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、交差点周辺などの「局所領域」(沿道域 100m×100m程度)において、自治体など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・池上地点など) における評価 (評価ツール**適用**)

図1 局所領域のイメージ(沿道は市街地)

【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 年度計画を予定しており、平成 20 年度はその初年度として、全体の調査計画の基礎となる、以下の $1. \sim 3$. 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、随時調査内容の見直しを行いながら、初年度の調査を進めた。

- 1. 排出量モデル・CFD モデル共通
- (1) 「2004年度評価ツール」解析・内容把握等

環境再生保全機構が、2002~2004 年度にわたって行われた「局地汚染地域における各種自動車排出ガス抑制対策の評価手法等に関する調査」で開発した評価ツールの内容等を解析し、本調査のツール開発に活かすべき知見と課題を抽出・整理した。

(2) 現地調査及び試験シミュレーション対象地点選定と計画

川崎市より本調査研究へのご協力のお申し入れがあり、池上新町交差点周辺地域をケーススタディ地点とすることになった。同地点については豊富な既存調査研究事例と実測データがあるので、それらを収集・整理し、知見を精査した。また、同地域におけるシミュレーション計画案を作成した。

- 2. 排出量モデル関連
- (1) 対策メニュー検討

川崎市へのヒアリング結果等をもとに、排出量モデルにかかる対策メニューを検討した。

- (2) 既存の排出量モデル、排出係数に関する知見等の調査 JCAP の排出量モデルについての知見等を収集・整理した。
- (3) 排出量モデル改修方針の検討 以上の知見をもとに、本調査研究における排出量モデル構築の基本方針を検討した。
- 3. CFD モデル関連
- (1) 現地 (実態) 調査

川崎市より提案されたケーススタディ地点である、池上新町交差点周辺地域の現地調査を行った。

(2) ヒアリング (ニーズ) 調査

川崎市・環境対策部交通環境対策課へのヒアリング調査を行い、現在どのような排ガス汚染抑制 対策の評価に対するニーズがあるかを調査した。

(3) 評価対象候補となる条件・要素のリストアップ

上記の調査結果をもとに、CFD シミュレーションにおいて考慮する必要があると考えられる条件・要素をリストアップし、実現性を検討した。

(4) CFD モデルの改修・精度検証

本調査研究で開発するツールの基礎となる CFD モデル・コードを検討・選定した。ベースは当 社製 CFD コードとし、本調査研究に向けた改修を加えた。また、現在「CFD アセス適用性研究会」 で進められている検討に準拠した、精度検証計算(ベンチマークテスト)を実施した。

(5) 反応モデルの組み込みに係る調査検討

JATOP の沿道大気グループの専門家にヒアリングを行い、 $NOx-O_3$ 反応を CFD モデルに組み込む手法の詳細について知見・情報を調査した。その結果をもとに、今後の本調査研究で $NOx-O_3$ 反応を扱えるよう、CFD モデルの改修・機能拡張を行い、拡散・反応過程の試算を行った。

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5名、環境省、川崎市担当者から構成される検討委員会を3回開催した。これらの検討会で、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、調査内容及び計画の見直しに活かした。

【調査の結果】

平成20年度の調査項目ごとの調査結果を以下に示す。

1. 排出量モデル・CFD モデル共通

(1) 「2004年度評価ツール」解析・内容把握等

ERCA 殿より平成 14~16 年度調査で作成された評価ツール(以下「既存ツール」)を借り受け、 ソフトウェア資源の内容及びオンライン・ドキュメント等を確認し、解析・検討した。現状及び主 な知見の詳細は、本調査研究報告書巻末に収めた。

上記解析の結果、既存ツールの中核をなす CFD (数値流体力学) モデル部分は実行ファイルのみで、ソースコードが含まれておらず、当該ソースは開示されないことが確認された。また、排出量推計モデルについても、本調査では JCAP の成果を取り入れる方向で検討を進めているため、既存ツールのソフト資源で本調査研究に引き継げるモジュール/パーツはほとんど無い。

本調査研究におけるツールの構築については、当初計画では「既存ツールの改良」という方針を立てて検討に着手したが、以上の調査結果から、既存ツールのソフトウェア資源の流用は困難との結論に達した。そこで、平成14~16年度調査をはじめとするこれまでのERCAの調査の成果については、それらの知見や一連の議論の方向性を受け継ぐこととし、本調査研究で開発するツールについては、他のソフトウェア資源をベースとして開発を進めることとした。

(2) 現地調査及び試験シミュレーション対象地点選定と計画

本調査研究では複数のケース・スタディ地点を選定し、試験シミュレーションを行うことを予定している。地点数については、今後検討して行く。本研究の初期計画立案にあたって、川崎市より本調査研究へのご協力のお申し入れがあり、池上新町交差点(現・警察署前交差点)周辺地域をケース・スタディ地点としてはどうかとのご提案をいただいた。同地域は沿道大気汚染が問題となっている地点であり、高架道路やグリーン・ウォールなど複雑かつ大都市域に典型的な道路構造をなしている。また、各種汚染対策のモデル施設等も運用されており、市のエコドライブ推進運動の対象地域でもあるなど、興味深い点が多数ある地域である。

以上より、本調査研究では、同地域を重点的なケース・スタディ地点とし、詳細な解析・評価を 実施することとした。

① 池上地点におけるシミュレーション計画案

本調査研究では、評価ツールを整備した段階で、川崎市・池上等のケース・スタディ地点を対象としたシミュレーションを実施し、各種対策の効果の評価を行う。その際、どのような対策を考慮し、どのようなアウトプットを得るべきかを協議・検討して行くための基礎資料として、池上周辺におけるシミュレーション計画の案を示す。

ア. 対象項目

NO₂ (NO_x) 及びSPM の 1 時間値を評価対象とする。

イ. 対象年度・対象期間

現況(実測実施)年度を対象とする。

実測及びシミュレーションの対象期間は、NO2の高濃度季節(寒候期)に設定する。

ウ. 実施内容概要

交通量等実測、発生源データ作成(現況、対策時)、地物データ作成、拡散シミュレーションなど。

エ. シミュレーションの概要

a.計算領域及び分解能

川崎市・池上自排局周辺の沿道・局所領域。水平方向のスパンは最大 200m 程度。図 1-1 に大まかなイメージを示す。なお、計算領域の設定は、風向によってずらす(風下側を広く取るなど)可能性もある。

