

(2-3-3) 煙突ダウンウォッシュ発生時

① 予測内容

強風時には、煙突から出た排出ガスは煙突自体の背後にできる空気の巻き込み渦の中に取り込まれ、煙が地上付近に到達することにより、地上で高濃度が発生することがある。この煙突ダウンウォッシュ発生時の影響について予測を行った。

なお、煙突ダウンウォッシュは、一般に風速が排出ガス速度の2/3倍以上において生じるとされている。

煙突ダウンウォッシュの概念図は、図8.1-26のとおりである。

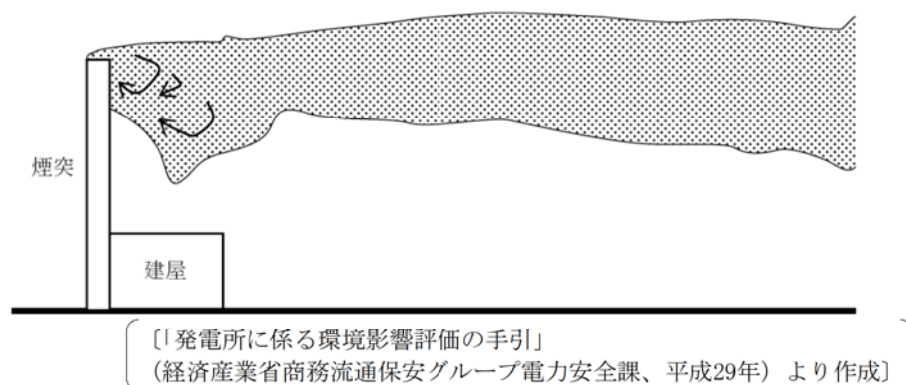


図 8.1-26 煙突ダウンウォッシュの概念図

② 予測地域等

予測地域は、施設の稼働に伴う大気汚染物質の最大着地濃度地点の2倍程度を包含する範囲として、調査範囲と同じく計画地を中心とした半径約10kmの範囲とした。

予測地点は、風下軸上における1時間値着地濃度が最大となる地点とした。

③ 予測対象時期

予測対象時期は、施設の稼働の状態が定常となり、大気汚染物質の排出量が最大となる2024年とした。

④ 予測方法

ア. 予測フロー

煙突ダウンウォッシュ発生時の特殊気象条件下で発生する、施設の稼働に伴う煙突からの二酸化窒素、二酸化硫黄及び浮遊粒子状物質の寄与濃度を、最大連続負荷時において、「窒素酸化物総量規制マニュアル〔新版〕」(公害研究対策センター、平成12年)等に示す方法により煙突ダウンウォッシュの発生について検討し、発生時の数値計算により将来環境濃度の1時間値を予測した。

煙突ダウンウォッシュ発生時の予測フローは、図8.1-27のとおりである。

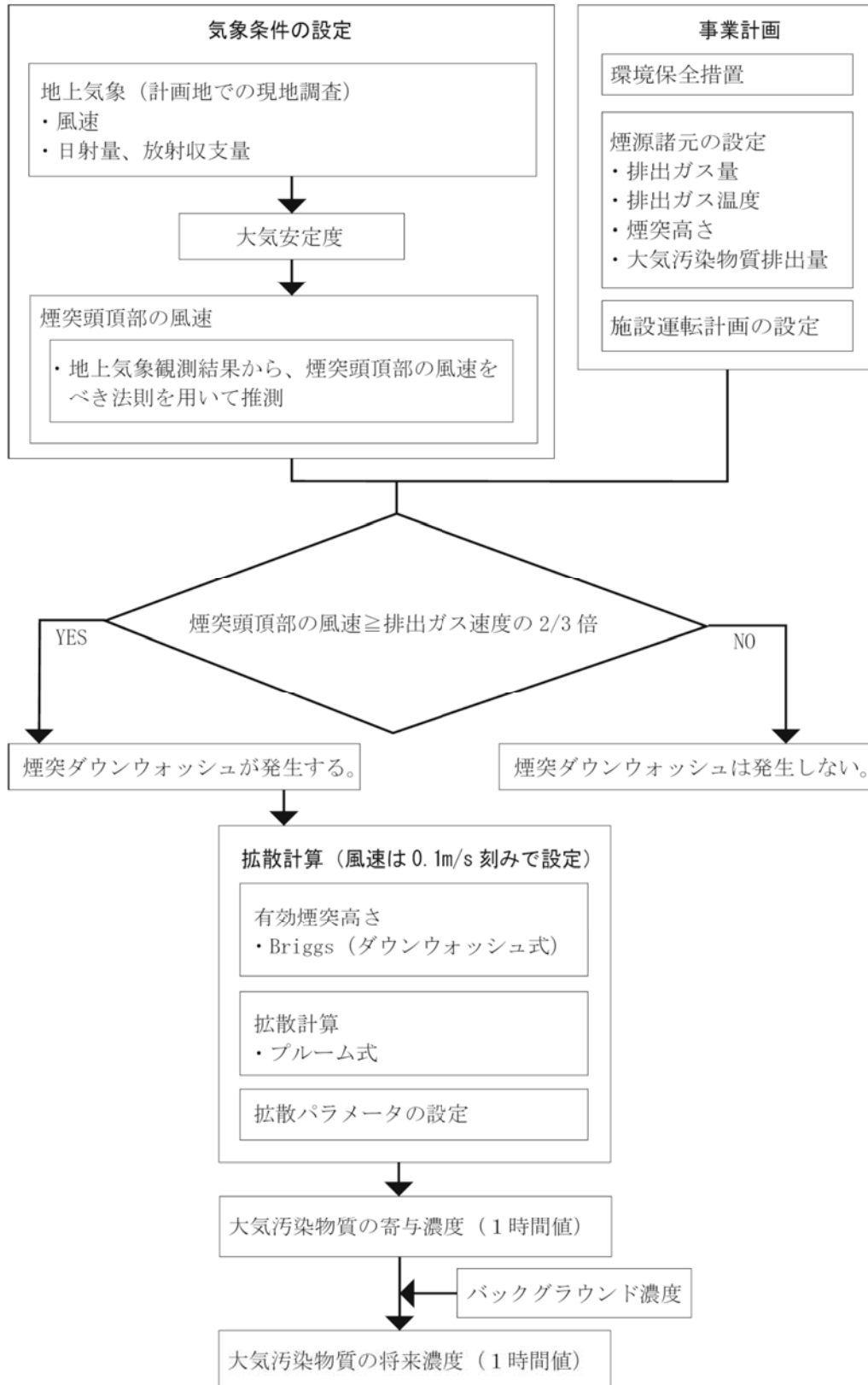


図 8.1-27 煙突ダウンウォッシュ発生時の予測フロー

イ. 予測式

(7) 有効煙突高さ

以下に示すBriggs (ダウンウォッシュ) 式を用いた。

$$H_e = H_0 + \Delta H$$

$$\Delta H = 2 \cdot \left(\frac{V_s}{u} - 1.5 \right) \cdot D$$

[記号]

- H_e : 有効煙突高さ (m)
- H_0 : 煙突の実高さ (m)
- ΔH : 排煙の上昇高さ (m)
- V_s : 排出ガス速度 (m/s)
- u : 煙突頭頂部の風速 (m/s)
- D : 煙突頭頂部の内径 (m)

(イ) 拡散計算式

以下に示すブルーム式を用いた。

$$C(x) = \frac{Q_p}{\pi \sigma_y \sigma_z u} \cdot \left[\exp \left(- \frac{H_e^2}{2 \sigma_z^2} \right) \right] \cdot 10^6$$

[記号]

- $C(x)$: 煙源から風下距離 x における着地濃度 (ppmまたは mg/m^3)
- x : 計算地点の風下距離 (m)
- Q_p : 汚染物質の排出量 ($\text{m}^3\text{N}/\text{s}$ または kg/s)
- u : 煙突頭頂部の風速 (m/s)
- H_e : 有効煙突高さ (m)
- σ_y : 有風時の水平方向の拡散パラメータ (m)
- σ_z : 有風時の鉛直方向の拡散パラメータ (m)

(ウ) 拡散パラメータ

「(2-3-1) 逆転層出現時 ④ 予測方法 イ. 予測式 (ウ) 拡散パラメータと同様とした。

⑤ 予測条件

ア. 煙源の諸元

計算に用いた煙源の諸元は、「(2-3-1) 逆転層出現時 ⑤ 予測条件 ア. 煙源の諸元」と同様とした。

イ. 気象条件等

風向、風速及び大気安定度は、「(2-1)年平均値の予測」で用いた1年間の毎時データとした。Briggs (ダウンウォッシュ) 式では、煙突ダウンウォッシュが発生する風速は排ガス速度の2/3以上が条件となることから、煙突頭頂部の風速が11.3m/s以上の時刻を対象とした。

ウ. バックグラウンド濃度

バックグラウンド濃度は表8.1-99のとおりであり、着地濃度が最大となった時刻における代表測定局及び計画地の1時間値の最大値を用いた。

表 8.1-99 バックグラウンド濃度

項目	単位	出現時間	バックグラウンド濃度
二酸化窒素	ppm	2017年5月7日15時(苦竹局)	0.005
二酸化硫黄	ppm	2017年5月7日15時(中野局、苦竹局、計画地)	0.000
浮遊粒子状物質	mg/m ³	2017年5月7日15時(七郷局)	0.072

〔そらまめ君(環境省大気汚染物質広域監視システム)〕データより作成

⑥ 予測結果

ア. 二酸化窒素

煙突ダウンウォッシュ発生時の影響について、着地濃度が最大となった時刻の予測結果及びその出現距離は、表8.1-100・101及び図8.1-28のとおりである。

二酸化窒素の1時間値の最大着地濃度は、風向がW(西)、上層風速が11.4m/s、上層の大気安定度がC-Dの条件で、煙突から1.3kmの地点において0.0040ppm、バックグラウンド濃度を含む将来環境濃度は0.0090ppmであり、短期暴露の指針値を下回ると予測された。

表 8.1-100 二酸化窒素の予測結果(煙突ダウンウォッシュ発生時)

項目	単位	煙突ダウンウォッシュ発生時
風向	16方位	W
地上風速	m/s	7.5
上層風速の推計値	m/s	11.4
上層の大気安定度	—	C-D
有効煙突高さ	m	80
最大着地濃度	二酸化窒素 ppm	0.0040
最大着地濃度出現距離	km	1.3

