

ガスクロマトグラフィー研究懇談会  
309回特別講演会

「現場分析の最前線」

2010年12月3日

於 国立オリンピック記念青少年総合センター

(社)日本分析化学会

ガスクロマトグラフィー研究懇談会

(設立1958年)



## 第 309 回特別講演会 主題「現場分析の最前線」

主催 (社) 日本分析化学会ガスクロマトグラフィー研究懇談会  
期 日 2010 年 12 月 3 日(金)10 時~17 時 00 分  
会 場 国立オリンピック記念青少年総合センター センター棟研修室 402 室  
<http://nyc.niye.go.jp/>  
〒151-0052 東京都渋谷区代々木神園町 3 番 1

### プログラム

<講演会>10:00~16:50

10:00 「開会の挨拶」 ((独)産業技術総合研究所) 委員長 前田 恒昭

### 主題講演

10:10 「離島における大気中 VOC 類の連続観測と発生源解析」((独) 国立環境研究所) 横内 陽子

### 基調講演 1

11:00 「捜査と危機管理における現場分析」 (科学警察研究所) 瀬戸 康雄

11:40 昼休み・展示

### 基調講演 2

13:00 「皮膚ガス・微量ガス成分用専用モニターの開発と、プロデューサーとユーザーの要素」  
((有)ピコデバイス) 津田 孝雄

### 技術講演 (各 20 分) 4 題

13:30 技術講演

「トロイダル型イオントラップ質量分析計を搭載した  
ポータブル GC-MS GURDION-7 の装置と応用例」 (株)エス・ティ・ジャパン

「酸化半導体センサを用いたポータブル型分析計と今後の展望」 新コスモス電機(株)

「現場で使用可能なポータブル TCD」 液クロサイエンス (有)

「小型軽量高速 GC のご紹介」 日本サーモ (株)

14:50 休憩・展示

### 技術講演 (各 20 分) 4 題

15:20 技術講演

「スターバー抽出のオンサイトサンプリングへの応用」 ゲステル (株)

「多様な試料導入と多彩な検出器を活用した現場分析用 SRI 社ポータブル GC の紹介」  
テクノインターナショナル (株)

「新型トランスポータブル GC/MS の紹介」 アジレント・テクノロジー (株)

「オンサイトで使える超高速 GC とそのパターン分析手法の紹介」 アルファ・モス・ジャパン (株)

16:40 「閉会の挨拶 懇談会の明るい未来」 (東京都立大学名誉教授) 保母 敏行

16:50 閉会

17:10 意見交換会 (レストランふじ にて)

参加費 : 会員 1,000 円、非会員 3,000 円

要旨集のみの販売 : 実費

意見交換会費 : 2,000 円

## 講演要旨

### 主題講演

1. 離島における大気中 VOC 類の連続観測と発生源解析  
(独)国立環境研究所) 横内 陽子 …… 1

### 基調講演

1. 捜査と危機管理における現場分析  
(科学警察研究所) 瀬戸 康雄 …… 5
2. 皮膚ガス・微量ガス成分用専用モニターの開発と、  
プロデューサーとユーザーの要素  
(有)ピコデバイス) 津田 孝雄 …… 9

### 技術講演

1. トロイダル型イオントラップ質量分析計を搭載した  
ポータブル GC-MS GURDION-7 の装置と応用例  
(株)エス・ティ・ジャパン) 東山 尚光 …… 13
2. 酸化物半導体センサを用いたポータブル型分析計と今後の展望  
(新コスモス電機(株)) 加藤 真二・久世 恭 …… 15
3. 現場で使用可能なポータブル TCD  
(液クロサイエンス(有)) 菱川 和則 …… 17
4. 小型軽量高速 GC のご紹介  
(日本サーモ(株)) 清水 明 …… 19
5. スターバー抽出のオンサイトサンプリングへの応用  
(ゲステル(株)) 神田 広興 …… 23
6. 多様な試料導入と多彩な検出器を活用した  
現場分析用 SRI 社ポータブル GC の紹介  
(テクノインターナショナル(株)) 野口 政明 …… 25
7. 新型トランスポータブル GC/MS の紹介  
(アジレント・テクノロジー(株)) 中村 貞夫 …… 29
8. オンサイトで使える超高速 GC とそのパターン分析手法の紹介  
(アルファ・モス・ジャパン(株)) 吉田 浩一 …… 31

<主題講演>

離島における大気中 VOC 類の連続観測と発生源解析

((独)国立環境研究所) 横内 陽子



## 離島における大気中 VOC 類の連続観測と発生源解析

国立環境研究所化学環境研究領域 横内陽子

【はじめに】 大気中 VOC 類の発生量をリージョナルスケールで求める方法として、発生源調査と排出係数を用いて推計するボトムアップ方式、大気観測と輸送モデルを組み合わせたトップダウン方式の二通りがある。「P R T R (Pollutant Release and Transfer Register: 化学物質排出移動量届出制度)」や「温室効果ガスインベントリー」等は前者の例である。トップダウン方式はボトムアップ方式による推計値の検証あるいは発生源調査が不十分な地域からの発生量の推定に有用である。また、発生源の風下に位置する観測点の観測データを使えば、発生地域(国)における調査が難しい場合でも、排出量の推定が可能になるというメリットがある。ここでは、国立環境研究所の地上モニタリングステーションにおける VOC の現場分析を活用して東アジア地域の発生源解析を進めた例を紹介する。

### 【波照間島と落石岬における代替フロン類の観測と東アジアにおける国別排出量の推定】

成層圏オゾン破壊物質として CFC (クロロフルオロカーボン) の生産と使用が全面的に禁止され、ODP (オゾン破壊係数) の小さい HCFC (ハイドロクロロフルオロカーボン) や ODP がゼロである HFC (ハイドロフルオロカーボン) が代替品として使われるようになった。これらのガスは同じくフッ素を含む SF<sub>6</sub> (六フッ化硫黄) や PFC (パーフルオロカーボン) と共に強力な温室効果気体であるため、各国の排出量を把握して今後の削減計画に活かすことが温暖化対策として重要である。

我々はこのような観点から中国を含む東アジアからの排出を捉えるのに適し、かつ近傍に大きな発生源を持たない波照間島と落石岬において、フッ素系温室効果気体の自動連続観測を開始した。HFC-23 (沸点: -82°C) のような極低沸点成分も対象とするため、-150°C 以下まで冷却可能な小型冷凍器を使った低温濃縮システムを開発し、ガスクロマトグラフ/質量分析計 (GC/MS) と組み合わせて、VOC30 数成分の毎時間測定を進めている。

図 1 に HCFC-22 (主たる用途: 家庭用エアコンの冷媒) と HFC-134a (主たる用途: カーエアコンの冷媒) の波照間および落石で観測された濃度の変化を示す。ベースライン濃度は年々増加しており、これらの化合物が大気中で蓄積されていく様子が分かる。また、波照間のデータには顕著な季節変化が見られるが、これは太平洋高気圧の影響を受けて、低緯度の大気が流入するため、HCFC、HFC 類の緯度方向の濃度差を反映している。このようなベースライン濃度の変化に加えて、短期間の濃度増加がノイズのように観測されているが、この部分に周辺の発生源情報が含まれている。

トップダウン方式による排出源分布解析のモデル計算では、まず、対象化合物について、現時点で最良と考えられる排出源分布を仮定する。次に、この排出源分布を基に大気輸送

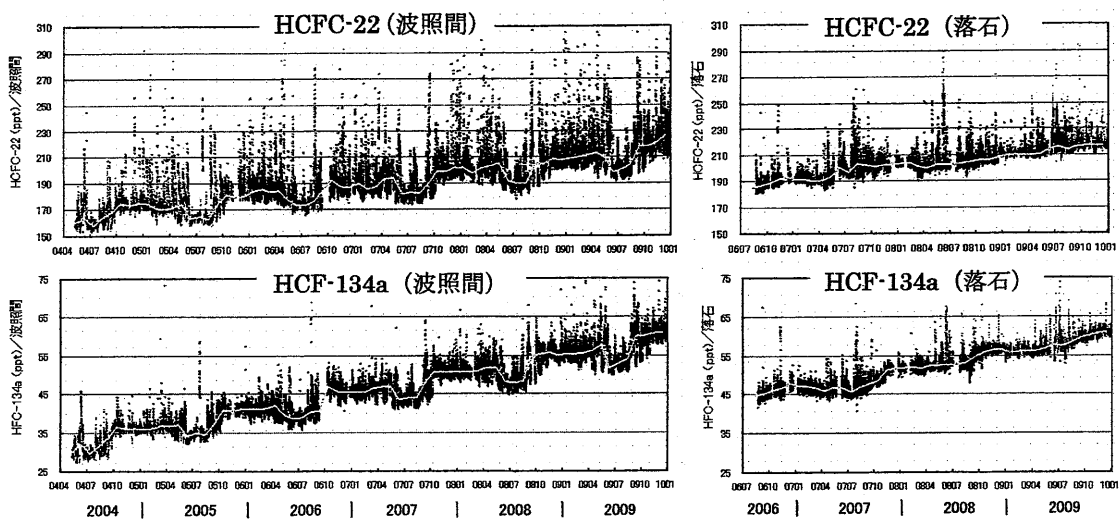


図1. 波照間島と落石岬で観測された HCFC022 と HFC-134a の濃度  
(波照間：2004年5月～2009年12月、落石岬：2006年9月～2009年12月)

モデルによって各観測点における各成分の時系列データを計算する。この計算結果が、実際に観測された濃度変化に近づくように排出源の分布を変化させながら繰り返し計算を行い、最終的に実測値と最もよく合う排出源分布を導き出す。適切に配置された観測点であれば、数が多いほど信頼性が増す。ここでは、同様の観測を2007年から開始した韓国の Gosan のデータを含めて、3地点の観測結果を基に解析した結果を示す。実際に計算を担当したのは、フレックスパートという輸送モデルを開発したノルウェーの Andreas Stohl で、図2に HFC-23 について得られた排出分布の例を示す。HFC-23 は大気寿命が長く (246年)、単位重量当たりで二酸化炭素の 14300 倍という非常に強い温室効果を持つ。この化合物は、大半が HCFC-22 生産の副産物として非意図的に放出されている。先進国では排ガスの加熱処理やプロセスの最適化などによって排出はかなり低く抑えられているが、発展途上国ではまだ十分な対応ができていない所がある。図2で HFC-23 の排出量が特に多い地域は、中国の HCFC-22 生産工場 (+印) と一致していることが分かる。このことは、

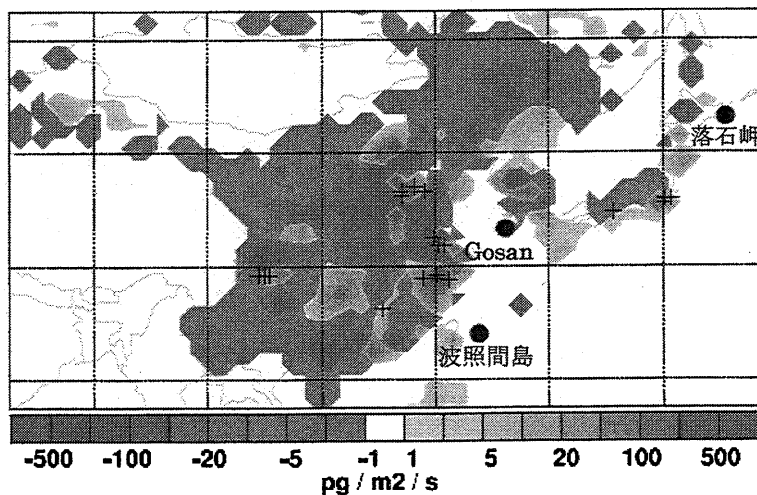


図2. 2008年の HFC-23 排出量分布の最適見積もり

黒丸は観測ステーション、+印は中国と日本国内における HCFC-22 の生産工場の位置を示す。(A. Stohl et al., ACP, 2010)



本研究に用いた観測データとモデル解析が非常に精度の高い排出源マップを与えていることを示すものである。中国からの最適の推定排出量は  $6.2 \pm 0.7$  kt/年となり、世界全体の 50% 以上を占めることが分かった。他のいくつかの化合物についても同様の計算を行った結果、中国からの 2008 年における排出量の最適見積もりは HCFC-22:  $65.3 \pm 6.6$  kt/年 (世界の 17%), HCFC-141b:  $12.1 \pm 1.6$  kt/年 (22%), HCFC-142b:  $7.3 \pm 0.7$  kt/年 (17%), HFC-134a:  $12.9 \pm 1.7$  kt/年 (9%), HFC-152a:  $3.4 \pm 0.5$  kt/年 (7%) であった。

このように離島における VOC 類の現場分析は、トップダウン方式の排出量解析に大変役立つ。離島における VOC 連続観測は、他にも海洋起源 VOC 類の放出メカニズムや長距離輸送中の VOC 類の変質過程を調べるために活用されている。懇談会ではこのような例についても簡単に紹介したいと思います。

MEMO

A series of 20 horizontal dashed lines for writing.

