

## 有毒ガス・ばい煙発生量の算出について

## 1. 評価方法

FARSITE 解析より得た各種発生量及び発生熱量を入力とした。

FARSITE の解析結果のうち、有毒ガス・ばい煙濃度評価に用いるデータを以下に示す。

- (a) CO<sub>2</sub> 発生量
- (b) CO 発生量
- (c) PM10 発生量
- (d) 発熱量

前述の入力データ(a)～(d)を用いて、以下に示す評価式より評価対象施設における有毒ガス・ばい煙濃度を求めた<sup>[1]</sup>。

(有風時プルーム式)

$$C_{xyz} = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \left( \exp\left\{-\frac{(z-H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right)$$

(有風時浮力プルーム上昇量評価式 CONCAWE 式)

$$H_e = 0.175Q_H^{1/2} u^{-3/4}$$

$C_{xyz}$	: 濃度[体積分率又は kg/m <sup>3</sup> ]
$Q$	: 有毒ガス発生量[m <sup>3</sup> /s 又は kg/s]
$H_e$	: 有効発生高さ[m]
$\sigma_y, \sigma_z$	: 拡散パラメータ
$Q_H$	: 排気熱量[cal/s]
$u$	: 風速[m/s]
$y$	: 排気プルーム軸からの距離[m]
$z$	: 発生源と給気口との鉛直方向距離[m]

複雑地形の影響については、CRSTER モデルにより考慮した。図 1-1 に概念図を示す<sup>[2]</sup>。

- ・発生源の標高 $\geq$ 評価点の標高  
→ 発生源の標高を評価点の標高とする
- ・発生源の標高 $<$ 評価点の標高  
→ 評価点の標高をそのまま用いる

浮遊粒子状物質の評価については、ストークスの式より粒子の沈降速度を考慮した。図 1・2 に概念図を示す。

$$V_G = \frac{2(D/2)^2 \cdot \rho_s \cdot g}{9 \cdot \varepsilon \cdot \rho_a}$$

$V_G$  : 粒子の沈降速度[m/s]

$D$  : 粒径[m]

$\rho_s$  : 粒子の密度[g/m<sup>3</sup>]

$g$  : 重力加速度[m/s<sup>2</sup>]

$\varepsilon$  : 空気の動粘性係数[m<sup>2</sup>/s]

$\rho_a$  : 空気の密度[g/m<sup>3</sup>]

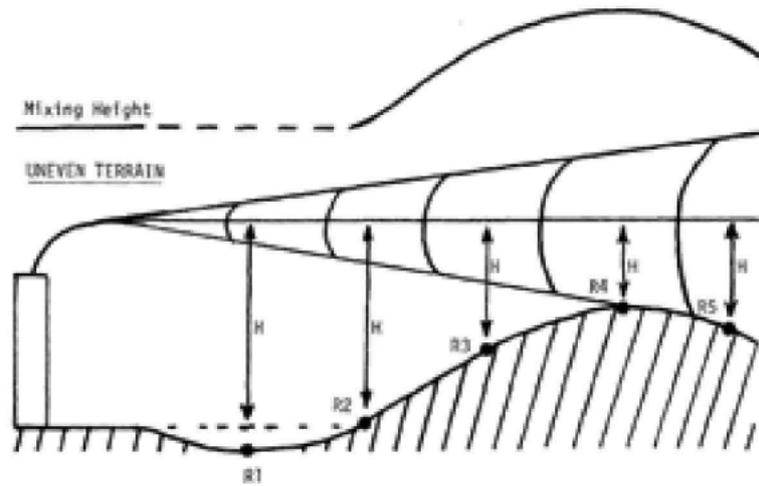


図 1-1 CRSTER コードで採用されている複雑地形効果の概念図

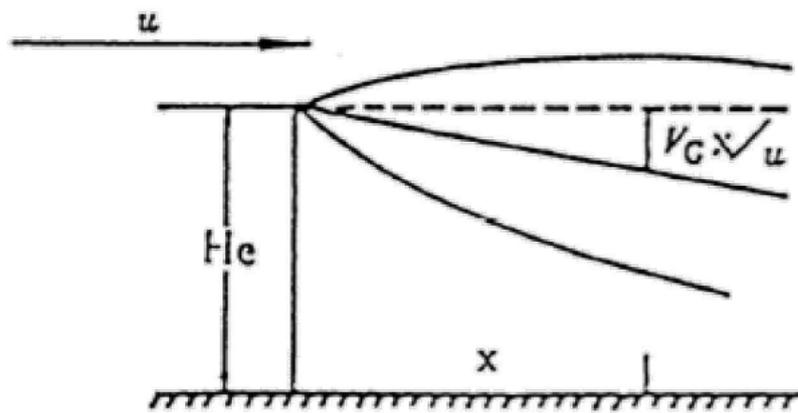


図 1-2 有毒ガス・ばい煙の重力沈降の概念図

## 2. 評価に必要な入力データ

評価の実施に当たって、以下に示す入力データを設定した。

- ・評価対象の位置及び高さ
- ・有毒ガス・ばい煙の発生量
- ・火災源からの発熱量
- ・気象等の環境条件

以下に、その詳細を示す。

### 2.1 評価対象の位置及び高さ

有毒ガス・ばい煙は、浮力プルームを形成して上空に到達後に拡散することから、各評価対象施設における評価点位置は建家の天井中心位置とした。

評価点高さは T.P.基準で設定した。表 2-1 に評価点の高さを示す。

### 2.2 有毒ガス・ばい煙の発生量

FARSITE の計算結果により出力される有毒ガス・ばい煙発生量を採用した。評価対象とした成分は以下のとおりである。

- ・有毒ガス： CO 及び CO<sub>2</sub>
- ・ばい煙： PM10

### 2.3 火災源からの発熱量

浮力プルームの上昇量算出のために用いる。FARSITE の計算結果出力を採用した。

### 2.4 気象等の環境条件

風向及び風速については、FARSITE の入力値と同じ値を採用した。

また、評価においては大気拡散パラメータ（表 2-2）を指定する必要がある。大気拡散パラメータについては、プルーム軸が上空数十 m～数百 m に位置するため、地表付近の有毒ガス・ばい煙濃度に対しては、拡散が強いほど濃度が高くなり保守的な評価となるため、最も拡散が強くなる大気安定度 A における拡散パラメータを採用した。

### 2.5 実施ケース

森林火災評価実施ケースにおいて、発火点 1～4 での有毒ガス・ばい煙濃度評価した。

表 2-1 有毒ガス・ばい煙評価における評価点の高さ

評価対象	評価点	評価点 地上高(m)	標高(T.P.+m)	
			地上(敷地面)	評価点高さ
HAW	入気チャンパー	21.00	6.00	27.00
TVF	給気筒 (入気口)	25.45	7.65	33.10

表 2-2 大気拡散パラメータ(Briggs の内挿式)

