

アーカイブ化が新たな知見を生み出せるかについての研究（解析 1）

研究分担者 那須 民江 中部大学生命健康科学研究所 客員教授

研究要旨 1994年6月27日の夜松本市の市街地で放出されたサリン12lの拡散状況を当時の気象条件を参考にしながら中外テクノス株式会社にシミュレーションを委託した。サリンは放出場所から北東に向かって拡散し、放出から5分後には放出位置から500m程度まで拡散し、放出が終了する10分後には解析領域の端部（800m）まで到達していた。放出直近の地点の10分間のLCt50（半数致死濃度）は致死濃度 $60\text{mg} \cdot 10\text{min}/\text{m}^3$ を超えていた。風下に行くにつれこの濃度は低下した。そして、2時間後には中毒を発症しない程度（ $1.0 \cdot 120\text{min} \cdot 10^{-4}\text{mg}/\text{m}^3$ 以下まで低下していた。以上より、アーカイブ化が新たな知見を生む可能性が明らかとなった。

研究分担者氏名・所属研究機関名及び所属研究機関における職名

（分担研究報告書の場合は、省略）

## 解析 1 サリン放出後のシミュレーション

### A. 研究目的

1994年6月27日の深夜松本の市街地で発生した所謂「松本サリン中毒事件」では、純粋のサリン12lが放出された。死亡者8名を含む約600名の中毒者がでた<sup>1,2)</sup>。当時松本市地域包括医療協議会の中に有毒ガス中毒医療対策専門委員会が、さらにその傘下に、健康調査委員会と病・医院連絡検討会が設けられ、中毒事件の中毒者の実態調査が行われた。

健康調査委員会では中毒事件の実態を把握するためのアンケート調査を実施した<sup>1)</sup>。この調査には2,052名中1,789名（87.2%）の住民及び松本広域連携消防局の職員が参加した。中毒者数はサリンの放出が始まった直後の夜11時から12時にかけて大きなピークを示し、翌朝8時から9時にかけて小さいピークを示した。また中毒者の地理的分布を見ると、サリン放出現場から北東に向けて分布し、翌朝の4時か

ら5時にかけて一旦収束したが、その後再び増加する現象が見られた。これらの結果は放出されたサリンの環境濃度が一旦収まるが、中毒を起こしうる濃度のサリンが残存し、蒸発して人々の活動とともに中毒者が発症したことを示す。

解析1では、放出された12lのサリンのシミュレーションを行い、サリンの軌跡とその濃度について明らかにすることを目的として行った。加えて放出されたサリンの残存量と蒸発を推定し、サリン蒸発のシミュレーションも行った（解析2）。

### B. 研究方法

#### 1. サリンの物性値

この研究は中部大学および日本中毒情報センターの倫理委員会の承認を受けて行われた（承認番号はそれぞれ20200066とR2-01）。シミュレーションは中外テクノス株式会社によって行われた。サリンの物性は防衛省から提供された「POTENTIAL MILITARY CHEMICAL/BIOLOGICAL AGENTS AND COMPOUNDS FM3-11.9 (JANUARY 2005)」<sup>3)</sup>から引用した。即ち、サリンは分子量 $140.09\text{g}/\text{mol}$ 、無色透明の液体、沸点 $150^\circ\text{C}$ 、液密度 $1.0087\text{g}/\text{mL}$ （ $25^\circ\text{C}$ ）、蒸気粘性 $7.19 \times 10^{-3}\text{cp}$ （ $25^\circ\text{C}$ ）である。これらの値を解析に使用した。

## 2. 解析の方法

Nakajima ら (1999) <sup>2)</sup> の調査によると、松本サリン中毒事件の中毒者数は、図 1 に示すように、サリン放出直後の 23 時から 24 時かけて大きなピークを示し、また翌朝 8 時から 9 時にかけて小さなピークを示した。この研究では前者のピークのシミュレーションを「解析 1」、後者のシミュレーションを「解析 2」とした。

## 3. 解析 1 の境界条件

サリン蒸気の放出条件としてファンとヒーターを用いて、120 のサリンが 10 分間で放出されたことが報告されているが、詳細については不明であった。しかしシミュレーションでは上記の噴出を模擬するために放出面積、放出流速、温度等の境界条件が必要となる。

サリン蒸気はファンとヒーターを用いて放出されたことから、液体のサリンを加熱し気化したガスがファンを用いてダクトから放出されたと考えられる。ただし、ガス温度、吹出し流速を決める根拠は不明である。仮に、直径 500mm のダクトから放出されたと仮定し、ガス温度を 50°C、75°C、150°C の吹き出し状態を比較すると、放出条件は表 1 となる。ガス温度が異なると飽和濃度が変化し流速は異なる条件となる。吹き出し方向は上向きとする。

この 3 つの温度条件での吹き出し近傍における蒸気濃度分布を比較した。図 3 に示す。放出温度が低い条件では、ガス濃度が低いため流量が増加し放出流速が上昇した。この影響でガス温度が低い条件ほどガスは上方に拡散する傾向となった。30m 風下におけるガス濃度のピークの高さを比較すると、50°C は 7.3m、75°C は 4.0m、150°C は 1.5m となった。放出条件はガスの濃度分布に影響を及ぼすことが明確である。しかし事件発生当時の状況が不明であることから、結果に影響を及ぼす根拠のない条件を与えることは適切ではないと判断し、吹出条件は定義

せず、ガスの発生量だけを与えることでガス放出の境界条件とした。以上のごとく、サリンガスの放出条件について検討し以下の結果が得られた。

- ① ガス温度をパラメータとして放出部近傍のガス濃度分布を比較すると、高さ方向の拡散に相違が発生する。
- ② 温度に加えて噴出ダクトの寸法についても不明であり、その組み合わせは無限に存在する。噴出条件に仮定値を用いることでガス濃度分布に影響を及ぼすことが明確であった。
- ③ 解析条件として管径を仮定したダクトからの放出を検討したが、ガス温度、放出風速、方向による拡散への影響を考慮すると不確かな情報を入力条件として与えることは適切ではないと判断し、ガス温度、風速、方向は与えず放出位置の空間にガスの湧き出しを与えることでガス放出量を定義した。

## 4. 解析 1 の条件

### 4.1. 解析手法

流動解析に使用した解析手法を以下に示す。

解析コード: ANSYS FLUENT Ver19.2

乱流モデル: 標準  $k \cdot \epsilon$  モデル

空間離散化: 二次精度風上差分法

数値精度: 倍精度

ガスの拡散解析に使用する ANSYS FLUENT は世界的に認知された汎用性の高い流動解析コードである。空気の流れは大きく分けて層流と乱流に区別される。解析対象となる外気の流れは乱流となることから、乱流の複雑な性質を数値計算に導入するために開発された物理モデルである標準  $k \cdot \epsilon$  モデルを使用した。空間離散化は、流れに関する微分方程式を計算格子における代数方程式として表現するための手法である。一般的な流れの計算に使用される代表的な手法である二次精度風上差分法を使用した。

### 4.2. 解析対象地域

解析モデル

解析対象とする領域を図 4.1 に示す。ガスの放出位置から放出時の風向き、中毒症状の発生状況を考慮して直径約 1.1km の区域を解析対象の領域とした。解析対象となる地域には住宅、学校、工場等の建築物があり、その建屋を簡略化し形状を模擬した。対象地域は傾斜の少ない平坦地であることから、土地形状は平面としてモデル化した。解析モデルの形状を図 4.2 に示す。解析格子を図 4.3 に示す。解析格子は約 1485 万要素の六面体で構成されていた。格子サイズは放出位置の近傍 0.5m とし外周部は 1.5m となるように格子サイズを滑らかに変化させて作成した。

#### 4.3. 解析条件

1994 年 6 月 27 日 22 時 40 分から 22 時 50 分の 10 分間に、ヒーターとファンを使用してサリンが放出された。放出されたサリンの量は 12ℓとされている。ただし、放出に使用した機器の詳細は不明であり、具体的な放出方法の情報は入手不可能であった。解析条件として、管径を仮定したダクトからの放出を検討したが、ガス温度、放出風速、方向による拡散への影響を考慮すると不確かな情報を入力条件として与えることは適切ではないと判断し、放出位置に相当する空間にガスの湧き出しを与えることでガスの放出量を定義し、吹出風速、方向は定義しない条件として与えた。サリンガスの条件を表 3 に示す。サリンガスの物性値と放出量は、分子量 140.09 g/mole、粘性係数  $7.19 \times 10^{-3}$  cP、10 分間の放出量 12.0 L（液状態）である。事件に関する資料より、放出時の気象条件は南西の風、風速 0.6m/s～1.7m/s であった。風速については 0.6m/s～1.7m/s と幅があるため解析では平均値を仮定して 1.15m/s とした。対象となる地域に隣接する気象観測所である松本観測所の気象データの一覧を表 4 に示す。23 時以降の気象条件については、このデータを解析条件として使用した。

当時の気象データは 1 時間毎の観測データが保存されている。気象条件については、風向、風速は時々刻々と変化し、一定の条件が安定して継続するものではないが、シミュレーションでは気象観測所のデータを用いて風向、風速条件は安定して計測し 1 時間毎に変化すると仮定した。風速条件の変化を図 5 に示す。

#### C. 研究結果

##### 1. 解析 1 の解析結果

###### 1.1. サリンガス濃度

解析領域全体におけるガス濃度分布の時間変化を図 6.1～図 6.7 に示す。放出時の風向きが南西方向であることから放出されたガスは北東方向へと拡散していた。放出から 5 分後には放出位置から 500m 程度まで拡散し、放出が終了する 10 分後には解析領域の端部（800m）まで到達していた。その後、ガスの放出が停止することでガス濃度は低下しながら風下方向へと拡散する状況が確認できた。ガスの放出から 120 分後には  $1.0 \times 10^{-4}$  mg/m<sup>3</sup> 以上の濃度となる領域は消滅していた。放出位置周辺の拡大図を図 7.1～図 7.6 に示す。放出位置から風上方向へとガスが拡散している状況が確認できた。これは、住宅建屋が存在しているため建屋の後方に循環域が発生する等の複雑な流れが形成され拡散が促進されることで風上側へガスが拡散していると考えられた。

住所の番地で区切られた各地区の代表点におけるガス濃度の時間的変化を図 8.1～図 8.3 に示す。地図の黒く塗りつぶされた地区は住民の約 40%以上が中毒者であった地区である。放出位置に近い地区では 10 分程度で最高濃度（約 80mg/m<sup>3</sup>）に到達するが、500m 程度離れた地区（例えば地点 18）では 50 分程度を経過して最高濃度に到達していることが分かった。サリン放出場所から北東の地区（地点 7、9～12）は最高濃度 0.1～0.4mg/m<sup>3</sup> に達するのに 20 分前後かかっており、減衰はやや緩慢であった。地点 6

と8の濃度は30分ぐらいにピークを迎え、その後急激な減衰を示した。中毒者が多かった黒塗里以外の地点では風下の地点18と19の濃度が他の地点より遅れて高かったが、その他の地点では0.001mg/m<sup>3</sup>を下回る濃度であった。

1.2. ガス曝露量 (LCt50)、半数致死量  
ガスの放出から10分後、30分後、60分後、120分後における曝露量の分布を図9.1～図9.4に示す。時間の経過に伴って曝露量の分布が広がっていることが確認できるが、60分後以降は大きな変化はなかった。曝露量から人体への影響を評価した分布を図10.1～図10.4に示す。致死量に達する曝露量 (LCt50, mg・min/m<sup>3</sup>) の分布は放出点から風下側に約180m、重度の影響となる領域は風下側に約270mまで広がっていた。拡大図からも明らかのようにサリン中毒による死亡者は全員赤色の致死濃度の地点に居住していた。人体への影響が致死量、重度の影響、軽度の影響となる領域広さの一覧を表6に示す。

#### D. 考察

1994年6月27日、長野県松本市にて発生したサリン中毒事件を対象として流動解析を実施し以下の結果が得られた。

- ① 放出されたガスは南西からの風の影響を受けて北東方向へと拡散していた。
- ② ガスの放出から5分後には放出位置から500m程度風下まで拡散し、10分後には解析領域の端部まで到達していた。ガスの放出が停止するとガス濃度は低下しながら風下方向へと拡散し、120分後には1.0×10<sup>-4</sup>mg/m<sup>3</sup>以上の濃度となる領域は消滅していた。この結果は松本市広域消防局職員の活動記録の中毒者の状況と一致した。すなわち、早朝の1時20分以降に出動した職員28名の内、自覚症状を感じた者はたった1名であったが、23時16分から1時2分に出動した職員24名の内、自覚

症状を感じた者は17名いたことと一致する(表8)。サリン放出から2時間経過した時点ではサリンの濃度は中毒を発症するレベル以下に低下していたかもしれない。

③ ガス濃度の変化は、放出位置に近い地区では10分程度で最高濃度に到達し、500m程度離れた地区では50分を経過して最高濃度に到達していた。

④ 曝露量 (LCt50) の分布は時間の経過に伴って広がっているが、60分後以降に大きな変化はなかった。

⑤ 曝露量が致死量に達する地域は放出位置から風下側に約180m、重度の影響となる地域は風下側に約270mまで広がっていた。

このように、埋もれていたデータを使用して新たな知見を得られることが明らかとなったので、アーカイブ化により、さまざまな情報を保全し、新たな知見を掘り起こすことが可能であることが分かった。

#### E. 結論

1994年6月27日、松本市市街地で放出された12ℓのサリンは中毒者発生の地理的分布と一致し北東に向けて拡散していた。その濃度は致死濃度(60mg・10min/m<sup>3</sup>)から軽症濃度に達していたが、2時間後には中毒を発症しない程度(1.0×10<sup>-4</sup>mg/m<sup>3</sup>以下)まで低下していた。

#### F. 健康危険情報

該当なし

#### G. 研究発表

1. 論文発表

該当なし

2. 学会発表

該当なし

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし

<参考文献>

- 1) 松本市有毒ガス中毒調査報告書 平成7年3月20日 松本市地域包括医療協議会
- 2) Nakajima Tamie, Ohta S, Morita H, Midorikawa Y, Mimura S, Yanagisawa N. Epidemiological study of sarin poisoning in Matsumoto City, Japan. J Epidemiology 8: 33-41, 1998.
- 3) POTENTIAL MILITARY CHEMICAL/BIOLOGICAL AGENTS AND COMPOUNDS FM3-11.9 (J ANUARY 2005)

<図表>

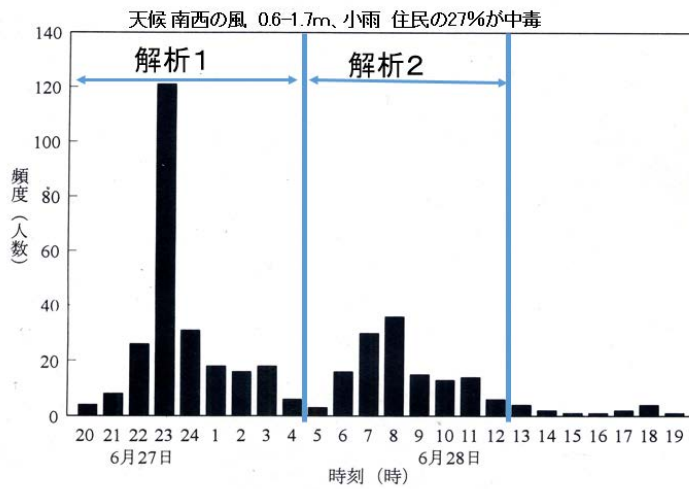


図1 最初に自覚症状を感じた時刻 (1994年)

表1 ガスの放出条件

項目	単位	放出温度 [°C]		
		50	75	150
飽和蒸気圧	Torr	11.5	40.0	760.0
ガス飽和濃度	kg/m <sup>3</sup>	0.0799	0.2581	4.0346
放出量 (液体)	L	12	12	12
放出量 (ガス)	m <sup>3</sup>	163.4	50.62	3.238
放出流速	m/s	1.387	0.430	0.027

