

「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」 (終了時評価)

2020年度～2024年度 5年間

プロジェクトの詳細説明 (公開版)

2025年12月10日

プロジェクトリーダー (P L) / 東京大学 岩田忠久

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

バイオ・材料部

2. 目標及び達成状況（詳細）

研究開発項目①及び研究開発項目②

(1)アウトカム目標及び達成見込み

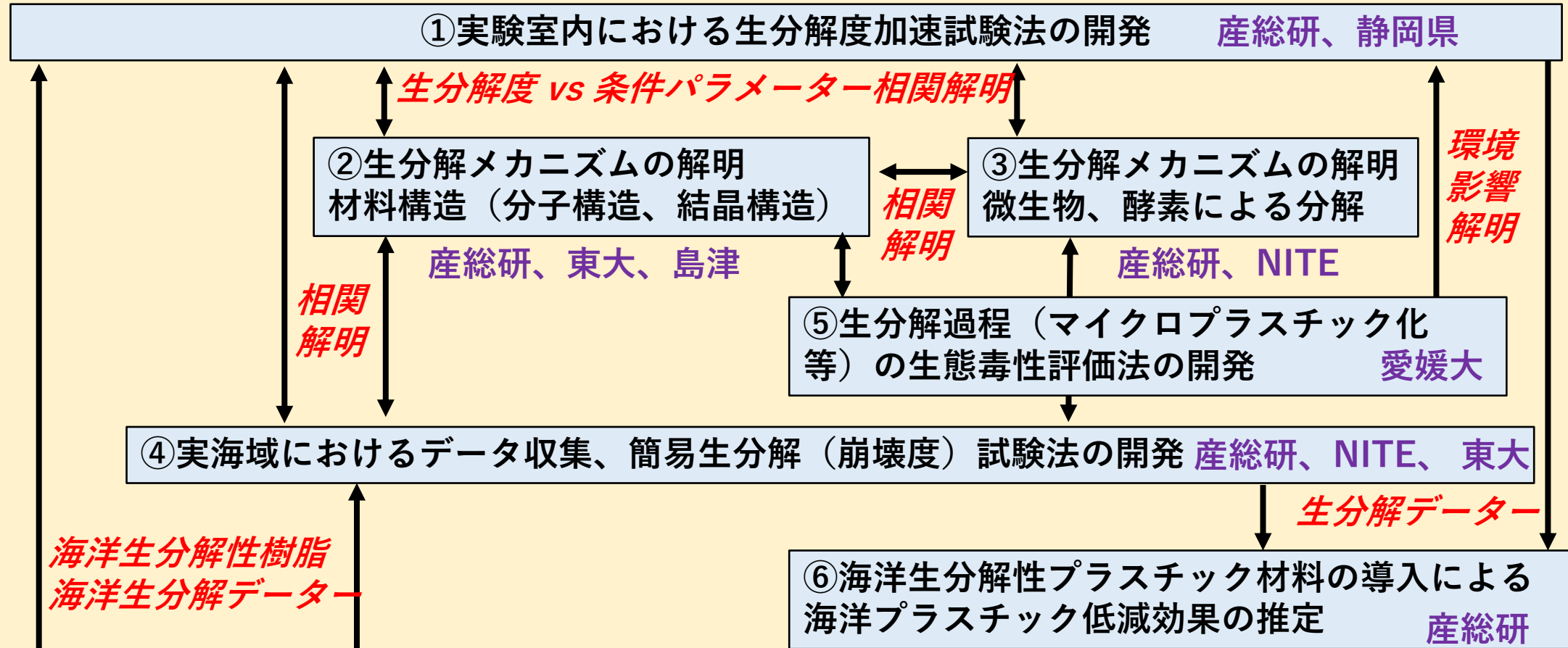
(2)アウトプット目標及び達成状況

ページ構成

- アウトカム達成に向けた戦略・具体的な取組
- 個別事業ごとの目標と根拠
- 個別事業毎の成果と意義
- 特許出願及び論文発表
(補足資料)
- 個別事業ごとの目標と根拠
- 個別事業ごとの目標達成状況

アウトカム達成に向けた戦略・具体的取組

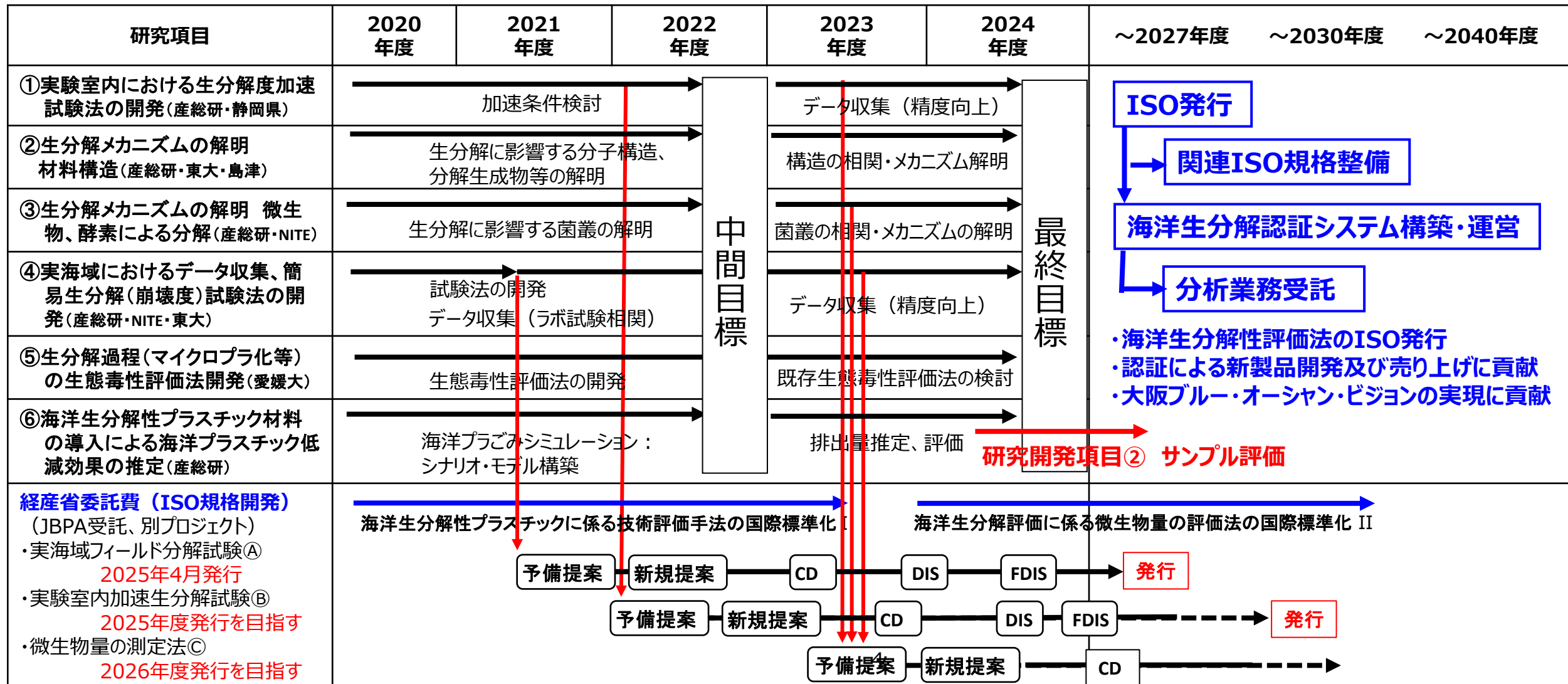
研究開発項目①：海洋生分解性に係る評価手法の確立（本事業）



研究開発項目②：海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材の開発（3事業）

アウトカム達成に向けた戦略・具体的取組

研究開発項目①：海洋生分解性に係る評価手法の確立



アウトカム達成に向けた戦略・具体的取組

研究開発項目②：海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材の開発

研究開発項目②-1「新規化学構造を有する樹脂・新規バイオ製造プロセス開発等による海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材の開発」

研究開発項目②-2「複合化技術等による海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材の開発」

個別事業／研究開発項目	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	～2027年度	～2030年度	～2040年度	
研究開発項目②-1(1) 日本電気株式会社 「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」	新規多糖類エステル誘導体の合成		中間目標	環境安全性評価	最終目標	実用化検討	エギ製品への適用	➤ 海洋生分解性プラスチックの多様化に貢献 ➤ 海洋生分解性プラスチックの国内生産量20万t/年に貢献 ➤ 大阪ブルー・オーシャン・ビジョン実現に貢献	
研究開発項目②-1(2) 理化学研究所 株式会社・日本触媒 「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」	新規誘導体の釣具製品としての性能評価						コストターゲット見極め		
	エステルアミドポリマー合成システムの確立			ラボスケール合成システムの最適化			高効率製造システムの構築		
	新規エステルアミド樹脂の材料特性、市場調査			コンパウンディング成形品作製			サンプルワーク開始		
研究開発項目②-2 日清紡ホールディングス株式会社 「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」	海洋生分解性化合物の合成	ステージ	海洋生分解性付与添加剤の最適化	最終目標	量産開発・事業会社移管・本格量産				
			熱可塑性樹脂との複合化		実用化検討・サンプル評価				
	プラスチックビーズ代替素材の工程検証								

