

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7回産業構造転換分野ワーキンググループ

議事録

- 日時：令和4年6月3日（金）9時00分～12時00分
- 場所：オンライン開催（Webex）
- 出席者：白坂座長、稲葉委員、内山委員、片田江委員、関根委員、高木委員、
長島委員、林委員
寺島オブザーバ、高田オブザーバ、日向野オブザーバ、
萩原オブザーバ、本田オブザーバ、西村オブザーバ、
- 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 バイオものづくり技術によるカーボンリサイクル推進
 - ② 食料・農林水産業のCO₂等削減・吸収技術の開発

■ 議事録：

○白坂座長 それでは、定刻になりましたので、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産業構造転換分野ワーキンググループの第7回会合を開会いたします。

本日は、オンラインでの開催となります。

委員の出欠ですが、8名の委員が御出席となっております。

それでは、本日の議事に入る前に、オンライン会議の注意点について事務局から説明のほうをお願いいたします。

○笠井室長 おはようございます。本日は、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は経済産業省ホームページに掲載いたします。通常どおり、これまでどおりの運営になってございます。

以上です。

○白坂座長 ありがとうございます。

本日は、5名の方にオブザーバとして出席していただいております。日本農学アカデミーの寺島先生、秋田県立大学木材高度加工研究所・高田教授、一般社団法人マリノフォー

ラム21・日向野技監、大阪大学・本田教授、株式会社オブジェクト・オブ・ヌルの萩原代表取締役、この5名に参加していただいております。

では、早速ですが、本日の議題に入ります。議事に先立って、本日の議論の進め方について事務局から説明のほうをお願いいたします。

○笠井室長　事務局でございます。

本日の議論の進め方ということで、資料2を御覧いただければと思います。

まず最初に、「バイオものづくり技術によるカーボンリサイクル推進」プロジェクトについて、これは今回新たに提案させていただくプロジェクトになりますので、その背景・概要等について経済産業省より説明させていただきます。その後、質疑応答とさせていただければと考えてございます。

それから、2つ目の議題としまして、「食料・農林水産業のCO₂等削減・吸収技術の開発」プロジェクトについて、こちらは前回のワーキンググループにおける委員の皆様からの御指摘、それから農林水産分野の有識者、これは日本総研の三輪エキスパートからの御意見なども踏まえまして、この分野、プロジェクトの目標であるとか研究開発項目、それからスケジュールや予算について改めて農林水産省より説明した上で議論ということにさせていただければと考えてございます。

それから、この資料の別紙のほうを御覧いただければと思いますけれども、この研究開発・社会実装計画について御議論いただきたい事項ということで、これはいつもどおり、論点として整理していただいております。

1点、バイオのプロジェクトに関しましては、今回、初回の議論ということもでございます。そういう意味では、ちょっとここに記載ございませんけれども、このプロジェクトの背景であるとか目的、こういったところについても御議論いただければと考えてございます。例えば当該分野の現状と課題、それから、その解決の方向性であるとか社会像が示されているかどうかといったところ、それから関連する技術、主要動向とか企業の国際競争力などなど、そういった周辺状況の分析がなされているのかどうかというような点。それから、その全体像の中で計画の取り組む範囲の適正性、民間企業が取り組むべき内容が対象に含まれていないかどうかと、こういったことも含めて議論いただければと考えてございますし、また、制度整備であるとか国際連携など、研究開発以外の政府としての取組であるとか民間団体の自主的な取組との有効な連携、こういったものが示されているかどうかということも1つ視点だと思っております。ちょっとここに記載なく、大変失礼いた

しました。こういった点も含めて御議論いただければと、このように考えてございます。

事務局からは以上でございます。

○白坂座長　ありがとうございます。

それでは早速ですが、今、笠井室長からお話ありましたとおり、1点目ですね。バイオものづくり技術によるカーボンリサイクル推進プロジェクトについて、新たに議論をしたいと思えます。先ほど笠井室長から御説明あった点を踏まえまして議論していただければと思えます。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、資料3、4に基づいて御説明のほうをお願いいたします。

○佐伯生物化学産業課長　経済産業省バイオ産業課長の佐伯と申します。

本日は、資料3、こちらの、バイオものづくり技術によるCO₂を直接原料としたカーボンリサイクルの推進ということで御説明させていただきたいと思えます。

まず最初のページですけれども、バイオにつきましては、これはかつて、2009年に出たレポートでありますけれども、OECDが「The Bio economy to 2030」というレポートを出しております、バイオが最近よく注目されていますのは、ワクチンのような健康・医療分野での活用であるわけですけれども、右下に円グラフがありますように、健康・医療に関わることなく、農林水産利用でありますとか工業利用でありますとか、幅広い分野にバイオ技術が使われていくだろうということで、まさにバイオエコノミーという単語を使い、また、上の段2行目でございますけれども、「Bio is the new digital」ということで、デジタルのように、あらゆる産業に活用される技術になるだろうということで、2030年、200兆円という予測を立てたのが10年以上前のことでございます。

そうした中で、これは直近の2020年のマッキンゼーの試算でございますけれども、これでも、バイオが医療・ヘルスケア分野だけではありません、食品でありますとか農業でありますとか、素材、エネルギーと幅広い分野に活用されることで、2030年代には400兆円にも達するような成長を見せるだろうというような予測が直近でもされているところでございます。

この近年の大きな変化でございますけれども、もともと、例えば有名な大村先生のイベルメクチンのように、川奈のゴルフ場の土の中から見つかった微生物がイベルメクチンという有用な薬をつくるという、有用な目的物質をつくる微生物を発見するということがかつてバイオということで行われてきたわけでありまして、近年は、下にございますように、さらにそういう微生物の遺伝子を改変することによりまして、目的物質の量を、

より生産性高い形で量を増やすといったことでありますとか、目的物質自身をよりもっと性質のいいもの、例えばクモの糸よりも強いような糸をつくる、そうした目的物質の改善ということも含めて、この遺伝子改変技術と結びつくことで一気に広がっているというのが近年の流れでございます。

さらに申し上げれば、このインプットですね。原料（糖など）と左側に書いておりますけれども、こちらについても、遺伝子改変することによってこれも操作できるということで、大きくバイオを使ったものづくりというものが広がってきているというのが近年の大きな動きでございます。

これは一例でございます。プラスチックは世界的にも海洋汚染ということで非常に大きな問題になっているわけでありましてけれども、実はこれはバイオプラスチックの例でございますが、海洋で分解されるプラスチックというものでございます。

右下に海水中での分解過程の図がございますが、およそ100日程度でほとんどなくなるということで、海洋の微生物によって分解されるバイオプラスチックというものでございます。土の中でも、右上にありますように分解されるものということで、これについて申し上げますと、海洋汚染のおそれがないプラスチックということであります。

これが実は、真ん中下でございますように、日本で、世界で初めて商用生産に成功しておりまして、今、年間5,000トンクラスの大規模生産が行われておりますし、これは近年中に2万トンまで拡大するというようになっておりまして、世界で初めて、海洋生分解性のプラスチック、バイオプラスチックというものが商用生産に乗っている。

それが実現した理由ですけれども、その真ん中の上の段でございますが、これは顕微鏡写真でございますけれども、真ん中の丸い中の白い部分、これが全てプラスチック成分でございます。実は回りの黒い縁みたいのところだけが微生物の体でありまして、これは、先ほど申し上げた遺伝子を改変する技術を活用することによって、体の8割から9割、プラスチックをためられるような改変を行って、その結果、生産性が一気に向上し、今申し上げましたように、商用生産、大量生産ということで、コスト面で劇的な非作業を実現したということでありまして。

その結果、これは実際の活用例でございますが、例えばおーいお茶の紙パックの後ろについているストローというものはこの海洋生分解性プラスチックが採用されておりますし、ファミリーマートのスプーンでありますとか、つい最近ではスターバックスのスプーンやナイフ、フォークにも採用されるということで、バイオ技術によって生産性を上げ、その

結果、コストを下げることによって、エコ効果も手伝って非常に多くの分野に今広がりを見せているというものでございます。

これは化学プロセスの違いでございますが、今申し上げましたプラスチック、ゴム、それから塗料、そうしたものが全て、この上の段にございますように、石油を頂点にして、それを精製する過程で出てくる様々な化学物質を加工することででき上がっております。ですので、当然、圧力や熱をかけて加工してこういったものをつくっているわけでございますけれども、この化学プロセスに対して生物プロセスということで、このCとHとOの結びついたようなものを微生物からつくり出すということで、基本的につくり出すことにおいては、これも全て代替できるということで今開発が進んでいるところでございます。

ただ、1点大きな課題となっておりますのは、その下の段の上のほうでございますけれども、バイオマスを与えて、糖分を与えることで微生物を育てるということで、この生産に当たっては、サトウキビやパーム油を活用することから、これが自然破壊につながるのではないかとというような御指摘も受けていたところであります。しかし、近年は、先ほど申し上げました遺伝子改変の技術によりまして、一番下の段ですけれども、これをCO₂を使うことで、CO₂を微生物に食べさせて、そのことによってプラスチックやゴムをつくるという技術が世界的にも、ベンチャー含めていろんな研究が行われるようになってきているというところであります。

まさに化学合成から、下の生物合成へという流れが出てきておりまして、シンセティックバイオロジーと海外では言われておりますけれども、合成生物学というものが一気に花開いているということでございます。

これはCO₂直接利用の一つの具体例でございますけれども、いわゆる水素酸化細菌というものがございます。左下を見ていただきますと、水素細菌、これはCO₂とH₂を食べることによって、プラスチックでありますとか燃料でありますとかたんぱく質でありますとか、そういったものをつくれるというものでございます。

右側に【参考3】でございますけれども、化石燃料というか、石油を原料としてプラスチックをつくる場合には、当然、熱や圧力をかけなければいけませんのでエネルギーを使います。その結果、CO₂が出るわけでありましてけれども、これは微生物が食べるということです。ですので、生産工程によってCO₂出ませんし、さらに言えば原料としてCO₂を活用いたしますので、そういう意味で言うと、プラスチックをつくれれば、これは生産工程だけですが、CO₂が減るという形になっているというものであります。

それから、【参考1】を見ていただきますと、これまでも多く開発されてきましたのは藻のようなもの。当然、藻は光合成しますので、CO₂を食べる。そのことによって燃料をつくる。こういった取組がいろいろ行われているわけでありませけれども、実はこの手のCO₂、H₂を食べる独立栄養細菌というものは非常にCO₂の固定化能力が高い。すなわち食べる量が多いということでありまして、当然、食べる量が多ければ、それに連動してつくるものも多いということで、非常に商用生産に乗りやすいものであると思っております。

さらにもう一点ございますのが、藻でありますとか光合成細菌というものは光のエネルギーを必要としますけれども、この手の水素酸化細菌のようなものは水素をエネルギーにしますので、そうした意味では、閉鎖系で利用できる。光を当てなければいけない場合は、大きな池とか、そういったところでものづくりをしなければいけないわけですが、光のエネルギーを使わないものですので、閉鎖されたタンクの中で使えるという意味では、工業生産に非常に向いているものであろうと思っております。

こうしたものが出てきている背景でございますけれども、近年、この合成生物学が大きく伸びている背景といたしましては、幾つかあるのですけれども、左下でございますように、分かりやすい例で言いますと、ゲノム自身を解析するコストや時間で比較いたしますと、例えば一人のゲノム解析をやろうとしますと、2000年段階でありますと10年かかると言われていた、それから費用も1億ドルかかると言われていたわけですが、今やもう1日で一人の全ゲノムを解析することができますし、そのコストも、これも1,000ドルと書いてありますが、安いところだと500ドル、海外のもっと安いところだと100ドルといったようなところも出てきているということでありまして、劇的にこの時間とコストが下がったという点がございます。

それから、左下にありますようなゲノム編集、それからゲノム合成、ゼロから核酸をつなぎ合わせていくというような合成も、長いものを合成することがどんどん可能になってきておりますし、ゲノム編集の技術も非常に多様なものが、CRISPR/Cas9の後、本当に多様なものが出てきているということで、そこにITとAIの技術が重なることで、右側でございますように、スマートセルということで、微生物を使ったものづくりというものが非常に花開いてきております。

これは、先ほどイベルメクチンの例も申し上げましたが、何か核となる微生物を見つけきて、その微生物の遺伝子をちょっといじってみる、そのことによって生産性が上がるのではないかとということで、少しいじる、設計、デザインをしてみる。ここにはAIやI

Tを使うわけですが、設計をしてみる。その設計、デザインしたものを実際にビルド、遺伝子を組み込んでみて、遺伝子を改変した微生物をつくってみる。そこにテスト、その微生物にプラスチックならプラスチックのものづくりをさせてみて、どれくらいの量できるだろう、どんな品質のものができるだろうというのをテストし、思ったような結果が出た、出ていないねというのをラーンして、これはA I、I T使って。じゃあもうちょっとここをいじったらいいのではないかとまた次のゲノム設計のデザインに回すということで、D、B、T、Lのサイクルを一つの微生物について何万回も回すことによって、一番性能のいい、例えばプラスチックを、一番大量に、生産性が高いものをつくれるベストオブベストの微生物を1つ設計したものをそこから導き出して、数万回回す中からですね、それを、あとは大量培養してものづくりを行うという、これは世界ではスマートセルと呼んでおりますけれども、そういうスマートセルを開発し、それを活用してものづくりするというのが世界的に、先ほど申し上げた背景を前提に広がってきているということでもあります。

これはアメリカの微生物設計のプラットフォームベンチャーでございますが、左側のGinkgo Bioworksというのはボストンを起点にしているベンチャーでございますし、右側のZymergenというのはカリフォルニア・サンフランシスコを起点にしているベンチャーでございますけれども、例えば右側はA IやI Tをフル活用しながら、どういうところをいじれば自分らのターゲット、狙いたいものをつくれるような微生物を開発できるかという、コンピュータを使ったようなところに強みを持っておりますし、左側のGinkgo Bioworksのようなものは、実際にビルドしたりテストするというところについて非常に自動化された、またコンピュータも活用したそういう自動化ラインを大量につくることによって、さっきのDBTLサイクルを多く回すというようなことをやっているというものでございます。こうしたベンチャーがアメリカでは次々と出てきているということで、これが全体構造を模式的に書いたものでございますけれども、真ん中の赤いところにあります微生物細胞設計プラットフォームというものが今申し上げたGinkgo BioworksやZymergenのもので、微生物の遺伝子をいじって、DBTLを回せる人たちであります。

これに対して、右下にあります事業会社、医薬品や食品、衣類、燃料、素材といったものをつくっているような大企業が連携いたしまして、そのことによって、今までのプロセスでなくて微生物を使ってこういうものをつくらうというものであります。その前提としては、微生物にどういう機能を打ち込むか、そのためのゲノム配列をどういうのを打ち込むかという意味で言いますと、右上にゲノムデータマイニングプラットフォームと書いて

いますが、こういう遺伝子配列、特定の菌やカビの研究というか、集められた生物機能と紐づけされた遺伝子を発見する、そういうデータベースを持っているプラットフォームがいて、そこと連携しながら、こういう遺伝子配列を入れればこういう機能を生物に持たせられるのではないかということをやっている人たちもいますし、それから、さっき申し上げた組み込むときの、DNA配列を微生物の中に組み込むわけですが、そのときに、ゼロから塩基を並べて合成してDNA組み込む分をつくるわけですが、その合成、長いものがよりつくれるような、これはまず要素技術、合成技術を持っているようなベンチャー、これは上の段でございますが、そうしたものと連携しながら、真ん中の赤いプラットフォームが大企業と連携してやっていくということでございます。

これは具体例でございますが、左側が、さっき赤い四角で囲ってありましたプラットフォームをやっているバイオベンチャーでありまして、そうしたところと化学メーカー、食品メーカー、エネルギー、繊維、そうした様々なメーカーが組んで、肥料、食品、ゴム、ジェット燃料、様々なものを微生物につくらせようという動きが今進んでいるところでございます。実際、これは諸外国の動向でございますが、今申し上げたアメリカは、昨年1年だけで、この分野に2兆円のお金が入っているところであります。

ただ、このグラフ、これは四半期ごとのグラフでございますけれども、見ていただければ分かるように、この動きは本当にこの1～2年の動きでありまして、微生物、遺伝子を変える、そうした技術、またAIの発展を受けて、この1～2年で急激にこの分野への投資が広がっているということでもあります。

また一方、中国の側ですけれども、これは右側でございますが、実は中国、全容よく分からないのですが、アメリカの議会に提出されたレポートによりますと、1,000億ドル以上、10兆円以上をこの分野に投じているだろうということが言われておりまして、下にございますけれども、山西省や天津市、また深セン市といったところにこの合成生物学の拠点というものが次々につくられているということもございます。

こうした中で、QUAD、日米豪印の4か国の枠組みにおきましても、特にアメリカを中心に、バイオ分野での4か国協力というのを進めていくべきであろうということで、初めてのリアルな首脳会談が昨年9月行われましたけれども、その首脳声明の中でも、重要・新興技術の議論の一丁目一番地ということで、このバイオテクノロジーについて議論すべきだというのが入り、また、このファクトシートの中を御覧いただきますと、特に議論すべき分野という中で、シンセティックバイオロジー、合成生物学ということで、微生物を

使って遺伝子改変してものづくりをする、このところにフォーカスをして議論をしていくべきだとなっているということでもあります。これは中国への警戒も含めてということでございます。

日本政府といたしましても、今年1月に、これは岸田総理のバイオ関連団体セミナーへのメッセージでございますけれども、まさに先ほどから私申し上げましたように、岸田総理からのメッセージでも、もはやバイオというのは医薬品だけではなくて、あらゆる分野のものがこれで作られるようになってきているという話。それから、先ほど申し上げました水素酸化細菌のようなものについて、これは温暖化対策において大きな切り札になると、CO₂を原料とする微生物の活用というものは、これをバイオ技術によってCO₂を単に減らすだけの時代から、資源として活用する時代へと転換できる技術なのだというお話もあったところでございます。

