

研究評価委員会
「カーボンリサイクル実現を加速するバイオ由来製品生産技術の開発」(中間評価)分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時 : 2022年9月6日(火) 9:30~18:00

場 所 : NEDO ミューザ川崎 23階 2301~2303 会議室 (オンラインあり)

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	跡見 晴幸	京都大学 大学院工学研究科 合成・生物化学専攻 教授
分科会長代理	多田 雄一	東京工科大学 応用生物学部 応用生物学科 教授
委員	池田 佳代子	株式会社三菱総合研究所 ヘルスケア&ウェルネス本部ヘルスケアイノベーショングループ 主任研究員
委員	小泉 聡司	国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター ライフサイエンス・臨床医学ユニット ユニットリーダー フェロー
委員	田中 剛	東京農工大学 大学院工学研究院・生命機能科学部門 先端産学連携研究推進センター 学長補佐 ディスティンディングイッシュトプロフェッサー センター長
委員	田丸 浩	三重大学 大学院生物資源学研究所 生物圏生命科学専攻 水圏生物利用学教育研究分野 先端科学研究支援センター 教授 バイオインフォマティクス部門長(兼任)
委員	本多 裕之	東海国立大学機構 名古屋大学 大学院工学研究科 生命分子工学専攻 教授

<推進部署>

林 成和	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 部長
矢追 克郎	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 統括研究員
林 智佳子(PM)	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 室長
長谷川 義基	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 主査
伊藤 雅人	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 専門調査員
土谷 浩史	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 主査
峯岸 芙有子	NEDO 材料・ナノテクノロジー部 職員

<実施者>

関 実(PL)	千葉大学 大学院工学研究院 教授
中川 智(SPL)	(一財) バイオインダストリー協会 事業連携推進部長
松村 健(SPL)	元産業技術総合研究所 植物分子工学研究グループ長
近藤 昭彦	神戸大学 大学院科学技術イノベーション研究科 教授
小川 順	京都大学 大学院農学研究科 教授
小笠原 渉	長岡技術科学大学 技学研究院 教授
井元 清哉	東京大学 医科学研究所 教授
大政 健史	大阪大学 大学院工学研究科 教授
河合 哲志	株式会社ちとせ研究所 バイオ生産部 部長
福澤 徳穂	産業技術総合研究所 植物分子工学研究グループ 主任研究員

磯部 匡平 東レ株式会社 先端融合研究所 主任研究員
宝来 真志 住友化学株式会社 バイオサイエンス研究所 グループマネージャー

<オブザーバー>

水無 渉 NEDO TSC バイオU ユニット長
石塚 大輔 経済産業省 生物化学産業課 課長補佐
鳴 直樹 経済産業省 生物化学産業課 課長補佐
山崎 敦史 経済産業省 生物化学産業課 係長
高橋 昂宏 経済産業省 生物化学産業課 係長

<評価事務局>

森嶋 誠治 NEDO 評価部 部長
木村 秀樹 NEDO 評価部 専門調査員
小林 道忠 NEDO 評価部 専門調査員

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
 - 5.2 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し
 - 5.3 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
 - 6.1 研究開発項目①「バイオ資源活用促進基盤技術開発」
研究開発項目②「生産プロセスのバイオフィアウンドリ基盤技術開発」
 - 6.1.1 微生物 基盤技術プラットフォーム全体像
 - 6.1.1.1 データベース空間からの新規酵素リソースの創出
 - 6.1.1.2 データ駆動型統合バイオ生産マネジメントシステム (Data driven IBM' s) の研究開発
 - 6.1.1.3 基盤技術1 (スクリーニング技術)
 - 6.1.1.4 基盤技術2 (産業用スマートセル開発のための情報解析技術)
 - 6.1.1.5 基盤技術3 (マルチスケラブル培養技術、マルチオミクス解析、AI 活用培地最適化技術)
 - 6.1.1.6 基盤技術4 (AI 自動培養制御技術)
 - 6.1.1.7 全体まとめ
 - 6.1.2 植物 遺伝子組換え植物を利用した大規模有用物質生産システムの実証開発
 - 6.2 研究開発項目③「産業用物質生産システム実証」
 - 6.2.1 ポリアミド原料の発酵生産技術開発
 - 6.2.2 微生物によるグリチルレチン酸および類縁体の生産システム実証
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
 - ・開会宣言 (評価事務局)
 - ・配布資料確認 (評価事務局)

