

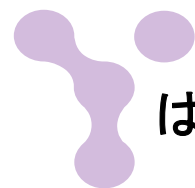
# 固相抽出デバイスによる空气中 VOCとSVOCの分析

## 【講演者】

山梨大学工学部応用化学科  
植田 郁生

## 【共同研究】

信和化工株式会社 藤村 耕治  
株式会社堀場エステック 芳村 智孝  
分析産業人ネット 前田 恒昭



## はじめに

### 【揮発性有機化合物(VOC)】

室温および大気圧下で空気中に揮発し得る有機化合物の総称

- ・高揮性有機化合物(VVOC) 沸点:  $\sim 50(100)^{\circ}\text{C}$
- ・揮発性有機化合物(VOC) 沸点:  $50(100)\sim 250^{\circ}\text{C}$
- ・半揮発性有機化合物(SVOC) 沸点:  $250\sim 400^{\circ}\text{C}$

### 生活の中のVOC

- ・シックハウス症候群や化学物質過敏症の原因物質  
(ホルムアルデヒド、トルエン、...)
- ・水質および土壌汚染  
(ジクロロメタン、四塩化炭素、...)
- ・食品や香水の香り  
(リモネン、バニリン、...)



⇒ 微量VOCの定性・定量分析が重要



【VOCの分析】

↳ ガスクロマトグラフィー(GC)

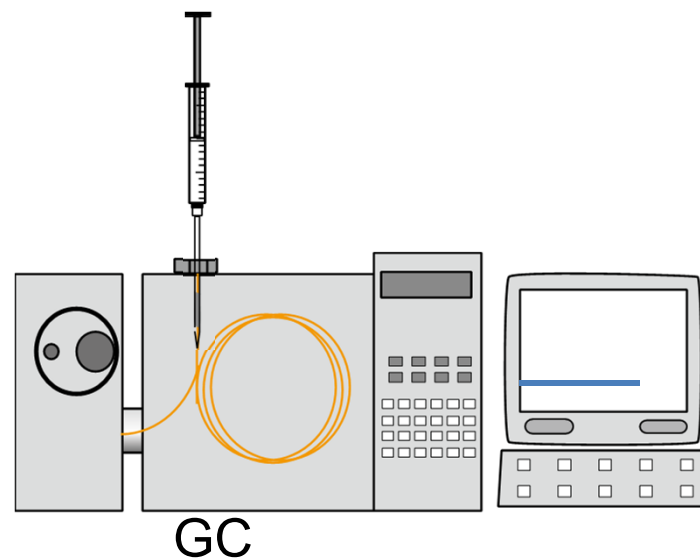
- ・高い分離度
- ・高い感度



気体試料の直接注入では**感度不足**



**VOCの濃縮**





## はじめに

### 有害大気汚染物質測定方法マニュアル(環境省)

化合物	試料採取・前処理
ベンゼン	容器採取, 固体吸着— <b>溶媒抽出</b>
クロロホルム, ジクロロメタン等	容器採取, 固体吸着— <b>加熱脱着</b> , 固体吸着— <b>溶媒抽出</b>
アルデヒド類	固相(DNPH)捕集溶媒抽出

### 特定悪臭物質の測定方法(環境省)

化合物	試料採取・前処理
硫化物	低温濃縮
トルエン、スチレン等	低温濃縮

### 室内空气中化学物質の測定マニュアル(厚生労働省)

化合物	試料採取・前処理
VOC(トルエン, キシレン等)	固相吸着— <b>溶媒抽出</b> , 固相吸着— <b>加熱脱着</b>
フタル酸ジブチル, フタル酸2-エチルヘキシル	固相吸着— <b>溶媒抽出</b> , 固相吸着— <b>加熱脱着</b>

はじめに

【固相吸着—加熱脱着法】

長所

- ・高感度
- ・無溶媒
- ・自動化

短所

- ・再測定不可
- ・低沸点化合物の捕集効率が低い場合がある
- ・高価な装置が必要

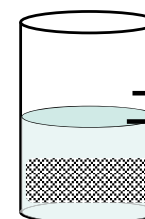


【固相吸着—溶媒抽出法】

長所

- ・再測定可能
- ・標準物質の添加が容易
- ・安価

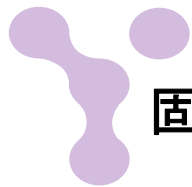
活性炭吸着剤



二硫化炭素

短所

- ・脱離の自動化が困難
- ・測定感度は加熱脱着より劣る
- ・有機溶媒を使用する(ピークの重なり)
- ・低沸点化合物の損失
- ・化合物ごとに脱離効率が異なる

