やしているという状態になります。

ご承知のとおり、CO、それなりの発熱量とそれなりの燃焼速度があるのでございますが、厄介なことに、理論空気量が少ないという非常に特殊な燃料でございまして、COを別の燃料で置きかえるときに一番困るのが、実は理論空気量が合わなくなってまいります。COが入っている燃料ですと、実際のところ、かなり真ん中に燃料を集めましても、量論に対してある程度の領域までおさまっております、なおかつ、そこでの燃焼速度がそれほど落ちないものですから、かなり火炎温度が高い。一方で、水素とメタンのブレンドで、メタンのほうに発熱量を抱かせておりますので、ある意味、量論を超えますと、加速度的にぐんぐん火炎温度が落ちてきてしまいます。こういった領域では、要するに、1列目の局所の火炎温度が下がってしまう関係で、そのところで発生するNO<sub>x</sub>量が十分に表現できていないということで、外周燃料比率が高くとれない場合には、実はNO<sub>x</sub>、かなり乖離がございまして。

ただ、私どもはやはりLow NO<sub>x</sub>コンバスタを目指しておりますので、この領域で勝負をしようと思っておりますので、この領域まで持ってこられると大体合ってくるということで、答えになっていきますでしょうか。

【吉川委員】 それから、バーナーの燃焼の安定性ということでいくと、かなり不安定な領域が幾つかあると。

【百々主任研究員】 はい。

【吉川委員】 今6気圧でやっていらっしゃるのですが、実機はさらに圧力は上がるわけですね。

【百々主任研究員】 はい。

【吉川委員】 そうすると、単位体積あたりの熱というのがかなり大きくなってくるので、その辺のところのクリアできるかどうかという見通しといたしますか、大変じゃないかなという考えを持ったのですが、いかがでしょうか。

【百々主任研究員】 実を申しますと、先ほど来、燃焼騒音、燃焼振動というような話をさせていただいておりますが、こちら、燃焼騒音が出なければ、逆に言うと、かなり安心して火がたけるという状態になっております。

発生機構でございますが、外周側の燃料を移していくに従って、こういった空気孔と空気孔の間のウェーク（後流）のスペースにどうやら火が飛び込んでくるようだと。火が飛び込んできたことで、差圧が縮小いたしまして、燃料流量が減って、火炎が一たん後ろに下がりますと、そうしますと、差圧が拡大しますので、燃料流量が回復して、また火炎が前に来る。こういった形でかなり高周波の燃焼振動を出しているというような、実験上、そういったことがわかってまいりまして。

大気圧の要素試験でも、やはりあまり工夫をしないで最初やりましたときには、こういったような状況で、空気孔プレートのウェーク（後流）のところにどうやら可燃混合気が入っていたようでございまして、こういった火炎になってしまったというようなことで、これが付着をしたり離脱をしたりということを繰り返すことで、燃焼騒音が発生したり、燃焼振動になったりというようなことでございました。

浮いたままの火炎を安定に保持しておられれば、かなりそういった意味では安心ができるということで、打ちました手でございますが、ご紹介申し上げましたように、貫通を上げて、とりあえずウェーク（後流）のところに燃料が行かないようにする。あるいは、中圧のほうでは、空気孔プレートを燃料ノズルにかぶせるように配置いたしまして、要するに、燃料が出てから空気孔の出口までの間の距離を短くすることで、こういったウェーク（後流）のゾーンに混合気が入り込まないようにするという手を打ちました。平板型では、やはりそれでも燃焼振動は出てくるところがございましたので、凸型にいたしまして、ウェーク（後流）そのものをつぶしにかかったというようなことをいたしました。大体こういったことで、何とか90%のCO<sub>2</sub>回収率までたけているようになってございますが、まだこちらの冷却であるとか、それから、CO<sub>2</sub>回収率50、90になりますと、やはりこういったところに火炎が付着しにくるという現象はまだございますので、もう一工夫していこうというふうに考えておりますが、現象的にはこういったことが起きているかというのは、こういったことでございまして、大気圧の試験で、ほかに空気孔の径を振るとか、そういったパラメータは幾つかございますので、それを適用していきながら、さらに圧力あたりに対処していこうというふうに考えております。