Pasquill type	$\sigma_y, m$	$\sigma_z, m$
<b>Open-Country Conditions</b>		
A	$0.22x(1 + 0.0001x)^{-1/2}$	$0.20x$
B	$0.16x(1 + 0.0001x)^{-1/2}$	$0.12x$
C	$0.11x(1 + 0.0001x)^{-1/2}$	$0.08x(1 + 0.0002x)^{-1/2}$
D	$0.08x(1 + 0.0001x)^{-1/2}$	$0.06x(1 + 0.0015x)^{-1/2}$
E	$0.06x(1 + 0.0001x)^{-1/2}$	$0.03x(1 + 0.0003x)^{-1}$
F	$0.04x(1 + 0.0001x)^{-1/2}$	$0.016x(1 + 0.0003x)^{-1}$
<b>Urban Conditions</b>		
A-B	$0.32x(1 + 0.0004x)^{-1/2}$	$0.24x(1 + 0.001x)^{1/2}$
C	$0.22x(1 + 0.0004x)^{-1/2}$	$0.20x$
D	$0.16x(1 + 0.0004x)^{-1/2}$	$0.14x(1 + 0.0003x)^{-1/2}$
E-F	$0.11x(1 + 0.0004x)^{-1/2}$	$0.08x(1 + 0.00015x)^{-1/2}$

### 3. 実施結果

図 3-1 から図 3-12 に、有毒ガス・ばい煙濃度の最大発生時刻における濃度分布を示す。

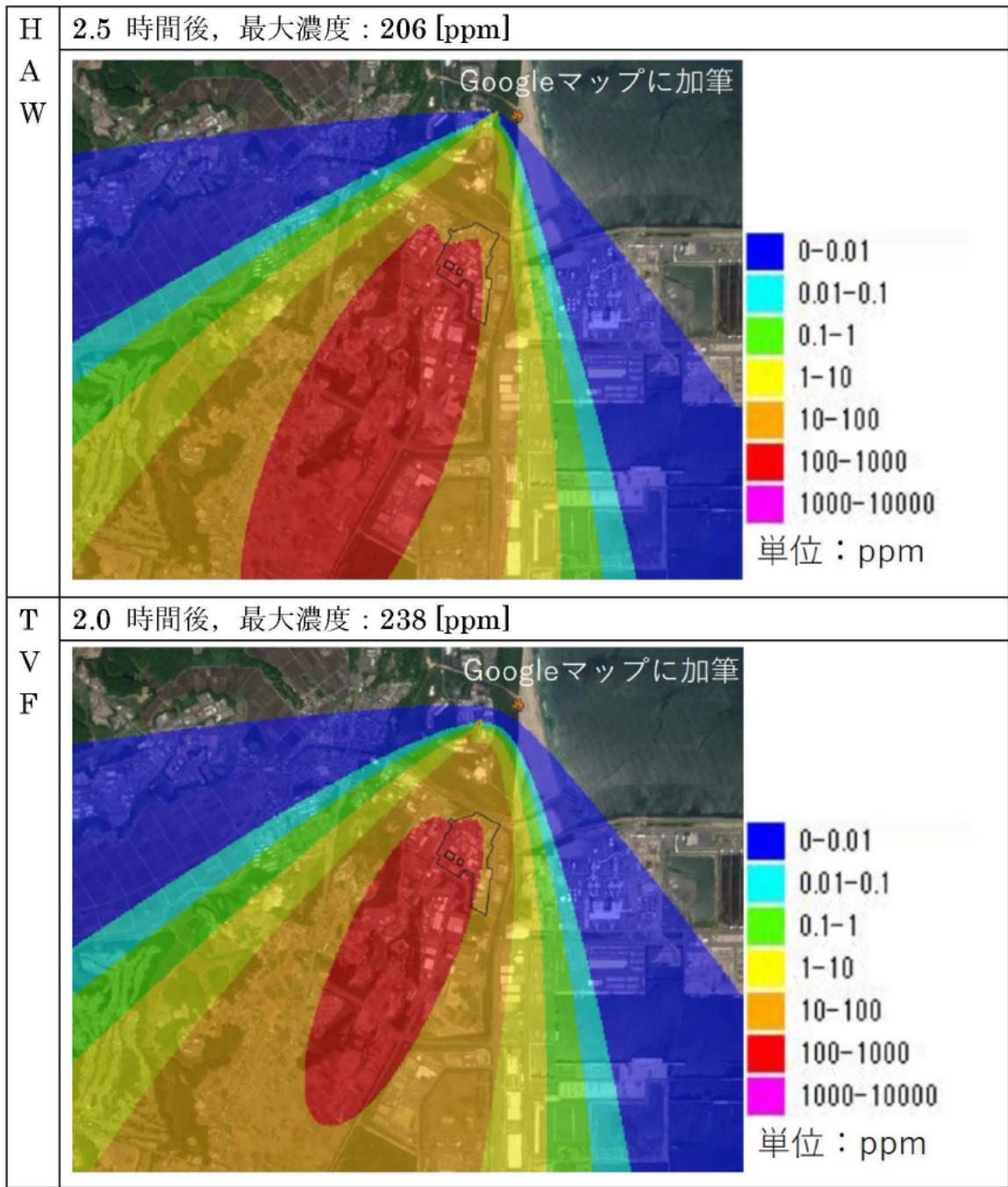


図 3-1 CO<sub>2</sub> 濃度分布 (発火点 1)