表 8.1-101 二酸化窒素の予測結果(煙突ダウンウォッシュ発生時:基準等との対比)

予測項目	単位	寄与濃度 ①	バックグラウンド濃度 ②	将来環境濃度 ①+②	短期暴露の指針値	仙台市環境基本計画 定量目標
二酸化窒素	ppm	0.0040	0.005	0.0090	0.1~0.2	—

注:1. 寄与濃度は、1時間値の最大着地濃度である。

2. 短期暴露の指針値は、「二酸化窒素の人の健康に係る判定条件等について」(昭和53年3月22日、中央公害対策審議会答申)に基づく指針値を示す。



図 8.1-28 最大着地濃度出現距離の位置 (煙突ダウンウォッシュ発生時)

イ. 二酸化硫黄

煙突ダウンウォッシュ発生時の影響について、着地濃度が最大となった時刻の予測結果及びその出現距離は、表8.1-102・103及び図8.1-28のとおりである。

二酸化硫黄の1時間値の最大着地濃度は、風向がW（西）、上層風速が11.4m/s、上層の大気安定度がC-Dの条件で、煙突から1.3kmの地点において0.0019ppm、バックグラウンド濃度を含み将来環境濃度は0.0019ppmであり、環境基準及び仙台市環境基本計画定量目標を下回ると予測された。

表 8.1-102 二酸化硫黄の予測結果（煙突ダウンウォッシュ発生時）

項目	単位	煙突ダウンウォッシュ発生時	
風向	16 方位	W	
地上風速	m/s	7.5	
上層風速の推計値	m/s	11.4	
上層の大気安定度	—	C-D	
有効煙突高さ	m	80	
最大着地濃度	二酸化硫黄	ppm	0.0019
最大着地濃度出現距離		km	1.3

表 8.1-103 二酸化硫黄の予測結果（煙突ダウンウォッシュ発生時：基準等との対比）

予測項目	単位	寄与濃度 ①	バックグラウンド濃度 ②	将来環境濃度 ①+②	環境基準	仙台市環境基本計画 定量目標
二酸化硫黄	ppm	0.0019	0.000	0.0019	0.1 以下	0.1 以下

注：1. 寄与濃度は、1時間値の最大着地濃度である。

2. 環境基準は、「大気汚染に係る環境基準について」（昭和48年環境庁告示第25号）に基づく基準値を示す。

3. 定量目標は、「杜の都環境プラン 仙台市環境基本計画2011-2020（改定版）」（平成28年3月、仙台市）に基づく定量目標値を示す。

ウ. 浮遊粒子状物質

煙突ダウンウォッシュ発生時の影響について、着地濃度が最大となった時刻の予測結果及びその出現距離は、表8.1-104・105及び図8.1-28のとおりである。

浮遊粒子状物質の1時間値の最大着地濃度は、風向がW（西）、上層風速が11.4m/s、上層の大気安定度がC-Dの条件で、煙突から1.3kmの地点において0.0010mg/m³、バックグラウンド濃度を含み将来環境濃度は0.0730mg/m³であり、環境基準及び仙台市環境基本計画定量目標を下回ると予測された。

表 8.1-104 浮遊粒子状物質の予測結果（煙突ダウンウォッシュ発生時）

項目	単位	煙突ダウンウォッシュ発生時
風向	16 方位	W
地上風速	m/s	7.5
上層風速の推計値	m/s	11.4
上層の大気安定度	—	C-D
有効煙突高さ	m	80
最大着地濃度	浮遊粒子状物質 mg/m ³	0.0010
最大着地濃度出現距離	km	1.3

表 8.1-105 浮遊粒子状物質の予測結果（煙突ダウンウォッシュ発生時：基準等との対比）

予測項目	単位	寄与濃度 ①	バックグラウンド濃度 ②	将来環境濃度 ①+②	環境基準	仙台市環境基本計画 定量目標
浮遊粒子状物質	mg/m ³	0.0010	0.072	0.0730	0.20 以下	0.20 以下

注：1. 寄与濃度は、1 時間値の最大着地濃度である。

2. 環境基準は、「大気汚染に係る環境基準について」（昭和48年環境庁告示第25号）に基づく基準値を示す。

3. 定量目標は、「杜の都環境プラン 仙台市環境基本計画2011-2020（改定版）」（平成28年3月、仙台市）に基づく定量目標値を示す。

(2-3-4) 建物ダウンウォッシュ発生時

① 予測内容

強風時には、近接の建物の影響により煙突から出た排出ガスは建物の風下方向にできる空気の巻き込み渦の中に取り込まれ、煙が地上付近に到達することにより、地上で高濃度が発生することがある。

建物ダウンウォッシュは、一般に煙突実高さの1/2.5よりも高くなる建物が煙突周辺に位置する場合において生じるとされている。

本事業では、高さ32m（煙突実高さ/2.5）以上の建物が対象になるため、この条件に該当するボイラ（建物高さ60m）、木質バイオマス燃料サービス貯槽（建物高さ40m）、燃料貯蔵設備（建物高さ54m）を対象として建物ダウンウォッシュ発生時の影響について予測を行った。

建物ダウンウォッシュ発生時の概念図は、図8.1-29のとおりである。

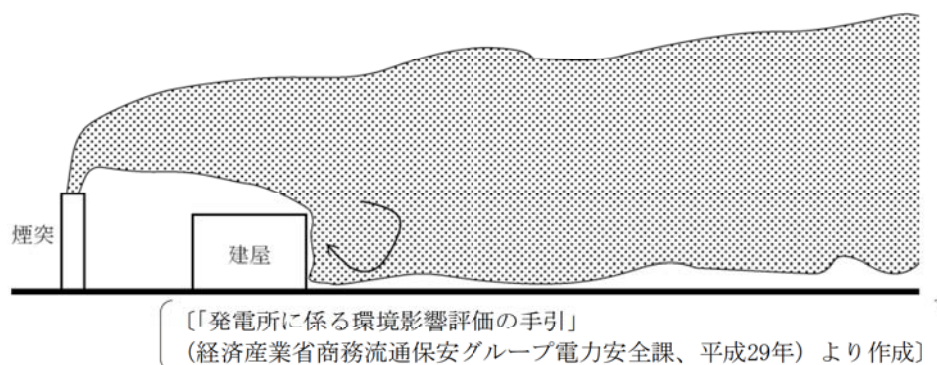


図 8.1-29 建物ダウンウォッシュの概念図

② 予測地域等

予測地域は、施設の稼働に伴う大気汚染物質の最大着地濃度地点の2倍程度を包含する範囲として、調査範囲と同じく計画地を中心とした半径約10kmの範囲とした。

予測地点は、風下軸上における1時間値着地濃度が最大となる地点とした。

③ 予測対象時期

予測対象時期は、施設の稼働の状態が定常となり、大気汚染物質の排出量が最大となる2024年とした。

④ 予測方法

ア. 予測フロー

建物ダウンウォッシュ発生時の特殊気象条件下で発生する、施設の稼働に伴う煙突からの二酸化窒素、二酸化硫黄及び浮遊粒子状物質の寄与濃度を、最大連続負荷時において、米国環境保護庁(EPA)のISC-PRIMEモデル(Industrial Source Complex Plume Rise Model Enhancements)により建物ダウンウォッシュの発生について検討し、発生時における数値計算により将来環境濃度の1時間値を予測した。

建物ダウンウォッシュ発生時の予測フローは、図8.1-30のとおりである。

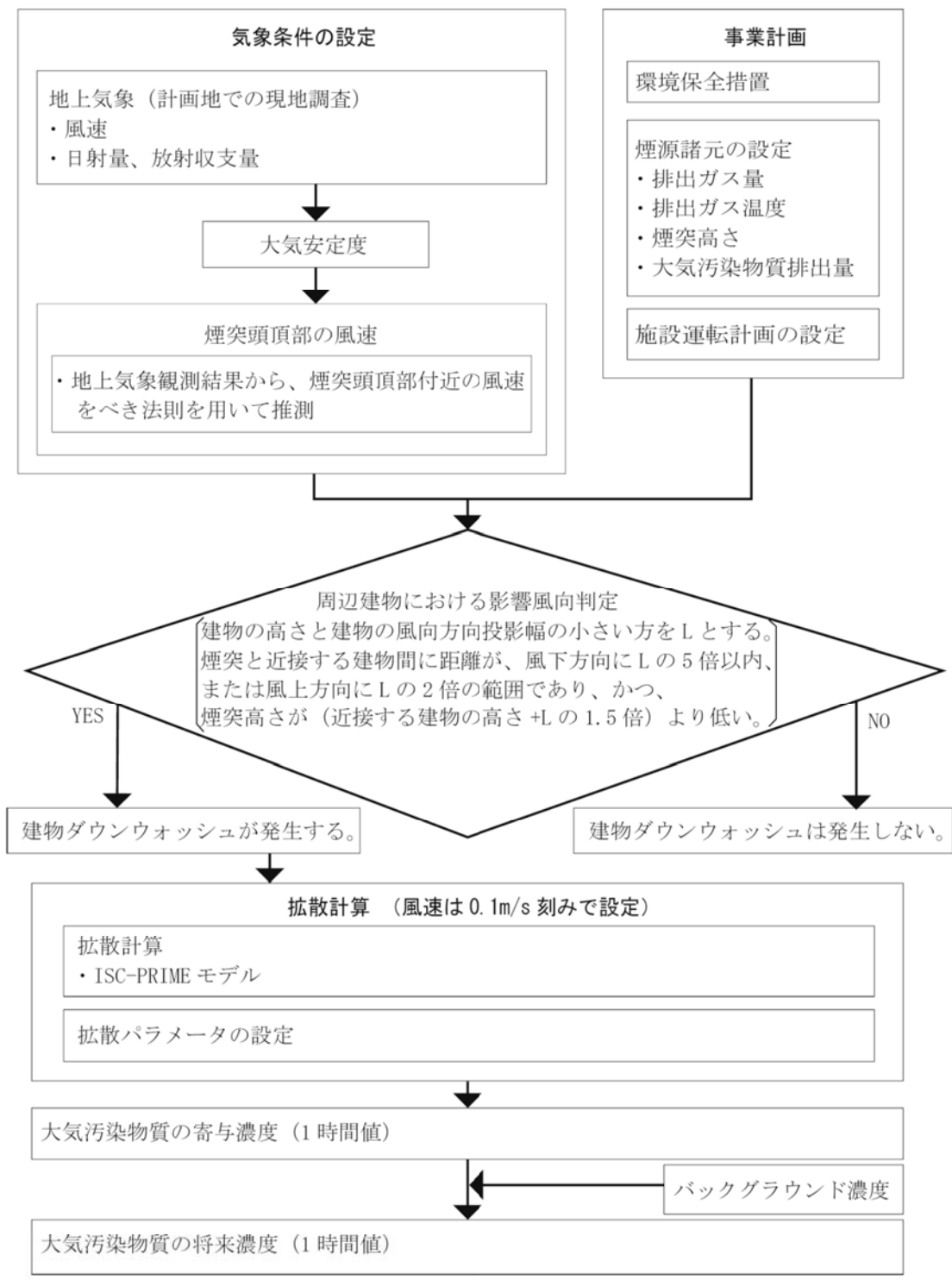


図 8.1-30 建物ダウンウォッシュ発生時の予測フロー

イ. 予測式

(7) 拡散計算式

$$C(x, y) = C_N \quad (L_B \leq x_b < L_B + 0.85L_R)$$

$$C(x, y) = \lambda C_N + (1 - \lambda)C_F \quad (L_B + 0.85L_R \leq x_b < L_B + L_R)$$