【三浦分科会長】 ほかにありますか。どうぞ。

【毛利委員】 WE-NET以来、久しぶりに見まして、十分進歩しているのですが、燃焼のときのバーナーは、これはいろいろな、燃焼振動が出るということは、多分、どこかが悪いのですよね。それで、今、ああいう形を言うのだけれども、基本はこれでやっているから、その中で改良されているのですが、1つは、スワールはどういうような形でこれは設計しているのですか。普通は全体をうまく、どういうふうな形でスワールというか、空気側も燃料側もやるのだけど、その辺については、さっき言った燃焼振動、燃焼騒音、そういうものを避けるために、その辺のところを多分、いろいろ前段階からそういうことをやっているのじゃないかなと思うのですがね。その辺はちょっと説明していただけますかね。

【百々主任研究員】 スワールに関しましては、外周側のバーナーに関しまして、大体3列それぞれかけてございます。かけ方に関しましては、現在、出願中の特許で、まだ公開前でございますので、詳細はご勘弁を賜りたいと思います。基本的には、LNGだきに比べますと、やや弱目のスワールになってございます。パイロットバーナーに関しましては、LNG焚きとほぼ同等のスワールをかけておりまして、フレームストレッチでこの辺で不安定な現象が起きるのを避けるために、パイロットバーナーとメインバーナーはカウンターフロー的にしてございます。また、メインバーナーは、相互に同じ方向に回っておりますので、干渉しないように、干渉するような領域の空気孔を抜いております。すいません、抜き方に関しましても、詳細は公開の場ではご勘弁を賜りたいと思います。

【毛利委員】 了解です。そこが一番知りたかったんですがね。

それと、もう一つ、バーナーの絵をかいて、あたかもこうやってバーナーが出ていると言うけど、私はあれはうそだと思っているのですよ。バーナーの火炎というのは、普通、あんな格好をしてい

ないと思うのだけど、あれは理解するために。実際のところ、変なふうに火を噴いているときになると、あんなようなイメージを持っているけど、ほんとうにいい燃焼のときというのは、そんなに火災というのは可視できるような格好にはならないのではないのですかね。

【百々主任研究員】 おっしゃるとおり、水素の燃焼火炎はほとんど映りませんので、実は今日までに間に合うようにというので、オーエッチラジカルの可視化結果を何とかと思っておったんですが、ちょっと間に合わなくて、申しわけございません。

こちらは実はメタンだきでとりました火炎です。実際にメタンだきでとりました火炎で、旋回のかげ方をちょっと工夫いたしますと、このようにきれいに浮いてございます。ただ、ちょっと……。

【三浦分科会長】 見えるというのは、燃焼状態が悪いということじゃないの。

【毛利委員】 まあ、そういうことだけど。

【百々主任研究員】 これがメタンだきの火炎でございますが。特に悪くなりますと、このように。

【毛利委員】 そういうふうに見えるようになって。

【百々主任研究員】 はい。浮上火炎にいたしますと、かなりきれいに浮きまして、温度の高い領域もなくなってまいりますので、相当NO<sub>x</sub>も落ちますし、メタルも楽になります。

【毛利委員】 もっと広がりがあるバーナーの中にポーと出てこなければ、いい燃焼にならないのじゃないの。やはりこうなの？

【百々主任研究員】 ガスタービン燃焼器の場合ですと、大体こんなようなものを私ども見なれてしまっておりますので、こんなものかなと実は思っておりました。

【毛利委員】 はい。間違いはないです。

【三浦分科会長】 村上さんは。

【村上委員】 私も2点ほどですけれども、1点目、中間成果についてはすべて達成されたというご報告だったと思うのですが、最終成果の達成に関して、課題を今いろいろご説明いただいたと思うんですが、中には原因がきちんとわかっていて、ある程度達成の見込みがあるものと、それから、ある程度まだ手探りのものも残っているのかと思いますが、一番の課題で、まだこうやれば解決の、まだ手探りで残っているという分はどこの辺になるのでしょうかというのが1点目と、2点目は、実用化は先ほどのロードマップだと2020年ということですが、別に今回の技術というのは、ゼロエミッションの火力発電所だけではなくて、いろんなところに使われると思うのですが、それ以外でしたら、日立さんとしては、大分手前でいろんなところに使っていけるのか、2020年までほんとうに実用化せずに、あと10年かかるものなのか、その辺の話をちょっとお聞かせいただければと思います。

