

# Technical Report

## TD-GC/MSの再捕集機能を使用した環境中揮発性有機化合物の分析

Analysis of volatile organic compounds in the environment using restore function of TD-GC/MS

丸岡 成<sup>1</sup>、高倉 誠人<sup>1</sup>、青野 晃<sup>1</sup>

### Abstract:

空気中に存在する有害な揮発性有機化合物 (VOCs) は、大気汚染の度合いを表す尺度として、工場、市街地、室内環境など様々な環境下でモニタリングされている。VOCs 測定には加熱脱離-ガスクロマトグラフ質量分析計 (TD-GC/MS) システムが広く用いられている。大気のサンプリングには時間がかかるため、分析失敗のリスクを低減するために複数のチューブを用い、バックアップのサンプリングやTDの再捕集機能を用いた再分析が一般的である。しかし、従来のTDの再捕集機能では、サンプルラインの温度管理が不十分で、低沸点化合物から高沸点化合物まで広範囲の化合物を同時に再捕集することが困難であった。そこで、著者らはTDの再捕集機能の課題を解決すべく、サンプルラインをそれぞれの分析工程ごとに適切に温度調整できるTD (TD-30R) を開発した。本レポートでは、TDの再捕集機能を用いた際に、低沸点から高沸点までの広範囲のVOCsを同時測定するためには、どのような分析条件が最適であるかについて、サンプルライン温度を各セクション (トラップチューブの冷却・脱離温度、サンプルチューブの脱離温度・流量、ジョイント・バルブ・トランスファーライン温度) ごとに検討した結果について報告する。また、得られた最適条件を用いて、実際の室内環境中の空気を分析したところ、低沸点化合物から高沸点化合物まで広範囲のVOCsを同時に高感度かつ高再捕集率で一斉分析できたので、その結果についても併せて報告する。

**Keywords:** GC/MS、TD、再捕集、VOCs、TO-17、大気汚染

### 1. はじめに

空気中に存在する有害な揮発性有機化合物 (VOCs) は、大気汚染の度合いを表す尺度として、工場、市街地、室内環境など様々な環境下でモニタリングされている。VOCsの最も代表的な分析手法として、アメリカ合衆国環境保護庁 (U.S. EPA) が定めるメソッドTO-17が知られている。TO-17は、大気をアクティブサンプリング (吸着管内に大気をポンプなどで通気することで、大気中の揮発性成分を吸着) し、加熱脱離-ガスクロマトグラフ質量分析計 (TD-GC/MS) システムにより分析する手法である。しかし、この手法では、大気のサンプリングに時間がかかるため、分析失敗のリスクを低減させるために複数のチューブを用い、バックアップのサンプリングやTDの再捕集機能を用いた再分析が一般的である。

TDの再捕集機能とは、サンプルチューブ内に捕集した試料ガスを加熱脱離し、GC/MSに導入する際にスプリットした試料ガスを再度、チューブに捕集する機能である。具体的には、Fig. 1に示すように、サンプルチューブから加熱脱離した揮発性成分をトラップチューブに捕集する (Fig. 1 (1) 参照)。次に、トラップチューブを加熱脱離し、カラムに導入する。カラムに導入する際にスプリットした試料ガスは、再びサンプルチューブ内に捕集する (Fig. 1 (2) 参照)。この再捕集機能により、分析中に問題が発生した場合でも試料ガスを簡単に再測定することができる。

しかし、TDの再捕集機能の課題は低沸点化合物から高沸点化合物まで幅広い範囲での化合物を同時に再捕集することが難しい点である。試料ガスを再捕集する場合、脱離直後のサンプルチューブは高温のままであるため、低沸点化合物を再捕集することが

困難である。そのため、スプリットした試料ガスをサンプルチューブに導入する前に交換することが一般的であるが、ガス漏れのリスクがある。もし、漏れが発生すると、分析と再捕集の両方が失敗することになる。この失敗を避けるためには、元のサンプルチューブに再捕集することが効果的である。このとき、低沸点化合物を再捕集するにはサンプルチューブをすばやく冷却し、なおかつ、サンプルラインの温度もできるだけ低く設定する必要がある。一方、サンプルラインの温度が低すぎると、高沸点化合物がキャリーオーバーしやすくなる。

著者らが開発したTD-30Rは、再捕集の際にサンプルチューブを熱源から離すとともに、送風により冷却を行うことで、従来よりもすばやく冷却することができる。また、本レポートでは、TD-30Rのサンプルラインの条件 (トラップチューブの冷却・脱離温度、サンプルチューブの脱離温度・流量、ジョイント・バルブ・トランスファーライン温度) を検討し、幅広い沸点の化合物を高感度かつ高再捕集率で分析できることを確認したので、その結果を報告する。