$$C(x, y) = C_p + \lambda C_N + (1 - \lambda)C_F \quad (L_B + L_R \leq x_b < L_B + 1.15L_R)$$

$$C(x, y) = C_p + C_F \quad (L_B + 1.15L_R \leq x_b)$$

$$\lambda = \frac{L_B + 1.15L_R - x_b}{0.3L_R}$$

$$C_N = \frac{BfQ_p K \cdot \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_{yc}}\right)^2\right]}{u_H H_C W_B'}$$

$$C_F = \frac{fQ_p K \cdot \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_{yc}}\right)^2\right]}{\pi u \sigma_{zc} \sigma_{yc}}$$

$$C_p = \frac{(1-f)Q_p K \cdot \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{H_p}{\sigma_z}\right)^2\right] \cdot \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right]}{\pi u \sigma_z \sigma_y}$$

[記号]

$C(x, y)$: 地点 (x, y) における着地濃度 (ppmまたは mg/m^3)

x : 煙突から風向に沿った風下距離 (m)

y : 風向に直角な水平距離 (m)

C_N : near wake領域において取り込まれたプルームによるnear wake内の寄与濃度 (ppmまたは mg/m^3)

C_F : near wake領域において取り込まれたプルームによるfar wake内の寄与濃度 (ppmまたは mg/m^3)

C_p : near wake領域において取り込まれた分を除くプルームによるfar wake内の寄与濃度 (ppmまたは mg/m^3)

L_B : 建物の奥行き (m)

L_R : near wake領域の奥行き長さ (m)

x_b : 建物から風向に沿った風下距離 (m)

B : near wake内の濃度の再循環係数 (3)

f : near wake内に取り込まれたプルームの割合

Q_p : 汚染物質の排出量 ($\text{m}^3\text{N}/\text{s}$ または kg/s)

K : 単位換算係数 (1×10^6)

σ_{yc} : 仮想排出源の水平方向の拡散パラメータ (m)

σ_{zc} : 仮想排出源の鉛直方向の拡散パラメータ (m)

σ_y : 水平方向の拡散パラメータ (m)

σ_z : 鉛直方向の拡散パラメータ (m)

u : 煙突頭頂部の風速 (m/s)

u_H : 建物頂部の風速 (m/s)

H_C : near wake領域の高さ (m)

W_B' : 建物幅に相当する長さスケール (ただし $H_B \leq W_B' \leq 3H_B$) (m)

H_B : 建物の高さ (m)

H_p : 排煙高さ (m)

(イ) 拡散パラメータ

ISC-PRIMEモデルの拡散パラメータは、パスキル・ギフォード線図に基づき、A～Fの階級の
大気安定度ごとに風下距離の関数として与えられるものを使用した。なお、ISC-PRIMEモデルで
は、B-C、C-Dはないので、B-CはB、C-DはCとした。

⑤ 予測条件

ア. 煙源の諸元

計算に用いた煙源の諸元は、「(2-3-1) 逆転層出現時 ⑤ 予測条件 ア. 煙源の諸元」と同
様とした。

イ. 建物等の諸元

煙突周辺の高さ32m（煙突高さ80mの1/2.5）以上の建物が、建物ダウンウォッシュの予測対
象になるため、この条件に該当するボイラ（建物高さ60m）及び木質バイオマス燃料サービ
ス貯槽（建物高さ40m）を対象として建物ダウンウォッシュ発生時の影響について予測を行った。

建物の諸元は表8.1-106、建物等の配置は図8.1-31のとおりである。

表 8.1-106 煙突周辺の建物等の諸元

図中番号	建物等の名称	寸法
①	ボイラ	27m×50m×高さ60m
②	木質バイオマス燃料サービス貯槽	φ 20m×高さ40m
③	木質バイオマス燃料サービス貯槽	φ 20m×高さ40m
④	木質バイオマス燃料サービス貯槽	φ 20m×高さ40m
⑤	燃料貯蔵設備	φ 46m×高さ54m
⑥	燃料貯蔵設備	φ 46m×高さ54m

注：図中番号は、図8.1-31に対応する。

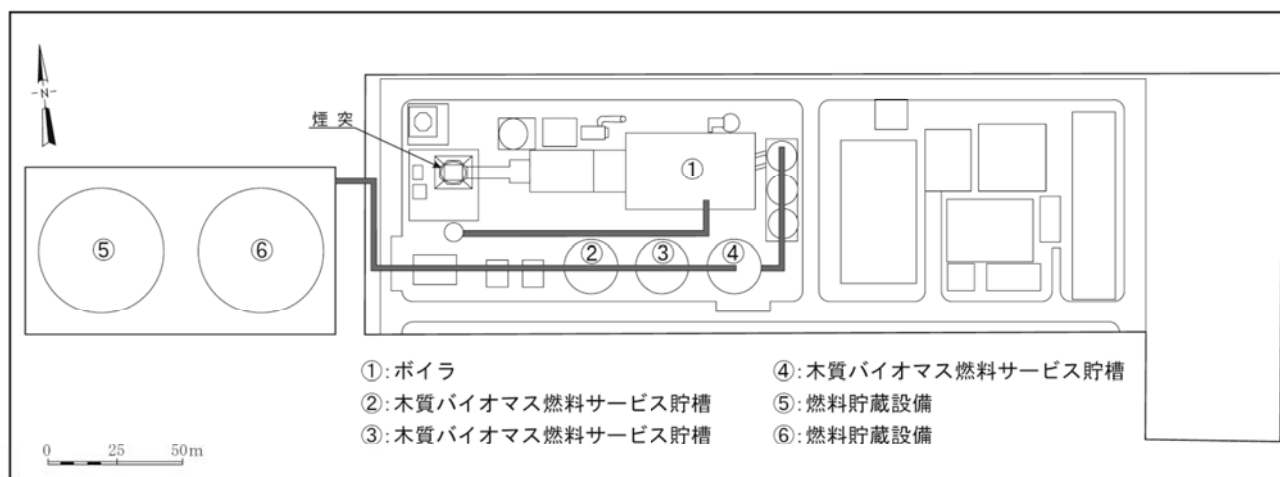


図 8.1-31 煙突周辺の主な建物の配置

ウ. 気象条件等

風向、風速及び大気安定度は、「(2-1) 年平均値の予測」で用いた1年間の毎時データとした。

エ. バックグラウンド濃度

バックグラウンド濃度は表8.1-107のとおりであり、着地濃度が最大となった時刻における代表測定局及び計画地の1時間値の最大値を用いた。

表 8.1-107 バックグラウンド濃度

項目	単位	出現時間	バックグラウンド濃度
二酸化窒素	ppm	2017年7月26日14時(苦竹局)	0.012
二酸化硫黄	ppm	2017年7月26日14時(中野局)	0.002
浮遊粒子状物質	mg/m ³	2017年7月26日14時(七郷局)	0.023

〔「そらまめ君(環境省大気汚染物質広域監視システム)」データ等より作成〕

⑥ 予測結果

ア. 二酸化窒素

建物ダウンウォッシュ発生時の影響について、着地濃度が最大となった時刻の予測結果及びその出現距離は、表8.1-108・109及び図8.1-32のとおりである。

二酸化窒素の1時間値の最大着地濃度は、風向がSW(南西)、上層風速が12.8m/s、上層の大気安定度Cの条件で、煙突から0.8kmの地点において0.0103ppm、バックグラウンド濃度を含む将来環境濃度は0.0223ppmであり、短期暴露の指針値の範囲を下回ると予測された。

表 8.1-108 二酸化窒素の予測結果(建物ダウンウォッシュ発生時)

項目	単位	建物ダウンウォッシュ発生時
風向	16方位	SW
地上風速	m/s	7.6
上層風速の推計値	m/s	12.8
上層の大気安定度	—	C
最大着地濃度	二酸化窒素 ppm	0.0103
最大着地濃度出現距離	km	0.8

表 8.1-109 二酸化窒素の予測結果(建物ダウンウォッシュ発生時:基準等との対比)

予測項目	単位	寄与濃度 ①	バックグラウンド濃度 ②	将来環境濃度 ①+②	短期暴露の指針値	仙台市環境基本計画 定量目標
二酸化窒素	ppm	0.0103	0.012	0.0223	0.1~0.2	—

