

## 2 0 2 2 年度実施方針

材料・ナノテクノロジー部

1. 件名：(大項目) 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

2. 根拠法

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第十五条第1項第一号ニ、第三号及び第九号

3. 背景及び目的・目標

プラスチックは、軽量かつ丈夫であり加工性に優れるといった特性を持ち、日常生活の利便性等をもたらす素材としてこれまで幅広く活用されてきている。その一方で、新興国の経済発展と世界的な生産量の増加に伴い、近年、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た。こうした中で我が国では2018年6月に「第4次循環型社会形成推進基本計画」が閣議決定されており、プラスチックの資源循環を総合的に推進するための戦略(「プラスチック資源循環戦略」)を策定し、これに基づく施策を進めていく事が示されている。また安倍首相は、2019年1月の世界経済フォーラム年次総会(ダボス会議)のスピーチ及び第198回通常国会の施政方針演説において、世界の国と共に、海洋プラスチック対策に取り組んでいくことを表明しており、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ている。

2019年6月に開催されたG20大阪サミットでは、安倍首相は、海洋へのプラスチックごみ及びマイクロプラスチックの流出の抑制及び削減のために適切な国内的行動を速やかに取る決意を表明し、共通の世界のビジョンとして、2050年までに海洋プラスチックごみによる追加的な汚染をゼロにまで削減することを目指す「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」が共有され、「G20海洋プラスチックごみ対策実施枠組」の中で「革新的な解決策(イノベーションの展開)」等の自主的な取り組みの実施が求められている。

現在、国内プラスチック生産量(年間1千万トン程度)のうち、国内で流通している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、しかも陸域の土壌又はコンポストでの分解を前提とした生分解性プラスチックが主流であり、海洋生分解性を有するプラスチックはわずかな種類しか存在しない。

NEDOの研究開発としては1996年度～1999年度、「独創的産業技術研究開発促進事業／生物資源リグノセルロース及びデンプンからの新規な生分解性材料の創製」等において生分解性プラスチックについての研究開発が行われていた。また、2002年度～2006年度に「生物機能活用型循環産業システム創造プログラム／生分解・処理メカニズムの解析と制御技術開発」が行われている。2015年度～2019年度ではJST-AICAの「ホワイトバイオマステクノロジー／糖質バイオマスからグリコール酸ポリマーを合成する微生物プロセスの開発」において、微生物に人工的なポリマー合成システムを構築し生分解性に優れたプラスチック合成技術の研究開発が行われている。

このほかにも、生分解性プラスチックへの取り組みは行われているが、海洋生分解性に着目した取り組みは十分行われているとは言えず、世界的課題となっている海洋プラスチックごみ問題に対応する研究開発が求められている。

本プロジェクトでは、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。

先ず海洋生分解性プラスチックの市場導入を促進する為、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い、海洋生分解性プラスチックの信頼性を高めると共に、国際標準化提案1件以上に繋げる。

また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新市場の創出や、さらなる製品適用拡大により普及拡大を加速させる。

[委託事業] (2020年度～2024年度)

研究開発項目①「海洋生分解性に係る評価手法の確立」

海洋生分解機能について、各海洋域における既存、及び新規の海洋生分解性プラスチックの生分解性評価を行い、海洋環境の違いによる生分解性の基礎データを収集し、海洋生分解性プラスチックが、好氣的条件下では水と二酸化炭素に、嫌氣的条件下では水とメタンと二酸化炭素に分解されるメカニズムを解明するとともに、海洋生分解性の評価手法を確立する。また、生分解途中に生成される中間体を含めた安全性を評価する新たな手法を開発する。

【最終目標】 (2024年度)

実用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。

【中間目標】 (2022年度)

海洋生分解性に関する暫定的な評価手法を策定する。

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」

海洋生分解性プラスチック開発について、新規の化学構造を有する樹脂、新規のバイオ製造プロセスの開発等を行う。また、既存の樹脂を複合化して物性や機能性等を高める研究開発や樹脂に適合する充填剤等の添加剤の開発等を行う。

[委託事業] (2020年度～2024年度)

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」

海洋生分解性プラスチック開発について、新規化学構造を有する樹脂(上市されていない実験室レベルも含む)、新たなバイオ製造プロセス等の研究開発要素が多く、時間を要する開発を対象とする。

**【最終目標】** (2024年度)

海洋生分解性プラスチックの新技術・新素材を1件以上開発し、実用化の目処を付ける。

**【中間目標】** (2022年度)

海洋生分解性プラスチックの新技術・新素材の開発の目処を付ける。

[委託事業] (2020年度～2022年度) / [助成事業(助成率: 2/3以内)] (2023年度～2024年度)

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」

海洋生分解性プラスチック開発について、既存の樹脂を複合化して物性や機能性等を高める開発や樹脂に適合する充填剤等の添加剤の開発等の、新たな用途を創出し社会実装を推進する開発を対象とする。

**【最終目標】** (2024年度)

海洋生分解性プラスチックの新技術、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。

**【中間目標】** (2022年度)

海洋生分解性プラスチックの新技術・新素材を1件以上開発し、実用化の目処を付ける。

#### 4. 事業内容及び進捗(達成)状況

2021年度は、研究開発項目②における追加公募を行い、研究開発項目②-1について2テーマを採択した上で、§4.1の研究開発を実施した。

プロジェクトマネージャー（以下、「PM」という。）にNEDO材料・ナノテクノロジー部 宇津木功二を任命し、プロジェクトの進行全体の企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させるとともに、以下の研究開発を実施した。また、国立大学法人東京大学大学院農学生命科学研究科 教授 岩田 忠久 氏をプロジェクトリーダー（以下、「PL」という。）とし、以下の研究開発を実施した。

#### 4. 1 2021年度（委託）事業内容

##### 研究開発項目①「海洋生分解性に係る評価手法の確立」

（実施体制：国立研究開発法人産業技術総合研究所、独立行政法人製品評価技術基盤機構、国立大学法人東京大学、国立大学法人愛媛大学、静岡県環境衛生科学研究所、株式会社島津テクノロジーサーチ）

##### 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」

###### 研究項目①-1「新規評価法の開発」

プラスチック材料の海洋生分解機能について、微生物産生系ポリマー、化学合成系ポリエステル、合成系ポリアミド、天然物系を対象に各種条件下にて調べた。海水の生分解能力の活性化については、有機栄養源の添加として含窒素系が有効であり、ペプトンや酵母抽出物が海水の生分解活性向上に効果的であることが分かった。海洋砂泥（セディメント）添加の海水生分解活性の向上効果は大きいですが、持ち込み有機物による阻害が問題であり、超音波処理によりセディメント表層の微生物を抽出する方法が有効であった。

標準化を視野に入れたラボ試験手法として、短期間で再現性良く海洋生分解度を試験できる手法の詳細について検討し、試験温度、試料量、攪拌、無機添加物、海水の活性化について具体的な条件を検討、加速効果を確認、2022年1月末にISO化の予備提案した。

海の少し深い10m程度や、ヘドロが堆積した環境下では、嫌気状況になる場合があることが推測されるため、嫌氣的生分解の検討を行った。樹脂量は実験系内のpH、ひいては生分解速度に影響することが分かったため最適な樹脂添加量についての検討を開始した。広島、島根、鹿児島 の底泥を入手し、新たに嫌氣的生分解試験の検討をした。メタンガスの生成が確認された嫌気培養物(PHB, PA4)を対象に、樹脂分解に関与する微生物の代謝機能を解析するためのショットガンメタゲノムシーケンズデータ（微生物ゲノム情報）を取得した。

###### 研究項目①-2「生分解性評価法条件の最適化」

ISO19679による試験結果（生分解度）のばらつきを改善するため、予備培養（前処理）及び本培養（生分解度評価試験）の詳細条件の検討を行った。

予備培養は、使用する海底砂泥の採取時期（冬季、春季、夏季）と培養期間（2週間、2ヶ月間）が海底砂泥の状態の違い（有機炭素含有率、栄養塩類濃度、菌叢、菌数等）に及ぼす

