

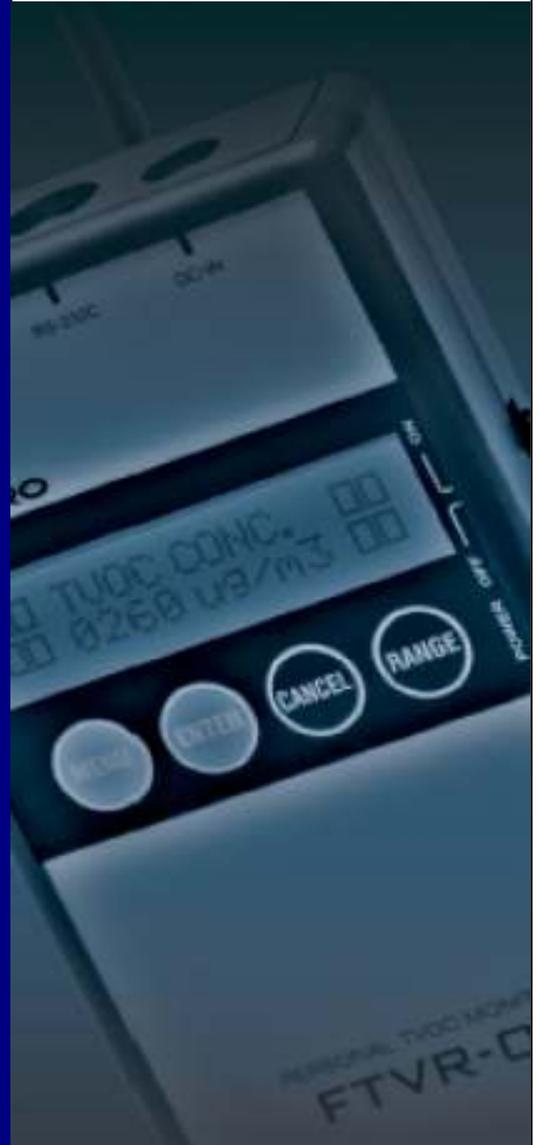
World leader in gas sensing innovation

FIGARO

PERSONAL TVOC MONITOR

FTVR-01 TECHNICAL GUIDE BOOK

퍼스널 TVOC 모니터 테크니컬 가이드 북



유용성을 추구한 5가지 포인트

높은 정밀도 & 합리성
High accuracy & Rationality

리얼타임 측정가능으로 결과가 빠름
Fast measurement function

폭넓은 용도로 사용하기 편리함
Easiness to use

필요에 맞춰 선택할 수 있는 기능성
Functionality that can be chosen

보기 편한 화면 & 확장성
Screen & Extendibility that sees easily

① VOC를 둘러싼 배경

■VOC란?

VOC란 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds)의 약어로, 상온에서 휘발하기 쉬운 유기 화합물의 총칭입니다. VOC에 포함되는 가스 종류로는 톨루엔, 키시렌(xylene), 벤젠 등이 잘 알려져 있으나, 이는 모든 VOC에서 극히 일부분으로 실제로는 건강에 영향을 미치는 종류만도 300종류 이상이라고 합니다. 이 화학물질은 친유성으로 분해하기 어렵고 안전성이 높으며 타기 힘든 성질을 갖고 있어서 이상적인 도료, 접착제 등의 용제로 유용하게 쓰여져 왔으나 주택 내에서의 건강피해(새집 증후군, 화학물질과민증, SBS(Sick Building Syndrome) 등)의 원인물질로 최근 문제시되고 있는 점은 설명할 필요도 없습니다. 또한 2004년 5월에 공포된 개정대기오염방지법에서는 각종 공장에서 배출되는 VOC량(부유성 입자상물질 또는 광화학 옥시던트의 원인물질로서)의 계측 및 억제가 법령화(시행은 2006년 봄)되는 등 VOC 가스는 실내환경 또는 대기환경을 막론하고 중요시되고 있는 물질군이라고 말할 수 있습니다.

■TVOC란?