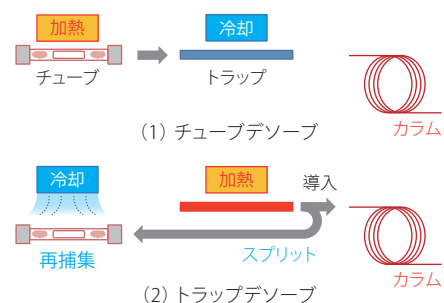


Fig. 1 TDの再捕集機能

## 2. 方法

### 2-1. 測定試料ガスの調製

TO-17に準拠して、試料ガスは大気環境中の空気とし、サンプルチューブ内の吸着剤に1-4Lを捕集した。吸着剤には、Carboxen®を使用し、試料ガスは捕集後、30日以内（4℃以下で保存）に分析した。また、分析の際には、内標準物質として、トルエンd8を添加した。トラップチューブ内に捕集した試料ガスはキャリアガスでドライパージした後に、GC/MSに導入した。

### 2-2. 分析条件

GC/MSはシングル四重極型質量分析計 GCMS-QP2020を使用した。試料ガスの導入は加熱脱離法（TD法）を利用し、前処理装置TD-30Rを使用した。分析条件の詳細をTable 1に示す。TD-30Rの分析条件については、最終的に最適化された分析条件のみを記載する。

Table 1 GC-MS分析条件

装置構成		GC	
GC/MS	: GCMS-QP™2020	キャリアガス	: ヘリウム
前処理装置	: TD-30R	制御モード	: 圧力
ソフトウェア	: GCMSsolution™ Ver.4.31	圧力	: 69 kPa
	TD-30制御ソフト	注入モード	: スプリット 1:10 (カラム流量 1.69 mL/min)
カラム	: SH-Rtx™-624 (60 m x 0.32 mm I.D., df = 1.8 μm, P/N: 221-75864-60) (SHIMADZU)	カラムオープン温度	: 35 °C (5 min) – (5 °C/min) – 230 °C (5 min)
TD-30R		MS	
チューブ脱離温度	: 250 °C (10 min)	イオン源温度	: 230 °C
チューブ脱離流量	: 70 mL/min	インタフェース温度	: 200 °C
トラップ冷却温度	: -25 °C	測定モード	: Scan/SIM同時測定
トラップ脱離温度	: 250 °C (2 min)	Scan質量範囲	: m/z 20-600
ジョイント温度	: 75 °C	Scanイベント時間	: 0.2 sec.
バルブ温度	: 185 °C	Scanスピード	: 3333 u/sec.
トランスファーライン温度	: 220 °C	SIMモニターイオン	: TO-17の規制に準拠

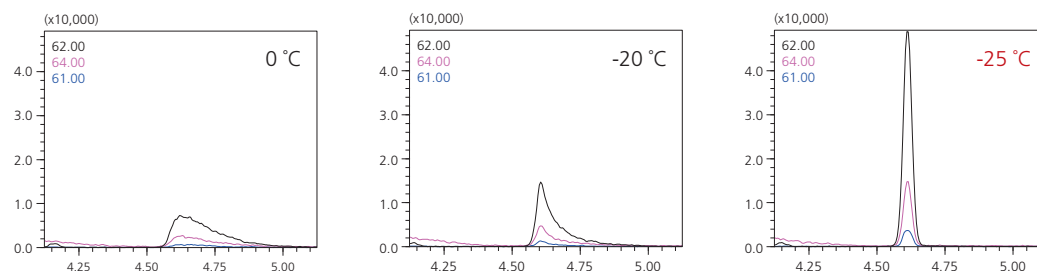
## 3. 分析結果

### 3-1. トラップチューブ冷却温度の検討

低沸点化合物は揮発性が高いため、高沸点化合物と比較して、トラップチューブが十分に冷却されていないと、捕集されずに分析感が悪くなる。そこで、トラップチューブ冷却温度と低沸点化合物の分析感の関係について検討した。トラップチューブ温度は0、-20、-25℃の3点で検討した。例として、今回の試料中で検

出された中で特に低沸点の化合物 (Fig. 2 (a) クロロエチレン、(b) クロロエタン) のクロマトグラムをFig. 2に示す。(a) クロロエチレンは沸点が-13℃と低い化合物であるが、トラップチューブ冷却温度を-25℃まで降温することで、高感度に検出できた。

(a) クロロエチレン (沸点:-13℃)



(b) クロロエタン (沸点:12.3℃)

