

## ご挨拶

東京都地域結集型研究開発プログラム「都市の安全・安心を支える環境浄化技術開発」は、平成18年12月から、独立行政法人科学技術振興機構(JST)のご支援をいただき、地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター(都産技研)が中核機関となって、産学公が連携して技術開発を進めたプロジェクトです。光化学オキシダントや悪臭等の大気汚染物質の原因となる揮発性有機化合物(VOC)の削減技術の開発に取り組み、これまでに高性能VOC分解触媒や高感度VOCセンサ、高効率VOC処理装置などの多くの技術的成果を生み出してきました。

当プログラムは、東京都の「東京都産業科学技術振興指針」(平成16年4月制定)に沿ったもので、その成果は「10年後の東京」(平成18年12月制定)が掲げる「世界で最も環境負荷の少ない都市東京の実現」に貢献するものです。また、地域としての東京の技術力を結集すべく、延べ7大学2研究機関、13企業1組合1NPO法人に参画いただきました。

平成23年11月には研究開発・試作段階のフェーズⅡが終了し、平成23年12月からは成果普及・実用化段階のフェーズⅢが始まります。フェーズⅡの終了に当たり、これまでの5年間の成果を広く都民並びに関係者の皆さまに知っていただき、さらに広く活用していただくために、ここに新しい成果集をまとめました。平成22年3月の成果集にそれ以降の研究開発成果も加えた総合的な成果集となっております。また、都産技研と企業の共同研究などの他の事業に発展したのも、併せてこの新成果集に掲載させていただきました。

東京都と都産技研は、この新成果集に掲載されているこれまでの研究成果を、フェーズⅢでの商品化や事業化に展開していく予定です。皆さまにこの新成果集をご活用いただき、環境ビジネスの創生や都市環境の浄化に役立てていただけることを願っています。

平成23年9月

企業化統括 片岡正俊



# 目次

---

・ 事業概要	1
・ 推進体制	2
・ 研究開発テーマ概要	3
・ 分野別の成果について	
計測分野	
1. (計測 1) VOC バイオセンサの研究	5
2. (計測 2) VOC バイオセンサの製品化	7
3. (計測 3) センサ用 MEMS 技術	9
4. (計測 4) 光イオン化センサ (PID) の開発	11
5. (計測 5) 局在プラズモン共鳴センサの開発	13
6. (計測 6) 電気移動度分級器 (DMA) の開発	15
評価分野	
7. (評価 1) VOC 排出対策ガイド「基礎から実践・評価法まで」の作成	17
8. (評価 2) 環境中の VOC 実態調査と VOC 処理技術の評価	19
9. (評価 3) 浮遊粒子状物質 (SPM) の成分分析	21
10. (評価 4) 工場塗装における VOC 排出実態の解明	23
11. (評価 5) パッシブエアサンプラーを用いた半揮発性有機化合物の汚染調査	25
12. (評価 6) 土壌汚染評価技術の開発	27
材料分野	
13. (材料 1) VOC 分解触媒の開発	29
14. (材料 2) VOC 吸着に向けたスーパーマイクロポーラスシリカの開発	31
15. (材料 3) 木質系吸着材の開発	33
16. (材料 4) 高分子吸収材の開発	35
17. (材料 5) アパタイト吸着材の開発	37
18. (材料 6) 担持体の開発 (ポーラスアルミナ)	39
19. (材料 7) 機能性表面を有する担持体の開発	41
装置分野	
20. (装置 1) 塗装乾燥炉用 VOC 処理装置の開発	43
21. (装置 2) 大風量低濃度 VOC 処理装置の開発	45
22. (装置 3) バグフィルター型 VOC・ミスト処理装置の開発	47
23. (装置 4) プラズマによる VOC 処理装置の開発	49
24. (装置 5) VOC 処理リサイクルシステムの開発	51
25. (装置 6) 土壌 VOC 浄化装置の開発	53
26. (装置 7) 金属繊維フィルターの開発	55
・ 出願特許一覧	57
・ 研究員一覧	59

## ◇ 事業概要 ◇

### 事業の概要

本事業は、独立行政法人科学技術振興機構（JST）が進める「地域結集型研究開発プログラム」に採択され、東京都が平成18年度から実施している「都市の安全・安心を支える環境浄化技術開発」です。