## <基調講演>

### 1. 捜査と危機管理における現場分析

(科学警察研究所) 瀬戸 康雄

### 2. 皮膚ガス・微量ガス成分用専用モニターの開発と、

プロデューサーとユーザーの要素

((有)ピコデバイス) 津田 孝雄



## 捜査と危機管理における現場分析

科学警察研究所法科学第三部 瀬戸康雄

### 【緒言：法執行機関の計測ミッションー現場分析の重要性】

警察などの法執行機関は、安全・安心な社会を維持することを使命としているが、特にテロや犯罪などの違法行為、人災事故に対して、未然に防止し、発生後は被害の最小化につとめ、公判で犯罪事実、事故原因を立証する。主題の「現場分析」の分析標的は、ガスクロマトグラフィー (GC) などの計測技術で分析可能な物質と考えられるので、情報 (画像、インターネットなど) を対象とした分析は除く。上記対象物の分析 (検査) に関連する警察内の部所は、刑事、生活安全、警備、交通など広範囲である。刑事部門では、殺人・傷害・窃盗などの犯罪が発生した場合に証拠となる毒劇物、現場遺留物質、個人識別情報物質 (指紋、DNA 型など) などが該当する。生活安全部門では、違法薬物などの取締法違反事案での乱用薬物、シンナー、公害事案での環境汚染物質などが該当する。警備部門では、大量破壊兵器である CBRNB 物質 (化学兵器・生物兵器・放射性物質・核兵器・爆発物) などの危険物質が該当する。交通部門では、飲酒事案でのアルコール、自動車排気ガスが該当する。分析は、事案が発生する現場で行う「現場分析」と、現場で資料を採取して科学捜査研究所 (科捜研) など専門機関に搬送して行う「ラボ分析」に大きく分かれる。現場分析は、専門知識・技能に長けているとは言い難い警察官・鑑識職員などが主に実施し、特殊な場合には科捜研研究職員が行ったり立ち会ったりする場合もある。ラボ分析は、分析を生業とする専門家 (科捜研職員など) が行い、近年は高性能分析機器を活用して高度な鑑定結果が導き出されるようになった。現場分析は簡易な分析法により行われ、確固とした証拠を提供するためには現場分析に加えてラボ分析である詳細な分析結果 (鑑定) が求められる。しかし、資料によっては現場からラボに搬送されると現場での状況を反映しないこともあり、その場合には現場で分析することが求められ、その分析結果が重要な証拠となる。また、近年の科学技術の発展に伴い、ラボ分析技術はフィールドに移行することが可能となっており、将来ラボ分析のかなりの部分は現場分析で得られることも大いに期待できる。本講演では、警察が行なう現場分析の実態と将来に向けての取り組みである研究開発に関して、「捜査」部門と「危機管理」部門を取り上げ、述べる。

### 【捜査における現場分析】

最近、科学捜査が注目されている。捜査は犯罪事実を立証するためのものであるが、従来からの自白や供述から近年は物証が重視されるようになってきている。科学捜査は、物理・化学、工学、医学、薬学、農学などの自然科学のみならず、心理学、社会学、教育学などの社会科学の知識や技術を応用し、科学的な考え方に基づいて行う犯罪捜査であり、証拠を重視する合理的な捜査である。科学捜査が叫ばれる以前から現在に至るまで、現場分析は捜査で重要な地位を占めていた。殺人・傷害事件では、現場に残された被害者・被疑者の血痕から個人を特定するが、その前段階において現場で血痕を採取する必要がある。この場合、ルミノール検査などで血痕の存在・採取場所を検索することが可能となる。飲酒運転取り締まりでは、交通警察官は現場で運転者の呼気を採取して、専用のガス検知管でアルコール濃度を測定する。違法薬物の所持・施用を現場で確定するために、捜査員は発色キットにより違法薬物を検出するが、麻薬、覚せい剤にはシモン試薬とマルキス試薬予試験キットが用いられている。免疫化学的な方法も登場し、乱用薬物全般の検出に用いられている。毒劇物事案では、ガス性物質に対してはガ

ス検知管が、固液試料に対しては pH 試験紙に加えて発色キットが検出に用いられる。不完全燃焼・火山性ガス（一酸化炭素、亜硫酸ガス、窒素酸化物、青酸ガスなど）、工業用危険ガス（塩素、アンモニアなど）は、ガス検知管により濃度情報も含めて検出できる。最近自殺などで社会問題となっている硫化水素事案に対しても、特有の臭いに加えてガス検知管が現場検出に有効である。青酸化合物、ヒ素化合物、亜硝酸塩などに対しては、発色キットが活用できる。上記に取り上げた現場分析は、全国警察ですでに広く実施されており、発色反応を目視で計測するマニュアル法である。試料の選別と取り扱いを熟知すれば、捜査員でも十分に使いこなせる。

上記の発色反応のマニュアル現場分析は信頼性が高いとは言えず、より信頼性を上げるために分析機器を現場で活用する方法も試みられている。件数の多いシンナー事案では、科捜研に試料を搬送せずに現場の派出所レベルで検出が可能であれば捜査の効率化につながる。簡易 GC 装置を用いて、トルエン、メタノール、酢酸エチルを検出・定量する方法も報告されている。呼気中アルコール検査でも、赤外線式検知器が使われている。

一方、従来の、現場で資料を採取してラボで分析する場合でも、証拠が消え失せる、変質するなどの問題点があり、現場で分析できれば理想的である。また、初動捜査ではなるべく早く情報を得たいという捜査側からの要求は強い。全国展開はされていないが、ラボ分析に代わって捜査現場で使える現場分析法が考案されている。火災中毒死事案では、火災ガスによる死亡を早期に確認する必要がある。被害者血液から火災ガスが致死濃度レベルで検出されなければ、火災発生以前に死亡していたことになる（他殺）。通常は、血液を採取して科捜研などで可視分光光度法などのラボ分析により火災ガスを測定するが、初動段階では速やかな結果が求められ、現場で検死官が採取した血液から分析を行う試みがある。ガス抽出キットとガス検知管などを組み合わせて、一酸化炭素や青酸ガスの検出が試みられている。

違法薬物現場分析としては、同定能の格段に高い機器分析の導入が試みられている。辻川らは、現場用 ATR 式フーリエ変換赤外分光光度計（FT-IR 装置）を活用して、錠剤・粉末中違法薬物の即時現場分析法を報告している。また、井上らは大気圧化学イオン化イオントラップ質量分析計（APCI-MS/MS）を活用して、現場試料・被疑者尿からの現場検知法を開発している。

ラボ分析機器が小型化しフィールド対応化した装置が登場しているが、現場ニーズとマッチングさせることにより、従来のマニュアル現場分析に取って代わる、すなわち従来のラボ分析が現場で行えるようになることが十分期待できる。捜査現場に導入する場合は、コストパフォーマンス、操作性を充分考慮することが肝心である。

### 【危機管理における現場分析】

現在は、テロが発生することを前提として警察はその対処に取り組んでいる。また、大規模な化学災害の発生の可能性も否定できない。これら事案では、現場分析は非常に重要である。すなわち、大規模イベントや水際では、危険物の常時モニタリングが実施され、事案発生後は警察機動隊などが被害現場に急行し現場検知を実施する。前者では、空港、重要施設の関門で、金属検査（X 線）に加えて、爆発物検査（爆発物探知犬、機器分析など）、薬物検査（麻薬探知犬）が実施され、化学兵器用剤（化学剤）、核・放射性物質の検知は市販レベルで導入可能な段階にきており、生物剤に対しても技術的に可能と言える。

化学剤現場検知に関しては、数十年前からミリタリーレベルで現場検知が行われていた。検知紙とガス検知管などのマニュアル現場分析である。操作性、信頼性において満足のいく手段ではなく、代わっ

て、炎光光度検知器、IMS 検知器、簡易型 GC 装置が登場し、スイッチ一つで操作可能なものとなっている。さらに、新規なセンサー技術である弾性表面波検知器も登場した。MS 装置は設置型検知器として用いられていたが、最近では携帯可能な装置も開発され、実用化している。簡易型 GC-MS 装置は、現場で化学剤を同定することが可能である。

爆発物のバルク検知に関しては、X 線・ミリ波などを用いたイメージング検査、トレース検知技術に関しては、爆発物探知犬、イオンモビリティスペクトロメトリー (IMS) 検知器、MS 装置など完全に実用化段階であり、特に IMS 検知器は大型装置が欧米の空港のゲートに設置され、手荷物を拭き取り装置にかけ、常時爆発物をモニタリングしている。また、初動措置隊は携帯型 IMS 装置を用いて爆発現場での分析に活用している。IMS 検知器は、迅速性、連続分析性、高感度性において優れた装置であるが、身の回りの物質の干渉など、偽陽性率が高く、実用面で問題である。

放射性物質に対しては、 $\beta$  線、 $\gamma$  線測定用の可搬型放射線測定器を用いることにより現場で検知可能である。東海村臨界事故以降、中性子線検知器が加えられ、初動措置隊は原発事故、放射線テロに対処している。核物質に対しては、違法に持ち込まれる場合を想定して、中性子線などを用いた遠隔検知法の開発が国家プロジェクトとして実施されている。

生物剤に対しては、十数年前からミリタリーレベルで現場検知技術開発が行われていたが、9.11 同時多発テロ直後に発生した米国郵便物炭疽菌事件以来、市民防衛においても生物剤現場検知技術開発が盛んとなり、現在様々な技術が実用化間近である。しかし、生物剤の要求検知感度はすさまじく高く、現時点ではフィールドで大気を捕集し、濃縮試料をラボに搬送して一端培養で増殖された後に検査するシステムが運営されている。現場検知に関しては、最先端技術が投入されている研究領域である。

危機管理における危険物の現場分析に関しては、市販された装置、開発された技術・試作器が実際の現場で使えるかは十分に検証されていない。サリン事件や米国郵便物炭疽菌事件では現場検知はまったく機能しなかった。検出感度、正確性、操作性の優れた、現場で使える技術開発が求められるところである。





# 「皮膚ガス・微量ガス成分用専用モニターの開発と、 プロデューサーとユーザーの要素」

有限会社 ピコデバイス

津田孝雄

## 1. はじめに

昔は伝染病の媒体として蚊が恐れられていました。ヒトの皮膚へ蚊が降着するのを防ぐことが必要で、皮膚上にある蚊の誘引物質を探す研究がなされていました。

私たちは、お酒を飲むと、5分後に皮膚表面からアルコールが検出できることを見出した。このとき、アルコールの溶出する近辺にガスクロマトグラフのチャート上に他のピークがかなり認められることに気がつきました。これがヒト皮膚ガス(香りの成分やアセトン、メタン、水素ガスなど)の発見につながりました。

皮膚ガスは呼気中の化学成分濃度に比べて、1/10~1/100 低濃度ガスですので、測定にはそのガス成分の濃度を高める必要があります。低温濃縮の迅速な方法を開発し、ヒト皮膚ガスの分析に取り組みました。

## 2. 皮膚ガスの測定

皮膚ガスの測定法を紹介します。この方法は、そのまま環境中の微量ガス成分やVOCへ測定にもそのまま用いることができます。

測定手順は、A. 皮膚ガスのサンプリング；B. 低温濃縮器の使用（濃縮倍率 250~1000倍）  
濃縮時間 15秒（~120秒）；C. オンラインでガスクロマトグラフ/質量分析計（GC/MS）による測定または選択検出器(モニター)の使用で行ないます。

一般的なサンプリングを図に示しました。

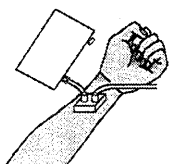


図1

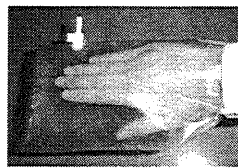


図2

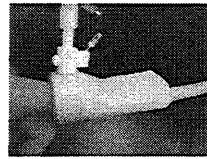


図3

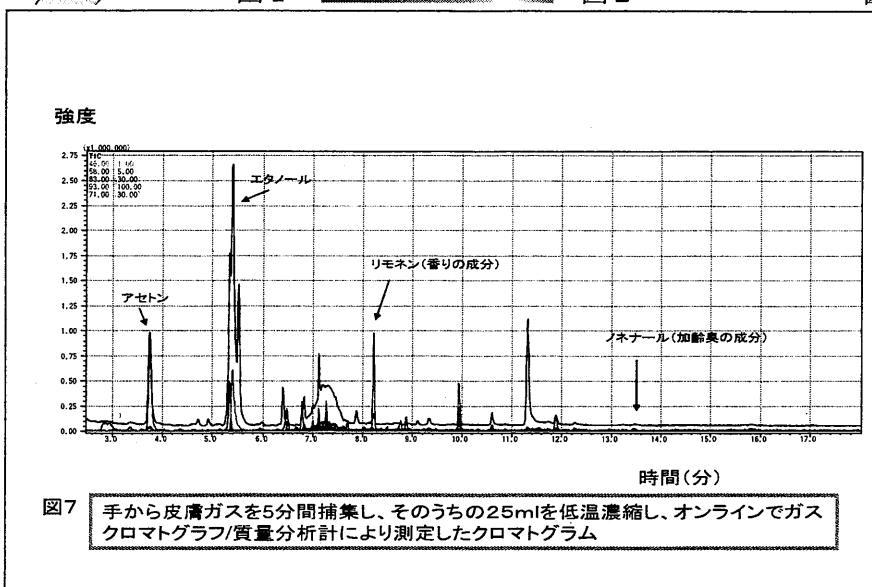


図4

## 3. ヒト皮膚ガスはどこから

皮膚表面からは常に水が拍出されて、ヒトは水や水蒸気のベールに覆われています。しっとりとした肌も水分あつてのことで、水分がなければかさかさの乾燥肌になってしまいます。この水分は汗腺からと皮下から直接供給されていますが、その割合はほぼ等しいと見積もれます。

ヒト皮膚ガスは皮膚組織表面から直接揮散するケースと、もうひとつには汗の揮発成分由来のものが含まれます。発汗には生理的負荷に伴う発汗、常時拍出している不感性発汗があります。指の表面

には、1平方センチメートルにつき約200個の汗腺が存在するといわれていますが、仔細に観察するとその10倍の着色点（ヨード—でんぷん反応で確認）が認められます。すなわち、汗腺以外の水分の拍出口が皮膚上に多数存在しています。皮膚上の水分は、間質水、上皮細胞からの水分などに由来すると考えられます。

汗は1日に1.8リットル程度はでます。体の表面積を2平方メートルとしますと手の表面からは一分間当たり0.03グラムの汗が出ていることとなります。この値は手に袋をかぶせて測定しました結果と合致します。運動や散歩のような生理的負荷が加われば、発汗はさらに進み、一日5～8リットルの発汗量となります。

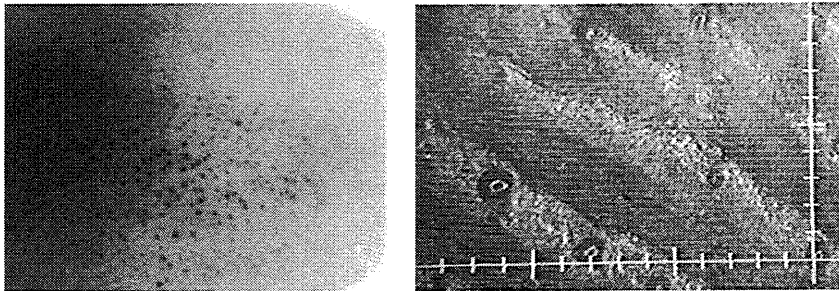


図5 指先の発汗の様子

#### 4. ヒト皮膚ガスの種類と血液との相関

これまで我々のグループが見出してきた皮膚ガスは、アセトン、アンモニア、メタン、エタン、エチレン、水素、一酸化窒素、一酸化炭素、アルコール、アリルメチルスルフィドなどがあります。食品との関連では、高たんぱく質のサプリメント食品摂取によるアンモニアガスの放出、牛乳に水素ガスの放出、ガム（クラシエフーズ）からのゲラニオール、リナロール、シトロネロールの放散、L-アルギニンの摂取による一酸化窒素の放出、生にんにくやガーリックオイルサプリメントの摂取によるアリルメチルスルフィドの放出などが確認されています。