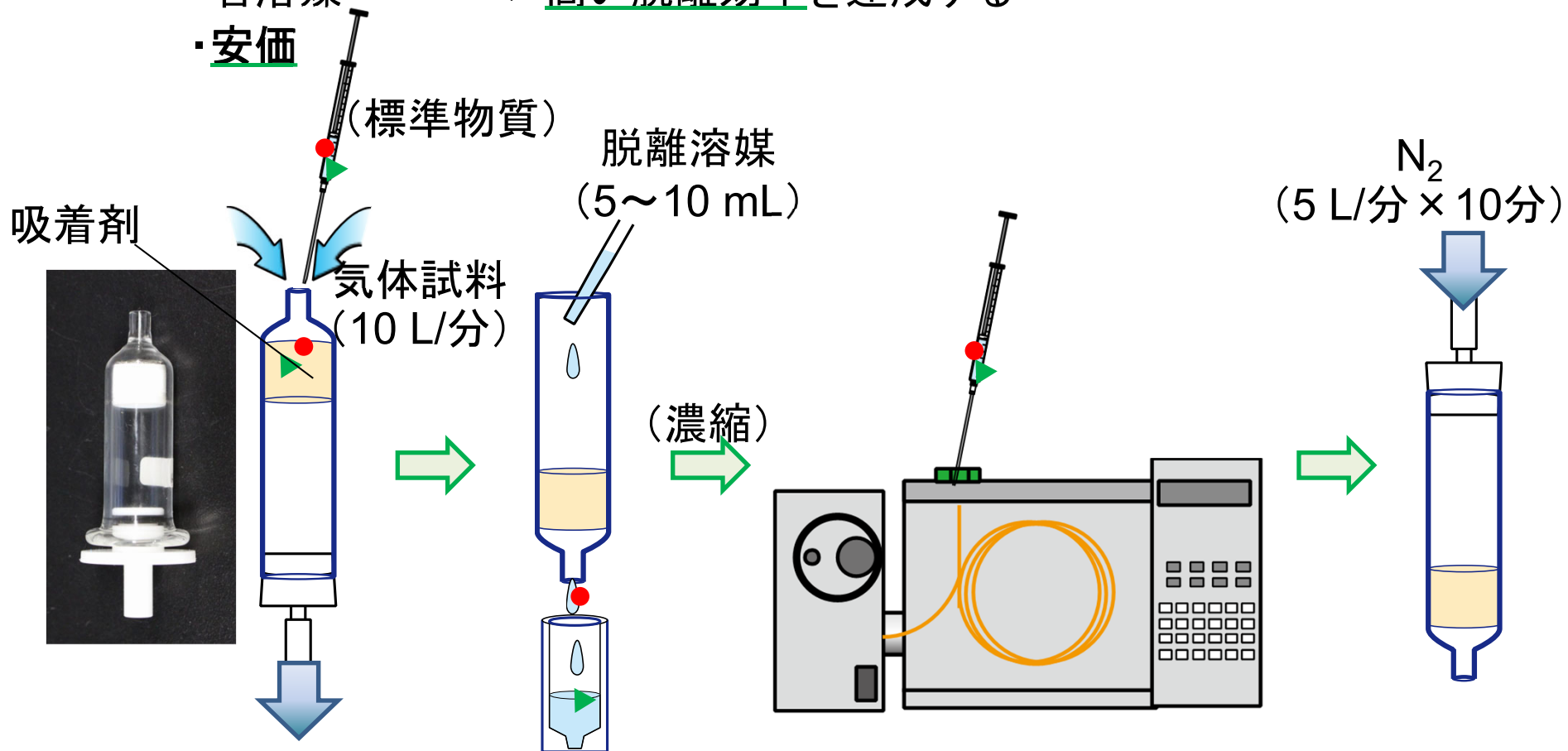


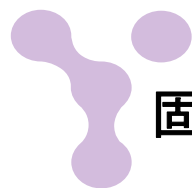
## 固相抽出型捕集デバイス

新たな固相抽出 (SPE) 型捕集デバイスの開発

### 長所

- ・再利用可 ← 吸着剤粒子を取り出さずに脱離
- ・省溶媒 ← 高い脱離効率を達成する
- ・安価



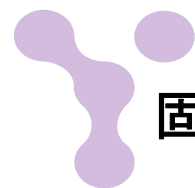


## 固相抽出型捕集デバイス

### SPE型捕集デバイス

	大気用	室内空気用
充填剤	スチレン-ジビニルベンゼン共重合体 ( <b>Sunpak-H</b> ) (信和化工) 50/80 メッシュ (170~280 $\mu\text{m}$ ), 比表面積 100~150 $\text{m}^2/\text{g}$	
充填量	3.0 g	0.3 g
容器径	24 mm	14.9 mm

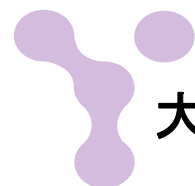




## 固相抽出デバイスによる空气中VOCとSVOCの分析

- ・大気環境中の多環芳香族炭化水素(PAH)分析
- ・室内空气中の半揮発性有機化合物(SVOC)と揮発性有機化合物(VOC)分析
- ・揮発性抗がん剤分析





## 大気環境中のPAH分析

### 一般的な吸着剤の検討

- ・多孔質活性炭, シリカゲル, エチレングリコールジメタクリレート, エチルビニルベンゼン



**低い脱離効率**

(アセトンorジクロロメタン30 mL以上通液でも完全に脱離せず)



### ポリジメチルシロキサン被覆非多孔質シリカ粒子



**○良好な脱離効率**

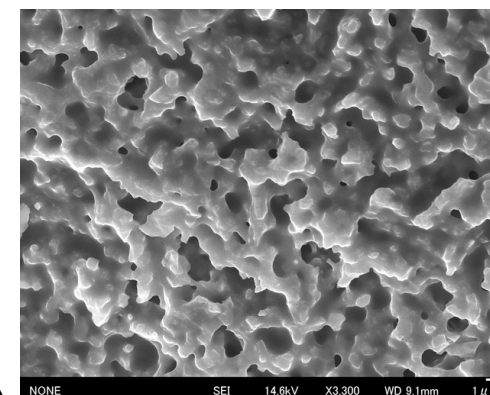
**×不十分な捕集力**

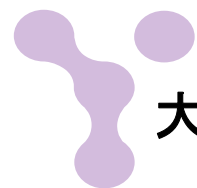
(3環PAHsが空気250 L以上吸引で破過)

I. Ueta *et. al.*, *J. Sep. Sci.*, 39, 4202-4208 (2016).



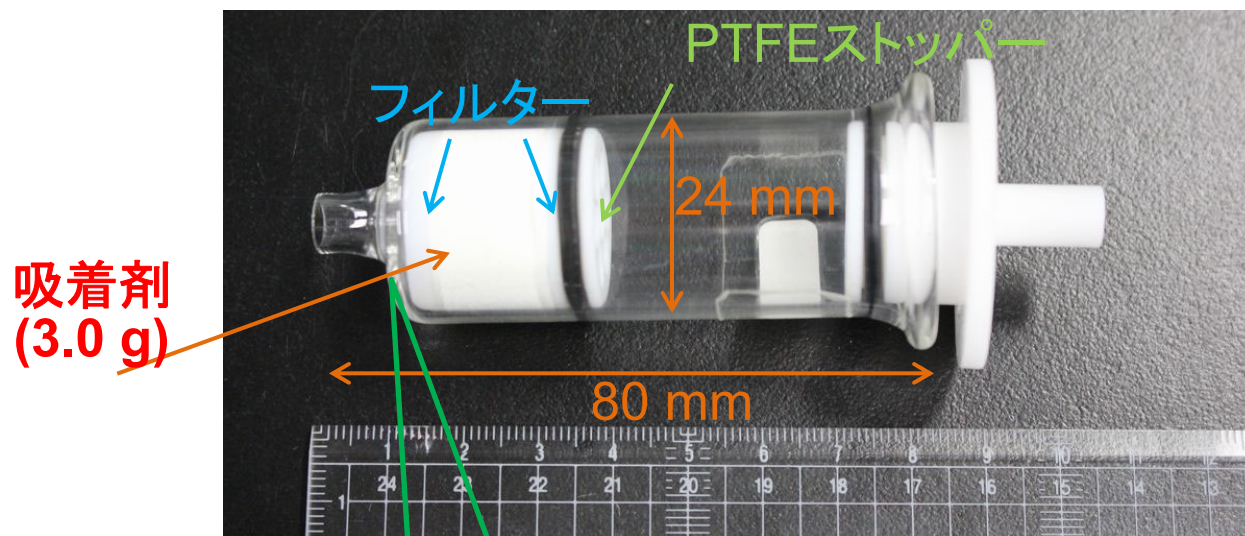
加熱脱離用の吸着剤に使用





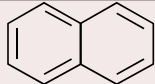
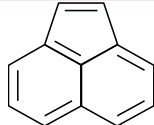
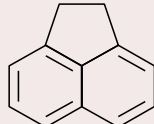
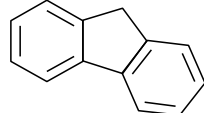
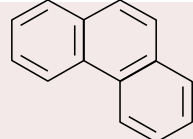
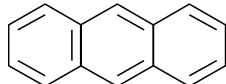
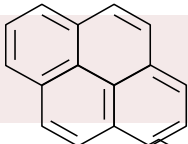
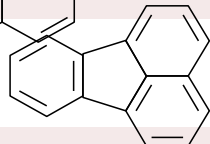
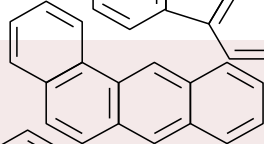
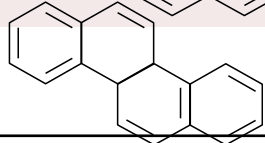
## 大気環境中のPAH分析

### Sunpak-H充填捕集デバイス



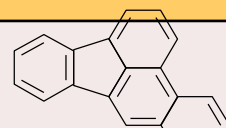
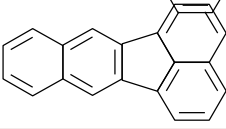
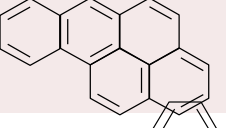
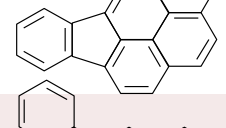
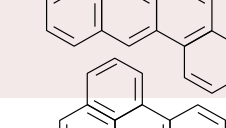
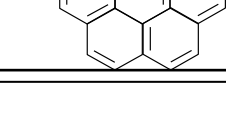


