

# 地球規模課題対応国際科学技術協力

(環境・エネルギー研究分野「地球規模の環境課題の解決に資する研究」領域)

オゾン、VOCs, PM2.5 生成機構の解明と対策シナリオ提言共同研究プ

ロジェクト

(メキシコ)

平成 24 年度実施報告書

代表者：若松 伸司

愛媛大学農学部・教授

<平成 22 年度採択>

## 1. プロジェクト全体の実施の概要

### ・本プロジェクトの達成目標

本共同研究プロジェクトでは、光化学オゾンや PM2.5（大気微小粒子）の動態を日本とメキシコにおいて統一した測定システムや解析手法を用いて把握し、二国間に共通の側面や地域独自の特徴を明らかにする。

具体的には地上から高度 10Km 以上までのオゾンと気象の立体分布の把握、不確かさ 10%以下の測定精度での VOC（揮発性有機化合物）成分の環境動態の把握、質量濃度との差が 15%の誤差以内の精度で計測された多成分同時測定による PM2.5 の環境動態の把握、アルデヒドの項目を含む個人暴露量の把握、全国規模での大気汚染モニタリングデータの解析評価や大気汚染モデリングによる発生源と環境濃度との関連性の把握を行う。

これらの研究結果を総合してメキシコにおける光化学オゾンや PM2.5 大気汚染の生成機構を解明し、メキシコのモデル都市やモデル地域における大気汚染対策シナリオの検討を行う。

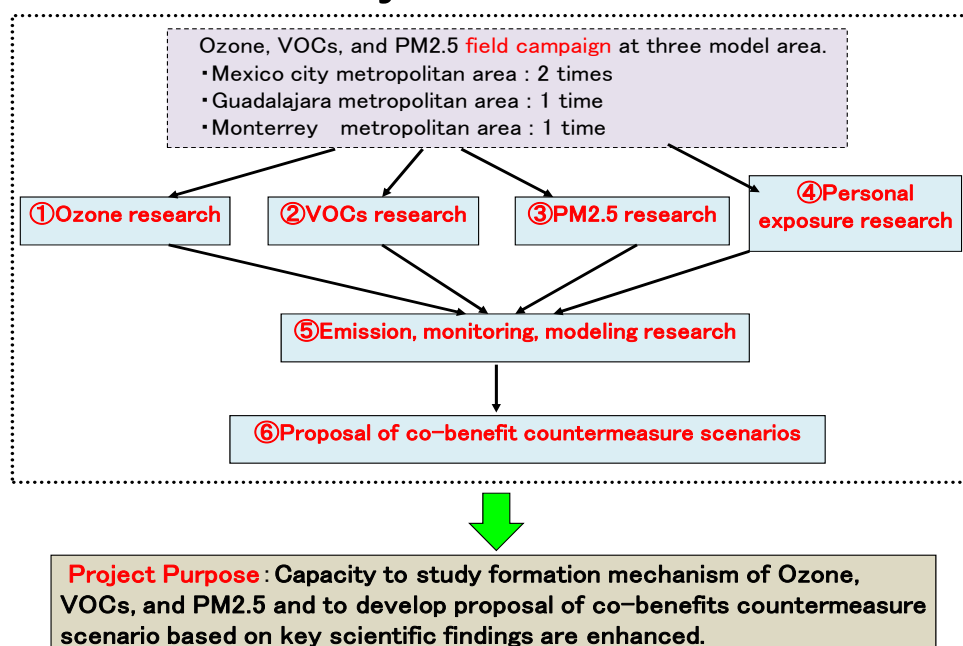
この結果を基に、地域と地球の大気環境改善に資する対策シナリオをメキシコ政府や地方自治体に提言する。更には、研究成果を近隣諸国等に波及させ近隣諸国及びその他の国における大気環境保全対策に役立てることを達成目標とする。

### ・これまでのプロジェクトの概要

愛媛大学とメキシコ環境研究研修センター(CENICA)をそれぞれ日墨の代表機関として平成 22 年(2010 年) 9 月に RD、平成 22 年(2010 年) 12 月に MOU の署名がなされ、平成 23 年(2012 年) 1 月から国際共同研究が実施されている。研究の実施に当たっては、生成機構解明と影響評価、対策シナリオ策定を行う為に、