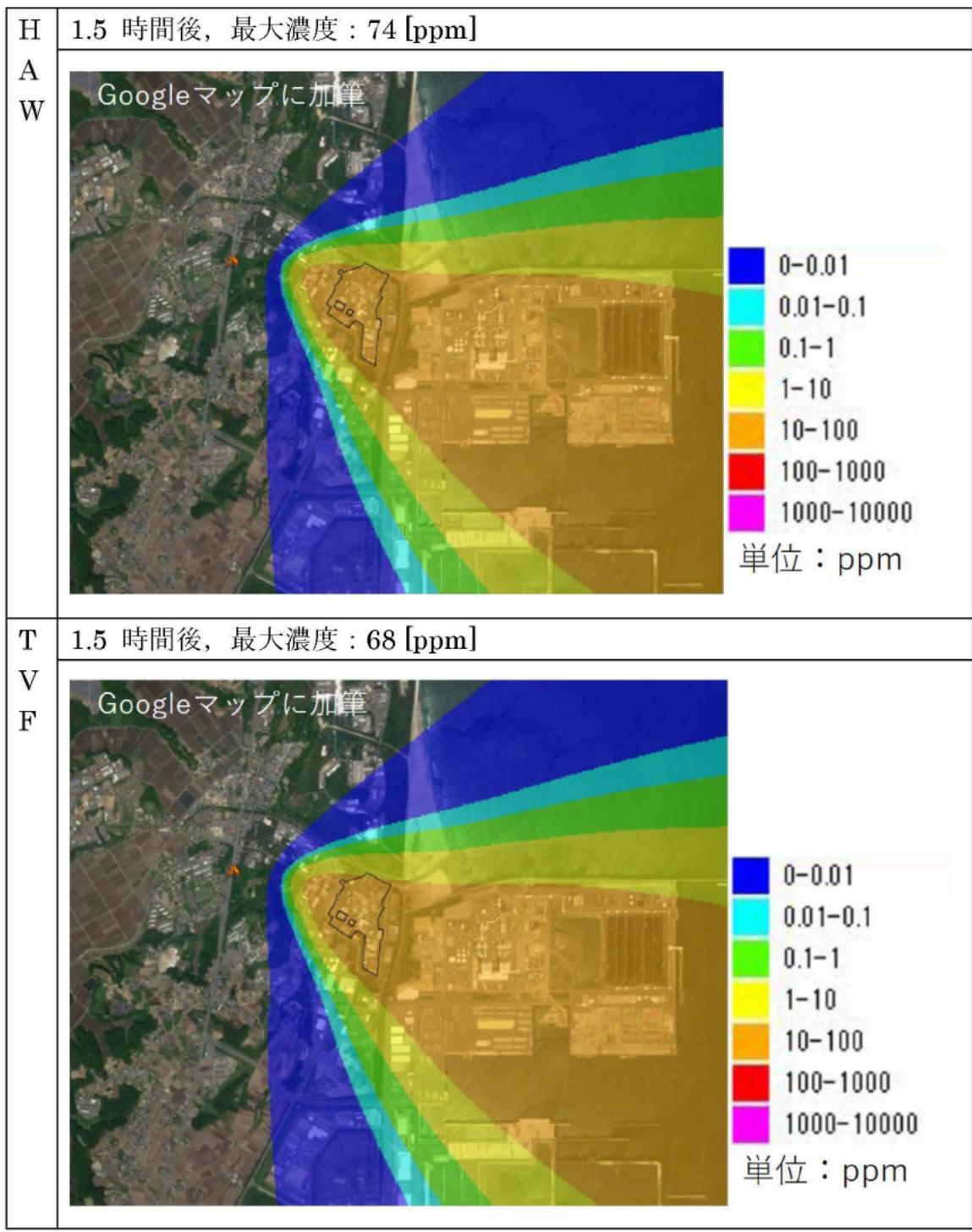


図 3-2 CO<sub>2</sub> 濃度分布 (発火点 2)

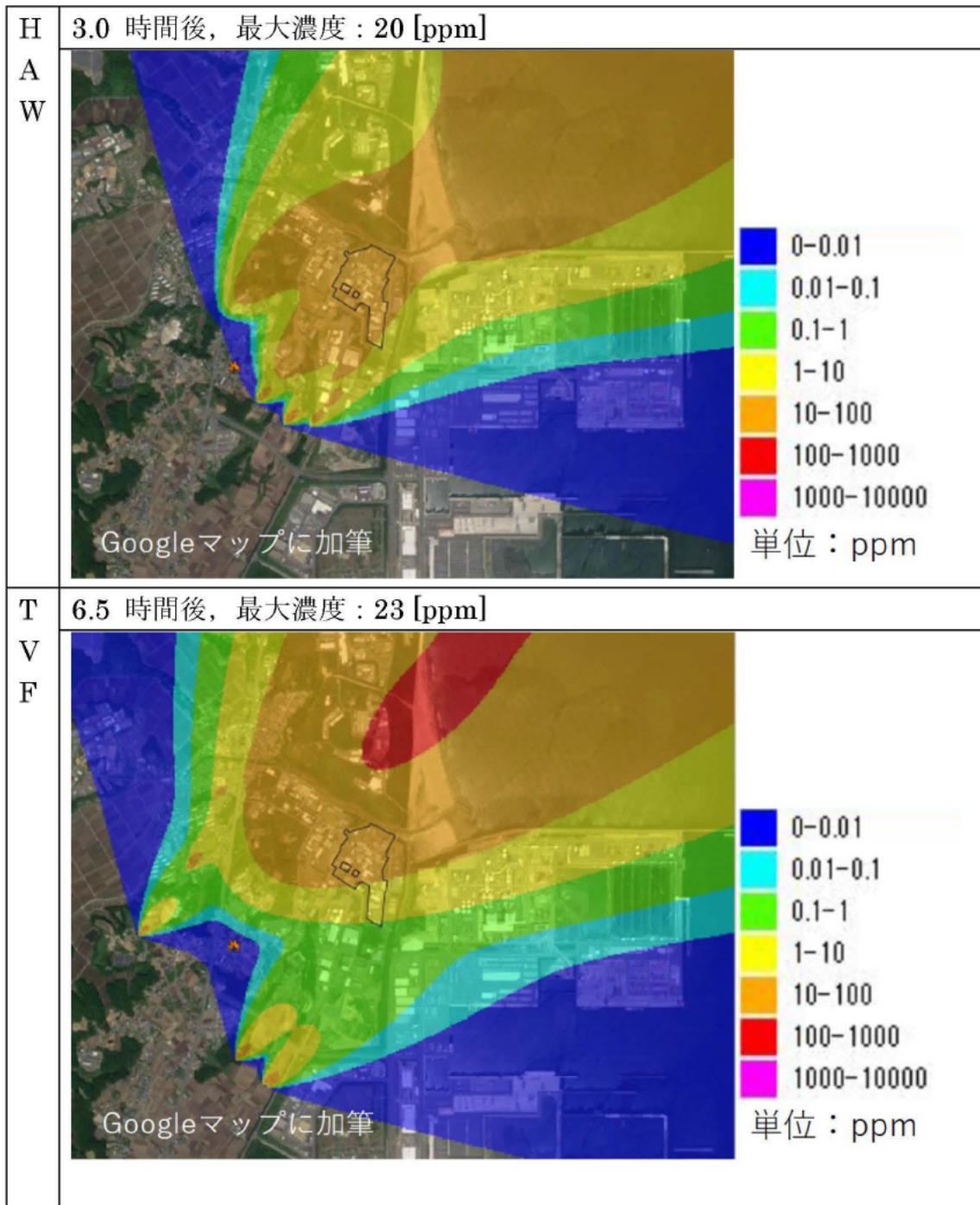


図 3-3 CO<sub>2</sub> 濃度分布 (発火点 3)