### 大気環境中のPAHs

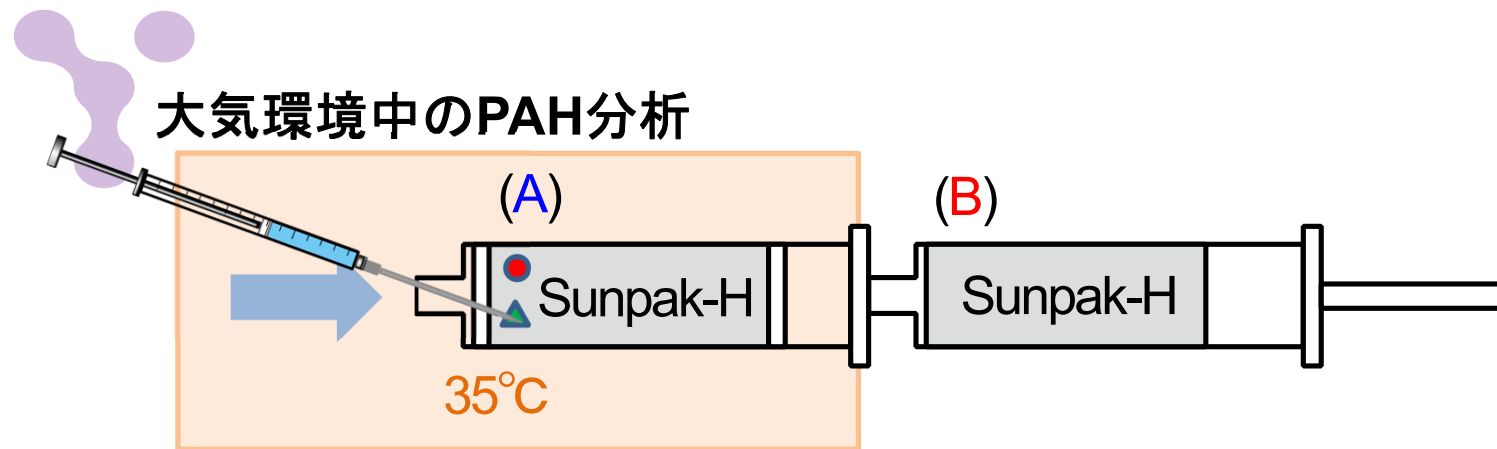
化合物名	略称	沸点 (°C)	ターゲットイオン (m/z)	確認イオン (m/z)	構造
1 ナフタレン	Nap	218	128	51	
2 アセナフチレン	Acy	280	152	76	
3 アセナフテン	Ace	279	153	76	
4 フルオレン	Flu	295	166	82	
5 フェナントレン	Phe	340	178	76	
6 アントラセン	Ant	340	178	76	
7 ピレン	Pyr	404	202	101	
8 フルオランテン	Flt	375	202	101	
9 ベンゾ[a]アントラセン	BaA	438	228	114	
10 クリセン	Chr	448	228	114	



## 大気環境中のPAH分析

	化合物名	略称	沸点 (°C)	ターゲットイオン ( <i>m/z</i> )	確認イオン ( <i>m/z</i> )	構造
11	ベンゾ[ <i>b</i> ] フルオランテン	BbF	481	252	126	
12	ベンゾ[ <i>k</i> ] フルオランテン	BkF	480	252	126	
13	ベンゾ[ <i>a</i> ] ピレン	BaP	495	252	126	
14	インデノ[1,2,3- <i>cd</i> ]ピ レン	Ind	536	276	138	
15	ジベンゾ[ <i>a,h</i> ] アントラセン	DahA	524	278	139	
16	ベンゾ[ <i>g,h,i</i> ] ペリレン	BghiP	550	276	138	

装置	QP5050A(島津製作所)
カラム	HP-5 (長さ30 m, 内径0.25 mm, 膜厚0.25 μm)
キャリアガス	ヘリウム (純度99.999%以上), 100 kPa, スプリット10
カラム温度	100°C (2分)から300°C (6分)まで20°C/分
注入口, インターフェース温度	300°C
測定モード	<b>SIM</b> ( <i>m/z</i> :76,82,101,114,126,138,139,152,153,166,178,202,228,252, 276,278)



$$\text{捕集効率}(\%) = \frac{\text{(A)に捕集された化合物の面積}}{\text{(A)+(B)に捕集された化合物の面積}} \times 100$$

空気採取量(L)	捕集効率 (%)			
	Nap	1-Nap	2-Nap	3-6環PAHs*
10,000	<b>100</b>	100	100	100
15,000	<b>99.5</b>	100	100	100
20,000	<b>99.4</b>	100	100	100
30,000	<b>96.7</b>	100	100	100
40,000	<b>96.2</b>	<b>100</b>	100	100

\*Ant、BaP、BaA  
は一部が酸化  
分解

#### 水分の影響

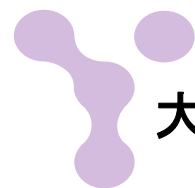
湿潤空気 (湿度: 89%以上) 5,000 L採取

⇒ **重量増加なし**

※多孔質シリカゲル

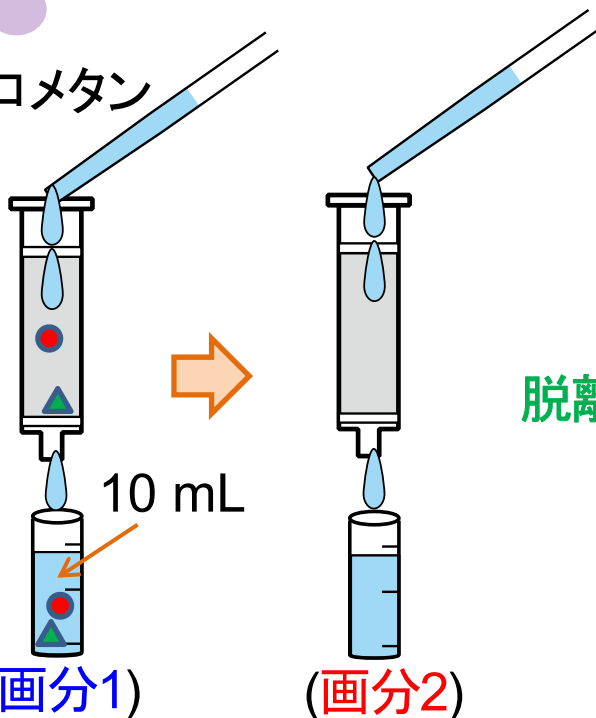
⇒ 0.6 g増加 (空気採取: 500 L)

脱離: ジクロロメタン10 mL, 採取温度



# 大気環境中のPAH分析

ジクロロメタン

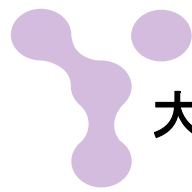


$$\text{脱離効率}(\%) = \frac{\text{画分(1)中の化合物の面積}}{\text{画分(1)+(2)中の化合物の面積}} \times 100$$

- ・溶出時間: 3分以内
- ・簡便な再利用

溶媒量 (mL)	脱離効率 (%)															
	Nap	Acy	Ace	Flu	Phe	Ant	Pyr	Flt	BaA	Chr	BbF, BkF	BaP	Ind	DahA	BghiP	
5	100	100	100	100	100	100	99.7	99.6	99.5	100	100	100	100	100	100	
8	100	100	100	100	100	100	99.7	99.6	100	100	100	100	100	100	100	
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

脱離溶媒: ジクロロメタン, 温度: 35°C, 空気採取量: 100 L.



