

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 : 日本レイシシステムズ株式会社  
製品名・型番 : ppbRAE3000・PGM-7340  
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	9
1. 実証試験の概要と目的	9
2. 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌	10
3. 実証対象技術および実証対象機器の概要	11
3.1 機器の特徴	11
3.2 測定原理	11
3.3 製品データ	13
3.4 性能データ	14
3.5 現場における実ガス測定希望	14
4. 実証試験の内容	15
4.1 試験期間	15
4.2 実証対象試験機の台数	15
4.3 実証項目	16
4.4 実証試験実施場所	16
5. 実証試験実施方法	17
5.1 基本性能試験	19
5.2 現場における実ガス測定	24
6. 実証試験結果と検討（考察）	25
6.1 繰返し性試験	25
6.2 直線性試験	28
6.3 干渉影響試験	36
6.3.1 酸素影響試験	36
6.3.2 二酸化炭素影響試験	37
6.3.3 水分影響試験	39
6.4 応答時間試験	40
6.5 再現性試験	41
6.6 実証試験結果まとめ	42
7. データの品質管理、監査	44



## 全体概要

実証対象技術／ 環境技術開発者	ppbRAE3000 PGM-7340 (ランプ : 10.6 eV または 11.7 eV) ※ 日本レイシステムズ株式会社
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」、「排ガス VOC」用等の簡易測定

\* ppbRAE3000 PGM-7340 (ランプ : 10.6 eV および 11.7 eV) は、同一規格の製品と認められた。

### 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。)

#### ○ 機器の特徴

PID (Photo Ionization Detector : 光イオン化検出器) はさまざまな揮発性有機化合物や有毒ガスを ppb レベルの低濃度から 10,000ppm を超える高濃度まで広い範囲を測定することが可能である。

内蔵した電池で駆動するポータブルタイプで小型・軽量であり、操作ガスが不要なため持ち運びができ現場で簡単に測定することができる。成分分離機能はないが、操作が容易で保守性に優れているため、各種事業所での固定発生源から排出される VOC の高感度モニタリング、VOC 回収装置監視、作業環境監視、排水監視、土壌地下水浄化監視など各種 VOC 発生源での連続環境監視用に利用できる。

#### ○ 仕様の概要

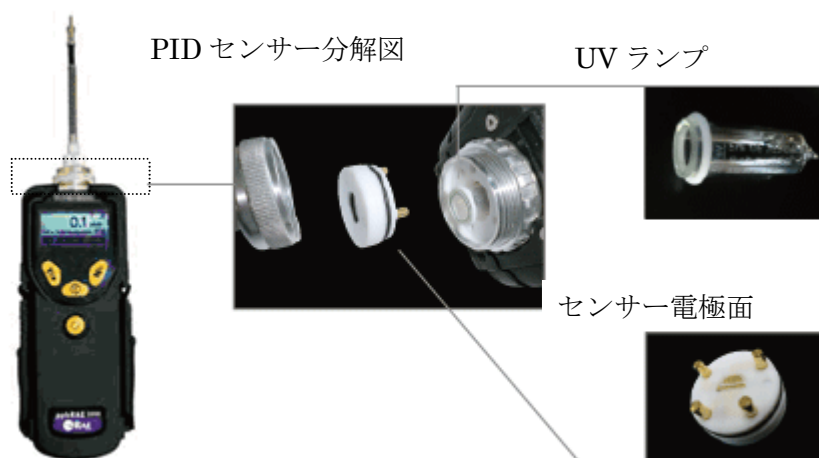
項目	記入欄
企業名	日本レイシステムズ株式会社 URL <a href="http://nihonrae.com/">http://nihonrae.com/</a>
住 所	〒100-0005 東京都千代田区丸の内 2-2-3 丸の内仲通りビル 617-B 区
担当者所属・氏名	技術部 田中 聡平
連絡先 TEL/FAX	TEL : 03 (6269) 9646 FAX : 03 (6269) 9647
技術・製品の名称・型番	ppbRAE3000 (PGM-7340)
測定対象物質	各種 VOC : ユーザー作成可などの 4 つのリストによる測定ガス設定で、各種化合物に対応した補正可能。
測定濃度範囲	4 レンジ自動切換え。 ①10.6 eV ランプ 1 ppb~10,000 ppm (最小表示 1 ppb) ②11.7 eV ランプ 0.01 ~2,000 ppm(最小表示 0.01 ppm)

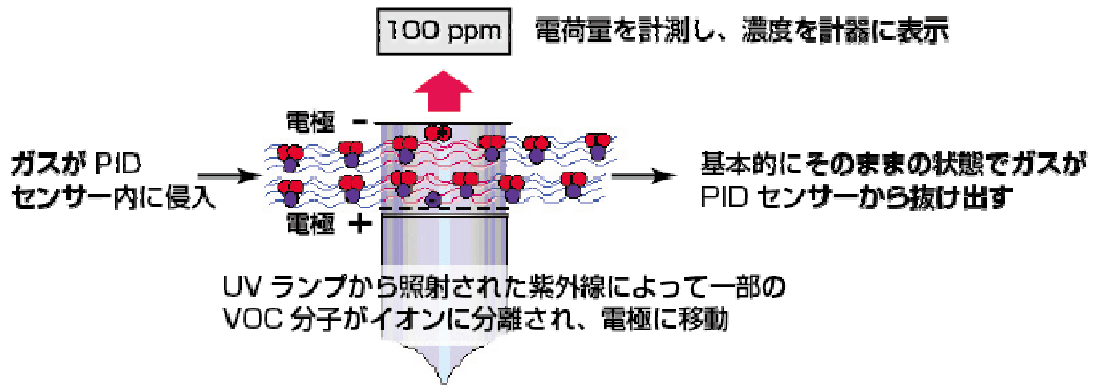
測定原理	PID (光イオン化検出器)
重量 (g)	738 g
価格 (円)	100 万円 (参考市場価格)
外形寸法	255 (長さ) ×76 (幅) ×64 (高さ) mm
電 源	充電式バッテリー または AC アダプター
概 観	

### ○ 測定原理

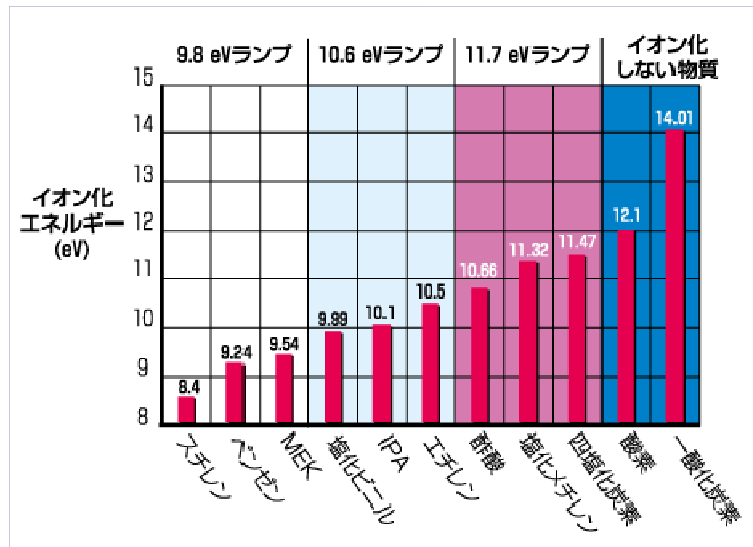
ppbRAE3000 (PGM-7340)には揮発性有機化合物の検出に PID (Photoionization Detector) を採用しており、PID は紫外線を照射するランプと定流量の試料ガスを通気するセルからなり、セルには電極が配置されている。試料ガスに含まれる一部の揮発性有機化合物の分子は紫外線の照射によりイオン化され電極に移動し、その電荷量からガス濃度を測定する。

揮発性有機化合物 (VOC) や炭化水素 (HC) などの一般分類の化合物の検出に適しており、PID は感度が優れ、超低濃度 (ppb : parts per billion) の化合物でもすばやく反応するため、生命に緊急の脅威をもたらすガスだけでなく、長期的に健康に悪影響を与える有毒蒸気からも作業者を保護できる。





PID は、イオン化エネルギー (IE) がランプの光子エネルギーより低いすべての化合物の測定を行う。提供されるランプは、9.8、10.6 および 11.7eV の 3 種のランプである (今回の実証試験は 10.6 および 11.7eV について試験)。



一部の一般的な化学物質のイオン化エネルギー (IE)

## 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 2 台 (検出器のランプが 10.6 eV、11.7 eV 各 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。PGM-7340 (11.7 eV) の結果で偏差がやや大きな範囲を示したが、その原因は指示のふらつきによるものであり、ランプのエージング不足のように考えられるが不明である。

繰返し性試験結果まとめ

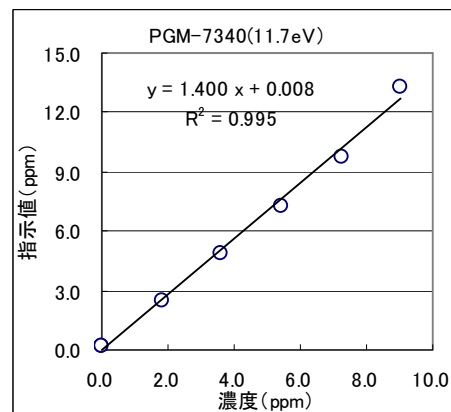
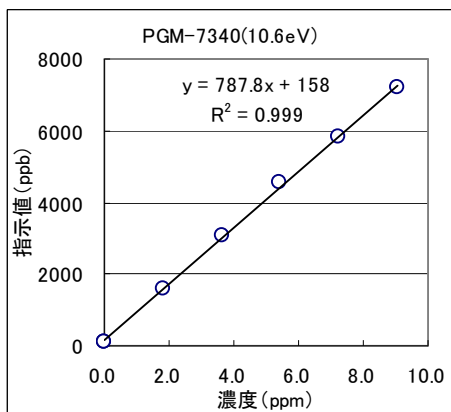
実証製品	項目	結果まとめ
PGM-7340 (10.6 eV)	ゼロ点	各濃度における偏差の範囲は-3.4 ~1.4 %であった。
	スパン	各ガス種、濃度における偏差の範囲は-5.0 ~2.6 %であった。
PGM-7340 (11.7 eV)	ゼロ点	各濃度における偏差の範囲は-14.4~8.2 %であった。
	スパン	各ガス種、濃度における偏差の範囲は-14.0~14.6 %であった。

○ 直線性試験

直線性試験結果は概ね良好であった。PGM-7340 (11.7 eV) において、偏差がやや大きな範囲を示したが、その原因は繰返し性の項と同様（指示のふらつき）と推定できるものであった。

直線性試験結果まとめ

実証製品	結果まとめ
PGM-7340 (10.6 eV)	各ガス種、濃度における偏差の範囲は-1.1~4.1%、近似直線の R <sup>2</sup> 値は 0.998 以上であった。
PGM-7340 (11.7 eV)	各ガス種、濃度における偏差の範囲は-7.0~8.3 %、近似直線の R <sup>2</sup> 値は 0.990 以上であった。



(例：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）9.05ppm にて)



○ 干渉影響試験

酸素および二酸化炭素の影響は小さかったが、スパンでの水分の影響がやや大きかったので注意が必要である（例えば校正用ガスと測定ガスの水分濃度の違いなど）。

干渉影響試験結果まとめ

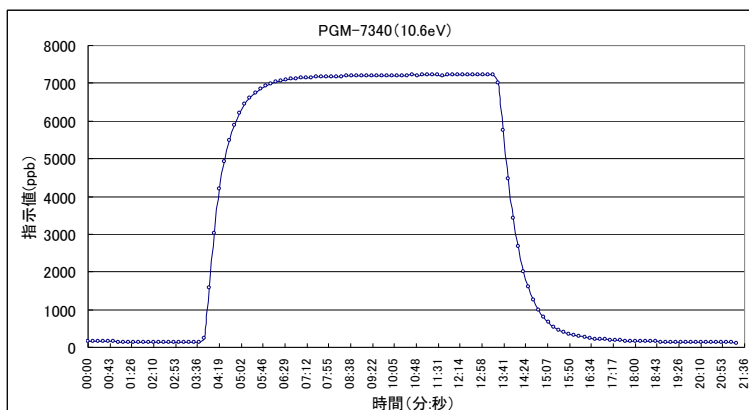
実証製品	結果まとめ
PGM-7340 (10.6 eV)	酸素の影響（4～21 %において）は 4.2 % 以下で小さかった。
	二酸化炭素の影響（0～4000 ppm において）は 1 % 以下であった。
	水分の影響（RH5～80 % において）は -40 % とやや大きかった。
PGM-7340 (11.7 eV)	酸素の影響（4～21 % において）は 2.5 % 以下で小さかった。
	二酸化炭素の影響（0～4000 ppm において）は 1% 以下であった。
	水分の影響（RH5～80 % において）は +70 % とやや大きかった。

