

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27回）

議事録

日時：平成27年12月18日（金曜日）16時00分～17時30分

場所：経済産業省別館6階628会議室

議題

1. 技術に関する事業の評価について（審議）
 - (1) 有害化学物質代替技術開発
 - (2) 革新的セメント製造プロセス基盤技術開発
2. その他

出席委員

小林座長、亀井委員、高橋委員、西尾委員、森委員

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、産業構造審議会第27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、ご出席いただきまして、ありがとうございます。

それでは、小林座長、以降の進行をお願いいたします。

○小林座長

それでは、まだ森委員がお越しになっておりませんが、審議は開始させていただきます。そのうちいらっしゃると思います。

まず初めに、事務局から資料の確認をお願いいたします。

○岩松大臣官房参事官

本日の会議はペーパーレスで行わせていただきます。お手元のパソコンに会議資料一覧がございますので、御覧ください。資料1から資料5及び補足資料1から補足資料2でございます。パソコンで御覧いただけますかどうか、ご確認のほどお願いいたします。ありがとうございます。

それでは、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なりますので、ご了承ください。

それでは、議題1.の(1)有害化学物質代替技術開発の審議に入ります。ご説明のほう、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) 有害化学物質代替技術開発

○岩松大臣官房参事官

説明は持ち時間15分をお願いいたします。目安としまして、10分間経過後に1回ベルを鳴らします。15分経過した時点で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（化学物質リスク評価企画官）

化学物質管理課の奥村と申します。本日はどうぞよろしくお願いいたします。では、補足資料ー1を用いまして、有害化学物質代替技術開発の事後評価についてご説明いたします。

スライドの2ページを御覧ください。プロジェクトの概要でございます。これは初年度の平成22年度はまずNEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）事業としてスタートしております。スタートのときには提案公募型のプロジェクトになっておりまして、ここの概要にありますとおり、有害性が懸念される代替困難な化学物質について、代替物質の開発を行い、無害な化学物質への転換が円滑、迅速に行われるようにする。この目的で公募した結果、重金属を含有する無機顔料の代替物質の開発が採択されまして、実施になっております。23年度以降は、当時の政権の事業仕分けによりまして、経済産業省の直轄事業ということでNEDOから移管して、当方で実施してまいりました。予算総額は5年間で1.54億円でございます。実施者は大阪大学で、プロジェクトリーダーは大阪大学の今中先生が行ってございました。

スライドの3ページを御覧ください。事業目的でございます。環境リスクを低減するということはもちろんなのですが、それに加えて、今後、規制強化により製造・使用ができなくなる企業の経営上のリスクを低減すること、また、諸外国に先駆けて代替化を行うことにより、我が国の顔料業界の国際競争力の強化に資するというところで

ざいます。

スライドの4ページに移らせていただきます。ここでは製造、使用できなくなるリスクの背景ということでまとめております。

まず、社会的背景のところにありますとおり、2つ目の◆黒ひし形のところにありますけれども、国際化学物質管理会議は100か国以上が集まって環境に関する会議を行うところなのですが、ここで塗料中の鉛の廃絶の取組が国際的には決定しております。

これ以外にもいろいろな動きがあるのですが、欧州の動きとしては、R o H S 指令（電気電子機器に含まれる特定有害物質の使用制限に関する指令）、E L V 指令（廃自動車指令）ということで、電気電子機器からのこういった赤字で書いてありますような重金属が入っているものは上市することが禁止になっております。また、自動車部品や材料についても鉛、水銀、カドミウム、六価クロムが入っているものは上市することは禁止ということが欧州では行われております。また、R E A C H（化学物質の登録、評価、認可及び制限に関する規則）の規制があるのですが、ここでもカドミウム含有製品、鉛含有製品については一定の規制が導入されております。

スライドの5ページを御覧ください。政策的な位置付けなののですが、ここに平成22年にイノベーションプログラム、技術戦略マップ2010がつくられておりますが、この中で化学物質の管理、それにかかわるリスク削減についての研究の重要性が位置付けられております。

スライドの6ページをお願いします。ここでは国の関与の必要性ということで、中小企業の技術力の向上と、これに伴う国際競争力強化ということで、この観点では当省の中小企業政策と一致していると考えております。

少しページ飛びまして、スライドの10ページを御覧ください。ここで目標、それと成果達成度をまとめて説明させていただきます。

まず、目標としては3つあるのですが、1つ目の「新規無機顔料の創成」というところでは、代替する無機顔料としては黄色、赤、青の3色について開発を行いました。このときの目標、指標がありまして、黄色のところにはbの値、cの値があります。このbの値というのは色の度合い、色度をあらわすものでありまして、プラス100に近づけば黄色の度合いが高くなって、反対にマイナス100に近くなれば青の度合いが高くなるという指標で、色を定量化するような指標が既にございまして、それを目標にしています。また、cの値も色を定量化する指標としてありまして、これは色の鮮やかさを示す指標で、一番いい鮮やかな色になるところが100という値になっております。それから、着色力があるのですが、これは例えばある一定の面積のところを色で塗る

というときに、たくさんの顔料が必要だというときには着色力が弱い、少ない量でよければ着色力が高いという着色力という指標。この3つを使って目標としております。赤、青も大体同じような考え方でやっております。

この成果としては、左から3つ目の欄のところにあるような「成果」になっていまして、色の度合い、鮮やかさについては3つとも目標達成という結果になっております。ただ、着色力は、目標としては既存の無機顔料と同等以上のものになっていたのですけども、ここは未達成という結果になっております。

なお、着色力の指標なのですけれども、プロジェクトが始まった当初はこの指標は目標としては設定していなかったのですが、中間評価のとき、研究開発推進委員会の先生の指摘で、最終的には事業化を目指すのであれば、この着色力は絶対に必要だということで、途中から入れまして、これに向けて開発をしていましたが、最終的には若干足りないという結果になっております。