- ① オゾンと気象の立体分布測定システムの開発と立体分布の解明
  - ② VOCs 成分測定システムの開発と環境動態の解明
  - ③ PM2.5 成分測定システムの開発と環境動態の解明
  - ④ 大気汚染暴露測定システムの開発と暴露レベルの把握
  - ⑤ 大気汚染モニタリングデータ解析システムの構築と大気汚染モデリングシステムの構築
  - ⑥ 大気汚染対策と気候変動対策の両方に資する対策シナリオの検討と提言
- の六つの研究課題を設定し、それぞれの課題を中心的に実施するワーキンググループ（WG）を設け相互に協力し合いながら調査研究が行われている。

## Project Outline



### ・プロジェクト進捗状況

平成 22 年には 7 月と 8 月の二回に亘って詳細計画策定調査を実施し研究計画を定めた。モデル都市としてはメキシコ渓谷首都圏、グアダラハラ都市圏、モンテレー都市圏を候補地として定めた。日本とメキシコとで比較評価可能な測定結果や解析結果を得る為に、研究初年度である平成 22 年度においては、測定・分析機器の整備とモデル都市の調査を中心に共同研究を実施した。平成 23 年度には、期間の前半に共同研究で用いる大気試料採取装置、ガス成分分析装置、粒子成分分析装置の整備、並びに観測・計測・解析手法の構築に関する共同研究を実施し、

- 1、オゾンの立体分布測定システムの開発
- 2、VOCs 成分測定システムの開発
- 3、PM2.5 成分測定システムの開発
- 4、大気汚染曝露測定システムの開発
- 5、大気汚染モニタリングデータ解析、大気汚染モデリングシステムの開発
- 6、大気汚染対策シナリオの提言に関する情報収集

を行った。年度後半には、2011 年 11 月と 2012 年 3 月にメキシコ市 (DF) において集中観測を実施し、データ収集と解析を行った。また、年度末の 2012 年 3 月 26 日には松山においてメキシコ・中国・日本の間でのジョイント国際セミナーを、2012 年 3 月 28～29 日には筑波市 (国立環境研究所、日本自動車研究所、産業技術総合研究所) において研究交流とセミナーを開催した。平成 24 年度には 2012 年 5 月にグアダラハラ市において集中観測 (予備的な観測) を実施した。また平成 24 年はメキシコにおける政権交代の時期にあたったため、後半の活動はこれ迄に行ったサンプリング試料や観測データの分析と解析を行った。これと共に大気汚染発生源情報の収集やモデル計算システムの検討を行い、中間取りまとめを日墨双方で実施した。

## ・プロジェクト成果

これまでの成果として、

メキシコ市と日本における試料の定期的採取と分析を行った。

3回にわたりメキシコ市及びグアダラハラ市において集中観測を実施し、データ収集と解析を行った。

ジョイント国際セミナー、ワークショップ、日本における共同実験等を実施し、国際交流を深めた。

## ・今後の見通し等について、

平成 24 年度までには、モデル都市のメキシコ市、グアダラハラ市において大気試料採取や、観測・解析を両国共通の手法で実施し、相互比較研究を実施したが、平成 25 年度以降には、この結果を解析・評価すると共に、三番目のモデル都市であるモンテレー市での観測実施を検討する。また、対策シナリオ関連の共同研究を実施する。

## 2. 研究グループ別の実施内容

### (1) オゾンと気象の立体分布測定システムの開発と立体分布の解明

#### ①研究のねらい

これまで地上 500m 程度の高さ迄の情報しか得られていなかったオゾンの垂直分布情報を、高度 4000m 迄の山岳地域における地上のオゾン分布や上空 25km 程度までオゾン分布の把握に拡張して計測することによりメキシコにおける地上 10km までの対流圏オゾンの詳細な動態解明を行うことが研究のねらいである。

#### ②研究実施方法

オゾンの立体分布と気象の関連性の把握を図るため、オゾンゾンデによる計測と車載型のオゾン測定システム開発を行う。

#### ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

オゾンの立体分布測定システムの開発に関しては、機器整備を行い、野外観測を実施する順番で研究計画が作成されている。平成 22 年度にメキシコ市において現地調査を実施しオゾンゾンデによる計測と車載型のオゾンを実施するための地点の検討を行った。また、日本においては、センサーの時間応答性能や、観測システムの構成に関する学術的検討を実施した。平成 23、24 年度には、日本とメキシコにおいて観測を実施し、データを収集・解析した。また解析結果を国内学会、国際学会で発表した。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

