

表 1 障害物を置いたモデル実験場での実験条件

	気流 (m/s)	障害物	測定点			測定時間
			高さ 0.7m	高さ 0.9m	高さ 1.1m	
実験 1	0.24	No.1	No.1~14	No.1~14	No.1~9	120 分間
実験 2	0.15	No.1	No.1~14	No.1~14	No.1~9	132 分間
実験 3	0.24	No.1&2	No.1~14	No.1~14	No.1~9	134 分間
実験 4	0.15	No.1&2	No.1~14	No.1~14	No.1~9	117 分間
実験 5	0.05	No.1&2	No.1~14	No.1~14	No.1~9	122 分間
実験 6	0.24	No.1&2	No.1~19	No.1~19	—	123 分間
実験 7	0.15	No.1&2	No.1~19	No.1~19	—	120 分間

3 作業場での測定結果と CFD 解析結果との比較

コイルにワニスを含浸させる作業場で有機溶剤濃度の測定を行い、CFD 解析結果との比較を行った。

有機溶剤濃度の測定は、図 4 に示した測定点で作業環境測定を行い、同時に図 5 に示した床上 0.9m、1.2m 及び 1.5m の高さに加熱脱着分析用捕集管を置き、126 分間の連続測定を行った。また、作業環境測定の測定点 No.5 の床上 1.2m に VOC モニターを置き、1 分間ごとのリアルタイム連続測定を行った。

Flow Designer に図 4 及び図 5 の作業場の大きさ、換気条件、発生源等の条件を入力し、床上 2.8m 以下はモデルエッジのほか一辺が約 100mm の立方体を要素体積として、床上 2.8m 以上は水平面が一辺約 100mm、高さ方向は約 400mm の直方体を要素体積として気流について定常解析で計算を行わせ、その後の有機溶剤蒸気の発生に合わせて定常解析又は非定常解析を行った。なお、全て乱流モデル解析で計算を行わせた。

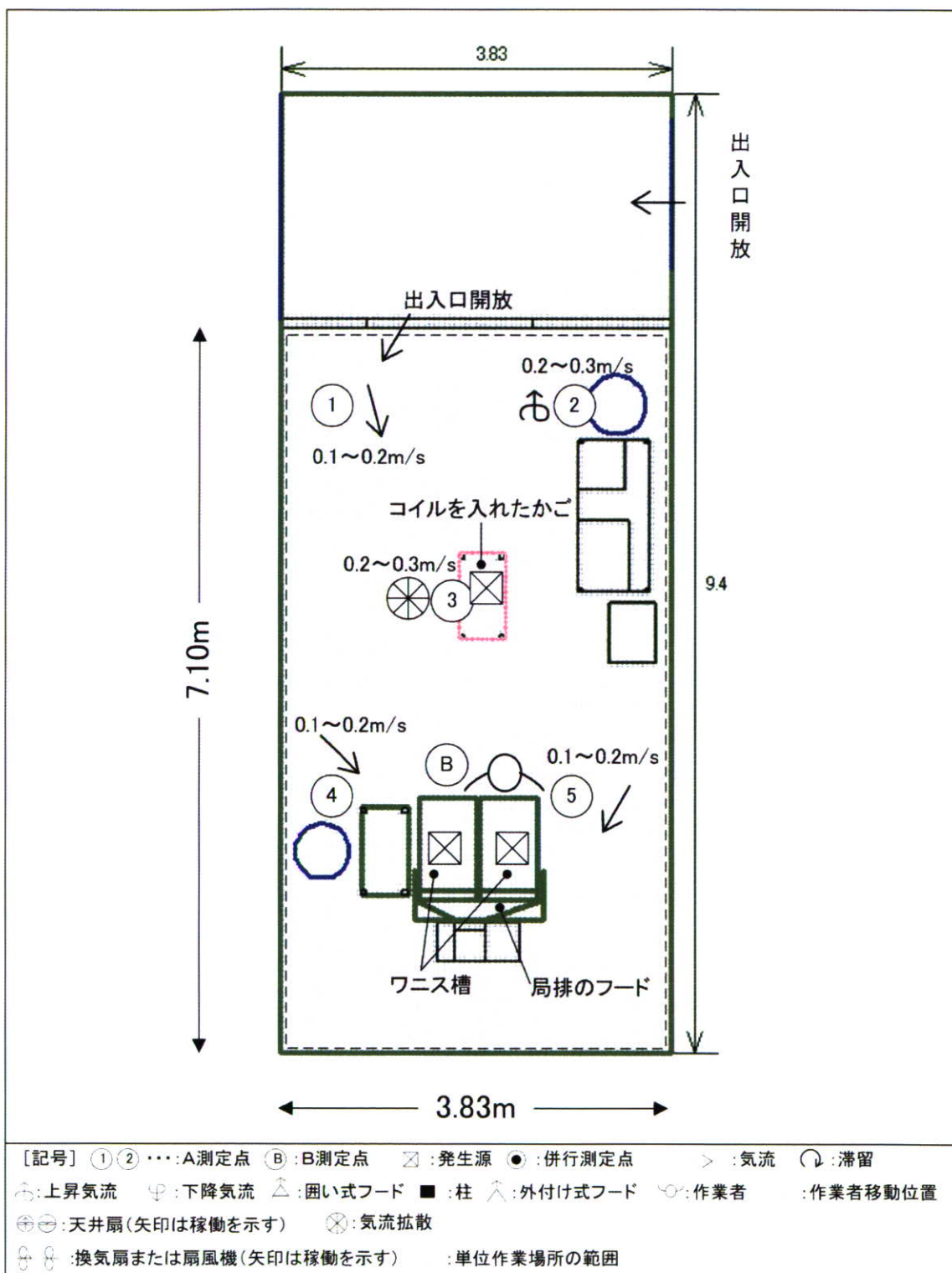


図4 有機溶剤濃度の測定を行った作業場所と作業環境測定の測定点等を示す図面

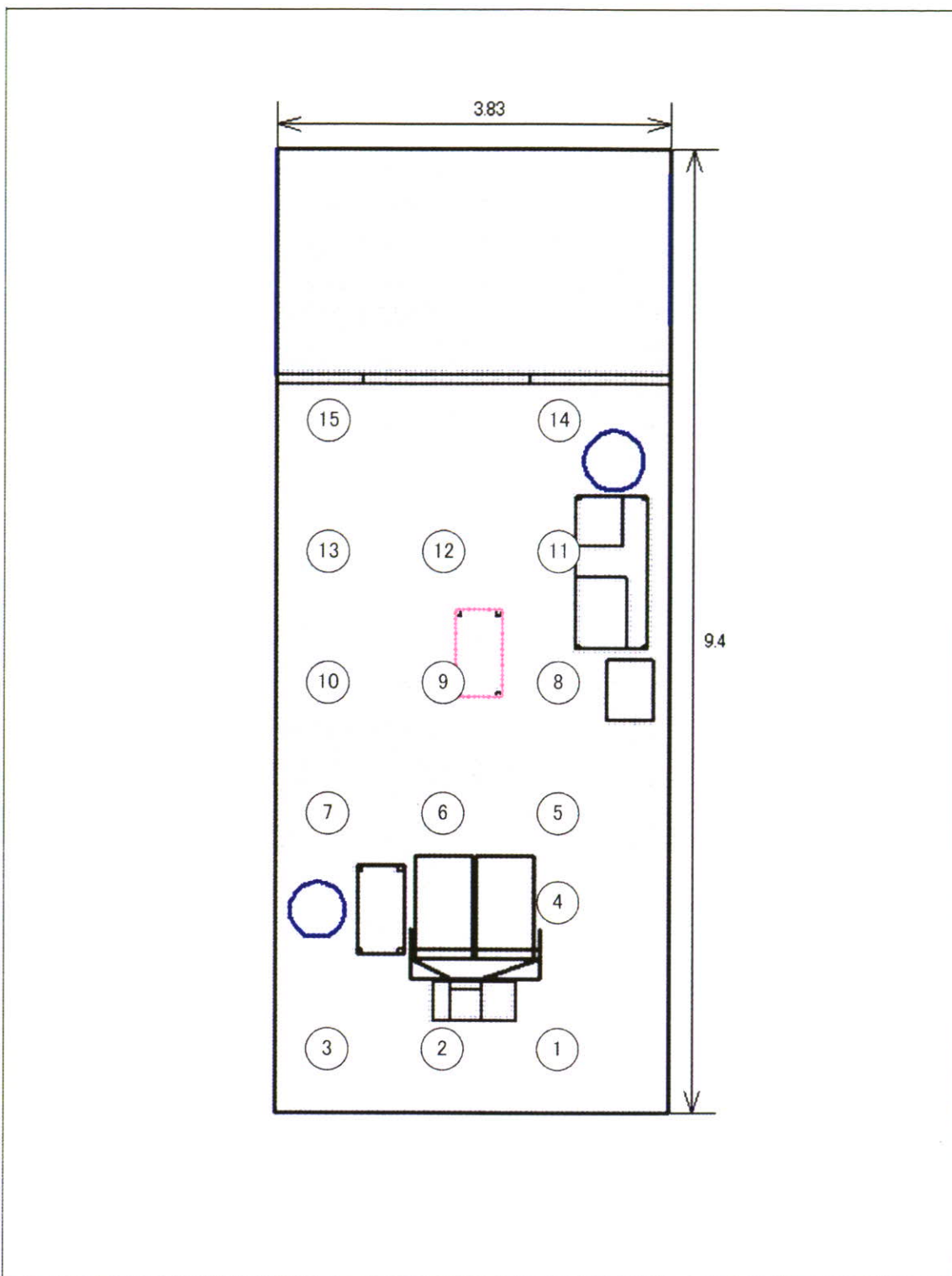
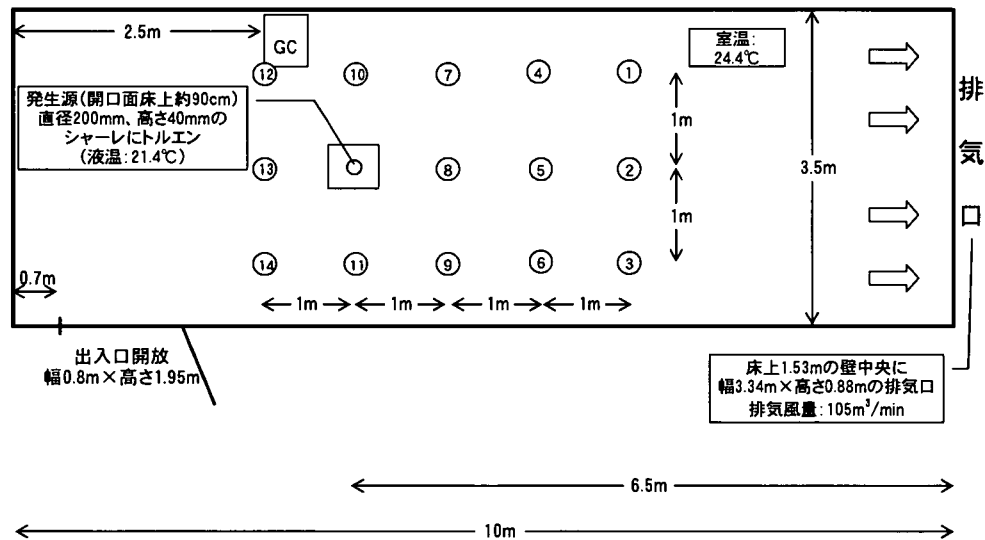


