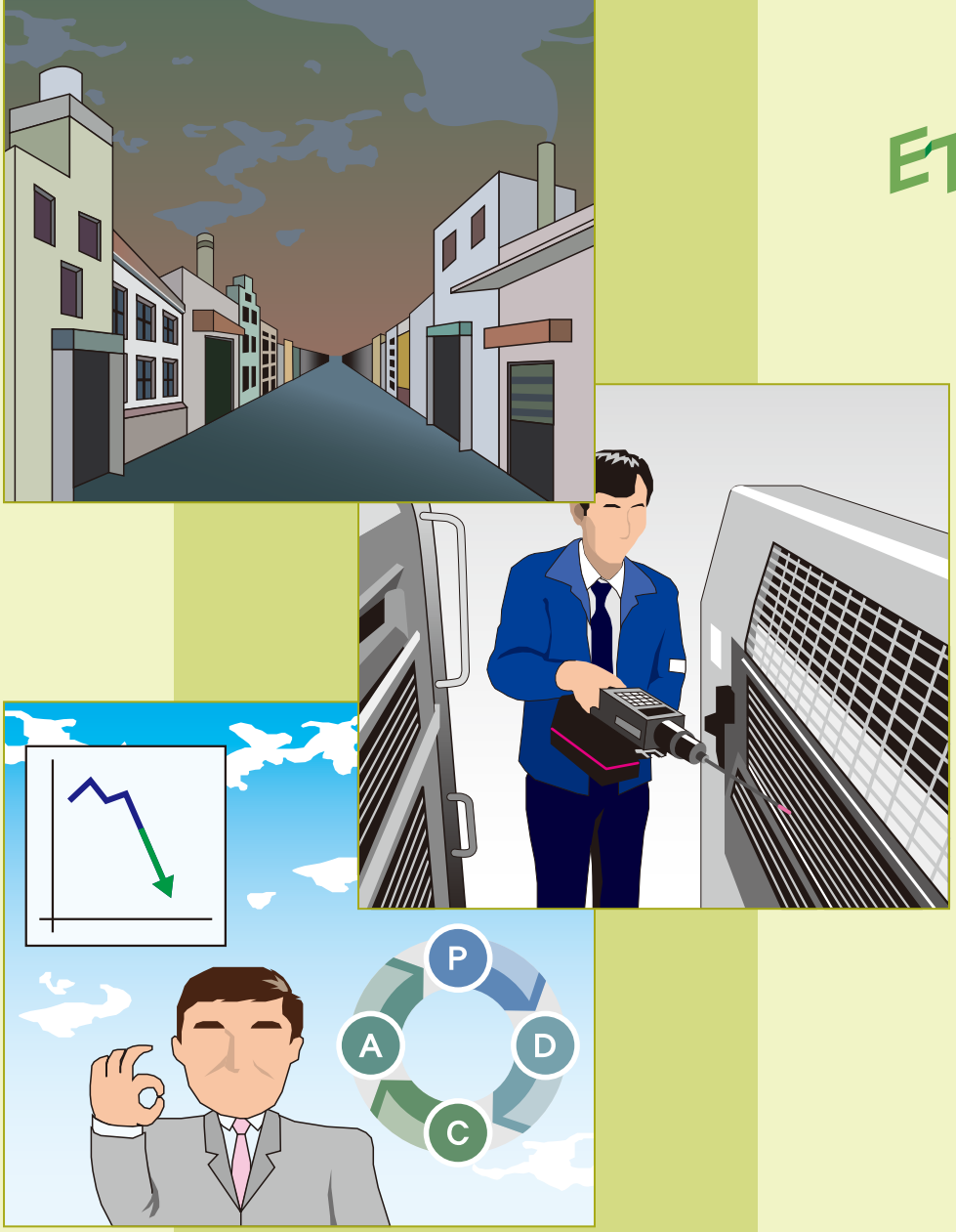


[環境技術実証事業]

平成21年度実証試験結果報告書の概要

VOC簡易測定技術分野

環境省

目次

Ⅰ. はじめに・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1

Ⅱ. VOC簡易測定技術分野について　・・・・・・・・・・・・・・・・・・6

Ⅲ. 実証試験の方法について（平成２１年度）　・・・・・・・・・・・8

Ⅳ. 平成２１年度実証試験結果について・・・・・・・・・・・・・・・11

I. はじめに

本レポートは、環境省の「環境技術実証事業」の「VOC簡易測定技術分野」について、平成21年度に完了した実証試験の結果概要等をとりまとめたものです。

■ 『環境技術実証事業』とは？

既に適用可能な段階にあり、有用と思われる先進的環境技術でも、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、地方公共団体、企業、消費者等のエンドユーザーが安心して使用することができず、普及が進んでいない場合があります。環境技術実証事業とは、このような普及が進んでいない先進的環境技術について、その環境保全効果等を第三者機関が客観的に実証する事業です。本事業の実施により、ベンチャー企業等が開発した環境技術の普及が促進され、環境保全と環境産業の発展による経済活性化が図られることが期待されます。

平成２１年度は、以下の９分野を対象技術分野として事業を実施しました。

（１） 自然地域トイレし尿処理技術分野
（２） 小規模事業場向け有機性排水処理技術分野
（３） 湖沼等水質浄化技術分野
（４） 閉鎖性海域における水環境改善技術分野
（５） VOC排出抑制技術・脱臭技術分野（中小事業所向けVOC排出抑制技術・脱臭技術）
（６） ＶＯＣ簡易測定技術分野
（７） ヒートアイランド対策技術分野（建築物外皮による空調負荷低減等技術）
（８） ヒートアイランド対策技術分野（オフィス、住宅等から発生する人工排熱低減技術）
ＩＴ機器等グリーン化技術
（９） ヒートアイランド対策技術分野（オフィス、住宅等から発生する人工排熱低減技術）
地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム

■ 事業の仕組みは？

環境省が有識者の助言を得て選定する実証対象技術分野において、公募により選定された第三者機関（「実証機関」）が、実証申請者（技術を有する開発者、販売者等）から実証対象技術を募集し、その実証試験を実施します。実証試験を行った技術に対しては、その普及を促すため、また環境省が行う本事業の実証済技術である証として、「環境技術実証事業ロゴマーク」（図1）及び実証番号を交付しています。なお、本事業において「実証」とは、環境技術の環境保全効果、副次的な環境影響等を、当該技術の開発者でも利用者でもない第三者機関が試験等に基づいて客観的なデータとして示すことを言い、これは、一定の判断基準を設けてそれに対する適合性を判定する「認証」や「認定」とは異なります。

図 1：環境技術実証事業ロゴマーク（共通ロゴマーク）
（技術分野により、ロゴマークの仕様が異なります。）

（１）事業の実施体制（図2）

各技術分野について、実証システムが確立するまでの間、原則として分野立ち上げ後最初の2年間は、実証試験の実費を環境省が負担する「国負担体制」で実施し、その後は受益者負担の考え方に基づき、実証試験の実費も含めて申請者に費用を負担いただく「手数料徴収体制」で実施しています。

各技術分野の事業のマネジメント（実証試験要領の作成、実証機関の選定等）については、「国負担体制」の場合は環境省が実施し、「手数料徴収体制」の場合は「実証運営機関」が手数料項目の設定と実証申請者からの手数料徴収も含めて実施します。実証運営機関は、公募により、公平性や公正性確保の観点、さらに、体制、技術的能力等も勘案して選定しています。

実証対象技術の募集・選定、実証試験の実施、実証試験結果報告書の作成等は「国負担体制」、「手数料徴収体制」のどちらの体制においても、「実証機関」が行います。実証機関は、公募により、試験の公平性や公正性確保の観点、さらに、体制、技術的能力等も勘案して選定しています。

業務全体の運営にあたっては、有識者からなる環境技術実証事業検討会及びその下に設置された分野別WGにて専門的見地から助言をいただいています。

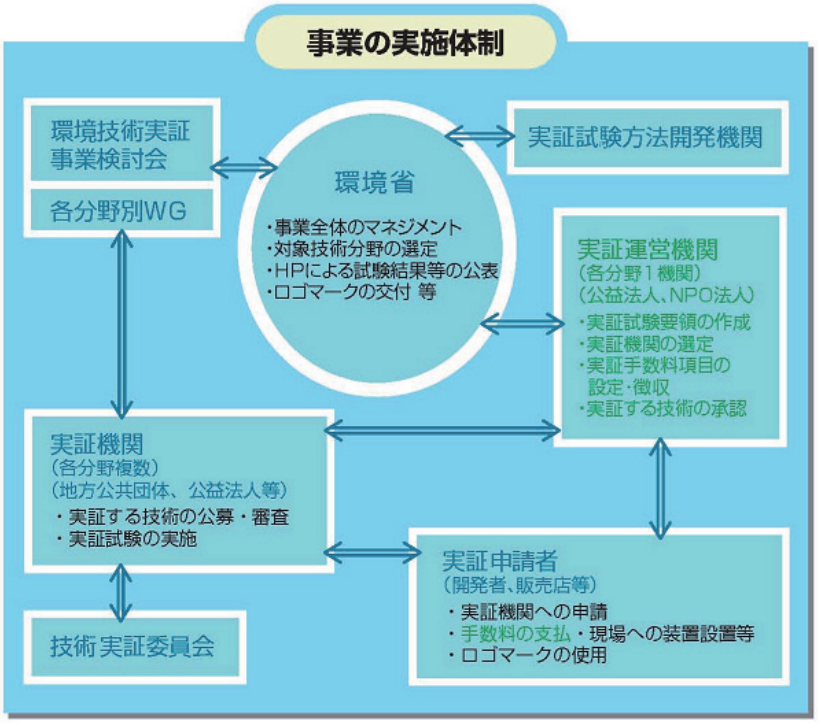


図 2：『環境技術実証事業』の実施体制（平成21年度）

（緑色の記載は、「手数料徴収体制」に適用）

（２）事業の流れ

実証試験は、主に以下の各段階を経て実施されます。（図３）

○実証対象技術分野の選定

環境省が、環境技術実証事業検討会における議論を踏まえ、実証ニーズや、技術の普及促進に対する技術実証の有効性、実証可能性等の観点に照らして、既存の他の制度で技術実証が実施されていない分野から選定を行います。

○実証運営機関（手数料徴収体制のみ）・実証試験要領の策定・実証機関の選定

技術分野ごと、実証運営機関は1機関、実証機関は予算の範囲内で、分野別WGで検討の上、必要数選定します。また、実証試験を行う際の基本的考え方、試験条件・方法等を定めた「実証試験要領」を策定します。

○実証対象技術の募集・実証試験計画の策定

実証機関が実証対象技術を募集し、有識者からなる技術実証委員会での検討を踏まえて対象技術を選定します。その後実証機関は、実証申請者との協議を行いつつ、有識者からなる技術実証委員会で検討した上で、実証試験計画を策定します。

○実証試験の実施

実証機関が、実証試験計画に基づき実際の実証試験を行います。

○実証試験報告書の作成・承認

実証機関において実証試験データの分析検証を行うとともに、実証試験結果報告書を作成します。報告書は、分野別WGにおける検討を踏まえ、環境省が承認します。承認された報告書は、実証機関から実証申請者に報告されるとともに、一般に公開されます。

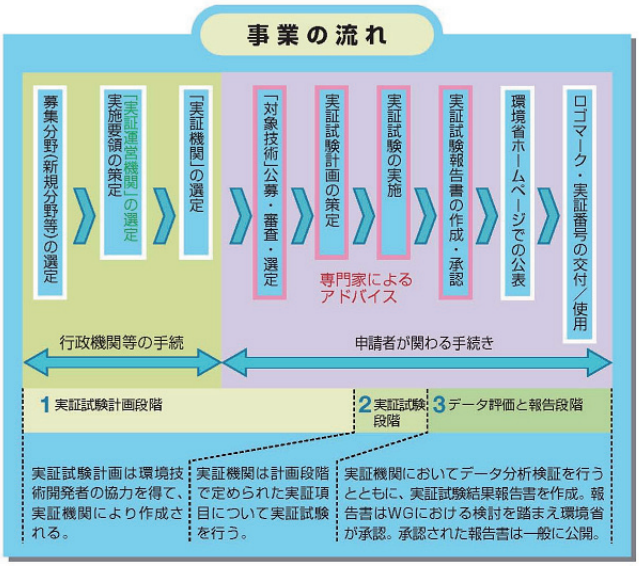


図 3：『環境技術実証事業』の流れ

（「実証運営機関」の選定は、「手数料徴収体制」に適用）

■ 環境技術実証事業のホームページについて

環境技術実証事業では、事業のデータベースとして環境技術実証事業ホームページ（http://www.env.go.jp/policy/etv/）を設け、以下の情報を提供していますので、詳細についてはこちらをご覧ください。