食べ物から、呼吸から、経膚吸収から血液へ入った化学物質は、抹消血管へと運ばれ、抹消血管から、いろいろなものが漏れ出て皮下細胞に栄養を供給したり、汗へ含まれたりします。これらの化学物質は皮膚から直接または汗を経由して放出されています。 花の香り、お線香の香り、お台所の香り、消毒液の香り、タバコの香り、コーヒーの香りは、衣服についてきます。衣服を変えてもしばらくは体から匂ってきます。体内の疾患があればその独特のにおいを放つといわれています。これまでの実験から、汗を含めて食事、常備薬、ドリンク剤、香料成分を含んだ食品、香料そのもの、興奮剤などを摂取すると、体内から早ければ5分、遅くなれば5時間後に体表面に達することがわかりました。

体の中に入った香りは、口腔内吸収で血液に直接入った成分はすぐに香り、食べ物は小腸に入ってから血液に吸収されますので、30—40分後から香りだします。

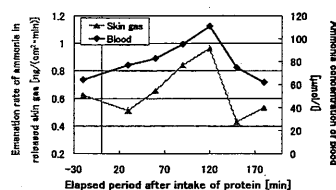
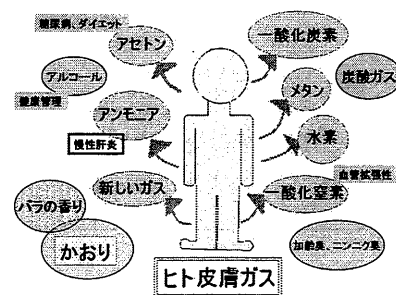


図4 皮膚ガス:アンモニア濃度および血液中アンモニア濃度の高たんぱく質食品摂取後の経時的変化

図6 これまで見つけましたヒト皮膚ガス 図7 アンモニアの血液と皮膚ガスの相関

#### 5. バイオマーカとしての皮膚ガス

ヒトの生活は、自然界からや人工的な環境からいろいろな風に影響を受けています。肺は空気を吸入し、大気中の成分を吸収し、大気を浄化するとともに、体内からのガスを大気へ供給しています。ヒトの皮膚表面は、呼吸の数倍の大きさで、大気への皮膚ガスを放出しています。

環境(生活環境、労働環境)からヒトは影響されます。ヒト皮膚ガスをこの観点から調べました。ベ

ンゼン、トルエン等の揮発性有機化合物、トイレ防臭剤や、衣服防虫剤などに含まれる1-4ジクロロベンゼン、可塑剤(フタル酸エステル)の分解により放出される2-エチル-1-ヘキサノールなども、皮膚ガスとして放出されることが確認できました。すなわち、これらの実験結果から環境中に含まれる化学物質が生体に取り込まれ、生体から放出されていると推定できます。今後、労働衛生との関連や、化学物質過敏症に関する大気中の化学物質の特定などへ皮膚ガスの測定が必要と思われれます。

## 6. ヒト皮膚ガスの特徴

ヒト皮膚ガスは身体情報を反映するので、医療を目的とした指標に用いることができます。すなわちこれまでに糖尿病と皮膚ガス：アセトンの関係、慢性肝疾患とアンモニアの関係を確立できました。これらの疾病に係わる健康の予備指標に用いられます。ヒト皮膚ガスは、サンプル採集に苦痛を伴わず、安全で、長時間のモニタリングも可能です。

## 7. 最近の皮膚ガスの動向

皮膚ガスの研究は私達が、最初に始めたのですが、最近では研究やプロジェクトへの採用などのニュースがあります。関根らのpassive diskによるアルデヒド類の検知、東原らによる末期乳がんの臭いとしてジジメチルトリスルフィッドの確定、キャノン・国立循環器病センターの皮膚ガスと疾病への基礎検討(nedoイノベーション推進事業)、愛知県の知の拠点への採用(皮膚ガスとして名工大、ピコデバイス等が関与)などがあります。

## 8. 皮膚ガスのこれまでの研究

以前の研究に、ヘリウムガスを呼吸により吸収し皮膚からの放出、メタノール雰囲気中での吸収と放出などの仕事がありました。また蚊の吸引物質の探索などが行われましたが、皮膚上の乳酸が対象でした。私達は、多様な低級炭化水素類などが皮膚から放出されていることを発見し、摂取に伴う経時変化、疾病との関連(アセトンと糖尿病など)について明らかにしました。

## 9. 皮膚ガスの用のモニターの構築

皮膚ガス成分中の特定の化学物質に対する選択検知器(モニター)の構築は、皮膚ガスの適用や、フィールドテストに必要です。これまで弊社で構築したモニターを紹介いたします。

- アセトンモニター 分離機能を内蔵し、指先1分以内の皮膚ガス採取で可能。
- アルコール/水分比モニター 指先20秒のサンプリング、測定時間60秒で可能(フィガロ技研との共同開発)
- 一酸化窒素 ppb 測定装置 指先30秒程度で可能
- 汗を用いたグルコースセンサー 血中グルコースに対応する汗中グルコースの測定法について、簡易な方法が構築できました。

## 10. アルコールモニターへの可能性

飲酒運転についての規制が来年4月から始まります。これは呼気分析による測定です。呼気については飲酒後比較的短時間でアルコール濃度は低下(30分~1時間半)します。これに比べて、皮膚ガスアルコール濃度は、呼気よりも長く持続します。身体の状態から見れば、呼気よりも皮膚ガスの方が、より身体の状態を反映しています。

## 11. プロデューサーとユーザーの要素

独立的な、独創的な装置の製作、または数段進んだ装置の製作が商品となった時に、ユーザーの手助けとニーズによって商品は育ちます。戦後の日本は発展途上国で、その後の進展から発展国になった現状です。しかしながら、ユーザーや学会が精神的には発展途上国の気持ちがいまだ持続している現状もありますので、ときには、新しく工夫された商品の価値が判断できなく、分からなくなります。市場が形成できなくなります。大きなメーカーでは日本の市場の狭さが一つの要因とあげられもしま

すが、中小メーカーでは、日本の市場は本来的には十分大きいと思います。価値ある装置などの出現を、期待する文化が必要だと思います。日本は独立国としての体制から見れば、現状は発展途上国としての立場がまだ残っている現状ではありますが、文化的にそれらを克服する必要があります。

## 1.1. 文献

### 皮膚ガス

1. "New measurement of hydrogen gas and acetone vapor in gases emanating from human skin", K. Naitoh, T. Tsuda, K. Nose, T. Kondo, A. Takasu, and T. Hirabayashi, *Instrumental Sci. Technol.*, 2002, 30(3), 267-280.
2. "Relationship between skin acetone and blood  $\cdot \cdot$  hydroxybutyrate concentration in diabetes", N. Yamane, T. Tsuda, K. Nose, A. Yamamoto, H. Ishiguro, and T. Kondo, *Clin. Chim. Acta*, 2006, 365, 325-329.
6. "Identification of ammonia in gas emanated from human skin and its correlation with that in blood", K. Nose, T. Mizuno, N. Yamane, T. Kondo, H. Ohtani, S. Araki and T. Tsuda, *Anal. Sci.*, 2005, 21(12), 1471-1474.
3. "皮膚ガスを用いてのアルコールの検知" 津田孝雄、第23回 $^{13}\text{C}$ 医学応用研究会・第10回日本呼吸病態生化学研究会 合同学術大会、2007、10月、東京、講演要旨 p.24.
4. "皮膚ガス：一酸化窒素の確認と低酸素室での挙動"、大桑哲男、水野辰夫、野瀬和利伊藤 宏、津田孝雄、第67回分析化学討論会、2006、秋田、講演番号 E2002、講演要旨集、p.77.

### 香りと匂い

5. "固相マイクロ抽出及び加熱脱着ガスクロマトグラフィー/質量分析計によるヒト皮膚から放出される香気成分の定量"、秋山朝子、今井かおり、石田幸子、伊藤健司、小林正志、中村秀男、野瀬和利、津田孝雄、*分析化学*, 2006, 55(10), 787-792.
6. "香料の傾向摂取による芳香成分の対表面からの放出挙動"、秋山朝子、伊藤健司、*AROMA RESEARCH*, 2006, 7(1), 63-65.
7. "ヒト皮膚ガス及びバラの香りへのアプローチサンプリングと分析デバイス" 津田孝雄、第56年会 日本分析化学会、2006年9月、徳島、講演番号 D1008T、講演要旨 p.77.
8. "ニンニク摂取に伴う皮膚ガス・呼気中のイオウ化合物の確認と口中清涼剤の効果測定、(ピコデバイス、名工大、小林製薬) 津田孝雄、野瀬和利、高瀬琴女、宇野 明、中島賢治、第67回日本分析化学討論会、2006、秋田、講演番号E2006、講演要旨、p.74.
9. "ヒト皮膚から揮散される化学物質と香り"、津田孝雄、*AROMA RESEARCH*, 9, 63-72, 2008.
10. "食材野菜からの香りのオンライン濃縮分析及び成分値による野菜の評価、(デザイナーフーズ、ピコデバイス) 丹羽真清、松嶋俊紀、津田孝雄、久永真央、日本分析化学会第58年会、2009、北大、講演番号H1007、講演要旨 p.184.
11. "An exploratory comparative study of volatile compounds in exhaled breath and emitted by skin using selected ion flow tube mass spectrometry", C. Turner et al., *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, 2008, 22, 526-532.
12. "Determination of acetaldehyde and acetone emanating from human skin using a passive flux sampler-HPLC system, Yoshika Sekine, Satomi Toyooka, S.F. Watta, *J. Chromatogr. B*, 859 (2007)201-207.
13. "Dimethyl Trisulfide as a Characteristic Oder Associated with Fungating Cancer Wounds, M. Shirasu, S. Nagai, R. Hayashi, A. Ochiai, K. Touhara, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 73, 2117-2120, 2009.

### 環境

14. Airbone emissions at skin surfaces: a potential biological exposure index, S. A. Batterman, A. Franzblau, N. Zhou, *Int Arch Occup Environ Health* (1996)68:268-274.
15. Effect of using alcoholic and no-alcoholic skin cleaning swabs when sampling blood for alcohol estimation using gas chromatography, MeIvor RA, Cosbey SH, *Br. J. Clin Pract*, 1990, Jun, 44(6)235-6.
16. Exhalation behavior of four organic substitutes and water absorbed by human skin, K. Naitoh, T. Tsuda et al. *Biol. Pharm. Bull.*, 25(7)867-871 (2002).
17. 環境から取り込まれた化学物質の皮膚ガスとしての放出：VOC成分等について、津田、久永、大桑、伊藤、日本分析化学会年会、仙台、講演番号G3011、講演要旨 p.143 (2010)

### 測定法

18. "Novel instrumentation for determination of ethanol concentration in human perspiration by gas chromatography and a good interrelationship in ethanol concentration in sweat and blood", T. Kamei, T. Tsuda, Y. Mibu, S. Kitagawa, H. Wada, K. Naitoh, K. Nakanishi, *Anal. Chim. Acta*, 1998, 365, 259-266.
19. Direct temperature-controlled trapping system and its use for the gas chromatographic determination of organic vapor released from human skin", K. Naitoh, Y. Inai, T. Hirabayashi, and T. Tsuda, *Anal. Chem.* 2000, 72(13), 2797-2801.

## <技術講演>

1. トロイダル型イオントラップ質量分析計を搭載した  
ポータブルGC-MS GURDION-7の装置と応用例  
(株)エス・ティ・ジャパン 東山 尚光
2. 酸化物半導体センサを用いたポータブル型分析計と今後の展望  
(新コスモス電機(株)) 加藤 真二・久世 恭
3. 現場で使用可能なポータブルTCD  
(液クロサイエンス(有)) 菱川 和則
4. 小型軽量高速GCのご紹介  
(日本サーモ(株)) 清水 明
5. スターバー抽出のオンサイトサンプリングへの応用  
(ゲステル(株)) 神田 広興
6. 多様な試料導入と多彩な検出器を活用した  
現場分析用SRI社ポータブルGCの紹介  
(テクノインターナショナル(株)) 野口 政明
7. 新型トランスポータブルGC/MSの紹介  
(アジレント・テクノロジー(株)) 中村 貞夫
8. オンサイトで使える超高速GCとそのパターン分析手法の紹介  
(アルファ・モス・ジャパン(株)) 吉田 浩一



トロイダル型イオントラップ質量分析計を搭載した  
ポータブル GC-MS GURDION-7 の装置と応用例

株式会社エス・ティ・ジャパン 商品開発部 東山尚光

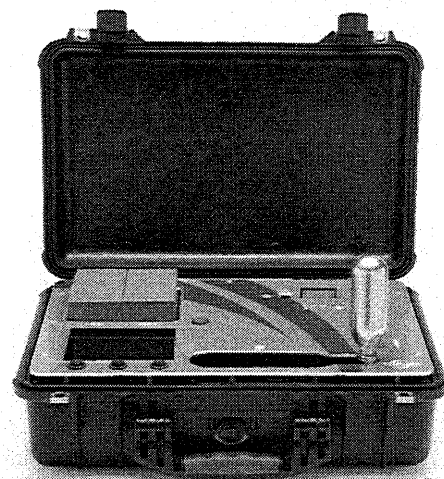
1. はじめに

化合物同定用の分析装置としては、赤外分光法 (IR) やラマン分光法 (ラマン) も良く使用される分析法ではあるが、感度や選択性においてガスクロマトグラフ質量分析法 (GC-MS) は最も正確で信頼性のある分析手法として実に多くのラボで使用されている。

しかしながらフィールドにおける分析装置として見た場合、IR やラマンではポータブル型の装置が次々と開発され実用化されているが、GC-MS においては真にポータブル型と言える装置はこれまで開発がされていなかった。

フィールドで利用可能な分析装置の開発には単に装置小型化だけで実現できるものではなく、堅牢性はもちろん迅速性、操作性、測定コストなどを含めた開発努力が必要である。

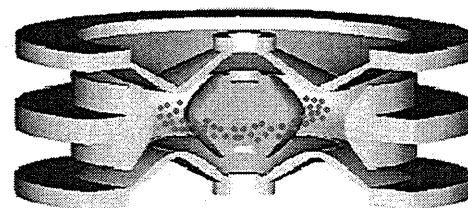
ここに紹介する (米) TORION 社のポータブル GC-MS GURDION は、ラボ分析装置の延長ではなく全く新しいアプローチから誕生したポータブル GC-MS である。



