

産業構造審議会 グリーンイノベーションプロジェクト部会

第4回エネルギー構造転換分野ワーキンググループ

議事録

- 日時：令和3年7月15日（木）8時00分～10時00分
- 場所：オンライン開催（Webex）
- 出席者：平野座長、伊井委員、馬田委員、佐々木委員、関根委員、
高島委員、西口委員、林委員
田村オブザーバ、林田オブザーバ、山本オブザーバ、小林オブザーバ
- 議題：
 1. 個別プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画（案）について
 - ① CO₂を用いたコンクリート等製造技術開発
 - ② CO₂等を用いたプラスチック原料製造技術開発

■ 議事録：

○平野座長 皆さん、おはようございます。今回も朝早い時間帯となりましたけれども、皆さん御参加いただきましてありがとうございます。

ただいまより、産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会エネルギー構造転換分野ワーキンググループの第4回会合を開会したいと思います。

本日もオンラインでの開催でありますけれども、8名の委員が御出席となります。塩野委員は所用のために御欠席、佐々木委員は所用のため9時半頃退席と伺っております。

それでは、議事に入る前に、オンライン会議の注意点について、いつものように事務局から御説明をお願いいたします。

○笠井室長 事務局でございます。本日もプレス関係者を含めまして、会議終了までYouTubeによる同時公開としております。また、会議資料や会議終了後の議事概要につきましても、経済産業省のホームページに掲載をいたします。

事務局からは以上でございます。

○平野座長 ありがとうございます。

それから、本日はオブザーバとして4名の方をお迎えしております。

まず、大阪市立大学先端研究院人工光合成研究センター、田村准教授でいらっしゃいます。田村様、よろしくお願いします。

○田村オブザーバ　　よろしく申し上げます。

○平野座長　　次に、三井住友信託銀行経営企画部サステナビリティ推進部テクノロジーベースドファイナンスチーム、林田主任調査役、よろしくお願いします。

○林田オブザーバ　　よろしくお願いいたします。

○平野座長　　次に、電力中央研究所地球工学研究所バックエンド研究センター、山本上席研究員、よろしくお願いします。

○山本オブザーバ　　山本です。よろしくお願いいたします。

○平野座長　　それから、いつもお願いしていますけれども、新エネルギー・産業技術総合開発機構、NEDOから小林理事、よろしくお願いします。

○小林オブザーバ　　小林でございます。よろしくお願いいたします。

○平野座長　　それでは、早速、本日の議題に入りたいと思います。御案内のように、今日は2つありますが、まず、CO₂を用いたコンクリート等製造技術開発プロジェクトの研究開発・社会実装の方向性及び研究開発・社会実装計画案について、まず担当課から、配付の資料2、資料3に基づき御説明をお願いいたします。よろしくお願いします。

○土屋課長　　よろしくお願いいたします。経済産業省カーボンリサイクル室長兼石炭課長の土屋でございます。今日は朝早くからお時間いただきまして、ありがとうございます。

最初の議題の1つ目になります、カーボンリサイクル関連プロジェクトのコンクリート、セメント分野、資料2、3に基づきまして御説明させていただきます。

前半でカーボンリサイクル、そしてコンクリート、セメント分野の市場等の最近の動向、後半でプロジェクトの内容について御説明させていただきたいと思います。

早速ですが、資料2に沿って御説明いたします。2ページ目になります。まず、カーボンリサイクルのところを簡単に触れさせていただきたく思います。カーボンリサイクルは、CO₂を資源として捉え、これを分離・回収し、鉱物、このほか化学品、メタネーションにより燃料、そういった有価なものに切り替えていく、CO₂の排出を抑制するといったものです。排ガスから分離・回収しながら、こういったラインナップの中での鉱物を想定してございます。

3ページ目になります。こういった内容について、今後の見通しの絵姿、これは2019年に策定した技術のロードマップになってございます。フェーズ1から3まで分かれてございますが、現在フェーズ1の段階で、技術開発を進めていく。そして、フェーズ2は、2030年頃からとございますが、特に水素が不要なものや高付加価値なものから随時普及が始

まりながら、2040年、2050年を目指していくという絵姿になります。

4 ページ目になります。そうした中で国際的な動向は、ここ1年、特にこの半年、非常に様々な動きが始まっているという重要な局面でございます。ここでは、例えば鉱物、そして燃料について1つ事例として、取組、状況を挙げてございます。例えば、左側の表の鉱物にありますが、冒頭には日本企業がございますけれども、このほか、欧米のスタートアップ、O. C. Oであつたり、Solidia、Blue Planet、Carbon Cure、幾つか例示してございます。こういった企業が様々な既存の事業者と連携をしながら、骨材であつたり吸収コンクリート、そういった様々な取組をスタートし始めようとしています。また、欧米でも国家プロジェクトが始動し始めているという重要な局面になります。

ページが少し飛びまして、6 ページ目になります。そうした状況において、この図では全体の特徴を俯瞰した内容になってございます。今申し上げたようなコンクリート、セメント分野については、欧米、特に日本、アメリカ、ドイツ、フランス、こういったところを中心に研究開発・実証が本格化してございます。主要な技術領域について、この図では左側の石灰石から製造工程に入りまして、廃コンクリートまで行ってから、またその廃棄物が有しているカルシウム源を、また戻して循環していく、こういった中でカルシウム、マグネシウムといったアルカリ源の抽出・再利用、CO₂の取り込みといったものが課題となつてございます。特に左側からありますように、クリンカを製造するときのCO₂の排出をどう抑制するか。また、コンクリートの製造、廃棄物からの抽出において、どうやってCO₂の固定、カルシウム源の抽出といったものを効率的にできるか。これを循環的に、というのがテーマでございます。

7 ページ目になります。市場の構造を俯瞰しますと、国内ではやや漸減傾向にございますけれども、セメント、コンクリートとも、国際的に見ると増加をしていく見込みです。こういったものを踏まえながら、国内、そして国際的な市場を見据えて、プロジェクトの進捗を進めていければと考えてございます。

8 ページ目になります。少しブレイクダウンした内容になります。コンクリートでいいますと、市場規模は、これは一例でございますけれども、北米、アジアを並べてございます。特に伸び率でいいますと、やはりアジアは非常に伸びていくわけでございますが、一例の生コンの価格を見ますと、半分、または3分の1程度と非常に安くなっているものですから、価格競争が激しいということも踏まえまして、国内、そしてまず1つは北米といったところを想定して市場として意識していく。

他方で、セメントにつきましては、違う構造で、右側の円グラフになります。中国が生産量の半分以上、55%、青の部分になります。また、2005年頃から生産性の高い設備、N S Pキルンが普及し始めています。ここは日本企業が比較的シェアを取っている分野、ここに新しい技術なり設備をアドオンする形で、市場を見せていければということを考えております。

9ページ目になります。こちらは御参考になりますが、そういったことを踏まえて、セメント産業、セメント協会も脱炭素を見据えて、エネルギー使用量の低減、脱炭素化、低炭素化、そしてCO₂の回収・利用についてビジョンを策定されております。こういった動きにも呼応しながら、進めていきたいと考えてございます。

10ページ目になります。特にこれまでコンクリート、セメント分野はコストを重視する比重が高い、または地産地消とございますけれども、新しい動きとして、まさに今の動向を踏まえ、CO₂の排出削減、有効利用を新たな付加価値としてしつつある、価値の向上を図っているところでございます。例えば、先ほど日本のセメント協会の事例の御紹介がありましたが、フランスでも業界全体として今年の5月、脱炭素化のロードマップを策定してございます。

そのほか、下の箱になりますけれども、事業者の取組としまして、国内外を問わず、CO₂吸収型のコンクリート、骨材を利用するタイプ、様々ございます。切り口としては、排出削減の効果、技術の適用、廃コンクリートの活用があり、そうした中で、これは1つの例でございますが、スタートアップが既存の事業者と提携しながら、国内外に展開しているケースがございます。特にライセンス等を使いながら、今までの地産地消タイプから、グローバルに展開しているケースがあり、そういった動向をベンチマークしながらやっていく必要があると認識してございます。

11ページ目になります。特定の技術の例になりますけれども、海外のセメント産業におきましても、例えばこちらのスライドはL E I L A Cプロジェクト、ヨーロッパでやられている事業になりますが、E U Horizon2020の資金支援を受けまして、この事業者がC E M E X、C A L I X、そういったところと連携をしながら進めています。ここでは技術の1つの例として、左側の図がございます。

また、2つ目のポツになりますが、ドイツのセメント会社は、スウェーデンの工場での脱炭素化を発表ということで、その取組を進めようとしている状況でございます。

12ページ目になります。そうした中で、これは全体像、方向性を整理したものになります

す。背景、課題としては、今申し上げたような、コンクリート分野でのCO₂の利用、これは長期の固定、またそれなりの量を稼いでいくという意味で期待をされている分野です。そうした中で、課題としてある、用途の拡大、コストの低減、また、後ほど出てまいります、生コンクリートや、これまでなかなかできていない分野について挑戦していく、かつ、コストについても挑戦していくというのが大きな狙いになります。

そういう意味で課題の解決、大きな柱は2つございます。コンクリート分野で排出の削減、固定量の最大化については、基本物性に立ち返って、複合利用技術及び製造・施工技術の確立、また、標準化は非常に重要だと考えてございまして、品質管理手法の確立、標準化を目指します。セメント分野でも、そういった技術の確立を想定してございます。

道筋として、3. でございますが、その開発・実証と併せて、当初より標準化、そして大阪万博の活用なども見据えて、関連する学会とのガイドラインの取り込みや、公共調達への反映といったものを試行しながら進めていければと考えてございます。

13ページ目になります。今の点の一例、ブレイクダウンした内容になります。標準化ということでございます。国際、国内、もう御案内のとおりになりますが、標準化は非常に重要な手段でございます。そうしたときに、今、コンクリートは非常に重要な節目、タイミングでございます。この中ほどにもございますけれども、特にCO₂の固定量の評価の方法、品質、性能基準といったことは重要になりますが、日本がISO/TC71、またその中のSC8について、まさに幹事、議長のポストを取っているというタイミングでもございます。こうしたことを踏まえ、また、先ほど市場のところで北米とございましたけれども、北米の基準であるASTMであったり、そういったことも想定しながらプロジェクト、そしてデータの取得、整理といったものを併せて検討していきたいと考えてございます。

また、セメントも同様でございます。国際標準化、ISO/TC74、また、先ほどありましたNSPキルンをベースとしたデファクトスタンダードの環境、こういったものを活用しながら、市場を見据えていくということを意識した内容でございます。

14ページ目になります。そうした内容を踏まえ、展開の道筋の一例でございます。吸収型のコンクリートについて、これもセメントの事業者、またコンクリートの事業者、そうしたスタートアップとの業務の提携を追求しますが、あるときは競争もあるかと思えます。こういったことを常に意識しながら進めていく必要がございます。