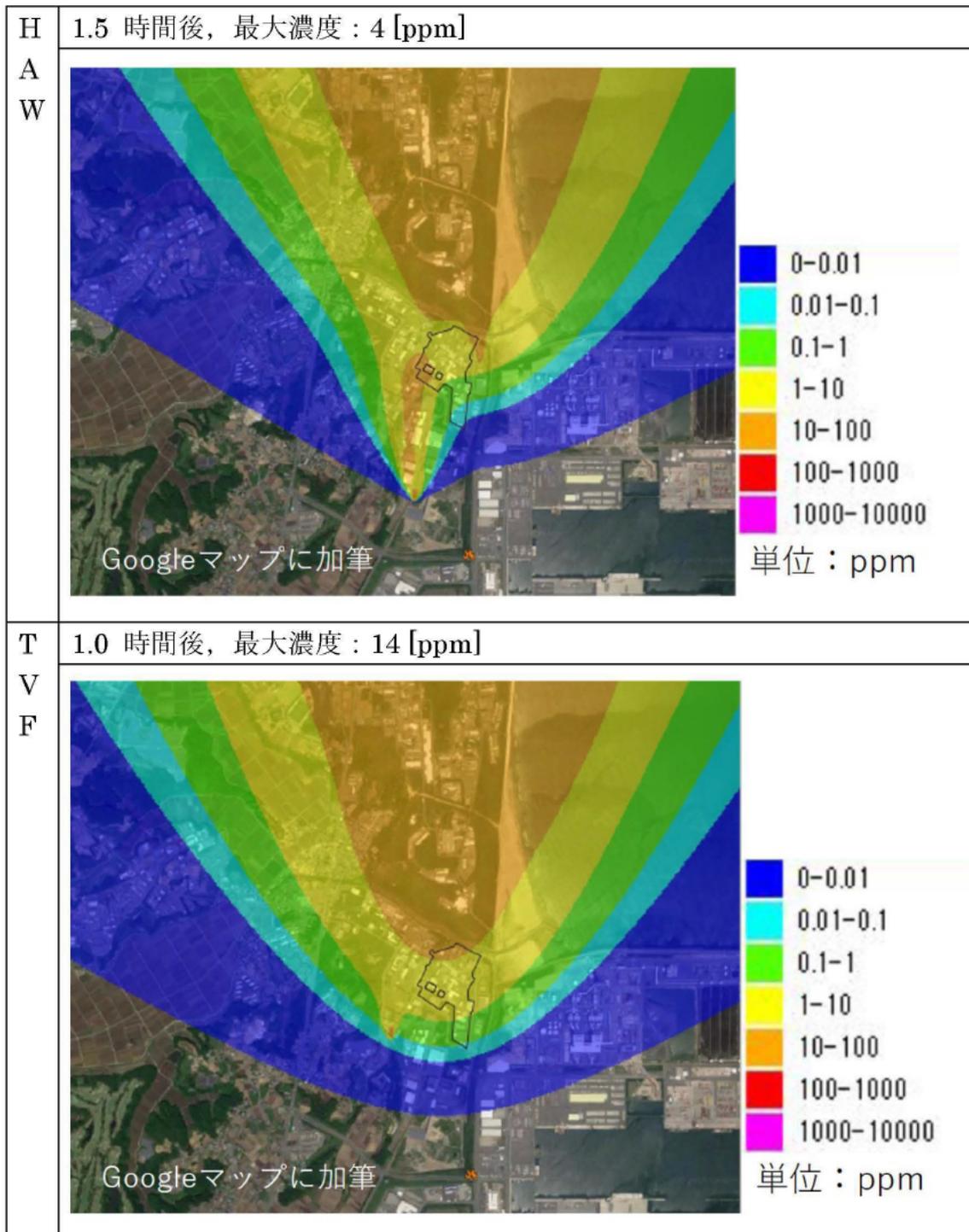


図 3-4 CO<sub>2</sub> 濃度分布 (発火点 4)

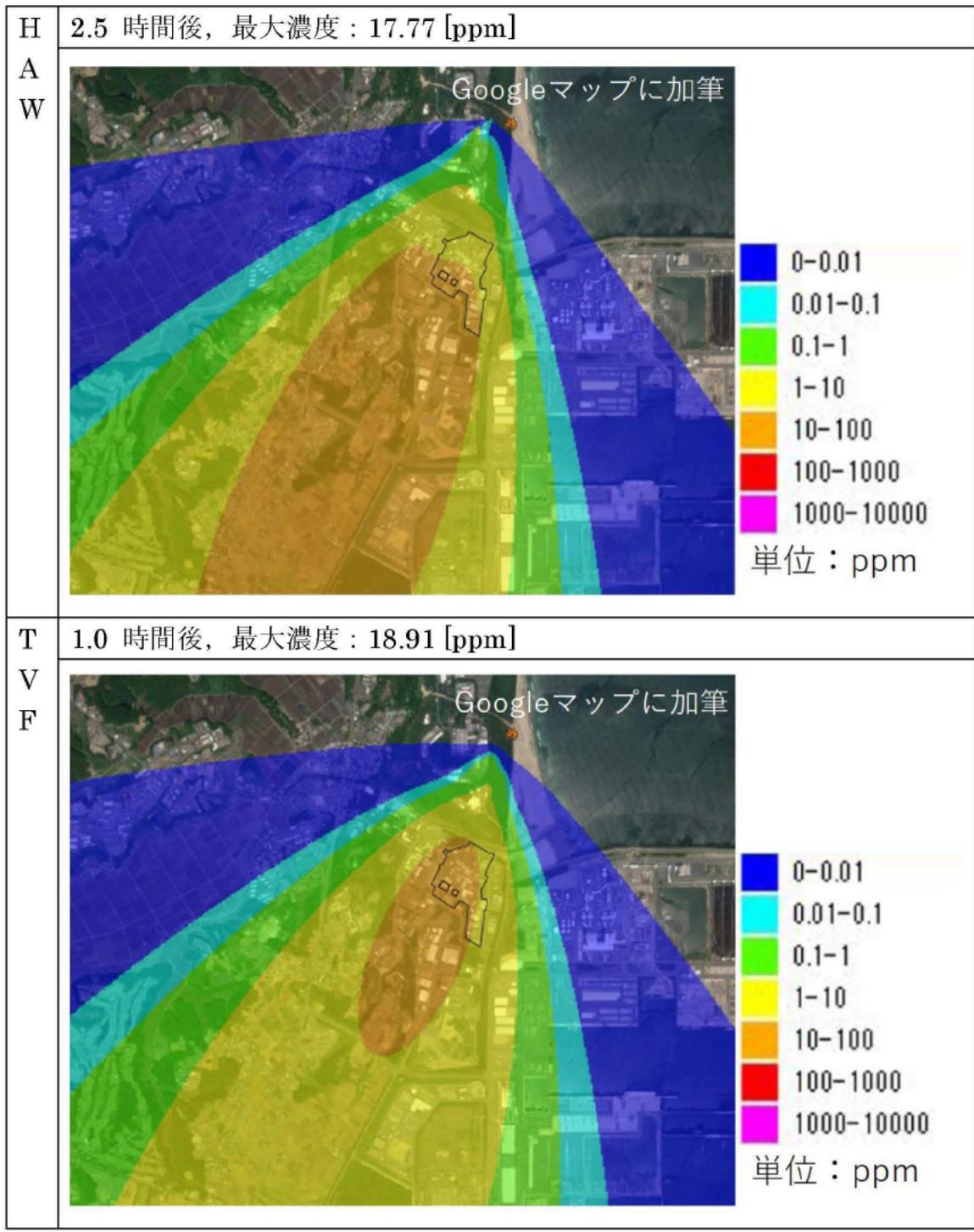


図 3-5 CO 濃度分布 (発火点 1)

