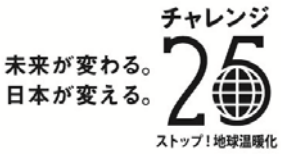


局地的大気汚染の健康影響に関する疫学調査

報　告　書

平成 23 年 5 月

環境省環境保健部

目　次

０．はじめに・・・

図表一覧

該当頁	図表番号及びタイトル
P3	図Ⅰ-2-1-1　検討体制図
P4	表Ⅰ-2-1-1　専門委員会
P5	表Ⅰ-2-1-2　外部評価委員会
P12	表Ⅰ-3-1-1　調査対象地域
P13-15	図Ⅰ-3-1-1　調査対象地域
P16	表Ⅰ-3-1-2　学童調査の概要
P17	表Ⅰ-3-1-3　幼児調査の概要
P18	表Ⅰ-3-1-4　成人調査の概要
P19	図Ⅰ-3-2-1　屋外濃度推計モデルの概要
P20	表Ⅰ-3-2-1　屋外濃度推計の概要
P22	表Ⅰ-3-2-2　個人曝露量推計の概要
P23	表Ⅰ-3-2-3　時間加重モデルの概要
P24	表Ⅰ-3-2-4　観測地点一覧
P25	表Ⅰ-3-2-5　観測概要
P27-29	表Ⅱ-1-1-1　屋外連続測定結果一覧表
P30-32	図Ⅱ-1-1-1　屋外濃度測定結果
P33-34	図Ⅱ-1-1-2　実測値と推計値の比較
P35	図Ⅱ-1-2-1　実測値と推計値の比較
P36	表Ⅱ-1-2-2　回帰分析結果
P37-38	図Ⅱ-1-2-3　実測値と推計値の比較

０．はじめに

環境省環境保健部では、昭和62年の公害健康被害補償法（以下「公健法」という）改正と昭和63年の公健法第一種地域指定の解除において課題とされた、主要幹線道路沿道等の局地的大気汚染による健康影響に関する調査研究を実施するために、調査手法や方法に関して、例えば、窒素酸化物の個人サンプラーの開発、浮遊粒子状物質等の測定のための長時間稼働・携帯式のサンプラーの開発及びそのマニュアルの作成、川崎市等４地区での個人曝露量把握の試行調査等を実施して知見を収集した。また、疫学調査設計検討委員会を設置し、本格調査に向けた検討を行ってきた。

それらの成果を踏まえて、平成 17 年度から「局地的大気汚染の健康影響に関する疫学調査－そら（SORA）プロジェクト－」（以下「そらプロジェクト」という）を開始し、小学生を対象とした学童コホート調査、１歳６か月から３歳を対象にした幼児症例対照調査、成人を対象とした成人調査の３調査を実施した。学童コホート調査は、自動車排出ガスへの曝露とぜん息との関連性を明らかにするために大都市部の主要幹線道路周辺の小学校及び幹線道路から離れた地域の小学校の協力を得て、５年間の追跡調査を実施した。幼児症例対照研究は、自動車排出ガスへの曝露とぜん息との関連性を明らかにするために学童コホート調査とは対象年齢及び疫学的調査手法を変えて実施した。成人調査は、自動車排出ガスへの曝露とぜん息、慢性閉塞性肺疾患（以下「COPD」という）などの呼吸器疾患・症状との関連を明らかにするために実施した。以上の結果を踏まえ、大気汚染と健康影響の関連性について、複数の疫学調査の評価を行った。

本報告書は、学童、幼児、成人それぞれの調査委員会、また曝露評価委員会において調査実施手順の検討、実施状況の管理・監督に係る助言を得つつ、３調査全体の検討、外部評価委員会における評価を経て、環境保健サーベイランス・局地的大気汚染健康影響検討会の審議を踏まえ、取りまとめた。

本報告書については、環境省における今後の環境施策の推進に活用するとともに、関係各位において、様々な視点から活用されることを強く期待するものである。

最後に、本調査に多大な御協力をいただいた自治体の保健担当部局、環境担当部局、教育委員会、保健所・保健センター、小学校、の関係者の方々、健康調査に御協力いただいた保護者の方々、そしてこれまでのシステムの構築の検討、データの集計、解析、評価等に種々ご指導いただいた検討会委員の方々に深く感謝申し上げる。

環境省環境保健部

環境保健サーベイランス・局地的大気汚染健康影響検討会

井村　秀文	公立大学法人横浜市立大学特任教授　グローバル都市協力研究センター シニアプロジェクトマネージャー
大原　利眞	独立行政法人国立環境研究所　地域環境研究センター長
小野　雅司	独立行政法人国立環境研究所　環境健康研究センター　ＮＩＥＳフェロー
工藤　翔二	公益財団法人結核予防会複十字病院院長
島　　正之	兵庫医科大学教授
永井　厚志	東京女子医科大学　総括病院長
中館　俊夫	昭和大学医学部教授
名古屋　俊士	早稲田大学理工学術院教授
◎西間　三馨	独立行政法人国立病院機構福岡病院名誉院長
新田　裕史	独立行政法人国立環境研究所　環境健康研究センター長
平野　耕一郎	公益社団法人日本環境技術協会理事
本田　靖	国立大学法人筑波大学大学院教授

◎：座長

Ⅰ．調査概要

１．調査目的

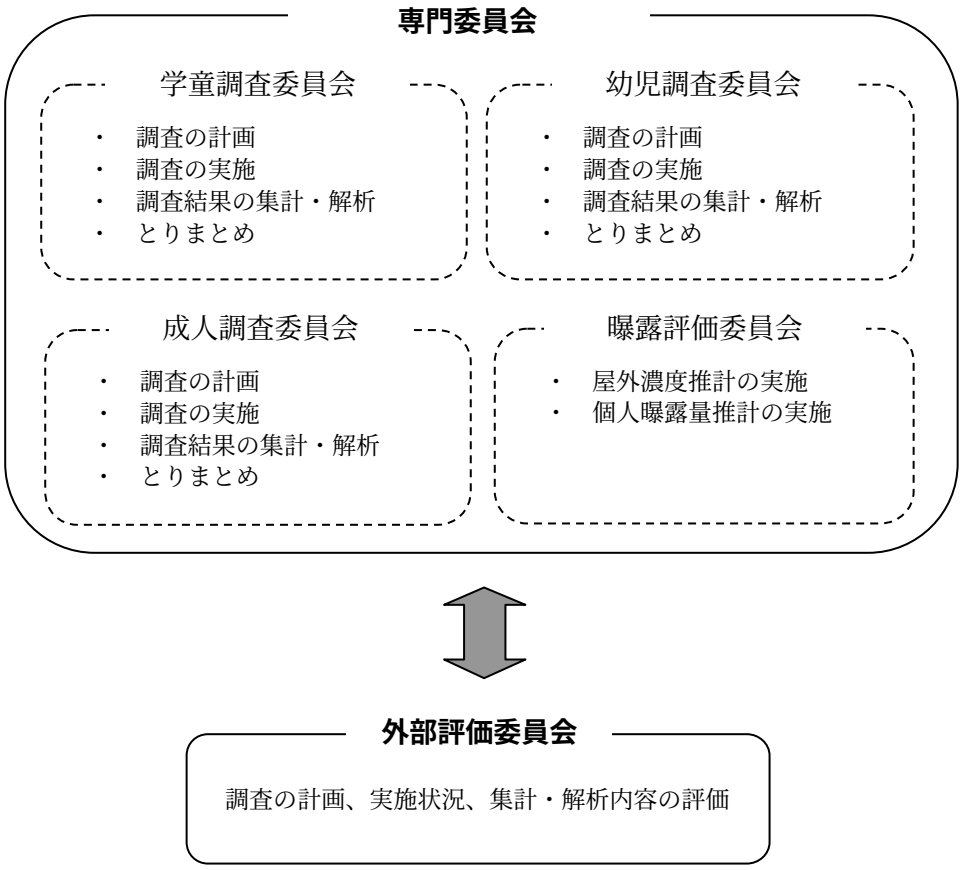
環境省では、局地的大気汚染の健康影響に関する調査研究として、平成 17 年度から平成 21 年度に小学生を対象とした学童コホート調査(以下「学童調査」という)を、平成 18 年度から平成 21 年度に幼児を対象とした幼児症例対照調査(以下「幼児調査」という)を、平成 19 年度から平成 21 年度に成人を対象とした調査(以下「成人調査」という)を実施した。

本調査研究は、幹線道路沿道における自動車排出ガスへの曝露とぜん息発症、COPD との関連性について疫学的に評価することを目的とした。また、ぜん息に関連する呼吸器症状などの健康状態についての調査結果を活用し、これらと自動車排出ガスへの曝露状況の関連性についても併せて検討した。

２．調査体制

本調査の実施にあたっては、表Ⅰ-2-1-1～2 に示す専門家からなる委員会を設置し、運営することにより専門的観点からの指導、助言を得た。

具体的には、図Ⅰ-2-1-1 に示す検討体制のとおり、学童調査委員会、幼児調査委員会、成人調査委員会、曝露評価委員会を設置し、各委員会において調査実施手順の検討、実施状況の管理・監督に係る助言を得た。また、上記委員会とは別に外部評価委員会を設置し、調査について評価を受けた。



図Ⅰ-2-1-1　検討体制図

表Ⅰ-2-1-1　専門委員会

氏名	所属（平成 23 年 3 月末時点）	学童	幼児	成人	曝露評価
岩田　力	東京家政大学教授		○		
大原　利眞	独立行政法人国立環境研究所広域大気モデリング研究室室長	○	○	○	○
大森　崇	同志社大学准教授	○	○	○	
小田嶋　博	独立行政法人国立病院機構福岡病院副院長		○		
小野　雅司	独立行政法人国立環境研究所環境健康研究領域 NIES フェロー	○	○	○	
河野　陽一	国立大学法人千葉大学大学院教授		○		
工藤　翔二	公益財団法人結核予防協会複十字病院院長			◎	
坂本　和彦	国立大学法人埼玉大学大学院教授				○
佐藤　俊哉	国立大学法人京都大学大学院教授	○	○	○	
島　正之	兵庫医科大学教授	○	◎	○	○
田村　憲治	独立行政法人国立環境研究所総合影響評価研究室室長			○	○
粒来　崇博	国立病院機構相模原病院臨床研究センター			○	
中井　里史	国立大学法人横浜国立大学大学院教授			○	○
中館　俊夫	昭和大学教授	○		○	
新田　裕史	独立行政法人国立環境研究所環境健康領域次長	◎	○	○	◎
長谷川　就一	埼玉県環境科学国際センター大気環境担当				○
溝上　哲也	独立行政法人国立国際医療研究センター国際保健医療部長			○	
棟方　充	公立大学法人福島県立医科大学教授			○	
茂木　孝	日本医科大学付属病院講師			○	
山崎　新	国立大学法人京都大学大学院准教授	○	○	○	
横田　久司	東京都環境科学研究所応用研究部長				○

◎：座長

専門委員会は平成 17 年 4 月以降、平成 23 年 4 月 17 日までに合計 118 回開催された。また、外部評価委員会は年１回開催した。外部評価委員会の開催日と議事内容は以下のとおりである。

第１回　平成 17 年 3 月 11 日　　学童調査計画について
第２回　平成 18 年 3 月 30 日　　幼児調査計画について
第３回　平成 19 年 8 月 6 日　　成人調査計画、学童調査解析計画について
第４回　平成 20 年 5 月 28 日　　幼児調査計画、成人調査計画について
第５回　平成 21 年 7 月 24 日　　幼児調査解析計画、成人調査計画、曝露評価について
第６回　平成 22 年 3 月 27 日　　成人調査解析計画、曝露評価について
第７回　平成 23 年 5 月 10 日　　学童、幼児、成人の調査結果について

表Ⅰ-2-1-2　外部評価委員会

氏名	所属（平成 23 年 3 月末時点）
秋葉　澄伯	国立大学法人鹿児島大学大学院教授
大田　健	帝京大学教授
笠原　三紀夫	中部大学総合工学研究所教授
白井　泰子	早稲田大学大学院兼任講師
◎富永　祐民	愛知県がんセンター名誉総長
福地　義之助	順天堂大学客員教授
森川　昭廣	国立大学法人群馬大学名誉教授
柳澤　幸雄	国立大学法人東京大学大学院教授
吉村　功	東京理科大学名誉教授

◎：座長

３．調査方法

（１）調査デザイン

本調査研究の目的である幹線道路沿道における自動車排出ガスへの曝露とぜん息の発症、及びCOPDとの関連性について疫学的に評価するために、以下を考慮して学童調査、幼児調査、成人調査の計画を立案した。

○ 疫学的な評価のためには、多数の協力者を確保するための大規模な調査研究とする。そのためには自動車交通量の多い複数の幹線道路の周辺に居住する住民を調査対象とする。

○ 交通量、道路構造、道路周辺の地形、気象条件等の条件が、幹線道路周辺地域によって複雑に変化することから自動車排出ガスへの曝露を統一的・一元的に評価するための手法として、屋外濃度推計モデル（大気拡散モデル）を使用する。

○ 曝露指標物質として、道路沿道において自動車排出ガスが大きな要因とされる元素状炭素（以下「EC」という）、及び、科学的知見が多い大気汚染物質で、かつ、都市部での自動車排出ガスが主な要因とされる窒素酸化物（以下「NOx」という）を選び、調査対象者ごとの個人曝露量を推計する。

○ 個人曝露量推計手法の開発自体が科学的研究課題として発展途上にあり、一定の不確実性を伴うことから、本調査研究での推計の妥当性を確認するため、幹線道路沿道での大気汚染物質の屋外濃度の連続測定、一部調査参加者の協力を得て、居住地での屋外濃度、屋内濃度、個人曝露量の測定を行い、推計値と実測値との比較検討を行う。

○ ぜん息の発症は、性別、年齢、地域により変動するため、既知の要因を勘案して、幼児、学童、成人と対象世代を分けて、複数の疫学的調査手法で研究を実施する。

○ 曝露との関連性はぜん息の発症に基づくものとし、学童調査ではコホート研究を、幼児調査及び成人調査では症例対照研究を実施する。

○ COPDの有病率は高年齢ほど高いため、成人を対象にスパイロメトリーによる調査を実施する。

○ 大規模な調査研究であることから、協力者からの質問票の回収、血液検査等の実施などを確実に行うため幼児については健診の機会を活用し、学童では学校の協力を得て調査を実施する。

○ 自記式質問票への回答だけでなく、血液検査、肺機能検査などを実施して客観的データによる検討に留意する。

調査対象地域は表Ⅰ-3-1-1、図Ⅰ-3-1-1①～③に、学童調査・幼児調査・成人調査の調査概要は、表Ⅰ-3-1-2～4に示すとおりである。

①対象地域の選定

学童調査の対象地域の選定については、まず、平成 11 年度道路交通センサス調査結果の自動車交通量とディーゼル車排気粒子（以下「DEP」という）排出係数に基づいて、道路交通センサスの基本区間ごとの DEP 排出強度を算出するとともに、平成 12 年度国勢調査地域メッシュ人口統計に基づいて沿道人口を推計した。両者のデータから、DEP 排出強度が 10,000g/㎞/day 以上、小学校第１学年～第３学年の沿道 50m 以内人口が 50 人以上の市町村・路線を調査対象候補として抽出した。候補地域の中から、関東、中京、関西地域それぞれから複数地域を選定すること、できるだけ DEP 排出強度が高く、かつ沿道の小学生人口が多いこと、一方、同一市区内に DEP 排出強度が高い道路が通過しない学区の小学校があることなどを踏まえ、調査目的を達成し、効率よく調査が行える地域から、10 路線を選定した。また、10 路線を含む市区及びその周辺で DEP 排出強度が 1,000g/㎞/day 以上の道路が学区内を通過しない小学校を遠隔地区として選定した。

幼児調査及び成人調査の対象地域は、学童調査の実施地域及びその周辺地域から選定した。

幼児調査においては、調査対象候補者を１歳６か月健診及び３歳児健診受診者とすることから、学童調査で選定した 10 路線を含む市区及びその周辺市区の DEP 排出強度、沿道の幼児人口を整理し、DEP 排出強度が高く、かつ沿道の幼児人口が多い市区全体を対象地域とした。

成人調査においては、学童調査で選定した 10 路線又はその延長路が通過し、又は接する町・丁目を単位とした地域を含む地区の中から、沿道人口を十分に確保できると見込まれる町・丁目を選定し、さらに学童調査の遠隔地区の小学校の学区内の町・丁目を遠隔地区とした。

②「ぜん息」及び「COPD」の定義

学童調査、幼児調査、成人調査における「ぜん息」の定義・把握については、自記式質問票に以下のとおり回答した場合に「ぜん息あり」とした。また、「COPD」については、スパイロメトリーによる気流制限の存在をもって「COPD あり」とした。

学童調査

	定義
ぜん息	『問 17 これまでに胸がゼーゼーとかヒューヒューして、急に息が苦しくなる発作を起こしたことがありますか。』、『問 18 そのような発作は、いままでに 2 回以上ありましたか。』、『問 51 医師にぜん息、ぜん息性気管支炎または小児ぜん息といわれたことがありますか。』、『問 53 そのとき、息をするとゼーゼーとかヒューヒューという音がしましたか。』、『問 54 そのとき、ゼーゼーとかヒューヒューといって息が苦しくなりましたか。』のいずれにも「はい」と回答し、かつ、『問 57 この 2 年間に、問 52 から 55 までのいずれかに該当する発作（症状）を起こしたことがありますか。』、『問 58 この 2 年間に、ぜん息、ぜん息性気管支炎または小児ぜん息で治療を受けたことがありますか。』のいずれかに「はい」と回答した者

幼児調査

	定義
ぜん息 （ベースライン調査）	『問４①お子さまは、これまでに、息をするときにヒューヒュー・ゼーゼーなどの音がしたことがありますか。』、『問４②お子さまは、これまでに、（息をするときにヒューヒュー・ゼーゼーなどの音がして）夜眠れないことがありましたか。』のいずれかに「ある」と回答し、かつ、『問４-２③お子さまは、これまでに、ヒューヒュー・ゼーゼーなどの音がして、急に息が苦しくなるような発作を起こしたことがありますか。』で「ある」と回答し、かつ、『問４-２④そのような発作は、これまでに何回ありましたか。１週間以内に数回の発作が起こった場合には、それらを１回と数えます。』で「２回以上」と回答した者
ぜん息 （追跡調査）	『問 13 お子さまはこれまでに、ヒューヒュー・ゼーゼーなどの音がして、急に息が苦しくなるような発作を起こしたことがありますか。』で「ある」と回答し、かつ、『問 13-２②いままでに発作は何回ぐらいありましたか。』、『問 13-２③この２年間には何回ぐらいありましたか。』のいずれかに「２回以上」と回答した者

成人調査

	定義
ぜん息	『問 21 これまでに胸がゼーゼーとかヒューヒューして、急に息が苦しくなる発作を起こしたことがありますか。』、『問 22 そのような発作は、いままでに 2 回以上ありましたか。』、『問 43 医師にぜん息といわれたことがありますか。』、『問 44 そのとき、息をするとゼーゼーとかヒューヒューという音がしましたか。』、『問 45 そのとき、ゼーゼーとかヒューヒューといって息が苦しくなりましたか。』のいずれにも「はい」と回答した者
COPD	スパイロメトリーで１秒率（FEV1.0/FVC）＜70%を満たす者(※１)

※１　臨床診断では気管支拡張薬投与後のスパイロメトリー結果で判定することになっている（COPD 診断と治療のためのガイドライン第 3 版／日本呼吸器学会）が、今回は疫学調査であるために気管支拡張剤の投与は行わなかった。

③学童調査

学童調査は前向きコホート研究とし、ベースライン調査及び追跡調査を実施した。

ベースライン調査は、初年度（平成 17 年度）に健康影響評価に係わる質問票調査、血液検査及び寝具ダニアレルゲン検査を実施した。

追跡調査は、平成 18 年度から平成 21 年度にかけて年１回定期的に健康影響評価に係わる質問票調査を実施して、対象者のぜん息有症状況等を把握した。また、ベースライン調査後に調査地区外に転出した者については、転居先に質問票を直接送付し、郵送にて回収すること（以下、「郵送法」という）により行った。

質問票は、ぜん息の把握に関して国際的に用いられている標準化された質問票に準拠したもの（ATS-DLD）を基本として、これにぜん息の発症に関連する可能性のある対象者本人及び家族に関する基本属性、居住歴、既往歴、居住環境、体格に関する質問を含めたものが使用された。毎年９月～10 月の間に、協力小学校を経由して、調査対象者に質問票を配布、回収した。保護者が記入した質問票への回答に基づき、ぜん息やその他の呼吸器症状・アレルギー症状について把握した。主要評価項目であるぜん息の発症については、ベースライン調査において、「ぜん息である」と判断されず、その後の追跡調査で「ぜん息である」と判断された場合を調査期間中に発症したものとした。

曝露評価については、調査対象者ごとの自動車排出ガスへの個人曝露量を、EC 及び NOx を曝露指標として、居住家屋及び小学校の屋外濃度推計値、屋内濃度推計値、行動時間推計値を用いた時間加重モデルにより推計した。

解析は、ぜん息の新規発症の有無を結果変数、EC 個人曝露推計値、NOx 個人曝露推計値、及び共変量を説明変数としたロジスティック回帰モデルにより、EC 及び NOx 個人曝露推計値の単位濃度増加当たりのオッズ比と 95%信頼区間を推定した。なお、調査が途中までしか実施されなかった対象者については、Inverse Probability of Censoring Weighted 法（以下「IPCW 法」という）により調整し、解析を行った。また、EC 個人曝露量、NOx 個人曝露量を幹線道路からの距離帯とした場合のオッズ比と 95%信頼区間を推計した。

④幼児調査

幼児調査は症例対照研究とし、ベースライン調査及び追跡調査による症例群、対照群の抽出を行い、症例対照研究を実施した。

ベースライン調査及び追跡調査は自治体に委託し、それぞれ平成 18 年７月～平成 20 年３月、平成 20 年１月～平成 22 年３月にかけて、調査対象地域在住の１歳６か月児、３歳児の家庭に、１歳６か月児健診、３歳児健診の通知とともに説明書・調査票を送付し、対象者の保護者が記入した調査票を１歳６か月児健診、３歳児健診の際に回収することにより行った。また、ベースライン調査後に対象地域外に転居した者については、郵送法により行った。

ベースライン調査同意者のうち、「ぜん息でない」という条件を満たし、かつ追跡調査同意者を症例対照調査候補者とした。

症例対照調査候補者のうち、追跡調査で「ぜん息である」者を症例として抽出し、「ぜん息でない」者で症例１名に対し性別・月齢・地域を一致させた４名を無作為に抽出し、対照とした。（以下「ステージ１対象者」という）なお、当初、研究計画では症例と対照の比を１：２、症例 1,000 名とした調査を計画したが、想定よりも症例数が少なかったため、検出力を確保するため

に症例と対照の比を１：４に改めた。

ステージ１対象者について、ベースライン調査時点の居住地における EC 屋外濃度推計値に基づき、およそ上位４パーセンタイルをカットオフ値とし、カットオフ値より高い群を曝露 A 群、低い群を曝露 B 群とした。曝露 A 症例群は全員を、曝露 A 対照群・曝露 B 症例群・曝露 B 対照群は曝露 A 症例群と同意者数がほぼ同数になるよう抽出し、ステージ２対象候補者とした。

