

# 「ガスクロの過去・現在・未来」

(第 294 回ガスクロマトグラフィー研究会 特別講演会)

於;工学院大学 URBAN TECH HALL

2008年12月12日

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

共催: (社)日本化学会

協賛: (株)アイスティサイエンス、(株)朝倉書店、アジレントテクノロジー(株)、  
(株)ENV サイエンストレーディング、エーエムアール(株)、エス・ジー・イージャパ  
ン(株)、大塚製薬(株)、関東化学(株)、ゲステル(株)、サーモフィッシャーサイエ  
ンティフィック(株)、(株)ジェイ・サイエンス・ラボ、ジエールサイエンス(株)、シグマ  
アルドリッチジャパン(株)、(株)島津製作所、太陽日酸(株)、テクノインターナショ  
ナル(株)、東京化成工業(株)、西川計測(株)、日本電子(株)、日本分析工業  
(株)、林純薬工業(株)、パリアンテクノロジーズジャパンリミテッド、(有)ビーハイ  
ブ・インターナショナル・トレーディング、プライムテック(株)、フロンティア・ラボ(株)、  
丸善(株)、LECO ジャパン(株)、和光純薬工業(株)

(五十音順)



ご挨拶

ガスクロマトグラフィー研究懇談会  
委員長 前田 恒昭

研究懇談会の設立 50 周年にあたる記念すべき年に保母先生から委員長を引き継ぎました。本研究懇談会は荒木峻先生（都立大学）と益子洋一郎先生（東京工業試験所）が世話人となり昭和 33 年 9 月に最初の会合が開かれました。近年の活動では、例会の開催も 1995 年に 200 回を記録し、その後年平均 6 回のペースで開催され、まもなく 300 回を迎えます。100 回を越えた辺りで一時会の存続を検討された時期もありましたが、国立衛生試験所の叶多謙蔵先生が委員長として会を継続し、物質工学工業技術試験所の竹田一郎先生に引き継がれました。新しい事業としては、運営委員の企業の協力を得てキャピラリーガスクロ講習会（実習付）を開始し、今年で 14 回、延べ約 500 名の受講者数を数えました。8 月に実施する毎年恒例になった見学会や、国際交流として日本から帰国した留学生との研究会も推進しております。現在まで活動を続け、会の役割を維持してきたことは、運営委員をはじめ多くの方々のご支援・ご協力の賜物と思います。また、これまでの長い歴史を振り返ると、時代に合わせた活動を行ってきた様子が伺え、会員が必要とし支えてきた研究懇談会であることが伺えます。

ガスクロマトグラフィーの歴史も 50 年を超え、機器の完成度もあがり、研究分野も基礎研究から応用研究へと変化してきました。分析機器の完成度が上がると共にブラックボックス化が進み、基礎的な部分を理解していなくてもある程度のデータは得られるようになりました。しかし、基礎を正しく理解することの重要性はどの時代でも変わりません。そこで、本研究懇談会では、理論と実際、用語の使い方、試料導入、分離のメカニズム、検出、データ処理など多くの貴重な情報が正しく理解され使われることを期待して「ガスクロ自由自在」の出版を行いました。キャピラリーガスクロの理解を深める実習用テキストも作成中です。また、50 年間のガスクロマトグラフィーに関わる資料を集め、アーカイブスとして提供できるよう整理を開始しました。準備が整い次第資料の提供を呼びかける予定です。研究への参加は興味を抱かないと始まりません。また、歴史を紐解くことで多くの研究課題を見つけるきっかけにもなると考えております。アーカイブスがこの為に活用されることを期待しております。

長い年月を経ており、お集まりいただけなくなった方々もおいでです。そのような方々も含め、お集まり頂いた、本研究懇談会の活動にご賛同いただいた方々、会員となり活動を支援していただいた方々、運営に積極的に参加いただいた方々、関連企業の方々などにこれまでの活動支援を深く感謝すると共に、次の 50 年に向けた一層のご支援、ご助力も重ねてお願い申し上げます。

元物質工学工業技術研究所  
(委員長 1991 年から 1993 年) 竹田一郎

この度、本研究懇談会は創立 50 周年を迎え、記念講演会を行う運びになりました。

創立以来半世紀、これほど長期間この活動が続けられるとは、創立に携わった先生方も予想されなかったのではと考えると感慨深いものがあります。これもひとえにこの活動に熱心にご協力下さった皆様方のおかげと感謝しております。そこで、創立の発端のことなどを少し述べたいと思います。

最初に私が当会に関わったのは、(故) 益子洋一郎課長から今度荒木峻先生方と相談した結果、GC の会を作ることになったと聞いた時でした。私の仕事は、参考文献の冊子を作ること、まず、諸先生方から頂いた原稿をまとめて整理し、それを外注してガリ版用紙にタイプしてもらい、それらを謄写版で一枚ずつプリント、最後に数枚を綴じて冊子にしました。作られた冊子は、懇談会の席で使われる以外にかなりの量郵送もされ、結構大変でした。また、原稿も順調に集まったわけでもなく、電話で問い合わせ、図書室で調べ不足分を追加するようなこともありました。当時は、この様にして集めた情報をもとに文献紹介を行うのが主な行事でした。その後、J. Chromatog.などに分野別にタイトルが掲載されるようになり、またマイクロフィルムやコンピューターによるオンライン検索なども使えるようになりましたがかなり不便だった記憶があります。また、抄録だけでも、Chemical Abstracts では年間の発行数が本を積み上げるとメートル単位になりペーパー式によるデータ収集の限度に達していたようです。

現在では、ネット上に天文学的量の情報が蓄えられており、Google などで簡単に検索して瞬時に見ることができ、また、リンクで関連情報も容易に表示できるようになっています。ごく普通に使っているのであまり感じませんが、これらがペーパーで行われていたらいかに不便かを考えてみますと、その驚異的な能力は凄まじいといか言いがたいでしょう。この様な状況に応じて、現在では文献紹介よりもむしろまとまった主題の講演、国際会議、あるいは教育、出版と言った多岐の方面に GC 懇の活動が広がっているようです。今後のさらなる活躍に期待したいと思います。

また、今回の主題は「ガスクロの過去、現在、未来」ですが、似た記事が約 50 年前、A.J.P Martin によって書かれていました。これは、GC の未来について 13 項目にわたり予言している物で、かなり良く将来を見通していたように感じます。それについては、GC 懇 200 回の歩みに私が予言の達成度の検証など行っておりますので興味のある方は参照してみてください。また、保母敏行先生が「ガスクロマトグラフィーの将来」についての題で項目のみですが、非常に詳細に記述されております。今回の発表と併せて参照されると興味深い物があるのではと思考いたします。

GC 懇発足以来半世紀となり、残念ながら発足当時ご活躍頂いた方々の多くがご参加頂けなくなっております。本来なら、これらの先生方にこの「まえがき」をお願いすべきでしたが、諸事情により僭越ながら私が書くことになりました。ご容赦下さい。

# プログラム

10:00-10:05

## 開会挨拶

本研究懇談会委員長・(独)産業総合技術研究所 前田 恒昭

10:05-10:30

## 特別講演 (座長 前田恒昭)

「ガスクロ自由自在、もっと知りたいガスクロの基礎」

ジェーエルサイエンス(株) 古野 正浩

10:30-12:30

## 技術講演 -ガスクロ分析の最前線- (座長 中釜達朗)

「シリンジニードル一体型固相カートリッジ(MEPS)とその使用例について」

エス・ジー・イージャパン(株) 中島 信行

「Low Thermal Mass (LTM)-GC を用いた最新の 2 次元 GC-MS システム」

ゲステル(株) 笹本喜久男

「GC-TOFMS 用 EI/FI 共用イオン源の開発と測定例」

日本電子(株) 生方 正章

「LECO TruTOF HT GC-TOFMS の High Throughput 分析への応用」

LECOジャパン(株) 矢島 敏行

「GC/MSMS の「使いみち」と「使い方」」

サーモフィッシャーサイエンティフィック(株) 羽田三奈子

「ClearView™ バックグラウンド処理ソフトウェアの紹介」

(株)ENV サイエンストレーディング 奥田 泰資

「FlashGC によるラボ、オンサイトでの VOC の超高速分析」

プライムテック(株) 吉田 浩一

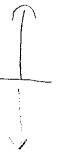
「定性に検出器特性を生かした GC システムの紹介」

テクノインターナショナル(株) 田中 雅之

12:30-13:30 (昼休み)

87分

・1952年生方  
2002年 結星



13:30-14:00

主題講演 (座長 渡辺征夫)

「ガスクロの過去・現在・未来」

首都大学東京名誉教授 保母 敏行

14:00-15:00

招待講演 (座長 竹内正博)

「熱分解 GC/MS を有効活用した高分子材料分析システムの開発」  
創業から現在まで: 確固たる学問に裏打ちされた独創的な製品開発とその裏話

フロンティア・ラボ(株) 渡辺 忠一

15:00-16:00

記念講演 (座長 齋藤 壽)

「日本のガスクロ50年 - 島津製作所の開発の歴史 -」

(株)島津総合分析試験センター 塩見 紘一

「日本のガスクロ50年 - キャピラリーGC の普及と発展 -」

アジレントテクノロジー(株) 川上 肇

「日本のガスクロ50年」

ジーエルサイエンス(株) 外丸 勝彦

16:00-17:00

表彰講演 (座長 水石和子、代島茂樹)

(技術功績賞)「クロマトグラフィーと歩んだ46年」

日本分析工業(株) 大栗 直毅

(奨励賞)「GC 大量注入法の開発とその展開について」

(株)アイスティサイエンス 佐々野僚一

(研究功績賞)“Preconcentration of PAHs in environmental samples and analysis with gas chromatography-mass spectrometry”

清華大学 林 金明

17:00-18:00

表彰式

18:15 -

意見交換会

◀特別講演▶

「ガスクロ自由自在、もっと知りたいガスクロの基礎」

ジーエルサイエンス(株) 古野 正浩





## ガスクロ自由自在、もっと知りたいガスクロの基礎

ふるのまさひろ  
(ジーエルサイエンス) 古野正浩

50周年という特別な講演会で話をする機会を頂戴したことは望外の誉です。委員会及び関係者の皆様に感謝いたします。歴代の委員長、また諸先輩を前にして、このような演題で話をするのは誠に僭越ですが、最近のGCとクロマトグラファーの状況について話題を提供したいと思います。

GCはここ20-30年で、画期的に使いやすく便利になりました。Kurt and Gertrud Grobのスプリットレス注入法の発表(1969)、そしてR. DandenneauとE. H. Zerennerの溶融シリカキャピラリーの発表(1979)などを機に多くの創意工夫が提案され、MSの進歩と相乗して、微量分析や一斉分析で確固たる地位を築いてきました。ピークキャパシティーは他の分析手法の追従を許さないでしょう。キャピラリー電気泳動も高い理論段数が得られますが、すべての分析種に同等のモル感度を得られるような適切な検出器がないことも周知の事実です。近年、メタボロームによる機能性物質やバイオマーカの探索など生化学の分野でも、一斉分析の必要性からGCが見直されています。急激ではありませんが、確実にGCの適応範囲は広がっています。GCは、誰にでも使いやすいツールになりましたが、一方でブラックボックス化も進んでしまいました。使いやすく自動化が進むということは、堅牢で信頼性の高い分析法の必要条件の一つではありますが、それだけでは十分ではありません。過去に、注入時のディスクリミネーションによるバラツキを防ぐために、オートサンプラの使用が推奨されていましたが、現在のルーチンワークでは人は単にバイアルピンに試料を入れてキャップするだけになってしまい、注入時に何が起きているかを考える機会が失われてしまいました。

(実際には、使用するバイアルピンの中でも様々な現象が起きている。ピンの選定だけでも難しい。)

ここ数年の学会や専門誌はアーカイブスや歴史的なレビューが花盛りでした [M. S. Tswett のクロマトグラフィー命名 (1906年) から 100年、M. J. E. Golay の中空カラム理論 (1958年) から 50年]。GCLC誌にパーキンエルマのLeslie S. Ettre博士が寄稿しており、「ユーザはキャピラリーカラムがどのように作られるか知らない。彼等は、単にメーカーのアプリケーション集を見て、自分の目的に合うカラムを探しCat. No. を書いて注文するだけである。・・・彼等は、先人達がどのように苦労して開発してきたかを知らない。」と結んでいます。開発者の苦勞に、若いクロマトグラファーがにべもないことは致し方ない事としても、オールドクロマトグラファーが経験してきた「固定相の特性」、「スプリット注入口の中では何が起きているのか？」等々、試料処理法を含めて伝承されなければならない重要なポイントが欠落していることは否定できません。Official Food Control Authority of the Canton of ZurichのKonrad Grob博士は、「我々は、古き良き時代に育った・・・」と言いつつ、先進工業国で分析の未熟から生じる損失の大きさを見積もり、学会や関連する企業等を通じて積極的に教育活動に携わっています。そして、クロマトグラフィーが徐々に沈没するのを防ぐには、教育と資格が必要であると述べています。

世の中の動きが速くなり、国境を越える物量が増え、また新規に生み出される化学物質が増えて

くと、分析者に求められるのはスループットの向上とデータの質の保証です。若いクロマトグラファーが、決して原理原則を疎かにしているわけではなく、ルーチン業務に追われているため<GCの基礎>まで手が回らない・・・と推察しています。たぶん、ルーチン業務の中でも不可思議な現象やトラブルが生じていて、その解決ができるだけの知識や技術を習得したいと思っているはず。その証拠に、GC 懇やLC 懇が主催する実習セミナーでは多くの人が集まりますし、丸善の協力で昨年出版した「ガスクロ自由自在」も、短期間に版を重ね分析分野のベストセラーになっています。K. Grob 博士の指摘のとおり、トラブル処理にかかる時間と労力(1日 \$ 1,000 で平均3日)を軽減し、単に統計処理的なバリデーションだけでなく真に正しい値を出すためには、分析法への理解度を深めることが大切で、多くのクロマトグラファーがその機会を求めていると感じています。

先日、委員会で同席した若手の某県衛生研究所の方から「公定法として開示されている分析法の前処理フローの中で、なぜこの操作が必要なのか、なぜこの試薬でこの量でないといけないのかが分からない。メーカーもアプリケーション例を提供するときは、是非、その辺の解説も載せて欲しい。」と要望されました。指摘の通り、分析法のコントロールポイントを把握しトラブルを未然に防ぐには、単なる操作手順だけでなく奥に隠されている意味を理解することが必要です。

K. Grob 博士は「The Slow Sinking of Chromatography」と言っておりますが、GC や LC だけの問題ではなく、「The Slow Sinking of Analytical Chemistry」ではないかと考えます。

分析機器メーカーに身を置く方はさておき、一般的な企業の分析者やクロマトグラファーは、往々にして縁の下の力持ちではないでしょうか。日頃、品質検査やユーザークレームの対応、また競合メーカーの製品の解析などに追われていることでしょう。演者は、企業にとって重要なセクションであるにも関わらず、分析者の地位が低すぎるのではないかと気になっています。良い測定結果が得られれば、企業にとって大きな付加価値を生むのは当然ですが、一見、ノイズのようにしか見えない分析後の山のようなデータの中にも、宝の山が眠っていることは多々あります。これに気付くことができるのは分析者だけです。分析の精度や効率を上げ、公的なバリデーションを満たすことも大切なことですが、分析者やクロマトグラファーにしか生むことのできない価値を創生していくことも大切なことだと考えます。「The Slow Sinking of Position」を防ぐために教育は、不可欠だと思います。学会は新規性や学術性が問われますから、メーカーやユーザを問わず、クロマトグラファーが出会う場、意見交換ができる場、さらに教育の場としての研究懇談会の役割に期待しています。

《技術講演》

「シリンジニードル一体型固相カートリッジ(MEPS)とその使用例について」

エス・ジー・イー・ジャパン(株) 中島 信行

「Low Thermal Mass (LTM)-GC を用いた最新の 2 次元 GC-MS システム」

ゲステル(株) 笹本喜久男

「GC-TOFMS 用 EI/FI 共用イオン源の開発と測定例」

日本電子(株) 生方 正章

「LECO TruTOF HT GC-TOFMS の High Throughput 分析への応用」

LECOジャパン(株) 矢島 敏行

「GC/MSMS の「使いみち」と「使い方」」

サーモフィッシャーサイエンティフィック(株) 羽田三奈子

「ClearView™ バックグラウンド処理ソフトウェアの紹介」

(株)ENV サイエンストレーディング 奥田 泰資

「FlashGC によるラボ、オンサイトでの VOC の超高速分析」

プライムテック(株) 吉田 浩一

「定性に検出器特性を生かした GC システムの紹介」

テクノインターナショナル(株) 田中 雅之



# — シリンジニードル一体型固相カートリッジ (MEPS) とその使用例について —

エス・ジー・イー・ジャパン (株)  
SGE 中島 信行

## 1 はじめに

近年はさまざまな分析分野において膨大な数の化合物を迅速に分析する必要があり、簡便に短時間で前処理濃縮することが望まれています。

これらの解決策の一つとして、SGE社はMohamed Abdel-Rehim氏(アストラゼネカ社)、Lars G. Blomberg氏(スウェーデン・カールスタッド大学)との共同研究開発でシリンジニードル一体型固相カートリッジ MEPS (Micro Extraction by Packed Sorbent、図1)の製品化を行いました。

ここでは固相抽出法(SPE)を用いる新しい前処理の形としてMEPSを使用例ともに紹介します。MEPSは新しいサンプルハンドリング法を採用した固相抽出前処理法です。図1で示すようにシリンジニードルと一体型の固相カートリッジとなっており、通常の固相抽出法(SPE)と同じ前処理を短時間で行うことが可能にしています。MEPS 固相カートリッジの固相の充填量は従来の SPE 固相カートリッジの mL サイズから  $\mu\text{L}$  サイズへと少量化している。その結果 MEPS は従来の固相抽出法(SPE)に対し次のような優位性があります。

- 試料の前処理から測定までに費やす時間を大幅に減らすことが可能
- LC&GC オートサンプラーで、同一シリンジでのオンラインの抽出から注入操作が可能
- 溶媒使用量を減らす。一般的な固相抽出に必要な mL 単位から  $\mu\text{L}$  単位までの減少が可能

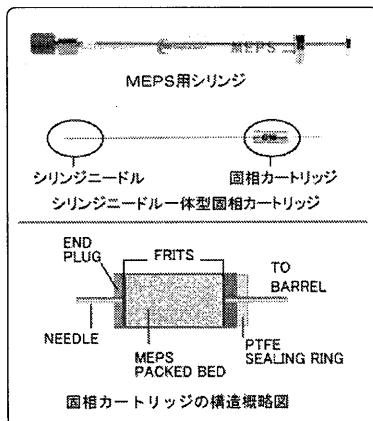


図 1. シリンジニードル一体型固相カートリッジ MEPS の概略図

## 2 MEPS の基本操作

シリンジニードル一体型固相カートリッジの基本操作は以下の通りであり、簡単な操作で固相抽出から測定のため試料注入が行えます。

- ① 試料導入: ポンピングで試料をカートリッジに通す。分析対象成分によって1回～複数回行う。
- ② 洗浄: 夾雑成分を除くためにカートリッジに洗浄溶媒 20～50  $\mu\text{L}$  でポンピングを行い通す。
- ③ 溶出: 溶出溶媒を引くことでカートリッジを通して分析対象成分をシリンジの中へ入れる。
- ④ 測定: 分析対象成分を LC や GC 等の分析機器に導入する。

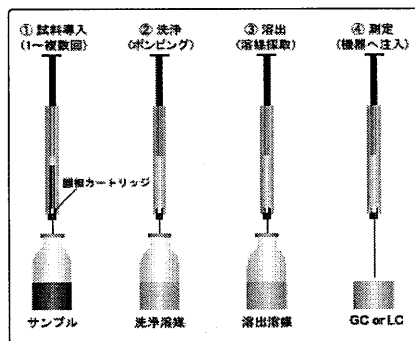


図 2. MEPS の基本操作方法

### 2.1 試料量と検出感度

試料量は 10  $\mu\text{L}$  程度から、100  $\mu\text{L}$  もしくは 250  $\mu\text{L}$  を複数回採取することにより合計で 1mL を超える試料の濃縮が可能です。また濃縮量を調整することにより検出感度も調整も可能です。

### 2.2 MEPS 固相カートリッジの使用回数

固相カートリッジの寿命に関しては 40～100 検体の抽出が一つのカートリッジで行う事が可能である。またクリーンアップ操作のみの場合は試料のマトリックスにも関係しますがそれらより多くの検体での使用が可能である。

### 2.3 キャリーオーバー

MEPS カートリッジおよびシリンジは容易にそして効果的な洗浄が行え、コンタミネーション、キャリーオーバーを無くす事が可能です。またオートサンプラー使用時には前の試料を分析している間に洗浄を行うことができます。

### 3 MEPS を用いた分析について

図3に水中のフェノール類を C18-MEPS カートリッジを用い抽出を行い、GC-MS で分析したクロマトグラムを紹介しします。分析方法はフェノール類濃度 250ppt の排水を C18-MEPS カートリッジに 100  $\mu$ L  $\times$  10 回(計 1mL)通過させサンプリングを行い、メタノールで溶出を行いました。そして溶出液 2  $\mu$ L で GC カラム BPX5 を用いて GC-MS(Agilent5973)にて測定を行いました。このように MEPS は一般的な固相抽出と比較して使用する溶媒量を減らし、かつ抽出操作のステップの効率化を可能にしています。

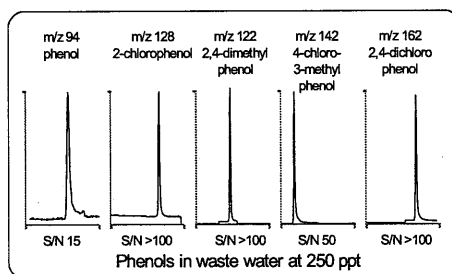


図3. 水中のフェノール類の分析例

また MEPS は複雑な生体試料の前処理においても使用が可能です。図4にラット血漿中に添加した麻酔薬を C2-MEPS カートリッジで抽出し、LC-MS で測定したクロマトグラムを紹介しします。分析方法は以下の通りです。

1) ラット血漿に以下の濃度の局所麻酔薬を添加する。

LIDOCAINE: 2.4  $\mu$  mol/L

ROPIVACAINE: 2.5  $\mu$  mol/L

BUPIVACAINE: 3.0  $\mu$  mol/L

2) 局所麻酔薬を添加したラット血漿を C2-MEPS カートリッジに通過させる。

3) 水で夾雑物を除去する。

4) 0.1% HCOOH in CH<sub>3</sub>CN/H<sub>2</sub>O (1/3)で目的成分を抽出・回収して、LC カラム(C18 100 x 2.1mm)を用いて LC-MS で測定する。

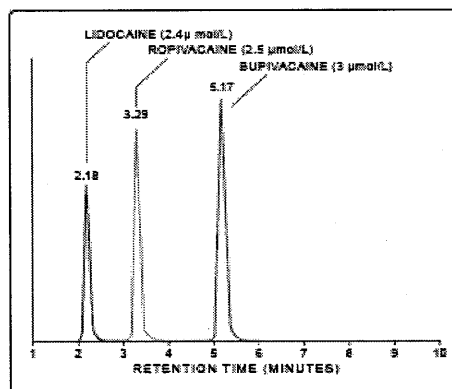


図4. ラット血漿中局所麻酔薬のLC-MS分析例

このように MEPS はヒト尿やラット血漿など生体試料のような扱いにくいマトリクスにおいても容易な前処理を行うことが可能です。

### 4 まとめ

表1. MEPS・SPME・SPE の比較表

Factor	MEPS	SPE(固相抽出法)	SPME
充填材量	0.5-2 mg	50-2000 mg	thickness 150 mm
試料処理時間	1-2 min	10-15 min	10-40 min
使用回数	40 to 100 extractions	once	50-70 extractions
回収率	good	good	low
検出下限	good	good	low

M. Abdel-Rehim / J. of Chromatography B, 801 (2004) 317-321

表1は MEPS、SPME、及び一般的な固相抽出(SPE)の比較表です。この表から MEPS は SPE や SPME より試料前処理に掛かる時間が短く、そして SPME より良い回収率と感度を得ることできる可能性があることがわかります。MEPS は試料前処理後から GC また LC へ導入までの試料液調整などの手間も大幅に減らすことが可能です。

また、多機能型のオートサンプラーで使用することで、抽出・前処理操作から GC また LC へ導入までがオートメーションで行うことが可能です。

## Low Thermal Mass (LTM)-GC を用いた最新の 2 次元 GC-MS システム

ゲステル(株) 笹本 喜久男、落合 伸夫

### 1. はじめに

分析の対象が微量化、複雑化する中で、より選択性の高い手法が望まれ、2 次元(2D)GC の利用が広がっている。キャリアーガスの電子制御や高速 GC などの近年の GC 技術の発展により、2DGC は飛躍的に進歩しており、最近では、従来のハートカッティングタイプの 2DGC(GC-GC)も、より洗練された装置が普及し、さらに新たな 2DGC 技術として包括的 2DGC(Comprehensive 2DGC: GCxGC)も注目されている。

ここでは、カラム直接加熱型の高速 GC 技術である Low Thermal Mass(LTM)-GC を用いた最新の 2DGC-MS システムについて紹介する。

### 2. 高速 GC

高速 GC の歴史は古く、キャピラリーGC が登場した直後の 1962 年に Desty ら<sup>1)</sup>は内径をより細くしたキャピラリーカラムによる高速分離の可能性を示し、Giddings ら<sup>2)</sup>はキャピラリーカラムの出口を真空にすることにより高速分離を行っている。その原理および理論に関しては 1980 年代までにはほぼ確立していたが、その実用的な運用はマイクロボアキャピラリーカラム、キャリアーガスの電子制御、高速昇温が可能なカラム高温槽などの開発が行われた 1990 年代半ば以降となる。高速 GC は、新しいカラムや装置の開発とともに現在も進歩しているが、最近ではカラム直接加熱型の高速 GC 技術である LTM-GC の適用が注目されている。

