

局地汚染地域におけるシミュレーションモデルを用いた  
各種自動車排出ガス抑制対策の環境改善効果評価手法確立に関する研究

株式会社 数理計画



# 局地汚染地域におけるシミュレーションモデルを用いた 各種自動車排出ガス抑制対策の環境改善効果評価手法確立に関する研究

株式会社 数理計画

## 【調査の目的】

本調査は、大都市の幹線道路沿道において実施される各種自動車排出ガス抑制対策について、二酸化窒素及び浮遊粒子状物質の環境改善効果を定量的に評価し、地域の実情に応じた対策の選択ができるよう、数値シミュレーションにより環境改善効果を評価する技術的手法を確立するための検討を行うものである。CFD モデルを応用し、交差点周辺等の「局所領域」（沿道域 100m×100m 程度）において、自治体等が実施する各種排ガス対策の効果を評価できる評価ツールを開発・整備することにより、沿道の大気環境改善に資することを目的とする。

本調査研究（平成 20～22 年度）の目標

- シミュレーションモデルを用いた評価手法確立（評価ツールの開発・整備）
- ケーススタディ地点（川崎市・池上地点等）における評価（評価ツール適用）



「局所領域」のイメージ

## 【調査の方法】

本調査で開発する評価ツール（ソフトウェア）の主な構成要素は、排出量モデルと CFD モデルである。本調査は 3 年計画を予定しており、平成 22 年度はその最終年度として、前年度までの成果を踏まえ、以下の 1. ～ 3. の調査項目の検討を行った。また、関連分野の専門家からなる検討会を 3 回実施し、ご意見・ご提案等をいただいた。それらのご意見・ご提案等を活かし、随時検討内容の見直しを行いながら、調査を進めた。

### 1. 排出量モデル関連

#### （1）排出量・発生源情報等算定方式の検討

JATOP と情報交換を行い、平成 21 年度に構築した発生源モデルと JATOP のモデルの排出量分布の違いについて検討し、発生源モデル（算定方式）を改良し、重点ケーススタディ地点（川崎市・池上新町（警察署前）交差点周辺）の現況排出量を算定しなおした。

#### （2）四日市市・納屋局周辺の排出量算定

平成 21 年度に実施した実測調査結果に基づき、追加ケーススタディ地点（四日市市・納屋局周辺）の現況排出量を算定した。

#### （3）対策メニューの検討

2 地点のケーススタディ地点（川崎市・池上新町（警察署前）交差点周辺、四日市市・納屋局周辺）について、必要に応じてエコドライブ等の発生源対策の定量化手法を検討した。

#### （4）渋滞対策効果の予測手法の検討

信号制御や交差点改良等の交通流の変化を伴う渋滞対策に対応する発生源の算定手法について基礎的な検討を行い、必要と考えられるインプット情報や処理の流れ等を整理した。

### 2. CFD モデル関連

#### （1）気流モデル・拡散モデルの改修方針の検討

時間値計算への対応や、計算値と実測値との整合性の評価方法（複数格子点の平均値で評価する）等について、対応の可能性や方法等を検討した。

#### （2）気流モデル・拡散モデルの感度解析

前項の検討項目について、計算値の応答や感度をテスト・シミュレーションによって確認し、知見を収集・整理するとともに、導入の必要性を検討した。

### 3. 排出量モデル・CFD モデル共通

#### (1) 特別観測データを用いたシミュレーションによる検証

平成 14 年度より 3 年間にわたって川崎市、国立環境研究所等が実施した、池上地点を対象とする地域密着型環境研究の特別観測データ（2 季×4 点）を使用し、再現シミュレーションを実施することにより、評価ツールの精度を検証した。

#### (2) ケーススタディ地点（四日市市・納屋局周辺）の地物・構造物データの修正

平成 21 年度に住宅地図情報等を基に作成したケーススタディ地点（四日市市・納屋局周辺）の地物・構造物データについて、さらに現地視察の知見等に基づく修正を加えた。

#### (3) 対策シミュレーション・メニューの検討

2 地点のケーススタディ地点（川崎市・池上新町（警察署前）交差点周辺、四日市市・納屋局周辺）について、平成 21 年度までの調査結果や関係自治体との協議を通して、次項の試験シミュレーションで評価する対策メニューを検討し、決定した。

#### (4) 試験シミュレーション

2 地点のケーススタディ地点（川崎市・池上新町（警察署前）交差点周辺、四日市市・納屋局周辺）について、評価ツールを使用して対策効果を評価する試験シミュレーションを実施した。実施内容は以下の通り。

- ・ 対策発生源情報の算定（池上）
- ・ シミュレーションの実施（現況再現及び対策ケース）
- ・ 結果の評価・対策効果の検討等

#### (5) 評価ツールの運用に必要な入力情報及び処理の流れ等の整理

3 年間の研究を通して開発・整備された評価ツールについて、使用を検討する自治体等が参考とするためのガイダンス資料を整理した。ここで整理した内容は、以下の通り。

- ・ 評価ツールの構成
- ・ 評価ツール運用の一連の処理の流れ（フロー）等
- ・ 評価ツールを運用するために必要とされる入力情報の種類、精度、仕様等

#### (6) ソフトウェア及び運用手順書等の整備

3 年間の研究を通して開発・整備された評価ツールについて、これを構成するソフトウェア群の実行ファイルや、運用手順書等の資料を整備した。

### 4. 検討会の開催

以上の 1. ～ 3. の検討を行うため、関連分野の専門家からなる検討会を 3 回実施した。

## 【調査の結果】

### 1. 排出量モデル関連

#### (1) 排出量・発生源情報等算定方式の検討

平成 21 年度に構築した発生源モデルでは、JATOP (JCAP) のモデルの排出量分布と若干の違いが見られた。今年度は、その乖離について検討委員の助言等をもとにして検討し、発生源モデル (算定方式) の改良を行った。それを用いて、重点ケーススタディ地点 (川崎市・池上新町 (警察署前) 交差点周辺) の現況排出量を算定しなおした。

#### ①発生源の作成方法

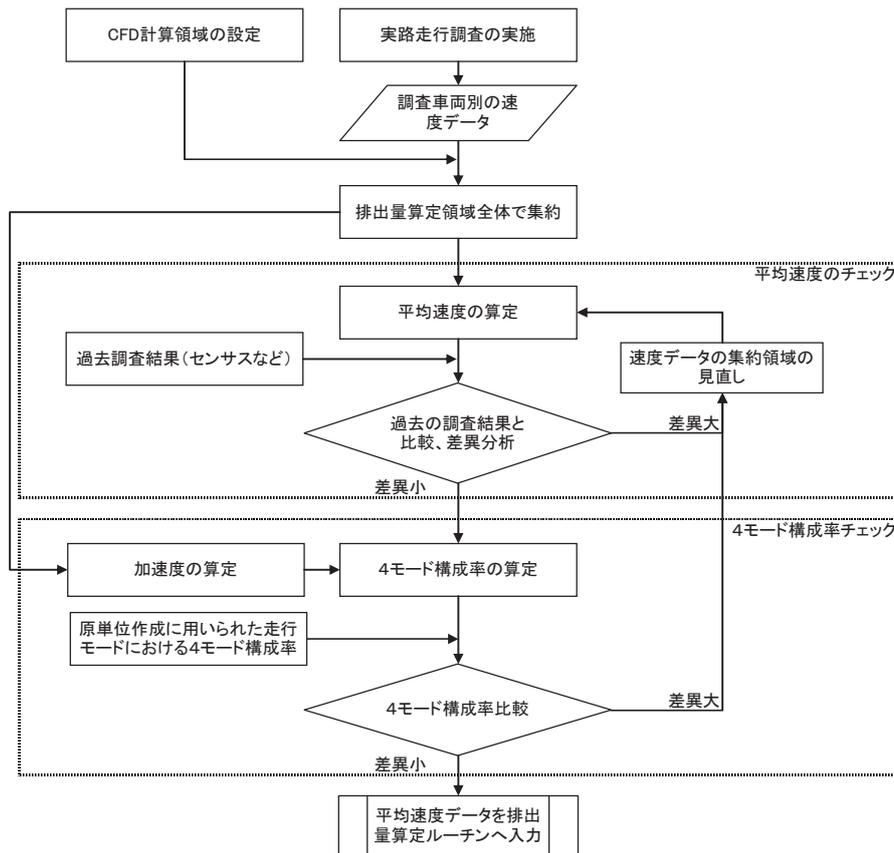
自動車発生源は、現地調査の一環として行われる車載型自動車排ガス測定器を用いた実路走行調査結果のデータ、交通量調査結果及びナンバープレート調査結果と、別途、環境省で作成されている自動車排出ガス原単位を用いて作成する。作成手順は、大きく分けて 2 つのステップからなる。1 つ目は前処理としての検討で、実路走行調査データを用いた、環境省の排出原単位の適用可能性についてのチェックである。2 つ目は、実際の排出量推計作業である。また、排出量算定領域全体における排出総量は、排出原単位ベースの排出総量と一致するように算定を行う。発生源作成の流れは、図 1 に示すとおりである。