また、セメントにつきましても、今申し上げたような技術の確立、ブランド化を垂直統

合でやっていくケースもあるといった、市場に応じて取組を柔軟に変えていくということを考えてございます。

また、パートナーとしても、実際のメーカーのみならず、例えば商社、金融機関等の体制、取り込みというのも重要だと考えてございます。

ここまでの前段の市場の動向、展開になります。

後半部分、2つの柱の技術について、特に目標、CO₂の削減・回収といったことにフォーカスしてございますが、ポイントの御説明を続けさせていただきます。

16ページ目になります。まず1つ目の、コンクリートの部分になります。前段のところは、今申し上げたような内容、経済性の確保、削減効果の向上、ガイドラインへの反映といったことがございます。特に技術の切り口としては、材料の開発・複合化、そして製造・施工性でございます。これは後ほどもありますけれども、やはり施工するときの進め方、アプローチや標準化も重要でございます。そういうことも含めた事業設計を考えられればと思っております。

あわせて、品質管理においても、インベントリーへの登録や、特にデータの確保といったものが鍵になってございますので、そこも意識した内容になってございます。

17ページ目は、少し御参考になりますけれども、コンクリートの製造プロセスについて図式化したものになります。施工性のところにもなりますが、コンクリートは大きく2つございます。1つが生コンで、現場で打設施工するもの、上側の写真でございます。また、下は、プレキャスト施工で、工場である程度の形にしてから出荷するものでございます。プロトタイプのは、プレキャスト施工の事例が幾つかございますが、ボリュームとしては、こちらの数字にもありますように、生コンが非常に多くなってございます。他方で、CO₂の固定はなかなかチャレンジングな技術ですので、ここを主としてフォーカスしながら進めていければと思います。

18ページ目、19ページ目は、具体的なプロジェクトの目標になります。大きく2つの柱、これはコンクリート部門でございますが、1つはCO₂の削減、固定量の増大について、ここでは、310～350kg/m³といった目標値を掲げさせていただいております。これはインパクトとしましては、既存のプロトタイプでいいますと、中ほどにあります80～100kg/m³とか、また先ほど少し御紹介させていただいた、欧米のスタートアップも物によっては数10kg/m³とございます。それに対して非常にチャレンジングな内容、特に最終的に吸収のネガティブエミッションを目指していくといったレベルになります。

加えて、競争としてコストも意識しており、既存製品と同等コストを目標に掲げていければと考えてございます。

2番目のところは、品質の管理について効率的に横展開していく上で、シミュレーション、破壊分析なども通じながら、データの取得、標準化と考えてございます。

19ページ目になります。そういう意味で、具体的な内容として、今申し上げた内容と連動いたしますが、1―①、②これは特に材料開発のところを中心にしてございます。1―①については、材料工学も駆使しながら、地域特性を踏まえ、材料の複合技術の開発となります。また、1―②には、コンクリートを製造する試験養生器自体の開発もございます。そういった、TRLの低いものについて、まず足場を固めて、その上で現場施工性等をやっていくということでございます。

材料開発では、中ほどにもございますが、材料の特性、熱膨張係数、強度、そういったものも加味しながら進めていくことが重要だと考えてございます。

品質管理のところも、今申し上げた内容を踏まえて、特にデータの整備といったものも併せて進めていければと考えてございます。

20ページ目になります。今申し上げた内容を踏まえて、特にTRLの低いもの、そして、材料工学に立ち戻って基本物性の関係、そういったものを委託で想定しつつ、一方で製造システムの実証、現場施工性といったところになると、随時補助に切り替えていくことを想定しつつ、特に社会実装からのバックキャストを考えていければと思います。

今申し上げた内容と連動しますが、社会実装に向けた取組として、大阪万博、公共調達等を当初より想定していければと考えてございます。

続きまして、22ページ目以降、セメント分野になります。よろしくお願いいたします。

○森本室長　続きまして、セメント分野の説明にまいりたいと思います。

23ページ目でございます。コンクリートの主要原料でございますセメントでございますけれども、主に石灰石、 CaCO_3 からつくっているということでございます。セメントの生成過程、作成過程におきまして CO_2 が必然的に発生するというプロセスになってございます。このプロセスで全体の約6割、 CO_2 が発生するということになってございます。まさにこの大量の CO_2 の処理、プロセスで、必然的に発生してくるものを、いかに回収するかといったところ、さらには、こういったものの発生をどのように抑制していくのかという観点で、対応としては非常に重要になってくるということでございます。

そういった観点から、以下の取組ということで、大きく2つ取組を挙げさせていただい

てございます。プロセスのところで発生する CO_2 を、いかに効率的に回収していくのかといったところ、これが大きな技術開発要素の1つ目でございます。さらには、新しい CaCO_3 をプロセスに投入するのではなく、できるだけプロセスを循環させることによって原料からの CO_2 の発生を抑える、こういったプロセスの確立を果たしていくということ、これが大きな技術開発要素の2つ目でございます。左下のところに、薄い緑でラインを書かせていただいておりますけれども、この循環をいかに確立していくのかといったところが、大きな技術開発のポイントになってくるということでございます。

具体的な内容は、24ページ目以降でございます。セメント製造工程、従来型は、左下のSPキルン、さらには省エネ型ということで、現行はいわゆるNSPキルンと呼ばれるキルン、こういったものを建設いたしまして、セメントをつくっているということでございます。このNSPキルンは、日本発のデファクトという形になってございまして、現状、世界シェアでも相当の割合を占めているといったところでございます。こういったもののシェアを、引き続き競争力を維持しながら、カーボンニュートラルの達成を目指していくといった内容でございます。

具体的に、 CO_2 はどこで発生するのかといったところでございますけれども、24ページ真ん中辺りのNSPキルン、雲の図で描かせていただいております。赤いバーナーになっているところがございまして、ここは1,450度と高温で加熱をするわけですが、ここのプロセスで発生するもの。さらには、仮焼炉といったところで1,000度ぐらいの熱をかけることになりますけれども、ここで多くの CO_2 が発生する、このようなプロセスになってございます。こういった高濃度の CO_2 をいかにうまく捕捉していくのかといったところが、1つ大きな技術課題になってございます。

冒頭のほうでヨーロッパのケースを御紹介させていただいておりますけれども、ヨーロッパでは、どちらかというと、出てきたものを最終的なところで捕捉していくというタイプを取ってございます。こういったタイプですと、写真にもございましたけれども、非常に大型な設備を各設備につけていく形になると承知をしております。そういったものではなく、仮焼炉で発生してくる CO_2 をうまく捕捉していく。このような設計を取っていけないかというところで、技術開発を進めていきたいという内容でございます。

特に既存のNSPキルン、こういったものにレトロフィットという形で設備をつけていくことによって CO_2 を回収していくことを目指す、こういったことを考えている次第でございます。そういったことにより、80%以上の CO_2 を回収していきたいということを

考えてございます。

続きまして、25ページ目でございます。大きな技術開発内容の2つ目でございます。そもその発生するところで CO_2 を捕捉するといったことに加えまして、全体の製造プロセスの循環を確立していきたいといったような内容でございます。コンクリートが使われるわけでございますけれども、そういったものを回収していくといったループを回していきたいということでございます。コンクリートにおきましては CaCO_3 から CO_2 が発生して、あとの CaO 、酸化カルシウム、こういったものが主要原料になってくるわけでございますけれども、まずこういったものをいかに抽出していくのかといったところ。まだこの抽出のプロセスすら確立してございまして、こういったところを確立していきたい。

さらには、抽出いたしました酸化カルシウムと、 CO_2 をいかに固定していくのかといったところ、効率的に CO_2 を固定化していくといったところ。さらには、再生しました炭酸塩、 CaCO_3 をセメントに循環させる、さらには別の用途に活用していくといったところのルートを確立していくと。

こういったものを技術開発・実証していくことによって、全体の循環を回していくといったようなプロセスの開発をしていきたいと、こんな内容でございます。

26ページ目、27ページ目、28ページ目は参考でございますけれども、特にセメント産業につきましては、28ページに代表されますように、災害廃棄物等、いろいろな廃棄物を受け入れているのが現状でございます。こういったルートをできるだけ維持しながら、カーボンニュートラルの達成を果たしていく、こういったものの両立をさせていくというのが大きな技術課題というように承知をしてございます。

29ページ目以降は、具体的な研究開発目標の関係でございます。先ほどの説明でございますけれども、主な排出源、プレヒーターは1,000度近くで加熱するわけでございますが、こういったところで発生する CO_2 をできるだけ効率的に回収していきたいと。大部分を回収するということで、高い目標でございますけれども、80%以上の回収を果たしたいといった内容でございます。

また、循環型の炭酸塩の関係でございますけれども、現状、8%前後の CaO の抽出率となっております。さらに廃コンクリートという、比較的きれいな状態での回収という数字になってございます。こういったものを高めていく。具体的には10%以上の抽出を目標としてやっていきたいと、このような内容でございます。

また、コスト面といったものが非常に重要になってくるところでございますので、まずは市場価格の5倍以内を目指して、コストの引き下げを目指していきたいと、このような内容でございます。

30ページ目以降が委託補助の考え方でございます。この技術開発は、これまで海外も含めまして取り組んだ例は全くございませんという内容になってございます。そういった意味では、委託でスタートしつつ、最終的には、大規模な実証、こういったフェーズに移っていくに当たりまして、補助に移行していくといったような内容を考えてございます。

32ページ目でございます。具体的なスケジュールでございますけれども、約5年をかけまして小型機の実証、さらには基盤技術の確立、こういったものを果たしていきつつ、ステージゲートを経て、大型化、量産化に進んでいきたいと考えてございます。

私からは以上でございます。

○土屋課長 以上のところが、大きなプロジェクトの柱立てになります。残り33ページ目、34ページ目、特に33ページ目は、これまでもNEDOの既存プロジェクトでございます。特に素材の開発、そして性能の追加といったところについて、こちらの表、青字の枠になっております。そういったものもできるだけ取り込みながら、また今回の基金事業でもスタートアップの連携も含めて、途中でプロトタイプができたものを随時、また場合によってはタスクアウトできるものがあるかどうか、そういったマネジメントを意識していきたいと考えてございます。

34ページ目は、字が大変細かくて恐縮でございますが、今申し上げた内容を俯瞰した図式化したものになります。アウトプットから、中ほどの標準化、差別化、ガイドライン、公共調達といったものを踏まえて、右側のほう、アウトカムとして、CO₂の削減、そして経済波及効果を狙っていくというものになります。

担当課からの御説明は以上になります。よろしくお願いいたします。

○平野座長 どうもありがとうございました。それでは、いつものように自由討議、各委員からの御意見をお願いしたいと思っております。議論いただきたい事項については、事務局から資料6というのが配付されていると思いますので、そちらも御参照の上、御意見をいただければと思います。

では、毎回同じやり方でございますけれども、一巡目の御発言を委員より名簿順でお願いいたします。各委員が一巡した後に、さらに追加の御意見をお願いしたいと思っております。それでは、伊井委員、よろしくお願いいたします。