2. 分科会の設置について

- ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明。
- ・出席者の紹介（評価事務局、推進部署）

3. 分科会の公開について

評価事務局より行われた事前説明及び質問票のとおりとし、議事録に関する公開・非公開部分について説明を行った。

4. 評価の実施方法について

評価の手順を評価事務局より行われた事前説明のとおりとした。

5. プロジェクトの概要説明

5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント

推進部署より資料5-1に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

5.2 研究開発成果、成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

実施者より資料5-2に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

5.3 質疑応答

【跡見分科会長】 ご説明ありがとうございました。これから質疑応答に入ります。技術の詳細に関しましては次の議題 6 で扱うため、ここでは主に事業の位置づけ、必要性、マネジメントについて議論をしてまいります。事前にやり取りをした質疑応答も踏まえまして、何かご意見、ご質問等はございますか。それでは、小泉様お願いいたします。

【小泉委員】 科学技術振興機構の小泉です。ご説明ありがとうございました。研究開発マネジメントの部分で、事業目標について伺います。林PMから、研究課題1、2、3についての事業目標をご説明いただきました。資料8では、2 研究開発マネジメント、2-1 事業の目標という項目があり、アウトプット目標が載せられております。そこには「社会実装に向けた橋渡し検証事例を10件以上創出する」という文言がございますが、この10件以上創出するといった位置づけにはどういった背景があるのか。そこについてご説明いただけないでしょうか。

【NEDO 材ナノ部_林PM】 NEDO の林です。アウトプット目標の橋渡し事例10件以上についてですが、これはバイオ由来製品を創出する企業の研究開発支援を通じて、実用化といったところに到達してもらう事例を10件以上頑張ってつくりたいという目標になります。したがって、このプロジェクトでは、主に研究開発項目3の成果としてその10件を創出したいということでございます。

【小泉委員】 ありがとうございました。

【跡見分科会長】 それでは、本多様お願いいたします。

【本多委員】 本多です。丁寧なご説明をありがとうございました。プロジェクトがうまく進行していくことを期待しております。質問としては、たくさんの資料を拝見しまして、そこには「産業用スマートセルの創出」という言葉が何度か出てまいります。これは研究用とは違って産業用であるという認識で考えますと、生産物濃度が何パーセント上がるといったことだけではなく、産業用なのだから再現性がよい生産といえますか、同じような品質のものがつくられるかどうかといったところが非常に重要な視点ではないかと思うのです。そうすると、例えば微生物の培養一つにしても、環境変化、培養条件が少し変化してもロバストに生産できる。むしろ環境変化に鈍感なセルをつくっていったほうが再現性は高くなるのではないかと思うところがございます。そうすると、スマートセルの創出の司令塔になる方というのは、研究の上流側というよりも、むしろ現場が分かっている技術者というか、そういう人が司令塔になって、「こういうスマートセルをつくってください」というフィードバックがかからな

いといけないのではないかと思います、そのあたりについてご見解を伺えたらと思います。

【千葉大学_関 PL】 PL の関です。非常に重要なご指摘をありがとうございます。先生のおっしゃるとおり、産業用という言葉にはいろいろな意味がありますが、「培養できるようなセル」という意味で使っております。では、どうして培養がうまくいかないことがあるかということについては、ご指摘のとおり、小規模のフラスコでは何とかできているようなセルも、大規模で、特に高密度培養をしているような過酷な環境の中でも安定的につくられるというのは、例えばご指摘の変動に対してタフなというのは、エネルギー生産系は結構強いであるとか、あるいはもっと物理的な攪拌に強いであるとか、あるいは酸素濃度が下がっても物質生産の対象のほうにはそれほど影響を与えないであるとか、様々な因子があるかと思えます。これについてはまた詳しくご紹介をする機会があるかと思えますが、培養のほうと育種を連関させてセルをつくっていくというのが一つのキーでございまして、そのためのテーマとなっております。今日ご紹介した中では、たくさんの課題があり、これに関係がないかのような個別のように見えたかもしれませんが、我々はこれを一体のものとして考えています。育種は育種だけ行う、培養は培養だけ行うことでは、やはり産業化には大分遠いのではないかと考えている次第です。また、先ほどご指摘のあった司令塔についてですが、やはり培養の分かる方がするというのはごもっともで、企業の方からのアドバイスを伺うと、弱々しい細胞に無理やり物をつくらせても結局使えないのだと。やはりタフなものを、細胞にいろいろな操作を加えていくことが重要だということです。先生の今のご意見を参考にさせていただきまして、今後のプロジェクトに活かしてまいりたいと思います。どうもありがとうございました。

