

**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
エネルギー転換分野ワーキンググループ（第6回） 議事概要**

- 日時：令和3年9月13日（木）14時00分～16時30分
- 場所：オンライン開催（Webex）
- 出席者：（委員）平野座長、伊井委員、馬田委員、佐々木委員、塩野委員、関根委員、高島委員、林委員
（オブザーバ）東京大学今野准教授、大阪市立大学田村准教授、三井住友信託銀行林田主任調査役、一般財団法人電力中央研究所山本上席研究員、NEDO 小林理事

■ 議題：

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
- ③ CO₂の分離・回収等技術開発

■ 議事概要：

事務局等より、資料3～8に基づき説明があり、議論が行われた。委員等からの主な意見は以下のとおり。

1. CO₂を用いたコンクリート等製造技術開発

- 需要家のインセンティブや公共調達に向けた省庁間の連携は、重要なので是非お願いしたい。インセンティブについて、CO₂吸収価値が評価されることが大切。その意味でコストが一番ネック。開発コストを下げる取組とCO₂の吸収価値のバランスを取りながら進めることが重要。カーボンクレジットについて今後議論が進んだ際には、技術支援の盛り込みの検討などお願いしたい。CO₂固定量の測定は標準化が重要であり、開示の仕方についても企業によってバラツキがなくなるようお願いしたい。
- 公共調達などを通じた需要創出については是非お願いしたい。学会などの話を伺っているとスタートアップへの期待がある。実際に海外ではこの分野でもスタートアップがいるものの、日本では産業構造上大企業が中心になってしまうのかもしれない。スタートアップを担い手として期待するのであれば、今回の基金の範囲を超えるかもしれないが、研究者からだけではなくビジネスサイドも巻き込んで起業家を生み出していく機運を高める必要があるのではないかと。日本のSBIR制度も変わりスタートアップが助成金などを使いやすくなっている面があると思うが、I-Corps（アイ・コア）、iCURE（アイキュア）など研究を通じた社会実装に関する教育の仕組みなども重要ではないか。教育を受けた人達が需要を創出する面もある。標準化についても、仲間作りなどで政府の支援が必要。これまで全般的に日本は国際標準化やルール作りが上手くなかったと聞いているが、技術的に日本の強みのある分野からルールや標準化作り

のノウハウを溜めていき、日本全体にこうした取組が広がって行くと良い。企業だけではそうした取組が難しければ、日本政府が後押しする仕組みがあっても良いのではないか。

- 資料3のP21、24に記載あるが、長期的なコンクリートの耐久性を評価することは大切。長期の試験を行うことは難しいので、サイエンスに裏付けられた加速試験法などこの事業で作れば今後の技術開発に資するもの。その中で、国研、大学、海外の研究機関などとも連携ができると良い。P16~17にISOに関する記載があるが、国際規格はコンクリート・セメント分野に限らず、他の基金のプロジェクトにも関係すると思う。個別プロジェクトではなく基金事業全体で国際規格をどう作るのか考えることが大切であり、基金事業全体で対応できるフォーメーションが必要ではないか。
- 繰り返し申し上げてきたとおり、安全は全てに優先するので長期耐久性、鉄筋との親和性、熱膨張性の違いが大切。従来のコンクリートは鉄筋との熱膨張係数はほぼ一緒だが、今回はそうした物性値がこれまであまりないため、基礎物性を調べることが重要。前のめりだけではなく基本も抑えて前輪・後輪で研究開発を進めていくことが必要。
- コンクリート・セメント分野だけではないが、各プロジェクトの金額規模が決まっていく中で、開発成果を実装する場合のインパクトとどのくらい投資するかを横並びで評価することが必要ではないか。P6にCCUS全体でのCO2削減量76億トンという数字があるが、内数としてコンクリート・セメント分野の社会実装による効果がどのくらい分かると良い。また、レトロフィット前提でNSPキルンの改良などで低炭素・高品質な製品で世界市場と勝負できるとされている。当面は勝てると思うが、これから先アジアを始めとして市場が拡大していくエリアだと、これまでと異なり脱炭素燃料に変えるなど新たな技術開発が進む可能性もある。技術開発と並行して周辺の市場動向をウォッチすることも必要。
- 研究開発項目4のCO2回収型セメント製造プロセスで、酸化カルシウムを含有する廃棄物や副産物を有効活用することは重要。鉄鋼分野では製鋼工程の転炉スラグなどは、道路の路盤材などに活用されているが、酸化カルシウムを積極的に活用する本プロジェクトに期待している。
- コンクリート・セメント分野に限らず、国内においてオープンイノベーションが進展しない原因の一つが知財の取り扱いだと言われている。P36に「国内セメントメーカー共通で利用可能な基盤技術を実験機で開発し、それを共通技術として社会実装を国がバックアップしつつ進めるためにも委託事業で始めることを想定」という一文が重要。日本版バイドールとして、研究開発の成果から生まれた知的財産は委託先に帰属するが、今回コンクリート・セメントはCO2回収・固定化などカーボンニュートラルにおいても根幹となる技術であり、セメントメーカー各社にどのようなスキームで共有するかが課題。具体的な方針などがあれば今後教えて欲しい。
- 技術のインパクトを大きくするためには共通化が重要だと思うので、技術開発する段階でコンソーシアムなど業界を挙げて開発に臨み、ベースの技術を共通化することが