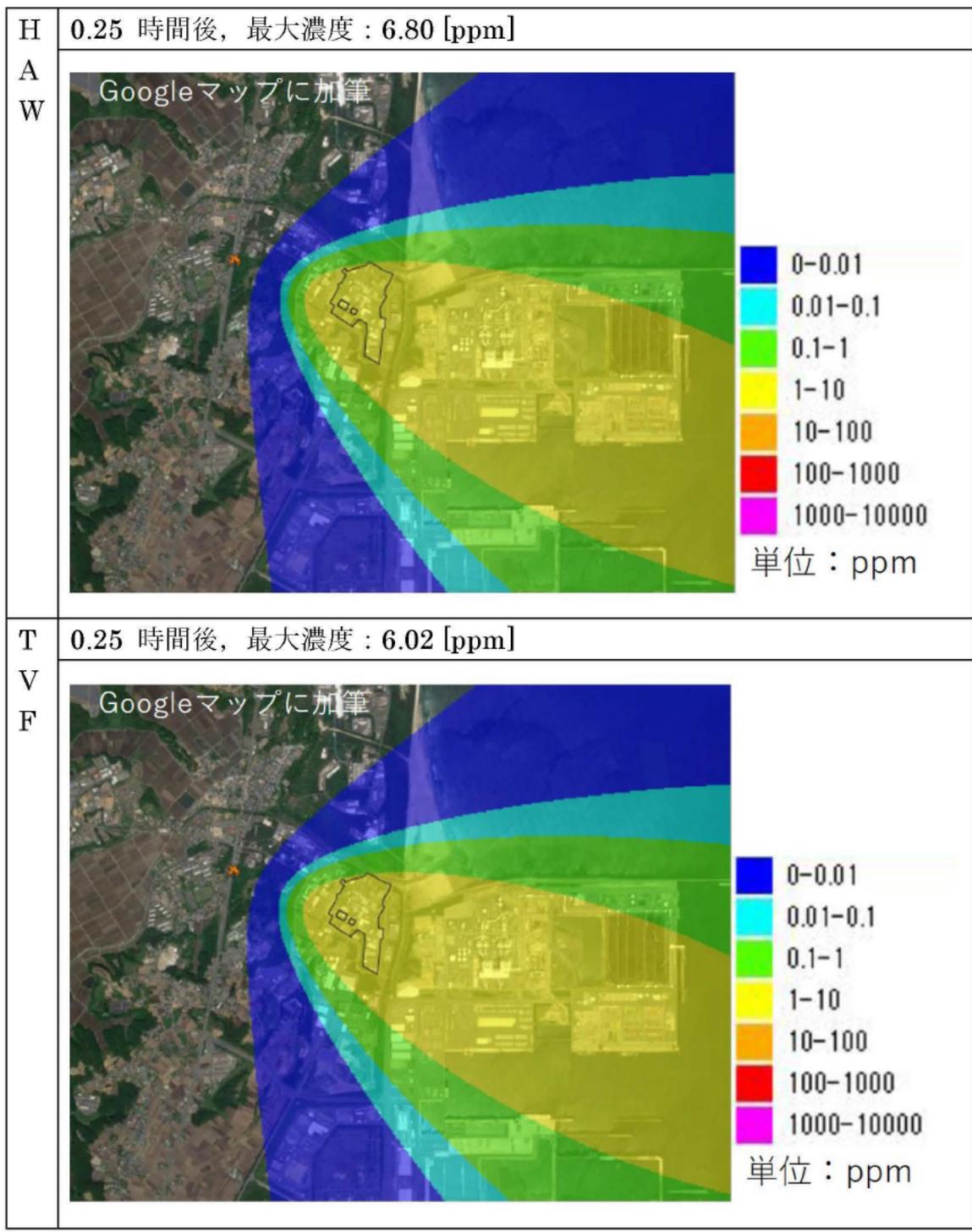


図 3-6 CO 濃度分布 (発火点 2)

