

産業構造審議会 商務流通情報分科会 第11回バイオ小委員会 議事録

1. 日時 令和2年11月17日(火曜日)10時00分～12時00分

2. 場所 経済産業省本館17階 第1共用会議室

3. 出席者

(委員) 大政委員長、大西委員、落谷委員、鎌形委員、河合委員、喜連川委員、
釘宮委員、近藤委員、鈴木委員、高須委員、塚本委員、橋本委員、
林義治委員、別所委員、吉本委員

(説明者) 水無ユニット長(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
(NEDO) 技術戦略研究センター)、

加藤所長(独立行政法人製品評価技術基盤機構(NITE) バイオテクノロジー
センター)、

千葉室長(国立研究開発法人産業技術総合研究所(AIST) 生命工学領域研究戦
略部研究企画室)、

伊藤主任研究員(株式会社日立製作所研究開発グループ基礎研究センタ)、

西原教授(慶應義塾大学医学部臨床研究推進センター腫瘍センターゲノム医療
ユニット)

(オブザーバー) 渡辺企画室長(株式会社日立製作所研究開発グループ基礎研究センタ)

(事務局) 畠山商務・サービス審議官、山本商務・サービス政策統括調整官、

田中生物化学産業課長、保田生物化学産業課課長補佐

4. 議事

- (1) 今後重点的に取り組むべき研究開発
- (2) 医薬品産業における CDMO/CMO の競争力強化
- (3) バイオ製品の普及に向けた取り組み
- (4) これまでの議論のまとめ

5. 配付資料一覧

資料 1 委員名簿

資料 2 事務局資料（バイオ分野における経産省の研究開発の現状）

資料 3 塚本委員提出資料「今後重点的に取り組むべき R&D テーマ候補」

資料 4 NEDO 資料「環境・エネルギー分野へ貢献するバイオモノづくりの展開（現状と課題）」

資料 5 NITE 資料「バイオ×デジタルの推進によるバイオエコノミー社会の実現に向けた取組－生物資源データプラットフォーム(DBRP)をハブとして－」

資料 6 AIST 資料「今後重点的に取り組むべき研究開発について」

資料 7 日立製作所資料「新規生物機能の創出加速に向けたセルフリー合成バイオプラットフォーム」

資料 8 西原氏資料「今後重点的に取り組むべき研究開発 リアルタイムリアルワールドがん医療データシステム」

資料 9 事務局資料（バイオ CMO/CDMO の強化について）

資料 10 事務局資料（バイオ製品の普及に向けた取り組み）

資料 11 事務局資料（バイオテクノロジーが拓く『ポスト第 4 次産業革命』取りまとめ骨子（案））

参考資料 1 産業構造審議会バイオ小委員会の開催及び審議事項について

参考資料 2 バイオテクノロジーが拓く『ポスト第 4 次産業革命』

6. 議事内容

○大政委員長 おはようございます。それでは、定刻となりましたので、ただいまから第11回産業構造審議会商務流通情報分科会バイオ小委員会を開催いたします。

本日は、お忙しい中、お集まりいただきましてどうもありがとうございます。

議事に入る前に、事務局から配付資料について御案内をお願いいたします。

○田中生物化学産業課長 今日の資料につきましては iPad に全部入っておりますので、御覧いただいて、もし操作で御不明な点があれば挙手いただければと思いますが、よろしいでしょうか。――大丈夫ですか。

以上です。

○大政委員長 ありがとうございます。

ウェブの方も大丈夫でしょうか。よろしくお願いいたします。

それでは、委員の出席状況ですけれども、ウェブの方も含めまして全部で15名の委員に御出席をいただいている状態でございます。よろしくお願いいたします。

また、本日は、より充実した議論を行うために有識者の方々に御出席いただいておりますので、ここに御紹介させていただきます。

まず、私の左手のほうになるのですけれども、新エネルギー・産業技術総合開発機構の技術戦略研究センターの水無渉ユニット長でございます。よろしくお願いいたします。

それから、独立行政法人製品評価技術基盤機構バイオテクノロジーセンターの加藤慎一郎所長でございます。よろしくお願いいたします。

それから、国立研究開発法人産業技術総合研究所の生命工学領域研究戦略部研究企画室の千葉靖典室長でございます。よろしくお願いいたします。

そして、株式会社日立製作所の研究開発グループ基礎研究センターの伊藤潔人主任研究員です。よろしくお願いいたします。

また、オブザーバーで、渡辺康一企画室長にも御出席いただいております。よろしくお願いいたします。

そして、最後になりましたけれども、慶應義塾大学の医学部臨床研究推進センターの腫瘍センターゲノム医療ユニットの西原広史教授に御出席いただきます。よろしくお願いいたします。

皆様、御多用のところ御参加いただきまして、誠にありがとうございます。限られた時間でございますが、どうぞよろしくお願いいたします。

それでは、議事次第に沿って議事を進めてまいります。議事次第を御覧ください。

議題1、「今後重点的に取り組むべき研究開発」ということで、本日は議論を行いたいと思います。

まず初めに、事務局から、現在の政府全体の取組の中での経産省の研究開発の位置付けと、それから現状を御紹介いただきたいと思います。よろしくお願いいたします。

○田中生物化学産業課長　それでは、資料2を御覧ください。

現在、経産省で取り組んでおりますバイオ系の研究開発・実証事業について、簡単に御説明したいと思います。

まず1ページ目、大変ラフな図でありますけれども、現在バイオ系の研究開発は、左上の健康・医療関係の、いわゆるレッドバイオと言われているような分野と、さらにはホワ

イトバイオと言われる右下の、ものを作る工学的なところとの分野をやっておりまして、一部、当課ではありませんけれども、資源エネルギー庁のほうでバイオマス燃料の研究開発・実証もやっているところでありまして、おおむねこの赤の破線で囲んである領域を、経産省でバイオ系の研究開発としてやっているところでございます。

具体的に健康・医療分野につきまして、2ページ以降、3ページ目を御覧いただきたいのですが、御案内のとおり、健康・医療分野については、厚生労働省・文部科学省・経済産業省の3省体制で、健康・医療戦略室が司令塔となりまして研究開発を行っておりますが、その中で、医薬品のプロジェクトとして経済産業省では、ちょっと見にくいのですが、青のハッチングをして赤のラインで囲ってあります「次世代治療・診断実現のための創薬基盤技術開発」というものを行っております。これは全体の体系の中では、この「革新的な創薬技術・手法の研究開発推進」という位置付けの中で行っております。赤色が厚生労働省、緑色が文科省というような格好の中で、青色で位置付けられているところを経産省が1つプロジェクトを立てて行っている状況でございます。

具体的に、もう少しブレイクダウンしますと、4ページ目でありますけれども、事業イメージのところを見ていただきますと4本のサブテーマがありまして、1つは核酸標的創薬の技術開発、2番目は抗体の技術開発でございます。3番目としてはバイオ医薬品の患者の層別化マーカーの探索技術と、さらには4番目としてマイクロバイーム制御による治療技術開発ということで、これは今、来年度の予算要求を行っているテーマを羅列しているものでございます。

これが創薬系の開発でございまして、次の5ページ目でありますけれども、もう一つの方野であります再生・細胞医療・遺伝子治療プロジェクトでございまして、これも同様に3省体制でやっておりますが、経産省はブルーでハッチングしております「基盤」というところの部分で、いわゆる基礎から出口の実用化まで、一気通貫で基盤技術開発をやっているところでございます。グリーンが文部科学省、赤色が厚生労働省というような役割分担でやっています。

具体的に、6ページ目でございますけれども、再生医療・遺伝子治療の産業化に向けた技術開発としてどんなことをやっているかということではありますが、右側の事業イメージのところを見ていただきますと、(1)のところは革新的創薬支援基盤技術開発ということで、これはいわゆるOrgan-on-a-Chipと言われるようなMPSプロジェクトでございまして、iPS細胞から分化誘導した各種臓器細胞をチップ上に並べて、薬剤の毒性等を評価する

という技術開発です。

(2)の産業化促進研究事業というのは、これはベンチャー等を含めた企業の再生医療等製品の開発に対する助成事業です。企業助成事業が(2)であります。

(3)は、再生医療製造基盤技術開発ということで、これは再生医療等製品を作るに当たっての量産化技術であるとか、あるいはQuality by Designと言われていますが、新しいコンセプトによる製造方法といったものに対する技術開発であります。

(4)につきましては、これは再生医療等製品をそもそも作るに当たっての細胞原料として、手術余剰物や出産の余剰物といったようなものを安定的に製品に結び付ける供給体制をどう確立するかというような、ある種の実証事業をやっております。

(5)は、これは遺伝子治療に必要なベクターの開発であるとか、そのベクターを培養するホスト細胞の開発といったところで、国産の細胞・ベクター開発をやっております。

以上が健康・医療のいわゆるレッドバイオの分野でありまして、次の7ページはホワイトバイオ、いわゆるバイオテクノロジーを使って化成品を作るというところがございます。これはNEDOを通じて——先ほどのレッドバイオ分野はAMEDを通じて行っていました。こちらはNEDOを通じて1つプロジェクトがございます。

これは、8ページ目に具体的に書いてありますが、いわゆる産業用のスマートセル開発と、それを培養していくというような技術開発でございまして、真ん中辺りで赤で囲ってありますけれども、表中の「産業用スマートセル開発拡大培養」と「生産培養技術開発」というのを具体的にやっております。御案内のとおり、DBTLサイクルを回して、遺伝子改変の微生物細胞や、あるいは植物細胞を作って、それで有用な物質を得るというような技術開発でありまして、9ページ目を見ていただきますと、具体的にオレンジ色でハッチングしてありますが、こういったそれぞれの要素技術開発を行っているところであります。

10ページ目に現在予算要求中の資料を載せておりますが、来年度——「新規」となっていますが、今年度までで一区切りがつくので、来年度からまた装いを新たに、こういったスマセルプロジェクトを、バイオフィアウンドリ、バイオプロジェクトを行っているということがございます。

以上でありまして、バイオ系の分野で経産省でやっているプロジェクトとしまして、健康・医療分野が2プロジェクト、さらにはホワイト系のバイオがNEDOを通じて1件というようなことで、合計3件、今のところはやっているということになります。

以上です。

○大政委員長　　ありがとうございました。

事務局説明に対する御質問は、この議題1の有識者プレゼンテーションが終わった最後にまとめさせていただければと思います。よろしく願いいたします。

それでは、今後産業競争力の強化に向けて政府が取り組むべき研究開発分野について、塚本委員から御意見をいただきたいと思えます。それでは、よろしく願いいたします。

○塚本委員　　おはようございます。今御紹介にあずかりました、バイオインダストリー協会専務理事の塚本でございます。

今日は、今後重点的に取り組むべきR&Dテーマ候補をちょっと話してくれということで、お手元にも多分あると思うんですけども、ちょっと先週いきなり命題をもらって、精査、深く検討していないやつもあるので、取りあえずバイオインダストリー協会の中で、うちがちょうど創薬モダリティ研究会というのを持っていますので、そこではいつも会議をやると100人近い民間の方とか大学の先生も来られて、そういう中から吸い取って出てきたようなテーマが2つと、あと、ちょっとこの小委員会のカバレッジなのかどうか分かりませんが、やっぱり病気だけではなくヘルスケアというところも非常に関心が高いので、そこら辺の提案を含めて、3つを提案させていただくということでお話をさせていただきます。

まず、1つ目のところは、いわゆる核酸医薬ですね。これは本当にポイントだけ書いてあるんですけども、やっぱり既存の低分子とか抗体医薬はもう創薬ターゲットが枯渇しているという状況と、あと、医薬品を創製するにはやっぱり非常に時間がかかると。こういう中で、最近のワクチンの開発でも、いわゆるメッセンジャーRNAですか、その情報でいきなりいろいろワクチンを作っていくと。核酸のところはやっぱり早くできる部分があるということもありますし、いろいろ聞いていますと、核酸は合成等いろいろなプロセスが多重である点でコストがかかっているんで、それを単純化というか、合理化する。そこでかなり開発をしなければいけないようなんですけれども、そういう新しいターゲットとして核酸は非常に注目を集めています。ただ、やっぱり多くの特許は海外に依存している。ただ、そういう中でも国内でいろいろな新たな取組もされて、いろいろな可能性も出てきていると。