水平方向の計算分解能は、幹線道路上で1m(最小)程度。



図 1-1 計算対象領域及び周辺のイメージ

b.計算条件

近傍の一般局の気象データ等を解析して決定する。

風向は、寒候期・交通量ピーク時における SE 系及び NW 系の最頻出風向とし、各風向における 典型的な風速を設定する。

c.計算ケース

・現況ケース:グリーン・ウォールあり、他の対策なし

・対策ケース:グリーン・ウォールなし

グリーン・ウォール改良(上部開放、下部開放など)

エコドライブ実施

その他の対策

複数の対策の組み合わせケース

d.環境濃度との比較等

CFD モデルに $NOx-O_3$ 反応過程を組み込み、NO、 NO_2 、O、 O_3 の移流・拡散過程と反応過程を同時に計算する。 NO_2 及び O_3 の BG 濃度は、近傍の一般局の観測データをもとにして設定する。 その結果、 NO_2 計算値は環境濃度(実測値)と比較可能となる。

SPM については、域内の自動車の寄与(一次粒子)のみの拡散計算を行う。BG 濃度は、近傍の一般局の観測データをもとにして設定し、域内寄与濃度と重合して環境濃度(実測値)との比較検討を試みる。

e.アウトプット

各計算ケースの地上濃度分布コンター図、対策ケース・現況ケース (∠C) の地上濃度分布コンター図。必要に応じて、断面コンター図なども出力する。

② 川崎市・池上地点に関する既存の調査研究事例

川崎市殿のご提案により、本調査研究では池上新町交差点周辺を重点的なケース・スタディ地点に選定することとなった。同地域に関しては、グリーン・ウォールを含む各種の排ガス抑制対策の効果を評価した既往の調査研究事例が数多くあり、評価手法も風洞実験やシミュレーションなど多岐にわたっている。これらの豊富な調査研究事例について、十分に精査・レビューをし、効率よく検討を進めるようにと、第1回検討委員会でもご提言をいただいた。

そこで、「地域密着型環境研究」をはじめとする、代表的な事例の文献を調査・収集し、その知見の整理を行った。今年度に調査・収集した主な文献とそれらの検討内容及び検討手法等は、表 1-1 に示すとおりである。

なお、これらの調査研究の主な成果と知見は、本調査研究報告書巻末の資料編に収めた。

1				炭化水素(HC) 二酸化炭素(CO2) 有機溶媒可溶性成分 (SOF) 寸す分(Soots) サルフェート及び多環 芳香族炭化水素(PAH)	・走行モードは、D13、 D3500超、KB2(川崎市バ ス昼間モード)、T-5(東 京都No5モード)		
平成15年度地域密着型環境研究(1) ディーゼル車排出ガス局地汚染物質に関する 濃度分布測定手法の検討	川崎市池上新町 表 1-1(1)	交差点周辺半径 500m以内 川崎市・池	· _{定点観測} 上地点に関する り	窒素酸化物 浮遊粒子状物質 風向風速 エアロゾル 球発体自機体調査を検 し動画表で裏	・期間は、2003年12月5日 - (月)から12日(金)。 計事例		_
平成15年度地域密着型環境研究(2) 自動車排出量推計値と局地汚染濃度の関係について 3	川崎市池上新町	交差点周辺半径 500m以内		自動車走行量 走行パターン	- 交差点流入車両の撮 影、期間は、2003年12月 5日(金)から12日(金) ・自動車走行パターンの 測定、期間は、2003年12 月8日(月)から11日(木) ・池上局でのNOx、PMの 連統測定(1時間値)		・自動車走行パターンからNOx、PM排出係数を作成し、自排局の測定濃度と比較・NOxは風向風速、SPMは風向風速、湿度の項目から重回帰分析を行い、回帰式を作成した
平成16年度地域密着型環境研究 沿道局地汚染物質に関する 濃度分布及び推計モデルによる研究	川崎市池上新町	交差点周辺半径 500m以内	・METI-LISによる大気	窒素酸化物 浮遊粒子状物質 風向風速 エアロゾル 揮発性有機化合物 自動車走行量	・期間は、冬季は、2003 - 年12月5日(月)から12日 (金)、夏季は、2004年8 月26日(木)から9月2日 (木)		・平成15年度地域密着研究の成果に、新たに夏季実測調査結果を加え、自動車排出量推計モデルの成果を加え、ブルーム・パフ式の大気拡散予測計算の結果を加えた
地域密着型環境研究報告 グリーンウォールの大気環境への影響に関する考察 5	川崎市池上新町	交差点周辺半径 500m以内	·風洞実験(国立環境研究所)	NO2(年平均値)	・風下市街地のケース(風・グリー 向は、南東(SE))のケー ス ・全16方位の風向のケー ス	ーンウォール	-

表 1-1(2) 川崎市・池上地点に関する既往の主な調査検討事例

NO	論文タイトノレ	対象地域	対象スケール	検討手段	検討項目	詳細条件	考慮した対策	備考
6	実市街地の2次元簡易モデル模型を用いた風洞実験 -沿道高濃度大気汚染低減手法の検討-	川崎市 池上新町		・風洞実験 ・縮尺1/300 2次元模型	-	・南東の風 ・1.5m/s	・グリーンウォール・高架道路への迂回・(高架道路進入のための)スロープ作成	・グリーンウォールは壁として扱う
7	風洞実験による沿道濃度分布の状況把握と 高濃度の低減手法の検討 -事例研究-	川崎市 池上新町	濃度測定範囲 ・風上側;46m ・風下側;240m ・鉛直;1.5m-60m	・風洞実験 ・縮尺1/300 2次元模型	-	・南東の風 ・1.5m/s ・排出;線源一様 ・大気安定度; 中立&安定	・グリーンウォール・高架道路に迂回・そのためのスロープ作成	・沿道の樹木は角柱で模擬・グリーンウォールはフェンスとして扱う
8	通風を考慮した沿道高濃度対策の検討 -1/100大縮尺模型を用いた風洞実験-		池上自排局前の 高架道路橋脚中心 に半径100m	•風洞実験 •縮尺1/100模型	-	•排出;線源一様	・歩道と車道の境界に防音壁を設置 ・歩道に排気ファンを設置 ・歩道に排気ファンを設置 ・高架道路に迂回 ・大型車に上向き排気管を 採用	・自動車の走行風による 初期拡散の効果は考慮しない
g	実在交差点周辺の沿道大気汚染 -風洞実験によるNOx長期平均濃度分布の推定-	川崎市 池上新町	_	•風洞実験 •縮尺1/300模型	風洞実験からNOX濃度 を推計	・中立時16方位 ・1.5m/s	-	・排気温度による浮力と 走行する自動車自身による 排ガスの撹拌効果は考慮しない
10	高解像度大気汚染モデルによる 道路交通政策評価システムの構築	川崎市 池上新町	交差点を中心に 半径510m	・風洞実験 ・縮尺1/600の模型	NOX濃度の予測	・南、南西、北、 南東、北西 ・安定度;中立 南東は中立、安定、不安 定 ・高架道路高さで0.42m/s		 ・目標解像度 ・時間解像度;10~30分 空間解像度;10~100m ・排出量の推計 -交通シミュレーション(AVENUE) -NOX排出量モデル(小根山・大口・桑原)
			交差点を中心に 幅 1,550m×1,400m 高さ 100m	・CFD シミュレーション	NOX濃度の計算	・約1,830,000メッシュの 非構造格子・乱流モデル;k-εモデル・2003年9月3日対象	-	・3次元都市モデルとしてZmap town&3D studio max・沿道の標識等は無視・樹木は落葉樹のため無視

