

「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）

（2020年度～2024年度 5年間）

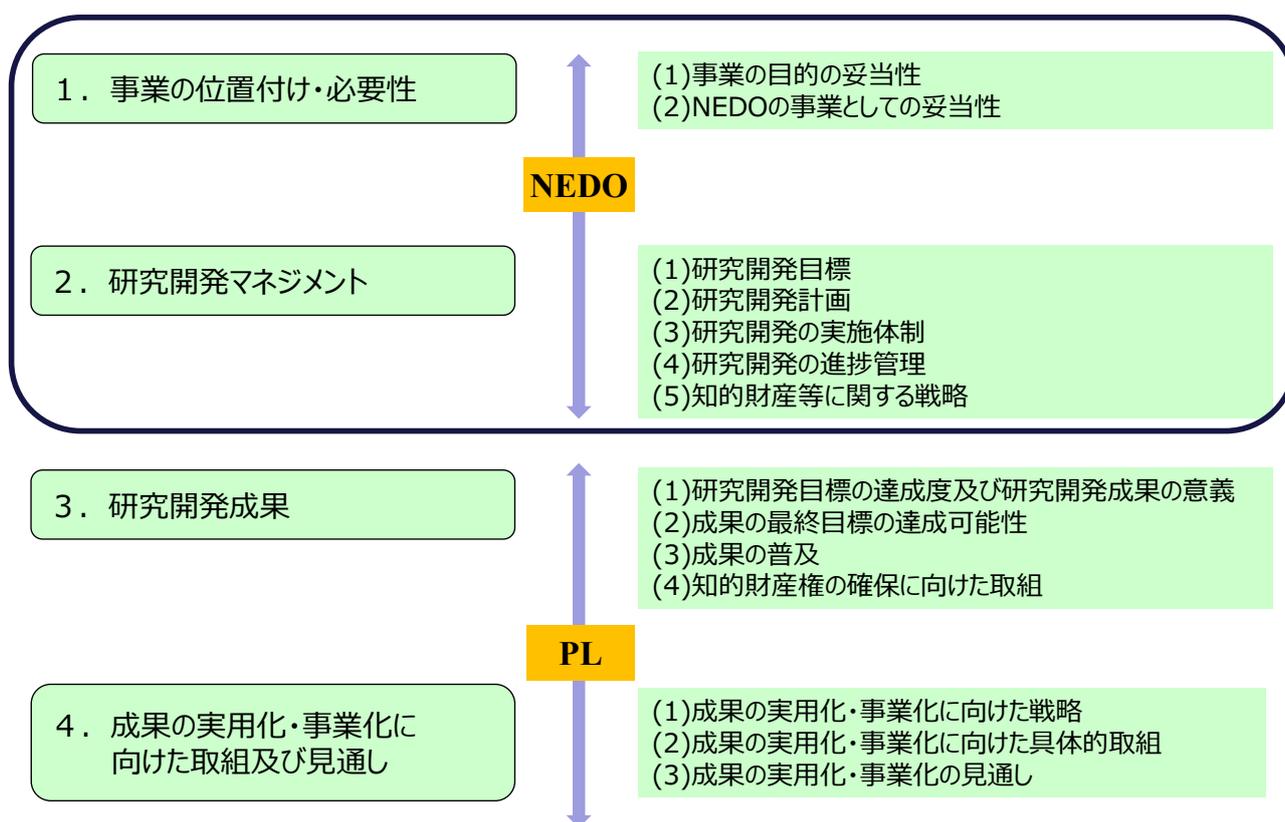
事業の位置付け・必要性、研究開発
マネジメント **（公開）**

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
材料・ナノテクノロジー部

プロジェクトマネージャー（PM）／宇津木功二

2022年9月29日

発表内容



1. 事業の位置付け・必要性

3

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

◆社会的背景

■プラスチックは、日常生活の利便性をもたらす素材として幅広く活用されてきている一方で、プラスチックごみによる海洋汚染が問題視されるようになってきている。

海洋プラスチックごみの社会問題化



- ・生態系を含めた海洋環境への影響
 - ・船舶航行への障害
 - ・観光・漁業への影響
 - ・沿岸域居住環境への影響
- ⇒近年、海洋中のマイクロプラスチック（※）が生態系に及ぼす影響が懸念されている。
※サイズが5mm以下の微細なプラスチックごみ

海洋プラスチック問題への取組が国内外で活発化



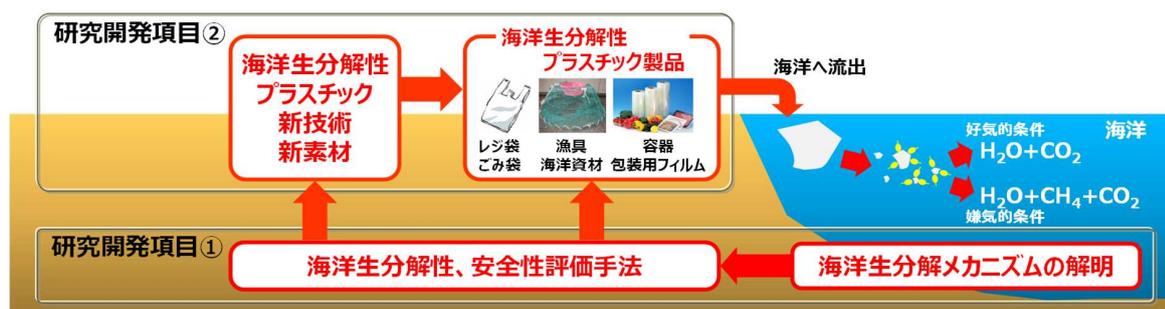
海洋プラスチックごみ問題に対応する研究開発、海洋生分解性を有する新素材開発が求められている。

国内プラスチック生産量（年間1千万トン程度）の内、国内流通の生分解性プラスチックは2,300トン程度と国内市場に占める割合は小さく、しかも海洋生分解性を有するプラスチックの種類は僅かで、海洋生分解性に着目した取り組みは不十分な状況。

4

◆事業の目的

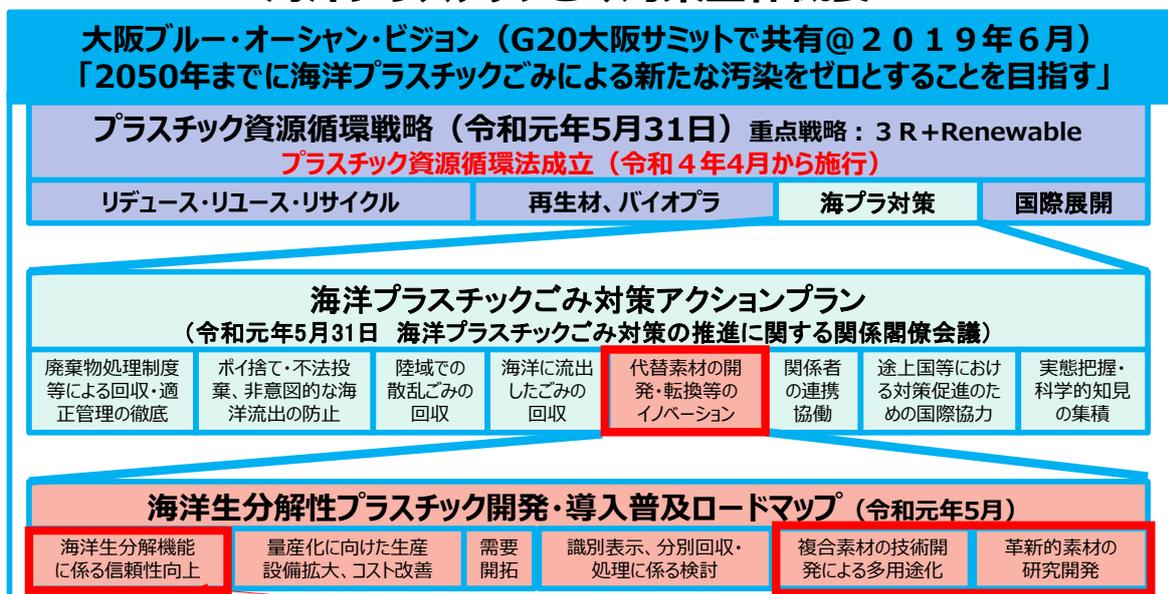
本プロジェクトでは、海洋生分解性プラスチックの市場導入を促進する為、
 ①海洋生分解メカニズムに裏付けされた評価手法の開発を行う。
 また、②海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材開発を行う。これにより物性、機能性を向上した新素材による、さらなる製品適用拡大により普及拡大を加速させる。
 将来的には、世界に先駆け、新たな海洋プラスチックごみ発生ゼロの一助となる事を目指す。