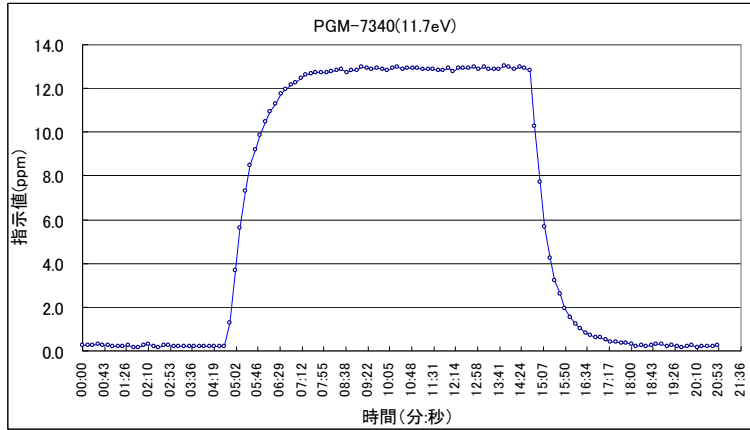
○ 応答時間試験

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
PGM-7340 (10.6 eV)	1 分 40 秒～3 分 40 秒
PGM-7340 (11.7 eV)	1 分 40 秒～3 分 40 秒





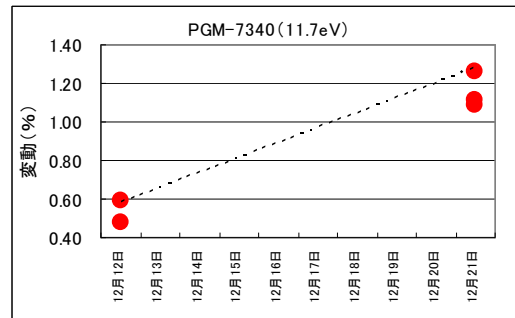
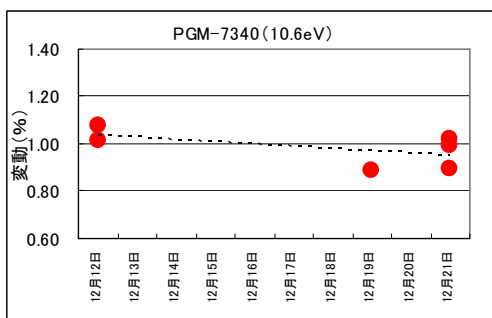
○ 再現性 (ドリフト) 試験

PGM-7340 (11.7 eV) は試験スタート時にノイズが大きく、3 日目ごろから小さくなり感度が 2 倍以上に上昇した。ランプのエイジング不足のように考えられるが、原因は不明である。

再現性試験結果

実証製品	校正用ガス	12月12日	12月21日	
PGM-7340 (10.6 eV)	イソブテン 9.62 ppm	9620 ppb	9706 ppb	感度比 1.01
PGM-7340 (11.7 eV)	イソブテン 9.62 ppm	9.62 ppm	24.5 ppm	感度比 2.55

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에만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

##### (1) 実証試験結果 (PGM-7340 (10.6 eV)) まとめ

視点	PGM-7340 (10.6 eV) 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（酸素、二酸化炭素）、応答時間、再現性ともに、低濃度から高濃度まで、非常に良好な性能を有していた。</p> <p>ただし、干渉成分の影響（水分でのスパン）について、やや大きな影響が見られたので注意が必要である（例えば校正用ガスと測定ガスの水分濃度の違いなど）。</p>								
実用性	<p>測定範囲（ダイナミックレンジ）が広く、室内環境、作業環境、排ガスの VOC モニターとして有効である。</p> <p>基本的な測定結果は校正用ガスのイソブテン換算濃度であり、各種 VOC の濃度値を測定したい場合は注意が必要である。各種ガスの換算係数（C.F.）がテーブルとして示されているが、ランプ等のばらつきによるものか、テーブル通りとはいかないようである。厳密に濃度を測定したい場合は、測定現場での各種 VOC の成分濃度比率に近い校正用ガスでスパン調整を実施することが必要である。</p> <p>各種のプログラミングモード（校正、測定、単位、用語、アラーム等）が準備されており、測定現場での利用に適している。内蔵データメモリ機能があり、PC へのデータ転送も可能である。</p>								
簡便性	<p>操作手順は一般的な測定では簡単かつ容易である。</p> <p>詳細な設定方法については、取扱説明書は充実しているが、簡単な操作ガイドがあると便利だと考える。</p> <p>内蔵データメモリ機能があり、PC へのデータ転送も可能である。</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 1496 1348 1691"> <tbody> <tr> <td>価格</td> <td>100 万円（参考市場価格）</td> </tr> <tr> <td>質量</td> <td>738 g</td> </tr> <tr> <td>電源</td> <td>充電式バッテリー または AC アダプタ</td> </tr> <tr> <td>暖機時間</td> <td>特に必要なし</td> </tr> </tbody> </table>	価格	100 万円（参考市場価格）	質量	738 g	電源	充電式バッテリー または AC アダプタ	暖機時間	特に必要なし
価格	100 万円（参考市場価格）								
質量	738 g								
電源	充電式バッテリー または AC アダプタ								
暖機時間	特に必要なし								

(2) 実証試験結果 (PGM-7340 (11.7 eV)) まとめ

視点	PGM-7340 (11.7 eV) 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（酸素、二酸化炭素）、応答時間、再現性ともに、検出器のランプが原因と推定されるふらつきや感度変化がみられたが、本来は低濃度から高濃度まで良好な性能を有していると考えられる。</p> <p>ただし、干渉成分の影響（水分でのスパン）について、やや大きな影響が見られたので注意が必要である（例えば校正用ガスと測定ガスの水分濃度の違いなど）。</p> <p>塩素系 VOC に感度が高いとのことであるが、ジクロロメタンは感度が高いが、一般的な洗浄用の VOC では、標準のランプ 10.6 eV と大差がないようであった。</p>								
実用性	<p>測定範囲（ダイナミックレンジ）が広く、室内環境、作業環境、排ガスの VOC モニターとして有効である。</p> <p>基本的な測定結果は校正用ガスのイソブテン換算濃度であり、各種 VOC の濃度値を測定したい場合は注意が必要である。各種ガスの換算係数（C.F.）がテーブルとして示されているが、ランプ等のばらつきによるものか、テーブル通りとはいかないようである。厳密に濃度を測定したい場合は、測定現場での各種 VOC の成分濃度比率に近い校正用ガスでスパン調整を実施することが必要である。</p> <p>各種のプログラミングモード（校正、測定、単位、用語、アラーム等）が準備されており、測定現場での利用に適している。内蔵データメモリ機能があり、PC へのデータ転送も可能である。</p>								
簡便性	<p>操作手順は一般的な測定では簡単かつ容易である。</p> <p>詳細な設定方法については、取扱説明書は充実しているが、簡単な操作ガイドがあると便利だと考える。</p> <p>内蔵データメモリ機能があり、PC へのデータ転送も可能である。</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 1541 1348 1738"> <tbody> <tr> <td>価格</td> <td>100 万円（参考市場価格）</td> </tr> <tr> <td>質量</td> <td>738 g</td> </tr> <tr> <td>電源</td> <td>充電式バッテリー または AC アダプタ</td> </tr> <tr> <td>暖機時間</td> <td>特に必要なし</td> </tr> </tbody> </table>	価格	100 万円（参考市場価格）	質量	738 g	電源	充電式バッテリー または AC アダプタ	暖機時間	特に必要なし
価格	100 万円（参考市場価格）								
質量	738 g								
電源	充電式バッテリー または AC アダプタ								
暖機時間	特に必要なし								

## 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。

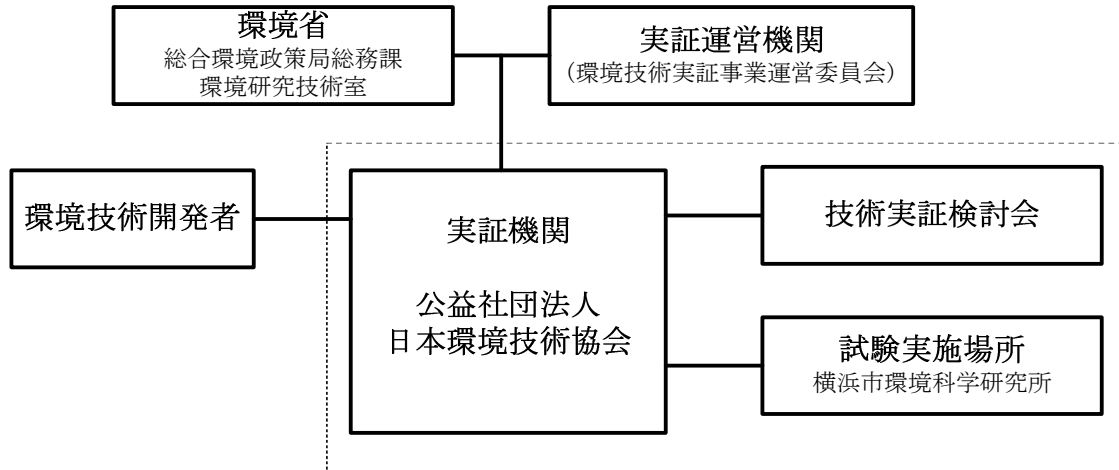


図2-1 実証試験参加組織

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	日本レイシシステムズ株式会社	実証対象機器の準備	田中 聡平
		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。

#### 3.1 機器の特徴

PID (Photo Ionization Detector : 光イオン化検出器) はさまざまな揮発性有機化合物や有毒ガスを ppb レベルの低濃度から 10,000ppm を超える高濃度まで広い範囲を測定することが可能である。

内蔵した電池で駆動するポータブルタイプで小型・軽量であり、操作ガスが不要なため持ち運びができ現場で簡単に測定することができる。成分分離機能はないが、操作が容易で保守性に優れているため、各種事業所での固定発生源から排出される VOC の高感度モニタリング、VOC 回収装置、作業環境、排水、土壌地下水浄化の監視など、各種 VOC 発生源での連続環境監視用に利用できる。

##### ★ 主な特徴

PGM-7340 はアメリカ合衆国環境保護庁 (EPA) が定める Method 21 に準拠している。

- ・ 実績のある PID 技術。特許取得済みのセンサーが提供する独自の機能:
- ・ 3 秒の応答時間
- ・ 測定範囲が 1 ppb~10,000 ppm まで拡張し直線性が向上
- ・ 湿度センサーと温度センサーの統合による湿度補正
- ・ Bluetooth によるワイヤレスデータ伝送 ( オプション)
- ・ 保守が容易な設計
- ・ 工具なしでランプやセンサーに数秒で簡単にアクセス可能
- ・ ガスの種別、補正係数、濃度を容易に把握できる大型ディスプレイ
- ・ 暗いところを照らすフラッシュライト機能
- ・ 200 種を超える化合物に対応した RAESystems 社の統合補正係数リストにより他の PID より多くの化学物質を測定
- ・ 多言語サポート(日本語を含む 12 言語対応)
- ・ IP-67 規格防水設計により、水中でのクリーニングと汚染除去が容易
- ・ ランプ種別の自動認識
- ・ 3 年保証の 10.6eV ランプ

#### 3.2 測定原理

ppbRAE3000 (PGM-7340)には揮発性有機化合物の検出に PID を採用しており、PID は紫外線を照射するランプと定流量の試料ガスを通気するセルからなり、セルには電極が配置されている。試料ガスに含まれる一部の揮発性有機化合物の分子は紫外線の照射によりイオン化され電極に移動し、その電荷量からガス濃度を測定する。

