

産業構造審議会 産業技術環境分科会 研究開発・イノベーション小委員会
評価ワーキンググループ（第35回）
議事録

日時：平成29年1月18日（水曜日）16時00分～17時30分

場所：経済産業省別館1階114各省庁共用会議室

議題

1. 技術に関する事業の評価について（審議）
 - (1) 三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラム
（次世代3次元内外計測の評価基盤技術開発）【終了時評価】
 - (2) 密閉型植物工場を活用した遺伝子組換え植物ものづくり実証研究開発
【終了時評価】
2. その他

出席委員

小林座長、亀井委員、齊藤委員、高橋委員、西尾委員、浜田委員、森委員

議事内容

○竹上大臣官房参事官

定刻少し前ですけれども、皆様おそろいでございますので、産業構造審議会第35回の評価ワーキンググループを開催いたします。

本日は、お忙しい中、ご出席をいただきまして、ありがとうございます。

それでは、早速ですけれども、小林座長の方から以降の進行をよろしく願います。

○小林座長

それでは、審議に入りたいと思います。

まず初めに、事務局から配布資料の確認をお願いいたします。

○竹上大臣官房参事官

本日の会議は、前回同様、ペーパーレスにて行わせていただきます。お手元のiPadで、昨日ホームページ上に公表しております配布資料をご覧くださいませでしょうか。

議事次第と資料1～3、補足資料1～2があります。iPadの操作等でご不明な点等がございましたら、事務局の方に合図いただきますと係の者がまいりますので、ご指示ください。よろしいでしょうか。

それから、セキュリティが強化された関係で、15分たつとロックがかかる形になっていきますので、ふと気がついて、ロックがかかったという場合には、事務局におっしゃって

ただきましたら操作いたしますので、お申しつけください。よろしくお願いいたします。

また、前回のワーキングで齊藤委員からご指摘のありました全体のポートフォリオの図ですが、中でも議論をいたしまして、今回の審議では特に必要ないかなということで、今回は用意しておりません。全体の傾向をみる必要がある場合に、改めて作成をした上で、皆様からご意見をいただきながらという形にしたいと思っておりますので、今回は配布しておりません。

以上でございます。

○小林座長

ありがとうございました。

本日は、終了時評価2件の審議を予定しております。全て公開審議とし、配布資料も公開いたしますので、ご了承をお願いいたします。

それでは、早速、議題1(1)「三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラム(次世代3次元内外計測の評価基盤技術開発)」の審議に入りたいと思います。

それでは、ご説明をお願いいたします。

議題1. 技術に関する事業の評価について(審議)

(1) 三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラム

(次世代3次元内外計測の評価基盤技術開発)【終了時評価】

○竹上大臣官房参事官

それでは、説明者は持ち時間15分で事業の説明をお願いいたします。説明時間の目安として、10分経過で1回ベル、15分経過で2回ベルを鳴らしますので、説明を終了してください。準備ができましたら、よろしくお願いいたします。

○説明者(計量行政室長)

計量行政室の吉岡でございます。本日は、ご審議のほどよろしくお願いいたします。

それでは、早速ですけれども、説明の方に移らせていただきます。お手元の補足資料1「三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラム(次世代3次元内外計測の評価基盤技術開発)」でご説明をさせていただきます。

まず、事業の概要ですが、目次の1番目が事業の概要となっておりますが、もう少し詳しく説明するために、参考資料として、3ページ目に図の付いているものをご用意させていただいております。この資料をもとに、我々がどういった技術開発を行おうとしたか、また行ったかということについて書いてございますので、こちらで説明させていただきます。

まず、開発の背景でございますが、ものづくりの現場におきまして、複雑であって、精緻な内部形状を有するような数十cmのオーダーの大型の部品の精密測定の精度を評価する技術がございませんでした。そこで、こういった問題を解決するために、今回、技術開

発を行いました。

技術開発を行うに当たって、まず、評価技術を確立するために必要な計測装置——左側の絵でございますが、高エネルギーX線CT測定装置の技術開発を行うということと、それに合わせまして、計量標準となる評価ゲージ——計測装置を開発しただけでは、性能がちゃんと出ているのかどうかを評価し、校正を行っていくことができませんので、そういったことができるようにする評価ゲージを開発すること、及び、それを用いて計測性能を客観的に評価するための校正手法を開発するという。この2点についてまず技術開発を行うということとともに、3つ目の丸でございますが、こういった評価ゲージ及び校正手法について国際標準化を行うために、国際機関（ISO）に標準化の提案をする。この3点が今回のプロジェクトの内容でございます。

左側の図でございますけれども、高エネルギーX線CT計測装置のイメージとして描いてございます。医療用などですと、人間が横になってX線装置がぐるぐるの周りを回って、人間の体を輪切りにして、内臓などがどういう状態かをみていくものでございますけれども、産業用ですとごらんのように、左から高エネルギーのX線を放射しまして、真ん中に置いた測定物を透過し、検出器で受けとめることによって、測定物の中身の状態を測るというものでございます。

そのときに、周りが動くのではなくて、真ん中の測定物、回転ステージの方をぐるぐる回すことによって輪切りで切っていくって、それを重ねて立体像をみるようなイメージで計測をしていくものでございます。

その下にございます計量標準となる評価用のゲージのイメージでございますけれども、これの使い方は、測定物のところに置いて、中がどういう状態なのか、どれぐらいの長さになっているのか、細部がどこまでみえているかを評価するためのゲージでございます。

こういったことをやることによって、我々が考えているのは、ものづくりの分野でこういったものが使われることによって、産業競争力の一層の強化につながっていくことが期待されることから開発を始めたものでございます。

具体的にどのようなイメージかは、産業界への寄与ということに書いてございます。例えば、鋳造物の欠陥検査などを実際にこのX線を通すことによって中の状態がわかるので、欠落している部分などの検査に使用されるとか、右側の3次元で物をみて実際のその寸法を計測することができるとか、あとは、コネクタやケーブルの内部は実際に割ってみることもできませんので、こういったものの中の状態がみられるということです。

また、一番右側の図のところですが、車のパーツなどがクラッシュした状況を、内部を観察するために切断すると、それによって内部に影響も出てくるので、切断せずにどのような状態でクラッシュしているのかをX線を通すことによって中の状態がわかるということで、こういったこと（非破壊検査）が行われることが期待されるものでございます。

2ページに戻っていただきますと、この技術開発の実施期間は3年間、平成25～27年ま

で行われました。

実施形態は、国からの直接執行ということで、産業技術総合研究所と日立製作所に委託事業ということで行いました。

予算の総額は4.4億円でございます。

実施者につきましては、先ほど申し上げました産総研と日立製作所です。

プロジェクトリーダーは、産総研の工学計測標準研究部門の高辻部門長がプロジェクトリーダーでございました。

続きまして、4ページ、事業のアウトカムでございます。目標最終年度は32年度の予定としてしまして、①高エネルギーX線CT装置の普及、②高エネルギーX線装置による検査事業の売り上げ見込み等の経済波及効果、③同様の装置を利用した計測方法の国際規格を策定する、この3つになってございます。

①につきましては、達成状況としては、一部達成でございますが、現在、こういった状況かと申し上げますと、産総研で約30法人から成る3次元内外計測のコンソーシアムを立ち上げ、情報共有、技術提供、共同研究、技術相談などを通して事業化に向けた技術支援を行っているところでございます。

②でございますが、検査事業につきましては、産総研によって校正サービスに今後対応していくことが可能となりますように、校正ゲージですとか、校正の方法の開発を進めておりまして、29年度までにX線CTによる幾何学形状の標準供給体制を整備するための研究開発を引き続き行っているところでございます。

③につきましては、国際規格を策定するというところでございますが、ISOの方に国際提案を行いまして、現在、日本がプロジェクトリーダーとなって、日本が提案した規格の策定に向けて進めているところでございます。

こちらのアウトカムの状況につきましては、先般行われました評価検討委員会の委員の先生からも、大型部品の内部形状を評価しようとする未開発分野の研究課題でありまして、装置の普及であるとか、検査事業の波及効果が大きいのではないかとコメントをいただいております。それに加えて、世界標準を目指した装置を完成させることは評価できるのではないかとコメントをいただいております。