これまでの技術移転の成果により、メキシコ独自の立体分布観測の実施が可能となった。メキシコでは実施されていなかったオゾンゾンデ観測が実施されるよう調整中である。

#### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

UNAM (メキシコ国立自治大学) との共同研究が実施できるようになった。

SMN (メキシコ中央気象局) との共同研究が実施できるようになった。

### (2) VOCs 成分測定システムの開発と環境動態の解明

#### ①研究のねらい

今回新たに作製する標準ガスシステムを用いて機器精度管理を向上させ、日本において認証された不確

かさ 10%以下の標準ガスによる校正システムを用いて、メキシコの環境 VOCs 成分濃度を高精度で把握し動態解明を行うことが研究のねらいである。

#### ②研究実施方法

より高精度で多項目の計測が可能な測定システムを構築し、これを用いての環境大気中における VOCs の動態解明を行う。

#### ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

VOCs 測定システムの開発に関しては、機器整備を行った上で、計測を実施する順番で研究計画が作成されている。平成 22 年度には、標準ガスによる校正システムの基本設計を行った。また、メキシコの環境 VOCs 成分濃度を高精度で把握し動態解明を行うための機器整備を実施した。平成 23、24 年度には校正手法を確立し、サンプリングと分析を実施した。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

これまでの技術移転の成果により、VOCs 測定機器類は利用可能な状況にあるが、一部老朽化した箇所の修理が必要な為、これに対する検討を行い、機器の整備が完了した。

#### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

CENAM (メキシコ国家計量センター) との共同研究が実施できるようになった。

### (3) PM2.5 成分測定システムの開発と環境動態の解明

#### ①研究のねらい

PM2.5 の無機イオン成分、有機及び元素状炭素成分、金属成分を質量濃度の 15%以内の誤差で同時に把握し、これを用いての発生源推計を行うことが研究のねらいである。

#### ②研究実施方法

PM2.5 の重量計測に加え全成分測定システムの開発を行う。これを用いての環境大気中における PM2.5 の動態解明を行う。

#### ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

PM2.5 測定システムの開発に関しては、機器整備を行った上で、計測を実施する順番で研究計画が作成されている。平成 22 年度にはメキシコにある無機イオン成分、有機及び元素状炭素成分、金属成分濃度計測機器の整備・調整を実施した。平成 23、24 年度には、日本とメキシコでの試料採取を実施した。また、三回にわたって集中観測を行い、試料採取と分析、解析を行った。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

これまでの技術移転の成果により、PM2.5 測定機器類は概ね利用可能な状況にあるが、一部、取り扱いが方の問題で不都合が生じている部分がある為、分析機器の修理調整を行った。分析技術者の養成が必要である。

#### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

機器に供給する電源関係に問題がある。個別に UPS を設置する等、改善が見られている。

### (4) 大気汚染暴露測定システムの開発と暴露レベルの把握

#### ①研究のねらい

メキシコのモデル都市での対象とするグループや活動パターンに対応した、オゾン、VOCs (アルデヒドを含む)、PM2.5 の個人暴露レベルの把握がなされることであり、大気汚染個人暴露量を基にモデル

地域における大気汚染リスクが評価されることが研究のねらいである。

#### ②研究実施方法

大気汚染個人暴露計測データ、環境計測データ、モデル計算データを組み合わせて大気汚染暴露測定システムを開発する。これを用いて暴露量の評価を行う。

#### ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

大気汚染暴露測定システムの開発に関しては、サンプリングシステムや分析システムの構築を行った上で、計測を実施する順番で研究計画が作成されている。

平成 22 年度には測定システムの設計・試作を行った。また、メキシコのモデル都市での対象とするグループや活動パターンに対応して、大気汚染リスクが評価出来るかどうかに関する協議を実施した。

平成 23、24 年度には、三回に亘って、個人暴露調査を実施した。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

この課題に関してはメキシコにおいて過去に独自な多くの実績があるので、メキシコ側独自の観測・解析が行われている。測定機器類の調整、整備を完了した。

#### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

平成 23、24 年度には、この課題と関連して、沿道大気汚染に関する UNAM (メキシコ国立自治大学) との共同研究を実施した。外部資金の獲得に向けての試みが進行中である。