◆政策上の位置付け

■ 2019年6月のG20大阪サミットに向けて、我が国としての具体的な取り組みが「[海洋プラスチックごみ対策アクションプラン](#)」として取りまとめられた。その中で、代替素材の開発・転換等のイノベーションとして「海洋生分解性プラスチックの開発・導入普及ロードマップ」に基づき、官民連携により技術開発等に取り組む事が示された。本事業では、代替素材の開発・転換等のイノベーションに取り組む。

海洋プラスチックごみ対策全体概要



本事業で取り組む領域

1. 事業の位置付け・必要性 (2) NEDO事業としての妥当性

◆技術戦略上の位置付け



海洋生分解性プラスチック開発・導入普及ロードマップの概要図

令和元年5月

	2019年	2020年	2021～25年	～2030年	～2050年
実用化技術の社会実装 (MBBP1.0) PHBH, PBS等 (主な用途例) レジ袋・ゴミ袋 ストロー・カトラリー 洗剤用ボトル 農業用マルチフィルム等	海洋生分解機能に係る信頼性向上 ISO策定・体制構築 課題整理	ISO提案【産業技術総合研究所、日本バイオプラスチック協会(JBPA)】 生分解機能の評価の充実に向けた試験研究【新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)等】	量産能力の増強 生分解性プラスチック製造のバイオプロセスの改善【NEDO等】	本事業で取り組む領域 5年後に実用化(社会実装)の見通しが立つもの。 ※10年掛かる革新技術の開発はムーンショット事業で行う。	
複合素材の技術開発による多用途化 (MBBP2.0) 不織布(マスク等)、発泡成形品(緩衝材等)等	需要開拓 国内外の出展、ビジネスマッチングの促進【グリーン・イノベーション・マテリアル・プラットフォーム(CLOMA)】	グリーン公共調達 識別表示の整備【JBPA】	量産能力の増強 生分解性プラスチック製造のバイオプロセスの改善【NEDO等】	分別回収・処理に係る検討	
革新的素材の研究開発 (MBBP3.0) 肥料の被覆材 漁具(漁業・養殖業用資材等)等	識別表示、分別回収・処理に係る検討	革新的素材の創出に向けた海洋生分解性メカニズムの解明【NEDO等】 生分解コントロール機能の付与 新たな微生物の発見【製品評価技術基盤機構(NITE)】 漁具の代替素材の導入検討【水産庁(産総研との連携)】	セルロースナノファイバー等のコスト削減、複合方法の加工性の向上【NEDO等】	分別回収・処理に係る検討	海洋生分解性メカニズムを応用した革新的素材の創出 肥料の被覆材 漁具(アヒ)

※MBBP：植物由来(バイオマス)の海洋生分解性プラスチック(Marine Bio-degradable Bio-based Plastics)
 ※海洋生分解性プラスチック：海洋中で微生物が生成する酵素の働きにより水と二酸化炭素に分解されるプラスチック

1. 事業の位置付け・必要性 (2) NEDO事業としての妥当性

◆政府予算上の位置付け

プラスチック有効利用高度化事業と本プロジェクトの関係

プラスチック有効利用高度化事業 令和4年度予算額 11.9億円(12.0億円)

事業の内容

事業目的・概要

- プラスチックはその高い機能性から、社会生活の様々な場面で利用が急速に進んだ素材です。しかし、需要増大に伴い、原料調達、製造、加工及び廃棄処理の過程でのエネルギー消費、CO₂排出の増大や、プラスチックごみによる海洋汚染が社会課題となっています。
- 特に近年は、上記課題の解決がSDGsに資するため、リサイクルの徹底・素材転換を求める機運が高まる中、対策を進めていく好機にあります。
- 本事業ではこうした機運を捉え、回収された廃プラスチックの高度なリサイクルを促進する技術基盤構築を通して、プラスチックの資源効率や資源価値を高めると共に、海洋生分解性プラスチックの市場拡大のため、海洋生分解性プラスチック導入・普及を促進する技術基盤構築を行います。
- 令和4年度は、(1)リサイクル高度化促進技術については、ラボからベンチスケールでの検討を基に、更なるスケールアップに向けた機器設計に着手し、高効率選別システムと多様なリサイクル手法の連携的な開発を行います。また、(2)海洋生分解性プラスチック技術については、生分解機構の解明に向けてラボ・フィールド試験等を踏まえたモデル構築および、安全性・物理特性の評価を踏まえた新素材の開発等を開始します。

成果目標

- 令和2年度から6年度までの事業であり、2030年までに714万CO₂トン/年の削減を目指すと共に、2020年代初頭には海洋生分解性プラスチックに係るISO提案に向けた評価手法の確立を目指します。

条件(対象者、対象行、補助率等)

交付金 委託・補助(1/2, 2/3)

国 → NEDO → 国研、大学、企業等

事業イメージ

(1) リサイクル高度化促進技術開発基盤構築

(2) 海洋生分解性プラスチック技術開発基盤構築

(1) リサイクル高度化促進技術開発基盤構築

- 様々な廃プラスチックを汚れや複合品などの品質に応じて最適に循環させ、省エネルギー・CO₂排出抑制を実現するための、高度選別・高物性材料再生・基礎化学品化・高効率エネルギー循環などの基盤技術を開発。
- 資源循環に関する知見・ノウハウの集約・提供、開発環境整備、人材育成を促進。

(2) 海洋生分解性プラスチック技術開発基盤構築

- 海洋生分解性プラスチックの海洋での生分解機構の解明を通じ、技術・安全性の評価手法確立に加え、革新的な技術・新素材の開発を行い、知見・ノウハウの蓄積・提供、人材育成を通して技術開発基盤を構築。

◆実施の効果（費用対効果）

■ 費用の総額

約 17 億円 / 5 年間（2023年度及び2024年度予定込み）

➤ 普及効果¹⁾

・国内市場 20 万トン / 年（2030年）

➤ CO₂ 削減効果²⁾

・CO₂ 削減量として 56 万トン / 年（2030年）

1) 「地球温暖化対策計画」に位置づけられる、「バイオマスプラスチック類の普及（2030年度バイオマスプラスチック国内出荷量197万t）」の約1割をカバーすると、同時に「プラスチック資源循環戦略」に掲げられているマイルストーン「2030年までにバイオマスプラスチックを約200万トン導入」の約1割をカバーするもの。
（レジ袋・ゴミ袋、漁具・農業フィルムは2017年の20万トンが置き換えになると想定）

2) カーボンニュートラル素材になると仮定し、汎用プラ焼却時のCO₂が削減できるとして算出。
（炭素排出係数2.77t-CO₂ : 温室ガス総排出量算出方法ガイドラインVer1.0、H29/3環境省政策局環境計課より）

2. 研究開発マネジメント

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標

◆研究開発目標

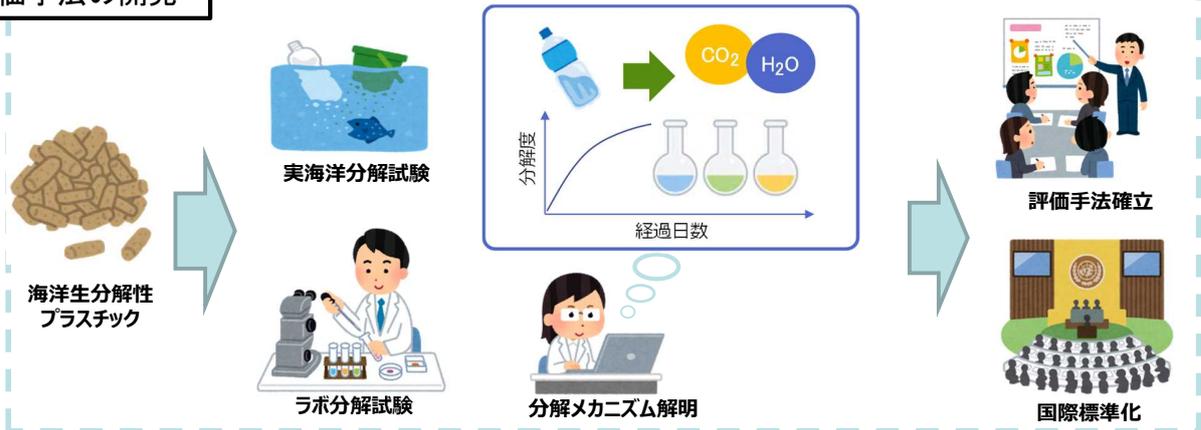
研究開発項目①海洋生分解性に係る評価手法の確立

現在の海洋生分解試験法の問題点

- 実験室内の試験では、実験条件によるバラつきが大きい、また評価に必要な期間が最長2年と長い
- 実海域試験では、治具や地形の制限がある
- マイクロプラスチック等を含む生態毒性評価が不十分

