

VOC計測技術

(日本での経験から中国VOC計測への貢献)

(公社)日本環境技術協会

海外部会長 小林剛士

2017年10月26日

目次

1. 日本での大気環境規制

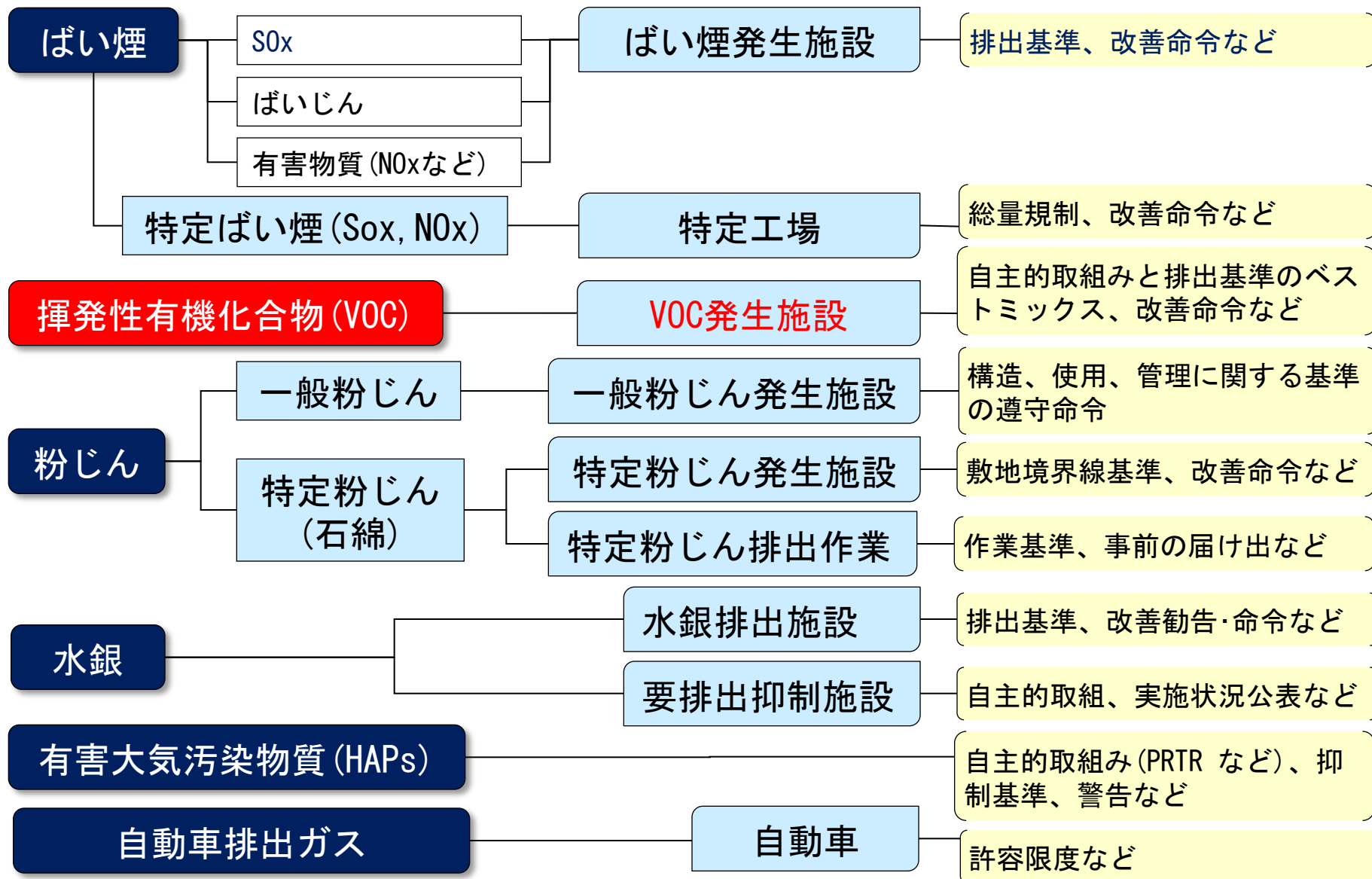
- VOC対策・規制
- 有害汚染物質に対する対策

2. VOC計測技術

- 目的別のVOC計測技術
- 日本環境技術協会での評価事例
- 分析装置の使用事例

3. ETV(環境技術実証事業)

日本での発生源での大気規制



日本でのVOC対策

揮発性有機化合物(VOC)対策

- VOCは、塗料、接着剤、インキ等に溶剤として使用され、大気中で光化学反応により**光化学オキシダント**や**粒子状物質**を生成させる。
- 2003年の大気汚染防止法改正により**法規制と自主的取組の適切な組み合わせ**によるVOC排出抑制対策を実施。
- 2006年4月、法規制と自主的取組により2010年までに2000年度のVOC排出量(固定発生源のみ)の**3割削減**を目標と提言された。
→排出抑制対策の取組の結果、**44%削減**
- 「今後の揮発性有機化合物(VOC)の排出抑制対策の在り方について」(2012年)
 - ・VOC排出抑制制度等により**高濃度域の光化学オキシダントが改善している可能性が示唆**
 - ・一方で、光化学オキシダントや微小粒子状物質(PM2.5)の環境基準達成率は著しく低く、現象解明も十分ではない。
今後は、**VOCのみならず、光化学オキシダントやPM2.5を含めて総合的な検討を行う専門委員会**を新たに立ち上げ、今後必要な対策の検討等について幅広い議論を行うことが適当。

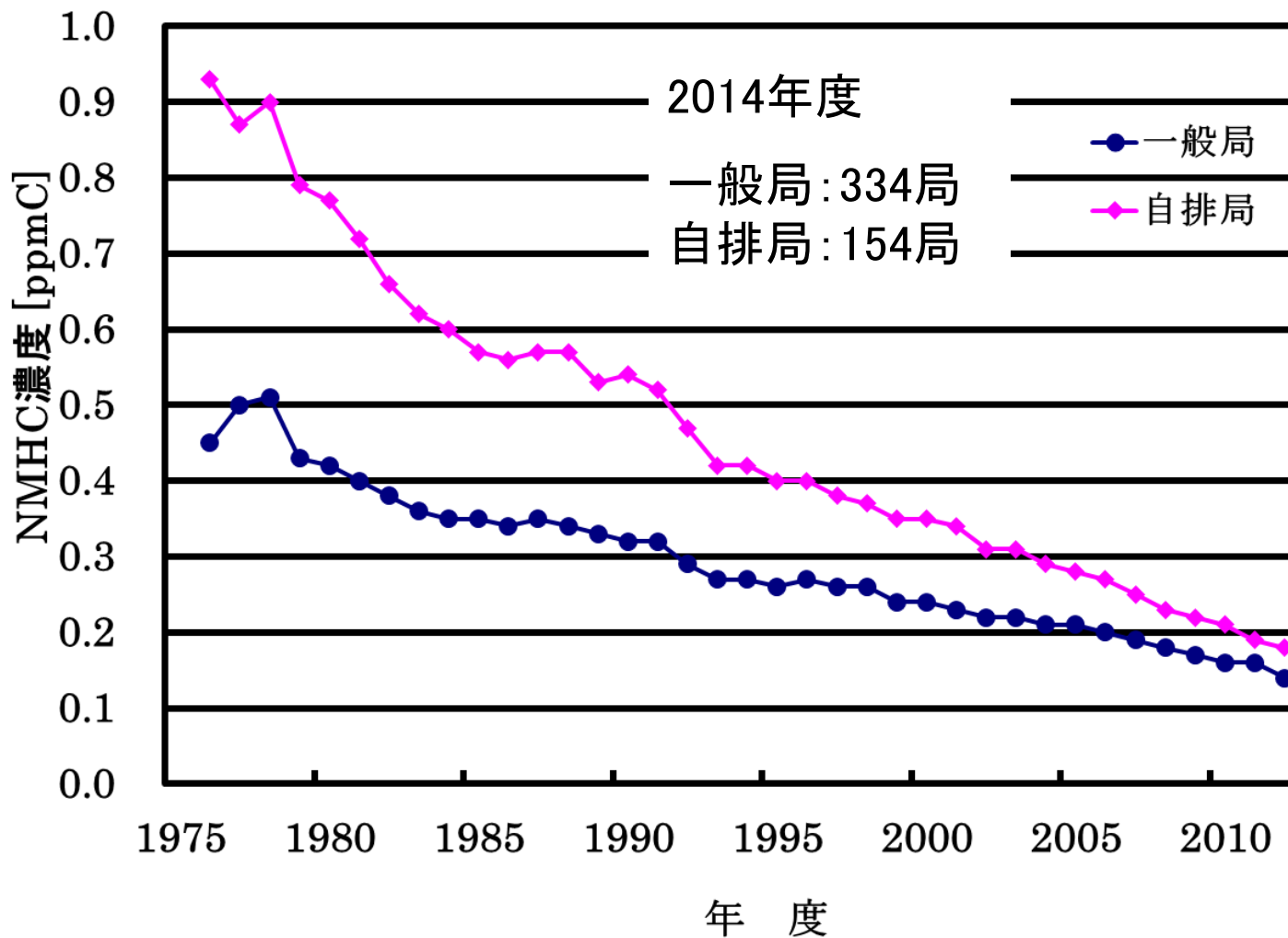
光化学オキシダントとVOCの関係・規制

VOC(揮発性有機物質)は大気中で光化学反応、物理反応等により、光化学オキシダントや浮遊粒子状物質(SPM)を生成する原因物質の一つである。

大気汚染防止法においては、VOC排出量が多く、大気環境への影響も大きい施設に対して、排出口における排出濃度規制を適用するとともに、事業者自らが行う排出抑制の自主的取組みを組み合わせた制度(ベストミックス)によりVOC排出量を抑制するという考え方に基づいた規制がなされていることから、事業者の自主的な取組を一層促進させる支援が必要となっている。

出典:環境省 環境技術実証事業ホームページ

日本の大気VOC(NMHC)の濃度変化



出典: 環境省HP「平成26年度大気汚染状況について」より作成

VOC連続計測世界規制

国	大気環境計測	発生源対策
日本	NMHCをモニタリング 有害物質として別途指定	排ガスをバックに採取して計測
米国	NMHCをモニタリング 有害物質として別途指定	<ul style="list-style-type: none">・VOC総量を規制 New Source Performance Standard Best Available Control Technology Lowest Achievable Emission Rate・トルエン、キシレンなどの個別成分を対象 Lowest Achievable Emission Rate Maximum Achievable Control Technology Generally Available Control Technology
EU	NMHCをモニタリング	HOT-FIDによるVOC管理 スイスでのVOC税、各国の独自規制