個別事業ごとの目標と根拠

実施項目	最終目標	根拠
研究開発項目① 産総研・NITE・静岡県・島津・東大愛媛大 「海洋生分解性プラスチックに係る評価手法の確立」	製品化を行うユーザーが共通して活用できる海洋生分解メカニズムに裏付けされた評価手法を確立し、国際標準化提案 1 件以上に繋げる。	海洋生分解性製品を市場に積極的に投入するには、ISO規格に裏打ちされた生分解データによる認証制度（日本バイオプラスチック協会が運営予定）による普及策が有効である。そのためのISO規格の制定が必要である。
研究開発項目② -1(1) 日本電気株式会社 「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」	海洋生分解性プラスチックの新技术・新素材を1件以上開発し、実用化の目処を付ける。具体的には、海洋生分解性を有する多糖類長鎖短鎖エステル誘導体を合成するとともに、釣り具などの製品開発を行う。	これまで海洋生分解性を有するプラスチックは、主にエステル結合を有するポリマーに限られている。セルロースをはじめとする多糖類は生分解性は有しているが熱可塑性はない。多糖の長鎖短鎖エステル誘導体は熱可塑性と生分解性を両立するポリマーの開発が可能であるため。
研究開発項目②-1(2) 理化学研究所・株式会社日本触媒 「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」	海洋生分解性プラスチックの新技术・新素材を1件以上開発し、実用化の目処を付ける。具体的には、新規なポリエステルアミドを大量合成するシステムの構築、様々な材料とのコンパウンディングおよび海洋生分解性の評価を行う。	これまで海洋生分解性を有するプラスチックは、主にエステル結合を有するポリマーに限られている。海洋生分解性を有するエステルアミド骨格の新規ポリマーを効率的に合成できれば、海洋生分解性ポリマーの多様性に貢献できる。
研究開発項目②-2 日清紡ホールディングス株式会社 「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」	海洋生分解性プラスチックの新技术、新素材の試作等により、コスト、機能、性能等の面で、従来の汎用プラスチックと比べて総合的に競争力があることを示す。具体的には、プラスチックビーズ代替品と海洋生分解性付与添加剤の開発を行い、製造コストを含めた実用化開発を行う。	海水に接することで分解のトリガーが入り、海洋生分解性が進む、または他のプラスチックの分解を助長し、生分解性促進効果がある海洋生分解性プラスチック素材を開発することにより、大阪ブルー・オーシャン・ビジョンに大きく貢献できるため。

研究開発項目①の成果と意義

「海洋生分解性に係る評価手法の確立」(産総研・NITE・静岡県・島津・東大・愛媛大)

NEDO成果に基づくISO提案・発行 (ISO 16636簡易フィールド試験法)

達成度：◎

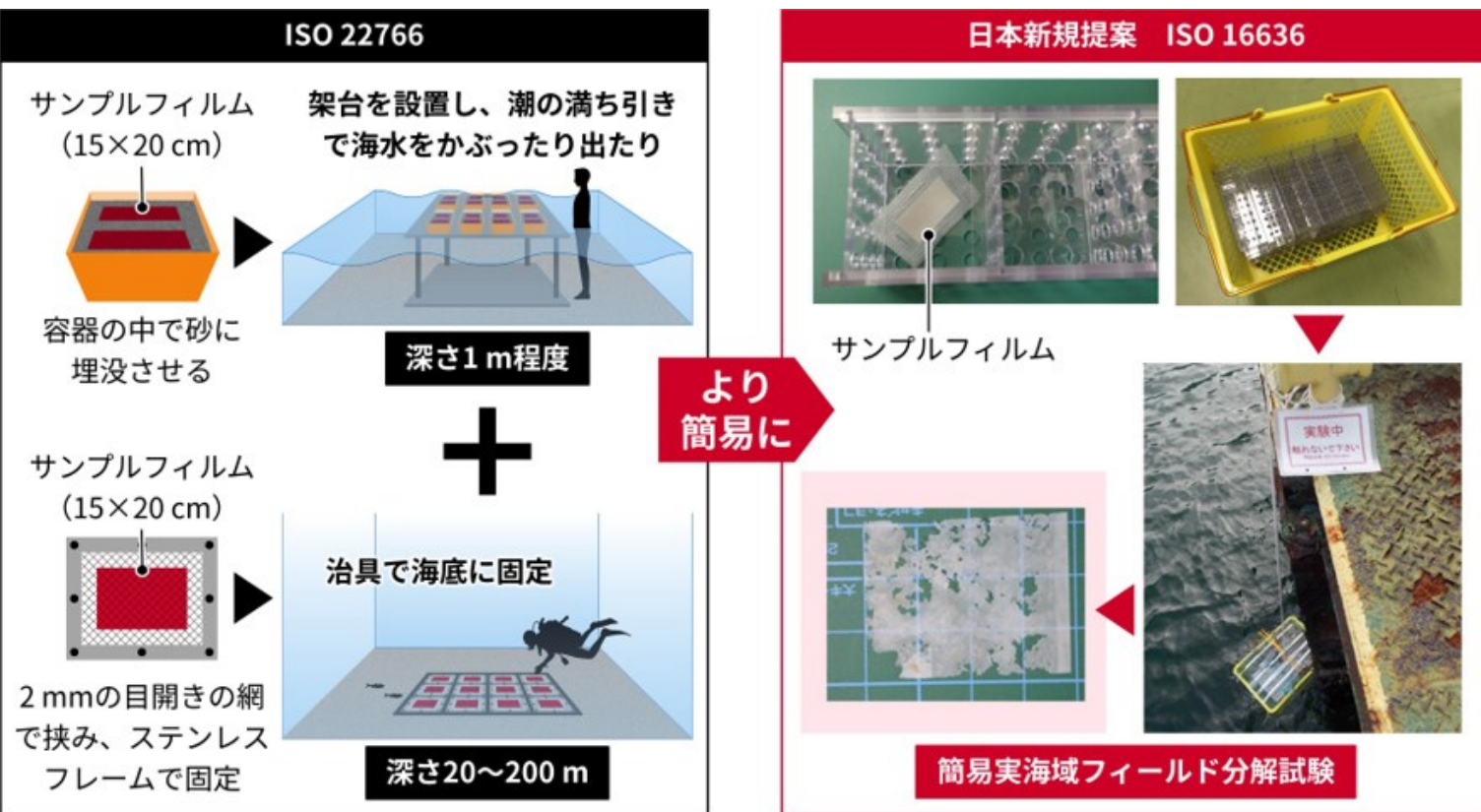
他2件、国際審議中

海洋生分解性プラスチック
の“実海域(フィールド)”
試験サービスを9月1日より
開始 (ISO 16636準拠)

東京都立産業技術研究センター

[https://www.iri-tokyo.jp/
news/press-2025-08-21/](https://www.iri-tokyo.jp/news/press-2025-08-21/)

ISO評価法の国内実施機関の存在



産総研プレスリリース(「産総研」、「ISO 16636」で検索)

https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2025/pr20250512/pr20250512.html

研究開発項目①の成果と意義

「海洋生分解性に係る評価手法の確立」(産総研・NITE・静岡県・島津・東大・愛媛大)

「実海域におけるデータ収集、簡易生分解（崩壊度）試験法の開発
(簡易試験法の開発と生分解データの収集)」

達成度：○

2022.2 ISO提案
⇒ 2022.9 NP 16636国際審議

2023.4 CD 16636国際審議
2024.11 DIS 16636国際審議⇒FDIS

2025.4 ISO 16636発行
2025.5 プレリリース

ISO 16636の活用

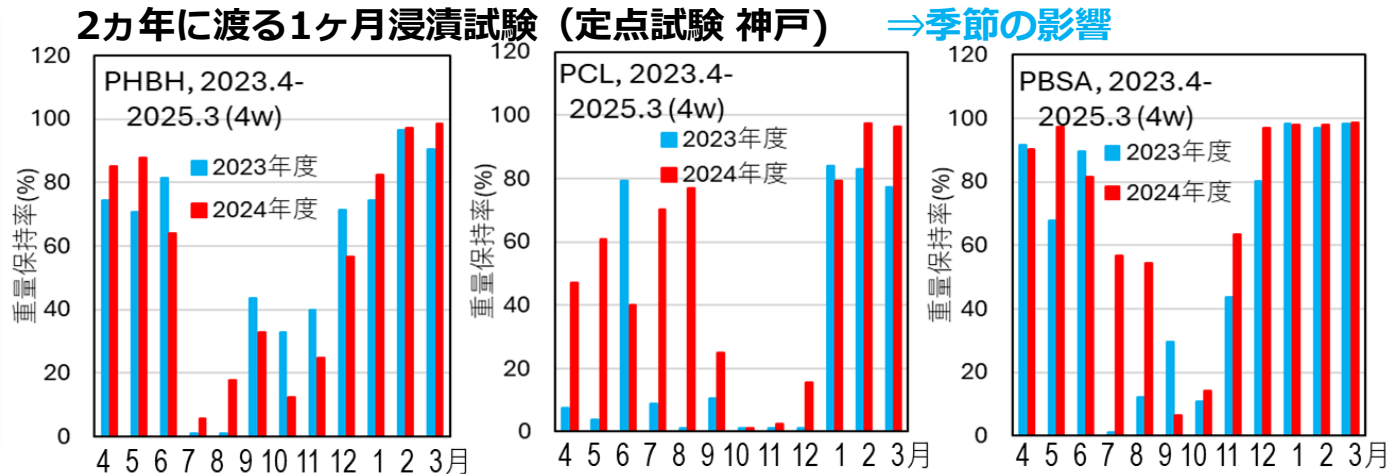
JBPAセミナー（ISOの紹介） 100名以上の参加

東京都産業技術センターでの依頼試験の制度化

他の公設試での共同研究、受託研究としての浸漬試験の実施

民間試験機関での実施

ISO法によるデータ蓄積：



試料保護の効果(発泡試料,6ヶ月)



