

環境省

平成 24 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

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 : フィガロ技研株式会社  
製品名・型番 : パーソナル TVOC モニター・FTVR-01  
実証試験実施場所 : 横浜市環境科学研究所  
実証番号 :

平成 25 年 3 月

本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。



## — 目次 —

○ 全体概要	1
1. 実証対象技術の概要	1
2. 実証試験の概要	3
3. 実証試験結果	4
4. 実証試験結果まとめ	7
○ 本編	8
1. 実証試験の概要と目的	8
2. 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌	9
3. 実証対象技術および実証対象機器の概要	10
3.1 機器の特徴	10
3.2 測定原理	10
3.3 製品データ	12
3.4 性能データ	13
3.5 現場における実ガス測定希望	13
4. 実証試験の内容	14
4.1 試験期間	14
4.2 実証対象試験機の台数	14
4.3 実証項目	15
4.4 実証試験実施場所	15
5. 実証試験実施方法	16
5.1 基本性能試験	18
5.2 現場における実ガス測定	23
6. 実証試験結果と検討（考察）	24
6.1 繰返し性試験	24
6.2 直線性試験	27
6.3 干渉影響試験	32
6.3.1 酸素影響試験	32
6.3.2 二酸化炭素影響試験	33
6.3.3 水分影響試験	34
6.4 応答時間試験	35
6.5 再現性試験	36
6.6 実証試験結果まとめ	37
7. データの品質管理、監査	38



## 全体概要

実証対象技術／ 環境技術開発者	パーソナル TVOC モニター FTVR-01 フィガロ技研株式会社
実証機関	公益社団法人日本環境技術協会
実証試験期間	平成 24 年 12 月 10 日 (月) ～12 月 21 日 (金)
本技術の目的	VOC 排出削減の自主的取組みに利用できる「室内環境 VOC」、「作業環境 VOC」用等の簡易測定

### 1. 実証対象技術の概要

(本章の情報は、環境技術開発者が自らの責任において申請した内容及びその情報を参考に整理したものであり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。)

※注 平成 24 年度に実証試験を実施したパーソナル TVOC モニター (FTVR-01) と平成 21 年度に実証試験を実施したハンディ TVOC モニター (FTVR-02) との主な違いを以下に示した。なお、使用しているセンサは異なる。

	FTVR-01	FTVR-02
対象用途	室内環境測定	作業環境・排ガス測定
測定濃度範囲	①1～1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.27～270 ppb) ②1～10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.27～2700 ppb)	1～3000 ppm
試料採取	パッシブサンプリング	内蔵ポンプによる吸引

### ○ 機器の特徴

- ・ 『高感度』センサタイプの VOC 簡易モニターでは世の中に類を見ない ppm 以下の検知領域を有する。
- ・ 厚労省のトルエン室内濃度指針値である  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (70 ppb ; 25 °C で換算) の約 1/10 を直接検知可能。
- ・ 『リアルタイム測定』濃縮操作を伴わずリアルタイム測定が可能で、現場ですぐに結果を確認できる。
- ・ 『小型・軽量・静音・連続測定』小型かつ軽量でどこにでも持ち運びが簡単。また吸引ポンプなどを使用しないパッシブサンプリング方式を採用のため、静音・連続測定 (測定雰囲気乱さない) が可能である。

### ○ 仕様の概要

項目	記入欄
企業名	フィガロ技研株式会社 URL <a href="http://figaro.co.jp">http://figaro.co.jp</a>
住所	〒562-8505 大阪府箕面市船場西 1-5-11

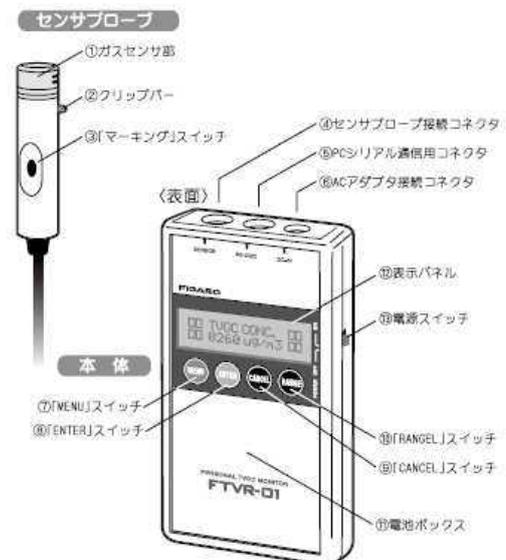
担当者所属・氏名	営業技術部 瀬戸口泰弘
連絡先 TEL/FAX	TEL : 072 (710) 1437 FAX : 072 (728) 0467
技術・製品の名称・型番	パーソナル TVOC モニター (FTVR-01)
測定対象物質	各種 VOC (トルエン換算)
測定濃度範囲	①1~1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.27~270 ppb) ②1~10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.27~2700 ppb)
測定原理	半導体ガスセンサ
重量 (g)	約 300 g (電池含む)
価格 (円)	25 万円
外形寸法	本体/140 (H) × 76 (W) × 27 (D) mm、 センサプローブ/φ15×50 (H) mm
電 源	充電式バッテリー または AC アダプタ
概 観	

## ○ 測定原理

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酸化物半導体ガスセンサを用い、TVOC 濃度を測定する。

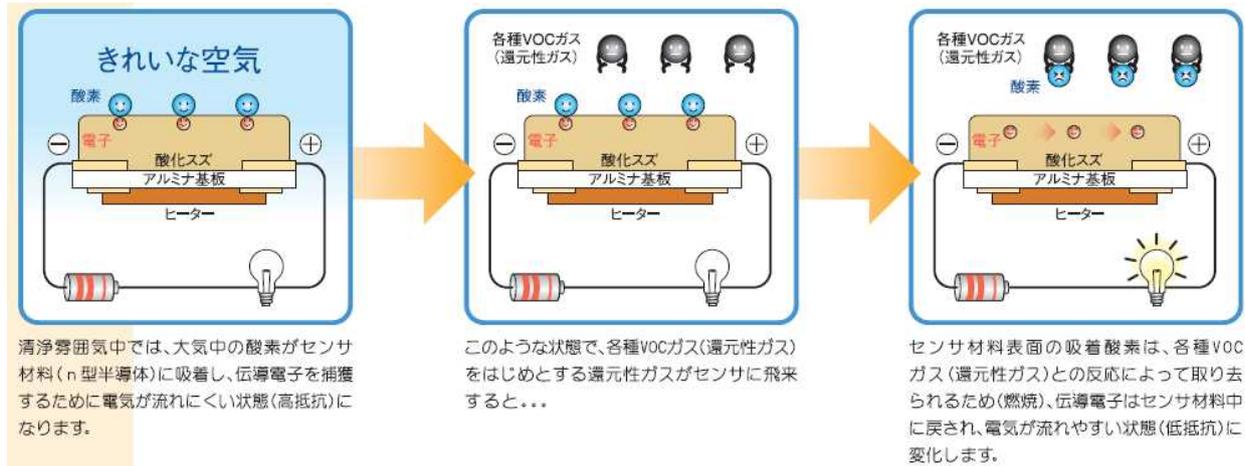
本器は微小 TVOC 濃度を検出できる超高感度センサを用いている。

センサは機器本体からケーブルにより延長された部分に内蔵され、パッシブサンプリングにより連続測定が可能で、予め校正された校正曲線と機器に内蔵されている、温度および湿度センサによって補正された値により TVOC 濃度を算出し、液晶ディスプレイに表示させ、また内部メモリーに記憶させてパーソナルコンピュータにデータを転送させる機能を有している。



なお、内蔵している温度および湿度センサは本体側にあるので、センサプローブと本体は同一環境にあるのが望ましい。

半導体式ガスセンサの材料にはn型半導体特性を示す金属酸化物材料を用い、この材料の電気抵抗が雰囲気中の可燃性ガス濃度に応じて変化する特性を利用して、ガスを検知する。動作原理は以下のとおりである。



## 2. 実証試験の概要

### ○ 試験期間

実証試験は平成 24 年 12 月 10 日 (月) ~12 月 21 日 (金) の期間に実施した。また、実証試験に関しては「平成 24 年度 環境技術実証事業 実施要領」及び「VOC 等簡易測定技術 実証試験要領」に従い実施した。

### ○ 実証対象試験機の台数等

試験に供する実証製品の台数は 1 台とした。

### ○ 実証項目

繰返し性、直線性、干渉影響試験、応答時間等について実証した。

### ○ 実証試験実施場所

横浜市環境科学研究所 標準ガス試験室

### 3. 実証試験結果

各試験方法は本編 5. 実証試験実施方法を参照。なお、試験は AC アダプタを用いて実施した。

#### ○ 繰返し性試験

繰返し性は概ね良好であった。塩素系 VOC 3 成分 1.014 ppm の結果で偏差が大きな範囲を示したが、その原因は塩素系 VOC に対して感度が低いためと考えられる。

繰返し性試験結果まとめ

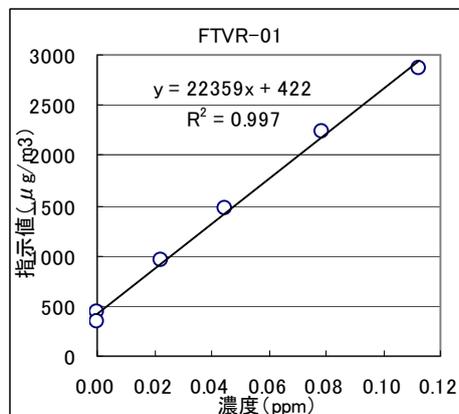
実証製品	試験用ガス	結果まとめ	
FTVR-01	ゼロ点	各濃度における偏差の範囲は-5.5~8.9%であった。	
	スパン	塩素系 VOC 以外	各ガス種、濃度における偏差の範囲は-10~5.0 %であった。
		塩素系 VOC	塩素系 VOC 3 成分 1.014 ppm では-15.8~29.9 %と大きな値を示したが、塩素系 VOC に対して感度が低いためと考えられる。

#### ○ 直線性試験

直線性試験結果は、概ね良好であった。一部の結果（例えば塩素系 VOC に対して）で、偏差が大きな範囲や、近似直線の R<sup>2</sup> 値が小さな値を示したが、その原因は塩素系 VOC 3 成分 1.014 ppm に対して感度が低かったためと考えられる。

直線性試験結果まとめ

実証製品	試験用ガス	結果まとめ
FTVR-01	塩素系 VOC 以外	各ガス種、濃度における偏差の範囲は-9.2~8.7 %、近似直線の R <sup>2</sup> 値は 0.987 以上であった。
	塩素系 VOC	塩素系 VOC 3 成分 1.014ppm では 0~38.1 %、近似直線の R <sup>2</sup> 値は 0.850 であった。塩素系 VOC に対して感度が低かったためと考えられる。



(例: VOC 5 成分(トルエン+エチルベンゼン+m-キシレン+o-キシレン+スチレン) 0.45ppm にて)

