

JASIS 2012

アジレント・テクノロジー 新技術説明会

これであなとも、GC/MSの達人！水道法編
改正された水道法の準拠したVOC、カビ臭などの測定
すべてを紹介する

アジレント・テクノロジー株式会社
穴沢 秀峰
2012年9月

本日の内容

-法律改正と、それに伴う分析のポイント

-P&T (Atomx, STRATUM)でのカビ臭、VOC分析

-7697A ヘッドスペースサンプラでのVOC分析



法改正のポイント1

第1 検査方法告示等の改正内容及び留意事項

1 新たな検査方法の追加

-ジェオスミン及び2-メチルイソボルネオールを検査法として別表第27の2を追加
(健水発0228第1号 平成24年2月28日より抜粋)

➡ -カビ臭気原因物質の分析にSPME法が追加
-ヘッドスペース法(HSS法)、パージ&トラップ法(P&T法)に加えて選択肢が広がる



Gerstel社
多機能オートサンプラ
MPS2



SPME法でのカビ臭気原因物質分析例

SPMEファイバー : Carboxen/PDMS

試料 : 10ml (塩化ナトリウム3g) /20mlバイアル

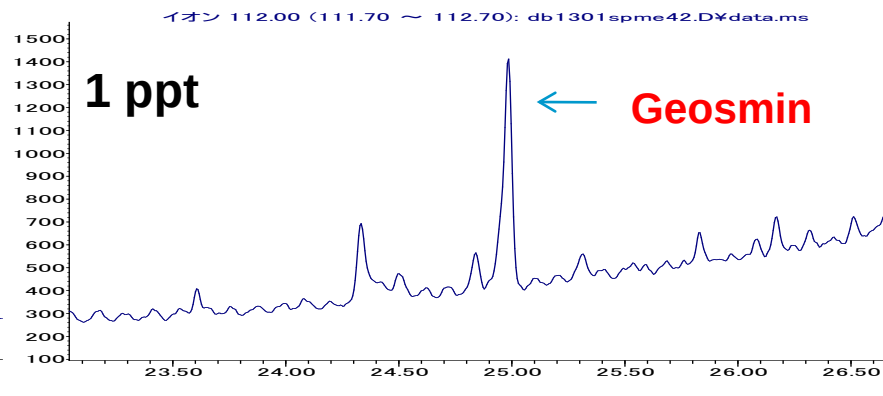
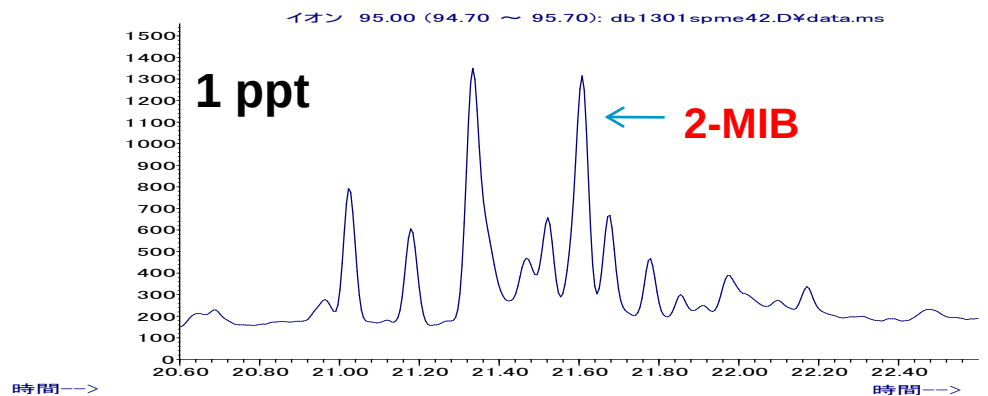
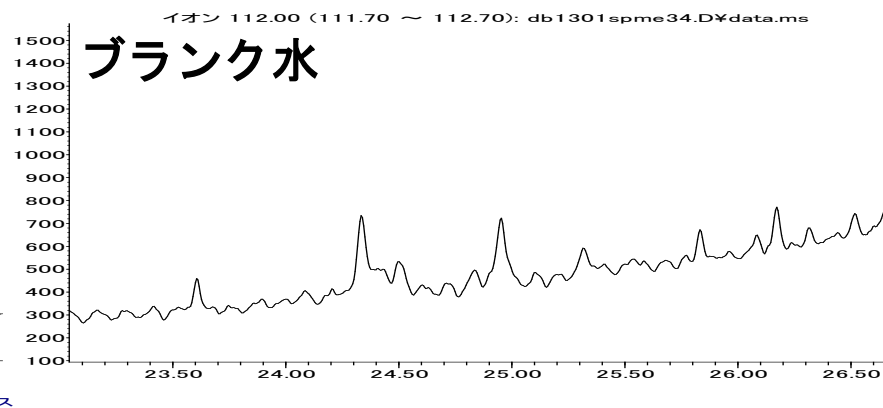
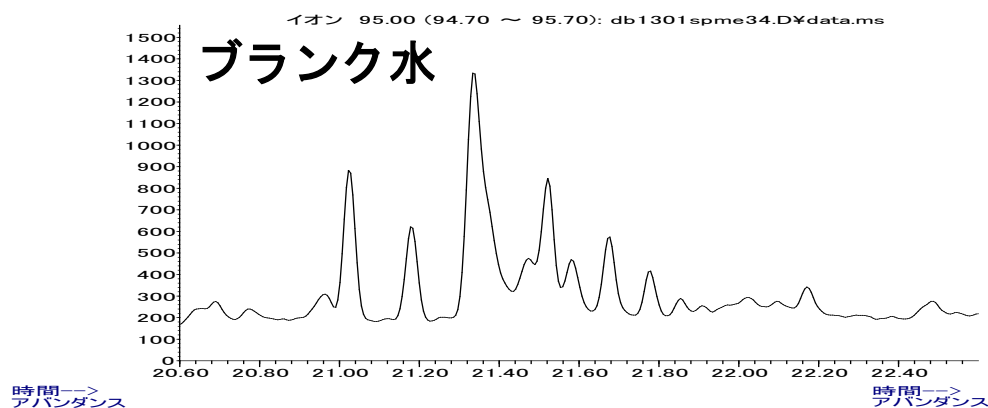
SPME条件 : 加熱温度 80℃, 抽出時間 30分間

m/z : 95

m/z : 112

アバダンス

アバダンス



法改正のポイント2

第1 検査方法告示等の改正内容及び留意事項

1 新たな検査方法の追加

-ジェオスミン及び2-メチルイソボルネオール(2-MIB)の分析精度を向上させ、並びに塩析を省略可能とするため、別表第25、第26及び第27を内部標準法により行うこととする。

(健水発0228第1号 平成24年2月28日より抜粋)



内部標準物質として、2,4,6-トリクロロアニソール(TCA)-d₃、もしくは、ジェオスミン-d₃を使用する

法改正のポイント3

第1 検査方法告示等の改正内容及び留意事項

2 信頼性確保に係る改正

ア. 高濃度試料を取り扱う場合の汚染防止措置

イ. 内部標準物質の自動添加

(健水発0228第1号 平成24年2月28日より抜粋)

 キャリーオーバーを最低限に抑える。また、内部標準物質の自動添加が可能な装置を使用する（分析精度向上、時間コストの低減）

実質、内部標準物質の自動添加機能は、P&Tオートサンブラのみ搭載

各前処理装置の特徴1

感度

P&T法 >> SPME法 $\approx$ HSS法

-P&T法では試料量を増やし(max 25ml)、濃縮を行う事が可能で、超高感度化を達成

このため塩析省略を容易に選択できる。(カビ臭, VOC)

-SPME法、HSS法では試料の量に限界があり(10-15ml)、塩析を省略すると、感度が不足する(カビ臭)

-SPME法はHSS法に比べて、GC/MSシステムに入る水の量が少なく、システム安定性は高いが、他の成分からの干渉が大きい。(カビ臭)
(サンプルにより、分離に気を付ける必要性がある。)

各前処理装置の特徴 2

導入コスト

P&T法 > SPME法 ≒ HSS法

-P&Tシステムは水分除去や、内部標準物質の自動添加、希釈機能があるため、若干システムは高額

ランニングコスト

P&T法 ≒ SPME法 > HSS法

- パージガスは多く消費するが、コストの低い窒素ガスに代替可能
- SPME用のファイバーは定期的に交換が必要
(P&Tのトラップ管は3カ月～半年程度)
- SPME法、HSS法は塩析、試料の計量に時間がかかる
- P&Tでは塩析の省略、自動希釈等で、前処理時間を大幅短縮

P&Tシステム及び、分析例の紹介



TELEDYNE TEKMAR
Atomx P&T



Agilent
7890/5975CTAD

TELEDYNE TEKMAR P&T システム



AQUATek 70- VelocityXPT

海外では販売終了



AQUATek 100- STRATUM



-100検体、可変ボリュームISボトル2つの仕様
-Siltek不活性化ライン、U字管型トラップの採用により、再現性の向上、キャリーオーバーの大幅な低減。

Atomxはこれらの性能+付加機能を持ったシステム

Atomxの特徴



- オートサンブラと濃縮機、一体型
- オートサンブラ検体数80、可変ボリュームISボトルを3つ搭載
- 濃縮機はSTRATUMと同じ構造
(不活性化ライン、U字管トラップetc...)
- サンプル計量はシリンジで行うため、サンプル量の変更が容易
(AQUATek100は加圧ガスを用いたループ計量)
- シリンジを用いて自動希釈が可能。
(2倍、5倍、10倍、25倍、50倍、100倍)
- ラインのメタノール洗浄、サンプルのメタノール希釈
(抽出)が可能
- 土壌試料（固体試料）にも対応。
(バイアル加熱、揮発性ガスのサンプリング)