LTM-GC では、ヒーターとセンサーが直接キャピラリーカラムに縫り込まれた構造となっており、ヒーターの熱容量が小さいため、最高 1800~2000 °C/min という急速昇温とともにカラムの急速冷却も可能である(300 °C から 50 °C までの冷却の場合、1 分以内で安定)。また、LTM-GC は高速昇温(120 °C/min)とともに、通常の昇温速度(10 °C/min)による保持時間の精度も従来の GC 並みに良好との報告がある<sup>3)</sup>。LTM-GC は GC のオープンに直接取付けるモジュール構造であるため、GC オープンと各 LTM-GC モジュール間で独立した温度制御が可能であり、GC-GC、GCxGC などの 2DGC への適用も容易である。

ここでは、LTM-GC の GC-GC-MS への適用を中心に紹介するが、GCxGC への適用例として、演者ら<sup>4)</sup>は直接熱抽出(DSI)と LTM-GC を 1 次元目カラムに用いた LTM-GCxGC-MS を組み合わせ、多環芳香族(PAHs)の分析を検討し、1 次元目カラムと 2 次元目カラムを個別温度制御することで、分析時間の短縮(30分)と高感度な分析を達成している。また、演者ら<sup>5)</sup>は GCxGC-MS による同時検出時の保持時間の一致度の向上を目指し、LTM-GC を 1 次元目カラム、2 次元目カラムに用いた GCxGC-NPD/SCD/MS による同時検出を検討した。その結果、1 次元目カラムではほぼ同じ保持時間が得られ、超高速 GC が行われる 2 次元目カラムにおいても保持時間の差は 0.04 秒以内の一致を示した。

### 3. LTM-GC を用いた GC-GC-MS

GC-GC システムの要点は、①ハートカッティングを行う「スイッチングデバイス」、②ハートカッティングで得られたピークの「再収束(フォーカシング)」、③「独立した温度制御」にある。キャピラリーGC ではカラムを抵抗体と考え、圧力でキャリアガスを制御するため、GC-GC においても圧力差により流路を切替える”Deans スイッチ”<sup>6)</sup>は都合が良い。また、この方式では流路内の死空間を最小限にし、かつ不活性な流路を構築できるため、市販の装置のほとんどがこのDeans 方式あるいはそれを改良したデバイスを採用している。2 次元目 GC の分離能を得るためには、2 次元目 GC における初期バンド幅を十分に狭くし、1 次元目 GC とは独立した温度制御を行うことが重要となる。そのため、従来は 2 台の GC を接続したダブルオープンシステムが市販されていたが、最近では LTM-GC を用いた装置も市販されている。

演者ら<sup>7)</sup>は、スターバー抽出(Stir Bar Sorptive Extraction, SBSE)と 2 次元目に LTM-GC を用いるハートカッティング GC-GC-MS を組み合わせ、ワイン中の代表的なオフフレーバーであり、ピーマン様の匂いを有する 2-イソプロピル-3-メトキシピラジン(IPMP)、2-イソブチル-3-メトキシピラジン(IBMP)の高感度、高選択的な分析法を開発した。図 1(a)に試料量 10 mL、抽出時間 2 時間による赤ワインの 1 次元目ガスクロマトグラム(FID)、図 1(b)に標準試料添加赤ワイン(各 20 ng/L)と無添加の赤ワインの 2 次元目 SIM クロマトグラムを示した。本法では 2 次元目に LTM-GC による高速昇温(200°C/min)と急速冷却を適用しているため、ハートカット毎に高速 GC-MS を行い、2 次元目分析時間の短縮(約 30 秒)と共にシャープなピーク(ピーク幅 約 1.4 s)による高感度化も達成している。また、ハートカット後の 1 次元目 GC にもバックフラッシュを適用することにより、GC 分析時間全体の短縮化も行なっている。

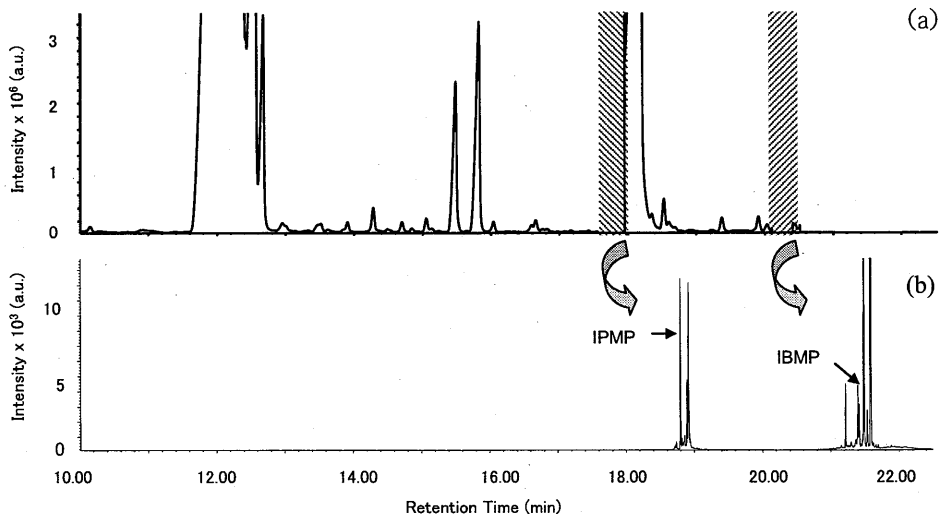


図 1 SBSE - 加熱脱着 - GC - LTM-GC によるワイン中の IPMP、IBMP 分析

(a) モニター-FID クロマトグラム、(b) TIC



#### 4. 1次元2次元切替 GC-MS システム (特許申請中)

2DGC-MS による測定を行う場合は、GC-MS による測定とは別のシステムが必要となる。通常、システムの再構築が必要となるが、以前に比べ、最近の 2DGC システムでは構築に要する時間は短縮されたものの、ある程度の労力と時間が必要となる。もしくは複数の GC-MS を所有し、2DGC-MS システムとして常に稼動させておく必要がある。

また、2DGC-MS による測定では、通常、1次元目のクロマトグラムはモニター検出器(FID など)によるクロマトグラムしか得られないため、ハートカットを行うピークまたは分画の質量スペクトルを確認することはできない。目的のピークまたは分画をハートカットするためには、目的とする化合物の標準試料の測定、もしくはその近傍に溶出する標準化合物を見出し、この標準化合物との相対的な保持時間からハートカット時間を決定する必要があり、2DGC-MS 測定までにはある程度の労力と時間が必要となる。

このような背景から、演者らは 1DGC-MS と 2DGC-MS 測定をメソッド変更のみで切替えることが可能な 1次元2次元切替 GC-MS システムの構築を行った。このシステムでは 1DGC-MS、2DGC-MS の測定を切替えるための労力と時間を省略でき、1DGC-MS のクロマトグラム(TIC)が 2DGC-MS における 1次元目クロマトグラムとなるため、モニターTIC も可能となる。

1次元2次元切替 GC-MS システムは試料導入部、LTM-GC を用いた 1次元目カラム、2次元目カラム、ハートカッティングおよび GC 検出器と MS の同時検出などの流路を制御する「スイッチングデバイス」、スイッチングデバイスを制御する圧力制御部、GC 検出器、MS から構成される(図 2)。

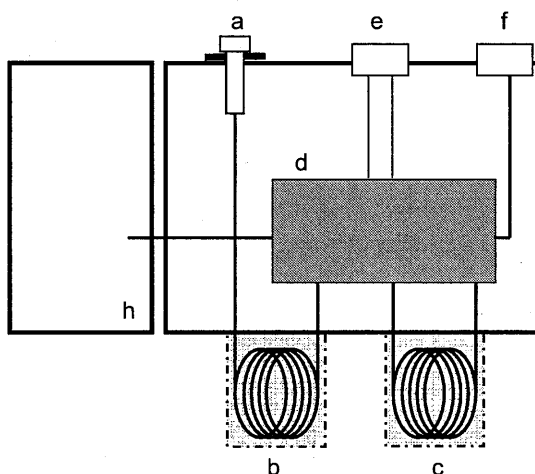


図 2 1次元2次元目 GC-MS システム (特許申請中) の概略図

- a: 試料導入部、b: 1次元目 LTM-GC
- c: 2次元目 LTM-GC、
- d: スwitchingデバイス
- e: 圧力制御部、f: GC 検出器、g: MS

1DGC-MS の測定では、カラムに導入された試料は 1 次元目カラムで分離された後、スイッチングデバイスに導入され、GC 検出器などと MS の同時検出が行われる(図 3(a))。この際、2 次元目カラムにもキャリアガスは供給されている。選択型検出器や匂い嗅ぎポートと MS の同時検出では、特定の元素を持つ化合物や香気成分などの検出能力が飛躍的に向上するが、試料マトリックスの影響により、質量スペクトルの抽出が難しい場合がある。このような場合、クロマトグラム上の選択型検出器または匂い嗅ぎポート由来の保持時間からハートカット時間を設定し、メソッド変更のみで 2DGC-MS の測定が可能である。

2DGC-MS の測定では、ハートカットを行うまでは、1DGC-MS の測定が行われ、ハートカット時間に溶出する成分のみがスイッチングデバイスにより低温(40 °C 程度)に維持された 2 次元目カラムに導入され、カラム先端部で再収束(フォーカス)される(図 3(b))。(必要に応じて、クライオフォーカシングデバイスの使用も可能)。

ハートカット終了と同時に 1 次元目カラムのキャリアガスは注入口への逆流(バックフラッシュ)が行われ、その後、2 次元目カラムの分離が行われ、GC 検出器などと MS の同時検出が行われる(図 3(c))。本システムはナローボアキャピラリーカラムを用いた LTM-GC とバックフラッシュを組み合わせているため、分析時間の短縮化も図られている。

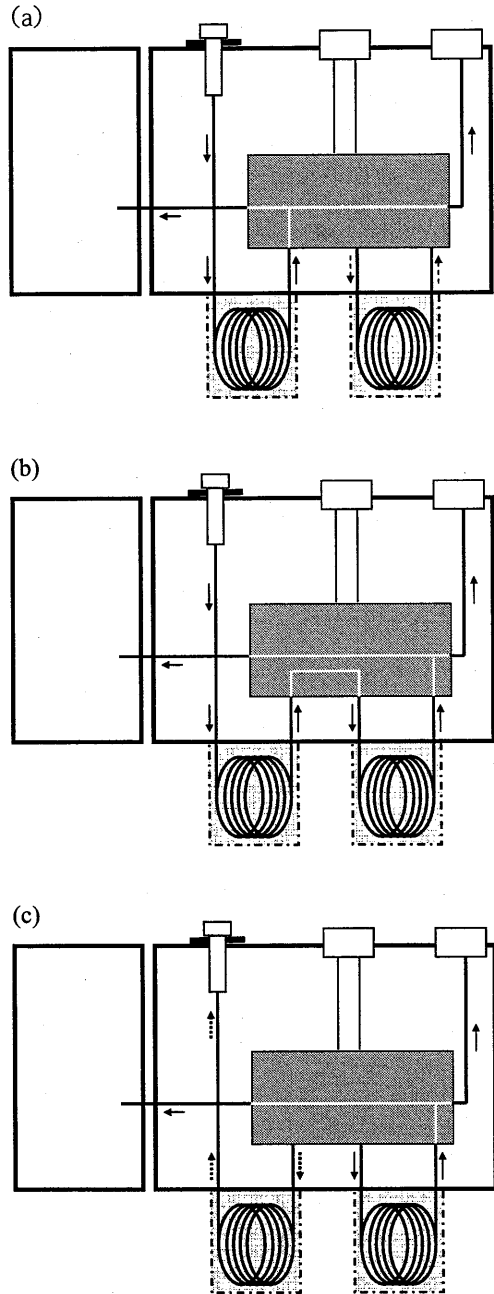


図 3 1 次元 2 次元切替 GC-MS システムの流路図

- (a) 1DGC-MS 測定時
- (b) ハートカット時
- (c) 2DGC-MS 測定時(バックフラッシュ)

図4にGC検出器にFIDを用いた1次元2次元切替GC-MSによるレモンオイルの1DGC-MS測定のカロマトグラムを示す(DB-Wax)。TIC、FID カロマトグラム上のピークは全領域で1秒以内の保持時間差で検出されており、GC検出器とMSの同時検出の精度が高いことが分かる。

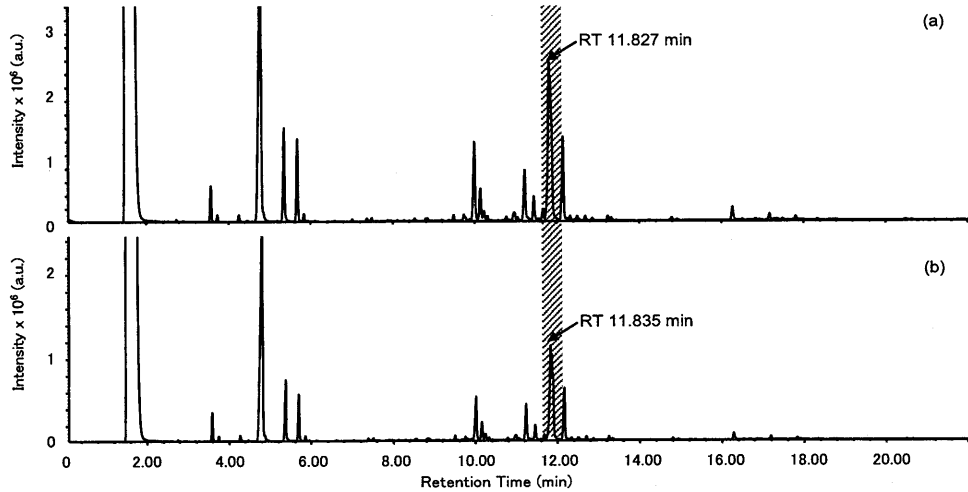


図4 1次元2次元切替GC-MSによるレモンオイルの1DGC-MS測定  
(a) TIC、(b)FID カロマトグラム

保持時間 11.70~12.07 分に溶出しているピークは複数の化合物を含んでいる可能性が高いため、この領域をハートカットし、2次元目の異なる液相のカラム(DB-1)で分離を行ったカロマトグラムを図5に示す。

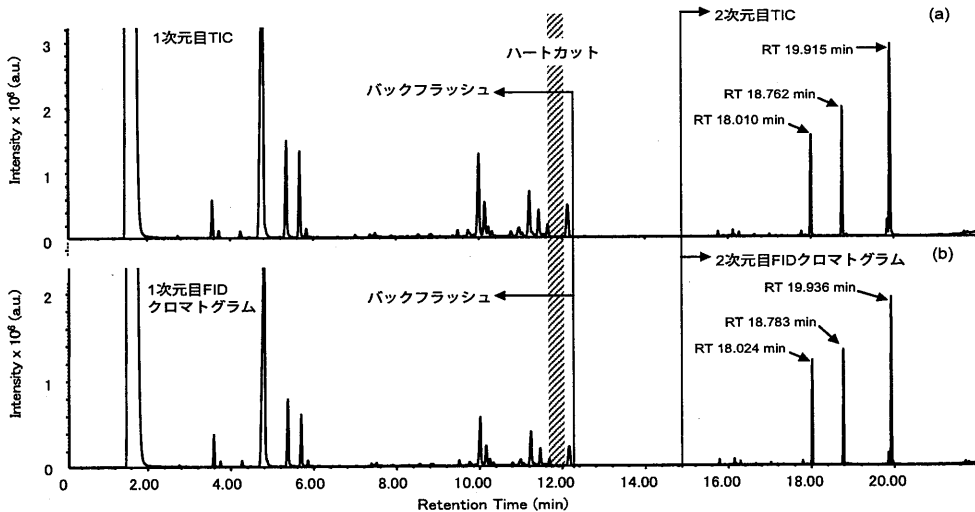


図5 1次元2次元切替GC-MSによるレモンオイルの2DGC-MS測定  
(a) TIC、(b) FID カロマトグラム

1次元目TICをモニター検出器としてハートカットし、異なる液相の2次元目カラムで再度分離を行うことで、より詳細な分離が得られている。また、2次元目TIC、FIDクロマトグラム上のピークも保持時間の差が1秒以内という精度で検出されている。

#### 4-1. ビール中の香気成分分析

匂い嗅ぎポートを組み合わせた1次元2次元切替GC-MSシステムをビール中の香気成分分析に適用した例を示す。ビール(10g)をSBSE(PDMS膜厚0.5mm、長さ1cm)により抽出し、加熱脱着により全量を1次元目カラム(DB-Wax)に導入した。保持時間9.9分のピークの質量スペクトルを用いたライブラリーサーチの結果からはPhenethyl acetateの存在が示唆されたが、匂い嗅ぎでは同じ保持時間に複数の甘い匂いを感じたため、この分画(9.85~10.02min)をハートカットし、2DGC-MSによる測定を行った。得られたTICと匂い嗅ぎポートによるシグナルを図6に示す。2次元目での匂い嗅ぎにより、ハチミツ様の強い甘い匂いを確認でき、質量スペクトルにより $\beta$ -damascenoneの存在が示唆された。

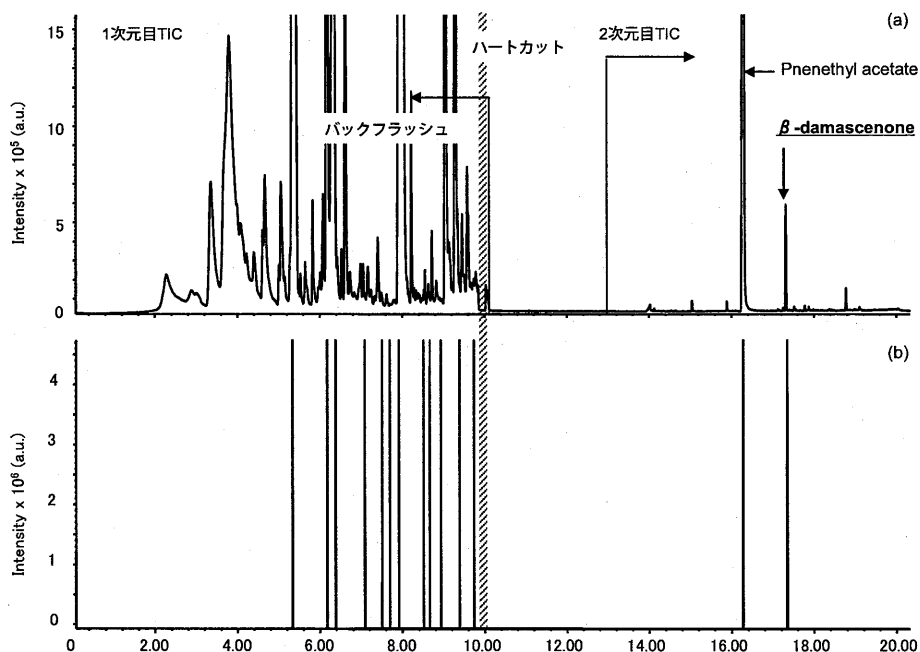


図6 SBSE-加熱脱着-1次元2次元切替GC-MSによるビール中の香気成分分析  
(a) TIC、(b)匂い嗅ぎポートによるシグナル

## 5. 終わりに

LTM-GC は個別温度制御が可能なカラム直接加熱型 GC モジュールであり、高速昇温、急速冷却に加え、2次元 GC への適用が容易である。LTM-GC を GC-GC-MS などの2次元 GC に適用することで、2次元目昇温の高速化が可能となり、分析時間の短縮、高感度化、また複数回のハートカットを行うことが可能となる。

さらに1次元目、2次元目に LTM-GC を用い、ハートカットおよび GC 検出器などと MS の同時検出の流路を制御できるスイッチングデバイスを組み合わせることで、メソッド設定のみで 1DGC-MS と 2DGC-MS を切替えることができるシステムの構築も可能である(1次元2次元切替 GC-MS システム: 特許申請中)。

LTM-GC を用いた最新の 2DGC-MS は選択性の飛躍的な向上とともに、分析プロセス全体の効率化、および生産性の向上に貢献する技術として大きく期待される。

## References

- 1) D.H.Desty, A.Goldup, W.T.Swanton, in: N.Brenner, J.E.Callen, M.D.Weis(Eds), Gas Chromatography, Academic Press, New York, 1962, p.105
- 2) J.C.Giddings, *Anal. Chem*, 34(1962)314
- 3) K.M.Solan, R.V.Mustacich, B.A.Eckenrode, *Field Anal. Chem. Technol*, 5(6)(2001)288
- 4) 家田曜世、落合伸夫、笹本喜久男、神田広興、星純也、天野冴子、佐々木裕子、第 16 回環境化学討論会、p.606-607
- 5) K.Sasamoto, N.Ochiai, T.Ieda, H.Kanda, 32<sup>th</sup> International Symposium on Capillary Chromatography & 5<sup>th</sup> GCxGC Symposium, Abstract, p.300
- 6) D. R. Deans, *Chromatographia*, 1, 18 (1968)
- 7) 技術情報協会, においの分析・評価と最新脱臭/召集技術実務集、p.146-147

(TOFMS)のイオン源

## GC-TOFMS 用 EI/FI 共用イオン源の開発と測定例

日本電子株式会社・<sup>うぶかたまきあき</sup>○生方正章、<sup>おのてらじゆん</sup>小野寺潤、<sup>よじまきすけむ</sup>藤巻奨、<sup>うへだれひさ</sup>上田祥久

### 序論

現在市販のガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS) 装置としては、磁場型、四重極型、飛行時間型等があり、各装置の特長・用途も様々である。一般に飛行時間型質量分析計 (TOFMS) は、質量と飛行時間との関係が単純であり、質量較正における系統誤差が少ない、といった特徴をもつ。その為、TOFMS では1つの内部標準イオンによる1点質量較正により精密質量が得られ、また従来装置では困難であった EI 法以外のイオン化法 (化学イオン化 (CI)、電界イオン化 (FI)、電界脱離イオン化 (FD)) での精密質量測定も簡便に行うことが可能となる。

しかしながら従来装置では、上記イオン化法を使用する際には、各々専用のイオン源を用いなければ測定が行えず、イオン化法を変更して測定を行うためには、装置真空を解除しイオン源を交換する必要があった。そこで我々は、イオン源交換作業による装置ダウンタイムの削減を目的とし、より使い易いイオン源として、EI/FI/FD 共用イオン源を新たに開発した。この特長有るユニークな共用イオン源が使用可能なのは、現状日本電子製 GC-TOFMS のみである。

この新規開発した共用イオン源では、その名の通り、FI 法、FD 法に加えて EI 法での測定が可能であるが、共用イオン源における GC/FI 感度及び FD 感度は、既存の FI/FD 専用イオン源と同等の性能を有している。

講演会では上述した EI/FI/FD 共用イオン源の基本性能などについて紹介する。又、本稿では FI 法と FD 法の概略と、GC/FI 測定例について報告する。

### FI 法と FD 法

FI 法と FD 法は互いに似通ったイオン化法であり、いずれも熱不安定性化合物や難揮発性化合物、高分子量化合物の分析に適したイオン化法として開発された。

FI 法と FD 法は、エミッターへの試料供給方法で区別される。GC や標準試料導入部などで気化された試料を高電界中に導入しイオン化を行うのが FI 法であり、あらかじめ試料をエミッターに塗付

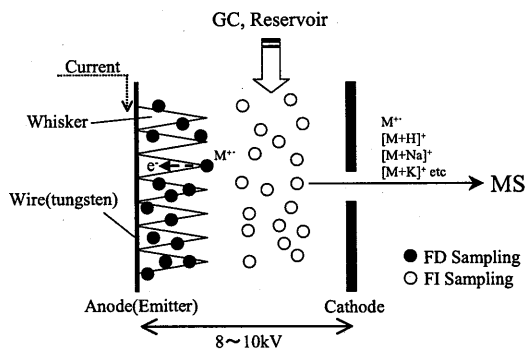


図1 FI 法、FD 法概略図

し、その状態でイオン化されるのが FD 法である。図1に FI、FD 法の概略図を示す。FI、FD 法で用いられる強電場は、曲率半径が著しく小さい多数の細毛 (ウィスカー) をつけた

エミッターによって作られる。細毛の先端部分付近で電場強度は最大となり、おおよそ  $10^7 \sim 10^8 \text{ Vcm}^{-1}$  程度になる。FI、FD 法にてイオン化される際に与えられるエネルギーは、数分の  $1 \text{ eV}$  程度であるので、イオン化された分子イオンの内部エネルギーは EI 法や CI 法に比べてかなり少ない。そのため FI、FD 法は基本的にフラグメンテーションが起こりにくいソフトなイオン化法である。しかしながら、FI 法では試料を気化させるために熱分解が起こることがあり注意が必要である。

FI 法、FD 法におけるイオンの生成機構については主に以下の 3 つが挙げられる。

- 1) トンネル効果現象：強電場における量子物理学的な電子のトンネル効果現象による分子からの電子の引き抜き。
- 2) プロトン及びカチオン付加：エミッターに供給される熱（電流）と強電場の相乗効果による。
- 3) 熱機構：エミッターに供給される熱（電流）によって、フラグメンテーションが誘起される。