ステージ２対象候補者のうち、詳細調査への同意が得られた者については、調査に対する教育・訓練を行った保健師等によりインタビュー調査を行った。インタビュー調査の際に、血液検査、寝具ダニアレルゲン検査について説明し、同意が得られた者については、血液検査、寝具ダニアレルゲン検査を実施した。

曝露評価については、調査対象者ごとの自動車排出ガスへの個人曝露量を、EC 及び NOx を曝露指標として、居住家屋及び保育所の屋外濃度推計値、屋内濃度推計値、行動時間推計値を用いた時間加重モデルにより推計した。

解析は、ぜん息発症の有無を結果変数、EC 個人曝露濃度帯、NOx 個人曝露濃度帯、及び共変量を説明変数とした重みつきロジスティック回帰モデルにより、EC 及び NOx 個人曝露濃度帯の最も低いレベルを参照カテゴリとしたオッズ比と 95%信頼区間を推定した。また、EC 個人曝露濃度帯、NOx 個人曝露濃度帯を幹線道路からの距離帯とした場合のオッズ比と 95%信頼区間を推計した。

⑤成人調査

成人調査は呼吸器症状に関する断面調査、ぜん息に関する症例対照研究、COPD に関する研究を実施した。

呼吸器症状に関する断面調査は、調査地域内に居住し、昭和８年１月１日から昭和 42 年 12 月 31 日生まれの者に対して、平成 19 年 12 月に説明書・調査票を郵送配布し、対象者が記入した調査票を郵送回収することにより行った。

ぜん息に関する症例対照研究は、断面調査同意者を症例対照調査候補者とし、断面調査において過去４年以内に最初のぜん息の発作を起こした者（子供のころぜん息の発作があり、寛解していた者を含む）を症例として抽出し、症例１名に対しぜん息でない者で性別・年齢・地域・喫煙歴を一致させた３名を無作為に抽出し、対照とした。（以下「ステージ１対象者」という）

ステージ１対象者について、断面調査時点の居住地における EC 屋外濃度推計値に基づき、およそ上位 20 パーセンタイルをカットオフ値とし、カットオフ値より高い群を曝露 A 群、低い群を曝露 B 群とした。曝露 A 症例群・曝露 A 対照群は全員を、曝露 B 症例群・曝露 B 対照群はそれぞれ約 50%、20%を抽出し、ステージ２対象候補者とした。

ステージ２対象候補者に対して、詳細調査の説明書・同意書を送付し調査への同意が得られた者についてインタビュー調査・肺機能検査・血液検査を行った。

COPD に関する研究は、断面調査の同意者の内、幹線道路からの距離帯別・地域別の同意者数を整理し、同意者の多い地域（町・丁目）を抽出した。抽出地域のうち、幹線道路の近傍地区 A（幹線道路端から 0～50m 未満の地区）については全員、近傍地区 B（幹線道路端から 50m 以上の地区）、及び遠隔地区については近傍地区 A と同程度の人数を無作為に抽出した者を調査対象候補者とした。調査対象候補者のうち、肺機能検査への同意が得られた者について平成 20 年度、平成 21 年度に肺機能検査を実施した。

曝露評価については、調査対象者ごとの自動車排出ガスへの個人曝露量を、EC 及び NOx を曝露指標として、居住家屋の屋外濃度推計値、屋内濃度推計値、行動時間推計値を用いた時間加重モデルにより推計した。なお、成人は就労等により昼間の生活空間や移動が多様性であり、自宅以外の生活行動及びその滞在時間を定型化することは困難であるため居住家屋での寄与のみを考慮することとし、自宅以外の外出先等での寄与については評価しないこととした。

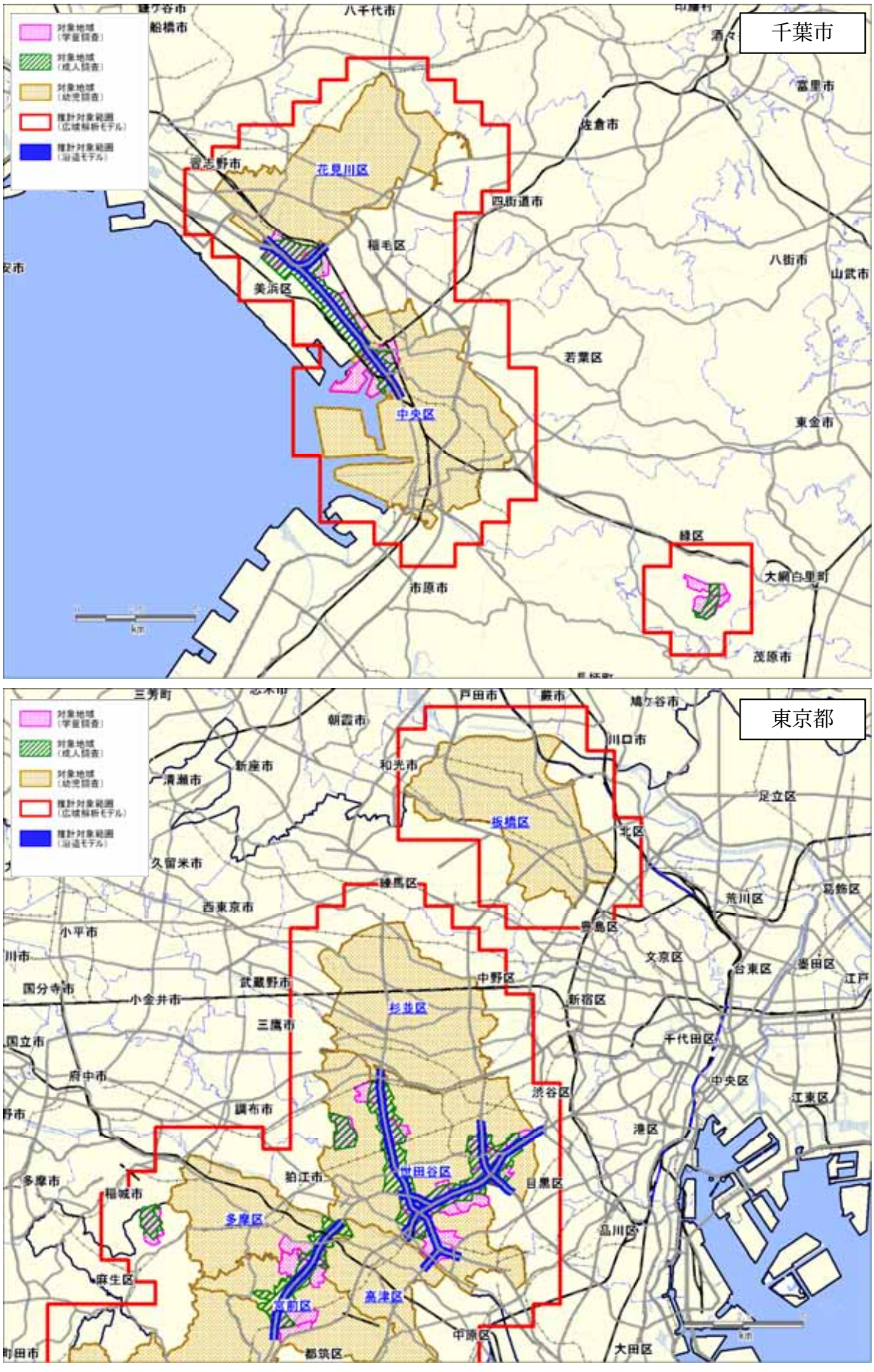
呼吸器症状に関する断面調査の解析は、ぜん息症状及び持続性せきとたん症状（慢性気管支炎に対応する呼吸器症状）の有無を結果変数、EC 屋外濃度、NOx 屋外濃度及び共変量を説明変数としたロジスティック回帰モデルにより、EC 及び NOx 屋外濃度の単位濃度増加に伴うオッズ比と 95%信頼区間を推定した。また、EC 屋外濃度、NOx 屋外濃度を幹線道路からの距離帯とした場合のオッズ比と 95%信頼区間を推計した。

ぜん息に関する症例対照研究の解析は、ぜん息発症の有無を結果変数、EC 個人曝露濃度帯、NOx 個人曝露濃度帯、及び共変量を説明変数とした重みつきロジスティック回帰モデルにより、EC 及び NOx 個人曝露濃度帯の最も低いレベルを参照カテゴリとしたオッズ比と 95%信頼区間を推定した。また、EC 個人曝露濃度帯、NOx 個人曝露濃度帯を幹線道路からの距離帯とした場合のオッズ比と 95%信頼区間を推計した。

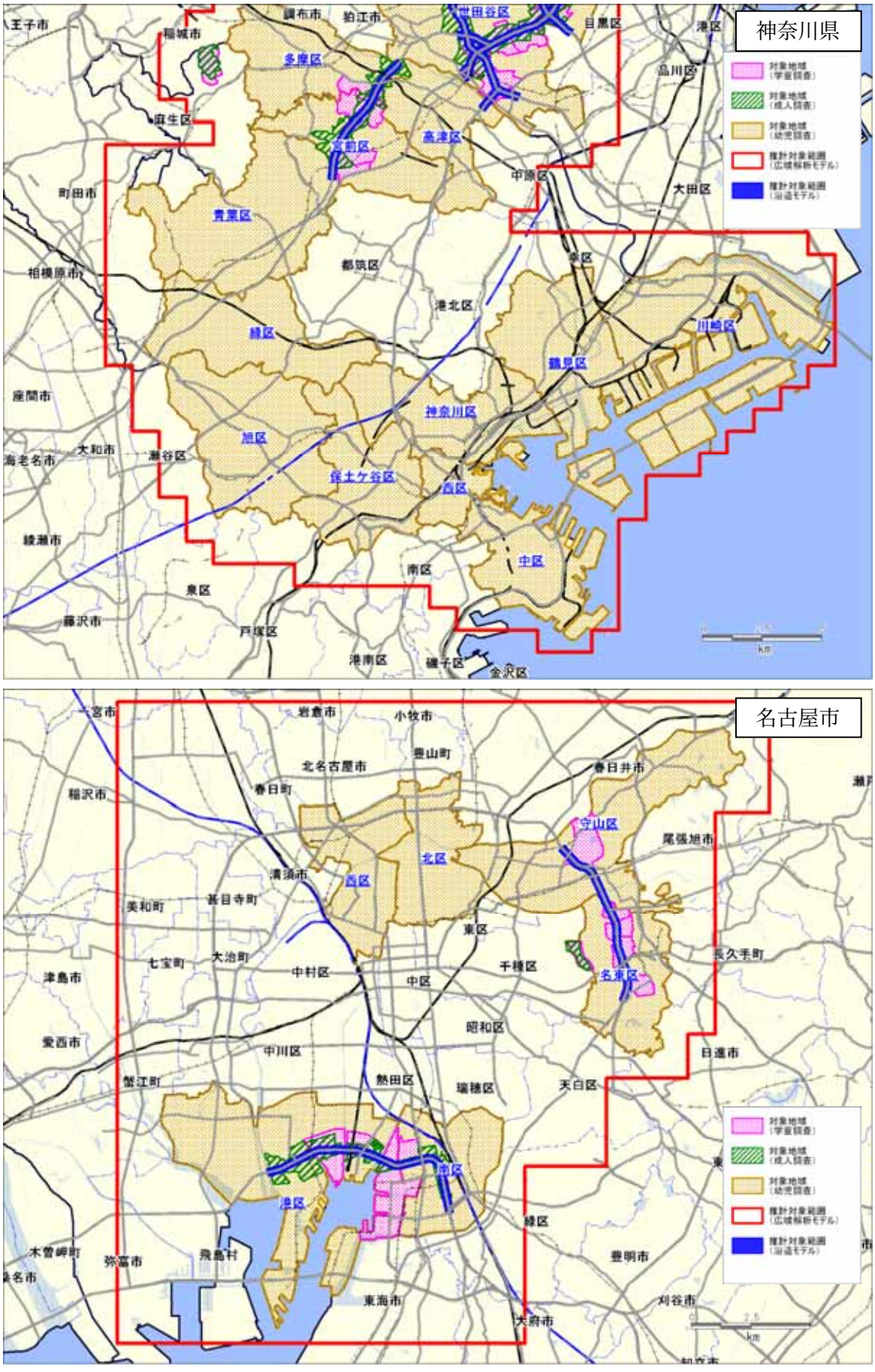
COPD に関する研究の解析は、一秒率（FEV1.0%）が 70%未満を有病とした COPD の有無を結果変数、EC 個人曝露推計値、NOx 個人曝露推計値及び共変量を説明変数としたロジスティック回帰モデルにより、EC 及び NOx 個人曝露推計値の単位濃度増加に伴うオッズ比と 95%信頼区間を推定した。また、EC 個人曝露濃度帯、NOx 個人曝露濃度帯を幹線道路からの距離帯とした場合のオッズ比と 95%信頼区間を推計した。

表Ⅰ-3-1-1　調査対象地域

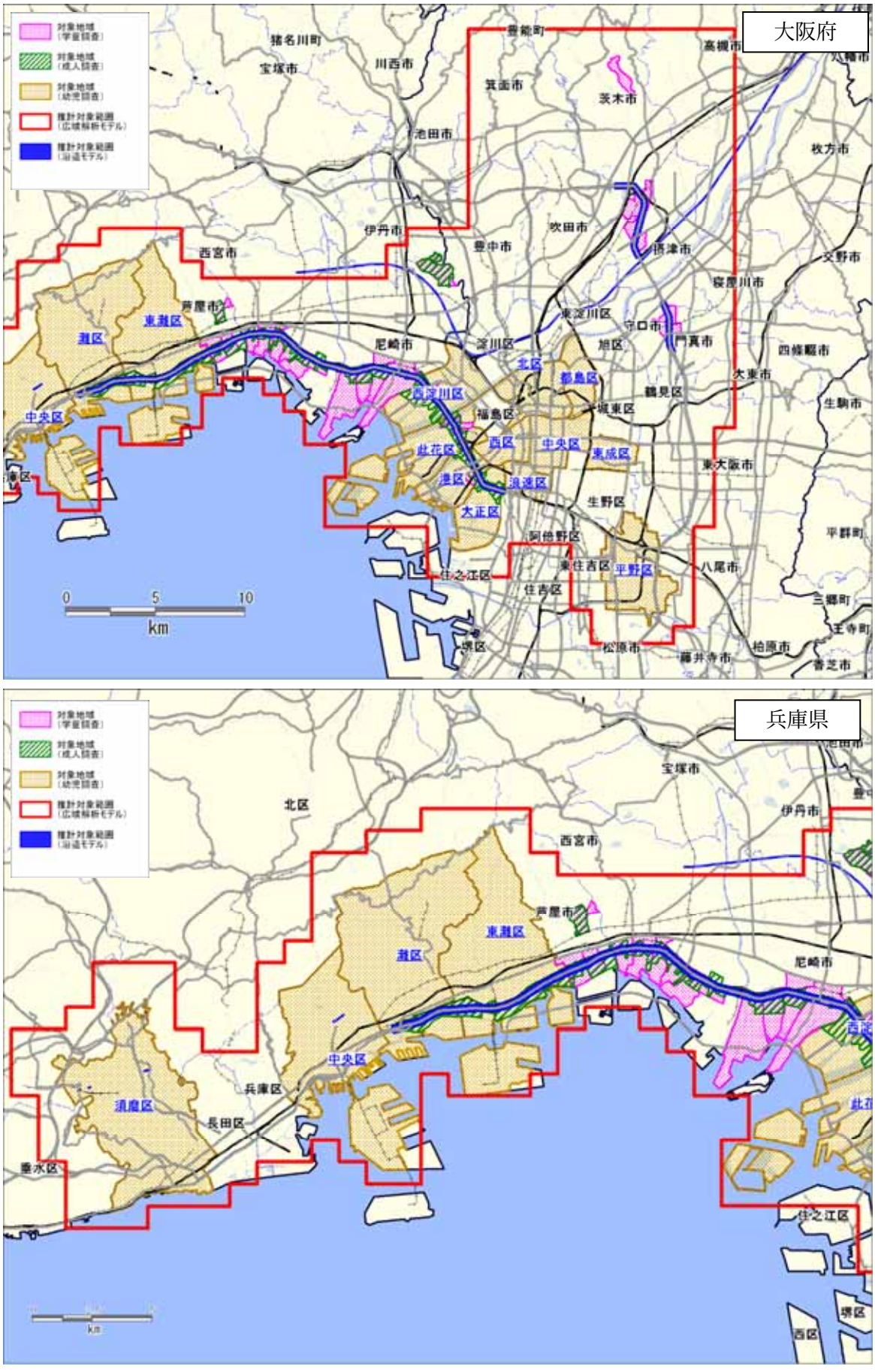
対象地域			対象幹線道路	学童調査 幹線道路沿道及び遠隔地の小学校区ごとに選定	幼児調査 幹線道路を含む区全域を選定	成人調査 幹線道路沿道及び遠隔地の町丁目ごとに選定
関東		千葉市	東関道 国道 357 号	○	○	○
			京葉道路・国道 16 号	－	○	－
			遠隔地	○	－	○
		板橋区	首都高５号 国道 17 号 環状７号	－	○	－
		杉並区	国道 20 号 環状７号 環状８号	－	○	－
		世田谷区	首都高３号・国道 246 号 環状７号 環状８号 遠隔地	○	○	○
		川崎市	東名高速	○	○	○
			横羽線・湾岸線 国道 246 号	－	○	－
			遠隔地	○	－	○
		横浜市	東名高速 横羽線・湾岸線 狩場線・三ツ沢線 横浜新道 保土ヶ谷バイパス	－	○	－
中京		名古屋市	国道 23 号 国道 302 号	○	○	○
			東名高速・東名阪・高速１号・高速３号・国道１号	－	○	－
			遠隔地	○	○	○
関西	大阪北東	茨木市	中央環状線 遠隔地	○	－	－
		摂津市	中央環状線	○	－	－
		門真市	中央環状線	○	－	－
	阪神	大阪市	国道 43 号	○	○	○
			中央環状線・東大阪線・大阪環状線・大阪港線・大阪湾岸線	－	○	－
		尼崎市	国道 43 号 遠隔地	○	－	○
		西宮市	国道 43 号	○	－	○
		芦屋市	国道 43 号 遠隔地	○	－	○
		神戸市	国道 43 号	－	○	○
			国道２号	－	○	－



図Ⅰ-3-1-1①　調査対象地域



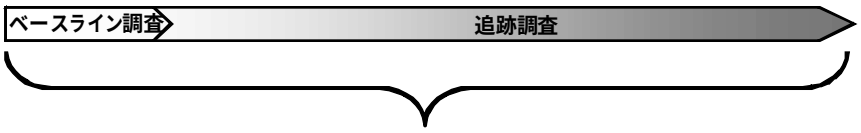
図Ⅰ-3-1-1②　調査対象地域



図Ⅰ-3-1-1③　調査対象地域

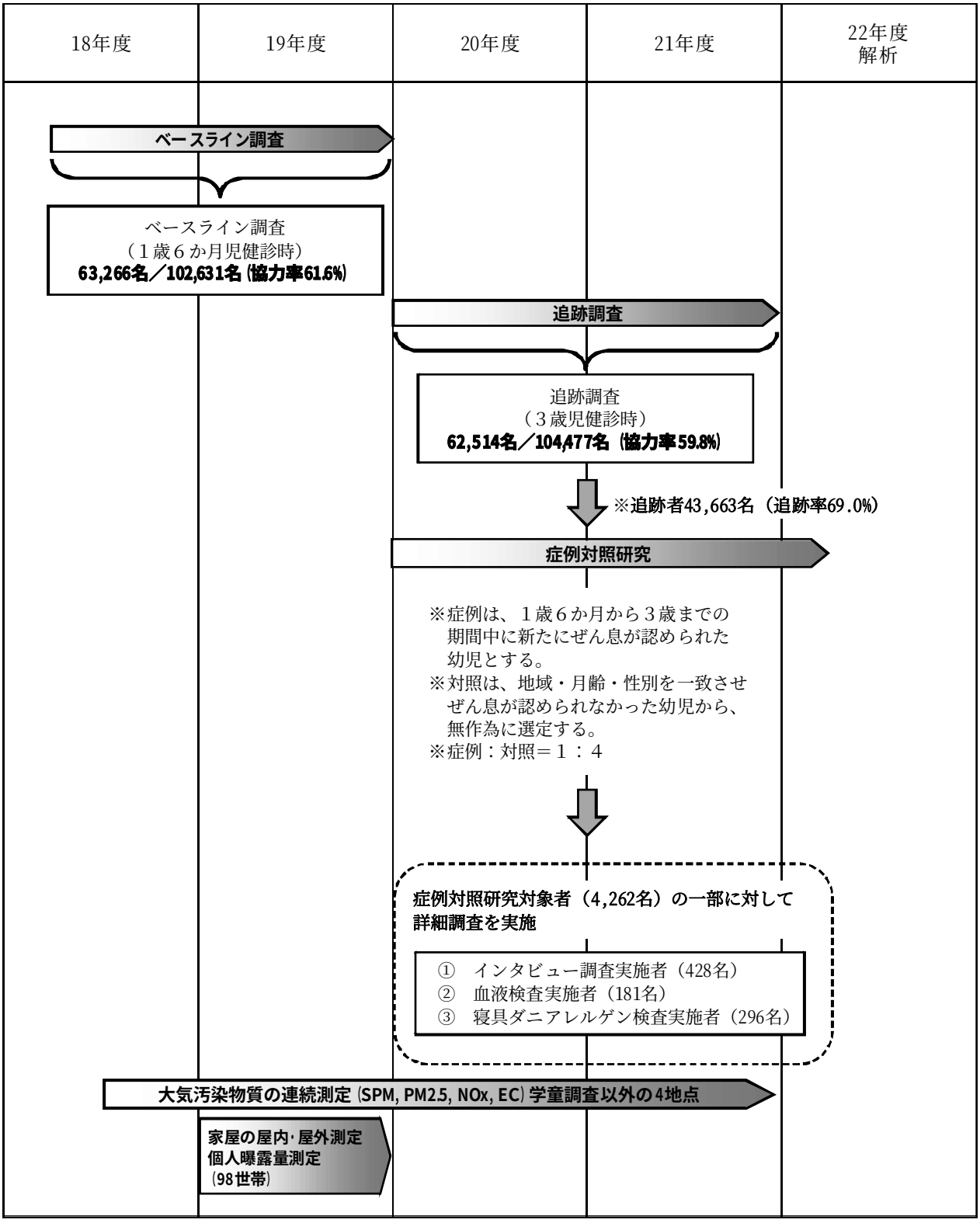
表Ⅰ-3-1-2　学童調査の概要

	17年度	18年度	19年度	20年度	21年度	22年度 解析
質問票調査	配布数16,274名 協力者12,515名 協力率76.9%	配布数16,133名 協力者12,975名 協力率80.4%	配布数16,146名 協力者13,452名 協力率83.3%	配布数16,221名 協力者13,652名 協力率84.2%	配布数10,853名 協力者9,338名 協力率86.5%	
血液検査	依頼数16,274名 協力者9,541名 協力率58.6%	－	－	－	－	
寝具ダニアレルゲン検査	依頼数16,274名 協力者11,589名 協力率71.2%	－	－	－	－	
大気汚染物質の連続測定 SPM,PM2.5,NOx,EC	47地点					
家屋の屋内・屋外測定 個人曝露量測定	131世帯		－	－	－	
小学校の屋内・屋外測定	29小学校		28小学校		－	
交通量測定	H18.1	H18.9	H20.2	H20.9	H21.9	