排出量推計は環境省で作成されている排出原単位をベースとして行うが、この排出原単位は車がある一定の距離 (約 2km) を走行した時に成立する平均的な速度と排出率の関係式であり、車種カテゴリ (車種・燃料・車両総重量区分・排ガス規制年) ごとに分類・定義されている。そのため、排出原単位を適切に用いるためには、入力する速度のデータがどのような走行状態で取得されたのかを把握しておく必要がある。具体的には、速度や加速度の状態でも分類した実走行時の走行モードの状況について、原単位で想定している車の走行状況と大きくずれていないかどうかの確認を行う。

表 1 自動車発生源作成に用いたデータ

項目	ケーススタディ地点	追加ケーススタディ地点
	池上	納屋
自排局	池上新田公園前	納屋
排出量算定領域	池上新町交差点を中心とした 500m × 600m の領域	納屋自排局を中心とした 500m × 450m の領域
道路ネットワーク	産業道路 皐月橋水江町線	国道 23 号線 国道 164 号線 県道 521 号線
実路走行調査内容	以下の車両 5 台で実施 長期規制 (KK8t, KL25t) 新短期規制 (PA8t) 新長期規制 (ADG8t, ADG25t)	以下の車両 1 台で実施 長期規制 (KK8t)
平均速度の算定領域	実路走行調査結果より得られた車速データを、排出量算定領域全体について、調査車両 5 台分を平均化して算定。	実路走行調査結果より得られた車速データを、自排局中心に半径 2,000m の距離で平均化して算定。
排出原単位	速度と排出率で定義された環境省の排出原単位を利用	
交通量調査	JATOP が実施した調査結果	現地調査を実施

本研究の自動車発生源の作成に用いたデータの内訳は、表 1 に示すとおりである。ケーススタディ地点として池上、追加ケーススタディ地点として納屋を設定しており、どちらも実路走行調査を実施している。



※ 4モード構成率とは、車両走行時の速度加速度の時系列から、(停止、定速、加速、減速)の4パターンの走行状態を分類し、構成割合を算出したもの。

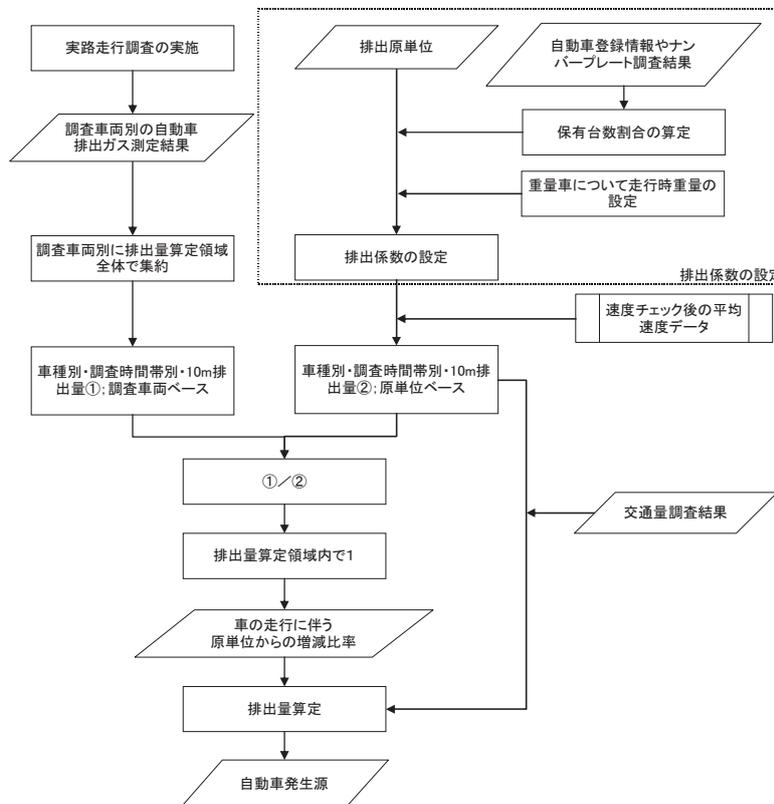


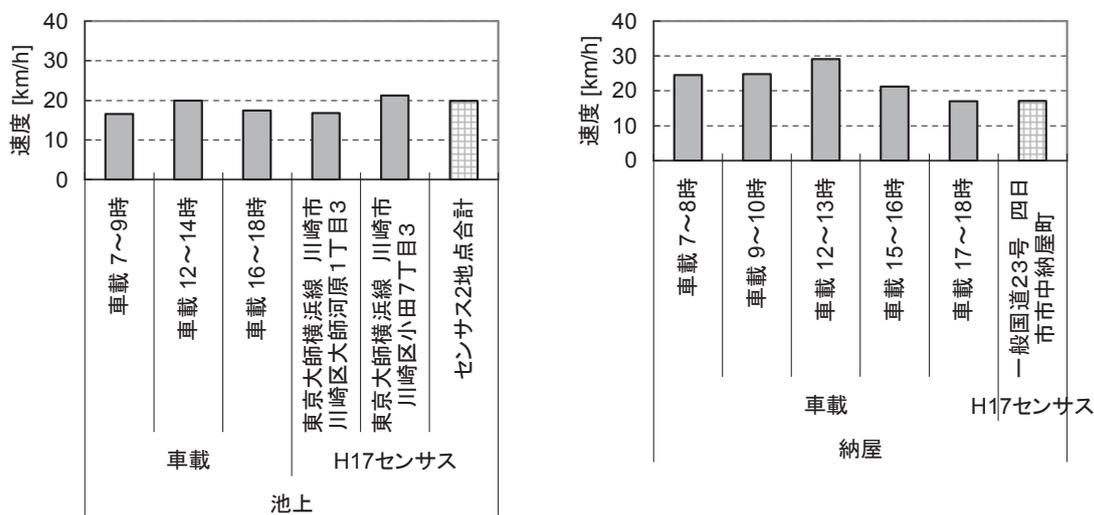
図1 自動車発生源作成フロー

## ②平均旅行速度の確認

納屋と池上における実路走行調査で得られた速度のデータから作成した、排出量算定領域全体における調査時間帯別平均旅行速度について、センサスの調査結果と比較を行った。排出量算定領域全体における調査時間帯別平均速度と、平成 17 年度道路交通センサス混雑時旅行速度は、図 2 に示すとおりである。

実路走行調査は、池上では、朝・昼・夕の 3 時間帯別で実施され、池上新町交差点を右左折直進の 3 方向について数回往復している。排出量算定に用いる平均速度は、排出量算定領域全体の走行データから求めた。納屋については、調査は 5 時間帯で実施され、納屋自排局前面の道路（国道 23 号線）を直進方向で走行している。ここで、池上と同様に排出量算定領域全体の時間帯別平均速度を求めたところ、調査時間帯によっては、センサス調査結果と比べて大きな乖離がみられた。これは、調査車両数が 1 台であったことと、直進方向のみの走行であったため、データサンプル数が多くなかったことが原因である。そのため、平均速度の算定にあたっては、走行区間をより広くとり、納屋自排局周辺の半径 2,000m の走行データより平均速度を求めた。

センサス混雑時旅行速度は、朝のラッシュ時間帯（午前 7 時から午前 9 時）または夕方のラッシュ時間帯（午後 5 時から午後 7 時）において、最も速度が低くなる時間帯の旅行速度である。従って、実路走行調査の朝や夕方の調査結果がセンサスと近い速度であれば、排出量を推計するにあたって妥当な速度データであると考えることができる。図 2 によれば、納屋の午前中以外は、センサスの結果に比較的近い結果となっている。実際の原単位を用いた自動車発生源の作成には、この領域全体で平均化した速度のデータを用いた。



