

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28回）

議事録

日時：平成28年1月26日（火曜日）14時00分～15時30分

場所：経済産業省別館1階108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）土壌汚染対策のための技術開発

（2）ファインバブル基盤技術研究開発事業

2. その他

出席委員

小林座長、大島委員、太田委員、亀井委員、高橋委員、津川委員、西尾委員

議事内容

○岩松大臣官房参事官

それでは、定刻になりましたので、第28回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、ご参加いただきまして、ありがとうございます。

それでは、小林座長、進行をお願いいたします。

○小林座長

それでは、これから審議に入りたいと思います。

まず手始めに、事務局から資料の確認をお願いします。

○岩松大臣官房参事官

それでは、本日もペーパーレス化で行わせていただきます。お手元のパソコンに資料一式を保存しておりますので、ご確認ください。資料1から資料5及び補足資料―1、補足資料―2をパソコンで御覧いただけるか確認ください。――よろしいでしょうか。

それでは、座長、お願いいたします。

○小林座長

ありがとうございました。

本日はプロジェクトの事後評価2件の審議を予定しております。全て公開審議とし、

審議資料も全て公開扱いといたしますので、ご了承ください。

それでは、最初の議題１．（１）土壤汚染対策のための技術開発の審議に入ります。

議題１．技術に関する事業の評価について（審議）

（１）土壤汚染対策のための技術開発

○岩松大臣官房参事官

説明者は持ち時間20分で説明をお願いいたします。15分間経過時点で1回ベルを鳴らします。20分経過時点で2回ベルを鳴らしますので、説明を終了してください。

それでは、お願いいたします。

○説明者（環境指導室長）

経済産業省環境指導室長の田中と申します。土壤汚染対策のためのプロジェクトの概要を、生物化学産業課とともにご説明したいと思います。よろしくお願いいたします。

スライドですけれども、最初に表紙があって、その後目次です。その次のスライド2ページから説明したいと思います。

プロジェクトの概要ですが、背景として土壤汚染対策法が平成14年に制定され、それを踏まえて土壤汚染対策が進められていたところですが、そのときの課題として、対策手法として掘削除去が非常に多かったということがあり、それを踏まえて、平成21年に法律改正が行われ、なるべく掘削除去をしないやり方をすべきではないかというような議論で改正が行われたという背景がございます。また、そのときの法改正の議論の中で、操業中の自主的な土壤汚染対策を進めていくということも課題になっていたという状況でした。

こうした状況がございましたので、このプロジェクトが平成22年から始まっておりますけれども、それを始めようとしたときの狙いとしては、なるべく掘削除去ではなくて原位置浄化とか掘削しないような方法で土壤汚染対策ができないかということを進めるために研究開発、技術開発を行うべきではないかということで始めたというものでございまして、具体的には低コストな技術を開発していくということが大事ということで、そういうものやっていきたいという目的が1つ。もう1つは、低コストかつ安全にバイオレメディエーションを進めていくための開発をしていくという2つの狙いで、このプロジェクトを平成22年度から実施することにしたという背景でございます。

実施期間のところにありますとおり、これは5年間のプロジェクトで、最初の1年目はNEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）のプロジェクト、平成23年度以降

は国による直執行という形になっております。平成24年度に中間評価を行いまして、その後トータル5年のプロジェクトになっております。

予算の規模は7.7億円。後でご説明しますが、詳細という意味では合計4つのプロジェクトから構成されており、大きく分けると補助のプロジェクトと委託のプロジェクトの2つからなっており、トータルが7.7億円という意味です。

実施者ですが、これは先ほど申し上げた4つのプロジェクトの実施者が全部書いており、最初の新日鉄住金エンジニアリングと大阪ガス、不動テトラの3事業者で1つのプロジェクト、その次の土壌修復ラジアルウェル技術研究組合で1つのプロジェクト、その次の島津製作所で1つのプロジェクト、残りの長岡技術科学大学、東京大学、岐阜大学というところで1つのプロジェクトという形になっており、4つのプロジェクトをこれら実施者でやっております。

スライド3ページから4、5に掛けて、もう少し具体的なお説明したいと思います。

説明の進め方として、大きく分けて補助事業と委託事業があると申し上げましたが、補助事業が環境指導室のプロジェクト、委託事業は生物化学産業課の事業になっており、中で2つ分かれておりますので、まず環境指導室から補助事業の内容を説明させていただき、その後、生物化学産業課が委託事業の内容を説明するという段取りで説明したいと思います。

スライド3の左側を見ていただければと思います。ここに環境指導室の3つのプロジェクトの概要と目的を書いております。先ほど申し上げたように掘削除去以外の対策を進めていくということを目的に、特に費用が非常に高いということで、それが掘削除去以外の方法が進まない理由になっているのではないかとということで、技術開発をしてコストを下げていきたい。そういうために技術開発を行ったということでございまして、具体的には2分の1にできないかということを目的に進めさせていただきました。

具体的なプロジェクトは、スライド3とその次のスライド4に書いてあるのですけれども、1つがシアンの除去のプロジェクト、もう1つがラジアルウェルという井戸を使ったプロジェクトです。3番目が電気修復技術を使ったプロジェクトでございまして、いずれも土壌汚染対策法で有害な物質とされているものが法律で指定されているのですけれども、その中のシアンや鉛といった重金属類をなるべく安く除去できないか、そういう方法を開発していこうではないか、ということを目的にしたプロジェクトでございします。

○説明補助者（環境指導室課長補佐（水質・土壌担当））

代わりまして、環境指導室の苦瓠と申します。私からは細かく環境指導室のテーマ①、

②、③を説明したいと思います。今のスライド3の右側を御覧ください。

まず、初めのテーマ、①シアン汚染土壌の飽和・不飽和層原位置バイオレメディエーションの研究開発です。事業の概要ですけれども、シアンで汚れている土壌等を対象に、バイオの技術を利用して土壌を浄化していくという内容になります。

具体的には3点ございまして、まず1つは、土壌中のシアンの量、これは公定法で既測する方法は決まっていますのですけれども、それだけでは十分に測り切れないというご指摘等もあるので、この事業の中で全てのシアンについての含有量を測る分析方法を確立しました。

2点目、バイオスティミュレーション、バイオオーグメンテーション。地面の中に存在する微生物に対して栄養剤を注入してシアンを浄化してもらう。それだけでは十分でなければ、地面にある微生物を陸上に上げて培養して地面に戻すというバイオの技術をやっております。

3点目、混練・注入工法。シアンで汚染された土壌に対して、普通に井戸等をつくって溶剤を注入するのではなく、うまく地面をゴリゴリこねて、均等に栄養剤等が入っていくような混練もやっております。こういった1、2、3をシアンでやっています。

次に②、③を説明したいと思います。スライドの4ページをご確認ください。

まず左側、②ラジアルウェルを活用したパッシブな新規土壌修復技術の研究開発です。こちらについては、重金属で汚れた土地等を対象にラジアルウェルと呼ばれる少し特殊な井戸を用いて土壌を浄化していく技術になります。スライド4の左側、写真と絵がありますが、まずは立て坑に大きな井戸をつくって、放射状に上と下でさらに細かい配管等をやっていく。上から水もしくは溶剤を流して土から重金属を外して、下から溶剤と一緒に回収して浄化する。こういった特殊な井戸を使った浄化技術になります。

具体的には配水循環、水を入れて出す、その中で重金属を外すというシステム、またそれぞれ重金属を土から剥がす、もしくはそれを吸着する、回収する、そういった要素技術、あとはパッケージした基盤技術、こういったことを研究開発しているのが②のラジアルウェルになります。

3番目、同じスライドの右になります。③低コスト原位置電気修復技術の研究開発。こちらについても重金属を対象に電気修復法と呼ばれるテクニックを使って土壌を浄化していく。こちらの電気修復法、電気泳動の基本原理は中学の理科の教科書にも載っていると思いますが、ビーカーにプラスとマイナスの電極を差して水を入れて電気を流す。そうすると、溶液中の陰イオンとプラスイオンが左右に移動していくという基本原理を利用して、地面、土壌を湿らせて、ぬらして、電極を差して電気を流す。そうする