表 1-1(3) 川崎市・池上地点に関する既往の主な調査検討事例

※文献情報			
出典	著者		
<u>川崎市公害研究所年報 第30号 (2003)</u>	江田良将、岩淵美香、浦木陽子、菊地美加、原美由紀、		
http://www.city.kawasaki.jp/30/30koken/home/nenpou/30pdf/nenpou30.htm	安藤仁、原久男、小塩英世、高橋篤、井上俊明		
<u>。川崎市公害研究所年報 第31号 (2004)</u>	米屋由理、竹内淨、江田良将、岩淵美香、山田大介、盛田宗利、		
http://www.city.kawasaki.jp/30/30koken/home/nenpou/31pdf/nenpou31.htm	原久男、高橋篤、石田哲夫、井上俊明、廣瀬健二		
<u>刘川崎市公害研究所年報 第31号 (2004)</u>	竹内淨、米屋由理、江田良将、岩淵美香、山田大介、盛田宗利、		
http://www.city.kawasaki.jp/30/30koken/home/nenpou/31pdf/nenpou31.htm	原久男、高橋篤、石田哲夫、井上俊明、廣瀬健二		
₄ 川崎市公害研究所年報 第32号 (2005)	竹内淨、上坂弘、鈴木隆生、山田大介、盛田宗利、原久男、高橋篤、		
http://www.city.kawasaki.jp/30/30koken/home/nenpou/32pdf/nenpou32.htm	石田哲夫、井上俊明、米屋由理、廣瀬健二		
₅ <u>川崎市公害研究所年報 第33号 (2006)</u>	竹内淨、上坂弘、山田大介、原久男、井上俊明		
http://www.city.kawasaki.jp/30/30koken/home/nenpou/33pdf/nenpou33.htm			
6 日本建築学会大会学術講演梗概集 P763-P764 2003/9	上原清、松本幸雄、林誠司、若松伸司		
7 大気環境学会誌 40 (6) P221-P237 2005	上原清、松本幸雄、林誠司、若松伸司		
8 大気環境学会誌 41 (2) P91-P102 2006	上原清、松本幸雄、林誠司、山尾幸夫、若松伸司、大原利眞		
9 大気環境学会誌 42 (2) P93-P106 2007	上原清、林誠司、山尾幸夫、松本幸雄、若松伸司		
10 国土交通省 建設技術研究開発 平成15年度 成果発表会	桑原雅夫、田中伸治、加藤信介、大岡龍三、川内克史、影沢政隆		
http://www.mlit.go.jp/chosahokoku/h16giken/h15/program/index.htm			

※注意

•地域密着型研究

- -課題名
- "ディーゼル車排ガスを主因とした局地汚染の改善に関する研究"
- H14年度~H16年度
- -参画機関
- 産業医学総合研究所、産業技術総合研究所、
- 国立環境研究所、川崎市公害研究所
- ・1~5;上記"ディーゼル車排ガスを主因とした局地汚染の改善に関する研究"をまとめた論文である。
- ・6~9: 上記"ディーゼル車排ガスを主因とした局地汚染の改善に関する研究"の一環として行われた研究内容をまとめた論文である。
- ・10;川崎市池上を対象に交通シミュレーションと3次元都市モデル、及び大気拡散モデルを融合させた大気汚染モデルについての研究である。

③ 川崎市・池上地点に関するデータ解析

第2回検討会においては、沿道の窒素酸化物濃度をNOxで評価すべきか、 NO_2 で評価すべきかが議論された。NOxで(主に対策効果 \angle Cを)評価する場合は、CFDモデルによる計算が移流・拡散過程のみとなり、計算負荷を軽減できる等のメリットがある。しかしながら、環境基準は NO_2 で定められているため、基本的には化学反応モデルを入れて NO_2 で評価することが望ましい。

評価対象地点/期間において $NOx-NO_2$ 相関が良好で、線形的な関係が保たれているなら NOx である程度の評価が可能となる。そこで、NOx と NO_2 の相関状況について確認するため、既に確定しているケーススタディ地点である川崎市・池上新町交差点(現・警察署前交差点)周辺の常時監視測定局データ(自動車排出ガス測定局;池上新田公園前測定局、一般環境大気測定局;田島、川崎、大師)と、川崎市公害研究所が実施した地域密着型環境研究で取得された現地観測データを用いて、同地点の NOx と NO_2 の分布・変動・相関等の状況について解析した。図 1-2 は、池上自排局における NOx と NO_2 の日平均濃度の相関の例である。

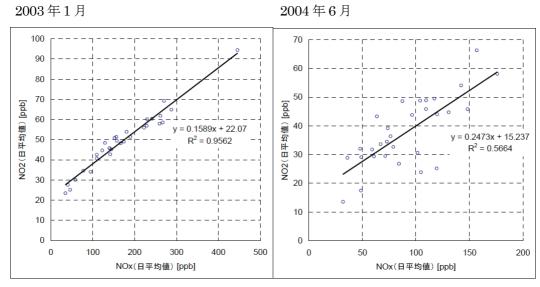


図 1-2 池上自排局における近年の NOx-NO2 相関の例

これらの解析結果から、 $12\sim2$ 月は非常に $NOx-NO_2$ 間の相関が高いが、 $6\sim9$ 月は低く、線形性は弱いことが確認された。また、 NO_2 日平均濃度が 60ppb 以上になるような高濃度日は主に $12\sim2$ 月に現れているものの、暖候期($12\sim2$ 月以外の月)にも現れているなどの実態がわかった。季節による相関性の違いは、季節によって主風向が異なるためと考えられ、冬季は主に産業道路からの直接的影響が池上自排局に表れているが、暖候期は主風向が逆になり、反応が進んだ気塊が影響しているためと思われる。