2. トロイダル型イオントラップ

GURDION では、質量分析部にイオントラップ方式を採用している。その理由としては、フィールドでの利用を勘案し他の方式にくらべ「構造が単純であり面倒なイオン光学系調整が不要である」「それほど高い真空度を要求しない」「スキャン速度が速く、感度が高い」「消費電力が少ない」などの特徴があげられる。

しかしながら、従来型のイオントラップでは小型化が難しくフィールド用装置としては適合できないので、GURDION-7 では新しく専用に開発した「トロイダル型イオントラップ」を採用している。この新開発のトラップでは同一半径の従来型トラップに比べ、トラップ効率は 400 倍となり装置小型化のキーテクノロジーとなっている。



3. GURDION-7 の特徴

ポータブル GC-MSGURDION-7 は以下の主要部から校正される。

(1)質量分析計 (MS)

MS 部は上記で述べたトロイダル型イオントラップを用い、排気系には小型ターボ分子ポンプと補助用のダイヤモンドポンプから構成されている。トラップの高周波は 2MGz とし、電圧スキャン範囲は 200~2300Vp-p で毎秒約 10 回のスキャンを実現している。

(2)ガスクロマトグラフ (GC)

GC 部は 5m のキャピラリカラムをワイヤー型ヒーターと一緒に直径約 10cm 程度に巻き、冷却用ファンに直接取付けた構造になっている。これによりオープンを持たない超小型で低熱容量の GC となっている。使用温度範囲は 50

～300℃で昇温速度は 120℃/min を実現している。また、冷却速度も速く 5 分以内に次の分析準備が可能である。He ガスボンベは容量 90cc の高圧容器法的な制約を受けないものを搭載しており、1 本で約 200 回程度の分析が可能である。

### (3) 試料インジェクション (SPME)

試料導入には、専用に開発した SPME (Solid Phase Micro Extraction) ファイバーを利用したシリンジを利用している。これにより、直接注入の他に現場でのヘッドスペース分析等に対応が可能である。

### (4) 電源部

電源は AC アダプターの利用の他、充電型リチウムイオン電池の使用が可能である。1 回の充電で約 5 時間の連続使用が可能である。

### (5) ソフトウェア

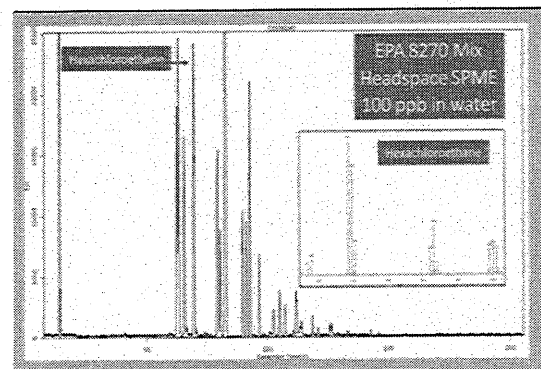
フィールドで測定したデータは本体内に保存されるが、そのデータをイーサネット経由で PC に転送しそこでデータ解析等を可能にする専用ソフトウェア「CHROMION」が提供されている。ユーザーはこのソフトウェアを使用することで、市販のデータライブラリー等を利用することが可能となる。

## 4. 測定例

### (1) 環境分析への適合 (水中のセミボラタイル化合物分析)

ポータブルで高感度な性能は、フィールドにおける環境分析を実現できるものである。

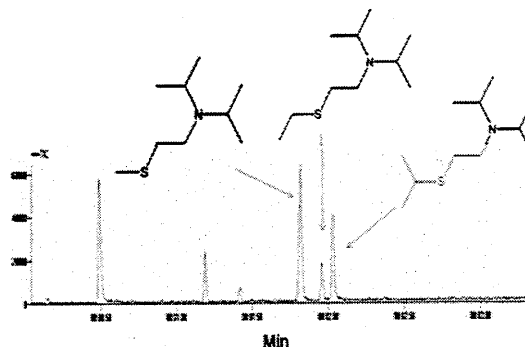
図は EPA8270 の標準混合物で各成分が水中に 100ppb 溶解しているものをヘッドスペース分析を行った例である。測定は SPME ファイバーを 30 秒露出後に行われている。



### (2) 危機管理分析への適合 (化学剤分析)

測定時間が短くかつ高い選択性から、フィールドにおける迅速な化合物同定装置として危機管理用分析装置として適合可能である。

図は VX 神経ガスの測定例で分解物の各構造由来のマススペクトルが感度良く観測されることが解る。



## 5. おわり

ポータブル GC-MS の出現は、単に従来のラボにおける分析延長のアプリケーションに適合させるのではなく、これまで困難さゆえ諦めていた、あるいは適用を全く検討すらすることの無かったアプリケーションの開拓を可能にする。たとえば、農作物の状態を収穫前に「畑」で分析したりすることも可能になる。また、危機管理用の化学分析装置として、空港や税関あるいは警察組織といった分野での適合も考えられる。



# 酸化物半導体センサを用いたポータブル型分析計と今後の展望

加藤 真二(新コスモス電機(株) マーケティングG)、久世 恭(同 商品開発センター)

## 1. はじめに

弊社は、室内空間の気密性向上とともに塗料、接着剤、建材、電機製品等から発生するVOCによる健康被害が大きな社会問題として注目され始めた2004年、ポータブル型VOC分析装置・XG-100V(図1)の販売を開始した。

従来のVOCガス測定法ではガスを採取してから結果を得るまでに数日～一週間程度の期間が必要であった為、現場での測定が可能で操作性に優れた装置の開発が期待されていた。

本装置は、弊社が独自に開発した超高感度金属酸化物半導体式VOCセンサ(図2)を検出器として搭載している。フィルタによって清浄化した空気をキャリアガスとして使用しており、これまでの装置に必須であったボンベガスを不要とした。

現在、『簡易な操作性』『可搬性』『コスト』の面への支持から、ニーズが拡大している。

ここでは、ポータブル型VOC分析装置の概要を紹介することともに、金属酸化物半導体式センサ(以下、半導体式センサ)を検出器として用いたその他のガス種への応用例も紹介する。

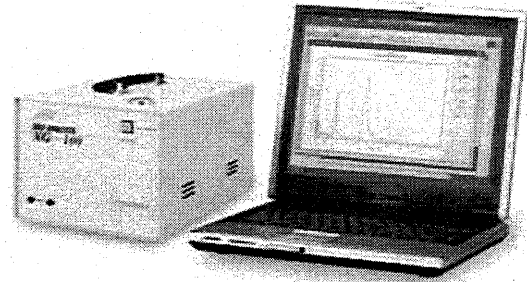


図1 ポータブルVOC分析装置

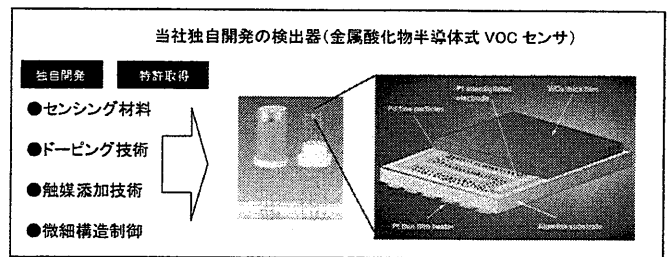


図2 超高感度金属酸化物半導体式VOCセンサ

## 2. ポータブルVOC分析計・XG-100Vについて

### ●製品の概要

XG-100V検出対象ガスは、VOCガス中のトルエン、エチルベンゼン、キシレン、スチレンである。本装置の検出器には、芳香族炭化水素に対して高い感度を持つ半導体式センサを搭載している。VOCガスに対するこの検出器の感度は非常に高く、数ppbのVOCガスを濃縮処理なしに検出できる。また誰にでも、簡単に、高精度で測定できる構成になっている。

表1 XG-100Vの仕様一覧

名称	ポータブルVOC分析装置
型式	XG-100V
測定方式	ガスクロマトグラフィー(非濃縮ダイレクト注入)
検出器	金属酸化物半導体式VOCセンサ
測定物質	トルエン、エチルベンゼン、m-キシレン、o-キシレン、スチレン
測定範囲	1ppb～1000ppb
繰り返しの精度	±5%以内(RSD:トルエン75ppb)
キャリアガス	大気Air※
サンプリング方式	シリンジにて採取。ダイレクト注入(サンプル量:10ml)
使用温度範囲	5～35℃(結露なきこと)
電源	測定・保管時:AC100V 50/60Hz
	輸送時:単2形乾電池8本(検出器バックアップ用電源となります。)
消費電力	測定時:35W
	保管時:10W
外形寸法	W240×H190×D380(mm) ※突起部含まず
重量	約10Kg

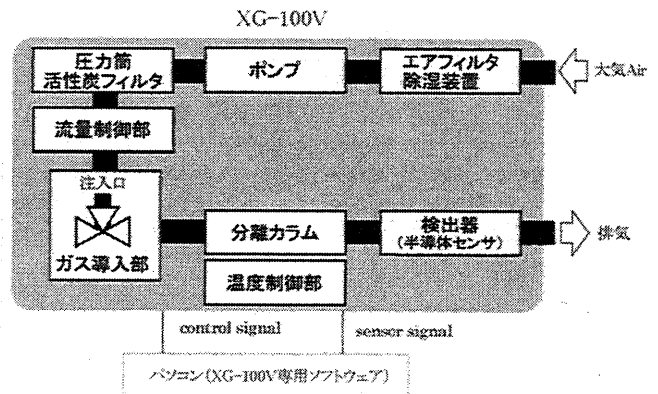


図3 XG-100V 構成概略

### ●システム構成

装置本体とそれを制御・データ解析するためのPCから構成される。両者の間はシリアルケーブルによって結ばれる。サンプルガスを10ml採取し、それをガス導入部から直接注入する。上記4種のガス分析に必要な時間は30分であり、測定データは自動的にPCに取り込まれ、ガス種の特定とともに各成分の濃度が定量される。

### ●装置機構

装置は、大気airを内部に送り込むポンプ、キャリアガスの流量制御部、エアフィルタ、サンプルガスを注入するガス導入部、サンプルガスを各成分に分離するカラム及びその温度制御部、検出器(半導体式センサ)で構成されている。

## ●性能について

一般住宅の同一の室内空気ガスをガスクロマトグラフ(GC)/質量分析計(MS)とXG-100Vで測定した結果を図4に示す。XG-100Vの測定結果は、公定法の一つであるGC/MSと非常に良い相関を示した。また、同一サンプルガスをXG-100Vにて繰り返し測定した結果を表2に示す。シリンジ採取した10mlのサンプルガスを注入するだけの簡単な操作ではあるが、非常に高い繰り返し精度を示している。

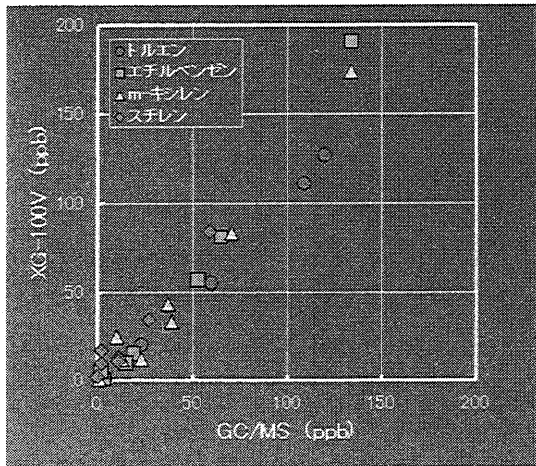


図4 GC/MSとの相関性  
-新築戸建て住宅と小学校での測定結果-  
試験機関：(財)東京顕微鏡院

表2 繰り返し精度の確認

定量結果のくり返し精度(参考値)

単位:ppb

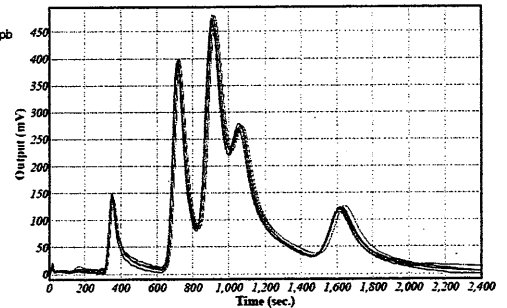
	トルエン	エチルベンゼン	m-キシレン	o-キシレン	スチレン
Test1	72.6	240.2	239.7	78.7	62.9
Test2	68.9	234.7	233.5	77.4	66.3
Test3	68.4	242.5	242.3	79.7	65.7
Test4	68.6	242.1	241.9	82.1	69.8
Test5	70.3	248.1	248.6	83.6	67.7
Test6	71.0	247.4	247.7	82.2	68.0
RSD	2.1%	1.9%	2.1%	2.7%	3.2%

保持時間のくり返し精度(参考値)

単位:秒

	トルエン	エチルベンゼン	m-キシレン	o-キシレン	スチレン
Test1	351	712	905	1049	1609
Test2	354	716	909	1053	1613
Test3	351	713	906	1050	1610
Test4	361	730	926	1073	1643
Test5	354	716	909	1054	1616
Test6	356	724	919	1064	1624
RSD	1.0%	0.9%	0.8%	0.8%	0.7%

測定試料:トルエン 75ppb  
エチルベンゼン 250ppb  
m-キシレン 250ppb  
o-キシレン 100ppb  
スチレン 85ppb/N2



## 3. 広がる利用分野と半導体センサの検出器としての可能性

XG-100Vは発売以降、建築業界・住宅業界をはじめ、素材メーカーにおける材料・素材の品質管理や、触媒メーカーでのVOCガス分解効率の確認、家電・印刷業界などでの製品からの発生確認など、用途を拡大させている。さらには、本機種種の『簡易な操作性』『可搬性』『コスト』などへの支持から、測定対象ガスの拡大に対する期待も窺える。

当社は、工業用定置式ガス警報器・携帯型ガス検知器や家庭用警報器を主な事業としており、半導体式センサを自社開発・製造している(現在、製造しているもののみで数十種類)。その技術基盤をベースに、センサ・カラムを最適化することで2007年頃より様々なガス種に対応している(表3)。

例としては、地中からのメタンガス検知時に、それが供給ガスであるか、自然由来の地中発生ガスであるかを、供給ガス中のエタンやTHT(付臭剤)の有無から識別するタイプ、また、既存技術において検出器が高額な、水素高感度検出タイプなどが挙げられる。