一方で、今後、こういった計測装置が普及していくことや、検査事業への波及効果が予想した規模で推移していくのかどうかというところは、今後、しっかりみていく必要があるのではないかとコメントをいただいているところでございます。

続きまして、5ページ、3. 事業アウトプットでございます。こちらにつきましては、大分細かい技術的などございまして詳細な説明は割愛させていただきますが、例えば、①の高エネルギー微小X線源の開発につきましては、これまでの技術を大きく上回るような、3.5MVの高エネルギーでのX線源を過去に例をみないような小さなサイズ—今回の線源は0.1mmですけれども、そういったサイズで達成したことは非常に大きな成果ではないか。そして、分解能もアップしていることで、こういった開発の成果を活用

して行けることは非常に有意義なことではないかなと思っております。

これ以外の達成状況につきましても、今申し上げたようなものを代表として表にございますとおり全て達成している状況でございます。これに併せて開発しました評価ゲージなども開発した装置を使って性能評価が行われているということで、この点のアウトプットに関しても達成できているという状況でございます。

次の6ページでございますが、主な成果でございます。特許は0件でございますが、論文数につきましては10件、国際標準化への寄与につきましては1件、プロトタイプの作成は8件でございます。プロトタイプの作成につきましては、アウトプットのところに内容の記載がありますが、高エネルギー高分解能X線CT装置1件とか、評価ゲージの関係で3件、画像再構成のアルゴリズムなどソフトの開発が4件ということで、プロトタイプの作成全体で8件となっているところでございます。

7ページでございます。当省（国）が実施することの必要性でございますが、右側の表にもございますけれども、技術戦略マップ、計量計測システムの分野や科学技術基本計画にも記載はございますが、我が国の強みを有するものづくりにつきまして計測技術は基盤的な技術でございますので、非常に重要であるということで、こういったところを国が整備していくということは非常に大事だということでございます。こういった計測技術の整備を通じまして、国際競争力のアップであるとかイノベーション創出の環境整備につながっていくことから国が実施していくことが適切であるということでございます。

8ページ、5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップでございます。こちらにつきましては、先ほどアウトカムのところでご説明しましたけれども、高エネルギーX線CT装置の普及といたしまして、今後やっていく姿としましては、既に産総研で3次元内外計測コンソーシアムを組んで、企業と情報共有や技術的な情報提供などをやっているところでございまして、関心が高い企業に関しましては、テストスキャンとして、実際にこの装置を使って先行事例として計測していただき、コンソーシアム内などで事例を共有していくということでフィードバックしていくとか、さらに、この研究を進めるに当たって、産総研の方で戦略予算をつけておりますので、そちらの方と連携をして、研究開発を進めていくことを考えているところでございます。

その次の検査事業につきましても、計量標準の開発及びトレーサビリティの確立をするべく、こういった校正ゲージの開発とか、計量標準の確認について研究を行っていくところでございますが、いろいろな測定物に応じていろいろな校正ゲージや評価方法が必要になってきますので、そういったところの研究開発をさらに進めていくことを考えております。

一番下の国際規格の策定につきましては、先ほど申し上げましたとおり、引き続き、31年度のISOの国際標準制定に向けて、国内外で必要な調整を行いつつ規格を策定していくところでございます。

11ページですが、今回の外部有識者の評価検討会として、ごらんのような先生方に評価

をしていただいたところでございます。

総合的な評価としましては、12ページですが、限られた予算の中で、各分野の専門家が協力してプロトタイプの装置を完成させたことは評価できるということで、高い評価をいただいております。

評点結果につきましては、次の13ページでございます。総合評価点は3点満点のところ2点でございます。それぞれの項目につきましてもおおむね2点以上で、1つアウトカムのロードマップの妥当性のところについて、1.75ということで2点を割っているところがございます。ここにつきましては、装置の普及とか売り上げの向上、国際規格の発行に当たって、そういったアウトカムがうまく連携できていないのではないかなどというご指摘をいただいたところでございます。そういった点もございますので、若干、点数が低くなっているところがございます。

14ページ、委員の皆さんからいただいた提言及び提言に対する対処方針でございます。

提言につきましては、X線装置について、さらなる開発が考えられるのではないかとというご指摘をいただいているところでございます。多くの企業に参加していただこうといったものを活用してもらうためには、共有施設などの拠点が必要なのではないかとという提言もいただいているところでございます。さらに、国際標準化に当たり、これから具体的に規格化していくに当たって、十分な支援が今後必要だという提言もいただいたところでございます。

これに対しましては、2つ目の丸から提言に対するものとして記載させていただきました。先ほどロードマップのところでもちょっとご説明させていただきましたが、産総研と日立製作所の共同研究をさらに続けていく予定でございますので、そういった中でこういった提言を踏まえて検討していくということを考えているところでございます。

さらに、この装置の普及に関しましては、コンソーシアムなどを通じまして利用促進や、今後、普及していくに当たってどんな工夫が考えられるかということを検討してまいりたいと考えているところでございます。

最後でございますが、国際標準化に当たって、こういった国内の意見をうまくコンソーシアムを通じてとりまとめるという形で、日本の産業界の意見をしっかりと反映した国際規格を作成してまいりたいと考えているところでございます。

以上、駆け足になりましたけれども、説明を終わらせていただきます。ありがとうございました。

○小林座長

どうもありがとうございました。

それでは、ただいまのご説明に対して、ご意見、ご質問があればお願いいたします。

では、森委員、どうぞ。

○森委員

非破壊で中身がわかるというのは大変すばらしい計測装置だと思います。大きさと材料

についてお伺いしたいのですが、どれぐらいの厚みの材料までこれは中身がわかるものなのか。それから、今のところこれは金属がターゲットということによろしいでしょうか。X線の線源にマイクロトロンからシンクロトロンを使っているのですが、波長の自由度は余りないような気がするのですけれども。そういたしますと、これでわかる材料というのはある程度限定されているというイメージでよろしいのでしょうか。

○質疑応答者（株式会社日立製作所汎用分析システム技術部X線CT設計課長）

日立製作所の佐藤です。今のご質問ですけれども、このX線源はシンクロトロン輻射のX線ではなくて、ワイヤーを入れていまして、そこで制動輻射でX線を出しています。ですので、X線のエネルギーとしまして3.5MVという非常に高いエネルギーを出します。

この3.5MVのX線ですと、アルミですと600mmぐらい通るのですが、今、実測で400mmまでは確認が取れています。実際に産業構造物ですと、モーターもそうですけれども、50cmぐらいのものは撮りたいということもありまして、それを念頭に技術開発を進めてまいりました。

○森委員

あと、材料についてですが……。

○質疑応答者（株式会社日立製作所汎用分析システム技術部X線CT設計課長）

材料に関しては、計測装置のダイナミックレンジを含めて、ゴムとか樹脂、鉄、銅、幅広い密度の材質をこの計測装置で撮ることができるように作っております。

○森委員

ありがとうございます。

○小林座長

他はいかがでしょうか。

どうぞ、齊藤委員。

○齊藤委員

事後評価としての質問として適切かわからないのですけれども、質問させていただきます。今回、この事業については、産総研と日立ということで委託直執行ということかと思えます。普及に当たってコンソーシアムを組まれているのですけれども、製造されるのは恐らく日立1社ですよね。何百億円という普及効果という話もありますので、最初の日立を選ばれるときに公募で選ばれたのかどうか。つくる主体が日立限定なのであれば、国の事業としてどういう位置づけなのかなと思ったのですが。

○説明者（計量行政室長）

今、技術開発の段階では日立製作所と協力してやっていますけれども、今後、製品として作っていくことになった場合は、今回作った校正用のゲージ等を活用して、他のメーカーも作っていくことも可能なので、必ずしも日立製作所だけではないと考えています。

○齊藤委員

ありがとうございます。知財の関係は整理されているのですか。

○高橋委員

たしか出願なさっていないですね。

○説明者（計量行政室長）

特許は現在0件ですが、今後、取れそうなところは取っていくようには考えているのですけれども、ノウハウでやっている部分も結構あって、オープンにしていくのがいいのかどうかということもございましたので、必ずしも特許にはこだわらずやってきたというところはございます。

