

第3章 環境への影響と評価

3-1 基本方針

今回計画が周辺環境に及ぼす影響と評価の基本方針は、港湾計画で定められる事項の精度を考慮し、予測時期において今回計画による環境影響を既定計画と比較することを基本とし、以下に示すとおり選定項目ごとに予測・評価を実施した。

(1) 項目の選定

項目の選定については、表 3-1-1 に示すとおりである。

表 3-1-1 項目の選定

環境の要素の区分		項目	選定理由等
大気環境	大気質	二酸化窒素	今回計画および地域の特性により選定した。
	騒音	道路交通騒音	
	振動	道路交通振動	
水環境	水質	化学的酸素要求量	
	底質	有害物質	
地形および地質		地形および地質	
生物	動物	海生動物	
		陸生動物	
	植物	海生植物	
		陸生植物	
生態系	生態系		
その他		漁業	
		景観	
		人と自然との触れ合いの活動の場	

(2) 予測及び評価の考え方

予測及び評価の考え方については、表 3-1-2 に示すとおりである。

表 3-1-2 予測及び評価の考え方

環境の要素の区分		予 測	評 価
大気環境	大気質	今回計画に定められる事項による環境への影響を定量的に予測する。	今回計画により周辺環境へ著しい影響を及ぼさないこと。
	騒音		
	振動		
水環境	水質	今回計画の特性による環境への影響を勘案し、定性的に予測する。	
	底質		
地形および地質			
生物	動物		
	植物		
	生態系		
その他			

3-2 大気質への影響と評価

3-2-1 予測の概要

今回計画が大気質に及ぼす影響を予測するため、二酸化窒素について現況制限性を検討した上、大気拡散シミュレーションを実施した。予測項目は表 3-2-1 に示すとおりである。

予測手順は図 3-2-1 に示すとおりである。また、予測対象範囲は図 3-2-2 に示すとおり 10km × 10km の範囲とし、計算メッシュ間隔は約 500m（経緯度法によるメッシュ区分）とした。

