

# 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

(環境・エネルギー分野「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」

(メキシコ合衆国)

## 国際共同研究期間\*1

平成 23 年 1 月 1 日から平成 27 年 12 月 31 日まで

## JST 側研究期間\*2

平成 22 年 6 月 1 日から平成 28 年 3 月 31 日まで

(正式契約移行日 平成 23 年 1 月 14 日)

\*1 R/D に記載の協力期間

\*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=R/D に記載の協力期間終了日又は当該年度末

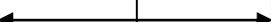
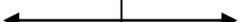
## 平成 26 年度実施報告書

代表者：若松伸司  
愛媛大学農学部 教授  
<平成 22 年度採択>

# I. 国際共同研究の内容 (公開)

## 1. 当初の研究計画に対する進捗状況

項目	H22 年 度 (9ヶ月)	H23 年 度	H24 年度	H25 年度	H26 年 度	H27 年 度 (12ヶ月)
<p>1 オゾンの立体分布測定システムの開発とオゾンの立体分布の解明</p> <p>1-1 オゾンゾンデによりオゾンを測定する。</p> <p>1-2 車載型測定装置によりオゾンを測定する。</p> <p>1-3 大気中のオゾン分布と気象を観測する。</p> <p>1-4 大気中の光化学大気汚染の立体的な動態を把握する。</p> <p>1-5 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。</p>		<p>←→</p> <p>←→</p>			<p>←→</p> <p>←→</p>	
<p>2 VOCs 成分測定システムの開発と環境動態の解明</p> <p>2-1 VOCs 測定の精度管理レベルを改善する。</p> <p>2-2 大気環境中の VOCs 濃度を測定する。</p> <p>2-3 メキシコの大気環境中における VOCs の動態解明を行う。</p> <p>2-4 メキシコと日本の大気環境中の VOCs の動態を比較する。</p>		<p>←→</p>			<p>←→</p> <p>←→</p>	
<p>3 PM2.5 成分測定システムの開発と環境動態の解明</p> <p>3-1 PM2.5 の成分分析システムを構築する。</p> <p>3-2 大気環境中の無機イオンの動態を把握する。</p> <p>3-3 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。</p> <p>3-4 大気環境中の金属成分の動態を把握する。</p> <p>3-5 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。</p> <p>3-6 メキシコと日本の大気環境中の PM2.5 の動態を比較する。</p>		<p>←→</p> <p>←→</p>			<p>←→</p> <p>←→</p>	

<p>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</p> <p>4-1 個人暴露レベルの測定方法を構築する。</p> <p>4-2 対象グループにおける個人暴露レベルを測定する。</p> <p>4-3 個人暴露レベルを評価し、大気環境の寄与度を評価する。</p> <p>4-4 沿道大気汚染の動態を把握する。(WG5 と関連する新たな項目)</p>						
<p>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</p> <p>5-1 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。</p> <p>5-2 大気汚染モニタリングシステム (SINAICA) 等により得られたデータの解析システムを構築しデータ解析を行う。</p> <p>5-3 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。</p> <p>5-4 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。</p> <p>5-5 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。</p> <p>5-6 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。</p>		 				
<p>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</p> <p>6-1 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。</p> <p>6-2 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。</p> <p>6-3 セミナー等を通じ研究の成果を普及する。</p>						

研究課題名	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
研究代表者名 (所属機関)	若松伸司愛媛大学教授
研究期間	H22年度採択課題(5年間)
相手国名	メキシコ
主要相手国研究機関	メキシコ国立環境研究研修センター(CENICA)

### その他重要な成果

日本の科学技術への貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>これまで出来なかった同程度の精度と誤差の測定・観測・解析データを用いた国際比較が実現する</li> <li>日本におけるオゾン等の生成機構解明が他の国との比較研究により検証され、更に進展する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>メキシコに加え中国との共同研究発展により国別の特徴を踏まえたグローバル的研究成果が日本から発信される</li> <li>日本が主導し、オゾン、VOCs、PM2.5の大気環境改善に向けた日本を含めたアジア、カリブ、中南米における地域間研究協力が構築される</li> </ul>
特許出願/民間企業への成果移転	目標：研究期間中2件程度 ・6研究課題から得られた技術やデータ解析方法、総合的な技術情報(ノウハウ)の提供、 ・民間企業への環境実態に即した測定技術移転、 ・健康影響評価のための新たな情報提供、 ・自治体への対策評価技術の移転	
レビュー付雑誌への掲載	目標：2件/年	
人材育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>多くの国際共同研究者の輩出に繋がる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>愛媛大学大気環境科学研究者が育成される</li> </ul>
科学技術の対話/情報発信	アウトリーチ活動 国内1回以上/年 国外1回以上/年	メディア掲載 1回以上/年

### 上位目標

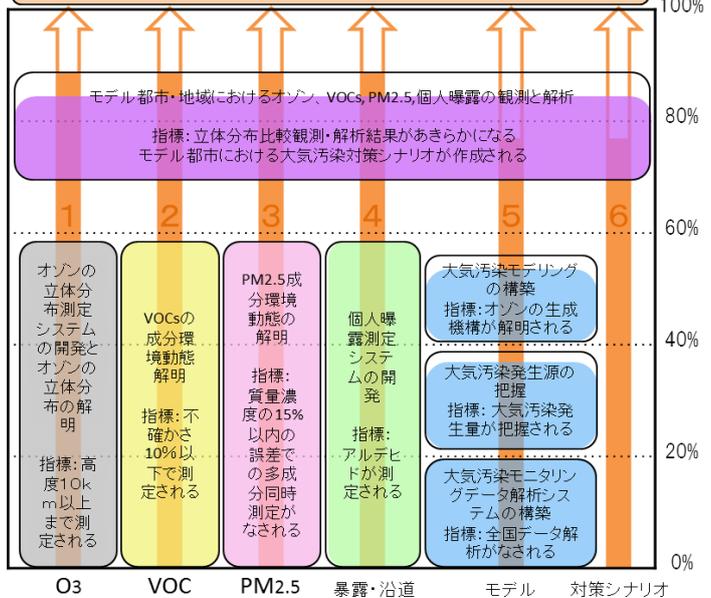
地域における大気汚染が削減され生活環境の改善が達成されると共に地球環境の改善に役立つコベネフィット効果生まれる



大気汚染対策シナリオがメキシコ、近隣諸国及びその他の国で政策に反映される

### 達成目標

二次生成大気汚染の生成機構や広域大気汚染、越境大気汚染の動態を把握しモデル都市・地域における大気汚染シナリオをメキシコ政府に提言する。



## 2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト

### <研究全体>

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高精度で把握し、二国間に共通の側面や地域独自の特徴を明らかにすること、具体的には以下の数値目標を掲げ、

- ・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 VOCs（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 の動態把握、
- ・アルデヒドの項目を含む個人曝露量の把握と沿道大気汚染濃度減衰の定量的把握、
- ・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、を行い、これらの研究結果を総合してメキシコにおけるモデル3都市圏地域（メキシコ市、グアダラハラ、モンテレー）における対策シナリオを検討、提言することを目的としている。

研究実施に当たっては、

- 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と沿道大気汚染研究
- ⑤ 大気汚染モニタリングデータ解析と発生源把握並びに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を実施して来た。

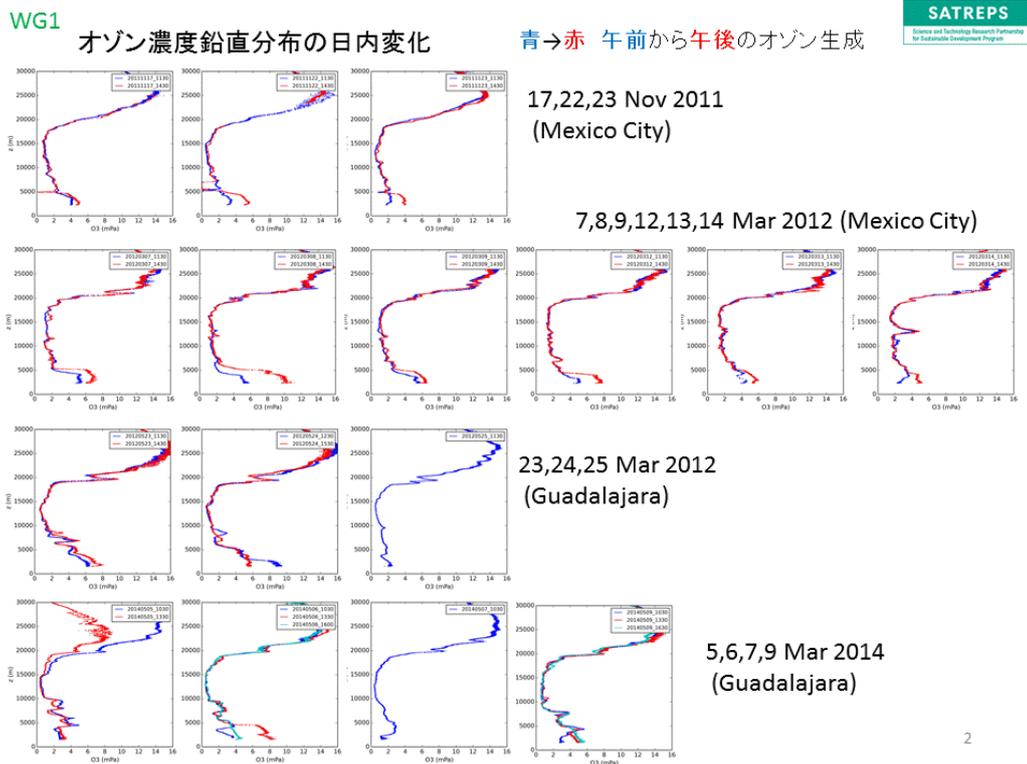
研究は当初の研究計画に従って進行中であり、平成26年度までにWG 1～4 で目指した数値目標は達成された。平成26年度には最終年度である平成27年度に向けて、モデル解析と対策シナリオ検討の基本的な検討がなされた。

### <各WGの活動>

#### WG1：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

これまでに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い、これを用いた観測を実施して来た。数値目標は達成できた。

メキシコ市とグアダラハラでそれぞれ2回の集中観測を行い、研究成果を論文に取りまとめて発表した。



日本とメキシコを比較すると、オゾン濃度最大値のレベルは大きくは異ならず、午前中は濃度が低く、午後の地上付近で濃度が高くなるというパターンは共通しているが、以下の特徴が認められた。

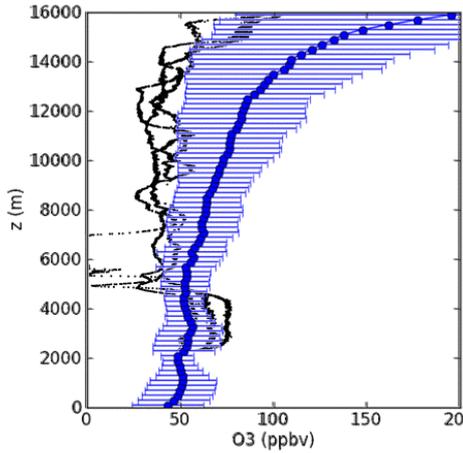
- ・対流圏中層のオゾン濃度は、メキシコのほうが日本より低い。

# 鉛直分布 日本との比較

対流圏中層：メキシコ < 日本

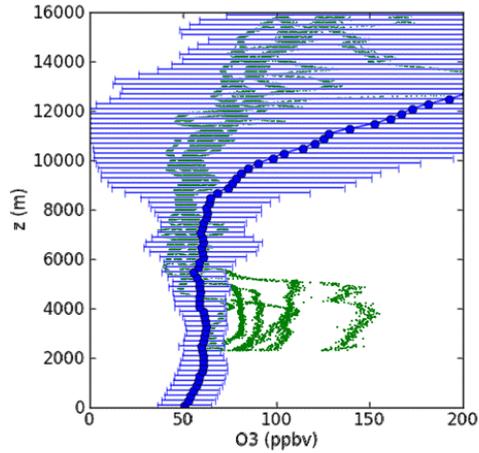
Tsukuba SON (2000-2011)

Mexico City 2011 Nov 17,22,23 14:30



Tsukuba MAM (2000-2011)

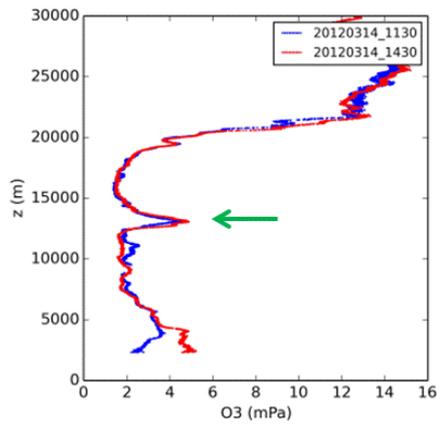
Mexico City 2012 Mar 7,8,9,12,13,14 14:30



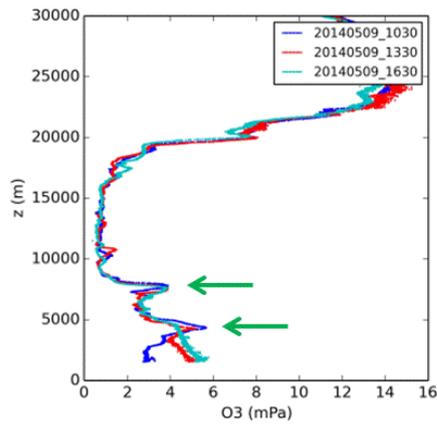
・また、グアダハラでは成層圏オゾンの一部が対流圏のオゾンに影響を及ぼす事例が観測された。