※池上は、排出量算定領域全体における平均速度、

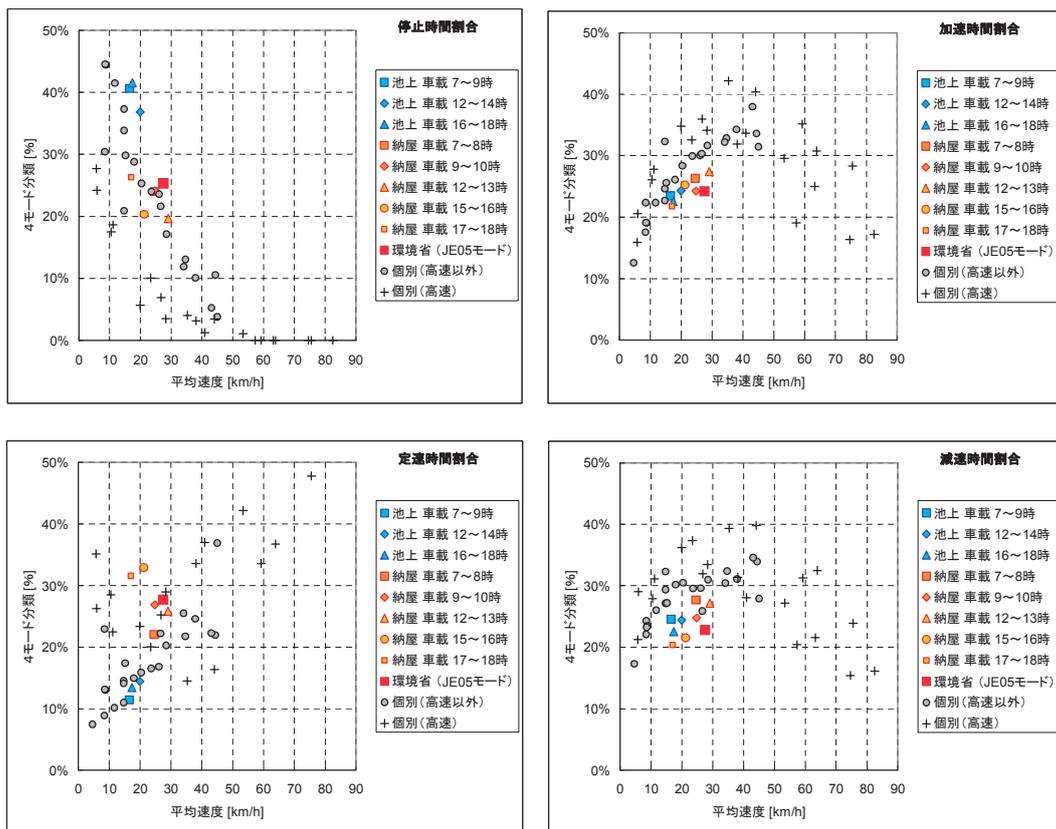
納屋は、納屋自排局周辺の半径 2,000m の走行データから求めた平均速度。

図 2 実測平均旅行速度とセンサスとの比較（池上及び納屋）

### ③走行モードの確認

本研究で排出量算定の基礎データとした環境省作成の自動車排出ガス原単位データは、自治体や各団体が実施しているシャシダイナモ試験結果データを用いて作成されている。シャシダイナモ試験は、それぞれ決められた走行モードに即して実施され、実路における車両の走行状態を想定した実走行モードも採用されている。このような原単位データを利用するにあたり、実路走行時の走行状態と原単位における走行状態が大きく乖離していない状況であったことを確認しておく必要がある。

原単位作成に用いられたシャシダイナモ試験結果で採用されていた走行データより、個別の試験結果ごとに加速・減速・定速・停止割合（4モード割合）を算定し、実路走行調査結果における4モード割合との比較を行った。実路走行調査結果データは、調査車両別に、排出量算定領域全体における速度のデータを抜き出して、4モード割合を算定した。結果は図3に示すとおりである。また、環境省で定める実走行モード（JE05モード）における4モード割合の構成率の分布を、併せて同図に示す。4モードの構成割合は、加速・減速・定速・停止とも、池上・納屋、原単位作成に用いられたシャシダイナモ試験結果、環境省JE05モードが近い分布であることがわかる。従って、原単位の作成に用いられたシャシダイナモ試験結果で採用されていた車両の走行状態は、実路走行調査の結果と大きく乖離していないことが確認された。



※池上；実路走行調査を行った結果のうち、発生源作成領域全体における走行データの平均値。

納屋；実路走行調査を行った結果のうち、納屋自排局周辺の半径 2,000m の走行データにおける平均値。

※停止；車速 0km/h

定速；車速 0km/h 超で、加速度  $-0.5\text{km/h/sec}$  超、かつ  $+0.5\text{km/h/sec}$  未満

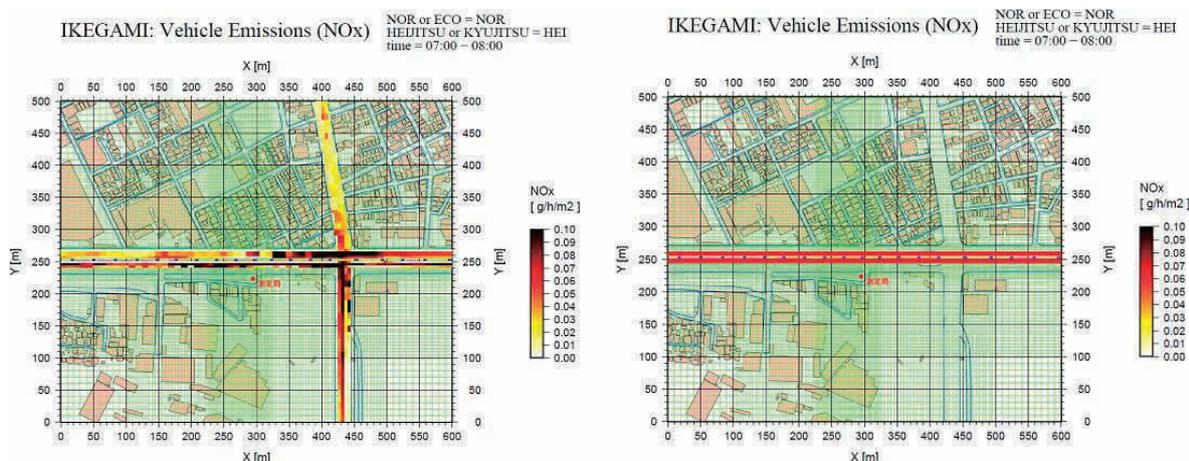
加速；加速度  $+0.5\text{km/h/sec}$  以上

減速；加速度  $-0.5\text{km/h/sec}$  以下

図3 実測4モード割合（池上及び納屋）

#### ④池上における発生源の算定結果

図 1 に示した手順により、実路走行調査結果等をもとにして推計した池上における NO<sub>x</sub> 発生源分布の例を図 4 に示す。尚、NO<sub>x</sub> 排出量については、交差点における車両の進行方向による排出状況の違いを考慮するため、車線別に解像して算定を行っている。



平成 17 年度・6～7 時、地上（左）及び高架部（右）

図 4 池上における NO<sub>x</sub> 発生源分布推計結果の例

昨年度の結果に比べると、特に上り車線（図 4 の上側）の発生強度分布が、JCAP/JATOP の算定結果と同様に、信号手前で強く現れるようになったことがわかる。

さらに、JCAP/JATOP で推計した発生源と、半径距離別の NO<sub>x</sub> 排出量を比較した。ここで、池上自排局前の近年の交通量の推移を確認してみる。すると、図 5 に示すように、近年、交通量の大きな変動はみられなかった。よって、本研究（H17）と JCAP/JATOP（H12）では推計対象の年度が異なるが、交通量に関しては、大きな差はないものと考えられる。

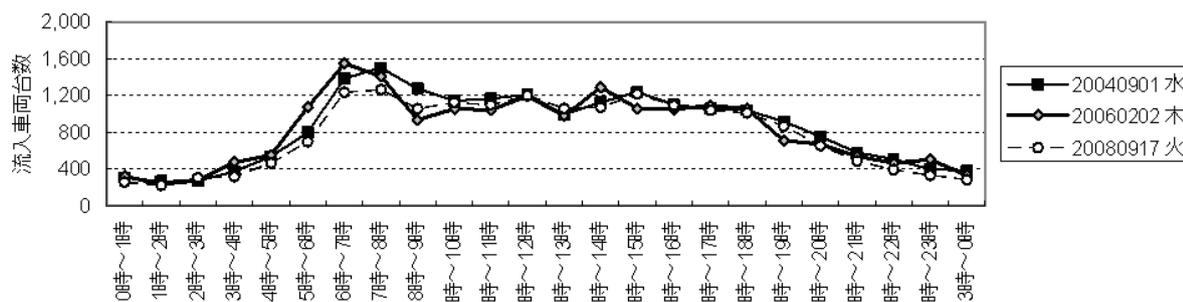
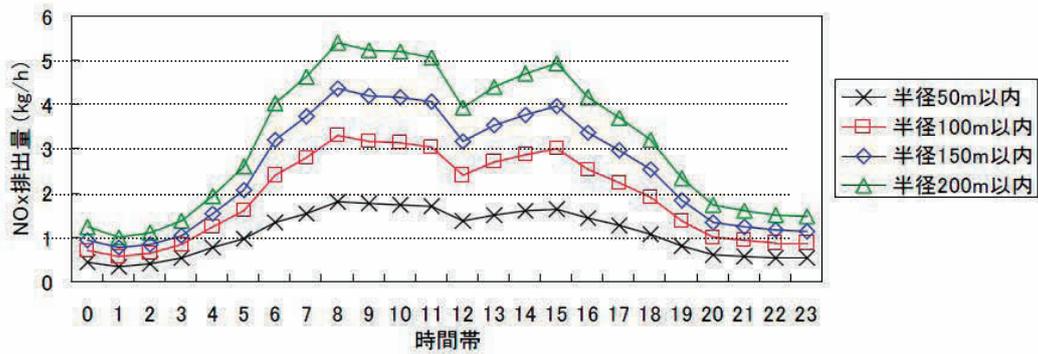
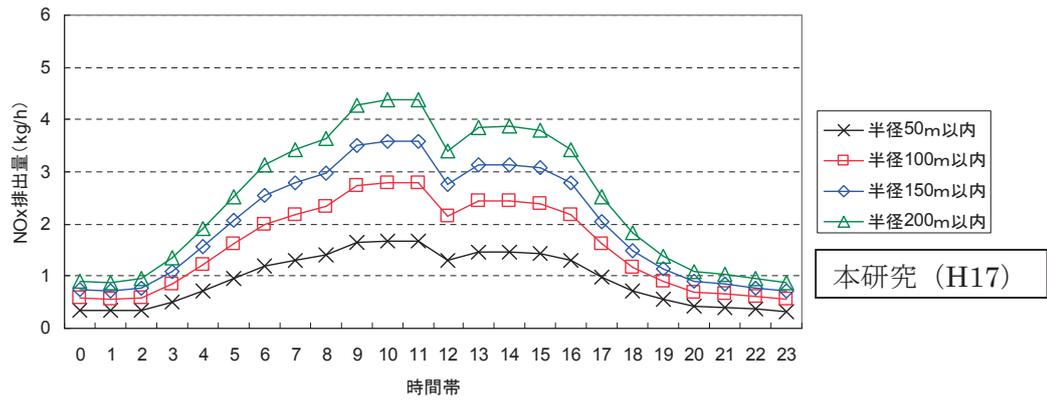