[1] 実証技術一覧

本事業で実証が行われた技術及びその環境保全効果等の実証結果（「実証試験結果報告書」等）を掲載しています。

[2] 実証試験要領／実証試験計画

技術分野ごとに、実証試験を行う際の基本的考え方、試験条件・方法等を定めた「実証試験要領」、及び実証試験要領に基づき対象技術ごとの詳細な試験条件等を定めた「実証試験計画」を掲載しています。

[3] 実証運営機関・実証機関／実証対象技術の公募情報

技術分野ごとに、実証運営機関・実証機関あるいは実証対象技術を公募する際、公募の方法等に関する情報を掲載しています。

[4] 検討会情報

本事業の実施方策を検討する検討会、各WGについて、配付資料、議事概要を公開しています。

Ⅱ. VOC簡易測定技術分野について

■ VOC簡易測定技術とは？

本事業が対象としているVOC簡易測定技術とは、操作・管理が容易であったり、迅速に定量が可能であるといった特徴をもったもので、VOC取扱い事業所における工程管理、機器管理等、VOC排出削減の自主的取組みに有用な技術を指します。

VOC測定方法は、VOCの個々の成分の濃度を測定する方法と、全VOC濃度を包括的に測定する方法の2つに分類されます。前者は、労働安全衛生法（作業環境測定基準）によりVOCの個々の成分ごとに測定法が定められていて、後者は、大気汚染防止法改正に伴い、環境省告示で測定法が定められています。

環境省が定めるVOC濃度の測定法（以下、公定法）は、排出されるVOCの種類が多種に及ぶことから個別の物質ごとに測るのではなく、炭素数として包括的に測定するよう定められています。このような測定方法で、得られる濃度は炭素換算のppm値(ppmC)という単位で表記されます。

本事業で対象とするVOC簡易測定技術は、複数成分からなるVOCを同時に測定できる技術であることを前提としていますが、各事業所における取扱溶剤の種類等の実情に応じた自主的取組に活用可能なものとするため、公定法において求められる、VOCの包括的な定量（測定結果の単位をppmCで求める）を必須条件とはしていません。また、測定原理についても、原則として限定していません。

これらの簡易測定技術は、規制のための測定方法である公定法と比べて、一般的に機器が安価で、測定方法が簡易であるとされています。

■なぜVOC簡易測定技術を実証対象分野としたのか？

VOC（揮発性有機物質）は大気中で光化学反応、物理反応等により、光化学オキシダントや浮遊粒子状物質（SPM）を生成する原因物質です。このVOCは、大気汚染防止法で定められたVOCの排出規制と事業者が自主的に行う排出抑制により、排出総量を平成12年度から平成22年度までに3割削減することが目標とされています。このうち、規制によって削減するのは1割程度、自主的取組に基づき削減すべき割合は2割程度と見込まれ、規制対象外となる中小規模の施設からの自主的な取組を一層促進させる支援が必要となっています。

VOC排出事業者は、日々の管理等で排出量を的確に把握することで、最適なVOC削減策を自主的に講じることができます。その結果として、VOCの排出量が削減されるだけではなく、いっそうの作業環境の改善、溶剤コストの削減、環境情報の透明化によるCSRの確保といったメリットに繋がることが期待されます。

ところが、自主的取組に活用可能な簡易型の測定器は多様な機種が販売されているものの、その精度、操作性、解析に要するコスト等のデータは、メーカーが公表しているもののみとなっています。このため、国がVOC簡易測定技術の実証を行い、その有用性等に関する客観的な技術情報を提供することで、VOC排出事業者による簡易測定機器を活用した自主的取組の促進に寄与することを目的に、対象技術分野に選定しました。

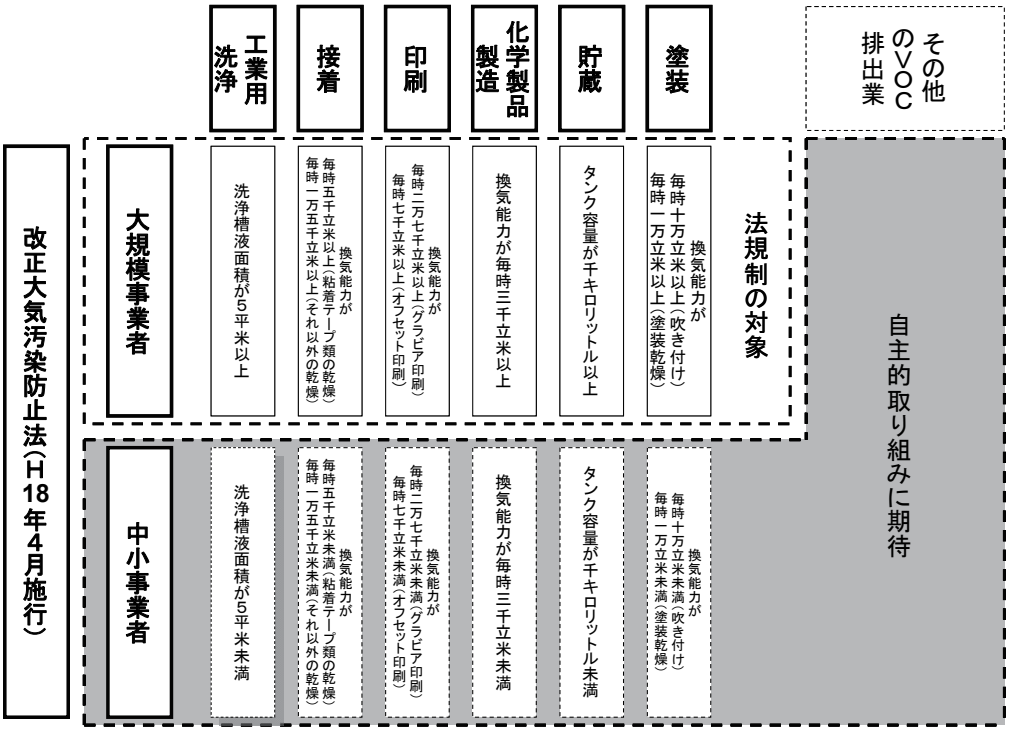


図 4　改正大気汚染防止法における「自主的取り組み」の位置づけ

（H17　第 3 回 VOC 処理技術ワーキンググループ　資料 5 より引用）

Ⅲ. 実証試験の方法について（平成２１年度）

■ 実証試験の概要

実証試験は、VOC簡易測定技術分野で定められた「実証試験要領」に基づき実施され、実証申請者から提出された実証対象製品について、以下の各項目を実証しています。

○ 製品性能の信頼性

○ VOC取扱事業所において、対象となるVOCの測定の際の実用性

○ 製品操作等の簡便性

VOC簡易測定技術を有するメーカーなどは、実証を希望する技術の概要を実証申請書に明記し、実証機関に対して申請を行います。実証機関は申請された内容を審査し、問題がない場合、実証試験の計画を策定します。この実証試験計画に基づいて、実証試験が実施されます。本実証試験では、実際の現場（工程）で想定されるガス成分の試料（模擬ガス）を測定します。また、事業所から実際に排出される実ガスも任意で測定できます[1]。実証試験結果のデータ分析と検証は実証機関によって行われ、実証試験結果報告書が作成されます。

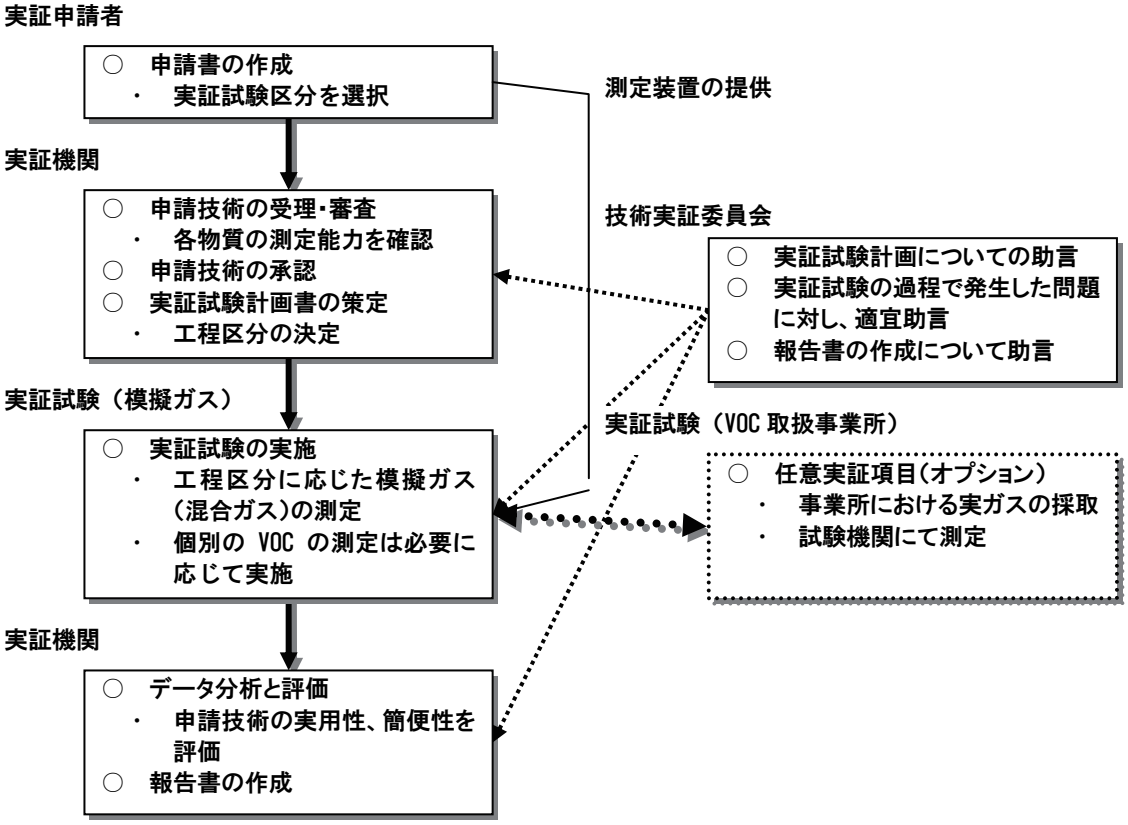


図 5　実証試験の流れ

[1] 作業環境または排出口等における実ガスの測定（任意実証項目）については、平成 21 年度は実施されませんでした。

■ 実証項目について

VOC簡易測定技術の実証試験では、実際の現場（工程）で想定されるガス成分の試料（模擬ガス）を測定します。一般に、VOC取扱事業所(工程)では、複数の種類のVOCが同時に存在しているので、本実証試験ではこれらを模した混合ガス（模擬ガス）を包括的に測定します。現場に近い条件で実証試験を行うために実証試験区分が便宜的に設定されており、本実証試験で測定する模擬ガスは、この実証試験区分別に作成します。

表 1　実証試験区分

実証試験区分	試験対象 VOC	備考
一般的な規制対象施設	炭化水素系、アルコール系、ケトン系、エステル系など	塗装、接着、印刷事業所で使用される VOC に関して試験する。
ハロゲン系 VOC が多い事業所	ハロゲン系、石油系混合溶剤など	工業洗浄関連の事業所で使用される VOC に関して試験する。
その他	実証機関と協議の上、決定する	上記で対象としていない VOC に関して試験する。