揮発性有機化合物 (VOC) や炭化水素 (HC) などの一般分類の化合物の検出に適しており、PID は感度が優れ、超低濃度 (ppb : parts per billion)の化合物でもすばやく反応するため、生命に緊急の脅威をもたらすガスだけでなく、長期的に健康に悪影響を与える有毒蒸気からも作業者を保護できる。

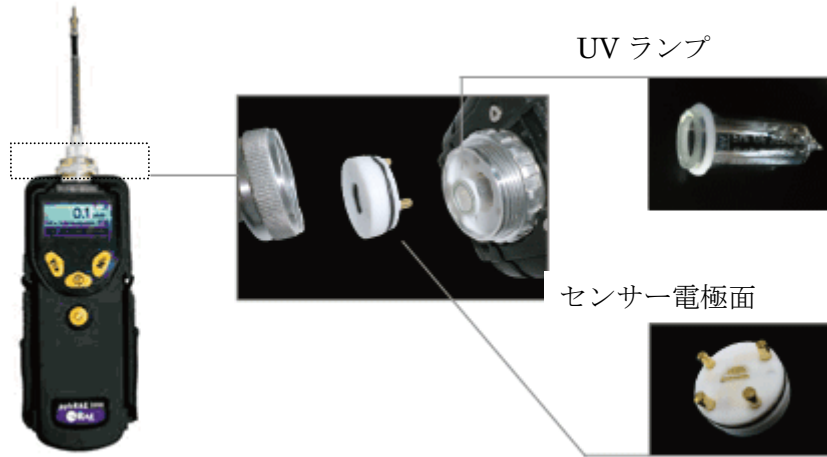


図 3 - 1 PID センサー分解図

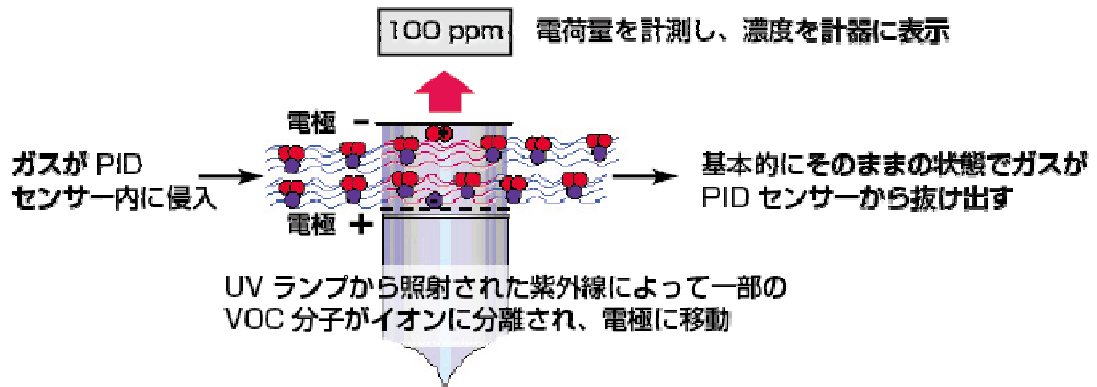


図 3 - 2 PID 原理

PID は、イオン化エネルギー (IE) がランプの光子エネルギーより低いすべての化合物の測定を行う。提供されるランプは、9.8、10.6 および 11.7eV の 3 種のランプである (今回の実証試験は 10.6 および 11.7eV について試験)。

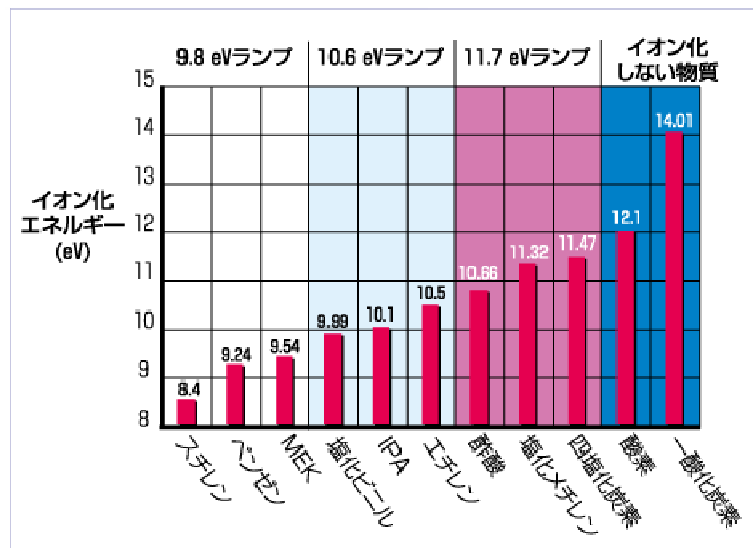


図 3 - 3 一部の一般的な化学物質のイオン化エネルギー (IE)



### 3.3 製品データ

表 3 - 1 に実証対象技術の仕様の一部を示した。

表 3 - 1 実証対象技術の仕様の一部

企業名	日本レイシステムズ株式会社
技術・製品の名称	ppbRAE3000
技術・製品の型番	PGM-7340
測定対象物質	各種 VOC : ユーザー作成可などの 4 つのリストによる測定ガス設定で、各種化合物に対応した補正可能。
測定濃度範囲	4 レンジ自動切換え。 ①10.6 eV ランプ 1 ppb~10,000 ppm (最小表示 1 ppb) ②11.7 eV ランプ 0.01 ~2,000 ppm(最小表示 0.01 ppm)
測定原理	PID (光イオン化検出器)
試料採取	500ml/min 内蔵ポンプによる吸引
性能データ	精度 : イソブテンにて、校正点の±2%
重量 (g)	738 g
価格 (円)	100 万円 (参考市場価格)
外形寸法	255 (長さ) ×76 (幅) ×64 (高さ) mm
電 源	充電式バッテリー または AC アダプタ
操作環境 (室温)	-20 °C ~ 50 °C
操作環境 (相対湿度)	0 % ~ 95 % 結露なきこと
操作環境 (その他) (その他使用できない環境)	特になし
製品保管条件 (メンテナンス方法など)	特になし
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）
イソブチレン	○	1ppb ~10,000ppm	校正点の±2%
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	△		

※（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 3-3 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 3-3 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
日本レイシステムズ 株式会社	ppbRAE3000 PGM-7340	---

## 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の台数は 2 台（検出器のランプが 10.6 eV、11.7 eV）、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。）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
PGM-7340	PID (光イオン化検出器)	10.6 eV ランプ：1 ppb～10,000 ppm (最小表示 1 ppb)	内蔵ポンプ	
		11.7 eV ランプ：0.01 ～2,000 ppm (最小表示 0.1 ppm)	0.5 L/min	
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イソブテン、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。

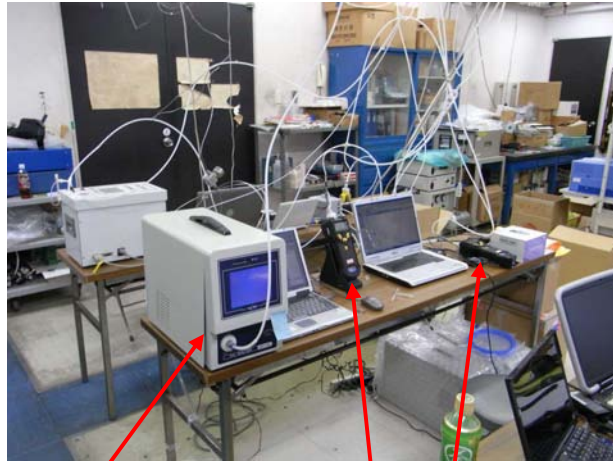
### 4.4 実証試験実施場所

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。



比較機 (FID)    実証製品 PGM-7340 (10.6eV)  
実証製品 PGM-7340 (11.7eV)



試験用ガス調製装置 (一部のみ使用)



加湿器

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、内部に保存されたデータをパソコンに取り込んで保存した。

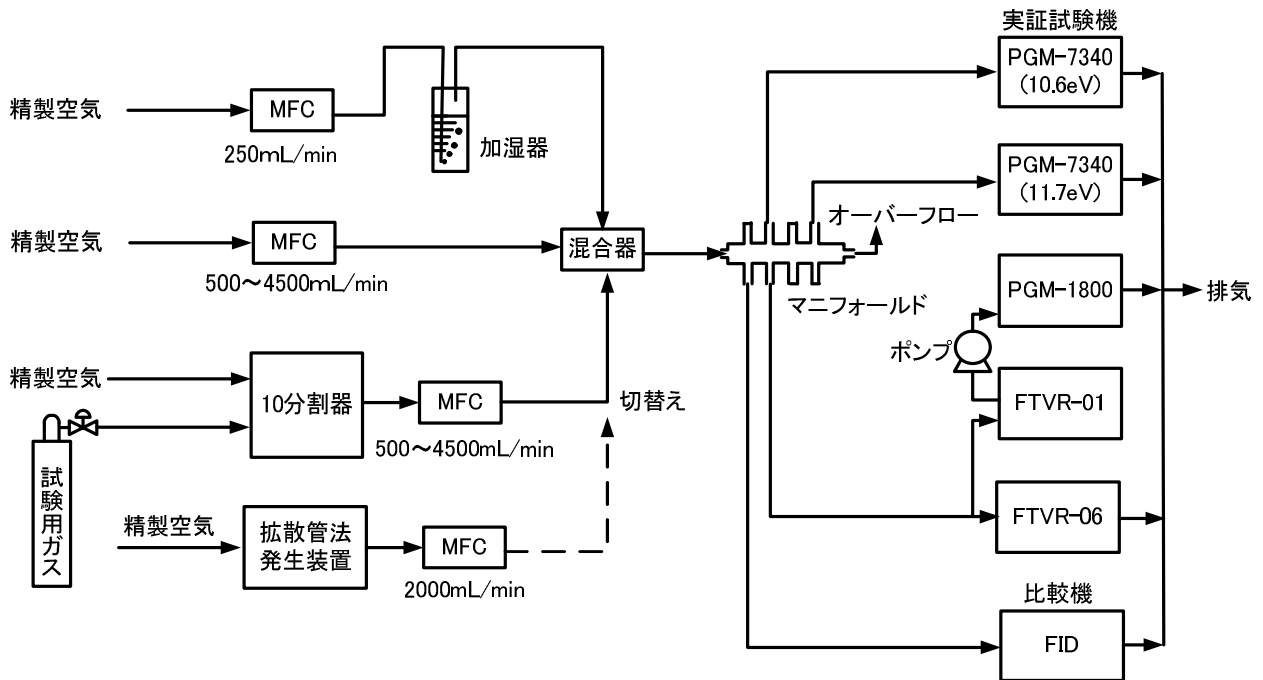


図5-2 実証試験における測定等の基本流路系統図

- \* 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。
- PGM-7340：ゼロガス、スパンガス（イソブテン）による校正。
- \* 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（200 ppm 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5-3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。

