

3. 共同研究実施報告

(1) 研究体制の構築

① 共同研究体制の構築状況

本プログラムの共同研究体制を図 3-1 に示す。役割の分担と連携状況等は以下のとおりである。

・代表研究者

フェーズⅡは、堂免一成教授(東京大学大学院)が代表研究者である。フェーズⅠは仙名保教授(慶應義塾大学)が代表研究者であったが、天然骨由来アパタイト系吸着材の開発を中止するにあたり、専門性の違いから代表研究者を交代した。

・コア研究室

本プログラム開始時(平成18年度)に、コア研究室を東京都ナノテクノロジーセンター内に整備し、研究機器、測定機器、情報インフラ等の整備を行った。また、都産技研の西が丘本部に地域結集実験室を設置し、化学実験や大型装置による実験を可能にした。平成23年10月、都産技研本部の青海への移転に伴い、コア研究室を新本部に移転した。なお、バイオセンサ開発では東京医科歯科大学(三林浩二教授)、触媒の開発では東京大学(堂免一成教授)、及び環境評価では東京大学(柳沢幸雄教授)の各研究室に研究設備を導入し、雇用研究員を派遣して開発に当たった。

・参画機関

フェーズⅡの最終年度(平成23年度)は6大学・8研究室、7企業、1組合、2研究機関が参加した。プログラム途中で参加を止めた機関を含めると、5年間では7大学・9研究室、14企業(NPO法人1含む)、1組合、2研究機関が共同研究を行った。

・研究課題とリーダー

平成23年度のテーマ数は2で、「テーマ1. VOCセンシング技術」及び「テーマ2. 環境評価技術」である。各テーマのリーダーは、テーマ1が三林浩二東京医科歯科大学教授、テーマ2が柳沢幸雄東京大学大学院教授である。基本計画からの5年間のテーマの変更などは、「3.(2) 研究テーマの推移」に記載した。

・雇用研究者

(独)科学技術振興機構の人件費負担による雇用研究員は、フェーズⅠでは吸着材開発1人、触媒開発1人、担持体開発1人、処理装置開発4人、バイオセンサ開発1人、環境評価1人の9人を配置し、コア研究室を中心に一部は大学で研究を行った。フェーズⅡではバイオセンサ1人、長寿命センサ1人、環境評価1人の計3人である。途中での交代を含めて15人が機構負担による雇用研究員として本プログラムで働いた。

・共同研究者

本プログラムを実施した5年間に参加した共同研究員は、大学・都環科研から27人、企業・NPO法人・協同組合から27人であった。また、本プログラムを兼務(専任も含む)した都産技研の研究員は29人であった。