以上の解析結果及び近年の NO_2 春夏型の高濃度の増加等の状況にかんがみ、本調査研究では $NO_2 - O_3$ 反応過程を CFD モデルに組み込み、 NO_2 による評価を行うこととした。

2. 排出量モデル関連

(1) 対策メニュー検討

各種の排ガス影響抑制のうち、評価ツールの排出量モデルに関連する(インプット要件となる) 対策としては、表 2·1 に示すようなものが考えられる。なお、これらのうち、交差点の立体化に関 しては、道路構造の改変が気流場にも影響を与えるため、CFD モデルのインプットとして考慮すべ き側面を持っている。また、交通量対策及び交通流対策については、局地汚染対策にとどまらず、 都市計画などのマクロな対策の一環に位置づけられる。

川崎市に対する予備ヒアリング調査によれば、本調査研究の重点的ケース・スタディ地点である 池上新町交差点周辺においては、特にエコドライブ推進の効果の評価に対するニーズが高いことが わかっている。また同地域では、2008 年 10~12 月に、市の事業として「アイドリング・ストップ・ キャンペーン」が実施されている。

個別対策メニュー	インプット条件として考慮すべき事項(例)
交通量対策 (大型車の削減等)	・排出係数における大型車構成比率減少の設定・単体規制の減少効果(将来)
交通流対策 (混雑時走行速度改善)	・排出係数における走行速度減少の設定 ・単体規制の減少効果(将来)
交差点の立体化による 円滑な交通確保	 ・走行速度の変化に伴う排出強度の変化(現状・将来) ・走行モードの変化に伴う排出強度、排出源位置現状:信号制御による停止・加減速別の排出強度将来:道路勾配の考慮、単体規制の効果 ・構造物の考慮現状:周辺建物将来:周辺建物、道路立体交差構造
エコドライブの推進	・燃費改善に伴う区間排出量の削減 ・アイドリングストップによる交差点排出量の減少

表 2-1 排ガス抑制対策に係る「排出量モデル」のインプットの例

(2) 既存の排出量モデル、排出係数に関する知見等の調査

JCAP/JATOPの排出量モデルについて公開されている資源・情報の提供を受け、その概要を把握し、知見等を整理した。詳細は、本調査研究報告書に収めた。

(3) 排出量モデル改修方針の検討

以上の調査結果及びミクロ交通流シミュレータに関するヒアリング調査、検討・調査の結果を勘案し、今後の本調査研究における排出量モデル構築の基本方針を検討した。本調査は主にエコドライブのような局地的な実施・評価が可能な対策を眼目に置いて検討するため、排出量推計のための局地交通量データは、基本的に実観測をもとに作成する方針を策定した。ただし、マクロな対策等とミクロ交通流をリンクさせる手段として、引き続き交通流シミュレーションを含む各種の手法を検討して行くこととした。

3. CFD モデル関連

(1) 現地 (実態) 調査

川崎市より提案されたケーススタディ地点である、池上新町交差点(現・警察署前交差点)周辺 地域の現地調査を行った。この地域に存在する自排局の様子や、局地汚染改善のため施されている 対策(モデル事業を含む)を実際に確認し、課題を検討した。







図 3-1(2) 高架下のグリーンウォール

局所領域対象の高分解能の CFD シミュレーションを行うにあたり、問題・課題となりそうな現地の状況として、主なものを以下に示す。まず、池上自排局の周辺には樹木が生い茂っており、特に樹勢が盛んな夏季には、風向・風速等のデータに大きな影響を与えていると考えられる。他にも周辺には街路樹等が多く、夏季には気流や汚染物質の拡散に影響を与えている可能性がある。また、グリーンウォールについては、植物の大気浄化作用よりも、通風を妨げる機能の方が周辺の濃度場に大きな影響を与えていると見られている。現地で確認したところ、橋脚付近には隙間があるなど、構造のモデル化に際して注意が必要と思われる。

(2) ヒアリング (ニーズ) 調査

川崎市・環境対策部交通環境対策課へのヒアリング調査を行い、現在どのような排ガス汚染抑制 対策の評価に対するニーズがあるかを調査した。

上記ヒアリングの結果、川崎市において大気質が問題になっている地点は池上、遠藤町及び二子であることが確認された。また市としては、上記地点のうち、特に池上地点におけるグリーンウォールの大気質改善効果(撤去した場合、構造を改良した場合を含む)の評価、エコドライブの大気質改善効果の評価に対する関心/ニーズが高く、そのような評価が行えるシミュレーション・モデル(ツール)を構築してほしいとの要望を受けた。なお、上記ヒアリング調査の詳細は、本調査研究報告書に収めた。

(3) 評価対象候補となる条件・要素のリストアップ

以上の調査結果などをもとに、CFD シミュレーションにおいて考慮する必要があると考えられる 条件・要素の候補をリストアップし、既存ツールの対応状況を併せて検討した。その概要は、表 3-1 に示す通りである。