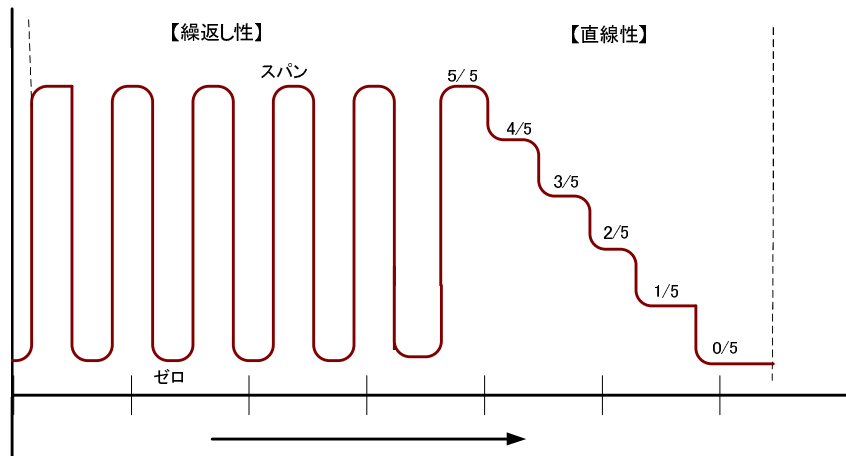


図5-3 繰返し性、直線性試験パターン

### (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 5-4 に、試験パターンを図 5-5 に示した。

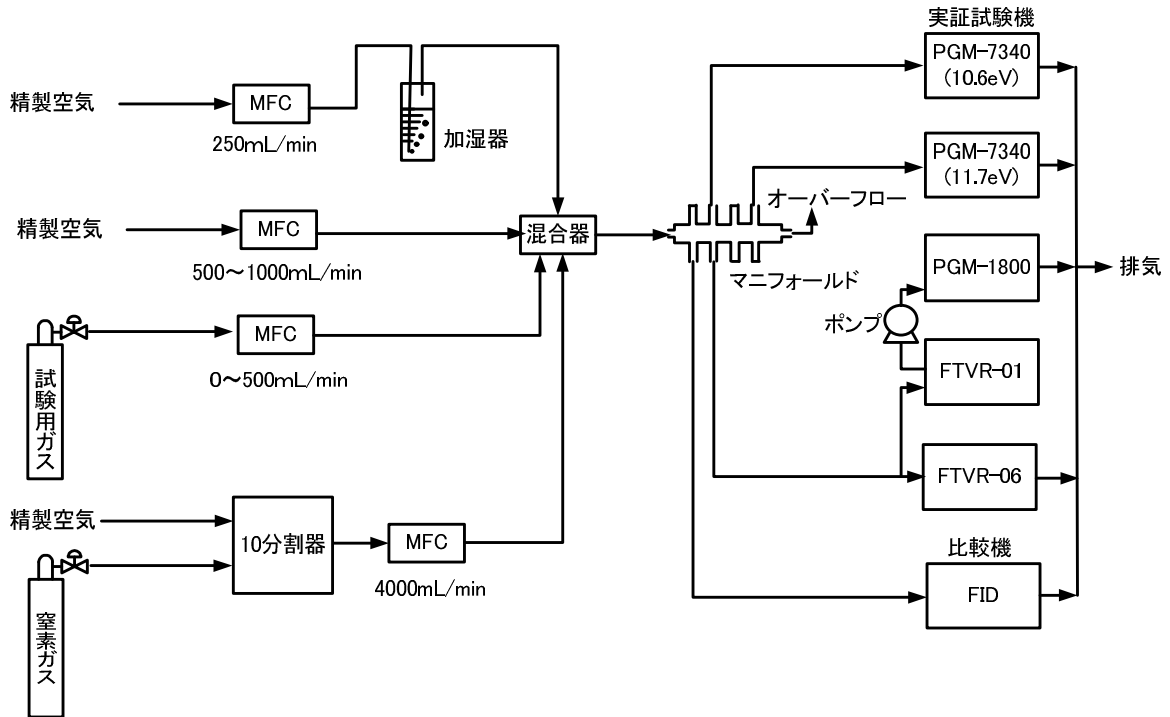


図 5-4 酸素影響試験の試験用ガスの調製

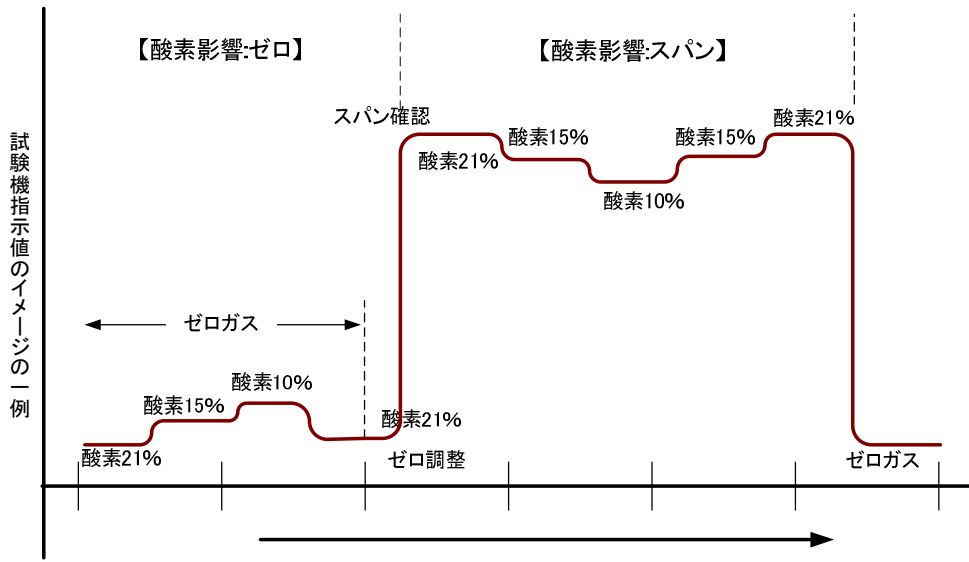


図 5-5 酸素影響試験のパターン

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 5-6 に、試験パターンを図 5-7 に示した。

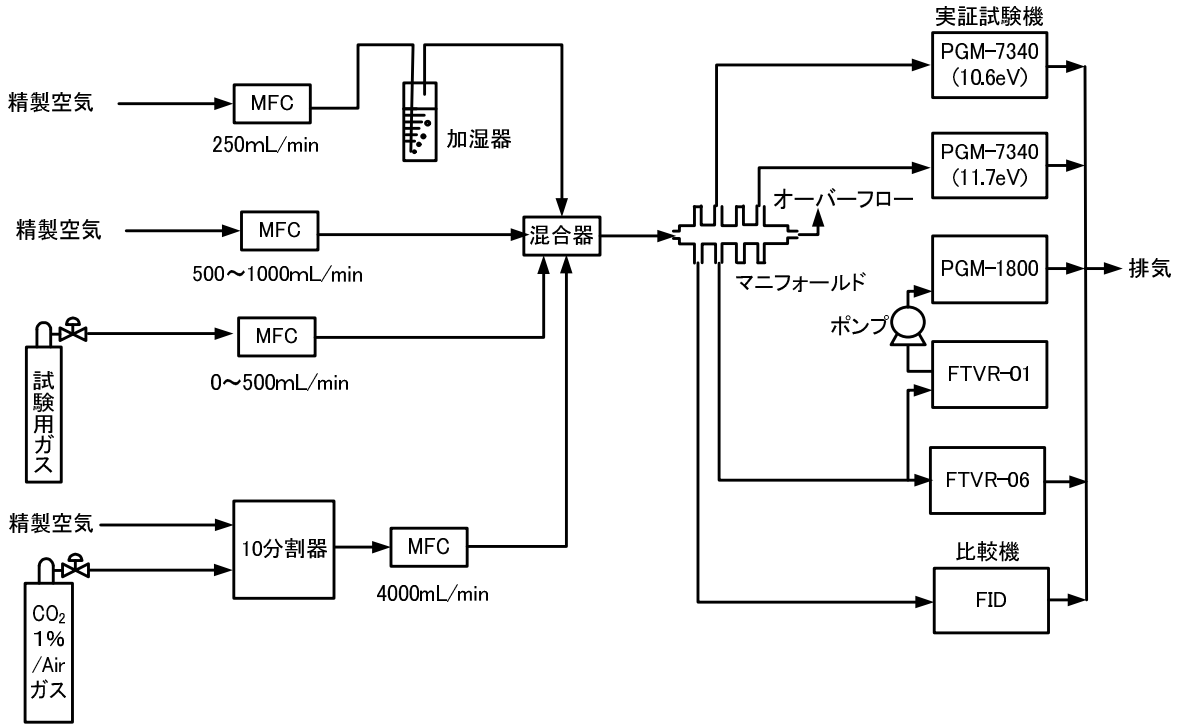


図 5-6 二酸化炭素影響試験の試験用ガスの調製

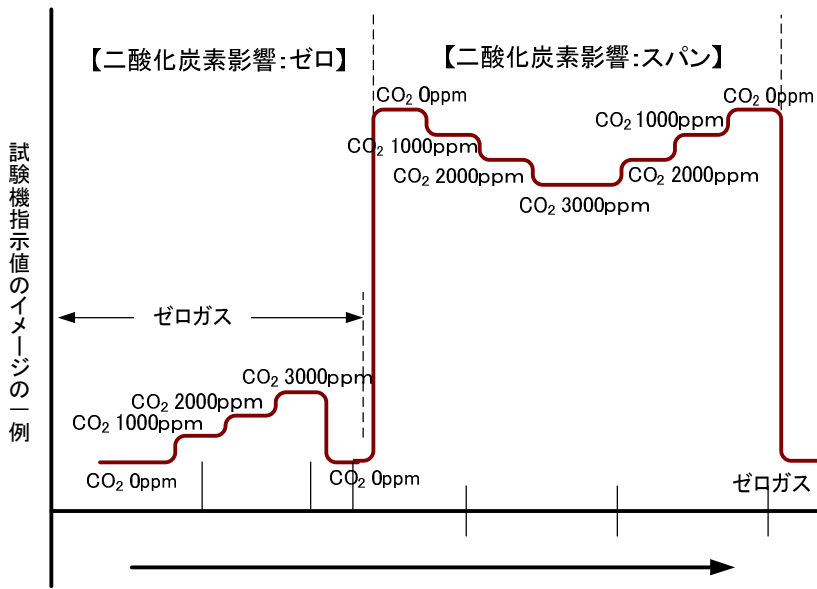


図 5-7 二酸化炭素影響試験のパターン

### ③ 水分影響試験

水分影響試験の水分濃度は 25℃ 付近における相対湿度 約 80、40、5 % について試験を実施した。試験用ガスの調製方法を図 5-8 に、試験パターンを図 5-9 に示した。

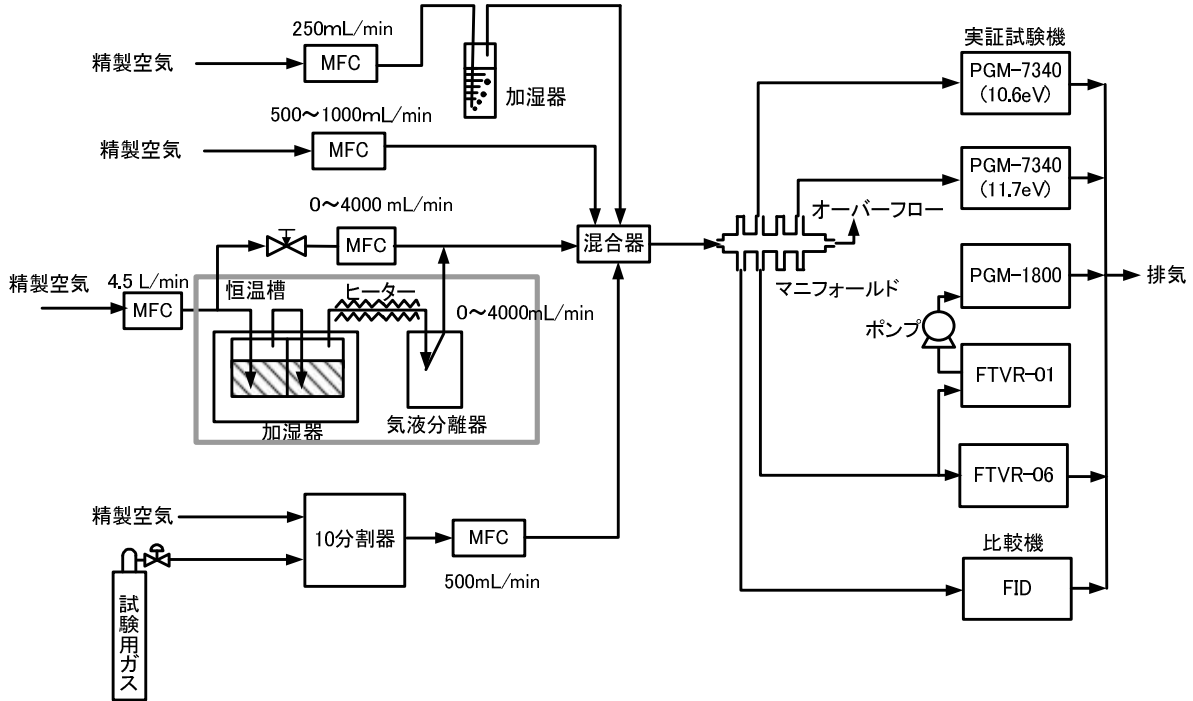


図 5-8 水分影響試験の試験用ガスの調製

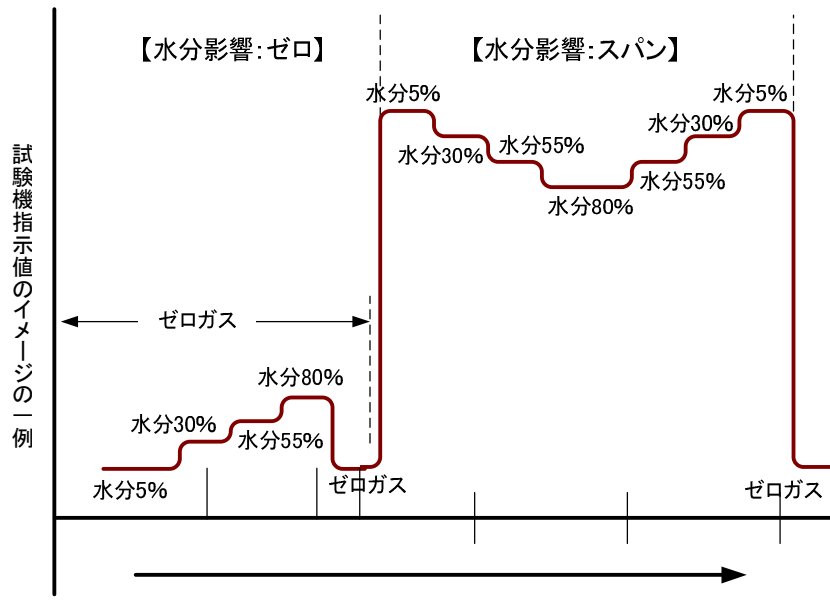


図 5-9 水分影響試験のパターン

### (3) 応答時間試験

応答時間は繰返し性試験時に、トルエン、模擬ガス (VOC 5 成分) を導入してから 20 分後 (または指示安定時) の指示値を 100 として、98 % 応答時間を求めた。