影響を調査した。本培養（生分解度評価試験）においては、予備培養の条件（採取時期と培養期間）の違いが生分解度及びそのばらつきに及ぼす影響を調査し、ばらつきに影響を与える因子の抽出を試みた。

予備培養においては、冬季海底砂泥は予備培養期間中の海底砂泥の総菌数、生菌数に変化は見られず、海水の総菌数、生菌数は減少した。春季海底砂泥は冬季海底砂泥に比べ砂泥中の栄養塩が多く、予備培養期間中の砂泥及び海水の総菌数、生菌数は増加した。

本培養（生分解度評価試験）においては、冬季海底砂泥は生分解速度が著しく低下し、生分解度のばらつきも大きくなった。春季海底砂泥は冬季海底砂泥に比べて生分解の立ち上がりが高く生分解度のばらつきが抑えられ、微生物の活性が高いためと考えられた。なお夏季海底砂泥を用いた試験は実施中で、培養期間による影響は夏季海底砂泥を用いた試験結果と合わせ評価する。

生分解度のばらつきに及ぼす要因には、海底砂泥及び海水中の菌数の違いが挙げられると考えられた。

## 研究項目②「材料構造解析による生分解メカニズムの解明」

### 研究項目②-1「分子構造相関解析」

海洋生分解と構造因子の相関を明らかにするために、3つのモデル材料について、分子構造解析技術を改良し分光分析技術等と相補的に組み合わせることで、生分解プラスチックのマルチスケール解析を可能にする手法の構築を行った。顕微赤外分光（顕微 IR）を用いてカルボニル基の波数シフトからプラスチック表面の結晶/非晶状態を推定し2次元マッピングする技術を開発し、ゲルろ過 (or 浸透) クロマトグラフィー(GPC)による分子量解析、および示差走査熱量測定 (DSC) や X線回折等によるバルクの結晶化度解析と組み合わせることで、生分解性試験におけるプラスチック表面の結晶/非晶量変化を可視化する手法を構築した。

また、実海域でのプラスチック材料の構造と生分解度の相関解析、生分解後のサンプル（菌叢解析、構造解析用）を得るために、外注により、3種類の材料について、夏季の国内実海域2か所で採取した海水・砂泥を用い、海洋生分解性ラボ試験および微生物量測定を実施した。微生物量測定については、1か所はプレート法を、もう1か所は蛍光染色法を用いて行った。

### 研究項目②-2「形状および結晶構造からの分解機構の解明」

海洋生分解度に対して形状や結晶構造や高次構造が及ぼす寄与を明らかにするために、フィルムと射出成形体の2種類を作製するとともに、一部の試料については結晶化温度と結晶化時間を変えることにより結晶化度の異なるフィルムを作製した。作製した全てのサンプルを岸壁および初島沖の深海（深度850m）に設置した。設置4か月後のサンプルを回収し、寸法変化および重量減少の測定を行ったところ、サンプルは厚み方向の寸法減少率が最

も大きいことが分かった。また、分解が進行しているサンプル表面には、多くの分解微生物が付着している様子が走査電子顕微鏡（SEM）で観察され、分解微生物の付着量と分解速度に大きな相関があるものと考えられるが、詳細については検討中である。さらに、同一サンプルでも結晶化度が大きくなると海洋生分解度は遅くなることがわかった。これは、結晶化度が海洋生分解度を支配する重要な因子であることを示唆している。

#### 研究項目②-3「生分解度評価手法としての質量分析技術の有用性の検証および海洋生分解性プラスチックの安全性評価」

2020年度にデザインされたラボ BOD 生分解試験において研究項目①-1 と連携して試験系を構築し、試験期間内で5点以上の試料採取点を決定し、ISO23977 を基にした生分解試験を行い、大阪湾海水を用いて PHBH ペレットの生分解を進行させた。BOD のデータを取得し、生分解が進行するごとに試料採取を行うタイミングを決定。初期状態の試料を採取し、分解過程における中間生成物に関する基礎データを取得した。

海洋生分解性プラスチックの生分解により生成すると推測されるモノマー（単量体）が検出できることを条件とし、実験系で得られた試料を質量分析法で測定するための前処理方法一式を確立し、生分解試験で得られたバイオフィルム間隙水において、PHBH の単量体である 3-ヒドロキシ酪酸と 3-ヒドロキシヘキサン酸の前処理・測定方法を確立した。中間生成物の濃度が非常に薄い試験海水に関しては回収率向上に向けて検討を進めている。

新たに3物質以上の化学物質について、非生分解性プラスチック（LDPE）及び生分解性プラスチック（PHBH）に対する収着・脱着試験における添加方法を検討し、確立する。収着・脱着試験における化学物質の抽出方法について、疎水性多環芳香族炭化水素（PAHs）10種類及び親水性アセトアミノフェンについて、収脱着試験における添加方法を確立した。LDPE 及び PHBH に対する、上記化学物質の抽出方法についても確立した。

#### 研究項目③「微生物、酵素による生分解メカニズムの解明」

##### 研究項目③-1「ラボ試験環境における微生物（叢）解析」

ラボ BOD 生分解試験に用いた海水と BOD 試験終了後の海水について微生物（叢）解析を行った。各地海水の  $\alpha$  多様性・ $\beta$  多様性の解析を行った。 $\alpha$  多様性解析により海水中の微生物群集の多様性を指数化し、BOD 試験開始前海水と、各種樹脂の試験終了後海水における多様性指数の変化、ならびに多様性指数と生分解度との相関関係について解析した。その結果、樹脂の生分解度と試験後に優占化する微生物種の存在量に相関があることが分かった。また、一部の好気培養物（PHB, PA4, PCL）を対象に、樹脂分解に関与する微生物の代謝機能を解析するためのショットガンメタゲノムデータを取得した。

##### 研究項目③-2「生分解性微生物菌叢特定のための解析及び試験法開発に資する微生物添加要素技術の開発」

生分解プラスチック材料の海洋生分解の速度は、その樹脂の生分解能を有する微生物のその環境における付着頻度、その微生物の有する分解酵素の特性や活性、発現の誘導、その微生物の生育速度やバイオフィーム形成能等に依存する。そのため、実環境としての海洋を反映した生分解評価法を開発するにあたっては、実海洋で生分解性プラスチック材料の生分解に係わる微生物叢や微生物量を明らかにすることが必要である。生分解に関わる微生物叢を決定するため、研究項目④-2 で 5 種の市販樹脂フィルムから単離した生分解性プラスチック材料海洋付着菌株について、メタ 16S 微生物叢データとの対合を行い、またそれら菌株の生分解活性について、新たに開発した 2 種の測定方法による評価、解析を進めた。また本プロジェクト参画機関（研究項目①）で実施した実験室試験試料の微生物叢の分析を行い、加速試験法における条件設定を支援した。さらに付着菌量の測定法に関する横並び試験を参画機関と連携して行い、整備を進めた。

#### 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」

##### 研究項目④-1「簡易試験法の開発と生分解データの収集」

ラボ生分解試験で生分解性と判定された樹脂が実環境で確実に生分解されることを実証するための試験法を提案する。現存の ISO 実海域試験は大型、複雑で、簡単に試験することができない。実海域海水浸漬簡易試験法の開発として、コンパクトな試験方法を目指す中で、小型プラスチック容器（約 6 x 6 x 20 cm、3 部屋）を用いる手法を検討した。PHB その他樹脂を対象に浸漬容器内の設置場所によるばらつき、設置深さの影響、試料膜厚の影響について大阪港、神戸港にてデータ収集した。また、また、統一試料 7 種類を用い、瀬戸内海海域内の東予市、広島市、神戸市、大阪市、および東京、淡水域であるびわ湖（彦根市）を試験地点として、実海域に浸漬する時期を合わせた一斉海水浸漬試験を水深 1.5 メートルの深さで実施した。また、実海域試験とラボ試験の相関を検討するために、これらの地点の海水を採水し、ラボでの海水生分解試験も行った。試験実施中の生崩壊による試料散逸を防ぐ手段としてメッシュ、不織布の利用を検討し、その効果を調べた。本手法を本年秋に ISO 試験試験法として予備提案し、認められ、新規提案段階に入った。