海洋生分解性プラスチックの海洋分解メカニズムの解析を通じて、評価基盤技術を確認し、これに基づく海洋生分解性及び環境影響の評価手法の国際標準化1件以上を目指す。

評価手法の開発



11

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標

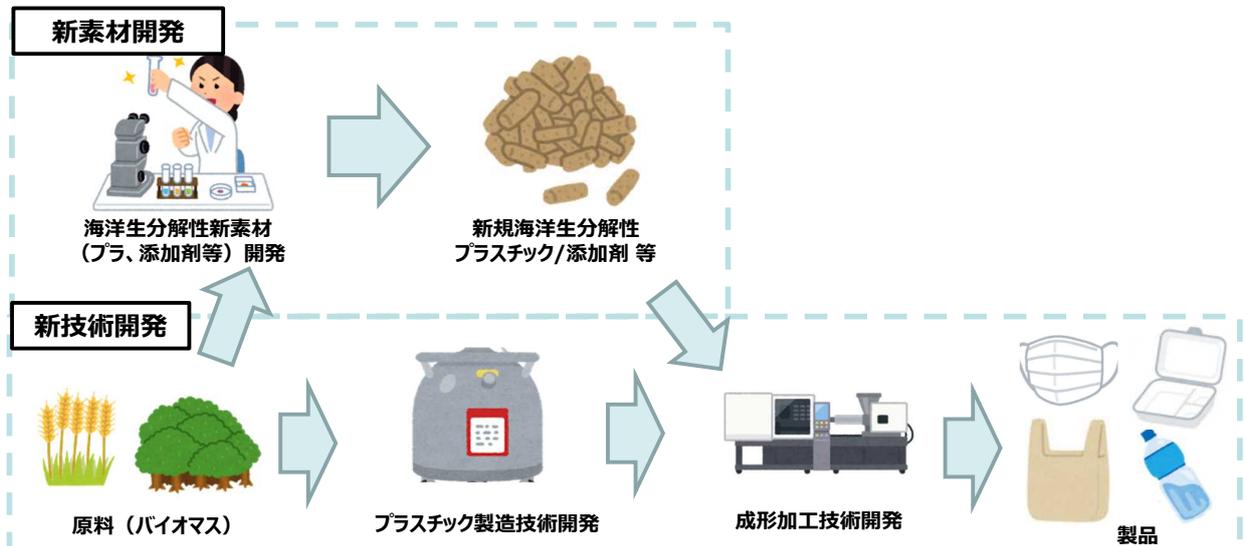
◆研究開発目標

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

現状海洋生分解性プラスチック素材問題点

- 海洋生分解性プラスチックの種類が少ない
- 性能のバリエーションが少ない
- 製造コストが高い

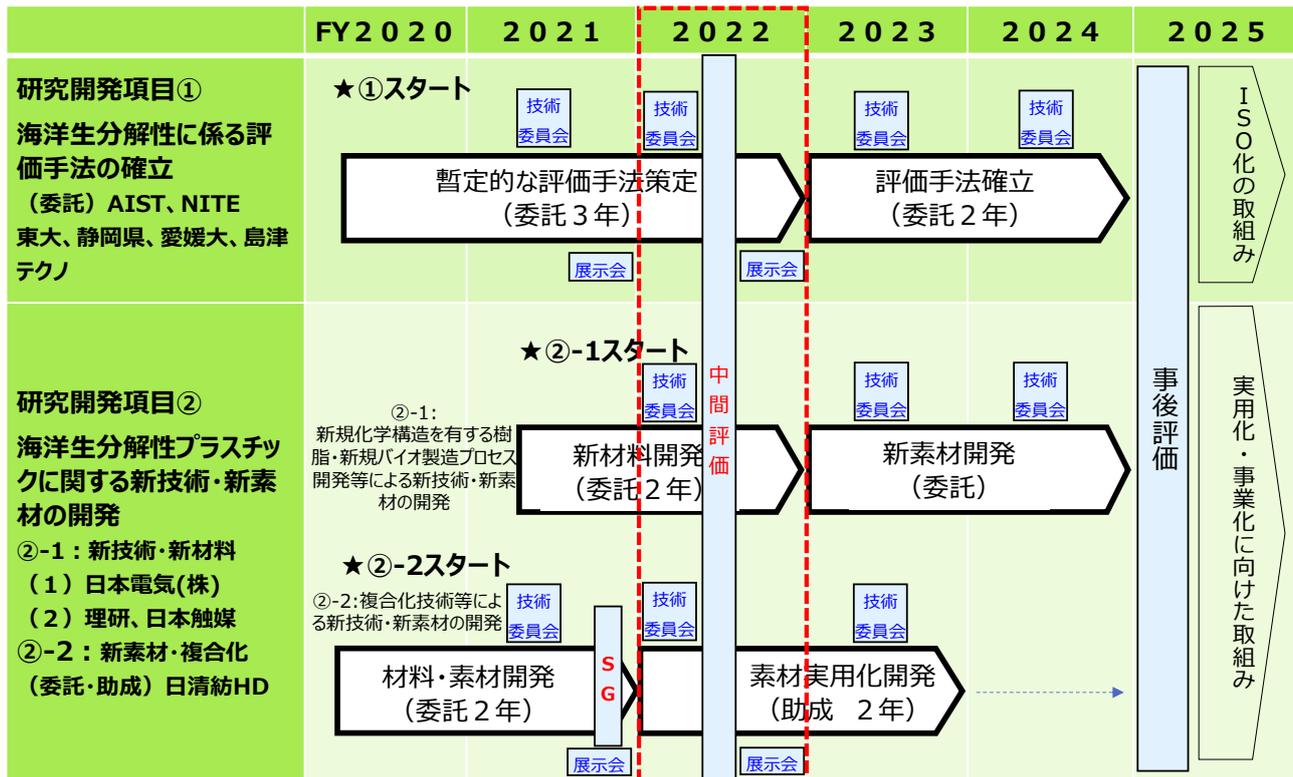
海洋生分解性と物性・製造コストを両立した、バイオマス由来の新規な樹脂素材や複合体を開発する。本研究開発により、1件以上の素材実用化の目処をつける。



12

2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画

◆研究開発計画



SG : ステージゲート (委託から助成事業へ移行)

13

2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画

◆研究開発の全予算 (2023、2024年度は計画)