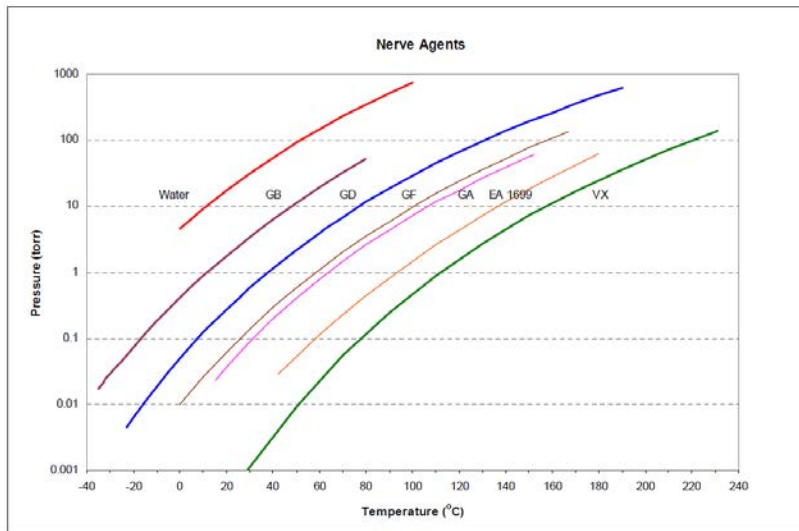


図 2 神経剤の温度と飽和蒸気圧の関係

表 2.1 サリン物性値

Alternate Designations: EA 1208; T-144 (German); Trilon 144 (German); Trilon 46 (German); T 46 German; TL-1618 (UCTL); T-2106 (British); MFI; IMPF; Sarin II	
Chemical Name: Isopropyl methylphosphonofluoridate	
Synonyms: Fluoroisopropoxymethylphosphine oxide; Isopropyl methylfluorophosphate; Isopropyl methanefluorophosphonate; Isopropoxymethylphosphoryl fluoride; Propoxyl- <sup>2</sup> -methylphosphoryl fluoride; Phosphonofluoric acid, methyl-, isopropyl ester; Isopropylester kyseliny methylfluorofosfonove (Czech); O-Isopropyl methylphosphonofluoridate; Isopropyl-methylphosphoryl fluoride; Methylphosphonofluoric acid isopropyl ester; Methylphosphonofluoric acid 1-methylethyl ester; Phosphine oxide, fluoroisopropoxymethyl-; Phosphoric acid, methylfluoro-, isopropyl ester; Methylfluorophosphorsaeureisopropylester (German)	
CAS Registry Number: 107-44-8	
RTECS Number: TA8400000	
<b>Physical and Chemical Properties</b>	
Structural Formula:	
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{P}-\text{O}-\text{CH} \\ \mid \qquad \qquad \qquad \mid \\ \text{F} \qquad \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array}$	
Molecular Formula: C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> FO <sub>2</sub> P	
Molecular Weight: 140.09	
Physical State	Colorless liquid <sup>1</sup>
Odor	None when pure <sup>2</sup>
Boiling Point	150°C (extrapolated) <sup>3</sup>
FP/MP	-56°C (FP) <sup>2,5</sup>
Liquid Density (g/mL)	Pure: 1.0887 @ 25°C; 1.1182 @ 0°C (extrapolated) <sup>6</sup> Munitions grade: 1.0964 @ 25°C; 1.1255 @ 0°C (extrapolated) <sup>6</sup>
Vapor Density (relative to air)	4.8 (calculated)
Vapor Pressure (torr)	2.48 x 10 <sup>2</sup> @ 25°C; 4.10 x 10 <sup>-1</sup> @ 0°C <sup>3</sup>
Volatility (mg/m <sup>3</sup> )	1.87 x 10 <sup>4</sup> @ 25°C; 3.37 x 10 <sup>3</sup> @ 0°C (calculated from vapor pressure) <sup>3</sup>
Latent Heat of Vaporization (kcal/mol)	11.6 @ 25°C; 11.7 @ 0°C (calculated from vapor pressure) <sup>3</sup>
Viscosity (cP)	1.397 @ 25.0°C; 2.583 @ 0°C (extrapolated) <sup>7</sup>
Viscosity of Vapor (cP)	7.19 x 10 <sup>-3</sup> @ 25.0°C; 5.51 x 10 <sup>-3</sup> @ 0°C <sup>7</sup>
Surface Tension (dynes/cm)	25.9 @ 25.0°C; 28.8 @ 0°C (extrapolated) <sup>7</sup>
Flash Point	Nonflammable <sup>8</sup>
Decomposition Temperature	Complete decomposition occurs within 2 1/2 hr @ 150°C <sup>9</sup>
Solubility	Completely miscible with water and common organic solvents <sup>1,2</sup>
Rate of Hydrolysis	Varies with pH and temperature: at 20°C. t <sub>1/2</sub> = 27 min. @ pH 1: t <sub>1/2</sub> = 3 1/2 hr @ pH

表 2.2 サリン物性値の抜粋一覧

項目	単位	値
分子量	g/mol	140.09
液密度	g/mL	1.0087
ガス粘性	cP	7.19 × 10 <sup>-3</sup>
沸点	°C	150

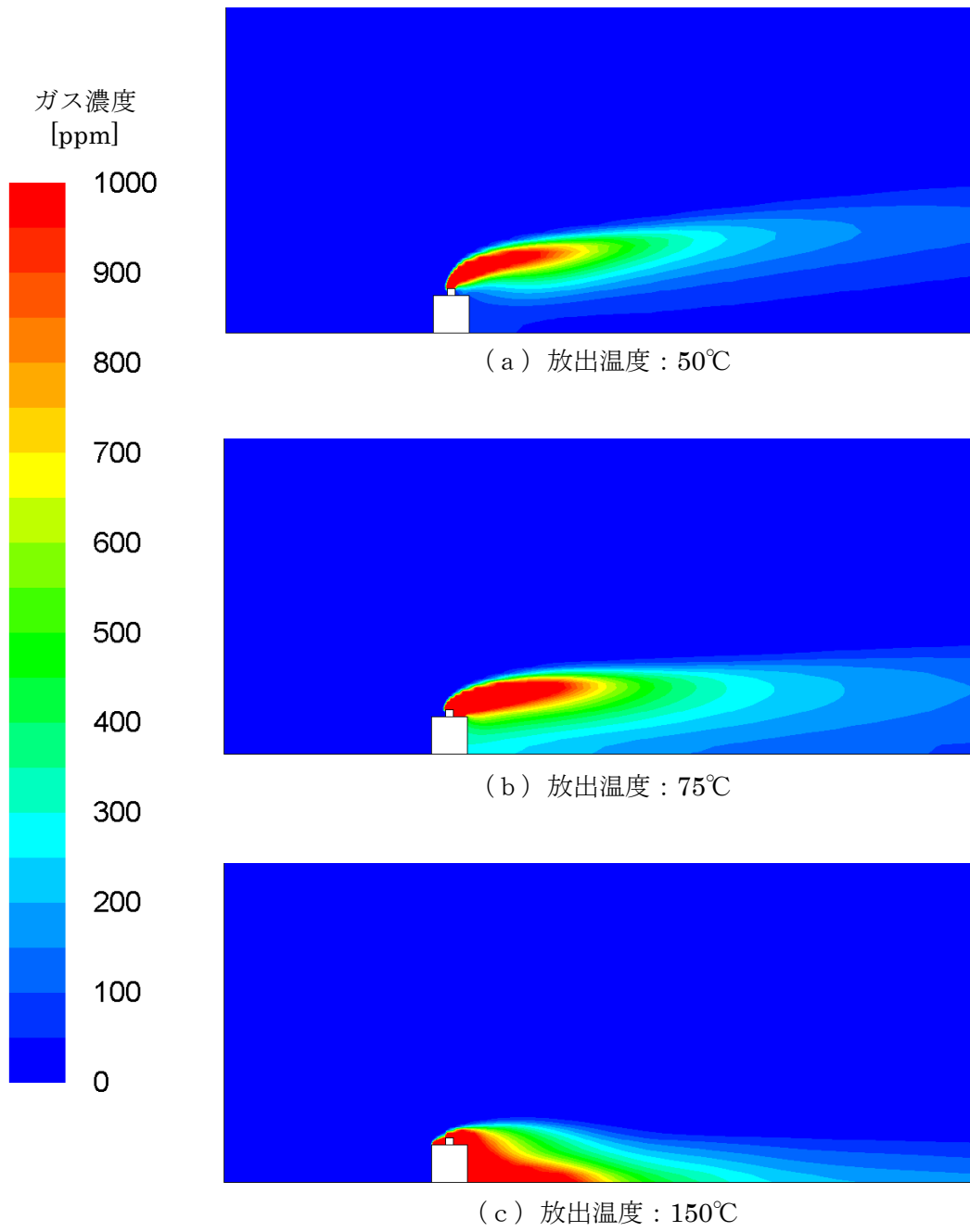
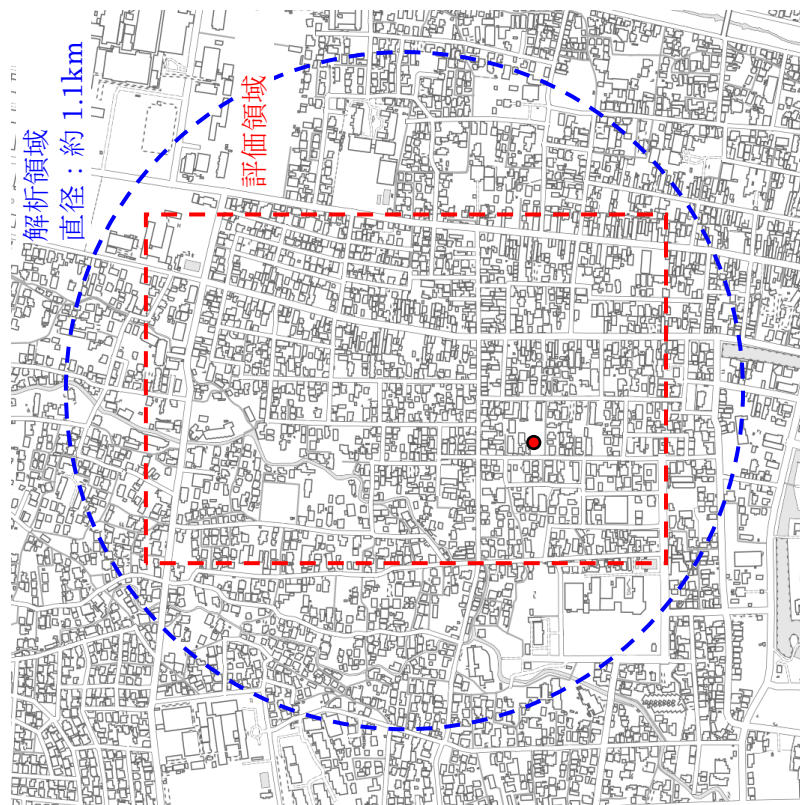
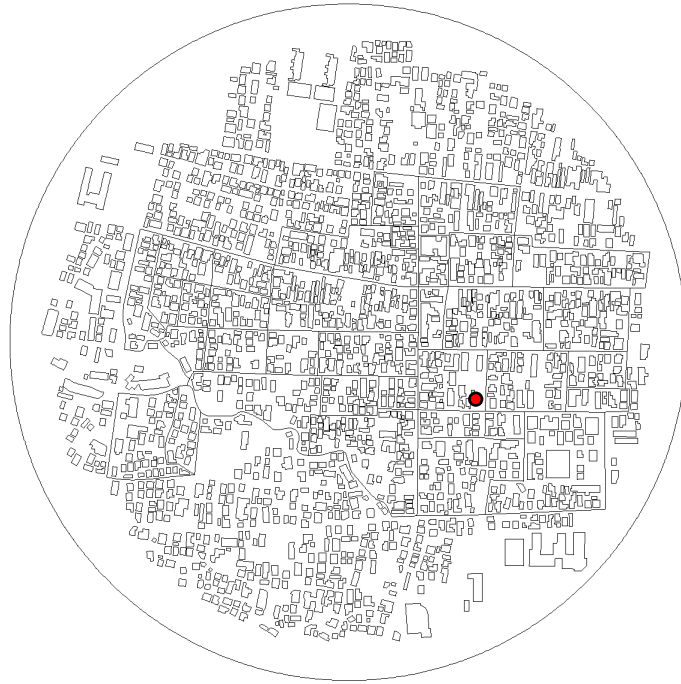


図3 吹出近傍におけるガス濃度分布の比較



国土地理院 Vector 地図を引用

(a) 解析対象領域

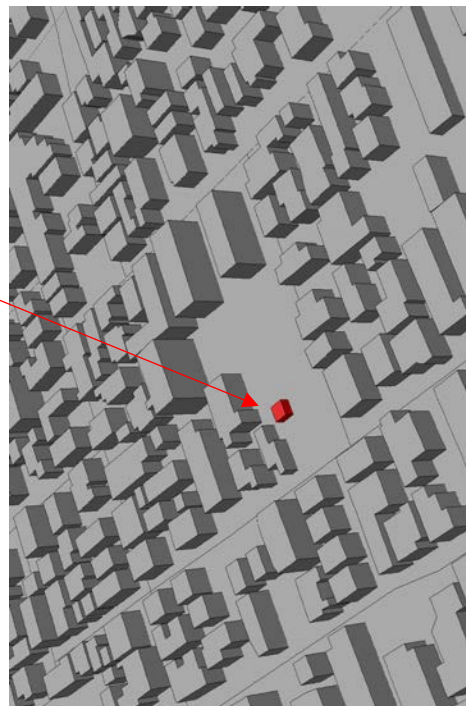


(b) 解析モデル

図 4.1 計算領域



ガス放出を仮定する空間 (5m×5m×3m)

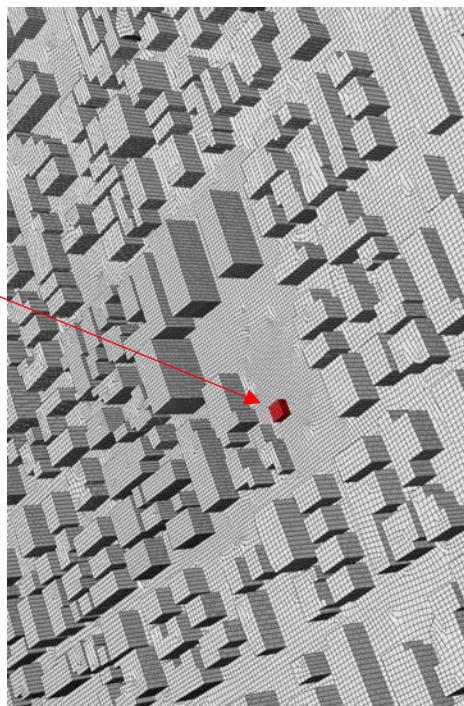


(a) 解析領域全体の建屋モデル形状

(b) ガス発生地点の拡大図

図 4.2 計算モデル形状

ガス放出を仮定する空間 (5m×5m×3m)



格子数 : 1485 万要素

(a) 解析領域全体の建屋モデル格子

(b) ガス発生地点の拡大図

図 4.3 計算格子形状

表 3 サリンガスの物性値と放出量

項目	単位	設定値
分子量	g/mole	140.09
粘性係数	cP	$7.19 \times 10^{-3}$
10 分間の放出量	L	12.0 (液状態)

表 4 松本観測所の気象データ

年月日時	気温 [°C]	風速 [m/s]	風向
1994/6/27 20:00	23.3	0.9	北西
1994/6/27 21:00	23.0	0.4	西
1994/6/27 22:00	20.9	3.2	北西
1994/6/27 23:00	20.4	0.5	南西
1994/6/28 0:00	20.4	0.9	南
1994/6/28 1:00	20.6	0.0	静穏
1994/6/28 2:00	20.7	1.3	北北西
1994/6/28 3:00	19.7	2.7	北西
1994/6/28 4:00	19.8	1.8	北北西
1994/6/28 5:00	19.6	1.2	北
1994/6/28 6:00	19.5	2.3	北北西

