

総合科学技術・イノベーション会議 評価専門調査会  
「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金」評価検討会（第1回）  
議事概要

日 時：平成27年10月6日（火）13：32～16：11

場 所：中央合同庁舎第8号館 623会議室（6階）

出席者：

委員： 久間議員、菱沼専門委員、松橋専門委員、  
岡崎（健）外部委員、岡崎（照）外部委員、佐藤外部委員、  
竹内外部委員、巽外部委員、田中外部委員、原田外部委員

事務局：中川審議官、西尾ディレクター、上谷企画官、松下参事官補佐、  
高橋上席政策調査員

説明者：覚道課長（経済産業省資源エネルギー庁資源・燃料部石炭課）  
榎本課長補佐（経済産業省資源エネルギー庁資源・燃料部石炭課）

説明補助者：相曾副社長（大崎クールジェン株式会社）  
椎屋マネージャー（大崎クールジェン株式会社）

- 議 事： 1. 開会  
2. 評価検討会の調査・検討の進め方について  
3. 研究開発概要の説明と質疑応答  
4. 討議  
5. 閉会

（配布資料）

- 資料1 国家的に重要な研究開発の中間評価について（平成27年9月15日評価専門調査会）  
資料2 評価検討会運営要領（案）  
資料3 中間評価に係る検討のスケジュール（予定）  
資料4 調査検討の視点（事務局案）  
資料5 第112回評価専門調査会（平成27年9月15日）での主な指摘事項  
資料6 中間評価に係る資料（経済産業省）
- 参考1 総合科学技術・イノベーション会議が実施する国家的に重要な研究開発の評価について（平成17年10月18日総合科

- 学技術会議決定、平成26年5月23日一部改正)
- 参考2 総合科学技術・イノベーション会議が事前評価を実施した研究開発に対する中間評価の調査検討等の進め方について（平成27年8月25日評価専門調査会決定）
- 参考3 フォローアップ結果（平成21年7月2日評価専門調査会）

（机上資料）

- ・総合科学技術会議が実施する国家的に重要な研究開発の評価「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金」の評価結果（平成23年12月15日総合科学技術会議）（冊子）
- ・国の研究開発評価に関する大綱的指針（平成24年12月6日内閣総理大臣決定）（冊子）

【事務局】 ただいまから、経済産業省の「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金」の第1回評価検討会を始めさせていただきたいと思えます。

本日はご多忙にもかかわらず、また急なお願いにもかかわらずご出席をいただきまして、まことにありがとうございます。

冒頭に配布資料の確認をさせていただきたいと思えます。議事次第をごらん下さい。裏面に配布資料の一覧をつけております。この資料の番号の順に並べておりますが、最初に名簿があるかと思えます。その次、資料1ということで「中間評価について」というもの、資料2としまして「評価検討会運営要領（案）」、資料3としまして「スケジュール（予定）」というもの、資料4としまして「調査検討の視点（事務局案）」、資料5としまして、これは「9月15日の評価専門調査会での主な指摘事項」という1枚もの。資料6、これにつきましては本日経済産業省からの説明資料ということになります。

参考1としまして「国家的に重要な研究開発の評価について」というもの、参考2としまして「中間評価の調査検討等の進め方について」というもの、参考3としまして、本研究開発の2年目に行ったフォローアップの結果、最後に2枚、これは後で詳細にご説明しますけれども、追加のご意見等を求める際の様式というものを2種類つけております。さらに机上資料としまして事前評価の際の評価結果報告書ということで白い冊子のものと、オレンジ色の大綱的指針というのをつけておるかと思えます。

ここまでで何か過不足等ございましたら事務局へ申しつけてください。

資料の取扱いについてですけれども、配布資料と書いておるものにつきましては本日お持ち帰りいただいて結構でございます。机上資料については大変申し訳ないのですが、お帰りの際置いていただければと思えます。

資料の扱いについてもう1点ございまして、基本的に資料につきましては第2回の評価検討会後に公表するというようにしております。それまでは委員限りということをお願いしたいと思っております。

それから、この後、運営要領(案)のときもご説明しますが、非公表の扱いになっている資料につきましては、公表後も委員限りということになりますので、よろしくお願ひいたします。

もう1点、注意事項なのですが、携帯電話をお持ちの方はマナーモードにさせていただければということで、よろしくお願ひいたします。

続きまして、本評価検討会の趣旨について簡単にご説明したいと思います。資料1をごらんいただけますでしょうか。資料1は先日9月15日に評価専門調査会を行った際の資料なのですが、総合科学技術・イノベーション会議におきましては事前評価を実施した研究開発のうち、必要があると認めたものについては中間評価を行うということにしております。

この資料1の1.の4段落目、アンダーラインがあるかと思っておりますけれども、今回対象になった研究開発については3つのフェーズに分かれているのですが、第2段階、第3段階については現時点で詳細な計画が立てられていないということで、この第2段階、第3段階への移行前に総合科学技術・イノベーション会議としても必要な評価を実施するというようにされております。これを踏まえて今回中間評価を行うものでございます。

裏の方にいただきますと、実施スケジュールがあります。9月15日に第112回の評価専門調査会を行いまして、その際に今回の案件において中間評価をすることを決めるとともに、評価検討会を設置するというように決定しております。それを踏まえて、本日この第1回の評価検討会を開いているということでございます。

以上が今回の中間評価の趣旨、位置付けということになります。

続きまして、評価検討会の座長でございますけれども、総合科学技術・イノベーション会議の評価専門調査会の専門委員の中から座長を選ぶということにしております。今般、もう座っていただいておりますけれども、松橋委員のほうに座長をお願いするということで了解をいただいております。ということで、これから先の進行につきましては松橋座長をお願いしたいと思います。よろしくお願ひいたします。

**【座長】** 委員の皆様、実は私が若いころから大変お世話になったというかご指導いただいた先生あるいは皆様がいらっしゃいまして非常に僭越な感じがしておるのですが、ご指名でございますので、どうぞよろしくお願ひいたします。またここでもいろいろご教授いただけますようお願いいたします。

それでは、第1回評価検討会を進めさせていただきます。

ただいま事務局から説明がありましたように、この検討会は大規模な研究開発であります経済産業省の「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金」につきまして、その中間評価に必要な調査検討を行うために開催するものです。

本日ご参集いただきました皆様にはその委員をお引き受けいただいたということでございます。まことにありがとうございます。厚く御礼申し上げます。

それでは、本日が初めての検討会ですので、事務局から出席者の方々をご紹介させていただきます。よろしくをお願いします。

【事務局】 そうしましたら、お配りしています名簿を上から順番にご紹介させていただきますと思います。

#### (出席者紹介)

【座長】 それでは、早速でございますが、この検討会の進め方等につきまして事務局のほうからご説明をお願いいたします。

【事務局】 資料2をごらんください。ポイントだけご紹介します。

第二条です。座長は本評価検討会の事務を掌理する。それから、2項で、座長が出席できない場合は座長が指名する者がその職務を代理する。

第三条、本評価検討会では代理人の出席を認めておりません。2項としまして、欠席される場合は書面により意見を提出することができるということにしております。

第五条ですが、評価検討会は非公開で行います。会議資料につきましては先ほどもちょっとご紹介しましたけれども、評価検討会の終了後、具体的にはこの次の評価専門調査会後に公表いたします。それから、座長の判断によりまして公表に適さないとされた資料、これにつきましては非公表とすることができるということにしております。それから、議事概要につきましては今申した非公表情報、それと氏名を除いて公表するというようにしております。

説明は以上です。

【座長】 ありがとうございます。ただいまご説明をいただきましたように、本検討会の運営、ここで説明したような形で進めてまいりたいと思いますが、よろしいでしょうか。特にご異議ございませんでしょうか。

はい。そうしましたら、ご承認いただけるということですのでよろしいですね。ありがとうございます。

それでは、この評価検討会運営要領に従って進めてまいります。

続きまして、今後のスケジュールと調査検討を進める上での視点の案について、事務局のほうからご説明をお願いいたします。

【事務局】 資料3をごらんください。事前説明の際にもご説明していますの

で簡単にご説明します。本日第1回の評価検討会では、この後、経済産業省に入ってくださいまして資料6に基づいて説明をしていただき、質疑応答していただきます。その後、経済産業省には退室いただいて、課題等の議論をしていただこうと思っております。

それから、第2回につきましては10月28日に予定しておりまして、ここで再度経済産業省からの説明、それから質疑応答、また経済産業省が退室された場を取りまとめに向けた意見交換をしていただこうと思っております。

第1回と第2回の間にはメール等で追加のご意見等の収集のお伺いするということも考えておりますので、よろしく申し上げます。

第2回の後ですけれども、事務局のほうで評価結果（原案）を取りまとめて、それを意見照会させていただこうと思っております。外部有識者の方々に関しましてはここまでご面倒ですがお付き合いいただければと思っております。

