

環境省
平成25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26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 : 新コスモス電機株式会社
製品名・型番 : ポータブルガス分析装置 XG-100V
(作業環境 VOC 用 高濃度測定仕様)
実証試験実施場所 : 横浜市環境科学研究所
実証番号 : 100-1302



本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に帰属します。

－ 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.....	- 9 -
本編.....	- 10 -
1. 導入と背景.....	- 10 -
2. 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌.....	- 11 -
3. 実証対象技術（機器等）の概要.....	- 12 -
3.1 機器の特徴.....	- 12 -
3.2 測定原理.....	- 12 -
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（オプション）.....	- 15 -
4. 実証試験場所の概要.....	- 16 -
4.1 実証試験場所の名称等.....	- 16 -
4.2 実証試験設備.....	- 16 -
5. 実証試験の内容.....	- 17 -
5.1 試験期間.....	- 17 -
5.2 実証対象試験機の台数等.....	- 17 -
5.3 実証項目.....	- 18 -
5.4 実証試験実施方法.....	- 19 -
5.5 現場における実ガス測定.....	- 24 -
6. 実証試験結果と考察.....	- 25 -
6.1 繰返し性試験.....	- 26 -
6.2 直線性試験.....	- 28 -
6.3 干渉影響試験.....	- 32 -
6.4 応答時間試験.....	- 35 -
6.5 再現性（ドリフト）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 -
○付録.....	- 39 -
用語の定義（JIS）.....	- 39 -
実証試験要領で使用している用語.....	- 40 -
○資料編.....	- 41 -
1. 実証試験場所及び装置写真.....	- 41 -
2. クロマトの例.....	- 43 -
3. 測定画面及びデータベース画面.....	- 44 -

全体概要

実証対象技術／ 環境技術開発者	ポータブルガス分析装置 XG-100V（作業環境 VOC 用 高濃度測定仕様） 新コスモス電機株式会社
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 25 年 12 月 9 日（月）～12 月 20 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「作業環境 VOC」用の簡易測定

1. 実証対象技術の概要

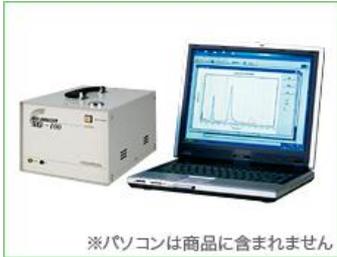
（本章の情報は、環境技術開発者が自らの責任において申請した内容及びその情報を参考に整理したものであり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。）

○ 機器の特徴

検出器に半導体式センサ(金属酸化物半導体式)を用いた、ポータブルタイプのガスクロマトグラフで、作業環境の揮発性有機化合物（以下：VOC）測定をターゲットとした測定機である。検出器は様々な芳香族炭化水素に対して高い感度を有しており、試料を濃縮することなく、作業環境における ppm レベルの VOC 濃度の計測が可能である。ガスクロマトグラフのキャリアガスには周辺空気を使用し、全体を小型、軽量化することにより、現場で使用することができるポータブルガス分析装置となっている。簡単な操作、日常での部品交換が不要なこと、シリンジによる直接導入あるいはオートサンプリング（自動吸引）機能（仕様により異なるが実証試験機はオートサンプリング機能付き）の搭載など、操作が容易で保守性に優れている。

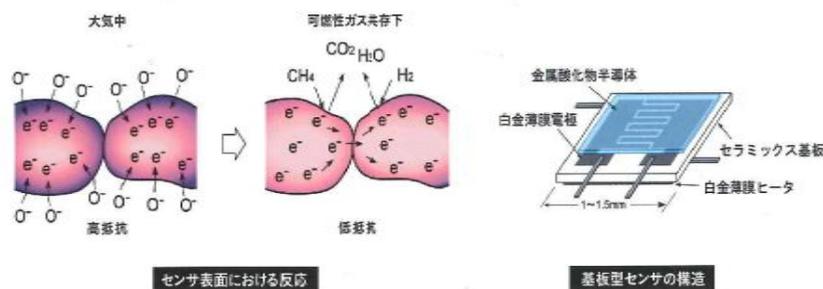
○ 仕様の概要

項目	記入欄
企業名	新コスモス電機株式会社 URL http://www.new-cosmos.co.jp
住 所	〒532-0036 大阪府大阪市淀川区三津屋中 2-5-4
担当者所属・氏名	営業開発部 吉栄 康城
連絡先 TEL/FAX	TEL : 06 (7668) 8577 FAX : 06 (6308) 1708
技術・製品の名称・型番	ポータブルガス分析装置 XG-100V（作業環境 VOC 用高濃度測定仕様）
測定対象物質	<i>n</i> -ヘキサン、イソプロピルアルコール、酢酸メチル、メタノール、ジクロロメタン、アセトン、酢酸エチル、メチルエチルケトン、イソブチルアルコール、酢酸イソブチル、トルエン、1-ブタノール、メチルイソブチルケトン、酢酸 <i>n</i> ブチル、エチルベンゼン、 <i>p</i> -キシレン、 <i>m</i> -キシレン、 <i>o</i> -キシレン、シクロヘキサノン、ブチルセロソルブ
測定濃度範囲	0.5ppm～250ppm
測定原理	金属酸化物半導体式センサ+ガスクロマトグラフィ
重量 (g)	約 10Kg
価格 (円)	240 万円（参考市場価格）

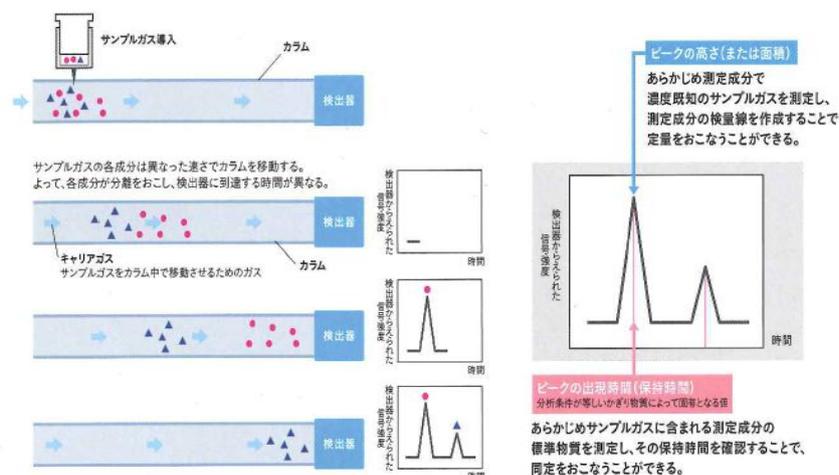
外形寸法	W 240 × D 380 × H 190 mm
電源	AC100V 50/60Hz 35W
概観	 <p>※パソコンは商品に含まれません</p>

○ 測定原理

XG-100V（室内環境用）には VOC の検出に金属酸化物半導体式センサを採用し、VOC の分離方法としてガスクロマトグラフィを採用している。金属酸化物半導体式センサは、300～500℃に加熱した金属酸化物半導体表面の吸着酸素を可燃ガスが消費（酸化）した時に生じる抵抗値の変化を検出する。センサは加熱ヒータと電極上に金属酸化物を焼結した検知面から構成されている。



ガスクロマトグラフィはガス分析に用いられる手法のひとつで、ガス成分がカラム（サンプルガスを分離させる管）を通過する際の速度の違いを利用し、ガスを分離する。下図のように、カラムを通過する速度の早い成分は短時間で検出器まで到達する。この通過時間はガス成分ごとに固有の値をもち、その結果を利用して同定する。また検出器の出力に応じて定量結果を得ることができる。



2. 実証試験の概要

○ 試験期間

実証試験は平成25年12月9日(月)～12月20日(金)の期間に実施した。また、実証試験に関しては「平成25年度 環境技術実証事業 実施要領」(平成25年4月1日)及び「VOC等簡易測定技術 実証試験要領」(平成25年8月29日)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、応答時間、再現性(ドリフト)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 5.4 実証試験実施方法を参照。

○ 繰返し性試験

XG-100V は装置の仕様として、ゼロ校正モードが存在しないため、繰返し性試験はスパン点のみ確認を実施した。また、装置は作業環境の VOC 計測を目的とするため、酸素や塩素を含有した VOC ガスに対しても試験を実施した。ガス種及び濃度に関しては、過去に実施した実証試験との共通化を考慮して選定したため、酸素含有 VOC 及び塩素含有 VOC ガスについては、測定成分と、干渉成分の混合ガスとなった。

繰返し性試験結果としては、良好な結果が得られた。

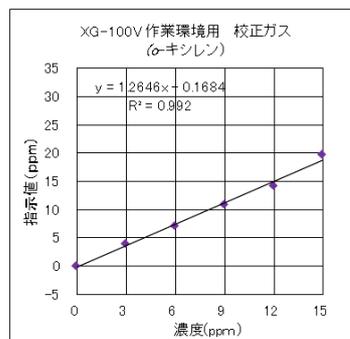
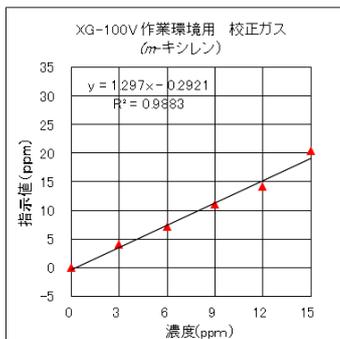
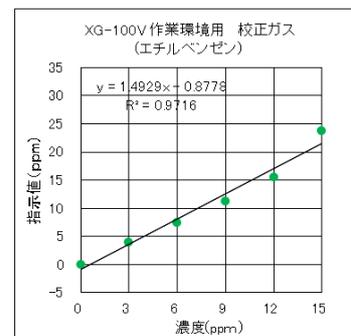
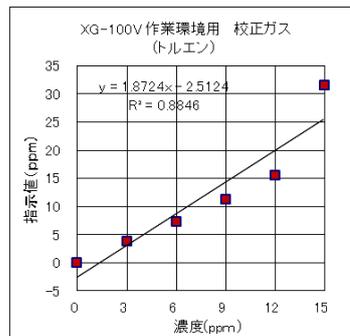
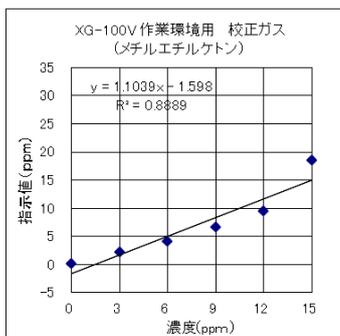
実証製品	ガス種	結果まとめ
XG-100V 作業環境用	ゼロ点	ゼロ校正機能はなく、装置としてもゼロであれば濃度表示されない。このため、繰返し性試験は実施しなかった。
	スパン点 VOC スパン ガス	○スパン校正ガス： メチルエチルケトン、トルエン、エチルベンゼン、 <i>m</i> -キシレン、 <i>o</i> -キシレン（各 15ppm） ○試験結果 メチルエチルケトン -4.6~2.7%、エチルベンゼン、 -2.0~2.8%、 <i>m</i> -キシレン -5.0~3.7%、 <i>o</i> -キシレン -3.8~4.9% といずれも±5.0%の範囲であった。トルエン -10.3~6.3%であった。
	スパン点 酸素含有 VOC ガス	○酸素含有 VOC ガス イソプロピルアルコール、酢酸エチル、トルエン、 <i>n</i> -ヘキサン、 メチルエチルケトン 各 5ppm ○試験結果 試験に使用した酸素含有 VOC 5 成分は、測定対象成分であるメチルエチルケトンとトルエンを含むためこの 2 成分に関しては干渉影響も含めた測定成分としての繰返し性試験となった。2 成分ともに±1%以内であった。 <i>n</i> -ヘキサン、イソプロピルアルコール、酢酸エチルは干渉成分としての評価となったが、測定対象成分である、エチルベンゼン、 <i>m</i> -キシレン、 <i>o</i> -キシレンには指示影響は見られなかった。
	スパン点 塩素含有 VOC ガス	○塩素含有 VOC ガス 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 各 15ppm ○試験結果 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 各 15ppm のガスを導入した結果、メチルエチルケトン、 -8.1~9.5%、トルエン -9.2~7.2%、 <i>m</i> -キシレンは 3 回測定中 2 回影響値が確認された。エチルベンゼン及び <i>o</i> -キシレンは影響 なかった。

- * VOC計の測定用途を考慮して、実証試験は、スパン VOC ガス、酸素含有 VOC 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圧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想定、塩素含有 VOC 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圧容器に充填可能なガスから選定したもので、洗浄事業所を想定したガスとして、試験を実施した。

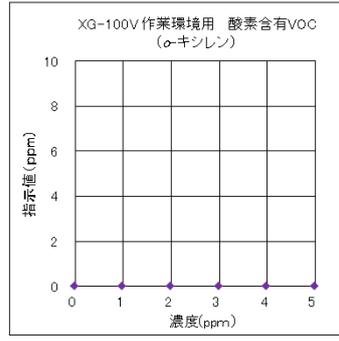
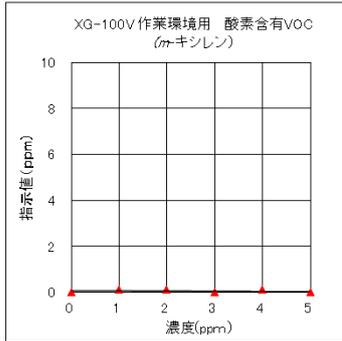
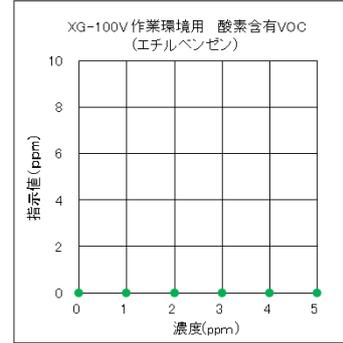
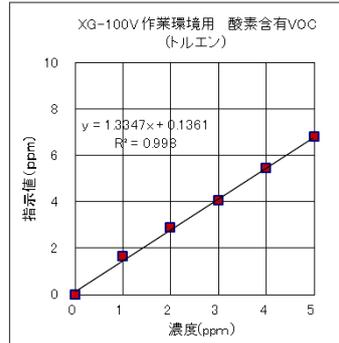
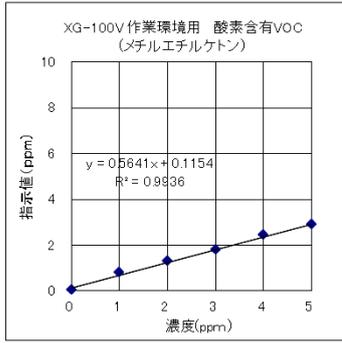
○ 直線性試験

