

研究評価委員会
「海洋生分解性プラスチックの社会実装に向けた技術開発事業」(中間評価) 分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時 : 2022年9月29日(木) 10:00~16:25

場 所 : NEDO川崎23階 2301/2302/2303 会議室(オンラインあり)

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長 野村 琴広 東京都立大学 理学部 化学科/大学院理学研究科 化学専攻 教授
分科会長代理 中島田 豊 広島大学 大学院統合生命科学研究科 先端・代謝変換制御学(先端支援室) 教授
委員 石田 真巳 東京海洋大学 学術研究院 海洋環境科学部門 教授
委員 小川 玲奈 三井物産戦略研究所 技術・イノベーション情報部
シニアプロジェクトマネージャー
委員 鍋岡 良介 一般財団法人化学物質評価研究機構 久留米事業所 試験第三課 課長

<推進部署>

林 成和 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 部長
林 智佳子 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 バイオエコノミー推進室 室長
宇津木 功二(PM) NEDO 材料・ナノテクノロジー部 バイオエコノミー推進室 専門調査員
勝田 伸一 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 バイオエコノミー推進室 専門調査員
佐久間 涉 NEDO 材料・ナノテクノロジー部 総括

<実施者>

岩田 忠久(PL) 東京大学 教授
田中 修吉 日本電気株式会社 研究開発部門 ディレクター
中山 孟 株式会社ヤマリア 技術開発本部 本部長
吉田 浩 日清紡ホールディングス株式会社 新規事業開発本部 開発室 室長
橋場 俊文 日清紡ホールディングス株式会社 新規事業開発本部 開発室 室員
上村 直弘 日清紡ホールディングス株式会社 新規事業開発本部 開発室 室員
竹中 康将 国立研究開発法人理化学研究所 バイオプラスチック研究チーム 上級研究員
服部 孝徳 株式会社日本触媒 事業創出本部 事業開拓部 グループリーダー
今田 基祐 株式会社日本触媒 コーポレート研究本部 研究センター 主任部員
国岡 正雄 産業技術総合研究所 イノベーション推進本部 標準化推進センター 標準化オフィサー
中山 敦好 産業技術総合研究所 バイオメディカル研究部門 生体分子創製研究グループ 副ラボ長
紙野 圭 製品評価技術基盤機構 バイオテクノロジーセンター 業務管理企画課 法務・知的財産室 室長
萩原 英昭 産業技術総合研究所 機能化学研究部門 研究グループ長

<オブザーバー>

田中 将吾 経済産業省 資源循環経済課 課長
吉川 泰弘 経済産業省 資源循環経済課 課長補佐
尾之上 昭弘 経済産業省 資源循環経済課 専門職

孫田 明忠 経済産業省 資源循環経済課 専門職
水無 渉 NEDO 技術戦略研究センター ユニット長
木村 雄輔 NEDO 技術戦略研究センター 研究員
三牧 義也 NEDO 技術戦略研究センター 研究員
山森 明弘 NEDO 技術戦略研究センター 研究員

<評価事務局>

森嶋 誠治 NEDO 評価部 部長
緒方 敦 NEDO 評価部 主査
山本 佳子 NEDO 評価部 主幹
木村 秀樹 NEDO 評価部 専門調査員

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント
 - 5.2 研究開発成果、成果の実用化に向けた取組及び見通し
 - 5.3 質疑応答
6. プロジェクトの詳細説明 (研究開発項目①)
 - 6.1 研究開発項目①「海洋生分解性に係る評価手法の確立」

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明 (研究開発項目②)
 - 6.2.1 研究開発項目②-1(1)「海洋生分解性を有する新規な多糖類長鎖短鎖エステル誘導体の研究開発」
 - 6.2.2 研究開発項目②-1(2)「エステルアミド骨格をベースとする新規海洋生分解性樹脂素材の開発」
 - 6.3 研究開発項目②-2「イオン結合を有する海洋生分解性プラスチックの実用化開発」
7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
 - ・開会宣言 (評価事務局)
 - ・配布資料確認 (評価事務局)
2. 分科会の設置について
 - ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明。
 - ・出席者の紹介 (評価事務局、推進部署)
3. 分科会の公開について

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

評価の手順を評価事務局より行われた事前説明のとおりとした。
5. プロジェクトの概要説明

5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント

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

5.2 研究開発成果、成果の実用化に向けた取組及び見通し

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

5.3 質疑応答

【野村分科会長】 ご説明いただきありがとうございました。これから質疑応答に入ります。技術の詳細については議題6で扱うため、ここでは、主に事業の位置づけ、必要性、マネジメントについて。そして、公開セッションとしての開発成果、実用化、事業化に向けた取組について議論をしてみたいです。事前にやり取りをした質問票の内容も踏まえまして、何かご意見、ご質問等はございますか。

それでは、私、都立大の野村より最初に伺います。資料5-2の6ページ、7ページの部分にある評価手法の確立のところ、今回もう既に申請をされているとのことですが、評価用のフィルムの調整や条件などによる影響というところでは、結構、潮の流れであるとか、海水温であるとか、場所、深さ等々といった部分もあるのではないのでしょうか。そういった点での懸念事項についてはどのように統一していけるのか伺います。

【東京大学_岩田PL】 海洋分解は、通常の実験室で行っている酵素を用いた分解などに加えまして、やはり非常に遅いです。これまでフィルム、あるいは繊維、射出成形品等のいろいろなものを沈めて分解実験を行っていますが、基本的に、まず海洋に存在する微生物がサンプル表面に付着し、その微生物がポリマーを分解する酵素を分泌して分解をしていきます。どの方向に分解していくかといいますと、一番広い面積、フィルムで言えば一番表面積の広い部分の厚み方向に分解をしていきますので、まず大きさをフィルムに統一すると。そして、例えば4cm×4cm、厚みが50μであれば50μといったように統一し、それにより厚み方向で分解が進行していきますから、それで分解速度を出していくのがよいのではないかと考えております。重量、パーセンテージでやりますと、射出成形品などを使えばほんの少ししか分解しませんので、見かけ上は、分解していてもまるで分解していないように見えます。ですから、基本的にはフィルムを使うのがよいかと思います。また、そのフィルムにおいても、非晶性のフィルム、あるいは、ある程度結晶化をしたフィルム、それによって分解速度は変わっていきます。ですので、これにつきましては、非晶性のもの、あるいは結晶化度が数十パーセントのものというのをこれから決めてまいります。それにより分解速度が変わりますから、そのあたりを精査するといったことがまだ残っておる状況です。

【野村分科会長】 フィルムの調整条件の影響というのは、そういう意味で言えば、今のお話しですと厚み方向で効いてくるということで、基本的にはポリマーの種類によるということですから、ほとんどないといったところでしょうか。

【東京大学_岩田PL】 ポリマーの種類によって分解速度が変わるというのは、材料の形の影響ではなく、海の中に存在している微生物が、そのポリマーを分解できる微生物がいっぱいいるのか、いないのかといったところに起因します。ですので、材料の観点からいくと、フィルムの形、厚みをそろえることと結晶化度が重要になると思います。

【野村分科会長】 ありがとうございました。それでは、中島田様お願いします。

【中島田分科会長代理】 広島大学の中島田です。評価手法のところ、加速化試験を行われ、早急にその機能性を調べるというのはすばらしいことだと思いますが、微生物には栄養要求性というものがあり、ある栄養によっては偏った微生物が増殖をしてしまいます。もちろん今いろいろとやられているわけですから、その心配は要らないとも思うのですが、加速化試験の結果と実際の海での分解状況というのをどうリンクさせるのが多分一番の問題になってくるかと思います。そして、現状、日本国内におい

