

## 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

### 議事要旨

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

## 議事要旨

<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。

主な質疑内容：

・バーナーも含め、本研究の比較対象プラントは何かとの質問があり、CO<sub>2</sub> 吹きガス化については、空気吹きの勿来、酸素吹き EAGLE・150t/d に CCS を組み込んでどうなるか、高濃度水素燃焼については、他社実績を調べ目標設定したとの回答があった。また、高水素タービンの実例はあるかとの質問に対し、単純に水素燃焼するケースとしてコークス炉ガスがあるが、低 NO<sub>x</sub> 技術は開発していないとの回答があった。

・NO<sub>x</sub> 濃度 10ppm と CCS では重みが違う、10ppm に拘る根拠は何かとの質問があり、IGCC では燃料を作る工程でエネルギーを使うため、NO<sub>x</sub> 除去に追加エネルギーを使うことが許されないとの回答があった。重油・灯油焚きは酸素濃度 0% だが、NO<sub>x</sub> 濃度 10ppm（16%酸素濃度換算）は酸素濃度 0% だと何 ppm になるかとの質問があり、4 倍になる（石油焚きの場合と同レベル）との回答があった。また、EAGLE の知見を利用しているかとの質問があり、利用している。ただし、EAGLE は拡散燃焼が可能である。積極的な熱回収をしていないので、低温 N<sub>2</sub> の吹き込みで NO<sub>x</sub> 低減が可能だが、本法は送電端効率を高めるため積極的に N<sub>2</sub> で熱回収しており、噴射 N<sub>2</sub> は高温になってしまう。そのため、ドライの NO<sub>x</sub> 除去が必要となるとの回答があった。

・米国では CO<sub>2</sub> 分離回収コストを 10 ドル/t-CO<sub>2</sub> にして、全ての電力会社が使えるようにしようとしている。1000 円/t-CO<sub>2</sub> は妥当な目標だと思う。鉄鋼などへの波及効果も大きい。送電効率や低 NO<sub>x</sub> はさておき、CCS だけに絞って開発し、開発技術を全世界に配った方がよいのではないかとの質問があり、送電端効率はエネルギー効率にとって重要であり、CCS との両輪を考えているとの回答があっ

た。超々臨界等の利用は考えないのかとの質問があり、通常（微粉炭燃焼等）は灰溶融点の高い石炭を使うが、ガス化は灰溶融点の低い石炭を使うため、開発の方向性が違うとの回答があった。

・送電端効率という技術的な開発目標と CO<sub>2</sub>回収コストの関係性について質問があり、技術的には複合的に絡むが、コストは様々な市場価格の影響を受ける。現時点では、明確な関連付けにはなっていないとの回答があった。また、発電端効率を上げ、CO<sub>2</sub>回収コストを下げるのがあいまって、送電端効率を高められるとの回答があった。

・資料 6-2 の 4 頁にある企業の支援の内容は何かとの質問があり、実機 FS の電中研からの外注、空気吹き技術のベースは電中研が知見を持っており、電中研は協力関係を維持しているとの回答があった。

・CO<sub>2</sub>吹き IGCC では、空気吹きの場合と比較して、ガスタービンはどうなるかとの質問があり、CO<sub>2</sub>吹きの方が燃焼性が下がるが、新設計と言うほどではなく、従来の延長で対応可能と考えているとの回答があった。

・大竹一友（故人）・三浦・岡崎健の酸素吹き技術が NEDO プロで開発されている。その成果は利用していないのかとの質問があり、40 年のガス化の技術蓄積は無駄にしている。3t/d→30t/d→2000t/d と計画を書いた。METI の意識変革が必要で、プロジェクトが終了すると設備は買取か廃棄になるため、目的が変わったら利用できなかった。次の研究開発にも使えるように、大胆な変革が必要であるとの回答があった。

さらに、大竹らは石炭の酸素燃焼での CO<sub>2</sub>リサイクルであり、ガス化ではないが、豪州等でオキシ・フューエル技術として実証試験が行われ出している。世界をリードしていると言っても過言でないとのコメントがあった。また、高酸素燃焼で燃焼効率の向上を図ることと CO<sub>2</sub>リサイクルは、言い方の違いの部分があり、思想的に同じ技術の部分があるので、それらを再度見直しておくことも大事であるとのコメントがあった。