図 5 池上新町交差点・池上局側断面における近年の平日自動車交通量の例

次に、JCAP/JATOP と本研究の半径距離別・時間別排出量の算定結果は、図 6 に示す通りである。両者は、概ね近い分布・時間変化を示していることがわかる。ただし、排出量のピーク時間帯の現れ方には違いも認められ、半径距離が大きくなるに従って排出総量の分布が異なっている。この原因としては、排出量推計手法の差や推計年次の違いによる排ガス規制区分別構成率の違い、ハイエミッター考慮の有無等が考えられる。JCAP/JATOP では、主に RSD 調査の結果を用いたハイエミッターの構成率を排出量推計時に考慮しているが、本研究では特に考慮していない。

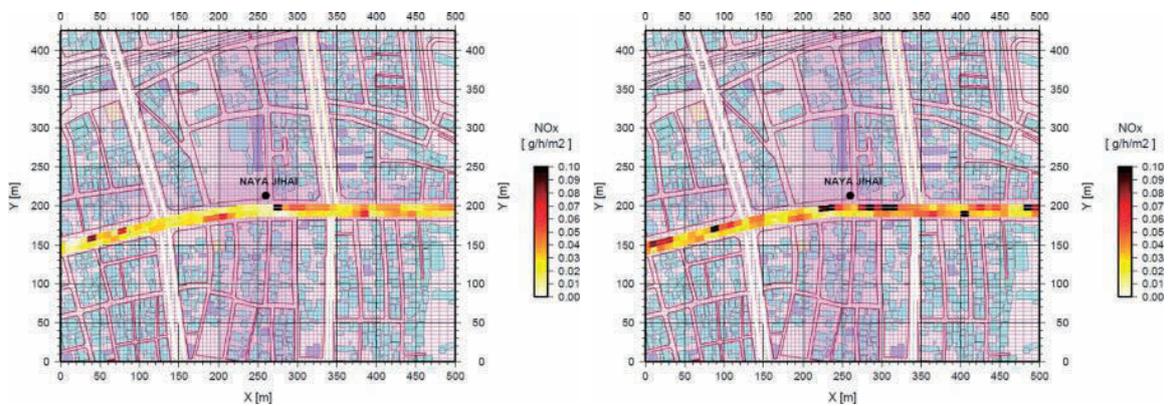


JCAP/JATOP 池上新町交差点周辺の NOx 排出量の変化の例 (2000 年次)

図 6 池上新町交差点を中心とする半径距離別・時間別 NOx 排出量の算定結果の比較

(2) 四日市市・納屋局周辺の排出量算定

平成 21 年度に実施した現地実測調査結果に基づき、図 1 に示した手順に従って、追加ケーススタディ地点（四日市市・納屋局周辺）の現況（H19 年度）NOx 排出量を推計した。算定結果の例は、図 7 に示すとおりである。これらの例は朝夕のピーク時にあたり、自動車交通量はあまり変わらないが、普通貨物車の混入率は夕方の方が高く、それを反映した結果となっている。



平成 19 年度・7~8 時 (左) 及び 17~18 時 (右)

図 7 納屋局周辺における NOx 発生源分布推計結果の例

### (3) 対策メニューの検討

川崎市・池上新町（警察署前）交差点周辺におけるケーススタディでは、発生源（排出量）を変化させる対策も検討した。ここで想定した対策は、「エコドライブ」と「ポスト新長期規制車への代替及び交通量の削減等の対策」である。各々の対策について、NO<sub>x</sub> の削減量は既往の調査結果に従って定めた。

「エコドライブ」については、川崎市が行った調査（実路走行調査結果より、調査車両別の通常運転時とエコドライブ実施時の排出率算定を行い、比較）より、貨物車がアイドリングストップの実施、急発進・加速の抑制、車間距離の拡大等のエコドライブを実施した場合の NO<sub>x</sub> 排出量低減率（普通貨物車について 8.3%減）を引用し、全体として現況の約 8%減とした。「ポスト新長期規制車への代替及び交通量の削減等の対策」については、これも川崎市が実施した調査の一環として行った、平成 17 年度を現況とした将来予測、「将来推計（H22）」及び「将来推計（H27）」に基づく試算を行うこととした。削減率は、全体として 13%及び 27%となる。各対策に対応する時間別排出量は、図 8 に示すとおりである。

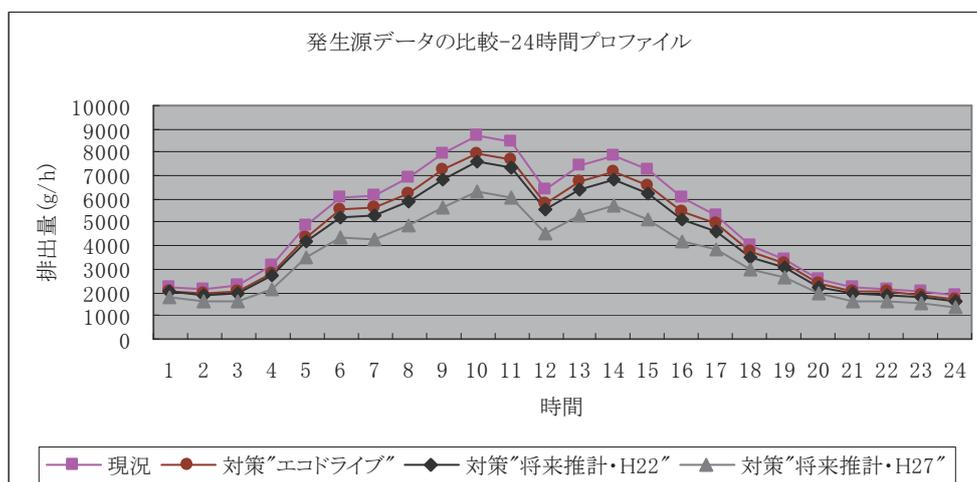


図 8 池上における現況及び対策発生源データの比較（NO<sub>x</sub>；24 時間プロファイル）

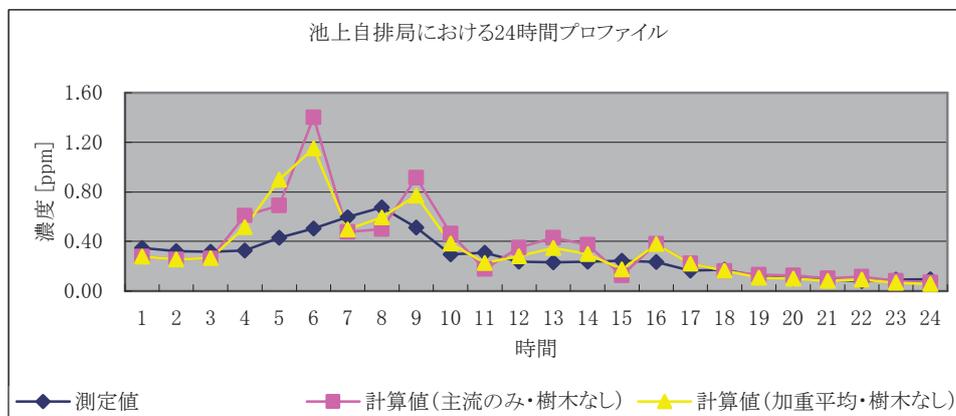
## 2. CFD モデル関連

時間値計算への対応や、計算値と実測値の整合性の評価方法（複数格子点の平均値で評価する）等について、対応の可能性や方法等を検討した。池上周辺を対象とした地域密着型環境研究の特別観測データ（詳細は 3 章参照）を用いて、2003 年 12 月 9 日を対象とする感度解析計算を行った。

### (1) 時間値評価への拡張に関する検討

CFD を用いて計算を行った濃度は、短時間値に相当するといわれている。1 時間値である測定値との比較においては、平均化時間を短時間（数分）から 1 時間へ拡張する必要があり、1 時間

内の風向変動を加味するべきだと言われている。ここでは既往の検討事例（JATOP・2008）に倣い、主流風向（大師の測定データ）及び 16 方位でその両隣の風向における濃度をそれぞれ定め、主流風向の重み係数を 1、両隣の重み係数をそれぞれ 0.5 とした加重平均をとり、結果を評価する方法を試みた。結果の例を図 9 に示す。