# 成層圏の影響

メキシコシティ



グアダハラ



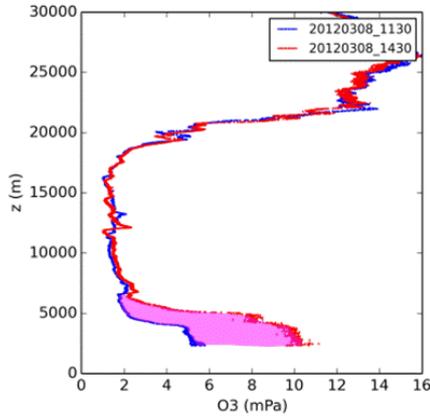
混合層への取り込み？

・メキシコ市盆地内のオゾン生成総量が、午前、午後2回のオゾンゾンデ観測と数値モデル解析から初めて定量的に把握された。

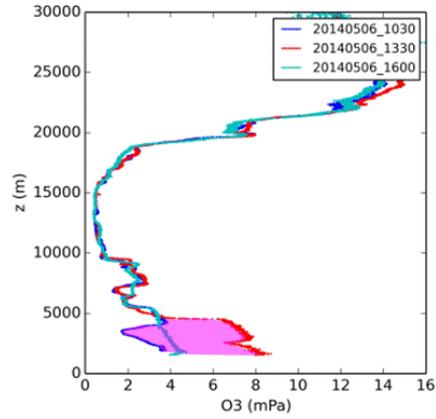
# オゾン生成量推計

各観測地点で最も生成量が大きかった日

メキシコシティ



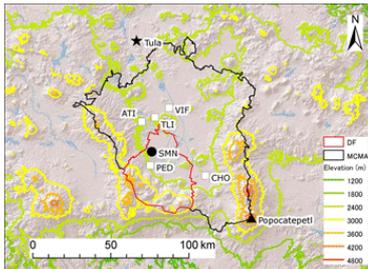
グアダハラ



$$\text{正味生成量} = \text{光化学生成量} - (\text{乾性沈着} + \text{化学反応})$$

- メキシコ盆地を囲う山地の上端と大気境界層の上端とがほぼ同じ高度にあり、この高度付近で風向・風速が複雑な鉛直構造を持つ。

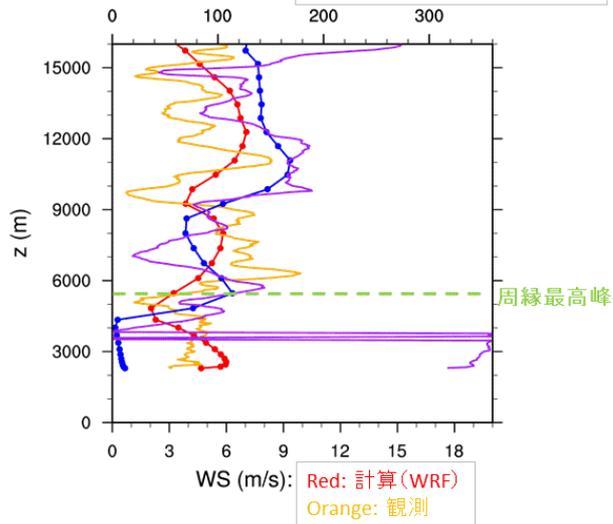
# 複雑な気象場



周縁山頂～境界層上端  
低緯度特有の弱風  
急激な風向変化

2011-11-22\_21:00:00 UTC

WD (deg): Blue: 計算(WRF), Purple: 観測



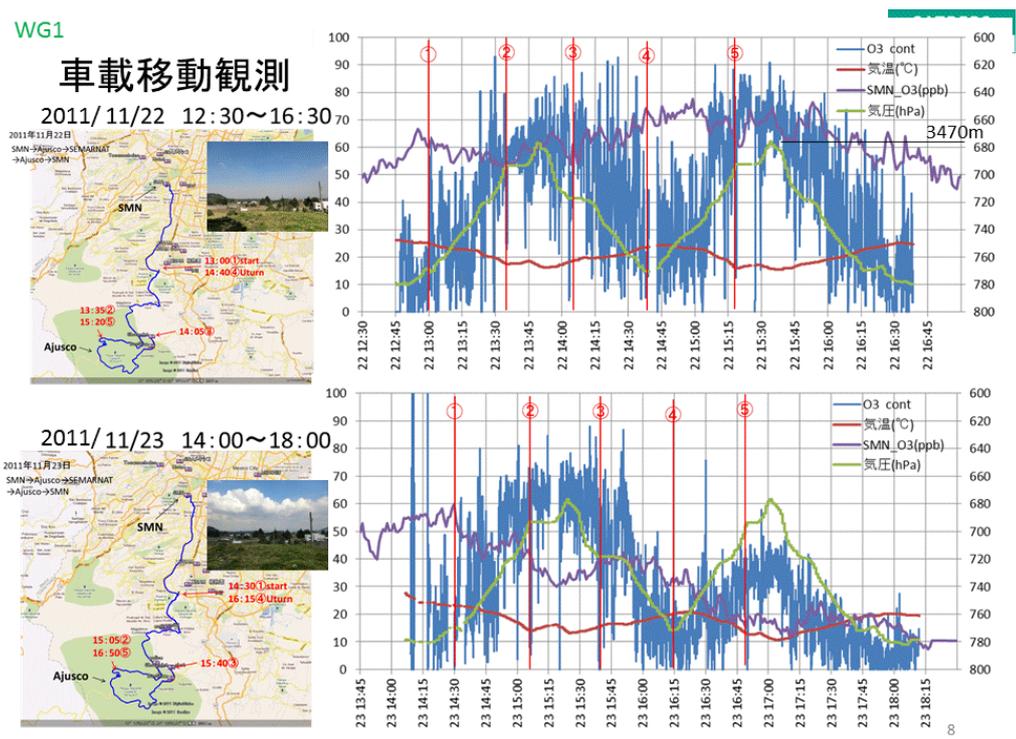
WS (m/s): Red: 計算(WRF)  
Orange: 観測

数値シミュレーションによる再現精度が低い

日本における通常の観測では見られない構造であり、最新の数値気象モデルによっても再現できていない。気象の鉛直構造の解明は、次の項目の活火山からの排出物の輸送を予測する上でも、重要な課題である。

・オゾンセンサーはSO<sub>2</sub>ガスの干渉を受けるが、メキシコシティでは、近くの活火山、発電所、精油所からの排出により、頻りに測定値への影響が出ることが明らかになった。日本では三宅島の噴火後など、ごく限られた機会にしかSO<sub>2</sub>ガスは検知されていない。メキシコシティにおける火山からのSO<sub>2</sub>排煙の鉛直構造を観測したのはこのプロジェクトが初めてであり、その成果を論文として国際誌へ発表した。

車載観測の比較からは、愛媛県では石鎚山系を中心に実施し、西日本での特徴である広域移流（中国大陸などから）によるオゾン濃度の変化をとらえた。メキシコシティでは、盆地である地形の特徴と汚染の排出が大きい大都市であることから、混合層内で汚染が蓄積している様子が把握された。



メキシコ側への、これまでの技術移転の成果により、メキシコ独自のオゾン立体分布観測の実施が可能となっている。メキシコ気象庁（SMN）長官に対してメキシコでは実施されていなかったオゾンゾンデのルーチン観測の必要性を提言し、現在、SMN から世界銀行への予算補助を申請中である。

\* Interference of sulphur dioxide on balloon-borne electrochemical concentration cell ozone sensors over the Mexico City Metropolitan Area

Asian Journal of Atmospheric Environment, 8 (2014) 162-174

I. Kanda, R. Basaldud, N. Horikoshi, Y. Okazaki, S. E. Benítez-García, A. Ortíz, V. R. Ramos Benítez, B. Cárdenas, S. Wakamatsu

\* Investigation of vertical profiles of meteorological parameters and ozone concentration in the Mexico City Metropolitan Area

Asian Journal of Atmospheric Environment (in press)

S. E. Benítez-García, I. Kanda, Y. Okazaki, S. Wakamatsu, R. Basaldud, N. Horikoshi, A. Ortíz, V. R. Ramos Benítez, B. Cárdenas

## WG2 : VOCs 成分測定システムの開発と環境動態の解明

日本において新たに作製するVOC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。

CENICA が所有している標準ガス(Linde 社製および PRAX 社製)を用いて、同じ濃度レベルが付与されている 2 本について比較測定を行った結果は、トルエンについては2つの結果が不確かさの範囲内で一致しているが、ベンゼンについては明らかな差が確認できた。この差は相対値でおよそ 24%であった。この結果のみでは結論を導くことはできないが、標準ガスに付与されている濃度値そのものについて、見積もられていない不確かさが存在していることを示唆している。分析機器による測定そのものに起因する不確かさは、現状で 10%程度である。このような現状を踏まえ、VOCs 測定の不確かさを 10%以下にする、という目標を設定した。

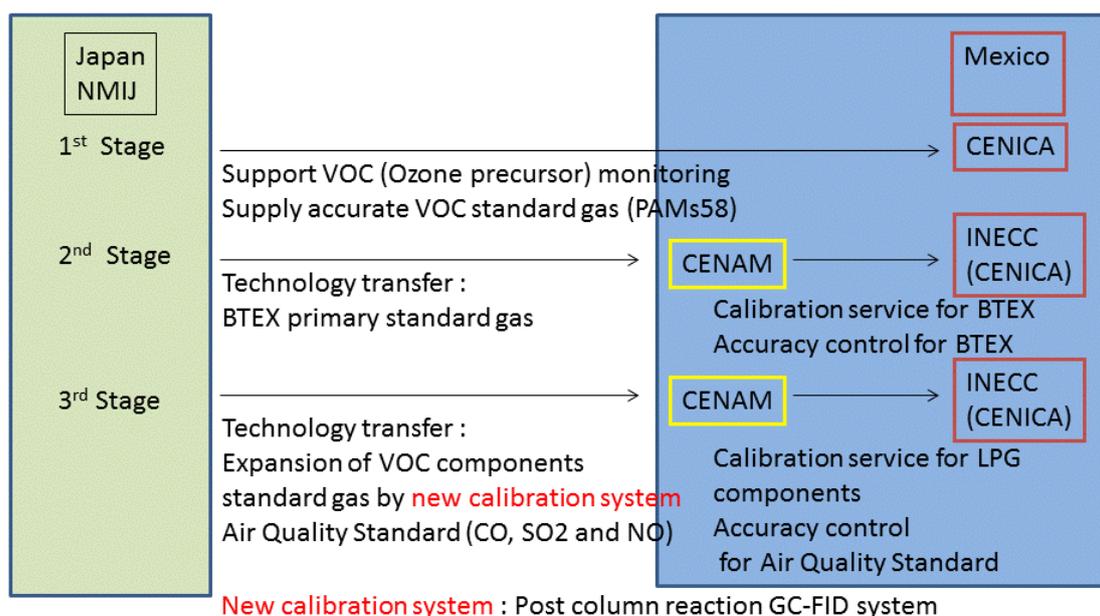
具体的には、VOCs 濃度を測定する機器を校正するために用いる PAMs 標準ガスについて、標準ガス中の成分濃度値を不確かさ 5%以下のレベルで値付けできることを確認した。分析機器による測定について装置最適化等を行ってこの測定に起因する不確かさを一桁後半パーセント(5%~9%)に低減、これらの不確かさを合成して得られる VOCs 測定の不確かさを 10%以下にすることが可能であるとの結果を得た。

## Joint Research Project on Formation Mechanism of Ozone, VOCs, and PM2.5 and Proposal of Countermeasure Scenario (WG2)

VOCのモニタリングを通じてメキシコ国内の標準ガス供給と精度管理をチェック

環境基準項目を含めた統一精度管理の必要性を実感

CENAMに技術移転し、CENICA-INECC間で米国EPA-NIST間協力と同じシステム構築するよう提言  
プロジェクト終了後の自立的・持続的展開のためにCENAMに技術移転(含む新システム)



## SATREPs WG2 Action Plan for VOCs

1. 新しく開発したシステム(反応GC)による標準ガスへの値付けを実施  
実施例:光化学オゾン前駆物質としてのVOC(PAMs58成分)の校正を3ロット実施  
3つの分離条件と検量線を用いて市販の混合ガスを再校正  
(技術報告:各成分1 ppm、標準不確かさは3%程度)  
**市販混合ガスの調製値各成分1.00 ppmの値は±10%程度異なっていたので精度が向上**
2. BTEX標準ガス(PRM)の調製・CENAMに技術移転  
各成分1 ppm、CENAMによる校正の標準不確かさは1%程度  
メキシコ国内で使用中の標準ガスの調製精度は±10%程度、実際は30%程度のエラー
3. メキシコ国内で標準供給・トレーサビリティとコンパラビリティ確保(3rd Stageにて計画)
  3. 1、CENAMがLPG成分の調製と値付けに拡張
  3. 2、**環境基準項目への拡張と技術移転:政策・対策効果の長期的な評価を確実にする**  
VOCからCO、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>に拡張

平成 23 年度 (2011 年度) から CENAM (メキシコ国家計量センター) との共同研究を開始し、平成 24 年度 (2012 年度) には 12 月に CENAM より 1 名、日本の産総研へ共同実験に訪れ、BTEX の標準ガスの作製を行った。作製された標準ガスはメキシコに輸送され CENICA と連携してメキシコにおける標準として VOCs 分析に供される。技術移転は平成26年迄に終了しこれより数値目標は達成され、高精度での環境大気中における高精度の VOCs 動態解明が可能となった。本プロジェクトの貢献により、メキシコにおける高精度な VOCs 成分測定のための標準ガス供給システムが構築された。このシステムは今後ともメキシコにおける VOCs 成分分析精度管理のスタンダードとなる。

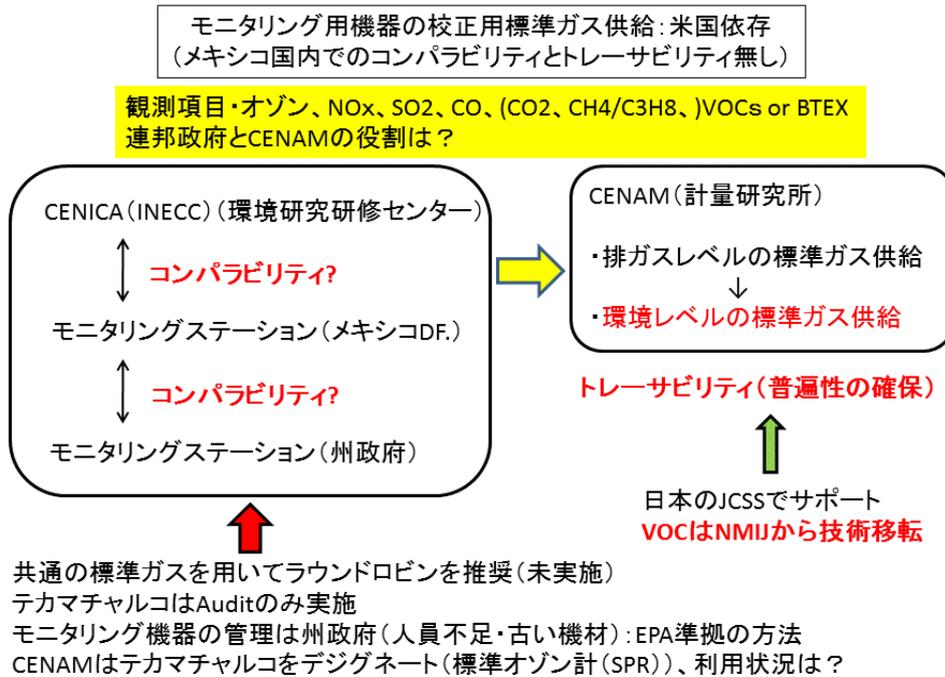
今回の技術移転により INECC と CENAM(メキシコ標準局)との連携強化がなされたことは重要である。更に CENAM(メキシコ計量センター)との連携を深め全環境基準項目のSIトレーサブルな日本の標準ガスをメキシコに導入することに成功し、メキシコ全体の大気モニタリング精度向上に貢献出来た。