表 3-2-1 予測項目

予測項目	現況 (2017年度)	将来(2030年代前半)	
		既定計画	今回計画
二酸化窒素(NO ₂)	○	○	○

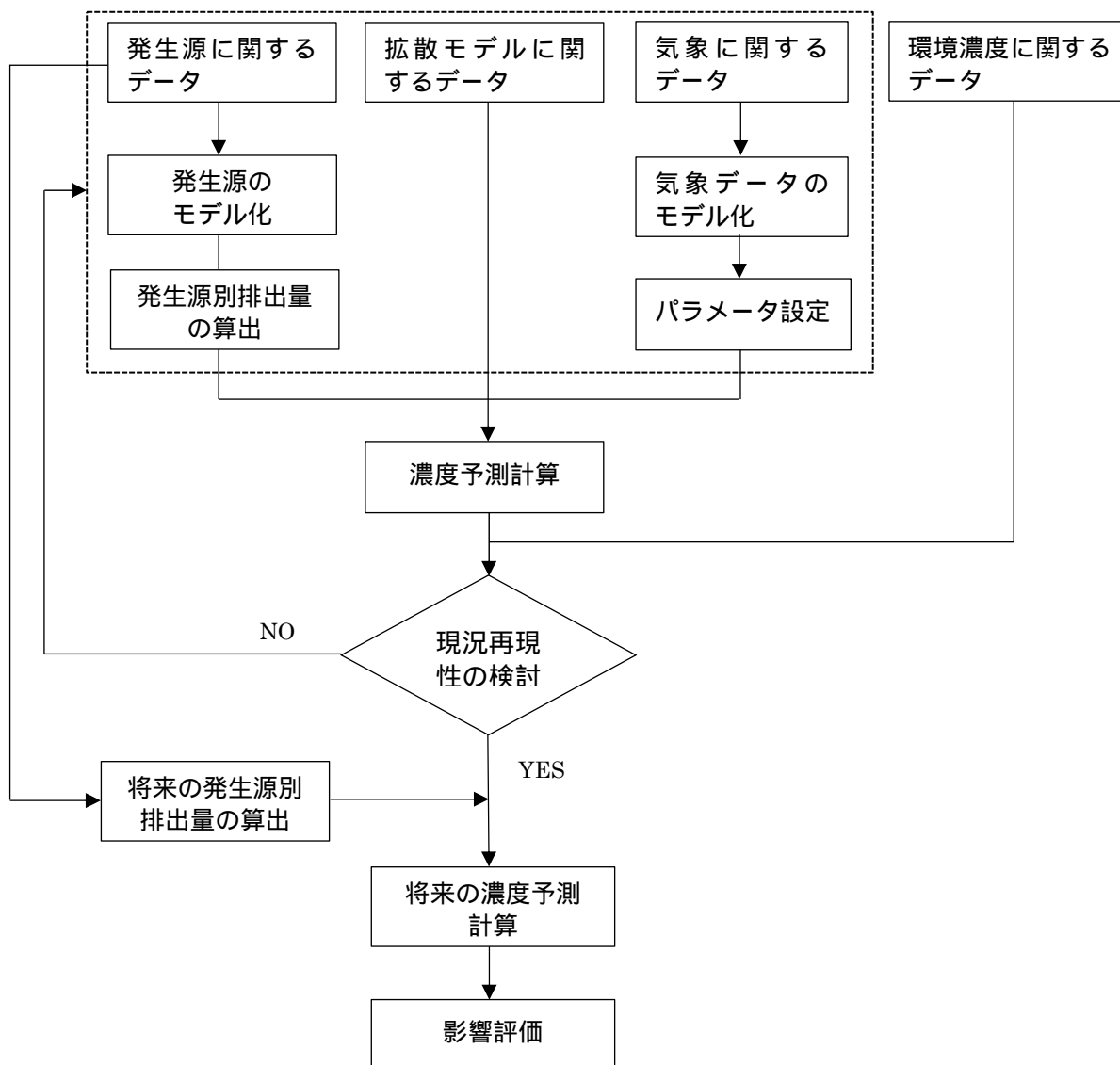


図 3-2-1 大気質の予測手順



図 3-2-2 大気予測の範囲

発生源の形態

発生源の形態は表 3-2-2 に示すとおりである。

表 3-2-2 発生源の形態

発生源の種類		煙源タイプ
工場・事業場	煙突	点源
自動車	幹線道路	線源
	細街路	面源
船舶	停泊時	点源
	航行時	面源
群小発生源（民生）		面源

有効煙突高

有効煙突高（ H_e ）の算出方法は表 3-2-3 に示すとおりである。

表 3-2-3 発生源別有効煙突高の算出方法

発生源の種類		煙源タイプ	有風時 ($u \geq 1.0\text{m/s}$)	無風時 ($u < 0.4\text{m/s}$)	弱風時 ($0.4\text{m/s} \leq u < 1.0\text{m/s}$)
工場・事業所		点源	CONCAWE 式	Briggs 式	CONCAWE 式と Briggs 式からの内挿
自動車	幹線道路	線源	2.0m		
	細街路	面源	10.0m		
船舶		点源	30m		
		面源	30m		
群小発生源（民生）		面源	10.0m		

注 1) u : 風速

注 2) 船舶の有効煙突高は産業公害総合事前調査における大気に係る環境濃度予測手法マニュアル（昭和 60 年 社団法人 産業公害防止協会）を参考に設定

(2) 気象モデル

期・時間帯区分

期・時間帯区分は表 3-2-4 に示すとおりであり、期は 2 区分、時間帯は 2 区分に設定した。

表 3-2-4 期・時間帯区分

期	月	昼間	夜間
非暖房期	4 月～10 月	7 時～19 時	19 時～7 時
暖房期	11 月～3 月		

風向・風速

風向・風速は2017年度の測定データを用いた。風向は16方位に区分し、風速0.4m/s以下の場合は風向区分を行わず無風(calm)とした。風速は表3-2-5に示すとおり8区分とした。

表 3-2-5 風速ランク分類

単位:m/s

区分	風速区分	代表風速
無風時	0.4以下	0.0
弱風時	0.5~0.9	0.7
有風時	1.0~1.9	1.5
	2.0~2.9	2.5
	3.0~3.9	3.5
	4.0~5.9	5.0
	6.0~7.9	7.0
	8.0~	9.0

気象ブロックについては、予測範囲内の気象観測所は酒田特別地域気象観測所の1局のみであり、同範囲周辺は起伏の少ない平坦地で地形による気象の影響を受けにくいと考えられることから設定しない。酒田特別地域気象観測所の年間風配図は図3-2-3に示すとおりである。