図5 加熱脱着分析用捕集管による連続測定を行った測定点を示す図面

4 出入口を開放したモデル実験場での測定結果とCFD解析結果との比較

幅 3.34m×高さ 0.88m の排気口が設置された長さ 10.0m×幅 3.5m×高さ 2.5m のモデル実験場に、排気口から 6.5m の中央床上 0.84m の位置に発生源を置き、幅 0.8m×高さ 1.95m の出入口を開放して 105m³/min で排気した。(図 6 参照) 発生源は、直径 200mm×高さ 40mm のステンレスシャーレにトルエンを 8 分目程度入れ、気流にさらした状態でトルエン蒸気を発生させた。空気中のトルエン濃度の測定は、図 6 に示した床上 0.9m、1.2m 及び 1.5m の高さに加熱脱着分析用捕集管を置き、90 分間の測定を行った。また、実験中のシャーレ重量の減少を測定することによりトルエンの蒸発速度を測定した。

CFD 解析には、図 6 にある実験場の大きさ、排気量、発生源等の条件を入力し、モデル実験場内のみを解析範囲とした場合と、モデル実験場の外側を含めて解析範囲とした場合とで解析を行った。また、モデル実験場の外側を含めて解析範囲とした場合では、モデル実験場の外側への空気の流入を自然流入させた場合と強制的に給気させた場合とで解析を行い、合計 3 種類の方法で解析を行った。



- ①,②,③…… : トルエン濃度測定点 (各測定点高さ 0.9,1.2 及び 1.5m)
- : 発生源、高さ 84cm の台上の直径 200mm×高さ 40mm のシャーレに入れたトルエン

図 6 モデル実験場の平面図と測定点

モデル実験場内のみを解析範囲としたときのモデルの配置を図 7 に示した。図 7 右側の青い線は、排気口のモデルである。図 7 下側の青い線は、出入口のモデルで、排気する時のバランスで空気が自然流入するようにモデルの条件を設定した。

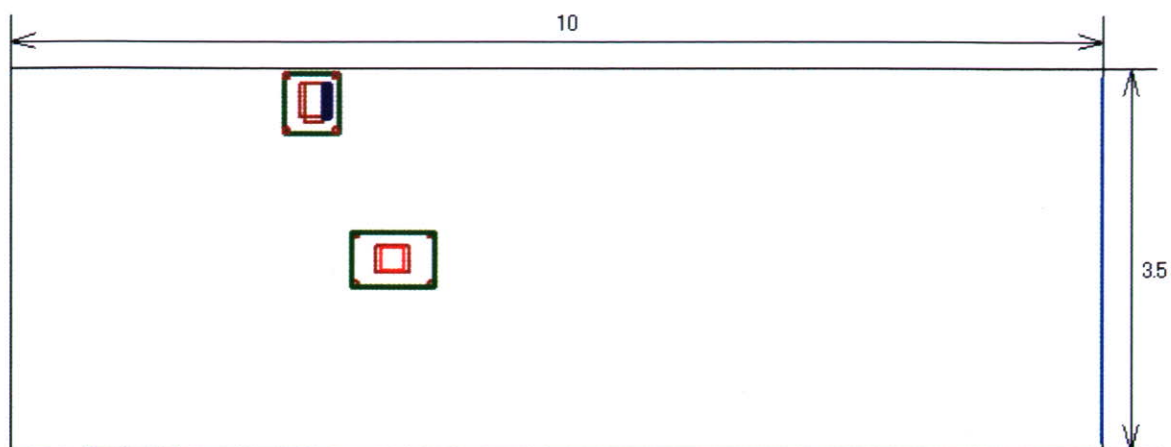


図7 モデル実験場内のみを解析範囲としたときのモデルの配置

モデル実験場の外側を含めて解析範囲とした場合のモデル実験場の周囲に空気が自然流入する条件のときのモデルの配置を図8に示した。モデル実験場の周囲及び上方にモデル実験場とほぼ同じ大きさの空間を作り、これを解析範囲として、図3の青い線で囲まれた解析範囲の境界4面から排気バランスで空気が自然流入するようにモデルの条件を設定した。

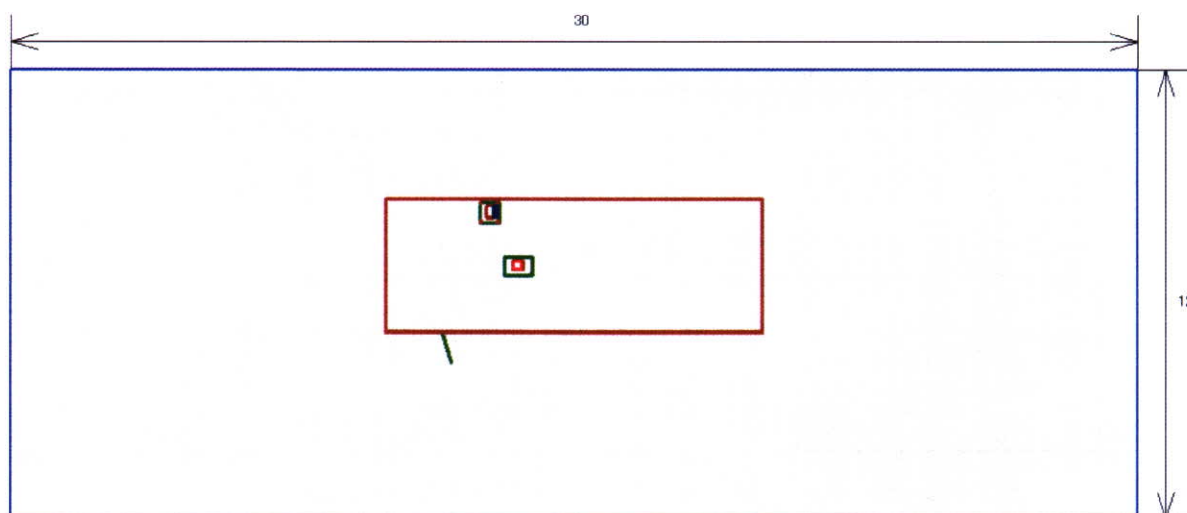


図8 モデル実験場外も解析範囲としたときのモデルの配置（空気自然流入）

モデル実験場の外側を含めて解析範囲とした場合のモデル実験場の外側に強制的に給気する条件のときのモデルの配置を図9に示した。モデル実験場の周囲及び上方にモデル実験場とほぼ同じ大きさの空間を作り、これを解析範囲として、図9のモデル実験場の右側の青い線で示した実験場の排気口の真裏にあたる実験場の外側に、排気口と同じ大きさ、同じ風量の給気口のモデルを置いた。