#### **(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）

\* ppbRAE3000 PGM-7340（ランプ：10.6 eV および 11.7 eV）は、同一規格の製品と認められた。

### 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	PGM-7340		
						PID		
						10.6 eV	11.7 eV	
						ppb	ppm	
2012年 12月 12日(水)トルエン 0.314ppmにて								
スパン	トルエン①	0.314		2.20	11:35	820	0.80	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	12:18	0	0.17	
スパン	トルエン①	0.314		2.20	13:05	842	0.78	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	13:42	4	0.13	
スパン	トルエン①	0.314		2.20	14:10	839	0.84	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	14:45	7	0.22	
スパン	トルエン①	0.314		2.20	15:20	848	0.75	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	16:00	5	0.10	
繰返し性(平均値からの偏差) : %						<b>ZERO 平均値</b>	4.0	0.16
						最大値偏差	0.4	8.2
						最小値偏差	-0.5	-6.9
						<b>SPAN 平均値</b>	837	0.79
						最大値偏差	1.3	6.0
						最小値偏差	-2.1	-5.4
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	0	0.18	
スパン	VOC 混合⑧	0.450	0.090	3.51	10:40	1129	1.50	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	11:07	0	0.16	
スパン	VOC 混合⑧	0.450	0.090	3.51	11:38	1198	1.42	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	12:13	9	0.13	
スパン	VOC 混合⑧	0.450	0.090	3.51	12:36	1206	1.43	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	13:09	16	0.16	
スパン	VOC 混合⑧	0.450	0.090	3.51	13:40	1219	1.46	
繰返し性(平均値からの偏差) : %						<b>ZERO 平均値</b>	6.3	0.2
						最大値偏差	0.8	1.5
						最小値偏差	-0.5	-1.9
						<b>SPAN 平均値</b>	1188	1.5
						最大値偏差	2.6	3.3
						最小値偏差	-5.0	-2.2

表6-1 繰返し性試験結果(2)

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	PGM-7340		
						PID		
						10.6 eV ppb	11.7 eV ppm	
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	10	0.16	
スパン	VOC 混合⑧	0.079	0.016	0.61	13:05	359	0.52	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	13:37	19	0.20	
スパン	VOC 混合⑧	0.079	0.016	0.61	14:05	364	0.45	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	14:33	13	0.12	
スパン	VOC 混合⑧	0.079	0.016	0.61	13:05	367	0.60	
繰返し性(平均値からの偏差): %						<b>ZERO 平均値</b>	14.0	0.16
						最大値偏差	1.4	7.6
						最小値偏差	-1.1	-7.6
						<b>SPAN 平均値</b>	363.3	0.52
						最大値偏差	1.0	14.6
						最小値偏差	-1.2	-14.0
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	0	0.29	
スパン	VOC 混合⑦	0.563	0.113	2.70	10:24	875	1.57	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	10:37	38	0.15	
スパン	VOC 混合⑦	0.563	0.113	2.70	11:01	892	1.56	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	11:29	37	0.22	
スパン	VOC 混合⑦	0.563	0.113	2.70	12:04	871	1.52	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	12:30	40	0.19	
スパン	VOC 混合⑦	0.563	0.113	2.70	13:00	885	1.54	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	13:30	37	0.26	
スパン	VOC 混合⑦	0.563	0.113	2.70	14:00	886	1.53	
繰返し性(平均値からの偏差): %						<b>ZERO 平均値</b>	30.5	0.22
						最大値偏差	1.1	4.4
						最小値偏差	-3.4	-14.4
						<b>SPAN 平均値</b>	882	1.54
						最大値偏差	1.2	1.7
						最小値偏差	-1.2	-1.6
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	1493	2.67	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	10:20	84	0.26	
スパン	VOC 混合⑨	1.014	0.203	0.608	10:34	1520	2.38	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	10:48	91	0.20	
スパン	VOC 混合⑨	1.014	0.203	0.608	10:58	1497	2.39	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	11:09	104	0.22	
スパン	VOC 混合⑨	1.014	0.203	0.608	11:21	1503	2.35	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	11:51	104	0.21	
繰返し性(平均値からの偏差): %						<b>ZERO 平均値</b>	95.8	0.22
						最大値偏差	0.5	1.53
						最小値偏差	-0.8	-0.92
						<b>SPAN 平均値</b>	1503.3	2.45
						最大値偏差	1.2	10.0
						最小値偏差	-0.7	-4.4

表6-1 繰返し性試験結果(3)

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	PGM-7340		
						PID		
						10.6 eV	11.7 eV	
						ppb	ppm	
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)8.1ppmにて								
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	12:32	52	0.13	
スパン	VOC混合⑨	8.1	2.7	13.5	12:42	10110	21.21	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	12:52	109	0.18	
スパン	VOC混合⑨	8.1	2.7	13.5	13:02	10140	20.86	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	13:12	121	0.20	
スパン	VOC混合⑨	8.1	2.7	13.5	13:21	10100	21.36	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	13:30	137	0.22	
繰返し性(平均値からの偏差): %						ZERO 平均値	104.8	0.18
						最大値偏差	0.3	0.2
						最小値偏差	-0.5	-0.2
						SPAN 平均値	10117	21.14
						最大値偏差	0.2	1.0
						最小値偏差	-0.2	-1.4
2012年 12月18日(火)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)9.05ppmにて								
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	14:20	132	0.24	
スパン	VOC混合⑦	9.05	1.81	43.42	14:30	7236	12.81	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	14:38	123	0.21	
スパン	VOC混合⑦	9.05	1.81	43.42	14:46	7172	12.94	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	14:55	119	0.17	
スパン	VOC混合⑦	9.05	1.81	43.42	15:03	7174	13.04	
ゼロ	Air	0.00	0.00	0.00	15:10	115	0.20	
スパン	VOC混合⑦	9.05	1.81	43.42	15:17	7200	13.26	
繰返し性(平均値からの偏差): %						ZERO 平均値	122.3	0.21
						最大値偏差	0.1	0.3
						最小値偏差	-0.1	-0.3
						SPAN 平均値	7196	13.01
						最大値偏差	0.6	1.9
						最小値偏差	-0.3	-1.6

(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。PGM-7340(11.7 eV)の結果で偏差がやや大きな範囲を示したが、その原因は指示のふらつきによるものであった。

表6-2 繰返し性試験結果まとめ

実証製品	項目	結果まとめ
PGM-7340 (10.6 eV)	ゼロ点	各濃度における偏差の範囲は-3.4 ~ 1.4 %であった。
	スパン	各ガス種、濃度における偏差の範囲は-5.0 ~ 2.6 %であった。
PGM-7340 (11.7 eV)	ゼロ点	各濃度における偏差の範囲は-14.4~8.2 %であった。
	スパン	各ガス種、濃度における偏差の範囲は-14.0~14.6 %であった。

## 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	PGM-7340	
						PID	
						10.6 eV ppb	11.7 eV ppm
スパン (10/10)	トルエン①	0.314		2.20	15:20	848	0.75
スパン (6/10)	トルエン①	0.189		1.32	15:40	521	0.47
スパン (3/10)	トルエン①	0.094		0.66	16:10	269	0.28
ゼロ (0/10)	Air	0.00		0.00	16:38	5	0.11
直線性(10/10値からの偏差) : %					6/10	1.4	2.7
					3/10	1.7	7.3
					0/10	0.6	14.7
ゼロ点補正後							
直線性(10/10値からの偏差) : %					6/10	1.2	-3.8
					3/10	1.3	-3.4
					0/10	0.0	0.0

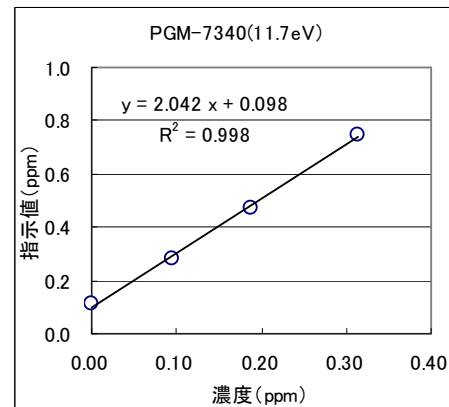
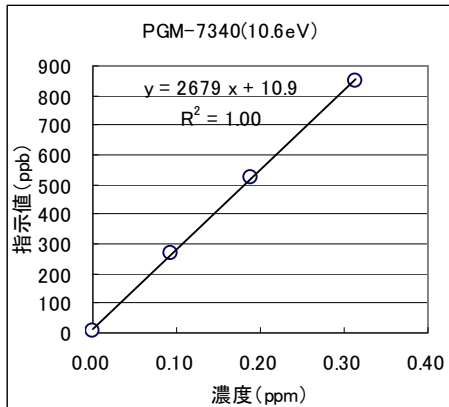




表 6 - 3 (2) 直線性試験結果

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	PGM-7340	
						PID	
						10.6 eV	11.7 eV
						ppb	ppm
ゼロ (0/5)	Air	0.00	0.00	0.00	13:09	16	0.16
スパン (5/5)	VOC 混合⑧	0.450	0.090	3.51	13:40	1219	1.46
スパン (4/5)	VOC 混合⑧	0.360	0.072	2.81	14:07	1005	1.20
スパン (3/5)	VOC 混合⑧	0.270	0.054	2.11	14:37	781	0.97
スパン (2/5)	VOC 混合⑧	0.180	0.036	1.41	15:07	545	0.68
スパン (1/5)	VOC 混合⑧	0.090	0.018	0.70	15:37	290	0.39
ゼロ (0/5)	Air	0.00	0.00	0.00	16:07	11	0.16
直線性(5/5値からの偏差) : %					4/5	2.2	0.0
					3/5	3.6	2.3
					2/5	4.0	0.0
					1/5	2.8	-2.3
					0/5	-0.4	0.0
ゼロ点補正後					ZERO平均値	13.5	0.16
直線性(5/5値からの偏差) : %					4/5	2.2	0.0
					3/5	3.7	2.3
					2/5	4.1	0.0
					1/5	2.9	-2.3
					0/5	0.0	0.0