○齊藤委員

ありがとうございます。

○小林座長

では、亀井委員、どうぞ。

○亀井委員

ちょっと技術的な質問なのですがすけれども、今後の方向性として、より透過できる長さを大きくしていくということと、空間分解能をできるだけ小さくしていくという方向だと思うのですが、透過する方というのは、エネルギーを高くしていくという理解でいいのかということと、空間分解能の方は線源を細くしたということと、センサーの方の工夫とか、どちらの方が効いていたのでしょうか。

○質疑応答者（株式会社日立製作所汎用分析システム技術部X線CT設計課長）

透過能力を高めようとしたときには、やはり高エネルギーになります。けれども、今、現実問題、この開発を通して一番の問題は、エネルギーというよりも、明るさです。暗いんですね。ですので、例えば、非常に遠くの星をみているような計測をしていることになりまして、それを明るくすることで、今持っている透過力を十二分に生かすということが必要かと思っています。そういう開発を今後継続してやるのが一つです。

それから、分解能の向上に関しましては、線源のサイズが小さいというのが効いています。今回、100 μ mで開発はしましたけれども、コンソーシアムのニーズとしましては、もっと分解能を高くというニーズはやはり高いですね。ただ、小さくすればするほど線源が暗くなってしまうので、その小ささと明るさをどうやって両立させていくかということが、技術的には一番大きな課題かと考えています。

○亀井委員

そうすると、先ほどと同じ質問になるのですが、その辺のところは知財として保護するよりは、ノウハウとしてためていた方がいいだろうという判断だったという理解でよろしいのでしょうか。

○質疑応答者（産業技術総合研究所工学計測標準研究部門グループ長）

産総研の阿部でございます。今、日立的佐藤様の方からは、線源の大きさが分解能の向上にプライマリに効いているという説明がございました。それと同時に、他のコンポーネントも効いておりまして、途中でポンチ絵が出てきましたけれども、ワークサンプル（測

定物) を乗せる載せるためのステージ類の精度、それから、X線を捕とらえるための検出器の構造的な分解能、こういったところも効きいてまいります。

知財につきましては、先ほどの露出をどの程度にするかということとのトレードで考えることになりまして、結果として、X線源のところにつきましては、先ほどの明るくするという観点でのポイントで一つ知財は出せるだろうと考えております。それは露出しても構わないだろうと。逆に、露出できないところは相応にございます。同様のことは、ステージ類でも検出器でも峻別して取り組んでいくべきだと考えております。

○亀井委員

そうすると、プログラムに関してかもしれませんけれども、事業のアウトカムの最終年度が32年度になっているのですが、それまでは何らかのモニターのようなものをやるという計画なのでしょうか。

○小林座長

これはアウトカムが2032年度までであるので、これをきちんとウォッチするのかということですね。

○竹上大臣官房参事官

そういうことだったのですか。こういうのは他の事業にもよくある話ではあるので、それに絡めてというところでもあるのですが、今、ご回答というよりは、むしろ担当原課の方に聞きたいところでもあるのですけれども、日立と産総研と組んで開発しているといいながら、他方で、物は日立だけではなく、いろいろな会社が使うのですということは、かえってすごく不安になるのです。要するに、だれが責任を持ってこの事業を引き継いで、あるいは継続をして、実際の物をつくって売っていくのか。

市場の規模は確かにいろいろ見込める計算はあると思うのですが、他の会社からすると、「開発してもらったのはいいけれども、そのコストが高いのでは……」ということで、評価検討会でもコストの問題が指摘されているように、全体のコンソーシアムをつくっていくといいながら、日立以外の会社の方々もこの事業の成果をちゃんと受けとめながらやっていくとして市場をつくっていくことになるような取り組みになっていくのか。

それがいかなければ、今質問のあったような形にはとてもならなくて、予算も終わってしまったし、産総研に蓄積はたまっただけでも——ということになってしまうと思うのですが、原課が計量行政室かどうかというのも、またそれはそれであるのかもしれませんけれども、その辺のところは今の時点でお答えできないのなら、引き取って考えていただくことでも結構ですけれども、もしお考えがあるようでしたら、担当室長の方からお話を伺いたいと思います。

○説明者（計量行政室長）

現時点では明確なお答えはできないのですが、今後、そういったところをフォローしていくよう考えていきたいと思っています。

○小林座長

では、浜田委員。

○浜田委員

お伺いしたいことが2つあります。1つは、国際標準化ということですが、実際に標準化するものというのは何を標準化するのでしょうか。それから、国際標準化の中でライバルになっているようなところはどこにあるのでしょうか。

○質疑応答者（産業技術総合研究所工学計測標準研究部門グループ長）

答えさせていただきます。最初のご質問ですが、この計測のX線CTの国際標準化の枠組みは、従来の物体の形状の寸法を測定する3次元測定器の枠組みで進んでおります。そこでの標準化の枠組みのやり方は、製品規格ではございませんで、性能評価法の規格です。ですので、どういうゲージを使って、どういった手順で、どういった約束事で、どういう数字を製品としてうたい、検証するかというところの枠組みをつくっていく内容でございます。

2点目ですが、標準化に当たってのライバルと聞いていいかと思いますが、最大のライバルはドイツでございます。ドイツも、我々の事業とスケールとしては似ている大型のX線CTで、かなり方向性は違いますけれども、そういったものを用意しております。産業界としても計測事業に対しての期待と投資が大きいということで、現在もドイツと意見を異なるところを調整しながら国際標準化に取り組んでいるところでございます。

○浜田委員

ありがとうございます。そのドイツの場合も、用途というのはかなり同じと考えてよろしいのですか。

○質疑応答者（産業技術総合研究所工学計測標準研究部門グループ長）

相対的に、高いエネルギー、低いエネルギーという言い方をしますと、低いエネルギーの計測用のCTに彼らは特化してニーズがあるように我々は読んでおります。

○浜田委員

わかりました。

○小林座長

西尾委員、どうぞ。

○西尾委員

今のドイツのことに関連して、報告書の中に「技術的見解の一致しない傾向の強いドイツ」と書かれていますが、「技術的な見解」というのは、使う側がそう思っているのか、その辺をもう少し詳しく教えていただければと思います。

○質疑応答者（産業技術総合研究所工学計測標準研究部門グループ長）

説明させていただきます。ずばり申し上げますと、これはドイツ国内の装置をつくる側の都合だと我々は理解しています。端的に申し上げますと、装置のユーザー層としては特に自動車、航空業界だと思っておりますが、実際にもものづくりの中でX線CT装置、特に計測のものを使う場合には、我々はアウトカムの図のところにも適合性評価ということで書い

ておりますが、何らかの客観的な方法で、何らかの客観的な機関あるは認証を受けた者が、その装置の性能をある程度把握して、それを報告書にまとめて品質管理をするというのが、ものづくりの中で装置を使っていくことの必須の条件に彼らはなっていて、そこにX線CT装置のドイツ国内のガイドラインを既に使っています。

ただ、残念ながら、国際的にはこのガイドラインは規制としては緩い状態でございます、それを埋めるべく、今、国際標準化をやっている最中で、ドイツとしては国益とはそれは方向が違うということで、意見が一致しないということだと理解しています。

○西尾委員

ありがとうございました。

○小林座長

他によろしいですか。

どうぞ、浜田委員。

○浜田委員

既にコンソーシアムというお話があったので、それでよしとしていいのかもしれないですけれども、実際にせつかく日本の強みということであるならば、日本の企業が非常にアクセスしやすく、「こんなことにも使えるのか」「もっとこうしてほしい」というフィードバックが図れるような仕組みが非常に重要かと思いますが、それはコンソーシアムのメンバーに限った形で動かれているのかとか、これからその辺も含めて広げていかれるのか、どのように広げていこうとされているのかとか、そのあたりを少し伺いできればと思います。