【本多委員】 PL がそのように認識されているのであれば、大変心強いです。ありがとうございました。

【跡見分科会長】 それでは、田中様お願いいたします。

【田中委員】 東京農工大学の田中です。事前質問で伺った内容とも重なりますが、CO₂削減に関するところで具体化されるともう少し見やすくなり、プロジェクト全体の位置づけが分かるのではないかと思います。今ながら聞かせていただいております。今のお話しですと、LCA と TEA のシミュレータが今月できるといことで、非常に心強いデータベースができるように思っております。私自身も微細藻類で CO₂ を出発したものづくりをしていたのですが、化石燃料と比べてもなかなか CO₂ 削減量が下がらないといった現状があるなど、その当時から 10 年ぐらい前からやっていた内容ですが、なかなかその基礎データというものが実際になくて見積りが大変でした。ですので、ぜひそのあたりをひもづけていただけたらと思います。先ほどアウトプットの話がありましたが、やはりアウトカムのほうで、360 万 t レベルでしたか、その数字というのは絶対でなくてもいいのですが、それにつながるようにどのぐらいのコアができるかというのが、一つ、二つできるだけ、ほかの波及効果というのは非常に大きいので、今後そういったものを見える化をしていただけると大変分かりやすいのではないかと考えた次第です。ちなみにですが、そのときのデータというのは主に微生物を使った物質生産の CO₂、例えば後半の植物の話だとかそのあたりというのは、どの分野での CO₂ でそれぐらいの規模をやろうとされているのでしょうか。

【千葉大学_関 PL】 PL の関です。大変重要なご指摘をいただきました。プロジェクト全体の建付けとして CO₂ の排出を抑制していくということが掲げられておりますので、どのぐらい出ているのか、既存のプロセスに比べてどのぐらい多いのかということを見積もることが必要なのですが、途中でご紹介したように、実はそんなに精緻な計算が今できていない状況にあります。それというのは、まず使っている原料というところで、例えば糖を持ってくるのに、どのようにして持ってきて、どこでどうやってつくったということが CO₂ の排出に関係してくるわけです。副産物はどうやって処理しているのかとか。もちろんエネルギーというようなこともございますが、そういうものの出所をはっきりさせない限り、要するに原料のつくり方、持っていく方によって CO₂ のトータルの排出量が変わっていきます。比較の対

象を何にするかということも重要であり、これまでのプロセスでは、どのようにCO₂を排出してきたかということと比べて、どのくらい削減されたのかと。これは、プロジェクトが終わる頃にはもう少し見えるようにしていかなければいけないと思っている次第です。また、ご指摘のあった植物のところですが、これは私は、非常に興味があるところでございます。先ほど松村 SPL からご紹介があったように、植物を用いた物質生産というのはプロセスとしてまだ確立していないわけですが、非常に低コストで環境に優しい物質生産系ができる可能性がございます。ただ、CO₂排出量の評価に関してはもっと難しい面があります。農業分野でのCO₂の排出というところの見積りが非常に難しいのと同様に、植物で物質生産をしていくというのは、まだ LCA をやるレベルにいたっていないのではないかとということもあります。そのため、現段階ではまだ微生物プロセスの LCA をやっており液体培養と、もう一つ固体培養の LCA を今始めているところです。その先に、植物体を使ったらどういった効果があるのかということも見積もっていくことができればと考えております。今のご意見を参考にさせていただきながら進めてまいりたいと思います。どうもありがとうございました。

【田中委員】 分かりました。どうもありがとうございました。

【跡見分科会長】 それでは、池田様お願いいたします。

【池田委員】 ご説明いただきありがとうございました。三菱総合研究所の池田です。人材育成の全体像について少し伺います。資料を拝見すると、講習会の受講ということで定量的な目標が示されております。教育の効果の測定というのは非常に難しいところではないかと思っており、今のところ、何年に何人以上の講習を受けていただくという目標やアンケートを取られているといった内容がございますが、もう少し先の見通しとして、中長期的なところではどういったお考えを持たれているのでしょうか。例えば、その方々に追跡調査をするとか、あるいは、もう少し長期で定量的、定性的な効果測定の方法について、ご検討中のところもあるかと思いますが、何か進められていることがありましたら教えてください。

【千葉大学_関 PL】 PL の関です。人材育成につきましては、ご指摘いただいたように非常に難しい面がございます。私も教育機関にありますが、巣立った学生がどのようになったかというのを追跡調査しても、なかなかその効果というのを見いだすのは難しいところです。このバイオの人材育成に関しては、企業様のニーズというのが割と見えてきているところもございますので、今行っているアンケート調査の中では、どういう人材が不足しているのかといったところも調べております。一方、大学でのこういう分野の人材育成としては、自分のことですので言いにくいところもございますが、だんだん実施しなくなってきました。実技が分かるといいますか、実際に培養ができるような人を育てなくなってきたという面がございます。そういうことも併せまして、関連する日本生物工学会とも連携をし、そこで必要とされてくるような意見を集めてきて、その生物工学会の中での講座というような視点も含めて考えているところです。人材育成というのは継続性が大変大事ですが、数年補助金のあるときにだけ行って終わってしまうというような例も多くございます。これを大学のカリキュラムの中に入れていって単位化するだとか、そういうような方法がこれから必要ではないかとも考えております。これは直接の効果測定にはつながりませんが、そういうことを受講した方々がその後どういうところで活躍されているのかという面もフォローアップしていければと、今のご意見をいただきながら思った次第です。回答となっていないかもしれませんが、今後の人材育成のプログラム運営については考えていきたいと思っておりますので、どうぞよろしくをお願いいたします。