TVOC란 토달 휘발성 유기화합물(Total VOC)의 약어입니다. 위에서 기술한 바와 같이 VOC에는 수많은 가스 종류가 포함되어 있기 때문에, 예를 들면 실내환경 속에 포함되어 있는 모든 VOC 가스 종류의 성분을 정하거나(종류는?) 양을 정하는(농도는?) 것은 현실적으로 어렵습니다. 그래서 VOC 가스의 포괄량을 정량화하여 환경진단의 지표로 이용하는 움직임이 전세계적으로 확대되어 가고 있습니다. 표 1에 표시된 후생노동성 발표의 화학물질의 실내농도지침치에서는 대표적인 VOC 가스 종류 외에 잠정치이기는 하지만 TVOC 농도에 관해서도 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이라는 지침값이 발표되었습니다. 이렇게 TVOC 농도가 부각되고 있는 배경에는 분석작업의 번잡함도 있지만 VOC가 인간의 건강에 미치는 영향을 대표가스의 발생량만으로 고찰할 수 없는 점에도 있습니다. (즉, 예를 들면 톨루엔 발생량이 감소하여도 다른 유해화학물질의 발생량이 증가하면 건강에 미치는 영향은 감소하지 않음)

표1. 후생노동성의 실내오염가스농도 지침표

화학물질명	실내농도지침치	
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(ppm)
포름알데히드	100	0.08
톨루엔	260	0.07
키시렌	870	0.20
파라디클로로벤젠	240	0.04
에틸벤젠	3,800	0.88
스타이렌	225	0.05
디부틸 프탈레이트(DBP)	220	0.02
클로르피리포스	1	0.00007
TVOC	400	
테트라데칸	330	0.04
디에틸헥실프탈레이트 (DEHP)	120	0.0076
다이아지논	0.29	0.00002
아세트알데히드	48	0.03
BPMC	33	0.0038

■TVOC의 측정방법·정의

실내환경측정에 있어서 TVOC의 정의 또는 측정방법에 관해서는 아직 세계적으로 협의되어 있지 않으며, 몇 가지의 기법이 제안되어 있습니다. 표 2에 그 일례를 표시하였습니다. 「극미 peak의 취급」이나 「칼럼의 분리능력」에 대해서 명확히 되어 있지 않기 때문에, 이 측정방법은 현실적으로는 측정기관에 따라 측정치가 다를 가능성을 지내고 있으나 대체로 n-헥산(C6)부터 n-헥사데칸(C16)까지의 탄화수소계 가스의 총량을 경우에 따라 톨루엔 환산한 농도를 TVOC로 하는 경우가 많다고 말할 수 있습니다. 덧붙이면 대기환경계측에 있어서 TVOC는 환경성(環境省)에 의해 「FID법」과 「NDIR법」이 표준화되어 있습니다.(단위는 모두 “ppmC”)

표2. 각 기관에서 정한 TVOC의 정의 및 측정방법

ISO규격 JIS규격	Tenax TA에서 표본 추출되어 GC/MS 또는 GC/FID에 의해 검출된 n-헥산에서 n-헥사데칸 사이의 peak의 총면적을 톨루엔 환산한 값
ECS (유럽공동연구)	GC/MS법 등에 의해 측정된 peak에 대해 종류를 결정하고 양을 정하여, 정량된 대표가스성분(검출상위 10 peak를 포함)과 종류가 정해지지 않은 peak 총량의 톨루엔 환산치를 합계한 값 (ECS)

일반적인 실내환경 측정방법

TVOC 계측뿐만 아니라 GC법에 의한 실내환경분석에는 상당히 번잡한 작업이 뒤따릅니다. 그림 1에 일반적인 실내환경계측의 수순을 나타내었으나, 이 분석장치는 실내환경레벨의 저농도 가스를 직접적으로 검지할 수 없으므로 작업은 시료가스의 포집(농축)에서부터 시작됩니다. 포집이란 현장의 분위기(시료가스)를 정류량(定流量) 펌프를 이용하여 전용 포집제에 흡착시키는 것을 의미하며, 이 과정은 수십 분에서 수 시간을 필요로 합니다(passive법의 경우는 24시간 이상). 포집완료 후, 포집제는 분석연구실로 옮겨져 흡착물질을 가열법에 의해 밀도 높게 추출하여 GC장치에서 성분을 정하고 정량 분석됩니다(가열탈착식 GC법). 이 분석결과는 당연히 신뢰도가 높은 수치이지만, 결과를 얻기까지는 여러 날을 필요로 하는 것 외에도 어디까지나 포집기간 내의 평균농도를 나타내기 때문에 시시각각 VOC농도가 변화하는 환경에서는 사용할 수 없다는 단점이 있습니다. 또한 분석 1식에 걸리는 비용은 1 시료당 수 만엔으로 상당히 비쌉니다.