### GC/FI 法を用いた測定例

以下に測定例として、図 2 に軽油の GC/FI 測定結果、図 3 に軽油の Comprehensive 2DGC/EI 及び FI 測定結果を示す。FI 法を用いれば、極性が低く他のイオン化法では分子イオンの確認が困難な炭化水素系試料であっても、フラグメントイオンを殆ど検出せずに分子イオンをベースピークとして検出する事が可能である。図 2 中の質量スペクトルは TIC 上の全ての質量スペクトルを合算して平均化したものであり、軽油試料中の炭化水素成分の含有分布を示している。また最新の GC 分析技術である Comprehensive 2DGC 法と、FI 法とを組み合わせた測定も、図 3 に示した通り充分可能であった。

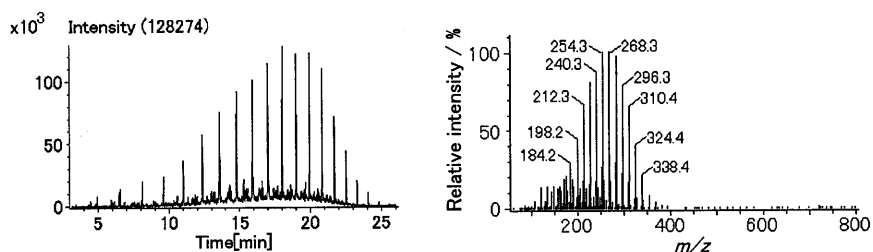


図 2 軽油の GC/FI 測定結果、TIC (左)、質量スペクトル (右)

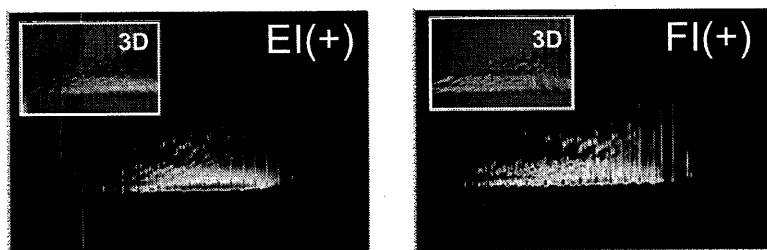


図 3 軽油の Comprehensive 2DGC/EI (左) 及び FI (右) 測定結果 TIC

# LECO TruTOF HT GC-TOFMS の High Throughput 分析への応用

LECOジャパン株式会社 やじまとしゆき 矢島敏行

## 1. はじめに

TruTOF HT GC-TOFMS は、LECO 社の飛行時間型質量分析計 (Time Of Flight Mass Spectrometer: TOFMS) 技術と、多くの機能を有する ChromaTOF ソフトウェアを組み合わせた最新の GC-TOFMS である。本発表では、その特徴を生かした High Throughput 分析への応用例をいくつか示し、その有用性について報告する。

## 2. LECO TruTOF HT GC-TOFMS の特徴

GCによって分離され、溶出したピークの形状を正確に描画するためには十分なデータ密度が必要であるが、TruTOF HTは最大 80 スペクトル/秒のデータ取り込み速度を有しているため、その幅が1秒に満たない狭小なピークに対しても十分なデータ密度を与えることができる。さらに、この TruTOF GC-TOFMS の制御から解析までをサポートする ChromaTOF ソフトウェアは、自動ピーク検出アルゴリズムによって取り込まれたすべてのイオンをマッピングし、たとえ短時間に同時溶出した成分であってもピークトップさえ異なっていれば別の成分として自動的に認識し、スペクトルデコンボリューション機能により同時溶出した成分やバックグラウンドノイズの影響を除いたクリーンなマススペクトルを作成する (図1)。したがって、GCによる分離が不十分なピークや巨大なマトリックスに埋もれている微量のピークをソフトウェア上で分離し同定することができる。これらの特徴は、高速GCによって多成分が短時間に同時溶出する状況において発揮されると考えられ、短時間で高容量のデータを得る High Throughput 分析に最適であると考えられる。

## 3. 水性塗料の気相成分分析

TruTOF HT GC-TOFMS の High Throughput 分析への有用性を検討するため、水性塗料溶液を iso-amyl alcohol に溶解した試料から固相マイクロ抽出法 (SPME) により気相部分を抽出し、以下に示す条件下において分析した。

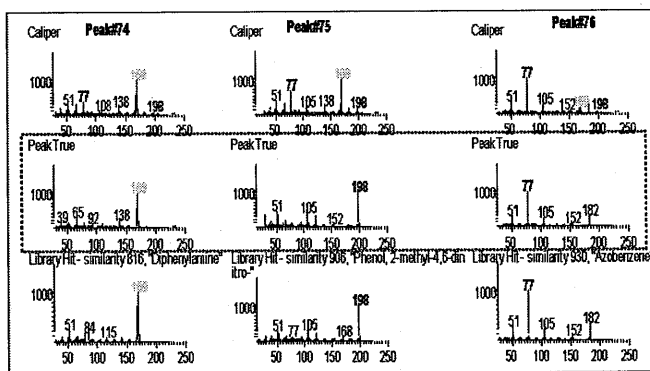
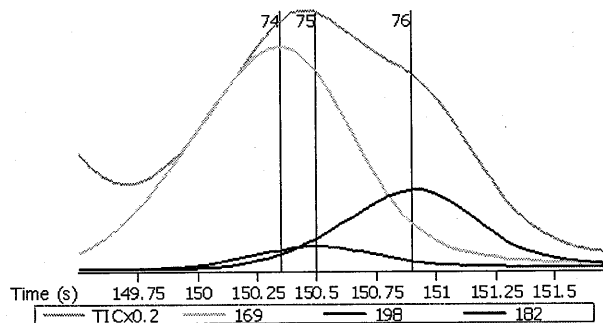


図1 自動ピーク検出およびスペクトルデコンボリューション機能

1.5 秒の間に同時溶出した 3 成分が全て別の成分として認識され、デコンボリューションによりそれぞれの影響が取り除かれたスペクトル (囲み内) が得られる



### 【分析条件】

試料：水性塗料を iso-amyl alcohol に添加したもの 10mL (20mL vial)

オートサンプラー：GERSTEL MPS2

SPME Fiber：50/30  $\mu$ m DVB/Carboxen/PDMS StableFlex, 20min exposure (55°C)

カラム：Rtx-5(10m x 0.18mm i.d. x 0.20  $\mu$ m d.f.)

インレット：Split/Splitless, 250°C, Split 100:1 injection

脱着時間：0.25 分

オープン：40°C (5分) - 10°C/分 - 150°C (1分)

キャリアガス：He, 1.5mL/min

トランスファーライン温度：250°C

データ取り込み速度：20 スペクトル/秒

質量範囲：29 - 500u

イオンソース温度：250°C

制御，解析ソフトウェア：ChromaTOF (ver. 3.34)

図2に10mLの試料から20分間抽出し、分析したときのTICクロマトグラムを示した。ChromaTOFソフトウェアにより解析した結果、試料中から500成分以上の物質が検出された(しきい値S/N比200以上)。図3には図2のTIC 140秒付近のクロマトグラムを拡大したものを示した。約10秒間の間に7成分が溶出していたが、ChromaTOFソフトウェアによってすべて別の成分として認識、ライブラリ検索が行われた。中でもピーク番号40と41においてそのピークトップの差はわずか0.2秒程度しかなかったにもかかわらずそれぞれ別の成分として認識されていた。

以上の結果から、TruTOF HTを用い比較的簡単な抽出方法、分析方法によって複雑な組成を持つ試料を短時間のうちに分析でき

High Throughput 分析に有用であると考えられた。

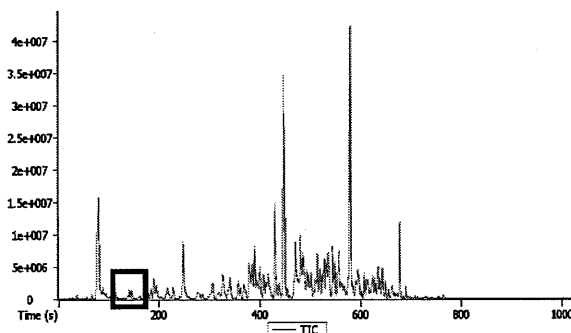


図2 SPMEにより抽出した水性塗料気相成分のクロマトグラム

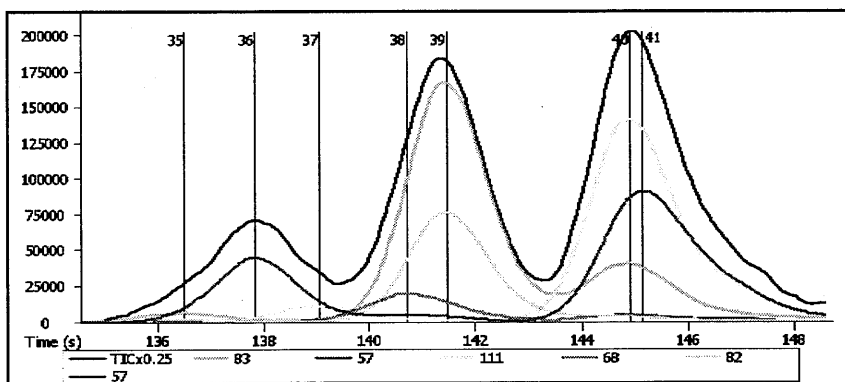


図3 水性塗料気相成分クロマトグラム(図2)140秒付近の拡大図

# GC/MSMS の「使いみち」と「使い方」

サーモフィッシャーサイエンティフィック(株)

羽田三奈子

## 【はじめに】

近年、さまざま分野で「GC/MSMS」「LC/MSMS」などを使った分析手法が紹介されているが、分析者全体で見れば「エムエスエムエス」の使用者はまだ一部に過ぎない。そこでこの度、MSMS 測定が可能である、トリプル四重極型 GC/MS およびイオントラップ型 GC/MS の特徴と、その使用方法を紹介する。

## 【トリプル四重極型 GC/MS】

トリプル四重極型 GC/MS では以下の測定が可能となる。

- ・フルスキャンモード
- ・SIM (Selected Ion Monitoring) モード
- ・MS/MS モード

### 1. SRM (Selective Reaction Monitoring) モード:

Q1 でプリカーサーイオンのみを、Q3 で設定したプロダクトイオンのみを通過させることにより、夾雑物が多い試料中の微量成分の高感度定量等が可能

### 2. プロダクトスキャンモード:

Q1 でプリカーサーイオンのみを、Q3 でスキャンレンジを設定することにより MS/MS のスペクトルが得られるため構造情報を知ることができる

### 3. プリカーサー (ペアレント) スキャンモード:

Q1 でスキャンレンジを設定し、Q3 で設定したプロダクトイオンのみを通過させるため、共通する官能基や骨格をもった化合物の探索が可能  
(共通構造が衝突誘起解離でプロダクトイオンになる場合)

### 4. ニュートラルロススキャンモード:

Q1、Q3 でスキャンレンジを設定し、Q3 ではニュートラルがぬけたイオンを通過させるため、共通する官能基や骨格をもった化合物の探索が可能  
(共通構造が衝突誘起解離でニュートラルとして抜ける場合)

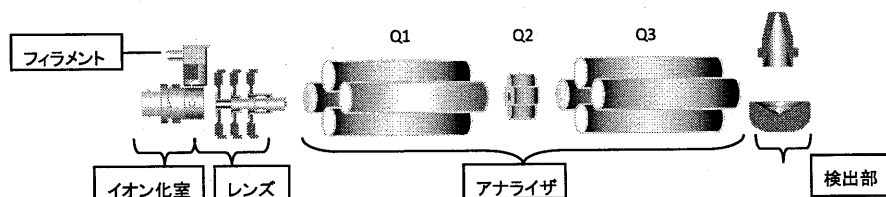


図1. トリプル四重極型 MS の構造

### 【イオントラップ型 GC/MS】

イオントラップ型 GC/MS では、フルスキャンモードと MS<sup>n</sup> モードでの測定が可能となる。

MS<sup>n</sup> 法を用いて測定を行うことにより、夾雑が非常に多く MSMS 法では目的化合物が確認できない試料を効率よく分析したり、また、MS<sup>n</sup> 測定を行うことにより、未知化合物の構造の推定にも役立つことができる。

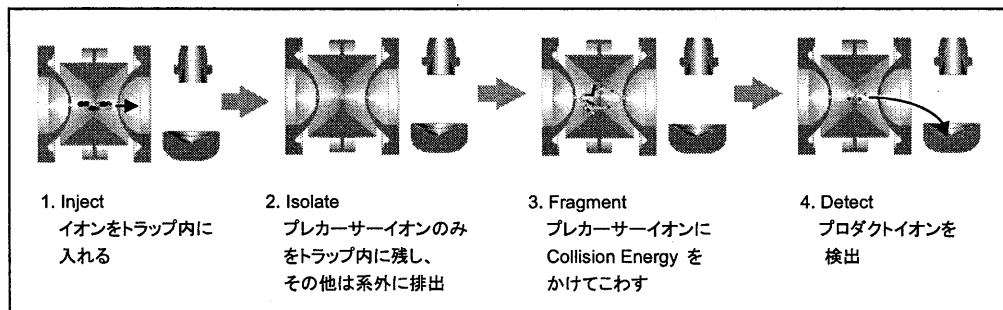


図 2. イオントラップ内での MS<sup>n</sup> の機構

### 【さいごに】

GC/MSMS 法を用いることにより、微量成分の定量分析が可能になるだけでなく、構造解析や、化合物の探索などが可能になる。

今後は、代謝物の探索事例などを紹介する予定である。

---

サーモフィッシャーサイエンティフィック(株) TEL 045-453-9167 (横浜), 06-6863-1550 (大阪),  
[Minako.hada@thermofisher.com](mailto:Minako.hada@thermofisher.com)

---

### <サーモフィッシャーサイエンティフィックについて>

- 1948 年: イタリア、ミラノの Carlo Erba 社が GC の開発と製造開始
- 1956 年: 欧州初の GC を Carlo Erba 社が発売
- 1967 年: カリフォルニア州バロアルトの Finnigan 社が世界初の四重極型 GC/MS を製品化
- 1975 年: ワールドワイドでのキャピラリ GC を Carlo Erba 社が発表
- 1981 年: Finnigan 社が世界初のトリプル四重極型 GC/MS を製品化
- 1982 年: ドイツ、ブレーメンの MAT 社と統合し Finnigan MAT 社に
- 1984 年: Finnigan MAT 社が世界初のイオントラップ型 GC/MS を製品化
- 1996 年: 欧州最大の GC メーカーである CE Instruments (旧 Carlo Erba 社) が Thermo グループに統合
- 2001 年: Thermo Finnigan 社に社名変更
- 2002 年: Thermo Electron 社に統合
- 2006 年: Thermo Fisher Scientific に



カルロ・エルバ

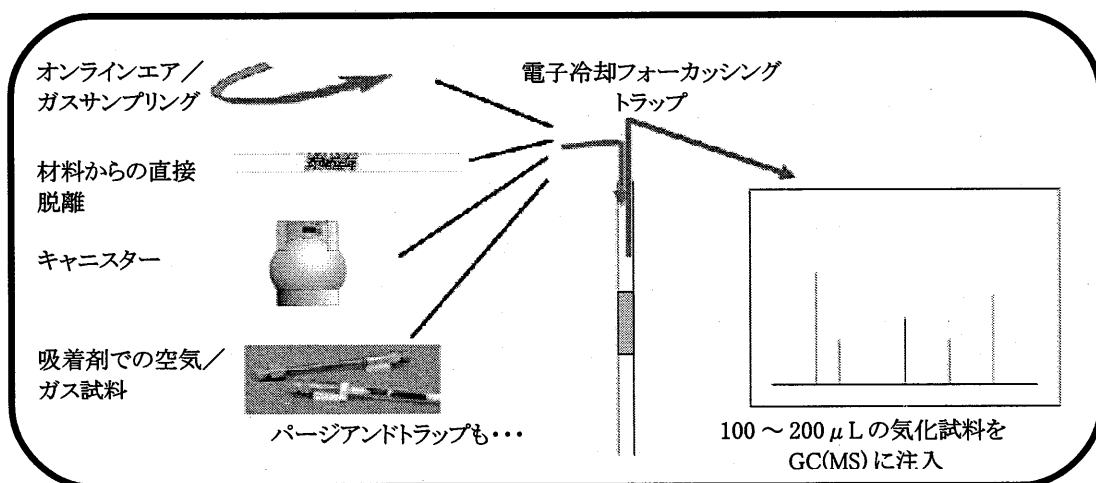
## ClearView™バックグラウンド処理ソフトウェアの紹介

株式会社ENVサイエンストレーディング

○奥田泰資、福丸幹夫、岩本 賢

熱脱離 (TD) は広く、この世に存在する複雑な臭気物質や、極微量の毒性物質の GCMS 測定に応用されています。TD は汎用性、堅牢性、定量性を持ち、従来からの前処理法 (液抽出等) の代りとして自動化され、空気/ガス中、工業製品中、原材料中、天然物中、および液体中、固体中、ペースト中、懸濁液中等の揮発性、準揮発性有機化合物としての不純物測定に使用されます。

この技術は、ひとつまたは多段ステージで熱抽出/脱離をした気化有機化合物の再フォーカスという過程で進みます。最後のステージは目的化合物の選択的再凝縮過程 (通常細い電子冷却された吸着トラップを使用します) と、それに続くキャリアガスを逆方向に流し、急速に加熱 ( $100^{\circ}\text{C}/\text{sec}$  以上) し脱離する過程を含みます。この再フォーカスにより、非常に鋭いキャピラリカラムのピークに対応する狭いバンドとして、試料を GCMS 分析システムへ注入/移動することができます。更に空気や水分と言った妨害物質をパージ、排気する間に、顕著な濃縮倍率 (一般的に  $10^3$  から  $10^6$ ) が達成されます。約 20 年前に紹介されて以降、TD-GCMS の使用は増え続け、標準環境分析メソッドに採用され、科学雑誌で解説されるようになりました。



使用されている重要な分野は：

- 大気 (ガス) モニタリング - 室内空気、一般環境大気、作業環境、悪臭問題、工業プロセスガス等
- 対テロ対策 - 初動捜査用モバイルラボ、貯蔵所の大気モニタリングシステム (DAAMS)、公共施設での連続モニタリング
- 食品、香料、芳香と臭気のプロファイリング
- 原材料からの発生ガス分析

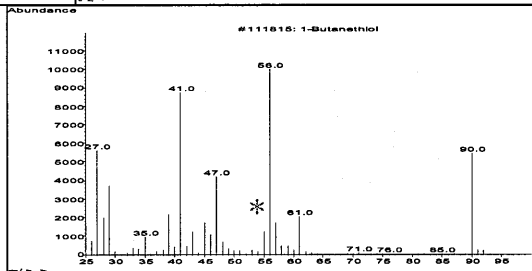
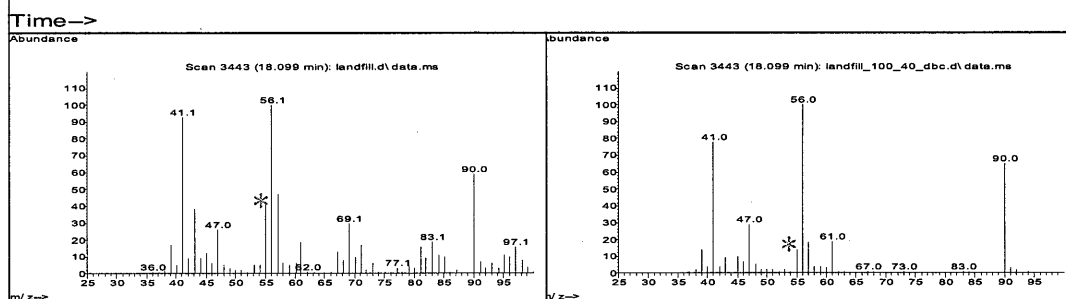
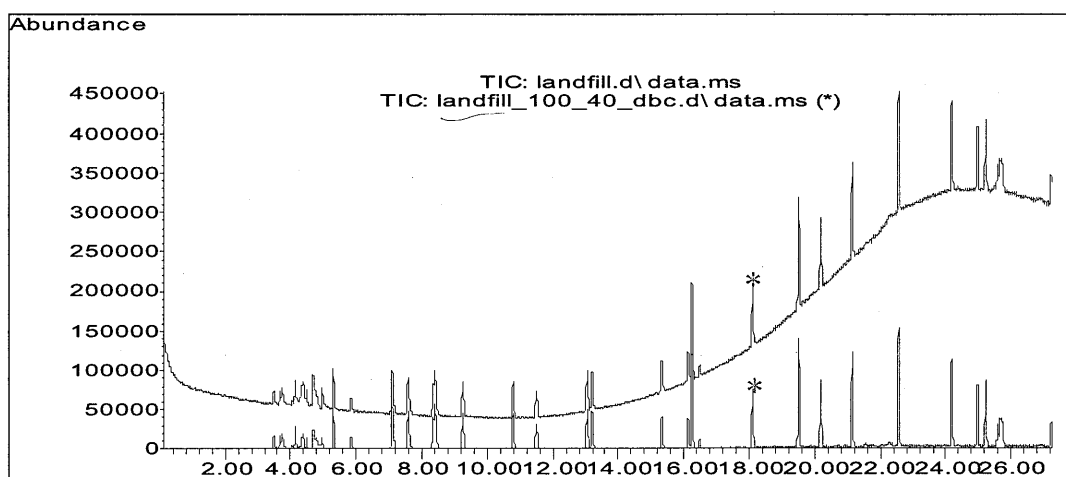
しかし、TD の優位性はいろいろあるのですが、多くの実際の試料から得られた複雑なトータルイオンクロマトグラム (TIC) では、微量化合物の分析結果の信頼性は、必ずしも十分とは言えません。

クロマトグラフのベースラインまたは異常なバックグラウンド（例えば、カラムブリード、長く伸びた溶媒のテーリング、空気/水分の妨害、非分離の試料マトリックス成分）は全て、定性結果の信頼性を低下させ、微量の毒性成分や臭気成分の測定では、それらの検出限界を悪くします。

Markes International から発売された新しい GCMS のバックグラウンド処理ソフトウェア ClearView™ は、~~革新的な数学的手法で、検出限界量が含まれた実際のクロマトグラフのピークからでき、バックグラウンドの妨害物質を除去し、認識します。~~これは、~~無駄骨になりかねないような TD-GCMS 測定データでは、明らかな利点となります。~~ClearView™ は、有名 GCMS メーカー各社の TIC データに適応しています。ClearView™ の優れた能力は、熱脱離および GCMS 微量分析全般に亘って検証されており、その一例をここに報告します。

下図の 18.08 分のピーク（ブタンチオール）には 55 amu のイオンがスペクトルにもバックグラウンドにも存在しますが、ClearView™ で再処理したデータからのスペクトルでは、55 amu はライブラリーのスペクトルとほぼ同じ割合の強度が得られます。このことから、ClearView™ はバックグラウンドの妨害物質だけを除去し、定性、定量に必要なスペクトルデータには悪い影響を及ぼさないことが証明できます。

この他の ClearView™ の利点は発表の場で紹介させていただきます。



上段：黒色はオリジナルデータ  
 青色は ClearView™ 再処理データ  
 中段：左はオリジナルデータからの  
 スペクトル、右は ClearView™  
 再処理データからのスペクトル  
 下段：NIST ライブラリーのスペクトル

## FlashGCによるラボ、オンサイトでのVOCの超高速分析

プライムテック株式会社 吉田浩一（よしだこういち）

センサーアレイを利用した電子嗅覚システム (Electronic Nose) のマーケットリーダーであるAlphaMOS社が、2004年に発売開始した超高速ガスクロマトグラフィ(Flash GC)「 $\alpha$  Heracles」(写真1)は、本体内にDB-5とDB-1701の2種類の極性の異なるカラムとそれに直巻きしたヒーターをアッセンブリした構造を有し、最大25°C/秒のスピード昇温を可能とする。カラムの長さも2mと短いことから、BTEXの分離に20秒以内(図1)、C28までのアルカンの分離でさえもわずか60秒以内と極めて早く、VOCの迅速なスクリーニング、及び定量に最適な分析手段である。また、小型化された加熱脱着システムが内部に装備されており、サンプリングされたガスは一度TENAXなどの吸着剤にトラップされた後、濃縮された状態で2本のカラムに分岐導入される。現在、それぞれのカラムの出口にFIDを検出器として組み合わせられており、2つのクロマトグラムを同時に得ることができるが、さらなるアプリケーション拡張のために、他の検出器の取り付けについても開発中である。

本体は、4.5Kgと小型軽量で可搬性に優れ、バッテリーでの稼働も可能なことから、ラボ用としてだけでなく、土壌や水質分析などオンサイトでのアプリケーションにも適している。テドラバックに捕集したサンプルガスであれば、本体の内蔵ポンプで直接Tenaxに吸引することが可能である。

また、 $\alpha$  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ており、サンプル間のクロマトパターンの比較、分類や、その識別に貢献しているピークの決定など、複合的なにおい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。さらに最新のバージョンでは、2500種類を超える化合物に関するKovat's Index、及び嗅覚的情報を含むデータベースが開発され、検出された新しいピークに関する化合物の予測をも支援する。

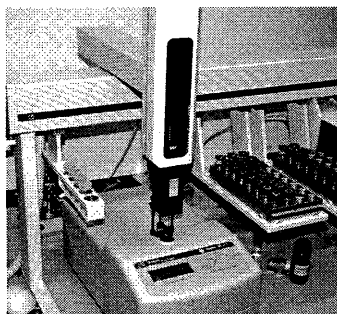


写真1: FlashGC  $\alpha$  Heraclesシステム

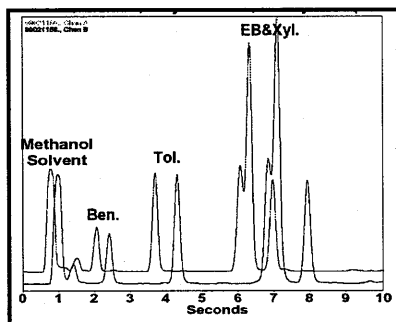

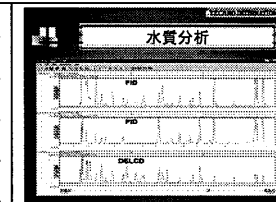
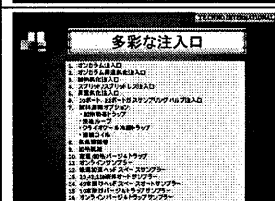
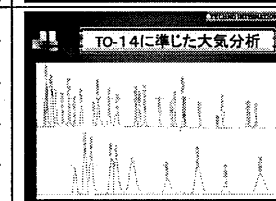
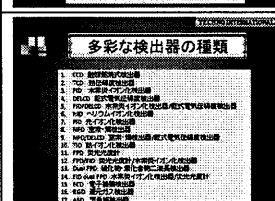
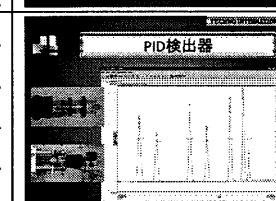
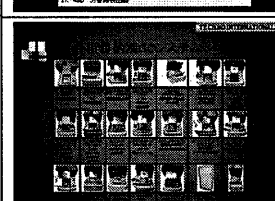
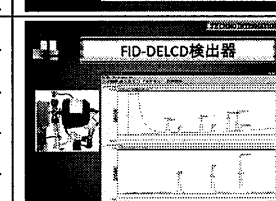


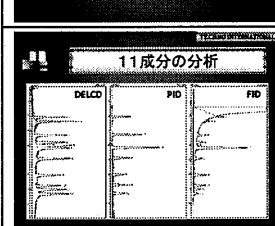
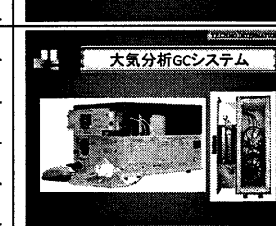


図1: BTEXの高速分離例 (2本のカラム)

# 定性に検出器特性を利用したGCシステム

テクノインターナショナル株式会社

田中 雅之

	1		7
	2		8
	3		9
	4		10
	5		11
	6		12

Helium  
Ion. D.

