

プリューム・パフモデルを使った仙台パワーステーション
からの排ガス拡散予測と CALPUFF モデルによる予測結果と
の比較

東北大学 環境科学研究科 教授 明日香 壽川研究室

からの研究受託報告書

2019年11月1日

河 野 仁

(兵庫県立大学名誉教授・工学博士)

要旨

Myllyvirta と Cuwah(2018)が CALPUFF モデルを使って、仙台パワーステーションからの排ガス拡散予測を行っている。CALPUFF モデルは、アメリカの California Air Resources Board がスポンサーになり、Sigma Research Corporation が開発したモデルであり、化学反応性物質を含むガスや微粒子 PM2.5 の大気拡散を予測できる。「CALPUFF ユーザーガイド」(Scire et al., 2000)によると、このモデルによる濃度予測範囲は発生源から数十メートルから数百キロメートルの範囲である。CALPUFF モデルは、南イタリアの都市ブリンディジにある石炭火力発電所の排ガスによる市内（1～50km の近距離）の PM2.5 濃度予測と大気汚染による住民の死亡率計算に使われている(Mangia et al., 2015)。また、アメリカのイリノイ州の 9 個の火力発電所の排ガスの環境影響評価（法規制）を目的として、シカゴを含む領域 1 辺 750km 四方範囲の PM2.5 濃度予測にも使われている(Levy et al., 2002)。

本研究は、日本で環境影響評価に一般的に使われているプリューム・パフモデルを使って、同一の発生源に対して排ガス拡散予測を行い、Myllyvirta と Cuwah (2018) による CALPUFF モデルを使った予測結果との比較を行うことにより、CALPUFF モデルの計算値の特徴やモデルによる予測値の差を調べることを目的とする。ここで使用したガウス型プリュームモデルは、経済産業省の低煙源工場拡散モデル METI-LIS ver. 3.3.1 という一般に公開されているプログラムを使って計算している。それ故、入力データ、使用パラメータにこのモデル固有の制約があるために、CALPUFF との計算条件に 100% 合わせる事はできないが、今回の目的 CALPUFF モデルと一般的なガウス型プリューム・パフモデルの比較という条件はおおよそ満たしていると考えている。比較は PM2.5 の 1 次粒子年平均濃度と SO₂ 年平均濃度について行った。二つモデルの濃度分布パターンはよく似ている。年平均 SO₂ と PM2.5 (1 次粒子) 最大着地濃度は CALPUFF が METI-LIS 予測値の 1.7 倍となった。その理由は、CALPUFF の計算では、市街地において都市域用の拡散幅を使っている。これに対して、METI-LIS は郊外の平坦地の地上源からの拡散幅を使って計算するモデルであり、都市の拡散条件を与える事が出来ない。その為に生じる濃度差であり、CALPUFF モデルによる大気拡散予測結果は日本で使われているガウス型プリューム・パフモデルによる予測結果と比べて、ほぼ同レベルの予測精度であると考える。

また、CALPUFF モデルは、化学反応によって二酸化硫黄と窒素酸化物のガス状物質が大気中で粒子状物質に変わることもモデルに組み込んでおり、その結果、最大着地濃度地点における PM2.5 予測濃度は化学反応を入れない 1 次粒子の濃度の 1.9 倍となっている。METI-LIS は化学反応モデルを含んでいないので、CALPUFF モデルの化学反応モデルの予測精度評価はここでは行っていない。

また、METI-LIS を使って大気安定度による最大着地濃度の変化を検討し、その結果、大気が不安定な場合に、着地濃度が最大となることを得た。

1. はじめに

Myllvirta と Cuwah (2018) が CALPUFF モデルを使って、仙台パワーステーションからの排ガス拡散予測を行っている。CALPUFF モデルは、アメリカの California Air Resources Board がスポンサーになり、Sigma Research Corporation が開発したモデルであり、化学反応性物質を含むガスや微粒子 PM2.5 の大気拡散を予測できる。このモデルによる濃度予測範囲は「CALPUFF ユーザーガイド」(Scire et al., 2000)によると発生源から数十メートルから数百キロメートルの範囲である。CALPUFF モデルは、南イタリアの都市ブリンディジにある石炭火力発電所の排ガスによる市内 (1~50km の近距離) の PM2.5 濃度予測と大気汚染による死亡率計算に使われている(Mangia et al., 2015)。また、アメリカのイリノイ州の 9 個の火力発電所の排ガスの環境影響評価(法規制)を目的として、シカゴを含む領域 1 辺 750km 四方範囲の PM2.5 濃度予測にも使われている(Levy et al., 2002)。

本研究は東北大学東北アジア研究センターの明日香壽川教授からの依頼に基づき、日本で環境影響評価に一般に使われているプリューム・パフモデルを使って、仙台パワーステーションからの排ガス拡散予測を行い、Myllvirta と Cuwah (2018) による CALPUFF モデルを使った予測結果との比較を行うことにより、CALPUFF モデルの計算値の特徴を調べることを目的とする。ここで使用したプリューム・パフモデルは、経済産業省の低煙源工場拡散モデル METI-LIS ver. 3.3.1 であり、一般に公開されている。

また、ガウス型プリュームモデルを使って、大気安定度によって 1 時間平均最大着地濃度がどのように変化するかの検討を行う。

2. 方法

METI-LIS は固定発生源から排出される大気汚染物質の大気中濃度を予測する。化学反応は含まないので、微小粒子状物質 PM2.5 と不活性ガス(二酸化硫黄 SO₂, 窒素酸化物 NO_x)の大気拡散予測を行う。NO_x は一酸化窒素 NO と二酸化窒素 NO₂ の混合物を指す。拡散モデルはガウス型プリューム・パフモデルである。プリューム・パフモデルとあるが、このモデルは風速 0.4m/s 以上ではプリュームモデルを使い、風速 0.3m/s 以下ではパフモデルを使っている。年間で風速が 0.3m/s 以下の頻度はわずかであり、年平均濃度の大部分はプリュームモデルで計算されているので、実質的にはプリュームモデルの予測結果と CALPUFF モデルの予測結果を比較することになる。

2.1 拡散モデル

2.1.1 モデル式

METI-LIS で使用しているガウス型プリュームモデルの概念図とその式(1)を示す。

ガウス型ブリュームモデル

$$C = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left[\exp\left(-\frac{(z-He)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+He)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \quad (1)$$

C: 大気汚染物質濃度

σ_y, σ_z : y方向、z方向の煙の広がり幅、ガウス分布の標準偏差(m)

(x, y, z): 濃度予測点座標(m)

Q: 大気汚染物質排出量 (m³/s)

He: 有効煙突高さ (m)

hs: 実煙突高さ (m)

Δh : 排ガス上昇高さ (m)

He = hs + Δh

u: 風速(m/s)

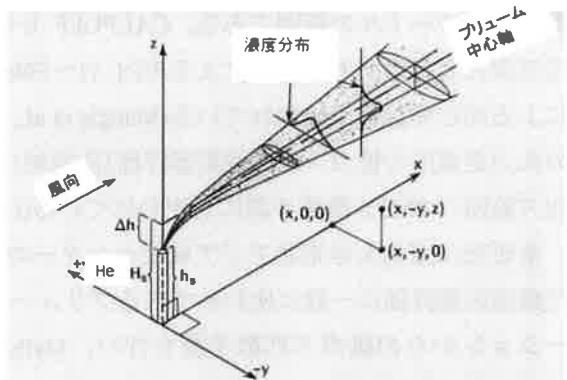


図1 ガウス型ブリュームモデルの概念図

2.1.2 パスキル大気安定度と拡散幅

煙の広がり幅（拡散幅）はガウス分布の標準偏差 σ_y, σ_z で与えられ、煙源からの風下距離 x とパスキルの大気安定度の関数として、図2で与えられる。図2の Pasquill-Gifford の拡散幅は 10 分間の平均濃度に対応しており、1時間の平均濃度を予測する場合には σ_y に関して、1.43倍の時間補正を行う。 σ_z は図2の値を使用する。

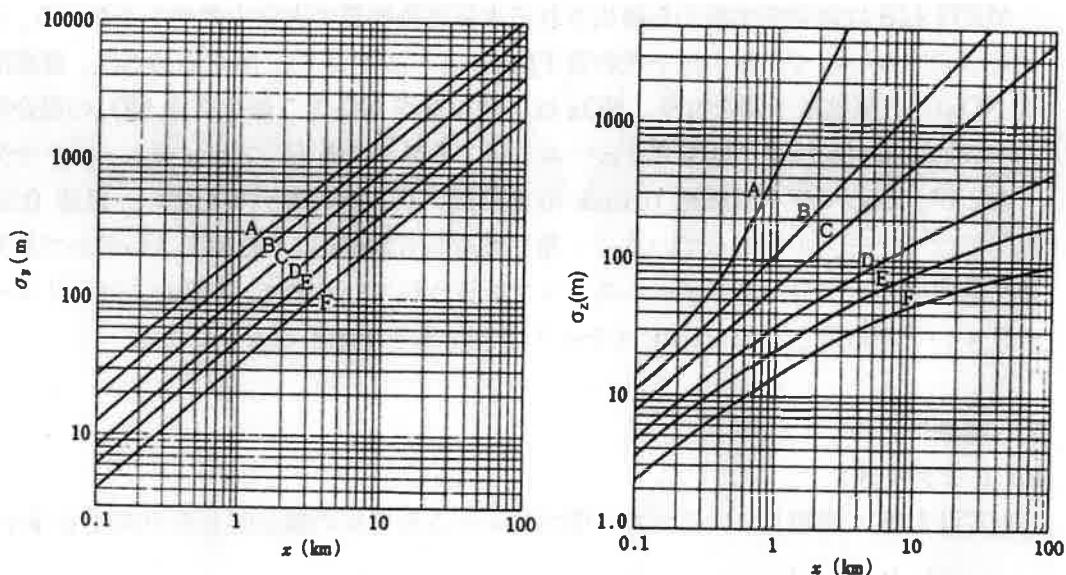


図2 Pasquill-Gifford の水平拡散幅 σ_y 及び鉛直拡散幅 σ_z (A~F は大気安定度階級)

METI-LIS では、表 1 に示すように、日中は地上風速と日射量から、夜間は地上風速からパスカルの大気安定度階級を求める。また、日射量は日照率の観測値から計算する。

表 1 パスカル大気安定度階級と気象条件

地上風速 u (m/s)	日中				夜間 日射量 = 0	
	日射量 Q (0.01kW/m ²)					
	$Q > 60$	30~59	15~29	1~14		
$u < 2.0$	A	A·B	B	D	F	
2.0~2.9	A·B	B	C	D	E	
3.0~3.9	B	B·C	C	D	D	
4.0~5.9	C	C·D	D	D	D	
$u > 6.0$	C	D	D	D	D	