	ビルに蓄えられた熱により、夜間等に		
ビルの蓄熱	ビル壁面の温度が周辺外気より高くな	△:	
_ · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	り、気流・拡散に影響を与える。		きる可能性がある。
•	排ガス対策ではないが、拡散に影響を	Δ:	ソリッドな壁はモデル化可能だが、モ
	与える。ソリッドな板の遮音壁以外		デル上は計算メッシュ相当の厚さ (5m
遮音壁	に、パンチメタルやメッシュ状のもの		程度?)を持つことになる。メッシュ
	など、風がある程度通過する壁となっ		など風がある程度通過する壁には、対
	ている場合がある。		応していない。
十二甲十一二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二十二	低濃度脱硝技術のひとつで、中央分離・一部曲沿道がは、地上地域はいち右りー	, ,	よ 、 、 、 、 、
		· ·	ウォールが周辺の拡散場=大気環境 土壌による排ガスの浄化効率などが確
	できる物をそれない。最も重要をある浄化させて再び大気中に放出するとい	。ま	たけ地上 局周辺には動揺を強な
タノ 提続の式)か	浄化させて再び大気中に放出するとい	± 10	
多く、樹勢の盛んな	季節を対象と検え場合は、3その効果も	取り	人れられることが呈ましい。その他
の様々な条件に対す	低濃度脱硝技術のひとつで入浴道建物、壁曲や得製壁面(中央分離帯を沿道)シ	长り	浄化物効果の外でです(感度)対を勘案
	全国や特談空国(中央分離市、沿道) に塗布した光触媒により、排ガス中の		る可能性がある。特設壁面が通風を妨
比地機関弾 な策	室素酸化物を浄化するという対策手法		げるなどの効果は考慮できるが、現状
	が検討されている。		では遮音壁と同様の問題がある。
			1. w # 11
表 3-	沿道建物壁画で特設壁面を緑化し、非大力の窒素酸化物を浄化するという	えり	移
グリーン・ウォール	対策手法が検討されている。導入した		の力学的効果もモデル化できない。特
対策	植物の葉が茂ると、普通の壁面よりも		設壁面が通風を妨げるなどの効果は考
	風速低減効果が大きいと考えられ、拡		慮できるが、現状では遮音壁と同様の問題がまる。
	散にも影響を与える可能性がある。		問題がある。
	低濃度脱硝技術のひとつで、沿道建物		
	壁面や特設壁面 (中央分離帯、沿道)	\times :	浄化効率はある程度データがあると思
ACFウォール対策	に設置した高活性炭繊維に通すことに		われるが、ある程度風が通過するよう
	より、排ガス中の窒素酸化物を浄化す		な壁はモデル化できない。
	るという対策手法が検討されている。		
高架道路のシェル	高架道路をシェルターで覆い、排ガス		11 + 7 / 11 + 2 2 1 7
ター化	は排気塔(必要に応じて浄化装置もつ	0:	対応可能と考えられる。
	ける)などで集中排気する。	Δ:	橋脚の太さが、計算メッシュ・スパン
	橋脚が高架下を抜ける気流に影響を与	Δ .	る
高架道路の橋脚	えている可能性がある。		として考慮できるが、細い(メッシュ
	んでいる可能圧がある。		が大きい)場合はモデル化できない。
	↓ 排ガス対策ではないが、樹木の葉が茂		
街路樹や周辺の植生	ると風速低減効果があると考えられ、	\times :	現状ではモデル化できない。
7.4 - 1	拡散に影響を与える。		
白針も形のもに	路面付近の気流分布に影響を与え、乱		用ルスはエニルルズもかい
自動車群の走行	流混合を促進すると考えられる。	× ·	現状ではモデル化できない。
	自動車群と同様に、歩道に多数の歩行		
	者がいた場合、路面付近の気流分布に	· .	現状ではモデル化できない。
ク 17 年 年	影響を与え、乱流混合を促進すると考	_ ^ .	MINCHELINICE AV.
	えられる。		

(4) CFD モデルの改修・精度検証

① CFD モデルの改修

第2回検討会において、本調査研究で開発する評価ツールの移流・拡散計算モジュールのベースとして、当社の自社製 CFD コードを使用する方針をご承認いただいた。そこで、本調査研究に対応させるために、壁関数に粗度を含む対数則を導入するなど、自社製 CFD モデル・コードの改修作業を行った。改修を行ったコードについては、次節に掲げる精度検証を実施した。

当社製 CFD モデル・コードの概要

気流場の計算

- ・対象: 粘性・非圧縮性流体、等温場を仮定
- ・方程式; 定常 Navier-Stokes 方程式
- ・離散化手法:有限体積法(べき乗法)
- ・計算手法; SIMPLER法、偽時間ステップによる不足緩和
- ・計算格子;直交座標系、スタガード格子
- ・地表面・壁面境界条件;ともに一般化対数則・粗度を含む対数則を選択可
- ·空間境界; No-flux(Neumann)境界条件.or. 自由流出条件.or. 固定境界条件
- ・乱流モデル;標準k-εモデル

濃度場の計算

- ・方程式;定常移流拡散方程式、Euler型
- ・離散化手法;有限体積法(べき乗法)、完全陰解法
- ・計算格子; 直交座標系、スタガード格子
- ・地表面・壁面境界条件; No-flux(Neumann)境界条件
- ·空間境界;固定境界条件 .or. No-flux(Neumann)境界条件

② CFD モデルの精度検証

CFD モデル・コードの精度を検証するために、大気環境学会関東支部・予測評価部会の「CFD モデル環境アセスメント適用性研究会」(以下「研究会」)研究会で提案・検討されている検証試算 (ベンチマークテスト)を実施した。研究会では、最初のベンチマークテストとして平板上での気流及び拡散、平板上に孤立する立方体建物を置いた場合の気流及び拡散の計算を提案しており、分解能、境界条件を含む計算条件のガイドラインを詳細に取り決め、多種類の CFD モデル・コードにより試算を行って、それらの結果を比較している。また、結果の検証のために風洞実験(産業技術総合研究所 近藤裕昭氏による)を行い、データベースを整備している。それらの計算条件、風洞実験データ、既存モデルによる試算例などの詳細については、以下の参考資料を参照されたい。

資料:大気環境学会関東支部・予測評価部会・CFD モデル環境アセスメント適用性研究会、

CFD モデルによる大気環境アセスメントガイドライン作成に向けた試算と考察(中間報告)、2009

上記の研究会の提案に倣い、本調査でも「平板」と「孤立立方体建物」の2種類のベンチマーク テストを行った。研究会が推奨する設定条件に合わせ、まず最も単純な平板上の気流及び孤立煙突 からの拡散計算を行ったところ、研究会の参考資料に示された風洞実験結果及び他の既存モデル・コード (標準 k-ε モデル) による試算結果と類似の気流場が得られることが確認された。濃度場に関しては、煙源の直後で実測値 (風洞実験) に比べて過小評価の傾向があるが、下流では良好な精度であった。平板のような条件の計算で、煙源直後の濃度勾配が非常に強い領域において拡散が強く計算され、濃度が過小評価となる傾向は、オイラー型拡散モデルに共通する傾向であり、研究会の他のオイラー型モデルの計算結果と類似の結果となっている。この平板の検証結果については、本資料では割愛する。

次に、「孤立立方体建物」のベンチマークテストを行った。これは図 3-2 に示すような風洞実験の結果を、CFD モデルで再現するものである。

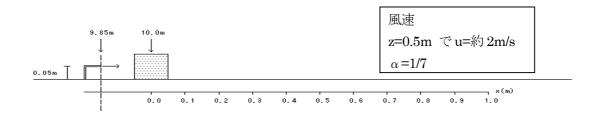


図 3-2 孤立立方体建物ケースの風洞実験のイメージ

研究会が推奨する設定条件に合わせて気流計算を行ったところ、参考資料に示された他の既存モデル・コード(標準 \mathbf{k} - ϵ -モデル)による試算結果と類似の気流場が得られることが確認された。風洞実験と比較すると、全体的に良好な精度であるが、特に立方体の上面・上流側で乱流エネルギー \mathbf{k} - 及び散逸率 ϵ が過大に計算される傾向がみとめられた。これは標準 \mathbf{k} - ϵ -モデルの問題点として、よく知られている傾向ある。流れ場の試算結果の例を図 $\mathbf{3}$ - $\mathbf{3}$ - に一、に一、による立方体周りの流れの計算結果(村上周三、2000)も併せて示したが、上記の問題点も含め、両者は類似した分布となっていることがわかる。