そういうようなところで、「開発の眼目」のところに書いてありますけれども、国産プラットフォーム技術をベースに、新規の核酸医薬の合成をやってみたらどうかというところ

があって、それで、特にアカデミアのシーズが出てきておりますので、そういうものを含めてやったらどうか。ただ、これは品質管理の規格化とかいろいろやることは多いと思いますけれども、これを迅速・安価に供給できる体制をつくる、こういう取組がどうかというのが1つ目です。既存のいわゆる創薬との関連性は後でプラスアルファで説明させていただきますけれども、これが1つ目。1つ目のやつは、生物課とあまりきちんとそんなに議論はしていないので、来年予算にも核酸の関係があります。そこで重なってくる部分もあるのかなという感じはしますけれども。

そして、2つ目は、新規の遺伝子細胞治療。これにはもう、専門家の方もここにいっぱいおられるので、いろいろな御意見はあると思いますけれども、やっぱり通常の医薬品は対症療法で、根治療法ではないということ。それと、既存の遺伝子細胞治療というのは――あれはどこだったですか、キムリアだったか、結局1人の治療に数千万円から億円という、それが本当にずっと続くわけがなくて、やっぱり根本的にやるには、恐らくキーワードはひょっとしたら「他家」ということと、コストが10分の1どころか100分の1になるぐらいのことを目指していかないと普及はないのではないかと個人的には思うんですけれども、ただ、やっぱりそこに布石を打つというのにはあり得るかなという感じがしていて、課題としては多いと思いますけれども。

それで、開発の眼目としては、既存するベクターとか新規ベクターを含めて、そういう細胞治療による根治療法の提供ということを旗頭に取組をやってみたらどうか。アカデミアのシーズを、いろいろな格好で商用化に持っていくための体制整備も含めてやったらどうか。

ちょっと私も昨年、欧州をずっと回って、結局イギリスなんかでも、アドバンスセラピーかな、何かのそういうようなグループが特にロンドンに集まったりして、それが恐らく向こうの政策だとカタパルトと連動しながら盛んな取組をやっていたと思いますけれども、そういう事例もありますけれども、まあ、日本の中には非常に優れたものもありますので、こういうものに取り組むというのも将来の課題としてあるのではないかと。これが2点目でございます。

ちょっとここまでで、先に、4ページ目にちょっと入れてありますけれども、別紙ということで、いわゆる「医薬品モダリティ間の相違」ということだけをここに書いてありますけれども、既存の医薬品というのは低分子とか、あと抗体が今どんどん出てきていますけれども、やっぱりターゲットがもう枯渇してきていると。こういう部分があって、やっ

ぱり次の分野としては核酸医薬、そして遺伝子細胞治療と。細胞治療の場合は根治という可能性も出てくるということで、ほかの薬とはまた違う部分もあるかもしれませんが、こういうようなところを目指して将来検討していくというのもあるのではないかなと。これは、うちの中の研究会で出てきたやつをまとめるとこんなものが提示されてきているので、1回こういうものも含めて今後議論いただければありがたいかなというふうには思っています。

ここまでが2つの施策ですけれども、3つ目としては、ちょっと医療というよりもヘルスケアサービス評価のための実証試験みたいなことで、今このバイオ戦略、このいわゆる産構審とは別に、CSTIのほうで、全省庁を含めてバイオ戦略というのはあるわけですが、そちらのほうでは健常時から病気、そして病後を含めての、いわゆるシームレスなデータ連携によって、どうやって健康な社会をつくっていくか、こういう議論があるわけですが、そういう中で、ヘルスケアサービスというのは個々に見るといろいろな民間ビジネスはありますよね。うちの中にも数人、フィットビットを腕に巻いて、全部会社に報告されて、あと全部アメリカにデータが行っているらしいですけれども、何か話を聞いていると、やっぱりアメリカ発信のデータを元に、いろいろな指導というか案内が来るのですけれども、ごく普通の人に言うと、「いや、あなたはアスリート並みです」とか言って、全く違う、ピントの外れたやつが来るとか。それは、日本人をベースにしたしっかりしたものがいないからそういうことになるのかなと思ったりするんですけれども。

個々のところの民ビジネスはあるのですけれども、やっぱり、いわゆるここで提案したのはまだいろいろなアカデミアの先生とかそういうところにきちんと相談しない段階で提案したやつなので、非常にあまり熟度は高くないのですけれども、やっぱり健康度というか、測定する、それに関してきちんとした実証実験があって、それをベースにして民ビジネスがあるという、そういうのが必要なのではないかと。

それで、これは本当に先生方に相談せずに、では、「健康度」というのは、これはいろいろな言い方があります。ちょうど「未病」という言い方とか、いろいろなことがあるので、固定した言い方はないのかもしれませんが、そういうものがいろいろな——私なんかはよくNHKの「ガッテン！」なんかを見るのですけれども、「ガッテン！」のああいうお茶の間レポートから言うと、いわゆる仮説としては、恐らく「健康度」というのは食事と運動と睡眠と、そしてあと認知症とかああいうことになってくるとコミュニティとの連携度とか、あと、はたまた人の固有ないわゆる性別、あとゲノムとか年齢とか、いろいろなこと

が関係するのかわかりませんが、そういう因子で、一定の相関なり何かがあるというのがあるのであれば、そういう中からやっぱり一定の指標を出して。私なんかは実際糖尿なのですけれども、薬は飲んでいませんけれども、ヘモグロビンは絶えずチェックはしながらやっているのですけれども、まあ、感覚的に言うと、食事と運動ぐらいがやっぱり大きく効いてきて、その中の——これも感覚ですけれども、運動はいくらやっても10のうちの3ぐらいしかつかない。やっぱり食事、糖質の、過度なコントロールはあれですけれども、適度なコントロールのほうが7ぐらい効いて安定するとか。ちょっとこれは実体験でしかないのですけれども、そういうような、ある程度、恐らく認知症だったり高血圧だったりイメージしながら「健康度」というのをどうコントロールしたらいいか、そういうのが恐らくアカデミアや医師の先生を含めてある程度実証されると、そういうのがベースになっているいろいろなビジネスなんかやられると、非常に安心したビジネスが育っていくかなど。ちょっとこれ自身は非常に成熟度が低いので。ただ、うちのヘルスケア研究会というのがありますので、そういう中の議論を踏まえて、こんなことが将来のテーマとしてないだろうかということで、ちょっとそんなことを一応提案させていただきました。

私からの提案は以上でございます。

○大政委員長 ありがとうございます。

それでは、塚本委員からの意見陳述につきましても、議題1の最後に質疑応答等をまとめたいと思います。

早速ですが、(3)有識者からのプレゼンテーションに移りたいと思います。5名の先生方にそれぞれお話をいただくということでございます。

それではまず、産業競争力の強化に向けて、政府が取り組むべき研究開発分野についての御提案ということで、NEDOのユニット長の水無さんからよろしく願いいたします。それでは、お願いします。

○水無渉ユニット長 NEDO技術戦略研究センターの水無です。では、座って発表させていただきます。

今日は、「環境・エネルギー分野へ貢献するバイオモノづくりの展開」ということで、現状と課題について整理をしております。

今日のアジェンダですけれども、このような流れで御説明したいと思います。今般、菅総理も、2050年に実質的に温室効果ガスゼロを目指すということで、大きく舵を切っているということもありますので、バイオ分野でもここにいかに貢献するかというのが非常に

重要だというふうに思っています。

そこで、今日の報告のポイントをここにまとめましたけれども、バイオ化学品あるいはバイオ分野でよく言われることが、「コストが高いですね」とか、あるいは、「バイオって分かりにくいですね」と。「環境に対してどのような貢献をしているかというのが、あまりにも分からないよね」という意見を頂戴します。

そこで、まず、左側ですけれども、では、バイオ化学品を考えた場合に、どのようなコストアップの要因があるのかということのプロセスフローの中でまとめました。それから、右側ですけれども、では環境にどのように貢献するかという観点について、LCAの報告、これがどのような形でされているかというのを分析してまいりました。まだこれは始めたばかりですので、まだ詰まっていない部分もありますけれども、今日御紹介をして、いろいろな御意見をいただいてさらにリバイスしていきたいというふうに思っています。

課題に対して、技術的な解決策、あるいは制度的な制度設計による解決策、あるいはターゲット市場、これからのものについて事例を挙げて御紹介したいというふうに思います。今回、特に非公開という資料が多分に含まれておりますけれども、これは秘密情報というよりも、有識者の先生方に御意見を伺って、もっと詰めた形で課題提起あるいはプロジェクト化等を考えた課題設定の提案、こういうものにつなげていきたいということで考えておりますので、そのようにお受取りいただければというふうに思います。

それでは、進めてまいりたいと思います。

まず、コスト分析です。通常、プロセスフロー、バイオ合成あるいは化学合成、このような流れでものが作られていくと。少し小さくて申し訳ないですけれども、まず原料があります。バイオ合成の場合には、多くの場合がバイオマス原料。これを使って、生物機能を使って合成する。これが①②のところになりますけれども、黄色でハイライトにしています。

バイオの特徴というのは、選択性が高い。それから、常温・常圧で反応しますので、環境に優しい合成プロセスであるということが言われますけれども、その半面、水溶液で合成するということから、水溶液中からものを取り出す、製品を取り出すということに非常に負荷が高いという点。それから、反応温度が常温・常圧でできるというのは利点なのですけれども、温度をかけて反応速度を上げるというような、化学プロセスでよく使われるようなことがなかなか成立しない。それから、水溶液で反応しますので、廃水が大量に発生しますので、そこをうまく処理してやらないとコストがマッチしてこないということが

あります。このように、まとめますと、原料の課題があります。それから、プロセス上の課題があります。それから、ダウンストリーム、ものを取るところの課題、これが大きく分けると3つあるというふうに理解しています。

ここで、文字面で大変申し訳ないのですが、まとめますと、原料で、バイオマスというのは非常に水分が多くて運ぶのにお金がかかる。あるいは、かさ高いですから、同様に大量の容積がかかるということで、原料が高いですねというのが一つの問題。それから、バイオ合成・反応プロセスについては、これも繰り返しになりますけれども、水溶液中で反応させますので、いい点と悪い点がある。いい点をうまく活用して、悪い点に対する技術的な対策が必要だと。これはダウンストリーム、最後のところも一緒だというふうに考えています。

次からが例示になりますけれども、ここに示すように、原料の調達課題ですということで、これは移動に対して炭酸ガスの排出量の比較をしております。移動させるのに、コスト指標として、代替指標としますけれども、コストがかかりますと。それから、これは日本独特ですけれども、糖を輸入したときに、国内の精糖産業を守るために調整金という形でプラスされた価格でしか買えないということ。それで安く調達しにくいですねと。

それから、バイオマスの賦存量、これを示しておりますけれども、そこそこあるのですが、多くの場合は焼却されているということになります。ですので、これをうまく活用してやることによってバイオマスは有効に使えると。ただ、これらを全部足し合わせても、大型の化学品を作るには量的には足りないと。ですので、バイオマスの増産、あるいはバイオマスではない廃棄物を活用するようなケースも考えられるのではないかとというふうに考えています。

それから、反応プロセスですけれども、通常は、ここに示すような通気攪拌槽でありますけれども、この場合には——すみません、資料が分かりにくいですが、連続系がなかなか取りにくいということもありますので、新たな反応プロセスが必要ではないかということになります。

それから、これは水溶液中で反応させるので水を大量に使いますね、あるいは後工程で水の処理が重要になりますねという事例で、コハク酸の場合をケースとしては挙げております。このように、大量に水を使いますということが言えるかと思えます。

次に、LCAの課題についてですけれども、LCAについては、事例のところの次のページのグラフを見ていただくと、2000年以降——ごめんなさい、「0」が1つ飛んでいます

が、年々報告は増加しております。これはバイオだけではなくて、全体としてLCAに関する論文は出ています。ただ、ここに「バイオ」というキーワードをかける、あるいは「バイオベース」というのをかけると、数は少ないのですけれども、「バイオ」については2014年頃から急激に増加してきているという傾向が見られます。ただ、バイオ化学品を示すような「バイオベース」ということを掛け合わせると、その比率はそんなに高くないかなということで、まだまだこれからだというふうに思っています。

それから、中身を分析しますとどうしてもコスト指標が中心でありまして、「環境」であるとか、あるいは「社会」であるとか、それに対する「影響度」については必ずしも触れられていないと。それから、多くの場合にLCAは、それを実施したい側が、意図的というのは言い過ぎですけれども、都合のいいところを切り取って使う面もありますので、その点については注意が必要かなと思っています。

それから、これは各国の施策ですけれども、これは簡単に言います。各国、バイオエコノミー戦略の中に紐づけられて、Push要因、それからPull要因でいろいろな施策を講じているということが言えます。