それから、経済産業省におきましても、まさに産構審におきまして、萩生田大臣のほうから、バイオものづくりというのは、何を食べさせて、何をつくるか、無限の可能性があるということで、まさにバイオものづくり革命とも呼ぶべき変革が生まれている。とりわけCO₂を吸収する水素細菌は切り札になるということで、バイオ立国を進めていこうという話もあったところであります。

また岸田総理も、新しい資本主義実現会議の中で、先ほど、海洋で分解されるプラスチックのお話をさせていただきましたけれども、こういうプラスチックを例えば例にとりますと、海洋汚染の問題も解決しながら、なおかつ、経済成長、プラスチックを活用できるという意味で二兎を追えると、またCO₂を吸収しながらいろんなものづくりができるという意味でも二兎を追える研究分野ということで、日本が世界をリードしていく明確な決意のもと、大胆かつ重点的な投資を行うという御発言もあったところでございます。

4月4日には、萩生田大臣も実際バイオの現場にも足を運んでいただきましたし、4月9日には、岸田総理にも、兵庫県のまさにDBTLサイクルを動かしている研究室、ここを見ていただいたところでありまして、右下のところは海洋で分解されるプラスチック製品。これは実際に手に取っていただいて、非常に前向きな御発言もいただいたというところでございます。

すみません。ちょっと全体像の御説明をさせていただきましたけれども、今回我々がやろうとしているプロジェクトでございますが、バイオものづくり、先ほど申し上げましたように、何を食べて、何をつくらせるか、これは本当に無限の組み合わせがあるわけであ

りますけれども、今回我々は、このグリーンイノベーションということで、CO₂を原料とする、要はCO₂を食べて何かをつくる、こういうCO₂原料のバイオものづくりにフォーカスをいたしましてプロジェクトを進めていきたいと思っております。

大きく言いますと3点ございます。下の図を御覧いただきたいと思いますが、まず①が左上の紫の四角のところ、先ほど申し上げましたように、バイオものづくりで最終的に大量培養してものづくりをするわけですが、その前提となるCO₂を食べて、何か、プラスチックだ、燃料だけをつくれる微生物を開発するためには、このDBTLサイクルを何万回も回す必要があるわけですが、現状、このDBTLサイクルを回した微生物開発には2年、場合によっては5年というような長い期間、このDBTL回すのも、実際の実験までしなければいけませんので、非常に時間を要しているところがございます。速やかにCO₂を使って何かをつくるというものを実現していくためには、この基盤となるDBTLサイクルをより早くしていく、高度化していく、ここが1つ技術開発の論点だろうと思っております。

それからもう一つは、まさにDBTLを活用して、実際にCO₂を大量に食べて、実際に売れるもの、プラスチックなり燃料なり、非常に品質のいいものを大量につくれる微生物自体の開発、これも行っていきたいと思っておりますし、最後、一番下の生産工程でございますが、今まで、バイオの微生物培養というのは大体液体培地を使ってやっていますが、今回、CO₂を食べさせるということになりますと、気体吸収をしていかなければいけないという意味では、これまでの単なる発酵技術だけではなくて、さらにチャレンジングな、気体を使ってどう育てていくかという意味では、この生産技術、それをスケールアップして、商用生産に乗るだけの大きな規模でやるということについても、これもチャレンジングな研究課題であると思っておりますし、この3点について取り組んでいきたいと思っております。

これを実現するための我々のアウトカム目標でございますが、こういったCO₂を使ってもものをつくるといったときに、我々、これが汎用できる分野、先ほども御説明しました素材でありますとか繊維、燃料、食品、非常に幅広い分野でこの技術が活用できる、実際いろんなところで今研究開発も進んでいるわけですが、できると思っておりますし、これが2040年時点で、今の既存プロセスの2割置き換えれば、2040年時点で世界で13億トン、日本一国分に匹敵する量が削減できるだろうと思っておりますし、それが5割普及していけば、2050年には42億トンいけるだろうと思っております。

その下の前提でございますけれども、これはアンケートでございますが、価格差ですね。最終的に既存、例えばプラスチックであれば石油を原料にして使うプラスチック、このバイオで使うプラスチック、この2つを比べたときにどれぐらいの価格差があれば使うかというアンケートでございますけれども、2割ぐらいまでいけば、2割から4割って、もっと幅あるのですけれども、最高で2割ぐらいまでいけば、20%近い人たちが採用を検討すると答えてくれておりまして、まさに我々としては、2030年までに、既存プロセスと比べて1.2倍というのを今回の目標の中に置いて、それを置くことによって、2030年までに従来品と価格差1.2倍ということが実現できれば、2040年断面では2割普及ということができると思っているところでございます。

それぞれの項目について御説明いたします。まず1つ目はDBTLの高度化というところでございますが、このページで2つのアプローチを考えております。1つは、1周、ぐるぐる回る、DBTLを回す時間を短縮するというので、これはロボットを使ったり自動化することによってDBTLを加速していくというものであります。

もう一つは、アプローチ2ということで、要は、つくりたいものが決まったときに、どういう遺伝子を組み込めばよりそれに近いかという意味で言いますと、先ほど、ゲノムデータマイニングプラットフォームという、図の中でいうと赤い四角の右上にあったプレーヤーがいましたけれども、そこでいろんな遺伝子情報が、生物機能と結びついているものがもっとリッチになれば、ここの遺伝子を変えればより機能を持ちやすいのではないかと、いうふうに狙い撃ち、それもAIなんかも活用しながらやれば、そもそもDBTLをやる回数自身を減らすことができますので、アプローチ1は、回転スピードを上げる、アプローチ2は回転する回数を減らせるようなデータベースの充実とか、そうしたものに組み込んでいきたい。このことによって、微生物の開発期間、さっき、2年から、場合によっては5年と申し上げましたが、これを10分の1程度まで短縮したいというのが1つ目のアウトプット目標でございます。

それから、2つ目のところでございますけれども、実際の微生物開発をするということですが、例えば幾つかございます。CO₂を使って、量は少ないのですが有用なものをつくれるようなもの、これは自然界にも存在しております。これを機能強化することでより有用物質をいっぱいつくれるようにしようというのもございますし、真ん中の(b)のところでございますが、有用物は使わないけれども、CO₂をいっぱい食べるような微生物がございまして、ここには有用物をつくれるような代謝経路を結びつけることで、CO

CO₂をいっぱい食べて有用物をつくってもらおうというアプローチもあるかと思えます。

それから、もともと海洋分解性プラスチックみたいなものをつくるけれども、CO₂は食べないというものについては、CO₂を食べられるような回路を微生物の中に埋め込むことによって、CO₂食べてくれるようにできないかという、こういったアプローチを通じることで、最終目標、一番下のところでございますが、CO₂を大量に食べて、売れるものを大量につくる、そうした微生物開発をやっていききたいということで、ここの目標といたしましては、我々としては、物質をつくる機能、またはCO₂を食べる機能というものを今の天然株、天然にあるものを遺伝子改変で機能強化するわけですが、5倍程度に引き上げていくという目標をこれについては掲げていきたいと思っております。

それから、最後、項目の3つ目でございますけれども、CO₂を使ってやる、左のところでございますが、通常の微生物培養というのは液体培地を使ってやりますが、今回はCO₂やH₂を食べさせる必要がありますので、気体を入れる必要がある。これをどうやって効率的に入れるか。また、H₂を使うような場合には、いろいろ防爆上の工夫等もしなければいけませんので、そういう気体の特性に合わせた生産方法を考えなければいけないというのが1つ。

それから右のところでございますが、実験室では結構どこも、今、研究開発でもある程度は成功しているわけでありましたが、このラボスケールからしっかり商用生産に乗るところまでやらなければコストが下げられないということで、そこも取り組んでいきたいと思っております。

また、この中では、一番右下のところでございますが、当然、分離精製ということもやるわけですが、こういう様々な工程を通して、右下のところでありまして、実際、CO₂を原料にした製品というものの認証でありますとか、そのための基準づくり、LCA評価によるCO₂の削減量の換算とか、そういったものについてしっかり標準をつくっていききたいと我々思っております。実際、ものがつくれる、なおかつ、それに標準の基準を持っている、そのことによって国際的にも世界をリードしていきたいと思っております。

ここの全体のアウトプット目標と言いましたのは、先ほど申し上げましたように、2030年までに、従来品、例えばプラスチックであれば石油を原料にしたプラスチックの1.2倍のコスト目標を掲げて、そのために大規模製品が必要であれば大規模生産も含めた実証をやっていくことによってこの目標を実現していく。そのことによって普及させていきたいと

思っているところでございます。

すみません、長くなりましたが、私からは以上でございます。

○白坂座長　　ありがとうございました。

それでは、自由討議に入りたいと思います。今回も委員名簿順に、お一人ずつ、御意見、御質問をいただきたいと思っております。

それでは、一巡目の発言を、内山委員より、名簿順に一人3分程度でお願いしたいと思います。各委員の発言を踏まえて改めて意見があれば、全ての委員から御発言をいただいた後に、挙手をお願いする形で行いたいと思っています。

また、稲葉委員は本日欠席ということで、事前にコメントをいただいておりますので、事務局から読み上げのほうをしていただきたいと思います。

では、笠井室長、お願いいたします。

○笠井室長　　事務局でございます。

稲葉委員からいただいている意見について御紹介させていただきます。

CO₂と水素を原料として、微生物により付加価値の高い製品をつくるバイオものづくりは、CO₂ネガティブエミッションを可能とする新しい技術として今後の発展が期待されるテーマと思います。これまでも微生物を使い、グルコース等の天然物を原料とするバイオものづくりは研究されているようですが、今回の計画はこれまでの研究とは異なり、より積極的にCO₂削減が可能になる点を明確に述べたほうがよいと思います。

また、実用的な観点から、バイオ生産の課題は生産速度にあると思いますので、従来の工業的手法における生産速度と肩を並べるには、今後どの程度生産速度を向上させないといけないかというような共通認識を持つことも大切と感じました。

バイオものづくりは、今後、世界的に熾烈な競争になっていくことが想定されますので、国外の開発に遅れをとらないよう、現在有している日本のバイオ生産技術の優位性を生かし、さらに海外との協力体制を構築していくことが必要と感じました。

ということで御意見を頂戴してございます。以上です。

○白坂座長　　ありがとうございます。佐伯課長、特に明確な質問というわけではないのですが、コメント、何かございますか。

○佐伯生物化学産業課長　　ありがとうございます。従来の工業的手法と肩を並べると、この点まさに重要なポイントだと思っております。我々、最後のところでも、1.2倍ということを申し上げましたが、こういったスピード感も含めて、トータルでコストに反映さ

れていきますので、消費者に普及するという意味では、コスト、ここは極めて重要だと思いますので、ここをカバーしていくという最終的なアウトプット、ここをしっかりと目標に掲げて、御指摘の点も踏まえながらやっていきたいと思っております。ありがとうございます。

○白坂座長 ありがとうございます。

それでは、これから出席委員の一巡目の発言をお願いしたいと思います。内山委員から3分程度でお願いしたいと思います。内山委員、お願いいたします。

○内山委員 内山でございます。どうも御説明ありがとうございます。

このバイオものづくりの分野、新しい技術分野で、今後大きな市場も期待できるということで、大変魅力的な分野だなと感じております。今日の御説明にあったように、研究開発から製造技術の開発まで首尾一貫したシナリオができていないかなという印象を受けました。その中で3つほど、コメントといいますか、質問をさせていただきたいなと思っております。

1点目は、この分野、非常に魅力的だということで、プレゼンの中にもございましたけれども、米国、中国が非常に力を入れ始めた。相当な資金も投入し始めているというように、非常に競争が激しくなる。その中で、こういった国に力負けしないような戦略、これが重要かと思っております、日本が独自の強みをどういったところで生かしていくのかを御質問できればと思っております。

それから2番目といたしまして、プレゼンの中にもありましたけれども、微生物設計プラットフォーム業者といいますか、それがこの技術開発の中で非常に重要な役割を担うようになると理解しておりますが、国際連携の表を見ると、日本のプラットフォーム業者の名前も載っていないので、今後どのような形で日本においてそのプラットフォーム業者というのを育成していくかといったところ、お考えをお聞かせいただければと思います。

それから3点目は、この生物設計において、生物情報のデジタル化とかライブラリー化ですか、それを行いながら複数の業者がいろいろ共用して活用できる仕組みというのが重要なと感じたのですが、その制度設計というのですか、そこら辺はどのようにお考えになっているかをお聞きしたいと思っております。全てオープンにすればいいというわけではないと思うのですが、やはり複数の企業が共用してイノベーションをさらに加速するような仕組みが必要かなと感じておりますので、そこら辺のお考えをお聞かせいただければと思います。

以上でございます。

○白坂座長　ありがとうございます。それでは、佐伯課長、御回答のほうをお願いいたします。

○佐伯生物化学産業課長　内山先生、ありがとうございます。3点いただきました。お答えさせていただきます。

まず1点目でございますけれども、米中、力を入れ始めて、そうした中で競争が激化する、おっしゃるとおりでございます。その中で日本がどういう強みを出していくかということですが、今、表示に出ておりますでしょうか。先ほど図で御説明した部分でございますけれども、我々、強み、2つ、少なくともあると思っております。

1つは、右上のゲノムデータのマイニングプラットフォームと書いておりますけれども、日本は、特に産総研さんなんかもそうですが、昔から菌類の研究というのは結構活発に行われておりまして、カビとか、菌類とか、微生物の研究でいろんな生物機能を持った株のデータというか、菌株含めて、もの自身も含めて、非常に充実しているところであります。ですので、それ自身が公表になっているもの、さっきのオープンの、後で申し上げますが、それとも関連しますが、共有されているものもございまして、一方で、いろんな研究室とかに眠っていて、まだオープンになっていないようなものもございまして、このデータの部分では1つ強み、今までの蓄積、菌の開発といったものはあるのではないかと思っております。

それからもう一つは、この赤い四角の下に緑色の点線で受託製造事業者と書いておりますけれども、実は去年、アメリカの、ちょっと御紹介した中のベンチャー、どこか言うところ話がややこしくなるのであれですが、株価が暴落したことが、一旦こーんと下がったことがございました。その理由は、微生物開発に成功はしたけれども、それを大量培養に失敗したというような話の中で、本当かどうかここは分かりませんが、そういったことで株価が一旦ぐぐっと落ちたということがございました。

実はこの微生物の製造といいますのは大量培養するというところでございまして、まさに生き物を発酵させるという技術でございます。これは非常に生産、要するに開発した微生物ごとに性質が違って、これを大量培養するというのはそれぞれに技術が要る。私、昔、半導体をやっておりましたけれども、半導体の分野ですと、ある程度ASMLの露光機を買ってきて、東京エレクトロンの機械を買ってくれば、歩留まりをちょっとあれすればある程度の量、ものをつくることは、資本があればできるわけですが、こちらは単にバイオ

タンクがあっても、それぞれの生き物の性質があつて、本当に培養できるかということは非常に技術的にも難しい世界があります。

その点で言いますと、まさにこの日本は、みそ、酒、しょうゆで培ってきました発酵生産技術、杜氏さんのような感覚と申しますか、これが非常に生きる分野であろうと思っております。私、実際このバイオの工場に足を運んだ際に、ある方が言っていて印象に残っているのは、微生物を培養するときに、大量に、一つのある量の培地に対して微生物が濃度が濃いと、これは培地の食い合いになって増えなくなるのだと。これは非常に分かりやすいのですが、一方で、その人の言った言葉をそのまま申し上げますと、密度が小さくても、寂しがってなかなか増えないのだと。本当にこの言い方が正しいかどうか分かりませんが、その方の感覚ではそのようにおっしゃっていて、一定の濃度、密度を維持しながら培養をスケールアップしていくということが非常に難しいのだというお話もございました。

ですので、生き物を培養する、生物を培養するという部分では非常に日本は強み、一日の長を持っている。こうした強みとうまく組み合わせることで赤いところを広げていきたい、これが2番目の先生がおっしゃってくださった論点、プラットフォーム育成でございますけれども、実は日本にも、ちょっと小さい字で恐縮ですが、例えばバックスバイオイノベーション、これは神戸大学発のベンチャーでございますし、Logomixというのは東工大発のベンチャーでございますけれども、そういう大学でこれまで培ってきた技術で、アメリカ等と特許抵触しない形でこういう微生物設計が行えるような事業者さんもおられます。まだ大学発ベンチャーで小さいことも事実でございますので、これを、岸田総理も大胆かつ集中的に投資をするというようなことも言っておりますので、国もしっかりと投資することで、このプラットフォームの育成というのは取り組んでまいりたいと思っております。

それから、最後のライブラリー化、まさにここをどうするかというのは大きな議論であると思っております。と申しますのは、実は日本にはNITEのようなところに菌株の何万株にも及ぶライブラリー、大学の先生が、自分、今回退官するので、今まで集めた菌、せっかくなので預かってくれないかとか言って預かっている、公表になっていない菌を結構なライブラリーで持っております。これは、おっしゃるとおり、産業に利用してもらわなければいけない。そのためには、いろんな情報、例えばゲノムデータを含めて見せることによって、使いませんかという促進をする必要があります。

