

実証試験結果の概要

実証対象技術 / 環境技術開発者	VOC モニター (型番 VM-501) 仕様チップ * : 1 ~ 2,500 ppm (トルエン換算) 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 23 年 2 月 21 日 ~ 3 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

*仕様チップ : 3 ~ 7,500ppm、および仕様チップ : 10 ~ 25,000ppm (いずれもトルエン換算) 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 モニターである。

・ 特徴

総合的な保証精度 (指示誤差等) は $\pm 20\%$ であり、表示部にシーケンス表示や、途中経過の濃度が表示される他、アナログ出力端子、アラーム機能、各種接点を装備しているため、モニタリング機器として有効である。



VM-501 モニターの外観

2. 実証試験の概要

実証対象機器の仕様

型式	VM-501
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 仕様チップ：1～2,500 ppm（トルエン換算値） 仕様チップ：3～7,500 ppm（トルエン換算値） 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。試料採取流量約1 L/min
装置電源	AC100 V（付属のACアダプターを使用）

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：共同印刷(株) 守谷工場において、グラビア印刷工程のVOC処理前に配置されたダクトより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

繰返し性試験結果は、全ての項目（トルエン、トリクロロエチレン、VOC 5成分、VOC 3成分）に対し、偏差が±1.2%と良好であった。

ただし、偏差（%）＝（指示値－平均値）÷スパン平均値×100、n=5

トルエンの濃度と指示値の偏差（%）は、-7%と少し低めの値を示した。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。

トルエン以外のガス（VOC 5成分、VOC 3成分、トリクロロエチレン）では、非常に低い値を示した。トルエン（換算係数：1.0）、テトラクロロエチレン（0.8）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）、酢酸エチル（5.6）、n-ヘキサン（10）、メチルエチルケトン（6.0）、ジクロロメタン（13.3）、トリクロロエチレン（2.0）であったためと考えられる。

トルエンの濃度と指示値の感度補正後の推定測定値(ppm)と、実証製品の測定値(ppm)を次表に示した。測定値は妥当な値であることが確認できた。

ただし、感度補正推定測定値＝
$$\sum_{i=1}^n (\text{各成分濃度 (ppmC)} \div \text{各成分 C 数} \div \text{各成分換算係数}) \div \text{トルエンでの感度補正值 (1.07)}$$

表 実証製品測定値と換算係数による感度補正後の推定指示値の比較

ガス名	ガス調製	濃度 (ppm)	濃度 (ppmC)	感度補正推定測定値 (ppm)	測定値 (ppm)
VOC5成分	蒸気拡散管	214	938	57.7	54.5
VOC 5成分	高压容器詰	426	1860	96.4	89
トリクロロエチレン	蒸気拡散管	441	882	206	189
VOC 3成分	高压容器詰	604	906	268	253