重要。規格について、CO₂の観点だと欧米と違って日本は逆行している。10年程前に、学会でCO₂削減型のセメントの規格を作るという話があったが、業界の中でコンセンサスが取れずプロジェクトが進まなかったことがあるため、今回のプロジェクトでは今の段階から技術開発と同時に合理的な規格を作ることが重要。

- 今回のプロジェクトでは炭酸カルシウムの状態と酸化カルシウムの状態を行き来するようなプロセスになっており、炭酸カルシウム自体の安定性を考えると酸化カルシウムに戻す際にエネルギーが大きくなり高温が必要。引き続き酸化カルシウムに戻すのか、炭酸カルシウムのまま回収していく、もしくはコンクリート原料の混ざり物の状態で回収することができればそうした再利用の仕方を広い視点で見ること1つの方法ではないか。廃コンクリートなどの混ざり物から酸化カルシウムなどを抽出するが、抽出しやすいものと抽出しづらいものがあると思うので、上手くルール作りをして、抽出しづらいものは入れないなど規格作りが必要ではないか。
- スタートアップは重要であると言われながら日本での取組は遅れ気味だと思うが、最近博士課程の学生がスタートアップを進めている事例もあるので、大学の若手などにもチャンスを与えてもらえると良いのではないか。
- P5、38でも記載があるが、コンクリート・セメント分野の脱炭素化などについて、NEDOは従来の交付金事業の中で取り組んでいるので、その成果も最大限活かして基金プロジェクトのマネジメントを行いたい。特に、物性評価や標準化など課題として認識しており、そうした点も意識して取り組んでいきたい。
- 今の段階で特段のコメント無し。
- 社会実装、需要創造、環境価値の測定、標準化、国際連携、基礎物性・安全性、スタートアップなどに課題が集約されていると思うので、そうした点を踏まえて取りまとめていきたい。

2. CO₂等を用いたプラスチック原料製造技術開発

- 3点あるが、研究開発項目1のナフサ分解炉のCO₂削減は、更なる上流にある石油精製とのCO₂削減での連携の足がかりになるので重要。2点目は、研究開発項目2で廃プラスチックや廃ゴムをサーマルリサイクルするだけでなく、化学品製造技術の開発を行い、カーボンリサイクル製品の国際標準も検討されている中で、廃プラスチックや廃ゴムからのリサイクル製品であると明示することは社会実装にもつながる。3点目は、化学の分野ではリサイクルの過程で水素、一酸化炭素、メタンが生成するが、これらは素材産業や他分野の原料にもなるので重要であり、将来的に他分野との連携でCO₂削減が期待される。
- 2点あるが、1点目は、国際競争力には2つのパターンがあり、日本メーカーが国内で作り日本で使うもしくは輸出する場合の競争力（パターンA）、または日本メーカーが海外で作って海外で売する場合の競争力（パターンB）がある。資料5のP18のビジネスライセンスが視野に入っている点は、パターンAとBの両方を想定していると認識。特に、海外で作って海外で売することを視野に入れる場合、世界市場でそれぞれの

原料や作り方での相手とのガチンコ勝負になってくるので、開発と並行して世界の化学メーカーの戦略をしっかりと見極めてステージゲートの議論に反映していくのではないかと。2点目、人工光合成については、日本が注力してきた触媒だけでなくパネル製造とか工学的な視点にも着手する記載であり、基礎化学は夢が広がるがリアリティーが無くて社会実装の方向性がイメージできないと思っていたので、方向性は良いと思う。