他方で、それが海外に漏れてしまうと、ゲノムデータ分かっただけで海外でもつくれてしまうというところがありますので、出し方は工夫しなければいけない。その意味では、これはまさにオンゴーイングで我々議論しておりますけれども、こういうデータを、オープンクローズ戦略をどうしていくか。産業の活用を促す意味でのオープンと、国際競争の観点からのクローズ、これをどう組み合わせていくかというのは大きな論点だと思っておりますし、QUADでも、まさにこういうルールづくりというのは1つこれから論点になってくるのではないかと、アメリカもそういう問題意識を持っているのではないかと考えておまして、これは別に今この瞬間答えがあるわけではありませんけれども、ほかの分野でも同じような議論ありますが、まさに先生御指摘の点は、これからオンゴーイングで、このプロジェクトと並行する形で、我々しっかり議論していきたいと思っております。

すみません。長くなりましたが、以上でございます。

○内山委員　よく分かりました。ありがとうございます。非常に有望な分野だと思しますので、力強く攻めていただければと思います。

○白坂座長　ありがとうございます。それでは続きまして、大藪委員、お願いいたします。

○大藪委員　ありがとうございます。私も、大変大きなポテンシャルのある、様々な意味で面白い分野だと思っておりますし、今回取り上げられていることを大変うれしく思っております。私も、内山委員と同じように、日本の強みをどのように出していくのだろうと疑問を持っておまして、今、御説明いただきましてありがとうございます。

それに関連してですが、37ページに、項目1から3まで、それぞれのプロジェクトがどのように関連し合っているかという図がございます。これ、フルセットであり、それぞれに成果を利用し合うというところがあります。しかしながら、それぞれのレイヤーで海外で先行している企業もあろうと思います。そこで思いますのは、フルセットで見ることによって、横での連携が取れてお互い前に進んでいくという面もあるかもしれないけれども、同時に、ここに参加しているかどうかにかかわらず、海外も含めて、より有望な先があればそこと組んで前に進んだほうがより早く進めるということもあるかと思います。つまり、横串を刺してシステムとして前に進む部分と、各参加企業の自由度を認めて、自由に最適な相手と組む。このバランスを、全体としてプロジェクトマネジメントをしていただければと期待をしております。

フルセットでやってみることで、日本としてここが突出していけるという部分がより明

確になってくると思います。もしそれが適しているということであれば、よりフォーカスをした追加プロジェクトのようなものも考えられてもよいのではないかと思います。これが1点目です。

2点目は目標設定のあり方なのですけれども、競争が激しい中で、目標がある程度ペースメーカーみたいな役割を示すと思います。コンピューテーションパワーによる急速な性能改善と、物理的な改善の両方が絡んでくる中で、どうやってよりアグレッシブに目標を設定するのか。競争がある中で今の目標設定が本当に十分にアグレッシブなのかということ、ぜひ大胆に考えていただきたいと思っております。

もちろん、いろいろな先に聞き取りをされて、いいレベルで目標を設定されたとは思っているわけですが、例えば、第2項目の「5倍」などは、なぜ5倍が出てきたのか参考になるような情報もなく、私は、これはどのように決められたのかなと思ったというところがあります。

時間もありますので、2点だけ簡単に御質問させていただければと思いました。ありがとうございます。

○白坂座長 ありがとうございます。それでは、佐伯課長、お願いいたします。

○佐伯生物化学産業課長 ありがとうございます。2点御質問いただきました。まさに1点目のどこにフォーカスしていくかと、これは本当に我々日本がいろんな産業で勝ったり負けたりというか、負けたりの方が近年多いのかもしれませんが、そういった中で、本当に海外との連携を含めてうまくやりながら、自分の強いところで勝っていくという戦略というのは本当に極めて重要だと思っております。

その中でいうと、例えばさっき申し上げた生産なんかはもともと強いので、生産強いじゃないかという議論あるのですが、ただ、先生からも御指摘いただいて非常にありがたいと思うのですが、やはりプラットフォームの技術をしっかり持つておかないと、将来いろんなことが起きたときの開発だ何だというのは、やはりプラットフォーマーが付加価値の部分を持っていく部分が非常に高いと思いますので、今、先生方の技術としては、さっきの神戸大学のベンチャーも、東工大発のベンチャーもいい技術を持っておられます。

ただ、スケールで今ちょっと、アメリカがすごい勢いで来ているものですから、そういう意味でいうとなかなか、今、フラットに見ると、もう本当に、このままいくと厳しいのではないかと考えているものですから、だからといって生産だけとやるのもちょっとあれなので、やはり我々としては、今この瞬間は全体像を見ながら、特にプラットフォーマー

はしっかり育成していきたい。ここはむしろ育成したいという思いの中でやっていきたいなど思っておりますが、おっしゃるとおりで、これは2030年までプロジェクトやっていきますので、その中を見ながら、場合によっては将来的なフォーカスしていくことも考えていく。それはもう御指摘のとおりだと思いますが、我々、全体しっかり育てていきたいという思いを持ちながらも、そこは特に海外メーカーでも、本当は日本に来てくれるのであれば、セキュリティ上も全然むしろウェルカムなので、そういったやり方もあるかもしれませんし、いずれにしても、うまく日本の勝ち筋というものを見定めていくというのはもう御指摘のとおりでございますが、我々、進みながらそれはやっていきたいと思っております。

それから、2点目の目標設定のところ、これがアグレッシブか。項目2、まさにそこが我々も、CO₂を食べながらものをつくるというのは、今、世界的にベンチャーとか出始めていますが、まさに出始めたところでありまして、どれぐらいが本当のものなのかというところについて、確定的なものはありませんが、我々、いろんな事業者さんにもヒアリングしながら、その中でどのぐらいいけそうかと言われている中で一番野心的なところということで今回5倍と設定したわけでありまして、これについてはまさにおっしゃるとおりで、いろんな、これから欧米も含めて技術が出てきたりすると思っておりますので、その中で、場合によっては、今回の中にも入れさせていただいておりますが、事後的にも目標よりもっと引き上げていく。場合によっては、種類によっては、逆にいうと5倍は高過ぎるというものもあるかもしれません。いずれにしても、それはものに依じて、またベンチマークは世界ですので、世界をベンチマークとしながら柔軟にやっていきたいと思っておりますし、あともう一つ、ベンチマークという意味ですと、世界と同時に、最終的には普及できるか、消費者にリーチできるか。そういう意味ではコスト。項目3のところでございますが、コスト目標というのは最後の一番重要なポイントになってくると思いますが、そこもにらみながら、そこの関係で、項目にはどれぐらいでなきゃいけないのだということについてもフィードバックさせながら、柔軟に対応していきたいと思っております。まさに御指摘いただいたとおりだと思いますので、これからやっていきたいと思っております。よろしくお願いいたします。

○大藪委員 ありがとうございました。

○白坂座長 ありがとうございます。それでは続きまして、片田江委員、お願いいたします。

○片田江委員 御説明ありがとうございました。合成生物の事業分野は社会ニーズが非常に高い領域ですし、急成長できる領域だと私も認識しています。御説明の中で、既に米国や中国での資金投入も盛んで事業開発が進んでいるとありましたが、日本のこの分野の技術力というのは非常に高いものがあると思いますので、若干今スタートは遅れているものの、まだまだ米国、中国に追従できるタイミングだと認識しています。

と、幾つかコメントと最後に1つ質問なのですが、プラットフォーム事業者の育成の重要性については今の質疑でも御説明いただきましたが、私は、特に10ページの合成生物のエコシステムの図を拝見して思ったのは、並行して製造側の事業者が立ち上がるのが非常に重要と思います。

いわゆるバイオ医薬品と言われる抗体医薬や核酸医薬の産業が成長するに当たっては、当然、核酸や抗体のプラットフォーマーも必要だけれども、そこに加えてプロセス開発のノウハウがあつて、かつバイオ事業に参入したい化学メーカーが参入して、その製造と開発の両輪が同時に立ち上がったことがバイオ医薬品の産業が急拡大したことの一つの重要な要因だと思います。この合成生物学の領域についても同じようなことが考えられるので、その製造事業の立ち上がりへの支援が今後もさらに重要になってくるのではないかなと思います。

これに紐づいて、後半御説明いただいた認証や品質をつくることの重要性、ここもすごく大事な点であり、特に海外企業との連携を加速化することにもつながると思いますし、これによって日本のプラットフォーム事業者や製造に携わる日本の事業会社が自社完結型の開発にとどまることなく、必然的に、目線が海外事業会社との協業や提携が必須であるという意識改革や提携の動機づけになると思います。

これに関して1つ御質問なのですが、事業プラットフォーマーや製造プロセスの事業者の海外進出や、海外顧客との提携を獲得するための、そこへの支援について、もし今時点で具体的な対策などをお考えでしたら教えていただけますでしょうか。

○白坂座長 お願いします。

○佐伯生物化学産業課長 先生、ありがとうございます。まさにバイオ医薬品の御紹介ありましたが、バイオ医薬品の世界で、CDMO、CMOと呼ばれるような、スイスのロンザでありますとか、ベーリンガーインゲルハイムのような、非常に大量にものをつくる、それが低分子化合物と技術的にも断絶があるものですから、やはり外に出すということがバイオ医薬品の世界では通例になりつつあります。そういう意味で言いますと、そこはも

う本当に大量生産で、コストをしっかりと抑えながらものがつくれるかというところにフォーカスした分業といますか、そうしたものが進んでいくということは必ずこの分野でも起きてくると思っておりますので、そういう意味では、今回、微生物設計から最終的な生産工程までの連合体のようなもので応募してきていただいて、1.2倍目標を目指していくというところをしっかりと見ていきたいし、実際、今そういう形の御議論もいろんな方がしておられることも聞いておりますので、うまくそのエンジニアリングの部分も視野に入れてやっていく。だから、今回の支援におきましても、実証の一番最後の部分というのは、大量生産する規模のタンク、本当に1,000リッターとか、もっと大きいようなものとかをつくっていくというところをしっかりと支援して、そこまでを実証研究など見ることで生産の部分もしっかり競争力を持っていくというようなことでやっていきたいと思っております。

その中で、海外企業ですね。特に標準取るところ、これは僕は日頃からずっと思っているのですが、日本企業だけがつくっている何かを認めてくれというのは、国際フォーラムに出ると標準取るのは本当に難しいのです。そういう意味で言いますと、資本力も含めて世界中に展開するというのも、なかなか生産投資というのも難しいということも考えれば、やはりアメリカやヨーロッパのところに日本発の技術、技術は日本発であっても、生産という意味でいうと、パートナーをつくりながら、それぞれの現地である程度つくっていくということもこの分野考えていく、これまでの負けを反省したときにそういったことも考えていくことが国際標準を取ることへの近道でもあるなと思っておりますので、そうしたものの支援というものを次のステージとしては考えていきたいと思いますし、そういうツールという意味で言いますと、例えば融資でありますとかそういったもので、より合弁でものつくる時やりやすいように、製造工場つくる時に支援するよというツールが一般的でございますが、それに限らず、我々、その展開支援、いろんなところで、海外で協業してものをつくっていくみたいなところ、そのことで世界を逆に取っていくというところの支援も、実際でき上がっていくのと同時にそのことも考えていきたいと思っております。御指摘ありがとうございます。

○白坂座長　ありがとうございます。では続きまして関根委員、お願いいたします。

○関根委員　ありがとうございます。非常にポジティブに捉えて、この分野大事ということはよく分かります。一方で、なぜ、現状、日本で事業会社が全く姿が見えてこないのか。もちろん、ちょっとはやっているという話があったのですが、ではなぜ民間の投資が今まで全然活発に行えてきていないのか。それから、この分野、ドクターは腐るほどいま

す。大学においても、生物系のバイオの分野を出たドクターの方というのはなかなか行き先がなくて困っている現状です。その方々がなぜこの現状の日本の社会においてバイオものづくりの世界に貢献できていないのか、この辺りの事情の分析というのはいかがお考えでしょうか。事業会社がついてこない理由、人が育っているのに産業ができてこない理由、ここをちょっと教えてください。

○佐伯生物化学産業課長 ありがとうございます。アメリカとの比較というのは1つ分かりやすいと思うのですが、アメリカの場合には、先ほど申し上げましたように、ここ1～2年で2兆円、年間つぎ込まれるぐらいのすごい勢いで、この世界の期待リターン値が高い中であって非常に投資が行われています。恐らく、その期待リターン値が本当にいくかどうかを見ながら、これももしかしたらある程度のボラティリティ持って上下するかもしれませんけれども、リターンを見込めるという中で資本が入り、資本ドリブンの形で産業がぐあっと広がっているところがあります。

他方で、日本の場合は、それはもうベンチャー全般に共有しているのですが、この世界に入るお金というのは非常に小さい。だからこそ、岸田政権では、今、スタートアップ5か年計画ということで、この部分に入る資金量をどうやって増やしていくかというところの議論が行われています。ですので、この資本ドリブンという意味ではなかなか日本では難しいというところがあります。

他方で、例えば日本の場合、ベンチャーがやらない研究開発を1つ担ってきたのは大企業だと思っています。大企業の中での投資というものがこれまでもイノベーションの原動力。日本においてはですね。それが十分だったかどうかは別としてそうだったと思いますが、これについて申し上げますと、まさにこの図(10P)でございますが、バイオで起きていることというのは、まさに化学メーカーでありますとか燃料メーカーでありますとか、そういう人たちが全て使える、微生物によって、石油の原料制約とかが出てくる中で、本当はこの微生物を使ったものづくり、生物合成のほうに動いていかなければいけないわけですが、大企業の中の意思決定というものを1つ考えますと、バイオ分野の人たちというのは必ずしも今メインストリームでもない、これも率直に申し上げますとそういうところがあったのだと思います。

そうした中でこの分野の投資が不十分だった部分もあったのではないかと我々は思っております。その意味では、ここが重要だということを国がしっかり旗を立てる。そのことによって、バイオでない分野、右下の事業会社というのはまさにバイオでないわけです。

けれども、この人たちにバイオ技術を活用してもらおう。だから、今はまだ小さいかもしれませんが、この赤い枠の中の、日本のプレーヤーと連携して、微生物を使ってものづくりしてくれと。それはなぜなら、日本、世界を見たときに、この分野は極めて重要なのだということで、まさにバイオ立国の旗立てることによって、バイオ以外の異分野事業者の皆さんにも、大企業の皆さんにもバイオ分野への投資をしていただく。

偶然にも、昨日、経団連が発表しまして、経団連の中にバイオエコノミー委員会というのが立ち上がることになりました。経団連企業としても、バイオ分野に投資をこれからしていこうという一つの意欲の表れではないかと思っておりますので、我々としては、この機運を伸ばしていくことで、大企業とプレーヤーとの連携、こういうのを促していきたいと思っております。

○関根委員　ありがとうございます。投資が重要なのは分かりますが、技術も重要です。投資と技術をしっかりリンクさせられるのは事業会社であり人であるということで、その辺もしっかりベースに置いていただけるといいと思います。ありがとうございました。

○白坂座長　ありがとうございます。では続きまして、高木委員、お願いいたします。

○高木委員　どうも丁寧な御説明ありがとうございます。私は、専門がちょっと海洋に関わっているものですから、特にバイオものづくりということで海洋汚染なんか非常に役立っていますので、すごく興味がありますし、ぜひ進めていただきたいとは思っております。質問が3つと、それからコメントが1つです。

質問は、今までの御議論にかぶるところもございますけれども、まず、プラットフォーマー、これが非常に重要だということは今までお話しがあったとおりで、私もそこ……（音声切れ）

○笠井室長　先生の音声は今聞こえておりませんので、もしかするとマイクがオフになっているかもしれませんので一度操作いただいてもよろしいでしょうか。

今入ったと思います。すみません。先生御発言いただいていた際に、ちょっとシステムのエラーで音声は全部途切れてしましまして、大変申し訳ございません。もし可能でしたら、最初からもう一度御発言賜ればと。会議出席者全員に音声は全く途切れてしましまして届いておりませんので、大変申し訳ございません。ちょっとお願いできればと思います。

○白坂座長　白坂です。高木先生、海洋のことをやられていて、この分野期待されているというところまでは聞こえていたのですけれども、その先のコメント、質問のところからお願いできればと思います。

○高木委員 質問3つで、コメント1個ということです。

プラットフォームが非常に重要だということ、今までの議論ではっきりしたと思うのですが、プラットフォームをどうやって育てていくのか、あるいはその人たち、働いている人たち、どのように確保していくのかというところがポイントだと思っているのですが、今日も挙げられているプラットフォーム自体は、このバイオものづくりに特化しているわけではなくて、健康・医療とか、農林水産とか工業とか、全体的にやりながら、このバイオものづくりも興味を持たれているということだと思いますので、プラットフォーム自体を育てるという観点では、このバイオものづくりに限らず、全体的に底上げということが必要だと思います。ほかの分野とも協力し合ってという観点で考えると、今回のバイオものづくりがこのプラットフォーム育成にどういう貢献をするのかというところをまずお聞かせくださいというのが第1点目です。

第2点目は、途中でCO₂を食べる細菌という話でしたが、そこでH₂が必要になるとすれば、このWGでも出てきたほかのプロジェクトで、水素というのは非常に重要な役割を果たしているわけで、例えば量とか価格とか、その辺気になる場所ですので、このバイオものづくりでは、何かその辺がほかの使い道と比較してどんな見通しになっているのかというところが分かれば教えていただきたいと思っています。

それから第3番目が、これは「実施スケジュール」の37ページで見ただけのいいのですが、最終的に標準化とかLCA評価、機能評価をされるということですが、ここで今日お話しいただいた中では、事業会社がいろいろな製品をというお話でしたが、実はその先にさらにポテンシャルユーザーがいて、その人たちがいろんなアイデアを出すことがこの事業会社のやる気も出すのだろうし、このプロジェクトの成果も上がると思っています。そういう意味では、事業会社を取り巻くさらに先の人たちとのインタラクションやアイデアをどうやって取り込むかなどを考えておかないと、そのLCA評価とか機能性評価自体が変化していくのではないかなと思います。その辺りをどうお考えかというのが第3点目です。