○伊井委員 おはようございます。みずほ証券、伊井でございます。御説明いただきまして、ありがとうございました。また、分かりやすい資料を、作成するのは大変だったと思うのですが、感謝申し上げます。私から4点コメントをさせていただければと思います。

コンクリートとセメント、日本がいろいろ技術や市場に連動しているということがよく理解できたというところなのですけれども、今回のお話のところに関しては、いわゆる作り手、売り手のインセンティブのお話だったかと思いますので、できれば政府のサポートとして、需要家側のメリット、セメントだったりコンクリートを使うことによってインセンティブになるような、何かしらのサポートをぜひつくっていただければと思っています。

2つ目としては、その需要をつくるためには、私は大手町にいるのですけれども、例えば道路だったり、いわゆるビルや、コンクリート、セメントでできているかと思うので、今後の需要はかなり大きいのではないかと考えております。そういう意味で、ほかの省庁との連携をぜひやっていただければというのが2つ目の話でございます。

3つ目としては、CO₂を固定化するというお話かと思うのですけれども、19ページ目の資料にもあったと思うのですが、CO₂の固定した量の測定、このところの標準化なのか、計測の仕方なのかを、ぜひやっていただければと考えております。

我々金融機関の人間のほうも、自分たちのポートフォリオの中でCO₂をどれだけ減らしていくのかというのは、まさに議論が始まったところではあるのですけれども、CO₂の削減量はどうやって測るのかというのが、議論の中に出てくるところがありますので、ここのところに関してはぜひお願いできればと考えております。

最後に、今回の基金の話から外れますけれども、カーボンクレジットのところこういう固定化だったり吸着の話を絡められないのかというところは、少し気になっている部分でございます。このクレジットのところに関しては、発行体や業者さんに関しても関心が今後高まってくる分野かと思うので、ここのところに関してもぜひ連携などをしていただければと考えております。

私からはコメントは以上でございます。

○平野座長 ありがとうございます。それでは、馬田委員、お願いいたします。

○馬田委員 よろしく申し上げます。私からも、資料をありがとうございます。大変分かりやすく、勉強になりました。

また、この領域は非常にやるべきだと思っております、すごくインパクトがある領域だと思うので、きちんと投資して、技術開発を進めていくことは、非常に重要なのかなと

思っております。

一方で、テクノロジーレディネスレベル的にも少し時間がかかりそうな領域ではある中で、そこをきちんと技術的なサポートをしつつ、その一方でデマンドをつくり上げていくような取組や、法令の準備というところも並行して進めていくといいのかなと思っております。

個人的には、特に公共調達が鍵になると考えており、先ほどの資料の中にもありましたけれども、ローエミッションのセメントやコンクリートについて、きちんと政府側がデマンドをつくる、つまり公共調達をしていくというようなところが、需要を創出するポイントとしてあるのかなと思っております。そこに関しては、国内だけではなく、輸入も含めて何か基準を設けて、こういうローエミッションのセメント、コンクリートを扱っていきますというようなところを考えるといいのかなと思っております。

また、今回つくった技術を海外に展開していくという点で、ライセンスについての御指摘あったかと思います。恐らく民間企業が主体となつてつくることだとは思いますが、知財戦略等も最初からある程度考えてやっていく必要があるのかなと思っております。これまで日本の大学で技術系のスタートアップに関わっていて、研究初期から知財戦略をきちんと考えておくということの重要性は痛感しておりますので、その辺りも含めて政府が何か支援できるようなところがあれば、民間企業に支援していくというようなところも大事なのかなと思った次第です。

3点目として、業界としてこういうものに取り組んでいくことの機運を高められないかと思っております。たとえばセメント業界ですと、もう既にそうしたレポートを出されていると伺っておりますけれども、その他の業界でも業界として各企業がきちんと足並みをそろえながら、ローエミッションやゼロエミッションに向けてやっていくということ、国全体の機運として高めていけるといいのかなと思っております。

私からは以上になります。

○平野座長 ありがとうございました。では、佐々木委員、お願いいたします。

○佐々木委員 まずは、コンクリートの関係の分かりやすい御説明、ありがとうございました。CO₂の量的な固定ができる、そして重要な固定先でございますので、ぜひ進めたいと思います。

私からは2点ございます。まず1点目は、両先生方、もう既にお話しされておりますけれども、コンクリートはやはり公共調達というような制度の中で、このようないいものが

開発できれば、うまくそれにフィットするような形で、普及しやすいようにしていただければありがたいと思います。これは制度設計ですので、国のほうの御尽力をお願いしたいと思います。

それから2つ目は、私自身、セメントとかの研究室があった学科出身でございまして、どちらかという、やはり基礎的な研究のところではセメントの関係の研究が進むというのは、非常に大事なのかなと思います。特にCO₂の吸収量を増やそうとしますと、材料としては酸性側にシフトすると。つまり塩基性が弱くなるということになりますので、コンクリートと触れる鉄骨の長期間の耐久性が大丈夫なのかなというのが、最後、本質的なところで残ります。そのような基礎に立ち返った取組を進める中で、大学や国研のセメントの研究室にも中長期できっちり入っていただいて、いわゆる基礎、基盤のところをきっちり把握しておいていただけますと、技術開発も失敗なく進むと思いますし、国全体の研究力のアップにもつながると考えました。

私からは発言以上でございます。

○平野座長 ありがとうございます。それでは、関根委員、お願いいたします。

○関根委員 ありがとうございます。2点ございます。

まず、今、佐々木委員からも一部御指摘があった点、基礎のところでございますが、やはり従来とは異なりまして、材料の物性が変わってくるということもあるので、既に事前でも御説明申し上げて、今日の資料にも文言として盛り込んでいただいておりますが、熱膨張係数の違い、従来はコンクリートと鉄筋というのは非常に近い熱膨張係数を持っていたこともあり、長期耐性ということが安定して得られたわけですが、今後、CO₂で固定化したものに対する熱膨張係数の違いから来る長期安定性、鉄筋との親和性、あるいは、今御指摘あったようなpHの環境における物性の化学変化等々も含めて、基礎、基盤のところもしっかり押さえないといけないと感じました。

もう一点は、このようなすばらしい取組を政府が全部押していった場合に、先ほど需要家側のインセンティブというお話も冒頭ございましたが、そちらともリンクすると思うのですが、要はカーボンリーケージをどうやって押さえるか。これが1つの方法として重要だと思います。クリンカをつくるところで大量にCO₂が出ますが、これを例えば海外、中国等に移転してしまえば、結果として、元も子もないわけです。

そういう意味では、一番CO₂が出るところを海外に飛ばしてしまって、カーボンリーケージを起こすということは、なるべく避けたいということもあって、全体として国内で

うまく回せる仕組みをしっかりと考えていかないといけないと思いました。

以上です。

○平野座長 ありがとうございました。それでは、高島委員、お願いいたします。

○高島委員 よろしくお願いいたします。御説明ありがとうございました。3点ほどお話をさせていただければと思います。

1点目は、単なる確認になります。後半のセメントのほうなのですけれども、今回のお話、基本的にはレトロフィットを前提で、今あるものでCO₂をどれだけかき集めるかというような印象を持ったのですが、そもそも、燃料の転換みたいなことは前提とはなっていないということでもよろしかったでしょうかというのが1点目です。つまり、石炭継続という前提で考えられているのでしょうかという確認です。

2点目なのですけれども、これまでこの会議の中で、水素、アンモニア、鉄と来て、このテーマを検討しているわけですが、国としてこのテーマにどのぐらい投資すべきかというときに、これがどのぐらいドラスティックな話なのかというのを見るためには、もう少しマスバランスというか、「全体として今どのぐらい出していて、そのうちどのぐらい回収できて、ひいては日本国全体でいうと何トン分のCO₂を削減するぐらいのインパクトになる」とか、その辺の規模感が分かったと良いと思いましたというのが2点目。

最後は、これまでも皆さんからお話ありましたように、社会実装に向けての需要の確保のためには、技術的に使えるものにするだとか、用途を開発するということと、あとは省庁間連携みたいなところもあるかと思うのですが、そういったところも配慮いただきたいというのが3点目です。

以上です。ありがとうございます。

○平野座長 ありがとうございました。それでは、西口委員、お願いいたします。

○西口委員 ありがとうございます。私から3点申し上げたいと思います。

まず1つ目でございますけれども、技術開発が順調に進むであろうという前提での話ですけれども、どの国を仲間にしていくのかということです。つまり、先ほどの話ですと、やはり中国が最大の生産国であるということ、あるいはTC71のメンバー構成を見てもみると、アメリカがいたり、ノルウェーがいたり、コロンビアがいたり、それぞれのコンビーナがいて、それなりの影響力を持っているのだらうと思いますので、TC71のチェアを日本が取っているからといって、別に日本の思惑どおり物が進むわけでもございません。広い意味の技術開発以降をいかにグローバルな調達基準にこの話を持っていくかというグ

ームだと思しますので、他国をどう巻き込んでいくのかということです。

これは公開の場面でもございますので、特定の国の名前をこの場でおっしゃるのは難しいかもしれませんが、どの国とどう組むのかということを今の段階から議論して、また戦略化しておく必要があるなと思いました。これがまず1点です。

2点目は、特に前半にありましたスタートアップです。日本ではこの分野のスタートアップはあまりないと伺っておりますけれども、海外のスタートアップを食欲に取り込んでいくということ。あと、日本においてもスタートアップのコミュニティーの皆さんに、ぜひこの分野に事業機会があるということを含めて幅広く、ある種、起業といいますか、スタートアップの活動を鼓舞するような動きが必要ではないかなと思います。

最後に、ちょっと最初とかぶるのですけれども、御存じのとおり、EUがやはり非常に大きく動いております。なので、EUの動きと全く違う動きをすることはしないのではないのかという気もしますので、1番のどの国と組むのでしょうかという話の中で、EUとの連携をどのようにこのプロジェクトの中に最初から織り込んでおくのかということが、私は非常に重要ではないかと思います。

もちろんEUだけではなく、EU及びアメリカだと思うのですが、そして結局は中国の話になってくるので、どうしても、出口を最初から考えてこのプロジェクトを進めていく必要があると強く思います。結局は、各国の調達基準の中に入らなければ、何を開発しても使われないということになりかねない。そういう意味で、先ほど需要という意味では、それが調達基準に入るかどうかというのがとても大事かと思います。

以上3点です。ありがとうございました。

○平野座長 ありがとうございました。それでは、最後になりましたけれども、林委員、お願いいたします。

○林委員 私からは、3点コメントさせていただきます。

まず、コンクリートについてなのですが、コンクリートはCO₂を固定化できる材料ということで、非常に重要で、国内で生産していくべきで、今後、多種多様な副産物や廃棄物を用いて、より多くのCO₂を固定化できるコンクリートの製造が重要になってくるかと思います。

