

自動車 NO_x・PM 法に係る対策地域における NO₂ 環境基準確保の評価手法 に関する調査研究

株式会社 数理計画

【調査の目的】

環境省は、平成 23 年 3 月に「平成 32 年度までに対策地域において二酸化窒素（NO₂）及び浮遊粒子状物質（SPM）に係る大気環境基準を確保することを目標とする。ただし、平成 27 年度までにすべての監視測定局における NO₂ 及び SPM の大気環境基準を達成するよう最善を尽くす。」という新たな基本方針を示した。

本調査研究では、これまでの手法（常時監視測定結果、窒素酸化物総量規制マニュアル（NO_x マニュアル）準拠の濃度予測手法（構造物等の局地要因の考慮が困難）、簡易測定手法による測定等）では難しかった「NO₂ が高濃度になると予想される地点を抽出する手法」の構築を目的とする。ここでいう、「高濃度になると予想される地点」とは、「必ず高濃度になる」という意味ではなく、「高濃度になる可能性（ポテンシャル）がある地点」という意味である。

【調査の方法】

1. 調査研究の概要

本調査研究は、平成 26～28 年度の 3 カ年の計画であり、今年度は 3 年目にあたる。

1.1 平成 27 年度までの調査研究概要

平成 27 年度までの調査研究では、「自動車発生源」、「発生源（道路）と評価地点の距離」、「構造物等の状況」をパラメータとして、自動車 NO_x・PM 法に係る関係 8 都府県の対策地域（以下、「対策地域」）で NO₂ が高濃度になると予想される地点を抽出する手法（以下、「旧手法」）を構築した（図 1）。また、平成 27 年度調査研究では、平成 26 年度調査研究において、NO₂ が高濃度になると予想された川崎市内の 2 地点（以下、「年間観測実施地点」）で、年間観測を実施した。

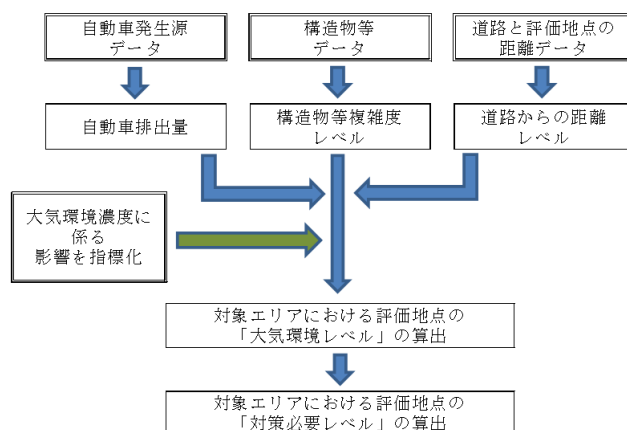


図 1 構築手法（旧手法）の概要

1.2 平成 28 年度の調査研究概要

平成 28 年度調査研究では、1) 平成 27 年度調査研究の課題や懸念事項に関して、構築手法を見直すとともに、感度解析を行い旧手法の改良を実施した。また、平成 27 年度に実施した年間観測の結果を踏まえて改良後の手法（以下、「改良手法」）を検証した後、改良手法を川崎市及び大阪市に適用した（2 章）。2) 改良手法を基に、関係 8 都府県で運用することを考慮し、手法を再検討した。その結果を踏まえて最終的な本調査研究における手法（以下、「成果手法」）を構築した。また、成果手法についても検証を行い、川崎市及び大阪市に適用した（3 章）。3) 成果手法を実際に関係 8 都府県の対策地域で適用する際の運用方法を整理した（4 章）。

2. 旧手法の改良と検証、および適用

2.1 旧手法の見直しと感度解析に伴う改良

平成 27 年度までの調査研究の課題や懸念事項を踏まえ、旧手法を見直すとともに、「対象エリア外の構造物データ」及び「メッシュの生成起点」について感度解析を行い、旧手法の改良を実施した。

2.1.1 旧手法の見直し

(1) 指標化結果の鉛直方向への拡張

旧手法では、大気環境濃度に係る、道路構造と周辺構造物の複雑度の影響の指標化（全 252 ケース、以下、「指標化」）は、自動車排出ガス測定局（以下、「自排局」）の吸引口高さに相当する地上 3 m 及び人が通常生活し呼吸する面の高さの下限值である地上 1.5 m の 2 パターンについて、DiMCFD（Diffusion Model with Computational Fluid Dynamics：数値流体力学に基づく拡散モデル）の結果を抽出し、それぞれの高さで最大値を 1 として基準化していた。そのため、地上 1.5 m と地上 3 m における結果を相互に比較できなかった。

そのため、平成 28 年度調査研究では、DiMCFD の結果を、地上 100 m 程度までの鉛直断面をすべて抽出（全 37 層、図 2 参照）し、その断面について全 252 ケースにおける指標化結果の最大値を 1 として基準化した。これにより、手法にて算出する、NO₂ 濃度がどの程度高くなる可能性があるかを表す指標（以下、「大気環境レベル」）の算出高さが選択可能となった。また、異なる高さにおける大気環境レベルを、相互に比較する事が可能となった。

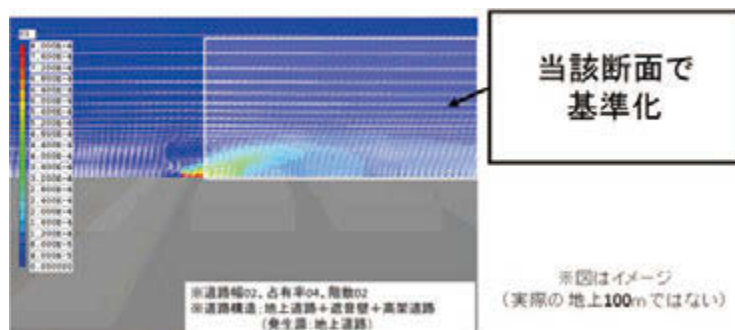


図 2 DiMCFD の結果の基準化（イメージ）

(2) 大気環境レベルの表現方法の変更

旧手法で算出される大気環境レベルは、手法を適用した対象エリア内の大気環境レベルの最大値が1となるように基準化していた。そのため、旧手法では、大気環境レベルを算出する際には、必ず、対象エリア全域での値の算出が必要であった。また、基準化により得られる大気環境レベルは、対象エリア内の大気環境レベルが最大となるメッシュの値に依存するため、手法を適用する対象エリアが異なる場合には、大気環境レベルを相互に比較することはできなかった。

大気環境レベルは、「NO₂濃度がどの程度高くなる可能性があるかを表す指標」であり、基準化を実施せず、相対値とした場合でも、本調査研究の目的の達成は可能と考えられる。そこで、平成28年度調査研究においては、大気環境レベルを算出するメッシュ（以下、「評価メッシュ」）ごとに、対象となる自動車排出量（m³N/h）と、それに対応する指標化結果（無次元数）を乗じた値の合計値として、大気環境レベル（m³N/h）を表現する。なお、発生源（道路）について、本調査研究では「平成23年度総量削減対策の在り方検討業務報告書」（環境省）で作成された発生源データを使用した。また、評価メッシュは、メッシュの重心から半径200 m以内に対象となる幹線道路が存在し、かつ、メッシュ内を道路用地・鉄道用地・河川・水路・水面を除く地域、あるいは場所に一部占められているメッシュを対象として設定している。

2.1.2 感度解析に伴う手法の改良

(1) 対象エリア外の構造物に係る感度解析とそれに伴う改良

旧手法では、周辺構造物の複雑度は、評価メッシュを中心とする214.5 m四方の領域における平均占有率及び平均階数から判定する。そのため、対象エリアの境界付近で周辺構造物の複雑度を判定する際、対象エリアに隣接する領域の構造物データ等が必要と考えられるが、旧手法では除外していた。そこで、平成28年度調査研究では、対象エリア外の構造物データ等の有無についての感度解析を実施した。なお、構造物データには、都市計画基礎調査データと同様に、構造物の位置情報に加えて構造物の階数も整備された住宅地図 Zmap-AREAI（株式会社ゼンリン）を、平成28年度調査研究においては使用している。

感度解析の結果について、周辺構造物の複雑度の判定結果の比較と、大気環境レベルの算出結果の比較の例を示す（図3、図4）。感度解析の結果、対象エリア外の領域の考慮の有無により、周辺構造物の複雑度の判定結果及び大気環境レベルの算出結果に差が生じることが読み取れる。したがって、対象エリアの境界部と、対象エリアのその他の地点で手法の適用条件を統一するため、改良手法では、対象エリア外の構造物データを、周辺構造物の複雑度の判定の際に考慮する。

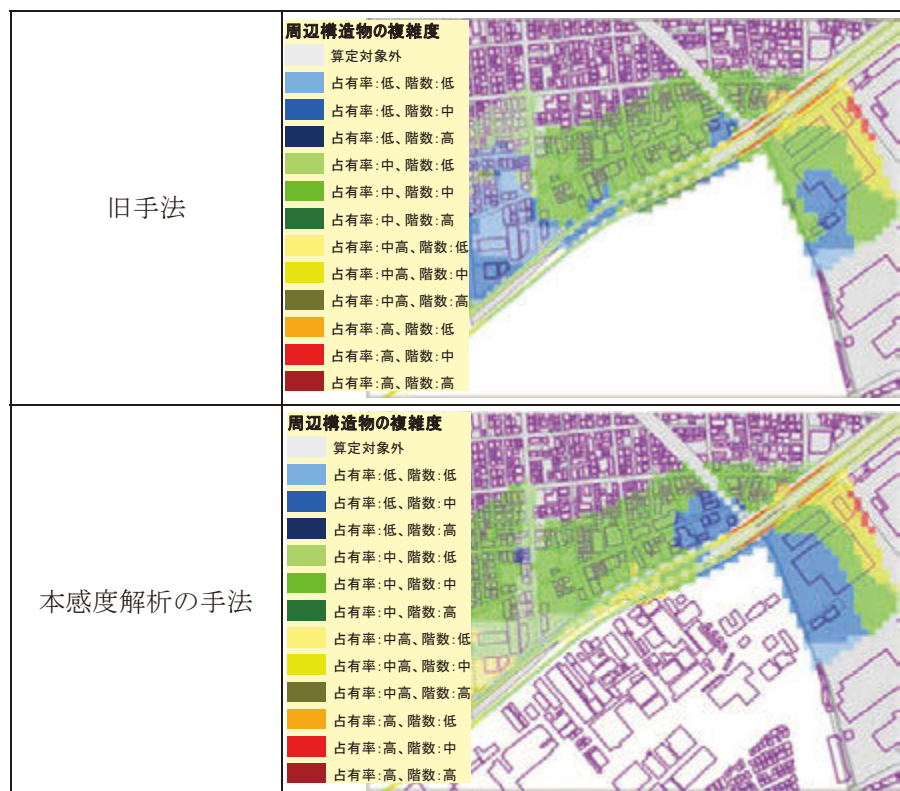


図3 感度解析による周辺構造物の複雑度の判定結果比較
(平成21年度)

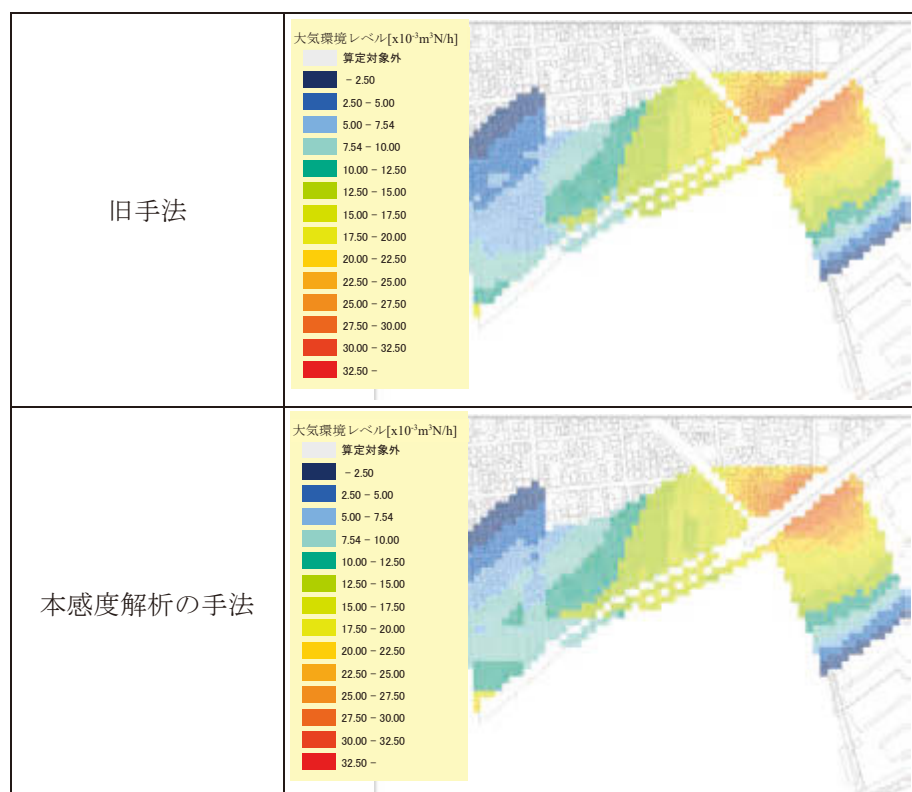


図4 感度解析による大気環境レベルの算出結果比較
(平成21年度)

(2) メッシュ生成起点に係る感度解析とそれに伴う改良

旧手法のメッシュ生成起点は、図5に示す対象エリア全域が含まれるように選択した第3次地域区画の区画線の対象エリア南西に存在する交点（以下、「3次メッシュ原点」）を用いていた。平成27年度までの調査研究においては、メッシュの位置が変化した場合に、どの程度、周辺構造物の複雑度の判定結果及び大気環境レベルの算出結果に影響を与えるのかは未検証であった。そこで、平成28年度調査研究では、評価メッシュの位置データに係るメッシュ生成起点の移動による感度解析を実施した。

本感度解析は、3次メッシュ原点、3次メッシュ原点から北に5 m 移動した点、東に5 m 移動した点及び北と東に5 m ずつ移動した点の、計4点をメッシュの生成起点とし、それぞれの場合について周辺構造物の複雑度を判定及び大気環境レベルを算出し、それらの結果を比較した。