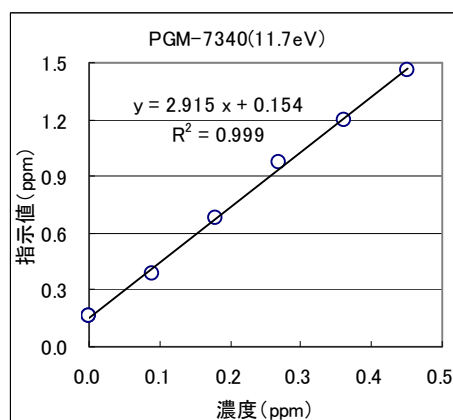
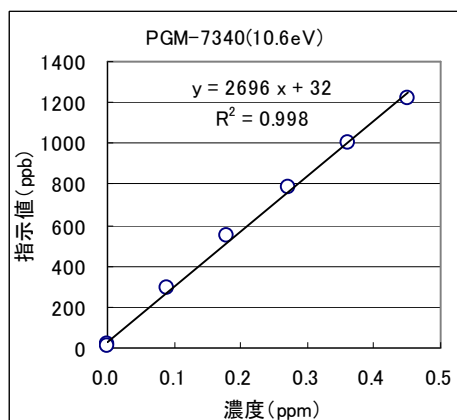


表 6 - 3 (3) 直線性試験結果

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	PGM-7340	
						PID	
						10.6 eV ppb	11.7 eV ppm
ゼロ (0/5)	Air	0.00	0.00	0.00	9:20	16	0.18
スパン (10/10)	VOC 混合⑧	0.113	0.023	0.88	9:50	519	0.75
スパン (7/10)	VOC 混合⑧	0.079	0.016	0.61	10:20	382	0.56
スパン (4/10)	VOC 混合⑧	0.045	0.009	0.35	11:05	236	0.45
スパン (2/10)	VOC 混合⑧	0.023	0.005	0.18	11:29	131	0.28
ゼロ (0/5)	Air	0.00	0.00	0.00	12:05	11	0.16
直線性(10/10値からの偏差) : %					7/10	2.8	-3.3
					4/10	3.7	7.4
					2/10	2.9	-2.5
					0/10	-1.2	-3.5
ゼロ点補正後					ZERO平均値	13.0	0.17
直線性(10/10値からの偏差) : %					7/10	2.9	-2.8
					4/10	4.1	8.3
					2/10	3.3	-1.0
					0/10	0.0	0.0

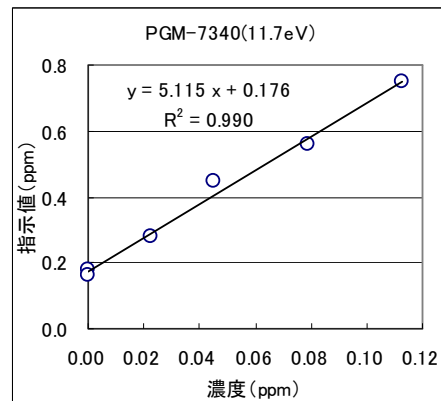
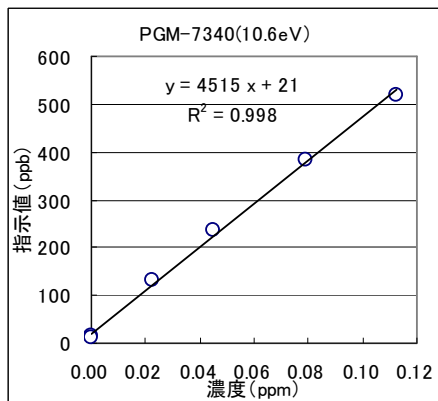


表 6 - 3 (4) 直線性試験結果

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	PGM-7340		
						PID		
						10.6 eV ppb	11.7 eV ppm	
スパン (5/5)	VOC 混合⑦	0.563	0.113	2.70	14:00	886	1.53	
スパン (4/5)	VOC 混合⑦	0.450	0.090	2.16	14:30	705	1.21	
スパン (3/5)	VOC 混合⑦	0.338	0.068	1.62	15:00	540	0.99	
スパン (2/5)	VOC 混合⑦	0.225	0.045	1.08	15:30	385	0.77	
スパン (1/5)	VOC 混合⑦	0.113	0.023	0.54	16:00	209	0.42	
ゼロ (0/5)	Air	0.00	0.00	0.00	16:30	30	0.19	
直線性(5/5値からの偏差) : %						4/5	-1.3	-5.2
						3/5	-0.8	-2.5
						2/5	1.0	0.2
						1/5	0.3	-7.4
						0/5	-0.8	-5.5
ゼロ点補正後								
直線性(5/5値からの偏差) : %						4/5	-1.1	-3.9
						3/5	-0.4	-0.3
						2/5	1.5	3.3
						1/5	0.9	-2.8
						0/5	0.0	0.0

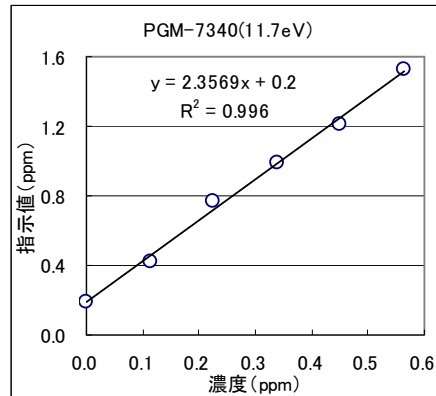
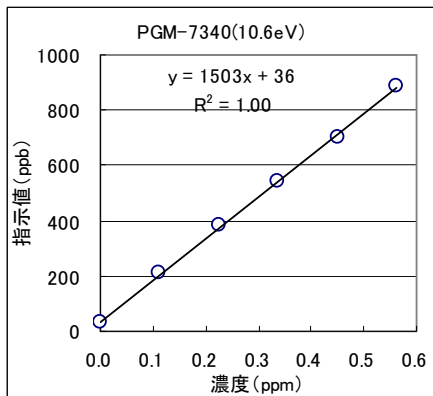


表 6 - 3 (5) 直線性試験結果

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	PGM-7340	
						PID	
						10.6 eV	11.7 eV
						ppb	ppm
ゼロ (0/3)	Air	0.00	0.00	0.00	11:09	104	0.22
スパン (3/3)	VOC 混合⑨	0.608	0.203	1.02	11:21	1503	2.35
スパン (2/3)	VOC 混合⑨	0.405	0.135	0.68	11:31	1049	1.59
スパン (1/3)	VOC 混合⑨	0.203	0.068	0.34	11:41	575	0.79
ゼロ (0/3)	Air	0.00	0.00	0.00	11:51	104	0.21
直線性(3/3値からの偏差) : %					2/3	0.9	-2.3
					1/3	0.3	-6.6
					0/3	0.0	-0.5
ゼロ点補正後					ZERO平均値	104	0.22
直線性(3/3値からの偏差) : %					2/3	0.9	-2.3
					1/3	0.3	-6.4
					0/3	0.0	0.0

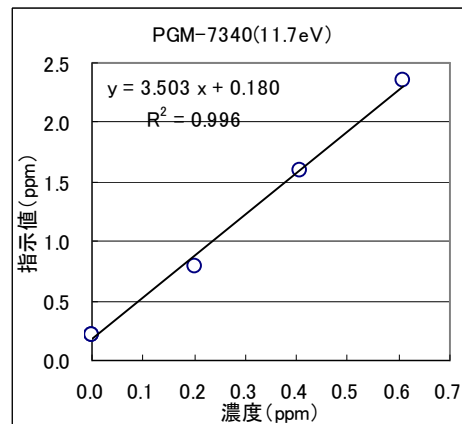
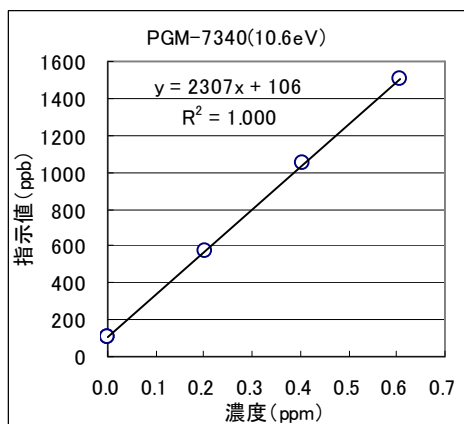


表 6 - 3 (6) 直線性試験結果

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)8.1ppm 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	PGM-7340		
						PID		
						10.6 eV ppb	11.7 eV ppm	
ゼロ (0/5)	Air	0.00	0.00	0.00	13:30	137	0.22	
スパン (5/5)	VOC 混合⑨	8.10	2.70	13.5	13:39	10190	20.78	
スパン (4/5)	VOC 混合⑨	6.48	2.16	10.8	13:48	8220	15.65	
スパン (3/5)	VOC 混合⑨	4.86	1.62	8.1	13:57	6307	11.18	
スパン (2/5)	VOC 混合⑨	3.24	1.08	5.4	14:05	4431	7.02	
スパン (1/5)	VOC 混合⑨	1.62	0.54	2.7	14:13	2316	3.55	
ゼロ (0/5)	Air	0.00	0.00	0.00	14:20	132	0.24	
直線性(5/5値からの偏差) : %						4/5	0.4	-5.0
						3/5	1.4	-6.7
						2/5	2.7	-6.9
						1/5	1.7	-3.8
						0/5	0.0	0.1
ゼロ点補正後						ZERO平均値	135	0.23
直線性(5/5値からの偏差) : %						4/5	0.4	-5.0
						3/5	1.4	-6.7
						2/5	2.7	-7.0
						1/5	1.7	-3.8
						0/5	0.0	0.0

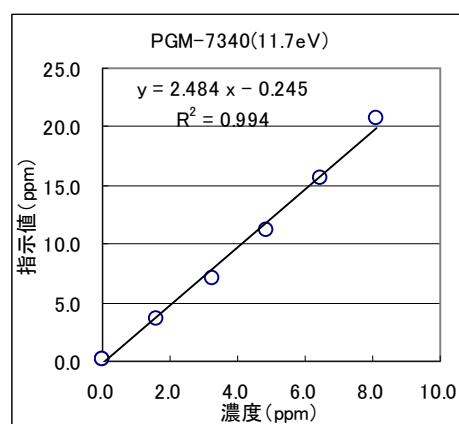
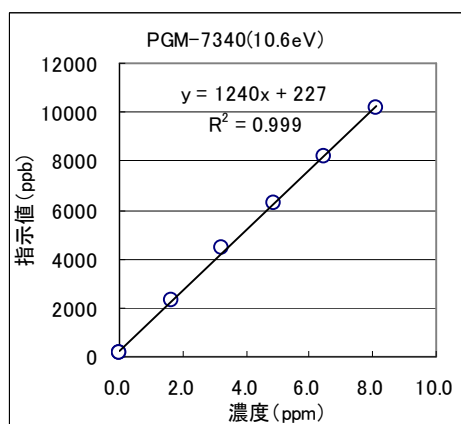


表 6 - 3 (7) 直線性試験結果

2012 年 12 月 18 日(火)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)9.05ppm 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	PGM-7340		
						PID		
						10.6 eV ppb	11.7 eV ppm	
ゼロ (0/5)	Air	0.00	0.00	0.00	15:10	115	0.20	
スパン (5/5)	VOC 混合⑦	9.05	1.81	43.42	15:17	7200	13.26	
スパン (4/5)	VOC 混合⑦	7.24	1.45	34.73	15:26	5838	9.79	
スパン (3/5)	VOC 混合⑦	5.43	1.09	26.05	15:33	4536	7.24	
スパン (2/5)	VOC 混合⑦	3.62	0.72	17.37	15:40	3096	4.86	
スパン (1/5)	VOC 混合⑦	1.81	0.36	8.68	15:47	1607	2.49	
ゼロ (0/5)	Air	0.00	0.00	0.00	15:53	94	0.20	
直線性(5/5値からの偏差) : %						4/5	0.8	-6.6
						3/5	2.4	-6.1
						2/5	2.1	-4.3
						1/5	1.1	-2.5
						0/5	-0.3	0.0
ゼロ点補正後					ZERO平均値		105	0.20
直線性(5/5値からの偏差) : %						4/5	0.8	-6.6
						3/5	2.5	-6.1
						2/5	2.2	-4.3
						1/5	1.2	-2.5
						0/5	0.0	0.0