そういった技術を確立しましたら、それは国内でCO₂の排出量削減ということにも役立てられるのですけれども、先ほどどなたかおっしゃっていた、開発した技術をライセンス化して、海外に技術移転することによって、世界のCO₂の排出量削減に貢献できると

ともに、日本の海外の強みとしていく技術点で、外貨を稼ぐなどのそういった戦略もあっていいかと思います。

2点目は、セメントに関してなのですが、今後、日本は高度成長期時代に建てられたビルの建て直しなどで、廃コンクリートが大量に発生することが見込まれますので、この廃コンクリートを利用してセメントを製造するという本プロジェクトは、非常に重要だと思います。

CO₂を固定化した廃コンクリートからセメントを製造するプロセスにおいてCaO、つまり酸化カルシウムを抽出する、そのときに発生するCO₂をまた再びセメントの製造や、あるいはセメントからコンクリートを製造するときに使用して、廃コンクリート、セメント、コンクリート、そして廃コンクリートとまたなっていくループの中で、カーボンリサイクルが閉じているという技術開発をどんどん高めていくように、カーボンリサイクルがいかにかうまくいっているかというところを定量的に議論されるということも重要だと思います。

最後に、廃コンクリートからセメントを製造するときのCaOの抽出というのは、鉄鋼精錬の転炉スラグの再利用にも非常に適用できて、鉄鋼精錬の転炉スラグは有リンの石灰が入っていて、水と反応して膨張するという問題が生じて、なかなか再利用ができていないところもありますので、この廃コンクリートのCaOの抽出の技術を、他のそういったスラグなどにも利用していければ、よろしいかと思います。

以上です。

○平野座長 ありがとうございました。以上、一順目の各委員からの御発言、幾つか質問もあったかと思いますが、この点において役所のほうから何か回答なり御説明があればお願いいたします。

○土屋課長 ありがとうございました。経済産業省カーボンリサイクル室長の土屋です。貴重な御示唆、そして御指摘、ありがとうございます。いずれも大変重要な点かと思います。先にコンクリート、そして全体のところをコメントさせていただいた上で、セメントということでございます。

まず最初に、複数の委員の先生方からいただいた公共調達は、非常に重要な視点だと思っております。これは各省連携の部分とも絡みますけれども、本件、特にカーボンリサイクルの実行計画を含めて、国土交通省はじめ各省、また知財のお話もいただきましたけれども、知財事務局ともすり合わせをしながら進めているところでございます。また具体的

なプロジェクトの詳細設計が進む段階でも、国交省をはじめ各省と進めていきたいと考えております。

そういう意味で、公共調達もプロトタイプについて、国交省の例えば国道の内容とか、そのみならず、ボリュームとしては各地方自治体の公共調達が非常に重要だと考えております。今もプロトタイプで簡単なプレキャストがございますけれども、こういった内容もゼロエミ自治体の枠組みであったりといったものを踏まえて広めていく、そういった働きかけを初期段階から進めていきたいと考えております。

2つ目の点としまして、今の点と連動いたしますが、測定、標準、そしてインベントリーのお話、クレジットのお話がありました。こういったCO₂の吸収量であったり、またそれをどう表示していくのかとか、またどうデータを取るのかといった点が、ぐるっと戻って、公共調達の確からしさになってくる、またブランドの確からしさになるかと思えます。

そういう意味で、ここでのプロジェクトも当初から標準化を意識したデータの取得、インベントリーの設計といったものを検討していく。それが今もクレジットの件、幾つかの企業がまさにボランタリークレジットの検討を試行的に進めようという動きがございますけれども、そういった内容に資するような設計プロジェクトの運営、そして発信をしていければと考えてございます。

3つ目の点としまして、これもいただいた基礎的な点、材料物性、非常に重要だと考えてございます。事前に御示唆いただいたところでも、熱膨張係数とか強度の件をいただいております。また、耐久性、特にCO₂を長期に固定する裏腹で、長期間使うとなると、そこでの耐久性は重要だと考えております。ひび割れ、引っ張り曲げ、伸び、また水との関係があるかと思えます。今回、まさにおっしゃるように、プレキャストのみならず、生コンクリートのところで、そういった基礎物性に立ち返るというのが非常に重要な点かと考えております。

そういう意味で、産学連携の件、これは先生おっしゃるように、大学でも非常に重要な研究をされているところでございます。大学、そして学会、また論文になる部分はありますが、ならないような実証のところも、例えば産総研とかそういったところと連携しながら、基礎物性をしっかりと押さえていくことは重要だと考えてございます。ありがとうございます。ぜひこれを取り込んでいきたいと思っています。

また、4つ目、先ほどの標準化と絡みまして、仲間づくりの点、市場の点がございまし

た。アメリカ、EU、御示唆いただいているところで、非常に重要な地域だと考えております。カーボンリサイクル全体でも、今、政策的にMOC、協力の覚書を幾つかの地域と結んでいるところでございますが、そういったものも土台にしながら、今御示唆いただいたような地域、特に標準化における議論でその地域かつ、そこにいる企業とどのように、場合によっては仲間づくりがしていけるかというのがポイントだと思っております。

また、今の点と併せて、スタートアップのコミュニティーは、私も非常に重要だと考えております。特に欧米の動向を見ますと、表向き、スタートアップがありながら、その体制として既存のセメント事業者、コンクリート事業者、電力、ガス、エネルギーといったところが連携しながら、コミュニティーとして開発を進めている。私たちも、まだパイプが作り切れていないところがあると思うのですが、ぜひ御示唆いただきながら、特に日本でも様々な意欲的なスタートアップがあるかと思います。そういったコミュニティーにアウトリーチしていければと考えてございます。

幾つかポイントがございます。あと、セメントの部分についても補足させていただきます。

○森本室長　　続きまして、セメントの関係でございます。革新素材室長をしています森本です。

高島先生から、燃料転換みたいな話もあるのではないかと、こんな御指摘をいただいたところでございます。全体の量の関係のところも御指摘をいただいたところでございますけれども、資料でいきますと9ページのところに、セメント産業におけるCO₂削減に向けた長期ビジョンという形で、右下のほうでございますけれども、製造時のCO₂の排出のアウトラインをお示しさせていただいております。窯業、セメント関係で全体の8%、そのうちの約6割が原料由来で出てくるもの、それから残り4割がプロセス、投入エネルギーという形でCO₂の排出につながっている、このような全体像でございます。

そういった中で、おっしゃるとおりで、まさに投入エネルギーのところをどうしていくのかといったところも大きな課題だと認識してございますし、業界としても、まさに使用エネルギーの低炭素は大きな課題だと認識しており、ビジョンの中でもしっかり明記しているところでございます。

ただ、取組といたしましては、比較的高温になるといったところの熱の利用に対して、どのように対応していくのかといったところは、1つ大きな課題かなと承知をしております。所内で使う電気の低炭素化は既に各事業者さんでも取り組まれているところと承知

をしてございます。一方で高温、特に1,500度近く高温に上げていくといったところが、1つ大きな課題になってくると認識はしてございます。ただ、全体の量といたしまして、まずは原料由来のところを抜本的に変えていかないといけないと。これはほかの産業に必ずしも共通しているところでもないといったところでございまして、まずはここにしっかりアプローチをしていく。こちらに取り組んでいきたい、このような内容とさせていただいてございます。

2つ目は、林先生から、カルシウムに着目いたしまして、まさに資源を循環させていくというところ、こちらを確立していくことは非常に大事だというコメントをいただきましたけれども、まさにそのとおりだと認識してございます。ちょっと説明を飛ばしましたけれども、資料の26ページで、酸化カルシウムの循環といったところを簡単にお示しさせていただいてございます。現状、廃コンクリートは一部回収等やられてございますけれども、それ以外にもカルシウム源と考えますと、幾つかございます。先ほど先生からも御指摘いただきましたけれども、転炉スラグ、こういったところにもカルシウムは含まれてございます。こういったものをどう循環させていくのかといったところも大きな課題と認識してございます。

この取組は、全体の取組からすると非常に遅れている分野かなと認識してございまして、今回の技術開発を通じながら、こういったところにもいい影響を与えていきたいと考えてございます。有識者を含めまして、いろいろ御相談させていただいて進めていきたいと考えてございます。

私からは以上でございます。

○平野座長 ありがとうございました。今の御説明を含めて、委員の方々に追加の御意見等ありましたら、挙手をお願いいたします。よろしゅうございますか。

それでは、オブザーバの方々にもぜひ御発言をお願いしたいと思います。順番に、大阪市立大学の田村先生、何か御意見ございますでしょうか。

○田村オブザーバ 丁寧な説明、ありがとうございました。私が少し気になった点というか、重要な点かなと思うところは、コンクリートを廃棄物として集めるのですけれども、そこからCaOを抽出してくるのですが、そのときに恐らく破碎だったり、分別、抽出という操作をしていくことになると思いますが、そこですごくエネルギーを消費してしまうのではないかなということを懸念しますので、その技術の開発を重要な課題として取り組むべきではないかなと思います。

特に全体のLCAを計算されて、そこにかけられるエネルギーだったりCO₂の排出量をどこまで削減しないといけないかという指標を決めて、ある程度回収する技術レベルの標準化というか、ある程度の閾値をつくっておくというのと、もう一つは、回収するときに、CaOを回収しやすくなるようなコンクリートの設計というものがあればいいのかなというようなことを思いました。

以上です。

○平野座長 ありがとうございます。三井住友信託銀行、林田さん、いかがでしょうか。

○林田オブザーバ 御丁寧に御説明くださり、どうもありがとうございました。私からは2点ございます。

コンクリートはCO₂の固定化に重要な役割を果たすことが期待されておりますけれども、それだけではなく、従来からセメント工場自体が廃棄物を燃料として、二次廃棄物を発生しないため、廃棄物処理という観点からも環境面で優れているというのは考えられております。先ほど、例えばデファクトになり得るNSPキルンを海外に将来的に展開するに当たって、どういった国々をターゲットにするかということですが、やはりインフラ整備などでセメント需要が高く、適正な廃棄物処理の問題を抱えているような海外の国々と、早期の段階から政府間で対話をしていただければ、こういった日本発の技術を海外に展開しやすくなるのではないかと感じました。

もう一点ですけれども、やはりこういった環境エネルギーに関するスタートアップというのは欧米のほうが多く輩出されておまして、なぜ日本でそういったスタートアップが出てこないのかという理由は、やはりこういった領域は非常に最初の基礎研究が長いこともあって、日本では欧米のような大きな独立系のベンチャーキャピタルが存在しませんので、なかなかこういったところに支援することができないと。

ただ一方で、2050年の目標実現に向けて、長期的視野に立った取組を支援することも重要だと思いますので、大学の基礎研究であるとか、日本でこういった取組をしようと考えているスタートアップをいかに支援していくかが重要なのだろうと考えております。今回のグリーンイノベーション基金というのは、国の資金のみの基金なのですが、ヨーロッパではこういったスタートアップ、基礎研究を支援するために、官民で資金を拠出し合ったクライメートキックであるとか、エナジーキックというような、官民パートナーシップによる基金というのがありますので、そういったものを検討する必要があるのかなと考えております。