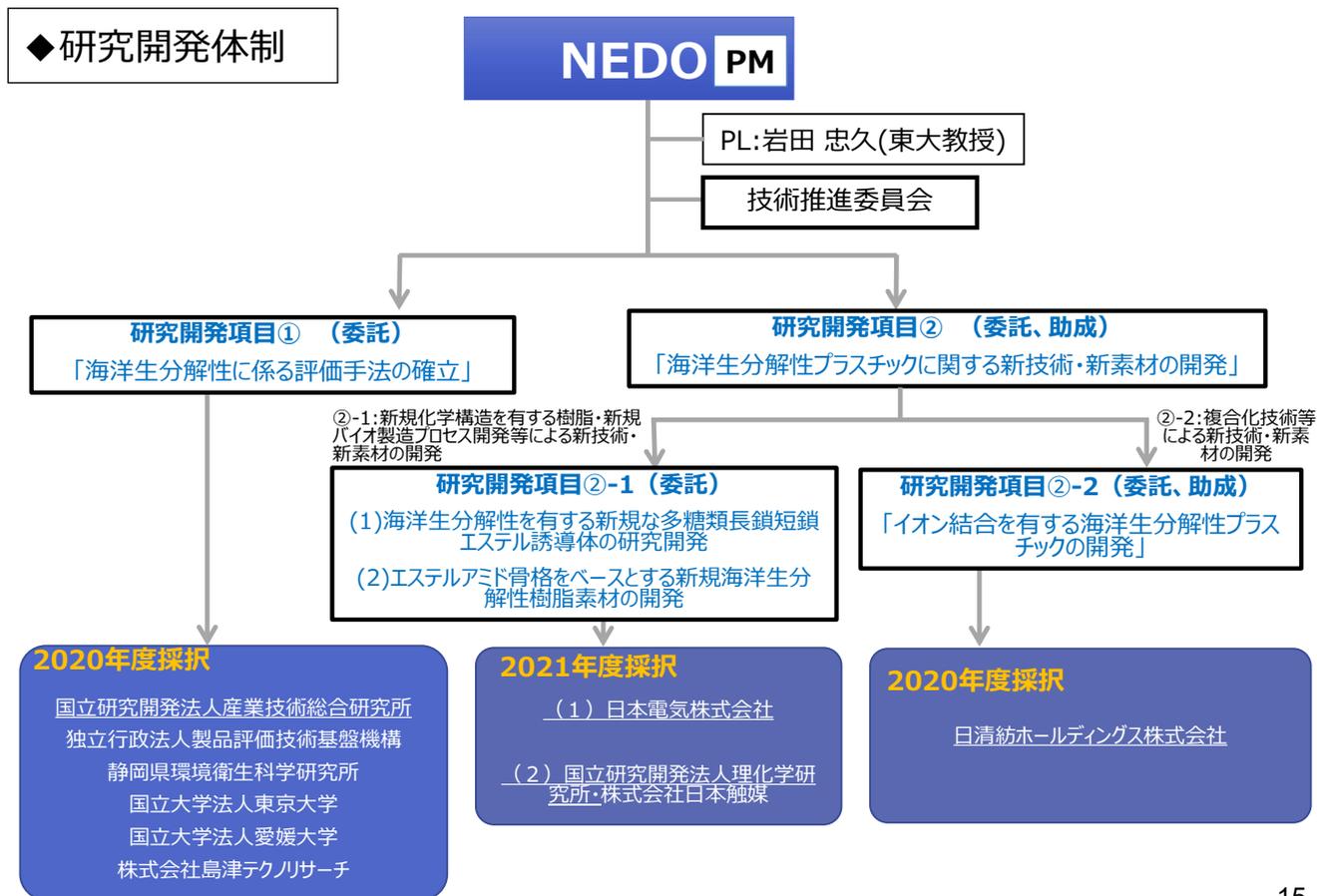
金額単位 : 百万円

委託契約(助成交付決定)済み

研究開発項目	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	合計
年度別予算	260	400	413	349	307	1,729
①評価手法の開発 (委託) AIST、NITE、東大、愛媛大、静岡県、島津テクノリサーチ	205	215	209	179	184	992
②-1(1)新素材の開発 (委託) 日本電気	—	55	64	62	62	243
②-1(2)新素材の開発 (委託) 理研・日本触媒	—	61	73	61	61	256
②-2 新素材の開発 (委託・助成) 日清紡HD	55	69	67 (助成)	47 (助成)	—	238

14

2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制



15

2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理

◆研究開発の進捗管理・運営管理

- 年1回のNEDO主催の**技術推進委員会**で、外部有識者の意見を参考に開発計画の進捗状況を確認。事前書面評価及びディスカッション、コメントを実施者にフィードバックし、研究開発の加速、修正に反映させた。
- 研究開発項目①に関しては4半期毎に**幹事会・委員会等を開催**、研究開発テーマ②-(1)(2)については、委員会や**月報**、助成の研究開発テーマ②-2については委員会等の実施を強化、プロジェクトリーダーによる**サイトビジット**を行い、技術指導を実施
- 研究開発項目②-2については、実用化・事業化の強化のため、**ステージゲート審査委員会**を設け、委託から助成への移行を実施
- 上記委員会は、**新型コロナ感染拡大**に伴い、オンライン及びハイブリッドにて実施した。
- 研究開発の進捗状況を踏まえ、必要に応じて**加速予算による研究開発の進捗をサポート**した。

16

2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理

◆研究開発の進捗管理・運営管理 (実績纏め)

研究開発項目等	主な会議体・報告等	開催頻度	メンバー*	実績*	内容
全体	技術推進委員会	年1回	実、P、委、N	2回	外部委員による進捗状況の確認、修正・要改善事項提案。
①:海洋生分解性に係る評価手法の確立	幹事会	2ヶ月毎	実、N	11回	研究項目細目の代表者とNEDO担当者が集まり進捗状況、計画、課題共有。
	全体会	年4回	実	5回	約半分の研究項目細目の研究開発内容の報告(登録研究員による情報共有)。
	PJ推進委員会	年4回	実、外	5回	外部有識者12名による実施状況の共有。意見交換。
②-1(1):海洋生分解性を有する新規な多糖類鎖短鎖エステル誘導体の研究開発	PJ進捗会	毎月	実	3回	実施者間で研究開発進捗の状況報告。意見交換。
	PJ推進委員会	4半期~半期毎	実、N、外	2回	外部有識者、NEDOを招き、研究開発進捗の状況報告。意見交換。
	月報	毎月	実、N	10回	研究開発進捗状況、問題点等をNEDOに報告。
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	PJ進捗会	1~2ヶ月毎	実	10回	実施者間で研究開発進捗の確認・情報交換。
	月報	毎月	実、N	10回	研究開発進捗状況、問題点等をNEDOに報告。
②-2:イオン結合を有する海洋生分解性プラスチックの開発	PJ推進委員会	年4回	実、N、外	7回	外部有識者、NEDOを招き、研究開発進捗の状況報告。意見交換。
	月報	毎月	実、N	10回	研究開発進捗状況、問題点等をNEDOに報告。
	サイトビジット	随時	実、P、N	1回	研究開発内容の確認及び目標設定の妥当性を議論。実施計画書に反映。
	ステージゲート審査委員会	1回	実、N、審	1回	研究開発の成果状況と実用化・事業化の可能性を審査。委託から助成事業への移行を決定。
その他	予算検討(加速)	年1回	実、N	2回	2021年度に期中加速(9月)、2022年度に期首加速を実施(4月)。

* : メンバー 実 : 実施者、P : PL、PM、委 : 外部評価委員、審 : 外部審査委員、外 : 外部アドバイザー、N : NEDO

* : 実績 : 2022年6月30日時点

17

2. 研究開発マネジメント (5) 知的財産等に関する戦略

◆知的財産等に関する戦略

プロジェクト成果(技術)のオープン/クローズ戦略

	非競争域	競争域		非競争域	競争域
公開	一般的分析技術・手法を活用して得た、当該研究開発項目の評価・解析手法等	・新規高分子/新規海洋生分解性化合物 ・新規樹脂素材・組成 ・新規製造方法等 ・標準化する評価法の周辺技術(更なる高精度手法や簡易迅速評価等)	積極的に公開・権利化	学会・論文・講演会、展示会等	特許出願
非公開	高分子合成、樹脂素材作製、製造装置等の詳細実験条件データ	製品(高分子化合物・樹脂素材)毎の技術情報		ノウハウ	

・研究開発項目①(国際標準のための)評価手法開発においては、基本的には特許出願しない方針。

・研究開発項目②(新素材開発)は、各実施者の独自技術で進められており、早期特許出願を行った後、学会・論文・講演会等により成果を積極的にアピールし、顧客獲得・普及へと繋げる。

18

◆知的財産管理

経済産業省：「委託研究開発」における知的財産マネジメントに関する
運用ガイドライン」
NEDO：「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」



本プロジェクト：「知的財産及び研究開発データの取り扱いについての
合意書」

(概要)

- ・知財運営委員会を設置
→知的財産及び研究開発データの取扱いについての審議決定
出願により権利化し又は秘匿する必要があるか否か、審議決定
- ・技術情報の第三者に対しての開示・漏洩禁止
- ・知財権は事業参加者の出願者に帰属
- ・知財権実施等に対する障害の排除
- ・プロジェクト参加者は、非参加者よりも有利な条件で知財権を使用