コメントは、もう既に答えありましたが、オープンイノベーション、ライブラリーをつくるかそういうところですが、経済安全保障ということも考えると、非常に重要なアイテムであると思いますので、ぜひ議論を深めていただければと思っています。

以上でございます。どうもありがとうございます。

○白坂座長 ありがとうございます。それでは、佐伯課長、お願いいたします。

○佐伯生物化学産業課長　　ありがとうございます。3点いただきました。

まず1点目、プラットフォームの育成ということでございますが、これは、我々、非常に思っておりますのが、国の支援、国のやれる施策っていろいろございまして、例えば資本を投入するファンド、例えばJ I Cのような、資本を投入するといった支援の仕方もありますしいろいろあるのですが、一番重要なのはやはり仕事をつくることだと思っております。プラットフォームがいろんな大企業、それこそ、さっき、ネスレとかトタルとかエクソンモービルとか書いているような資料をお見せしたかと思えますけれども、ああいう大企業と組んで微生物設計をやっていく、開発する仕事をいっぱい持つというところが重要と思っております、私たち、今回、この事業も、ある水素細菌なら水素細菌を題材に、CO₂から例えばジェット燃料をつくろうみたいなプロジェクトをやることによって、ジェット燃料をつくっているエネルギー会社さんとこのプラットフォームとの共同研究が進む。これ自身がプラットフォームにとっての仕事になりますので、仕事が見えれば投資もできるという流れが生まれてきますので、仕事を生むということがやはり一番プラットフォームを育てる上で重要だと思っておりますし、その中でも、今回のCO₂原料というところに着目したものだというのは将来性もある分野ですので、ここで仕事をしっかりつくっていくということが今回のプロジェクトとプラットフォーム育成とのリンゲージというか、つながっている部分だと思っております。

とりわけ、その中でも、おっしゃるとおりで、人材って極めて重要だと思っております。それも、今までライフサイエンスをやってこられた、生命工学をやってきた人というだけでは、さっき申しあげました、AIとかIT使ってゲノムを解析して、それを埋め込むのだという世界になってきますと、ITの技術というのも非常に重要になってまいります。僕ら、バイオインフォマティクスと呼んでいますけれども、融合ということが重要になってくる。ただ、これはいろんな先生方と議論していますと、ITの人、単に連れてきたらできるというよりは、どっちかというライフサイエンスの人にIT寄り化してもらうというほうが人材としてはいいだろうというお話、いろんな先生からも伺っております、そういう人材育成を、今度、人材供給という意味では大学と連携しながらやっていきたい。

実は今回、新しい資本主義の実行計画でありますとか骨太方針というのを来週閣議決定する方向で議論しておりますが、その実行計画の中でも、こういう異分野共同研究によって、プラットフォームに仕事をつくるということも重要だという認識と同時に、人材育成、そのための拠点たる大学、拠点形成、これも必要だということも盛り込まれる方向で

今調整が進んでいるところでありまして、これは文科省さんとも僕ら連絡とりながらずっとやっておりますけれども、そういうバイオインフォマティクスのような、本当に求められる人材を大学からも継続的に輩出してもらうための拠点づくり、これも併せてやっていきたい。

ただ、これは鶏と卵みたいなのところがあって、人材だけつくっても仕事が無かったら行く場所ないということになってしまうので、仕事をつくりながら、バイオプラットフォームがどんどん仕事をする。だから人が必要という状況をつくると同時に、人材を輩出するようなこともやっていくということ、両方で文科省さんとも連携しながらやっていきたいなと思っております。

それから2点目、水素のところ。これはまさにおっしゃるとおりで、水素を使わなければいけませんので、この水素をどう調達するかというのはこのプロジェクトの大きな課題であります。でも、まさに先生おっしゃったように、今、政府全体といたしまして水素社会目指してやっていくのだということで野心的なコスト目標も掲げてやっておりますので、我々、今回はバイオということで、ここに着目して開発しますので、別に水素自身のコストダウン自身が僕らの主たる目標ではありません。そこはある意味、水素プロジェクトと連携しながら、そこが野心的な目標を実現していく中で、それを前提としながら我々もコスト計算なり何なりをやっていくということで、そこをうまく連携していくことが重要で、我々のほうであまり水素とかやるとちょっとリソースがそがれてしまいましたが、我々のほうはバイオに着目しますが、水素は原料として必要ですので、水素をやるほかのプロジェクトとうまく連携していきたいと思っております。

それから、最後の事業会社の先のインタラクションみたいな、これもまさに重要でありまして、例えばバイオプラスチック1つとりましても、今までの石油由来のプラスチックと違って、例えば加工が難しいという問題があります。ですので、プラスチックを利用するときに、例えばコンビニで使う容器に使うのか、それとも何かの部品に使うのかで、求められる材質とか加工のしやすさとか、全然違ってくるというところがございます。ですので、これも本当にプラスチックとかやっている事業会社さんであれば、日頃いろんなやり取りをしながら、コミュニケーションライン持っておられますので、その部分、しっかり、次の加工というか、その次の活用、その先の活用みたいなことは当然視野に入れながら、プラスチックならプラスチックつくる事業会社さんにやっていっていただく。そのことをやらないと普及ということになりませんので、そこもしっかりやっていきたいと思

のかと。その辺が少し気になるところです。

日本の強みだということで先ほど伺ったゲノムデータ、マイニング、それから受託製造の辺りですね。ここが特に生きる分野みたいなものはほかにあるのかとか、日本が発酵等で蓄えてきたデータが生きる分野というのはCO₂吸収の他ににあるのかとか、全ての分野にもこれは使えるものなのかとか、例えばどの分野であればこのぐらいカバーできているよとか、なかなか数値化はできないかもしれないですが、そういったことだったり、これは分野ごとの縦割りでプラットフォームがつくり得るのかとか、その辺もぜひ教えていただければなとは思っています。

今のところ、CO₂のところ、原料とした物質生産において、プラットフォームを含めて全部やるというのが今回感覚として伝わってきていますけれども、そういったことをやりながら、ほかのそれぞれの個々の機能について並行して、こういう協業体制も検討しているとか、そういったものがあるようであればぜひ教えていただければと思います。

以上でございます。

○白坂座長　ありがとうございます。それでは、佐伯課長、お願いいたします。

○佐伯生物化学産業課長　ありがとうございます。特にアメリカが今、プラットフォーマーで言いますとすごい伸びてきているわけですがけれども、例えばアメリカの場合、今大きく先に伸びてきたのは医薬品のところで、遺伝子を変えるようなプラットフォーマーの仕事がある程度増え、そこにさらにもものづくりが入ってきているというイメージなのですが、ただ、アメリカと日本では、例えば資源制約だ何だって置かれている状況も違って、そういう意味で言いますと、このCO₂を原料にして、例えばジェット燃料をつくるか、そういった分野というのはなかなかアメリカ等々では進んでいないところで、日本に例えば勝ち筋があり得るとか、そこはおっしゃるとおりで、狙いごとにそれぞれ強み、弱みというのは生きていけるのかなあと実は思っております。

実はプラットフォーマー間でも、特定のどこかということとは言えませんが、医薬品関係はそっちでやってくださいと、同じ技術を例えばクロスライセンスして、ものづくりみたいなのはうちがやるからみたいなことでやったりしている協業みたいなこともあったりもするというのも伺っておりますので、そこはおっしゃるとおりで、単に、特にQUADということを考えても、アメリカは別に対立相手というわけではありません。むしろ有志国の仲間ということもありますので、そこは協業するところは協業する、それはやはりそういうことも視野に入れて当然やっていきたいと思っておりますが、先ほ

ど申しあげましたように、例えばCO₂を原料としたジェット燃料をつくるみたいなどころ、アメリカはそんなに、シェールもあるし、いいよと言っているところを、例えば日本はそこでぐっと前に出るとか、そこは分野ごとにあるかと思っております。

とりわけCO₂原料のところは、これまで水素細菌の研究も70年代ぐらいから日本がやってきている菌を発展させてきたという経緯もありますので、強みの意味においても強いかなと我々思っておりますのでやっていきたいと思っておりますし、ただ、おっしゃるとおりで、ほかの分野もあるということで、バイオものづくりが重要とか、岸田総理が全体的に頑張っていこうということもおっしゃっていますが、それはそれで、別の世界でもまた何かプロジェクトができないかということも考えておりますが、とりわけ、このCO₂の原料利用というところは日本が強みを生かせる分野ではないかと思っておりますのでございます。

おっしゃるとおりで、協業と競争と、その組み合わせをよく見極めながら、日本にとってベストな形をやっていくと。これは当然のことだと思っておりますので、そうした視野を持ってこれからも取り組んでいきたいと思っております。ありがとうございます。

○長島委員　ありがとうございます。分野×機能で、どこが強いかというのはぜひ見える化していただければと思います。よろしくお願いいたします。

○白坂座長　ありがとうございます。それでは、林委員、お願いいたします。

○林委員　ありがとうございました。本当に今日のお話はわくわくする日本の強みが感じられるお話で、大変よかったですと思っております。

1点、感想と、あと1点、ちょっと素朴な疑問ということで伺わせていただきたいと思います。

まず1点目は、今まで、今日皆さんいろんなお話をされたところともかぶるのですけれども、しかも、佐伯課長も繰り返しおっしゃられていましたけれども、日本の強みの部分、この10ページの例えばゲノムデータマイニングですとか、そういったところがあると。最後は、実際にビジネス展開、あるいは実装したときに、気がついたら海外のところを持っていかれちゃったということがないように、日本の事業会社の収益にしっかり結びついていくように、出口のところ、この青い矢印の下のほうにいろんな産業があるわけですが、今のお話にもありましたように、強みを生かして、かつ、実際にマネタイズするところで日本の産業に貢献するような形を意識していただければと思っております。これが感想です。

質問についてですが、これも非常に面白いなと思ったのは4ページですね。海洋生分解性ポリマーというのは非常に、特に海水での生分解ができないので、むしろ生分解プラスチックって、海洋汚染とか、あと、魚がむしろ食べてしまうのではないかという話をよく聞いたことがあります。でも、今回、海水中での生分解が可能だというのは非常にいいと思うのですが、そこで疑問としてありますのが、これを見ていると、90日ぐらいになるとどんどん溶けていくというのはいいのですが、逆に、海洋の中でどんどん分解していく中で、これを魚が食べてしまうとどうなるのかなあと。より食べやすくしているのではないかというのがあって、これは素人の質問なのですが、魚が食べてしまったものは魚の体内で分解されるのかということころは、すみません、本当に素人の質問ですけれども、教えていただければと思います。

以上です。

○白坂座長 ありがとうございます。それでは、佐伯課長、お願いいたします。

○佐伯生物化学産業課長 今まさに海洋生分解性のところを御指摘いただきまして、ありがとうございます。これは我々実は今、NITEのほうで、これは海洋中にある微生物がどうやら分解をしてくれている、そのことは分かっているのですが、どういう環境でより分解が進み、どういう環境で余り分解が進まないのかというのは、将来、分解の基準認証に関する標準取っていく上でも極めて重要ですので、今実は僕ら、オンゴーイングでやっております。

少なくとも分かっていることは、海洋中の微生物が食べてくれて、これがなくなっていくということですので、おっしゃるとおりで、実は88日後と書いているのは、何となく、ちゃんと形がリンケージするように無理くり置いているのですが、本当にぺらぺらになっていまして、これは持ち上げると破れてしまうぐらいのレベルまで、薄さの意味においてもぺらぺらになるぐらい分解されております。

そこまでいくと、逆にいうと、おっしゃるとおりで、魚の口の中に入ってしまうのではないかということですが、海洋中にある微生物が分解してくれますので、その意味では、魚のおなかの中に入ったときにその微生物が生き残っているのか、そこら辺はよく精査する必要がありますが、基本的には、その微生物が分解して、それを最後プランクトンみたいな魚が食べているということを考えますと、少なくとも有害性はないのではないかと。有害性の部分も含めてこれは基準認証やるときにはやっていきますけれども、問題はないのではないかと考えておりますが、すみません、そこはまた事業者を含めてよく話をして

いきたいと思っております。

それで、御指摘いただいた点ですね。本当に私、そこが一番重要だと思っていまして、研究室、特にこの世界でいうとラボレベルで幾ら成功しても、最後、売れなければ、それは結局世界に追い抜かされて負けていく、こういったことを何度も我々目の当たりにしてきましたので、私たち、今回、ターゲットとしては、しっかり売ると。要するにコスト競争力を持ってマーケットに出るところまでやってこのプロジェクトは完了だと思っておりますので、だから、1.2倍という価格目標も掲げておりますが、同時に、それをやるためにやはり大量生産のところをやる。要は、本当に一番最大スケールでやるところまで、この事業で確立することが必要だと思っております。

そのためには、一つのプロジェクト、場合によっては金額がすごく大きくなってくるともあり得るかと思いますが、でも、中途半端にやったらまた途中で止まってしまったら結局使い物にならない。そのことによって敗北するというのを繰り返してはなりませんので、我々としては、本当に商用できる、価格競争力を持ち得るレベルの大量生産までできるということを確認することまで、このプロジェクトはしっかりやっていきたいと思っておりますので、まさに御指摘の点、負けを繰り返さないようにやっていきたいと思っております。ありがとうございます。

○林委員　　よろしく願いいたします。ありがとうございます。

○白坂座長　　ありがとうございます。

一通り今発言いただいたのですけれども、2回目の御発言を御希望される方、あるいはオブザーバで御発言を御希望される方がいらっしゃいましたら、挙手のほうをお願いしたいと思います。

萩原様、お願いします。

○萩原オブザーバ　　内閣府S I P戦略コーディネーターの萩原です。本日はどうもありがとうございました。

私のほうからは、2点御質問と、1点、お願いがございます。

私自身が、実はイギリスのほうでたんぱく質、特に低分子など酵素をA Iでデザインするような会社をやっている経験があって、今回呼んでいただいているのかなあと理解しています。事務局の方からは、早期な社会実装のためにコメントいただければとお願いをいただいておりますので、幾つかコメントさせていただければと思いますけれども、まず、今画面に映っております10ページのものでですね。今回、そもそもグリーンファンド

の予算を使ってやられるということで、この上流から下流までの全てをやっていくということが本当に正しいのかというところをちょっと御質問させていただきたいです。

私自身が、ここに載っている、一番上にあるTWISTバイオであるとか、プラットフォームであるZymergenなどとも協業経験があるので、その辺り、リアリティを持って私は認識しているつもりではいるのですけれども、実際に関根先生から御発言があったように、なぜ日本のプレーヤーが育たないのかというところ、私なりに考えている部分としましては、世界中から案件が集まらない限りはこのプレーヤー育たないと思っています。特に、我々も含めてですが、TWISTバイオであるとかZymergen使う理由は、やはり彼らのコストパフォーマンスがいいであるとか、そこまで集まってきているデータ量が、日本のベンチャーさんがやられているようなところと比べても本当に桁が何桁も違うデータをお持ちだということもあって、実際に使う比較対象にすらなっていないというのが現状としてあるかと思っています。

イメージとしては、クラウドコンピュータ、AI使う業者さんであればどこも使っていると思いますけれども、基本的に日本のクラウドサーバを使わずに、今だと、アマゾンが持っているAWSであるとか、マイクロソフトのアジュールというクラウドサーバを使う業者さんがほとんどだと思いますけれども、私、それに似た感覚を持ってまして、ZymergenとかTWISTバイオはそれに近い感覚です。

実験データを例えばTWISTバイオにたんぱく質の配列データを送るだけで彼らは合成してくれますので、メールもなく、普通にチャット機能で送るだけで、数週間ででき上がるような感覚なのですね。これの発送まで含めて、研究機関があり、日本でいうと大学発ベンチャーがその金額感で、そのスピードで彼らに立ち向かうようなことをしようと思ったら数百億の調達を一社でしても間に合わないのではないかなぐらいの差を感じてはいますので、そういう意味でいうと、1点目の御質問になるのですけれども、本当に上流から下流までを今回の予算でやるのが適切なのでしょうかというのがちょっと御質問としてありました。なので、そこを1点、ちょっとお聞きできればなと思っています。

2点目が、コストのお話があったと思います。目標として、2030年までに1.2倍の価格を目標にという話があったのですけれども、何をつくることをターゲットとされているのかというところがちょっと抜けているかなと思っています。正直、どういう微生物、どの種を使うのか、もしくはその中に打ち込む酵素、どういうものを使うのか、もしくはターゲットとしてつくる合成するべき、素材か分からないのですけれども、そういったものがど

れぐらいの構造物として難しさがあるのか、難易度があるのかによって、正直、2030年までにできるものなのかどうかというのは本当にばらばらだと思うので、今回、2030年までに本当にやっていくということを考えるのであれば、何をターゲットにするのかというのは明確にしないと話は進まないのかなというのは正直なところではあります。

併せて、私、水素、すごい面白いなと思っている一方で、まだ水素のデータってかなり少ないと思っていて、2030年までに社会実装まである程度進めようと思った場合、特にプレイヤーですね。プレイヤーかそもそも誰がやられるのかということを含めてですけども、水素、ちょっと難易度が高いのではないかなと思っているので、水素だけではなくて、今回、グリーンファンドなので、GHGに関わる、例えばメタンであるとか、もう少し、TRLでいうと先に進んでいるようなものまで包括的にやったほうがリスクヘッジの意味でもいいのではないかなと感じたので、もう少し幅広く、本来のグリーンイノベーション基金としてのゴール設定担うような、水素も含めた群をターゲットとされるのがいいのではないかなというところは思いました。なので、2つ目の御質問、どういう生産物がターゲットで、それを担うべきプレイヤーはどのようなものが想定されるのかというのが2つ目の御質問です。