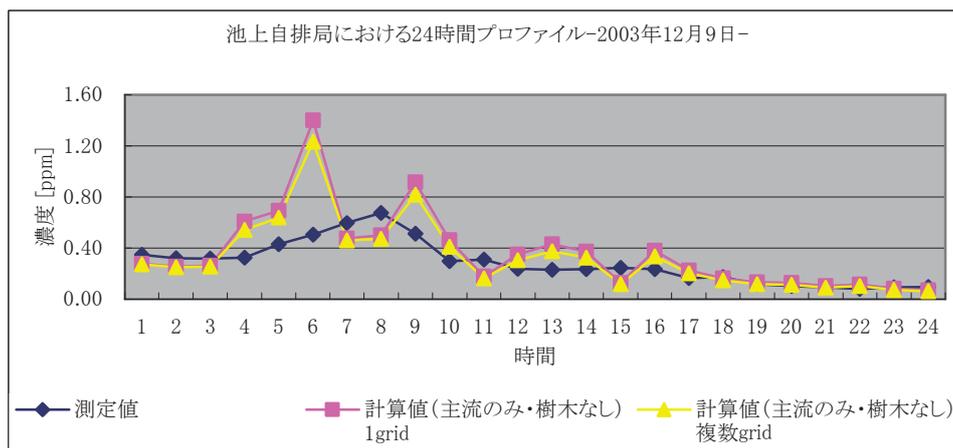
日平均値	測定値	0.280 [ppm]
	計算値(主流のみ・樹木なし)	0.362 [ppm]
	計算値(加重平均・樹木なし)	0.342 [ppm]

図 9 主風向のみと 3 風向加重平均の NOx 濃度計算結果の比較例（2003 年 12 月 9 日）

図 9 からわかるように、今回検討した手法の限りにおいては、全体的に風向変動の導入前後における計算結果に大差はないことが判明した。なお、大気環境学会関東支部予測計画評価部会・CFD モデル環境アセスメント適用性研究会では、「建物影響が大きく（複雑市街地や比較的大きな建物等）、かつ、比較的建物に近い位置で評価する場合、計算値を 1 時間値として扱ってもよい」という知見がまとまりつつある。以上を総合的に勘案し、本研究においては、計算値を特殊処理することなく 1 時間値として扱うこととした。対象とする場によっては何らかの拡張が必要となる場合があると思われるが、そのような技術的手法の確立については、今後の検討課題としたい。

## （2）複数の計算格子における計算値で評価する手法の検討

前年度までの調査では、測定値と計算値を比較する際に、測定点に対応する 1 グリッドの値を抽出していた。しかし、この方法では、発生源近傍等特に濃度勾配が大きい領域で、計算上の局所的高濃度を捕捉してしまい、測定値と整合しない可能性がある。こうした場合、測定点周辺の複数グリッドの計算値を平均化し、測定値と比較する方がより妥当ではないかと考えられる。そこで、単一のグリッドの計算結果を抽出した場合と、周囲の 3 グリッドを含めた計 4 グリッドの平均値を抽出した場合の比較を行った。結果の例は図 10 に示すとおりである。



日平均値	測定値	0.280 [ppm]
	計算値(主流のみ・樹木なし) 1grid	0.362 [ppm]
	計算値(主流のみ・樹木なし) 複数grid	0.327 [ppm]

図 10 1-grid 計算値と 4-grids 平均値の NOx 濃度計算結果の比較例 (2003 年 12 月 9 日)

図 10 からわかるように、今回導入した手法の限りにおいては、風向と測定点の位置関係によって差異が認められる場合もあるものの、全体的には大差ない傾向を示した。いくつかのグリッドの計算値を平均化するべきか等、なお残された検討課題があるものの、今回の検討結果のみでは、手法の妥当性の判断には至らなかった。そこで本研究では、結果比較の際、1 グリッドの値及び複数グリッドの平均値の双方を取り上げ、評価を行うこととした。なお本報では、代表例のみを示す。

### 3. 排出量モデル・CFD モデル共通

#### (1) 特別観測データを用いたシミュレーションによる検証

平成 14 年度より 3 年間にわたって川崎市、国立環境研究所等が池上地点で行った地域密着型環境研究の一環として実施した特別観測データ (2 季×4 点の時間値) を使用し、再現シミュレーションを実施することにより、評価ツールの精度を検証した。地域密着型環境研究の概要は表 2 に、測定点の位置は図 11 に示すとおりである。

表 2 地域密着型環境研究の概要

題目	地域密着型環境研究 「ディーゼル車排出ガスを主因とした局地汚染の改善に関する研究」
期間	平成14年から3年計画
参加機関	川崎市公害研究所 (独) 国立環境研究所 (独) 産業技術総合研究所 (独) 産業医学総合研究所
特別観測	川崎市公害研究所 ・冬季;平成15年12月5日(金)～平成15年12月12日(金) ・夏季;平成16年8月26日(木)～平成16年9月2日(木)
使用データ	自動測定機によるNOxの時間値(3地点)

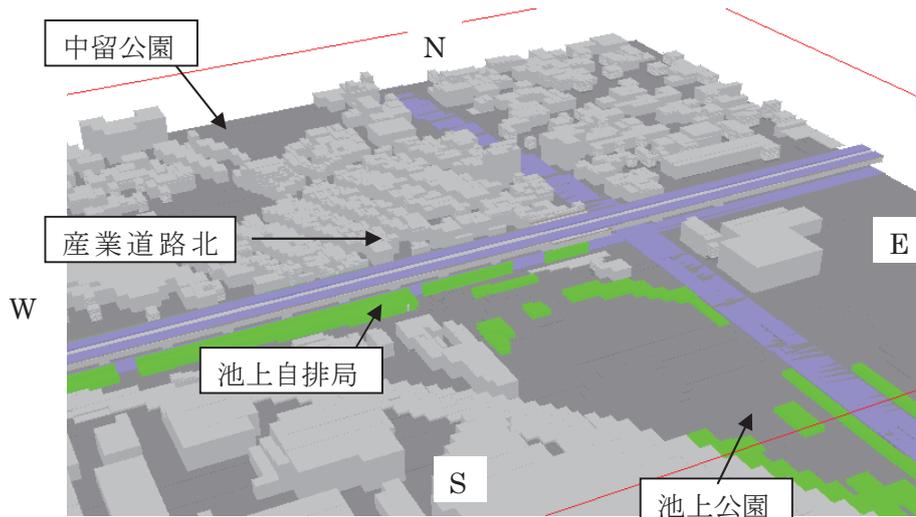
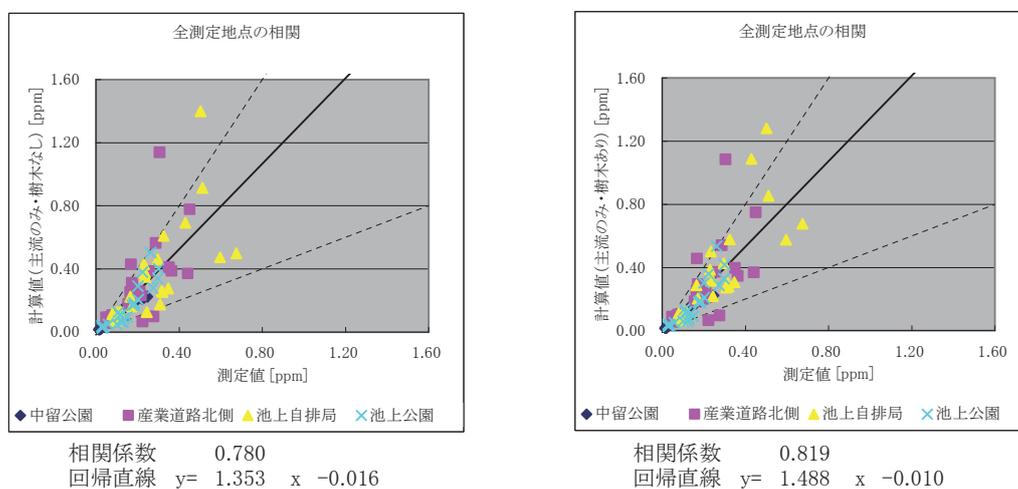


図 11 地物概況及び地域密着型環境研究における特別観測点（時間値取得）位置

冬季の 2003 年 12 月 9 日に対する精度検証結果の例を図 12 に示す。全体として過大評価傾向が強いものの、多くの計算点は実測値に対して 0.5～2 倍の範囲内におさまっており、相関係数も 0.8 程度と良好である。従って、評価ツール（モデル）は、ほぼ実用に耐える精度を担保していると考えられる。

大師	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
WD	W	W	W	NNW	NW	NNW	WNW	NW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NW	N	N	N	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW
WS [m/s]	1.5	1.4	1.1	1.3	0.6	0.8	1.1	1.3	1.8	3.4	3.4	3.4	2.9	3.6	4.6	2.7	4.1	4.2	5.6	4.7	5.2	4.0	5.8	5.1



(左；樹木なし、右；樹木あり)

図 12 2003 年 12 月 9 日の 4 地点における計算値と実測値の相関

## (2) 川崎市・池上におけるケーススタディ

重点ケーススタディ地点である川崎市・池上新町（警察署前）交差点周辺を対象に、現況再現シミュレーション、対策シミュレーション、対策効果の評価等を行った。対象日は現況年度（H17）から、冬季の典型的な高濃度日：2006 年 1 月 11 日（水）、冬季以外の典型的な高濃度日：2005 年 4 月 15 日（金）、池上は高濃度でないが市街地の濃度が高い可能性のある日：2006 年 2 月 22 日（水）