【百々主任研究員】 まず、最終成果に向けてどうかというお話でございますが、今のところ、このまま粛々と丁寧に積み重ねてまいります。メタル温度の高いところとかはございますが、何とかなるのではないかなという思いと、圧力が上がりましたことで、先ほど先生方からご指摘ございましたように、発熱の密度も上がってまいりますので、燃焼振動といったものがやはりバリアになってくるということがあり得まして、どちらかと申しますと、やはり圧力を上げたことで燃焼振動特性が大きく変わらないかというところが一番の課題になろうかと思います。

もう一つは、幾つかの箇所はまだメタル温度が高いということがございまして、圧力を上げてまいりますと、特に水蒸気の濃度が高い燃焼ガスでございますので、輻射が相当効いてまいります。そういったことで、冷却の問題もまだ多少動くという認識であります。

実用化に関しましては、確かにおっしゃるとおりで、COGであるとか、あるいはリファイナリーであるとかに展開可能な技術と考えておまして、そういったこともございまして、ご指導をいただきまして、共同研究に移行したのかなというような認識を持っております。実際、私どものほうでも、2020年までこのまま手をつけないということは考えてまいと思っております。

【村上委員】 素人なもので、最初の研究開発の技術課題についての質問なのですが、いろいろ実験をされて、ちょっと話づらいところがあるのではないかとと思うのですが、手探りのにやられているのじゃなくて、不都合に関しては、やっぱり原因がわかっている、こういう手順でこういうことをやればよいということは、もう大体目処はついているのでしょうかということなのですが。

【百々主任研究員】 はい。目処はついているつもりでやっております。ただ、正直もうしまして、水素とCOと窒素の混成のガスに関しまして、例えば、高圧下の燃焼速度の特性というのが完全に解明されている状態ではないということもございまして、机上検討に載らない部分が出てまいるのを恐れております。

【三浦分科会長】 よろしいですか。

【村上委員】 ありがとうございます。

【二宮委員】 今とよく似た質問なのですが、今回、改良されたというのは、1つは、平面を凸面にされたということと、もう一つ、バーナーの径を狭められたということで改良されたと思いますが、これはもう少し、例えば、もっとバーナーの径を小さくするとか、もう一つ改良の余地というのはどういう方向であり得るのでしょうか。もうほぼこれで限界なのか、もうちょっとノズル径を小さくすればもっとよくなるか、そういうようなことでもないのでしょうか。

【百々主任研究員】 燃料のノズル径に関しましては、もう少し振り様もあろうかと思いますが、最適値に近いところにはあろうかと思っております。むしろ、こういったバーナーの個別の空気の孔でございまして、こちらのほうに分布をつけてやるとか、あるいは、旋回角の調整をするといったところで、まだ二、三、改良の余地を残してございます。

逆に申しますと、2個目の改良で中間評価の目標に何とか達しましたというところで、これから高圧下するに従いまして、またバリアが出てまいりましたときに、仕込んでおりましたことを幾つか試していくという形になろうかと思っております。

【二宮委員】 そう申しますと、あとの2年の間で、もう一度これが再度新しいのか、改良型の燃焼器を、バーナーをつくられて試験されるということでしょうか。

【百々主任研究員】 はい。もちろん、そういうことになってまいるとは思いますし、マイナーチェンジを幾つか重ねていくことにはなろうと思っております。

【二宮委員】 ありがとうございます。

【守富分科会長代理】 ロードマップみたいなやつがありましたよね。2012年までの。8枚目ですか。

【百々主任研究員】 はい。

【守富分科会長代理】 このときに、今の二宮先生の話と似ているようなものもあるんですが、ここでいう実寸サイズと言われるのと、高圧と言われるのは、今やっておられる中圧の0.6というのと、実寸サイズというときには、これは実寸サイズになったら、またゼロからやるみたいな話なのか、要するに、今のやつをベースにしてユニットで組んでしまうのか、スケールアップみたいなもの

のがきちんとはっきりとれていて、孔の径は、サイズが大きくなった場合にはこういうサイズにすればいいという、今までの日立さんが持っておられる経験から来るものでやられるのか、今の小さいユニットに対して、ただ数を多くしていくという考え方なのか、その辺はどういうような考え方をされていますか。

【百々主任研究員】 サイズが1.5倍になります。実を申しますと、報告申し上げました燃焼器に着手する前に、実は実寸サイズの燃焼器で一度火をたきまして、実験装置の不具合が出てきたので、あまり高い負荷まではたけていなかったのですが、そのデータとこちらの対応するデータを取りまして、一応スケールファクターであるとか、そういったものはほとんど出ていないということは確認してございます。