その後、評価結果（原案）につきましては11月17日、ここで報告して、最終的には本会議のほうにかかっていくということと考えております。

資料3は以上です。

資料4は事務局で考えた評価をする際の視点としてまとめたものでございます。一番上のところに3つ◇がありますけれども、大きく3つの視点で評価をするということで、一つがアウトプット、2つ目のアウトカム、3つ目のマネジメントと、この3つの視点で評価をするということで運営しています。

1ポツ目、これがアウトプットのところで、一つが中間評価時点までの成果ということで、ここに赤字で2つありますけれども、第1段階の設計・目標の変更の必要性。それから、CO<sub>2</sub>分離・回収方式の選定の目処といったもの。

それから、1. 2. のところで、これは中間評価以降の成果ということで、スケールアップに伴う課題の確認方法ですとか、第2段階の計画の詳細といったものを視点として挙げさせていただいております。

(3)として実用化までのスケジュール、それから事業採算性、コスト競争力といったものを挙げさせていただいております。

2ポツ目、これがアウトカムということになりますが、(1)としましては第1段階のアウトカム、(2)は第2段階のアウトカム、(3)としては海外の先行事例に対する市場競争力という視点、(4)は計画中止のプロジェクトが幾つかありますけれども、これらの失敗要因を分析しているかといった点。

最後になりますが、3ポツということで、これはマネジメントに関するもので、外部有識者による評価をしているのかといった点や、(2)として計画の見直しを行う体制が整備されているかというところで、事務局としてこんな観点で評価してはどうかということでまとめさせていただいております。

資料4は以上です。

資料5、これにつきましてはお時間のあるときに目を通していただければと思うのですが、9月15日の評価専門調査会で出た主な指摘事項ということで、いわゆる発電効率の話ですとか経済性の話ですとか、そういうご意見が出たということをごここでまとめさせていただいております。

説明は以上になります。

【座長】 ありがとうございます。

ただいま論点と言いますか評価検討の視点、それから前回の評価専門調査会で出たご意見、主に技術的な点、経済的な点のご指摘があったかと思いますが、そういったもののご説明がありました。これについてもし特段のご質問等がございましたら、確認のためでも結構ですけれども。どうぞ。

【委員】 ご説明ありがとうございます。視点についてですが、この評価検討の視点については事前に評価される側、例えば経産省の方に伝わってらっしゃるのでしょうか。こういった点を見ようと思っているということが伝わっているかどうかということなのですが。

【事務局】 伝えております。

【委員】 では、その点を踏まえてご発表いただけると思っていてよろしいですね。

【事務局】 そう思っております。

【委員】 わかりました。

【委員】 細かいことですが、パーセントの議論が随分指摘事項にあるんですが、ネットかグロスか、送電端効率なのかどうか、きちんと明記してくれなさいいけない。

【事務局】 すべて送電端効率になっております。高位発熱量基準です。

【座長】 高位発熱量基準ですね。

【事務局】 そうです。経産省の資料はその表記がされていると思います。

【委員】 わかりました。

【座長】 ご指摘ありがとうございます。よろしいでしょうか。

それでは、今の確認はこれでいいということで、経済産業省から「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業費補助金」の内容を説明していただくということにさせていただきます。それでは、説明者の方々ご入室してください。

(説明者 入室)

【座長】 本日はお忙しい中評価検討会にご対応いただきましてまことにありがとうございます。

まず、説明者のご紹介のほう、事務局よりお願いいたします。

(説明者紹介)

【座長】 ありがとうございます。

本日はまず事業の内容、成果につきまして、経済産業省のほうから45分程度でご説明をいただきます。その後40分程度質疑応答をさせていただきたいと考えております。

それでは、説明に当たっての注意事項につきまして私のほうから説明をさせていただきます。注意事項でございますが、この評価検討会は非公開という扱いでございます。傍聴は事務局限りとしております。経済産業省からご説明をいただく方はメインテーブルに着席して説明をいただき、説明及び質疑の後は説明補助者の方を含めてご退席いただきますので、よろしく願いいたします。

会議資料につきましてですが、会議終了後に原則公表することといたします。ただし、非公表扱いのものがございましたら説明の中でその旨非公表とする理由を含めて申し入れをお願いいたします。

議事概要につきましては公表することとしております。経済産業省からの説明に係る部分につきましては公表前には事実確認等をいたしますので、よろしく願いいたします。

注意事項は以上でございます。よろしいでしょうか。

それでは、45分程度で説明のほうをお願いいたします。

【説明者】 よろしく願いいたします。

改めまして、資源エネルギー庁の石炭課長の覚道でございます。

本日冒頭のご説明でございますけれども、資料6を使ってご説明をさせていただきます。

資料6をごらんいただけますでしょうか。1枚おめくりをいただきまして、目次でございますけれども、プロジェクトの概要、進捗・実績、情勢変化への対応、今後の計画・目標値、それから国際（国内）展開、海外先行事例との比較、マネジメント、事前評価の結果という項目でございます。

次のページの2ページのところ、まずプロジェクトの概要でございますけれども、本プロジェクトは石炭火力発電から排出されるCO<sub>2</sub>を大幅に削減させるべく、究極的な高効率の石炭火力発電であるIGFC、それにCO<sub>2</sub>の分離・回収を組み合わせた石炭火力発電の実現を目指すというものです。

第1段階として、酸素吹のIGCC、第2段階としてそれにCO<sub>2</sub>分離・回収を設置したもの、そして第3段階としてそれに燃料電池を組み込んだCO<sub>2</sub>分離・回収型のIGFCということで実施予定でございます。今のところ第1段階の途中でございましてけれども、第1段階として予算総額は補助金ベースで

298億円余り、第2段階、これは来年度からを予定してございますけれども、補助金ベースとして183億円を予定いたしてございます。

おめくりいただきまして、プロジェクトの概要、今申し上げましたように3つの段階に分かれておりまして、第1段階、酸素吹のIGCCについては平成24年度～30年度、第2段階、CO<sub>2</sub>分離・回収型のIGCCについては平成28年度～32年度、第3段階のIGFCについては平成30年度～33年度ということで、それぞれ下の表に書かれておりますような年度展開のプロジェクトの予定を想定してございます。

4ページのところでプロジェクトの概要図でございますけれども、第1段階が酸素吹IGCCの実証試験ということで、空気を分離しまして酸素リッチなガス組成によって石炭をガス化し、さらにガス精製を行って、ガスタービンとそれから蒸気タービンによる複合発電を行うとともに、第2段階でCO<sub>2</sub>の分離・回収、さらに第3段階で燃料電池という形になってございます。

続きまして、5ページのところでプロジェクトの2. 進捗・実績ということでございますけれども、本プロジェクトにつきましては前身に当たりますEAGLEプロジェクトから続く開発経緯がございます。EAGLEプロジェクトにつきましてはこのIGCC、酸素吹の噴流床ガス化のIGCCにCO<sub>2</sub>の分離・回収を組み合わせた技術ということで、1995年～2014年まで実施をしたものでございます。これによって高効率ガス化炉の確立、高度ガス精製技術の確立、あるいは長期連続運転による信頼性の確認、スケールアップデータ等の基礎データの取得、それからCO<sub>2</sub>の分離・回収に必要な化学吸収法、物理吸収法の試験といったものを実施してございます。こちらは150t/dayの規模でございますけれども、これは今回スケールアップをいたしまして大崎クールジェンの実証プロジェクトということになってございます。

こちらは石炭の使用量で1,180t/dayで、発電も実際に行うということで、出力規模として16万6,000kWということでございます。引き続き実証プラントの性能、多炭種適用、運用性の確認ですとか、あるいは設備の信頼性、スケールアップの検証、CO<sub>2</sub>分離・回収型のIGCCあるいはIGFCの検証を行います。

さらに、実際の商用段階となりますとさらに2倍～3倍規模のスケールアップを行い、またそのガスタービンの温度もさらに高い温度にしていくということが見込まれてございます。

6ページのところで、今実施をしております第1段階の目標ということで、大きくは従来の石炭火力発電と比較をして、性能、発電効率あるいは環境性能といったこと、それから運用性、プラント制御性、設備の信頼性、多炭種適用性、あるいは経済性の面で同等以上を目指すということでございます。

具体的な目標としましては、発電効率では送電端のHHVで40.5%程度、これはさらに実機の規模になりますと約46%程度を達成し得るものというふうに想定をしております。

それから、環境性能としてSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、ばいじん、これはここに書かれているような目標、さらにプラントの制御性、負荷変化率への対応といったこと。それから、設備の信頼性、年間の利用率70%以上の見通しが得られるということで、長時間の耐久試験を実施するということです。さらに、多炭種の適用性ということで炭種の適合範囲をしっかりと把握するということ、それから発電原価が今の微粉炭と同等以下になる見通しを得るという目標でございます。それぞれ目標の根拠等書いてございますけれども、妥当な目標設定であるというふうに認識してございます。