## ○ 干渉影響試験

干渉成分の影響（酸素、水分）について、やや大きな影響が見られた。

今回の試験では、VOC 用センサ（プローブ：試験用ガス）と湿度補償用センサ（本体：室内空気）の位置が異なるため、水分の影響が大きくなったのかもしれない。

干渉影響試験結果まとめ

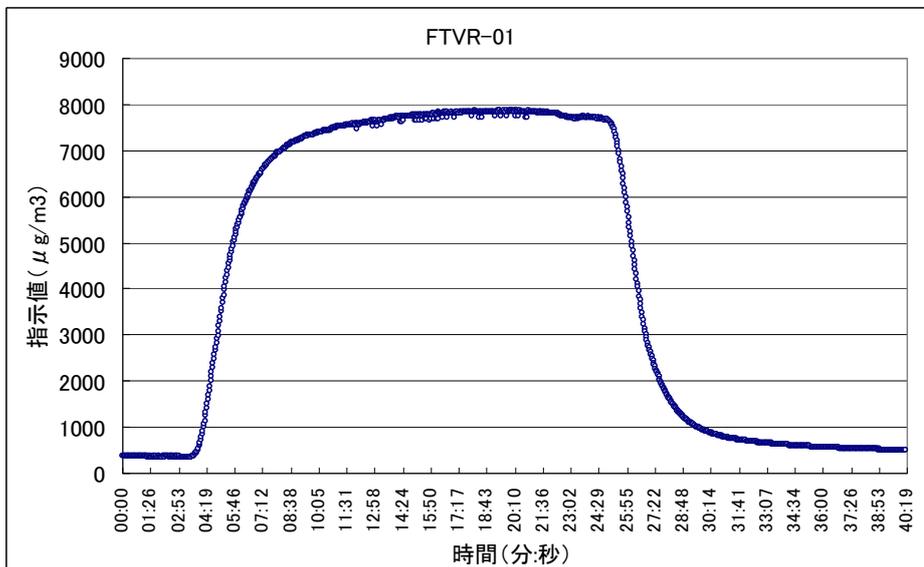
実証製品	結果まとめ
FTVR-01	酸素の影響（4～21 %において）は 70 %とやや大きかった。
	二酸化炭素の影響（0～4000 ppm において）は -7 %であった。
	水分の影響（RH5～80 %において）は -50 %とやや大きかった。

## ○ 応答時間試験

本試験は試験用ガス供給ラインを含んだ試験であり、機器単体でのものではない。  
指示値の例を図に示した。

応答時間結果まとめ

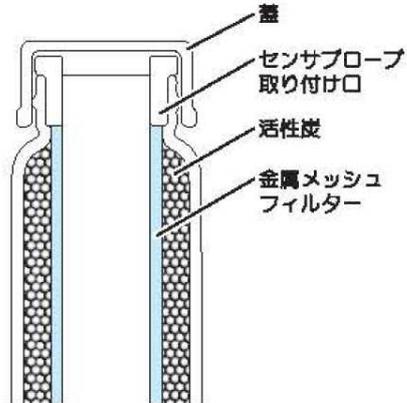
実証製品	結果まとめ
FTVR-01	4 分～6 分



○ 再現性（ドリフト）試験

簡易ゼロは安定していたが、感度が上昇している傾向が見られた。

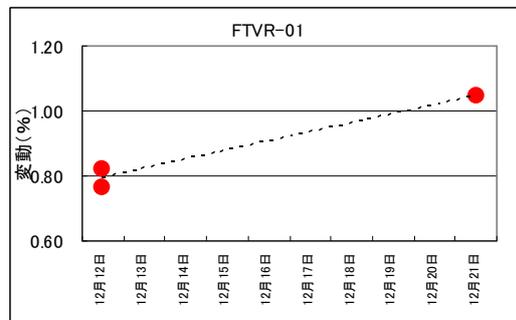
試験スタート時と終了前での簡易ゼロ調整器（図 参照）での指示値を示した。



再現性試験結果

実証製品	校正用ガス	12月12日	12月21日
FTVR-01	簡易ゼロ	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

トルエン試験用ガス測定時の比較機 FID<sup>※</sup>（水素炎イオン化検出器：排ガス VOC 測定の公定法）の指示値から補正計算した再現性結果を示した。



※ FID は排ガス分野測定の公定法であるが、今回の実証試験は室内環境、作業環境用の低濃度であるため、仕様の範囲ではない。さらに今年度の実証試験項目として「公定法との比較」はないため、比較機 FID は調製濃度の確認用にもみ用い、詳細データは本報告書には記載しない。

## 4. 実証試験結果まとめ

## 実証試験結果まとめ

視点	FTVR-01 結果まとめ								
信頼性	<p>試験を実施した繰返し性、直線性、干渉成分の影響（二酸化炭素）、応答時間、再現性ともに、良好な性能を有していた。</p> <p>ただし、干渉成分の影響（酸素、水分）について、やや大きな影響が見られたので、一般的な室内環境測定以外で使用する場合は注意が必要である。</p> <p>今回の試験では、VOC 用センサ（プローブ取付け：試験用ガス測定）と湿度補償用センサ（本体取付け：室内空気測定）の位置が異なるため、水分の影響が大きくなったのかもしれない。</p> <p>FTVR-01 は塩素系 VOC には感度が低かった。</p>								
実用性	<p>室内環境の高感度 VOC モニターとして有効である。</p> <p>測定結果はトルエン換算濃度（<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>）であり、トルエン以外の各種 VOC の濃度値を測定したい場合には注意が必要であるが、モニターとして使用する場合は使い易い。</p> <p>付属の専用ソフトはリアルタイムでの測定が可能で、デジタル記録計のような機能もあり、便利であった。</p> <p>FTVR-01 は塩素系 VOC には感度が低かったが、今後の技術開発として、センサを別のものにすれば測定は可能となると思われる。</p>								
簡便性	<p>操作手順は簡単かつ容易である。</p> <p>持ち運びも容易でモニタリング機器として有効である。</p> <p>簡便性の評価項目として、（参考情報）の一部をピックアップして示した。</p> <table border="1" data-bbox="391 1447 1350 1693"> <tbody> <tr> <td data-bbox="391 1447 632 1498">価格</td> <td data-bbox="632 1447 1350 1498">25 万円</td> </tr> <tr> <td data-bbox="391 1498 632 1550">質量</td> <td data-bbox="632 1498 1350 1550">約 300 g（電池含む）</td> </tr> <tr> <td data-bbox="391 1550 632 1601">電源</td> <td data-bbox="632 1550 1350 1601">単三型乾電池 4 本または AC アダプタ</td> </tr> <tr> <td data-bbox="391 1601 632 1693">暖機時間</td> <td data-bbox="632 1601 1350 1693">一般的な使用では 30 分～1 時間 数ヶ月間電源オフで放置した場合は 6 時間</td> </tr> </tbody> </table>	価格	25 万円	質量	約 300 g（電池含む）	電源	単三型乾電池 4 本または AC アダプタ	暖機時間	一般的な使用では 30 分～1 時間 数ヶ月間電源オフで放置した場合は 6 時間
価格	25 万円								
質量	約 300 g（電池含む）								
電源	単三型乾電池 4 本または AC アダプタ								
暖機時間	一般的な使用では 30 分～1 時間 数ヶ月間電源オフで放置した場合は 6 時間								

## 本編

### 1. 実証試験の概要と目的

環境技術実証事業は、既に適用可能な段階にありながら、環境保全効果等についての客観的な評価が行われていないために普及が進んでいない先進的な環境技術について、その環境保全効果等を第三者が客観的に実証することにより、環境技術実証の手法・体制の確立を図るとともに、環境技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展を促進することを目的とする。

VOC 簡易測定技術分野については、平成 21 年度より実証を開始し、平成 23 年度からは手数料徴収体制によって実施しており、平成 24 年度から「VOC 等簡易測定技術分野（「等」を追記）」に名称変更するとともに、分野（対象とする物質、対象とする事業所又は測定対象場所、対象とする濃度範囲 等）を拡張した。

例：「排ガス中の TVOC」「室内環境 VOC」「におい」等

平成 24 年度は、VOC 等簡易測定技術分野のうち「室内環境 VOC」、「作業環境 VOC」について実証試験対象技術を募集した。

本実証試験は、VOC 等簡易測定技術実証試験要領において対象となる機器について、以下に示す内容等を客観的に実証するものであり、実証申請者から提出された実証対象製品について、以下の視点から実証を行い、VOC 等削減の自主的取組における利活用の参考となる情報提供を行うものである。

- ・ 製品性能の信頼性
- ・ 測定現場での実用性
- ・ 製品操作等の簡便性

表 1 実証試験の視点

視点	内 容
信頼性	各実証対象技術の用途において、求められる精度で信頼性ある測定が可能かどうか。
実用性	製品仕様や測定性能等が、測定現場での利用に適しているかどうか。
簡便性	製品仕様や操作手順等が、簡単かつ容易かどうか。

## 2. 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌

実証試験に参加する組織は、図 2-1 に示すとおりである。また、実証試験参加者の責任分掌は表 2-1 に示すとおりである。

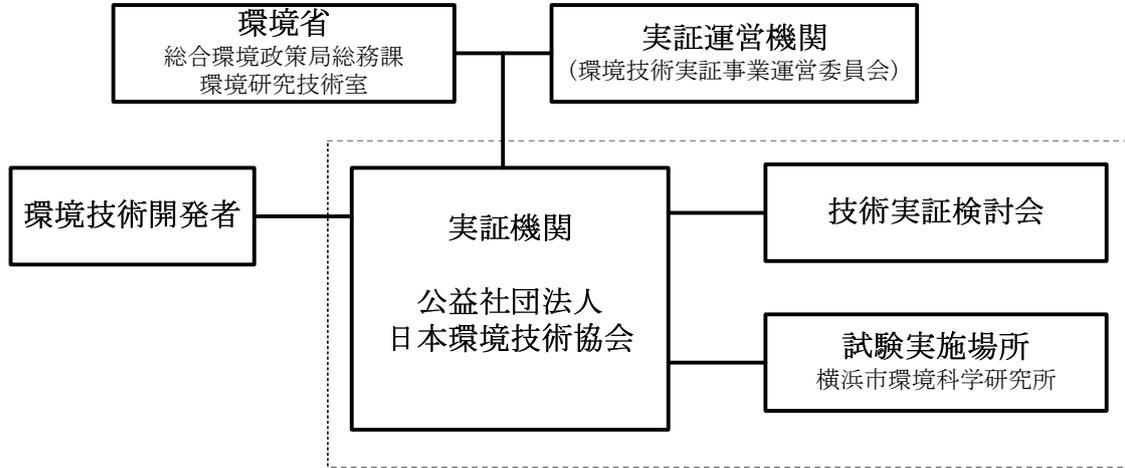


図 2-1 実証試験参加組織

表 2-1 実証試験参加者の責任分掌

区分	実証試験参加機関	責任分掌	参加者名
実証機関	(公社)日本環境技術協会	実証試験の運営管理	三笠 元 (責任者) 平野 耕一郎 吉成 晴彦 藤原 雅彦 加賀 健一郎
		実証試験対象技術の公募・審査	
		技術実証検討会の設置・運営	
		実証試験計画の策定	
		実証試験の実施	
		実証試験結果報告書の作成	
		データの品質管理	賢持 省吾 角 心吾 水野 裕介
		実証試験の監査	
		データの検証(読み取り値手入力とデータロガー値とのクロスチェック)	
環境技術開発者	フィガロ技研株式会社	実証対象機器の準備	瀬戸口 泰弘
		必要に応じ、実証試験中の実証対象機器の運転や測定等の補助	