ですので、ここまでやってまいりました知見をそのまま生かせる形で進行していけるのではないかとこのふうには考えております。

【守富分科会長代理】 ということは、サイズが1.5倍になって、圧力は。

【百々主任研究員】 圧力は、今、0.6メガでやっておりますのを、1.3メガまで上げます。

【守富分科会長代理】 2倍ですよ。

【百々主任研究員】 はい。

【守富分科会長代理】 そうすると、サイズ1.5の圧力2倍に上げたときの、例えば、今の孔形状、あるいは、さっきの凸角を含めて、そういうのというのは、ある種の、感じからすると、ゼロからやらなければしょうがないのですが、経験的にそういうのがきちんとならざるようところ、日立さんのこれまでのバーナー開発の中で、ある種の経験則みたいなものはあるのですかね。スケールアップするという。

【百々主任研究員】 今のところ、スケールアップをしたものについて実測データと縮小サイズからの予測しましたデータに乖離がございませんので、そのままうまくいくのではないかと期待しております。

【三浦分科会長】 その場合、ガスタービンは1.5倍になっちゃうの。そういう問題ではなくて、ガスタービンは固定したまま、バーナーのほうだけ1.5倍という。斜めから突っ込むというやつですね。

【百々主任研究員】 はい。

【三浦分科会長】 私が一番心配なのは、孔を1.5倍というのは、流量的にどうのこうのというよりは、どっちかという、燃焼速度と空気比、あるいはガスの速度みたいな、そういったやつの基本的な実験データみたいな、あるいは計算でも構わないのですが、そういったやつが欲しくて、それが無いのに、1.5倍でございませぬとか、あるいは、実機は可能でございませぬと言われても、信用できないのですけど。

【百々主任研究員】 申しわけございません。申しおくれました。実を申しますと、当初予定しておりました実寸サイズと申しますのは、私どもの持っております一番大きなガスタービンに直接組み込まれるサイズです。

【三浦分科会長】 なるほど。

【百々主任研究員】 こちらはそれより一回り小さいサイズのガスタービンに組み込むためのもののでございまして、出力規模と運用圧力は違います。しかしながら、設計しております空気の流速でありますとか、燃料流速でありますとかは同じにさせていただきます。

【三浦分科会長】 例えば、こういうやつじゃなくて、触媒燃焼でガスの流量を稼ぐということは、プレート式みたいな形にしてできないのかなという気もするのですが、それだともう新規に新しく開発ということになって無理だと。例えば、円筒状の二重管で、あるいは三重管、四重管で触媒燃焼みたいなのをさせるというのはどうなのだろうという。そういったことは新たな開発になるので、今回は考えないのかもしれないのですが。

要するに、だれかも言ったのですが、バーナーの最適化を途中で開発をとめてしまったというような気がして、プレートより出したやつがいいと。何でいいのかというやつに対して、例えば、それを最適化するというときに、何がパラメータになるのかというやつに対しての手がかりが、まだつかめていないのではないかと失礼なことを堂々と言っちゃうというのは、ごめんなさいね。だけど、そういうふうなやり方で、実用化のためには、濃度よりも、ほんとうは流量なんじゃないのという、例えばそういうふうに通っちゃうので、ほんとうのキーポイントのパラメータみたいなやつが足りないのではないかと失礼な気がするのですが、その点は、今までの経験からして、日立ならでは大丈夫なのだという、そういう感じなのですか。

【百々主任研究員】 まず流量でございますが、私ども、ガスタービン燃焼器のほうは、ある意味、ヒートマスバランスで、この空気をもらって、これだけの燃料をのんで、何度でタービンに渡しなさいというような形で私どもの課題が設定されますので、流量は自ままた振れないという部分がございます。要するに、あるガスタービン負荷を実現するために、いただいた空気条件と今あります燃料条件から、一番安全に、一番Low NO<sub>x</sub>に火をたけというのが私どもの課題になります。