したがって、5年間の共同研究者計は83人で、雇用研究員15人を加算すると、総計で98人が本プログラムの研究を実施した。

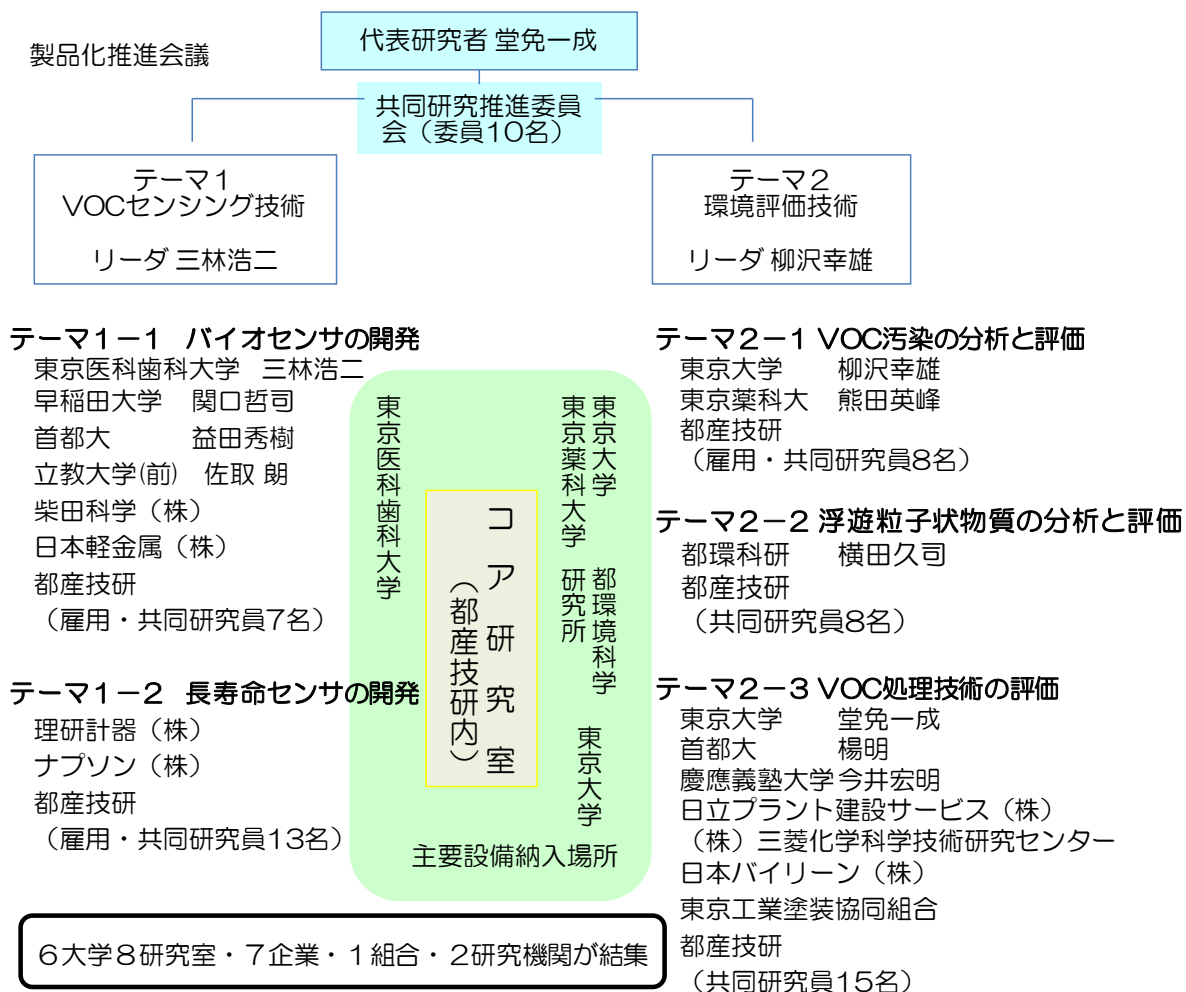


図 3-1 研究体制図(平成 23 年度:フェーズⅡ最終の体制)

②全体的な進捗状況

基本計画においては、「東京都に集積する知的資産を結集し、環境浄化材料の創製と有害化学物質の処理技術の開発により、都市型環境産業を創生する」ことを目標にした。その目標に対して、他事業へ展開したテーマ及び途中終了したテーマも含めて、フェーズⅠとフェーズⅡを通して全体的な進行状況を報告する。

本プログラムでは、VOC の計測方法から浄化方法まで幅広く研究を行い、その成果をまとめた「成果集Ⅱ」を平成 23 年 10 月に発行した(当初 300 部を用意したが都内企業などからの配布希望が多く、11 月には更に 600 部を増刷した。なお、「成果集(Ⅰ)」は平成 22 年 3 月に発行した)。成果集に記載したテーマ数は 26 で、それらを「VOC センシング技術の開発(計測)」、「VOC 排出と環境への影響(評価)」、「触媒と吸着材の開発(材料)」、及び「VOC 処理装置の開発(装置)」の 4 つに分類した。その分類に沿って、以下に概要を述べる。

【VOC センシング技術の開発(計測)】

VOC センシングでは、ホルムアルデヒド測定用のバイオセンサ、芳香族化合物など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)を開発した。

バイオセンサ開発では、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濃度を実時間で計測することが可能である。また、通気性の良い気液分離機構を、MEMS 技術を用いて開発した。このことによって、センサの応答性を更に向上させることが出来る。

物理センサについては、長寿命が期待できて、VOC 処理装置のモニタリング等に使用可能なセンサとして、光イオン化検知器(PID)及び局在プラズモン共鳴センサ(LSPR)を開発した。更に、本プログラムで開発したCo, Ce系複合酸化物触媒の粒状コーディエライトなどへの担持方法を検討し、触媒燃焼-NDIR(非分散赤外線分光分析)法センサへの応用を図った。