Atomxの基本性能（自動希釈）

分析条件

VOC24成分50 ppb, 1,4-ジオキサン500ppbの標準試料①②を準備し、各バイアルから3回ずつ希釈操作を実行

100:1の希釈のため、VOCは0.5ppb相当、1,4-ジオキサンは5ppb相当で検出。

標準試料①、②



化合物名	希釈1-1	希釈1-2	希釈1-3	希釈2-1	希釈2-2	希釈2-3	平均値	S.D.	%RSD
1,1-ジクロロエチレン	27057	27273	24661	29570	27493	25248	26884	1754	6.5
ジクロロメタン	31311	31609	30649	32373	31573	30743	31376	636	2.0
MTBE	50986	52488	50397	53331	51655	49603	51410	1370	2.7
trans-1,2-ジクロロエチレン	25658	26101	24181	28131	26486	24499	25843	1437	5.6
cis-1,2-ジクロロエチレン	26709	26755	25307	28233	27072	25681	26626	1043	3.9
クロロホルム	35957	36538	34614	37842	36987	35562	36250	1131	3.1
1,1,1-トリクロロエタン	27936	27942	25322	29875	28104	25857	27506	1663	6.0
四塩化炭素	21552	22005	20006	23760	22267	20511	21684	1339	6.2
1,2-ジクロロエタン	21133	21777	20750	22174	21374	20569	21296	610	2.9
ベンゼン	79921	80016	74282	84849	80003	75541	79102	3775	4.8
トリクロロエチレン	21848	22602	20954	24303	22863	21358	22321	1210	5.4
1,2-ジクロロプロパン	19364	19651	18417	20350	19439	18542	19294	722	3.7
ブロモジクロロメタン	22441	23110	22003	23774	23313	22739	22897	636	2.8
1,4-ジオキサン	8365	9768	9045	8906	8993	9004	9014	448	5.0
cis-1,3-ジクロロプロペン	27338	27803	26262	28584	27340	26421	27291	867	3.2
トルエン	95196	97710	91341	102678	97795	92955	96279	4047	4.2
trans-1,3-ジクロロプロペン	20481	21227	20344	21629	20803	20060	20757	586	2.8
1,1,2-トリクロロエタン	9801	10110	9654	10330	9901	9419	9869	324	3.3
テトラクロロエチレン	24045	26082	24276	27921	26038	24198	25427	1534	6.0
ジブロモクロロメタン	15729	16342	15602	16778	16365	15923	16123	448	2.8
m, p-キシレン	156950	164453	153870	173360	162979	152404	160669	7862	4.9
o-キシレン	80120	82570	77512	86761	81609	76538	80852	3708	4.6
ブロモホルム	12039	12704	12052	12889	12359	11871	12319	406	3.3
p-ジクロロベンゼン	50839	54409	52244	57073	53747	51165	53246	2340	4.4

Atomxの基本性能（自動、可変型内部標準添加）



分析条件

上記、希釈評価の際にISとして、フルオロベンゼン、1,4-ジオキサン-d8、ブロモフルオロベンゼンを添加。

25mlの試料に対して10ulを添加。

最終濃度はフルオロベンゼン、ブロモフルオロベンゼンは5ppb、1,4-ジオキサン-d8は4ppb。

注入量可変のISボトル3つ（1, 2, 5, 10, 20μl）
今回は1番のみ使用。

化合物名	1	2	3	4	5	6	平均値	S.D.	%RSD
フルオロベンゼン	796383	867294	857789	808088	845912	855963	838572	29188	3.5
1,4-ジオキサン-d8	6265	7206	6822	6684	6732	6806	6753	302	4.5
ブロモフルオロベンゼン	253146	259620	255018	259713	252198	256197	255982	3178	1.2

Atomxの基本性能（自動希釈を用いた検量線作成）

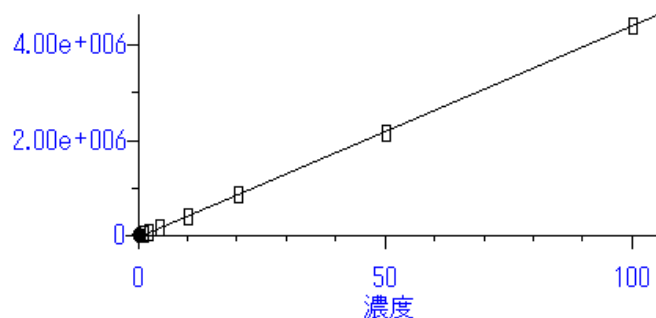
標準試料100ppt 7本

分析条件

- カビ臭標準溶液100pptを7本用意
- 100:1, 50:1, 25:1, 10:1, 5:1, 2:1, 1:1(希釈なし)の7点検量線を作成
- 最終濃度は1, 2, 4, 10, 20, 50, 100 ppt

2-MIB

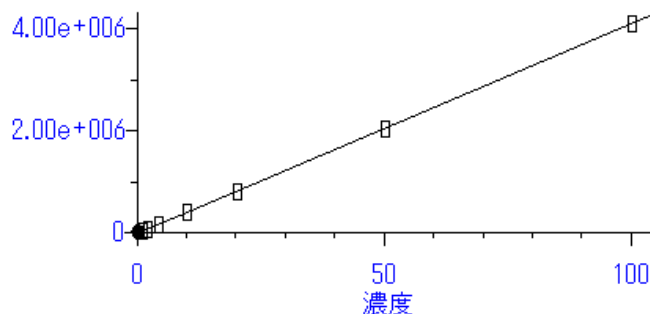
レスポンス



決定係数(r^2): 0.9999

Geosmine

レスポンス



決定係数(r^2): 0.9999

Atomxの基本性能（ブランク水、希釈水自動採取）



- ラインから直接、希釈水（ブランク水）を採取することが可能。
- このためブランク分析用のバイアルを用意する必要がない。

第1 検査方法告示等の改正内容及び留意事項

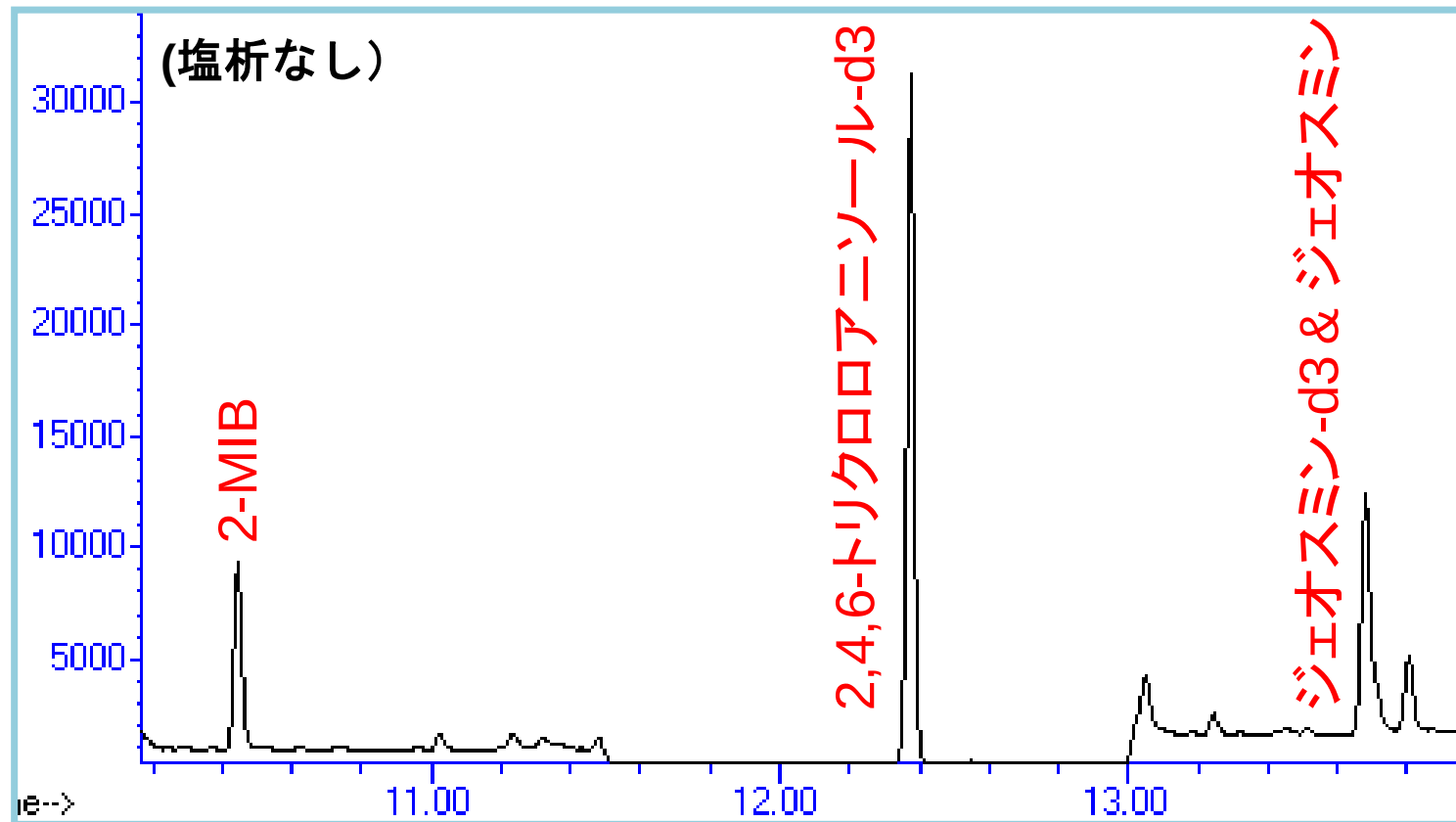
2 信頼性確保に係る改正

キ. 空試験の実施の明確化

連続自動測定機器による方法等を除き、精製水等を用いた空試験を実施するように規定を整備する
(健水発0228第1号 平成24年2月28日より抜粋)