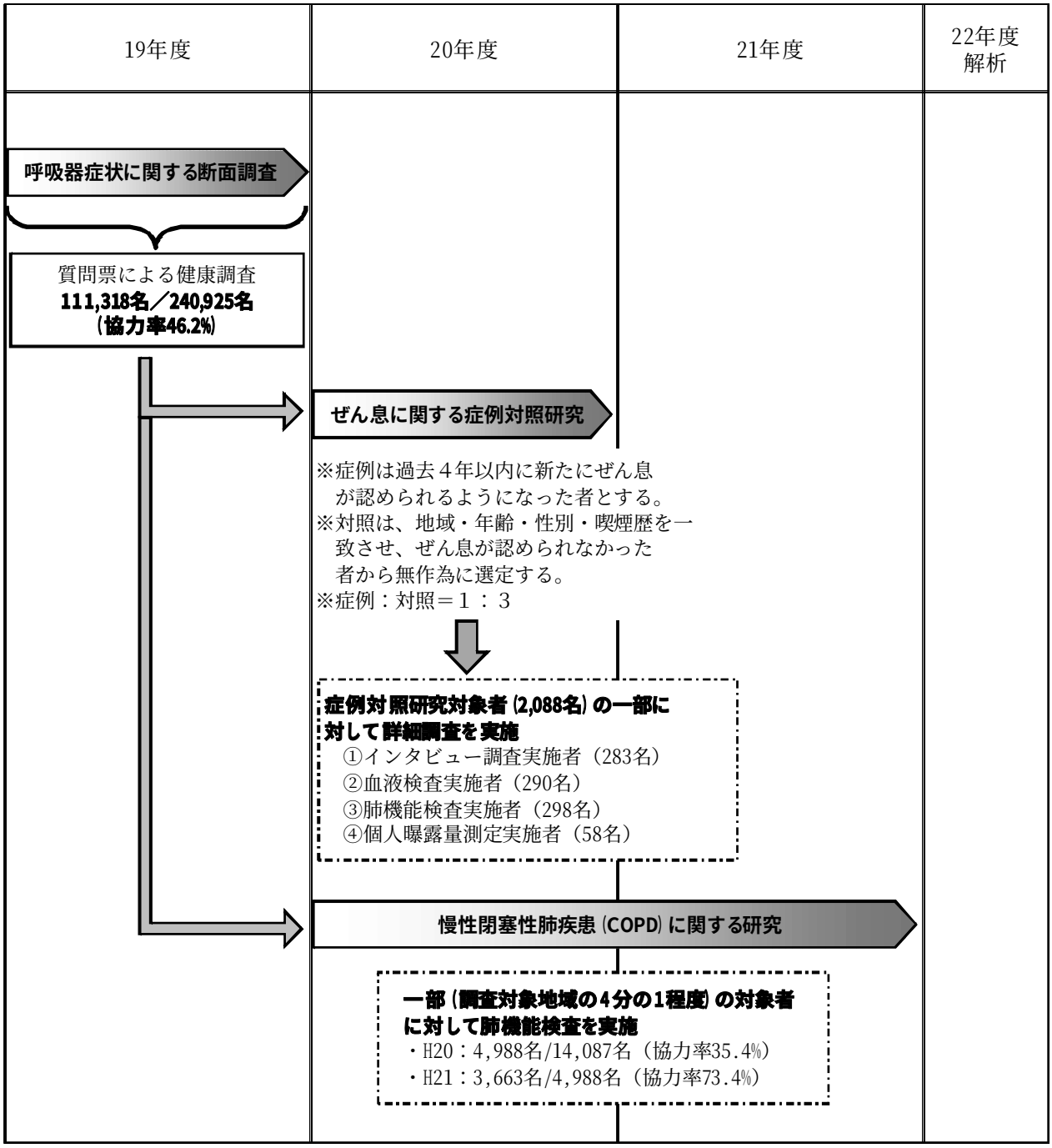


コホート対象者（解析対象者）：10,069名
ベースライン調査(H17)に同意した者で、
①曝露推計可能な住所情報あり
②ぜん息に関する質問が有効
③ぜん息でない
を満たし、
追跡調査(H18)に同意した者

表Ⅰ-3-1-3　幼児調査の概要



表Ⅰ-3-1-4　成人調査の概要



（２）曝露評価

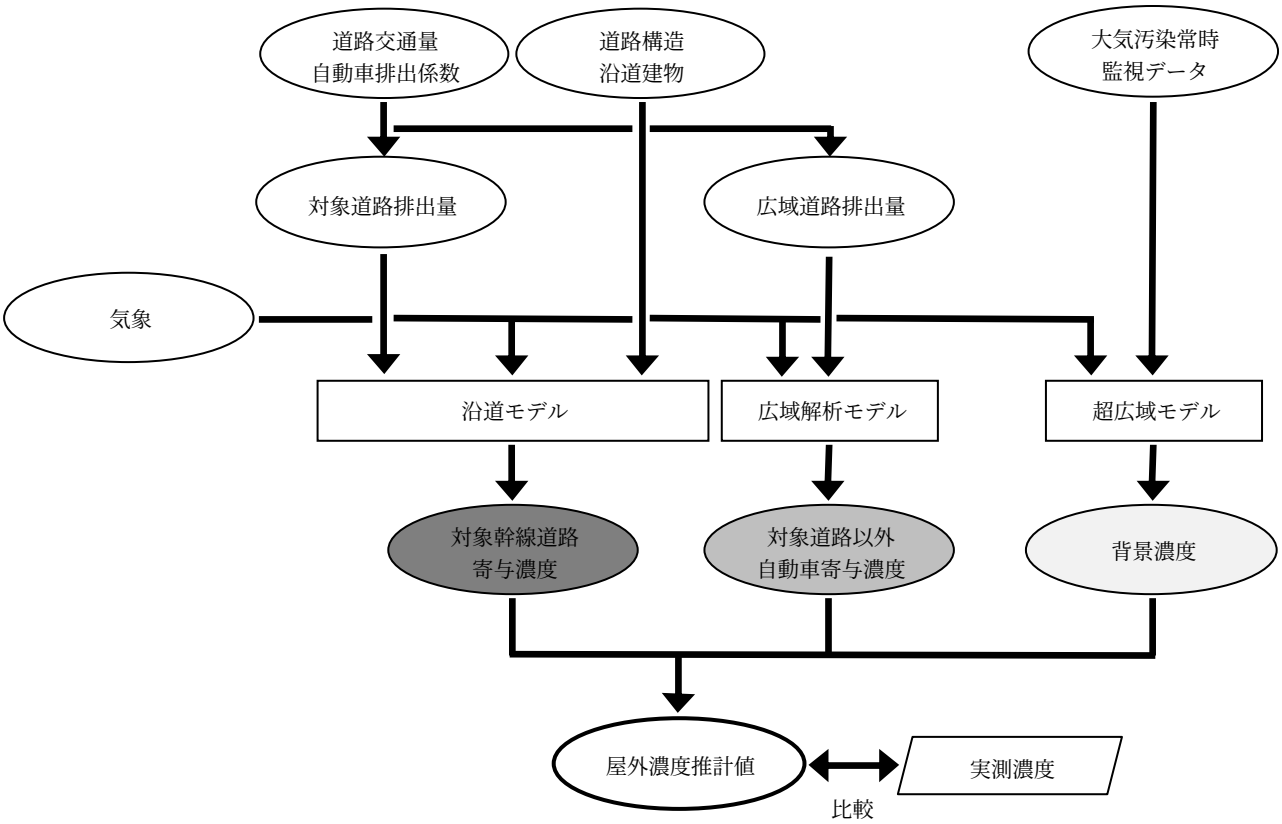
調査対象の複数の幹線道路における曝露評価の一元化及び精密化のため、自動車排出ガスへの曝露評価方法として、EC 及び NOx を曝露指標として、屋外濃度推計値、屋内濃度推計値、行動時間推計値を用いた時間加重モデルにより、調査対象者ごとの自動車排出ガスへの個人曝露量を推計することを基本とした。

EC は、道路沿道において自動車排出ガスの寄与の大きい成分であり、室内外で自動車以外の発生源がほとんどなく、浮遊粒子状物質（以下「SPM」という）に比べても自動車排出ガスに関して特異性の高い指標である。NOx は種々の大気汚染物質の中で大気拡散モデル、大気動態、室内汚染、個人曝露量測定などに関する知見が最も多く、かつ、都市部での寄与が大きい指標である。

①屋外濃度推計

屋外濃度は大気拡散モデル（沿道モデル、広域解析モデル、超広域モデル）を用いて推計した。当該幹線道路からの寄与濃度について、交通量・自動車排出係数等のデータから EC 及び NOx 排出量を算出し、道路構造・地形・沿道建物・気象条件等を勘案して、沿道モデルにより年平均値を推計した。また、当該幹線道路以外の発生源から寄与濃度を広域解析モデル及び超広域モデルにより推計し、これらの推計値を当該幹線道路からの寄与濃度に加算することにより、屋外濃度を算出した。

屋外濃度推計の概要は図Ⅰ-3-2-1 に、沿道モデル、広域解析モデル、超広域モデルで使用した基礎データは表Ⅰ-3-2-1①～②に示すとおりである。



図Ⅰ-3-2-1　屋外濃度推計の概要

表Ⅰ-3-2-1①　屋外濃度推計の概要

項目	学童調査	幼児調査	成人調査
対象物質	EC,NOx	EC,NOx	EC,NOx
対象濃度		平日・休日別年平均値	
位置	居住家屋,小学校	居住家屋,保育所	居住家屋
使用モデル			
沿道モデル	○	－	○
広域解析モデル	○	○	○
超広域モデル	○	○	○
補正値	実測値と推計値の差から地域別・年度別・平日休日別に設定		

表Ⅰ-3-2-1②　屋外濃度推計の概要

入力データ	沿道モデル	広域解析モデル	超広域モデル
気象データ※1	○	○	○
大気汚染常時監視データ※1	－	－	○
自動車排出係数※2,3	○	○	－
幹線道路交通量※4,5	○	○	－
非幹線道路交通量※5	－	○	－
自動車以外発生源※6,7,8	－	○	－

※1：大気汚染状況報告書　環境省
※2：自動車排出ガス原単位及び総量算定検討調査　環境省
※3：自動車保有登録台数集計データ　国土交通省
※4：道路交通センサス　国土交通省
※5：自動車輸送統計　国土交通省
※6：EAGrid2000　kannari et al.(2007)
※7：エネルギー消費統計　経済産業研究所
※8：総合エネルギー統計　経済産業研究所

(a)道路からの排出量

自動車の車種別交通量、車種別排出係数を乗じ、EC 及び NOx 排出量を算出した。なお、車種分類は乗用車類（乗用車、バス）、貨物車類（小型貨物車、普通貨物車）の４車種分類とした。

(b)沿道モデル

複雑な道路構造・周辺建物状況の条件において、大気汚染物質濃度の空間分布を精度良く計算でき、かつ、年平均濃度が計算できる程度に計算時間を短縮するために、風洞実験に基づくパラメタリゼーションによって気流モデルを簡略化し、その気流場を用いて汚染物質の輸送拡散を計算する計算手法（半解析半数値型の沿道モデル）を開発・使用した。この沿道モデルは、幹線道路から 150m 程度を計算対象とし、計算分解能は水平・鉛直３m とした。

(c)広域解析モデル

広域解析モデルは対象幹線道路以外の幹線道路網からの寄与を推計するものである。具体的には当該地域の道路交通センサス対象道路の全てを点煙源とし、拡散型の拡散モデルを使用してその寄与濃度を推計地点ごとに推計した。

(d)超広域モデル

超広域モデルは、沿道モデル、広域解析モデルの対象外となる発生源（非幹線道路、固定発生源、船舶、航空機など）からの寄与濃度を計算し、調査対象地域でのバックグランド濃度、調査対象地域外への転居者の屋外濃度として推計した。このモデルでは発生源を３次メッシュ（約１km四方）の面源として扱い、３次メッシュの中点において屋外濃度（同一メッシュ内の屋外濃度は均一とみなす）を推計した。

②屋外濃度推計結果の検証（連続測定、間欠測定）

屋外濃度推計モデルの妥当性を評価するため、対象幹線道路の沿道の屋外濃度連続測定地点（P.24「⑤屋外連続測定」参照）における EC 及び NOx の測定結果と、また、協力者家屋、小学校において実施した EC 及び NOx 屋外濃度の間欠測定結果（P.25「⑥間欠測定」参照）と比較検討を行った。

③屋内濃度推計

家屋、小学校、保育所の屋内濃度は同一地点の屋外濃度推計値から線形回帰モデルにより推計した。それぞれの線形回帰モデルは学童調査等において実施した屋内･屋外の間欠測定結果（P.25「⑥間欠測定」参照）を踏まえてパラメータを設定した（P.36「②屋外濃度からの屋内濃度推計」参照）。

④個人曝露推計

学童、幼児、成人の各調査における個人曝露推計の概要は表Ⅰ-3-2-2 に、また、時間加重モデルの概要は表Ⅰ-3-2-3①～③に示す。

(a)学童調査

学童調査では平成 16 年度から平成 20 年度の毎年の個人曝露量を推計した。1 年 365 日のうち、登校日は 200 日、休業、休日はそれぞれ 45 日、120 日とした。登校日の 1 日 24 時間は、小学校（屋内濃度を適用）は 7 時間、通学（屋外）は質問票の回答による個別値、その他（屋外）は質問票の回答による学年平均時間、自宅（屋内）は残り時間として、屋内濃度又は屋外濃度推計値を時間加重して推計した。

(b)幼児調査

幼児調査では生後から１歳６か月までの個人曝露量の平均値を推計した。1 年 365 日は平日 245 日、休日 120 日とした。平日 1 日 24 時間は、保育所（屋内濃度を適用）は質問票の回答による個別値の時間、その他（屋外）は 2 時間、自宅（屋内）は残り時間として、屋内濃度又は屋外濃度推計値を時間加重して推計した。なお、その他の時間は間欠測定対象者が記載した行動調査票の数値を参考に一律に設定した。

(c)成人調査

成人調査では、平成 16 年度から平成 19 年度までの４年間平均値（ぜん息に関する症例対照研

究対象者)、平成19年度平均値（慢性閉塞性肺疾患(COPD)に関する研究対象者）の個人曝露量を推計した。１年365日のうち、平日は245日、休日120日として、平日、休日とも自宅（屋内）で１日24時間を過ごすと仮定して推計した。

(d)個人曝露推計の検証

個人曝露推計の妥当性を評価するため、学童調査ではNOxのみ、幼児、成人調査ではEC及びNOxについて、一部対象者の協力を得て、個人モニターによる曝露量の測定を行い、個人曝露推計値と比較検討を行った。

表Ⅰ-3-2-2　個人曝露推計の概要

項目	学童調査	幼児調査	成人調査
対象物質	EC,NOx	EC,NOx	EC,NOx
曝露期間	H16～H20 各年平均値	生後から１歳６か月までの18か月平均値	H16～H19の４年間平均値 H19年平均値
屋外濃度推計値			
自宅	○	○	○
小学校（保育所）	○	○	－
通学	自宅・小学校の平均値	－	－
その他	小学校毎の自宅の平均値	自宅又は保育所	－
屋内濃度推計値			
自宅	○	○	○
小学校（保育所）	○	○	－
屋内外パラメータ			
自宅	自宅の屋内外測定結果の回帰分析（傾き共通、切片のみ異なる）		
小学校（保育所）	小学校の屋内外測定結果の回帰分析		－
行動時間			
自宅	17h－通学－その他	22h－保育所	24h
小学校（保育所）	7h	個別値	－
通学	個別値	－	－
その他	学年別平均値	2h	－

表Ⅰ-3-2-3①　時間加重モデルの概要（学童調査）

時間＼日	登校日（200 日）	休業(45 日)	休日（120 日）
17-a-b	自宅（屋内）	自宅（屋内）	自宅（屋内）
7h	小学校（屋内）		
a:個別値	通学（屋外）		
b:学年平均	その他（屋外）		

表Ⅰ-3-2-3②　時間加重モデルの概要（幼児調査）

時間＼日	平日（245 日）	休日（120 日）
22-a	自宅（屋内）	自宅（屋内）
a:個別値	保育所（屋内）	
2h	その他（屋外）	

表Ⅰ-3-2-3③　時間加重モデルの概要（成人調査）

時間＼日	平日（245 日）	休日（120 日）
24h	自宅（屋内）	自宅（屋内）

⑤屋外連続測定

調査対象地域内の幹線道路沿道及び一般環境における大気汚染の状況を把握するために、平成17年９月以降に学童調査対象地域の観測地点（番号1～47）において、また、平成18年７月以降に幼児調査対象地域の観測地点（番号48～51）において順次測定を開始した。その後、測定を継続し、平成21年９月以降に順次測定を終了した。

観測地点は表Ⅰ-3-2-4に示すとおりである。

測定は自動測定器（SPM-613D,NA-623　紀本電子工業株式会社）を用いて行った。なお、ECについては並行測定結果に基づき設定した補正式（EC＝1.352×（OBC－0.15））により測定項目OBC（μg/m³）をEC（μg/m³）に換算した。

表Ⅰ-3-2-4　観測地点一覧

番号	地域	路線名	位置
1	千葉市	国道357号	0m
2			20m
3			50m
4			100m
5		遠隔地	－
6	世田谷区	国道246号	0m
7			20m
8			50m
9			100m
10		環状７号	0m
11			20m
12			50m
13			0m_2
14		環状８号	0m
15			20m
16			50m
17			100m
18		遠隔地	－
19	川崎市	東名高速	0m
20			20m
21			50m
22			100m
23		遠隔地	－
24	名古屋市	国道23号	0m
25			20m
26			50m
27			100m
28		国道302号	0m
29			20m
30			50m
31			100m
32		遠隔地	－
33	大阪北東部	中央環状線	0m
34			20m
35			50m
36			100m
37		遠隔地	－
38	大阪西部	国道43号	0m
39			20m
40			50m
41			100m
42		遠隔地	－
43	兵庫東部	国道43号	0m
44			20m
45			50m
46			100m
47		遠隔地	－
48	板橋区		
49	川崎市		
50	横浜市		
51	神戸市		

※番号13は国道246号と環状7号との交差点の状況を把握するために設定した。

⑥間欠測定

調査対象である学童、幼児、成人の生活環境における大気汚染物質への曝露状況を把握するために、一部の対象者の家屋の屋外濃度及び屋内濃度、個人曝露量の測定を行い、学童調査では対象小学校の屋外濃度及び屋内濃度の測定も行った。なお、学童調査の個人曝露量測定はNOxのみとした。測定中は家屋内の発生源の状況や行動内容についても調査した。

観測概要は表Ⅰ-3-2-5に示すとおりである。

NOxの測定は短期曝露型サンプラー（PTIO）を用いて行い、フローインジェクション法による比色定量分析により定量した。

ECの測定は個人サンプラー及び吸引ポンプを用いて行い、炭素分析計（MODEL2001　DRI社製）でIMPROVE法により定量した。

表Ⅰ-3-2-5　観測概要

			学童調査	幼児調査	成人調査
家屋	屋外	EC,NOx	131世帯	98世帯	58世帯
	屋内	EC,NOx	131世帯	98世帯	58世帯
個人曝露量		EC	－	98世帯	58世帯
		NOx	131世帯	98世帯	58世帯
観測時間	平日		48時間	48時間	48時間
	休日		48時間	48時間	48時間
観測回数			４期	４期	４期
観測期間			H18.1～H18.12	H19.1～H19.12	H20.1～H20.12
小学校	屋外	EC,NOx	57校	－	－
	屋内	EC,NOx	57校	－	－
観測時間	平日		48時間	－	－
観測回数			４期	－	－
観測期間			H18.4～H19.3 H19.10～H20.9	－	－

※観測回数：第１期（１～３月）、第２期（４～６月）、第３期（７～９月）、第４期（10～12月）に各１回、観測した。

Ⅱ．調査結果

１．曝露評価

（１）屋外連続測定結果

①屋外連続測定

屋外連続測定結果は、表Ⅱ-1-1-1①～③、図Ⅱ-1-1-1①～⑪に示すとおりである。なお、１年間を通した観測が実施できた平成 18 年度～平成 20 年度の測定結果を整理した。路線番号 48～51 については平成 18 年度の調査日数が 210～250 日程度と若干少ない。

いずれの大気汚染物質においても経年的に減少する傾向がみられた。

曝露指標である EC の１時間値の年平均値は 1.5～6.8μg/m³(H18)、1.2～5.7μg/m³(H19)、1.0～4.8μg/m³(H20)、NOx の１時間値の年平均値は 10.8～106.2ppb(H18)、9.0～99.2ppb(H19)、9.4～92.0ppb(H20)であった。

その他、観測を行った項目については、一酸化窒素（以下「NO」という）の１時間値の年平均値は 2.5～73.8ppb(H18)、2.0～68.5ppb(H19)、1.6～62.0ppb(H20)、二酸化窒素（以下「NO2」という）の１時間値の年平均値は 8.3～42.3ppb(H18)、7.0～39.4ppb(H19)、7.5～39.0ppb(H20)、SPM の１時間値の年平均値は 24.5～35.8μg/m³(H18)、23.4～33.3μg/m³(H19)、21.1～30.2μg/m³(H20)、微小粒子状物質（以下「PM2.5」という）の１時間値の年平均値は 21.3～31.7μg/m³(H18)、20.6～30.7μg/m³(H19)、18.5～28.2μg/m³(H20)であった。

なお、NO2 の日平均値の 98％値は 20.6～67.6ppb(H18)、20.0～59.7ppb(H19)、18.4～59.5ppb(H20)、SPM の日平均値の 2%除外値は 56.8～85.6μg/m³(H18)、59.7～91.0μg/m³(H19)、49.4～68.6μg/m³(H20)であった。NO2 については平成 18 年度に路線番号 13,14 の２地点で環境基準を超過していた。SPM については日平均値の 2%除外値が環境基準を超過する地点はなかったが、日平均値が 0.10mg/m³を超えた日が２日以上連続した地点が番号 5,24,25 の３地点（いずれも平成 19 年度）であった。