そこで、もちろん、ご指摘のとおり、流速であるとか、あるいは流出角であるとかというのをパラメータにいたしまして、最適化をいたします。その形状をドラスティックに変えたものだけお出ししましたので、一足飛びに飛んだような印象がございまして、間をつまんで出口と入り口だけ研究していやがるだろうというふうにお考えかと存じますが、大気圧の燃焼試験でいろいろ形状を振りまして、その中で、やはりこうしていけば大丈夫であろうというものを、何しろ大きなサイズの燃焼器になりますと、予算的にそうたくさんつくれないものですから、やはりある程度フィージブルだと思ったものをつくって、用意をしておきまして、足りなかった場合に、こちらのほうに入れ替えてやるというような手順で実験をしております関係上、かなりドラスティックに、一気に変わって見えますが、裏付けに要素試験をしております。よろしゅうございましょうか。

【三浦分科会長】 もう一つ言うと、ガスタービンに関しては、要するに、羽根とかいろんなやつの機械的損失というのは、ガスタービンの大きさ、形状によって、寸法なんかで大体流量範囲から何から決まっているよという、そういう話ですか。

【百々主任研究員】 はい。ですので、燃焼器は、例えば、圧力損失幾ら以内で構成しなさいとか、そういったスペシフィケーションはございますので。また、逆に申しますと、燃料が変わったことで、燃焼器だけ入れ替えてガスタービンが構成できるようにということで、上流側、下流側に迷惑をかけないようにというような形で、要するに、燃焼器の設計のスペシフィケーションが決まっています。そちらを守ってやっておるという状況でございます。

【三浦分科会長】 もう1点、炉内脱硝と炉外脱硝という場合、そんなに燃焼に苦勞して、振動したり、何かしているのだったら、そっちはちゃんと燃えるようにして、NO<sub>x</sub>が10より増えてもいいじゃないか、炉外脱硝したらというふうに通えるのですが、そういう考え方だと、コストが高くなって話にならないのですか。

【百々主任研究員】 まず、煙道で脱硝すればよいのではないかというご指摘に関しましては、おっしゃるとおりでございます。ただ、今回、やはり定量的に見える、明示性の高い目標をとということでございましたので、LNGで世界最高レベルである10ppmというのを、水素でもドライでやろうということを目標に掲げましたので、目標は目標でございますので、まずそれを達成しにかかるということで頑張りましたというのが1点でございます。

もう1点でございますが、やはり拡散燃焼で水素濃度が高い燃料をたきましたときに、かなりのディリユーエント（希釈噴霧剤）が必要になってまいります。こちらのほうが効率のドロップがかなり大きくございまして、たださえCCSで動力を食うのに、こんなにまだデノックスで欲しいのかというようなことになると、今度はプラントそのものの存立性に関わってくるのではないかと考えてございまして、何とかドライで下げようというのがモチベーションでございます。

【三浦分科会長】 これ、バーナーの開発をとめたというふうに悪く言ったのは、要するに、EGR的な要素とか、部分燃焼的な要素とか、あるいは濃淡燃焼的な要素とか、濃淡燃焼の要素みたいなのは少し入っているみたいだけれども、EGR的な、要するに、バーナー自体でEGRみたいなどころとか、そういったやつが、ちょっと考え方が少ないのかなという気もして、これで特許と言っても、大した特許にならないよなというふうにも思ってしまった、何かもっといい工夫はあるのじゃないのという、隠しておられるのじゃないのかと思って聞いていたのですけど。

【百々主任研究員】 大した特許でないので詳細をご容赦いただいたというところではございますが、内部EGR的な要素はもちろんございまして、やはり定常燃焼させるためには、燃焼ガスがある程度循環して戻ってくるにはしております。ただし、あまり大きく戻しますと、実はこういった複数のバーナーで構成しております燃焼器でございますので、要は、戻ってきた燃焼ガスを入れておきますミクスチャーがきちっと全部受けとめきれないと、隣のバーナーに迷惑をかけるというような状況がございまして、内部EGR的な要素は、実はかなり低く抑えてございます。ですので、ロースワールインジェクタに近いような設計思想という部分は確かにございます。

<非公開の部>

## 6. 全体を通しての質疑

<公開の部>

## 7. まとめ・講評

各委員から以下のまとめ・講評があった。

【吉川委員】 随分大変なプロジェクトだと思うのですが、私、石炭のほうはそれほど詳しくないんですけど、方法論といいますか、例えば、いろんな炭種があるのだけど、どういうふうに対応したらいいのかという、そういう方法論をできるだけ確立していくような方法で対応していただきたいということで、やっぱり方法論の確立というのは、どこへ行っても非常に大事なことだと思いますので、ぜひその点をもうちょっと強調してやっていただきたいというのと、それから、水素の取り扱いというのは、私はこのNEDOさんのほかの水素のプロジェクトで委員をさせていただいたんですけども、一般に知られているより、やっぱり水素って非常に危険な燃料ですので、ぜひその辺の安全対策というのでも怠らないようにして研究のほうを実施していただきたいという、2点でございます。