次は飛ばしまして、最後、技術開発の視点から、17ページを見ていただきたいのですが、ここに「環境エネルギー分野へのバイオテクノロジー活用の施策案」ということで、1、「技術開発の視点から」、それから「制度設計の視点から」、それから「ターゲット市場領域の視点から」ということで、文字面になっておりますけれどもまとめております。これも途中発表で含まれているところも多いのですが、技術開発の視点から言うと、まずバイオマス、原料を安く調達できるようなバイオマス増産。例えばゲノム編集等を使った増産であるとか、そういうことも検討すべきではないかと。次に、バイオ合成に関しては、やはり水をうまく使うということが重要ではないかというふうに考えております。

それから、制度設計については、これも同義ですけれども、バイオマス資源をいかに安く安定に調達できるかという制度設計等が必要かと。それから、スタートアップのときに、何らかの産業化支援策によってマスを稼いでいく、マスをスタートさせるということも重要ではないかというふうに考えています。

3番目、ターゲット市場ですけれども、やはり何らかの形で、フラッグシッププロジェクトのような、ある程度マスを稼げるようなものを設定して、国としても支援するべきではないかというふうに考えています。ただ、これは個社の競争を阻害するというか、その影響を考えた上で取り組むべきかなというふうに考えております。

あと、事例をさらさらっと流します。ここに示すのは、先ほどコストアップ要因を図としてまとめたところですが、この中で4か所、やはり技術的には施策を講じる必要がありますねと。

次、20ページを見ていただくと、では原料系をどう使い回すかと。いろいろなプロジェクト、今走っているところがございます。非可食部分をうまく活用する、あるいは都市ごみをガス化して、発酵してエタノールを作る。このようなプロジェクトもされておりますので、これを有効に活用していくということが重要かと。

それから、次、21ページのケースですけれども、通常は目的のものを作るのが一般的ですけれども、最近増えてきているのが回収しやすいような形で生産する。例えば、エステル化をすることによって抽出ができるであるとか、沸点を下げて揮発させる、それで回収するようなケースや研究例も出ておりますので、トータルコストを考えた上で技術設計をすることが重要ではないかというふうに考えられています。

それから、22ページは飛ばします。

それから、23ページから3枚ほどは、ではバイオプロセスでどういう成功例があるのかというのをまとめています。

1つは、バイオコハク酸。23ページです。これは化学法で当時作られておりましたけれども、バイオマス資源をうまく使うことによって、化石燃料よりも原料よりも今は安く作れるようになってきていると、こういう事例があります。これは反応プロセスをうまくいじったからということがあります。

それから、24ページは、バイオプロセス設計の成功事例ということで、スパイバーさんはタンパク、これをベースにして構造材に適用しようとしていると。それから、味の素さん、Cargill、これの例は、合成の代謝プロセスをうまく設計することによって、特許回避であるとか収率向上、こういうことを達成することによって事業化を急いでいるということですので、まだまだスマートセルの技術を展開するような場面があるのではないかと、いうふうに思っているところです。

25ページは、反応プロセス。いろいろな反応プロセスで低コスト化ができるのではないかと。

それから、26ページも成功事例ですけれども、バイオ法のアクリルアミド、これは発酵法ではありませんけれども、これが化学法を凌駕したような実績としてありますので、これも水をうまく使う、触媒をうまく使うということがキーポイントかというふうに思っ

います。

制度設計に関しては、これは27ページですけれども、やはり原料から製品までいろいろな支援が重要ではないかというふうに考えているところです。

それから、最後、ターゲット市場。30ページです。これも個社としては付加価値の高いもので利益を取りながら進めるケースが多いとは思いますが、国の施策として、ある程度ボリューム感が狙えるようなターゲット、特にバイオの場合には骨格に「酸素」であるとか「窒素」であるというものをうまく活用することによって、バイオマス資源の原単位をうまく活用するというんですかね、通常、ポリオレフィン等ですと炭素と水素しかありませんので、バイオマスに含まれている水、酸素や窒素は飛ばすしかないのです、そこは回収できないということを考えると、酸素や窒素が含まれているようなものがターゲットとしては良好ではないかと。具体的には、有機酸であるとか、あるいはラジカル重合系であるとアクリル酸とかメタクリル酸とか、そういうものが酸素を多分に含みますので、合成は技術ハードルが高いですけれども、例えばそういうターゲットを選定してやっていくということもあるのかなというふうに思っています。

以下、31ページは、このターゲット市場の観点から、産業界がどういうニーズを持っているかということ、それから高機能品で開発されている事例、それから生分解性ポリマーの事例、これを示しております。こういうようなものから立ち上げていく、あるいは大型プロジェクトを設定しながら取り組んでいく、この両面が必要ではないかと思っています。

32ページは、ターゲットイメージでお示ししておりますけれども、横軸が数量、それから縦軸が単価ということで、現状は高価なものは高機能化学品が中心ではありますが、次に高機能エンブラ、あるいは生分解プラにターゲットを絞りながら、最終的にはミドルマスの点線、青で示したようなところの領域を攻めていくのがいいのではないかと。もちろん、バイオ燃料系、汎用化学品も目指したいところですが、日本の場合にはバイオマス資源がそう十分ありませんので、例えば国際連携でアジアと組むというような形でこの辺はスコープに入ってくるのではないかと考えています。

33ページに、現状取り組まれているナショプロについてマッピングをしております。まだまだ強化したい領域があります。原料系、それからダウンストリーム、ここはこれからも連携が必要ではないかというふうに考えているところです。

これは最後になりますけれども、別の視点として、環境に貢献するバイオテクノロジーの活用という面では、例えばフードあるいはアグリテック、このような取組もあるのでは

ないか。でも、今日の議論としては別の議論だと思えますけれども、農林水産業から発生する温室効果ガスも多分に多いということも言われておりますので、その対策としてバイオテクノロジーを使うという観点も今後議論していくべきではないかというふうに考えています。

以上、まとめますけれども、今日特に、バイオ化学品に対して、コストアップの要因について分析を行いました。それから、LCAの観点で、この取組がどの程度環境に優しいかということについて、まだまだこれからの部分がありますねというところがあります。これらを併せまして、技術開発、それから制度設計、そういうもので支援・活動していくべきではないかということで、今後これらを詰めていきたいと思っておりますので、また有識者の先生方をはじめ、御意見をいただけたらと思っております。

以上です。

○大政委員長 ありがとうございます。

それでは、引き続きまして、NITEの加藤所長のほうからお願いをいたします。

○加藤慎一郎所長 NITEバイオテクノロジーセンターの加藤でございます。本日はよろしくお願いいたします。座ってやらせていただきます。

本日、私どもNITEからは、生物資源データプラットフォームの整備・拡充について御紹介いたします。

次のページが本日のアジェンダとなっております。

御存じのように、微生物の機能の利活用はバイオものづくりの鍵となっており、最近ではSpiberのタンパク質製品やカネカの生分解性プラスチックなどの日本発の代表的なバイオ由来素材もありますが、海外でも、例えば人工肉バーガーの風味として使われている遺伝子組換え酵母由来の大豆のレグヘモグロビンなど、様々な産業で微生物の活用が根強く基盤として使われております。

私どもNITEバイオテクノロジーセンターは、世界有数の9万株を超える微生物遺伝子資源を保管しておりまして、これを産業界や大学に提供しておりますとともに、カルタヘナ法執行支援や、あるいは微生物に関連した安全あるいは有用性に関する情報を提供しておる行政執行法人でございます。

こちらのスライドは、バイオ戦略の基盤的な施策として、市場獲得を実現するデータ連携の促進ということがうたわれているものでございます。バイオ戦略の中には、現状の課題について、我が国はこれまでバイオ関連で様々な研究開発や技術開発が行われてきたも

の、データベースは散在しており、イノベーションに必要なビッグデータ化はほとんど進んでおらず、産業界やアカデミアの情報も集約されないまま今日に至っているとの課題が書かれております。国を挙げてデータ基盤の戦略的な整備や連携を進め、バイオデジタルの融合によるバイオ産業の発展のための基盤として強化していくことが急務と考えております。

その一環といたしまして、私どもN I T Eは、2017年に閣議決定されました「未来投資戦略」に基づき、保有する微生物のデータを集約した横断的データベース、通称「生物資源データプラットフォーム（DBRP）」を構築し、昨年6月に運用を開始しております。このDBRPでは、生物資源センターでもあるN I T Eが保有する数万株の微生物にひもづく様々なデータや情報を公開しているほか、最近では他機関が保有する生物資源データの公開も始めております。これは後ほど御紹介します。また、S I Pのスマートバイオ産業・農業基盤技術プロジェクトに参画いたしまして、理研や遺伝研が保有する様々なデータベースとデータ形式を合わせて連携を図っているところでございます。さらに、DBRPの中に、特定のコミュニティに制限してデータを共有するためのクローズド機能を構築しております。このような機能を持つDBRPを核とした今後のバイオデジタルの推進施策について、幾つか御紹介をしたいと思います。

6ページのスライドでございます。こちらは、DBRPをハブプラットフォームとして、我が国の微生物関連情報の流通促進を図ろうというコンセプトでございます。例えば、企業や大学が保有する様々な有用微生物と、それらにひもづく情報をDBRPに登録してもらうことで、「見える化」し、使ってもらえる機会を増やすという考え方です。

最近、DBRPに、味の素をはじめとした企業や公設試験機関が保有する微生物の情報を登録し、公開いたしました。例えば、味の素の菌株については、バイオセルロース生産能などが知られており、また、テクノスルガ・ラボの腸内細菌株には酪酸生産能などの産業有用性につながりそうな情報が付与されております。各機関で苦労して収集したり構築した有用微生物の情報を、自社内にとどめるだけではなく、これをDBRPに登録して公開し、マッチングの機会を増やそうという考え方です。利用条件は、提供者と利用者間で決めていただくこととなります。今後、合成生物やマイクロバイオームといった領域で大きな展開が期待されるバイオ分野において、バイオマス分解菌、抗生物質などの二次代謝産物生産菌、機能性腸内細菌など、各機関で収集・解析された微生物の情報を一元的に登録・公開していくことで、我が国の微生物遺伝資源の情報の利活用を図っていく、そし

てイノベーションにつなげるという考え方です。

同様のことが、NEDOプロジェクトをはじめとした国家プロジェクトのデータの一元化にも言えると考えています。国プロで得られた微生物遺伝資源に関連したデータを個々の機関でお蔵入りにすることなく、DBRPに一元的に集約し、公開していくことで、例えばスマートセルプロジェクトにおける物質生産に関連した構築株や育種株の情報、健康維持への有効性が示唆された腸内細菌の情報などを登録・公開することで、国プロの成果を効果的・効率的に研究開発や社会実装に利用できるのではないかと考えております。これがまさに、公的データベースの特徴である中立性・持続性といったメリットを生かした使い方なのではないかと考えています。

次の7ページは、ソリューション提供という新しい取組について、例を挙げながら御紹介します。ここで紹介するのは、通称「微生物リスク情報統合プラットフォーム」というコンセプトです。

食品や工業製品の産業界においては、製造時の食中毒菌をはじめとした危害微生物の混入は共通の課題となっており、特に来年6月からのHACCPの義務化や、あるいは新型コロナウイルス対応などで現場のより一層の衛生管理が求められている中、こういった混入菌に対しての迅速な同定と対応策が求められます。しかし、これまで危害微生物に関する情報は個社内で閉じており、社外との共有はされてきませんでした。そこで、こういった情報を集約・統合して課題解決に活用するため、複数企業でコンソーシアムを立ち上げて、個社で得られた危害菌とその情報、例えば素材、季節、室内温度といった情報をDBRPの制限共有データベースに登録していただき、企業名や製品名等のセンシティブな情報は匿名化した上で共有化し、さらにAI解析などを行うことで、危害菌の迅速同定や危害微生物の発生傾向あるいは予防対策などにつなげていくことができるのではないかと考えております。NITEでは、多数の微生物のMALDI-TOF MSデータを保有しており、最近ではこのMALDI-TOF MSデータが微生物の迅速同定に有用ということで注目されております。こういったデータと企業が保有するMALDIデータをともにDBRPに集約して活用することで、迅速同定の精度がさらに上がるのではないかと考えています。

8ページのスライドは、これまでの概念をまとめたものでございます。DBRPをNITE保有微生物の単なるデータベースにとどめず、我が国の保有する有用微生物に関連した情報や国プロで得られたデータを一元的に集約し、公開することで、微生物資源関連の

データの流通促進とデータの利活用を図っていきます。また、個社対個社のマッチングにとどまらず、産業界などの特定のコミュニティの情報を集約・統合することで、AIなどのデータ解析と連携させることで、個社では解決が難しい産業界としてのニーズに応えるソリューションとなるシステムを開発して社会実装につなげていくためのデータプラットフォームというコンセプトを考えております。既に今年度から始まったNEDOバイオファウンドリプロジェクトにおける、培養データ駆動型統合バイオ生産マネジメントシステム、通称「データドリブンiBMS」の構築に向けて、NITEも生物資源データベース担当として参画しております。今後、このような形でのソリューション提供型のコンセプトとしては、このNEDOバイオファウンドリプロジェクトもその一環と考えております。