A: 強不安定、B: 不安定、C: 弱不安定、D: 中立、E: 弱安定、F: 安定

A·B: A と B の中間の安定度、B·C: B と C の中間の安定度、C·D : C と D の中間の安定度

仙台管区気象台では年間の無風時（風速 0.3m/s 以下）の時間数が 3%と少なく、年平均濃度に対する無風時の寄与は小さいので、パフモデル式の記載は省略する。パフモデル式の詳細は通産省立地公害局編、産業公害防止協会（現・産業環境管理協会）昭和 60 年 3 月発行「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」、または、環境庁大気保全局大気規制課編、窒素酸化物総量規制マニュアルを参照のこと。

有効煙突高度は CONCAWE の式(2)を使って計算する。

$$\begin{aligned} \text{He} &= h_s + \Delta h \\ \Delta h &= 0.175 Q_H^{1/2} u^{-3/4} \end{aligned} \quad (2)$$

He	: 有効煙突高さ (m)
h_s	: 排出源の実高さ (m)
Δh	: 浮力による排出ガスの上昇効果 (m)
Q_H	: 排出熱量 (cal/s)

$$\begin{aligned} Q_H &= \rho C_P Q (T_S - T_A) \\ \rho &: 0^\circ\text{C} における ガス密度 ($1.293 \times 10^3 \text{g/m}^3$) \\ C_P &: 定圧比熱 (0.24cal/K/g) \\ Q &: 単位時間当たりの排出ガス量 (m^3/s) \\ T_S &: 排出ガス温度 ($^\circ\text{C}$) \\ T_A &: 周囲の気温 ($^\circ\text{C}$ 、デフォルトは 15°C) \end{aligned}$$

(ダウンウォッシュ)

建物が作る渦による煙の巻き込み(ダウンウォッシュ)は煙突高さ h_s が建物高さ H_b の 2.5 倍以下の場合には考慮する。しかし、仙台パワーステーションの煙突高さ $h_s = 80\text{m}$ であり、また、敷地内の建物高さは $H_b < 20\text{m}$ と考え、建物によるダウンウォッシュは計算に入れていない。

2.2 濃度計算領域、発生源及び濃度計算点

濃度計算領域は、仙台平野を中心に東西 32.5km 、南北 21.9km の範囲とした(図 7)。座標の原点(0, 0)は図 7 の計算領域の左下角であり、X 軸は原点から東西に東方向を正とり、Y 軸は原点から南北に北方向を正とする。濃度計算点は東西南北それぞれ 250m 間隔の格子点上、地上高 0 m とした。なお、地上高 0 m は地上高 1.5 m の高さの濃度とほぼ同じと見なした。濃度は計算領域の全格子点について計算している。

発生源は仙台パワーステーション(仙台 PS と略)の煙突の位置とした。その(X, Y)座標は(19.573, 5.281)km である。

2.3 年間平均濃度の計算方法

METI-LIS では、1 時間毎に煙源の排出量、及び、風向、風速、大気安定度の気象データを与えて、ガウス型プリュームモデル(風速 0.4m/s 以上)またはパフモデル(風

速 0.3m/s 以下) を使って 1 時間平均濃度を年間時間数について計算し、その算術平均値を年平均濃度とする。

2.4 発生源データ

計算に使った仙台 PS の煙突や排ガス量のデータを表 2 に、大気汚染物質排出量を表 3 に示す。いずれも Myllyvirta と Cuwah(2018)と同じ値を使った。

PM2.5、SO₂、NO_xについては年平均濃度予測、PM2.5 と NO_xについて特定の気象条件における 1 時間平均濃度の予測を行った。

表 2 仙台 PS の煙突に関するデータ

煙突高さ (m)	煙突内径 (m)	排ガス速度 (m/s)	排ガス温度 (K)	排ガス量 (m ³ / h)
80	2.75	21.1	325	451,000

出典：煙突高さ、排ガス速度、排ガス温度は仙台 PS 公表値から。煙突内径は Myllyvirta と Cuwah(2018)による推定値。

表 3 仙台 PS からの大気汚染物質排出量

大気汚染物質 協定値	SO ₂ 協定値	NO	NO ₂	NO _x	ばいじん 協定値	PM2.5 (ばいじんの 30%)
排出量 (t / y)	937	401	21.1	422	158	47.4

2.5 計算に使った気象データ

2.5.1 風向風速

計算には仙台管区気象台の 1996 年の風向風速データを使った。風向風速の測定点高さは、地上高 53m である。Myllyvirta と Cuwah(2018)の濃度計算では 2014 年の気象データが使われている。同じ年の気象データで計算した方が簡明で良かった。しかし、年平均濃度を予測する場合には、通常、年平均の気象条件の年による変動は小さく、気象データの年の違いによる濃度予測値の変化は幾らかあるものの、他の誤差と比べて影響は小さいと考えている。ちなみに、1996 年と 2014 年の平均風速差は、3% と小さく、全天雲量差は 1.5%，全天日射量差は 13%、日照時間差は 13% である。風向分布に大きな差はない。(末尾、参考資料参照)

集計した風向頻度を表 4 と図 3 に、風速ランク別の頻度を表 5 と図 4 に示す。

表4 風向頻度（仙台管区気象台）

図3 風配図（仙台管区気象台）1996年

	%	n
N	11.5	969
NNE	4.2	357
NE	2.9	243
ENE	1.9	158
E	1.9	162
ESE	5.2	443
SE	11.3	957
SSE	7.7	649
S	5.4	457
SSW	3.7	313
SW	3.3	281
WSW	3.1	258
W	6.9	585
WNW	11.1	935
NW	11.0	931
NNW	12.7	1075
calm	0.1	10
	100	8783

年平均風速(m/s) 3.3

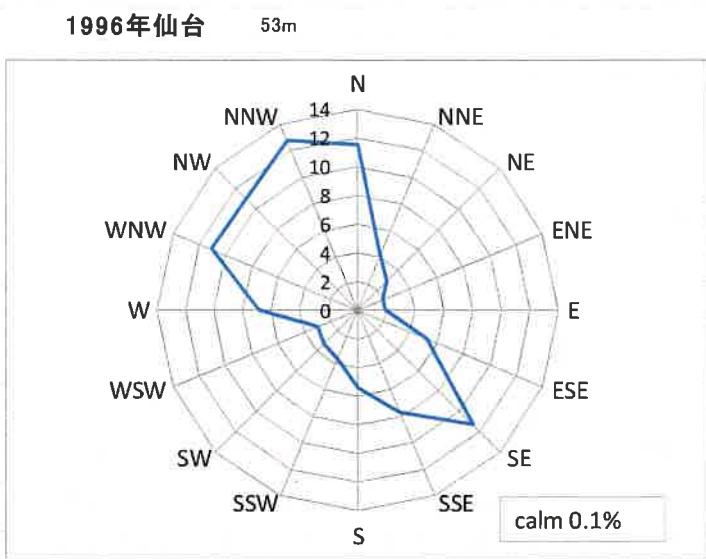
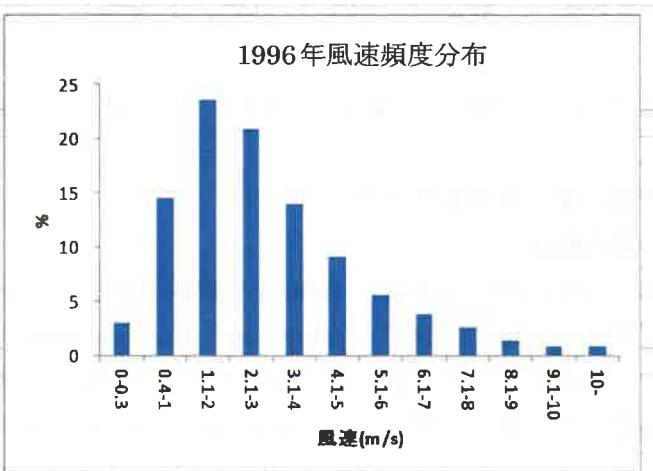


表5 風速頻度(仙台管区気象台)

図4 風速頻度分布(仙台管区気象台 z=53m)

風速(m/s)	%	頻度
0-0.3	3.0	265
0.4-1	14.5	1271
1.1-2	23.5	2068
2.1-3	20.9	1836
3.1-4	14.0	1230
4.1-5	9.1	803
5.1-6	5.6	491
6.1-7	3.8	332
7.1-8	2.5	222
8.1-9	1.4	124
9.1-10	0.8	67
10-	0.9	75
	100	8784



年平均風速は 3.3m/s である。0.3m/s 以下の calm や、風速 8m/s 以上の頻度は少ない。風向は南東と西北西から北の方向が多い。南東風は日中の海風が、西北西から北の風は夜間の陸風が影響している。

2.5.2 パスキル大気安定度

仙台管区気象台の風速（地上高 53m）から幕乗則で地上高 10m の風速を推定した。日射量は METI-LIS のマニュアルにより仙台管区気象台の日照率から推定した。この

気象条件を使って、表1のパスカル大気安定度階級分類に従って、仙台のパスカル大気安定度を求めた。

風速補正の幕乗則のpの値

安定度	幕 p
A	0.07
B	0.07
C	0.10
D	0.15
E	0.35
F	0.55

$$U_s = U_{ref} \left(\frac{h_s}{Z_{ref}} \right)^p$$

U_s 高度 h_s での風速

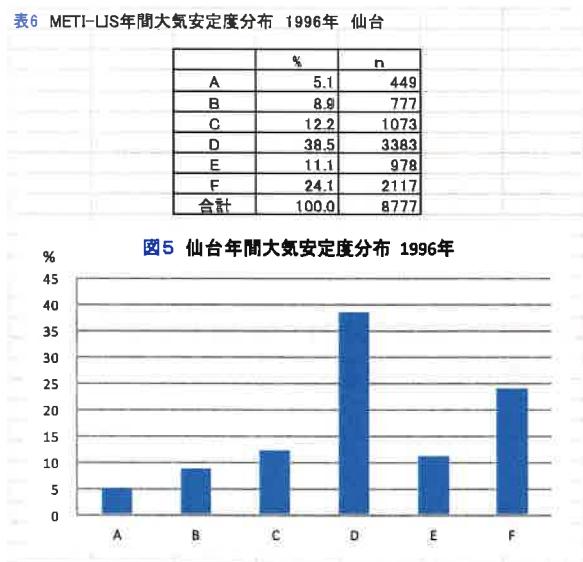
U_{ref} 測定高度 Z_{ref} での風速

計算で求めたパスカル大気安定度分布を表6と図5に示す。ここで、中間の大気安定度階級 A-B は A に、B-C は B に、C-D は C に集約している。

表6 METI-US年間大気安定度分布 1996年 仙台

	%	n
A	5.1	449
B	8.9	777
C	12.2	1073
D	38.5	3383
E	11.1	978
F	24.1	2117
合計	100.0	8777