○質疑応答者（産業技術総合研究所工学計測標準研究部門グループ長）

お答えさせていただきます。コンソーシアムは、おっしゃるとおりでございます、完全オープンではありません。一方、完全にクローズでもなく、その中間的な存在で、会員登録をして来ていただいて、情報交換並びに適応を図ることが枠組みでございます。

それで十分かというのは、確かにご意見がございまして、これは報告書のどこかに書いてございますが、私どもは一方では、NMI J計測クラブというのを運用してございます。これはコンソーシアムよりはより枠を広くとりまして、不特定多数ではございませんが、広く、特に装置のユーザーを対象に集まっていたら、我々から情報提供を図るという枠組みでございます。そういったところでも本事業の成果については既に展開を図っております。

○小林座長

よろしいですか。

では私の方から質問です。X線源ですけれども、マイクロトロンからシンクロトロンに入れて、それをワイヤーに当てて、制動放射で出すわけですね。これは既に光子発生技術研究所というところが開発をされていたのですね。

○質疑応答者（株式会社日立製作所汎用分析システム技術部X線CT設計課長）

はい。

○小林座長

今回、特にその中で何をおやりになったのですか。輝度を上げるのが重要だったのですか。

○質疑応答者（株式会社日立製作所汎用分析システム技術部X線CT設計課長）

まさにその輝度を上げるということをやりました。光子発生技術研究所のプロトタイプに対して、今回開発しているのは10倍に輝度を上げています。実際にはそれでも足りないのですけれども、そういった技術開発をやりました。

○小林座長

特に何がポイントだったのですか。

○質疑応答者（株式会社日立製作所汎用分析システム技術部X線CT設計課長）

マイクロトロンからシンクロトロンに入れて周回させる電子ビームをパルス状にして、1つのX線を出すのに10回電子を入れているんです。以前のプロトタイプは1個のX線を出すのに1回しか電子を入れていないのですが、今回は立て続けに200ナノ秒というパルスを300ナノ秒ぐらいずつバタバタと10回入れてやって輝度を上げています。

○小林座長

なるほど。そのあたりは、先ほどの話と関係して、知財的には可能性はあるのですか。

○質疑応答者（株式会社日立製作所汎用分析システム技術部X線CT設計課長）

実際にはその辺の技術というのは、光子発生技術研究所の方で持っているものなので、逆に言うと、我々の方から知財にしにくいところは確かにあります。ですので、今回の10倍ということに関しては、知財の特許の申請というのはあきらめた経緯があります。

○小林座長

先ほどドイツの話も出ましたけれども、こういう高輝度の線源は、世界水準としても極めて高いという理解でよろしいのですか。

○質疑応答者（株式会社日立製作所汎用分析システム技術部X線CT設計課長）

技術的には高いと思っています。ただ、装置の安定性とか、いわゆる製品としてもっとブラッシュアップしていかなければいけないのですが、技術的なアイデアなどを含めると、世界的な装置だと私は思っております。

○小林座長

なるほど。

どうぞ、森委員。

○森委員

先ほどの話に追加の質問になるのですけれども、これは特に自動車をターゲットとしておられるという書き方がずっとされているのですが、特に機械部品の場合、例えば、中に油が満たされているとか、何か液体が入っているような場合であっても、解像は問題なくできるのでしょうか。

○質疑応答者（株式会社日立製作所汎用分析システム技術部X線CT設計課長）

それは全然問題はないです。動いていなければきちんとCTで撮れます。動いていると、普通のカメラの手ぶれと一緒に、画像がブレてしまうので。動いていなければ液体でも全然かまいません。

○森委員

例えば、将来的に動画のようなものもモニターできるのですか。ダイナミックCTのような……。

○質疑応答者（株式会社日立製作所汎用分析システム技術部X線CT設計課長）

いわゆる4次元CTというものは、全てのお客様から要望があるのですが、多分、10年経ってもできないかもしれないですね。非常に難しい技術になります。医療のように周期運動をするときには、位相をあわせて撮って動画にするということはできるのですけれども、そうでない場合には、スピード（撮像時間）などの観点で難しいかと考えております。

○小林座長

他はよろしいですか。

それでは、最後に私の方から。このタイトルが「三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラム」と書いてあります。今、ものづくりが、例えば、3Dプリンタなどは家庭やどこかのステーションでできるようになる可能性があると聞いていますが、そのときに、これとどう組み合わせると「三次元造形を核とした」ものになるのでしょうか。例えば、コンビニのようなところにステーションをつくって、そこに材料も計測装置もあってという話もあり得るのかなと思うのですが、そのあたりのイメージはいかがでしょうか。将来の産業イメージというのは。

○質疑応答者（産業技術総合研究所工学計測標準研究部門グループ長）

答えさせていただきます。レポートの中にも書かせていただいていますけれども、産総研の戦略予算で、3Dプリンタと3Dスキャナーの連携によるクローズドループエンジニアリングの実証というプロジェクトを進めさせていただいて、今年度、2年度目に入っております。

この心は何かと申しますと、今まさに委員がおっしゃったとおりでございまして、3Dプリンタを使ったものづくりが注目を浴びている昨今、ただし、この3Dプリンタはかなり入力が必要でして、その入力の方法は知られている限り2つしかございません。

1つは、3次元のCADデータを入れる。もう1つは、何らかの方法で現物をスキャンしてその立体形状を入れる。前者は当然CADのプログラムで人間が描くわけですが、後者は、今知られている範囲では、例えばこのX線CTは入力手段の最大の候補と考えられています。

ということで、先ほどの戦略予算も、我々は3Dプリンタを開発しているわけではございませんが、物を作るに当たって、例えば、3Dプリンタをツールとして使い、その計測を主人公として考えた場合に、どうやってもものづくりに貢献できるかというところをルー

プをうまく回す観点で開発していくというのを大きな取り組みと考えておきまして、そういう取り組みをさせていただいているところです。

○小林座長

ありがとうございました。

他はよろしいでしょうか。

それでは、そろそろ審議のまとめに入りたいと思います。

各委員から出た中には、1つは国際標準化に向けてぜひ頑張ってもらいたいと思いますが、同時に、ノウハウであるとか知財の重要性があると思います。国がこれだけある期間に予算をつぎ込んだ以上は、知的財産としての蓄積もぜひ期待しているところですので、知財ゼロというのは、評価側としては少し残念だなと考えますので、今後まだあるのであれば、そこはぜひ強調していただきたいと思います。

2つ目は、これもご質問の中にもありましたが、今後、せっかくできたこれだけの新しい技術をどう産業と結びつけていくかということだと思います。狙いはしっかりあると思いますので、ユーザーとどうタイアップしてこれを展開していくかということをご検討いただければと思います。

これ自体は非常に有益な技術開発ではなかったかなと思いますが、よろしいでしょうか。

○竹上大臣官房参事官

産業化というか、実用化ですね。産業はもちろんあると思うので、事業化にどう結びつけていくか、そういう形になっていけるのかというところが、これから事業終了後に大変重要になってくるフェーズだと思っております。

○小林座長

それでは、このプログラムの審議はこれで終了といたします。どうもありがとうございました。

議題1. (2) 密閉型植物工場を活用した遺伝子組換え植物ものづくり実証研究開発

【終了時評価】

○小林座長

それでは、議題1の(2)「密閉型植物工場を活用した遺伝子組換え植物ものづくり実証研究開発」の審議に入りたいと思います。

○竹上大臣官房参事官

それでは、説明者は、持ち時間15分をお願いします。10分でベルが1回、15分で2回ベルを鳴らしますので、終了してください。準備ができましたら、お願いいたします。

○説明者（生物多様性・生物兵器対策室長）

では、よろしくをお願いします。生物化学産業課の谷でございます。

これから、「密閉型植物工場を活用した遺伝子組換え植物ものづくり実証研究開発」プ

プロジェクト終了時の評価について、今映し出されているパワーポイントの資料（補足資料2）でご説明させていただきたいと思います。

この目次に従ってご説明させていただきます。

まず、事業の概要についてご説明させていただきます。この「密閉型遺伝子組換え植物工場」でございますけれども、通常、植物工場といいますと、ガラスハウス、温室でロメインレタスなどがつくられているものをご想像いただけるのかもしれませんが、こちらでつくっておりますものは、例えば、同じレタスであっても、豚の病気のワクチン、もしくはマラリアのワクチンのイチゴなどをつくるものです。これを遺伝子組み換えしまして、例えばイチゴですと、イチゴの中に動物用のワクチンを生み出す遺伝子を挿入いたしまして、そのイチゴの中で作り始めます。そして、そのイチゴをフリーズドライして、それを砕いてしまうと、そのまま薬になります。そういうものをつくっております。