表Ⅱ-1-1-1①　屋外連続測定結果一覧表：平成 18 年度

No	路線名	距離帯	NO [ppb]	NO2 [ppb]	NOx [ppb]	SPM [μg/m³]	PM2.5 [μg/m³]	EC [μg/m³]
1	国道357号	0m	73.8	32.4	106.2	31.4	28.4	6.8
2	国道357号	20m	32.6	26.6	59.2	30.9	26.6	4.5
3	国道357号	50m	22.4	23.7	46.1	26.7	24.9	3.4
4	国道357号	100m	7.3	17.4	24.7	25.3	22.8	2.7
5	千葉市	遠隔	2.6	8.8	11.4	24.5	22.0	1.7
6	国道246号	0m	54.7	36.0	90.8	31.0	28.2	5.4
7	国道246号	20m	33.6	33.2	66.8	30.6	27.9	4.2
8	国道246号	50m	15.7	27.9	43.7	29.5	26.3	2.8
9	国道246号	100m	11.8	26.9	38.6	27.6	24.8	2.7
10	環状７号	0m	30.9	34.8	65.8	32.2	28.7	4.0
11	環状７号	20m	16.1	29.3	45.3	28.8	26.3	3.1
12	環状７号	50m	16.3	29.7	46.0	28.2	25.8	2.8
13	環状７号	0m_2	53.1	42.3	95.4	34.1	29.0	5.6
14	環状８号	0m	60.6	39.7	100.3	35.8	28.8	5.8
15	環状８号	20m	18.0	28.9	46.9	29.0	26.1	3.5
16	環状８号	50m	13.6	26.6	40.1	27.2	24.5	2.8
17	環状８号	100m	12.3	25.1	37.4	28.1	25.0	2.7
18	世田谷区	遠隔	8.3	22.2	30.5	28.9	23.4	2.2
19	東名高速	0m	15.2	27.0	42.1	27.7	24.3	3.7
20	東名高速	20m	13.8	26.9	40.7	28.7	24.9	3.2
21	東名高速	50m	13.0	26.6	39.6	27.7	24.8	3.0
22	東名高速	100m	15.0	25.6	40.7	28.1	25.5	3.0
23	川崎市	遠隔	4.8	19.7	24.5	30.4	25.3	2.5
24	国道23号	0m	51.4	36.0	87.4	34.2	31.7	5.5
25	国道23号	20m	35.5	33.5	69.0	34.3	31.3	5.2
26	国道23号	50m	24.8	31.2	56.0	30.5	27.7	4.5
27	国道23号	100m	12.8	25.0	37.8	33.1	29.7	3.3
28	国道302号	0m	12.9	22.4	35.3	29.9	27.0	2.8
29	国道302号	20m	12.0	22.2	34.2	29.1	26.7	2.8
30	国道302号	50m	11.2	22.1	33.2	28.3	25.6	2.5
31	国道302号	100m	10.0	23.1	33.1	29.1	26.2	3.0
32	名古屋市	遠隔	6.1	18.7	24.7	29.1	26.3	2.4
33	中央環状線	0m	32.1	29.4	61.6	29.6	27.2	4.6
34	中央環状線	20m	21.2	29.0	50.3	28.3	25.0	4.0
35	中央環状線	50m	16.4	26.4	42.8	28.2	25.1	3.8
36	中央環状線	100m	14.0	25.7	39.7	29.2	26.0	2.9
37	茨木市	遠隔	2.5	8.3	10.8	25.1	21.9	1.5
38	国道43号	0m	18.4	28.5	46.9	30.2	26.8	3.5
39	国道43号	20m	15.7	26.8	42.5	30.7	27.0	3.1
40	国道43号	50m	14.5	27.8	42.3	30.2	27.3	2.9
41	国道43号	100m	10.5	23.5	34.0	29.6	26.8	2.6
42	尼崎市	遠隔	6.0	17.8	23.8	28.3	24.2	2.2
43	国道43号	0m	43.1	36.0	79.1	28.8	25.9	5.6
44	国道43号	20m	30.6	33.5	64.2	29.5	25.4	4.2
45	国道43号	50m	22.9	30.1	53.0	28.1	24.2	3.9
46	国道43号	100m	9.7	21.5	31.2	26.2	23.5	2.3
47	芦屋市	遠隔	2.9	12.0	14.9	27.0	21.8	1.5
48	板橋区		19.0	29.9	48.9	30.7	26.2	4.1
49	川崎市		14.3	27.9	42.2	30.3	24.2	3.3
50	横浜市		12.0	24.8	36.8	29.9	23.6	3.1
51	神戸市		5.6	15.1	20.7	26.4	21.3	1.9

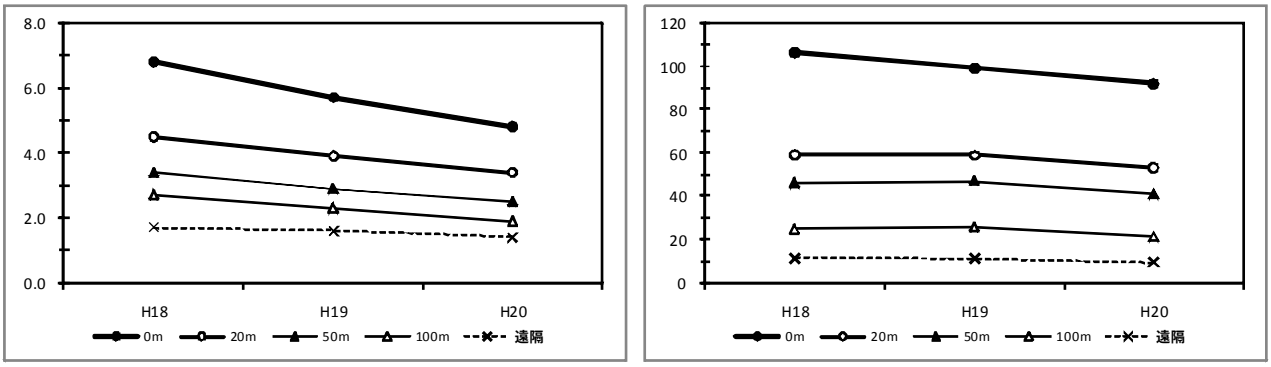
表Ⅱ-1-1-1②　屋外連続測定結果一覧表：平成 19 年度

No	路線名	距離帯	NO [ppb]	NO2 [ppb]	NOx [ppb]	SPM [μg/m³]	PM2.5 [μg/m³]	EC [μg/m³]
1	国道357号	0m	68.5	30.7	99.2	29.8	26.3	5.7
2	国道357号	20m	32.9	25.9	58.8	29.3	25.4	3.9
3	国道357号	50m	23.3	23.7	47.0	26.3	24.4	2.9
4	国道357号	100m	8.0	17.7	25.7	24.8	22.1	2.3
5	千葉市	遠隔	2.6	8.6	11.2	25.4	22.3	1.6
6	国道246号	0m	52.3	35.0	87.3	28.0	25.7	4.9
7	国道246号	20m	32.0	31.7	63.7	28.0	25.5	3.5
8	国道246号	50m	14.7	25.8	40.5	27.1	23.8	2.4
9	国道246号	100m	11.2	25.4	36.6	24.7	22.2	2.2
10	環状７号	0m	28.0	32.0	60.0	28.1	25.2	3.2
11	環状７号	20m	14.2	26.4	40.6	24.9	22.6	2.5
12	環状７号	50m	15.7	27.6	43.3	25.3	23.3	2.4
13	環状７号	0m_2	46.5	39.4	85.9	30.2	25.4	4.4
14	環状８号	0m	54.2	37.2	91.4	32.4	25.9	4.9
15	環状８号	20m	16.4	26.1	42.5	26.5	23.7	2.7
16	環状８号	50m	13.1	24.6	37.7	25.0	22.2	2.2
17	環状８号	100m	12.2	24.0	36.1	26.6	23.7	2.0
18	世田谷区	遠隔	7.8	20.6	28.4	26.4	21.6	1.8
19	東名高速	0m	14.6	25.5	40.1	24.8	22.0	3.2
20	東名高速	20m	12.6	24.4	37.0	28.2	25.1	2.6
21	東名高速	50m	12.2	24.4	36.5	24.7	22.1	2.4
22	東名高速	100m	14.3	24.0	38.3	24.9	22.1	2.5
23	川崎市	遠隔	4.6	18.2	22.8	25.2	20.6	2.1
24	国道23号	0m	48.1	35.0	83.0	32.8	30.5	4.9
25	国道23号	20m	32.2	30.8	63.0	33.3	30.7	4.2
26	国道23号	50m	22.4	29.2	51.6	28.5	25.9	3.7
27	国道23号	100m	10.9	22.8	33.7	29.6	26.1	2.6
28	国道302号	0m	11.2	20.8	32.1	26.0	23.0	2.2
29	国道302号	20m	10.4	20.3	30.7	25.5	23.1	2.3
30	国道302号	50m	9.5	20.0	29.5	26.0	22.9	2.2
31	国道302号	100m	8.1	20.6	28.7	25.5	23.4	2.4
32	名古屋市	遠隔	5.0	16.8	21.8	26.3	23.8	1.9
33	中央環状線	0m	31.1	28.8	59.9	28.0	25.8	4.0
34	中央環状線	20m	20.0	28.3	48.3	26.8	23.5	3.5
35	中央環状線	50m	14.7	25.0	39.6	26.7	24.2	3.1
36	中央環状線	100m	12.1	24.1	36.2	26.2	24.0	2.2
37	茨木市	遠隔	2.0	7.0	9.0	23.4	20.8	1.2
38	国道43号	0m	16.2	28.2	44.3	30.5	27.7	2.6
39	国道43号	20m	14.1	25.9	39.9	28.4	25.2	2.2
40	国道43号	50m	12.5	26.0	38.5	30.7	28.4	2.7
41	国道43号	100m	8.7	21.7	30.4	27.2	24.9	1.9
42	尼崎市	遠隔	4.6	15.9	20.5	25.0	22.2	1.8
43	国道43号	0m	40.5	35.1	75.6	25.6	23.4	4.6
44	国道43号	20m	26.2	31.3	57.5	26.0	23.4	3.5
45	国道43号	50m	18.6	27.0	45.6	26.1	22.3	2.8
46	国道43号	100m	7.0	19.6	26.5	23.9	21.6	1.7
47	芦屋市	遠隔	2.0	10.6	12.6	26.0	20.9	1.3
48	板橋区		15.3	27.3	42.6	31.6	25.9	3.5
49	川崎市		11.7	26.6	38.3	31.3	24.2	3.1
50	横浜市		9.0	22.0	31.0	28.1	22.1	2.7
51	神戸市		3.8	14.0	17.8	32.3	25.0	1.8

表Ⅱ-1-1-1③　屋外連続測定結果一覧表：平成 20 年度

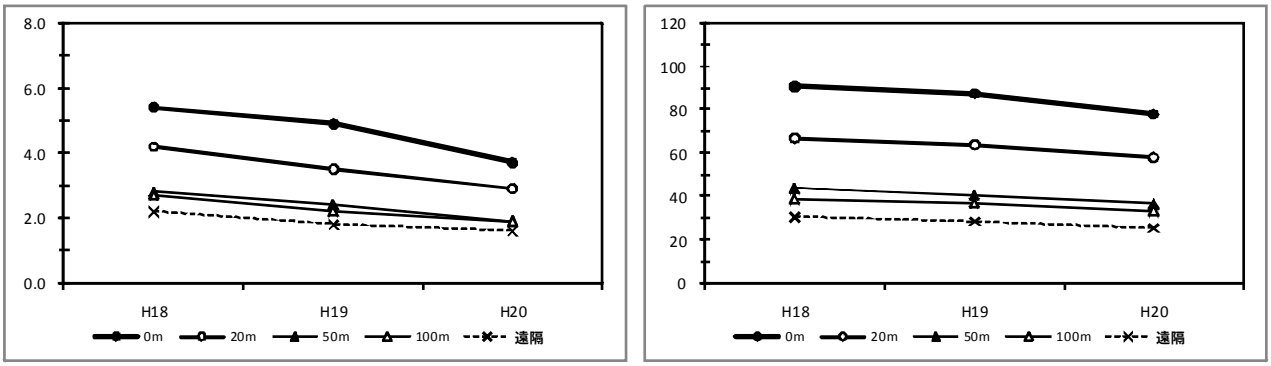
No	路線名	距離帯	NO [ppb]	NO2 [ppb]	NOx [ppb]	SPM [μg/m³]	PM2.5 [μg/m³]	EC [μg/m³]
1	国道357号	0m	62.0	30.0	92.0	27.7	24.4	4.8
2	国道357号	20m	28.1	24.9	53.0	27.9	24.4	3.4
3	国道357号	50m	18.6	22.4	41.0	25.0	22.9	2.5
4	国道357号	100m	5.2	16.0	21.2	23.0	20.7	1.9
5	千葉市	遠隔	1.6	7.8	9.4	21.1	18.8	1.4
6	国道246号	0m	44.0	33.8	77.9	27.0	24.5	3.7
7	国道246号	20m	27.0	30.9	57.9	27.4	25.2	2.9
8	国道246号	50m	11.7	24.9	36.5	25.7	23.2	1.9
9	国道246号	100m	8.8	24.3	33.1	23.4	21.1	1.9
10	環状７号	0m	24.9	31.2	56.1	27.5	24.3	2.8
11	環状７号	20m	12.3	25.9	38.3	24.4	22.1	2.1
12	環状７号	50m	12.8	26.8	39.6	24.9	22.6	2.1
13	環状７号	0m_2	42.1	39.0	81.1	28.4	24.4	4.2
14	環状８号	0m	49.3	36.5	85.8	29.8	24.3	4.2
15	環状８号	20m	14.2	25.3	39.4	25.6	22.9	2.4
16	環状８号	50m	10.8	23.9	34.7	25.0	22.4	1.8
17	環状８号	100m	9.6	22.7	32.3	24.5	22.1	1.7
18	世田谷区	遠隔	6.0	19.4	25.4	25.8	21.1	1.6
19	東名高速	0m	12.4	24.7	37.0	24.0	21.3	2.7
20	東名高速	20m	10.8	23.6	34.4	25.8	22.9	2.4
21	東名高速	50m	10.5	23.6	34.2	24.1	21.5	2.1
22	東名高速	100m	11.6	22.8	34.4	23.2	21.2	2.0
23	川崎市	遠隔	3.3	17.1	20.4	23.9	20.2	1.8
24	国道23号	0m	46.5	33.9	80.3	30.0	28.0	4.4
25	国道23号	20m	31.4	29.8	61.2	30.2	28.2	3.4
26	国道23号	50m	21.4	27.9	49.3	25.0	22.8	3.1
27	国道23号	100m	10.3	22.1	32.3	29.2	25.6	2.2
28	国道302号	0m	9.8	19.4	29.3	25.0	22.0	2.0
29	国道302号	20m	9.6	19.6	29.2	24.8	22.5	2.0
30	国道302号	50m	8.9	19.6	28.4	24.7	22.1	1.9
31	国道302号	100m	7.4	19.4	26.8	24.0	22.2	2.1
32	名古屋市	遠隔	4.4	16.0	20.4	25.5	23.3	1.6
33	中央環状線	0m	27.0	27.6	54.7	26.6	24.0	3.2
34	中央環状線	20m	16.7	26.8	43.6	25.2	21.7	2.8
35	中央環状線	50m	12.5	23.4	35.9	24.7	22.8	2.5
36	中央環状線	100m	10.8	23.4	34.2	24.0	21.5	2.0
37	茨木市	遠隔	2.1	7.5	9.7	21.5	19.2	1.2
38	国道43号	0m	14.1	27.2	41.3	27.6	25.6	2.4
39	国道43号	20m	13.6	26.4	40.0	26.4	23.3	1.8
40	国道43号	50m	11.9	25.9	37.9	25.7	23.8	2.2
41	国道43号	100m	8.7	21.6	30.3	24.5	22.1	1.7
42	尼崎市	遠隔	4.2	16.0	20.2	23.5	21.1	1.6
43	国道43号	0m	39.4	35.4	74.8	24.8	22.8	3.9
44	国道43号	20m	24.7	30.7	55.3	23.4	21.5	2.9
45	国道43号	50m	17.7	26.6	44.3	22.8	19.9	2.3
46	国道43号	100m	7.1	18.9	26.0	21.9	20.0	1.5
47	芦屋市	遠隔	2.0	11.1	13.1	22.7	18.5	1.0
48	板橋区		10.0	25.0	35.0	29.0	24.5	3.0
49	川崎市		9.3	25.1	34.3	27.6	22.0	2.4
50	横浜市		6.9	20.4	27.3	25.7	21.0	2.3
51	神戸市		3.2	13.4	16.6	26.2	20.8	1.6

地域：千葉市　　路線：国道３５７号　　項目：ＥＣ[μg/㎥]　　地域：千葉市　　路線：国道３５７号　　項目：ＮＯｘ[ppb]



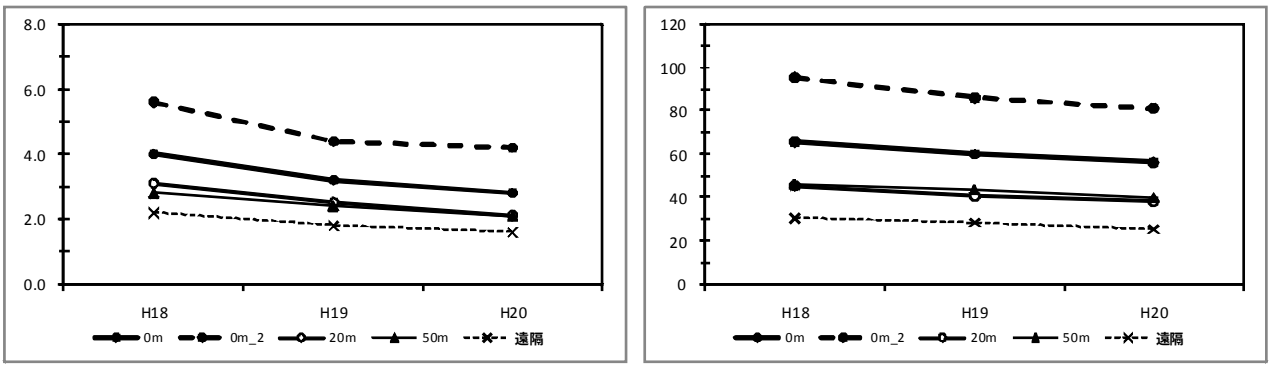
図Ⅱ-1-1-1①　屋外連続測定結果：千葉市　国道 357 号

地域：世田谷区　　路線：国道２４６号　　項目：ＥＣ[μg/㎥]　　地域：世田谷区　　路線：国道２４６号　　項目：ＮＯｘ[ppb]



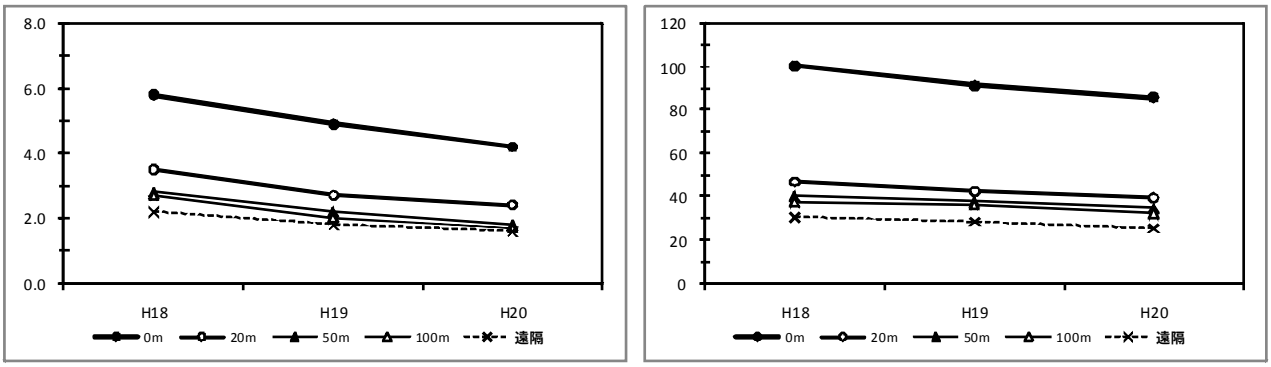
図Ⅱ-1-1-1②　屋外連続測定結果：世田谷区　国道 246 号

地域：世田谷区　　路線：環状７号　　項目：ＥＣ[μg/㎥]　　地域：世田谷区　　路線：環状７号　　項目：ＮＯｘ[ppb]

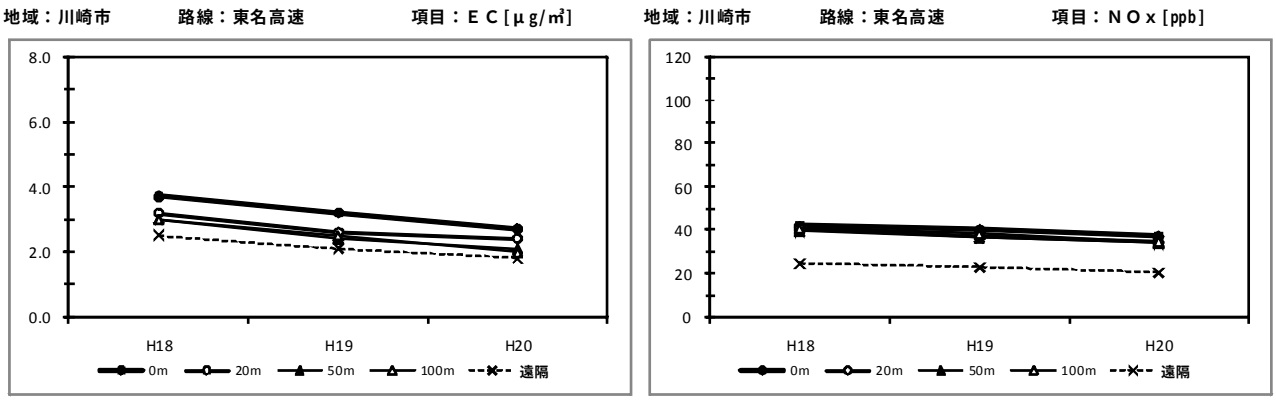


図Ⅱ-1-1-1③　屋外連続測定結果：世田谷区　環状７号

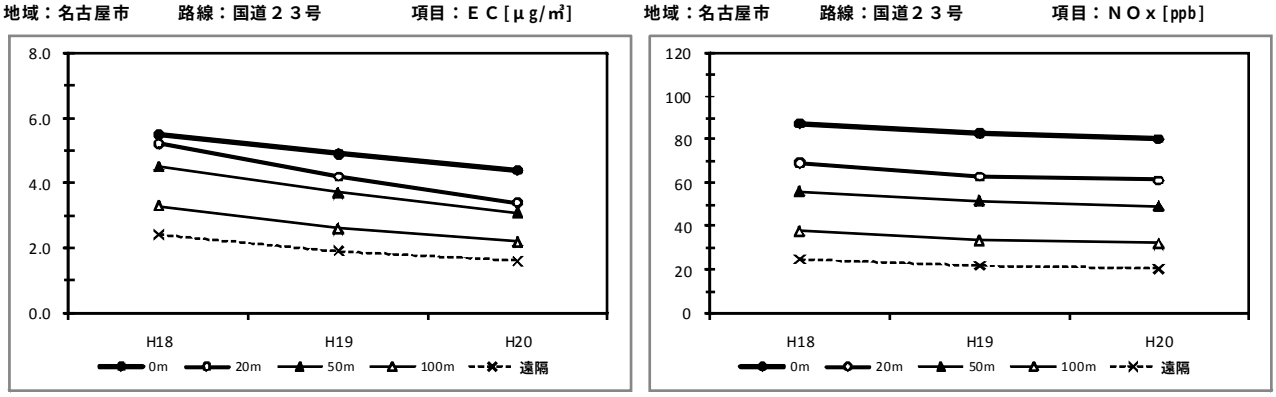
地域：世田谷区　　路線：環状８号　　項目：ＥＣ[μg/㎥]　　地域：世田谷区　　路線：環状８号　　項目：ＮＯｘ[ppb]