図5 仙台年間大気安定度分布 1996年



3. 予測計算結果

3.1 有効煙突高さ計算結果

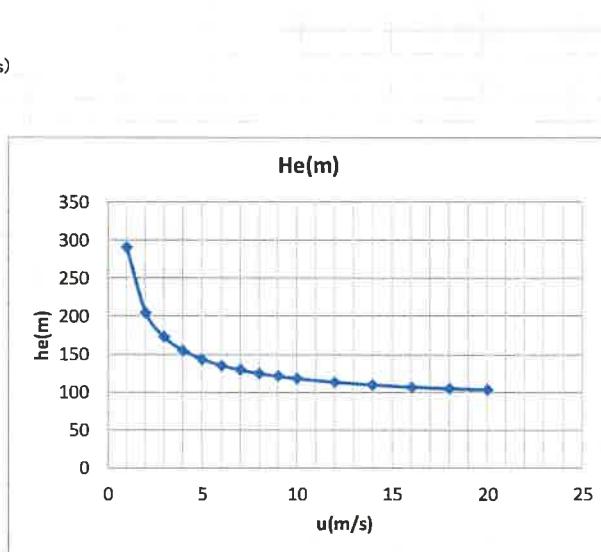
CONCAWE 式を使って有効煙突高さを計算した。結果を表7と図6に示す。CONCAWE 式の風速は、実煙突高さ(地上 80m)の風速を与えた。その値は、仙台管区気象台の風速(地上 53m)から、前述の幕乗則を使って推定した。排出熱量は仙台 PS のデータから与えた。

表 7 有効煙突高さ He(m)

煙源条件	
hs=	80 (m)
Ts=	52 °C
Q=	125 (m ³ /s)
QH=	1,438,232 (cal/s)
Vs=	21.1 (m/s)
排ガス速度	
煙突内径	D= 2.75 (m/s)

風速	有効煙突高さ
u(m/s)	He(m)
1	290
2	205
3	172
4	154
5	143
6	135
7	129
8	124
9	120
10	117
12	113
14	109
16	106
18	104
20	102

図 6 有効煙突高さ He(m)



注) 煙突のダウンウォッシュは今回の計算に入れていない。
煙突のダウンウォッシュが起きる条件は、 $U > Vs / 1.5 = 14 \text{ m/s}$
であり、頻度がきわめて小さいため。
U: 風速、Vs: 煙突の排出速度

計算結果から、有効煙突高さ He は風速 1m/s で 290m、風速 5m/s で 143m であり、大部分のデータはこの範囲に入る。さらに風速が強くなると He = 100m となる。

3.2 濃度計算結果

METI-LIS モデルを使って計算した濃度を図 7～図 9、図 11～図 13 に示す。濃度表示は格子点の濃度を内挿して、等濃度線と等濃度領域で表している。

(1) PM2.5 年平均濃度

PM2.5 年平均濃度計算結果を図 7 に示す。図中の同心円は仙台 PS を中心に、半径 1 km, 2 km, 3 km, 5 km, 10 km, 15 km, 20 km の円を示す。最大着地濃度は仙台 PS から北西方向 1 km の地点で、濃度は $0.096 \mu\text{g} / \text{m}^3$ である。

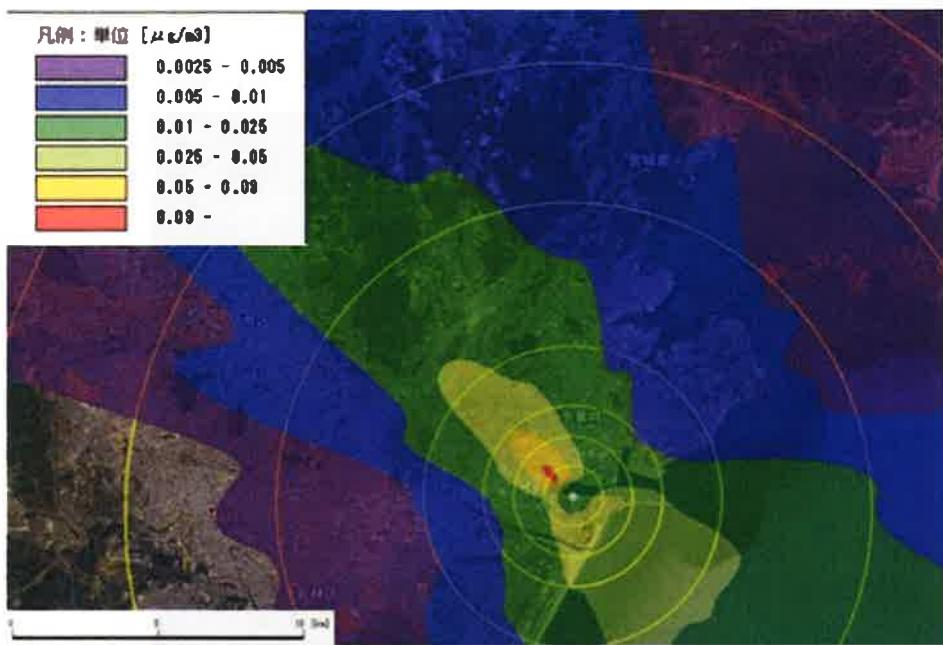


図 7 PM2.5 年平均濃度計算結果 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (協定値)

(2) SO₂年平均濃度

SO₂年平均濃度計算結果を図8に示す。最大着地濃度は仙台 PS から北西方向 1 km の地点で、濃度は $1.91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ である。

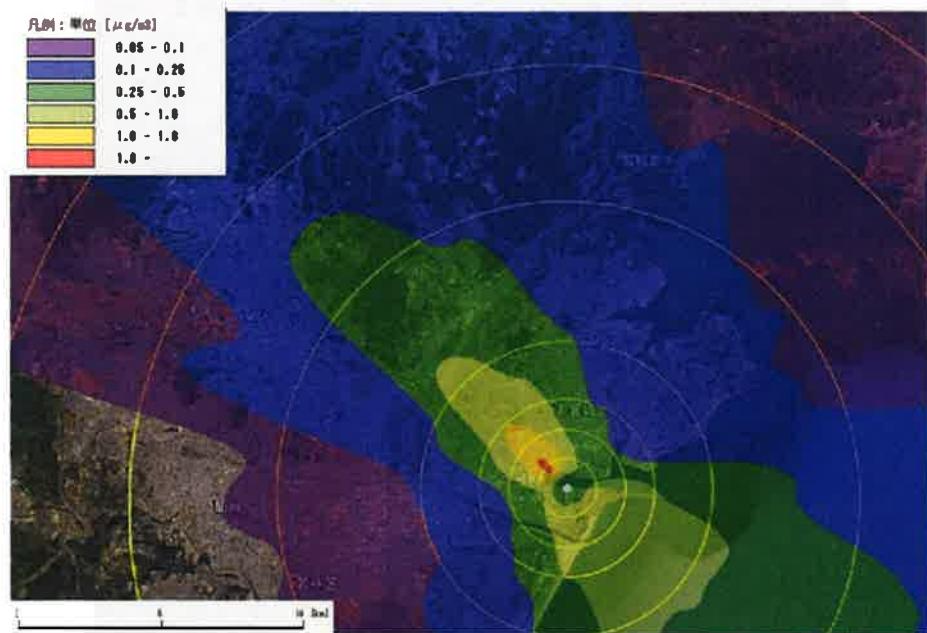


図 8 SO₂年平均濃度計算結果 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (協定値)

(3) NOx 年平均濃度

NOx 年平均濃度計算結果を図 9-1 に ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 単位で、図 9-2 に ppb 単位で示す。

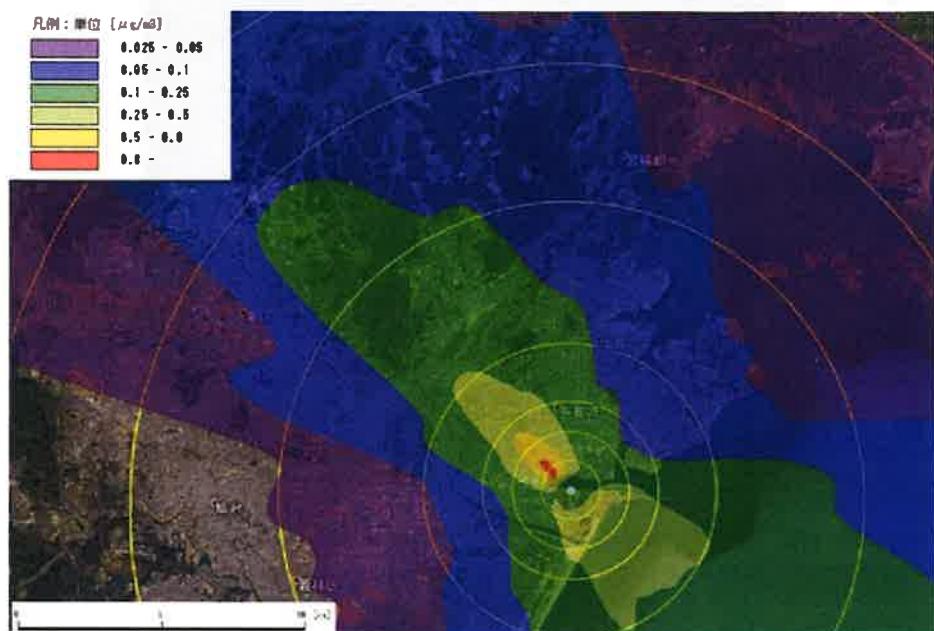


図 9-1 NOx 年平均濃度計算結果($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

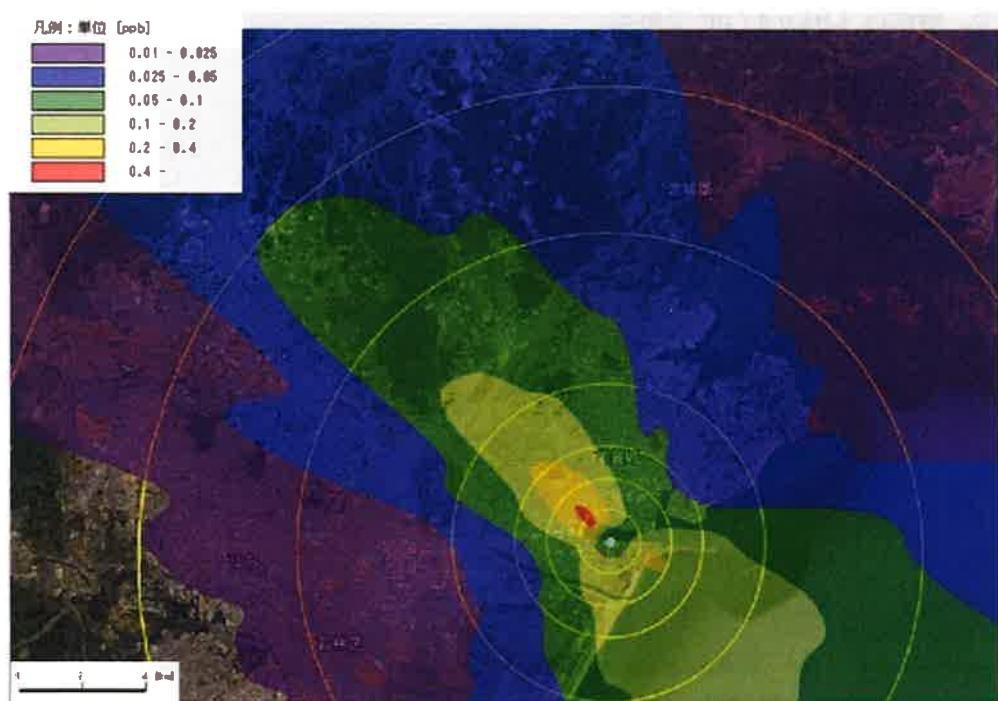


図 9-2 NOx 年平均濃度計算結果 (ppb)