##### 研究項目④-2「実験室試験の課題確認、仮説検証、及び標準化根拠形成のための実海域微生物及び関連データの収集」

生分解性プラスチック材料の海洋生分解評価における実験室試験法開発では、消費者理解、社会受容性の観点からも、海洋の実態と相関性をもたせることが必須である。国内で地理的に大きく異なる 4 地域の実海域サイト（岩手、島根、広島、鹿児島）に夏季及び冬季に設置したプラスチック試料から、メタ 16S 付着微生物叢データの取得及び主に希釈培養法による菌株の分離を行い、単離菌株については簡易的な学名同定を行った。また、保存菌株の復元に関する検討や治具の検証、及び崩壊度と微生物叢の相関性向上のためのサンプル調製プロセスの検討等を行い、実海洋実験の安定的な運用のための整備を進めた。

#### 研究項目④-3「深海実験の結果を基軸とした評価法の開発」

河川や海洋に流出した廃棄物であるプラスチック材料は、種々の海洋条件（河口、海岸、浅い海底、深い海底、海面等）で生分解が進行する。深海でのプラスチック材料の生分解の状況を検討するために、これまで相模湾初島沖の深海底（深度 850m）および岸壁（東京湾・海洋研究開発機構敷地内）に、様々な生分解性プラスチックと非生分解性プラスチックを設置している。今年度は、相模湾三崎沖（深度 755m）、西部北太平洋深海平原（深度 5,500m）、明神海丘（深度 1,000m）に設置を行った。現在、初島沖に 4 ヶ月および 14 ヶ月沈めたサンプル、岸壁に設置した 12 ヶ月のサンプルについては回収し、寸法および重量変化に関する解析を完了した。現在、表面に付着した微生物の同定、DNA 解析などを行っている。さらに今年度は、深海にまでプラスチックが短時間で沈むとは考えられないことから、一定期間（1 ヶ月あるいは 2 ヶ月）岸壁に設置した後、そのサンプルを深海に設置する実験も行った。2 ヶ月間岸壁に設置したのちに深海に沈める実験は完了したが、新型コロナの影響で 1 ヶ月岸壁に設置したのちに深海に沈める実験は遂行できなかったために、次年度に行う予定である。

#### 研究項目⑤「生態毒性評価法の開発」

生分解プラスチック材料について、その生態毒性評価の必要性と実施について、材料の前処理、試験方法等についての考え方を文献や既存試験法の調査を基に整理した。また、昨年度（2020年度）提案され現在 CD ステージにある ISO5430（生分解性プラスチックの海洋生態毒性試験法）の国際審議に日本コメントとして意見を提出した。

上記の ISO5430 を含む既存の生態毒性試験法はすべて水溶性成分だけを評価対象にしているが、環境中での生態毒性を評価するためには生分解性プラスチックから派生する途中分解産物（固体を含む）も含めた生態毒性試験の開発を行う必要があると考えられた。

最初に、粒子形状画像解析装置を用いて、被験対象となる途中分解産物の測定方法を検討した。分解物を特徴づける指標となる、粒子数分布、重量、表面積、形状などのうち、生態毒性と相関する適当な指標を検討している。さらに、東大より供与を受けた生分解性プラスチック P(3HB)微粒子について、未分解の状態のまま化審法およびバイオプラスチック協会で示されているミジンコおよびメダカを用いた急性毒性試験を行ったところ、試験を行った最高濃度でも急性毒性は認められなかった。

#### 研究項目⑥「海洋プラスチック低減効果の推定」

前年度に引き続き、海洋生分解性プラスチックの導入シナリオ作成、マテリアルフロー解析手法構築、海洋生分解性プラスチックへ適用可能な河川・海域モデルの構築、分解性試験結果の実環境への外挿手法の構築、を進めた。

海洋生分解性プラスチックの導入シナリオ作成では、前年度作成した海洋生分解プラス

チックへの代替動向に基づき、容器等用途の代替可能性を技術・品質の観点からまとめた。マテリアルフロー解析手法構築では、汎用プラスチックの容器包装用途の民生利用量と廃棄量を樹脂別・用途別に推定した。海洋生分解性プラスチックへ適用可能な河川・海域モデルの構築では、前年度に決定した改良方針に基づいて生分解速度等のパラメータを含む河川・海域モデルの改良を行い、出力解析例を示した。生分解試験結果の実環境への外挿手法の構築では、前年度に収集した生分解度試験及び崩壊度試験のデータを解析することで、実環境での生分解速度を外挿するために用いるパラメータを抽出した。

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(1)「海洋生分解性を有する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」

(実施体制：日本電気株式会社)

別紙の研究開発項目②-1(1)体制図に示される研究項目を実践する。

研究項目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」

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、想定する素材製品に合わせた良好な熱可塑性や機械物性と共に海洋生分解性を有する新機誘導体の開発に着手した。初年度となる2021年度はまず、先行研究より合計置換度が小さく、かつ長鎖置換度が高い誘導体（長鎖+短鎖合計置換度2.4以下、長鎖置換度0.5以上）を得るための合成を1段階不均一合成プロセスで検討した。パラミロンエステル誘導体に関しては、長鎖成分として炭素数18のステアロイル基、短鎖成分として炭素数3のプロピオニル基を使用して4種類の誘導体を合成した。しかし、曲げ強度が低かったため、長鎖成分の炭素数を12および6に変更し、短鎖成分の炭素数を2に変更した誘導体を4種類合成した。一方、セルロースエステル誘導体に関しては、長鎖成分として炭素数18のステアロイル基、短鎖成分として炭素数3のプロピオニル基を使用して4種類の誘導体を合成した。得られた各種エステル誘導体に関して機械特性を評価し、セルロースエステル誘導体において目標値を上回る曲げ強度43MPa、ガラス転移温度152℃を達成した。

また、得られた各種エステル誘導体に関して海水BOD試験を実施した。その結果、多糖類長鎖短鎖エステル誘導体はBOD試験開始後およそ20日間は分解が進行せず、その後分解が開始する傾向がみられた。また、東大で均一系で合成した置換度の異なるパラミロンエステル誘導体についてBOD生分解性試験を実施した結果、一定の短鎖成分結合量と長鎖成分結合量の範囲において、良好な物性（引張破断伸び）と海洋生分解性を両立できることを見出した。本結果についてはNEC-東大の共同で特許出願した。

研究項目②：多糖類誘導体の釣具製品としての性能評価

まず多糖類長鎖短鎖誘導体自体の製品適用可能性を検討するため、先行して合成済みのセルロース長鎖短鎖エステル誘導体を用いて、釣具製品（エギ）としての性能評価を実施した。エギ部品形状の射出成形性、有機溶媒を用いた部品接着性（組み立て性）に関しては問題ないことを確認した。

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新規海洋生分解性樹脂素材の開発

（実施体制：国立研究開発法人理化学研究所、株式会社日本触媒）

別紙の研究開発項目②-1（2）体制図に示される研究項目を実践した。

研究項目A「エステルアミド骨格をベースとする新規ポリマーの合成」

新規化学構造を有するエステルアミド骨格をベースとする海洋生分解性樹脂素材（新規海洋生分解性エステルアミド樹脂素材）の原料となるエステルアミド骨格をベースとする新規ポリマー（エステルアミドポリマー）の合成システムの確立を検討した（研究項目A-1）。具体的には、バイオマス由来の含芳香族化合物としてフランジカルボン酸を原料に用いた含芳香族ポリエステル（研究項目A-1-1）、ポリエチレンサクシネート(PES)（研究項目A-1-2）およびスベリン酸、シクロヘキサンジカルボン酸とエチレングリコールを原料に用いたポリエステル（研究項目A-1-3）に対して、アミノ酸ユニットを導入した新規エステルアミドポリマーを28件合成した。合成した新規エステルアミドポリマーの室内での水系（汽水および海水）における生分解試験を実施するために、まず、分解酵素および土壌懸濁液を用いた生分解試験を開始した（研究項目A-2）。また、新規エステルアミドポリマーの基本物性および機能性の評価を行い、酸素ガスバリア性およびインパクト強度を測定するためのフィルム作製を開始した（研究項目A-3-1）。