その概要を読ませていただきますと、今お話しさせていただきましたような医薬品原料・ワクチン・機能性食品、また、このような有用物質を高効率に生産するための基盤技術、さらに、これらを実際につくることによりまして、生産効率の高い物質生産技術を確立するとともに、二酸化炭素の排出量の削減を行います。

実施期間は、平成23～27年度の5年間。

予算総額は5億円。

委託がございます。委託は主に産総研及び大学の方に5件。また、補助の方は民間企業です。2分の1と3分の2とありますが、2分の1は大企業、3分の2は中小企業でございます。2分の1が3社、3分の2が1社でございます。また後ほどご説明させていただきます。

実施者は、全てあわせまして9社でございます。産総研と、大学が4つ、さらに企業が4社になってございます。

プロジェクトリーダーは、それぞれにリーダーを設定しております。

今、ワクチンというものは、鶏の卵の中にウイルスを入れまして、そのウイルスを増殖させることによってつくっております。ですが、鶏の卵ですと同じ動物であるヒトに感染するウイルスなどに汚染される恐れがあります。ですので、それは非常に厳格な管理をしています。卵などは鶏の段階から育てております。

それに比べますと、植物の方は、ヒトに感染するウイルスに汚染されることはなく、安全性が高いという特徴もあります。そういうところから、非常に扱いやすいもので、また、コストは全体に下がることとなります。これは鶏から育てることを考えると圧倒的に安くなります。

なぜ今、卵などから離れて植物ができるようになったのかといいますと、バイオ技術が上がっております。今までは遺伝子組み換えをしようとしても、何万回と繰り返してようやくできる、それもいろいろな仕組みをつくって病気に耐性するものを使ってちゃんとできたかどうかを確認する、もしくは蛍光するものをくっつけてきちんとDNAができ

たかを確認するような、すごく大変な作業をしていたのですが、クリスパーキャスですとかターレンといった新しい技術ができてきたことによって、植物でも簡単に遺伝子进行操作することができるようになってきました。

これは他の国に比べて日本は圧倒的に出ています。なぜかといいますと、例えば、イチゴ一つとってみましても、日本のイチゴの育種技術というのはものすごいものがあります。イチゴの種類だけでも、他の国に比べれば何倍ものものがあります。コメも然りです。農産物、特に果物などは強いものがございます。また、各県ごと、場合によっては市町村ごとに植物の研究所がございます。非常に研究レベルが高くて、また、人もたくさんいらっしゃいます。非常にその素地があったというところが一つの理由でございます。

このパワーポイントのスライドについて説明させていただきますが、左側ですけれども、本事業では、高付加価値の有用物質を高効率に生産するための基礎技術開発及び実証研究事業を行います。

これにより、安全で生産効率の高い物質生産技術を迅速に実用化すること、また、二酸化炭素の削減に貢献いたします。

具体的には、下に3つ書いてございます。①遺伝子組み換え技術等の基盤技術開発、②省エネルギー型栽培技術の開発、③このような技術開発を踏まえて有用物質の生産の実証研究を行います。

スライドの右側は少しわかりづらいので、飛ばさせていただきます。

この事業の目的と政策的位置づけでございます。

本事業の目的は、植物工場を用いまして安価な国産の医薬品原材料・ワクチン・機能性食品等を生産するための産業基盤技術を構築することです。さらに、高効率に生産する技術開発を進めることで、エネルギーコストの大幅な削減を図り、物質生産プロセスにおける二酸化炭素の削減を行います。

次に、3つ、その政策的目的の位置づけがございます。1つ目は技術戦略マップ、2つ目は「日本再興戦略」、3つ目は「環境基本計画」でございます。それぞれに書かれている文言について、次のスライドから1つずつみていきたいと思います。

1つ目の技術戦略マップです。一番上のところに、生物機能を活用した物質生産について書かれています。

次のスライドは、「日本再興戦略」でございますが、高機能・高付加価値の農林水産物の開発について書かれております。

3番目のスライドは、「環境基本計画」でございます。CO₂の発生を削減するということが書かれております。

次に、事業のアウトカムで、事後評価時点での全体目標です。

1番目に、遺伝子組み換え植物を用いまして、飛躍的に目的物質の生産量を増加させる基盤技術の開発、世界トップレベルの発現量の数倍の発現量——目的物質の生産を目標としております。

2番目に、二酸化炭素の排出量の大幅な削減を図ります。

3番目に、高付加価値の有用物質の生産につきまして、事業化について目途をつけることが全体的な目標でございます。

次に、事業のアウトカムですけれども、CO₂について書かれております。この表の左上のところに、2.6kg-CO₂と書いていますが、これを右側の0.9kg-CO₂に削減しております。

下に事業目的の達成時（平成47年度予定）と書いていますが、3行目ですけれども、ワクチン製造を現行技術（タンク培養等）から密閉型植物工場に代替することによって21.5万トンの二酸化炭素の削減が可能です。

また、下から3行目ですが、栽培・生産規模を約5分の1とするとしています。今の発現技術を従来技術の5倍にすることによって、その生産規模を5分の1にすることが可能です。それによって、107.5万トンの二酸化炭素の削減が可能になります。

次に、事業のアウトプット、目標の達成度についてご説明させていただきます。ここでようやく具体的な技術について書かせていただいておりますので、このスライドを少し丁寧に説明させていただきたいと思っております。

まず、委託事業として、産総研及び大学において開発していただいております。

最初に書いていますのが、「植物ウイルスとアグロバクテリウムによる高効率植物発現システムの開発」です。具体的に何かといいますと、ベクターの開発です。通常、タバコモザイクウイルスが現在は非常に多く使われています。ただ、これは海外でつくられたものです。そこで、キュウリモザイクウイルスをベクターとして使おうとしています。ただ、このキュウリモザイクウイルスといいますのは非常に扱いにくかった。どう扱いにくかったかといいますと、ウイルス自体が3節でできていました。これをそれぞれ組み換えなければいけなかったのですが、真ん中のものを組み換えることによりまして、隣のものもつなげることが可能になりましたので、非常に簡単にウイルスを調節することができるようになりました。これによって、効率が2倍に上がります。

2つ目ですが、「超感受性植物の開発」です。最初に植物自体は防御反応が高いという話をしました。我々人間でも、外にあるウイルスですとか他の微生物などに対して防御反応は物すごく高いものを持っています。でも、植物の防御反応を緩めてあげることによって、ベクターで入ったものなどが非常に増えやすい、他のものを防御しにくい性格をつくってあげようというものでございます。これによって、5.7倍の発現量を稼ぐことができました。

3番目ですが、「翻訳過程を考慮した有用タンパク質高度発現システムの開発」です。「翻訳」といいますのは、DNAからメッセンジャーRNAというものがくつつきまして、それをコピーしてタンパク質を発現していくのですが、これを「翻訳」と呼びます。この翻訳の作業というのは、メッセンジャーRNAの能力によって物すごい差があります。こ

の中で物すごく能力が高いメッセンジャーRNAを選び出し、最終的には革新的な開発ができて、200倍もの能力をためることができました。

4つ目ですが、「導入遺伝子産物の高効率生産に寄与する制御因子の探索と応用」です。これは評価系でございます。評価するときに化合物などを探索したり、または、スループット——検査するときにその効率を4倍に上げるようなことを行いました。

5番目は、「有用物質高蓄積のための省エネルギー型生育制御技術の開発」で、環境です。光の当て方ですとかストレスのかけ方を検討したものでございます。

その下には、具体的にどのようなものをつくっていったのか、実証しているのかということでございます。

最初は、マラリア対応のワクチンでございます。これはイチゴでつくっております。ホクサンという会社関わっております。

2つ目は、「組換え植物による家畜用コンビネーションワクチンタンパク質の生産」ですが、これは出光興産がレタスに豚の浮腫ですとか、大腸菌から来るところの下痢の病気ですとか、呼吸器系の病気——この呼吸器系の病気と大腸菌の下痢というのは豚の中でも大きな2つの病気らしいのですが、これのワクチンをつくっております。