ては大丈夫だと思いますが、ISOの標準になろうとすると、やはり世界的なところで見ていく必要があり、さらにそれをモデル化していくことになるかと。そういった世界に対して、例えば今回の標準法を積極的に発信していき、何か調べてもらおうといったところでは、何か考えておられるのでしょうか。

【東京大学_岩田PL】 我が国の近郊で行った実験が地中海で使えるかどうか、あるいは、他のところで使えるかどうかといったところですが、JAMSTEC（海洋研究開発機構）やNITE等を含め、ビッグデータを使いまして、今、我が国の近郊で発見されている微生物が、他の海などではどのぐらい存在しているかどうかというのを世界地図にマッピングし、そのバランスを見て、我が国の結果が、例えば地中海の部分では使えるのかといったところを見ている状況です。最終的には、世界に大体バランスよく存在している微生物を集め、そして微生物カクテルをつくりまして、それを「海洋生分解性プラスチック分解お試しキット」といったようなものにする。そういうものが、多分ISOを普及させていくことに必要な観点だと考えております。

【中島田分科会長代理】 ありがとうございます。

【野村分科会長】 ほかにございますか。それでは、石田様お願いします。

【石田委員】 海洋大学の石田です。基本的な考え方は非常によいと思います。先ほど中島田先生も、加速化が海と相関があるのかどうかといった観点でご質問をしておられましたが、鉛直方向にもし沈んでいくとすると、温度がまず大分大きく違ってくと思うのです。また、温度の影響は微生物の種類にも影響すると考えますし、素材側にも影響する。そして、さらに圧力が加わってくると思いますから、そのあたりの温度や圧力、要するに深海に向かって沈降していくといったときの対応といえますか、そういったところでの評価としてはどのようなお考えを持っておられるのでしょうか。

【東京大学_岩田PL】 現在、幾つかの実験を幾つかの場所で行っており、まずは深海ということであれば、800mから1,000m付近に相当する静岡県の初島沖の海底、そして岬沖の海底。それから5,000m級のところで、深海平原と南鳥島沖において同じサンプルを設置しています。それを引き上げて、今解析をしているところですが、やはり深度に応じて分解速度が変わるという傾向が見て取れます。それにより、先ほど先生の言われたように、温度も4度であるとか6度であるといったところでは微妙に異なります。また、実際には海の底へといきなり沈んでいくわけではありませんので、岸壁などに1か月、2か月つるしておいて、その後、海の底に沈めるという実際の材料の動きを想定した実験も並行して行っております。そのサンプルを引き上げたときに、サンプル表面に付着している微生物につきましては、NITE、JAMSTECのほうで解析をしてもらっております。まだ全部のデータは出ていませんが、最初のときには好気的な微生物がくっつき、そしてだんだん時間がたつと嫌気的になるなど、そういったような傾向も見えていますし、多くの微生物が、これまでに知られているものに加えて新しい微生物も発見されていますから、そのあたりのことをもう少しきちんとデータとしてまとめ切って解釈ができれば、先生のご質問に対し、より詳細にお答えできるようになるものと考えます。現状は、まだその途中段階となっております。

【石田委員】 ありがとうございます。表層をある程度仮定したことを加速的に評価できる方法というのが第一の魅力としてあるとともに、沈み始めた場合にはどういったことが起きてくるかという評価方法が複数出てきてもよいのではないかと思った次第です。近くに深海がある日本の得意技だとも思いますので、そういう深いところではどのように違うのか深海重視みたいな評価方法も出てきてもよいのではないかという気がいたしました。

【東京大学_岩田PL】 ありがとうございます。先生のコメントを参考とさせていただきながら、また我々のほうで、産総研の国岡先生を中心として考えていきたいと思っております。

【石田委員】 どうもありがとうございました。

【野村分科会長】 ほかにございますか。それでは、小川様お願いします。

【小川委員】 私からは、研究開発マネジメントのほうで、やや基本的なところの確認をさせてください。特に材料開発のほうで、新材料開発と新素材開発という部分でのゲートがあるかと思います。そのゲートについて、少し詳細に、例えばどこで区切っているのかといったところを、いま一度ご説明いただけないでしょうか。

【NEDO 材ナノ部_宇津木 PM】 研究開発項目において、材料の部分が2つあるところについてのご質問という理解で合っているでしょうか。

【小川委員】 合っております。その部分について教えてください。

【NEDO 材ナノ部_宇津木 PM】 1つ目は、材料そのものに革新性があるということで、有機合成、分子設計から入る可能性もございますし、材料そのものに革新性があり、それをブレンドするといった部分はまた次のステップになるかと思うところです。初年度は、そういった応募もかけたのですが、集まらず、2年目からは多数の応募がありまして採用させていただきました。その背景としては、やはりそういった材料そのものが圧倒的に少ないような状況でしたので、先ほど岩田 PL からも説明ありましたが、分子も PHBH に関わるような基本骨格以外のものも今回採用できたということが一つございます。また、もう一つのほうは、やはりプラスチックですので、研究開発項目②については、ももとのベースの材料というのを企業様のほうで持っておりました。それをブレンドとかそういったもので活用し、できる限り応用に近いところ、製品に近いところの技術開発に進めやすいようなところを選んでいくということになります。少しフェーズが進んでいるものが②-2 のほうである。製品化に近いところを非常に意識されているのが2番目のほうのテーマだということなのです。

【小川委員】 ありがとうございます。多分、素材開発のほうですと、非常にアプリケーションに寄った開発をなされると理解しているのですが、そういったところで、一部は既に行われているようですけれども、実際に使われる最終のアプリケーションをつくられている方との連携が重要になるのではないかとと思うところですので、よろしく願いいたします。

【野村分科会長】 野村です。今の②-1 の件に関して、私、採択に関わっておりましたので、少し発言させていただきます。材料の革新性ということで応募をいただいたのですが、適切なお提案がないということで初年度は全て不採択ということに。そして、その翌年、先ほどおっしゃられましたように、多分多数のご応募がございまして、それで始まったという経緯だと理解しております。

それでは、ほかにもございますか。鍋岡様、お願いします。

【鍋岡委員】 化学物質評価研究機構の鍋岡です。ご説明ありがとうございます。資料5-2の5ページ目のところで、海洋生分解性プラスチックを広げていくためには認証制度による普及策が有効というお話しでした。事前の質問でも書かせていただきましたが、研究②で開発した新規材料というものが研究開発項目①の試験でクリアしなかった場合は、やはりセールスポイントとしては少し微妙な感じになってくるというところがありますので、この事業をうまくリンクさせて進めていただきたいというのが1点です。また、もう一点、この認証機関について、今 NEDO 事業では規格を提案するところまでが一つの目標であり、認証はまた別機関が行うことになるとは思いますが、作成した ISO 規格案について、認証機関の方々はどのようにお考えになられているのかというのは、この事業においても大切ではないかと考えます。そういった点についてはいかがでしょうか。

【東京大学_岩田 PL】 認証につきましては、我々実施者が行うのではなく、日本バイオプラスチック協会が中心となってやったださると思っています。既に、日本バイオプラスチック協会とも一緒に情報交換を行いながら、この海洋プラスチックの ISO については進めているところです。もう一つ重要なことは、仮に我々が提案するものが ISO になった場合、それを請け負って行ってくれる機関が必要となります。それは、先生が所属しておられるような CERI といったようなところにお願いをしまして、一度きちんと、本当にその方法でという部分を、例えばサンプルが送られてきたら結果を出せるという

ようなシステムも同時につくることが重要ではないかと考えます。ですので、そちらとも連携するためにCERIのメンバーも①のところには入らせていただきます。

【鍋岡委員】 ありがとうございます。一点、そういった評価をしている側としてのコメントになりますが、簡易の海洋生分解性を評価するための成形品を海に沈める実験というのは、その海の漁業権をお持ちの方々との調整というのが現実問題としては非常に難しいところがございます。研究では恐らく使わせていただけることが多々あると思うのですが、それを我々のような試験機関が仕事として行うとなると、なかなか許可を得られないといったことも現実問題としてあるものと感じています。