注:1. 寄与濃度は、1時間値の最大着地濃度である。

2. 短期暴露の指針値は、「二酸化窒素の人の健康に係る判定条件等について」(昭和53年3月22日、中央公害対策審議会答申)に基づく指針値を示す。

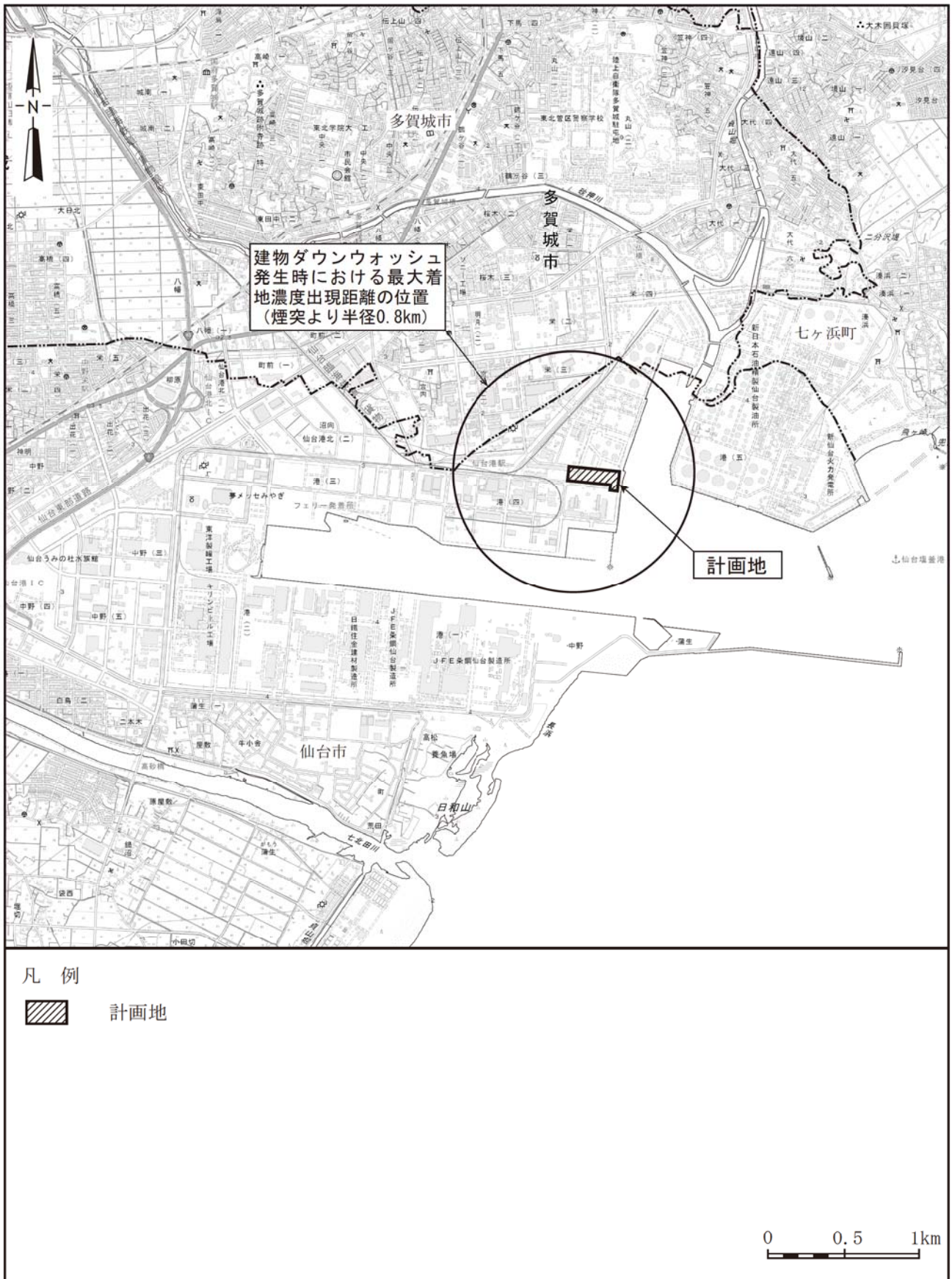


図 8.1-32 最大着地濃度出現距離の位置 (建物ダウンウォッシュ発生時)

イ. 二酸化硫黄

建物ダウンウォッシュ発生時の影響について、着地濃度が最大となった時刻の予測結果及びその出現距離は、表8.1-110・111及び図8.1-32のとおりである。

二酸化硫黄の1時間値の最大着地濃度は、風向がSW（南西）、上層風速が12.8m/s、上層の大気安定度Cの条件で、煙突から0.8kmの地点において0.0049ppm、バックグラウンド濃度を含む将来環境濃度は0.0069ppmであり、環境基準及び仙台市環境基本計画定量目標を下回ると予測された。

表 8.1-110 二酸化硫黄の予測結果（建物ダウンウォッシュ発生時）

項目	単位	建物ダウンウォッシュ発生時
風向	16 方位	SW
地上風速	m/s	7.6
上層風速の推計値	m/s	12.8
上層の大気安定度	—	C
最大着地濃度	二酸化硫黄 ppm	0.0049
最大着地濃度出現距離	km	0.8

表 8.1-111 二酸化硫黄の予測結果（建物ダウンウォッシュ発生時：基準等との対比）

予測項目	単位	寄与濃度 ①	バックグラウンド濃度 ②	将来環境濃度 ①+②	環境基準	仙台市環境基本計画 定量目標
二酸化硫黄	ppm	0.0049	0.002	0.0069	0.1 以下	0.1 以下

注：1. 寄与濃度は、1時間値の最大着地濃度である。

2. 環境基準は、「大気汚染に係る環境基準について」（昭和48年環境庁告示第25号）に基づく基準値を示す。

3. 定量目標は、「杜の都環境プラン 仙台市環境基本計画2011-2020（改定版）」（平成28年3月、仙台市）に基づく定量目標値を示す。

ウ. 浮遊粒子状物質

建物ダウンウォッシュ発生時の影響について、着地濃度が最大となった時刻の予測結果及びその出現距離は、表8.1-112・113及び図8.1-32のとおりである。

浮遊粒子状物質の1時間値の最大着地濃度は、風向がSW（南西）、上層風速が12.8m/s、上層の大気安定度Cの条件で、煙突から0.8kmの地点において0.0026mg/m³、バックグラウンド濃度を含む将来環境濃度は0.0256mg/m³であり、環境基準及び仙台市環境基本計画定量目標を下回ると予測された。

表 8.1-112 浮遊粒子状物質の予測結果（建物ダウンウォッシュ発生時）

項目	単位	建物ダウンウォッシュ発生時
風向	16 方位	SW
地上風速	m/s	7.6
上層風速の推計値	m/s	12.8
上層の大気安定度	—	C
最大着地濃度	浮遊粒子状物質 mg/m ³	0.0026
最大着地濃度出現距離	km	0.8

表 8.1-113 浮遊粒子状物質の予測結果（建物ダウンウォッシュ発生時：基準等との対比）

予測項目	単位	寄与濃度 ①	バックグラウンド濃度 ②	将来環境濃度 ①+②	環境基準	仙台市環境基本計画 定量目標
浮遊粒子状物質	mg/m ³	0.0026	0.023	0.0256	0.20 以下	0.20 以下

注：1. 寄与濃度は、1 時間値の最大着地濃度である。

2. 環境基準は、「大気汚染に係る環境基準について」（昭和48年環境庁告示第25号）に基づく基準値を示す。

3. 定量目標は、「杜の都環境プラン 仙台市環境基本計画2011-2020（改定版）」（平成28年3月、仙台市）に基づく定量目標値を示す。

(2-4) 地形影響の予測

① 予測内容

地形影響については、「発電所に係る環境影響評価の手引」（経済産業省商務流通保安グループ電力安全課、平成29年）によれば、煙源から半径 5 km以内にボザンケI式による有効煙突高さの0.6倍以上の高さの地形がある場合、あるいは、煙源から20km以内にボザンケI式による有効煙突高さ以上の高さの地形がある場合、地形影響を考慮した予測手法を用いることとされている。

施設稼働時の排煙について地形影響の判定を行ったところ、予測範囲内の北端付近に、わずかに該当する地形が存在したことから、施設稼働時の排煙に対する計画地の周辺地形による影響について、地形影響の予測を行った。

② 予測地域等

予測地域は、施設の稼働に伴う大気汚染物質の最大着地濃度地点の2倍程度を包含する範囲として、調査範囲と同じく計画地を中心とした半径約10kmの範囲とした。

予測地点は、風下軸上における1時間値着地濃度が最大となる地点とした。

③ 予測対象時期

予測対象時期は、施設の稼働の状態が定常となり、大気汚染物質の排出量が最大となる2024年とした。

④ 予測方法

ア. 予測フロー

施設稼働時の排煙に対する計画地の周辺地形による影響について、米国環境保護庁（EPA）のISC-ST3モデル（Industrial Source Complex Short Term Model）により、1時間値の数値計算を行い、地形影響の予測を行った。