最後は、ちょっとNITEのお話になりまして恐縮なのですが、NITE生物資源センターであるNITE NBRCの基盤整備施策でございます。私ども、9万株を超える微生物を保有して提供しておりますが、主な業務である寄託・受入れ・保存・分譲といった業務は現在全て人に依存した形で行われております。こういった業務につきまして、時代に合わせて自動化させていく必要性を強く感じております。加えて、保有する微生物の培養や抽出工程にも自動化を導入することができれば、例えば企業や大学でハイスループットに機器分析を実施していただくことで、保有する9万株の微生物に情報を高速に付与して公開していくことができます。これによって合成生物のための素材データや、マイクロバイームに関連する微生物の機能性データなどが加速的に付与されるのではないかと考えております。

10ページは、これまでのお話のまとめでございます。

以上でございます。

○大政委員長 ありがとうございます。

それでは、引き続きまして、産総研の千葉室長からお願いをしたいと思います。どうかよろしく願いいたします。準備ができたからお始めください。

○千葉靖典室長 産業技術総合研究所の千葉と申します。本日はよろしく願いいたします。それでは、座って説明させていただきます。

まず、本日お手元に、私どもの研究領域の紹介資料を配付させていただいております。詳細につきましては、今日は時間がございませんので省略させていただきますけれども、産総研、今年度から第5期中長期計画に入りまして、その1年目になっております。特に社会課題の解決という部分を非常に注目しておりまして、生命工学領域は特に少子高齢

化——もちろんゼロエミッション社会とか資源循環型社会という部分もあるのですが、生命工学領域におきましては少子高齢化等の社会課題の解決という部分に主眼を置きまして、また、経済成長、それから産業競争力の強化に貢献するイノベーションを創出するということをミッションとしております。

課題としましては、そこにお示ししておりますが、「次世代医療基盤」、それから「生物資源高度利用」、また「先進バイオ高度分析」という3つの柱をつくりまして、生命工学領域、大体研究者は280名ほどおりますけれども、この研究者が様々な研究を展開しているということになります。

さらに、今年度からは、産総研は7領域ございますけれども、6ページ目でございますが、この領域間の融合というものを実施するというので、全市的な取組として、この融合研究センター、融合ラボというものを構築しております。

生命工学領域のほうでは、次世代治療・診断技術研究ラボというラボを設立いたしまして、少子高齢化に対してQOLを向上させるような高品質・高機能・高精度な治療・診断技術の開発というものを、生命工学領域に限らず、5領域から研究者が参画して、バーチャルなラボですけれども開発を進めているということになります。この中では、今、新型コロナウイルスの関連で対策を新たに、この中でも実施しているということになります。

今日は、産総研の中で中長期的な社会課題の解決、それから産業競争力の強化という部分では短期的な目標というのが幾つかございますが、その中で主に短期的な部分で現在着目している部分について、ボトムアップ的な視点から紹介させていただきたいと思います。

3ページ目になりますが、これはもう御存じのとおり、釈迦に説法かと思いますが、大気中のCO₂の吸収ということで、植物を利用した吸収以外に、微生物での大気中のCO₂の吸収という部分でいろいろな取組が行われております。このような開発にはエネルギーが必要でして、太陽光、太陽電池、電気、あるいはメタンやエタノール等のエネルギーと水素などを利用して、有用物質の生産というのが既に行われております。

4ページ目ですが、実際にもものづくりの例として、既にこのような多数の例がございます。CO₂の吸収という観点で、ゼロエミッション社会を実現するという部分で、こういう技術というのはさらに加速されるべきではないかというふうに我々も考えております。

先ほど、水無様のほうからも御紹介がありましたとおり、我々、このCO₂の吸収にとどまらず、廃棄物の利用という部分に着目しております。廃棄物については、先ほどお話がありましたとおり、バイオ廃水ですとか畜産排泄物、それから加工残渣、フードロス等々

で出てくる廃棄物というのは非常に多数ございます。この部分の廃棄物中の有機物とか、あるいは排気を利用した資源化という部分で、先ほどお話もございましたとおり、ランザテック社の例をここに記載しております。積水化学さんと実際に進められているということで、ごみを部分燃焼してガス化して、ガス培養をしてエタノールを生産するという技術については、既に取り組がされているところです。

我々のほうとしましては、産総研の中で今考えている例の一つになりますけれども、このような植物等から加工・流通・消費等が出てきました廃棄物・廃水等につきまして、当然のことながら、この余剰汚泥を焼却して、CO₂を濃縮して、これを使うということにはなるわけですが、ここから、まずガス培養を使って細胞外の高分子物質——ここでは「細胞外多糖」というものを想定しておりますけれども、こういう微生物を使うことによって、一旦可搬性の有機物を生産し、この可搬性の有機物を活用して、現在のスマートセル事業とかで利用されているような有用物質の生産へ活用する。あるいは、こういうEPS (Extracellular polymeric substances) からメタンへの高効率な生物変換等を行って、スマートバイオガス発電を行うというようなことができるのではないかとということで提案を考えております。この廃棄物・廃水等から、直接高EPS菌を主体として、廃水処理プロセスでEPSを作るということも可能ではないかと考えているところです。

具体的な例になりますが、ここでお示ししているCO₂の固定EPS生産菌というのは昨年報告されておりますけれども、こういうような菌は多数存在すると考えられますので、今後、様々なゲノム情報からEPS生産能を有するような菌を特定して培養するような実用化というのが必要ではないかと考えております。

それから、高EPS生産菌を主体とする物質生産型の廃水処理プロセスという観点では、下水——実際幾つかこういうような細胞外多糖を生産する例というのは知られておりますけれども、我々のほうでも下水処理する膜分離リアクターのほうで、EPSと思われるような膜閉塞というのが生じているという結果を得ております。こういうような物質は非常に簡単に回収が可能ですので、一番知られている例としてはナタデココのような細胞外多糖ですね。ああいうようなものを分離精製するということで、可搬性の有機物を回収してきて、これを活用するということが今後期待できるのではないかと考えております。

EPS自体は様々な有用物質生産にも使われますし、それから、4番で示している右側の図ですけれども、このようにEPSの転換によってバイオガスプロセスにおけるメタンの生成量が増えるという結果がもう分かっております。こういうようなことで、様々な活

用が考えられます。

9枚目ですけれども、これは既にS I P事業で進んでいる中身になりますけれども、このようなE P S生産菌ではなく廃棄物をさらに利活用して、藻類を使って有価物の生産をするということも当然考えられるかと思っております。

ここについては、様々な課題がございます。まだまだここは理想論で、産総研の研究者も様々な部分で開発が必要と考えております。こういうようなものが将来的に新たな資源循環に有効ではないかというふうに我々は考えているというところです。

残りの時間は、短い時間で恐縮ですが、もう一つ、今産総研が、特に企業さんとお話している中で、ここの部分が最近特に指摘されております。それは動物実験の代替法の開発という部分になります。皆様御存じのとおり、最近では動物愛護団体が株主となって株を取得されて、不要な動物実験をやめるように株主総会で提案するような、動物愛護団体というのが増えてきております。そういう観点で、日本も同じような状況にありまして、特に医薬品とか化粧品のメーカーさんというのは既に3 Rということで、この3つの開発を進められておりますが、最近では特に食品業界さんのほうでも動物実験ができないということで、様々な苦勞をしているということで御相談を受ける機会が多くなっております。既にAMEDのプロジェクトのほうで、生体を模倣するようなシステムということで、Organ(s)-on-a-Chipというような、チップ状に臓器を作りまして、これを接続して、個体を模倣するような仕組みというものの開発が進められております。13枚目に産総研で開発している例をお示ししておりますが、幾つかの臓器を作りまして、それを接続するような形で毒性評価等を行うようなケースが行われております。

あとは、3次元モデルということで、血管付きの3次元肝臓組織のモデルなどの構築も産総研のほうでは行っております。

あと、右側にはセルベースアッセイの系も持っておりますが、こういうようなin vitroでの合成評価系、それから細胞培養系というのは既にできておりますが、特にin vivo系というのがまだまだ開発が必要ということで、特にヒトの免疫系を模倣するような仕組みというのが今はないということで、こういう部分。それから、in silicoでのデータの活用という部分で開発が求められておりますので、こういう部分を今後検討していければいいのではないかと考えております。

すみません、時間をオーバーしましたが、以上となります。ありがとうございました。

○大政委員長 ありがとうございました。

それでは、引き続きまして、日立製作所の伊藤主任研究員からお願いしたいと思います。
よろしくお願ひいたします。

○伊藤潔人主任研究員　日立製作所の伊藤と申します。本日はよろしくお願ひいたします。

まず、こちらは本発表のサマリになりますが、本日は主にデジタル技術から見たときに、このバイオに対してどうやって貢献できないかという、バイオ課の皆様や先生方と議論してきた内容をまとめて紹介させていただきます。

まず、スマートセルプロジェクトで我々が取り組んできたところから御説明をさせていただきます。

このスマートセルプロジェクトでは、主に我々は、このDBTLサイクルにおいて、これを加速させるAI技術の開発に取り組んでまいりました。具体的には、いわゆるディープラーニングを使った新規代謝経路の探索技術であるとか、あと、豊富にある文献情報から代謝設計を提案するAI技術など、そういった開発に取り組んでまいりました。

しかし、改めてDBTLサイクルを俯瞰してみますと、やはりドライとウェットの境界で、まだまだ人間への洞察、知見が必要な状況となっております。具体的には、いろいろな設計データというのはin silicoで出せるのですが、それをどうやってビルドへ持っていくか、そういった選択にはやはりまだ人間の知見や洞察が必要。または、もう一度デジタル、in silicoの世界に戻すにしても、どのようなデータ、どのような条件で絞り込むかといったところは、まだ人間の知見が必要といった具合でございます。

そこで、次のチャレンジとしましては、よりデジタル起点、デザイン起点の新規生物開発に移行できないかということで、細胞を使わない——先ほどもin vitroの紹介例がありました、そういったセルフリーを用いたデジタル開発というのができないかというのが考えていることでございます。

セルフリー技術というのは、御存じの方も多いかと思いますけれども、生物細胞を用いる場合に様々なメリット・デメリットがございますが、我々が注目しているのは、やはり単純な設計が可能であること、かつ、解析評価が早くてデジタル技術へのフィードバックが早いため、親和性が高いことだと考えております。

もともとセルフリー技術というのは、ピンポイントの研究開発用途で用いられることが多かったものでございますが、合成バイオ技術、これらの進展によって、物質生産に展開させようという研究開発の取組も事例としては増えております。例えば、右下、イソブタ

ノール合成などでは、まだ実用には課題はございますけれども、微生物よりも高収量な物質生産を達成したといった事例、こういったことが増えております。

あと、一方で、*vitro*の中で代謝系を構築できるようになったことで、先ほど申しましたラピッドプロトタイピングに応用するような事例というのが近年増えております。

一つ、海外事例を紹介させていただきますと、欧州では、この合成バイオの研究プラットフォームとしてセルフリー系が再注目されております。例えば、ケンブリッジ大のほうでは、低コストのDNAプログラム環境として、生物学者だけではなくて物理学者や工学者、こういった異分野融合のプラットフォームとして使おうという取組が始まっております。同じように、ドイツのほうでは、マックスプランクのほうが中心となって、こういった合成バイオ研究でも活用が進んでおります。一方では、実用化動向としましては、スタートアップなどでセルフリーで起業する例というのが増えておりまして、まだまだ物質生産の産業活用というのは萌芽段階とは言えますけれども、今後の成長が期待される分野とも言えます。

改めて、デジタル技術の観点から、セルフリーの特長というのをこちらにまとめております。セルフリーの特長というのは、条件探索やAIモデルの作成で生体モデルよりも優位だと考えております。

一つは、やはり設計の評価が簡単なことで、具体的には試料と原料を混ぜるだけで評価が終わり、かつ自動化にもかなり向いたプロセスであるということで、細胞ではできないような様々な条件探索、そういったことが可能になります。

もう一つは、この生物現象をAIで理解させるという取組。これはスマートセルでもいろいろと取り組んでまいりましたが、細胞ではやはり全体を理解することができず、一つ、かなり条件を絞ってAIに技術を適用することが多かったのですが、セルフリーなら系を丸ごとAIでモデル化するようなことが可能になると考えております。