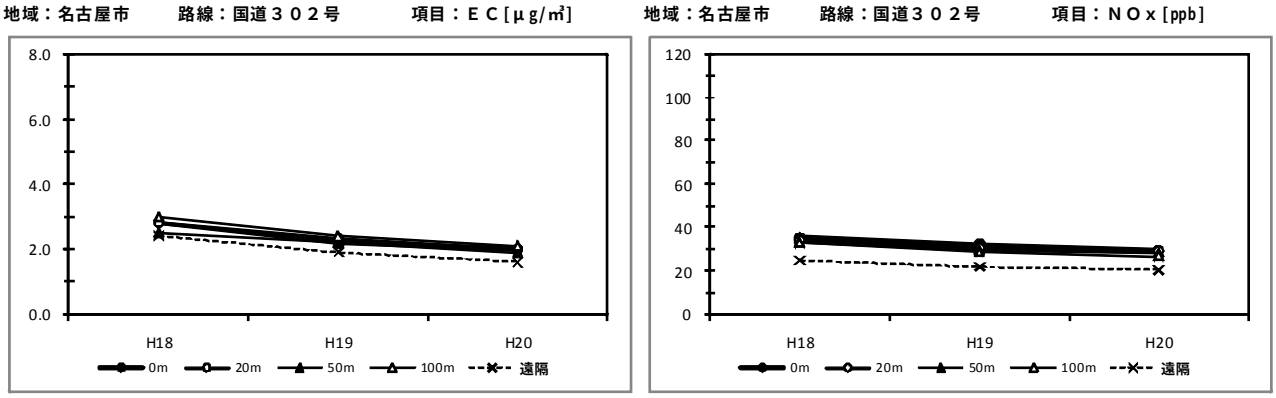
図Ⅱ-1-1-1④　屋外連続測定結果：世田谷区　環状８号



図Ⅱ-1-1-1⑤　屋外連続測定結果：川崎市　東名高速

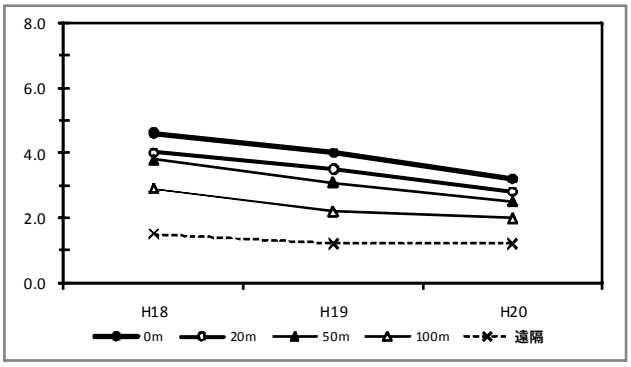


図Ⅱ-1-1-1⑥　屋外連続測定結果：名古屋市　国道 23 号

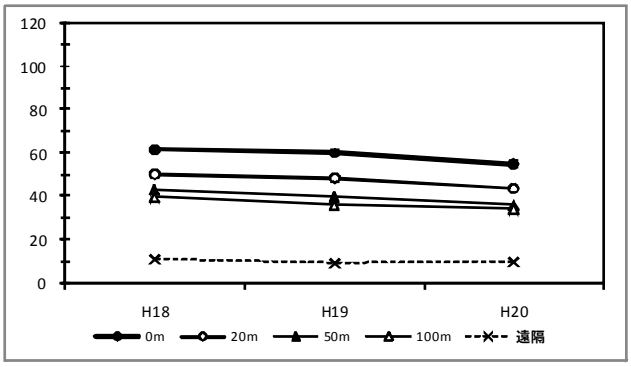


図Ⅱ-1-1-1⑦　屋外連続測定結果：名古屋市　国道 302 号

地域：大阪北東部　路線：中央環状線　項目：ＥＣ[μg/㎥]

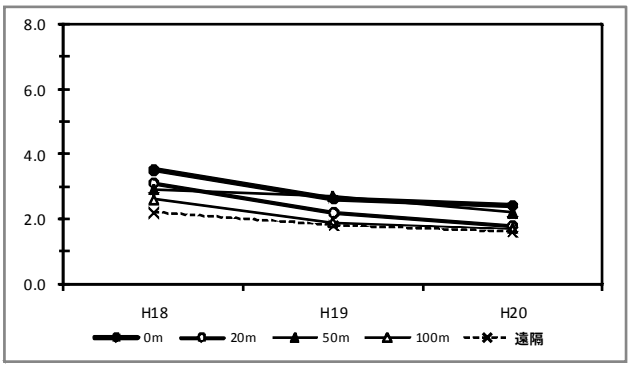


地域：大阪北東部　路線：中央環状線　項目：ＮＯｘ[ppb]

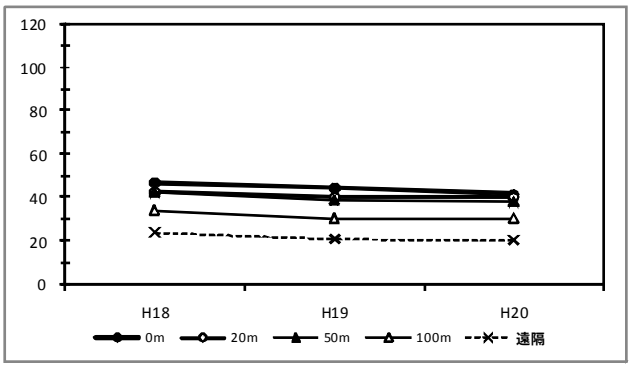


図Ⅱ-1-1-1⑧　屋外連続測定結果：大阪北東部　中央環状線

地域：大阪西部　路線：国道４３号　項目：ＥＣ[μg/㎥]

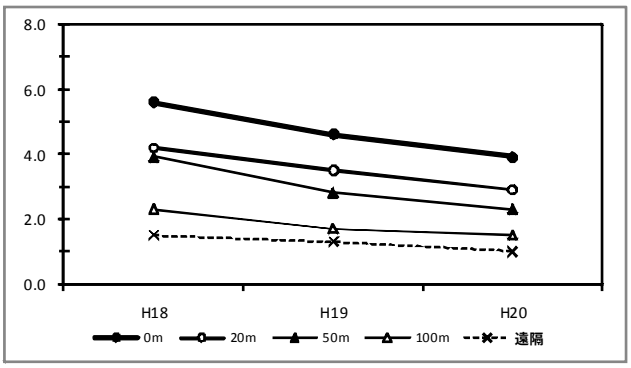


地域：大阪西部　路線：国道４３号　項目：ＮＯｘ[ppb]

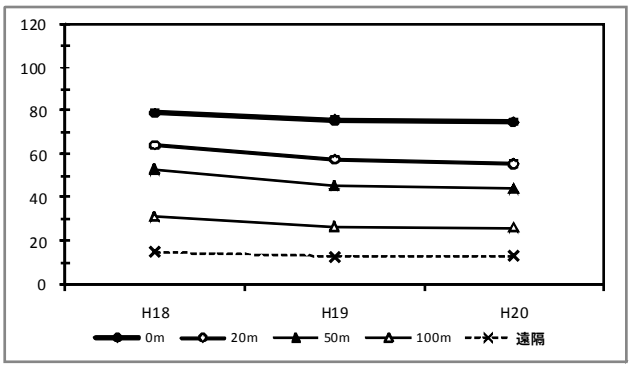


図Ⅱ-1-1-1⑨　屋外連続測定結果：大阪西部　国道 43 号

地域：兵庫東部　路線：国道４３号　項目：ＥＣ[μg/㎥]

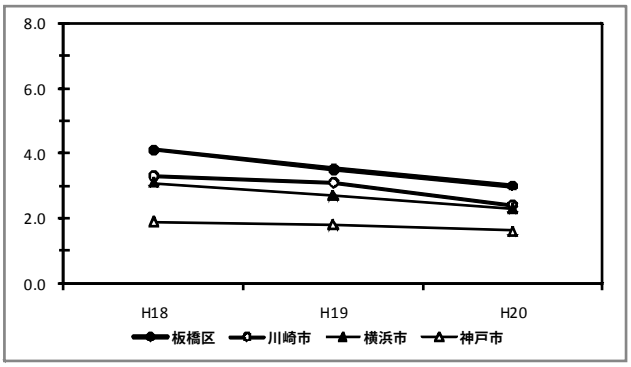


地域：兵庫東部　路線：国道４３号　項目：ＮＯｘ[ppb]

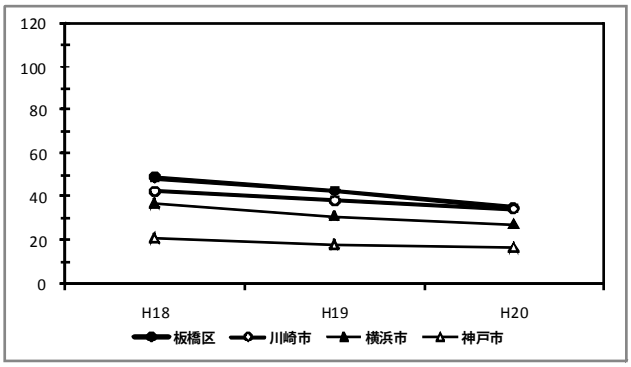


図Ⅱ-1-1-1⑩　屋外連続測定結果：兵庫東部　国道 43 号

一般環境　項目：ＥＣ[μg/㎥]



一般環境　項目：ＮＯｘ[ppb]

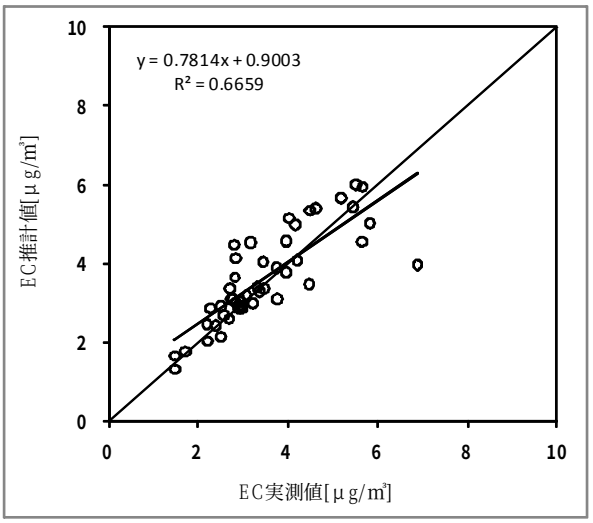


図Ⅱ-1-1-1⑪　屋外連続測定結果：一般環境

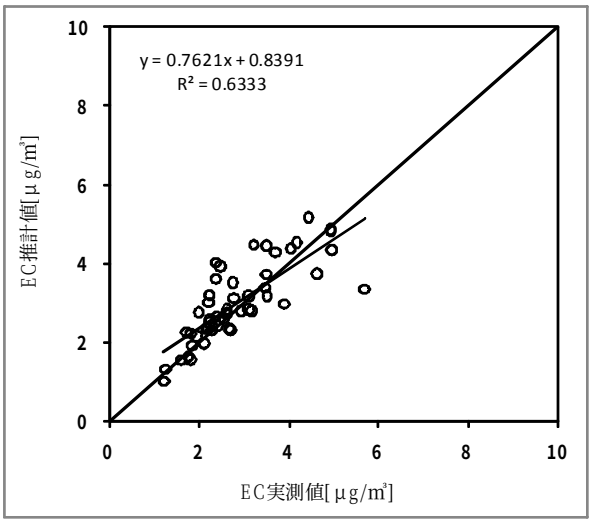
②屋外連続測定結果を利用した屋外濃度推計モデルの妥当性

前述の連続測定地点及び大気汚染常時監視局において屋外濃度推計モデルによる屋外濃度推計を行い、実測値（年平均値）と推計値（年平均値）の比較を行った。比較結果は図Ⅱ-1-1-2①～②に示すとおりである。なお、EC については連続測定地点でのみ実測調査を行っており、年間を通した実測結果のある平成 18～20 年度の結果を整理した。NOx については平成 16～17 年度は大気汚染常時監視局の測定結果のみを整理し、平成 18～20 年度は連続測定地点及び大気汚染常時監視局の測定結果を整理した。推計値は実測値を良く再現していた。

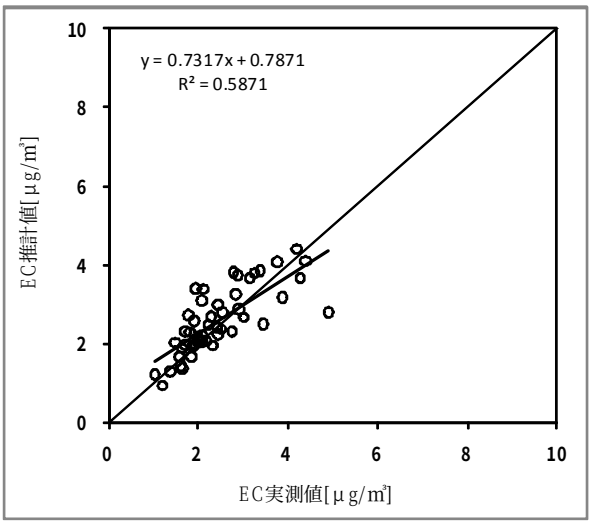
平成１８年度



平成１９年度

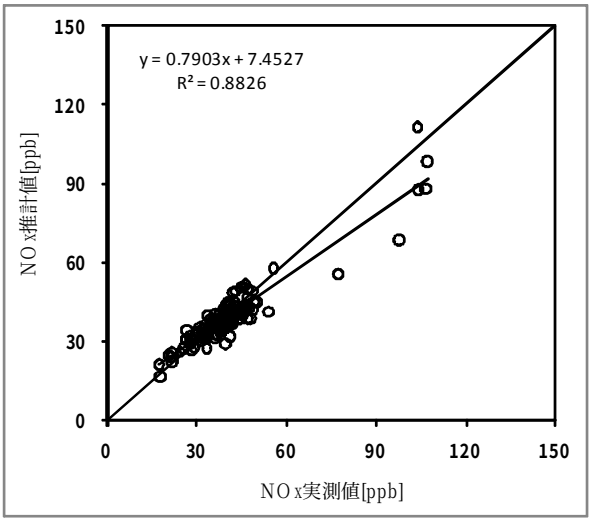


平成２０年度

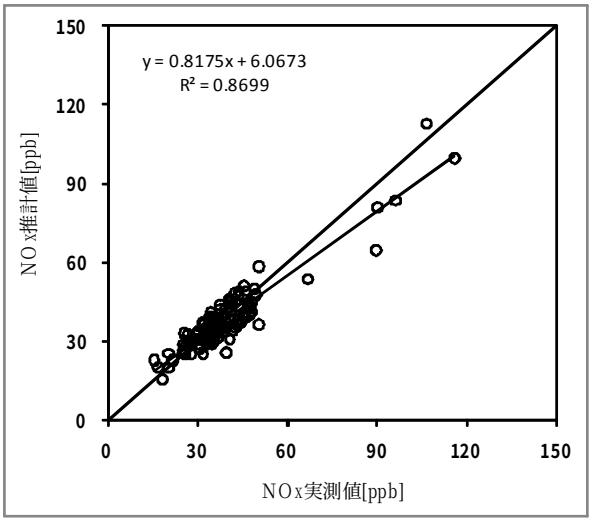


図Ⅱ-1-1-2①　実測値と推計値の比較（EC）

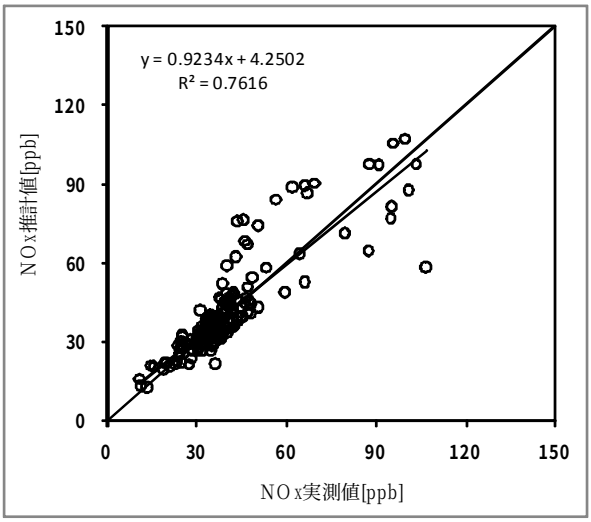
平成１６年度



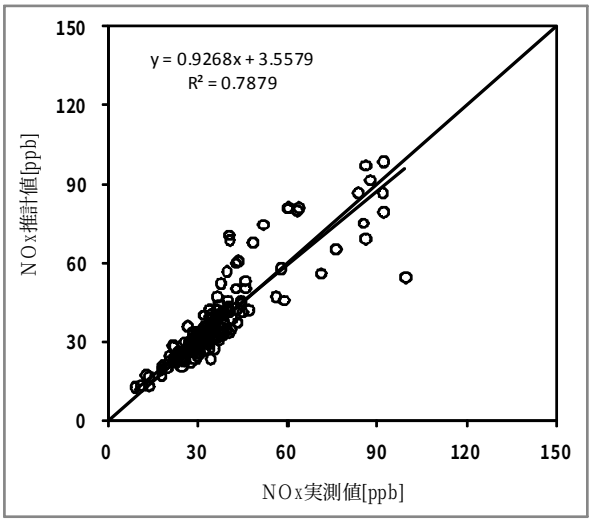
平成１７年度



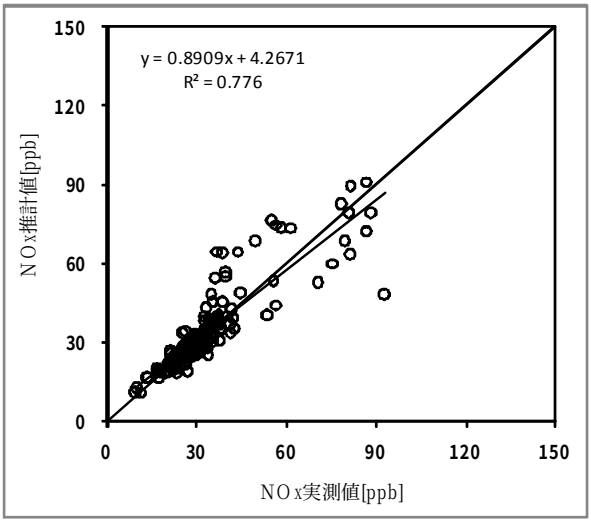
平成１８年度



平成１９年度



平成２０年度



図Ⅱ-1-1-2②　実測値と推計値の比較（NOx）

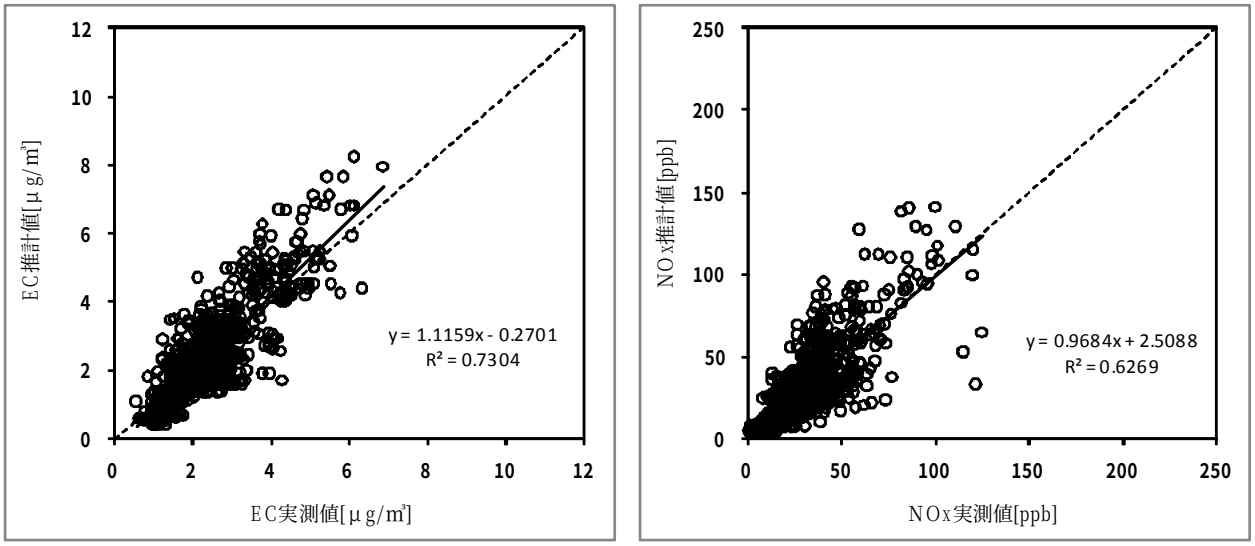
（２）間欠測定結果

①屋外濃度間欠測定結果を利用した屋外濃度推計モデルの妥当性

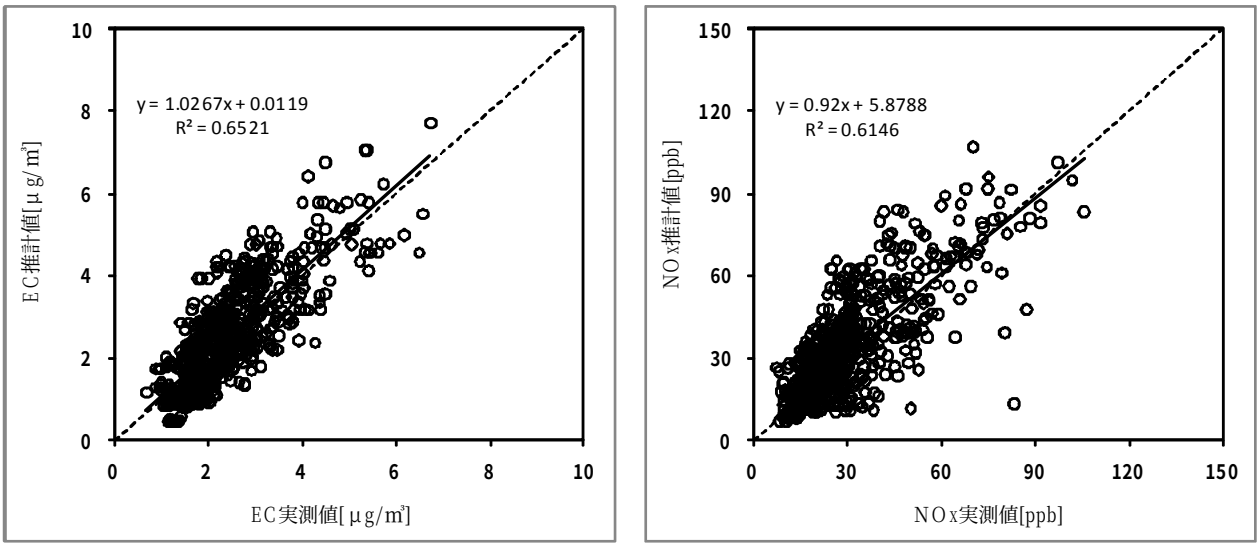
前述の間欠測定の家屋屋外濃度について実測値と推計値の比較を行った。比較結果は図Ⅱ-1-2-1①～②に示すとおりである。

なお、間欠測定は平日・休日別、期別に 48 時間の測定を行った結果であり、推計値（年平均値）と単純に比較することはできない。従って、間欠測定地点直近の連続測定地点を抽出し年平均値に対する間欠測定実施日の測定値（48 時間平均値）の比を算出し、この比を推計値（年平均値）に乗ずることにより間欠測定実施日における推計値（48 時間平均値）を算出した。

間欠測定結果から年平均値を推計する際に生じる誤差はあるものの、連続測定結果の年平均濃度の再現性（図Ⅱ-1-1-2①～②）と比較すると、推計値と実測値の相関は同程度であり、モデルは実測値をほぼ同様に再現できることが確認できた。