【跡見分科会長】 それでは、田丸様お願いいたします。

【田丸委員】 三重大学の田丸です。今の質問と関連しまして、植物のほうの技術でのそういう人材育成というのは、どのようなお考えをお持ちでしょうか。

【産総研_松村 SPL】 SPL の松村です。先ほど簡単にお話しをいたしました。このようにしていけばいい

という形での教えるものがまだ成熟していないため、このプロジェクトの中では植物に関する人材育成というのは取り上げておりません。そこが成熟してからというよりも、成熟させながら今後の人材育成に活かしていくことになろうかと考えております。あるいは、その成熟化にどんどん人を取り込み巻き込んでいって、On the Job Training ではありませんが、そこでどんどん人材育成をしていけたらというのは、近い将来的には考えていきたいところです。

【田丸委員】 ありがとうございます。あともう 1 点伺います。説明の中でいろいろご紹介されていたところで、例えばバキュームインフィルトレーションとか、このあたりの技術というのは産総研様のオリジナルとなるのですか。

【産総研_松村 SPL】 これは、もう世界共通です。先ほど紹介した大型の大規模の植物工場も全て大体これをやられております。植物ウイルスベクターを使っているところもあるのですが、それをメインにして大型の装置で一気に 100 株というような植物体をどんと浸して、引いて導入させるやり方の装置を自前で造ってやられております。

【田丸委員】 そうすると、何を生産するかが勝負というか、そういうところでしょうか。

【産総研_松村 SPL】 操作自体は同じですし、栽培も同じですので、事業者側からするとできるだけ付加価値の高いものを対象にすることを考えます。あるいは、市場のニーズが高いものを狙っていくというのは、逆に研究というよりはビジネスセンスのお話しになるのではないかと思います。

【田丸委員】 ありがとうございます。

【跡見分科会長】 それでは、多田様お願いいたします。

【多田分科会長代理】 東京工科大の多田です。事前の質問でも伺い、回答もいただいているところではありますが、中間目標の達成度のところでコメントをいたします。達成度として多いものが、「△」そして「○」ということで、今年度中には達成ができそうであると。それは分かるのですが、正しくといいますか、中間評価をする側としては、やはり中間評価までに中間目標を達成していただいて、それに対する達成度を書いていただかないと正しい評価が難しいと思います。ステージゲートとかそういうときには違うのかもしれませんが、NEDO のほかのプロジェクトも含めてそういうやり方でやっていると思いますし、最初に決めたことでしょうから今さらということでもありますが、どこかで言っておかないと、と思いましたので発言をいたします。ですので、中間評価までの目標を立てて、それに対する評価をすべきだという意見があるというご認識を、お持ちいただくことを、すみませんがよろしくお願いいたします。

【NEDO 材ナノ部_林 PM】 NEDO の林です。ただいまのご意見に関しては、NEDO 全体での評価に対する在り方としてどのように対応していくかということですので、私も 1 部門での回答というのは差し控えさせていただきますが、評価というのが様々な時期に行われるということもありまして、その時点での評価、そして括弧書きで年度末の評価ということを自己評価の形で書かせていただいております。この点については、また評価部とも相談をしながら検討してまいりたいと思います。貴重なご意見をありがとうございました。

【森嶋部長】 評価部の森嶋です。先生のご指摘につきまして受け止めさせていただきました。今、第 4 期中期計画中でありますが、NEDO では 5 年ごとに評価の見直し等々を図っておるところです。2023 年が第 5 期となり、評価の在り方については経産省とも議論をしていますので、そこで先生からのご指摘等も踏まえながら、どのタイミングで行うことが適正かといったところをしっかりと議論してまいりたいと思います。第 4 期中においては、これは材ナノ部だけでなく NEDO 全体のプロジェクト全てにおいてこのタイミングでやっておりますので、どうしても同様の評価となってしまいますが、今後はいろいろと検討をしていく必要があると思っております。ありがとうございました。

【跡見分科会長】 それでは、小泉様お願いいたします。

【小泉委員】 科学技術振興機構の小泉です。知財のところでお尋ねいたします。国内出願もごさいますが、比較的、外国出願や PCT 出願もあるということで海外での事業展開を見据えたことだと理解しております。高付加価値品をつくることに関しては結構国内でもいけるように思いますが、バルキーな値段の安いものについては海外生産というようなイメージを持ちます。ですので、外国出願に関してどこの国に出すとか、そういったことについて何か方針のようなものがあれば教えてください。