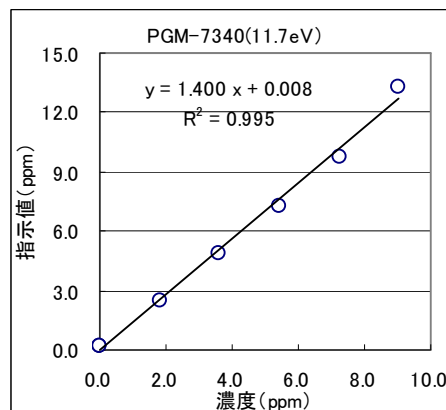
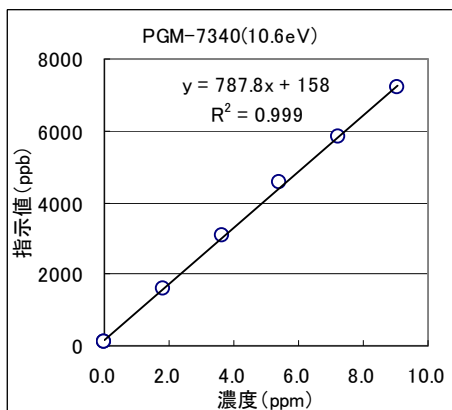
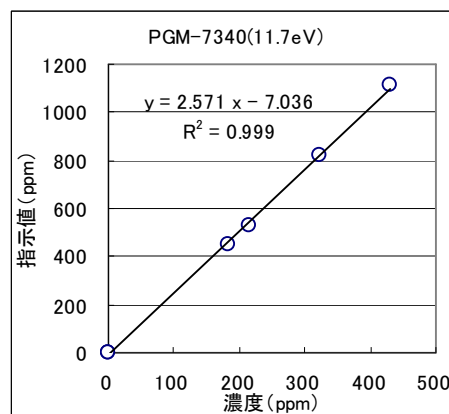
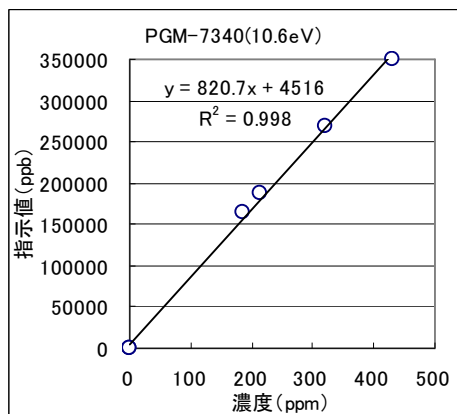


表 6 - 3 (8) 直線性試験結果

2012 年 12 月 19 日(水)蒸気拡散 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 430ppm 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	PGM-7340 PID		
						10.6 eV	11.7 eV	
						ppb	ppm	
ゼロ (0/5)	Air	0.00		0.00	9:35	67	0.25	
スパン (4/4)	VOC蒸気拡散5成分	430		2064	10:21	349000	1110	
スパン (3/4)	VOC蒸気拡散5成分	322		1548	10:29	270000	821.8	
スパン (2/4)	VOC蒸気拡散5成分	215		1032	10:37	188000	529.4	
スパン (3/7)	VOC蒸気拡散5成分	184		884	10:43	164000	453.4	
ゼロ (0/4)	Air	0.00		0.00	11:10	278	0.66	
直線性(4/4値からの偏差) : %						3/4	2.4	-1.0
						2/4	3.9	-2.3
						3/7	4.1	-2.0
						0/4	0.1	0.0
ゼロ点補正後						ZERO平均値	173	0.46
直線性(4/4値からの偏差) : %						3/4	2.4	-1.0
						2/4	3.8	-2.3
						3/7	4.1	-2.0
						0/4	0.0	0.0



(2) 結果の考察

表 6 - 4 に直線性試験結果をまとめた。

直線性試験結果は概ね良好であった。PGM-7340 (11.7 eV) において、偏差がやや大きな範囲を示したが、その原因は繰返し性の項と同様 (指示のふらつき) と推定できるものであった。

表 6 - 4 直線性試験結果まとめ

実証製品	結果まとめ
PGM-7340 (10.6 eV)	各ガス種、濃度における偏差の範囲は-1.1~4.1 %、近似直線の R2 乗値は 0.998 以上であった。
PGM-7340 (11.7 eV)	各ガス種、濃度における偏差の範囲は-7.0~8.3 %、近似直線 R <sup>2</sup> 値は 0.990 以上であった。

### 6.3 干渉影響試験

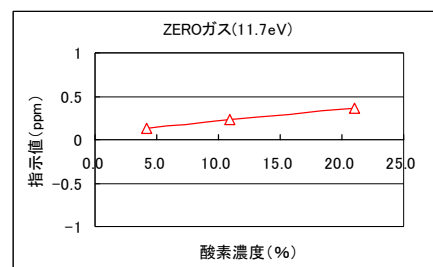
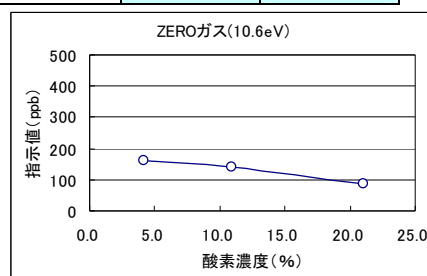
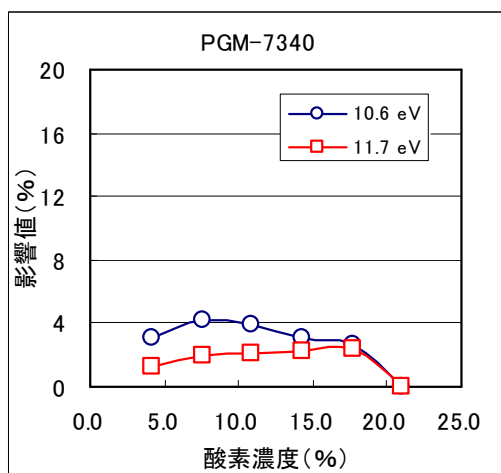
#### 6.3.1 酸素影響試験

##### (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(1)

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	PGM-7340	
						PID	
						10.6 eV ppb	11.7 eV ppm
2012年 12月19日(水) トルエン 10.5ppm にて							
ゼロ	Air	0.00	0.00	21.0	12:36	198	0.58
スパン	トルエン	10.5	73.5	21.0	12:48	19970	50.77
スパン	トルエン	10.5	73.5	17.6	12:57	20580	52.12
スパン	トルエン	10.5	73.5	14.3	13:01	20670	52.02
スパン	トルエン	10.5	73.5	10.9	13:07	20830	51.98
スパン	トルエン	10.5	73.5	7.6	13:13	20890	51.88
スパン	トルエン	10.5	73.5	4.2	13:21	20660	51.56
スパン	トルエン	10.5	73.5	21.0	13:28	20110	51.02
酸素 21%時の平均値						20040	50.90
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
						17.6	2.7
						14.3	3.1
						10.9	3.9
						7.6	4.2
						4.2	3.1
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	1.12
スパン	VOC 混合	0.16	1.248	10.9	16:03	603	1.04
スパン	VOC 混合	0.16	1.248	7.6	16:13	640	1.00
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	85	0.36
ゼロ	Air	0.00	0.00	10.9	9:33	141	0.23
ゼロ	Air	0.00	0.00	4.2	10:03	162	0.13





(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
PGM-7340 (10.6 eV)	酸素の影響（4～21 %において）は4.2 %以下で小さかった。
PGM-7340 (11.7 eV)	酸素の影響（4～21 %において）は2.5 %以下で小さかった。

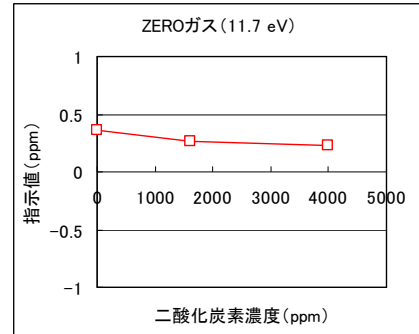
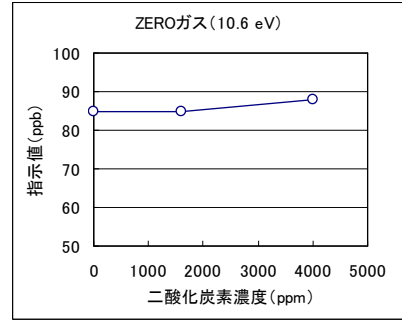
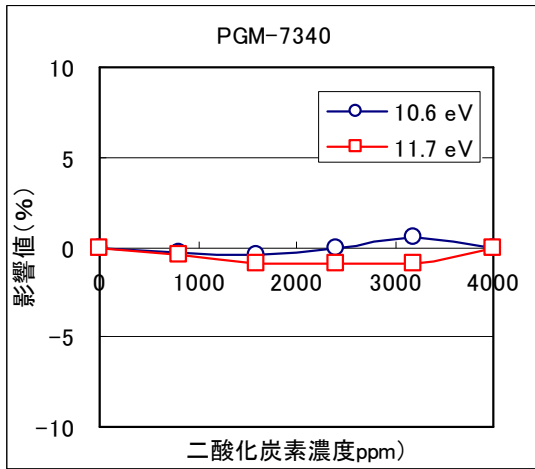
6.3.2 二酸化炭素影響試験

(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（1）

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	PGM-7340		
						PID		
						10.6 eV ppb	11.7 eV ppm	
2012年 12月19日(水) トルエン 10.5ppmにて								
スパン	トルエン	10.5	73.5	4000	14:01	20230	50.47	
スパン	トルエン	10.5	73.5	3200	13:54	20210	50.53	
スパン	トルエン	10.5	73.5	2400	13:49	20110	50.58	
スパン	トルエン	10.5	73.5	1600	13:42	20020	50.56	
スパン	トルエン	10.5	73.5	800	13:37	20050	50.78	
スパン	トルエン	10.5	73.5	0	13:28	20110	51.02	
影響値(CO2濃度0ppmの時の指示値を100とした時の影響比率)(%)						4000	0.0	0.0
						3200	0.5	-1.0
						2400	0.0	-0.9
						1600	-0.4	-0.9
						800	-0.3	-0.5
						0	0.0	0.0
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	466	1.05	
スパン	VOC混合⑥	0.16	1.25	1600	12:03	476	1.01	
スパン	VOC混合⑥	0.16	1.25	4000	11:33	474	0.93	
影響値(CO2濃度0ppmの時の指示値を100とした時の影響比率)(%)						0	0	0
						1600	2.1	-3.8
						4000	1.7	-11.4
2012年 12月20日(木) ゼロガスにて								
ゼロ	Air	0.00	0.00	0	9:10	85	0.36	
ゼロ	Air	0.00	0.00	1600	10:33	85	0.27	
ゼロ	Air	0.00	0.00	4000	11:03	88	0.23	



(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
PGM-7340 (10.6 eV)	二酸化炭素の影響 (0~4000 ppm において) は 1 % 以下であった。
PGM-7340 (11.7 eV)	二酸化炭素の影響 (0~4000 ppm において) は 1 % 以下であった。

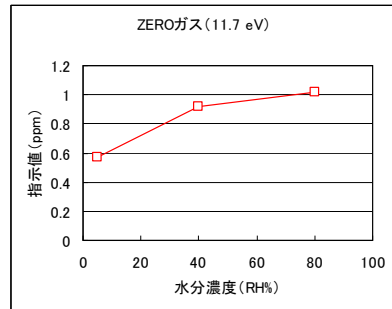
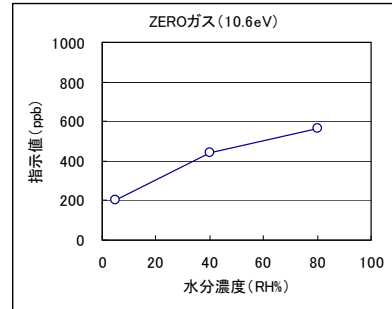
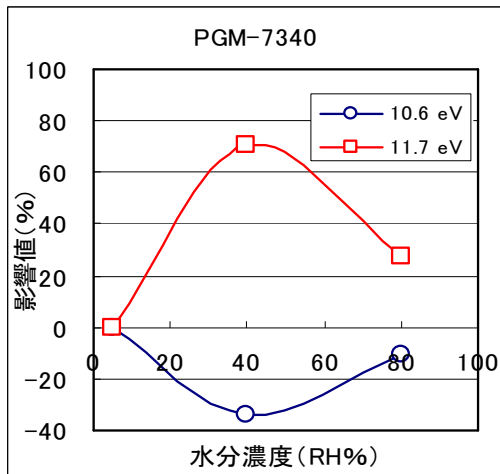
### 6.3.3 水分影響試験