# 大気環境中のPAH分析

試料採取

超音波抽出

クリーンアップ

濃縮

GC-MS測定

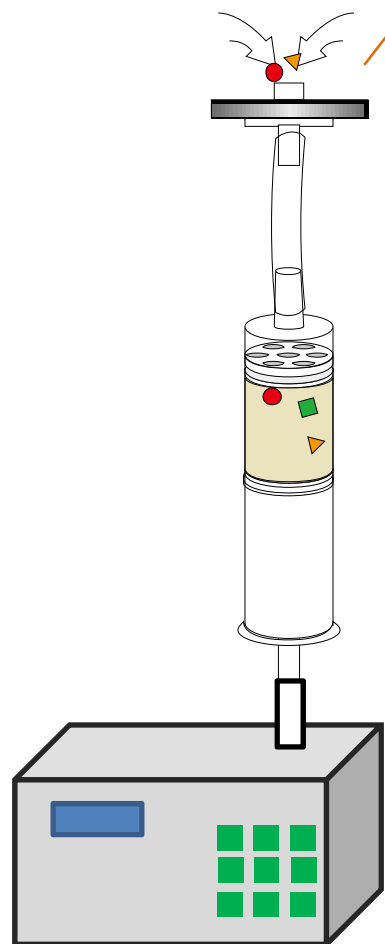
ガラス繊維フィルター

溶媒脱離

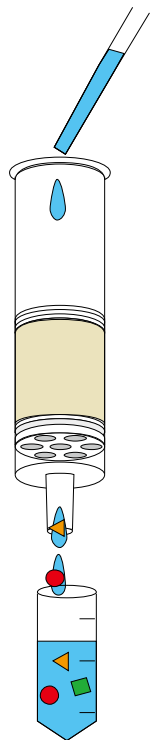
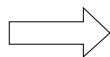
クリーンアップ

濃縮

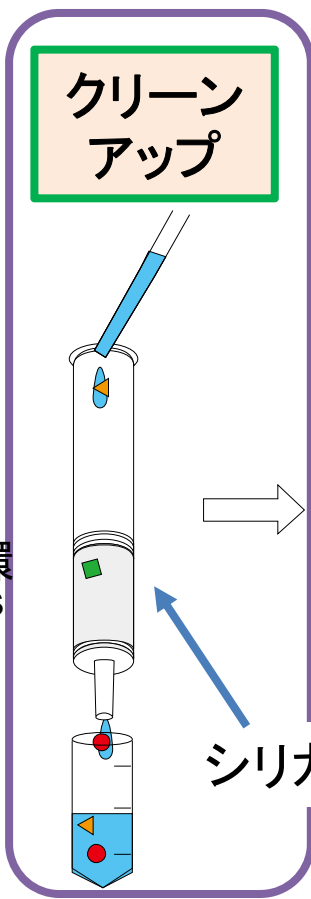
測定



ガス採取ポンプ



3-6環 PAHs

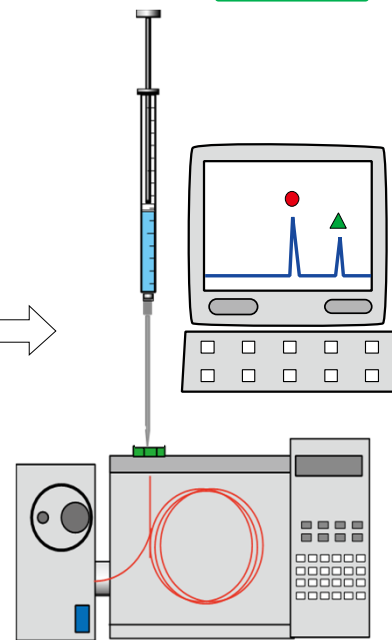
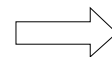


2環 PAHs

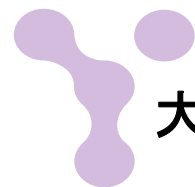
シリカカラム



N<sub>2</sub>



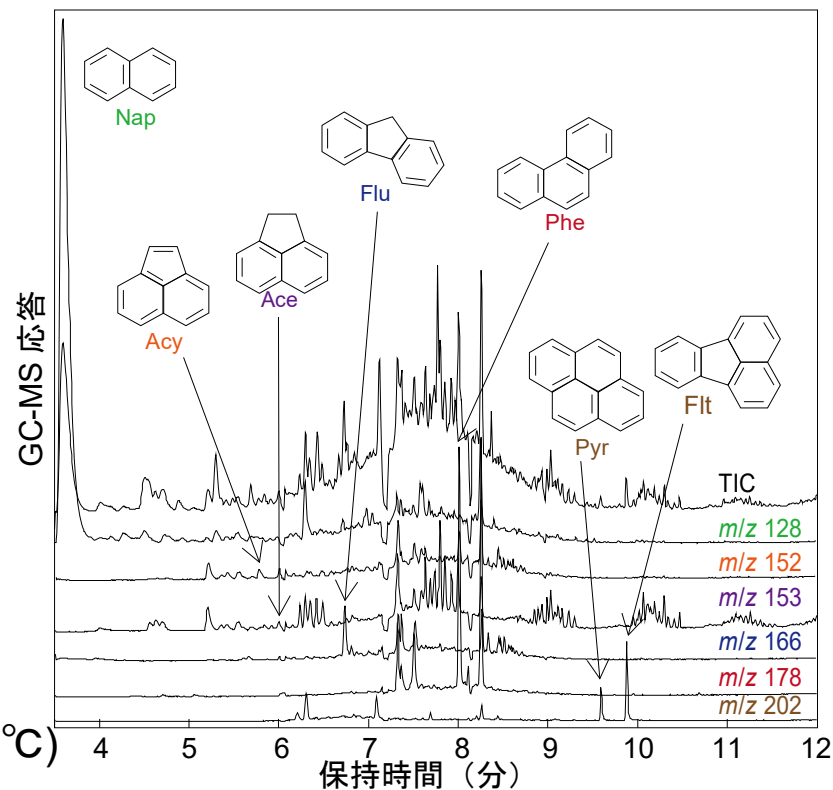
ガスクロマトグラフ  
質量分析計(GC-MS)



## 大気環境中のPAH分析



空気採取量: 21,600 L (15 L/分 × 24時間)  
 採取日: 2016年9月26, 27日 (気温: 25.6°C ~ 35.1°C)  
 試料採取場所: 甲府市幹線道路沿い(山の手通り)

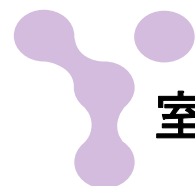


	定量結果 (ng/m <sup>3</sup> )							
	Nap	Acy	Ace	Flu	Phe	Ant	Pyr	Flt
Sunpak-H	約300	1.5	3.6	4.3	12.1	LOD 以下	3.0	4.6
濾紙フィルター	LOD以下	LOD 以下	LOD 以下	LOD 以下	LOD 以下	LOD 以下	LOD 以下	1.1

LOD: 0.09 ng/m<sup>3</sup>.

I. Ueta, *et al.*, *Anal. Sci.*, 33(10), 1175-1180 (2017).

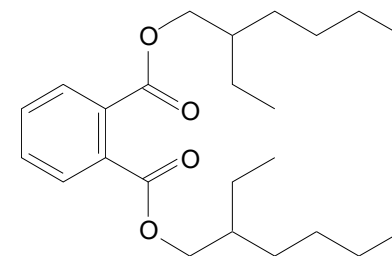




## 室内空気中のSVOCとVOC分析 ～フタル酸エステル類

フタル酸エステル類: プラスティック製品等の**可塑剤**  
**内分泌攪乱物質**

フタル酸ジブチルの測定方法(暫定案) (厚生労働省)			沸点 (°C)	規制(おもちゃ・電 子部品)	室内濃度指 針値 (ng/L)
・固相吸着－溶媒抽出－GC/MS分析			282		
・固相吸着－加熱脱着－GC/MS分析			298		
			305		
4	フタル酸ジイソブチル	DIBP	327		
5	フタル酸ジブチル	DBP	340	EU / JP	17
6	フタル酸ブチルベンジル	BBP	370	EU / JP	
7	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	DEHP	386	EU / JP	100
8	フタル酸ジ-n-オクチル	DNOP	390	EU / JP	
9	フタル酸ジイソノニル	DINP	403	EU	
10	フタル酸ジイソデシル	DIDP	420	EU	