直線性試験

直線性試験結果は、最大で偏差が± 7 %程度であった。VOC 5成分の場合にやや大きなマイナス傾向であったが、全体的には実証製品の精度内であった。

ただし、偏差 (%) = (測定濃度 - 試験濃度) ÷ 試験時の最大濃度 × 100

相関散布図を下図に示した。

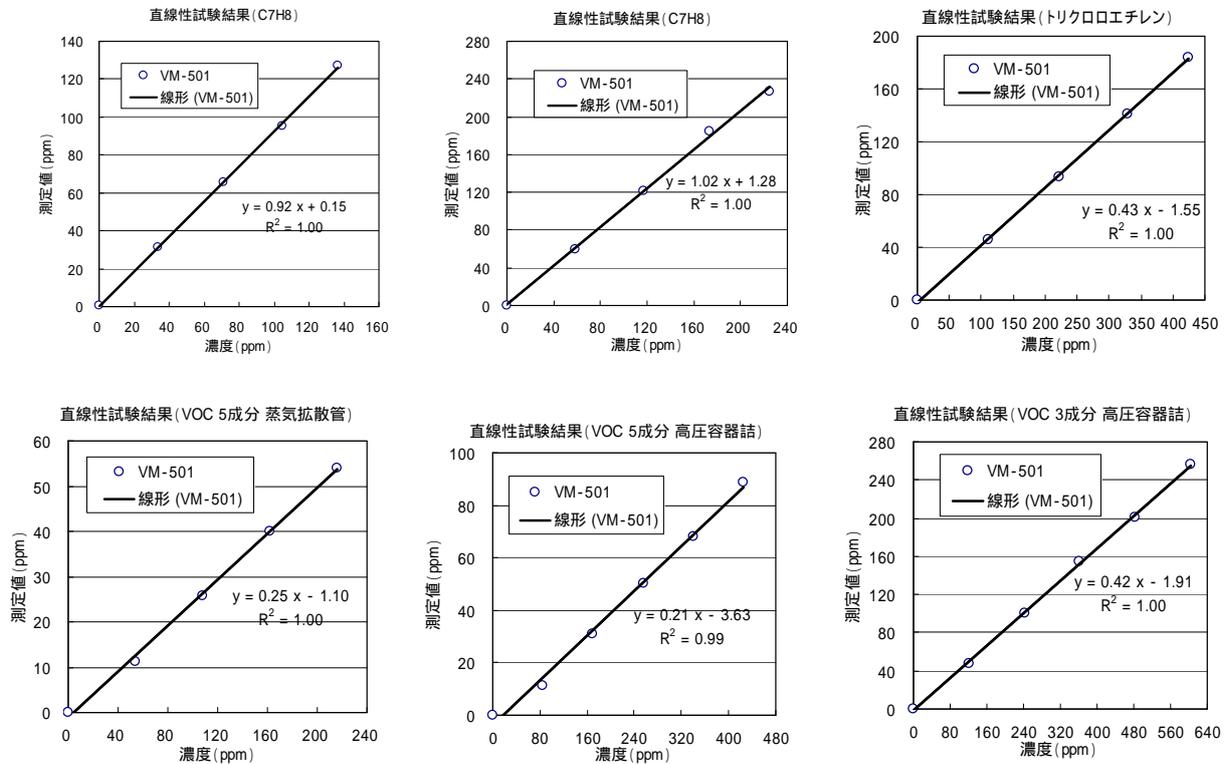


図 直線性試験結果

干渉影響試験

トルエン 130 ppm 付近における酸素影響、二酸化炭素影響、水分影響試験結果を下図に示した。酸素影響は、ゼロ点では影響は見られなかったが、スパンでは、少し影響が見られた。二酸化炭素影響、水分影響試験では、ゼロ、スパン共に影響は小さかった。

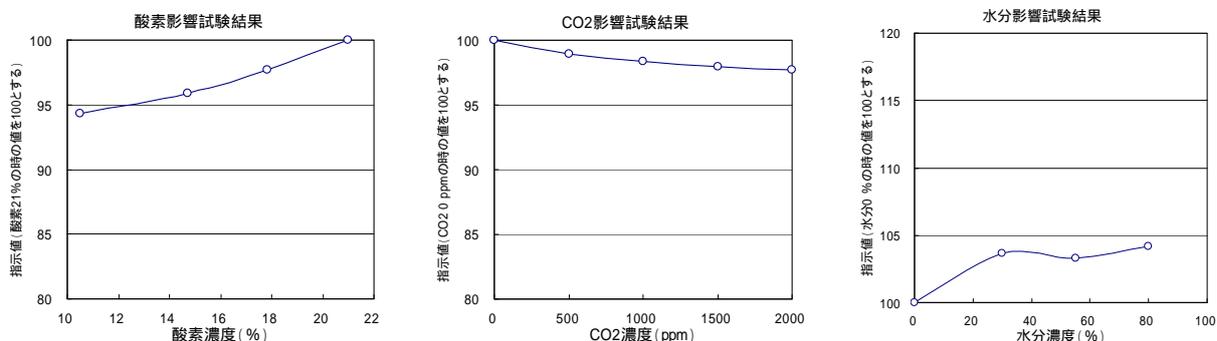


図 干渉影響試験結果（スパンにて）

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、2 シーケンス（約 240 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。