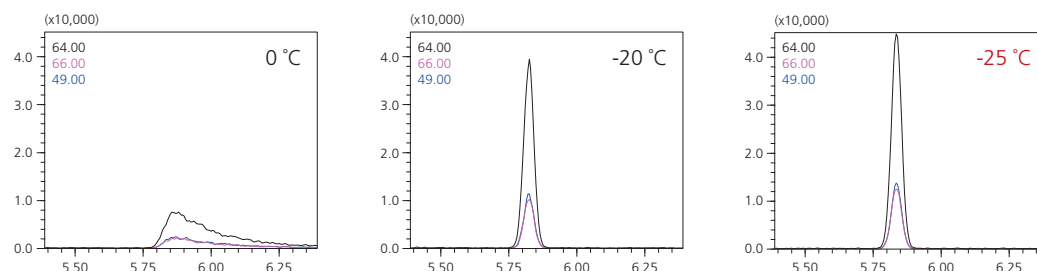


Fig. 2 トラップチューブの冷却温度の違いによる低沸点化合物の感度比較

### 3-2. トラップチューブ脱離温度の検討

コスト及びメンテナンス性の観点から、トラップチューブの脱離温度はできる限り低くすることが望ましい。しかし、脱離温度が低いと、高沸点化合物の脱離が難しく、高沸点化合物を検出できなくなる。そこで、トラップチューブ脱離温度と高沸点化合物の分析感度の関係について検討した。トラップチューブ温度は325、

250℃の2点で検討した。例として、今回の試料中で検出された中で特に高沸点の化合物 (Fig. 3 (a) 1,2,4-トリクロロベンゼン、(b) o-ジクロロベンゼン) のクロマトグラムをFig. 3に示す。(a) 1,2,4-トリクロロベンゼンは沸点が213℃と高い化合物であるが、トラップチューブ脱離温度が250℃でも高感度に検出できた。

### 3-3. サンプルチューブ脱離温度の検討

TD法は、サンプルチューブをコンディショニングすることで、サンプルチューブ及び吸着剤を何度も再使用することができる。しかし、サンプルチューブの加熱脱離処理が不十分であると、前回測定した試料ガスがキャリアオーバーし、次回の測定結果に影響を与える。そこで、サンプルチューブの脱離温度・流量について検討した。例として、今回の試料ガス中で検出された中で、キャリアオーバーした化合物2成分 (Fig. 4 (a) 1,2,4-トリクロロベンゼン、(b) ヘキサクロロ-1,3-ブタジエン) のクロマトグラムをFig. 4に示

す。脱離温度及び流量は以下の2条件を検討した。最適化前の条件は、チューブ脱離温度：250℃ (5 min)、チューブ脱離流量：30 mL/minである。最適化後の条件は、チューブ脱離温度：250℃ (10 min)、チューブ脱離流量：70 mL/minである。最適化前の条件では、(a) 1,2,4-トリクロロベンゼンは、キャリアオーバー値が5.4%であった。一方、最適化後の条件のように、加熱脱離の時間を長くして、脱離時の流量を増やすことで、試料ガスの脱離が十分に進み、キャリアオーバー値を0.7%に低減することができた。