3つ目のお願いになるのですが、私、内閣府のSIPというものを5年間ほど担当させていただいている中で感じては、こういった社会実装を本当にやっていこうと思われる場合は、大学であるとか国研を中心にした設計では結局のところ社会実装に近づけないと感じています。そういう意味でいうと、今回の予算を使われる場合は、社会実装担われるプレイヤーを主とした制度設計といいますか、体制ですね。そういうものを一から、エントリー段階からそういう形でエントリーしていただくような形でないと難しいのではないかなと思います。

その中で国がプレイヤーを育てていく意味では、今回でいうと、グリーンファンドなので、例えば二酸化炭素の排出削減量が幾ら減ったので、その枠組み自体を、例えばオーストラリアであると連邦政府であるとか州政府などが年間予算数十億から100億かけて、そういう業者さんからCO₂削減量買い取る制度などを設けられていたりしますが、そういう中でプレイヤーを育てていくというのも1つ制度として入れるべきではないかと思ったので、そういうのをちょっと御提案できればなと思っておりました。

以上となります。すみません、長々と。ありがとうございました。

○白坂座長　では、佐伯課長、お願いいたします。

○佐伯生物化学産業課長　　ありがとうございます。

幾つか御質問等いただきましたけれども、我々、事業者のプレーヤーと組んでやろうと思っています。おっしゃるとおりで、そうでなければ社会展開できませんので、プレーヤーは事業者であると思っております。この図で言いますと事業会社のところですね。右下の事業会社のところがメインのドリブンになって、その人たちが売る。売るために、我々は1.2倍という目標を掲げているわけですが、その人たちがどのマーケットが、僕らは制約というか、かける条件としてはCO₂原料利用と。これは当然ながらそれをかけるわけですが、CO₂原料利用してつくったときに、いろんなものがつくり得るわけですが、どのマーケットで何を狙っていくのがいいかと。これはむしろ事業者のプレーヤーの皆さんの発想にかかっていると思いますし、おっしゃるとおりで、水素だけでなく、原料のところですね。CO₂以外に使う原料も、水素以外でなくてメタンを使ったほうがコスト安くなるのではないとか、そういった観点とかも含めて、これは事業者さんのプレーヤーに考えてもらおう。

こんなの、一番国が不得意なところですので、国が決めて大体当たったためしが過去もないので、それは事業者たるプレーヤー。それはおっしゃるとおりで、3個目の質問の、内閣府の方もこれを聞いておられると思うので、直截的に言っていただいて、まさにそういった課題あると思うのです。やはり出口のところとうまく結びついていかないと、社会実装というのはまさに出口が担うところなので、出口の事業者さんを中心に、その人たちの意欲とともにやってもらう。国はそこにしっかりと応援の予算を後ろからつけていくという組み合わせでないと、我々が、こっちだよと、こっちやったほうがと幾ら言っても、そういうのはなかなか事業としては成功していかないだろうと思っていますので、おっしゃるとおりで、そういった観点で取り組んでまいりたい、事業者がちゃんと軸になった形でやっていきたいと思っております。

それから、1点目の、まさにプラットフォーム取れるのかと。おっしゃるとおりで、今、彼我の差、そのようにあるのだと思います。なので、その中で我々は何ができるかということだと思っていて、確かに、もうだめだと言ってしまえばそれで終わってしまうわけですが、我々として、今回、大胆に投資するということを総理も含めて言っておられますので、やはりここにしっかりつぎ込んでいくことでチャレンジをしていきたい。やはりプラットフォームというのは極めて重要だと思っていますので、分野で分けるとかいろんなアイデア、出得ると思いますし、そういった中でやっていく。その中で、お

っしやるとおりで、世界から頼まれるようなプラットフォーマーにならないければ世界で勝っていく競争力は持てないということも事実だと思います。ただ、まずは日本のプレーヤーからも頼まれられないようでは話にならないので、日本の事業会社としっかり組んでやっていく。その先には、当然ベンチマークは常に海外、国際競争だということやれることをこの国が大胆に投資してチャレンジをやっていきたいと思っております。おっしやる視点を持ちながらやっていきたいと思っておりますので、よろしくをお願いします。

○萩原オブザーバ　　すみません。2点目というのは、では、事業会社さんが中心になれるので、ある程度事業会社さん側で目標達成できるようなものが設定されているであろうというところを前提にということなのですか。

○佐伯生物化学産業課長　　はい。我々はだから、既存プロセスつくるものとの1.2倍というこの目標は当然、そうでなきゃ普及しないだろうと思っているものですからかけますけれども、そのとき、プラスチックつくるのか、はたまた肥料つくるのか、ジェット燃料つくるのか、魚の飼料みたいなものをつくるのか、それは事業者さんがマーケティングをした上で、どこだったらその量に見合った形でできるかとかいう御判断だと思っておりますので、我々はCO₂原料で、かつアウトプットについては既存製品の1.2倍までに2030年にたどり着くという目標にかなうものであれば、そこは事業者さんに御検討いただきたいと思っております。

○萩原オブザーバ　　分かりました。御丁寧な御説明ありがとうございました。よく理解できました。

○白坂座長　　ありがとうございます。では続きまして、オブザーバの、大阪大学、本田教授のほうからお願いしたいと思います。

○本田オブザーバ　　御説明どうもありがとうございました。実はちょっと聞きたかったことを直前の萩原さんからのコメントと佐伯課長からの回答でほとんど済まされてしまったのですが、ちょっと私も、なぜ水素なのかというところが引っかかっている、プレゼンの中ではCO₂吸収という話で主には説明が進められていて、その点に関しては非常にチャレンジングで、重要な課題であるとは十分理解できるのですが、質疑応答になってから急に水素の話ばかりになってしまったので、もうちょっと、ほか、例えば水素がどこに来るのかという御質問あったかと思っておりますけれども、例えば電気分解でつくるのであれば、そもそも電気を食べる微生物使えないのかとか、その電気を再生可能エネルギーで例えば風力発電つくるのだったら、風力で微生物培養できないのかとか、そこまで

多様性を持たせて考えることはできないのかなど。そこに多様性を持たせることによって、またこれ、プレーヤーのダイバーシティが低くなるのではないかというコメントもありましたけれども、そのもとのエネルギー源に多様性を持たせることによってプレーヤーにも多様性生まれるような気がするので、何かちょっとそこまで幅広に考えることがもし可能であればぜひ御検討いただきたいというのが1つと、一方で、私自身もちょっとジレンマがあるのは、今回の御提案、スケールアップのところまでしっかり踏み込んで、きちんとものをつくるのだという強いコメントをいただいたところ、非常にすばらしいなと思ったのですけれども、入り口のほうに多様性を持たせてしまうと、ではどういうプラント設計をすればいいのか。

さっきの話で言うと、電気を使うのか、風力を使うのか、水素を使うのか、あるいは化学触媒とか、何か別のデバイスみたいなものとのインテグレーションというのも当然出てくると思うのですけれども、それによってまたちょっとプロセスのあり方というのも根本的に変わってくると思いますので、ちょっと言っておいて私自身も回答がなくて申し訳ないのですけれども、そういう入り口側の多様性を持たせるときに、出口側のプロジェクトを並行開発していくというのはどういう工夫ができるのかなというところ、もしお考えがあればお聞かせいただくと非常にありがたいです。よろしくお願いします。

○白坂座長 佐伯課長、お願いいたします。

○佐伯生物化学産業課長 ありがとうございます。おっしゃるとおりで、水素の話がわーっと途中出たのであれになってしまったのですが、この図で、左下のところに水素細菌と書いてありますが、CO₂を食べる細菌としてポピュラーなものとして水素細菌という細菌を1つ例として取り上げて申し上げていて、これはCO₂とH₂O食べて、H₂からエネルギー取り出すことでCO₂も分解して、体の中で合成し直すという細菌なので、CO₂と同時にH₂を食べるということで、H₂を、H₂ということになっていたのですが、我々としてはCO₂を食べて何かをつくる代謝経路を持つ菌であれば、別にこの水素細菌にこだわることなく、幅広く、そういうのはどんなのがあるのか、僕、この瞬間、今そんなに知恵があるわけではないのですが、いろんな方がいろんな研究やる中で、CO₂は食べるけど、同時に食べるのはH₂以外のこれなんだけどというのも、さっきのメタンというお話もしますし、そんなのも全然いいと思っただけで、CO₂を食べてくれるということさえあれば、でも、CO₂だけだとなかなかエネルギーを取り出せません。何かを食べないといけない、同時に食べないといけないとは思いますが、そこが何かというのは、僕

らは別に制約なくて幅広くやっていきたいと思いますが、一番ポピュラーで、いろんな人が研究に取り組んでおられるこの水素細菌というのが同時にH₂を食べる菌ですので、そうするとH₂の議論になっていて、そこはおっしゃるとおりでいろんなやり方があると思いますが、それはまさに水素社会を目指すプロジェクトのほうでやっている一番コスト安いものができれば、それを使うという手もありますし、バイオプロセスで完了させるという意味でも、実はこれ、東京農業大学とか、いろんな先生方で、もともとある菌をちょっと発展させた、牛の胃の中にあるような菌ですが、何か糖分とか乳酸とかあれば、そこから、それを分解して水素をつくる細菌もあるということの研究されている方もおられます。

ですので、そういうバイオで完結するようなプロセスというのも場合によっては可能かもしれませんし、そこは我々、CO₂を大量に食べて何かをつくるというプロジェクトをやってくれば、その中で、水素にするのかメタンにするのか、水素も電気分解でやるのか、それとも場合によっては水素発生する細菌を使って多段階でやっていくのかとか、本当に幅広く、1.2倍という最後の出口から逆算して、最もいいものをそれぞれの事業者やグループで考えてもらえればいいのかなあと考えておりますが、そこは本当に柔軟度高くやっていきたいと思います。

その上で、おっしゃった2点目の、それをやると大量生産のところ、いろいろになって大変ではないかと。それはおっしゃるとおりですが、大きくいうと液体か気体かみたいなところがありますので、今までは液体培養が多かったわけですが、これからは、この二酸化炭素使うということになると気体、水素も気体ですけれども、気体を効率よく食べさせるという意味においては、それぞれ菌によって特質が、さっき、生き物を育てるのは大変という御説明もしましたけれども、菌によって特質が違うのは、もとより菌によって違いますので、ただ、気体を食わせるという意味で、それを効率的に食わせるという研究目標とくれば、そこは水素に限らず、ほかのプロセスを誰か考える方がおられたとしても、ある程度汎用性のある技術開発になるかなと考えております。

お答えになったかちょっと分かりませんが、以上でございます。

○本田オブザーバ　分かりました。ありがとうございました。

すみません。申し遅れましたけれども、私、その微生物の発酵生産とかが専門ですので、普通の従属栄養の微生物であっても、酸素供給とか、それもガス吸収が律速になることが多々あるのは承知していますので、非常に重要な課題であるというのは認識しております。ありがとうございます。

○白坂座長 ありがとうございます。今回第1回目ということで、大変たくさんの御質問、コメントをいただき、ありがとうございました。

私のほうの感じているところは、もう皆さんが御指摘していただいたので特に追加はないですけれども、プロジェクト担当課におきましては、ぜひ本日の御意見を踏まえていただいて、さらなる検討のほうを進めてもらえればと思います。

1件目につきましては、自由討議を以上で終了させて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。

今回もう一件ございまして、食料・農林水産業のCO₂等削減・吸収技術の開発プロジェクトについて御議論していただきたいと思います。こちら、2回目という形になりますが、前回第6回の会合で委員の皆様方から御指摘いただいております。また、各分野の外部有識者からの意見も踏まえて追加・修正をしておりますので、そこを中心に研究開発・社会実装計画案について御説明していただきたいと思っております。その際には、同計画案に記載した目標、研究開発項目、社会実装に向けた支援、スケジュール、予算についても御説明をお願いいたします。説明の後、皆様に御議論をいただきたいと思います。

それでは、プロジェクト担当課から資料5、6に基づいて御説明をお願いいたします。

○山田農林水産技術会議事務局研究総務官 農林水産省農林水産技術会議事務局の研究総務官、山田と申します。よろしくをお願いいたします。

それでは、食料・農林水産業の温室効果ガス削減吸収技術の開発についてということで、これまでいただきました御指摘を踏まえて、前回のWGから変更・修正した点を中心に御説明させていただきたいと思います。

まず、6ページを御覧いただけますでしょうか。ネガティブエミッション技術を比較するために、本資料を追加いたしております。2050年のカーボンニュートラルの実現に向けては、CO₂の回収、吸収、貯留、固定化するネガティブエミッション技術が不可欠であるということですが、その中でも、特にバイオ炭、植林・再生林、海洋肥沃化、ブルーカーボンですね、といった農林水産の技術というのが、工業的手法の技術と比べて、CO₂の削減ポテンシャルに対するコストというのが低いというような特徴がございます。また、我が国は海に囲まれていまして、国土の3分の2が森林であって、バイオマス資源も豊富だというようなことで、こういった技術の実施という点で適しているということで、世界市場への展開も期待されるところでございます。

次に8ページを御覧ください。ネガティブエミッション技術の現状と技術開発の方向性

ということで、パブリックコメントにおいて、このバイオ炭のところですが、バイオ炭以外でも、炭素固定効果が高い有機物があるのではないかというような御意見がありました。これを踏まえまして、ページ左側の農地の矢印の部分ですけれども、バイオ炭以外の有機物も想定されることが分かるように追記をさせていただいたということで、「バイオ炭等」と記載することといたしました。

次に11ページでございます。御指摘で、バイオ炭の高機能化と製造効率化、両方実施するのかという御指摘がございました。これを踏まえまして、ページ右側の黄色い部分でございますけれども、CO₂を持続的に農地に貯留しつつ、農作物の安定生産を継続させるには、微生物機能を付与することによって、バイオ炭等の高機能化を進めることと、原料バイオマスの特性に応じた効率的なバイオ炭資材の製造方法、この両方が必要だと考えておりますので、その旨を資料に反映してございます。

次に12ページでございます。御指摘で、セクターカップリングについての御助言をいただきました。これを踏まえまして、右下の「社会実装への道筋」のところですが、高機能バイオ炭の原料資材でありますバイオ炭を、他産業での用途開拓についてもこれを進めていくという旨を追記させていただきました。

次に13ページでございます。御指摘で、バイオ炭の原料となる農業廃棄物の集約方法の検討が重要というような御指摘がございました。このプロジェクトでは、ほとんど横文字経費のかからないライスセンターの籾殻ですとか、果樹の剪定枝の活用をまず考えておりますが、それ以外のバイオ炭原料の効率的な調達方法も併せて確立することとしておりまして、その旨をこの資料に追記させていただきました。

なお、これらの未利用バイオマスは、その多くが産業廃棄物等としてコストをかけて処分されている現状もございますので、そういったものの有効活用にもつながるかと思いません。

また、御指摘で、微生物機能だけではなく、保肥力、保水力、化学性を含めた増収効果の評価も実施してほしいという御指摘もいただきました。これを踏まえまして、計画書のほうですが、栽培技術体系の確立に当たりましては、代表的な農作物10種類程度を対象としまして、御指摘のような保肥力、保水力のほかに、病害の蔓延防止なども考慮した総合的な評価を行って、バイオ炭等による効能を農業者に提示できるようにするという旨を追記させていただきました。

次に16ページでございます。これは御指摘で、標準化・規格化などを活用した新しい技

術の海外展開に向けた取組を進めてほしいという御指摘がございましたので、このページの資料を追加してございます。知財の取得ですとか国内、国際の標準化につきましては、研究開発と並行して実施するとともに、学会発表ですとかシンポジウムの開催、またインターネットによる発信や国立研究開発法人が有するネットワークも活用しながら、幅広く周知していくこととしてございます。

また、御指摘で、デジタル技術がどう活用されるのかということ、また、全体のエコシステムが回るようにするために何が必要か考える必要との御指摘がありました。これを踏まえまして、2. の4つ目のポツのところでございますけれども、私どもの農水省の事業でございますみどりの食料システム戦略関連予算等、こういうのを活用いたしまして、エコシステムが回るように、高機能バイオ炭等を施用して栽培した農作物の環境価値を消費者に訴求するシステムの構築を進めることとしてございまして、また、この中では、IoTを活用して革新的な流通システムも構築することを想定しているところでございます。その点を記載させていただきました。

次に17ページでございます。17ページは、私どもの農水省でっておりますオープンイノベーションのプラットフォームの場として知の集積と活用の場といった取組を進めてございますので、資料を入れさせていただきました。

また18ページにつきましては、J-クレジット制度の概要ということで、この中で、農業ではバイオ炭の農地施用というのが方法論として位置づけられているということを示しております。

それから、19ページ、20ページでございますけれども、先ほど触れましたみどりの食料システム関連予算のPR版を掲載させていただいています。環境負荷軽減の取組に対する消費者の行動変容を促す取組への支援等も実施することができます。そういった事業でございます。

次に21ページでございます。御指摘で、競合する炭素貯留技術の有無などの世界との比較、日本の状況のベンチマーク、また標準化・規格化などを活用した技術の海外展開に向けた取組を進めてほしいという指摘。また、推進する上での価格、品質、生産などの技術面、体制面での対策といった問題点の検討という点の御指摘がございました。これを踏まえて、この資料を追加いたしております。

高機能バイオ炭等は、農地炭素貯留の推進機運の高い欧米と、農作物の主要な販路というのが、輸出であるアジア地域の生産者、これらを想定してございます。高機能バイオ炭

等に係る技術をパッケージとして普及先の現地に合わせた形で展開するとともに、特にアジア地域にあっては、輸出を主体とする生産者に対して環境に配慮した農法を実施すること、またその証明を求められるということが今後想定されますので、技術パッケージとカーボンクレジットの方法論をセットで提供できるようにしたいと思っています。