7ページのところで、これは補足の説明でございますが、送電端効率をこの規模で40.5%で十分なのかということでもありますけれども、実際の商用機にスケールアップあるいはガスタービンの温度をさらに高めた場合に今回の技術が確立できれば商用段階では約46%を達成できるだろうという見通しを持っているということでございます。

続きまして、8ページのところでございますけれども、これも環境性能等について書かせていただいております。SO<sub>x</sub>、8ppm、それからNO<sub>x</sub>、5ppm、ばいじんの3mg/Nm<sup>3</sup>ということですが、これは酸素の濃度が16%というところでの諸元でございますけれども、石炭火力からの煙突の濃度を想定した酸素の濃度が6%の場合の数字を換算したものと比較しましても十分低いということございまして、目標としても妥当だろうと考えております。

また、プラントの制御・運用性等々についても現在の石炭火力の使われ方を想定いたしまして、十分な運用性が確保できる水準ということで設定してございます。

また、その設備の信頼性ということでも先ほど申しましたように、70%以上の見通しを得るということで、現在の石炭火力の運転実績等を勘案して設定したということでございます。

9ページのところでございますけれども、過去のEAGLEのプロジェクトの成果を今回どういうところに生かしたのかということについて説明してございます。いろいろなところにEAGLEの成果の反映を行っておるということでございます。例えば前処理のところで微粉炭あるいはチャーの搬送方式についてEAGLEの成果を反映したということですし、ガス化設備のところについては隔壁部の環境の改善、あるいはスラグの対策といったことを行っております。また、ガス精製設備あるいは排水処理の設備といったところについてもEAGLEの成果をそれぞれ反映しているということでございます。

10ページのところはより具体的にどのようなことをしたのかということですが、これはスラグの例でございますが、EAGLEの際にはスラグによって、ガス化炉の下の部分で閉塞を起こすということがございました。その経験を生かしまして、そのスラグタップ部の閉塞対策ということで、リッチな酸素を供給してこの部分を温めるということで、スラグがより流れやすくして閉塞することを防ぐといったような改善を行ってございます。

こうした目標を踏まえて、11ページ、各設備の仕様をどのように設定したかということでございますけれども、発電効率への対応ということでは、設備仕様としてガス化炉としていわゆるEAGLE炉でありますところの酸素吹の1室2段旋回型の噴流床ガス化炉というのを設定し、1,180t/dayという規模にしてございます。発電設備については1軸型のコンバインドサイクルの発電方式で16万6,000kW、ガスタービンは1,300℃級ということ。また、蒸気タービンは単流排気式の再熱復水型といったことでございます。

また、環境性能のところについて言いますと、SO<sub>x</sub>ということでは湿式の化学吸収法と湿式の石灰石石膏法。それから、NO<sub>x</sub>対策についてはここに書いておりますようなサーマルNO<sub>x</sub>には、分散混合燃焼方式・乾式アンモニア接触還元分解法、フューエルNO<sub>x</sub>には、ベンチュリースクラバによるアンモニアの除去ということ。それから、ばいじんについてはサイクロン式の集塵器・金属焼結フィルタ・水洗塔と、こういう組み合わせになってございます。

続きまして、さらに12ページのところですが、プラントの制御性・運用性ということでは、プラントの制御モードとして統括負荷圧力制御という方式を採用してございます。設備の信頼性ということで、これもEAGLEでの成果を生かしまして、先ほど申しましたような微粉炭・チャーの搬送方式に差圧搬送方式を採用しているということ。また、ガス化炉の隔壁部の環境改善のためにガス化部の隔壁部を正圧化したということ。また、熱回収ボイラの連通部に陣笠の構造を採用したということ。それから、先ほど例で述べましたようなスラグタップの保温対策としてスラグの流下促進ノズルを設置したというようなことがございます。

また、多炭種対応ということで、これもガス化炉の型式ですが、先ほど申しましたEAGLE炉のタイプを採用したということ。また、先ほど申しましたEAGLE炉のタイプを採用したということ。また、先ほど申しましたEAGLE炉のタイプを採用したということ。

さらに、経済性の面で、ガス化炉について生成ガスの連絡管の構造変更等を行うということ。それから、ガス化炉、熱回収ボイラの高さの低減、鉄骨・架構等の重量の低減といったこと。それから、スラグ処理系統を1系統にしたといったようなことを行ってございます。

13ページから実際の進捗状況、ただいま大型の設備がすべて据え付けられ

た状況でございますし、さらにそこから配管をつけたりといったことが進められているということでございます。これは実際の全景写真を載せてございます。

続きまして15ページでございますけれども、その後の情勢の変化への対応ということでございます。本事業開始以降、情勢変化ということで、一つは昨年4月にエネルギー基本計画が取りまとめられてございます。その中で石炭は安定供給性や経済性に優れた重要なベースロード電源の燃料ということで再評価をされ、すなわち石炭火力について重要な電源であるというふうに位置付けられたと考えてございます。

また、本年7月に決定されましたいわゆるエネルギーミックスにおいても、2030年時点で石炭火力の比率を26%程度にするという方向性が出されてございます。これは2030年時点においても引き続き石炭火力が重要な電源だという位置付けが示されたというふうに理解をしております。

一方で、2030年に向けて、地球温暖化ガスを26%削減するという目標がございまして、石炭火力の高効率化というのが極めて重要な課題になっているということでございます。

また、電力のシステム改革もございまして、できるだけ環境性能はもちろんでございますけれども、経済的な電力の供給ということも重要になっているということで、こうした点も踏まえてエネルギーミックスの中での石炭火力の位置付けが決められたものというふうに承知をしております。

16ページ以降、今後の計画・目標値でございます。まずその実証試験の計画でございますけれども、第1段階につきましては来年度から実証試験を行っていくということでございます。第2段階については、来年度から今のところ詳細設計あるいは建設、それから据付工事ということで、平成31年度から実証試験ということで考えてございます。

17ページでございますけれども、実証試験の内容ということで、まずはガス化炉のスケールアップの検証を行うということで、冷ガス効率やスラグの排出状況の確認、あるいはスケールアップの設計手法、EAGLEでの反映事項の妥当性といったことを検証していくということです。その他、ガスタービンの燃焼特性ですとか、サイクロン及びチャーフィルターよるチャーの回収性能の検証といったことについても行っていくということでございます。

次の18ページですけれども、今度は第2段階のCO<sub>2</sub>分離・回収でのEAGLEの成果の反映ということでございます。EAGLEプロジェクトにおいてはCO<sub>2</sub>の分離・回収の部分で化学吸収法と物理吸収法を両方行ったわけですが、それについてそれぞれ99%の回収純度を達成してございます。一方で、エネルギー効率、発電効率の損失分、低下ということについては右下にありますように、化学吸収法と物理吸収法で若干差がございまして、こうし

たところも踏まえまして今回の大崎のプロジェクトについては物理吸収法を採用していくという方向性にしてございます。

19ページのところで、第2段階のCO<sub>2</sub>分離・回収を組み合わせたところでの計画・目標ということですが、IGCCプラントに分離・回収設備を付設した場合に、安定的に高効率発電を維持してCO<sub>2</sub>を安定的に分離できる技術を検証するというところでございます。

実証規模としましては、CO<sub>2</sub>回収率を15%にするということを考えてございます。これは実証に最低限度必要な規模ということですので。それから、吸収の方式として、先ほど言いましたように物理吸収法。それから、COのシフト方式については脱硫後のガスを抜き出して、それでシフト反応を起こさせるSweetシフト方式を採用するというところでございます。それで、基本性能としてCO<sub>2</sub>の回収効率90%以上、純度99%以上を目指すということでございます。

あわせまして、シフト反応のシフト方式について、Sorシフトというのもあると実証を行うということにしてございます。これは規模にしてはこちらの上部のほうに比べると少し小規模な実証になりますけれども、これもあわせて行うということにしてございます。

20ページのところで、今後の分離・回収型IGCCの課題ということですが、石炭火力については変動する需要に対して出力を追随させるということがこれからますます求められていくということでございます。第1段階の実証では冒頭に申しましたように、負荷変化率1~3%/minを目指しているということで、CO<sub>2</sub>分離・回収型にしてもこれを追随することをターゲットにするということでございます。また、IGCCに連携した起動停止についてもその手法を確立するというところでございます。