3つ目は、「ダイズ種子による医療用ワクチン成分の生産技術開発および実証研究」は、北興化学という会社がアルツハイマー病のワクチンをダイズの中でつくっていくものでございます。

4つ目ですが、「新規外来遺伝子排除機構の制御による有用リグナン高生産性遺伝子組換え植物の創製と生産性の実証」です。これはサントリーが通信販売でセサミンを売っていますが、ポリフェノールが多くて抗酸化作用が多いものでございますけれども、このセサミンの有効成分であるリグナンというものをレンギョウ——いろいろなところに生えています黄色い花を咲かせるものですが、薬草としても有名でございまして、このレンギョウの中でつくっていこうというものでございます。

一番下の成果でございます。特許件数、論文数、論文の引用数、ライセンス供与数など、この5年間の研究でそれなりに非常に高い数字を得られたのではないかなと考えております。

国が実施することの必要性ですが、時間が限られていますので簡単に飛ばしていきますが、植物工場がこれから世界的な潮流になりますので、今始まったこの段階で、また、アドバンテージがあるこの日本では、この植物工場について集中的に投資する必要があると考えております。

また、産総研ですとか大学ですとかさまざまな企業が行っているところですので、核が必要です。その核に国の方で姿勢を示すことによって、マネジメントすることができます。

また、これも大事ですけれども、下から2番目に書かせていただいておりますが、遺伝子組み換え生物というのは日本の中ではアレルギーがあります。アレルギーといっても実際のアレルギーではありませんで、遺伝子組み換え生物に対する理解が低いと考えられます。

でも、実際にこの5年間の前に行なわれた事業で、1つ、遺伝子組み換え生物の成功事例といわれているものができております。インターベリーというものがありまして、これはイチゴの中でインターフェロンをつくるものです。犬用の歯槽膿漏のようなものに対して効くものでございますが、もう広く受け入れられております。これに対して批判的な声は聞いたことがないほどでございます。

このように、実際にメリットがあるものであれば、遺伝子組み換え用のものであったとしても十分受け入れられるというものをこの植物工場のようなもので、アルツハイマーですとか、もしくはマラリアですとか、そういうところで開発していくことによって、遺伝子組み換え生物の理解が得られていくのかと考えております。

あとは繰り返しのところが多くなりますので、17ページの費用対効果まで飛ばさせていただきます。

総額4億9,000万円の費用で行われましたものが、ヒト用のワクチンでは2,739億円、また、機能性食品では1.8兆円まで伸びる可能性があります。

また、波及効果として、この製品化・事業化、または新規産業・新規雇用の創出が考えられます。

また、エネルギー環境への貢献と先ほど申しました社会的受容性への検討がございます。

次のページですが、評価でございます。10月と12月に評価をしていただきました。その評価の結果につきましてはこちらに書いていますとおりですけれども、評価結果といたしまして、総合評価は3点をいただきました。他のところも最低でも2.5点をいただいております。私の説明が調子がいいわけではなくて、実際に専門の先生方に評価をいただいたところでも高い点数をいただいております。

次のページは、その提言及び提言に対する対処方針です。

1つ目ですが、「当事業は極めて効果的に実施され、事業アウトプットが大きかった」、また、この1つ目の一番下のところには、「国主導の研究開発プロジェクトの成功例といえる」という言葉をいただいております。

ただ、この中では、本予算とは別に、きちんと国民の方に伝えていくべきではないかというコメントをいただいておりますので、右側ですが、ワークショップを開いております。このような活動を広めて、植物工場で植物の遺伝子組み換えというものが根づいていくことを期待しておりますし、そのような行動をこれからも続けたいと思っております。

2つ目ですが、一番最後の行、「わが国の技術が世界をリードできるように支援を継続されたい」と書いていただいておりますので、それに対しては右側に、28年度より、NEDOにおきまして植物工場の基盤技術と植物の二次代謝——二次代謝といいますのは、先ほどレンギョウの話をしていただきましたが、そもそも植物が持っている能力を生かしてあげましょうと。イチゴの場合にはインターフェロンをつくれなかったもので、それにインターフェロンをつくる遺伝子を突っ込んでいたのですけれども、そもそも植物がもつ能力をもっと高めるようなものについて技術開発をしていきたいと考えている次第でございます。

ます。

まだ提言などありますが、時間でございますので、以上とさせていただきたいと思えます。どうもありがとうございました。

○小林座長

ありがとうございました。

それでは、ただいまのご説明に対して、ご質問あるいはご意見をお願いいたします。

では、西尾委員、どうぞ。

○西尾委員

2点、ご質問があります。

1つは、特許とかライセンスのことですが、これは補助事業でも出ていて、特許が出願されていて、さらにライセンスも行われているのか。それは委託事業の大学とか産総研からライセンスされているのかどうかということです。

2つ目は、よくわからなかったのは、補助事業では部分達成が多かったですね。それは何が理由なのでしょう。最初の課題の設定なのか、始まって何か課題が生まれていくのか。その辺のご説明をいただければと思います。

○説明者（生物化学産業課係長）

最初のライセンスの件ですが、実際に特許が出ているのは委託事業と補助事業の両方から出ています。ライセンスの方は、先ほど委員がおっしゃられたとおり、委託事業の方からのみなされているのが現状です。

それから、達成率に関しては、補助事業は実際の製品の事業化を見据えた課題を実施していますので、ある程度達成要求度の高いチャレンジングな課題を進めています。補助事業だからということなのかどうかは明確にわかりませんが、ほんの一部、例えば、4つある事業アウトプットの目標のうち3つは達成しているのですけれども、1つが90%の達成であったり、70%の達成であったり、事業化を目指して狙っていたとおりのことができていなかった部分がたまたまあったということと理解しております。

○西尾委員

ライセンスのことだけ確認したいのですが、これはライセンシーは補助事業の会社ではないのです。このプロジェクトには全く関係ないところでライセンスしたのかどうか。

○説明者（生物化学産業課係長）

この事業とは関係ない事業者へのライセンスです。

○小林座長

森委員、どうぞ。

○森委員

聞いていて、大変すばらしい、従来型と比べても画期的だという印象で背景を伺いました。しかし、医薬品であるだけに、この検証作業は臨床的なところも含めて大変かなと思うのですが、この後、例えば、できたものが従来型の製法と比べて全く同じ化学物質的な

性質を持っているということの検証とか、部分的にトランスとシスが入れかわってしまっているとか、そんなことがないかどうか。従来型に比べて、全く同じものができたのでしょうか。

○説明者（生物化学産業課係長）

基本的には、機能をきちんと評価していますので、化合物としては同じものができていると思います。一方で、中に含まれる不純物ですとか、非常に少量の何かが入っている可能性があって、それがいろいろな安全性に影響するかもしれない。そういう安全性の評価というのは別にしなければいけないという意味で、今、事業が終わったのですけれども、各事業者、特に補助事業者の方々に関しては、安全性試験をこれから進めていくことになると思います。

○説明者（生物多様性・生物兵器対策室長）

先ほどイチゴについてご説明させていただきましたけれども、イチゴというのは交配するのではなくて、全てクローンらしいのです。そうなりますと、その中にインターフェロンを生み出す遺伝子を入れますと、それがどんどん増えていきます。それでクローンにしかありませんので、全て大体同じものができると予想されます。それで、他のものがまじる可能性はできるだけ少なくすることができると聞いております。

○森委員

確かに全く同等なものができるかなと想像するのですが、だからといって、完全に中の構成が同じものができているかどうか、検証しなければわからないのではないかと思うのです。ちょっとしたことで変わるかもしれないです。

私はワクチンの中身はよくわかりませんが、特に高分子の場合には、トランス、シスが部分的にちょっと変わってしまうだけでも全然違うものになってしまう。それが果たして植物のレベルでそこまで制御できるのかどうか。その辺にちょっと不安があったものですから、質問した次第です。