拡散計算の結果 (濃度場) の例を図 3-4 に示す。この図は立方体直後の濃度の鉛直分布を示しており、平板の検証の際にもあらわれたオイラー型拡散モデルの特徴 (濃度勾配が強い領域で拡散が過大) がみとめられる。このような傾向は、研究会で試算された他のオイラー型拡散モデルのコードでも、同様に現れている。そのような問題点はあるものの、下流域も含めた全体的な濃度分布の傾向は、風洞実験と比較的良く一致していることが確認された。

以上のように研究会で提案・検討されている 2 種類のベンチマークテスト(試算)を行ったところ、結果は平板ケース、立方体ケースとも他の CFD コードと類似のものとなった。また、風洞実験との比較においても、全体的にはほぼ良好な精度であることが検証された。ただし、風洞実験との比較においては、標準型 \mathbf{k} - ϵ モデルとオイラー型拡散モデルに固有の問題点も表れた。これらは当社製コードに固有の問題ではなく、CFD の適用における共通の課題として、研究会でも議論の対象となっている。本調査研究においては、当面は標準型 \mathbf{k} - ϵ モデルへの改修も検討していく予定である。

標準 k-ε モデルによる

風滿工風速労布分布

左: 当社 CFD 下: 村上(2000)

 $Z_0=0.0001m$

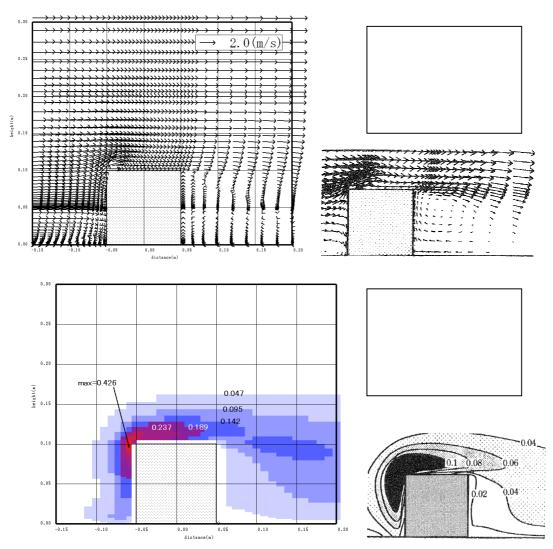
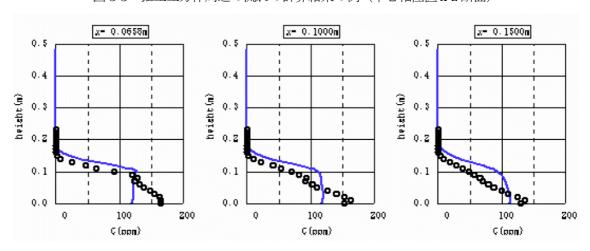


図 3-3 孤立立方体周辺の流れの計算結果の例(中心軸位置 x-z 断面)



実線:計算値、○印:風洞実験

図 3-4 孤立立方体後流の濃度の計算結果の例(中心軸位置鉛直分布・Sc=0.9)

(5) 反応モデルの組み込みに係る調査検討

JATOP の沿道大気グループの専門家にヒアリングを行い、 $NOx-O_3$ 反応を CFD モデルに組み込む手法の詳細について知見・情報を調査した。その結果をもとに、今後の本調査研究で $NOx-O_3$ 反応を扱えるよう、CFD モデルの改修・機能拡張を行い、拡散・反応過程の試算を行った。

① 反応モデルの概要

JATOP の知見(参考資料)に倣い、以下の 4 成分 5 反応で表される $NOx-O_3$ 反応系を組み込んだ。

NO_2 +h $\nu \rightarrow NO$ +O	(k_1)
$O(+O_2) \rightarrow O_3$	(k_2)
$O+NO_2\rightarrow NO(+O_2)$	(k_3)
$NO+O_3\rightarrow NO_2(+O_2)$	(k_4)
O_3 +h $\nu \rightarrow O(+O_2)$	(k_5)

反応速度定数及び光解離定数は、外部パラメータとして定数を与える。反応速度定数は気温をパラメータとする式で計算し、光解離定数は、季節・時間(=太陽天頂角=理論的日射強度)をパラメータとする理論式で計算する。ここでは雲などは考慮しないので、快晴を仮定した理想的な光解離定数となる。

また、シミュレーションは準定常を仮定し、時間値を対象とする。ただし、本報告の以下に示す 試算の平均化時間は、拡散計算の平均化時間から、数分程度の短時間値となっていると思われる。 時間値への拡張は、次年度以降の課題である。

資料:吉川ら、都市内幹線道路沿線における大気質予測シミュレーションシステムの構築 (第2報、光化学反応モデルの開発)、日本機械学会論文集(B編)64巻618号、1998

② CFD コードへの組み込み

従来の移流・拡散式方程式に反応項(生成消滅項)を加えた方程式は、以下のとおりである。

$$\begin{split} &\frac{\partial c_{l}}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(u c_{l} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(v c_{l} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(w c_{l} \right) \\ &= \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\left(v + v_{t} \right)}{S_{c}} \frac{\partial c_{l}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\left(v + v_{t} \right)}{S_{c}} \frac{\partial c_{l}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\left(v + v_{t} \right)}{S_{c}} \frac{\partial c_{l}}{\partial z} \right) + Q_{l} + f_{l}. \end{split}$$

ここで、各記号の意味は、以下のとおりである。

$$\begin{cases} f_1 = k_1c_2 + k_3c_2c_4 - k_4c_1c_3, \\ f_2 = -k_1c_2 - k_3c_2c_4 + k_4c_1c_3, \\ f_3 = k_2c_4 - k_4c_1c_3 - k_5c_3, \\ f_4 = k_1c_2 - k_2c_4 - k_3c_2c_4 + k_5c_3. \end{cases}$$

このような偏微分方程式系を数値的に時間積分する計算方法は、次の2つの手法がある。1つは、移流・拡散項と反応項 f_1 の時間積分を別々に交互に行う方法(フラクショナル・ステップ法)、もう1つは、移流・拡散項と反応項 f_1 を同時に時間積分する方法である。本調査では両方の手法でコードを組み、試算を行ったところ、計算時間の面で後者が勝っていたためそれを採用した。