例として、二子測定局周辺における感度解析結果を図6と図7に示す。その結果、周辺構造物の複雑度はメッシュの位置自体の変化によるわずかな差異が見受けられる。また、大気環境レベルは、測定局が所属するメッシュにおいて、メッシュ生成起点の違いによりわずかに変化している。以上より、評価メッシュの位置が変化すると、対象エリアが同一であっても、大気環境レベルはわずかに変化する可能性があると考えられる。そのため、手法の使用者によって大気環境レベルに差が生じることを避けるため、改良手法ではメッシュ生成起点を3次メッシュ原点とする。



図5 3次メッシュ原点の設定例(川崎市)

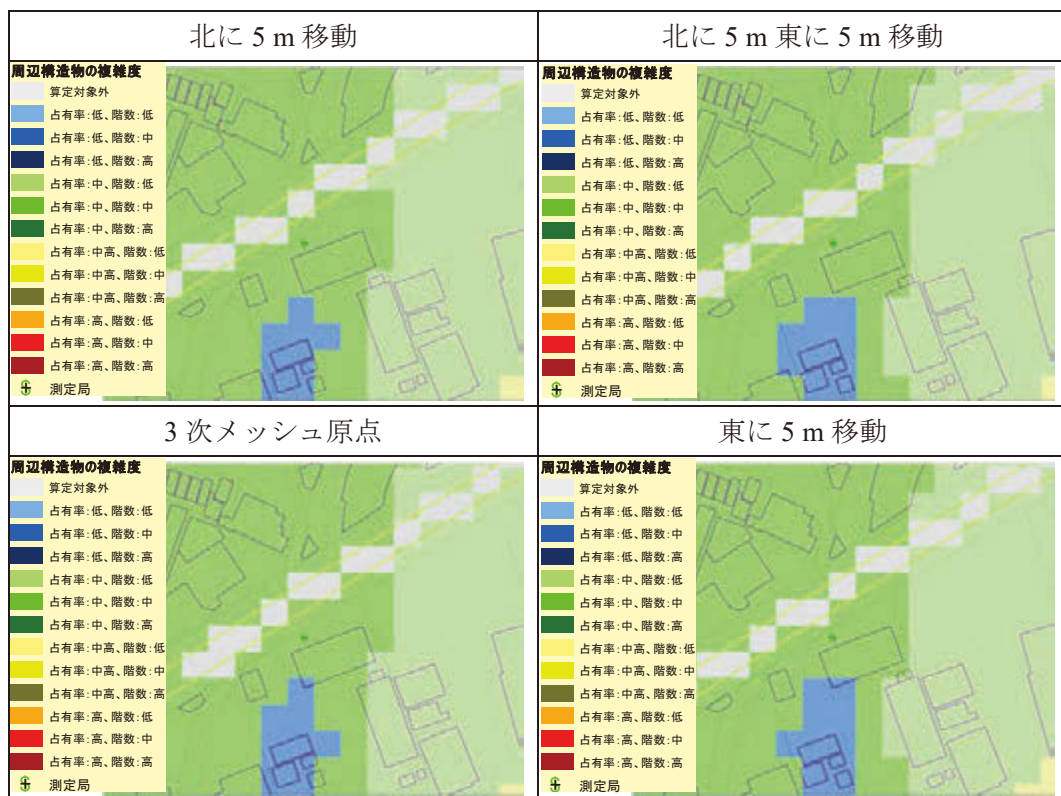


図 6 感度解析による周辺構造物の複雑度の判定結果比較

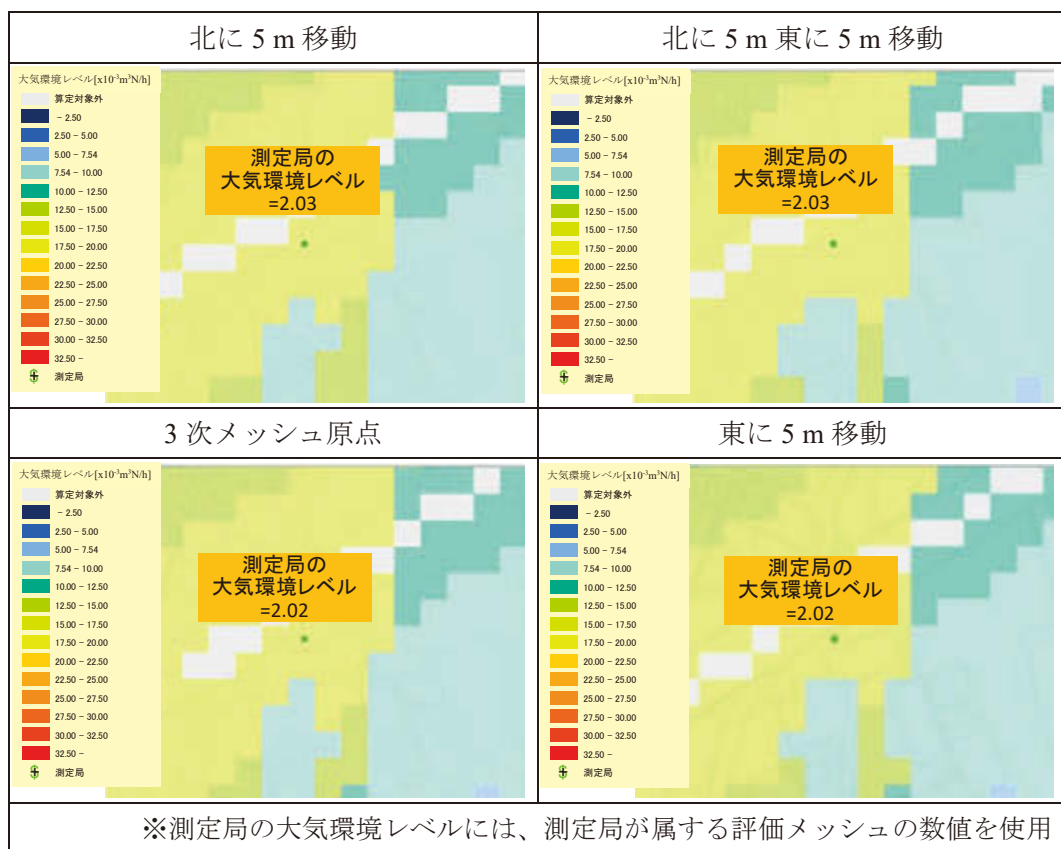


図 7 感度解析による大気環境レベルの算出結果比較

(平成 21 年度、二子測定局付近)

2.1.3 手法の改良点の整理

旧手法からの変更点を表 1 に示す。

表 1 旧手法からの変更点一覧

項目	旧手法	改良手法
指標化結果	地上 1.5 m と 3.0 m の結果を使用	鉛直方向に 100 m 程度まで使用
大気環境レベル	最大値により基準化	Σ (排出量×指標化結果) で表現
対象エリア外の 構造物データ	考慮に含めない (使用しない)	考慮する (使用する)
メッシュ生成起点	未検証	3 次メッシュ原点とする

2.2 改良手法の検証

改良手法について、平成 27 年度に実施した年間観測の結果を用いて検証した。

2.2.1 平成 27 年度年間観測結果を用いた改良手法の検証

改良手法を用いて算出した大気環境レベル (川崎市、平成 27 年度) と、平成 27 年度に実施した年間観測結果を用いて、改良手法の検証を行った。年間観測実施地点及び自排局の大気環境レベルの大小関係と、NO₂ 日平均値の年間 98% 値 (以下、「NO₂98% 値」) の大小関係の比較図を図 8 に示す。

その結果、大気環境レベルと NO₂98% 値との大小関係は一致していないが、年間観測実施地点の大気環境レベル、NO₂98% 値はともに、川崎市の他の自排局の値よりも高くなった。そのため、改良手法は、高濃度になると予想される地区 (幹線道路沿道や交差点等) の大まかな特定には使用可能であると考えられる。

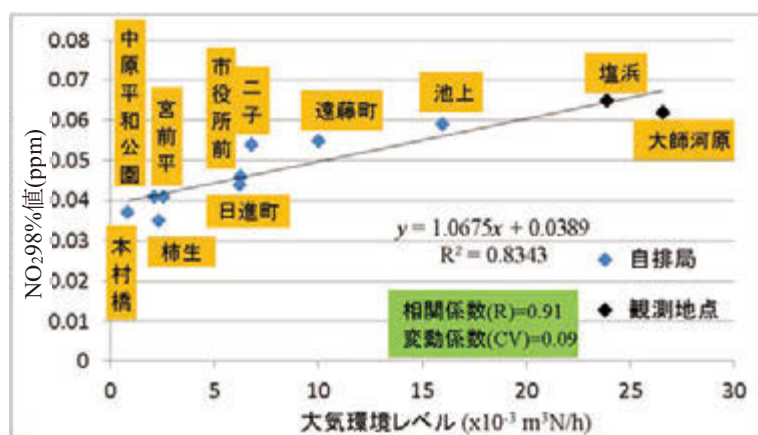


図 8 自排局及び年間観測実施地点の大気環境レベルと、NO₂98% 値の比較図 (川崎市、平成 27 年度)

2.3 改良手法の適用

改良手法を川崎市及び大阪市に適用した。平成 21 年度に適用した結果の一部を示す。(図 9、図 10)