- ◇ 事業名：都市の安全・安心を支える環境浄化技術開発
- ◇ 事業期間：平成18年12月1日から5年間
- ◇ 事業費：平成18年度から平成23年度まで19.6億円（JSTと東京都が負担）
- ◇ 目標：都市の大気環境の改善を目指し、揮発性有機化合物（VOC）の大気中への排出を削減するため、高感度なVOCセンサや高機能なVOC分解触媒、VOC処理装置の開発を行い、新しい環境ビジネスの創出を目指します。

### 事業の背景

トルエンやキシレンなどのVOCは、光化学スモッグや浮遊粒子状物質の要因とされています。VOCを削減するため、大気汚染防止法や東京都環境確保条例等の法規制に加えて、中小企業が導入しやすいVOCの処理技術や高感度なVOC評価技術の開発が求められています。

### 研究開発のコンセプトと目標

東京都地域結集型研究開発プログラム「都市の安全・安心を支える環境浄化技術開発」は、現在の大気汚染の要因となっているVOCの排出を抑え、東京の大気環境を浄化することを目的としています。このため、VOCが環境中に及ぼす影響を明らかにし、ナノ粒子等が生成する過程を解析します。また、VOCの高感度センサやVOC処理装置の監視に用いる耐汚染性VOCセンサを開発します。さらに、VOCを分解する高性能な触媒を開発し、これを利用した省スペース・省エネルギー型のVOC分解処理装置を開発します（下図はコンセプトを示す）。