③ 模擬ストリートキャニオンにおける試算

NOx-O₃ 反応系を組み込んだ CFD モデル・コードの精度の検証の一環として、参考資料(吉川 ら、1998) に示された仮想の典型的ストリートキャニオン構造内(両側にビル群を持つ幹線道路+低層ビル群内にある細街路)における試算と類似の条件で窒素酸化物の移流・拡散・反応計算を行い、結果を比較した。計算領域の構造は図 3·5、主な計算条件は表 3·2 に示すとおりである。

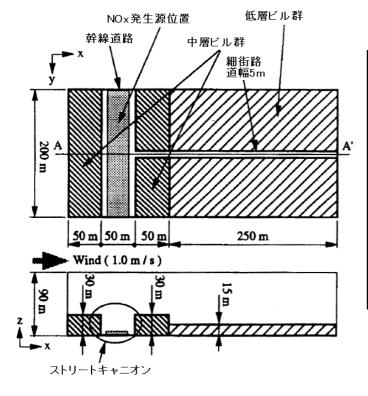


表 3-2 主な計算条件

モデル	Euler型拡散モデル
初期条件	・O3;40(ppb) ・それ以外;0(ppb)
境界条件	 ・地表面及び建物;no_flux ・上空境界 O₃;40(ppb) それ以外;no_flux
計算格子	・対象領域;400m×200m×90m ・分割数;55×24×35 (ともに主流方向×スパン方向×鉛直方向)
排出条件	•NO _x 排出量;6.0×10 ⁻⁶ (g/m ² •s) •排出時;NO ₂ /NO _x =0.1
温度	7.0℃

・反応速度定数は吉川ら (1998) 所収の 算定式による。

図3-5 計算領域のレイアウト

細街路の中央を通る鉛直断面における計算結果の例を、図 3-6 に示す。なお、ここでは吉川ら (1998) の計算結果に合わせ、初期状態から 25 分後の計算結果を掲げた。同図からわかるように、コンターにはストリートキャニオン内に生成される渦状の流線の影響がみとめられる。また、 NO_2/NO_3 比が煙源から遠くなるほど高くなっており、車道上の低い位置から排出された NO_3 が、輸送されながら拡散と NO_3 反応が進行する状況が、定性的には適正に再現されていることがわかる。

今回の試算結果は、吉川ら(1998)の結果と比較すると、汚染物質の拡散(広がり)が弱く出ている。これは、吉川らの試算では、車両走行風の影響を考慮するために、ストリートキャニオン内部の成分濃度拡散係数に、追加の項を付加しているためと考えられる。本調査の今回の試算では、

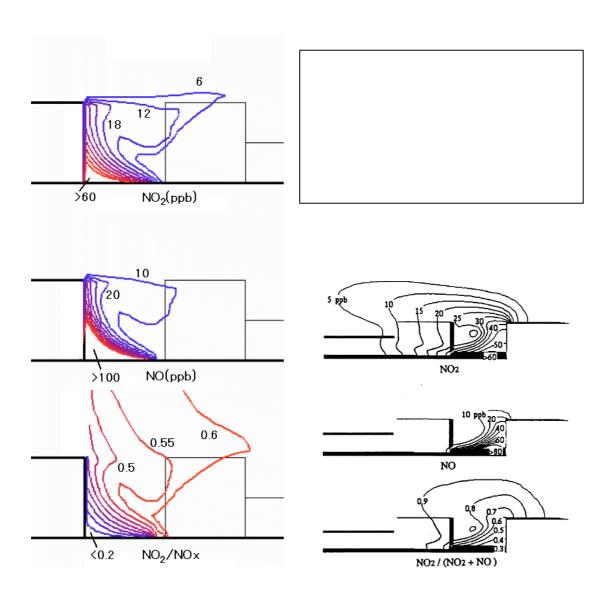
左:今回開発したコードによる試算結果

下:吉川ら(1998)の試算結果

なお、吉川ら (1998) は、車両走行風の影響 を考慮するために、ストリートキャニオン内部

走行風の影響は考慮されていなの成**分濃度拡散散策は**成動**地の項を付外回の**就算結果は吉川らの計算結果と極めて類似した傾向を示る。ている。

以上の結果より、本調査で開発した $NOx-O_3$ 反応を組み込んだ CFD モデル・コードは、JATOP の沿道モデルとほぼ同等の、定性的に妥当な結果を得られることが確認された。今後はさらに、移流・拡散過程と反応過程の個別の精度検証作業や感度解析、他の試算例との比較等を進めていく必要がある。



細街路中央を通る鉛直断面図・初期状態から25分後

図 3-6 模擬ストリートキャニオンにおける移流・拡散・反応の試算例

【調査の成果】

本調査の主な成果を以下に示す。

- ・ 川崎市の協力を得て、池上新町交差点周辺地域をケーススタディ地点とすることになった。同地点では豊富な既存調査事例と実測データがあり、それらを精査して詳細を把握した。データ解析によれば、同地点の汚染状況は季節(風向)によって異なっており、直近の道路の影響が大きい場合と、反応が進んだ大気が影響している場合があることが確認され、これらの知見を今後の調査研究に活かすこととなった。また、専門家よりなる検討会より、本調査研究の目標を評価ツールの構築のみとせず、池上等のケーススタディ地点において、対策効果の評価結果を得ることにも重点を置くようにとの指導を受けた。
- ・ 排出量モデルに関して、JCAP の既存の知見等を調査した。JCAP では交通流シミュレーションが活用されているが、本調査は基本的に局所的な対策効果の評価を想定しているため、現地での実測データを中心として検討する方針を策定した。
- ・ 既決のケーススタディ地点 (川崎市・池上新町交差点周辺) の現地 (実態) 調査を行い、道路 構造や、同地域に設置されているグリーン・ウォールの現状等を把握した。また、池上局周辺 には樹木があり、樹勢が盛んな条件の下では気流や濃度に影響を与える可能性があるなど、高 分解能の CFD シミュレーションにかかる問題点や課題を抽出・確認した。さらに川崎市への ヒアリング (ニーズ) 調査を行い、現在どのような対策の評価に対するニーズがあるかを明ら かにした。川崎市としては、特にグリーン・ウォールの効果の詳細な把握 (撤去した場合・改 良した場合等を含む) 及びエコドライブの大気環境改善効果の評価に関心があり、これらの効 果を評価できるツールに対するニーズがあることが確認された。
- ・ 本調査研究で開発するツールの基礎となる CFD モデル・コードを検討・選定した。ベースは 当社製 CFD コードとし、本調査研究に向けた改修を加えた。また、精度検証(ベンチマーク テスト)を実施して、ほぼ良好な精度が得られることを確認した。
- ・ JATOP の専門家にヒアリングを行い、NOx-O3反応を CFD に組み込む手法の詳細について 調査した。その知見等をもとに、CFD モデル・コードの改修・機能拡張を行い、NOx-O3反 応過程を組み込んだ。移流・拡散・反応過程の計算について、既往の計算結果との比較によっ て検証を行い、ほぼ類似する妥当な結果が得られることを確認したが、さらなる検証(反応過 程のみの検証など)が必要と考えられる。
- ・ 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、調査内容及び計画の見直しに活かした。