<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]

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。

主な質疑内容：

- ・コスト見通しは条件によりブレるかとの質問があり、従来の IGCC+ $\alpha$  のコストに抑えたいが、検討中であるとの回答があった。
- ・基準となる石炭の選定はどうしたかとの質問があり、代表的な中国、インドネシア炭で使用実績のあるものを選んだとの回答があった。また、従来の評価項目にはない活性酸素は検討項目に入れているかとの質問があり、熱分解性やチャーのガス化などは検討しているが活性酸素は入っていないとの回答があった。
- ・シミュレーションと実機の相関性、大型化のための因子として何を求めようとしているかとの質問があり、3t/d 炉での実験で現象の把握に努め、乖離部分を把握している。シミュレーション手法は、勿来のデータ等との比較検討までしており、構築できていると考えている。CO<sub>2</sub>吹きは不明な点を、実験とシミュレーションの両輪で検討を進めていくとの回答があった。
- ・今後の実機化を進めるに際し、コスト検討でプラントメーカーをパートナーに入れられないのかとの質問があり、未確定であるが、ベンチプラント等に進めば直接的協力が必要になると考えている。九大グループには、勿来 1700t/d プラントの初期段階まで係わったメンバーがいるとの回答があった。

- ・ガス化炉は2室2段での研究かとの質問があり、そうであるとの回答があった。空気吹きとCO<sub>2</sub>吹きの熱分解特性の違いはどうかとの質問があり、迅速昇温下での粒子の昇温・揮発はあまり影響がないが、燃焼速度が遅くなる（コンバスタ出口温度が下がる）。リダクタでは、CO<sub>2</sub>分圧上昇が、改質やチャーの分解を吸熱反応で促進させる。コンバスタ出口温度（リダクタ入口温度）が低い条件で、これがどこまで進むかの把握が基盤研究の範疇と考えているとの回答があった。
- ・1室2段炉（EAGLE型）もシミュレーションの対象に入れてあるが何故かとの質問があり、中心は電中研の2室2段炉であるが、オプションの一つとして検討を拡大した。微粉炭配送用N<sub>2</sub>をCO<sub>2</sub>に置き換えることを想定しているとの回答があった。
- ・CO<sub>2</sub>の役割・転換率はどの程度かとの質問があり、予備的な検討ではガス化剤としての効果はかなりありそうとの結果を得ているが、実験ではリダクタ入口温度が下がったため、効果把握の途中段階であるとの回答があった。これに対し、効果のアピール力が少ないとのコメントがあった。
- ・コンバインドシステムでGTとSTの比率はどの程度かとの質問があり、3対2の出力比である。再生熱交の大型化が進められており、その成果を利用する予定であるとの回答があった。
- ・現状の予算規模で、今後も大丈夫かとの質問があり、コンバスタの改造費も確保してもらえると聞いているので、適切な額と考えているとの回答があった。
- ・全体的に見て、流れに沿って、分かっていることと分かっていないことが良く分からない。従来技術が使える部分とシミュレーションをする上で不足している部分(研究すべき部分)を明示し、注力していくことが、国のためになる。ガス化の設計の基本がこれによって完成する。装置は売り渡しても、コントロール技術はNEDOにしかない、今までの集大成を設計に反映する、これが私の好みだが、できないかとの質問があり、『遅れているところに注力する。炭素転換率、冷ガス効率の向上をCO<sub>2</sub>吹き込みでどこまで可能かにフォーカスしていく』との回答があった。さらに、全体的な設計のためのロードマップをつくってほしい。不明な部分を明確にし、オールジャパンで得意な研究者（企業・大学等）に公募で参加できるようにしてほしい。ガス化炉を開発すると言うが、何をもちょう目標達成としようとしているのか。発電効率なのか、CO<sub>2</sub>を排出しないことなのか明確にしてほしいとのコメントがあった。