日本だけでなく、世界各国でVOC規制が実施

VOC計測市場と測定原理

測定原理	測定成分	測定周期	大気		固定排出源	
			大気環境	室内環境	燃焼排ガス	塗装・接着 印刷・洗浄
ガスクロマトグラフ+水素炎イオン化法 (GC-FID)	THC、CH4、n-CH4 石油系VOC全般	連続 高感度	○	○	○	
選択燃焼式+水素炎イオン化法	THC、CH4、n-CH4	連続 高感度	○	○	○	
ガスクロマトグラフ+光イオン化検出法 (GC-PID)	BTX、BTT	連続 高感度	○	○		
水素炎イオン化法 (FID)	TVOC	連続	×	×	○	○
触媒酸化NDIR法	TVOC	連続	×	×	×	○
光イオン化検出法 (PID)	TVOC	連続 間欠			○	○
半導体センサ	TVOC	連続 間欠			○	○
接触燃焼式	TVOC、CH4	連続 間欠			○	○
ガスクロマトグラフ+半導体センサ	ベンゼン、トルエン、キシレン、 エチルベンゼン、スチレン	バッチ	○	○		○
フーリエ変換赤外線分析計 (FTIR)	個別成分	連続	×	×	○	○
ガスクロマトグラフ+質量分析計 (GC-MS)	個別成分	間欠	○	○	○	○

有害大気汚染物質

● **有害大気汚染物質**：低濃度ではあるが長期暴露によって人の健康をそこなうおそれのある物質（対象21物質）

■ **環境基準が設定されている物質（4物質）**

ベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ジクロロメタン

■ **健康リスク低減のための指針値が設定されている物質（9物質）**

アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、クロロホルム

1,2-ジクロロエタン、水銀及びその化合物、ニッケル化合物、ヒ素及びその化合物、1,3-ブタジエン、マンガン及びその化合物

■ **環境基準等が設定されていないその他有害物質（8物質）**

アセトアルデヒド、塩化メチル、クロム及びその化合物、酸化エチレン、トルエン、ベリリウム及びその化合物、ベンゾ[a]ピレン、ホルムアルデヒド

大気環境基準と方法(有害大気汚染物質)

項目	環境上の条件 (環境基準)	測定方法(公定法)
ベンゼン	1年平均値が 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下	キャニスター又は捕集管により採取した試料をガスクロマトグラフ質量分析計により測定する方法を標準法とする. また, 標準法と同等以上の性能を有することが確認された測定方法についても使用可能とする.
トリクロロエチレン	1年平均値が 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下	
テトラクロロエチレン	1年平均値が 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下	
ジクロロメタン	1年平均値が 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下	

有害大気汚染物質モニタリング(2015年)

地点属性	ベンゼン	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン	ジクロロメタン
環境基準値	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
一般環境	216 (0.91)	248 (0.43)	253 (0.15)	235 (1.5)
固定発生源周辺	83 (1.2)	43 (0.79)	38 (0.16)	58 (2.6)
沿道	88 (1.1)	61 (0.47)	60 (0.12)	57 (1.5)
沿道かつ 固定発生源周辺	11 (1.3)	1 (0.71)	1 (0.19)	5 (1.3)
合計	398	353	352	355

● 数値は測定地点数、()の数値は平均濃度<単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ >

※ 環境基準超過地点は無し(2015年度)

※ 測定点は月1回以上の頻度で1年間計測できた地点数

有害大気汚染物質モニタリング(2015年)

地点属性	アクリロニ トリル	塩化ビニル モノマー	クロロ ホルム	1,2-ジクロ ロエタン	1,3-ブタ ジエン
指針値	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
一般環境	222 (0.056)	227 (0.031)	230 (0.22)	225 (0.15)	226 (0.084)
固定発生源周辺	51 (0.20)	47 (0.11)	50 (0.44)	55 (0.48)	44 (0.18)
沿道	55 (0.076)	56 (0.028)	54 (0.24)	57 (0.14)	95 (0.14)
沿道かつ 固定発生源周辺	1 (0.24)	0	3 (0.15)	0	2 (0.25)
合計	329	330	337	337	367

● 数値は測定地点数、()の数値は平均濃度<単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$ >

※ 環境基準超過地点は無し(2015年度)

※ 測定点は月1回以上の頻度で1年間計測できた地点数

大気中のBTX及びBTTの連続計測

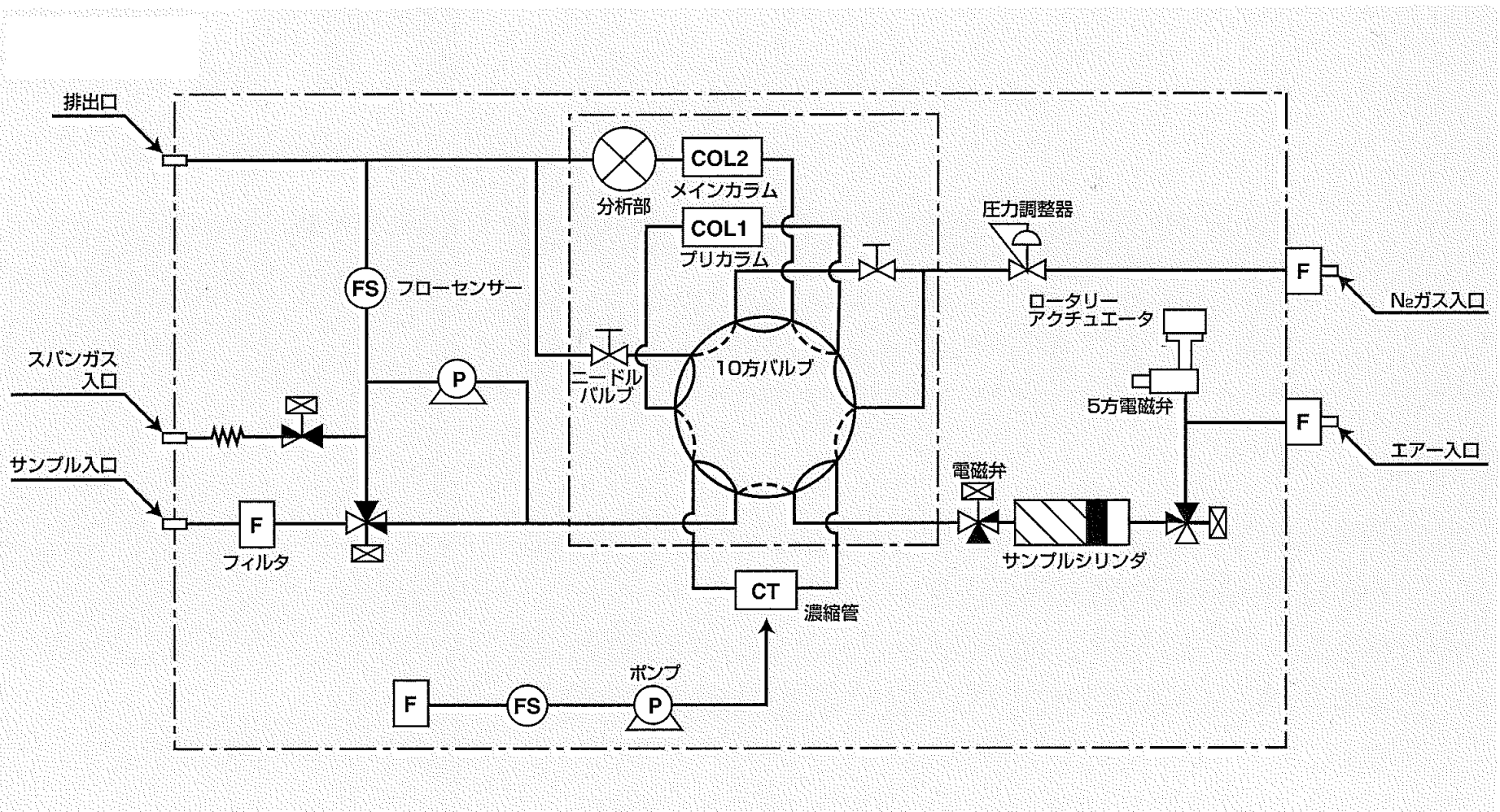
BTX: ベンゼン、トルエン、キシレン

BTT: ベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン

- 測定対象: 大気中のベンゼン、トルエン、キシレン
または ベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン
- 測定原理: 吸着捕集/加熱脱着試料導入、
ガスクロマトグラフ方式/光イオン化検出法(GC/PID)
- 測定レンジ: 0~50/100/250ppb (BTX)
0~20/50/100/200ppb (BTT)
- 最小検出感度(2 σ): 0.3 ppb以下
- 繰返し性: フルスケールの $\pm 2.0\%$
- 測定周期: 10分

※EU⇒BTEX測定(ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、キシレン)

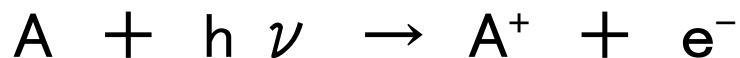
BTX及びBTTの連続計測



光イオン化検出法(PID法)

● 光イオン化検出法(PID法)

光イオン化検出法(PID法)は、試料ガスに紫外線(10.6eV)を照射・イオン化させ、そのイオン量(電流値)を測定することにより、成分の有無と濃度を測定する。検出可能なVOCは、**イオン化エネルギーが10.6eV以下のVOC**となる。イオン化エネルギーは、それぞれの試料ガス(A)により異なる。



また、**各VOC成分に対し選択性**があり、トータルVOCの測定ではなく、**特定のVOCの測定**となるため、施設によって、その選択性を生かした測定が可能である。