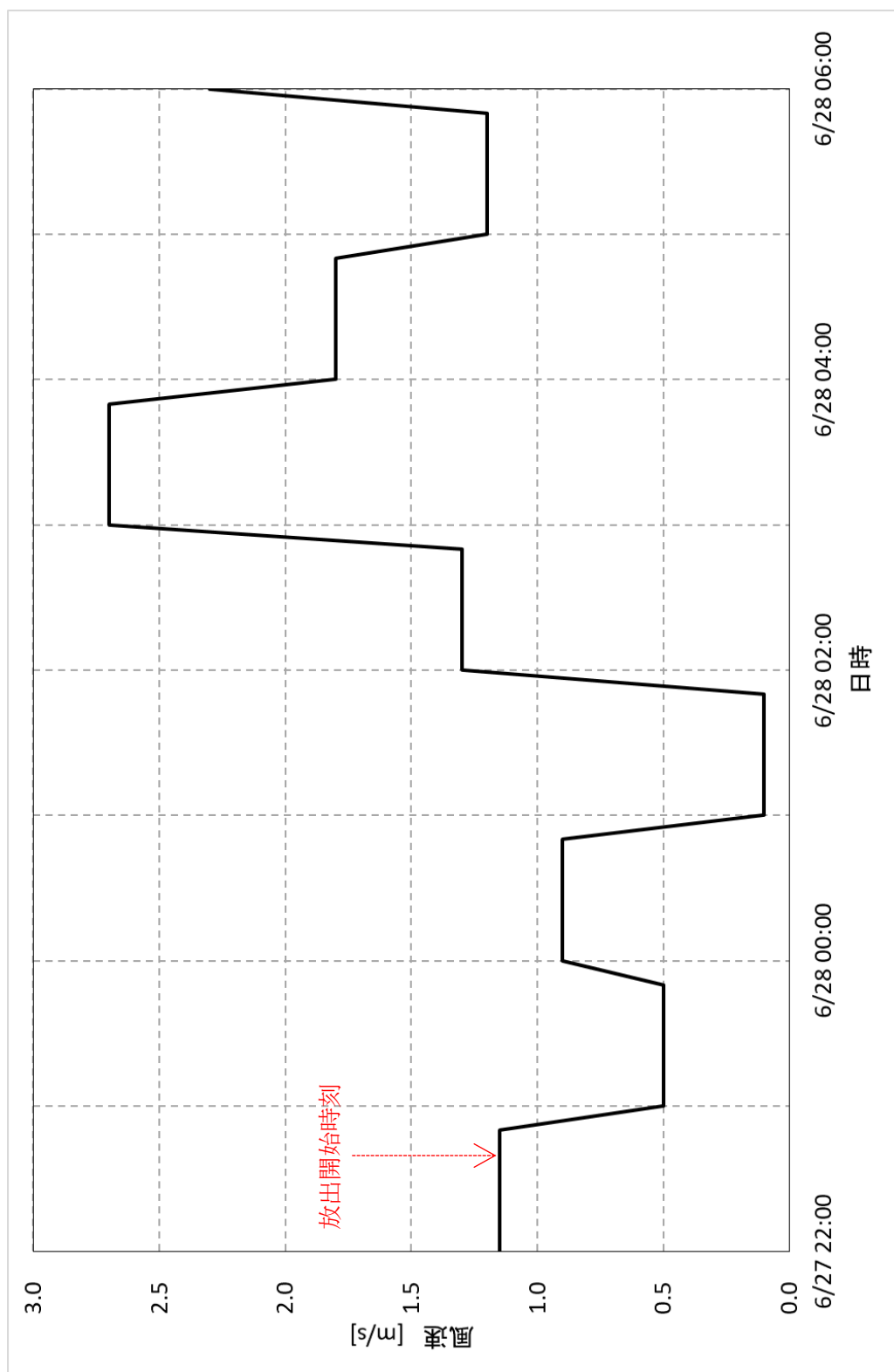


図5 風速条件の変化

表 5 各地区の最高濃度と到達時間

地区	最高濃度 [mg/m <sup>3</sup> ]	到達時間 [分]	地区	最高濃度 [mg/m <sup>3</sup> ]	到達時間 [分]
1	56.3	9.6	11	0.488	14.6
2	1.17	17.3	12	0.0255	17.1
3	13.1	11.4	13	0.00152	30.4
4	5.50	12.3	14	0.00128	33.2
5	0.475	15.7	15	0.00198	19.8
6	0.00137	26.9	16	0.000349	50.3
7	0.0922	20.2	17	0.000485	37.0
8	0.000181	28.1	18	0.0155	44.4
9	0.358	22.7	19	0.00156	46.8
10	3.89	14.7			

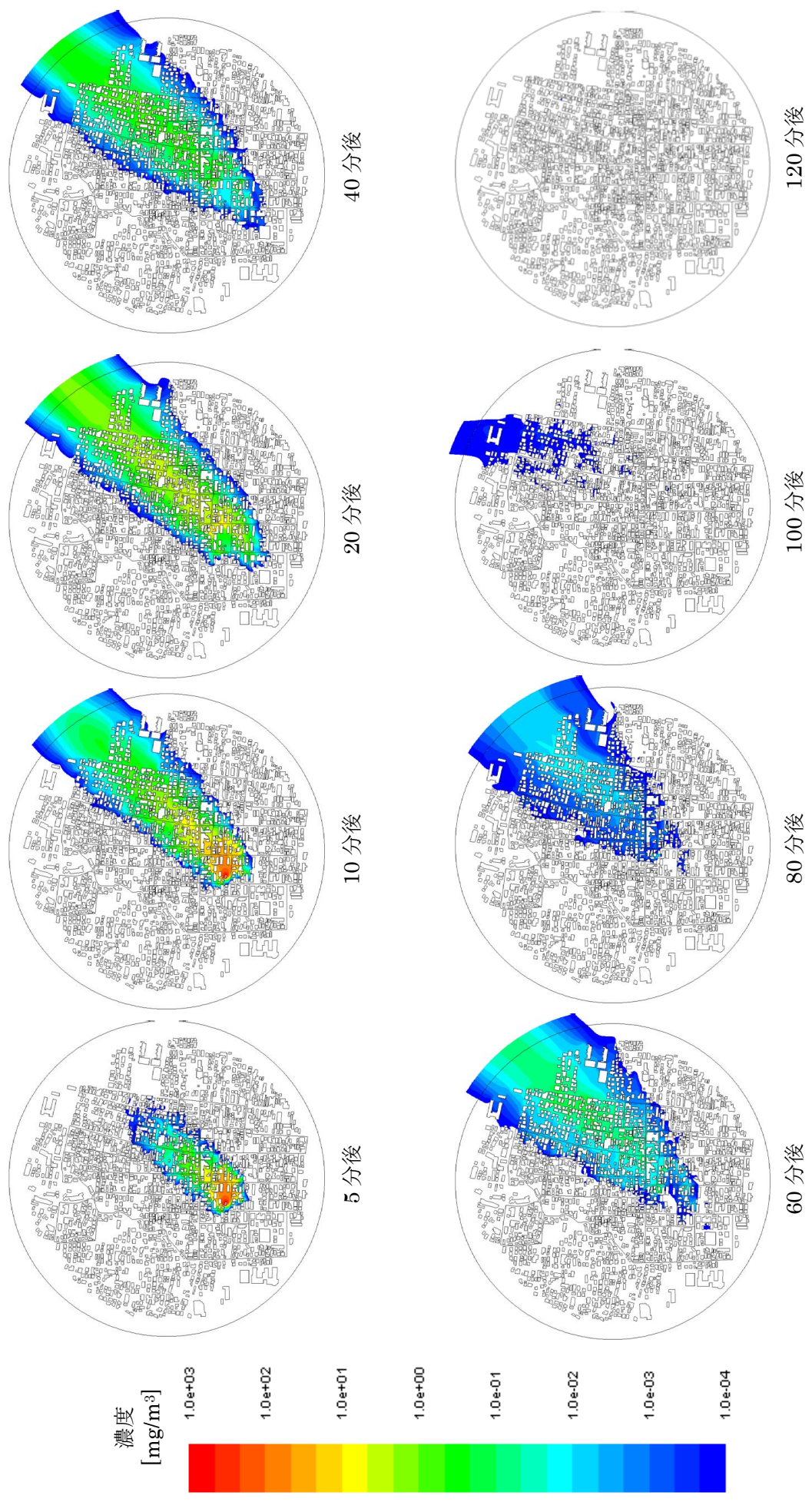
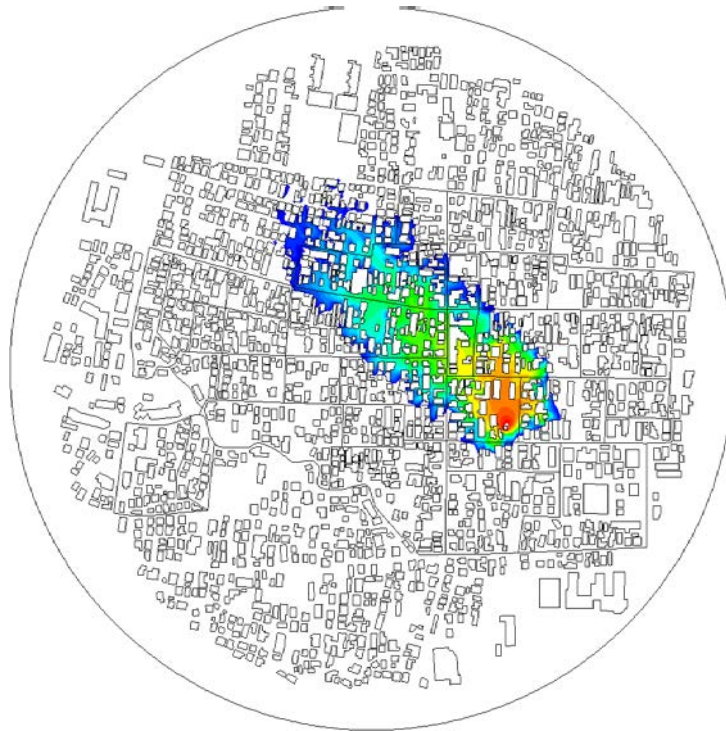
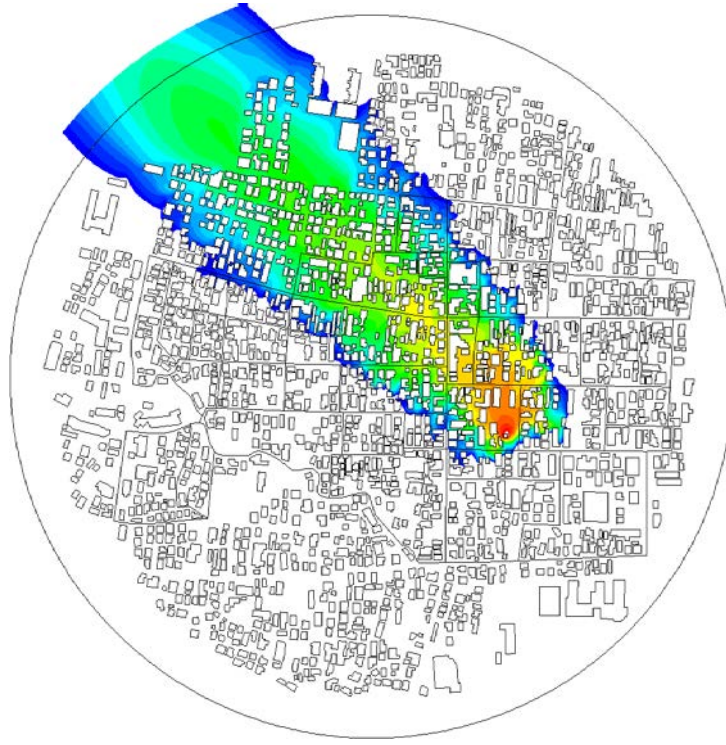


図 6.1 ガス濃度分布の時刻歴変化

濃度  
[mg/m<sup>3</sup>] [ppm]

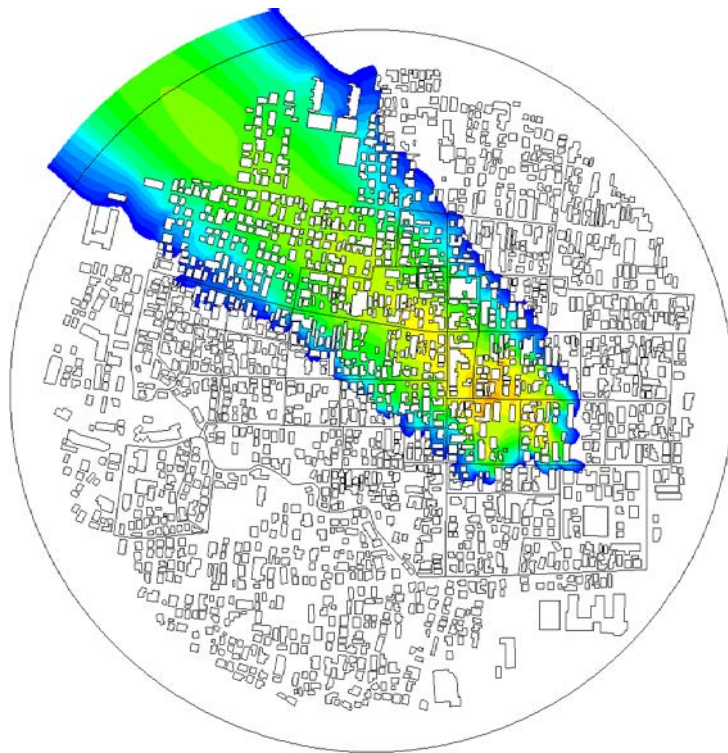


5 分後 (22 時 45 分)

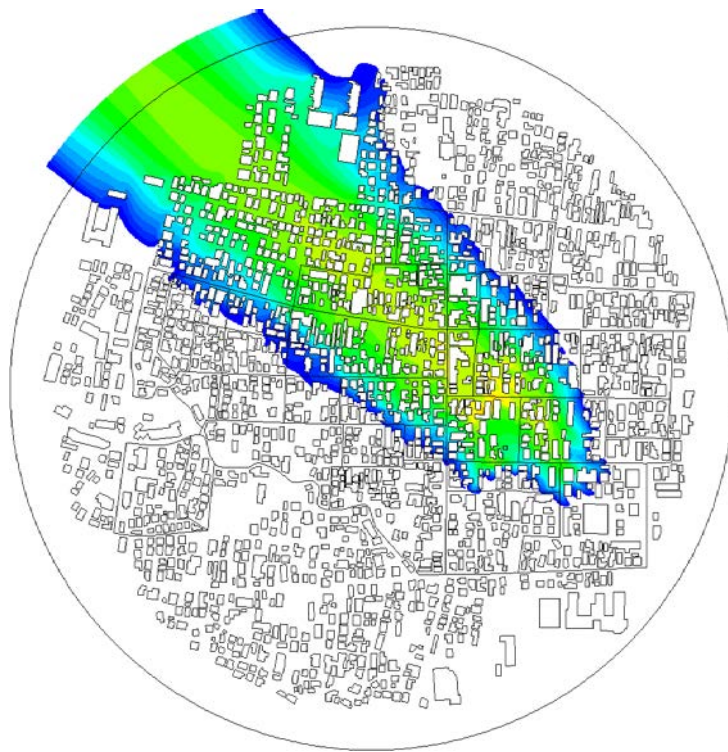


10 分後 (22 時 50 分)

図 6.2 ガス濃度分布の時刻歴変化 解析領域全体図 1/6



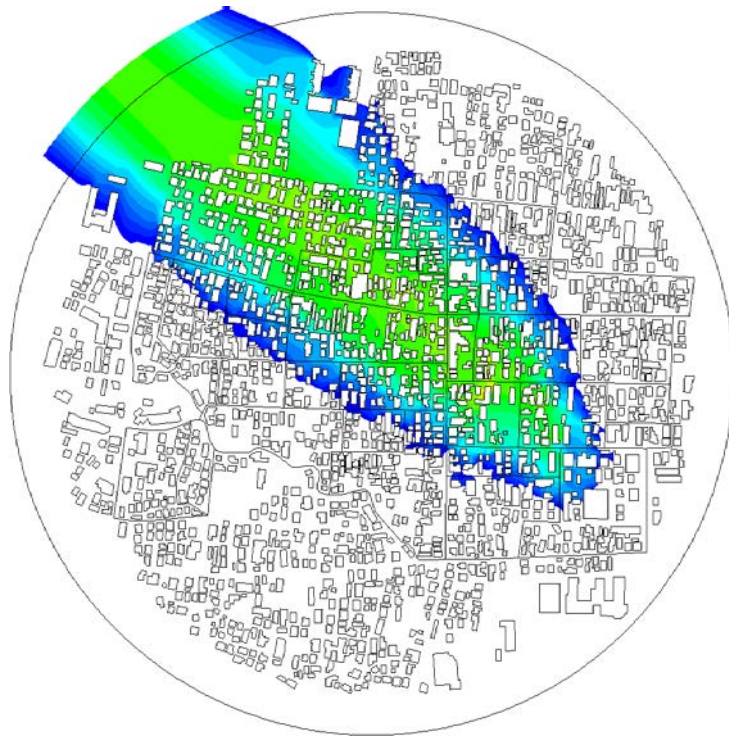
15 分後 (22 時 55 分)



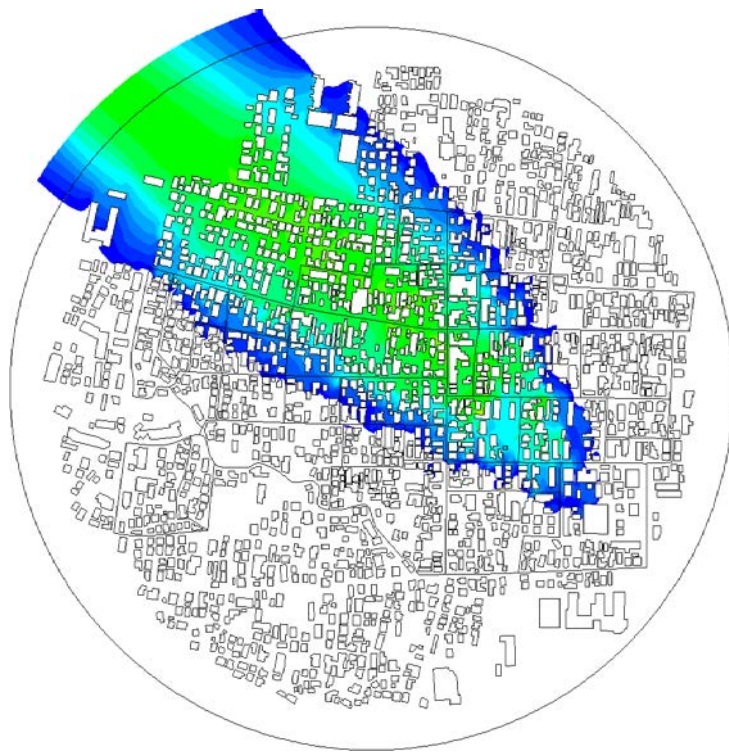
20 分後 (23 時 00 分)