【東京大学_岩田PL】 ありがとうございます。その辺については常に考えながら進めてまいりたいと思います。

【野村分科会長】 ほかにございますか。

【東京大学_岩田PL】 もしないようであれば、先ほどの小川先生のご質問のところで、素材からステージゲートが変わるといった視点でのお話でしたが、先生、先ほどの回答でご理解いただけただけでしょうか。もしかすると、先生のご質問の趣旨と少し違う回答になっていたのではないかと思うところがございまして。

【小川委員】 ありがとうございます。少し具体的に申しますと、既に②-2といったあたりは、既にステージゲートをクリアして素材のほうの開発に移られていると。その材料素材開発から素材実用化といったところへの条件というのはどのように決められているのかというのを、公開可能な範囲でお教えいただけたら幸いです。

【東京大学_岩田PL】 基本的に、新しい素材を開発した場合には、実験室レベルで、非常に小さなスケールでいろいろなデータを出していきます。そして、それを素材として、本当に物として使っていくためにはスケールアップすることが非常に必要です。そのためには、単純に開発した合成法をそのまま10倍にしたらできるかどうかということではなく、化学工学の知識等も必要になってきます。ですが、そこにもう一山ございまして、そこを、今のところは実験室で、かなり良い材料、性能があるものをよりスケールアップしていくというのが多分一つのこのステージなるかと思えます。

【小川委員】 ありがとうございます。スケールの違いがポイントになるということで理解いたしました。

【東京大学_岩田PL】 こちらの真ん中に記載があるように、量として5kgや50kgというのは、これはやはり大きな釜で行わなければなりません。大学の実験室等で行うと10g、100gの単位ですから、ここが大きな一つの山場になると考えます。

【小川委員】 ありがとうございます。

【野村分科会長】 今の話では、スケールアップをしても小スケール実験レベルの組成及び性能が保持されるということをご確認するということになるのでしょうか。

【東京大学_岩田PL】 そのとおりです。

【野村分科会長】 分かりました。ありがとうございます。

それでは、時間がまいりましたので、以上で議題5を終了といたします。

6. プロジェクトの詳細説明（研究開発項目①）

6.1 研究開発項目①「海洋生分解性に係る評価手法の確立」

実施者より資料6-1に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【野村分科会長】 ご説明いただきありがとうございました。ここから質疑応答に移ります。事前にやり取りをした質問票の内容及び回答も踏まえまして、何かご意見、ご質問等はございますか。

それでは、鍋岡様お願いします。

【鍋岡委員】 化学物質評価研究機構の鍋岡です。ご説明ありがとうございました。ポジティブな意味として伺います。研究開発項目①の最終目標が、国際標準化提案 1 件以上につなげるといったところで、既に非常に順調に進んでいるものと理解いたしました。その上で、その後もこの事業をフルスペックで進める必要があるかどうかという点についてご説明いただけたらと思います。

【産総研_国岡】 現状として、新規提案はしておりますが、その新規提案というのは、実際には論文と違うものでございます。論文の場合には完成版を投稿いたしますが、もちろん先生はCERI様としてご存じかと思いますが、ISOの場合はいろいろな項目が多々ありまして、空欄で出しているところがまだ何箇所かあるのです。具体的には、これの結構キーポイントとなるのが微生物の解析なのですが、微生物の量がどれだけあるのか、また種類にはどんなものがあるのかといったところになります。先ほど申しましたPCRというの、Shannon指数がいいのか、様々な指数がありまして、どれがいいのか等々ございます。多分そこまで細かくは書き込めないかもしれませんが、そういった測定法といったところを、フェーズ B で出た結果を踏まえて今後足していくという形で、より完成度の高い評価法にしてまいります。それとともに、先ほどの議題 5 においてもご質問が上がっておりましたが、グローバル展開をする上でも、これはまだ日本だけの結果ですから、それを見ていただくと。微生物多様性の問題がございますから、そのまま外国の海のサンプルをこちらに持ってくることはできないのですが、PCR測定とかもできますから、そういう部分のグローバルの中でのデータの共有化といいますか、相関をするというのがまだ必要な状況となっております。

【鍋岡委員】 ありがとうございます。

【野村分科会長】 ほかにございますか。それでは、小川様お願いします。

【小川委員】 三井物産戦略研究所の小川です。今のご質問と関連するところで伺います。グローバル展開というお話の中で、13 か国で既に賛成を得ている ISO に関して、例えば各 13 か国の専門家の方も関与をされるということでしたが、そのあたりの方との連携という余地があるのかどうか教えてください。つまり、そういった 13 か国からは、それぞれの国から専門家がついて、その規格作成にコメントをしていくといったお話でしたが、それというのはコメントまでのところになるのでしょうか。

【産総研_国岡】 実際には、専門家登録をしてもサイレントの国がございます。ただし、やはり専門家登録をしているという意味は、人をアサインしていますから、その人がレビューをしているはずなのです。そこでコメントを入れるか、入れないかというのはございますが、例えば積極的なドイツ、イタリア、フランスというのは、ものすごくコメントをたくさん入れてきます。ですので、それに対して、全てアクセプトをするわけではありませんが、一個一個対応をし、応えていくということになります。

【小川委員】 ありがとうございます。あともう 1 点伺いますが、資料 18 ページ、研究項目③の総合的解析による生分解性のところで成果を出されており、10,000 株から 30 株まで絞っていらっしゃるというお話だったと思います。それというのは、基本的にエステル結合を有する脂肪族系のものを中心にスクリーニングをされているものと理解したのですが、別の分解機構を持つケース、新たな海洋生分解性プラスチック自体のバリエーションが広がってきた際のことを考えると、何かこういった元のデータというのを、特に、利用される企業の方とシェアされることが重要になるかと思うところです。そういったデータベースをつかって共有していくというような部分の広がりといったものは、既にデータが非常にたくさんございますが、そういったあたりではどのようにお考えでしょうか。

【産総研_国岡】 それにつきましては、実施者である NITE の紙野様よりご回答をお願いできればと思うのですが、よろしいでしょうか。

【NITE_紙野】 実施者の NITE 紙野です。ご質問いただきました今蓄積しているデータの公開についてですが、そこは非常に積極的に考えております。私ども NITE では、DBRP という微生物に関連する情報のデ

ータベースの公開を進めており、その中に搭載しまして、保有している微生物においても、NBRC という機関から提供をするといったところで国際的に活用いただけるように考えておるところです。ただ、生データはもちろん豊富にあるわけですが、データについては適切な形で出さなければ活用いただけませんから、そういった解析の部分というのに相当時間がかかっています。そこを今後整備し、プロジェクト終了までには必ず公開をするということで考えてございます。

【小川委員】 ありがとうございます。

【産総研_国岡】 追加として、新しいポリマーが出てくるとか、例えば今、研究開発②のほうでは、エステル結合だけではなく、アミド結合だとか、あるいは多糖類であればエーテル結合などがございます。ですので、この手法を、新たなポリマーが出てきた際には、今度は多分ピンポイントでいいですか、全海域を全部の実験室から取るという必要はないものと考えます。例えば新たに出てきた材料であれば、3 か所ぐらいの菌叢解析をすることによって、そのポリマーの分解活性といったところの優位性を持っているような菌株というのを簡単に探し出せるのではないかと。今、1,000 か所以上を行って30 ということになっていますが、きっともう少しプロセスが簡略されてきてくるのではないかと考えます。今後、そういう新たな結合を持った生分解性ポリマーに対してもデータを取っていかねばいけないというのは、もう確実なところですよ。