直線性試験結果は、分割器における分割点 5/5 において、スパンガスの一部の成分で、直線性の傾向が異なる現象が見られた。分割点 1/5～4/5 においては良好な直線性が確認できた。このため、近似直線の R² 値が若干低めとなっている。実証試験終了後における申請メーカーによる確認試験では、良好な直線性の結果が得られており、実証試験におけるガス導入方法及びガス種の差に起因するものと考えられる。

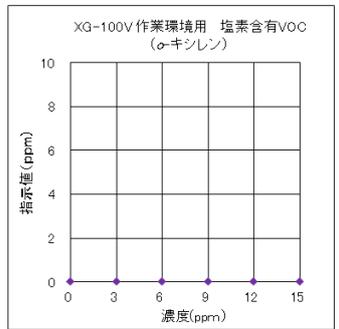
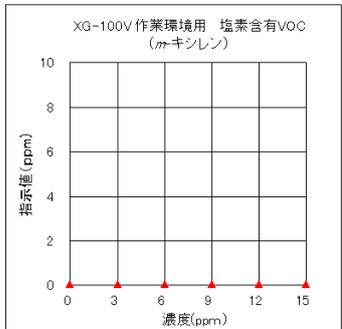
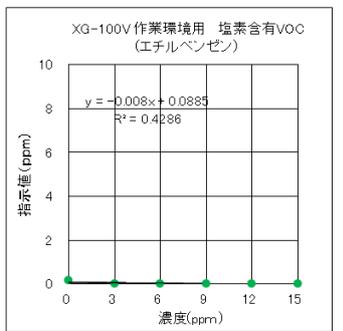
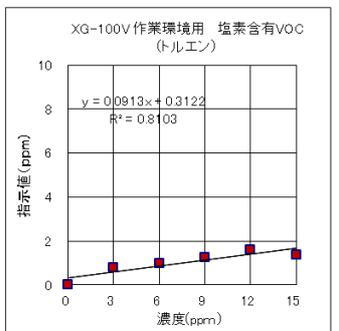
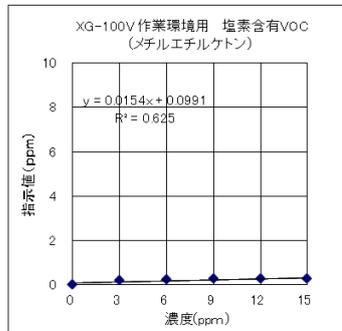
実証製品		結果まとめ
XG-100V 作業環境用	スパンガス	偏差は、メチルエチルケトン -28.9～-8.7%、トルエン -30.5～-8.1%、エチルベンゼン -14.7～-3.1%、 <i>m</i> -キシレン -10.4～-0.5%、 <i>o</i> -キシレン -8.4～0.3%であった。いずれの成分も近似直線の R ² 値は 0.88~0.99 の範囲内であった。
	酸素含有 VOC	エチルベンゼン、 <i>m</i> -キシレン、 <i>o</i> -キシレンは想定対象成分でないため、メチルエチルケトンとトルエンに対する直線性の確認となった。偏差は、メチルエチルケトン 2.3~7.4%、トルエン -0.6~4.1%であった。近似直線の R ² 値は 0.99 以上であった。
	塩素含有 VOC	エチルベンゼン、 <i>m</i> -キシレン、 <i>o</i> -キシレンは想定対象成分でないため、メチルエチルケトンとトルエンに対する直線性の確認となった。偏差は、メチルエチルケトン 30.6~58.9%、トルエン 32.0~38.5%であった。偏差の数値としては大きい、含酸素 VOC の影響値が小さいため、偏差としては大きく見えている。このため近似直線の R ² 値も 0.63、0.81 であった。



スパンガス直線性



酸素含有 VOC ガス直線性



塩素含有 VOC ガス直線性

○ 干渉影響試験

ゼロ点における影響は、酸素、二酸化炭素、水分とも影響は見られなかった。また、スパン点では、水分の影響は小さかったが、酸素および二酸化炭素ではメチルエチルケトンに大きな影響が見られたが、その他の成分に関しては、試験に使用したスパンガス濃度及び装置の仕様を考慮すると、問題のないレベルと考えられる。

干渉影響試験結果まとめ

実証製品	結果まとめ
XG-100V 作業環境用	酸素濃度 21vol%の測定値を 100 (各濃度 1.5ppm) とした場合の酸素濃度 15vol% 及び 5vol%における最大偏差は、メチルエチルケトン 103.6%、トルエン 5.3%、エチルベンゼン 71.4%、 <i>m</i> -キシレン -6.2%、 <i>o</i> -キシレン -8.0%であった。
	二酸化炭素濃度添加なしの精製空気の測定値を 100 (各濃度 1.5ppm) とした場合の二酸化炭素濃度 1080ppm 及び 1800ppm%における最大偏差は、メチルエチルケトン 242.0%、トルエン -29.9%、エチルベンゼン 13.5%、 <i>m</i> -キシレン -18.5%、 <i>o</i> -キシレン -21.3%であった。
	水分濃度 RH8%の測定値を 100 (各濃度 1.5ppm) とした場合の相対湿度 30%、60%、80%における最大偏差は、メチルエチルケトン -25.5%、トルエン 14.6%、エチルベンゼン 12.9%、 <i>m</i> -キシレン 14.4%、 <i>o</i> -キシレン 20.9%であった。

○ 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。XG-100V は設定により変更できるが、本実証試験では、25 分に1回の計測インターバルに設定されていた。また、連続計測を実施する場合には各測定の間隔を 10 分から 15 分あける必要があるとされている。

実証製品	結果まとめ
XG-100V 作業環境用	測定周期 25 分

○ 再現性（ドリフト）試験

再現性試験は実証試験開始時に校正を行い、その後装置の校正は実施せず、実証試験終了時に再度、開始時と同条件にてスパンガスを導入し、その偏差を確認した。

実証製品	結果まとめ
XG-100V 作業環境用	試験期間中の 8 日間におけるスパン点感度変化は 13.7%～55.1%でメチルエチルケトン以外の 4 成分では、感度が約 1.5 倍になった。

4. 実証試験結果まとめ

実証試験結果まとめ

視点	XG-100V 作業環境用 結果まとめ								
信頼性	<p>繰返し性試験は、スパンガス濃度各 15ppm のガスで実施したが、良好な性能を有していた。直線性試験結果は、分割器における分割点 5/5 において、直線性の傾向が異なる現象が見られたが、分割点 1/5～4/5 においては良好な直線性が確認できた。</p> <p>干渉成分の影響については、酸素、二酸化炭素、水分ともに、ゼロ点における影響は無かった。スパン点においてはデータとしては変動があるように見えるが、試験に使用したスパンガス濃度(1.5ppm)及び装置の使用用途を考慮すると、問題のないレベルと考えられる。メチルエチルケトンに関しては、酸素、二酸化炭素にて影響が見られた。</p> <p>応答時間はクロマトの分離時間で決まっている。ドリフトについては、ゼロ点は無いため、スパン点の変化となるが、メチルエチルケトンを除く 4 成分で 50%の感度上昇が見られた。</p> <p>実証試験では、試験用ガスを発生装置から直接導入し、試験を実施した。測定ガスをバックに採取し、30 分間置いた後に計測を実施した場合に、絶対値の差異や直線性の差異が確認されている。このため、今後の運用としては、メーカーにて、校正及びサンプル測定は、バックに採取したガスを 30 分放置した後計測を行うことを、取扱説明書等に明記し、運用方法を基本的には統一することとする。</p>								
実用性	<p>実証試験では、メチルエチルケトン、トルエン、エチルベンゼン、<i>m</i>-キシレン、<i>o</i>-キシレンの 5 成分を測定対象とした装置の試験を実施したが、作業環境測定用途では、それ以外の VOC 濃度の計測も要求される場合がある。本装置では、20 成分の VOC に関して、リテンションタイム、検出下限、検出上限が記載されており、用途に応じた計測が可能であるため、実用性が高い。</p> <p>装置の制御や濃度演算は全てパソコンからのコントロールとなり、装置は AC100V が必要なため、電源のない現場でのオンサイトでの使用はできない。</p> <p>測定中はパソコンの画面にクロマトグラムがリアルタイムで表示されるため、計測の状況が見えてわかりやすい。</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(操作マニュアル)は 60 頁あり、わかりやすく記載されている。また、校正及び測定方法に関するクイックマニュアルが別途作成されており、初めて装置を使用する場合でも、操作が簡易にできる。</p> <p>測定は、シリンジを使用して注入する方法と、内蔵ポンプによる連続自動測定が出来る仕様があり、用途に応じて使用できる。試験では連続自動測定方式を使用した。操作は非常に簡易であった。</p> <p>データはエクセルに保存が可能で、またクロマトグラムの保存も可能である。対話形式で操作しやすい。</p> <table border="1" data-bbox="391 1848 1348 2027"> <tr> <td>価格</td> <td>240 万円 (参考市場価格)</td> </tr> <tr> <td>重量</td> <td>約 10Kg</td> </tr> <tr> <td>電源</td> <td>AC100V</td> </tr> <tr> <td>暖機時間</td> <td>30 分</td> </tr> </table>	価格	240 万円 (参考市場価格)	重量	約 10Kg	電源	AC100V	暖機時間	30 分
価格	240 万円 (参考市場価格)								
重量	約 10Kg								
電源	AC100V								
暖機時間	30 分								

本編

1. 導入と背景

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 25 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。

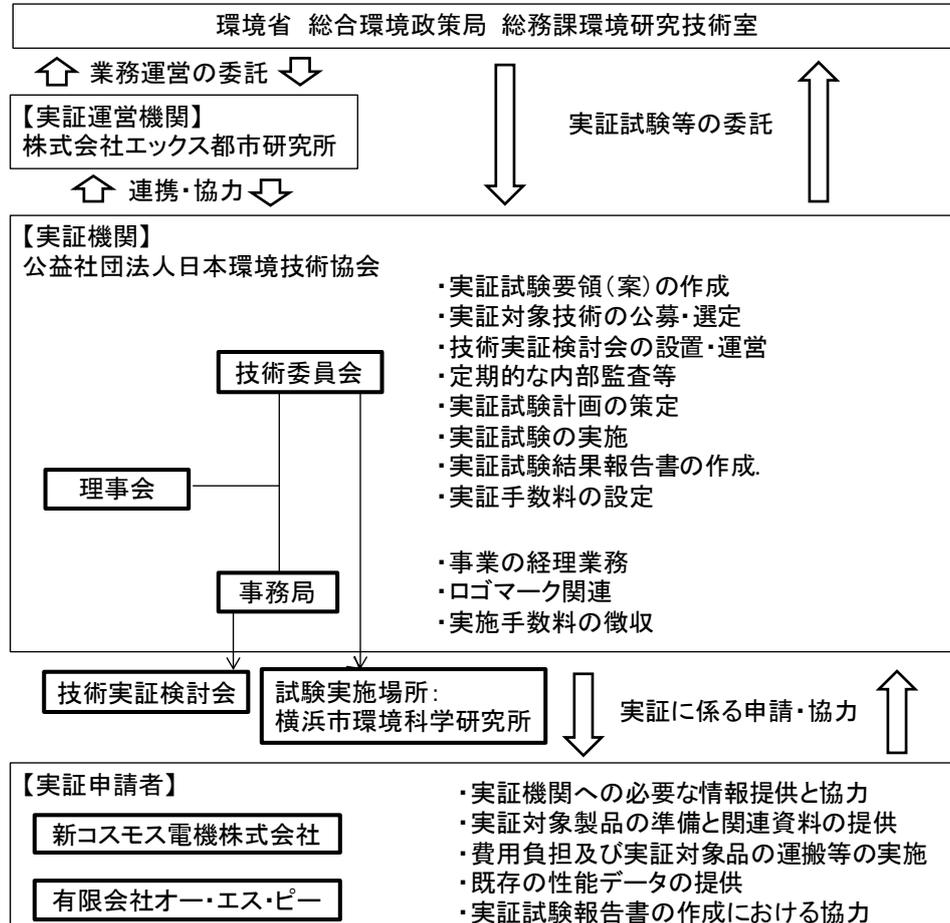


図2-1 実証試験参加組織

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	藤原 雅彦 (責任者)
		実証試験対象技術の公募・審査	平野 耕一郎
		技術実証検討会の設置・運営	吉成 晴彦
		実証試験計画の策定	加賀 健一郎
		実証試験の実施・結果報告書の作成	水野 裕介
		品質管理システムの構築、実施、維持	賢持 省吾 角 心吾
		データの検証	
		実証試験の監査	
環境技術	新コスモス電機株式会社	実証対象機器の準備	吉栄 康城
		実証対象機器の運転や測定等の補助	