図 6.3 ガス濃度分布の時刻歴変化 解析領域全体図 2/6





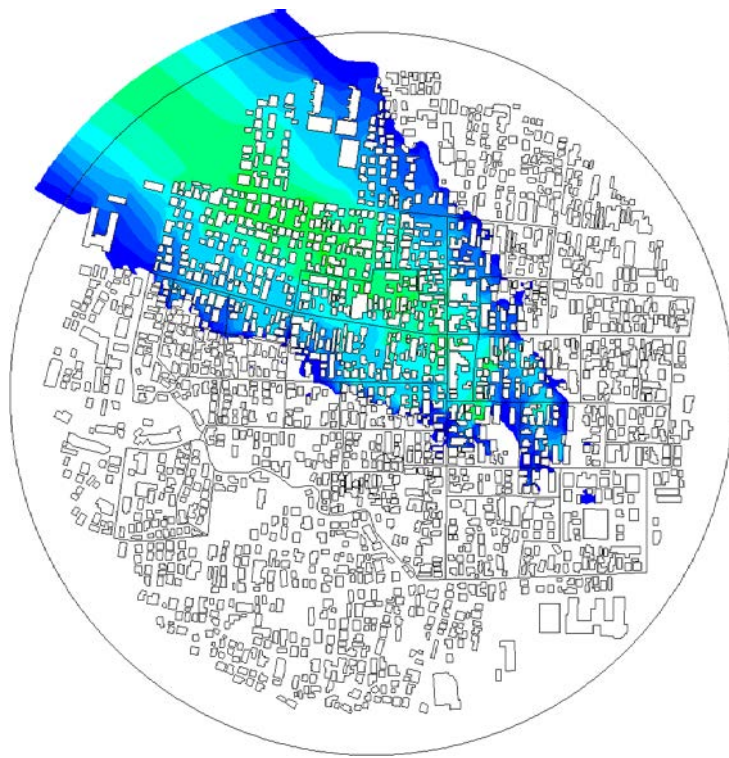
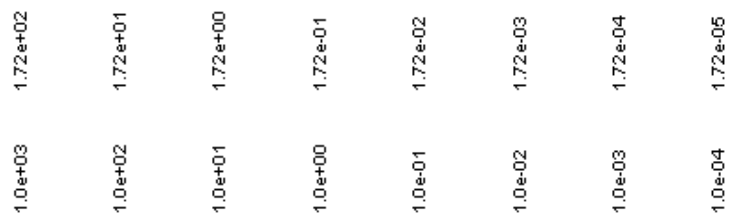
30 分後 (23 時 10 分)



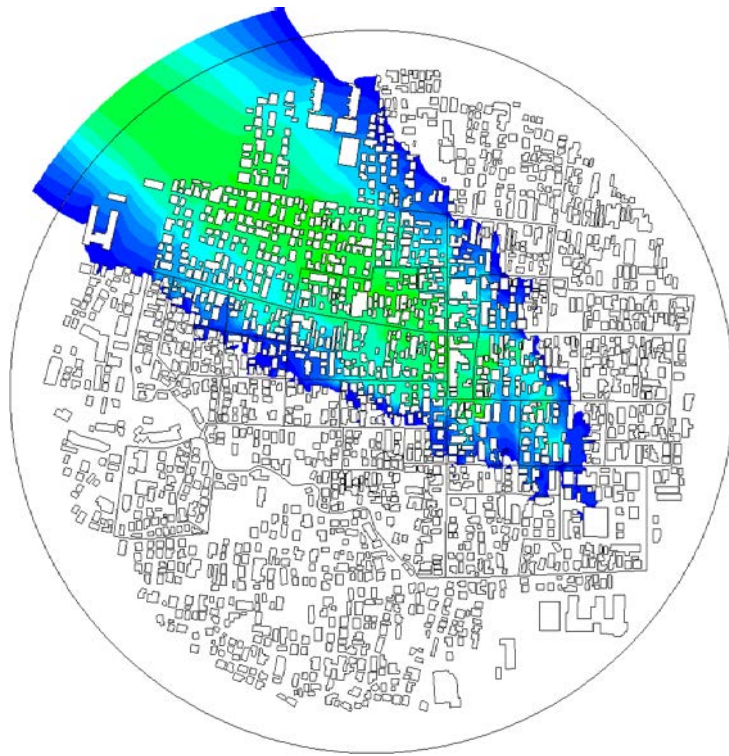
40 分後 (23 時 20 分)

図 6.4 ガス濃度分布の時刻歴変化 解析領域全体図 3/6

濃度  
[mg/m<sup>3</sup>] [ppm]

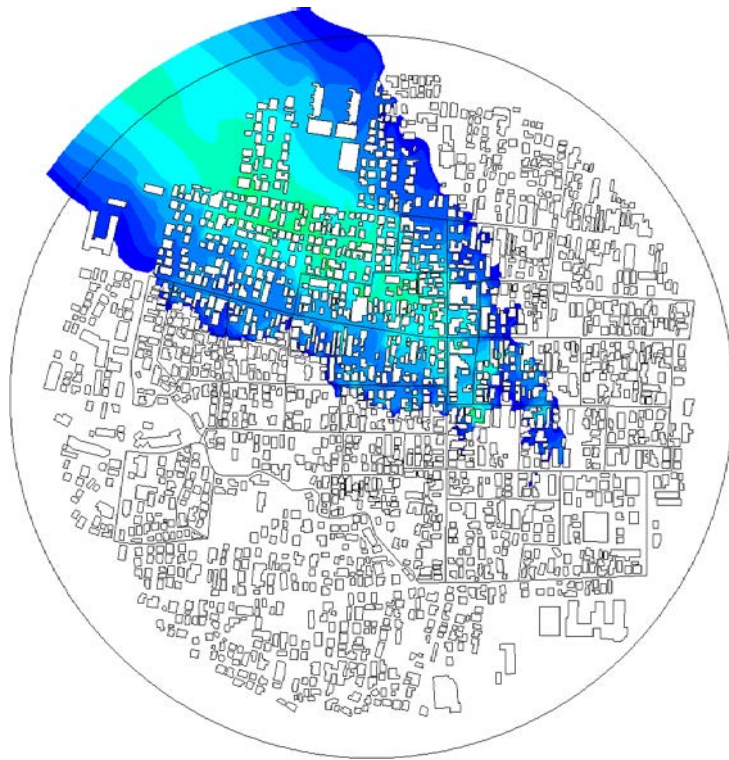
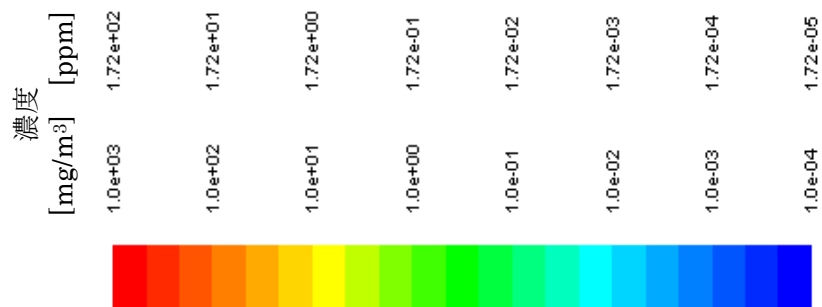


50 分後 (23 時 30 分)

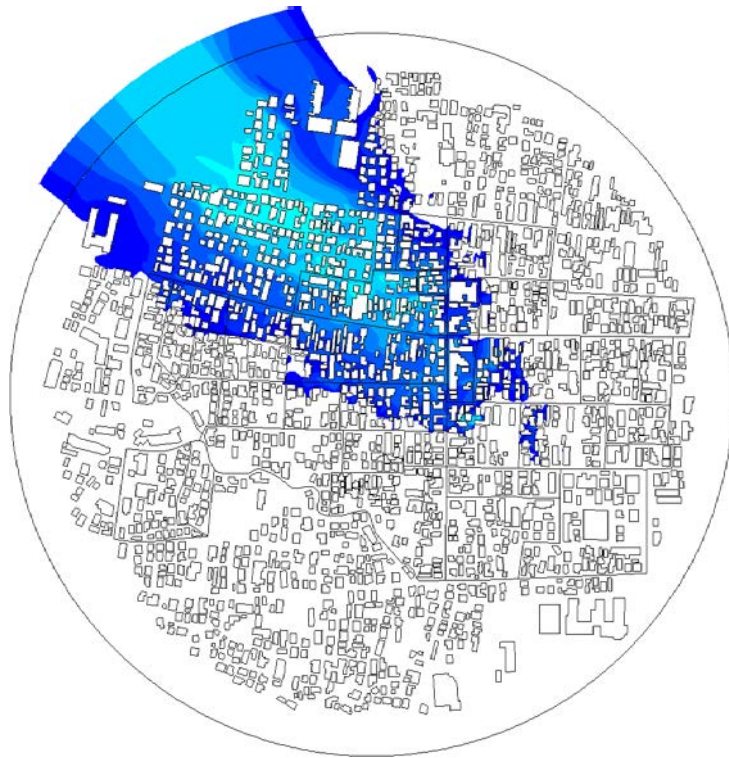


60 分後 (23 時 40 分)

図 6.5 ガス濃度分布の時刻歴変化 解析領域全体図 4/6



70 分後 (23 時 50 分)

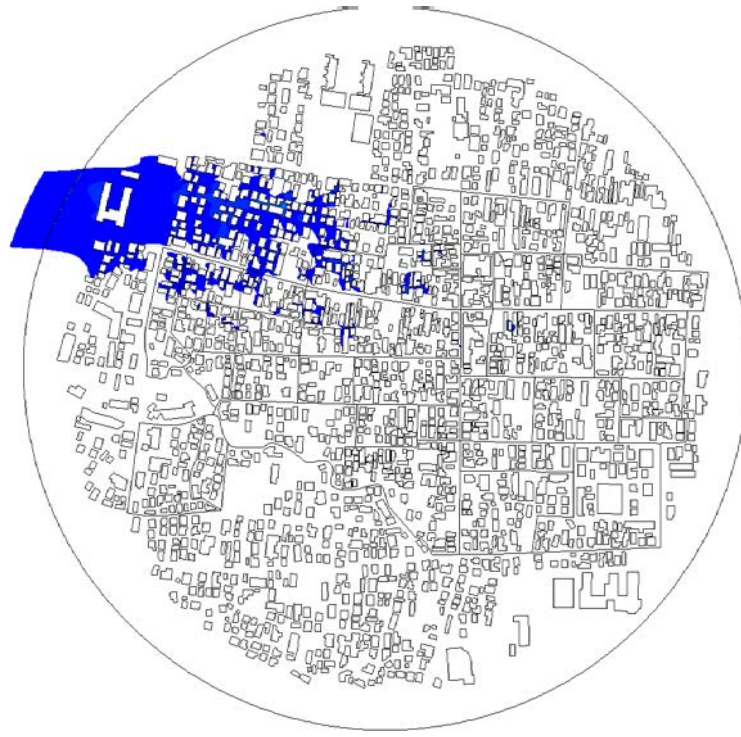


80 分後 (24 時 00 分)

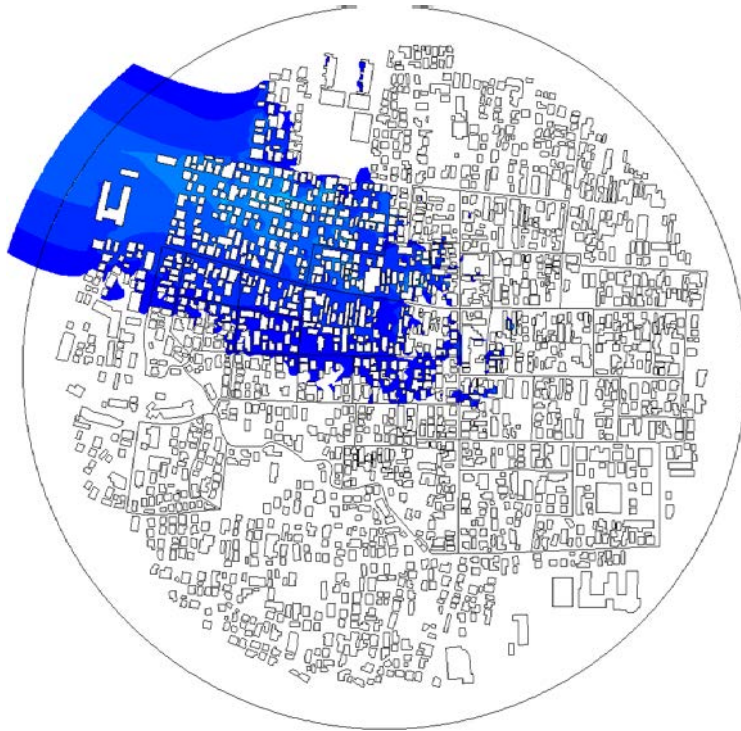
図 6.6 ガス濃度分布の時刻歴変化 解析領域全体図 5/6

濃度  
[mg/m<sup>3</sup>] [ppm]

1.0e+03 1.72e+02  
1.0e+02 1.72e+01  
1.0e+01 1.72e+00  
1.0e+00 1.72e-01  
1.0e-01 1.72e-02  
1.0e-02 1.72e-03  
1.0e-03 1.72e-04  
1.0e-04 1.72e-05

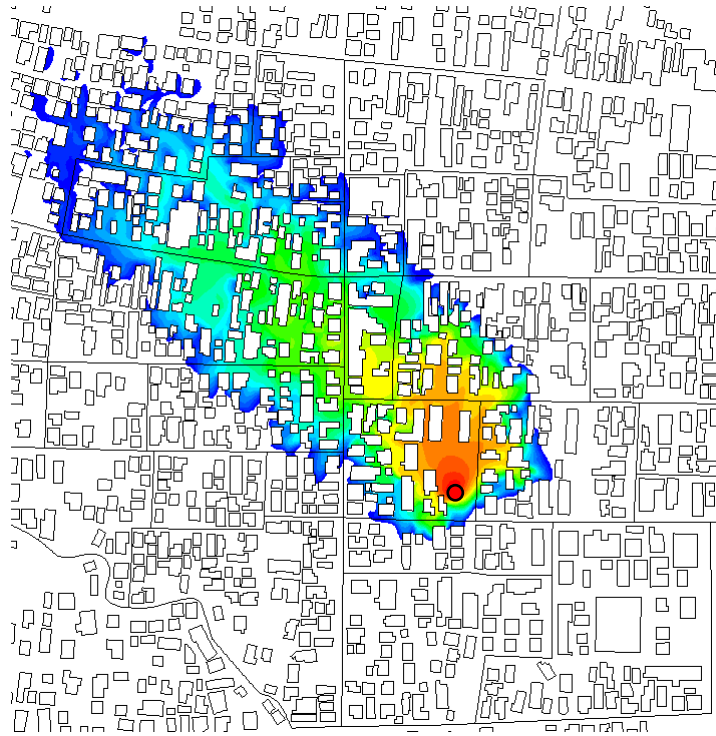


100 分後 (0 時 20 分)

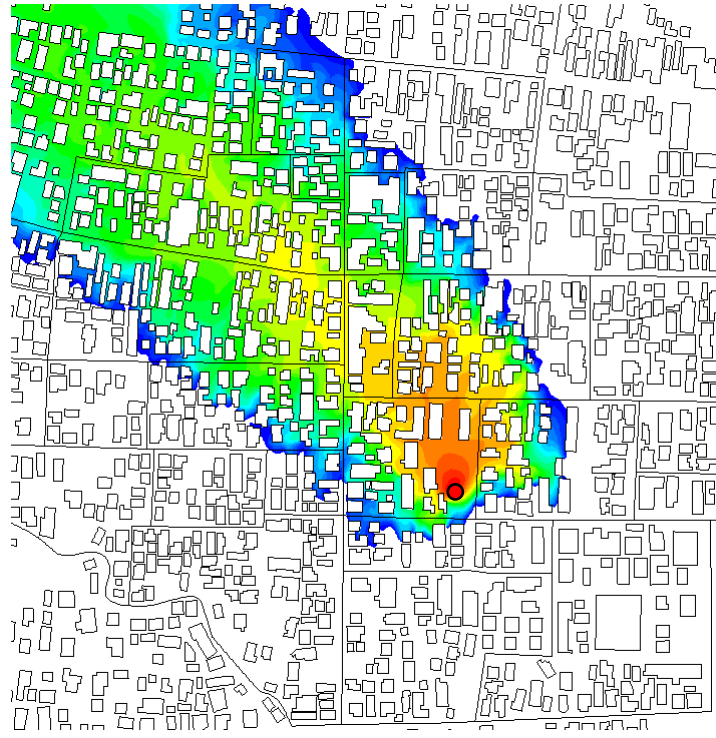


90 分後 (0 時 10 分)