半導体式センサは『非常に高感度』である他、『小型』『安価な製造コスト』『ガス選択性の付加が比較的容易』などの特色を持っており、これらは、様々な目的物検出用のガス分析要求を、部分的ではあるがオンサイト分析用途を中心に実現させる。また、将来的には「複数センサの出力比による識別」「センサユニット交換方式」など、簡易ガス検知器における既存技術との融合が、これまでコスト・市場規模の障壁から製品化に至らなかったものも含め、さらに市場を伸ばさせることが可能と考える。

表3 XG-100シリーズの測定可能ガス

XG-100V	VOC検出用
-100T	都市ガス識別用
-100H	水素ガス検出用
-100HC	高濃度水素中の一酸化炭素、メタン検出用
-100AE	アセトアルデヒド、エタノール検出用
その他	都市ガス中の付臭剤検出

## 現場で使用可能なポータブル TCD

液クロサイエンス有限会社

菱川 和則

はじめに

無機ガスを、現場にて分析する必要性は、気体が目に見えないこと、圧縮や加圧により体積変化しやすいまた吸着による濃度変化などで、大きな誤差を生ずる問題解決のために増大しています。さらに近年は、ラミネート電池パック内ガス、微生物による醗酵など反応生成ガス、バイオマスを熱分解やガス化の際発生するガス、燃料電池用改質器発生ガス、埋立場発生ガス、燃焼廃ガス、作業環境ガスなどの分野で、無機ガスの分析が多く行われる状況です。

検知管による簡易定量器具をはじめ、半導体センサー法、化学発光法、赤外線吸収法、ガルバニ電池法などを用いた定量用装置が、たくさん市販されています。

これらには、特定目的成分に限定した装置、赤外線法のように多成分を同時に測定できる装置があるが、共存成分の影響を受けにくく、多成分を同時に定量する方法としては、GC-TCD 法が優れている。

現在数社より、ポータブル TCD が市販されているが、価格が 230~370 万円以上であり、電源として AC100V、キャリアーガス (He) には調圧弁付ボンベ (150kg、10L) が、さらに専用のカラムや消耗品を必要とし、ランニングコストが高額となります。

今回発売したポータブル TCD は市販のプロットカラムや市販の温冷庫を用いて、価格を安価に設定できるようにした。

TCD センサー及びアンプ部は、弊社独自開発の白金センサーを組み込んだ構造とし、キャリアーガスは、プッシュ缶タイプの He ガスを調圧、流量制御することで、性能を保持したままコンパクトに、ランニングコストを削減できるようにした。サンプルの導入は、ループ方式で、濃度により交換可能とし、ガス用シリンジやテドラーバックなどにも対応可能とした。

### 使用装置、その他付属品

ポータブル TCD : 弊社製 TCD 検出器及び増幅回路、キャリアーガス調圧、流量制御  
及びループ付ガスサンプラー

キャリアーガス : 太陽日酸(株)製 ヘリウム 99.99% 5L 0.8Mpa

恒温槽 : オカダ GAJ(株)製 ポータブル保温冷庫 20L 9kg ペルチェ方式  
AC100V 及び DC12V 消費電力 72W  
外気温マイナス 20℃ (時間短縮のためにはアイスノンなどでの補助必要)、加温は 50℃ (Max)

カラム : Agilent(株)製 HP-PLOT/Q 0.53 x 30M 40μ  
HP-MOLESIEVE 0.53 x 30M 25μ

データ処理 : 弊社製 ADL2020 PCなしで、SDカードにデータを収録  
解析ソフト : 480 II データステーション (SIC 製)  
標準ガス : 太陽日酸㈱製 岩谷瓦斯㈱製 サーンテック㈱製 プッシュ缶  
O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>

#### 測定結果及び再現性

酸素及び窒素の検量線は5%から100%において原点をとる直線が得られた。

ベースラインの変動幅も0.2mvであることから、0.1%の濃度の定量も十分可能である。

再現性については、RTはCV値0.586%以下、AreaはCV値1.2%以下の良好な結果が得られた。

#### まとめ

注入部は室温、TCDセンサーとカラムを収納した恒温槽が最高温度50℃までであることから、エタンより高沸点の成分は測定対象から外れる。

水素からエタンまでは再現性良く、0.1%から100%までの定量が可能である。

キャリアーガスは5L、0.8Mpa 充填で、流量が6ml/minであるため、90時間使用可能である。電源は、消費電力が恒温槽使用時DC12V6.5Aであるため、ポータブル蓄電池(12V10A120VA)で3~4時間です。自動車のバッテリーからはアイドリング状態の使用で、またはポータブル発電機の使用で、さらに長時間運転が可能です。

外気温の影響により、リテンションタイムが変動しますが、その都度標準ガスで同時測定することで確認定量する場合は、恒温槽を使用せず測定できます。この場合は、消費電力が12V0.5A以下のため、ポータブル蓄電池にて、36時間以上連続使用可能となります。今後高性能なポータブル蓄電池が開発されればコンパクトな長時間使用できる装置にすることが可能となります。

## 小型軽量高速 GC のご紹介

日本サーモ株式会社 清水 明

ガスクロマトグラフ分析における要求は以下、3つの要素のバランスとなります。

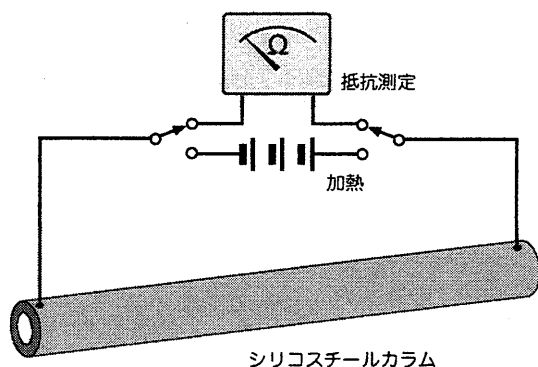
1. 分析時間 緊急性のある分析、分析コストなど
1. 分析精度 一般的には高い方がよい
2. 検体数 検体数が増えると分析時間が問題となる

また1.項とも関連しますが、最近では現場での分析というニーズも増えています。

### GC 分析の高速化

ここでご紹介する 300 シリーズガスクロマトグラフにおいては恒温槽を使用せず、カラムを直接加熱する手法により、昇温/冷却の高速化を実現しました。

### 300 シリーズ GC のカラム昇温テクノロジー



300GC は Restec 社のメタルカラムを使用し、カラム自身に直接電流を流す事によってカラムを加熱します。

左図のように加熱と抵抗測定（温度測定）を mSec. オーダーで繰り返し、プログラム温度に昇温します。

大きな恒温槽がなく、発熱部分がきわめて小さいので、クールダウンも早くなります。

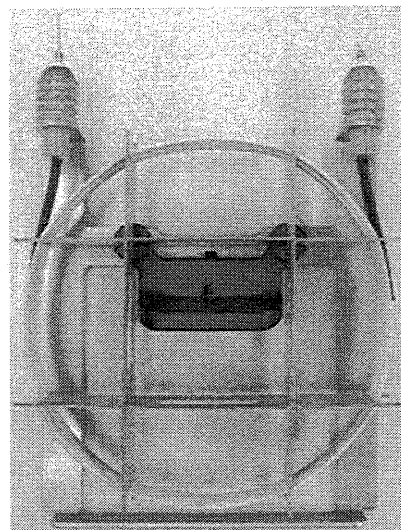
### 300GC の特長

- ・ 高速昇温・高速冷却
- ・ 分析サイクルタイムの低減
- ・ 生産性の向上
- ・ 早いプロセスの開発
- ・ 軽量・コンパクト
- ・ 静かな運転音
- ・ 低消費電力（省エネ）
- ・ カラムの自動装填
- ・ 市販のメタルカラムを使用



## カラムとカラムの自動装填

カラムは Restec 社から一般市販されている MTX シリーズメタル（シリコステール）カラムを 300GC のカラムブラケットに装着して使用します。



ブラケットに装着されたメタルカラム

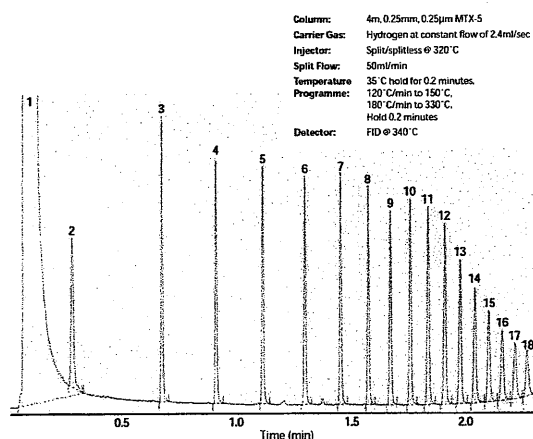
カラムの装填はカラムを装着したカラムブラケットを GC の所定の位置にセットして、キーボードからの操作のみでインジェクターとデテクターに接続できます。

## 用途例

- ・ 高速スクリーニング
- ・ 犯罪捜査等、緊急性を要する分析
- ・ 検体の数が多い場合
- ・ 現場での分析

## アプリケーション例 1

以下は C8~C40 の分析例です。通常の GC では 60 分程度かかる分析が 2.5 分で完了します。

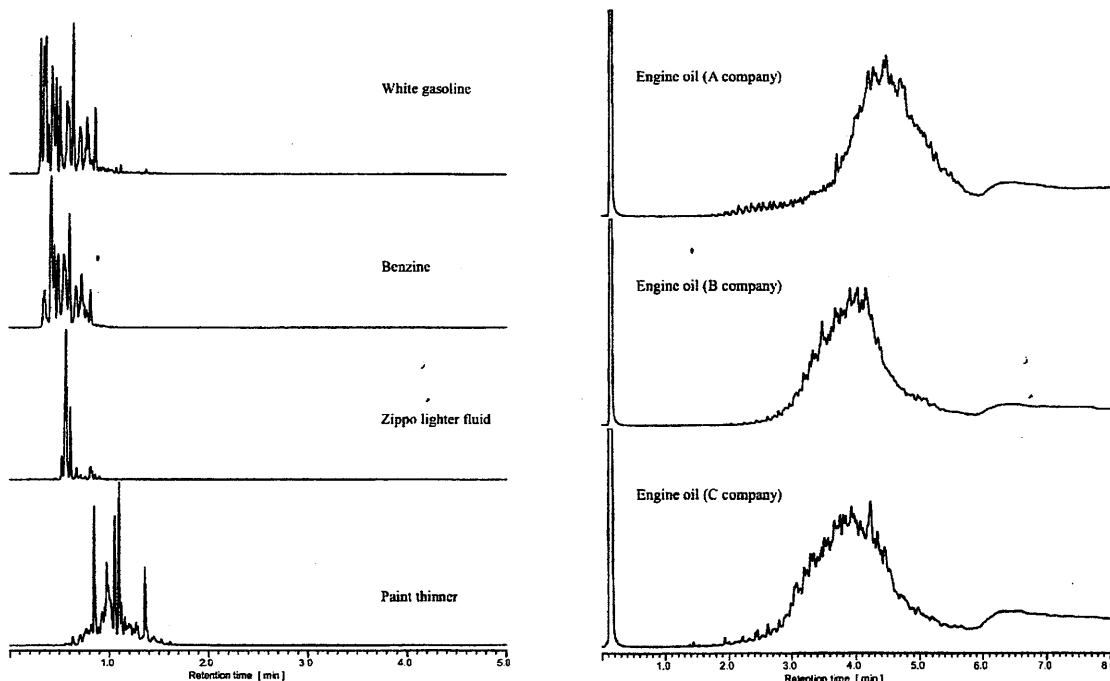


## Florida TRPH Standard (C8-C40)

- |                       |                            |
|-----------------------|----------------------------|
| 1 Hexane (Solvent)    | 10 n-tetracosane (C24)     |
| 2 n-octane (C8)       | 11 n-hexacosane (C26)      |
| 3 n-decane (C10)      | 12 n-octacosane (C28)      |
| 4 n-dodecane (C12)    | 13 n-tricontane (C30)      |
| 5 n-tetradecane (C14) | 14 n-dotriacontane (C32)   |
| 6 n-hexadecane (C16)  | 15 n-tetatriacontane (C34) |
| 7 n-octadecane (C18)  | 16 n-hexatriacontane (C36) |
| 8 n-eicosane (C20)    | 17 n-octatriacontane (C38) |
| 9 n-docosane (C22)    | 18 n-tetracontane (C40)    |

## アプリケーション例 2

火災事件、特に放火の疑いがある場合には燃焼残渣物から使用された石油類を検出し、迅速に油種を特定する必要があります。左はガソリン、ベンジン、シンナー等の軽質油で2分以内で分析が終了します。右はエンジンオイルの例ですが、クロマトからメーカーや種類が特定できます。これも7分以内で分析が終了します。

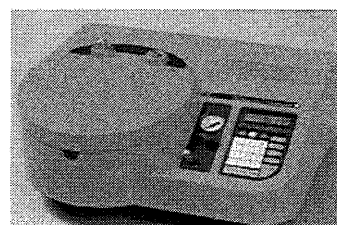


※このクロマトは千葉県警様による 300GC-FID デモ機でのデータです。

## 小型ガスクロマトグラフ 200 シリーズ

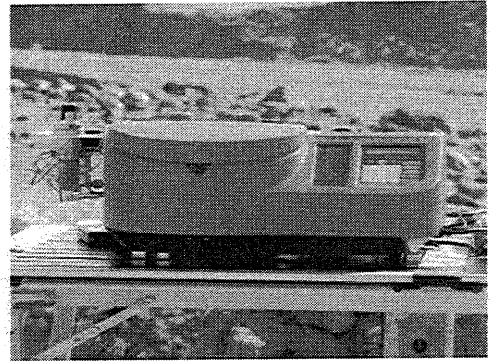
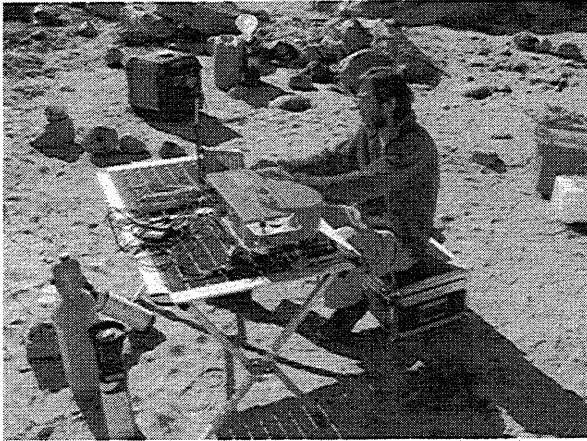
200 シリーズ GC は高速ではありませんが、非常にコンパクトに作られており、設置スペースの低減並びに現場への可搬性にも優れています。