※ 申請者は、実証対象製品の性能を考慮したうえで、実証試験区分を選択する。

※複数の区分を選択することも可能である。

本実証試験では、複数の種類のVOCからなる模擬ガスを測定し、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します。この他、事業所から実際に排出される実ガスも任意で測定します。これらの実証に関わる実証項目は表 2で示す通りです[2]。

[2] これらの実証試験項目について、実証機関は実証対象製品の原理、技術仕様等を考慮して、試験項目を適宜追加変更することが可能です。

表 2　実証項目別の視点と方法の例

項目	指標	視点			方法	
		信頼性	実用性	簡便性	書類	試験
1．個別の物質測定に係る評価項目（書類確認）						
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	比率等	○			○	―
2．混合物質測定に係る評価項目（実測）						
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		○	○		○	◎
3．事業所における実際の試料測定に係る評価項目（オプション）						
①再現性	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、実証に当たって重視される項目で、実測等によってデータを取得する。
1 及び 2 は分析対象物質又は類似物質の市販標準品で調製した試料、3 は事業所における実際の試料を測定する。

詳細な実証項目については、実証試験を行う際の基本的考え方、試験条件・方法等を定めた「実証試験要領」及び実証試験要領に基づき詳細な試験条件等を定めた「実証試験計画」に明記されています。これらは事業のホームページ（http://www.env.go.jp/policy/etv/）でご覧いただくことができます。

Ⅳ．平成２１年度実証試験結果について

平成２１年度は、国負担体制で実施しました。

■実証機関

○ 社団法人日本環境技術協会

■ 実証対象技術の概要

実証番号	環境技術開発者	実証対象技術	測定原理	実証試験期間	ページ
100-0901	光明理化学工業株式会社	VOC 簡易測定システム（型番 VOC-1）	触媒酸化-検知管方式	平成 22 年 1 月 18 日～2月4日	１２
100-0902	有限会社オー・エス・ピー	ハンディ VOC センサー（型番 VOC-121H）	高分子薄膜の膨潤に基づく干渉増幅反射法（IER法）	平成 22 年 1 月 18 日～2月4日	１８
100-0903	フィガロ技研株式会社	ハンディ TVOC モニター（型番 FTVR-02）	酸化物半導体式ガスセンサ	平成 22 年 1 月 18 日～2月4日	２６
100-0904	理研計器株式会社	ガスリーク検知器（型番 GL-103）	水素炎イオン化検出器（FID）	平成 22 年 1 月 18 日～2月4日	３２

＜実証機関連絡先＞

社団法人日本環境技術協会

〒105-0001 東京都港区虎ノ門5-11-15　虎ノ門ＫＴビル

TEL 03-3431-5462　　FAX 03-5472-0909

○ 実証試験結果の概要

実証対象技術／ 環境技術開発者	VOC 簡易測定システム（型番 VOC-1） 光明理化学工業株式会社
実証機関	社団法人日本環境技術協会
実証試験期間	平成 22 年 1 月 18 日～2 月 4 日
本技術の目的	VOC 排出削減の自主的取組みに利用できる VOC 簡易測定

１．実証対象技術の概要

測定原理

VOC を触媒酸化し（300 ℃、白金触媒）、生じた二酸化炭素濃度を検知管で測定するので、炭素換算濃度（ppmC）が測定できる。試料ガス中の二酸化炭素は予め検知管で測定しておいて、差し引く。

ジクロロメタン等のハロゲン系 VOC の測定は出来ない。

２．実証試験の概要

○ 実証対象技術の仕様

型式	VOC-1
測定原理	触媒酸化-検知管方式
測定対象ガス	ハロゲン系（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、クロロベンゼン等）を除く VOC
測定範囲	200～4000 ppmC※（二酸化炭素ＳＦ型検知管使用） ※大気中の二酸化炭素を含む
ガスサンプリング法	ガス採取器（AP-20）を用いた VOC 捕集バッグ内への捕集（吸引用気密容器使用）。採取量：100 ml または 50 ml
装置電源	AC100 V

注 1）二酸化炭素の濃度が著しく高い燃焼排ガスを含むサンプルなどは測定できない。
注 2）グラビア印刷などで使用されるシリコーンコーティング剤を含むサンプルは触媒を劣化させる可能性がある。

○ 実証試験実施場所

基本性能試験：横浜市環境科学研究所 標準ガス試験室で実施。
事業所における実際の試料測定試験：東京都産業技術研究センターの塗装試験施設でバッグへの試料採取を実施し、横浜市環境科学研究所で測定を実施。

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。

○ 繰返し性試験

繰返し試験結果は、±5 %程度であった。ただし、模擬ガス（VOC 5 成分）の場合は、±10 %程度であった。

ガス濃度と指示値の偏差（%）は、トルエンの場合は最大で＋15 %であったが、模擬ガスの場合は＋85 %と高めの値を示した。

実証製品の精度は、200～700 ppmC では個々の指示値の±35 %以内、700～4000 ppmC では個々の指示値の±25 % 以内であると公表されている（3.4 性能データ）。本試験結果より、トルエン測定に関しては、環境技術開発者が公表する精度を満たす測定結果が得られた。

一方、模擬ガス（VOC 5 成分）で高い指示値が出たが、これは測定前に試料ガスでパージを実施したことが原因として考えられる。VOC 5 成分の中で触媒燃焼反応速度がトルエンに比較して遅いガス（例えばイソプロピルアルコール、酢酸エチルなど）がパージ操作時（吸引速度が速い）に VOC 触媒分解装置に残留し、測定時（吸引速度が遅い）に酸化燃焼して溶出した結果として、指示値が高くなったと推定できる。トルエン単成分ではこのような現象は見られなかった。

本実証試験ではパージを試料ガスで行ったが、大気（周辺空気）で行えば、このような問題は無いとのデータが実証申請機関より提出されている(参照：**viページ（参考情報）○その他、実証申請機関からの情報)**。

なお、トリクロロエチレンは触媒を劣化させるとのことで、試験を実施しなかった。

○ 再現性（ドリフト）試験

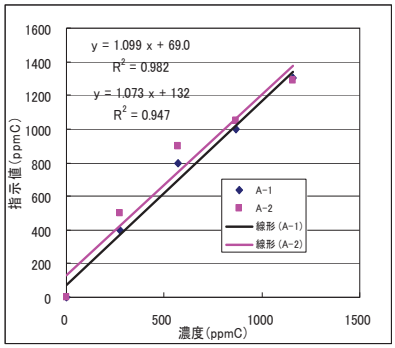
試験期間中（2 週間）に、275 ppm（1900 ppmC）付近の高圧容器詰めトルエンを 3 回導入した時の各々の指示値を読み、初回の指示値からの偏差を調べた結果は、3%以下と良好であった。

○ 直線性試験

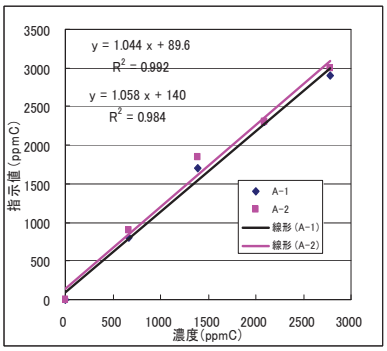
直線性試験結果は、－5 ～ ＋20 %程度であった。トルエンでは中間点（2 / 4）でプラス傾向を示したが、全体的には実証製品の精度内であった。

模擬ガス（VOC 5 成分）の場合は、2 台の試験機でばらつきが見られたが、繰返し試験時に記載したパージの方法によるものと推定できる。

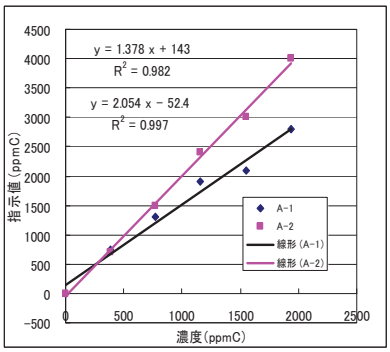
直線性試験結果として、相関散布図を示した。



トルエン 1,160 ppmC



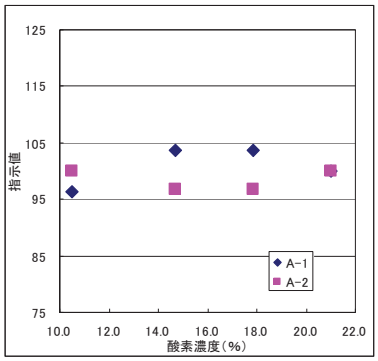
トルエン 2,800 pmC



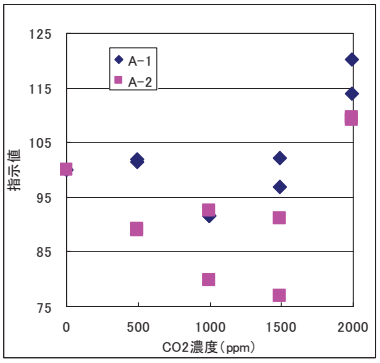
VOC 5 成分

○ 干渉影響試験

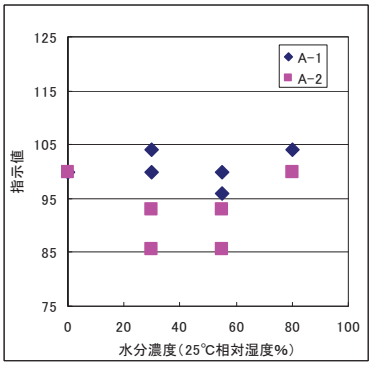
酸素影響、二酸化炭素影響、水分影響試験結果を示した。いずれも実証製品の精度内であり、顕著な影響としては、見られなかった。



酸素影響試験結果



二酸化炭素影響試験結果



水分影響試験結果

○ 事業所における実際の試料測定試験

バッグ繰返し測定結果は、－20 ～＋35 %程度であり、少し大きなばらつきを示した。バックグランドの CO_2 濃度と VOC 濃度に差が小さかった（測定濃度が低かった）ためと推定する。詳細は本編 **表６－８**を参照。

バッグ試験時のガス濃度と試験機の指示値の平均値の偏差（%）を示した。指示値は、－25%程度と少し低めの値を示した。

					比較機		試験機	
					HOR製	TD製	VOC-1	
					NDIR	FID	触媒酸化＋検知管	
ガスの種類	ガス名	濃度 (ppm)	濃度 (ppmC)		比較機A	比較機B	A-1	A-2
					ppmC	ppmC	ppmC	ppmC
高圧容器詰	C7H8	273	1911	指示値	1911	1911	2000	2000
				偏差(%)	0.0	0.0	4.7	4.7
バッグ①	ｻﾝﾌﾟﾙ①	121	750	指示値	752	748	617	556
				偏差(%)	0.3	-0.3	-17.7	-25.9
バッグ②	ｻﾝﾌﾟﾙ②	127	845	指示値	856	834	626	649
				偏差(%)	1.3	-1.3	-25.9	-23.2

○ 実証試験結果まとめ

視点	結　果　ま　と　め
信頼性	二酸化炭素用の検知管は技術的に確立されたものであり、信頼性は触媒酸化装置との組み合わせ上の問題になる。触媒の性能は、公定法 NDIR の酸化効率（メタンが 95 %以上酸化できること）と比較すると、測定ガス成分により酸化効率に違いが生じる場合があるので、事前に測定ガスの成分・組成を確認するなどの注意が必要である。簡単な触媒効率のチェック手法を確立することが望ましい。 なお、測定前のパージは試料ガスによるパージではなく、環境大気によるパージで実施する必要がある。
実用性	公定法と同様に、ppmC で測定が可能であり、測定結果を公表したり、評価する場合に有効である。試料ガス中には二酸化炭素がバックグランドとして、必ず存在するため、VOC 試料測定と同時に、バックグランドとなる空気の測定が必要であり、二酸化炭素濃度に対して、VOC 濃度が低い場合の精度の確保に注意が必要である。
簡便性	一連の操作手順には慣れる必要があるが、特に問題はなかった。 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。

価格	30 万円
質量	約 5 kg （アタッシュケースにセットした状態）
電源	AC 100 V
暖気時間	15 分間

（参考情報）

以下の参考情報は、全て環境技術開発者が自らの責任において申請した内容であり、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。