DMA については、SPM 粒子数をファラデー管で計数して粒度分布を測定し、捕集後に化学成分分析が可能な量を採取できる製品を開発し、製造販売中である。

【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、ホームページ上で公開した。このガイドは、VOC の基礎的な情報をまとめた「基礎編」と、中小塗装工場の工程改善手法などを記載した「塗装編」からなっている。塗装関連工業組合などから印刷物の配布希望が出されている。

また、VOC と SPM の関係については、大気及びディーゼル自動車排ガス粒子中の成分比較を行った結果、ディーゼル排出粒子では燃料や潤滑油由来成分が顕著であり、大気中粒子では、カルボン酸類など大気中の光化学反応により二次的に生成する物質が多く検出された。粒径別サンプリングの結果から、微小粒子を定量する有用なデータが得られた。

【触媒と吸着材の開発(材料)】

このテーマはプログラム途中で終了したものである。

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った。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研究を進めたが、工場などからの大量の VOC を高速に分解することには不向きであり、そのことを考慮して平成 20 年度からは熱触媒を中心に開発を行った。

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出来た。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る。また、VOC 処理装置用の安価な吸着材を探索して、活性炭の賦活における Ca の効果を明らかにし、多摩の未利用木材に樹皮を混ぜた原料を用いて、VOC 吸着性能に優れた活性炭製造技術を開発した。

担持体については、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、機械的な構造を試作して機能を確認した。

【VOC 処理装置の開発(装置)】

このテーマはプログラム途中で終了したものである。

VOC 処理装置は、プログラム開始当初、大風量低濃度用の処理装置の開発を目指していたが、中間評価の指摘に基づき開発を中止した。フェーズ II では、東京都の支援によって、乾燥炉の加熱時に発生する

アルデヒド類等の処理に力を入れた。悪臭の除去が焦眉の課題になっている都内中小企業のニーズに応える開発として、運転費用の低い省エネルギー型の塗装乾燥炉一体型 VOC 処理装置の製品化試作に到達した。また、フェーズⅡの期間内に、VOC 処理リサイクルシステムやプラズマによる VOC 処理装置などを実用化した。現在、繰り返し使用可能な金属繊維フィルターなど、要素部品についても製品化を進めている。「成果集Ⅱ」の分類に沿って、製品化などに向けた成果一覧を表 3-1 から表 3-4 に記載する。表中の番号とテーマ名は、「成果集Ⅱ」の番号とテーマ名である。

表 3-1 VOC センシング技術の開発(計測)

番号	テーマ名	研究開発の成果	実用化等の状況
計測 1&2	VOC バイオセンサの研究と製品化	・蛍光検出方式で、高感度、高選択性、高速応答性を実現 ・製品化の技術を開発	東京医科歯科大(三林研)の研究に基づき、柴田科学(株)が製品化試作
計測3	センサ用 MEMS 技術	気液分離構造及びオンチップ構造の試作	透過性に優れた気液分離に成功 科研費研究に発展
計測4	光イオン化センサ(PID)の開発	保守性の良い構造、新しい電子回路	理研計器(株)が製品化試作 ベンチャー起業 1 社
計測5	局在プラズモン共鳴センサ(LSPR)の開発	透過光方式の VOC センサ開発	別の産学公連携事業に発展、製品化に向けて研究中
計測6	電気移動度分級器(DMA)の開発	ファラデーカップエレクトロメータ(FCE)方式で粒子径範囲 10~1000nm。個数濃度と表面積を同時に計測できる	分粒後、サンプルを分析することが可能。製品化済みで、都環科研でも利用中

表 3-2 VOC 排出と環境への影響(評価)

番号	テーマ名	研究開発の成果	実用化等の状況
評価1	VOC 排出対策ガイドの作成	「基礎編」および「塗装編」執筆	ネット公開中、印刷物発行 http://create.iri-tokyo.jp/
評価2	環境中 VOC の実態調査と処理技術評価	代替物質シフトの問題などを明らかにした	行政の環境担当者(区市など)研修、処理装置を評価
評価3	浮遊粒子状物質(SPM)の成分分析	SPM の有機成分を探索	東京都総合調査の一環としても展開中、PM2.5 対策の基礎データ
評価4	工場塗装における VOC 排出実態解明	中小規模工場の排出実態分析	中小塗装工場向け VOC 対策講習会などを実施
評価5	パシブサンプラーを用いた半揮発性有機化合物の汚染調査	環境調査でサンプラー設置、高さの影響などを調査	3 環式芳香族炭化水素を含む場合のサンプリング条件を確認
評価6	土壌汚染評価技術の開発	固相マイクロ抽出法の有用性立証	(リーダの貝瀬利一教授ご逝去、平成 21 年)