研究項目B「高効率合成システムの構築」

新規エステルアミドポリマーについて、実材料としての使用に耐えうる重量平均分子量100,000以上のポリマーを取得するための合成手法の確立に向け、ジイソシアナートによるジャンプアップ反応の検討を開始した。1バッチ10gかつ重量平均分子量100,000以上のポリマーが取得できる合成設備を整えた（研究項目B-1）。

研究項目C「新規海洋生分解性エステルアミド樹脂素材の開発」新規エステルアミド樹脂素材の機械特性、熱特性の把握に着手した。また、生分解性プラスチックに関する市場調査を開始し、今後5年間で2倍以上の規模へ成長が見込まれる分野（包装材料、農業資材、消費財など）を把握した。新規海洋生分解性エステルアミド樹脂素材の有望な用途と位置付ける食品包装用フィルムに関する調査を実施し、求められる性能を把握した（研究項目C-1）。

## 研究開発項目②ー 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」

(実施体制：日清紡ホールディングス株式会社)

海洋生分解性プラスチック開発について、既存の樹脂を複合化して物性や機能性等を高める開発や樹脂に適合する充填剤等の添加剤の開発等の、新たな用途を創出し社会実装を推進する開発を対象として、イオン結合を有する海洋生分解性プラスチックの新技术・新素材の開発に着手した。

2021年度は、海洋生分解性化合物及び、イオン結合を有する海洋生分解性プラスチック素材を開発し、有望な開発材の絞り込みを行った。

(海洋生分解性化合物の開発)

既存の生分解性樹脂と複合化することによりプラスチック素材の海洋生分解性を高める添加剤として、またパーソナルケア製品や塗料に添加するプラスチックビーズの代替品として、粒子形状の海洋生分解性化合物の開発を行った。

金属イオンを有するモノマーあるいはプレポリマーをイオン結合により重合し、5種類の海洋生分解性化合物と、天然高分子からアルギン酸を選定した。得られた化合物について、海洋生分解性評価、疎水性評価、LC Mass による分子量測定等を行い、海洋生分解性に及ぼす疎水化度、金属イオンの種類、分子構造および分子量の影響を調査した。

海洋生分解性を高める添加剤としては、イオン結合により 10,000 以上の分子量に重合することで、海水中で低分子化し、速やかに分解される開発材を見出した。

パーソナルケア製品や塗料に添加するプラスチックビーズの代替品としては、疎水化したアルギン酸粒子を開発し、皮膚刺激性や Ames 試験等を実施し、安全性を確認した。

これらの開発材は、BOD 測定による海水生分解度がセルロースと同等であること確認した。

(イオン結合を有する海洋生分解性プラスチック素材の開発)

粒子形状の開発材を既存の生分解性樹脂と複合化し、イオン結合を有する海洋生分解性プラスチック素材の開発を行った。

既存の生分解性樹脂として、ポリブチレンサクシネート、ポリブチレンサクシネートアジペート、ポリ乳酸、ポリブチレンアジペートテレフタレート、デンプン系樹脂の5種を選定し、開発材を5~30%の添加率で熔融混練することにより、15種類の複合体を調製した。得られた複合体について、実海水による崩壊性試験(重量変化)、BOD測定による海洋生分解性の評価、疎水化度、物性評価を行った。複数の複合体において目標の海洋生分解性を確認した。

複合体のシート状成形品で測定した引張り試験では、20%未満の添加率であれば引張り強度の低下を押しえられることを確認した。

#### 4. 2 実績推移

	2020 年度	2021 年度
	委託	委託
実績額(百万円)		
一般勘定	—	—
需給勘定	260	400
特許出願件数(件)	0	5
論文発表件数(報)	0	12
学会・フォーラム等(件)	4	47
プレス発表(件)	0	5
受賞実績(件)	0	3
展示会対応(総回数)	0	3

#### 5. 事業内容

2022年度は前年度に引き続き、研究開発項目①「海洋生分解性に係る評価手法の確立」、同②-1(1)海洋生分解性を有する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」、同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」、同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」を行う。事業内容は以下の予定である。

##### 5. 1 2022年度(委託)事業内容

研究開発項目①「海洋生分解性に係る評価手法の確立」

(実施体制: 国立研究開発法人産業技術総合研究所、独立行政法人製品評価技術基盤機構、国立大学法人東京大学、国立大学法人愛媛大学、静岡県環境衛生科学研究所、株式会社島津テクノリサーチ)

海洋生分解評価法の ISO 標準化活動予定

「§ 4. 1 2021年度(委託)事業内容」で説明した「ISO 国際標準化の段階」を下記の通り、進めていく。

<海洋生分解評価法の標準化事業内容>

(1) 簡易実海域海洋生分解フィールド試験

研究項目②、③により解明されたメカニズムの対応した実海域試験法を主に研究項目④の成果として、新規提案投票の可決を目指して、本プロジェクトによる信頼性向上 WG2 の国際

参加者に積極賛成依頼等のロビー活動を行い、段階⑥新規提案可決、国際審議開始を目指す。

## (2) 実験室内海洋生分解加速試験

研究項目②、③により解明されたメカニズムの対応し、実海域試験④の結果に相関を検討した実験室内加速試験法を主に研究項目①の成果として、新規提案投票の可決を目指して、本プロジェクトによる信頼性向上 WG2 の国際参加者に積極賛成依頼等のロビー活動を行い、段階⑥新規提案可決、国際審議開始を目指す。

別紙の研究開発項目①「海洋生分解性に係る評価手法の確立」の体制において、以下の研究項目を実践する。

### 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」

#### 研究項目①-1「新規評価法の開発」

ラボ好氣的生分解試験法の開発に関しては、ISO として提案中の各種操作、条件について最適化を検討する。生分解にかかわる因子の抽出として、前年度からの検討を継続し、微生物発酵生産系、化学合成系の3種以上の樹脂を対象にして、実験条件の設定による加速効果を定量化する。従来データがばらつきやすいとされていた PBS 系樹脂を中心に、N=5 以上の検体数にてデータのばらつきを検討し、必要に応じた実験条件の追加を行い、現実的な適切な N 数を決定する。試験期間の短縮方法の検討を行う。

また、海底砂泥による嫌氣的生分解の実証試験に関しては、各海域の嫌氣的生分解に関与する微生物群のマップ化として、嫌気培養系の生分解能力をメタンガス生成測定により引き続き検証するとともに、嫌気試験における最適な樹脂添加量を検討する。また、新たに2箇所以上の底泥試料を対象に、生合成系樹脂、合成系樹脂、ポリアミド、天然物系樹脂の4種類の樹脂を用いた嫌気培養を実施し、その生分解能の検証を開始する。また、生分解が確認された系における菌叢解析を実施して優占菌の存在量比と系統分類学上の特徴付けを行う。さらに、前年度までに有意な生分解が確認された嫌気培養物(PHB, PA4)を対象に、ショットガンメタゲノムデータから樹脂分解に関与する微生物の代謝機能を解析する。

#### 研究項目①-2「生分解性評価法条件の最適化」

2種類以上の生分解性プラスチック(PHBH, PBSA)を用いたこれまでの生分解度評価試験の結果と試験に使用した内海の海底砂泥及び海水の初期状態(有機炭素含有率、栄養塩類濃度、菌叢、菌数等)を比較し、試験が安定する海底砂泥及び海水の初期状態の把握とその状態にするための予備培養の方法(採取時期、予備培養期間等)を一つ以上提案する。また、海底砂泥の有機炭素含有率、栄養塩類濃度(硝酸イオン、リン酸イオン等)等の条件を変えることにより、試験における各試料の二酸化炭素発生量や生分解度と海底砂泥及び海水の有機炭素含有率、栄養塩類濃度、菌叢及び菌数等の関係を明らかにし、本培養試験の結果を安定化させる最適条件について検討する。さらに、その条件で試験を実施した際の再現性についても合わせて評価する。