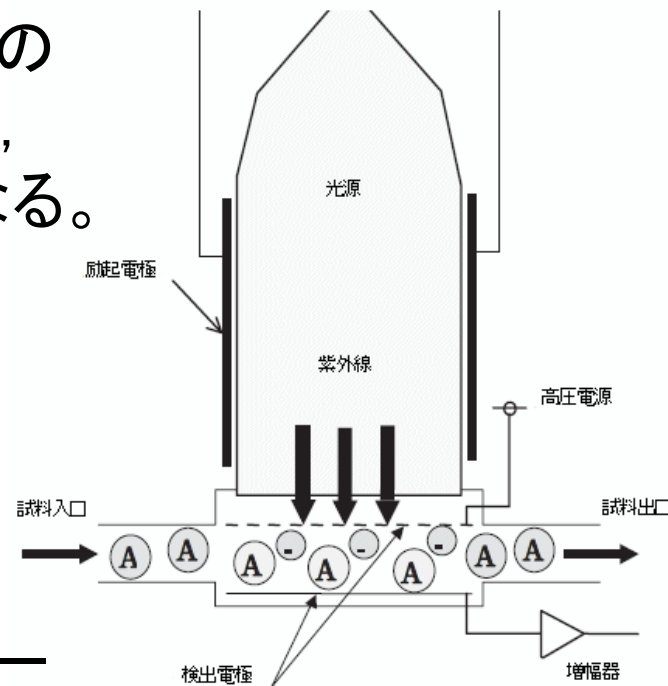
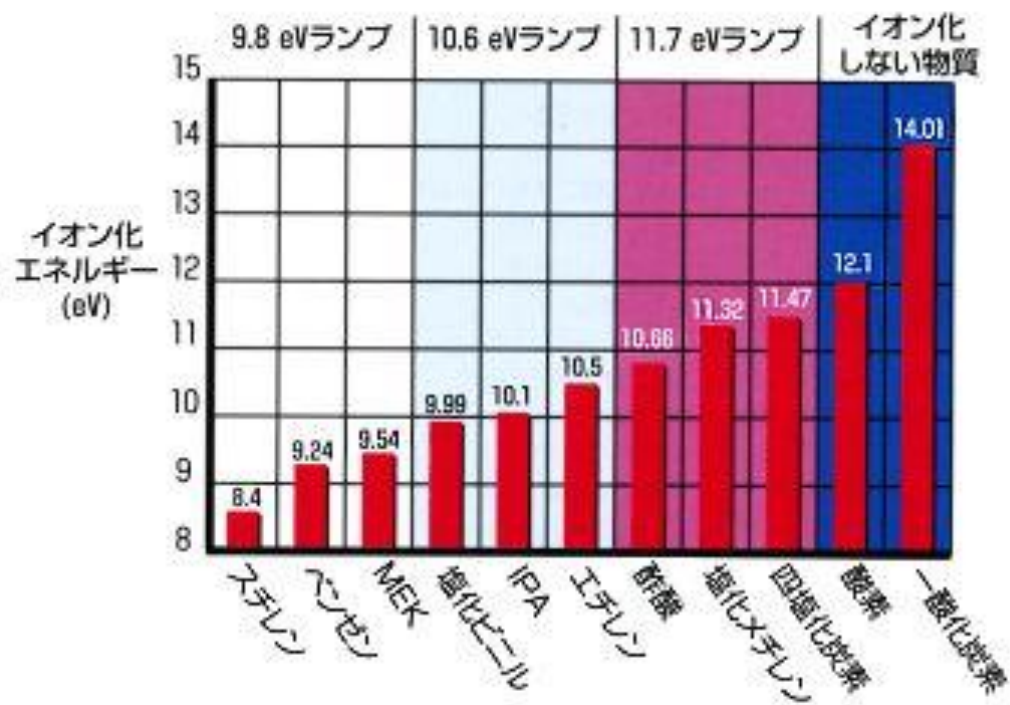


図5 PID法の測定原理

出展: 日本電気計測器工業会 環境計測器ガイドブック

光イオン化エネルギー

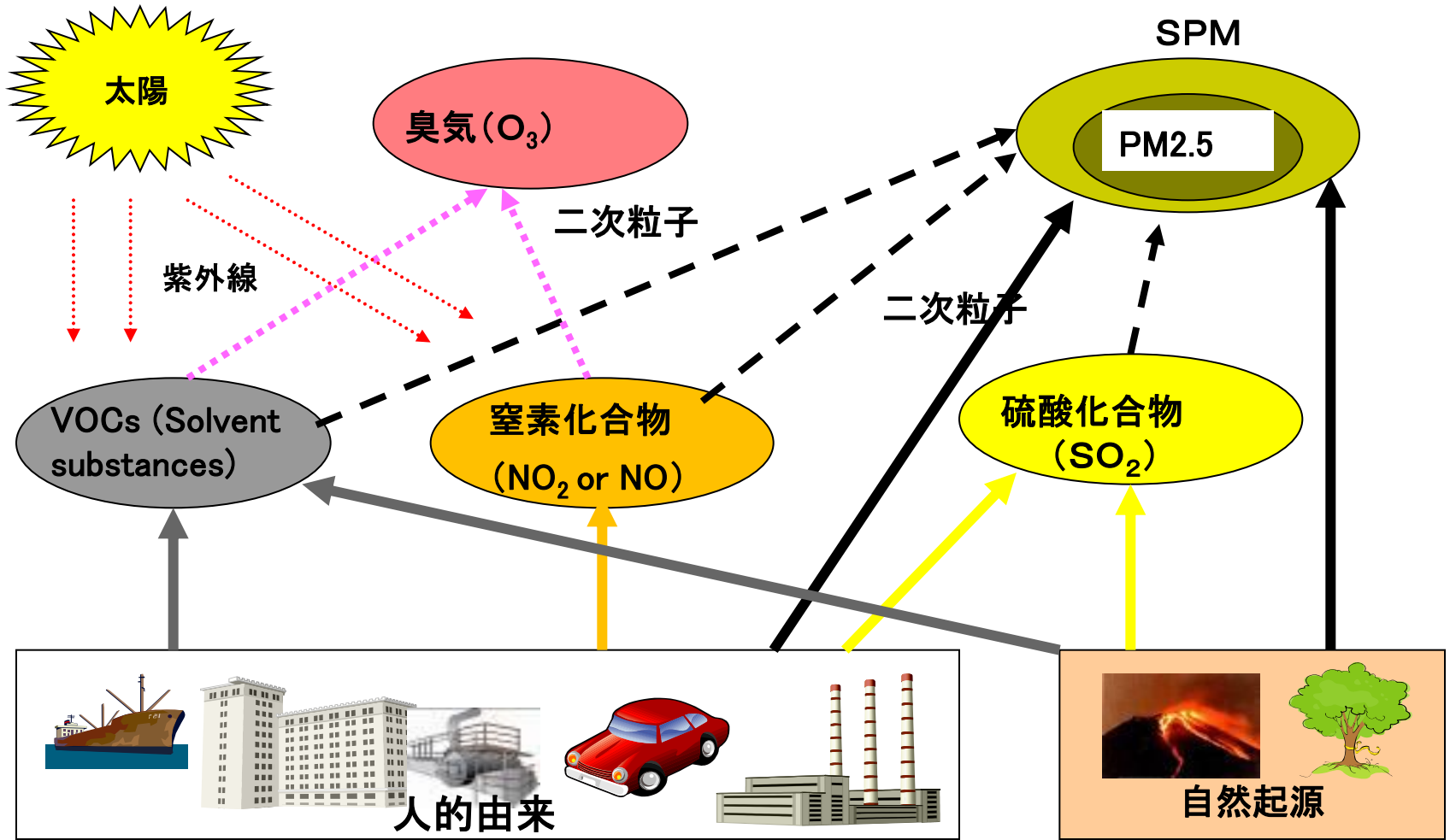
光イオン化検知器、PIDは、イオン化エネルギーにより、測定できるVOCが異なります。一般的には10.6eVのランプが使用されています。測定対象により、11.7eVのランプも使用されます。



出典:環境省 環境技術実証事業ホームページ

VOC計測技術

大気中の臭気、微粒子物質の形成



光化学オキシダント生成の要因物質：炭化水素と窒素酸化物の混合系に、
太陽光(紫外線)が照射された場合、光化学オキシダントを生成
二次生成粒子の要因物質：炭化水素等に太陽光が照射された場合、
光化学反応によりエアロゾル生成

固定発生源でのVOC計測

VOC発生源



印刷工場



自動車塗装工場

VOC除去装置



VOC計測装置

VOC計測技術と特徴

目的	計測法	市場価格	特徴
どんなVOCがあるかを知りたい	<ul style="list-style-type: none"> ・GC-MS ・FTIR 	500万円～	個別成分を特定することが可能
VOCを連続で計測したい	<ul style="list-style-type: none"> ・FID ・NDIR ・GC-PID 	150万～300万円	連続計測に最適 日本での公定法として採用
簡易に計測したい	<ul style="list-style-type: none"> ・PID ・半導体センサ ・接触燃焼式 ・高分子薄膜 干渉増幅反射法 	30～100万円 30～300万円 75万円～ 75万円～	成分により感度が異なるが、 簡易測定用として最適

日本での計測事例

固定発生源	大気環境
TVOCで計測	TVOC、NMHCで計測

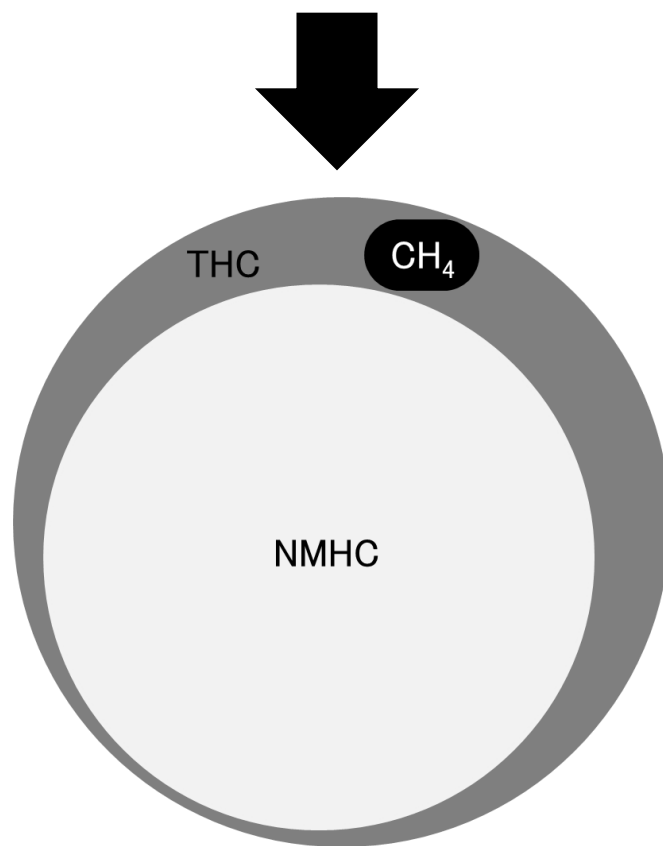
中国

固定発生源
大気環境
NMHCで計測

NMHC = TVOC - メタン
メタン分離のために
①GC ②選択燃焼
(連続測定可)