【野村分科会長】 ほかにございますか。石田様お願いします。

【石田委員】 海洋大学の石田です。今の小川先生のご質問と関連するところからまず伺います。ご確認させていただきたいのですが、資料18 ページ目において、10,000 株中から30 株ぐらいに絞ることができたとのことのご説明がございました。

【産総研_国岡】 実際には10,000 株からではございません。ここについてもNITEの紙野様からご説明をいただければと思います。

【NITE_紙野】 これは、まだまだもう少し精査を進めなければいけない部分でもございます。実際の私どもの抱えている実海域から取っている、この場合3種類の素材になりますが、既に上市されている素材に対し、付着している微生物をまず取っております。それが約5,000の微生物でございまして、それらを樹脂の崩壊度と関係性を解析し、その中から崩壊度と関係性の高い微生物というものと、各地域、各季節というのをそこに掛け合わせて選定をしております。現段階では、そういう面では分解菌候補となります。その実態としては、現在、単離した微生物を別途持っておりますので、分類上、それに相当する微生物の分解活性というところでの解析を進めてございます。菌叢解析から崩壊度と関係性の高い生分解性候補の微生物を抽出し、それに対応する微生物株の分解活性を解析し、それをもって、私どもは4地域の海域で、全季節というわけではないかとも思っておりますが、夏場に主として分解している菌としては、例えばこういう微生物が上げられますということを最終的には選定したいと思っておる次第です。現在は、まだその活性と完全にドッキングをしておらず、候補を抽出できているといった状態になります。

【石田委員】 どうもありがとうございました。ここでの測定に実際に使われているのは、PHBHとPCLとPBSAですか。

【NITE_紙野】 はい。

【石田委員】 これは、共通で分解するものが30株であるということでしょうか。

【NITE_紙野】 基本的にはそうなります。

【石田委員】 各々に関して、主に分解するのが30、30、30ということですよ。

【NITE_紙野】 現在は、それら3つを含めまして、まずは30株を候補として選定してよいのではないかといい段階です。物によっては、PBSAとPHBHを分解するとか、偶然合っている場合もございまして、それぞれの素材に対しての関係性で抽出してきています。現時点では、3つの素材を合計して、とにかく

30 株は大体抽出可能であるということです。

【石田委員】 分かりました。ありがとうございます。

【産総研_国岡】 今のところ、この青、赤、緑が全てなっているものは見つかってございません。「見つかっていない」という言い方は変になりますが、個々の相関が取れているものとして、一番上であれば PHBH の崩壊度に相関がある。2 番目ですと PBSA と PCL に相関があると。その各地域でフィルムを沈めまして、その表面に付着している微生物の菌叢解析をし、その中で分解が多かったものに対して多かったものというような相関があったということになります。

【石田委員】 ありがとうございます。続けてご質問をさせていただきます。これは事前質問でも伺いましたが、実際に分解するかどうかを調べるのではなく、その分解性に物が言えると非常に早く評価が進むものと考えます。そういうことが、例えば遺伝子レベルで、この遺伝子を持っていると分解するとか。実際にクリアゾーンを見てからでなければ物が言えないのか、それとも、こういう DNA 側からの情報である程度評価できるのか、こういったお考えを持っておられるでしょうか。

【産総研_国岡】 学術論文には、海洋から分解微生物を単離し、酵素を生成し、酵素の配列から遺伝子配列というのが結構分かっているものもあるのですが、実際にそれが 16S の中にあるかということ、多分そうではございません。全遺伝子解析を行うと大変なことになってしまいますので、方法としてあるとすれば、リパーゼに関係するような遺伝子があるか、ないかぐらいは分かるといったところでしょうか。

【NITE_紙野】 補足をさせていただきます。そういうポリエステル系のものの分解酵素のデータベースというのはある程度世界的に存在しています。ただ、現在のところ、そういったデータベースというのは、とにかく配列、特に、幾つかの活性としてタンパク質を同定したものの類縁配列としてざっと配列が膨大に入っています。ただ、実態としては、例えば本来は体の外で分解しなければいけないのですが、体中の酵素まで入ってしまっていると。専門的に言えば、シグナル配列という細胞の外に出ていく配列が入っているものも、入っていないものも、とにかくもう全て抽出したものがデータベースに乗っかっており、非常に精度の悪いものです。また、実際の乳化している樹脂を分解するということと、プラスチックになっているものを分解するというのでは大分違いがございます。やはり固体だということは非常に大きなポイントになっていきますので、実際に分解する酵素かどうかを遺伝子配列だけから特定するというのは、なかなか難しいといえますか、公平性、消費者理解という観点できちんと説明しようとする少し苦しくなってくるかもしれません。ですから、その活性というものがしっかりと、そして実際の実海域で主として分解に関わっているという根拠データというものをきちんと付けてあげないと難しいのではないかと、実施者として考えまして、こういった研究デザインをしておるところです。

【石田委員】 どうもありがとうございます。私一人で質問をしていますが、続けてもよろしいでしょうか。

【野村分科会長】 どうぞ。お願いします。

【石田委員】 それでは、あと 2 点ほどご質問をさせていただきます。1 つは、これは確認させていただきたいのですが、20 ページにおいて、河川・海域モデルというものを使用されてお調べになられている内容についてです。今、東京湾を例に行われているとのことですが、東京湾は多くの方がご存じのようにものすごく浅いですよね。いわゆる海洋に流れ出したプラスチックのことを考えると、もっと鉛直方向が深いような場所で解析することが必要だと思うのです。そもそもこのデータの下につなげていけばいいのか、それとも、深いところに持って行って同様のモデルを作ると別の結果になるのか。この解析自体がよく分からないため、もっと深いところでも使えるのかどうか、教えていただけたらと思います。

【産総研_国岡】 その部分に関しましては、実施者の産総研 梶原がオンライン参加をしていますので、説

明をお願いできればと思うのですが、よろしいでしょうか。

【緒方主査】 梶原様、ミュートを解除していただきまして、ご発言をよろしくお願いたします。

【梶原(産総研)】 梶原です。東京湾自体はそれほど深さがありませんので、今回対象としているのはその深さとなります。ですので、このRAMTBという東京湾のモデルを使う限りは、それ以上はできません。ですが、もっと深い海域を対象としたモデルを作成していけば、基本的には同じ考えでできるものと思っております。このプロジェクト内で今計画しているものとしては、いわゆる深海までは対象とすることを考えておらない状況です。

【石田委員】 分かりました。ありがとうございます。今のことと関連して、沈むスピードみたいなことが非常に気になっております。先ほどまでの説明等において、まず表層から始まるのは間違いないとして、表層でしばらく保持された次の沈降段階について、何か沈んでいくスピードを評価するような方法をつくられたのなら、非常に説得力が出てくるのではないかと個人的に想像をいたしました。

【産総研_国岡】 そこにおいては梶原様のところで行う予定なのですが、私から回答をさせていただきます。実験室の中で、実際の海水を使いまして、そのまま微生物がいる段階で、例えばポリオレフィンですと最初は海水より密度が小さいので当然浮いているわけです。そこにバイオフィームが付いていて、ある段階になると沈んでいくのです。それを当然、実際の海では観測できませんので、実験室内でと。そこはちょっと静水系になってしまうので、そこをどうやって海洋の流動的な部分にというのはございますが、そういう形で沈降速度というものを検討していきたいと考えています。ただし、大きい製品がどうなっているのかといったところになってくるとなかなか難しいのではないかと思います。そういうデータが出てくれば、もしかしたら、レジ袋みたいなものもずっと浮いているのか、それとも、ある程度バイオフィームが付いたら沈んでいくのかという部分も分かってくるのではないかと思います。