- ・ 小型、軽量 41W×34D×16Hcm (A3 サイズ) 7.5kg
- ・ FID または TCD 及び ECD (他の検出器もオプションで可能)
- ・ 最大 3 個までの検出器が取付可能 (オプション)
- ・ パックドカラム使用可能
- ・ 本体のカラーバリエーション (オレンジ/青/緑/紫/グレー)

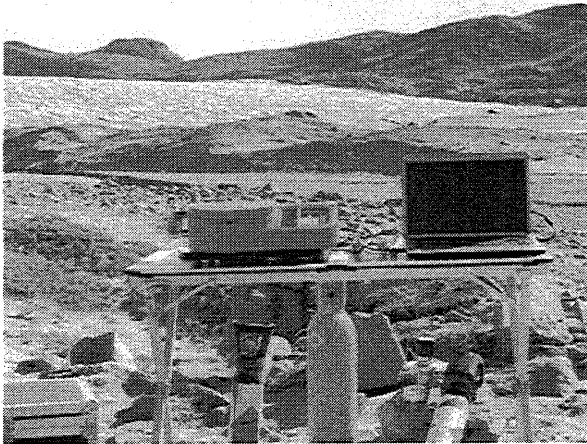


## 200GC のアプリケーション例

以下の写真はブリストル大学によるグリーンランドの氷河に含まれる SF6 分析風景で、200GC-ECD を使用しています。

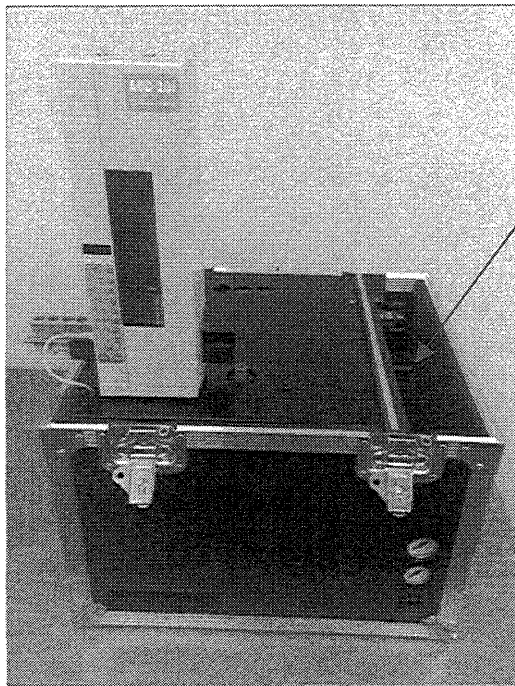


ガスバルブと計量管の取  
り付けられた 200GC



200GC-ECD によるグリーンランドで  
の SF6 分析風景

ポータブル用としてカスタマイズされた 200GC-ECD の例



オートサンプラー収納スペース



# スターバー抽出のオンサイトサンプリングへの応用

ゲステル株式会社 神田広興

1999年に開発された Stir Bar Sorptive Extraction (SBSE) 法<sup>1)</sup>は、Stir Bar(攪拌子)に固定相として 100% polydimethylsiloxane (PDMS) をコーティングした GERSTEL社(ドイツ)製 Twister<sup>TM</sup>(図1)などを試料溶液中で攪拌させて目的成分を抽出、濃縮する技術のことで、SPMEと同様に固定相を液相とした溶媒抽出の原理を応用している。SBSE法は幅広い有機化合物を簡便、且つ迅速に抽出でき高感度な測定が可能となる事から、水系試料中の有機化合物の分析に広く応用されており、代表的な例として飲料水中のカビ臭原因物質への応用がある<sup>2)4)</sup>。落合ら<sup>2)</sup>は、試料量を20 ml、Twister<sup>TM</sup>を長さ10 mm、膜厚500  $\mu$ m、抽出温度を室温とし、抽出時間と回収率の関係(平衡化曲線)を求めた結果、平衡化曲線の傾きが最も大きなTCAの抽出率{(実際の回収率/計算値) $\times$ 100}が80%以上に達した1時間を抽出時間とし、直線性の評価、検出下限値の算出、添加回収試験などを行った。0.5–100 ng/Lの8点検量線における相関係数は $r^2=0.9995$ 以上、0.5 ng/L(検量線の最低濃度)の繰り返し測定(n=6)とその標準偏差の3倍値( $3\sigma$ )から求めた検出下限値は、0.071–0.16 ng/Lとなった。また、添加濃度1 ng/Lによる水道原水と水道水への添加回収試験(図2、水道原水および水道水中に含まれていた量を差し引いて求めた)では、回収率89–109%(RSD: 0.80–3.7%, n=6)となった。水道原水中のカビ臭原因物質の定量値は、2-MIBが1.3 ng/L、ジオスミンが1.3 ng/L、TCAが0.21 ng/Lであった。

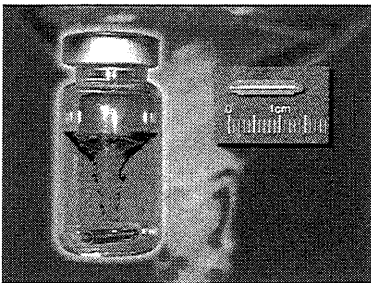
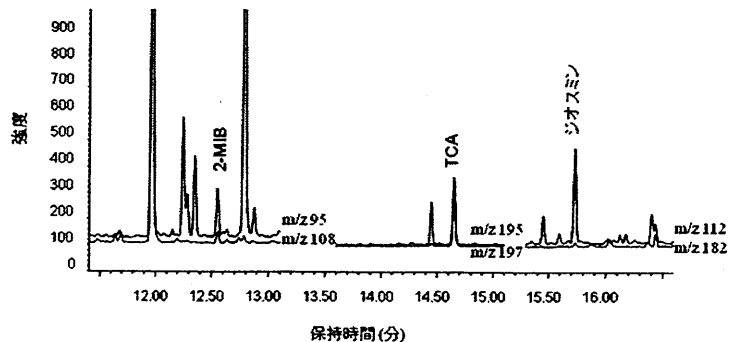


図1 SBSEの概念図とTwister



試料量: 20ml, Twister: 10mm  $\times$  500 $\mu$ m, 抽出温度: 室温, 抽出時間: 60分

図2 カビ臭原因物質の分析例(標準試料 1 ng/L, ミネラル水)

Veoria (フランス)のD. Benanouらは、SBSE法の簡便さに着目し、現場サンプリングに応用したOn-Site SBSE法(図3)を開発した<sup>4)</sup>。試料量を100 mlとし、長さ20 mm、膜厚500  $\mu$ mのTwister<sup>TM</sup>を用い、室温にて2時間抽出した標準試料のサンプリング後の保存性を評価した結果、密閉バイアル中に4°Cで保存したTwisterは、1週間後も良好な保存性を示した(図4)。On-site SBSE法は、異臭等の問題が発生した場合の原因物質の測定方法に使用されている。異臭問題のあった現場では、原水や飲料水の抽出をSBSE法で行い、サンプリング後はTwisterのみをフランスのセントラルラボに送付し、分析を行う。Veoria社では水を供給しているヨーロッパ域内において、On-Site SBSEによる遠隔地での異臭のサンプリング法を確立しており、試料採取後の測定は全てセントラルラボにおいて行い、1年間に数千検体の分析を行っている。

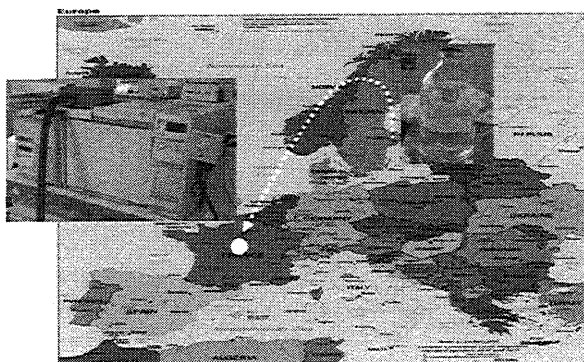


図3 On-Site SBSEの例

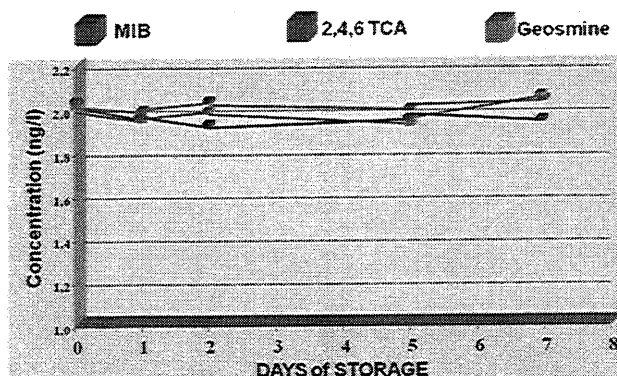


図4 SBSEの保存性(2-MIB,246-TCA,Geosmine)

更に、Veoria（フランス）のD. Benanouらは、一般家庭の水道水で異臭問題が発生した場合にサンプリング可能な“On-TAP” sampling法ARISTOT技術を開発した。この方法では、異臭問題があった家庭にサンプリング用のキットを送付し、家庭では蛇口の先端にあらかじめTwisterがセットされたアダプタを装着し（内部標準物質添加済み Twister 7ヶ）、その後、水を数時間流すだけでサンプリングが終了する。サンプリング後はセントラルラボに送付し分析を行う。

以上のように、簡便、且つ高感度なSBSE法をオンサイトサンプリングに応用する事で、採取する試料量、及び輸送コストの低減が図れ、セントラルラボにおける分析の集約が可能となり、トータルの分析時間低減、分析効率の向上、コスト削減につなげる事が可能となった。

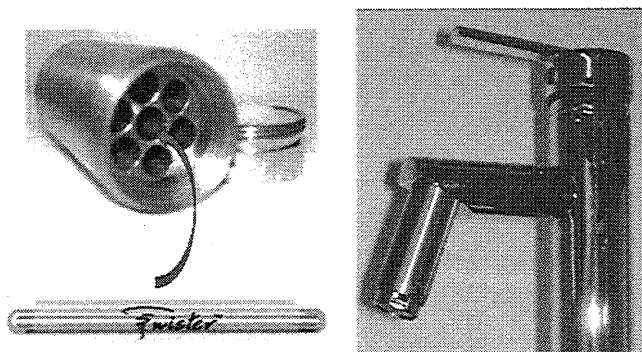


図5 On-Tap Sampling (ARISTOT)の例

謝辞：

本講演で紹介した資料をご提供頂いた、Veoria社D. Benanou氏、ゲステル社落合氏、アジレントテクノロジー社中村氏に御礼を申し上げます。

参考文献：

- 1) E. Baltussen, P. Sandra, F. David and C. Cramers, J. Microcolumn Sep., 1999, 11, 737
- 2) N. Ochiai, K. Sasamoto, M. Takino, S. Yamashita, S. Daishima, A. Heiden and Hoffman, Analyst, 2002, 126, 1652-1657
- 3) S. Nakamura, N. Nakamura, S. Ito, J. Sep. Sci. 2001, 24, 674.
- 4) D. Benanou, F. Acobas, M. R. de Roubin, F. David, P. Sandra, P. Anal. Bioanal. Chem. 2003, 376, 69-77

# 多様な試料導入と多彩な検出器を活用した現場分析用 SRI 社ポータブル GC の紹介

テクノインターナショナル株式会社 野口 政明

TECHNOINTERNATIONAL

多様な試料導入と多彩な検出器を活用した  
現場分析用SRI社ポータブルGCの紹介




テクノインターナショナル株式会社

TECHNOINTERNATIONAL

## 17種類の検出器

1. CCD 熱線燃焼式検出器
2. TCD 熱伝導度検出器
3. FID 水素炎イオン化検出器
4. DELCD 乾式電気伝導度検出器
5. FID/DELCD 水素炎イオン化検出器/乾式電気伝導度検出器
6. HID ヘリウムイオン化検出器
7. PID 光イオン化検出器
8. NPD 窒素・燐検出器
9. NPD/DELCD 窒素・燐検出器/乾式電気伝導度検出器
10. TID 熱イオン化検出器
11. FPD 炎光光度計
12. FPD/FID 炎光光度計/水素炎イオン化検出器
13. Dual FPD 硫化物・硫化物二波長検出器
14. FID dual FPD 水素炎イオン化検出器/炎光光度計
15. ECD 電子捕獲検出器
16. RGD 還元ガス検出器
17. ASD 芳香族検出器

TECHNOINTERNATIONAL

## SRI GC のコンセプト

- 低価格で高性能
- 小型・軽量で可搬型
- 多彩な(15種)注入口を用意
- 多彩な(17種)検出器を用意
- 簡易でメンテナンスが容易
- 改造・グレードアップが容易
- アタッチメントは全て本体に組込む一体型が基本
- PeakSimple装置制御・データ処理ソフト付き
- 長期保証(2年間)