### (5) 大気汚染モニタリングデータ解析システムの構築と大気汚染モデリングシステムの構築

#### ① 研究のねらい

メキシコ全土の大気汚染状況が同じ解析手法を用いて統一的に把握されること、大気汚染シミュレーションモデルやデータ解析に基づいてメキシコのモデル都市における大気汚染と発生源の関連性が、気象状況及び発生源の地域分布・時間変化の寄与の程度を基に定量的に把握されることが研究のねらいである。

#### ②研究実施方法

大気汚染モニタリングシステム (SINAICA) により得られたデータの解析システム構築を行う。更に、発生源の把握、気象条件の把握を行い、輸送モデル、化学反応モデルを組み合わせ、大気汚染モデリングシステムの構築を行う。

#### ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

大気汚染モニタリングデータ解析システムの構築と大気汚染モデリングシステムの構築に関しては、データ解析手法や発生源把握手法の検討と情報収集、次いでモデルシステムの構築を行った上で解析評価を実施する順番で研究計画が作成されている。平成 22 年度にはメキシコにおける大気汚染モニタリングデータの把握と解析システムの検討を行った。これと共に発生源データ、気象データの収集に関する協議、モデルに関する協議を行った。平成 23 年度には、大気汚染発生源把握のための計算機システムを構築した。平成 24 年度にはモデル都市における、モニタリングデータの解析を行った。また、大気汚染発生源の把握に関する実務チームを立ち上げ作業を行った。これと共にモデル計算機システムの構築を完了した。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

モニタリングデータ、発生源データに関しては、整備が不十分であるので精査を行い、独自にデータを収集した。モデルに関してはメキシコサイドとの協議を行った。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)  
平成 23 年度には、この課題と関連して、沿道大気汚染に関する UNAM (メキシコ国立自治大学) との共同研究を開始した。平成 24 年度には CENICA、INECC、UNAM、DF 等をメンバーとするモデルコミュニティを構築しワークショップが開催出来た。

### (6) 大気汚染対策と気候変動対策の両方に資する対策シナリオの検討と提言

#### ①研究のねらい

メキシコのモデル都市における大気汚染の生成メカニズムが明らかになり、発生源と環境濃度の関連性が把握され、モデル地域における大気汚染対策メニューが示されること、また得られた研究成果を基に近隣諸国との間でのセミナーや研修を通じて情報交換や技術移転を行い大気汚染生成メカニズムの把握方法や対策シナリオ策定技術の普及がなされることが研究のねらいである。

#### ②研究実施方法

(1)～(5)の研究成果を踏まえ、社会・経済的検討を行い、地域大気汚染対策と気候変動対策に資する対策シナリオを提案する。モデル都市やモデル地域における大気汚染対策シナリオをメキシコ環境省や地方自治体に対して提言する。これと共に研究成果を近隣諸国に普及する。

#### ③当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

大気汚染対策シナリオの提言と近隣諸国への研究成果の波及に関しては、モデル都市における大気環境実態の情報収集を行った。

平成 23、24 年度にはメキシコ首都圏地域、グアダハラ都市圏地域の関係機関へのヒアリングと意見交換を実施した。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

モデル都市に関しては都市毎の大気環境管理計画(プロアイレ)のレビューを行った。今後、それぞれの都市に対して特化して取り組むべき課題についての協議を実施する。若いカウンターパートの確保が課題である。

#### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

特になし。

## 3. 成果発表等

### (1) 原著論文発表

① 本年度発表総数(国内 1 件、国際 2 件)

② 本プロジェクト期間累積件数(国内 3 件、海外 2 件)

#### ③ 論文詳細情報

・齊藤 勝美,長谷川 就一,伏見 暁洋,藤谷 雄二,高橋 克行,小林 伸治,田邊 潔,若松 伸司:沿道大気中における微小粒子状物質(PM2.5)の化学成分特徴と経時的挙動. 大気環境学会誌, 46, 3, 164-171, 2011

・松橋啓介,米澤健一,有賀敏典「市町村別乗用車 CO2 排出量の中長期的動向を踏まえた排出量削減策の検討」都市計画論文集, 46(3), 805-810 (2011)