## 研究項目②「材料構造解析による生分解メカニズムの解明」

### 研究項目②-1「分子構造相関解析」

複数の分析手法を組み合わせたマルチスケール構造解析をさらに高度化し、分子レベルのミクロ構造から材料レベルのマクロ構造の変化を包括的に評価可能な手法を開発する。海洋生分解性プラスチック 2 種類以上について、生分解性試験中の化学構造の経時変化を明らかにするため、時間を追ってサンプリングしたサンプルに上記手法を適用し、構造変化に基づいて生分解メカニズムを化学的見地から推定する。

さらに、試験法提案/改良の根拠となる、化学的メカニズムに裏付けされた諸情報を蓄積し、PJ 内連携先への提供を行う。異なる条件で実施した生分解性試験サンプルの化学構造変化を解明することで、試験法の妥当性検証等に貢献する。

### 研究項目②-2「形状および結晶構造からの分解機構の解明」

生分解性プラスチックの海洋生分解度、崩壊度は、化学構造に加え、分子鎖構造、結晶構造、高次構造など様々な構造学的因子によって支配されると考えられる。2022年度は、結晶化度の異なるフィルムだけでなく、結晶配向度の異なるサンプルを用意して実験に供する。さらに、これまでのフィルムや射出成形体に加え、繊維と微粒子も作製し、分解実験を行う。繊維や微粒子に関しては、実海域での実験は難しいと考えられるので、海水を用いたラボ BOD 生分解試験を行う。異なる様々な部材を作製する。実験室レベルの広角および小角 X 線回折に加え、大型放射光施設の広角および小角 X 線測定を行い、構造と海洋分解性の相関を解明する。微粒子に関しては、プロジェクト内共同研究（研究項目⑤）により、めだかやミジンコなどへの安全性評価試験にも用いる。

### 研究項目②-3「生分解度評価手法としての質量分析技術の有用性の検証および海洋生分解性プラスチックの安全性評価」

分解中間生成物の経時変化の把握に関して 1 素材以上の海洋生分解性プラスチック、1 地点以上の海水を用いて生分解試験を行い、5 点以上の経過日数の試料を採取する。得られた試料を質量分析法により測定し、単量体について定量、2~10 量体について検出の有無を判定すると共に、単量体比での相対定量を行い、モニターすべき分解中間生成物 2 種以上について少なくとも 30 日の経時変化をリストする。

2021年度までに得られた情報も含めて取りまとめ、暫定的評価手法として整理する。海洋生物の消化器官内の中間生成物を検討するために、1 種類以上の擬似消化液を用いて脱着試験を行い、5 物質以上について海洋生分解性プラスチックからの脱着特性を把握する。生分解前および生分解途中の海洋生分解性プラスチックへの化学物質吸着・脱着特性を把握し、5 物質以上について海洋生物体内へ移行し得る化学物質量を推定する。

研究項目③「微生物、酵素による生分解メカニズムの解明」

研究項目③-1 「ラボ試験環境における微生物（叢）解析」

標準海水の提案として、生合成系、化学合成系樹脂、天然物系を含む各種樹脂 5 種以上の樹脂に関して BOD 試験を行い、その再現性、データのばらつきを確認して、標準海水の汎用性について評価し、必要であれば改良を加える。ラボ試験系の微生物叢解析として、ラボ試験系の経時的な菌叢解析に着手し、優占菌の存在量比と系統分類学上の特徴付けを行うとともに、樹脂分解の中間生成物との関連を統計学的分析により明らかにする。系内の分解生成物の挙動解析として、生合成系、化学合成系樹脂それぞれ 1 種以上の樹脂に関してラボ生分解試験中の分解中間生成物の分析とその量の推移について 2023 年度にかけて、明確にする。また、単離生分解菌を用いて、生合成系、化学合成系樹脂それぞれ一種以上の樹脂の生分解挙動を明確にする。実海域微生物分析は、バイオフィーム解析を季節変動の観点から行い、水温その他の環境因子の影響について考察、生分解菌は、生合成系、化学合成系樹脂それぞれ 1 種以上の樹脂に関して、バイオフィーム中に存在する生分解菌を検出し、強力な活性を有する菌に関しては NITE との連携により単離、同定する。また、前年度までに得られた好気培養物（PHB, PA4, PCL）を対象としたショットガンメタゲノムデータを解析し、ラボ試験環境における生分解菌の特定を試みる。

研究項目③-2 「生分解性微生物菌叢特定のための解析及び試験法開発に資する微生物添加要素技術の開発」

海洋生分解に関わる単離菌株の生分解能等の評価・解析及び海洋生分解微生物叢データの蓄積を進めると共に、海洋生分解微生物叢を構成する主たる微生物種の特特定を進める。また、微生物添加による海洋生分解機能評価法における要素技術開発を進め、微生物添加による既存試験法改良あるいは新規試験法提案のための素案作成を行う。

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」

研究項目④-1 「簡易試験法の開発と生分解データの収集」

実海域海水浸漬簡易試験法の開発に関しては、ISO での審議と並行して、簡易試験方法でのデータ蓄積として、改良した試験法にて、全国の沿岸域での実証試験を生分解性の異なる 3 種以上の各種樹脂のフィルム、繊維など 2 つ以上の異なる形態の試料にて行い、生分解性や菌叢等の結果を蓄積する。ラボ試験法との相関性検討では、再委託先と連携して全国の試験地点の海水でのラボ生分解試験を並行して実施し、3 種以上の樹脂に関して実環境試験との相関性を明確にする。

研究項目④-2 「実験室試験の課題確認、仮説検証、及び標準化根拠形成のための実海域微生物及び関連データの収集」

実海域サイトにおける試験サンプル採取を実験目的に応じて適切に行い、実海域と実験室

での試験間の相関性の観点で、試験法提案に必要とされる微生物叢等のデータ取得及び菌株の分離、収集を実施する。また、菌株の簡易的な分類を行い、微生物叢との対合を行うと共に、適切に保存する。

#### 研究項目④-3「深海実験の結果を基軸とした評価法の開発」

既に海底に設置したサンプルの回収と新たなサンプルの深海底への設置、回収したサンプルの海洋生分解性の度合いとサンプル表面に付着した微生物の解析を行う。特に、深度の異なる場所に設置したサンプル（初島沖、三崎沖、深海平原、明神海丘）を回収し、深度による分解度の違い、付着する微生物の種類や量などを解析する。同時に、新たに開発した生分解性プラスチックや結晶化度や結晶配向度などが異なるサンプルの設置も行う。設置・回収にあたり、試験海域の物理化学環境情報（温度、塩分、溶存酸素濃度、圧力、溶存酸素濃度、pH、酸化還元電位など）の測定も同時に行い、海洋生分解の度合いに及ぼす影響評価の一助とする。2021年度に設置完了する予定であった1ヶ月岸壁に設置したサンプルを深海に設置する作業も行う。

#### 研究項目⑤「生態毒性評価法の開発」

生分解プラスチックの分解過程の段階を明らかにするため、粒子形状画像解析装置を用いた固体分解物の測定法の検討を引き続き行う。

生分解中間生成物を含んだサンプルについて入手し、既存の生態毒性試験法の適用可能性、サンプルの前処理法などについての検討を行う。

提案中のISO5430について実証レベルでの検討を行い国際承認に向けて協力を行う。具体的には、ISO5430では試験法が限定されているので、採択された場合の国内実施可能性について調査し、必要ならば実際に試行して問題点がないかを検証する。

以上の過程を踏まえて生分解プラスチックの生態毒性試験法のISO規格の草案作成に必要なデータを取得する。

#### 研究項目⑥「海洋プラスチック低減効果の推定」

2021年度に引き続き、海洋生分解性プラスチックの導入シナリオ作成、マテリアルフロー解析手法構築、海洋生分解性プラスチックへ適用可能な河川・海域モデルの構築、分解性試験結果の実環境への外挿手法の構築、を進める。

海洋生分解性プラスチックの導入シナリオ作成において、2021年度までの調査を踏まえながら、河川・海域モデル解析のための海洋生分解性プラスチック導入シナリオを作成する。マテリアルフロー解析手法構築において、ベトナム現地調査に基づき、プラスチックの環境中への流入フロー推定手法を作成する。海洋生分解性プラへ適用可能な河川・海域モデルの構築において、モデルの構築を完了し、解析結果例を提示する。分解性試験結果の実環境への外挿手法の構築において、実海域での生分解速度を推定することができ、河川・海域