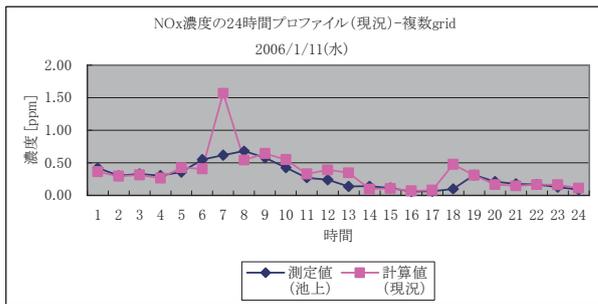
の3日間を選定した。

気流の流入境界条件及びBG（バックグラウンド）濃度は、近隣の一般局・大師局のデータをもとにして設定した。排出時NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>比は、各対象日の池上局におけるNO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>比の最小値を与えた。

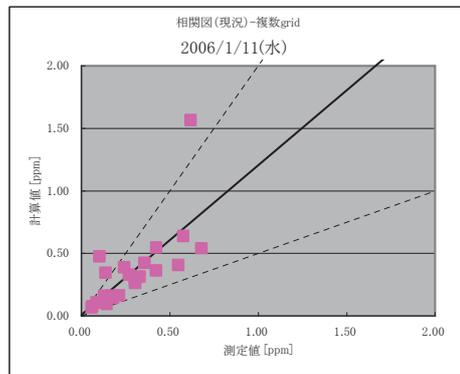
①現況再現結果

冬季の高濃度日（2006年1月11日）の池上自排局におけるNO<sub>x</sub>及びNO<sub>2</sub>濃度の再現結果は図13に示すとおりである。弱風の時間帯が著しい過大評価であることを除けば全体的に良好な結果であるが、NO<sub>2</sub>の方がNO<sub>x</sub>よりも過大評価傾向が強いことがわかる。そのため、計算結果を日平均濃度ベースで評価する際には、回帰係数等をもとにした補正係数を乗ずる等の手法を検討した方が良いと思われる（本報では、そのような補正は行わない）。

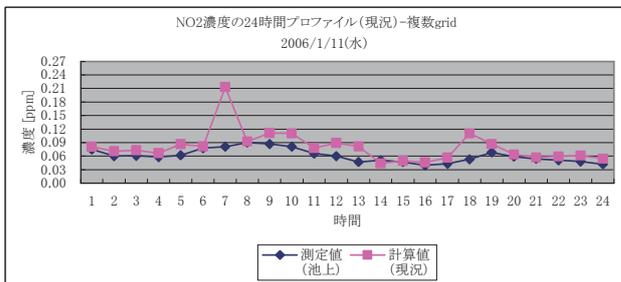
大師	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
WD	WNW	WNW	NW	NW	WNW	WNW	NNW	W	NNW	NNW	N	NNE	N	ENE	ENE	S	SSE	NW	NNW	NNW	NNW	N	N	
WS (m/s)	1.1	1.4	1.7	2.5	0.9	1.3	0.6	1.5	2.8	2.7	3.9	1.9	2.7	1.5	1.3	3.1	2.0	0.8	1.8	2.8	3.0	2.2	2.1	3.7



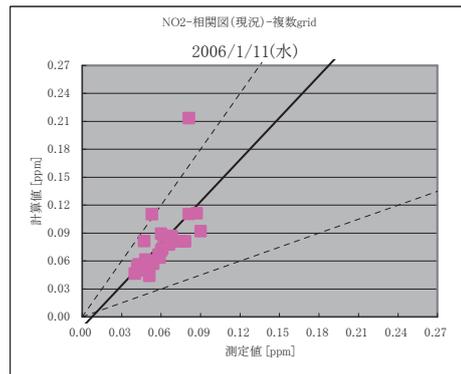
日平均値 測定値(池上) 0.282 [ppm]  
計算値(現況) 0.346 [ppm]



相関係数 0.715  
回帰直線  $y = 1.197x + 0.009$



日平均値 NO<sub>2</sub> 測定値(池上) 0.061 [ppm]  
計算値(現況) 0.080 [ppm]



相関係数 0.634  
回帰直線  $y = 1.500x - 0.011$

図13 冬季高濃度日（2006年1月11日）の現況再現結果（計算値は4-grids 平均値）

## ②対策シミュレーション・メニューの検討

川崎市と協議を行い、6種類の対策メニューを決定した。対策メニューは表3に示すとおりである。GW（グリーンウォール）の改良（対策ケース1）は、現況で高架道路まで達している高さのGWを、周囲の遮音壁と同じ高さの2mにする。対策ケース2は、GWを撤去する。対策ケース3は、路側を含め計算領域内のすべての樹木を撤去する。以上は、地物の変形による対策である。発生源対策（対策ケース4～6）については、1.の（3）節を参照されたい。

表3 池上における対策メニュー

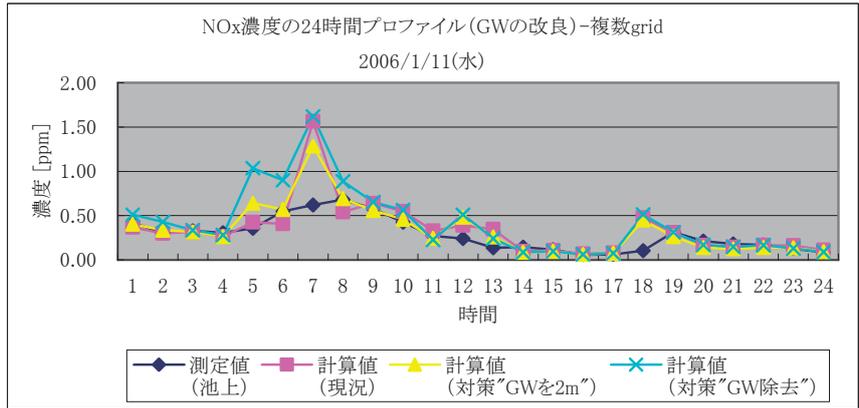
	GW	樹木	排出量
現況	通常(6.5m)	あり	通常の見積値
対策ケース1	改良(2.0m)	あり	通常の見積値
対策ケース2	除去(0.0m)	あり	通常の見積値
対策ケース3	通常(6.5m)	なし	通常の見積値
対策ケース4	通常(6.5m)	あり	エコドライブ
対策ケース5	通常(6.5m)	あり	将来推計(H22)
対策ケース6	通常(6.5m)	あり	将来推計(H27)

## ③試験シミュレーション及び対策効果の評価

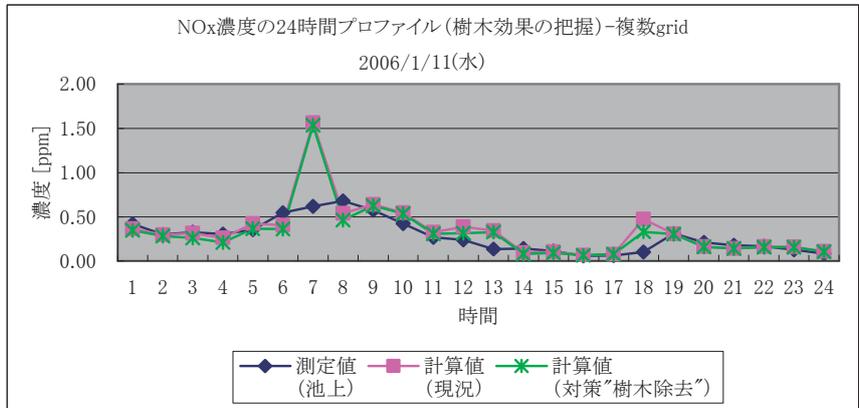
池上地域において、冬季の高濃度日（2006年1月11日）について対策シミュレーションを行った結果の例を、図14～図16に示す。図14は、池上自排局における時間別NOx濃度の各対策に対する応答を示している。GWや樹木の改変に対する応答は、対象日によって異なっているが、冬季の高濃度日については樹木を除いたケースが最も濃度が低減する。これは、樹木の抵抗がなくなって、測定局付近の風速が増すためと考えられる。GWの改変については、2mに改良した場合にわずかに濃度が下がるものの、撤去した場合は濃度が逆に上がるという結果になった。これは、GWが拡散を阻害し、NOxを道路上に留める効果を持っているためと考えられる。発生源対策（ケース4～6）については、削減量に応じた濃度の低減が得られ、対象日によって効果が異なるということはない。

図15及び図16は、それぞれ地上1.5mにおけるNO<sub>2</sub>濃度日平均値（距離減衰及び面的分布）の対策に対する応答の例を示している。ただし、ここでは拡散計算をNOxについて行い、（2）項で示した現況再現結果（NOx-O<sub>3</sub>反応モデルを使用）から求めたメッシュ別のNO<sub>2</sub>/NOx比を結果に乗じて、NO<sub>2</sub>に変換した。

