

(環境安心イノベーションプログラム・エネルギーイノベーションプログラム)
「微生物群のデザイン化による高効率型環境バイオ処理技術開発」基本計画

バイオテクノロジー・医療技術部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

「環境安心イノベーションプログラム」は、資源制約を克服し、環境と調和した持続的な経済・社会の実現と、安全・安心な国民生活を実現するため、革新的な技術の開発等を通じた地球全体での温室効果ガスの排出削減、廃棄物の発生抑制（リデュース）、製品や部品の再使用（リユース）、原材料としての再利用（リサイクル）推進による循環型社会の形成、バイオテクノロジーを活用した環境に優しい製造プロセスや循環型産業システムの創造、化学物質のリスクの総合的な評価及びリスクを適切に管理する社会システムの構築を推進するものである。本プロジェクトは上記プログラムの一環として、「微生物機能を活用した環境調和型製造基盤技術開発/微生物群のデザイン化による高効率型環境バイオ処理技術」を開発する。

我が国が取り組むべき火急の課題である、環境負荷の低減と省エネルギー化の促進による循環型産業社会の構築には、物質生産プロセス（モノ作り）とその後処理の両面における技術開発が必要である。後処理においては、第3期科学技術基本計画（平成18年3月制定）における重点推進4分野の一つであるライフサイエンス分野において、「生物機能を活用した環境対応技術開発」が重要な研究開発課題として位置付けられる等、生物機能を活用した廃水、廃棄物の処理技術の高効率・高度化が求められている。

従来の産業における廃水・廃棄物処理技術は、①エネルギー多消費・廃棄物多排出、②低処理能力・対象廃棄物限定等といった課題を抱えている。例えば、①については、現行の廃水処理方法において、活性汚泥法が全体の約8割を占めており、その曝気に必要な電力量を石油換算エネルギーとして換算すると日本全体のエネルギー需要量の少なくとも約1.9%を占め、エネルギー消費量が多い。また、現在の廃水処理から発生する余剰汚泥や未利用有機性廃棄物の焼却・埋立処分に係るエネルギー・コストも相当なものになっている。現状のメタン発酵法においても、適用困難なものも含め年間発生する有機性廃棄物の総量約3億トンのうち、適用困難な対象の未利用食品廃棄物は年間約1,760万トンに上っている状況である。②については、産業が多様化する中、多種多様な産業廃水・廃棄物（高濃度廃水や難分解性物質を含む）に適用可能な処理技術の開発が必要とされている。

これまで、このような課題に対し様々な工学的アプローチによる高度化はなされてきたものの、微生物群自体については、依然としてブラックボックスのままであり、自然の摂理の域を出ていなかった。近年になり、我が国の関連研究開発プロジェクトをはじめ国内外において、廃水、廃棄物の処理における主要な微生物群の分離、同定、機能解明及び主要微生物群のモニタリング技術等の開発が進められ、知見が集積されつつある。

そこで、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO」という。）は特定有用微生物（群）の人為的な安定的導入・維持技術、また空間配置・優占化技術（これらの技術を以下、「デザイン化技術」と呼ぶ）等を開発することにより微生物群の処理効率を大幅に向上させるなど、処理技術の課題を克服することを目指して本プロジェクトを実施する。

本プロジェクトでは、我が国の有する知見を活かしつつ、微生物群のデザイン化技術等を開発することにより、省エネルギーで余剰汚泥を大幅に削減し、コンパクトでメンテナンスが容易であり、あるいは多様な廃水・廃棄物への適用が可能になる高効率型廃水、廃棄物処理（主として活性汚泥法・メタン発酵法を対象）の基盤技術を確立し、微生物機能を活用した環境調和型産業システムの創造に資する技術を開発することを目的とする。

(2) 研究開発の目標

最終目標（平成23年度末）

- ① 好気性微生物処理技術における特定有用微生物（群）を人為的に安定的導入・維持するための技術の開発

特定有用微生物（群）を、人為的に安定導入・維持するデザイン化技術が開発されており、微生物群の処理機能の技術的有効性を評価する技術が開発されていること。また、デザイン化された微生物群の機能を最大限発揮させるためのバイオエンジニアリング技術を開発し、その成果を組み合わせることにより、従来の標準活性汚泥法の処理プロセスの約3倍の高効率化を図ること。これにより、従来の標準活性汚泥法の処理プロセスでのエネルギー使用量の約2/3の削減を図ること。