따라서 GC법은 어떤 특정물질에서의 화학물질방산량을 정적(靜的)으로 계측하는 경우에는 측정순서도 JIS등으로 명확화되어 있어서 상당히 조건이 좋으나, 「VOC 개인 노출량(사람이 일상생활 속에서 노출되어 있는 토랄 VOC량) 계측」이나 「VOC 방산물질의 특정」 같은 동적(動的)인 계측에는 맞지 않다고 생각합니다. VOC에 대한 사회적 관심이 증대하고 있는 가운데, 좀더 손쉽게 리얼타임으로 실내환경을 계측하고 싶다는 필요성은 나날이 높아지고 있습니다.

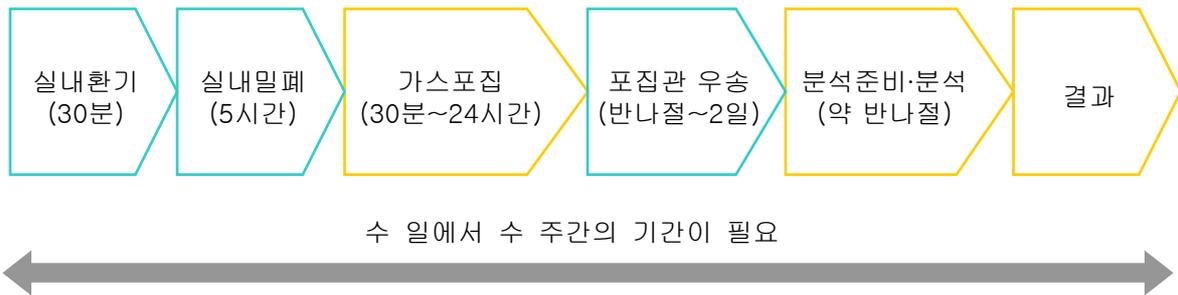


그림 1. GC법(표준법)에 의한 실내환경계측의 흐름

② Personal TVOC Monitor(FTVR-01)의 소개

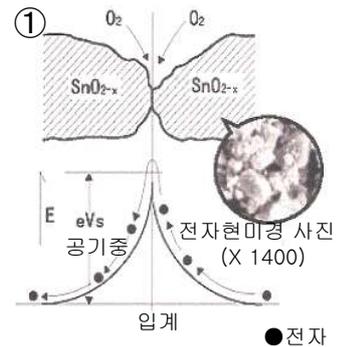
Personal TVOC Monitor(FTVR-01)란?

FTVR-01은 고감도 반도체식 가스센서방식의 TVOC 모니터입니다. GC(Gerbage Collection)법과 같이 가스 종류마다의 성분을 정하거나 정량은 할 수 없으나, 예를 들어 톨루엔의 경우라면 실내환경 지침치(260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)의 1/10농도를 포집(농축)조작 없이 직접 검지할 수 있으므로 현장에서 리얼타임으로 모니터링이 가능합니다. 또한 소형·경량에 전지전원으로 동작 가능하므로 지금까지 측정 불가능했던 여러 상황에서 손쉽게 고감도 분석을 실현합니다.

반도체식 가스센서란?

반도체식 가스센서란 주로 가정용 가스누출경보기용 센서로 오래 전부터 실적이 높은 가스센서입니다. 최근에는 공기청정기나 에어컨 등에도 공기오염(예를 들어 담배냄새)을 검지하여 자동운전을 시키는 일종의 스위치로서도 많이 사용되고 있습니다. 센서재료로는 n형 반도체 특성을 나타내는 금속 산화물 재료를 사용, 이 재료의 전기저항이 분위기중의 가연성 가스농도에 반응해서 변화하는 특성을 이용하여 가스를 검지합니다. 동작원리를 아래와 같습니다.

①센서주변의 분위기에 산소가 존재하지 않는 상태에서는, 예를 들어 센서를 400 $^{\circ}\text{C}$ 의 고온에서 유지하면 자유전자가 산화주석(SnO_{2-x})입자의 입계를 통해서 흐릅니다. 청정대기 중에서는 산화주석의 표면에 산소가 흡착합니다. 산소는 전자친화력이 있기 때문에 산화주석 속의 유전자를 Trap하여 입계에 전위(Potential)장벽을 형성합니다. 이 전위장벽(eVs 공기 중)은 전자의 흐름을 방해하여 그 결과, 전기저항이 증대합니다.