それから、スライドの11ページを御覧ください。実用性の検証というところでは、スケールアップをしたときの再現性がどうなのかというところを中心に検証してまいりました。成果としては、スケールアップをしてでも再現性のあるものができるというところは検証済みでございます。

さらに、100キログラムを超えるような量産の規模になった場合にはどうなるのかというところについては、下のほうにありますとおり、量産製法として適切な合成方法ということで、液相合成に移行するということが適切ではないかということを決断しておりまして、もう1つ、ここに黄色と緑色の顔料が書いてあるのですけれども、コスト面から考えて、ここの2つの顔料について今後事業化を行うということはこのプロジェクトの中で決定しております。

また、安全性の評価については、蓄積性、体にたまるかどうかという性能、それと有害性については認められておらず、発がん性のスクリーニング的な位置づけなのですけれども、復帰突然変異原性試験は陰性ということで、安全だという結果が出ております。

スライドの12ページを御覧ください。ちょっと細かい話になりますけれども、黄色の顔料を例にとり、どのように開発していったのかというところを簡単に説明いたします。

まず、結晶構造、この場合はバナジン酸ビスマスという物質の構造に着目しまして、ここにイオンを入れながら構造を変えていくというところを狙っております。その場合に、例えばここではカルシウムとか亜鉛とかランタンとか、こういったイオンを固溶していくことで、電子の軌道が新しく混成軌道ということででき上がるのですけれども、

そのときに吸収するエネルギーの量が青の色の波長エネルギーの量と一致したときに、青色を吸収するということになります。その場合、青が吸収されるので、反対側の指標の黄色が出てくるという考え方で黄色の割合を上げていくという研究を行いました。いろいろカルシウム、亜鉛、ランタンの固溶する量を変えながら、どの割合にするとい色度になるのかというのを検討していました。

結果的には、スライドの13ページにありますとおり、こういった幾つかの割合の黄色の無機顔料ができたのですけれども、赤の囲みのものが色度的には一番いいものができたということでございます。右側にあるのが市販の鉛が入っています有害な黄鉛という黄色の無機顔料なのですけれども、左側の赤の囲いの今回の開発で一番色度が高かった顔料は、黄鉛と比べて遜色ないようなものができ上がっております。

スライドの14ページを御覧ください。今度は赤色の顔料の開発なのですけれども、これも基本的には同じ考え方で、ジルコニウム、アルミニウムを固溶しながら開発していたということでございます。

それから、青色の顔料は16ページ、17ページ、緑色の顔料は18ページ、19ページのとおりでございます。

スライドの20ページは、論文発表の実績で、陶磁器用の色の論文なのですけれども、次の21ページには全ての論文の一覧表がございます。

それから、26ページを御覧ください。事業化の見通しなのですけれども、先ほど申し上げましたように、黄色の顔料と緑色の顔料の2つのものについて、市場ニーズからいって、化粧品とか、道路のセンターラインとか、歩道とか、駐車場のカラー舗装とか、こういったところに今後市場が見込まれるというところと、コストがある程度受け入れられるぐらい削減可能というところで、今、この2つの顔料の事業化を京都の顔料メーカーと共同で研究を進めているところでございます。

それから、市場は若干小さくなるのですけれども、佐賀県の窯業技術センターと有田焼用の顔料の用途開発。それから、まだコストが高い赤色、青色の顔料についても、プロの使う絵の具の高級品であれば用途が広がるのではないかとということで、サンプルをメーカーに提供しているという状態でございます。

それから、飛びまして、スライドの29を御覧ください。研究開発のマネジメント・体制ですけれども、左側のような体制で行ってしまして、用途の開発も考えに入れまして、試作品を提供して、右側にあるような協力機関と用途としてどうなのかというところの評価を進めながら検討してまいりました。

それから、スライドの32を御覧ください。事後評価のときの評価検討会、このような

メンバーで、山下先生、東京医科歯科大学の無機材料の先生を座長に以下のメンバーで事後評価を行っております。

次の33ページを御覧ください。事後評価の総合コメントなのですが、学術的にも世界に発信できる質の高い成果が得られた、また、業界の活性化にもつながるものであるというコメントをいただいた一方で、今後の事業化の検討というところでは、コストの削減、着色力、大量生産プロセスという課題が残るので、ここは大学と企業が連携しながら研究すべきだという意見をいただいております。また、特許を含めた知的基盤による戦略も不可欠だということで、ここは先ほど申し上げた事業化で、今、京都の顔料メーカーと研究を進めていますけれども、今後、着色力とか大量生産プロセスの研究を進める中で出てくる成果について知的基盤化をしていくという方針で考えていると聞いております。

34ページを御覧ください。評点の結果でございます。

それから、35ページを御覧ください。事後評価のときにいただいた提言及びそれに対する対処方針でございますけれども、1つ目、白丸のところ、今後課題ということで、どうやって着色力を上げるのかというところがあったのですが、この提言の中で、より顔料の粒子を微細にすること、それから、塗料の中に入れたときの分散性を向上することで着色力が高まるのではないかとということで、ここの研究をもうちょっと進めたらいいのではないかとコメントをいただいております。これに対して、今、京都の顔料メーカーだけではなくて、塗料のメーカーも入れながら、複数の業界関係者によるコンソーシアム体制を考えていまして、そういった中でさらに事業化を検討していきたいということでございます。

それから、36ページ。これはレアアースをどう使うのかということなのですが、委員の先生からは、最近レアアースでも安いものが出てきているので、もうちょっと使ってみたらいいのではないかとご意見がございました。ただ、一旦安くなっているけれども、将来的な価格の安定ということは不明だということもありますので、事業化ではできれば余り使いたくないということもありますけれども、用途開発においてはもうちょっと幅を広げて使ってみるところも可能かという分野があるので、そこについて開発を進めていくということとしております。

最後、企業のモチベーションのところは、中小企業対策費を使いながら、国として応援していきたいと考えております。

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、ご意見、あるいはご質問等がありましたら、お願いいたします。