### 3. 実証対象技術および実証対象機器の概要

本章の情報は、環境技術開発者が自らの責任において申請した内容及びその情報を参考に整理したものであり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

※注 平成 24 年度に実証試験を実施したパーソナル TVOC モニター (FTVR-01) と平成 21 年度に実証試験を実施したハンディ TVOC モニター (FTVR-02) との主な違いを以下に示した。なお、使用しているセンサは異なる。

表 3-1 FTVR-01 と FTVR-02 との主な違い

	FTVR-01	FTVR-02
対象用途	室内環境測定	作業環境・排ガス測定
測定濃度範囲	①1~1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.27~270 ppb) ②1~10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.27~2700 ppb)	1~3000 ppm
試料採取	パッシブサンプリング	内蔵ポンプによる吸引

#### 3.1 機器の特徴

- シックハウス症候群に関連する TVOC 個人暴露量調査に
- 室内汚染物質の低減化対策に伴う改善効果モニタリングに
- 工場などにおける現場環境管理に
- 「各部屋のにおい成分存在量の比較」、「個別製品からのにおい・VOC 放散量の比較」、「ある場所の連続モニタリングによるにおい成分量の時間的変化」に
- 各種研究・開発用に

#### ★ 主な特徴

- ・ 『高感度』センサタイプの VOC 簡易モニターでは世の中に類を見ない ppm 以下の検知領域を有する。
- ・ 厚労省のトルエン室内濃度指針値である  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (70 ppb ; 25 °Cで換算) の約 1/10 を直接検知可能。
- ・ 『リアルタイム測定』濃縮操作を伴わずリアルタイム測定が可能で、現場ですぐに結果を確認できる。
- ・ 『小型・軽量・静音・連続測定』小型かつ軽量でどこにでも持ち運びが簡単。また吸引ポンプなどを使用しないパッシブサンプリング方式を採用のため、静音・連続測定 (測定雰囲気乱さない) が可能である。
- ・ 『簡易校正機能』付属の簡易ゼロ調整キットにより、場所を問わず「ゼロ値」の取得が可能。またスパン校正は「交換用センサプローブ」と交換することで製品本来の感度を手軽に再現可能
- ・ 『PC との連携・優れた拡張性』付属のソフトウェアにより内蔵メモリされたデータを PC にデータを容易に転送可能。また本器を最大 8 台まで接続し、同時測定が可能。
- ・ 測定環境に応じて、1000、10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  の測定レンジを選択可能

- ・ TVOC 濃度のほか、温度、湿度、マーキングタイミング（スイッチ操作により）を記録
- ・ オプションのシリアルカードを使用する事で、多点（最大 8 点）同時モニタリングが可能

### 3.2 測定原理

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酸化物半導体ガスセンサを用い、TVOC 濃度を測定する。

本器は微小 TVOC 濃度を検出できる超高感度センサを用いている。

センサは機器本体からケーブルにより延長された部分に内蔵され、パッシブサンプリングにより連続測定が可能で、予め校正された校正曲線と機器に内蔵されている、温度および湿度センサによって補正された値により TVOC 濃度を算出し、液晶ディスプレイに表示させ、また内部メモリーに記憶させてパーソナルコンピュータにデータを転送させる機能を有している。

なお、内蔵している温度および湿度センサは本体側にあるので、センサプローブと本体は同一環境にあるのが望ましい。

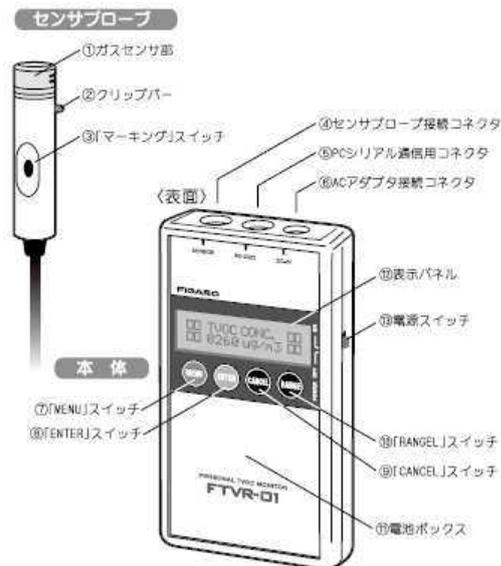


図 3-1 FTVR-01 の構成

半導体式ガスセンサの材料には n 型半導体特性を示す金属酸化物材料を用い、この材料の電気抵抗が雰囲気中の可燃性ガス濃度に応じて変化する特性を利用して、ガスを検知する。動作原理は以下のとおりである。

- ① センサ周辺の雰囲気中に酸素が存在しない状態では、センサを例えば 400 °C といった高温に保つと、自由電子が酸化スズ( $\text{SnO}_{2-x}$ )粒子の粒界を流れる。清浄な大気中では、酸化スズの表面に酸素が吸着し、酸素は電子親和力があるため酸化スズ中の自由電子をトラップして粒界にポテンシャル障壁を形成する。このポテンシャル障壁 (eVs 空気中) は、電子の流れを妨げ、その結果として電気抵抗が増大する。
- ② 還元性ガスである可燃性ガス（例では CO）にセンサが暴露されると、酸化スズの表面でこれらのガスと吸着酸素との酸化反応が起こる。
- ③ その結果、酸化スズの表面に吸着していた酸素は減少してポテンシャル障壁が低下し電子は動きやすくなる。つまり、電気抵抗が低下することになり、このようなメカニズムで、大気中に含まれる

ガスの濃度を抵抗変化によって検出することができる。

これらのガスと酸化スズの表面酸素との反応は、センサ素子の温度とセンサ材料の活性によって変化する。

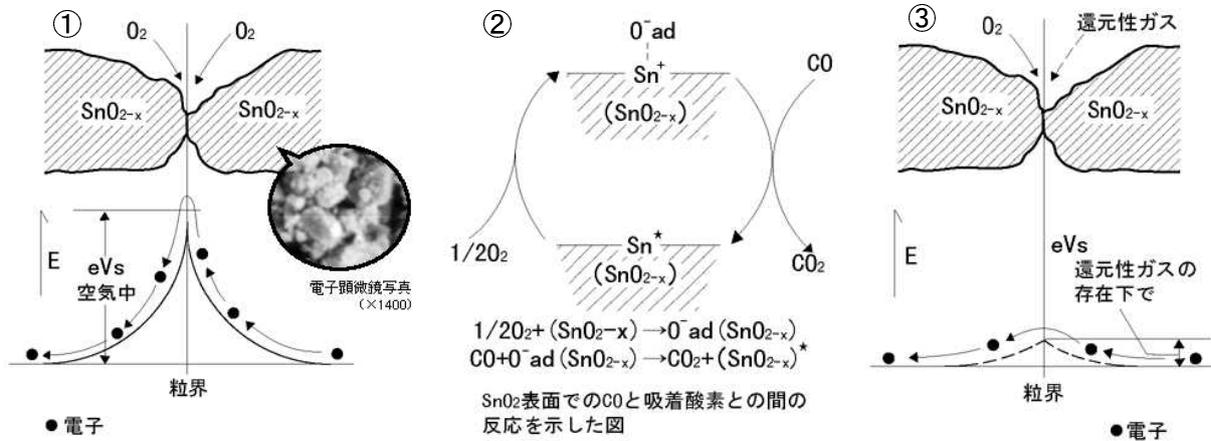


図 3-2 半導体式ガスセンサの基本原理

### 3.3 製品データ

表 3-2 に実証対象技術の仕様の一部を示した。

表 3-2 実証対象技術の仕様の一部

企業名	フィガロ技研株式会社
技術・製品の名称	パーソナル TVOC モニター
技術・製品の型番	FTVR-01
測定対象物質	各種 VOC (トルエン換算)
測定濃度範囲	①1~1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.27~270 ppb) ②1~10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.27~2700 ppb)
測定原理	半導体ガスセンサ
試料採取	パッシブサンプリング
性能データ	再現性概ね $\pm 30\%$ (校正直後)
重量 (g)	約 300 g (電池含む)
価格 (円)	25 万円
外形寸法	本体/140 (H) $\times$ 76 (W) $\times$ 27 (D) mm、 センサプローブ/ $\phi 15 \times 50$ (H) mm
電源	単三型乾電池 4 本 または AC アダプタ
操作環境 (室温)	0 $^{\circ}\text{C}$ ~ 40 $^{\circ}\text{C}$
操作環境 (相対湿度)	5 % ~ 95 %
操作環境 (その他) (その他使用できない環境)	室内環境計測用 (1 ppm 以下) * 高濃度の溶剤ガスでの長時間曝露は不可
製品保管条件	センサプローブ部を付属のアルミ袋に入れて密閉保管

(メンテナンス方法など)	
製品保証期間	製造後 12 ヶ月間
概 観	

### 3.4 性能データ

申請時に記載された性能データを表 3-2 に示した。

表 3-2 性能データ

ガス名	測定能力	測定範囲	精度 (総合精度、 繰返し性、指示誤差 等)
トルエン	○	30~10,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	再現性概ね $\pm 30\%$ (校正直後)
キシレン	○		
スチレン	○		
ベンゼン	○		
酢酸エチル	○		

※ (測定能力○ : 対象物質を定量できることを示す性能試験結果がある。△ : 性能試験結果はないが、類似物質が測定可能であることから、測定可能と判断できる (要科学的根拠) 。× : 対象物質を測定不可能である。- : 対象物質の測定能力が不明である。)

### 3.5 現場における実ガス測定希望 (オプション)

申請時の現場における実ガス測定 (オプション) 希望の有無は、表 3-4 に示した。

現場における実ガス測定 (オプション) 試験は、申請機関と協議の上、実施しないこととなった。

表 3-4 現場における実ガス測定 (オプション) 希望の有無

申請機関名	技術・製品の名称・型番	希望の有無
フィガロ技研株式会社	パーソナル TVOC モニター FTVR-01	○*

\*申請書では、具体的計画 (対象とする場所、工程、現場測定か採取測定か、測定回数、試験方法 等) について記述することとしたが、記述はなかった。

## 4. 実証試験の内容

### 4.1 試験期間

実証試験は平成 24 年 12 月 10 日（月）～12 月 21 日（金）の期間において、以下の表 4-1 に示す試験スケジュールに基づき実施した。また、実証試験に関しては「平成 24 年度 環境技術実証事業 実施要領」及び「VOC 等簡易測定技術 実証試験要領」に従い実施した。

表 4-1 試験スケジュール

12 月 10 日（月）	12 月 11 日（火）	12 月 12 日（水）	12 月 13 日（木）	12 月 14（金）
試験機持込み 試験機材持込み 調整、準備	予備試験	試験機校正 各種ガスの繰返し 性、直線性	各種ガスの繰返し 性、直線性	各種ガスの繰返し 性、直線性
12 月 17 日（月）	12 月 18 日（火）	12 月 19 日（水）	12 月 20 日（木）	12 月 21 日（金）
各種ガスの繰返し 性、直線性	各種ガスの繰返し 性、直線性 干渉影響試験 準備	各種ガスの繰返し 性、直線性 干渉影響試験 (酸素、二酸化炭素)	干渉影響試験 (酸素、二酸化炭 素、水分)	再現性 撤去