「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）

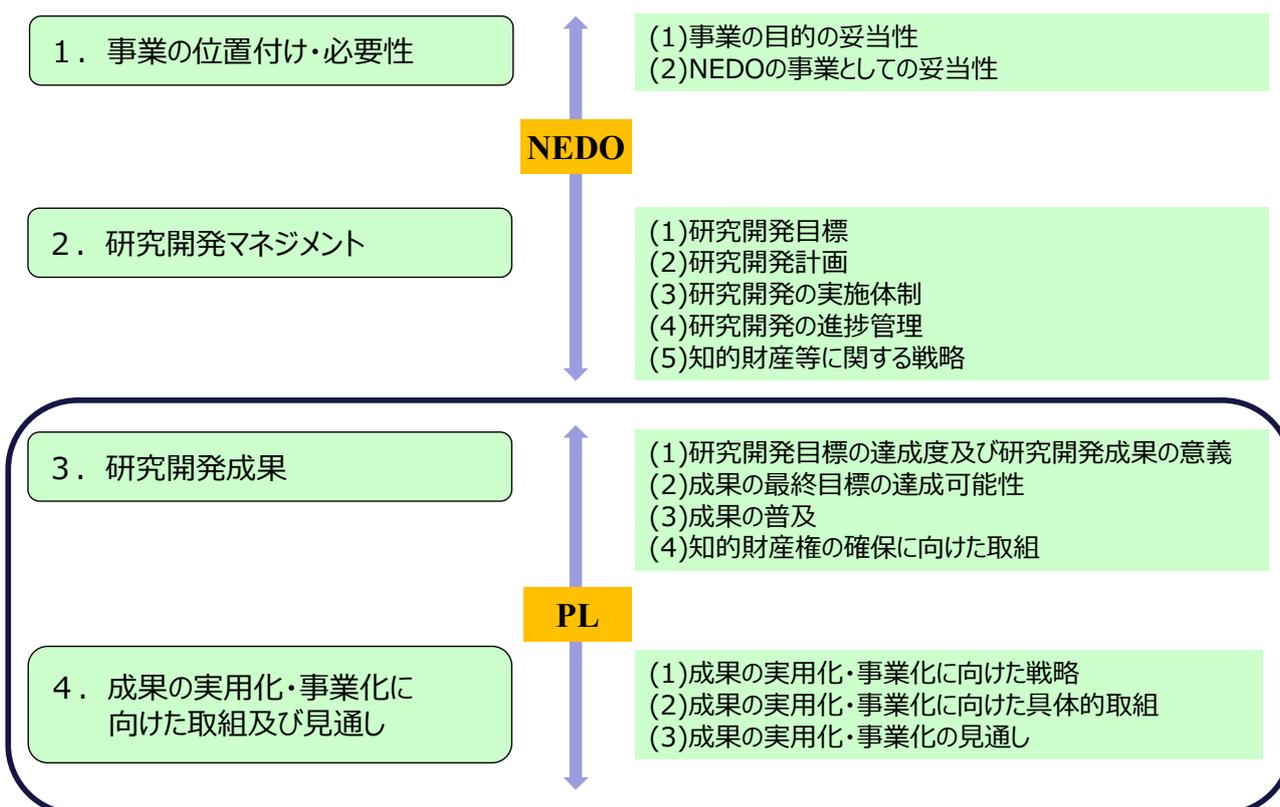
（2020年度～2024年度 5年間）

研究開発成果、成果の実用化に向けた取組及び見通し **（公開）**

プロジェクトリーダー（PL）／ 東京大学 岩田忠久

2022年9月29日

発表内容



3. 研究開発成果

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目①：海洋生分解性に係る評価手法の確立

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	中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
①「海洋生分解性に係る評価手法の確立」	海洋生分解性に関する暫定的な評価手法を策定	実海域フィールド試験に関する新規提案*を1件、加速試験に関する予備提案*を1件申請	◎ (新規と予備提案を各1件申請、大幅達成と評価)	NEDO成果の追加・挿入審議段階での追加提案
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」	目的の曲げ強度とガラス転移点を有する多糖類エステル誘導体の合成および釣り具（エギ）の試作品を作製	目標物性を発現できる短鎖と長鎖のエステル基の種類と量をほぼ特定し、現在、大量合成を準備中	△ (2023年2月達成予定)	目標物性と有する材料の海洋分解性との両立釣り具（エギ）の成形加工性および物性の検討
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」	分子量10万以上のエステルアミド骨格を有する新規ポリマーの開発および酸素ガスバリア性とインパクト強度の評価	分子量10万以上で目標の酸素ガスバリア性を有するエステルアミド骨格ポリマーの合成に成功	○	スケールアップインパクト強度の向上
②-2「イオン結合を有する海洋生分解性プラスチックの開発」	イオン結合を有する微粒子・粉体の開発と海洋生分解性樹脂への添加剤としての応用	アルギン酸骨格の疎水性粒子の開発に成功 目標とする海洋生分解度を有する海洋生分解性シートの作製に成功	○	実用化に向けたターゲット設定とコストを踏まえた製造工程の検証と確立 複合材の生分解度向上

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）／一部達成（事後）、×未達

*：ISO/TC61「プラスチック」/SC14「環境側面」/WG2「生分解度」への規格提案

◆プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

● 研究開発項目① 「海洋生分解性に係る評価手法の確立」

「達成状況」実験室内で短期間で海洋生分解の度合いが測定でき、実海域試験の結果と相関のある試験評価法の**新規提案1件と予備提案1件を申請**した。

「成果の意義」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による普及策が有効**であるとともに、信頼性の向上および健全な市場拡大につながる。

● 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」

「達成状況」これまでの生分解性ポリマーは、脂肪族ポリエステルにほぼ限定されていた。本プロジェクトでは、多糖類エステル誘導体、エステルアミド骨格ポリマー、イオン結合を有するアルギン酸ベースポリマーなどの**新規で高性能な生分解性ポリマーの開発**に成功した。

「成果の意義」これまでの生分解性ポリマーの利用は、農業資材や包装資材などに限られていた。本研究成果により、**釣具・漁網などの水産資材にも利用可能となり、海洋汚染問題の解決に大きく貢献**できる。生分解性プラスチックの種類が増えれば、社会的な認知も広まり、消費者の目にも止まりやすくなり、益々利用用途の拡大が期待できる。将来的には**全てのシングルユースのプラスチックを生分解性プラスチック代替**できることが期待される。

5

● 研究開発項目① 「海洋生分解性に係る評価手法の確立」

既存手法ISO18830/19679の技術的課題

- ・試験結果のばらつきが大きい
- ・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明確でない



本手法の目的

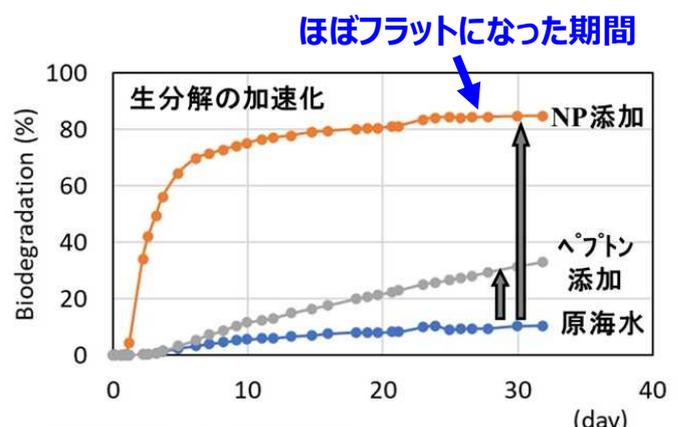
再現性が良く、簡便で、試験期間が短縮できる手法の開発

加速試験の予備提案終了、NP投票へ

新規加速試験法の概要

赤字：新規な項目

0 方式	海水+粉末試料、BOD/CO2方式
1 試験温度	15℃~30℃、試験温度高い方が速い
2 試料濃度	15mg~60mg/200mL 試料量少ない方が速い
3 攪拌	必要 (50~500rpm) 速度の影響小さい。
4 無機栄養源	N: 0.18~9.3mM P: 0.016~0.73mM N量は少ない方がばらつきは小さい
5 活性海水 (菌数&菌叢強化)	a) ペプトン/酵母抽出物添加 b) セディメント前処理 c) 海水混合 d) フィルター取による濃縮
6 試験期間	一定の生分解率を越えた時点での残存ポリマー成分分析



- NP (窒素、リン) 添加により生分解の加速化
- ほぼフラットになった期間をカットする

6

● 研究開発項目① 「海洋生分解性に係る評価手法の確立」

既存手法ISO22766の技術的課題

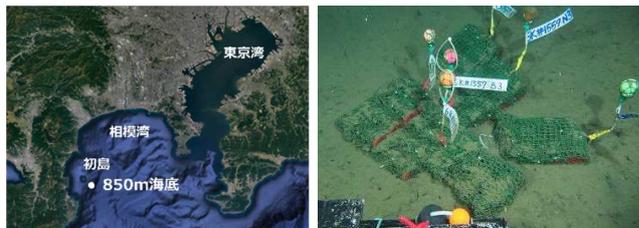
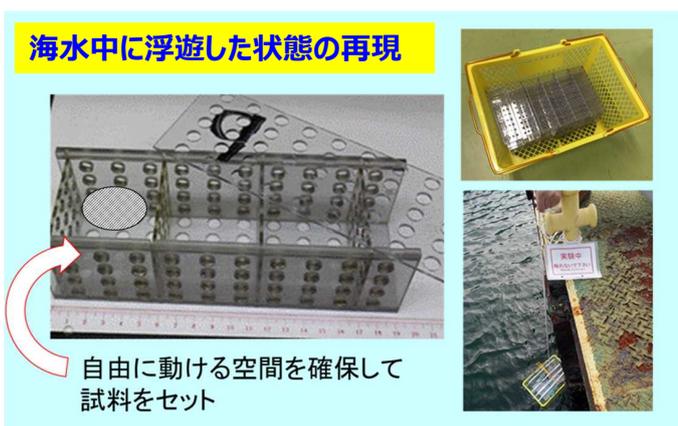
- ・専用の試験器具を海底に設置
- ・ダイバーによる作業が必須
- ・海洋での浮遊状態を再現していない



