

「無触媒石炭乾留ガス改質技術開発」

事後評価報告書（案）概要

目 次

| | |
|----------------|----|
| 分科会委員名簿 | 1 |
| プロジェクト概要 | 2 |
| 評価概要（案） | 10 |
| 評点結果 | 16 |

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会
「無触媒石炭乾留ガス改質技術開発」(事後評価)
分科会委員名簿

(平成22年9月現在)

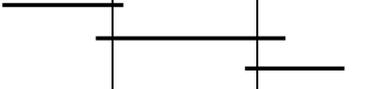
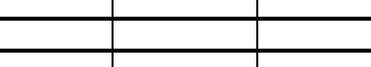
| | 氏名 | 所属、役職 |
|----------------|--------------------|---------------------------------|
| 分科 会長 | たからだ たかゆき 宝田 恭之 | 群馬大学 大学院工学研究科 教授 |
| 分科 会長 代理 | いのまた まこと 猪俣 誠 | 日揮株式会社 技術開発本部 本部長代行 兼 技術戦略部長 |
| 委員 | かみや ひでひろ 神谷 秀博 | 東京農工大学 大学院工学研究院 教授 |
| | なるせ いちろう 成瀬 一郎 | 名古屋大学 大学院工学研究科 教授 |
| | にしむら まさる 西村 勝 | 関西熱化学株式会社 研究開発センター 部長研究員 |
| | ふるき のぼる 古木 登 | 三菱化学株式会社 炭素本部 炭素事業部 炭素材部長 |

敬称略、五十音順

概要

| | | 最終更新日 | 平成 22 年 9 月 3 日 |
|--------------------|---|----------|-----------------|
| プログラム名 | エネルギーイノベーションプログラム | | |
| プロジェクト名 | 無触媒石炭乾留ガス改質技術開発 | プロジェクト番号 | P06038 |
| 担当推進部/担当者 | 環境技術開発部 矢内主任研究員、只隈主査 (平成 18 年 6 月～平成 19 年 3 月) 同 矢内主任研究員、鴻上主査 (平成 19 年 4 月～平成 20 年 3 月) 同 矢内主任研究員、埴田主査 (平成 20 年 4 月～平成 21 年 3 月) 同 矢内主任研究員、平田主査 (平成 21 年 4 月～平成 21 年 5 月) 同 江口主幹、平田主査 (平成 21 年 5 月～平成 21 年 8 月) クリーンコール開発推進部 小林主幹、平田主査 (平成 21 年 8 月～平成 22 年 3 月) ※事後評価は、環境部 矢内主任研究員、平田主査で対応 (平成 22 年 9 月) | | |
| 0. 事業の概要 | <p>我が国の鉄鋼業では、高炉による鉄鉱石の還元剤として使用しているコークスの製造にコークス炉が使われている。コークス炉ではコークスが製造されるとともに石炭乾留ガス (COG) が副生する。この COG 中に含まれるタール分の析出やコーキングを避けるため、水により急冷してタール分を除去、回収していることから、高温の COG が持つ顕熱が十分に有効利用されていない。</p> <p>本研究開発は、コークス炉から発生するタール分を含む高温の COG を、その顕熱を利用して無触媒で改質し、メタノールや DME (ジメチルエーテル) などの液体クリーン燃料に工業的に転換可能な合成ガスを製造するための技術開発を行うものである。</p> | | |
| I. 事業の位置付け・必要性について | <p>(事業の位置付け)</p> <p>平成 16 年 6 月に「クリーン・コール・サイクル (C3) 研究会 (資源エネルギー庁石炭課)」において取り纏めた報告では、「2030 年のゼロエミッション実現を目指す技術開発過程において鍵となる石炭ガス化を核として、石炭とバイオマス・廃プラスチック等とのハイブリッドガス化や、電力と化学原料等とのコプロダクション、水素製造など、多様なクリーン・コール・テクノロジー (CCT) モデル実証の展開を図る (石炭ガス化を核とする多様な CCT モデル実証の展開)」としている。本技術開発は、石炭起源の合成ガス (水素、一酸化炭素) からのメタノールや DME 等合成を目的とした原料ガスを作る技術であり、国の政策にも十分適合するものとしてスタートした。</p> <p>また、本技術開発は、未利用の石炭乾留ガスが持つ顕熱を有効利用する省エネルギー技術であるばかりでなく、合成ガスからの液体燃料製造を目的としている。我が国における事業化に加え、将来の海外への CCT モデル実証にも繋がる技術開発である。平成 21 年 6 月に総合資源エネルギー調査会鉱業分科会クリーンコール部会において取り纏めた報告書では、我が国の優れた石炭利用技術を海外に普及することで、地球温暖化問題に貢献することを狙った「Clean Coal for the Earth」計画が打ち出された。我が国発の技術を海外で実証・実用化を目指す本事業は、この主旨に十分に沿ったものである。</p> <p>(必要性)</p> <p>世界中に広く賦存し、かつ埋蔵量が豊富である石炭は、将来にわたって安定供給が見込め、また経済的にも優れていることから、重要なエネルギー資源として位置付けられている。一方、地球全体の温暖化対策は喫緊の課題となっており、他の化石燃料と比べて炭素分が多く、燃焼した際の CO2 の排出量が多い石炭を今後も利用していく上では、環境負荷の低減に資する石炭のクリーン利用が不可欠である。このような状況を背景として 2009 年 4 月に発表されたエネルギーイノベーションプログラムでは、資源の安定供給確保と並び化石燃料の有効かつクリーンな利用が目的の一つとして掲げられた。つまり、環境負荷低減のための化石燃料の効率的かつクリーンな利用を促進するための技術開発は、我が国のエネルギー戦略上、重要な位置付けと言える。</p> <p>本プロジェクトの目的は、コークス炉から発生するタール分を含む高温の石炭乾留ガス (COG) を、その顕熱を有効利用して改質し、メタノールなどの液体クリーン燃料に工業的に転換可能な合成ガスを製造することにより、環境負荷の低減及びエネルギーの有効利用を図ることである。社会的な必要性は大きいのが、実用化に向けては多大な技術開発資金と開発期間を要するため、民間企業単独で行うにはリスクが大きく、NEDO の研究開発のマネジメント (体制、交付金等) の元で行うべき事業である。</p> | | |