こういったセルフリーを、では物質生産にどういったふうにするかというユースケースの例は、ハブ化合物からの物質生産があるのではないかと考えております。いわゆるハブ化合物というのは物質生産で頻用される前駆体でございますが、これは現行もハブ化合物生産に特化された微生物などは開発されてきており、この先、例えば特定物質を作るための代謝経路というのをセルフリー系を用いてラピッドプロトタイプする、こうしたことで新規物質の生産株の開発が迅速化されるのではないかと考えております。

そして、この考え方を発展させれば、セルフリーというものをパーツ化して、ある意味

in silicoの上ではいろいろとセルフリーを使って試行錯誤する。そして、最後にパーツの混合でアセンブリしてしまうといった、そういった新規生物機能構築フレームワークに発展させられるのではないかと。

そういったことで、今後の研究開発としましては、このセルフリーを使っていくためには、合成バイオパーツを規格化して、設計だけではなく、合成・評価のオートメーションであるとか、先ほど申しましたシャーシ株のようなアセンブリプラットフォームと相互に接続できるように、互換性・接続性などを担保するような規格、標準のようなものが必要になってくるのではないかと考えております。これによって、設計システム、評価オートメーション、アセンブリのプラットフォームなどが統合されて、いわゆる性能・品質が設計段階からある程度予測できた、バイオ物質の生産システムの構築につながるのではないかと考えています。

再掲となりますが、サマリとなります。まず、この発表では、セルフリーを合成バイオに活用するラピッドプロトタイピングについて紹介させていただきました。研究開発動向としましては、研究用途から物質生産などに対して適用対象が拡大しているとともに、合成バイオの研究開発のプラットフォームとして改めて再注目されていること。デジタル技術の観点から言えば、条件探索、あとシステム全体のAIモデルの作成の観点で、かなり細胞に対して優位であること。または、既存の物質生産株についてもハイブリッドアプローチのようなことが考えられることをお話しさせていただきました。最後に、合成バイオ、このセルフリーを生かしていくためには、やはり設計・評価・アセンブリ、これらを密結合させる必要があり、そのためには互換性・接続性の担保など、そういった標準規格などを考えていく必要があると考えております。

発表は以上となります。ありがとうございました。

○大政委員長　　ありがとうございました。

それでは、続きまして、慶應義塾大学の西原教授からお願いいたします。先生、どうかよろしくお願いいたします。

○西原広史教授　　慶應の西原です。私のほうからは、がんゲノム医療の立場から、医療ビッグデータ等のデータベースの今後の方向性について少し御提案をさせていただきたいと思っております。

提案プロジェクトとして少し仰々しい名前をつけておりますが、これについては最後に御説明したいと思っております。

まず、がんゲノム医療において、知識データベースを使っているということに関しては皆さん御存じだと思いますので、その背景は省略しますが、例えば今、がんゲノム医療というのは、患者さんから右のほうに向かって検査を行っていくときに、実はもう既に様々なデータベースを参照しております。SNPだとT o M M oやHGVD、長浜コホート、それから変異情報に関してはMG e ND、そして今、C-C A Tというがんゲノム情報管理センターにデータが集まってきて、ここからまた参照データとしていろいろ使えるような状況になってきております。

しかし、それが保険診療で始まって1年なわけですけれども、実際のデータを——これはうちの慶應のデータなのですが、3～4割の方に何かしらこういう薬がいいのではないかという御提案はできるのですけれども、治療に入っている人は10%です。はっきり言ってしまえば、全然有効に活用できていないと。これはなぜかという話なんです。データベースとしての意義はもちろんあるのですけれども、我々もデータベースを常に見ていますけれども、データは出てくるのですが実際には使えないデータばかりというのが——まあ、ちょっと言い方はエキセントリックですが、そういう状況になっております。治験情報もたくさんC-C A Tから来ますよと言って、1人に対して100ぐらいの治験情報が来ますけれども、使える治験は1つか2つしかない。それが今の現状です。

さらに、がんゲノム医療が発展すれば医療費の削減ができるのではないかという、このコンセプト自体が実は幻想ではないかと私は思っており、それでちょっと一例を紹介すると、例えばこれ、肺腺がんでE G F Rと遺伝子変異のある患者さんと想定しますと、従来のがんゲノム医療の前は、殺細胞性抗がん剤を半年やって、そこで効かなくなって緩和ケアに入る。これが、このがんゲノム医療が始まりまして、コンパニオン診断が行われると、抗E G F R医薬は1年効きますので、これが大体1年効くのですが、ここで再発してしまうと。その後、今のレジメンドと、免疫チェックポイント阻害というのは保険で使えますが、大体この場合は効かないことが分かっていますので、3か月で効かなくなります。その後、そうすると今度は、最後に殺細胞性抗がん剤を2か月使って、患者さんはかなり疲弊した状態で緩和ケアに入って1か月でお亡くなりになると。ですから、生存期間は1年ぐらいは延びているのですが、医療費は明らかに高騰します。しかも、この最後の3～5か月ぐらいの治療は科学的にあまり効いていないんですね。効いていないけれども投薬しているという状態です。欧米はどうしているかといいますと、抗E G F R薬を1年間やって、ここで効かなくなったら、もうこの先は治療しないです。ただ、患者さんはこ

の段階では疲弊していませんので、緩和ケアに入っても4～5か月間御存命です。そうすると、実際の予後はあまり変わらないのですけれども、医療費のかかり方が全然日本と違っているという。これが多分、日本の保険医療における体制。つまり、患者さんに「保険診療で認められている治療なんだから、やってくれ」と言われたら、病院は断れないんですね。その結果こういう状況になっております。ですから、日本の保険医療制度でがんゲノム医療をどんどん進めていくと、多分医療費はどんどん上がっていくというのが現状ではないかと思っております。

また、C-CATも、データベースの利活用で利用益を得てデータベースの運用を継続的にやりますと言っておりますが、多分これも幻想ではないかというのは皆さん気付いてきており、例えばMDアンダーソンは、既にもうそうした方向性を諦め、つくってきた医療データを、使用料でお金を取るのではなくて、包括的に自由に使ってくださいと。その代わりに、共同研究契約があればということで、楽天さんは既にこうしたアライアンス契約を結び、医療データをある程度自由に使いながら、全然違う方向での共同研究を進めるという方向になってきて、こうなってからMDアンダーソンでは医療データベースの利活用がものすごく進んでいるという現状があります。

そういったことを踏まえて、がんゲノム医療の現状のデータベースの問題点をここにちよっと書きましたけれども、まず、実は、C-CATに電子カルテからデータを入れるというところなのですが、自動化されているという名目なのですが、実際やっている我々からするとほとんどが手入力になっておりまして、イメージ的には、軍艦の中を開けてみたら人が手で漕いでいたというような感じになっております。さらに、その後にC-CATから出てくるデータも、C-CATから来る報告書は、実はほとんど全部全て、腫瘍内科の先生が全部目を通して手で直しております。だから、全て手作業なんですね。これが日本のデータベースの現状でありまして、これでは多分、将来的にはもう行き詰まってしまうと。

ですから、理想的ながんゲノム医療体制の中でどういうふうにデータベースをつくっていくか。多分これは皆さんがよく御覧になっていると思いますけれども、今、保険診療では一番最後のところにゲノム検査が来ておりますけれども、最初の段階で、リキッドバイオプシーも含めてスクリーニングのレベルからどんどんゲノム検査をしていって、そして、そのフェーズの中で、どんどんいろいろな知識データベースと自動化された中でデータのやり取りをしなければいけないのですが、患者さんの動向が常に動いておりますので、定

点観測的なデータでは全然勝負にならないというのが現状だと思います。今までの厚労省・文科省が作ってきたデータというのは、これは全部定点観測でありまして、その時点でのデータは入りますけれども、その後の動きがない。

多分、産業活性化に行く場合には、こうした動的情報があるデータでなければいけないというふうに思います。私たちが今考えている事は、まず診断情報というのは電子カルテから取ってくるのでは駄目で、確定的な診断情報というのは実は病理にあります。それから、ゲノム情報は一人一人固有の情報ですが、個人情報との絡みもありますけれども、これをどうやって使っていくか。それから、レセプト情報が患者さんに対して行われた資料で一番有効な情報ですので、これをどう組み合わせっていくか。そして、常に個人情報が入りますので、同意がいつでも取れるようなシステムでなければいけない。電子カルテが駄目なのは、電子カルテの中には1人に対して20ぐらいの診断名がついております。これは保険診療をカバーするためなんですね。そうすると、自動で取ってきたら、この人は本当に何の病気が分からないという状況になっております。

そこで私たちが今考えているのが、こういう動的情報ですね。イメージ的にはもうGoogleマップかなと思っています。患者さんが、どこの病院で、どういうゲノム情報の人で、どんながんの人が、今どんな治療を受けているというのがリアルタイムに分からないと、こうした情報を有効活用できないと思っております。これを今我々のグループで作ろうと。さらに最終的には、治療のところが今日本にはありませんので、治験病院をつくらなければいけないと思っています。これは保険診療の枠からはみ出ますので、民間保険会社が実は非常に今興味を持ってきております。つまり、ある程度の保険に入っている人は、臨床試験というような形で最終的に、自費診療といいますか、民間保険でカバーされた治療にチャレンジしていくというような病院をつくっていかないと、こうしたデータベースを活用した出口に行かないと思っておりますので、今、私たち慶應のグループでは、バイオバンク等も活用しながらこういう動的な医療データベースを作れないかということで、既に電カル、レセプト情報や病理情報などをしっかりと活用できるような形の枠組みを今構想しているところであります。

ちょっと時間もありませんので、以下の情報についてはディスカッションの中で、もし御質問があれば御紹介したいと思います。

以上です。

○大政委員長 ありがとうございました。

それでは、今いただきました5つのプレゼンテーション、それから事務局説明、塚本委員からの意見陳述も併せまして、議題1「今後重点的に取り組むべき研究開発」についての審議に移りたいと思います。

御意見、御質問のある方は、お手元のネームプレートを立ててお知らせいただきまして、御発言が終わった際にはネームプレートを元の位置に戻してください。オンラインからの御発言の際は、Teamsの機能または実際に画面上で挙手をお願いしたいと思います。今から20分ほど行いたいと思います。

それでは、よろしく願いいたします。いかがでしょうか。

○河合委員　いろいろプレゼンテーションをいただいたのですが、多くの発表が、微生物の持つ能力をうまく利用して、これをバイオの進展につなげていこうというものであったかと思います。そういった意味では、NITEさんのやられている微生物資源のデータプラットフォーム、これをうまく利活用するということが一つのポイントではないかなというふうに思います。

昔は、いろいろな微生物を作る医薬上の有用物質、そういったものをうまく利用するというのをやってこられたわけなのですが、新しいものという意味では、枯渇化して衰退する傾向にあるというふうに思います。しかしながら、微生物が作るいろいろな物質が生物間のいろいろなケミカルコミュニケーションに寄与していることが知られていたり、いまだに非常に重要なファクターであると思います。NITEさんのやられているこういうデータプラットフォームの中に、こういった微生物の作るいろいろな化学物質のデータとかも組み込まれていれば、それを共有化する中で、物質生産や、有用物質の探索などに役立つのではないかなというふうに思いますので、ぜひともその辺を新しい手法を活用して、どんな微生物がどんな物質を作っているのかということもそのプラットフォームの一つに加えてほしいと思います。

それから、あともう一つは、やっぱり微生物といっても液体培養で培養できる微生物だけではなくて、従来の方で培養できない微生物も多くいるわけなので、こういった微生物の作る例えば化学物質であったり、遺伝情報であったりというようなものも工夫されて蓄積されていくと、より有用なものになるのではないかなと思いますので、意見として申し上げます。

○大政委員長　ありがとうございました。既存のNITEの様々なバックボーンを活用する、プラス、物質の話が出てきたと思います。これを産業へ向けてということが多分キ

ワードとして入ってくると理解いたしました。ありがとうございました。

それでは、次、橋本委員、よろしくお願いいたします。

○橋本委員 プレゼン、どうもありがとうございました。非常に幅広い話題で、バイオテクノロジーを利用していろいろなことがまだまだできていく可能性があるんだということが理解できてよかったのですけれども、ちょっと思ったのが、今の時代というか、どなたかプレゼンの中で言われていましたけれども、今、先を考えた場合に、SDGs的な観点が非常に重要になっている中で、いま一つそれが皆さんのプレゼンの中で取り組まれていなかった印象があって、経産省全体でまとめるときには、課題としてはやっぱりSDGsみたいなところにもうちょっと重点を置いて、逆にゲノムとか遺伝子みたいなところにすごくフォーカスされていたのですけれども、SDGs的な観点を入れるともうちょっと見え方が違ってくるのかなと。例えば、カーボンナノファイバーの話なんかもNEDOの中でちょっとだけ紹介されていましたが、そういうものも重要なのではないかとか、あと、もう一つ、バイオプロセスの話でちょっと、水を多用するんだというような話があって、ではそれはSDGs的な観点を入れたときに本当に将来に向けて必要な——必要なというか、水を多用するということがソリューションになっていくのかと。もしかしたら、バイオプロセスを考える際には水を使わないようなプロセスも考えていかないといけないのではないかとか、ちょっと、だから、観点としてそのSDGs的な観点が不足しているのではないかということ。