以上でございます。ありがとうございます。

○平野座長 ありがとうございます。電力中央研究所、山本さん、いかがでしょうか。

○山本オブザーバ 山本です。カメラのない環境ですみません。声だけとなります。お許してください。

コンクリートの材料として、それをうまく活用してということは、大変いい方向性だと考えております。この技術開発自体は難しく、実用化におけるハードルが結構高くなると感じております。仕上がりとしてのコンクリート自体も、セメント等の粉体材料と併せて骨材等、多様な材料を組み合わせ造ります。それら諸材料の総量から見て、カルシウム源となるセメントの量自体は、コンクリート全体の体積の中でいうと、決して多くはないということもあり、先ほどもありましたけれども、大きな塊から砕いてカルシウムを狙い撃ちで取り出して利用していくというところで、技術論的にコスト度外視でそういった技術が成立したとしても、その後、かなりコストを落としていかないと実装できないという事になりかねません。土木、建築も含めて、こういったセメント、コンクリートの分野というのは何分、実用化するときは、コストが非常に物を言うということもありますので、低コスト化もにらんだ技術の成立性を確保して頂きたいです。この点を意識して進めていただきたいと思います。

大きくは以上のところです。

○平野座長 最後になりましたけれども、NEDOの小林様、ございますでしょうか。

○小林オブザーバ ありがとうございます。NEDOのほうは、実際のプロジェクトを採択するプロセス、それから採択された段階でプロジェクトマネジメントのほうを担う形になるわけですが、コンクリート、セメントについては、特にコンクリートについていうと、水素を利用しないCO₂の固定化という技術なものですから、NEDOとしても、これまでもいろいろと取り組んできたところではございます。

今回のプロジェクトにおいても、この既存事業の成果をうまく活用しながら、しっかりと連携して、効率的に開発を進めていきたいと考えております。また、そのプロセスの中では、御指摘のありました、例えば知財戦略、あるいは低コスト化といったところを事業者、これは企業もちろんそうですし、研究所、あるいは大学といったところもそうですが、しっかり協力しながら進めていきたいと思っております。

以上です。

○平野座長 ありがとうございます。それでは、セメント、コンクリの議論は以上し

たいと思いますけれども、私からは、各委員、それぞれ御指摘があったところではあります、コンクリ、セメントについて、これを最終的にはアウトカムとしてどのように事業化し、収益化していくかというところは、気になるところではあります。

コンクリに関しては、高付加価値商品、CO₂吸着ということ自体を商品化、ブランド化していくということが重要だと思いますけれども、その中で幾つか指摘があった、やはり標準化、データインベントリーみたいなこともありますし、それから、そうしたことから派生して、標準化から国際調達へつなげていく。今後のコンクリ、セメントの需要は、国内で常に内需があるわけですが、やはり海外市場が非常に大きくなっていく、特にアジアということでもありますので、こうした国々との連携等も含めて、ここは民間もそうですけれども、経産省を中心とした役所の支援が重要だと思っています。

各委員から御指摘があった公共調達、国内の需要創造というところも、制度設計も含めて、ぜひともお願いしたいと思っております。

やはり基本的には内需産業で、産業規模としても、個々の企業の規模としても、例えば前回議論した鉄鋼ほど大きくあるわけではありませぬので、こうした標準化、海外展開、あるいはIP化みたいなところに関しまして、1つは業界自体が非常に強いリーダーシップ、オーナーシップを発揮していただきたいと思ひますし、うまくそこを関連の省庁で支援をしていただくというところで、緊密な連携を期待したいと思ひます。

セメントのほうも同じでありますけれども、セメントの場合はどちらかというと、プロセスを売っていくということになると思ひますが、こうしたCO₂排出が抑制されるというプロセス開発、それを回収していくに当たっては、機械メーカー、それからエンジニアリング会社等というのが重要な役割だと思いますので、こうした業界との連携も含めて、最終的なアウトカムにつなげていくための官民連携、それから改めて民間のリーダーシップというものに期待したいと思ひます。

最後に補足的にスタートアップという話がありまして、これもオプザーバの方等の御指摘もありましたけれども、基礎物性のところがまだまだ重要だという御指摘もありまして、これは今、やはり大学の技術をうまく今度はスタートアップということでビジネス化していくというのが、徐々に日本の中でも加速をしていると思ひます。ですので、こうした分野の研究者の方々に、持っている研究成果の事業化、それぞれの大学にそうした機能があると思ひますけれども、意識をしていただきますし、大学の産学連携なり、あるいは大学のVCなり、こうしたところにもこの分野の有用性ということをアピールし、目を向

けていただくということで、日本でもこうした分野のスタートアップの創出の可能性を高めていただければと思います。

以上、私からの意見を申し上げまして、それでは、CO₂を用いたコンクリート等の製造技術開発のプロジェクトに関する議論を終了いたします。

同じく、今度はプラスチックの原料製造技術開発プロジェクトの議論に移りたいと思います。プロジェクトの研究開発・社会実装の方向性及び研究開発・社会実装計画案について、プロジェクト担当課から、今度は資料4、資料5に基づいて御説明をお願いいたします。

○森本室長　続きまして、資料4になります。引き続きまして、革新素材室長をいたします森本から御説明をさせていただきたいと思います。よろしくお願いいたします。

2ページ目以降でございます。資料のアウトラインは、これまでのセメント、コンクリートと同じ形になってございますけれども、前半、全体的なアウトライン、その後、研究開発事項、そんな内容になってございます。

先ほどの鉱物のところにも出てまいりましたが、カーボンニュートラル、カーボンリサイクルという観点から、化学品についても取組が非常に大事になっている次第でございます。基礎化学品から機能性化学品へと大きなフェーズ、3ページでございますけれども、全体のカーボンリサイクルを、化学品から機能品へ、機能品から汎用品へどんどん移っていく、こういったアウトラインでございます。

3ページ目がロードマップになってございます。こちら先ほどと同様の図になってございます。割愛いたしたいと思います。

4ページ目でございます。全体の化学産業が占めるCO₂の排出という内容でございます。鉄、自動車等の機械、そういったものに並びまして、化学は全体産業に占める約2割のCO₂の排出ということになってございます。非常に大きな取組が必要になっている産業といったところでございます。

特に大きな取組が必要になってまいりますが、5ページ目以降でございます。いわゆるプラスチックといったところが大きなCO₂排出源になってございます。ページ右側でございますけれども、石油精製において出てくる石油に続きまして、石油化学用のナフサ、こういったものが大量に使われている、このような状況でございます。

6ページ目でございます。このナフサにつきましては、一定程度輸入もしてございますけれども、国産でナフサをつくっているといったところもございまして、引き続きこうい

ったトレンドは一定程度続くかなと考えている次第でございます。

7ページ目でございます。この国産ナフサ、輸入ナフサ、こういったものを国内で精製、さらには輸入してまいりまして、約850度の熱分解炉でナフサを分解いたしまして、炭素の鎖の短い様々な原料の有機物をつくっている、このような流れでございます。約半分がC2からC8までの基礎化学品という形になってございます。

こういったものの原料プロセスの中で、6,000万tほどのCO₂の排出が見られてございます。特に基礎化学品で約半分のCO₂の排出が行われているといったところでございます。こういった現状を踏まえまして、精製してくるところのプロセスでの抜本的な対策が大事になっているといったところでございます。

参考までに、8ページでございますけれども、こういった基礎化学品から様々な有用な化学品、プラスチック製品がつくられてございます。ポリエチレン等に代表されるように、我々の生活に欠かせないプラスチック製品がつくられてきてございます。プラスチック製品に限らず、ゴム、タイヤのようなものもつくられているといったところでございます。

9ページ目でございます。こういったプラスチックは、当然これまでも様々なリサイクル等に取り組んでいるところでございます。ただ一方で、現状は約半分強、こういったものがサーマルリサイクルという形で廃プラスチックが利用されているといったところでございます。こういったものをカーボンリサイクルして回していくという、資源循環をさせていくという観点から、マテリアルのリサイクル、さらには難しいケミカルのリサイクルに抜本的に取り組んでいくこと、こういったものが最終的なカーボンニュートラルにつながっていくと考えている次第でございます。

10ページ目以降、国際的な動向でございます。世界のプラスチック原料の製造プラントは、我が国は比較的新規投資が進んでございませぬけれども、中国、韓国、ASEAN各国、経済が非常に伸びているところで、プラントの新設が進んでいるといったところでございます。さらには、シェールガスが出てきたということを背景にいたしまして、アメリカでも一定投資が進んでいるという内容でございます。

11ページ目でございます。世界の一次エネルギー供給量と化学製品の製法といったところでございます。エネルギー分野、エネルギー供給につきましては、欧米を中心に再生可能エネルギーの導入がどんどん拡大してきているという背景でございます。一方で、下のほうの赤いグラフになりますけれども、石油（原料等）という形、原料につきましては、国際的な見通しでも、一定程度引き続き石油原料が使われていくといったことが見通され

ているところでございます。そういった観点から、カーボンのリサイクル、それから従来での活用、特にカーボンのリサイクル、こういったものの割合を増やしていくといったことが求められているところでございます。

12ページ目でございます。欧州の取組でございます。欧州につきましては、安い再エネ電気が徐々に普及しつつあるといったところもございまして、必要な高温に電炉、電気による電熱化という形で問題解決を図っていこうという取組も徐々に進められているところでございます。

また、実証フェーズではございますけれども、ケミカルリサイクルといったものも徐々に取り組まれつつあるというところでございます。まさに競争状況にあるというのが現状でございます。

13ページ目、中国の状況でございます。中国は旺盛な需要を背景にいたしまして、ナフサ分解炉もどんどん増えてきているところでございます。また、石炭を豊富に保有しているということもございまして、Coal to Olefin、こういったものも取り組まれているというようところでございます。当然、石炭を活用するということでございますので、CO₂の排出が問題になってきているといったところでございます。

14ページ目でございます。先ほどもちらっと触れさせていただきましたけれども、シェールガス、アメリカの状況でございます。鎖の短いエチレンガス等のシェールガスを背景にいたしまして、C₂、C₃といったところの有機物につきましては生産量を増やしているというのがアメリカの状況でございます。一方で、C₄以降、比較的炭素の鎖が長いものを、どうつくっていくのかといったところが課題になっているというのが、アメリカの状況でございます。

15ページ目でございます。国内の状況でございます。国内のナフサ分解炉は、現在、12基稼働していると承知してございます。国内におきましては、一部老朽化してきているものもございまして、こういったものを今後どのように維持していくのかといった視点も持ちながら、国内の生産能力をどのように残していくのかといったところが1つ大きな課題と承知をしてございます。