II. 研究開発マネジメントについて

| | | | | | | |
|--|---|--|--------------|--------------|--------------|---------------------------|
| <p>事業の目標</p> | <p>実用化試験における数値目標は次のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 有効ガス増幅比 (A/B) : 2以上 A : 改質ガス中の H₂+CO の合計体積 B : 高温 COG 中の H₂+CO の合計体積 ➤ 冷ガス効率 (C/D) : 78%以上 C : 改質ガスの高位発熱量 D : COG の高位発熱量 ➤ R値 (E/F) : 約2 E : 改質ガス中の H₂-CO₂ の体積 F : 改質ガス中の CO+CO₂ の体積 <p>また、実用化試験を通じて、実証機設計に必要な設計データの取得、改質炉制御技術の確立、運転手法及び保守点検技術の蓄積を図ること等を目標とした。</p> | | | | | |
| <p>事業の計画内容</p> | <p>主な実施事項</p> | <p>H18fy</p> | <p>H19fy</p> | <p>H20fy</p> | <p>H21fy</p> | <p>総額 (うち NEDO 分)</p> |
| <p>1. 実用化試験 I (実ガス試験) (1) 試験装置の設計 (1 門ハット) (2) 試験装置 製作・据付 (3) 試験運転・データ解析</p> |  | | | | | <p>447 (298)</p> |
| <p>2. 実用化試験 II (システム検討試験) (1) 試験装置設計 (3 門ハット) (2) 試験装置 設計・改造・据付 (3) 試験運転・データ解析</p> |  | | | | | <p>259 (173)</p> |
| <p>3. 実証機計画 (1) 試験結果まとめ (2) 実証機計画</p> |  | | | | | <p>27 (18)</p> |
| <p>4. 事業性評価 (1) 省エネ、CO₂ 削減効果の検討 (2) 経済性評価、市場、サイト調査</p> |  | | | | | <p>41 (27)</p> |
| <p>開発予算 (百万円)</p> <p>共同研究 負担率 (2/3)</p> | <p>会計・勘定</p> | <p>H18fy</p> | <p>H19fy</p> | <p>H20fy</p> | <p>H21fy</p> | <p>総額</p> |
| <p>一般会計</p> | | | | | | |
| <p>特別会計 (需給)</p> | | <p>59</p> | <p>200</p> | <p>158</p> | <p>99</p> | <p>516</p> |
| <p>加速予算 (成果普及費を含む)</p> | | <p>0</p> | <p>0</p> | <p>0</p> | <p>0</p> | <p>0</p> |
| <p>実施者負担</p> | | <p>29</p> | <p>100</p> | <p>79</p> | <p>50</p> | <p>258</p> |
| <p>総予算額</p> | | <p>88</p> | <p>300</p> | <p>237</p> | <p>149</p> | <p>774</p> |
| <p>開発体制</p> | <p>経産省担当原課</p> | <p>資源エネルギー庁 資源・燃料部 石炭課</p> | | | | |
| <p>プロジェクトリーダー (H18 年 6 月～20 年 6 月) (H20 年 6 月～21 年 6 月) (H21 年 6 月～22 年 3 月)</p> | | <p>三井鉱山(株) 技術統括部 副部長 松山勝久 三井鉱山(株) 技術統括部 R&D センター長 齊藤義明 日本コークス工業(株) 技術統括部 R&D センター長代理 松岡正洋 (※所属・肩書きは就任当時)</p> | | | | |

| | | |
|---------------|---|---|
| | 共同研究先 | 日本コークス工業株式会社 (H21年4月に三井鉱山(株)から社名変更) バブコック日立株式会社 |
| | 再委託先 | 財団法人 石炭エネルギーセンター 財団法人 エネルギー総合工学研究所 |
| | 共同実施先 (H21年度のみ) | 国立大学法人 九州大学 |
| 情勢変化への対応 | <p>(1) 基本計画に「冷ガス効率」を追加(平成20年7月) プロジェクト発足当初から、改質炉前後での転換効率(冷ガス効率)に関する目標値を掲げることを念頭に置いていたが、基礎試験を踏まえパイロット試験で使用する改質炉の仕様がほぼ固まったことを受け、「冷ガス効率」を数値目標に追加した。</p> <p>(2) 九州大学を体制に追加(平成21年度) パイロット規模から実証規模へのスケールアップに向けた設計精度の向上を目的に、九州大学を新たに体制(共同実施先)に追加した。数値シミュレーションにより、改質炉内でのタールや BTX 等の重質分の反応機構の解明に繋がった。</p> | |
| 中間評価結果への対応 | (4年プロジェクトのため、中間評価は未実施) | |
| 評価に関する事項 | 事前評価 | 平成17年度実施 環境技術開発部 |
| | 中間評価 | (4年プロジェクトのため未実施) |
| | 事後評価 | 平成22年度実施 環境部 |
| Ⅲ. 研究開発成果について | <p>本研究開発においては、操業中のコークス炉1門から発生する約1/10量の実ガスを使用してパイロット試験(実用化試験Ⅰ及びⅡ)を行い、高温COGを効率よく改質する条件を把握し、初期の目標を達成した。また実用化試験に基づいて実証機の具体的な策定を行い、商用機の経済性、省エネ及びCO₂削減効果を検討し事業性の高いことを明らかにした。また中国での市場調査を実施し、特に山西省で事業可能性の高いことが判明した。これらの成果を以下に示す。</p> <p>Ⅰ. 実用化試験Ⅰ(平成18年度～平成20年度) 実用化試験Ⅰでは、電気炉で発生する高温COGによる小型炉試験並びにコークス炉1門から発生する約1/10量の実ガスを使用して1門パイロット試験を行った。本試験では、幅広い試験条件で改質特性データを取得して、目標であるガス増幅比2.0以上及びR値2.0付近の両方を満足可能な改質条件を検討し、最適な運転条件を決定した。</p> <p>1. 小型炉試験</p> <p>1) タール付着抑止試験: タールの付着特性及び有効な抑止法及び除去法を把握した。</p> <p>2) 無触媒COG改質基礎技術: 基礎特性を把握した。</p> <p>2. パイロット試験(1門実ガス試験)</p> <p>1) 改質炉基本構造: ガス混合性が良く滞留時間を確保する構造と寸法を決定した。</p> <p>2) コークス炉1門からの実ガスによる無触媒COG改質技術: 酸素、蒸気量と反応部温度による改質反応特性を把握した。</p> <p>3) 改質炉運転制御技術: 反応部温度安定制御法を確立した。</p> <p>4) 改質性能: 有効ガス増幅比とR値を同時に満足する最適な改質条件を決定した。</p> <p>Ⅱ. 実用化試験Ⅱ(平成19年度～平成21年度) 実用化試験Ⅱでは、高温COG取出管を3門に増設し、実機相当のCOG混合条件に対して1門パイロット試験で得られた最適な改質条件で3門パイロット試験を行った。これにより、高温COGに大きな組成変動がある場合でも平均的に改質性能目標値を満足することを確認するとともに、実機設計に必要な設計データの取得並びにコークス炉操業との連携運転制御技術を確立した。</p> <p>1. パイロット試験(3門システム試験)</p> <p>1) コークス炉3門の実ガス混合による無触媒COG改質技術: ガス組成変動時の影響等特性を把握し、改質反応安定性を検証した。</p> <p>2) 改質炉運転制御技術: 30時間連続試験でコークス炉操業との連携運転制御法を確立した。</p> | |