## 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。

主な質疑内容：

- ・メタン/水素で試験をし、実機ではCOが焚かれるが、ガスによるNO<sub>x</sub>発生の違いはあるかとの質問があり、違う領域と変わらない領域がある。COは或る程度発熱量があるが理論空気量が小さいため、メタン/水素と燃え方が異なり、燃焼空気の入り方の違いにより異なってくるとの回答があった。
- ・バーナーの燃焼の安定性で不安定な領域がある。実験が6気圧であるのに対し実機はもっと高圧になり、体積当たりの熱負荷が増えるため安定性の確保が大変ではないかとの質問があり、燃焼振動が出なければ安心して焚ける。ウェイク部へ混合ガスが溜まるのを防ぐ工夫等で対応するとの回答があった。
- ・燃焼振動を避けるためにスワールをどういう形状に設計しているかとの質問があり、パイロット、メインバーナーそれぞれ異なるが、詳細形状は出願中との回答があった。
- ・中間成果は全て達成したとのこと。最終成果に向け、手探りの部分はどこかとの質問があり、開発の手順は目処がついているが、水素/CO/N<sub>2</sub>で高圧下の燃焼特性は分かっていない部分があり、机上検討

に乗らない部分があることを恐れているとの回答があった。

- ・平面から凸面、バーナー孔径を小さくすることをしたが、孔径は限界かとの質問があり、孔径は最適値に近い。個別の空気孔に分布をつけるとか旋回角を変えるなどの工夫が残っている。中間成果は達成したが、高圧では、更なる改良、マイナーチェンジがあると考えているとの回答があった。
- ・ロードマップ（8枚目のスライド）で実寸サイズ、高圧とあるが、今の中圧でのものをベースに小さいユニットを増やすのか、スケールアップ経験則を用いるのかとの質問があり、サイズは1.5倍になる。実寸サイズは手持ちの最大タービンに直接組み込めるもので、空気流速、燃料流速はこれと同じにしている。積み重ねたスケールアップ予想データと乖離していないとの回答があった。また、スケールアップのためのキーポイントとなるパラメーターが不足しているように見えるが、日立ならではの方法をもっているのかとの質問があり、所与の空気、燃料条件でタービンに渡す条件を満足させようバーナーを設計している。流速、流出角などをパラメーターに大気圧燃料試験で得たデータから推測している。説明では詳細な要素研究の説明を省いて、ドラスティックに平面と凸面を比較してしまったとの回答があった。
- ・炉内の脱 NO<sub>x</sub> で 10ppm より増え（脱 NO<sub>x</sub> を気にせず）、炉外で脱 NO<sub>x</sub> した場合はコストが高くなるか質問があり、そうなるとの回答があった。コストが上がればプラントの存立に係わるので、世界初を目指して、ドライで炉内の脱 NO<sub>x</sub> で行うことを目指し、目標際立たせたとの回答があった。
- ・バーナーの工夫で、EGR、部分燃焼、濃淡燃焼について質問があり、内部 EGR の要素は少し組み込んでいるとの回答があった。

<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：方法論として、多様な炭種に対する対応の仕方を確立してほしい。また、水素の取扱いについて、危険な気体であるため安全対策を怠らないようにしてほしい。
- ・毛利委員：自分達でマネジメントしながら、体系付けをしてほしい。どこで間違えたか、立ち戻れるようにする。石炭の本（もと）に取り組んでほしい。同じ炭種でも、場所により違いがある。
- ・村上委員：これから 2050 年まで掛けて、何故石炭なのだと言う人がいる。一般の人に、ゼロエミッション発電はこのコストで実現出来る、2020 年ではこうなる等、段階的に分かるように説明してほしい。
- ・二宮委員：空気吹きが成功している。O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> 吹きに期待しているので、N<sub>2</sub> と CO<sub>2</sub> での違うところと同じところを整理してほしい。伝熱、熱容量、反応、流れ、その他灰溶解等、に分けた上で整理してもらえると分かり易い。
- ・守富分科会長代理：EAGLE は独り立ちし、勿来もそれなりに動いている。本法を含め、3つの技術が並列で走るわけではなく、どれが抜き出て独り立ちしていくか分からない。CO<sub>2</sub> ならではの長所をアピールしてほしい。2030 年、2050 年に研究者が残っているか不安だ。継続して人材育成をしていくことも必要である。アピールも重要。
- ・三浦分科会長：海外の IGCC に比べると、日本は遊びみたいで、さびしい。海外との性能比較をし、世界 No. 1 の安価な技術であることを狙ってほしい。

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）
  - CO<sub>2</sub>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 NO<sub>x</sub> 技術開発
- 資料 8 今後の予定

以上