○製品データ

※ 精度に関しては、JIS K0804 に規定されている検知管一般の基準に準ずる。

VOC-1 で使用する検知管においては、次のとおり。

200～700 ppmC：個々の指示値の±35 %以内、700～4000 ppmC：個々の指示値の±25 %以内。

項目	記　入　欄
企業名	光明理化学工業株式会社
	URL　http:// www.komyokk.co.jp
住　所	〒213-0006　神奈川県川崎市高津区下野毛 1 丁目 8 番 28 号
担当者所属・氏名	ケミカル部　川村幸嗣

連絡先	TEL／FAX	TEL：044（833）1245　　FAX：044（833）3126
	E-mail	kawamura@komyokk.co.jp
製品名		VOC 簡易測定システム
型番		VOC-1
販売・製造元		光明理化学工業株式会社
重量（g）		約 5 kg （アタッシュケースにセットした状態）
価格（円）		300,000 円
分析対象物質		ハロゲン系（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、クロロベンゼン等）を除く VOC
利用用途（想定される用途）		大気汚染防止法に基づく VOC 排出削減の自主的取組み時における VOC 簡易測定用
校正用標準物質等の有無		有（調製済／調製要）　／（無）
サンプリング方式		ガス採取ケースと真空法ガス採取器を用いた、ガスバッグへの捕集法 【詳細】: 内容積 1.2 L のガス採取ケースを固定容器として用い、これに容積 1 L のコック付きガスバッグ（ポリフッ化ビニル製）を入れ、この容器内の空気を真空法ガス採取器（AP-20, 通常ガス検知管のガス採取器として使用しているもの）を用いて排気することで捕集する。なお、真空法ガス採取器による空気の排気は 700 mL 実施する（ガス採取器のハンドルを 7 回引く）。 この方法により試料を捕集したガスバッグに、VOC 触媒分解装置および二酸化炭素検知管を接続して VOC 濃度の測定を実施する。
操作環境（室温）		0 ℃～　40 ℃
操作環境（相対湿度）		10 %～　90 %
操作環境（その他） （その他使用できない環境）		ハロゲン系 VOC およびグラビア印刷などで使用されるシリコーンコーティング剤を含む試料、二酸化炭素の濃度が著しく高い燃焼排ガスを含む試料は測定できない
製品保管条件 （メンテナンス方法など）		製品保管条件：冷暗所（0 – 25 ℃）保管（二酸化炭素検知管） メンテナンス：1800 ppmC 程度のエアベースのイソブタンを用いた触媒性能の確認を推奨している（半年に一度程度）。
製品保証期間		二酸化炭素検知管に関しては、製造後 2 年。その他の装置に関しては特になし。
応答時間		二酸化炭素検知管の測定は 2 分間。装置の暖機時間として 15 分間必要。

○ その他、実証申請機関からの情報

（実証試験結果に対するコメント、実証申請機関における追加試験の結果などを記載）

① 模擬ガス（VOC 5成分）での試験に関して

模擬ガス（VOC 5成分）で高い指示値がでたとの実証試験での結果を受けて、試料ガスによるパージ操作が測定値に及ぼす結果について確認した。濃度が 1,945 ppmC の模擬ガス（VOC 5成分）をバッグ法により調製し（ガス成分は以下のとおり；イソプロピルアルコール 471 ppmC, 酢酸エチル 246 ppmC, トルエン 398 ppmC, n-ヘキサン 293 ppmC, メチルエチルケトン 537 ppmC）、パージ操作を試料ガスおよび環境大気のいずれかで実施し、得られる指示値について比較した。試験は同一装置（A-2）を用いて 2 回実施した（試験Ⅰ、Ⅱ）。測定は連続的に 3 回実施したが、パージは 1 回目測定の直前に実施した。その結果、下表に示す様に、環境大気を用いてパージした場合は、ガス濃度（1,945 ppmC）に近い指示値が得られたが、試料ガスを用いてパージした場合では 60 %程度高めの指示値が得られた。

これは、試料ガスでパージ操作時を行うと、パージ操作は触媒通気速度が通常の VOC 分解時における速度（約 100 mL/ 60 秒）に比べて著しく速く（約 100 mL/ 2 秒）、VOC 成分が完全酸化されずアルデヒド類などの吸着性の高い成分となって触媒分解装置に残留し、次回測定時に影響を及ぼしたと考えられる。

試料ガスでパージした後、連続的に 2 回目、3 回目の測定を実施した場合は、吸着していた VOC が徐々に分解するために、指示値も低く（真のガス濃度に近く）なったと思われる。

これから、実証試験での模擬ガス（VOC 5 成分）の試験で高い指示がでた理由としては、試料ガスを用いてパージしたことが原因で、環境大気にてパージすれば問題の無いことが確認できた。

（※VOC-1 の通常の使用方法としては、パージは環境大気を用いて実施することになっている。）

			VOC-1 パージ手法	
測定回数	ガス濃度(ppmC)		試料ガス	環境大気
1回目測定	1945	指示値(ppmC)	3180	1930
		偏差(%)	63.5	-0.8
2回目測定	1945	指示値(ppmC)	2380	1980
		偏差(%)	22.4	1.8
3回目測定	1945	指示値(ppmC)	2180	1980
		偏差(%)	12.1	1.8

※パージは、1回目測定の前にのみ実施している。

			VOC-1 パージ手法	
測定回数	ガス濃度(ppmC)		試料ガス	環境大気
1回目測定	1945	指示値(ppmC)	3080	2020
		偏差(%)	58.4	3.9
2回目測定	1945	指示値(ppmC)	2380	2180
		偏差(%)	22.4	12.1
3回目測定	1945	指示値(ppmC)	2080	1980
		偏差(%)	6.9	1.8

※パージは、1回目測定の前にのみ実施している。

② 触媒効率のチェックに関して

VOC-1 は仕様として半年に一度、1,800 ppmC 程度のエアベースのイソブタンを用いた触媒性能試験を推奨している。標準ガスの準備が困難なユーザーに対しては、標準ガスの供給も実施している。

○ 実証試験結果の概要

実証対象技術／ 環境技術開発者*	ハンディ VOC センサー（型番 VOC-121H） 有限会社オー・エス・ピー
実証機関	社団法人日本環境技術協会
実証試験期間	平成 22 年 1 月 18 日～2 月 4 日
本技術の目的	VOC 排出削減の自主的取組みに利用できる VOC 簡易測定

＊ ハンディ VOC センサー（型番 VOC-101H）／有限会社オー・エス・ピー、およびハンディ VOC センサー（型番 VOC-201H）／エイブル株式会社は、同一規格の製品と認められた。

1．実証対象技術の概要

測定原理

高分子薄膜が VOC（被測定物質）に接することにより、VOC を吸収し、その濃度に応じて膨潤する現象と、その膨潤の度合いが光の反射と干渉に変化をもたらす現象とを組み合わせ、VOC 濃度を測定する方法が干渉増幅反射法（Interference Enhanced Reflection Method ; IER 法）であり、この原理を利用した VOC センサーである。

2 つの測定モードがあり、Point 測定モードは、測定開始とクリーニング開始を START ボタン操作で行う手動測定モードで、Interval 測定モードは、メニュー内モニタリング周期を選択することにより、一定間隔でゼロ点校正→測定→クリーニングを繰返す間欠連続運転を行う自動測定モードである。

2．実証試験の概要

○ 実証対象機器の仕様

型式	VOC-121H
測定原理	高分子薄膜の膨潤に基づく干渉増幅反射法（IER 法）
測定対象ガス	ほとんど全ての VOC
測定範囲	下記の 3 つの測定レンジから導入時に 1 つを選択 ①仕様チップ： 1～ 2,500 ppm（トルエン換算値） ②仕様チップ： 3～ 7,500 ppm（トルエン換算値） ③仕様チップ：10～25,000 ppm（トルエン換算値）
ガスサンプリング法	内蔵のダイヤフラム式吸引ポンプによる。試料採取流量 200～300 mL/min
装置電源	単 3 アルカリ電池又はニッケル水素充電池×4 本、または AC100 V（付属の AC アダプター使用）

○ 実証試験実施場所

基本性能試験：横浜市環境科学研究所 標準ガス試験室で実施。

事業所における実際の試料測定試験：東京都産業技術研究センターの塗装試験施設でバッグへの試料採取を実施し、横浜市環境科学研究所で測定を実施。

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。

○ 繰返し性試験

繰返し試験結果は、全ての項目に対し、±1 %と良好であった。

トルエンの濃度と指示値の偏差（%）は、少し低めの値を示し、測定濃度とチップ仕様の違いによって、－2 ～－20 %のばらつきが見られた。試験機はそれぞれ内部的に L、H レンジを持っているため、メーカー校正（校正ガス濃度など）の違いにより、生じたものと推定できる。ただし、**本編の 3.3 製品データ**で示したように、実証製品の総合精度は±20 %であり、精度内であった。

模擬ガス（VOC 5 成分）では、ガス濃度 444 ppm に対して、指示値は 85 ppm 前後と、低い値を示した。トルエン（換算係数：1.0）以外は、換算係数が大きいガスであるイソプロピルアルコール（10.5）、n-ヘキサン（10）、酢酸エチル（5.6）、メチルエチルケトン(6.0)であったためと考えられる。

換算係数と高圧容器詰トルエンの指示値の偏差を用いて、指示値の予測を計算した結果は約 93 ppm であり、妥当な値であることが確認できた。

（ 指示値の予測= (124/10.5+62.6/10+94.2/5.6+111/6.0+52.7/1.0)＊240/273 = 93.3 ppm ）

トリクロロエチレンでも、ガス濃度 484 ppm に対して、指示値は 200 ppm 前後と、低い値を示した。同様に換算係数（2.0）と高圧容器詰トルエンの指示値の偏差を用いて。指示値の予測を計算した結果は約 213 ppm であり、妥当な値であることが確認できた。

○ 再現性（ドリフト）試験

試験期間中（2 週間）に、275 ppm（1,900 ppmC）付近の高圧容器詰めトルエンを 3 回導入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結果は、最大で－12 %とやや大きな結果であったが、実証製品の精度内であった。

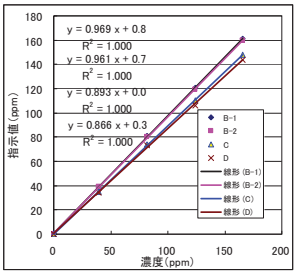
○ 応答時間試験

実証製品はシーケンス（自動ゼロ点校正→測定→自動クリーニング）を組んで測定を実施しているが、4 機種共に 2 シーケンス（約 120 秒）以下で 98 %応答していた。なお、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。

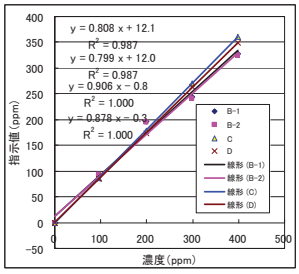
○ 直線性試験

直線性試験結果は、±10 %程度であった。繰返し試験時に記載した内部的な L、H レンジの切り換え時に生ずるものと推定できるが、全体的には実証製品の精度内であった。

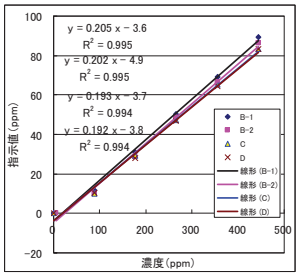
直線性試験結果として、相関散布図を示した。



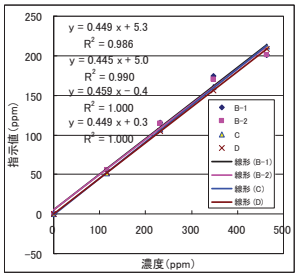
トルエン 166 ppm (1,160 ppmC)



トルエン 400 ppm (2,800 pmC)



VOC 5 成分　444 ppm (1,933 ppmC)