### 4.2 実証対象試験機の台数等

試験に供する実証製品および比較用測定機（FID<sup>※</sup>：水素炎イオン化検出器、排ガス VOC 測定の公定法。本実証試験では各種試験用ガスの調製濃度確認用に用いた。）の台数は 1 台とした。

※ FID は排ガス分野測定の公定法であるが、今回の実証試験は室内環境、作業環境用の低濃度であるため、仕様の範囲ではない。さらに今年度の実証試験項目として「公定法との比較」はないため、比較機 FID は調製濃度の確認用にのみ用い、詳細データは本報告書には記載しない。

表 4-2 に実証製品、及び比較用測定機の仕様の一部を示した。

表 4-2 実証製品、公定法比較機の仕様の一部

型番	測定原理	測定範囲	試料採取	備考
FTVR-01	半導体ガスセンサ	1~1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.27~270 ppb) / 1~10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.27~2700 ppb)	拡散式	
GHT-200	FID (水素炎イオン化検出器)	0~10 から 10,000 ppmC	0.5 L/min	東亜 DKK 製

### 4.3 実証項目

本実証試験では、実証対象製品の個別の物質の測定能力は、原則として申請者が提出する書類を参考にする。ただし、今年度試験を実施する簡易測定器の基本的な測定物質と考えられるトルエンについては、本実証試験でも測定した。

一般に、現場では複数の種類の VOC が同時に存在しており、本実証試験ではこれらを模した混合ガス(模擬ガス)を包括的に測定した。

実証項目別の視点と方法は、表 4-3 に示した。

表 4-3 実証項目別の視点と方法

項目	指標	視点			方法	
		信頼性	実用性	簡便性	書類	試験
<b>1. 個別ガス測定に係る評価項目（書類確認+実測）</b>						
①測定範囲			○		○	—
②繰り返し性	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（必要な場合）	比率等		○		○	—
⑦再現性	偏差等	○			—	◎
<b>2. 模擬ガス測定に係る評価項目（実測）</b>						
①測定範囲			○		○	—
②繰り返し性	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	○	○		○	◎
⑥ppmC 換算（必要な場合）			○		○	◎
<b>3. 現場における実ガス測定に係る評価項目（オプション）</b>						
①繰り返し性	偏差等	○			—	◎
②他分析法（公定法、GC-MS 等）との比較	相関等		○		—	◎

注：方法の◎印は、実証に当たって、実測等によってデータを取得する。

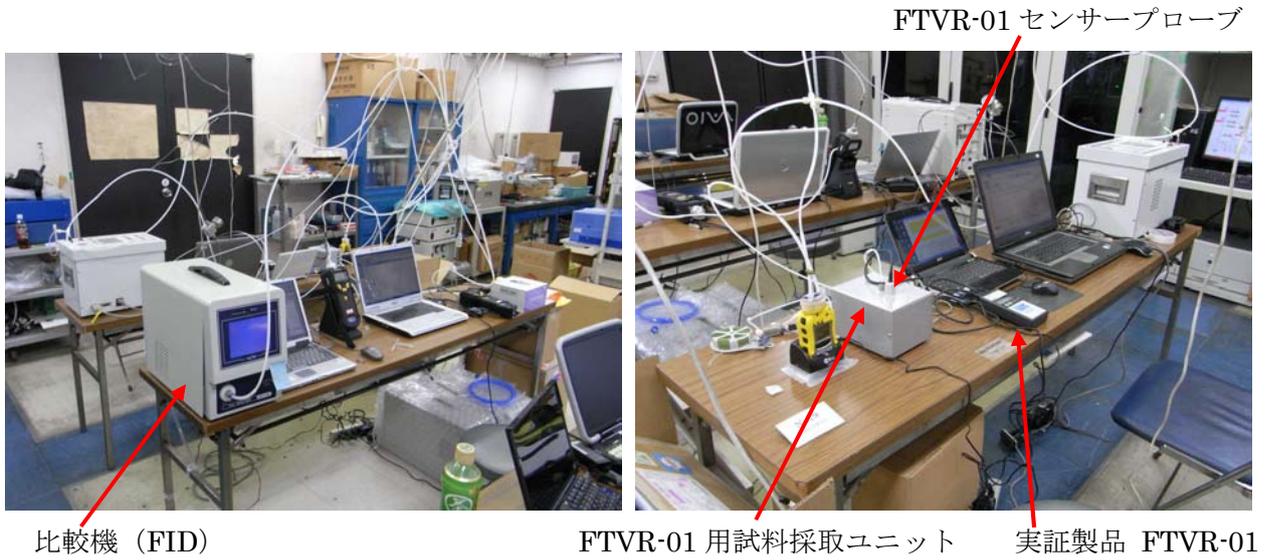
### 4.4 実証試験実施場所

基本性能試験は、横浜市環境科学研究所 標準ガス試験室で実施した。

現場における実ガス測定（オプション）試験は、申請機関と協議の上、実施しないこととなった。

## 5 実証試験実施方法

試験実施状況の写真を図5-1に示した。  
なお、試験はACアダプタを用いて実施した。



試験用ガス調製装置 (一部のみ使用)



試験用ガス調製装置

図5-1 (1) 試験実施状況



10 分割器



マスフローコントローラー (MFC)



加湿器



試験用ガス調製装置

蒸気拡散管用恒温槽



蒸気拡散管



水分測定用センサ

マニフォールド

図 5 - 1 ( 2 ) 試験実施状況

## 5.1 基本性能試験

試験は、試験用ガスをマニフォールドに流し、実証対象技術（試験機）、比較機に同時に導入し、測定する方法で実施した。図5-2に実証試験における基本流路系統図を示した。

試験データはデジタル指示値（表示部）を読み取り Excel File に書き込むとともに、付属の専用ソフトをインストールしたパソコンでデータを保存した。

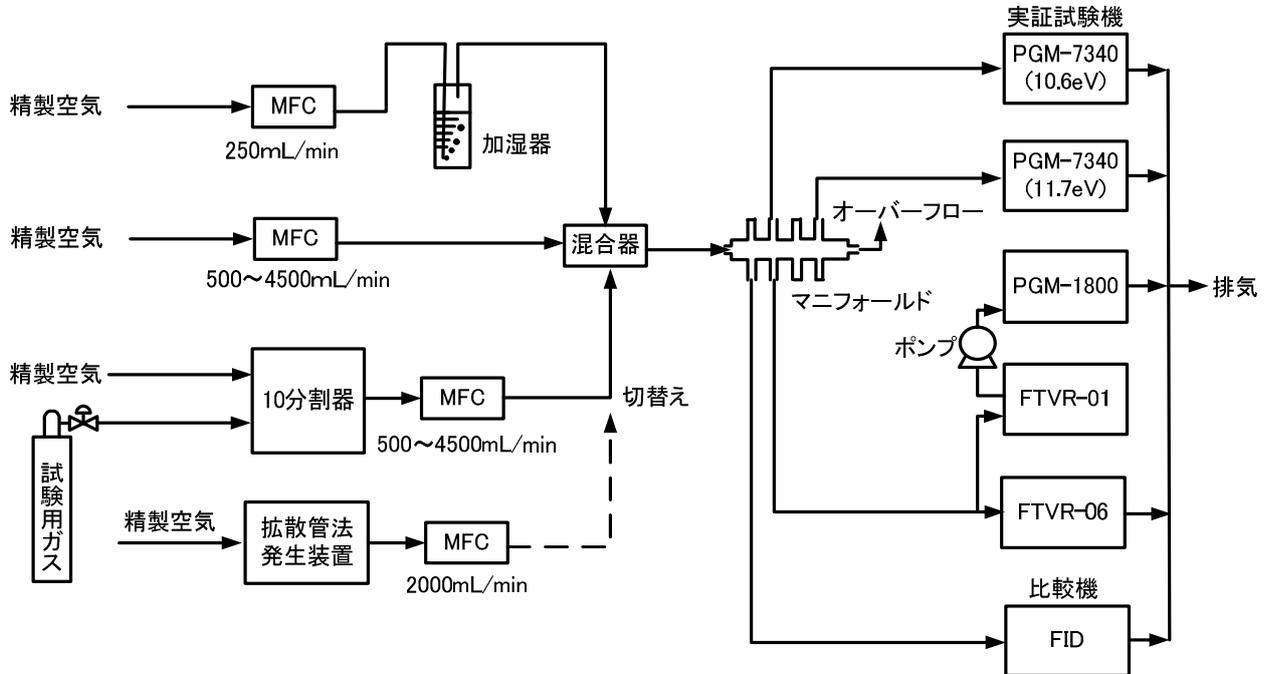


図5-2 実証試験における測定等の基本流路系統図

\* ゼロ点、スパン調整は基本的に取り扱い説明書に記載された方法によって実施した。

FTVR-01：付属の簡易ゼロ調整器による簡易ゼロ校正

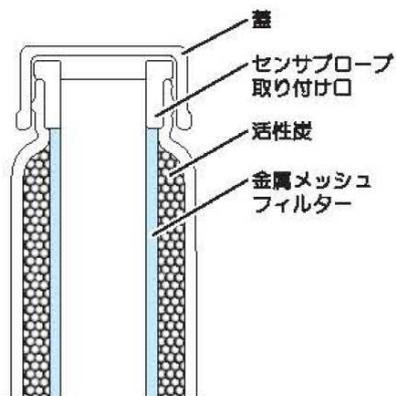


図5-3 簡易ゼロ調整器

\* 測定成分試験用ガスは基本的に高压容器詰めガス及びそれを希釈したガスを用いた。また、蒸気拡散管法にて調製したガスを用いた場合の調製濃度は高压容器詰め標準ガスで値付けした。

\* VOCは蒸気圧が低く、高濃度では、高压容器詰めガスとして充填できない。また、数百ppmでは、充填圧が低い。そこで、高濃度（200ppm以上）の試験時は、蒸気拡散管法にて調製したガスを用いて試験した。

- \* ゼロガスは大気を精製した空気を使用した。なお、二酸化炭素は除去せずに使用した。
- \* 標準ガス、試験用ガスには、少量（25℃ 相対湿度 5%程度）の水分を添加した。
- \* 模擬ガス（VOC 5 成分：トルエン+イソプロピルアルコール+ n-ヘキサン+酢酸エチル+メチルエチルケトン）は事業所の排出量や高压容器に充填可能なガスから選定したもので、塗装、接着、印刷、化学品製造事業所をカバーする。
- \* 模擬ガス（VOC 5 成分：トルエン+エチルベンゼン+m-キシレン+o-キシレン+スチレン）はシックハウス症候群の対象で高压容器に充填可能なガスから選定したものである。
- \* 模擬ガス（塩素系 VOC 3 成分：ジクロロメタン+トリクロロエチレン+テトラクロロエチレン）は事業所の排出量や高压容器に充填可能なガスから選定したもので、洗浄事業所をカバーする。
- \* 各試験用ガスは各 30 分間程度導入して、その指示値を読んだ。