- アイシーラボ室井代表からのコメントは的を射た発言だと思う。彼のこの分野の長い経験・慧眼は大事であり、上手く取り込んでいただきたい。とりわけ、人工光合成は日本がオリジナルとして大事に育てていくことは構わないが、メインストリームに上がってくる技術ではないので、しっかりとベーシックなところを支えつつ、一本足にならないようにする必要がある。廃プラスチックについて、民生から上がってくるプラスチックはクオリティーが悪く夾雑物が多い。かつ20年前に大規模油化について、新潟、北海道三笠、北海道札幌で実証から実用化まで行ったにも関わらず、頓挫して閉じている。これは必ずしも技術だけの問題ではなく、入口と出口の両方が無かった。汚いプラスチックでしかも量が集まらない、出口も油として使ってもらえる環境があまり無かったということ。こういった20年前の反省をきちんと踏まえること。技術を磨けばこれがクリアできるということではない、社会システムとしての入口と出口のところをサポートしないと、いつまでも同じ技術で車輪の再発明のようなことになってしまうのではないかと感じる。
- 2点あるが、1点目はリサイクルという言葉があるが、オランダや北欧で、サーキュラーエコノミーとしてライフサイクル上で廃棄物を出さない大義を掲げて取り組んでいる。標準を構築して認証されることが極めて重要。標準認証があることで需要家が安心して使えるものとして利用・購入されるようにしないと、ライフサイクルが回っていかない。標準認証を作った上で、安心して工業製品に使える・利用できるという社会的認知がないと、いつまでもたっても出口がないということになる。需要家の安心が重要。2点目は、化学はスタートアップが少ない領域だが、技術はアカデミアや大学の研究から出てくるので、実証した後はより大きなマスでやっていける大企業のプラントにノウハウや知財を橋渡ししていくことをいかにスムーズにやっていくかが大事。アカデミアや大学に過度な負担をかけずにファイナンスを行って大企業側に橋渡しすることが大事。
- エネルギー分野ではCCSと言いつつ始めてからCCUSとなり、Uがどうなるのか心配だった。コンクリートや合成燃料、また今回の化学品分野などがあり、カーボンリサイクル分野が明確になり、良い形にまとまったと理解。1ページ目で、コンビナートの更新のチャンスとのコメントは賛成。カーボンニュートラルポートのコンセプトがP30に記載されているが、個々の技術開発が包括的に行われることによって日本のコンビナートが生まれ変わる大きな夢のある話につながるのだろう。P17にあるように、コンビナートは高度成長期に色々なところにつくられており、地方創生にもつながる未来発展性がある話に上手くまとまった。技術開発に止まらず、開発された技術をう

まく使いながら、こういうところにグリーン投資が集まる制度設計を一緒にやっていくと思うので、地方が生まれ変わる大きな設計図ができたと思う。

- 社会システムをどう構築していくか。方向性として石油以外から作られたものや、廃プラから作られたものを標準化して、社会や市場からの価値を上げながら、政府調達等で先んじて需要を創出して広げていくシナリオになるのかと思う。社会システムをどう回していくかにおいて入口と出口が大事。出口に関しては、市場で価値を上げていくということだろう。入口では、例えば鉄スクラップを画像解析して、良いスクラップとそうでないものを分けて、よりよい鉄鋼を作っていくスタートアップがあるが、最近では、プラスチックについてユニリーバとアリババが同様のことをやっており、その際にポイントをつけて、良いプラスチックを回収できるようにしている。いかに社会システム全体で循環させていくのかを考えながら進めることが重要。他の委員からもあったサーキュラーエコノミーを進めていくと、サプライチェーンをどうするのかという課題が新たに出てくる。地産地消に近い形の新しいサプライチェーンが生まれてくるのかもしれない。今回の事業の対象になるか分からないが、前後のサプライチェーン・バリューチェーンを含めた支援ができるといい。
- 2点あるが、P33のナフサ分解炉高度化で、需要と供給サイドで燃料のボリュームや価格に対する見立て、業界の垣根を超えた擦り合わせが必要。潜在的な燃料使用のボリュームや実入り可能な価格について、水素アンモニアのプロジェクトと密に連絡をとっていくべき。事業者の戦略に関わってくることであるが、ボリュームと価格の見立てが分からないことには、需要と供給の双方のボトルネックになってしまって、進めたくても進められない状況になるのではないかと懸念している。産官が連携してボトルネックを取り除いてもらいたい。2点目はカーボンニュートラルコンビナートの実現について。この必要性は理解している。P30でカーボンリサイクルコンビナートの実現を掲げているが、RING以上の効果を実現するためにはRINGで積み残した課題、電力や物流の共同化、運営の効率化などを解決する必要がある。今後、事業統合なども進んでいくと思っているが、買収サイドの目線にたつと、買収したが故にCO2排出量が増加してしまって、将来的なコスト負担になってしまうと重荷になる。買収した企業が将来不利益にならないよう、統合を促す政策支援も必要かと考える。
- 廃プラスチックは成熟度が低い技術なのは間違いない。廃プラスチックは出てくる場所が限られ、輸送で運べず需要に対するマスが稼げない可能性があるため、ターゲットを見極める必要あり。マテリアルフローやLCAをシミュレーションして適切なターゲットにもっていくことが重要。海外でやられている技術があるので、後追いではなく日本の独自の技術を考えながら、広い視点で研究を進める方向性が良かった方がよい。水素製造については、光触媒の技術はまだ不十分であり、ブラッシュアップができるが、2030年や2050年に期待できるレベルではない。水素は他の化学変換においても重要なソースなので、光での水分解だけではなくてバイオマス等の水素ソースからの製造等も含めた広い視野での水素ソースを考えた方がいい。CO2利用の研究では、カーボネート類への変換があって、メタノールや水素化等の還元を伴うような変