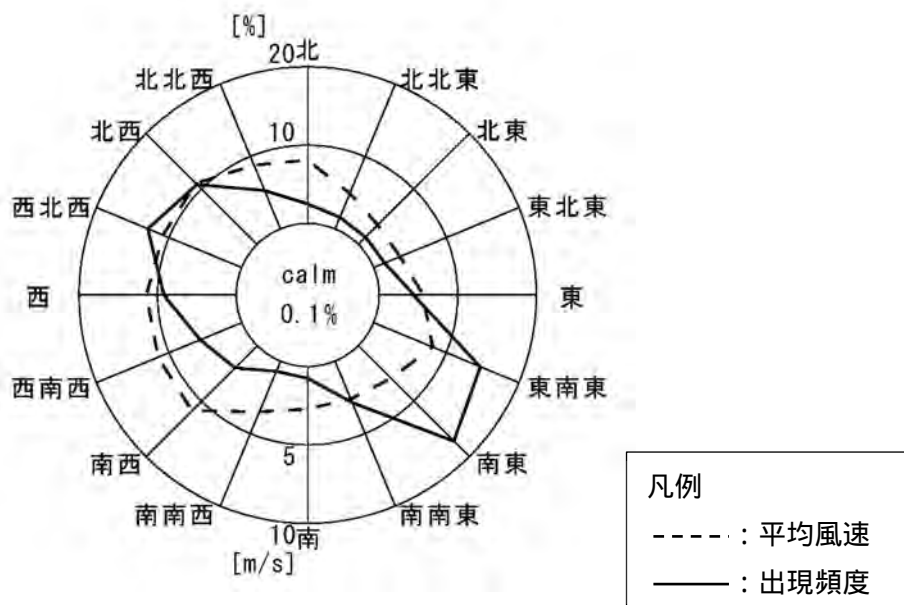


図 3-2-3 風配図 (酒田特別地域気象観測所)

大気安定度

大気安定度は、風速（測定局）及び日射量・雲量（気象台）から表 3-2-6 に示す Pasquill 安定度階級分類表に従って設定した。

表 3-2-6 Pasquill 大気安定度階級分類表

風速 (地上 10m) (m/s)	日射量 cal/cm ² ・h			本 曇 (8~10) (日中・夜間)	夜 間	
	50	49~25	24		上層雲(5~10) 中・下層雲(5~7)	雲 量 (0~4)
< 2	A	A - B	B	D	G	G
2 ~ 3	A - B	B	C	D	E	F
3 ~ 4	B	B - C	C	D	D	E
4 ~ 6	C	C - D	D	D	D	D
6 <	C	D	D	D	D	D

注 1) 日射量については原文は定性的であるので、これに相当する量を推定して定量化した。

2) 夜間は日の入り前 1 時間から日の出後 1 時間の間を指す。

3) 日中、夜間とも本曇(8~10)のときは風速のいかんにかかわらず中立状態 D とする。

4) 夜間(注(2))の前後 1 時間は雲の状態いかんにかかわらず中立状態 D とする。

(3) 拡散モデル

大気拡散式は表 3-2-6 に示すように、有風時はブルーム式、無風時はパフ式を使用し、煙源タイプ及び風速区分に応じて設定した。拡散パラメータは「窒素酸化物総量規制マニュアル(新版)(平成 12 年 12 月、公害対策研究センター)に基づいて設定した。

点煙源からの拡散については、有風時(1.0m/s 以上)においてはブルーム式を、弱風時(0.5~0.9m/s)及び無風時(0.4m/s 以下)においてはパフ式を用いた。

点源ブルーム式

$$C(R, z) = \sqrt{\frac{1}{2}} \frac{Q_P}{R_z u} \left[\exp\left\{-\frac{(z - H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z + H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right]$$

$C(R, z)$: 計算点(R, z)の濃度

R : 点煙源と計算点の水平距離(m)

z : 計算点の z 座標(高さ方向)(m)

Q_P : 点煙源排出強度(Nm³/s)

u : 風速(m/s)

H e : 有効煙突高(m)

z : 鉛直方向拡散パラメータ(m)