NO_x 最大着地濃度は仙台 PS から北西方向 1km の地点で、濃度はそれぞれ $0.86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と 0.45 ppb である。

(4) 大気安定度別濃度計算結果

最大着地濃度が出る風下距離は鉛直方向の煙の広がり幅 σ_z と有効煙突高さ h_e によって変化する。煙の広がり幅 σ_z は大気安定度によって変化するので、煙の中心軸直下の地上濃度を大気安定度別に計算した。 σ_z は Pasquill-Gifford の拡散幅を使った。その結果を図 10 に示す。ここで、有効煙突高さは年平均風速 3.4m/s における値 $h_e = 168\text{m}$ を与え、排出量が $Q = 1\text{ g/s}$ 、風速が 1 m/s に相当する基準化された濃度 $u \cdot C / Q$ をガウス型プリュームモデルで計算した。

発電所から最大着地濃度地点までの距離は大気安定度が不安定になるほど小さくなり、強不安定 A では 0.5 km, B では 1.3 km である。中立の安定度 D では 7 km, 安定度 E (弱安定) では 20 km となる。また、最大着地濃度は不安定になるほど大きくなり、安定度 A の場合に最大となる。

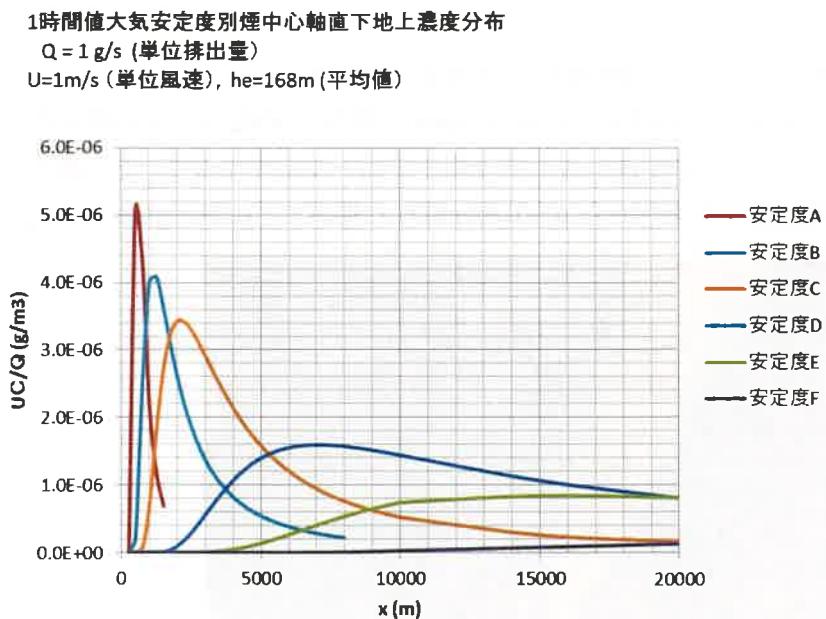


図 10 大気安定度別の煙中心軸直下地上濃度

(5) 大気安定度 B (不安定) の場合の PM2.5 の 1 時間平均濃度

風向が南東で大気が不安定 B の場合の PM2.5 の 1 時間平均濃度を図 11 に示す。風速は 2m/s である。大気安定度 B の場合は、年平均の最大着地濃度地点と近い位置に最大着地濃度があるので、この場合の 1 時間平均濃度を計算した。最大着地濃度は $1.67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、年平均の最大着地濃度の 17 倍の値である。

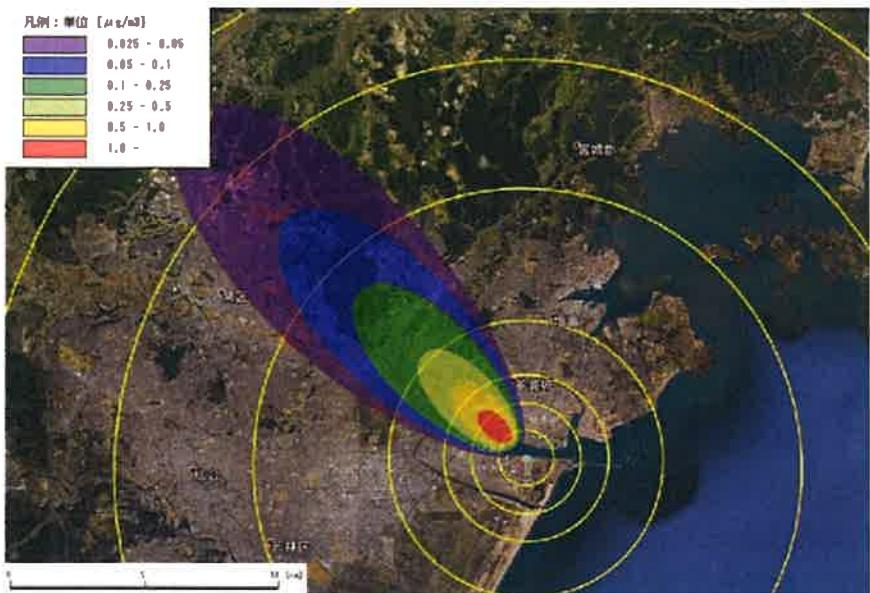


図 11 風向が南東、大気安定度 B の場合の PM2.5 1 時間平均濃度（風速 2m/s）

(6) 大気安定度 D(中立)の場合の PM2.5 の 1 時間平均濃度

風向が南南東、大気安定度 D(中立)、風速 3m/s の場合の PM2.5 の 1 時間平均着地濃度を図 12 に示す。大気安定度 D は最も出現頻度が高い安定度なので、その濃度を示した。最大着地濃度地点は発電所から 5~10km 離れた場所で、 $0.58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ である。

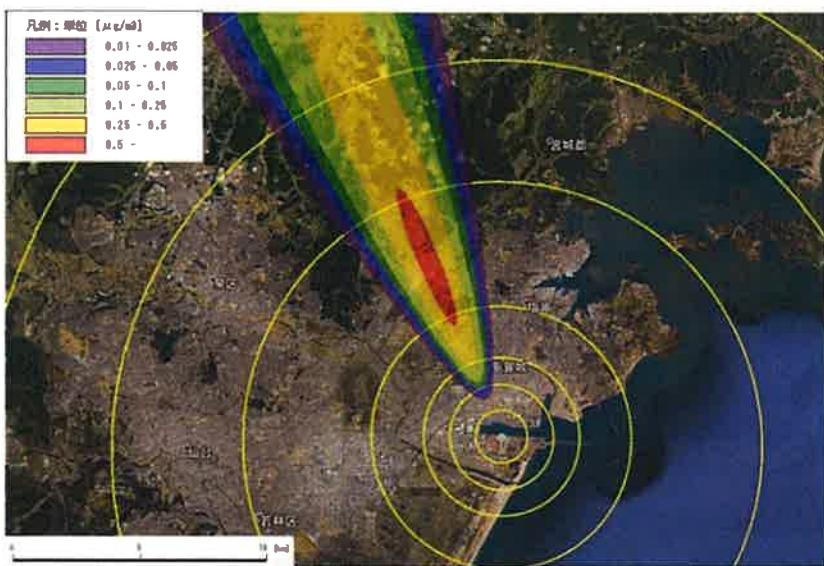


図 12 風向が南南東、大気安定度 D(中立)の場合の PM2.5 1 時間平均濃度(風速 3m/s)

(7) 風向が南東、大気安定度 B(不安定)の場合の NOx 1 時間平均着地濃度

風向が南東、大気安定度 B(不安定)、風速 2m/s の場合の NOx 1 時間平均着地濃度を図 13 に示す。最大着地濃度地点は発電所から 1~2km 離れたところで、7.7ppb であり、年平均最大着地濃度の 17 倍の値である。

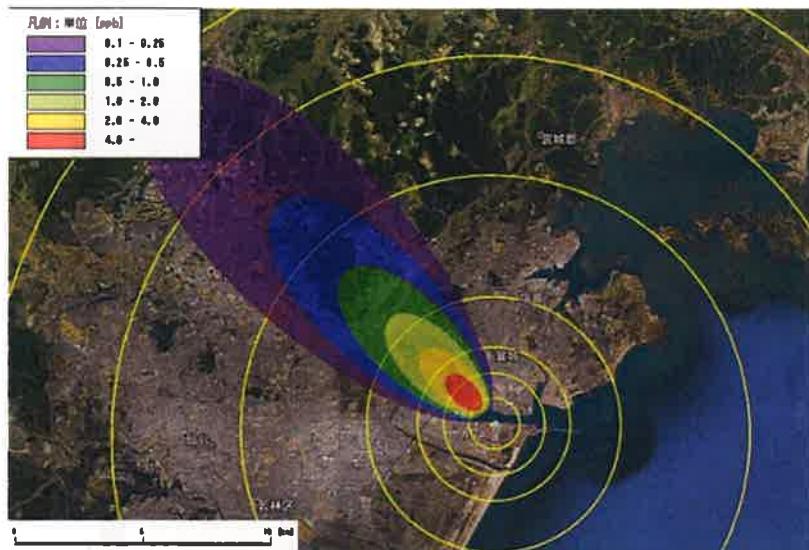


図 13 風向が南東、大気安定度 B(不安定)の場合の NOx 1 時間平均濃度（風速 2m/s）

4. METI-LIS による予測濃度と CALPUFF 及び仙台 PS 公表値との比較

PM2.5 及び SPM の濃度分布について、METI-LIS による予測濃度と CALPUFF、および仙台 PS 株による予測値との比較した結果を図 14 に示す。仙台 PS 株による予測は環境省の窒素酸化物総量規制マニュアル方式であり、有風時のガウス型プリュームモデルと弱風時のパフモデルの組み合わせであり、基本的な予測式は METI-LIS とほぼ同じである。