- 3) 改質性能：各種の目標を達成した。
 - ①有効ガス増幅比（目標 2 以上）：平均値 2.1 達成
 - ②冷ガス効率（目標 78%以上）：平均値 77%実機換算 79%達成
 - ③R 値（目標約 2）：平均値 1.95 達成
- 4) 実機設計用データ：実機設計に必要なユーティリティ量、改質ガス中不純物量把握した。
- 5) 改質反応詳細数値解析技術：改質反応解析技術を確立し、改質炉内の反応領域と挙動を把握した。

III. 事業性評価（平成 18 年度～平成 21 年度）

実用化試験の結果を基に国内及び中国を念頭に実証機について具体的に計画を策定して検討した。また、コークス生産量が 100 万 t/年のコークス炉を基準として 3 ケースについてコークスを除いた副産物の取扱いで事業性を比較評価した。ケース 1 は本開発技術である高温 COG 改質、ケース 2 は精製 COG 改質、ケース 3 は従来法である。

1. 実証機計画策定

- 1) 国内モデルサイト(既設炉対象)：既設炉を対象に選定した国内モデルサイトに対して 5 門全ガス量処理する実証機計画(系統及び機器設計)を策定した。
- 2) 中国モデルサイト(新設炉対象)：新設炉を対象に選定した中国山西省モデルサイトに対して 3 門全ガス量処理する実証機計画(系統、機器設計及びメタノール製造設備計画)を策定した。

2. 経済性

本技術による高温 COG 改質の経済性が最も高く、優位性があることを明らかにした。精製 COG 改質と比較して収益が約 18 億円/年高い(中国モデルサイト)。

3. 省エネ及び CO₂削減効果

- 1) 省エネ効果：本技術による高温 COG の保有する顕熱回収の効果が高く、精製 COG 改質に比較して原油換算で約 5 万 kL/年の省エネ効果の優位性が明らかになった。
- 2) CO₂削減効果：また同様に CO₂削減効果では約 8 万 t/年の優位性があることを明らかになった。

4. 市場調査、サイト調査（中国）

- 1) コークス企業の実情調査：中国ではコークス炉の集約化が進んでおり余剰 COG の用途として精製 COG 改質法でメタノール、DME 転換が開始されている。
- 2) 実証機適用可能性のあるサイト調査：山西省、河北省及び山東省は導入可能性があり、特に山西省はガソリンへのメタノール添加が進んでいることから、本技術の適用に積極的な姿勢を示す企業があることを確認した。
- 3) 中国でのビジネス展開検討：産業財産権保護を念頭に最適なビジネスモデルを提案した。

| | |
|----------|--------------------------------------|
| 特 許 | 「出願済」4 件（うち国際出願 2 件）、「登録」0 件、「実施」0 件 |
| 投稿論文 | 「査読付き」1 件、「その他」0 件 |
| その他の外部発表 | 研究発表 11 件、展示会出典 3 件 |

IV. 実用化、事業化の見通しについて

コークス炉から副生するタール分を含む高温の石炭乾留ガスを、その顕熱を利用して無触媒で改質し水素及び一酸化炭素に富む液体燃料合成用原料ガスを製造する技術開発プロジェクトを 4 年間に渡って推進した。

本技術の実用性と性能を評価するために、稼働中のコークス炉に 1 門の炉室から発生する石炭乾留ガスの十分一程度の処理量を規模とするパイロット試験装置を設置して、1 門及び 3 門から発生する高温 COG 実ガスによる無触媒改質試験を行った。

さらに、実証機の設計に必要な種々のデータを取得し、実証機の基本設計を行うとともに商用機の生産物収支及びシステム仕様を策定した。この生産物バランス及び仕様に基づいて、事業性評価として本技術を導入した場合の国内外における省エネ及び CO₂削減効果の評価、並びに国内外のサイト調査に基づくモデルサイト選定及び本技術の導入による経済性評価を行った。

これらの下記に示す評価結果から本技術の実用化、事業化の見通しについて可能性が見いだされた。

1. 実証機の計画策定

パイロット試験結果及び国内外の市場調査結果を基に実証機の国内モデルサイト(既設炉 5 門)及び中国モデルサイト(新設炉 3 門)の 2 ケースを想定し、具体的な計画を策定した。検討の結果、改質炉は設計製作が十分可能でありその他の設備は汎用機器で十分対応可能なことを確認した。実証機での確認項目も抽出し、国内外のモデルサイトでの実証機の適用見通しが得られた。

2. 事業性調査（市場調査、サイト調査）

中国でのコークス業界の動向調査及び実証機試験の可能性を調査した。その結果コークス業界ではコークス炉の近代化や集約が進んでおり、余剰 COG は 2 百億 Nm³程度と推定され、その有効利用が検

討されている。中国のメタノール需要は1,000万t/年以上であり、毎年増加傾向にある。このため利用先としてはメタノールや関連の液体燃料が見込まれ、本技術によるメタノール製造が期待される。

事業性の高い地域としては原料炭の主産地である山西省、河北省及び山東省が挙げられ、特にメタノール添加ガソリンの普及しつつある山西省は有望であると考えられる。

3. 事業性の評価（経済性、省エネ、CO₂削減効果）

コークス生産量が100万t/年のコークス工場を想定して、高温COGの改質（ケース1）、精製COGの改質（ケース2）及び従来法（ケース3）としてメタノールの製造を基本に具体的に前提条件を設定し、経済性、省エネ効果及びCO₂削減効果を比較評価した。