⇒破片の流出を防ぐ、フジツボ等貝類の付着の抑制

研究開発項目①の成果と意義

「海洋生分解性に係る評価手法の確立」(産総研・NITE・静岡県・島津・東大・愛媛大)

「実験室内における生分解加速試験法の開発 (生分解性評価法条件の最適化)」達成度：◎

海底砂泥の前処理

0.25～2mmに粒径を揃えた
「海底砂泥」を試験に使用

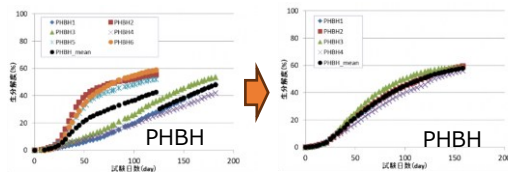
① 深さ60cm程度の海底砂泥を採取



② 2mm篩による湿式篩分けにより
礫や貝殻等を除去

③ フレッシュな海水を用いて米を研ぐ要領で浮遊してくる有機物やシロ
ルト質等を除去×5回程度

ばらつきが低減



細粒分有

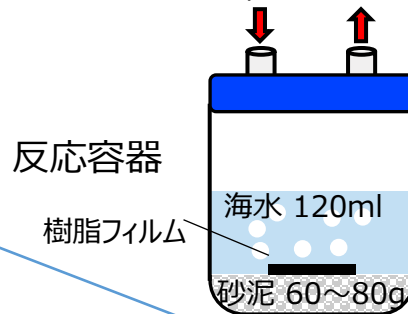
細粒分除去

難分解性のPBSAについても
安定的な分解と加速化を確認

ISO 19679

海水および海底砂泥を使用し、
実験室内で生分解性プラスチックの
生分解度を評価

CO₂フリー 1ml/min



反応容器

樹脂フィルム

ISO 19679の課題

- ・試験結果のバラつきが大きい
- ・予備培養の手法が明確でない
- ・試験結果に影響する因子が不明確

精度の高い試験法の提案

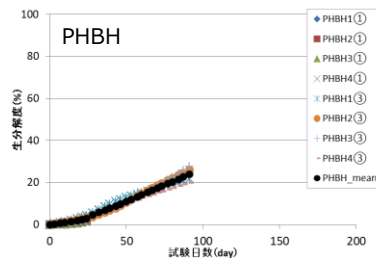
各生分解度の差が20%以内
(平均値との差10%以内)

- ・再現性の良い方法
- ・誰にでもできる簡便な方法
- ・加速試験のための要素研究

海水の処理

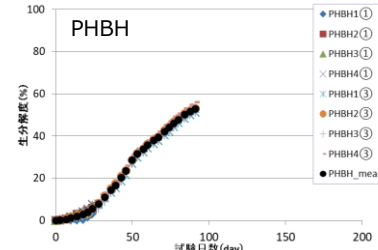
A. 原海水

20μmフィルターでろ過



B. 砂泥洗浄海水

現地での砂泥採取時に出てくる洗浄
海水を試験で使用

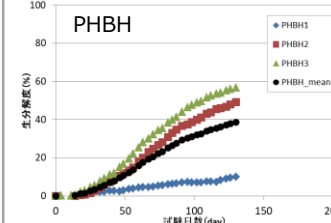


栄養塩や微生物を多く含む「砂泥洗浄海水」により
貧栄養の外海(弓ヶ浜)において分解の促進を確認

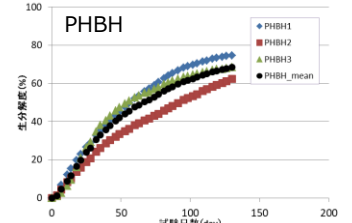
開発試験法の適用性検討

■ 加速試験との相関性評価

A. 原海水

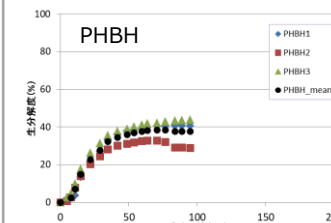


C. 栄養塩等添加海水

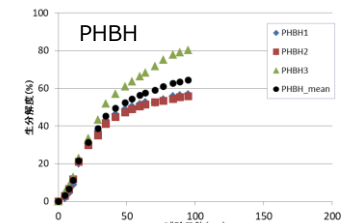


貧栄養の外海(赤沢)において、栄養塩類の
添加による分解の促進・ばらつきの低減を確認

■ 深層水を用いた試験



表層水



深層水

深層水・深層砂泥の樹脂生分解ポテンシャルと
温度による律速を確認

■ 新素材を用いた生分解性評価

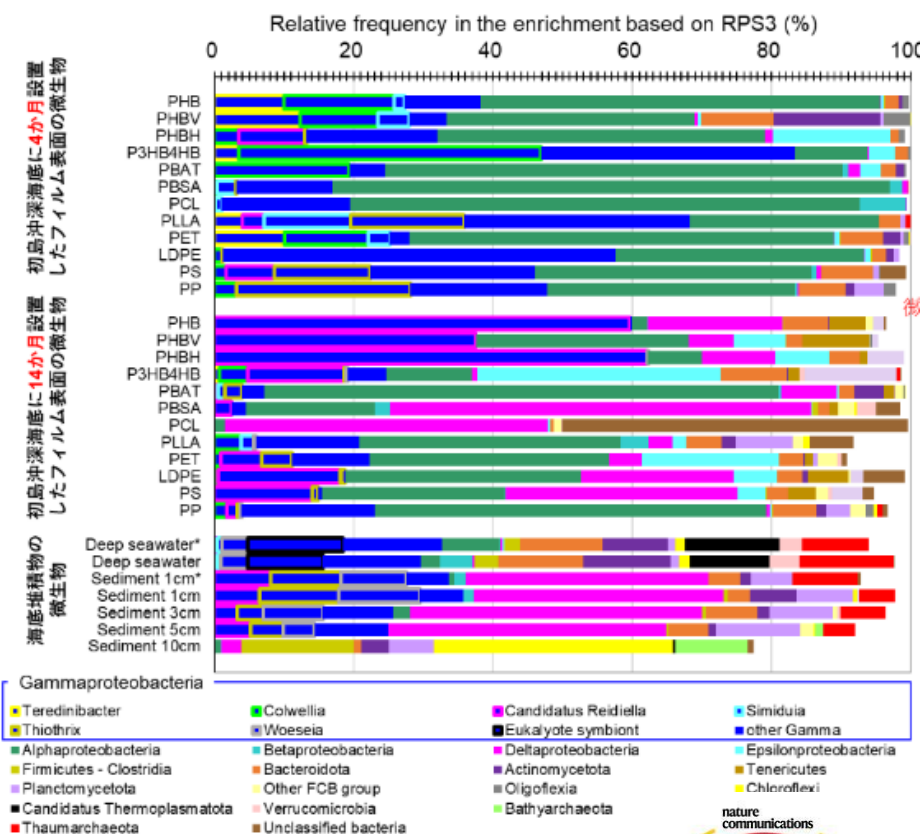
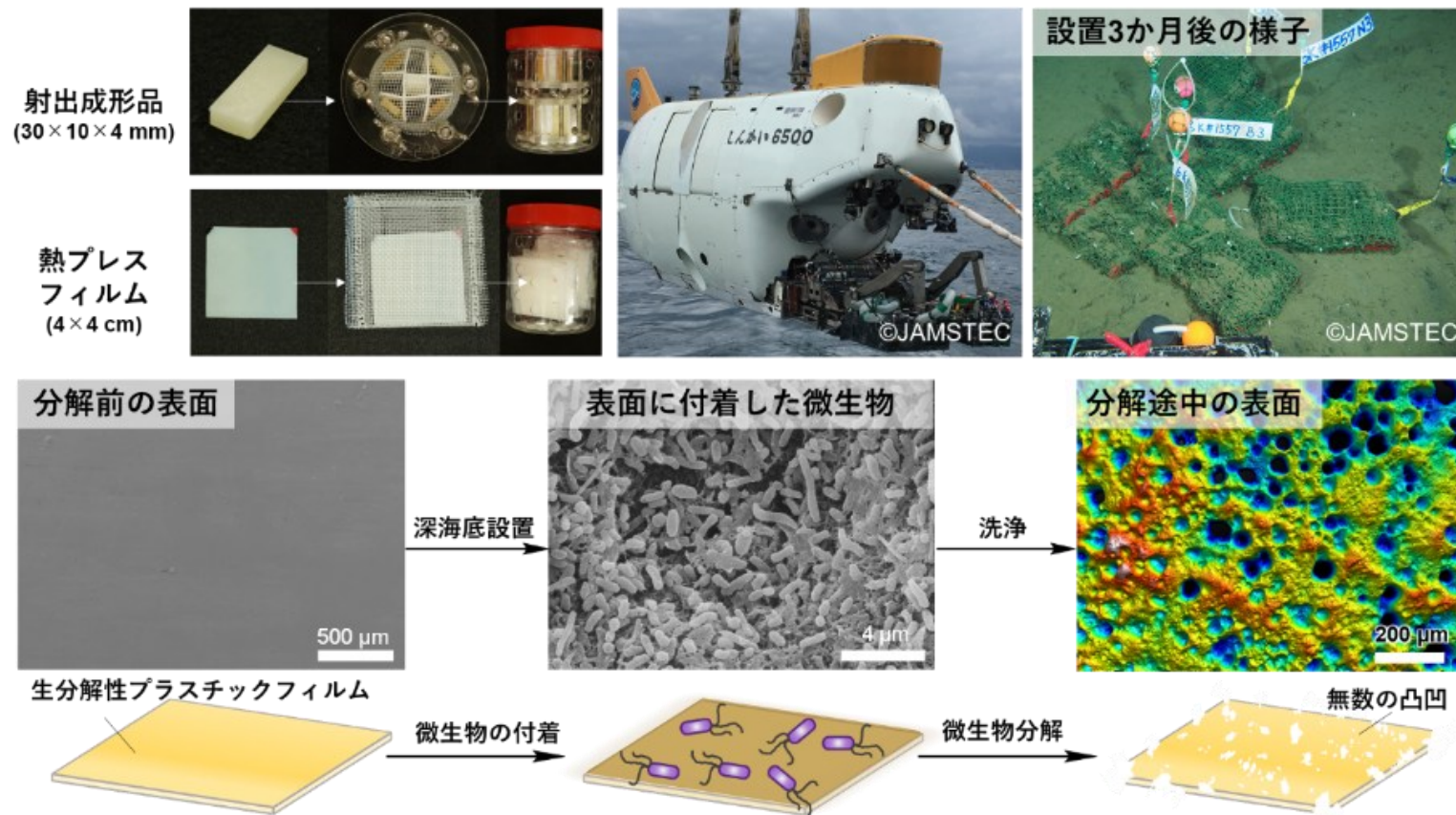
研究開発項目②で開発された新規樹脂の試験
を実施し、検討した手法の有効性を確認