もう一つは、それと同じような話でもあるのだけれども、グローバルな観点ですね。バイオマスの調達のためにゲノム編集の技術を使ってみたいなことでもコストを下げるような話題もありましたけれども、グローバルの観点でいけば、ではもうちょっと安くバイオマスを調達する方法が別にあるのではないかとか、何となく議論が今までの延長の中で語られているような要素もあったような気がして、SDGsという観点をもっと強く入れて、今までの考え方を改めるべきところは改めてもいいのではないかなというふうに思いました。

以上です。

○大政委員長 ありがとうございました。視点を2ついただいたと思います。1つはグローバルな観点から、2つ目はSDGsですね。お話は出てきませんでしたけれども、ESG投資等も当然関連してくることと思います。こういう観点から全体を包含してみると、より一つ一つの重要性が分かるのではないかという御意見だったと思います。ありがとう

ございます。

それでは、吉本委員、よろしくお願いいたします。

○吉本委員　日立さんがプレゼンされましたセルフリーのラピッドプロトタイピングを含めたものづくり設計の仕組みについて興味深く拝聴したのですが、最後のほうにございましたセルフリーの合成バイオパーツの規格標準、国際標準の動向について、既にどういう規格づくりとか規格競争が始まっている、日本はどんなポジショニングにあるのかというところを教えていただければというのが1点と、こういうプラットフォームをつくる上で、日立さんはちょうどライフサイエンスもICTも両方の経営資源を持っていらっしゃいますけれども、いわゆる純粋なベンダーさんというよりは、どういうノウハウを持ったプレーヤーがこういうプラットフォームをつくることのできる可能性があるのでしょうかという2点、質問できればと思いました。よろしくお願いいたします。

○大政委員長　　よろしくお願いいたします。

○伊藤潔人主任研究員　　御質問ありがとうございます。

まず、1点目、グローバル、標準が既存どんなものがあるかというところ。まず、個人で知る限りとなりますけれども、この合成バイオ界隈では、SBOLという規格と、あとシステムバイオロジーで先行したSBMLという規格が、デジタル世界では先行して事例となっております。SBOLというのは、いろいろなパーツの、ある意味デジタルからウェットまで、一つデジタルデータとして管理するような規格でございますが、こうしたいわゆるパーツのような振舞いといったところは、いま一つ策定が検討されているようなところで、まだまだこの部分というのは固まっていないという理解でございます。いわゆる、どちらかという設計をどう表現するかといったデジタル側だけで、やはりデジタルとウェットの境界、ここをどう規格化していくかというので参入余地があるのではないかと考えています。

もう一つは、このプラットフォーム化するときどのようなことが必要かというところ。これもやはり1社だけで決められるものではないですし、いわゆる我々のようなICTプラットフォームであるとか製造装置のメーカーだけではなく、ユーザー企業、そういったところと議論しながらする場をつくって決めていくものではないかと考えております。

○大政委員長　　ありがとうございます。今の規格は、これは企業主導ですか、産業側からの提案ですか。

○伊藤潔人主任研究員　　恐らくやはり、まず産業側からニーズを出して決めていくもの

ではないかと思えます。

○大政委員長　　では、今幾つか説明されたのは、産業側からのニーズで企画ができていないものではない、ということですか。お名前を挙げた2つほどの規格。

○伊藤潔人主任研究員　　まだちょっと議論は不十分なところで、今後議論させていただきたい点でございますが、やはり生物の振舞いまで含めて規格化するので、産学両方を交えた上で決めていかなければいけないものではないかと考えております。

○大政委員長　　分かりました。ありがとうございます。

それでは、次、鈴木委員、よろしく願いいたします。

○鈴木委員　　ありがとうございます。2つほど申し上げたいと思えます。

今日のいろいろなお話聞かせていただきましてありがとうございました。技術開発に関しての進展が、こういうふうに進んでいるんだというのが理解でき、私は非常に勉強になりました。ありがとうございました。

最初のコメントとしてまず、レッドバイオとおっしゃっていた部分ですが、医学方面の技術のところと思えますが、こちらでは基礎的な技術開発をしていくということだったのですけれども、実際に現場で使われていく、あるいは製品化されていくという点においては、「医療」あるいは「治療」あるいは「検査」に関して、再生医療あるいは遺伝子治療といった分野に関しましては、やはり今までの一般的な、いわゆる大量生産をするような技術とはちょっと違うところがある点や、低分子薬とかと比較してそもそもの特性が違うところにフォーカスを当てる必要があると思えます。言い換えればそういった特性の違いの整理ができていないといけな思われますし、再生医療の分野は、既存の医療技術を判断する際に用いる考え方で判断をするということが行われると問題が発生する分野なので、そういう意味では、今回の経産省のプロジェクトとしてふさわしいかどうかの判断がつかないのですけれども、こういったモダリティの違う技術に対しての価値の評価というものに対しての考え方を整理し、一つの切り口だけではなく幾つかの考え方を持たなければいけないと思えますが、このことについての整理をしておく必要があるのではないかなというふうに思えます。やはりコストだけの問題に収斂しても問題だし、治療効果の考え方とか整理する必要があります。これらをどう考えるかというのは非常に難しい問題なのですけれども、ぜひ、どこかで一度取り組んでいく必要があるのかなと思えます。やはりより現場に近い、臨床の現場に近い役所の方々が考えると、どうしても既存の医療技術をベースにした考え方に引張られてしまうので、やはり経産省のように合理的にも

のを発想して技術から考えていこうという方々が、新しいものの考え方を導入してこういった問題に取り組んでいただくというようなことがあるとありがたいなというふうに思います。

それから、もう一つ、御説明の中で西原先生にデータベースのお話をしていただいたのですが、リアルワールドデータのところのデータベースのあり方につき、すばらしい御指摘だと思ったのですが、レセプトデータそのものが実際の治療の中身を現すわけではないということがあるとのことで、リアルワールドデータとして使えないというような御趣旨と理解しましたが、ここら辺は、データベースをどうするか、医療データベースあるいは個人情報も含めたそういう健康情報をどうしていくかということは、とても大切な問題だと思います。今後、これらの課題に取り組まないと、実際に治療とか医療技術の発展の最後の出口のところにある臨床現場におけるデータ構築そのものが律速になってしまうのではないかとということをとっても危惧しておりますので、これについては今後ぜひ取り組みをしていただきたいというふうに思っています。

以上です。

○大政委員長 ありがとうございます。モダリティ間の違いも含めた多様のある物差しをつくってほしいということと、最終的な出口としてのデータベース、これは誰がつくる、ということと、どこが運営するとか、いろいろ課題はあると思いますけれども、必要性についてコメントいただきました。ありがとうございます。

釘宮委員、よろしく願いいたします。

○釘宮委員 御説明ありがとうございます。1点、簡単になのですが、今回の審議事項のポイントとして、日本企業が国際競争力を持ち得るかどうかが一つ切り口として上がっていたかと思えます。今回の御発表の中で、様々な研究であるとか取組の御説明があったかと思うのですが、その中で、海外でこういった取組がありますという資料がある一方で、日本企業が国際競争力を持ち得るかどうかが一つ切り口がいま一つ深く掘られていなかったかなという感想がありまして、そちらについてもう少し見ていただけたらと思います。

○大政委員長 ありがとうございます。大変重要な視点をいただきました。他国との比較はありましたけれども、では我が国でこれをやったらどういうふうな形で国際競争力を持ち得るのか、そういう観点からの取りまとめが必要というふうに理解しました。大変重要な視点をいただきました。ありがとうございます。

喜連川先生、よろしくお願ひいたします。

○喜連川委員 非常に勉強させていただきました。ありがとうございます。

ちょっと2つ質問させていただきたいのですが、1つはN I T Eさんのところなのですが、化学物質というのは御案内のようにケミアブの中に登録されているわけですが、あれは歴史上見ると指数関数的に増えて、情報技術が化学の世界を大きく変えたと言われていす。ところが、物材でも、例えばN I M Sが持っているものというのがあまり多くないんですね。その領域ディペンデンスーがありまして、このバイオの部分というのはどれぐらいの加速係数で今上がろうとしているのかという何かあれがありましたら、ちょっと教えていただきたいのですけれども。

○加藤慎一郎所長 ありがとうございます。バイオの中でも、例えばメタゲノム情報とか、これはいわゆる遺伝子断片の配列情報ですが、遺伝研がデータベース化しておりますが、これはもう本当に数年で10倍とか、指数関数レベルでどんどんデータが蓄積しております、今は数百万を超えていると聞いています。

一方、私どもが行っております生物資源データプラットフォームの場合は、生物資源、すなわち微生物の情報、例えばそれは探索したり、育種をして構築したりする微生物の情報ですので、どうしても数的には限られてしまうため、どちらかという直線的に増えていくような印象かと思っております。

○喜連川委員 我々は遺伝研と一緒によくやっていますので、またよろしくお願ひします。

もう一つは、慶應大学の西原先生にちょっとお伺ひしたいのですが、先生がおっしゃられた10%というのは、この間僕もJ D D Wで講演しましたら同じ基調講演セッションの別の先生がお話されておられて、いやあ、大変だなと思っていたのですけれども、その問題は、要するにハーベスティングしている情報の量がまだ閾値に達していないということ、即ち、長く見ればそこに達する可能性がある。しかし、先生おっしゃられたのは、ヒトでのインターベンションが多過ぎるから、増殖傾向で加速係数が著しく低いので使い物にならないのではないかとおっしゃっておられるのか、本質的にこれはやり方として駄目なのか。つまり、後のほうでおっしゃいましたダイナミックマッピングのような、動的情報について先生はおっしゃられたと思うのですけれども、あれも原則同じような問題に突入する可能性はあるわけですよ。ちょっとお伺ひさせてください。

○西原広史教授 大事な御指摘ありがとうございます。先生のおっしゃった2つの要点

が両方とも実は問題としてありまして、動的なデータベースにすることでもしかしてクリアできる部分というのは、やっぱりスピード感のところですね。実際やっぱり私たちが患者さんのデータを見たときに、この治療だったらいけそうだというふうになっても、もう実は間に合わないという患者さんがほとんどなんですね。もう治験が終わっていたとか、それから患者さんの状態が、検査が終わるのに2か月以上かかりますので、その間にもうお亡くなりになってしまったりとか。しかも、参照データベースが半年前や1年前のデータだったりすると、もう全然そのときの情報が古くて使えない情報になっていると。例えばその間に効かないという新しい情報が出ていたりとか。ですから、やっぱりリアルタイムにすることで、そこはクリアできると。ただ、もう一つのほうの課題に関して、やはりデータがマニュアルキュレーションになっていて、アブストラクションも含めてやはり非常に精度が低い、スピード感もないということで、データが成熟しないという点は、動的になったとしても、システム自体が何か改善しないと同じことになる可能性はあると思っています。だから、そこはちょっとこれからの課題だと思っています。

○喜連川委員　いろいろ我々も医療系のベンダーとかにお伺いしたのですけれども、論文の文書はポエムになっていまして、その解釈にはもう人が入らざるを得ない。ワトソンもそれをやって失敗したというところがあるので、何か、医療分野における根源的な課題ではないかなと思っていますので、何か、GANのようなものを使って増産するようなことを考えないといけないのではないかなと思っています。またよろしくお願ひいたします。そのガンは、「がん」のガンではない、AIのものです。よろしくお願ひいたします

○西原広史教授　はい。

○大政委員長　ありがとうございました。

活発な御議論ありがとうございました。時間の都合上、次の議題に移ります。

それでは、議題が変わりまして、議題2「医薬品産業におけるCDMO/CMOの競争力強化」について、事務局から説明をお願いいたします。

○田中生物化学産業課長　それでは、資料9の「バイオCMO/CDMOの強化について」という資料を御覧になっていただきたいと思います。

まず、1ページ目でありますけれども、バイオ医薬品市場の成長ということで、医薬品に占めるこのバイオ医薬品の割合が上昇しております。下のグラフで、ちょうど真ん中のところが2020年でありますけれども、大体25%弱ということでありまして、特に売上げの上位100位を占めるものについてはバイオ医薬品が約半数、さらに言えば世界的なメガフ

