

○ 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→クリーニングを繰り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。

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

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。

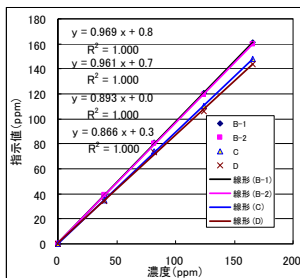
○ 応答時間試験

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。

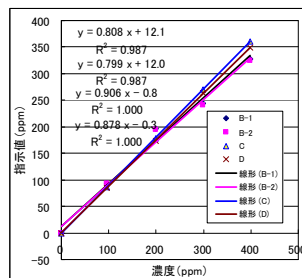
○ 直線性試験

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。

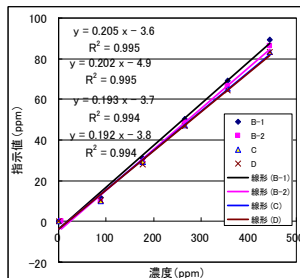
直線性試験結果として、相関散布図を示した。



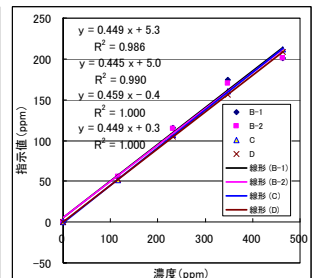
トルエン 166 ppm (1,160 ppmC)



トルエン 400 ppm (2,800 ppmC)



VOC 5 成分 444 ppm (1,933 ppmC)

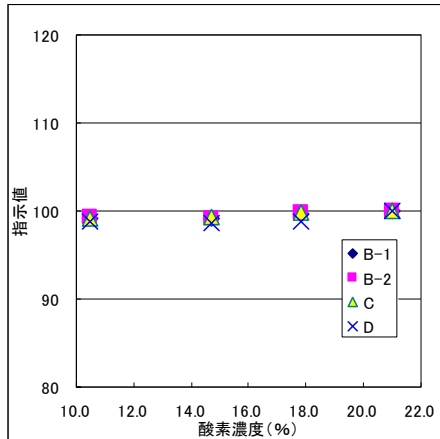


トリクロロエチレン 464 ppm (927 ppmC)

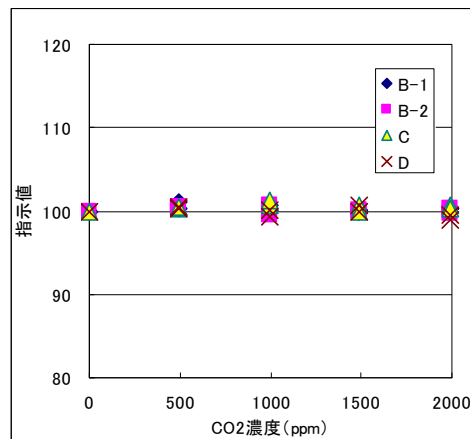
○ 干渉影響試験

酸素影響、二酸化炭素影響、水分影響試験結果を示した。

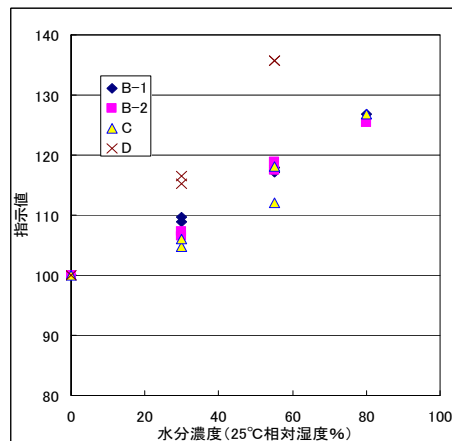
酸素、二酸化炭素の影響は見られなかった。水分の影響はゼロ、スパンに対する影響共に、大きなプラス傾向が見られた。ゼロに対する干渉影響値を補正した場合のスパンに対する影響についても図示した。なお、本実証試験ではセンサー自体の水分影響を調べるために、ゼロ点校正ラインに乾燥空気を供給して試験した。通常の測定では、ゼロ点校正ラインに、大気を精製する活性炭チューブを用いるので、相対湿度 50 % 付近に対して、プラス、マイナスに影響が出ることとなる。



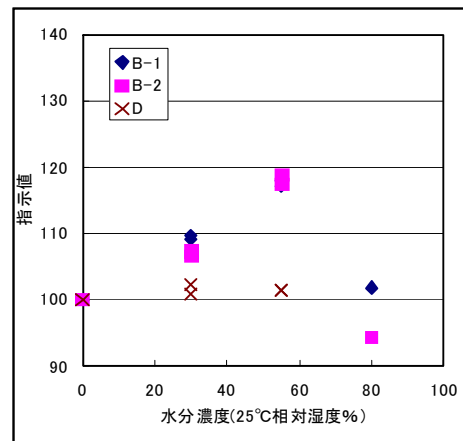
酸素影響試験結果



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。

ガスの種類	ガス名	濃度 (ppm)	濃度 (ppmC)	比較機		試験機				
				比較機A	比較機B	VOC-121H				
						干渉増幅反射 (IER)				
				ppmC	ppmC	B-1	B-2	C	D	
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	サンプル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	サンプル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、換算係数と高压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	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>								
実用性	<p>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。</p> <p>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。</p>								
簡便性	<p>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。</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" style="margin-left: 20px;"> <tbody> <tr> <td style="background-color: #fff9c4;">価格</td> <td>オープン価格</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #fff9c4;">質量</td> <td>約 400 g</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #fff9c4;">電源</td> <td>単 3 アルカリ電池又はニッケル水素充電電池×4 本、 または AC100 V (付属 AC アダプター使用)</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #fff9c4;">暖気時間</td> <td>特に必要なし</td> </tr> </tbody> </table>	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
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)	<ul style="list-style-type: none">・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 °C ~ 40 °C
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)	<ul style="list-style-type: none">・ガス温度 : 5 °C ~ 50 °C 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

	<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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)	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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)。

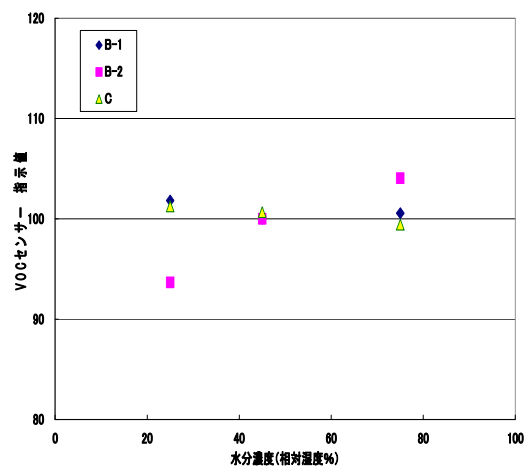
比較測定として、スパンガスと同程度の湿度のゼロ点校正用空気を準備し、ゼロ点校正とスパンガス測定を実施した。

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）

						試験機		
						VOC-121H		
						干渉増幅反射(IER)		
ガスの種類	ガス名	濃度 (ppm)	水分濃度 (%)	水分濃度 (%)	湿度差 (%)	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%の時に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