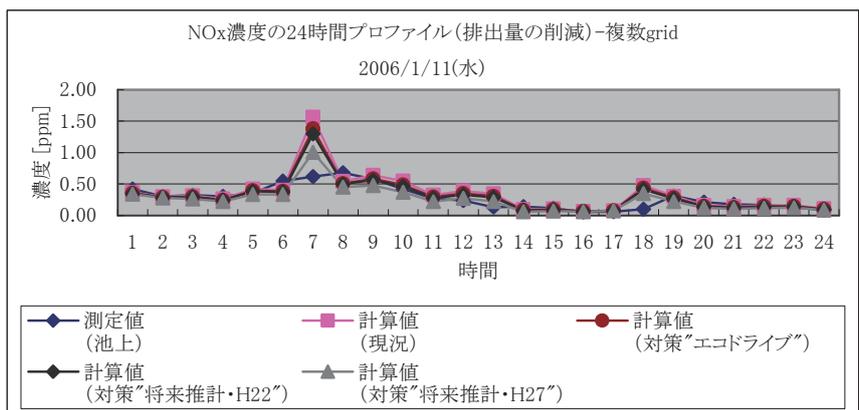
池上自排局付近における沿道距離別の日平均NO<sub>2</sub>濃度（ppm）分布に対するGW改変及び樹木除去の効果は、図15に示すとおりである。GWを改変する対策では濃度がわずかに上がり、樹木を撤去した場合に濃度が下がる。GW改良（2m化）に対する効果が図14と異なっているが、これは池上局の採気口が地上3.5mにあるためと考えられる。産業道路沿道領域の日平均NO<sub>2</sub>濃度分布に対するGW撤去の効果は、図16に示すとおりである。GW除去の結果、沿道周辺の濃度が増加していることから、GWが排ガスを道路内に留める効果を持つことを確認できる。ただし、GWの除去により一部では濃度が下がる領域も確認され、その効果は一様ではない。このように、様々な角度から可視化することにより、その様相を詳細に検討することができる。



日平均値	測定値(池上)	0.282 [ppm]
	計算値(現況)	0.346 [ppm]
	計算値(対策"GWを2m")	0.340 [ppm]
	計算値(対策"GW除去")	0.417 [ppm]



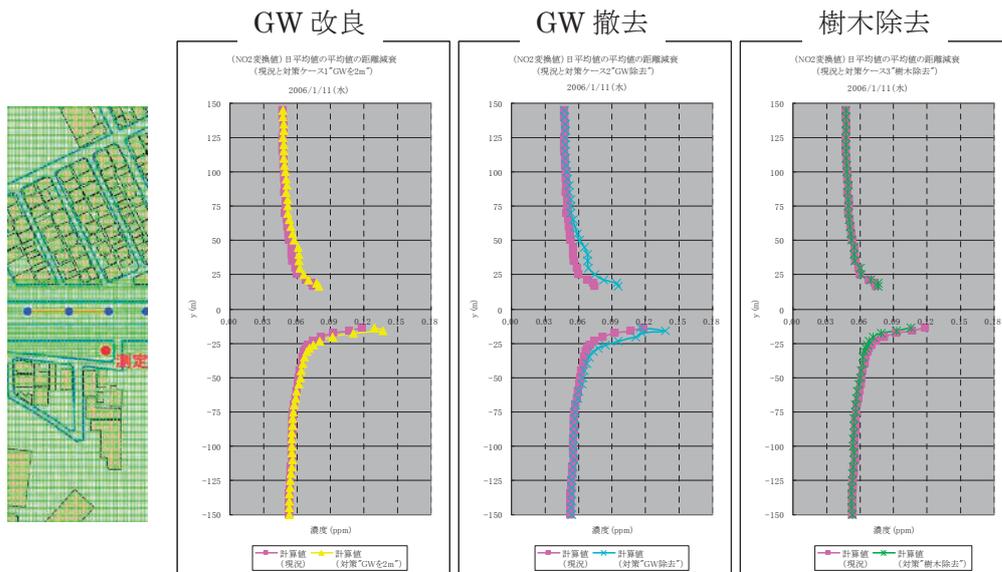
日平均値	測定値(池上)	0.282 [ppm]
	計算値(現況)	0.346 [ppm]
	計算値(対策"樹木除去")	0.318 [ppm]



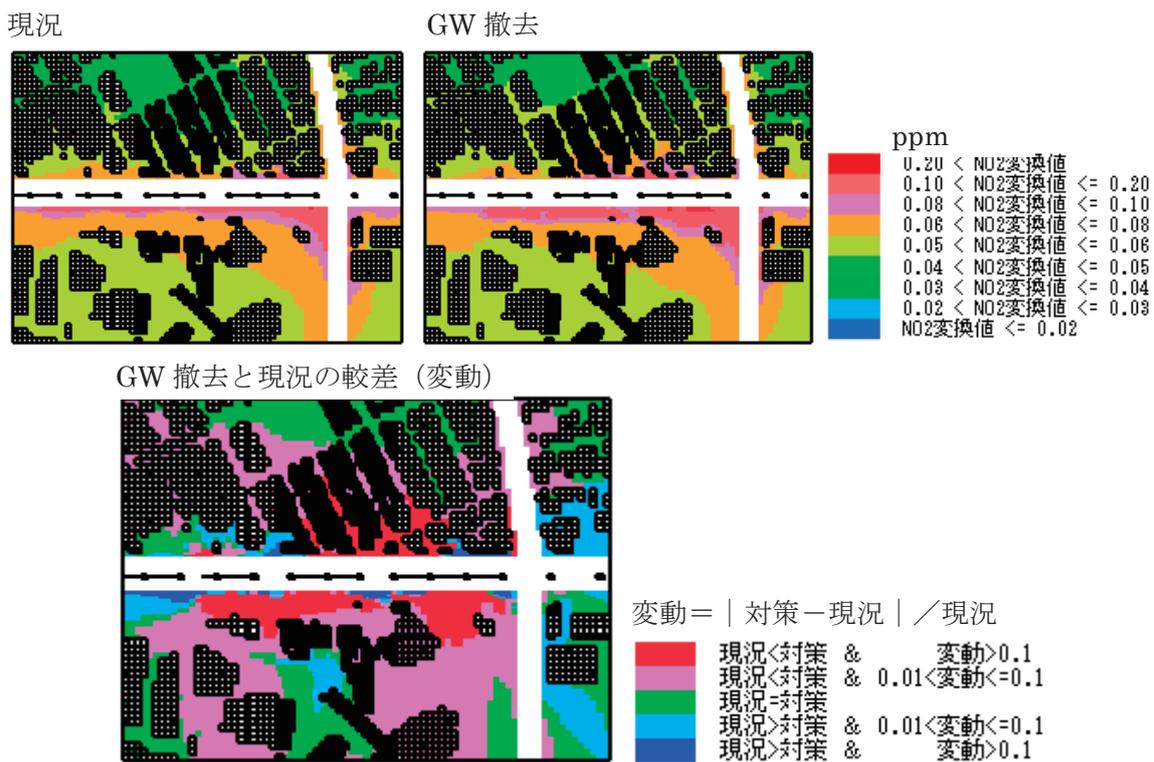
日平均値	測定値(池上)	0.282 [ppm]
	計算値(現況)	0.346 [ppm]
	計算値(対策"エコドライブ")	0.317 [ppm]
	計算値(対策"将来推計・H22")	0.304 [ppm]
	計算値(対策"将来推計・H27")	0.259 [ppm]

冬季高濃度日 (2006年1月11日) (計算値は4-grids 平均値)

図 14 池上自排局における NOx 濃度に対する対策効果



冬季高濃度日（2006年1月11日）、左図領域でx方向平均、地上1.5m  
 図15 沿道距離別日平均NO<sub>2</sub>濃度（ppm）に対するGW改良及び樹木除去の効果



冬季高濃度日（2006年1月11日）、地上1.5m  
 図16 沿道領域の日平均NO<sub>2</sub>濃度分布に対するGW撤去の効果

### (3) 四日市市・納屋におけるケーススタディ

川崎市・池上局周辺と地物条件が異なる四日市市・納屋局周辺においてもケーススタディを行い、ツールの汎用性を確認した。計算対象日は、現況年度である平成19年度から、NO<sub>x</sub>及びNO<sub>2</sub>の平均濃度が高く環境基準非達成日数も多い6月から選定した。典型的高濃度日を選ぶため、年間98%値を超える日等を除外し、2007年6月21日（木）を選定した。流入代表風は納屋局の

データを使い、BG 濃度は近隣の一般局の中から四日市商業高校のデータを選んで使用した。計算領域の概要は図 17 に示すとおりである。

風向・風速の再現結果は、図 18 に示すとおりであり、極めて良好である。NO<sub>x</sub> 及び NO<sub>2</sub> 濃度計算値を実測値と比較した結果は、図 19 に示すとおりである。池上と同様に、弱風時間帯に著しい過大評価傾向が認められるため、全体の相関係数は良くない。そのような時間帯を除くと、濃度のレベルはほぼ再現されているものの、午後の NO<sub>2</sub> ピーク濃度の再現が十分でない。気流の再現性が良好であるにもかかわらず、池上に比べて相関が劣る結果となった要因としては、実走行調査のデータ量（1 台分）が不十分で、発生源の精度が十分でなかったためとも考えられる。

