

「有害化学物質代替技術開発」基本計画

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

①政策的な重要性

本プロジェクトは、「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、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」ことを目的とした環境安心イノベーションプログラムの一環として実施するものである。

②世界的な取組状況

残留性有機汚染物質（以下「POPs」という。）は、毒性が強く、難分解性、生物蓄積性、長距離移動性を有することにより、環境を経由した人の健康等への悪影響が懸念されている。平成21年5月、POPsの廃絶を目指すストックホルム条約の対象に、産業界で多用されてきたペルフルオロ（オクタン-1-スルホン酸）（PFOS）等が追加されたが、不可欠な用途（以下「エッセンシャルユース」という。）に限定して使用が許容されている。エッセンシャルユースが設定された物質は、一時的に使用が許容されるものの、毒性が強く、少量の環境残留でも人の健康等に与えるリスクは大きいため、世界的に主に大企業が代替化に向けた研究開発を行っている。必要不可欠な用途であっても、1）代替化には高度な研究開発力が必要であること、2）基礎研究から製品化までには多額の費用が必要であること、3）製造・輸入量が少ない場合が多く、研究開発投資に見合うものが見込めないことから、中小企業にとって代替化への対応は困難である。

③我が国の状況

ストックホルム条約の国内実施法でもある「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律」（以下「化審法」という。）は、平成21年5月の改正によって、第一種特定化学物質に対してエッセンシャルユースを設定できるようになった。

また、改正化審法では、良分解性であっても人の健康等へのリスクが十分に低くないと判定された場合は、優先評価化学物質に指定し、人の健康等に与える影響を段階的に評価し、その結果によって製造・使用規制等の対象とするため、一部の良分解性化学物質についても代替化に向けた研究開発が必要となる可能性がある。

このような研究開発は、衆参両院の経済産業委員会による化審法改正の審議の際に『「エッセンシャルユース」として認められた化学物質については、（中略）事業者に対し代替化及び低減化に向けた取組を促すこと』との決議が付される等、喫緊の課題である。

④本事業のねらい

本事業は、環境を経由した人の健康等への悪影響が懸念される化学物質のうち特に

代替が困難であるもの（以下「有害化学物質」という。）について、代替物質（有害化学物質に替わる化学物質及び当該代替に伴う改良プロセス、改良製品等）を開発し、これによって、当該物質による環境リスクを低減するだけでなく、厳格化する化学物質規制により必要不可欠な物質が使用できなくなる企業経営上のリスクを低減し、さらに、諸外国に先駆けて代替化を行うことにより、我が国産業界の国際競争力強化に資することを目的とする。

（２）研究開発の目標

①過去の取組とその評価

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。）が平成16年度から20年度まで実施した「有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発」により、揮発性有機化合物（以下「VOC」という。）の排出削減のための吸着回収技術、分解技術、代替プロセス、代替製品等を開発し、平成21年度に実施した事後評価で、「コンパクトな設備で投資効率に優れる技術や、VOCをほとんど使用しない技術など将来的にグローバルな展開が可能なものも含まれている。さらに、超臨界CO₂を希釈溶剤の代替物質とする技術、空気プラズマの先進的活用技術など、極めて独創的な技術がある」との評価を受けた。

②本事業の目標

最終年度（平成26年度）末までに、ストックホルム条約等の国際的規制でエッセンシャルユースに限定して使用が許容されている化学物質又は今後規制対象となる可能性がある化学物質3物質程度について、代替物質を開発し、実用性を検証することを目標とする。

最終目標（平成26年度末）

代替物質を開発し、スケールアップ時の課題抽出と解決策の検討等を実施し、実用性を検証する。代替物質については、化審法の審査に用いられる1-オクタノールと水との間の分配係数測定試験（Pow測定試験）又は魚介類の体内における化学物質の濃縮度試験（濃縮度試験）の試験成績が高濃縮性と判断^{注1}されるものではなく、かつ、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」（以下「化管法」という。）の対象物質見直しにおける「有害性の判断基準」を満たす^{注2}ものではなく、かつ、細菌を用いる復帰突然変異試験及びほ乳類培養細胞を用いる染色体異常試験の試験成績がいずれも陰性と判断^{注1}されるものとする。

注1：「監視化学物質への該当性の判定等に係る試験方法及び判定基準」（最終改正：平成18年7月21日）

http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/kasinhou/files/taikei/taikei_26.pdf