#### (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	PGM-7340	
						PID	
						10.6 eV	11.7 eV
						ppb	ppm
2012年 12月 20日(木) ゼロガス、トルエン 10.5ppm にて							
ゼロ	Air	0.00	0.00	RH80%	14:18	563	1.02
ゼロ	Air	0.00	0.00	RH40%	15:33	440	0.92
ゼロ	Air	0.00	0.00	RH5%	15:51	205	0.57
スパン	トルエン	10.5	73.5	RH80%	16:45	27430	42.0
スパン	トルエン	10.5	73.5	RH40%	16:25	20280	56.3
スパン	トルエン	10.5	73.5	RH5%	17:05	30700	33.0
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%	0.0	0.0
					RH40%	-34.2	70.8
					RH80%	-10.7	27.4



#### (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。

スパンでの水分の影響がやや大きかったので注意が必要である (例えば校正ガスと実ガスの水分濃度の違い等)。

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
PGM-7340 (10.6 eV)	水分の影響 (RH5~80 %において) は-40 %とやや大きかった。
PGM-7340 (11.7 eV)	水分の影響 (RH5~80 %において) は+70 %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
PGM-7340 (10.6 eV)	1分40秒～3分40秒
PGM-7340 (11.7 eV)	1分40秒～3分40秒

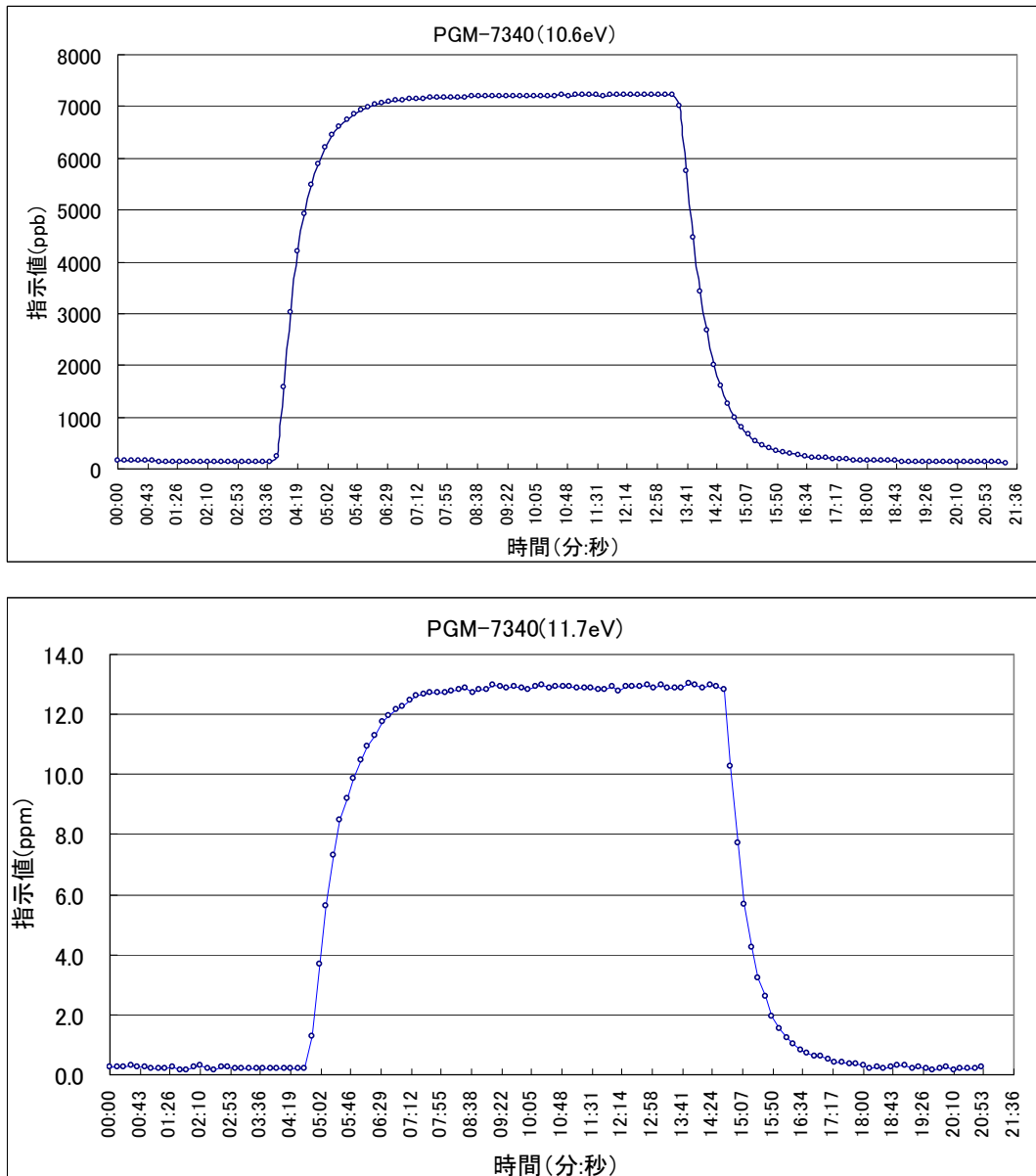


図6-1 指示値の例

(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)9.05ppm 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校正用ガスの指示値を表 6-12 に示した。

PGM-7340 (10.6 eV) は良く安定していた。

PGM-7340 (11.7 eV) は試験スタート時にノイズが大きく、3 日目ごろから小さくなり感度が 2 倍以上に上昇した。ランプのエイジング不足による現象のように考えられるが、原因は不明である。

表 6-12 再現性試験結果

実証製品	校正用ガス	12月21日		
		12月12日	9706 ppb	感度比 1.01
PGM-7340 (10.6 eV)	イソブテン 9.62 ppm	9620 ppb		
PGM-7340 (11.7 eV)	イソブテン 9.62 ppm	9.62 ppm	24.5 ppm	感度比 2.55

トルエン試験用ガス測定時の比較機（水素炎イオン化検出器：排ガス TVOC 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)	PGM-7340	
			PID	
			10.6 eV	11.7 eV
12月12日	トルエン	0.314	1.08	0.59
12月12日	トルエン	0.314	1.01	0.48
12月19日	トルエン	94.5	0.89	1.59
12月21日	トルエン	1.89	1.02	1.26
12月21日	トルエン	2.10	0.89	1.09
12月21日	トルエン	0.189	1.00	1.11

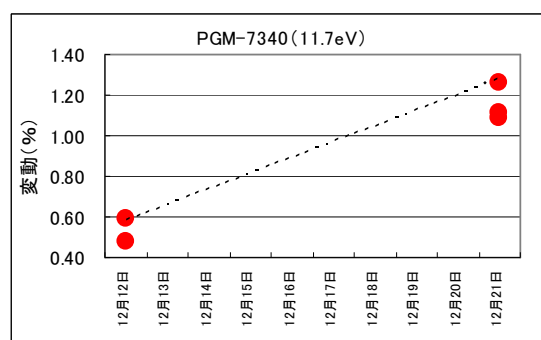
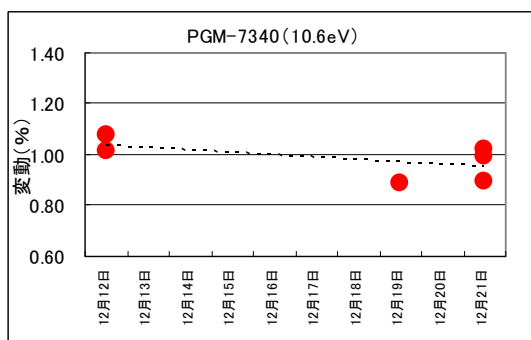


図 6-2 再現性試験結果

## 6.6 実証試験結果まとめ

\* ppbRAE3000 PGM-7340 (ランプ: 10.6 eV および 11.7 eV) は、同一規格の製品と認められた。

表 6 - 15 (1) 実証試験結果 (PGM-7340 (10.6 eV)) まとめ

視点	PGM-7340 (10.6 eV) 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 (酸素、二酸化炭素)、応答時間、再現性ともに、低濃度から高濃度まで、非常に良好な性能を有していた。</p> <p>ただし、干渉成分の影響 (水分でのスパン) について、やや大きな影響が見られたので注意が必要である (例えば校正用ガスと測定ガスの水分濃度の違いなど)。</p>								
実用性	<p>測定範囲 (ダイナミックレンジ) が広く、室内環境、作業環境、排ガスの VOC モニターとして有効である。</p> <p>基本的な測定結果は校正用ガスのイソブテン換算濃度であり、各種 VOC の濃度値を測定したい場合は注意が必要である。各種ガスの換算係数 (C.F.) がテーブルとして示されているが、ランプ等のばらつきによるものか、テーブル通りとはいかないようである。厳密に濃度を測定したい場合は、測定現場での各種 VOC の成分濃度比率に近い校正用ガスでスパン調整を実施することが必要である。</p> <p>各種のプログラミングモード (校正、測定、単位、用語、アラーム等) が準備されており、測定現場での利用に適している。内蔵データメモリ機能があり、PC へのデータ転送も可能である。</p>								
簡便性	<p>操作手順は一般的な測定では簡単かつ容易である。</p> <p>詳細な設定方法については、取扱説明書は充実しているが、簡単な操作ガイドがあると便利だと考える。</p> <p>内蔵データメモリ機能があり、PC へのデータ転送も可能である。</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 1541 1348 1738"> <tbody> <tr> <td>価格</td> <td>100 万円 (参考市場価格)</td> </tr> <tr> <td>質量</td> <td>738 g</td> </tr> <tr> <td>電源</td> <td>充電式バッテリー または AC アダプタ</td> </tr> <tr> <td>暖機時間</td> <td>特に必要なし</td> </tr> </tbody> </table>	価格	100 万円 (参考市場価格)	質量	738 g	電源	充電式バッテリー または AC アダプタ	暖機時間	特に必要なし
価格	100 万円 (参考市場価格)								
質量	738 g								
電源	充電式バッテリー または AC アダプタ								
暖機時間	特に必要なし								

表 6 - 15 (2) 実証試験結果 (PGM-7340 (11.7 eV)) まとめ

視点	PGM-7340 (11.7 eV) 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（酸素、二酸化炭素）、応答時間、再現性ともに、検出器のランプが原因と推定されるふらつきや感度変化がみられたが、本来は低濃度から高濃度まで良好な性能を有していると考えられる。</p> <p>ただし、干渉成分の影響（水分でのスパン）について、やや大きな影響が見られたので注意が必要である（例えば校正用ガスと測定ガスの水分濃度の違いなど）。</p> <p>塩素系 VOC に感度が高いとのことであるが、ジクロロメタンは感度が高いが、一般的な洗浄用の VOC では、標準のランプ 10.6 eV と大差がないようであった。</p>								
実用性	<p>測定範囲（ダイナミックレンジ）が広く、室内環境、作業環境、排ガスの VOC モニターとして有効である。</p> <p>基本的な測定結果は校正用ガスのイソブテン換算濃度であり、各種 VOC の濃度値を測定したい場合は注意が必要である。各種ガスの換算係数（C.F.）がテーブルとして示されているが、ランプ等のばらつきによるものか、テーブル通りとはいかないようである。厳密に濃度を測定したい場合は、測定現場での各種 VOC の成分濃度比率に近い校正用ガスでスパン調整を実施することが必要である。</p> <p>各種のプログラミングモード（校正、測定、単位、用語、アラーム等）が準備されており、測定現場での利用に適している。内蔵データメモリ機能があり、PC へのデータ転送も可能である。</p>								
簡便性	<p>操作手順は一度使用してからは、簡単かつ容易である。</p> <p>取扱説明書は充実しているが、簡単な操作ガイドがあると便利だと考える。</p> <p>内蔵データメモリ機能があり、PC へのデータ転送も可能である。</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 1496 1348 1691"> <tbody> <tr> <td>価格</td> <td>100 万円（参考市場価格）</td> </tr> <tr> <td>質量</td> <td>738 g</td> </tr> <tr> <td>電源</td> <td>充電式バッテリー または AC アダプタ</td> </tr> <tr> <td>暖機時間</td> <td>特に必要なし</td> </tr> </tbody> </table>	価格	100 万円（参考市場価格）	質量	738 g	電源	充電式バッテリー または AC アダプタ	暖機時間	特に必要なし
価格	100 万円（参考市場価格）								
質量	738 g								
電源	充電式バッテリー または AC アダプタ								
暖機時間	特に必要なし								

## 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。