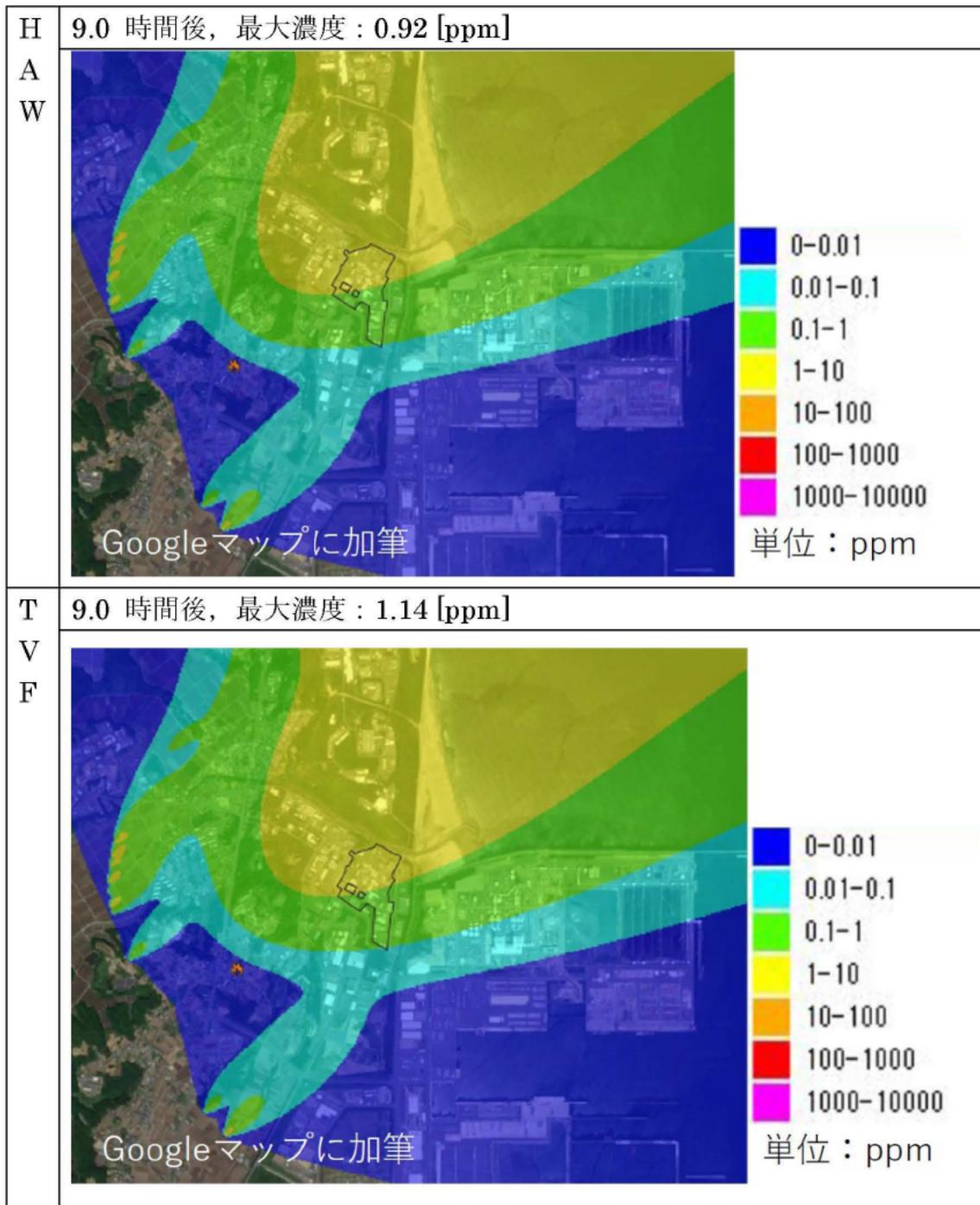


図3-7 CO濃度分布（発火点3）

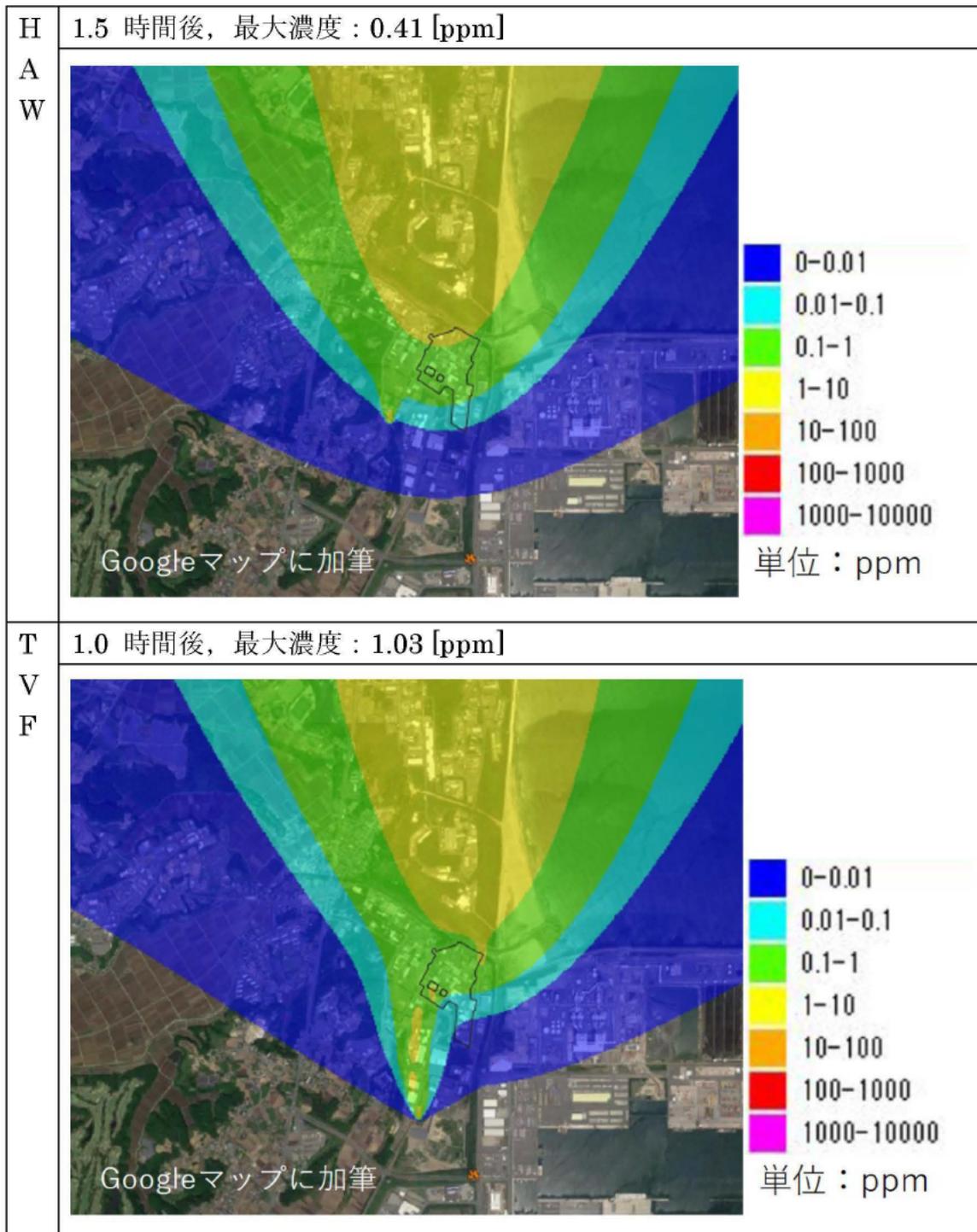


図 3-8 CO 濃度分布 (発火点 4)

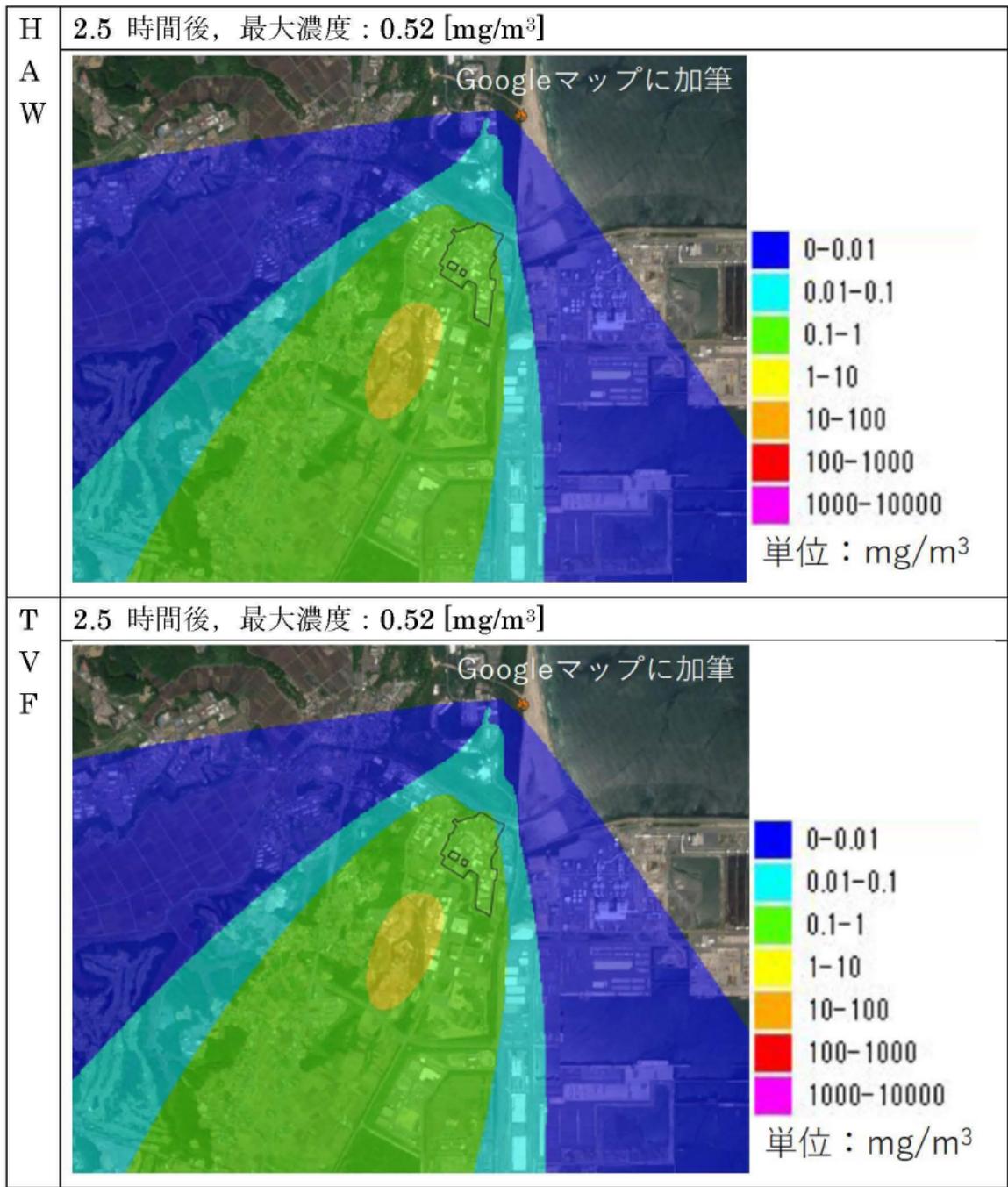


図 3-9 PM10 濃度分布 (発火点 1)