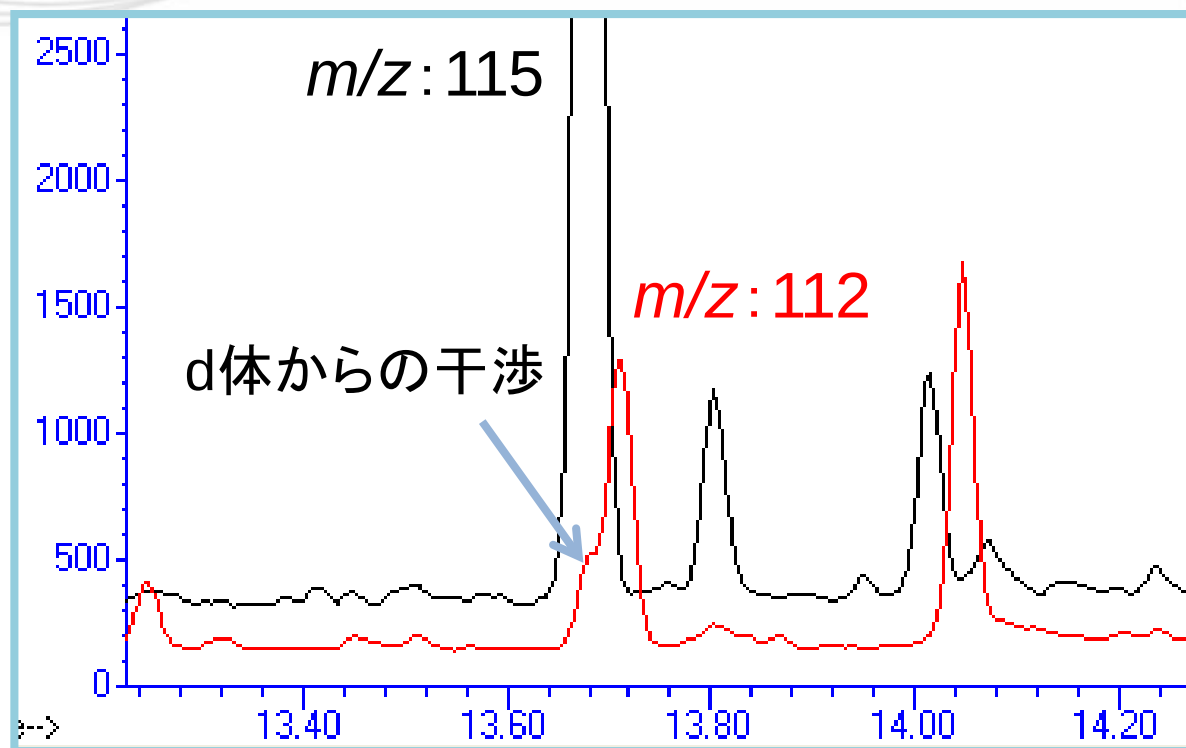
空試験の際、バイアルを準備せず、直接ブランク水からサンプリングが可能。

カビ臭原因物質の分析例



2-MIB, ジェオスミン:1ppt、2,4,6-トリクロロアニソール-d3: 10 ppt、
ジオスミン-d3:5 ppt

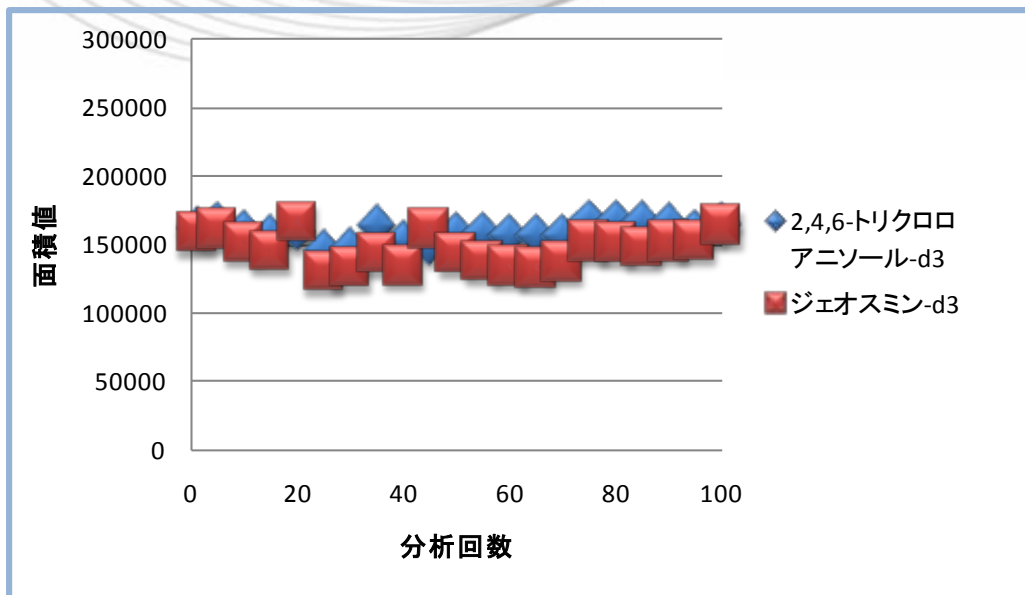
内部標準物質について



ジェオスミン1ppt、ジェオスミン-d3 5ppt

ジェオスミン-d3からm/z:112の干渉があるため、添加濃度に配慮する必要がある。（推奨は5ppt以下）干渉の無い2,4,6-TCA-d3が扱い易い。

内部標準物質について



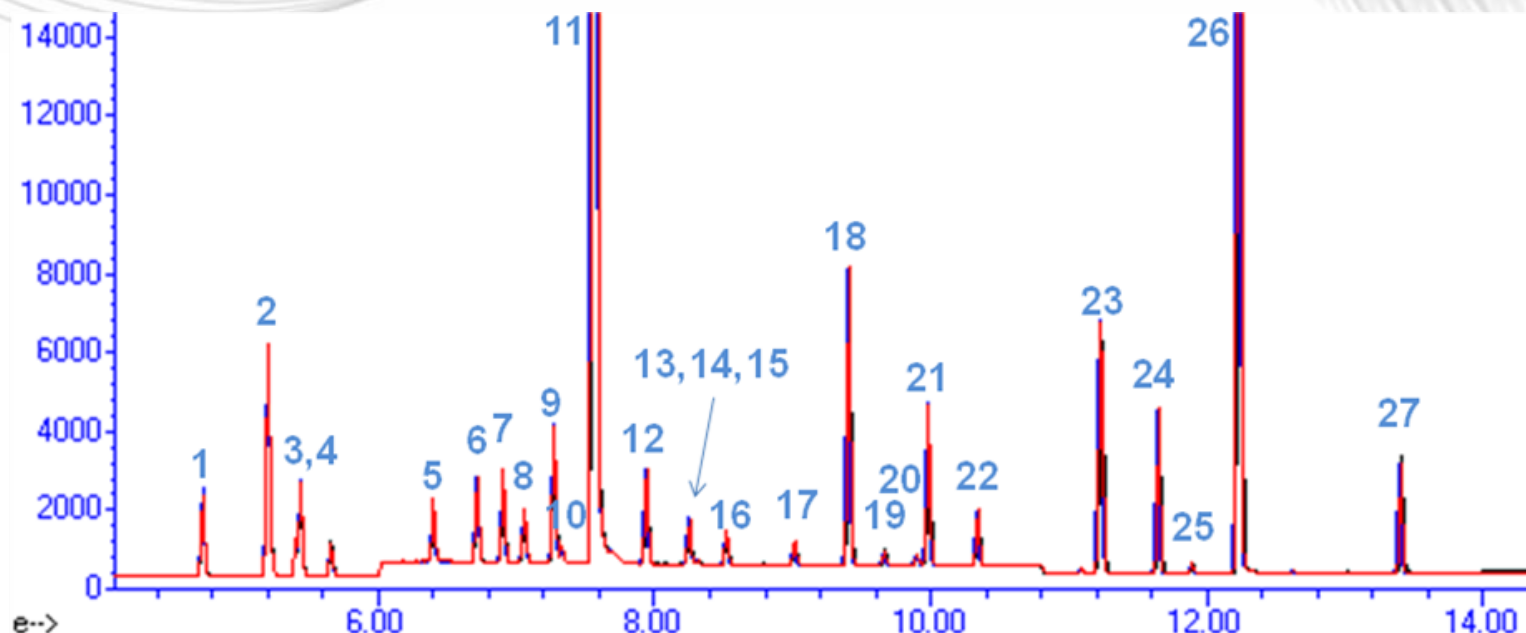
内部標準物質の面積値の変動(5回毎にプロット)