再現性（ドリフト）試験

試験期間中に、284 ppm（1,988 ppmC）の高圧容器詰めトルエンを導入した時の各々の指示値を読み、平均値からの偏差を調べた結果は ±2.5 % と問題なかった。

事業所における実際の試料測定試験

試験結果を下表に示した。参考として、事業所における実際の試料をバッグ採取時に合わせてモニタリングした、ハンディタイプの VOC-121H の測定値（1 シーケンスのみの瞬時値）についても示した。

表 事業所における実際の試料測定試験結果

バッグの種類	ガス名	濃度 (ppm)	濃度 (ppmC)	時刻	比較機		試験機	事業所における採取時の測定値 (VOC-121H 瞬時値) ppm
					HOR製	TD製	VM-501	
					NDIR	FID	干渉増幅反射 (IER)	
					比較機A	比較機B	測定値	
					ppmC	ppmC	ppm	ppm
バッグA - 1	サンプル	96.6	528	11:00	528	466	78.0	55.0
バッグA - 2		103.9	568	11:11	568	498	82.0	55.7
バッグA - 3		106.7	583	11:20	583	513	82.0	50.0
バッグA - 4		98.8	540	11:30	540	480	79.2	55.2
バッグA - 5		47.0	257	11:37	257	217	48.0	17.2
バッグA - 6		35.7	195	11:46	195	163	40.4	14.7
バッグA - 7		171.8	939	11:58	939	851	125.0	97.9
バッグA - 8		178.8	977	12:07	977	887	129.0	98.2
バッグA - 9		174.5	954	12:15	954	865	126.0	98.4
バッグA - 10		178.6	976	12:22	976	886	125.0	98.8
バッグB - 1	サンプル	52.5	287	10:11	287	246	78.0	29.6
バッグB - 2		52.3	286	10:18	286	244	77.6	23.5
バッグB - 3		45.6	249	10:28	249	215	75.1	25.4
バッグB - 4		43.2	236	10:39	236	205	75.6	24.8
バッグB - 5		44.6	244	10:48	244	213	73.9	28.0
バッグB - 6		172.5	943	12:30	943	854	151.0	101.0

使用したバッグの仕様は以下のとおりである。

バッグ A

- ・ テドラーRバッグ 50 L (1ヶ口、キャップ付) Aタイプ
- ・ 容量 (L): 50、大きさ (mm): 600×750、ノズル径: 8 mm、フッ化ビニル樹脂製

バッグ B

- ・ テドラーバッグ 1ヶ口 700×1000mm / KN3349051
- ・ 容量 (L): 50、大きさ (mm): 700×1000、ノズル径: 7mm

(1) 比較機 (公定法) との相関性

バッグ A、バッグ B の測定値における比較機 (公定法) との相関散布図を示した。

相関係数は非常に良い結果であった。

ただし、バッグ A では約 20 ppm、バッグ B では約 50 ppm と大きな切片を生じた。試料採取時の VOC-121H 測定値 (1 シーケンスのみの瞬時値) の切片は -0.3 ~ -8 ppm であるので、バッグによる影響と考えられる。バッグ B にゼロガスおよび水分を含むゼロガスを採用し、測定を実施したところ、比較機 (公定法) の測定値は、ほぼゼロであったが、VM-501 では、ゼロガスで数 ppm、水分を含むゼロガスで数 10 ppm 程度の値を示した。公定法測定機では感度が小さいが、実証製品では感度が大きく出る物質が、バッグ内に存在するような結果であった。

バッグの材質が要因と考えられるブランク (または汚染) が認められたので、バッグ測定を実施する場合はバッググランドサンプルを採取・測定し、差し引くなどの注意が必要である。