点源弱風パフ式

$$C(R, z) = \sqrt{\frac{1}{2\pi}} \frac{Q_P}{\frac{\pi}{8} \gamma} \left\{ \frac{1}{\eta^{-2}} \exp \left\{ -\frac{u^2(z - H_e)^2}{2\gamma^2 \eta^{-2}} \right\} + \frac{1}{\eta^{+2}} \exp \left\{ -\frac{u^2(z + H_e)^2}{2\gamma^2 \eta^{+2}} \right\} \right\}$$

$$\eta^{-2} = R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (z - H_e)^2$$

$$\eta^{+2} = R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (z + H_e)^2$$

$$R^2 = x^2 + y^2$$

- $C(R, z)$: 計算点(R, z)の濃度
 R : 点煙源と計算点の水平距離(m)
 z : 計算点の z 座標(高さ方向)(m)
 Q_P : 点煙源排出強度(Nm^3/s)
 u : 風速(m/s)
 H_e : 有効煙突高(m)
 γ : 水平方向の拡散パラメータ
 α : 鉛直方向の拡散パラメータ

(弱風時風向出現率の補正)

16方位による風向を一般に、 $i, i+1, \dots$ 等で表し、観測による各風向の出現率を各々 f_i, f_{i+1}, \dots とする。このとき、計算時に使用する風向 i の出現率は風速 u と水平拡散パラメータ γ によって次のように補正する。

$$u/\gamma < 1 \text{ のとき } \hat{f}_i = \sum_{i=1}^{16} f_i / 16$$

$$1 \leq u/\gamma < 1.5 \text{ のとき } \hat{f}_i = (f_{i-4} + 2 \sum_{k=-3}^3 f_{i+k} + f_{i+4}) / 16$$

$$1.5 \leq u/\gamma < 2 \text{ のとき } \hat{f}_i = (f_{i-3} + 2 \sum_{k=-2}^2 f_{i+k} + f_{i+3}) / 12$$

$$2 \leq u/\gamma < 3.3 \text{ のとき } \hat{f}_i = (f_{i-2} + 2 \sum_{k=-1}^1 f_{i+k} + f_{i+2}) / 8$$

$$3.3 \leq u/\gamma < 6 \text{ のとき } \hat{f}_i = (f_{i-1} + 2f_i + f_{i+1}) / 4$$

$$6 \leq u/\gamma \text{ のとき } \hat{f}_i = f_i$$

点源無風パフ式

$$C(R, z) = \frac{Q_P}{(2\pi)^{3/2} \gamma} \left[\frac{1}{R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (H_e - z)^2} + \frac{1}{R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (H_e + z)^2} \right]$$

$C(R, z)$: 計算点(R, z)の濃度
 R : 点煙源と計算点の水平距離(m)
 z : 計算点の z 座標(高さ方向)(m)
 Q_P : 点煙源排出強度(Nm^3/s)
 H_e : 有効煙突高(m)
: 水平方向の拡散パラメータ
: 鉛直方向の拡散パラメータ

面煙源拡散式

面煙源からの拡散については、面煙源を小面積に分割し、各々の中心に点煙源をおくことにより点源式を用いた。

線煙源拡散式

線煙源からの拡散については、線煙源を小区分に分割し、区分の中心に点煙源をおくことにより点源式を用いた。

(4) 窒素酸化物から二酸化窒素への変換モデル

窒素酸化物から二酸化窒素への変換モデルは、予測対象範囲内及びその近傍にある4測定局の測定データ(2017年度)を用いて以下のとおり設定した。

$$[\text{NO}_2]_y = 0.4962 \cdot [\text{NO}_x]_y^{0.8976} \quad (\text{相関係数} : 0.976)$$

ここで、 $[\text{NO}_2]_y$: 二酸化窒素の年平均値(ppm)

$[\text{NO}_x]_y$: 窒素酸化物の年平均値(ppm)

(5) 二酸化窒素濃度の年平均値から日平均値の年間98%値への換算

二酸化窒素濃度の年平均値から日平均値の年間98%値への変換モデルは、予測対象範囲内及びその近傍にある4測定局の測定データ(2017年度)を用いて以下のとおり設定した。

$$[\text{NO}_2]_d = 2.2192 \cdot [\text{NO}_2]_y + 0.0012 \quad (\text{相関係数} : 0.930)$$

ここで、 $[\text{NO}_2]_d$: 二酸化窒素の日平均値の年間98%値(ppm)