地形影響の予測フローは、図8.1-33のとおりである。

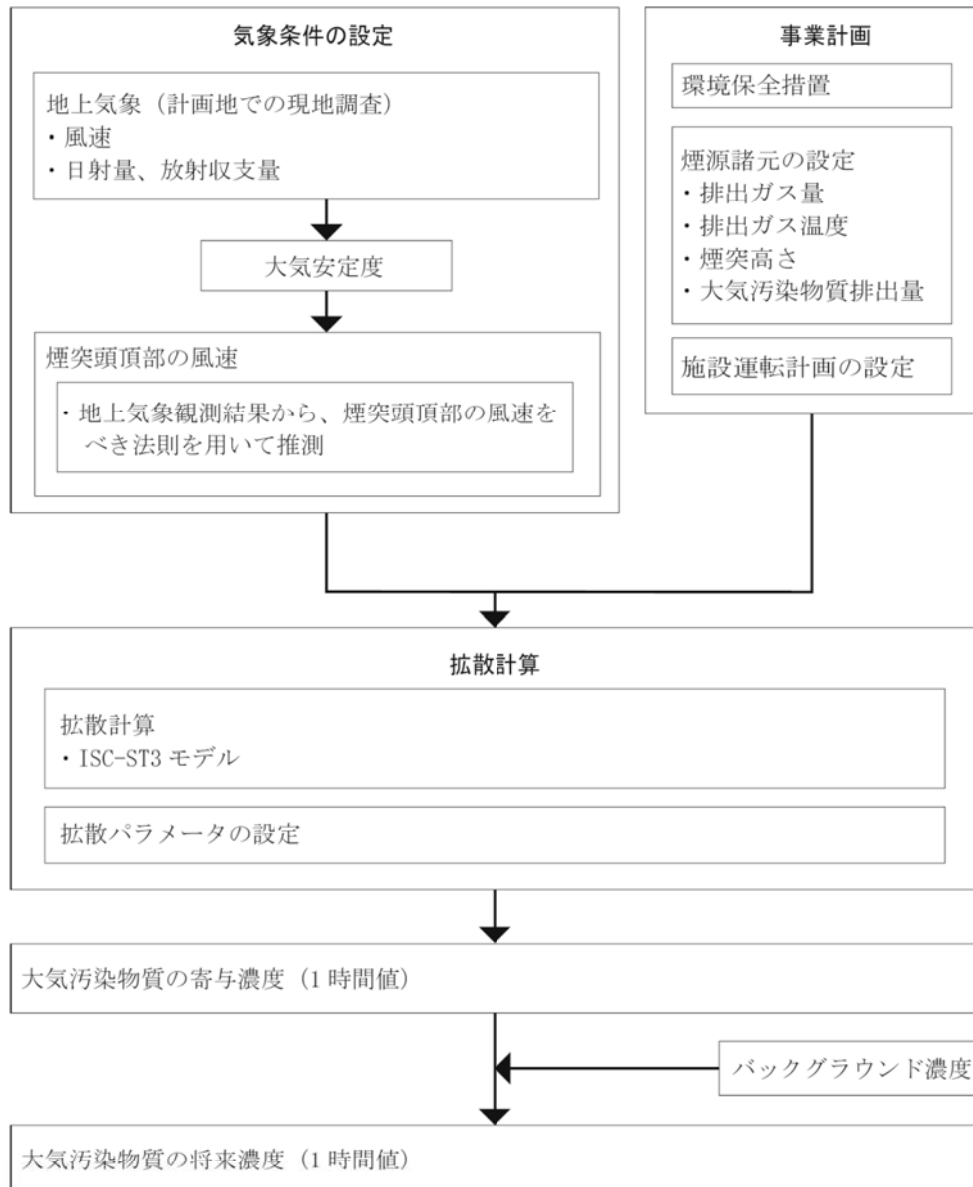


図 8.1-33 地形影響の予測フロー

イ. 予測式

(7) 有効煙突高さ

$$\text{不安定・中立時} : H_e = H_0 + 38.71 \cdot \frac{F_b^{3/5}}{u}$$

$$\text{安定時} : H_e = H_0 + 2.6 \cdot \left(\frac{F_b}{u \cdot s} \right)^{1/3}$$

[記号]

H_e : 有効煙突高さ (m)

H_0 : 煙突の実高さ (m)

F_b : 浮力フラックスパラメータ (m^4/s^3) $F_b = g \cdot V_s \cdot D^2 \cdot \left(\frac{\Delta T}{4T_s} \right)$

u : 煙突頭頂部の風速 (m/s)

s : 安定度のパラメータ ($1/s^2$) $s = g \cdot \frac{\partial \theta / \partial z}{T_a}$

g : 重力加速度 (m/s^2)

V_s : 排出ガス速度 (m/s)

D : 煙突出口の内径 (m)

T_s : 排出ガス温度 (K)

T_a : 気温 (288K)

ΔT : 排出ガス温度 T_s と気温 T_a との温度差 (K)

$\partial \theta / \partial z$: 温位勾配 (K/m)

安定度Eのとき 0.020 K/m

安定度Fのとき 0.035 K/m

(イ) 拡散計算式

ISC-ST3モデルにおける拡散計算式は、地形の影響を考慮するために以下の3つの計算手法(単純地形、複雑地形及び中間地形)が定められており、計算地点の標高に応じて拡散計算式を選択した。

a. 単純地形 (計算地点の標高 ≤ 煙突の実高さ)

$$C(x, y, z) = \frac{Q_p \cdot K \cdot V \cdot D}{2\pi \cdot u \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} \cdot \exp \left[-0.5 \cdot \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2 \right]$$

[記号]

$C(x, y, z)$: 地点(x, y, z)における地上濃度 (ppmまたは mg/m^3)

x : 風向に沿った風下距離 (m)

y : 風向に直角な水平距離 (m)

z : 計算点の高さ (m)

Q_p : 汚染物質の排出量 (m^3N/s または kg/s)

K : 単位換算係数 ($=1 \times 10^6$)

D : 物理的、化学的な減衰項 ($=1.0$)

u : 煙突頭頂部の風速 (m/s)

σ_y : 水平方向の拡散パラメータ (m)

σ_z : 鉛直方向の拡散パラメータ (m)

V : 鉛直方向の計算項 $V = \exp \left[-0.5 \cdot \left(\frac{z - H_e}{\sigma_z} \right)^2 \right] + \exp \left[-0.5 \cdot \left(\frac{z + H_e}{\sigma_z} \right)^2 \right]$

H_e : 有効煙突高さ (m)

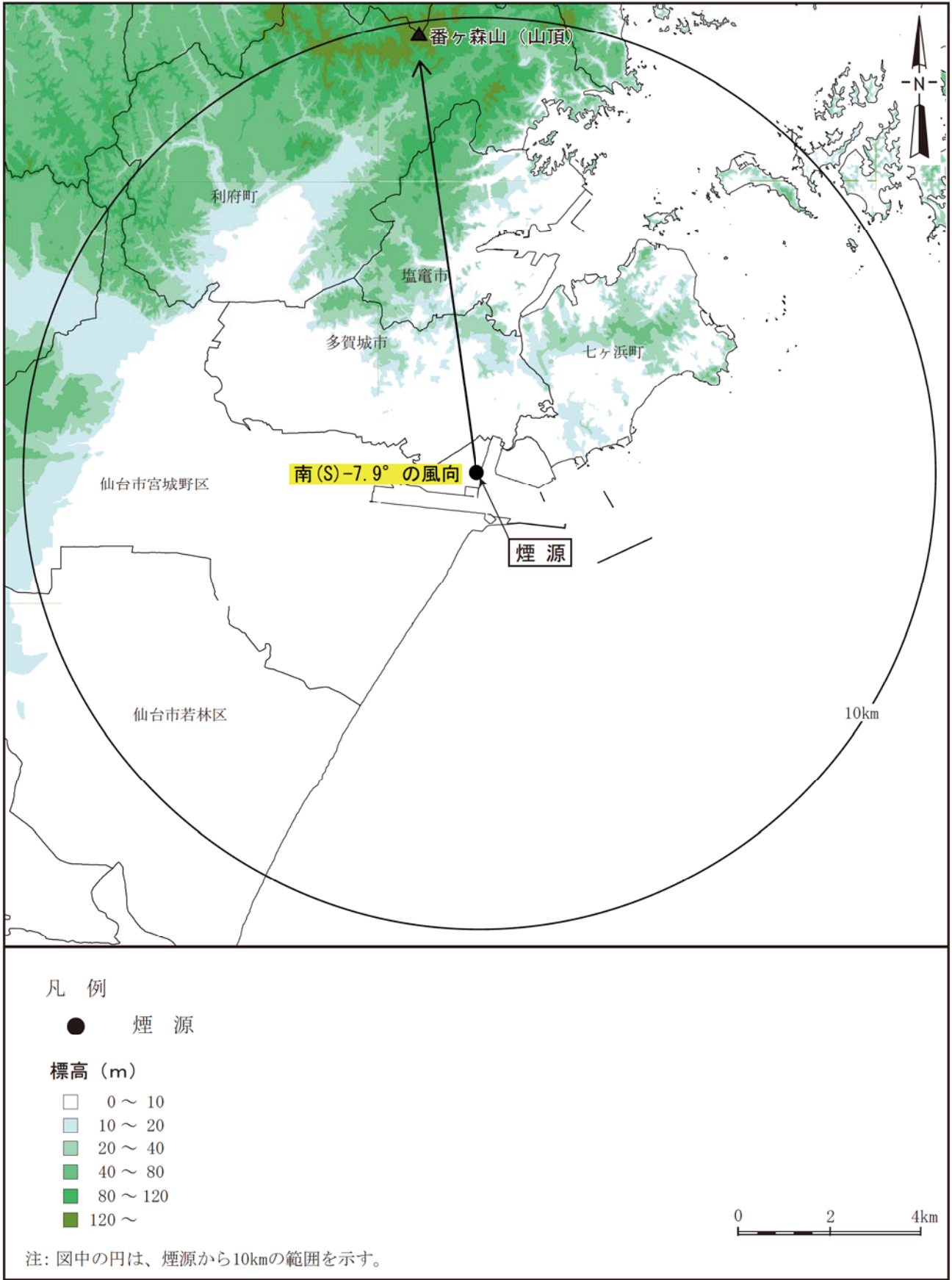


図 8.1-34 計画地周辺の地形

イ. 煙源の諸元

計算に用いた煙源の諸元は、「(2-3-1) 逆転層出現時 ⑤ 予測条件 ア. 煙源の諸元」と同様とした。

ウ. 気象条件

風向は、予測地域内で最も標高が高い番ヶ森山方面に向かう方向として、南-7.9° (S-7.9°、南から南南東の向きへ反時計回りに7.9°ずらした方位) を選定した。

風速は、計画地で観測した1年間の地上風速より「8.1 大気質 8.1.2 予測 (2-1) 年平均値の予測 ⑤ 予測条件 イ. 気象条件等 (イ) 上層気象 a. 風向及び風速」に示す方法により算出した上層推計風の年平均風速である4.8m/sとした。

大気安定度は、発生頻度の最も高いCとした。

エ. バックグラウンド濃度

バックグラウンド濃度は表8.1-114のとおりであり、代表測定局及び計画地のうち、風下軸(煙源からS-7.9°の方角に向かう直線)の付近にあり、かつ最大着地濃度地点(風下軸上で煙源から3km離れた地点)に最も近い地点の測定値を用いることとし、代表測定局については2016年度の1時間値の最大値を、計画地については2016年8月24日～2017年8月23日の1時間値の最大値を用いた。

表 8.1-114 バックグラウンド濃度

予測項目	単位	バックグラウンド濃度	測定地点
二酸化窒素	ppm	0.053	塩釜局
二酸化硫黄	ppm	0.035	計画地
浮遊粒子状物質	mg/m ³	0.100	塩釜局

「公害関係資料集 平成28年度測定結果」(平成30年、仙台市)
「平成29年版 宮城県環境白書(資料編)」(平成30年、宮城県)より作成

⑥ 予測結果

予測結果は、表8.1-115・116及び図8.1-35のとおりである。

最大着地濃度比は1.05、最大着地濃度出現距離比は1.25であり、バックグラウンド濃度を含む将来環境濃度は、環境基準、短期暴露の指針値、仙台市環境基本計画定量目標を下回ると予測された。

表 8.1-115 地形影響の予測結果(最大着地濃度比)