その結果、川崎市、大阪市においては、特定の幹線道路沿道の大気環境レベルが高くなっている (図中、赤色となっている箇所) ことが読み取れる。

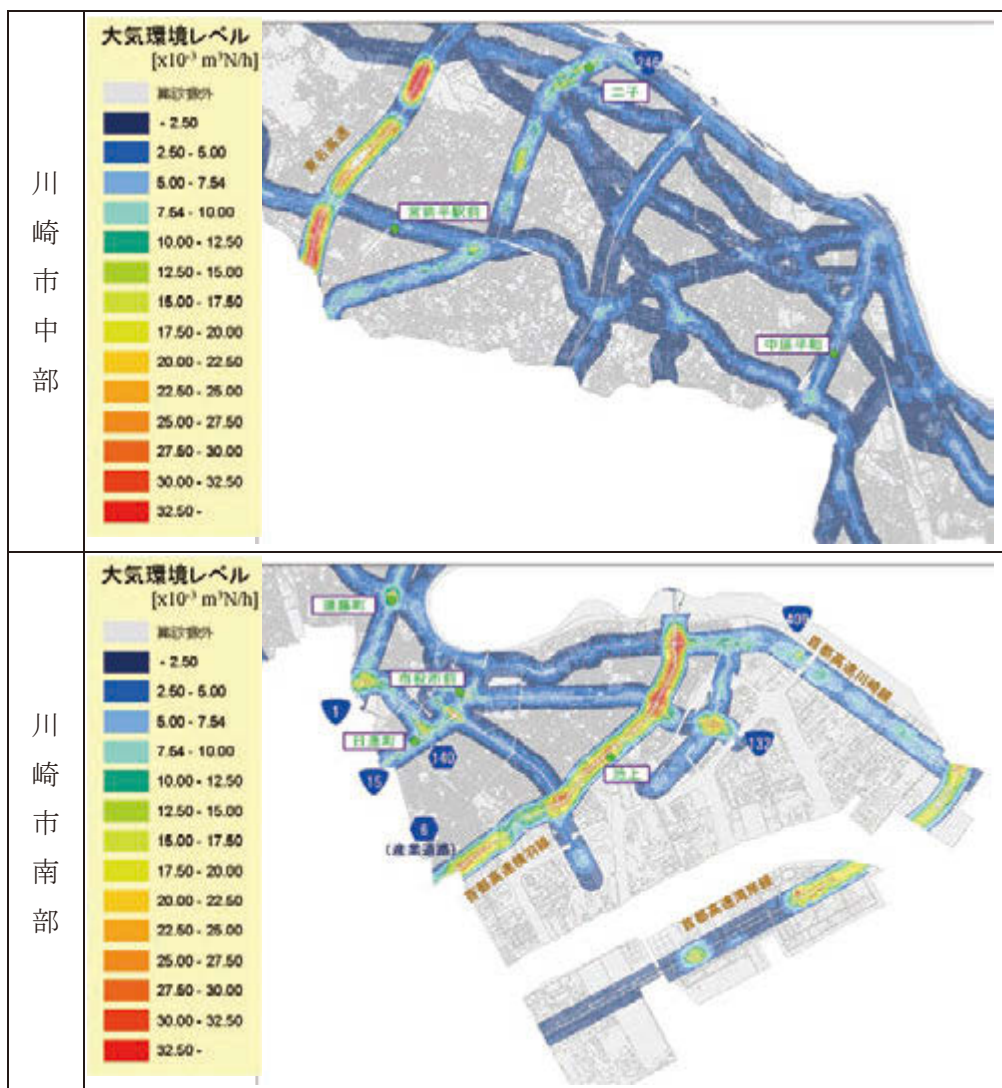


図9 改良手法の適用結果例（川崎市中部及び南部、平成21年度）

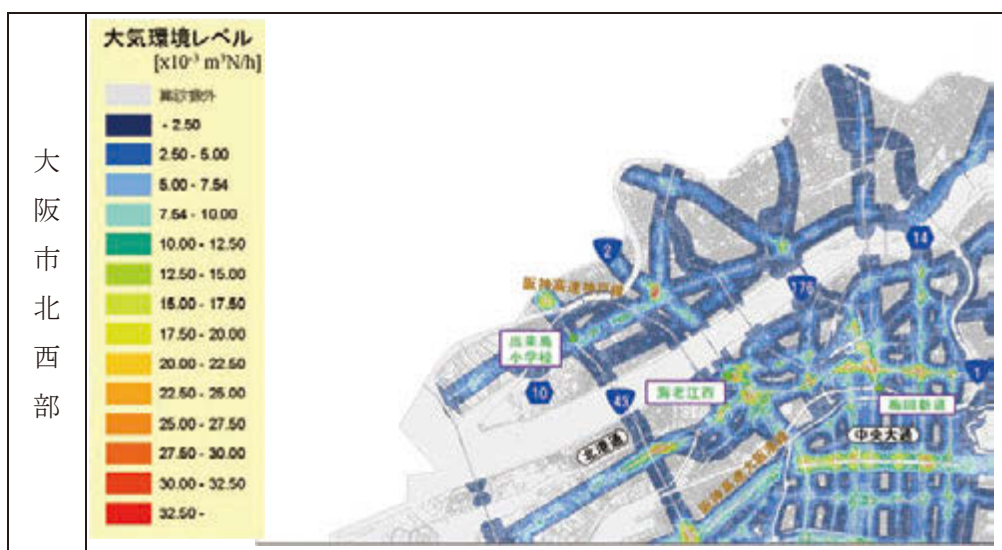


図10(a) 改良手法の適用結果例（大阪市北西部、平成21年度）

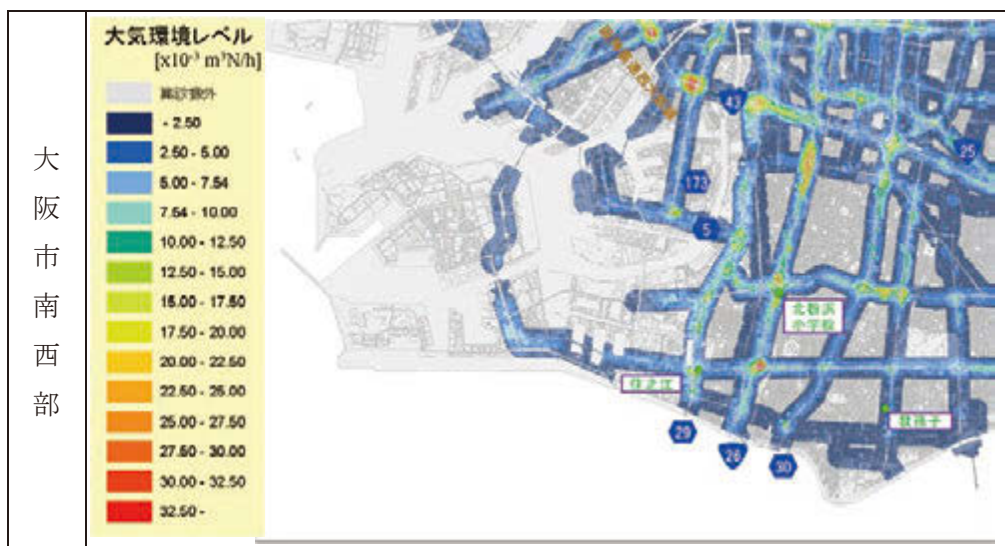


図 10(b) 改良手法の適用結果例（大阪市南西部、平成 21 年度）

また、改良手法を川崎市、大阪市の自排局に対して適用し、平成 21 年度における自排局の大気環境レベルと NO₂98%値を比較した。図 11 及び図 12 に旧手法における比較と合わせて結果を示す。

川崎市の結果（図 11）では、2.1 節の見直しや改良により大気環境レベルの数値は異なるが、相関係数や変動係数はほぼ一致しており、改良手法は旧手法と同傾向となった。大阪市の結果（図 12）では、使用した地図データが異なるため、直接の比較はできないが、川崎市と同様に、相関係数や変動係数は同程度の値であり、旧手法と同傾向となった。一方で、2.1.1 項で述べたように、改良手法では、旧手法の見直しにより、これらの大気環境レベルは相互に比較をすることが可能となっており、より汎用性が高くなっていると考ええる。

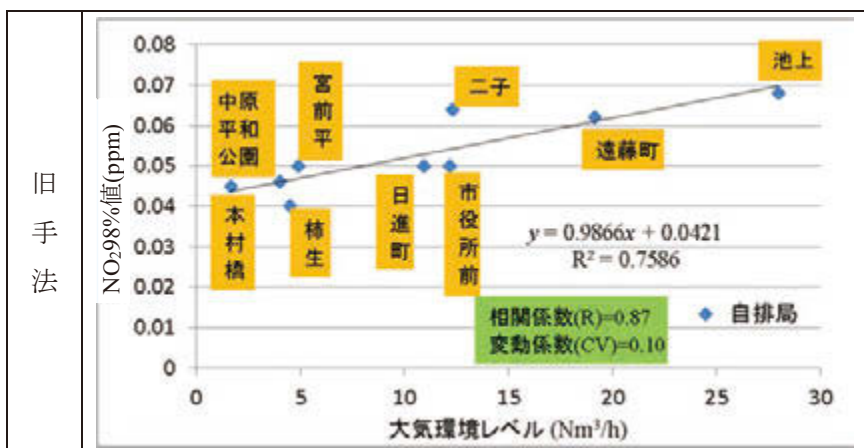


図 11(a) 自排局の大気環境レベルと NO₂98%値の比較図
（川崎市、平成 21 年度）

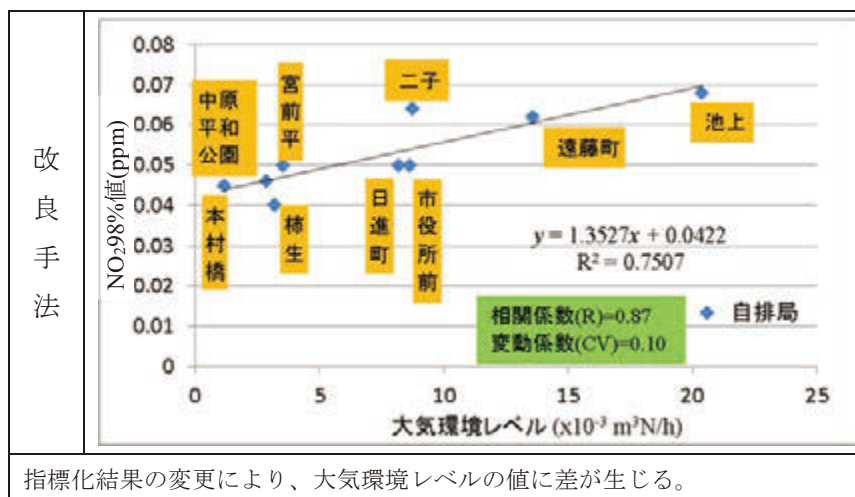


図 11(b) 自排局の大気環境レベルと NO₂98%値の比較図
(川崎市、平成 21 年度)

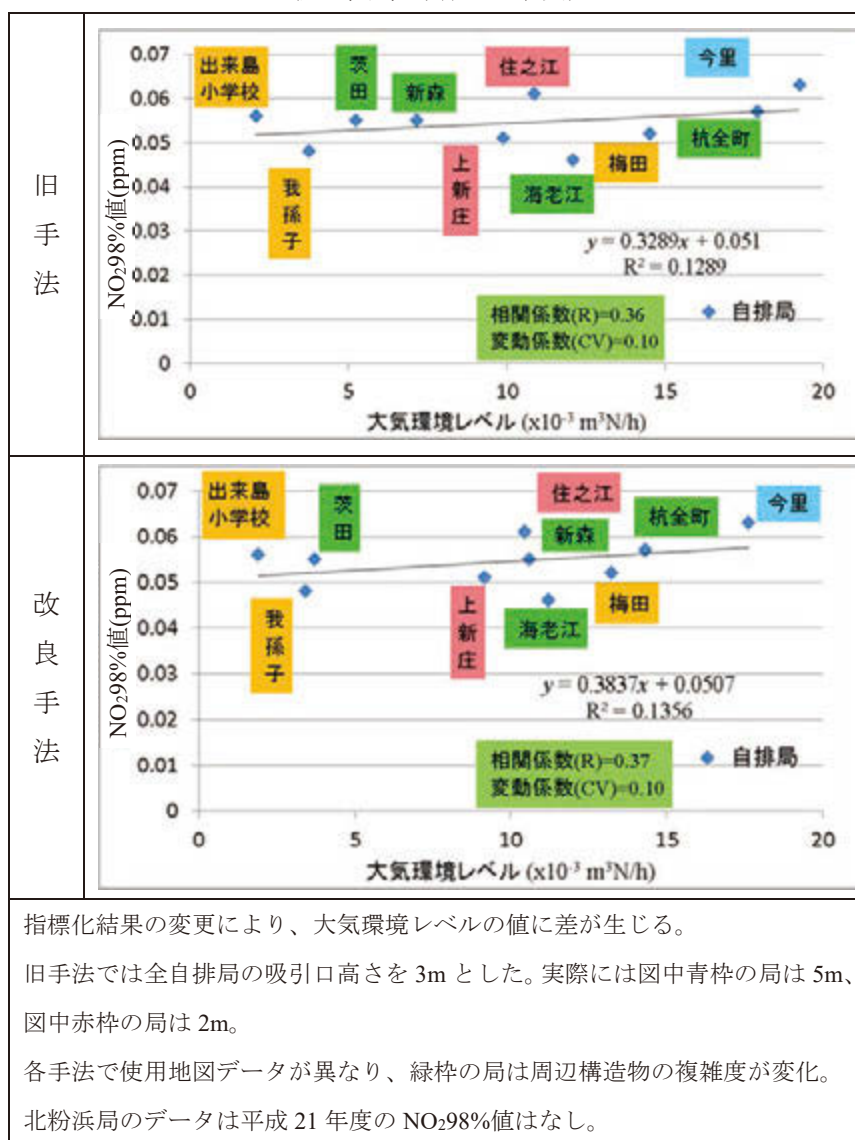


図 12 自排局の大気環境レベルと NO₂98%値の比較図
(大阪市、平成 21 年度)

3. 構築手法の再検討と検証、および適用

3.1 構築手法の再検討

大気環境レベルは、地点における NO_2 濃度がどの程度高くなる可能性（ポテンシャル）があるかを表す指標である。そのため、大気環境レベルだけでは、地点間のポテンシャルの相対的な比較は可能であっても、実際に NO_2 がどの程度の濃度になるかを判断する事は出来ない。これまでの構築手法では、 NO_2 が高濃度になると予想される地点を評価する指標（以下、「対策必要レベル」）を設定、算出することで、 NO_2 がどの程度の濃度になるかの判断をしていた。

旧手法においては、対策必要レベルを対象エリア内の自排局における大気環境レベルと、測定値から得られる NO_2 98%値の線形近似より作成した変換式を用いて算出していた。しかしながら、この方式では、手法を適用できる対象エリアは、自排局の有無や局数により制限される。これは、本調査研究の目的である「対策地域において NO_2 が高濃度になると予想される地点を抽出すること」の達成のための障害となる。

そこで、平成 28 年度調査研究では、実際に対策地域で運用することを踏まえて、上述の課題を考慮し、構築手法の再検討を行なった。

3.1.1 対策必要レベルに係る再検討

前述した課題を解決するため、対策必要レベルについて再検討を行い、「対象エリア内の自排局の有無や局数に依存せず、対策地域内の全ての対象エリア内で適用可能」な、「大気環境レベルと、実際に『 NO_2 が高濃度になると予想される地点』とを定量的に結びつけることが可能」な、指標の設定を試みた。

指標を作成するため、まず始めに、対策地域内の自排局の大気環境レベルを算出した。なお、大気環境レベルの算出は、平成 21 年度に自排局の測定結果が存在し、インターネットの地図情報等により吸引口の位置座標を確認できた、全 202 地点について算出した。

図 13 に自排局の大気環境レベルと、 NO_2 98%値の比較図を示す。図よりプロットはばらついており、この結果から、大気環境レベルを旧手法のような対策必要レベルに変換することは困難と判断した。

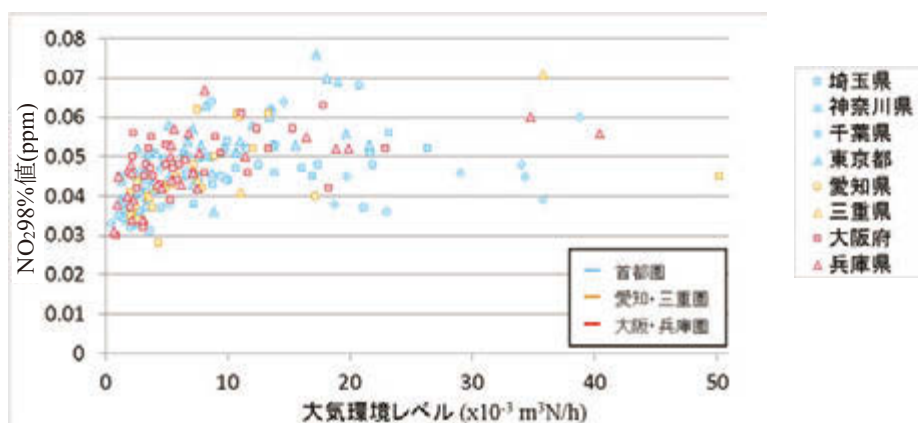


図 13 自排局の大気環境レベルと NO_2 98%値との比較図
(対策地域内、平成 21 年度)

また、自排局の大気環境レベルと、NO₂ 年平均値等、他の測定値との比較図を作成したが、NO₂98%値との比較図と同様、プロットはばらついており、他の測定データを用いた場合も、大気環境レベルを旧手法のような形式で対策必要レベルに変換することは難しいと結論付けた。

3.1.2 新たな判断基準の検討

前項の結果を踏まえ、旧手法のような対策必要レベルに代わる新たな判断基準を、大気環境レベルと NO₂98%値を比較することで検討した。

「NO₂が高濃度になると予想される地点」の閾値は、NO₂98%値が 0.06 ppm を超過した対策地域内の自排局の内、前項にて算出した大気環境レベルの最も低い局の値 ($7.54207 \times 10^{-3} \text{ m}^3\text{N/h}$ 、以下、「約 $7.54 \times 10^{-3} \text{ m}^3\text{N/h}$ 」と表現する。) とした (図 14)。これを踏まえて、「NO₂が高濃度になると予想される地点」の判断基準は、「算出した大気環境レベルが閾値 (約 $7.54 \times 10^{-3} \text{ m}^3\text{N/h}$) 以上となる場合」とした。