【石田委員】 ありがとうございます。私自身も、一部海水に沈めるような実験を行っております。バイオフィームはもちろんできるのですが、ほかに藻類や、多分甲殻類でしょうか。フジツボのようなものとかが付着すると急速に重くなっていくのです。それで、マイクロプラスチック、石油系のプラスチックではそういうフジツボみたいなものが付着するため、比重が軽いプラスチックでも沈むといった説明があるようなものもあります。そこでまたスピード感が変わってくるのではないかと思います。評価する海域にどうい生き物があるのか、微生物の分析だけではなくるのでしたらいいか分からないようなことでもあります。まずはバイオフィームを押さえないといけないと思うのですが、付着する生物の種類が、藻類や海洋動物まで来ると、沈んでいくスピードの算出方法を順に拡張をしていけばよいのでしょうか。

【産総研_国岡】 非常に重要な観点だと思います。また、それは季節ごとで全く変わってしまうということも多分ありますし、甲殻類が付着するタイミングの時期にあればとも思います。実海域試験とかで行っていると、そういうものが付きやすい時期というのがあり、夏場より少し手前に行うともものすごく付いてしまうのです。ですが、冬場に行くとほとんど付かないといったようなところもございます。バイオフィームは多分それほどの差はないかと思いますが、その次のステップは、もう海域と季節で全く変わってしまいます。しかし、その辺になってくると、もしかすると、もう付いたらどのぐらいで落ちるかというのを仮説として入れてしまって議論をするしかないのかもしれないかもしれません。実測をしていると切りがないのではないかという気が少しするところもございます。

【石田委員】 どうもありがとうございました。もう一つ別な質問ですが、毒性に関する評価のときに、いわゆる淡水で比べないと評価がしにくいといったお話しでした。そのこと自体は非常に納得がいくのですが、海水中でどのように分解されていくかを考えることと、その分解物が、毒性評価では淡水の、例えば魚なりで評価するというをどのようにくっつけていけばよいのかという、その作戦といえますか、お考えを伺えたらと思います。

【産総研_国岡】 基本的には淡水生物も海洋生物も毒性に対する感受性というのは変わりません。かつ、海洋にあるからといって、特殊性がある、海洋の微生物に対しての何か特別な毒性があるとか、塩類があるからによって何か加速効果の毒性があるといったところはないものと考えております。単純な話として、今までの毒性試験のデータの蓄積というものが、ほぼほぼ淡水系のミジンコ試験とかメダカの試験というのが行われていますから、そこの比較ということが多分重要なのではないかと考えておるところです。ただし、その先に、やはり誰に対して発言するのかといった部分、社会需要性という面も考えられます。やはり海での微生物に影響があるかどうかというのが必要ではないと言われる場合もあるのかどうかということも含めて、少し検討していきたいと思うのですが、ちょっと学術的というよりも、若干社会学的な話になってしまう可能性もあるでしょうか。

【石田委員】 どうもありがとうございます。私、現在使われているものの毒性評価の詳細を把握していないのですが。

【産総研_国岡】 それは単純なものです。ミジンコをある一定の……

【石田委員】 それは分かります。ビブリオなら海洋でも使えるかもしれません。発行ビブリオを用いる毒性の評価方法も一般的だと思うのですが、プラスチックに使われているのか分からないですが、海水でできるのではないか思った次第です。

【産総研_国岡】 分かりました。ちょっと検討してみたいと思います。あと、プラスチックの場合で少し問題があるのは、水溶性があるものです。ある程度分解していくと水溶性になるので、オリゴマーはそういう形で評価ができるかもしれないのですが、マイクロプラスチックの状態で固体になっている場合の評価をどのように行っていくのかというのも今検討中なところがございます。

【石田委員】 どうもありがとうございました。

【野村分科会長】 他にございませんか。それでは、野村から伺います。まず1つ目として、先ほどまでのお話しともつながりまして、試験方法のところで、細かくなったときにその流出を防ぐためにいろいろな方法を考えられていると思います。この場合には、どういう入れ物に入れるのか、どういうメッシュにするのかといった話で、やはりそのときに付きやすさであるとか、そのときの流れの影響等々といった影響が多々あるとして、その部分はどのように取り組まれているのかをまだ少し理解し切れずにおりました。簡単に伺えますと幸いです。また、分解構造の部分で、ATRのIR（材料表面の赤外分光測定法）の話が出ておりましたし、ほかにもあると思うのですが、もう少し構造的にこの部分が切れてといったところを教えていただければと思います。エステル結合は切れると思うのですが、それが、エステル結合は本当に切れるだけなのかどうかなど、そういったあたりで補足いただけたらありがたいです。

【産総研_中山】 産総研の中山です。1つ目の質問についてお答えいたします。実際の浸漬試験の場合ですが、提案している試験の中では、基本的には分解の進行度が小さいところで評価する方法を考えております。それといいますのは、分解がある程度（50%以上）いきますと、ばらばらになってきて流出する部分等が出てきまして、どうしても精度に誤差があります。ですので、50%以下の分解率ということを前提に設計をしており、そうしますと、樹脂表面に付くいろいろなものといったところもある程度抑えることができます。ただ、時期によりまして、例えば4月から6月ぐらいですと非常に付くため、そういう時期には不織布等を使用するといったような形で、時期に応じた使い分けをすることを考えております。以上です。

【産総研_国岡】 あと、結晶構造やエステル結合が切れて、当然低分子量化が起こり分解が進行していくのですが、そこでの酵素分解といったものの解明というものも非常に重要です。この点については岩田 PL からご説明いただいたほうがよろしいでしょうか。

【東京大学_岩田 PL】 酵素分解は、酵素の結晶構造も解明され、いろいろと分解メカニズムが分かっ

います。ある酵素は、例えば末端から三残基を認識して二残基目のエステル結合を切るとか、そういうところまで分かっているところです。さらに、活性部位の大きさによって側鎖がメチル基 1 個だったら入りますが、2 つになって長くなっていくと入らないなど、そのあたりの知見はかなり得られています。今、アミノ酸配列が分かれますと相同性で立体構造をシミュレーションすることができます。ですので、それでさらに予測することも可能になっています。

【野村分科会長】 ありがとうございます。私は触媒化学が専門の一つでございまして、それを考えると、微生物によって、例えばこの PHBH や PBSA という触媒で行うとほとんど変わらないような気がするのですが、今のお話ですと、微生物の場合には機構が異なるので、きちんと調べられた上で研究をされているということで理解いたしました。ありがとうございます。

【産総研_国岡】 おっしゃられるように、やはり酵素の基質特異性であるとか付着性といったところでしょうか。酵素というのは、結局その材料表面に付着しない限り、ただ単に浮遊しているだけではいいですか、触媒も当然、触媒活性部位に付かなくてはいけないというところは同じで、非常にそういう部分もごさいます。ただ、海の環境はピュアではないため、もういろいろなものが雑多に混ざっており、一つの酵素の一つの反応だけで進行してはいないという部分が少し難しいところでもあります。

【野村分科会長】 ありがとうございます。それでは、ほかにもまだご質問はあるかと思うのですが、時間となりましたので、以上で議題 6 の 6.1 を終了といたします。

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明 (研究開発項目②)

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

8. まとめ・講評

【野村分科会長】 ここから議題 8 に移ります。これから講評をしていきますが、その順番につきましては、最初に鍋岡委員から始まりまして、最後に私、野村ということで進めてまいります。

それでは、鍋岡様よろしく申し上げます。

【鍋岡委員】 本日は、長時間にわたりまして、様々な詳細データをご説明いただきありがとうございます。全体としては、非常にスピード感を持って個々の項目が進行しているものであったと受け止めておりますが、今後、こういった開発が社会に受け入れられてこそ、より意味をなしてくるものと考えます。そうした中で、まず、最初の試験法開発、認証では、ISO をつくった後、それが社会でしっかり認められるところまでぜひ推し進めていっていただきたいです。そして、研究開発②で開発された材料が妥当なものであることを証明し、日本で開発した材料の優位性を出していただけたらと思います。研究開発②で開発した材料というのは非常に良いものだとして理解している中で、こういったものが世の中に普及するための大きな課題の一つとしてはコストダウンが考えられます。そういった原材料の確保について、本日お話しにもございましたが、ご留意いただきながら、コスト面でも代替物質として妥当だということで推し進めていってもらいたいです。ありがとうございました。