ファーマのブロックバスターの大部分がバイオ医薬品であるという現状になっています。バイオ医薬品については、2019年から2026年まで大体年平均成長率として9.6%ということで、従来型の5.5%と比べても成長領域であると言えます。

2 ページ目を見ていただきますと、そんな中で、国内で販売されるバイオ医薬品のうち抗体医薬品の販売は増加傾向にあるのですが、その9割が海外で生産されているという現状であり、国内で生産されるものは極めて限られるという現状です。

3 ページ目を見ていただきますと、バイオ医薬品の製造における特徴でありますけれども、いわゆる普通の低分子薬と比べますと、分子量で言いますと桁違いにバイオ医薬品は大きいと。低分子薬が自転車ぐらいだとすると、バイオ医薬品はジャンボジェット機ぐらい。そのぐらい大きいものでありますので、したがって、その開発コストとか、あるいは製造コストに至っても、いわゆる普通の低分子医薬品と比べても大変高くなっているということでもあります。

そんな中で、4 ページ目でありますけれども、医薬品産業においても、これは初めの第9回のバイオ小委員会でも御説明いたしましたけれども、やはり開発と製造のそれぞれのリスクが大きくなっておりますので、ほかの業種で見られますように、こういった水平分業といったものが、こういった医薬品産業、特にバイオ医薬品の中で見られるようになってきております。いわゆる大手ファーマはその開発にリソースを集中し、作る場所は外部に委託すると。そういう中で、このCMOとかCDMOといった企業群が成長してきているところであります。

5 ページ目を見ていただきますと、現在のバイオ医薬品におけるCMO/CDMOの主なプレーヤーでございますけれども、右側の円グラフであります、トップはスイスのロンザでして、韓国のサムスン、さらにはドイツのベーリンガーインゲルハイムが続き、4番目に日本の富士フイルムが入っております。さらに日系で申し上げますと、青色でハッチングしておりますが、AGC (旭硝子)、あとはJSR (日本合成ゴム) といったような、異業種の方々がこのバイオ医薬品のCMO/CDMOに参入されているという状況です。

6 ページ目に具体的なトップの企業の概要を書いておりますが、ナンバーワンのロンザは、ここに書いてありますように遺伝子・細胞治療に強みがあるということで、420近くのバイオ医薬品に対応するということす。サムスンについては、大変製造能力が高い、設備容量が高いということが注目される点でありまして、さらにドイツのベーリンガーインゲルハイムにつきましても、様々なところから受託して事業を行っているという状況でござ

ざいます。

7ページ目は、そういった中でグローバルに活躍している日本の、日系のそれぞれCMO/CDMO企業群でありますけれども、共通して言えることは、海外のこういったCMOなどを買収しながら、こういったグローバルな市場に出ていっているという特徴があります。

加えて、8ページ目は、主に国内に拠点のあるCMOといったようなものはどんなものがあるかということで、アピやカルティベクス、神戸天然物化学といった企業がございませぬ。

そういった中で、9ページでありますけれども、今後医薬品の分野の中でバイオ医薬品が成長してくる中で、このCMOに対する期待・ニーズがどういうものかということで、業界の研究機関がアンケートを取ったデータを載せております。

抗体医薬品では委託のニーズというのが左側の表でありますけれども、このCMOというのは国内外関係なくであります、国内企業がCMOに過去委託した経験、あるいは今後5年間委託する予定について聞いておりますけれども、6割強ぐらいで引き続きこのCMOを使っていくというような状況であります。

右側の表のほうでありますけれども、これはCMOの所在地、簡単に言うと、国内のCMOを使うのか、海外のCMOを使うのかということであります、内資企業、つまり国内企業にとって、抗体医薬品、遺伝子治療、あるいは細胞治療、再生医療については、やはり国内にあるCMOを使いますというニーズが高い一方で、中分子薬とか核酸については、CMOの所在地は関係ないというような意見がございませぬ。

そういった中で、10ページ目、論点でありますけれども、今後日本の国内の、日系のバイオCMO/CDMOの競争力強化を考えたところで、こういったことをすべきかということであります。日本のバイオ医薬品製造業の競争力強化とか、あるいは今回のコロナのようなこういった非常事態で、国内に製造の基盤を維持しておくという観点、さらにはベンチャー企業やアカデミアが開発した医薬シーズを実際に製造していくと。そういった観点から、やはりこのバイオCMO/CDMOの強化というのが必要ではないかと考えております。そのためにはどういった施策が必要なのかということです。

そもそも、バイオ医薬品の国内製造の割合が低い理由として幾つかここに書いてございませぬけれども、まず、製薬企業が国内のCMO/CDMOに委託しにくい理由としては、そもそも製造実績がないとか、あとは人材が少ないとか、市場としてそもそもグローバルに

供給するのであまり国内のCMOに委託する必要もないとか、そういった様々な理由がございます。そういう中で、我々政府としてもやはりこのCMO/CDMOの競争力強化をするに当たって、どういうことが考えられるかというのが一番下のところの箱に書いてございます。

1つ目は、このCMO/CDMOというのが、より新しい現場のニーズというのを早くキャッチしてもらうために、我々が行っている国プロ、ナショプロのプレーヤーとしてなるべく参画してもらい、より新しい知見を得てもらって、次にどういった方法で作ったらいのか、開発したらいいのかという最新の知見を、ナショプロに参画することを通じて習得してもらおうということで、よりナショプロに参画してもらおうというのが1つ目であります。

2番目は、これは前回の小委員会でも議論しましたが、やはり現場で実際にものづくりをする人材が不足しているということでありますので、前回議論いたしましたように、生産現場での人材育成の何らかのプログラムを国としても立ち上げて、その中で人材育成を図っていこうと考えております。

以上、簡単でございますが、事務局からの説明です。

○大政委員長 ありがとうございます。

それでは、議題2について審議に移ります。御意見、御質問のある方、お手元のネームプレートを立ててお知らせいただき、終わりましたら伏せていただければと思います。

それでは、河合委員、よろしくお願いいたします。

○河合委員 非常に理解できるポイントではあるのですが、企業がCMOとかCDMOなんかに委託しようとするときに、その抗体医薬品などの開発のプロセスを考えなければいけないと思います。最初のフェーズ1、フェーズ2は非常に少量でいいのですが、フェーズ3あるいは上市ということを考えると、ピボタルなバッチというのは非常に大きな設備で製造することが必要になってくるんです。そうなってくると、最初のフェーズ1、フェーズ2ぐらいの量は簡単に頼めるけれども、では実際に上市の段階に行ったらちょっと別のところに頼まなければいけない、あるいは自分のところで製造しなければいけないということになると、非常に負担が大きいということになります。バイオ医薬品の場合、プロセスが複雑で簡単にほかのCMOに委託できないという現状があると思うんですけども、そうなってくると、初期から上市まで一貫してできるロンザみたいところに頼むということになってきます。だから、現実的には、このCMOがちゃんと日本でほかの海外の企

業と太刀打ちできるためには、大量製造のところまでちゃんと面倒を見てくれる、そういった能力が必要になってくると思います。ですから、今後、今の時点で先行しているロンザを初めとした委託メーカーに追い付いて行って顧客を勝ち取るためには、上流の培養のところから、その後の品質管理あるいは品質保証のところまで一貫して効率的なやり方で、それでなおかつ比較的安くできることが必要です。効率的なやり方をやればそれだけ安いものができるわけですから、安くできるということのを売りにして、それで競争をしていくということをするしかないのではないかと思います。今の時点から競争に参加するということでは、大きなタンクを造って競争するというのは時代遅れになってしまうかなと思いますので、そういったことも考慮する必要があるのではないかなというふうに思いました。

○大政委員長　ありがとうございました。最終的な顧客の視点から、一貫したような製造の最後まで見据えた提案が必要ということかと理解しました。ありがとうございました。

林委員、よろしく願いいたします。

○林義治委員　製薬協の林でございます。今、河合先生からも御指摘がありましたように、やはり企業側といたしましては供給責任のところをどうしてもイメージしてしまいます。途中から製造場所を変えると、やはり規格設定等いろいろ難しい問題が出てきますので、やはり非現実的かなというふうに思っています。

その一方なんですけれども、海外のそういうところに頼む場合、コミュニケーションのところの問題を指摘する企業の声もあるといったところも事実ですので、やはり国内で供給責任まで果たせるようなところがあると非常に助かるというところではあります。

あと、もう一点なんですけど、これ、「バイオ」と申しまして、いろいろなモダリティがあるかと思えます。モダリティに応じまして、狙っていく疾患というのも異なるわけです。いわゆる難病ですとか希少疾患といったようなところになってきますと、絶対的な供給量としてはそんなに多くないといったところで、そういったものは比較的小規模のところでもできるので、確か核酸医薬などは海外でなくてもいいというような意見があったかと思えますけれども、恐らくそういう疾患の違いといったところもあるのかなと思ってお話を伺っていました。

○大政委員長　ありがとうございました。モダリティと量の差についても、考えて欲しいということでもございました。

鈴木委員、よろしく願いいたします。

○鈴木委員　まず、バイオ医薬品に関してですけれども、既に御説明いただいたように、

今の技術での製造法をベースにする場合には、残念ながら競争にここから割って入るとい
うのはそんなに簡単ではないのではないかなと思います。一方で、この前のセッションの
ところで、新しい製造技術として、細胞を使わない技術、あるいはいわゆるバイオリアク
ターではないようなものを使うとか、そういった新しい技術をベースにバイオ医薬品を作
るというような、いわゆるイノベーションを興すことで全く違う勝負をかけていくという
方向の努力は当然必要だと思っています。これらをやっていただくことによって、全く違
う勝負が始まる、競争条件が変わってくるということが想定され、そこに大きく期待した
いと思います。

それから、一方で、バイオ医薬品ではなくて、細胞治療とか再生医療の分野のような、
生きた細胞を治療に利用するようなものにつきましては、製品のいわゆるシェルフライフ
の問題というか、生き物であるという特殊性によって、利用されるエンドユーザーのいる
場所と製造場所との距離感、時間的な制約というのはかなり前面に出てくる可能性もある
と思われま。それらについてはいわゆるバイオ医薬品とはちょっと勝負の在り方が違う、
競争条件が違うということであり、むしろ、それらはローカルの製造が非常に有効になっ
てくるという部分もありますので、そこについてまだまだ勝負はついていないというところ
です。ここは製造の前の研究開発・技術開発の段階から、アカデミアも含めてCDMO/
CMOが活用することで、国内においても再生医療の製造受託に関するCDMO/CM
Oといった産業はつくり上げることができるのではないかというふうに思います。

○大政委員長　　ありがとうございました。

塚本委員、よろしく願いいたします。

○塚本委員　　一言だけ。CMO/CDMOの重要性はありますし、ある一定のところでは
そういうのは重要だと思うんですけども、そのときの支援施策で、国プロも重要だと思
うし、人材育成も重要だと思うんですけども、R&D段階だけではなくて、恐らくINC
Jの次の組織が動いていますので、恐らくそういうところでの投資とか、そういうもの
まで入ってくると、こういうものが非常に現実化する。あとは、最近であればサプライチ
ェーンの補助金とか、いろいろなサプライ体制を強靱にするという中で、そういう生産設
備に対して一定のサポートがあるといろいろなことが成立しやすくなるのではないかと、
そんなふうに考える次第です。

以上です。

○大政委員長　　ありがとうございました。示して頂いたデータを見てみますと、外資は

所在地は関係ない、国内はぜひ国内。ということは、いい技術を開発すれば国内も国外も全部日本に呼び込めると、そういうことだと思います。それにはやっぱり、先ほど、顧客視点で選んでいただけるような技術開発、モダリティごとの特徴も入れたということが大変重要ではないかというふうに思いました。

よろしいでしょうか。落谷先生、一言よろしく願いいたします。

○落谷委員 すみません、簡単に申し上げます。恐らく、例えば一つの例を申しますと、ロンザのお話が先ほど出てまいりました。ロンザは非常に多くの培地と細胞を、体中の細胞をくまなく持っているという会社で、実は最近皆さん耳にするような、例えばエクソソーム治療ということに関して、いわゆるバイオ情勢のバイオビジネスですね。これに関してロンザはいち早く動いて、米国のFDAともう密接なコンタクトを取って、そのシステムをもうつくり上げているんですね。それはCMO/CDMO両方だと思いますけれども。日本はこれに勝てるかという、残念ながら日本はまだ厚労省、PMDAが、その情勢あるいはセクレトーム、エクソソームといったレギュレーションに対して、あるいは規格に対して何のしっかりした意見も出せないということで、結局、企業側は、それをやりたい、競争したいと思っても、国内にその場をつくる場合に、どんなレギュレーションや規格にのっとってつくったらいいかというものがありませんね。ですから、国プロとして、ぜひそういったレギュレーションのところも全部包括して支援するということが必要だと思います。