$[\text{NO}_x]_y$: 二酸化窒素の年平均値(ppm)

(6) 大気汚染物質排出量の算定

発生源別の排出量算定方法は表3-2-7に示すとおりである。また、排出量の算定結果は表3-2-8に示すとおりである。

表 3-2-7 発生源別排出量算定方法

発生源の種類		現況 (2017 年度)	将来 (2030 年代前半)
工場・事業所		大気汚染防止法に基づくばい煙発生施設の届出情報より設定 (平成 30 年 4 月 1 日時点)	現況の工場・事業場の排出量に新設のバイオマス発電所の排出量を追加する。
自動車	幹線道路	2015 年度の道路交通センサスに基づく交通量から走行量を推計し、自動車排出ガス係数から算定した。	現況発生源から自動車排出ガス係数を更新し、現況から増加する貨物量等に起因する交通の排出量を追加する。
	細街路	細街路面積等の指標による方法(窒素酸化物総量規制マニュアル)によって走行量を推計し、自動車排出ガス係数から排出量を算定した。	発生源は現況と同じとし、自動車排出ガス係数を更新した。
船舶		2017 年度の入出港船舶の船種船型別隻数、停泊時間等から燃料使用量を推計し、排出量を算定した。	将来計画の入出港船舶の船種船型別隻数等に基づき、現況と同様の手法で算定した。
群小発生源 (民生)		2015 年度の国勢調査に基づくメッシュ別世帯数、山形県等の都市ガス、LP ガス、灯油の供給実績等から算定した。	現況と同じ

注) 将来は現況に比べ人口や産業などが減少することから、港湾の発生源以外の発生源の将来排出量は安全側に立ち現況と同じとした。

表 3-2-8 大気汚染の推計結果

単位：トン/年

発生源		現況 (2017 年度)	将来 (2030 年代前半)	
			計画変更なし (既定計画)	計画変更あり (今回計画)
工場・事業所		8,588	7,859	9,316
自動車	幹線道路	66	32	31
	細街路	17	9	9
船舶		46	281	76
群小発生源 (民生)		36	36	36
合計		8,752	8,217	9,467

3-2-4 予測結果と評価

(1) 現況再現性の検討

現況再現性は「窒素酸化物総量規制マニュアル(新版)」(平成12年12月、公害研究対策センター)に基づいて検討した。

評価基準は表3-2-9～表3-2-10に示すとおりであり、本検討では予測対象範囲にある一般環境大気測定局4局を評価対象とした。

計算値と実測値の相関図は図3-2-4,5に示すとおりである。評価期間に対応する判定条件にて照らすと、予測精度ランクは表3-2-12に示すとおりであり、Aランクのいずれの判定基準も満足する良好な再現性が得られた。

表3-2-9 計算値と実測値の整合性に係る個別条件

$a_0 = \frac{1}{3} (\bar{Y} - BG) + BG$ $a_0 = \frac{2}{5} (\bar{Y} - BG) + BG$ <p>回帰直線の傾きが0.8から1.2の範囲内でできるだけ1に近く、かつ、相関係数が少なくとも0.71以上であり、可能な限り0.8以上であること。</p> $s' / \bar{Y} = \frac{1}{5}$ $s' / \bar{Y} = \frac{1}{4}$ $s' / \bar{Y} = \frac{1}{3}$ <p>\bar{Y} : 測定局についての実測値の平均値 \bar{X} : 測定局についての計算値の平均値 a_0 : $= \bar{Y} - \bar{X}$ BG : 自然界のバックグラウンド濃度等 (NOx : 1ppb) s' / \bar{Y} : $\bar{Y} = \bar{X} + a_0$ からの変動係数 s : 誤差の不偏標準偏差</p>

表3-2-10 計算値と実測値の整合性に係る精度ランク

(ア) Aランクの条件 と と 、または と の条件を満足すること。 (イ) Bランクの条件 と の条件を満足すること。 (ウ) Cランクの条件 と の条件を満足すること。

表 3-2-11 評価期間ごとの判定条件

		期 区 分	
		各 期	年 間
時間帯	各時間帯	C	B
区分	全 日	B	A

表 3-2-12 モデルの評価

項目	回帰式		評価局数	相関係数	変動係数	差 (実測値 - 計算値)	予測精度 ランク
	傾き	切片					
NO _x	0.733	0.41	4	0.92	0.20	-0.4	A
NO ₂	0.625	0.71	4	0.96	0.20	-0.2	A