換がある。還元変換には水素ソースが必要になり、水素ソースの獲得が重要になってくるため、まずカーボネート類への変換の裾野を拓くという意味がある。ポリマー類も重要なターゲットではあるが、広い視点でカルボン酸等への変換も含めて検討すれば良いのではないかと。

- 支援対象にした背景に3つの理由があると考え。CO₂削減に向けて、化学産業であれば生産性の効率化、原料転換によるCO₂の削減、ハードルは高いがCO₂原料化によるCO₂の利用と理解している。その中でも、CO₂を直接利用する、あるいはCO₂を固定化した素材の活用が、マテリアルフローにおける他産業とのネットゼロでのゼロエミッション化に貢献できてポテンシャルがあると考え。こういった領域は時間がかかるかもしれないが、中長期的にもこの基金で支援してほしい。LCAはサプライチェーンの調達・製造・販売と従来通りのリニアな1方向のみで考えているが、今後リサイクルが進んで制度設計が充実し、真のサーキュラーエコノミーが実現した際は、これからのLCAをサーキュラーの観点で考え、社会価値・インパクトをゆくゆくは検討していく必要がある。
- 本プロジェクトは化学品分野のカーボンリサイクルでまとめられているが、中身は研究開発項目毎に非常に興味深く、大事な分野。一方で難しい人工光合成や、社会的イノベーションが必要なリサイクルなど色々なものが含まれていると認識。ステージゲートの評価やマイルストーンの設定では、取り組み成果しっかり精査して行って、外部環境の変化や海外メーカー市場動向を踏まえて審査していくこと、また、他のグリーンイノベーション基金事業や様々な研究開発プロジェクトの状況も勘案して、しっかり審査して適切にマネジメントしていきたい。
- 全体最適化についてP30が端的な例であるが、日本は複数の事業者から成り立っており、地域との共生も大事。ステークホルダーがいる中で全体最適解を出していかないといけない。当然最適解は1つではなく、必ずパレート解の群をなしてくるのだが、どの解を選べばいいのかというのは、ステークホルダーの間でそれぞれがハッピーな解を見いだしていかないといけない。他の委員からも社会システムの問題との指摘があるが、単に技術開発にフォーカスするのではなくて、多くのステークホルダーの中で最適解を見出す競争の仕組み作りを一緒に考えていかないと良い出口が得られないと思う。
- 他の委員の発言に付け加える点はないが、化学業界は多くのプレーヤーが関与しており、リサイクルとなると無数の業者も関与してくる中で、大きな構えで進めていかないと技術開発だけでは突破できない。社会システムのキーワードにおいて、省庁間の連携も含めながら社会システムをどうやって設計していくのかの大きな視点で議論してほしい。大きな構えという意味で、産業の国際競争力の観点が重要。石化そのものはコモディティープロダクトの中で必ずしも日本立地の日本産業が競争力をもっているということにはなっていない。この状況の中で、産業再編やコンビナートの問題も含めて、省庁連携やエネ庁も含めて全体の競争力をいかに高めていくという視座が重要。異なった視点で、プラスチックを利用している川下産業において、自社製品が脱

炭素もしくはサステナビリティに貢献しているのかが、ブランディングやマーケティングの観点からも重要。その点から、ここで作られたプラスチック製品の環境価値を適切に測定し、付加価値に転換することで、川下メーカーが環境価値の高い製品を使うということが極めて重要になる。川下の動向や意向を理解しながら、コストだけでなくいかに環境に配慮したプラスチック製品の付加価値を上げていくのかを視野に入れて進めて欲しい。