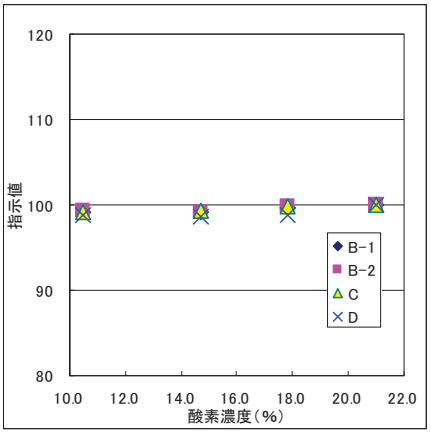


トリクロロエチレン 464 ppm (927 ppmC)

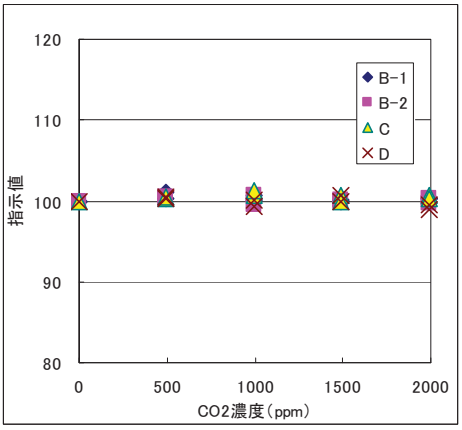
○ 干渉影響試験

酸素影響、二酸化炭素影響、水分影響試験結果を示した。

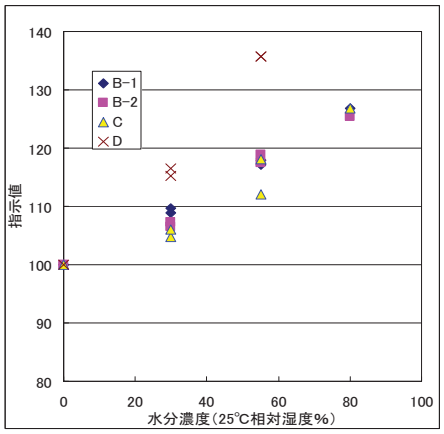
酸素、二酸化炭素の影響は見られなかった。水分の影響はゼロ、スパンに対する影響共に、大きなプラス傾向が見られた。ゼロに対する干渉影響値を補正した場合のスパンに対する影響についても図示した。なお、本実証試験ではセンサー自体の水分影響を調べるために、ゼロ点校正ラインに乾燥空気を供給して試験した。通常の測定では、ゼロ点校正ラインに、大気を精製する活性炭チューブを用いるので、相対湿度 50 %付近に対して、プラス、マイナスに影響が出ることとなる。



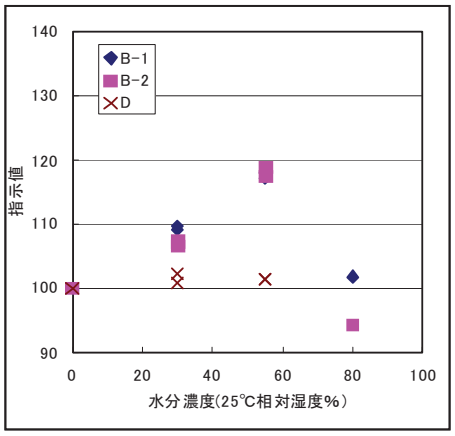
酸素影響試験結果



二酸化炭素影響試験結果



ゼロ補正なし



ゼロ補正あり

水分影響試験結果

○ 事業所における実際の試料測定試験

バッグ試験時のガス濃度と試験機の指示値の平均値の偏差（%）を示した。

					比較機		試験機			
					HOR製	TD製	VOC-121H			
					NDIR	FID	干渉増幅反射(IER)			
ガスの種類	ガス名	濃度 (ppm)	濃度 (ppmC)		比較機A	比較機B	B-1	B-2	C	D
					ppmC	ppmC	ppm	ppm	ppm	ppm
高圧容器詰	C7H8	273	1911	指示値	1911	1911	210	209	222	206
				偏差(%)	0.0	0.0	-23.1	-23.4	-18.7	-24.5
バッグ①	ｻﾝﾌﾟﾙ①	121	750	指示値	752	748	139	152	109	142
				偏差(%)	0.3	-0.3	14.8	25.7	-10.1	17.3
バッグ②	ｻﾝﾌﾟﾙ②	127	845	指示値	856	834	244	252	222	279
				偏差(%)	1.3	-1.3	91.5	98.0	74.3	119.3

バッグ繰返し測定結果は、±3 %程度であり、良好な結果であった。

また、指示値はバッグ①では、－10 ～+25 %と、試験機により、少し大きなばらつきが見られた。バッグ②では＋75 ～＋120 %と、高めの値を示した。

換算係数は、トルエン（1.0）、キシレン（0.35）、エチルベンゼン（0.2）、n-ブチルアルコール（1.1）、ホルムアルデヒド（3.4）であり、換算係数と高圧容器詰めトルエンの指示値の偏差を用いて、指示値の予測を計算した結果は、バッグ①では約 133 ppm、バッグ②では約 260 ppm であり、妥当な値であることが確認できた。

○ 実証試験結果まとめ

視点	結　果　ま　と　め
信頼性	繰返し性、直線性、応答時間ともに、非常に良い性能を示した。 干渉影響では水分の影響が見られた。一般的な環境での測定では問題のないオーダーであると言えるが、注意が必要である。 指示値そのものの正確性、信頼性を担保するために、簡単なスパンチェック手法を確立することが望ましい。
実用性	測定現場での VOC の組成が明確で変動しない場合や、単成分の場合には有効である。測定結果が、トルエン換算 ○○ ppm と表示されるため、トルエン以外の VOC の場合には、成分ごとに換算係数を用いて換算する必要がある。多成分や組成が変動する場合は、事前に測定ガスの成分・組成の確認を行い、表示特性を理解した上での測定が必要である。 なお、仕様チップのうち、②（試験機 C）及び③（試験機 D）は、本実証試験の濃度範囲の測定は可能であったが、測定濃度範囲が高い領域にあり、大防法での規制対象よりは、プロセス管理（現場）向きである。
簡便性	操作手順は簡単かつ容易である。連続測定中はシーケンス表示や、途中経過の濃度が指示されるが、測定値をホールドして指示する機能があれば便利であると考えられる。 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。 価格：オープン価格 質量：約 400 g 電源：単 3 アルカリ電池又はニッケル水素充電池×4 本、または AC100 V（付属 AC アダプター使用） 暖気時間：特に必要なし

（参考情報）

以下の参考情報は、全て環境技術開発者が自らの責任において申請した内容であり、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。

○製品データ

※ 総合的な精度（指示誤差等）は±20 %である。

項目		記　入　欄
企業名		有限会社オー・エス・ピー　（O.S.P. Inc.）
		URL　http://www.osp-inc.co.jp
住　所		〒350-1302　埼玉県狭山市東三ツ木２－１４
担当者所属・氏名		VOC センサー事業部　山口恭子
連絡先	TEL／FAX	TEL：04（2968）2282　　FAX：04（2968）2283
	E-mail	kyoko.yamaguchi@osp-inc.co.jp
製品名		ハンディ VOC センサー　（センサー素子タイプ別に①、②、③仕様がある）
型番		VOC-121H
販売・製造元		有限会社オー・エス・ピー　（O.S.P. Inc.）
重量（g）		約 400 g
価格（円）		オープン価格
分析対象物質		ほとんど全ての VOC
利用用途（想定される用途）		・塗装、印刷、接着、洗浄、貯蔵、化学品製造等の VOC 取扱事業所における VOC 排出量の現状把握、連続モニタリング、各種 VOC 低減対策の効果確認等 ・VOC 処理・回収装置等の入り口・出口濃度の簡易チェック、モニタリング等 ・工場廃水や土壌・地下水・河川等への VOC 漏洩・汚染の簡易スクリーニング等 ・作業環境の簡易濃度測定 ・フィルム内や水系溶剤中の残留溶剤濃度の簡易チェック
校正用標準物質等の有無		有（調製済／調製要）　／　無
校正方法		トルエン標準ガス（ボンベ又はプッシュ缶）による自動スパン校正モードを利用
サンプリング方式		内蔵のダイヤフラム式吸引ポンプによる
操作環境（室温）		０ ℃～　４０ ℃
操作環境（相対湿度）		０ %～　９５ %
操作環境（その他） （その他使用できない環境）		・ガス温度：5 ℃～50 ℃程度、ガス相対湿度：10 %～95 %程度 ・自動ゼロ点校正用清浄空気とサンプルガスとの温度差±10 %以内、及び湿度差±20 %以内が望ましい ・高温の乾燥排ガス等を測定する場合は、テフロンチューブ等で延長してガスを空冷してセンサーに導入すること ・低湿度（例えば相対湿度 15 %以下）のガスを測定する場合、シリカゲルチュー

	ブ、乾燥空気もしくは窒素ガス等のドライなゼロガスでゼロ点校正を行うこと ・高湿度（例えば相対湿度 85 %以上）のガスを測定する場合、加湿ボトル等を通気させたウェットなゼロガスでゼロ点校正を行うこと ・結露なきこと ・センサー本体は非防爆仕様の為、危険区域外で使用するか、危険区域内で使用する場合には適切な防爆対応を行うこと
製品保管条件 （メンテナンス方法など）	・保管温度：０ ℃～４０ ℃ ・メンテナンス：ゼロ点校正用活性炭フィルター、（防塵用）PTFE フィルター、センサーチップの定期的洗浄、交換等
製品保証期間	・本体：製品出荷後 12 ヶ月間 ・センサー部の保証は日本国内の気象条件で 1 年間 ・センサーチップは消耗品扱いとし、使用頻度や被測定 VOC 成分、測定濃度等により素子寿命は異なることがある（素子寿命の自己診断機能付）
応答時間	・初期応答 3 秒～、最短で 1 測定 10 秒程度（但し、分子量の大きい VOC 成分の場合 10 秒以上かかる場合有）

○ その他、実証申請機関からの情報

（実証試験結果に対するコメント、実証申請機関における追加試験の結果などを記載）

本実証試験により、VOC センサー技術の繰返し性（再現性）、直線性、応答時間や干渉影響等の特性が非常に良好であり、操作が簡便であることを実証して戴くことができました。

（参考までに、水分に対する干渉影響試験に関して、ゼロ点を活性炭チューブで校正した場合の追加試験結果を添付致します）

これらの特性は本センサー（本技術）の得意とする連続モニタリング測定（間欠運転によるインターバル測定）が正確かつ迅速簡便に行えることを裏付けるものと理解しています。

本センサーを応用した製品として設置型モニタータイプ、装置内蔵タイプ、多チャンネルタイプ等多数取り扱っており、ユーザー希望のカスタマイズにも柔軟に対応しています。

実証申請機関における追加試験の結果

水分影響試験の水分濃度として、15 ℃付近における相対湿度 75、45、25 %付近について追加試験を実施した。試験機の準備の都合上、B－1、B－2、C の 3 台で実施した。

ゼロ点は、ゼロ点校正用の活性炭チューブ（相対湿度約 50 %）を使用し、Auto レンジに設定して試験した。

スパンガスは、湿度を調整した空気を入れたガスバックにトルエンガスを調整した（相対湿度 75、45、25 %の 3 種類：トルエン濃度 150～180 ppm 程度）。

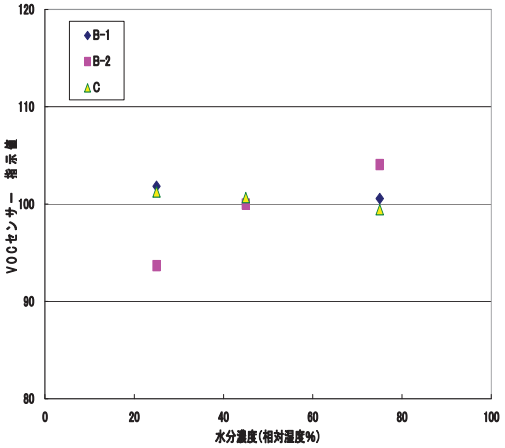
比較測定として、スパンガスと同程度の湿度のゼロ点校正用空気を準備し、ゼロ点校正とスパンガス測定を実施した。