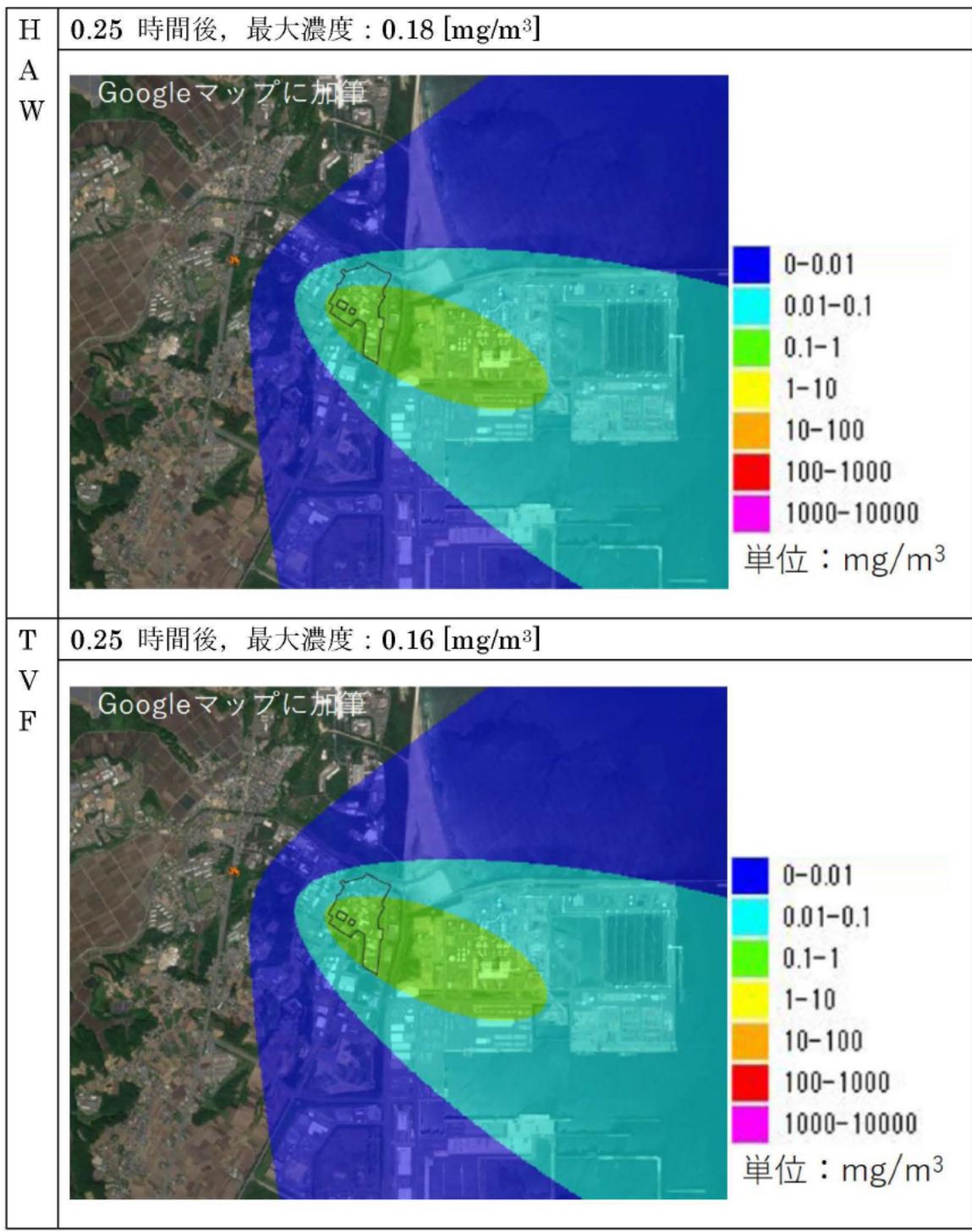


図 3-10 PM10 濃度分布 (発火点 2)