○大政委員長 ありがとうございます。大変重要な視点を追加していただきました。

以上、よろしいでしょうか。ありがとうございます。

それでは、時間の都合上、次の議題に移りたいと思います。次は、「バイオ製品の普及に向けた取り組み」について、事務局からお願いいたします。

○田中生物化学産業課長 それでは、資料10を御覧いただきたいと思います。時間がないので、説明は簡単にいきたいと思います。

まず、1ページ目のところでありますけれども、我々、内閣府のバイオ戦略におきまして、バイオ由来製品の普及、なかんずく、このバイオプラスチックの普及について検討することになっておりまして、今回この議題について議論をしたいと思っております。

具体的に、このバイオマス、バイオ由来のプラスチックにつきましては、2ページであります。日米欧とも、それぞれ似たような格好で戦略あるいはグリーン購入法のような調達、さらには販売規制やラベリング制度、認証制度というようなものがございます。

そういった中で、3ページ目ではありますが、日本のマークですね。認証制度につきましては、現在、一番左のところではありますが、JBPAというバイオプラスチックの協会がやっていますバイオマスプラマークと、あとバイオマスマークといった真ん中のところ、さらにはグリーンプラマークということで、これは生分解性プラスチックの場合にこれがつけられるというのと、あとは、それらを引用しながらエコマークといったような、こういった認証制度がございます。

これに基づいて政府も、グリーン調達、公共調達で積極的にバイオプラスチック由来の製品を調達しましょうということになっておりまして、グリーン購入法におけるこのバイオプラスチックについては37品目について、この表にありますようなところで定められております。

例えば一番下の「ごみ袋」ですね。最近レジ袋みたいな話で行きますと、次の5ページを見ていただきますと、グリーン購入法で調達するに当たって、植物原料を由来とする割合が10%以上であるとか、そういったことが定められておりまして、それを判別・識別するのに、先ほど紹介したバイオプラスチックマークとかバイオマスマークみたいなものが付されているものについてはグリーン購入法の対象になると、こういった手引きがあります。

6ページ目でございますけれども、国内におけるバイオプラスチックの出荷量の推移を表しておりまして、直近2019年度では約5万トン、4万6,650トンということでありまして、ここ10年で4.2倍に増加しているということでありまして、政府としては環境省中心に「プラスチック資源循環戦略」というものを昨年の5月に策定しておりまして、御案内のとおり、今年の7月からはレジ袋の有料化とかグリーン購入法の方針の変更などということで、政府全体としてもこのバイオプラスチック導入に向けて様々な施策を推進しているところであります。我々政府として、プラスチック資源循環戦略という環境省中心に作っている戦略がありますが、2030年度までに一応200万トンの導入を目指すということでありまして、今後10年ですので、今のペースで行ってもなかなか達成できないということで、さらに強力にこのバイオプラスチックの導入を図っていく必要があるというふうに考えております。

7ページ目を見ていただきますと、そういう中で、いわゆるバイオプラスチック系でも新しいバイオ素材の開発が進められておりまして、1つは、左側にありますが、カネカが開発して製品化していますが、PHBHという、植物原料を出発とした100%植物由来の生

分解性プラスチックでございます。あと、右側のほうは、三菱ケミカルが開発しておりますDURABIOという製品でありまして、これも100%植物由来で、いわゆる通常のアクリル樹脂とかポリカ樹脂とを合わせたような、非常に高い性能を持つバイオプラスチックであるということでもあります。

そういう中で、我々としてこういったバイオ由来の製品、バイオプラスチックの普及をするに当たって、こういった施策をやるべきかということでお示ししたのが8ページ目でありまして、1つ目は、消費者の理解を促進するために、このラベリング制度をもう少し分かりやすいラベリング制度に変えていきたいというふうに思っております、特にこのグリーンプラというのがどうグリーンなのかがよく分かりませんので、これは生分解性ということでもありますので、より生分解性が分かるような方向で、業界を含めて見直しをしていきたいと考えております。

2番目は、こういった付加価値の高いバイオ製品に対して、これはヨーロッパやアメリカで既にあるのですが、表彰制度というのがありまして、こういった表彰制度を少し日本でも検討してはどうだろうかというのが製品表彰のところではあります。

もう一つは、そもそもプラスチックを使わないようにしていくということで、代替していくという流れもあるのですが、どうしてもプラスチックを使わなければいけないというような製品群の中でも、積極的にこのバイオ由来のプラスチックを使っているような企業に対して、この企業努力に対して表彰していくというような方法もあるのではないかと考えております、こういった取組、企業に対する表彰というやり方もあるのではないかと考えております、2番目でございます。

最後、3ポツのところではありますが、これはなかなか日本だけでやってもつながりませんので、その横との連携ということで、特に意識の高い欧州を中心とする国際連携。同じような、こういった表彰制度やラベリングといったようなものを、もう少し国際的に連携しながら進めていってもよいのではないかと考えて、以上、大きく分けて3点、提案をさせていただいているところでございます。

以上です。

○大政委員長 ありがとうございます。グローバルとSDGsがここできちんと出てきたかと思えます。いかがでしょうか。

どうぞ、橋本委員。

○橋本委員 すみません、どうもありがとうございました。ちょっと意見として思った

のが、企業側からしたら、バイオプラスチックとかバイオマスプラスチックの消費を増やすというのはピンポイントでそういうことだと思えるんですけども、消費者から見たら、プラスチック、石油由来のプラスチックを使わないということのほうが重要で、そうになると、別にバイオプラスチックではなくて、例えば紙製品を使うとか、とにかく使わないという方向にシフトした意識があると思うんですね。そこをうまくマッチさせて、例えば先ほどの企業表彰なんかだと、バイオプラスチックを使っていることを表彰するだけではなくて、やっぱり使用量を減らしている会社とかをちゃんと表彰した上で、その中でバイオプラスチックを使っているということも表彰していくとか、ちょっと何か作り手側の意識ばかりになっちゃっている感じがして、消費者目線が足りないような感じがしましたので、一言申し上げました。

○大政委員長 ありがとうございます。非常に重要な視点をいただいたように思います。使う人の側に立った視点からでの普及というのがやっぱり一番大事なところかなと思いました。

他はいかがでしょうか。よろしいですか。

大西委員、よろしく申し上げます。

○大西委員 経産省とはちょっと違うかもしれないのですが、消費者の理解促進というのもあるのですが、教育といいますか、やはり考え方自体を、皆さん、特に若い人から変えていかないと、なかなか、SDGsを初め、バイオプラスチックの問題も厳しいところがあるのかなというふうに思っております。今のところ、石化品のほうが安くできるのは当たり前といいますか、石油が安過ぎるので、原料のところではなかなかバイオから物を作っていると高くなってしまいますのですが、高くても仕方がないという言い方はおかしいのですが、いろいろなことを考えると、値段がかかってもそちらを使うというのが将来を考えると正しい方向なのだというようなことを、もう少し教育の部分で若い人を中心に、そういうところも国としては大事なのではないかなというのを思っております。

以上です。

○大政委員長 ありがとうございます。コストだけではない価値観の涵養というふうに理解しました。

鎌形委員、よろしくお願いたします。

○鎌形委員 コメントプラス質問でもあるのですが、最後のページの先進的な取

組の推進、国際連携なのですけれども、これをどういうふうに進めていくかということに関して、METIのほうで具体的な戦略があるのかということをお聞きしたいです。もちろんあると思うんですけれども。

それから、SDGsに関しては、会社・企業活動を含めてSDGsは大切です、あるいは我々も大切ですよということは重々分かってはいるのだが、しかし、本当に、ではSDGsをどこまで真面目に取り組むべきなのかということに関して、やっぱり、例えばヨーロッパが様々な標準化とかを先行して行って、日本の企業価値が非常に低い形でSDGsの取組が悪いということで、ややもすれば評価されるような実態がある。そうすると、形だけは整えているけれども、実際に戦略的なSDGsに対しての取組が非常にプアなのではないかというのが私の感覚的な印象なのですけれども、そこら辺と、それからさっきの取組ですね。ちょっとそれについて教えていただければと思います。

○田中生物化学産業課長　　まず、国際連携のところなのですが、まさに今、実はウェブで開催していますが、グローバルバイオエコノミーサミットというのがドイツを中心に、あと日本もパートナーカントリーになっていますけれども、2年に1回ずつやっています、そういったいわゆる国際的なフォーラムで打ち出すとか、あとは、今回コロナで飛んでしまいましたけれども、フィンランドとの提携とかそういうのをいろいろやって、二国間の協力というのをやっていますので、そういった中で、まずは日本と同じような取組ができるようなところを少しずつ、仲間をつくりながら普及させていきたいと思っています。これが国際的な連携であります、いよいよやるということになったら、より具体的に詰める必要があるかと思っています。

あと、SDGsのところは、むしろ企業の方に聞かれたほうがより正確なのかもしれませんが、これは一つのトレンドになっていますし、企業の方も結構真剣にやられているので、そういった流れの中で、うまくこういったバイオ由来製品の普及というのをどうにか引っ掛けられないかなというふうには、一緒に連携しながらできないかなというふうには考えています。そこについては、今後より詰めていく必要があると思います。

○大政委員長　　ありがとうございました。

別所委員、短くお願いいたします。

○別所委員　　経済産業省さんのほうで最後にまとめていただいている需要喚起策のところなのですけれども、これって具体的に、それぞれの項目でどのくらいの需要を喚起できるのかという数字の目安がないと多分喚起策にはならなくて、「これをやりました、以上、

おしまい」になるというふうに思っています。やっぱりこういう施策、特に需要喚起のところは、具体的な数値目標と、その数値目標を達成するためにやるべきことを分解していかないとなかなかできないとっていて、この抽象的なこういう言い方だと、恐らく何もこの結果が出ないということが考えられますので、まずは数値目標を明確に立てていただいて、その数値目標を達成するための具体的なものに落とし込んでいただいたほうがいいのかなというふうに思います。

以上です。

○大政委員長 ありがとうございます。非常に重要な視点をいただきました。

それでは、時間の都合上、最後に移りたいと思います。

それでは、議題4ですね。「これまでの議論のまとめ」について、事務局から説明をお願いいたします。

○田中生物化学産業課長 もう時間が過ぎてしまっていますので、本当にこれはもう御紹介程度ですが、次回の小委員会で全体の中間取りまとめをやりますが、資料11は、これまで議論してきたことを事務局でまとめさせていただいたものでございます。

特に「今後取り組む事項」として、1つ目としてはバイオ分野における自動化・ロボット化の話。さらに、それに関連して標準物質とか規格認証の整備。

さらに2番目は、バイオコミュニティの形成ということで、特に東京圏を中心に「Greater Tokyo Biocommunity」というものを、関係者を集めて打ち出していこうというのが2番目であります。

3番目は人材育成でありまして、いわゆるバイオ分野の人にデータサイエンスを学ばせるというバイオインフォマティクス人材の育成とか、あるいは製造現場における人材の育成というようなことで、ここに書いてあるような具体的な取組をしていこうというふうに考えております。

残り、4、5、6については、本日御議論いただいたことを踏まえて、次回の中間取りまとめの骨子に結び付けていきたいというふうに考えております。

以上です。

○大政委員長 ありがとうございます。これまでの議論の取りまとめということで、これはまた引き続き取りまとめていきますが、何かここで特に御発言されたいことはございますか。よろしいですか。

ありがとうございます。時間も過ぎておりますので、審議はこの辺で終了したいと思います。

います。

大変活発な御議論、どうもありがとうございました。本日委員の皆様からいただいた御意見等につきましては、事務局にて整理の上、以降の議論、取りまとめにつなげていきたいと思ひます。

最後に、事務局から、次回の日程などについて御案内をお願いします。

○田中生物化学産業課長 ありがとうございます。

次回の第12回バイオ小委員会は、12月21日、年末でありますけれども、14時を予定しております、先ほど申し上げましたとおり、中間取りまとめ案を皆様方に御提示して御審議いただきたくて考えております。

以上であります。

○大政委員長 ありがとうございます。また、ウェブでの御参加の委員の先生方、それから会場の先生方もありがとうございました。また、様々な形で有識者の方にも御意見をいただきまして、どうもありがとうございました。

以上をもちまして、本日の小委員会を終了したいと思います。本日は誠にどうもありがとうございました。

——了——

担当：商務・サービスグループ 生物化学産業課

電話：03-3501-8625

FAX：03-3501-0197