【今後の展望】

初年度(20年度)調査の成果を踏まえた、21~22年度の調査内容と計画概要(案)を以下に示す。ここには現状の案を示すが、環境再生保全機構及び検討委員に諮り、適宜修正を加える。

1. 実施項目案

21~22 年度は、20 年度調査の継続・補完作業に加えて、以下の各項目の調査内容を実施する。

(1) 排出量モデル・CFD モデル共通項目

① 対象地点の選定

既決の川崎市・池上地点に加えて、追加のケーススタディ地点を $1\sim2$ 地点選定する。 NO_2 及び SPM 濃度の上位局(自排局)近傍領域を中心に、各種の条件を勘案して選定する。現状では東京 都内が候補として考えられ、選定に当たっては都にヒアリングを行う。(21 年度)

② 対象地点の地物・構造物等のモデル化

川崎市・池上地点及び前項で選定する追加ケーススタディ地点について、シミュレーションのために地物・構造物のデータ化を行う。(21 年度)

③ 試験シミュレーション

 $20\sim22$ 年度調査で整備する評価ツールを使用して試験シミュレーションを行い、結果を評価・検討する。(22 年度)

- ・発生源情報の算定
- ・シミュレーションの実施(現況再現、対策ケースなど)
- ・結果の評価・対策効果の検討など

(2) 排出量モデル関連項目

① 対策メニューの検討

エコドライブや車線(自動車の流れ)制御など、局地汚染対策に有効な排ガス抑制対策メニュー について、検討対象とする対策メニューの種類や、各対策の排ガス量低減効果の定量化手法につい て検討する。ここでは、別途実施されている「エコドライブ調査」の成果も活用する。(21 年度)

② 現地調査

必要に応じ、ケーススタディ地点における自動車交通量、排出量等の実測調査を実施する。(21~22年度)

③ 排出量・発生源情報等算定方式の検討

JCAP 等の知見を参考として、現地調査の結果等をもとに、排出量を算定する方式について検討する。(21 年度)

(3) CFD モデル関連項目

① 現地 (実態) 調査

追加ケーススタディ地点で現地視察を行い、沿道における気流や濃度に影響を与える可能性のある諸条件(道路構造、建物・地物・構造物等)の実態を調査する。(21 年度)

② ヒアリング (ニーズ) 調査

NO₂及び SPM 濃度の上位局が出た自治体を中心に、数都県市程度の対象自治体を選定し、ヒアリング調査を実施する。各自治体の環境(自動車対策)担当部局へのヒアリング調査により、交通流対策等の排ガス抑制対策以外に、現場ではどのような沿道濃度対策や条件・要素の評価に対するニーズや必要性があるかを調査・把握する。(21 年度)

③ 評価対象候補となる条件・要素のリストアップ

(1)項及び(2)項の調査結果を基に、どのような条件・要素を新たな評価対象とする (CFD モデル に取り入れる) か、沿道濃度への影響の大きさ等を勘案して、候補をリストアップする。(21 年度)

④ フィージビリティ調査

前項でリストアップした候補条件・要素のうち、どの条件・要素を組み込むことが技術的に可能であるか、近年の CFD モデルに関する研究成果・知見を基に検討する。その検討結果を受けて、本調査研究で新たに評価対象とする条件・要素を決定する。また、現状では短時間値に対応している同コードを、1 時間値に対応させる方策に関しても調査・検討する。(21 年度)

- ⑤ 「気流モデル」及び「拡散モデル」改修方針の検討 前項の調査結果等を基にして、CFD モデル・コードの機能追加・改良の方針を検討する。(21 年 度)
- ⑥ 「気流モデル」及び「拡散モデル」プログラムの改良・機能追加 前項の検討結果を受けて CFD モデル・コードを改修し、改良・機能追加を行う。(21 年度~22 年度)

(7) 「気流モデル」及び「拡散モデル」の感度解析

CFD モデル・コードの精度検証及び特性把握の一環として、解像度や温度に対する応答や感度を確認するシミュレーションを行い、結果を整理・検討する。(21 年度~22 年度)

2. 調査の流れ

各年度の作業項目及び調査全体の大まかな流れは、表1に示すとおりである。

表 1 調査研究 (平成 20~22 年度) の流れ (案)

	【排出量·CFD共通】	【排出量モデル関連】	【CFDモデル関連】
		対策メニューの検討	現地 (実態) 調査
	内容把握等	***************************************	
		既存の排出量モデル、排出係数に	ヒアリング(ニーズ)調査
2	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	関する知見等の調査	***************************************
0	ン対象地点 ¹ の選定と計画		評価対象候補となる条件・要素の
年		「排出量モデル」改修方針の検討	リストアップ
度			CFDモデルの改修・精度検証
		000000000000000000000000000000000000000	
			反応モデルの組み込みに係る調査 検討
	 対象地点 ² の選定	対策メニューの検討 ³	現地 (実態) 調査
	八	N 水 ハ 一 ユ 一 切 快 的	7 (7.12) BJ E
	対象地点の地物・構造物等のモデ	現 地 調 杳	ヒアリング (ニーズ) 調査
	ル化		www.
		排出量・発生源情報等算定方式の	評価対象候補となる条件・要素の
		檢討 ³	リストアップ
2		-	フィージビリティ調査
1		**************************************	ノィーンしソノイ 調宜
年		vanore de la constant	「気流モデル」及び「拡散モデ
度		***************************************	ル」改修方針の検討

		-	「気流モデル」及び「拡散モデ
		- Tanana	ル」プログラムの改良・機能追加
		-	
		700000000000000000000000000000000000000	「気流モデル」及び「拡散モデル」の感度解析
	試験シミュレーション	現地調査	「気流モデル」及び「拡散モデ
2		************************************	ループログラムの改良・機能追加
2	◆ 結果の評価・対策効果検討	versoone.	IX III Z V
年度	環境改善効果を評価する技術的手	7000000000	「気流モデル」及び「拡散モデ
及	法の確立	***************************************	ル」の感度解析

- 1 川崎市·池上新町交差点付近
- 2 川崎市・池上以外のケーススタディ地点
- 3 並行して実施する「エコドライブ調査」の成果も活用する。