### (1) 繰返し性、直線性、応答時間 試験

図 5-2 の流路で試験用ガスを調製し、繰返し性、直線性試験を実施した。応答時間は繰返し性試験時に測定した。

試験パターンを図 5-4 に示した。

なお、試験用ガスの種類と濃度：導入ガス濃度は各実証対象技術により異なる。

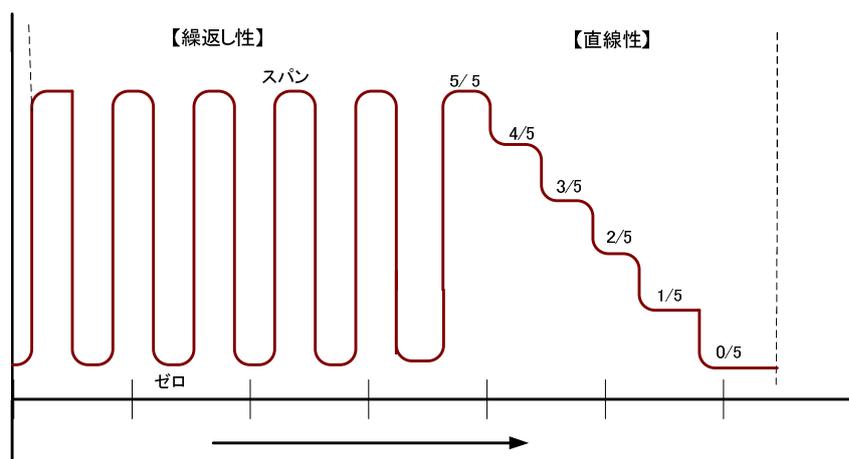


図 5-4 繰返し性、直線性試験パターン

### (2) 干渉影響試験

干渉影響試験は酸素、二酸化炭素、水分について実施した。

試験はゼロガスにそれぞれ、窒素、二酸化炭素、水分を添加調製して実施すると共に、トルエン試験用ガスまたは模擬ガス（VOC 5 成分：トルエン+エチルベンゼン+m-キシレン+o-キシレン+スチレン）試験用ガスを調製し、その希釈ガスにそれぞれ、窒素、二酸化炭素、水分を添加調製して実施した。

なお、ゼロガスでの試験結果に有意な影響が見られた場合、スパンの試験結果は、補正（ゼロガスの影響分を差し引く）した場合の評価も実施した。

① 酸素影響試験

酸素影響試験の酸素濃度は約 21、18、14、11、8、4 %等について試験を実施した。試験用ガスの調製方法を図 5-5 に、試験パターンを図 5-6 に示した。

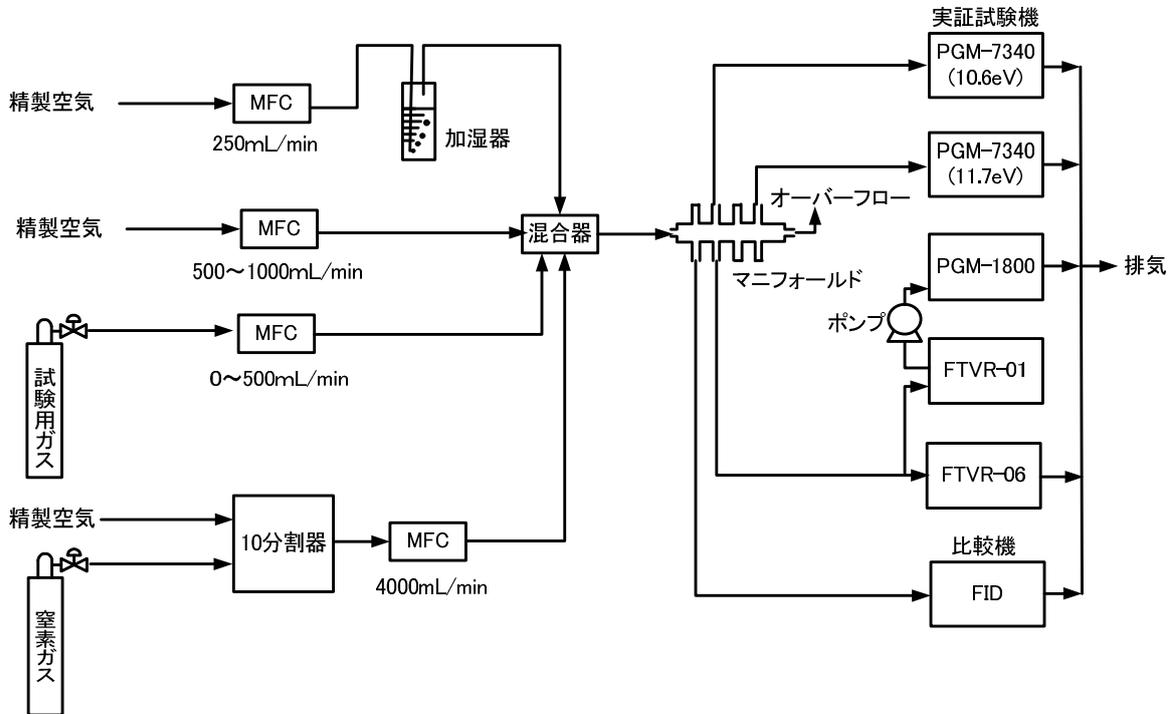


図 5-5 酸素影響試験の試験用ガスの調製

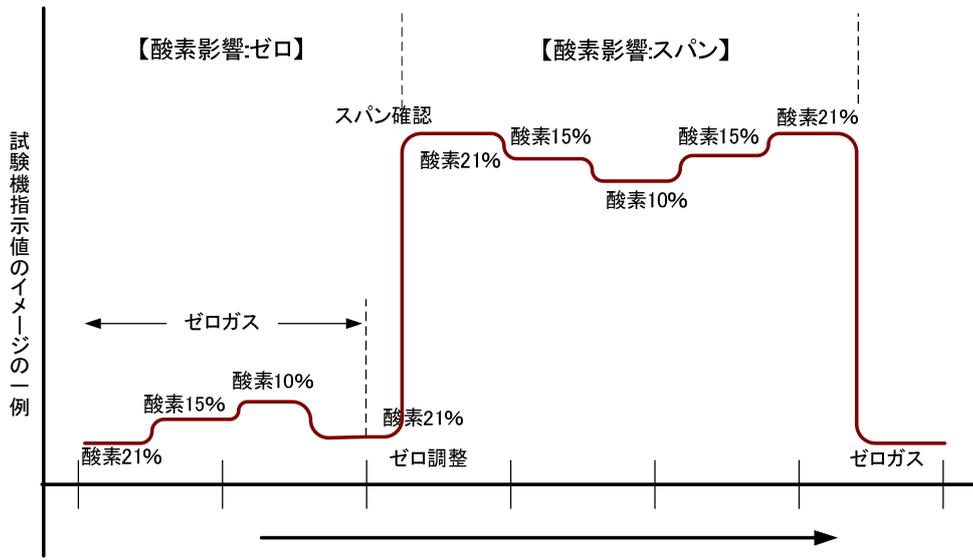


図 5-6 酸素影響試験のパターン

② 二酸化炭素影響試験

二酸化炭素影響試験の二酸化炭素濃度は約 4000、3200、2400、1600、800、0 ppm 等について試験を実施した。試験用ガスの調製方法を図 5-7 に、試験パターンを図 5-8 に示した。