3 つの拡散モデルによる濃度分布予測値はいずれも北西～北北西と南東を中心とする 2 方向に濃度の高い領域が広がる分布を示している。また、最大着地濃度を示す地点はどのモデルも仙台 PS の北東 1～2km にあり、ほぼ同じ濃度分布と見なせる。

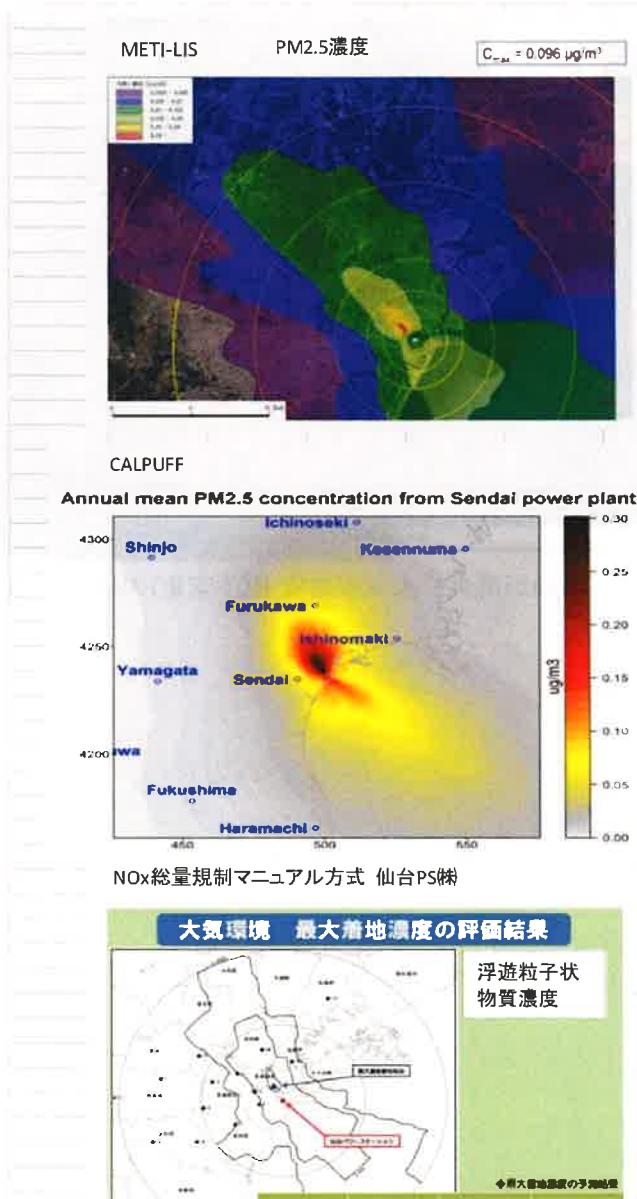


図 14 3 つの拡散モデルによる PM2.5 と浮遊粒子状物質の年平均濃度分布比較

表8 3つの拡散モデルによる最大着地濃度予測値の比較

大気拡散モデル名	著者等	PM _{2.5} 排出量(t/y)(注1)	PM _{2.5} (1次粒子)年平均最大着地濃度(μg/m ³)(注2)	予測濃度比率(注3)	PM _{2.5} 年平均最大着地濃度(μg/m ³)(注4)	SO ₂ 排出量(t/y)	SO ₂ 年平均最大着地濃度(μg/m ³)	予測濃度比率(注3)	発電所から最大着地濃度地点までの距離(km)	説明
CALPUFF	Myllyvirta and Cuwah	47.4	0.166	1.73	0.32	937	3.2	1.68	北北西1km	拡散モデルと化学反応複合モデル
METI-LIS	河野 仁	47.4	0.096	1	-	937	1.91	1	北西1km	拡散モデルのみ
窒素酸化物総量規制マニュアル方式	仙台PS公表値	47.4	0.123 (注2)	1.28	-	937	2.26 (0.79ppb)	1.18	北北西2.2km	拡散モデルのみ

注1:ばいじん排出量協定値の30%がPM_{2.5}と仮定

注2:浮遊粒子状物質濃度予測値の30%と仮定

注3:METI-LISの計算結果に対する相対比率

注4:PM_{2.5}は、SO₂、NO₂から硫酸塩、硝酸塩等に化学変化したものを含む

表8 の CALPUFF モデルによる PM 2.5 と PM2.5 の 1 次粒子についての年平均最大着地濃度予測値と発電所から最大着地濃度地点までの距離は Myllyvirta からの提供による。

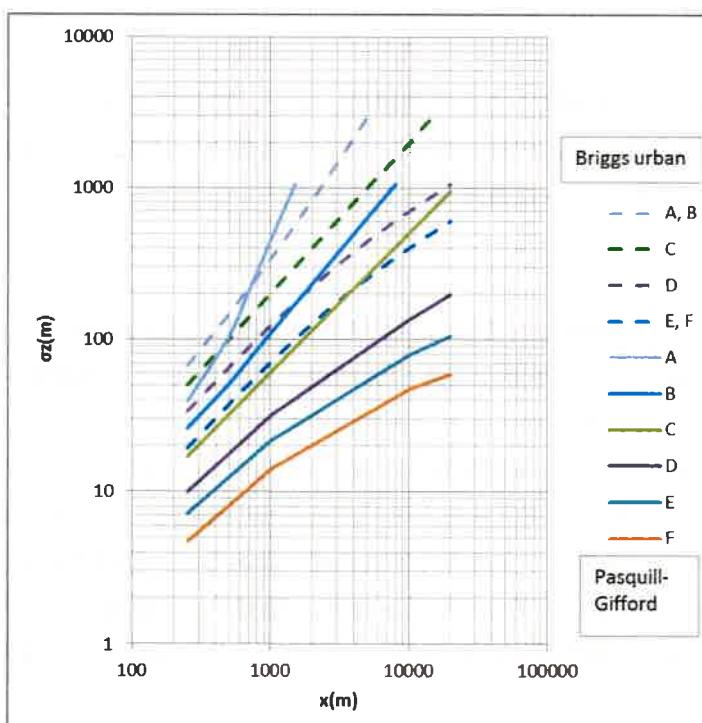


図 15 Pasquill-Gifford と Briggs (都市域用) 拡散幅 σ_z の比較

PM2.5 及び SO₂ の年平均最大着地濃度とその地点について、METI-LIS と CALPUFF 及び NOx 総量規制マニュアル方式（仙台 PS^株）による予測濃度を比較した結果を表 8 に示す。

表 8 の PM2.5 の 1 次粒子と SO₂ 濃度予測値に関して、CALPUFF モデルによる予測値は METI-LIS による予測値と比べて、最大着地濃度が 1.7 倍大きい。その理由を以下に示す。CALPUFF モデルは市街地では Briggs の都市域用の拡散幅(Briggs urban)を使い、METI-LIS は Pasquill-Gifford の拡散幅を使っていている。図 15 は平坦な草地に適用される Pasquill-Gifford の拡散幅 σ_z と Briggs の都市域用の拡散幅 σ_z を比較したものである。都市では草地と比べて建物によって発生する乱流の影響で、同じ大気安定度であっても、煙の広がり幅 σ_z が大きい。 σ_y についても同様である(図は省略)。

図 15 で Briggs urban の安定度 D ランクの σ_z の値は、 $x=1000m$ で Pasquill-Gifford の安定度 B ランクの σ_z の値に近い。一般に、同じパスカル大気安定度で、Briggs の都市域用の拡散幅(Briggs Urban)は Pasquill-Gifford の拡散幅よりも大きな値を示している。図 15 と図 10 を対比すると、最大着地濃度は CALPUFF モデルの市街地の予測値(Briggs urban)が METI-LIS による予測値(Pasquill-Gifford)よりも大きくなることを示している。

表 8 の CALPUFF の PM2.5 濃度予測値 0.32 ($\mu g/m^3$) は、PM2.5 の 1 次粒子予測値 0.166 ($\mu g/m^3$) の 1.9 倍ある。これは大気中で SO₂ ガスや NOx ガス等が化学反応によって、固体の粒子状物質、硫酸塩、硝酸塩に変わり、その分（2 次粒子）が加算されたためである。

表 8 の METI-LIS 予測値と仙台 PS^株による予測値は、元々、同じプリューム・パフモデルを使っているので計算条件の設定の細かな違いはあるものの、PM2.5 の 1 次粒子、SO₂ 共に、両モデルでほぼ同じような濃度を示している。

5. 考察とまとめ

CALPUFF モデルを使った仙台 PS からの排ガスの濃度予測値の評価を目的として、ガウス型プリューム・パフ拡散モデル（経済産業省の低煙源工場拡散モデル METI-LIS ver. 3.3.1）のプログラムを使って計算した。入力データ、使用パラメータにこのモデル固有の制約があるために、CALPUFF モデルの計算条件に 100% 合わせる事はできていないが、今回の目的 CALPUFF モデルと一般的なプリューム・パフモデルの比較という条件はおおよそ満たしていると考えている。（気象データの入力年度の違いはあるが、経験的に年平均濃度の予測には大きな差は与えていないと考えている。なお、1996 年と 2014 年の年平均風速、風向分布、雲量、日射量、日照時間の比較は行い、両者に大差はないことを確認している。）

METI-LIS モデルを使って同じ排出量条件で濃度予測を行い、両者の比較を行った。比較は PM2.5 の 1 次粒子年平均濃度と SO₂ 年平均濃度について行った。なお、

METI-LIS モデルで NO_x 濃度予測を行ったが、NO₂ 濃度の予測は行っていない。CALPUFF モデルでは化学反応を入れて NO₂ 濃度を予測した結果を示しているが、NO_x濃度は表示していない。そのため、両モデルによる NO_x濃度比較は行っていない。