研究開発項目①の成果と意義

「海洋生分解性に係る評価手法の確立」(産総研・NITE・静岡県・島津・東大・愛媛大)

「実海域におけるデータ収集、簡易生分解（崩壊度）試験法の開発（深海実験の結果を基軸とした評価法の開発）」

達成度：◎



- 日本近海の5か所の深海(水深:575m~5,552m)で、生分解性プラスチックが微生物により生分解されることを実証
- 材料表面に付着する微生物は、時間とともに好氣的微生物から嫌氣的微生物に変化することを発見
- Nature Communicationsに掲載:30,000回以上ダウンロード(DL)され、2024年で16番目にDLの多い論文として表彰



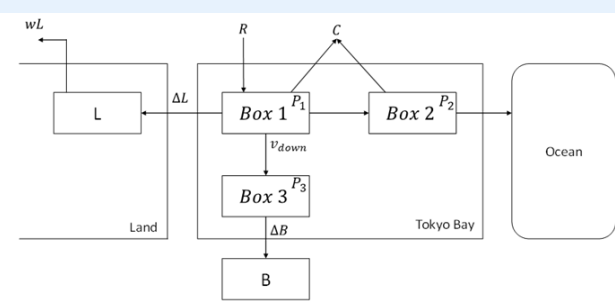
研究開発項目①の成果と意義

「海洋生分解性に係る評価手法の確立」(産総研・NITE・静岡県・島津・東大・愛媛大)

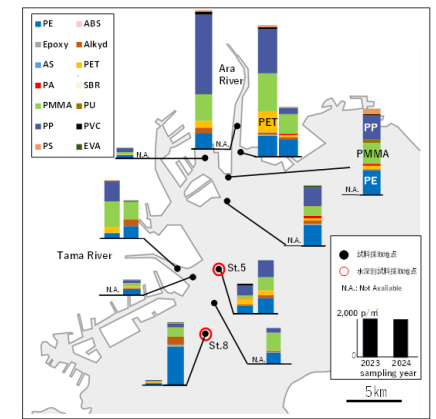
「海洋プラスチック低減効果の推定」 達成度：○

海洋生分解性を付加したプラスチック製品を導入した際のシナリオを作成し、海洋プラスチックの低減効果を評価する手法を構築

- 海洋生分解性プラスチックへの代替を評価するための**東京湾マクロプラスチックマスバランスモデル**を作成し、代替と被代替の対象プラスチックの**廃棄量と環境中への流入量**を定量化
- 海洋生分解性プラスチックに適用可能な河川や海域での生分解、水中での移流拡散、底泥への沈降・再浮上を考慮した**濃度解析モデルの開発**
- 河川モデルでは**富山県小矢部川**での**被覆肥料カプセル由来プラスチック濃度の観測**、海域モデルでは**東京湾**での主要河川から流入する**マイクロプラスチック濃度の観測**を実施し、**モデルの妥当性を検証**
- モデルにより海洋生分解性プラスチックを導入前後の水・底泥中**プラスチック濃度の時空間的变化を推定**し、海洋プラスチック**低減効果を定量的に評価**



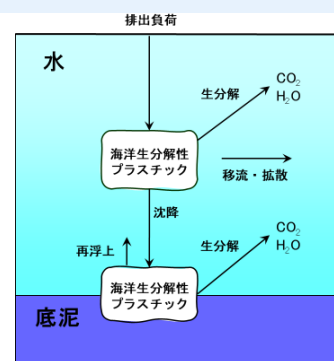
東京湾マクロプラスチックマスバランスモデル



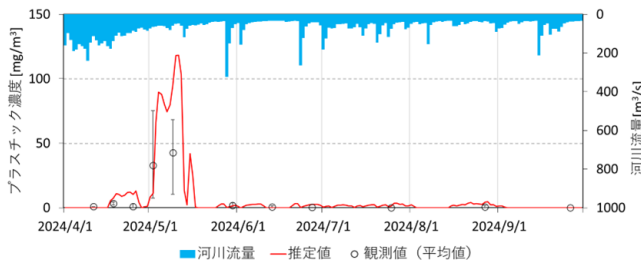
Map Source: d-maps.com, https://d-maps.eu/map.php?num_car=4005&lang=ja
2023及び2024年東京湾水中MPs調査結果

海域モデルにおける海洋生分解性プラスチックへの代替シナリオの一例

		種類	比重	生分解 半減期	沈降速度
ケース①	代替前 (現状)	PE	0.94 g/cm³	なし	2.0×10 ⁻⁴ cm/s
ケース②				5 日	2.0×10 ⁻⁴ cm/s
ケース③	代替後	PHBH	1.2 g/cm³	19 日	同上
ケース④				5 日	2.0×10 ⁻³ cm/s



海洋生分解性プラスチック動態解析モデルの概念図



2024年小矢部川下流地点の被覆肥料カプセル由来プラスチック濃度の観測値と推定値

シナリオ別プラスチック低減効果の評価結果の一例

	海水中残存率	海底中残存率	湾外への流出率
ケース①	9.1%	34%	57%
ケース②	1.3%	0.1%	4.5%
ケース③	3.5%	1.3%	21%
ケース④	0.8%	0.7%	1.0%

