



# Technical Literature

技術資料 TL-MO-01 r6

発行: 2001 年 6 月 29 日

改訂: 2015 年 9 月 02 日

スリーエム ジャパン(株)  
安全衛生製品 技術部

## 3M™ 有機ガスモニター 3500 3520 定量分析説明書

### 1. 概要

ばく露測定を終了した 3M™ 有機ガスモニター(以下 3500 及び 3520 と呼ぶ)は、有機溶剤を用いて活性炭シートからばく露測定により吸着した有機ガスを脱着した後、ガスクロマトグラフィー法を用いて吸着量を定量します。

### 2. 注意事項

- ① ばく露測定終了後、分析は2週間以内に行ってください。それまでの保管は冷暗所にて行ってください。
- ② 定量計算には以下のばく露測定時の情報が必要です。  
測定時間(測定開始時刻、測定終了時刻)  
測定中の気温、湿度  
共存していた有機溶剤蒸気またはガス

### 3. 使用機器及び器具

- ① ガスクロマトグラフ
- ② 脱着溶媒(試薬特級)
- ③ 標準物質
- ④ メスピペットなどの分注器
- ⑤ マイクロシリンジまたはオートサンプラー

### 4. 分析方法

- ① モニターの上キャップの中央の口からピペットなどを使い脱着溶媒を注入します。量は 5ml まで注入できます。高容量型 3520 の場合は1層目、2層目の両方をそれぞれ分析します(注入口はすぐに栓を閉めてください)。
- ② 脱着溶媒を注入してから 30 分間、ときどき振りながら放置します。
- ③ 脱着溶媒および脱着率は各々の分析室などで決めるのが理想的です。スリーエム社では添付の表技術ガイドにあるように脱着溶媒として多くを二硫化炭素、一部塩化メチレン、アセトニトリルなどを使用しています。また、この脱着率は溶媒を 1.5ml 使用したときの値です(脱着溶媒の量が変わると脱着率も変わります)。
- ④ 30 分後、適量をガスクロマトグラフに注入してモニターに捕集されていた量を定量します。定量法は絶対検量線法または内部標準法を利用します。ガスクロマトグラフの最適条件は各分析室で決定してください。スパウトチューブはオートサンプラー使用時にバイアル瓶に移す時、モニターの上キャップの周辺部側の口に取り付けて使用します。

## 5. 濃度の計算

3500

次の式により計算します。

$$C = \frac{M}{r \times k \times t} \times 10^3 \quad (1)$$

C: 濃度 [mg/m<sup>3</sup>]

M: ガスクロ分析より得られた捕集量 [μg]

r: 脱着率

不明の場合は 1.00 を使用する

k: サンプリング速度 [cm<sup>3</sup>/min]

t: サンプリング時間

測定開始から終了までの時間 [min]

また、濃度を ppm 単位で表す場合は次の通りです。

$$C' = C \times \frac{1}{M_w} \times \frac{298}{273} \times 22.4 \quad (2)$$

M<sub>w</sub>: 測定物質の分子量

C': 濃度 [ppm] (温度 25°C)

3520

次の式により計算します。

$$C = \left( \frac{M_p}{r \times k_p \times t} + \frac{M_s}{r \times k_s \times t} \right) \times 10^3 \quad (3)$$

C: 濃度 [mg/m<sup>3</sup>]

M<sub>p</sub>: ガスクロ分析より得られた1層目の捕集量 [μg]

M<sub>s</sub>: ガスクロ分析より得られた2層目の捕集量 [μg]

r: 脱着率

不明の場合は 1.00 を使用する

k<sub>p</sub>: 1層目に対するサンプリング速度 [cm<sup>3</sup>/min]

(3500, 3520 と同一)

k<sub>s</sub>: 2層目に対するサンプリング速度 [cm<sup>3</sup>/min]

すべての物質について k<sub>p</sub>/2.2

t: サンプリング時間 [min]

測定開始から終了までの時間

また、濃度を ppm 単位で表す場合は No.3500 と同じ計算式(2)にしたがってください。

### 捕集量の適切さの判定

次式を満足すれば、捕集量が適切であったと判定できます。

$$\frac{M_s}{M_p} < 0.5 \quad (4)$$

混合物質のサンプリングでは、個々の物質について上記の式を適用できます。

\* モニターは拡散現象を利用して有機溶剤蒸気を捕集するため温度の影響を受けます。

捕集量 M と絶対温度の関係は下記の式になります。

M = f (T<sup>1/2</sup>) : M は T<sup>1/2</sup> の関数です。

t °C でサンプリングした時の結果を 25 °C に補正するには下記の式の補正係数 (C F<sub>25</sub>) を掛けます。

$$C F_{25} = (T_{25}/T_t)^{1/2}$$

$$\{298 / (273 + t)\}^{1/2}$$

また、t℃でサンプリングした結果を20℃に補正するには下記の式の補正係数(CF<sub>20</sub>)を掛けます。

$$CF_{20} = \frac{(T_{20}/T_t)^{1/2}}{\{293 / (273 + t)\}^{1/2}}$$

従って、測定中の気温によって次の補正を行ってください。

表 温度に対する補正係数(CF)