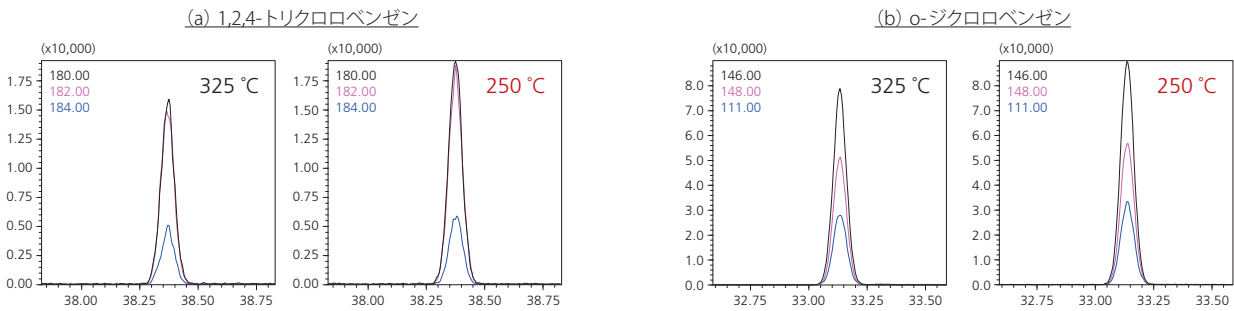


Fig. 3 トラップチューブの脱離温度の違いによる高沸点化合物の感度比較

最適化前

チューブ脱離温度：250℃ (5 min)  
チューブ脱離流量：30 mL/min

最適化後

チューブ脱離温度：250℃ (10 min)  
チューブ脱離流量：70 mL/min

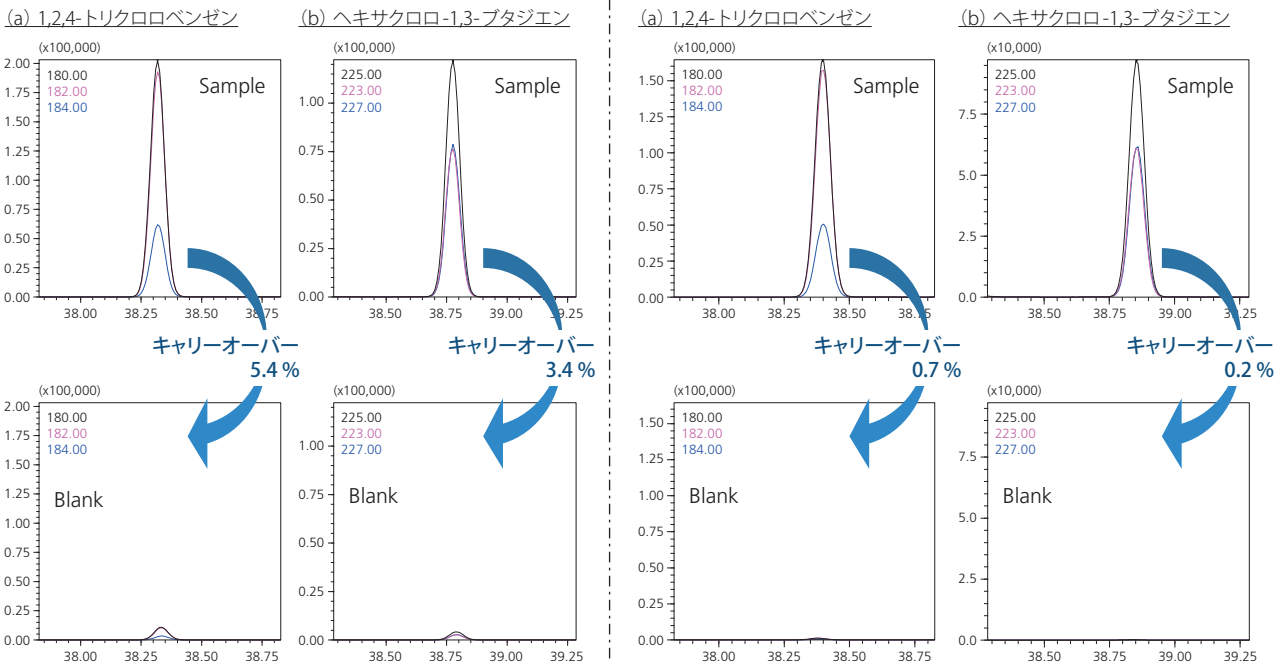


Fig. 4 サンプルチューブの脱離温度・流量の違いによるキャリアオーバーの違い

### 3-4. ジョイント温度などの検討

ジョイント、バルブ、トランスファーラインの温度が低いと、流路内でコールドスポットが発生するが、温度が高いと、低沸点化合物をサンプルチューブに再捕集することが困難である。そのため、ジョイント、バルブ、トランスファーラインの温度を適切に設定することが重要である。そこで、低沸点化合物が再捕集可能なジョイント、バルブ、トランスファーラインの温度条件について検討した。最適化前の条件は、ジョイント温度：100℃、バルブ温度：200℃、トランスファーライン温度：250℃である。最適化後の条件は、

ジョイント温度：75℃、バルブ温度：185℃、トランスファーライン温度：220℃である。低沸点化合物の再捕集率について、最適化前後での比較例として、(a) クロロエチレン（沸点：-13℃）、(b) クロロエタン（沸点：12.3℃）、(c) ジクロロメタン（沸点：39.6℃）のクロマトグラムをFig. 5に示す。最適化前は、再捕集時に低沸点成分がほとんど検出されていないが、最適化後は、ジョイントなどの温度条件を低くしたことにより、サンプルチューブへと捕集され、十分な感度で検出することができた。