また、生産者に対しては、競合する資材と比較して、高機能バイオ炭が炭素の貯留効果と使用量の向上、また生育促進の効果を併せ持っているということ、また保管や輸送性のよさを訴求していきたいと考えてございます。

また、御指摘で、バイオ炭の原料調達に関する環境負荷や荒廃地など途上国の見通しはという御指摘がございました。これについては、21ページの4つ目のポツのところですけれども、海外展開の際には、現地で環境負荷をかけない方法で、未利用バイオマス資源を調達する技術を開発すると考えておりますので、その旨を記載してございます。

それから、22ページ、23ページでございます。市場拡大に向けた流れということの整理であります。御指摘で、各プレイヤーの取組を踏まえて、ビジネス的、エコシステム的な視点で全体を捉えてほしい、また需要家に新しい技術を使ってもらうために必要な仕掛けを考えてほしいという御指摘がありました。これを踏まえたものでございます。

22ページは現状のバイオマス市場の流れを示してございまして、23ページは、高機能バイオ炭等の開発と高機能バイオ炭等を使って育てた農作物の環境価値の評価指標が確立された場合の想定市場ということで整理してございます。

23ページの資料の中で、高機能バイオ炭等の製造から普及に係るプレイヤーですとか、海外展開の際のモノ、あるいはお金の流れを整理してございます。この流れを実現するためにも、環境負荷軽減の取組に対する消費者の行動変容を促す取組を進める必要がございます。農作物の環境価値に見合った取引の推進を図ることとしてございます。

以上がバイオ炭の御説明でございます。

次に、等方性大断面部材の関係の御説明であります。24ページでございます。まず、等方性大断面を開発するに当たってのその全体像ということでございまして、森林によるCO₂の吸収と木材利用による炭素貯蔵を促進するには、委員から御指摘があったのですが、切って、使って、植えるというような資源の循環利用というのが極めて重要だと思っております。林野庁ではこれを推進するための様々な施策を講じているという状況でございます。

この中で、本プロジェクトにおいては、このサイクルの中の「使う」という部分ですね。

木材利用を促進するための高層建築にも使える革新的な建築部材の開発、その製造の実証に取り組みたいと考えてございます。

次に26ページでございます。今回の提案にデジタル技術がどう活用されるのかという御指摘。また、設計や部材等の検討にシミュレーション技術を活用してほしいという御指摘がございました。この左側の取組内容のところの③でございますけれども、設計や製造工程等においてデジタル技術の応用に取り組むということで対応方向を明記させていただきました。

また、御指摘で、コストは10万円で妥当なのかというような御指摘もございました。これについては、木造ビルがほかの工法との価格競争においても有利になることが必要になりますので、計画書のほうに、さらなる低コスト化を視野に、個別工程の合理化に取り組むということを記載させていただきました。

次に28ページでございます。社会実装に向けてという点でございます。新しいマーケット開発では、異分野の方を集めて開発・社会実装を目指してほしいとの御指摘をいただいております。ページ右側の黄色い部分でございますが、これまで木材を扱ってこなかった鉄筋コンクリート、あるいは鉄骨造の分野の建設業者や設計者を含む幅広い意見を踏まえていきたいと思っておりますので、その旨を記載してございます。

また、社会実装した姿から逆算して、製造、仕様、コストを決めるアプローチを望むという指摘がありました。右下の部分でございますが、社会実装した姿からの逆算で性能、価格調整が可能となるよう取組を進めていきたいということでその旨を記載させていただいております。

次に29ページでございます。社会実装に向けて参考事例として、左上の枠でございますが、導入の道筋を示させていただきました。本プロジェクトで開発する部材を使っただくためには、まず、JAS規格を取得するということが第一関門になります。また、行政による後押しということで、右上のほうの緑色の枠でございますが、昨年10月に木材利用促進法を改正いたしまして、省庁横断の木材の利用本部を設置して、非住宅建築物の木造化・木質化を促進する様々な取組を進めているところでございます。等方性大断面部材についても、先行しているCLTと同様の流れで社会実装を図っていくことを考えてございます。

参考資料といたしまして、次の30ページでございますけれども、改正木材利用促進法について掲載してございます。

次の31ページにはその事業の一例を示させていただいていますが、写真にもございますように、一般住宅以外の木造建築物が各地に次々に建設されているところでございます。今こういった状況にあるということでもあります。

次に33ページですね。御指摘で、標準化・規格化などを活用した新しい技術の海外展開に向けた戦略、取組を進めてほしいという御指摘がございました。海外展開に向けた方向性としたしまして、国内外における知的財産の取得ですとか、部材の性能だけで訴求するのではなくて、建築業者が設計・施工とセットで展開することが重要であると考えてございます。そのために、定圧JAS規格は国際標準化を目指すということを計画書のほうに記載させていただきました。

また、このページの2の3つ目のポツのところですが、海外の建築部材の需要に柔軟に対応できるように、品質・価格の調整を行うことで海外展開を図るということで追記をさせていただいております。

また、CO₂削減や固定量の評価や認証等を活用することで、木材の環境優位性についても訴求することについて計画書のほうには追記させていただきました。

次に34ページ、35ページでございます。御指摘で、各取組の想定プレーヤーを踏まえてビジネス的、エコシステム的な視点での全体を捉えてほしいとの御指摘、また、需要家に新しい技術を使ってもらうための仕掛けを考えてほしいとの御指摘がございました。これを踏まえまして、この34ページ、35ページを追加いたしております。

34ページは、合板工場を取り巻く現状ということでの関係図です。工務店、ハウスメーカーへの流通量に比べて、木造ビルへの利用はほとんどない状況です。大断面部材の開発はこの市場を活性化させるのにも一役を買おうと考えてございます。

次の35ページは、プロジェクト達成の効果を反映させた図でございます。右下の効果1というところですが、非住宅木造ビルの使用拡大で炭素を都市部に貯蔵する流れが強化されるという効果を書いております。

また、右上の効果2ということで、海外展開については、現在の丸太輸出から製品輸出に転換するというところで、国内の経済波及効果が得られるというだけでなく、HWPの計上対象にもなると考えてございます。

また、左上の効果3ということで、国産材の需要が高まるということで、資源の循環利用が安定的に確立して、森林の若返りが促進されまして、ひいては森林によるCO₂吸収の回復を達成していくことができると考えておりまして、この取組を促進してまいりたい

と考えてございます。

以上が等方性大断面でございます。

次に、ブルーカーボンについて御説明いたします。資料は37ページでございます。御指摘で、このブルーカーボンの中の移植用のカートリッジは、海中に設置するために、環境負荷をかけない素材等の工夫が必要ではないかという御指摘がありました。これを踏まえて、移植用のカートリッジに代わる、環境負荷をかけない工夫として、黄色で示していますように、製品開発に当たっては、海洋環境、水産資源に悪影響を与えることがないように配慮するとの記述を追加してございます。

また、御指摘で、研究開発を主導するプレーヤーは誰になるのかという御指摘ございましたが、本プロジェクトは工業製品の技術開発となりますので、参画が想定される団体、メーカーの中で開発の中心的な役割になるのはコンクリート基板等の製造業者だと考えてございます。

次に、40ページを御覧ください。このページの左側と右上のほうに黄色い部分がございますが、社会実装の発展につながる背景ということで、本年3月に閣議決定され、今年度から始まった漁港・漁場整備長期計画に、7,000ヘクタールの藻場の保全・創造が明記されました。また、漁港、防波堤累積延長3,000キロのうち、50年を超える防波堤が年に2%発生するということがありますので、こういったところが対象になってくるのではないかとということで追記してございます。

また、委員から、標準化・規格化などを活用した新しい技術の海外展開に向けた取組を進めてほしいとの御指摘を踏まえまして、ページの右下の部分でございますが、ODAでの活用も含め海外展開も視野に入れているということを記載してございます。

また、計画書のほうには、開発するブロックの具体的な強度を明示したほか、ODAでの活用を含め当該技術の世界展開を図るということを追記させていただいております。

次に41ページでございます。御指摘で、プロジェクトを推進する上で、価格、品質、生産などの技術面、体制面での問題点の検討をしてほしいという御指摘を踏まえまして、この41ページの資料を追加いたしております。

開発の主体や開発した製品を活用する主体、事業化、また活用に当たっての条件のほか、海藻供給システムの管理は漁業協同組合等が行う想定であることを明示させていただきました。

次の42ページでございますが、御指摘で、標準化・規格化などを活用した新しい技術の

海外展開に向けた取組を進めてほしいとの御指摘を踏まえまして、この資料を追加しました。プロジェクトの対象であります課題解決の内容と社会実装、需要創出に向けた取組を整理してございます。また、社会実装を推進する上で、活用可能な予算事業の概要を次の43ページと44ページのほうに追加させていただきました。

また、御指摘で、システムの完成と将来の適用性を期間中に探してもらいたいという御指摘がございました。これにつきましては、海藻バンクの整備については、43ページにお示しましたように、漁港整備や藻場の保全、整備を補助対象としてございます水産基盤整備事業等も活用しながら普及を進めていくこととしてございます。

次に45ページを御覧ください。御指摘で、競合する炭素貯留技術の有無など、世界と比較しながら日本の状況をベンチマークしてほしいという御指摘。また、標準化・規格化などを活用した新しい技術の海外展開に向けた取組を進めてほしい。プロジェクトを推進する上での価格、品質、生産などの技術面、体制面での問題点を検討してほしいという御指摘をいただいています。これを踏まえて整理をいたしました。

我が国と欧米では、従来、海藻の扱いが異なるということですか、世界的な水産資源の減少などの環境変化の中で、藻場再生に向けた需要が高まると考えられますので、ODAの活用も含め開発した技術の世界的な展開を想定していることなどを整理させていただいております。

次の46ページ、47ページでございますが、御指摘で、各取組の想定プレーヤーを踏まえて、ビジネス的、エコシステム的な視点で全体を捉えてほしいとの御指摘を踏まえまして、資料を追加しております。

モノ、お金、情報の流れについて、現状とプロジェクトの実施後のビフォー、アフターを整理してございます。計画書にも同様の記載を追加してございます。

また、御指摘として、海藻供給システムを国内に広く普及するために、消費者的な企業の参画が重要ではないかとの御指摘がありました。これについては、公有水面を活用するというところで、地方公共団体の参画が必要であると思っておりますけれども、地方公共団体とともに、漁業者、企業等が一体となって進めて、関係者が一堂に会した全国会議がございまして、こういったところで事例紹介などをして、しっかりと全国に展開していくことができるようにと考えてございます。

次の48ページでございます。御指摘で、デジタル技術が提案の中にどう活用されるのかという御指摘がございました。これについては、将来的に想定される先端技術を活用した

藻場やインフラの管理ですとか、クレジット制度を活用するための効果測定を効率化するために、水中ドローンやサイドスキャンソナーなどのデジタル技術の活用を想定してございます。これに係る資料として追加をさせていただきました。

次に50ページを御覧ください。御指摘で、炭素貯留技術の有無などの世界との比較、ベンチマーキングとの御指摘がございました。これを踏まえて資料を追加いたしております。

最新の論文に基づく藻場再生に係る世界的な動きを紹介してございます。日本は古くから藻場再生に取り組んでまいりましたが、近年、世界的にも再生に向けた取組事例が見られます。ただ、まだそれは早期場のものが多いというような現状であるということで記載させていただいてございます。

以上がブルーカーボンについての御説明でございます。

次に、想定される実施スケジュールということで御説明いたします。51ページを御覧ください。まず、高機能バイオ炭等の開発につきましては、2022年度から、天然に存在する有用微生物等の探索・同定を開始しまして、同定した有用微生物から順次、大量培養法を確立したいと思います。微生物の同定が完了します2024年度の時点でステージゲート審査を実施したいと考えます。また、微生物の同定、大量培養技術がある程度進んだ段階で、並行して、バイオ炭への添加と資材化を開始しまして、高機能バイオ炭等の仕様が決まる2026年度頃にステージゲート審査を実施予定です。

また、2027年度頃からは、資材として実用化するために大規模培養法を確立するための微生物資材製造プラントと高機能バイオ炭等の資材製造プラントを設計・試作しまして、29年度頃からの運用を目指したいと思っております。

2番目の②の高機能バイオ炭等によるCO₂固定効果の実証・評価についてですが、2026年度頃までに地域未利用バイオマス資源を効率的に収集する技術を開発いたしまして、施用試験を実施したいと思います。

27年度頃からは、各地でバイオ炭等を効率的に製造する技術を開始いたしまして、地域条件に応じて、農地施用体制を確立したいと思います。その後、現地圃場での大規模な実証を行いまして、2作程度の試験結果が得られました時点でステージゲート審査を行いたいと思っております。また、並行して、2026年度頃まで、農作物の環境価値を総合的に評価する指標化技術を開発して、システムの仕様が決定した後に、28年度頃から実証・運用を開始したいと考えてございます。

次に52ページでございます。等方性大断面の開発についてということで、まず、①の等

方性大断面部材の製造要素技術の開発につきましては、層構成・要素技術開発から始めまして、実証製造ラインにおける最適化の修正に進むことを想定してございます。層構成・要素技術開発の3年目の24年度頃及び、この層構成・要素技術開発に移行予定の26年度頃にステージゲート審査を実施予定でございます。

次の②の等方性大断面部材の連続製造技術の確立につきましては、実証製造ラインの構築から始めまして、コスト目標に向けた最適化に進むことを想定しておりまして、移行予定の28年度頃にステージゲート審査を実施予定です。

また、③の等方性大断面部材の規格化・告示化のための性能評価と設計方法の提案につきましては、試作品等の各種性能評価から始めまして、設計法の確立に進むことを想定しています。また、並行しまして、実大構面の性能評価のデータベース構築を行うこと、また、試作品等の各種性能評価の3年目の24年度頃と設計法の立案に本格移行予定の28年度頃及び性能評価データベース構築の3年目の26年度頃にステージゲート審査を実施予定でございます。

次の53ページを御覧ください。ブルーカーボンでございます。24年度までの3年間で実証フィールドや対象となる海藻種を選定するとともに、基盤ブロックや移植用のカートリッジの基本設計など、フィールド実証に向けた準備を進めたいと思います。

27年度までの3年間では、設定した実証フィールドにおいて基盤ブロックによる母藻の生育効果ですとかカートリッジによる移植の作業性等を確認しつつ、改善を加えながら実証を進めたいと思います。

さらに28年度からは実証フィールドを追加して、回帰特性に応じた実証をさらに進め、30年度までに技術を開発したいと思います。研究成果を踏まえた事業継続の判断に関して、開発する基盤ブロック、またカートリッジの試作品が一定程度の性能を備えて、実証に必要な漁港内の環境整備が整うなど、実証への移行が可能と判断された時点、また、先行する5か所での3年間の実証事業において海藻バンクが育成された母藻を使用して、海藻種苗を着床させた以降へのカートリッジの予算を見込むことができるか、また、1年2年後にそれが見込まれるか、技術会議が進捗した時点で、ステージゲート審査を実施予定ということにしております。時期的には24年度と27年度に考えてございます。

最後に予算ですが、予算は54ページに記載しておりますが、高機能バイオ炭等につきましては94億6,000万円、また、等方性大断面部材の開発につきましては51億6,000万円、ブルーカーボンにつきましては13億円を想定しております。全体では159億2,000万円という

形になってございます。

以上でございます。

○白坂座長　ありがとうございます。

時間過ぎていますが、委員の方からの御発言をお願いしたいと思います。次の予定がございませうからお先にしたいと思います。まず、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。順番を変えていただきまして申し訳ありません。簡単に2点だけコメント申し上げます。

まず、バイオ炭、「用途の展開」という表現を盛り込んでいただきましてありがとうございます。経済産業省様と農林水産省様がタッグを組んで、多様な用途への展開というのを考えていく、ぜひ展開していただければと思います。

また、集成材等々の展開のところにおいては、日本の林業をよくするために、合板を頑張るというのみならず、上から下までボトルネックとなるところがどこか、それを整理して解決していくことが重要ではないかと思っておりますので、この辺りもぜひ大きな視点で考えていただけると幸いです。

以上です。ありがとうございます。

○白坂座長　ありがとうございます。山田様から何かございませうでしょうか。

○山田農林水産技術会議事務局研究総務官　御指摘ありがとうございます。バイオ炭についてはしっかりといろんなところに展開していくことが重要だと思っておりますので、先生の御指摘を踏まえて進めたいと思っておりますし、林野のところについては、日本の林業をよくするというを、私ども全く同様に考えてございませう。こういった取組の一環としての今回のG I 基金事業だと思っておりますので、全体の林業がよくなっていくところを目指して本事業も進めていきたいと思っております。ありがとうございます。

○白坂座長　ありがとうございました。ちょっと時間の関係もありますので、先に出席いただいている委員を名簿の逆順で指名させていただきますので、その後に、事前にコメントいただいている稲葉委員からのコメントをいただきたいと思っております。

それでは、林委員、お願いいたします。

○林委員　ありがとうございます。全体、いろいろ追加してございませうありがとうございました。

1点、ちょっと気になりましたのが19ページなのですが、これは多分、バイオ炭だけでなく、木材の話にもつながるのですが、関係者の行動変容というところですね。

ども、これはどうしてもいろんな新しい技術でコストがかかりますよねと。この関係者の行動変容って大事だと。これはこのバイオ炭だけでなく、全てのこういったものに関わることなのですが、関係者の行動変容って本当にどのようにやると起きるのだろうというのが私はすごく関心があって、もちろん、この行動変容に向けた環境づくりということで、見える化とかいろいろ書いてありますけれども、最終的に消費者がそれを選ぶために何が必要なかというところを、そのコンセプトだけでなく、より効果的な方法ということをぜひ、これは今回の基金で直接使う話でないかもしれませんが、結局、いろんないいものがあったとしても使わなければ意味がないという、ビジネスにつながるようなことを意識していただくということが、この木材と、それからバイオ炭等の全てのものに共通するところですが、技術だけに終わらないようなシステムということをぜひお考えいただきたいと思っています。