図 6.7 ガス濃度分布の時刻歴変化 解析領域全体図 6/6

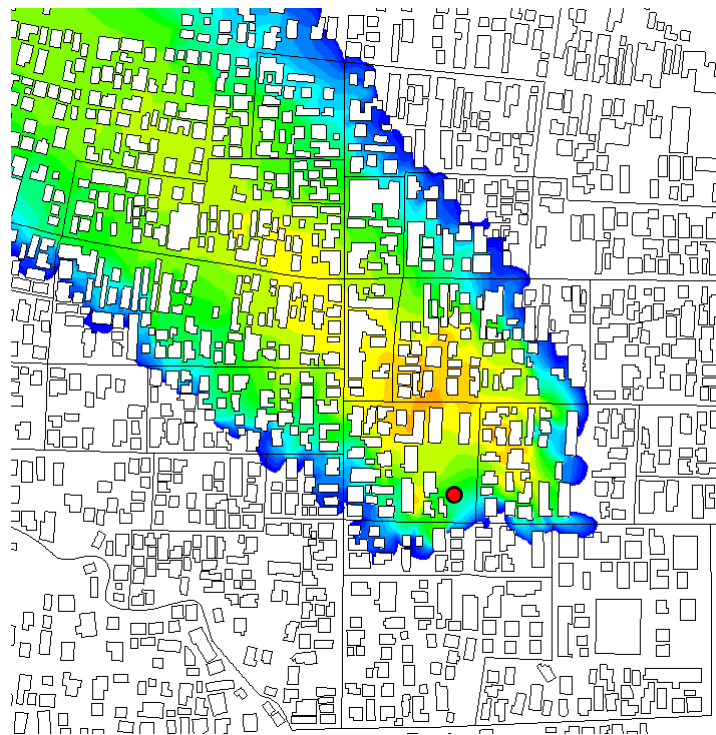


5 分後 (22 時 45 分)

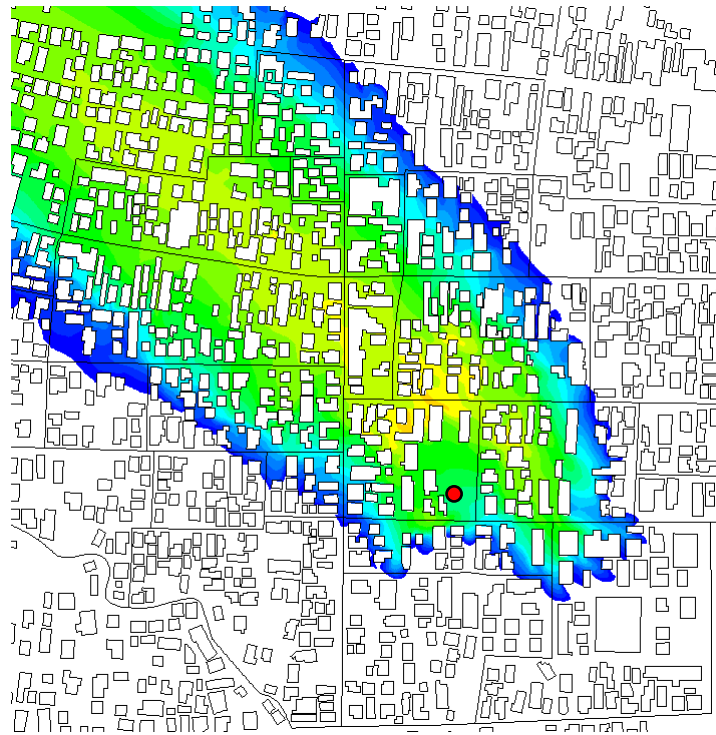


10 分後 (22 時 50 分)

図 7.1 ガス濃度分布の時刻歴変化 拡大図 1/6

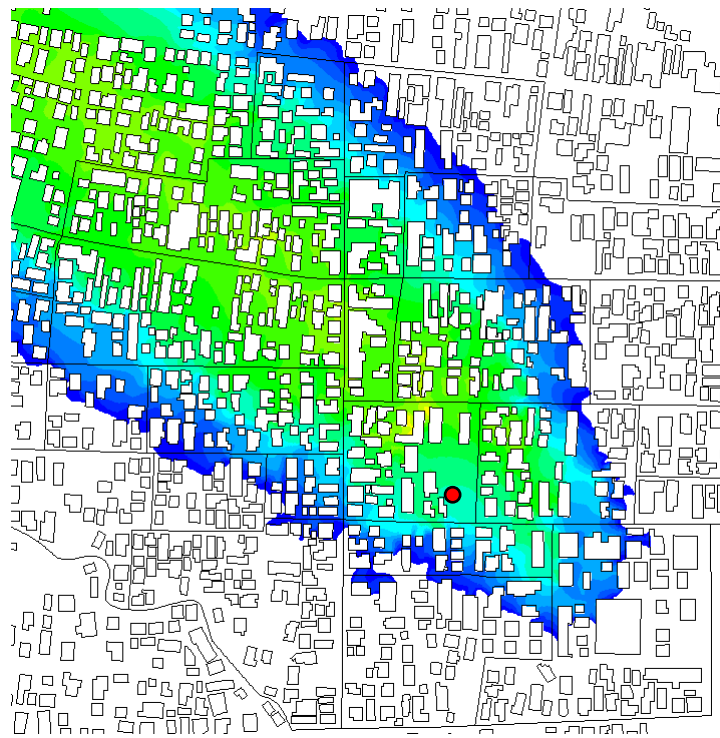


15 分後 (22 時 55 分)

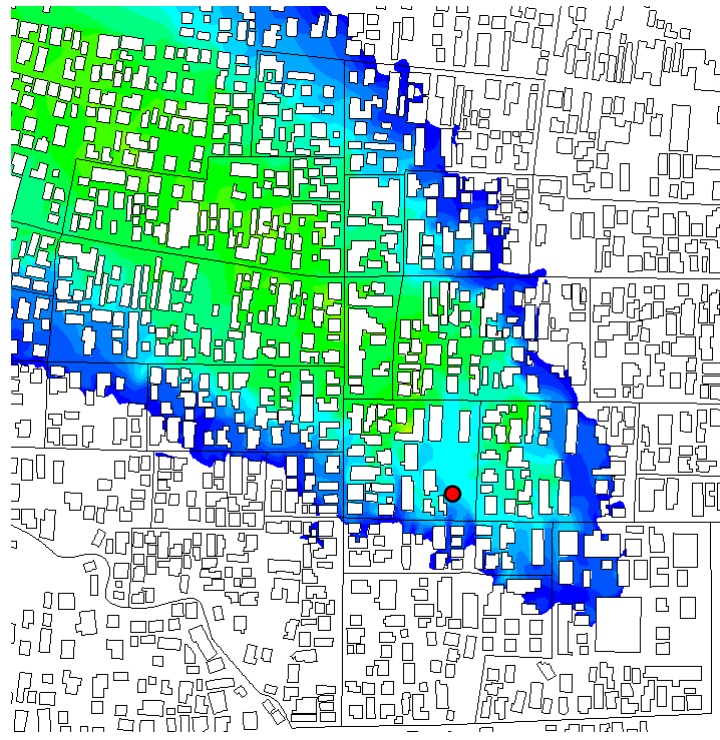


20 分後 (23 時 00 分)

図 7.2 ガス濃度分布の時刻歴変化 拡大図 2/6

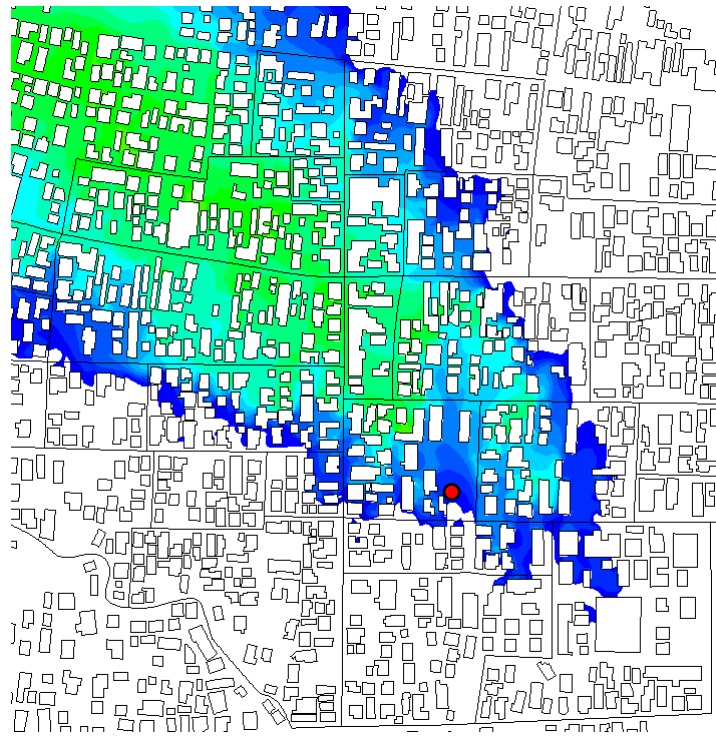


30 分後 (23 時 10 分)

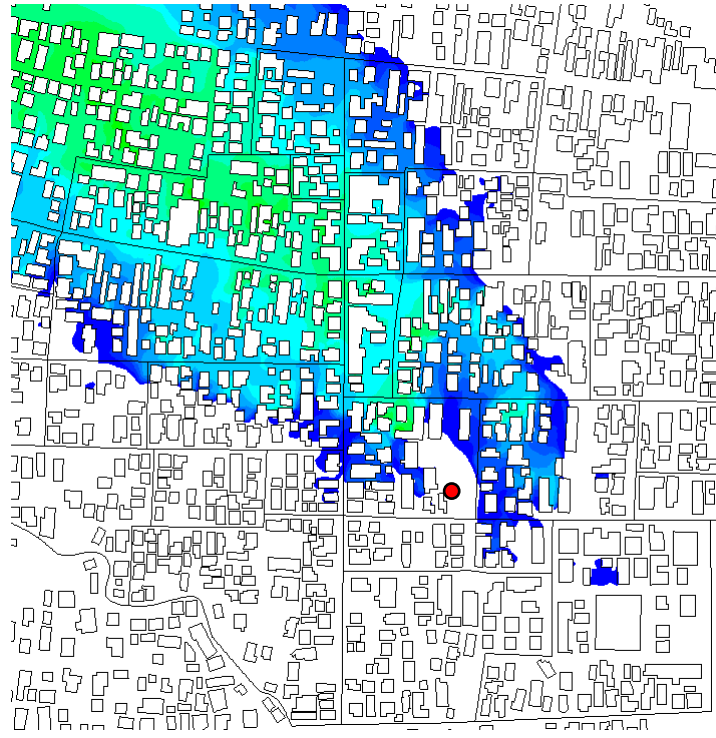


40 分後 (23 時 20 分)

図 7.3 ガス濃度分布の時刻歴変化 拡大図 3/6



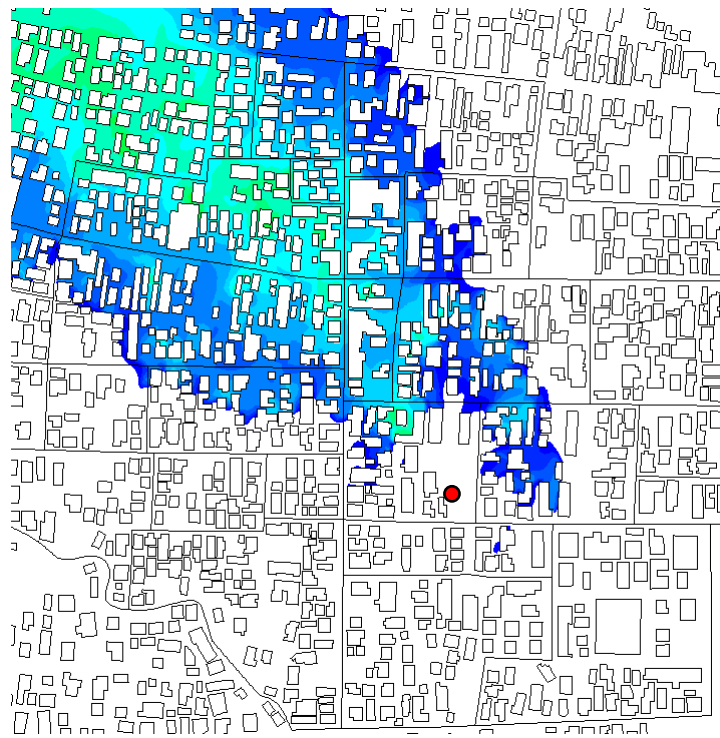
50 分後 (23 時 30 分)



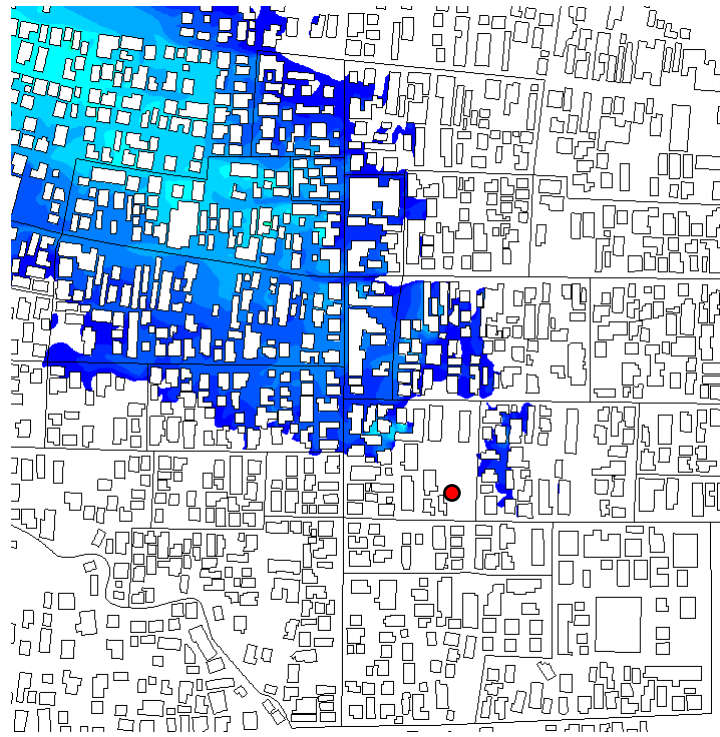
60 分後 (23 時 40 分)

図 7.4 ガス濃度分布の時刻歴変化 拡大図 4/6



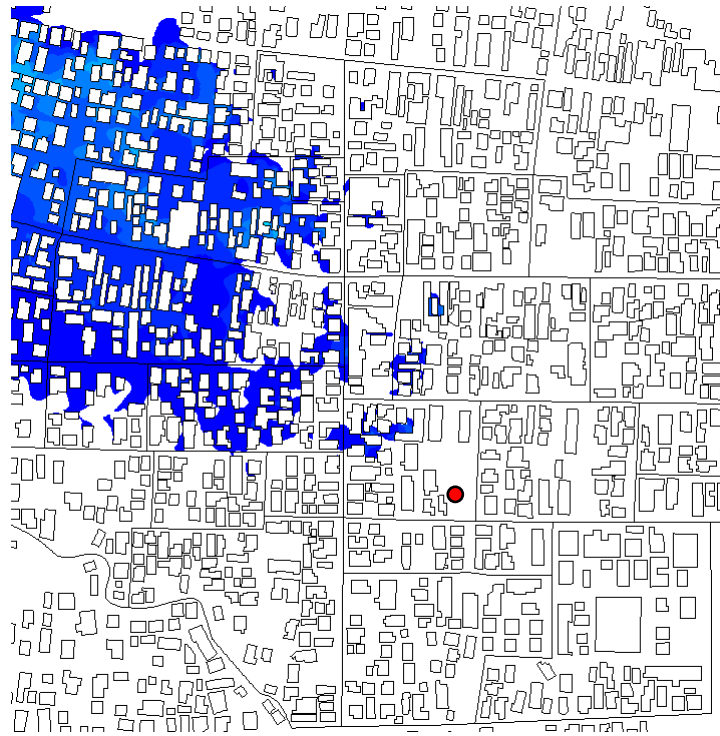


70 分後 (23 時 50 分)

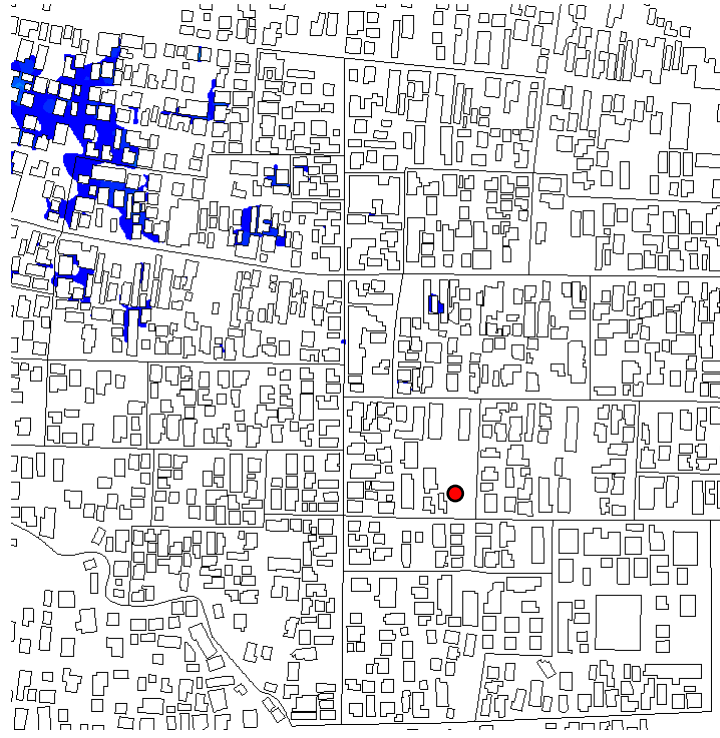


80 分後 (24 時 00 分)