測定中の気温(℃)	25℃に補正する場合の補正係数(CF <sub>25</sub> )	20℃に補正する場合の補正係数(CF <sub>20</sub> )
40	0.98	0.97
35	0.98	0.98
30	0.99	0.98
25	1.00	0.99
20	1.01	1.00
15	1.02	1.01
10	1.03	1.02
5	1.04	1.03
0	1.04	1.04
-5	1.05	1.05
-10	1.06	1.06

$$\text{補正後の濃度} = C \times CF \quad (5)$$

$$\text{補正後の濃度} = C' \times CF \quad (6)$$

## 6. 濃度の計算例

午前8時から12時までモニターを衿元に装着して、トルエンを用いて洗浄作業を行った。12時にモニターを回収して分析を行った結果、ガスクロマトグラムより198.5μgであった。ばく露測定時の室温は15℃であった。

(計算方法)

ここで、トルエンの分子量は92.14、脱着率は1.00、サンプリング速度は31.4、ばく露時間は240分として(1)式、(2)式、(4)式および(5)式を用いて計算を行います。

(1)式より

$$C = \frac{198.5}{1.00 \times 31.4 \times 240} \times 10^3 = 26.3 \text{ (mg/m}^3\text{)}$$

(2)式より

$$C' = 26.3 \times \frac{1}{92.14} \times \frac{298}{273} \times 22.4 = 7.0 \text{ (ppm)}$$