本手法の目的

低コストで、現実的な手法を用いて、異なる場所や季節で比較できる実海域試験法の提案

実海域試験法の予備提案からNP16636としての本格審議へ



静岡県初島沖850mに設置 設置4か月後のサンプル

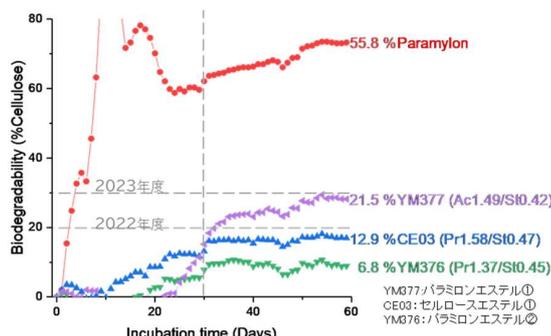
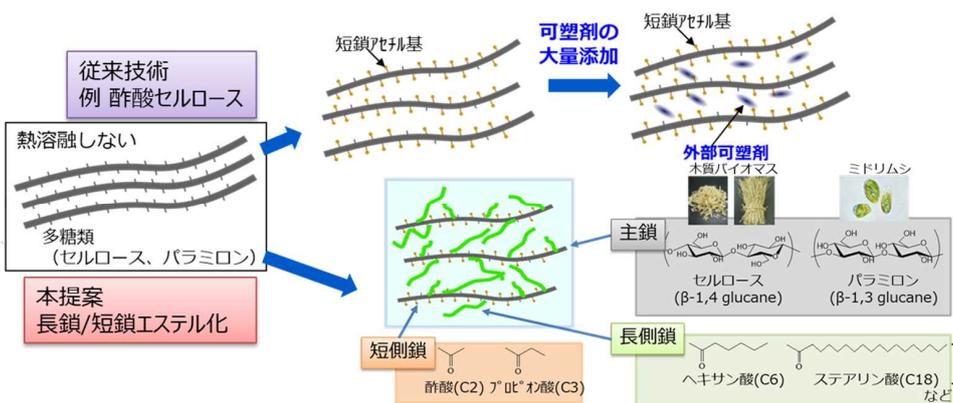
深海での生分解と実験室内及び簡易実海域生分解による結果の相関を解析

実験室内及び簡易実海域生分解結果から深海での生分解を予測

● 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」

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



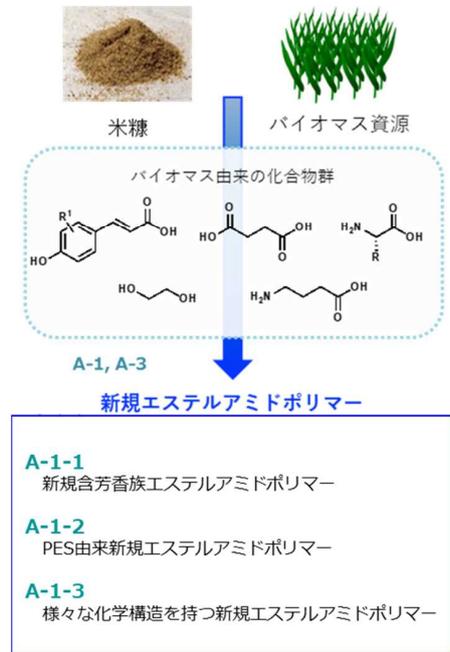
長鎖短鎖 エステル誘導体	生成物組成 (NMR)			曲げ 強度 [MPa] 2.4mmt >40MPa	シャルピー 衝撃強度 [kJ/m ²] >4kJ/m ²	T _g [°C] DMA >100°C
	長鎖 DS	短鎖 DS	Total DS			
パラミロン エステル① YM377	St 0.42	Ac 1.49	1.91	35	ノッチ 入れ時 に破壊	137
セルロースエ ステル① CE03	St 0.47	Pr 1.58	2.05	43	0.63	142
パラミロン エステル② YM376	St 0.45	Pr 1.37	1.82	24	0.57	101

目標物性を発現できる短鎖と長鎖のエステル基の種類と量をほぼ特定し、現在、大量合成を準備中

● 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」

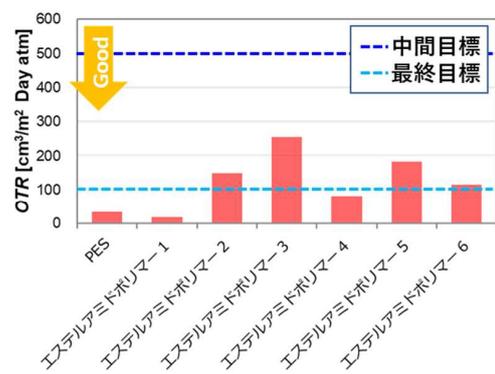
本研究の目的

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



高分子量化達成

各種フィルムの酸素ガス透過率 (25 μm換算)



分子量10万以上で目標の酸素ガスバリア性を有するエステルアミド骨格ポリマーの合成に成功

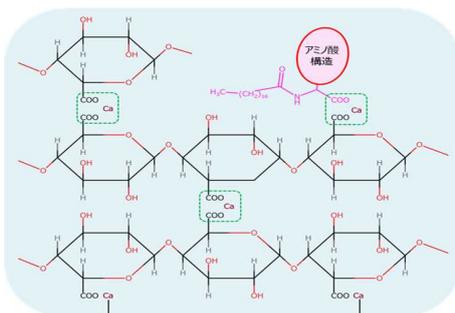
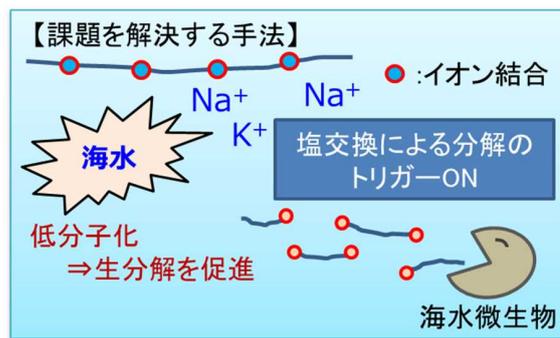
● 研究開発項目②-2「イオン結合を有する海洋生分解性プラスチックの実用化開発」

本研究の目的

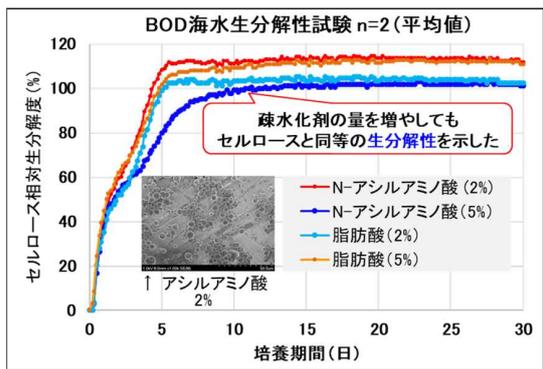
海水に接することにより分解のトリガーが入り、生分解が進む、または他のプラスチックの分解を助長し、生分解促進効果がある海洋生分解性プラスチック素材を開発する。

【研究開発の優位性】

- 塩交換をトリガーとした新規な分解機構
- 加水分解や酵素分解に依存しない



疎水化アルギン酸粒子構造
疎水化剤：脂肪酸またはN-アシルアミノ酸



アルギン酸骨格の疎水性粒子の開発に成功
目標とする海洋生分解度を有する海洋生分解性シートの作製に成功

海水中で塩交換 (Na⁺, K⁺) により切断される部分

◆成果の最終目標の達成可能性

研究開発項目	現状	最終目標 (2024年度末)	達成見通し
①「海洋生分解性に係る評価手法の確立」	実海域フィールド試験に関する新規提案を1件、加速試験に関する予備提案を1件申請	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。	全体として順調に進んでおり最終目標達成の可能性大
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」	目標物性を発現できる短鎖と長鎖のエステル基の種類と量をほぼ特定し、現在、大量合成を準備中	多糖類長鎖短鎖エステル誘導体から良好な熱可塑性や機械物性および海洋生分解性を有するポリマーの創出と釣具（エギなど）や漁具・漁網などを開発する。	全体として順調に進んでおり最終目標達成の可能性大
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」	分子量10万以上で目標の酸素ガスバリア性を有するエステルアミド骨格ポリマーの合成に成功	食品包装資材として利用可能なレベルの酸素ガスバリア性に加え、海水生分解性を備えたエステルアミド骨格ポリマーを開発する。	全体として順調に進んでおり最終目標達成の可能性大
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」	アルギン酸骨格の疎水性粒子の開発に成功 目標とする海洋生分解度を有する海洋生分解性シートの作製に成功	イオン結合を有する海洋生分解性プラスチック素材、プラスチックビーズ代替素材、海洋生分解性付与添加剤の実用開発	全体として順調に進んでおり最終目標達成の可能性大

研究開発項目①：海洋生分解性に係る評価手法の確立

※2022年7月20日現在

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	計
論文	0	11	0	—	—	11
研究発表・講演	2	48	6	—	—	56
受賞実績	0	4	0	—	—	4
新聞・雑誌等への掲載	0	0	5	—	—	5
展示会への出展	0	1	0	—	—	1

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

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	計
論文	0	0	0	—	—	0
研究発表・講演	0	1	1	—	—	2
受賞実績	0	0	0	—	—	0
新聞・雑誌等への掲載	0	4	0	—	—	4
展示会への出展	0	2	0	—	—	2