注2：「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律に基づく第一種指定化学物質及び第二種指定化学物質の指定の見直しについて」（平成20年6月、化学物質審議会答申）

http://www.prtr.nite.go.jp/data/pdf/deliber1_2.pdf

中間目標（平成24年度末）

代替物質の開発に取り組み、機能等の観点からスクリーニングを行い有力候補に絞

り込む。

③全体としてのアウトカム目標

化学物質のリスクの総合的な評価が推進され、リスクを適切に管理することが可能となり、化学物質による便益を享受しつつ、その環境を経由した人の健康等へのリスクを低減できるものと期待される。

(3) 研究開発の内容

前項(2)の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実施する。

①代替物質の開発

国民経済的には大きな便益がありながらも、民間企業の研究開発投資に見合うものが見込めない「特定環境技術」に係る事業であることから、委託事業として実施する。

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、NEDOが具体的な研究開発課題と共に実施者（原則、本邦の企業、大学等の研究機関であって、日本国内に研究開発拠点を有しているものとする。ただし、国外の企業等の特別の研究開発能力、研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から、必要な部分を当該国外企業等との連携により実施することができる。）を公募によって選定して、開始したものである。

本研究開発では、研究開発責任者（以下「プロジェクトリーダー」という。）を置き、効率的な研究開発を実施する。

また、平成22年度はNEDOが研究開発実施者に委託を行い、平成23年度以降は経済産業省（以下「METI」という。）が研究開発実施者に委託を行う。

(2) 研究開発の運営管理

METIは、プロジェクトリーダー及び実施者と密接な関係を維持し、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、必要に応じて設置される研究開発推進委員会等における外部有識者の意見を運営管理に反映させるほか、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

本研究開発の期間は、平成22年度から平成26年度までの5年間とする。ただし、一部の研究開発課題について、5年間より短い実施期間を設定することもあり得る。

4. 評価に関する事項

METIは、技術的及び産業技術政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果

の技術的意義、将来の産業への波及効果等について外部有識者による中間評価を平成24年度、事後評価を平成27年度に実施する。ただし、評価の時期は、当該研究開発に係わる技術動向、政策動向、当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直す。

5. その他の重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

①研究開発成果の普及

ME T I、実施者とも、得られた研究開発成果の普及に努める。

②知的基盤整備事業又は標準化等との連携

得られた研究開発成果について、知的基盤整備事業又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提供、標準案の提案等を積極的に行う。

③知的財産権の帰属

委託研究開発の成果に関わる知的財産権については、産業技術力強化法第19条に基づき、原則として、委託先に帰属させることとする。

(2) 基本計画の変更

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、化学物質管理政策の動向、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、研究開発体制等について基本計画の見直しを弾力的に行う。

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 平成22年3月、制定。

(2) 平成23年2月、研究開発項目②・③の削除。

(3) 平成23年4月、平成23年度以降の事業実施主体（NEDOからME T Iへ移行）の変更に伴う改訂。

(4) 平成26年3月、研究開発推進委員会の提言に伴う研究開発項目①の改訂。

(別紙) 研究開発計画

①代替物質の開発

1. 研究開発の必要性

化学物質の環境を経由した人の健康等への悪影響を回避するため、有害化学物質の代替物質を開発する必要がある。

2. 研究開発の具体的内容

(1) 代替物質の検討

有害化学物質を対象とし、新規又は既存の化学物質から機能等の観点からスクリーニングして代替物質の有力候補を抽出し、スケールアップ時の課題抽出と解決策を検討する。

(2) 代替に伴う関連技術の検討

代替に伴って改良するプロセス、製品等の課題を抽出し、解決策を検討する。

(3) 安全性の確保

代替物質については、代替によるリスクの増大を避けるため、既存文献の調査や試験の実施によって、少なくとも、化審法の審査に用いられるPow測定試験又は濃縮度試験の試験成績が高濃縮性と判断されるものではなく、かつ、化管法の対象物質見直しにおける「有害性の判断基準」を満たすものではなく、かつ、細菌を用いる復帰突然変異試験及びほ乳類培養細胞を用いる染色体異常試験の試験成績がいずれも陰性と判断されるものであることを確保する。

3. 達成目標

(1) 最終目標（平成26年度）

有害化学物質について、代替物質を開発し、スケールアップ時の課題抽出と解決策の検討や、代替に伴って改良するプロセス、製品等の課題の抽出と解決策の検討等を実施し、実用性を検証する。

