

中間評価報告書概要

中間評価報告書概要

プロジェクト名	有害化学物質代替技術開発			
上位施策名	環境安心イノベーションプログラム			
事業担当課	製造産業局化学物質管理課			
<u>プロジェクトの目的・概要</u> 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であって規制強化が見込まれる重金属を含有する無機顔料について、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プロセス、改良製品等）を開発することを目的とする。具体的には、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。				
予算額等（委託） （単位：千円）				
開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体
平成２２年度	平成２６年度	平成２４年度	平成２６年度	国立大学法人大阪大学
H22FY 予算額	H23FY 予算額	H24FY 予算額	総予算額	総執行額
42, 000	33, 716	28, 659	104, 375	75, 716

目標・指標及び成果・達成度

(1) 全体目標に対する成果・達成度

黄色顔料については、 BiVO_4 系複合酸化物を基材とする優環境型顔料において、世界で初めて $L^*a^*b^*$ 表色系における黄色度 (b^*) が 90 を越える新しい顔料を開発した。

赤色顔料については、 Bi_2O_3 系複合酸化物を基材とする優環境型顔料において、現時点における優環境型の赤色顔料であるベンガラ (Fe_2O_3) の赤色度を越える新しい顔料を開発した。

青色顔料については、アモルファスオキシリン酸タングステン (WOP_2O_7) を基材とする優環境型顔料において、市販の紺青の青色度を凌ぐ青色度を実現した。また、カルシウムスカンジウムケイ酸塩 ($\text{Ca}_3\text{Sc}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$) を基材とする優環境型顔料により、さらに青色を向上させることができた。

$\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3$ 系複合酸化物を基材とする優環境型黄色顔料を開発し、有田焼の黄色上絵具として応用したところ、伝統色の一つである有鉛の「中黄」の色合いを無鉛で忠実に再現できることがわかった。また、実用化に向けて企業と連携し黄色顔料のセラミックス用途やプラスチック用途での実用性評価を行うとともに、生体安全性評価を行った。

個別要素技術	目標・指標		成果	達成度
	最終時点	中間時点		
新規無機顔料の創成	黄色: $L^*a^*b^*$ 表色系における b^* 値が +90 以上	黄色: $L^*a^*b^*$ 表色系における b^* 値が +70 以上	$\text{Bi}_{0.86}\text{Ca}_{0.07}\text{Zn}_{0.02}\text{La}_{0.05}\text{VO}_{3.955}$ において、 $b^* = +93.5$ を実現した。	達成
	赤色: $L^*a^*b^*$ 表色系における a^* 値が +60 以上	赤色: $L^*a^*b^*$ 表色系における a^* 値が +25 以上	$((\text{Bi}_{0.72}\text{Er}_{0.28})_{0.80}\text{Fe}_{0.20})_2\text{O}_3$ において、 $a^* = +30.9$ を実現した。	達成
	青色: $L^*a^*b^*$ 表色系における b^* 値が -50 以下	青色: $L^*a^*b^*$ 表色系における b^* 値が -35 以下	$(\text{Ca}_{0.95}\text{Eu}_{0.05})_3\text{Sc}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ において、 $b^* = -33.8$ を実現した。	未達成 (96% 達成)
実用性の検証	課題の解決	課題抽出と解決策検討	$\text{Ce}_{0.44}\text{Zr}_{0.35}\text{Bi}_{0.21}\text{O}_{1.895}$ 顔料を用いることにより、有鉛の「中黄」の色合いを無鉛で再現できた。	一部 達成
生体安全性の評価	マウスへの経口投与及び吸入暴露による毒性評価が陰性	マウスへの経口投与による毒性評価が陰性	経口投与評価の結果、マウスの外観に変化は認められず、対照群に比較しての体重増加の抑制も認められなかった。また、各臓器にも異常は認められなかった。	達成

(2) 目標及び計画の変更の有無

<共通指標>

要素技術	論文数	特許等件数 (出願を含む)
新規無機顔料の創成	2 (他 2 報投稿中)	1
実用性の検証	1	1
計	3	2

評価概要

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

顔料の代替化については一般に認知されていなく、また、企業ベースにおいて代替化がほとんど進んでいないことから、早急且つ迅速に国主導で解決すべき問題である。日本が世界に先駆けて取り組むことは先進性があり、その技術レベルも高く評価できる。化学物質に対する使用規制は世界的に見て今後避けられない問題であり、特に鉛、クロム等有害重金属については代替品の開発が必要となっている。人体に直接触れる機会の多い顔料について、有害重金属を含まない新たな有色無機顔料を開発することに焦点を当てた本プロジェクトは政策的に重要である。