3. 実証対象技術（機器等）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

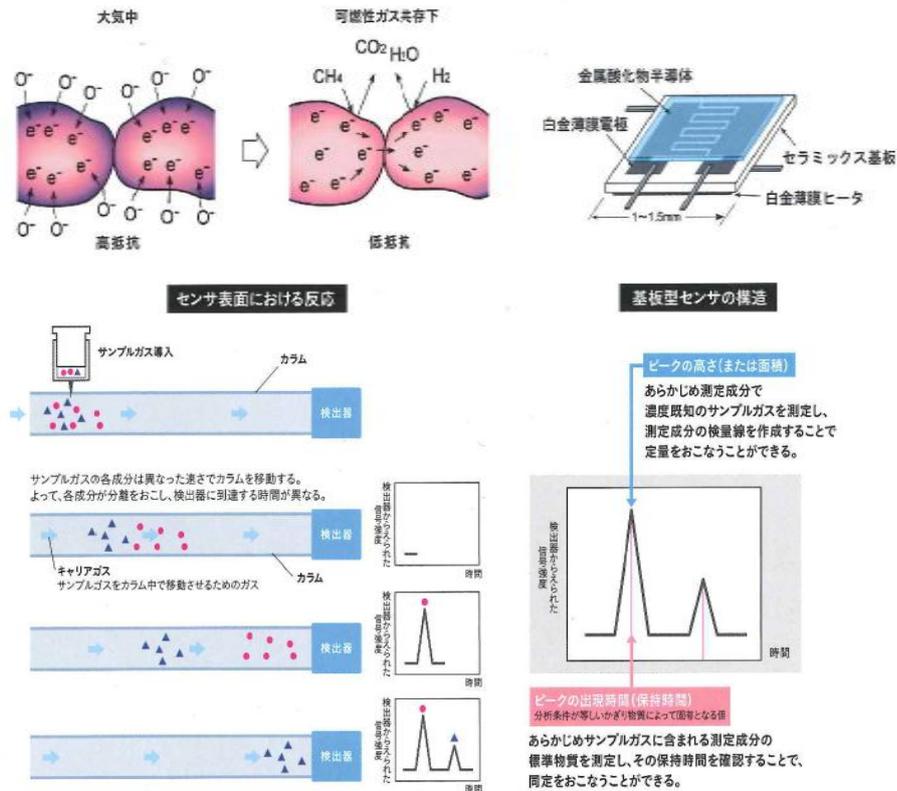
検出器に半導体式センサ(金属酸化物半導体式)を用いた、ポータブルタイプのガスクロマトグラフで、作業環境の揮発性有機化合物（以下：VOC）測定をターゲットとした測定機である。検出器は様々な芳香族系炭化水素に対して高い感度を有しており、試料を濃縮することなく、作業環境における ppm レベルの VOC 濃度の計測が可能である。ガスクロマトグラフのキャリアガスには周辺空気を使用し、全体を小型、軽量化することにより、現場で使用のおとができる、ポータブルガス分析装置となっている。簡単な操作、日常での部品交換が不要なこと、シリンジによる直接導入あるいはオートサンプリング（自動吸引）機能（仕様により異なるが実証試験機はオートサンプリング機能付き）の搭載など、操作が容易で保守性に優れている。

○ 主な特徴

- ・ 検出器に半導体式ガスセンサを用いたガスクロマトグラフ。
- ・ キャリアガスに周辺空気を使用。
- ・ 検出器は様々な芳香族炭化水素に対して高い感度を有しており、試料濃縮なしに ppm レベルの VOC 測定が可能。
- ・ 軽量、小型サイズの機器のため現場に持ち込んでの測定が可能。
- ・ 通常のカロマトグラフと比較して、キャリアガス用の N₂、He 等のボンベガスが不要。
- ・ 現場に容易に携行できる。
- ・ 測定試料のサンプリング・測定を、自動的に繰り返し実施できるため、濃度変動の追跡等に使用できる。

3.2 測定原理

XG-100V（作業環境用）には VOC の検出に金属酸化物半導体式センサを採用し、VOC ガスの分離方法としてガスクロマトグラフィを採用している。金属酸化物半導体式センサは、300～500℃に加熱した金属酸化物半導体表面の吸着酸素を可燃ガスが消費（酸化）した時に生じる抵抗値の変化を検出する。センサは加熱ヒータと電極上に金属酸化物を焼結した検知面から構成されている。ガスクロマトグラフィはガス分析に用いられる手法のひとつで、ガス成分がカラム(サンプルガスを分離させる管)を通過する際の速度の違いを利用し、ガスを分離する。次頁の図のように、カラムを通過する速度の早い成分は短時間で検出器まで到達する。この通過時間はガス成分ごとに固有の値をもち、その結果を利用して同定する。また検出器の出力に応じて定量結果を得ることができる。

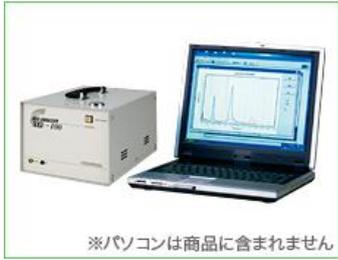


3.3 製品データ

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	新コスモス電機株式会社
技術・製品の名称	ポータブルガス分析装置
技術・製品の型番	XG-100V (作業環境 VOC用 高濃度測定仕様)
測定対象物質	<i>n</i> -ヘキサン、イソプロピルアルコール、酢酸メチル、メタノール、ジクロロメタン、アセトン、酢酸エチル、メチルエチルケトン、イソブチルアルコール、酢酸イソブチル、トルエン、1-ブタノール、メチルイソブチルケトン、酢酸 <i>n</i> -ブチル、エチルベンゼン、 <i>p</i> -キシレン、 <i>m</i> -キシレン、 <i>o</i> -キシレン、シクロヘキサノン、ブチルセロソルブ
測定濃度範囲	0.5ppm~250ppm
測定原理	金属酸化物半導体式センサ+ガスクロマトグラフィ
性能データ	繰返し精度 10%RSD
重量 (g)	約 10Kg
価格 (円)	240 万円
外形寸法	W240×H190×D380(mm)

概観	 ※パソコンは商品に含まれません
利用用途	作業環境の VOC 測定
校正用標準物質等	有：測定成分による
校正方法	標準ガスによる 3 点の濃度による校正（出荷時） その後、一点における校正
サンプリング方式	自動吸引 自動測定タイプ
電源	AC100V 測定時 35W、保管時 10W
操作環境（室温）	5℃～35℃
操作環境（相対湿度）	結露なきこと
操作環境（その他）	要 AC 電源
製品保証期間	製造後 1 年間
応答時間	測定時間 30 分（σキシレン）

3.4 性能データ

実証申請書に添付されたメーカー確認の性能データを、表 3-2、表 3-3 に示した。

表 3-2 測定下限と上限

試験年月日 平成25年7月16日

各ガス 測定下限と上限

No.	物質	R.T. (秒)	測定能力 検出下限 (ppm)	検出上限 (ppm)
1	n-ヘキサン	80	1.0	100
2	IPA	125	0.5	250
3	酢酸メチル	125	0.5	100
4	メタノール	130	2.0	250
5	ジクロロメタン	130	1.5	100
6	アセトン	145	1.0	250
7	酢酸エチル	160	1.5	250
8	MEK	215	1.5	250
9	イソブチルアルコール	285	1.0	100
10	酢酸イソブチル	390	2.0	250
11	トルエン	420	1.0	100
12	t-ブタノール	460	1.0	100
13	MIBK	500	2.0	100
14	酢酸nブチル	580	3.0	250
15	エチルベンゼン	810	2.0	100
16	p-キシレン	900	1.5	100
17	m-キシレン	1015	1.5	100
18	o-キシレン	1175	1.5	100
19	シクロヘキサノン	1975	1.0	100
20	ブチルセロソルブ	4180	2.5	100

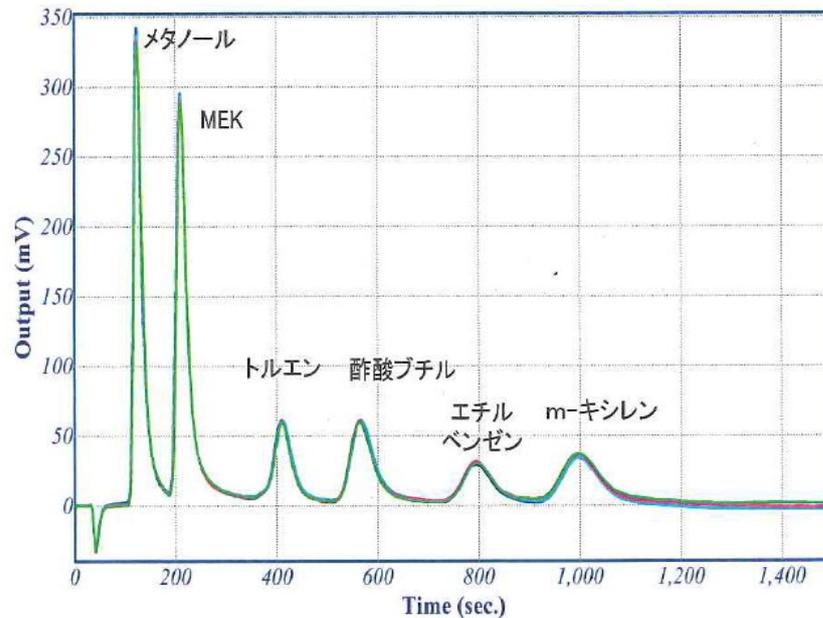
※保持時間が近い物質が混在する場合は測定不可

表3-3 繰返し精度

精度(繰返し精度)

n=5

	メタノール	MEK	トルエン	酢酸ブチル	エチルベンゼン	m-キシレン
濃度(ppm)	20	20	2	7.5	2.5	2.5
変動係数	1.2	0.7	1.2	0.9	2.6	3.2



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
新コスモス電機株式会社	ポータブルガス分析装置 XG-100V (作業環境 VOC用 高濃度測定仕様)	---

4. 実証試験場所の概要

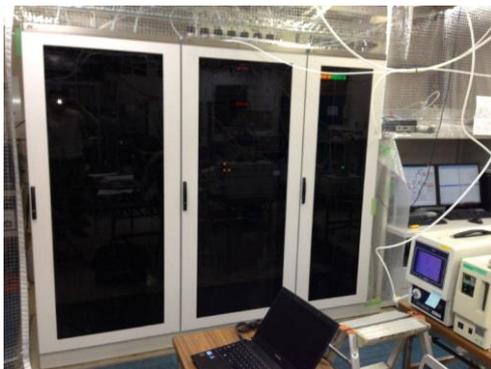
4.1 実証試験場所の名称等

- ・名称 横浜市環境科学研究所
- ・住所 横浜市磯子区滝頭1-2-15

4.2 実証試験設備

実証試験設備は、横浜市環境科学研究所の標準ガス試験室に設置されている、標準ガス発生装置を使用した。この装置は、ガスの混合、圧力制御、流量制御が可能で、また加湿器が装置に組み込まれており、発生させたガスの湿度コントロールも可能なシステムとなっている。

標準ガス試験室は部屋全体の温度制御及び湿度制御が可能であり、安定した条件で試験が可能な設備となっている。



装置全景



分析計及び制御部



流量制御及び加湿器



装置制御系

5. 実証試験の内容

5.1 試験期間

実証試験は平成25年12月9日(月)～12月20日(金)の期間において、表5-1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25年度 環境技術実証事業 実施要領」(平成25年4月1日)及び「VOC等簡易測定技術 実証試験要領」(平成25年8月29日)に従い実施した。

表5-1 試験スケジュール

12月9日(月)	12月10日(火)	12月11日(水)	12月12日(木)	12月13日(金)
試験機持込み 試験機材持込み 調整、準備	予備試験	校正・希釈率の 検査実施 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16日(月)	12月17日(火)	12月18日(水)	12月19日(木)	12月20日(金)
各種ガスの繰返し 性、直線性	干渉影響試験 準備・予備試験	干渉影響試験 (酸素、二酸化炭 素、水分)	干渉影響試験 (酸素、二酸化炭 素、水分)	再現性 撤去 (予備日)

5.2 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1台、比較用測定機(FID[※]: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。

表5-2に実証製品、及び比較用測定機の仕様の一部を示した。

表5-2 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
XG-100V 作業環境用	金属酸化物半導体式センサ +ガスクロマトグラフィ	1～250ppm (成分により異 なる)	サンプルガス: 10m L/min	内蔵ポンプにより 30分に1回吸引
GHT-200	FID (水素炎イオン化検出器)	0～10ppm から 10,000 ppmC	0.5 L/min	東亜ディーケーケー製

5.3 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 5-3 に示した。

表 5-3 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
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 (必要な場合)	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	○	○		○	◎
⑥ppmC 換算 (必要な場合)			○		○	◎
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。

5.4 実証試験実施方法

5.4.1 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、基本的に実証対象技術（試験機）、比較機に同時に導入し、測定する方法で実施した。

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、試験装置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5-1に実証試験の基本流路系統図を示した。XG-100Vの試験に関しては、当初30分に1回のインターバルでサンプルガスとして10ml/min（配管パーズ用バイパスガスを含みトータル300ml/min）程度のサンプルガスを採取するため、テドラバッグを使用した試験方法を基本フローとしていたが、安定性の問題（テドラバック充填後の経時的な濃度変化）が確認されたため、下記フローにより発生したガスを試験用ガスとした。