図 14に示されている濃度予測範囲は、CALPUFF モデルが東西 150km × 南北 150km で、宮城県全域と山形市まで含むのに対して、METI-LIS モデルが東西約 33km × 南北 約 22km、仙台市とその周辺市であり、濃度予測範囲にかなり差がある。仙台市の中では風向はほぼ一定と見なせるが、150km の領域になると風向が場所により変化する。ガウス型プリュームモデルは「拡散領域で風向風速が一定」の仮定を置いたモデルであるのに対して、パフモデルは風向風速の変化をモデルに取り込めるので、CALPUFF モデルは宮城県全体の広域の濃度を予測している。しかしながら、仙台市とその周辺市に限定すると、風向の場所による変化は小さく、それ故、両者の濃度分布は良く似ている。同一の拡散パラメータ、同一の風向風速、同一の排出量であれば、元来、パフモデルによる拡散濃度予測値は風向、風速が一定の領域ではプリュームモデルによる濃度予測値と完全に一致するものであり、仙台市内において両方のモデルの予測濃度分布が似ているのは、この事を裏付けている。

年平均 SO₂ と PM2.5 (1 次粒子) 最大着地濃度は CALPUFF が METI-LIS 予測値の 1.7 倍となつたが、これは CALPUFF の計算では、都市域での拡散条件を加味し、市街地で Briggs urban 拡散幅を使つている事が最も影響したと考えられる。METI-LIS は郊外の平坦地の地上源からの拡散幅 (Pasquill-Gifford の拡散幅) を使って計算するモデルであり、都市の拡散条件を与える事が出来ない。その為に生じた濃度差であり、CALPUFF モデルによる大気拡散予測結果は日本で使われているガウス型プリューム・パフモデルによる予測結果と比べて、ほぼ同レベルの予測精度であると考える。

なお、高煙突からの排ガス拡散幅については地上源からの排ガスの拡散幅と少し異なるということもわかつており、より高精度を追求する場合にはこの点も考慮する必要がある（河野、2000）。

なお、CALPUFF モデルは、化学反応によって二酸化硫黄と窒素酸化物のガス状物質が大気中で粒子状物質に変わることも予測モデルに組み込んでおり、その結果、最大着地濃度地点の PM2.5 予測濃度は化学反応を入れない 1 次粒子の濃度の 1.9 倍となっている。

また、METI-LIS モデルを使って大気安定度による 1 時間平均着地濃度の変化を調べた結果、不安定な場合に着地濃度が最大となり、大気安定度 B、風速 2m/s の場合の最大着地濃度は年平均濃度の 17 倍の値となった。

文献

Andretta et al., 2006, Application of the ISCST3 model to an industrial area: comparison between predicted and observed concentrations, WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol 91, Risk Analysis V: Simulation and Hazard Mitigation, p.187-195.

環境庁大気保全局大気規制課編、窒素酸化物総量規制マニュアル、1981、公害研究対策センター。

気象庁編集、1996年アメダス観測年報CD（発行 財）気象業務支援センター。

経済産業省、「経済産業省—低煙源工場拡散モデル METI-LIS ver. 3.3.1 取扱い説明書」、2017年8月。

経済産業省、「有害大気汚染物質に係る発生源周辺における環境影響評価予測手法マニュアル、（経済産業省—低煙源工場拡散モデル METI-LIS ver. 3.0.2）」2012.3.

河野 仁、2000、欧米における大気拡散モデル—新世代の近距離大気拡散モデルについて、大気環境学会誌 35(3), 133-143.

Lauri Myllyvirta、Clifford Cuwah、翻訳 明日香 壽川、2018、仙台パワーステーション稼働による大気汚染および健康影響の評価。

Levy, I. Jonathan et al., 2002, Using CALPUFF to evaluate the impacts of power plant emissions in Illinois: model sensitivity and implications, Atmospheric Environment 36, 1063–1075.

Mangia, C. et al., 2015, Secondary Particulate Matter Originating from an Industrial Source and Its Impact on Population Health, Int. J. Environ. Res. Public Health 2015, 12, 7667-7681.

中西準子、花井莊輔、東野晴行、吉門 洋、吉田喜久雄、リスク評価の知恵袋シリーズ 1 大気拡散から暴露まで、ADMER / METI-LIS, p.123-248, 丸善株式会社、2007年.

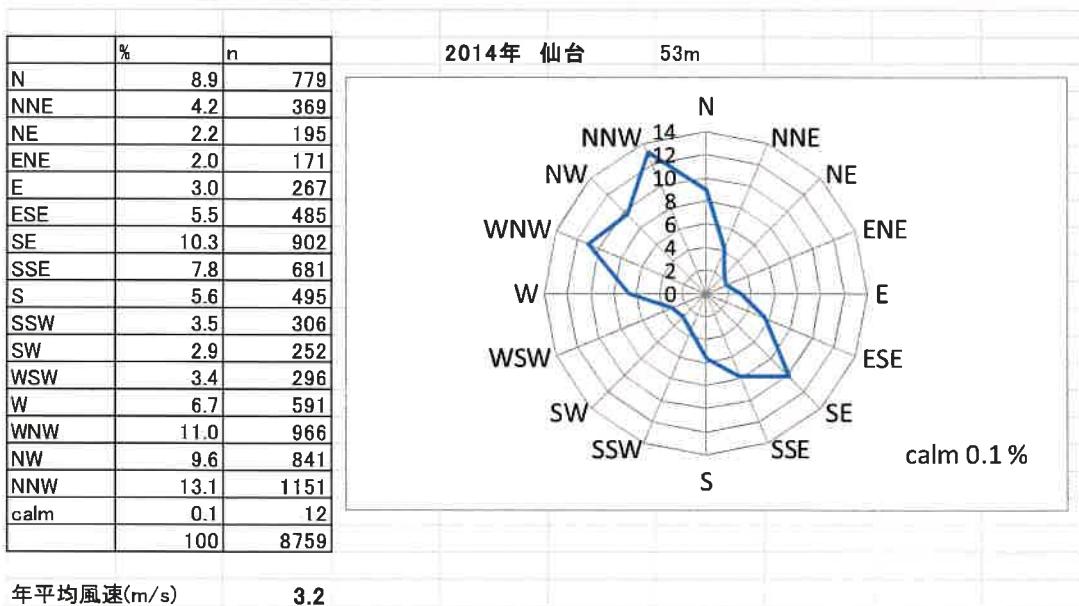
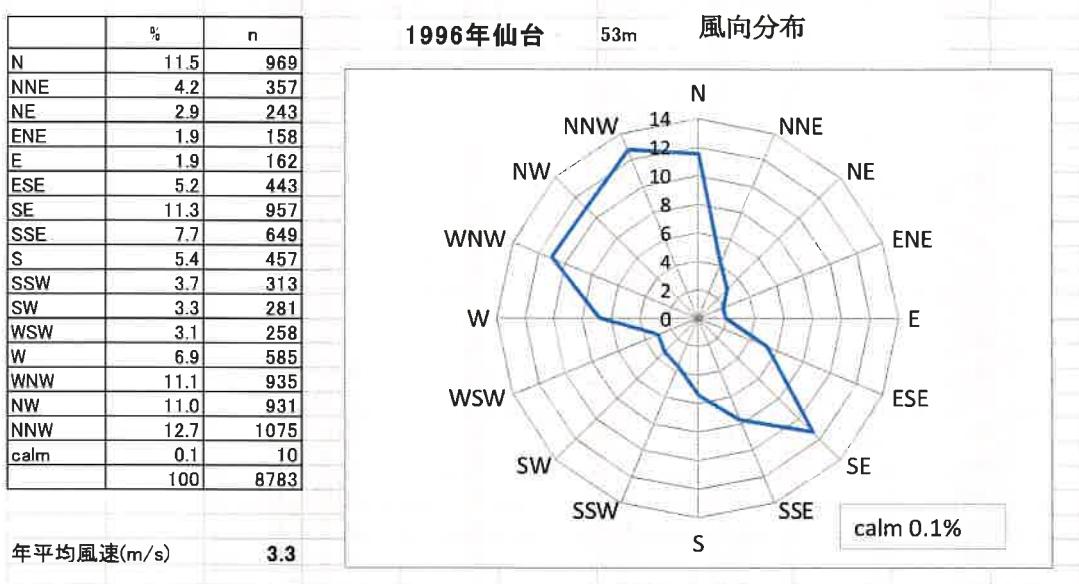
Scire, Joseph S. et al. 2000, A user's guide for the CALPUFF dispersion model (ver. 5), Earth Tech, Inc.

仙台パワーステーション㈱、仙台パワーステーションの事業計画について、2017年3月8日地域住民説明会資料。

通産省立地公害局編、産業公害防止協会（現・産業環境管理協会）昭和60年3月発行「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」

(参考資料 1) 仙台管区気象台における 1996 年と 2014 年の平均風速、風向分布、雲量、全天日射量、日照時間観測値

	1996 年	2014 年	(1996 年-2014 年) / 2014 年 %
平均風速 (m/s)	3.3	3.2	-3.0
平均雲量 (10 分比)	6.7	6.8	-1.5
平均全天日射量 (MJ/m ²)	11.9	13.7	-13.1
日照時間 (h)	1818	2093	-13.1



(参考資料 2)

METI-LISによる拡散計算の気象入力データのサンプル(1996年1月1日のデータ)

年	月	日	時	風向(北から時計回りに計った角度(°))	風速(m/s)	パスカル 大気安定度ランク	左の数字 大気安定度ランクの意味
1996	1	1	1	202.5	5	8	中立D
1996	1	1	2	202.5	5	8	中立D
1996	1	1	3	337.5	4	8	中立D
1996	1	1	4	315	5	8	中立D
1996	1	1	5	360	4	8	中立D
1996	1	1	6	360	3	9	中立D
1996	1	1	7	315	2	8	中立D
1996	1	1	8	292.5	7	7	中立D
1996	1	1	9	292.5	10	7	中立D
1996	1	1	10	292.5	10	7	中立D
1996	1	1	11	270	12	7	中立D
1996	1	1	12	270	10	7	中立D
1996	1	1	13	292.5	6	7	中立D
1996	1	1	14	292.5	11	7	中立D
1996	1	1	15	292.5	4	7	中立D
1996	1	1	16	292.5	11	8	中立D
1996	1	1	17	292.5	9	8	中立D
1996	1	1	18	270	6	8	中立D
1996	1	1	19	292.5	4	8	中立D
1996	1	1	20	315	6	8	中立D
1996	1	1	21	315	8	8	中立D
1996	1	1	22	315	5	8	中立D
1996	1	1	23	292.5	7	8	中立D
1996	1	1	24	315	7	8	中立D

環境用語

CONCAWE式

環境用語集 CONCAWE式

作成日 | 2003.09.12 更新日 | 2009.1

CONCAWE式

コンカウシキ 【英】 CONCAWE (Conservation of Clean Air and Water in Western Europe) equation [同義] コンカウ式

解説

大気拡散シミュレーションに用いられる排気ガスの『有効煙突高』を求める拡散式のひとつ。CONCAWEは、"Conservation of Clean Air and Water in Western Europe"の略で、この式は野外実験から統計的な回帰によって求められた経験式であるが、排出熱量、風速から計算され、大気安定度などの気象条件は考慮に入れない。