	<p>1 3</p>		<p>1 9</p>
	<p>1 4</p> <p style="text-align: center;">(RGA)</p>		<p>2 0</p>
	<p>1 5</p> <p style="text-align: center;">(RGA)</p>		<p>2 1</p>
	<p>1 6</p> <p style="text-align: center;">(RGA)</p>		<p>2 2</p>
	<p>1 7</p> <p style="text-align: center;">(RGA)</p>		<p>2 3</p>
	<p>1 8</p>		<p>2 4</p>



《主題講演》

「ガスクロの過去・現在・未来」

首都大学東京名誉教授 保母 敏行



# ガスクロマトグラフィーの過去・現在・未来

東京都立大学名誉教授 保母 敏行

はじめに

1995年9月20日にガスクロマトグラフィー研究懇談会の200回記念の会を開催したとき、竹田一郎氏(1991年から93年までの第5期委員長)が「GCの過去、現在、未来 (by Martin) について」と題する寄稿をされているが、今回300回記念では、筆者にオハチが回ってきてしまった。

竹田氏の文章を読むと、100回記念(1977年)でもA. J. P. Martinの同じ演題の講演を元に、Martinの予測的中度を話題にした原稿があったとのことで、それを土台にした文章を竹田氏が書かれている。GC研究懇談会のアーカイブにも残るものと考える。

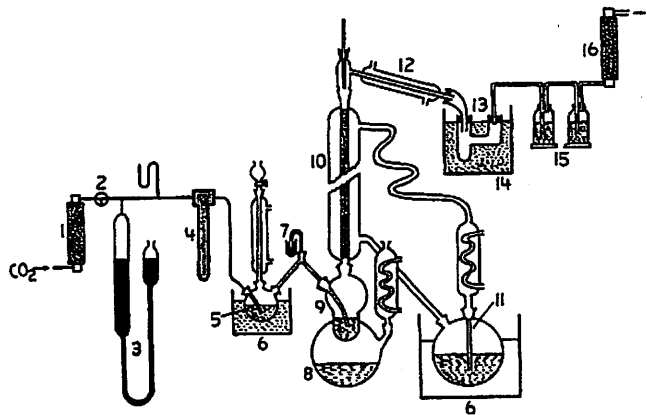
筆者も200回記念会では「ガスクロマトグラフィーの将来」と題して講演をしている。今回は、設立50周年記念の会(第294回ガスクロマトグラフィー研究会)と言うことで、300回目の例会を目前にし、2、3の話題を提供する。

## 1. 気固クロマトグラフィーについて

筆者を含め、ガスクロマトグラフィーは1952年に創始されたと説明したのちに話をする場合が多い。これは、気液(分配)クロマトグラフィー(GLC)に限って成り立つ話であるが、気固(吸着)クロマトグラフィー(GSC)については無視してきたと言われても仕方がない。GSCはGLCよりも20年ほど前には存在していたからである<sup>1,2)</sup>。すなわち、GSCの話は、第一次世界大戦前にさかのぼれるとされている。第二次世界大戦の影で、その発展は隠されている部分も大きい。1943年にはN. C. Turnerによる熱伝導度測定との結合もなされている。また、G. Hesse(ミュンヘン大学)は澱粉を使ってヨウ素と臭素の分離ができることを見だし、図1に示すシステムを使って揮発性の有機酸その他の分離を行ったと言う。彼の1942年の論文は、Tswettに従った分離の変法であることを意識して記述された<sup>4)</sup>。

図1 G. Hesse のシステム

1. キャリヤーガス清浄化吸着剤、
2. コック、
3. 水銀利用圧力制御器、
4. 流量計、
5. キャリヤーガスに蒸気添加器、
6. 恒温槽、
7. 水銀圧力弁、
8. カラム用定温蒸気発生器、
9. 試料入フラスコ、
10. カラム、
11. カラム加熱蒸気作成器、
12. コンデンサ、
13. 捕集器



一方、Erika.Cremer(インスブルック大学)を中心とするグループによる吸着クロマトグラフィーの研究では、1940年代に多くの理論的検討もなされ、相対保持時間(保持比)の概念も導入されている。1952年に開かれたACHEMA会議ではE.Cremerが作った最初のガスクロマトグラフが出品されたとのことである<sup>3)</sup>。

## 2. 200回記念時の、「今後重要性を増すと考えられるGC関連技術」の評価

前述した200回記念会(1995年)での筆者の講演では、今後重要性を増すと考えたGC関連技術を以下のように列挙した。評価のほどはいかがであろうか。

### 1) ハイフェネーテッド技術

GC-MS-MS, GC-IR, SFE-GCほか

少量試料の直接, 自動分析の可能性

### 2) マルチディメンショナル法

GC-GC/ハートカット, SFC-GC, LC-GCほか

精密分離を可能とする

### 3) ポータブルガスクロマトグラフ

その場分析を可能とする, MSと結合?

### 4) 向流連続ガスクロマトグラフィー(CCGC)

大量自動, 連続分離精製を可能とする

### 5) その他

## 3. ガスクロマトグラフのミニチュア化

研究室、或いは測定室にあるガスクロマトグラフはその体積も大きく、キャリアーガス用のガス及びFID用のガスボンベも含めて考えると、移動させることは通常考えない。そこで、試料を実験室に持ち込むことが通例となる。ところが、試料のある場所で測定したいと言う要求は常にある。そこで、持ち運びの簡単なガスクロマトグラフが必要となる。

図2示すように、ガスクロマトグラフィーはキャピラリーカラムをいち早く開発、利用してきた。しかし、分離の場であるカラムが軽くなっただけでは、持ち運べない。各構成要素の小型化が必要となる。

最近、市販のガスクロマトグラフで、持ち運びの出来るものが増えてきている。

更に、小型化をするために、ガラス板やシリコンウェハー上に溝を掘ってカラムとす

1960年代

キャピラリーガスクロマトグラフィー (CGC)

1970年代

マイクロ液体クロマトグラフィー ( $\mu$ -HPLC)

1980年代

キャピラリー超臨界流体クロマトグラフィー (CSFC)

キャピラリー電気泳動 (CE)

1990年代

る例も1980年代に現れ

ている。図3はその例の1つである。

図2 キャピラリーを使う分析法の略史

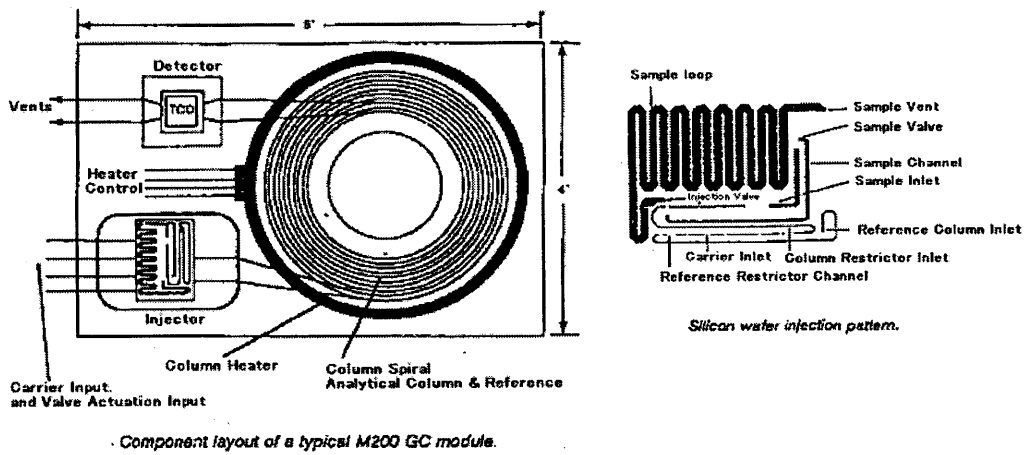


図 3. マイクロチップGCの例<sup>5)</sup>

最近、首都大学の内山一美グループではインクジェットを利用した試料導入装置、チップカラム、小型プラズマ発光検出器を含めたGCの小型化の試みを行っている<sup>5)</sup>。図4に従来のGCに取り付けたチップインジェクターの様子を示す。nLレベルの注入が可能である。TCD検出記録し、再現性を検証した結果を図5に示す。これらの成果を基にコンセプトモデルとして、250mm×241mm×150mmのGCとする試みを行っている。必要とするキャリアーガス量が少なくなれば、ポンペはライター程度、制御と記録のためのコンピュータも携帯電話より小さく、今までとは違う使い方が可能となるものと期待できる。

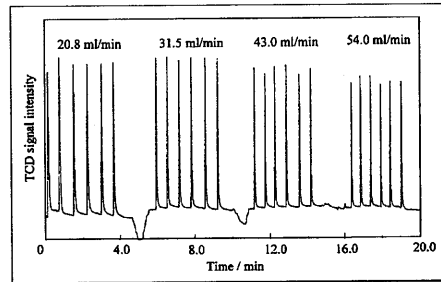
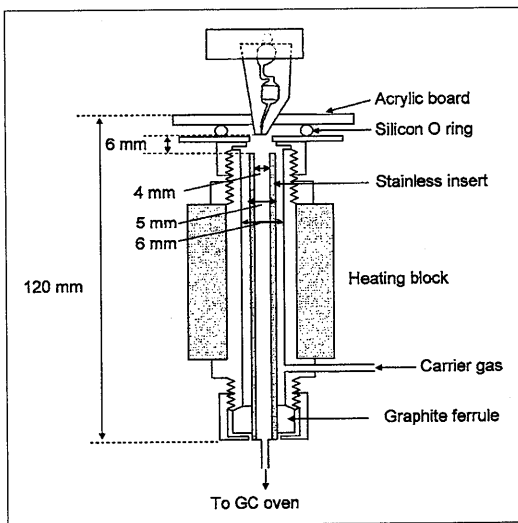


図 5. 繰り返し注入結果の例

図 4 従来のGCに取り付けたチップインジェクターの様子

#### 4. 将来

200 回記念誌では竹田氏が読者に、次世代の進歩の予測をうながしている。だんだん予測が難しくなっているように思える。以下には思いつきを記してみる。

GCの小型化で、月面、惑星大気の分析、宇宙実験室あるいは宇宙空間(真空中)でのGC-MSの利用が、同時多点で可能になることが考えられる。また、深海中(超高压下)で使える実用機ができると、深海環境、資源の探索などにも利用できるかも知れない。SFCの利用も可能になるであろう。

更に小型化が進み、バジジ形GCの出現を見れば、作業環境、生活環境の多点同時モニタリングが容易に行えるようになり、センサーのような使い方が出来ると考えられる。

検出器の選択性が増し、特異性を持つ検出器の出現も期待される。分子鑄型をすり込んだMIPと呼ぶ高分子の構造を利用する検出器も選択性の増大に資すると考えられる。

#### 引用文献

1. L. S. Ettre, *Chromatographia*, 55, 497 (2002)
2. L. S. Ettre, *Chromatographia*, 55, 625 (2002)
3. "A History of Analytical Chemistry" Ed. by H. A. Laitinen and G. W. Ewing, Pub. by American Chemical Society, p. 296 (1977)
4. G. Hesse, B. Tschachotin, *Naturwiss.*, 30, 387 (1942)
5. G. Lee et al, *Am. Lab.*, p. 111 (1989)
6. T. Nishiyama, F. Endo, H. Eguchi, T. Nakagama, N. Seino, M. Shinoda, T. Shimosaka, T. Hobo, and K. Uchiyama, *Anal. Sci.*, 23, 389 (2007)

《招待講演》

「熱分解 GC/MS を有効活用した高分子材料分析システムの開発」  
創業から現在まで: 確固たる学問に裏打ちされた独創的な製品開発とその裏話

フロンティア・ラボ(株) 渡辺 忠一





- 1988年 発行

1991年 2月6日

18年倫

「熱分解 GC/MS を有効活用した高分子材料分析システムの開発」  
創業から現在まで：確固たる学問に裏打ちされた独創的な製品開発とその裏話

フロンティア・ラボ (株)

渡辺 忠一

熱分解装置との最初の触れ合いは、約 40 年前に日立製作所那珂工場の GC 開発グループで、横型の熱分解装置と充填カラムを使用した GC の組み合わせであった。実際に本格的な研究を始めたのは、前職のダウ・ケミカル研究所での、1988 年から開始した“ポリマーの熱分解クロマトグラム (パイログラム) を利用した、未知ポリマー検索システムの開発プロジェクト”を設定したときからである。そこで当時名大におられた柘植教授の 3 日間にわたる、熱分解ガスクロマトグラフィの特別セミナーを受講して、すぐさま柘植研を訪問させて頂き、その手法の独創性と潜在的な発展性を肌で感じとったことは、今でも新鮮な記憶が甦ることがある。ここでは、そのころの熱分解ガスクロマトグラフィに関する諸事情から、最新の多機能型熱分解装置と GC/MS を有効活用した高分子材料分析システムの開発までの経緯を述べたいと思う。

ポリマーの瞬間熱分解に伴って生成するパイログラム上の熱分解生成物には、さまざまな共有結合の解離に起因して、極性の異なる種々の不飽和化合物などを含む。そのため、自然界に産する複雑な混合系である原油等と比較しても、ポリマーによってはさらに複雑な成分構成を示すことが少なくない。今から約 20 年前に話しは遡るが、その当時はパイログラム全体の解釈については、多くの世界中の研究者にとっては、未開発に近い分野であったが、それにも関わらず名古屋大学の柘植研究室では独自に考案した熱分解装置を用いて、ポリマーの微細構造、組成から末端基分析などの微細構造解析への、応用研究が精力的になされていた。現在でもその研究室の出身者は、最先端の研究者として各地で活躍されているが、そこで考案された熱分解装置は、従来の横型電気炉型の熱分解装置を縦にして、試料を入れた超小型試料カップを、死空間を最小限とした熱分解炉中心部へ、重力落下するという画期的なものであった。<sup>1)</sup>

その原理に基づいた装置は、国内では Y 社から販売されていたが、その当時は熱分解炉の温度制御の不安定さや、GC 注入口との接続部温度の谷間で、高沸点熱分解生成物がトラップされてしまうことなど多くの解決すべき問題があった。そのために、結果として得られるパイログラムの信頼性、定量性および再現性には問題があった。それらの諸問題は現在では、ほぼ根本的に解決されているが、当時はそういう状況にあったために、本来極めて有用な分析法であるにも関わらず、多くのユーザーは、取り敢えず定性的な結果ができれば良い、という程度の認識では無かったかと考えられる。

そのような低い水準の価値観が、日本を除くほとんど世界中の分析関係者の間で、この約 10 年前までは、残念ながら通念であった。特に、ここ数年の間に、私が USA で幾多の化学会社を訪問して感じたことは、最初は“信じられない装置で、どうすればこうしたデータが測定できるのか”と真偽性を疑われたこともあり、また、“高信頼性が特徴の熱分解装置を持参した宇宙人が日本からやってきた”、と見られたのかもしれませんが。しかし、先方の実試料を分析した測定結果をみて、直ぐにでも導入したいという即決即断する、US ならではの反応もあり、ここ数年で 100 台を越す納入実績を上げ、現在では多くの US 大手企業の間で、認識を新たにさせていただいている。これまで、長い間熱分解技術については、どちらかといえば偏見に近い評価しかなかった USA での、私どもの装置の普及は、荒れに荒れた原野を新たに開墾する作業に近いものであった、というのが実感であった。

ダウ・ケミカルの R&D では、私は市販されている全ての熱分解装置を検討したが、いずれの装置も再現性に非常に乏しく、とても最終目的であるデータベースの構築には程遠く、それを用いた未知ポリマーのパイログラム検索は不可能であると考えられた。そんな状況の中、小型縦型電気炉の熱分解装置を、これならばなんとか改良できる可能性を秘めているとして選択した。それから、約 1 年半は、装置改良に取り組み始めた。こうした仕事は、基本的に化学会社のするものではないが、避けては通れないために続行し、熱分解温度、流量、GC 注入口温度とその構造など多くの因子の影響を検討する必要性に追まめられ、実際には寺石女史に、同じ実験の繰返しを根気強く続けていただいたことに感謝している。またこの間の基礎検討を続行する研究素地を長年に渡り、支えていただいた本 GC 懇談会（現在の GC 研究懇談会）の存在は、極めて重要であり、深く感謝しています。

ダウ・ケミカルでの 3 年間のプロジェクトでは、多くの基礎実験とその考察に基づき、到達した高信頼性のパイロライザーとその未知ライブラリー検索に取り組んだ。未知ライブラリー検索は、各熱分解生成物の保持指標を利用したアルゴリズムからなるもので、現在のシステムと較べて、当時の質量分析計は大型で高価であったため、FID を検出器として使用したために、検索候補的中率は、十分に満足いくものでは無かったが、それでも実用的な使用には十分耐えるものが完成した。

その後、日立製作所とダウ・ケミカルに所属する約 24 年間の間に得た、高度で多岐に渡る先端技術、戦略・戦術および諸経験を生かす事業の創設を志し、幾多の選択肢の中から熟慮した結果、“熱分解法を用いる高分子材料の分析関連事業”に目標を絞り、今のフロンティア・ラボの創業に踏み切った。そこでは、名古屋大学 柘植研究室における約 40 年に渡る基礎研究の成果に立脚した、新たな装置開発から、データベースを含む解析ソフトウェアまでをカバーする熱分解総合分析システムおよび、豊橋技術科学大学の高山教授の基本開発による、金属分離カラムの実用化と普及とを会社の両輪とすることで、現在に至っている。<sup>2-3)</sup>

創業してからの 18 年間において考案し、最終的に製品化したものを図に示した。それらのほとんどは共同研究の成果として誕生したものであり<sup>4-17)</sup>、関係者には深く感謝するものであります。本講演では、その中から選んで、以下開発順に簡単に示し、講演ではその基本となるアイデアを述べたいと思う。

- 1) 多機能型熱分解-GC/MS システム (総開発期間：15 年で継続中)
- 2) マイクロジェット・クライオトラップ (考案から製品までの開発期間：4 年)
- 3) Vent-free GC/MS アダプター (考案から製品までの開発期間：2 年)
- 4) F-Search [各種の GC/MS を用いたライブラリー：ポリマー用 (発生ガス分析とパイログラム分析)、熱分解生成物用、添加剤用] (考案から製品までの開発期間：12 年で継続中)
- 5) オートショット・サンプラー (考案から製品までの開発期間：6 年)
- 6) UV/Py-GC/MS (考案から製品までの開発期間：4 年で継続中)
- 7) 金属キャピラリーカラム (最新の PBDE、UV-Fries 専用分離カラム)  
(最新カラムの考案から製品までの開発期間：1 年で、継続中)

最後に基礎的なことに関連し、いまでも感謝に耐えないのは、長年に渡る GC 懇における論文紹介であり、そこで教えていただいた諸先輩方である。その中でも文献紹介は、GC 懇談会が隔月に開催されていたので、20 代の初期から約 20 年間にわたり担当させていただいたが、その担当雑誌としては Chromatographia, J. of Chromatography, HRC&CC や Russian Analytical Chemistry (英文) などであり、その中からこれは面白いと思うものの要約を、GC 懇で話させていただいた。この準備は実に大変で、GC 懇の最低 1 週間前から連日、深夜に及ぶ論文渉猟が続いた。当然、どのような質問があるかもわからないので、内容の好き嫌いを選択する自由度はなく、全ての内容を、取り敢えずでも目を

通し、B5ノートに主要なクロマトグラムや要点を記述したものである。当初は、よく理解できないことだらけであったが、これを長期間に渡り継続したことで、多分野にわたる各種の勉強ができ、基礎的な学習をさせていただいたことに感謝している。この中で、Chromatographia ならびに HRC&CC は、キャピラリーカラム分野の最先端の技術論文が掲載されており、非常に多くの科学者が参加して競い合い、現在の基礎を培うのに役立つ Journal でもある。その中でも HRC&CC の Vol. 1~18 の全エキスを記述して、項目毎に分類した B5 ブリーフノートのファイルは、現在の仕事にもしばしば役立つている。

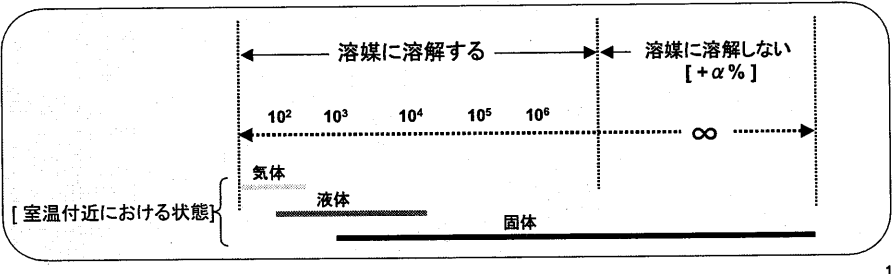
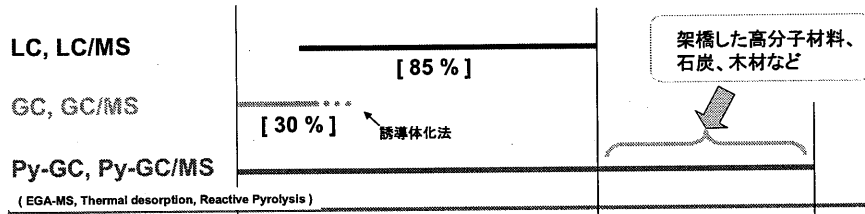
これは私の希望であるが、現在の GC 研究懇談会の幹事あるいは、これからなられる方々が、日本を背負う関連分野の研究者育成のために、私が若かりし頃、経験させていただいた基礎論文の購読会のようなことを継続して下されば、この GC 研究懇談会の存続意義はさらに大きくなると思う次第であります。ここに改めて、お教えいただいた諸先輩ならびに友人と GC 研究懇談会に深く感謝する次第であります。

参考文献：主なものをリストした

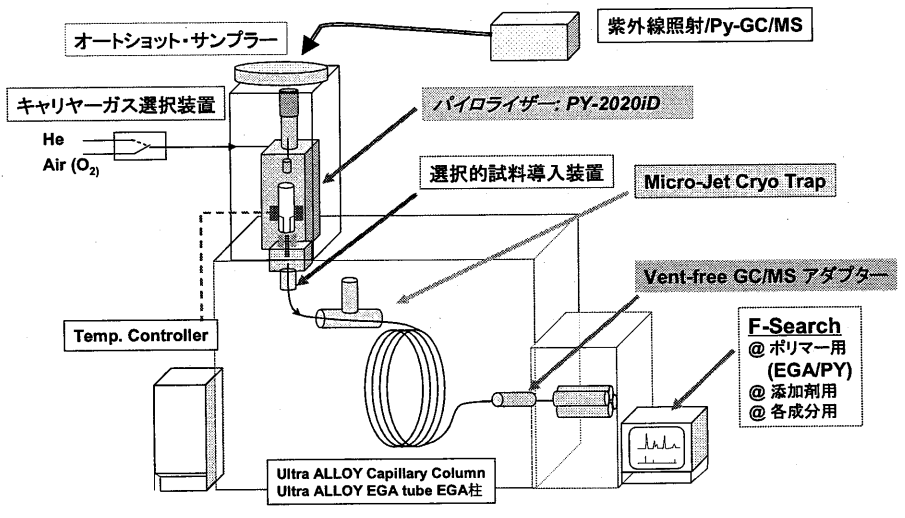
- 1) S. Tsuge; J. Anal. Appl. Pyrol, 32, 1-6, 1995
- 2) C. Watanabe, M. Morikawa, Y. Takayama; J. Micro Col, 12, 345-350, 2000
- 3) COL: 渡辺、橋本、神野; ぶんせき, 6, 441-449, 1994
- 4) C. Watanabe, K. Teraishi, S. Tsuge, H. Ohtani, K. Hashimoto; J. of HRC&CC, 14, 269-272, 1991
- 5) 渡辺、高分子; 43, 110-111, 1994
- 6) 渡辺、ぶんせき; 9, 747-753, 1996
- 7) 穂坂、佐藤、渡辺、大谷、柘植; *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.*, 46-4, 332-335, 1998
- 8) C. Watanabe, K. Sato, A. Hosaka, H. Ohtani, S. Tsuge; Amer. Lab, 14-15, Oct, 2001
- 9) A. Hosaka, C. Watanabe, S. Tsuge; Ana. Scie., 21, 1145-1147, 2001
- 10) T. Yuzawa, A. Hosaka, C. Watanabe, S. Tsuge; Ana. Scie., 24, 953-955, 2008
- 11) C. Watanabe, Y. Kawahara, H. Ohtani, S. Tsuge; J. Ana. Appl. Pyrolysis; 64, 198-205, 2002
- 12) S. Tsuge, H. Ohtani, C. Watanabe, Y. Kawahara; Amer. Lab, 35, 32-35, Jan, 2003
- 13) S. Tsuge, H. Ohtani, C. Watanabe, Y. Kawahara; Amer. Lab, 35, 48-52, Mar, 2003
- 14) S. Tsuge, H. Ohtani, C. Watanabe; Amer. Lab, 35, 16-18, Dec, 2003
- 15) S. Tsuge, H. Ohtani, C. Watanabe; Amer. Lab, 36, 22-26, Feb, 2004
- 16) L. Wang, A. Hosaka, C. Watanabe, H. Ohtani, S. Tsuge; *J. Chromatography A*, 1035, 277-279, 2004
- 17) A. Hosaka, C. Watanabe, S. Tsuge; 78, 452- 455, 2008