と、地面にある重金属イオンがプラスはマイナスに、マイナスはプラスに移動していく。こういった基本原理を利用してやっている研究開発になります。

具体的には、電気修復のメカニズム、効率向上の関係等の研究、あとは電気を使うので、いかに電気量を少なくしながら浄化していくのかといったこと、土壌のpH（水素イオン濃度指数）とか電解液を調整しながら最適条件を見付けていくといった研究開発をやっているのが③になります。

次のスライドはバイオ課（生物化学産業課）の説明になりますので飛ばして、スライド6ページに移動します。目的・政策的位置付けになります。

先ほど田中室長からも説明がありましたが、少しだけ説明しますと、本プロジェクトはテーマが①から④までありますが、ここに書いてある技術戦略マップ、もしくは5年前に改正した土壤汚染対策法の附則に、本プロジェクトの位置付けがされてございます。

次に、スライド7ページと8ページにそれぞれプロジェクトの①から④までの代表的な目標・指標、あとは達成度等を書いています。環境指導室で実施した①シアン、②ラジアルウェル、③電気修復は、いずれも現状の既存の掘削除去という土を丸ごと入れ替えて浄化するという方法に対して、約半分以下のコストで土壌を浄化することを大きな目標にしておりました。7ページ、8ページを御覧のとおり、いずれもそういった大きな目標については達成してございます。

次はスライドの9ページになります。こちらについては論文、講演、特許のことを書かせてもらっております。説明するのは①から③まで、シアン、ラジアルウェル、電気修復になります。

まず、②のラジアルウェルと③の電気修復になります。こちらについては、今、特許がゼロとなっていますけれども、電気泳動は基本原理が理科の教科書に載っており、非常にベーシックなものであり、今さら特許を出願するという類いのものではありません。よって、特許出願は②と③はゼロですが、学会や講演・発表は、いずれも十数件程度の実績等がございます。

①シアンは、こういったシアンに対して、こういった微生物が、こういった栄養剤で浄化していくという新たな発見等があるので、こちらについては特許を13件出願しております。

次のスライドの10ページで、事業化、波及効果のうちの事業化の説明をしております。10ページで①から③までの事業化の説明をしております。

初めに、10ページです。シアンですが、主なターゲットは都市ガス、ガス供給事業者の石炭ガス工場跡地と思ってください。ガス供給事業者には、東京ガス、大ガス、西部

ガス等いろいろあり、現在天然ガスを供給していますが、戦前、戦中、戦後、昭和30年ぐらいまでは、石炭を蒸し焼きにして都市ガスに作って供給するということをやっていました。石炭を蒸し焼きするときにCとN（炭素と窒素）がひっついてシアンができます。当時はこういった石炭ガス工場がいっぱいありました。今、当時あった石炭ガス工場の跡地がたくさんございますので、こういったところがフィールドとして一番多いと思っています。

あと、②と③、ラジアル、低コストは掘削除去に対して、今すぐ急いで早期に浄化したい訳ではなく、時間を掛けてもいいからゆっくり低コストでやりたい、そういった方々向けにこういったものを行っている。そういったところに事業化、ビジネス化を結びつけたいと考えております。

次は波及効果、スライド11ページになります。スライド11の下の①シアン、②ラジアル、③低コスト。①シアンの波及効果は、シアンだけではなく、油やVOC（揮発性有機化合物）への適用が可能と考えております。②ラジアルウェルの波及効果は、土壤だけではなく、具体的には排水処理でも応用可能で、具体的にはほう素の吸着材とか、商品化して販売等も実施しております。③電気修復の波及効果は、工場だけではなく、廃鉱山や圃場、農地です、そういったところへの適用が可能と考えております。

実施体制、スライド12ページをご確認ください。まず、①、②、③とあります。①シアンの実施者は、新日鉄住金エンジニアリング、大阪ガス、不動テトラ。②ラジアルウェルの実施者は、技術研究組合等。具体的にはこの中に早稲田大学、あとは民間企業5社とで6者でやっている。③電気修復の実施者は、島津製作所1社。ポイントは右側に書いてありますが、事業実施中から第三者、外部有識者による技術検討委員会を設置しており、ここで事業の目的、もしくは計画の妥当性、研究状況について、適切な指導もしくは技術的な助言をもらいながら5年間プロジェクトを実施しております。

13ページは予算関係になります。補助金、委託費等で投下した内容になります。①シアンは、5年間で約1.9億円の補助金等を投入しております。②ラジアルウェルは5年間で約1.5億円、③電気修復は3年間で約0.7億円を投下しております。平成22年度がNEDO事業、平成23年度から4年間は経産省の直執行事業になっております。

14ページは、先ほど説明した投下した予算等に対してどのぐらい効果があったかというものを記載しております。

15ページは3年前にやった中間評価になります。

16ページから今回の事後評価の内容になります。事後評価に際しては、今日の産業構造審議会の前に昨年10月、12月に事後評価検討会を実施し、16ページのスライドにある

5名の委員に評価、採点等をしていただきました。

17シートを見てください。事後評価の検討会委員の方々のコメントを少し書いています。国による積極的な支援が極めて妥当であった、事業化については期待ができる、今後の実用化についても高く評価できる等の評価等をいただいております。

18ページは採点になります。左側に全体の平均採点、上に各委員の方の採点等を書いております。ポイントは上の表を見てください。0点がバッド、1点がグッド、2点がベリーグッド、3点がグレイトと思っています。全ての委員が、全ての評価に対して1以上、つまりグッドという評価をもらっております。特に3点については非常に高い評価も一部の委員からもらっております。

19ページになります。こちらは5人の委員の方からの提言になります。左が提言、右にそれに対する事務局の対処方針になります。左側の提言、上から1つ目です。バイレメ（バイオレメディエーション）、こういった技術の実用化については、実証試験の積み重ね、データの蓄積が大事ですけれども、民間企業だけではなかなか難しい。国による継続的な支援が必要ではないのかというご指摘等をもらっています。2つ目と4つ目、似たような話ですけれども、各要素技術の組み合わせとかを考えたほうがいいのではないかという指摘をもらっています。

右側に対処方針を書いていますけれども、国の継続的な支援のあり方につきましては、ちょうど今、環境省を中心に国全体で土壌の現行制度の見直し等をやっておりますので、そういった全体の議論の中で、さらにこういったものが必要であるかどうかを見極めながら国としての支援のあり方を考えていきたいと思っています。あと、いろいろなテーマの組み合わせについてもまさにご指摘のとおりだったので、我々の事業の成果の普及等に努めながら、これから説明があるバイオ課のプロジェクトの連携等も進めたいと思っております。環境指導室からは以上です。続いてバイオ課からの説明になります。

○説明者（生物多様性・生物兵器対策室長）

ありがとうございます。まず、お手元の資料の2ページまで戻っていただければと思います。私どもの事業は、この事業概要、一番上の四角枠の中の3行目の「また」から書いています。また、バイオレメディエーションの利用に関する微生物の安全性評価に関する手法、また、その下、モニタリングに関する手法の開発をすることによりまして、バイオレメディエーションの利用促進を図ること。これは何かと言いますと、平成17年に私ども経済産業省と環境省のほうで微生物のバイオレメディエーション利用指針を出させていただいております。これは中身はどういうものかと言いますと、バイオレメ

ディエーション、微生物を使って土壌をきれいにするわけですので、近隣の方ですとか、非常に気になされる方もいらっしゃるのだと思いますので、この計画の立て方、また、評価の手法、管理の手法につきまして、考え方を示させていただいております。この利用指針に合っているかどうかというものについて、また、私どものほうで確認させていただいているような行政をさせているところでございます。