(4)、(5)式より、25℃で補正する場合は、

$$\text{補正後の濃度} = 26.3 \times 1.02 = 26.8 \text{ (mg/m}^3\text{)}$$

$$\text{補正後の濃度} = 7.0 \times 1.02 = 7.1 \text{ (ppm)}$$

表 技術ガイド

物質名	CAS No.	サンプリング 時間 (時間)	許容 濃度 (ppm)	サンプリング 速度 (cm <sup>3</sup> /min)	脱着率	容量 (mg)
<b>有機溶剤中毒予防規則</b>						
<b>第一種有機溶剤</b>						
クロロホルム	67-66-3	8	10	33.5	0.95	21
四塩化炭素	56-23-5	8	5	30.2	0.84	> 25
1,2-ジクロルエタン	107-06-2	8	10	33.2	0.98	16
1,2-ジクロルエチレン	540-59-0	6	150	35.2	0.96	10
1,1,2,2-テトラクロルエタン	79-34-5	8	1	28.4	0.92	> 25
トリクロルエチレン	79-01-6	8	25	31.1	1.01	> 25
二硫化炭素*	75-15-0	8	10	42.8	0.76(c)	2.7
<b>第二種有機溶剤</b>						
アセトン*	67-64-1	2	200	40.1	0.91	7
イソブチルアルコール	78-83-1	8	50	35.9	0.93(a)	19
イソプロピルアルコール*	67-63-0	-	400	39.4	0.96(d)	-
イソペンチルアルコール	123-51-3	8	100	32.3	0.95(a)	22
エチルエーテル*	60-29-7	4	400	36.8	0.96	12
エチレングリコールモノエチルエーテル	110-80-5	8	5	32.4	0.84(a)	> 25
エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート	111-15-9	8	5	26.6	0.73	> 25
エチレングリコールモノブチルエーテル	111-76-2	8	-	28.2	0.91(a)	> 25
エチレングリコールモノメチルエーテル	109-86-4	8	5	36.3	0.78(a)	> 25
オルト-ジクロルベンゼン	2199-61-1	8	25	27.8	0.87	> 25
キシレン o-キシレン	95-47-6	8	100	27.3	0.97	> 25
m-キシレン	108-38-3	8	100	27.3	0.97	> 25
p-キシレン	106-42-3	8	100	27.3	0.97	> 25
クレゾール	1319-77-3	測定不可				
クロルベンゼン	108-90-7	8	10	29.3	0.96	> 25
酢酸イソブチル	110-19-0	8	-	31.0	1.02	25
酢酸イソプロピル	108-21-4	7	-	31.7	0.96	15
酢酸イソペンチル	123-92-2	8	100	27.2	0.97	> 25
酢酸エチル	141-78-6	6	200	34.5	0.99	20
酢酸ブチル	123-86-4	8	100	31.6	1.07	> 25
酢酸プロピル	109-60-4	8	200	30.1	1.00	25
酢酸ペンチル	628-63-7	8	100	26.0	0.98	> 25
酢酸メチル*	79-20-9	2	200	37.0	0.92	3
シクロヘキサノール	108-93-0	8	25	29.5	1.02(a)	22
シクロヘキサノン	108-94-1	8	25	28.9	0.85	22
1,4-ジオキサン	123-91-1	8	10	34.5	0.91	21
ジクロルメタン(No.3520のみ)	75-09-2	-	50	37.9	0.87	7
N,N-ジメチルホルムアミド	68-12-2	8	10	35.5	0.65(a)	> 25
スチレン	100-42-5	8	20	28.9	0.88	> 25
テトラクロルエチレン	127-18-4	8	25	28.3	1.03	> 25
テトラヒドロフラン	109-99-9	8	200	37.2	1.01	15
1,1,1-トリクロルエタン	71-55-6	-	200	30.9	1.00	> 25
トルエン	108-88-3	8	50	31.4	1.00	> 25
ノルマルヘキサン	110-54-3	8	40	32.0	1.07	24
1-ブタノール	71-36-3	8	50	34.3	0.95(a)	21
2-ブタノール	78-92-2	8	100	34.8	0.89(a)	19
メタノール	67-56-1	測定不可				
メチルイソブチルケトン	108-10-1	8	50	30.0	0.99	> 25
メチルエチルケトン	78-93-3	8	200	36.3	0.91	18
メチルシクロヘキサノール	590-67-0	8	50	25.3	0.83	> 25
メチルシクロヘキサノン	1331-22-2	測定不可				
メチルブチルケトン	591-78-6	8	5	29.7	1.00	24
<b>特定化学物質等障害予防規則</b>						
ベンゼン	71-43-2	8	-	35.5	0.97	22
塩化ビニル*	75-01-4	-	2.5	40.8	-	-
アクリロニトリル	107-13-1	8	2	43.8	0.99(b)	1.4
臭化メチル*	74-83-9	-	-	40.9	-	-
ウ化メチル	74-88-4	-	-	36.7	-	-

物質名	CAS No.	サンプリング	サンプリング	脱着率	容量 (mg)
		時間 (時間)	速度 (cm <sup>3</sup> /min)		
<b>健康診断で代謝物の検査が必要な物</b>					
キシレン o-キシレン	95-47-6	8	27.3	0.97	> 25
m-キシレン	108-38-3	8	27.3	0.97	> 25
p-キシレン	106-42-3	8	27.3	0.97	> 25
N,N-ジメチルホルムアミド	68-12-2	8	35.5	0.65(a)	> 25
スチレン	100-42-5	8	28.9	0.88	> 25
テトラクロルエチレン	127-18-4	8	28.3	1.03	> 25
1,1,1-トリクロルエタン	71-55-6	-	30.9	1.00	> 25
トリクロルエチレン	79-01-6	8	31.1	1.01	> 25
トルエン	108-88-3	8	31.4	1.00	> 25
ノルマルヘキサン	110-54-3	8	32.0	1.07	24
<b>その他</b>					
アクリル酸エチル	140-88-5	8	32.2	0.93	> 25
アクリル酸ブチル	141-32-2	8	27.3	1.06	> 25
アクリル酸メチル	96-33-3	8	35.8	0.87	11
アセトニトリル*	75-05-8	2	48.2	1.02(b)	0.5
s-アミルアルコール	6032-29-7	-	31.2	0.98(a)	> 25
アリアルアルコール	107-18-6	8	40.4	0.74(a)	5
イソオクチルアルコール	26592-21-6	8	25.1	0.8	23
2-イソプロポキシエタノール	109-59-1	8	29.5	0.92	23
イソプロピルエーテル*	108-20-3	8	31.2	1.03	21
イソプロピルグリシジルエーテル	4016-14-2	8	29.1	0.97	23
イソホロン	78-59-1	8	21.7	0.75	> 25
エチルアルコール*	64-17-5	1	43.7	0.98(d)	3.5
エチルブチルケトン	106-35-4	8	28.0	0.68	> 25
エチルベンゼン	100-41-4	8	27.3	0.96	24
エチレンクロルヒドリン	107-07-3	8	33.9	0.82(a)	11
エピクロルヒドリン	106-89-8	8	29.6	0.85	20
塩化アリル	107-05-1	8	35.1	0.86	3
塩化ベンジル	100-44-7	8	27.2	0.89	> 25
塩化ビニリデン	75-35-4	8	35.1	1.00	4
オクタン	111-65-9	8	26.6	1.05	25
オルト-クロルスチレン	2039-87-4	8	26.0	0.78	> 25
オルト-クロルトルエン	95-49-8	8	27.3	0.92	> 25
ギ酸エチル	109-94-4	8	38.8	0.65	8
ギ酸メチル	107-31-3	1	45.0	0.76(a)	0.5
クメン	98-82-8	8	24.5	1.01	> 25
グリシドール	556-52-5	-	37.1	-	-
クロルブロムメタン	74-97-5	8	34.4	0.90	18
クロロブレン	129-99-8	8	32.2	-	-
2-クロロ-1,1,1,2-テトラフオロエタン	2837-89-0	-	35.8	0.87(e)	5
酢酸ビニル	108-05-4	8	35.8	0.98	9
酢酸s-ブチル	105-46-4	8	28.6	0.98	> 25
酢酸t-ブチル	540-88-5	8	29.4	0.98	23
酢酸メチルセロソルブ	110-49-6	8	29.0	0.65	> 25
酸化メシチル	141-79-7	8	31.2	0.89	> 25
ジアセトンアルコール	123-42-2	8	28.2	0.94(a)	> 25
ジイソブチルケトン	108-83-8	8	24.6	1.03	> 25
ジエチルケトン	96-22-0	8	32.7	0.98	24
シクロヘキサン	110-82-7	6	32.4	1.02	13
シクロヘキセン	110-83-8	8	32.3	0.99	21
シクロペンタジエン	542-92-7	-	39.5	-	-
シクロペンタン*	287-92-3	1	36.2	1.02	5
ジシクロペンタジエン	77-73-6	8	23.6	0.96	> 25