第1 検査方法告示等の改正内容及び留意事項
 2 信頼性確保に係る改正
 ケ. オートサンプラーによる多検体測定時の濃度
 既知溶液の差し込み試験
 (健水発0228第1号 平成24年2月28日より抜粋)

2,4,6-トリクロロアニソール-d₃を
 用いた、1pptの定量値の再現性

分析順番	2-MIB	ジェオスミン
11	0.95	0.93
21	1.01	0.93
31	0.92	0.83
41	0.96	0.95
51	0.96	0.87
61	1.06	0.82
71	0.99	0.85
81	1.00	0.87
91	1.02	0.87
101	0.93	0.89
平均値	0.98	0.88
SD	0.04	0.04
%RSD	4.5	5.0

塩化ビニルモノマー、VOC、1,4-ジオキサンの分析例



1、51、101回目の差し込み試験の、SIM積算クロマトグラムの重ね書き

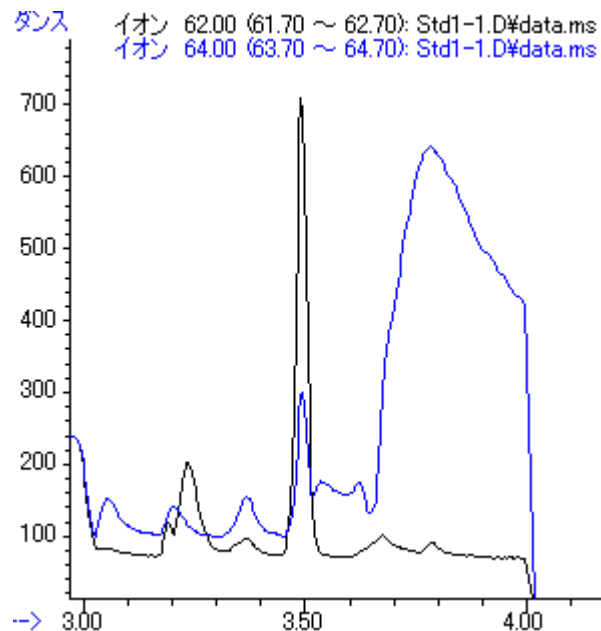
(VOC: 0.1 ppb、1,4-ジオキサン:5ppb、IS:5ppb、1,4-ジオキサン-d8: 4ppb)

1	1,1-dichloroethylene	11	fluorobenzene (IS)	21	tetrachloroethylene
2	MTBE	12	trichloroethylene	22	dibromochloromethane
3	dichloromethane	13	1,2-dichloropropane	23	m,p-xylene
4	trans-1,2-dichloroethylene	14	1,4-dioxane-d8	24	o-xylene
5	cis-1,2-dichloroethylene	15	bromodichloromethane	25	bromofluorobenzene (IS)
6	chloroform	16	1,4-dioxane	26	bromoform
7	1,1,1-trichloroethane	17	cis-1,3-dichloropropene	27	p-dichlorobenzene
8	carbon tetrachloride	18	toluene		
9	benzene	19	trans-1,3-dichloropropene		
10	1,2-dichloroethane	20	1,1,2-trichloroethane		

塩化ビニルモノマーの分析のポイント

- 塩化ビニルモノマーは水の直後、メタノールとほぼ同時に溶出。
- このため、水分除去、できる限りの高スプリット分析が重要。

塩化ビニルモノマー0.05ppb (m/z : 62, 64)



-揮発性が非常に高いため、実験器具をできる限り冷やして、調製する。

-Atomxの自動希釈が非常に有効。

システム安定性

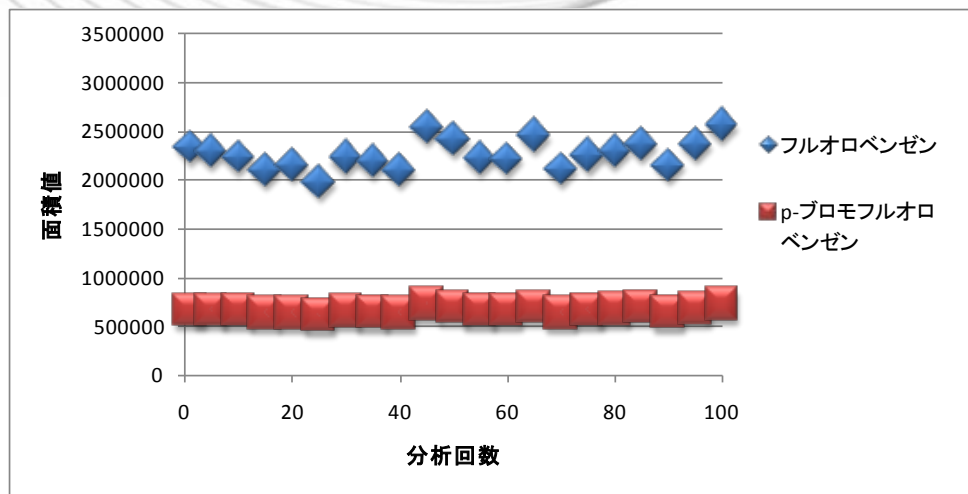


図1. フルオロベンゼン及びp-ブロモフルオロベンゼン、5ppbの面積値の変動 (5回毎にプロット)

再現性 (%RSD, $n=100$)

フルオロベンゼン : 8.3%

ブロモフルオロベンゼン : 7.0%

1,4-ジオキサン-d8 : 10.1%

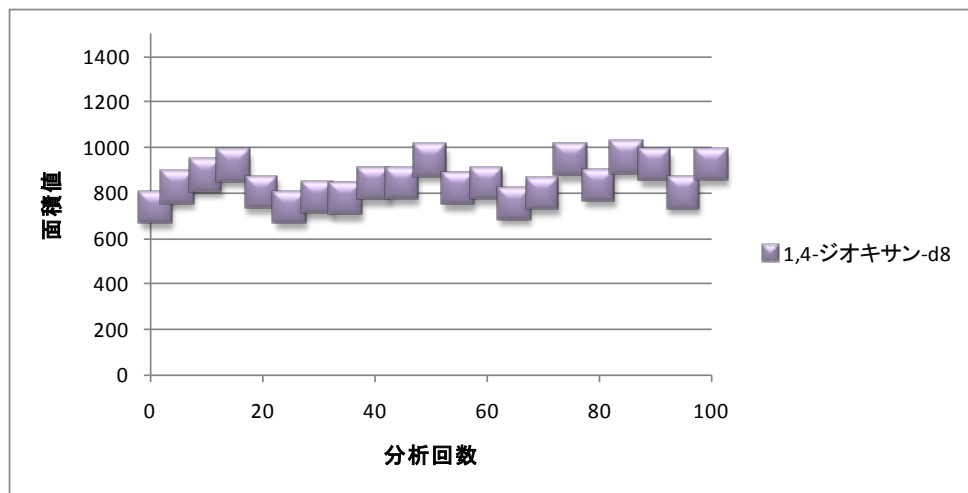


図2. 1,4-ジオキサン-d8、4ppbの面積値の変動 (5回毎にプロット)

連続分析を行っても、感度の低下等の問題は起こらない。

システム安定性を維持するチューニング

BFB Auto チューニング

- EPA method (524.2, 8260B) のクライテリアに適合するように作成されています。
4-ブロモフルオロベンゼンのスペクトルのピーク強度比を安定させます。
- 具体的にはAtuneに引き続き、エミッション、リペラー、イオンフォーカスレンズのランプを行い最適化します。
- イオン源が汚れていたり、フィラメントの不良や劣化によりチューニングが通らない事があるため、この場合はシステムのチェックが必要です。

TABLE 3. Ion Abundance Criteria For 4-Bromofluorobenzene (BFB)

Mass (M/z)	Relative Abundance Criteria
50	15 to 40% of mass 95
75	30 to 80% of mass 95
95	Base Peak, 100% Relative Abundance
96	5 to 9% of mass 95
173	< 2% of mass 174
174	> 50% of mass 95
175	5 to 9% of mass 174
176	> 95% but < 101% of mass 174
177	5 to 9% of mass 176