ただ、できるだけバイオレメディエーションを広げるためには、具体的な手法、安全性の評価手法ですとかモニタリングのための手法を指し示すことが必要かと考えまして、このようなことを委託事業させていただいております。委託先なのでございますけれども、そのページの実施者、下から2つ目の四角枠でございますが、その最後のほう、長岡技術科学大学と東京大学、また岐阜大学のほうに委託させていただいております。

続きまして、内容につきましては、5ページのポンチ絵を御覧いただきたいと思います。今、申し上げましたように左下の四角枠、国からの委託を3大学にさせていただいております。右側のポンチ絵でご説明させていただきます。2つ目の四角、土壌汚染対策法の改正によりまして、コストが増大することによりまして、このバイオレメディエーションを普及拡大することによりまして、土壌浄化の期待が高まります。それに対して、2つ並んでおります四角、微生物の安全性を評価する手法の確立、また、その微生物を包括的にモニタリングするための手法を開発することによりまして、一番下の四角でございます。バイオレメディエーションの普及拡大による土地活用の活性化が図れないかということでございます。

8ページ目、お願いいたします。成果と目標の達成度、こちらも下のほうでございますけれども、目標・指標でございます。バイレメに関係します土壌におります細菌50株以上についてマーカー遺伝子といいますけれども、特異な遺伝子を特定することによりまして、判別が容易になります。

それを実際に右側のほう、成果を見ていただきますと、51株以上を判別することができました。こちらを判別手法として確立しております。また、目標・指標の下のほうの段落でございますけれども、指標の候補となる微生物群をPCRプライマーを開発するのと、また、モニタリング技術を開発する。こちらのほうも開発することによりまして、次のページに発表の数が出ておりますけれども、右下のほう、講演・発表数が5年間で90、最初の2年間はほぼ基礎でしたので、学会などで90発表するような内容を成果として出させていただいております。

11ページでございます。済みません、時間ですので、少し走ります。事業化と波及効

果でございますけれども、④バイレメの研究開発につきましては、標準的な安全性評価手法の確立が整備されつつあります。また、モニタリングによりまして、この影響評価を行うところの科学的な知見が蓄積されておりまして、下にURLが書いてありますけれども、N I T E（製品評価技術基盤機構）のホームページでこの成果を全て公表させていただいておりまして、こちらのほうを用いますように、非常に参入、利用しやすいものとなっております。

4番目のポツですけれども、汚染地域は、環境省の調査によりますと150兆円、44万ヘクタール規模ありますが、こちらの有効活用が見込めるものではないかというものでございます。

また、飛びまして、費用対効果のところでございます。14ページ、一番下でございます。こちら一般社団法人土壌環境センターの調べによりますと、バイオレメディエーションの市場規模は4千億円を超えるとみられていますので、この資金配分額から考えましても1,100倍の価値ができるのではないかと評価できるものだと思います。

一番最後のページ、提言及び提言に対する対処方針がございます。上から3番目、バイレメの普及に資する安全評価手法とモニタリングの手法を安価で提供できる事業者の育成が望まれるところについて、私どもの対処方針、右側としましては、これから国として、このような事業者の育成についてどのようなことができるかということにつきまして考えていきたいと考えている次第でございます。

以上でございます。

○小林座長

ありがとうございました。

それでは、ただいまのご説明の内容について、ご質問、あるいはご意見お願いいたします。

では、高橋委員、お願いします。

○高橋委員

1つ、研究開発体制についてなのですが、成果のところ、論文と特許が簡単にいうと、4本の柱のうち、①、②、③は企業が中心で、特許も十何件出ていますと。4本目の柱に関しては、もう少し大学側で性格の違った研究をしていっちゃって、そこに関しては1件だということだと思うのですが、まず、この認識は合っていますか。

○説明者（生物多様性・生物兵器対策室長）

そうです。

○高橋委員

そのときに1点目としては、こういう環境浄化技術はこれからインフラ輸出みたいな感じで、日本以外でも汎用性があるのかなと思うのですけれども、そのときにステークホルダー（利害関係者）が多いと特許がばらばらになってしまうとか、とりわけ大学側が所有者に入っていたりすると、今後のメンテナンスとかもとても大変だと思うのですけれども、まず、そこら辺のご議論はされていましたかということと、今後どうしますかということのを伺いたいです。

そうすると、恐らくご説明の中で技術的なインパクトの話もあるかと思うのですけれども、2つ目の質問は、そもそも論なので合わせていただければいいのですが、この汚染物質というのは石炭の中にリソース（供給源）があると伺っておりましたが、これは日本だけの問題なのか、それともかなり汎用性のある話なのか、また、土壤汚染の問題全体の中で、このシアン等はどのくらいのインパクトがあるのかも合わせて教えてください。

○小林座長

お願いします。

○説明補助者（環境指導室課長補佐（水質・土壌担当））

環境指導室、苦瓜です。私から特許だけではなくて、海外の土壤汚染等を含めた説明を少ししたいと思います。

まず、日本の重金属、シアンとか鉛とかですけれども、土壤汚染でいうと全体の7割ぐらいが重金属で汚染されているといわれており、残りはVOC農薬、PCB（ポリ塩化ビフェニル）になります。日本と海外の話で言うと、当然海外にも工場等があるので、こういった土壤汚染があるといわれております。ビジネス化という話になりますと、これは日本国内でもそうですけれども、もともと日本国内でもこういった技術のほかに土を丸ごと取り替える掘削除去がございます。日本ではこの掘削除去が非常にコストが高い。その高いコストは、全ての事業所にはなかなか難しいところがあるので、今回、それに対して約半分以下のコストにできる原位置での浄化技術を開発しました。片や海外でも当然汚染されているフィールドはあるのですが、海外はどちらかというと掘削除去の費用が、東南アジアや中国ではそれほど高くないという話も聞いております。当然最初に海外のマーケティングも考えましたが、日本では高コストの掘削除去に対して原位置浄化技術が安く営業できるのに対して、海外では掘削除去がそれほど高コストでなければビジネス的には難しいという話も聞いております。

○高橋委員

ありがとうございます。小さい話なのですから、13件に関しては、いわゆる企業群の共同出願なのか、それとも個々の企業の単独のもので、今後は個々の企業が使っていくものというイメージなのでしょうか。

○説明補助者（環境指導室課長補佐（水質・土壌担当））

13というのは①シアンのことだと思いますが、こちらについては、特許については3社で行うものと聞いております。

○高橋委員

みんな共願ということですか。

○説明補助者（環境指導室課長補佐（水質・土壌担当））

3社体制で、知的財産についても、ビジネス化についても、取組等を行っていくと聞いております。

○高橋委員

質問は、所有者を別に確認したいのではなくて、今後の事業展開のときに複数所有者の場合のマネジメントというところが伺いたかったのです。方策がとられているのなら結構だと思います。以上です。

○小林座長

ありがとうございました。ほかはいかがでしょうか。西尾委員、お願いします。

○西尾委員

2つお聞きしたいのですが、1つは、使う土壌を選定する理由というのが何かあるのでしょうか。それがわからないので、ちょっと教えていただきたいというのが1点です。

それから、土壌微生物みたいなものを使う場合に、体制の中で、例えば私自身が農芸化学出身なのですから、農学の研究者というのは、こういうところに入りにくいものなのではないかというところを2点お聞きできればと思います。

○説明補助者（環境指導室課長補佐（水質・土壌担当））

前者について説明したいと思います。土壌と浄化という話があるかと思いますが、まずは土の前に対象にしているのが最初のマーケティングのところで、こういった有害物質を対象にするのかという切り口がありまして、先ほど説明したように多くの場合が重金属で汚染されているサイトが多いので、まずは対象として例えば鉛であったりシアンであったり、対象にする有害物質を決めるのが1点。その次は土の話になるかと思いますが、日本には砂のような土から粘土層、シルト層までいっぱいあります。それぞれ①シアンであっても②ラジアルウェルであっても、こういったところであればこういうことができるのか、砂に対してはこれがいい、それぞれの地層、砂の性質に対してできる