図Ⅱ-1-2-1①　実測値と推計値の比較（学童調査）



図Ⅱ-1-2-1②　実測値と推計値の比較（幼児調査）

②屋外濃度からの屋内濃度推計

屋外濃度から屋内濃度を推計するための屋内外パラメータを設定するために回帰分析を行った。回帰分析は、一般に屋内濃度平均値 *Ci* と屋外濃度平均値 *Co* の関係を屋内空気質モデルを単純化した場合の式　$Ci=P\cdot Co+S/q$　において、*P*：屋外汚染物質の室内への侵入率、*S/q*：屋内汚染物質発生項（発生量/空気量）とした場合の *P* の推定値として回帰係数βを、屋内汚染物質発生項 *S/q* の推定値として回帰係数の切片を求めることに相当する。従って、回帰係数（室内への侵入率）は３調査で共通とし、切片（室内発生項）は３調査で異なるという条件に基づいた回帰分析を行った。

学童・幼児・成人調査のデータを統合して、EC（μg/m³）並びに NOx（ppb）について対象者家屋の屋外濃度と屋内濃度との回帰分析を行った結果は表Ⅱ-1-2-2 に示すとおりである。なお、NOx については暖房等の影響が考えられるデータは除外した。

対象者家屋の屋外濃度と屋内濃度との回帰分析を行った結果については、EC では共通の回帰係数は 0.57 であり、切片の違いも３調査間で小さかった。NOx では非排気型暖房器具を使用している場合を除いた共通の回帰係数は 0.92 であり、切片の違いも３調査間で小さかった。回帰分析の結果に基づくと、EC では屋外濃度に比較し屋内濃度が低くなる傾向があり、一方、NOx では屋外濃度に比較し屋内濃度が高くなる傾向がある。

学童調査の対象小学校の屋外濃度と屋内濃度との回帰分析を行った結果については、EC では回帰係数は 0.72、切片は 0.83（μg/m³）であった。NOx では非排気型暖房器具を使用している場合を除いた回帰係数は 0.73、切片は 4.28（ppb）であった。

表Ⅱ-1-2-2　回帰分析結果

種別	項目	調査	回帰式
家屋	EC	学童	屋内＝ 0.33＋0.57×屋外
		幼児	屋内＝ 0.28＋0.57×屋外
		成人	屋内＝ 0.41＋0.57×屋外
	NOx	学童	屋内＝17.65＋0.92×屋外
		幼児	屋内＝18.77＋0.92×屋外
		成人	屋内＝17.45＋0.92×屋外
小学校	EC		屋内＝ 0.83＋0.72×屋外
	NOx		屋内＝ 4.28＋0.73×屋外

単位：EC(μg/m³),NOx(ppb)

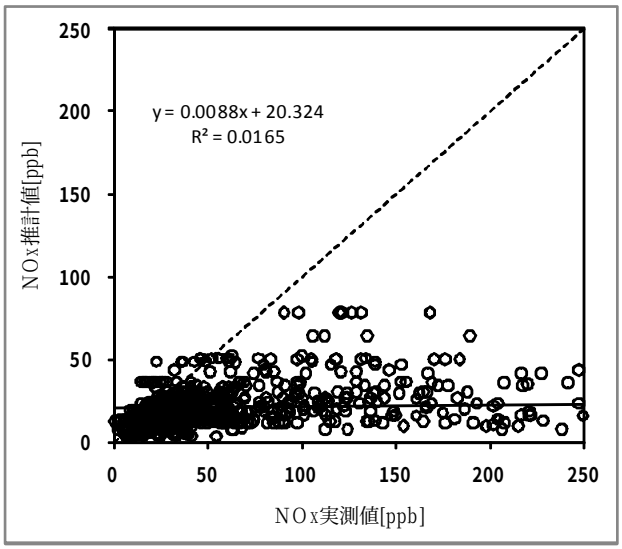
③個人曝露量間欠測定結果を利用した個人曝露推計値の妥当性

前述の間欠測定の個人曝露量について実測値と推計値の比較を行った。比較結果は図Ⅱ-1-2-3①～③に示すとおりである。

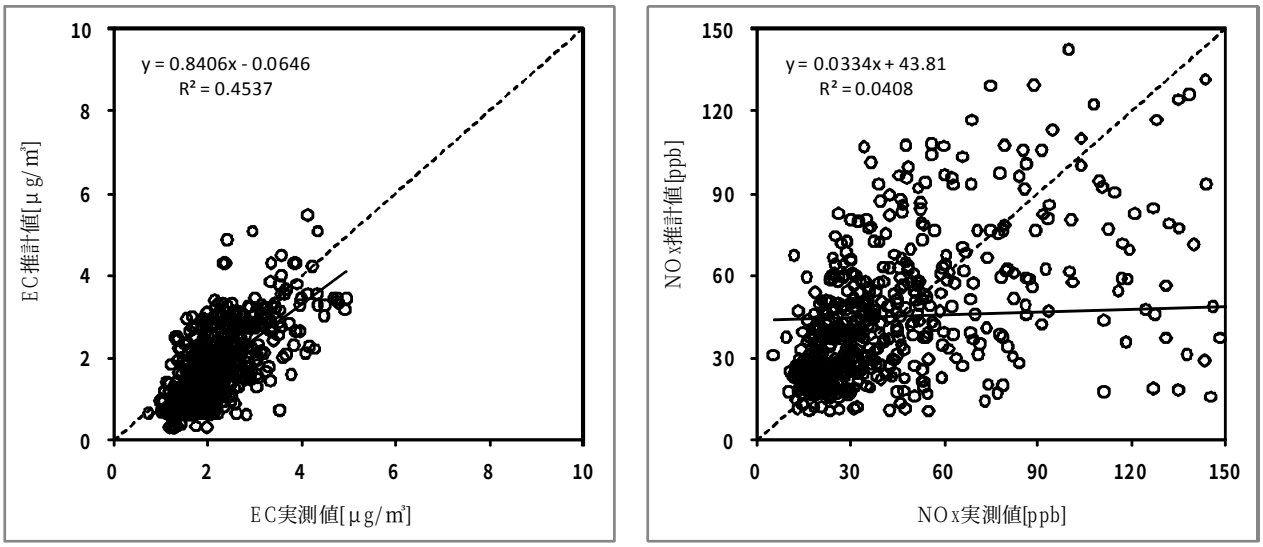
なお、間欠測定は平日・休日別、期別に 48 時間の測定を行った結果であり、推計値（年平均値）と単純に比較することはできない。従って、間欠測定地点直近の連続測定地点を抽出し年平均値に対する間欠測定実施日の測定値（48 時間平均値）の比を算出し、この比を推計値（年平均値）に乗ずることにより間欠測定実施日における推計値（48 時間平均値）を算出した。

EC については相関係数 0.6 以上となっていた。

NOx については、暖房機器・厨房機器等の発生源の影響があるため実測値が高濃度となっているが、時期３（７月～９月）では相関係数 0.6 以上となっていた。

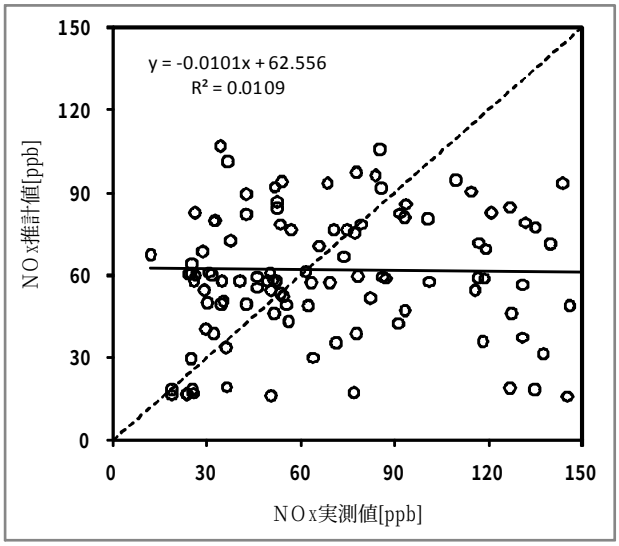


図Ⅱ-1-2-3①　実測値と推計値の比較（学童調査）

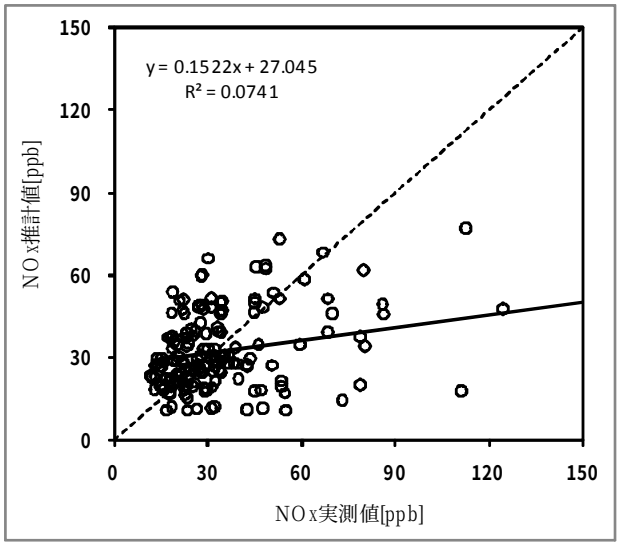


図Ⅱ-1-2-3②　実測値と推計値の比較（幼児調査）

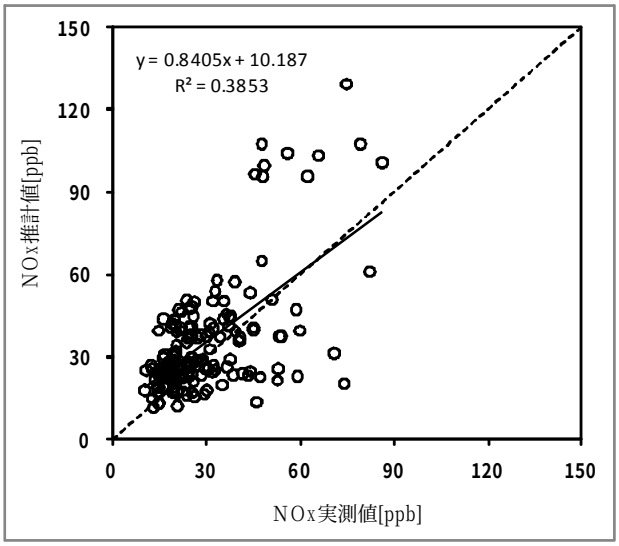
1期（1月～3月）



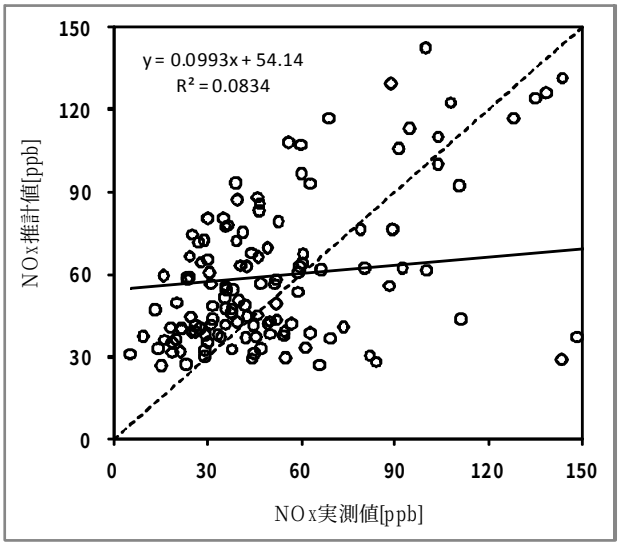
2期（4月～6月）



3期（7月～9月）



4期（10月～12月）



図Ⅱ-1-2-3③　実測値と推計値の比較（幼児調査　NOx　期別）

２．学童調査

（１）実施状況

本調査は平成 17 年度から平成 21 年度まで小学校 57 校の協力を得て毎年質問票による調査を実施した。平成 17 年度以降の各年の調査同意者は 12,515 名、12,975 名、13,452 名、13,652 名、9,388 名であった。また、平成 17 年度（ベースライン）調査では 9,541 名において血液検査を、11,582 名において寝具ダニアレルゲン検査を実施した。

平成 18 年度から平成 21 年度までの各年度のぜん息発症者数は、それぞれ 127 名、90 名、51 名、41 名の計 309 名であり、平成 18、19 年の発症者数が多かった。

調査対象者ごとの自動車排出ガスへの個人曝露量については、EC と NOx を曝露指標として、屋外濃度推計モデルにより居住家屋及び小学校の屋外濃度を推計し、更に屋外濃度から居住家屋・小学校の屋内濃度を推計し、更に各生活空間での生活時間推計値を基に時間加重モデルにより個人曝露量を推計した。EC 及び NOx 個人曝露推計値の分布は経年的に低濃度側に移動しており、EC 個人曝露推計値の平均値は、平成 16 年に 2.8μg/m³、平成 20 年には 1.6μg/m³、NOx 個人曝露推計値の平均値は、平成 16 年に 47.0ppb、平成 20 年には 38.9ppb であった。

幹線道路からの距離帯別の EC 屋外濃度推計値(平均値)については、平成 16 年度は幹線道路から近傍地区０～50m 未満の地域で 4.8μg/m³、近傍地区 50m 以上の地域で 4.1μg/m³、遠隔地区で 3.1μg/m³、平成 20 年度は近傍地区０～50m 未満の地域で 2.5μg/m³、近傍地区 50m 以上の地域で 2.0μg/m³、遠隔地区で 1.5μg/m³であり、いずれの距離帯においても経年的な低下傾向が認められた。NOx 屋外濃度推計値(平均値)については、平成 16 年度は近傍地区０～50m 未満の地域で 53.0ppb、近傍地区 50m 以上の地域で 41.7ppb、遠隔地区で 26.6ppb、平成 20 年度は近傍地区０～50m 未満の地域で 41.8ppb、近傍地区 50m 以上の地域で 31.4ppb、遠隔地区で 18.9ppb であり、EC 屋外濃度推計値と同様にいずれの距離帯においても経年的な低下傾向が認められた。幹線道路からの距離帯別の EC 個人曝露推計値について、近傍地区０～50m 未満と遠隔地区の中央値の差は、平成 16 年度では 0.8μg/m³（3.1μg/m³-2.3μg/m³）、平成 20 年度では 0.4μg/m³（1.7μg/m³-1.3μg/m³）と約半分となった。NOx 個人曝露推計値について、近傍地区０～50m 未満と遠隔地区の中央値の差は、平成 16 年度では 17ppb（55ppb-38ppb）、平成 20 年度では 15ppb（46ppb-31ppb）であった。

個人曝露量推計モデルの構築、検証のための大気汚染物質の測定として、幹線道路沿道での連続測定、協力小学校及び一部調査対象者の家屋での屋内及び屋外での短期的な測定（間欠測定）、一部調査対象者での NOx 個人曝露量測定を実施した。

（２）コホート解析の結果

コホート対象者は、ベースライン調査時点において、個人曝露推計が可能な住所情報があり、ぜん息に関わる質問に回答をし、ぜん息がないとされた者で、かつ、平成 18 年度調査同意者である 10,069 名となった。また、コホート対象者のうち、血液検査を実施した血液検査対象集団は 7,867 名、寝具ダニアレルゲン検査を実施した寝具ダニアレルゲン検査対象集団は 9,386 名となった。

コホート解析対象集団について、ぜん息の新規発症の有無を結果変数、EC 及び NOx 個人曝露推計値、各共変量を説明変数としたロジスティック回帰モデルにより、EC 及び NOx 個人曝露推計値の単位増加にともなうオッズ比と 95%信頼区間を求めた。調査が調査期間の途中までしか実施されていない対象者については、IPCW 法により調整を行い解析に含めた。さらに、共変量を性別、学年、ぜん鳴、アレルギー疾患の既往（花粉症を除く）、両親の既往（ぜん息、アトピー性皮膚炎、花粉症）、

共存大気汚染物質に限定した解析も行った。

血液検査対象集団については総 IgE、スギ特異 IgE、ダニ特異 IgE を共変量に加えた解析、寝具ダニアレルゲン検査対象集団については、寝具ダニアレルゲンレベルを共変量に加えた解析を行った。

「曝露期間を新規発症者については発症前２年間、未発症者については追跡終了前２年間」とした主要な解析を行い、EC 個人曝露推計値 0.1μg/m³増加及び NOx 個人曝露推計値 1ppb 増加当たりの推計されたオッズ比及びその 95%信頼区間を求めた。また、副次的な解析として、曝露期間を変えた場合の影響の検討をするため、「曝露期間を新規発症前１年間又は追跡終了前１年間」とした場合、「曝露期間をベースライン調査開始前１年間」とした場合、「曝露期間を新規発症前３年間又は追跡終了前３年間」とした場合それぞれについても同様の解析を実施した。

「曝露期間を新規発症者については発症前２年間、未発症者については追跡終了前２年間」とした主要な解析では、ぜん息発症と EC 個人曝露推計値（0.1μg/m³ 増加当たり）とのオッズ比は 2.08(95%信頼区間：1.90-2.27)、NOx 個人曝露推計値（1ppb 増加当たり）とのオッズ比 1.10(95%信頼区間：1.07-1.12)であり、統計学的に有意であった。副次的な解析において、「曝露期間を新規発症前１年間又は追跡終了前１年間」とした場合のぜん息発症と EC 個人曝露推計値（0.1μg/m³ 増加当たり）、NOx 個人曝露推計値（1ppb 増加当たり）とのオッズ比はそれぞれ 2.04(95%信頼区間：1.87-2.22)、1.09(95%信頼区間：1.07-1.12)であり、統計学的に有意であった。「曝露期間をベースライン調査開始前１年間」とした場合、ぜん息発症と EC 及び NOx 個人曝露推計値（単位増加当たり）とのオッズ比はそれぞれ 1.02(95%信頼区間：0.97-1.08)、1.00(95%信頼区間：0.98-1.02)であり、統計学的には有意でなかった。「曝露期間を新規発症前 3 年間又は追跡終了前 3 年間」とした場合はぜん息発症と EC 及び NOx 個人曝露推計値（単位増加当たり）とのオッズ比はそれぞれ 2.10(95%信頼区間：1.93-2.29)、1.08(95%信頼区間：1.05-1.10)であり、統計学的に有意であった。

また、幹線道路沿道での連続測定の結果、調査期間中の EC 及び NOx 濃度の低下傾向が認められたこと並びに発症者数が調査期間前半の平成 18 年度及び平成 19 年度に多かったことについて、その影響をみるため、副次的な解析の追加解析として、「解析対象期間を平成 18 年度及び平成 19 年度の 2 年間」とした解析を実施しオッズ比を求めた。その結果では、ぜん息発症と EC 個人曝露推計値（0.1μg/m³ 増加当たり）、NOx 個人曝露推計値（1ppb 増加当たり）とのオッズ比はそれぞれ 1.52(95%信頼区間：1.63-1.14)、1.03(95%信頼区間：1.01-1.06)であり、ぜん息発症と EC 及び NOx 個人曝露推計値とのオッズ比は１を超え統計学的に有意であった。

さらに、調査期間中の EC 及び NOx 濃度の低下傾向の影響を補正するために、副次的な解析の追加解析として、「調査期間を１年ごとに区切った離散時間ロジスティックモデルによる解析」を実施しオッズ比を求めた。その結果では、ぜん息発症と EC 個人曝露推計値（0.1μg/m³増加当たり）、NOx 個人曝露推計値（1ppb 増加当たり）とのオッズ比はそれぞれ 1.07(95%信頼区間：1.01-1.14)、1.01(95%信頼区間：0.99-1.03)であり、ぜん息発症と EC 個人曝露推計値とのオッズ比は１を超え統計学的に有意であったものの、NOx 個人曝露推計値とのオッズ比は有意でなかった。同解析モデルを用いて、性別などの層別解析を行った結果についても、この傾向に大きな違いは見られなかった。

血液検査対象集団を対象とした主要な解析において、「ぜん息新規発症前２年間又は追跡終了前２年間の個人曝露推計値年平均」を説明変数とし、総 IgE、スギ特異 IgE、ダニ特異 IgE を共変量に加えた解析を行ったところ、ぜん息発症と EC 個人曝露推計値（0.1μg/m³増加当たり）、NOx 個人

曝露推計値（1ppb 増加当たり）とのオッズ比はそれぞれ 2.20(95%信頼区間：1.97-2.45)、1.11(95%信頼区間：1.08-1.14)であり、コホート解析集団の場合とほぼ同様の結果であった。なお、共変量の総 IgE、ダニ特異 IgE のオッズ比は１を超えて統計学的に有意であった。寝具ダニアレルゲン検査対象集団を対象とした主要な解析においても、ぜん息発症と EC 及び NOx 個人曝露推計値（単位増加当たり）とのオッズ比はほぼ同様であった。また、副次的な解析において、解析に含めた共変量について質問表の判定が「不明」となったものを「なし」とみなして解析をおこなったところ、ぜん息発症と EC 個人曝露推計値（0.1μg/m³増加当たり）、NOx 個人曝露推計値（1ppb 増加当たり）のオッズ比はそれぞれ 2.08(95%信頼区間：1.90-2.27)、1.10(95%信頼区間：1.07-1.12)であり、統計学的に有意であった。

一方、ぜん息発症率は学年による大きな差は認められず、年齢による発症の違いが解析結果に影響を与えた可能性は小さいと考えられた。

副次的な解析において、曝露指標として EC 及び NOx 個人曝露推計値を幹線道路からの距離帯に代えて解析を行った。この場合、調査幹線道路を調整変数として加えた解析とともに地域ごとに層別した解析も行った。遠隔地区に対する近傍地区０～50m 未満のオッズ比は 1.15(95%信頼区間：0.65-2.02)、近傍地区 50m 以上のオッズ比は 0.94(95%信頼区間：0.65-1.37)といずれも統計学的には有意ではなかった。また、距離帯別でのリスク比による解析では、遠隔地区に対する近傍地区のリスク比は近傍地区 50m 以上で統計学的に有意に１より小さかった。

（３）断面調査の結果

ベースライン調査同意者 12,515 名のぜん鳴の有症率は 8.75%であり、性別では男子 10.3%、女児 7.2%、地域別では 6.3 から 10.2%、学年別では１学年 9.58%、２学年 8.70%、３学年 7.90%であった。

ぜん息（現在）の有症率は 4.79%であり、性別では男子 6.00%、女児 3.48%、地域別では 3.57 から 6.15%、学年別では１学年 4.68%、２学年 4.49%、３学年 5.20%であった。ぜん鳴、ぜん息（現在）ともに女児に比べて男子の有症率が高かった。

平成 18 から 21 年度について、ぜん鳴及びぜん息（現在）の有症率は、男子が女子よりも高く、概ね男女とも経年的に低下した。平成 21 年の男子のぜん鳴については前年より有症率が増加した。

EC 及び NOx 個人曝露推計値の区分ごとにぜん鳴及びぜん息（現在）の有症率の経年変化をみると低下する傾向にあった。NOx 個人曝露推計値の平成 17 年分布に基づく曝露区分ごとにぜん鳴及びぜん息（現在）の有症率についてみると、57.4ppb 以上の曝露区分において他の区分よりも有症率が僅かに高い傾向があったものの、EC 個人曝露推計値ではその傾向は認められなかった。

なお、曝露区分ごとの度数分布は経年的に低濃度帯に移り、特に EC 個人曝露推計値では中高濃度帯での度数が大幅に減少し、NOx 個人曝露推計値では中高濃度帯での度数は減少傾向にあった。