項目 風向	最大着地濃度			最大着地濃度 出現距離 (km)	最大着地濃 度比 α	最大着地濃度 出現距離比 β
	二酸化窒素 (ppm)	二酸化硫黄 (ppm)	浮遊粒子状物質 (mg/m ³)			
平地	0.00355	0.00170	0.00089	2.4	—	—
S-7.9°	0.00372	0.00178	0.00094	3.0	1.05	1.25

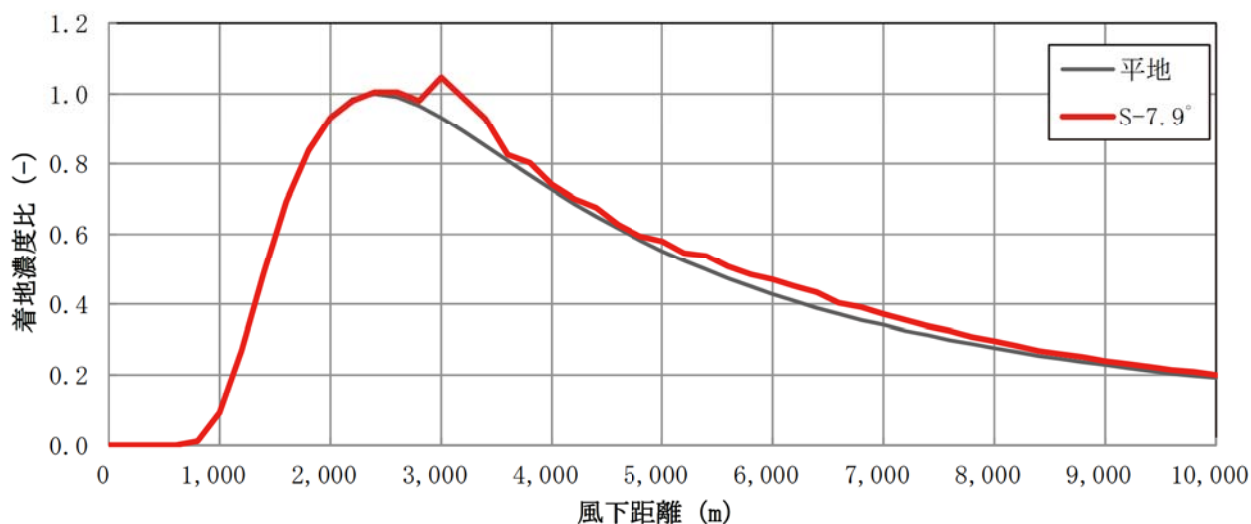
注：1. 最大着地濃度比 (α) = (実地形での最大着地濃度) / (平地での最大着地濃度)

2. 最大着地濃度出現距離比 (β) = (実地形での最大着地濃度出現距離) / (平地での最大着地濃度出現距離)

表 8.1-116 地形影響の予測結果（将来濃度）

予測項目	単位	寄与濃度 ①	バックグラウンド濃度 ②	将来環境濃度 ①+②	環境基準又は短期暴露の指針値	仙台市環境基本計画 定量目標	最大着地濃度比
二酸化窒素	ppm	0.00372	0.053	0.05672	0.1~0.2	—	1.05
二酸化硫黄	ppm	0.00178	0.035	0.03678	0.1以下	0.1以下	
浮遊粒子状物質	mg/m ³	0.00094	0.100	0.10094	0.20以下	0.20以下	

- 注：1. 寄与濃度は、風下軸上における1時間値着地濃度が最大となる地点とした。
 2. 環境基準は、「大気汚染に係る環境基準について」（昭和48年環境庁告示第25号）に基づく基準値を示す。
 3. 短期暴露の指針値は、「二酸化窒素の人の健康に係る判定条件等について」（昭和53年3月22日、中央公害対策審議会答申）に基づく指針値を示す。
 4. 定量目標は、「杜の都環境プラン 仙台市環境基本計画2011-2020（改定版）」（平成28年3月、仙台市）に基づく定量目標値を示す。



- 注：濃度比 (γ(x)) は、以下に示す煙軸上着地濃度比を表す。
 (煙軸上着地濃度比) = (実地形での着地濃度) / (平地での最大着地濃度)

図 8.1-35 平地の最大着地濃度に対する濃度比 (γ(x))

(2-5) 複合影響の予測

① 予測内容

本事業の計画地から約1.5km南西側に、石炭火力発電所である「仙台パワーステーション」が建設され、2017年10月1日より営業運転を開始していることから、大気質への複合影響を予測した。

予測内容は、施設の稼働に伴い排出する窒素酸化物、硫黄酸化物及び浮遊粒子状物質とした。

なお、本事業から排出する浮遊粒子状物質については、大気中においてガス状物質と同じ挙動をするものとした。

② 予測地域等

予測地域は、「(2-1) 年平均値の予測 ② 予測地域等」と同様とした。

③ 予測対象時期

予測対象時期は、本事業の施設の稼働の状態が定常となり、大気汚染物質の排出量が最大となる2024年とした。

④ 予測方法

公表された「仙台パワーステーション」による年平均値の最大着地濃度と、本事業の年平均値寄与濃度を重ね合わせることによる重畳予測とした。

本事業の年平均値寄与濃度の予測方法は、「(2-1) 年平均値の予測 ④ 予測方法」と同様とした。

⑤ 予測条件

ア. 周辺発電所の年平均値最大着地濃度

計画地周辺に位置する「仙台パワーステーション」の稼働に伴う窒素酸化物、硫黄酸化物及び浮遊粒子状物質の年平均値最大着地濃度予測結果は、表8.1-117のとおりである。

表 8.1-117 仙台パワーステーションによる年平均値の最大着地濃度

項目	最大着地濃度
二酸化窒素	0.00082ppm
二酸化硫黄	0.00079ppm
浮遊粒子状物質	0.00041mg/m ³

イ. 本事業の予測条件

本事業の年平均値寄与濃度の予測条件は、「(2-1) 年平均値の予測 ⑤ 予測条件」と同様とした。

⑥ 予測結果

ア. 二酸化窒素

「仙台パワーステーション」の最大着地濃度と重ね合わせた重畳予測による施設の稼働に伴う二酸化窒素の地上濃度の年平均値予測結果は表8.1-118～120、計画地周辺における寄与濃度の地上濃度分布は、図8.1-36のとおりである。

重畳予測による将来の最大着地濃度は、煙突から北西約2.5kmで0.00102ppmと予測された。将来の寄与濃度の最大は、多賀城市役所の0.00020ppmであり、バックグラウンド濃度を含む将来環境濃度の最大は、苦竹局の0.01684ppmと予測された。

また、いずれの地点の将来環境濃度を1日平均値の年間98%値へ換算した値は、環境基準及び仙台市環境基本計画定量目標を下回ると予測された。

表 8.1-118 二酸化窒素の予測結果（年平均値・重畳予測：最大着地濃度）

項目	仙台パワーステーション ①	本事業 ②	将来 ③=①+②
最大着地濃度	0.00082ppm	0.00020ppm	0.00102ppm
最大着地濃度地点	北西 約2.5km		

注：1. 仙台パワーステーションの最大着地濃度は、表8.1-117における二酸化窒素年平均値の最大着地濃度を示す。
2. 本事業の最大着地濃度は、表8.1-60における二酸化窒素年平均値の最大着地濃度を示す。

表 8.1-119 二酸化窒素の予測結果（年平均値・重畳予測：測定局濃度）

図中 番号	測定局名	仙台パワーステーション 最大着地濃度 (ppm) ①	本事業 寄与濃度 (ppm) ②	バックグラウンド 濃度 (ppm) ③	将来環境濃度 (ppm) ①+②+③	本事業 寄与率 (%) ②/④
1	福室	0.00082	0.00003	0.009	0.00985	0.3
3	鶴谷		0.00002	0.008	0.00884	0.2
4	中野		0.00002	0.013	0.01384	0.1
5	七郷		0.00001	0.011	0.01183	0.1
6	塩釜		0.00006	0.009	0.00988	0.6
7	利府		0.00006	0.010	0.01088	0.6
8	苦竹		0.00002	0.016	0.01684	0.1
9	塩釜自排		0.00005	0.015	0.01587	0.3
10	蒲生干潟近傍		0.00003	0.012	0.01285	0.2
11	多賀城市役所		0.00020	0.012	0.01302	1.5
12	松ヶ浜地区避難所		0.00003	0.012	0.01285	0.2

注：図中番号の数字は、図8.1-36に対応する。

表 8.1-120 二酸化窒素の予測結果（年平均値・重畳予測：基準等との対比）

図中 番号	測定局名	仙台パ ー ク ス テ ー ション最大 着地濃度 (ppm) ①	本事業 寄与濃度 (ppm) ②	バック グ ラ ウ ン ド 濃 度 (ppm) ③	将来 環境濃度 (ppm) ④= ①+②+③	年間98% 値の 換算値 (ppm)	環境基準	仙台市 環境基本計画 定量目標
1	福室	0.00082	0.00003	0.009	0.00985	0.02400	1日平均値の 年間98%値が 0.04ppmから 0.06ppmまでの ゾーン内又は それ以下	1日平均値の 年間98%値が 0.04ppm以下
3	鶴谷		0.00002	0.008	0.00884	0.02264		
4	中野		0.00002	0.013	0.01384	0.02939		
5	七郷		0.00001	0.011	0.01183	0.02668		
6	塩釜		0.00006	0.009	0.00988	0.02404		
7	利府		0.00006	0.010	0.01088	0.02539		
8	苦竹		0.00002	0.016	0.01684	0.03344		
9	塩釜自排		0.00005	0.015	0.01587	0.03213		
10	蒲生干潟近傍		0.00003	0.012	0.01285	0.02806		
11	多賀城市役所		0.00020	0.012	0.01302	0.02828		
12	松ヶ浜地区 避難所		0.00003	0.012	0.01285	0.02806		