#### 最適化前

ジョイント温度 : 100℃  
バルブ温度 : 200℃  
トランスファーライン温度 : 250℃

#### 最適化後

ジョイント温度 : 75℃  
バルブ温度 : 185℃  
トランスファーライン温度 : 220℃

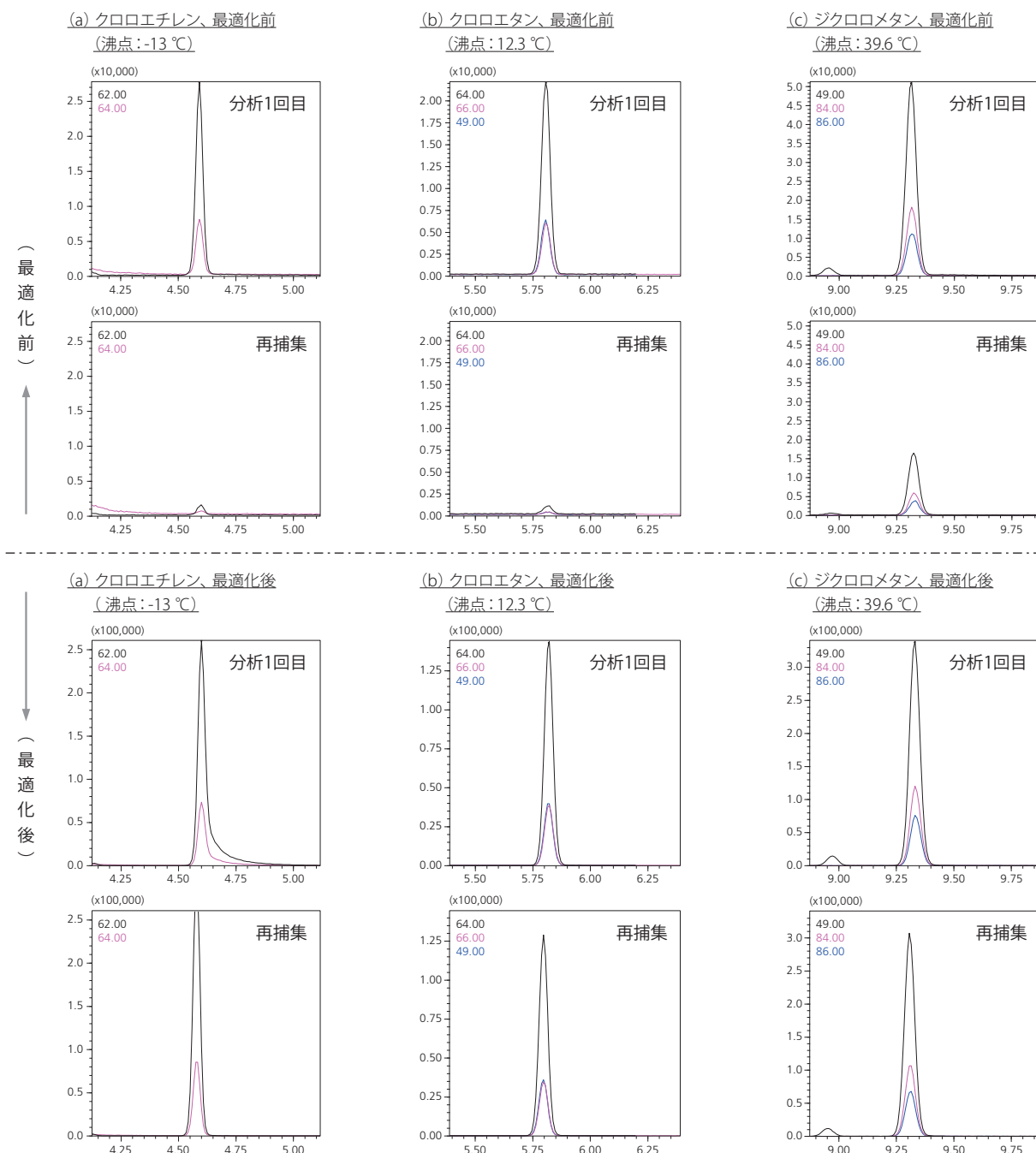


Fig. 5 ジョイント、バルブ、トランスファーライン温度を変化させた場合の低沸点化合物3成分の分析1回目、及び再捕集時のクロマトグラム

### 3-5. 再捕集機能の再現性及び再捕集率

これまでの節での検討から、最適な分析条件が得られた。そこで、再捕集機能の再現性及び再捕集率を検討した。まず最初に、標準試料ガス（TO-17の対象となる40物質が1 µgずつ含むように調製したもの）を6本のサンプルチューブに添加し、分析1回目と再捕集時で、再現良く測定できるかについて検討した。その測定結果をTable 2に示す。標準試料の定量値は6本のサンプルチューブの測定結果の平均値とした。また、TO-17に準拠して、標準試料を1-50 µg添加した際の各濃度と各ピーク面積比の関係か

ら得た検量線により定量値を算出した。Table 3は、検量線の直線性を示す。Table 2より、相対標準偏差 (%RSD) はいずれも10%以内に収まっており、ほとんどの物質で分析1回目と再捕集時の %RSDは同程度であり、再捕集機能でも、再現性良く分析できている。Table 2、I.D. 5のクロロエタンのみ1回目と再捕集時の %RSDの差が大きい。これは、再捕集時に内標準物質として使用したトルエンd8とクロロエタンの回収率の差が他の物質と比較して大きいために生じたものと考えられる。