日本では大気汚染防止法（1968）に基づく総量規制のための「総量規制マニュアル」において、有風時の有効煙突高推定式として煙源の規模の大小に拘わらずコンカウ式を用いることとしている。なお「総量規制マニュアル」では無風時の有効煙突高推定においては『ブリッグス（Briggs）』式を用いることとしている。

Extended Follow-Up and Spatial Analysis of the American Cancer Society Study Linking Particulate Air Pollution and Mortality

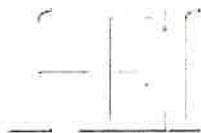
Daniel Krewski (/author/daniel-krewski), Michael Jerrett (/author/michael-jerrett), Richard T Burnett (/author/richard-t-burnett), Renjun Ma (/author/renjun-ma), Edward Hughes (/author/edward-hughes), Yuanli Shi (/author/yuanli-shi), Michelle C Turner (/author/michelle-c-turner), C Arden Pope III (/author/c-arden-pope-iii), George Thurston (/author/george-thurston), Eugenia E Calle (/author/eugenia-e-calle), Michael J Thun (/author/michael-j-thun), et al. (/author/et-al)

Research Report 140, May 2009

This report describes a recent analysis of the original ACS cohort, a large ongoing prospective study of mortality in adults that started in 1982 and has played a central role in the setting of National Ambient Air Quality Standards for fine particulate matter pollution in the U.S. as well as assessments of benefits from PM reduction worldwide. The new study describes for the first time work by Dr. Daniel Krewski and colleagues to increase the follow-up period to 18 years (1982 to 2000) and extend the range of analyses to include innovative refinements of statistical methods and incorporate sophisticated control of bias and confounding.

 HEI Statement, a short synopsis (https://www.healtheffects.org/system/files/Krewski140Statement.pdf)	71.04 KB
 Research Report 140, including a Commentary by the HEI Review Committee (https://www.healtheffects.org/system/files/Krewski140.pdf)	3.78 MB
 Appendix B (https://www.healtheffects.org/system/files/KrewskiAppendixB.pdf)	543.21 KB
 Appendix C (https://www.healtheffects.org/system/files/KrewskiAppendixC.pdf)	279.09 KB

Topics: Particulate Matter (/publications/air-pollution/particulate-matter/content)



75 Federal Street, Suite 1400
Boston, MA 02110-1817
Telephone: +1 (617) 488-2300
Fax: +1 (617) 488-2335

粒子状大気汚染と死亡率をリンクするアメリカ癌学会の調査の拡張追跡調査と空間分析

ダニエルKrewski (/author/daniel-krewski),マイケルJerrett (/author/michael-jerrett),リチャード・T・バーネット (/author/richard-t-burnett),Renjun馬 (/author/renjun-ma),エドワード・ヒューズ (/author/edward-hughes),Yuanli市 (/author/yuanli-shi),ミシェルCターナー (/author/michelle-c-turner),CアーデンポープIII (/author/c-arden-pope-iii),ジョージサーストン (/author/george-thurston),ユージニアEカーレ (/author/eugenia-e-calle),マイケルJトゥーン (/author/michael-j-thun),ら。 (/author/et-al)

Research Report 140、2009年5月

このレポートでは、元のACSコホートの最近の分析について説明します。これは、1982年に始まった成人の死亡率に関する大規模な前向き研究であり、米国の微粒子環境汚染に関する国家環境大気基準の設定でも中心的な役割を果たしました世界中のPM削減の利点の評価として。この新しい研究では、Daniel Krewski博士と同僚によるフォローアップ期間を18年（1982年から2000年）に延長し、分析の範囲を拡大して統計的手法の革新的な改良とバイアスの洗練された制御を取り入れた初めての研究について説明していますと交絡。

 HEIステートメント、短い概要 (https://www.healtheffects.org/system/files/Krewski140Statement.pdf)	71.04 KB
 HEIレビュー委員会による解説を含む研究報告140 (https://www.healtheffects.org/system/files/Krewski140.pdf)	3.78 MB
 付録B (https://www.healtheffects.org/system/files/KrewskiAppendixB.pdf)	543.21 KB
 付録C (https://www.healtheffects.org/system/files/KrewskiAppendixC.pdf)	279.09 KB

トピック： 粒子状物質 (/publications/air-pollution/particulate-matter/content)



75 Federal Street, Suite 1400
Boston, MA 02110-1817
電話 : +1 (617) 488-2300
ファックス : +1 (617) 488-2335

[Contact HEI \(/contact\)](#)

[Get Directions \(/directions\)](#)

ビジネス流
スク 知的 講座
武装

text by Etsuo Kikkawa 橋川武郎 文・一橋大学大学院国際学部国際教養

エネルギー 安定供給の力 ギ 「日本横断パイプライン」とは

大きな傷跡を残した東日本大震災から一年半が経過した。エネルギー供給のあり方について、我々が今後に活かすべき教訓が二つあると筆者は説く。

震災でわかつた
「災害に強い
エネルギー」

第二次世界大戦後の日本で史上最大の自然災害となつた昨年三月二一日の東日本大震災から、一年半以上が経過した。あれほどの大震災が発生したにもかかわらず、日々の生活に追われる我々は、震災が残した教訓を忘れがちである。

そこで今回は、東日本大震災の経験から今後に活かすべき、ガス事業に関する「平成三年度石油産業体制調査研究」の一環として行われた「東日

する二つの教訓に光を当てる。それは、本大震災を踏まえた今後のLPGガス安

定供給の在り方にに関する調査の「報告書」(みずほ情報総研、二〇一二年二月)には、全国地域婦人団体連絡協議会の調査による、以下のような事例が紹介されてい

る。本大震災を踏まえた今後のLPGガス安定期供給の在り方にに関する調査の「報告書」(みずほ情報総研、二〇一二年二月)には、全国地域婦人団体連絡協議会の調査による、以下のような事例が紹介されてい

まで、地域婦人会が中心となつて地区防災センターにてLPGガスの調理設備を用い懸命に炊き出しを実施。なお、地区内的一般家庭に対する点検・供給再開については、LPGガス事業者は一二日目(それ以前から使用再開中)と、電気の一九日目、水道の三六日目と比較しても迅速であった。

■宮城県南三陸町
津波から生き延びた地域住民が、山を越えて隣の地区的地域活性化センターに避難した。同センターのLPGガスによる調理設備が無傷であったため、被災直後から炊き出しを行つた。自分

■岩手県二関市(旧藤沢町)
停電が続く中、被災直後より地区婦人消防協力隊の女性たちが集会所にて、LPGガスを用い、三日間炊き出しを実施し、高齢者を中心に地域の四〇世帯を支援した。

■岩手県山田町
発災当日より三日目に自衛隊が来る

たちの分はもちろん、町役場の要請を受け、一二〇〇食のおにぎりを四日間にわたり提供した。

■宮城県仙台市

住宅に設置されている容器は、地震による揺れで倒れたが、四日目にLPガス事業者の点検があり、五日目にはお風呂に入ることができた。

これらの事例から、LPガスが、東日本大震災においても「災害に強いエネルギー」としての本領を發揮したことは、明らかである。

都市ガスの 早期復旧を実現した 「仙台の奇跡」

この『報告書』は、「被災三県におけるLPガスの復旧状況については、大規模な余震が発生し、都度点検を実施して供給を再開しなければならない状況が繰り返されたため、どの時点で完全に復旧したかを示すことは容易ではないが、三月二一日に発生した大震災に対する復旧は概ね三月末、全体の復旧は四月二日、というのが業界団体によるLPガスの復旧日である。三県のLPガス供給世帯数は約一六六万戸あり、発災当日はガスマーティーの安全部位によって、自動的にほぼ全ての世帯において、供給が一旦止まつたとみられる。その後順次供給は再開され

たが、津波によつて流出した世帯や、家屋が全壊、または原発事故の影響のために、短期的に供給を再開するこ^トが困難な世帯が、約一〇万戸存在する」と述べている。そして、図1を掲げて、「復旧状況を他の主要なインフラと比較すると、LPガスの復旧の早さが改めて確認できる」と結論づけている。

都市ガス普及エリアにも 災害時に備えて 要所にLPガスを配備すべき

図1 被災3県における各インフラの供給不能戸数の推移(推計を含む)

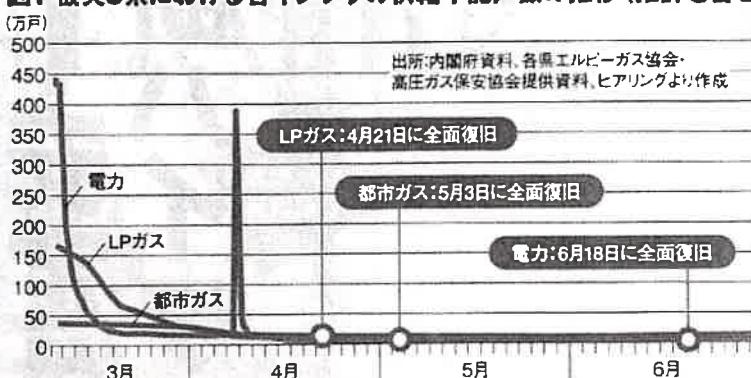


表1 各国におけるガスバイパスの整備状況

	面積 km ²	需用件数 千件	都市ガス消費量 PJ	輸送幹線延長 km	面積当たり m/km ²	消費量当たり km ² /PJ
アメリカ	9,372,615	65,389	25,154	482,790	52	19.2
イギリス	244,820	22,219	3,804	7,400	30	1.9
フランス	547,030	11,519	1,790	36,620	67	20.5
イタリア	301,230	20,699	3,235	32,381	107	10.0
韓国	98,480	12,722	761	2,739	28	3.6
台湾	35,985	2,713	471	730	20	1.6
日本	377,835	28,237	1,466	4,344	11	3.0

※各國の輸送幹線延長を示すが、台湾については2000年までに建設された幹線延長、日本については高圧導管の総延長を記載

出所:ガス事業のあり方に関する検討会資料(日本ガス協会)をガス市場整備課一部加工

- 福祉施設・病院・学校等にLPガスを使う給湯・発電機等を設置する
- 公営団地等においてLPガスを活用する

東日本大震災は、ガス事業に関して、我々にもう一つの教訓を残した。それを説明するには、「仙台の奇跡」の話から始めなければならない。

「仙台の奇跡」とは、仙台市の場合は、新潟からの高圧天然ガス・バイパスが敷設されたために、都市ガスの復旧が比較的早く実現したことをさす。このバイパスは、もともと石油資源開発(JAPEX)が東北電力の新仙台火力発電所向けに敷いたものであり、その後、仙台市ガス局が(二)を結んでいた。仙台にはLNG(液化天然ガス)の輸入基地があるが、東日本大震災とともに津波の被害によって、基地の機能は長期にわたって失われた。