【NEDO 材ナノ部_林 PM】 NEDO の林です。まずは事業化の担い手というのがプロジェクトの中にもメンバーがいます。その各社、あるいは事業化としてベンチャーを立ち上げるような方々もいるのですが、皆様はどこでどういう形で生産して販売をしていくのかという事業ポートフォリオによって出願する国というのが決まってくるかと思えます。NEDO としてここに出しなさいという指定はしておりません。事業戦略上、勝てるやり方で行ってくださいという形になっております。

【跡見分科会長】 それでは、京都大学の跡見から伺います。海外の取組例についてご紹介いただきましたが、もちろんこういうサステナブルな技術というのは世界共通で開発しないといけないということもありますし、逆に競争でもあるのですけれども、こういうガバメントによってプッシュされているヨーロッパの例、Bio-based Industries Joint Undertaking、こういうもので、例えば欧米では植物に対してはどれぐらいのプッシュがあるのでしょうか。

【産総研_松村 SPL】 SPL の松村です。まずアメリカのほうは、敷地面積で言いますと、1 万から数万平米の物質生産の植物工場が建っているのですが、その引き金は DARPA がほとんどお金を出していて、大型の予算でそれが整備されて、それが今事業化につながっているという動きです。ヨーロッパの国土面積は日本と近いような国々がたくさんあるのですが、現在「Horizon 2020」というプロジェクトが EU 全体の中で走っており、プロジェクト名はちょっと覚えていないのですが、そこで全く同じような形で benthamiana を使って、あるいは組換え植物を使ってタンパク質をつくるというプロジェクトが 1 つ走っています。もう一つ、化合物の二次代謝のほうは、「Newcotiana」という、これは Nicotiana と New をかけて多分プロジェクト名をつくったのだと思いますが、そのプロジェクトが同じプログラムの中で走っています。EU 全体で植物による物質生産というのを後押ししているという形になっています。また、アジアはそれぞれの国で、韓国やタイは、やはり政府が結構お金を支援してそれを走らせているような形で動いているプログラムがあると聞いております。

【跡見分科会長】 ヨーロッパですと、そういう物質生産でしたら、植物を使うことに関してはそれほど抵抗がないと。それとも一過性の技術だから抵抗がないのか。そのあたりについて何か分かるのでしょうか。

【産総研_松村 SPL】 ちょっと歴史的な話にも関わりますが、最初は、先ほど紹介した組換え植物体を使って物質生産というのを技術開発としてやられていたのです。もともと EU のグループ、あるいはアメリカのグループというのは、それを圃場で栽培して非常に簡単に低コストで大量にやろうということを考えていたわけなのですが、やはりいろいろな規制の問題、あるいは消費者側からの感情などいろいろな問題があって、最終的には一過性で、しかも全部閉鎖型となってきています。いわゆる日本でいうカルタヘナの第 2 種産業利用という中で行われる形で行っています。それに対する消費者側のクレームとか反発というのはあまりないような形になっています。例えば化粧品においては、動物由来のものを化粧品の原材料として使うよりは、動物愛護の観点が非常に強いので、むしろ組換え植物でつくらせた動物性因子のものを使ったほうが良いというような受け入れ方も向こうではあるということ聞いております。

【跡見分科会長】 ありがとうございます。ほかにございますか。それでは、田中様お願いいたします。

【田中委員】 田中です。先ほど、ベンチャーという言葉、そして人材育成のお話しがございました。その人材育成のアウトプットの考え方としては、スタートアップの件数だとか、それが学生なのか、どういった若手の方を想定されるかといったところで、そういう観点でのアウトカムというのは何かお考えで

しょうか。

【千葉大学_関 PL】 PL の関です。大変重要なご指摘をいただきました。どういう方が受講しているかというのですが、現時点では、まだ発酵関係の企業様、あるいはそれに類似したことをされているところの現場のオペレーターというよりは、割と指導的な地位にある方が学ぶというようなことからスタートしております。ただ、期待しているところは、今おっしゃられたように、これから始めようとする学生さんなり、スタートアップを始めようとする方に受講していただきたいといったところもでございます。そういうところへの呼びかけとセットで、実際にそこから生まれた人材が、先ほど申し上げましたように、どこで活躍の場を持ったかということを少し指標にできたらと思います。まだそれほど大規模でスタートできていないところもありますので、どういう方に参加をしていただけるか、その呼び込みが大切だと思っている次第です。先生のご意見は今後の参考にさせていただきます。どうもありがとうございました。

【田中委員】 非常に重要なところだと思いますので、ぜひご検討ください。

【千葉大学_関 PL】 ありがとうございます。

【跡見分科会長】 それでは、時間がまいりましたので、以上で議題5を終了といたします。

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

8. まとめ・講評

【跡見分科会長】 ここから議題8に移ります。発言順序につきましては、最初に本多委員から始まりまして、最後に私、跡見からという形で進めてまいります。それでは、本多様よろしくお願いたします。