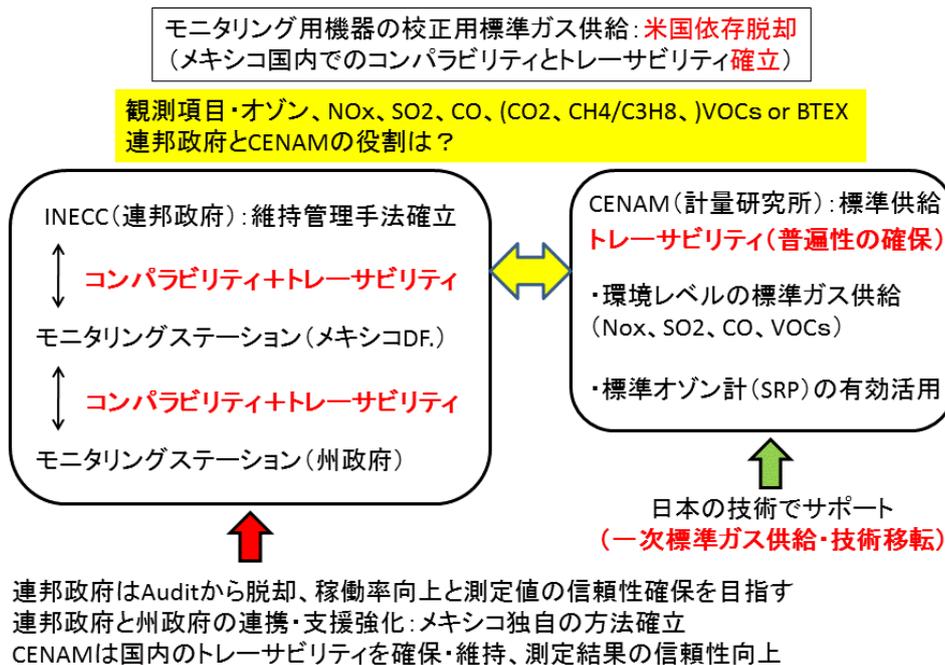
2015 年 2 月 18 日に INECC と CENAM との間での MOU が更新され (写真) メキシコ国内における標準ガスの供給・活用が可能となった。この事により信頼性の高いデータに基づく大気環境政策の立案、実施、評価への貢献が期待出来る。また、メキシコのみならず、今後はメキシコから中南米の諸国への技術移転と大気環境分野での貢献も期待出来るので波及効果は大きい。

これと共に環境濃度の測定を実施し精度の確認と、過去の測定結果と比較・解析した。これにより、VOCs濃度を測定する機器を校正するために用いるPAMs標準ガスについて、標準ガス中の成分濃度値を不確かさ5%以下のレベルにて値付けできることを確認した。また、VOCs発生源対策を行う上で、LPGに関わる部分も重要であることを再確認した。2012年のMOUと今回更新したMOUの概要を以下図に示す。

2012年のMoU締結時の問題点



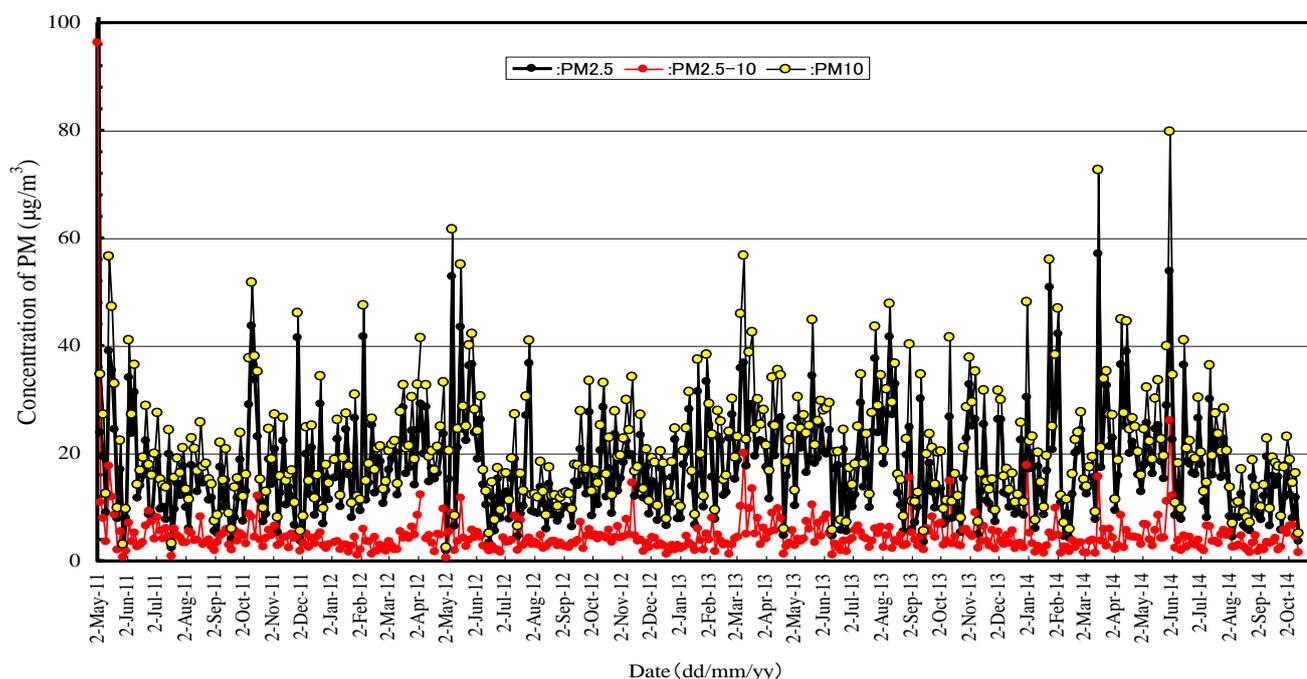
2014年のMoU更新



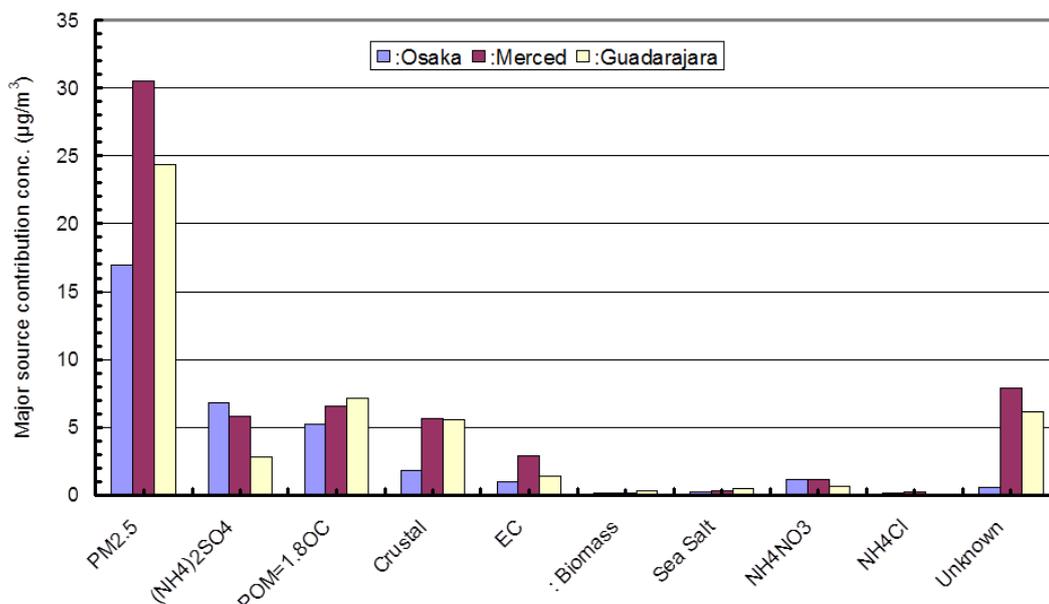
### WG3 : PM2.5 成分測定システムの開発と環境動態の解明

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。

PM2.5 の秤量濃度に対して、次の主要7分類成分濃度の合計によってほぼ説明できることが知られている。すなわち、1) 硫酸アンモニウム( $\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、2) 硝酸アンモニウム  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 、3) 有機物、4) 元素状炭素、5) 土壌、6) 海塩、7) 非土壌性カリウムである。従って、炭素成分、水可溶性イオン及び各種元素を十分な精度で分析して成分濃度を得ると、上述の7分類成分の濃度に季節によってわが国特有の塩化アンモニウム  $\text{NH}_4\text{Cl}$  濃度を加えて秤量濃度を説明できる。秤量濃度に対して、これを説明する各種化学成分濃度の組をもって統計解析に供するので、十分な精度が求められる。当然、分析にともなう誤差があるので、総合的な要求精度を15%とした。平成26年度までに PM2.5 の重量計測に加え全成分測定システムの開発を終え数値目標は達成された。



日本では、PM2.5 試料捕集を 2011 年 5 月 2 日から 3 日毎に 4 年間近く続けており(上図参照)、成分分析も大略終了している。これまでに得られたこれら観測データから、大阪で PM2.5 濃度の日平均値が環境基準値である  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を超過する理由が成分濃度から明らかになった。特に春季では土壌性粒子(黄砂)による場合が多かった。また、季節によって硫酸塩粒子、炭素成分の場合も観測された。日本での連続観測やメキシコでの集中観測を行い、試料採取と分析、解析を行い、それぞれの地域での発生源の比較とともに、アジア大陸の東側に位置する日本列島と高地の盆地であり緯度の低いメキシコとの、地理的相違に基づく気象に関する大気場の相違によって、生成する PM 成分がどのように異なるかを比較し、その特徴を把握している。日本での主要成分は硫酸塩であるのに対し、メキシコ市では、元素状炭素成分、グアダハラでは有機粒子成分の比率が相対的に高い傾向にある事が、これまでの部分的な分析結果から伺えた。これらの結果は対策シナリオを検討する上での貴重な情報である。今後、未分析試料に関して更に分析・解析を行い、得られた結果を基にリセプターモデル等を用いて解析を平成27年度に実施する予定である。



日本とメキシコとで、同じサンプリングシステムを用いての PM2.5 と PMcoarse(PM10-PM2.5)の試料採取が出来た事が特筆すべき成果である。このような試料は世界的にも例が無く極めて貴重である。

汚染源の同定について、捕集した PM2.5 試料捕集量の秤量(電気天秤法)、PM試料の炭素成分(OC/EC炭素分析法)、水可溶性イオン(イオンクロマト法)および各種元素(蛍光X線分析法)の分析定量によって得られるPM2.5 の化学成分データの組が必要である。それぞれの操作手順は、蛍光X線分析によるデータ解析を除いて、極めて簡単であるが、継続して行うことが肝要である。これまでの技術移転でメキシコ側での分析は独自に実施されており、蛍光X線分析装置については故障後メキシコ独自で平成26年度に更新がなされ、分析が再開できる状況にある。

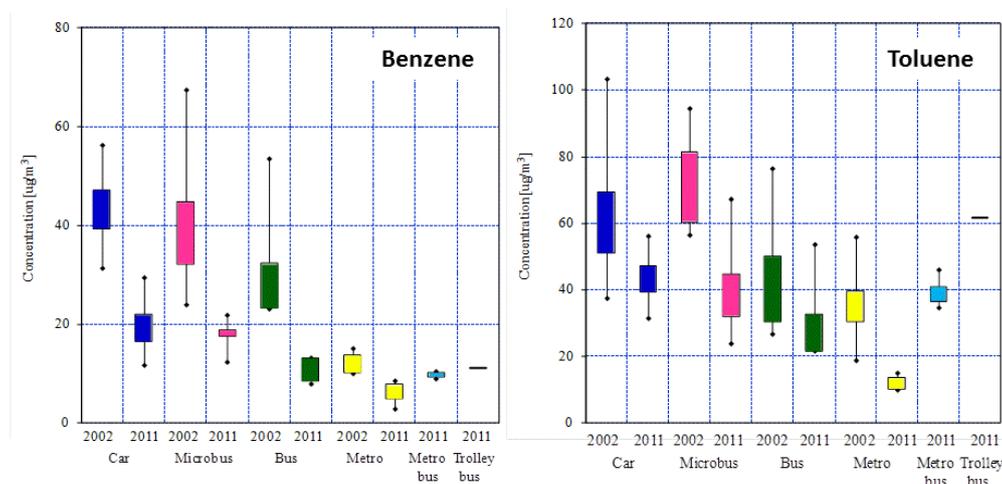
#### WG4：大気汚染暴露測定システムの開発と暴露レベルと沿道大気汚染動態の把握

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、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、また沿道大気汚染の生成機構を明らかにするのが研究のねらいである。アルデヒドの測定が今回新たに実施出来、目標は達成されている。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平成26年度まで開発・構築し、これを用い各種測定を実施した。この課題に関してはメキシコにおいて過去に多くの実績があるので、アルデヒド分析以外の項目は、メキシコ側独自の観測・解析が行われている。