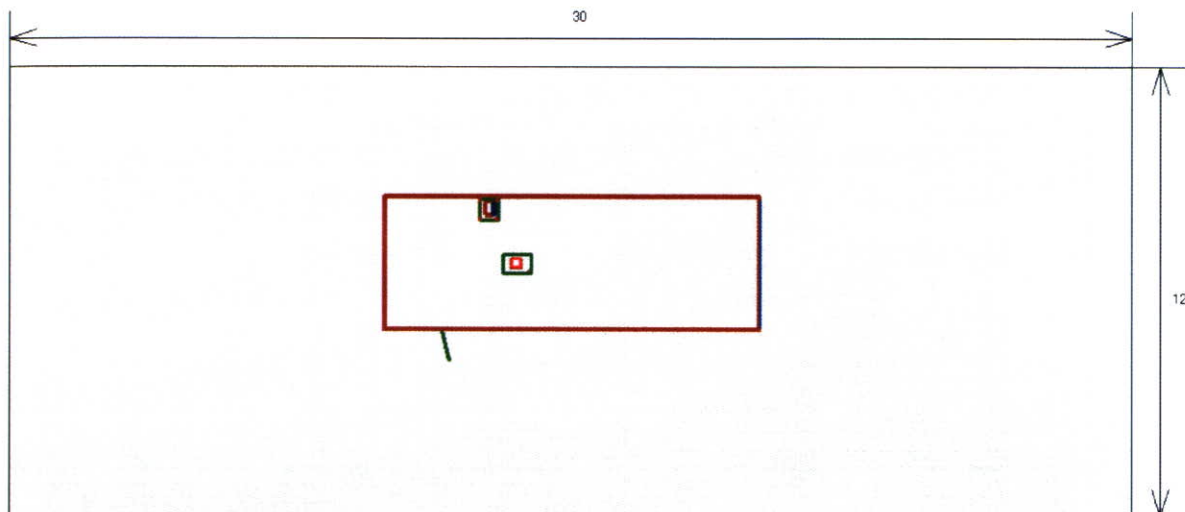


図9 モデル実験場外も解析範囲としたときのモデルの配置（空気強制給気）

解析は、モデル実験場内は、一辺が 100mm の立方体を要素体積として、モデル実験場の外側は一辺が 1000mm の立方体を要素体積として、K - ε モデルで繰り返し計算回数を 1000 回、2000 回、3000 回、4000 回と増やしながら定常解析を行った。

C. 研究結果

1 一様な気流を発生させたモデル実験場での測定結果と CFD 解析結果

1.1 発生源 1 ヶ所での測定結果と CFD 解析結果

1.1.1 発生源 1 ヶ所での測定結果

発生源のシャーレに入れたトルエンの蒸発量、蒸発量の測定時間及び蒸発速度を表 2 に示した。

表 2 発生源 1 ヶ所するときのトルエンの蒸発量、蒸発量の測定時間及び蒸発速度

蒸発量 (g)	測定時間 (min)	蒸発速度 (g/min)
2.2	30	0.073

図 10 に測定点No.2 の測定開始から約 1 時間経過後の 30 分間の実測値の 10 秒毎の濃度変化を示した。10 秒毎の測定値はばらつきが大きいので、30 分間の平均濃度を実測値として採用することにした。

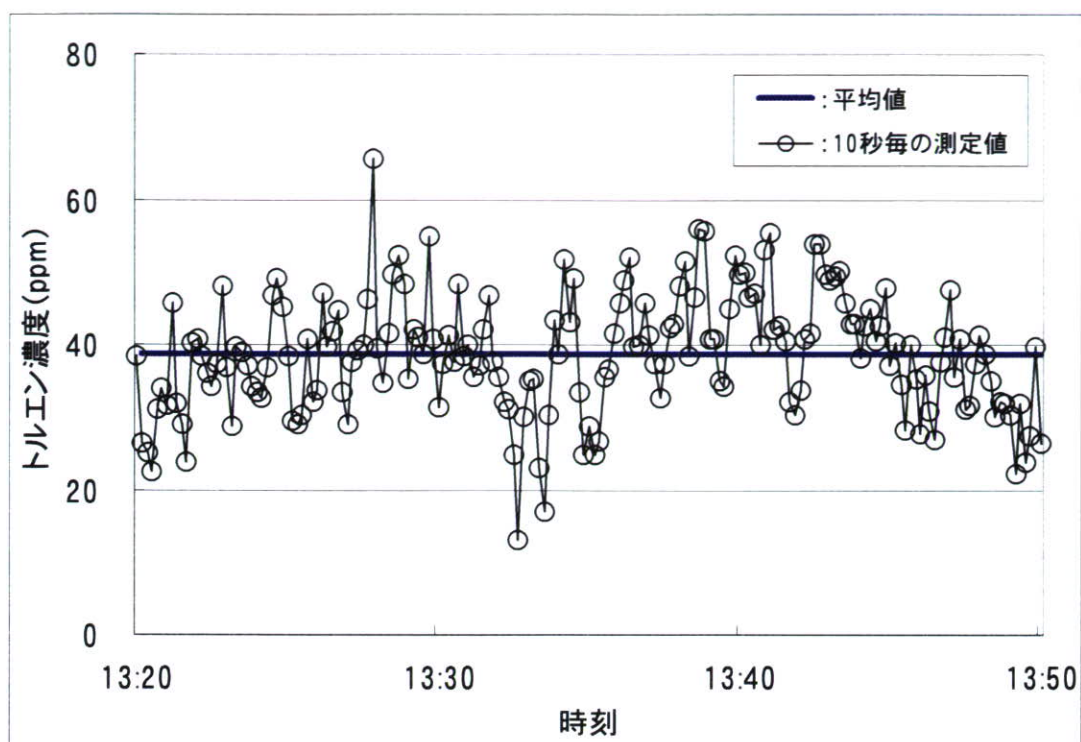


図 10 発生源 1ヶ所のとときの測定点No. 2 の実測データと平均値

他の測定点も測定No. 2 と同じように 10 秒毎の測定値にばらつきが大きいため、測定開始約 1 時間後の 30 分間の平均濃度を実測値として採用することとした。各測定点の実測値の測定結果を表 3 に示した。

表 3 発生源が 1ヶ所のとときの各測定点の実測値測定結果

測定点No.	1	2	3	4	5	6	7	8
平均値	21.7	38.6	4.6	0.0	37.8	6.2	0.1	26.3
標準偏差	14.1	8.3	7.1	0.0	9.0	7.3	0.0	7.9
n	180	180	180	180	180	180	180	180
最大値	58.4	65.7	32.6	0.1	70.0	36.2	0.1	47.7
最小値	0.2	13.2	0.1	0.0	8.3	0.1	0.0	0.7

[単位 : ppm]

1.1.2 発生源 1ヶ所での CFD 解析結果

(1) 気流のシミュレーション結果

発生源が 1ヶ所のとときの床上 1.2m の気流の方向と速度分布のシミュレーション結果を図 11 に、発生源から風下 1.0m の垂直断面における気流の速度分布のシミュレーション結果を示す。

ン結果を図 12 に、中央を通る長方向垂直断面における気流の方向と速度分布のシミュレーション結果を図 13 に示した。壁、床及び天井に接する境界層では、気流がやや遅くなり、障害物の風下もその形状に沿って気流がやや遅くなるというシミュレーション結果であった。実測値の測定点とした床上 1.2m 水平面では、壁付近を除けば給気口から排気口に向かって 0.04m/s のほぼ一様な気流が流れているが、発生源では加温による上昇気流が発生し、発生源を通り過ぎた気流はやや上向きの気流となることがシミュレーション結果として示されている。

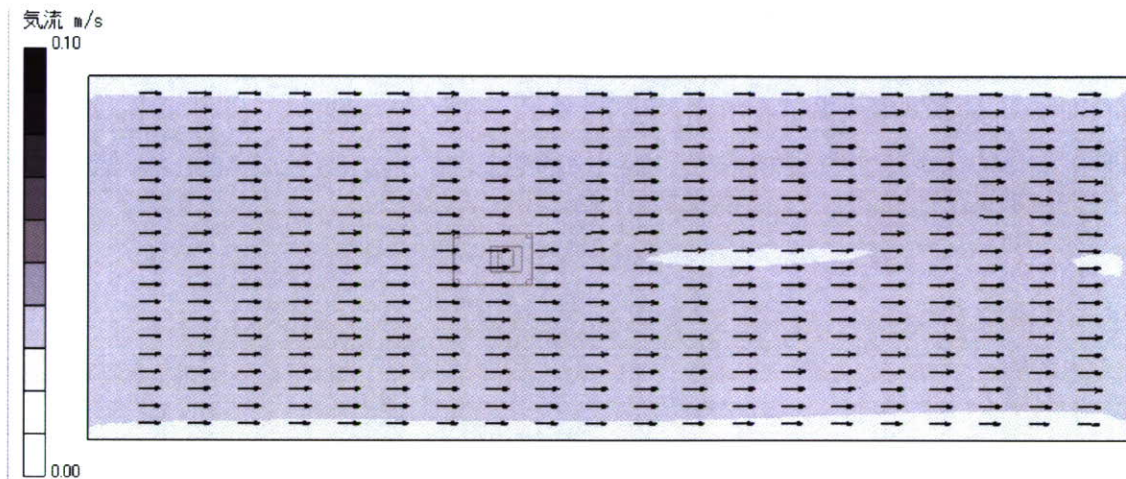


図 11 床上 1.2mにおける気流の方向と速度分布のシミュレーション結果 (発生源 1ヶ所)