注：1. 図中番号の数字は、図8.1-36に対応する。

2. 年間98%値への換算値は、将来環境濃度（年平均値）から調査地域内の一般局（6局）と自排局（2局）の2012年度～2016年度の測定値をもとに作成した以下の式により求めた。

$$y = 1.3506 \cdot x + 0.0107 \quad (y : 1日平均値の年間98\%値、x : 年平均値)$$

3. 環境基準は、「二酸化窒素に係る環境基準について」（昭和53年環境庁告示第38号）に基づく基準値を示す。

4. 定量目標は、「杜の都環境プラン 仙台市環境基本計画2011-2020（改定版）」（平成28年3月、仙台市）に基づく定量目標値を示す。

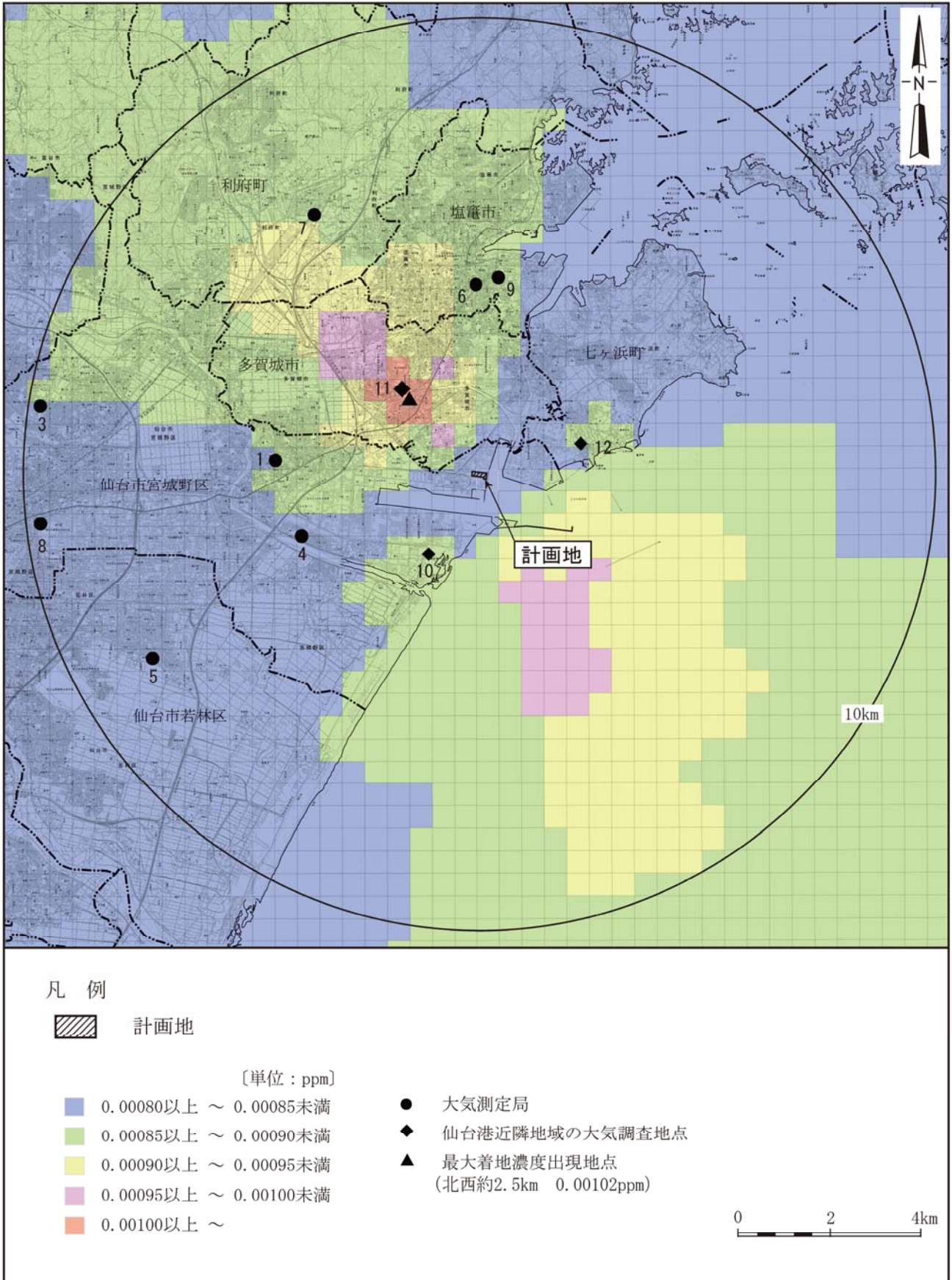


図 8.1-36 二酸化窒素の寄与濃度予測結果（年平均値・重畳予測）

イ. 二酸化硫黄

「仙台パワーステーション」の最大着地濃度と重ね合わせた重畳予測による施設の稼働に伴う二酸化硫黄の地上濃度の年平均値予測結果は表8.1-121～123、計画地周辺における寄与濃度の地上濃度分布は図8.1-37のとおりである。

重畳予測による将来の最大着地濃度は、煙突から北西約2.5kmで0.00089ppmと予測された。将来の寄与濃度の最大は、多賀城市役所の0.00009ppmであり、バックグラウンド濃度を含む将来環境濃度の最大は、多賀城市役所の0.00188ppmと予測された。

また、いずれの地点の将来環境濃度を1日平均値の年間2%除外値へ換算した値は、環境基準及び仙台市環境基本計画定量目標を下回ると予測された。

表 8.1-121 二酸化硫黄の予測結果（年平均値・重畳予測：最大着地濃度）

項目	仙台パワーステーション ①	本事業 ②	将来 ③=①+②
最大着地濃度	0.00079ppm	0.00010ppm	0.00089ppm
最大着地濃度地点	北西 約2.5km		

注：1. 仙台パワーステーションの最大着地濃度は、表8.1-117における二酸化硫黄年平均値の最大着地濃度を示す。
2. 本事業の最大着地濃度は、表8.1-60における二酸化硫黄年平均値の最大着地濃度を示す。

表 8.1-122 二酸化硫黄の予測結果（年平均値・重畳予測：最大着地濃度）

図中 番号	測定局名	仙台パワーステーション 最大着地濃度 (ppm) ①	本事業 寄与濃度 (ppm) ②	バックグラウンド 濃度 (ppm) ③	将来 環境濃度 (ppm) ④=①+②+③	本事業 寄与率 (%) ②/④
4	中野	0.00079	0.00001	0.001	0.00180	0.6
8	苦竹		0.000006	0.000	0.000796	1.3
10	蒲生干潟近傍		0.00001	0.001	0.00180	0.6
11	多賀城市役所		0.00009	0.001	0.00188	4.8
12	松ヶ浜地区避難所		0.00001	0.001	0.00180	0.6

注：図中番号の数字は、図8.1-37に対応する。

表 8.1-123 二酸化硫黄の予測結果（年平均値・重畳予測：測定局濃度）

図中 番号	測定局名	仙台パ ー ス テ ー ション 最大着地 濃度 (ppm) ①	本事業 寄与濃度 (ppm) ②	バックグ ラウンド 濃度 (ppm) ③	将来 環境濃度 (ppm) ④ =①+②+③	年間2% 除外値の 換算値 (ppm)	環境基準	仙台市 環境基本 計画 定量目標
4	中野	0.00079	0.00001	0.001	0.00180	0.00256	1日平均値の 年間2%除外 値が0.04ppm 以下	1日平均値の 年間2%除外 値が0.04ppm 以下
8	苦竹		0.000006	0.000	0.000796	0.002108		
10	蒲生干潟近傍		0.00001	0.001	0.00180	0.00256		
11	多賀城市役所		0.00009	0.001	0.00188	0.00260		
12	松ヶ浜地区 避難所		0.00001	0.001	0.00180	0.00256		

注：1. 図中番号の数字は、図8.1-37に対応する。

2. 年間2%除外値の換算値は、将来環境濃度（年平均値）から調査地域内の一般局（1局）と自排局（1局）の2012年度～2016年度の測定値をもとに作成した以下の式により求めた。