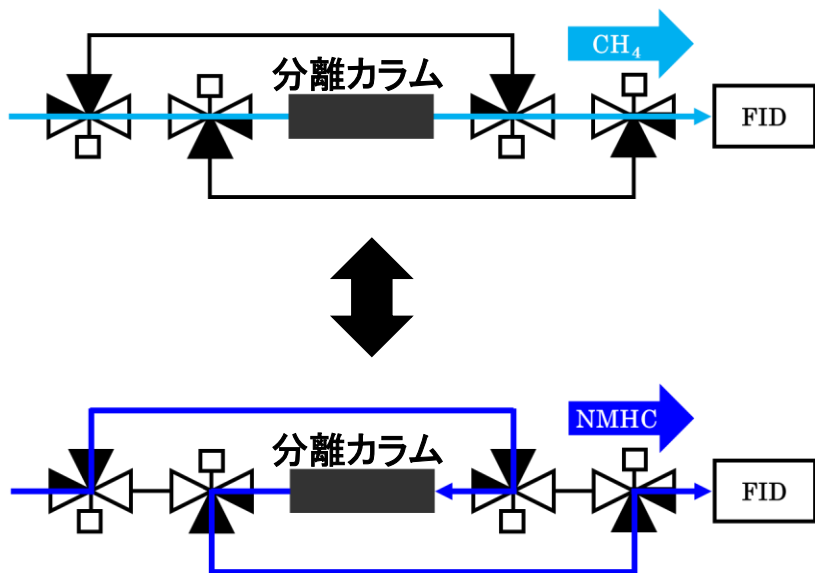
非メタン炭化水素

- 非メタン炭化水素 (NMHC)
メタン以外の炭化水素の総称です。



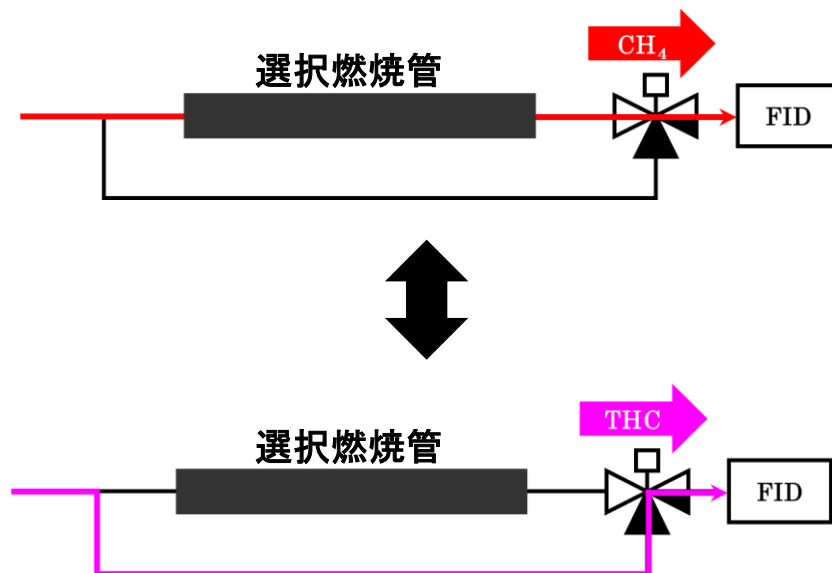
NMHC測定原理

カラム法



クロマトグラフィーで分離することにより、CH₄、NMHCをそれぞれ直接測定

差量法



CH₄以外のTHCを燃焼させる選択燃焼管を、通気する場合としない場合でCH₄とTHCを測定し、その差からNMHCを間接的に測定。

$$\text{THC} - \text{CH}_4 = \text{NMHC}$$

日本での排出抑制の対象から除外される物質

以下の8物質は別途測定し、
VOCの測定値より差し引くことになっている。

	化合物
1	メタン
2	クロロジフルオロメタン (HCFC-22)
3	2-クロロ-1,1,1,2-テトラフルオロエタン (HCFC-124)
4	1,1-ジクロロ-1-フルオロエタン (HCFC-141b)
5	1-クロロ-1,1-ジフルオロエタン (HCFC-142b)
6	3,3-ジクロロ-1,1,1,2,2-ペンタフルオロプロパン (HCFC-225ca)
7	1,3-ジクロロ-1,1,2,2,3-ペンタフルオロプロパン (HCFC-225cb)
8	1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-デカフルオロペンタン (HFC-43-10mee)

VOC計測における技術対応(JETA)

- 固定発生源のVOC測定器に関する調査業務（2003年～2005年）
 - 目的 固定排出源から排出されるVOCを一括測定する方法の確立。
 - 内容 FID法の精度評価及び酸化触媒NDIR方式の検討
 - 成果 ① VOC測定の**公定法**確立。
 - ② **JIS B7989** (排ガス中の揮発性有機化合物の自動計測器による測定方法) 発行、2008年。(検証結果及びデータの活用)
 - ③ **ISO 13399**:2012 (酸化触媒NDIR方式) 発行。日本提案としてISO化。



試験設置状況全景図



試験機G (燃焼法NDIR)



試験機C (FID)

6社10製品
評価

VOC濃度表現: 相対感度

相対感度 : C_3H_8 を基準(1.00)としたppmC換算表示

燃料ガス(種類と流量)、試料ガス(流量)助燃空気(流量)
ノズル、検出器の構造により相対感度は変化する

表 相対感度データの例 ((社)日本環境技術協会取得データより)

試験機	相対感度 (C_3H_8 基準、約 350ppmC 空気ベースガスにて)							
	CH_4	C_2H_2	C_3H_6	i- C_4H_8	n- C_6H_{12}	C_7H_8	CH_3OH	C_2H_5OH
機種 A	1.150	1.280	0.945	0.930	0.980	0.950	0.755	0.683
機種 B	1.077	1.085	0.960	0.923	0.980	0.997	0.647	0.731

VOC連続計測装置における感度

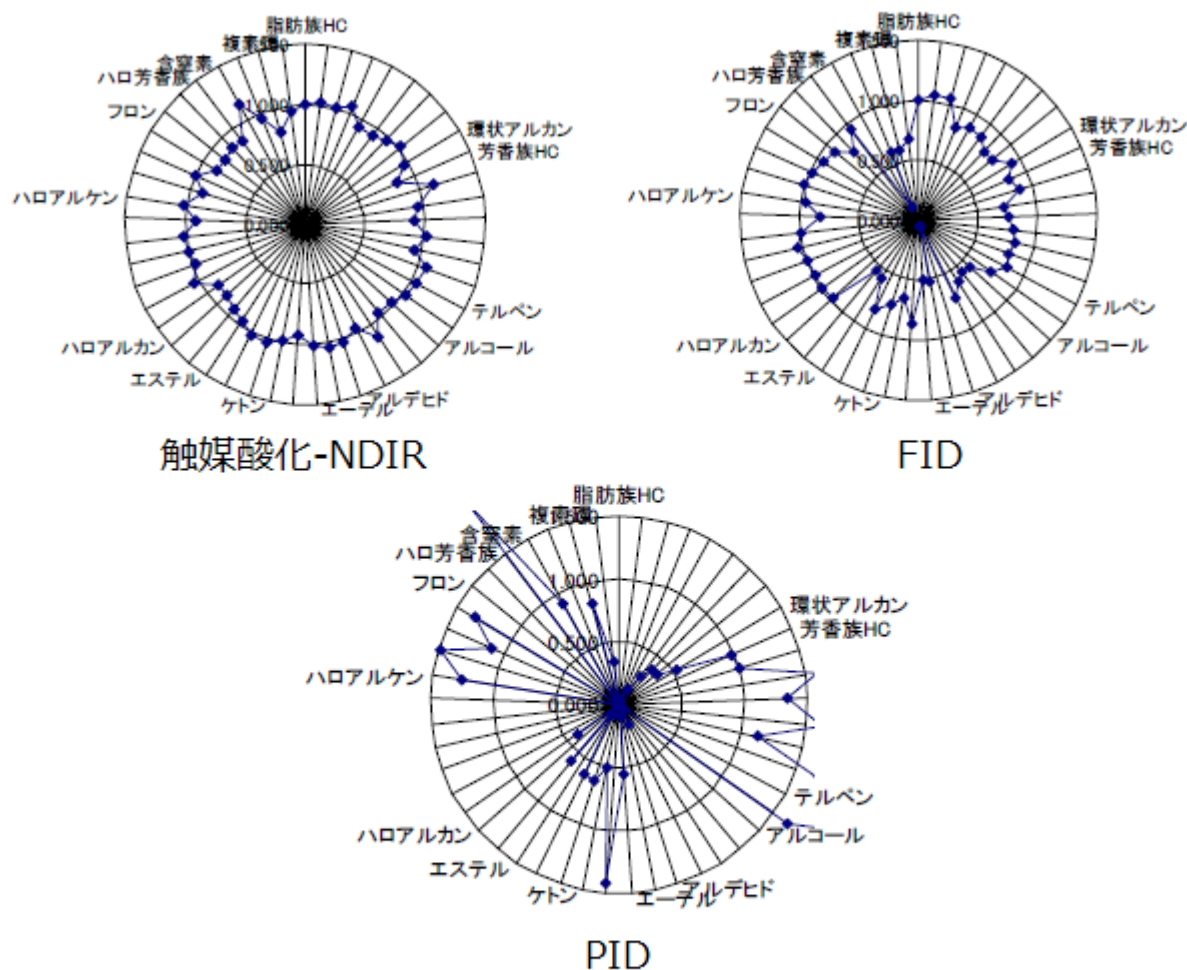


図1.3.1.6 分析計のVOCの種類による感度の違い

(転載：環境省、「中央環境審議会大気環境部会揮発性有機化合物測定方法専門委員会(第2回)議事次第・資料(平成16年9月24)揮発性有機化合物測定機に関する調査結果」、環境省ホームページ、<http://www.env.go.jp/council/07air/y075-02.html>、2011/06/13確認)