HSSシステム及び、分析例の紹介

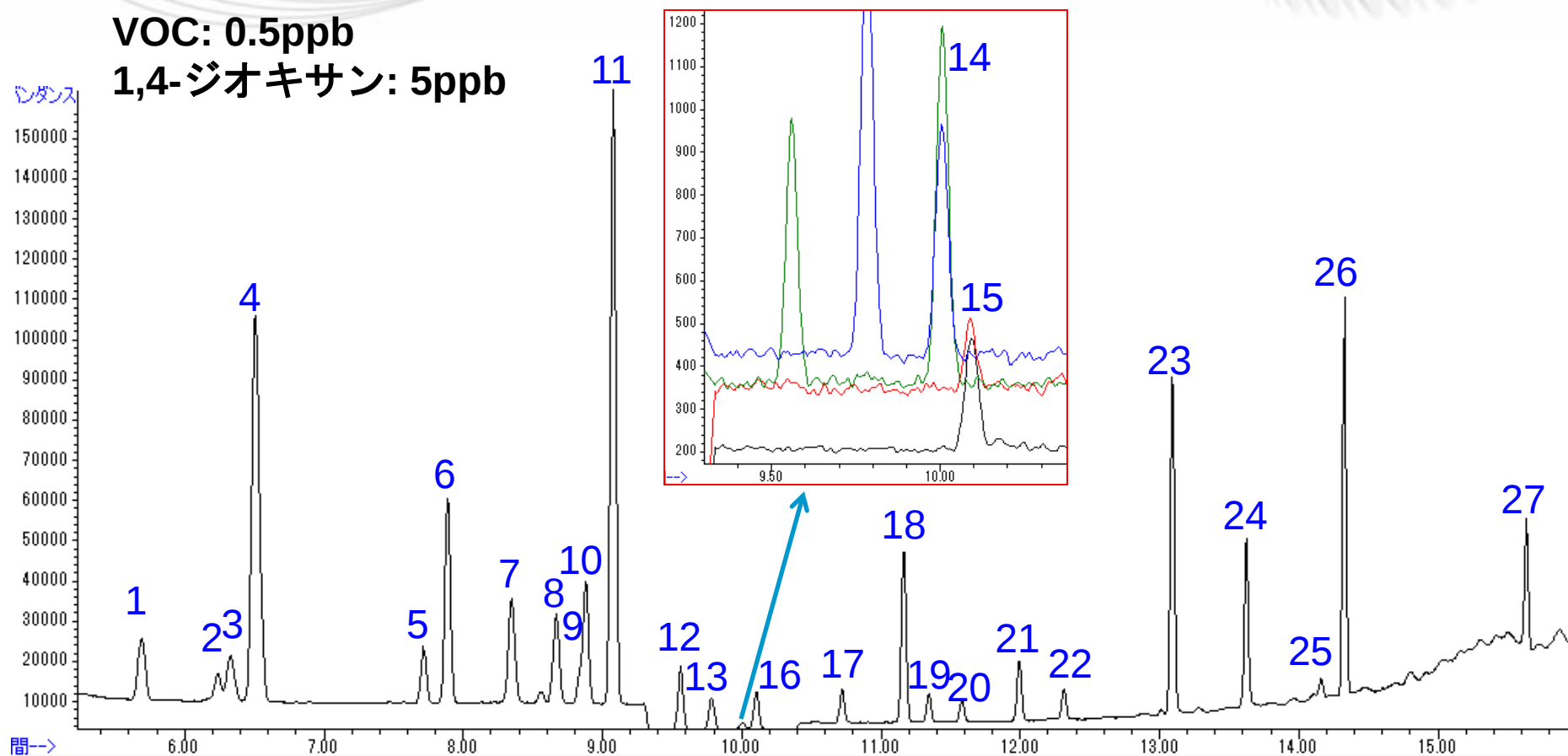
**Agilent
7697A HSS**

**Agilent
7890/5975C TAD
7693A ALS**



VOC及び、1,4-ジオキサンの一斉分析例

VOC: 0.5ppb
1,4-ジオキサン: 5ppb



※11, 26 (IS): 2.5ppb、14(1,4-Dioxane-d8): 20ppb、15 (1,4-ジオキサン): 5ppb

検量線

下記濃度範囲で検量線を作成

-VOC:

0, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10 ppb

-1,4-ジオキサン

0, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100ppb

-IS

FB、BFB: 2.5ppb

1,4-ジオキサン-d8: 20ppb

化合物	決定係数(r^2)
1,1-ジクロロエチレン	0.999
ジクロロメタン	0.999
MTBE	0.999
trans-1,2-ジクロロエチレン	0.999
cis-1,2-ジクロロエチレン	0.999
クロロホルム	0.998
1,1,1-トリクロロエタン	0.999
四塩化炭素	0.999
1,2-ジクロロエタン	0.999
ベンゼン	0.999
トリクロロエチレン	1.000
1,2-ジクロロプロパン	0.999
1,4-ジオキサン	0.997
ブロモジクロロメタン	0.999
cis-1,3-ジクロロプロペン	1.000
トルエン	1.000
trans-1,3-ジクロロプロペン	0.999
1,1,2-トリクロロエタン	0.999
テトラクロロエチレン	1.000
ジブロモクロロメタン	0.999
m,p-キシレン	1.000
o-キシレン	1.000
ブロモホルム	0.999
p-ジクロロベンゼン	0.999

システム安定性（繰り返し再現性%RSD, $n=100$ ）

-VOCは0.5ppb, 1,4-ジオキサンは5ppbの溶液を100本作成し、再現性($n=100$, %RSD)及び長期安定性の試験を実施。

-BF, BFBは2.5ppb, 1,4-ジオキサンは20 ppb

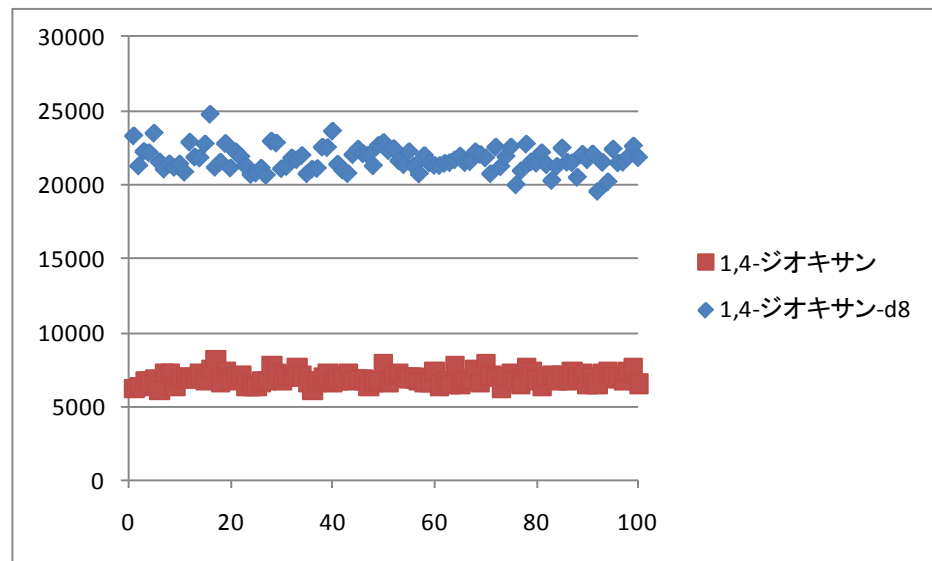
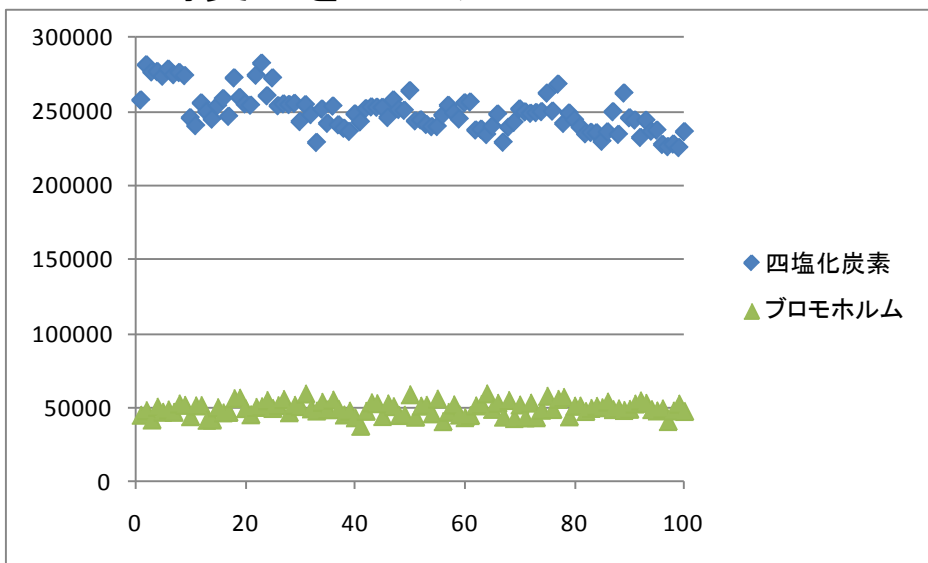
-すべての成分で100回の分析で10%以内の良好な再現性。

※クロロホルムに関しては、実験器具、もしくは水からの汚染があったため、高い面積値が出ています。

No.	化合物名	平均値	S.D.	%RSD
1	1,1-ジクロロエチレン	254474	11159	4.4
2	ジクロロメタン	102459	4896	4.8
3	MTBE	351230	23488	6.7
4	trans-1,2-ジクロロエチレン	197520	9198	4.7
5	cis-1,2-ジクロロエチレン	167206	7495	4.5
6	クロロホルム	1001187	101644	10.2
7	1,1,1-トリクロロエタン	271538	11956	4.4
8	四塩化炭素	249568	13198	5.3
9	1,2-ジクロロエタン	110713	5228	4.7
10	ベンゼン	541793	20806	3.8
11	トリクロロエチレン	146535	8540	5.8
12	1,2-ジクロロプロパン	97971	7328	7.5
13	1,4-ジオキサン	6934	410	5.9
14	ブロモジクロロメタン	116613	5612	4.8
15	cis-1,3-ジクロロプロペン	122362	11540	9.4
16	トルエン	545889	16204	3.0
17	trans-1,3-ジクロロプロペン	92024	6123	6.7
18	1,1,2-トリクロロエタン	61124	3060	5.0
19	テトラクロロエチレン	140658	11777	8.4
20	ジブロモクロロメタン	69152	3319	4.8
21	ブロモホルム	49188	4561	9.3
22	ブロモフルオロベンゼン	536504	39200	7.3
23	m,p-キシレン	900013	46450	5.2
24	o-キシレン	464972	21003	4.5
25	p-ジクロロベンゼン	211383	18507	8.8
26	フルオロベンゼン	2371035	91511	3.9
27	ブロモフルオロベンゼン	536504	39200	7.3
28	1,4-ジオキサン-d8	21711	821	3.8