ところ、できないところを確認して、今回の研究開発に至っているという話になっています。

○説明補助者（生物化学産業課専門職（グリーン技術））

生物化学産業課の平野でございます。微生物を利用したバイオレメディエーションに関する研究についての農学出身者の寄与ということの質問かと思いますが、こちらのほうに関しては、まさに微生物研究というと、農学出身の方が多いというところがございますので、実際に今、ここの事業で実施していただいている3大学に関しても農学系の方が入っているという状況でございます。

○小林座長

よろしいですか。ありがとうございました。では、太田委員。

○太田委員

ここで3種類の土壌処理が入っているのですが、規模的に言うと、かなり違うのではないかと思います。そういう中で日本としてどれが一番ありそうかなどというのを考えるのですが。

もう1つの点は、個別ですけれども、電気分解を使うような、ここで1,500kWh/m³というような数字が出ているのですが、この辺もさっきお話が出ていましたように土壌の性質とかかなり大きな違いがあるし、長さも問題でしょう。どのぐらいの間隔で電気を置くのか。そういうのは標準としてあるのか、それともこれからつくらなければいけないのか。規模の大小ももあるし、将来ある程度ユニットする計画はありますか。

もう1つは、こういう方法は福島の水の処理に使える可能性があるような気もするのですが、その辺はいかがですか。

○説明補助者（環境指導室課長補佐（水質・土壌担当））

順番にお答えしていきたいと思います。

まず、それぞれ、多分①、②、③のテーマかと思うのですが、特徴あるものがあって、どれを優先するのかというのがございました。現実には全てのプロジェクトが昨年までに終わっていて、各事業者も営業展開等をやっております。それにはまずベーシックな掘削除去もありますし、それに対してこういったものがありますよ、①シアンであれば、こういったシアンのことがありますみたいなことも提案等をしていきますので、どれを優先というよりは、顧客に対して例えば掘削除去であればスピードは早いです、ただ非常にお金がかかります。お金がかかってもいいから早期に浄化したい方にはそれが多分いいでしょう。ただ今の工場が操業中で別に今すぐ浄化したいわけではないのだけれども、やはりコストが非常に気になる。半分以下になるならそういったものが非常に関

心があるといった方については、①、②、③をそれぞれ提案していく。

あとは、それぞれ対象となる有害物質とか重金属で違いができますので、例えばうちの土地は鉛で汚染されているとか、うちはシアン。鉛だったら②と③になりますし、シアンだったら①になります。②と③についても、特に③については全ての土壌で適用できるわけではないので、簡単にいうと例えば関東ローム層みたいに火山灰があるところについては、浄化対象以外の金属も含まれており、それを移動するのは結構電気を使ってしまうので、関東ローム層等の火山層には余り向かない。そういったところは、②ラジアルウェルみたいなものが合うかもしれませんし、逆にある程度火山がなくて水もある程度含んでくれるような地層があるとかという話であれば、③電気修復がいいかもしれません。このように企業が営業展開するときに、複数の選択肢をもって顧客の要望と汚染された土壌の物質をみながら営業展開していくというのはございます。

あと福島については、物質がセシウムになると思います。ここでやっているのは、あくまでシアン、鉛、クロムといった重金属を対象にしております。事業者には、いろいろな引き合いで、実際に福島の話もあり、検討はしたのですが、やはり違う物質だと吸着とか除去もなかなか難しいので、今回の研究開発についてはセシウムはお応えできない対応になっております。以上です。

○小林座長

よろしいですか。

○太田委員

はい。

○小林座長

大島委員。

○大島委員

済みません、表現のところでちょっと教えていただきたいのですけれども、6番目の費用対効果なのですが、こういう記述というか表現を余り見慣れていないので、幾つか教えていただきたいのですが、仮に全てに本事業を適用して対策費用が2分の1になると、本事業に投下された費用が1,058倍とか何倍になるかということが①から③に書いてあるのですが、これは実際に費用が2分の1になっているのかということと、投下された費用というのは具体的にどれぐらいですか。何に対しての1,058倍かというのがちょっとわからなかったというのが、似たような表現が①から③にあるので、ちょっと教えていただきたいということ。

あと、④は今度は1,100倍の価値創造が見込まれていると書いてあるのですけれども、

この「価値創造」というのはどういう意味なのかというのを教えていただけないでしょうか。

○説明補助者（環境指導室課長補佐（水質・土壌担当））

①から③の方から順番に説明します。少し分かり難い表現で申し訳ございません。

まず初めに、対策費用の2分1ですが、こちらについては①から③全ての研究開発について既存の掘削除去に対して2分の1以下のコストになるということは確認、達成しております。投入する費用等について、ここに書いてある資金配分というのは、それぞれ5年間もしくは3年間、国からこのプロジェクトに投下した予算総額になります。

○大島委員

そうすると、いわゆる予算としてつけられた費用の1,058倍に相当する金額の削減につながるという意味なのですか。

○説明補助者（環境指導室課長補佐（水質・土壌担当））

計算式があればよかったかも知りません。趣旨はと言いますと、①についても、②についても、③についても、既に現状でこのぐらいの市場といいますか、汚染土壌宇があり、普通に掘削除去で浄化するとこのぐらいの費用が掛かる。例えば1,000億の費用が掛かる。何もしなければ日本全国でシアンであれば約80万立方メートルぐらい汚染されているといわれており、それに対して何十億か掛かるといわれている。それを例えば①であれば、ここで開発した技術を適用することによって、普通であれば、丸々数億円掛かるというものが2分1以下のコストになり、日本全体として丸々億円ぐらいコストが削減できる。それをこのプロジェクトに5年間投下した予算総額で割った倍数を書かせてもらっています。

○大島委員

あと、4番目の1,100倍の価値創造というのは。

○説明補助者（生物化学産業課専門職（グリーン技術））

詳細のほうは、実際事後評価報告書、資料3の211ページから212ページに記載させていただいているところでございますけれども、簡単にご説明いたしますと、VOC、揮発性有機化合物に関する汚染の状況として、このぐらいの数字があるというのをこちらのほうに書かせていただいております。VOC浄化の市場が大体4兆円規模ですというのが、こちらの報告書の212ページに書かせていただいております。

この4兆円といわれている市場規模に関して、これまでは有効な汚染除去手段がなかったという状況がございます。もちろん掘削除去という手段はあったのですが、それ以外の方法がなかった。これらの汚染浄化において、実際バイオレメディエーショ

ンというものの比率が1割程度は今後占めていくだろうということを考えると、今回開発した手法が4,000億円超規模の実際の市場価値を生み出していくだろうという意味で、このような表現をさせていただいております。

○小林座長

よろしいですか。

○大島委員

はい。

○小林座長

亀井委員。

○亀井委員

質問というよりもコメントなのですが、今のことにしては、10月から政策・経済研究センターというところに移って、表現はやはり気をつけたほうがいいかな。これは出さなければならないという事情はよくわかります。ただ、4番は、確かにこれまで潜在的に4兆円だったものがこの技術で4,000億円の市場を顕在化することができますよ。これはよくわかります。逆に言うと、処理費用の市場規模が4,000億円だったというものが半分になりますというのは、議事録でどう残すかですが、環境省的には半分のコストで済みますということなのでしょうが、経済産業省的には、半分の市場規模、産業規模を失うというようにも読めるわけでして、余りこういう表現は本当はしないほうがいいのではないかと思います。多分いろいろな事情があって、こういうことを言わなければならないのだろうこともしんしゃくいたします。これは単純なコメントです。

○説明補助者（生物化学産業課専門職（グリーン技術））

済みません、1つだけ補足させていただきますと、バイオレメディエーションに関していいですと、バイオレメディエーションの汚染浄化に必要な費用を、こちらは2分の1というような形にするわけではなく、これまで使われていなかったものをもっと使いやすくしていきましょうという手法、形で開発をさせていただいておりますので、2分の1になったというよりは、これまでできなかったところがこの開発によってできるようになったという意味でこのような書き方をさせていただいております。