受賞業績、新聞・プレス発表、認証取得など

受賞者	受賞業績	受賞日
岩田忠久（東大）	令和3年度科学技術分野の文部科学大臣表彰（研究部門）	2021年4月6日
岩田忠久（東大）	マテリアルライフ学会総説賞	2021年7月1日
島津テクリサーチ	第43回 京都大学環境衛生工学会シンポジウム・優秀ポスター賞	2021年7月30日
国岡正雄（産総研）	令和3年度産業標準化表彰 経済産業大臣表彰	2021年10月20日

2022年4月3日 NHK「サイエンス ZERO」 「未来を変える新素材！ 分解する“夢のプラスチック”」

2022年4月20日 化学工業日報 「生分解性樹脂と海洋生分解性を高める添加剤の開発」

2022年度6月6～7日 東京新聞 一面 他、35地方紙 掲載
「相模湾深海 プラごみ堆積 生分解性プラスチックの深海設置について」

2022年6月8日 日本テレビ「スッキリ」 相模湾深海 プラごみ堆積 生分解性プラスチックの紹介

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」
海水生分解性を有する素材として認証を取得



◆知的財産権の確保に向けた取組

研究開発項目①：海洋生分解性に係る評価手法の確立

ISO試験法の提案が目的のため、特許出願はない

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

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	計
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」	0	1	1 (見込み)	—	—	2件
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」	0	0	3 (見込み)	—	—	3件
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」	0	4(4*)	2 (見込み)	—	—	6件

*外国出願

※2020年7月20日現在

- ・目標物性レベルの到達可否に関わらず、有用と考える成果については知財取得を積極的に検討
- ・コア特許のPCT出願実施（グローバルな展開を視野）
- ・研究開発から実用化、事業化まで事業会社との協力体制強化

4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

15

4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

◆本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方

研究開発項目①：海洋生分解性に係る評価手法の確立

海洋プラスチック廃棄物の削減に寄与する、既存あるいは新たに開発された海洋生分解性プラスチック樹脂を用いた製品の開発や市場導入を促進するために、海洋生分解性メカニズムに裏付けされた短い試験期間で精度が高い海洋生分解性評価法・試験法を国際標準化団体ISOに（関係団体と共に）提案し、国際標準規格として発行されることを実用化と定義する。

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

当該研究開発に係る新技術・新素材が海洋生分解性プラスチック素材として、新製品やその製造方法に適用されることで、社会的利用（顧客への提供等）が検討開始されることを実用化と定義し、さらに、当該研究開発に係る新技術、製品、商品、サービス等の販売や利用により、企業活動（売り上げ等）に貢献することを事業化と定義する。

16

4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

◆成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し（纏め）			
研究開発項目	実用化・事業化に向けた戦略	実用化・事業化に向けた具体的取組み	実用化・事業化の見通し
①「海洋生分解性に係る評価手法の確立」	プラスチック製品メーカーが、本PJの成果である規格を利活用し、「研究開発の促進」、「開発目標の指標」、「認証制度申請の採択確度向上」に繋がるための活用システム構築	日本規格協会事業と一体となって、①簡易実海域フィールド試験（新規提案⇒国際審議）と②加速試験（予備提案⇒国際コンセンサス）に関する評価解析をブラッシュアップし、ISO化プロセスを推進。	①については、各国から多数の賛成コメント（反対ゼロ）を得ており、最終の国際審議を経て発行される可能性大（2025年発行予定）。②についても国際審議に進めると推定
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」	多糖類エステル化反応を担う化学メーカーとの協業（パラレジンジャパン・コンソーシアム）により、パイロットプラント設置による量産技術の完成	・2024年1Qに多糖類エステル合成の基本技術確立（2025年に技術移管予定）。 ・2025年からエギ製品に向けたの型試作・量産試作検討	海洋生分解性を有する漁具製品として、物性・耐久性との両立の見込みあり、製造プロセス面での優位性もあり、コストターゲット次第で、市場参入機会が見込める
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」	・自然環境での使用や分離回収困難な条件下での使用を想定し、食品包装資材、農林水産資材、トイレタリー用品、微粒子材料などの多様な創出に向け、既存チャネルや新規開拓によるサンプルワーク。	・エステルアミドポリマーのスケールアップ製造技術開発。 5kg/B（2025年）、50kg/B（2027年）、5t/B（2030年）⇒400t/年実生産・販売開始 ・製品ラインナップに対する原料調達および製造コストの試算。	海洋生分解性とエステルアミドポリマーの特長（高いガスバリア性と高強度）を活かし、今後の幅広い製品群への適用検討により、実用化開発と市場参入の機会が見込める。
②-2「イオン結合を有する海洋生分解性プラスチックの開発」	・疎水化アルギン酸粒子の大量製造工程の確立 ・海洋生分解性付与添加剤（複合樹脂）としての実用化実証	・目標製造コストのプラスチック代替素材の実用試算品を1種類以上提案 ・複合化樹脂としても目標になる生分解性と物性を維持できる、海洋生分解性付与添加剤の量産工程開発	実用化への技術開発が着実に進んでいること以外に、安全性評価、認証評価、法対応も進めており、事業終了後は関係会社と共に一部の素材の事業化への検討開始が見込める。