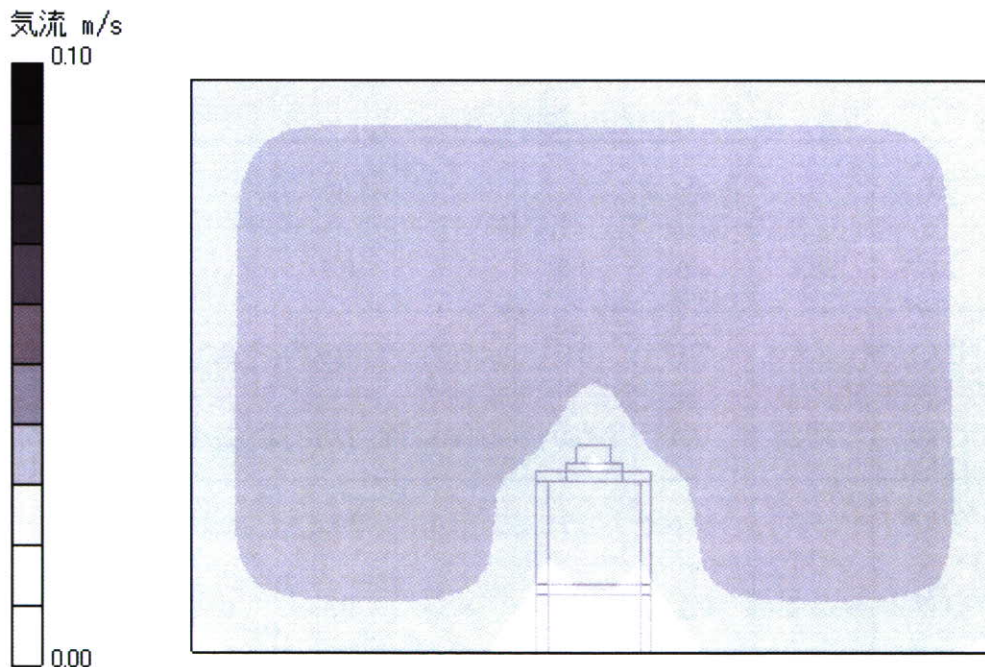


図 12 発生源から風下 1.0m の垂直断面における気流の速度分布のシミュレーション結果 (発生源 1ヶ所)

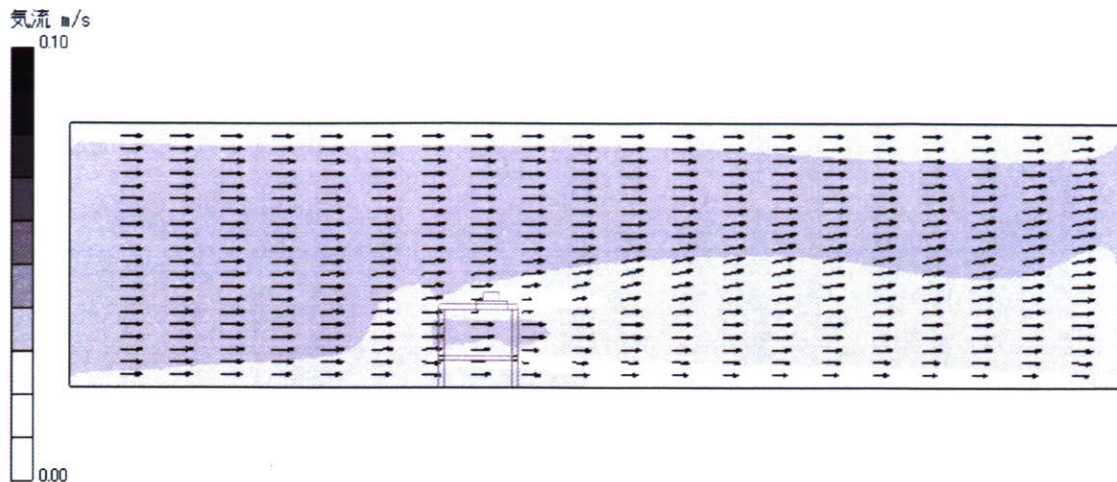


図 13 中央を通る長方向垂直断面における気流の方向と速度分布のシミュレーション結果（発生源 1 ヶ所）

(2) トルエン濃度のシミュレーション結果

発生源が 1 ヶ所するときのモデル実験場の実測値の各測定点における計算結果を図 14 に示した。

各測定点の濃度は、測定点No.4 及びNo. 7 を除き、時間経過とともに増加し、一定濃度に収束するというシミュレーション結果であった。一定濃度に収束した後の各測定点の計算結果を表 4 に示した。

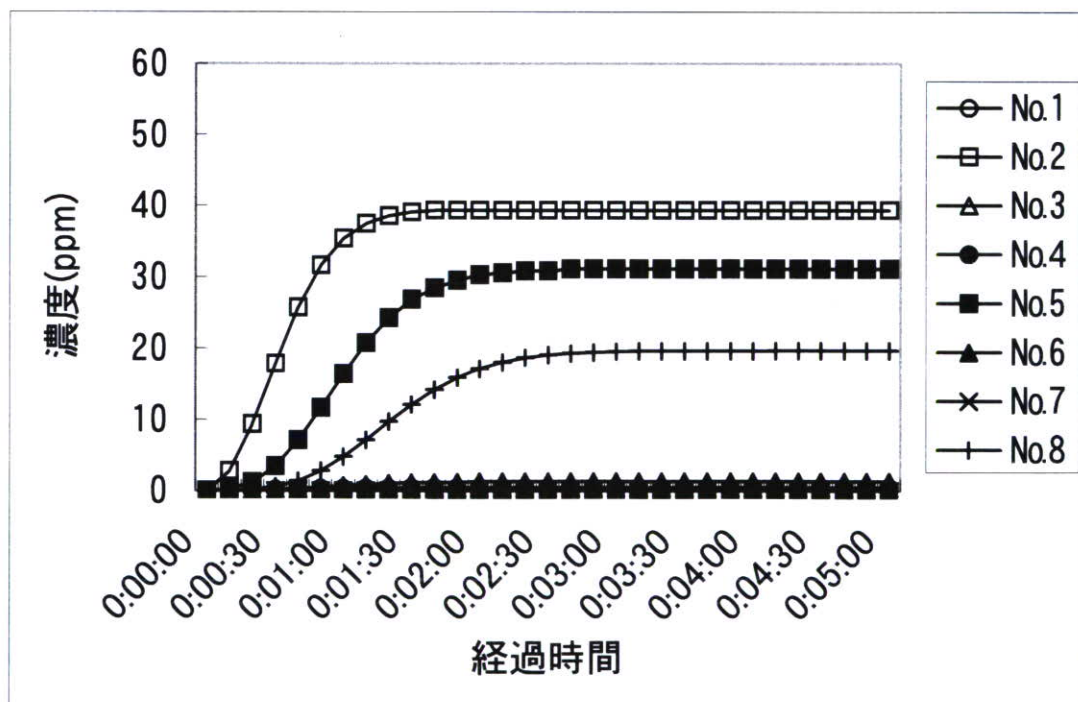


図 14 発生源が 1 ヶ所するときの各測定点の数値計算ソフトによるトルエン濃度の計算結果

表4 発生源が1ヶ所のときの数値計算ソフトによる各測定点のトルエン濃度計算結果
(濃度収束後)

測定点No.	1	2	3	4	5	6	7	8
トルエン濃度の計算結果	0.4	39.4	0.4	0.0	31.1	1.3	0.0	19.7

[単位：ppm]

発生源が1ヶ所のときの各測定点がそれぞれ一定濃度に収束した後の床上 1.2mのトルエンの濃度分布のシミュレーション結果を図15に、発生源から風下1.0mの垂直断面におけるトルエンの濃度分布のシミュレーション結果を図16に、中央を通る長方向垂直断面におけるトルエンの濃度分布のシミュレーション結果を図17に示した。発生源から風下に向かってトルエンの濃度分布はたなびいているが、発生源が加温されているためにその濃度分布はやや上向きに伸びた同心円状に広がっているというシミュレーション結果であった。

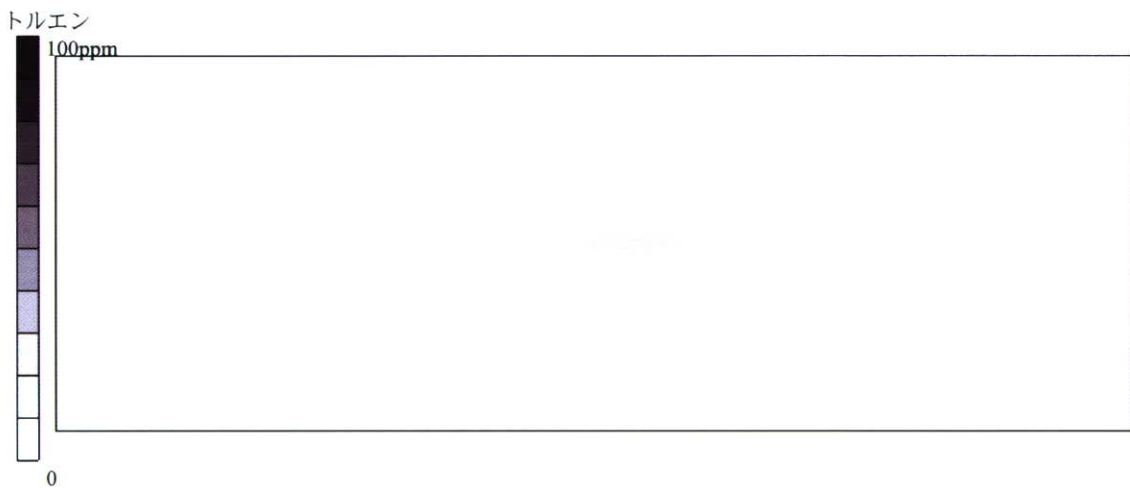


図15 床上 1.2mにおけるトルエンの濃度分布のシミュレーション結果(発生源1ヶ所)