モデルに適用可能な推定式の雛形を構築する。

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」

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

(実施体制：日本電気株式会社)

別紙の研究開発項目②-1(1) 体制図に示される研究項目を実践する。

研究項目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」

前年度の検討結果を受け、適合性の高い合成手法で短鎖成分、長鎖成分の構造および比率を変更した長鎖短鎖エステル誘導体を 20 種類以上（パラミロンベースを 10 種類以上、セルロースベースを 10 種類以上）合成する。具体的には前年度検討した 1 段階不均一法での側鎖構造および結合量調整の検討を優先しつつ、評価状況によっては 2 段階均一法での合成も検討する。

得られたパラミロン／セルロース長鎖短鎖エステル誘導体について、海水 BOD 試験を実施し、1 ヶ月分解度が耐セルロース比 20%を上回る分子組成を見出す（中間目標値）。

また、得られた誘導体に対して魚類の生態毒性試験を実施し、魚類の生態に影響がないことを確認する。

さらに、得られた誘導体を押出混練機でペレット化した後、物性評価のための射出成形体を作製し、曲げ強度 40MPa、衝撃強度 4kJ/m<sup>2</sup>、ガラス転移温度 100℃を全て達成する（中間目標値）。なお、場合によってはペレット化の際に適切な添加剤を添加することも検討する。

研究項目②：多糖類誘導体の釣具製品としての性能評価

前年度合成品含め、海洋分解性をある程度確認できた長鎖短鎖エステル誘導体を用いて、エギ部品形状の成形試作を実施し、評価可能な成形体が得られることを確認する。

上記で得たエギ部品を用いて、製品落下試験を実施し、釣糸につないだ状態で 3m 自由落下時に割れないことを確認する。また、耐水圧試験を実施し、3 気圧の環境下で部品内部に水が入らないことを確認する。

②-1(2) エステルアミド骨格をベースとする新規新規海洋生分解性樹脂素材の開発

(実施体制：国立研究開発法人理化学研究所、株式会社日本触媒)

別紙の研究開発項目②-1(2) 体制図に示される研究項目を実践する。

新規化学構造を有するエステルアミド骨格をベースとする海洋生分解性樹脂素材（新規海洋生分解性エステルアミド樹脂素材）の原料となるエステルアミド骨格をベースとする新規ポリマー（エステルアミドポリマー）の合成システムを確立する（研究項目 A-1）。

具体的には、新規含芳香族エステルアミドポリマー（研究項目A-1-1）、ポリエチレンサクシネート(PES)由来新規エステルアミドポリマー（研究項目A-1-2）およびジカルボン酸（セバシン酸等）を原料に用いた新規エステルアミドポリマー（研究項目A-1-3）について、原料添加率90%以上およびポリマー収率80%以上かつ1バッチ10g以上のポリマー取得が可能な合成システムを構築する。合成した新規エステルアミドポリマーについて、室内での水系（汽水および海水）を用いた生分解性検証実験を行い、1ヶ月以内にBOD生分解度に有意な変化が見られ、2ヶ月以内にBOD生分解度5%以上となることを確認する。または、フィルム浸漬試験において1ヶ月後に5%以上の重量減少が見られることを確認する。さらに、汽水および海水を用いた生分解性検証実験で分解が認められたエステルアミドポリマーについて、魚類への生体毒性試験を実施する（研究項目A-2）。新規エステルアミドポリマーの物性および機能性の評価と物性強化および機能性強化に向けた検討（研究項目A-3）を行い、酸素ガスバリア性（100 mL/m<sup>2</sup>・Day・atm(25 μm)以下）およびインパクト強度（10kJ/m<sup>2</sup>以上）を示すポリマーの取得を目指す（研究項目A-3-1）。合成した新規エステルアミドポリマーに添加剤を配合するコンパウンディングを開始し、酸素ガスバリア性（100 mL/m<sup>2</sup>・Day・atm(25 μm)以下）およびインパクト強度（10kJ/m<sup>2</sup>以上）を示す樹脂素材の取得を目指す（研究項目A-3-2）。

#### 研究項目B「高効率合成システムの構築」

新規エステルアミドポリマーの高効率合成システム構築に関し、2021年度に整備した1バッチ10g以上かつ重量平均分子量100,000以上のポリマーが取得できる合成手法および合成装置を用いて、1バッチ100g以上かつ重量平均分子量100,000以上のポリマーが安定供給できる高効率合成システムの構築を目指す（研究項目B-1）。

#### 研究項目C「新規海洋生分解性エステルアミド樹脂素材の開発」

食品包装材料、農業用資材に関する調査を完了する。また、新規エステルアミド樹脂素材について、食品包装材料、農業用資材に求められる性能を満たすポテンシャルの有無を評価し、エステルアミド樹脂素材の特徴を活かした有望用途をポリマー種3種類毎に1つ以上提案する。（研究項目C-1）。

## 5.2 2022年度（助成）事業内容

### 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

（実施体制：日清紡ホールディングス株式会社）

前年度までのフェーズAで開発した粒子状の海洋生分解性化合物を用いて、プラスチックビーズの代替素材と、海洋生分解性付与添加剤の二つの用途について開発材の絞り込みと実用化開発を行う。

（プラスチックビーズ代替素材の実用化開発）

パーソナルケア製品および塗料に添加するプラスチックビーズの代替となるイオン結合を

有する微粒子・粉体について、コストを踏まえ、製造工程の検証と改善を実施する。疎水化アルギン酸粒子の低コスト化製法を検討し、ラボ生産によるコスト検証を行う。

コスト検証は、ラボ設備を導入し、製造条件の確立と設計コストの試作検証を実施する。導入設備については、当社既存設備に加えて、粒子形成工程、精製工程、充填梱包工程に係るラボ設備を導入する。

用途に沿った各種安全性試験、物性試験を実施すると共に、パーソナルケア製品向けにおいては、細菌類の発生を防止する必要がある。品質管理体制を構築するとともに素材の安全性について確認する。

(海洋生分解性付与添加剤の実用化開発)

複数の添加剤候補について主剤とのマッチング、物性と海洋生分解度の両立を進め開発材を絞り込む。複数の複合材について物性目標を設定し、実用化素材の開発と既存の生分解樹脂とを複合化した海洋生分解性プラスチック素材の検証を実施する。

主剤となる生分解性樹脂としては、ポリブチレンサクシネート、ポリブチレンサクシネートアジペート、ポリ乳酸、ポリブチレンアジペートテレフタレート、デンプン系樹脂等から選定してマスターペレット化し、熔融混練等により組成比の調整を行いながら、具体的な物性値を定め複合化素材を選定する。並行して添加剤の製法検討を行い、製造工程を確立する。絞り込んだ複合材素材について化審法・安衛法などの法規制対応、認証取得など必要な試験を実施する。

なお、2021年度に実施したステージゲート審査の採択条件への対応として、イオン結合を有する海洋生分解性素材の分解メカニズム解明に向けて、有識者を含めた研究開発推進委員会を組織する。

## 6. その他重要事項

### (1) 評価の方法

NEDOは、技術評価実施規程に基づき、技術的及び政策的観点から研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価を2022年度に実施する。

### (2) 運営・管理

NEDOは、研究開発全体の管理、執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

#### ① 研究開発の進捗把握・管理

PMは、PLや研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、外部有識者で構成する技術検討委員会を組織し、定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握するとともに、必要に応じて研究開発の加速・中止を検討する。早期実用化が可能と認められた研究開発については、期間内であっても研究を完了させ、実用化へ向けた実質的な研究成果の確保と普及に努める。

#### ② 技術分野における動向の把握・分析

PMは、プロジェクトで取り組む技術分野について、必要に応じて内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し、技術の普及方策を分析、検討する。なお、調査の効率化の観点から、本プロジェクトにおいて委託事業として実施する。