TECHNOINTERNATIONAL

## タンカー沈没の現場分析




TECHNOINTERNATIONAL

## 15種類の試料導入システム

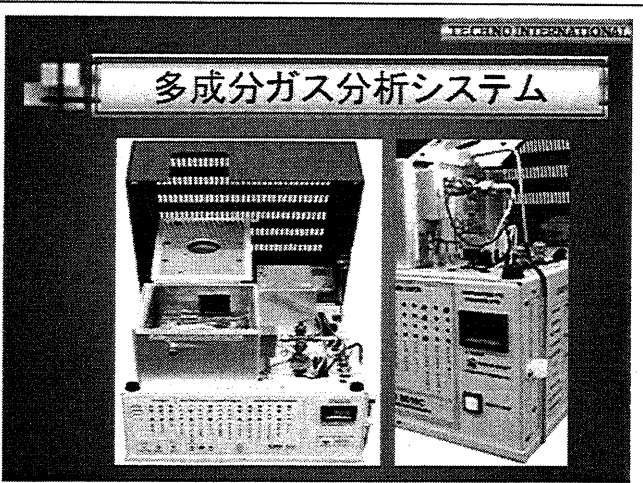
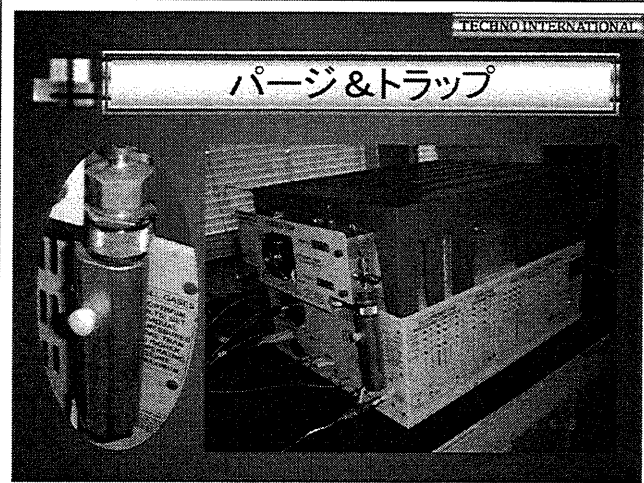
1. オンカラム注入口
2. オンカラム昇温気化注入口(OCPTV)
3. 加熱注入口
4. スプリット/スプリットレス注入口
5. 昇温気化注入口(FTV)
6. 10ポート・22ポートガスサンプリングバルブ注入口
7. 試料室前オプション
  - ・加熱脱離トラップ
  - ・溶媒ループ
  - ・クライオクール冷却トラップ
  - ・凍結コイル
8. 気体濃縮管
9. 熱抽出注入
10. 室温加熱バージ&トラップ
11. オンラインバージ&トラップサンプラー
12. 極速加熱ヘッドスペースサンプラー
13. 20・42・110液体オートサンプラー
14. 40本掛けヘッドスペースオートサンプラー
15. 10本掛けバージ&トラップサンプラー

TECHNOINTERNATIONAL

## ラボカー内 土壌分析







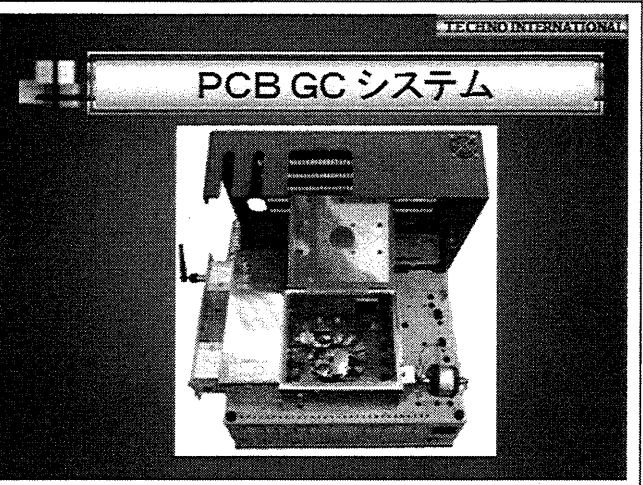
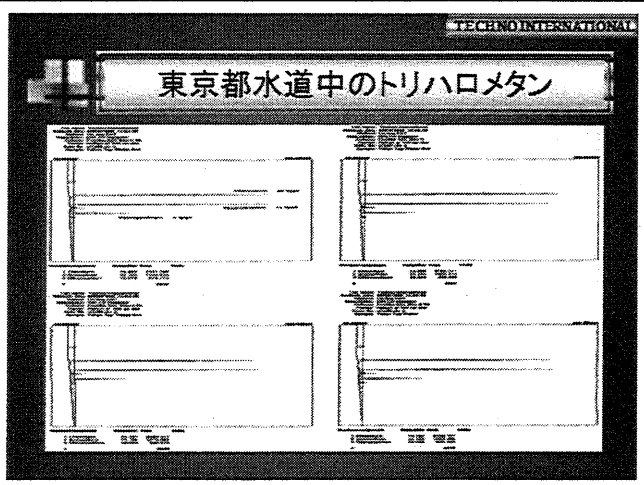
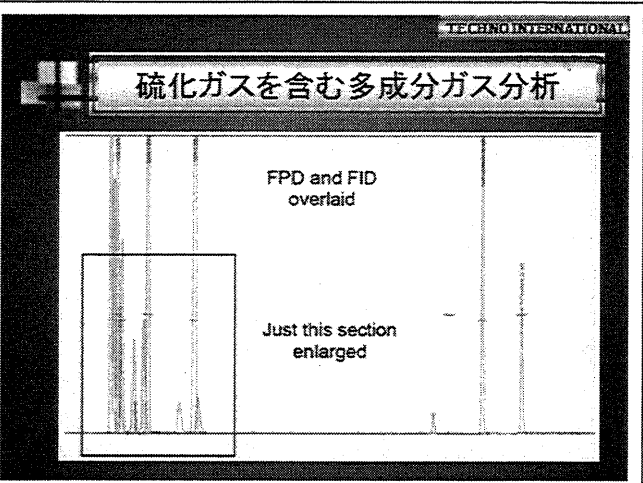
TECHNO INTERNATIONAL

## パージ&トラップダイアグラム

TIME	EVENT	EVENT FUNCTION
0.000	START	Zero Alarm
0.100	A1 ON	Purge ON
0.200	A2 ON	Shake ON
0.300	A3 ON	Shake ON
0.400	A4 ON	Purge ON
0.500	C1 ON	Trap 2 Shake ON
0.600	F1 ON	Trap 3 Shake ON
0.700	C2 ON	Yield to TRAP 2
0.800	A5 ON	Purge ON
0.900	A6 ON	Trap 4 ON
1.000	C3 ON	Yield to TRAP 3
1.100	A7 ON	Trap 5 ON
1.200	C4 ON	Trap 1 ON
1.300	A8 ON	Purge ON
1.400	C5 ON	Trap 6 ON

パージ&トラップ (LOAD)

注入 (INJECT)



TECHNO INTERNATIONAL

## 熱抽出ユニット

**THERMAL DESORBER DETAIL**  
 For replacement tubes, contact SANDTIE SCIENTIFIC LTD. (908) 826-6265 part no. S-9100 (pack of 10 tubes)

TECHNO INTERNATIONAL

## RGD検出器の構造と原理

Reaction Tube

TECHNO INTERNATIONAL

## PCB GCによる分析結果

ディーゼルオイル中の  
200ppmアルクロール1254
異なる種類のアルブロールパターン

TECHNO INTERNATIONAL

## RGD検出器のクロマトグラム

50ppb  
Sample: 100ml room air in 1000ml rubber bag = 50ppb
25ppb  
Sample: 50ml room air in 1000ml rubber bag = 25ppb

TECHNO INTERNATIONAL

## 還元ガス(RGD) GCシステム

TECHNO INTERNATIONAL

## 使用目的別カスタムGCシステム

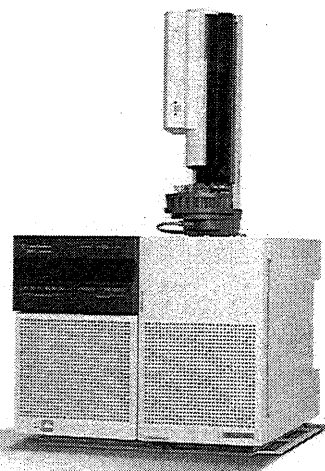
Model: 1000 用途: 環境モニタリング 検出器: FID 価格: ¥1,200,000	Model: 2000 用途: 食品検査 検出器: MS 価格: ¥1,800,000	Model: 3000 用途: 工業プロセス 検出器: TCD 価格: ¥900,000	Model: 4000 用途: 医薬品検査 検出器: MS 価格: ¥2,500,000	Model: 5000 用途: 環境モニタリング 検出器: FID 価格: ¥1,100,000	Model: 6000 用途: 食品検査 検出器: MS 価格: ¥1,900,000	Model: 7000 用途: 工業プロセス 検出器: TCD 価格: ¥800,000
Model: 8000 用途: 医薬品検査 検出器: MS 価格: ¥2,300,000	Model: 9000 用途: 環境モニタリング 検出器: FID 価格: ¥1,000,000	Model: 10000 用途: 食品検査 検出器: MS 価格: ¥1,700,000	Model: 11000 用途: 工業プロセス 検出器: TCD 価格: ¥700,000	Model: 12000 用途: 医薬品検査 検出器: MS 価格: ¥2,400,000	Model: 13000 用途: 環境モニタリング 検出器: FID 価格: ¥1,100,000	Model: 14000 用途: 食品検査 検出器: MS 価格: ¥1,800,000

## 新型トランスポートブル GC/MS の紹介

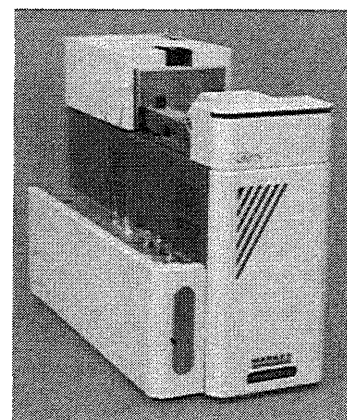
アジレント・テクノロジー株式会社

### 1. はじめに

新型トランスポートブル GC/MS 5975T は、業界をリードする Agilent 5975C MSD をベースに GC 部分は Agilent の低熱質量 (LTM) 技術を採用した一体型システムである。この LTM 技術は、フューズドシリカキャピラリカラムの周囲に加熱ヒーターおよび温度感知センサーを配したモジュールを用いている。LTM モジュールは、効率的にカラムを加熱・冷却できるように設計されており、熱質量が高い従来の空気バス GC オープンテクニックと比べて、分析サイクル時間を大幅に短縮できる。さらに、消費電力、サイズ、重量を大幅にカットすることが可能であり、可搬型 GC/MS には最適である。また、MS 部分に 5975C MSD を採用したことにより、ラボ分析計の高精度な結果を現場でも実現可能にしている。この 5975T を用いることにより、ラボに持ち帰って分析するよりも格段に早く結果を出し、現場で適切な判断をすることができる。さらに、サンプリング後すぐに分析することで、サンプルの劣化を最小限に抑えることができる。



今回は、大気中揮発性有機化合物 (VOCs) のオンライン分析を行うために、5975T に加熱脱着装置 (Markes UNITY 2 + Air Server) を接続した。UNITY 2 は、冷媒不要で動作するため、本システムの運用を簡便化かつ低コスト化することができる。また、LTM 技術を用いることで、VOCs 62 成分を約 20 分で分析することが可能であった。



### 2. 実験

表 1 に、加熱脱着装置および GC/MS の測定条件を示した。

表 1 機器と測定条件

機器: Markes Unity 2/Air Server + Agilent 5975T

サンプリング: 20min @50ml/min

コールドトラップ: Air Toxic trap

トラップ温度：-10℃→300℃

LTM 温度 35℃ (3min)-10℃/min-150℃ (0min)-50℃/min-200℃ (1min)

カラム：LTM DB-624 20mx0.18mmx1.0 μm

カラム流量：0.9ml/min

溶剤ディレイ：0.8min

MS 測定モード：SIM/Scan

イオン源温度：230℃

四重極温度：150℃

### 3. 結果及び考察

図 1 に、VOCs 62 成分 1ppbv の SIM モードのクロマトグラムを示した。0.26ppbv の面積値の繰り返し再現性 (n=7) は、相対標準偏差 (RSD) で 20%以下であった。検量線は 0.26、0.65、1.3、2.6、6.5ppv の 5 点において、各濃度のレスポンスファクタの RSD を計算すると 4-29.8%であった。

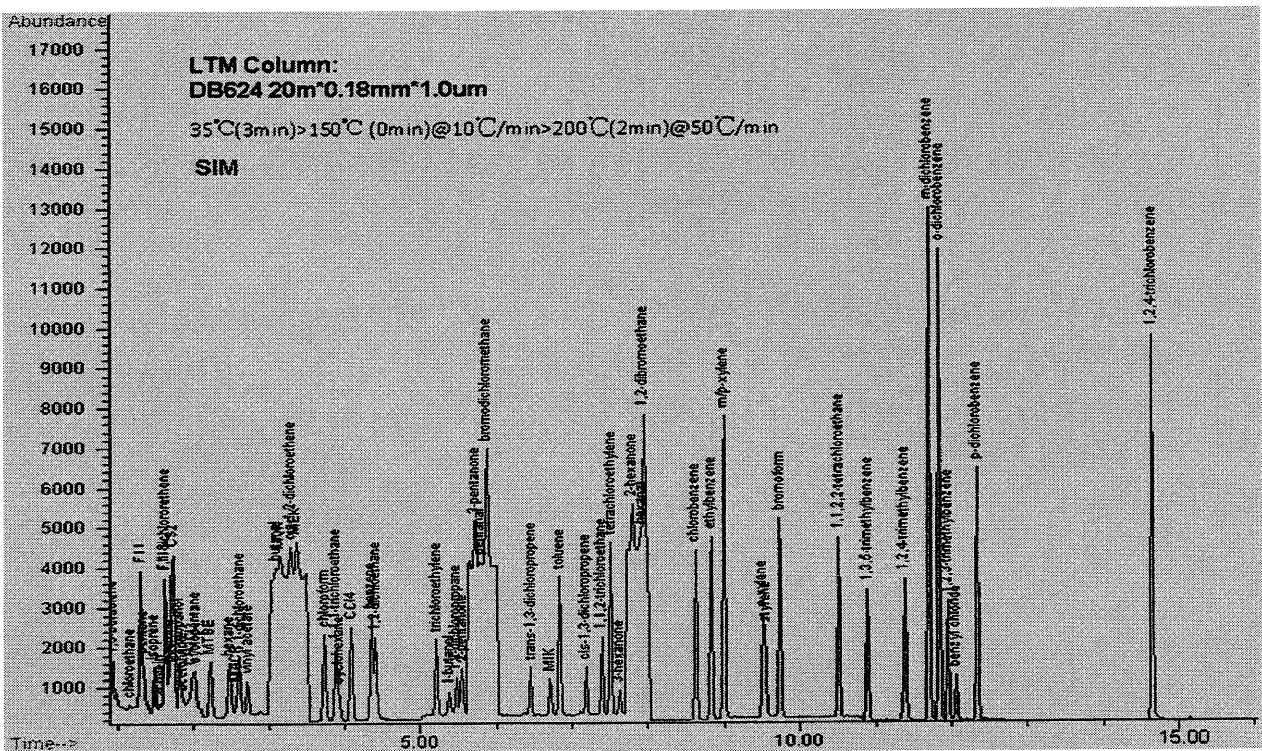


図 1 VOCs 62 成分 1ppbv の SIM モードのクロマトグラム

### 4. まとめ

トランスポートブル GC/MS Agilent 5975T と Markes Unity + Air Server を組み合わせることにより、現場における大気中 VOCs のオンライン分析を行うことが可能である。