図 7.5 ガス濃度分布の時刻歴変化 拡大図 5/6



90 分後 (0 時 10 分)



100 分後 (0 時 20 分)

図 7.6 ガス濃度分布の時刻歴変化 拡大図 6/6

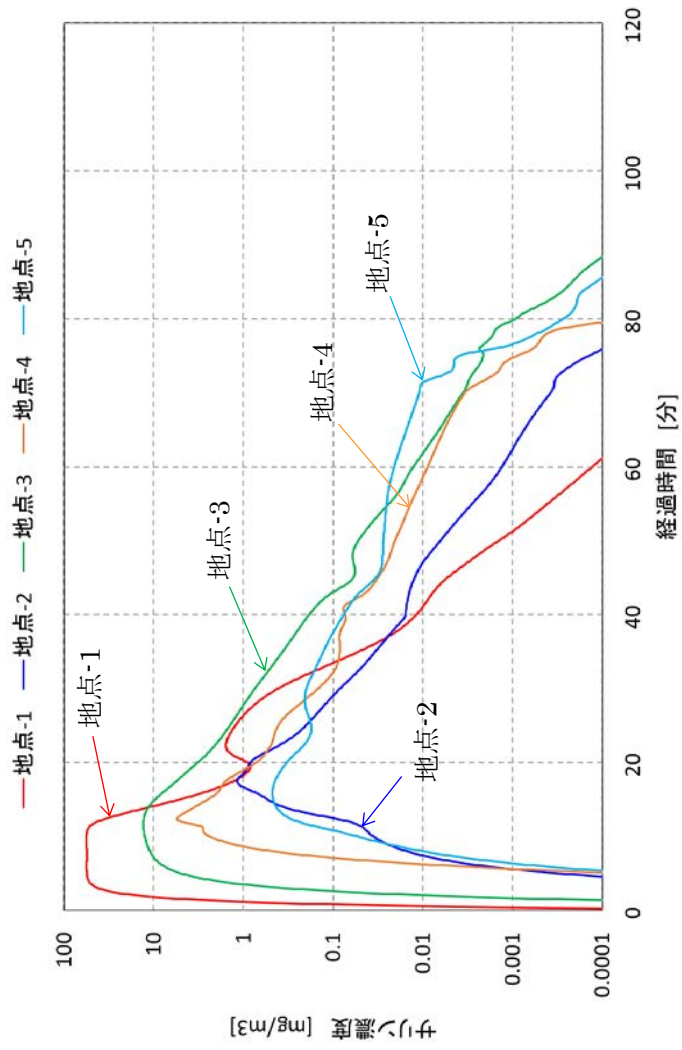
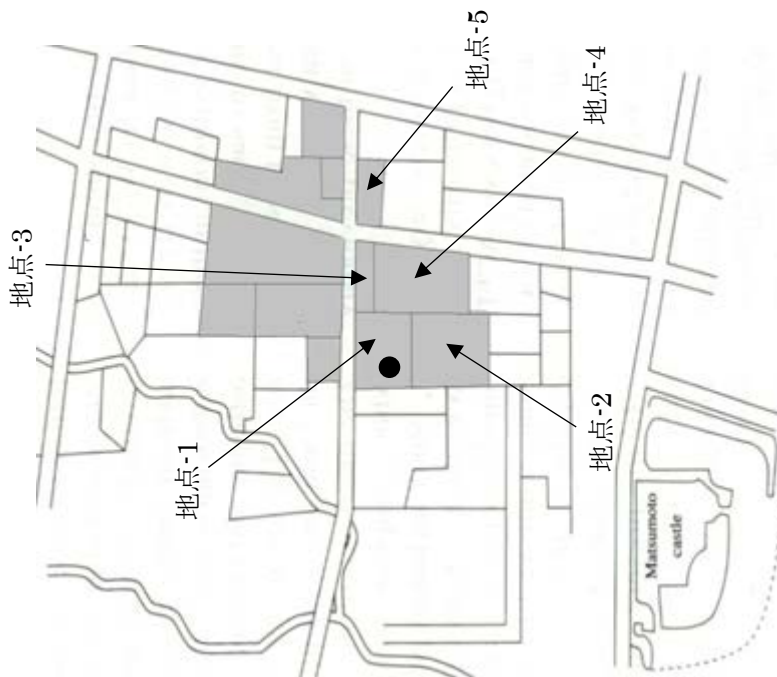


図 8.1 ガス濃度の時刻歴変化 1/3

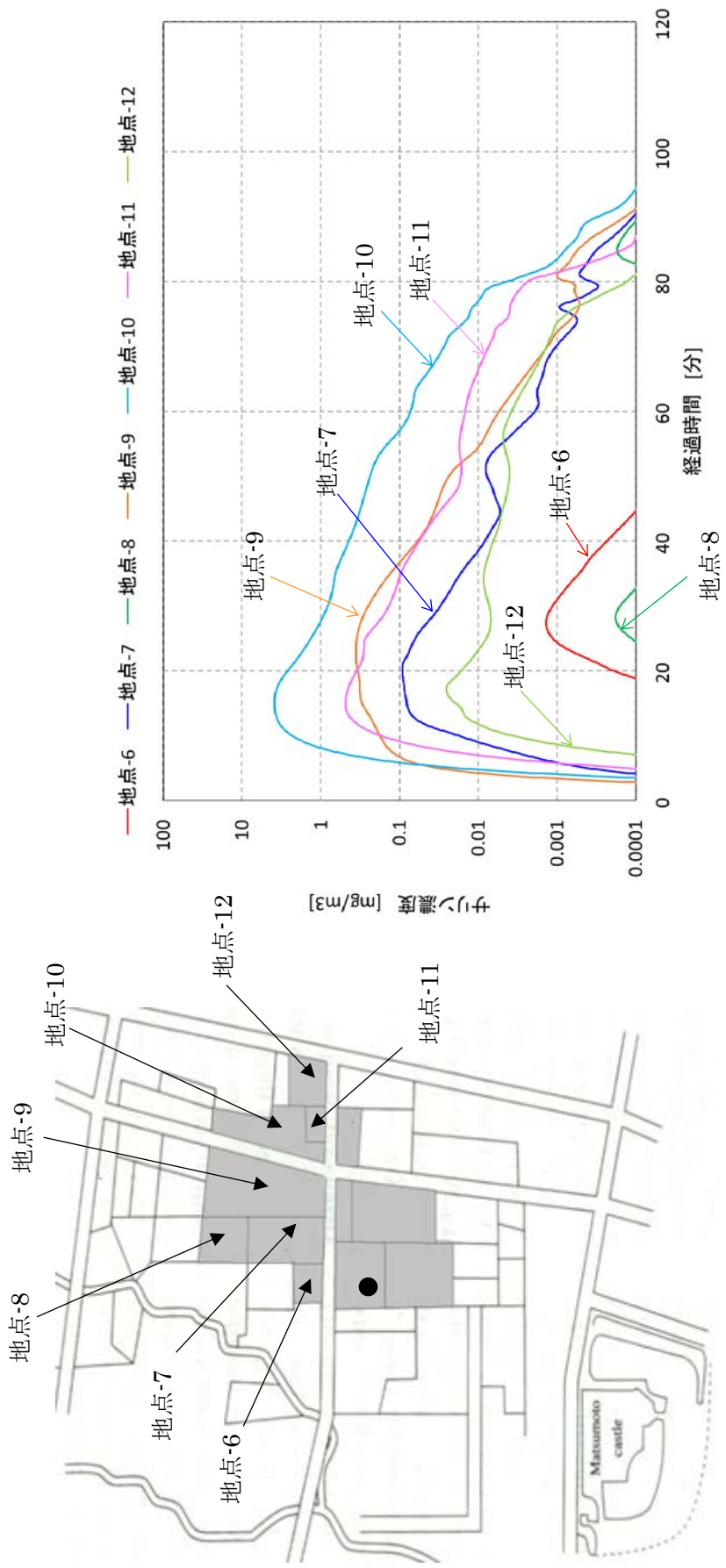


図 8.2 ガス濃度の時刻歴変化 2/3

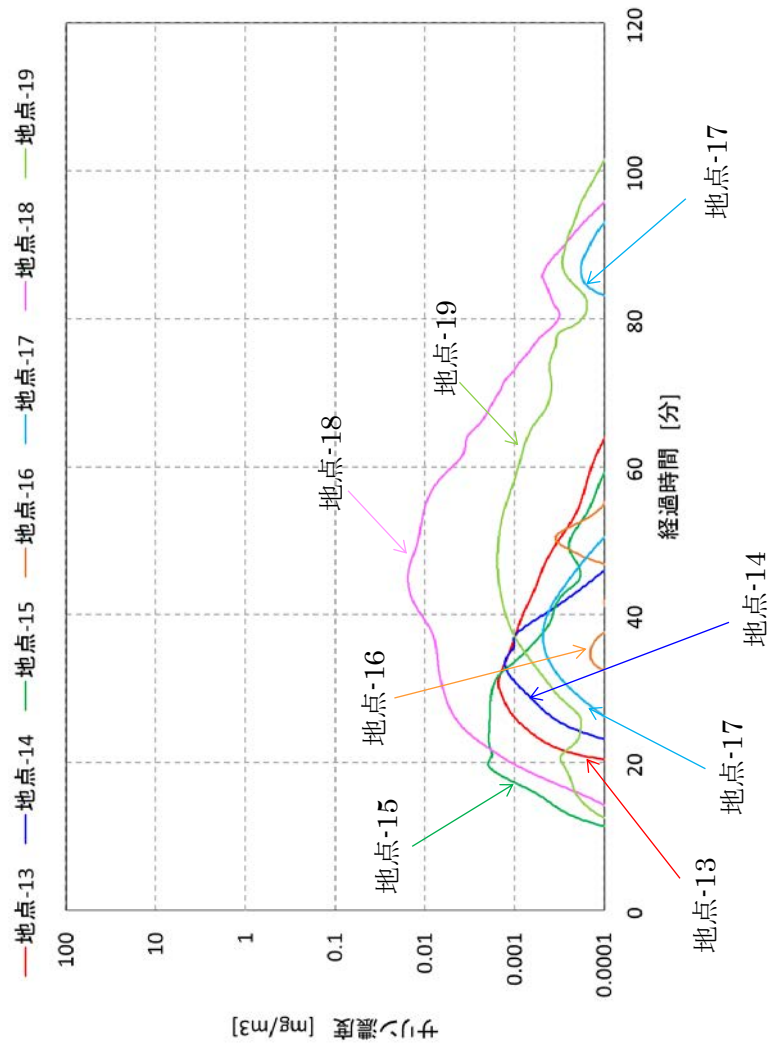
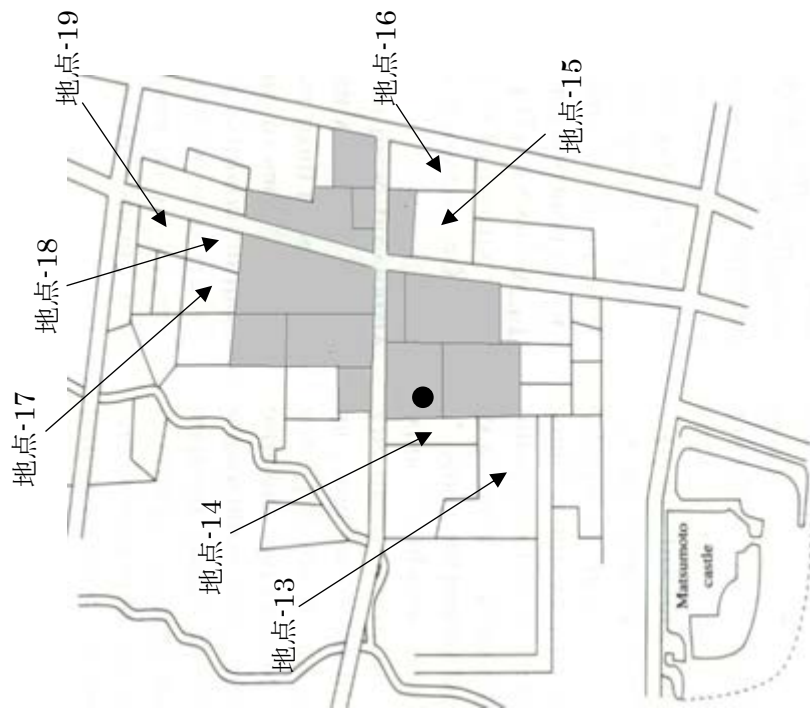


図 8.3 ガス濃度の時刻歴変化 3/3

表 6 曝露量毎の領域広さ（面積，範囲）

曝露時間[分]		10	30	60	120
致死量	曝露量[mg·min/m <sup>3</sup> ]	60	86	110	140
	面積[m <sup>2</sup> ]	6,519	11,514	9,514	8,142
	東西[m]	147	233	228	169
	南北[m]	128	225	214	160
重度の影響	曝露量[mg·min/m <sup>3</sup> ]	45	60	80	100
	面積[m <sup>2</sup> ]	1,205	4,069	3,958	2,523
	東西[m]	151	262	252	231
	南北[m]	137	253	273	241
軽度の影響	曝露量[mg·min/m <sup>3</sup> ]	0.6	0.9	1.1	1.4
	面積[m <sup>2</sup> ]	28,759	97,278	105,507	104,668
	東西[m]	417	651	656	643
	南北[m]	428	713	721	716

曝露量の評価については、資料「POTENTIAL MILITARY CHEMICAL/BIOLOGICAL AGENTS AND COMPOUNDS」より引用した。（表 7 参照）

Table H-9. GB Profile Estimates (Lethal Dose, Inhalation/Ocular)<sup>1</sup>

Ct Profile (15L MV)			MV Profile (2-Minute Exposure)	
Exposure Duration (min)	LC <sub>50</sub> (mg-min/m <sup>3</sup> )	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )	MV (L)	LC <sub>50</sub> (mg-min/m <sup>3</sup> )
2	35	17.5	10	50
10	60	6.0	15	35
30	86	3.0	30	17
60	110	1.8	50	10
120	140	1.1		
240	175	0.7		
360	200	0.6		
<b>Selected Toxicology Information</b>				
TLE: 1.5			DOC: Moderate	
Probit Slope: 12				

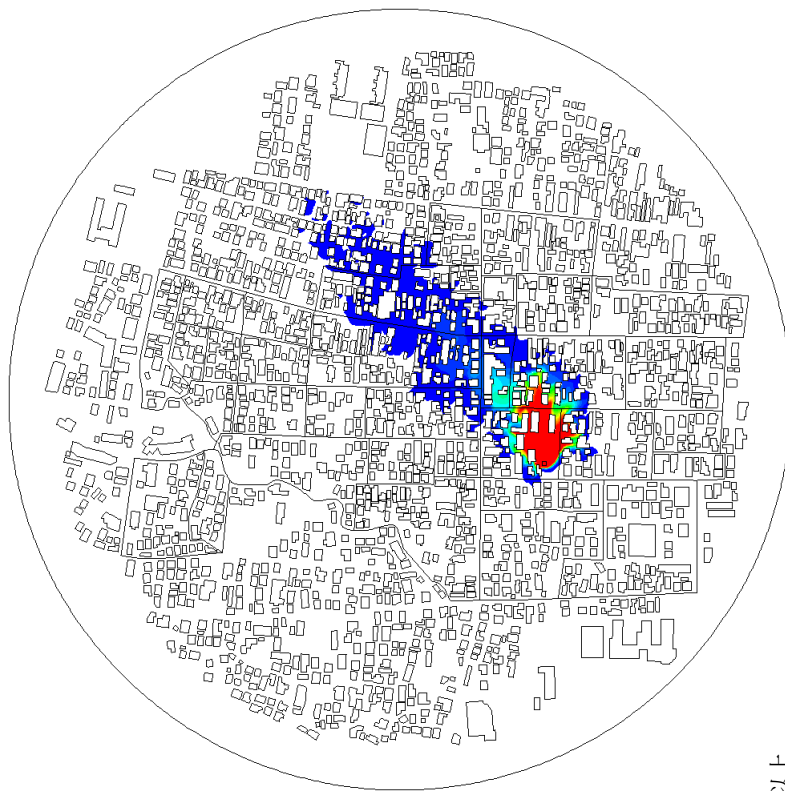
Table H-11. GB Profile Estimates (Severe Effects, Inhalation/Ocular)<sup>1</sup>

Ct Profile (15L MV)			MV Profile (2-Minute Exposure)	
Exposure Duration (min)	EC <sub>50</sub> (mg-min/m <sup>3</sup> )	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )	MV (L)	EC <sub>50</sub> (mg-min/m <sup>3</sup> )
2	25	12.5	10	37
10	45	4.3	15	25
30	60	2.1	30	12
60	80	1.3	50	7.5
120	100	0.8		
240	125	0.5		
360	140	0.4		
<b>Selected Toxicology Information</b>				
TLE: 1.5			DOC: Moderate	
Probit Slope: 12				