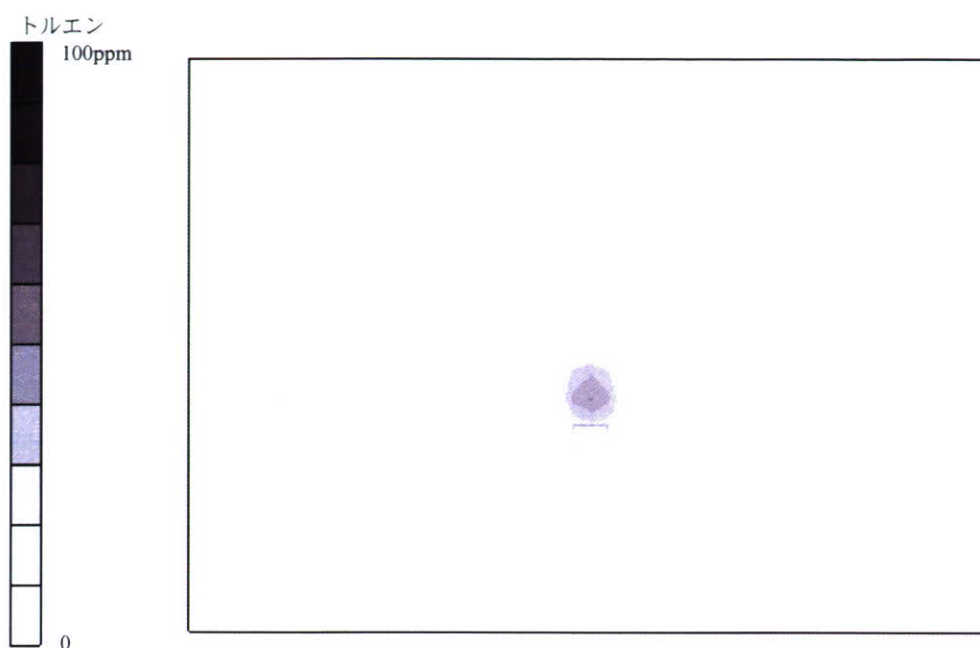


図 16 発生源中央から風下 1.0m の垂直断面におけるトルエンの濃度分布のシミュレーション結果（発生源 1 ヶ所）

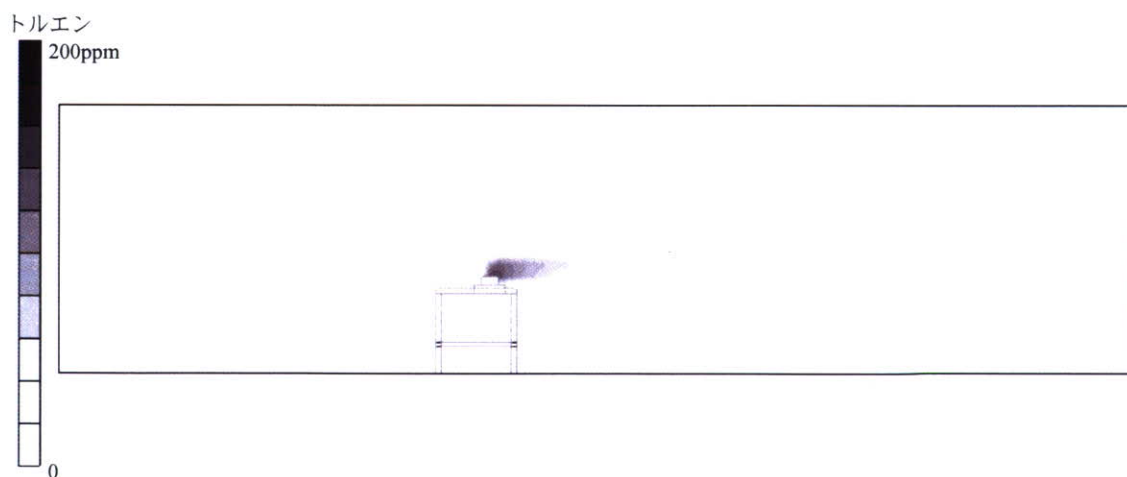


図 17 中央を通る長方向垂直断面におけるトルエンの濃度分布のシミュレーション結果（発生源 1 ヶ所）

1.2 発生源 2 ヶ所での測定結果と CFD 解析結果との比較

1.2.1 発生源 2 ヶ所での測定結果

発生源 2 ヶ所のとときの各シャーレのトルエンの蒸発量、蒸発量の測定時間及び蒸発速度を表 5 に示した。

表5 発生源2ヶ所のとときの各発生源のトルエンの蒸発量、蒸発量の測定時間及び蒸発速度

発生源	蒸発量 (g)	測定時間 (min)	蒸発速度 (g/min)
No.1	2.2	30	0.073
No.2	15.2	109.5	0.15

発生源が1ヶ所のとときと同様に10秒毎の測定値にばらつきが大きいので、測定開始約1時間後の30分間の平均濃度を実測値として採用することとし、各測定点の実測値の測定結果を表6に示した。

表6 発生源が2ヶ所のとときの各測定点の実測値測定結果

測定点No.	1	2	3	4	5	6	7	8
平均値	13.0	38.8	42.0	14.0	45.1	40.6	12.9	31.5
標準偏差	10.7	7.4	11.4	10.9	8.4	8.4	11.6	6.8
n	180	180	180	180	180	180	180	180
最大値	47.3	67.0	73.7	45.6	67.6	70.6	53.5	49.3
最小値	0.2	21.1	10.8	0.2	20.2	12.6	0.1	8.1

[単位：ppm]

1.2.2 発生源2ヶ所でのCFD解析結果

(1) 気流のシミュレーション結果

発生源が2ヶ所のとときの床上1.2mの気流の方向と速度分布のシミュレーション結果を図18に、発生源から風下1.0mの垂直断面における気流の速度分布のシミュレーション結果を図19に、中央を通る長方向垂直断面における気流の方向と速度分布のシミュレーション結果を図20に、発生源No.2中央を通る長方向垂直断面における気流の方向と速度分布のシミュレーション結果を図21に示した。発生源が1ヶ所のとときと同様に、壁、床及び天井に接する境界層では気流がやや遅くなり、障害物の風下もその形状に沿って気流がやや遅くなるというシミュレーション結果であった。実測値の測定点とした床上1.2m水平面では、壁付近を除けば給気口から排気口に向かって0.04m/sのほぼ一様な気流が流れているが、発生源では加温による上昇気流が発生し、発生源を通り過ぎた気流はやや上向きの気流となることがシミュレーション結果として示されている。

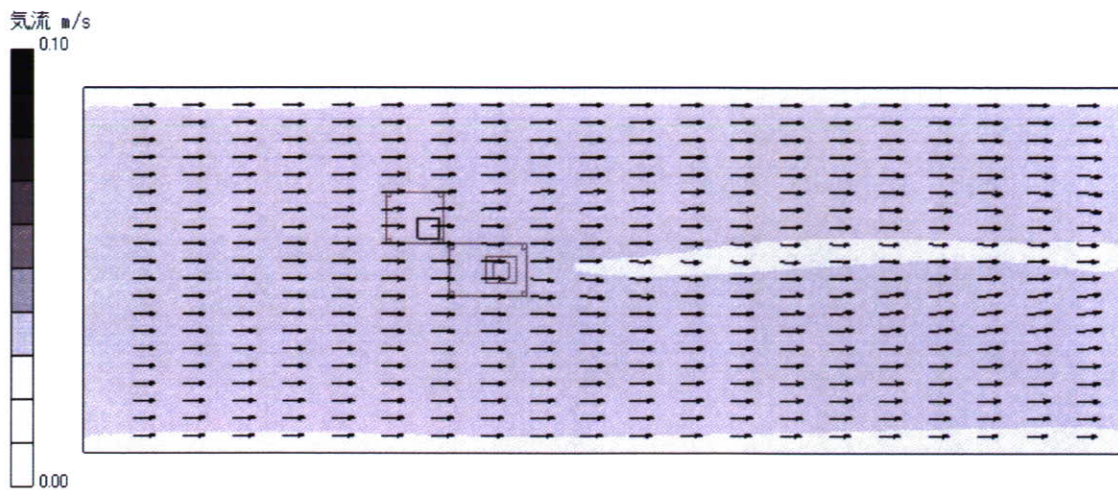


図 18 床上 1.2mにおける気流の方向と速度分布のシミュレーション結果
(発生源 2ヶ所)