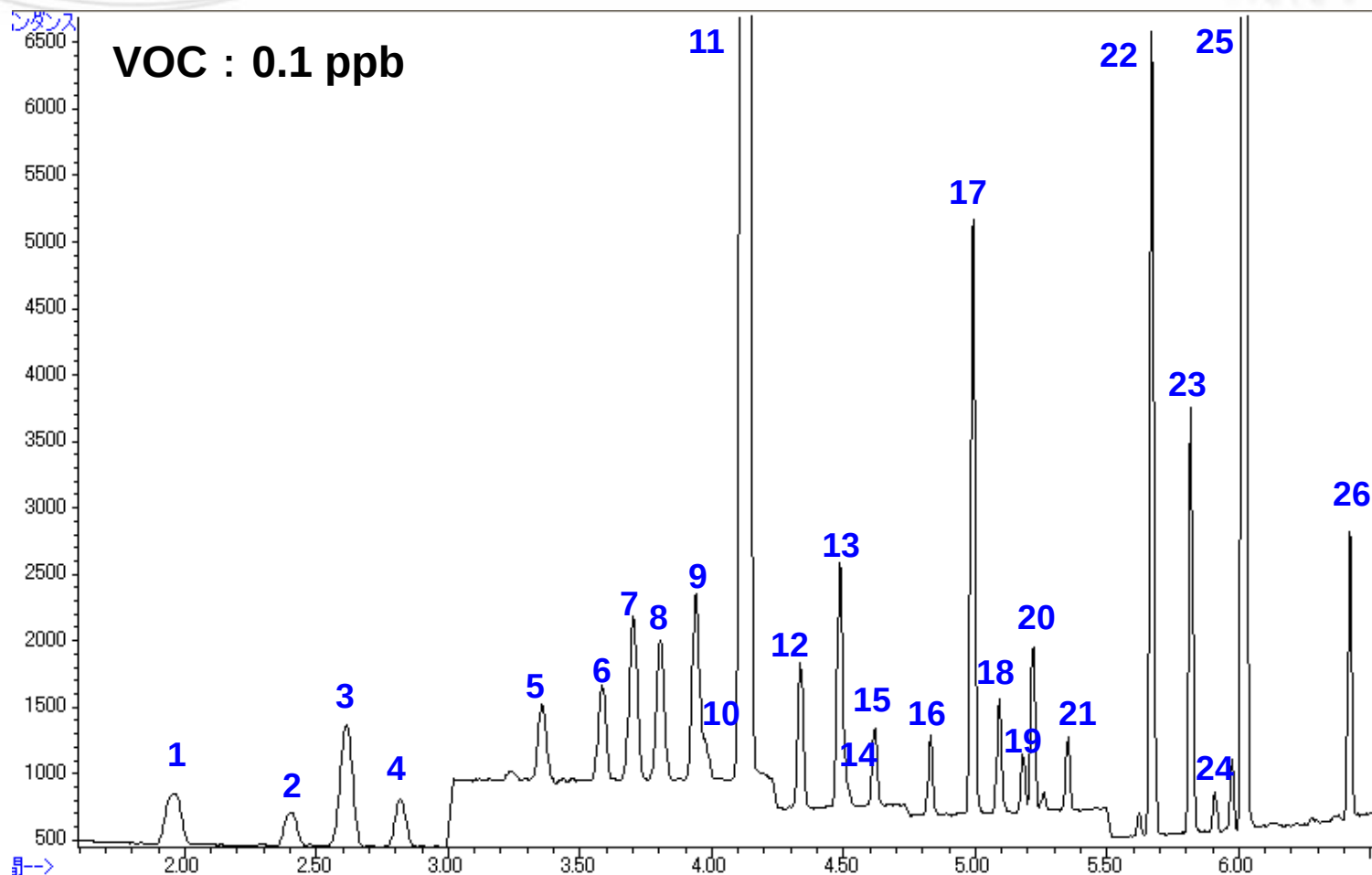
システム安定性（繰り返し再現性%RSD, $n=100$ ）

一例として、四塩化炭素、ブロモホルム、1,4-ジオキサンとそのd体の経時変化をプロット



四塩化炭素は若干の現象傾向が見られるものの、その差は10%以内。
また、他の成分は非常に良好な安定性。

VOC及び、1,4-ジオキサンの高速分析



※11, 25 (IS): 2.5ppb、14(1,4-Dioxane): 5ppb

0.1ppbの繰り返し再現性(%RSD, $n=5$)

※1: 2.5ppb
※2: 5.0ppb

PK#	Compounds	分析回数					AVG.	SD	%RSD
		1	2	3	4	5			
1	1,1-Dichloroethylene	9397	8954	9129	8761	9067	9062	234	2.6
2	Dichloromethane	5215	4699	4880	4706	5112	4922	235	4.8
3	MTBE	12205	11909	12169	11861	12305	12090	194	1.6
4	trans-1,2-Dichloroethylene	7485	7129	7320	6937	7285	7231	207	2.9
5	cis-1,2-Dichloroethylene	6255	6058	6229	5855	6105	6100	160	2.6
6	Chloroform	9086	9005	8848	8512	8795	8849	222	2.5
7	1,1,1-Trichloroethane	11686	11224	11484	11058	11394	11369	241	2.1
8	Carbon tetrachloride	11728	11219	11296	10748	11207	11240	348	3.1
9	Benzene	21994	20848	21155	20183	21101	21056	651	3.1
10	1,2-Dichloroethane	3899	3601	3772	3652	3623	3709	125	3.4
11	Fluorobenzene (IS) ^{※1}	520339	475343	502693	479481	494487	494469	18216	3.7
12	Trichloroethylene	7854	7424	7386	7039	7511	7443	292	3.9
13	1,2-Dichloropropane	4005	3883	4050	3898	3932	3954	72	1.8
14	1,4-Dioxane ^{※2}	1195	1247	1286	1230	1295	1251	41	3.3
15	Bromodichloromethane	5254	4835	5109	4860	5060	5024	176	3.5
16	cis-1,3-Dichloropropene	6096	5566	5550	5580	5774	5713	233	4.1
17	Toluene	34811	33618	34232	33195	34999	34171	768	2.2
18	trans-1,3-Dichloropropene	6003	6682	6336	6922	6695	6528	360	5.5
19	1,1,2-Trichloroethane	2638	2702	2638	2704	2667	2670	33	1.2
20	Tetrachloroethylene	9199	8583	8871	8095	8895	8729	416	4.8
21	Dibromochloromethane	3316	3292	3322	3223	3269	3284	40	1.2
22	m,p-Xylene	47564	43904	45732	41731	45216	44829	2174	4.8
23	o-Xylene	22679	21574	22464	20370	21760	21769	909	4.2
24	Bromoform	1897	1775	1820	1754	1831	1815	56	3.1
25	Bromofluorobenzene (IS) ^{※1}	156502	142349	153492	143044	149321	148942	6250	4.2
26	p-Dichlorobenzene	12985	12544	13373	11996	12823	12744	515	4.0

HSS分析のポイント

- 7697A HSSは高度な温度コントロール、不活性化処理により、HSSの安定性、再現性は非常に高い。
- 分析カラム：1,4-ジオキサンのピーク形状がシャープになるカラム。また、1,4-ジオキサン-d8と1,2-ジクロロプロパンの分離が達成できるカラム。
(例：VOCOL：Supelco)
- 高速分析カラム：より低ブリードで耐久性のあるカラム。
(例：VF-624ms: Agilent) ※この場合、1,4-ジオキサン-d8は分離不可。
- 5975C TAD: BFB オートチューニングによるVOC分析に特化したMS状態を維持。
- 7697A HSSの冷却機能により、より多検体への対応が可能に。