物質名	CAS No.	サンプリング 時間 (時間)	サンプリング 速度 (cm <sup>3</sup> /min)	脱着率
<b>その他</b>				
1,1-ジクロロエタン	75-34-3	8	33.2	0.92
ジクロロエチルエーテル	111-44-4	8	26.1	0.95
1,1-ジクロロ-1-ニトロエタン	594-72-9	-	28.5	-
ジビニルベンゼン	1321-74-0	8	23.3	0.47
ジプロピレングリコールメチルエーテル	34590-94-8	8	25.3	0.82
ジプロピルケトン	123-19-3	8	27.8	0.66
ジメチルアセトアミド	127-19-5	8	32	0.84(a)
四臭化炭素	558-13-4	8	26.6	0.99(c)
臭化エチル	74-96-4	8	36.4	0.94
臭化ビニル	593-60-2	-	37.0	-
硝酸ノルマルプロピル	627-13-4	8	33.3	1.02
ショウノウ	76-22-2	8	21.4	0.92
1,1,1,2-テトラクロル-2,2-ジフルオロエタン*	76-11-9	-	27.5	-
1,1,2,2-テトラクロル-1,2-ジフルオロエタン*	76-12-0	-	28.2	-
1,1,1,2-テトラフルオロエタン(HFC134a)	811-97-2	-	37.1	0.61(e)
1,1,2-トリクロルエタン	79-00-5	8	29.7	0.95
1,1,2-トリクロル-1,2,2-トリフルオロエタン*	76-13-1	1	29.1	0.92
1,2,3-トリクロルプロパン	96-18-4	8	27.4	0.99
ナフタレン	91-20-3	8	24.6	0.42
二塩化プロピレン	78-87-5	8	30.6	1.02
二臭化エチレン	109-93-4	-	29.6	0.93
ノナン	111-84-2	8	24.6	1.09
ノルマルデカン	124-18-5	-	23.1	1.05
ノルマルドデカン	112-40-3	-	21.5	1.09
ノルマルプロピルアルコール	71-23-8	6	39.7	0.85(a)
パラ-tert-ブチルトルエン	98-51-1	8	20.7	1.07
パラ-ジクロルベンゼン	106-47-0	8	27.8	0.74
4-ビニル-1-シクロヘキセン	100-40-3	8	27.9	1.01
ビニルトルエン	25013-15-4	8	25.1	0.86
フェニルエーテル	101-84-8	8	20.3	0.90
フェニルグリシジルエーテル	122-60-1	8	22.2	0.73
ブタジエン*	106-99-0	-	42.8	0.75(a)
ブチルグリシジルエーテル	2426-08-6	8	27.0	0.93
フルフラール	98-01-1	8	34.3	0.62(a)
フルフリルアルコール	98-00-0	8	30.6	0.71(a)
プロピレンオキシド*	75-56-9	8	37.7	0.97
プロピレングリコールモノメチルエーテル	107-98-2	8	32.4	0.86(a)
プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート	108-65-6	-	25.2	1.01
1-ブロモプロパン	106-94-5	-	31.7	1.02
ブロモホルム	75-25-2	8	29.3	1.02
ヘキサクロルエタン	67-72-1	8	26.7	0.95
ヘキサクロロシクロペンタンジエン	77-47-4	-	22.1	-
ヘキサクロロブタジエン	87-68-3	-	22.9	-
2,4-ペンタンジオン	123-54-6	-	31.7	0.81
ヘプタン	142-82-5	8	28.9	1.04
1-ペンタノール	71-41-0	-	31.2	0.96(a)
ペンタン*	109-66-0	3	35.3	0.98
メシチレン	108-67-8	8	26.3	1.05
メタクリル酸メチル	80-62-6	8	31.8	0.98
メチラール*	109-87-5	1	37.9	0.97
メチルアミルケトン	110-43-0	8	27.9	0.98
メチルイソアミルケトン	110-12-3	8	28.0	1.01