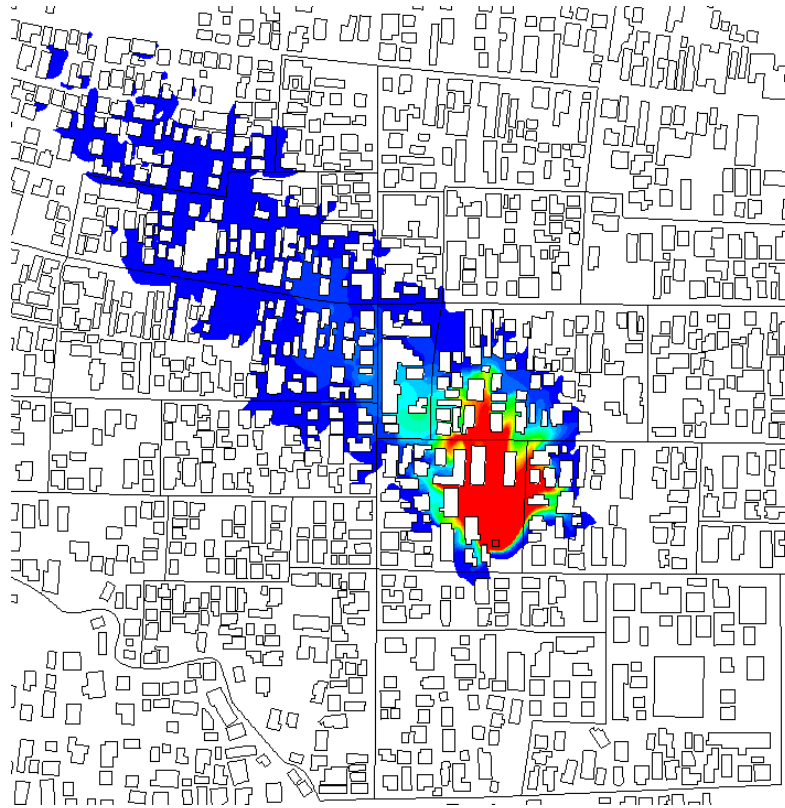
Table H-14. GB Profile Estimates (Mild Effects, Inhalation/Ocular)<sup>1</sup>

Ct Profile		
Exposure Duration (min)	EC <sub>50</sub> (mg-min/m <sup>3</sup> )	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )
2	0.4	0.18
10	0.6	0.06
30	0.9	0.03
60	1.1	0.02
120	1.4	0.01
240	1.7	0.007
360	2.0	0.005
<b>Selected Toxicology Information</b>		
TLE: 1.5		
DOC: Moderate		
Probit Slope: 10		

曝露量  
[mg·min/m<sup>3</sup>]



全体図

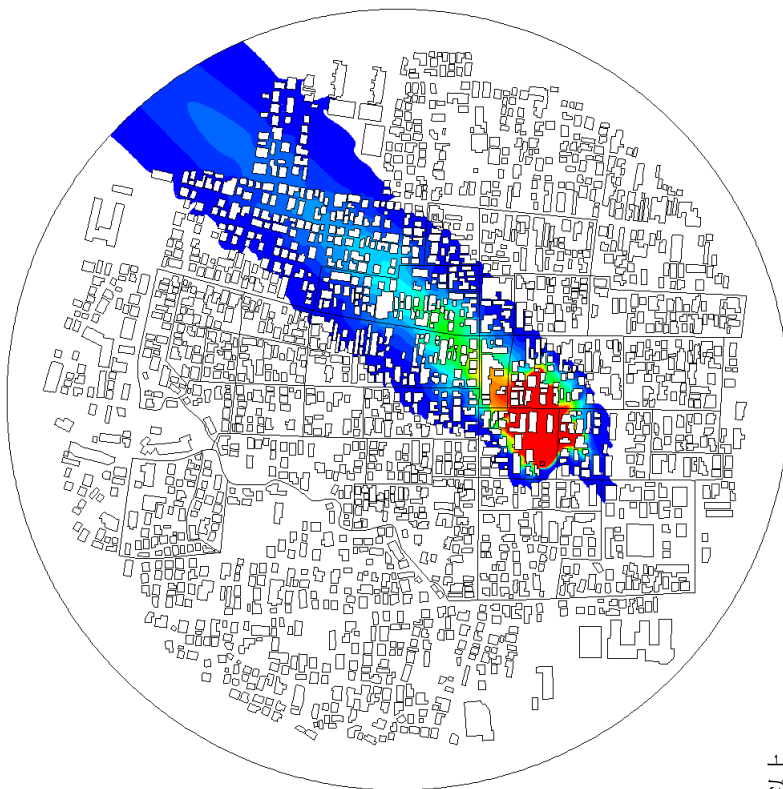


拡大図

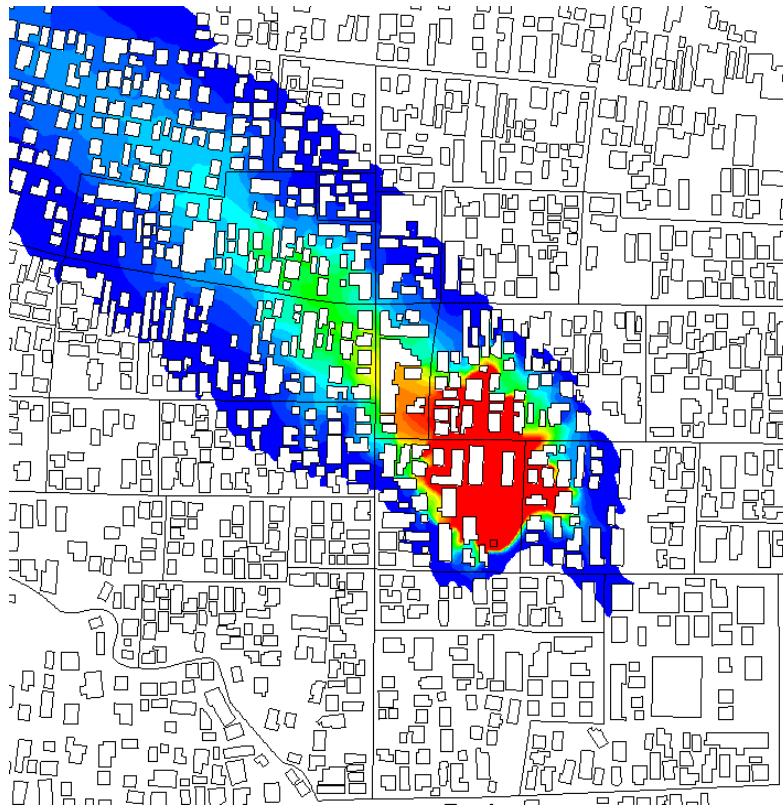
図 9.1 ガス放出から 10 分後 (22 時 50 分) の曝露量分布



曝露量  
[mg·min/m<sup>3</sup>]



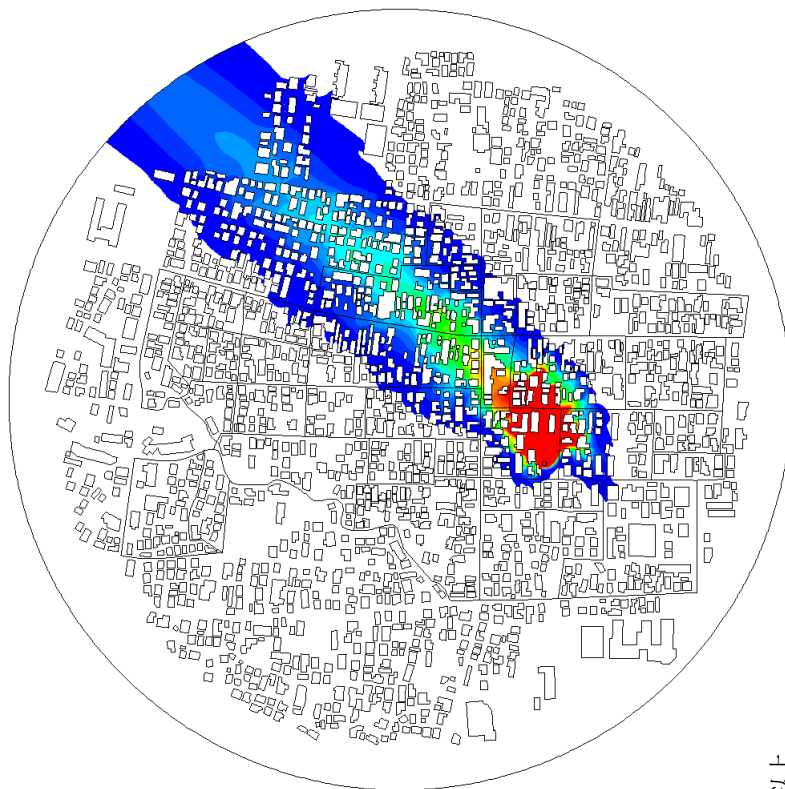
全体図



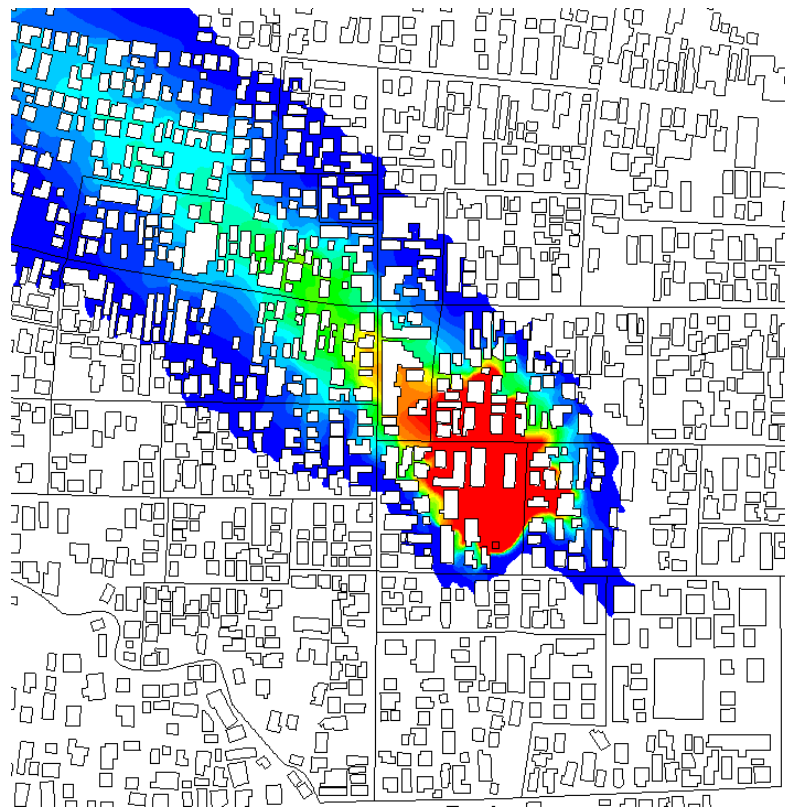
拡大図

図 9.2 ガス放出から 30 分後 (23 時 10 分) の曝露量分布

曝露量  
[mg·min/m<sup>3</sup>]



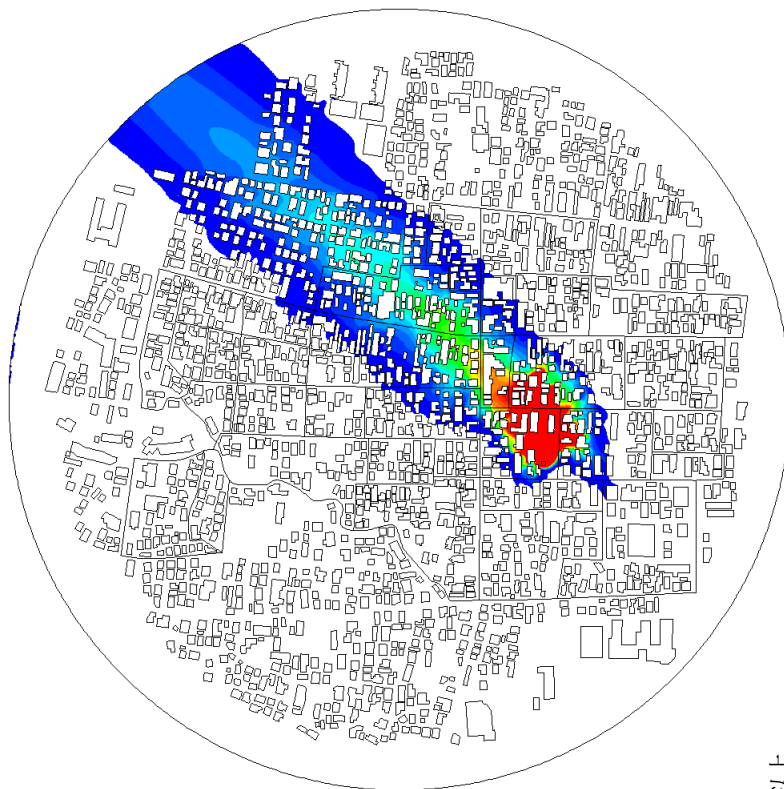
全体図



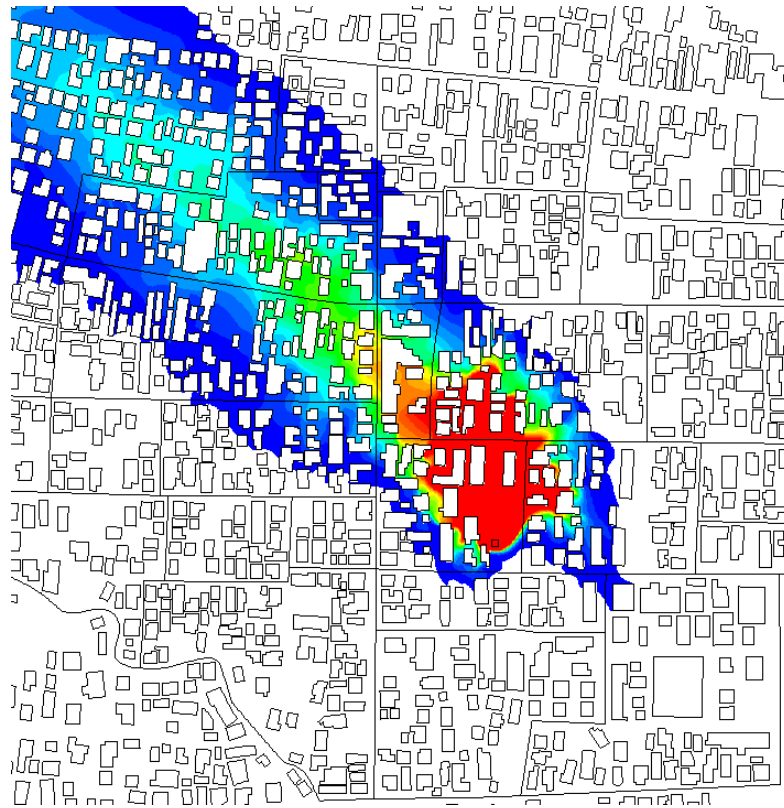
拡大図

図 9.3 ガス放出から 60 分後 (23 時 40 分) の曝露量分布

曝露量  
[mg·min/m<sup>3</sup>]