その結果、経済性に関しては高温COG改質による本技術が精製COG改質に比較して経済性で約18億円/年の収益性が高かった。また高温COGの熱回収による効果が大きく、省エネ効果では高温COG改質が原油換算で約5万kl/年の省エネ効果があることが確認された。またCO₂削減効果では約8万t/年の削減効果が明らかになった。

4. 実用化、事業化へのステップ

小型炉試験ではタールの抑止方法及び基礎的な改質反応を把握した。パイロット試験では操作中のコークス炉の実ガスを使用して設定した目標を達成する効率の良い改質反応条件を確認した。以上を踏まえて実証機計画及び商用機の事業性検討を実施し、実用化（実証化）及び事業化の可能性が十分あることを確認した。

5. 事業化までのシナリオ

経済発展が著しくエネルギー消費の伸びが大きい中国ではコークスの生産量も多く余剰COGの有効利用が見込まれる。4年間にわたる実用化試験及び事業性の検討結果を基に、これまでに調査した中国の状況を再度整理して、事業可能性の高い山西省をはじめとしてマーケティングを実施し、事業化を検討する。また中国での事業化を早期に進める上で知的財産の保護も踏まえて中国のエンジニアリング企業及びコークスメーカー又はメタノールメーカーを含めたビジネスモデルも検討した。

日本国内では現在余剰COGは完全に有効利用されており当面は本技術の採用は見込めないが国内コークス炉の老朽化に伴うリプレースが2020年前後に想定されるので、この時期に国内への展開が考えられる。

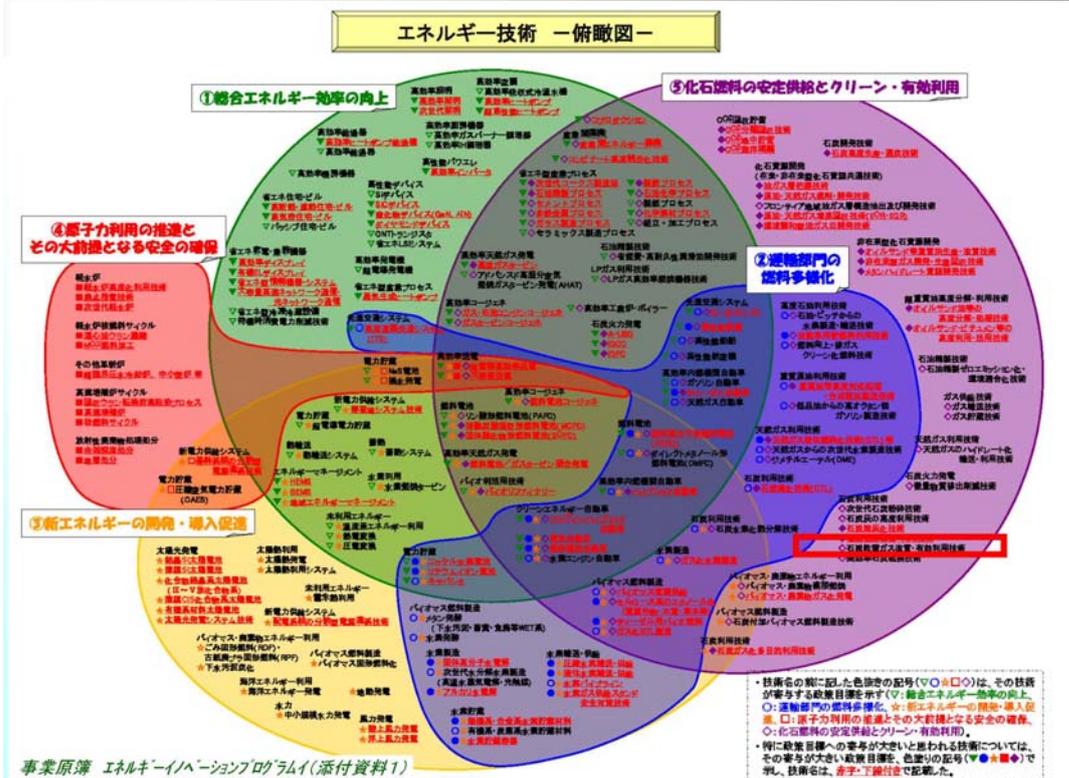
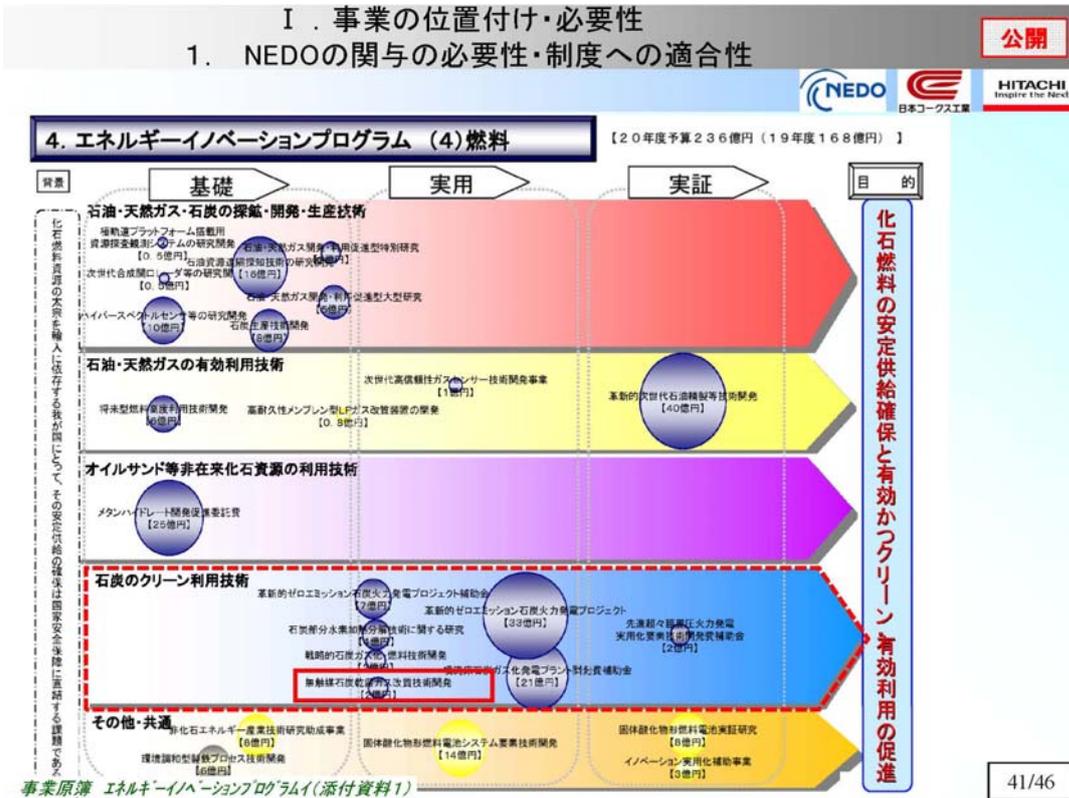
6. 波及効果