②환원성 가스인 가연성가스(예를 들면 CO)에 센서가 노출되면 산화주석의 표면에 이들 가스와 흡착산소와의 산화반응이 일어납니다.

③그 결과, 산화주석의 표면에 흡착되어 있던 산소는 감소하여 전위장벽이 저하, 전자는 움직이기 쉬워집니다. 즉, 전기저항이 저하됩니다. 이러한 메커니즘으로 FIGARO 가스센서는 대기중에 포함된 가스의 농도를 저항 변화에 의하여 검출할 수 있습니다. 이들 가스와 산화주석의 표면산소와의 반응은 센서소자의 온도와 센서재료의 활성에 의해 변화합니다.

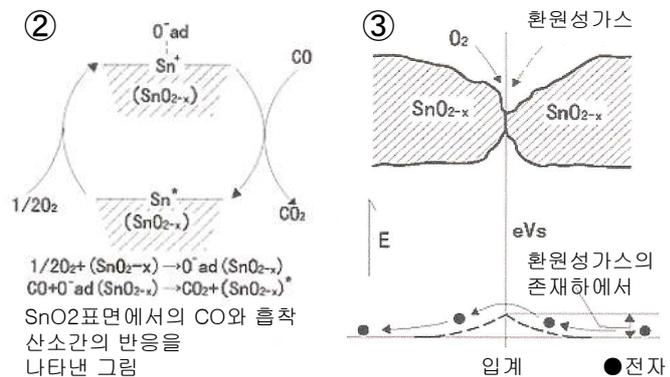


그림 2. 반도체식 가스센서의 검지원리도

Personal TVOC Monitor(FTVR-01)의 특징

FTVR-01은 본체와 센서 probe로 구성되어 있습니다. 센서 probe 끝에는 「가스센서」 및 가스센서 신호보정용 「온도센서」와 「마킹 스위치(스위치를 누른 타이밍이 데이터로 기록됩니다)」가 내장되어 있습니다. 또한, 본체에는 각종 제어회로와 액정표시부 외에 분위기계측용 온도센서와 습도센서(가스센서 신호보정용도 겸함)가 내장되어 있습니다.

그림 3은 TVOC 농도산출에 관한 블록도입니다. 가스센서신호는 온도 및 습도정보에 의하여 적절히 보정된 후, 사전에 작성된 「제로값」 및 「스판값」에 의하여 농도정보로 변환됩니다. TVOC 농도, 온도, 습도, 마킹 타이밍의 각 데이터는 본체 액정에 리얼타임으로 표시되는 것 외에 스위치 조작에 의해 내장 메모리에 기록(24시간)시키거나 PC와 접속하여 그래프상에 데이터의 시간추이를 그릴 수 있습니다.