○亀井委員

承知しました。それとあと、2つ目なのですが、バイオレメディエーション、やはりこれは有効な技術だと思いますし、きちんとした研究開発が今回できたと思うのです。評価検討会委員からの事後評価報告書（案）の中にも触れられているのですけれ

ども、こういう技術を扱うと、私も幾つか経験があるのですが、やはり最終的に市民と
いったらいいのですか、普及させるためには技術以外のファクター（要因）というところ
もあって、特に微生物を使ってやりますよという、技術以外の力学が非常に働いて、
いろいろなことが難しくなったりしているので、そこら辺の理解を得る活動というのは
ある意味、公的な立場で続けていただきたいと思います。

○小林座長

何かコメントございますか。

○説明者（生物多様性・生物兵器対策室長）

ありがとうございます。委員おっしゃるとおりでして、パブリックアクセプタンス（社
会受容、地域住民の合意を得ること）につきましては、微生物でございますので、より
住民に近いところなどについて何らかの方策を打ちながら、このようなものがより使わ
れるような方策を考えていきたいと考えている次第でございます。ありがとうございます。

○小林座長

ありがとうございました。

ほかはいかがでしょう。——ちょっと私からよろしいですか。もう一度、特許の9ペ
ージ、先ほどの環境指導室長のご説明で、2番目と3番目はもう既にかなり成熟したと
いうか、でき上がった技術なので、余り特許、知的財産のフェーズ（出願をするといっ
たような段階）にはないというお話でしたよね。もう1つは、1番は逆にそういうフェ
ーズにあって、非常によくできたということですね。4番目は逆にもっとアーリーフェ
ーズ（初期段階）と考えてよろしいのですか。つまり、技術のフェーズがあって、すご
くアーリーなものと、ちょうど知財に相応しいものと、すでに知財は取れてしまってい
る、などのミックスであるという理解でよろしいですか。

○説明補助者（生物化学産業課専門職（グリーン技術））

バイオレメディエーションに関していうと、そこまで市場は成熟しておりません。

○小林座長

そうすると、このプロジェクト全体としては、もうかなり実用化フェーズに来ている
ので、経済産業省としてはあとはもう普及のほうに、特に民間を中心にやっていただけ
ればいいという理解でよろしいですか。

○説明補助者（生物化学産業課専門職（グリーン技術））

はい。

○小林座長

ありがとうございました。

ほかは。津川委員、どうぞ。

○津川委員

ちょっとまとまりにくいのですが、バイオレメディエーションの株のことで、あそこのところ はどんな研究者でも必ずアクセスするところですので、N I T Eに情報を出されたのは非常によいと思います。

セーフバイオシステムというのがいま一つわからないところがあるのですが、要は例えばバイオレメディエーションで、この株がいいなということがわかった場合に、その株が安全であるかどうかを判定するための基準をつくられたということでしょうか。

○説明補助者（生物化学産業課専門職（グリーン技術））

はい。

○津川委員

それを実際用いて、何かやったというような事例は今のところはあるのでしょうか。把握していらっしゃいましたか。

○説明補助者（生物化学産業課専門職（グリーン技術））

まさに例えば特定の有機塩素化合物などを分解してくれるような菌を見付けたとして、その菌株の安全性を確認するというような実証を実際に行っております。その隔離土壌になりますけれども、菌株を入れて、入れた結果、土壌の微生物群がどのような変化をするのか。例えば病原性微生物が増えていかないかといったところを確認させていただいております。

○津川委員

ありがとうございます。

○小林座長

よろしいですか。

○津川委員

はい。

○小林座長

ありがとうございました。

各委員のご質問、あるいはコメントを踏まえて、先ほど申し上げましたように、この技術開発はかなり実用化に近づいてきているフェーズなので、このワーキンググループとしては是非次のステップ、普及、それから実用化に努めていただければ、このプロジ

ェクトとしてはきちんとしたものができているのではないかということかと思います。今のようなコメントで了承というようにさせていただきたいと思います。よろしゅうございますか。——ありがとうございました。

それでは、続きまして、議題の 1. の(2)ファインバブル基盤技術研究開発事業の審議に入りたいと思います。

議題 1. (2) ファインバブル基盤技術研究開発事業

○岩松大臣官房参事官

それでは、説明時間15分をお願いいたします。10分間経過後に 1 回ベルを鳴らします。15分経過時点で 2 回ベルを鳴らしますので、説明を終了してください。

それでは、お願いいたします。

○説明者（統括基準認証推進官）

国際標準課の藤代でございます。お手元の資料にありますように、ファインバブル基盤技術研究開発事業事後評価の概要という補足資料で説明させていただきます。

お手数ですが、ページをめくっていただいて、2 ページでございます。まず、プロジェクトの概要として、ここに書いていますように、液体中に安定的——安定的というのは放っておいても数か月以上ということでございますけれども、溶存するファインバブル、直径が100マイクロメートル程度以下の気泡、これについては後で説明しますが、洗浄、殺菌、水質浄化という機能を有しまして、今後、広範囲の産業応用が期待されている。しかしながら、その発生機構、あるいは具体的な物理的な作用メカニズムといったような基礎的・基盤的な技術の解明・開発については課題が残っているということで、今でも現実的にいろいろな産業分野で応用されていますけれども、本格的な産業における応用には至っていないということで、本研究開発事業でファインバブルの様々な機能、効果、メカニズム解析や生成制御等の基盤技術開発を実施するというのが本プロジェクトの概要でございます。

実施期間は平成26年度、予算総額は 2 億円でございます。実施者はファインバブル産業会でございます。

つづいてプロジェクトの目的・政策的位置付けになってございます。ここでは図で簡単に説明してございますけれども、お手数ですが、4 ページを見ていただいて、文章でございますが、ここで私どもの目的・政策的位置付けを書いております。

上のほうの日本再興戦略というのは、これに関することを抜粋したものでございます。

下の四角枠の中のほうで書いてございますが、国際標準化については、官民であわせてやっというふうな事柄で、世界に通用する規格とか認証基盤の強化のため、この標準化官民戦略では、ファインバブル等の認証基盤については標準化の進展、市場の成長などを踏まえながら、官民が連携して、随時整備を進めることが掲げられたという政策的な位置付けになっております。

なお、この事業の成果、出口にもなりますけれども、ファインバブル技術については日本の提案によって、ISO（国際標準化機構）のほうで今現在、国際標準化が進んでいるという状況でございます。

ページをめくっていただいて、目標でございますけれども、目標については大きく分けて4つございます。共通基盤的技術と洗浄技術、殺菌技術及び水質浄化技術の4つについて、本研究開発事業で実施いたしました。それぞれの内容とか成果については6ページを御覧ください。

表形式にしておりますけれども、先ほど申し上げた4つの技術について、共通基盤技術については生成制御、基本的な作用メカニズム、リスク評価、洗浄技術についてはモデル汚染物質、汚染微細粒子、油脂・高分子類、殺菌技術については機能評価、水質浄化技術については機能評価、余剰汚泥減容化といったようなことを研究開発内容としておりまして、これについては後で説明しますが、私どもとしては、それぞれの所定の目標は達成したと考えております。

それぞれごとの項目についての説明に入らせていただきます。7ページを御覧ください。

これが先ほど申し上げた一番上の共通基盤技術成果ということで、2つ成果がございます。ファインバブルの生成制御の基盤技術に関しては、圧力を加えることによって、ファインバブルを高密度化する。あるいは流路サイズによりファインバブルを高密度化できるといった指針が得られました。

2番目として、基本的な作用メカニズム解析に関しては、高機能のリアルタイム観察装置の開発に成功したということでございます。

次のページは、それをちょっと簡単に図であらわしてございます。上の図は、ちょっと見にくいのですが、圧力を加えると密度が高くなるということで、下の図のほうについて言えば、ちょっとスクリーンではわかりづらいのですが、お手元の資料を見ていただくと、下のほうに黒で3ミリとか赤で4ミリとか緑色で5ミリと書いてございますけれども、流路の幅によって密度が変わってくるということが解明いたしました。