【野村分科会長】 ありがとうございます。それでは、小川様よろしく申し上げます。

【小川委員】 本日は、非常に興味深い進捗のお話を聞かせいただき誠にありがとうございました。海洋生分解性に関する規格については欧州が先行しているところではありますが、発表を伺いまして、キャッチアップどころか、ややその主導権を握りつつ場所もあるということですから、とても頼もしく思った次第です。今後もいろいろな課題があるとは思いますが、技術的な部分に加え、欧州を相手にするというので、規格として登録された後に評価法として標準的な規格とするために、重要となる規格の重要性のアピールといったところ等々につきまして頑張っただけけたらと思います。また、材料に関しては、非常に3プロジェクトとも独自の魅力を引き出そうとすると引き出せる、逆に言えば、既存のものを単純に置き換えるというと結構難しいと言えるでしょうか。多分、海洋生分解性だけに限らず、新しい材料を社会に投入するときには必ず当たる壁が同じようにあると思うのです。そういった中でいくと、私自身もポリマーの研究開発をしていた経験から思うのですが、応用の部分で、その材料の良さを楽しみながら、これまでのものの置き換えではない見方で設計を考えてくれるような良いパートナーが必要と考えます。既にいらっしゃる場合には、そういった方がより主導権を持てるような開発になるとより良いものになるのではないのでしょうか。今後の進展を期待しております。どうもありがとうございました。

【野村分科会長】 ありがとうございます。それでは、石田様よろしく申し上げます。

【石田委員】 本日は、非常に精力的にプロジェクトが進んでいる姿をご発表いただきましてありがとうございました。私自身もともと海と非常に関わりのある研究分野にありますが、その視点から見ますと、海はとても多様ですし、これを実験室に持ち込んで統一の規格、基準で評価するのはなかなか難しいことなのだろうと漠然と思ってきたところがございます。ですが、本日の研究開発項目①の評価手法の確立につきまして、評価方法が相当具体的に出来上がってきていることを非常に実感させられました。これは大変期待が持てるのではないかと思った次第です。また、もう既に今日の成果報告等の中で、「この部分は今やっている」といったお話も大分ありました。まさに本物の海により近いような形のものをつくり上げていくという方向も間違っていないと思います。ぜひ引き続き精力的に進めていただき、海に沈めなくともこの評価方法を使えば大丈夫だといったものをつくり上げられ、世界の標準になっていくことを期待いたします。そして、研究開発項目②の新技術、新素材の開発につきましては、3つの研究計画の全てにオリジナリティがあり、こうすると海で分解するようなものができるのかと、なかなか納得するような性質のものでありました。そういう意味では、ちょっと感動を覚えた次第です。今後は、具体的に使っていく方向に向かうと思います。今までにあるプラスチックと違うバリエーションの部分がすごく広がってきていると思いますから、何に使えばよいのかといったことも含め、具体的に「こういう使い道で使うと良いですよ」という新たな利用例につながっていくと、より一層評価が高くなっていくのではないかと思いますし、どれも期待しております。どうもありがとうございました。

【野村分科会長】 ありがとうございます。それでは、中島田様よろしく申し上げます。

【中島田分科会長代理】 広島大学の中島田です。本日、全てを伺うことはできなかったのですが、皆様为本日に事前にご準備をされてきたのだなというところが第一印象としてございます。ここまで2年間と

いう短期間で研究開発が進められるというのは、大学にいる私から見ると、本当にすごいと思い、感動いたしました。その上で、差し出がましいのですが、この評価認証という部分は、私の感覚から言うと、日本が結構苦手としているところではないかと思っております。そこに対し、まさに果敢にチャレンジされていることはすばらしい限りです。また、別系統で残留農薬やダイオキシンといった測定法や基準を決めるところでの話を聞いたことがございますが、やはり欧米というのは理念型で、「こうこうだから、こうでなければならない。だからこうである」という中で基準や評価を決めていくのだと。対して日本は、もう少し現実的なところから攻めていくという部分がございます。ですので、大体の理念と現実との妥協点を見いだすというところがあるかと思っております。その点についても考えられているとは伺いましたが、やはり世界的に認められて、しかも認証として評価をされていくには、基本的な物理的なもの、科学的な知見を基盤とした評価基準というものに今後ぜひともしていただければと考える次第です。

また、新技術、新素材の開発というのは、これはもう皆様が鋭意努力されており、本当に生分解性の高いものが多々出来ていることと理解しておりますので、今後の市場展開に期待いたします。ただ、これはPHBHの市場展開というのもそうなのですが、やはり代替品というのは非常に厳しいですから、何かしらの付加価値というものを考えた技術開発が必要だと思います。もちろん生分解性は大きな性能なのですが、それだけではなかなか市場展開は難しいところがあると考えます。例えば、生分解性ということに着目すれば、もしかすると生体に対していろいろな用途が考えられるということですので、海洋ということも含めて様々な事業展開を視野に入れられながら様々な素材を提供していかれればと思います。そうして実際に社会実装されるというのが多分一番マーケット的にも、日本的にもよいかと思っております。ですので、ターゲットとなるマーケットの探索をきちんとされて、それに適した素材というものを考える。そこに、さらに基盤としての生分解性というものを担保した形というものになれたのなら、どんどん新しい産業として発達していくのではないかと思いますので、今後そういった部分も考えながら研究開発を進めていただけたら幸いです。以上となります。ありがとうございました。

【野村分科会長】 ありがとうございました。それでは最後に、本日の分科会長を務めさせていただきました都立大の野村から講評をいたします。もう既にほかの委員の先生方が十分述べてくださっておりますが、この課題の評価方法については、本当に短期間の中、組織でしっかりとスピード感を持って取り組まれているという印象です。まだ今後においていろいろなことへの懸案もあるかと思っておりますが、既に申請も済んでいますから、十分に成果としては出ているものと受け止めております。残りの期間においてもぜひ頑張ってくださいと思います。また、材料開発のほうでは幾つかの質問をさせていただきました。目的の材料開発もそうですが、もう少し今後の工業化やその目的機能といったところを考えれば、精密合成という観点も含めて均一組成のものを効率よく実用的に可能な方法でつくるといったことも今後されていくのだろうと理解しております。そのあたりについてご検討いただいているとのお話でしたが、ぜひよろしく願いいたします。私からは以上です。本日はどうもありがとうございました。

【緒方主査】 ありがとうございました。ただいまの講評を受けまして、推進部長及びPLより一言ずつコメントを賜ります。それでは、NEDO 材料・ナノテクノロジー部 林部長よろしく願いします。

【NEDO 材ナノ部_林部長】 材ナノ部の林です。まず初めに、本日、貴重なご意見をたくさん賜りましたことに御礼を申し上げます。セッションの中で岩田 PL より、「しっかりと受け止める」とのご発言もございましたが、研究として見ていくポイントを私自身もよく理解いたしまして、受け止めさせていただきます。

いた次第です。具体的には、今回、規格については、バイオプラスチック協会という民間の方々为主导的に進めるという枠組みもできております。また、どうしても私どものような国に準ずる機関ですと、やはり「予算の切れ目が縁の切れ目」という部分を懸念されますが、そういうところをしっかりと先へとつなげてくださる方がいらっしゃると考えております。その中で、本当に我が国としては産業競争力に役立つような規格、なおかつ、先ほどの必要性といった観点、これらを含めて取り組んでいただきたいことは、私のほうからもしっかりと働きかけをしまっている所存です。また、材料開発において、それぞれ各社のいろいろな工夫というのを今回よくお分かりいただけたのではないかと思います。今後その全てが生き残ると、対外的には申し上げにくいのですが、強いところをしっかりと伸ばし、残念ながらあまり難しそうなものにおいては、そこは無理に推し進めることはせずに、しっかりとバランスを取って進めていく必要性を考えております。委員の先生方におかれましては、今後ともご指導のほどよろしくお願い申し上げます。