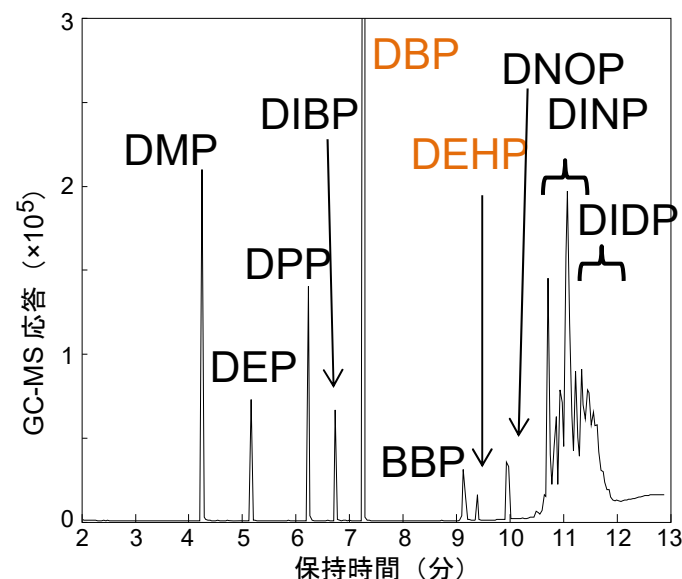


DEHP

## 室内空気中のSVOCとVOC分析 ～フタル酸エステル類



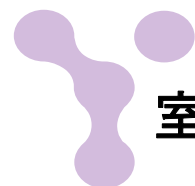
流量 (L/分)	圧力損失 (kPa)		
	(A)	(B)	(C)
5	8.7	10.0	8.7
10	23.3	23.3	22.6



カラム: DB-5 (長さ30 m, 内径0.32 mm, 膜厚0.25  $\mu\text{m}$ ), カラム温度: 100 $^{\circ}\text{C}$ (1分)から320 $^{\circ}\text{C}$ まで20 $^{\circ}\text{C}$ /分, 注入口温度: 320 $^{\circ}\text{C}$ , インターフェース温度: 320  $^{\circ}\text{C}$ , スプリット比: 20, 試料注入量: 2  $\mu\text{L}$ , 測定モード: SIM ( $m/z$ : 77, 149, 163, 167, 177, 206, 209, 223, 279, 293, 307).

### Sunpak-H 0.3 g 充填小型デバイス

- ・35 $^{\circ}\text{C}$ で10,000 Lの空気吸引においても、検討している全フタル酸エステル類の捕集効率は**99.9%以上**



## 室内空気中のSVOCとVOC分析 ～フタル酸エステル類

脱離溶媒量 (mL)	脱離効率(%)									
	DMP	DEP	DPP	DIBP	DBP	BBP	DEHP	DNOP	DINP	DIDP
7	100	100	100	100	99.9	99.8	99.7	99.9	99.9	100
8	100	100	100	100	99.9	99.9	99.8	99.8	100	100
9	100	100	100	100	99.9	99.9	99.9	99.9	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

脱離溶媒: アセトン, 気温: 約25°C, 空気採取量: 1,000 L (10 L/分).

検出限界(LOD)

標準試料溶液: 各50 ng/mL (w/v ppb)

(空気採取量)

100 L

(空气中濃度)

LOD: 各0.5 ng/L

300 L

LOD: 各0.2 ng/L

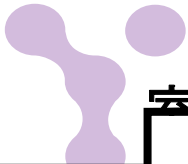
300 L

(濃縮操作無し)

LOD: 各2.0 ng/L

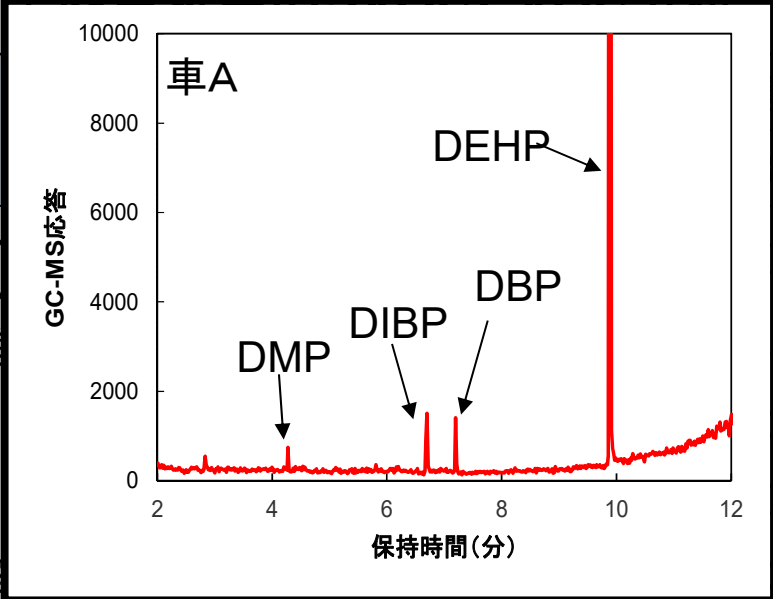
フタル酸ジブチル (DBP)  
指針値: 17 ng/L

フタル酸2-エチルヘキシル  
(DEHP)  
指針値 100 ng/L



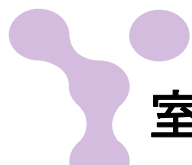
## 室内空气中のSVOCとVOC分析 ～フタル酸エステル類

測定場所	濃度 (ng/L)								
	P	DBP	BBP	DEHP	DNOP				
クリーンルーム		<LOQ	N.D.	<LOQ	N.D.				
407-2室	2	0.69	N.D.	N.D.	N.D.				
408室	Q	0.72	N.D.	N.D.	N.D.				
410室	0.	0.49	N.D.	N.D.	N.D.				
Y-32室	Q	0.57	N.D.	N.D.	N.D.				
車A (10年)		<LOQ	N.D.	N.D.	1.01	0.87	N.D.	15.3	N.D.
車B (3年)		<LOQ	<LOQ	N.D.	<LOQ	0.55	N.D.	7.5	N.D.
車C (0年)		<LOQ	N.D.	N.D.	<LOQ	0.75	N.D.	115.6	N.D.
車D (0年)		<LOQ	0.64	N.D.	0.54	0.76	N.D.	4.2	N.D.



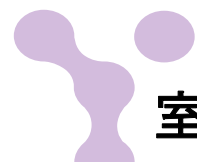
空気採取量: 600 L (10 L/分 × 60分)  
 空気採取温度: 17°C ~ 25°C.  
 室内濃度指針値: DBP 17 ng/L, DEHP 100 ng/L





## 室内空気中のSVOCとVOC分析 ～規制対象SVOC

揮発性有機化合物 (VOC)	室内濃度指針値	沸点	半揮発性有機化合物	室内濃度指針値	沸点
トルエン (Tol)					
キシレン (Xy)					
エチルベンゼン (EB)					
スチレン (Sty)					
パラジクロロベンゼン (p-DCB)	240	174	ヘキシル (DEHP)	100	386
新規規制対象(予定)化合物	室内濃度指針値案 (ng/L)		沸点 (°C)		
2 - エチル - 1 - ヘキサノール (2EH)	130		184		
2,2,4 - トリメチル - 1,3 - ペンタンジオールモノイソブチレート (テキサノール)	240		255		
2,2,4 - トリメチル - 1,3 - ペンタンジオールジイソブチレート (TXIB)	100		280		



## 室内空気中のSVOCとVOC分析 ～規制対象SVOC

### ・濃縮回収率の検討

2EH: 86.4%(±7%)  
テキサノール: 99.0%(±12%)  
TXIB: 96.8%(±9%)



2EHのみ濃縮操作なし

### ・捕集効率の検討

空気採取量 900 L(90分)



3種の化合物に対して  
捕集効率100%

### ・脱離効率の検討

アセトン・ジクロロメタン・メタノール



脱離溶媒をアセトンに決定

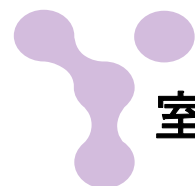
アセトン (mL)	脱離効率(%)		
	2EH	テキサノール	TXIB
6	100	100	99.8
7	100	100	100

空気採取量: 600 L.