次のページでございますけれども、これについては、先ほど申し上げたリアルタイム

の観察装置の開発ということで、この図でいうと上のほうでございます。ファインバブルの挙動を観察できる高速度原子間力顕微鏡を開発し、それぞれリアルタイムで粒子生成が観察できるといったような成果が得られております。

次のページでございますが、4. で2番目の項目についての洗浄（基盤）技術についてでございます。洗浄技術について、これは2つ成果がございまして、1つには、半導体製造レベルでの応用に向けたクリーンウルトラファインバブル水の生成装置を開発し、洗浄力向上を確認したという点と、2点目としては、市販のウルトラファインバブル発生装置よりもはるかに小型化が可能な発生手法を開発することができたという2点が成果としてございます。

ちょっとページをめくっていただきたいのですが、ここで左の隅のほうに、これは半導体の細かいところでございますが、半導体を通常の手法で、例えば微細な歯ブラシ等で洗浄すると、確かに汚れは落ちるのだけれども、ちょっと真ん中の図で線がずれているように、パターンにダメージを与える場合がございます。それに比べて、このファインバブルのほうについては、洗浄力自体はそれほど変わりませんけれども、パターンに対してダメージを与えることはほとんどないといったような効果がございました。

次の12ページでございますけれども、左手に写真がありますように、これは通常で販売されているファインバブル製造装置でございますが、物によっては手のひらサイズで効率よくファインバブルを発生させる手法を開発できたということでございます。

次が3番目の項目である殺菌技術についてでございます。殺菌技術についても2つ成果がございます。医療、及び関連機器殺菌技術に関しては、安全で短時間処理が可能な反応性化学種対応ウルトラファインバブル発生装置を開発することができたということと、2番目として食品、及び飲料設備殺菌技術に関しては、各種食品プラントへの CO_2 ウルトラファインバブル水の適用可能性評価を行って、カット野菜製造プラントへの評価が高いことを実証したということでございます。

次の14ページでございますけれども、具体的な図で示してございます。例えば真ん中の図で言いますと、下のほうで何本か線がございまして、プラズマの温度によって発生時間がどれぐらいかということで、実験の結果、摂氏40度ぐらいの低温プラズマだと発生までの時間がかなり短くできるといったようなことがわかりました。

次のページでございますけれども、これはカット野菜を中心に実験した結果で、その評価を、◎印とか○印とか書いてございます。

カット野菜製造プラントについては、評価ポイントにも書いてございますけれども、

殺菌タクトタイムの短縮とか、そういった大きな効果が得られたということで◎印となっております。

果汁搾汁や生あん製造プラントについても一定の成果が上がっております。

生食用のカキ加工プラントについては、今後の更なる調査が必要ということがわかっております。

次のページでございますが、4番目の要素技術である水質浄化についても、2つの成果が上げられておりまして、成果1としては酸素ファインバブル処理により排水中の油滴が超微細化し、油脂分解菌と細胞壁分解菌が増加することが確認できたということと、オゾンのウルトラファインバブルによって、活性汚泥菌の高効率な死滅が可能であることが確認されました。

17ページでございます。現状としては、左のほうの図で上の写真がいわゆる川でございまして、それを処理すると大量の余剰汚泥が発生するということでございますが、このファインバブル技術を使うことによって、先ほど申し上げた油脂分解菌とかによっていろいろなものを分解できるということで、左に書いてある余剰汚泥の発生を抑えることができるといったような効果が期待されます。

18ページでございますけれども、これについても同様に、左のほうの図で高速道路の休憩施設浄化槽から発生する余剰汚泥、これについてもファインバブルが持つ機能により、発生が抑えられるといったような効果が期待されます。

以上がそれぞれの研究開発の成果でございまして、実際、今後の事業化、波及効果ということでございますけれども、ファインバブル産業会で調べてもらった結果、現在、2015年の市場としては、いろいろな関連機器も含めまして、上の表でございまして、日本市場が1,350億円、世界市場が1兆円ということでございますが、今後、ここに書いていますように、10年程度で国内市場が5億千億円超に成長する可能性があると言われております。

私どもとしては、この中で説明する、今後の事業化とか国際標準化といったものを織り交ぜて、日本産業による市場占有率が増えていけばいいなと考えております。

20ページが今後の事業化、波及効果についてでございますけれども、先ほどご説明申し上げた、それぞれの水質浄化とか殺菌、それぞれについて昨年度、本研究が終わったわけですが、それ以降、水色で書いていますように、それぞれの分野において期待される事業化を書いてございます。

21ページでございますが、6番目として、研究開発マネジメント・体制ということで、これについては経済産業省からファインバブル産業会に委託しまして、それぞれの要素

技術ごとにチームを組んでいただいて実施している鳥瞰図的なものでございます。

22ページ、それぞれの技術ごとに作業委員会を作成しまして、それぞれの得意分野を持っている企業等で構成されております。

23ページは予算の実際の内訳でございまして、それぞれの要素技術ごとにそれぞれの企業が分担している金額について記載しております。

24ページも同様でございます。4つの要素技術の項目についての約2億円の使途でございます。

最後、25ページ、評価でございますが、これについて評価検討会については、ここに挙げていますように、座長の松本先生含めて6名の方に評価いただきました。

26ページが総合評価でございます。コメントとしましては、日本がリードしているファインバブル技術については、産官学が連携して技術の共通基盤を形成し、事業化を目指すという本事業は、1年という短期間であったにも関わらず、妥当な成果が得られたということと、我が国が提案している国際標準化を目指すためには、基盤要素技術開発という黎明期で国が事業に関与したことは妥当であったということでもありますけれども、さらに今後、信頼できる技術として発展するためには、さらなる定量的評価が必要というコメントをいただいております。

27ページは評点の算術的な平均でございます。

最後でございますけれども、28ページでございます。提言及び提言に対する対処方針ということで、3点提言をいただいております。

1点目がファインバブル技術の国際標準化への取り組みはもとより、今後は民間主導で進んでいくとされている分野で国際化を国としてバックアップする体制が必要。

2番目としては、この事業に関わった研究者は引き続き継続して取り組む必要がある。

3点目としては、物理的視点だけではなく、化学的視点からの考察、検証もエビデンスとして必要であり、信頼のできる定量評価とその積極的な公表が求められるといったようなご指摘をいただいております。

それぞれに対して、ちょっと時間も限られてございますが、駆け足で説明すると、一番上の提言に対しては、今後の対処方針として、本事業に携わったファインバブル産業会の会員メンバーの、研究機関とか企業においては、基本的には一定の事業化の見通しがついているため、我々としては、それらの企業が世界的に優位に事業展開を図れるように、今現在もやっておりますが、国際標準化の推進に対して整備していくといったようなことを考えております。

2点目としては、今後のさらなるファインバブルの特性とか、こういった研究が不可

欠であるので、それぞれの事業実施機関において、引き続き同じ研究者が取り組むような形で進めていく。

最後でございますけれども、本事業実施団体、ファインバブル産業会とか、それぞれの研究機関において、ここに書いていますようないろいろな資本を駆使して、物理だけではなくて、化学についても検討を深化させて、アカデミック（学会）とか、例えばファインバブル学会とか、そういったところで成果を発表するとともに、わかりやすい、みえる化するという観点で一般消費者に対しても講演会、展示会を行うなど、正しい評価結果を広めるように努力するといったようなことが方針でございます。

以上、最後、駆け足でありましたが、説明でございます。

○小林座長

ありがとうございました。

それでは、ただいまの内容についてご質問、あるいはご意見がありましたらお願いします。

では、西尾委員。

○西尾委員

今お話がなかったのですが、当初5年事業を予定していたけれども、実質的には半年になってしまったと書かれていて、これはすごくドラスチックな（思い切った）ことをやられてしまったのか、どうしてそういう決定を下したのかということと、その決定によって、当初予定していたものとやろうとしていたことをどう変えたのか、あるいは体制がどう変わったのかということをお聞きできればと思います。