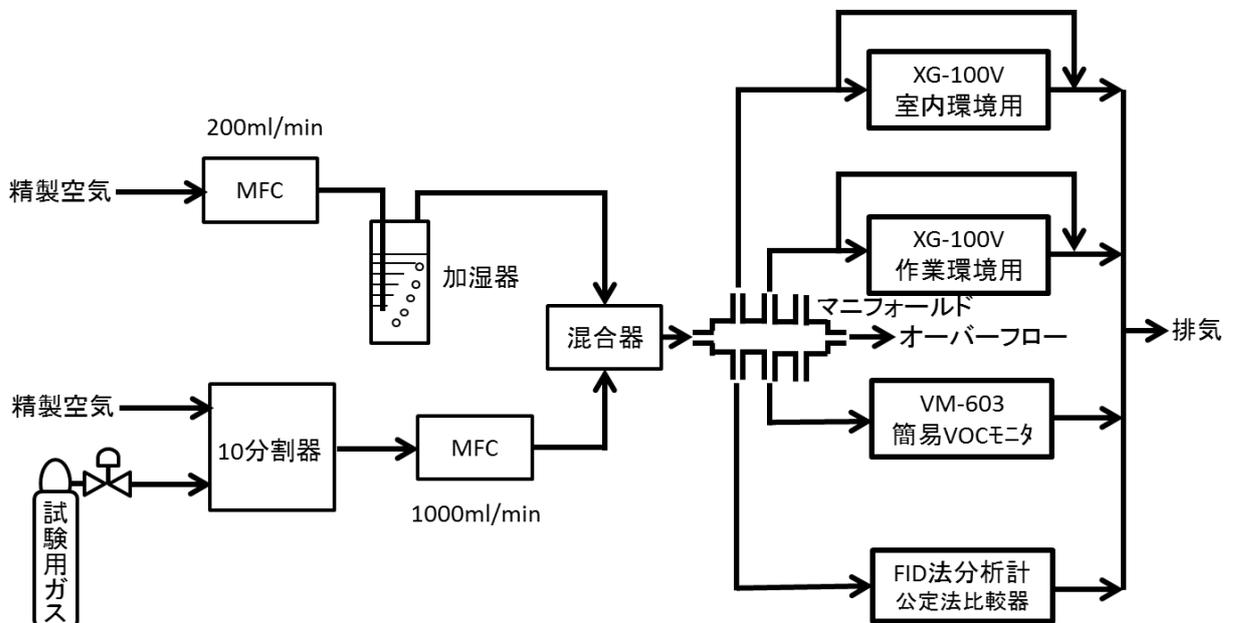


図5-1 実証試験の基本流路系統図（校正時等直接導入）

- * スパン調整は基本的に取扱説明書に記載された方法によって実施した。
XG-100V（作業環境用）：スパンガス（VOC5種混合：メチルエチルケトン、トルエン、エチルベンゼン、*m*-キシレン、*o*-キシレン）による校正（各成分15ppm）。
- * ゼロガスは大気を精製した空気を使用した。
- * 模擬ガス（VOC5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（塩素系VOC3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。
- * 試験用ガス（スパンガス、模擬ガス）は環境技術実証事業開始以降に実施した試験の共通性も意

識してガス種及び濃度の選定を実施した。

- * 各試験用ガスは各 25 分間程度導入して、その指示値を読んだ。なお、XG-100V 作業環境用は測定周期が約 25 分で、測定シーケンスにそって数十秒間のみサンプリングされるので、そのタイミングに合わせて試験用ガスを切り替えた。

5.4.2 試験用ガスの種類と濃度

試験用ガスの種類と濃度を下記表 5-4 に示す。ガスは全て Air バランスガスを使用する。導入ガス濃度は各実証対象技術により異なる。

本装置の実証試験に使用した試験用ガスは、①、③、⑤、⑥、⑦である。

表 5-4 試験用ガス

		用途	ガス種	化学式	濃度
①	5 種混合ガス	試験用	イソプロピルアルコール	i-C ₃ H ₇ OH	50ppm
			酢酸エチル	CH ₃ COOC ₂ H ₅	50ppm
			トルエン	C ₇ H ₈	50ppm
			<i>n</i> -ヘキサン	n-C ₆ H ₁₄	50ppm
			メチルエチルケトン	CH ₃ COC ₂ H ₅	50ppm
②	5 種混合ガス	XG-100V 室内環境用 スパンガス	エチルベンゼン	C ₆ H ₅ C ₂ H ₅	0.1ppm
			<i>o</i> -キシレン	C ₈ H ₁₀	0.1ppm
			スチレン	C ₈ H ₈	0.1ppm
			トルエン	C ₇ H ₈	0.1ppm
			<i>m</i> -キシレン	C ₈ H ₁₀	0.1ppm
③	3 種混合ガス	試験用	ジクロロメタン	CH ₂ Cl ₂	150ppm
			トリクロロエチレン	C ₂ HCl ₃	150ppm
			テトラクロロエチレン	C ₂ Cl ₄	150ppm
④	単一ガス	VM-603 スパンガス	トルエン	C ₇ H ₈	100ppm
⑤	単一ガス	干渉影響用 ガス	二酸化炭素	CO ₂	2000ppm
⑥	ゼロガス	ゼロガス	窒素(99.99995%)	N ₂	
⑦	6 種混合ガス	XG-100V 作業環境用 スパンガス	エチルベンゼン	C ₆ H ₅ C ₂ H ₅	15ppm
			<i>o</i> -キシレン	C ₈ H ₁₀	15ppm
			トルエン	C ₇ H ₈	15ppm
			<i>m</i> -キシレン	C ₈ H ₁₀	15ppm
			メチルエチルケトン	CH ₃ COC ₂ H ₅	15ppm

5.4.3 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。試験用ガスの調製方法を図5-2に、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導入ガス濃度は各実証対象技術により異なる。

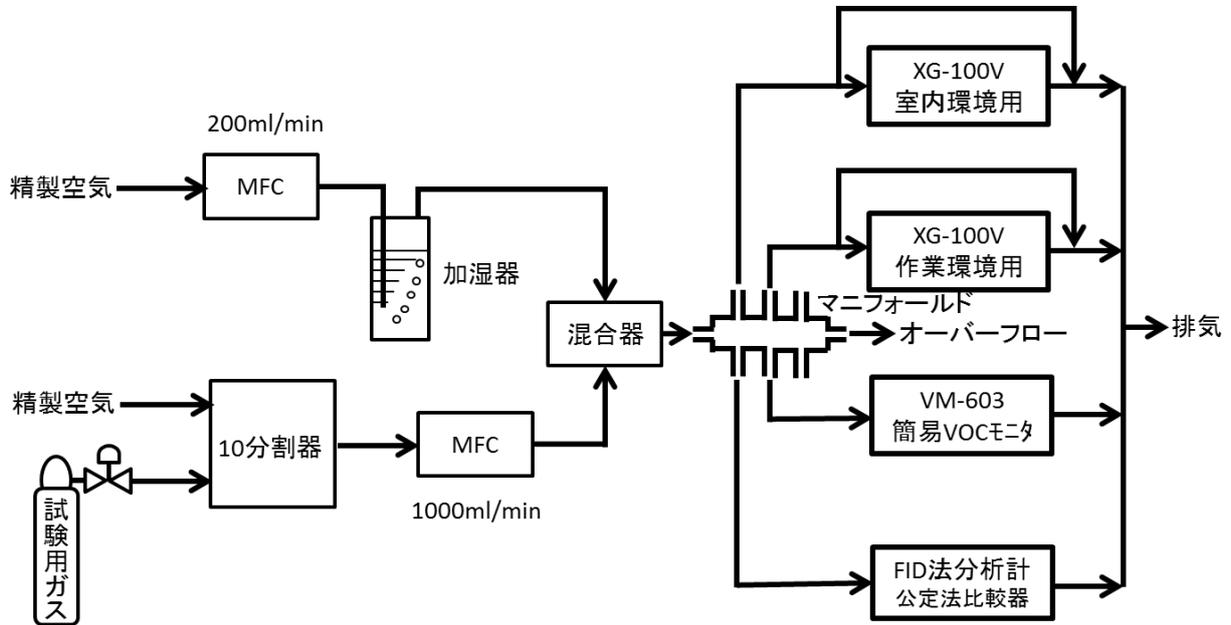


図5-2 繰返し性、直線性、応答時間試験の流路系統図

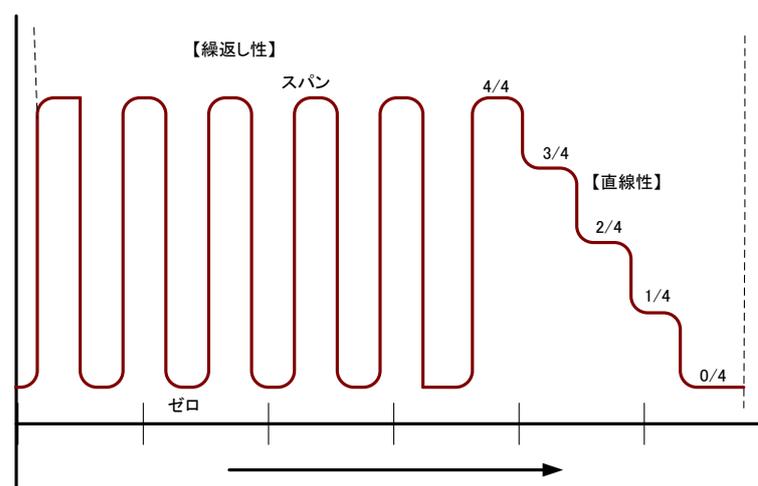


図5-3 繰返し性、直線性試験パターン

5.4.4 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(精製空気)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、各スパンガスに、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)することを前提に試験を実施したが、ゼロ点の補正は実施しなかった。

1) 酸素影響試験

酸素影響試験の酸素濃度は約 21、15、5 vol%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。

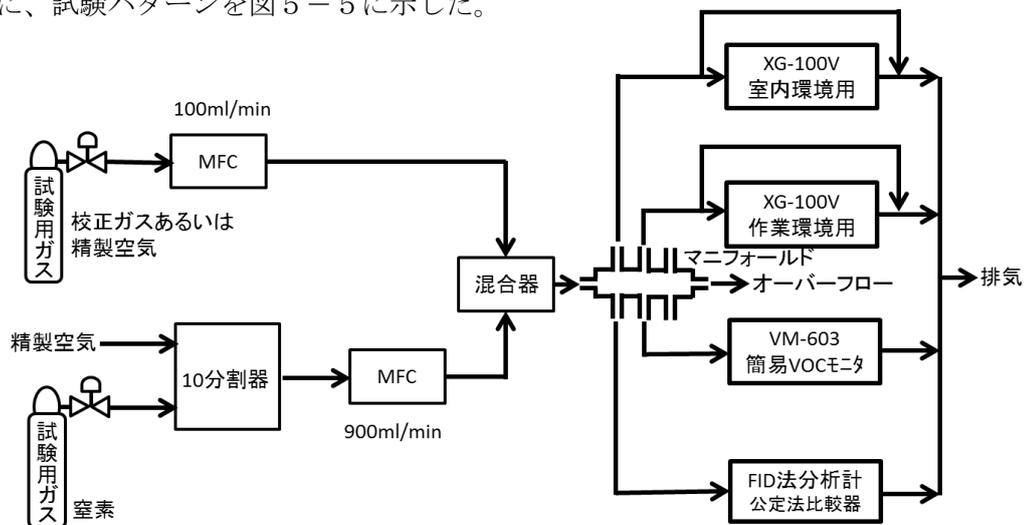


図5-4 酸素影響試験の流路系統図

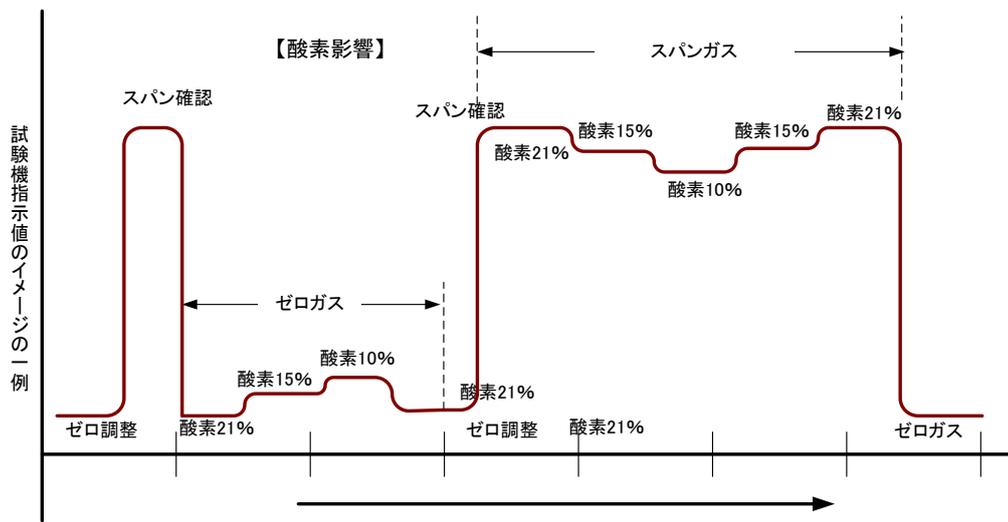


図5-5 酸素影響試験のパターン

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 2000、1000 ppm について試験を実施した。試験用ガスの調整方法を図 5-6 に、試験パターンを図 5-7 に示した。

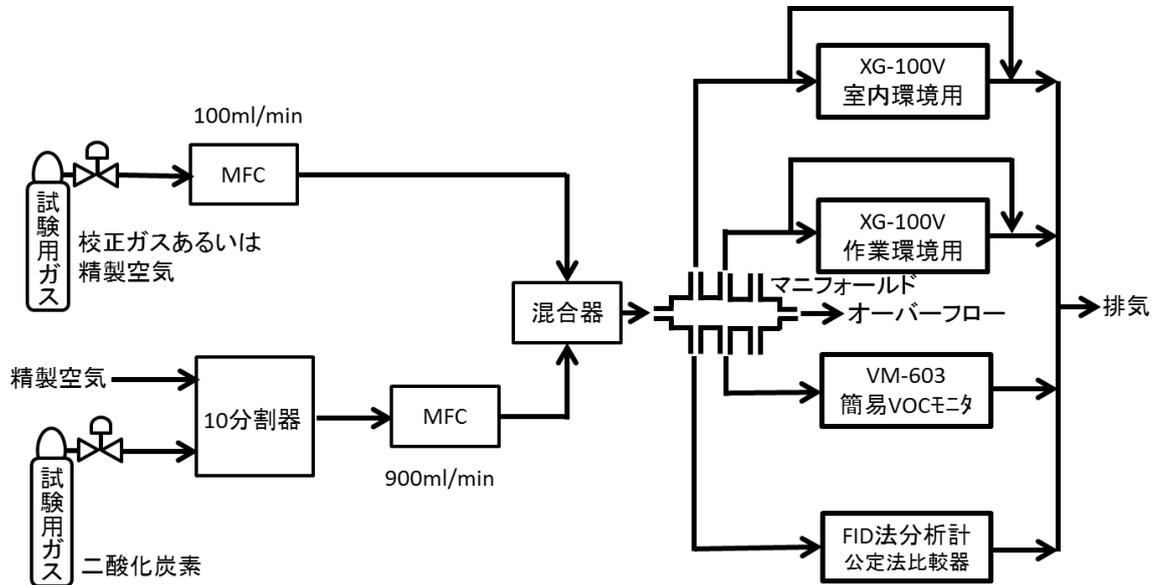


図 5-6 二酸化炭素影響試験の流路系統図

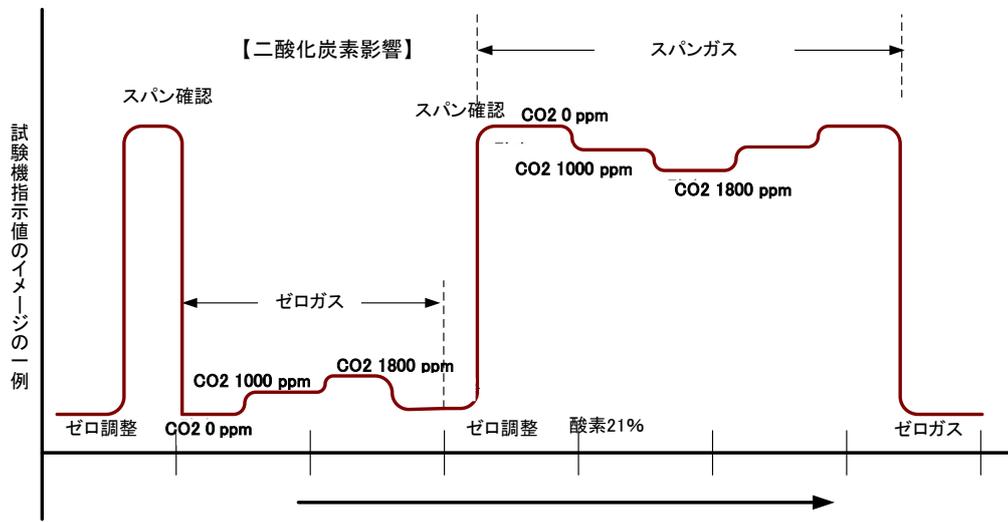


図 5-7 二酸化炭素影響試験のパターン

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 80、60、30 %について試験を実施した。試験用のガス調整方法を図 5-8 に、試験パターンを図 5-9 に示した。