亀井委員、どうぞ。

○亀井委員

まず、簡単な質問なのですが、目標設定に関してなのですが、明度と彩度に関してそれぞれ設定しておりますが、これらの値は従来からある物質と同等以上の性質を有するという目標設定であると。見ると、着色力に関しては同等以上となっているのですけれども、ほかの明度、彩度に関しても同様であるという考え方で設定したと理解してよろしいでしょうか。

○説明者（化学物質リスク評価企画官）

スライドの13ページを御覧いただくと、下から2つ目のところが黄鉛、今一番たくさん使われている黄色の顔料なのですが、ここの数値、プラス96となっているのですけれども、大体こういうところを目標にしながら、90以上ということで設定していきまして、既存のものと同程度のものを目指して開発してきたという状況でございます。

○亀井委員

もう1つ、コメントなのですが、課題として残っているのが着色力と大量生産プロセスとコスト削減ということで、総合評価では学産連携でやったらどうですかというリコメンデーション（勧告）なのですが、産業界の立場からすると、大量生産とかコスト削減とか、それを前提とした分散力の向上というものは、むしろエンジニアリングで早く実用化、企業側に渡したほうがいいのではないかという印象を持つのですが、その辺はどのように整理されているのでしょうか。

○説明者（化学物質リスク評価企画官）

このプロジェクトは大阪大学主導で、企業のほうが協力するという体制だったのですが、今もうプロジェクトの終わりが近づいてきまして、事業化の研究に若干入っています。今現在は京都の顔料メーカーが主導で、大阪大学が従ということで、メーカー主導で合成の方向の開発とか、知的財産の戦略とか、そういったものを企業が考えているという体制で行っています。

○亀井委員

最後、小林座長がご専門かもしれないのですが、特に着色力向上のために粒子を細かくしたりとか、分散力を上げるというのは、たくさんとは言わないですが、日本はそういう技術はかなり強い企業があるので、うまくマッチングして早く実用化していただきたいと思います。

○小林座長

よろしいですか。ほかにはいかがでしょう。西尾委員。

○西尾委員

今の京都の企業で打つ？という話に関係するのですが、総合評価にプロジェクトリーダーの力量という、難しいというか、何かあやふやなコメントがあるのですけれども、これは具体的にはもう少し企業側のほうにマネジメント、主導権を渡せというメッセージと考えていいのか。もしそのような場合は、今おっしゃっていた京都の会社がマネジメントをやっていくのかという点が1つ。

あと、実際に中小企業対策で事業化を支援するという対処方針のところに出ていたわけですが、その中で1つ、評価、協力機関の中で佐賀県窯業技術センターのような公設試（公設試験研究機関）が入っていますが、中小企業はいろいろな会社があって、その協力を得るための方法みたいなものは、企業任せにできない部分があるのではないのでしょうか。例えば国のほうで、ある程度提案してアイデアを出していくようなことが必要ではないかと思うのですけれども、中小企業へ展開するというところで具体的にはどんなことをやろうとしている、あるいはどういうことを考えているのかということがあれば教えていただければと思います。

○説明者（化学物質リスク評価企画官）

まず、マネジメントのところなのですけれども、研究開発の中ではやはりプロジェクトリーダーが主導してやっていたということはあります。ただ、我々がちょっと思っているのは、やはり大学の先生でありますので、論文を出すということが中心になっていまして、事業をやったときのコストについての考慮は余り研究者の方はないのではないかとありますので、事業化を引っ張っていくというところは顔料メーカー等事業者が主導してやってもらって、マネジメントのところも顔料メーカー等事業者の社長にやっていってもらおうというところがいいのではないかと考えてございます。

それから、どうやって中小企業を仲間に引き入れていくのかというところなのですけれども、今のところは、顔料のメーカーというより、我々としてはユーザーのメーカーの集まりで、塗料の団体があるのですが、ここで今、ユーザーとして有害物質を使わないようにしていこうという動きがあります。例えば路面標示のJIS（日本工業）規格があるのですけれども、我々としては、この規格に鉛フリーだということを書くことによって、鉛を使わない製品をだんだん増やしていこうといったユーザーの動きを支援して、市場が広がっていくようなことを考えていければと考えております。

○西尾委員

そのときのユーザーというのは、コメントに書いてあった1つ下の川下ということでよろしいですか。

○説明者（化学物質リスク評価企画官）

はい、そうです。

○小林座長

今の補足資料-1の中で私も、29ページを見せていただきたいのですけれども、右のほうに佐賀県窯業技術センターだったり、協力機関がありますよね。これを見ると全部「評価」と書いてあるので、これはそのものの性能がどうかという評価をこういう機関にお願いしたという理解でよろしいのですか。

○説明者（化学物質リスク評価企画官）

はい。陶磁器とか塗料とか、こういった用途に応じた性能の評価と、私、さっきちょっと説明を落としたかもしれませんが、事業化をするときに当然量産に行くということを狙って、スケールアップのところは、京都の顔料メーカーと行っております。

○小林座長

この方々はユーザーではないのですか？

○説明者（化学物質リスク評価企画官）

これはユーザーになります。

○小林座長

ユーザーが評価したという理解ですね。

○説明者（化学物質リスク評価企画官）

はい。

○小林座長

わかりました。

ほかはいかがでしょう。どうぞ、森委員。

○森委員

遅れて来て恐縮ですが、事前に資料をいただきましたので、ちょっと素人質問になりますが、物質の経時的変化とか、そういう信頼性に関するテストは何かあるのでしょうか。

○説明者（化学物質リスク評価企画官）

これは無機顔料で、無機顔料は耐光性とか、耐候性とか、耐熱性とか、もともと非常に安定なものということで知られておりまして、またこれは化学物質の分類では既存の物質ということになっていまして、通常は無機顔料と同レベルの物化性状があると考え

ております。

○森委員

顔料はそういう定義と言いますか、そういう生産方法なのは承知しておりますが、今回つくられた物質がそういう性質をずっと持ち続けられるかどうか。光だから、ちょっと分子の形が変わるだけでも色素とか反射の関係で変わってしまいますよね。その辺は大丈夫なのですか。