【三浦分科会長】 お願いします。

【毛利委員】 今日はありがとうございました。私も十数年NO<sub>x</sub>バーナーの開発をやりまして、ほんとうにメーカーさん、電中研さんを含めまして、よう見たことのようなうそというか、これでお金を払ってきたほうでございませうが、でも、そういう中から、やはり時代を経ながらも、目的を達成してきたわけですね。きょうお話をいろいろ聞きましたけれども、やはり自分たちがどういうマネジメントをしながら体系づけて上がっていくという、こういうことを、今の断面ではなくて、技術というのは長い歴史がありまして、一長一短の見えている技術、これで事業仕分けをやっているけどとんでもない。やはり10年、20年、うそをつきながらか、だまされたか知りませんが、そういう中から生まれてくるものですから、いろんな厳しい批判があっても、それに負けないでやってもらいたい。そのためには、体系づけて、こういうマネジメントをちゃんとしていって、どこが間違えているかということに立ち戻られる、そういうシステム、それから、こういう全体のやり方というのをやっていただきたい。

私からのお願いは、きょういろいろ聞きまして、もうちょっと石炭の一番もとをやってくれないかなど。それから、もう一つは、石炭というのは爆発しますので、さっき言ったように、安全性というのは、そのうち実用機になると出ますので、セキュリティということを考えながらやらなきゃいけない。これはもうちょっと先だと思えますが。もう少し石炭のいろいろなことが、ガス化、そういうものに対してどういうふうに挙動するかというところ、今までにないいろいろなものがあるので、その辺をもう少し、逆に、教えていただきたいなという、それがガス化炉のもう少し合理的な設計なんじゃないか。というのは、石炭というのは、同じ何とか炭と言っても、場所が違ったらまるっきり違う。つまり、銘柄でだまされてはいけない。こういうものもありますから、そういう点から見て、大同炭だと言っても、いい大同炭もあれば、悪い大同炭もある。いろいろそういうふうになっている。やはりそういうところの石炭のもとのところをよく整理をしてやっていただくというのも、地道な仕事かもしれないかもしれませんが、ぜひお願いしたいと思えます。

【村上委員】 では、私から、一言だけなのですけれども、きょうここにおられる方は、大体皆さん石炭に理解があって、大体シンパの方だと思うのですが、今回、こういう中間評価をやって、一般に公開するというのを考えると、世の中には、何でこれから2050年までかけて石炭だよという方もいっぱいおられるわけだと思うのですよ。そうすると、やっぱりわかりやすい説明がもう少ししていただけたらなと思えます。

研究論文の発表のような非常に細かい説明を求める人は、またそれはそれで論文を見たり、専門のところを見るわけで、一般の方が見て思うのは、ゼロエミッションの火力発電所をこれこれのコストで実現すれば、世界中これだけのいいことがある、そこはみんなオーケーなのですよ。それを、今回の成果を使って、今2010年ですけど、20年時点ではここまでできて、それによってこれだけの成果が出ます、20年ではこういう成果が出ますというようなことを段階的に、それから、今それに向かってどういう段階まで実現できているのかという、半分素人——素人と言っても、全くの子供や主婦が見るとは思いませんけれども、世の中に若干影響力を持ちそうな専門家じゃない人が見て俯瞰できるように説明していただけたら、それで良いのではないかなと思えます。きょうのような説明は、それこそ学会とか専門家相手にしていただくことは非常にいいと思うのですが、そうじゃなくて、私のようにちょっとそういう専門知識が足りない人間にもわかりやすく説明していただければなと思えます。

【二宮委員】 今回、CO<sub>2</sub>回収型のIGCCということで、私も非常に期待しております、特に、今の空気吹きの方では非常に成功しているものを、今度CO<sub>2</sub>を入れたタイプということで、これがうまくいけば、先ほどCO<sub>2</sub>回収できるということで、期待しているところです。