研究開発項目②-1(1)の成果と意義

達成度：○

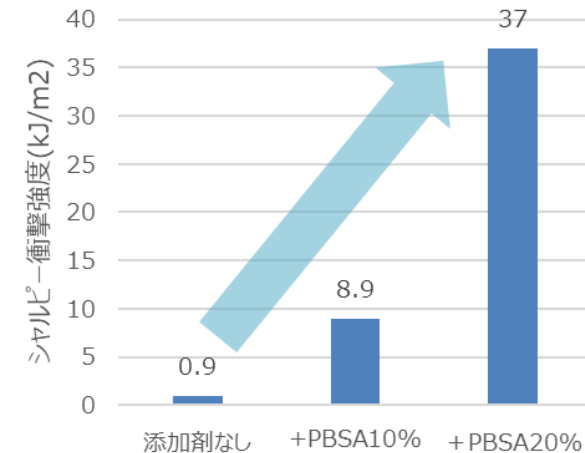
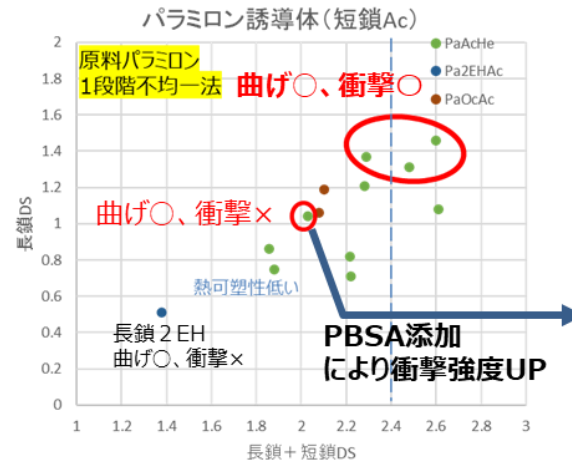
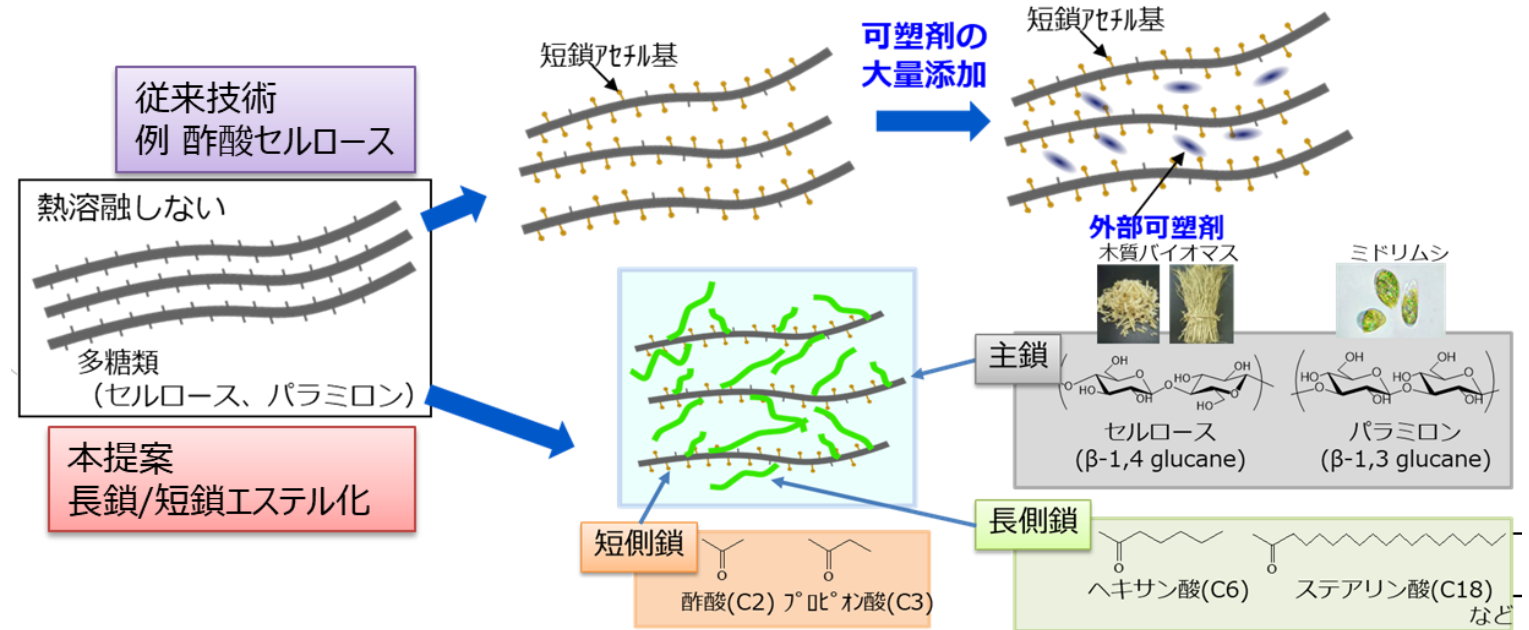
「海洋生分解性を有する新規な多糖類長鎖短鎖エステル誘導体の研究開発」(日本電気)

本研究の目的

多糖類長鎖短鎖エステル誘導体の分子設計技術を活用し、良好な熱可塑性や機械物性と共に、海洋生分解を有する新規誘導体を創出する

【目標物性の達成】

1. 主鎖をパラミロン、短鎖をアセチル基にすることで、海洋生分解性と熱可塑性および目標物性を両立可能な多糖長鎖短鎖エステル誘導体の分子構造を見出した。
2. 海洋生分解樹脂とのアロイによる物性調整の可能性（衝撃強度を大幅に向上）を見出した。
3. 釣具製品としての実用性評価項目を達成した。（詳細次頁）



研究開発項目②-1(1)の成果と意義 (つづき)

「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」(日本電気)

＜釣具製品としての実用性評価＞ 実用性評価をほぼ達成

	評価項目	評価	詳細
生産性 評価	射出成型性	○	流動性が高く良好な成形性を確認
	超音波溶着性	○	問題なし
	溶剤処理性	○	溶解性は良好
工 ギ 性 能 評 価	組立品引張強度	○	社内基準値をクリア ただし破損時は粘らず一気に折れる傾向
	組立品落下試験	△	中間目標はクリアしたが最終目標は未達 クラックから水漏れ発生 曲げ強度と弾性率のバランスが重要と推測
	水中バランス	○	問題なし (ウェイト調整の対応範囲内)
	実使用試験	○	アオリイカ漁獲を確認

耐熱性改良品による成形試作



工ギ製品試作

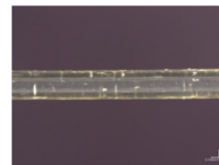


アオリイカの漁獲
(実使用評価試験)



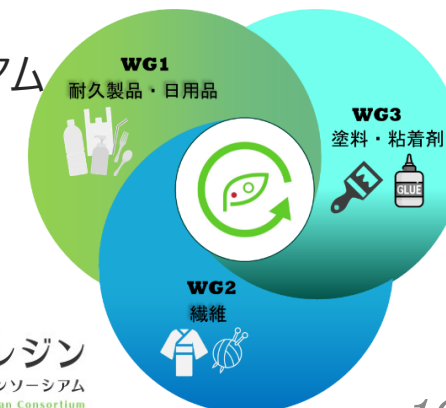
＜釣糸としての適用可能性評価＞

- ・セルロースエステル改良品において、熔融紡糸化に成功
- ・ただし、繊維の強度特性は従来品比 (ナイロン製) 約90%低、伸度は約40%低い数値
- ・短繊維としての強度・耐摩耗性が課題
⇒撚糸を含めた他用途への展開を検討 (詳細右記)



＜パラレジンジャパンコンソーシアムを活用した用途先検討＞

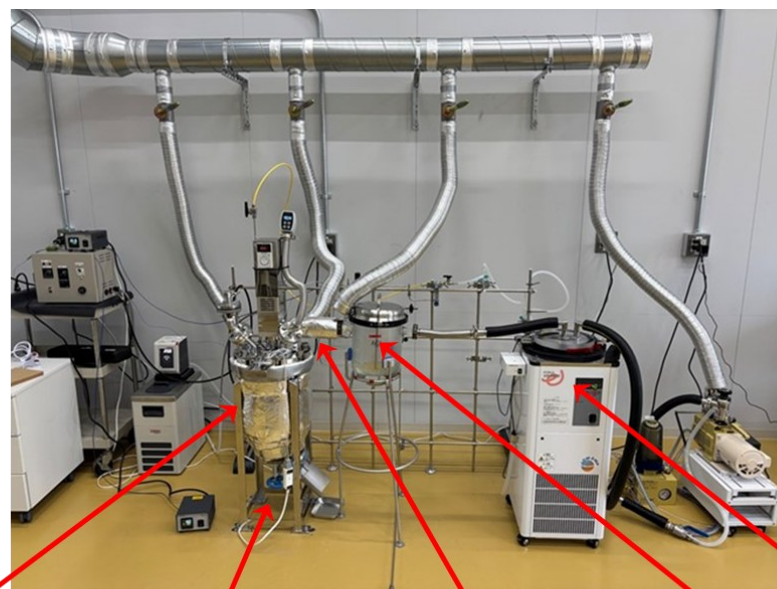
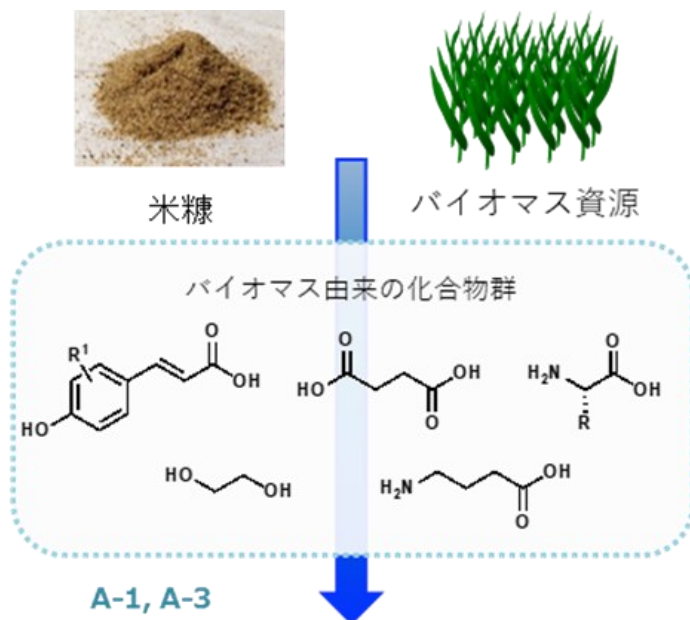
- ・多糖類エステル誘導体の利活用を検討する企業
数十社で構成されるパラレジンジャパンコンソーシアム
において、衣類等の繊維用途や塗料・粘着剤
用途に着目し、適用可能性を検討中