これまでにメキシコにおいて行ってきた曝露調査は、通勤・通学時の車内における曝露調査(メキシコシティ 2011年5月)、通勤・通学時の車内・屋外における曝露調査(メキシコシティ 2011年11月、2012年3月)、ガソリンスタンドにおける曝露量調査(グアダラハラ 2012年5月)である。これらについて、物質間の相関関係や交通機関や場所ごとの曝露濃度の比較は行っている。データの解析の結果、日本では、バスや地下鉄や鉄道における曝露調査事例があり、アルデヒド類や VOC 類の多くが、バスにおいて他の交通機関の倍以上の曝露濃度を示している。ただし、呼吸由来のアセトンやイソプレン、衣服の防虫剤由来の p-ジクロロベンゼン等は乗客密度に比例して、鉄道>地下鉄>バスの順に高い。メキシコでは、マイクロバスに比べてバスにおける曝露濃度は低く、バスにおけるホルムアルデヒドやトルエンへの曝露濃度は、東京とメキシコシティで大きな違いは

ない。ベンゼンについては、メキシコの交通機関において日本の数倍と高い。

## 通勤・通学時の曝露調査 ～ベンゼン・トルエン～



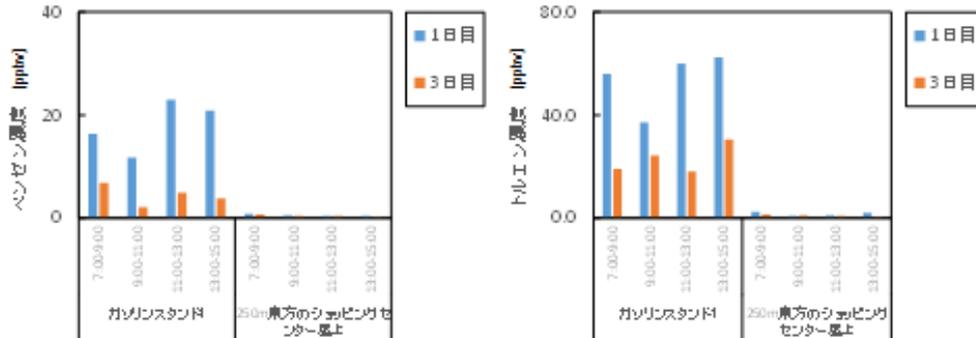
- ・乗用車, マイクロバス > バス, メトロバス, トロリーバス > 地下鉄
- ・乗用車以外でデカメチルシクロペンタシロキサンが高濃度で検出  
(トルエン換算値で $>100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ← シリコンゴムなど共通の内装が発生源?
- ・2002年と比較してベンゼンではおよそ半減。トルエンも大幅に低下。  
←ガソリンの改質, エンジン性能の向上

平成 23 年度 (2011 年度) から沿道大気汚染の動態把握に関する UNAM (メキシコ国立自治大学) との共同研究を実施した。25 年度には UNAM が外部資金を獲得し、観測と解析を実施中であり、平成 27 年度に最終的な観測を行う予定である。

平成 26 年度の成果として特筆すべき点は、グアダハラでのガソリンスタンドの調査が個人曝露調査 (WG4) と VOC 環境調査 (WG3) の連携により実施され、ガソリンスタンドからの影響が明らかとなった点である。この結果を基にハリスコ州におけるガソリンスタンドにおけるベーパーリターン規制が検討されている。これに関連してハリスコ州政府からの要請で本研究プロジェクトリーダーからガソリンスタンドにおけるベーパーリターン規制の重要性 (ガソリンスタンド労働者の健康影響と光化学大気汚染対策の両面からの対策の必要性) に関するレターがハリスコ州政府に対して提出された。測定地点と結果の概要を以下に示す。



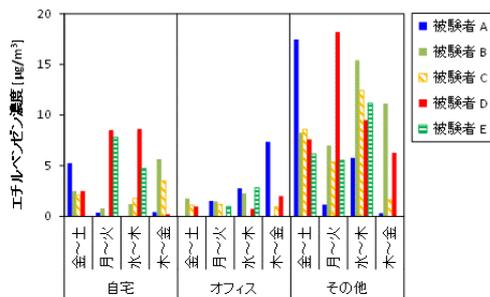
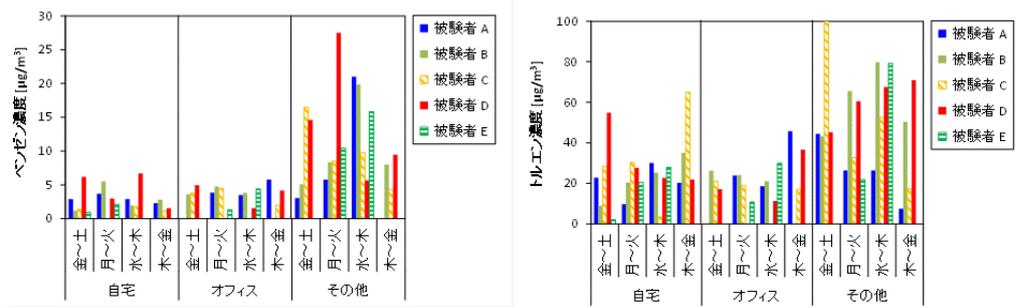
## ガソリンスタンドにおける曝露調査 - バックグラウンドとの比較 -



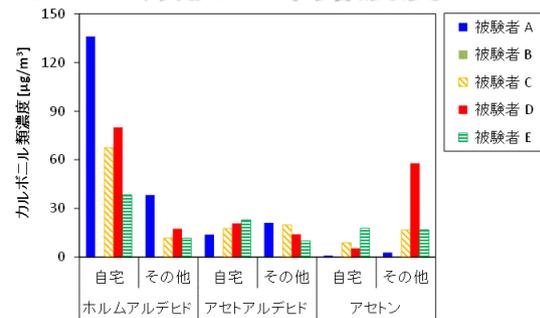
- 250m東方のショッピングセンター屋上で測定した値をはるかに上回る濃度 ⇒ 明らかにガソリンスタンド由来
- カルボニル類やCOでは、大きな違い見られず

また平成 26 年 7～8 月には、5 人の個人を対象として、自宅、職場、その他に分けて、24 時間曝露調査を行った。VOC 類については、自宅・オフィスよりその他における曝露濃度が高く、屋外や交通機関内での曝露の影響と考えられる。ホルムアルデヒドについては、自宅でオフィスやその他よりも高かった。自宅での曝露濃度が日本の室内濃度指針値を超えている人もおり、住宅内の発生源が考えられる。

## VOC類個人曝露濃度



## カルボニル類個人曝露濃度



## WG5：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

大気汚染モニタリングデータ解析、発生源インベントリー調査、大気汚染シミュレーションモデル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と環境濃度との関連性を、気象状況及び発生源の地域分布・排出量の時間変化の寄与の程度を基に定量的に把握することが研究のねらいである。モデルの検証にはWG1～4の観測・測定結果が用いられる。

### モニタリング、排出量、モデルの研究実施状況

WG5の目的は、

- ①大気汚染質のモニタリングデータの解析による三都市の汚染実態やトレンドを調べること、
  - ②汚染質の排出量の解析による三都市の発生源の特徴やトレンドを調べること、
  - ③モデルによる三都市の大気環境の立体的な動態把握とWG6の対策シナリオ作成を支援すること
- である。

## WG5 Monitoring, Emission and Modeling

### Activity and Results

#### <Monitoring>

Analysis of the Monitoring Data in Mexico City, Guadalajara and Monterrey

#### <Emission>

Valuation of the Emission Data in Mexico City, Guadalajara and [Monterrey](#)  
(INECC: National Inventory, GFD: Mexico City,  
UNAM: Mexico City Air shed and Guadalajara)

#### <Modeling>

Promotion of the Air Quality Models User Community  
Holding Meetings of the Air Quality Models User Community (Three times)  
Introduction New Air Quality Model (WRF-chem) in GDF  
Valuation of the Forest Decline caused by O<sub>3</sub> (Japan)  
[Scenarios study](#)

Joint Research Project on Formation Mechanism of Ozone, VOC, and PM2.5 and Proposal of Countermeasure Scenario:  
WG5 Saito, Masahiko

平成26年度までに、大気汚染モニタリングデータ解析を終え、研究成果は論文として国際学会誌に発表された。発生源解析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おり、平成26年度までに、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データ解析、発生源データ、気象データなど各種データ収集・利用のためのコミュニティの構築がなされ、メキシコ市やメキシコ全土を対象とした排出量データを調べ、1999年、2005年、2008年における排出量データを収集した。これまで収集してきた排出量データを用いて、メキシコ市とグアダハラを対象に気象モデルと大気質モデル(輸送・化学反応モデル)によるシミュレーションを実施した。

平成27年度には各対象モデル都市での高濃度日のモデルの再現性を確認し、さらにNO<sub>x</sub>やVOCsの排出量を削減した場合の大気質の応答を調べ、各対象都市の大気汚染対策のシナリオ作り(WG5)の基礎資料として提供する。沿道大気汚染モデルに関してはWG4と協力してUNAM(メキシコ国立自治大学)との共同研究を推進している。

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等を開催して来たが、平成26年度には、WG6との協議を行い対策シナリオ提案に向けての数値的・定量的なアウトプットの項目出しを行った。

今回構築・運用しているモデルユーザコミュニティにはUNAM(メキシコ国立自治大学)、SEMARNAT(メキシコ環境天然資源省)、INECC(National Institute of Ecology and Climate Change:メキシコ国立環境気候変動研究所)、GDF(メキシコ市)、IMP(メキシコ石油研究所)、CENICA(環境研究研修センター)、モンレー工科大学

ルーカ校(Tecnologico de Mty Campus Toluca :ITESM)、COFEPRIS(連邦衛生保健委員会)、並びに、コンサルや自治体等が参加しており日本には無いものである。日本においても大いに今後の参考になると考えられる。この中でメキシコ市においては従来、ドイツのコンサルが提供した数値モデルを用いていたが平成26年からWRF/Chemによるシミュレーションを採用する事が決まり、メキシコ全体が同じモデルフレームワークの下に相互協力し合える状況を作り出すことに成功した。このことは、本プロジェクトの一つの成果である。

#### ① モニタリング

- Mexico City、Guadalajara、Monterrey について、大気汚染質のモニタリングデータを収集し、解析を進めている。

<発表論文>

- Sandy-Edith Benitez-Garcia, Isao Kanda, Shinji Wakamatsu, Yukiyo Okazaki, Masahide Kawano, Analysis of Criteria Air Pollutant Trends in Three Mexican Metropolitan Areas, Atmosphere 2014, 5, 806-829; doi:10.3390/atmos5040806
- Shinji Wakamatsu, Tazuko Morikawa and Akiyoshi Ito, Air Pollution Trends in Japan between 1970 and 2012 and Impact of Urban Air Pollution Countermeasures, Asian Journal of Atmospheric Environment, Vol. 7-4, pp.177-190, December 2013

#### ② 排出量

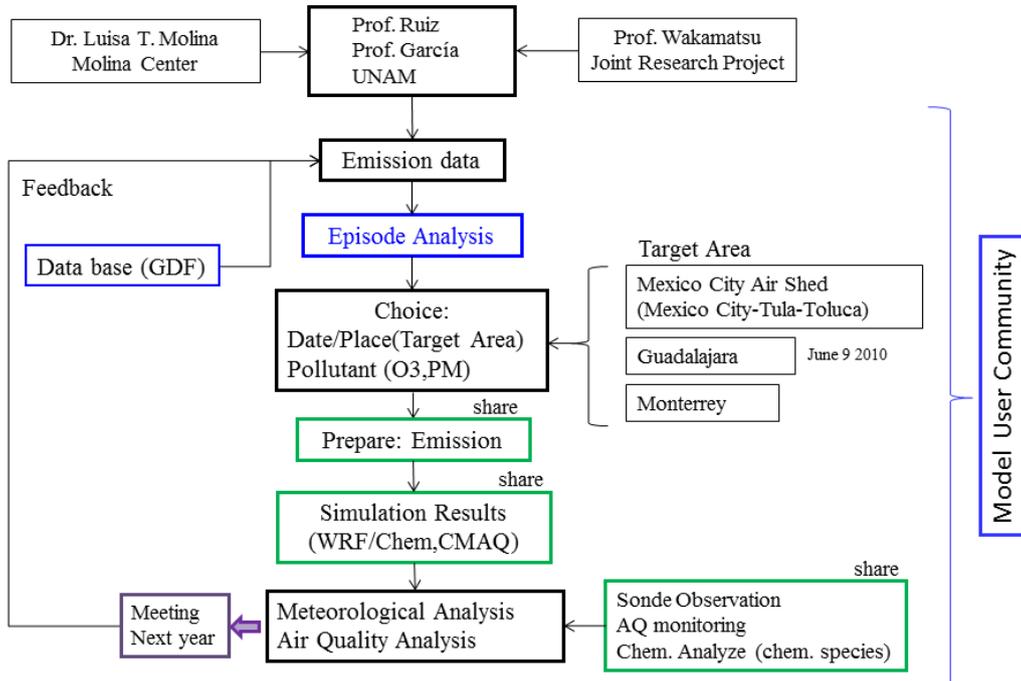
- UNAM (メキシコ国立自治大学) は、Mexico City、Guadalajara の排出量データを作成した。
- GDF (Mexico City 市) は、Mexico City の排出量データを作成した。
- Monterrey の排出量データは作成されていない。

<課題> Mexico City の汚染質の総排出量が UNAM と GDF で大きく異なり、排出量の信頼性に課題がある。そのため、モデルの計算へ移行できない状況にある。

#### ③ モデル

- モデルを利用する希望者は多くいるが、普及するに至っていない。そのため、本プロジェクトを通じ大気質モデルのユーザーコミュニティづくりを呼び掛けた。多くの方が賛同し、これまで 2013 年、2014 年、2015 年に各 1 回モデルユーザーコミュニティの会合を開いた。2015 年 2 月には WG6 との意見交換会を開催し、コベネ対策シナリオのメニューを検討した。