CDs

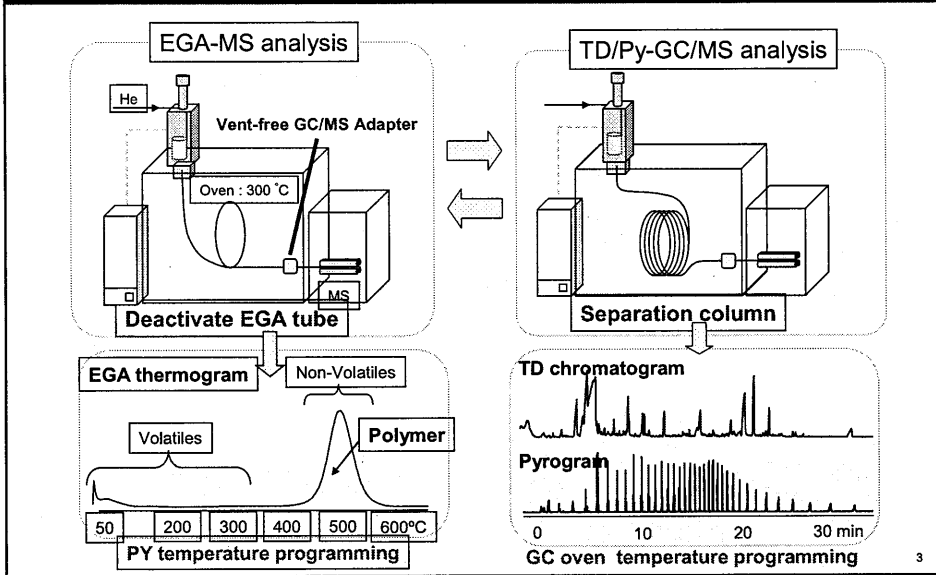
熱分解法 [Pyrolysis (Py)]-GC/MSは、  
如何に材料キャラクタリゼーションへの応用範囲を拡張してきたか



多機能型熱分解GC/MSシステム 2020の全体構成  
Combination of Pyrolyzer and Accessories with GC/MS

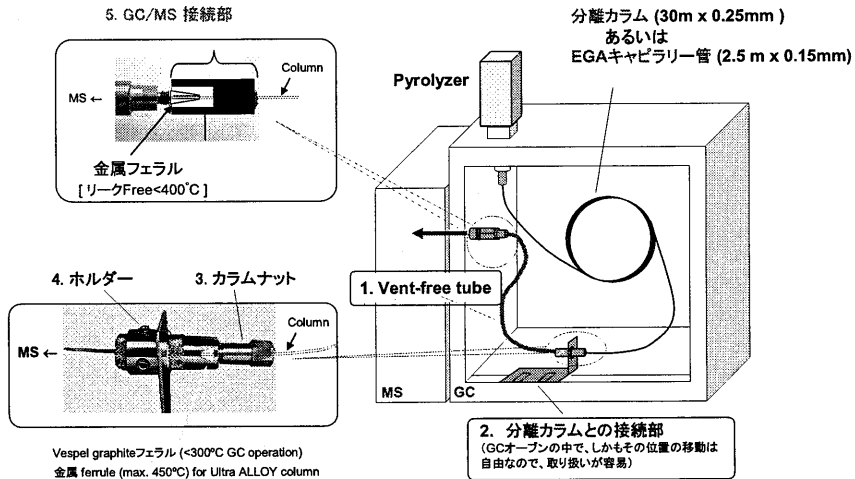


多機能熱分解装置を利用した発生ガス(EGA)分析と  
熱脱着(TD)・熱分解(Py)-GC/MSシステムの開発

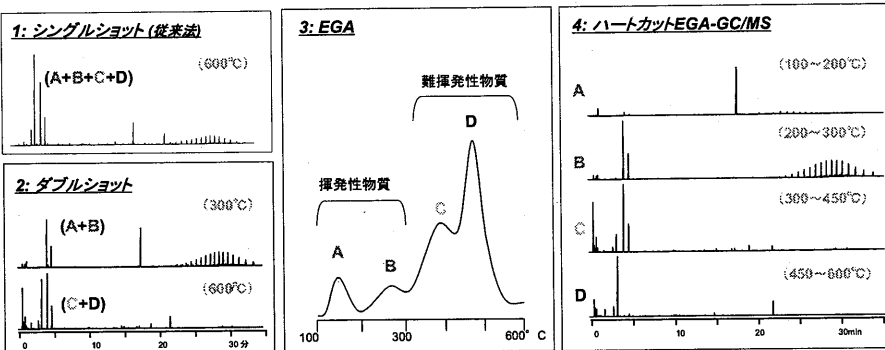


**Vent-free GC/MS アダプターの開発**(MSの真空を大気開放しないで、カラム交換が可能)

A simple interface used with Py-GC/MS allowing facile switching of separation column and EGA tube



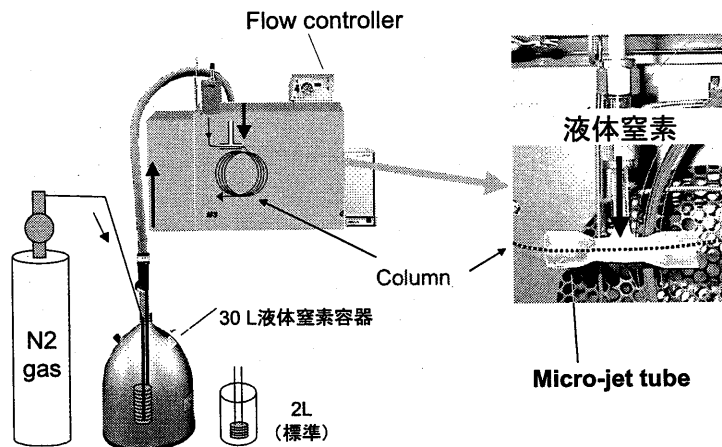
多機能熱分解装置を用いた複合試料のキャラクタリゼーション  
 [シングルショット, ダブルショット, EGA, EGA-ハートカット GC/MS]



- 揮発性成分 (A,B; 残留溶媒、添加剤など) の同定  
 : NIST, Willeyライブラリー / F-Search (Additive/Component)
- 高分子由来の難揮発性成分 (C,D) の同定 : F-Search (EGA, Pyrogram)

5

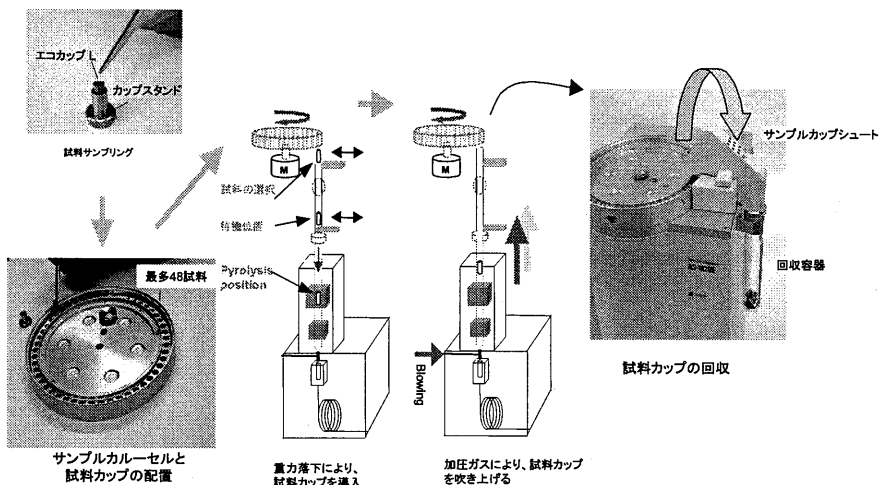
Micro-jet クライオ・トラップの開発



6

## オートショット・サンプラーの開発

(熱分解: 重力落下, 回収: 加圧ガスによる吹き上げ)

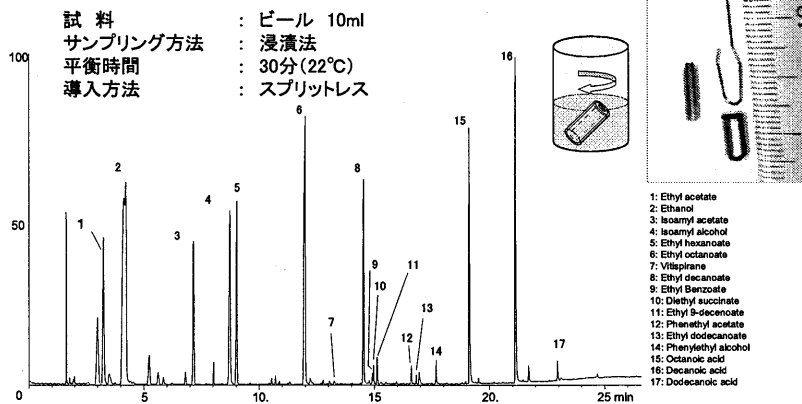


7

## Magic Chemisorberの開発

\*\*\*ビール(缶入り)の分析\*\*\*

Double-Shot Pyrolyzer: PY-2020ID (Thermal desorption at 250C for 15 min)  
Column: Frontier Lab UA-CW (Polyethyleneglycol 20M) L: 30m, I.d.: 0.25mm, df: 0.25 $\mu$ m  
He: 1ml/min, GC Oven Temp: 40(3min)-250C (10min hold, 10C/min)

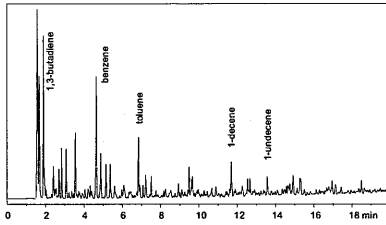


8

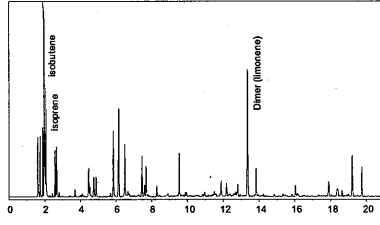
# ポリマーライブラリーの開発

標準ゴムの定性分析 (ISO7270-1) におけるクロマトグラム例

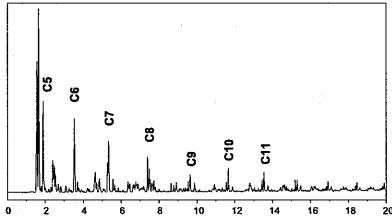
Sample 1: Chlorinated polyethylene (CM)



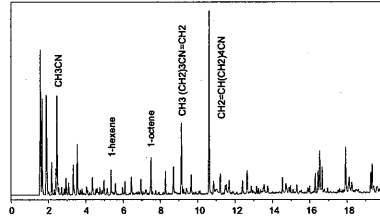
Sample 10: Isobutene-isoprene copolymer (IIR)



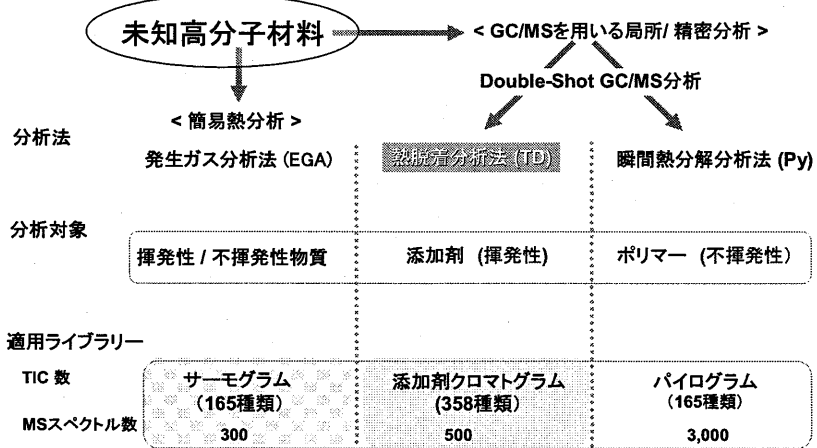
Sample 4: Ethylene-propylene-diene terpolymer (EPDM)



Sample 14: Hydrogenated acrylonitrile-butadiene copolymer (HNBR)

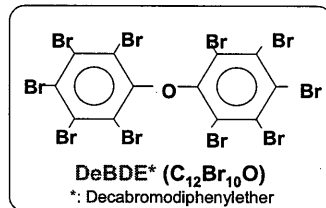
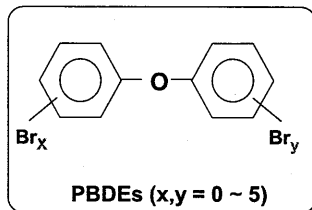


## F-Searchの開発 (分析対象物の分析方法と適用ライブラリー)





## 難燃剤 (PBDEs と DeBDE) の分析法の開発



(M.W.: 959, M.P.: 304 °C, B.P.: 425 °C)  
GC Retention Index (RI):  
4207 (about  $n-C_{42}H_{86}$ ) using UA1 column  
4412 (about  $n-C_{44}H_{90}$ ) using UA5 column

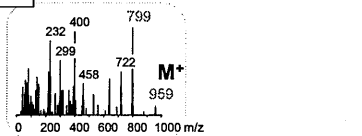
The potential impact on human health or the environment

11

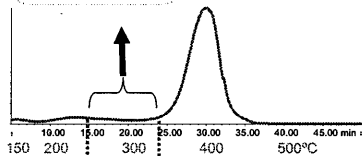
## DeBDE含有AISTポリスチレン標準試料の分析法の開発

Sample: 500 ug (25ug/uL x 20uL), Sample cup: Eco-cup L (Disposable cup), PY temperature: 100 - @10 °C/min-600 °C  
Py/GC Interface: 320 °C, GC Oven: 300 °C, GC Inj.: 320 °C, Carrier gas: He 1.0 ml/min, Split ratio: 1/20,

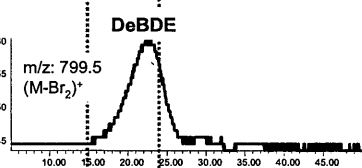
EGA-MS



TIC

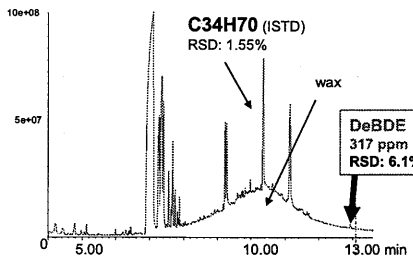


SIM



TD: 100 - @20/min-340°C

TD-GC/MS

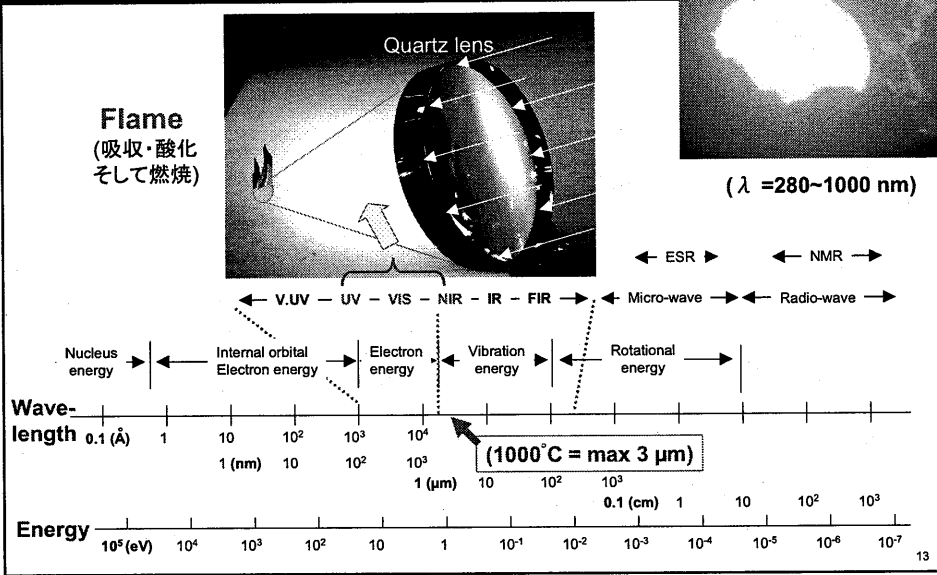


m/z: 155 (ISTD)

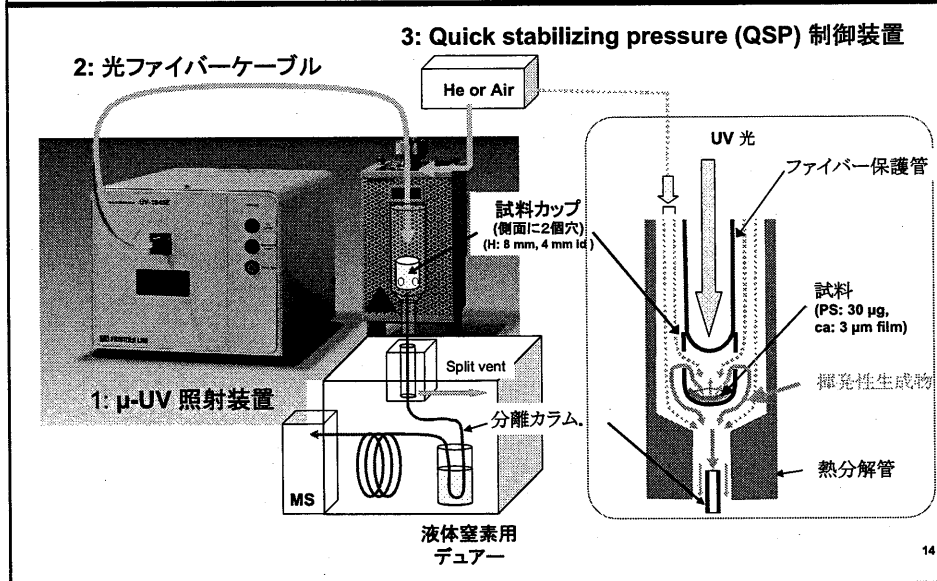
m/z: 799.5 (M-Br<sub>2</sub>)<sup>+</sup>

12

# 熱と光の波長・エネルギーなどの相関

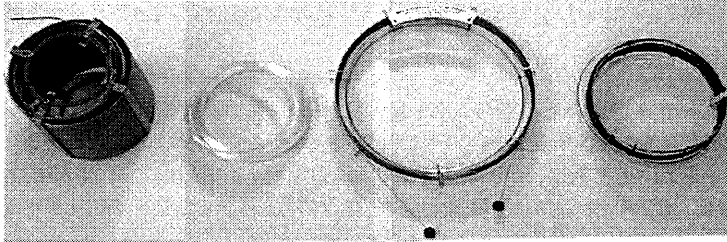


# オンライン-マイクロUV照射装置の開発とUV/Py-GC/MS

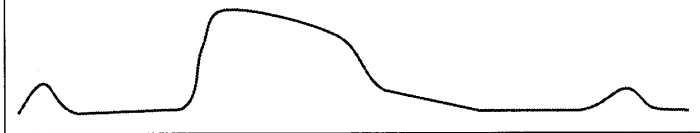


## キャピラリーカラムに使用されてきた材料の変遷 (Inertness / Efficiency / Sample Capacity / Cost)

Stainless Steel (1960-1970)    Glass (1970-1980)    Fused Silica (1980-- )    Stainless Steel (1990-- )



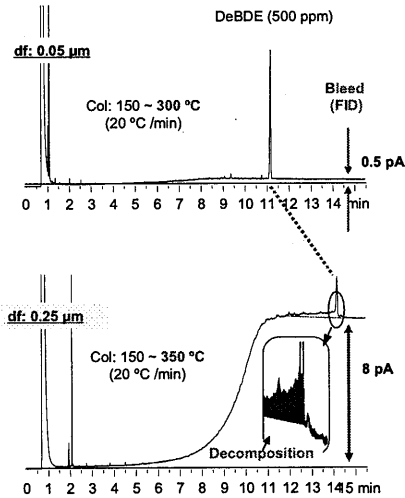
R&D  
Activity



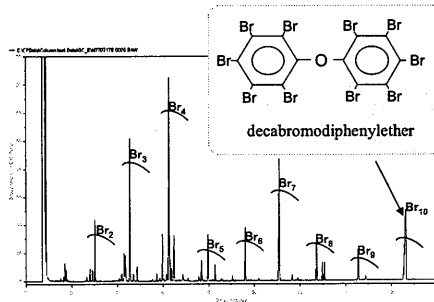
15

## RoHS指令のPBDE専用カラムの開発 (異なる膜厚カラムと新たなOBDE専用カラムの特性)

Dimethylpolysiloxane: 15M X 0.25 mm i.d. (Ultra ALLOY-PBDE), Inj: 320 °C, FID: 340 °C, Sample: 1 µL, He: 1mL/min, Split ratio: 1/50



UA-PBDE 15m (0.25 Φ) 0.25µm



Analytical condition: Column: Ultra ALLOY-PBDE 15m (0.25 mm I.d.), 0.05 µm  
Flame retardant mixture (solvent: xylene), 1µl, Column temp: 150-10 °C/min-300 °C  
carrier gas: He: 70kPa (1 ml/min), Split flow: 20 ml/min, Inj: 300 °C, Det.(FID): 340 °C;

16

## まとめ

### 多機能型熱分解装置とGC/MSを上手に使うことにより

多機能型熱分解装置とVent-free GC/MSインターフェースの開発により、発生ガス分析法と分離キャピラリーカラムを用いる全く異なる2つの分析手法(簡易熱分析法と高分離分析法)が可能となり、日常生活の様々な問題解決の糸口を、比較的容易に検討することが可能な分析装置となった。

- ・発生ガス分析法で得たサーモグラムから、測定試料の全体の熱特性が把握可能
- ・サーモグラム上の注目する画分を、キャピラリー分離カラムを用いてより詳細に分析可能
- ・各種ライブラリーを有効に利用して、目的とする検索候補を絞り込み、さらに詳細に分析し、化学分析、IRやNMRなどの結果と合わせて、総合的な観点から結論を導くことが可能

### 特にこのPy-GC法は

- ・前処理不要で、試料形態による制約なく、不溶不融化した架橋高分子である加硫ゴムも直接分析が可能であり、さらに
- ・微量成分の構造に関して、高感度に他の手法では得難い情報を与える手法である。

17

《記念講演》

「日本のガスクロ50年 —島津製作所の開発の歴史—」

S3827 入社

(株)島津総合分析試験センター 塩見 紘一

「日本のガスクロ50年 —キャピラリーGCの普及と発展—」

アジレントテクノロジー(株) 川上 肇

「日本のガスクロ50年」

ジーエルサイエンス(株) 外丸 勝彦



## 日本のガスクロ 50年—島津製作所の開発の歴史—

株式会社 島津総合分析試験センター  
塩見紘一（しおみこういち）

まずは、ガスクロ研究懇談会の設立 50 周年、おめでとうございます。

日本のガスクロ 50 年というテーマを与えられましたが、日本全体のことについて述べる資格はありませんので、島津製作所の 50 年の開発の歴史を、個人的な想いを含めて振り返ってみたいと思いますが、多分に手前味噌になることをお許しください。

### 国産 1 号機、島津製作所のガスクロマトグラフ GC-1A のレビュー

1957 年（昭和 32 年）4 月、日本化学会の付設展示会場、東京大学工学部 2 号館には黒山の人だかりができており、会場に入れず前の通路までも人があふれていたということです。

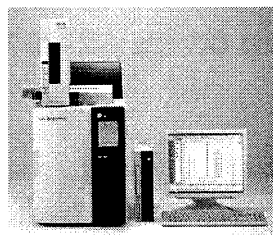
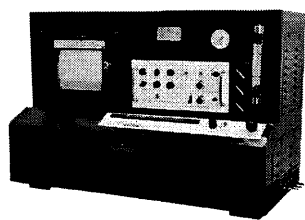
開発リーダーの春木達郎がガスクロ製品化の調査を開始したのが昭和 31 年 9 月、寝食を忘れ正月休みも返上して、試作品とはいえ、僅か 6 ヶ月ばかりで 1 号機の展示までにこぎつけたそのスピードは驚嘆すべきことです。