Table 2 標準試料ガス1 µgの再現性

I.D.	成分	平均検量値		%RSD (n=6)	
		1回目	再捕集	1回目	再捕集
1	Freon 114	1.04	1.03	3.55	4.04
2	Chloroethene	1.01	1.00	4.81	4.57
3	1,3-Butadiene	1.03	1.03	4.90	3.95
4	Methyl bromide	0.94	0.99	3.56	4.88
5	Ethyl Chloride	1.04	1.09	3.69	9.18
6	Freon 11	1.03	1.04	3.41	3.80
7	1,1-Dichloroethene	1.03	1.03	3.39	3.71
8	Freon 113	1.02	1.03	3.03	3.75
9	3-Chloro-1-propene	0.98	0.99	4.34	3.94
10	Methylene chloride	1.04	1.02	3.32	3.84
11	Acrylonitrile	0.96	0.93	5.03	5.10
12	1,1-Dichloroethane	1.03	1.02	3.10	3.77
13	cis-Di-1,2-Dichloroethylene	1.02	1.01	2.88	3.78
14	Chloroform	1.04	1.07	4.64	6.45
15	1,1,1-Trichloroethane	1.03	1.04	2.85	3.50
16	Carbon Tetrachloride	1.03	1.03	3.00	4.16
17	Benzene	1.05	1.04	2.32	2.68
18	1,2-Dichloroethane	1.02	1.01	2.76	2.37
19	Trichloroethylene	0.86	0.75	3.45	6.26
20	1,2-Dichloropropane	1.02	1.02	2.09	2.39
21	1,3-Dichloropropene	0.95	0.90	9.60	9.87
22	Toluene	0.96	0.89	1.80	2.80
23	1,1,2-Trichloroethane	1.02	1.02	1.57	1.15
24	Tetrachloroethylene	0.90	0.84	2.19	2.96
25	1,2-Dibromoethane	1.01	1.01	1.66	0.54
26	Chlorobenzene	1.01	0.99	1.73	2.09
27	Ethylbenzene	1.03	1.03	1.48	2.20
28	m-Xylene	1.01	1.02	1.20	1.86
29	p-Xylene	1.01	1.02	1.20	1.86
30	o-Xylene	1.02	1.02	1.34	1.60
31	Styrene	1.01	1.01	1.04	0.51
32	1,1,2,2-Tetrachloroethane	0.95	0.92	1.71	1.90
33	1,3,5-Trimethylbenzene	1.01	1.01	0.80	1.20
34	1,2,4-Trimethylbenzene	1.02	1.03	1.02	1.37
35	4-Ethyltoluene	0.97	1.03	3.41	3.74
36	m-Dichlorobenzene	1.00	1.01	1.50	0.51
37	p-Dichlorobenzene	0.99	1.01	1.52	0.63
38	o-Dichlorobenzene	1.00	1.01	2.07	0.40
39	1,2,4-Trichlorobenzene	0.85	0.82	7.55	6.30
40	Hexachloro-1,3-Butadiene	1.03	1.00	4.97	4.17

Table 3 検量線の直線性 (標準試料ガス添加量: 1-50 µg)

I.D.	成分	直線性	
		1回目	再捕集
1	Freon 114	0.9991	0.9993
2	Chloroethene	0.9999	0.9997
3	1,3-Butadiene	0.9995	0.9987
4	Methyl bromide	0.9962	0.9957
5	Ethyl Chloride	0.9986	0.9996
6	Freon 11	0.9994	0.9995
7	1,1-Dichloroethene	0.9991	0.9991
8	Freon 113	0.9992	0.9993
9	3-Chloro-1-propene	0.9999	1.0000
10	Methylene chloride	0.9990	0.9995
11	Acrylonitrile	0.9991	0.9981
12	1,1-Dichloroethane	0.9995	0.9995
13	cis-Di-1,2-Dichloroethylene	0.9995	0.9995
14	Chloroform	0.9997	0.9999
15	1,1,1-Trichloroethane	0.9997	0.9998
16	Carbon Tetrachloride	0.9997	0.9998
17	Benzene	0.9999	0.9999
18	1,2-Dichloroethane	0.9995	0.9995
19	Trichloroethylene	0.9998	0.9999
20	1,2-Dichloropropane	0.9996	0.9996
21	1,3-Dichloropropene	0.9999	0.9997
22	Toluene	0.9999	0.9998
23	1,1,2-Trichloroethane	0.9999	0.9999
24	Tetrachloroethylene	0.9995	0.9996
25	1,2-Dibromoethane	0.9998	0.9999
26	Chlorobenzene	1.0000	0.9999
27	Ethylbenzene	0.9999	0.9999
28	m-Xylene	0.9998	0.9998
29	p-Xylene	0.9998	0.9998
30	o-Xylene	0.9998	0.9997
31	Styrene	0.9998	0.9997
32	1,1,2,2-Tetrachloroethane	0.9994	0.9993
33	1,3,5-Trimethylbenzene	0.9995	0.9994
34	1,2,4-Trimethylbenzene	0.9994	0.9992
35	4-Ethyltoluene	0.9995	0.9992
36	m-Dichlorobenzene	0.9995	0.9993
37	p-Dichlorobenzene	0.9995	0.9993
38	o-Dichlorobenzene	0.9992	0.9990
39	1,2,4-Trichlorobenzene	0.9993	0.9988
40	Hexachloro-1,3-Butadiene	0.9983	0.9983