さらに、実用化に資するための検証可能なテストプラント規模にて評価を行うこと。

- ② 嫌気性微生物処理技術における特定有用微生物群を人為的に空間配置させ安定的に維持・優占化するための技術の開発

特定有用微生物（群）を人為的に空間配置させ安定的に維持・優占化するデザイン化技術が開発されており、微生物群の処理機能の技術的有効性を評価するための技術が開発されていること。また、デザイン化された微生物群の機能を最大限発揮させるためのバイオエンジニアリング技術を開発し、その成果を組み合わせることにより、従来のメタン発酵プロセスの約3倍の高効率化を図ること。これにより、従来のメタン発酵槽容積に比べて約50%のコンパクト化によりシステム効率の向上を実現するとともに、従来のメタン発酵法では対応が困難であった性状・組成の有機性廃棄物の種類への適用拡大を可能とすること。

さらに、実用化に資するための検証可能なテストプラント規模にて評価を行うこと。

中間目標（平成21年度末）

- ① 好気性微生物処理技術における特定有用微生物（群）を人為的に安定的導入・維持するための技術の開発

特定有用微生物（群）を選抜・評価し、それらを集団を構成する微生物群に人為的に安定導入・維持するための技術面での見通しが確実に得られていること。また、以上の開発された技術とその機能を最大限発揮させるためのバイオエンジニアリング技術の成果とを合わせて、約3倍の高効率化の見通しが確実に得られていること。

- ② 嫌気性微生物処理技術における特定有用微生物群を人為的に空間配置させ安定的に維持・優占化するための技術の開発

特定有用微生物群を選抜・評価し、それらを集団を構成する微生物群内において人為的に空間配置させ安定的に維持・優占化するための技術面での見通しが確実に得られていること。また、デザイン化された微生物群の機能を最大限発揮させるためのバイオエンジニアリング技術を開発し、その成果を組み合わせ、従来のメタン発酵槽に比べて約50%のコンパクト化によりシステム効率の向上を実現する見通しが得られていることとともに、従来のメタン発酵法では対応が困難であった性状・組成の有機性廃棄物の種類への適用拡大の見通しが確実に得られていること。

(3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙の研究開発計画に基づき研究開発を委託により実施する。

- ① 好気性微生物処理技術における特定有用微生物（群）を人為的に安定的導入・維持するための技術の開発
- ② 嫌気性微生物処理技術における特定有用微生物群を人為的に空間配置させ安定的に維持・優占化するための技術の開発

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発実施体制

本研究開発は、NEDOが公募により選定し、研究を委託する、原則、本邦の企業、研究組合、公益法人、独立行政法人、大学等の研究機関（原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特別な研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点からの国外企業との連携が必要な場合はこの限りではない。）が、NEDOが指名した研究開発責任者（プロジェクトリーダー）の下で、それぞれの研究テーマの達成目標を実現すべく研究開発を実施する方式を採用する。

この場合において、各委託先は、企業、研究組合、公益法人、独立行政法人、大学等の単位であることを原則とする（以下、「企業単位等」という）。ただし、複数の企業単位等が結集して研究体を構成し、集中的な管理体制を構築する場合も、当該研究体を委託先として認めるものとする。

(2) 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDOは、経済産業省及び研究開発責任者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標、並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて、NEDOに設置する技術審議委員会及び技術検討会等、外部有識者の意見を運営管理に反映させる他、四半期に一回程度プロジェクトリーダー等を通じてプロジェクトの進捗について報告を受けること等を行う。

3. 研究開発の実施期間

本研究開発の実施期間は、平成19年度から平成23年度までの5年間とする。

4. 評価に関する事項

NEDOは、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義なら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平成21年度、事後評価を平成24年度に実施する。また、中間評価結果を踏まえ必要に応じてプロジェクトの加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