#### ③ 研究開発テーマの評価

NEDOが設置する外部有識者で構成する技術検討委員会で定期的にテーマ評価を行う。研究開発を効率的に推進するため、ステージゲート方式を適用する。2021年度のステージゲート審査では、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（助成事業）」（提案者名：日清紡ホールディングス株式会社）を実施した。選考結果は、助成事業の研究開発を実践するにあたり、実用化開発だけでなく開発材料の生分解メカニズムなど基礎研究にも注力する付帯条件が付いた上で採択された。

PMは、外部有識者による審査を活用し、2023年度以降の研究開発テーマの継続是非を2022年12月頃に決定する。

なお、PMは、当該研究開発の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、プロジェクト内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、プロジェクト基本計画を見直すなどの対応を行う。

#### (3) 複数年度契約の実施

原則として、2020年度開始分は2020年度～2022年度、2021年度開始分は2021年度～2022年度の複数年度契約を行う。

#### (4) 知財マネジメントに係る運用

「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」に従ってプロジェクトを実施する。

#### (5) データマネジメントに係る運用

「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針（委託者指定データを指

定しない場合)」に従ってプロジェクトを実施する。

#### (6) 標準化施策等との連携

研究開発実施者は、他の研究開発テーマに裨益する共通基盤技術について、研究開発テーマの垣根を越えてプロジェクト全体として研究成果の最大化を図るよう努めるものとする。特に、研究開発項目①、②は、研究開発段階において連携することが不可欠であることから、必要に応じて秘密保持契約や共同研究契約等を締結し、密接な連携関係をとること。