# AQ Model User Community in Mexico

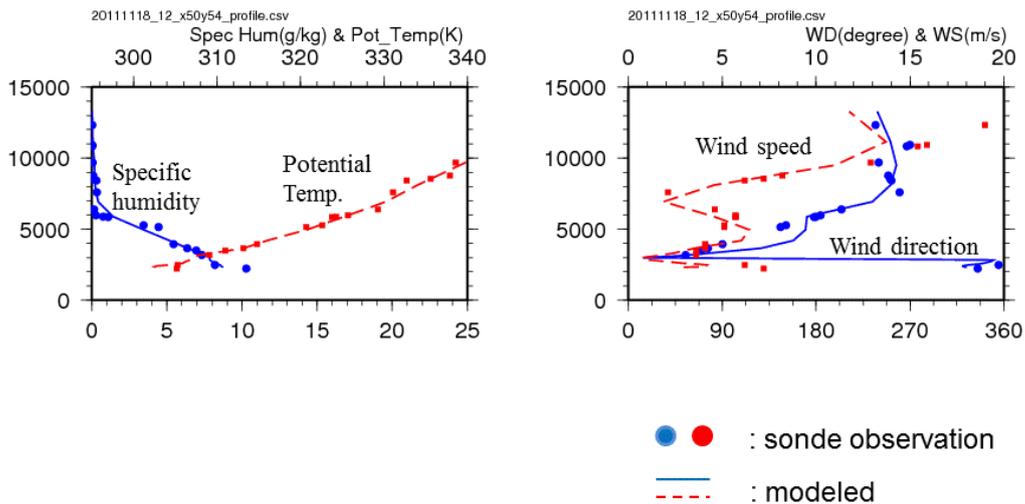


Joint Research Project on Formation Mechanism of Ozone, VOC, and PM2.5 and Proposal of Countermeasure Scenario:  
WG5 Saito, Masahiko

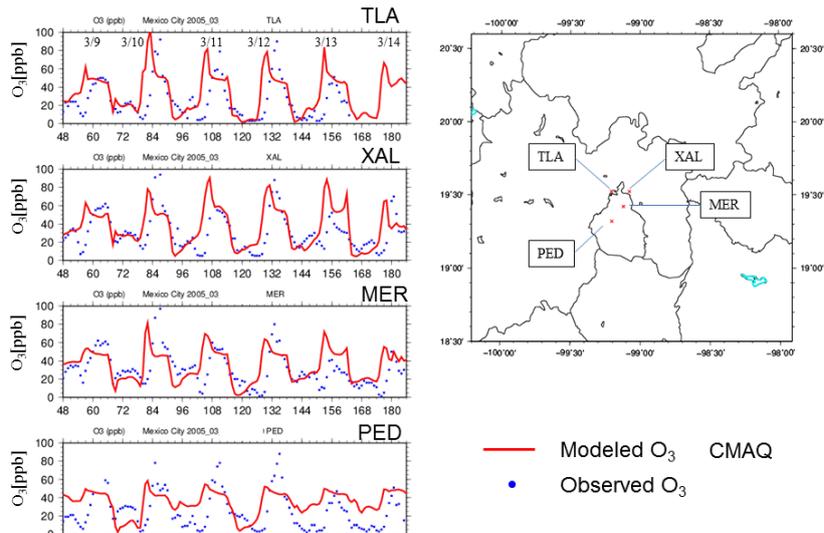
3

- GDF (Mexico City 市) が進めている新しい大気質モデルの導入に対して技術的支援を行っている。
- これまで日本で行って来た大気質の立体的な動態把握の手法は三都市へ適用できるよう準備は完了している。
- WG6 の対策シナリオ作成を支援するモデル計算の準備を進めている。

## Vertical Profiles of Meteorological Elements 12:00 18 Nov. 2011



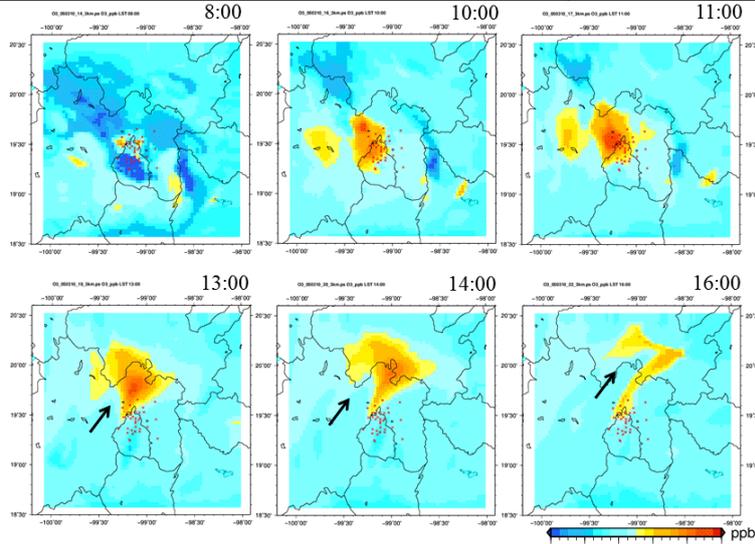
## Diurnal Variations of O<sub>3</sub> Mexico City 2005/3/9-3/14



Joint Research Project on Formation Mechanism of Ozone, VOC, and PM2.5 and Proposal of Countermeasure Scenario:  
 WG5 Saito, Masahiko

5

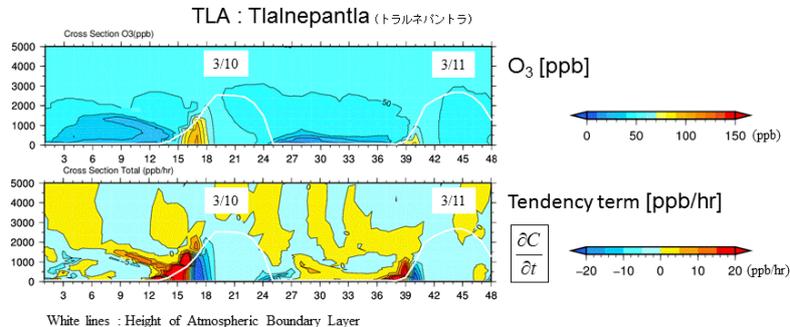
## Horizontal Distributions of Ozone in Mexico City March/10/2005 8:00-16:00LST



Joint Research Project on Formation Mechanism of Ozone, VOC, and PM2.5 and Proposal of Countermeasure Scenario:  
 WG5 Saito, Masahiko

6

## Process Analysis (Mexico City :TLA O<sub>3</sub>) 2005/3/10-3/11



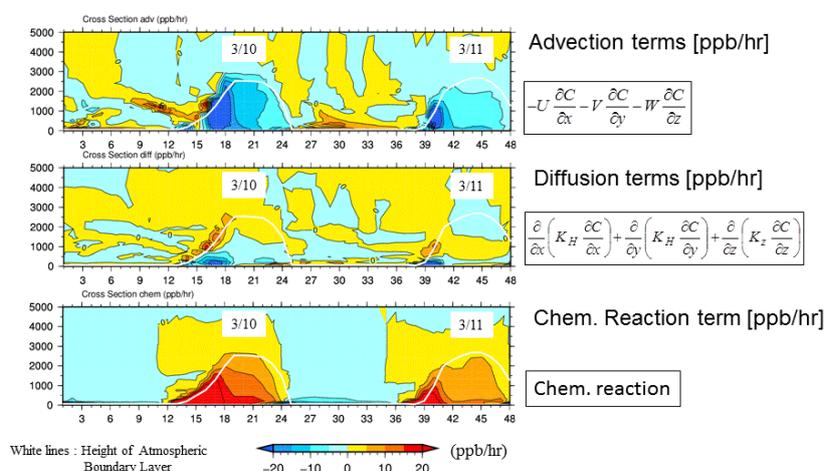
$$\frac{\partial C}{\partial t} = \underbrace{-U \frac{\partial C}{\partial x} - V \frac{\partial C}{\partial y} - W \frac{\partial C}{\partial z}}_{\text{Advection terms}} + \underbrace{\frac{\partial}{\partial x} \left( K_H \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_H \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_z \frac{\partial C}{\partial z} \right)}_{\text{Diffusion terms}} + \underbrace{R + S - Dep}_{\text{Chem. Source/Sink}} + \text{Deposition}$$

The tendency term of air pollutant concentration consists of **advection, diffusion, chemical reaction, source/sink and deposition terms**. Process Analysis can estimate time variations of each term.

Joint Research Project on Formation Mechanism of Ozone, VOC, and PM2.5 and Proposal of Countermeasure Scenario:  
 WG5 Saito, Masahiko

7

## Process Analysis (Mexico City :TLA O<sub>3</sub>) 2005/3/10-3/11



Joint Research Project on Formation Mechanism of Ozone, VOC, and PM2.5 and Proposal of Countermeasure Scenario:  
WG3 Sato, Masahiko

8

(発表論文)

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, 217-230 (2012)

斎藤正彦, 若松伸司, 相原敬次: 丹沢山地における樹木のオゾン取込み量の推定, 大気環境学会誌, 48, 251-259 (2013)

### WG6: 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

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。

平成 23、24 年度にはメキシコ首都圏地域、グアダラ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。平成 26 年度にはモンテレー首都圏地域との意見交換を行ない、平成 26 年度までに 3 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 27 年度には、WG1~5 の研究成果を踏まえ、社会・経済的検討を行い、モデル都市やモデル地域における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メキシコ環境省や地方自治体に対して提言する予定である。また得られた研究成果を基に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を実施する。得られた成果をプロアイレ等に反映させる。具体的には、各 WG からの期待されるアウトプットとして

- WG1 からは地上のみならず都市域全体の 3 次元的なオゾンの量や分布、オゾン移動の情報が (新規性、数値目標アリ)、
- WG2 からは VOCs 成分の情報が (高精度のデータが初めて得られる。数値目標アリ)、
- WG3 からは PM2.5 成分の情報が (高精度のデータが初めて得られる。数値目標アリ)、
- WG4 からは都市の生活、特に自動車影響による大気汚染個人暴露の情報と、沿道大気汚染の動態に関する情報が、

・WG5 からは大気汚染濃度の実態・トレンドの情報、大気汚染発生源の情報、発生源と環境濃度との関連性に関する情報が、それぞれ得られるのでWG6の課題として具体的に以下の三つを想定している。

課題1 局所大気汚染対策として、沿道大気汚染対策と暴露量の低減シナリオ(WG2,3,4,に深く関連)沿道大気汚染

課題2 都市大気汚染対策として、オゾン濃度低減のための前駆物質(NO<sub>x</sub>,VOCs)の削減シナリオ(WG1,2,3,5に深く関連)都市大気汚染

課題3 地球規模大気環境対策(CO<sub>2</sub>や短寿命気候汚染物質SLCFsであるオゾン、EC、並びにVOCs成分～オゾン生成に間接的に関連～)との関連を考えた、沿道および都市大気汚染対策両面からの、交通システムや都市システム(エネルギーシステムを含む)の見直しのシナリオ(課題1と課題2の両面からのコベネ対策シナリオ)。

現段階では、以下のような各グループの結果が、対策提案につながると想定される。

WG2の結果より、自動車等の移動排出源やその関連施設であるガソリンスタンド等への対策は重要である。また観測結果から、家庭で一般的な熱源として使用されるLPGについても、さらなる対策(LPG使用機器やLPG供給関連インフラに関わる規制の強化など)が必要と考えられる。WG3で得られた成果に基づいて、種々の発生源の寄与が明らかになれば、発生源対策の優先度が明らかにできることが期待できる。WG5より、各対象都市での高濃度日のモデルの再現性を確認した後、さらにNO<sub>x</sub>やVOCsの排出量を削減した場合の大気質の応答を調べ、各対象都市の大気汚染対策のシナリオ作り(WG6)の基礎資料として提供したい。以上のWG1-WG5の成果を踏まえ、地域と地球の大気環境改善に資する対策シナリオの検討を行うことが課題である。これまでに情報収集やプロアイルの精査を行って来たがメキシコ環境庁INE(National Institute of Ecology)がメキシコ環境・気候変動庁INECC(National Institute of Ecology and Climate Change)となり、新たに地球環境問題が加わったので、今後はINECCの職員とのコンタクトを深め具体的な作業を進めていきたい。

特にモンテレーに関しては、プロアイルを現在作成中であり、本プロジェクトのアウトプットも取り込みたいとの意向が示されており、平成27年度の前半は、モンテレーの解析を最優先で実施する予定である。

## コベネフィット対策に係る政策提言作成の現状と今後の対応

### 1. 基本的視点

- ① 社会システムや交通対策などプロジェクトと間接的に関わる提言およびのプロジェクト各グループの研究結果を踏まえた個別課題に対する提言として作成する。
- ② 提言の作成に当たって、日本で実施してきた対策がある場合には、背景情報としてこれを取り込むこととする。
- ③ 提言の最終絞り込みは、日本側とメキシコ側で選定した項目について双方で協議を行い、最終的にメキシコ側で受け入れ可能なものについて、優先順位を付けて妥当な数を選定する(政治的要素を含むもの、当面実現可能性のないもの、提言されるとされた側で困難な状況に陥るもの、など)。
- ④ コベネフィット対策という観点から、化石燃料の削減に関わるもののほか、個別汚染質の削減として短寿命温暖化汚染質(SLCF)であるオゾン(O<sub>3</sub>)とブラックカーボン(BC)に焦点を当てる。O<sub>3</sub>については、前駆物質である窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)と揮発性有機炭素(VOC)の削減が必要であり、BCについては、PM<sub>2.5</sub>の一要素としてとらえる。

⑤ 各都市圏で特に重要な課題となっているものは、提言項目に加えることとする。

## 2. 現在までに論じられてきた課題

### (1) 社会システムや交通対策などプロジェクトと間接的に関わる提言案

- ① 低炭素移動システムの構築
- ② 車両に関わる燃料中の硫黄分の低減
- ③ 環境配慮を含んだ自動車税システムの導入
- ④ 大型重量車へのディーゼル粒子フィルタ(DPF)の装着促進策
- ⑤ 二輪車の排ガス規制
- ⑥ オフロード車の排ガス規制
- ⑦ 車検制度の普及
- ⑧ ナンバープレートを利用した走行規制
- ⑨ レンガ工場の排ガス対策（グアダラハラ）
- ⑩ 連邦管轄の工場規制
- ⑪ 太陽熱利用の促進

### (2) 各グループの研究結果を踏まえた個別課題提言案

- ① 首都圏におけるNO<sub>x</sub>とVOCの削減量とO<sub>3</sub>の立体的な濃度や量及び地上の高濃度発生の変化を認識した上での施策の立案
- ② LPGの漏えい防止策
- ③ 民生用天然ガス配管の普及
- ④ ガソリンスタンドにおけるガソリンベーパーの排出防止
- ⑤ モニタリングデータの精度確保
- ⑥ エミッションインベントリの精度確保
- ⑦ PMの発生源対策（モンテレー）
- ⑧ O<sub>3</sub>発生に寄与の高いVOCの発生源対策