○説明者（統括基準認証推進官）

確かに当初は5年計画ということで考えてございましたけれども、この研究開発を実施する過程において、想定よりも早く目標が達成できたということと、ちょっと冒頭に申し上げましたが、私どもは同時並行的に国際標準化事業をやっておりまして、こういった既に実用化が行われている事業については、むしろ国際標準化の観点から進めていったほうが早い。その両方の理由で、予定の5年間でございましたけれども、内容的には達成されているということと、むしろ国際標準化の観点で進めていったほうがいいのではないかとということで、1年間という期間で終了いたしました。

○小林座長

国際標準化の事業で引き続き研究開発をするということですか。

○説明者（統括基準認証推進官）

国際標準化という観点で、1年間で得られた成果に基づいて、各企業が事業化を進め

て、その成果を国際的に広めるために、むしろ早め早めに国際標準化の場に出していくということです。したがって、委員の質問については、基本的には5年間掛かると見られた事業について、1年間で十分な成果が得られたと判断したのが最大の理由でございます。

○小林座長

高橋委員。

○高橋委員

今のところに関連してです。まず、ご説明を伺った1つの素朴な感想は、国際標準化が主導だけれども、この事業は個々のR&D（研究開発）で、個々の企業が自社の事業内での研究開発を行っているということですよね。そうすると、基本デファクトスタンダード（事実上の標準）を狙っていくということなのかなと。

ここから質問なのですが、だとすると、例えば若干の違和感の最初の1点目は、ファインバブルが生成できたのをAFM（原子間力顕微鏡）か何かで確認しましたというのが1つの成果になっていると思うのですが、例えばこれというのは、国際標準化をするときにビジネスとして正しくあるスペックのバブルができましたと。そういうものを果たして効果のAFMを使って確認するというのがデファクトのキーになるのかどうかというのはとても疑問なのです。

次に、そうではなくて、やはり国として、標準化というのはある種特許よりも全然重要なことだと思うのですが、だとすると、この研究開発は個々の事業として卒業いただく。別途スペック、特に測定手法とか生成装置の物自体ではなくて、手法などというのは国際標準化としてかなり強い標準というように素人ながらに聞いているのですけれども、そういうところをこの研究開発の個々の成果を別途ストーリーの中で事業立てしていくというのが経済産業省のプロジェクトとしてあるのかという、個々の成果とおっしゃるターゲットの国際標準化への取組というものの関係性をまず伺いたいと思います。

○説明者（統括基準認証推進官）

まず、この研究開発事業として先ほど言われたAFMで観察できる手法を開発したという事実がありまして、それを開発した企業が、その装置を用いて、個々に市場を展開していくというのが、まず1つの研究開発の成果ではあります。

ただ、日本の技術が優れているということの評価するためには、その評価方法を国内だけではなくて、国際的に統一する必要があるので、それについては、むしろデファクトではなくてデジュール（公的な機関）であるISOとかIEC（国際電気標準会議）

で評価したほうが日本の企業の国際市場の展開について直接的に効果があるのではないかと考えております。

済みません、直接的な答えになっていないのですけれども。

○質疑応答者（一般社団法人ファインバブル産業会会長）

実施をしていましたファインバブル産業会の矢部と申します。

今のことでございますけれども、このファインバブル、特にウルトラファインバブルと我々は呼んでいますが、1ミクロン以下で目に見えない領域の気泡でございます。それゆえ、今まで課題が2つありまして、1つは本当にそういう目に見えないバブルが存在するのかというのがわかっていなかった。もう1つは、本当に効果があるのか。この2つのことをこのプロジェクトでやらせていただきました。

あるのかないのかに関しては、先ほどのAFMを使ったもので、あるということがわかると、それでもう十分なことでございまして、あとは別の測定法で量をはかるようにだんだんもってきて、実際、目に見える形であるのだというのが見えたということはずごく大きなことでございました。

もう1つ、国際標準で大事なものは、結構しっかり実証して、再現性のある効果があるということがわかって、それを実用にもっていく段階までいきますと、ここまでいけば国際標準がとれるであろうという判断をしていただきまして、国際標準のプロジェクトとしては終了いたしましたけれども、我々といたしましては、それぞれちゃんと産業にするのだ、実際の技術として実用にもっていくのだということで、各社がその後も自分たちで努力して、今1つずつ産業に近づいていると思っております。

○小林座長

太田委員。

○太田委員

コメントというか、ファインバブル、今ウルトラファインとおっしゃったのですけれども、ちょうど私は水素をやっていて、水素のナノバブルが話題になってます。がんに効くのだか効かないのだか、とにかく実証例があると言ったり、そうではないと言ったり、そう簡単に結論が出ない。そのときに出てきたのは、やはりナノぐらいのバブルになると、今までと違った性質がある。少なくとも水の中には1週間とか1か月間とか長く存在できている。それが何だということもわからない状態で標準化とか難しいと思います。例えばこれが1年間で終わったといたら私は非常に残念なのです。その辺をやはり詰めるならば物性からとか、きちっと詰めて、だからというようなストーリーがあってもよかったかなというこれは印象です。

○小林座長

亀井委員。

○亀井委員

実は多分同じことかもしれないのですが、ファインバブルがあるかないか、それとあと、ここに書いてある洗浄なり殺菌なりの効果があるかないかということは、これは現象論的にはきっちりわかったというレベルだと思うのですが、プロジェクトの目的の中にも作用のメカニズム（仕組み）をきっちり明らかにしようというようになっていて、1年間という短い期間で、とてもそこまで理解できたのかなと素朴に思うわけです。

多分、今後国際的な展開を図ると、学問的と言った方がいいのですか、サイエンス（学問）としても、その辺のところをしっかりと押さえれば、いろいろなアプリケーション（実用）とか最適化というものに関して、よりいろいろな指標とかが出てくるのではないかなと思うのです。

1つは質問として、作用のメカニズムを明らかにしたいというように目的の中に入っているのですが、この点に関しては、どこまで達成されたと認識なさっているのでしょうか。

○質疑応答者（一般社団法人ファインバブル産業会会長）

ありがとうございます。今おっしゃっていただいたように、作用のメカニズム、もう1つは、100ナノメートルぐらいの気泡をどうやって生成するのか、その生成のメカニズム、2つ大きなサイエンスがございます。

生成のメカニズムに関しては、我々も十数年研究しておりますけれども、少しずつわかってきた。水の中に入っている汚れがかなり必須であって、本当に汚れがない状況だと気泡がでにくいというのがわかってきています。そういう必要要件は幾つかわかってきました。

一方で、作用のメカニズムなのでございますけれども、一番わかりやすいのは、1ミクロン以下ですので、流れに乗ってどこまでも入り込む。隅々まで行き渡る。例えば、オゾンなどが隅々まで行き渡ると殺菌効果が高いとか、そういう意味で流れに乗ってどこまでも入り込むというのが1つの大きな作用のメカニズムでございます。

あとは、こういう小さいところですので、表面張力で中の圧力がある程度高くなっております。それで壁にぶつかったときなど、汚れを弾き飛ばして、汚れを洗浄するという効果が出てきております。幾つかそういうメカニズムはわかってきていて、それを応用した産業として幾つかの実用例が出ておりまして、まさに国際標準を急がないと、ほ

かの国が産業で、作用がわからなくても、どんどん工業になっていってはいけないという事で、我々は同時並行で進ませていただいております。

○小林座長

津川委員。

○津川委員

私はリスク評価法というあたりをお伺いしたいのですけれども、やはり5年間の計画で最初にリスク評価法をつくり上げようとしたところを、半年間なり1年間なりで切り上げたことによって、どこの部分が欠損してしまったかというのを具体的にお伺いしたいのです。