幹線道路から距離帯別の有症率には一定の傾向は認められなかった。

各呼吸器症状の有症の有無を結果変数とし、EC 及び NOx 個人曝露推計値並びに性別、学年、アレルギー疾患等既往など共変量を説明変数としたオッズ比の検討については、ベースライン調査で、ぜん鳴と EC 個人曝露推計値とのオッズ比（0.1μg/m³増加当たり）は 1.00(95%信頼区間：0.97-1.02)、また、NOx 個人曝露推計値とのオッズ比（1ppb 増加当たり）は 1.00(95%信頼区間：0.995-1.01)であり、いずれも統計学的に有意ではなかった。

幹線道路からの距離帯別に近傍地区０～50m 未満、近傍地区 50m 以上に分類した解析では、遠隔地区に対するオッズ比は近傍地区０～50m 未満、近傍地区 50m 以上ともオッズ比は１を超えていたが統計学的に有意でなかった。

平成 18 から 21 年度調査についても同様の解析を行った結果、いずれも統計学的に有意でなかった。

また、平成 17 から 21 年度調査についての複数年解析では、ぜん息（現在）と EC 個人曝露推計値とのオッズ比（0.1μg/m³増加当たり）、NOx 個人曝露推計値とのオッズ比（1ppb 増加当たり）はそれぞれ 1.01(95%信頼区間：0.99-1.03)、1.00(95%信頼区間：0.99-1.01)であり、統計学的に有意ではなかった。

（４）結果の総括

本調査は、自動車排出ガスの曝露指標として EC 及び NOx 個人曝露推計値を用い、平成 17 年度から平成 21 年度までの５年の調査期間中に自動車排出ガスへの曝露とぜん息発症との関連性について検討したものである。調査の精度を高めるために、①調査地域での環境測定を実施しつつ、調査対象者ごとに居住家屋・小学校における EC 及び NOx の屋外濃度及び屋内濃度を推計した後、生活時間加重モデルを用いることにより個人曝露量を推計し、曝露評価の精密化を図り、妥当性の確認を行った。また、②質問票調査だけでなく調査対象者の血液検査、寝具ダニアレルゲン検査も実施し、その結果をぜん息発症と EC 及び NOx 個人曝露推計値とのオッズ比の推定の際に共変量として考慮した。

以上のような調査精度向上を図った一方で、留意すべき点として、個人曝露推計値の推計については、自動車の車種別の交通量・排出係数、気象データなどの各種パラメータを用い、実測値データによるモデル最適化を行ったものの完全に不確実性を除くことはできないことに留意が必要である。特に、NOx 屋内濃度の推計については、屋内発生源の影響を受けるため、不確実性は EC 屋内濃度の推計に比べて大きい。NOx 屋外濃度推計については常時監視局における測定データが使用可能であったために不確実性は EC 屋外濃度推計の場合に比べて小さいと考える。今回の調査で、EC 及び NOx 個人曝露量の短期的な測定（間欠測定）を実施したものの、長期的な測定（連続測定）は不可能であるため、年単位の個人曝露推計値の誤差を定量的に検討するのは困難であるが、短期間の実測値と推計値を比較することはでき、その間には一定の相関が認められた。

また、調査期間中の EC 及び NOx 濃度が調査開始前の想定よりも大きく低下したことに留意する必要がある。具体的には、主要な解析において、発症者の個人曝露推計値は平成 16 年度から平成 20 年度のうち発症前２年間の年度の個人曝露推計値が当てはめられるのに対し、未発症者の個人曝露推計値は平成 19、20 年度の個人曝露推計値が当てはめられるため、発症者と未発症者との間で曝露評価の期間が異なることに起因する推計曝露量の差が生じる。このため関連性の大きさに関する結果が、解析方法によって大きく異なるに至った可能性が大きい。

調査結果については、「曝露期間を新規発症者については発症前２年間、未発症者については追跡終了前２年間」とした主要な解析についてみると、ぜん息発症と EC 及び NOx 個人曝露推計値とのオッズ比は１を超え統計学的に有意な関連性が認められた。曝露期間を変えた場合の影響の検討をするために行った副次的な解析についてみると、①「曝露期間を新規発症前１年間又は追跡終了前１年間」とした解析においては、ぜん息発症と EC 及び NOx 個人曝露推計値とのオッズ比は１を超え統計学的に有意な関連性が認められ、②「曝露期間をベースライン調査開始前１年間」とした

解析においては、ぜん息発症と EC 及び NOx 個人曝露推計値との間に有意な関連性は認められず、③「曝露期間を新規発症前３年間又は追跡終了前３年間」とした解析においては、ぜん息発症と EC 及び NOx 個人曝露推計値とのオッズ比は１を超え統計学的に有意な関連性が認められた。主要な解析及び副次的な解析で得られた結果の差は、既に述べた調査期間中の EC 及び NOx 濃度の経年変化による影響を受けていると考えられ、この影響を補正するため（新規発症者及び未発症者の同一の 2 年間を曝露期間とするため)、副次的な解析の追加解析として、「調査期間を１年ごとに区切った離散時間ロジスティックモデルによる解析」を実施した。ぜん息発症と EC 個人曝露推計値とのオッズ比は１を超え有意であったが主要な解析に比べて値は小さくなった。ぜん息発症と NOx 個人曝露推計値とのオッズ比は１を超えたものの、主要な解析に比べて値は小さくなった。

副次的な解析において、ぜん息発症と幹線道路からの距離帯別のオッズ比による検討をしたところ、遠隔地区に対する近傍地区のオッズ比の値は１を超えていたが統計学的に有意でなかった。

断面調査におけるぜん息有症と調査前１年間の EC 及び NOx 個人曝露推計値とのオッズ比の検討では、統計学的に有意に１を超えるものはなく、ぜん息有症との関連性については確認できなかった。

３．幼児調査

幼児症例対照調査は、まず、ぜん息発症者を症例として確定するため、千葉市・板橋区・杉並区・世田谷区・川崎市・横浜市・名古屋市・大阪市・神戸市の９市区を調査対象地域として、平成 18 年 7 月～平成 20 年 3 月にかけて１歳６か月健康診査の機会を利用したベースライン調査（質問票調査)、平成 20 年 1 月～平成 22 年 3 月にかけて３歳児健康診査の機会を利用した追跡調査（質問票調査）を実施した。その上で、ベースライン調査から追跡調査までの期間にぜん息を新規に発症した者を症例とし、症例１名に対して性別・月齢・地域が一致する対象者から４名を無作為に対照として選定した。これにより個人曝露量を考慮して無作為に抽出した者を対象に２段階症例対照調査を実施した。

（１）ベースライン調査及び追跡調査について

ベースライン調査の対象者数は 102,631 名、同意者数は 63,266 名、同意率は 61.6%であり、追跡調査の対象者数は 104,477 名、同意者数は 62,514 名、同意率は 59.8%であった。両調査の同意率は計画で想定した 80%よりも低い結果であった。

両調査ともに協力が得られた者は 43,663 名、ベースライン調査同意者の追跡率は 69.0%であった。

ベースライン調査における呼吸器症状有症率は、かぜひき回数５回以上 35.8%、ぜん鳴 21.8%、ぜん鳴かぜなし 3.5%、ぜん息 1.0%であり、全ての呼吸器症状で地域差（1.23～2.50 倍)、性差（男児が女児の 1.13～1.71 倍)、アレルギー疾患の差（本人・親ともにありは本人・親ともになしの 1.39～5.50 倍）がみられた。

追跡調査における呼吸器症状有症率は、かぜひき回数５回以上 24.5%、ぜん鳴 15.2%、ぜん鳴かぜなし 2.1%、ぜん息 2.6%であり、全ての呼吸器症状で地域差（1.26～2.00 倍)、性差（男児が女児の 1.14～1.78 倍)、アレルギー疾患の差（本人・親ともにありは本人・親ともになしの 1.58～6.00 倍）がみられた。

両調査に協力が得られた者の呼吸器症状有症率は、ベースライン調査時点でかぜひき回数５回以上 36.1%、ぜん鳴 21.5%、ぜん鳴かぜなし 3.3%、ぜん息 0.9%であり、追跡調査時点ではそれぞ

れ 25.1%、15.4%、2.1%、2.5%であった。かぜひき回数５回以上、ぜん鳴、ぜん鳴かぜなしの有症率はベースライン調査よりも追跡調査で低く、ぜん息の有症率は高くなっていた。

呼吸器症状有症と曝露指標である EC 及び NOx 屋外濃度推計値との関係については、呼吸器症状の有無を結果変数、EC 又は NOx 屋外濃度帯、共変量を説明変数としたロジスティック回帰モデルにより、EC 及び NOx 屋外濃度帯の最も低いレベルを参照カテゴリとしたオッズ比と 95%信頼区間を推定した。また、それぞれの屋外濃度推計値を連続量とした解析も行った。さらに、EC 及び NOx 屋外濃度帯に代えて幹線道路からの距離帯と呼吸器症状との関係についての解析も行った。

ベースライン調査においては、かぜひき回数５回以上、せき症状、たん症状、ぜん鳴について、それぞれ一部の屋外濃度帯でオッズ比が統計学的に有意（P<0.05）に１を超える結果となっていたが、ぜん鳴かぜなし、ぜん息については有意な関連はみられなかった。屋外濃度推計値を連続量とした解析では、ぜん鳴かぜなしについて NOx 屋外濃度推計値 1ppb 増加当たりのオッズ比が 1.01(95%信頼区間：1.00-1.01)であり、統計学的に有意であったが、他の呼吸器症状には有意な関連はみられなかった。一方、幹線道路からの距離帯については、ぜん息をはじめとするいずれの呼吸器症状にもオッズ比が統計学的に有意に１を超える結果はみられなかった。共変量については、性別（男児）、栄養方法（ミルクのみ）、本人の既往（肺炎・気管支炎、ちくのう、アレルギー疾患）、家庭内喫煙（母喫煙）、親の既往（ぜん息、アトピー性皮膚炎、花粉症）、ペット（小鳥）でオッズ比が統計学的に有意に１を超える結果がみられた。

ベースライン調査で「ぜん息症状あり」であった者のうち、追跡調査でも協力が得られた 398 名について、３歳児時点におけるぜん息有症（すなわち、ぜん息症状の継続）を結果変数とした解析では、EC 屋外濃度帯についてはオッズ比が統計学的に有意な結果は得られなかった。しかし、NOx 屋外濃度帯については、最低濃度帯である「17.4～33.1ppb」に対する最高濃度帯である「52.8～70.4ppb」のオッズ比が 6.02(95%信頼区間：1.51-23.92)であり、統計学的に有意な結果であったものの、他の濃度帯では統計学的に有意ではなかった。幹線道路からの距離帯についてはオッズ比が統計学的に有意な結果はみられなかった。共変量については本人の既往（肺炎・気管支炎）、家屋構造（木造・サッシ）で統計学的に有意に１を超える結果となっていた。

（２）症例対照調査について

症例対照調査候補者数は 42,945 名で、ベースライン調査から追跡調査までの期間でのぜん息発症者数は 853 名、ぜん息発症率は 2.0%であった。地域別では 1.4%～2.8%、性別では男児 2.4%、女児 1.5%、アレルギー疾患の既往別では本人・親ともにあり 4.2%、本人のみあり 2.0%、親のみあり 2.1%、本人・親ともになし 1.0%であった。ぜん息発症率は計画で想定した 1.8%をやや上回ったが、ベースライン調査、追跡調査の同意率が想定よりも低かったため、計画で想定していた症例（ぜん息発症者）数 1,000 名を得ることはできなかった。そのため、症例と対照の比を見直して１：４とし、必要な検出力を確保した。

ステージ１対象者数は 4,262 名（症例 853 名、対照 3409 名）であり、ステージ２候補者数は 1,054 名（症例 415 名、対照 639 名）、ステージ２同意者数は 476 名（症例 198 名、対照 278 名）であった。ステージ２同意者のうち、インタビュー調査実施者数は 428 名(症例 178 名、対照 250 名)、寝具ダニアレルゲン検査実施者数は 296 名（症例 123 名、対照 173 名）であり、血液検査実施者数は 181 名（症例 93 名、対照 88 名）で、内訳は採血実施者 126 名（症例 53 名、対照 73 名）、結果提供者 55 名（症例 40 名、対照 15 名）であった。

ぜん息発症と曝露指標である EC 及び NOx 個人曝露推計値との関係については、ぜん息発症を結果変数、EC 又は NOx 個人曝露濃度帯、共変量を説明変数とした重みつきロジスティック回帰モデルにより、EC 及び NOx 個人曝露濃度帯の最も低いレベルを参照カテゴリとしたオッズ比と 95%信頼区間を推定した。

主要な解析として、全対象者の解析、性別（男児・女児で層別）の解析、血液検査結果を加味した解析、血液検査及び寝具ダニアレルゲン検査結果を加味した解析を実施した。EC 個人曝露推計値については最低濃度帯「1.2-1.8μg/m³」に対する中～高濃度帯のオッズ比は 1.0 よりも小さく、一部は統計学的に有意な結果であった。最高濃度帯「2.7-3.4μg/m³」のオッズ比は 0.52(95%信頼区間：0.10-2.65)と統計学的に有意ではなかった。NOx 個人曝露推計値については、最低濃度帯「31.6-48.0ppb」に対する最高濃度帯「72.9-96.4ppb」のオッズ比は 1.86(95%信頼区間：0.35-9.79)と統計学的に有意ではなく、他の中～高濃度帯のオッズ比はいずれも統計学的に有意に１を超える結果ではなかった。

副次的な解析として、幹線道路からの距離帯の解析（全対象者及び男児・女児で層別）、共存大気汚染物質を除外した解析、共変量が「不明」の場合は解析対象から除外されるため、共変量の「不明」を「なし」とした解析を実施した。幹線道路からの距離帯については、全対象者の解析においては統計学的に有意な結果はみられなかった。性別の解析では、男児において「0-50m未満」の「100m以上」に対するオッズ比が 6.44(95%信頼区間：1.62-25.64)で統計学的に有意な結果であったが、「50-100m未満」の「100m以上」に対するオッズ比は 0.80(95%信頼区間：0.19-3.28)と１よりも小さく、統計学的に有意ではなかった。女児では「0-50m未満」の「100m以上」に対するオッズ比が 0.73(95%信頼区間：0.09-5.83)で統計学的に有意な結果はみられなかった。性別の解析では対象者数が限定されているため、結果の解釈に留意する必要がある。共存大気汚染物質を除外した解析、共変量の「不明」を「なし」とした解析では、主要な解析の結果と大きな差はみられなかった。

探索的な解析として、「ぜん鳴あり」を「ぜん鳴かぜあり」「ぜん鳴かぜなし」に区分した解析、ぜん鳴有無別の解析、血液検査結果に基づくアトピー素因の有無別の解析、父母のアレルギー疾患既往の有無別の解析、アレルギー疾患既往の有無別の解析、肺炎・気管支炎の有無別の解析を実施した。層別の解析で対象者数が限定されるため実施できない解析もあったが、EC 及び NOx 個人曝露濃度帯において１を超えて統計学的に有意な結果はみられなかった。

全ての解析を通して、EC 及び NOx 個人曝露濃度帯の最低濃度帯に対するオッズ比は、５区分のうち、上位のオッズ比が比較的大きく、中位のオッズ比が１よりも小さくなる傾向を示していた。

（3）結果の総括

本調査における幼児のぜん息有症率はベースライン調査（１歳６か月）時点で 1.0%、追跡調査（３歳）時点で 2.6%であった。両調査に同意した者における１歳６か月から３歳までの期間のぜん息新規発症率は 2.0%であった。

ベースライン調査において、幹線道路沿道の自動車排出ガスへの曝露とぜん息有症との関連性については、曝露指標である EC 及び NOx 屋外濃度推計値、幹線道路からの距離帯において統計学的に有意な関連性はみられなかった。

ベースライン調査時点でぜん息症状があった者について、幹線道路沿道における自動車排出ガスへの曝露と追跡調査時点におけるぜん息症状の継続との関連性を評価したところ、EC 屋外濃度帯及び幹線道路からの距離帯において統計学的に有意な関連性はみられなかったが、NOx 屋外濃度帯については、最高濃度帯の最低濃度帯に対するオッズ比が統計学的に有意に１を超える結果であった

が、他の濃度帯では有意ではなかった。

本調査の主目的である幹線道路沿道における自動車排出ガスへの曝露とぜん息発症との関連性については、曝露指標である EC 及び NOx 個人曝露推計値との間にオッズ比が１を超えて統計学的に有意な関連性はみられなかった。副次的解析において曝露指標を幹線道路からの距離帯とした場合も、全対象者では統計学的に有意な関連性はみられなかった。性別の解析では、対象者数が少数となるため、結果の解釈に留意する必要があるものの、男児において「0-50m未満」の「100m以上」に対するオッズ比が統計学的に有意であったが、女児においては有意ではなかった。

４．成人調査

（１）呼吸器症状に関する断面調査

幹線道路沿道の局地的大気汚染と呼吸器症状への健康影響に関する疫学調査の一環として、国道 14 号線（千葉市）、国道 357 号線（千葉市）、国道 246 号線（世田谷区）、環状７号線（世田谷区）、環状８号線（世田谷区）、東名高速（川崎市）、国道 23 号線（名古屋市）、国道 43 号線（大阪市、尼崎市、西宮市、芦屋市、神戸市）の近傍地区及びそれぞれに対応する遠隔地区を調査地域に選定し、調査地域内におけるおおむね 40 歳以上 75 歳未満の居住者（昭和 8 年 1 月 1 日から昭和 42 年 12 月 31 日生まれの者）240,925 名に対し郵送法による質問票の配付・回収を行う調査（断面調査）を実施した。

断面調査の対象者数は 240,925 名、同意者数は 111,318 名、同意率は 46.2%であった。有症率について、ぜん息では 4.2%、持続性せき・たんでは 3.9%であった。有症率を性別にみると、ぜん息では男性 3.9%、女性 4.5%で女性のほうが高く、持続性せき・たんでは男性 5.5%、女性 2.4%で男性のほうが高かった。年齢別にみると、ぜん息では 40 歳代が 5.9%と最も高く、50 歳代が 3.9%、60 歳代が 3.1%、70 歳代が 3.5%であった。持続性せき・たんでは 70 歳代が 5.7%と最も高く、40 歳代が 2.9%、50 歳代が 3.4%、60 歳代が 4.6%であった。調査地域別では、ぜん息では 3.7～4.6%、持続性せき・たんでは 2.9～4.9%であった。ぜん息では EC、NOx 屋外濃度帯区分ごとにみると、EC 屋外濃度推計値では、最低濃度帯 1.3-2.2μg/m³では 4.1 %に対し、中～高濃度帯では 2.2-2.5μg/m³が 4.0%、2.5-2.8μg/m³が 4.4%、2.8-3.4μg/m³が 4.5%、3.4-8.1μg/m³が 4.6%であった。NOx 屋外濃度推計値では最低濃度帯の 10.9-30.7ppb では 3.9%に対し、中～高濃度帯では 30.7-36.7ppb が 4.2%、36.7-43.2ppb が 4.4%、43.2-57.6ppb が 4.4%、57.6-168.2ppb が 4.7%であった。持続性せき・たんでは EC、NOx 屋外濃度帯区分ごとにみると、EC 屋外濃度推計値では、最低濃度帯の 1.3-2.2μg/m³では 3.7%に対し、中～高濃度帯の 2.2-2.5μg/m³では 3.5%、2.5-2.8μg/m³が 4.0%、2.8-3.4μg/m³が 4.3%、3.4-8.1μg/m³が 5.1%であった。NOx 屋外濃度推計値では、最低濃度帯の 10.9-30.7ppb では 3.1%に対し、中～高濃度帯では 30.7-36.7ppb が 3.8%、36.7-43.2ppb が 4.1%、43.2-57.6ppb が 4.5%、57.6-168.2ppb が 5.1%であった。

呼吸器症状のうち、ぜん息、持続性せき・たんの症状の有無を結果変数、EC 又は NOx 屋外濃度推計値、年齢、既往歴、喫煙歴等の共変量を説明変数としたロジスティック回帰モデルにより、オッズ比と 95%信頼区間を推定した。

ぜん息の主要な解析において、EC 屋外濃度推計値 0.1μg/m³増加当たりのオッズ比は 1.006(95%信頼区間：0.997-1.015)、NOx 屋外濃度推計値 1ppb 増加当たりオッズ比は 1.0033(95%信頼区間：0.9996-1.0070)と統計学的に有意ではなかった。共変量では本人の既往（アレルギー疾患、肺炎な

どあり)、ペット（猫、室内犬などあり）についてのオッズ比が統計学的に有意に１を超え、女性に対する男性、年齢別では 40 歳代に対する 50 歳代、60 歳代、70 歳代についてのオッズ比が統計学的に有意に１未満であった。

ぜん息の副次的な解析において、非喫煙者に限定した解析においても、主要な解析とほぼ同様の結果であった。幹線道路からの距離帯についての解析では遠隔地区に対するオッズ比は近傍地区 A(幹線道路端から 50m 未満（以下、50m 未満）)では 1.06(95%信頼区間：0.91-1.23)、近傍地区 B（幹線道路端から 50m 以上（以下、50m 以上)）では 1.10(95%信頼区間：0.98-1.24)であり、統計学的に有意ではなかった。非喫煙者に限定した解析においても、近傍地区 A,B のオッズ比はいずれも統計学的に有意ではなかった。

持続性せき・たんの主要な解析において、EC 屋外濃度推計値 0.1μg/m³増加当たりのオッズ比は 1.03(95%信頼区間：1.03,1.04)、NOx 屋外濃度推計値 1ppb 増加当たりオッズ比は 1.02(95%信頼区間：1.01-1.02)と統計学的に有意であった。共変量では、女性に対する男性、年齢別では 40 歳代に対する 70 歳代、本人の既往（アレルギー疾患、肺炎などあり)、喫煙、受動喫煙（あり)、粉じん・排ガス職場（あり)、ペット（猫、室内犬などあり）についてのオッズ比が統計学的に有意に１を超えた。非喫煙者に限定した解析においても、ほぼ同様の結果であった。

持続性せき・たんの副次的な解析において、共存大気汚染物質を解析から除いた場合、解析対象を限定した場合（非喫煙者、既往症の有無別）などにおいて、EC 及び NOx 屋外濃度推計値のオッズ比は統計学的に有意に１を超える結果がみられた。幹線道路からの距離帯についての解析では、遠隔地区に対するオッズ比が近傍地区 A(50m 未満)では 1.90(95%信頼区間：1.61-2.25)、近傍地区 B（50m 以上）では 1.38(95%信頼区間：1.19-1.60)であり、統計学的に有意に１を超える結果がみられた。非喫煙者に限定した解析においても、ほぼ同様の結果であった。

副次的な解析として他の呼吸器症状について、EC 屋外濃度推計値（0.1μg/m³増加当たり）及び NOx 屋外濃度推計値（1ppb 増加当たり）のオッズ比はぜん鳴では 1.01(95%信頼区間：1.00-1.02)、1.01(95%信頼区間：1.00-1.01)、息切れでは、1.01(95%信頼区間：1.01-1.02)、1.01(95%信頼区間：1.00-1.01)といずれも１を超え、統計学的に有意な結果であった。