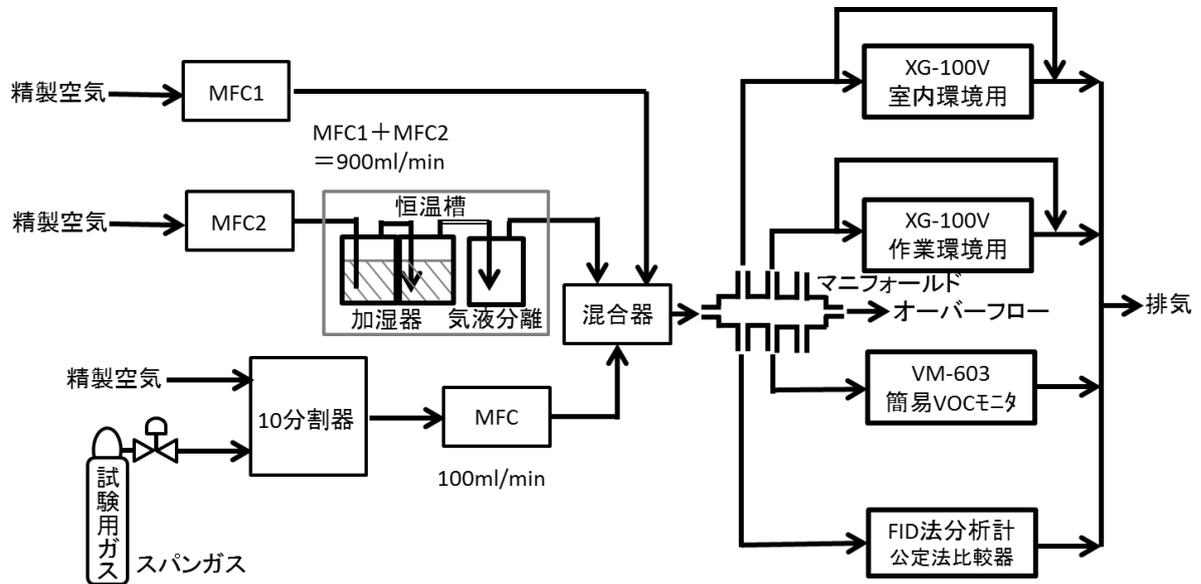


図 5-8 水分影響試験の流路系統図

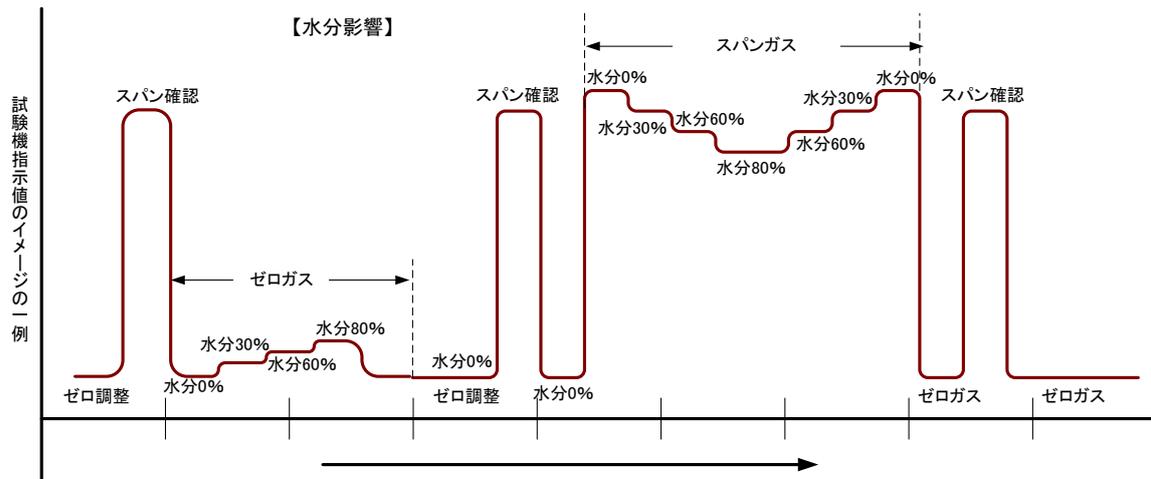


図 5-9 水分影響試験のパターン

4) 再現性（ドリフト）試験

試験期間中（2 週間）に、スパンガスを導入し、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る。

試験期間中は校正は行わず、スパン感度の確認のみ行い、他の試験完了時に、試験開始時に使用したスパンガスを導入し、偏差を調べることにより、再現性（ドリフト）試験とする。

5.5 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. 実証試験結果と考察

試験に使用するガスは、VOC 計の測定用途を考慮して、繰返し性及び直線性については、スパンガス VOC (メチルエチルケトン+トルエン+エチルベンゼン+*m*-キシレン+*o*-キシレン)、酸素含有 VOC 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圧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想定、塩素含有 VOC 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圧容器に充填可能なガスから選定したもので、洗浄事業所を想定したガスとして、試験を実施した。

また、干渉影響ガスとしては、作業環境におけるバックグラウンドは大気となるため、一般的な大気成分で存在濃度が高いガスである、酸素、二酸化炭素、水分の影響について確認した。干渉影響濃度は大気をベースに変動する可能性のある変化幅にて確認した。

実証試験データについては、実際に確認したデータについては、他の数値と区別するため、各表においてピンク色の網掛をするとともに、太字で記載した。

6.1 繰返し性試験

1) 試験結果

試験結果を表6-1～表6-3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 スパンガス繰返し性試験結果

試験日: 2013年 12月13日(水)
試験ガス: VOC5成分(メチルエチルケトン、トルエン、エチルベンゼン、*m*-キシレン、*o*-キシレン) 各成分 15ppm

ガスの種類	ガス名	濃度			東亜DKK製	XG-100V(作業環境高濃度用)				
		VOC濃度 (ppm)	混合ガス VOC各濃度 (ppm)	VOC濃度 (ppmC)	FID	GC+半導体センサ				
					基準機	メチルエチルケトン	トルエン	エチルベンゼン	<i>m</i> -キシレン	<i>o</i> -キシレン
				ppmC	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
ゼロ	Air	0	0	0	3	0	0	0	0	0
スパン	⑦VOC 5種混合	75	15	585	576	15.445	18.811	17.676	16.293	15.875
スパン	⑦VOC 5種混合	75	15	585	576	16.506	16.204	16.842	15.288	15.432
スパン	⑦VOC 5種混合	75	15	585	576	16.625	19.204	17.053	16.690	16.823
ゼロ	⑦VOC 5種混合	0	0	0	3	0	0	0	0	0
繰返し性				平均値	576	16.192	18.073	17.190	16.090	16.043
平均値からの偏差(%)				最大値偏差	0.0	2.7	6.3	2.8	3.7	4.9
				最小値偏差	0.0	-4.6	-10.3	-2.0	-5.0	-3.8

表6-2 酸素含有 VOC ガス繰返し性試験結果

試験日: 2013年12月16日(月)
試験ガス: VOC5成分(*n*-ヘキサン、イソプロピルアルコール、酢酸エチル、メチルエチルケトン、トルエン) 各成分 5ppm (50ppmの高圧ガスを10倍希釈)

ガスの種類	ガス名	濃度			東亜DKK製	XG-100V(作業環境高濃度用)				
		VOC濃度 (ppm)	混合ガス VOC各濃度 (ppm)	VOC濃度 (ppmC)	FID	GC+半導体センサ				
					基準機	メチルエチルケトン	トルエン	エチルベンゼン	<i>m</i> -キシレン	<i>o</i> -キシレン
				ppmC	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
ゼロ	Air	0	0	0	1	0	0	0	0	0
スパン	①VOC 5種混合	25	5	120	101	2.915	7.086	0	0	0.000
スパン	①VOC 5種混合	25	5	120	102	2.942	7.116	0	0	0.113
スパン	①VOC 5種混合	25	5	120	101	2.940	7.079	0	0	0
ゼロ	Air	0	0	0	2	0	0	0	0	0
繰返し性				平均値	101	2.932	7.094	0.000	0.000	0.038
平均値からの偏差(%)				最大値偏差	0.7	0.3	0.3	0.0	0.0	200.0
				最小値偏差	-0.3	-0.6	-0.2	0.0	0.0	-100.0

表6-3 塩素含有 VOC ガス繰返し性試験結果

試験日: 2013年12月16日(月)
試験ガス: VOC3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) 各成分 15ppm (150ppmのボンベガスを10倍希釈)

ガスの種類	ガス名	濃度			東亜DKK製	XG-100V(作業環境高濃度用)				
		VOC濃度 (ppm)	混合ガス VOC各濃度 (ppm)	VOC濃度 (ppmC)	FID	GC+半導体センサ				
					基準機	メチルエチルケトン	トルエン	エチルベンゼン	<i>m</i> -キシレン	<i>o</i> -キシレン
				ppmC	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
ゼロ	Air	0	0	0	0	0	0	0	0	0
スパン	③VOC 3種混合	45	15	75	75	0.271	1.156	0	0.066	0
スパン	③VOC 3種混合	45	15	75	75	0.291	1.299	0	0.109	0
スパン	③VOC 3種混合	45	15	75	75	0.323	1.365	0	0	0
ゼロ	Air	0	0	0	0	0	0	0	0	0
繰返し性				平均値	75	0.295	1.273	0.000	0.058	0.000
平均値からの偏差(%)				最大値偏差	0.0	9.5	7.2	0.0	86.9	0.0
				最小値偏差	0.0	-8.1	-9.2	0.0	-100.0	0.0

2) 結果の考察

XG-100V は装置の仕様として、ゼロ校正モードが存在しないため、繰返し性試験はスパン点のみ確認を実施した。また、装置は作業環境の VOC 計測を目的とするため、酸素や塩素を含有した VOC ガスに対しても試験を実施した。ガス種及び濃度に関しては、過去に実施した実証試験との共通化を考慮して選定した結果、酸素含有 VOC 及び塩素含有 VOC ガスについては、測定成分と干渉成分の混合ガスとなった。

繰返し性試験結果としては、スパンガスでは±5%の範囲内（トルエンは 10%）で、良好な結果が得られた。

表 6-4 繰返し性試験結果まとめ

実証製品	ガス種	結果まとめ
XG-100V 作業環境用	ゼロ	ゼロ校正機能はなく、装置としてもゼロであれば濃度表示されない。このため、繰返し性試験は実施しなかった。
	スパン	○スパン校正ガス： メチルエチルケトン、トルエン、エチルベンゼン、 <i>m</i> -キシレン、 <i>o</i> -キシレン（各 15ppm） ○試験結果 メチルエチルケトン - 4.6~2.7%、エチルベンゼン - 2.0~2.8%、 <i>m</i> -キシレン - 5.0~3.7%、 <i>o</i> -キシレン - 3.8~4.9% といずれも±5.0%の範囲であった。トルエン - 10.3~6.3%であった。
	スパン 酸素含有 VOC ガス	○酸素含有 VOC ガス イソプロピルアルコール、酢酸エチル、トルエン、 <i>n</i> -ヘキサン、メチルエチルケトン 各 5ppm ○試験結果 試験に使用した酸素含有 VOC 5 成分は、測定対象成分であるメチルエチルケトンとトルエンを含むためこの 2 成分に関しては干渉影響も含めた測定成分としての繰返し性試験となった。この 2 成分はともに±1%以内であった。 <i>n</i> -ヘキサン、イソプロピルアルコール、酢酸エチルは干渉成分としての評価となったが、測定対象成分である、エチルベンゼン、 <i>m</i> -キシレン、 <i>o</i> -キシレンには指示影響は見られなかった。
	スパン 塩素含有 VOC ガス	○塩素含有 VOC ガス 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 各 15ppm ○試験結果 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 各 15ppm のガスを導入した結果、メチルエチルケトン - 8.1~9.5%、トルエン - 9.2~7.2%、 <i>m</i> -キシレンは 3 回測定中 2 回影響値が確認された。エチルベンゼン及び <i>o</i> -キシレンは影響なかった。

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6-5~表6-7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6-5 スパンガス直線性試験結果