$$y = 0.45000 \cdot x + 0.00175 \quad (y : 1日平均値の年間2\%除外値、x : 年平均値)$$

3. 環境基準は、「大気汚染に係る環境基準について」（昭和48年環境庁告示第25号）に基づく基準値を示す。

4. 定量目標は、「杜の都環境プラン 仙台市環境基本計画2011-2020（改定版）」（平成28年3月、仙台市）に基づく定量目標値を示す。

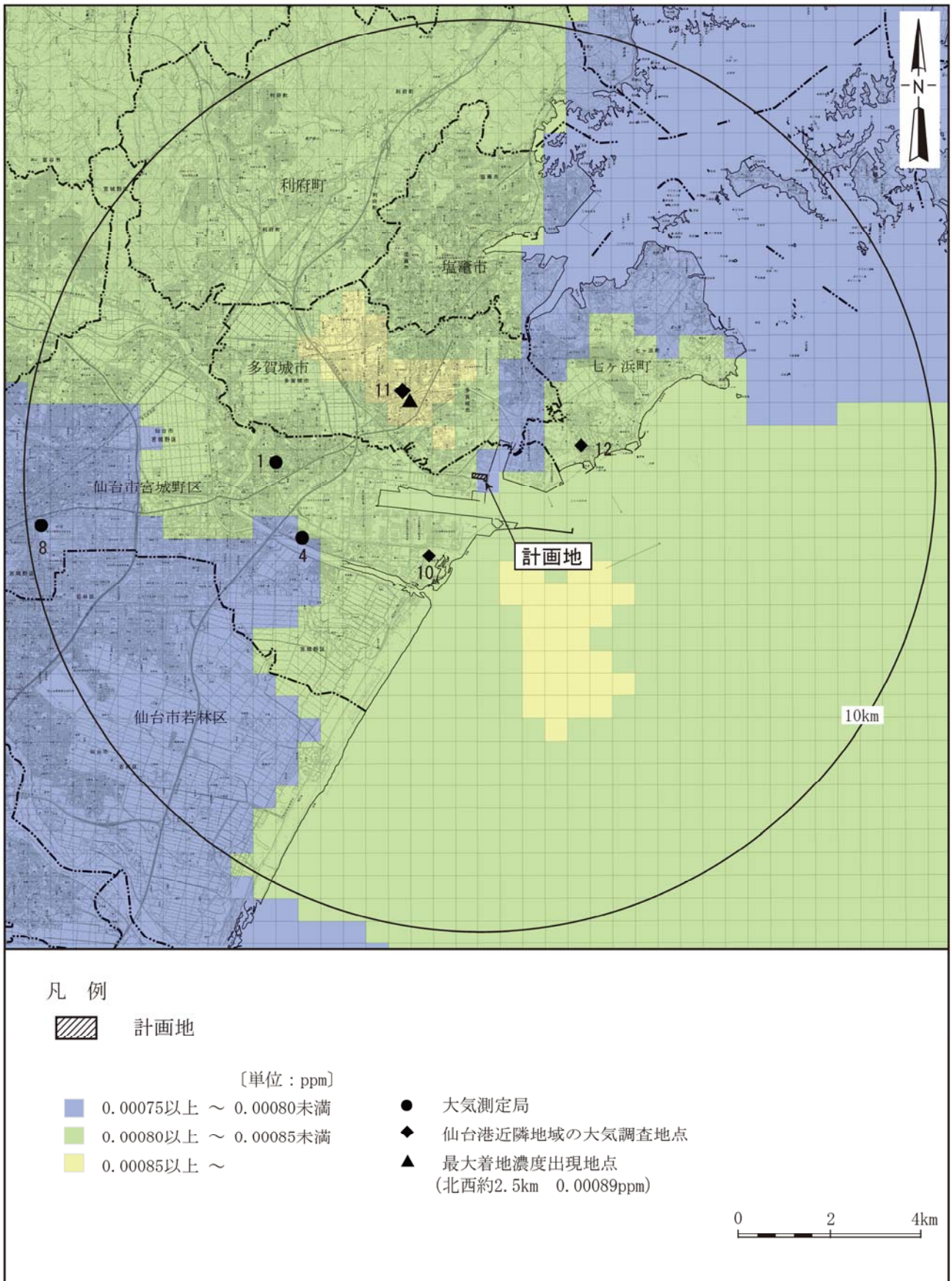


図 8.1-37 二酸化硫黄の寄与濃度予測結果（年平均値・重畳予測）

ウ. 浮遊粒子状物質

「仙台パワーステーション」の最大着地濃度と重ね合わせた重畳予測による施設の稼働に伴う二酸化硫黄の地上濃度の年平均値予測結果は表8.1-124～126、計画地周辺における寄与濃度の地上濃度分布は図8.1-38のとおりである。

重畳予測による将来の最大着地濃度は、煙突から北西約2.5kmで0.00046 mg/m³と予測された。将来の寄与濃度の最大は、多賀城市役所の0.000050 mg/m³であり、バックグラウンド濃度を含む将来環境濃度の最大は、利府局の0.021475 mg/m³と予測された。

また、いずれの地点の年間2%除外値の換算値についても、環境基準及び仙台市環境基本計画定量目標を下回ると予測された。

表 8.1-124 浮遊粒子状物質の予測結果（年平均値・重畳予測：最大着地濃度）

項目	仙台パワーステーション ①	本事業 ②	将来 ③=①+②
最大着地濃度	0.00041mg/m ³	0.000050mg/m ³	0.00046mg/m ³
最大着地濃度地点	北西 約2.5km		

注：1. 仙台パワーステーションの最大着地濃度は、表8.1-117における浮遊粒子状物質年平均値の最大着地濃度を示す。
2. 本事業の最大着地濃度は、表8.1-66における浮遊粒子状物質年平均値の最大着地濃度を示す。

表 8.1-125 浮遊粒子状物質の予測結果（年平均値・重畳予測：測定局濃度）

図中 番号	測定局名	仙台パワーステーション 最大着地濃度 (mg/m ³) ①	本事業 寄与濃度 (mg/m ³) ②	バックグラウンド 濃度 (mg/m ³) ③	将来 環境濃度 (mg/m ³) ④=①+②+③	本事業 寄与率 (%) ②/④
1	福室	0.00041	0.000008	0.017	0.017468	0.0
2	岩切		0.000011	0.016	0.016471	0.1
3	鶴谷		0.000004	0.017	0.017464	0.0
4	中野		0.000005	0.017	0.017465	0.0
5	七郷		0.000003	0.017	0.017463	0.0
6	塩釜		0.000014	0.019	0.019474	0.1
7	利府		0.000015	0.021	0.021475	0.1
8	苦竹		0.000004	0.020	0.020464	0.0
9	塩釜自排		0.000014	0.019	0.019474	0.1
10	蒲生干潟近傍		0.000008	0.012	0.012468	0.1
11	多賀城市役所		0.000050	0.012	0.012510	0.4
12	松ヶ浜地区避難所		0.000008	0.012	0.012468	0.1

注：図中番号の数字は、図8.1-38に対応する。

表 8.1-126 浮遊粒子状物質の予測結果（年平均値・重畳予測：基準等との対比）

図中 番号	測定局名	仙台パワ ーステー ション最 大着地 濃度 (mg/m ³) ①	本事業 寄与濃 度 (mg/m ³) ②	バック グラウ ンド濃 度 (mg/m ³) ③	将来 環境濃 度 (mg/m ³) ④ =①+②+③	年間2% 除外値の 換算値 (mg/m ³)	環境基準	仙台市 環境 基本計 画定 量目 標
1	福室	0.00041	0.000008	0.017	0.017468	0.043379	1日平均値の 年間2%除外 値が0.10mg/m ³ 以下	1日平均値の 年間2%除外 値が0.10mg/m ³ 以下
2	岩切		0.000011	0.016	0.016471	0.041485		
3	鶴谷		0.000004	0.017	0.017464	0.043371		
4	中野		0.000005	0.017	0.017465	0.043373		
5	七郷		0.000003	0.017	0.017463	0.043369		
6	塩釜		0.000014	0.019	0.019474	0.047189		
7	利府		0.000015	0.021	0.021475	0.050990		
8	苦竹		0.000004	0.020	0.020464	0.049069		
9	塩釜自排		0.000014	0.019	0.019474	0.047189		
10	蒲生干潟近傍		0.000008	0.012	0.012468	0.033882		
11	多賀城市役所		0.000050	0.012	0.01251	0.033961		
12	松ヶ浜地区 避難所		0.000008	0.012	0.012468	0.033882		

注：1. 図中番号の数字は、図8.1-38に対応する。

2. 年間2%除外値の換算値は、将来環境濃度（年平均値）から調査地域内の一般局（7局）と自排局（2局）の2012年度～2016年度の測定値をもとに作成した以下の式により求めた。

$$y = 1.8994 \cdot x + 0.0102 \quad (y : 1日平均値の年間2\%除外値、x : 年平均値)$$

3. 環境基準は、「大気汚染に係る環境基準について」（昭和48年環境庁告示第25号）に基づく基準値を示す。

4. 定量目標は、「杜の都環境プラン 仙台市環境基本計画2011-2020（改定版）」（平成28年3月、仙台市）に基づく定量目標値を示す。

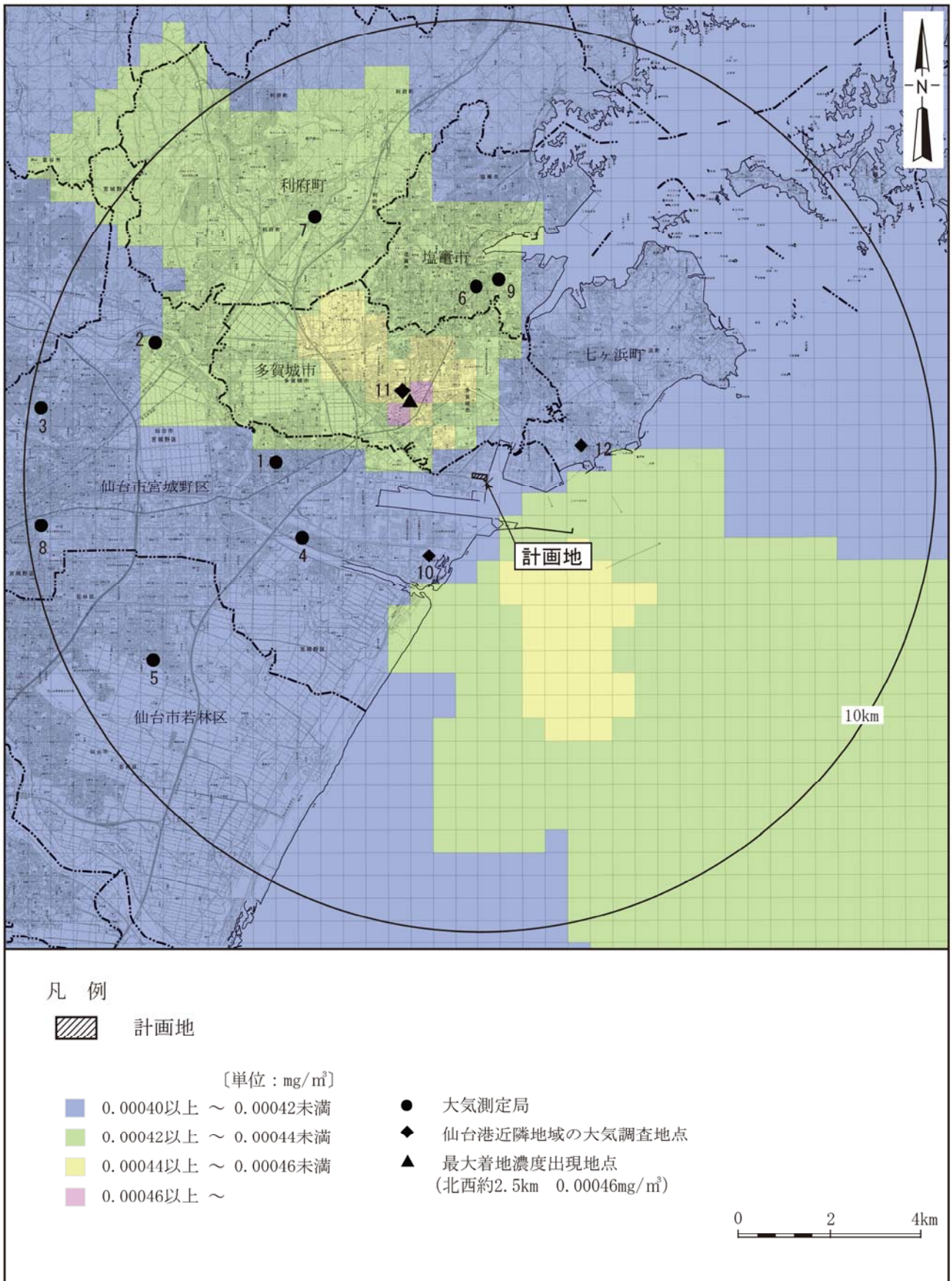


図 8.1-38 浮遊粒子状物質の寄与濃度予測結果（年平均値・重畳予測）