脱離溶媒量: アセトン 7 mL



100%の脱離を達成



## 室内空気中のSVOCとVOC分析 ～規制対象SVOC

	2EH	テキサノール	TXIB
検出限界 (LOD)			
気体試料 (ng/L) (溶媒 1 mL に濃縮)	—	<b>0.33</b>	<b>0.033</b>
気体試料 (ng/L) (溶媒 7 mL)	<b>0.7</b>	2.3	0.23
定量限界 (LOQ)			
気体試料 (ng/L) (溶媒 1 mL に濃縮)	—	<b>0.99</b>	<b>0.099</b>
気体試料 (ng/L) (溶媒 7 mL)	<b>2.1</b>	6.9	0.69
室内濃度指針値案 (ng/L)	<b>130</b>	<b>240</b>	<b>100</b>

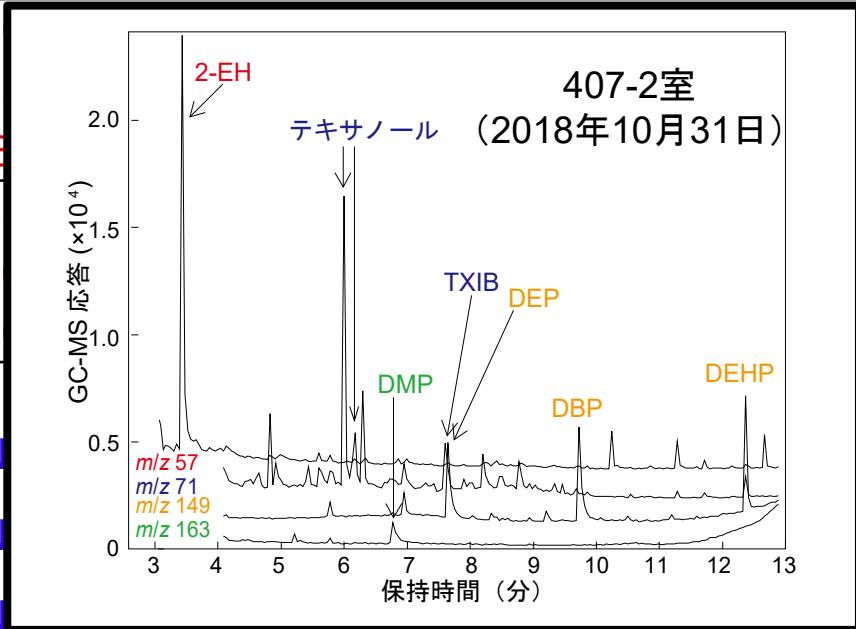
気体採取試料: 300 L (10 L/分 × 30分).

ピーク面積相対標準偏差: 10%以下 ( $n=5$ )  
添加回収率: 95 ~ 104% ( $n=5$ )  
(空気採取量: 600 L (60分))



## 室内空气中のSVOCとVOC分析 ～規制対象SVOC

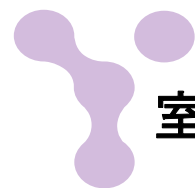
測定場所	測定日時 (2018年)	濃度 (ng/L)							
		2EH	テキサノール	TXIB	DMP	DEP	DIBP	DBP	DEHP
学生室 407-2室	8/30	58.0	2.1	0.6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	N.D.	2.16
	10/31	33.9	<LOQ	1.0	<LOQ	28.7	N.D.	0.30	<LOQ
	11/26	17.1	<LOQ	0.6	<LOQ	3.51	N.D.	N.D.	0.97
408 実験室	8/30	2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	N.D.	N.D.	3.04
	10/31	2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0.34	<LOQ	
	11/26	8	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	N.D.	N.D.	1.59
410 実験室	8/30	3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	N.D.	N.D.	2.37
	10/31	2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0.33	0.66	
	11/26	1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	N.D.	N.D.	0.80
新築住宅 リビング	12/21	N	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	N.D.	N.D.	0.5
	子供 部屋	12/21	N	<LOQ	<LOQ	<LOQ	N.D.	N.D.	1.4
	廊下	12/21	N	<LOQ	<LOQ	<LOQ	N.D.	N.D.	<LOQ
室内 濃度 指針値		130	240	100			17	100	



空気採取量: 300 L (10 L/分 × 30分)  
 空気採取温度: 15°C ~ 27°C.

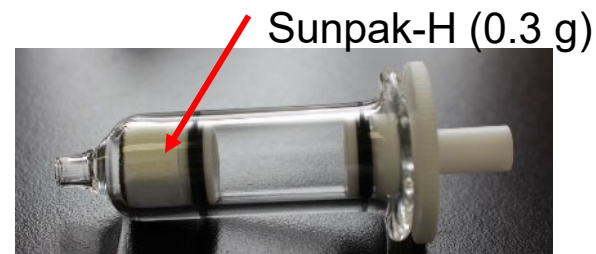
I. Ueta, *et al.*, *Anal. Sci.*, 35, 855-859 (2019).





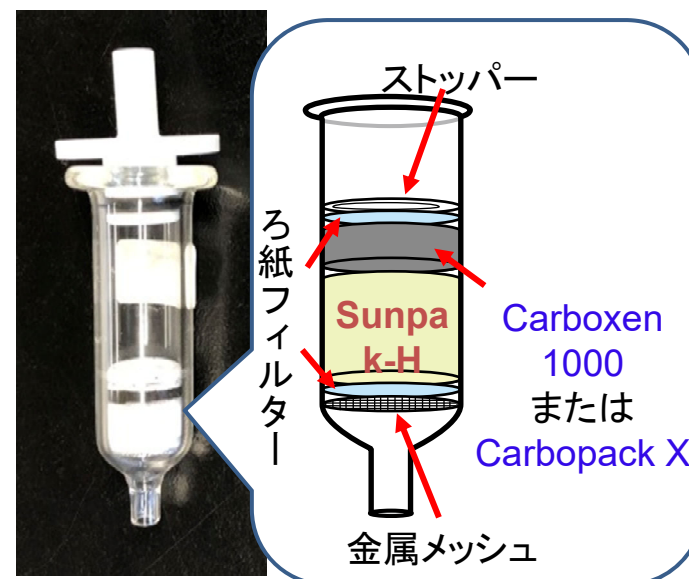
## 室内空气中的SVOCとVOC分析 ～SVOC・VOC同時分析

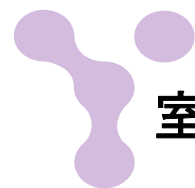
空気採取量(L)	トルエンの捕集効率(%) (n=3)
100	99.9
200	99.6
300	98.4
600	94.5



捕集力が不十分

	活性炭系捕集剤	
抽出媒体粒子	<b>Carboxen 1000</b>	<b>Carbopack X</b>
比表面積	1200 m <sup>2</sup> /g	240 m <sup>2</sup> /g
粒子径	60/80メッシュ 170- 270 μm	60/80メッシュ 170- 270 μm





## 室内空気中のSVOCとVOC分析 ～SVOC・VOC同時分析

アセ トン (mL)	脱離効率(%) (n=3)											
	Tol	EB	<i>m,p</i> - Xy	Sty	<i>o</i> - Xy	<i>p</i> - DCB	2EH	テキサ ノール	C <sub>14</sub>	TXIB	DBP	DEHP
6	99.6	100	100	100	100	100	100	100	99.7	99.6	99.0	100
7	100	100	100	99.7	100	99.5	100	100	99.6	99.1	99.4	100
8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

空気採取量: 600 L.