代替物質については、化審法の審査に用いられるPow測定試験又は濃縮度試験の試験成績が高濃縮性と判断されるものではなく、かつ、化管法の対象物質見直しにおける「有害性の判断基準」を満たすものではなく、かつ、細菌を用いる復帰突然変異試験及びほ乳類培養細胞を用いる染色体異常試験の試験成績がいずれも陰性と判断されるものとする。

(2) 中間目標（平成24年度）

有害化学物質について、代替物質の開発に取り組み、機能等の観点からスクリーニングを行って有力候補に絞り込む。

なお、具体的な研究開発課題ごとの代替物質や代替物質を用いた製品等の機能（要求品質）に係る中間目標及び最終目標は、実施者を選定した後、技術動向及び市場動向に照らして十分高い水準のものを研究開発推進委員会等の議論を踏まえて別添のとおり設定する。

(別添) 研究開発計画

①代替物質の開発

1. 研究開発の必要性

無機顔料は、セラミックス、ガラス、プラスチック、塗料等の着色用材として利用されている。しかしながら、既存の無機顔料には、強い毒性を示す金属（カドミウム、六価クロム、鉛、アンチモン等）を含んでいるものが少なくなく、人体や環境に対する悪影響を懸念し、国際的に規制が厳格化する状況にあることから、これらの無機顔料にとって代わるような環境に優しい新しい顔料の開発が必要である。

本研究開発では、色の三原色である、黄、赤、及び青について、人体に有害な元素及び環境に対する負荷の大きい元素を含まない無機顔料の開発、並びに環境への負荷を可能な限り低減できる合成方法を開発する。

2. 研究開発の具体的内容

研究開発目標を達成するため、具体的に下記の内容の研究開発を実施する。

(1) 新規無機顔料の創成

黄、赤、及び青、それぞれに対する、人体に有害な元素及び環境に対する負荷の大きい元素を含まない新しい無機顔料を創成する。顔料を構成する母体材料としては、鉱物や生体材料として存在することがすでに知られている、酸化物、リン酸塩、ケイ酸塩、タングステン酸塩など、化学的に安定な物質を選択する。これらの母体結晶に、人体や環境に無害な元素（例えばナトリウム、カルシウム、アルミニウム、ケイ素、ジルコニウム、チタン、鉄、リン、ビスマス、タングステン、ニオブおよび希土類元素など）を固溶させて発色を制御することにより、人体・環境に優しい新しい無機顔料の創成を目指す。また、これら新規顔料の合成は、酸化物や炭酸塩、リン酸塩などを混合して焼成する固相反応法や、各金属塩の水溶液から生成させた沈殿を焼成する液相反応法により行われるが、環境へ一切負荷をかけない方法を適用するという観点から、焼成は単に大気中で行い、地球環境を一切汚染しない条件で合成する。

(2) 結晶構造の精密解析と発色機構の解明

(1) で得られた色純度が向上した新しい黄、赤、青の無機顔料それぞれについて、粉末X線回折測定を行い、その結果をリートベルト法により結晶構造を精密解析することによって、結晶構造及び各構成元素の配位環境を明らかにするとともに、精密解析された結晶構造に対してバンド構造計算を行うことによって、顔料の結晶構造、顔料を構成する元素の選択と組成及び顔料の電子構造と発色の関連性を明らかにする。さらに、これらの結果を、(1) の新規無機顔料の合成にフィードバックし、黄、赤、青の各3原色無機顔料の色純度（原色性）を向上させ、より鮮やかな色彩を有する環境調和型無機顔料を創成する。

(3) 実用化のための試験用試料の作成と提供

本研究開発によって得られた新規無機顔料の実用性を評価するために、試験用試料を作製し、安全性を確認の上、企業等の協力機関に提供する。協力機関において実施されたそれぞれの用途に応じた機能や特性等に係る評価等の結果を、新規無機顔料の設計や合成にフィードバックする。

3. 達成目標

(1) 中間目標（平成24年度）

従来の無機顔料と比べ、人体に有害な元素及び環境に対する負荷の大きい元素を含まない黄、赤、及び青の各3原色の新たな無機顔料のそれぞれについて、色純度（原色性）を向上させ、より鮮やかな色彩を有する顔料を創成する。開発の中間目標としては、明度を L^* 、色相と彩度を示す色度を a^* 、 b^* で表す $L^*a^*b^*$ 表現系^{注1} における、下記の数値を目標とする。