こういった各国の戦略をまとめまして、我が国で取るべき戦略を16ページ目にまとめさせていただいてございます。戦略1といたしまして、我が国の状況でございますけれども、まさに老朽化対策を一定程度克服しながら、カーボンニュートラルに向けた取組を抜本的に進めていくことが必要だと考えてございます。

先ほどのセメントのところで御議論ございましたけれども、大きくは2点あるかなと承知をしてございます。1つは、投入する熱源、投入するエネルギーのところを抜本的に変えていく取組を進めていくといったところ。2つ目が、原料の循環、さらには原料の転換、こういったインプットのところの原料を循環型のものに変えていくといったところ。こういった大きな取組を進めていくことによって、引き続き生産体制を維持していきたいと考えている次第でございます。

さらには、こういった取組を進めながら、これまでも化学業界ではいろいろ行われてございますけれども、ライセンスビジネスという形で、国内に限らず、海外での市場の獲得をしていきたいと考えてございます。

17ページ目でございます。こういった大きな方向性を踏まえた、具体的な取組のアウトラインでございます。先ほどの繰り返しになってございますけれども、1つ大きな入り口といたしまして、熱源の転換、850度のナフサ分解炉という話をさせていただきましたけれども、こちらのエネルギーの投入のところをカーボンニュートラルなものに変えていくといった取組。さらには赤、それから青のところになりますけれども、全体の原料の循環、プラスチック製品から廃プラ、廃ゴム、こういったものを取ってきてまして、資源循環を図っていくといったところ。さらには、そもそもの原料の投入を、有機物を自然界から取ってくるというような取組、こういったものを進めていきたいというのが大きなアウトラインでございます。

なお、17ページの右側に、基礎化学品製造トランジションイメージといったところも書かせていただいております。将来的には国内のナフサ分解炉が、現状どおりそのままということはなかなか難しいと承知してございます。一方で、2050年、これから30年を見越しますと、一定のトランジションを果たしていくことも必要と考えてございます。国内での生産も一定程度残りつつといったところが、大きな方向性かなと承知をしてございます。熱源の転換、さらには材料の転換を果たしながら、国内生産、さらには海外の市場を取っていくことを大きな戦略と考えてございます。

さらにこれを細かくブレイクダウンしたものが18ページ目でございます。具体的な研究開発内容に近づいてまいりますけれども、1、2、3、4という形で研究開発項目を整理させていただいております。細かくは後ほど説明いたしますけれども、黄色の部分、それから赤、緑、青という形で全体の資源循環、カーボンリサイクルを果たしていきたいというのがアウトラインでございます。

以上が大きなアウトラインでございまして、ちょっと時間の関係もございまして、具
体の研究開発項目に移りたいと思います。25ページ目以降でございまして。

1つ目は、先ほどの図でいきますと黄色のところでお示しいたしました研究開発の関係
でございまして。現状、ナフサ分解炉、約850度にナフサを加熱いたしまして、有用な炭素
の鎖の短い原料の有機物を取り出しているわけでございますけれども、そちらを現状、メ
タンガスを燃やして熱源として利用しているわけでございますが、こちらの炉につきまし
てアンモニア、または水素、こういったカーボンニュートラルな熱源を活用いたしまして、
熱分解を果たしていけないかというのが、大きな研究開発項目の1つでございまして。これ
は先ほどセメントのところでもまさにございましたけれども、こういったものを化学業界
でしっかり取り組んでいきたいというような内容でございまして。

具体的には27ページ目でございまして。ナフサ分解炉は今、850度というお話をさせてい
ただきましたけれども、この850度の熱の分布をつくり出すといったところは、非常に高
度な技術となっていると承知してございまして。温度分布を均一に保つ、逆に言うと、均一
に保てないと、発生しているオレフィンの割合、それから収率が大きく変わってくると承
知をしてございまして。そういった観点で、現状のメタンガスからアンモニア、または水素
に変えていくに当たって、どのように均一な炉を開発していくのかといったところが非常
に難しい技術課題になっていると承知をしてございまして。こちらは海外で取り組まれてい
る例は現状ございませんで、非常にチャレンジングなテーマと承知をしてございましてけれ
ども、そういったものに取り組んでいきたいと考えてございまして。そういった形で、最終
的にはアンモニア、水素等に燃料を変えていくことによって、抜本的にCO₂の排出削減
を図っていききたいと考えてございまして。

続きまして、研究開発項目の2つ目でございまして。30ページ目以降の内容でございまして。
廃プラ、廃ゴムからの化学品製造の開発といった内容でございまして。これまで一定程度、
メタノールを中心に化学品の製造が徐々に行われているわけでございますけれども、難し
いのが、エタノール、こういったものから有用なものをつくり出しまして、ループを回し
ていくといったプロセス、さらには廃プラスチック、廃ゴム、こういったものから原料、
エチレン、プロピレン、それからC4、C5、こういった辺りをつくっていくというのは
非常に難しいと承知をしてございまして。現状、約3%にとどまっていると承知をしてござ
いまして。こういったものは様々な技術開発が今行われてございましてけれども、そういった
もので有用なものを10年かけて絞り込んで、物になるものにしていきたい、このような流

れでございます。

31ページ目でございますけれども、こういった廃プラ、廃ゴムの製造技術、大きくは3つの方法があると承知をしてございます。ガス化のプロセス、それから熱分解のプロセス、熱分解を非常に高温、高圧をかけまして、オレフィンまで持っていく方法、その手前で油化にとどめてループを回していくという方法、こういった幾つかの方法が提唱されているところでございます。

一長一短がございまして、海外でも様々な取組が現在行われている途上と承知をしてございます。こういったところにも積極的に我が国は取り組んでまいりまして、ステージゲート等をしっかり設けまして、有望な技術をしっかり絞り込んで、実証段階に進んでいきたいというのがアウトラインでございます。こちらが研究開発項目の2つ目でございます。

続きまして、研究開発項目の3つ目でございます。34ページ目以降でございます。CO₂からの機能性化学品製造技術の開発という内容でございます。現状、CO₂を直接有機物に取り込んで、原料といたしまして有用なものをつくっていくプロセスが一部提唱されたりとか、研究室ベースで提案されているものがございます。こういったものを実証フェーズ、さらには実用化フェーズに引き上げていきたいというような内容でございます。

特に実用化を見越してということもございまして、比較的反応がイージーな、またエネルギー投入量の少ない、非還元反応、水素を使わない、こういった反応を中心にまずは取り組んでいきたい、こんな内容でございます。

35ページ目のところに具体の反応を書かせていただいております。例えばポリカーボネート、それからポリウレタン、こういった分野につきましては、我が国も一定程度シェアを持っているところでございます。また、最終的には、半導体でございます電気関係の物質でございますとかレンズ、それから自動車関係、こういったところ多様に使われている高付加な機能品というように承知をしてございます。こういったところの市場獲得を目指しまして、原料のカーボンニュートラル化はもちろんのこと、機能性の向上も併せて取り組んでいきたい、このような内容でございます。

最後、4つ目でございます。38ページ目以降の内容でございます。アルコール類からの化学品製造技術の開発という内容でございます。人工光合成の関係と、その後のプロセスという内容でございます。人工光合成につきましては、経産省ではこれまでも積極的に取り組んできているところでございますけれども、光電極触媒では変換効率7%、さらには、触媒でございますけれども、100平米級のフィールドテストといったところまで現状進ん

できているといったところでございます。さらなる変換効率の向上、さらには量産性も含めましたフィールドテストのさらなる大型化、こういったものが必要になってきているところでございます。そういったものが段階を経て進んでいくことによって、2030年頃の実用化を目指していきたいと考えている次第でございます。

こちらは微粒子触媒を使う方法でございますとか、電極触媒、こちらは一長一短あると承知をしてございます。こういったものをステージゲートも含めまして、マイルストーンをしっかりと定めながら、前に進めていきたいと考えている次第でございます。

40ページ目でございます。こういった人工光合成プロセスで出てまいりました有機物、さらには水素を活用いたしまして、メタノール合成、さらにはエタノール合成、こういったものも前に進めていきたいと考えてございます。全体的には、太陽から得られましたエネルギーを有機物まで持っていくプロセス、こういったものを確立していきたいという提案でございます。特にエタノールプロセス、C4といった辺りはまだまだ非常に難しい技術もございます。こういったものを積極的に取り組んでいきたいと考えている次第でございます。以上、大きく4点の取組でございます。

43ページ目以降が、具体的なスケジュール等をまとめさせていただいてございます。非常にチャレンジングなテーマ、特に炉の開発でございますとか人工光合成につきましては、技術レベル、まだまだ確立しないといけない内容があると承知をしてございます。こういったところは委託を中心にスタートし、スケールアップが進むにつれて補助を入れていくというような発想で整理をさせていただいてございます。

一方で、3ポツ、4ポツ、次のページでございますけれども、比較の実用化に近いものにつきましては補助でスタートして、さらにできるだけ早い成果の獲得を果たしていきたいと考えてございます。

私からの説明は以上でございます。よろしくお願いいたします。

○平野座長 ありがとうございました。それでは、また各委員から御発言をお願いしたいと思いますが、佐々木委員が9時半までと伺っていますので、まず佐々木委員から御発言、その後は、先ほどの順を逆転してやりたいと思います。佐々木委員、お願いします。

○佐々木委員 それでは、佐々木のほうから、すみません、先にお話しさせていただきます。

この分野は、専門的に言うと、関根先生のほうが得意かなと思いますので、専門的な話

は関根先生のほうからあると思いますけれども、私からは2点、手短に発言させていただきます。

1つは、やはり今、化石燃料由来のナフサでももちろんプロセスができております。それをこれからカーボンニュートラルの炭化水素だったりグリーン水素、グリーン水素キャリアに変えていくということで、非常にハードルが高いというのはおっしゃるとおりだと思います。このグリーンイノベーション基金の中で水素やアンモニアやほかの関連する事業も進めておりますので、ぜひ横連携をしながら、フィードバックをこの研究プロジェクトにもいただくというようなスキームを、経産省さん、NEDOさんにつくっていただければ、研究開発も進むかなと思います。

それから2点目は、その中でグリーン水素はもちろん期待されていますし、ハードルも高いのですけれども、ある意味で一番ハードルが高いものの1つが光触媒でございます。やはり時間がかかりますし、水電解で水素をつくったほうが早いのではないかなということも無いわけではないのですけれども、光触媒も中長期的に日本がやるべきことでございますので、同じ土俵でステージゲートで評価されるのはちょっときついかもかもしれませんが、中長期の課題という形で本事業の中で位置づけていただければ、このような長期の事業も着実に進むのかなと思っております。その辺りはプロジェクトマネジメントの中で御検討いただければと思いますので、ぜひよろしくお願いいたします。