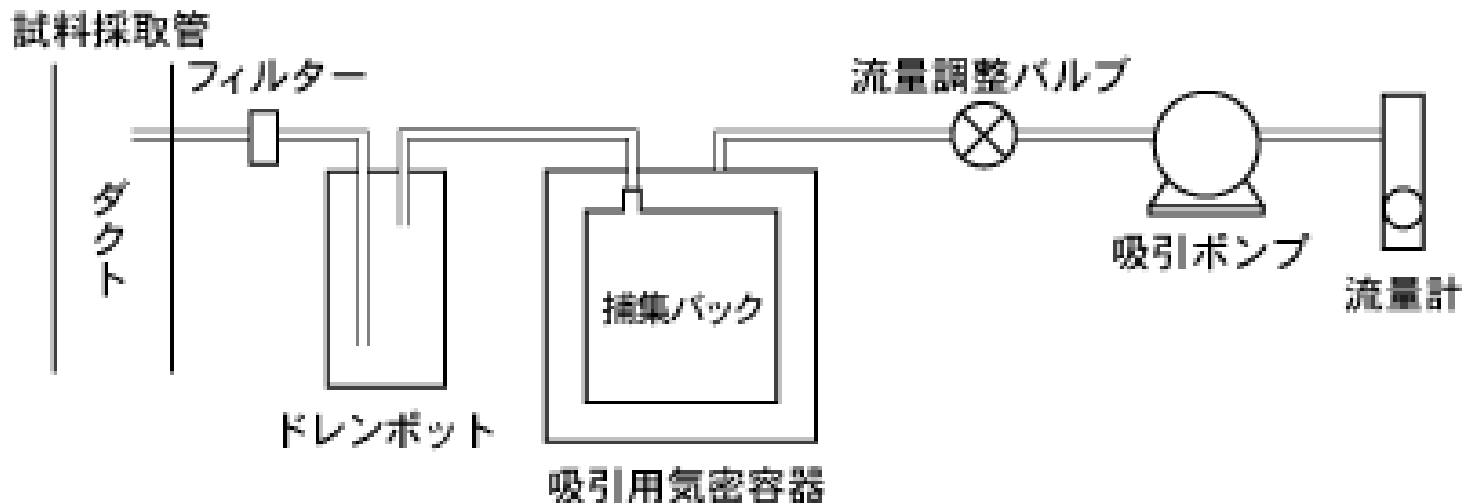
VOCの測定方法

環境省告示第61号

a. 測定方法：排ガスをバッグに採集し測定する。

- ① 直接測定：捕集バッグ中のガスを直接測定器に導入し、測定する方法。
- ② 希釈測定：捕集バッグからシリンジでサンプルの一部を採取し、高純度空気の入った捕集バッグに注入して行う測定方法

b. 試料採取方法



試料採取管, フィルター, 導管(内径4~25mm程度), ドレンポット(水分除去用冷却除湿器。必要に応じて使用), 吸引用気密容器, 流量調節バルブ(0.5~5L/minの流量制御), 吸引ポンプ, 流量計(0.5~5L/min)
捕集バッグ(20L以上。ふっ素樹脂フィルム製若しくはポリエステル樹脂フィルム製。再使用不可)

VOCの濃度表現 (ppmC)

**VOCの濃度は全炭素濃度(TVOC) ppmCとして測定。
つまりプロパン1ppmはTVOCでは3ppmCとなる。**

VOCの濃度測定のための分析計

分析計	①触媒酸化-非分散型赤外線分析計 (NDIR)*	②水素炎イオン化型分析計 (FID)
測定原理	加熱した触媒でVOCをCO ₂ に酸化し、その濃度を赤外線の吸収強度から測定する分析計	水素炎に試料をいれた時に生じるイオン電流を測定する分析計
短所	塩素系のVOCガスを使用した場合、触媒の活性が落ちるものもある。燃焼排ガスは測定不可	VOCの種類によって感度が異なる。酸素含有VOCは感度が低い、塩素系は高い。水素ガスを用いるため、安全性に注意が必要
長所	感度はVOCの種類に寄らず一定 90%以上	燃焼ガスでも測定可能

*)ISO 13199:2012 Stationary source emissions – Determination of total volatile organic compounds (TVOCs) in waste gases from non-combustion processes – Non-dispersive infrared analyzer equipped with catalytic converter 日本の方式をISO化した。

固定発生源からのVOC計測方法

固定排出源から排出されるCH₄以外のVOCガスの計測方法について(FID法)

■ 水素炎イオン化法(FID法)

- ・大気汚染監視用の分析計を使用し、サンプルガスを希釈器により希釈する。
- ・サンプル希釈倍率は10倍～100倍程度
- ・測定原理 選択燃焼式＋水素炎イオン化法(FID法)

※選択燃焼式: VOCガスのうちCH₄以外のガスを全て燃焼させ、燃焼触媒を通したサンプルガスと、燃焼触媒を通さないサンプルガスの差量濃度を演算し、CH₄以外のVOCガスの濃度を計測する方法。

■ 水素炎イオン化法(FID法)＋CH₄計(NDIR法)

- ・THC(FID法)の分析計とCH₄計(NDIR法)を組合せて使用する。
- ・THCの分析計の濃度出力からCH₄計の濃度出力を減算し、濃度演算する。

計測機器に対する要求事項(環境省告示1)

規定の試験を行い以下の基準が満たされている装置を使用することとなっている。

測定範囲: 10~5000volppmC
レンジ: 500/1000/2000volppmC

FID計測器の性能基準

項目	作動性能の基準値
ゼロドリフト	最大目盛値の±1%以内/8時間
スパンドリフト	最大目盛値の±1%以内/8時間
繰返し性	最大目盛値の±1%以内
指示誤差	最大目盛値の±1%以内
90%応答時間	60秒以下
感度	トルエンに対して 90~105%, 酢酸エチルに対して 70%以上, トリクロロエチレンに対して 95~110%
酸素干渉	できるだけ少ないこと
最小検出限界	最大目盛値の1%以下

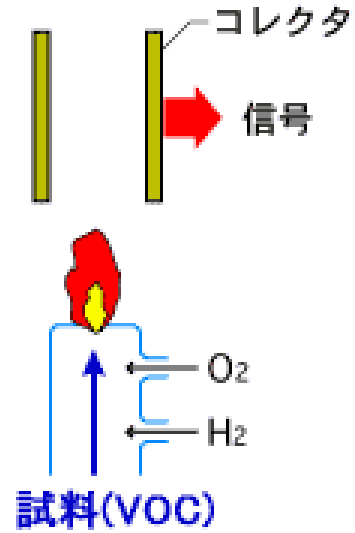


図1 FID 測定原理

固定発生源からのVOC計測方法

固定排出源から排出されるCH₄以外のVOCガスの計測方法について(NDIR法)

■ 触媒酸化NDIR法 + CH₄計

- ・ISO13199 (Stationary source emission-Determination of total volatile organic compounds(TVOC) in waste gases from non-combustion process-Non dispersive infrared analyser equipped with catalytic converter)で定義されるVOC酸化触媒 + NDIR法の装置に別途CH₄計(NDIR法)を搭載し、2つの分析計の演算によりCH₄以外のVOC濃度を演算、出力する。

■ 赤外線吸収法(NDIR法)

- ・HCの赤外吸収波長3.4 μ を使用し、計測する。
- ・CH₄の赤外吸収は3.3 μ であり分離可能。
- ・固定発生源用分析装置にて対応可能。

※CH₄とHCは赤外吸収波長が近いため、それぞれのガスの濃度バランスにより干渉影響を受け測定誤差を生じる場合がある。

計測機器に対する要求事項(環境省告示2)

NDIR計測器の性能基準

項目	作動性能の基準値
ゼロドリフト	最大目盛値の±2%以内/24時間
スバンドリフト	最大目盛値の±2%以内/24時間
繰返し性	最大目盛値の±2%以内
指示誤差	最大目盛値の±2%以内
90%応答時間	120秒以下
感度	トルエン, 酢酸エチル, メチルエチルケトン, 2-プロパノール, ジクロロメタン及びクロロベンゼンに対して90%以上
無機体炭素の影響	最大目盛値の±6%以内
検出下限値	最大目盛値の1%以下

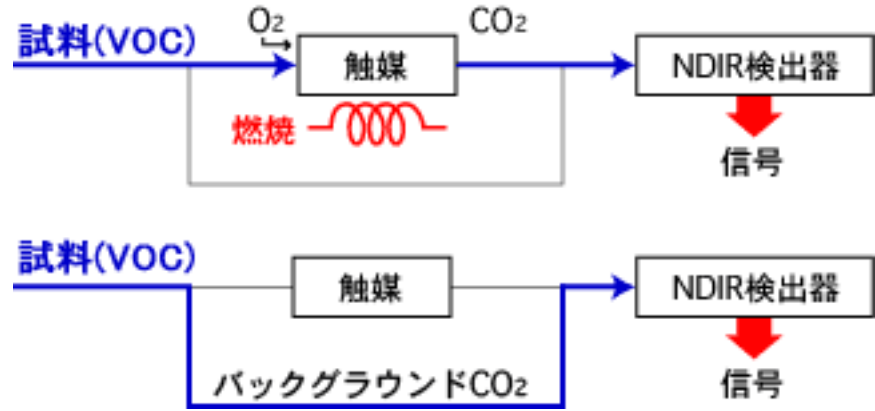


図2 比較ガス流通方式のNDIR原理

使用条件: 排ガス中のCO₂濃度が高いと誤差になるので、燃焼排ガスは適用外とする。

環境省告示法以外のVOC計測装置

1. 成分別のVOCを測定する装置

- ・フーリエ変換赤外分光法 (FTIR)
- ・ガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS)

2. 簡易計測法

各種原理のVOCガスセンサが販売されている。

例)

・高分子薄膜センサ

高分子薄膜の膨潤に基づく干渉増幅反射法 (IER 法)

・酸化物半導体式ガスセンサ

貴金属等が添加された金属酸化物を感ガス材料に使用し、所定の温度に加熱すると VOC ガスと反応し、電気抵抗値が急激に減少する性質を利用



環境省が、環境装置実証事業で性能を評価している。

環境省の指定機関が、VOC簡易測定器の性能評価試験を行い、環境省のHPで実証を行った装置が公開されている。<http://www.env.go.jp/policy/etv/field/f07/p3.html>