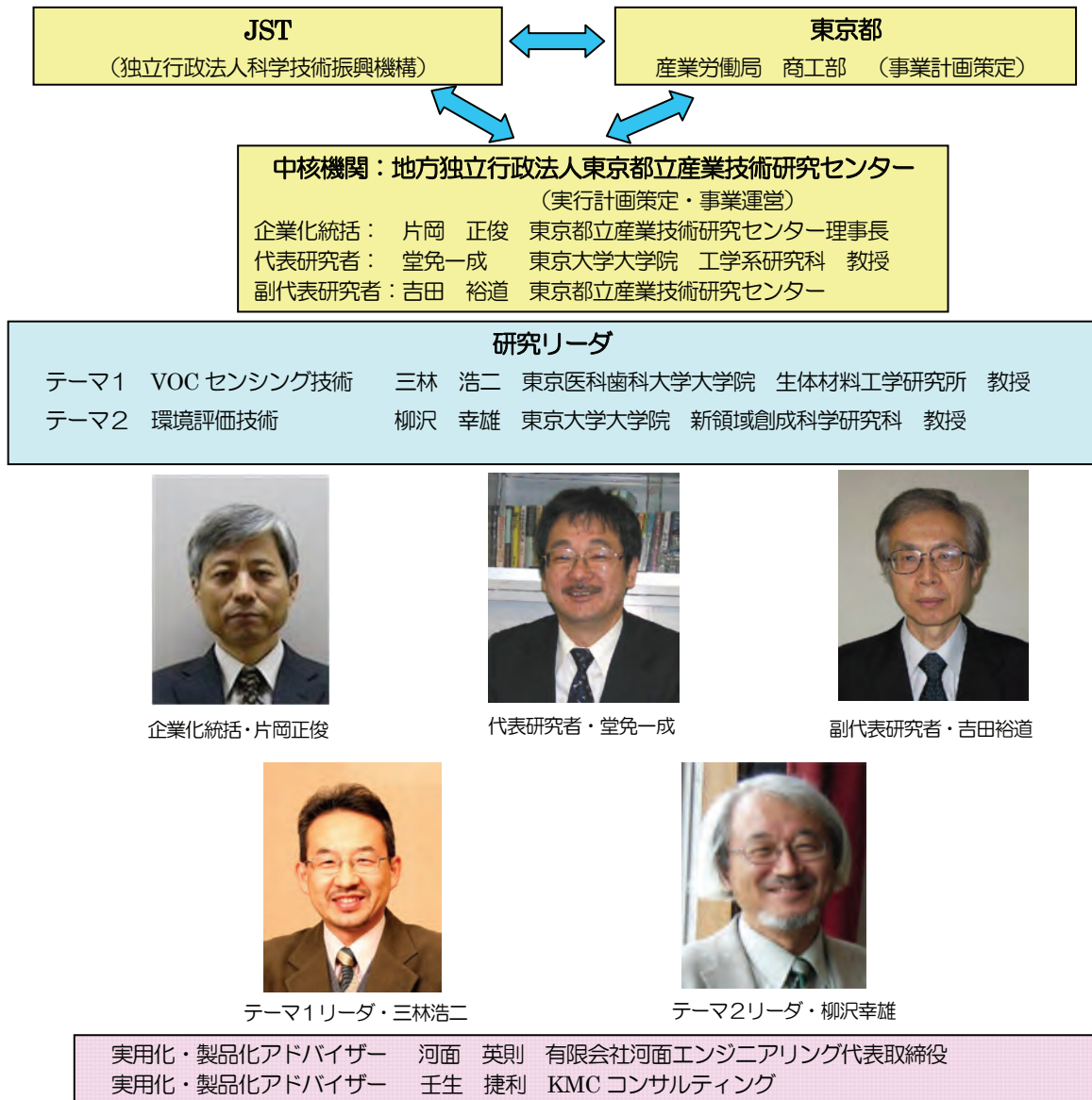
平成23年度



# ◇ 推進体制 ◇

## 事業の推進体制

平成 23 年度



### これまでの参画機関 (順不同)

大学	研究機関・組合	企業・法人
東京大学大学院 工学系研究科	東京都工業塗装協同組合	日立プラント建設サービス株式会社
東京大学大学院 新領域創成科学研究科	東京都環境科学研究所	日本バイリーン株式会社
東京医科歯科大学 生体材料工学研究所	東京都立産業技術研究センター	株式会社三菱化学科学技術研究センター
首都大学東京 都市環境学部		株式会社日立プラントテクノロジー
首都大学東京大学院 システムデザイン研究科		日本軽金属株式会社
慶應義塾大学 理工学部		理研計器株式会社
早稲田大学 ナノテクノロジー研究所		柴田科学株式会社
東京薬科大学 生命科学部		ナブソン株式会社
立教大学 21世紀社会デザイン研究所		テクノファーム・アクセス株式会社
		株式会社奈良機械製作所
		インパクトワールド株式会社
		エヌ・イクムキャット株式会社
		株式会社モリカワ
		NPO 法人日本炭化研究協会

## ◇ 研究開発テーマ概要 ◇

### 研究開発のテーマ

VOCは有害な化学物質として、また、光化学スモッグや浮遊粒子状物質の原因物質として環境を汚染しています。東京都地域結集型研究開発プログラムでは、環境中のVOC削減と新しい環境産業の創造を目指して、VOCの計測方法から浄化方法まで幅広く研究を行いました。本冊子では、事業を開始した平成18年12月からフェーズⅡ終了までに研究した成果を、途中で終了したテーマ及び別の事業に移したのものも含めて記載しました。分類は、1「VOCセンシング技術の開発（計測）」、2「VOC排出と環境への影響（評価）」、3「触媒と吸着材の開発（材料）」、及び4「VOC処理装置の開発（装置）」です。

## 1 VOCセンシング技術の開発（計測）

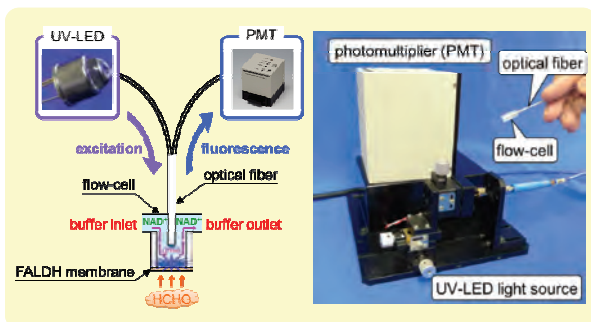


図1 VOC（ホルムアルデヒド）検出バイオセンサ

光イオン化検知器（PID）、局在プラズモン共鳴センサ（LSPR）を開発しました。さらに、本プログラムで開発したCo,Ce系複合酸化物触媒の触媒燃焼-NDIR（非分散赤外線分光分析）法への適応を図りました。DMAについては、SPM粒子をファラデー管で計数して、捕集後に成分分析することが可能な製品を市場に投入しました。