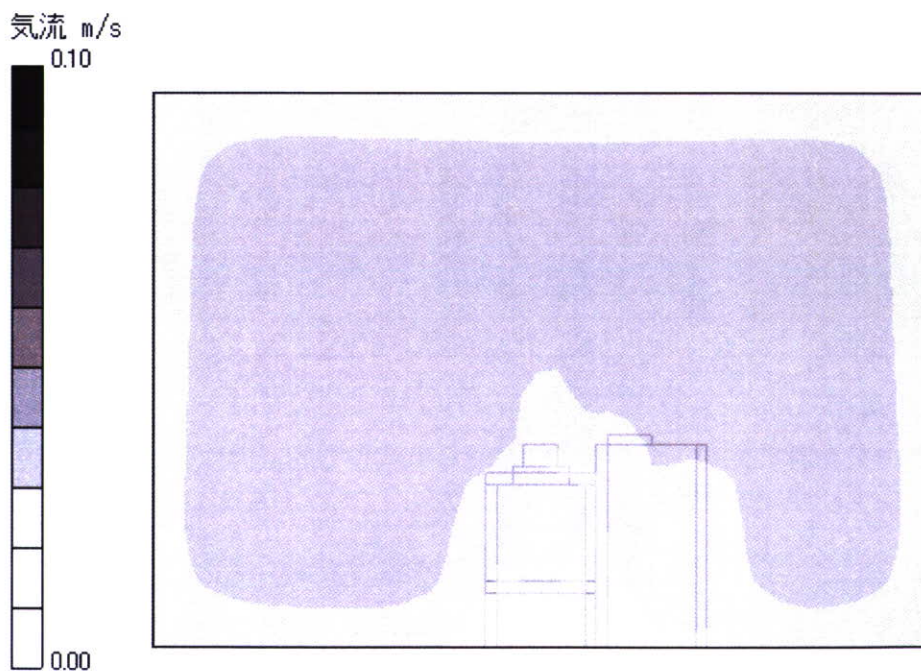


図 19 発生源中央から風下 1.0m の垂直断面における気流の速度分布の
シミュレーション結果 (発生源 2ヶ所)

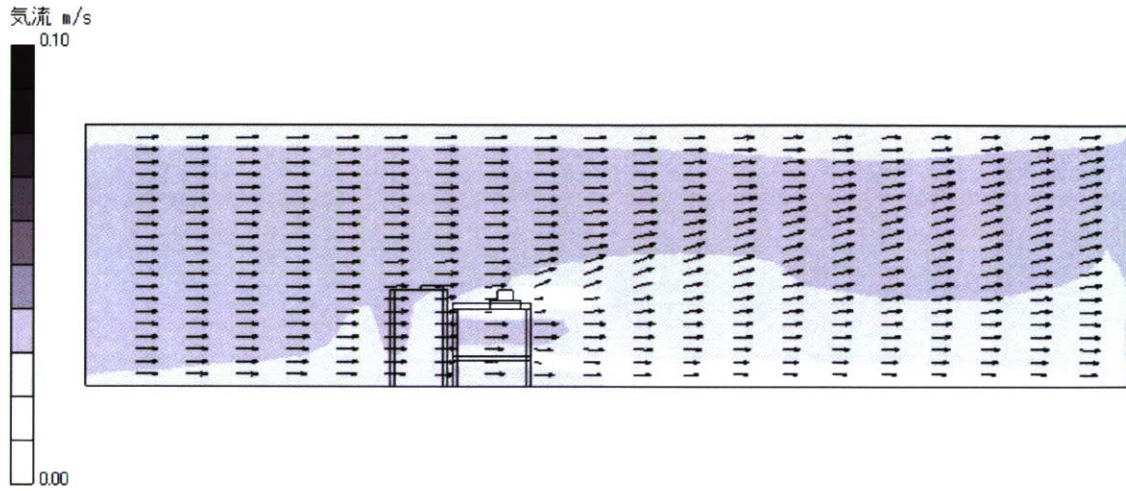


図 20 中央を通る長方向垂直断面における気流の方向と速度分布のシミュレーション結果（発生源 2 ヶ所）

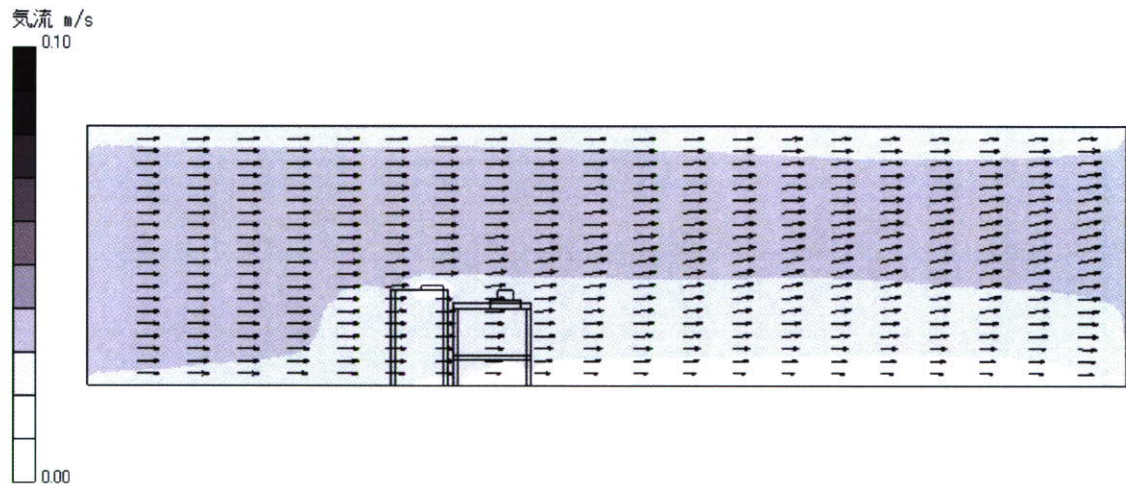


図 21 発生源No.2 中央を通る長方向垂直断面における気流の方向と速度分布のシミュレーション結果（発生源 2 ヶ所）

(2) トルエン濃度のシミュレーション結果

発生源が 2 ヶ所ときのモデル実験場の実測値の各測定点における計算結果を図 22 に示した。

各測定点の濃度は、時間経過とともに増加し、一定濃度に収束するというシミュレーション結果であった。一定濃度に収束した後の各測定点の計算結果を表 7 に示した。

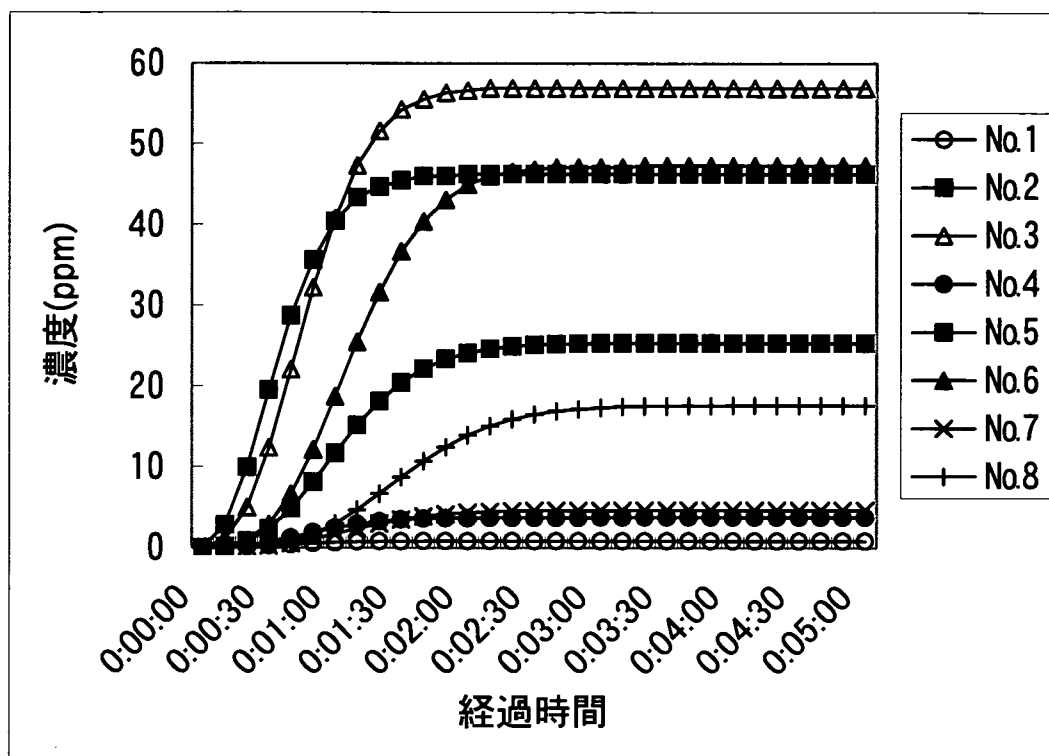


図 22 発生源が 2ヶ所するときの各測定点の数値計算ソフトによるトルエン濃度の計算結果

表 7 発生源が 2ヶ所するときの数値計算ソフトによる各測定点のトルエン濃度計算結果 (濃度収束後)

測定点No.	1	2	3	4	5	6	7	8
トルエン濃度の計算結果	0.8	46.3	56.9	3.8	25.3	47.3	4.7	17.6

[単位：ppm]

発生源が 2ヶ所するときの床上 1.2m のトルエンの濃度分布のシミュレーション結果を図 23 に、発生源から風下 1.0m の垂直断面におけるトルエンの濃度分布のシミュレーション結果を図 24 に、中央を通る長方向垂直断面におけるトルエンの濃度分布のシミュレーション結果を図 25 に、発生源 No.2 中央を通る長方向垂直断面におけるトルエンの濃度分布のシミュレーション結果を図 26 に示した。発生源が 1ヶ所するときと同様に、各発生源から風下に向かってトルエンの濃度分布はたなびき、発生源が加温されているためにその濃度分布はやや上向きに伸びた同心円状に広がる分布が合成されたシミュレーション結果であった。