以上です。

○白坂座長　ありがとうございます。山田総務官、コメントをお願いいたします。

○山田農林水産技術会議事務局研究総務官　先生の御指摘のとおり、やはり価値がちゃんと消費者と、あるいは関係者に伝わって、その取組が促進されることが不可欠だと思っております。そういった意味で、この事業の外ではございますけれども、私ども、需要に基づいた計画的・効率的な生産流通体系の構築、また消費者への価値訴求ができるようなプラットフォーム、こういったものを構築しようということで、今まさに取組を開始しようとしているところでございます。

また、こういった直接この事業に関わるような取組のほかにも、スマートフードチェーンシステムをS I P事業で今やっております、多層的に、実際つくられたものがどういったものなのかというのを、そこの透明性を確保しつつ、消費者に伝えていく仕組み、これをつくっていく。また、その生産物そのものが従来品より、例えば栄養面ですとか、あるいは環境への貢献度合い、そういったところにおいてもプラスになるのだということも生産面で私ども追求していきたいと思っておりますので、行動変容は大事なのですが、やはり価値のあるものを提供するというのも重要だと考えておりますので、その点においても努力していきたいと思っております。ありがとうございます。

○林委員　お値段も消費者はかなり気にすると思っておりますので、そこも含めて御検討いただければと思います。

○白坂座長　ありがとうございます。では続きまして、長島委員、お願いいたします。

○長島委員 御説明ありがとうございます。いろんな形で反映いただきまして、ありがとうございます。

今回、ライフサイクルアセスメント的なところもかなりしっかりと考えていくよという話、製造、運搬、設置、撤去、既存のものを例えば壊してつくるみたいなところもあるかと思いますが、その辺も含めてしっかり、どんな製品やサービスに仕立てて、どんなサプライチェーンを構築していくかと、その辺りをしっかりやっていただければなど。

あと、もう多分計画の中にあると思いますが、地産地消的なことというのはとても大事だと思いますので、サーキュラーエコノミー的な要素も考えながら進めていただければと思います。

あと、木材に関してですけれども、既にある建物を壊さずに活用する、寿命を延長するみたいな、そういった取組も、今回、新築に限らず、ぜひ考えていただければなどは思いました。さらに検討を進めていただければと思います。

あと、グローバル展開、デジタル化等々を使うという話ありましたけれども、どんなデータを収集して、どのように集めていくと、各地域、現場へのカスタマイズといったところのノウハウまでに仕立てられるかと、その辺もぜひ考えていただきたいですし、あと、先ほどの地産地消ですね。これを実現するためには、何かミニ工場的な発想だったり設備売りみたいな発想、こういったところも必要だと思いますので、その辺も含めたビジネスモデル、早期に検討いただければと思います。

以上です。

○白坂座長 ありがとうございます。それでは、山田総務官、コメントをお願いいたします。

○山田農林水産技術会議事務局研究総務官 御指摘いただきましたライフサイクルアセスメントに関しましては、こういった取組をしていく上では不可欠なものだと思っております。しっかりとそういった中で、私どもが環境に十分貢献していけるということを訴求できるようにしたいと思っております。そういった意味でのサーキュラーエコノミーの確立ということで、地産地消という御示唆がありましたけれども、私ども、農林水産業、まさに地産地消をしっかりやっていかなければいけないような業種だと思っております。先生の御指摘を踏まえて対応を進めてまいりたいと思います。林野の御指摘についても承って対応していきたいと思っております。ありがとうございます。

○白坂座長 ありがとうございます。では続きまして、高木委員、お願いいたします。

○高木委員 詳しい説明、それからいろいろなところ修正いただきまして、ありがとうございました。このネガティブエミッションって非常に重要なことだと思っております、これは日本総研の皆さんの意見に今日の資料で書いていましたけれども、国民の皆さんに理解してもらうために分かりやすい説明というのは非常に重要だと思っております、特に海洋であるとか森林であるとか、日常生活でなかなか目につきにくいところがフィールドになってございますので、その辺りをどのように国民の皆さんに伝えていって、この事業を理解してもらうかというところも心を砕いていただければと思っております。

これはコメントで、もう一点、実は少し細かい質問になるのですが、今日のお話で、藻場の形成のところ、国際展開というところをいろいろなことで強調というか、修正されてきておりましたけれども、そこで、国際展開ということになると、アジアがまずはターゲットかなと思っております、水温はじめ栄養塩の状況とか、異なるところもあると思っております、実は日本国内でも北から南までいろんな漁港があって、その中でそういう環境状況が違う中でやられると思うので、スケジュールで5つの漁港と書かれていたのが、そういう観点を含めて北から南までやるのか、そういう計画になっているのかなというところが少し気になりましたので、その御見解をお聞かせいただければと思っております。

以上でございます。

○白坂座長 ありがとうございます。山田総務官、お願いいたします。

○山田農林水産技術会議事務局研究総務官 まず、国民の皆さんに取組を知っていただくような努力につきましては、私ども、関係企業、団体等が集まるような、そういった全国的な取組もございます。また、私ども、最近、BUZZ MAFF（ばずまふ）とか、あるいは、いわゆるSNSを活用したり、若い人たち向けに直接私たちの取組をお伝えするというようなツールも最近大いに活用しているところであります。先生御指摘いただきましたように、私ども、取組を多くの国民の方々に知っていただくような、そういった直接間接的な取組をしっかりと進めてまいりたいと思っております。

それから、水産のブルーカーボンについての御質問につきましては、ちょっと担当のほうからお答えします。

○中里漁場環境情報分析官 水産庁整備課の中里でございます。

御質問ありがとうございます。先生御指摘のとおり、日本の回りはいろんな海がございます。海洋環境が随分違うので、バランスよく5か所選んで、そこでの活動を進めていきたいと思っております。そうした違った環境でできた製品をうまく各国の海洋環境に合わせて

売り込んでいきたい、展開していきたいと考えてございます。

○高木委員 ありがとうございます。最初の国民のところでは、バーチャルリアリティなんか使ってということもあるかと思っていますので、ちょっと素人考えですが、よろしくをお願いします。

○白坂座長 ありがとうございます。続きまして、大藪委員、お願いいたします。

○大藪委員 ありがとうございます。指摘に丁寧に対応いただきまして、ありがとうございました。

木材について1つ懸念があります。地産地消は確かに大事だと思うのですが、木材として売ろうとしたときに、サプライチェーンがうまく機能していないとか、輸入材に対する競争力が落ちている中で、新しい製造・加工の仕方を開発することで、新たなサプライチェーンの組み方が必要になる。既存のサプライチェーンが弱っていると指摘されていますが、それがあまりマイナスにならずにうまく組み直せば、これは力になる可能性があると思います。また、日本の木材の品質のばらつきという問題も、様々な材を材料にできる、ロバストな技術をつくることにもつながるというポジティブにも見ることができます。しかし同時に、事業者の立場になったときに、より均質な材料、調達しやすい材料を使って、集積材の新しい技術を実現するところにフォーカスをしたいというモチベーションも多分あるのではないかと思います。これらが市場で競争したときにどちらが勝つかというと、前者は若干分が悪いような気がします。つまり、地産地消、日本の森の資源を使うという目的と、世界でたくさん建つ高層の建物を木材で置き換えるという2つの違う目的があって、それぞれに最適なアプローチのあり方が違うように思うのです。

プロジェクトの設計として、今回、国産材の新規事業創出を強調されておりますので、地産地消をより重視して設計されるのかと思いますが、それが国際競争力においては厳しくなるかもしれない。この優先順位について、事業者にとっては、国産材にこだわるものが将来的にジレンマにならないかということを多少心配しております。ありがとうございます。

○白坂座長 山田総務官、あるいは御担当の方、お願いいたします。

○荒木首席研究企画官 林野庁の荒木と申します。コメントありがとうございました。

まずは目指すところは国内でしっかり実績をつくるというところはやはり最初に目指したいと思っています。そのためには、国産材の利用促進、まず需要を増やすことで、山側にもお金が落ちる仕組みをつくっていくと。そのためには、御指摘のとおり、サプライ

チェーンのマーケットというのをしっかりやっていく必要があると思っています。

まずは、日本の中での流れができたことを基本といたしまして、部材という製品を海外に持っていく。その海外に持っていくときには、ただモノを売るだけではなくて、その部材を使った建築法ですとか設計法というものをセットにして、ジャパンブランドという形で海外進出を図っていきたいと考えております。

もう一つ、木材の品質のばらつきのお話をされていましたがけれども、基本的にこの部材をつくる材料はスギを想定しております。これは合板ですので、かつらむきにしてつくった単板を張り合わせるという合板です。なので、普通の製材品に比べると、木材の質ですとか形質、形ですね、曲がりなどがあってもかなり柔軟に対応できる技術を目指しています。張り合わせの仕方ですとか、張り合わせる単板の厚さなどを工夫して開発していくことで、スギでもきちんと強度を持った部材を開発するというを目的にしております。

以上です。

○白坂座長 大藪委員、よろしいでしょうか。

○大藪委員 ありがとうございます。国内材の特徴をうまくカバーできるような工法として考えられているということで、分かりました。調達コストが将来はどのようになっていくのかなと思いますのと、バイオ材料は成功したときに取り過ぎないような、管理された供給のあり方ということもぜひ御配慮いただければと思います。よろしく願いいたします。

○白坂座長 ありがとうございます。では続きまして、内山委員、お願いいたします。

○内山委員 内山でございます。

今回、社会実装とかグローバル市場への展開の道筋等も反映されていて、充実した内容になっていると思っております。1つだけコメントといいますか、質問を挙げさせていただきます。

人材育成の観点なのですが、多分、本プロジェクトでいろんな技術開発されて、それが普及して世の中に使われはじめるのはかなり先でないかなと思っております、2040年とか2050年ぐらいのロングレンジで考えなければならぬだろうと。そういったときに、その時代まで技術を開発、発展させていく、また、利用サイドも含めて発展させていくような人材がやはり必要だろうと考えております。

このプロジェクトの中で、ある程度意識的にそういった将来を担うような若い人材をうまく参画させるような、このプロジェクトだけでなくもいいのかもしれないけれども、

そのような施策が必要でないかなと思っておりますので、そこら辺のお考えをお聞かせいただければなと思っております。

○白坂座長 山田総務官、お願いいたします。

○山田農林水産技術会議事務局研究総務官 御指摘ありがとうございます。私ども、先生おっしゃるように、こういった関係者が何年もかかる研究ですから、しっかりと若い方が育っていくような環境づくりということも重要だと思っております。明確にこのようにするということまでちょっと現段階では申し上げることは難しいのですが、ほかのプロジェクト等においても、このプロジェクトを進める中で、こういう若い方々が積極的にチャレンジできるような場づくりとか、若い方々が育っていくための例えば仕組みというのですかね、情報交換をやる場とかいうところも含めていろいろと工夫しているという事例もございますので、先生の御指摘を踏まえて、この事業においてできるところ、それから、私どもの別のツールで、そういった若い方々、あるいはスタートアップを含めてそういった方々が育つことができるように支援する政策ツールもございます。また、知の集積と活用の方というところで御紹介させていただきましたけれども、こういうオープンサイエンス、プラットフォームで、今、4,000の会員で170のプラットフォームでございます。こういった中で、そういった若い方々が育っていくように、積極的に私どもとしても関与していくと。いろいろなやり方があると思いますので、御指摘を踏まえて対応していきたいと思っております。ありがとうございます。

○内山委員 ありがとうございます。どの業界も同じだと思いますけれども、若い人材が入ってこないと将来的にその業界は発展していきませんので、ぜひいろいろ考えていただければと思います。

○白坂座長 ありがとうございます。

では、先ほどちょっと飛ばさせていただきましたが、稲葉委員から事前にコメントいただいていたと思いますので、稲葉委員からのコメントを、すみませんが、事務局のほうで読み上げていただけますでしょうか。

○笠井室長 稲葉委員からの御意見、読み上げさせていただきます。

提案された3つの開発項目はいずれもCO₂ネガティブエミッションを可能とする技術である一方で、衰退が懸念されている日本の農林水産業の活性化も可能となる魅力的な開発テーマと感じています。今回提案された計画は、第1回目の議論における指摘事項をベースに十分な仕上がりとなっていると思います。

強いて言うならば、高機能バイオ炭開発では、廃棄天然素材、天然材料の低コスト活用という観点から、現時点で想定されている籾殻に続いて、将来まで見通した第二、第三の原料の想定があるとより現実的な開発になるのではないかと思います。

また、等方性大断面部材の開発においては、森林の再生におけるCO₂ネガティブエミッションによるメリットが大きいことは確かですが、建築物の所有者、使用者サイドから見たメリットも与えるとより魅力的な研究開発となるのではないかと感じました。

というコメントをいただいております。以上です。

○白坂座長 ありがとうございます。山田総務官、何かありましたら。

○山田農林水産技術会議事務局研究総務官 御指摘いただきましたバイオ炭の原材料という意味での、一義的には、御指摘いただいております籾殻、カントリーにあるような籾殻を想定してございますけれども、そのほかにも、現在、産業廃棄物として捨てている果樹園の剪定枝、これは毎年出てまいります。こういったものを収集し活用していくというのがまず視野に入っております。ほかにも、稲わらですとか、あるいは、最近いろいろ害が問題になっています竹ですね。こういったものも、割と横持ちがかからないところ、そういったところを対象として今後考えていくということを検討してまいりたいと思います。

また、私どもとして、いろいろと進めていくメリットということでの御指摘ございましたけれども、御指摘を踏まえて今後しっかりと対応してまいりたいと思います。ありがとうございます。

○白坂座長 ありがとうございます。

それでは、2回目の発言、もし希望ある委員がおりましたら挙手を、またオブザーバオブザーバの方も発言できる機会にしたいと思っておりますので、オブザーバの方で御発言を御希望される方がいらっしゃいましたら、またこちらも挙手をお願いしたいと思います。

それでは、オブザーバの秋田県立大学の高田教授、お願いいたします。

○高田オブザーバ おはようございます。高田でございます。何点かお話しさせていただきたいと思っております。

1点目、このプロジェクトは特に木材利用の関係ですが、このプロジェクトのバックグラウンドにあるのは、先ほどお話ありましたような森林の循環利用の促進ということになります。冒頭、お話もありましたが、これは本当にマーケットに近いところに焦点を当てたプロジェクトなのですが、同時に、先ほど委員からも御指摘があったような森林の管理だとかDX化をして林業自体のビジネスモデルを変えとか、サプライチェーンを改善す

るとか、いろんなことを並行してやっていただくことになろうかと思います。そこら辺のことはぜひお願いしたいなというのがあります。

同時に、木材を使うとなると伐採が進むと思いますが、伐採の後の再生林は全く事象が違うと考えています。再生林に関しては、特に民有林は自身の資産運用になるので、再生林に魅力があるのか、再生林の補助金を出せばやってくれるのか、というのはまた全然違う話になるということも含めて、ここで、今、絵で見せていただいている、使う、植える、育てる、収穫するというサイクルをうまく回せるような施策、事業を全体で取り組んでいただければ、今回提案されているマーケットと関連する事業の推進にも非常にいいと思います。

それともう一点、先ほど地産地消のお話でしたが、私は、このプロジェクトで扱う製品に関しては地産外消のものではないかと思っております。木材はいろんなものに使えますので、地産地消に合ったものは地産地消に、地産外消にすべきものは地産外消にすべきだと。その辺はいろいろ議論があるかと思いますが、考えていただければと思います。

最後にもう一点です。スケジュールを出していただいていたのですが、コスト目標に向けた最適化が最後の2年になっているのですけれども、これは恐らくもう相当前の段階の要素技術開発や実証のラインをつくる段階でどんどん考えていっていただかないと、ここでいきなりやられてもちょっと遅いのではないかなという気は正直いたしました。これは民間の企業の方がどう思われるかという観点からですが、若干、スピード感がないのではないかなとは思っていますので、前倒しでどんどんやっていくぐらいのおつもりで進めていただくと、大変いい成果が出て、日本の森林、特にスギの人工林の利用を促進させる可能性が非常に高いものだと思うので、ぜひ頑張ってくださいと思います。

すみません。ちょっと厳しいことも申し上げましたが、期待しております。以上です。

○白坂座長　ありがとうございます。山田総務官、いかがでしょう。

○山田農林水産技術会議事務局研究総務官　まず、最後のコスト目標に向けた最適化のこのタイミングが遅いのではないかなというような御指摘ですが、御指摘ありますように、これは民間企業等も参加してくるプロジェクトでございますので、そういった方々の知見も取り入れながら、やはり最初からそういった意識を持って、十分に成り立ち得るかどうかなというのはまさにビジネス側の特に極めて重要な点でございますので、その点については前もってそういったところを見通しながら進めていきたいと考えてございます。

それから、地産地消の点で御指摘いただきました。私ども、3つあって、その中の農業の関係と水産業、そこは地産地消に非常になじみやすいところだと思います。林業についても、地産地消という側面もございますけれども、御指摘のとおり、これはつくったものを海外に展開していくという意味では地産外消と、そういった側面も当然あると考えております。そういった点も御指摘を踏まえながらプロジェクトを考えていきたいと思っております。