○質疑応答者（一般社団法人ファインバブル産業会会長）

そういう意味では、リスク評価法は結構時間が掛かることですので、リスク評価の方法論はこうやってやればいいというのを我々としては検討いたしました。これは電気分解を使った電解水のところで、やはり同じようなリスク評価をしている例がありましたので、もうちょっと大きい気泡でございますけれども、そこの方々と一緒に検討会をしたりして、こういう方法でやればいいというのを一応方法論を確立して今のところ終わっております。

○津川委員

方法は考えたけれども、結果がどうなったかというのは。

○質疑応答者（一般社団法人ファインバブル産業会会長）

1年目は方法を考えるという計画で、そこで終了しましたので、今はその後をやる必要があるというような判断でとまっております。

○津川委員

そこをやらないと意味がないのではないかと思います。

○質疑応答者（一般社団法人ファインバブル産業会会長）

もともと空気と水ですので、成分としては悪い要素はないのですけれども、ナノのオーダーですので、植物などを成長促進したりする効果もありますので、それがいい意味ではありますが、悪い害がないかというのはちゃんと調べる必要があるというのはおっしゃるとおりでありまして、それは是非早く進めたいと思っております。

○津川委員

ありがとうございました。

○小林座長

ほかはいかがでしょうか。では、大島委員、どうぞ。

○大島委員

お聞きして、5年間の計画が1年間もしくは半年間で非常に難しい状況だったのだというようにいろいろ発表を聞きながら思ったのです。そういう厳しい状況の中でかなりの部分はされたのではないかと思うのですけれども、それがなかなか見えにくいのです。多分最初は5か年計画でいろいろな項目に対してされたのだと思うのですけれども、それがどうしても1年間という本当に5分の1になってしまった。それはもう致し方ないのですが、事後評価も終わってしまったのですけれども、その中で達成したものがもうちょっときちんと見える形になっていてもというのが1点です。

例えば基礎の研究の話と技術開発という研究の意味での側面と、あと、例えば実際の内容としては生成と作用。例えば作用に関してはいろいろな浄化とか殺菌、いろいろなファクター（要因）というか、手があると思うのですけれども、非常に難しいとは思いますが、それをもうちょっと整理されると、多分次の課題の整理にもなりますし、次に国際化、標準化という話も出ていたのですが、そこへの次へのつながりというのですか、というのがもう少し見える形になるのかなと思ったので、ちょっと整理していただくといいのかなと。済みません、コメントというか何というか。

○岩松大臣官房参事官

ご説明を伺って、PDCA（Plan-Do-Check-Action、企画・立案－実施－評価－改善というサイクル）がしっかり回っているかどうかを検証するための初期の目標設定が明確になる必要があると思うのです。それに対してどれだけ達成されたのか、どういう要因で今回見直しをして終えたのか。これは成功して終えたのか、目標を達成できなくて終えたのかというところを明確にする必要があると思います。

あと、日本が強いということなのですが、マーケットを見たときに今は1,000億で、2030年に5,000億のマーケットになる。世界が1兆円で将来6兆円になりますとあって、日本のマーケットは非常に小さいのです。その中で日本の企業がどれだけシェアを持っていて、海外でどれだけシェアを持っていて、その市場環境が将来どうなることを想定されているのか、日本が強いという根拠は何なのかを明確にしていきたい。

その上で、今、TRL（Technology Readiness Level、米航空宇宙局（NASA）による技術熟度レベル）、どのぐらいのレベルを狙っていて、今回の開発はどのようなレベルアップを狙っていたのか。将来実用化に向けてどのような課題があって、原課行政として何をやる必要があるのかという将来の2030年に向けたロードマップを描いた上で今回5年間で何をやろうとしていたのかというのを明確にしていきたいと思うのです。

○質疑応答者（一般社団法人ファインバブル産業会会長）

では、日本が強い理由だけ一言ご説明させていただきます。この技術自身が日本が初めてつくり出した技術で、業者もほとんど日本のメーカーでございまして、海外の市場というのは日本のメーカーが海外に持っていつているという意味で、日本のものが強い。特にいろいろな作用効果はどんどん日本で見出されているということで、日本が強いと思っています。

それで、TRL という意味では、今実用になっているものが、例えば半導体の搬送装置とかトイレの洗浄という形で、実際実用になっております。そういう意味ではTRL が実用に近いところまであり、また一方でいろいろな基礎研究が行われておりますので、TRL の5 ぐらいを中心にして実用にはなっているけれども、ただ、実際にメカニズムという意味では、TRL 1、2 のあたりがまだ残って並行して動いている。そういう技術でございます。

○小林座長

済みません、20ページになりますか、5. のロードマップを見せていただきます。今、各委員、あるいは岩松参事官のお話がありましたように、やはりせっかく5年間のプロジェクトですね。これは我々が事前評価もやっているんで、責任があると思います。きちんとよい事前評価をしたのに何で終わってしまったのかという疑問があります。従って、やはり予算はそれほど大きくないとしても、国のプロジェクトとして5年間でやりましようと言って、ここまで来ました。ここまでの成果は悪いことではないと思うのだけれども、では、その後それでどうするのか。やはりPDCAがすこし見えないので、このプロジェクトが悪いわけではないので、是非レビュー（再検証）というか、もう一度きちんと押さえておいていただいて、次につながるというようなことがよろしいかなと思うのです。

今日はもう時間がないので、どうしましょうか。あるいは整理していただいて、もう一度お聞きになりたいですか。それとももうそういうコメントでいいかどうかなのだと思います。どうぞ。

○高橋委員

具体的なのですけども、資料4の概要版というところなのですが、目標のところは5年物のことを当初目的で多分書いていらっしゃるのです。なのですけども、個別要素技術の概要版のiiページ目。「プロジェクトの目的・概要」は多分5年物のことを書いていて、下の成果のところはことし1年の成果を書いていらっしゃるって、なので、(2)の個別要素技術の「研究開発目標」と「成果」のところは今皆さんがおっしゃっていた

とおりのレイヤー（階層）の差があると思うのです。その後、「達成度」のところが「達成」と書いてあるので、そうすると、多分この事後評価報告書の書類だけが最後残ったときに、せっかく大きな目標があつて、1年目の仕事をして、それなりの成果を上げられたにもかかわらず、そこがちゃんと残されていないと思うのです。

まず、皆さんのコメントは、私もそうなのですが、素人ながらにファインバブルが重要だということは理解しているので、それが別の事業できちんと動くのであれば、そこへの話をちゃんと書いていただきたいと思いますし、この紙だけが動くにあたかも評価がいい加減のように見えると思うのです。そこをきちんといただければ。コンテンツ（内容）はもう既に皆さんがおっしゃったとおりなのかと思います。

以上です。

○小林座長

ほか何かございますか。もう一度お聞きしたほうがいいかなのですが、あるいは議事録評価ワーキンググループのコメントにきちんと書き込むので、それを整理していただいて、次につながるように、あるいは国際標準化につながるようにといふことかと思います。今、口頭ではすぐまとめられないので、これは事務局と我々で議論をして、議事録事後評価報告書の評価ワーキンググループの箇所にコメントを残しますので、それをベースに次にまた生かしていただきたいと思います。よろしいですか。——どうもありがとうございました。

どうもお疲れさまでした。以上で本日の評価審議は終了です。少し時間が早いのですが、よろしければこれで評価ワーキンググループを終了させていただきたいと思います。2番目のテーマに関しては、少しまたご意見をいただくかもしれません。よろしくをお願いします。

本日は有意義な審議、それから円滑な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。最後に事務局からご案内いたします。

○岩松大臣官房参事官

本日は、大変貴重なご意見を賜りまして、ありがとうございました。次回は2月19日午前の開催を予定しておりますので、よろしくお願い申し上げます。

○小林座長

それでは、本日はこれで散会いたします。どうもありがとうございました。

——了——

お問合せ先

産業技術環境局 研究開発課 技術評価室

電話：03-3501-0681

FAX：03-3501-7920