試験日: 2013年12月18日(月)
試験ガス: VOC5成分(メチルエチルケトン、トルエン、エチルベンゼン、*m*-キシレン、*o*-キシレン) 各成分 15ppm

ガスの種類	ガス名	濃度			XG-100V(作業環境高濃度用) GC+半導体センサ					
		VOC濃度 (ppm)	混合ガス VOC各濃度 (ppm)	VOC濃度 (ppmC)	FID					<i>o</i> -キシレン (ppm)
					基準機 (ppmC)	メチルエチル ケトン (ppm)	トルエン (ppm)	エチル ベンゼン (ppm)	<i>m</i> -キシレン (ppm)	
ゼロ(0/5)	Air	0	0	0	3	0	0	0	0	0
スパン(5/5)	VOC混合⑧	75	15	585	564	18.308	31.421	23.711	20.353	19.744
スパン(4/5)	VOC混合⑧	60	12	468	448	9.363	15.543	15.479	14.171	14.135
スパン(3/5)	VOC混合⑧	45	9	351	333	6.414	11.273	11.248	10.965	10.840
スパン(2/5)	VOC混合⑧	30	6	234	221	3.936	7.213	7.474	7.150	7.174
スパン(1/5)	VOC混合⑧	15	3	117	114	2.066	3.732	4.003	3.971	4.003
ゼロ(0/5)	Air	0	0	0	3	0	0	0	0	0
直線性				4/5	-0.7	-28.9	-30.5	-14.7	-10.4	-8.4
5/5値からの偏差(%)				3/5	-1.2	-25.0	-24.1	-12.6	-6.1	-5.1
				2/5	-1.1	-18.5	-17.0	-8.5	-4.9	-3.7
				1/5	-0.2	-8.7	-8.1	-3.1	-0.5	0.3
				0/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

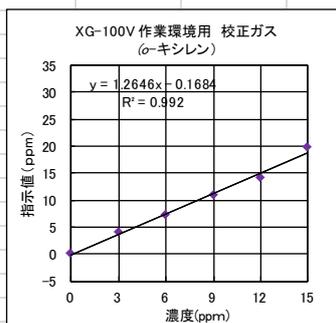
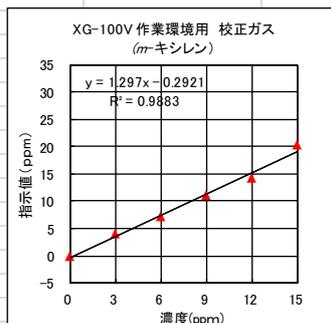
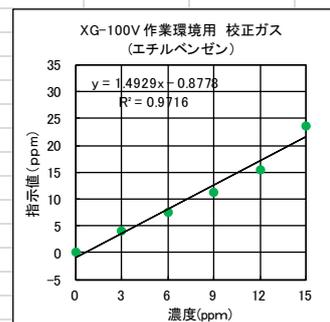
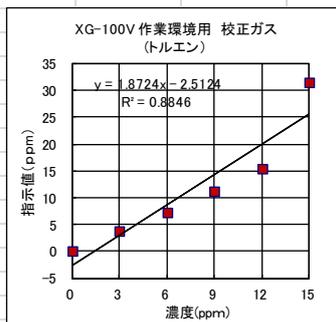
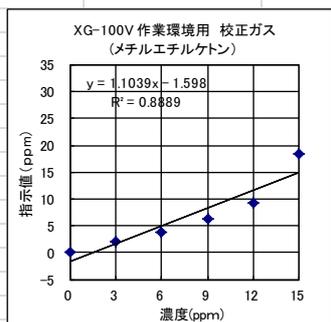


表6-6 酸素含有VOCガス直線性試験結果

試験日: 2013年12月16日(月)

試験ガス: VOC5成分(n-ヘキサン、イソプロピルアルコール、酢酸エチル、メチルエチルケトン、トルエン)
各成分 5ppm (50ppmの高圧ガスを10倍希釈)

ガスの種類	ガス名	濃度			東亜DKK製	XG-100V(作業環境高濃度用)				
		VOC濃度 (ppm)	混合ガス VOC各濃度 (ppm)	VOC濃度 (ppmC)	FID	GC+半導体センサ				
					基準機 ppmC	メチルエチル ケトン ppm	トルエン ppm	エチル ベンゼン ppm	m-キシレン ppm	o-キシレン ppm
ゼロ(0/5)	Air	0	0	0	2	0	0	0	0	0
スパン(5/5)	①VOC 5種混合	25	5	120	101	2.863	6.817	0.000	0.006	0
スパン(4/5)	①VOC 5種混合	20	4	96	81	2.430	5.461	0.000	0.107	0
スパン(3/5)	①VOC 5種混合	15	3	72	61	1.785	4.049	0.000	0.005	0
スパン(2/5)	①VOC 5種混合	10	2	48	41	1.291	2.866	0.000	0.094	0
スパン(1/5)	①VOC 5種混合	5	1	24	22	0.785	1.645	0.000	0.094	0
ゼロ(0/5)	Air	0	0	0	2	0	0	0	0	0
直線性				4/5	-0.2	4.9	0.1	0.0	1703.3	0.0
5/5値からの偏差(%)				3/5	-0.4	2.3	-0.6	0.0	23.3	0.0
				2/5	-0.6	5.1	2.0	0.0	1526.7	0.0
				1/5	0.2	7.4	4.1	0.0	1546.7	0.0
				0/5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

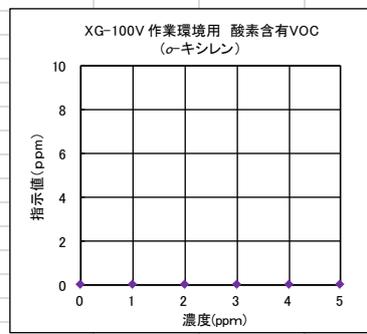
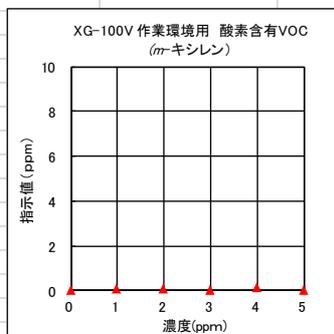
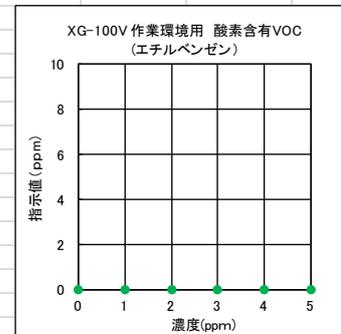
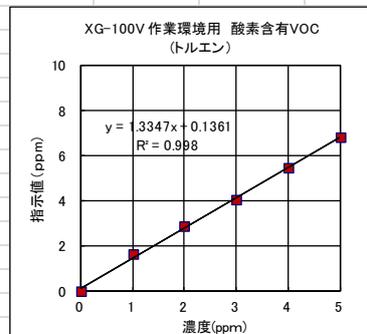
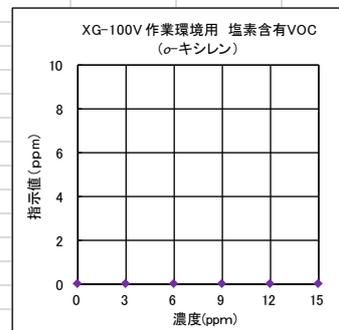
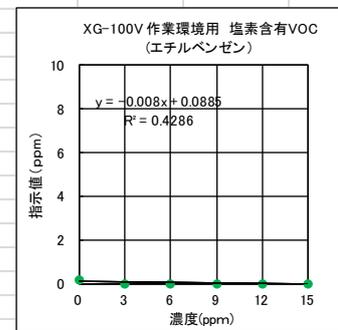
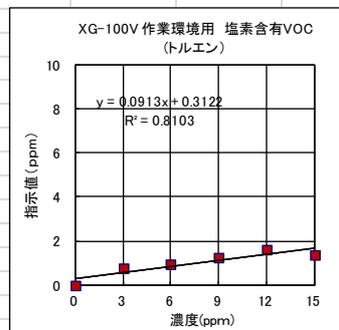
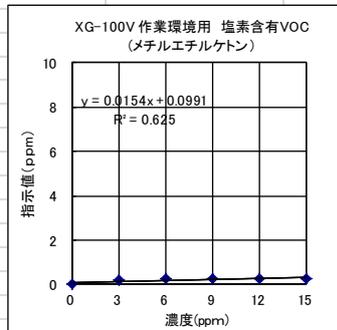


表6-7 塩素含有VOCガス直線性試験結果

試験日: 2012年 12月17日(火)

試験ガス: VOC3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) 各成分 15ppm(150ppmのボンベガスを10倍希釈)

ガスの種類	ガス名	濃度			東亜DKK製	XG-100V(作業環境高濃度用)				
		VOC濃度 (ppm)	混合ガス VOC各濃度 (ppm)	VOC濃度 (ppmC)	FID	GC+半導体センサ				
					基準機 ppmC	メチルエチ ルケトン ppm	トルエン ppm	エチル ベンゼン ppm	m-キシレン ppm	o-キシレン ppm
ゼロ(0/5)	Air	0	0	0	-	0	0	0	0	0
スパン(5/5)	③VOC_3種混合	75	15	75	-	0.265	1.360	0	0	0
スパン(4/5)	③VOC_3種混合	60	12	60	-	0.293	1.612	0	0	0
スパン(3/5)	③VOC_3種混合	45	9	45	-	0.279	1.253	0	0	0
スパン(2/5)	③VOC_3種混合	30	6	30	-	0.241	0.979	0	0	0
スパン(1/5)	③VOC_3種混合	15	3	15	-	0.209	0.776	0	0	0
ゼロ(0/5)	Air	0	0	0	-	0	0	0.169	0	0
直線性				4/5	-	30.6	38.5	20.0	0.0	0.0
5/5値からの偏差(%)				3/5	-	45.3	32.1	20.0	0.0	0.0
				2/5	-	50.9	32.0	20.0	0.0	0.0
				1/5	-	58.9	37.1	20.0	0.0	0.0
				0/5	-	0.0	0.0	-80.0	0.0	0.0



2) 結果の考察

直線性試験結果は、分割器における分割点 5/5 において、スパンガスの一部の成分において、直線性の傾向が異なる現象が見られた。分割点 1/5~4/5 においては直線性が確認できた。このため、近似直線の R² 値が若干低めとなっている。実証試験終了後における申請メーカーによる確認試験では、良好な直線性の結果が得られており、これは実証試験におけるガス導入方法及びガス種の差に起因するものと考えられる。

表 6-8 直線性試験結果

実証製品		結果まとめ
XG-100V 作業環境用	スパンガス	偏差は、メチルエチルケトン -28.9~-8.7%、トルエン -30.5~-8.1%、エチルベンゼン -14.7~-3.1%、 <i>m</i> -キシレン -10.4~-0.5%、 <i>o</i> -キシレン -8.4~0.3%であった。いずれの成分も近似直線の R ² 値は 0.88~0.99 の範囲内であった。
	酸素含有 VOC	エチルベンゼン、 <i>m</i> -キシレン、 <i>o</i> -キシレンは想定対象成分でないため、メチルエチルケトンとトルエンに対する直線性の確認となった。偏差は、メチルエチルケトン 2.3~7.4%、トルエン -0.6~4.1%であった。近似直線の R ² 値は 0.99 以上であった。
	塩素含有 VOC	エチルベンゼン、 <i>m</i> -キシレン、 <i>o</i> -キシレンは想定対象成分でないため、メチルエチルケトンとトルエンに対する直線性の確認となった。偏差は、メチルエチルケトン 30.6~58.9%、トルエン 32.0~38.5%であった。偏差の数値としては大きい、含酸素 VOC の影響値が小さいため、偏差としては大きく見えている。このため近似直線の R ² 値も 0.63、0.81 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6-9に示した。

表6-9 酸素影響試験結果

試験日:2013年12月19日(木)		試験ガス:精製空気を酸素で希釈。ゼロガス(精製空気)及びスパンガス(VOC 5成分) <スパンガスは試験フローの関係上10倍希釈>									
ガスの種類	ガス名	濃度			XG-100V(作業環境高濃度用)						
		VOC濃度 (ppm)	混合ガス VOC各濃度 (ppm)	酸素濃度 (vol%)	GC+半導体センサ						
					東亜DKK製 FID 基準機 ppmC	メチルエチルケトン ppm	トルエン ppm	エチルベンゼン ppm	m-キシレン ppm	o-キシレン ppm	
ゼロ	Air	0	0	21	0.9	0	0	0	0	0	0
ゼロ	Air	0	0	15	-4.6	0	0	0	0	0	0
ゼロ	Air	0	0	5	-2.5	0	0	0	0	0	0
ゼロ	Air	0	0	21	0.8	0	0	0	0	0	0.089
スパン②	⑦VOC 5種混合	7.5	1.5	21	56.0	0.970	2.119	2.052	2.025	1.902	
スパン②	⑦VOC 5種混合	7.5	1.5	15	47.5	1.975	2.232	2.166	2.042	1.966	
スパン②	⑦VOC 5種混合	7.5	1.5	5	42.7	1.263	2.173	3.517	1.899	1.750	
影響値		酸素:21vol%			-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
酸素濃度21vol%の値を100とした時の影響比率(%)		酸素:15vol%			-15.2	103.6	5.3	5.6	0.8	3.4	
		酸素:5vol%			-23.8	30.2	2.5	71.4	-6.2	-8.0	

成分	酸素濃度 (vol%)	影響値 (%)
メチルエチルケトン	21	0.9
	15	-4.6
	5	-2.5
トルエン	21	0
	15	0
	5	0
エチルベンゼン	21	0
	15	0
	5	0
m-キシレン	21	0
	15	0
	5	0
o-キシレン	21	0.089
	15	0
	5	0

2) 結果のまとめ

表6-10に干渉影響試験(酸素)結果をまとめた。ゼロ点における影響は見られなかった。また、スパン点では、メチルエチルケトンとエチルベンゼンに影響が見られたが、その他の成分に関しては、試験に使用したスパンガス濃度(1.5ppm)及び装置の使用用途を考慮すると、問題のないレベルと考えられる。