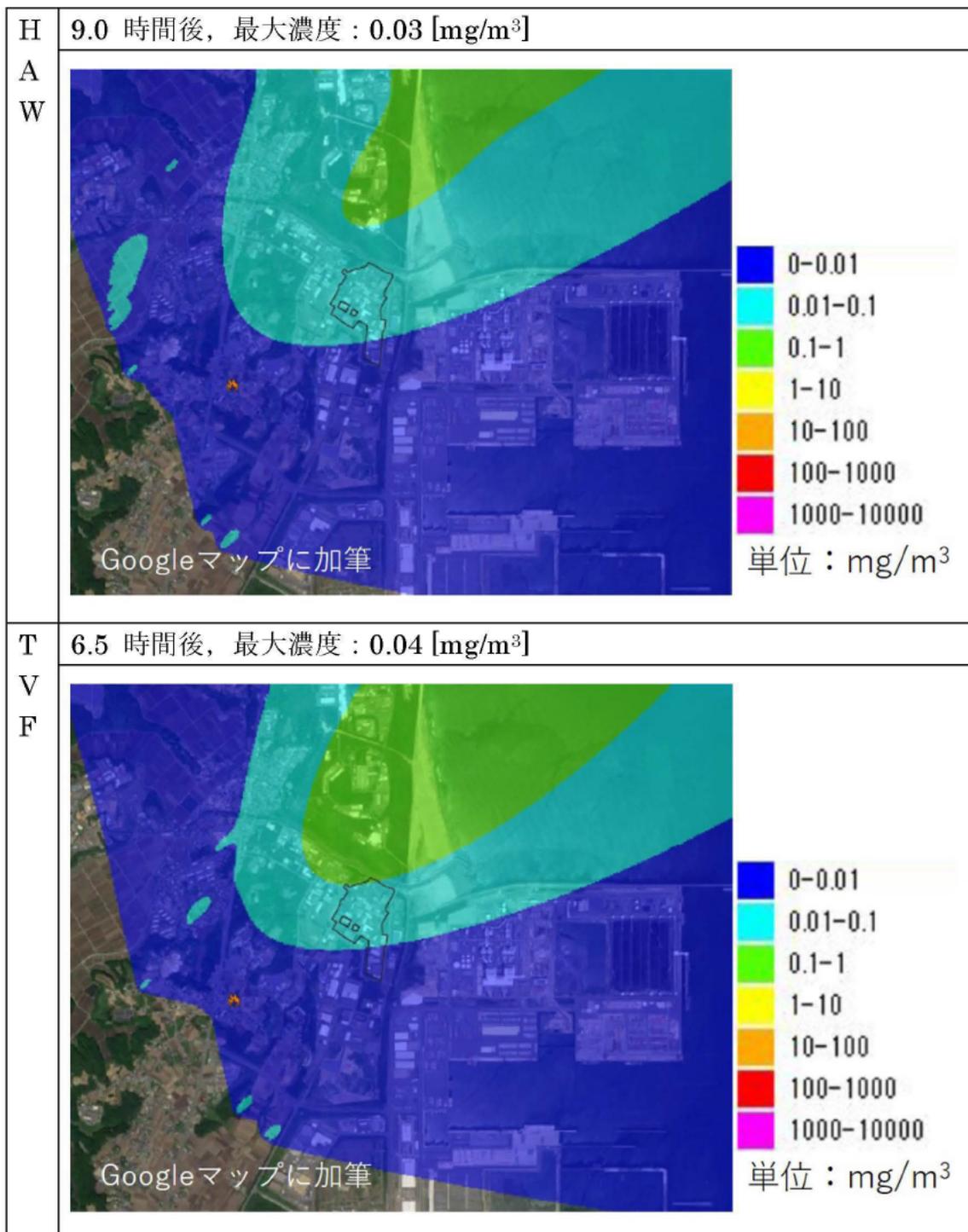


図 3-11 PM10 濃度分布 (発火点 3)

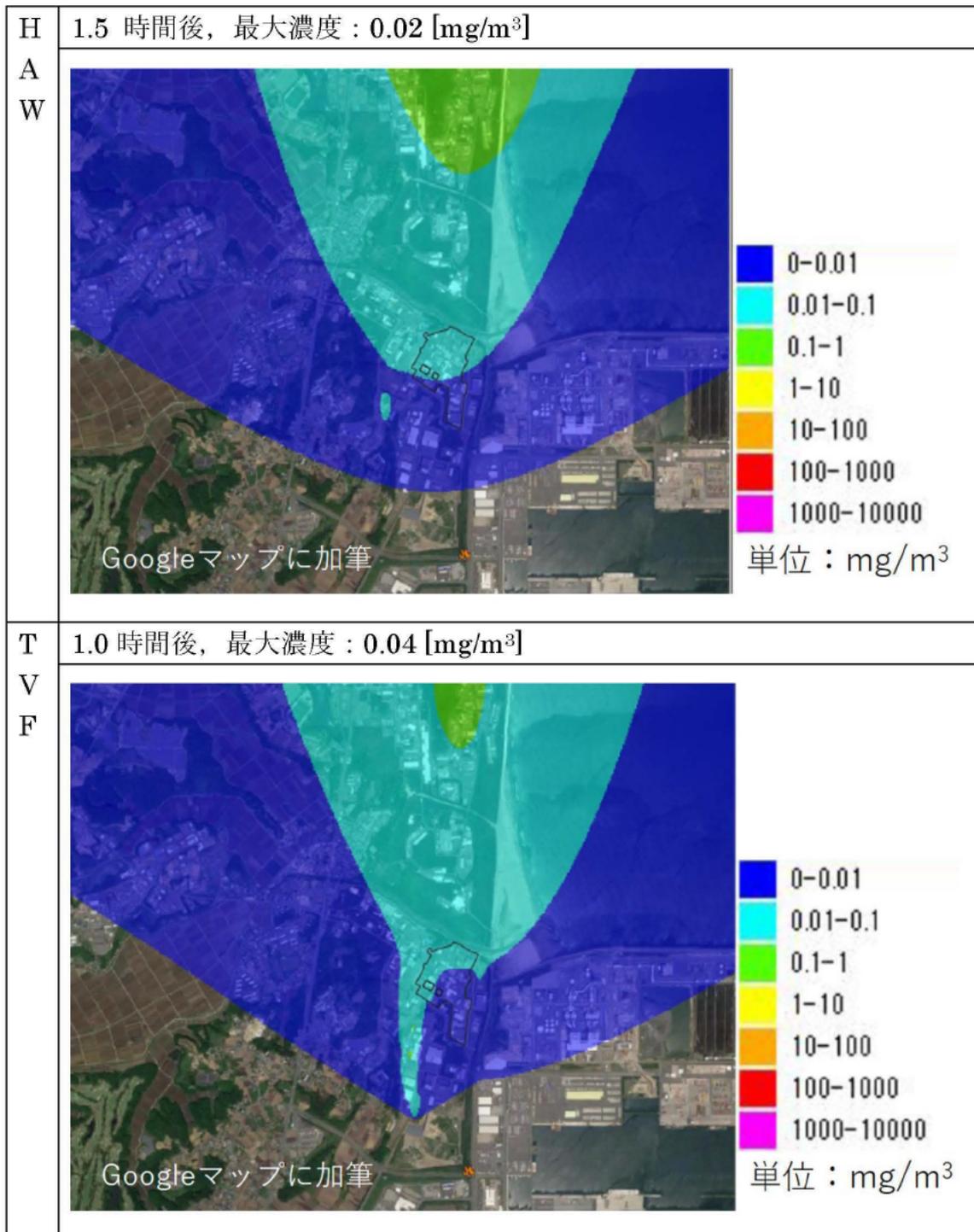


図 3-12 PM10 濃度分布 (発火点 4)

#### 4. 参考文献

- [1] 公害研究対策センター, 「窒素酸化物総量規制マニュアル[新版]', (2000)
- [2] U. S. Environmental Protection Agency, "User's Manual for Single-Source (CRSTER) Model, EPA-450/2-77/013, (1977)

## 有毒ガス・ばい煙濃度と許容濃度の比較

## 1. 概要

森林火災により発生する有毒ガス・ばい煙濃度について、日本産業衛生学会の勧告する許容濃度<sup>[1]</sup>の比較を行った。

※許容濃度とは、労働者が1日8時間、週間40時間程度、肉体的に激しくない労働強度で有害物質に曝露される場合に、当該有害物質の平均曝露濃度がこの数値以下であれば、ほとんど全ての労働者に健康上の悪い影響が見られないと判断される濃度である。

## 2. 評価結果

評価対象となる有毒ガス（CO<sub>2</sub>及びCO）及びばい煙濃度の最大値と許容濃度を比較した。表2-1に最大濃度と許容濃度の比較結果を示す。なお、ばい煙濃度はカーボンブラックとして評価し、捕集率85%以上（粒径10 μm）のプレフィルタ及び捕集率97%以上（粒径0.3 μm）のフィルタによる低減効果を考慮した。

その結果、有毒ガス（CO<sub>2</sub>及びCO）及びばい煙濃度は許容濃度に比べて十分低いことを確認した。

表 2-1 最大濃度と許容濃度の比較結果

物質名		CO <sub>2</sub> [ppm]	CO [ppm]	ばい煙※ [mg/m <sup>3</sup> ]
許容濃度		5000	50	1
最大濃度	HAW	206	17.7	0.0023
	TVF	238	18.9	0.0023

※ばい煙はカーボンブラックとして評価

## 3. 参考文献

[1] 日本産業衛生学会，許容濃度等の勧告（2019年度），産業衛生学会誌，（2019年5月）