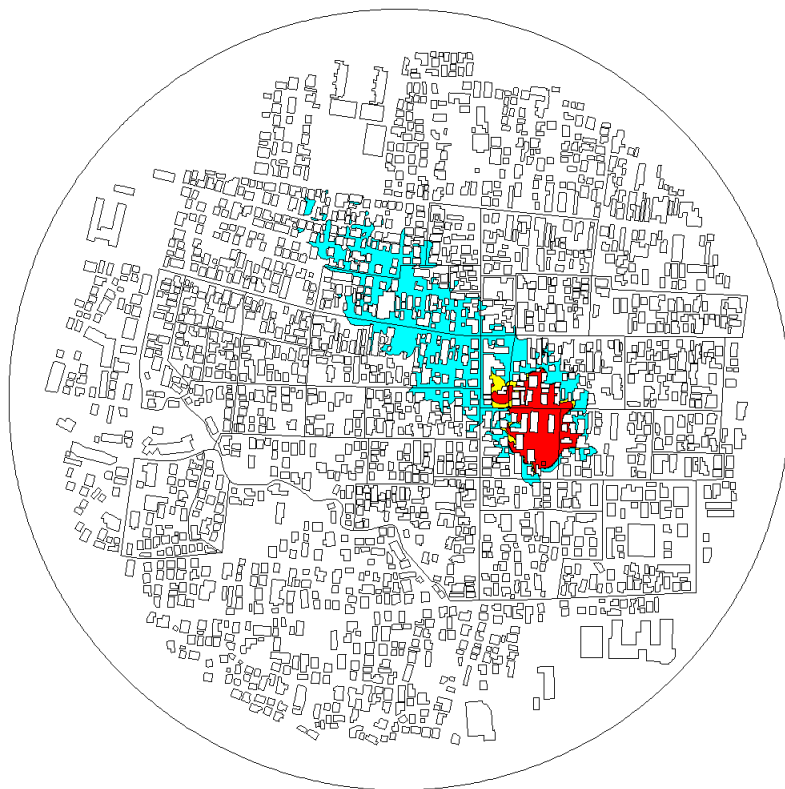
全体図



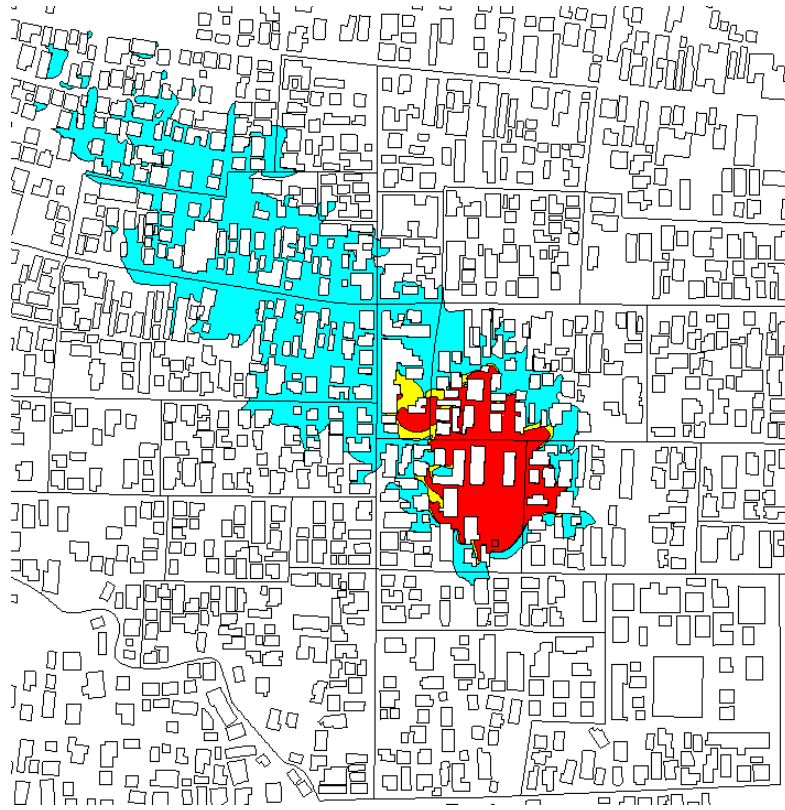
拡大図

図 9.4 ガス放出から 120 分後 (0 時 40 分) の曝露量分布

曝露量  
[mg·min/m<sup>3</sup>]

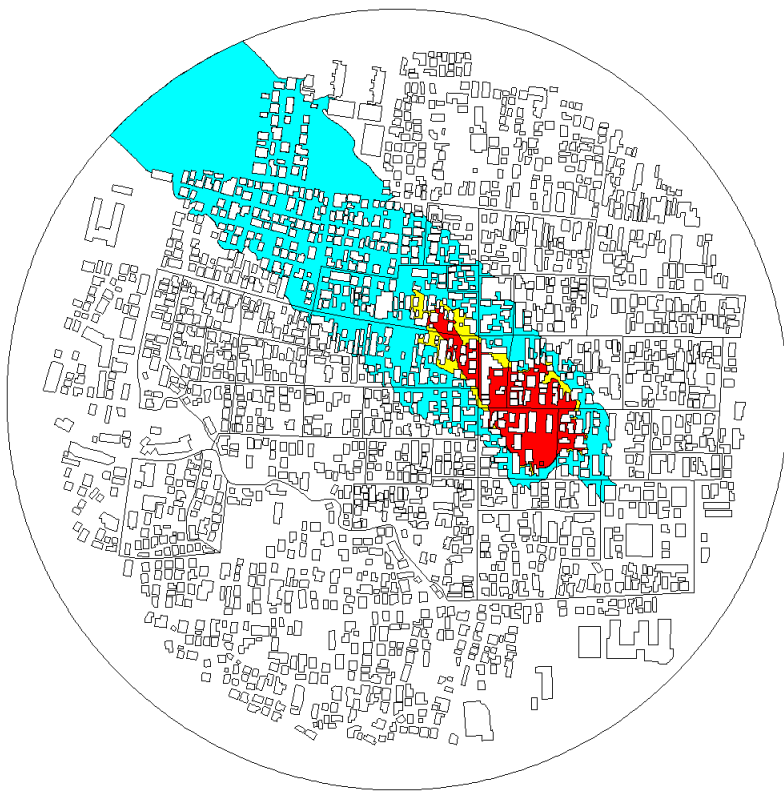
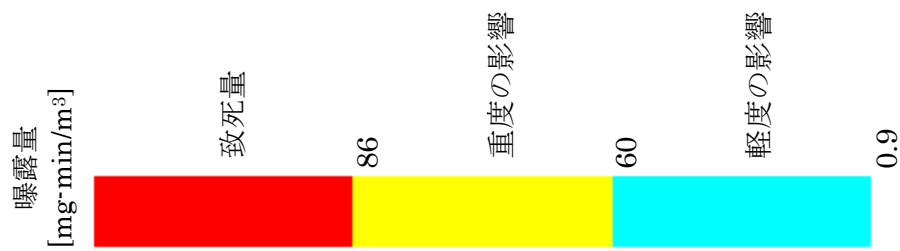


全体図

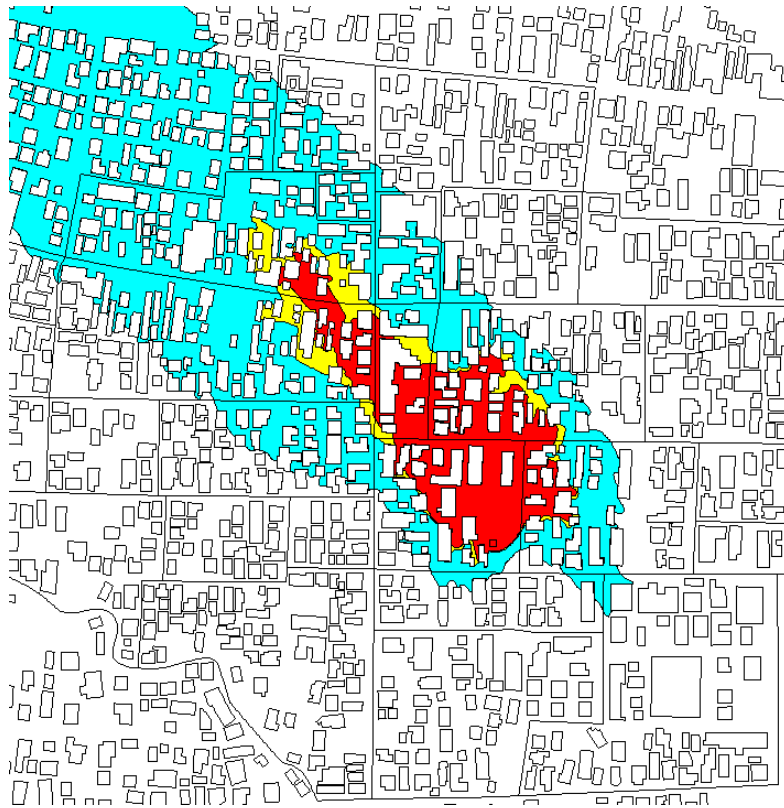


拡大図

図 10.1 ガス放出から 10 分後 (22 時 50 分) の曝露量分布



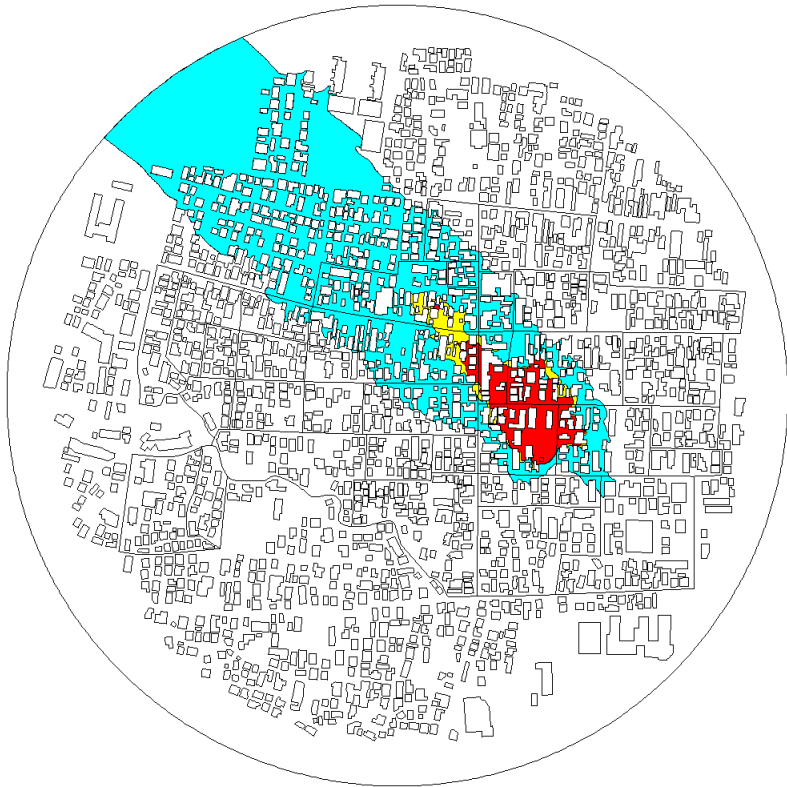
全体図



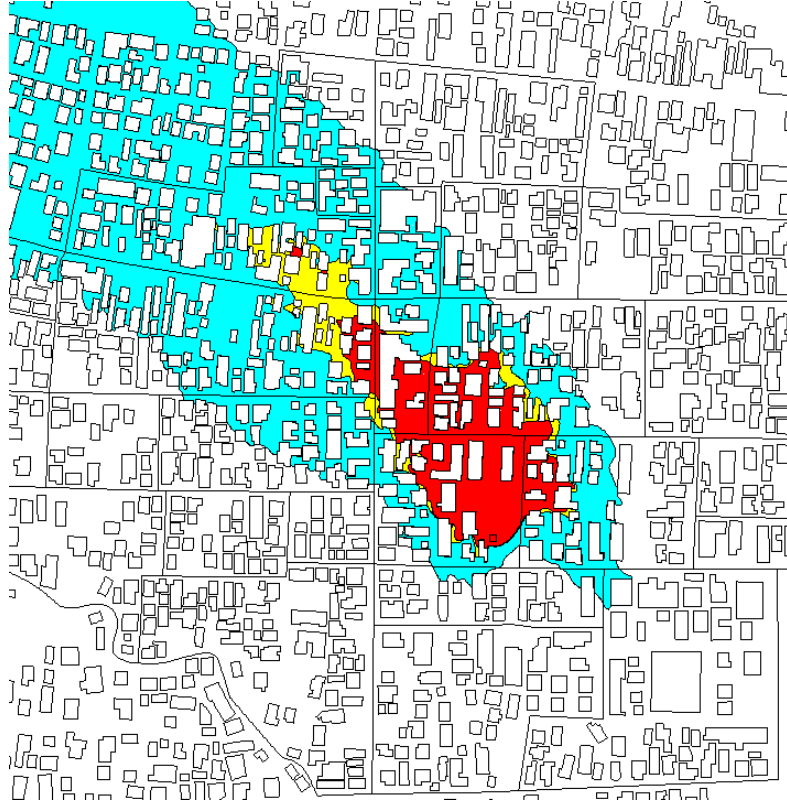
拡大図

図 10.2 ガス放出から 30 分後 (23 時 10 分) の曝露量分布

曝露量  
[mg·min/m<sup>3</sup>]

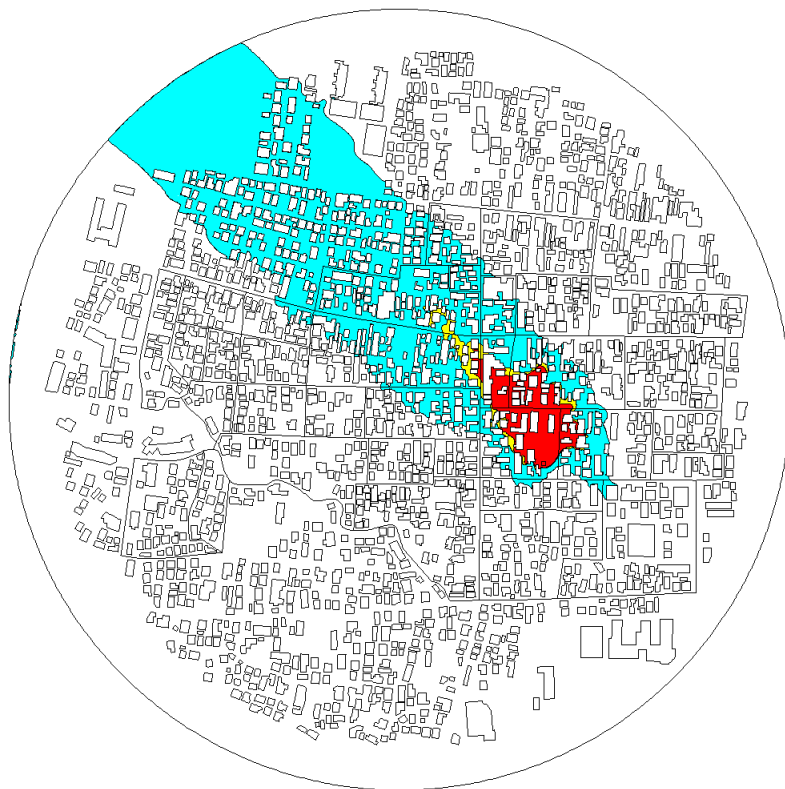
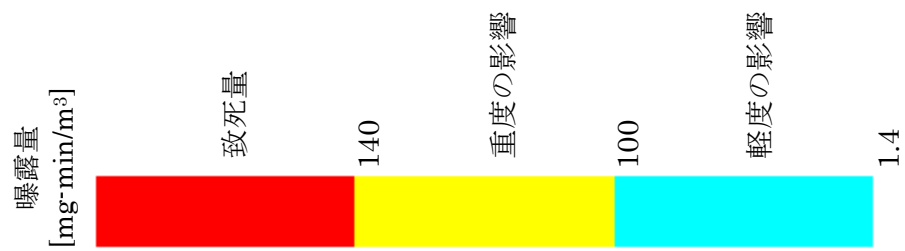


全体図

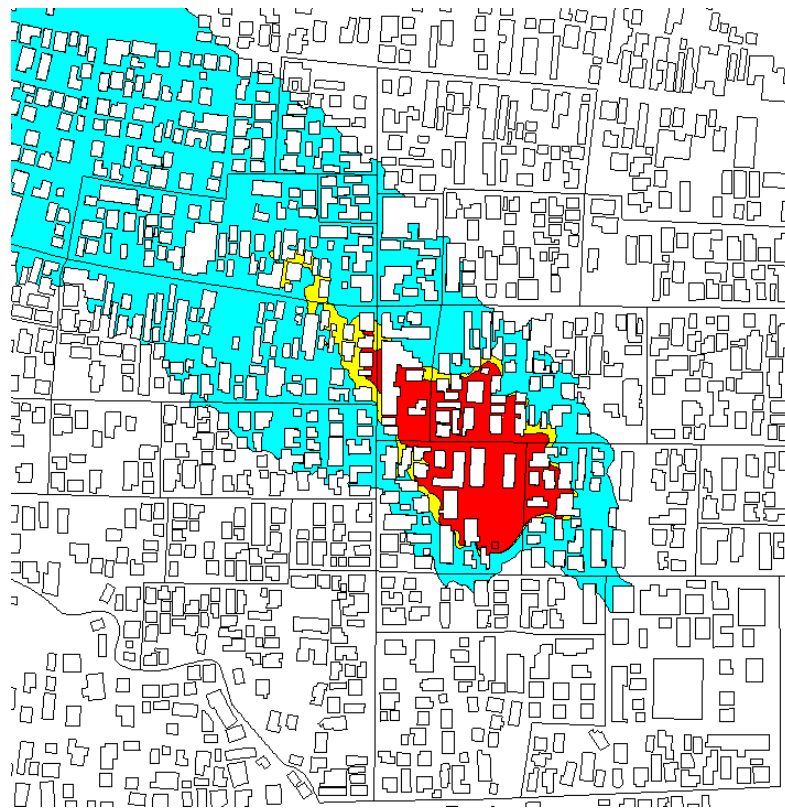


拡大図

図 10.3 ガス放出から 60 分後 (23 時 40 分) の曝露量分布



全体図



拡大図

図 10.4 ガス放出から 120 分後 (0 時 40 分) の曝露量分布

表8 消防局職員のサリン中毒調査 (52名)

グループ(n)	出勤時間	活動時間(分)	自覚症状有訴者
1 (3)	27June23:16	343	3 (内1名は公務災害)
2 (3)	23:53	343	3
3 (3)	28June00:14	202	3
4 (3)	00:14	230	1
5 (3)	00:32	203	1
6 (2)	00:55	310	2
7 (3)	01:01	137	3
8 (4)	01:02	183	1
9 (4)	01:20	235	0
10 (2)	01:30	235	0
11 (3)	01:57	40	0
12 (3)	02:16	15	0
13 (1)	02:30	180	0
14 (6)	02:30	60	0
15 (2)	03:00	180	1
16 (4)	03:00	90	0
17 (1)	03:30	90	0
18 (2)	04:00	120	0

ほとんど自覚症状なし