HSS法による塩化ビニルモノマーの分析

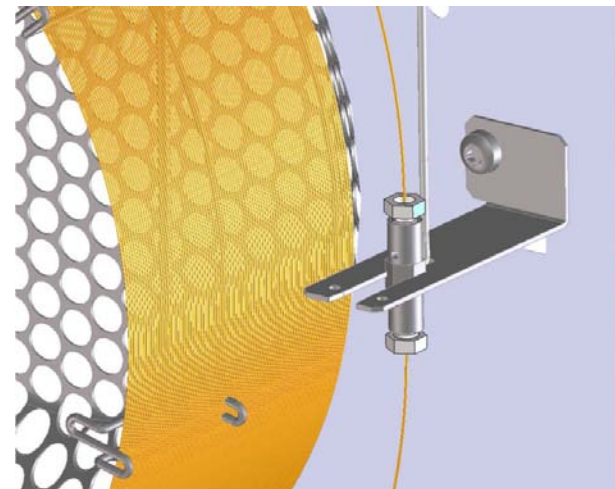
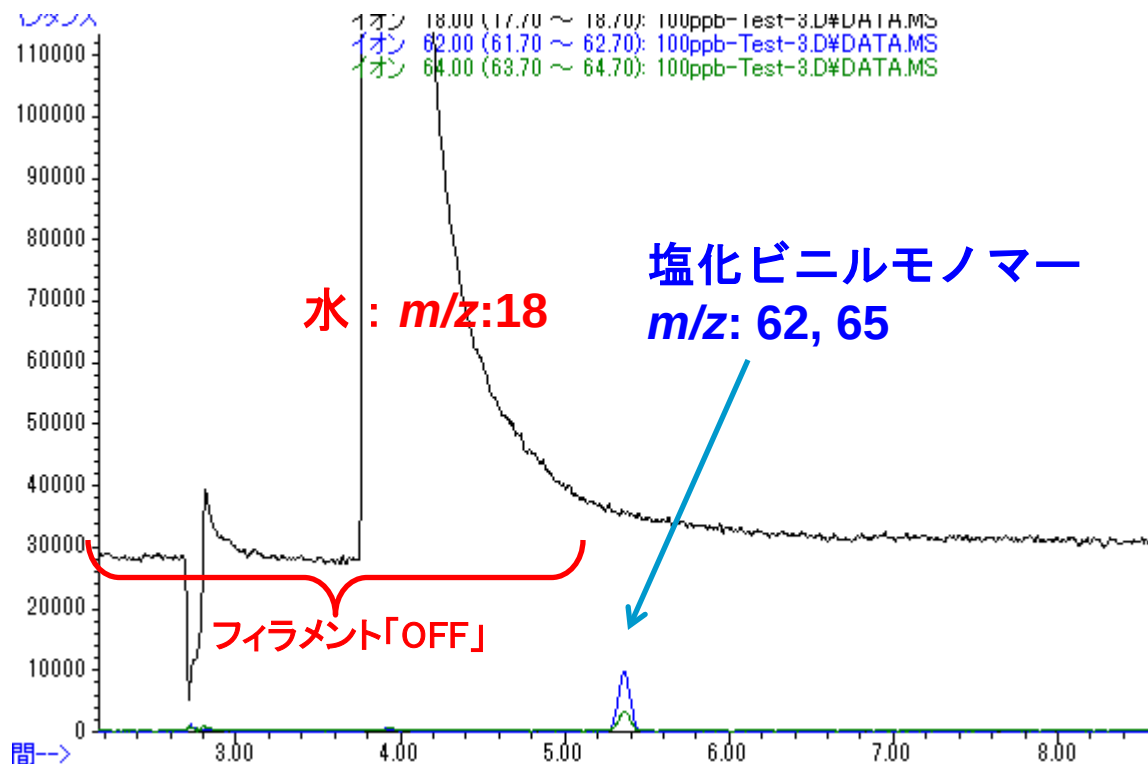
本法は日本工業規格 K0125 の「5.2 ヘッドスペースーガスクロマトグラフ質量分析法」に規定された方法に基づいており、ジクロロメタンやベンゼン等の塩化ビニル以外の揮発性有機化合物については、標準物質及び必要な内標準物質（フルオロベンゼン、4-ブロモフルオロベンゼン等）を追加し、塩化ビニルの揮発性の高さに留意した試験方法を行うことで、塩化ビニルとの同時分析が可能である。ただし、水によく混和し、水からの揮発性の低い 1,4-ジオキサンは除く。

（水質汚濁防止法に基づく排出水の排出、地下浸透水の浸透等の規制に係る項目追加等について（第2次報告）より）

- 塩化ビニルモノマーと1,4-ジオキサンの感度差があまりに大きい。
- 一般的なVOC分析条件においては、塩化ビニルモノマーは水と同時に溶出するため、フィラメント及び、イオン源状態を安定に保つ事が非常に難しい。

HSS法による塩化ビニルモノマーの分析

分析カラム： DB-1 (60m, 0.32mm, 5 μ m)
オープン： 40°C(5min)-その後、バックフラッシュ
HSS条件はVOCと同等



バックフラッシュ及び、真空を維持したままカラム交換が可能なパージ付きユニオン

将来的なシステム拡張性

- ヘリウムガスの価格高騰、安定供給が問題となるケースが起きている。
- 将来的にこれらの問題はより顕著になる事が予測される。

-アジレントのGC及び5975シリーズMSDはヘリウム以外に、窒素、水素といったキャリアガスに対応できるように設計されている。

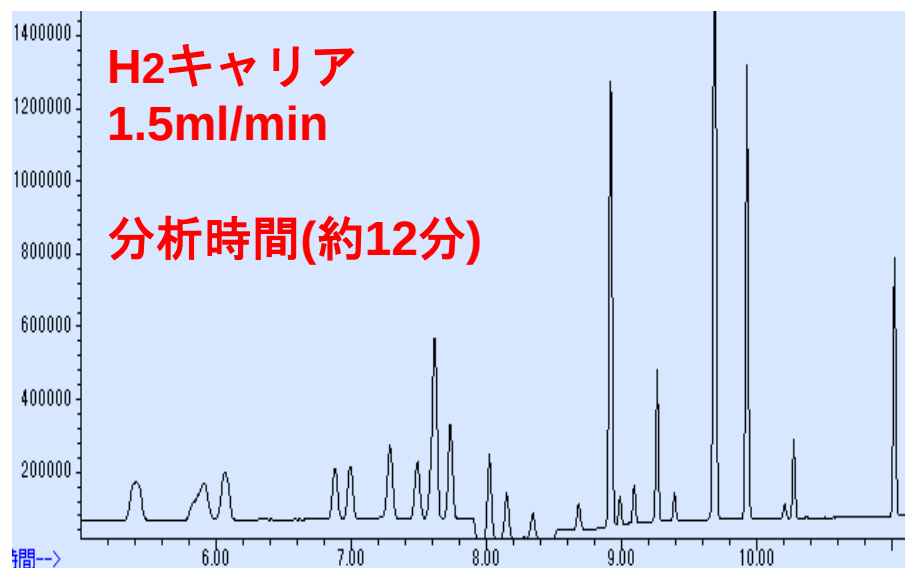
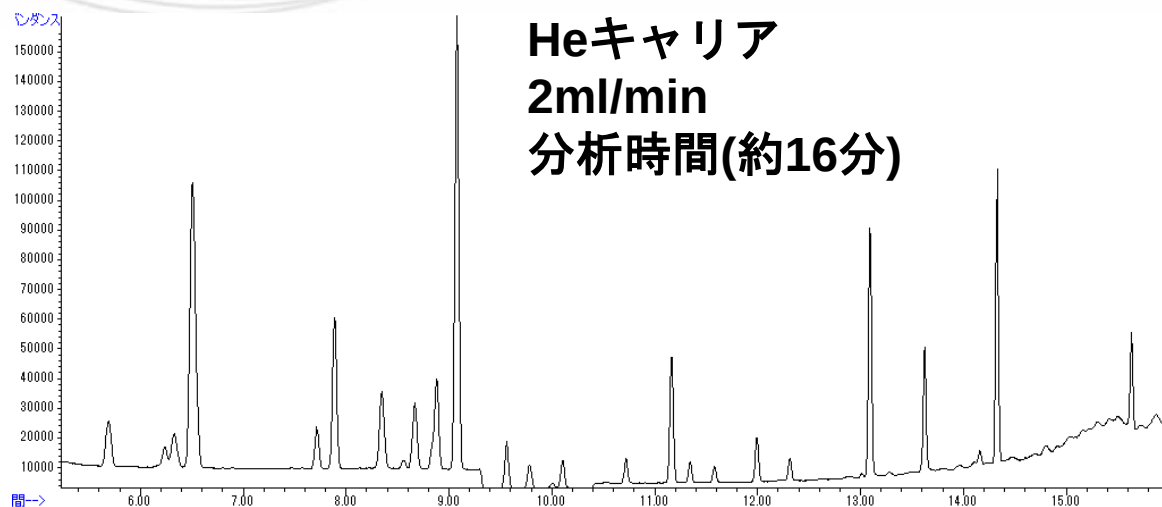
-7697A HSSも窒素ガスを使う事ができるように開発されている。