## 3. 日墨双方での協議中の提言に向けての項目案を以下に示す。

○日墨双方で提言案の話題となっている項目

### **車両に関わる燃料中の硫黄分の低減**

車両に搭載している汚染質低減触媒への対応：日本では既にS分10ppm以下を達成、Euは2009年から、アメリカは2020年に

### **大型重量車へのディーゼル粒子フィルタ(DPF)の装着促進策**

日本では自動車NO<sub>x</sub>/PM法の対象地域(3都市)で大型重量車関連の事業者へ補助金をだす制度により対応(補助率1/4)

### **ガソリンスタンドにおけるガソリンベーパーの排出防止**

- メキシコ市では車両への給油時のベーパーリターン設置、
- 日本では主要都市で荷卸し時のベーパーリターン装置を設置、
- 日本では近年NEDOの支援で液化回収装置が開発された、
- 日本の環境省ではベーパーリターンについて規制の方向で検討中、
- メキシコでは、給油時、荷卸し時、タンクローリーへの積み込み時の3点の対策が必要と指摘

○WGの研究結果に関する提言案

**WG1及びWG5: NOxとVOCの削減量とO3の変化を認識した上での施策の立案**  
首都圏のO3の立体的な濃度測定及びシミュレーションモデルによるNOxやVOCを削減した場合のO3の立体的な濃度や総量の変化及び地上の高濃度発生の変化を推測

**WG2: LPGの漏えい防止策**

環境濃度測定で、プロパン及びブタンが高濃度で検出。家屋の屋上に設置されているタンクへのLPGの充填時における生ガスの放出。日本では貯留タンクの屋上設置の禁止(地上又は地下への設置義務)。新設のものに同様の措置の検討。民生用天然ガスの使用促進

**WG3: PMの発生源対策**

モンテレーにおける分析データを使用したレセプターモデル解析によるPMの高濃度発生への寄与の高い発生源の特定

**WG4: ガソリンスタンドにおけるガソリンペーパーの排出防止**

ガソリンスタンドの給油担当者がバックグラウンドに比べて高濃度のガソリンペーパーに暴露されていることから、ガソリンスタンドの従業員及び近隣居住者の健康影響防止策としても排出防止策が重要

**WG2: O3発生に寄与の高いVOCの発生源対策**

環境濃度のVOC成分測定値とO3生成能力の情報により、O3の発生寄与の高いVOC成分が洗い出されてきたことから、それらの物質の発生源対策強化が有効

**WG4: ガソリンスタンドにおけるガソリンペーパーの排出防止**

ガソリンスタンドの給油担当者がバックグラウンドに比べて高濃度のガソリンペーパーに暴露されていることから、ガソリンスタンドの従業員及び近隣居住者の健康影響防止策としても排出防止策が重要

**WG2及びWG5: モニタリングデータの精度確保**

- 対策の立案、評価にはモニタリングデータの精度が確保が必須、
- モデルを動かす場合にもデータの信頼性が必要条件
- 精度の高い標準ガスの供給システムの開発が進められたことから、これの有効活用

**WG5: エミッションインベントリの精度確保**

対策立案にモデルを使用する場合、エミッションインベントリの精度確保は、正確な予測が必須

○メキシコ側で話題となっている項目

**二輪車の排ガス規制**

- 二輪車は、走行台数が少ない割にはVOCの排出量が多い
- 近年メキシコでは車両数が増加の傾向
- 日本においては、2005年に当時世界で最も厳しい規制

**オフロード車の排ガス規制**

- 建設関連車両や農業関連車両からのNOx及びPM2.5(主としてBC)の排出が意外に大きい
- 日本では、2011年にPM対策強化、2014年にNOx対策強化を実施

**太陽熱利用の促進**

- 太陽熱を利用した温水の製造がエネルギー使用削減(特にLPG)に大きな効果
- 日本においては東京都と環境省が近年大規模住宅開発に対して導入促進

**レンガ工場の排ガス対策(グアダハラ)**

零細のレンガ工場が多数存在し、ここから発生する排ガスが大きな社会問題化

### PMの発生源対策

モンテレーで社会問題化しており、最も重要な対策項目  
採石場、大規模工場（鉄鋼、セメントなど）、大型貨物車、砂漠からの飛散、  
道路舗装の質、道路に溜った粉じんなど

### 連邦管轄の工場規制

州政府が大気汚染対策を策定するに当って、大工場の多くが連邦管轄であることから、対応に苦慮

○その他の話題に上がった項目

### 低炭素移動システムの構築(日本側で提案)

メキシコ市やグアダハラ市では、無動力移動(自転車等)を積極的に導入

### 車検制度の普及

- メキシコ首都圏では、ナンバープレートを利用した走行規制とリンクさせた制度として効力を発揮
- 触媒のチェック及び交換にも有効に作用
- グアダハラでは制度があるが有効に機能していない
- モンテレーでは、議会が導入をしない決議

### ナンバープレートを利用した走行規制

- メキシコ首都圏で実施されており、効力を発揮
- グアダハラとモンテレーでは、そのままの制度を導入することに抵抗感が強い

○今後の対応

### 提言の最終絞り込み

日本側とメキシコ側で選定した項目について双方で吟身の上、協議を行い最終的にメキシコ側で受け入れ可能なものについて、優先順位を付けて妥当な数を選定する

### モンテレーにおけるPMの高濃度解析と対策案の検討

モンテレー(ヌエボ・レオン州)で提言を強く希望しているPM対策について、現在分析が進められているデータを使用したレセプターモデル解析が期待される  
また、モニタリングデータの解析も必要である

### <今後の展開、および社会実装への見通し>

本共同研究はメキシコにおけるオゾン、VOCs、PM2.5の生成機構解明や暴露評価を行い得られた成果を基に大気汚染対策シナリオを提言することを目的としている。具体的には日本とメキシコの二国間に共通な側面や地域独自の特徴を明らかにする。プロジェクトは最終段階を迎え、機器開発、分析システム・解析システム開発は終了し、基本的なデータや情報の収集を終え、モニタリングデータ解析結果、特別観測結果、発生源情報、モデル解析結果を基にモデル3都市における対策シナリオ提言に向けての作業の収れんさせる段階にある。

モデル3都市圏地域（メキシコ市、グアダハラ、モンテレー）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提言すると共に研究成果を近隣諸国に普及し大気汚染対策の推進に役立てる事を企図している。各WG毎に上位目標に向けての貢献や社会実装への見通しを以下記載する。

#### **WG1: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**

- ・メキシコ市盆地内のオゾン生成総量が初めて明らかとなり定量的な対策シナリオ策定の根拠を得た。
- ・火山からのSO<sub>2</sub>排煙の鉛直構造を初めて開らかにし、地域への影響評価を行った。
- ・メキシコ気象庁SMN長官に対してメオゾンゾンデのルーチン観測の実施を提言し了解を得た。

#### **WG2:VOCs成分測定システムの開発と環境動態の解明**

- ・日本の標準ガスがメキシコに輸送されメキシコにおける標準としてVOCs分析に供される。
- ・高精度での環境大気中におけるVOCs動態解明が可能となった。
- ・メキシコにおける高精度なVOCs成分測定のための標準ガス供給システムが構築された。
- ・全環境基準項目のSIトレーサブルな日本の標準ガスをメキシコに導入することに成功した。
- ・信頼性の高いデータに基づく大気環境政策の立案、実施、評価への貢献が期待出来る。
- ・メキシコのみならず中南米の諸国への技術移転と大気環境分野での貢献も期待出来、波及効果は大きい。

#### **WG3:PM2.5成分測定システムの開発と環境動態の解明**

- ・日本とメキシコで同じサンプリングシステムを用いてPM2.5とPM coarse（PM10-PM2.5）の試料採取が出来た。
- ・このような試料は世界的にも例が無く極めて貴重である。

#### **WG4:大気汚染暴露測定システムの開発と暴露レベルと沿道大気汚染動態の把握**

- ・アルデヒドの測定が今回新たに実施出来た。
- ・グアダハラでのガソリンスタンドの調査がハリスコ州におけるガソリンスタンドにおけるベーパーリターンの規制立案に貢献した。ハリスコ州の要請でプロジェクトリーダーからレターがハリスコ州政府に対して提出された。

#### **WG5: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**

- ・メキシコ市においては従来、ドイツのコンサルが提供した数値モデルを用いていたが、平成26年からWRF/Chemによるシミュレーションを採用する事が決まり、メキシコ全体が同じモデルフレームワークの下に相互協力し合える状況を作り出すことに成功した。

#### **WG6: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**

- ・モンテレーでのプロアイレに本プロジェクトのアウトプットも取り込みたいとの意向が示された。

#### **<これまでの社会実装のまとめ>**

- ・観測空白地域となっているメキシコにおけるオゾンゾンデルーチン観測の端緒を拓いた（WG1）
- ・日本において作成したSIトレーサブルな標準ガスをメキシコ標準として導入出来た（WG2）
- ・グアダハラでのガソリンスタンドからのVOC規制に貢献した（WG4）
- ・メキシコ市におけるオゾン生成総量を初めて把握した(WG1,5)
- ・モンテレーのプロアイレ作成に貢献が期待されている(WG6,4,3)

### <課題・検討事項>

- ・日本における国内での研究費は JST からサポートされているが、メキシコ側においては外部からの研究費が得られていないため、研究実施には困難が多い。この為 UNAM（メキシコ国立自治大学）と連携して外部資金の獲得を試み WG4 の沿道大気汚染研究を、その予算を用いて研究を推進している。また、SMN（メキシコ国立気象局）はオゾンゾンデ観測の資金を世銀に申請中である。
- ・日本国内において JICA 研修は極めて効果的であった。プロジェクト推進のモチベーションが高まり、メキシコでの共同研究活動の実施の円滑化が図られた。
- ・広報の重要性が指摘されており、国際会議やワークショップを積極的に開催した。平成 27 年には国際会議での発表を行う予定。
- ・モンテレーでの治安が悪化していたため（2010 年 10 月以降、外務省による注意喚起地域）現地調査が出来ずにいたが平成 25 年度には治安が回復し現地での調査と意見交換が実施出来た。この中で INECC とモンテレー側からの積極的な研究提案があり、今後は、現地観測も含めて検討を深める事となっている。
- ・メキシコの政権交替に伴う空白期間が約 1 年半に及び、スタッフの交替等は 2 年後の現在迄継続している。CENICA は解体される様子である。2012 年（平成 24 年）12 月からのメキシコ連邦政府における新政権移行に伴い本プロジェクトに関係する部署においても機構改革があり、従来の CENICA は INECC に統合された。人事交替も上層部から順次実施され、中間評価を実施した平成 25 年 6 月以降は 9 月には INECC のレオノラ・ロハス次官がパラモ氏に交替となり本プロジェクトリーダーとなった。パラモ氏はメキシコ市（DF）の大気部門の責任者であった方で、1995 年から開始された CENICA 事業には開始当初から関わって来た。また本プロジェクトの内容も熟知しており共同研究は今後とも円滑に実施出来る体制が維持されている。
- ・WG3 については人材の問題がある。大阪での 3 年間の採取試料の成分分析は実施されてデータが確定しているが、メキシコの成分分析結果は精査が必要な状況にある。今後の分析精度向上が課題である。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、取り扱い方法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。進捗度が他と比べてやや遅れている最大の理由は、メキシコ側の人員不足である。プロジェクト開始時にはメキシコ側に意欲的なカウンターパートとがおり、順調に試料捕集が開始されたが、翌年 3 月末で退職し、その後、後任が長期間決まらなかったことである。また、メキシコのシステムとして、WG3 に関する実務がほぼアルバイトによって担当されていて、上からの指令がないと動かないことにもある。また、電源不安定等の為、分析機器（OC/EC 炭素分析装置および蛍光 X 線分析装置）の故障が多く発生しており、データの精査と機器整備、分析指導が今後の課題である。大幅な人員削減の影響が懸念される。

### <共同研究の進め方について>

- ・愛媛、つくば、大阪ほかと研究者が遠隔地で所属しているため、およそ 2 ヶ月に 1 回のペースで打ち合わせ会議を東京で実施し、定期的に顔を合わせることで情報交換を行っている。
- ・また、メキシコ渡航時は複数のメンバーが合わせて渡航することにより、現地での集中的な議論も実施し、効率的な研究交流をおこなっている。スカイプ会議を毎月実施している。

## <日本のプレゼンスの向上、若手の育成、民間企業との協力>

大気汚染問題は、日本においても大きな関心事である。日本においては多くの大気汚染物質が改善の傾向がある中で光化学オゾンのみが増加の傾向にある。また PM2.5 も米国の基準（米国 EPA は平成 24 年（2012 年）12 月 14 日に PM2.5 の環境基準値を年間平均値  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  から  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と改訂している。）に照らせば環境基準値を超えている。平成 25 年度には中国における高濃度 PM2.5 問題が顕在化して、中国国民への健康影響と共に日本への影響も懸念されている。しかし、これらの要因は未解明である。一方、メキシコシティは世界で最も光化学オゾンの濃度が高い地域である。2000 年以降、対策が進み極端な高濃度の出現は減少したものの依然として光化学オゾンと PM2.5 の濃度は高いレベルにある。

オゾン、VOCs、PM2.5 は相互に関連しており、他にも様々な大気汚染物質が複合的に関係しているので、測定方法、モニタリング、モデル解析、暴露評価等、総合的な把握が必要となる。オゾン、VOCs、PM2.5 が関連する二次生成大気汚染は発生源の違いや気象・気候条件、地理的条件により地域毎に発生仕方は異なっている。それ故、共通の手法で比較可能な情報を入手し、普遍的な側面と地域固有の側面を明らかにする事が必要となる。二次生成大気汚染現象は、非線形（発生源の変化と二次生成大気汚染濃度の変化が比例しない）なので、発生源と環境濃度との関連性を把握して適切な対策シナリオを策定する為にはモデルの利用が不可欠である。しかしモデルには気象や発生源の情報等、極めて多くの入力情報が必要であり不確実性も高い。モデルの汎用性の評価は我が国の二次生成大気汚染対策手法を海外に展開して行く上で極めて有用である。