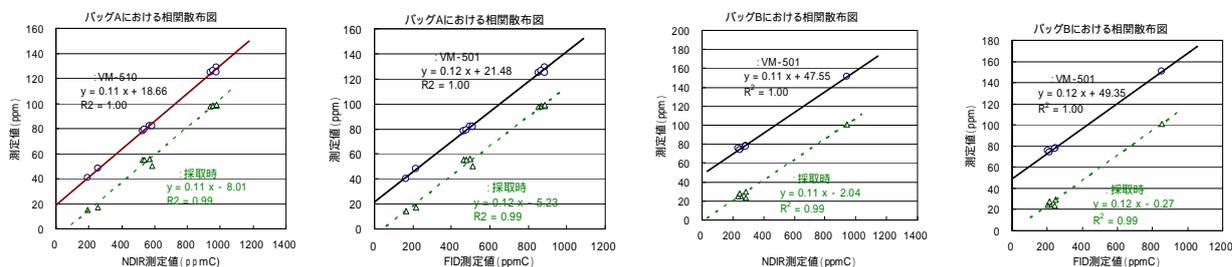


図 比較機 (公定法) との相関散布図

(2) 繰返し性試験

繰返し性は、バッグへの試料採取時の状況により濃度が変動するので、比較機 (公定法) の測定値を用いた補正を実施して評価した。

バッグ A の結果は、± 3% 程度で良い結果を示したが、バッグ B の結果は ± 9% 程度と少し大きな値を示した。実証製品の総合精度は ± 20 % であり精度内であるが、バッグ B では、試料濃度が 50 ppm 程度と他と比べて低く、かつ切片として生じた値が大きかったためと考えられる。

各バッグの比較機の測定値 (ppmC) と排ガスの成分分析組成結果から、それぞれの測定濃度を推定計算した結果を次表に示した。ただし、切片補正測定値は測定値から前述の相関式の切片を差し引いた値であり、感度補正推定測定値の計算式は ページに示したものと同様である。

実証製品の切片補正測定値 (ppm) と、感度補正推定測定値 (ppm) を比較すると、約 10 % 高めの結果であり、妥当な値であることが確認できた。

表 各バッグの測定濃度を推定計算した結果

バッグ	濃度 (ppmC)	濃度 (ppm)	感度補正推定測定値 (ppm)	切片補正測定値 (ppm)
A	962	176	99.8	107.6
A	555	102	57.6	61.7
B	261	48	27.1	30.4