○説明者（化学物質リスク評価企画官）

試験はこの研究の中ではやってごさいませんので事業化の中でそういった試験を行って調べていくというように考えております。ただ、佐賀県の窯業技術センターで陶磁器の用途の評価をやったときには、何度まで耐えられるのかということで、焼き物の熱には十分耐えられるというところは確認をしております。

○小林座長

どうぞ、高橋委員。

○高橋委員

今までのご質問と絡みつつなのですけれども、伺いたい点は2点ありまして、1つは、このプロジェクトの成果物の知的財産化のところですか。1つには、大学が中心で、いつの段階から企業に手渡ししていくのかということと絡むと思うのですが、物質構造も出ているので、これが新規性だとすると、やはりまず物質で取るのが先決かなと思うのですけれども、特に、もしアジアとかで現地生産するなどという、こういう業界ならではの実施の対応を考えたとなると、そこら辺はどうしますかということをお伺いしたいです。

もう1つは、関連してなのですけれども、今までほかの委員もご指摘だったと思うのですが、顔料は多分単価がそんなに高くないですよね。そうすると、新規構造が見付かりましたというニューな知見自体も大切だとは思いますが、それと同等以上ぐらいにビジネスとして考えたときに、いかに安いプロセスで安定的につくるかというのがすごくキーになるのではないかと思います。

そのことを考えたときに、今メインプレーヤーは大学でやっていたのですよね。評価系のユーザーを入れていらっしゃるということですが、顔料メーカーがいつ入るタイミングがいいのかとか、むしろ顔料メーカーではなくて、その顔料を使って何か物をつくるという側が当初から入ったほうがいいのか。今後フェーズが変わるに当たっての研究開発実施に向けての体制はどう考えていらっしゃいますかという、絡む話なのですけれども、その2点を教えてください。

○説明者（化学物質リスク評価企画官）

まず、知的財産のところなのですけれども、この研究で黄色とか赤、青の顔料を合成したという、これはまだサンプルレベルなので数グラムレベルといった状態なのですが、ここに関しては論文で公表してしまして、そうすると、公知の知見になったので、ここでは特許を取れないということです。

○高橋委員

ここで特許を取ろうとしていたのですか。

○説明者（化学物質リスク評価企画官）

いいえ、ここでは大学の先生としては取ろうとはしていなかったということです。そのため、数グラムであれば、論文を見れば誰でもつくれるという状況なのですけれども、事業者と一緒に組んで行う合成方法や着色力の研究のところでは知的財産化をしようということを考えています。事業者とどうするか聞いているところでは、特許の出願はするのですけれども、特許が認められる直前に取り下げるということによって、特許に出すと特許情報が公表されることで、ほかの人がつくれるようになるというところを避けることができる。また、もしほかの人が同じような研究開発をして特許を出願しようというときに、一旦出してあるので、それは特許として認められなくなるということで、今こんなことも含めて検討しているということをお聞きしております。

それから、事業者が関わっていくタイミングなのですけれども、現在は既に京都の顔料メーカーと一緒に、まず顔料をどうやってつくるのかというところを研究しています。

ただ、先ほど着色力のところでもお話ししたのですけれども、もうちょっと川下の例えば塗料のメーカーとか、そういったところも入らなければいけないということで、そこは今からコンソーシアムをどうやって組むのかというのを相談しながら、さらに川下のメーカーも一緒にという体制をつくっていくという計画をしております。

○高橋委員

わかりました。特許のところは確かに侵害排除権ということで、多分そういう意味で業界として適切な戦略を持っていらっしゃるのだなと安心いたしました。

コメントですけれども、とりわけ中小企業と大学というと、なぜか大学がヒエラルキー（階層制による序列）が高めにあったりして、やはり大学の先生が論文を出そうというもともとの彼らのモチベーション（意欲）と特許（特許）の話だとか、どこら辺から、論文にならないが、研究開発にすごく重要ないろいろな実験をやっていくかというところのマネジメントは結構大変だと思うのです。中小企業であれば、なおさらだと思いますので、そこは是非こちらできちんとドライブ（操縦）をしていただければと思

います。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。どうぞ、西尾委員。

○西尾委員

分厚い資料3の事後評価報告書を拝見していて、確認というか、教えていただきたい部分が、1つは、こういう環境に配慮した新しい無機顔料の合成を研究している機関が世界的に言うとき余りないという見解があって、それはそういうものなのですかということを確認したい。

あと、安全性試験、生体のほうの評価が追加されて、もう1つ、削られた項目があると評価検討会委員のコメントとして書いてあったのですが、まず追加された理由はどういうことかということと、反対に何が削られたのかということをお教えいただければと思います。

○説明者（化学物質リスク評価企画官）

まず、無害な顔料の開発のところなのですけれども、こういった無害な、重金属を除いた顔料の開発は、我々では世界では例を見ないと認識しております。では、どうしているのかということ、大体は有機顔料のほうに移行しているという状況でございます。ただ、有機顔料は性能が無機顔料と余り変わらないか、若干低いにもかかわらず、値段は無機顔料の5～6倍になっているというところで、重金属の入っていない無機顔料を開発するというニーズはあるのですけれども、技術的になかなか難しいところがあったので、世界で開発されたりとか、そういう製品が出ているというところがまだないと認識しております。

それと、試験のところなのですけれども、減らしたのは、有害性の試験をするときに動物実験をするのですが、そこで動物の数を減らすことで若干経費の削減を図っているというところ。それから、細胞と細菌を使う試験があるのですけれども、先ほどの復帰突然変異試験が細菌を使う試験なのですが、もう1つ、本当は細胞を使う染色体異常試験をやる予定だったのですが、ここを減らしております。ただ、どちらも発がん性のスクリーニングを見るというところの同じ目的なので、1つ減らしても大丈夫だと考えました。