私からは手短に2点、以上でございます。

○平野座長 ありがとうございました。それでは、林委員からお願いいたします。

○林委員 では、私からは2点挙げさせていただきたいと思います。

まず1つ目は、研究開発の2にも相当する廃プラスチックの再利用ということで、プラスチックは海洋プラスチックとかそういったことで問題になっておりまして、この廃プラスチックの利用というのは非常に重要なポイントだと思います。特に今は、サーマルリサイクルが大部分を占められている、いわゆる電力の燃料として使われているということでございますが、今後、CO₂排出量をなくす、そういった水素発電とか太陽光発電などが使われてきますので、廃プラスチックの利用としてケミカルリサイクルをしていくという方向性は、非常に重要だと思います。

しかしながら、ケミカルリサイクルは非常に難しいと思いますので、特にサーマルリサイクルよりも、今の段階でCO₂の排出量の削減につながっていくのかといった定量的な目標というの、しっかりと見ていかれたらと思います。

もう一点は、研究開発の3に相当するかもしれないのですけれども、排出したCO₂を利用したプラスチックの製造、あるいはプラスチック原料の製造というところは非常に重要だと思います。バイオマスとかを今までは使ってくる、それをもっとガスの排出したCO₂を使うというところ、その技術開発は非常に重要だと思いますので、よろしくお願いいたします。

以上です。

○平野座長 ありがとうございました。それでは、西口委員、お願いいたします。

○西口委員 ありがとうございます。私は、どちらかというと質問になります。一番最後の45ページについての質問でございます。

非常によくまとまっていて、インプットとアクティビティとアウトプットで、アウトカムが2つあると。それで最終的にインパクトという、非常に分かりやすい整理をいただいているわけですが、このアクティビティ、まさに今回の研究開発テーマですけれども、これが相互に関連するものなのか、それとも独立しているものと見ればいいのかというのが、確認も含めて1点です。

その場合に、そのどちらの場合だとしても、それぞれの研究開発テーマの難しさと重要度、産業構造なり世界の状況が変わっていく中での、いわゆる必達レベルの重要度なのか、そこまで行けばいいが、万が一そうでなければ、それはしょうがないというレベルなのかという、必達度という意味での重要度についてと、難しさのマトリックスの全体像を知りたいというのが2点目です。

私からは以上です。ありがとうございました。

○平野座長 ありがとうございました。それでは、高島委員、お願いいたします。

○高島委員 御説明ありがとうございました。私のほうから3点お話しさせていただきたいと思います。

1つ目は、確認です。まず全体的な話なのですが、基本、今回、現状のナフサ分解を中心とするスタイルでの脱炭素化を目指すという話だと思うのですけれども、カーボンニュートラルの観点と国際競争力の観点で、ナフサ分解を中核とするこのスタイルでどこまで行けるのか、行くべきなのかという話があると思っています。

その中で、17ページの右側に棒グラフをお示しいただいているのがその指標なのかなと思ったのですが、この縦軸は、国内での生産量という見方でよろしいのでしょうか。そうすると、2050年に半分強、ナフサ分解が残っているというように見えるのですけれども、

これは基本、今あるアセットを老朽化して使い尽くすぐらいのイメージで書くところなるという感じでしょうかというのが1点目です。

2点目は、研究開発項目の1つ目なのですが、こちらはナフサ分解炉の熱源を変えるというように見えます。とすると、インもアウトも変わらない、原料も生成物も変わらないとなると、これによって精製される化学品の競争力はどうやって高めるのかと。つまり、『低炭素な化学品の価格が高くても、ある程度需要がある』という市場をつくらないといけないのかなと思っておりまして、その辺を配慮しなければいけないなと思ったのと、あともう一点は、たしかアンモニアのプロジェクトでも発電用バーナーの開発が入っていたかと思いますので、その辺とのデマケは意識する必要があるなと思ったのが2点目です。

最後、18ページのイラストなどを見ますと、これは非常に分かりやすいのですが、やはりアルコールからの化学品製造が、これからの原料の転換、循環において非常に肝になると考えております。ここは既に中国等、商用化しているところもあることを考えると、いかに安く、いかに早く実装していくかというのが重要になると思いましたということです。

以上です。ありがとうございます。

○平野座長 ありがとうございます。それでは、関根委員、お願いいたします。

○関根委員 ありがとうございます。いろいろとこれまで申し上げたことを盛り込んでいただいて、ありがとうございます。

そういった中で、やはり繰り返し申し上げていることではありますが、日本は20年前に油化で大きな撤退をしてきたという歴史を踏まえて、そこから新しい技術が今のところ産業界の側では特に出していない。ヨーロッパはそれをただ追いかけているだけでございますので、日本が2000年代前半に3件の実用化を行い、その後、徹底したプラスチックの油化、リサイクルというものを、なぜ失敗して、なぜヨーロッパがそれを追随して、なぜ日本がさらにそれを追随する必要があるのか、この辺りはサーマルと比べたCO₂排出というものをしっかりと議論すべきというのはやはり感じております。

先ほど来も御指摘ございましたが、油化とて、ライフサイクルのプラスチックの、特に3P（3種類のポリマー）のライフサイクルの短さを考えると、車のバンパーなどを除くと、大体の容器包装というのは非常に短いライフサイクルで捨てられていく。それを3回ぐらい油化をしてリサイクルしたところで、ほとんどネグリジブルスモールになってしま

うわけですから、そういう点で、例えば2回、3回油化をしたところで、1回のサーマルにCO₂排出で勝てるのかというと、私は勝てないと思います。そういう点も踏まえたし、しっかりした検討が必要です。

もう一点、先ほど来よく話題に出ている18ページ目のフローは大事だと思うのですが、この中に発熱反応と吸熱反応がいろいろなところにごちゃ混ぜになっていまして、フィージビリティとか、全く行かない反応なんていうのが矢印で書かれております。例えばメタンからメタノール、エタノール、これは現時点で産業としては全く行かない反応です。これが行くならノーベル賞と言われております。オフガスからのメタンは合成ガスにしてアルコール、これは世界的に誰もができている反応ということになります。

こういった点で、合成ガス、メタノール、オレフィンという、発熱で起きていく反応というところのエネルギー効率、CO₂排出、こういったものについてもしっかり全体のフィージビリティを踏まえて議論すべきと感じました。

以上でございます。

○平野座長 ありがとうございます。それでは、馬田委員、お願いいたします。

○馬田委員 よろしく申し上げます。私からは3点お話しさせていただければと思っております。

まず個人的に、今回の中では、3番のCO₂からの機能性化学品製造に関しては大変期待しておりまして、林委員の御指摘があったとおり、カーボンを再利用する、つまり、排出したカーボンを使っていくという可能性も秘めているのかなと思っております、そうした意味でもこうした取組は非常に意義があるのかなと思っています。

先ほどもありましたけれども、やはりこうしたものをつくっていく上で、デマンドをどうつくっていくのかというようなところは大事だと思っております。これは燃料の議論でも御指摘させていただいたのですけれども、クリーンプロダクトといいますか、こうしたクリーンなプロセスでつくりました、クリーンなものです、カーボンニュートラルに貢献しています、というようなものに対しては、きちんと何かしらの市場的な評価を与えて、あるいは標準などをつくって、それを満たすものに対しては証明といいますか、標準を満たしていますといったような、何かしらのお墨つきをすることで、市場的な価値を上げていくこともできるのかなと思った次第です。

3点目なのですが、先ほどのコンクリートやセメントと少し関係してくる議論でもございますが、こうした領域ではスタートアップがもしかしたら出てくるのかなと思

ております。ただ、その一方で、スタートアップの支援をしている中で、特に日本のディープテックスタートアップの皆様の一部から聞くお話として、日本でディープテックスタートアップが出てきづらい理由は、ベンチャーキャピタルの投資がつきづらいというところも1つの理由としてはあります。単にベンチャーキャピタルのせいというわけではなく、その遠因として1つあるのが、上場の審査だと私は認識しております。東証のマザーズなどはベンチャー向けとはいえ、バイオ以外は赤字上場が認められにくいと聞いており、一方でディープテックのスタートアップは研究開発期間が長く、上場後も赤字を続けて研究開発をして、一気に世界のマーケットを取りに行く、というスタイルもそれなりにあるのかなと思っております。もちろん、上場前に研究開発への投資を下げたりして無理やり黒字にはできますが、アクセルを踏むために上場して資金調達をしたいのに、上場のために黒字化する必要があって投資のブレーキをかける、という本末転倒なことにもなります。もしバイオ以外はそうした赤字上場が認められづらいとなると、やはり投資家としても、投資しても上場できない、しづらいのであればリターンが入ってこない、だからディープテックには投資をしないという判断になるのは仕方がないのではないかと思います。

最近、海外だとSPAC上場が話題です。SPACがいいのかどうかというところには議論があると思いますが、ただ、ハードテックやディープテックのスタートアップなどはそうしたSPAC上場という仕組みを使って、きちんと投資資金を回収できるというのが海外、特に米国にはあって、日本はそうした状況ではないというところを考えると、ハードテックスタートアップを日本で生んでいくというのは、やはりスタートアップの出口である上場や審査の仕組みが変わらなくなかなか加速していかないのかなと思っております。もし気候変動の領域でスタートアップを生んでいきたいと考えるのであれば、そうした投資や上場の仕組みなども変えていくことも必要なのかなと思っております。

私からは以上になります。

○平野座長 ありがとうございました。最後になりますけれども、伊井委員、お願いいたします。

○伊井委員 みずほ証券、伊井でございます。御丁寧な御説明、ありがとうございます。

御説明の中で、ほかの先生から御質問があったように、カーボンフリーの製品をつくること自体が、コストにのってくると思っていて、（コスト増の製品に対し）需要がつかれるのかどうかというのは1つ大きな論点なのかなと思っています。

作り手のほうに関しても、やはり売れるものにしていかないとメリットがないですし、需要家側としても、これを使うことによって何かしらの付加価値がないと使わないという形になってしまうので、ここの部分の需要をつくっていくというところは非常に重要な部分なのかなと感じておりますので、政府の皆さんのほうでぜひこちらのサポートはお願いできればと思っております。

一方で、日本の化学品のところに関しては、汎用性だったりとか機能性があるもの、幅広く製品をつくれることが強みだと理解をしておりますので、資料の中にもございましたけれども、技術の輸出だったりとか、新興国に対してライセンスを出していくというところで、日本の競争力をグローバルの中で高めていくことが重要なかなと思ったところでございます。

私からは以上でございます。

○平野座長 ありがとうございました。ちょっと時間も押していますので、オブザーバの方の御意見も今伺えればと思います。それでは、大阪市立大学の田村先生、お願いします。

○田村オブザーバ ありがとうございます。非常にわかりやすい説明で、勉強になりました。私のほうから3つあります。

まず、プラスチックの回収についてなのですが、今現状、いろいろ検討はされているのですが、やはり油化技術であったりというのは非常に高い温度を必要としていますので、エネルギー効率を考えると、もう少し低温で、かつ選択的に変換が必要になるのかなと思います。