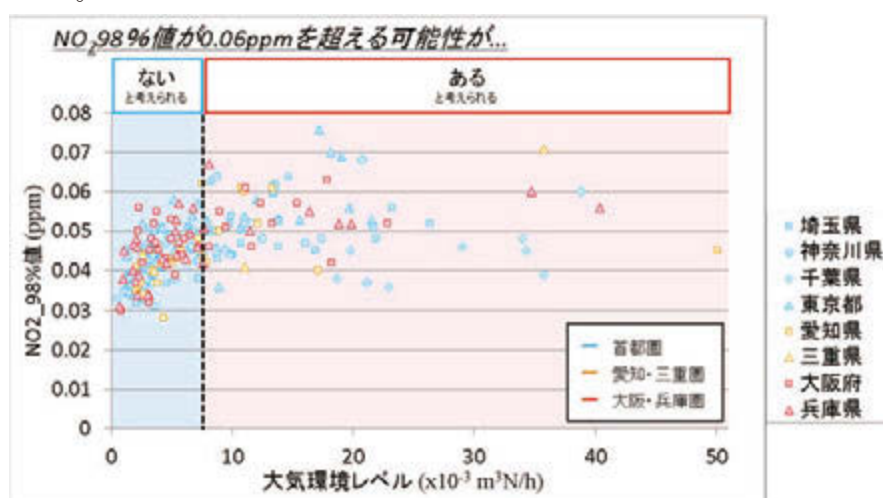


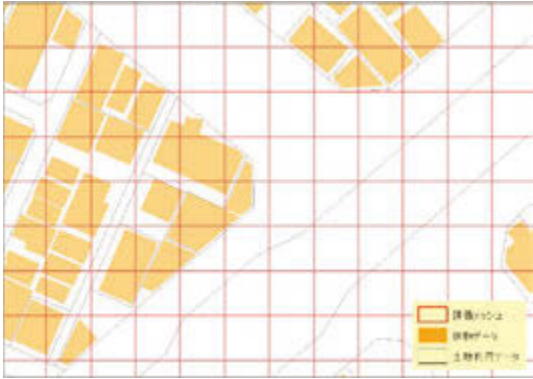
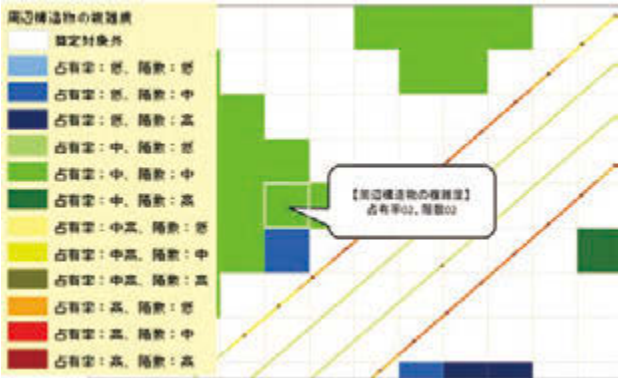
図 14 NO₂が高濃度になると予想される地点の閾値

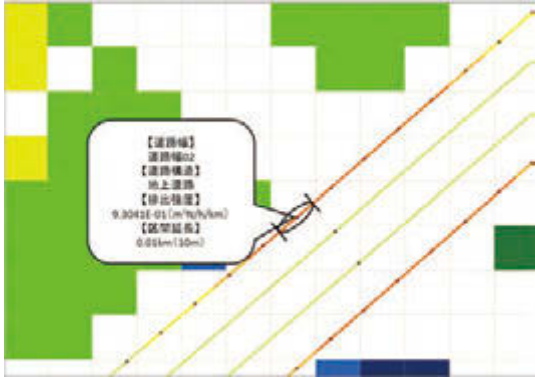
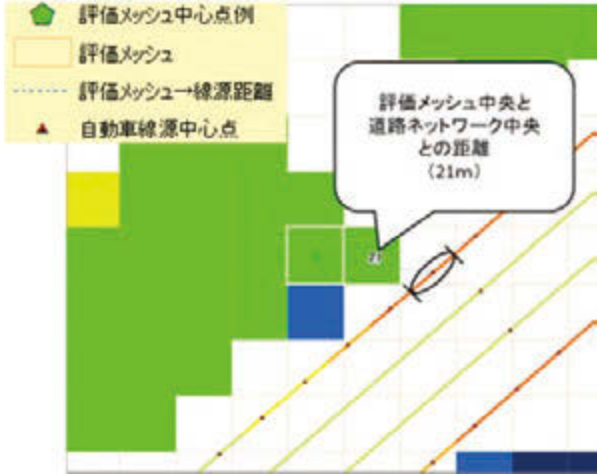
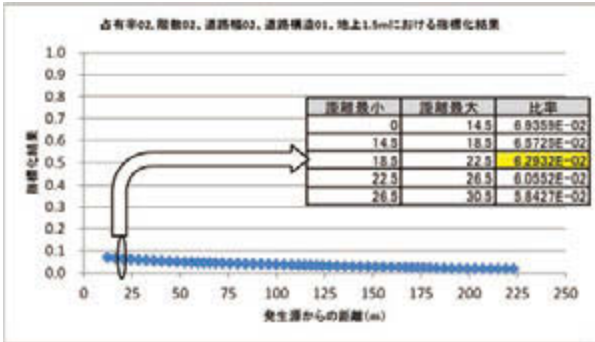
3.1.3 調査研究で目指す構築手法の検討

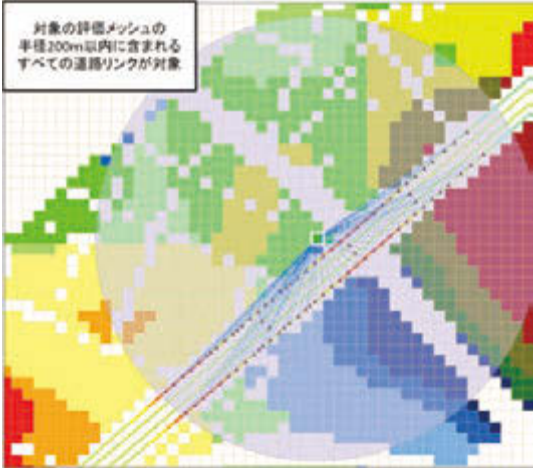
本調査研究は、「NO₂が高濃度になると予想される地点を抽出する手法」の構築を目的としていた。しかし、大気環境レベルの算出結果の測定値に対するばらつき (図 13) や、本手法が詳細な濃度予測を行っているわけではないことを踏まえ、「NO₂が高濃度になると予想される地点」を抽出することは難しいと判断した。そこで、本調査研究で構築する手法は、個々の評価メッシュ等ピンポイントの地点ではなく、ある程度の広がりをもつ「高濃度と予想される地区」を対象に抽出を実施することとした。なお、「NO₂が高濃度と予想される地区」の抽出は、大気環境レベルが閾値以上となった評価メッシュの分布図を基に、使用者の判断で実施する。そのため、抽出される地区の広がりや区分は、使用者によって若干の差が生じると考えられる。

3.1.4 再検討後の手法

これまでの検討結果を踏まえて、本調査研究における成果手法を定めた。図 15 に具体的な作業手順を示す。旧手法及び改良手法との大きな違いとして、対策必要レベルの算出を廃止し、代わりに大気環境レベルの閾値を使用した「NO₂が高濃度と予想される地区」の抽出の過程が追加されている。

Step.1 評価メッシュの作成	対象エリア（市区町村）における評価メッシュを作成する。 
Step.2 周辺構造物の 複雑度の判定	着目している評価メッシュにおける周辺構造物の複雑度を判定する。 

Step.3 排出量、道路幅、 道路構造の確認	対象とする道路リンクの排出量、道路幅、道路構造を確認する。 
Step.4 距離の算出	評価メッシュの中央と道路リンクの中点の距離を算出する。 
Step.5 指標化結果の取得	着目している評価メッシュと道路リンクについて、周辺構造物の複雑度、道路幅、道路構造の各区分及び道路リンクからの距離、評価高さに応じた指標化結果を取得する。  ※周辺構造物の複雑度、道路幅、道路構造、距離に該当する指標化結果を取得

Step.6 (排出量×指標化結果)	Step.5 の指標化結果に対象とする道路リンクの排出量を乗じる。 ・指標化結果=6.2932E-02 ・排出量 (m³N/h) =各道路リンクの排出量度 (m³N/h/km) ×区間延長 (km) =9.3041E-01×0.01 =9.3041E-03 ・指標化結果×排出量 (m³N/h) =6.2932E-02×9.3041E-03 =5.8552E-02
Step.7-1 大気環境レベルの算出 【1つの評価メッシュ】 (Step.3～Step.6 の操作を繰り返す)	上記 step.3～step.6 の操作を、評価メッシュの中央を中心に、半径 200m以内に該当する道路リンクについて繰り返し足し合わせることで、着目している評価メッシュの大気環境レベルを算出する。 
Step.7-2 大気環境レベルの算出 【全ての評価メッシュ】 (Step.2～Step.7-1 の操作を繰り返す)	全ての評価メッシュについて、上記 step.2～step.7-1 の操作を繰り返し行い、大気環境レベルを算出する。 

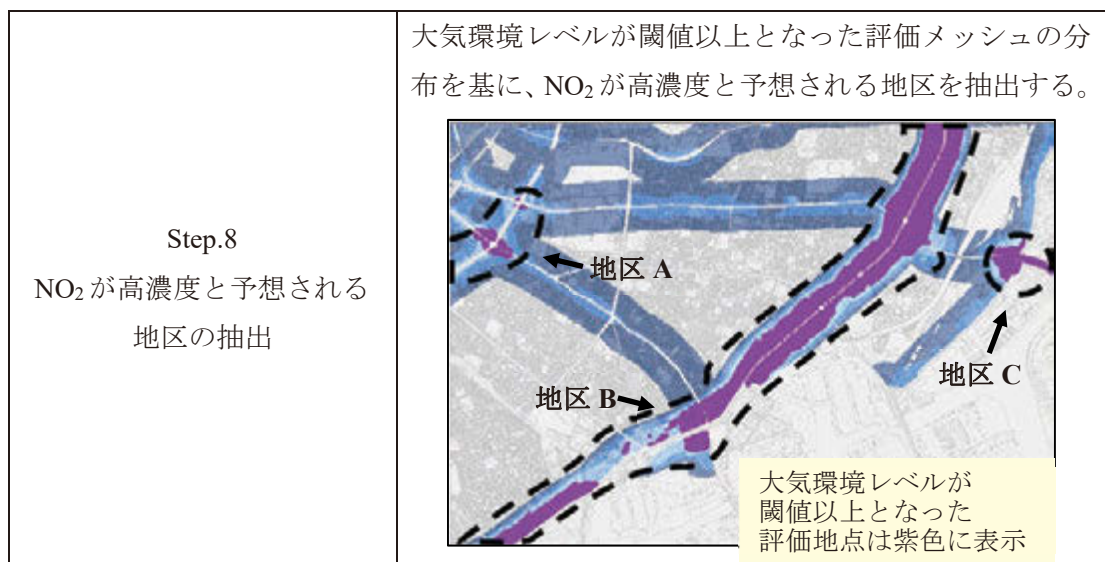


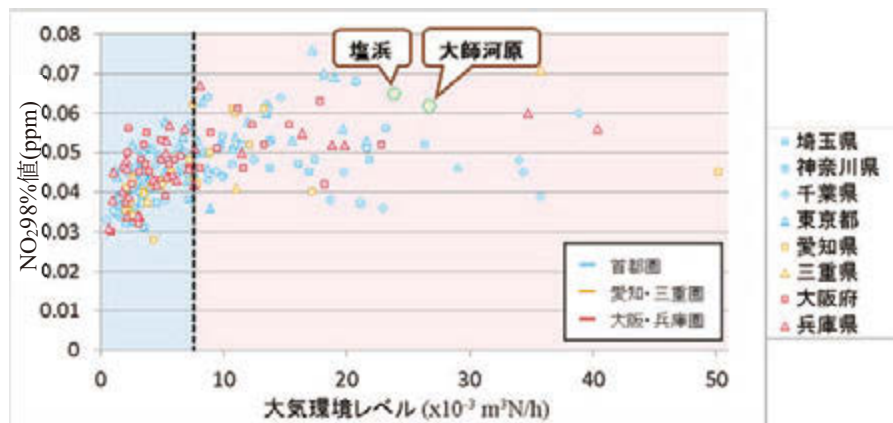
図 15 本調査研究における構築手法の具体的手順

3.2 成果手法の検証

成果手法について、平成 27 年度に実施した年間観測の結果を用いて検証した。

3.2.1 平成 27 年度年間観測の結果を用いた閾値の検証

3.1 節では、「NO₂が高濃度になると予想される地点」の閾値を、平成 21 年度の対策地域内の自排局のデータを用いて設定した。この閾値が、平成 21 年度以外の年度及び自排局以外の地点についても適用可能であるか、平成 27 年度に実施した年間観測の結果を用いて検証した。結果を図 16 に示す。



注：自排局の NO₂98%値は平成 21 年度のデータを示している

図 16 平成 27 年度年間観測結果を用いた閾値の検証

年間観測実施地点の NO₂98%値は、いずれも 0.06 ppm を超過していた。また、図 16 から読み取れるように、これら 2 地点は、大気環境レベルも閾値以上（大師河原交差点：約 $26.67 \times 10^{-3} \text{ m}^3\text{N/h}$ 、塩浜交差点：約 $23.82 \times 10^{-3} \text{ m}^3\text{N/h}$ ）となっている。すなわち、実際に NO₂ が高濃度となった地点が「NO₂ が高濃度になると予想される地点」として判断されており、閾値は手法を適用する年度によらず、また、自排局以外の地点に対しても使用可能と考える。

3.3 成果手法の適用

この成果手法を、川崎市及び大阪市へと適用し、平成 32 年度における NO₂ が高濃度と予想される地区を抽出した（例：図 17、図 18）。NO₂ が高濃度になると予想される地区は、川崎市では限られた幹線道路沿道で、大阪市では対象エリア内に点在して抽出された。