日本環境省での計測装置まとめ(2007年)

公定法

表1 測定機一覧表(公定法)

測定原理/形式名 /販売価格		会社名・本社所在地・連絡先 など	詳細 記載 項 No.
FID 法	NDIR 法		
EHF-770V	----	株式会社 アナテック・ヤナコ 〒611-0041 宇治市横島町十一・96-3 TEL:0774-24-3171、FAX:0774-24-3173 東日本連絡先: 03-3847-1053、西日本連絡先: 06-6338-8901 http://www.yanaco.co.jp/anatec	1-①
VMS-1000F	VMS-N	株式会社 島津製作所 〒604-8442 京都市中京区西ノ京桑原町1 TEL:075-823-1635、FAX:075-823-4614 東日本連絡先: 03-3219-5588、西日本連絡先: 06-6373-6682 http://www.shimadzu.co.jp	1-②
GHT-200 GHT-261	GIV-200	東亜ディーケーケー 株式会社 〒169-8648 東京都新宿区高田馬場1-29-10 TEL:03-3202-0210、FAX:03-3202-0220 東日本連絡先: 03-3202-0211、西日本連絡先: 06-6312-5100 http://www.toadkk.co.jp	1-③
FV-250	NV-370	株式会社 堀場製作所 〒601-8510 京都市南区吉祥院宮の東町2 TEL:075-313-8121、FAX:075-321-5648 東日本連絡先: 03-3812-8231、西日本連絡先: 06-6390-8011 http://global.horiba.com	1-④
Model 51C/J	----	日本サーモ 株式会社 〒611-0041 京都府宇治市横島町一ノ坪151番地 TEL:0774-21-2111(代表) FAX:0774-21-2240 東日本連絡先: 03-3379-6551、西日本連絡先: 0774-21-2111 http://www.thermo.co.jp	1-⑤
----	Z S X	富士電機システムズ 株式会社 本社 〒141-0032 東京都品川区大崎1丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー TEL:03-5435-7114 計測機器統括部営業第1部 TEL: 042-583-5413 FAX: 042-584-9905 http://www.fesvs.co.jp/	1-⑥

簡易測定法

表2 測定機一覧表(簡易測定法)

*用途: ①室内環境用(室内と記載)、②作業環境用(作業と記載)、③排ガス規制用(排出と記載)

用途	製品名、形式名	測定原理	測定成分	販売価格	会社名・本社所在地・連絡先 など	詳細記載 項 No.
排出 作業	ポータブル VOC モニタ PGM7600、 VM30	光イオン化検出器(PID)	VOCs	PGM7600 64.3(万円) VM30 31.6(万円)	横河電機 株式会社 〒180-8750 東京都武蔵野市中町2-9-32 TEL:0422-52-6339、FAX:0422-52-3421 http://www.yokogawa.co.jp	2-①
排出	ポータブル VOC 計 TG-5300VP	光イオン化検出器(PID)	VOCs	60(万円)	東亜ディーケーケー 株式会社 〒169-8648 東京都新宿区高田馬場1-29-10 TEL:03-3202-0210、FAX:03-3202-0220 http://www.toadkk.co.jp	2-②
排出 作業	防爆型ポータブル全 炭化水素計 TVA 1000B	水素炎イオン化検出法 (FID法)	THC	210(万円)	日本サーモ 株式会社 〒611-0041 京都府宇治市横島町一ノ坪151番地 TEL:0774-21-2111(代表) FAX:0774-21-2240 http://www.thermo.co.jp	2-③
排出 作業	MIRAN205B	赤外線分光式吸収法	内蔵ライブラ リにある物質 (5成分まで同 時測定可能)	250~ 300(万円)	日本サーモ 株式会社 (同上)	2-④
排出 作業	ハンディ VOC センサ VOC-101H、 VOC-121H	高分子薄膜の膨潤に基 づく干渉増幅反射法(I E R法)	TVOC	75~ (万円)	セントラル科学 株式会社 〒113-0033 東京都文京区本郷3-23-14 ショウエイ ビル TEL:03-3812-9186、FAX:03-3814-7538 http://www.aqua-ckc.jp	2-⑤
排出	簡易 VOC 測定シ ステム VOC-1	触媒酸化・検知管法	TVOC	30(万円)	光明理化学工業 株式会社 〒152-8503 目黒区中央町1丁目8番24号 TEL: 03-5704-3511(代) FAX: 03-5704-3316 http://www.komyokk.co.jp/kweb/top_page.do?e=0	2-⑥

用途	製品名、形式名	測定原理	測定成分	販売価格	会社名・本社所在地・連絡先 など	詳細記載 項 No.
室内 作業	パーソナル用 TVOC モ ニタ FTVR-01	半導体ガスセンサ(パ ルシブサンプリング)	トルエン、キシレ ン、スチレン、エチ ルベンゼンを主と した VOC	25(万円)	フィガロ技研 株式会社 〒562-8505 大阪府美面市船場西1丁目5番11号 TEL: 072-728-2560 / FAX: 072-728-0467 http://www.figaro.co.jp/top.html	2-⑦
室内	TVOC 検知器 XP-339V	超高感度熱線型半導体 式センサ	トルエン・キシレン などの TVOC	22.89 (万円)	株式会社 テックジャム 〒530-0047 大阪市北区西天満5-6-10 富田町パー クビル4F TEL:06-6312-1236 FAX:06-6312-5556 http://www.tech-jam.com	2-⑧
室内	ポータブル VOC モニタ J HV-1000	ガスクロマトグラフ法 (半導体センサ)	トルエン、エチルベ ンゼン、キシレン、 スチレンモノマー、 FDCB、TVOC	200(万円)	株式会社 ジェイエムエス (JMS INC.) 〒140-0015 東京都品川区西大井6-5-1 TEL:03-3778-2671(代表) FAX:03-3778-2675 http://www.jmsystem.co.jp/profile.html	2-⑨
室内	VOC アナライザ EGC-2	ガスクロマトグラフ法 (半導体センサ)	トルエン、エチルベ ンゼン、キシレン、 スチレン	110(万円) (本体、ソフ ト、付属品)	アビリティ 株式会社 〒542-0081 大阪市中央区南船場二丁目9番14号 TEL: 06-6243-7770 FAX: 06-6243-7773 http://www.abilit.co.jp/profile/index.html	2-⑩
室内	ポータブル VOC 分析 装置 XG-100V	ガスクロマトグラフ法 (半導体センサ)	トルエン、エチルベ ンゼン、キシレン、 スチレン	210(万円)	新コスモス電機 株式会社 〒582-0036 大阪府淀川区三津屋中2-5-4 TEL: 06-6308-3111(代) FAX: 06-6308-8129 http://www.new-cosmos.co.jp/index.html	2-⑪
室内 作業	低濃度 VOC ガスモ ニタ RGM-1	ガスクロマトグラフ法 (半導体センサ)	ベンゼン、トル エン、キシレ ン、スチレンモ ノマー	240(万円)	株式会社 ラウンドサイエンス 〒611-0041 京都府宇治市横島町目川153-1 TEL:0774-28-0371 FAX:0774-28-0377 http://www.rs-inc.co.jp	2-⑫



日本での固定発生源での事例

■ TVOC計測装置 (FID法)



TOADKK



島津



アナテックヤナコ



堀場

■ TVOC計測装置 (NDIR法)



TOADKK



島津



堀場

東亜ディーケーケー株式会社

VOC分析システムに関わる技術及び販売提携締結



「重庆川仪自动化股份有限公司」

北京牡丹聯友環保科技
股份有限公司



島津製作所 VOC-3000F

島津GC技術と島津オンライン技術を融合！

■ 島津品質の優れた安定性

キャリアガス制御に電子式フローコントローラ(APC)を採用
オープン温度制御が正確・安定のため高い再現性を実現
ダイナミックレンジが広い高感度なFID検出器を採用



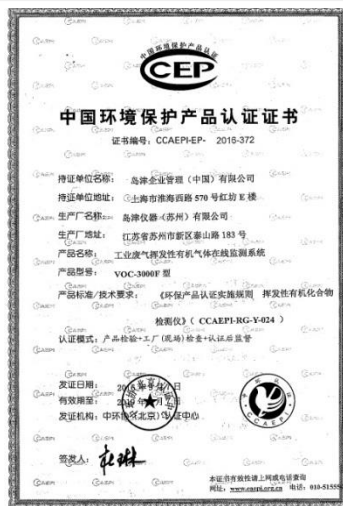
■ 自己診断機能による安全性

水素炎消炎時に水素ガス供給をカットするフィードバック機能で安全性を確保
各種センター異常の検知などの自己診断機能と警報出力を搭載

■ 使いやすい操作性

最新データや装置状態を一目で把握でき直感的な操作を実現！

上海環保認証取得(2016.9.7)



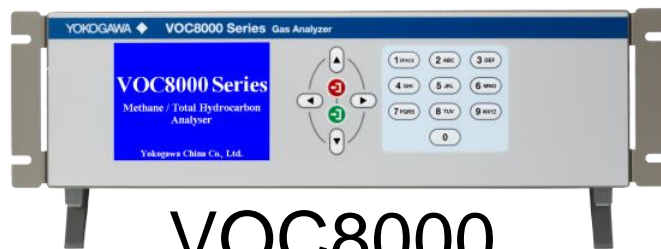
VOC環境監視計測装置

Transformation 2017



GC8000

中国の10箇所で実績あり

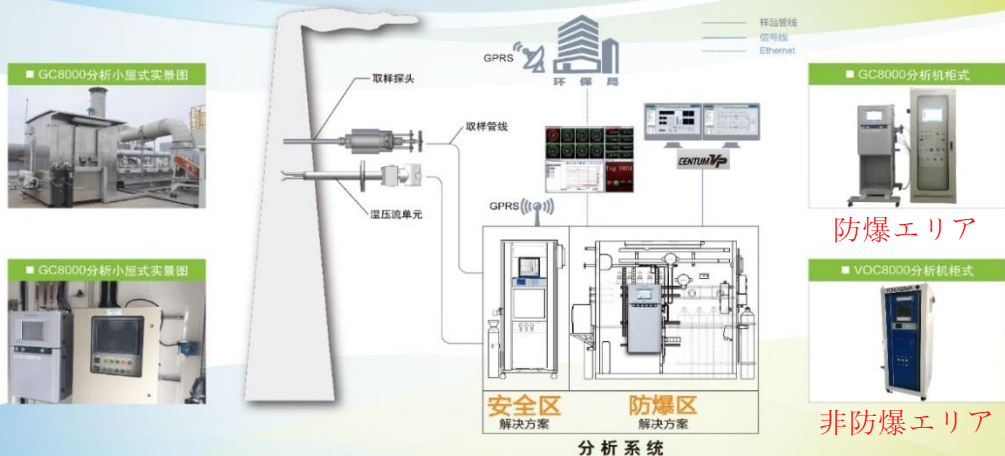


VOC8000

2017年5月1日中国で販売開始

測定原理	FID法（水素炎イオン化型分析計）
測定対象	メタン（CH ₄ ） 非メタン（NMHC） 全炭化水素（THC）
測定レンジ	0-1/0-10 ppm-1000ppm (計測濃度に応じて変更可)
応答時間	<30秒 (T90)
精度/再現性	+/-1%FS
校正方式	手動校正、自動構成
測定温度	120℃
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ● 自動点火機能 ● 気体（空気、水素、ポンペ）流量自動調整； ● 気体（空気、水素、ポンペ）自動遮断機能；
動作電源	220VAC/50HZ
使用環境	45℃，80%湿度
アナログ出力	4CH
デジタル出力	14CH
通信インターフェイス	RS232，イーサネット
ソフトツール	制御用ソフトウェアの提供可