それぞれこれを個別の課題にいたしますと、COシフト反応器において原料ガス量・組成が変動した場合に発熱反応であるCOシフト反応器内の温度を安定制御する運転方法を確立するといったこと。それから、湿式のCO<sub>2</sub>吸収再生装置において原料ガス量の変動に対する吸収液の循環量等の最適化、それから、回収したCO<sub>2</sub>純度を目標値に維持する運転方法の確立といったこと。また3番目として、負荷変化時等にCO<sub>2</sub>の回収装置の処理ガスの割合が変動することによるガスタービン入口ガスのH<sub>2</sub>、水素濃度の変動に対するガスタービンの出口のNO<sub>x</sub>の上昇に対し、これが規制値内になるということを確認する。こうした個別の課題への対応が必要になるということでございます。

さらに、石炭火力として備えるべき運用性、信頼性を有するCO<sub>2</sub>分離・回収型のIGCCの技術を確立するというところでございます。したがって、CO<sub>2</sub>を回収してもなお微粉炭火力並みの発電効率を目指していくということ

が求められますし、プラントの運用性、信頼性あるいは今申しましたような経済性といったことについてそれぞれこうした微粉炭火力並みの目標が求められていくということになります。それに基づいて各種の目標、指標を設定させていただいたということでございます。

以上までのところが第1段階の今後、さらに第2段階の計画の目標値ということで設定させていただいたところでございます。

5. 以降はこうした成果の国内、海外への展開といったことについてご説明をさせていただいたものです。まず、知財についてでございますけれども、もともとEAGLEのプロジェクトの成果を反映させているということでございまして、もともとEAGLEのプロジェクトはJPOWERさんがやっていたということで、その成果が特許で40件ございますけれども、今回このプロジェクトを実施するに当たって、中国電力さん、あるいは実施者であるところの大崎クールジェンとの間で共有をしているということでございます。

さらに、知財協定の形で大崎クールジェンと設備メーカーとの間で協定を結んで今回のいろいろな成果をさらに設備メーカーも使っていけるというような形にしていくということで成果の普及を図っていくことを考えてございます。

さらに、実用化までのスケジュールということですが、今回3段階にわたって進めているわけですが、それぞれの段階で次の段階が全部仕上がるのを待たずに、例えば酸素吹のIGCC第1段階が終了した段階ではそれ自体で商用化をしていくといったことで、よりスピーディに実用化を図り、またコストダウンを図っていくことを考えてございます。

24ページは国際展開ということで、こうした日本で培われた技術というのを海外に積極的に展開していくことを考えております。

25ページのところに今後の石炭火力の海外での需要を整理してございますけれども、アジア太平洋州を中心に非常に大きな石炭火力の新增設が見込まれているということでありまして、こうしたところに積極的に日本の技術を展開していく予定でございます。

26ページのところは海外でこれまで行われた先行の類似の事例との比較ということでございます。幾つか整理をしてございますけれども、結論から申しますと、大崎のこのプロジェクトというのはいずれとも違って、かつこれまでのEAGLEの成果を生かして、ある意味実用化に向けて一番期待できるものであろうというふうに考えてございます。

27ページでは、米国で行われているCO<sub>2</sub>分離回収型IGCCであるTampaあるいはKemperとの比較を載せてございます。それぞれここで比較していますとおり、いずれとも違って、第2段階の実証計画は高いCO<sub>2</sub>の分離・回収効率で高効率を目指していくというものでございます。

28ページのところで、米国、豪州等で類似のプロジェクトが中止をしているという例もございますけれども、これはいずれも当初想定していたよりもコストが大きくなったということで中止に至ったというふうに聞いてございます。このプロジェクトについてはしっかりと適正に予算等の管理を行って、しっかりとプロジェクトを成功させたいというふうに考えてございます。

29ページのところですけれども、実施体制ということで経済産業省石炭課と実施者でありますところの大崎クールジェン、それから中国電力、電源開発との間、また関係設備メーカーとの間でここに書いたような実施体制を構築しまして、コストの検証委員会あるいは技術検証委員会というのをしっかり開催し、適切なマネジメントを行っているところでございます。

30ページ以降のところで、平成23年に行われました総合科学技術会議での事前評価のコメントへの対応ということを整理してございます。最初の項目ですが、国内外のIGCC先行事例と比較検討し、事業費の精査を行い、本事業が後発事業であるという位置付けも踏まえ、実用化に向けた市場競争力、システムとしての事業採算性について明確にするということについてでございますけれども、その後フォローアップあるいはフォローアップでのさらなる指摘等も踏まえて、現在のところコスト評価のベースとなる実証試験設備コストについて競争入札、仕様の詳細精査、現地工事の最適化等により削減を図ってございます。また、今後実証試験において技術開発によるコストダウン効果やランニングコスト等の評価を実施して、競争力や採算性の分析を行うということでございます。

また、2番目の指摘の国際競争力を確保することが重要、可能な限り事業期間を短縮していくということについてですけれども、この事業の設備建設については月1回程度の建設工程会議に加え、週間工程会議を開催して、工事状況を全関係者で把握して、円滑かつ早期の工事実施を図っているというものです。

実証試験については信頼性の検証試験を実証初期に行うこと等により、実用化の見通しを早期に得るようにするほか、複数の技術実証をまとめて行うなど、早期実用化に向けて鋭意取組を進めているというものでございます。

3点目の第2段階移行評価を行う中間評価の具体的な評価項目、実施時期・方法、評価結果の事業見直しへの反映手順等について明確に位置付けるということについてでございますけれども、第2段階の、まさに今でございますが、事業開始直前である本年度に中間評価を実施しているということでございます。また、26～27年度に事業実施者の親会社がNEDO等のFSを実施しまして、実証を行うCO<sub>2</sub>の分離・回収方式や規模等の実証計画を取りまとめる、また、それを技術検討委員会に諮るといったことを行いまして、できるだけ効率的に、かつ無駄のないように進めていくということでございます。その結果、

しっかりと実証に値するというふうに判断したものでございます。

さらに4点目でございますけれども、売電収入を見込んで国の予算計画の見直しあるいは収益の国庫納付等の手続をとるということについてでございますけれども、これも実際に実証が始まりますとご指摘のとおり売電の収入が出てくる形になり得ますので、適切に処理をするスキームということについて引き続きしっかりと構築してまいりたいと考えております。

あと、5点目の想定される市場の規模や競合技術との関係等を常に把握する、国際展開戦略について検討していくということでございますけれども、これも相手国との交流を図り、相手国の電力ニーズ等の把握を行っているということです。今後の国際展開を見すえて、アメリカ・オーストラリア等での国際会議において、プロジェクトの進捗状況を幅広く発表しているということですし、産炭国であるオーストラリアのメディアの視察の受入れといったことも行っております。またさらに、いろいろな技術者の受入れといったことも行っているところでございます。

続きまして、最後のところでございますけれども、第1段階から第3段階まで全体の計画及び技術的課題について、事前に外部有識者による評価を行う必要があったと判断されるというところについてでございます。これは総合科学技術会議より前に事前の評価を行うというところでございますけれども、この点については本事業の中間・終了時評価についてはおおむね3年ごと、直近では第2段階・第3段階を開始する直前である27年、29年度に評価を実施するということ。それから、外部有識者による技術検討委員会をこれまでに7回開催し、委員の皆様のご意見・ご助言を踏まえ、設備計画や実証試験内容に反映しているというものでございます。

こうした事前にご指摘いただいた点についてもしっかりと対応してきているところでございまして、引き続きこのプロジェクトを適切に進めて、ぜひ所期の成果が得られるようにしてまいりたいというふうに考えております。

**【座長】** 大変詳細なご説明をありがとうございます。

それでは、30分程度でしょうか、そうは言ってもご質問がある場合は少し長めに時間をとりたいと思います。質疑のほうに移らせていただきます。ただいまのご説明につきましてご質問等があればご発言をお願いいたします。

**【委員】** 大変な実証研究に果敢に取り組んでおられることを評価したいと思います。CO<sub>2</sub>の回収の実証で15%が商用機の実証には必要だと。実際CO<sub>2</sub>の回収量、商用機では90%を考えておられるのですが、量的には膨大な量になりますよね。15%で90%の商用機のCO<sub>2</sub>回収を本当に実証できる、この根拠はどこにあるのでしょうかという質問です。

**【説明補助者】** CO<sub>2</sub>の分離・回収の比率に関しまして、一つ大きなポイン

トは、設備の熱損失というものが全体の効率試算の精度をものすごく劣らせてしまう。特に、10%以下になってしまいますと、急激に熱損失が多くなりましてその精度がしっかり保てない、そういう意味で、15%ぐらいをとっておけば、効率計算には十分精度よく試算ができる。まず、その数値のポイントがございます。それ以外に現在の場所のロケーションのスペース、これも将来的に燃料電池を追設するとか、あるいは圧縮設備を今後追設するとか、そういったことを諸々考えますと、経済性に優れてかつ今回しっかり評価を得るだけに足る15%が妥当であるということで、今回15%と設定してございます。