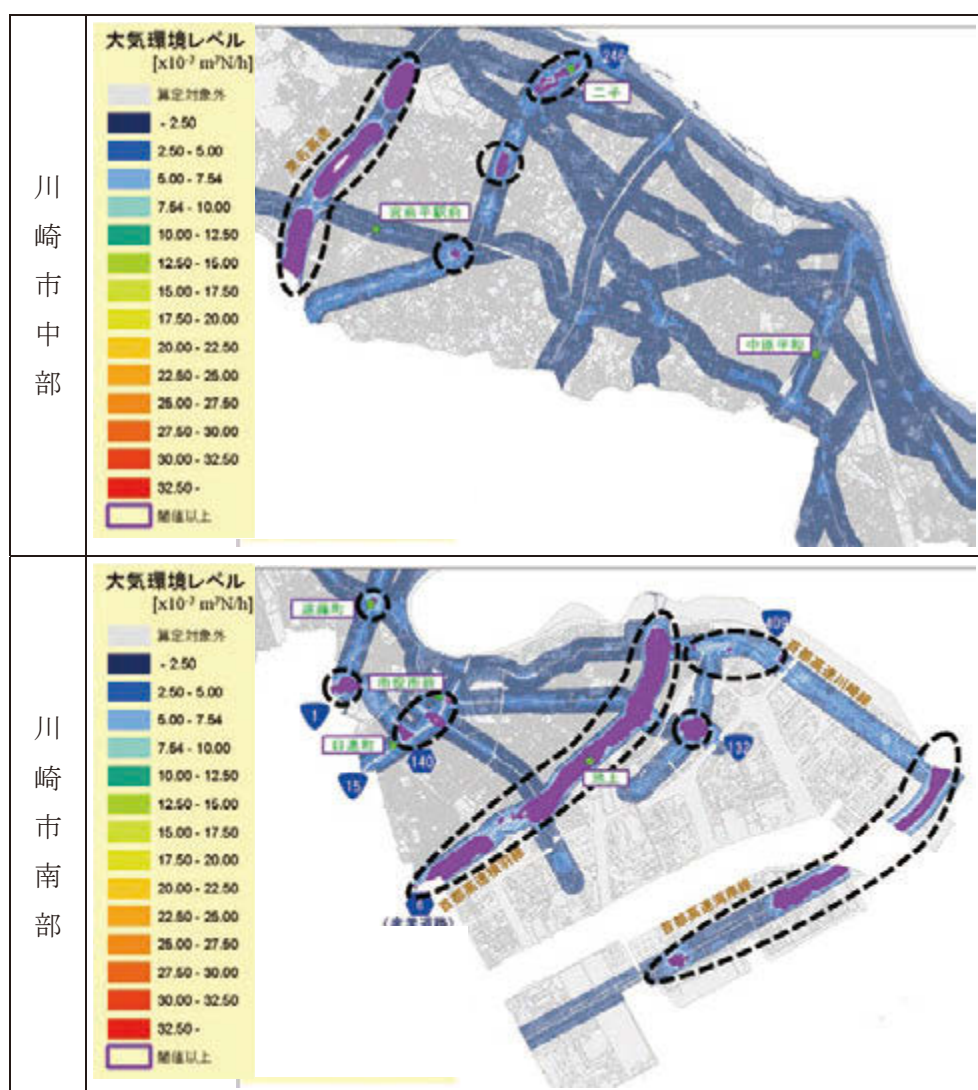


図 17 成果手法の適用結果例
(川崎市中部及び南部、平成 32 年度)

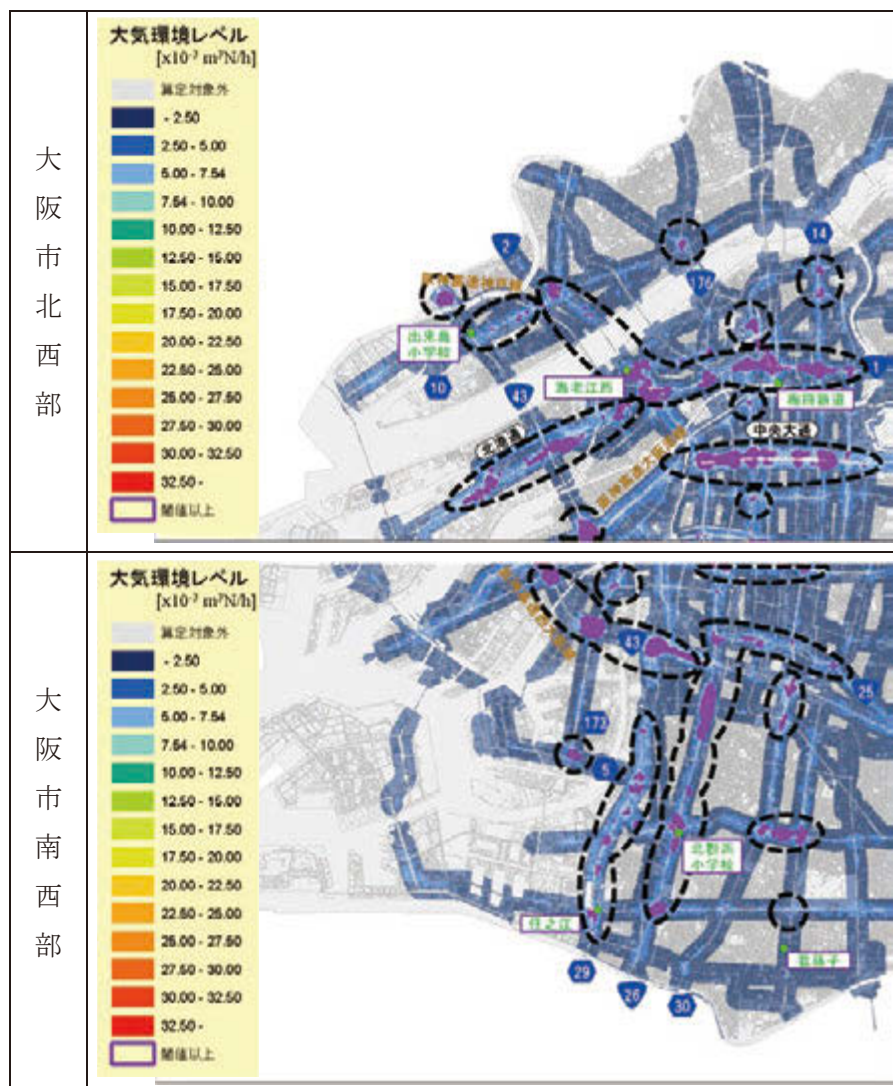


図 18 成果手法の適用結果例
(大阪市北西部及び南西部、平成 32 年度)

4. 成果手法の運用方法の検討

4.1 成果手法の運用方法の整理

平成 27 年度までの調査研究の成果及び 2 章、3 章で得られた結果等を基に、成果手法を対策地域に適用する際の運用方法を整理した。検討結果と成果手法を適用する際の具体的手順や留意事項については、別途、運用手順書（付録参照）を作成し、そちらに詳細をとりまとめた。

4.2 成果手法の特徴

4.1 節で作成した運用手順書から、成果手法の特徴を以下に抜粋して示す。

(利点)

- ・ 構造物等の影響を考慮可能
- ・ 対象エリアである市区町村という範囲から、比較的短時間に「NO₂が高濃度になると予想される地区」（自動車環境対策を優先的に施すべき地区）を抽出可能

- ・他の既存の濃度予測手法と比較して簡易な方法
- ・対策地域全体（測定局以外含む）で適用可能
- ・適用年度に制限はない

（留意事項）

- ・成果手法で定めた設定や区分を変更した場合、結果は保証しない（変更する場合は検証が必要）
- ・「NO₂が高濃度と予想される地区」を抽出する手法であり、対策効果の検討には使用できない

【まとめ】

平成 28 年度の調査研究では、平成 27 年度までの調査研究にて構築した手法（旧手法）の見直しや改良を行い、手法の汎用性はより高くなった。

さらに、改良した手法を基に、関係 8 都府県の対策地域で運用することを踏まえ、本調査研究における最終的な手法（成果手法）を構築した。

また、成果手法について、実際に関係 8 都府県の対策地域に適用する際の、運用方法の検討と整理を実施し、その結果をまとめた。

【結論】

本調査研究では、これまでの手法では難しかった構造物等の影響の考慮が可能な、「NO₂が高濃度になると予想される地点を抽出する手法」の構築を目的とし、本調査研究の成果物として「NO₂が高濃度になると予想される地区を抽出する手法」を得た。また、構築した手法を実際に運用する際の手順や留意事項を整理し、構築手法運用のための手順書を作成した。

「謝辞」

本調査研究の手法検討にあたって、ご協力をいただいた神奈川県、川崎市、大阪府、大阪市の関係者の方々に深く御礼を申し上げます。

(付録)

「自動車排出ガスに伴う NO_2 高濃度地区の 抽出手法運用のための手順書」

1 はじめに

本資料は、独立行政法人環境再生保全機構の「自動車 NO_x・PM 法に係る対策地域における NO₂ 環境基準確保の評価手法に関する調査研究（平成 26～28 年度）」（以下、「本調査研究」という。）で構築された手法を運用するための手順書であり、実際に手法を運用する使用者向けに作成した。ここでは、本調査研究でケーススタディを行った川崎市を例に、手順を整理した。

なお、本調査研究で構築した手法で用いるパラメータや区分は、各種の検討結果を踏まえて定めたものであるため、使用者は本資料に記載した条件にしたがい運用するものとする。もし、パラメータや区分を変更して運用したい場合は、本調査研究と同様の検討・検証を行うことを必須とするが、この場合、本調査研究で得られた結果を保証するものではないことに留意する必要がある。

2 構築手法について

2.1 経緯

これまで、自動車 NO_x・PM 法に係る関係 8 都府県の対策地域（以下、「対策地域」という。）では、総量削減計画策定等において、窒素酸化物総量規制マニュアル（NO_x マニュアル）準拠の濃度予測手法等を用いて、測定局や道路沿道における濃度予測を行ってきた。しかし、当該手法は、構造物等の影響を加味することが困難であり、特に構造物等が複雑になっている地域では、濃度の再現性が低いことが懸念されてきた。

今後、関係 8 都府県が対策地域内で優先的に自動車環境対策を施すべき地区を明確にするためには、こうした構造物等の影響が大きい地区を対象にする必要があるため、新たな手法の構築が望まれていた。

そこで、構造物等の影響を考慮し、対策地域内のある程度の範囲から、NO₂ が高濃度になると予想される地点を抽出する手法を構築することとした。

2.2 構築手法の概要

構築手法は、大気環境濃度に対する影響が大きいと考えられる「自動車発生源」、「発生源（道路）と評価地点との距離」、「構造物等の状況」の 3 つの要因に着目し、NO₂ が高濃度になると予想される地区を抽出するための手法である。

ここで、「構造物等の状況」を加味したといっても、DiMCFD (Diffusion Model with Computational Fluid Dynamics : 数値流体力学に基づく拡散モデル) のような構造物の影響を加味した濃度予測を行うシミュレーションモデルを構築したわけではなく、後述のとおり、周辺構造物の複雑度、道路幅、道路構造をモデル化した模擬街区を対象に DiMCFD を用いたシミュレーションにより、指標化結果を作成することで行っている。また、本調査研究の検討結果、及び構築手法が詳細な濃度予測を行っているわけではないことを踏まえ、個々の評価地点のピンポイント（地点）ではなく、ある程度の広がりを持つ「NO₂ が高濃度になると予想される地区」を抽出する手法を構築することとした。ここでいう、「NO₂ が高濃度になると予想される」とは、「必ず高濃度になる」という意味ではなく、「高濃度になる可能性（ポテンシャル）がある」という意味である。

2.3 構築手法の対象エリア

構築手法は、対策地域において、優先的に自動車環境対策を施すべき地区を明確にするために、対策地域のある程度の範囲から、NO₂が高濃度になると予想される地区を抽出することを目的とした手法であることから、対象エリアは、市区町村単位とする。なお、対象エリアを市区町村の一部の範囲（例えば、ある路線のみ）として、NO₂が高濃度になると予想される地区を抽出することは本手法の利用可能範囲を外れた運用である。

3 構築手法の運用手順

3.1 概要

構築手法を用いて、NO₂ が高濃度になると予想される地区を抽出する手順を、以下の図 3.1-1 に示す。詳細は、3.2 節以降に記述する。

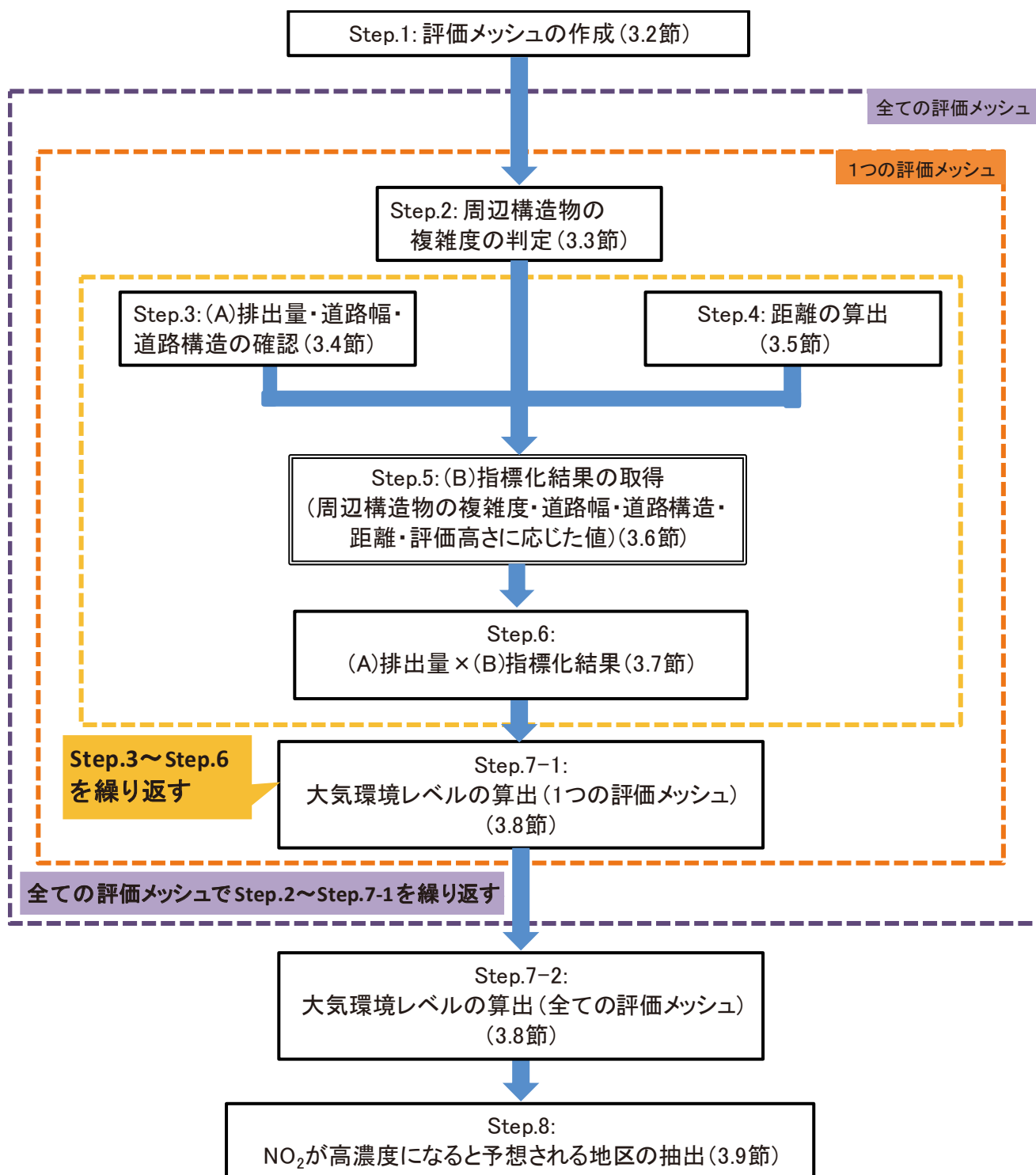


図 3.1-1 NO₂ が高濃度になると予想される地区の抽出手順

3.2 評価メッシュの作成

構築手法は、メッシュごとに推計（推計を行うメッシュのことを「評価メッシュ」という。）を行い、その結果を基に、NO₂が高濃度になると予想される地区を抽出する。

まず、対象エリア全域が含まれるように選択した第三次地域区画の区画線の南西に存在する交点（以下、「3次メッシュ原点」という。）を起点に、10m メッシュを生成する（図 3.2-1 参照）。