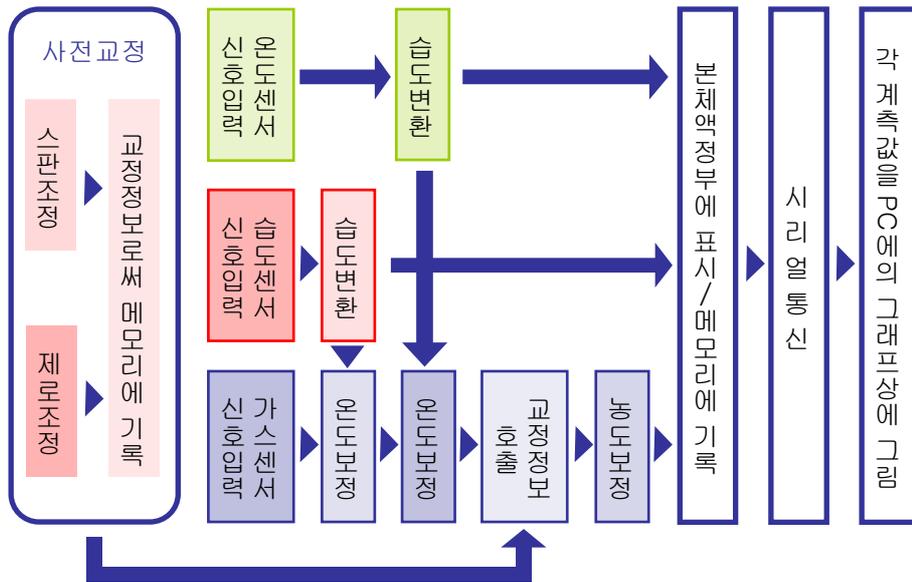


그림 3. FTVR-01의 연산 sequence

FTVR-01 간편한 사용을 추구한 5가지 성능

- 고감도와 편리성의 양립

후생노동성의 톨루엔 실내농도지침치인 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 1/10농도를 직접 검지할 수 있습니다. 또한 처음 사용하시는 분에게도 간단하게 조작할 수 있습니다.
- 리얼타임 측정

농도조작이 수반되는 종래의 방법(GC법)에서는 불가능했었던 리얼타임 측정이 가능하기 때문에 현장에서 바로 결과를 확인할 수 있습니다.
- 소형·경량·조용함·연속측정

소형에 무게가 가볍기 때문에 어디에도 설치할 수 있습니다. 또한 흡인 펌프 등을 사용하지 않으므로 조용하며, 연속측정(측정 분위기를 흐뜨리지 않음)이 가능합니다.
- 간이교정기능

부속품 「간이제로교정기」로 장소에 관계없이 「제로값」의 취득이 가능합니다. 또한, 톨루엔 표준가스를 가지고 있다면 스판조정도 가능합니다.
- PC와 연계·뛰어난 확장성

부속품인 전용 소프트웨어로 「기록 데이터의 입출력」, 「연속고정측정」이 가능합니다. 또한, 본 기기를 최대 8대까지 접속, 동시측정이 가능합니다.

각 부의 명칭

각 부의 명칭 및 기능은 그림 4와 같습니다.

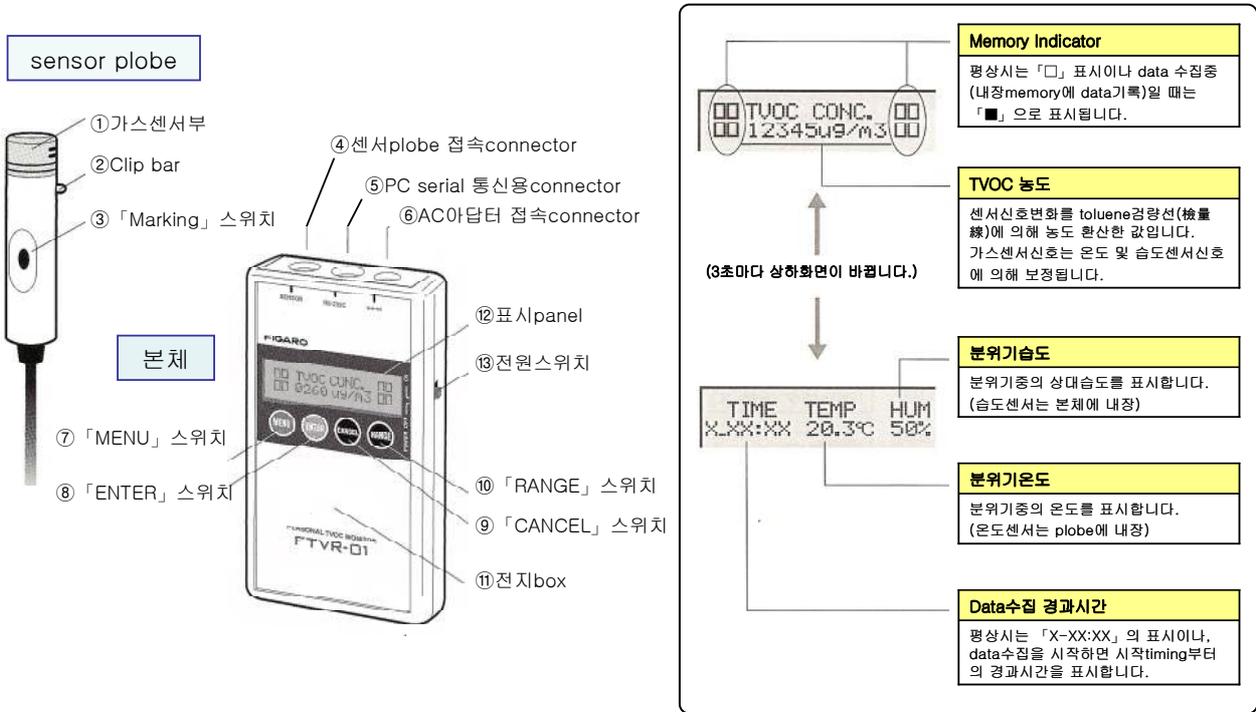
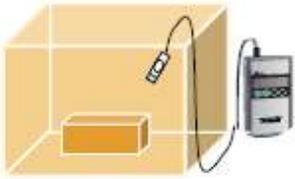
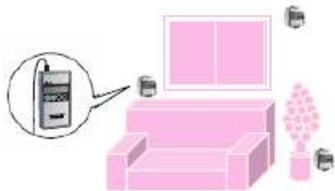