表 3-3 触媒と吸着材の開発(材料)[途中終了テーマ]

番号	テーマ名	研究開発の成果	実用化等の状況
材料1	VOC 分解触媒の開発	酸化触媒開発、酢酸系分解低温	S 社と製品化の共同研究実施決定、工場での実証試験打合せ中
材料2	スーパーマイクロポーラスシリカ開発	無溶媒合成法の開発	シリカのナノ孔形成に成功、新材料創成へ、科研費研究に発展実施中
材料3	木質系吸着材の開発	賦活における Ca イオンの影響解明	終了後、NPO 法人日本炭化研究協会が共同研究実施、賦活条件改善
材料4	高分子吸収材の開発	PS ゲル等の VOC 吸収性能を調査	高分子材料の VOC 処理利用に関する特許登録(2 件)
材料5	アパタイト吸着材開発	天然骨の微細化、比表面積の増加	E 社と都産技研が特許使用契約を締結、製造方法を開発中
材料 6&7	ポーラスアルミナ及び機能性担持体の開発	可視光透過型の担持体開発 表面ナノ構造の担持体開発	担持マイクロ加工に成功

表 3-4 VOC 処理装置の開発(装置)[途中終了テーマ]

番号	テーマ名	研究開発の成果	実用化等の状況
装置1	塗装乾燥炉用 VOC 処理装置の開発	乾燥炉・処理装置一体型開発	A 社と都産技研が製品化共同研究実施中、工場での実証試験打合せ中
装置2	大風量低濃度 VOC 処理装置の開発	粉末活性炭使用装置の設計	(特許出願、途中終了)
装置3	バグフィルター型 VOC・ミスト同時処理装置	装置試作、性能確認	(特許出願、途中終了)
装置4	プラズマによる VOC 処理装置の開発	酸化エチレン等分解性能の向上	インパクトワールド(株)製品化し、「中小企業優秀新技術・新製品賞」受賞
装置5	VOC 処理リサイクルシステムの開発	脱着効率向上、センシング・通信	(株)モリカワ「グリーン・サービサイジング」へ発展
装置6	土壌 VOC 浄化装置	装置試作	(株)日立プラントテクノロジー、実証実験一部実施(途中終了)
装置 7	金属繊維フィルターの開発	耐熱フィルターの製造技術開発	SS 社が製品化試作、企業へサンプル提供中

以上の成果は、受賞 5 件、論文 36 件、学会等の口頭発表 132 件、特許 47 件(出願)、実用化・商品化 11 件、他事業への展開 12 件、雑誌・新聞掲載 59 件などとなっている。

フェーズⅢに向けて、東京都と都産技研は、環境浄化技術連絡会議(委員は、東京都産業労働局、東京都環境局、東京商工会議所、東京都中小企業振興公社、東京工業塗装協同組合、関東グラビア協同組合

などより構成)、及び環境ビジネス推進協議会(委員は、本プログラム参加企業、製品化を希望する都内中小企業などより構成)の設立を準備している。

フェーズⅡまでに、都産技研が中心となって実施してきた中小企業向け VOC 削減技術講習会、区市町村の環境担当者への研修、VOC 対策関連技術の評価事業に関する環境省への協力などは今後も継続が可能である。また、製品化にもう一步研究が必要な課題については、都産技研が企業と共同研究を開始している。更に、雇用研究員の多くがフェーズⅡ終了後も都産技研の研究員として勤務することが決まり、プログラムの成果は霧散することなく継続して蓄積され、コア研究室が VOC 処理技術に関する地域 COE としての働きを担うことが可能である。

基本計画は、東京工業塗装協同組合などの団体や都内中小企業の VOC 削減への熱心な討論、意見、及びニーズを基にして策定されたものである。フェーズⅢでは改めてその初心に戻り、関係団体及び企業との連携を強めて成果の普及と活用を図り、新しい環境ビジネスの創成と都市環境の改善に努めたい。