増やしたのは、途中、中間評価のときに着色力の目標が入ったので、着色力についての試験を増やしているということでございます。

○西尾委員

中間評価の後でしょうか。

○説明者（化学物質リスク評価企画官）

はい。

○小林座長

今の着色力なのですけれども、評価指標が中間評価以降入ったのはわかるのですが、達成はされていないわけですね。今後これが既存の材料を上回るほどの着色力を持つかどうかということは現時点ではわかっておられるのですか。あるいは、どのような方法で性能を上げていけばいいという、見通しみたいなのをお聞きしたいと思います。

○説明者（化学物質リスク評価企画官）

着色力を上げていく方法としては、事後評価の検討会委員のコメントにもあったのですけれども、粒子をどれだけ微粒子にしていくのかということと、塗料中の分散度をどれだけ上げていくのかということで、このところを向上させていけば着色力は上がってくるという見込み、そういう見通しで研究を進めるということでございます。

○小林座長

それは大学でなくても、今後企業でできるのですか。

○説明者（化学物質リスク評価企画官）

そのところは、事業化の中の研究で京都の顔料メーカーがやっていくことができると考えております。

○小林座長

ほかはいかがでしょうか。よろしいですか。

私自身は知的財産のことも気になっていたのですけれども、高橋委員のご質問のご説明で大体わかりました。これは大学が基本的な研究開発を行い、それを産業界、特に中小企業に広げていくということで、この事業自体は非常に意義が高かったと、委員の皆さんのご意見だと思います。ただ、やはりこれをどう事業化していくというのが国としても、産業界としても課題だと思います。是非今後の事業化に向けて、まだ国の支援が必要なかもしれませんし、そのあたりをきちんと把握していただきたい。そういうコメントを付けて了承ということにしたいと思いますが、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、引き続き、議題1.（2）革新的セメント製造プロセス基盤技術開発の審議ということをお願いしたいと思います。

議題1.（2）革新的セメント製造プロセス基盤技術開発

○岩松大臣官房参事官

それでは、説明者の方には持ち時間15分で説明をお願いいたします。目安として、10分経過時点で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、説明をお願いします。

○説明者（住宅産業窯業建材課長）

住宅産業窯業建材課長の寺家でございます。よろしくお願いいたします。それでは、私から革新的セメント製造プロセスプロジェクトの事後評価の説明を補足資料—2の概要紙に沿って説明させていただきます。

2枚めくっていただいて、3ページ目でございます。まず、プロジェクトの概要でございますが、セメント産業に係るプロジェクトであります。セメント産業はエネルギー多消費産業ということで、産業部門では鉄鋼、化学、紙パルプと並びで表されるエネルギー多消費産業という位置づけでありまして、CO₂排出量でいきますと、産業部門の約4パーセントを占めている。

他方で、非常に古い産業でございますので、既に省エネルギー技術は日本は世界最高水準にあるということで、既存の技術でもう限界に来ている。ただ、先般COP21（国連気候変動枠組条約第21回締約国会議）が終わりましたけれども、産業部門の省エネルギー、低炭素化ということで、セメント産業に対する更なる取組は多方面で要請されているということになります。

このプロジェクトにおいては、製造プロセスで一番エネルギーを使いますクリンカというものを焼成する工程、窯で焼いて、クリンカというセメントになる1個手前の石ころみたいなものなのですけれども、この工程の焼成温度を下げるなどすることによって省エネルギー化を図ろうというものでありまして、平成22年度から5年間の期間でやりました。予算総額は7.2億円であります。実施体制は、ここに書いてあります、まさに日本のセメントの主要4社、1番目から4番目という体制でありました。プロジェクトリーダーは、今日お越しですけれども、太平洋セメントの平尾さんであります。

次、プロジェクトの政策的な位置付けであります。昨年12月、経済産業省がつくりましたエネルギー関係技術開発ロードマップにおいても位置づけられております。

次のページ、あと、ちょうど今年7月に長期エネルギー需給見通しを出しましたけれども、この中でこの技術を2030年に向けて普及を図っていくということがカウントされているということでもあります。

目標でございますが、全体目標としては、エネルギー原単位を8パーセント削減する

ということであり、そのためのセメント製造プロセスの設計提案を行う。また、実用化に向けた技術課題を明確にするということで、エネルギー原単位の8パーセント削減の設定根拠が横に書いてありますが、NEDOの事前研究などをベースにして、技術的にこのぐらい可能ではないかということであり、近年、セメント産業はエネルギー原単位がなかなか改善しておりません。年によっては増えたりしているという状況の中で、8パーセントというのはかなりチャレンジングな目標ではないかなと考えております。

プロジェクトの中身でございますが、次のページでございますように、幾つかの要素技術開発を行っているということで、大きく分けると、省エネルギー型のクリンカーキルンという窯で焼いてできるものですが、それを焼成するシステムを構成する要素技術開発と、全体の焼成プロセスのシミュレーション解析をする。あと、焼成プロセス中の窯の中の温度などを計測するという周辺の技術開発が全体の構成でございます。

あと、個々の要素技術開発についての達成状況でございます。次のページ。省エネルギー型のクリンカを焼成する技術開発ということで、3つほどチャレンジしております。

1つは、鉍化剤というものを使用することによって、クリンカの焼成温度が下げられるということでありまして、この技術開発を行いました。

その結果、次のページでございますが、鉍化剤を使うことによって、焼成温度が約100度下がるということが確認されました。ということで達成したと考えております。

課題としては、鉍化剤の含有量を変えることで焼成温度が変化するので、より正確な温度計測とか温度管理が必要だとか、幾つか周辺の技術的な課題は見付かったということでありまして。

次のページをお願いします。もう1つのチャレンジが、セメントを構成する鉍物の組成を変えることによってエネルギーを減らせないかということでありまして、ここにビーライトーアウイン系クリンカ開発とありますが、アウインといわれるような鉍物を組成の中にできるようにすることによって、石灰石の量を減らすことで、その石灰石を分解するエネルギーの削減があるのだということでありました。