その後、次の①、②に該当するメッシュを除き、評価メッシュとする。

①メッシュ中央から半径 200m 以内に自動車発生源の最小単位である区間（以下、「道路リンク」という。交差点近傍では 10m 程度で設定）がない場合

②NO₂に係る環境基準の適用範囲*に基づき、「工業専用地域、車道その他一般公衆が通常生活していない地域又は場所」が、メッシュ内を 100% 占有している場合

※NO₂に係る環境基準の適用範囲

「環境基準は、工業専用地域、車道その他一般公衆が通常生活していない地域又は場所については、適用しない。」

<http://www.env.go.jp/kijun/taiki2.html>

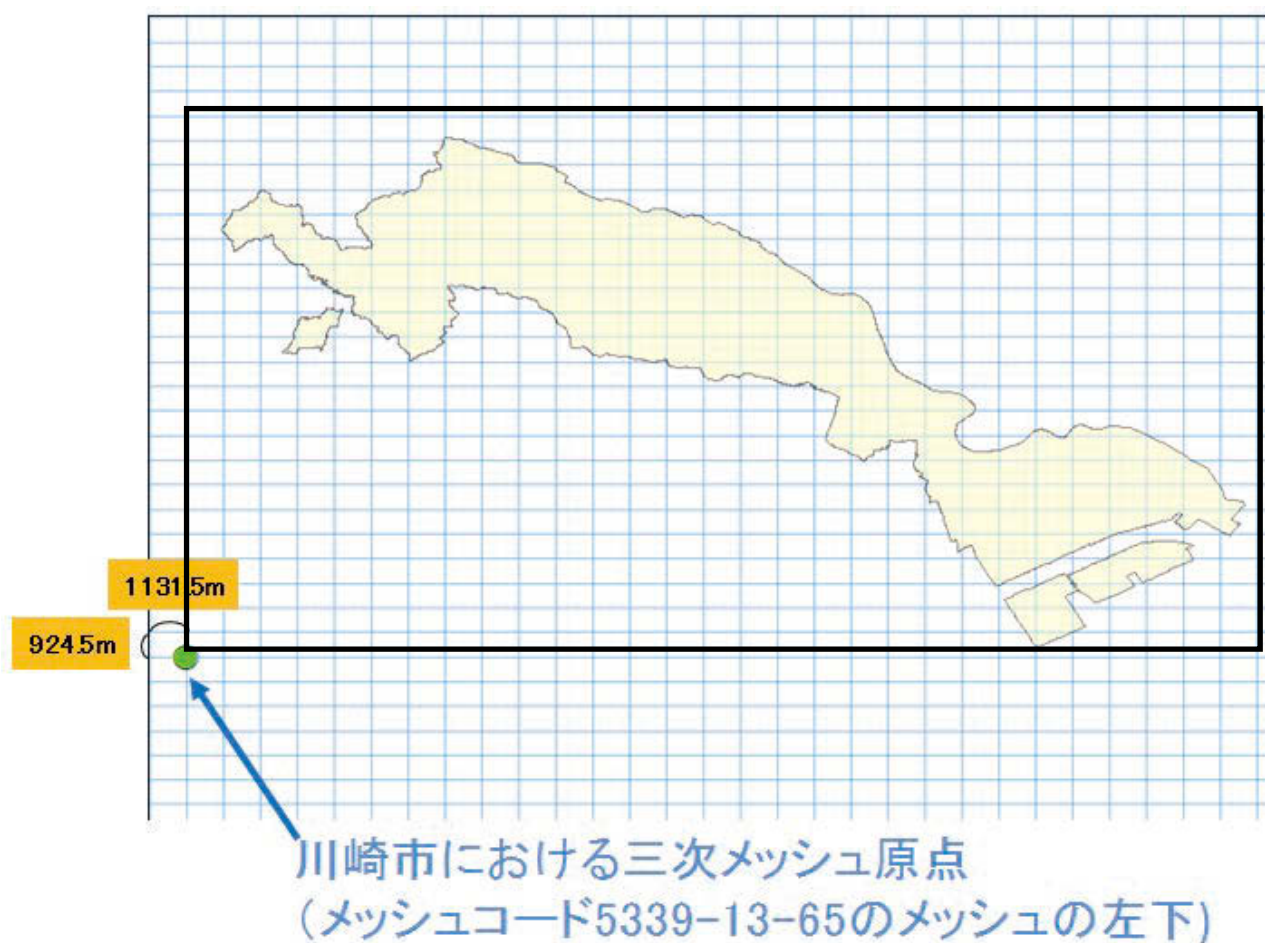


図 3.2-1 3 次メッシュ原点の設定例

3.3 周辺構造物の複雑度の判定

3.3.1 定義

周辺構造物の複雑度とは、沿道の建物をはじめとする各種構造物の複雑さを表す指標で、占有率と階数で表現されるものである。

3.3.2 使用データ

周辺構造物の複雑度は、個別の構造物に係る情報（構造物外周の位置座標、階数）、道路幅員に係る情報（道路部幅員※）を含むデータ（表 3.3-1 参照）を使用し、判定する。なお、これらの情報は、対象エリア内及びその周辺※※について必要となる。

個別の構造物に係る情報に関して、本調査研究では、川崎市から提供を受けた「都市計画基礎調査データ（平成 22 年度版）」や、株式会社ゼンリンの「住宅地図 Zmap-AREA II」を利用した（各種地図の特徴は、表 3.3-2 参照）。

※本手順書では、道路幅員に係る情報で用いるデータを道路部幅員という。なお、後述の通り、本調査研究では、道路幅員に係る情報を含む自動車発生源データは、「平成 23 年度総量削減対策の在り方検討業務報告書」（環境省）（以下、「在り方報告書」という。）で作成したデータ（平成 17 年度道路交通センサスをベース）を使用した。ここでいう道路部幅員とは、平成 17 年度道路交通センサスの「車道部幅員と歩道の代表幅員を合計した幅員」に該当する。なお、平成 22 年度道路交通センサスでは「車道、中央帯、路肩、植樹帯及び歩道等を合計した幅員」に該当する。

※※各評価メッシュの中央を重心とする 214.5m 四方の領域（以下、「判定領域」という。）が含まれる範囲のデータが必要となる。

表 3.3-1(1) 構造物のデータ

項目	必要な情報	本調査研究で利用したデータ
個別の構造物	構造物外周の位置座標、階数	都市計画基礎調査データ（平成 22 年度版） 住宅地図 Zmap-AREA II（株式会社ゼンリン）

表 3.3-1(2) 自動車発生源のデータ

項目	必要な情報	本調査研究で利用したデータ
道路幅員	道路部幅員	「平成 23 年度総量削減対策の在り方検討業務報告書」（環境省）で作成したデータ

表 3.3-2 個別の構造物に係る地図の特徴

	都市計画基礎調査データ	住宅地図 Zmap-AREA II
作成者	自治体	株式会社ゼンリン
整備状況	自治体により整備年度や整備状況が異なる	全国広域図：全国 地域別詳細図：全 7 地域（北海道、東北、関東、中部、近畿、中国・四国、九州・沖縄）
データ更新	基本的に 5 年毎	年 2～3 回
構造物形状	現地調査、空中写真等より作成	現地調査（調査員の目測や歩測）より作成
構造物階数	あり	あり（戸建て等は 2 階に設定）
費用	無料	全国広域図(22 万円+税/1 ライセンス)と地域別詳細図(5.5 万円+税/1 ライセンス)のセット販売

3.3.3 周辺構造物の複雑度の判定手順

周辺構造物の複雑度は、占有率及び階数で表現されるが、以下にその手順を示す。

占有率や階数は、図 3.3-1 に示すように、判定領域に対する構造物の平均占有率及び平均階数として判定する。なお、道路部幅員データから設定した道路部分の面積は除外する。

ここで、平均占有率とは、判定領域に対する各構造物の面積の合計の割合（ $\Sigma(\text{構造物面積}) / \text{判定領域面積}$ ）である。また、平均階数とは、判定領域に含まれる各構造物の面積を考慮して算出した平均階数（ $\Sigma(\text{構造物面積} \times \text{階数}) / \Sigma(\text{構造物面積})$ ）である。

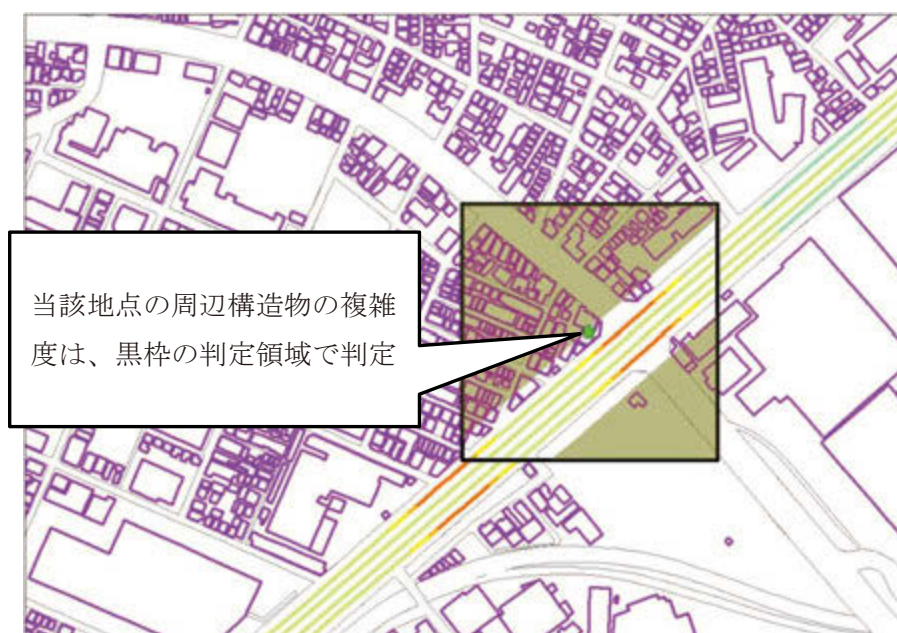


図 3.3-1 判定領域例

※緑の点：メッシュの中央

黒い太線：周辺構造物の複雑度を判定する領域

ただし、道路部幅員データから設定した道路部分は除く

判定領域に対する平均占有率や平均階数を用いて、周辺構造物の複雑度を、12 区分（占有率 4 区分、階数 3 区分の組み合わせ、表 3.3-3 参照）で表す。

表 3.3-3(1) 占有率の区分

単位:%	代表値	以上	未満
占有率01	27.3		31.4
占有率02	35.6	31.4	40.3
占有率03	45.1	40.3	50.4
占有率04	55.6	50.4	

※判定領域における平均占有率と、表の「以上」、「未満」の数値のどこに入るかで分類する。

表 3.3-3(2) 階数の区分

単位:階	代表値	以上	未満
階数01	2.0		2.5
階数02	3.0	2.5	3.5
階数03	4.0	3.5	

※判定領域における平均階数と、表の「以上」、「未満」の数値のどこに入るかで分類する。

3.4 排出量・道路幅・道路構造の確認

3.4.1 定義

「自動車発生源」のうち、大気環境濃度に対する影響が大きい要因としては、「排出量」、「道路幅」、「道路構造」の3つの項目が挙げられる。

排出量とは、自動車から排出される単位時間当たりのNO_xの量である。道路幅とは、道路部幅員（車道、中央帯、路肩、植樹帯及び歩道を含む）のことである。道路構造とは、高架道路の有無、掘割の有無及び遮音壁の有無で表されるものである。

3.4.2 使用データ

構築手法は、対象エリア内及びその周辺※の自動車発生源のデータが必要となる。

必要となる自動車発生源のデータは、排出量に係る情報（排出強度、区間延長）、道路幅に係る情報（道路部幅員）、道路構造に係る情報（高架道路の有無、掘割の有無、遮音壁の有無）を含むものが必要である（表 3.4-1 参照）。

本調査研究では、在り方報告書で作成した自動車発生源（幹線道路）のデータを用いた。なお、当該データは、交差点付近の自動車の停止・発進・加速により自動車NO_x排出量の増加が見られることを踏まえて、信号付近における自動車NO_x排出量が増加する排出量分布（図 3.4-1 参照）を反映させている。当該データ以外を用いる場合には、当該データと同様の自動車発生源データを作成する必要がある。（詳細は、在り方報告書を参照）

また、掘割の有無については、在り方報告書の自動車発生源（幹線道路）では考慮していなかったため、本調査研究で、掘割の有無をインターネットの地図情報等を基に設定した。

※各評価メッシュの中央から 200m の範囲の自動車発生源のデータが必要となる。

表 3.4-1 自動車発生源のデータ

項目	必要な情報	本調査研究で利用したデータ	備考
排出量	排出強度 区間延長	「平成 23 年度総量削減対策の在り方検討業務報告書」（環境省）で作成したデータ	信号付近は、走行試験データ等を基に NO _x 排出量が増加する排出量分布（図 3.4-1 参照）を反映させる。
道路幅	道路部幅員		
道路構造	高架道路の有無		
	遮音壁の有無		
	掘割の有無	インターネットの地図情報等	