GC-1A と 2004 年発売の GC2014 の写真を示します。左上が GC-1A、右下が 2004 年に発売された GC-2014 です。

GC-1A は、現在、京都にある「島津創業記念会館」にその現物が公開展示されています。

Access to your success

## Through 1956 to 2004



35 GC models for laboratory use were produced through 1956 to 2004.

SHIMADZU  
GC 50th  
ANNIVERSARY

1957

## 50年間でいくつのモデルを作ったか

島津製作所が1957年から現在までに開発し、販売してきたGCのモデル名を表1にまとめてみました。いわゆる汎用のガスクロは37モデル、用途を限定した専用機は10モデル、データ処理装置は16モデルにのぼります。この数は、恐らく世界一ではないかと思います。

メーカーにとって、たとえマイナーチェンジの装置であっても新しいモデルを作るということは、大変な労力とお金がかかります。それにも関わらず、なぜ、こんなに沢山のモデルを作ったか？ それは、一口でいえば、お客様が望む装置を提供しようという開発ポリシーに基づくものでした。

## 「多機能機GC」と「単機能GC」はなぜ生まれた

表1をご覧くださいと、GC-1Aに対してGC-2A、GC-1BとGC-2B、GC-4AとGC-3AL, 3AF、3AEというように多機能GCと単機能GCを絶えず併売していることが分ります。

多機能GCとは、1台のGCに複数の検出器が装着できる、カラムの昇温ができる、付属品の接続が容易にできるという仕様を持つもの、一方、単機能GCは、検出器は1種類のみというものです。多機能GCは、主に、大学や官庁、研究機関で予算申請の都合上、1台のGCしか購入できないが金額的に比較的余裕があるといったお客様に歓迎されました。

一方、単機能GCは、1970年代は石油産業の発展期で、ひとつの石油化学会社のひとつの事業所でプラントの工程管理、原材料や製品の品質管理のために数百台のGCが稼働していることは珍しいことではありませんでした。対象試料ごとに分析条件を整えたGCを設備しますので、多数の装置を設置するには1台の設置面積が小さいことが必須の条件でもありました。もちろん価格の安いことも選定の理由でした。そのような環境下で、単機能GCは主に石油化学分野に多く売れていきました。

## A、B、Cはマイナーチェンジした装置

GC-1A,1B、GC-4A,4B,4C、GC-14A,14BなどのB型、C型はA型のマイナーチェンジモデルです。GCを構成している部品に新しいより高性能なものが利用できるとなると、装置の安定性や感度、品質の向上を目指してそれらを貪欲に取り込んでいきました。1970年代から80年代にかけては、特に、電子部品やマイクロプロセッサの開発が盛んで、これらを取り入れた改良GCを短期間に開発しました。

## 専用GCとは

1963年のGC-10Aは分取専用のGC、GC-3LPGは、LPG分析のためにカラムや温度条件、TCDの感度などをプリセットした専用機、GC-3AAGは麻酔ガス分析専用機というように特定の分析対象のためにラボ用GCをモディファイして作ったのが専用GCです。表1には把握できたものしか挙げられませんが、これら以外にも専用機があったとように思います。



## ユニークな GC もありました

ユニークなコンセプトの GC もありました。

1971 年に発売を開始した GC-4BM がそれです。この GC は試料気化室、カラム、検出器が取り付け・取外しが簡単にできるユニットに装着されており、分析目的に合わせてユニットを付けたり交換することができます。汚れた試料気化室を使用した場合に起こりやすいゴーストピークやメモリーピークのトラブルを解消したり、検出器の故障などでダウンタイムが予想される場合には、スペアのユニットを持っておけば迅速に復旧できるといったメリットがありました。検出器は、FID、ECD、FPD の 3 種類がありました。

もう一つ、GC-mini は幅が 35cm、奥行きが 29cm、高さが 18cm、重さが 15kg というコンパクトな GC で、FID モデルと ECD モデルがあり、昇温分析、キャピラリーカラム対応が可能でした。主要なユニットは分解できメンテナンスのし易さも追求した装置でした。国内よりも海外、特にアメリカで人気がありました。

## データ処理装置は画期的でした

1969 年に、デジタルインテグレータを発表しました。それまでのピークの測定はレコーダー上に画かれたピークの面積を半値幅法（ピークの高さの半分の位置のピーク幅にピーク高さを掛けて面積とする）で測定していました。出力が大きくレコーダーのチャートからスケールアウトしたら面積は測れませんので、ピークが出る前にアッテネーターを切り替えてスケール内に収めるという手間がかかったものです。分析中は、レコーダーの前に張り付いていなければなりません。デジタルインテグレータは、レコーダーとは独立して電氣的にピーク面積を測定できるのでオペレーターは開放されました。面積測定精度も飛躍的に上がり確かな定量分析ができるようになりました。しかし、インテグレータは、所詮、面積とリテンションタイムしか測定してくれませんので、定量計算は人の手で行なう必要がありました。これを解決したのが 1974 年に発表した C-1A でした。C は Chromatopac の意味で、これ以降、面積、リテンションタイムに加えて定量計算も自動でやってくれる装置が立て続けに開発されました。1978 年の C-R1A は、プリンタープロッター内蔵のデータ処理装置で、クロマトグラムと定量結果が同じ記録紙に印字されるという優れもので、全てのお客様から圧倒的に支持され爆発的に売れました。この時の波形処理や濃度計算ソフトは現在の GC-Solution にも生かされています。

## 分析技術の開発と普及にも力をいれました（現在も入れています）

装置の開発と並行して GC の分析技術、アプリケーションの開発にも精力的に取り組みました。表 1 の特記事項にあるように、1960 年には第 1 回の生化学・薬学講習会を開きました。当時の装置の性能を思うと、よくも難しい分析に取り組んだものだと驚きます。

ステロイドホルモンを無水酢酸でアセテート化して揮発性を上げて分析しました。ステロイドに限らず、胆汁酸、糖、アミノ酸など今では HPLC の応用分野の試料も試みました。

1963年には、分析センターを開設しアプリケーションの開発、実機を用いた操作講習会、さらに、社会的な問題となった残留農薬、食品添加物、悪臭といった講習会も数多く開催しお客様に分析上のノウハウをお伝えすることで装置の販売に繋げていきました。

### おわりに

私自身、GCを使う分析屋としてGC-1BからGC-2014まで、ほとんど全ての汎用GCを使用してきました。GCの基本構造はGC-1Aの時代から大きくは変わっていないもののモデルチェンジのたびに性能や品質が向上していったことを実感しています。

ハード面では電子デバイスやコンピューターの利用技術が貢献し、ソフト面では1979年に開発されたヒューズドシリカキャピラリーカラムが分離を大幅に改善し、オートインジェクターが人的誤差を軽減し定量精度を上げてきたという事実があります。しかし、いまだに、ゴーストピークに悩まされたり、ベースラインの変動やピークのテーリングに頭を抱えることが多くあるのも事実です。

装置は、さらなる高性能化、使いやすさに向けて改良が進んでいくでしょうし、新たなアプリケーション技術も開発されていくでしょう。でも、その反面、GCそのものがブラックボックス化され原理や構造を忘れて単にツールとして使用するという状態が進めば、時折、とんでもない分析結果を出して平気な顔でいるなんてことになりはしないか、老婆心ながら心配しています。GCは便利な分析装置ですが、決して楽に扱える装置ではありません。

装置を開発し販売するメーカーは、それをご使用になるユーザー様に対して装置の操作はいうに及ばず、試料のサンプリングや前処理も含めたオーバーオール分析技術をお伝えしていく責務があると考えています。島津は、いつもそのように考えてきました。

今後もそのことに変わりはありません。

島津の今年のスローガンは「Best for Our Customers」です。

### おわりのおわりに

ガスクロは永遠に不滅です！

以上

島津ガスクロマトグラフ開発の歴史

表1

年	多機能GC	単機能GC	専用GC	データ処理装置	特記事項
1956	昭和31年				
1957	32年	GC-1A			国産初の汎用GC 日本化学会付設展に出品
1958	33年		GC-2A		
1959	34年				
1960	35年	GC-1B	GC-2B		第1回 生化学・薬学講習会
1961	36年				(キャピラリーカラム-Golay column-特許)
1962	37年				
1963	38年			GC-10A	
1964	39年	GC-1C			分析センター設立
1965	40年		GC-3AT,F,E	GC-3LPG	
1966	41年	GC-4A		GC-3AAG	
1967	42年				残留農薬講習会
1968	43年				第1回 GC入門講習会
1969	44年	GC-5A			ITG-1A
1970	45年	GC-4B			ITG-2A
1971	46年	GC-4BM	GC-3BT,F,E,Fp	HCM-1A,GDM-1	食品分析講習会
1972	47年			SFM-1A,MCT-1	悪臭分析講習会
1973	48年	GC-6A		PN-1A	
1974	49年				C-1A
1975	50年	GC-4C,4CM,6AM	GC-mini-1		
1976	51年				C-E1A, 4B
1977	52年			GB-1A	
1978	53年	GC-7A,R1A	GC-8A, mini-2		C-R1A
1979	54年				C-E1B (フューズドシリカキャピラリーカラム開発)
1980	55年				
1981	56年	GC-9A		GC-20B	C-R2A
1982	57年	GC-9AM	GC-mini-3		
1983	58年				
1984	59年				C-R3A
1985	60年				
1986	61年	GC-12A,15A,16A			C-R4A
1987	62年	GC-14A			C-R5A,R6A
1988	63年	GC-14B			
1989	平成1年				
1990	2年				
1991	3年				
1992	4年	GC-17A			
1993	5年				
1994	6年				C-R7A
1995	7年				
1996	8年				
1997	9年	GC-18A			
1998	10年				
1999	11年	GC-1700			C-R8A
2000	12年	GC-2010			GC-Solution
2001	13年				
2002	14年				
2003	15年				
2004	16年	GC-2014			
2005	17年				
2006	18年				
2007	19年				
2008	20年				
開発したモデル数		25	12	10	16

Auto GC

1997年

GC 50周年

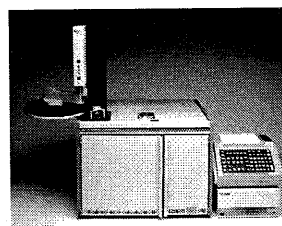
## GC 懇設立 50 周年特別講演会「ガスクロの過去・現在・未来」

「日本のガスクロ 50 年」ーキャピラリーGC の普及と発展ー

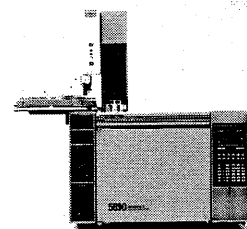
アジレント・テクノロジー (株) かわかみ はじめ 川上 肇

HP/Agilent におけるガスクロマトグラフ事業において、最も大きな転換期となったのは 70 年代後半に開発された「溶融シリカキャピラリーカラム」の登場である。それまで主流とされたパックドカラム法にくらべ、圧倒的な分離能力、劇的な分析時間の短縮、および応用範囲の拡大を実現した。本講演では、この「キャピラリーGC」の普及と発展について弊社の取り組みを紹介する。

優れた分離をもたらすキャピラリーカラムの性能を生かすには、狭いバンド幅でのサンプル注入、より緻密で正確なオープン温度制御、少ない流量で高いレスポンスを得るための検出器デザインが求められる。弊社（当時ヒューレット・パッカード社）では 1978 年に初めてのキャピラリー対応 GC として「HP5880A」を発表した。当時開発されたキャピラリー注入口（スプリット/スプリットレス）やオープン温度制御方式、および検出器デザインは、現在にも通ずるものである。

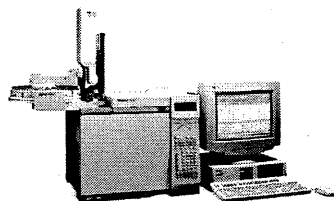


80 年代に入り 5880 の後継機種として、より堅牢性を高めた「HP5980A」をリリースした。各パーツの基本デザインは継承し、より過酷な品質試験をクリアさせた 5890 は、故障率を軽減し稼働時間を大幅に改善した。また、日本国内における活動として、普及し始めたキャピラリーカラムと新製品の 5890 を PR すべく、全国各地を行脚するセミナーツアー（キャピラリーGC セミナー）を開始し、キャピラリーカラムの分離性能、優れた注入法、オートサンプラの有用性などを紹介した。



80 年代後半には、EPC（Electronic Pressure Control：電子式圧力制御）を搭載した「HP5890 シリーズ II」が登場し、その後の自動化／汎用化に大きな影響を与えることとなる。

90 年代半ばには、EPC をさらに発展させ、「圧力」のみならず「流量」での制御を可能とし、また検出器ガスにおいても EPC を標準搭載させた「HP6890A」を発表した。（これより EPC=Electronic Pneumatics Control：電子式ニューマチック制御と名称を変更）



6890 の登場により、すべての GC パラメータは電子制御が可能となり、また Windows の普及に伴い、PC ベースでの機器制御が標準的となった。また 97 年には EPC の機能を活用し、溶出成分の保持時間を一定に保つリテンションタイム・ロッキング（RTL）をリリースし、2001 年からは「6890N」としてネットワーク対応が標準仕様となる。

2007年には現行機種である「Agilent 7890A」を発表した。6890の機能を継承し、EPCの精度やオープン性能を向上させ、さらにはGC分析の可能性を広める「キャピラリー・フロー・テクノロジー」を開発した。

以下にHP/AgilentにおけるGC開発の軌跡を記載する。

### HP/Agilent GCビジネスの軌跡

	沿革	GC	GC/MS	
60年代まで	1939			
	1963			
	1965			
	1968			
	1969	3370デジタル・インテグレータ 世界初GC用オートインジェクタ		
70年代	1970		GC/MS事業参入 5930A	
	1971	YHP社分析機器部門設立	5700シリーズGC マイクロプロセッサ搭載 5830GC	
	1973			
	1976			ベンチトップ型 5990A
	1977			床置型 5985A
	1979		キャピラリー対応 5880GC 溶融シリカキャピラリーカラム開発	DIP対応ベンチトップ型 5995A
80年代	1982		最初のMSD 5970A	
	1984	分析ビジネスを横河電機(株) 科学 分析事業部に統合	堅牢性を向上した 5890GC	5970B/Pascal Workstation
	1988		HP7673オートサンブラ	5890GC対応 5988 Unix ChemStation 5971A
	1989		EPC対応 5890シリーズII クロマトデータ処理ChemStation 原子発光検出器 5921AED	DOS ChemStation
	1990			5989A(MS-Engine)
90年代	1992	横河アナリティカルシステムズ社(YAN) 設立		5972A
	1993		前処理自動化装置PrepStation	
	1994			EID搭載GCD
	1995		6890A SFE-Prepブリッジシステム	
	1996			5973A
	1997		リテンションタイムロッキング(RTL)	
	1998		MTI社買収(MicroGC) コンパクトサイズ 6850GC	
	1999	HP社より計測・分析部門を独立し Agilent Technologies社設立		ネットワーク対応Agilent 5973N
2000年代	2000		J&W社買収	RTL対応MSデータベース
	2001		ネットワーク対応 6890N	
	2003			5973inert MSD
	2004			デコンボリューション・レポートング・ソフト ウェア(DRS)
	2005			5975 MSD
	2006		キャピラリー・フロー・テクノロジー	
	2007	YANとアジレント・テクノロジーが 完全統合	Agilent 7890GC	5975C MSD
	2008		RVM社買収(高速モジュール:LTM)	Agilent 7000A Triple Quad MS
	2009			

H46. クロマト(GC・LC) 4672A  
小田子

## 日本のガスクロ 50 年

そとまるかつひこ  
ジーエルサイエンス株式会社 外丸勝彦

GC研究懇談会設立50年おめでとう御座います。この50年の間のクロマトグラフィーの発展はすばらしく、特に装置をはじめ分離カラムや分析手法は著しく進歩し、分析化学の世界が大きく変化してきました。

当社は1968年にガスクロ工業株式会社として創業し、当初からGC用充填剤や消耗品および周辺装置の販売を行ってきました。今年で創立40年を迎えましてクロマトグライヤーと共に成長してきた会社であります。

1971年に「ガスクロマトグラフィーの将来性と今後の発展方向」と題した冊子<sup>1)</sup>を、東京都立大学の荒木峻先生、東京工業試験所の竹田一郎先生、その他各界の方々に執筆をお願いし作成しました。多くの方々がクロマトグラフィーの用途の拡大や性能の向上を述べられ、まさに現在の発展を予見された内容でした。

クロマトグラフィーの発展を見るのに日本国内の生産高で比較してみますと、昭和43年4月から44年3月までの1年間(分析機器工業会調べ)のガスクロマト装置は35.1億円、液体クロマト装置は11.6億円でした。2007年度の消耗品関係を含めた生産実績は(科学機器年鑑より)GC関係 257.1億円、LC関係 462億円の市場でした。40年間でGC関係の生産高が7.3倍 LC関係の生産高が39.8倍の規模に達しており市場が大きく広がったことを示しています。

日本のガスクロ50年を語るに当たって、分析の重要部分である分離管など消耗品を中心に振り返ってみたいと思います。

ガスクロマトグラフィーでの分析は、大別して分析の手順としてサンプリング、試料の前処理、クリーンアップ、濃縮などの操作を経て、GCへの試料注入、GCカラムでの分離、分離した成分の検出、データ処理の一連の流れで成り立っています。これらの要素技術とその組み合わせによるGC分析法が今日の発展に大きく貢献しています。

発展の歴史をまずGC用分離管の進歩で見ましょう。1960年ごろのガスクロマトグラフ用分離管は、担体に液相(固定相)を塗布しカラムに充填した充填カラムが中心でした。担体は珪藻土が主流で、海外の製品はJohns-Manville社のChromosorb、Celite 545、Applied Science社のGas Chrom、Analabs社のAnakrom、Supelco社のSupelcoportなど、国内製品はShimalite、C-22、Kacelite-B、Diasolid、Uniportなどの商品名で市場に供給されていました。現在はフューズドシリカキャピラリーカラムへ需要が移り、充填カラムの市場が大幅に減少して、多くの製品が市場から消滅していき時代の流れを感じます。

1958年にM. J. E. Golayがキャピラリーカラムの理論を発表し、ゴーレーカラム(開管カラム)として製品化されました。充填カラムが1000段/m程度の理論段数であったものが、キャピラリーカラムでは2000段/mの性能で、しかも圧力損失が少なくカラムを長くできるので10万段以上もの高理論段数を得ることが可能です。そのため多成分系の試料を分析する石油化学や香料関係の分野で多く使われていました。しかし当時のキャピラリーカラムはステンレス製であり、塩基性化合物や酸性化合物など吸着しやすい化合物の分析には使用することはできませんでした。

1960年にD. S. Destyらによりガラスキャピラリー製造装置が考案され不活性度の高いキャピラリーカ

ムの実現に近づいてきました。日本では1970年台に入って島津製作所よりガラス延伸機が販売され、吸着の少ないガラス製キャピラリーカラムをユーザーが自作して使用し始めました。当社では1975年に渡辺忠一氏が考案した、ガラスキャピラリーカラムの内面に塩を析出してから液相を塗布したG-SCOTカラムとガラス面に直接液相を塗布したG-WCOTカラムの名称で市場に提供しました。しかし、ガラスは破損し易く取り扱いが不自由であったせいか、思ったより普及が進みませんでした。

1979年にDandennewらによりフューズドシリカキャピラリーカラムの発表があり、ヒューレットパッカード社より製品が発売されました。当社でも1980年には製造技術を確認しFS-WCOTの名称で販売を開始しております。光ファイバーの技術を応用したフューズドシリカキャピラリーカラムは弾力性があり破損しにくい上、内面への吸着性も少なく使い易い製品として急激に普及し始めました。

また初期のキャピラリーカラムは液相をダイナミック法やスタティック法などにより、壁面へ均一に塗布する物理的にコーティングしたもので、耐久性が悪く耐熱性も低い製品でした。1968年にK. Grobにより化学結合型固定相が提案され、さらに1976年から1986年にかけて不動態化(immobilization)や架橋(cross-linking)の表現で呼ばれる結合相の基礎研究が多数発表されました。1970年頃にキャピラリー用にカスタムメイドされた各種のシリコンポリマーが紹介され、化学結合型液相の下地ができてきました。

当社においては1984年に過酸化化物で液相をクロスリンクした化学結合タイプのキャピラリーカラムを発売しております。

これらの技術を利用して化学結合型製品の種類も増加し、より耐久性と耐熱性も向上しました。この頃になると微粒子をカラム内面にコーティングしたプロットカラムも製品化され市場に出てきました。また内面不活性化処理の技術も進み、高度に不活化したカラムも登場したことから、極性成分や極微量成分の分析など分析対象が大きく広がりました。更に高温分析に使用できるカラムや低ブリードでGC/MS専用にするカラムなど多様化が進んできました。

フューズドシリカキャピラリーは理論段数も3000段/m以上の高分離能と、耐熱性、高不活性度の3つの有利な点と使い易さのため、急速に充填カラムからの移行が進み市場を大きく伸ばしました。現在では市場の7割から8割がキャピラリーカラムを使用した分析法に移っていると予測されます。

キャピラリーカラムの普及に伴い、キャピラリーカラムの性能をより引き出すための、スプリット注入法などの工夫がなされました。また全量注入により微量分析の高感度化への工夫や、セプタムパージによるセプタムからのブリードの最小化などの高感度化に向けての工夫もなされました。

また、GCのサンプル捕集技術と試料前処理技術の進歩も特筆すべきところです。極微量分析が要求される環境、食品、医薬品市場での分析では不可欠の技術で、GCの可能性を広げています。

水環境分析では、VOCs分析にP&Tやヘッドスペース法が、農薬などの有害物質の分析に固相抽出カートリッジに通水して濃縮する方法が利用されています。大気環境分析では試料濃縮のために様々な捕集管や採取器具、自動サンプリング装置などの製品が販売されていますし、食品に残留する農薬などの分析では、脂質、色素などの夾雑成分を除去する目的で固相抽出カートリッジが利用されています。

このように微量分析のための多くの分析手法が考案され、試料前処理技術とカラムの高性能化、GC/MSの高感度化・高機能化が進んで、大変、高度な分析手法へと発展してきました。

今後はGCとLCを組み合わせた分析法や、自動試料前処理装置など周辺の技術を含めて開発が進められ、分析対象も更に広がっていくものと思われます。ガスクロマトグラフはこれからも益々重要な分析法として、市場が広がるものと期待し今後の発展を願っております。

1]ガスクロマトグラフィーの将来性と今後の発展方向、西末雄他、(1971年3月)ガスクロ工業株式会社編

**MEMO**



《表彰講演》

(技術功績賞)

「クロマトグラフィーと歩んだ46年」

日本分析工業(株) 大栗 直毅

(奨励賞)

「GC 大量注入法の開発とその展開について」

(株)アイスティサイエンス 佐々野僚一

(研究功績賞)

“Preconcentration of PAHs in environmental samples and analysis with gas chromatography-mass spectrometry”

清華大学 林 金明



## クロマトグラフィーと歩んだ46年

日本分析工業(株) おおくりなおき 大栗直毅

### 1 はじめに <sup>1965</sup>

1963年大学を卒業とともに、分析装置製造会社の研究開発部に就職と同時に、演者の意志に関係なくクロマトグラフィーの開発業務に従事することになった。

当時の液体クロマトグラフは、アミノ酸分析計が主で柳本製作所、日立製作所等が市場を制覇している中で、開発に携わったのはイオン交換樹脂やシリカゲルをカラムとした反応熱検出器を装備したもので、開発直後は実用にはほど遠い装置であった。

また、当時の研究用ガスクロマトグラフ(GC)に関する市場は、国内では島津製作所及び柳本製作所が主流で、海外製品では、F & M, Wilkins, Parkin Elmerのものが多数輸入されている中、GCの開発は遅きに失した感が拭えず、市場では後陣を配する結果となってしまった。

その後、1965年に現在の会社を設立し、クロマトグラフィー分野で「世界に無い装置を開発しよう」を経営理念として、歩んできた。

### 2 クロマトグラフィー関連機器の開発

演者が直接、間接的に開発したクロマトグラフィー関連機器(部品)を列挙する。

(ボールド活字は液体クロマトグラフ関連機器を示す。)

**反応熱検出器**、GC、トリチウム線源ECD、FID、TCD、毛管充填カラム、キャピラリーカラム、充填カラム用機種変換コネクタ、キューリーポイント熱分解装置、TLC用キューリーポイント熱分解装置、自動キューリーポイント熱分解装置、キューリーポイントインジェクター、GPC、GPCカラム、紫外検出器、示差屈折検出器、フラクションコレクター、HPLC用ポンプ、リサイクル分取HPLC、分取LC用オートインジェクター、リピートインジェクター、バックフラッシュ型P&T装置、直通型P&T装置、燃焼ガス分析装置、ハードディスク用アウトガス捕集装置、ハードディスク用自動アウトガス分析装置、ウェハ用アウトガス捕集装置、FPD用アウトガス捕集装置などがあげられる。

開発した装置中には、開発時点のニーズに合わず市場に受入れられないまま姿を消してしまった装置が多い。開発が早すぎて売れない場合もあれば、遅れて開発した商品の場合、いつまでたっても後陣を配する結果となることが多い。

分析装置開発に限らず、新商品開発は時勢に合った商品をタイムリーに上市することが肝要である。

### 3 キューリーポイント加熱技術の分析装置への応用

キューリーポイント加熱法について説明すると、20世紀の初め、Pierre Curieの研究によって、鉄などの強磁性体をそれぞれある固有の温度に上昇させると、強磁性が消失して常磁性体に変化することが発見された。