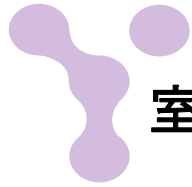
脱離溶媒量: アセトン 8 mL



脱離効率100%を達成



濃縮操作を行わずGC-MS分析



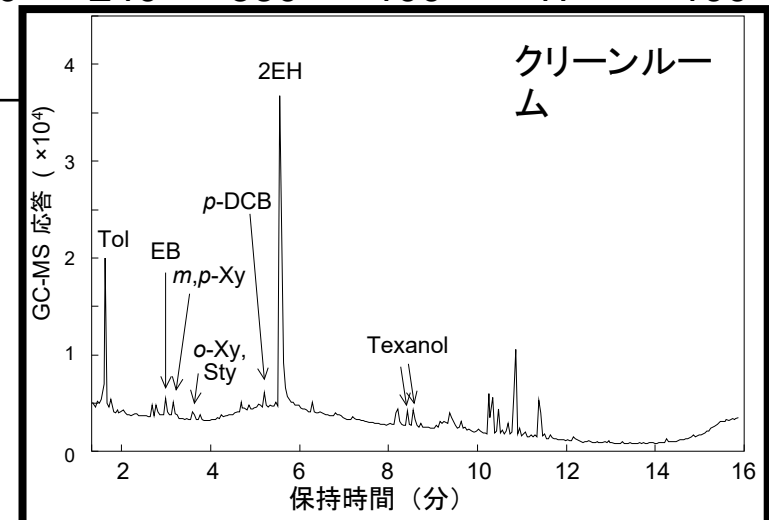
## 室内空气中的SVOCとVOC分析 ～SVOC・VOC同時分析

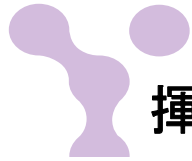
	Tol	EB	<i>m,p</i> -Xy	Sty	<i>o</i> -Xy	<i>p</i> -DCB	2EH	テキサノール	C <sub>14</sub>	TXIB	DBP	DEHP
検出限界 (ng/L)	0.13	0.13	0.67	0.67	0.67	0.67	1.3	1.3	0.67	0.13	1.3	0.67
定量限界 (ng/L)	0.4	0.4	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	2.0	0.4	4.0	2.0
室内濃度指針値 (ng/L)	260	3800	200	220	200	240	130	240	330	100	17	100

気体採取試料: 600 L (10 L/分 × 60分).

添加回収率: 92 ~ 109% ( $n=3$ )  
(空気採取量: 600 L (60分))


I. Ueta, *et al.*, Anal. Sci., 36, 1071-1074 (2020).

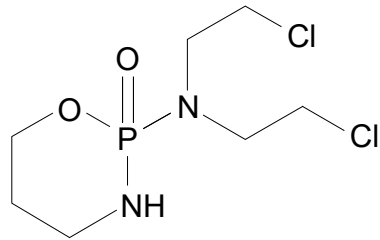




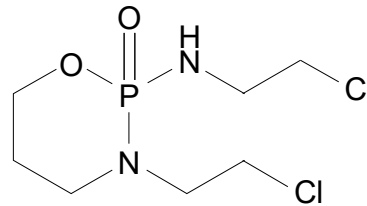
## 揮発性抗がん剤分析

### 揮発性抗がん剤

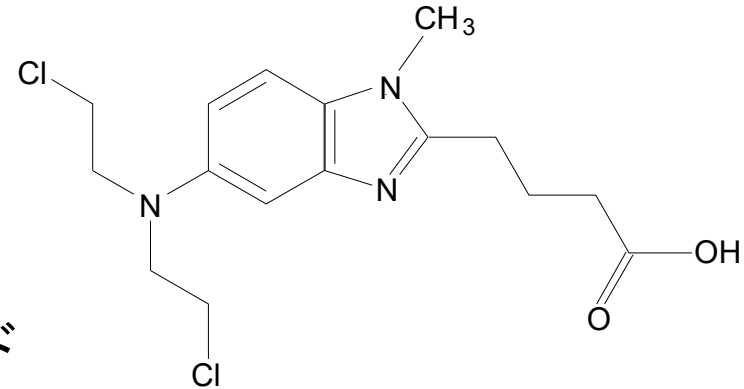
- ・ 世界中で広く使用される抗がん剤
- ・ 「**揮発性の高い薬剤**」として指定  調剤・投薬時に医療従事者が**曝露**している可能性
- ・ CPは**発がん性**を有する



イホスファミド  
(IF)



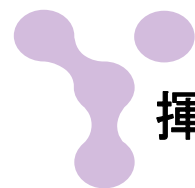
シクロホスファミド  
(CP)



ベンダムスチ (BD)

- ・ 医療従事者の**尿中**から検出
  - ・ 医療施設の**ドアノブ**や**作業台**のふき取り検査で検出
- 

曝露経路特定のためには空気中の揮発性抗がん剤の測定法が必要



## 揮発性抗がん剤分析

カラム	HP-5(30 m × 0.32 mm, 0.25 μm)
カラム入口圧	100 kPa
カラム温度 (溶媒抽出法)	190°C(1分)から210°Cまで5°C/分で昇温
カラム温度 (加熱脱着法)	100°C(2分)から210°Cまで5°C/分で昇温 300°C(2分)まで40°C/分で昇温
注入口温度	300°C
スプリット比	10
測定モード	SIM( <i>m/z</i> : 120, 134, 211)

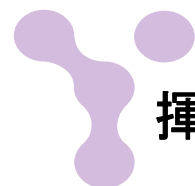


IF, CP: GCでの揮発を確認  
BD: GC注入口で揮発せず



IF:  $3.0 \times 10^{-5}$  mmHg  
CP:  $4.4 \times 10^{-5}$  mmHg  
BD:  $1.3 \times 10^{-11}$  mmHg

蒸気圧が低い



## 揮発性抗がん剤分析

### 【捕集効率】

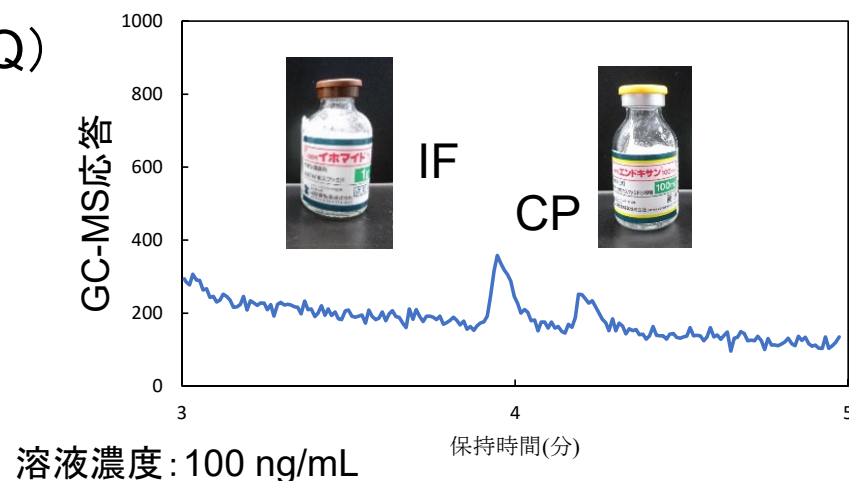
⇒ 空気採取量5,400 L (5 L/分 × 18時間) までIFおよびCPに対して**99.9%以上**