試験結果を下表と下図（ゼロ点校正空気とスパンガスの湿度差が 0 %の時を 100 として計算）

に示した。この試験条件下では、水分（湿度差）のスパンに対する影響は±10 %以内であった。

試験日：2010年3月9日（火）

ガスの種類	ガス名	濃度（ppm）	水分濃度（%）	水分濃度（%）	湿度差（%）	試験機 VOC-121H 干渉増幅反射（IER） B-1 ppm	B-2 ppm	C ppm
ゼロ調整	Air	0	ゼロ調整	スパン		0	0	0
スパン	C7H8	154	45	45	0	154	148	151
スパン	C7H8	154	50	45	-5	154	148	152
スパン	C7H8	178	75	75	0	178	173	173
スパン	C7H8	178	50	75	25	179	180	172
スパン	C7H8	164	25	25	0	164	158	161
スパン	C7H8	164	50	25	-25	167	148	163
↓ゼロ点校正空気とスパンガスの湿度差が0%の時を100として計算								
スパン	C7H8	154	45	45	0	100	100	100
スパン	C7H8	154	50	45	-5	100	100	101
スパン	C7H8	178	75	75	0	100	100	100
スパン	C7H8	178	50	75	25	101	104	99
スパン	C7H8	164	25	25	0	100	100	100
スパン	C7H8	164	50	25	-25	102	94	101



※ 連続測定中の測定値のホールドに関して：インターバル設定が 0 分の場合はゼロ点校正中のボタン操作により 1 分間測定結果をホールドすることができる。インターバル設定が 0 分以外の場合はインターバル時間の待機中に測定値をホールドして表示する。

※ 測定値の信頼性に関しては、簡易校正キットを供給しており、標準ガスを用いて定期的に感度を確認する、又はスパン校正を行うことが可能です。

※ 今回の現場測定（塗装ブース）の例のように、混合 VOC 成分名と混合比率等が推測できる場合には、簡単に計算で ppmC 値を推測できる計算フォーム（別添）をご提供しています。
例として、今回のメラミン樹脂塗料の MSDS の組成比から計算で推測した ppm⇒ppmC の換算係数は、塗料 No.1 の場合：約 4.3、塗料 No.2 の場合：約 2.5 であり、この係数と試験機の偏差を補正して計算した ppmC 値は公定法比較機の指示値に比較的近い値（下）となった。

塗料 No.1 の場合：約 786 ppmC

塗料 No.2 の場合：約 791 ppmC

メラミン樹脂塗料No.1

測定機の指示値	181	ppm-Toluene

真値ppm	127
真値ppmC	786
ppm換算係数	0.70
ppmC換算係数	4.34

物質名	換算係数	炭素数	分子量	使用量（重量比）	真値 ppm	真値 ppmC
トルエン	1	7	92.14	24.6	65	453
ホルムアルデヒド	3.4	1	30.03	0.4	3	3
m-キシレン	0.35	8	106.17	7.3	17	133
エチルベンゼン	0.2	8	107.17	3.2	7	58
ブタノール	1.1	4	74.12	10.6	35	139

メラミン樹脂塗料No.2

測定機の指示値	317	ppm-Toluene

真値ppm	119
真値ppmC	791
ppm換算係数	0.37
ppmC換算係数	2.50

物質名	換算係数	炭素数	分子量	使用量（重量比）	真値 ppm	真値 ppmC
トルエン	1	7	92.14	0	0	0
ホルムアルデヒド	3.4	1	30.03	0.4	3	3
m-キシレン	0.35	8	106.17	24.7	57	456
エチルベンゼン	0.2	8	107.17	10.7	24	196
ブタノール	1.1	4	74.12	10.3	34	136

○ 実証試験結果の概要

実証対象技術／ 環境技術開発者*	ハンディ TVOC モニター（型番 FTVR-02） フィガロ技研株式会社
実証機関	社団法人日本環境技術協会
実証試験期間	平成 22 年 1 月 18 日～2 月 4 日
本技術の目的	VOC 排出削減の自主的取組みに利用できる VOC 簡易測定

1．実証対象技術の概要

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。

本器は各種 TVOC に対して均一的な感度で広範囲の濃度領域を検出可能なセンサを用いている。

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 濃度を算出する。

2．実証試験の概要

○ 実証対象機器の仕様

型式	FTVR-02
測定原理	酸化物半導体式ガスセンサ
測定対象ガス	TVOC（各種芳香族炭化水素および脂肪族炭化水素）
測定範囲	1～3,000 ppm（トルエン換算濃度）
ガスサンプリング法	内蔵の吸引ポンプによる。試料採取流量 0.8 L/min
装置電源	単 3 型アルカリ乾電池またはニッケル水素電池 ×4 本、または AC100 V（付属の AC アダプター使用）

○ 実証試験実施場所

基本性能試験：横浜市環境科学研究所 標準ガス試験室で実施。

事業所における実際の試料測定試験：東京都産業技術研究センターの塗装試験施設でバッグへの試料採取を実施し、横浜市環境科学研究所で測定を実施。

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。

本実証製品（FTVR-02）は、試験用ガスに極度に乾燥したガスを使用した場合、検量線の範囲を外れてしまうために、調湿器（加湿器）を接続し、試験した。

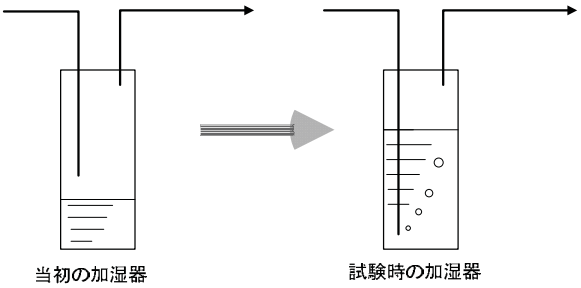
○ 繰返し性試験

繰返し試験結果は、トルエン 176 ppm の試験で±1 %と偏差が小さかったものの、濃度の高い領域などで大きな偏差を示した。

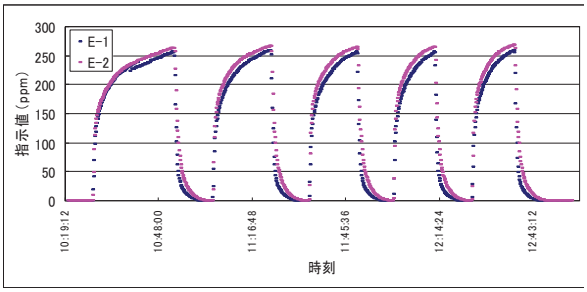
この原因として、センサそのものの応答時間の遅さと、前段に設置した調湿器による応答遅れが加算されたことによると推定できる。調湿器は当初、水の上部にガスを通す形を考えていたが、実証申請機関の要望により、試験時はバブリングさせて使用した。応答の状況を図６－２、６－３、６－４に示した。

トルエン 299 ppm の 1 回目のガスは高濃度のガスを導入し、濃度を下げることにより所定の濃度に調製したが、応答が追いついていないため、高めの指示値を示した。模擬ガス（VOC 5 成分）の場合は、水溶性の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が含まれているために、ゼロ点を含めて徐々に指示値が上昇する傾向が顕著であった。

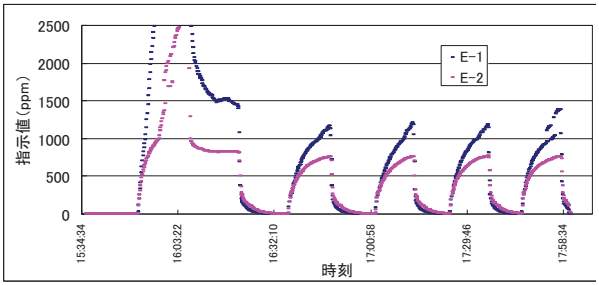
トリクロロエチレンの場合は、指示値が低く、E-1 では、ゼロであった。



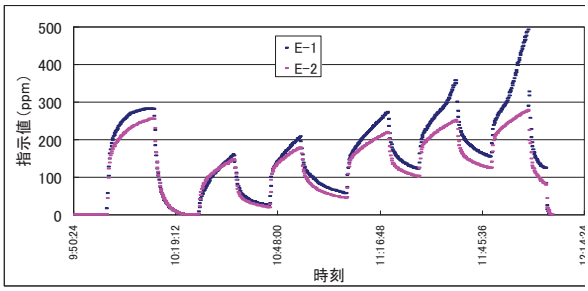
設置した調湿器



トルエン 176 ppm



トルエン 299 ppm



模擬ガス（VOC 5 成分）443.5 ppm

○ 再現性（ドリフト）試験

再現性（ドリフト）試験は、275 ppm（1,900 ppmC）付近の高圧容器詰めトルエンガス導入時の指示値を読み、初回の指示値からの偏差を調べることとした。しかし、濃度が高い領域のためか、検量線の範囲を超えてオーバースケール（3,000 ppm）となることもあり、指示値が不安定で、本試験の評価ができなかった。

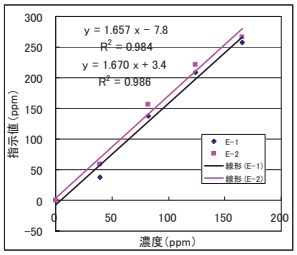
○ 応答時間試験

トルエン 176 ppm（1,230 ppmC)、模擬ガス（VOC 5 成分）を測定した場合の 90 %、98 %応答時間を求めた。応答時間はガス導入後 10 分後の指示値を 100 として、指示変化が起こり始めてからの 90 %、98 %応答時間を求めることとした。しかし、10 分経過後も指示値の上昇が見られた。なお、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。

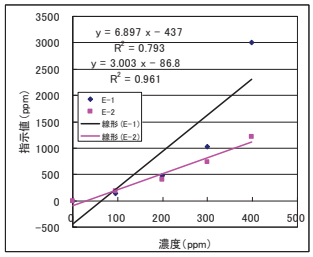
○ 直線性試験

直線性試験結果は、トルエン 166 ppm の領域では、±10 %程度であった。濃度の比較的高いトルエン 399 ppm 及び模擬ガス（VOC 5 成分）では、－15 ～－40 %の結果であった。半導体センサの両対数で直線という原理からくる校正の難しさと推定できる。なお、模擬ガス（VOC 5 成分）試験では、繰返し性試験時に調湿器への溶解の問題があったために、調湿器を取り外して試験した。

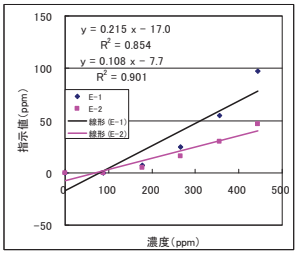
直線性試験結果として、相関散布図を示した。



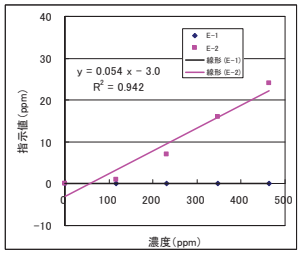
トルエン 166 ppm (1,160 ppmC)



トルエン 400 ppm (2,800 pmC)



VOC 5 成分　444 ppm (1,933 ppmC)



トリクロロエチレン 464 ppm (927 ppmC)

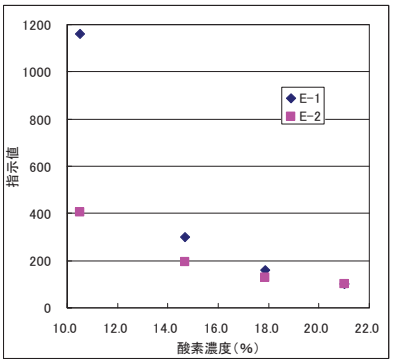
○ 干渉影響試験

酸素影響、二酸化炭素影響、水分影響試験結果を示した。

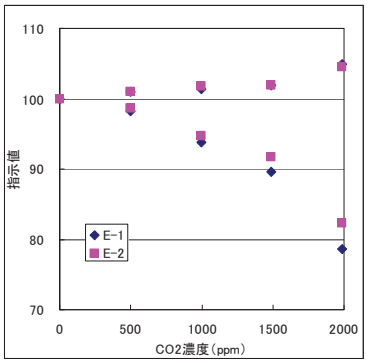
二酸化炭素の影響は、時間経過と共に指示値が増加しており、見かけ上おかしな結果を示した。