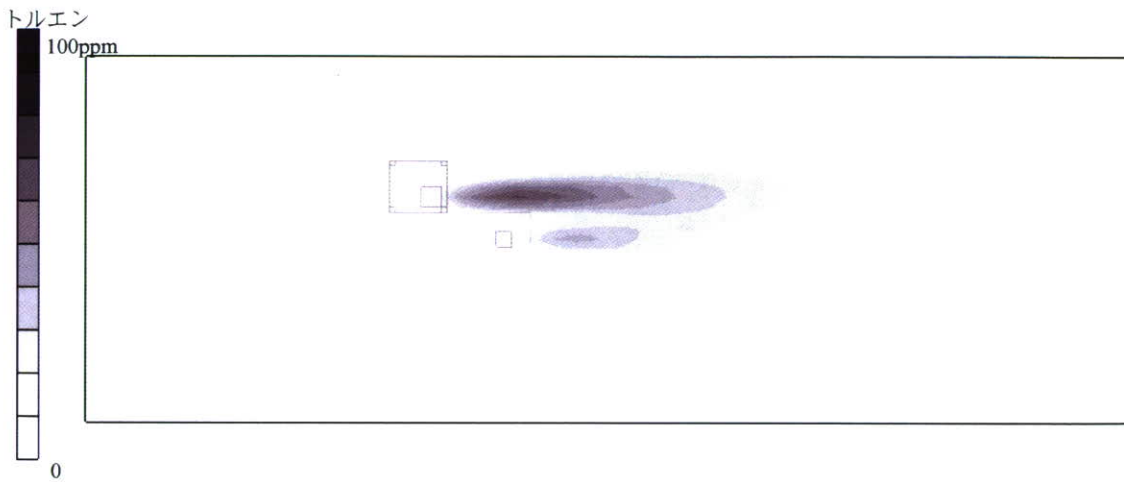


図 23 床上 1.2mにおけるトルエンの濃度分布のシミュレーション結果（発源 2ヶ所）

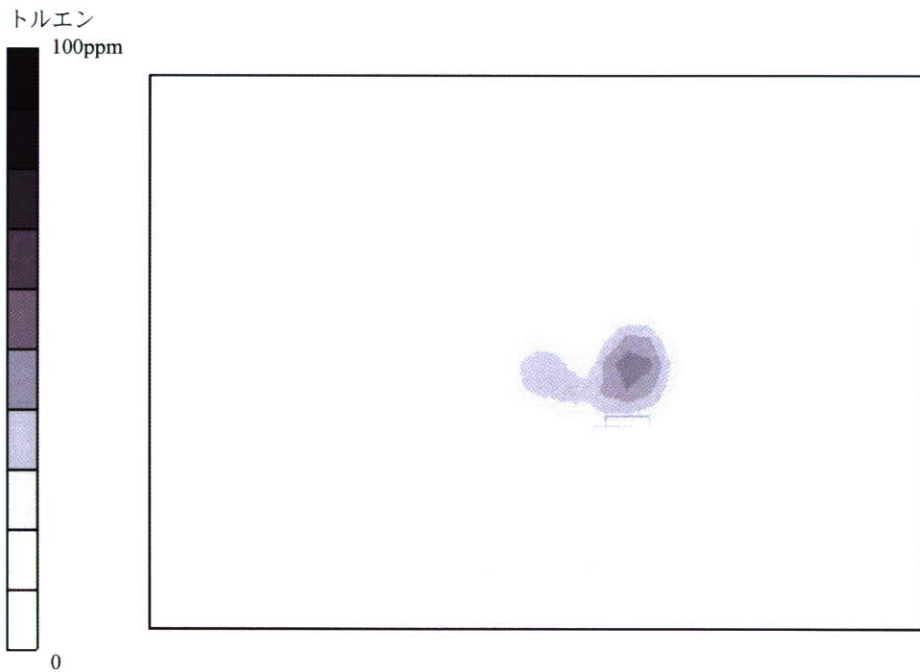


図 24 発生源No.1 中央から風下 1.0m の垂直断面におけるトルエンの濃度分布のシミュレーション結果（発生源 2ヶ所）

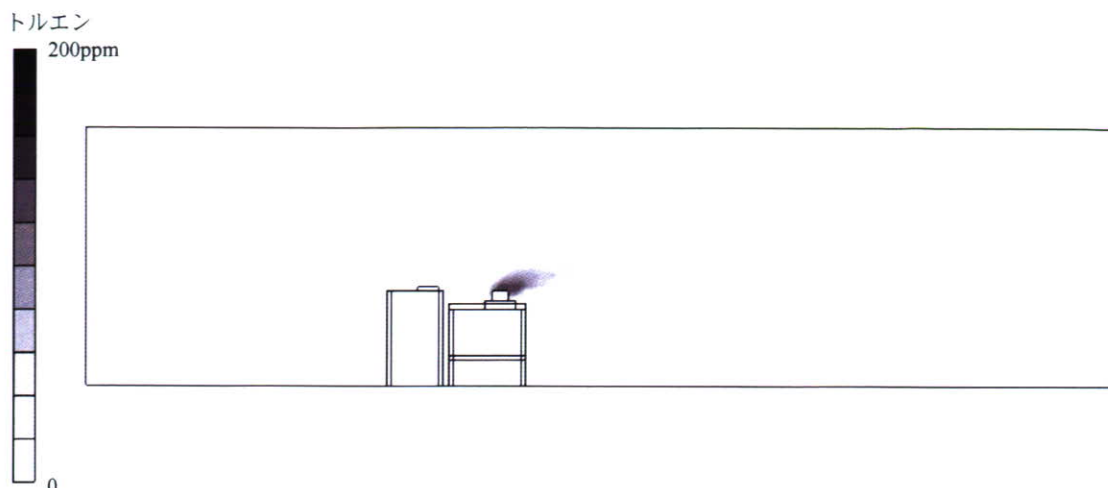


図 25 中央を通る長方向垂直断面におけるトルエンの濃度分布のシミュレーション結果（発生源 2 ヶ所）

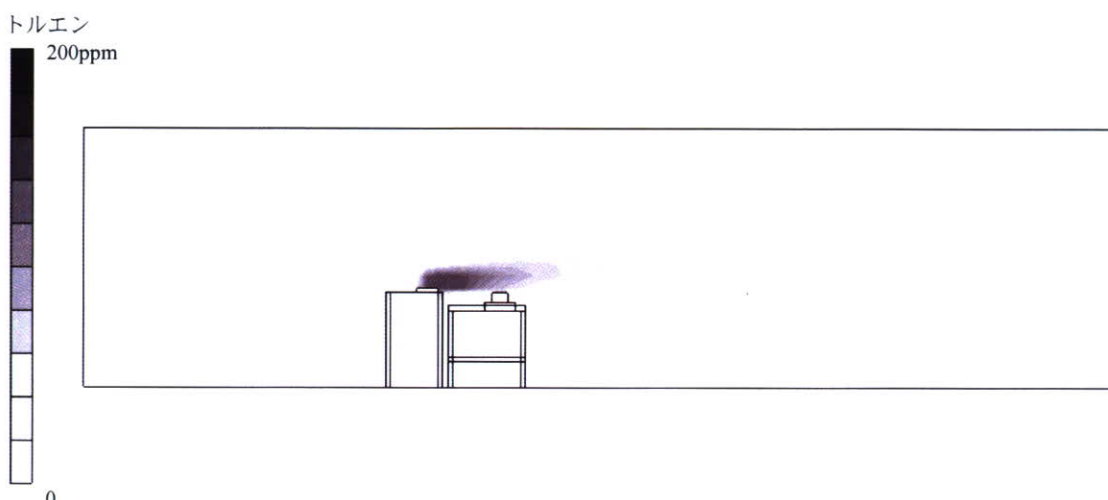


図 26 発生源No.2 中央を通る長方向垂直断面におけるトルエンの濃度分布のシミュレーション結果（発生源 2 ヶ所）

2 障害物を置いたモデル実験場での測定結果と CFD 解析結果との比較

2.1 障害物を置いたモデル実験場での実測値と CFD 解析結果

モデル実験場で実施した 7 種類の実験における酢酸エチルの蒸発速度、気中酢酸エチル濃度の実測値及び CFD 解析による気中酢酸エチル濃度を表 8 に示した。乱流モデル解析では、大きな風の流れを捉えながら、要素体積以下の大きさの渦の影響も考慮して計算しているため、乱流モデルと層流モデルとの解析結果が異なると考えられる。各測定点で見ると気中酢酸エチルの実測値と CFD 解析結果とは必ずしも一致していない。また、乱流モデル解析と層流モデル解析とを比較すると、層流モデル解析の方が実測値に近い結果を示した。

実験 1 の床上 0.7m の各測定点における酢酸エチル濃度の実測値、乱流モデル解析による解析結果及び層流モデル解析による解析結果のコンターを図 27～29 に示した。また、床上 0.9m のコンターを図 30～32 に、床上 1.1m のコンターを図 33～35 に示した。

実験 1 の実測値は、発生源から風下側及び気流が通過する測定点No.2,6,11 側に、酢酸

エチルが広く拡散しているのに対して、乱流モデル解析では障害物No.1の風下側に広く拡散している解析結果であることがわかる。また、層流モデル解析では気流が通過する測定点No.2,6,11側に酢酸エチルが広く拡散している解析結果であることがわかる。