【本多委員】 本多です。本日は非常に高い成果が得られている内容をお聞かせいただきました。その中には、大変わくわくとさせられたり、非常に興味深く感じたりといったところもございました。そして、おおむねうまく進行されているものと受け止めた次第です。また、最初のほうでお話しをしたのですが、産業用スマートセルということですから、やはり産業用ということをきちんと認識されて、産業上の生産をするためには、例えば再現性が高いであるとか、環境変化に対して非常にロバストで、むしろ鈍感な細胞をつくる。そのためにはどういったスクリーニング系が必要なのか、あるいは、どういった代謝系のいじり方がよいのかといったところを少し頭に入れながらプロジェクトをさらに発展させていかれるとよいのではないかと考えております。それから LCA に関してですが、確かにプロセスが固まっていなければ計算できないというのは分かるのですが、こういうプロセスならこういう数字が出る、そこがどのように変化をしていたらこういうことになる、そういったこともでもよいので、何かしらのメルクマールといえますか、そういう指標を LCA のグループから出していただかないと、せっかくこの中にある意味がないと思った次第です。私は質問票で「振れ幅」という言葉を使ったのですが、それは、こういうプロセスだったらこれぐらいになる、このプロセスがこういったように、例えば

原料がこのように変化をしたらこうなるとか、精製プロセスがこのように変化したらこうなるといような、そういうことをきちんと場合分けをしながら数値を上げていっていただけるとよいのではないかと考えております。ですので、そのあたりのところで少してこ入れをされるとよいのではないのでしょうか。以上です。

【跡見分科会長】 ありがとうございます。それでは、田丸様よろしくお願ひいたします。

【田丸委員】 三重大学の田丸です。本日午前中から始まりまして、カーボンリサイクリングということで、詳細な部分でのプレゼンテーションを拝聴し、全体像を理解させていただきました。CO₂削減の中で、PLの先生が紹介されたようなバイオマスからのものづくりといったところでは、炭素源になる必ずしもグルコースのような簡単な糖のみならず、C5糖といわれるようなキシロースとか、一般的に酵母が代謝できない、あるいは大腸菌が使えないというケースでのつくり込みというものも考えられるでしょうか。ですので、植物のほうとの連携やサプライチェーンも含めた部分、要するに植物がCO₂をキャプチャして固定化したところのものを、もう少し微生物でうまくものづくりに持っていくという連携を強調していただけたらと思ひました。そうでないと、恐らく食料とかエネルギーの安全保障もそうですが、輸入したものを常に使うというようなことが根源的に日本のボトルネックになる、ものづくりとしてもなっていくと思ひます。個々の研究開発はそれぞれ一生懸命にされており、非常に成果が上がっているものと理解しておりますので、今後は全体のサプライチェーンといったあたりでももう少し議論を深めていただければよいと思ひました。以上です。

【跡見分科会長】 ありがとうございます。それでは、田中様よろしくお願ひいたします。

【田中委員】 東京農工大学の田中です。本日は、午前中から夕方にかけて、本当に先進的な取組を聞かせていただきました。特にホストも多様ですし、真正細菌も真核の単細胞微生物、そして高等植物という多岐にわたる取組の中で、CO₂排出量の削減に資するような技術開発という意味では非常にレベルの高い成果であったと感じております。そういった中で、私が気になった部分としては、ほかの先生方もおっしゃられるようにCO₂の削減効果に関する観点についてです。本日本日一通り聞きながら思ひしたのは、やはり一まとめにして議論をするのは非常に難しいのではないかと。特に最初の微生物の話と高等植物のCO₂削減の考え方とは全然違ひます。かつ、このプロジェクトというのは、あくまでもカーボンリサイクルであって、CO₂削減効果を目指したものでもない。カーボンニュートラルでもないということに関して考えると、やはりCO₂削減が非常に見込める系と、正直、高等植物とかは今そんなCO₂削減を目指さなくてもいいのではないかと感じました。そういった意味では、この辺は本当にCO₂排出量を数十万tレベルで減らそうとしているという話なのかと。あまり下がらない研究テーマも正直あってもいいと思ひますので、そのあたりを整理してプレゼンをしていただけると、より成果が明確になると思ひます。また、最初のほうで私が申し上げたように、367万tという結構細かい数字の削減目標がありましたが、私はそれが絶対的だとは思ひていません。それこそこの分野がどのぐらい寄与するのかといったところが分かると非常に見やすいのではないかと感じました。また、私が非常にいいと思ひしたのは、LCA、TEAのシミュレータの部分で、非常に共通性があつて国内外にアピールできる成果になるように思ひました。そこが非常にキーであり、農業分野でもカーボンクレジットのためにいろいろな計算をしています、データがいかげん過ぎていまいち計算がうまくいかないという状況がございます。それがいかに正確で共通性があるものが出るかというだけで非常に価値が出ると思ひます。そういった意味では、培養生産におけるシミュレータの一つ一つのデータの精度が非常