また、顔料の代替物質の開発は高度な学術的要素を必要とする研究を含むことから、学を主体とした産官学の体制とそれらの役割分担は最適なプロジェクト構成となっている。

一方で、本プロジェクトの成果を実用化するためには、材料のコストパフォーマンスの検討や企業との綿密な協議も必要である。

2. 研究開発等の目標の妥当性

顔料の色彩性を豊かにする 3 原色の顔料の特性に対する明確な目標値が設定されており、既存の顔料の数値を参考にしている点は、材料開発の中間評価段階として妥当である。また、実用性や安全性の評価も目標設定されている。

一方で、新規顔料の特性が既存顔料と同程度であれば、新規材料のコストパフォーマンス等の検討が必要である。

さらに、将来工業的な需要を目指すのであれば、顔料粉体での評価ではなく、実際の使用場面を想定した塗料、プラスチックでの色相や着色力等についても評価する必要がある。

また、本プロジェクトのみ該当するものではないが、代替候補物質について、どんな安定性試験やヒト安全性試験を施すかについては、十分な議論が必要である。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

黄色、赤色および青色顔料について、特性評価の理論的考察と高度な化合物設計戦略で研究開発を推進し、多くの成果を獲得している。青色を除いたすべての項目で、目標達成されており、その青色も達成率97%であり、今後の研究によれば、目標を大幅に達成する可能性が極めて大きい。また、すでに顔料の安定性試験や安全性試験にも着手しており、中間評価時点の目標に対する達成度は十分といえ

論文の発表と特許の出願件数についてもほぼ妥当といえる。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

事業化へ向けた工夫として最初に有田焼の色素に適用性を見出している点は評価できるが、年間数10kgの需要と少なく、塗料、プラスチックでの実用評価をできるだけ早い時点で開始して貰いたい。本プロジェクトの成果は、学術的には世界的に見て最先端を走っているように感じられた。経産省としてはこの点を考慮して、顔料分野における国際標準化に関する基準制定のイニシアティブをとるよう努めてほしい。

本事業の実施に際して目標設定は極めて妥当であり、採択に関するスケジュールも妥当である。選別過程も適切であり、採択された実施者（大阪大学のグループ）は本プロジェクト実施には最適である。また、目標達成及び効率的実施のために必要な、実施者間の連携が十分に行われる体制となっており、学会発表、論文、特許申請等で成果を社会に認知させる努力も十分に行われている。また、開発計画も重要性の高い色素から重点的に開発進めているだけでなく、ほかの色素への研究配分も適切である。

また、今後更なる世界情勢の変化も予想され、代替開発顔料の製造場所、適用先もめまぐるしく変化してくる可能性がある。今後のプロジェクトの流れの中でも知財戦略を軸とした多くの工夫が必要と思われる。

プロジェクトリーダーの強力なリーダーシップの元、適切な研究開発戦略とそれに基づく高い研究遂行能力の結果、極めて質の高い成果が得られていると思われる。

基礎開発研究段階では、人的、資金面から一企業として行えることは限られていることから、大学が政府の資金援助を受けて進めることは重要。

V

しが期待される。

プロジェクトリーダーの強力な采配のもと、目標に向かって邁進することを期待する。

7. 今後の研究開発の方向等に関する提言

○大学人の研究はややもすると基礎研究に偏りがちであるが、塗料、プラスチックに分散しての実用的な評価や、顔料の隠蔽力、着色力、色合い、あるいは粉体の形態制御棟についての評価等、応用に向けた研究も必要と考える。

○実用化に向けてのノウハウのためには、企業との連携を強化する必要がある。

○実用化をより強く意識したものにシフトしていく中で、新規開発顔料の「ヒト影響試験」や「安定性試験」などは、新顔料の性能を十分担保する内容であるべき一方で、効率よい計画も強く期待される。

○色に関しては、人の感性に依存している部分が多いので、その分野の専門家も加えた評価が必要である。

○もっとも実現性がありかつ需要量が多く、現段階でも中間目標を達成している黄色顔料について注力し、早期の工業化を目指しての取り組みに重点をおいて進むのが良いと考える。

○カドミウムを使った赤色顔料のレベルをクリアするためには、弁柄ベースの材料から脱却することも視野に入れたほうがよいと思われる。

○必要な場所に必要だけレアアースを使用することは、材料開発の選択肢を豊富にすることにつながる。材料開発におけるブレークスルーを逃さないためにも、レアアースを積極的に使用している姿勢は今後とも続けるべきである。

評点結果

評点法による評点結果 (有害化学物質代替技術開発プロジェクト)

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.40	2	2	2	3	3
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.20	2	1	2	3	3
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.40	2	1	3	3	3
4. 事業化、波及効果についての妥当性	1.20	1	1	1	2	1
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.20	2	2	2	3	2
6. 総合評価	2.40	3	2	2	3	2