研究開発項目②-1(2)の成果と意義

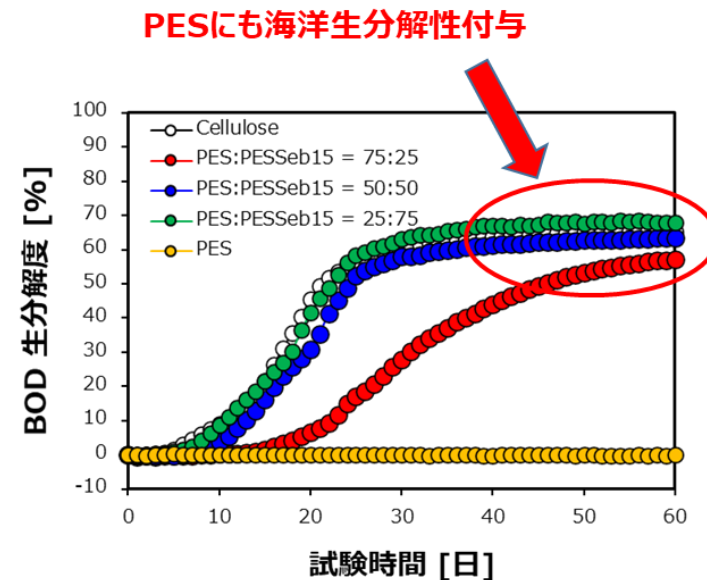
「エステルアミド骨格をベースとする新規海洋生分解性樹脂素材の開発」(理研・日本触媒)

達成度：◎



10 L重合装置 (ヒーター加熱式) ポリマー抜き出し口 (フラッシュバルブ) ベント配管 (200 °C保温) 昇華物用キャッチャー (金属製邪魔板設置) 冷却トラップ (-60 °C)

10 Lスケール重合装置の稼働開始 (2024年12月)



PES/PESSeb15混練物の海水(25 °C)を用いた生分解試験

本研究の目的

- ・エステルアミド骨格をベースとする新規ポリマーの開発
- ・高効率合成システムの構築
- ・新規海洋生分解性エステルアミド樹脂素材の開発



ジャンプアップエステルアミドポリマー

【目標の達成】

1. 重量平均分子量10万以上のエステルアミドポリマーを、高効率で大量生産可能なシステムの構築に成功した。
2. 合成したエステルアミドポリマーを、海洋生分解性がないPESやPLLAに添加することで海洋生分解性を付与することに成功した。

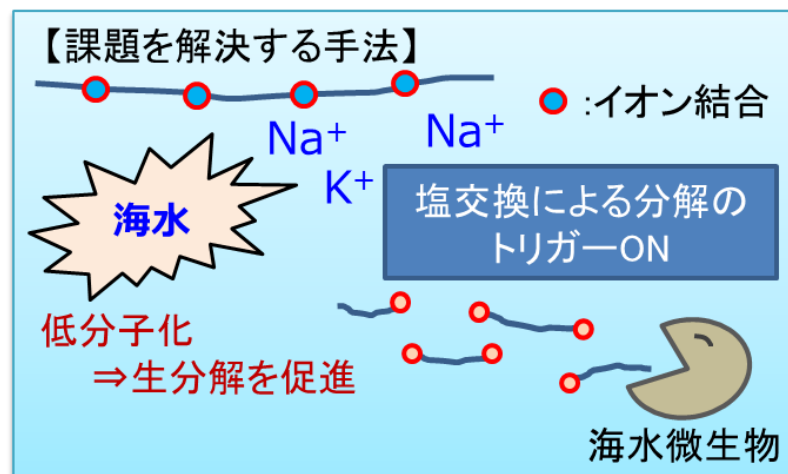
研究開発項目②-2の成果と意義

達成度：◎

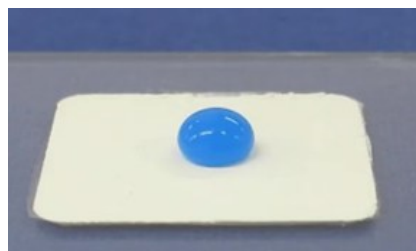
「イオン結合を有する海洋生分解性プラスチックの実用化開発」(日清紡ホールディングス)

本研究の目的

海水に接することにより分解のトリガーが入り、生分解が進む、または他のプラスチックの分解を助長し、生分解促進効果がある海洋生分解性プラスチック素材を開発する。



疎水化アルギン酸粒子



疎水効果

＜プラスチックビーズ代替素材の実用化開発＞

・疎水化アルギン酸粒子の製造工程検証/改善により、3t/年製造時の製造コストを目標価格以下

➤ ● 設備導入による工程改良/改善によりコスト低減を実現



・疎水化アルギン酸粒子の安全性/危険性評価

➤ 主成分が海藻由来成分であり、安全性が高い素材であることを確認

	試験項目	疎水化アルギン酸粒子	試験方法	主な成果
安全	皮膚刺激性/眼刺激性	陰性	代替法	◆TUV認証取得
	AMES	陰性		
	パッチテスト	陰性	20人	
生体毒性	魚類急性毒性（水中）	区分外	TG203	
	ミジンコ急性遊泳阻害（水中）	区分外	TG202	
	藻類による生長阻害（水中）	区分外	TG201	

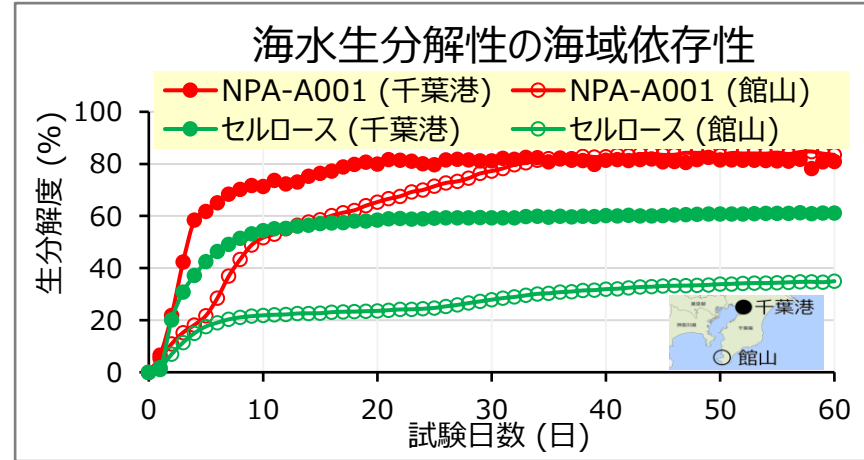
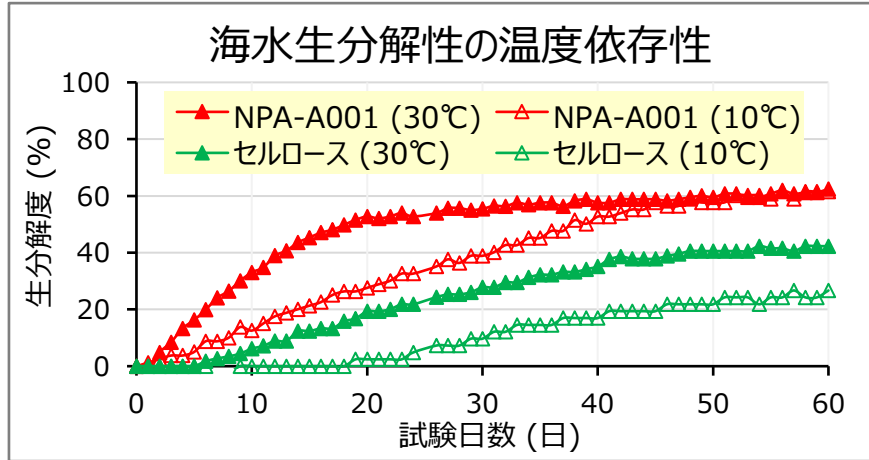
研究開発項目②-2の成果と意義 (つづき)

達成度：○

「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」(日清紡ホールディングス)

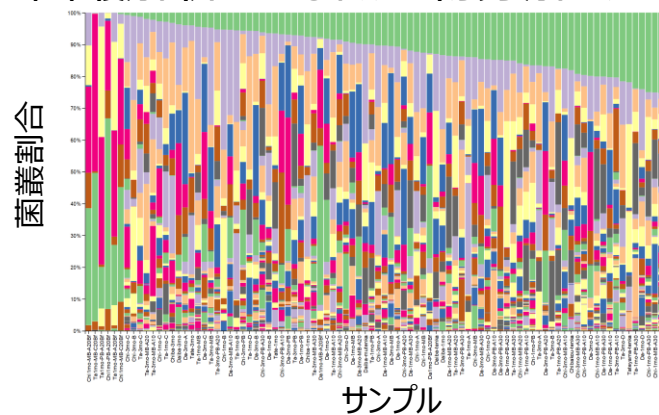
＜海洋生分解性付与添加剤の実用化開発＞

- ・添加剤の海水生分解性の温度および海域依存性

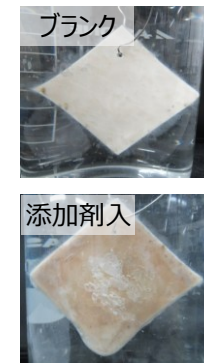
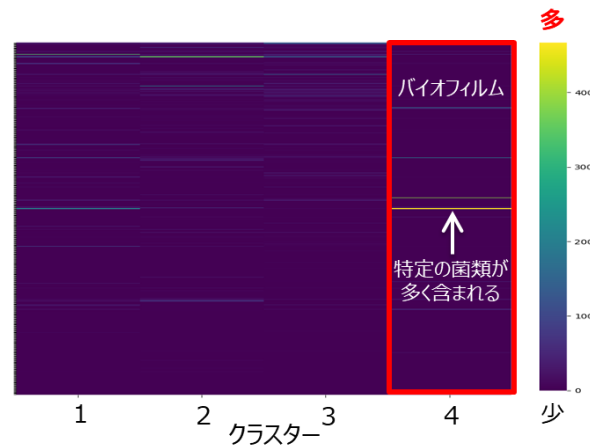
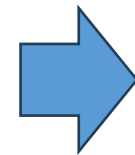