物質名	CAS No.	サンプリング時間 (時間)	サンプリング速度 (cm <sup>3</sup> /min)	脱着率	容量 (mg)
<b>その他</b>					
メチルイソプロピルケトン	563-80-4	8	32.8	0.91	24
メチルイソブチルカルビノール	108-11-2	8	29.2	0.81	21
メチルシクロヘキサン	108-87-2	7	28.9	1.03	20
α-メチルスチレン	98-83-9	8	25.0	1.02	25
メチル-t-ブチルエーテル	1634-04-4	8	30.8	0.98	17
メチルプロピルケトン	107-87-9	8	33.0	0.93	24
1-メチル-ピロリドン	872-50-4	-	28.8	0.81(a)	-
5-メチル-3-ヘプタノン	541-85-5	8	26.4	0.83	24
レソルシノール	108-46-3	-	25.8	-	-

\* 高容量型 3520 での測定をおすすめします。

(a)塩化メチレン

(b)DMF、二硫化炭素 1:1 混合溶液

(c)トルエン

(d)アセトニトリル

(e)イソプロパノール

その他は二硫化炭素

## 用語説明他

### 1. 許容濃度

日本産業衛生学会「許容濃度の勧告」。

### 2. サンプリング時間

技術ガイドに示した値は湿度 50%未満の環境で、1998 年の ACGIH の TLV の濃度をサンプリングするとき、容量から推定した時間です。容量を越えてのサンプリングは妥当ではありません。湿度 70%以上の環境では、高容量型の 3M™ 3520 有機ガスモニターの使用をおすすめします。

ただし、3520 を使ったサンプリングにおいても、最長で 16 時間までとしてください。

### 3. 脱着率

脱着率は各実験室、分析室で求めておくのが望ましいです。求め方は以下の通りです。

① モニターのメンブランシートとリングを取り外す。

② 2.5cm 径のろ紙(測定したい物質が含まれていなければどんなろ紙でもよい。目的は、測定したい物質を蒸発させることにある。)を用意し、モニター本体内のスペーサープレートに載せ、半透明の上キャップを取り付ける。

③ 次に、マイクロシリンジで半透明の上キャップの真ん中の口からろ紙へ測定したい物質の既知量を打ち込み、上キャップの 2ヶ所の口を閉める。PEL の 0.1、0.5 または 1 倍の濃度を 8 時間サンプリングしたときの量を計算で求めて打ち込み量とする。

④ その後、ろ紙から蒸発した物質が活性炭シートに吸着するよう 16~24 時間放置する。

⑤ 放置後、半透明の上キャップを取り外してろ紙を取り去る。

⑥ 再び、半透明の上キャップを取り付け、二硫化炭素などの脱着液 1.5ml を上キャップの真ん中の口から注入する。

⑦ 時々振とうしてやり、30 分以上経ってからガスクロ分析を行い脱着率を求める。

### 4. 容量

活性炭ディスクに直線的に吸着される最大の量のことです。分析の結果この値を越えていたときは、測定はうまくいかなかったと考えられます。また、混合物の場合はそれぞれの物質の吸着合計量が各混合物質の中の最小容量を越えないことが必要です。

### 5. その他

2000年6月発行の「**3M 3500/3520 Organic Vapor Monitor Sampling and Analysis Guide**」に基づいています。

**3M** は、**3M** 社の商標です。

以上