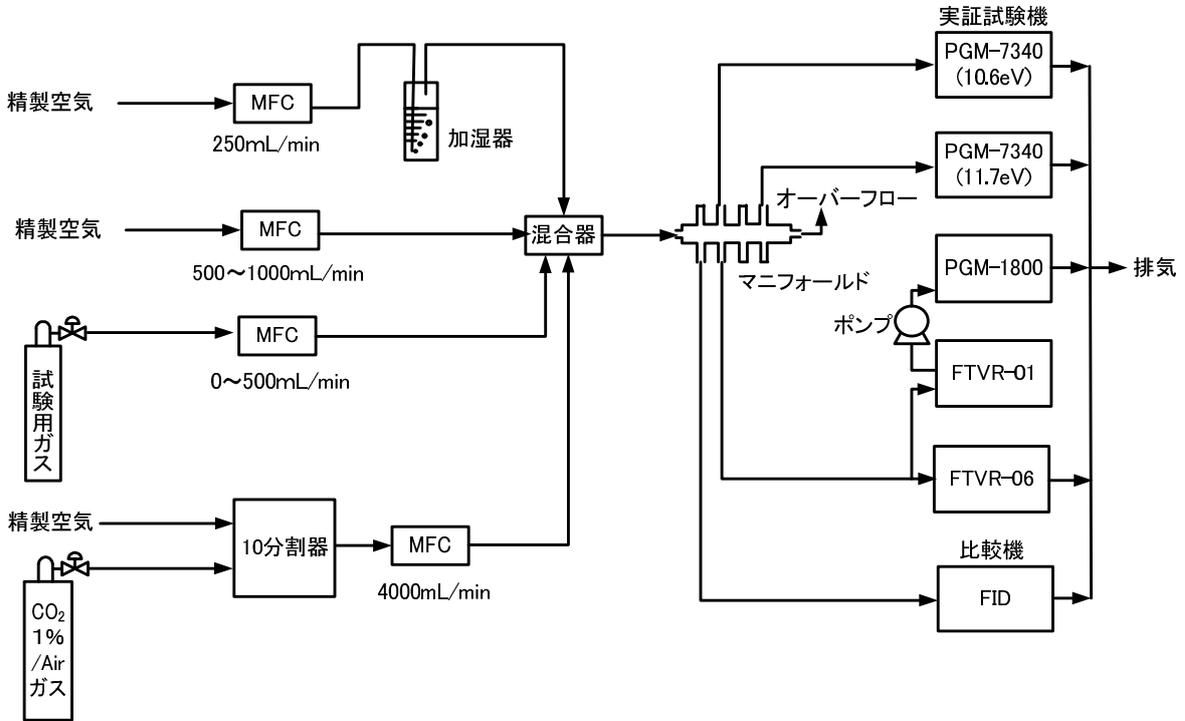


図 5-7 二酸化炭素影響試験の試験用ガスの調製

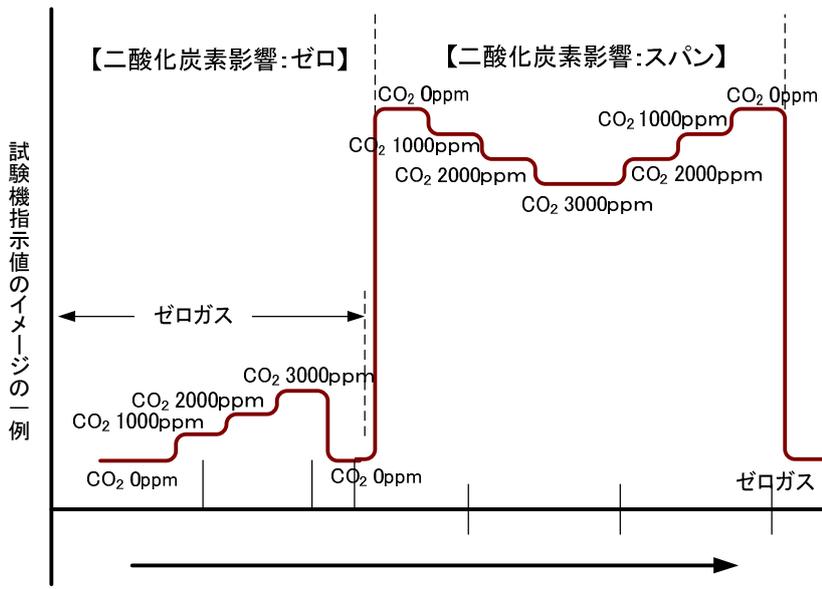


図 5-8 二酸化炭素影響試験のパターン



#### (4) 再現性（ドリフト）試験

試験期間中（2 週間）に、標準ガスを導入し、測定した時の各々の指示値を読み、初回の指示値からの偏差を調べた。

#### 5.2 現場における実ガス測定

現場における実ガス測定（オプション）試験は、申請機関と協議の上、実施しないこととなった。

## 6. 実証試験結果と検討（考察）

### 6.1 繰返し性試験

#### (1) 試験結果

試験結果を表6-1に示した。

なお、偏差（%）＝（指示値－平均値）÷スパン平均値×100とした。

表6-1 繰返し性試験結果（1）

ガスの種類	ガス名	VOC濃度 (ppm)	混合ガス VOC各濃度 (ppm)	VOC濃度 (ppmC)	時刻	FTVR-01	
						半導体センサー μg/m <sup>3</sup>	
2012年 12月12日(水)トルエン 0.314ppmにて							
スパン	C7H8①	0.314		2.20	11:35	2993	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	12:18	365	
スパン	トルエン①	0.314		2.20	13:05	3247	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	13:42	445	
スパン	トルエン①	0.314		2.20	14:10	3300	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	14:45	773	
スパン	トルエン①	0.314		2.20	15:20	3292	
ゼロ	Air				16:00	368	
繰返し性(平均値からの偏差) : %						ZERO 平均値	488
						最大値偏差	8.9
						最小値偏差	-3.8
						SPAN 平均値	3208
						最大値偏差	2.9
						最小値偏差	-6.7
2012年 12月13日(木) VOC 5成分(トルエン+エチルベンゼン+m-キシレン+o-キシレン+スチレン) 0.45ppmにて							
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	10:15	141	
スパン	VOC混合⑧	0.450	0.090	3.51	10:40	7313	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	11:07	399	
スパン	VOC混合⑧	0.450	0.090	3.51	11:38	7717	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	12:13	415	
スパン	VOC混合⑧	0.450	0.090	3.51	12:36	7730	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	13:09	417	
スパン	VOC混合⑧	0.450	0.090	3.51	13:40	8100	
繰返し性(平均値からの偏差) : %						ZERO 平均値	343
						最大値偏差	1.0
						最小値偏差	-2.6
						SPAN 平均値	7715
						最大値偏差	5.0
						最小値偏差	-5.2

表 6 - 1 繰返し性試験結果 (2)

						FTVR-01	
ガスの種類	ガス名	VOC濃度 (ppm)	混合ガス VOC各濃度 (ppm)	VOC濃度 (ppmC)	時刻	半導体センサー	
						$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
2012年 12月 14日(金) VOC 5成分(トルエン+エチルベンゼン+m-キシレン+o-キシレン+スチレン) 0.079ppm にて							
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	12:05	343	
スパン	VOC 混合⑧	0.079	0.016	0.61	13:05	2123	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	13:37	391	
スパン	VOC 混合⑧	0.079	0.016	0.61	14:05	2196	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	14:33	378	
スパン	VOC 混合⑧	0.079	0.016	0.61	13:05	2297	
繰返し性(平均値からの偏差) : %						ZERO 平均値	371
						最大値偏差	0.9
						最小値偏差	-1.3
						SPAN 平均値	2205
						最大値偏差	4.2
						最小値偏差	-3.7
2012年 12月 17日(月) VOC 5成分(トルエン+イソプロピルアルコール+ n-ヘキサン+酢酸エチル+メチルエチルケトン) 0.563ppm にて							
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	9:53	157	
スパン	VOC 混合⑦	0.563	0.113	2.70	10:24	5055	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	10:37	405	
スパン	VOC 混合⑦	0.563	0.113	2.70	11:01	5031	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	11:29	319	
スパン	VOC 混合⑦	0.563	0.113	2.70	12:04	6065	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	12:30	334	
スパン	VOC 混合⑦	0.563	0.113	2.70	13:00	5834	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	13:30	338	
スパン	VOC 混合⑦	0.563	0.113	2.70	14:00	5959	
繰返し性(平均値からの偏差) : %						ZERO 平均値	311
						最大値偏差	1.7
						最小値偏差	-5.5
						SPAN 平均値	5589
						最大値偏差	8.5
						最小値偏差	-10.0
2012年 12月 18日(火) 塩素系 VOC 3成分(ジクロロメタン+トリクロロエチレン+テトラクロロエチレン) 1.014ppm にて							
スパン	VOC 混合⑨	1.014	0.203	0.608	10:04	194	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	10:20	126	
スパン	VOC 混合⑨	1.014	0.203	0.608	10:34	176	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	10:48	135	
スパン	VOC 混合⑨	1.014	0.203	0.608	10:58	178	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	11:09	142	
スパン	VOC 混合⑨	1.014	0.203	0.608	11:21	173	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	11:51	134	
繰返し性(平均値からの偏差) : %						ZERO 平均値	134.3
						最大値偏差	4.3
						最小値偏差	-4.6
						SPAN 平均値	180.3
						最大値偏差	29.9
						最小値偏差	-15.8

## (2) 結果の考察

表 6 - 2 に繰返し性試験結果をまとめた。

繰返し性は概ね良好であった。塩素系 VOC 3 成分 1.014 ppm の結果で偏差が大きな範囲を示したが、その原因は塩素系 VOC に対して感度が低いためと考えられる。

表 6 - 2 繰返し性試験結果まとめ

実証製品	試験用ガス		結果まとめ
FTVR-01	ゼロ点		各濃度における偏差の範囲は-5.5~8.9 %であった。
	スパン	塩素系 VOC 以外	各ガス種、濃度における偏差の範囲は-10~5.0 %であった。
		塩素系 VOC	塩素系 VOC 3 成分 1.014 ppm では-15.8~29.9 %と大きな値を示したが、塩素系 VOC に対して感度が低いためと考えられる。

## 6.2 直線性試験

### (1) 試験結果

試験結果及び相関散布図を表6-3に示した。

なお、偏差(%) = (測定濃度 - 試験濃度) ÷ 試験時の最大濃度 × 100 とした。

表6-3 (1) 直線性試験結果

2012年 12月 12日(水) トルエン 0.314ppmにて

ガスの種類	ガス名	VOC濃度 (ppm)	混合ガス VOC各濃度 (ppm)	VOC濃度 (ppmC)	時刻	FTVR-01
						半導体 センサー μg/m <sup>3</sup>
スパン (10/10)	トルエン①	0.314		2.20	15:20	3292
スパン (6/10)	トルエン①	0.189		1.32	15:40	2357
スパン (3/10)	トルエン①	0.094		0.66	16:10	1499
ゼロ (0/10)	Air	0.00	0.00	0.00	16:38	368
直線性(10/10値からの偏差) : %					6/10	11.6
					3/10	15.5
					0/10	11.2
ゼロ点補正後						
直線性(10/10値からの偏差) : %					6/10	8.0
					3/10	8.7
					0/10	0.0

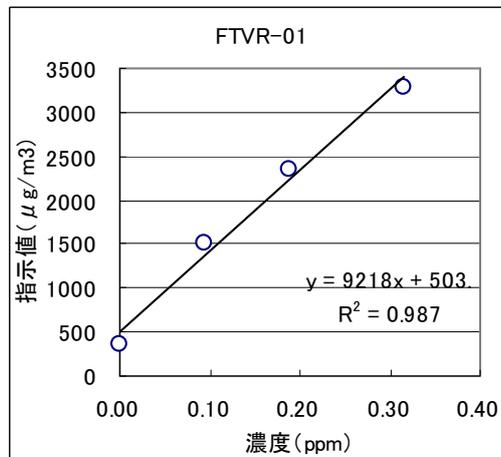


表 6 - 3 (2) 直線性試験結果

2012 年 12 月 13 日(木) VOC 5 成分(トルエン+エチルベンゼン+m-キシレン+o-キシレン+スチレン) 0.45ppm にて

ガスの種類	ガス名	VOC濃度 (ppm)	混合ガス VOC各濃度 (ppm)	VOC濃度 (ppmC)	時刻	FTVR-01	
						半導体センサー μg/m <sup>3</sup>	
ゼロ (0/5)	Air	0.00	0.00	0.00	13:09	417	
スパン (5/5)	VOC 混合⑧	0.450	0.090	3.51	13:40	8100	
スパン (4/5)	VOC 混合⑧	0.360	0.072	2.81	14:07	6579	
スパン (3/5)	VOC 混合⑧	0.270	0.054	2.11	14:37	4712	
スパン (2/5)	VOC 混合⑧	0.180	0.036	1.41	15:07	3186	
スパン (1/5)	VOC 混合⑧	0.090	0.018	0.70	15:37	1964	
ゼロ (0/5)	Air	0.00	0.00	0.00	16:07	541	
直線性(5/5値からの偏差) : %						4/5	0.2
						3/5	-4.1
						2/5	-4.0
						1/5	0.1
						0/5	1.6
ゼロ点補正後						ZERO平均値	479
直線性(5/5値からの偏差) : %						4/5	0.0
						3/5	-4.5
						2/5	-4.5
						1/5	-0.5
						0/5	0.0

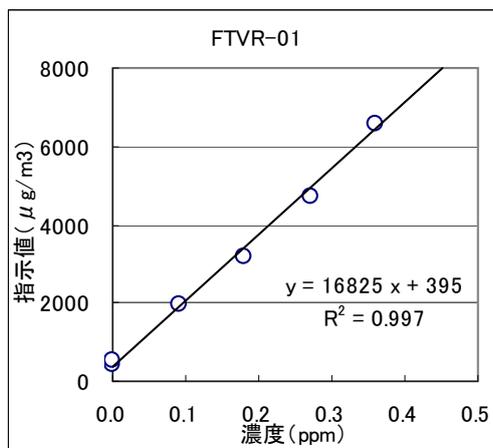


表 6 - 3 (3) 直線性試験結果

2012 年 12 月 14 日(金) VOC 5 成分(トルエン+エチルベンゼン+m-キシレン+o-キシレン+スチレン) 0.113ppm にて

ガスの種類	ガス名	VOC濃度 (ppm)	混合ガス VOC各濃度 (ppm)	VOC濃度 (ppmC)	時刻	FTVR-01	
						半導体センサー μg/m <sup>3</sup>	
ゼロ (0/5)	Air	0.00	0.00	0.00	9:20	430	
スパン (10/10)	VOC 混合⑧	0.113	0.023	0.88	9:50	2874	
スパン (7/10)	VOC 混合⑧	0.079	0.016	0.61	10:20	2245	
スパン (4/10)	VOC 混合⑧	0.045	0.009	0.35	11:05	1469	
スパン (2/10)	VOC 混合⑧	0.023	0.005	0.18	11:29	960	
ゼロ (0/5)	Air	0.00	0.00	0.00	12:05	343	
直線性(10/10値からの偏差) : %						7/10	4.3
						4/10	2.5
						2/10	1.7
						0/10	-3.6
ゼロ点補正後						ZERO 平均値	387
直線性(10/10値からの偏差) : %						7/10	4.7
						4/10	3.5
						2/10	3.1
						0/10	0.0