Table 4は、実試料ガスの定量結果を示す。実試料ガスとして、異なる2ヶ所の室内空気をサンプリングした。表中のN.D.は実試料ガス中から今回使用した分析機器では検出されなかったことを示し、<LOQは定量下限値未満の実測値であったことを示す。ここで、定量下限値は、Table 2の実測値から標準偏差 $\sigma$ を算出したものを10倍した値とした。Table 4より、実試料ガス中内に含まれる定量下限値以上の成分は、いずれも分析1回目と再捕集時で、同程度の値であるため、再現性良く定量できていることがわかる。また、定量下限値以上含まれる成分はいずれも分析1回目

と比較して、再捕集時の実測値が大きい傾向がある。これは、内標準物質として使用したトルエンd8の再捕集時の回収率が他の成分と比べて、低いために生じたものと考えられる。

以上の結果から、TD-30Rの再捕集機能では、低沸点成分から高沸点成分までの広範囲なVOCsを含むサンプルを分析1回目と同等の精度で分析できる。本機能により、貴重なサンプル分析のリスクヘッジができるだけでなく、高感度かつ高再捕集率での分析が可能である。

Table 4 実試料ガスの定量結果

I.D.	成分	実試料ガス1			実試料ガス2		
		1回目	再捕集	比 (再捕集/1回目)	1回目	再捕集	比 (再捕集/1回目)
1	Freon 114	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-
2	Chloroethene	N.D.	N.D.	-	N.D.	N.D.	-
3	1,3-Butadiene	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-
4	Methyl bromide	N.D.	N.D.	-	N.D.	N.D.	-
5	Ethyl Chloride	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-
6	Freon 11	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-
7	1,1-Dichloroethene	N.D.	N.D.	-	<LOQ	<LOQ	-
8	Freon 113	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-
9	3-Chloro-1-propene	N.D.	N.D.	-	<LOQ	<LOQ	-
10	Methylene chloride	0.69	0.77	1.12	1.23	1.37	1.11
11	Acrylonitrile	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-
12	1,1-Dichloroethane	N.D.	N.D.	-	<LOQ	<LOQ	-
13	cis-Di-1,2-Dichloroethylene	N.D.	N.D.	-	N.D.	N.D.	-
14	Chloroform	<LOQ	<LOQ	-	13.5	13.7	1.01
15	1,1,1-Trichloroethane	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-
16	Carbon Tetrachloride	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-
17	Benzene	0.32	0.34	1.06	0.53	0.55	1.04
18	1,2-Dichloroethane	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-
19	Trichloroethylene	0.4	<LOQ	-	0.39	<LOQ	-
20	1,2-Dichloropropane	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-
21	1,3-Dichloropropene	N.D.	N.D.	-	N.D.	N.D.	-
22	Toluene	3.08	3.26	1.06	3.95	4.06	1.03
23	1,1,2-Trichloroethane	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-
24	Tetrachloroethylene	0.2	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-
25	1,2-Dibromoethane	N.D.	N.D.	-	<LOQ	<LOQ	-
26	Chlorobenzene	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-
27	Ethylbenzene	0.42	0.43	1.02	0.18	<LOQ	-
28	m-Xylene	0.20	0.21	1.05	0.3	0.3	1.00
29	p-Xylene	0.20	0.21	1.05	0.3	0.3	1.00
30	o-Xylene	0.14	0.15	-	<LOQ	<LOQ	-
31	Styrene	0.12	0.13	1.08	<LOQ	0.08	-
32	1,1,2,2-Tetrachloroethane	N.D.	N.D.	-	<LOQ	<LOQ	-
33	1,3,5-Trimethylbenzene	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-
34	1,2,4-Trimethylbenzene	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-
35	4-Ethyltoluene	2.41	2.81	1.17	1.82	2.04	1.12
36	m-Dichlorobenzene	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-
37	p-Dichlorobenzene	<LOQ	0.09	-	<LOQ	0.09	-
38	o-Dichlorobenzene	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-
39	1,2,4-Trichlorobenzene	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-
40	Hexachloro-1,3-Butadiene	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	-

## 4. 結論

幅広い沸点の化合物を高感度かつ高再捕集率で一斉分析可能なTD (TD-30R) を開発した。トラップチューブの冷却・脱離温度、サンプルチューブの脱離温度・流量、ジョイント・バルブ・トランスファーライン温度について実験的に検討して得られた最適条件でVOCsを測定した結果、再捕集時でも幅広い沸点の化合物を