（２）ぜん息に関する症例対照研究

呼吸器症状に関する断面調査同意者（111,318 名）のうち、ぜん息症状があり、過去４年以内に最初の発作を起こした者を症例（522 名）とし、症例対照研究を実施した。症例１名に対して、ぜん息症状なしの者で性別・年齢・地域・喫煙歴を一致させた３名を無作為に抽出し対照（1,564 名）とした。（以下「ステージ１対象者」という）過去４年以内に最初のぜん息発作を起こした割合は計画で想定した 0.8%よりも低く、計画で想定していた症例数 600 名を得ることはできなかった。そのため、症例と対照の比を見直して１：３とし、必要な検出力を確保した。

ステージ１対象者（2,086 名）について、断面調査時点の居住地における EC 屋外濃度推計値に基づき、およそ上位 20 パーセンタイルをカットオフ値とし、カットオフ値より高い群を曝露 A 群、低い群を曝露 B 群とした。曝露 A 症例群・曝露 A 対照群は全員、曝露 B 症例群・曝露 B 対照群はそれぞれ 50%、20%を抽出し、ステージ２対象候補者（886 名）とした。ステージ２対象候補者について、詳細調査（インタビュー調査、肺機能検査、血液検査）への同意が得られた者については、平成 20 年度にインタビュー調査（283 名)、肺機能検査（298 名)、血液検査（290 名）を行った。

ぜん息発症と指標物質 EC 及び NOx との関連については、過去４年間に最初の発作を起こした場合の有無を結果変数として、EC または NOx 個人曝露濃度帯（上位から５%値、25%値、50%値、75%値を区分値とした５区分）、共変量を説明変数としたロジスティック回帰モデルにより、オッズ比と 95%信頼区間を推定した。

主要な解析において、EC または NOx 個人曝露推計値の最低濃度帯（EC は 1.4-2.1μg/m³、NOx は 28.9-54.5ppb）を参照カテゴリとしたオッズ比は、EC 個人曝露推計値の最高濃度帯（3.3-4.2μg/m³）では 5.72(95%信頼区間：0.87-37.81)、2.8-3.2μg/m³濃度帯では 0.63(95%信頼区間：0.15-2.56)、2.5-2.7μg/m³濃度帯では 1.43(95%信頼区間：0.48-4.27)、2.2-2.4μg/m³濃度帯では 1.61(95%信頼区間：0.57-4.55)、NOx 個人曝露推計値の最高濃度帯（85.9-119.9ppb）は 4.15(95%信頼区間：0.83-20.79)、70.0-85.8ppb 濃度帯は 0.77(95%信頼区間：0.20-2.91)、61.4-69.9ppb 濃度帯は 1.84(95%信頼区間：0.67-5.04）、54.6-61.3ppb 濃度帯では 1.17(95%信頼区間：0.44-3.08)であり、いずれも統計学的に有意ではなかった。

副次的な解析において、幹線道路からの距離帯についての解析では、遠隔地区に対する近傍地区 A(50m 未満)、近傍地区 B（50m 以上）のオッズ比は１よりも小さく、統計学的に有意な結果ではなかった。解析対象者を非喫煙者に限定した解析では、EC 個人曝露推計値については、最高濃度帯（3.3-4.2μg/m³）のオッズ比が 13.86(95%信頼区間：1.19-161.03)と統計学的に有意であったが、2.8-3.2μg/m³濃度帯では 3.26(95%信頼区間：0.37-29.02)、2.5-2.7μg/m³濃度帯では 2.57(95%信頼区間：0.43-15.41)、2.2-2.4μg/m³濃度帯では 2.34(95%信頼区間：0.43,12.80)であった。NOx 個人曝露推計値については、最高濃度帯（70.0-119.9ppb）4.77(95%信頼区間：0.97-23.55)、61.4-69.9ppb 濃度帯は 3.97(95%信頼区間：0.85-18.53）、54.6-61.3ppb 濃度帯では 1.74(95%信頼区間：0.34-8.90)であり、いずれも統計学的に有意ではなかった。また、肺機能検査で得られた FEV1.0%または%FEV1.0 を共変量として加味した場合、EC 及び NOx 個人曝露推計値の最高濃度帯におけるオッズ比が１を超え統計学的に有意な場合がみられたが、その場合、中高濃度帯のオッズ比は有意ではなかった。なお、解析対象者を限定した解析（非喫煙者など）では、解析対象者数が比較的少数であるため、結果の解釈に留意する必要がある。

（３）COPD に関する研究

①　COPD に関する断面調査

平成 20 年度の慢性閉塞性肺疾患（COPD）に関する断面調査では、断面調査同意者 111,318 名からぜん息の症例・対照研究候補者となった 2,086 名を除き、千葉市、世田谷区、川崎市、名古屋市、阪神地区の一部から 14,087 名を選定した。同意者数は 5,668 名であり、調査への同意率は 40.2%であった。また、肺機能検査を受診した者は 4,988 名で、受診率は 88.0%であった。

肺機能検査の結果 FEV1.0%が 70%未満の者を COPD としたところ、224 名が COPD と判定され、有症率は 4.5%であった。COPD 有症率について、性別では、男性は 6.7%、女性は 2.7%、年齢別では 40 歳代では 1.9%であり、年齢が上がるに従って上昇し、70 歳代の年齢区分では 9.0%であり、喫煙の有無別では、喫煙なしが 2.4%に対し、既喫煙は 5.9%、現喫煙は 8.8%であり、調査対象５地域では、4.0～4.9%であった。EC または NOx 個人曝露推計値（平成 19 年度平均値）の濃度帯別での有症率について、EC 個人曝露推計値では最低濃度帯の 3.6%に対し、中高濃度帯で

は 2.9～5.6%であり、NOx 個人曝露推計値では最低濃度帯 3.5%に対し、中高濃度帯では 2.8～5.7%であった。距離帯別の有症率では、近傍地区 A(50m 未満)は 5.0%、近傍地区 B（50m 以上）は 4.8%、遠隔地区は 3.8%であった。

主要な解析において、COPD の有無を結果変数、EC または NOx 個人曝露推計値及び共変量を説明変数とする解析を行ったところ、EC 個人曝露推計値のオッズ比は 0.1μg/m³ 増加当たり 0.999(95%信頼区間:0.951-1.048)、NOx 個人曝露推計値のオッズ比は 1ppb 増加当たり 1.002(95%信頼区間：0.993-1.011)であり、統計学的に有意ではなかった。共変量については、EC 及び NOx 個人曝露推計値のいずれの解析においても、女性に対する男性、年代別では 40 歳代に対する 60 歳代、70 歳代、呼吸器疾患などの既往歴あり、喫煙指数のオッズ比は１を超え統計学的に有意な結果であった。

副次的な解析において、非喫煙者に限定した解析では、EC 及び NOx 個人曝露推計値のオッズ比は、それぞれ 1.02(95%信頼区間：0.93-1.11)、1.00(95%信頼区間：0.99-1.02)と統計学的には有意ではなかった。地域を限定した解析において一部地区の NOx 個人曝露推計値のオッズ比は、1ppb 増加当たり 1.03(95%信頼区間：1.00-1.05)と有意であった。

幹線道路からの距離帯についての解析では、遠隔地区に対する近傍地区 A(50m 未満)、近傍地区 B(50m 以上)のオッズ比は、それぞれ 1.24(95%信頼区間：0.80-1.92)、1.24(95%信頼区間：0.85-1.80)と、いずれも１を超えていたものの統計学的には有意ではなかった。対象集団を肺炎ありに限定した解析では、近傍地区 A におけるオッズ比が 3.83(95%信頼区間：1.14-12.83)と統計学的に有意であった。なお、対象者を限定した解析では、解析対象者数が比較的少数であるため、結果の解釈に留意する必要がある。

今回の結果は既報告 NICE Study（COPD in Japan: the Nippon COPD Epidemiology study, Fukuchi Y, Respirology 2004 Nov;9(4):458-65）において報告された 40 歳以上での有病率 8.6%（ぜん息による影響を除いた場合）よりもかなり低かったが、対象者の選定方法など調査方法の違いによるためと考えられる。

② 追跡調査

平成 21 年度の追跡調査では、平成 20 年度に肺機能検査を実施した 4,988 名に対して調査への協力を依頼したところ、同意取得者は 4,034 名（同意率 80.9%）であり、肺機能検査を実施した者は 3,663 名であった。このうち 195 名が COPD と判定され、有症率は 5.3%であった。有症率については、性別では、男性は 8.3%、女性は 2.8%、年齢別は 40 歳代では 1.8%であり、年齢が上がるに従って上昇し、70 歳代では 10.6%であり、喫煙の有無別では、喫煙なしが 2.3%に対し、既喫煙は 7.8%、現喫煙は 11.6%であり、調査対象５地域では、4.3～7.4%であった。距離帯別の有症率では、近傍地区 A(50m 未満)は 6.1%、近傍地区 B(50m 以上)は 6.2%、遠隔地区は 3.9%であった。

平成 21 年度に肺機能検査を実施した 3,663 名のうち、判定不能であった２名を除く 3,661 名について、COPD と判定された者の割合は、平成 20 年度 163 名、平成 21 年度 195 名であり、平成 20、21 年度ともに COPD と判定された者は 111 名であった。平成 20 年度に COPD と判定された者のうち 52 名が 21 年度は正常範囲とされ、逆に平成 21 年度に COPD と判定された者のうち 84 名は 20 年度に正常範囲と判定されていた。

COPD の有無と EC または NOx 個人曝露推計値の主要な解析において、EC 個人曝露推計値のオッズ比は 0.1μg/m³増加当たり 1.02(95%信頼区間：0.96-1.07)、NOx 個人曝露推計値のオッズ比は 1ppb 増加当たり 1.01(95%信頼区間：1.00-1.02)であり、統計学的に有意に１を超えるものではなく、平成 20 年度調査の解析結果と同様であった。

③ 肺機能検査値の変化量

追跡調査実施者 3,663 名より検査判定不能者２名を除き、3,661 名について FEV1.0 の変化量の集計および線形回帰モデルでの解析を行った。一年間の FEV1.0 の平均として、男性は 11ml、女性は 14ml の低下が観察された。年齢別では概ね年齢が上がるに従って低下量が大きくなった。喫煙の有無別では喫煙なしが 11ml（ただし男性は４ml 増加、女性 14ml）、既喫煙が 17ml（男性 19ml、女性 11ml）、現喫煙が９ml（男性６ml、女性 17ml）の低下がみられた。EC 個人曝露推計値（平成 19 年度平均）の濃度帯別での変化量平均は、最低濃度帯の 10ml の低下に対し、中～高濃度帯では０～22ml の低下であり、NOx 個人曝露推計値の濃度帯別の変化量平均は最低濃度帯の２ml の低下に対し、中～高濃度帯では６～24ml の低下であった。距離帯別の変化量平均は、近傍地区 A(50m 未満)は 20ml、近傍地区 B（50m 以上）は 24ml の低下に対し、遠隔地区は４ml の増加であった。

主要な解析において、肺機能変化量と大気汚染との関連については、FEV1.0 変化量を結果変数として、EC または NOx 個人曝露推計値及び共変量を説明変数とする解析を行ったところ、EC 個人曝露推計値 0.1μg/m³増加当たりの FEV1.0 変化量の差は-1.1ml/年(95%信頼区間:-3.1,0.8)であり、統計学的に有意ではなく、NOx 個人曝露推計値 1ppb 増加当たりの FEV1.0 変化量の差は-0.5ml/年(95%信頼区間：-0.9,-0.2)であり、統計学的に有意な低下が認められた。共変量については、女性に対する男性、年齢別では 40 歳代に対する 60 歳代、70 歳代、喫煙指数（60 以上）、FEV1.0（平成 20 年度）、BMI(25 以上)での FEV1.0 変化量の差が統計学的に有意であった。

副次的な解析において、性別での変化量の差は男性では EC 個人曝露推計値 0.1μg/m³増加当たり-0.7ml/年(95%信頼区間：-4.1,2.8)、NOx 個人曝露推計値 1ppb 増加当たり-0.58ml/年(95%信頼区間：-1.20,0.03)であり、いずれも統計学的に有意ではなかった。女性での変化量の差は EC 個人曝露推計値については-1.5ml/年(95%信頼区間：-3.8,0.8)、NOx 個人曝露推計値については-0.5ml/年(95%信頼区間：-0.9,-0.1)であり、NOx 個人曝露推計値では統計学的に有意であった。

幹線道路からの距離帯についての解析においては、近傍地区 A(50m 未満)、地区地区 B(50m 以上)において遠隔地区に対し FEV1.0 の変化量の差は-22.2(95%信頼区間：-39.0,-5.4)、-26.1(95%信頼区間：-40.2,-12.1)となり、統計学的に有意な結果であった。なお、肺機能変化量については観察期間が１年間だけに限られていることに留意が必要である。

（4）結果の総括

呼吸器症状に関する断面調査では調査対象地域内に居住する概ね 40 歳以上 75 歳未満の同意者 111,318 名から、ぜん息、慢性気管支炎症状である持続性せき・たんなどの呼吸器症状を質問票による調査を実施した。ぜん息がある有症率は 4.2%、持続性せき・たんがある有症率は 3.9%であった。断面調査の主要な解析では、ぜん息、持続性せき・たんの有無と EC,NOx 屋外濃度推計値についてオッズ比による解析を行った。ぜん息の有無と EC 及び NOx 屋外濃度推計値のオッズ比は１を超えるものの統計学的に有意ではなかった。持続性せき・たんと EC 及び NOx 屋外濃度推計値のオ

ッズ比は１を超え統計学的に有意であった。他の症状としてぜん鳴、息切れについては EC 及び NOx 屋外濃度推計値のオッズ比は１を超え統計学的に有意であった。

ぜん息発症と幹線道路沿道における自動車排出ガスへの曝露との関連性についての症例対照研究では、主要な解析において曝露指標である EC 及び NOx 個人曝露濃度帯のオッズ比は一部濃度帯を除き１を超えるもののいずれの濃度帯のオッズ比も統計学的に有意ではなかった。副次的解析において、幹線道路からの距離帯別の解析において距離帯のオッズ比は１よりも小さく統計学的に有意でなかった。また、解析対象を非喫煙者に限定した副次的解析では EC 個人曝露濃度帯のオッズ比が１を超え統計学的に有意であった。ただし、この場合には対象者数が比較的少数であるため、結果の解釈に留意する必要がある。

COPD と幹線道路沿道における自動車排出ガスへの曝露との関連性についての研究では、主要な解析における肺機能検査により評価した COPD（FEV1.0%が 70%未満）と EC 及び NOx 個人曝露推計値のオッズ比はいずれも統計学的に有意ではなかった。副次的な解析において、地区別の解析では一部地区において平成 20 年度断面調査においてのみ NOx 個人曝露推計値との間に統計学的に有意であったが、その他の地区では統計学的に有意ではなく、性別、既往の有無別等の解析においても統計学的に有意な関連性はみられなかった。幹線道路からの距離帯別の解析においては、肺炎の既往者に限定した解析においては遠隔地区に対する近傍地区 A(50m 未満)のオッズ比が１を超え統計学的に有意であったものの、全対象者での解析では遠隔地区に対する近傍地区 A（50m 未満)、近傍地区 B（50m 以上）のオッズ比は統計学的に有意でなかった。平成 21 年度の追跡調査の主要な解析においても統計学的に有意な関連性はみられなかった。

III．総括

「そらプロジェクト」は、幹線道路沿道における自動車排出ガスへの曝露とぜん息の発症等との関連性について検討することを目的として実施されたものであり、調査対象者数が大都市部の主要幹線道路が通過する地域に居住する住民のべ三十万人にも及ぶとともに、調査の設計段階から実施、解析に至るまで幅広い分野にわたる専門家の検討、精査を経て行ってきたものである。

１．本調査における基本的な考え方と意義

本調査は、自動車排出ガスへの曝露とぜん息の発症等との関連性をより的確に把握することを基本として学童、幼児、成人を対象とした３種類の調査を実施し、それぞれにおいて潜在的な関連性も可能な限り把握できるよう解析を幅広く行うこととした。

これまでも、幹線道路沿いの住民を対象とした地域的に狭い範囲に限定した研究としては様々なものが行われており、なかには交通量が多いほどまたは道路からの距離が近いほど、呼吸器疾患・症状の有病率または有症率が高いことを示唆する研究成果が得られているものもあるが、これら疫学研究の結果の間には必ずしも一貫した関連性・因果関係が認められてはいない。その意味でも、そらプロジェクトは、より大規模な調査に基づき幅広い視点から解析したという点で大きな意義を有するものである。

２.本調査の基本設計

３種類の調査の内、幼児を対象としたものは症例対照研究（新規のぜん息発症者に着目した解析）を基本とし、また、成人を対象としたものは症例対照研究（新規のぜん息発症者に着目した解析）及び断面研究（COPD 有症者に着目した解析）を基本とし、さらに、学童についてはコホート研究（予め設定した観察対象集団において、条件・要因が異なる集団間での発症状況の相違を追跡観察）を基本としている。

「学童」及び「幼児」という時期を設定したのは、これらいずれの時期もぜん息の新たな発症が多く見られることに着目したものであり、いずれの場合も適切な調査手段の設定が可能なことも重要な利点である。特に、「学童」については、小学校を通じて継続した追跡調査を行うことが可能との観点からコホート調査としたものである。

他方、「成人」調査については、中高年におけるぜん息症状等の高い発症率に着目して解析を行おうとしたものである。

また、大規模な調査対象者を設定するためには、多くの幹線道路を調査地域として設定することが必要となるが、その場合、複数の幹線道路ごとに、交通量、地形・天候等の道路周辺環境が異なることから、道路からの距離のみを曝露評価の指標とした場合には、幹線道路間で前提条件をそろえることができず、的確な解析に支障をきたすことが懸念される。このため、複数の幹線道路から得られるデータを統合して集計、解析するためには、距離帯との関係を解析するのではなく、一人一人について推定された曝露量との関係を解析することが適切と考えた。

３.曝露指標の設定、曝露量の推計、大気汚染の測定結果

（１）曝露指標の設定、曝露量の推計

自動車排出ガスへの曝露指標としては、EC 及び NOx 濃度の年平均値として推計したものを用いた。これは、自動車排出ガスへの曝露との高い関連性に着目して解析対象とすることとしたもので

ある。なお、環境基本法に基づく環境基準（人の健康及び生活環境を保護する上で維持することが望ましい基準。以下「大気環境基準」という。）が設定されている物質(項目)のうち、SPM、PM2.5 及び NO_2 は、本研究における EC 及び NOx と一定の関連性を有することが想定されるものの、EC 及び NOx はあくまで大気環境基準項目とは異なるものである。

また、曝露量推計に当たっては、モデルを用いた屋外及び屋内の濃度推計、当該推計の妥当性を検証するための実測定（屋外連続測定及び間欠測定）を行うことで、より高い精度で曝露量が推計されるよう最大限配慮した。この方法による曝露量推計により距離帯別の指標に比べても潜在的な関連性をもできる限り的確に把握できるような調査・データ解析を実施することができたものの、この一連の幅広い解析を通じて、科学的頑健性をもって個人曝露量を推計することが極めて難しい（一定の不確実性が残らざるを得ない）ことも明らかとなった。

（２）大気環境の測定結果

大気環境の測定について、平成 17 年から 21 年度の学童調査において、幹線道路沿道 47 か所で、また、平成 18 年から 21 年の幼児調査において、４か所で連続測定を実施した。地域（幹線道路毎に）により汚染の程度は相違するものの、EC 及び NOx 濃度については基本的に減少傾向であった。なお、大気環境基準項目である NO_2 及び SPM については、一部地区のある時期を除いて大気環境基準を達成していた。

４.各調査における結論

３調査それぞれにおける主な解析結果に基づく結論のポイントは以下のとおりである。

（１）学童調査においては、予め十分に精査された適切なデザインによる十分な対象数を確保した疫学調査により収集されたデータに基づき解析した結果、EC 及び NOx 推計曝露量を指標とした自動車排出ガスへの曝露とぜん息発症との間に関連性が認められた。なお、曝露量推計などに起因する不確実性が残る点に留意が必要であるとともに、関連性の程度（大きさ）については、十分な科学性をもって確定づけることまでは現時点では難しい。

特に、曝露量推計については、構築された推定モデルが部分的に必ずしも十分な精度を確保できなかったことや、EC 及び NOx 濃度が調査実施当初よりも終了時点の方が予想されたよりも改善されているという傾向があったことなどにより、関連性の大きさに関する推定結果が大きく異なるに至った可能性が大きいことが示唆される。

断面調査におけるぜん息有症と調査１年間の EC 及び NOx 推計曝露量との関連性並びにぜん息発症と幹線道路からの距離帯との関連性は、いずれも統計学的に認められなかった。

（２）幼児調査においては、ぜん息発症と幹線道路沿道における自動車排出ガスへの曝露との関連については、EC 及び NOx 個人曝露推計値を指標とした主要な解析において統計学的に有意な関連性はみられず、副次的な解析の一部において統計学的に有意であったものの、結果に一貫性が認められず、今回の調査結果から自動車排出ガスへの曝露との関連性を結論づけることはできなかった。

（３）成人調査においては、幹線道路沿道における自動車排出ガスへの曝露と成人のぜん息発症との関連性については、症例対照研究の副次的解析の一部において EC 個人曝露濃度帯のオッズ比が統計学的に有意であったことに留意する必要があるものの、症例対照研究の主要な解析での EC 及び NOx

個人曝露濃度帯のオッズ比が統計学的に有意ではなく、関連性を結論づけることはできなかった。

幹線道路沿道における自動車排出ガスへの曝露と COPD との関連性については、断面調査において持続性せき・たん症状の有無と EC 及び NOx 屋外濃度推計値のオッズ比が統計学的に有意であったこと、COPD に関する研究の副次的解析の一部におけるオッズ比が統計学的に有意であったことに留意する必要があるものの、肺機能検査に基づく COPD と EC 及び NOx 個人曝露推計値との主要な解析でのオッズ比が統計学的に有意ではなく、関連性を結論づけることはできなかった。

５.今後の課題と対応方針

以上のように、幼児調査及び成人調査において、幹線道路沿道における自動車排出ガスへの曝露とぜん息発症や COPD との関連について、EC 及び NOx 個人曝露推計値を指標とした解析の結果、自動車排出ガスへの曝露との関連性があるという一貫した結論は見いだせなかった。ただし、学童調査においては、EC 及び NOx 個人曝露推計値を指標とした、予め解析計画で定められた主要な解析や、副次的な解析の一部において、自動車排出ガスへの曝露とぜん息発症との間に関連性が認められることが指摘された。併せて、曝露推計などに起因する不確実性や関連性の程度を確定づけることの困難性についても指摘された。

したがって、今後とも幹線道路沿道における自動車排出ガスへの曝露による健康影響を引き続き注視していくことが必要と考えられるため、長期的かつ予見的観点から継続的に実施してきている「大気汚染に係る環境保健サーベイランス調査」を通じて、環境モニタリングや健康モニタリング、更にはそれらに必要な科学的知見の一層の充実に努めるとともに、そらプロジェクトにより蓄積された科学的知見と結果を最大限に活用し、より効果的なサーベイランス調査となるよう留意することが必要である。具体的には、①局地的大気汚染の視点から新たに３大都市圏において改良された曝露評価及び健康調査の方法を導入することや、②個人曝露推計手法を改善するなどの点が重要である。

国（環境省）においては、引き続き大気環境モニタリング体制の整備等に取り組むとともに、健康影響リスクのより一層の低減に向け、自動車排出ガス対策や PM2.5 対策を含む幅広い大気環境保全対策を積極的に推進すべきことは論を待たない。