### 【脱離効率】

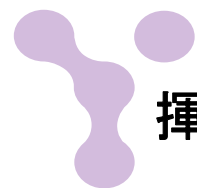
⇒ **エタノール5 mL**で99.9%以上脱離

### 【検出限界 (LOD) および定量限界 (LOQ)】

検出限界 (LOD)	IF	CP
標準溶液 (ng/mL)	50	100
気体試料 (ng/L) (溶液1 mL)	0.17	0.33
定量限界 (LOQ)		
標準溶液 (ng/mL)	150	300
気体試料 (ng/L) (溶液1 mL)	<b>0.51</b>	<b>0.99</b>



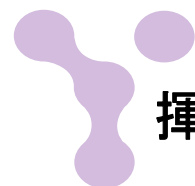
参考)ホルムアルデヒドの  
室内濃度指針: 100 ng/L



## 揮発性抗がん剤分析

採取場所: 山梨大学医学部附属病院調剤室  
空気採取量: 300 L (10 L/分 × 30分、調剤中)





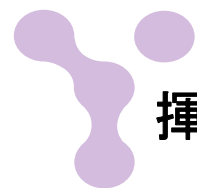
## 揮発性抗がん剤分析

試料採取日	採取時間	CP	IF濃度 (ドラフト内/外)	CP濃度 (ドラフト内/外)
2020/3/17(火)	10:30~11:00	1040 mg	N.D/N.D	N.D/N.D
		1080 mg		
		570 mg		
2020/3/19(木)	10:54~11:24	1100 mg	N.D/N.D	N.D/N.D
		690 mg		
2020/3/23(月)	10:15~10:45	1200 mg	N.D/N.D	N.D/N.D
		1100 mg		
2020/4/1(水)	10:17~10:47	1070 mg	N.D/N.D	N.D/N.D
		850 mg		
2020/4/7(火)	10:06~10:36	1040 mg	N.D/N.D	N.D/N.D

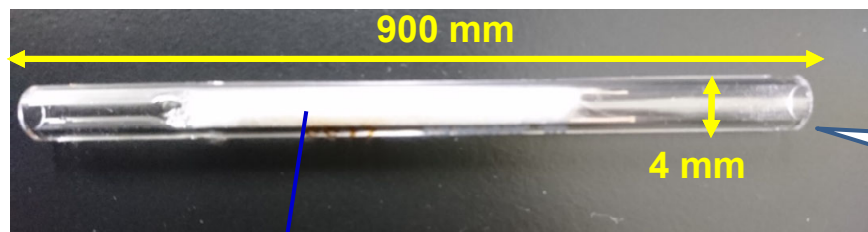
十分な曝露防止策が  
とられている

N.D: 不検出

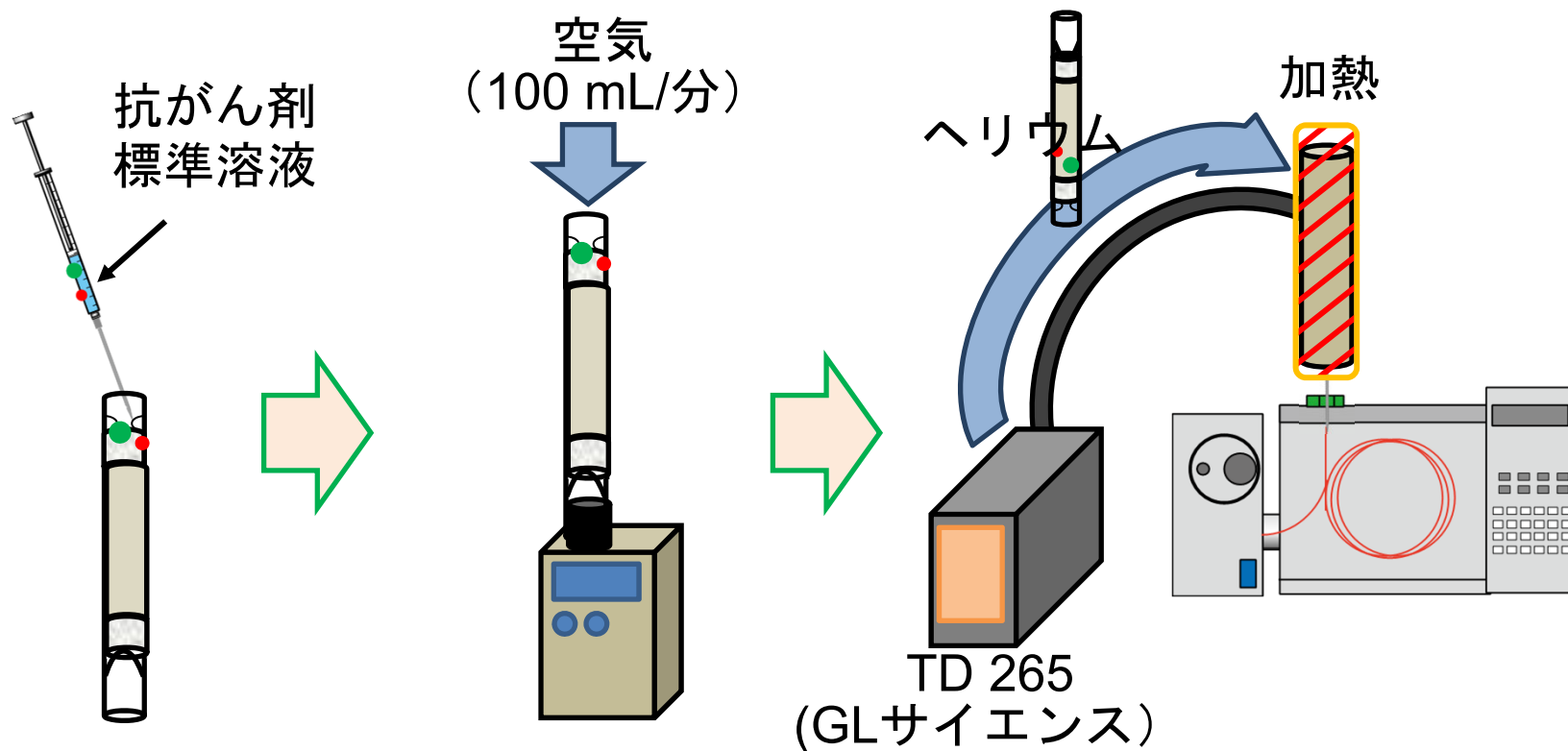
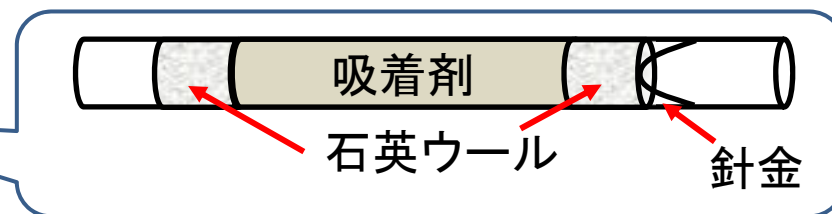


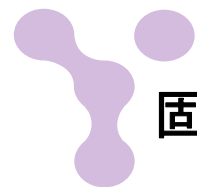


# 揮発性抗がん剤分析



PDMS被覆多孔質シリカ粒子





## 固相抽出デバイスによる空气中VOCとSVOCの分析

### まとめ

- ・固相抽出(SPE)型捕集デバイスを用いて大気環境および室内空気環境中の種々の半揮発性有機化合物(SVOC)の定量分析に成功
- ・SPE型捕集デバイスを用いる溶媒抽出法は安価かつ簡便であり、同一試料の複数回測定が容易
- ・空气中の揮発性抗がん剤の定量分析法を構築