そこで、このバイパスは、もともと石油資源開発(JAPEX)が東北電力の新仙台火力発電所向けに敷いたものであり、その後、仙台市ガス局が(二)を結んでいた。仙台にはLNG(液化天然ガス)の輸入基地があるが、東日本大震災とともに津波の被害によって、基地の機能は長期にわたって失われた。

しかし、新潟・仙台間天然ガス・バイパスが存在していないかつたならば、仙台市における都市ガスの復旧が大幅に遅れていたことは、間違いない。

Takeo Kikkawa

1951年生まれ。東京大学大学院経済学研究科第2種博士課程単位取得。青山学院大学助教授、東京大学社会科学研究科教授を経て、現在一橋大学大学院商学研究科教授。専攻は日本経営史、エネルギー産業論。著書に「日本電力産業発展のダイナミズム」、共著に「現代日本企業」などがある。



図2 日本における
天然ガス高圧パイプラインの施設状況

- LNG基地(稼働中)
- LNG基地(計画・建設中)
- / □ サテライト基地(稼働中/建設中)
(総貯蔵可能量300kL以上)
- ▲ 内航船用サテライト基地(稼働中)
- △ 内航船用サテライト基地(計画・建設中)
- 主要導管網
- 計画・建設中導管

図2からわかるように、日本の場合には、東海道や山陽道でも天然ガスの高圧パイプラインは寸断されおり、新潟・仙台間に高圧パイプラインが敷設されていたことは、「奇跡」に近い出来事であった。もし、例えば名古屋市が震災・津波の被害にあつたとするならば、東西両側で高圧パイプラインが途切れている同市においては、都市ガスの復旧に多くの時日を要することになるだろう。

表1は、各国のガスパイプラインの整備状況を比較したものである。この表の「面積当たり」の項をみれば明らかのように、わが国のパイプライン密度は、他国と比べて著しく低い。

我々が、東日本大震災の経験から導くべき第二の教訓は、天然ガスの都市間パイプラインを抜本的に拡充すべき

だということである。まずは、東海道や山陽道を高圧パイプラインでつなぐことが重要である。

天然ガスの都市間パイプラインの拡充は、集中型(系統型)ガス供給網の重要性にもとづくものである。一方、都市ガス地域へのLPGガスの配備は、分散型ガス供給網の大切さをふまえた措置である。このように、東日本大震災後の日本では、集中型と分散型のエネルギー供給網を同時に充実させることが求められている。

この点は、ガス事業だけでなく電気事業にも、そのままあてはまる。東京電力・福島第一原子力発電所事故後の計画停電や電力供給不安の経験は、東西間の周波数統一なし周波数変換装置の拡充、同一周波数域内での地域間連係線の強化など、集中型(系統型)

電力供給が取り組むべき課題を浮かび上がらせた。一方で、分散型電力供給網を構築して再生可能エネルギーによる発電を拡大することの重要性も、指示した。

ガス事業においても電気事業においても、集中型供給網を強化するとともに、それと並行して分散型供給網の拡充を図らなければならない。エネルギー供給のあり方に關して、我々が東日本大震災の経験から導くべき教訓は、この点に求めることができる。

ウィキペディア

座標: 北緯38度16分36.4秒 東経141度2分21.5秒

新仙台火力発電所

出典: フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』

新仙台火力発電所（しんせんだいかりょくはつでんしょ）は、宮城県仙台市宮城野区港5-2-1にある東北電力の天然ガス火力発電所。

目次

- 概要
- 発電設備
- 廃止された発電設備
- 東北地方太平洋沖地震による被害
- 出典
- 関連項目
- 外部リンク

概要

仙台港付近に立地し（港五丁目は、事実上宮城野区の飛地状態となっている場所である）、宮城県内をはじめ東北地域に電力を供給している。

1971年8月に1号機が運転を開始、2号機までが建設された。2006年にはリプレース計画（1、2号機を廃止し、新たに高効率コンバインドサイクル発電方式の設備2基を建設する計画）が発表され^[1]、2016年7月1日に3号系列全軸が運転を開始した^[2]。

2017年7月18日より、3号系列の定格出力を変更し（98万kW→104.6万kW：6.6万kWの増）、運用を開始した^[3]。今回の増出力は、これまでの運転実績や性能試験の結果などを踏まえて実施するもので、設備の改修工事を伴わないガスタービンの出力制御プログラムの修正で対応している。

3号系列建設に伴い、発電所構内にLNG燃料設備を新設した。この設備は世界最大級の大型LNG船「Q-Flex」（カタール国からのLNG輸出で使用）やシーエールガスの受入にも対応している。

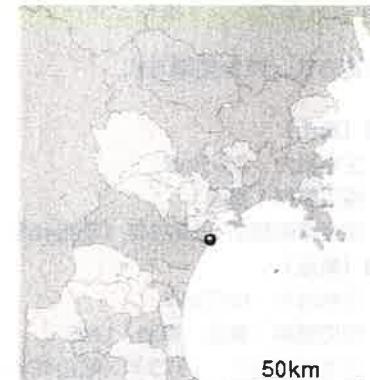
発電設備

- 総出力：104.6万kW（2017年7月18日現在）^[4]
- 敷地面積：約33万1000m²

新仙台火力発電所



新仙台火力発電所1、2号機(廃止済み)



宮城県における新仙台火力発電所の位置

正式名称	東北電力株式会社新仙台火力発電所
国	日本
所在地	宮城県仙台市宮城野区港5-2-1
座標	北緯38度16分36.4秒 東経141度2分21.5秒
現況	運転中
運転開始	3-1号:2015年12月1日 3-2号:2016年7月1日
運転終了	1号機:2015年9月16日 2号機:2011年10月31日
事業主体	東北電力
発電所	
主要動力源	LNG
発電機数	2基
熱効率	3号系列:60%以上(LHV)
コンバインドサイクル発電	3号系列:MACC方式採用

発電量	
定格出力	総出力:104.6万kW 3-1号:52.3万kW 3-2号:52.3万kW
ウェブサイト	
東北電力 概要 (http://www.tohoku-epco.co.jp/comp/gaiyo/gaiyo_data/hatudensyo.html)	

発電方式：1,500℃級コンバインドサイクル発電(More Advanced Combined Cycle)方式^[5]

定格出力：104.6万kW (52.3万kW × 2軸)

3-1号：52.3万kW

3-2号：52.3万kW

使用燃料：LNG

熱効率：60%以上（低位発熱量基準）

営業運転開始

3-1号：2015年12月1日

3-2号：2016年7月1日

増出力：2017年7月18日

廃止された発電設備

1、2号機で用いられていた燃料の重油、原油は、隣接するJX日鉱日石エネルギー仙台製油所とコンビナートを形成しており、天然ガスは東新潟火力発電所隣接地の埠頭付近に設置したLNG基地からのパイプライン（総延長251km）を介して、東北天然ガスより供給を受けていた。

- 発電方式：汽力発電方式

1号機（廃止）

定格出力：35万kW

使用燃料：重油

営業運転期間：1971年（昭和46年）8月 - 2015年（平成27年）9月16日^[6]

2号機（廃止）

定格出力：60万kW

使用燃料：重油、原油、LNG

営業運転期間：1973年（昭和48年）6月 - 2011年（平成23年）10月31日^[7]

東北地方太平洋沖地震による被害

2011年（平成23年）3月11日14時46分頃に発生した東北地方太平洋沖地震により被災。1号機は停止中、2号機は自動停止した^[8]。その後津波によって本館1階が浸水した^[9]。

復旧作業の結果、1号機は2011年12月11日に試運転による発電が再開され^[10]、12月27日に営業運転が再開された^[11]。一方、2号機は10月31日をもって廃止された^[7]。当初は1、2号機とも2011年度末廃止の予定であった。

出典

1. ^ 新仙台火力発電所のリプレース計画について 2006年3月30日 (<http://www.tohoku-epco.co.jp/whats/news/2006/03/30a.html>)
2. ^ 新仙台火力発電所3号系列の全量による営業運転開始について 2016年7月1日 (http://www.tohoku-epco.co.jp/news/normal/1192188_1049.html)
3. ^ 新仙台火力発電所3号系列の定格出力変更（増出力）による運用開始について 2017年7月18日 (http://www.tohoku-epco.co.jp/news/normal/1195120_1049.html)
4. ^ 東北電力 概要 (http://www.tohoku-epco.co.jp/comp/gaiyo/gaiyo_data/hatudensyo.html)
5. ^ 東北電力・新仙台火力3-1号、12月1日に営業運転開始 (http://www.shimbun.denki.or.jp/news/energy/20151130_01.html)電気新聞 2015年11月30日
6. ^ 新仙台火力発電所1号機の廃止について 2015年9月16日 (http://www.tohoku-epco.co.jp/news/normal/1190218_1049.html)
7. ^ a b 新仙台火力発電所2号機の廃止について 2011年10月31日 (http://www.tohoku-epco.co.jp/news/normal/1183594_1049.html)
8. ^ 手動停止との報道もある。東北電力：被災の火力発電所公開「今夏までの復旧不可能」 (<http://megalodon.jp/2011-0414-1930-48/mainichi.jp/select/biz/news/20110401k0000m040100000c.html>) 毎日新聞（ウェブ魚拓） 2011年3月31日

9. ^ 地震発生による停電等の影響について（11日20時現在） (http://www.tohoku-epco.co.jp/emergency/9/118222_1807.html)
0. ^ 新仙台火力発電所1号機の発電再開（試運転）について 2011年12月11日 (http://www.tohoku-epco.co.jp/news/normal/1183646_1049.html)
1. ^ 新仙台火力発電所1号機の営業運転再開について 2011年12月27日 (http://www.tohoku-epco.co.jp/news/normal/1183676_1049.html)

関連項目

- [東北電力](#)
- [日本の火力発電所一覧](#)
- [火力発電](#)

外部リンク

- [東北電力](http://www.tohoku-epco.co.jp/) (<http://www.tohoku-epco.co.jp/>)
- [新仙台火力発電所ふれあい館](http://www.tohoku-epco.co.jp/pr/shin_sendai/index.html) (http://www.tohoku-epco.co.jp/pr/shin_sendai/index.html)

「<https://ja.wikipedia.org/w/index.php?title=新仙台火力発電所&oldid=73706492>」から取得

最終更新 2019年8月3日 (土) 00:02 (日時は個人設定で未設定ならばUTC)。

テキストはクリエイティブ・コモンズ 表示-継承ライセンスの下で利用可能です。追加の条件が適用される場合があります。詳細は利用規約を参照してください。