温度や海域の影響を受けにくい、イオン結合の切断によって低分子量化することで、分解しやすい構造になったと考えられる。

- ・菌叢解析による微生物分解メカニズムの解明



菌叢の
特徴毎に
クラスター分類



バイオフィーム上には、特定の菌類が優位に増加しており、添加剤はバイオフィームの形成を促進していた

イオン分解および微生物分解の観点から、分解促進効果が証明された

特許出願及び論文発表

	研究開発項目① 産総研・NITE・静岡県・ 東大・愛媛大・島津	研究開発項目② 日本電気・理研・ 日本触媒・日清紡HD	計
特許出願（うち外国出願）	2(0)	53(32)	55(32)
論文	39	8	47
研究発表・講演	165	20	185
受賞実績	8	3	11
新聞・雑誌等への掲載	22	11	33
展示会への出展	4	11	15
ISO規格提案	3	0	3
ISO規格発行	1	0	1*

2025年3月31日現在
*ISO規格発行は、2025年4月

- 特許：プロジェクト終了後も、積極的に関連特許を出願し、知財ポートフォリオを拡大
- 論文：深海実験結果が*Nature Communications*に掲載され、1年間で30,000回以上ダウンロード
*Polymer Degradation and Stability, ACS Applied Polymer Materials*などQ1国際ジャーナルに掲載
- 受賞：令和3年度文部科学大臣表彰（研究部門）、令和3年度産業標準化表彰・経済産業大臣表彰
日韓国際シンポジウム、ポリマー材料フォーラム、高分子討論会などで優秀ポスター賞受賞多数

補足資料

個別事業ごとの目標と根拠

研究開発項目①海洋生分解性プラスチックに係る評価手法の確立

研究項目	最終目標	根拠
研究項目① 実験室内における生分解度加速試験法の開発	短期間（半年程度）で、試験結果の得られる実験室内好気的海洋生分解評価法をISO国際標準提案に1件以上繋げる。嫌気生分解、砂泥前処理法の素案を策定する。	既存のISOに定められた海洋生分解評価法は時間がかかり、精度が高くなかった。そのため、短時間、高精度で結果のでる評価法が、新たな海洋生分解性樹脂の開発に必須である。
研究項目② 生分解メカニズムの解明 材料構造（分子構造、結晶構造）	海洋生分解過程におけるプラスチックの構造（結晶化度、結晶構造、表面構造等）変化やその構造の生分解に与える影響等のメカニズムを明確化することにより、海洋生分解評価法の精密化に寄与する。	海洋生分解は、樹脂の高次構造に依存して変化するので、これらの構造と海洋生分解の相関を明確化し、より高制度の評価法の構築に寄与するため。
研究項目③ 生分解メカニズムの解明 微生物、酵素による分解	海洋生分解は、海洋に存在する樹脂を加水分解する酵素を分泌する微生物が、材料表面で増殖して分解酵素を分泌し、その酵素により分解が進行する。海洋生分解に関わる微生物叢の解析や関与する酵素解析をすることにより、海洋生分解の特徴付けや予測に寄与する。	フィールド試験を実施した海洋に存在する微生物の解析や酵素の解析による海洋生分解メカニズムの解析を詳細に行うことにより、海洋生分解の度合いの予測が必要である。
研究項目④ 実海域におけるデータ収集、簡易生分解（崩壊度）試験法の開発	海洋生分解における実海域簡易フィールド試験法を開発する。種々の海洋環境での生分解測定を行い、測定法の正当性を確認する。また、深海における海洋生分解の状況、及び実験室内、浅海の生分解を比較検討する。	地域の異なる海洋環境での海洋生分解の傾向を明確化するために、いくつかの地域でのフィールド試験による海洋生分解のデータの収集が必要である。海洋生分解の速い、遅いの傾向に相関する因子を明確化し、地域における海洋生分解の予測を可能にしなければならない。
研究項目⑤ 生分解過程（マイクロプラスチック化等）の生態毒性評価法の開発	海洋生分解性樹脂のISO提案を視野に入れた生態毒性評価法の素案を作成する。	既存の生態毒性評価法（ISO 5430）は、試験サンプルの作成に時間がかかるとともに、中間生成物の濃度が非常に薄いので、評価法に問題がある。これらの問題を解決した生態毒性試験が必要である。
研究項目⑥ 海洋生分解性プラスチック材料の導入による海洋プラスチック低減効果の推定	特定海域、河川域における海洋生分解性樹脂への置き換えにおける海プラごみの削減効果を推測するモデルを構築する。	海プラごみの総量は、実測することができない。そのため、ある程度既存の非分解のプラスチック製品を海洋生分解性樹脂に置き換えた場合の海プラごみの削減量を推測するシミュレーションモデルが必要である。

個別事業ごとの目標と根拠

研究開発項目② 海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材の開発

研究開発項目②-1「新規化学構造を有する樹脂・新規バイオ製造プロセス開発等による海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材の開発」

研究開発項目②-2「複合化技術等による海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材の開発」

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（日本電気）

研究項目	最終目標	根拠
①パラミロン／セルロース長鎖短鎖エステル誘導体の合成と評価	1. 新規長鎖短鎖エステル誘導体を20種類/y以上合成	側鎖の構造、導入量の最適化に向けて必要な合成サンプル数（4年間でトータル70種類以上）
	2. 曲げ強度50MPa、衝撃強度5 kJ/m ² 、ガラス転移温度(Tg)100℃クリア	これまで、当社にて開発実績のある多糖類エステル誘導体（ABS代替用途向け）の目標物性（電子機器向けで実証実績あり）
	3. 新規誘導体のBOD分解度が30日後に（対セルロース比）40%以上を達成 上記に加え、下記の長期分解性 50-60日後からの分解開始と適切な分解速度（80-90日後に対セルロース比30-40%）での分解	既存の生分解性樹脂と同等レベルの分解速度 また、釣具製品の実用性の観点から求められる長期分解性レベル
	4. 新規誘導体が魚類の生態に影響がないことを確認	分解生成物の慢性毒性の確認
②多糖類誘導体の釣具製品としての性能評価	1. 新規合成した長鎖短鎖エステルを用いて、釣具（エギ）や釣糸としての試作評価を実施	釣具（エギ）として求められる試作加工性、物性をベースに各項目の目標レベルを設定

個別事業ごとの目標と根拠

研究開発項目② 海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材の開発

研究開発項目②-1「新規化学構造を有する樹脂・新規バイオ製造プロセス開発等による海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材の開発」

研究開発項目②-2「複合化技術等による海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材の開発」

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（理研・日本触媒）

研究項目	最終目標	根拠
①エステルアミド骨格をベースとする新規ポリマーの開発	1. モノマー転化率90%およびポリマー収率80%以上（10 g/B以上）のポリマー取得が可能なシステムを確立を達成する。	初期の合成条件として、モノマー転化率90%およびポリマー収率80%以上のポリマー取得を最低ラインとして設定
	2. 中間年度までに新規エステルアミドポリマーの候補を少なくとも3件選定する。	物性および機能性発現の再現性を考慮しつつ、大量合成システムへの改修が可能かを判断し、最低でも3件の新規ポリマーの選定を最低ラインとして設定
②高効率合成システムの構築	1. 重量平均分子量10万以上のポリマーを得る高分子量化手法を確立する	実材料となる成形品を製造するため、機械特性の評価に必要なフィルムなどに成形するために、重量平均分子量を10万以上にするための高分子量化手法を確立しておくことが必要
	2. モノマー転化率90%およびポリマー収率90%以上でポリマーを取得する	5 kg/B以上でポリマーを量産できれば、事業終了後5年以内を目処にパイロットスケール 5t/Bでの生産を開始できると判断
③新規海洋生分解性エステルアミド樹脂素材の開発	1. シーズ・ニーズ調査を実施し、エステルアミド樹脂素材の特徴を最大限に発揮できる用途および市場を絞り込み、事業性を評価する	開発したエステルアミド樹脂素材の特徴が最大限に活かせる用途および市場の事前調査は、用途開発および市場開拓につながるため、非常に重要である
	2. 創出した海洋生分解性エステルアミド樹脂素材の海洋生分解性を実証する	良好な海洋生分解性を持つと言われているPHB/VおよびPCLの海水を用いた1ヶ月後のBOD生分解度が20～35%を目指す