ただ、今回の発表でちょっと気になっているのは、結局、先ほど3トンでやられるということはわかるのですが、実際、今回の窒素の影響とCO<sub>2</sub>の影響は一体どこにあるのだろうか、ある意味で言うと、全く変わらない可能性もあると。多分、ある部分が基本として変わってくる。その部分の整理がまだ不十分なのかなと。というのは、おそらく伝熱の問題とか、きょうはあまり議論されませんでした、モデルの中のCO<sub>2</sub>の熱容量及び伝熱及び放射伝熱とか、いろんなものが結果としてガス化炉のシステムに影響してくるのだろうという、そういう伝熱に関わる部分と、もう一つはその反応の部分です。もう一つ、流れの部分と。そのあたりをもう少し分けた上で、一体CO<sub>2</sub>にすることによって、どういう点が課題だということをうまく整理していただくと、非常にわかりやすいのかなと思います。

特に、今日はお聞きしませんでしたけど、灰の溶融とか、このスラグの流れるということに対しても、ほんとうにCO<sub>2</sub>雰囲気だと何か違う影響があるのか。やはりあれだけ高温だから、結果としては、CO<sub>2</sub>は関係なくて、今までのN<sub>2</sub>のものと同じなのですよという。発表の結果を見ると、同じような感じも受けましたが、そういう整理をもう少ししていただけるといいなというのを思いました。以上です。

【三浦分科会長】 ありがとうございます。

【守富分科会長代理】 私のほうからは、ずっとハイコール時代からガス化のほうを向いてきたわけですが、それなりにEAGLEはEAGLEでひとり立ちするようなどころに来ていますし、IGCC勿来のほうもそれなりに動いていますし、それに加えて、今回のCO<sub>2</sub>回収型IGCCということで、期待もしているのですけれども、逆に、きょうのお話を聞いていて、少なくとも石炭であるとか、炭種であるとかと言ったときに、ほかのIGCCとそれなりに比較したデータも欲しいし、先ほども言いましたけど、ここに最後に補足資料で出していただきましたけれども、やはり3つが並列して走っていくわけでもないように思うのです。どこかで、先ほど持田先生のほうからは、インド・中国をねらうんだということもありましたけれども、じゃ、日本型のIGCCも、当然、今勿来で動いているのも海外進出する可能性もあるわけですし、EAGLEももちろんそうだと思いますし、そういう意味では、3つのものが同時に動いていくのか、どこかでひとり立ちしていったものはひとり立ちで、次の2030年、50年のどのぐらいの時間のスケールのところをねらっていくのかということも含めて、その意味では、やはり二宮先生言われるように、CO<sub>2</sub>ならではの特徴というところがもう少しアピールがあってもいいのかなという感触は持ちました。

ただし、心配事としては、やはり2030年とか50年といった場合に、人がそこまできるか、石炭研究者が残っているのかなという不安感もありまして、その辺の意味で、こういうプロジェクトを動かすことで、人材がそれなりに育っていけば、それはそれなりに、基盤研究も含めて、重要なことだと思いますし、そういう意味も含めて、もう少し、先ほども意見ありましたが、国民の税金を使っている、皆さんにやっぱりこれは重要なプロジェクトなのだ、あるいは、人材確保でも必要なのだというところがもう少しアピールしていただくと、もう既に走っているEAGLE、あるいはIGCCとの差別化とは言いませんが、もう一つこういうのも、CO<sub>2</sub>に対応するということが重々わかっているのですけれども、もう少しアピールがあってもいいのかなという感触はきょう持ちました。

【三浦分科会長】 私からは、同じようなことですが、海外でのIGCCと比べたときに、日本は遊びみたいなやつばかりで、寂しい思いをしてきたので、どちらかというと、CCSも含めたIGCCで、海外との性能比較をぜひ行っていただきたい。世界ナンバーワンの技術、そして、世界ナンバーワンに安いコストでできるという、そういう技術を出してもらいたい。そうしたら、すべての人が納得するというふうにするので、それ以外に納得させる方法は何もないのじゃないかと思うので、そこだけねらってほしいなと思います。以上です。

8. 今後の予定

9. 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 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）
  - 4.1 事業の位置付け・必要性及び研究開発マネジメント
- 資料 6-2 プロジェクトの概要説明資料（公開）
  - 4.2 研究開発成果及び実用化の見通し
- 資料 7-1 ロジェクトの詳細説明資料（公開）
  - CO2回収型次世代IGCC 技術開発
- 資料 7-2 プロジェクトの詳細説明資料（公開）
  - 石炭ガス化発電用高水素濃度対応低NOx 技術開発
- 資料 8 今後の予定

以上