○小林座長

今の話で、安全性が国民が一番気になると思うのですけれども、それは各補助事業者が独自にやるという理解でよろしいのですか。平成28年度からNEDOで何かまたあるという、その中でやるというわけではなくて？

○説明者（生物化学産業課係長）

NEDO事業でやるということはないです。それぞれの事業者が自社の事業として進めていくと理解しています。

○小林座長

その安全性の基準は、非常に特殊なものでつくったものの基準はどう評価するかというあたりはいかがですか。

○説明者（生物多様性・生物兵器対策室長）

物自体は全てプロダクトで確認しますので、通常の医薬品でしたらGMPでやりまして、

物自体もその医薬品と同等レベルの検査を行います。プロセス自体で、そこに付加されていることはないということです。

○小林座長

なるほど。

他はいかがでしょうか。

では、高橋委員。

○高橋委員

ご説明、ありがとうございます。ある程度は技術的にも理解できたと思うのですが、まず、テクノロジー的にはビッグチャレンジだと思うのですが、この事業趣旨を踏まえて、できたワクチンがどのくらい現行の卵とかタンクとかのものに比べて有用なのかというと、一つには、代替技術を持っていること自体がセーフティだと。それは理解できるのですが、でも、ワクチンだと早くつくるというのも重要なことかと思うのですが、そこに関しては、植物を育成してそこから抽出するので、その速さという意味では、卵とかタンクよりは余りメリットはないですね。

植物を使っているいろいろなベクターなどの基盤的なものを開発して、イチゴかける何とかだという4つの組み合わせが、従来技術に関してどこが最も重要なプラスのポイントだったのかというところをもう一度確認したいのですが。というのは、安全性のところは私もすごく気になっていて、できたものの物質はいいのだけれども、本当に使えるところまでを考えると、この実用化技術の基盤開発と4つの組み合わせの有意性のポイントを確認したいです。

○説明者（生物化学産業課係長）

有意性に関しては、基本的には、今まで例えば動物細胞などを使っていたものよりも、コストとしては圧倒的に低くなります。今までの培地を使ってタンクで培養してという世界観の中でのコストに比べると、3分の1ぐらいまでコスト低下ができます。

それから、スピードに関しても、今回開発した一過性発現技術により短時間で植物を改変し、2週間程度の短時間でワクチンを大量につくります。パンデミックに直ちに対応できるワクチン製造技術として、植物による生産系は有望な技術です。

○高橋委員

補助事業の方で4つほどありますね。生成されるワクチンというのはそんなに大量に必要で、その量が最終的に効いてくるものなのですか。

○説明者（生物化学産業課係長）

例えば、ワンバッチで植物を栽培すれば、そこから大量にワクチンがとれて、それは十分な量がとれますので、1回その系ができ上がれば、後はそのまま……。

○高橋委員

こういう安全性にかかわるものというのは、代替のコストがすごくかかると思うのです。仮に同じくらい良いものができたとしても、流通も含めて、そこに移していくというのは、

プラスのメリットがないと、2倍じゃだめで、1桁上がるとか、そういうことがありますよね。

○説明者（生物化学産業課係長）

そうですね。済みません、もう1つお伝えし忘れたことがあります。植物でつくるいいところは、植物をそのまま食べられるんです。

○説明者（生物多様性・生物兵器対策室長）

精製しなくていいということですね。

○説明者（生物化学産業課係長）

それがコスト低下にもつながりますので。

○説明者（生物多様性・生物兵器対策室長）

先ほどのイチゴの話もそうなのですが、イチゴができました、フリーズドライして砕くだけで、それでも薬なのです。そういうことですので、その精製作業が要らなくなりますと、インターベリーですと、犬を飼い主が口をあけて塗り込みますとイチゴの味がするんです。消費者にすごく評判がよくて、しかも、コストも安いと。その砕いたものだけではなくて、それだけだと薬の量が濃過ぎますので、かなり薄めているのですが。

それで、委員が最初におっしゃっていた緊急性、もし鳥インフルエンザですとか何らかのものがあつたときには、今回開発した一過性発現技術により短時間で改変した植物の作出が可能です。それは卵などのゲノムを改変するのに比べると圧倒的に短時間で改変が可能になります。

○高橋委員

ありがとうございます。今後の方向性ですが、そうすると、この補助事業の方の4つの組み合わせというのは、宿主も含めて、適切なものであると。それで、なぜその後、二次代謝物の方に進んでいくのですか。例えば、今のようなメリットがあるのであれば、同じ宿主細胞と別のワクチンで代替していくことによって国民の理解を深めるとか、そういうこともあるかなと思うのですけれども、二次代謝物というさらに面倒くさいものが入ってきそうで、本当にそこに行くのかなというのがちょっと不思議なのですが。テクノロジー的には多分おもしろいことだと思うのですけれども。そこら辺はどうでしょうか。

○説明者（生物化学産業課係長）

ワクチンのようなタンパク質をつくる技術開発というのは、この事業である程度できただろうと考えていまして、あとは、違うタイプのワクチンを開発していくというのは個々の企業の方々の仕事だろうと考えています。これからもっと基盤技術として開発しなければいけないのが二次代謝の化合物をどうやって植物で生産するかということだと思っていますので、今、NEDOの新しい事業においては、その新しい課題の技術開発を中心に進めているところです。

○高橋委員

とりあえず、ありがとうございました。

○小林座長

亀井委員、どうぞ。

○亀井委員

やはり若干気になるのが、成果の中で「一部達成」と書いてあるのが幾つかあるのですが、ただ、報告書をみると、「終了の時点で効果を再確認します」とか、セサミンのように植物体がそもそも期日までに育っていないで、「今後、きっちり検証します」となっているんで、その点は今の時点ではかなり達成されていると考えてよろしいのでしょうか。

○説明者（生物化学産業課係長）

評価の時点では、評価検討会が開催された昨年末の段階で内容を確認しているのですが、その時点でもまだ十分ではないということで、今ご報告している内容がほぼ現時点での内容と考えています。

○小林座長

では、齊藤委員。

○齊藤委員

ありがとうございました。私も仕事で農業研究所を見るときがありますが、各地の農業研究所のレベルはものすごく高く、すごく手厚くされているので、それが生かせる、しかも、農業分野以外のところに生かせるということで、非常に意義深く、非常に素晴らしいなと思っています。

1つ質問ですけれども、委託事業の方では、基盤技術の開発ということで、ベクターとかメッセンジャーRNAの話などをいただいたのですけれども、こちらの話というのは、今の動物系の培養の話にも生かされる可能性はあるのですか。

○説明者（生物化学産業課係長）

基本的にはその余地は余りないと思います。植物を使った生産にある程度特化した技術になっていますので。

○齊藤委員

では、これから植物系の方に向けてシフトしていく、それに向けて特化したチームだったということですね。

○説明者（生物化学産業課係長）

はい。その通りです。

○齊藤委員

わかりました。ありがとうございました。

○小林座長

浜田委員、どうぞ。

○浜田委員

最後の対処方針の中でも出てくるのですが、これは省庁をまたがるといいますか、経産

省だけではなくて、もちろん農林水産省も重要ですし、厚労省も出てきたりとか、いろいろなところが出てきますね。もう1つ、私もどちらかというところと大学側をみている中で、分野が違っていると、そうはいつでも、一緒にやっていくというのは、これだけ幅が広いと難しいと思います。

ただ、今伺っていると、日本の強みを生かせる分野だともおっしゃっていて、これからも連携を進めてやっていきますとは書いていらっしゃるのですが、これから先、競争力をより高めていくための方策みたいなこともぜひ提言していただきたいなと思いますが、これからの研究の核であるとか、認可に対して、例えばサポートできるとか、いろいろな形で産業として高める方法というのはどうしたらいいと考えられますか。

○説明者（生物多様性・生物兵器対策室長）

まずは、他省庁との連携でございますけれども、今、画面に出ておりますのは一番最後のスライドでございます。農水省の方でも、このバイオ技術を使ったもので、蚕に工業素材をつくらせようとか、コメを使って何かできないかということの勉強を始めております。そちらとは連携して会議を行わせていただいております。過去に5回、会合を開かせていただいております。大学の先生方にも入っております。