本技術開発の成果はメタノール製造及び関連の液体燃料への応用が基本であり、最も可能性が高く、その次にメタノール誘導品による基礎化学原料などへも波及が期待される。また本技術は水素ガスの生産に適しているため水素利用分野への水素供給源ともなる。また無触媒でタール類の改質反応が確認されたことから、重質油系ガス及びオイルシェールやオイルサンドなどの触媒改質に被毒が懸念される原料への改質に適することが考えられる。国別の展開でみると中国をはじめとする経済成長をしている各国では今後のコークス生産量の増加も見込まれ、本技術が採用されればエネルギー需要の安定化に貢献することが期待される。

以上述べたように、本技術を国内外に導入した場合、精製COGの改質と比較しても、省エネ及びCO₂削減効果があるとともに、経済性も優位である。特に中国山西省ではコークスメーカーが多くCOGの有効利用のニーズもあることから、適切なビジネスモデルを構築すれば本技術は、十分事業化の見通しがあると考えられる。

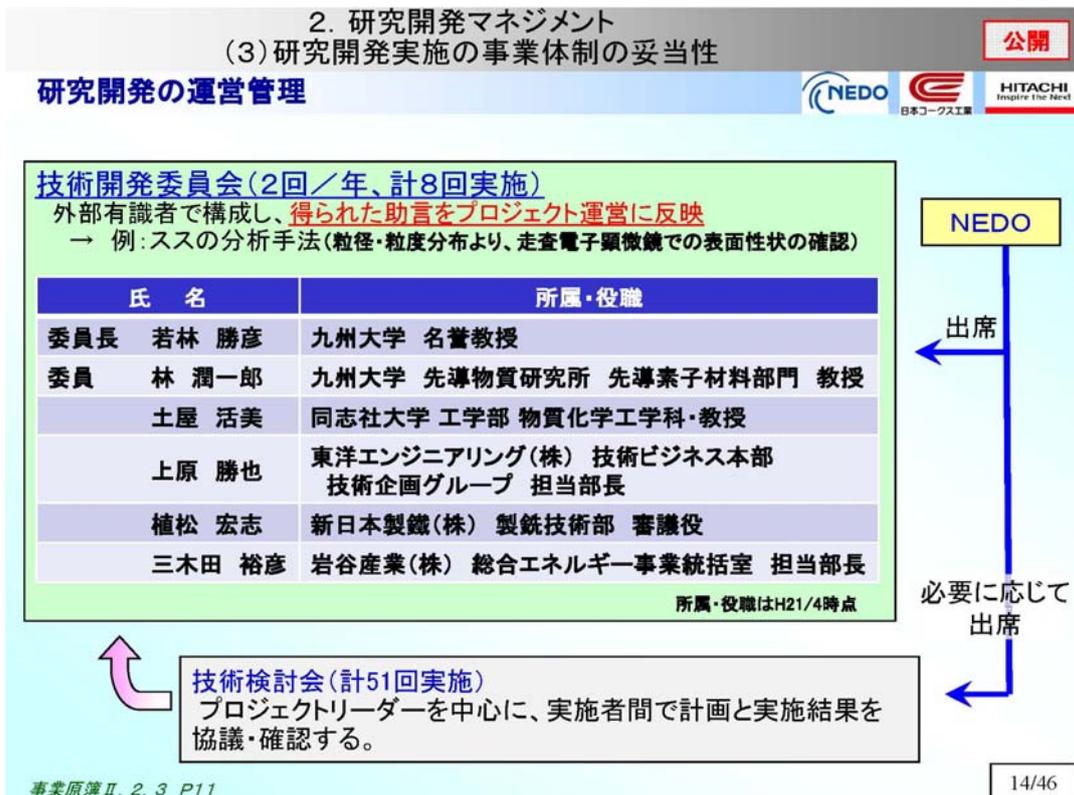
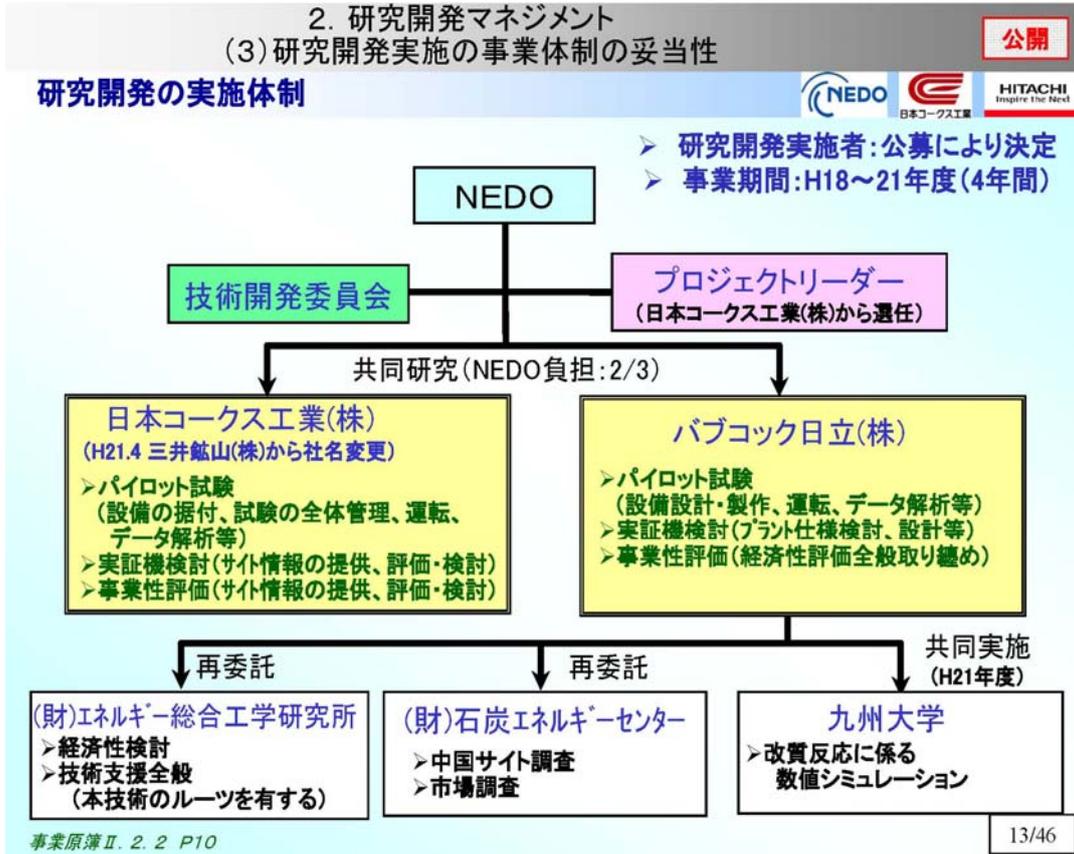
| | | |
|---------------|------|--|
| V. 基本計画に関する事項 | 作成時期 | 平成18年3月 基本計画策定 |
| | 変更履歴 | 平成20年5月 目標値として冷ガス効率を追加 平成20年7月 イノベーションプログラム基本計画の策定により、「(1) 研究開発の目的」の記載を改訂 |