本国際共同研究では、このような背景を踏まえ、光化学オゾンや PM2.5 のような二次生成大気汚染の生成機構を二国間共同で解明し、その対策の為のシナリオを地球と地域の双方の視点で明らかにする事としている。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提言すること、研究成果を近隣諸国に波及させ大気汚染対策の推進に役立てることは、我が国やメキシコにおける対策シナリオ策定にとって大きなインパクトとなばかりではなく、メキシコ、日本、双方の近隣諸国への波及効果も期待出来る。日本の技術や知識を活用して環境立国としての日本のプレゼンスを高めたい。

・コロンビアやチリにおいてメキシコプロジェクトの紹介を予定している。

2015 年 7 月 13 日～14 日 コロンビア（モンテレー工科大学からの依頼）

2015 年 10 月 5 日～9 日 チリ（CENMA の前所長からの依頼）

★平成 23 年度には愛媛大学の博士課程に国費留学生を 1 名、SATREPS 枠で受け入れる事が出来たことは、本プロジェクトの推進と人材育成の面から極めて効果的であったと考える。また、国内においても学部学生、大学院生に本プロジェクトに積極的に参加してもらい、国際共同研究を実施することは、研究と教育の両面から有効と考える。これまで、本プロジェクトの関連する研究テーマで、日本側では愛媛大学において 2 名博士（WG1、WG5）、1 名の修士の学位が授与され、さらに 2 名の修士学生が卒業予定である。メキシコ側では INECC で 1 名（WG3）、モンテレー工科大学で 2 名の博士（WG2）と、UNAM で 1 名の修士（WG5）学生がこれまでにプロジェクトに直接携わっている。

★SATREPS 大気メキシコプロジェクト終了後の展開に関しては、他国の援助活動との競合も考慮しつつ、日本の技術や知識の蓄積を基にした民活も含めた総合的な企画が重要と考える。

## II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

本共同研究はメキシコにおけるオゾン、VOCs、PM2.5の生成機構解明や暴露評価を行い得られた成果を基に大気汚染対策シナリオを提言することを目的としている。具体的には日本とメキシコの二国間に共通な側面や地域独自の特徴を明らかにする。プロジェクトは最終段階を迎え、機器開発、分析システム・解析システム開発は終了し、基本的なデータや情報の収集を終え、モニタリングデータ解析結果、特別観測結果、発生源情報、モデル解析結果を基にモデル3都市における対策シナリオ提言に向けての作業の収れんさせる段階にある。

モデル3都市圏地域（メキシコ市、グアダラハラ、モンテレー）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提言すると共に研究成果を近隣諸国に普及し大気汚染対策の推進に役立てる事を企図している。各WG毎に上位目標に向けての貢献や社会実装への見通しを以下記載する。

### WG1: 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

- ・メキシコ市盆地内のオゾン生成総量が初めて明らかとなり定量的な対策シナリオ策定の根拠を得た。
- ・火山からのSO<sub>2</sub>排煙の鉛直構造を初めて明らかにし、地域への影響評価を行った。
- ・メキシコ気象庁SMN長官に対してメオゾンゾンデのルーチン観測の実施を提言し了解を得た。

### WG2: VOCs 成分測定システムの開発と環境動態の解明

- ・日本の標準ガスがメキシコに輸送されメキシコにおける標準としてVOCs分析に供される。
- ・高精度での環境大気中におけるVOCs動態解明が可能となった。
- ・メキシコにおける高精度なVOCs成分測定のための標準ガス供給システムが構築された。
- ・全環境基準項目のSIトレーサブルな日本の標準ガスをメキシコに導入することに成功した。
- ・信頼性の高いデータに基づく大気環境政策の立案、実施、評価への貢献が期待出来る。
- ・メキシコのみならず中南米の諸国への技術移転と大気環境分野での貢献も期待出来、波及効果は大きい。

### WG3: PM2.5 成分測定システムの開発と環境動態の解明

- ・日本とメキシコで同じサンプリングシステムを用いてPM2.5とPM coarse (PM10-PM2.5)の試料採取が出来た。
- ・このような試料は世界的にも例が無く極めて貴重である。

### WG4: 大気汚染暴露測定システムの開発と暴露レベルと沿道大気汚染動態の把握

- ・アルデヒドの測定が今回新たに実施出来た。
- ・グアダラハラでのガソリンスタンドの調査がハリスコ州におけるガソリンスタンドにおけるペーパーリターンの規制立案に貢献した。ハリスコ州の要請でプロジェクトリーダーからレターがハリスコ州政府に対して提出された。

### WG5: 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

・メキシコ市においては従来、ドイツのコンサルが提供した数値モデルを用いていたが、平成26年からWRF/Chemによるシミュレーションを採用する事が決まり、メキシコ全体が同じモデルフレームワークの下に相互協力し合える状況を作り出すことに成功した。

### WG6: 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

- ・モンテレーでのプロアイレに本プロジェクトのアウトプットも取り込みたいとの意向が示された。

## III. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

1) 日本における国内での研究費はJSTからサポートされているが、メキシコ側においては外部からの研究費が得られていないため、研究実施には困難が多い。この為 UNAM(メキシコ国立自治大学)と連携して外部

資金の獲得を試みWG4の沿道大気汚染研究を、その予算を用いて研究を推進している。

また、SMN(メキシコ国立気象局)はオゾンブnde観測の資金を世銀に申請中である。

- 2) 日本国内において JICA 研修は極めて効果的であった。

プロジェクト推進のモチベーションが高まり、メキシコでの共同研究活動の実施の円滑化が図られた。

- 3) 広報の重要性が指摘されており、国際会議やワークショップを積極的に開催した。

- 4) モンテレーでの治安が悪化していたため(2010年10月以降、外務省による注意喚起地域)現地調査が出来ずにいたが平成25年度には治安が回復し現地での調査と意見交換が実施出来た。この中で INECC とモンテレー側からの積極的な研究提案があり、今後は、現地観測も含めて検討を深める事となっている。

- 5) 研究グループ間の成果の交流・交換の方法と、共同研究の進め方について

愛媛、つくば、大阪ほかと研究者が遠隔地で所属しているため、およそ2ヶ月に1回のペースで打ち合わせ会議を東京で実施し、定期的に顔を合わせることで情報交換を行っている。

また、メキシコ渡航時は複数のメンバーが合わせて渡航することにより、現地での集中的な議論も実施し、効率的な研究交流をおこなっている。各国リーダーのスカイプ会議を毎月実施している。メキシコの政権交替に伴う空白期間が約1年半に及び、スタッフの交替等は2年後の現在迄継続している。CENICAは解体される様子である。2012年(平成24年)12月からのメキシコ連邦政府における新政権移行に伴い本プロジェクトに関係する部署においても機構改革があり、従来のCENICAはINECCに統合された。人事交替も上層部から順次実施され、中間評価を実施した平成25年6月以降は9月にはINECCのレオノラ・ロハス氏からパラモ氏に交替となり本プロジェクトリーダーとなった。パラモ氏はメキシコ市(DF)の大気部門の責任者であった方で、1995年から開始されたCENICA事業には開始当初から関わって来た。また本プロジェクトの内容も熟知しており共同研究は今後とも円滑に実施出来る体制が維持されている。

- 6) WG3については人材の問題がある。大阪での4年弱の採取試料の成分分析は実施されてデータが確定しているが、メキシコの成分分析結果は精査が必要な状況にある。今後の分析精度向上が課題である。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、取り扱い方法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。進捗度が他と比べてやや遅れている最大の理由は、メキシコ側の人員不足である。プロジェクト開始時にはメキシコ側に意欲的なカウンターパートがおり、順調に試料捕集が開始されたが、翌年3月末で退職し、その後、後任が長期間決まらなかったことである。また、メキシコのシステムとして、WG3に関する実務がほぼアルバイトによって担当されていて、上からの指令がないと動かないことにもある。また、電源不安定等の為、分析機器(OC/EC炭素分析装置および蛍光X線分析装置)の故障が多く発生しており、データの精査と機器整備、分析指導が今後の課題である。

大幅な人員削減が進み、その影響が懸念される。

#### IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

##### (1) 成果展開事例

- ・観測空白地域となっているメキシコにおけるオゾンゾンデルーチン観測の端緒を拓いた（WG1）
- ・日本において作成したS Iトレーサブルな標準ガスをメキシコ標準として導入出来た（WG2）
- ・グアダハラでのガソリンスタンドからのVOC規制に貢献した（WG4）
- ・メキシコ市におけるオゾン生成総量を初めて把握した（WG1, 5）
- ・モンテレーのプロアイル作成に貢献が期待されている（WG6, 4, 3）

##### (2) 社会実装に向けた取り組み

（1）に併せて記載しました

## V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

大気汚染問題は、日本においても大きな関心事である。日本においては多くの大気汚染物質が改善の傾向がある中で光化学オゾンのみが増加の傾向にある。また PM2.5 も米国の基準（米国 EPA は平成 24 年（2012 年）12 月 14 日に PM2.5 の環境基準値を年間平均値  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  から  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  と改訂している。）に照らせば環境基準値を超えている。平成 25 年度には中国における高濃度 PM2.5 問題が顕在化して、中国国民への健康影響と共に日本への影響も懸念されている。しかし、これらの要因は未解明である。一方、メキシコシティは世界で最も光化学オゾンの濃度が高い地域である。2000 年以降、対策が進み極端な高濃度の出現は減少したものの依然として光化学オゾンと PM2.5 の濃度は高いレベルにある。

オゾン、VOCs、PM2.5 は相互に関連しており、他にも様々な大気汚染物質が複合的に関係しているので、測定方法、モニタリング、モデル解析、暴露評価等、総合的な把握が必要となる。オゾン、VOCs、PM2.5 が関連する二次生成大気汚染は発生源の違いや気象・気候条件、地理的条件により地域毎に発生仕方は異なっている。それ故、共通の手法で比較可能な情報を入手し、普遍的な側面と地域固有の側面を明らかにする事が必要となる。二次生成大気汚染現象は、非線形（発生源の変化と二次生成大気汚染濃度の変化が比例しない）なので、発生源と環境濃度との関連性を把握して適切な対策シナリオを策定する為にはモデルの利用が不可欠である。しかしモデルには気象や発生源の情報等、極めて多くの入力情報が必要であり不確実性も高い。モデルの汎用性の評価は我が国の二次生成大気汚染対策手法を海外に展開して行く上で極めて有用である。

本国際共同研究では、このような背景を踏まえ、光化学オゾンや PM2.5 のような二次生成大気汚染の生成機構を二国間共同で解明し、その対策の為のシナリオを地球と地域の双方の視点で明らかにする事としている。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提言すること、研究成果を近隣諸国に波及させ大気汚染対策の推進に役立てることは、我が国やメキシコにおける対策シナリオ策定にとって大きなインパクトとなばかりではなく、近隣諸国への波及効果も期待出来る。日本の技術や知識を活用して環境立国としての日本のプレゼンスを高める事を期待したい。

コロンビアやチリからメキシコプロジェクトの紹介の依頼が来ている。

2015年 7月 コロンビア （モンテレー工科大学からの依頼）

2015年10月 チリ （CENMA の前所長からの依頼）

## VI. 成果発表等（公開）

## VII. 投入実績（非公開）

## VIII. その他（公開）

★平成23年度には愛媛大学の博士課程に国費留学生を1名、SATREPS 枠で受け入れる事が出来たことは、本プロジェクトの推進と人材育成の面から極めて効果的であったと考える。また、国内においても学部学生、大学院生に本プロジェクトに積極的に参加してもらい、国際共同研究を実施することは、研究と教育の両面から有効と考える。これまで、本プロジェクトの関連する研究テーマで、日本側では愛媛大学において2名博士（WG 1, WG 5）、1名の修士（WG 1）メキシコ側ではモンテレー工科大学において1名の博士（WG 2）とUNAMで1名の修士（WG 5）の学位が授与された。

★SATREPS 大気メキシコプロジェクト終了後の展開に関しては、他国の援助活動との競合も考慮しつつ、日本の技術や知識の蓄積を基にした民活も含めた総合的な企画が重要と考える。

以上

VI(1)(公開)論文発表等

	国内	国際
<b>原著論文 本プロジェクト期間累積件数</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

①原著論文(相手側研究チームとの共著論文)

著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表日 ・出版日	特記事項 (分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記)
I. Kanda, R. Basaldud, N. Horikoshi, Y. Okazaki, S. E. Benítez-García, A. Ortínez, V. R. Ramos Benítez, B. Cárdenas, S. Wakamatsu, "Interference of sulphur dioxide on balloon-borne electrochemical concentration cell ozone sensors over the Mexico City Metropolitan Area", Asian Journal of Atmospheric Environment, 2014, vol. 8, pp. 162-174	http://dx.doi.org/10.572/ajae.2014.8.3.162	国際誌	出版済み	
S. E. Benítez-García, I. Kanda, Y. Okazaki, S. Wakamatsu, R. Basaldud, N. Horikoshi, A. Ortínez, V. R. Ramos Benítez, B. Cárdenas, "Investigation of vertical profiles of meteorological parameters and ozone concentration in the Mexico City Metropolitan Area", Asian Journal of Atmospheric Environment		国際誌	accept	

論文数 2 件  
うち国内誌 0 件  
うち国際誌 2 件  
公開すべきでない論文 0 件

②原著論文(相手側研究チームとの共著でない論文)

著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表日 ・出版日	特記事項 (分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記)
若松伸司、岡崎友紀代、神田勲、"二次生成大気汚染物質(オゾン、PM2.5)に関する近年の研究の状況",日本マリンエンジニアリング学会誌 49 (2014) 54-59		国内誌	出版済み	
S. E. Benítez-García, I. Kanda, S. Wakamatsu, Y. Okazaki, M. Kawano, "Analysis of Criteria Air Pollutant Trends in Three Mexican Metropolitan Areas", Atmosphere, 2014, vol. 5, pp. 806-829	doi:10.3390/atmos5040806	国際誌	出版済み	

論文数 2 件  
うち国内誌 1 件  
うち国際誌 1 件  
公開すべきでない論文 0 件

	国内	国際
<b>その他の著作物 本プロジェクト期間累積件数</b>	<b>6</b>	<b>0</b>

③その他の著作物(相手側研究チームとの共著のみ)(総説、書籍など)

著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年	出版物の種類	発表日 ・出版日	特記事項

著作物数 0 件  
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(相手側研究チームとの共著でないもの)(総説、書籍など)