# オンサイトで使える超高速GCとそのパターン分析手法の紹介

アルファ・モス・ジャパン株式会社 吉田 浩一

## 1. はじめに

大気汚染や土壌などの調査は、現場で試料を採取してからラボで分析結果が出るまでにたいいてい数日～2週間程度を要している。一方、汚染の検査やその対策、効果判定においては、リアルタイムで結果を必要とするケースが多く、オンサイトで迅速かつ簡単に測定できる技術が求められている。ここでは、テドラバックやシリンジに採取したガス成分を高速分離し、高感度に検出するアルファ・モス社製「超高速ガスクロマトグラフ (GC) HERACLES」(写真1)の概要を紹介する。

## 2. 超高速ガスクロマトグラフの特徴

HERACLESは、高速で成分分離し検出するGC機能に加え、そのクロマトグラムのパターン分析により、試料間のおいの違いを識別、同定する機能も兼ね備えたVOC・においアナライザーである。本体は、非常にコンパクトサイズで軽量(4.5Kg)なため可搬性に優れ、水質、大気や土壌分析(図1)などオンサイトにおけるVOCの迅速なスクリーニング、及び定量に適している。

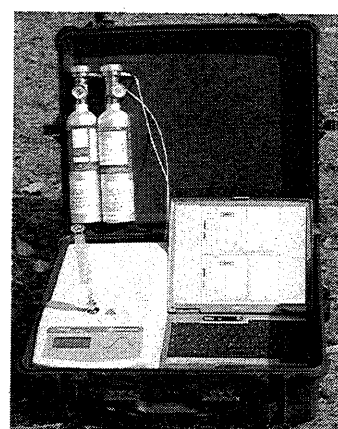


写真1: Heraclesシステム

HERACLES のハードウェアは、極性の異なる 2 本のキャピラリーカラム (DB5/DB1701 または GS-GASPRO/GS-Q の組み合わせ) にヒーターを直付けしたカラムアッセンブリと、2 つの水素炎イオン化検出器 (FID) で構成されている。オーブンを排除し、カラムに直接熱をかけることで昇温速度を速め、さらにカラム長を 2m に短くすることで、試料の分離時間を圧倒的に短縮した。キャリアガスには分子量の小さな水素を用い、そして細い内径 (0.1mm) のカラムを採用することで、分離を損なうことなく、C<sub>25</sub> までの炭化水素を約 75 秒以内に検出することが可能である。また、検出感度を高めるために、TENAX などの吸着剤を充填した小型の加熱脱着ユニットが標準で装備されている。これによって、試料ガスの注入と同時に GC 本体内で濃縮操作を行うことができ、前処理から検出までの一連の工程を自動化できる。試料の注入は、シリンジや SPME ファイバーのほか、内蔵されているポンプによる

テドラバック中のガスの直接吸引にも対応し、分析汎用性には大変優れている。

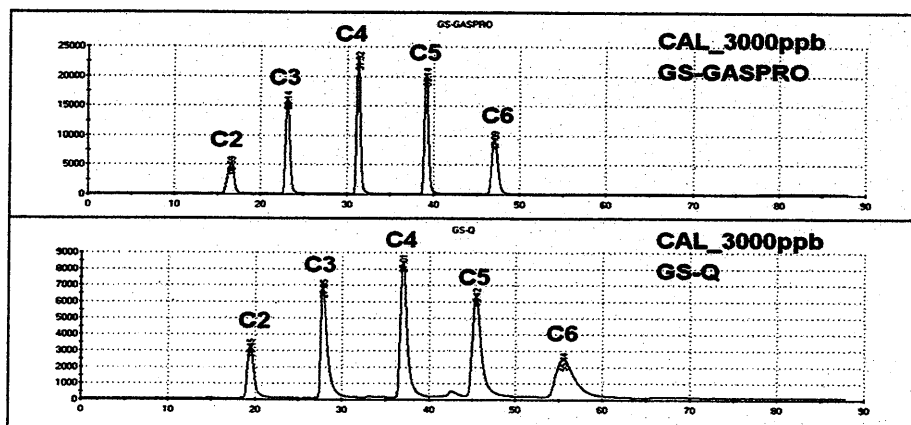


図1: GS-GASPRO/GS-Qの2本のカラムによる低級炭化水素の分析

HERACLES のソフトウェアは、一般的な GC インテグレーション機能のほかに、クロマトグラム全体のパターンを分析するための多変量解析機能を有し、試料間のクロマトパターンの識別やそれに貢献しているピークの決定など、複合的なニオイに関する分析ソリューションとしても利用することができる。HERACLES では、クロマトグラム上の各保持時間を説明変数とし、試料ごとのピーク面積またはピーク高さで行列をつくる。そして、最先端の解析ソフトウェア「ALPHA SOFT」を用いて、識別に関与する重要なピークを探索するが、ここでは分析者の目視に頼ったときに起こりやすいピーク面積の大きさのみに依存することなく、試料間で有意な差が認められる全てのピークを客観的に抽出する。これは HERACLES での分析スピードが極めて速く、ピークの取捨選択を統計的に行うのに十分なデータセットが繰り返し分析によって集められるためである。また、このとき官能評価のスコアがあれば、それらを目的変数として参照することで、選択されるピークの組み合わせは、官能評価の結果と相関が高いものとなる。ALPHA SOFT でフォーカスされたピークは、化合物データベース「AROCHEMBASE V3」で、その起源をスクリーニングすることができる。AROCHEMBASE は、合計 44,200 におよぶ化合物の保持指標情報を含み、さらにそのうち約 1,900 がニオイ成分として、関連するニオイ記述子が一緒に登録されている。官能評価において感じる試料のニオイの特徴が、検索されたいずれかの化合物の記述子と適合し、かつその化合物が 2 つのカラムの保持指標で同定できれば、ニオイへの影響を高い精度で決定づけることができる。またデータベースは、食品や石油化学などのアプリケーションごとにカテゴリー化されているので、分析目的に応じてあらかじめ候補物質を絞り込むにも適している。

図 2 は、品質の異なる Omega-3 (良品 4 検体、不良品 2 検体) を測定した際の各試料のクロマトグラムを主成分分析した結果である。解析には、あらかじめ説明変数の最適化により 13 個の保持時間が選択されたが、ローディングとして主成分得点のグラフに重ねて表示することで、各サンプルの分類に寄与しているピークの存在を把握することができる。

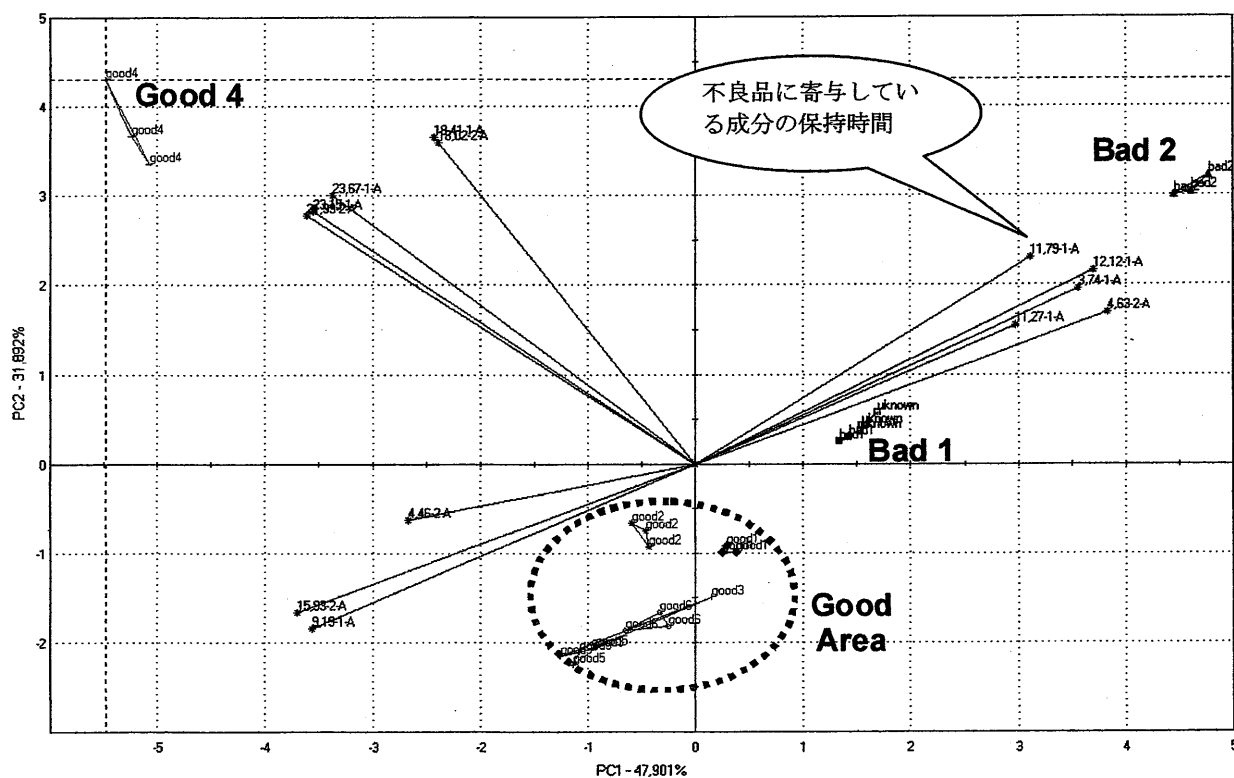


図 2: ロットの異なる Omega-3 のニオイの分類

また、選択されたピークの中からAROCHEMBASEにより、DB5とDB1701の2本のいずれのカラムでも検出された成分を同定し、そのニオイの特徴を明らかとした(表1)。

表1: Omega-3のニオイの違いに寄与する成分の同定とそのニオイの記述

RT DB5 (s)	RT DB1701 (s)	RI DB5	RI DB1701	Possible matches	Sensory note	Relative proportions
3,72	4,58	433	597	Trimethylamine	Fish	BAD>>>
9,21	15,93	741	947	1,2 Propanediol	None	GOOD>>>
11,24	10,03	797	797	Octane	Alkane	BAD>>>
19,46	17,98	996	997	Octan-2-ol	Oily	GOOD 4>>>
23,49	21,94	1095	1096	Undecane	Alkane	GOOD 4>>>

### 3. おわりに

HERACLES は、環境中の VOC の定量といったオンサイトでの分析用途に加え、食品の香気分析やプロセス管理など簡単なニオイのスクリーニングツールとして、幅広い分野における適用が期待されている。



カタログ展示企業（申し込み順）

大塚製薬株式会社
テクノインターナショナル株式会社
日本サーモ株式会社
株式会社 島津製作所
エス・ジー・イー・ジャパン株式会社
新コスモス電機株式会社
西川計測株式会社
アルファ・モス・ジャパン株式会社
ジーエルサイエンス株式会社
ゲステル株式会社
株式会社 アイスティサイエンス
液クロサイエンス有限会社
一般財団法人化学物質評価研究機構
株式会社 島津ジーエルシー
有限会社 ピコデバイス
アジレント・テクノロジー株式会社
日本電子株式会社
東京化成工業株式会社

## GC研究懇談会 運営委員名簿

2010年12月3日現在

委員長	前田 恒昭	(独)産業技術総合研究所
副委員長	代島 茂樹	アジレント・テクノロジー(株)
副委員長	和田 豊仁	(株)島津製作所
	秋山 賢一	(財)日本自動車研究所
書記	安藤 晶	ジーエルサイエンス(株)
HP	西島 功	日本電子(株)
	大川 真	ブルカー・ダルトニクス(株)
庶務・展示	大橋 眞	エス・ジー・イー・ジャパン(株)
地方委員(関西)	大宮 康二	(株)島津製作所
地方委員(九州)	門上 希和夫	北九州市立大学
会計	金子 広之	東京化成工業(株)
	金丸 新	(株)アイスティサイエンス
庶務・展示	神田 広興	ゲステル(株)
地方委員(東北)	栗田 信二	(株)日立ハイテクノロジーズ
地方委員(関西)	小村 啓	(財)サントリー生物有機科学研究所
	齋藤 壽	元 (株)島津製作所
地方委員(関西)	佐々野 僚一	(株)アイスティサイエンス
地方委員(九州)	佐藤 博	長崎国際大学
	杉田 和俊	(株)三菱化学アナリティック
地方委員(関西)	世古 民雄	元 パーキンエルマー・ジャパン
	瀬戸 康雄	警察庁科学警察研究所
講習会・記念事業担当	竹内 正博	(有)GC技術研究所
地方委員(中部)	津田 孝雄	(有)ピコデバイス
	中釜 達朗	日本大学
庶務・記念事業	中里 正光	ジーエルサイエンス(株)
	中村 貞夫	アジレント・テクノロジー(株)
地方委員(関西)	野口 政明	テクノインターナショナル(株)
	羽田 三奈子	サーモフィッシャーサイエンティフィック(株)
地方委員(関西)	藤峰 慶徳	大塚製薬(株)
	藤村 耕治	信和化工(株)
	藤本 一馬	(財)化学物質評価研究機構
最高顧問・信頼性委員長	古野 正浩	ジーエルサイエンス(株)
	保母 敏行	東京都立大学大学院
地方委員(関西)	本田 俊哉	(株)日立製作所
	森川 正己	エスアンドエー・ラボ(株)
HP	谷村 健太郎	(株)島津ジーエルシー
会計	山上 仰	西川計測(株)
	山田 郁	ライオン(株)
記念事業・アーカイブ担当	吉岡 節男	(株)島津製作所
地方委員(東北)	渡辺 征夫	埼玉工業大学 工学部(非常勤)
事務局	渡辺 忠一	フロンティア・ラボ(株)
	田中 久光	(社)日本分析化学会

「現場分析の最前線」

(ガスクロマトグラフィー研究懇談会 309 回特別講演会 講演要旨集) 2,000 円

---

2010 年 12 月 3 日 初版第 1 刷

編集兼発行人 社団法人 日本分析化学会  
発行所 〒141-0031 東京都品川区西五反田 1-26-2  
五反田サンハイツ 304 号  
社団法人 日本分析化学会  
電話 : 03-3490-3351 FAX : 03-3490-3572

---

©2010, The Japan Society for Analytical Chemistry

本研究懇談会のホームページ(<http://www.jsac.or.jp/~gc/menu/solicitation.html>)では、研究会のご案内や入会などに関する情報をご覧いただけます。