そういう観点で考えますと、プラスチックというのは非常に混ざり物でありますので、そういう混ざったものから選択的に分離して、それを使っていくということを考えると、やはり政策的なサポートも非常に重要であると考えられます。ぜひ政策的にも、例えばプラスチックの回収のしやすさだったり、添加物の制限であったり等々の、変換にとって有効な政策があればいいのかなと思います。

2つ目に、CO₂からの化学品の合成なのですが、現在、CO₂からいろいろな化学品ができる技術は開発されつつあると思いますが、CO₂だけにフォーカスするのではなくて、CO₂とある化学品を反応させることになりますので、もう一つの化学品側もよく考えないといけないと。例えばバイオマス等から得られるものを使うなり、そのような技術開発も併せて、よりCO₂を削減できる方向を考えていくというものが重要になっ

てくるのかなと思っております。

最後に、光触媒のところなのですけれども、光触媒の技術に関しては、まだ実用化には遠い部分があるかもしれませんが、日本にとっては非常に重要な技術、イニシアチブのある技術だと思いますので、中長期的に技術を育てて、日本から高い技術が発信できればと思っています。そこにおいて技術レベルをよく評価して、実用化により近いものを拾っていくような検討も重要であろうと考えておりますので、ぜひその点も考慮いただければと思います。

以上です。

○平野座長 ありがとうございました。では、三井住友信託銀行、林田さん、いかがでしょうか。

○林田オブザーバ 御丁寧に御説明くださり、ありがとうございました。私からは2点ございます。

サーキュラーエコノミーという観点から研究開発項目2は重要だと感じておりますけれども、一方で、こういった廃棄物を再利用する上で、回収、選別などの問題があると認識しております。こういった問題は、研究開発と並行してサプライチェーン全体の観点から社会システムというものを考えていく必要があるのではないかと考えております。

もう一点、これは先ほどのコンクリートでも話をしましたが、やはりこの素材、ケミカル産業というのは日本のGDPの3分の1を占め、日本の経済を支えている重要な産業であるわけですが、企業の研究開発の人たちと話をしておりますが、やはりこの産業が発展したのは、日本のアカデミアの基礎研究が産業界に生かされてきたと。それが日本の強みだったということなのですが、今、社会実装、社会実装ということで、日本の国内の事業会社はなかなか基礎研究に対して投資する余力がないと。一方でアカデミアは、社会実装と言われて、なかなか基礎研究に対しての科研費などがつかないということで、今、ここが非常に地盤沈下していると聞いております。今後、社会実装という点は非常に重要なのですけれども、長期スパンに立った基礎研究に対する支援というのも御検討いただければと思っております。

以上です。どうもありがとうございます。

○平野座長 ありがとうございます。電力中研の山本さんは退席をされたと伺いましたがけれども。

○山本オブザーバ いえ、まだ残っております。

○平野座長 分かりました。では、よろしくお願いします。

○山本オブザーバ この分野はある程度は技術が出来上がっていると思いますので、ぜひ効率的に、ターゲット等をはっきりして進めていただければと思います。

以上です。

○平野座長 ありがとうございます。NEDOの小林理事、いかがでしょうか。

○小林オブザーバ どうもありがとうございます。NEDOはこの分野もこれまで多々取り組んでいるところでございまして、人工光合成のプロジェクトもそうですし、あるいは資源循環という意味でいうと、プラスチックの再利用とか、ケミカルリサイクル、あるいはマテリアルリサイクルのような分野も含めて取り組んでいるところでございます。他事業、過去の成果をしっかりと活用しながら、プロジェクト、社会実装計画が認められた場合は、しっかり進めていきたいと思っております。また、ケミカルリサイクルについては、過去、なかなか難しかったということを先生方からも御指摘がありましたけれども、そういったことも踏まえて、どういうやり方があるのかということについてもしっかりと精査して、意味があるプロジェクトという形で実施できるように頑張っていきたいと考えております。

以上です。

○平野座長 ありがとうございます。それでは、今までの委員、オブザーバの発言に対して、役所の方々から御回答なり御説明をお願いいたします。

○森本室長 革新素材室長をしています森本でございます。多種多様なコメントをいただきまして、ありがとうございます。すみません、全部答え切れるかどうか自信がないのですけれども、ちょっとまとめながら、お答えをさせていただきたいと思います。

まず全体といたしましては、連携という言葉を経験させていただいたかなと承知をしております。まず連携の中で、プロジェクト全体での連携みたいなところをどう考えていくのかといったところ、これは西口委員も含めまして御指摘をいただいたかなと思っています。

私、このプロジェクト全体を俯瞰させていただきまして、今日の議論もございましたけれども、確かに技術的にはまだもう少し時間のかかるものも交じっていると承知はしております。そういった観点からちょっと順番を並べ替えさせていただきまして、まずナフサ分解炉の高度化技術の開発といったところを一番前に持ってこさせていただいてございます。そういった意味では、これはまさに化学産業の基本になっているところ、ベースになっているところ、こちらにどうチャレンジしていくのかといったところ、これがまさに

一丁目一番地なのかなといったところで、まさにこれを置かせていただいております。

そういった意味で、重要度というだけで申し上げますと、まずここをしっかりと取り組んでいきたい、業界としてもしっかりと取り組んでほしいといった内容だと考えてございます。

ただ一方で、これは高島委員からも御指摘ございましたけれども、では20年後、30年後、50年後どうなっているのかといったところも、恐らく重要な視点になってくるのだろうなと。国内ではどうなのか、海外ではどうなのかといったところ、こちらはまさに17ページのところでも記載をさせていただきましたけれども、非常に予想が難しいところかなと思ってございます。これは確かに現状をある程度踏まえながら線を引いた図になってございまして、国内でどこまで残るのかといったところは、経営判断も入ってくる内容でございますので、難しいところかなと思っています。

ただ一方で、こういったところは一定残るにしても、原料の転換、熱源の転換、それから、ここに書いてございませぬけれども、例えばバイオマス原料への転換、こういったものも一定程度入ってくるかなと思ってございます。ここのスピード感というのは、恐らくここで想像している以上に早くやってくることも十分考えられるのではないかなと思ってございます。

そういった意味で、我々からもしっかり業界に働きかけをしていく、プレッシャーをかけていくといったところも重要になってくるかなと思ってございまして、まさにこのカーボンニュートラル基金もその1つとして、しっかり活用していきたいと考えている次第でございます。

そういった意味では、これら全体のプロジェクトが入り口はもちろんのこと、全体としてしっかり連携をしていくといったところでございますので、個々の関連度合いは様々濃淡あると考えてございますけれども、しっかり連携を取りながらやっていきたいと考えてございます。

そういった観点から、このプロジェクトの中に限らず、このプロジェクトの外、これも高島委員から御指摘ございましたけれども、ほかの、例えばアンモニアバーナーを含めまして連携、関係してくることもございます。ただ一方で、これまで取り組まれてきているような石炭での発電、ただ単に石炭を燃やせばいいという発電事業と、非常にセンシティブな温度管理をしないといけないナフサ分解炉、ここは大きく違っていると承知をございまして、こういった非常にチャレンジングなテーマに取り組んでいくといったところ

で、今回設定をさせていただいているという次第でございます。

あと、関連といたしましては、この技術開発に限らず、政策的な面との連携も大事になってくるといったところをオブザーバ、委員から御指摘いただいたかなと承知をしております。また、再生プラの取組は業界を挙げて、今、団体もつくっていただきまして、取組を進めているところでございます。こういったところの取組も応援しつつ、R&D、さらには政策面の推進を併せて取り組んでいきたいと考えてございます。そういった中で、サプライチェーンも含めまして、よりカーボンニュートラルなものに取り組んでいきたいと考えている次第でございます。

あと、関根先生はじめ、技術的な面も御指摘をいただいたところでございます。こちらは次回以降含めまして、テクニカルな点は再整理をさせていただき、場合によっては御相談をさせていただいて、ブラッシュアップしていきたいと考えてございます。

大きく私からは以上でございます。

○平野座長 ありがとうございました。今の追加説明に対しても含めてですけれども、各委員、あるいはオブザーバの方々からさらなる御意見があれば、この機会にお願いいたします。また挙手をしていただければと思います。

よろしゅうございますか。それでは、前半のテーマ、後半のテーマ、非常に多くの意見が出たと思いますので、事務局のほうでしっかりと引き取っていただき、またそれぞれ追加の意見交換等もしていただいて、反映をしていただければと思います。

後半に関して私のほうから化学プラスチックということとでコメントを申し上げます、私がやはり気になるのは、この産業の国際競争力、産業競争力にどうつなげていくのかということだと思います。これは事務局の御説明にもありましたけれども、コンビナートは昭和の時代からの配置がまだ残っており、ナフサの製造機もまだ12基稼働していると。老朽化も一部甚だしいということですので、業界はカーボンニュートラルという大テーマがちょうど生まれたこの機に、ぜひとも生産体制のリニューアル、もっと言ってしまえば業界全体のリニューアルというところにかにつなげていくかという、これは経営全体の問題、あるいは産業全体の問題なのですから、ぜひとも進めていただきたいと思います。

化学品メーカーは、御承知のように、海外ではもうかなり再編等も進み、巨大化しています。そういう意味におきましては、技術開発力なども非常に高まっており、欧州の政策と相まって、欧州が非常に強いプレゼンスを持ってくるわけですから、我が国としては、こうした官による様々な支援は言うまでもなく重要なのですが、やはり民の

方々が主体性を持って、産業競争力の強化にどう動いていただくのかというところが極めて重要だということで、この場で申し上げておきたいと思います。

それでは、本日の意見交換はここで終わりたいと思います。長時間にわたりありがとうございました。

それでは、事務局から連絡事項があればお願いいたします。

○笠井室長 事務局でございます。ありがとうございます。今後のスケジュールについてですが、本日の2つのテーマに関するワーキンググループをまた改めまして8月以降に開催しまして、本日いただいた御意見を踏まえた研究開発・社会実装計画の案について御審議いただきたいと考えてございます。詳細につきましては、事務局よりまた改めて御連絡させていただきますので、よろしくお願いいたします。

なお、研究開発・社会実装計画の案につきましては、本ワーキンググループでの議論にとどまらない幅広い御意見をいただくという観点で、30日間のパブリックコメントを行うことを予定してございます。これはほかのプロジェクトと同様の取組ということでございます。パブリックコメントの終了後に、提出されました意見を考慮しまして、担当課室にて研究開発・社会実装計画（案）の見直しを行う可能性がありますので、その点につきましても次回のワーキンググループにおいて御審議いただきたいと考えてございます。

事務局からは以上でございます。

○平野座長 ありがとうございます。

皆さんの御協力のおかげで、若干早く終わることができました。ありがとうございます。以上で産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクトエネルギー構造転換分野ワーキンググループの第4回を閉会としたいと思います。皆さん、朝早くからありがとうございました。失礼いたします。

——了——

（お問い合わせ先）

産業技術環境局 環境政策課 カーボンニュートラルプロジェクト推進室

電話：03-3501-1733

FAX：03-3501-7697