それから、最初に御指摘ございました点については担当のほうから申し上げます。

○荒木首席研究企画官 林野庁の荒木です。御意見どうもありがとうございました。

まさにおっしゃるとおりだと思います。一番目の資源の循環利用するためにいろんなところの仕組みをきちんと総合的に捉えて後押しをしていきなさいという御意見だったと思います。高田先生よく御存じだと思いますけれども、林野庁としましては、まずここで、このプロジェクトで需要だけが増えても、今度、供給が間に合わなければ成り立ちませんし、逆に、山の資源は蓄積しているのに、出そうと思っても今度買い手がいなかったら困ると。やはりその需給のマッチングをきちんとつくるといことと、つくることによってこのサイクルがだんだん大きく回っていくということも目指しているわけですが、そのために、先ほど、デジタルトランスフォーメーションですとか、森林管理のいろいろなキーワードが出てまいりましたが、それぞれ人材育成の部分も含めて、林野庁としましては、それぞれのパーツパーツを強化するための後押しというのは取り組んでいるところですので、この基金の外でも取り組んでいるところですので、それらをうまくかみ合わせて、このサイクルがきちんと回る仕組みというのをつくり上げていくことを目指しているところです。ありがとうございました。

○高田オブザーバ ありがとうございます。ちょっと生意気を申しまして申し訳ありません。

最後に1点だけ。森林、林業、木材に関して、正しい情報を発信し続けていただきたいと思っております。木材がいろんな形で利用されるということ、最終実需者だけではなくて、中学生、高校生、あるいは大学生といった年齢層にも伝えていただくことが重要かと思っております。今回提案されている研究の内容の発信も含めて、先ほどちょっといろんなことをやっていくということをおっしゃっていただきましたので、ぜひそこにも力を入れて取り組んでいただければと思います。

私からは以上になります。ありがとうございます。

○白坂座長 ありがとうございます。それでは続きまして、オブザーバの萩原様、お願

いたします。

○萩原オブザーバ すみません。御無沙汰しています。内閣府S I Pの萩原です。

私、今日初めて参加させていただいたので、この内容、正しいのかなというところの御指摘からになるのですが、まず、14ページのビジネス動向というところで、特に私、今回、社会実装寄りな観点でコメント欲しいと言われていたので計算などをしていたのですが、まず、このマイクロソフト社でやっているものも読んでいまして、これ、バイオ炭ではないです。あと、住友商事がやられているインディゴアグリも、私、今まで拝見したことあるのですが、彼らが得意とするのは、植物の種に、それこそ微生物をコーティングすることによって貯留量を増やすと。これもバイオ炭ではないのですね。ちょうど先週まで、私、このカーボンクレジット関係のカンファレンスがあったのでオーストラリアに行っていまして、オーストラリアでも聞いてきたのですが、彼らも、バイオ炭しないとっています。

なぜかという、効率がよくないからだ。今回の目標値が1ヘクタール当たり3トンを目指すということが記載あったかと思いますが、それぐらいであれば、バイオ炭、わざわざつくる必要ないよねというレベル感だという形で、私、海外からのリサーチしている限り感じていまして、なので、そもそも高機能バイオ炭にしないといけない絶対的な目標値が、今回でいうと、どちらかというグリーンフェンドの文脈でいうと、できるだけ多くのカーボンクレジット、カーボンオフセットできる量を増やすというのが目標なのではないかなと思ったので、そういう意味では、高機能バイオ炭にこだわることによって、オフセットできる量が減ってしまっているのではないかというところが感じた部分となっています。

なので、多くをカーボンオフセットするということを第一条件にするのであれば、高機能バイオ炭等と書いていますが、本当に農地貯留によるオフセットぐらいの大きなまとめにしてしまったほうが海外事例から見ても量が取れるのではないかなと思いました。というのが、最後のページにある換算、どれぐらい目標とされるかというところも計算してみまして、例えばバイオ炭で、2030年に50万トンというかなり少ない量を書かれているかと思いますが、これ、計算すると、Jクレだと、専用？だとした場合、5億円ほどにしかならなくて、多分この時点で赤になると。赤になるということは、どこの事業者さんも手を挙げて実際にできないレベルなのではないかなと思っています。かつ、2050年どれぐらい増えるのかといたら、2,900万トンと、少なくはないのですが、正直、マイク

ロソフトが6,000万ヘクタールで行うと書いてあるのに比べても、その1社が行うプロジェクトよりも3分の1か5分の1ぐらいの規模になるのではないかなと思っていて、これを国費積み上げてバイオ炭に集中させて勝てるのかなというのが正直感じたところになります。

なので、これは多分、プランニングの段階で目標とされているビジネスとして成り立つのではないかと思われているところが、そもそもバイオ炭で成立するのかなというところがずれているのではないかなというところが1点ございました。

もう一点が、大枠くくってしまうと、ブルーカーボンも、長年、木材でCO₂を固定したまま立てるのでクレジットにできるのではないかなというところが資料の中に入っていたと思いますが、こういったところは日本のJ-クレジットだけではなくて、できるだけ海外のVCSであるとかゴールドスタンダードであるとか、それこそアメリカ、オーストラリアそれぞれ国単位で持っている制度と互換性のあるような形でやらない限りは、日本の上場企業含めて世界の上場企業どこも、クレジットになったとしても購入してくれないという結末が今見えるかと思しますので、できる限り制度設計の時点から、どうやったらグローバルのクレジットと連携ができるかというところを踏まえた上で制度を考えていただく必要があるのではないかなと思いました。これもコメントでした。

最後に、この3つを育てていく、ベンチャーなどを含めて育てていくという観点では、ここで生まれるカーボンのクレジットをやはり、農水省さんか分からないですけども、国のほうでいつからいつまでは買い取りますよみたいな制度が、オーストラリアではかなり州政府で年間30億ぐらい予算持っていたりするのでですけども、そういうものを設けることによって育てていくという、まずは買い取るよというような、ソーラーパネルを普及させたときのような枠組みまでないとちょっと普及に時間がかかるのではないかなと感じましたので、そういうものも併せて御検討いただけるのがいいのではないかなと思いました。

すみません。1つ御質問と、残りはコメントとなりました。ありがとうございます。

○白坂座長　ありがとうございます。御回答、いかがでしょうか。山田総務官、あるいは担当の方、お願いします。

○山田農林水産技術会議事務局研究総務官　まず、全般的なことにつきまして、先生、いろいろと御指摘いただきましてありがとうございます。この御指摘の中で、まずバイオ炭についてということで、高機能化のところがかえって全体のスケール化を阻害している

のではないかということでの御指摘がありました。私ども、高機能化ということを考えているのは、現行のバイオ炭、それを使ってもというような、営農上どういったメリットがあるのかというのが見えづらいというところがあります。それは、使っても、物理的な改善はなされるのだけれども、なかなか農作物の増収に結びつかないとか、手間が増えるだけとかいうような御指摘が現場からあるということです。

それを解決する手段として、高機能化、微生物機能を付与することによって増収に結びつくようなバイオ炭にしていくと。併せて、製造技術を改良することによって、より安い価格で農業者に提供できるようにしたいということを考えているところでもあります。それを前提としているということです。御指摘のように、バイオ炭以外にも有用な候補があるのかもしれないのではないかと御指摘がパブリックコメントに寄せられたということで、そこはそういった可能性もあると。

○萩原オブザーバ　　すみません。ちょっとハウリングしているようで。山田さんと御一緒されているところがもしかしたらマイクが入ってしまっているのかもしれないです。大丈夫でしょうか。

○山田農林水産技術会議事務局研究総務官　　大丈夫でしょうか。

○萩原オブザーバ　　今、大丈夫です。

○山田農林水産技術会議事務局研究総務官　　すみません。聞こえづらくて大変恐縮です。

今申し上げたとおり、生産者、まずつくってもらうためにはというところの発想で、この計画、今の段階での計画は整理をさせていただいたということで、それ以外のバイオ炭以外にも様々な有用な有機物等があるかもしれないというところの御指摘があります。そこも含めた御提案ある可能性があるということで、バイオ炭等ということで修正させていただいているというところがございます。

それから、6,000万ヘクタールの話がございましたけれども、日本の農地面積は400万ヘクタールちょっと超えるぐらいなのですね。まず、我が国のということを考えてときには、スケール感としてはそういったものになってしまうということで、そこはちょっと御理解いただきたいなと思います。もちろん、我が国だけでなく、こういったできた技術はパッケージ化してアジアの国々に使ってもらえるようにしていくということは目標として持っております。国内だけにとどまらず、世界にも出ていくということを考えてのそういった取組を進めていきたいなと思っております。

それからクレジットですけれども、クレジットはもちろん重要だと考えてございます。

ただ、一方で併せて、クレジットの外の部分で、要はその価値を消費者に理解してもらって、その購買行動に結びつけていくような情報提供の仕方、そのもととなるデータ、確からしいデータの提供、そういったところに力を入れていきたいということで、こういった取組に対して応援していただくと、いわゆるエコシステムが回っていくためのそういった仕組みづくりというところにも力を入れていきたいなと思います。

御指摘いただきましたような、クレジットを国で買い取るというところまで現時点ではちょっと即答はできませんけれども、いわゆるそういう取組を支えていくということは大事だと思っておりますので、御指摘を踏まえて今後検討していきたいと思っております。ありがとうございます。

○萩原オブザーバ どうなのでしょう。今回、一応グリーンイノベーション基金事業のほうだと、私、お聞きして今回参加させていただいていますので、とはいえ、農水さんのよい作物をつくるというところと兼ね合いはあるとはいえ、一応ゴール設定としてはカーボンオフセットを重要視しないといけないという意味においてはもう少し、本当に名前だけの問題だと思っていまして、高機能バイオ炭をやめましょうではなく、高機能バイオ炭だけだと事業化が難しいのではないかというのが私からのコメントであり、高機能バイオ炭のいいところは、100年以上カーボンを分解されにくいという観点はありながらも、海外ではそれを重要視されていないと、アメリカもオーストラリアもどこもしていないというところで、事業化の観点からのコメントさせていただくのであれば、バイオ炭だけではなく、もう少し土壌を使った農地貯留によってのカーボンオフセット、これをやられるということが事業観点で言う必要ではないかというのがコメントとなります。ちょっと一度、題名も含めて御検討いただくのが、本質的なゴール設計を考えると必要なのではないかなと感じています。

すみません。以上となります。

○山田農林水産技術会議事務局研究総務官 ありがとうございます。今のは、高機能バイオ炭等の中に、今は「等」で広げて入れたというのが一応。

○萩原オブザーバ そうですね。はい、理解しております。

○山田農林水産技術会議事務局研究総務官 私どもとしては、今までワーキングの1回目の御議論を踏まえてこう整理してきましたので、その延長上で整理すると、「等」ということで、もちろん先生のおっしゃるように、もっともっといい方法があるかもしれないということで、そこを意識した上での整理をさせていただいているということでございます。

○白坂座長　ありがとうございます。ほかのプロジェクトも一緒なのですけれども、やはり状況を見ながら変えていかなければいけないマネジメントがどうしても必要なところではあると思いますので、それも含めて、固定化して、それをやり続けるというよりは、ちゃんと結果が出るようにマネジメントしていく柔軟性の重要性は全プロジェクト共通で実は言われているものでもありますので、今のはまさに萩原さんのおっしゃるようなことも含めてちゃんと意識しながらやっていく必要あるかなと思います。ありがとうございます。

あと2名、オブザーバーの方の御意見を聞きたいと思います。挙手していただいた順番で、まず日向野技監、その次に寺島先生にお願いしたいと思います。まず日向野技監、すみませんが、お願いいたします。

○日向野オブザーバー　日向野でございます。本日はどうもありがとうございました。

私のほうは、ブルーカーボンについてコメントさせていただきたいと思います。日本の藻場造成の技術は海藻の着生に適した構造物の材質ですとか形状、こういったことについて様々なバリエーションがあります。そういったものが製品化もされておりますし、また、それらの施設の安定性についても詳細な検討がなされてきておりまして、そういう設置の基盤についての情報が整備されていると思います。こういった点は、国際的に見ても非常にユニークだと思われれます。

例えば海面上昇などにより海外浸食が懸念されているような、そういったところで、こういった機能も含めて本計画の取組を開発途上国、それだけでなくも役に立つと思うのですけれども、こういったところへの寄与というのは非常に大きいと考えられます。そういったところで、ここの5か所を選定と今計画の中で書かれておりますけれども、プロジェクトが始まれば、こういったケーススタディとして具体的な、また定量的な知見が得られると思います。そういったところを生かして、トータルのメリットとして海外への売り込みを図れるようにしていただきたいと考えております。

コメントということで、お時間も余りないと思いますので、私のほうからは以上にさせていただきます。よろしくお願いいたします。

○白坂座長　ありがとうございます。山田総務官、何かございましたらお願いします。

○中里漁場環境情報分析官　水産庁整備課の中里でございます。

コメントありがとうございます。今、御指摘いただきましたように、我々、5海域で実証していきたい、製品開発を進めていきたいと考えてございます。そこで様々なデータ等

を蓄積しながら、それをもとに、今おっしゃっていただきましたこれまでの件も含めて海外展開をスムーズに展開できたらと考えてございます。コメントありがとうございました。

○白坂座長　ありがとうございます。それでは、オブザーバオブザーバの日本農学アカデミーの寺島先生、お願いいたします。

○寺島オブザーバ　寺島でございます。御説明どうもありがとうございました。また、前回コメントさせていただきました総合的な評価について、資料で取り上げていただいたこと、御礼申し上げたいと思います。

コメントとして2点でございますけれども、先ほど萩原さんから御指摘があったところで、やはりバイオ炭を活用するというような意義に関しては、当然ながら、カーボンを長期にわたって貯留するだけではない、いろいろ付加的な効果というものが指摘されておりますので、そういったものも含めて、きちんと農業に対する効果、あるいは地球環境に対する効果ですね。一酸化二窒素の排出削減等もあるというような御指摘もございますので、そういうものを含めた打ち出しのされ方をさせていただければということで前回コメントさせていただきました次第でございます。

今回の高機能性バイオ炭の場合、ポイントとなるのは、微生物機能と、それからバイオ炭との親和性だと思います。バイオ炭は、御案内のように、いろんな素材によって、それから焼成温度とか、製造過程のプロセスに応じまして性格がいろいろ変わってまいります。当然ながら、その利用する微生物に対してそれがフィットするかどうかというものもいろいろ種々様々であろうかと思えます。実際、研究を進めていかれるときに、こうした微生物研究のグループと、それから、プラントメーカーになるのかもしれませんが、バイオ炭を製造するそういうグループとの間の連携、それから効率的な研究の推進というところに十分配慮していただければより効果的なプロジェクトができるのではないかと考えます。

私からの御指摘は以上でございます。

○白坂座長　ありがとうございます。山田総務官、あるいは御担当の方。

○山田農林水産技術会議事務局研究総務官　ありがとうございます。御指摘いただきましたように、バイオ炭については、炭素の貯留効果のみならず、生物多様性への影響ですとか、あるいは温室効果ガスの削減にも結びつくというような知見等もあるということでありますので、そこをしっかりとデータを取って、対外的にも説明できるようにしたいですし、そういった営農方法をとること自体で農業の価値を高めていくということにもつ

なげていければと考えてございます。

また、高機能バイオ炭の微生物の選定過程、相当スクリーニングをして選んでいく過程が必要で、御指摘のように、微生物の専門家とプラントメーカー、こういった方々、私も、それぞれ事業に入っていただくことを想定しておりますけれども、しっかりとその辺りの連携が図られていくようにマネジメント等に努めていきたいと思っております。ありがとうございます。

○寺島オブザーバ　　どうも御回答ありがとうございました。

○白坂座長　　ありがとうございました。

時間もかなり過ぎていきますので、以上で自由討議のほう、終了させていただきます。本プロジェクトの研究開発・社会実装計画については、本日、委員の皆様、あるいはオブザーバの皆様からいただいた御意見を踏まえまして、プロジェクト担当課が事務局と調整の上、必要に応じて修正を加えて最終決定をするという形になります。御意見に係る事項ですけれども、これは事務局との調整につきましては、座長でございます私のほうに御一任させていただきますでしょうか。

（「異議なし」の声あり）

ありがとうございます。特に御異存、御異議はないようですので、本日は皆様の意見を研究開発・社会実装計画に反映していただくよう、私と事務局と調整させていただきたいと思っております。

本日は、時間を大幅に超過しまして、皆さん、長時間にわたり活発に御議論いただき、ありがとうございました。事務局及びプロジェクト担当課におきましては、委員の皆様、オブザーバの皆様からいただいた意見を踏まえ、より効果的なプロジェクト組成、研究開発・社会実装計画への反映について検討のほうをお願いいたします。

最後に、事務局より連絡事項をお願いいたします。

○笠井室長　　事務局でございます。ありがとうございました。

今後のスケジュールですが、この食料・農林水産業分野のプロジェクトにつきましては、本日いただきました御意見を踏まえまして、座長と調整の上で、必要に応じて計画案のほうを修正しまして、農林水産省として最終的に決定して公表するということになります。決定後は速やかに公募していくという予定になってございます。

また、バイオのほうにつきましては、今回御意見いただいたものも踏まえまして、また、今後、パブリックコメントも実施する予定にしてございますので、これらを踏まえた研究

開発・社会実装計画の案について再度御審議をいただくという予定で検討してございます。詳細につきましては、また別途事務局より御報告・御連絡をさせていただきたいと考えてございます。

また、今後、これは委員の皆様にとということですが、既に組成されているプロジェクト、動いているプロジェクトあります。これについてのモニタリングというのを今後進めていきたいと考えてございまして、こちらもまた別途事務局より御連絡させていただきますので、よろしくお願いたします。

以上でございます。

○白坂座長　それでは、以上で本日の議題のほうは終わりになりますが、これ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部会産業構造転換分野のワーキンググループ第7回を閉会したいと思います。皆さん、長時間にわたり御議論いただきありがとうございました。

——了——