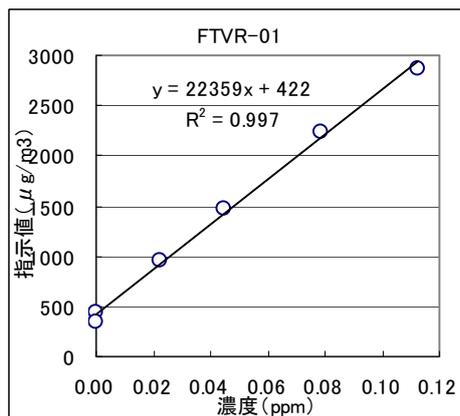


表 6 - 3 (4) 直線性試験結果

2012 年 12 月 17 日(月)VOC 5 成分(トルエン+イソプロピルアルコール+ n-ヘキサン+酢酸エチル+メチルエチルケトン)0.563ppm にて

ガスの種類	ガス名	VOC濃度 (ppm)	混合ガス VOC各濃度 (ppm)	VOC濃度 (ppmC)	時刻	FTVR-01	
						半導体 センサー $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
スパン (5/5)	VOC 混合⑦	0.563	0.113	2.70	14:00	5959	
スパン (4/5)	VOC 混合⑦	0.450	0.090	2.16	14:30	4706	
スパン (3/5)	VOC 混合⑦	0.338	0.068	1.62	15:00	3174	
スパン (2/5)	VOC 混合⑦	0.225	0.045	1.08	15:30	2327	
スパン (1/5)	VOC 混合⑦	0.113	0.023	0.54	16:00	1326	
ゼロ (0/5)	Air	0.00	0.00	0.00	16:30	301	
直線性(5/5値からの偏差) : %						4/5	-2.3
						3/5	-9.5
						2/5	-4.6
						1/5	-2.4
						0/5	-0.7
ゼロ点補正後							
直線性(5/5値からの偏差) : %						4/5	-2.1
						3/5	-9.2
						2/5	-4.2
						1/5	-1.9
						0/5	0.0

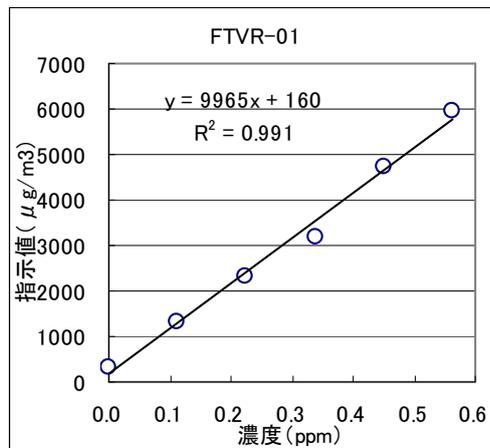
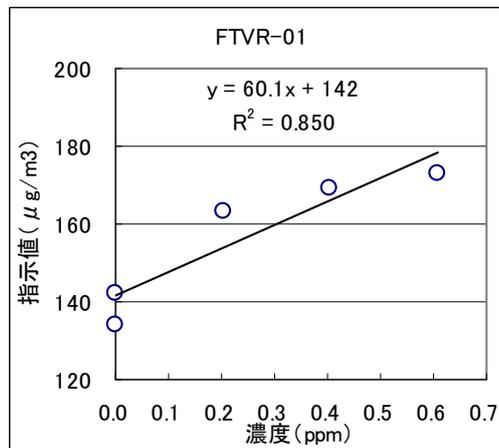


表 6 - 3 (5) 直線性試験結果

2012 年 12 月 18 日(火) 塩素系 VOC 3 成分(ジクロロメタン+トリクロロエチレン+テトラクロロエチレン)0.608ppm にて

ガスの種類	ガス名	VOC濃度 (ppm)	混合ガス VOC各濃度 (ppm)	VOC濃度 (ppmC)	時刻	FTVR-01
						半導体センサー μg/m <sup>3</sup>
ゼロ (0/3)	Air	0.00	0.00	0.00	11:09	142
スパン (3/3)	VOC 混合⑨	0.608	0.203	1.02	11:21	173
スパン (2/3)	VOC 混合⑨	0.405	0.135	0.68	11:31	169
スパン (1/3)	VOC 混合⑨	0.203	0.068	0.34	11:41	163
直線性(10/10値からの偏差) : %					6/10	20.4
					3/10	34.4
					0/10	-25.8
ゼロ点補正後					ZERO平均値	138
直線性(10/10値からの偏差) : %					6/10	21.9
					3/10	38.1
					0/10	0.0



(2) 結果の考察

直線性試験結果は、概ね良好であった。一部の結果（例えば塩素系 VOC に対して）で、偏差が大きな範囲や、近似直線の R<sup>2</sup> 値が小さな値を示したが、その原因はその原因は塩素系 VOC 3 成分 1.014 ppm に対して感度が低かったためと考えられる。

表 6 - 4 に直線性試験結果をまとめた。

表 6 - 4 直線性試験結果まとめ

実証製品	試験用ガス	結果まとめ
FTVR-01	塩素系 VOC 以外	各ガス種、濃度における偏差の範囲は-9.2~8.7 %、近似直線の R <sup>2</sup> 値は 0.987 以上であった。
	塩素系 VOC	塩素系 VOC 3 成分 1.014 ppm では 0~38.1 %、近似直線の R <sup>2</sup> 値は 0.850 であった。塩素系 VOC に対して感度が低かったためと考えられる。

### 6.3 干渉影響試験

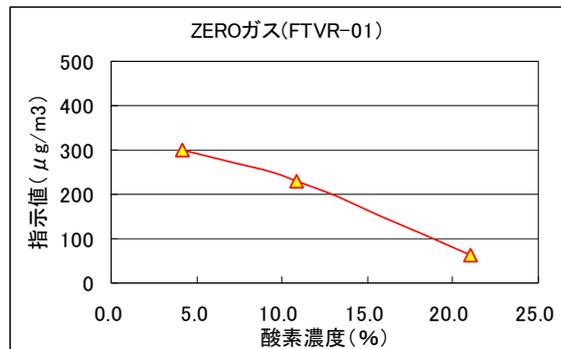
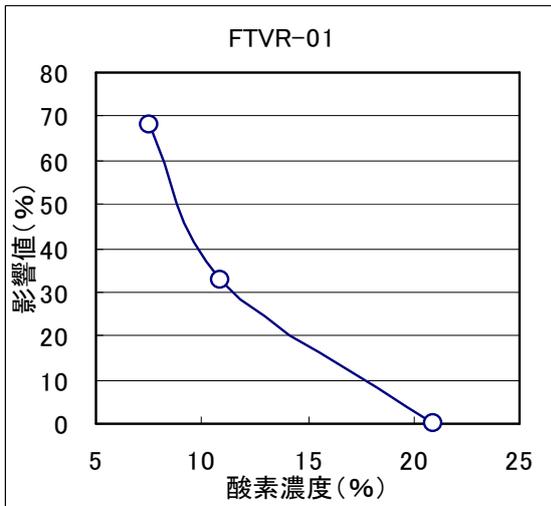
#### 6.3.1 酸素影響試験

##### (1) 試験結果

試験結果を表 6-5 に示した。

表 6-5 酸素影響試験結果

ガスの種類	ガス名	VOC濃度 (ppm)	VOC濃度 (ppmC)	干渉成分 酸素の濃度 (%)	時刻	FTVR-01	
						半導体 センサー	
						μg/m <sup>3</sup>	
2012年 12月19日(水) VOC 5成分(トルエン+エチルベンゼン+m-キシレン+o-キシレン+スチレン) 0.16ppm にて							
スパン	VOC 混合	0.16	1.248	21.0	15:33	505	
スパン	VOC 混合	0.16	1.248	10.9	16:03	603	
スパン	VOC 混合	0.16	1.248	7.6	16:13	640	
影響値(O <sub>2</sub> 濃度 21.0vol%の時の指示値を100とした時の影響比率)(%)						21.0	0.0
						10.9	19.4
						7.6	26.7
2012年 12月20日(木) ゼロガスにて							
ゼロ	Air	0.00	0.00	21.0	9:10	62	
ゼロ	Air	0.00	0.00	10.9	9:33	231	
ゼロ	Air	0.00	0.00	4.2	10:03	301	



##### (2) 結果のまとめ

表 6-6 に干渉影響試験 (酸素) 結果をまとめた。

表 6-6 干渉影響試験 (酸素) 結果まとめ

実証製品	結果まとめ
FTVR-01	酸素の影響 (4~21 %において) は 70 %とやや大きかった。

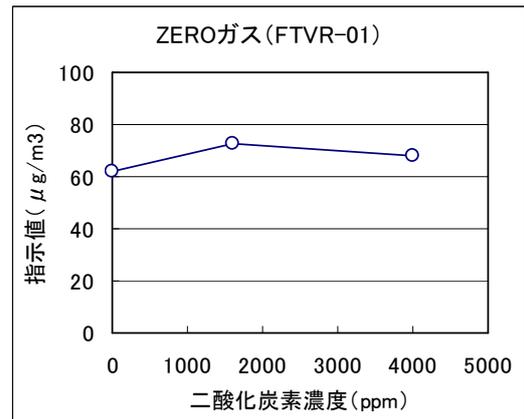
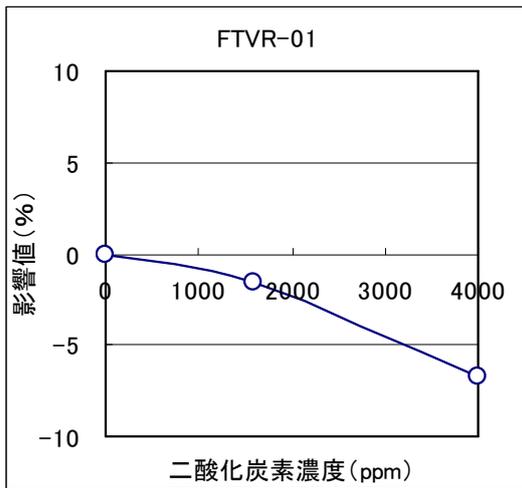
### 6.3.2 二酸化炭素影響試験

#### (1) 試験結果

試験結果を表6-7に示した。

表6-7 二酸化炭素影響試験結果

ガスの種類	ガス名	VOC濃度 (ppm)	VOC濃度 (ppmC)	干渉成分 CO2の濃度 (ppm)	時刻	FTVR-01
						半導体センサー μg/m <sup>3</sup>
2012年 12月20日(水) VOC 5成分(トルエン+エチルベンゼン+m-キシレン+o-キシレン+スチレン) 0.16ppmにて						
スパン	VOC混合⑥	0.16	1.25	0	12:33	3498
スパン	VOC混合⑥	0.16	1.25	1600	12:03	3441
スパン	VOC混合⑥	0.16	1.25	4000	11:33	3262
影響値(CO2濃度0 ppmの時の指示値を100とした時の影響比率)(%)						0
						1600
						4000
2012年 12月20日(木) ゼロガスにて						
ゼロ	Air	0.00	0.00	0	9:10	62
ゼロ	Air	0.00	0.00	1600	10:33	73
ゼロ	Air	0.00	0.00	4000	11:03	68