本成果集の中で、個別テーマ「計測1~6」として記載したのは、「VOCバイオセンサの研究」、「VOCバイオセンサの製品化」、「センサ用MEMS技術」、「光イオン化センサ（PID）の開発」、「局在プラズモン共鳴センサの開発」、「電気移動度分級器（DMA）の開発」です。

VOCセンシングでは、ホルムアルデヒド測定用のパイオセンサ、芳香族などの溶媒を測定する物理センサ、及び浮遊粒子状物質（SPM）を捕集計測する電気移動度分級器（DMA）を開発しました。

バイオセンサは、図1に示した構造をもち、携帯可能な小型のセンサで世界最高レベルの高い感度と選択性が得られ、大気中のホルムアルデヒドの濃度変化を実時間で計測することが可能です。また、バイオセンサの応答性を向上させる通気性の良い気液分離機構等を、MEMS技術を用いて開発することができました。

物理センサは、VOC処理装置のモニタ等に使用可能な

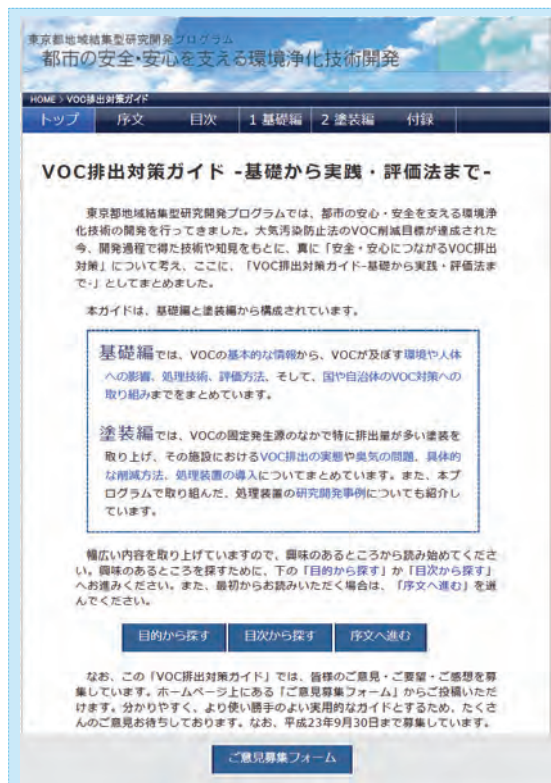
## 2 VOC排出と環境への影響（評価）

工場等が排出するVOCの環境へ及ぼす影響について、調査・分析をして発生メカニズムや対策を検討しました。その結果は「VOC排出対策ガイド-基礎から実践・評価法まで-」としてまとめ、東京都立産業技術研究センターホームページ上で公開をしています。このガイドには、VOCの基礎的な情報をまとめた「基礎編」と、固定発生源として中小規模の塗装工場を取り上げて具体的に実態などを記述した「塗装編」が記載されています。

本成果集の中で、個別テーマ「評価1~6」として記載したのは、「VOC排出対策ガイドの作成」、「環境中のVOC実態調査とVOC処理技術の評価」、「浮遊粒子状物質（SPM）の成分分析」、「工場塗装におけるVOC排出実態の解明」、「パッシブエアサンプラーを用いた半揮発性有機化合物の汚染調査」、「土壌汚染評価技術の開発」です。

図2 「VOC排出対策ガイド」ホームページの表紙→

<http://create.iri-tokyo.jp/>



### 3 触媒と吸着材の開発（材料）

環境浄化材料として、触媒と吸着材、及びそれらの担持体の開発を行いました。触媒については、研究開始時は可視光分解用の光触媒を中心に開発を進めましたが、工場などの VOC 処理用に大量の分解を高速に行うために、フェーズⅡからは熱触媒を中心に開発を行いました。その結果、貴金属を使用しない Co,Ce 系複合酸化物触媒の開発に成功し、特に酢酸系の VOC が低い温度で分解可能です（図3）。

吸着材の開発は、天然骨を原料とするアパタイト系吸着材の研究を行い、世界最高レベルの表面積を得ることができました。その成果はマイクロ孔を持つシリカの製造技術などに継承し発展させています。また、VOC 処理装置用の安価な吸着材を探索して、賦活における Ca の役割を明らかにし、多摩の未利用木材に樹皮を混ぜて活性炭を製造する技術を開発しました。