【説明補助者】 CO<sub>2</sub>回収の技術につきましては、既に石油とか化学工業で商用設備が動いておりますので、このスケールアップについての実証というものは既に技術が確立されているので、あえて必要ではないと考えております。

今回、私どもはIGCCにCO<sub>2</sub>回収設備をマッチングさせた状況で負荷変化とか、そういったものへの追従性、そういったところを検証させていただきたいと考えているということでございます。

【座長】 わかりました。ありがとうございます。

いかがでしょうか。順番にお願いいたします。

【委員】 御説明、ありがとうございます。

私も燃料電池をやっていますが、第3段階は検討の緒についたという段階だと思いますけれども、燃料ガス中の不純物の影響などを基礎的なところから検討されることは非常に賢明なことではないかと思えます。

一方で、こういった不純物があることを前提にしたときに、1,500度のガスタービンのノズル、ブレードの寿命というのは大丈夫なのかなという思いもあります。結構、こういったホットパーツの寿命がランニングに効いてきますので、その辺に対する検証も必要なのかなと思えます。

【座長】 いかがでしょうか。今の点、お答えいただくことはできますか。

【説明補助者】 ただいまの御質問は非常に細かい内容も絡む質問でございしますので、改めて御回答させていただければと思います。

【委員】 御説明いただきましてありがとうございます。

私は技術にあまり詳しくないので、直接的な御質問ではなくてむしろ経済産業省さんへのお願いになるのかもしれないんですけども、今、国際的な流れを見ておきますと、オバマ大統領の石炭火力新設規制に始まり、石炭火力発電所自体が非常に強い逆風の中にあるというところなんです。せっかく高効率技術を開発してもでき上がったところに全然使われない世の中になっているなんていうことになる恐れもないとは言えない。こうした高効率発電技術は国内だけの話ではなくて、海外に普及させて世界での削減に貢献することは大きな意義があり、また世界で使っていただくことでペイする、価値の高まるプロジェクトで

あると思っております。出口の部分を意識することが重要なと思っております。

今、COP21に向けて、各国が約束草案を出してきている中で、大体、高効率の石炭火力に対する期待を示している途上国、新興国というのがざっと見るだけでも5カ国ぐらいある。具体的に言うと、中国、インド、南ア、バングラ、モンゴルあたりは高効率の石炭火力というものに対して非常に高い期待を示しているというところがございますので、そういった国からぜひこういった技術に期待をしているという雰囲気が出るような交渉やコミュニケーションをぜひお願いしたい。先ほどご説明いただいた資料6の中の8ポツあたりに、相手国との関係の中で交流を図って、技術の理解促進を進めているというところがありまして、その中にまさにモンゴルというような国も入っておりますけれども、ぜひこちら辺を進めていただければなというところが1つです。

もう1点が、その裏面のページですけれども、この事業の評価について、おおむね3年ごとにというようなところがございました。しかし、国のエネルギー政策の方向性を定めるエネルギー基本計画の見直しともリンクするほうがよろしいかと思えます。エネルギー基本計画は、2年後には見直しになりますので、ぜひこういったもののプロジェクトの成果が言及される、あるいは当てにされるというようところで盛り込まれるような発信をぜひお願いをしたいと思った次第です。よろしくお願いたします。

【座長】 今の点は御質問というより御要望ととらえてよろしいですか。

【説明者】 よく認識をいたしましてしっかりと、海外にもまさに今おっしゃられましたようにアジアの国を中心に、これからまだ石炭火力のニーズが非常に大きいので、そういうところに行けるだけ日本の持っているこうした高効率な技術を展開すれば、石炭火力からのCO<sub>2</sub>が結構大きなボリュームで削減できると認識しておりますので、それで更に普及することによってコストダウンも図れるということで、しっかりと海外展開を進めたいと思えます。

そうした中で、逆風というかそれに対する厳しい見方もあるのは事実なんです。いろいろな国際会議、よりハイレベルないろいろな国際的な場でも首脳レベルも含めてこうした石炭火力の高効率化の重要性を発信してきていますので、日本からも引き続きしっかりと取り組んでまいりたいと考えております。

【座長】 関連すると米国のEPAの政策とか、それからこれもアメリカが中心になっているんでしょうけれども、ワールドバンクのIFCに働きかけている火力発電、これよりCO<sub>2</sub>が高いものはファイナンスをかけてはいけないということをやっています。あれが1kWh当たり500グラムだから、もうこの15%の回収というのはとりあえず技術的なフィージビリティのためにやっているんでしょうけれども、90%の回収をやれば、間違いなく500グラム

は切ると思うので、この技術で燃料電池があるかないかはともかくとして、90%の回収を技術的に確立できれば、彼らがどのくらい本気かは別として、大手を振って海外にも持っていけるわけですが、それも念頭に置いておられるということによろしいですね。

【説明者】 当面のところは、なかなか500というのは難しいですし、逆に海外展開する相手先の国が途上国でなかなかCCSを導入できる環境にない国の場合は、実際問題として難しいので、そこは直ちにそういうレベルに行くのではなくて、引き続き高効率な石炭火力は500を超えて700とか800とかのレベルであっても、引き続きファイナンスがつけられるようにするというような交渉もしつつ、そうしたことで現実的にしっかりとそういう技術ができるだけ導入されて、CO<sub>2</sub>の削減につなげていけるような形に持っていきたいと考えています。

【座長】 わかりました。

【委員】 技術的なことで恐縮ですが、中間評価の資料の19ページ、第2段階の実証の概要のところでもちょっと確認したいことが2、3点あります。

基本性能の中で、CO<sub>2</sub>の回収率が90%というのは、入口で15%のCO<sub>2</sub>が入ってきて、それを90%回収するという意味でしょうか。あるいは、出口のほうですかね。

【説明補助者】 入口のほうです。

【委員】 入口が15%で入って、その入ったCO<sub>2</sub>の90%以上を回収する、絶対量を回収する。

【説明補助者】 回収した量が入口のカーボンに対して15%を回収するということなので、ガス量としては17%です。

【委員】 17%ですか、わかりました。

それとCO<sub>2</sub>純度99%というのは、これはまさしくCCSに適したCO<sub>2</sub>のスペックで決められていると思いますが、その場合にCO<sub>2</sub>の純度は極めて重要ですが、それ以外の計算したところの残りの1%というのは何か制限がなくてもいいんでしょうか。それともこれさえ押さえればCCSに適されているのか、そのあたりをお伺いしたいんですが。

【説明補助者】 現段階でどの物質が入っていたら問題があるかどうかというところは、まだ国際的にも明確ではないところもあると思いますので、不純物が何かというものは実証試験の中で把握していきたいと思っております。

ほとんどが水素として含まれておりますが、若干そのほかの物質も含まれておりますので、把握をして今後の知見に生かしていきたいと思っております。

【委員】 わかりました。水素でしたら、例えば今、工業的にやられているCO<sub>2</sub>の分離とか、回収のところでも大体似たような水素プラントが多いですか

ら、そんなに問題ないのではないか。そのガスで、地層に入れるということは非常に考えにくいんでしょうが、やはり液化にして液として注入するという事なので、ひと安心かなと思います。一酸化炭素とかほかの窒素とかいろいろなものも入りますから、そのあたりはきちんと押さえていただければと思っています。

それともう一つよろしいでしょうか。

物理吸収のところの S e l e x o l ですが、先ほど 15% の回収の場合には、工業的によくやっているのだからあまり問題ないというか、その規模でスケールアップできますという話をされていまして、S e l e x o l はいいかと思うんですけども、工業的に実績があるんだったら、別にここでしなくていいんじゃないかなというところがあります。そのあたりが 1 つと S e l e x o l の M a x というのが新しい吸収液で、粘度も低くて効率が上がりますよということですが、まだあまり実証されていないのですか。そのあたりちょっと教えてください。

【説明補助者】 まず 2 番目の S e l e x o l M a x ですが、これは具体的に言いますと、ダウ・ケミカル製の製品でございます。世界でまだこの薬品に適した設備を設置して稼働している実績はございません。

ただし、これは既存の S e l e x o l の設備に補充するような形で使用している実績がございまして、したがって、液そのものは既存の S e l e x o l の設備で十分性能を発揮するという事は海外の事例からしても検証されているようでございます。

私どもは当初からこの S e l e x o l M a x に適した設備をつけることによって、よりエネルギーロスの少ない設備にできないかというところでチャレンジをしていきたいと思っています。

【座長】 時間が若干オーバーしておりますが、手短にそれぞれお願いいたします。

【委員】 発展途上国とかに対しての技術移転のような話が先ほど御回答の中にあって、私も大変大事だと思っていますし、進めていただきたいです。国によっては C C S とかが入るのがまだまだだと思えるというお話が先ほどありました。基本的にはパッケージでいろいろ進めるとは思いますが、C O 2 回収が入ることで、途上国が「何をしきれない」と見ていらっしゃるのか分からず、先ほどのご回答はわかりにくかったのですが、教えていただければと思います。