次のページをお願いします。これについてもテストキルン等を使用したことでビーライトーアウイン系といわれるものについて、通常のセメント、OPCとありますが、これはオーディナリー・ポルトランド・セメントで、普通、ポルトランドセメント——一般的な汎用的なセメントですが——と同等の性能が確認できたということでありまして、一応達成したと考えております。

ただ、技術的な課題として、実機を使ったときにコーチングという窯の中のれんがに

付着物が付着する。それが運転に影響を及ぼす懸念があるかどうかということで、しっかりした温度管理とかが必要だとか、今のJIS規格の外になる可能性があるのも、そういう規格面での制度的な整備とか、アルミニウムの原料を確保するとか、こういった課題が見付かっております。

次のページ、3つ目が省エネセメントの開発ということでありまして、次のページをお願いします。これは具体的には、セメント、クリンカを砕いて粉にした後、最後、混合材を入れますけれども、この割合を増やすということ。ただ、増やすことによって品質に影響が出ないように、ここに高C₃Aと書いてありますが、アルミン酸三カルシウムというものなのですが、こういうものの割合を増やすことによって調整するということでもあります。全体としては、焼成エネルギーの削減に資するということでありまして、これについても当初の課題、目標は達成されたものと考えております。

あと、課題にありますように、これもコーチングによる運転への影響の懸念とか、こういったものがありますし、規格上の整備も必要ではないかという課題が見付かっております。

次、クリンカを焼成するプロセスのシミュレーション解析ということで、ここでは原料工程から焼成工程、あとそれを冷やす工程、全体のシミュレーションができる統合シミュレーターの高度化の開発を目指しました。それで実際、省エネルギーポテンシャルを評価するということを目標にしてやりました。

結果としては、次のページにありますように、統合シミュレーターの開発と高度化、開発がされて精度も向上できたというのと、今回それを使って実際省エネルギーポテンシャル、先ほど3つの種類の焼成プロセスの省エネルギー化がありましたけれども、その省エネルギー効果の定量化もやってみたということでもあります。

課題としては、今、静的なシステムなので、実際運転中で制御できるようなものに更に高度化を図っていくということについて検討が必要ではないかということでもあります。

最後、計測の技術開発であります。これについては、先ほど、3種類の省エネセメントを開発する場合に、温度管理をより精緻に行うということが要請されますので、併せて計測技術をより高度化するということを目指してやりました。

目標にあります、ダストキャンセル法と光ファイバー法という2つを試してみた。ダストキャンセル法は、実際窯の中の温度を間接的に測る時に、窯の中の粉塵の影響を排除するということを目指しています。光ファイバー法は、直接温度を測定するというやり方です。

次のページであります、ダストキャンセル法については工場に適用可能ということになりました。ただ、光ファイバー法については、実際測定に適していないということになりました。

以上の結果をまとめますと、次のページにありますように、一応省エネセメント、3種類試しましたがけれども、それぞれ省エネルギー評価を行うと、上から8パーセント、8パーセント、20パーセントということでありまして、鉱化剤のほうがより現実的に実用化が近いのではないかという評価をしておりますが、原単位8パーセント削減というところが見えてきたというところでもあります。ただ、実用化の課題、普及に向けた課題も多うございます。

次のページ、特許等であります、特許については全体で6件になっております。

次のページ、事業化、波及効果であります、普通のポルトランドセメントと同等の品質確保を目標としているということで、普及も見えてきたということではありますが、今後の課題として、この新しいプロセスで製造されるセメント製品とか、それに要する原料の調達でありますとか、品質・コスト競争力、流通面の整備が課題となっておりますが、2020年以降、実機による実用化検討をやって、導入可能工場から順次普及展開を図るという予定でございます。

次のページ、研究開発マネジメント・体制とかはちょっと飛ばさせていただきます、25ページ、費用対効果のところ、これが全てのセメント工場に普及すれば、2050年時点で年間で約38万キロリットルの原油換算のエネルギーを削減できるのではないかと、十分な効果が得られるのではないかと、ということでもあります。

次、中間評価の結果も説明は割愛させていただいて、最後、総合評価のコメントであります。30ページであります、本事業は全体としても各要素技術においても、当面の目標が計画通りに達成され、確実な成果を上げたということでもあります。8パーセントの原単位削減の可能性を見出して、実証した点は評価できるということでもあります。そういう評価をいただいております。

次のページであります。また、政策的にも、国の関与で業界が一丸となって進めるということに社会的な大きな意義があるということでもあります。

あと、今後の実用化に向けては、ユーザーを巻き込んだ体制で経済性、新技術の実装、どのような製品を供給するかについて更なる検討が必要という評価をいただいております。

次のページが評点の結果でございます。

最後、提言及び提言に対する対処方針でございますが、33ページであります、技術

的な課題については左にありますような提言をいただいております。この提言に対しては、対処方針として、それぞれ今後引き続きこういった技術的な課題の克服に取り組んでいきたいと思っておりますし、実際、今、22年以降、実機でやるという予定でありますが、その前にでもできる技術についてはクリアするべく進めていきたいと考えております。

最後、今後の研究開発の方向に対する提言のところで、これから実機による実証が必要だということで、事業化においてはコスト試算とかマイルストーン（工程における節目）の設定が必要だということで、全社が一丸となって取り組む必要があるということになりまして、実証については2020年以降、順次着手する予定でありますし、その先についてもコスト試算、マイルストーンの設定等も検討して、業界全体として進めていきたいと思っております。ちなみに、セメント業界で今年、2020年以降の低炭素社会実行計画というCO₂削減に向けた自主的な行動計画であります。この中にも革新的な技術の開発、導入として明記をしておりますので、今後フォローアップ体制の構築も含めて実用化に向けて取り組んでいきたいと思っております。