このような取り組みをすることによりまして、各省ばらばらに行うわけではなくて、一緒にやっていくということでございます。また、この中では、研究環境または実現するときの環境についても検討しているところでございます。具体的には、例えば、遺伝子組み換え生物の規制につきましては、既にカルタヘナ法というのがございますけれども、最近、合成生物学といまして、新たな技術などについてどう対応するかということの環境のどのようなものが規制としてふさわしいのかということなどにつきましても、話を進めていく予定です。

○浜田委員

ありがとうございます。

○小林座長

竹上さんの方から何かありますか。

○竹上大臣官房参事官

今の浜田委員のご指摘に関連して、提言及び提言に対する対処方針で、経産省においてはサポートということなのですが、経産省だけではない、関係省庁とも連携したサポートをどうやって継続していく仕組みにできるかというところがないと、補助事業で何となくプレーヤーの顔はみえているので、それはそれで進んでいくような気はするのですが、「サポートしていきます」というのを読んだ瞬間はそうかなと思うのですが、それが役所側で継続してサポートを続けていくような、それも数省庁がというところは、どのように工夫をされていくのか。あるいは、これから考えていきますということなのかもしませんが。その辺はどのようにお考えでしょうか。

○説明者（生物多様性・生物兵器対策室長）

植物でございますので、今ご説明させていただいたように、農水省との間ではできております。そして、今、竹上さんがご指摘のとおり、文科省などとも深めていかなければいけないとは考えております。今おっしゃったとおりの言葉になってしまいますが、文科省などとも協調を考えていかなければいけないとは考えています。

ただ、一方で、バイオにつきましては、戦略などをまたつくらせていただいているところでございまして、スマートセルインダストリーなどもやらせていただきまして、これは横断的に進めさせていただいているところでございます。このような中にも位置づけさせていただきながら進めさせていただければと考えている次第でございます。

○小林座長

他はよろしいですか。

では、私の方から、研究開発の流れについてお伺いしたいのですが。これは委託と補助事業で総額5億と、そんなに大きな額ではなくて、そして、ここで始まったわけではないですね。それまでにかなり投資を国としてもしてここまで来ているという部分があると思うのですが、ここに至るまでの過程というのはどんなだったのでしょうか。

○説明者（生物多様性・生物兵器対策室長）

今、第2タームが終わったところでございます。

○小林座長

5年ぐらいかけて、そしてここまで来て、今、大成功というか、そういうところに来ているということですね。

○説明者（生物多様性・生物兵器対策室長）

そうですね。いつまで続くかわかりませんが、また次のタームにつなげていく予定です。

○小林座長

そして、これを今度はNEDOでさらに展開をしていくと、そういう理解でよろしいですか。

○説明者（生物多様性・生物兵器対策室長）

そうですね。さらに難しいところ、先ほど高橋委員からもご指摘いただきましたが、二次代謝というちょっと難しいところに絞って新しくつくっていかうとしています。ただ、二次代謝といいますのは、植物がそもそも持っている能力をさらに高めてあげましょうというものでございまして、今までとは少し違う道に入ってきているものでございます。

○小林座長

そうですね。ありがとうございました。

どうぞ、齊藤委員。

○齊藤委員

私は環境分野の仕事をしています。今回のものは、新しく植物にというところがメインで、その器として植物工場があるのだと思うのですが、植物工場については、普通に食べるレタスなどについてもかなり大きな市場となっていますので、もし植物工場という器に

に対する知見、例えば水のやり方であるとか、何か知見が得られたものを一般的な植物工場に普及させていけると、またそれもCO₂削減にすごく波及効果があるので、そういった道筋もぜひ検討いただければと思います。

○説明者（生物多様性・生物兵器対策室長）

おっしゃるとおりだと思います。こういうところについては、今でも公表させていただいています。

○説明者（生物化学産業課係長）

知財の関係でまだなかなか公表できない部分があるのですが、おっしゃるとおり、一般的な植物工場に適用できるような技術で幾つか出ておりますので、それは近いうちにライセンスも含めて検討されると思います。

○小林座長

高橋委員、どうぞ。

○高橋委員

知財の管理と今後の対処でまた大変なところにチャレンジなさるということで気になったのですが、10. 今後の対処方針（4）の最後のところで、補助と委託で知財が生まれるじゃないですか。そうすると、提言の左側の下の方には、簡単にいうと、ポスドク等が絡んできて、そうすると、知財と論文といういつもの論点が出てきて、知財だけではなくて、これはその人たちのことも考えた知財マネジメントが必要だと書いてあるのですけれども、具体的にどうするのというのがたぶんすごく重要で、これはやはり国プロだし、先ほどのご説明では大学以外にも植物研究の知見は公設試等に蓄積されているということだと、これは国プロとして投入された資金に対してきちんと知財化をして、というのがまず本家本元の考え方だと思うのです。

これには、提言に対する対処方針というところで、要は、「論文等の学術的な活動にもアプリシエートをして配慮します」と書いてあるのですが、一般論としてはそれは正しいと思うのですけれども、国プロでお金を入れることについては、それは仕切りだと思うので、私は個人的には、場所が大学であろうとも、こういう国プロの知見は知財マネジメントとして、学術論文より、場合によっては特許という方針もあると思うのです。

その辺について、ここでは大きな方向性は出ていませんし、「バランスをとります」と書いてあるだけなのですけれども、何か論点があるのか、担当課として何かお考えがあるとか、その辺についてもしあれば伺いたいと思います。

○説明者（生物化学産業課係長）

委員のおっしゃるとおりで、実施者が大学であっても、競争力が発揮できる部分は知財を押さえていただくというのが基本だと思います。一方で、その周辺の技術や知見の中である程度オープンにしても差し支えない部分というのは多少なりともあると思います。得られた知見を全て知財として押さえていくのも無理と思っています。ここに書いてあるとおりのことしか申し上げられないのですけれども、知財を押さえる意味がある部分に対し

ては当然押さえてくださいと。一方で、すでに知財化した部分や、それをオープンにしていい部分に関しては積極的に論文として公表してくださいということかと思います。

○高橋委員

わかりました。では、今後のこととして、まず、評価委員がかなり大学の先生ですね。それから、委託事業がプレーヤーとしてどうなのか、そこまではわからないのですけれども、大学が結構絡んでいますね。そうすると、こういう意見が当然出てくると思うのですが、それはある種別の考えをもった緊張感ある対立で今後のプロジェクトもしていただければと思います。

コメントです。以上です。

○小林座長

ありがとうございました。

少し時間がオーバーしましたので、最終的に審議の結論にしたいと思います。

委員の何人かから出ましたけれども、国民からみると、やはり安全性というのが一番重要ですね。ただ、このプロジェクトの中では必ずしも安全性というのは対象ではなかったと思います。それはそれでいいと思うので、今後、各事業者を含めて、ぜひ安全性の確保については留意いただきたいというのが1点目だと思います。

2点目は、これも各省庁の連携も含めて、この技術の有意性あるいは有用性をさらに広めて、いわゆる実用化に向けて努力をいただきたいということです。希望になるとは思いますけれども。

というのが、この委員会の大体の意見だろうと思います。

○竹上大臣官房参事官

あとは、最後に高橋委員からご指摘のあった知財のところについては、コメントとして。

○小林座長

そうですね。知財関係をどう取り扱うか、それも含めて課題として考慮を期待します。

以上でよろしいでしょうか。

それでは、どうもありがとうございました。

○小林座長

それでは、本日の評価審議はこれで終了といたします。済みません、ちょっと時間が延びてしまいましたけれども、本日は有意義な審議と議事進行にご協力いただきまして、ありがとうございました。

最後に、事務局からお願いいたします。

○竹上大臣官房参事官

本日はご意見をいただきまして、ありがとうございました。次回は2月24日、13～19時までの長時間になりますが、4件のご審議をいただくこととなりますので、よろしく願いをしたいと思います。

○小林座長

それでは、これで散会いたします。皆さま、どうもありがとうございました。

—了—