その後、キューリーポイントに着目したW. Simonらは1965年この原理を応用したキューリーポイント加熱法によるPy-GC用の熱分解装置を開発し報告している。直径0.5 mmの強磁性体合金を各種作製し、それを誘導加熱すると短時間でキューリー点温度まで上昇させることができる画期的な熱分解装置である。

演者らはW. Simonらの報文にならい1969年にこの方式の熱分解装置を上市した。

W. Simonらの方法のワイヤではなく、そのまま試料を包込むことができるパイロヒールを使用する方法である。各種パイロヒールを作製したことによって、キューリーポイント加熱技術の用途が拡大された。

現在では、160~1,140℃の加熱が可能で、この技術が次の分析装置に応用されている。

キューリーポイント熱分解装置、MS用キューリーポイント熱分解装置、自動キューリーポイント熱分解装置、キューリーポイントインジェクター、P&T装置、燃焼ガス分析装置。

## GC 大量注入法の開発とその展開について

株式会社アイステイサイエンス

佐々野僚一

ガスクロマトグラフにおいて従来 1~2 $\mu$ L しか注入できない手法から大量注入が可能になることでいろいろな可能性や展開が広がるのがこれまでに報告されてきた。我々は胃袋型インサートの発明により、試料を液体状態でインサート内に保持することができるため、条件設定が容易な安定した大量注入法を開発することに成功した。

### 胃袋型インサートを用いた大量注入方法の種類

- ・ワンインジェクション
- ・マルチインジェクション
- ・スピードコントロールインジェクション（大型シリンジ、ポンプ）
- ・胃袋型インサート+プレカラム溶媒排出法との組み合わせによる大量注入法
- ・誘導体化注入法

### 大量注入法の利点

#### 1. 感度向上

##### 1.1. 微量成分の高感度分析

従来 1 $\mu$ L 注入に対し、100 $\mu$ L 注入すれば、容易に感度を 100 倍向上することができる。今まで、難しいと思っていた微量成分の高感度分析が注入量を変えることで容易に可能となる。

##### 1.2. MS の SIM 法から SCAN 法へ

大量注入法の感度向上を利用して、SIM 法から SCAN 法へ変更可能となる。SCAN 法により、定量のみならず定性まで行えるため分析に対する信頼性が向上する。また、残留農薬分析のような 300 種を超える多成分の測定を行う場合、SIM 法では数回に分けて測定しなければならないが、SCAN 法ではワンインジェクションで分析ができる。解析においても測定後に定量イオンを自由に変更できるため、再測定の必要が少ない。

##### 1.3. LVI-GC/MS/MS

大量注入法と GC/MS/MS を組み合わせることで選択性の高い高感度な分析が可能となる。通常夾雑物が多い試料では大量注入しても夾雑ピーク (N) も対象ピーク (S) と同様に大きくなるためその感度 (S/N 比) 向上という点では期待が薄れるが、MS/MS の選択性と組み合わせることで N を小さくして S を大きくできるため大幅な感度向上が期待できる。これは LVI-GC-GC や LVI-GC  $\times$  GC も同様のことが言える。

#### 2. 前処理の迅速化および簡易化

2.1. 試料量の少量化排水中ダイオキシン分析などのような大量の試料量を必要とする分析では、大量注入法を用いることで試料量を従来の 1/20~1/100 に減らすことができるため、前処理を迅速かつ簡易に行うことが可能となる。

2.2. 濃縮操作の省略化

本大量注入はインサートの中で濃縮を行うために、エバポレーターや窒素パージによる濃縮操作の前処理工程を省略することが可能である。

### 2.3. 固相抽出法を用いた前処理時間の短縮

水中農薬分析の前処理に大量注入法を応用すれば、試料量を少量化することで通水時間が短くできる。そして、固相充填量の少量化に伴い、乾燥時間の短縮化や溶出量の少量化が図れるため、溶出と同時に定容を行え、総合的に前処理時間を大幅に短縮することが可能となる。

### 2.4. 前処理装置の自動化へ

試料量を少量化したり、自動化しにくい濃縮操作を省けることで、コンパクトな自動前処理装置の開発が可能となる。例えば、従来、分液ロートで液液分配後有機層をエバポレーターで濃縮して定容を行っている前処理の場合、多機能型オートサンプラーと大量注入法を組み合わせることで、バイアル中で液液分配し、その有機層の一部を GC へ大量注入することで従来の前処理の自動化が可能となる。

### 2.5. 採取量が限られているサンプルへの応用

マウスなどの動物実験などのような限られた少量サンプルでも大量注入法を用いることで分析が可能となる。

## 3. ハイフネーション技術のインターフェースとして

大量注入を用いることで、前処理との連結やオンライン GC システムが可能となる。

### 3.1. 逆相 LC-SPE-GC システム

LC で分離した目的物質を分取し自動的に GC へ導入し分離分析するシステムである。逆相 HPLC を前処理として使用することで、大きな試料許容量と幅広い範囲の分離機能により、選択性の高いクリーンアップが行え、前処理の簡略化および省略化を図ることができる。従来のシステムの問題となっていたのが、LC からの分取量は 0.3~1mL で、全量を GC へ注入することが難しいことと LC からの分取液に GC が苦手とする水や極性の溶媒が大量に含まれていることである。この問題解決のため、演者らは LC と GC のインターフェースに固相抽出法を取り入れることで、LC からの分取液を GC へ注入可能な少量の溶媒へ転溶する技術を開発した。GC 大量注入により、その固相からの溶出液を直接 GC へ注入することにより、安定した連続した LC-GC 分析を高精度に行うことが可能となった。同様に、大量注入法を前処理機器と GC とのインターフェースとして活用することで、順相 LC-GC システム、GPC-GC システム、SPE-GC システムや SFC-GC システムへ応用することが可能である。

### 3.2. オンラインモニタリング分析

3.1. のようなシステムのサンプリングを現場から自動的に行えるようにすることで、24 時間体制でオンラインモニタリングも可能となる。

このように大量注入を用いることで、いろいろな可能性や展開が広がることが予想され、更に GC は発展していくと期待している。

1963. #P23  
84  
78 附下

## Preconcentration of PAHs in environmental samples and analysis with gas chromatography-mass spectrometry

Jin-Ming Lin

Department of Chemistry, Tsinghua University, Beijing 100084, China

E-mail: jmlin@mail.tsinghua.edu.cn

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are formed mainly by the incomplete combustion of fossil fuels and coal, petrochemical cracking processing[1,2]. A little of them existed would menace the environment and the health of human. Due to their well-known toxicity, many countries and environmental agencies had dawn some legislation for PAHs and also established some analytical method [3,4]. Moreover, the content of PAHs is very low in the environment because of their low solubility especially for the high molecular weight PAHs, thus preconcentration techniques are often required[5]. Good pretreatment method could guarantee the credible data towards the analysis of PAHs in complex environmental matrix. Furthermore, better pretreatment method could improve the sensitivity and reliability of analytical method. It's meaningful to develop the pretreatment method of PAHs in environmental samples and three different pretreatment methods will be reported. 1) A new method for the determination of PAHs in water samples was developed by continuous-flow microextraction (CFME) coupled with gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) [6]. In this experiment, 15mL sample solution with no salt-added was flowed at the rate of 1.0mL min<sup>-1</sup> through 3μL benzene as extraction solvent. Under the optimal extraction conditions, the developed method was found to yield a linear calibration curve in the concentration range from 0.05 to 15ng mL<sup>-1</sup>. The results showed that CFME was an efficient preconcentration method for extraction of PAHs from spiked water samples. 2) Triacetyl modified silica gel as a sorbent coupled with GC-MS was developed to determine EPA prior 16 PAHs in water samples [7]. Various parameters of solid phase extraction such as organic modifier solvent, eluent, sample flow rate and volume were optimized. The developed method was found to yield good linear calibration curve and limits of detection were in the range of 0.002~0.2 ng mL<sup>-1</sup>. C30-bonded silica was proved to be an efficient sorbent for extraction of high molecular weight PAHs. 3) The monodisperse magnetic C18 microspheres were prepared and applied to the preconcentration of PAHs in water. The magnetic C18 microspheres needn't be packed into the SPE cartridges like traditional solid phase extraction but be simply added into a beaker and a rapid separation process could be conveniently realized by applying an external magnetic field. Magnetic microspheres were synthesized by a solvothermal reduction method. Based on the syntheses of the monodisperse magnetic ferrite microsphere, silanization and bonding with trichloro(octadecyl)silane were followed and functionalized. Monodisperse magnetic C18 microspheres with a magnetic saturation value as high as 59 emu g<sup>-1</sup> were prepared successfully and were easy to manipulate under a magnet and achieve possibly automation and high-throughput for the separation. The novelty material was applied to preconcentration the six PAHs which can be determined by CG-MS.

### References

- 1) Y. Liu, L. Liu, J.-M. Lin, N. Tang, K. Hayakawa, *China Particology*, 2006, 4(6), 283-292.
- 2) X.-Y. Yang, Y. Okada, N. Tang, S. Matsunaga, K. Tamura, J.-M. Lin, T. Kameda, A. Toriba, K. Hayakawa, *Atmospheric Environment*, 2007, 41(13), 2710-2718.
- 3) L. Liu, Y. Liu, J.-M. Lin, N. Tang, K. Hayakawa, T. Maeda, *J. Environ. Sci.*, 2007, 19, 1-11.
- 4) K. Li, H. Li, T. Maeda, J.-M. Lin, *J. Chromatogr. A*, 2007, 1154, 74-80.
- 5) L. Liu, Y. Hashi, M. Liu, Y. Wei, J.-M. Lin, *Anal. Sci.*, 2007, 23, 667-671.
- 6) Y. Liu, Y. Hashi, J.-M. Lin, *Anal. Chim. Acta*, 2007, 585, 294-299.
- 7) Y. Liu, H. Li, J.-M. Lin, *Talanta*, 2008, in press.

《廣告》





# ガスクロ自由自在 Q&A

日本分析化学会ガスクロマトグラフィー研究懇談会 編

保母敏行・古野正浩 監修

## 分離・検出編



B5・224頁 定価3,360円  
ISBN 978-4-621-07874-7

ガスクロマトグラフィー(GC)で分離するにあたって必要な基礎的事項、たとえばカラムの種類や特徴、パックドカラムとキャピラリーカラムの利点、欠点、カラムの洗浄といったことから、分離が確実に行われたどうか確認するための定量・データ処理操作、たとえばTCD、TID、FID、ECDといったさまざまな検出器の原理や取り扱い方、管理の仕方まで、GCのコツ、トラブルの原因や対策、対処法などをQ&A形式で簡潔に解説した実用書。ガスクロを自由自在に扱えるようになるための疑問に、ガスクロの達人がわかりやすく回答する。

## 準備・試料導入編



B5・206頁 定価3,360円  
ISBN 978-4-621-07873-0

ガスクロマトグラフィー(GC)について、その歴史から実際に操作するにあたっての配管や接続といった基礎的な注意事項、試薬の特徴や選びかた、気体試料の採取のしかたやさまざまな定量法の原理やコツ、トラブルの原因や対策、対処法などをQ&A形式で簡潔に解説した実用書。GC初心者・ベテランにかかわらず、実験をはじめ前の予習として、また、実験をする際の参考書として、そばにおいて活用できる一冊。

## ちょっと詳しい液クロのコツ 中村 洋 監修

実際に高速液体クロマトグラフィー(HPLC)を使用するにあたって、さらに上手に使いこなすためのコツやノウハウを満載した実用書。

**前処理編** B5・186頁 定価2,993円 ISBN 978-4-621-07745-0

本書では、HPLCにおける正確かつ効率的な測定を行うための前処理法を“基本的な前処理技術”、“新しい前処理技術”、“HPLCに基づく前処理技術”に分け、その原理や特徴、利点や注意点など実験をする上で知っておくべき事項を、第一線で活躍する分析化学者たちが“前処理のコツ”を惜しみなく解説。

**分離編** B5・210頁 定価3,098円 ISBN 978-4-621-07832-7

分離手法の進歩により分離モードの選択肢は大きく広がっている。本書では、分析種にもっとも適した分離モードを選択する際に役立つ情報と分離を行う際のコツを、第一線で活躍する分析化学者たちが惜しみなく解説。本書をもとに自分流の“分離のコツ”を体得。

**検出編** B5・174頁 定価2,993円 ISBN 978-4-621-07746-7

本書では、HPLCで使用されている検出法に焦点をあて、検出器の測定原理、長所、短所、操作における注意事項、扱い方など、第一線で活躍する分析化学者たちが“検出のコツ”を惜しみなく解説。

## 液クロを上手につかうコツ 誰も教えてくれないノウハウ

中村 洋 監修 B5・220頁 定価2,993円 ISBN 978-4-621-07453-4

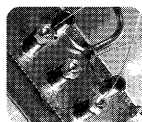
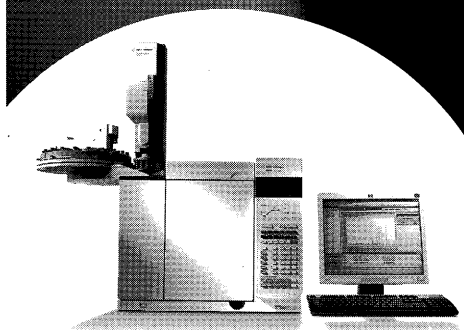
高速液体クロマトグラフィー(HPLC)は、誰にも使える機器分析法として世界中に普及しており、特に実験科学の分野では最もポピュラーな分析法である。そのため誰がやってもうまくいくような錯覚に陥りがちであるが、いざ実際の試料を分析する段になると意外に難しいものである。本書では、試料の前処理のしかた、試薬や溶媒の選び方、分離のしかた、検出器の使い方など、HPLCに関わる職人的なコツをわかりやすくまとめたものである。

**丸善** [出版事業部] 〒103-8244 東京都中央区日本橋 3-9-2 営業部TEL(03)3272-0521 FAX(03)3272-0693  
<http://pub.maruzen.co.jp/>

Our measure is your success.

All the Elements for  
Perfect Chemistry

NEW  
Agilent 7890A GC  
AgilentのGCを超えるのは、AgilentのGC。



常に世界のGC分野をリードし続けてきたアジレント・テクノロジーから、  
先進のガスクロマトグラフNEW Agilent 7890Aの登場です。

優れた柔軟性、信頼性、パフォーマンスを發揮し、さまざまな注入口、  
検出器、資料導入装置に対応する全自動システムが、  
あなたのラボに変革をもたらし、成功を導くに違いありません。

#### 主な特長

##### □キャピラリーフロー・テクノロジー

GCオープン内で、再現性よく勝つ正確に流量をコントロールし、  
分析時間の短縮、より美しいクロマトグラム、ランニングコストの削減を実現。

##### □リアルタイム・ラボ・マネージャー

ラボ診断ソフトウェアにより1台のPCで複数のGC、GC/MSを  
リアルタイムでモニタリング。消耗部品の交換時期を自動的に表示し、  
機器の稼働時間が大幅に向上します。

【お問い合わせ窓口】

アジレント・テクノロジー株式会社

TEL.0120-477-111 / FAX.0120-565-154

本社 〒192-8510 東京都八王子市高倉町9-1

[www.agilent.com/chem/GC7890A.jp](http://www.agilent.com/chem/GC7890A.jp)

©Agilent Technologies, Inc. 2008



Agilent Technologies

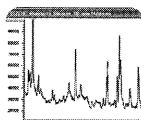
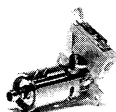
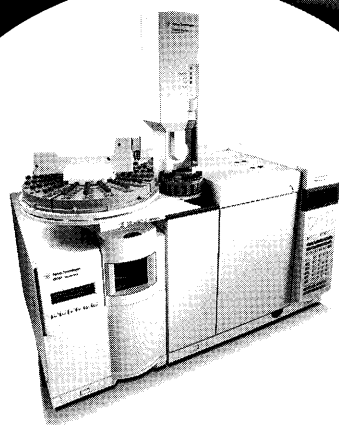
Our measure is your success.

Agilent Technologies  
5975C inert XL MSD

HIGH VACUUM PUMP OFF  
VENT IN PROGRESS

7890A

## NEW Agilent 5975C シリーズ GC/MSD



【お問い合わせ窓口】

アジレント・テクノロジー 株式会社

TEL.0120-477-1111 / FAX.0120-565-154

本社 〒192-8510 東京都八王子市高倉町9-1

[www.agilent.com/chem/GC7890A.jp](http://www.agilent.com/chem/GC7890A.jp)

© Agilent Technologies, Inc. 2008

New GC Agilent 7890Aに完全対応した

Agilent 5975C GC/MSD。

新しいGC同様、革新的なテクノロジーの導入により、

あなたの分析結果とラボの生産性は格段に向上するでしょう。

お客様が現在、そして将来にわたる理想のラボを考えるなら、

迷わずアジレントのGC/MSDシステムをお選びすることをお勧めします。

### 主な特長

新しいAgilent 7890A GCに完全対応

キャピラリーフロー・テクノロジー対応

イオン源は350℃まで

Trace ion detection: トレース(微量)イオン検出

さらなる高感度化: OFN 1pg/uL S/N 200:1



**Agilent Technologies**

## 試料前処理の新しい形

シリンジニードル一体型固相カートリッジ

# MEPS MICRO EXTRACTION BY PACKED SORBENT

MEPS とは・・・

新しいサンプルハンドリング法を採用したの固相抽出前処理法です。

固相カートリッジとシリンジニードルが一体となっており、通常の固相抽出と同じ前処理を短時間で行うことが可能です。また多機能型オートサンプラーと組み合わせることにより前処理から GC や LC 装置への導入までの操作をオンラインで行うことが可能です。



ニードル一体型 固相カートリッジ

### MEPS の特徴

- 前処理時間の短縮が可能(従来の固相抽出時間20min → MEPS抽出時間1min)
- 大幅なサンプル処理量の増加 (SPMEの20倍、SPEの40倍、SBSEの100倍の処理量)
- オートサンプラーの使用によるオートメーションでの抽出および注入
- 一つのカートリッジで40~100検体の処理が可能

### MEPS 固相カートリッジ

種類：・ 逆相（無極性）

C18（オクタデシル，45 $\mu$ m，60 Å）

C8（オクチル，45 $\mu$ m，60 Å）

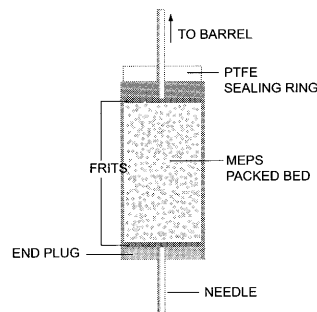
C2（エチル，45 $\mu$ m，60 Å）

・ 順相（極性）

Silica（シリカゲル，45 $\mu$ m，60 Å）

・ 陽イオン交換相

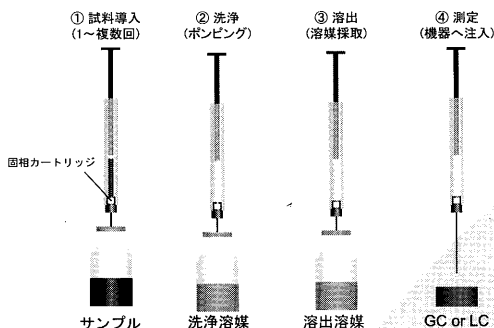
C8 + SCX（ベンゼンスルホン酸，45 $\mu$ m，60 Å）



MEPS固相カートリッジ 構造

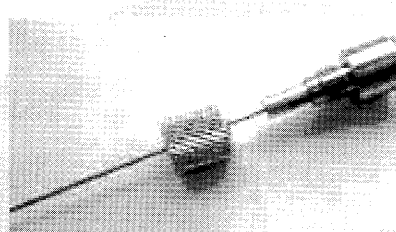
### MEPS の基本操作方法

MEPSは下記の図に示すように試料抽出から試料導入までの操作を可能にしています。従来の抽出法と比べ試料の前処理から測定までに費やす時間を大幅に減らします。



### MEPS カートリッジの交換

MEPS用シリンジはフロントフランジ部分にハウジング加工を施し、ロッキングナットで締め付ける構造になっており、カートリッジの交換はナットを外すだけの簡単な作業で行えます。またMEPSカートリッジには固相の種類が容易に判別できるようにラベル付けをしています。



# SilTite™ 金属フェルール

The most exciting development in GC & GC-MS ferrules

SilTite™金属フェルールは SGE 独自技術で GC&GC-MS 用として開発されており、従来のグラファイトベスペルフェルールに対して、耐熱性やリークの無いシールが可能であるなどの多くの利点があります。

GC-MS インターフェイス用 SilTite™金属フェルールは、各装置のインターフェイスにあわせて設計した専用フェルールと専用ナットで完全なシールが可能になっています。

## SilTite™金属フェルールの特徴

- 恒久的にリーク無しのシールが可能
- 昇降温による増し締めが不要
- 高温 / 高圧の条件の GC 分析に最適
- 酸素を透過しない
- 低ブリード
- 最高使用温度 450°C以上



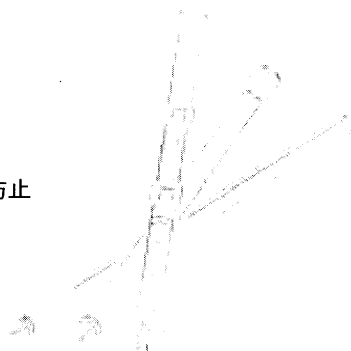
# GC Inlet Liner

GCインレットライナーについて考えてみませんか？

GC 分析において GC インレットライナーは試料を気化し、分析カラムに導入するという重要な役割を担っています。特に分析の再現性、ピーク形状、およびインレットライナー内での試料の分解や吸着にはインレットライナー形状、ガラスウールの量及び位置、不活性処理などの様々な要素があり、SGE の GC インレットライナーはそのような要素に対して最適なノウハウを取り入れています。

## SGE インレットライナーの特徴

- SGE 独自の不活性処理技術による優れた不活性度
- 豊富な製品ラインナップ  
(各メーカーの種々の GC 及びアプリケーションに対応)
- 優れた再現性の実現 (Focus Liner 等)
- ブリスターパックによる個別包装による使用時までの汚染防止



各製品の詳しい仕様、価格につきましてはエス・ジー・イー・ジャパンへお問い合わせください。



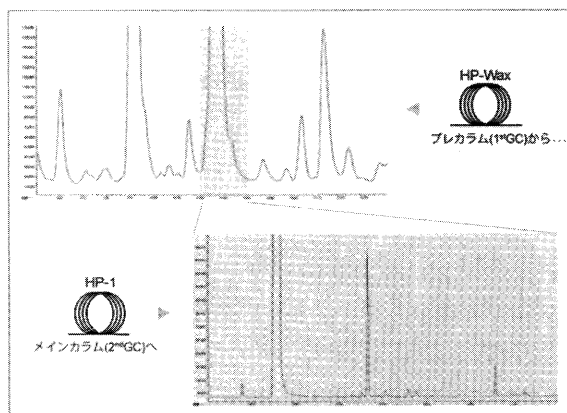
エス・ジー・イー・ジャパン株式会社  
〒231-0011 横浜市中区太田町6-85 RK CUBE 3F  
TEL: 045 222 2885 e-mail: japan@sge.com

# ゲステル発・2次元GCファミリーで 高分離/高感度分析を実現

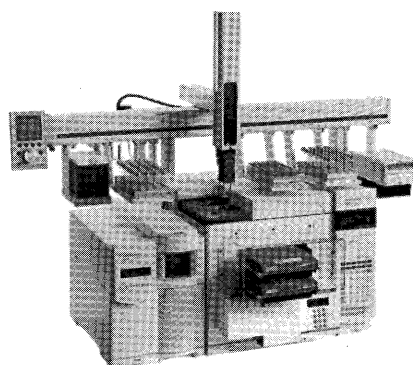


## LTM-2D-GC-MS

ハートカット2次元GC-MSシステム

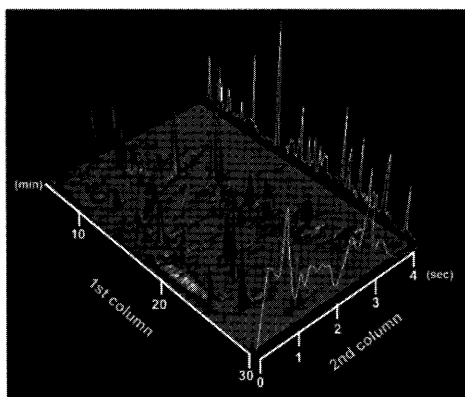


ハートカット2D LTM-GC - MSによるビール中の香気成分の分析



- ☆ 省スペース
- ☆ 1次元2次元切替GC-MSシステム  
(特許申請中)
- ☆ 分析時間の短縮
- ☆ GERSTEL ODPとの組み合わせ

**GCxGC** ZOEX KT2006



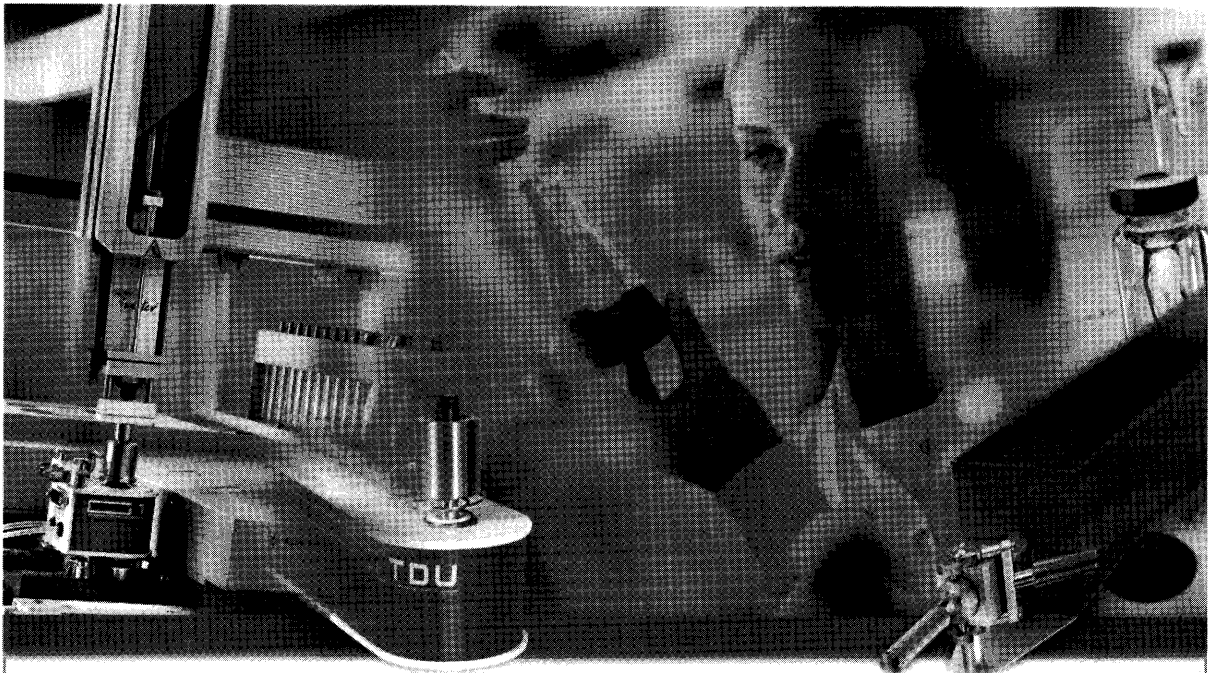
タール(x5000) 3次元クロマトグラム

- ★ 高分離
- ★ グループタイプ別分析
- ★ サンプルイメージング
- ★ 高感度

ゲステル株式会社 / GERSTEL K.K.