-ただし窒素キャリアの場合、MSの感度は全体的に約10分の1となる。
また、線速度の問題から、分析時間は長めになる。



水素キャリアGC/MSシステム+HSS(窒素ガス使用)システムが検出感度、コスト面から有力な選択肢の一つとなる。

水素キャリアGC/MS



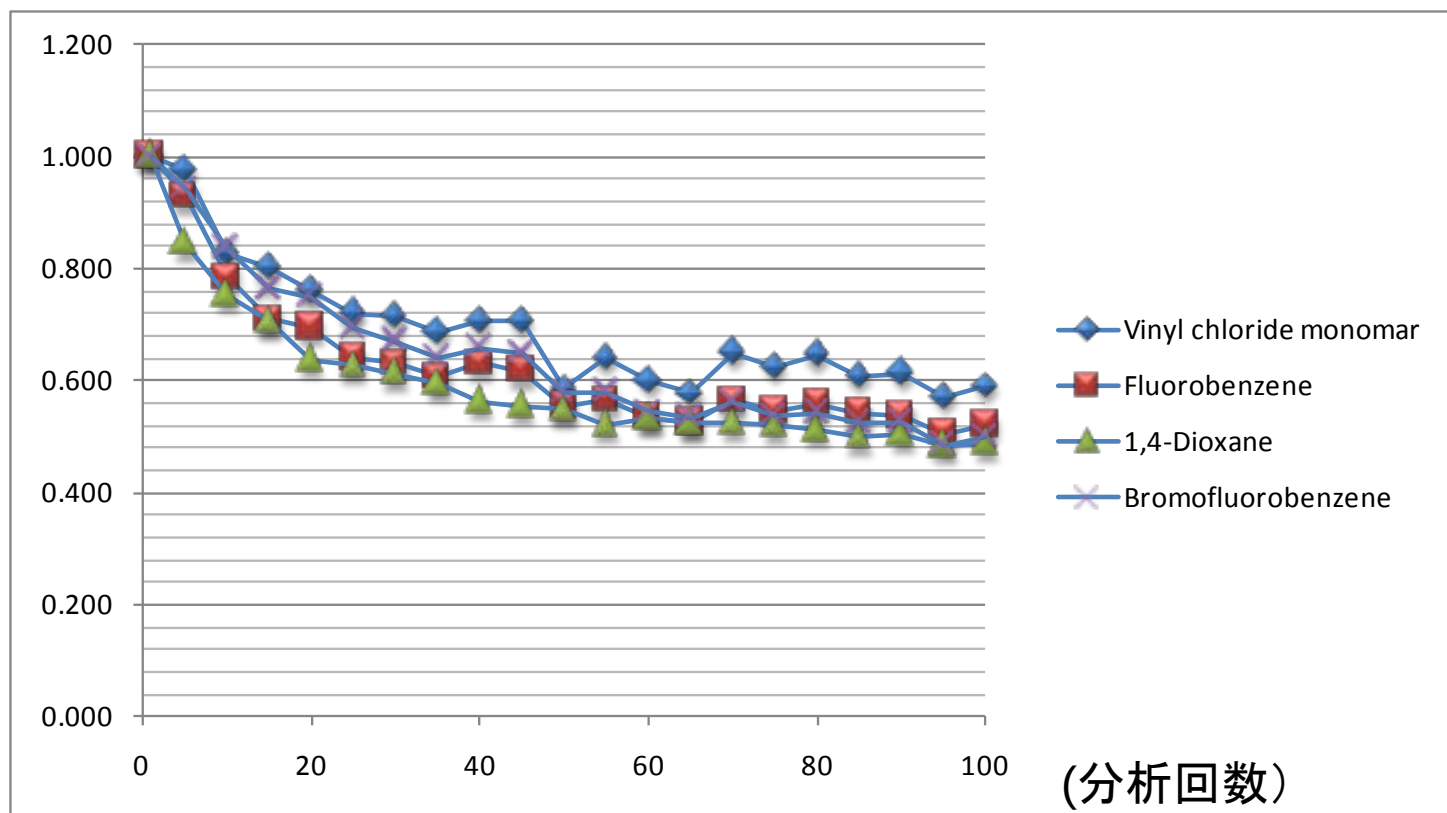
Heキャリアより少ない流量でも高い線速度が得られるため、分析時間は短くなる。

※ただし、MSの真空度は水素キャリアの方が悪いため、できる限り低い流量で分析することが望まれる。

水素キャリアGC/MS

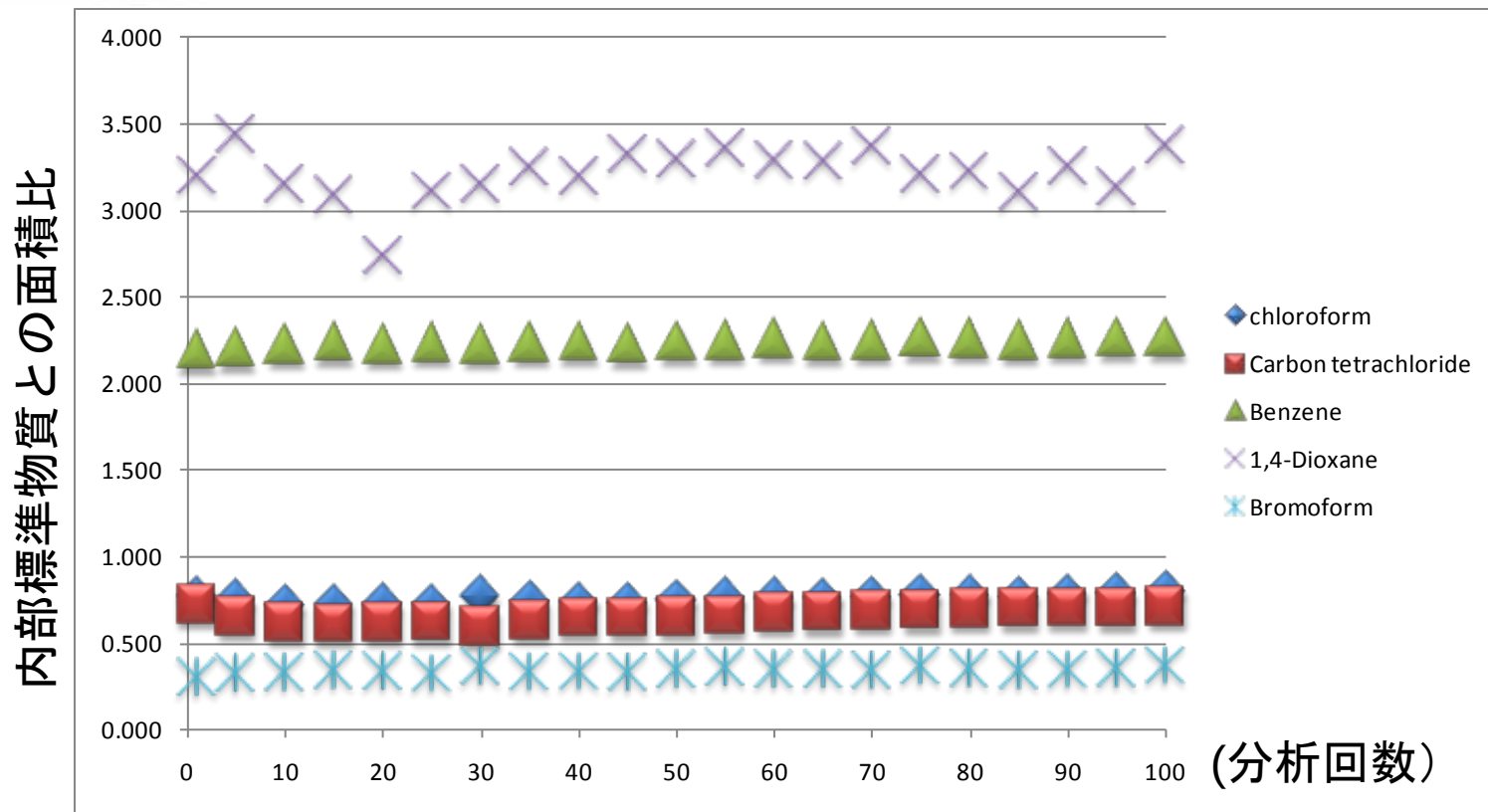
ポイント：水素ガスは高純度水素発生装置から供給する。

1回目の面積値を1とした時の面積比



水素ガスの還元性により、システムノイズ、イオン源状態が安定するまでレスポンスの減少が見られる。

水素キャリアGC/MS



内部標準物質での補正を使用することで、すべての成分において、10%以内の良好な再現性を得る事ができる。

まとめ

-塩析なしでのカビ臭高感度分析

-塩化ビニルモノマー、VOC、1,4-ジオキサンの一斉分析

高感度、低キャリアオーバー、自動希釈、自動内部標準添加機能を持った、Atomx P&Tシステムが最適

-VOCの高速分析

精度、不活性度に最も優れた7697A HSSシステムが最適

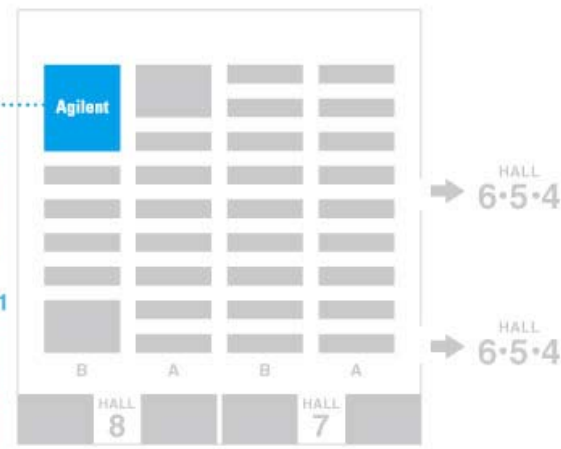
-キャリアガスの変更（コスト削減）

水素キャリアが使用可能なアジレントGC/MSが最適
ぜひご相談下さい

アジレント・テクノロジーブース 幕張メッセ 8ホール 8B-701です

新技術説明会会場

Booth
No.8B-701



本日の内容について
詳しい説明をご希望の方は
アジレントブースに
お立ち寄りください。

ご清聴ありがとうございました。