著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ	出版物の種類	発表日 ・出版日	特記事項

著作物数 0 件  
公開すべきでない著作物 0 件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

VI(2)(公開)学会発表

	国内	国際
招待講演 本プロジェクト期間累積件数		2
口頭発表 本プロジェクト期間累積件数	44	1
ポスター発表 本プロジェクト期間累積件数	16	2

①学会発表(相手側研究チームと連名のもののみ)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の 別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演	口頭発表	ポスター発表
2014	国内学会	久保龍志*, 神田勲*, 岡崎友紀代*, 若松伸司*, Roberto Basaldud: 2014年5月メキシコ合衆国グアダハラにおける気象とオゾンの立体分布観測. 第55回大気環境学会年会, 松山市, 9月, 講演要旨集 455.		1	
2014	国内学会	大森成晃*, 岡崎友紀代*, 神田勲*, 若松伸司*, Roberto Basaldud, Adriana Rodriguez Villavicencio: 2014年5月メキシコ合衆国グアダハラにおけるオゾンの移動観測. 第55回大気環境学会年会, 松山市, 9月, 講演要旨集 456.		1	
2014	国内学会	久保龍志*, 神田勲*, 岡崎友紀代*, 若松伸司*, Roberto Basaldud: メキシコ合衆国グアダハラでの2012年5月、2014年5月におけるオゾンゾンデ観測とその解析. 大気環境学会中国四国支部発表会, 山口市, 1月, 講演要旨集 40-43.		1	
			0	3	0

②学会発表(相手側研究チームと連名でないもの)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の 別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演	口頭発表	ポスター発表
2014	国内学会	BENITEZ-GARCIA Sandy Edith*: "Study on photochemical air pollution formation mechanism in Mexico". 第55回大気環境学会年会, 松山市, 9月, 講演要旨集 123-126.		1	
2014	国際学会	Victor Paramo, "Formation Mechanism of Ozone, VOCs, and PM2.5, and Countermeasure Scenarios in Mexico", The 55th Annual Meeting of Japan Society for Atmospheric Environment Open International Symposium, 18 September	1		
2014	国内学会	瀧岡輝*, 岡崎友紀代*, 依田隆志*, 若松伸司*: 愛媛大学農学部におけるPM2.5化学成分連続モニタリング結果の解析. 第55回大気環境学会年会, 松山市, 9月, 講演要旨集 298.			1
2014	国内学会	豊嶋倫弘*, 溝畑朗, 岡崎友紀代*, 依田隆志*, 若松伸司*: 愛媛大学農学部で捕集した大気粒子中成分の発生源寄与割合の解析. 第55回大気環境学会年会, 松山市, 9月, 講演要旨集 301			1
2014	国内学会	大森成晃*, 神田勲*, 久保龍志*, 岡崎友紀代*, 若松伸司*: 山岳地域におけるオゾン挙動の解析. 第55回大気環境学会年会, 松山市, 9月, 講演要旨集 304.			1
2014	国内学会	西森文晃*, 神田勲*, 久保龍志*, 若松伸司*: 道後平野における気温、湿度、オゾンの分布. 第55回大気環境学会年会, 松山市, 9月, 講演要旨集 321. (2014)			1
2014	国内学会	岡崎友紀代*, 若松伸司*: 愛媛県松山市における大気汚染物質の濃度分布について. 第55回大気環境学会年会, 松山市, 9月, 講演要旨集 326.			1
2014	国内学会	依田隆志*, 溝畑朗, 岡崎友紀代*, 神田勲*, 若松伸司*: 愛媛県松山市における微小粒子状物質成分組成の季節変動. 第55回大気環境学会年会, 松山市, 9月, 講演要旨集 464.		1	
2014	国内学会	神田 勲*, 若松 伸司*: 松山市淡路ヶ峠周辺の山谷地形におけるオゾン濃度分布調査. 第55回大気環境学会年会, 松山市, 9月, 講演要旨集 531.		1	
2014	国際学会	Shinji Wakamatsu, Yukiyo Okazaki, Isao Kanda, "Co-beneficial countermeasure scenarios for Ozone, VOCs and PM2.5 in megacity areas of Japan and Mexico", Climate Change Workshop in India "Assessing the Impacts of Aerosols and Changing Climate on Monsoon and Extreme Events" January 12-15		1	
2014	国内学会	瀧岡輝*, 岡崎友紀代*, 依田隆志*, 若松伸司*: 愛媛大学農学部におけるPM2.5成分連続自動分析結果の解析. 大気環境学会中国四国支部発表会, 山口市, 1月, 講演要旨集 10-13.		1	
2014	国内学会	依田隆志*, 岡崎友紀代*, 豊嶋倫弘*, 若松伸司*: 愛媛大学農学部におけるPM2.5のPMF法を用いた発生源寄与の推定. 大気環境学会中国四国支部発表会, 山口市, 1月, 講演要旨集 14-17.		1	
2014	国内学会	豊嶋倫弘*, 岡崎友紀代*, 依田隆志*, 若松伸司*: 愛媛大学農学部で捕集した微小粒子状物質中の成分の解析. 大気環境学会中国四国支部発表会, 山口市, 1月, 講演要旨集 18-21.		1	
2014	国内学会	大森成晃*, 神田勲*, 岡崎友紀代*, 若松伸司*: 神奈川県丹沢山地のオゾンと気象の解析3—定点観測と移動観測の比較—. 大気環境学会中国四国支部発表会, 山口市, 1月, 講演要旨集 30-32.		1	
2014	国内学会	西森文晃*, 神田勲*, 久保龍志*, 若松伸司*: 道後平野における温度、湿度、オゾンの分布について2. 第大気環境学会中国四国支部発公開講演会, 山口市, 1月, 講演要旨集 33-36.		1	
2014	国内学会	岡崎友紀代*, 若松伸司*: 愛媛県とその周辺地域におけるオゾン濃度分布の特徴. 第55回大気環境学会中国四国支部発表会, 山口市, 1月, 講演要旨集 37-39.		1	
2014	国内学会	BENITEZ-GARCIA Sandy Edith*, KANDA Isao*, WAKAMATSU Shinji* "APPLICATION OF A NUMERICAL SIMULATION MODEL FOR ESTIMATION OF OZONE PRODUCTION IN MEXICO CITY". 大気環境学会中国四国支部発表会, 山口市, 1月, 講演要旨集 44-47.		1	
2014	国内学会	神田 勲*, BENITEZ-GARCIA Sandy Edith*, 若松 伸司*: メキシコ国3大都市圏における気象とオゾン濃度の長期トレンド解析. 大気環境学会中国四国支部発表会, 山口市, 1月, 講演要旨集 48-51.		1	
			1	12	5

VI(3) (特許出願した発明件数のみを公開し、他は非公開) 特許出願

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい)	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願※
記載例	2012-123456	2012/4/1	○○○○						戦略太郎	○○大学 ◎◎研究科△△専	PCT/JP2012/123456
No.1											
No.2											
No.3											
No.4											
No.5											
No.6											
No.7											
No.8											
No.9											
No.10											

※関連する外国出願があれば、その出願番号を記入ください。

国内特許出願数  
公開すべきでない特許出願数

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい)	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願※
記載例	PCT/JP2012/123456	2012/9/20	○○○○						戦略太郎	○○大学 ◎◎研究科△△専	特願2010-123456
No.1											
No.2											
No.3											
No.4											
No.5											
No.6											
No.7											
No.8											
No.9											
No.10											

※関連する国内出願があれば、その出願番号を記入ください。

外国特許出願数  
公開すべきでない特許出願数



VI(5) (公開)ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動

①ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2014年4月16日	Skype会議 (非公開)	愛媛-メキシコ	10	日墨リーダー 定例打ち合わせ
2014年4月17日	Skype会議(WG4) (非公開)	日本-メキシコ	7	5月サンプリング計画の打ち合わせ
2014年5月13日	メキシコ市、グアダハラ市、モンテレイ市都市圏のプロアイルに関するワークショップ	メキシコ市、メキシコ	28名	同ワークショップは、大気質管理プログラム(プロアイル)の進捗、戦略、開発について、同プロジェクトの関係者と共に、現場の経験を共有することを目的に行われた。
2014年6月10日	Skype会議 (非公開)	愛媛-メキシコ	13	日墨リーダー 定例打ち合わせ
2014年6月13日	Skype会議(WG4) (非公開)	日本-メキシコ	6	7月サンプリング計画の打ち合わせ
2014年3月14日	第14回帰国報告会 (非公開)	キャンパス・イノベーションセンター	16 JST,JICA	グアダハラ観測について 9月招聘(短期研修)について
2014年7月16日	Skype会議 (非公開)	愛媛-メキシコ	9	日墨リーダー 定例打ち合わせ
2014年8月6日~7日	第15回帰国報告会 研究発表会 (非公開)	JICA東京	計20名参加 学生4 JICA,JST	これまでの研究成果報告と 若手研究者の研究発表 プロジェクトまとめに向けて検討
2014年9月5日	Skype会議 (非公開)	愛媛-メキシコ	7	日墨リーダー 定例打ち合わせ
2014年9月15日~26日	JICA短期研修の実施 研究打ち合わせ (非公開)	愛媛 大阪,京都 つくば 埼玉	研修者3名 愛媛研究会 5 大阪,つくば,埼玉 計9	愛媛で開催された第55回大気環境学会年會併催シンポジウムで発表 大阪府大訪問、京都都市交通研修 国環研、産総研訪問 埼玉県環境科学国際センター訪問
2014年10月30日	Skype会議 (非公開)	愛媛-メキシコ	8	日墨リーダー 定例打ち合わせ
2014年11月14日	研究打ち合わせ (非公開)	愛媛大学	3	モデルに関する研究打ち合わせ
2014年11月26日	Skype会議 (非公開)	愛媛-メキシコ	8	日墨リーダー 定例打ち合わせ
2015年1月29日	Skype会議 (非公開)	愛媛-メキシコ		日墨リーダー 定例打ち合わせ
2015年2月9日-11日	モンテレイ市におけるモデリングセミナー	モンテレイ市、メキシコ	25名	モンテレイ市においてこれまでプロジェクトで取り組んできた大気質モデリングに関する経験・知見を共有すると共に、今後モンテレイ市においてモデリングに携わる研究者及び学生に対してモデリングに関する研修を行なった。
2015年2月13日	大気質モデリング・コベネフィット対策提言に関する合同 ワークショップ	メキシコ市、メキシコ	16名	プロジェクトの対象地域であるメキシコ渓谷首都圏、モンテレイ都市圏、グアダハラ都市圏の関係者と各都市圏における大気質改善対策案において議論し、同プロジェクトの最終成果物となる対策シナリオ案の方向付けを行う。また、対策案の内、モデリングを行う対策案を決定する。
2015年2月18日	プロジェクト成果発表セミナー	メキシコ市、メキシコ	48名	これまでにプロジェクトで得られた成果を関係者と共有する。また、メキシコ三大都市圏における大気汚染の課題及び対策について議論を行う。
2015年3月10日	第16回帰国報告会 研究打ち合わせ (非公開)	JICA東京	計16名参加 JICA,JST	2月渡航の報告とこれまでの研究成果報告 新調整員顔合わせ
2015年3月25日	Skype会議 (非公開)	愛媛-メキシコ	12	日墨リーダー 定例打ち合わせ WG6打ち合わせ

②合同調整委員会開催記録(開催日、出席者、議題、協議概要等)

年月日	出席者	議題	概要
2014年5月13日	環境・気候変動国立研究所(INECC)長官、プロジェクトリーダー、各WGリーダー、環境天然資源省大気質管理部長、メキシコ市政府大気管理部長、ハリスコ州政府大気管理課長、ヌエボレオン州政府大気管理課長、その他メキシコ環境関連機関、JICA所長、在メキシコ日本大使館書記官、プロジェクト日本人研究者。 参加人数:40名	プロジェクトの進捗確認、課題に関する議論、成果の確認、今後の予定	プロジェクトの進捗確認、課題、成果、今後の予定等についてプロジェクト関係者で議論を行なう。
2015年2月18日	環境・気候変動国立研究所(INECC)長官、プロジェクトリーダー、各WGリーダー、環境天然資源省大気質管理部長、メキシコ市政府大気管理部長、ハリスコ州政府大気管理課長、ヌエボレオン州政府大気管理課長、その他メキシコ環境関連機関、JICA所長、在メキシコ日本大使館書記官、プロジェクト日本人研究者。 参加人数:44名	プロジェクトの進捗確認、課題に関する議論、成果の確認、今後の予定	プロジェクトの進捗確認、課題、成果、今後の予定等についてプロジェクト関係者で議論を行なう。

研究課題名	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
研究代表者名 (所属機関)	若松伸司愛媛大学教授
研究期間	H22年度採択課題(5年間)
相手国名	メキシコ
主要相手国研究機関	メキシコ国立環境研究研修センター(CENICA)

### その他重要な成果

日本の科学技術への貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>これまで出来なかった同程度の精度と誤差の測定・観測・解析データを用いた国際比較が実現する</li> <li>日本におけるオゾン等の生成機構解明が他の国との比較研究により検証され、更に進展する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>メキシコに加え中国との共同研究発展により国別の特徴を踏まえたグローバル研究成果が日本から発信される</li> <li>日本が主導し、オゾン、VOCs、PM2.5の大気環境改善に向けた日本を含めたアジア、カリブ、中南米における地域間研究協力が構築される</li> </ul>
特許出願/ 民間企業への成果移転	<p>目標：研究期間中2件程度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6研究課題から得られた技術やデータ解析方法、総合的な技術情報(ノーハウ)の提供、</li> <li>民間企業への環境実態に即した測定技術移転、</li> <li>健康影響評価のための新たな情報提供、</li> <li>自治体への対策評価技術の移転</li> </ul>	
レビュー付雑誌への掲載	<p>目標：2件/年</p>	
人材育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>多くの国際共同研究者の輩出に繋がる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>愛媛大学大気環境科学研究者が育成される</li> </ul>
科学技術の対話/情報発信	<p>アウトリーチ活動 国内1回以上/年 国外1回以上/年</p>	<p>メディア掲載 1回以上/年</p>

### 上位目標

地域における大気汚染が削減され生活環境の改善が達成されると共に地球環境の改善に役立つコベネフィット効果が生まれる



大気汚染対策シナリオがメキシコ、近隣諸国及びその他の国で政策に反映される

### 達成目標

二次生成大気汚染の生成機構や広域大気汚染、越境大気汚染の動態を把握しモデル都市・地域における大気汚染シナリオをメキシコ政府に提言する。