横河电机挥发性有机物 VOCs 解决方案



YOKOGAWA ◆ Co-innovating tomorrow™

アナテックヤナコ



非メタン計
選択燃焼触媒式FIDを採用。
上海での実績あり。



加熱型トータルVOCモニタ
重慶市の液晶パネル製造工場
で実績あり。

HORIBA

■ 上海ペットボトル工場

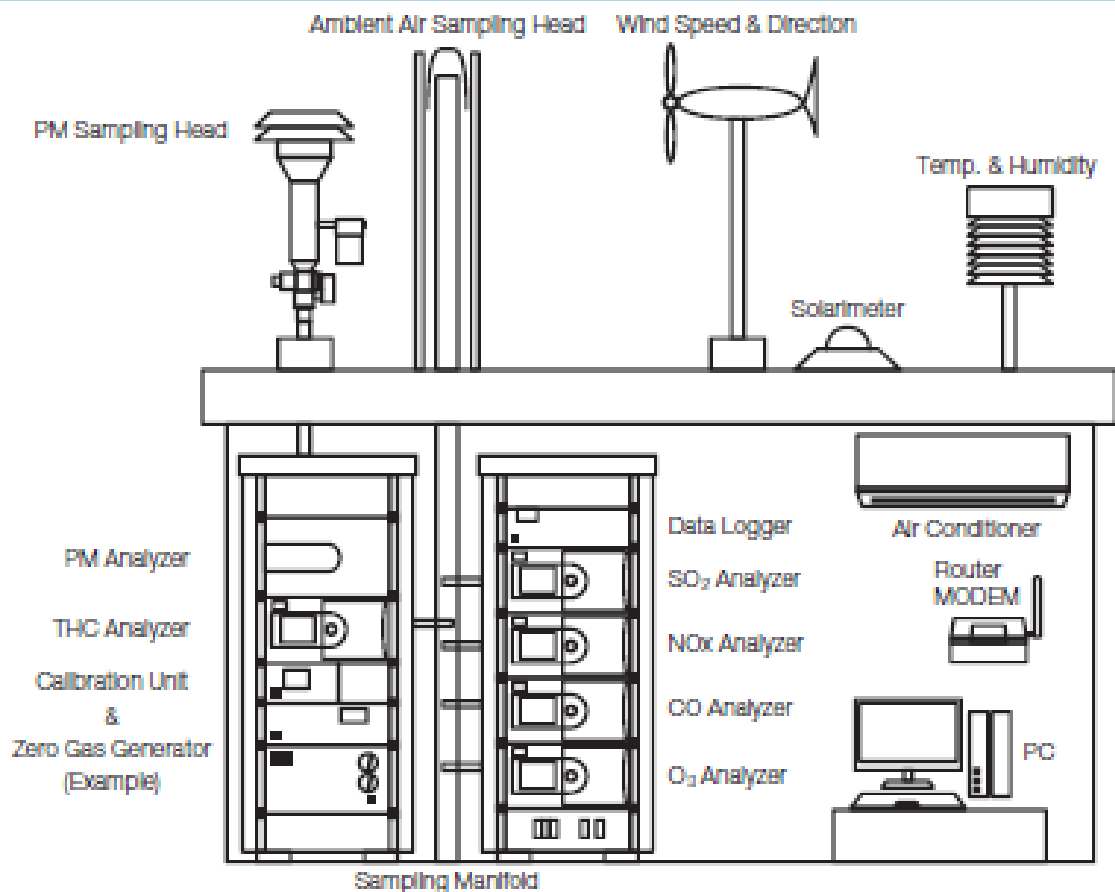


上海に30台販売実績

日本でのVOC計測の事例(大気環境)

■ モニタリング局内でのTHC計測

大気汚染常時監視局 (AQMS)



大気微粒子成分連続分析

PM2.5は複数の成分により構成され、その組成は場所や時間などによって変化するため、汚染の原因究明や効果的な対策の実施のためには、PM2.5を構成する成分の分析を行う必要がある。

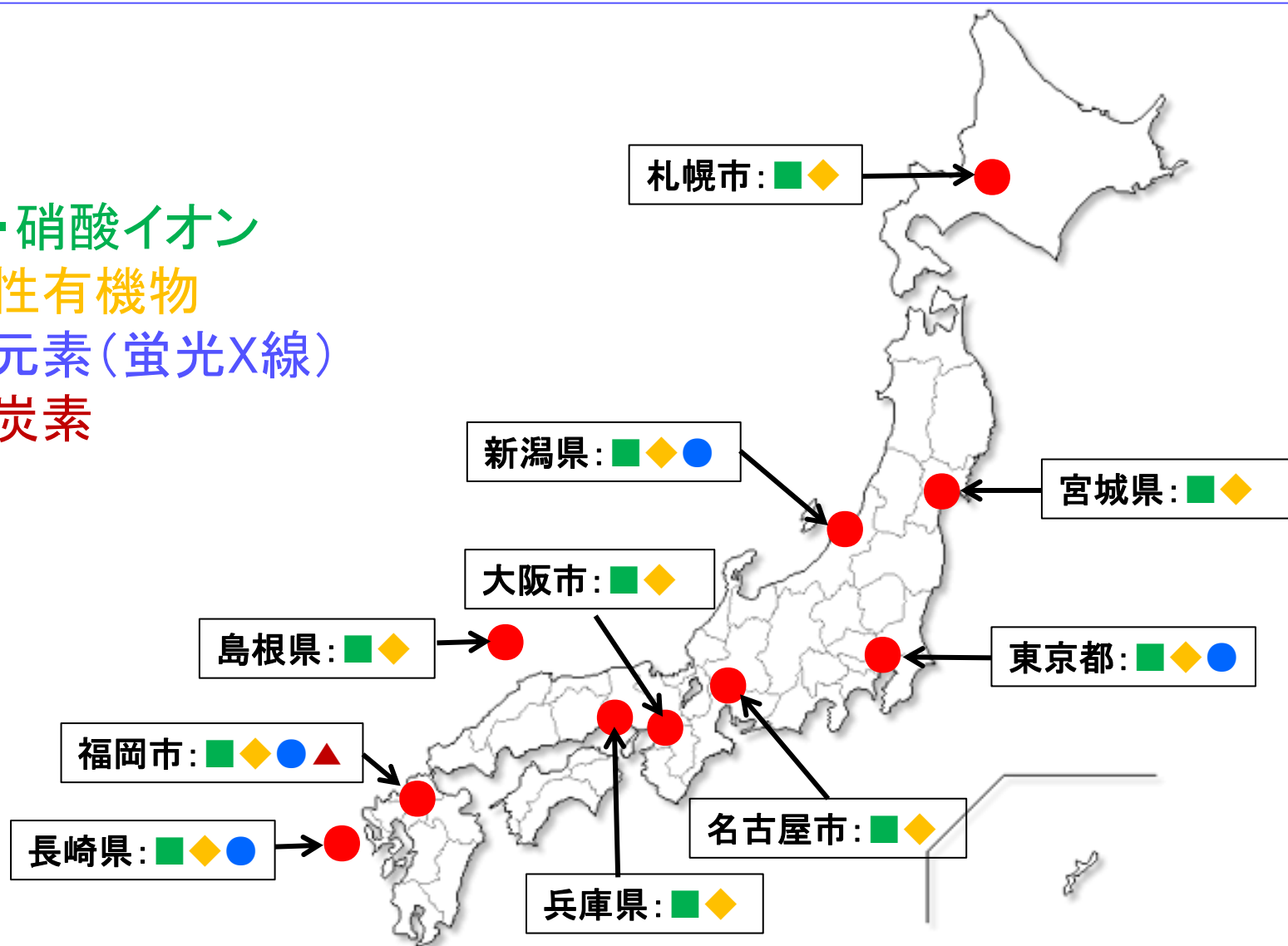
- 季節(春・夏・秋・冬)毎に2週間ずつの測定(全国180地点)
⇒ 測定期間以外は、PM2.5の成分が把握できない。
- 原因の究明や対策の実施に向けて連続的なデータが必要



2017年度より連続モニタリングを開始

2017年度モニタリング拠点と測定対象

- 硫酸・硝酸イオン
- ◆ 水溶性有機物
- 金属元素(蛍光X線)
- ▲ 有機炭素



発生源と指標成分

無機元素

質量濃度は小さいが、
発生源を特定する情報
が豊富

成分名	海塩粒子	土壌	道路粉じん	自動車排気	ブレイキ粉じん	タイヤ粉じん	鉄鋼工業	石油燃焼	廃棄物焼却	野焼き
Na	○								○	
Al		○	○							
Si										
K									○	○
Ca		○	○				○			
Sc		○	○							
Ti		○	○		○		○			
V								○		
Cr							○		○	
Mn							○			
Fe			○		○		○			
Co							○	○		
Ni							○		○	
Cu							○		○	
Zn							○		○	
Pb										
As										
Hg										
Mo										
Se										
Br										
I										
Ba										
Th										
Pb										