実証試験結果まとめ

視点	結果まとめ								
信頼性	<p>実証製品 VM-501 の総合的な保証精度（指示誤差等）は±20 %であり、試験を実施した繰返し性、直線性、干渉成分の影響、応答時間、再現性ともに、良好な性能を有していた。特に、エアー制御ユニット導入による水分影響改善の効果が顕著であった（昨年度、実証試験を実施した同一原理のハンディ形 VOC-121H では、水分の影響が見られた）。</p> <p>ただし、バッグ測定を実施したところ、バッグの材質が要因と考えられるブランク（または汚染）が認められたので、バッグ測定では、バッググランドサンプルを採取・測定し、差し引くなどの注意が必要である。</p>								
実用性	<p>測定結果はトルエン換算濃度であり、トルエン以外の VOC の濃度値を測定したい場合は、成分ごとに換算係数を用いて計算する必要がある。</p> <p>換算係数を用いて推定した測定値と実際の測定値とを比較した結果、ほぼ妥当な結果であった。ただし、各種事業所で主として使用される VOC 成分の換算係数の値はトルエン（1.0）に比べて大きい（感度が低い）ものが多いので、注意が必要である。</p> <p>測定現場の 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が、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、感度特性を理解した上での測定が必要である。</p>								
簡便性	<p>操作手順は簡単かつ容易である。</p> <p>表示部にシーケンス表示や、途中経過の濃度が表示され、アナログ出力端子から測定値がホールド出力されるので、記録計やデータロガーへの接続に便利であった。</p> <p>また、アラーム機能、各種接点を装備しているので、モニタリング機器として有効である。内蔵データメモリ機能があり、PC へのデータ転送も可能である</p> <p>簡便性の評価項目として、（参考情報）の一部をピックアップして示した。</p> <table border="1" data-bbox="403 1704 1361 1901"> <tbody> <tr> <td>価格</td> <td>オープン価格</td> </tr> <tr> <td>質量</td> <td>約 5 kg</td> </tr> <tr> <td>電源</td> <td>AC100V（付属の AC アダプタを使用）</td> </tr> <tr> <td>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 5 kg	電源	AC100V（付属の AC アダプタを使用）	暖気時間	特に必要なし
価格	オープン価格								
質量	約 5 kg								
電源	AC100V（付属の AC アダプタを使用）								
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
製品名	VOC モニター（センサー素子タイプ別に、仕様がある）
型番	VM-501
販売・製造元	有限会社オー・エス・ピー（O.S.P. Inc.）
重量（g）	約 5 kg
価格（円）	オープン価格
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・出口濃度の常時モニタリング等 ・工場排水や土壌・地下水・河川等への VOC 漏洩・汚染の簡易モニタリング等 ・作業環境の簡易濃度モニタリング測定
校正用標準物質等の有無	有（調製済）調製要 / 無
校正方法	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）	5 ~ 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：0% ~ 100% ・自動ゼロ点校正用空気とサンプルガスとの温度差 ±10% 以内が望ましい ・高温の燃焼・乾燥排ガス等を測定する場合は、吸引用の配管をテフロンチューブ等で延長して高温ガスを空冷してセンサーに導入すること ・高湿度（例えば相対湿度 80% 以上）ガスを測定する場合は、ドレインポット、防水フィルター等の結露対策を設けること（センサー部での結露を防止すること） ・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処置を行うこと
製品保管条件 （メンテナンス方法など）	・保管温度：0 ~ 40 ・メンテナンスと消耗品類：ゼロ点校正用活性炭フィルター、（防塵・防水用）ディスク状 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、実証申請機関からの情報などを記載)

・ 以下は実証機関からの質問に対する回答

1. センサーチップの寿命(交換時の判断の目安)について。

素子の寿命は、使用環境・測定条件、被測定 VOC ガスの種類や暴露される濃度等により変動しますが、経験上、標準的なご使用方法であれば、2~3 年もしくはそれ以上継続して使用できる場合が多いです。メーカーとしては、1 年毎のメンテナンス校正や簡易校正キット等による定期的な感度確認等を推奨致しております。

また、万が一素子に異常が生じれば、内部で自動判定し、素子交換エラーを警報します。

2. 個別のチップの性能に関する偏差はどの程度か。チップ交換時の初期校正はユーザーが実施するのか。

チップごとの偏差(感度等)は、通常 $\pm 10\%$ 以内なので、ユーザー側で同じ仕様のチップに交換した場合、校正せずとも仕様の範囲内で使用可能です。

ただし、ユーザー側で標準ガスを用い、メニュー内でスパン校正を実施することも可能です。(別仕様のチップに交換したい場合は、弊社で再調整を実施する必要があります)

3. エアー制御ユニット導入によって水分影響特性を改善しているが、その詳細はどうなっているのか。

簡単にいうと、内部ゼロガス調湿ユニットにより、サンプルガスの水分量にゼロガスの水分量を合わせるように、フィードバックを掛けています(弊社のノウハウ)。

4. 吸引流量は1~2 L/min とあるが、可変可能か固定か?

1~2 L/min. は一般的な数値として記載していますが、通常出荷時に流量は固定します。また、客先ごとの要望に応じ、0.3 L/min. 程度から 5 L/min. 程度まで、用途に応じて選択できるようにカスタマイズ対応が可能です。