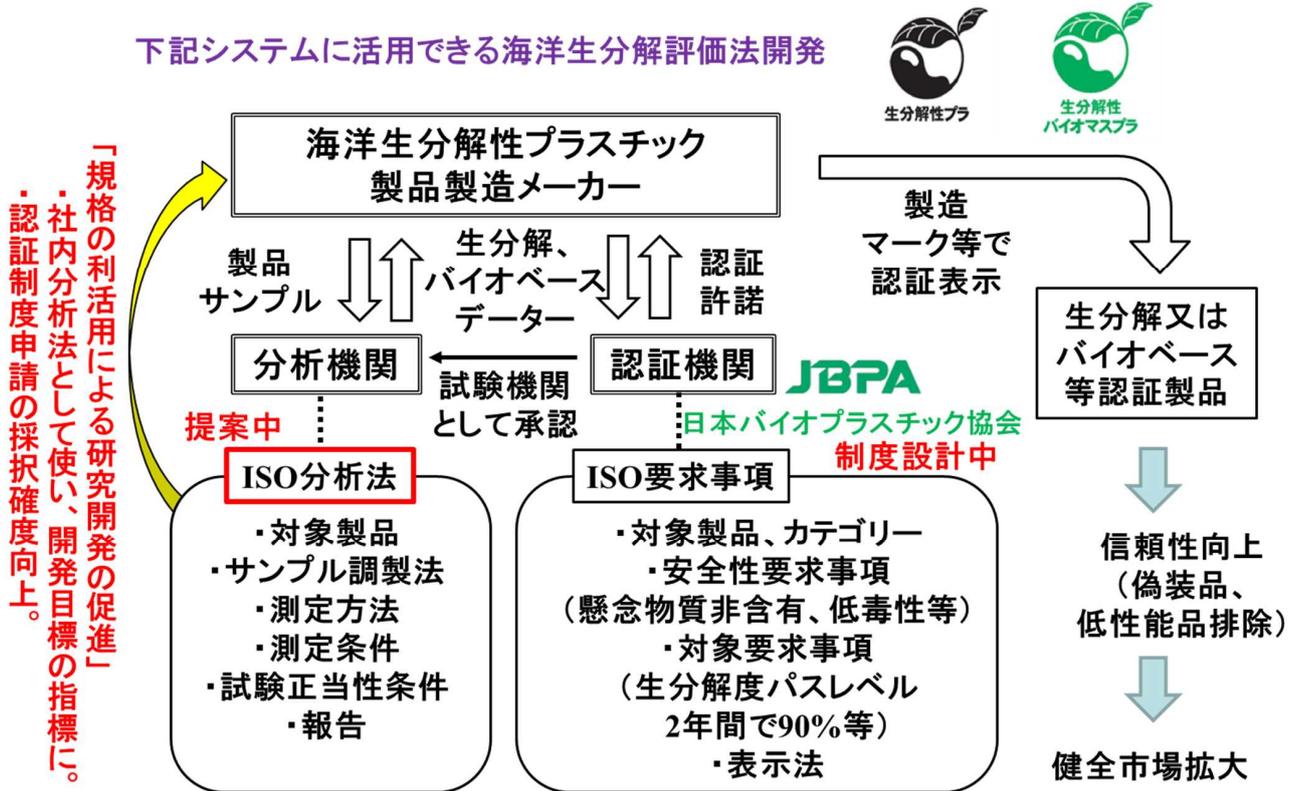
17

補足資料

4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

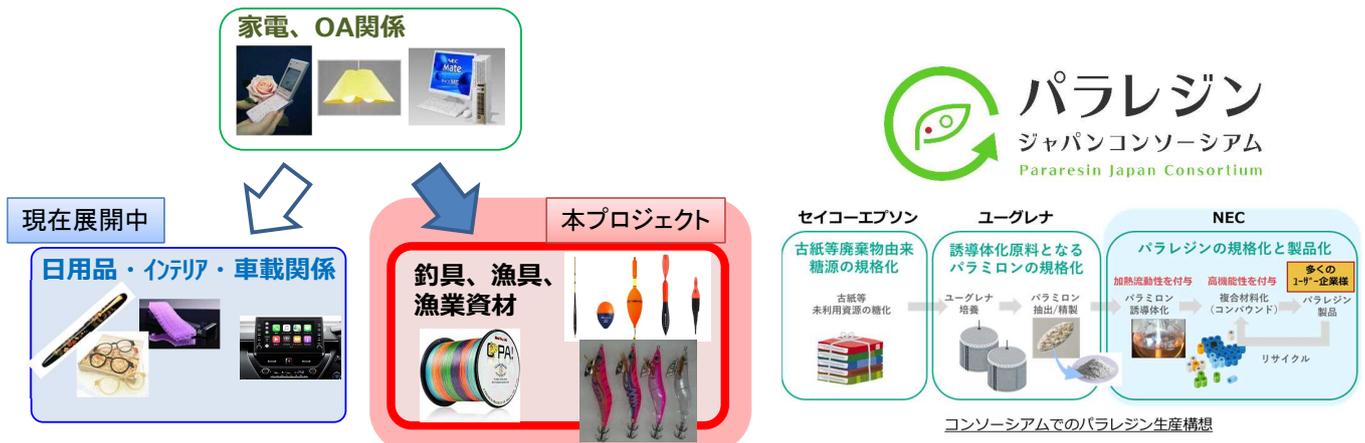
- ・研究開発項目① 海洋生分解性に係る評価手法の確立
- ・研究開発項目② 海洋生分解性プラスチックに関する新技術・新素材の開発
 - ②-1(1) 海洋生分解性を有する新規な多糖類長鎖短鎖エステル誘導体の研究開発
 - ②-1(2) エステルアミド骨格をベースとする新規海洋生分解性樹脂素材の開発
 - ②-2 イオン結合を有する海洋生分解性プラスチックの実用化開発

① : 海洋生分解性に係る評価手法の確立



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

- セルロース系バイオプラスチックを量産提供し、主に耐久製品向けに適用を推進中
- 本研究開発の終了後、得られた成果を基に、ニューサイクルの新グレードとして展開
- 多糖類のエステル化反応を担う**化学メーカーとの協業 (パラレジンジャパン・コンソーシアム)**により、パイロットプラントの設置によって本材料の量産技術を完成
- 海洋生分解性と耐熱・強度を活かして釣具・漁具の製品領域 (国内樹脂使用量：約2万t/y) のデファクトスタンダードとなり、さらには不織布としての適用拡大を推進して、**2030年に国内市場10万t/yの普及**を目指す。



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

■ 製品イメージ 釣具・漁具・漁業資材

- 従来はABS樹脂など使用 海洋生分解性なし

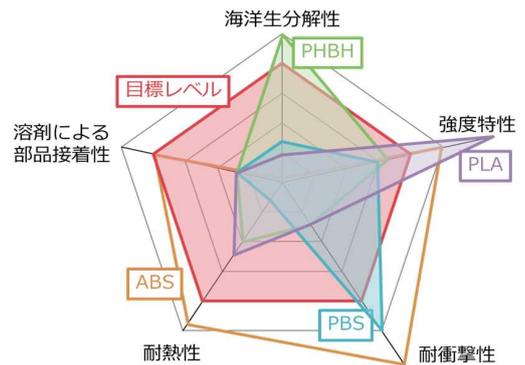


■ 物性面での優位性

- 本技術は多糖類に導入する長鎖・短鎖エステル基の種類や導入量を調節することで、剛直な性質から柔軟な性質まで幅広い用途に適した物性を創出可能
- 上記調節で海洋生分解性の制御することにより、釣具製品に求められる耐久性と海洋生分解性の両立が可能

■ 製造プロセス面での優位性

- 酢酸セルロースなどの従来のエステル化では、プラスチックとして利用するために大量の可塑剤の添加が必要
- 本提案では、短鎖エステルに加え、植物油由来の長鎖エステルを、これまでにない高効率な手法で導入し、高性能化、成形加工性の向上、バイオマス度の向上を実現可能



本研究開発の目標レベルと他の生分解性プラなどの物性比較

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

実用化・事業化マップ[®] (日本触媒)

国内生分解性プラ市場規模：44億円 (2018年)
160億円 (2029年予測) ※ 継続して拡大する見込み

本研究開発テーマで創出する製品

- 食品包装資材
- 農林水産用資材
- レジャー用品
- トイレタリー用品
- ヘルスケア用品
- 微粒子材料
- など



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

【エステルアミドポリマーの特徴】

- ・**ガスバリア性**を幅広いレンジで調整可能である。
- ・組成を改良することで、**高い強度**を付与することができる。

【製品イメージ1. 食品包装材料】

- ・多くの用途で、ガスバリア性に加え、ヒートシール性などが必要となる。
- ① **PES骨格由来の特徴である高ガスバリア性**を活用
⇒ **複層フィルム(ガスバリア層)**への適応可否を見極め、市場参入の糸口としたい。
- ② **機能性の強化(耐ピンホール性、ヒートシール性など)**
⇒ レトルトなど気密性を必要とするフィルム素材への展開を可能にする。

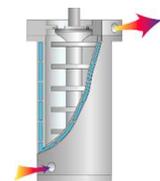


【製品イメージ2. 農業用コーティング材料】

- ・代表的な用途で、**ガス透過性**等が必要となってくることを把握した。
- ③ **水蒸気、酸素透過性**の付与 ⇒ **種子、肥料コーティング**への適用が可能になる。

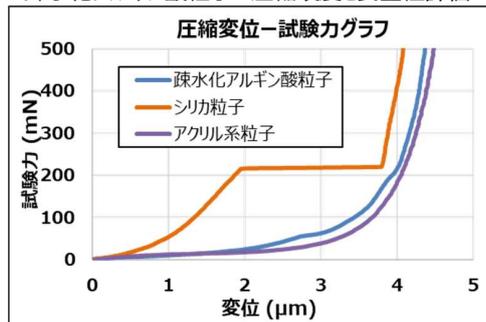
【量産化とコスト】

- ・バルク重合で均質なポリマーが再現良く取得できる製造方法を確立する。
- ・製品ラインナップに対する原料調達および製造コストを試算する
- ・事業性評価を行い、工業生産に向けた理想的な製造手法へと改良する。



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

■ 疎水化アルギン酸粒子の圧縮硬度と安全性評価



皮膚刺激性	目刺激性	AMES試験	パッチテスト
陰性	陰性	陰性	安全区分

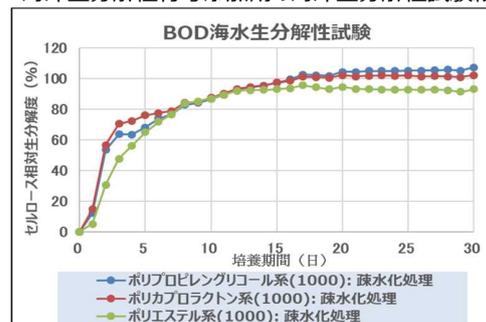
疎水化アルギン酸粒子

粒度分布
粒径 6μm

撥水性

- 汎用ポリマー粒子と同等の圧縮強度と柔軟性を確認
- 素材の撥水性と安全性を確認

■ 海洋生分解性付与添加剤の海洋生分解性試験結果



海洋生分解性付与添加剤

成形検討
複合化検討

PBSA複合樹脂シート

- 複数のイオン結合を有する構造体で海水生分解性を確認
- 複数の汎用生分解性樹脂との複合化樹脂シート作製
- 複合樹脂シートにおいて海水生分解性促進効果を確認

《実用化・事業化に向けた課題》

- ・疎水化アルギン酸粒子の大量製造工程の確立
- ・海洋生分解性付与添加剤（複合樹脂）としての実用化実証

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

《具体的ターゲット市場》

アイテム	市場規模	コスト見通し
プラスチックビーズの代替品 (パーソナルケア用途)	~3,000t/年 200億円	
プラスチックビーズの代替品 (塗料含む産業資材用途)	19,800t/年 400億円	
海洋生分解性付与添加剤	160万 t /年 12,800億円	

プラスチックビーズの市場から代替市場を試算 引用：富士キメラ総研 粉体市場の現状と将来展望 (2016)

- 2026年以降にREACH規制により一定の生分解性を有さないプラスチックビーズを用いた製品群の販売が禁止される予定。
- まずはプラスチックビーズの代替品市場を狙い、目標製造コストのプラスチック代替素材の実用試作品を1種類以上提案する。
- 次に複合化樹脂として目標とする生分解性と物性を維持できる海洋生分解性付与添加剤の市場に参入する。
- 2030年の生分解性プラスチック (5,420万トン、13.5兆円) の中で、海洋生分解性付与添加剤として3%を狙う。