触媒と吸着材を担持する方法として、ナノからマイクロメートル領域の相互作用に着目し、その機械的な構造を試作して機能を確かめました。

本成果集の中で、個別テーマ「材料 1~7」として記載したのは、「VOC 分解触媒の開発」、「VOC 吸着に向けたスーパーマイクロポラスシリカの開発」、「木質系吸着材の開発」、「高分子吸収材の開発」、「アパタイト吸着材の開発」「担持体の開発（ポラスアルミナ）」、「機能性表面を有する担持体の開発」です。

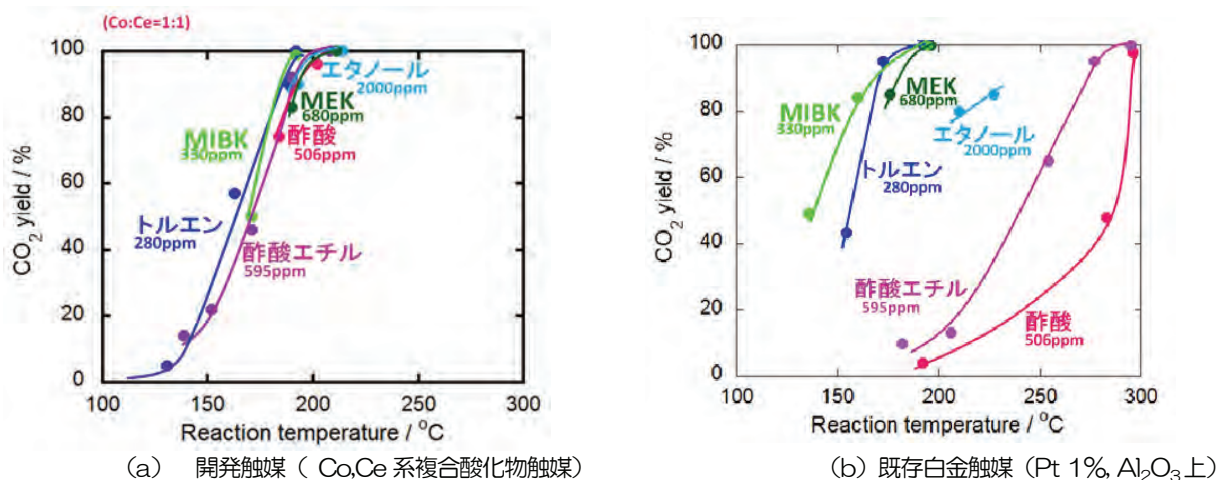


図3 開発した酸化物触媒と既存の白金触媒の VOC 分解温度（開発触媒は酢酸系 VOC の分解温度が低い）

### 4 VOC 処理装置の開発（装置）

VOC 処理装置は、大風量低濃度用の処理装置の開発を目指していましたが、都内中小企業では悪臭の除去が焦点の課題になっていることを受けて、加熱時に多く発生するアルデヒド類等の処理に力を入れました。図4に示した触媒燃焼処理と乾燥炉が一体となった装置では、熱源の制御や開発触媒の採用により、処理装置と乾燥炉をそれぞれ個別に動かした場合の約 1/2 のエネルギーで稼働します。

VOC 処理のリサイクルシステムやプラズマによる VOC 処理など研究から実用化に移った開発もあります。

本成果集の中で、個別テーマ「装置 1~7」として記載したのは、「塗装乾燥炉用 VOC 処理装置の開発」、「大風量低濃度 VOC 処理装置の開発」、「バグフィルター型 VOC・ミスト処理装置の開発」「プラズマによる VOC 処理装置の開発」、「VOC 処理リサイクルシステムの開発」、「土壌 VOC 浄化装置の開発」、「金属繊維フィルターの開発」です。

以上、平成 23 年 9 月までの成果を記述しましたが、製品化に向けた終盤の取り組みの中でさらにさまざまな成果が加速して表われている状況です。今後は、学協会や都産技研等を通じて発表をするとともに、新しい環境産業の創成を図ります。



図4 試作した処理装置一体型乾燥炉