実験1の床上0.9mにおける気流についての乱流モデル解析結果を図36に、層流モデル解析結果を図37に示した。乱流モデル解析結果では障害物No.1の風下側に発生源を通る渦流を作っている。層流モデル解析結果でも障害物No.1の風下に渦流は発生しているが、発生源付近では排気口に向かう気流に引き寄せられる気流が発生しているのがわかる。図38及び39には、実験1の床上0.9mにおける酢酸エチルの濃度分布を乱流モデル解析結果及び層流モデル解析結果で示した。実験1の乱流モデル解析結果では、障害物No.1の風下側に発生した発生源を通る渦流と酢酸エチルの濃度分布が高い部分が一致していた。

実験2の床上0.7mの各測定点における酢酸エチル濃度の実測値、乱流モデル解析による解析結果及び層流モデル解析による解析結果のコンターを図40～42に示した。また、床上0.9mのコンターを図43～45に、床上1.1mのコンターを図46～48に示した。

実験2の実測値は、実験1と同様に発生源から風下側及び気流が通過する測定点No.2,6,11側に、酢酸エチルが拡散するのに加えて、障害物No.1の風下側にも少し拡散を広げている。乱流モデル解析では実験1と同様に障害物No.1の風下側に広く拡散しており、層流モデル解析では気流が通過する測定点No.2,6,11側に酢酸エチルが拡散するのに加えて、障害物No.1の風下側にも広く拡散するという解析結果であった。

実験3～7の床上0.7mの各測定点における酢酸エチル濃度の実測値、乱流モデル解析による解析結果及び層流モデル解析による解析結果のコンターを図49～63に示した。

実験3～7の酢酸エチルの拡散傾向は、実験5の実測値を除きほぼ実験2と同じであった。実験5の実測値は、障害物No.1の風下側の狭い範囲が高濃度となる結果であった。

表8 モデル実験場における気中酢酸エチル濃度実測値及びCFD解析結果(その1)

		実験1			実験2		
気流		0.24m/s			0.15m/s		
障害物		No.1			No.1		
蒸発速度		226mg/min			237mg/min		
測定点No.	高さ(m)	実測値 (ppm)	解析値(ppm)		実測値 (ppm)	解析値(ppm)	
			乱流モデル	層流モデル		乱流モデル	層流モデル
1	0.7	1.0	0.1	0.1	6.6	0.1	0.2
	0.9	2.1	0.1	0.1	4.0	0.1	0.1
	1.1	2.0	0.1	0.0	3.8	0.1	0.1
2	0.7	17.2	10.8	28.9	66.4	16.5	46.7
	0.9	39.7	11.0	16.6	69.3	18.3	26.0
	1.1	24.7	8.8	2.2	17.8	14.2	4.0
3	0.7	7.2	38.1	10.6	21.5	54.5	33.6
	0.9	8.6	38.4	7.3	14.9	56.2	14.5
	1.1	7.6	35.0	7.4	9.0	51.4	14.4
4	0.7	5.8	43.7	7.5	17.3	58.4	14.0
	0.9	7.1	54.5	8.4	8.8	78.1	15.8
	1.1	6.1	55.6	9.5	3.1	83.7	16.9
5	0.7	1.8	0.2	0.3	4.7	0.3	0.4
	0.9	3.0	0.2	0.1	3.2	0.2	0.2
	1.1	3.0	0.1	0.0	3.6	0.2	0.1
6	0.7	6.5	14.3	13.7	24.0	26.5	23.6
	0.9	9.1	13.1	4.9	24.1	28.1	8.8
	1.1	10.6	9.2	2.3	8.0	16.2	4.4
7	0.7	31.4	17.8	5.6	66.9	31.7	11.5
	0.9	39.8	23.9	5.5	34.6	41.7	11.0
	1.1	14.2	25.1	5.0	10.3	41.4	10.0
8	0.7	16.7	32.8	9.3	24.1	56.4	28.6
	0.9	18.4	85.4	8.3	16.8	153.8	15.8
	1.1	10.3	144.0	9.1	8.6	234.7	17.6
9	0.7	7.1	49.8	9.3	16.3	82.0	23.1
	0.9	7.7	93.4	9.0	10.9	146.5	16.5
	1.1	5.7	94.3	9.9	5.6	125.7	19.5
10	0.7	2.6	0.3	0.3	5.5	0.4	0.5
	0.9	2.5	0.2	0.1	7.0	0.3	0.2
11	0.7	8.8	13.8	4.9	12.4	25.5	9.2
	0.9	6.9	12.1	3.0	9.5	24.9	5.6
12	0.7	10.3	11.0	6.3	27.6	19.5	13.1
	0.9	6.8	10.5	5.7	6.8	18.1	11.8
13	0.7	10.3	16.0	8.8	20.3	28.9	22.3
	0.9	7.3	19.4	8.5	6.1	37.0	16.6
14	0.7	8.3	22.0	11.4	10.9	32.3	24.5
	0.9	5.8	26.6	10.1	10.7	45.9	22.0
最小値		1.0	0.1	0.0	3.1	0.1	0.1
最大値		39.8	144.0	28.9	69.3	234.7	46.7
算術平均		10.4	27.9	6.8	16.8	44.6	13.6
標準偏差		9.5	32.2	5.7	17.1	50.5	10.8
幾何平均		7.4	8.4	3.1	11.6	13.2	5.8
幾何標準偏差		2.33	9.68	5.85	2.30	10.72	6.78
第1評価値		43.7	413.8	69.8	67.4	759.3	163.7
第2評価値		13.2	138.6	18.6	20.6	274.4	45.5

表 8 モデル実験場における気中酢酸エチル濃度実測値及びCFD解析結果 (その2)

		実験3			実験4		
気流		0.24m/s			0.15m/s		
障害物		No.1 & No.2			No.1 & No.2		
蒸発速度		239mg/min			331mg/min		
測定点No.	高さ(m)	実測値 (ppm)	解析値(ppm)		実測値 (ppm)	解析値(ppm)	
			乱流モデル	層流モデル		乱流モデル	層流モデル
1	0.7	0.7	0.0	0.0	1.6	0.1	0.0
	0.9	1.4	0.0	0.0	0.7	0.1	0.0
	1.1	2.3	0.0	0.0	1.6	0.1	0.0
2	0.7	2.8	2.9	5.0	7.0	5.9	11.2
	0.9	10.9	4.1	11.2	16.8	8.6	24.8
	1.1	16.9	3.4	1.5	10.4	7.3	3.2
3	0.7	2.8	25.1	7.6	31.1	50.3	17.6
	0.9	2.9	26.4	6.8	16.0	54.5	15.8
	1.1	3.0	27.3	6.3	11.0	57.0	13.9
4	0.7	2.7	46.4	4.1	17.7	94.5	8.9
	0.9	2.7	48.4	4.5	12.6	99.5	9.8
	1.1	2.9	50.3	4.6	9.5	103.4	10.1
5	0.7	1.6	0.2	0.2	0.8	0.4	0.5
	0.9	2.7	0.3	0.5	2.0	0.5	1.1
	1.1	3.8	0.2	0.2	2.0	0.5	0.4
6	0.7	3.0	7.9	18.2	6.8	17.2	38.9
	0.9	8.8	10.9	13.2	13.6	25.2	29.5
	1.1	14.4	6.1	2.4	11.2	13.4	5.5
7	0.7	4.4	19.4	8.3	64.5	50.9	17.4
	0.9	11.5	13.4	7.0	77.7	34.8	15.0
	1.1	18.3	13.3	6.5	20.9	28.6	14.1
8	0.7	3.7	41.4	22.7	42.8	84.0	50.1
	0.9	4.1	76.2	7.6	29.3	146.0	16.9
	1.1	4.0	31.1	6.9	12.8	64.0	15.6
9	0.7	3.0	38.4	7.6	20.8	78.1	15.0
	0.9	2.8	41.4	4.6	17.2	84.8	9.8
	1.1	2.6	41.2	4.3	7.6	89.0	9.8
10	0.7	2.7	0.5	1.0	2.3	1.1	2.1
	0.9	5.2	0.7	1.7	2.1	1.5	3.7
11	0.7	5.7	10.2	9.8	6.1	23.4	22.2
	0.9	7.8	8.7	3.9	4.4	20.1	9.1
12	0.7	7.2	9.2	7.8	33.7	20.4	16.4
	0.9	9.4	10.7	8.2	14.4	23.4	17.2
13	0.7	6.2	35.0	14.9	32.6	86.2	33.1
	0.9	5.0	47.0	10.7	9.7	112.6	21.9
14	0.7	5.3	47.3	16.5	17.8	100.4	34.5
	0.9	4.7	62.6	13.0	5.4	132.1	22.9
最小値		0.7	0.0	0.0	0.7	0.1	0.0
最大値		18.3	76.2	22.7	77.7	146.0	50.1
算術平均		5.4	21.8	6.7	16.1	46.5	14.5
標準偏差		4.2	21.0	5.5	17.0	43.3	11.8
幾何平均		4.2	7.4	3.6	9.3	15.0	7.3
幾何標準偏差		2.01	8.07	4.66	3.23	9.31	5.42
第1評価値		20.8	273.9	56.3	85.6	693.1	144.6
第2評価値		6.8	82.2	14.6	23.1	226.1	37.9