【座長】 時間がかかり押ししておりますので、最後にまとめて御回答のほうをお願いします。

【委員】 技術的にベーシックなところを確認させていただきます。

ガス化炉のサイクロンで回収、チャーフィルターで回収というところが、及

びとなっているんですが、これは実質的には両方とくっついているということの理解でよろしいですか。

効率計算的には、それをまたガス化炉に戻すという計算になっているという理解でよろしいでしょうか。

【座長】 そうしましたら、今の御質問、コメントもございましたが、要求事項みたいなものも入っていたと思いますが、今、この時点で答えられるものだけお答えいただけるとありがたいと思います。

【説明補助者】 途上国に対してのCCSを追加することによって、コストが上昇しますので、それをいかに受け入れていただけるかどうかというところが途上国にCCSを提供する場合の問題点かと思います。

【説明者】 その途上国のところで1点補足ですけれども、先ほど座長からご指摘のあったファイナンスがどうという話については、今、まさに足元でアメリカがそういう政策を言っているというところがありまして、そういう意味でも、まだ技術的な段階としても、まさにアメリカはCCSつきであればファイナンスをつけるけれども、今の時点でCCSがついてない石炭火力についてはファイナンスをつけないというような主張をされているので、そういうことであれば、今は途上国側でまだそのCCSを受け入れる余地というのはなかなか難しいと思いますので、当面の足元の対策としては、CCSなしでも高効率な石炭火力の輸出ができるようにしていく必要があるというのが私どもの考え方でして、そういうことをご説明しているという趣旨でございます。

【座長】 ありがとうございます。

そうしましたら、よろしいでしょうか。それでは、議論も尽きないところではございますが、今日は大変詳細な資料も用意していただきまして、まことにありがとうございました。

それでは、経済産業省と大崎クールジェンの関係の方にはここでご退室いただきたいと思います。どうもありがとうございました。

(説明者 退席)

【座長】 それでは、ただいまの説明、質疑応答を受けて、これから議論をしたいと思います。

まずは資料4の論点に沿ってご意見なりコメントを出していただけますでしょうかということですが、今日の説明、技術面に関しては詳細なデータが出てきたかなというふうに思っております。

資料4は、大きく分けて3つの視点がありますということですね。この1の視点というのは1ポツのところを見ればいいんですか。

【事務局】 はい、そうです。

【座長】 1. 1、1. 2というあたりですね。具体的には、第1段階の設計目標の変更必要性、CO<sub>2</sub>の分離・回収方式の選定目処、スケールアップに伴う課題の確認方法、第2段階の計画詳細、実用化までのスケジュール、事業採算性・コスト競争力、このあたりでございますが、いかがでしょうか。ここの目標設定とかシステムのデザイン、CO<sub>2</sub>の分離・回収を含めたシステムのデザイン、それから計画の詳細は妥当というふうに言えるかどうか。

【委員】 確認させていただいてよろしいですか。先ほどの90%の意味をほとんどの方が取り違えていたところがあって、CO<sub>2</sub>の分離・回収装置に入れた中の90%を回収できているということで、だから、実際は全CO<sub>2</sub>量の15%掛ける0.9しか回収できていないということですね。そうすると、500グラム・パー・キロワットアワーを達成できないですね。

【座長】 できないです。この実機のシステムではだめです。

【委員】 それで、もう一つ確認したいことは、先ほどの説明の中で、この酸素吹IGCCプラスCCSの段階で商用化も考えるという話がありましたよね。これは政策的には本当にそうなんですか。要するに、タイトルがIGFCということでこのプロジェクトがスタートしている中で、IGCCプラスCCSで商用化というのは、本当にそう考えているんですか。

【座長】 石炭課長のご説明を見ていますと、IGFCどころかCCSですら途上国ではあまり理解が得られないだろうと。確かに現実そういう側面はありますが、CCSもつかない、酸素吹のIGCCでも普及できるものなら普及したいというのは、恐らく行政の意思としてはあるのかなと。

【委員】 そうだとすれば、まとめてほしかったのは、全体のIGFC、トリプルのコンバインドとしてスタートしているんですが、まずIGCCの高効率、これはEAGLEでの実績を積みばできるだろうと。彼らが言っている値は出るだろうと。これにCCSをつける。で、IGFCつけると。要するに、IGCCの高効率化だけでどのくらいCO<sub>2</sub>が削減できるのか。それにCCSつけたら、これも15%と言っていますが、それがどのくらいCO<sub>2</sub>削減できるのか。IGFCつけばどのくらい削減できるのか。例えば100万キロワットベースぐらいです。これはこの資料からある程度計算できるんですけども、それを絵にしてほしいですね。この段階で一応、実用化して、それに勝負かけていく。次に、CCSが海外でも実現できるんだったら、ここの段階で行くと。一方、FCってイメージもまだできてない感じなんですよ、はっきり言ってね。

【座長】 危ないですね、正直。

【委員】 小さいものをくっつけるかどうかとか、細かいスペックを含めてイ

メージがまだないようです。そうすると、そのステップ・バイ・ステップのところで何を本当に狙っていくのか。全体を狙い過ぎて中途半端にならないように、途中だけでもきちっとしたものを残していったほしいなど。そのためにはそのステップのCO<sub>2</sub>削減量をきちんと目に見える絵にしてほしいなどと思いませんね。

【座長】 ちょっと今の点に関連して言うと、事前評価の際にも、説明を受けた中に、燃料電池に関してはかなり不確実な部分があるというようなご説明があったように記憶しているんですね。しかし、事業面に燃料電池というのがはっきりと書かれておる以上は、そこまでは最低限デザインがないと困るし、本当はそこで専門家で議論したときには、さっきのような議論が出たんですよ。SOFCは本質的にはあまり大きくならないから、それこそ何千、何万という小さいものを並べて、並列にしてやるに違いない。三菱重工は天然ガスでやろうとしていますよね。IGCCよりははるかに天然ガスのトリプルコンバインドのほうがシンプルで、それも難しいですけれども、そのときのコンセプトとしては何かそのようなことだと聞いておりました、そのコントロールがものすごく難しいなど。

【委員】 それさえ猛烈に難しいです。

【座長】 そうなんですよ。だから、それさえ難しいのに、今日聞いたら、全くオープンで、何もそこに関しては考えられていないという感じでした。

【委員】 個人的にはちょっと残念でした。

だから批判しようというつもりは全くなくて、高効率を目指したプロジェクトを国策で国のお金を使ってやっているということは高く評価したいという上で、FCがない。繰り返しになりますけれども、IGCCの超高効率、CCS、FCがもしついたらこうなるよという段階的な、ここで実用化しても意味あるよ、このプロジェクトは意味あったよと。だけど、目指すものはIGFCだと思います。そのステップ・バイ・ステップの各ステップでアウトプットできるものを明確にしておくべきだというのが意見です。

【座長】 わかりました。ありがとうございます。

今のは非常に重要なお意見であると思いますが、いかがでしょうか、その他、今の1ポツのところでご意見はございますか。どうぞ。

【委員】 まだまだ燃料電池について大型化していくという部分が難しい部分があるということが、共通認識としてあるのであれば、CCSを第2段階でやって、それから燃料電池というような計画に少し無理を感じます。タイトルとして燃料電池と入れていることから、燃料電池に対して早期に注力する。そして、第2段階としてあるCCSを、もし計画の見直しが可能であれば、こちらを少し別途、別のところで考えるというような英断も必要なのではないかと思

ってしまうのですが、それは言い過ぎでしょうか。

【座長】 そうではなくて、技術の本当の専門家の意見から見て、一番危ないのが燃料電池なんですよ、はっきり言って。燃料電池に注力するというより、ひょっとしたら3段階目は成功しない可能性は、恐らく専門家の方に伺えば、かなり出てくると思う。CCSまではできるはずですよ、これは。でも、燃料電池ははっきり言ってできない可能性はかなりあると思いますよ。

【委員】 事業名に燃料電池を挙げている以上、期待されるのは燃料電池の部分なのかなと思いましたが。

【委員】 私自身の理解は、IGFCというか、これはこの中というよりか、並行してほかのプロジェクトでやっているやつをある程度この段階で持つてくるというふうに理解していたんですけども、この中でメインに燃料電池そのものを開発するのを今からやるというのはちょっと違うような。

【委員】 これは全部外です。

【委員】 そうですよ。だから、こういう第1段階でもそれなりに実機化できる部分があり、第2段階でもとその時点での成果で社会で活かせるものが出てくると理解しております。それで、第3段階は難関ですが、平行して他のプロジェクトで開発していると理解しております、ほかのプロジェクトの成果も取り込んで、第3段階、ここで絵を描いているようなものができれば、大きな成果につながるというふうに理解しておりました。