半導体センサは原理上二酸化炭素の影響がないため、繰返し性試験に記載した応答性の問題が原因であると考えられる。

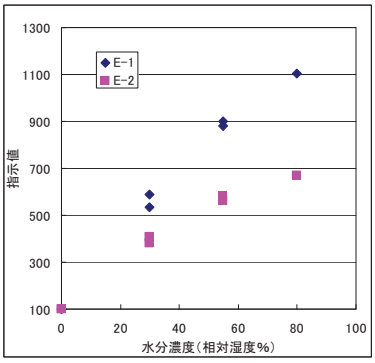
酸素影響、水分の影響はゼロに対する影響は見られなかったが、スパンに対する影響は非常に大きな値を示した。酸化物半導体式ガスセンサは、原理的に大きな水分の影響があり、水分影響の対策のために、本体部に湿度センサを搭載し、水分補正を行える構造となっているが、今回の試験のように、試料ガスライン（プローブ、半導体センサ部)の水分を変化させた場合、本体部の室内の水分は変化しないために、試料ガス中の水分補正は行えないという構造上の問題があった。



酸素影響試験結果



二酸化炭素影響試験結果



水分影響試験結果

○ 事業所における実際の試料測定試験

バッグ試験時のガス濃度と試験機の指示値の平均値の偏差（%）を示した。

ガスの種類	ガス名	濃度（ppm）	濃度（ppmC）		比較機 HOR製 NDIR 比較機A ppmC	比較機 TD製 FID 比較機B ppmC	試験機 FTVR-02 酸化物半導体ガス E-1 ppm	試験機 FTVR-02 酸化物半導体ガス E-2 ppm
高圧容器詰	C7H8	273	1911	指示値	1911	1911	3000	716
				偏差(%)	0.0	0.0	999	162
バッグ①	ｻﾝﾌﾟﾙ①	121	750	指示値	752	748	61	63
				偏差(%)	0.3	−0.3	−49.8	−47.7
バッグ②	ｻﾝﾌﾟﾙ②	127	845	指示値	856	834	103	95
				偏差(%)	1.3	−1.3	−18.8	−24.9

バッグ繰返し測定結果は、±20 %程度であった。バッグ測定の場合は、調湿器を設置しなかったが、時間経過と共に、指示値が上昇しており、センサの応答時間の遅さがその原因と推定できる。指示値は、－50～－20 %程度と少し低めの値を示した。トルエンと比較すると他の組成ガスの相対感度が低いためと推定されるが、キシレンが主成分のバッグ②の方が、より低めに測定されると予想されたが、結果は異なった。この原因もバッグ①、②の順番で測定したため、時間が経つほど指示値が上昇するという、応答の問題によると推定できる。

○ 実証試験結果まとめ

視点	結　果　ま　と　め
信頼性	測定濃度範囲、応答時間、干渉成分の影響（酸素、水分）など、測定値の信頼性に改善の余地が見られた。ただし、測定濃度範囲として、トルエン 200 ppm 以下（1,400 ppmC）では、ある程度の信頼性は確保できそうであった。 水分影響の対策のために、本体部に湿度センサを搭載し水分補正を行っているが、試料ガスライン（プローブ、半導体センサ部)の水分補正は行えない構造の問題がある。酸化物半導体ガスセンサは高感度化が容易であるため、例えば希釈法（環境大気の VOC を活性炭等で除去したゼロガスで連続的に 1/10 ～1/100 程度に希釈）と組み合わせば、現在の問題がかなり解消されるのではないかと考えられる。
実用性	測定現場での VOC の組成が明確で変動しない場合や、単成分の場合には有効である。測定結果が、トルエン換算 ○○ ppm と表示されるため、トルエン以外の VOC の場合には、成分ごとに相対感度を用いて換算する必要がある。多成分や組成が変動する場合は、事前に測定ガスの成分・組成の確認を行い、表示特性を理解した上での測定が必要である。
簡便性	操作手順は簡単かつ容易である。また、内蔵メモリにてデータ収集できるためトレンド管理などの連続モニタリングなどには有用である。 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。

価格	19 万 8 千円
質量	約 400 g
電源	単 3 型アルカリ乾電池またはニッケル水素電池 ×4 本、または AC100 V（付属の AC アダプター使用）
暖気時間	特に必要なし

（参考情報）

以下の参考情報は、全て環境技術開発者が自らの責任において申請した内容であり、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。

○製品データ

項目		記　入　欄
企業名		フィガロ技研株式会社　　印
		URL　http://www.figaro.co.jp
住　所		〒562-8505 大阪府箕面市船場西 1-5-11
担当者所属・氏名		ユニット開発部　瀬戸口泰弘
連絡先	TEL／FAX	TEL：072（728）2562　　FAX：072（728）2275
	E-mail	setoguchi@figaro.co.jp
製品名		ハンディ TVOC モニター
型番		FTVR-02
販売・製造元		フィガロ技研(株)
重量（g）		約 400 g（電池含む）
価格（円）		198,000 円
分析対象物質		排ガス中の TVOC
利用用途（想定される用途）		・工場作業での健康障害防止のための現場環境管理 ・工場排ガス濃度などの日常管理 ・VOC 除去フィルター等の劣化診断
校正用標準物質等の有無		○有（調製済／調製要）ゼロ点校正　／　無
校正方法		ゼロ点の校正に簡易ゼロ調整セットにてユーザー校正可能 スパン校正は交換用センサプローブと交換
サンプリング方式		アクティブサンプリング　（吸引量　約 1 l/min）
操作環境（室温）		0 ℃～　40 ℃
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）		作業環境および工場排気ガス計測用（数 ppm～数 1,000 ppm） ＊高濃度の溶剤ガスでの長時間曝露は不可
製品保管条件 （メンテナンス方法など）		センサプローブ部を付属のアルミ袋に入れて密閉保管
製品保証期間		製造後　12 ヶ月間
応答時間		約 1 分

○ その他、実証申請機関からの情報

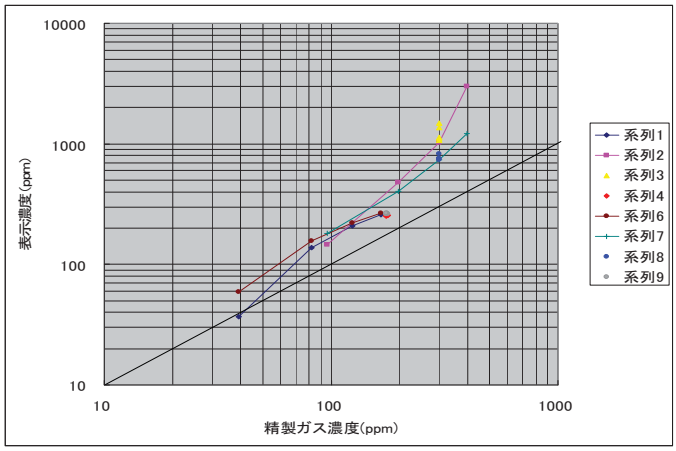
（実証試験結果に対するコメント、実証申請機関における追加試験の結果などを記載）

VOC 簡易測定器としての公的な規格などがなく、試験法についてもメーカー自身の方法であったため、今回の試験結果を基に、今後改良すべき点など改善に繋げていきたい。

○ 繰り返し性＆直線性結果に対して

半導体センサの挙動としてセンサ信号（センサ抵抗）とガス濃度の間において対数的な変化を示す。このため、当初問題となったゼロ調整時が高純度精製空気の場合、通常の大気中の空気よりも半導体センサにとっては清浄度が高すぎ、結果的に表示濃度値がかなり高い値を示したと考えております。このため大気中で付属のゼロ校正キットを用いて試験を行っていただきました。

トルエンに対して全体的に高めの表示値が出ている結果になっています。



模擬ガス（VOC５成分）の指示値が低めに出た点についてですが、弊社社内データの感度データからすると感度が小さいガスは見受けられませんでしたが、今回の応答波形を見ているとブロードな波形になっており、このあたりも結果として低い結果が出た一因かと感じてます。

トリクロロエチレンでは、元々塩素系 VOC は全体的に感度が小さいことは判っておりましたが、ここまで結果表示が低いという点についての原因は考察出来ておりません。

○ 干渉影響試験結果に対して

酸素および湿度に依存性があること、また CO_2 には依存性がほとんど無いことは原理上からも頷ける結果かと思います。

湿度に対してはドライ（０％）は非常に低く結果が出ているが、通常環境での湿度がある状態では依存性の挙動も小さいことなどが再現されていると思われます。

また本体に湿度センサを入れて補正機能を入れておりますので、作業環境などの使用用途などの雰囲気のガスサンプリングする場合には補正が出来るような機器構成になっております。

○ 事業所における試験結果に対して

２つの試験の組成物質だけを見ていると弊社社内データからすると少量のホルムアルデヒドは感度が小さいですが、他のガスはトルエンとあまり変わらないデータになっております。

○ 実証試験結果の概要

実証対象技術／ 環境技術開発者	ガスリーク検知器（型番 GL-103） 理研計器株式会社
実証機関	社団法人日本環境技術協会
実証試験期間	平成 22 年 1 月 18 日～2 月 4 日
本技術の目的	VOC 排出削減の自主的取組みに利用できる VOC 簡易測定

1．実証対象技術の概要

測定原理

公定法と同じ水素炎イオン化検出器（FID）であるが、GL-103 は、簡易 FID と位置付けられ、基本的な FID の特性を有す。

VOC ガスが水素ガスと共にノズルに運ばれ、高温の炎の中で炭素と水素に熱分解する。さらに炭素は高温によって陽イオンと電子になる。このイオンと電子は高い電圧をかけた電極に引き寄せられて電流が発生する。この電流はイオンの量、つまり炭化水素のガス濃度に比例するので、電流によってガス濃度を知ることができる。

2．実証試験の概要

○ 実証対象機器の仕様

型式	GL-103
測定原理	水素炎イオン化検出器（FID）
測定対象ガス	ほとんど全ての VOC
測定範囲	0～100/1,000/10,000 ppmC（メタン換算）
ガスサンプリング法	内蔵の吸引ポンプによる。試料採取流量 1 L/min
水素消費時間	連続 3 時間（専用缶ボンベによる）
装置電源	単 2　乾電池×4 本、連続使用可能時間：アルカリ乾電池　6 時間、マンガン乾電池　4 時間

○ 実証試験実施場所

基本性能試験：横浜市環境科学研究所 標準ガス試験室で実施。

事業所における実際の試料測定試験：東京都産業技術研究センターの塗装試験施設でバッグへの試料採取を実施し、横浜市環境科学研究所で測定を実施。

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。

○ 繰返し性試験

繰返し試験結果は、± 2%と良好であった。GL-103 のメータは図に示したもので、今回の試験濃度では 20 %以下のところで指示値を読み取る必要があり、精度に限界があった。

ガス濃度との偏差結果は、模擬ガス（VOC 5 成分）で－18 %と少し大きなマイナス値を示したが、FID で相対感度が低い含酸素化合物（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）が含まれていたためであると考えられる。

GL-103 のメータ

○ 再現性（ドリフト）試験

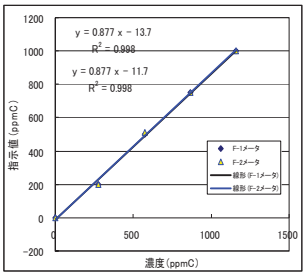
試験期間中（2 週間）に、275 ppm（1,900 ppmC）付近の高圧容器詰めトルエンを 3 回導入した時の各々の指示値を読み、初回の指示値からの偏差を調べた結果は、最大で－5 %であったが、読み取り精度内であった。