分析1回目と同程度の精度で分析できた。

従って、TD-30Rを用いることで、貴重なVOCsサンプルを無駄にしてしまうリスクを回避できるだけでなく、広範囲な沸点化合物を同時に、高感度かつ高再捕集率での一斉分析が可能である。

# TD-30R サーマルデソープションシステム

## 処理能力と信頼性を追求した革新的TD

ガスとマテリアル分析への最適なソリューションとして、TD-30Rは開発されました。

卓越した処理能力と優れた拡張性は、研究部門から品質管理まであらゆる分析を強力にバックアップします。

### 卓越した処理能力と基本性能

- ▶ 120サンプルを搭載できる豊富なサンプルキャパシティ
- ▶ オーバーラップ機能と割り込み機能による効率的な分析
- ▶ コールドポイントのないサンプルラインによる高沸点成分の高感度分析

### さまざまな分析に対応できる優れた拡張性

- ▶ 再捕集機能（レストア）によるリスクヘッジ
- ▶ 内部標準物質の自動添加機能による精度の高い定量分析
- ▶ バーコードリーダー機能による信頼性の高いサンプル管理

### 簡単な操作とメンテナンス性

- ▶ メンテナンスしやすいユーザーフレンドリーなデザイン
- ▶ シンプルで操作が簡単なソフトウェア



TD-30R

### 製品仕様

チューブサイズ	O.D. 1/4" (6.35 mm)、L 3.5" (89 mm)
チューブデソープ温度	設定：0~430°C (1°C単位)、制御：室温+15~430°C (精度±1°C)
チューブデソープ流量	設定：20~200 mL/min (1 mL/min単位、精度±2 mL/min)
チューブデソープ時間	設定：0~240 min (0.01 min単位)
トラップサイズ	O.D. 1/8" (3.2 mm)、I.D. 2 mm、L 102 mm SilcoNert® 2000 不活性化処理SUSチューブ
トラップ吸着剤	TENAX™-TA 60-80mesh (60 mg) 標準 Carbopack™ (50 mg) + Carbosieve® (10 mg) オプション Carboxen® 1000 (70 mg) オプション
トラップデソープ温度	設定：0~350°C (1°C単位)、制御：0~350°C (精度±1°C)
トラップ冷却温度	設定：-40~80°C (1°C単位) 制御：室温-50~80°C (バルブ温度<250°C)、室温-45~80°C (バルブ温度>250°C) (精度±1°C)
スプリット比	1:5~1:200
サンプルバス	SilcoNert2000
切替バルブ	6ポート2ポジション 高温型バルブ、電動
ジョイント温度	設定：0~300°C (1°C単位)、制御：室温+15~300°C (精度±1°C)
バルブ温度	設定：0~300°C (1°C単位)、制御：室温+15~300°C (精度±1°C)
トランスファーライン温度	設定：0~350°C (1°C単位)、制御：室温+15~350°C (精度±1°C)
内標添加 (TD-30R)	添加量固定：0.5 mL、添加量可変：4~2000 mL
ドライパージ (TD-30R)	温度設定：-40~140°C (1°C単位) 制御：室温-50~140°C (バルブ温度<250°C)、室温-45~140°C (バルブ温度>250°C) (精度±1°C) 流量：20~200 mL/min (1 mL/min単位)、時間：0~30 min (0.01 min単位)
キャリアガス	高純度ヘリウムまたは窒素、GCに搭載したアドバンスフローコントローラー (AFC) により制御
パージガス	高純度ヘリウムまたは窒素、TD内蔵のマスフローコントローラー (MFC) により制御
PCインターフェース	USB
制御ソフトウェア	TD-30 Control Software
制御ソフトウェア動作環境	Microsoft® Windows® 7/10 (64/32 bit)
動作保証環境	温度：18~28°C、湿度：20~70 %Rh
電源	AC100/120/220/240 V、50/60 Hz、MAX.1200 VA
寸法	TD-30R：720 (W) × 470 (H) × 690 (D) mm、TD-30：580 (W) × 470 (H) × 550 (D) mm
重量	TD-30R：49 kg、TD-30：48 kg

株式会社 島津製作所  
分析計測事業部 <https://www.an.shimadzu.co.jp/>

本資料の掲載情報に関する著作権は当社または原著者に帰属しており、権利者の事前の書面による許可なく、本資料を複製、転用、改ざん、販売等することはできません。掲載情報については十分検討を行っていますが、当社はその正確性や完全性を保証するものではありません。また、本資料の使用により生じたいかなる損害に対しても当社は一切責任を負いません。本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。

初版発行：2019年1月  
© Shimadzu Corporation, 2019