그림 4. FTVR-01의 각 부 명칭

- | | |
|-----------------|-------------------------------|
| ①가스센서부(部) | 당사제품인 고감도 가스센서가 내장되어 있습니다. |
| ②clip bar | 벽면이나 각종 clip에 부착하기 위한 jig입니다. |
| ③marking 스위치 | 누른 타이밍이 기록 데이터 안에 표시됩니다. |
| ④센서plobe 접속커넥터 | 센서plobe의 접속커넥터입니다. |
| ⑤PC 시리얼 통신용 커넥터 | 시리얼 통신케이블의 접속커넥터입니다. |
| ⑥AC어댑터 접속커넥터 | AC어댑터 접속커넥터입니다. |
| ⑦MENU 스위치 | 동작상태를 변경시킬 경우에 사용합니다. |
| ⑧ENTER 스위치 | 동작상태의 변경확정 시에 사용합니다. |
| ⑨CANCEL 스위치 | 동작상태의 변경부인 시에 사용합니다. |
| ⑩RANGE 스위치 | 기동 시의 range 설정에 사용합니다. |
| ⑪전지박스 | AA형 니켈수소전지 4개를 수납합니다. |
| ⑫표시판넬 | 각종 계측값 및 동작상태를 표시합니다. |
| ⑬전원스위치 | 주 전원의 ON/OFF 슬라이드 스위치입니다. |

FTVR-01의 사용례

대표적인 사용례는 아래와 같습니다.

<p>사용례 1</p> 	<p>【TVOC 개인 노출량 측정】</p> <p>전지전원으로 24시간 구동이 가능하기 때문에 측정데이터를 내장 메모리에 기록하여 TVOC 개인 노출량을 측정(휴대 메모링)할 수 있습니다. 예를 들면, 화학물질과민증 환자가 휴대하여 「일상생활에서의 TVOC 도량 노출량」을 계측할 수 있습니다.</p>
<p>사용례 2</p> 	<p>【TVOC 방산원인물질의 특정】</p> <p>본체 액정 모니터에 리얼타임으로 계측결과가 표시되기 때문에 실내 또는 작업환경의 모든 곳에서 발생하는 TVOC 방산량을 비교할 수 있습니다. 또한, 분석결과를 mapping하여 효과적인 VOC 저감화 대책을 실현합니다.</p>
<p>사용례 3</p> 	<p>【챔버 계측】</p> <p>TVOC 방산물질(예를 들어 건축재료 등)을 작은 챔버에 넣고 센서 probe와 함께 밀폐시킴으로써 물질에서의 TVOC 방산농도를 안정적으로 계측할 수 있습니다. 예를 들면, TVOC 대응이 끝난 건축재료 등의 효과검증 또는 판촉도로 유용하게 쓰일 수 있습니다.</p>
<p>사용례 4</p> 	<p>【동시다점계측】</p> <p>부속품 전용 어플리케이션 소프트웨어를 PC에 인스톨하면 최대 8대까지 TVOC 모니터를 접속하여 동시다점계측이 가능합니다. 예를 들면, 환기 시 각 점에서의 TVOC 농도추이 등을 고찰할 수 있습니다.</p>

FIGARO ENGINEERING INC.
 1-5-11, SENBANISHI, MINO, OSAKA, JAPAN
 TEL : (81) 727-28-2561
 FAX : (81) 727-28-0467
 E-mail : figaro@figaro.co.jp
<http://www.figaro.co.jp>

경운무역

서울특별시 강북구 번동 446-13 가든타워 1811호
 TEL : (02)998-1765 FAX : (02)996-4705
 E-mail : kyungwoon@kornet.net