【座長】 三菱日立パワーシステムズですか、今言った天然ガスのトリプルコンバインドを目指している。それを持つてくるとは言っても、石炭ガスは全然また性状が違うから、そう簡単には持つてこれないとは思いますが。

【委員】 でも、今は天然ガスをベースにその開発、どんどん別途進んでいるわけですよ。ですから、天然ガスでうまくいけば、石炭のほうにも導入できるだろうという想定はあります。

【委員】 最初から例えば三菱重工とかMHP Sあたりがそういうレベルの技術を開発するだろうと。それを当てはめるものと理解しています。

【委員】 燃料電池の立場からすれば、要は空気吹と酸素吹、どっちがいいかといったら、それは燃料電池からすれば、燃料ガスに窒素が入ってきませんから、酸素吹のほうが絶対いいですよとか、多分CCSも同じような話があると思うんですよ。でも、その燃料電池もない、CCSもないとき、酸素をつくるためにエネルギーがかかっているわけですから、本当に酸素吹でいいのかという、そもそも論のゴールが変わると、酸素か空気かというところも変わってきてしまう可能性もあるんじゃないのかなって気がするのが1点と、あとは、経済産業省さんのロードマップでは、2017年から200キロクラスぐらいのもの、しかも圧力は0.2から0.3メガパスカルぐらいのいわゆる中圧の

ものは商品化するというような技術フェーズにあります。

【座長】 だから、それを仮に使うとすると、2万何千キロワットというのは、100個余りで済むということですね。

【委員】 SOFCに関しては、メーカーさんは結構苦労したんですが、そのもの自体はもうかなり安定的になってきました。ご存知のとおりセル材料は焼き物、セラミックですから、あまり大きいものはできませんが、かなり多く束にするようになってきたので、技術ができてきたと思います。例えば100個を置いて流量のバランスがとれるのかといたら、技術的にはとれないことはないです。流量をちゃんと監視して、ヘッダーにすればできますので、今の技術でできると思っています。

今日は第2段階のCO<sub>2</sub>の準備をしていますので、急にSOFCと言われたって、面食らってあんまり対応できなかったと思います。例えば作動温度が800度というのは非常に一般的だし、温度を上げれば電離密度が上がって、効率が良くなってコンパクトになるというのはわかりますけれども、なかなかそこもこれ以上難しいですね。

【委員】 検討が難しいという意味ですか。

【委員】 検討というか、ヒートバランスですね。全体の中のバランスが難しいので、次、答えろと言ったら、多分答えてくると思います。ですから、そんなに深刻にならなくてもいいかなと。ただし、もう少ししっかり事前にやっと思ってもらったほうがよかったんじゃないかな。

【委員】 自分でやらないにしても、もうちょっとイメージは持ってほしいということは前から思っています。

【委員】 そうです。だから、我々を不安に落とし込めるようなことをしないでくれればよかったと思っています。

【座長】 わかりました。じゃあ、全く希望がないわけではないと理解すればよろしいですね。

【委員】 結構いけると思いますよね。

【委員】 そうだと私も思います。重工あたりがこういけば、ぽこんといく可能性はあります。

【委員】 先生が一番よくご存じだと思います。

【座長】 そうですね。そうおっしゃっていただくと、私も少し心強い気持ちになります。

【委員】 燃料電池の話にシフトしちゃったんですけれども、CCSをそうしたら大事だということで進めるのは、それはそれでもいいと思っているんですが、それこそ1キロワット当たり500グラム以下を最終的に目指すとか、目標をもう少し野心的にするといったことは今からだと難しいものなんですか。

【座長】 今は15%しかシフト反応のほうに持って行ってないわけでしょう。17か。だけど、それは事業用にやるときはそうじゃないんですよ。これは実証実験だからやっているんであって、まず国内でやるんだったらやるべきでしょうね、いきなり発展途上国に持っていくということはありませんから。国内のどこかでこれを社会実装の本当の事業としてやるんだったら、やっぱり90%をCCSに持っていかないと、酸素ガスからやっていく意味がない。技術としてちゃんと動くということを実証するための最低限の割合が15という数字であるわけで、それが90%いけば、1キロワットアワー当たり500グラムというのは間違いないですよ。100グラム以下になるかな。100グラム前後。

【委員】 事業の中である程度15よりも上を目指すということは、あまり想定しないほうがいいんですか。

【座長】 本当につくりますからね。実機をつくるから、それを急にというのは無理だけれども、計算上はやっぱり全量をシフトに通してこれぐらいというのは、要求したほうがいいかもしれませんね。国際的な状況もありましたし、そんなことはCCSなんて考えてもいないというのも、ちょっとそれは対外的には言うべきことではないから、一応、実用化第1号を国内のどこかでやる時には、90%以上、本当にシフト反応に通して回収すると、1キロワットアワー当たりCO<sub>2</sub>は何グラムになり、そのコストはこれぐらいで、効率はこれぐらいになるというのは、改めて一応データとして示していただきたい。

【委員】 そうですね。

【委員】 それ、絵で見せてほしい。

【座長】 絵ですね。はい。

【委員】 補足しますけれども、今の大崎クールジェンの場所ではもうあれ以上大きいのをつくれないんですよ。もともとある敷地で何とかつくったんで、それで石炭ガスの量も限定されており、第2段階のCCSも入れれば、もうきゅうきゅうなんですよ。それで、CCSでは、このシフト触媒は、今の15%処理できれば、簡単にスケールアップできます、これは。間違いないです。ですから、これでできたので、工業的に問題ないのでこれはいきますということをごきちつと言うというマップを描いていくんですよ、成果とアウトカムみたいな形で。というのさえ有れば、不安はなくなるんじゃないかなと思っています。

【座長】 今のご意見をまとめると、今のCCSを加えた、実証実験のベースではなくて、本当に外に売るときというか、営業事業するときには、100%をシフト反応に通したときに効率が幾らで、コストはこれだけで、1キロワットアワー当たりのCO<sub>2</sub>はこれだけという絵を出していただいて、その段

階で実用化して外に出ていくものもある。外に出ていくというのは、海外ではなくて、国内でやっぱりまず本物をやるんだと僕は思うんですけども、あわよくば第1段階のCCSの手前のところでも、やっぱり事業用に売れるものなら売りたい。それは国内も海外も含めて、第1段階でまず実際の成果が出て、第2段階で成果が出て、そのころまでにはSOFCの集合運用でうまくコントロールするようなシステムができています。第3段階も事業面からすればやらないといけないという絵ですね。

【委員】 酸素吹と空気吹の違いというのはいつも議論になるんですけども、ひっくるめるとトータルは一緒なんです、ほとんど。

【委員】 おっしゃるとおりです。ちょっと窒素が多いか少ないかって。

【委員】 ただ、CO<sub>2</sub>回収を入れたときは酸素吹の高圧の有利さが出てくる。その違いだけです。

【座長】 そうですね。

【委員】 だから、IGCCだけだったら大差ない。

【座長】 そうしましたら、今の部分は大体皆様のご意見がまとまっているようですので、今のご意見を事務局のほうでまとめて、要求事項として経産省のほうに出していただきたいと思います。

2ポツについてもご意見伺うんですね。論点、資料4の2ポツ、第1段階のアウトカムと国際展開。ただ、ここで既にご意見いただいた中に結構出ておりますが、ご意見が出ていなかった国際展開とか第2段階のアウトカム、海外での市場競争力、計画中止プロジェクトの失敗要因分析、このあたりについて十分検討されているか、期待できるかというあたりについてはいかがですか。

【委員】 国際標準化の動きというのはあるんですか。

【事務局】 それは私が答えたほうがいいかもしれません。ISO/TC265でCCSは全体を、第1ワーキンググループでいくと回収、それから輸送、それから貯留ですね。それが今はクロス Cutting であったりとかといったことで、もう動いています。

【委員】 CCSですよ。

【事務局】 CCSそのもの。それから、エネルギーマネジメントシステムのほうでは、いわゆる発電について中国がいろいろ言い始めているので、こういったところにも波及してくる可能性があるという意味では、TC242のほうでかわり合いが出てくる可能性があります。

【委員】 現段階ではIGCCは入っていないということですか。

【事務局】 IGCCは入っていません。

【座長】 私はISO50001のエネルギーマネジメントを一緒にやっているんですが、経産省でいうと認証課というところがやっているんですけども、

あんまり予算もなく、注目してもらえないので、中国がこの発電の規格をつくろうとしているよというのは、そういう動きがあるが、そのあたりを今回の事業展開等を含めてどう考えているかというようなことを認識してもらおうということは必要かもしれませんね。