・斎藤 正彦,若松 伸司,岡崎 友紀代,堀越 信治,山根 正伸,相原 敬次:数値モデルを用いた丹沢山地のオゾンの挙動解析. 大気環境学会誌, 47, 5, 217-230, 2012

・I. Kanda\*, Y. Yamao, T. Ohara, K. Uehara:An urban atmospheric diffusion model for traffic-related emission

based on mass-conservation and advection-diffusion equations. Environmental Modeling and Assessment, 18 (2013) 221 - 248

・I. Kanda\*, Y. Yamao, K. Uehara, S. Wakamatsu\*: Particle-image velocimetry measurements of separation and re-attachment of airflow over two-dimensional hills with various slope angles and approach-flow characteristics. Boundary-Layer Meteorology, 2013, in press, doi 10.1007/s10546-013-9806-1

## (2) 特許出願

- ① 本年度特許出願内訳(国内 0 件、海外 0 件、特許出願した発明数 0 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、海外 0 件)

## 4. プロジェクト実施体制

### (1) オゾンと気象の立体分布測定システムの開発と立体分布の解明

- ① 研究者グループリーダー名: 若松伸司(愛媛大学・教授)
- ② 研究項目
  - ・オゾンゾンデによりオゾンを測定する。
  - ・車載型測定装置によりオゾンを測定する。
  - ・大気環境中のオゾン分布と気象を観測する。
  - ・大気環境中の光化学大気汚染の立体的な動態を把握する。
  - ・メキシコと日本における立体的な光化学大気汚染を比較する。

### (2) VOCs 成分測定システムの開発と環境動態の解明

- ① 研究者グループリーダー名: 渡邊卓朗((独)産業技術総合研究所・研究員)
- ② 研究項目
  - ・VOCs 測定の精度管理レベルを改善する。
  - ・大気環境中の VOCs 濃度を測定する。
  - ・メキシコの大気環境中における VOCs の動態解明を行う。
  - ・メキシコと日本の大気環境中の VOCs の動態を比較する。

### (3) PM2.5 成分測定システムの開発と環境動態の解明

- ① 研究者グループリーダー名: 溝畑朗(大阪府立大学・特認教授)
- ③ 研究項目
  - ・ PM2.5 の成分分析システムを構築する。
  - ・ 大気環境中の無機イオンの動態を把握する。
  - ・ 大気環境中の有機炭素成分及び元素状炭素成分の動態を把握する。
  - ・ 大気環境中の金属成分の動態を把握する。
  - ・ 3-2 から 3-4 の結果を用い大気環境中の PM2.5 の動態を評価する。
  - ・ メキシコと日本の大気環境中の PM2.5 の動態を比較する。

### (4) 大気汚染暴露測定システムの開発と暴露レベルの把握

- ① 研究者グループリーダー名: 篠原直秀((独)産業技術総合研究所・研究員)
- ② 研究項目



- ・個人暴露レベルの測定方法を構築する。
- ・対象グループにおける個人暴露レベルを測定する。
- ・個人暴露レベルを評価し、大気環境の寄与度を評価する。

(5) 大気汚染モニタリングデータ解析システムの構築と大気汚染モデリングシステムの構築

① 研究者グループリーダー名：斎藤正彦(愛媛大学・社会人博士課程)

② 研究項目

- ・発生源インベントリーと気象条件に関するデータを収集する。
- ・大気汚染モニタリングシステム(SINAICA)により得られたデータの解析システムを構築する。
- ・輸送モデル、化学反応モデルを組み合わせた大気汚染モデリングシステムを構築する。
- ・大気汚染モデリングシステムにより大気汚染のモデル解析を行う。
- ・モニタリングデータ、モデル解析結果を用いて大気汚染発生源の寄与度を解析する。
- ・セミナー等を通じ研究により得られた科学的知見を普及する。

(6) 大気汚染対策と気候変動対策の両方に資する対策シナリオの検討と提言

① 研究者グループリーダー名：山本充弘((社)海外環境協力センター・参与)

② 研究項目

- ・社会・経済的検討を踏まえ主にオゾン、VOCs、PM2.5 を原因とする大気汚染の対策シナリオを策定する。
- ・気候変動と大気汚染対策の双方に資するコベネフィット的対策シナリオを策定する。
- ・セミナー等を通じ研究の成果を普及する。

以上