5. その他重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

① 共通基盤技術の形成に資する成果の普及

得られた研究開発のうち、下記共通基盤技術に係る成果については、NEDO、実施者とも普及に努めるものとする。

- ・ 好気性微生物処理技術における特定有用微生物（群）の人為的な安定的導入・維持するための技術の開発並びに開発された技術とデザイン化された微生物群の機能を最大限発揮させるためのバイオエンジニアリング技術の開発
- ・ 嫌気性微生物処理技術における特定有用微生物群を人為的に空間配置させ安定的に維持・優占化するための技術の開発並びに開発された技術とデザイン化された微生物群の機能を最大限発揮させるためのバイオエンジニアリング技術の開発

② 知的基盤整備事業又は標準化等との連携

得られた研究開発の成果については、知的基盤整備または標準化等との連携を図るため、データベースへのデータの提供、標準情報（TR）制度への提案等を積極的に行う。

③ 知的財産権の所属

委託研究開発の成果に関わる知的財産権については、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、

すべて受託者に帰属させることとする。

(2) 基本計画の変更

NEDOは、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、内外の研究開発動向、産業技術政策動向、プログラム基本計画の変更、第三者の視点からの評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

(3) プロジェクトの根拠法

本プロジェクトは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第一号ニに基づき実施する。

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 平成19年3月、制定。

(2) 平成20年7月、イノベーションプログラム基本計画の制定により、「(1) 研究開発の目的」の記載を改訂。

(3) 平成22年3月、実用化開発を集中的に進めるため、研究開発の目標を改訂。

(4) 平成23年7月7日、非化石エネルギーの開発及び導入の促進に関する法律の施行により、根拠法を改定。

(別紙) 研究開発計画

研究開発項目①好気性微生物処理技術における特定有用微生物（群）を人為的に安定的導入・維持するための技術の開発

1. 研究開発の必要性

処理効率が頭打ち状態にある従来の好氣的産業廃水処理技術の飛躍的な処理効率向上を実現するためには、産業廃水等の処理に最適な機能を持つ微生物群を人為的に制御することが必要である。そのためには、特定有用微生物（群）を人為的に安定導入・維持するための技術や、必要に応じて処理にとってマイナス要因となる微生物（群）を排除する技術等の基盤を開発することにより、高効率処理を可能とする微生物群をデザイン化するとともに、この微生物群の機能を処理プロセスで最大限発揮させるためのバイオエンジニアリング技術を開発することが必要である。

2. 研究開発の具体的内容

(1) 特定有用微生物（群）の選抜と特性評価

集団を構成する微生物群に導入、維持するための特定有用微生物（群）を選抜、特定し、これらの特性評価を行う。

(2) 特定有用微生物（群）の安定的導入・維持技術の開発

集団を構成する微生物群へ特定有用微生物（群）を安定的に導入する技術、特定有用微生物（群）を安定的に優占化・維持するための技術、また、必要に応じて、処理にとってマイナス要因となる微生物（群）を排除する技術を開発する。

(3) 集団を構成する微生物群の処理機能の技術的有効性評価

デザイン化技術により得られた集団を構成する微生物（群）について、構成微生物のモニタリングや機能解析、処理効率を調べることにより、有効性を評価する。

(4) バイオエンジニアリング技術の開発

(2) で開発した技術により得られた微生物群の機能を最大限発揮させるための総合的なバイオエンジニアリング技術を開発する。

(5) デザイン化された微生物群の総合評価

特定有用微生物（群）を安定的に導入・維持するための技術の開発によってデザイン化された微生物群に(4)で開発したバイオエンジニアリング技術を適用し、処理効率等を評価する。

また、研究開発項目②で得られる微生物群を組み合わせた場合の処理効率等も調べることにより、実用化の可能性を総合的に評価する。

3. 達成目標

(1) 最終目標（平成23年度末）

特定有用微生物（群）を、人為的に安定導入・維持するデザイン化技術が開発されており、微生物群の処理機能の技術的有効性を評価する技術が開発されていること。また、デザイン化された微生物群の機能を最大限発揮させるためのバイオエンジニアリング技術を開発し、その成果と組み合わせることにより、従来の標準活性汚泥法の処理プロセスの約3倍の高効率化を図ること。これにより、従来の標準活性汚泥法の処理プロセスでのエネルギー使用量の約2/3の削減を図ること。