ほかはいかがですか。この失敗要因の分析というのは何かご説明はされていたけれども、これでよろしいですかね。

【委員】 これはコストですよ、一言で言えば。

【座長】 ここは、もうちょっと実証実験を超えて本当に事業になるときは、コストをそぎ落として競争力が出るということは期待していい。ただ、本当に海外と本気で競争しようと思えば、ちょっと甘いとは言わざるを得ない。

【委員】 もう少しきちんとしたコスト見積もりをすべきではないかと思えます。

【事務局】 それはランニングコストとイニシャルコストとどちらもですかね。

【委員】 基本的にはランニングの話ですね。

【事務局】 ランニングですよ。わかりました。

【委員】 ランニングだったら、たしかEAGLEの効率がなくて、いいところへいくという話を聞いたことがありますけれどもね。ただ、実証段階でユーザーの人に話しても、ちょっとつらいんですよ。

【委員】 つらいですね。

【委員】 彼ら、ユーザーなので。

【委員】 でも、売れて結構つづいてますから。

【委員】 そうですね。

【委員】 ええ。できるはずですよ。

【委員】 彼らの追い風にはなるわけですよ。

【委員】 そうですよ。

【委員】 メーカーさんは頑張れというところですよ。

【事務局】 私、ちょっと素人なのであれなんですけれども、あんなにスケールアップしてから下がるかなというのが印象ですよ。

【委員】 それだけでは設備コストは大きく下がりにくいです。

【事務局】 そうですよ。

【委員】 下がりにくいですけれども、スケールアップとあと数を売らなくちゃいかんですよ。やっぱり5基とか10基とか売れ出したら、設計標準化されてが一瞬と下がりますが、二、三基ぐらいじゃだめだと思います。

【委員】 フィーリングでそう思うでしょう。そのくらい、ちょっと甘く感じちゃうわけですよ。だから、そうならないようなエビデンスをきちんと出してくださいというのが僕の意見ですよ。

【事務局】 だから、先ほどの前提を明確にすることですね。

【委員】 そうです。

【委員】 今からあんまりコミットメントは難しいと思いますけれども、やっぱり目標でしょうね。目標と他国でどのぐらいで売られているかというのをきちっとベンチマークをして、ほとんどそれと同じぐらいにやっぱりやってもらわなくちゃいかんかなと。これからのことですからちょっと難しいと思いますけれども。

【委員】 あと、今回はできなくても、ここの分をこう改良すればこうなりそうかどうかということですね。全体のところでもうちょっと俯瞰的に見えるものがあれば、そういうところを読み手のほうで理解できると思います。

【事務局】 ちょっと積み上げている内容を明確にしてもらおう。この分でこのぐらい、この分でこのぐらい、こうなったらこうだという形にします。

【座長】 今のコスト算定の甘さというか、さっき5基、10基と売っていけば安くなるということを見ると、国内では絶対そんなにはけないわけですから、海外にも売らないといけない。そうすると、海外のそれこそ中国とかそういうところとコストで勝負するということでしょうか。

【委員】 コストじゃないんですよ。もうそれは戦略です。

【座長】 インドネシアのこともありますから。

【委員】 そう。あの新幹線の例は極端な話ですけどもね。技術開発は日本がやって、おいしいところは持っていかけた例は、半導体でも液晶でもみんなそうなんです。太陽電池だってそうですね。それにひっかき回されないような国策をどうするかということを中心に考えないと、1基3,000億、5,000億のものを売っていかうとしているわけですから、新幹線の比じゃないんです。もっと大きいわけですね。だから、技術だけ、あるいは規格だけではない戦略が国家として必要だと。これは大げさじゃなくて、本当に思いますね。

【座長】 そうですね。それこそ経済産業省に考えていただかないといけない産業戦略ですよ。国際戦略。あるいは内閣府かもしれません。それも可能な範囲でちょっと入れていただかないといけないんですが。

次に、3ポツ、マネジメントの妥当性、外部有識者による評価、計画の見直しを行う体制の整備、この点については妥当と思ってよろしいですか。

外部有識者による評価、内部評価は一応彼らもやっているんですね。

【事務局】 しています。

【座長】 計画の見直しを行う体制というのは、これはありましたっけ。

【事務局】 これは事務局で案をつくったときに、燃料電池はかなりハードルが高くて、遠い技術になるわけですから、どこかで燃料電池を先延ばしするなり切り離すみたいな、ドラステックなことも想定すべきかなと思って、入れ

たんですけれども。

【委員】 見直しは認められるものなんですか。

【事務局】 情勢の変化に応じて柔軟に見直していくというのは、それはあるべき姿だと思います。

【委員】 こっちの委員会が例えば、いいね、やれやれと言っていて、内部で、いや、ちょっと厳しいので見直しますという話になったときってどうなるんですか。

【事務局】 基本的には実施主体がどう考えるかというのが最終的な決め手になると思います。こちらはある意味外野なので、外野がどう言おうとも、自分らはそう考えると言え、やっぱりそういうふうになってくるんだと。

【事務局】 いずれこちらで事後評価をかけます。どの段階でやめたとしても事後評価はかかります。

【委員】 そうしたら、事後評価は2回かかるんですか。

【事務局】 そうです。

【委員】 そうしたら、十分ですね。

【座長】 そういう体制は彼らとしては持っているんですか、見直しの体制、見直しの委員会みたいなのは。

【事務局】 今回の資料の29ページのほうですね。先ほどの評価・見直しを行う体制を整備するよというのが事前評価のときの指摘事項でして、これを受けまして、経産省のほうでは、こちら29ページにありますコスト検証委員会ですとか技術検討委員会というのを設置しております。

【座長】 これは場合によっては見直しを提言するということもあり得るわけですか。

【事務局】 そういう位置付けだと聞いております。

【座長】 ということでございますが、いかがでしょうか。

【委員】 このコストは実証試験のコストですね。

【事務局】 はい、そうです。

【委員】 さっき議論したコストとは違うけど。

【座長】 我々の提言に従って、ちゃんと全部CCSをやった場合とか、そういうこともこちらで、このコスト検証委員会でもやっていただけたほうがありがたいですね。

【事務局】 そうですね。商用機を前提としたコストもここの検討項目に入れてもらうように提言をすべきだと思います。

【座長】 じゃあ、3ポツについてはそういうことを我々の要望として入れておきましょうか。

ほかはいかがでございましょうか。よろしいですか。

そうしましたら、これで一通りいろいろご意見いただいたということで、資料4以外で追加すべき視点、ご意見、コメント等ございますでしょうか。よろしいですか。

ありがとうございます。それでは、本日の検討会は終了したいと思います。本日は熱心な議論をいただきまして、ありがとうございます。

なお、経済産業省に対しての追加の説明あるいは資料提出を求める事項につきまして、後ほど事務局から手順の案内がありますので、よろしくお願いたします。また、評価の取りまとめに向けたコメント、ご意見につきましても、同様の手順のご案内がございますので、あわせて提出していただくようよろしくお願いたします。

それでは、閉会の前に今後の進め方と次回の日程につきまして、事務局のほうからご説明をお願いいたします。

**【事務局】** 本日いろいろご意見いただきましたけれども、次回の検討会ではそういったご意見を踏まえて、事務局のほうで論点（案）をまとめさせていただきます。次回はその論点（案）の議論、そして取りまとめに向けた議論をさせていただければと思っております。

それで、お手元に意見収集票というものと追加の説明及び資料提出を求める事項についてという様式をつけております。これをこの後メールでもお送りいたしますので、この非常に限られた時間で言い足りなかったことがあれば、メールで送っていただければと思っております。

非常にタイトで申しわけないんですが、9日金曜日17時までにお願できればと思っております。これは経産省のほうにも投げたいと思っているものですからこういうタイトな日程にしていますが、これにこだわらずに、その後また気づいたことがあれば、五月雨で結構でございますので、送っていただければと思っております。

こういったものをベースにして、先ほど申した論点案をまとめて、次回、議論したいと思います。それから、その議論の前に追加でいろいろ経産省から再説明をしていただいて、質疑応答していただいて、また皆様方だけで議論をするということで進めたいと思っております。

次回の日程ですけれども、冒頭でも申しましたように、10月28日水曜日14時から、また2時間半程度ということで考えております。場所は本日と同じ建物、8号館で考えております。ただし、今日とは別の部屋になります。この2つ上の8階の特別大会議室で行いますので、場所をお間違えないようによろしくお願いたします。

最後に1点、冒頭にも申しましたが、配布資料の取り扱いにだけはご注意いただきたいということで、よろしくお願いたします。

以上です。

【座長】 何かご質問等ございますでしょうか。よろしいですか。

それでは、閉会といたします。本日は長時間のご討議をいただきまして、まことにありがとうございました。

—了—