【緒方主査】 ありがとうございます。それでは、岩田PL よろしく申し上げます。

【東京大学_岩田PL】 本日は非常に高く評価をしていただきまして、どうもありがとうございました。ただ、我々も今行っている研究というのが、本当に全てうまくいっているとは思ってございません。幾つかの課題というのは、間違いなく我々自身としても認識しておるところです。また、先生方から頂戴した意見等につきましては、それぞれの機関に私のほうからもう一度説明をし、どのように対応をしていくのかというところで議論してまいりたいと思います。今、林部長からお話しがございましたように、それぞれの機関で、ある程度取捨選択をする。選択と集中という言葉が正しいのかどうか分かりませんが、そうしたことを行い、確実に伸ばすところを伸ばすといったことを行いたいと考えます。また、2つ目の素材、新材料については、やはり大量合成も含めて形にできるということが非常に重要であると思っています。それから評価につきましては、幸いに国岡先生主導の下、新規提案、予備提案もすることができました。ぜひこれを、他の国々と一緒に知恵を出し合いながら確実な ISO にしていくとともに、残りの2年間で、できたら一つ、または二つ、提案をさせていただきたく思っております。それにつきましては、シミュレーションも含め、今後この状態でプラスチックが出ていく、そしてそれが何パーセント生分解性に変わっていったら世界が変わってくるのかということを中心にきちんと見える化する等々も含めまして、皆様方にご報告ができるように努力してまいる所存です。本当にどうもありがとうございました。

【野村分科会長】 それでは、以上で議題8を終了といたします。

9. 今後の予定

10. 閉会

配布資料

資料 1	研究評価委員会分科会の設置について
資料 2	研究評価委員会分科会の公開について
資料 3	研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
資料 4-1	NEDOにおける研究評価について
資料 4-2	評価項目・評価基準
資料 4-3	評点法の実施について
資料 4-4	評価コメント及び評点票
資料 4-5	評価報告書の構成について
資料 5	プロジェクト／事業の概要説明資料（公開）資料 5-1、資料 5-2
資料 6-1	プロジェクト／事業の詳細説明資料（公開）資料 6-1
資料 6-2、6-3	プロジェクト／事業の詳細説明資料（非公開）資料 6-2、資料 6-3
資料 7-1	事業原簿（公開）
資料 7-2	事業原簿（非公開）
資料 8	評価スケジュール

以上

以下、分科会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する。

「海洋生分解性プラスチックの社会実装に向けた技術開発事業」
(中間評価)分科会

質問票

資料番号 ・ご質問箇所	ご質問の内容	回答		委員氏名
		公開可	説明	
資料5-2の スライド6-7 頁	「評価手法の確立」について、評価用フィルム調整条件(試験片の作成マニュアル)や温度や膜厚の影響などに関する知見はまとまっていますでしょうか。実験室レベルと実海域での試験では、海水温や深さ、潮流、生態系の影響についても考慮した統一手法ということでしょうか。	公開可	<p>プラスチックフィルムの作成方法は種々あり、樹脂の種類によってもその最適な方法や使用する目的の製品で厚さが異なっております。そこで、全ての樹脂に統一の作成方法は設定できませんが、本NEDOプロジェクト内では、日本バイオプラスチック協会を經由して、各樹脂メーカーから提供頂いた統一サンプルで、評価するようにしています。(特殊条件(結晶化度等)を振る場合等を除いて。)</p> <p>現在、膜厚、結晶化度の生分解への影響を調べています。結晶化度が高いほど生分解が遅くなる傾向があります。</p> <p>実験室、実海域の試験は、採集する海水、実施場所によって、微生物量を統一することができません。プラスチックの海洋生分解は、その中に含まれる分解微生物により、生分解が進行します。そこで、実際に使用した海水や実施場所の海水中に含まれる微生物の量もちいて、比較検討できるように微生物量の測定を目指して、データ収集、方法論を検討中です。微生物の量が少なければ、生分解は遅く、微生物の量が多いと生分解が速い傾向がでています。</p> <p>(産総研)</p>	野村琴広

<p>① -④-1</p>	<p>実海水浸漬とラボ生分解試験の比較は非常に興味深いです。浸漬（海水採取）した各点で、鉛直方向の違い、時期（季節等）の違いがあると思いますが、どのように想定・対応しますか。</p>	<p>公開可</p>	<p>事業原簿図 III-2.1.9-4 の実海域試験-ラボ BOD 試験相關図は、実海域は深さ 1.5m での結果で、BOD 試験の海水は表層海水のものです。BOD 試験の海水の採取は実海域試験の開始時に同時に採水したもので時期（季節）を合わせています。本PJ 実施以前のデータとして、表層海水と深さ 1.5m の海水との比較で、海水中の cfu 法での一般菌数は表層海水の方が約 4 倍多く、ラボ BOD 生分解試験でも PHB、PCL 等の生分解速さは表層の方が速い結果となり、実海域浸漬試験の浅い方が崩壊が大きいという結果（図 III-2.1.9-6）と一致しています。 (産総研)</p>	<p>石田真巳</p>
<p>① -③-2 III-99 辺り</p>	<p>平板寒天培地でのクリアゾーン形成株と菌叢の関係をどう理解することができますか。菌叢の中のメジャーな細菌に分解活性がある、という様な結果になりますか。また、候補となる分解酵素遺伝子の情報と分解能に相関がありますか。</p>	<p>公開可</p>	<p>あくまで現時点での評価結果からの傾向ですが、樹脂への付着（バイオフィルム）菌叢の上位を占める微生物が必ずしもクリアゾーン形成をするというわけではないようです。一方、菌叢優先化と崩壊度との相関性と、分解活性との関係については、現在解析を進めており、今しばらくお待ちいただきたく存じます（菌叢と分解性の関係を樹脂ごと、季節ごと、地域ごとに見ることを優先して進めておりました）。 後段の御質問の分解能と分解酵素遺伝子の発現の相関は確認が必要と思っておりますが、まだその確認は行っておりません（ご存じの通り、候補遺伝子を検索するための参照として使用するデータベース上の酵素遺伝子の多くは、あくまで配列相同性に基づいた推定ですので、基本的には分解活性の方が実態であると考え</p>	<p>石田真巳</p>

			ております)。 (NITE)	
研究開発項目①評価手法	異なる場所や季節での実海域試験が非常に重要で、かつ低コストに実施できることが重要と思います。初島 850m は魅力的だと思います。 私の資料の読み取りが不十分で誤解があるかもしれませんが、ご質問いたします。 850m の様な中層では水温などの季節変動が大きくないと想像しますが、分解について季節変動がありますか。圧力に目を向けると、高压適応細菌が中心ではないかと思いますが、表層との分解性の違いがありますか。また、数千 m の深海までプラスチックが沈降する可能性を考えると、直接、深海で測定しなくても本研究によって分解の評価はできますか。	公開可	ご指摘の通り、海岸、岸壁や海面近くに比べると、850m の海底において季節変動はほとんどありません。ただし、その底面での砂泥の深さや熱水吹き出しの近くなど、場所による違いがあります。また、1000m を越えてくると、温度も 2 度ほど下がり、また、栄養源 (マリンスノー) も少なく、微生物量がさらに少なくなります。全ての試験を 850m の深海で行うこともできませんが、同じサンプルに対して収集したデータや、その海水を実験室に持ち帰りラボ試験した結果と、浅い実海域の結果を比較検討し、深海の生分解速度を推測する方法を検討しています。微生物量と微生物菌叢解析を行い、深海と浅い海との比較検討も行っています。 (産総研)	石田真巳
6-1 p. 17	形状および結晶構造からの分解機構を分析されていますが、分子量 (分布) の影響との切り分けはされているでしょうか。	公開可	本PJのサンプルは全て、十分に高分子量であるものを用いています。プラスチック材料の結晶構造は、おもに材料の熱履歴に依存し、非晶部分と結晶部分の分子量に差は無いと一般的に考えられています。低分子量成分が含まれるような広い分子量分布のサンプルでの検証は行っていないませんが、生分解自体はサンプル表面から進行し、一部でオリゴマー化速度、生分解速度が上がる可能性があります。分解機構は高分子量のみサンプルの場合と変わらないものと考えています。 (産総研)	小川玲奈