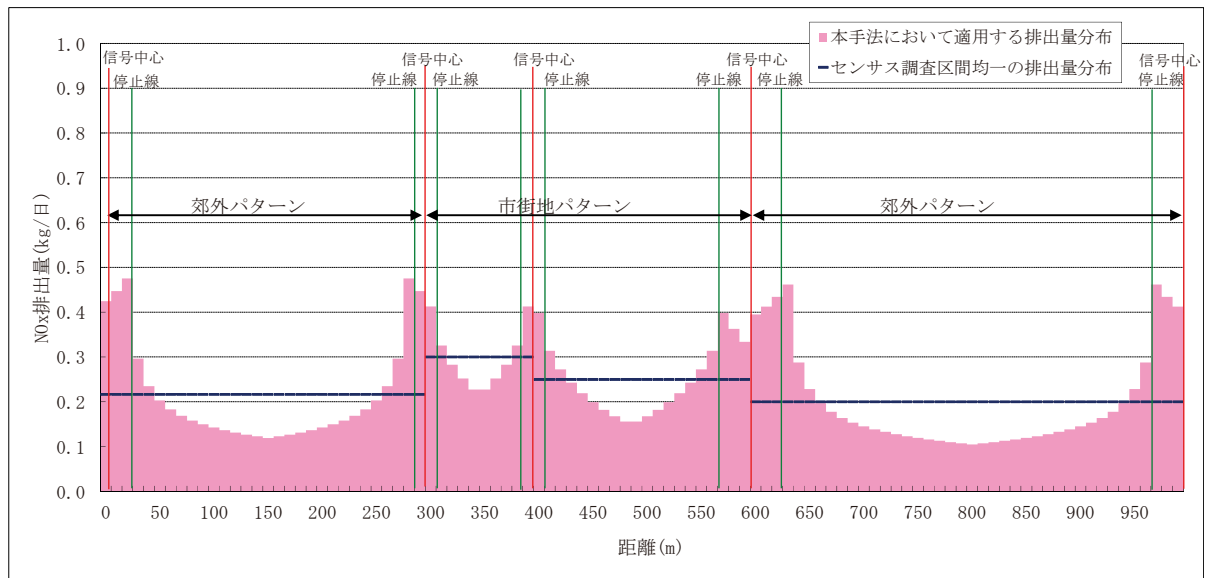


図 3.4-1 信号付近の排出量分布の概念図

[出典]「平成 23 年度総量削減対策の在り方検討業務報告書」(環境省)

3.4.3 排出量・道路幅・道路構造の分類

排出量は、道路リンク毎に設定された値を利用する。

道路幅は、3.4.2 項の情報を基に算定された道路リンクの道路幅により、表 3.4-2(1)で示す区分で分類する。なお、道路ネットワークが上下線で分離している場合は、道路幅を半分にして対象となる区分に適用する。

道路構造は、3.4.2 項の情報を基に算定された道路リンクの道路構造及び発生源の位置により、表 3.4-2(2)で示す区分で分類する。なお、高架道路は 2 段以上になっている箇所も考えられるが、構築手法では 1 段として設定する。遮音壁については、道路片側のみ設置されている場合や道路中央に設置されている場合が考えられるが、対象道路の場所を問わず遮音壁有りとして分類する。また、遮音壁、掘割、高架道路の高さは設定せず、有無のみより表 3.4-2(2)の分類を行う。

表 3.4-2(1) 道路幅の分類

単位:m	代表値	以上	未満
道路幅01	12		17
道路幅02	22	17	26
道路幅03	30	26	

表 3.4-2(2) 道路構造及び発生源位置

	道路構造	発生源位置
道路構造01	地上道路のみ	地上
道路構造02	地上道路+遮音壁	地上
道路構造03	掘割	掘割
道路構造04	地上道路+高架道路	地上
道路構造05	地上道路+高架道路	高架
道路構造06	地上道路+遮音壁+高架道路	地上
道路構造07	地上道路+遮音壁+高架道路	高架

※高架道路はどのケースでも遮音壁有りとする。地上道路については、遮音壁有無の場合分け。

3.5 距離の算出

3.2 節で作成された評価メッシュの中央と、3.4 節で作成された道路リンクの midpoint より距離を算出する。

3.6 指標化結果の取得

3.6.1 定義

周辺構造物の複雑度、道路幅、道路構造、自動車発生源からの距離の各種要因について、それぞれ大気環境にどの程度影響を与えるか、評価高さ（地上 100m 程度まで、全 37 層、表 3.6-1 参照）に応じて数値化したものを「影響要因の指標化」という。

また、影響要因の指標化を、周辺構造物の複雑度ごと、道路幅ごと、道路構造ごと、自動車発生源からの距離ごとに、評価高さに応じて整理したデータ群を「指標化結果」という。

表 3.6-1 道路幅の分類

	以上[m]	未満[m]		以上[m]	未満[m]
高さ 01	0	0.5	高さ 20	15	16
高さ 02	0.5	1	高さ 21	16	17
高さ 03	1	1.5	高さ 22	17	18
高さ 04	1.5	2	高さ 23	18	19.25
高さ 05	2	2.5	高さ 24	19.25	20.85
高さ 06	2.5	3	高さ 25	20.85	22.9
高さ 07	3	3.5	高さ 26	22.9	25.5
高さ 08	3.5	4.1	高さ 27	25.5	28.5
高さ 09	4.1	4.8	高さ 28	28.5	32
高さ 10	4.8	5.6	高さ 29	32	36
高さ 11	5.6	6.5	高さ 30	36	40.5
高さ 12	6.5	7.5	高さ 31	40.5	45.5
高さ 13	7.5	8.75	高さ 32	45.5	51.5
高さ 14	8.75	10	高さ 33	51.5	58.5
高さ 15	10	11	高さ 34	58.5	66.5
高さ 16	11	12	高さ 35	66.5	75.5
高さ 17	12	13	高さ 36	75.5	85.5
高さ 18	13	14	高さ 37	85.5	95.5
高さ 19	14	15			

3.6.2 使用データ

構築手法で用いる指標化結果は、本調査研究で作成したデータ群を使用することとする。

なお、本調査研究では、周辺構造物の複雑度、道路幅、道路構造をモデル化した模擬街区を対象に、DiMCFD を用いたシミュレーションにより、指標化結果を作成した（詳細は、平成 27 年度報告書参照）。

3.6.3 指標化結果の取得手順

3.2 節で作成した評価メッシュについて、3.3 節で示した周辺構造物の複雑度を判定する。

その後、対象とする道路リンクに対して、3.4 節で示した道路幅、道路構造の情報を得て、3.5 節で示した手順を基に評価メッシュと発生源との距離を求める。

上記及び評価したい高さを基に、該当する指標化結果を取得する。

指標化結果の例を図 3.6-1 に示す。図 3.6-1 の例では、占有率 02（表 3.3-3(1)参照）、階数 02（表 3.3-3(2)参照）、道路幅 02（表 3.4-3(1)参照）、道路構造 01（表 3.4-3(2)参照）、評価高さは地上 1.5m、評価メッシュの中央と道路リンクの midpoint の距離は 21m であり、該当する指標化結果は 6.2932E-02 となる。

なお、本調査研究で作成した指標化結果（鉛直断面 37 層×各 252 ケース）一覧は、別途、CSV 形式で整理した。

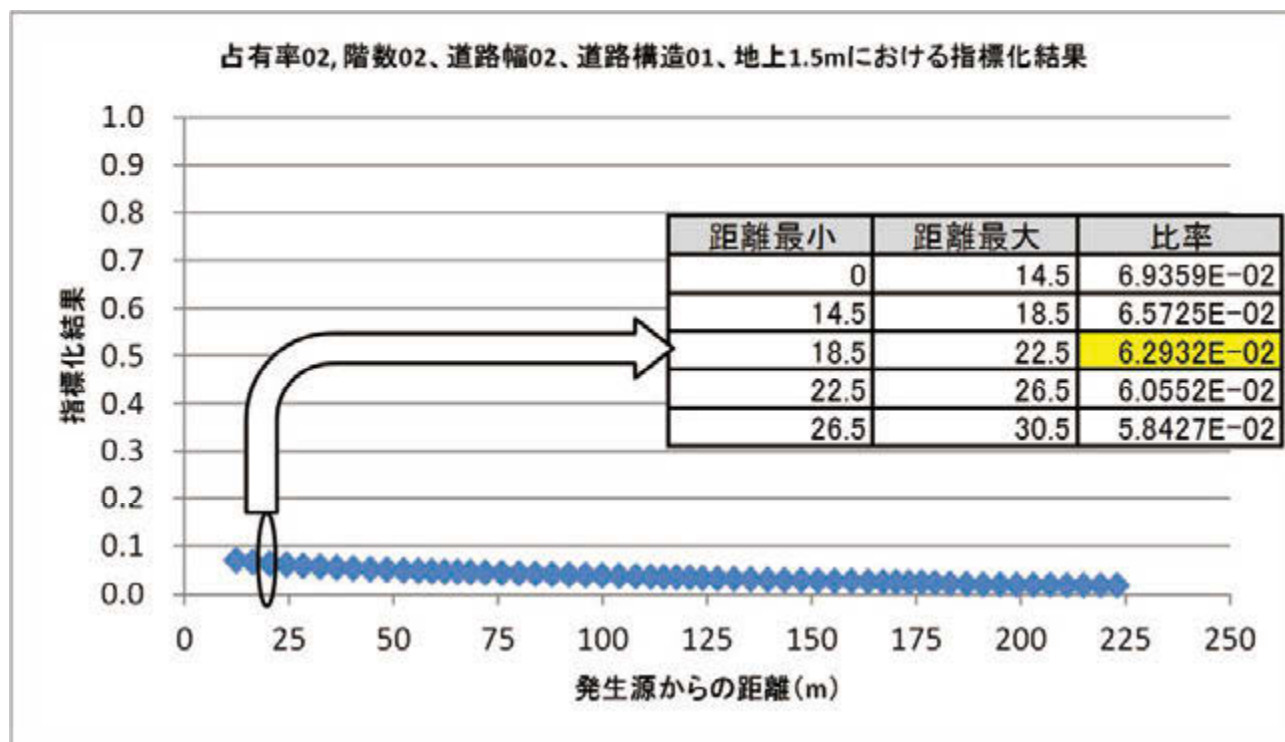


図 3.6-1 指標化結果の例

（占有率 02、階数 02、道路幅 02、道路構造 01、地上 1.5m、距離 21m の場合）

3.7 排出量と指標化結果の積

3.6 節で取得した指標化結果に 3.4 節の道路リンクの排出量を乗じる。

3.8 大気環境レベルの算出

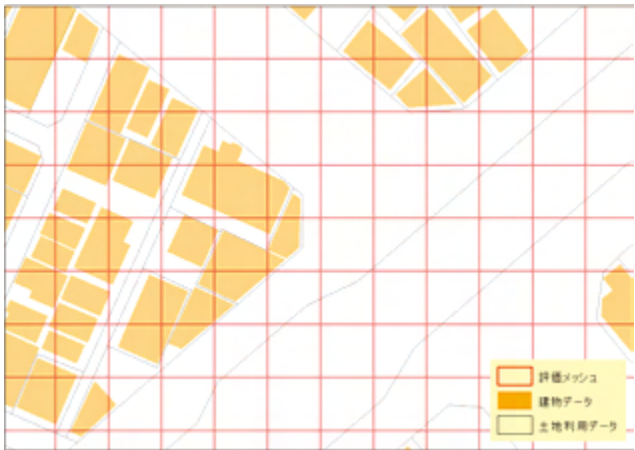
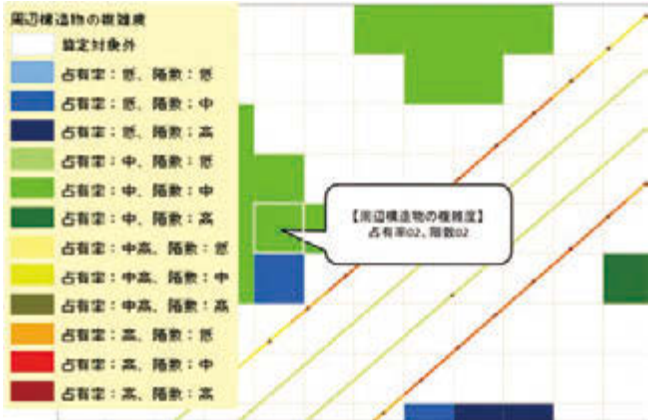
3.8.1 定義

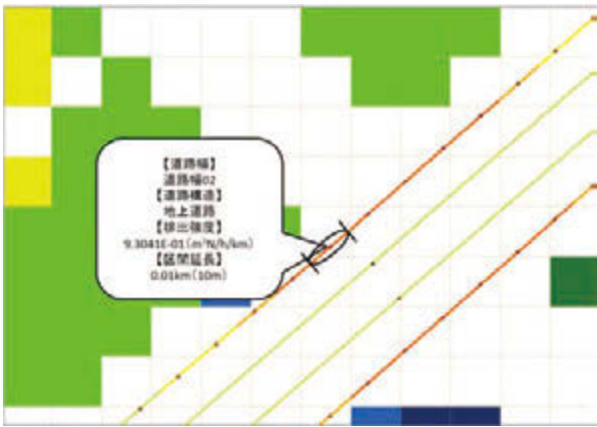
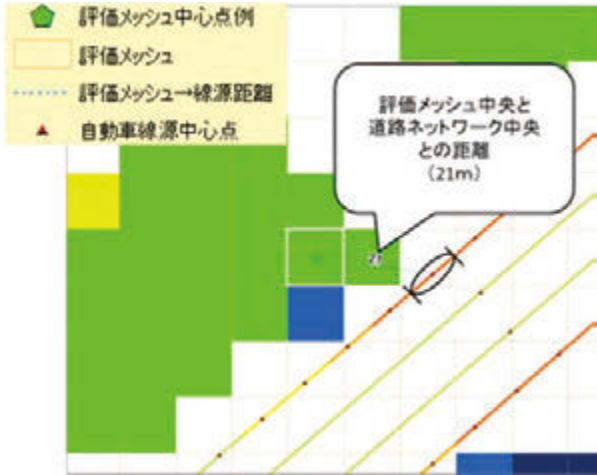
大気環境レベルとは、NO₂ の濃度がどの程度高くなる可能性があるかを表す指標である。