技術分野全体での位置づけ (分科会資料6より抜粋)



「無触媒石炭乾留ガス改質技術開発」

全体の研究開発実施体制



「無触媒石炭乾留ガス改質技術開発」（事後評価）

評価概要（案）

1. 総論

1) 総合評価

COG(石炭乾留ガス)を冷却、タール分を除去した後にメタンや合成ガス等に転換する既存技術に対し、高温のままタール分も一緒にガス化する COG の改質技術は、ほとんど利用されなかった COG からの顕熱を利用し、環境負荷の低減およびエネルギーの有効利用という大きな効果が期待できる。しかも無触媒で改質して付加価値を高める本技術は魅力があり、今後の石炭利用技術体系のなかでも大きな意義を有するものである。適切な実験方針と計画のもと、確実に成果が得られており、実証機計画の策定、経済優位性の明示、省エネ、CO₂削減効果を示したことは、評価できる。また当初の国内向けから、状況分析に基づきフレキシブルに対象を中国に移した点は評価できる。

しかし、商業機の装置イメージが不明確であるため、特にスペースに制限のある既存の室炉式コークス炉から COG をどこでどのような装置で改質するのか、大至急検討する必要がある。中国のコークス産業の変化は急速であり、実用化の速度・タイミングを外すと期待した事業化が達成できない。まさにスピードが勝負である。

2) 今後に対する提言

技術的には、商業規模のトータルシステム設計が急務である。メタノール合成と組み合わせた実証試験（中国で計画）の中で、ガス化炉およびメタノール合成の運転条件や性能の最適化を図って欲しい。コークス炉の部分的な置き換えのみならずスケールアップして全門に対応するケースの設備イメージを具体的に描くところまで進めて欲しい。

一方ビジネス面では、中国における実現可能なビジネスモデルの構築が必要である。単に技術輸出に留まらず CDM のような環境ビジネスや事業参画も含めた検討が必要であろう。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

既存技術としては、COG 顕熱の有効活用はされていない。これら回収利用されてこなかった COG 顕熱を効率よく利用し、COG から需要が増加する液体輸送燃料を高効率で製造できる本技術は、省エネ、CO₂削減の観点から公共性が高く、また、地球環境調和型の石炭利用技術であり、地球温暖化に向けた問題解決に貢献する有用な事業であることから、NEDO が関与する開発課題としては極めて適切と判断できる。

しかし一方、今後の実証機、更に商業化に向けてのシナリオに対する NEDO 或いは国の支援姿勢は不明確である。日本国内のコークス炉は一貫製鉄所の一部として稼動し完結しているため、国内での展開を事業の位置づけとして考えるならば、その可能性を具体的に考える必要がある。また海外をターゲットにした事業についても、単なる技術輸出だけではなく、国益を考慮し我国にとってのメリットが得られる方向性の付加を推進するための政策支援も重要である。

2) 研究開発マネジメントについて

開発目標は明確であり、計画も妥当なスケジュールで実施されたと判断できる。すなわち4年間のスケジュールで、小型機、1門パイロット試験、3門システム試験を経て要素技術開発、シミュレーション、システム検討まで実施し、商業装置を設計できている。コークス、石炭ガス化に関するメーカーが構成員であり、本技術の重要なポイントであるガス化炉のシミュレーションに九州大学を体制に追加することで学術的な支援もなされており、良好な事業体制である。加えて事業化についても中国に対する需要の見込みの調査と、中国の機関とも協力し、中国サイドにとって本技術の魅力を定量的に明らかにし、ビジネスモデルにまで言及できている。

しかしながら、一方では成果の商業化、事業化へ向けてのプロジェクトチームとしての取り組みがやや希薄に感じられる。全門対応へのスケールアップ（実証機）に向けたマネジメントを、より明確に明示すべきである。

3) 研究開発成果について

全体として研究開発の目標はほぼ達成している。タール分を含むガス化によって液体燃料（MeOH/DME、灯軽油）製造の新たな市場の創出が期待される。またコークス製造技術の省エネ化および環境性向上に貢献する技術である。加えて COG の顕熱を利用した無触媒での COG の改質には新規性があり、各種学会や展示会を通じて本技術を定期的に報告されており、広く情報は発信できている。

ただ商業規模との関連をさらに追求することが望まれるほか、メタノール合成まで含めて、R 値(*)やその安定性に対する対策が必要である。また実質的に実用化が期待できるのは中国国内であり、我国にとって期待できるメリットについて、より深く検討すべきである。