に高いものを、今日の話の中ではデータでセンシングするような話がありましたが、あれがこのプロジェクトの終わった後、あるいは2030、2050でも通用するような数値になるのであれば、このプロジェクト全体の本当に大成功につながるような成果になるのではないのでしょうか。期待しております。以上です。

【跡見分科会長】 ありがとうございました。それでは、小泉様お願いいたします。

【小泉委員】 科学技術振興機構の小泉です。アメリカやヨーロッパでこういったバイオのものづくりというところにすごく研究費が投入されていて、日本は経産省のスマートセルと現在このプロジェクトが頑張っているということで、もう土俵側にあるというような認識です。このプロジェクトに関しては本当に頑張ってほしいと思っております。朝からいろいろと聞かせていただきまして、なかなかこれは楽しみだというのがたくさんあり、特に最後の研究開発項目3のところまで14テーマ動いていて、さらに6個増えるということで、その中から幾つか大きな花火が打てるようなものが出てきたらいいなと思いつつ伺っておりました。あと、ちょっとこのプロジェクトはかかわらないところかもしれませんが、冒頭でPLの関先生からバイオマスからのものづくりということがございましたから、やはり最初のバイオマス、その原料となるそこをどう調達するかなど、そういったところが肝となりますので、今後そういったところをしっかりと考えるようなことも進めていただけたらよいと思います。簡単ですが、以上です。

【跡見分科会長】 ありがとうございました。それでは、池田様よろしくお願いいたします。

【池田委員】 池田です。本日は、先進的な事業化を目指した技術開発の取組を聞かせていただきましてありがとうございました。目標として炭素循環社会の実現という大きな目標があるのと、もう一つ、バイオエコノミー社会の実現というのを目指していく中で、やはり事業化を常に考えながら進めていく必要があるかと考えます。今すぐの実現はなかなか難しいところかもしれませんが、コストというのがやはり無視できない大きなポイントになると捉えるところです。また、コストを考えたときに、1つは競争原理を働かせることが必要と考えております。今回複数の企業様が入られていますから、企業様のノウハウにするところ、知財にしてオープンにしていくところ、もう完全にオープンにしてしまうところを、個々のプロジェクトというよりは開発全体でうまくバランスしながら進められるとよいかと思っております。もう一つは、コストを下げる要因としては技術開発があるかと考えております。それは今回進められているところでもありますが、もう一つ市場を形成していくというところでボリュームを出していく必要がございます。またそのときに、消費者の需要性、あるいは社会的なニーズをつくっていく必要もあるかと考えます。そこを醸成するためには、やはり個々の取組ではなかなか難しいところもあると思っておりますので、せっきく国の事業として進めているところですし、制度や政策といったものをうまく活用しながら進めていけるとよいのではないのでしょうか。以上です。ありがとうございました。

【跡見分科会長】 ありがとうございました。それでは、多田様よろしくお願いいたします。

【多田分科会長代理】 東京工科大の多田です。一昨年にバイオが日本の重点分野に選ばれましたが、実際は医療や医薬にはたくさんのお金が投入されているものの、それ以外の分野はなかなか重点化されているとは思えないような状況だと思います。その中で、このプロジェクトというのは非常に重要な役割

を担っているものと考えます。NEDO はもちろん、PL、SPL の皆様が私の印象としては結構細かいところまで把握されていて、よくマネジメントされているのではないかと思った次第です。今日いろいろと聞かせていただきまして、資料を読んだだけでは分からなかったところがよく理解できました。かなり有望な成果が出ているのではないかとも思います。基盤技術を含めて、成果が出ているものを活かした上で、個別の実用化のテーマについては、ぜひ実用化できるところには確実にお金を投入して成功させていただきたいと思っております。また、全体的に微生物やカーボンリサイクルについて、私自身もいろいろと勉強になった次第です。どうもありがとうございました。以上です。

【跡見分科会長】 ありがとうございます。それでは、京都大学の跡見からも講評をさせていただきます。今日 1 日報告を受けまして、今回の中間報告としましては、当初目的として設定していただいたものに対して着実に成果が出ているものと感じております。中には、非常に関心をさせられた前進もございました。今回のプロジェクトは、最初の酵素の探索、あるいは酵素工学的なところからの培養条件、それから今回の特徴でもある実生産を目指したスケールアップなど、非常にそれら広い範囲を網羅したものであります。もちろん今までもチャレンジングではあったのだと思いますが、これまでは、どちらかと言えば自分たちのなじみのある環境から出発して研究目的に向かっていたのではないかとも思います。ですので、この中間評価の後、例えば今後スケールアップをしなければならないとか、少し自分のもともと得意なところとは離れたチャレンジングな課題が出てきた際には、この大きな組織を活かし、とにかく情報共有と交換とお互いのデータのフィードバックを十分にすることで非常に飛躍的な進展が期待できるのではないかと思っております。また、途中で少しだけ触れましたが、やはりサステイナビリティということと技術競争の両方があるのだと思いますが、本プロジェクトに加わっている企業は全体のごく僅かですので、この持っている思想といいますか、必要性、あるいは危機感ともいいますが、できるだけ日本の企業にも伝えていき、さらに応募する企業も増えて発展していけたらよいように思います。以上です。