### 7. スケジュール

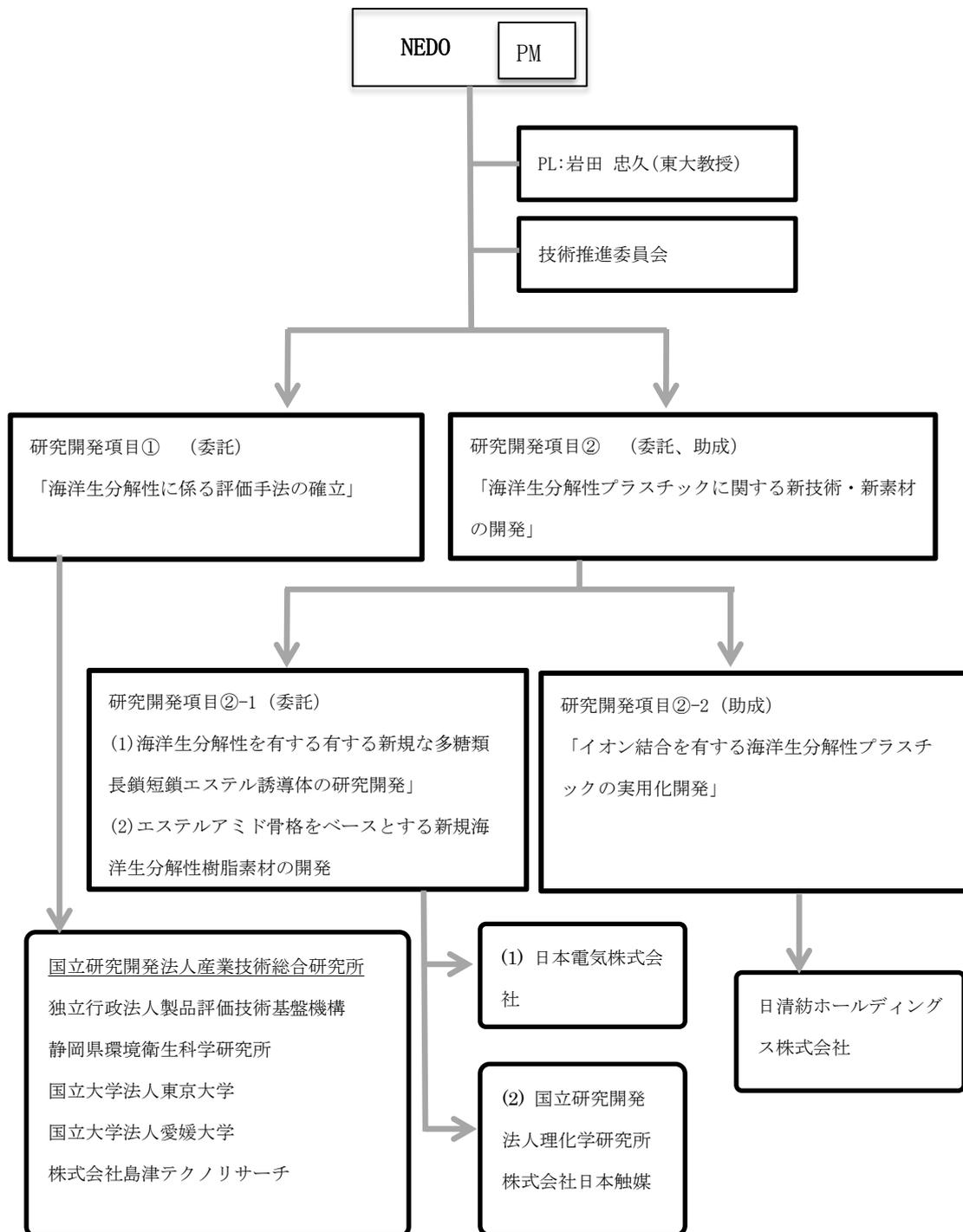
#### 7. 1 本年度のスケジュール

2022年9月 プロジェクト中間評価・分科会

### 8. 実施方針の改定履歴

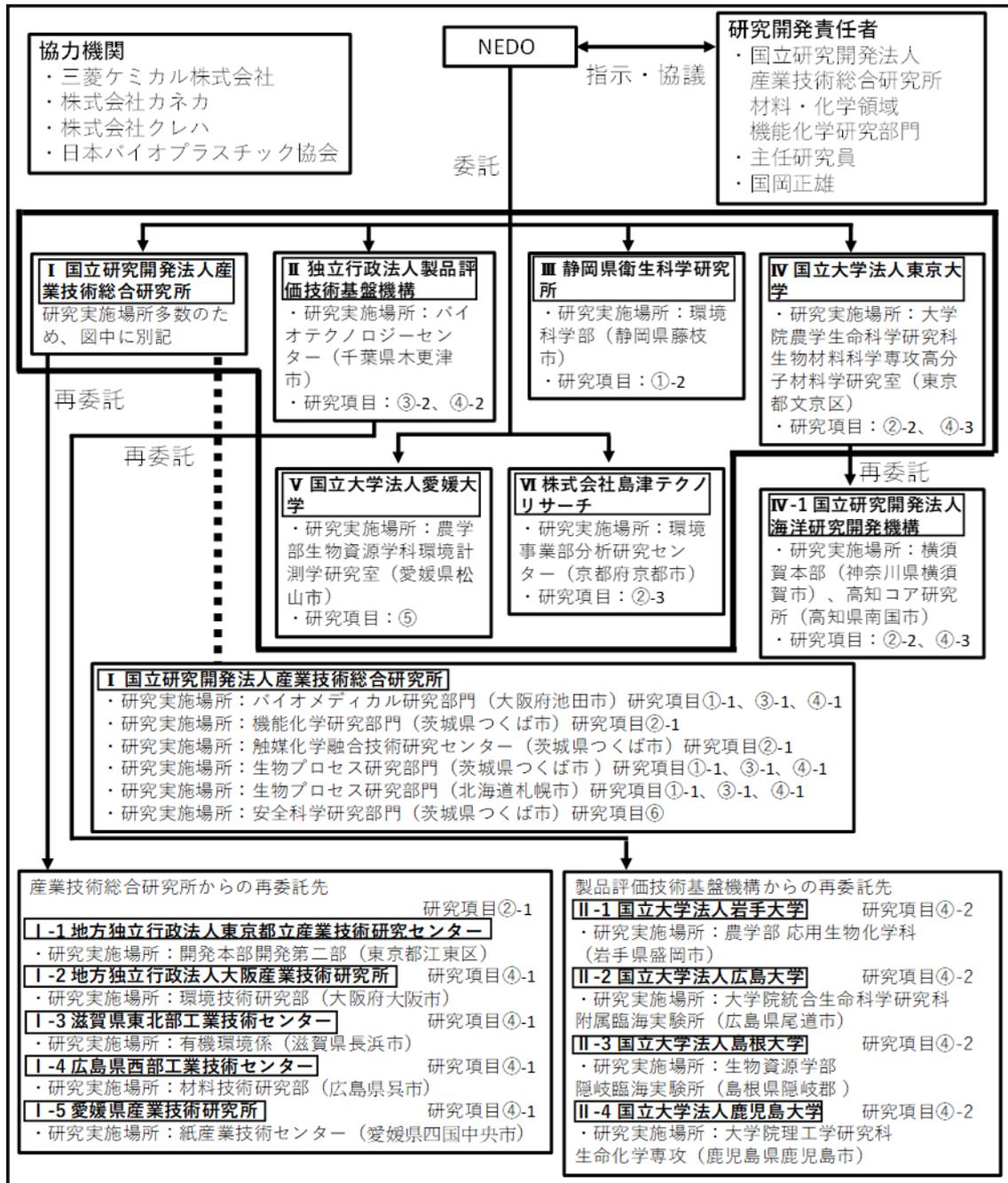
(1) 2022年3月、制定

(別紙) 事業実施体制の全体図



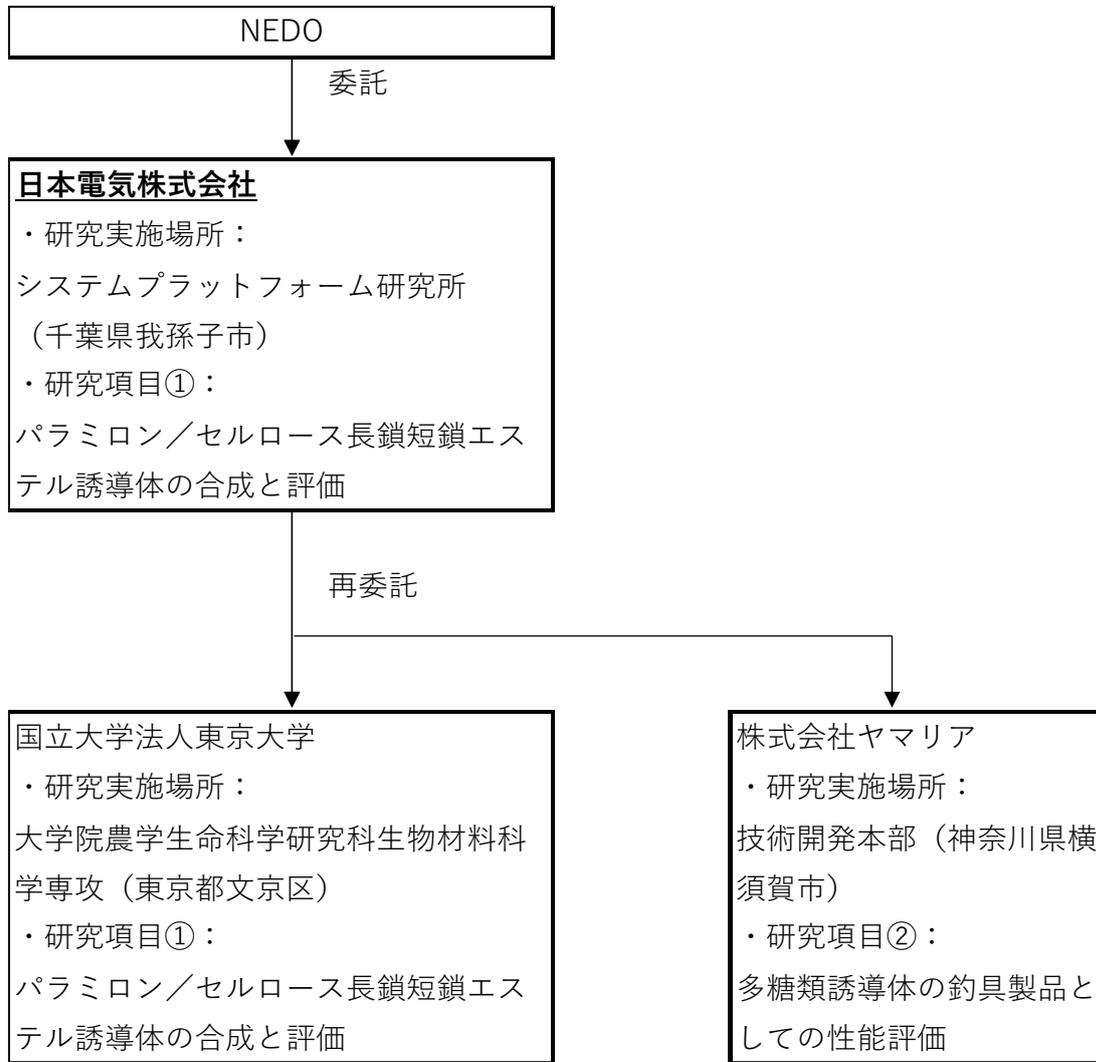
研究開発項目①

「海洋生分解性に係る評価手法の確立」体制



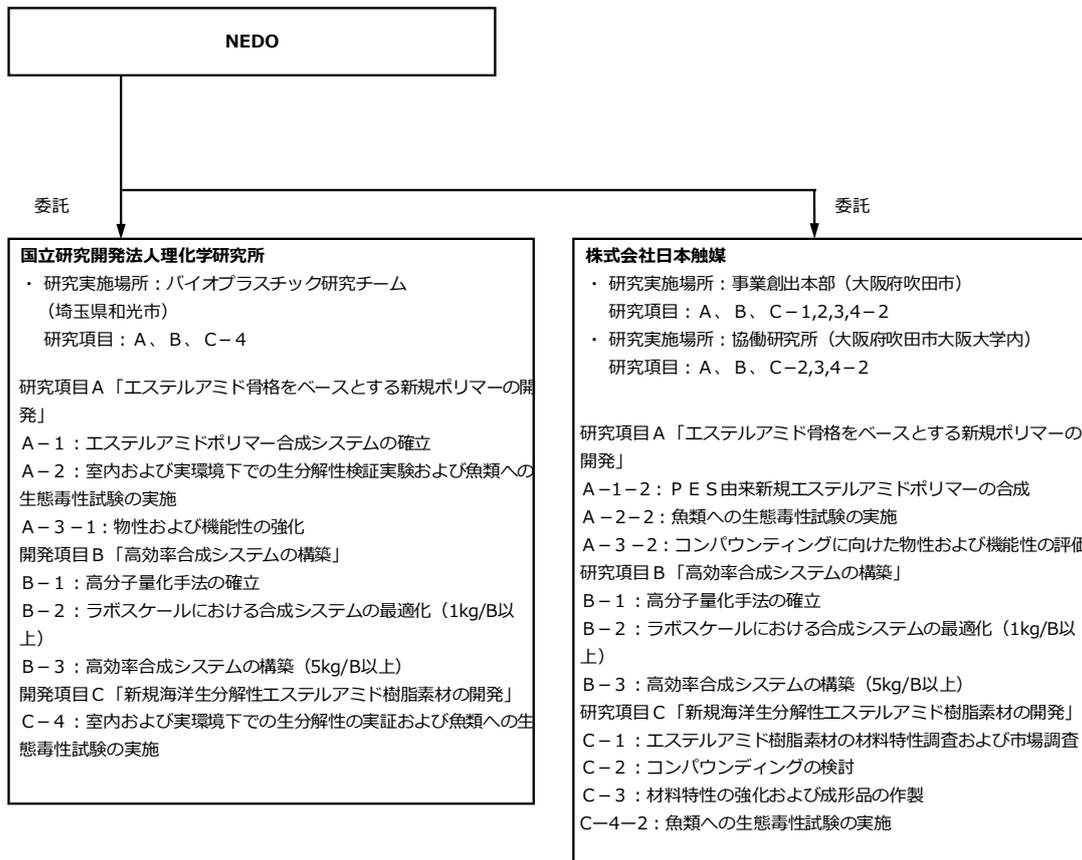
研究開発項目②-1 (1)

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」体制



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新規海洋生分解性樹脂素材の開発」体制



研究開発項目②-2

「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／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」体制