個別事業ごとの目標と根拠

研究開発項目② 海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材の開発

研究開発項目②-1「新規化学構造を有する樹脂・新規バイオ製造プロセス開発等による海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材の開発」

研究開発項目②-2「複合化技術等による海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材の開発」

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（日清紡ホールディングス）

研究項目	最終目標	根拠	
①プラスチックビーズ代替素材の実用化開発	1. 試作設備において、プラスチックビーズ代替素材の製造コスト 目標価格以下（3t以上/年 製造時）となる実用試作品を1種以上提案する。 2. パーソナルケア製品向けにターゲットを絞り、コストを踏まえ、試作設備での工程確立を目指す。 3. パーソナルケア業界の原料価格を調査・聴取（右表）し、差別化原料として市場で受入可能な販売価格を製造コストの目標値とした。	原料価格（Kg）	配合可能製品価格帯
		> 20,000円	高価格帯製品
		20,000円～	中価格帯～高価格帯製品
		10,000円	汎用製品価格帯上限
		<10,000円	製品展開拡大
②海洋生分解性付与添加剤の実用化開発	1. 目標パラメータを満たす海洋生分解性付与添加剤を1種以上開発する。 2. 複合樹脂として目標パラメータを満たす海洋生分解性付与添加剤を用いて、マスターペレット化の量産工程を1種以上確立する。 3. 海洋生分解性化合物の生分解メカニズムを、イオンによる分解と微生物による生分解の2つの観点から明確にする。（残存物の安全性含む）	2034年 バイオプラスチック市場：約6兆円	
		2024年	2034年
		バイオプラスチック	201.9万トン 1039万トン
		バイオマス	101万トン 214万トン
		生分解性	101万トン 825万トン

個別事業ごとの目標達成状況

研究開発項目① 海洋生分解性に係る評価手法の確立

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 一部未達、× 未達

研究項目	目標 (2025年3月)	成果 (2025年3月)	達成度 (見込み)	達成の根拠／解決方針
全体	製品化を行うユーザーが共通して活用できる海洋生分解メカニズムに裏付けされた評価手法を確立し、国際標準化提案1件以上に繋げる。	2023年度に3件目となる「微生物量の測定法」のISO提案。1件目の「簡易フィールド試験」（2025年4月）発行。	◎	ISO3件新規提案（内1件発行）のため大幅達成と評価
研究項目① 実験室内における生分解度加速試験法の開発	短期間（半年程度）で、試験結果の得られる実験室内好氣的海洋生分解評価法をISO国際標準提案に1件以上繋げる。嫌気生分解、砂泥前処理法の素案を策定する。	ISO提案した「加速試験法」の国際審議進捗。バイオマスカーボンの定量による短期間評価法の開発。海底砂泥の前処理法、深層水による評価法の開発。	○	新規提案のISO「加速試験法」の国際審議の進捗（最終段階bに）
研究項目② 生分解メカニズムの解明 材料構造（分子構造、結晶構造）	海洋生分解過程におけるプラスチックの構造（結晶化度、結晶構造、表面構造等）変化やその構造の生分解に与える影響等のメカニズムを明確化することにより、海洋生分解評価法の精密化に寄与する。	構造因子（自由体積、結晶化度、分子量等）の海洋生分解との相関検討。材料設計に指針。圧力容器による深海の生分解の模擬を検討。分解中間体、吸脱着の検知測定法を確立。	○	複数の構造因子と海洋生分解の相関を検討でた。分解中間体を検知することにより、どの成分が主になるのか明確に。
研究項目③ 生分解メカニズムの解明 微生物、酵素による分解	海洋生分解は、海洋に存在する樹脂を加水分解する酵素を分泌する微生物が、材料表面で増殖して分解酵素を分泌し、その酵素により分解が進行する。海洋生分解に関わる微生物叢の解析や関与する酵素解析をすることにより、海洋生分解の特徴付けや予測に寄与する。	日本各地の海水中の菌叢と海洋生分解の相関を検討。各種樹脂の嫌気性分解の日本各地の海底泥で実施。超加速のための分解菌カクテルを制定。微生物量の測定法をISO新規提案。	◎	菌叢論文発表に加え、ISO1件の新規提案のため大幅達成と評価。

個別事業ごとの目標達成状況

研究開発項目① 海洋生分解性に係る評価手法の確立

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、 ×未達

研究項目	目標 (2025年3月)	成果 (2025年3月)	達成度 (見込み)	達成の根拠／解決方針
研究項目④ 実海域におけるデータ収集、簡易生分解（崩壊度）試験法の開発	海洋生分解における実海域簡易フィールド試験法を開発する。種々の海洋環境での生分解測定を行い、測定法の正当性を確認する。また、深海における海洋生分解の状況、及び実験室内、浅海の生分解を比較検討する。	新規提案したISO16636の発行。東京都産業技術センターでの試験実施受託可能に。深海での生分解性樹脂の微生物分解を実証。	◎	一件のISO発行と、著名な雑誌に重要な論文を掲載。のため大幅達成と評価。
研究項目⑤ 生分解過程（マイクロプラスチック化等）の生態毒性評価法の開発	海洋生分解性樹脂のISO提案を視野に入れた生態毒性評価法の素案を作成する。	化学物質審査法の高分子化合物に使われている安定性試験のサンプル調製方法を参考に、反応時間、添加量などを改変し、生分解性プラスチックにも適用できる生態毒性試験の素案を作成。	○	海洋生分解性樹脂の新たなISO提案を視野に入れた生態毒性試験の素案の作成。
研究項目⑥ 海洋生分解性プラスチック材料の導入による海洋プラスチック低減効果の推定	特定海域、河川域における海洋生分解性樹脂への置き換えにおける海プラごみ（被覆肥料カプセル、マイクロプラスチック等）動態モデル、海プラごみの削減効果を推測するモデルを構築する。	東京湾マイクロプラスチックマスバランスモデル、濃度解析モデルを開発。富山県小矢部川での被覆肥料カプセル由来の濃度、東京湾ではマイクロプラスチック濃度を観測し、モデルの妥当性を検証。海プラごみの低減効果を定量的に評価。	○	河川・海域モデルにおいて、海洋生分解性プラスチックへの代替シナリオ別の海プラごみ低減効果を評価。

個別事業ごとの目標達成状況

研究開発項目② 海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材の開発
研究開発項目②-1「新規化学構造を有する樹脂・新規バイオ製造プロセス開発等による海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材の開発」
研究開発項目②-2「複合化技術等による海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材の開発」 ◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

研究開発項目	目標 (2025年3月)	成果 (2025年3月)	達成度 (見込み)	達成の根拠／解決方針
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（日本電気株式会社）	1. 新規長鎖短鎖エステル誘導体を20種類以上合成 2. 必要な曲げ強度、衝撃強度、ガラス点移温度の達成 3. 新規誘導体のBOD分解度（対セルロース）40%以上を達成 4. エギの作製と物性評価	1. 新規長鎖短鎖エステル誘導体を計45種以上合成に成功 2. 側鎖構造の調整と添加剤の検討により各種目標物性をクリア 3. 誘導体単独での分解速度は低いが、他の生分解性樹脂とのアロイ化で達成 4. エギ製品部材の成形試作、生産性・性能の評価を実施し、目標レベルをクリア	◎ ○ ○ ○	1. 東大・NEC合わせて大幅に合成数を上回ったため 2. 長鎖と短鎖の種類、導入量の最適化とPCLとのアロイ化により成功 3. アロイ化により達成 4. 事前に設定した項目についておおむねクリア
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（理化学研究所・株式会社日本触媒）	1. モノマー転化率90%およびポリマー収率80%以上のポリマー取得 2. 重量平均分子量10万以上のポリマーを得る高分子量化手法を確立 3. コンパウンディングによる高性能化の検証 4. 創出した海洋生分解性エステルアミド樹脂素材の海洋生分解性を実証	1. モノマー転化率90%およびポリマー収率80%以上のポリマー取得に成功。さらに、ジャンプアップ法により重量平均分子量10万以上のポリマーを得る高分子量化手法を確立 2. 粘土および他樹脂とのコンパウンディングに成功 3. ISO加速試験法により実海洋環境でも生分解することを実証	◎ ○ ◎ ○	1. 実用化に耐えうるポリマー合成法の確立に成功 2. コンパウンド化により非海洋生分解性ポリマーの海洋生分解性の誘導に成功 3. 研究開発項目①で提案したISO手法と連携
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（日清紡ホールディングス株式会社）	1. プラスチックビーズ代替素材の製造コストが目標価格以下となる試作品を提案 2. 海洋生分解性付与添加剤を1種以上開発 3. マスターペレット化の量産工程の確立 4. 生分解メカニズムを、イオンによる分解と微生物による生分解の2つの観点から解明	1. 疎水化アルギン酸の製造のための工程の検証および改善により、連続運転に成功 2. 3種類の新機構造を検討し、生分解性と物性の両立及び量産化にも着手 3. マスターペレット化に成功 4. 海水イオンによる分子切断と分解菌増殖確認	○ ○ ○ ○	1. 連続運転（250kg/月）に成功 2. 化合物の改良と量産化に目途が付いたため 3. マスターペレット化に成功 4. 分解機構の一部解明