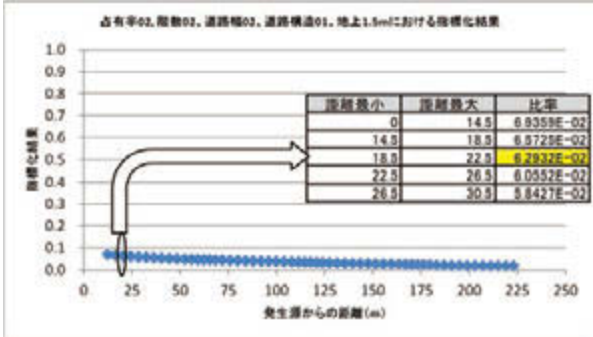
3.8.2 大気環境レベルの算出手順

上記 3.2 節～3.7 節を踏まえ、図 3.8-1 に示す手順（step.2～step.7-1）により着目している評価メッシュの大気環境レベルを算出する。

また、全ての評価メッシュにおいて、上記の操作を繰り返し行い、大気環境レベルを算出する（図 3.8-1 の step.7-2）。

Step.1 評価メッシュの作成 (3.2 節)	対象エリア（市区町村）における評価メッシュを作成する。 
Step.2 周辺構造物の 複雑度の判定 (3.3 節)	着目している評価メッシュにおける周辺構造物の複雑度を判定する。 

Step.3 排出量、道路幅、 道路構造の確認 (3.4 節)	対象とする道路リンクの排出量、道路幅、道路構造を確認する。 
Step.4 距離の算出 (3.5 節)	評価メッシュの中央と道路リンクの中心点の距離を算出する。 

Step.5 指標化結果の取得 (3.6 節)	着目している評価メッシュと道路リンクについて、周辺構造物の複雑度、道路幅、道路構造の各区分及び道路リンクからの距離、評価高さに応じた指標化結果を取得する。 <table><thead><tr><th>距離最小</th><th>距離最大</th><th>比率</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>14.9</td><td>8.8358E-02</td></tr><tr><td>14.9</td><td>18.9</td><td>8.9729E-02</td></tr><tr><td>18.9</td><td>22.9</td><td>6.2932E-02</td></tr><tr><td>22.9</td><td>26.9</td><td>6.0552E-02</td></tr><tr><td>26.9</td><td>30.9</td><td>5.8427E-02</td></tr></tbody></table> ※周辺構造物の複雑度、道路幅、道路構造、距離、評価高さ に該当する指標化結果を取得	距離最小	距離最大	比率	0	14.9	8.8358E-02	14.9	18.9	8.9729E-02	18.9	22.9	6.2932E-02	22.9	26.9	6.0552E-02	26.9	30.9	5.8427E-02
距離最小	距離最大	比率																	
0	14.9	8.8358E-02																	
14.9	18.9	8.9729E-02																	
18.9	22.9	6.2932E-02																	
22.9	26.9	6.0552E-02																	
26.9	30.9	5.8427E-02																	
Step.6 (排出量×指標化結果) (3.7 節)	Step.5 の指標化結果に対象とする道路リンクの排出量を乗じる。 ・指標化結果=6.2932E-02 ・排出量 (m³N/h) =各道路リンクの排出量度 (m³N/h/km) × 区間延長 (km) =9.3041E-01 × 0.01 =9.3041E-03 ・指標化結果×排出量 (m³N/h) =6.2932E-02 × 9.3041E-03 =5.8552E-02																		

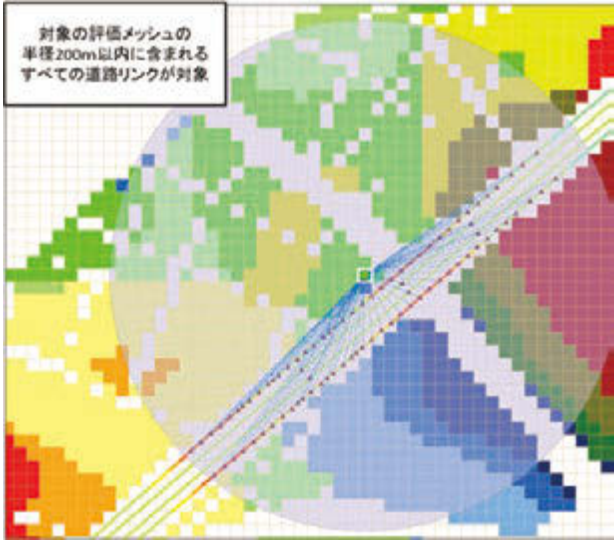
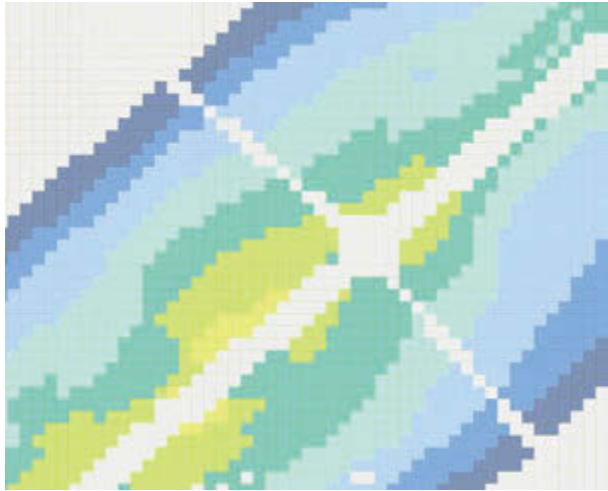
Step.7-1 大気環境レベルの算出 【1つの評価メッシュ】 (Step.3～Step.6 の操作を繰り返す) (3.8 節)	上記 step.3～step.6 の操作を、評価メッシュの中央を中心に、半径 200m以内に該当する道路リンクについて繰り返し足し合わせることで、着目している評価メッシュの大気環境レベルを算出する。 
Step.7-2 大気環境レベルの算出 【全ての評価メッシュ】 (Step.2～Step.7-1 の操作を繰り返す) (3.8 節)	全ての評価メッシュにおいて、上記 step.2～step.7-1 の操作を繰り返し行い、大気環境レベルを算出する。 

図 3.8-1 大気環境レベルの算出方法（具体的手順）

3.9 NO₂が高濃度になると予想される地区の抽出

3.8 節までに算出した大気環境レベルが 7.54207×10^{-3} (以下、「約 7.54×10^{-3} 」という。) $\text{m}^3\text{N/h}$ 以上になった場合、「NO₂が高濃度になると予想される地点」と判断する。

これは、図 3.9-1 の通り、大気環境レベルが約 $7.54 \times 10^{-3} \text{m}^3\text{N/h}$ (以下、「閾値」という。) 以上の場合、NO₂98%値が 0.06ppm を超える可能性があるとは判断できるためである。

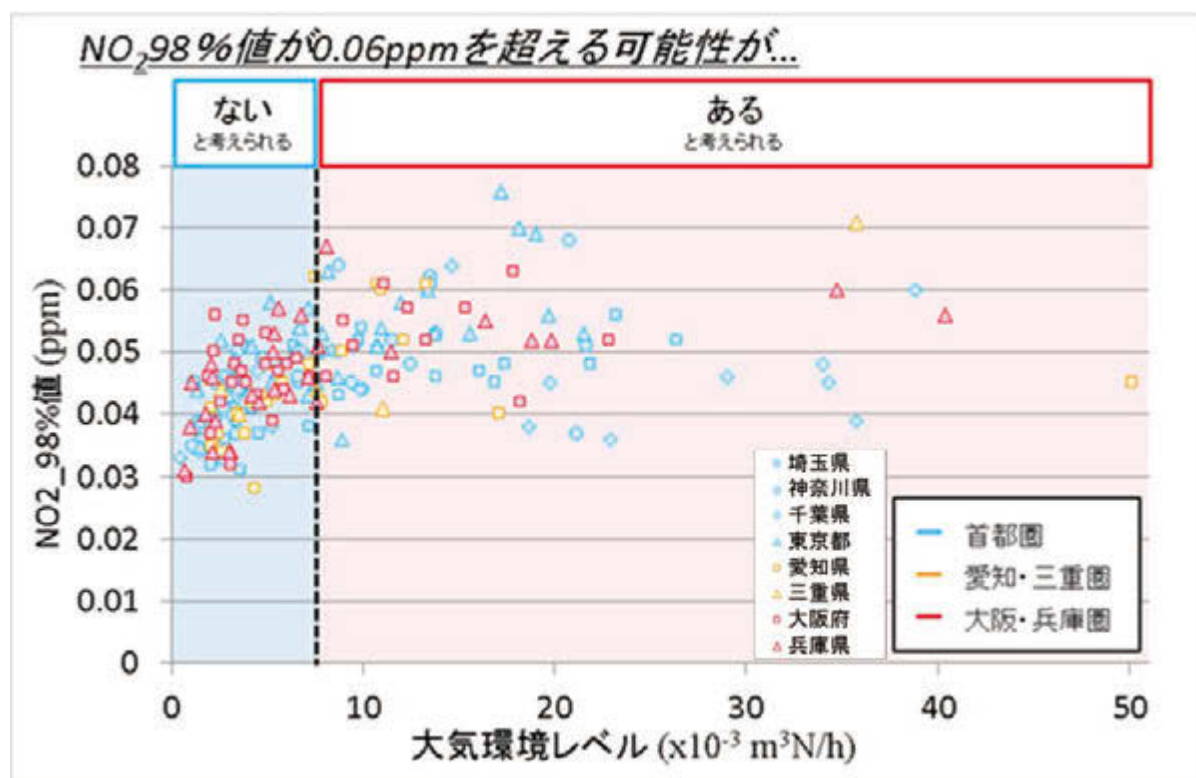


図 3.9-1 8 都府県の自排局における大気環境レベルと NO₂98%値の関係 (平成 21 年度)

※閾値 (約 $7.54 \times 10^{-3} \text{m}^3\text{N/h}$)

8 都府県の自排局を対象に、構築手法を適用した。NO₂98%値が 0.06ppm を超える自排局のうち、大気環境レベルが最小となった測定局の数値を閾値とする。

その後、大気環境レベルが閾値以上となった「NO₂が高濃度になると予想される地点」の分布図をもとに、「NO₂が高濃度になると予想される地区」を使用者の判断で、ある程度の広がりを持つ地区として抽出する。

4 適用例

構築手法を川崎市に適用した結果の一部を、図 4.1-1 に示す。ここで、紫色で示した部分が、NO₂が高濃度になると予想される地点である。

2.2 節で述べたように、構築手法を用いた評価は、個々の評価メッシュのピンポイントではなく、ある程度の広がりをもつ高濃度と予想される地区（幹線道路沿道や交差点等）を対象に抽出する。

今回例示した川崎市南部の場合、図 4.1-1 の通り、産業道路、国道 15 号、国道 409 号及び首都高速湾岸線の幹線道路沿道及び数箇所の交差点が高濃度になる地区として抽出される。なお、「NO₂が高濃度になると予想される地区」の抽出は、3.9 節で述べたように大気環境レベルが閾値以上となった評価メッシュの分布図をもとに、使用者の判断で実施する。そのため、抽出される地区の広がりや区分は、使用者によって若干の差が生じると考えられる。

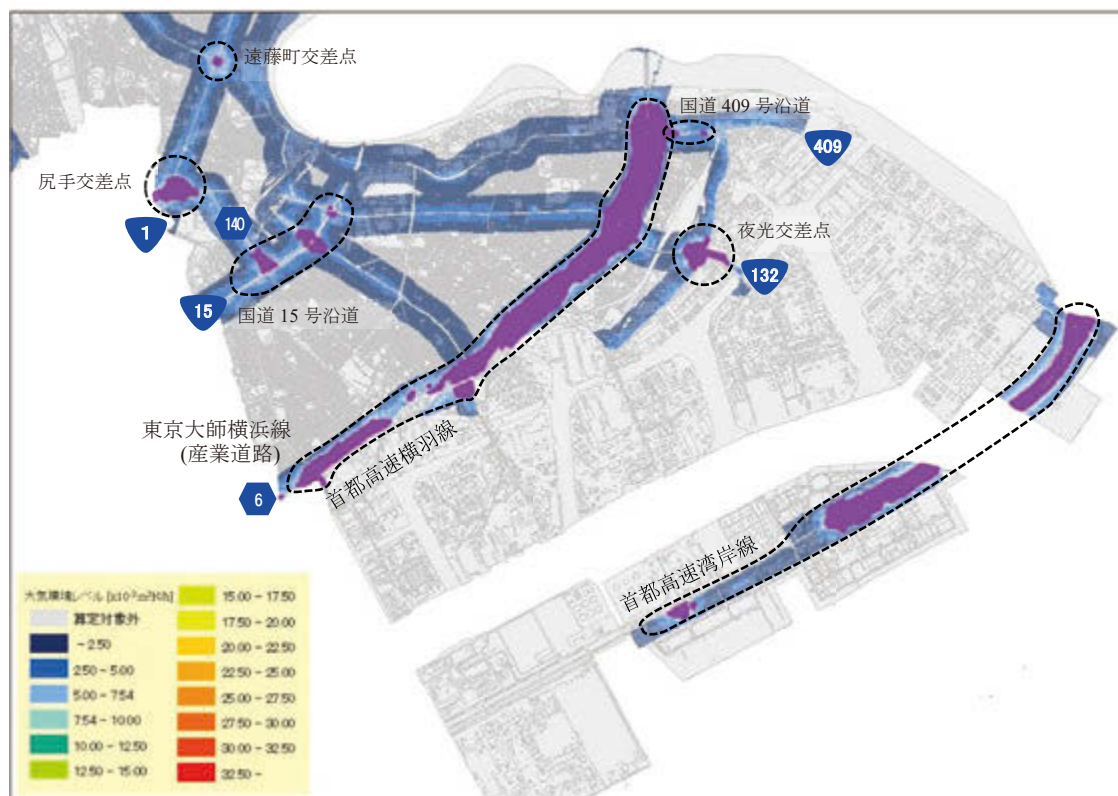


図 4.1-1 NO₂が高濃度になると予想される地区（平成 32 年度、川崎市南部）

5 留意事項

構築手法は、NO₂が高濃度になると予想される地区（幹線道路沿道や交差点等）を抽出するための手法であり、周辺構造物の複雑度（占有率、階数）、道路幅及び道路構造（発生源位置含む）の情報について、代表的な区分に分類し指標化を行っている。そのため、対策効果の検討のために、NO₂が高濃度となる影響の要因を解析し、その影響割合等の数値化を試みることは手法の利用範囲を外れた運用である。そのような目的のためには、本手法以外の計算手法の使用を検討するべきである。