主な発生源	物質名
土壌	アルミニウム、カルシウム 等
石油燃焼	バナジウム、ニッケル 等
石炭燃焼	鉄、アルミニウム、ヒ素 等
セメント工業	カルシウム 等

出典：環境省、無機元素測定法より

イオン濃度連続分析

●測定原理と測定レンジ

- 質量濃度: β 線吸収法 0~1mg/m³
- 酸性度: pH指示薬を用いた吸光光度法
[H⁺] 10~1000 nmol/m³
- 硫酸イオン: 光散乱検出器を用いた比濁法 0~300 nmol/m³
- 硝酸イオン: 紫外吸光光度法 0~200 nmol/m³
- 水溶性有機化合物: 紫外吸光光度法 0~5 μ g-C/m³
- 元素状炭素: 近赤外散乱法 0~5 μ g/m³

空気中イオンモニタ

- 測定原理

イオンクロマトグラフ

- 測定成分

硝酸塩、硫酸塩、亜硝酸塩、リン酸塩、塩化物、アンモニウム、ナトリウム、カルシウム、カリウム、マグネシウム、塩化水素、硝酸、二酸化硫黄、アンモニア

- 検出限界 : $0.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (毎時)

- 時間分解能 : 1時間

ETV(環境技術実証事業)

Environmental Technology Verification

環境技術実証事業 (ETV)

■ 環境技術実証事業とは？



出典: 環境省 環境技術実証事業ホームページ

実証試験の視点

視点	内容
信頼性	<ul style="list-style-type: none">○ 各実証対象技術の用途において求められる精度の範囲で信頼性ある測定が可能かどうか。<ul style="list-style-type: none">・ 個別ガスの測定結果 (繰返し性、干渉成分の影響等測定結果の信頼性)。・ 模擬ガスの測定結果 (繰返し性、直線性等測定結果の信頼性)。
実用性	<ul style="list-style-type: none">○ 製品仕様や測定性能等が、現場利用に適しているかどうか。<ul style="list-style-type: none">・ 模擬ガスの測定結果から、実用性(用途例)を検討する。・ 技術仕様書や取扱説明書どおりに、正常な動作、校正が可能か確認・評価する。
簡便性	<ul style="list-style-type: none">○ 製品仕様や操作手順等が、簡単かつ容易かどうか。

出典:環境省 環境技術実証事業広報資料

実証試験項目とその視点

項目	指標	視点			方法	
		信頼性	実用性	簡便性	書類	試験
1. 個別ガス測定に係る評価項目(書類確認+実測)						
① 測定範囲			○		○	—
② 繰返し性	偏差等	○			○	◎
③ 直線性	相関等	○			○	◎
④ 干渉影響試験	比率等	○			○	◎
⑤ 応答時間	時間	○	○		○	◎
⑥ 相対感度	比率等		○		○	—
⑦ 再現性	偏差等	○			—	◎
2. 模擬ガス測定に係る評価項目(実測)						
① 測定範囲			○		○	—
② 繰返し性	偏差等	○			○	◎
③ 直線性	相関等	○			○	◎
④ 干渉影響試験	比率等	○			○	—
⑤ 応答時間	時間	○	○		○	◎
3. 現場における実ガス測定に係る評価項目(オプション)						
①繰返し性	偏差等	○			—	◎
②公定法との比較	相関等		○		—	◎

出典:環境省 環境技術実証事業広報資料

試験用ガスの種類

● 個別ガスの測定(必須)

実証対象製品が測定可能な**代表的な1種のガス**(個別ガス:例えば**トルエン**、ジクロロメタン等)を用いて、繰返し性、干渉成分の影響等の基本的な性能試験を実施する。

● 模擬ガスの測定(必須)

実際の現場(工程)で想定される**複数のガス種を混合**した試料(模擬ガス)を測定する。**干渉影響**も考慮したガスの選定を行う。

● 現場における実ガスの測定(任意実証項目)

現場測定に係る項目は任意実証項目(**オプション**)とする。申請者の希望に対し、試料となる実ガスの採取または測定が可能であり、実証試験の充実に資すると実証機関が判断した場合に実施する。

出典:環境省 環境技術実証事業広報資料

実証試験実績(1)

製品名	測定成分	レンジ	測定原理
VOC簡易測定システム (型式:VOC-1)	VOC	200-400ppmC	検知管式
ハンディVOCセンサ (型式:VOC-121H)	TVOC	1-2500ppm 10-25000ppm	IER法
ハンディTVOCモニター (FTVR-02)	各種VOC (トルエン換算)	1-3000ppm	半導体センサ
ガスリーク検知器 (GL-103)	VOC	0-100/1000/ 10000ppmC	水素炎イオン 化法(FID)
VOCモニター (VM-501)	各種VOC (トルエン換算)	1-2500ppm 10-25000ppm	IER法



VOC-1



VOC-121



FTVR-02



GL-103



VM-501

※ IER法:高分子薄膜の膨潤に基づく干渉増幅反射法

出典:環境省 環境技術実証事業ホームページ

実証試験実績(2)

製品名	測定成分	レンジ	測定原理
PGM-7340	各種VOC	1ppb-10000ppm 0.01-2000ppm	光イオン化 (PID法)
ToxiRAE ProPID	各種VOC	0.1-99.9ppm 100-2000ppm	光イオン化 (PID法)
パーソナルTVOCモニタ (FTVR-01)	各種VOC (トルエン換算)	0-1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 0-10 mg/m^3	半導体センサ
VOC成分濃度モニタ (FTVR-06)	ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン キシレン、スチレン	10-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 100-1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	GC+ 半導体センサ



PGM-7340



PGM-1800



FTVR-01



FTVR-06

出典:環境省 環境技術実証事業ホームページ

実証試験実績(3)

製品名	測定成分	レンジ	測定原理
ポータブルガス分析装置 (XG-100V:低濃度用)	ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、 キシレン、スチレン	1-1000ppb	GC+ 半導体センサ
ポータブルガス分析装置 (XG-100V:高濃度用)	ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、 キシレン、スチレン	0.5-250ppm	GC+ 半導体センサ
簡易VOCモニタ (VM-603)	VOC	5-100ppm 25-2500ppm	IER法
センサガスクロマトグラフ (SGVA-P2)	ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、 キシレン、スチレン	5-1000ppb	GC+ 半導体センサ



XG-100V



VM-603

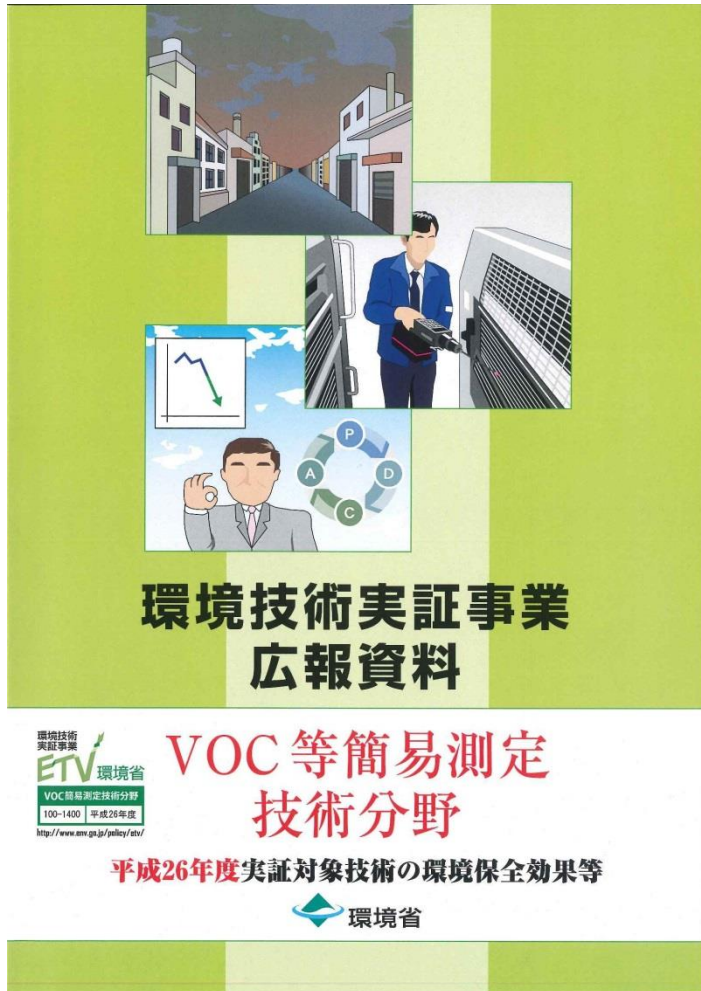


SGVA-P2

※ IER法:高分子薄膜の膨潤に基づく干渉増幅反射法

出典:環境省 環境技術実証事業ホームページ

環境技術実証事業広報誌及び報告書



環境技術実証事業広報資料

環境省
平成26年度環境技術実証事業
VOC等簡易測定技術分野

実証試験結果報告書
〈詳細版〉

平成27年3月

実証機関 : 公益社団法人 日本環境技術協会
技 術 : VOC等簡易測定技術
実証申請者 : エフアイエス株式会社
製品名・型番 : センサガスクロマトグラフ SGVA-P2
実証試験実施場所 : 横浜市環境科学研究所
実証番号 : 100-1401



本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に帰属します。

実証試験結果報告書〈詳細版〉

ETVの国際動向

ETV関連の国際的動向

■ 背景

- 環境技術実証(ETV)制度はカナダと米国で発祥。
- 米国、カナダ、EU、日本、韓国、デンマーク、フィリピン等が実施
- それぞれの国が独自に立ち上げているため互換性はない。
- 国際連携・相互認証が必要な状況。

■ ISO化の動き

- 2012.10 ISO化の提案書(カナダ)がISO事務局に正式受理。
- 2013.2 TC207(SC4)にてISO化の検討を決定。
- 2015.6 DIS 14034 (Draft International Standard)
- 2016.8 FDIS 1034 (Final Draft International Standard)

[Environmental management--Environmental technology verification\(ETV\)](#)

各国のETV体制と実績(例)

■アメリカ

- ・米国環境庁研究開発室(USEPA)
- ・1997年スタート、260以上の実証実績

■カナダ

- ・ETVカナダ社(OCETA資本)、カナダ環境省とのライセンス契約
- ・1997年スタート、60以上の実証実績

※OETCA:Ontario Centre for Environmental Technology Advancement



日本環境技術協会 (JETA)

環境測定技術で地球環境保全に貢献します

謝謝

Thank you very much