表6-10 干渉影響試験(酸素)結果まとめ

実証製品	結果まとめ
XG-100V 作業環境用	酸素濃度21vol%の測定値を100(各濃度1.5ppm)とした場合の酸素濃度15vol%及び5vol%における最大偏差は、メチルエチルケトン103.6%、トルエン5.3%、エチルベンゼン71.4%、m-キシレン-6.2%、o-キシレン-8.0%であった。

6.3.2 二酸化炭素影響試験

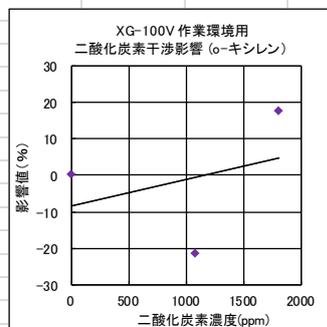
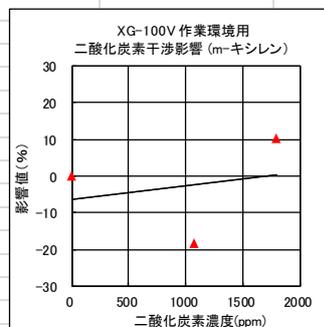
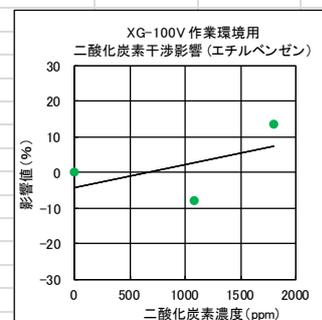
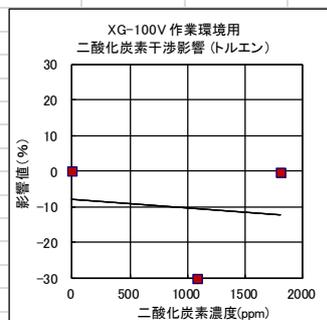
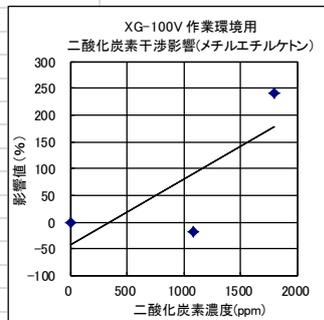
1) 試験結果

試験結果を表6-11に示した。

表6-11 二酸化炭素影響試験結果(1)

試験日: 2013年12月18日(水) <スパン点干渉> 2013年12月19日(木) <ゼロ点干渉>
試験ガス: 二酸化炭素を精製空気希釈。ゼロガス(精製空気)及びスパンガス(VOC 5成分) <スパンガスは10倍希釈>

ガスの種類	ガス名	濃度			XG-100V(作業環境高濃度用)						
		VOC濃度 (ppm)	混合ガス VOC各濃度 (ppm)	二酸化炭素濃度 (ppm)	東亜DKK製 FID		GC+半導体センサ				
					基準機 ppmC	メチルエチルケトン ppm	トルエン ppm	エチルベンゼン ppm	m-キシレン ppm	o-キシレン ppm	
ゼロ	Air	0	0	0	1.0	0	0	0	0	0	
ゼロ	Air	0	0	1080	1.2	0	0	0	0	0	
ゼロ	Air	0	0	1800	0.8	0	0.3	0	0	0	
スパン⑦	CO2	7.5	1.5	0	51.0	1.534	2.382	2.133	2.388	2.473	
スパン⑦	CO2	7.5	1.5	1080	52.9	1.277	1.670	1.965	1.947	1.946	
スパン⑦	CO2	7.5	1.5	1800	51.5	5.246	2.373	2.422	2.630	2.906	
影響値				二酸化炭素: 0ppm	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
二酸化炭素濃度0ppmの値を100とした時の影響比率(%)				二酸化炭素:1080ppm	3.7	-16.8	-29.9	-7.9	-18.5	-21.3	
				二酸化炭素:1800ppm	1.0	242.0	-0.4	13.5	10.1	17.5	



2) 結果のまとめ

表6-12に干渉影響試験(二酸化炭素)結果をまとめた。ゼロ点における影響は見られなかった。また、スパン点では、メチルエチルケトンに影響が見られたが、その他の成分に関しては、試験に使用したスパンガス濃度(1.5ppm)及び装置の使用用途を考慮すると、問題のないレベルと考えられる。

表6-12 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
XG-100V 作業環境用	二酸化炭素濃度添加なしの精製空気(100)の測定値を100(各濃度1.5ppm)とした場合の二酸化炭素濃度1080ppm及び1800ppm%における最大偏差は、メチルエチルケトン242.0%、トルエン-29.9%、エチルベンゼン13.5%、m-キシレン-18.5%、o-キシレン-21.3%であった。

6.3.3 水分影響試験

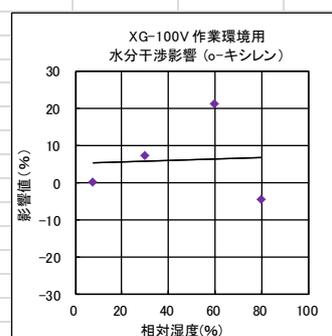
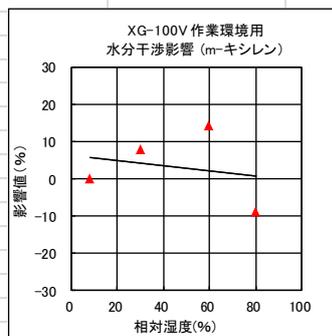
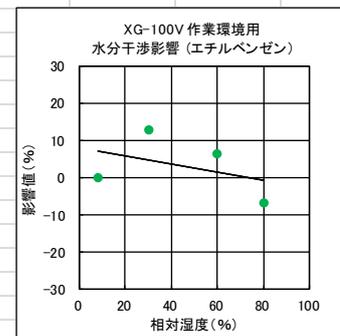
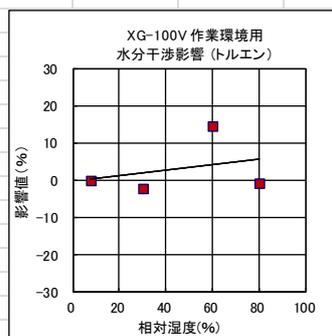
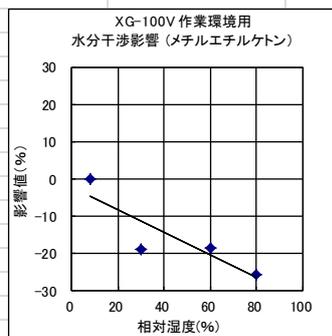
1) 試験結果

試験結果を表6-13に示した。

表6-13 水分影響試験結果

試験日: 2013年12月17日(火)
試験ガス: 室温飽和空気を精製空気で希釈。ゼロガス(精製空気)及びスパンガス(VOC 5成分) <スパンガスは10倍希釈>

ガスの種類	ガス名	濃度			東亜DKK製	XG-100V(作業環境高濃度用)				
		VOC濃度 (ppm)	混合ガス VOC各濃度 (ppm)	H ₂ O濃度 RH%	FID	GC+半導体センサ				
					基準機	メチルエチルケトン	トルエン	エチルベンゼン	m-キシレン	o-キシレン
ppmC	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm		
ゼロ(0%)	Air	0	0	8	1.5	0.401	0	0	0.104	0
ゼロ(30%)	Air	0	0	30	1.5	0	0.200	0	0	0.184
ゼロ(60%)	Air	0	0	60	1.6	0	0	0	0	0.240
ゼロ(80%)	Air	0	0	80	1.7	0	0.250	0	0	0
ゼロ(0%)	Air	0	0	8	1.7	0	0.204	0	0	0
スパン(0%)	⑦VOC5成分	7.5	1.5	8	61.2	1.141	2.244	2.185	2.222	2.203
スパン(30%)	⑦VOC5成分	7.5	1.5	30	61.3	0.926	2.195	2.467	2.396	2.363
スパン(60%)	⑦VOC5成分	7.5	1.5	60	61.3	0.928	2.572	2.321	2.542	2.663
スパン(80%)	⑦VOC5成分	7.5	1.5	80	61.4	0.850	2.224	2.040	2.022	2.104
スパン(0%)	⑦VOC5成分	7.5	1.5	8	61.2	1.534	2.382	2.113	2.388	2.473
影響値		水分(RH): 0%			-1.0	0	0	0	0	0
水分濃度0%の値を100とした時の影響比率(%)		水分(RH): 30%			0.2	-18.8	-2.2	12.9	7.8	7.3
		水分(RH): 60%			0.2	-18.7	14.6	6.2	14.4	20.9
		水分(RH): 80%			0.3	-25.5	-0.9	-6.6	-9.0	-4.5



2) 結果のまとめ

表6-14に干渉影響試験(水分)結果をまとめた。ゼロ点における影響も確認試験を実施したが、影響は見られなかった。また、スパン点でも、水分の影響は小さかった。

表6-14 干渉影響試験(水分)結果まとめ

実証製品	結果まとめ
XG-100V 作業環境用	水分濃度 RH8%の測定値を100(各濃度 1.5ppm)とした場合の相対湿度 30%、60%、80%における最大偏差は、メチルエチルケトン -25.5%、トルエン 14.6%、エチルベンゼン 12.9%、m-キシレン 14.4%、o-キシレン 20.9%であった。

6.3.4 干渉影響試験まとめ

干渉影響試験は、酸素、二酸化炭素、水分の影響について、ゼロ点及びスパン点について実証試験を実施した。ゼロ点における影響は各干渉ガス及び各測定成分において見られなかった。

一方スパン点においては、影響が見られる干渉ガス種、測定成分が存在した。装置の構成としては、クロマトグラフィーを採用しており、試験に使用した干渉影響試験用ガスは、リテンションタイムも異なるため、ガスクロマトグラフで分離されているはずである。実証試験において、低濃度領域における測定精度を確認するため、干渉影響確認時のスパン点濃度を **1.5ppm** とした（装置としては **1.5ppm** から計測可能）。このため、繰返し精度などを考慮すると、計算上の偏差としては、大きな数値になった傾向がある。

労働安全衛生法で定められている、作業環境基準は、メチルエチルケトン **200ppm**、トルエン **10ppm**、エチルベンゼン **20ppm**、キシレン **50ppm** である。

実証試験では **1ppm** 付近で計測を実施したが、本装置は作業環境測定用であること、作業環境基準は前記濃度であることを考慮すると、実使用上においては、精度としては問題ないレベルであると考ええる。

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。XG-100V は設定により変更できるが、本実証試験では、**25分**に1回の計測インターバルに設定されていた。また、連続計測を実施する場合には各測定の間隔を10分から15分あける必要がある。

表6-15 応答時間試験結果まとめ

実証製品	結果まとめ
XG-100V 作業環境用	測定周期 25分

6.5 再現性（ドリフト）試験

1) 試験結果

再現性試験は実証試験開始時に校正を行い、その後装置の校正は実施せず、実証試験終了時に再度、開始時と同条件にてスパンガスを導入し、その偏差を確認した。試験結果を、表 6-16 にまとめた。

表 6-16 再現性（ドリフト）試験結果

試験日：2013年12月12日（木）ゼロ及びスパン校正 室温：23.5℃、湿度：38.0%、大気圧：1017.5hPa										
試験日：2013年12月20日（金）スパン確認 室温：21.5℃、湿度：30.0%、大気圧：1006.1hPa										
ガスの種類	ガス名	濃度			東亜DKK製	XG-100V(作業環境高濃度用)				
		VOC濃度 (ppm)	混合ガス VOC各濃度 (ppm)	VOC濃度 (ppmC)	FID	GC+半導体センサ				
					基準機 ppmC	メチルエチルケトン ppm	トルエン ppm	エチルベンゼン ppm	m-キシレン ppm	o-キシレン ppm
ゼロ調整	Air	0	0	0	0	0	0	0	0	0
スパン調整	⑦VOC 5種混合	75	15	525	518	18.190	18.264	18.046	16.510	16.606
スパン確認	⑦VOC 5種混合	75	15	525	518	18.935	35.118	27.271	23.944	22.638

2) 結果のまとめ

表 6-17 に試験結果をまとめた。

表 6-17 再現性（ドリフト）試験結果まとめ

実証製品	結果まとめ
XG-100V 作業環境用	試験期間中の 8 日間におけるスパン点感度変化は 13.7%～55.1%でメチルエチルケトン以外の 4 成分では、感度（同じ濃度のガスを導入した時に機器が表示する濃度）が約 1.5 倍になった。