説明は以上でございます。

○小林座長

ありがとうございました。

それでは、ご質問、あるいはご意見をお願いいたします。高橋委員。

○高橋委員

概要版の文章のほうを拝見してはいたのですが、ちょっと気になったのが評点です。資料4の9ページ目がそれに当たるのですが、6名の評価検討会委員の評点なのですが、まず7項目あります。多分資料4のほうを見ていただくと、基本的にちょっと低いのではないかというのがまず第一印象です。比較的2点台がついているのが事業の目的とか政策の位置づけと研究開発マネジメント、日本を代表する4社がみんなであることであれば、それなりに正しいというのはとても妥当な話だと思うのですが、それ以外のところ、項目でいうと2.、3.、4.、5. が結構1点台で、しかもCの委員が6. についてゼロです。費用対効果というのはやはり産学の連携の何か新しいものを生むというより、むしろ本当にすごくテーマを限って省エネルギーについてということなされた場合に、ここら辺のアウトカムが直接すごく重要なのではないかと思うのですが、まず、この評価検討会の委員の評点について何か見解があれば伺いたいです。

○説明者（住宅産業窯業建材課長）

一番低いのが事業化、波及効果のところ1.50ということで、総合評価の中でも、今

後の実用化に向けた取組についてのご指摘、ご提言をいろいろいただいております。セメントのユーザーということになりますと、建設会社とか公共工事ということになりますので、恐らく実際、今回、一部組成を変えたりとか、そういったことをやりますので、やはりどうしてもセメントはかなり社会資本財で、特に日本は品質面に対してユーザーの目線が非常に厳しいということだと思えます。したがって、主な技術課題は達成できたと思っておりますが、今後の実用化に向けたところでユーザーも含めたご理解をどのくらいいただくようなことになってくるのかということだと思えます。

1つには、幾ら民間のセメント会社がいいものができた、これは品質面でも大丈夫だといっても、公共工事とかのところそのまますんなり使ってもらえるかというところ、その前にいろいろ、例えばJ I Sの規格としてちゃんと位置づけるとか、それを国土交通省のほうでやっています標準仕様書か何かで引用してもらおうとか、その辺の仕組み的なお墨つきがある程度あって、やっとユーザーの方も安心して使ってもらえるというところ。その辺がまさにこれからの話になっておりますので、その辺も含めて実用化までのところの評価がこのようになったのではないかと考えておりますが、そこは今後の実機での実証と並行して、ユーザーの理解を得られるべく、ここは私どもが中心になってくるのですけれども、そういう制度的な環境整備についてもやっていかないといけないのかなと考えております。

○高橋委員

今までこういうので0点は見たことがないのですけれども、そこについては何かありますか。

○説明補助者（住宅産業窯業建材課専門官（環境・技術担当））

0点をいただいた部分につきましては、委員に直接その意図を確認させていただいたのですけれども、今回の費用対効果の計算の仕方が100パーセント普及した場合というのを前提に置きまして、100パーセント普及したとしたら、このぐらいの省エネルギー効果になって、それが原油換算で、今の金額で計算するとこのぐらいの金額になりますという試算をしたのですが、それが今、実用化がどのぐらいできるかというのがよく見えていない段階で、100パーセント普及した場合のケースを取り上げて費用対効果を計算するという自体に自分は意味を感じないということで、費用対効果の妥当性がないという意味ではなく、この項目に対して評点を付けるということが意味がないと考えるので、判定基準にあるうちのD（妥当でない）とさせていただきますというご説明をいただきました。

○小林座長

今のご質問はそれでいいのですが、その前の特に今後、事業化に向けていろいろな規制などをクリアしていかなければいけないというお話もありました。評価検討会委員の先生方は割と大学の先生が多いですね。そのためユーザーの考え方より、むしろそういう規制だとかレギュレーションのほうからの意見が強いという理解でよろしいですか。

○説明者（住宅産業窯業建材課長）

比較的低い点数を付けていただいた人は、どちらかというと大学の先生というよりはユーザーの方なので、恐らくやはりその辺が念頭にあったのかなと考えています。

○小林座長

ほかはいかがでしょうか。では、森委員。

○森委員

省エネルギー8パーセントは、セメント業としてはかなり大きいと思います。CO₂排出、それからエネルギー等も非常に大きいところですが、ただ、世界というように見ますと、世界市場にちょっと出にくい理由も多分あるのかなと。それは各国、大体セメント産業は国際産業ではなくて、国内の地場産業といいますか、地元の産業が多いです。そういうところで確かに格差がかなりありますから、この技術があるといっても、どうしても必要に迫られたら、まず世界のほかの国は、まず1つ、今日本でやっている省エネルギーのほうをとりあえず取り入れるという流れになってきてしまうので、その意味ではこれがすぐに事業化というよりは、次の次の段階で国際市場で売れるような技術かなという印象なのです。

今の評価ですが、例えば第3章のコメントを見ていきますと、そんなに悪い評価ではなくて、むしろ事業化までの道が遠いのではないかというコメントです。ですから、これは日本では恐らく次の一手で事業化しなければならないと差し迫ると思いますが、世界で見ると事業化まではもうワンクッションかツククッションあるから、逆に言えば、今のうちに特許やノウハウを固めておくのが一番いいのではないかという印象を持ちました。コメントとしては、早めに手を打っておいたらどうでしょうかということになります。

○小林座長

何かコメントございますか。

○説明者（住宅産業窯業建材課長）

ありがとうございます。まさにこの技術、世界に先んじて日本が取り組んでいるということですので、まず国内での事業化に向けて一生懸命やっていくということだと思いますが、いろいろコメントの中でも、特に計測技術とかその辺は、日本の知的財

産として海外展開が期待できるのではないかというコメントもいただいておりますので、その辺は海外のフェーズにもよるのかもしれませんが、計測技術などについては比較的早く海外展開が見えてくるのかなと思います。

日本のセメント産業、大手はもうかなり海外展開をしておりますので、海外でそういった技術をまず自ら使っていくという形を通しながら、海外への展開を見据えて取り組んでいきたいと思います。

○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か。

私からのご質問です。コメントに、8パーセントというけれども、エネルギー原単位の見積もりが難しいのではないかと言うようなご意見もあったと思うのですが、それは問題ないのですか。先ほどの消費エネルギー、477万キロリットルでしたか。