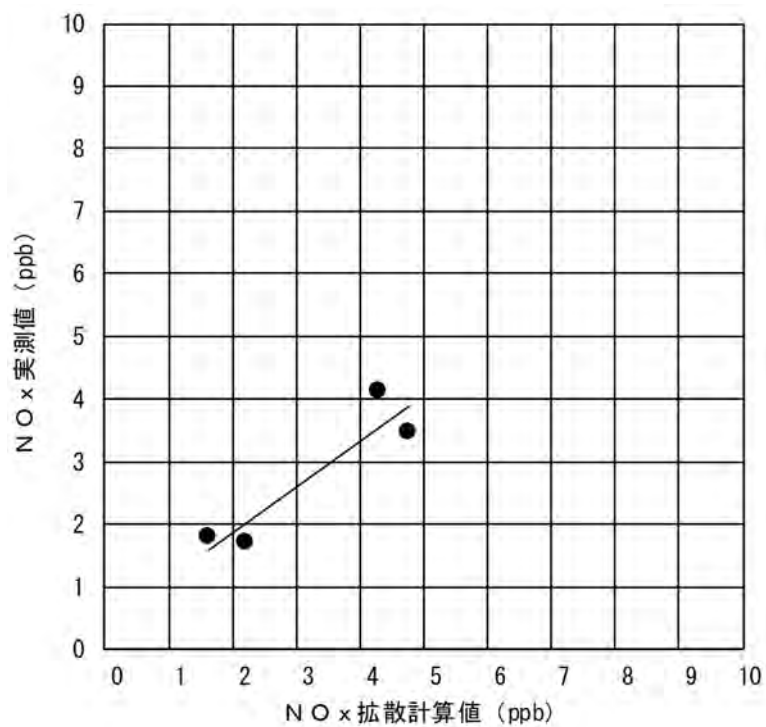


図 3-2-4 計算値と実測値の相関図 (NO_x)

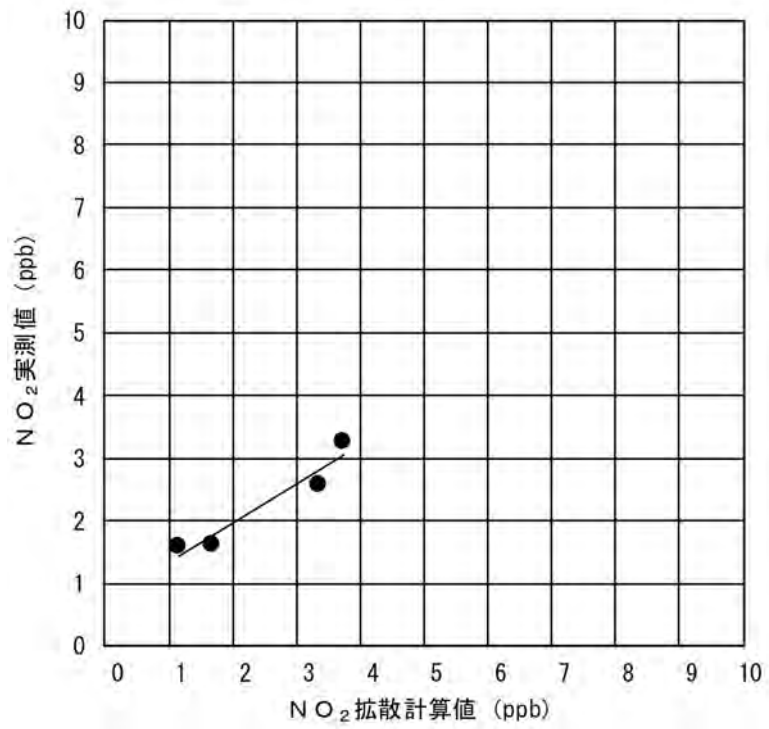


図 3-2-5 計算値と実測値の相関図 (NO₂)

(2) 予測結果

二酸化窒素の予測結果は、現況は図 3-2-6 に、今回計画は図 3-2-7 に、既定計画は図 3-2-8 に示すとおりである。また今回計画と既定計画の差は図 3-2-9 に示すとおりである。