(*)R 値：メタノール合成用原料ガスの理想的な組成を示す指標として定義される値

4) 実用化、事業化の見通しについて

当面の目標を中国に置いたことは適切であり、評価できる。すなわち中国での3門によるガス化、ガス精製、メタノール合成の一貫した実証試験は実用化に向けて妥当な計画であり、実施された中国の情勢調査からは、中国での産業技術への応用は大きく期待されるものと感じられる。

一方、メタノール合成を含めた中国での実証試験は重要であるが、そこでの課題とその課題に対する実証試験項目が不十分である。商業規模の設備、特に既設のコークス炉への設置等、トータルシステム設計が不足している。また、当該技術を中国以外の国々への波及も視野に入れて開発することも期待する。

3. 個別テーマに関する評価

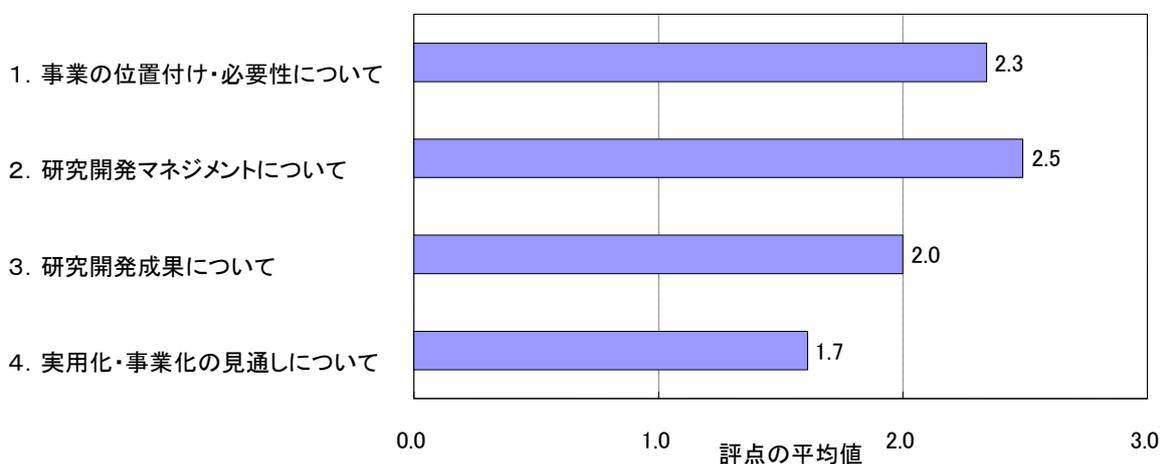
| | 研究開発成果 | 実用化・事業化の見通し | 今後に対する提言 |
|------------------------------------|---|---|---|
| 3. 1 実用化試験 I および 実用化試験 II | <p>4年の開発期間の中で、試験計画およびその遂行が適切である。1門の実ガス試験から3門の実用運転基礎的検討へ段階を踏んで成果をあげた。無触媒COG改質の反応特性を把握し、ガス変動にも対応する改質装置の最適運転制御条件が明確にされ、実証できている。加えて反応機構解明という学術的な支援も含めて技術開発されており、大変有意な成果がえられている。また改質ガス組成は良好であり、メタノールだけでなく有機原料製造への応用や、コークス製造以外のプラントでもオイルサンド等への汎用性もある。さらに成果の普及で研究発表、展示会等を15件実施しており、一般に向けて広く情報発信をし、妥当である。</p> | <p>改質炉の設計、解析の基本ツールを有しており、今後の実用化、事業化に向けた基本的な技術基盤はできている。加えて装置の制御、製品の安定性が示され、適用される対象、場所も明確にされて事業化とそれに伴う経済効果等の見通しがほぼ得られており、妥当である。</p> <p>しかし、事業化のためにはさらに実証機等により、運転の安定性、すす生成等の対策、スケールアップ時の運転性能等を検証する必要がある。また事業対象となる中国でのビジネスに実績のある商社も連携先に入れる等、技術面だけでなく資金調達や交渉に当たるパートナーを拡充することが必要であろう。</p> | <p>炉の構造、運転条件等の実用化試験 I の段階で得た解析ツールを有効に利用すればさらに高性能化する伸び代がある。炉内で生じている反応挙動を明確にすれば、反応制御が容易になるであろう。また商業規模の装置を想定して、装置形式やトータルシステムを検討するとともに、コークス炉の部分的な置き換えのみならず、これをスケールアップして全門に対応するケースでの設備イメージを具体的に描くところまで進めて欲しい。さらにコークス炉操業における種々の変動に対する影響の説明を付加されることを期待したい。</p> |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | <p>ただ、実験的にはデータの変動が大きく、信頼性にやや問題がある。一応、目標値はクリアされているが、例えば冷ガス効率に関してはデータのバラツキが大きく、信頼性の観点から改善が必要である。温度やガス組成の不安定さは装置規模が小さいことが原因とのことであるが、シミュレーションによる検証も必要である。また石炭水分等のコークス炉操業条件の変動、すすの生成等、実用機との違いや関連を明確に検証しておく必要がある。</p> | | |
| <p>3. 2 実証機計画 策定および 事業性評価</p> | <p>本技術のコアであるガス化炉の設計（構造）はガス混合や反応シミュレーションおよびガス化炉特性等を考慮し、かつトラブル事例に基づいたものになっており、有意である。また実際のコークス炉にパイロット試験炉を設置した試験により想定される課題の抽出に</p> | <p>想定される事業化の課題について概ね調査ができています。中国のコークス炉集約化状況に基づき、きっちりしたサイト設定がなされており、評価できる。中国という展開の対象をしぼることで、事業化とそれに伴う経済効果等の見通しがほぼ得られている。とりわけ</p> | <p>実証機での検討課題を明確にし、商業機のシステム検討を期待する。メタノール合成までの一連の実証試験の中で、ガス化炉やメタノール合成の個々のプロセスでの技術課題、全体プロセスでの最適化の必要性が出てくるので、対応策や成果の帰属等を検討してお</p> |