○説明者（住宅産業窯業建材課長）

25ページ、費用対効果のところです。2030、2050年のセメント産業全体の消費エネルギーは477万キロリットルでございます、この技術が日本の全工場に適用できれば原単位が8パーセント改善するとすると、単純にこれに8パーセント掛けた38万キロリットルが削減になるという試算でございます。

○小林座長

わかりました。西尾委員、どうぞ。

○西尾委員

やはり事後評価報告書のコメントを拝見すると、この計算に対して専門家から妥当性に欠けるというコメント、要するに、評価検討会の委員からすると、それぞれの計算が必ずしも妥当であると専門家の判断がなされていないのではないかという判断があるのではないかと受け取れるのですが、その辺の計算というか、その辺をやり直すというか、見直すということは考えていないのでしょうか。費用対効果に対して、例えば整合性がないとか、B委員からの問題点・改善すべき点としてコメントにあったものとか幾つか。

○説明補助者（住宅産業窯業建材課専門官（環境・技術担当））

こちら、今スクリーンにお示ししている数字が、技術開発をスタートさせる前にNEDOで実施した事前研究に基づく基本計画書の中に示されているものをそのままこちらに出してきている形になります。なので、そういう意味では、この時点で引用しているデータが古くなったりとか、そのころから事情の変わっている部分もありますので、確かにこれをこのまま引用して費用対効果を考えるというところでは、ご指摘をいただ

いたとおり、もうちょっと精査を、このタイミングでもう一回費用対効果というのを考え直してみるという必要があったのかもしれませんが。

一方、長期エネルギー需給見通しのほうで先ほどちょっとご紹介させていただきましたが、そちらの試算は、足元のデータを使って見積もりを出しているような形になっていまして、NEDOで計算していただいたものをそのまま引用しているものと数字が若干違っており、2030年の省エネ量15.1万キロリットル。足元のデータなので、そちらのほうより直近のものという格好にはなっているのですけれども、例えば今、省エネルギー8パーセントを目標としていますけれども、NEDOの試算では8パーセント省エネルギー達成できた場合ということで8掛けをしているのですが、実際にはこの技術、いきなり8パーセントが達成できるとは考えておりません。いろいろプラントの運転の最適化をしていったり、先ほどいったJISの規格を改正することで、混ぜられる混合剤の量が増えていく中で、最終的に8パーセントに達成するという推測をしているので、最初から8パーセントを見込まずに計算したものが冒頭にご紹介した2030年の15.1万キロリットルという数字になっております。

ということで、またこれからも温暖化対策やエネルギー関係の計画の見直しの中などでこういった話は何回も出てくるかと思しますので、その都度、その時の状況に合わせて、なるべく精査した数字が出せるような形で計算は繰り返していきたいと思えます。

○小林座長

一般論でいえば、プロジェクトが始まったときの目標値はその時点でのものなので、それはそれで構わないと思うのです。それが精査して変わってきたにしても、初めはそれでやるということを決めたのであれば、それは問題ないと思えます。そのところだけしっかり押さえておけばいいのではないかという気がいたします。

亀井委員。

○亀井委員

その点に関しては、むしろ今回、セメントの製造プロセスのある1つのエネルギーを消費しているところの解析技術だと思うのですけれども、今回このプロジェクトには大手4社が参画されていると、4社がこれを使って削減しますといえば、そういう計算になるという理解でよろしいのですか。という話で、むしろ4社が入っているわけですが、それぞれどういう受け止め方、スタンス（立ち位置）なのですか。

○説明補助者（住宅産業窯業建材課専門官（環境・技術担当））

各社が。

○亀井委員

各社というか、やはりこれを使って確実にこれを達成できるということが、4社がそう思っていれば、かなりの部分、先ほど全量置き換わったところに近い仮説が満たされると思うのですけれども、その辺の見込みはどうなのでしょう。

○説明者（住宅産業窯業建材課長）

そこは4社とも、この技術が一定の成果が出たので、今後実用化に向けて、次のステップに移っていこうという姿勢でございます。あとは、2020年以降とっておりますのは、今、東日本大震災以降、復興需要とか、2020年のオリンピック・パラリンピックに向けて、セメント工場の稼働率が9割を超えている状況でございます。そういう中で実機で実証する余裕がないということなので、そういう意味では2020年以降、これは余り景気のいい話ではないのですけれども、一段落したときに、そういうタイミングで実証試験ができるところからやっていこうということで、今4社で将来的に全部やりましようというところ、なかなかそこまで無責任にいえる状況ではないのですが、そういう今の状況を踏まえて、2020年以降、経済環境とか業界の状況を見ながらやっていこうということについては、4社ともそういう気持ちでいるということでございます。

○小林座長

ほかはいかがでしょうか。

では、最後に私からご質問です。4社、今回参加された企業はそれぞれ異なったところを担当されていて、それぞれ成果を出されて、知的財産を出して、それは皆さんで共有するということで、プレコンペティティブ（競争になる前）なところで協力して、知財が出たらそれを共有化するというところで、企業連合としては非常にうまくいったという理解でよろしいのですか。

○説明者（住宅産業窯業建材課長）

まさにおっしゃるとおりです。

○小林座長

ありがとうございました。よろしゅうございますか。

確かにちょっと評点が低いのではないかという感じもいたしますが、ご説明でそういう視点であったという理解の上で、将来の事業化、あるいは世界的展開を視野に入れて、せっかくできたこの成果を是非将来に向けた位置づけをしていただきたいというのがコメントだと思いますが、よろしゅうございますか。

では、これで審議を終了させていただきます。どうもありがとうございました。

以上で本日の2件の評価審議は終了です。ちょっと早いのですけれども、もう年末でもありますし、これで終了させていただきたいと思います。有意義なご審議、あるいは

円滑な議事進行ありがとうございました。

それでは、今年はこれでおしまいですね。どうもありがとうございました。

○岩松大臣官房参事官

次回は1月26日、午後2時から開始いたします。どうかよろしくお願ひ申し上げます。

本日は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。

—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