今回計画は既定計画とほぼ同程度もしくは地域によっては減少傾向にあり、低減濃度は 0.001ppm 以下である。



図 3-2-6 現況の二酸化窒素（年平均値）の分布図



図 3-2-7 今回計画の二酸化窒素（年平均値）の分布図



図 3-2-8 既定計画の二酸化窒素（年平均値）の分布図



図 3-2-9 (今回計画 - 既定計画) の二酸化窒素 (年平均値) の分布図

(3) 評価

二酸化窒素の最大着地濃度地点における予測結果は表 3-2-13 に示すとおりであり、年平均値の最大濃度は今回計画 0.037ppm、既定計画 0.0038ppm となっている。

日平均値の年間 98% 値は今回計画が 0.0094ppm、既定計画が 0.0097ppm であり、いずれのケースも環境基準値を下回ると考えられる。また、今回計画と既定計画による二酸化窒素濃度の年平均値の濃度変化量は 0.001ppm 以下である。

以上のことから、今回計画による大気質への影響は軽微なものであると考えられる。

表 3-2-13 二酸化窒素の最大濃度着地濃度地点における予測結果

単位：ppm

項目	将来（2030 年代前半）		環境基準
	既定計画	今回計画	
年平均値	0.0038	0.0037	-
日平均値の 年間 98% 値	0.0097	0.0094	0.04ppm から 0.06ppm までのゾーン内またはそれ以下であること

3-3 騒音による影響の予測と評価

3-3-1 予測手法

(1) 予測の概要

今回計画に伴い発生する騒音が周辺環境に及ぼす影響を把握するため、道路交通騒音の予測を行った。

予測時期は2030年代前半とし、予測地点は図3-3-1に示すとおりとした。

(2) 予測モデル

道路交通騒音の予測は、日本音響学会提案式 (ASJ RTN-Model 2013) を用いて行った。

【ユニットパターン計算の基本式】

$$L_{A,i} = L_{WA,i} - 8 - 20 \log_{10} r_i + L_{dif,i} + L_{grnd,i} + L_{air,i}$$

- $L_{A,i}$: i 番目の点音源から予測点に到達するA特性音圧レベル (dB)
- $L_{WA,i}$: i 番目の音源位置における自動車走行騒音のA特性パワーレベル (dB)
- r_i : i 番目の音源位置から予測点までの距離 (m)
- $L_{dif,i}$: 回折に伴う減衰に関する補正量 (dB)
- $L_{grnd,i}$: 地表面効果による減衰に関する補正量 (dB)
- $L_{air,i}$: 空気の音響吸収による減衰に関する補正量 (dB)

【自動車走行騒音のパワーレベル式 非正常走行区間 (10km/h \leq V \leq 60km/h)】

$$\text{大型車} : L_{WA} = 88.8 + 10 \log_{10} V \quad \text{小型車} : L_{WA} = 82.3 + 10 \log_{10} V$$

- L_{WA} : 自動車走行騒音のA特性音響パワーレベル
- V : 平均走行速度 (km/h)

【単発騒音暴露レベル (L_{AE}) 及び等価騒音レベル (L_{Aeq}) 算出式】

$$L_{AE} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n \left(10^{L_{A,i}/10} \cdot \Delta t_i \right) \right\}$$

$$\begin{aligned} L_{Aeq} &= 10 \log_{10} \left(10^{L_{AE}/10} \cdot \frac{N_T}{T} \right) \\ &= L_{AE} + 10 \log_{10} \frac{N_T}{T} \end{aligned}$$

- L_{Aeq} : 等価騒音レベル (dB)
- L_{AE} : ユニットパターンの時間積分値をレベル表示した値 (単発騒音暴露レベル) (dB)
- N_T : T (s) 時間内の交通量 (台)
- $L_{A,i}$: A特性音圧レベルの時間的变化 (dB)
- T_0 : 1秒 (基準の時間) $t_i = l_i / V_i$ (s)
- l_i : i 番目の区間の長さ (m)
- V_i : i 番目の区間における自動車の走行速度 (m/s)

【等価騒音レベル (L_{Aeq}) の合成】

$$L_{Aeq} = 10 \log_{10} \left(\sum_{n=1}^S 10^{L_{Aeq}(n)/10} \right)$$

- $L_{Aeq}(n)$: n 番目の車線の L_{Aeq} 値
- S : 合成する車線の総数