黄色顔料： $L^*a^*b^*$ 表現系における b^* 値が +7.0 以上

（現時点における酸化物系黄色顔料であるプラセオジム黄 ($ZrSiO_4:Pr$) を超える黄色度)

赤色顔料： $L^*a^*b^*$ 表現系における a^* 値が +2.5 以上

（現時点における酸化物系赤色顔料である、べんがら (Fe_2O_3) を超える赤色度)

青色顔料： $L^*a^*b^*$ 表現系における b^* 値が -3.5 以下

（現時点において、酸化物系青色顔料が存在しないため、紺青 ($Fe(III)_4[Fe(II)(CN)_6]_3$) を超える青色度)

また、代替物質である黄、赤、及び青の各3原色無機顔料のそれぞれについて、物質としての特性や人への安全性の観点からスクリーニングを行うとともに、開発が先行する黄色顔料について、スケールアップ時の課題抽出と解決策の検討や、代替に伴って改良するプロセス、製品等の課題の抽出と解決策の検討等を実施し、実用性を検証する。

(2) 最終目標（平成26年度）

黄、赤、及び青の各3原色無機顔料のそれぞれについて、 $L^*a^*b^*$ 表現系に加え、明度を L^* 、彩度を C^* 、色相角度を h で表す L^*C^*h 表現系^{注2} における下記の数値、及び着色力^{注3} を目標とする。

黄色顔料： $L^*a^*b^*$ 表現系における b^* 値が +9.0 以上であり、 L^*C^*h 系における C^* 値が 9.0 以上、かつ、着色力が、現時点における有鉛の酸化物系黄色顔料である、黄鉛 ($PbCrO_4$) と同等以上。

赤色顔料： $L^*a^*b^*$ 表現系における a^* 値が +2.5 以上であり、 L^*C^*h 系における C^* 値が 5.5 以上、かつ、着色力が、現時点におけるカドミウム系赤色顔料である、カドミウムレッド (CdS) と同等以上。

青色顔料： $L^*a^*b^*$ 表現系における b^* 値が -3.5 以下であり、 L^*C^*h 系における C^* 値が 4.0 以上、かつ着色力が、現時点における酸化物系青色顔料である、コバルト

ブルー ($\text{CoO} \cdot n\text{Al}_2\text{O}_3$) と同等以上。

また、赤色顔料および青色顔料について、スケールアップ時の課題抽出と解決策の検討や、代替に伴って改良するプロセス、製品等の課題の抽出と解決策の検討等を実施し、実用性を検証する。加えて、上記黄、赤、青色顔料の開発において、派生的に他の色等が得られた場合、市場における需要を鑑み、物質としての特性を検討する。

なお、本研究開発終了後、実用化技術として、コスト低減、早期の市場導入に対して大きな寄与が期待できる技術レベルを確立するものとする。

代替物質については、化審法の審査に用いられるPow測定試験又は濃縮度試験の試験成績が高濃縮性と判断されるものではなく、かつ、化管法の対象物質見直しにおける「有害性の判断基準」を満たすものではなく、かつ、細菌を用いる復帰突然変異試験及びほ乳類培養細胞を用いる染色体異常試験の試験成績がいずれも陰性と判断されるものとする。

注1：L*a*b*表色系は、物体の色を表すのに、現在あらゆる分野で最もポピュラーに使用されている表色系である。1976年に国際照明委員会(CIE)で規格化され、日本でもJIS(JISZ8729)において採用されている。L*a*b*表色系では、明度をL*、色相と彩度を示す色度をa*、b*で表す。+a*は赤方向、-a*は緑方向、そして+b*は黄方向、-b*は青方向を表しており、絶対値(数値から±の符号を取り除いた値)が大きくなるほど色鮮やかになる。

注2：L*C*h表色系は、L*a*b*表色系をベースに考え出された表色系であり、L*は明度を表す。C*は彩度を表しており、C*の値が大きいと鮮やかさが増し、小さいとくすんだ色になる。hは色相角度を表しており、+a*方向の軸を0°として、ここから反時計方向の色相に対して移動した角度で、色の位置がわかるようになっている。

注3：JISK5101-3-3により評価する。この規格は、可視スペクトル領域において、ドライヤを使用しないアルキド樹脂に分散した二つの類似の有色顔料の着色力を、光度計法によって比較する方法である。(参考：<http://kikakurui.com/k5/K5101-3-3-2004-01.html>)