3. CO₂の分離・回収等技術開発

- CO₂を回収するのは良いが、利用する人がいないと困るため資料7のP19に記載しているカーボンリサイクルビジネスの部分は重点的に構築してほしい。コスト転嫁も重要。カーボンリサイクルしている製品を使った方が、インセンティブが湧く様な形にできるとよい。海外連携も重要であり、ガラパゴス化しないように、グローバルの標準化の議論はしっかりしてほしい。
- 評価と標準化については基盤として進めほしいと考えており、コストダウンも行わないと全てが回っていかないと認識。その上で、他の委員からも指摘があったとおり、ビジネスとしてどう回すかという点が重要。本基金事業の対象外かもしれないが、技術開発の試行錯誤だけでなく、ビジネスの試行錯誤も必要かと考えている。そういう意味ではスタートアップや中小企業なども入りやすいような環境にすると良いのではないか。本日の日経新聞でもCCSの記事があり、特に法規制に関する記載があった。全てを法規制のせいにするというのは良くないと思うが、こういうビジネスどうやったら回るのかと考えたときに必要な法規制の見直しがあれば、現代風にアップデートするというのを前もって仕込んでおいていただきたい。EUでは一部の国がCCSに消極的。こうした国でCCSを認めないとなった場合、どのように対応していくかが重要。そのような政治動向を見ながら基金事業を見直せるといいと思う。
- カーボンマネジメントのこの事業自体は、企業にとっての大きな事業機会と認識。経営者と話していると、ネットゼロであったり、排出規制の話などはどれくらい本気で取り組まなければならないのかという質問をよくされる。規制やある種の社会通念などが醸成されてくると、それに対する解決策として、こうしたカーボンマネジメントがあると提案し理解されることにより使ってもらえるようになると思う。企業側のニーズと、これを大きな事業機会として提供するという両面からステージゲートで確認してほしい。
- カーボンプライシングとのリンクをしっかりと考えてほしい。化学吸収について、アルカノールアミンを使う限りの課題は消泡、脱泡、腐食ではないかと思うので、本質を外さず考えてほしい。共通基盤をやるのは構わないが、そこで我々が欲しいのは、CO₂1トン当たりいくらというコスト評価できる基盤だけ。長期性能などは各論になるので個社が各々持っている技術は共通基盤では出せないはず。なぜオキシフェューエルとケミカルルーピングという、世界を今変えようとしている技術、CO₂回収並びにNO_xが出ないという画期的な燃焼法、を取り上げないのか。

- 低濃度 CO₂ の回収について、ニーズは理解するが、高濃度に比べかなり難しいと思っている。記載の通り各手法を改良するということと、組み合わせを探ることも重要ではないか。この分野は手法毎に研究者が違うということなので、それぞれの研究者にお願いしても組み合わせの検討までは難しい。そのため組み合わせを考えるコンダクターが必要ではないか。誰がコンダクターになりうるかについては、排ガスを出す者もしくはエンジニアリング会社など中立的立場の者が想定される。評価センターの議論でエンジニアリング会社との議論というのがあったが、こちらの開発についてもユーザーやエンジニアリング会社を巻き込んで、中核的な役割を担ってもらうのが良いのではないか。
- 本プロジェクトの技術開発が行われることにより、どの程度 CO₂ 削減が見込まれるのか。各開発技術別に CO₂ 排出削減量を明示すべきではないか。CO₂ 削減量の大小が技術開発の重要度であり、投資・開発すべきかの判断につながる。
- 回収した CO₂ の用途について、今回 1 つ提案されていたが、用途に合わせた回収技術というのを考えた方が良い。そのためコンソ組むなりして、実際の用途に合うような精製技術を確立してほしい。また、コスト視点も重要だが、コスト以上に CO₂ 削減効果を見込めないといけない。削減効果も重視しながら進めてほしい。
- この分野は NEDO でも過去何度も取り組んでいる分野であり、濃度の高い分野が中心であった。他のグリーンイノベーション基金事業でも今回取り上げられるが、本プロジェクトでの取り上げられるものは、相当チャレンジングなコスト目標と認識。ステージゲート等で評価しながら、あるいは化石燃料利用や国際的議論、経済的・物理的規制 等踏まえてしっかり評価していきたい。
- 研究課題 3 の標準評価技術基盤について。P38 で産業界から早い段階で声を吸い上げるというのは重要。一方 P39 に書かれているように例えば豪州など公的試験センターが標準化においては重要な役割果たすと理解。そうした観点で標準化に知見を有している産総研のような国研の力を早い段階で取り入れて産官学の連携を意識して進めてほしい。

以上

(お問合せ先)

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

F A X : 03-3501-7697