| | | | |
|--|---|---|---|
| | <p>成功している。国内外での実証機の適用の想定、実際の装置設置の一部イメージが示されて理解しやすい。また技術が展開しやすい中国に目標を置いた実証機計画は適切である。</p> <p>しかし、R 値やその変動も考慮して、メタノール合成との兼ね合いで課題を抽出し、対応を試験計画の中に反映すべきである。経済性評価では、過去のタール市場価格の変動、タールの需要変動と将来の見込みを含めた内容が示されれば広くタール回収有無での経済性の差異が理解しやすい。煤、タール付着に関する対策が、提案された方法で十分かを、早急に検討が必要である。</p> | <p>新設の場合には高温 COG 改質のコスト競争力が高く、省エネ効果も含めるとさらに事業性は高い。</p> <p>一方、ガス精製設備が不要である利点に対し、酸素製造装置がいることは中国にとって完全に競争力を持つ技術であるか、しっかりとした経済性試算が必要である。また、急激な成長が見込まれる中国のコークス業界の動向に遅れないようにスケールアップ技術の早急な確立が必要である。</p> <p>タール回収設備コストが高温 COG 改質のコスト競争力にかなり優位に働くが、タール回収設備を有する既設改造（精製 COG 改質）場合には CDM のようなビジネスで差別化を図る必要があろう。</p> | <p>く必要がある。また中国のコークス需要から考えると、当該技術のニーズは非常に高いが、中国での事業化展開には、技術で優れていても必ずしも成功するとは限らない実情がある。経験の豊かな商社を含めた連携構築を様々な形で展開する等、素早い対応が望まれる。加えて製品は、メタノール、DME だけでなく、プロピレン（MTP）等の化学中間体、灯軽油等も市場のニーズに合わせてフレキシブルな対応が必要である。中国での普及と、そこから得られる日本国の具体的なメリットを期待する。</p> |
|--|---|---|---|

3. 評点結果〔プロジェクト全体〕

(1) プロジェクトに全体に対する評価



| 評価項目 | 平均値 | 素点 (注) | | | | | |
|----------------|-----|--------|---|---|---|---|---|
| | | A | A | B | B | B | B |
| 1. 事業の位置付け・必要性 | 2.3 | A | A | B | B | B | B |
| 2. 研究開発マネジメント | 2.5 | A | B | B | A | A | B |
| 3. 研究開発成果 | 2.0 | A | B | B | B | C | B |
| 4. 実用化、事業化の見通し | 1.7 | B | C | B | B | B | C |

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し平均値を算出

<判定基準>

(1) 事業の位置付け・必要性について

- ・非常に重要 →A
- ・重要 →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当性がない、又は失われた→D

(2) 研究開発マネジメントについて

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね適切 →C
- ・適切とはいえない →D

(3) 研究開発成果について

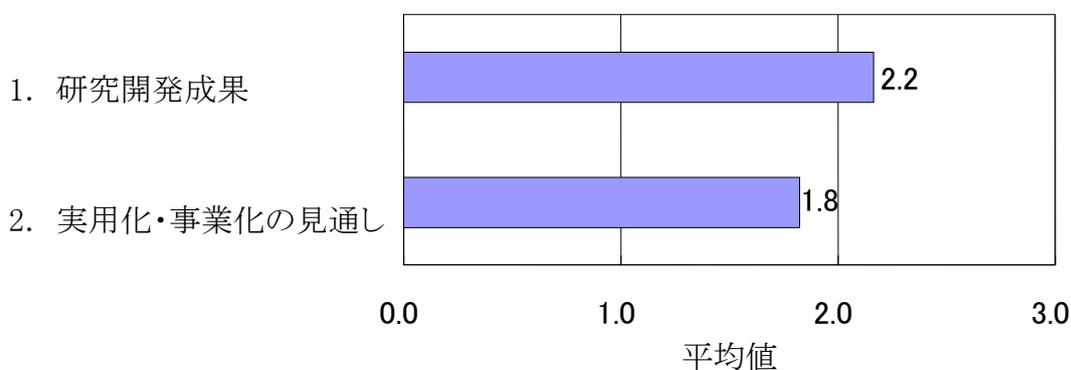
- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当とはいえない →D

(4) 実用化・の見通しについて

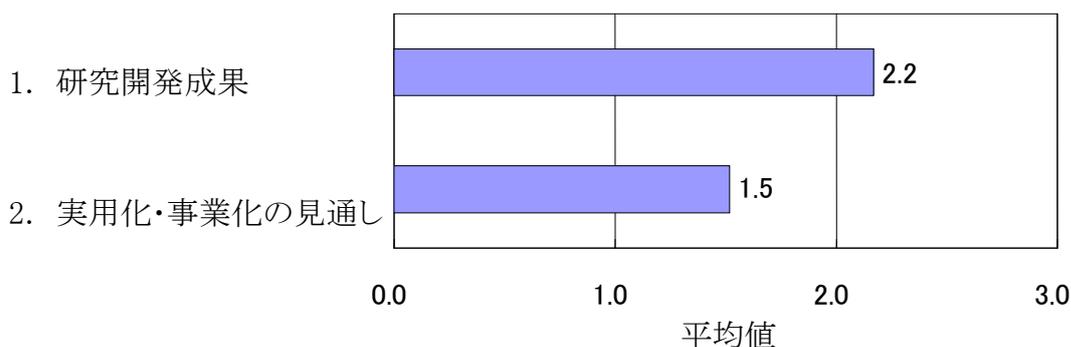
- ・明確 →A
- ・妥当 →B
- ・概ね妥当であるが課題あり→C
- ・見通しが不明 →D

評点結果〔個別テーマ〕

(1) 実用化試験Ⅰおよび実用化試験Ⅱ



(2) 実証機計画策定および事業性評価



| 個別テーマ | 平均値 | 素点 (注) | | | | | |
|----------------------------|-----|--------|---|---|---|---|---|
| (1) 実用化試験Ⅰおよび実用化試験Ⅱ | | | | | | | |
| 1. 研究開発成果 | 2.2 | A | B | B | B | B | B |
| 2. 実用化・事業化の見通し | 1.8 | B | B | B | B | B | C |
| (2) 実証機計画策定および事業性評価 | | | | | | | |
| 1. 研究開発成果 | 2.2 | A | B | B | B | B | B |
| 2. 実用化・事業化の見通し | 1.5 | B | B | B | C | C | C |

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出
 <判定基準>

(1) 研究開発成果について

- ・ 非常によい → A
- ・ よい → B
- ・ 概ね妥当 → C
- ・ 妥当とはいえない → D

(2) 実用化・事業化の見通しについて

- ・ 明確 → A
- ・ 妥当 → B
- ・ 概ね妥当であるが、課題あり → C
- ・ 見通しが不明 → D