#### (2) 結果のまとめ

表6-8に干渉影響試験(二酸化炭素)結果をまとめた。

表6-8 干渉影響試験(二酸化炭素)結果まとめ

実証製品	結果まとめ
FTVR-01	二酸化炭素の影響(0~4000 ppmにおいて)は-7%であった。

### 6.3.3 水分影響試験

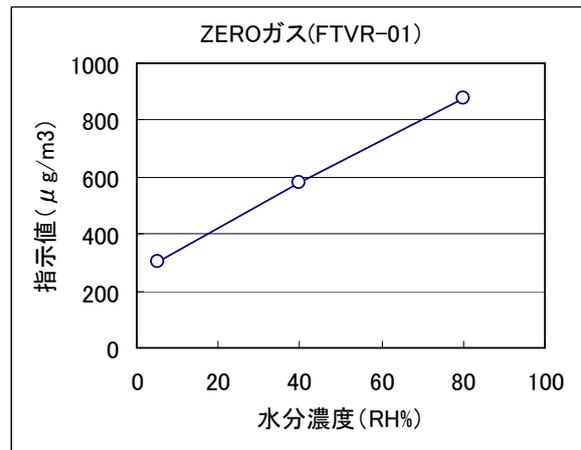
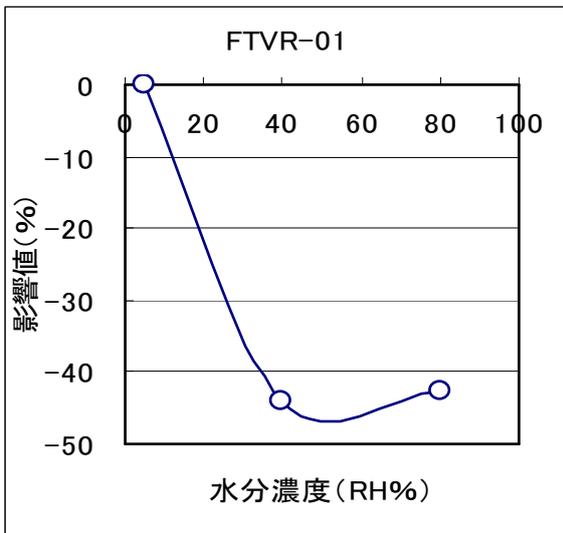
#### (1) 試験結果

試験結果を表 6-9 に示した。

表 6-9 水分影響試験結果

ガスの種類	ガス名	VOC濃度 (ppm)	VOC濃度 (ppmC)	干渉成分 水分の濃度 (%)	時刻	FTVR-01
						半導体 センサー $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ゼロ	Air	0.00	0.00	RH80%	14:18	876
ゼロ	Air	0.00	0.00	RH40%	15:33	579
ゼロ	Air	0.00	0.00	RH5%	15:51	301
スパン	VOC 混合⑥	0.16	1.25	RH80%	14:32	1815
スパン	VOC 混合⑥	0.16	1.25	RH40%	15:19	1766
スパン	VOC 混合⑥	0.16	1.25	RH5%	16:11	3163
影響値 (水分濃度 RH5%の時の指示値を 100 とした時の影響比率) (%)					RH5%	0
					RH40%	-44.2
					RH80%	-42.6

2012年 12月 20日(木) ゼロガス、VOC 5成分(トルエン+エチルベンゼン+m-キシレン+o-キシレン+スチレン) 0.16ppm にて



#### (2) 結果のまとめ

表 6-10 に干渉影響試験 (水分) 結果をまとめた。

表 6-10 干渉影響試験 (水分) 結果まとめ

実証製品	結果まとめ
FTVR-01	水分の影響 (RH5~80 %において) は-50 %とやや大きかった。

### 6.4 応答時間試験

90%応答時間は各試験用ガスの繰返し性試験時に実施した。

本試験は試験用ガス供給ラインを含んだ試験であり、機器単体でのものではない。

結果を表6-11に、指示値の例を図6-1に示した。

表6-11 応答時間結果まとめ

実証製品	結果まとめ
FTVR-01	4分～6分

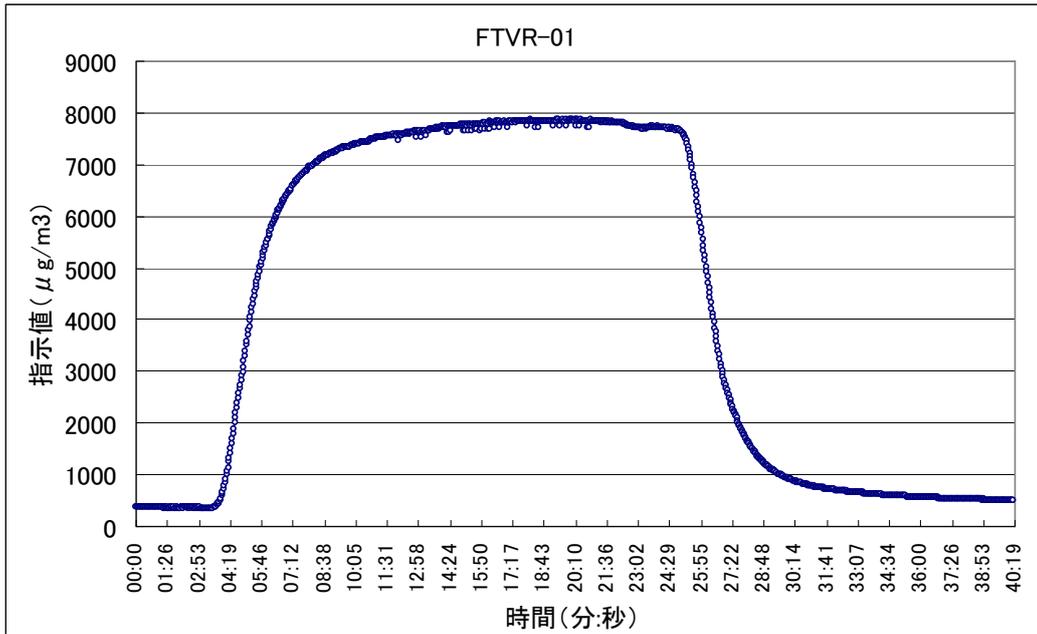


図6-1 指示値の例

(VOC 5成分(トルエン+エチルベンゼン+m-キシレン+o-キシレン+スチレン) 0.45ppm にて)

### 6.5 再現性（ドリフト）試験

試験スタート時と終了前での簡易ゼロ調整器での指示値を表 6-12 に示した。  
 簡易ゼロは安定していたが、感度が上昇している傾向が見られた。

表 6-12 再現性試験結果

実証製品	校正用ガス	12月12日	12月21日
FTVR-01	簡易ゼロ	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

トルエン試験用ガス測定時の比較機 FID（水素炎イオン化検出器：排ガス VOC 測定の公定法）の指示値から補正計算した再現性結果を表 6-13、図 6-2 に示した。

表 6-13 再現性試験結果

日	ガス名	VOC濃度 (ppm)	FTVR-01
			半導体センサー
12月12日	トルエン	0.314	0.82
12月12日	トルエン	0.314	0.76
12月21日	トルエン	0.189	1.05

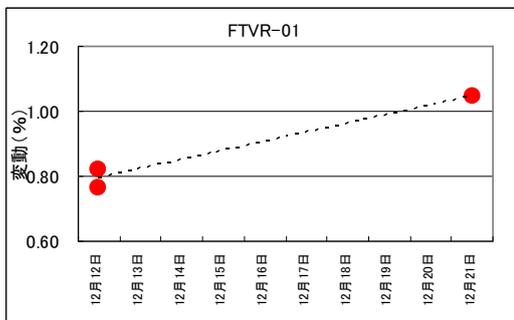


図 6-2 再現性試験結果

## 6.6 実証試験結果まとめ

表 6-15 実証試験結果まとめ

視点	FTVR-01 結果まとめ								
信頼性	<p>試験を実施した繰返し性、直線性、干渉成分の影響（二酸化炭素）、応答時間、再現性ともに、良好な性能を有していた。</p> <p>ただし、干渉成分の影響（酸素、水分）について、やや大きな影響が見られたので、一般的な室内環境測定以外で使用する場合は注意が必要である。</p> <p>今回の試験では、VOC 用センサ（プローブ取付け：試験用ガス測定）と湿度補償用センサ（本体取付け：室内空気測定）の位置が異なるため、水分の影響が大きくなったのかもしれない。</p> <p>FTVR-01 は塩素系 VOC には感度が低かった。</p>								
実用性	<p>室内環境の高感度 VOC モニターとして有効である。</p> <p>測定結果はトルエン換算濃度（<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>）であり、トルエン以外の各種 VOC の濃度値を測定したい場合には注意が必要であるが、モニターとして使用する場合は使い易い。</p> <p>付属の専用ソフトはリアルタイムでの測定が可能で、デジタル記録計のような機能もあり、便利であった。</p> <p>FTVR-01 は塩素系 VOC には感度が低かったが、今後の技術開発として、センサを別のものにすれば測定は可能となると思われる。</p>								
簡便性	<p>操作手順は簡単かつ容易である。</p> <p>持ち運びも容易でモニタリング機器として有効である。</p> <p>簡便性の評価項目として、（参考情報）の一部をピックアップして示した。</p> <table border="1" data-bbox="391 1449 1348 1691"> <tbody> <tr> <td data-bbox="391 1449 630 1498">価格</td> <td data-bbox="630 1449 1348 1498">25 万円</td> </tr> <tr> <td data-bbox="391 1498 630 1547">質量</td> <td data-bbox="630 1498 1348 1547">約 300 g（電池含む）</td> </tr> <tr> <td data-bbox="391 1547 630 1597">電源</td> <td data-bbox="630 1547 1348 1597">単三型乾電池 4 本または AC アダプタ</td> </tr> <tr> <td data-bbox="391 1597 630 1691">暖機時間</td> <td data-bbox="630 1597 1348 1691">一般的な使用では 30 分～1 時間 数ヶ月間電源オフで放置した場合は 6 時間</td> </tr> </tbody> </table>	価格	25 万円	質量	約 300 g（電池含む）	電源	単三型乾電池 4 本または AC アダプタ	暖機時間	一般的な使用では 30 分～1 時間 数ヶ月間電源オフで放置した場合は 6 時間
価格	25 万円								
質量	約 300 g（電池含む）								
電源	単三型乾電池 4 本または AC アダプタ								
暖機時間	一般的な使用では 30 分～1 時間 数ヶ月間電源オフで放置した場合は 6 時間								

## 7. データの品質管理、監査

実証試験の実施にあたっては、実証試験計画及び品質管理マニュアルに基づきデータの品質管理を行った。また、実証試験終了後に監査を実施し、現場にて指示値を読み取り Excel File に記入した値と、データロガーに保存したデータの値とのクロスチェックを実施すると共に、実証試験が適切に行われていたことを確認した。