①-①-1 III-31	BOD 試験について、この頁の後にも多くのグラフがn=1 でプロットされているようですが、そちらはn=1 あるいは III-31 同様のばらつきがある中で n=2 の結果の片方を選んでプロットに使っているのでしょうか。それとも平均値をプロットしているのでしょうか。	公開 可	BOD 試験のプロットは平均値で行っています。 (産総研)	小川玲奈
資料 5-2 19 頁目	本事業では研究開発項目①と②を並行して進めている関係上、現時点では研究開発項目②で開発された新規材料に対して研究開発項目①で開発された新規評価手法で評価することが難しいと思いますが、今後そのような評価を行う予定はございますでしょうか。	公開 可	・現時点では標準化に向け取り組んでいる最中ですので、本評価手法による②の開発材料の評価は行っておりませんが、標準化をできるだけ早期に獲得して情報展開し、②の新規材料への活用・提案も検討したいと思っています。②の実施者の計画に沿って②の実施者や分析機関が、本評価手法(規格)の利活用によって、研究開発や実用化・事業化の促進に繋がれると考えております。(NEDO 材ナノ部)	鍋岡良介
資料 6-1 76 頁目 77 頁目	生分解の途中分解産物の生態毒性試験に関しまして、例えば、生分解性試験の試験材料添加量を一定とした場合、良好に生分解される樹脂とこれより生分解が緩やかな樹脂の2つのブレンドされたプラスチックの生分解度が50%のときと良好に生分解される樹脂単一のプラスチックの生分解度が50%では、分解産物の種類及び濃度が異なるのではないかと思います。製品の生態毒性評価としては画一的に生分解性試験条件を決めて分解産物を調製せざるを得ないかもしれませんし、一方で、分解産物の成分の生態毒性評価としては分解産物	公開 可	仰る通りで、分解速度の違いによって、環境中に出てくる成分にタイムラグが生じると思われます。これはISO 5430でも問題になっており、50%重量減少の妥当性が議論されています。 分解程度についてはまだ検討中で、分解させて途中で止めると、ご指摘の点以外にもサンプルの再現性が低くなるため、機械的または化学的にパーシャルに完全分解させる、ダイマー、トリマーなどの分解物を想定してそれらを合成して試験する、など考えて、模索中です。 製品の試験だと、添加物や未反応モノマーなども評価対象になってしま	鍋岡良介

	<p>の種類が多く、濃度が高くなるように生分解性試験条件を調整するほうが好ましいと思います。本研究開発の立ち位置は製品評価という理解でよろしいでしょうか。</p> <p>また、77 頁目には、ISO 5430 は製品の試験、本研究提案は材料の試験と記載されていますが、樹脂をブレンドしたプラスチックはそのまま試験をするのか、樹脂ごとに試験を行うのか、どのようにお考えでしょうか。</p>	<p>います。私は、添加物は既知物質と考えて、既にほとんどの毒性データが揃っていると考えて、対象とせず、生分解性ポリマーおよびその分解物を対象に考えています。</p> <p>樹脂をブレンドしたプラスチックは、その分解物が樹脂/プラスチックの結合体として出てくるのなら、それが対象になります。分解途中で樹脂部とプラスチック部が独立して出てくるのなら、別々に評価します。</p> <p>(愛媛大学)</p> <p>生態毒性試験は、各製品で行うと混合物（樹脂、添加剤）であり、どの部分が安全なのかが不明瞭になってしまうので、個人的には、個々の成分で行うのが、良いと考えています。例えば、AとBの樹脂が混合されていても、それぞれのA、Bの樹脂の生態毒性が無いことにより、混合物も無いと判断されます。ただし、混合によって何か相乗効果が無いのか、実際に使用する樹脂、製品で試験しなく良いのか等、社会受容性の問題があります。生分解性は製品評価になる可能性が高いですが、生態毒性試験は個別単一成分の評価になる可能性が高いです。全て安全な成分でできていれば、製品の生態毒性は無いと判断するポジティブリスト方式。どちらにせよ、対象となる物質の予想無影響濃度（PNEC）等を求める方法論を開発する必要があると考えています。ただし、分解生成物は非常に低濃度であり、生態毒性試験を高濃度で測定する意味があるのかという議論もあります。</p>	
--	---	---	--

			<p>ISO 5430は、現在審議中のドイツ、中国共同提案の方法です。製品毎の試験を行うことになっています。日本は、この方法は完全ではないと考えており、新たな方法を検討中です。生態毒性試験の位置づけについては、まだ、結論が出ていない状況です。</p> <p>(産総研)</p>	
資料 7-1 III-65 図 III- 2. 1. 5-9	この図のN, P 無添加区は図 III-2. 1. 5-8 の 15 mg 区と同じ試験条件でしょうか。同じとした場合、図 III-2. 1. 5-9 のN, P 添加区の結果が真実に近い生分解度という理解でよろしいでしょうか。	公開 可	<p>同じ条件で行っております。ただ、窒素とリンを添加した結果が真実を反映しているかについては、明確な回答はできません。窒素とリンを添加結果は、むしろ加速試験であると思っています。</p> <p>(東京大学)</p>	鍋岡良介
資料 7-1 III-66 図 III- 2. 1. 5-10	BOD 生分解度の図につきまして、図 III-2. 1. 5-8 と同様に低い生分解度となっております。繊維径の差が生分解に影響したという考察には同意しますが、新規材料の BOD 生分解度が低いという結果はアピール面で勿体ないため、研究開発項目①で開発された新規試験法等で追加のデータ取得をされてはいかがでしょうか。	公開 可	<p>ご指摘ありがとうございます。今後、検討をしていきたいと思っております。</p> <p>(東京大学)</p>	鍋岡良介
資料 7-1 III-88 図 III- 2. 1. 7-5	底質を長期間保存すると菌数が増え、生分解活性が向上していますが、菌叢の変化ははいかがでしょうか。 資料 7-1 の III-90 頁に生分解と関係がある微生物として 78 属検出したことが記載されていますが、これらの微生物は長期保管に耐えられますでしょうか。	公開 可	<p>図 III-2. 1. 7-5 のセディメントは西宮市甲子園浜のもので、期間を通じた菌叢解析は行っていないませんが冷蔵保存の期間の推移とともに菌叢は変化すると思います。検出 78 属は大阪南港海水でのラボ試験終了後の海水の分析結果のもので、元海水は採水直後のものです。それぞれ、冷蔵保存で耐える分解菌も存在するでしょ</p>	鍋岡良介

		<p>うし、消えていく分解菌もいると思います。冷蔵保存した海水が分解活性を維持し続けていることは、そうした過程で多様な分解菌の中で保存に弱い菌、強い菌とかが増減しつつも菌叢構造全体の中で一定割合存在しつづけていることを示していると解釈しています。</p> <p>(産総研)</p>	
--	--	--	--