6.6 実証試験結果まとめ

実証試験結果まとめ

視点	XG-100V 作業環境用 結果まとめ								
信頼性	<p>繰返し性試験は、スパンガス濃度各 15ppm のガスで実施したが、良好な性能を有していた。直線性試験結果は、分割器における分割点 5/5 において、直線性の傾向が異なる現象が見られたが、分割点 1/5～4/5 においては良好な直線性が確認できた。</p> <p>干渉成分の影響については、酸素、二酸化炭素、水分ともに、ゼロ点における影響は無かった。スパン点においてはデータとしては変動があるように見えるが、試験に使用したスパンガス濃度(1.5ppm)及び装置の使用用途を考慮すると、問題のないレベルと考えられる。メチルエチルケトンに関しては、酸素、二酸化炭素にて影響が見られた。</p> <p>応答時間はクロマトの分離時間で決まっている。ドリフトについては、ゼロ点は無いため、スパン点の変化となるが、メチルエチルケトンを除く 4 成分で 50%の感度上昇が見られた。</p> <p>実証試験では、試験用ガスを発生装置から直接導入し、試験を実施した。測定ガスをバックに採取し、30 分間置いた後に計測を実施した場合に、絶対値の差異や直線性の差異が確認されている。このため、今後の運用としては、メーカーにて、校正及びサンプル測定は、バックに採取したガスを 30 分放置した後計測を行うことを、取扱説明書等に明記し、運用方法を基本的には統一することとする。</p>								
実用性	<p>実証試験では、メチルエチルケトン、トルエン、エチルベンゼン、<i>m</i>-キシレン、<i>o</i>-キシレンの 5 成分を測定対象とした装置の試験を実施したが、作業環境測定用途では、それ以外の VOC 濃度の計測も要求される場合がある。本装置では、20 成分の VOC に関して、リテンションタイム、検出下限、検出上限が記載されており、用途に応じた計測が可能であるため、実用性が高い。</p> <p>装置の制御や濃度演算は全てパソコンからのコントロールとなり、装置は AC100V が必要なため、電源のない現場でのオンサイトでの使用はできない。</p> <p>測定中はパソコンの画面にクロマトグラムがリアルタイムで表示されるため、計測の状況が見えてわかりやすい。</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(操作マニュアル)は 60 頁あり、わかりやすく記載されている。また、校正及び測定方法に関するクイックマニュアルが別途作成されており、初めて装置を使用する場合でも、操作が簡易にできる。</p> <p>測定は、シリンジを使用して注入する方法と、内蔵ポンプによる連続自動測定が出来る仕様があり、用途に応じて使用できる。試験では連続自動測定方式を使用した。操作は非常に簡易であった。</p> <p>データはエクセルに保存が可能で、またクロマトグラムの保存も可能である。対話形式で操作しやすい。</p> <table border="1" data-bbox="391 1850 1348 2024"> <tr> <td>価格</td> <td>240 万円 (参考市場価格)</td> </tr> <tr> <td>重量</td> <td>約 10Kg</td> </tr> <tr> <td>電源</td> <td>AC100V</td> </tr> <tr> <td>暖機時間</td> <td>30 分</td> </tr> </table>	価格	240 万円 (参考市場価格)	重量	約 10Kg	電源	AC100V	暖機時間	30 分
価格	240 万円 (参考市場価格)								
重量	約 10Kg								
電源	AC100V								
暖機時間	30 分								

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、付属のパソコンに保存され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。

○付録

用語の定義 (JIS)

主な用語の定義は日本工業規格（以下 JIS）に準ずるものとする。特に、関連の深い JIS としては以下が挙げられる：

- JIS B 7989 排ガス中の揮発性有機化合物（VOC）の自動計測器による測定方法
- JIS K 0055 ガス分析装置校正方法通則
- JIS K 0095 排ガス試料採取方法
- JIS K 0211 分析化学用語（基礎部門）
- JIS K 0212 分析化学用語（光学部門）
- JIS K 0213 分析化学用語（電気化学部門）
- JIS K 0215 分析化学用語（分析機器部門）
- JIS Z 8103 計測用語

実証試験要領で使用している用語

実証試験要領中の用語の定義

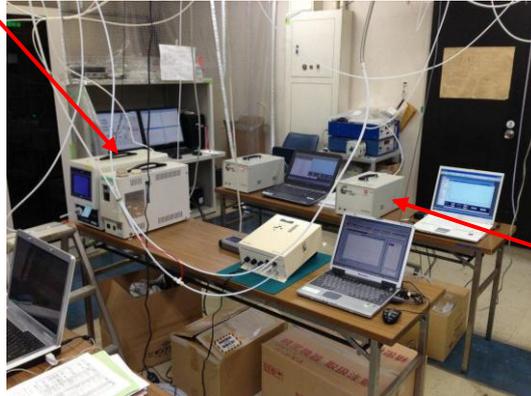
用語	定義
実証対象技術	実証試験を行う技術に関し、実証の核となる理論や性能（本実証試験要領では「VOC等簡易測定技術」）
実証対象製品	実証対象技術を機器・装置として具現化したもののうち、実証試験で実際に使用するもの（具体的には「〇〇社」の「〇〇計測器」など）
実証項目	実証対象製品の性能を測るための項目（具体的には「感度」「90%応答時間」など）
VOC（揮発性有機化合物, Volatile Organic Compound）	大気中に排出され、又は飛散した時に気体である有機化合物（浮遊粒子状物質及びオキシダントの生成の原因とならない物質として政令で定める物質を除く）「大気汚染防止法第二条4」の定義を基本とする。ただし、VOC取扱事業所の実態等を考慮し、必要に応じて他の化学的性質が類似した物質を追加することを妨げない。
VOC等	対象技術分野（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）の拡張を意図したもので、例えば、「排ガス中のVOC」「室内環境VOC」「におい」等々を含む。
ゼロ(ガス) ゼロ校正	機器・装置の最小目盛値をゼロ（点）と呼び、その目盛をあわせるガスをゼロガス、ゼロの目盛をあわせることを、ゼロ校正と言う。
スパン(ガス) スパン校正	機器・装置の最大目盛値をスパン（点）と呼び、その目盛をあわせるガスをスパンガス、スパンの目盛をあわせることを、スパン校正と言う。
分割点	機器・装置のガス濃度に対する濃度出力の相関性（直線性）を確認するために、スパンガス濃度を均等に希釈するが、この均等に希釈した比率を分割点という。
感度	ドリフト試験で使用している感度は、機器・装置の能力としての分解能ではなく、濃度が同一のガスを導入した場合の機器・装置からの濃度出力の変化量を意味する。
模擬ガス	本実証試験で、測定対象とする試験ガス。 実際に使用される現場や実証対象技術の仕様から想定される複数のガス種を混合した試料ガス（模擬ガス）。

○資料編

1. 実証試験場所及び装置写真

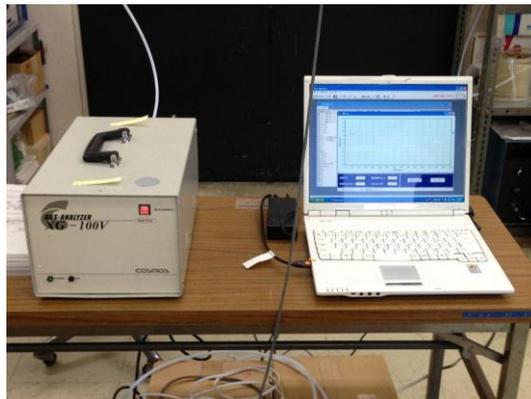
試験場所：横浜市環境科学研究所

基準機 (FID 法)



試験機 (XG-100V 作業環境用)

実証試験現場



実証試験機：XG-100V 作業環境用



基準機 (FID 法分析計)



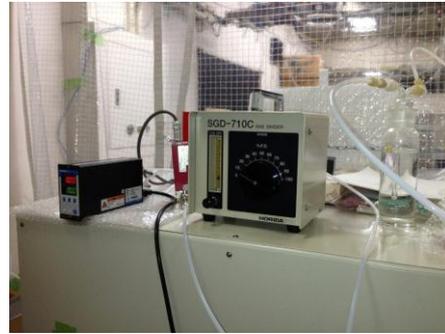
試験用ガス調整装置 (加湿・流量制御)



試験用高压ガス



流量制御 (マスフロー)



ガス分割器 (10分割)



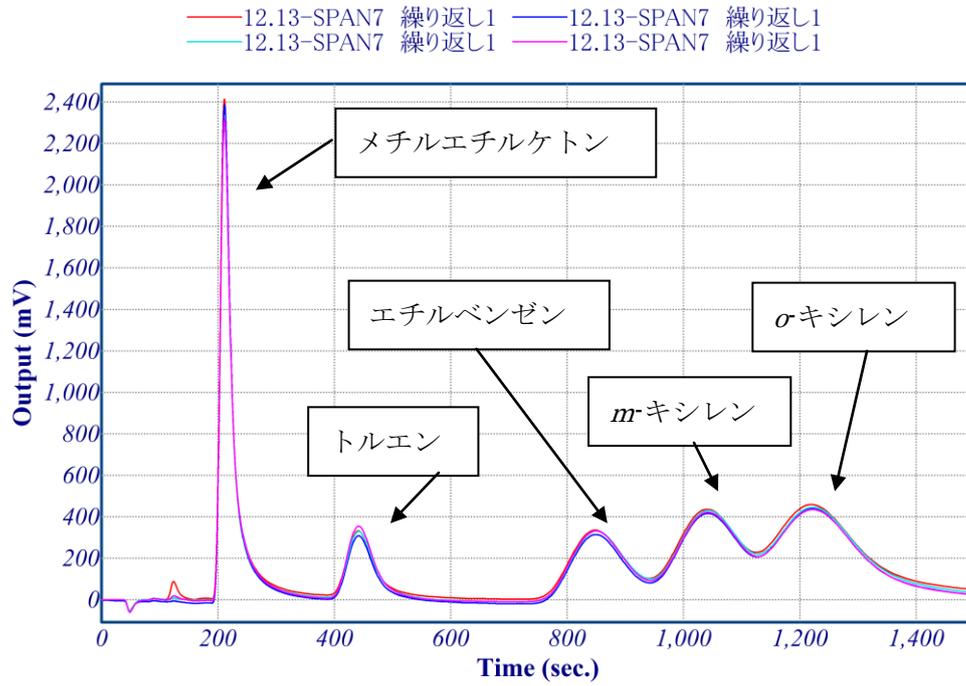
相对湿度計



マニフォールド

2. クロマトの例

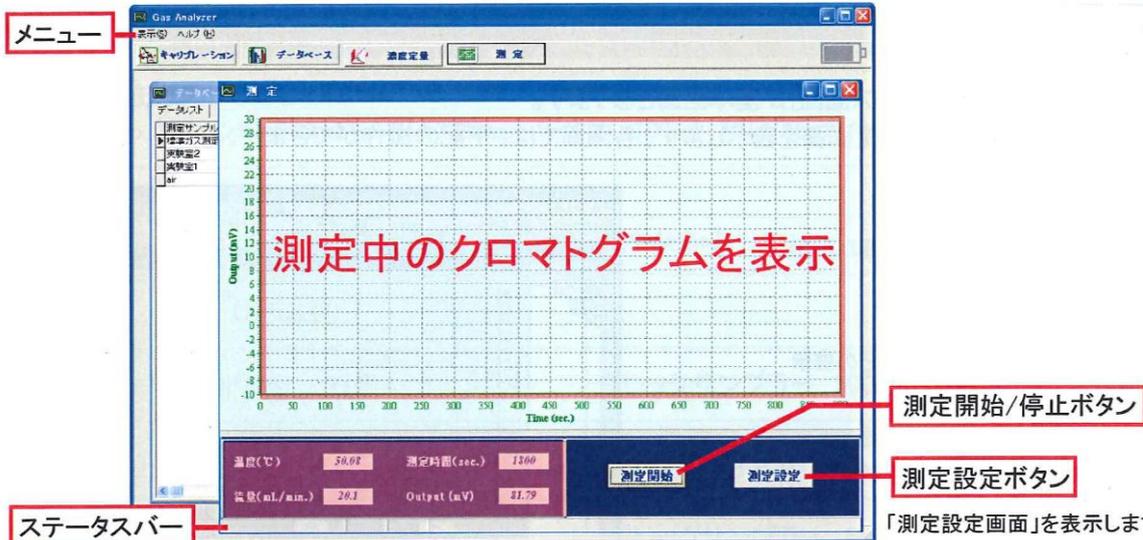
クロマトの例 XG-100V 作業環境用



3. 測定画面及びデータベース画面

● 「測定画面」の表示

測定設定、測定開始/中断の操作および測定中のクロマトグラムを表示します。



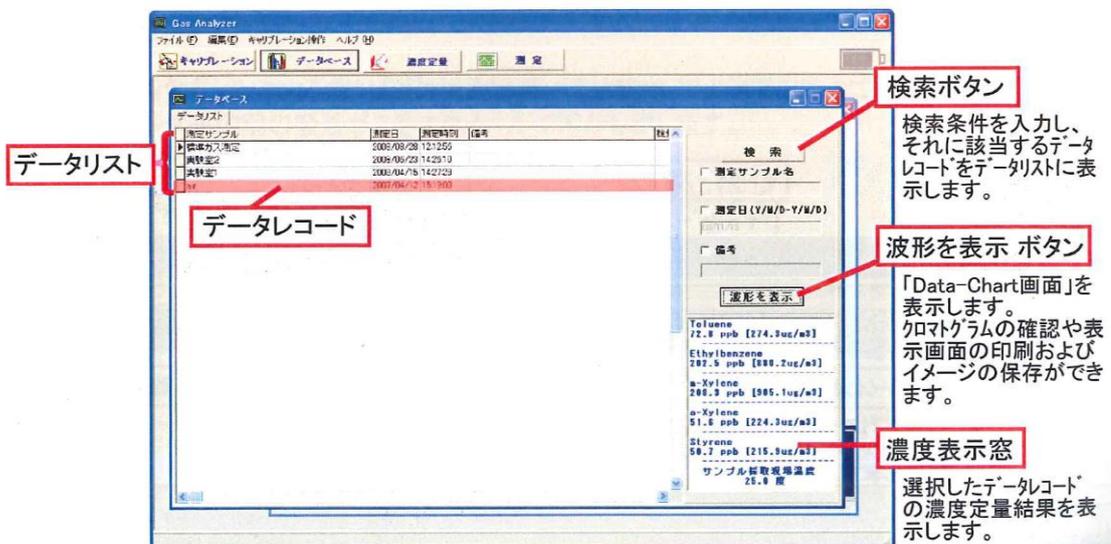
温度(°C)	カラム温度表示
流量(mL/min)	キャリアガス流量表示
測定時間(sec.)	「測定設定画面」にて入力した測定時間
Output(mV)	検出器の生出力

「測定設定画面」を表示します。
「測定設定画面」では、サンプル名や測定時間などの入力と、測定操作の音声ガイドの設定ができます。

カラム温度とキャリアガス流量は変更できません。
設定値[カラム温度]50 °C [キャリアガス流量]20 mL/min

● 「データベース画面」の表示

データベース画面では、濃度定量結果やクロマトグラムの確認ができます。また、各データレコードの項目の編集やデータレコードの削除やデータの検索など測定データに関する様々な操作をおこないます。



検索条件を入力し、それに該当するデータレコードをデータリストに表示します。

「Data-Chart画面」を表示します。クロマトグラムの確認や表示画面の印刷およびイメージの保存ができます。

選択したデータレコードの濃度定量結果を表示します。