さらに、実用化に資するための検証可能なテストプラント規模にて評価を行うこと。

(2) 中間目標（平成21年度末）

特定有用微生物（群）を選抜・評価し、それらを集団を構成する微生物群に人為的に安定導入・維持するための技術面での見通しが確実に得られていること。また、以上の開発された技術とその機能を最大限発揮させるためのバイオエンジニアリング技術の成果とを合わせて、約3倍の高効率化の見通しが確実に得られていること。

研究開発項目②嫌気性微生物処理技術における特定有用微生物群を人為的に空間配置させ安定的に維持・優占化するための技術の開発

1. 研究開発の必要性

処理効率が頭打ち状態にある従来の嫌氣的産業廃水・廃棄物処理技術の飛躍的な処理効率向上を実現するためには、廃水・廃棄物等の処理に最適な機能を持つ微生物群を人為的に制御することが必要である。そのためには、微生物と固体表面との相互作用及び微生物間の相互作用の解析・把握に基づき、特定有用微生物群を人為的に空間配置させ安定的に維持・優占化するための技術等の基盤を開発することにより、高効率処理を可能とする微生物群をデザイン化するとともに、この微生物群の機能を処理プロセスで最大限発揮させるためのバイオエンジニアリング技術を開発することが必要である。

2. 研究開発の具体的内容

(1) 特定有用微生物群の特性・機能評価

高効率処理を実現するために、優占的かつ安定的に維持すべき微生物群を特定し、それらの機能や特性を評価する。

(2) 特定有用微生物群のデザイン化技術の開発

特定した有用微生物と固体表面との相互作用及び微生物間の相互作用を解析・把握することより、集団を構成する微生物群内において特定有用微生物群を空間配置させ安定的に維持・優占化するための技術を開発する。

(3) 集団を構成する微生物群処理機能の技術的有効性評価

デザイン化技術により得られた集団を構成する微生物群について、構成微生物のモニタリングや機能解析、処理効率を調べることにより、有効性を評価する。

(4) バイオエンジニアリング技術の開発

(2) で開発した技術により、集団を構成する微生物群内において特定有用微生物群を空間的に配置し、その機能を最大限発揮させるための総合的なバイオエンジニアリング技術を開発する。

(5) デザイン化された微生物群の総合評価

特定有用微生物群を優先的かつ安定的に維持・空間配置する技術の開発によってデザイン化された微生物群に(4)で開発したバイオエンジニアリング技術を適用し、処理効率等(発酵槽容積のコンパクト化、滞留時間など)を評価する。

また、研究開発項目①で得られる微生物群を組み合わせた場合の処理効率等も調べることにより、実用化の可能性を総合的に評価する。

3. 達成目標

(1) 最終目標 (平成23年度末)

特定有用微生物(群)を人為的に空間配置させ安定的に維持・優占化するデザイン化技術が開発されており、微生物群の処理機能の技術的有効性を評価するための技術が開発されていること。また、デザイン化された微生物群の機能を最大限発揮させるためのバイオエンジニアリング技術を開発し、その成果を組み合わせることにより、従来のメタン発酵プロセスの約3倍の高効率化を図ること。これにより、従来のメタン発酵槽容積に比べて約50%のコンパクト化によりシステム効率の向上を実現するとともに、従来のメタン発酵法では対応が困難であった性状・組成の有機性廃棄物の種類への適用拡大を可能とすること。

さらに、実用化に資するための検証可能なテストプラント規模にて評価を行うこと。

(2) 中間目標 (平成21年度末)

特定有用微生物群を選抜・評価し、それらを、集団を構成する微生物群内において人為的に空間配置させ安定的に維持・優占化するための技術面での見通しが確実に得られていること。また、デザイン化された微生物群の機能を最大限発揮させるためのバイオエンジニアリング技術の開発

での成果とを合わせ、従来のメタン発酵槽に比べて約50%のコンパクト化によりシステム効率の向上を実現する見通しが得られているとともに、従来のメタン発酵法では対応が困難であった性状・組成の有機性廃棄物の種類への適用拡大の見通しが確実に得られていること。