【小林専門調査員】 ありがとうございます。ただいまのご講評に対しまして、推進部長及びPLから一言ずつ賜りたいと思います。それでは、まずNEDO 材料・ナノテクノロジー部の林部長、よろしく願いいたします。

【NEDO 材ナノ部_林部長】 材ナノ部長の林です。本日は長時間にわたり、貴重なご意見、アドバイスを多々頂戴いたしまして誠にありがとうございました。今のご講評の中で出た幾つかのキーワードに対しましては私も感銘を受けた次第です。やはりロバスト性を持って産業用に向かうようなプロセスを私どもはつくっていかなくてはなりません。また、LCA やカーボンリサイクルに関して、事業原簿の中に誤記があったというご指摘を頂戴しました。私どもそのことをしっかりと認識し、受け止めております。今後、訂正させていただくことも含め、そういう足場もしっかりと固めていくこと、そして今後進めていくにあたっては、きちんと考え方を私どもの中でもう一度整理をし、共通の認識を持ち、それぞれお互いがしっかりと評価し合うといったような場をつくってまいりたいと思っております。また、このプロジェクトを事業化にぜひつなげるべきということで、私ども大いに社会的な需要性をつくることも含めて運営を考えていく、そして政策当局とも相談をしてまいりたいと思っております。今後もこのプロジェクトにつきましては、第 2 回の中間評価があり、そして最後には事後評価もございまして。ぜひ見守っていただきながら、貴重なアドバイスを頂戴できればと思っておりますので、皆様どうぞよろしくお願いいたします。私からの挨拶は以上です。

【千葉大学_関 PL】 PL の関です。本日は長時間にわたりまして、このプロジェクト全体に対する評価をいただくための機会を頂戴いたしまして誠にありがとうございました。また、事前に膨大な事業原簿、あるいは評価のための資料を見ていただきまして、その中からたくさんのご指摘を頂戴したことは、事業に参加をしている私だけでなく研究者たちにも大きな刺激になったかと思えます。今日いただいたご意見、ご指摘は大変貴重なものでございますので、今後進めていく上で、できる限り活かしていきたいと考えております。中でも、1つはLCA といいますが、カーボンリサイクルというものをどう評価していくかというところがこのプロジェクト全体に関わるキーになっておるわけですが、十分厳密な同じ土俵の中で比較をしてみるとかそういう基準がまだつくられていない状況がございます。そういったところで、少し粗いものをお見せしてしまったのではないかと思うところがあり、反省点でございます。これについては、事業の中でLCAをやっている研究者と一緒に整えていくといったことも考えながら、評価に堪えるようなものを見いだしていけたらと思っております。それと、事業の後半に向かっては、今日見ていただいたものの中もそうですし、その他いただいたご意見を踏まえて、ある程度重さを変えてこれからやっていくということが必要だとも感じましたので、ぜひそういう方向に進めてまいりたく思います。それと、もう少し大きな課題として、原料をどうするかとか、そういうこともご指摘いただきました。この事業の中でできる部分は反映をさせていきたいと思えますし、それ以上のものについては、またNEDOと相談をしながら、どういった方向があるのかということも、バイオエコノミーへ発展させるという大きな目的に沿った形で進められたらと考えております。この後、ご意見を書面でもいただけるということですが、小さなことでも、私ども気づいていないということも多々ございますので、ぜひ忌憚のないご意見をいただきたく存じます。そして、それを生かし、今後進めていきたいと考えます。改めまして、本日はどうもありがとうございました。

【跡見分科会長】 それでは、以上で議題8を終了といたします。

9. 今後の予定

10. 閉会

配布資料

- 資料1 研究評価委員会分科会の設置について
- 資料2 研究評価委員会分科会の公開について
- 資料3 研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
- 資料4-1 NEDOにおける研究評価について
- 資料4-2 評価項目・評価基準
- 資料4-3 評点法の実施について
- 資料4-4 評価コメント及び評点票
- 資料4-5 評価報告書の構成について
- 資料5-1 プロジェクトの概要説明資料
～I.事業の位置づけ・必要性、II.研究開発マネジメント～（公開）
- 資料5-2 プロジェクトの概要説明資料
～III.研究開発成果、IV.成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し～（公開）
- 資料9 評価スケジュール

分科会前に実施した書面による質疑応答は、全ての質問について質問または回答が非公開情報を含んでいるため、記載を割愛する。

以上