○ 応答時間試験

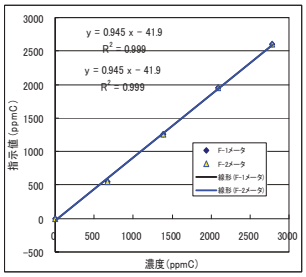
トルエン 176 ppm（1,230 ppmC）、模擬ガス（VOC 5 成分）を測定した場合の 90 %、98 %応答時間を求めた。応答時間はガス導入後 10 分後の指示値を 100 として、指示変化が起こり始めてからの 90 %、98 %応答時間を求めた。90 %で 50 秒以下、98 %で 80 秒以下と良い応答性を示した。なお、本試験は試験用ガス供給ラインを含んだ試験であり、機器単体でのものではない。

○ 直線性試験

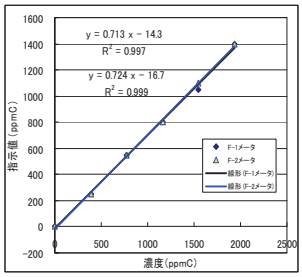
直線性試験結果は、概ね±5 %以下であり、良好であった。今回の試験ではメータの 20 %以下のところで指示値を読み取る必要があり、特にトリクロロエチレンの試験では、読み取り精度に限界があり、回帰直線から外れる点がみられた。直線性試験結果として、相関散布図を示した。



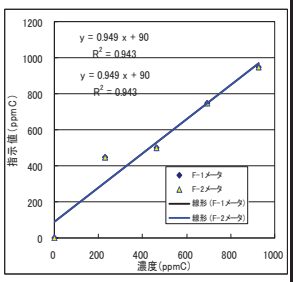
トルエン 166 ppm (1,160 ppmC)



トルエン 400 ppm (2,800 ppmC)



VOC 5 成分　444 ppm (1,933 ppmC)



トリクロロエチレン 464 ppm (927 ppmC)

○ 干渉影響試験

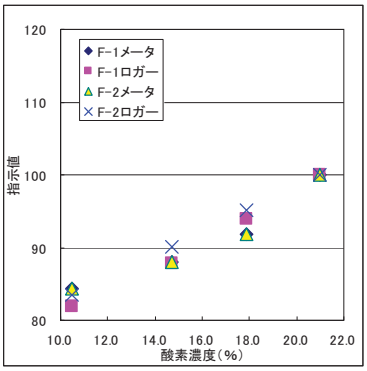
酸素影響、二酸化炭素影響、水分影響試験結果を示した。

酸素影響は、ゼロに対する影響は見られなかった。スパンに対する影響は最大－18 %と大きな影響が見られた。FID の酸素影響で原理的なものであるが、公定法比較機 FID と比べると、大きな値であった。なお、公定法 FID 法の性能規格は、JIS B 7989（排出ガス中の揮発性有機化合物(VOC)

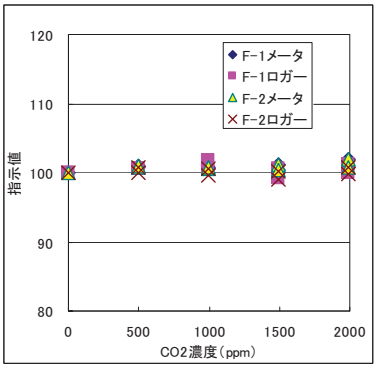
の自動計測器による測定方法）に変化幅が 10 %以下と規定されている。

二酸化炭素の影響は見られなかった。

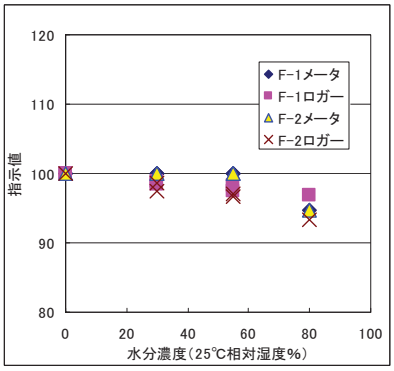
水分の影響はゼロ、スパン共に影響は小さかったが、スパンにおいて最大－6 %程度の影響が見られた。



酸素影響試験結果



二酸化炭素影響試験結果



水分影響試験結果

○ 缶ボンベ（水素）の影響試験

燃料ガス水素に缶ボンベを取付け、着火し、トルエン約 1,200 ppmC を導入して、測定を継続して指示値の変化を調べた。結果として、1 機種は 3 時間 11 分 10 秒後、1 機種は 3 時間 4 分 40 秒後に失火したが、両機種共に、失火するまで特に指示値の変化や異常は見られなかった。

○ 事業所における実際の試料測定試験

バッグ試験時のガス濃度と試験機の指示値の平均値の偏差（%）を示した。

					比較機		試験機			
					HOR製	TD製	GL-103			
					NDIR	FID	簡易FID			
ガスの種類	ガス名	濃度（ppm）	濃度（ppmC）		比較機A	比較機B	F-1メータ	F-1ロガー	F-2メータ	F-2ロガー
					ppmC	ppmC	ppmC		ppmC	
高圧容器詰	C7H8	273	1911	指示値	1911	1911	1800	1967	1800	1962
				偏差（%）	0.0	0.0	−5.8	2.9	−5.8	2.7
バッグ①	ｻﾝﾌﾟﾙ①	121	750	指示値	752	748	606	725	606	701
				偏差（%）	0.3	−0.3	−19.2	−3.4	−19.2	−6.5
バッグ②	ｻﾝﾌﾟﾙ②	127	845	指示値	856	834	702	800	677	772
				偏差（%）	1.3	−1.3	−16.9	−5.3	−19.9	−8.6

バッグ繰返し測定結果は、±2 %程度であり、良好な結果であった。

ただし、メータの読み値では精度の限界であった。また、指示値（平均値）は、ロガー値で－8 ～－3 %程度であり、公定法比較機 FID と比較すると、相対感度がやや低いことが推定できるが、一般的な簡易測定機の精度内であった。

○ 実証試験結果まとめ

<table>
<tr><th>視点</th><th>結　果　ま　と　め</th></tr>
<tr><td>信頼性</td><td>原理は公定法の FID と同じで、酸素影響や相対感度の特性は、公定法 FID 法の性能規格（JIS B 7989：排出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）を満足していないが、簡易測定機の基本的な信頼性（一般的に測定精度±20 %）を十分に有している。</td></tr>
<tr><td>実用性</td><td>公定法と同様に、ppmC で測定が可能であり、測定結果を公表したり、評価する場合に有効である。水素の缶ボンベの使用や、電池での駆動など、実用性も良い。ただし、指示メータが小さくて目盛が荒く、またレンジの数が 3 レンジと少ないため、読み取り誤差が大きい。デジタル表示に変更するか、外部出力端子の設置（デジボルやテスターで読み取るため）を実施して欲しい。また、内蔵されているポンプの音が大きく、室内での測定には問題がある。</td></tr>
<tr><td>簡便性</td><td>一連の操作手順には慣れる必要があるが、操作手順は比較的、簡単かつ容易である。
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。
<table>
<tr><td>価格</td><td>定価 50 万円</td></tr>
<tr><td>質量</td><td>約 4 kg</td></tr>
<tr><td>電源</td><td>単 2　乾電池×4 本、連続使用可能時間：アルカリ乾電池　6 時間、マンガン乾電池　4 時間</td></tr>
<tr><td>暖気時間</td><td>特に必要なし</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

（参考情報）

以下の参考情報は、全て環境技術開発者が自らの責任において申請した内容であり、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。

○ 製品データ

＊ 測定原理上、炭化水素を含む物質であれば検知が可能である。測定範囲は CH_4 換算で、下記 3 レンジの切替式となっている。

0～100 ppm／0～1,000 ppm／0～10,000 ppm

項目		記　入　欄
企業名		理研計器株式会社
		URL　http://www.rikenkeiki.co.jp
住　所		〒174-8744 東京都板橋区小豆沢 2-7-6
担当者所属・氏名		吉川　進
連絡先	TEL／FAX	TEL：03（3966）1129　　FAX：03（3966）1174
	E-mail	s-yoshikawa@rikenkeiki.co.jp
製品名		ガスリーク検知器
型番		GL-103
販売・製造元		理研計器株式会社
重量（g）		約 4 kg
価格（円）		定価 50 万円
分析対象物質		ほぼ全ての VOC
利用用途（想定される用途）		排出される VOC の現場測定
校正用標準物質等の有無		有（調製済／調製要）　／　無
校正方法		別売のスパンガスによる校正
サンプリング方式		内蔵ポンプによる吸引方式
操作環境（室温）		5～35 ℃
操作環境（相対湿度）		5～90 %RH　結露なきこと
操作環境（その他）（その他使用できない環境）		
製品保管条件（メンテナンス方法など）		ゼロ調整、スパン調整、警報点調整、電池残量、水素ボンベ残量、点灯指示、ポンプ動作確認・・・
製品保証期間		製造後 12 ヶ月間
応答時間		7 秒　90 %応答

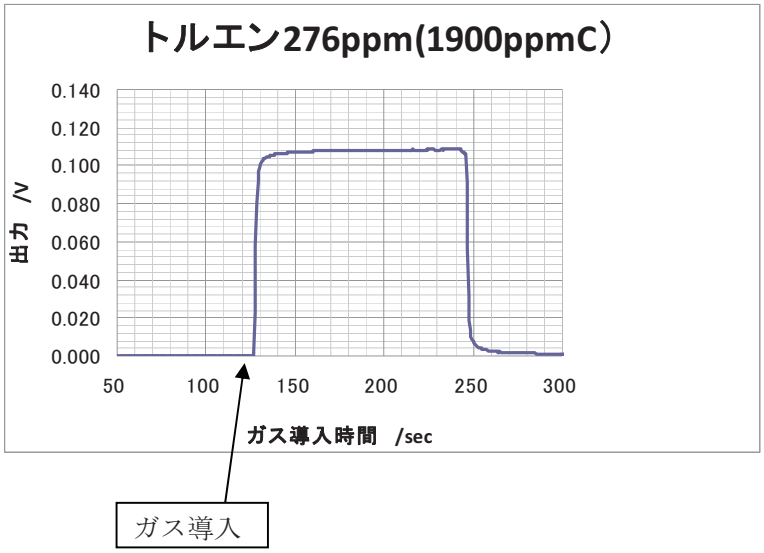
○ その他、実証申請機関からの情報

（実証試験結果に対するコメント、実証申請機関における追加試験の結果などを記載）

○ 各種 VOC の感度特性

ガス名	作製ガス濃度		測定電圧		指示値（トルエン校正）	
	ppm	ppmC	945010003	945010004	945010003	945010004
			V	V	ppmC	ppmC
air	0	0	0.0003	0	0	0
トルエン	276	1932	0.1084	0.1043	1930	1930
air	0	0	0.0005	0.0003	4	6
トルエン	53.7	376	0.0212	0.0208	374	385
ヘキサン	62.9	377	0.0188	0.0190	330	351
IPA	128.5	386	0.0178	0.0181	312	335
MEK	96.1	384	0.0172	0.0171	301	316
酢酸エチル	95.8	383	0.0155	0.0151	271	280
トルエン	53.7	376	0.0210	0.0208	369	384
air	0	0	0.0002	-	-1	-
5 種混合	-	1906	0.0867	0.0866	1543	1603
air	0	0	0.0006	0.0002	6	4

○ 応答特性（社内データ）



リサイクル適正の表示：紙へリサイクル可
本冊子は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料［Aランク］のみを用いて作製しています。

●「環境技術実証事業」全般に関する問合せ先

環境省総合環境政策局総務課　環境研究技術室
〒100−8975　東京都千代田区霞が関1-2-2 中央合同庁舎5号館　TEL:03−3581−3351（代表）

●「VOC簡易測定技術分野」に関する問合せ先

環境省総合環境政策局総務課　環境研究技術室
〒100−8975　東京都千代田区霞が関1-2-2 中央合同庁舎5号館　TEL:03−3581−3351（代表）

●本事業に関する詳細な情報は、右記のホームページでご覧いただけます。

http://www.env.go.jp/policy/etv/

このホームページの中では、実証試験要領、検討会における検討経緯、実証試験結果等をご覧いただけます。