なお、対策シミュレーション結果については、紙幅の都合で本報では割愛する。



図 17 四日市市・納屋局周辺の計算領域概要図

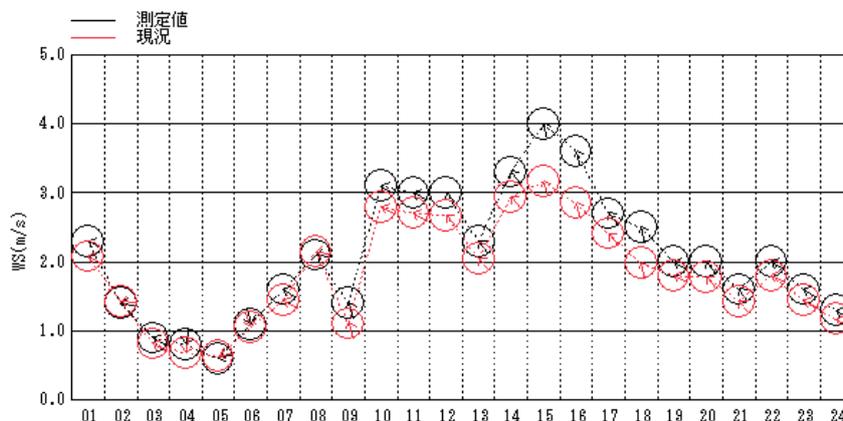
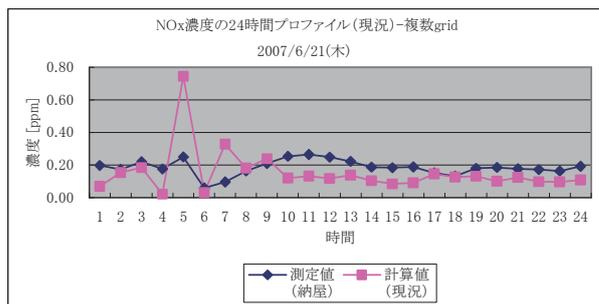
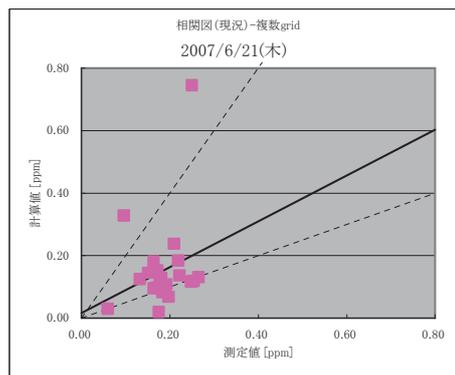


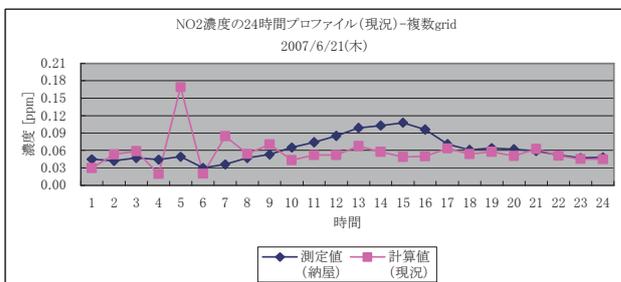
図 18 2007 年 6 月 21 日・納屋局における風向・風速計算値と実測値の関係



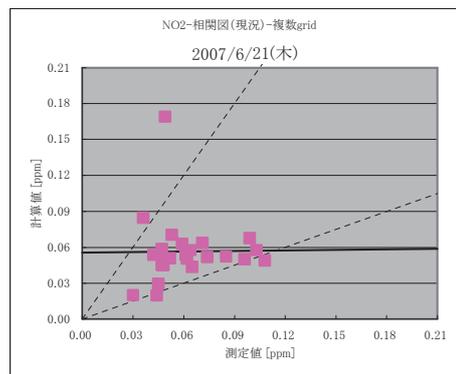
日平均値 測定値(納屋) 0.185 [ppm]  
計算値(現況) 0.152 [ppm]



相関係数 0.246  
回帰直線  $y = 0.731x + 0.017$



日平均値 NO2 測定値(納屋) 0.062 [ppm]  
計算値(現況) 0.057 [ppm]



相関係数 0.012  
回帰直線  $y = 0.015x + 0.056$

図 19 2007年6月21日・納屋局における現況再現結果（計算値は4-grids 平均値）

## 【まとめ】

本調査の主な成果を以下に示す。

- ・ 検討会のご提言に従い、交通量、排出量等の実測・実走行調査データをもとに局地における自動車発生源を算定する方式をさらに再検討し、JATOPの結果との比較等によって精度を検証した。
- ・ 国立環境研究所等が川崎市・池上地点で実施した特別観測（複数の測定ポイントを設けている）のデータを使用し、再現シミュレーションを行うことにより、モデルの精度検証を行った。弱風の条件下、車道の直近のポイント等の再現が難しいという課題が残されたが、全体的には濃度レベル、分布傾向ともほぼ適正な再現がなされることが確認された。
- ・ 川崎市・池上局周辺地域でケーススタディ・シミュレーションを実施し、現況 NO<sub>x</sub> 濃度がほぼ適切に再現されることを確認するとともに、グリーンウォールの改良や撤去等を行った場合、池上局及び周辺の NO<sub>x</sub> 濃度がどのように変化するかを予測した。

- ・ 四日市市・納屋局周辺地域でもケーススタディ・シミュレーションを実施し、現況 NO<sub>x</sub> 濃度がほぼ適切に再現されることを確認するとともに、周辺建物の改変等を行った場合、納屋局及び周辺の NO<sub>x</sub> 濃度がどのように変化するかを予測した。
- ・ 高架道路等を含む複雑な構造の池上地点と、単路構造の納屋地点でケーススタディを実施し、どちらでもほぼ適切な現況再現が可能であることを確認することにより、ツールの汎用性を検証した。
- ・ 「評価ツール」の一環として、本調査で提案した現地における実走行調査に基づく発生源の算定方式について、必要なデータ、実測調査の方法、算定方式や推計の考え方等を取りまとめた「自動車発生源作成手順書」を作成・整備した。
- ・ 「評価ツール」の一環として、本調査で開発・作成した CFD モデルを汎用ツール（プログラム・パッケージ）「ESCFD (ERCA-SUR-CFD)」として作成・整備した。また、同プログラムの運用手順書（マニュアル、インストール・ガイド）及びシステム・ドキュメントを作成・整備した。
- ・ 専門家 5 名、環境省、川崎市担当者から構成される検討委員会を開催し、調査研究計画全体の方向性や実施内容の詳細に対する意見・要望を伺い、本報告書を取りまとめた。

## 【課題】

3 年間の調査研究の結果、残された主な検討課題は、以下に示すとおりである。

### 1. 排出量モデル関連

- ・ 本研究で提案した手法は、実路走行調査の結果を用いた現況の再現に特化しているため、意図的に交通の流れを変化させて排出量の変化を確認することが困難であり、渋滞対策等への対応は今後の検討課題である。
- ・ 実路走行調査について、適切な走行データの取得量（必要量）の、調査実施可能性とバランスのとれた目安を検討し、提示する必要がある。
- ・ 排出原単位データの継続的な整備が必要である。排出原単位はリアルワールド・エミッションと乖離しているといわれており、特に新長期規制対応車については、NO の排出率が増大している可能性が指摘されている。
- ・ 排出係数を作成するにあたり、排出特性の一般化の範囲について、さらに知見が必要である。車両を構成する各属性（規制年次、使用年数、製造メーカー等）による排出特性の変化状況を調査する必要がある。今回の推計においては、これら車両属性別の排出ガスの変化パターンを特に考慮せず、一律に平均化処理を行ったが、車両属性別の排出パターンが明瞭に見出せる場合は、これを排出量推計に織り込む必要が出てくる。
- ・ 走行時排出率が大きい古い車の走行実態を調査し、現状、どれだけ使用されているかどうか

を把握することが望ましい。また、車両の劣化による排出率の違いについても、把握することが望ましい。現状の排出原単位は、車両の劣化を考慮したものになっていない。

- トンネルを活用した調査等により、排出係数の設定についての検証を行うことが望ましい。
- 大型車の排出原単位は、距離あたりの排出率を走行時の車両重量で除した値で定義されている (g/km/t) ので、走行時重量の設定は、そのまま排出総量の算定結果に影響してくる。この大型車の走行時の車両重量については、地域によって異なってくるのが予想されるため、地域別の詳しい実態調査が望まれる。

## 2. CFD モデル関連

- 流入風速が弱い (概ね 1m/s 以下) 場合、計算領域全体において、計算値が測定値を大きく上回る傾向がある。弱風時は、風向・風速の変動が大きく、こうした要因を考慮できるようなモデルを改良することが必要と考えられる。主要な高濃度日には弱風の時間帯が出現することが多いため、これは特に重要な検討課題である。このような課題に対応する手法を検討するには、時間値よりも詳細な風向・風速の実観測データを取得し、変動傾向等を解析する必要があると考えられる。また、時間値評価への対応方針 (平均化時間に関する検討) についても、さらに検討や知見の収集を進めるべきだと思われる。
- 初期拡散の内、走行風の影響 (巻き上げ)、地表面や排熱等熱起因の浮力影響については、主に弱風時に影響が大きいという知見を、昨年度研究で得ている。こうした初期拡散の影響の導入については、多くの研究がなされてきているが、未だに評価・導入手法の確立までには至っていない。この課題は弱風時対応の事項にも関わるため、知見の整理と手法の確立が望まれる。
- 本研究では、流入側の濃度 (バックグラウンド濃度) 設定には、周辺にある一般局から適切と思われる地点を選び、その測定データを使用した。対象地域の条件によっては一般局 (1地点) のデータを用いることが適切でない場合もあると考えられ、対処法を検討する必要がある。