東京都目黒区中根2-13-18 第百生命都立大駅前ビル2F 〒152-0031  
TEL:03-5731-5321 e-mail:info@gerstel.co.jp

www.gerstel.co.jp

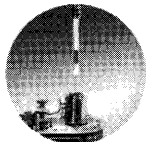


DHS  
Dynamic HeadSpace

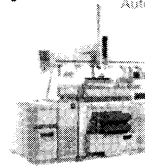
## ゲステルより 発信、発進、発新



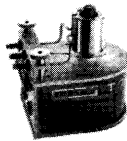
ALEX  
Automated Liner EXchange



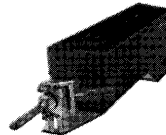
ATEX  
Automated Tube EXchange



LTM-2D-GC-MS  
Heart Cut 2D LTM GC-MS System



GERSTEL TDU  
Thermal Desorption Unit



GERSTEL TDS  
Thermal Desorption System

## 前処理の扉を開けよう



**GERSTEL**

- ▶ Automation
- ▶ Miniaturization
- ▶ Solvent Free

ゲステル株式会社 / GERSTEL K.K.

東京都目黒区中根2-13-18 第百生命都立大駅前ビル2F 〒152-0031  
TEL:03-5731-5321 e-mail:info@gerstel.co.jp

[www.gerstel.co.jp](http://www.gerstel.co.jp)

# GC・GC/MSキャピラリーカラム InertCap Series InertCap® Pure-WAX

酸性物質の再現性を向上。塩基性物質の吸着を低減。

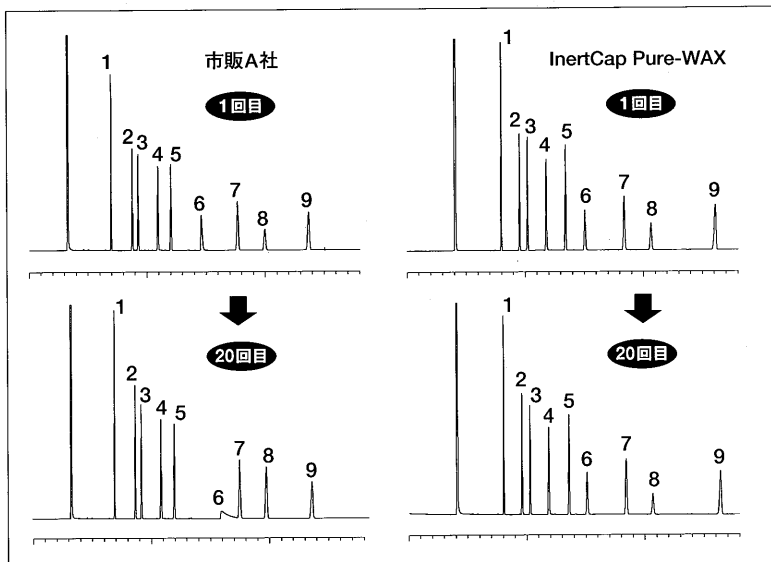
InertCap Pure-WAXは、液相に、Polyethylene Glycol(PEG)を使用したWAX系カラムです。新規内面処理技術により、従来のInertCap WAXより、優れた高不活性度を追及しました。また、酸性・塩基性サンプルにおいても保持時間の変動はありません。また、香料、アルコール、溶媒等の極性物質の分析に最適です。

## 酸性物質の変動比較

酸性物質(n-Hexanoic Acid)で20回連続分析を行いました。InertCap Pure-WAXは保持時間の変動なく、ピークのテーリングも起こらず、耐久性に優れています。

Column Temp :  
150°C (20min) → (10°C/min)  
→ 250°C (30min Hold)  
Injection Temp : 250°C  
Detector Temp : 250°C

1. n-Hexadecane
2. Dicyclohexylamine
3. Methyl-n-Undecanoate
4. 1-Decanol
5. n-Octadecane
6. n-Hexanoic Acid
7. 2,6-Dimethylphenol
8. 3,5-Dimethylaniline
9. n-Eicosane

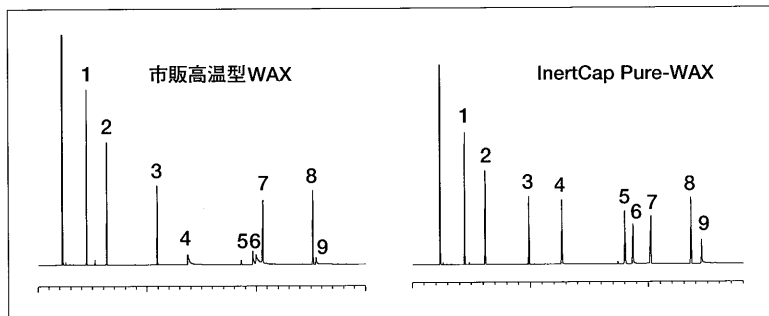


## 塩基性物質の吸着比較

塩基性物質においても、他社市販カラムに比べ、カラムへの吸着が少なく、テーリングを抑えることが可能です。

Column Temp : 60°C → 250°C (4°C/min)  
Injection Temp : 250°C  
Detector Temp : 250°C

1. n-Undecane
2. n-Dodecane
3. 4,6-Dimethylpyrimidine
4. 1-Aminooctane
5. N,N-Dicyclohexylamine
6. 1-Aminodecane
7. n-Heptadecane
8. 2,6-Dimethylaniline
9. 1-Aminododecane



※詳しい資料をご希望の方は下記問い合わせ先まで請求してください。資料請求No.GC0015



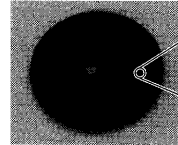
ジーエルサイエンス株式会社

本社 営業企画部  
〒163-1130 東京都新宿区西新宿6丁目22番1号 新宿スクエアタワー30F  
電話 03(5323)6611 FAX 03(5323)6622  
web ページ : <http://www.gls.co.jp/> E-mail: [info@glsc.co.jp](mailto:info@glsc.co.jp)

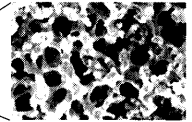


新発売

# シリカモノリス捕集剤 MonoTrap<sup>®</sup>



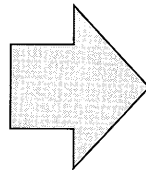
MonoTrap



断面図拡大写真  
(モノリス構造)

活性炭、ODS基、シリカの特性を併せ持つ新規吸着剤です。

取りたいときに、サンプリングしたい。  
季節のうちに一度に多検体を  
サンプリングしたい！

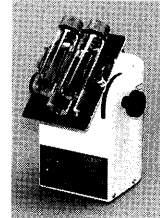


- 溶媒抽出で高感度分析
- 手軽で気軽なスクリーニング
- コンディショニングは要りません
- アイデア次第で様々なサンプリング(攪拌、HS…)

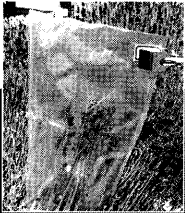
香気成分分析のお悩み、  
MonoTrapで解決しませんか？



水性試料の攪拌



HS



## ラベンダー香気成分のパッシブ法による 簡易濃縮分析例

試料

ラベンダー生花

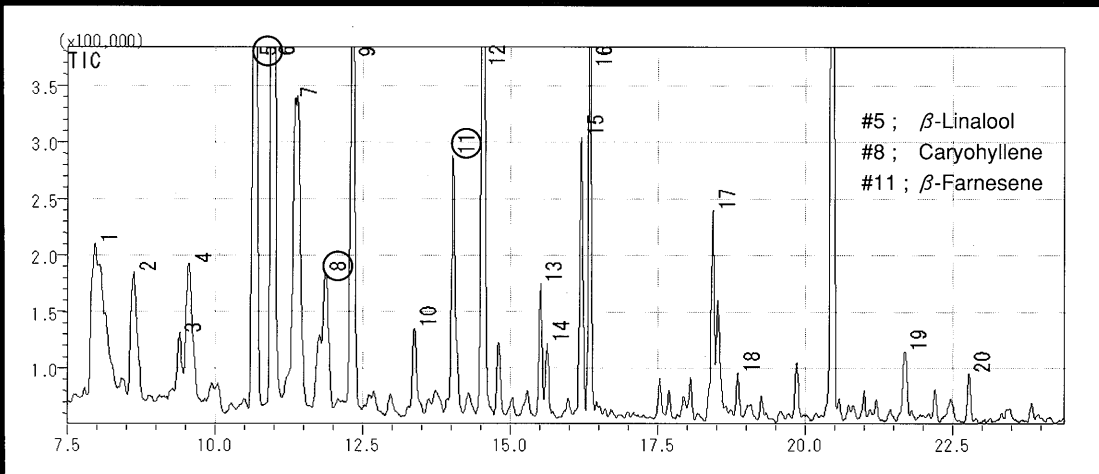
捕集(パッシブ)

MonoTrap<sup>™</sup> DCC18 1枚  
捕集時間 1時間

溶媒抽出

ジエチルエーテル 200 $\mu$ L  
超音波照射 5分

GC/MS



※詳しい資料をご希望の方は下記問い合わせ先まで請求してください。資料請求No.GC0017



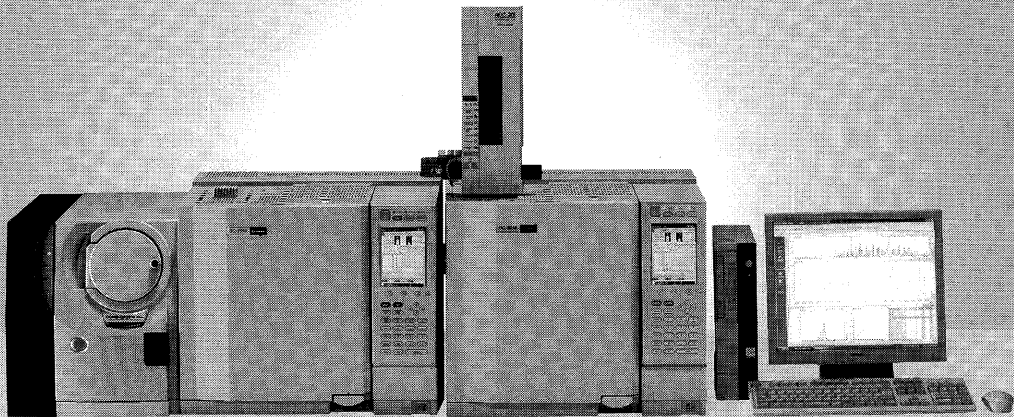
ジエールサイエンス株式会社

本社 営業企画部

〒163-1130 東京都新宿区西新宿6丁目22番1号 新宿スクエアタワー30F

電話 03(5323)6611 FAX 03(5323)6622

webページ: <http://www.gls.co.jp/> E-mail: [info@glsc.co.jp](mailto:info@glsc.co.jp)



Multi Dimensional GC/GCMS System

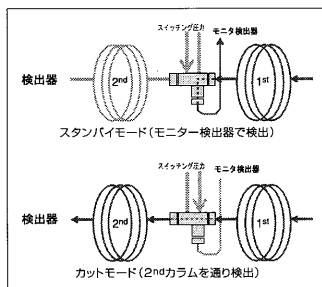
# MDGC/GCMS-2010シリーズ

島津マルチディメンショナルGC/GCMSシステム

最適化された高性能システム  
 新設計Multi Dean's Switch採用

優れた操作性で作業効率が向上  
 MDGC制御ソフトウェアMDGCsolutionにより  
 直観的に操作が可能。

優れたメンテナンス性  
 部品の交換が容易、通常のGC/GCMSへの切替が容易



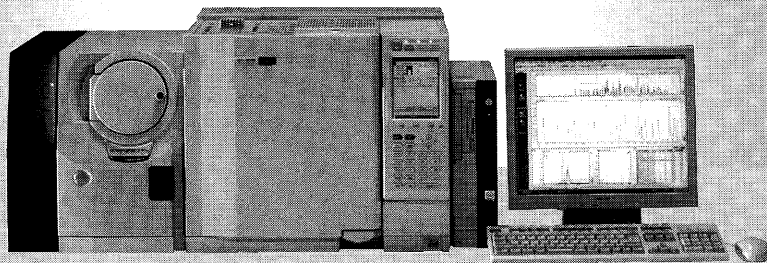
## MDGCとは

マルチディメンショナルGCは、特性の異なる2本のカラムを用いて分離を行うシステムで、最初に通過したカラム(1stカラム)で分離が不十分であった各成分のピーク群を別の種類のカラム(2ndカラム)に導入(ハートカット)するための仕組みを持っており、通常のシングルカラム分析では得られない高分離分析を可能にします。高精度デジタルフローコントローラに裏付けられた精密なフロースイッチング技術により、再現性の良いハートカット分析を実現しています。

株式会社 島津製作所 京都市中京区西ノ京桑原町1  
 分析計測事業部

■ 東京 (03) 3219-5685	■ 北関東 (048) 646-0081	■ 神戸 (078) 331-9665
■ 関西 (06) 6373-6556	■ 横浜 (045) 311-4615	■ 岡山 (086) 221-2511
■ 札幌 (011) 205-5500	■ 静岡 (054) 285-0124	■ 四国 (087) 823-6623
■ 東北 (022) 221-6231	■ 名古屋 (052) 565-7531	■ 広島 (082) 248-4312
■ 郡山 (024) 939-3790	■ 京都 (075) 823-1603	■ 九州 (092) 283-3334
■ つくば (029) 851-8515		

<http://www.an.shimadzu.co.jp>



Gas Chromatograph Mass Spectrometer

# GCMS-QP2010 Plus

島津ガスクロマトグラフ質量分析計

## パフォーマンス

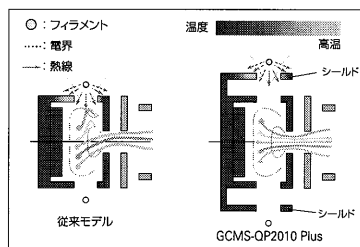
卓越した微量成分検出技術と、幅広い応用範囲

## ソフトウェア

高性能をアシストする先進のワークステーション

## ソリューション

多様化するアプリケーションへの対応



従来機種とのイオン源の構造の違い

## 微量成分の検出能力と分析の効率性を極めたGCMS

新設計イオン源により、輸送効率の高いイオン光学系とイオン源ボックスの温度均一を実現(特許申請中)。

更なる高感度と安定性に優れた微量成分測定技術を提供します。

また、極微量定量とマススペクトルの同時測定が可能なFASST法(スキャン/SIM法)により、応用範囲を広げ、更なる高速化と作業効率向上が実現します。

株式会社 島津製作所 京都市中京区西ノ京桑原町1  
 分析計測事業部

■ 東京 (03) 3219-5685	■ 北関東 (048) 646-0081	■ 神戸 (078) 331-9665
■ 関西 (06) 6373-6556	■ 横浜 (045) 311-4615	■ 岡山 (086) 221-2511
■ 札幌 (011) 205-5500	■ 静岡 (054) 285-0124	■ 四国 (087) 823-6623
■ 東北 (022) 221-6231	■ 名古屋 (052) 565-7531	■ 広島 (082) 248-4312
■ 郡山 (024) 939-3790	■ 京都 (075) 823-1603	■ 九州 (092) 283-3334
■ つくば (029) 851-8515		

<http://www.an.shimadzu.co.jp>

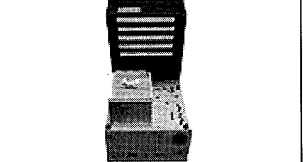
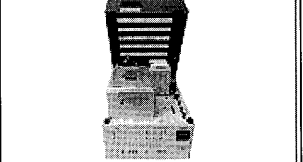
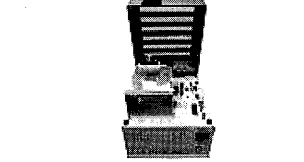
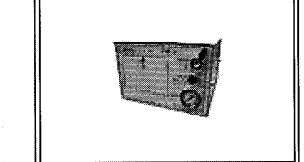
# ガスクロマトグラフ

多種類の注入口、検出器の組み合わせで、目的に合ったカスタム GC を構築できます。  
各 GC には PeakSimple 装置制御・データ解析ソフトが搭載されており  
RS-232C あるいは USB で Windows PC で処理できます。

## 使用目的別カスタム GC

						
<u>FID GC</u> 一般的な炭化水素分析	<u>Narrow Bore Capillary FID GC</u> 難揮発性物質	<u>CryoSulfur GC</u> ガス・大気中の微量硫化物分析	<u>Greenhouse Gas GC</u> メタン 炭酸ガス 酸化窒素	<u>DGA GC</u> 水及びその他の液体に溶け込んだガス分析	<u>TOGA GC</u> トランスオイルに溶け込んだガスの分析	<u>Multiple Gas Analyzer #1</u> 永久ガスおよび軽炭化水素
						
<u>Multiple Gas Analyzer #2</u> 永久ガス～C20の炭化水素 f	<u>Multiple Gas Analyzer + Sulfur</u> H2S, SO2, 永久ガス C1-C20	<u>BTU Gas Analyzer</u> 天然ガスの組成分析	<u>Method 25 GC</u> EPA 手法 25 メタン/ 非メタン HCs	<u>Mud-Logging GC</u> 総炭化水素及び C1-C6 の個別分析	<u>Environmental &amp; BTEX GCs</u> EPA 8000 シリーズ手法全般	<u>TO-14 Air Monitoring GC</u> EPA 大気モニタリング手法
						
<u>PCB GC</u> 土壤中の PCB 類	<u>Geoprobe GC</u> VOC 類の連続分析	<u>Explosives GC</u> 原野に於ける爆発性ガス ニトロ芳香族 ニトリン	<u>HRVOC GC</u> エチレン、プロピレン、1,3-ブタジエン、ブタン	<u>Tunable Column Selectivity GC</u> 2種類のカラムを個別に制御出来るマルチカム GC	<u>Rack Mount Mud-Logging GC</u> 標準的 19" ラック	<u>310 Soil Gas GC</u> 土壌汚染調査 土壌、土壌ガス 地下水分析

## 廉価な実習教育用 GC

			
<u>Gasless Educational CCD GC</u> 触媒酸化検出器を搭載した分離学実習教育用 GC	<u>Educational TCD GC</u> 熱伝導度検出器を搭載した産業標準規格に合ったデモ用装置	<u>Educational FID GC</u> 学位論文、研究学生用 FID 検出器搭載の基本仕様 GC	<u>Educational HPLC</u> 液体クロマトグラフィー教育用基本仕様 HPLC

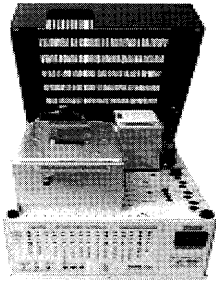


テクノインターナショナル株式会社

# ～代表的なガスクロシシステムのご紹介～

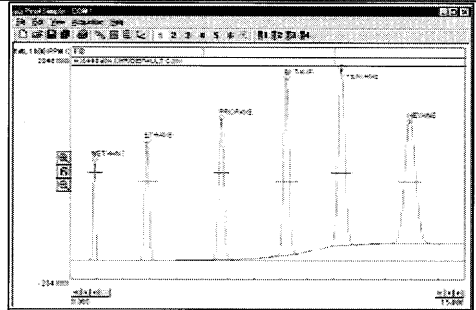
## 教育実習用GC

## Educational FID GC



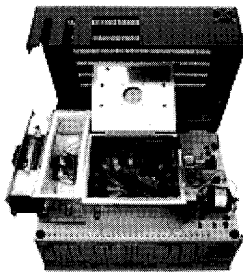
- ・FID検出器
- ・TCD検出器
- ・キャピラリーカラム
- ・パックドカラム(ガラス、ステンレス)

装置内部構造まで目視確認できます。  
コネクター等、全て市販のスウェージロックを  
使用していますので交換も容易です。



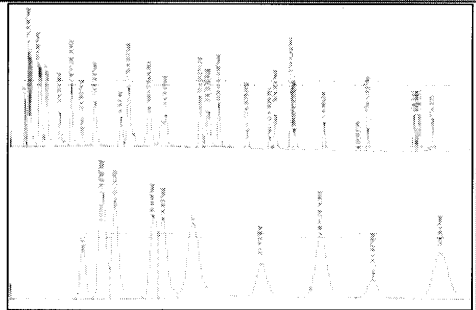
## 環境分析GC

## TO-14 Air Monitoring GC



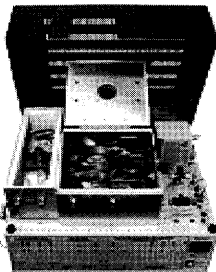
- ・パージ&トラップ(二重トラップ)
- ・PID,FID-DELCD検出器
- ・サンプリングポンプ
- ・FID,DELCD用エアークロムポンプ

大気・水質・土壌のいずれの分野にも応用  
できます。サンプリングポンプを変更する  
ことで、完全自動運転も可能です。



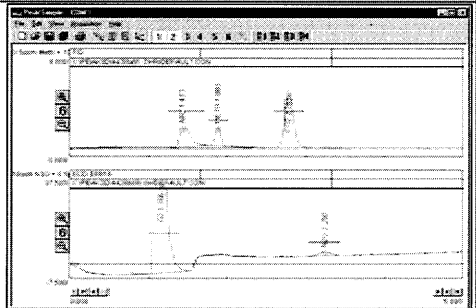
## 温室効果ガス分析GC

## Greenhouse Gas GC



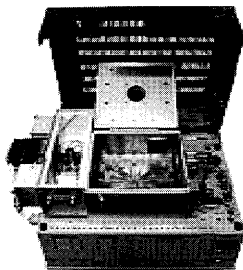
- ・ECD検出器
- ・FID-メタナイザー検出器
- ・プレカラム付デュアルパックドカラム
- ・10ポート ガスサンプリングバルブ

メタナイザー-JetをFID検出器ボディに  
差換えるだけでCo、Co<sub>2</sub>をメタンとして検出  
しますので、極微量レベルで定量できます。



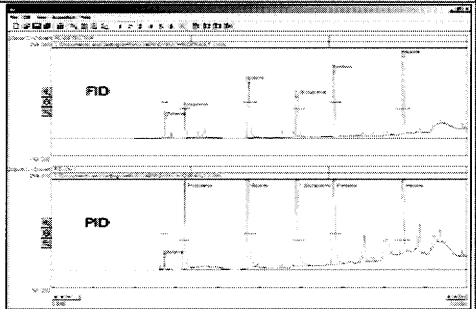
## 高反応揮発性有機物分析GC

## HRVOC GC



- ・試料ドライヤー
- ・クライオクール ペリチュアートラップ
- ・10ポート ガスサンプリングポンプ
- ・FID,PID検出器
- ・オンライン 液体メンブラン  
サンプラー/スパージャー

冷却トラップは-15℃、過熱脱離は200℃まで  
可能です。微量物質は浸透膜を利用して  
捕集、濃縮します。



テクノインターナショナル  
株式会社

〒168-0064東京都杉並区永福4-19-6

TEL : 03-5376-0030

FAX : 03-5376-1999

<http://www.technointer.com>

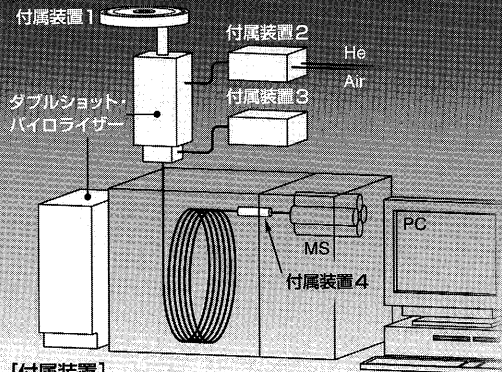
PC制御のダブルショット・パイロライザー<sup>®</sup>とオートサンプラー

# 未知高分子材料の分析に強力な戦力

## 多機能／高性能・高信頼性のダブルショット・パイロライザー<sup>®</sup> PY-2020iD

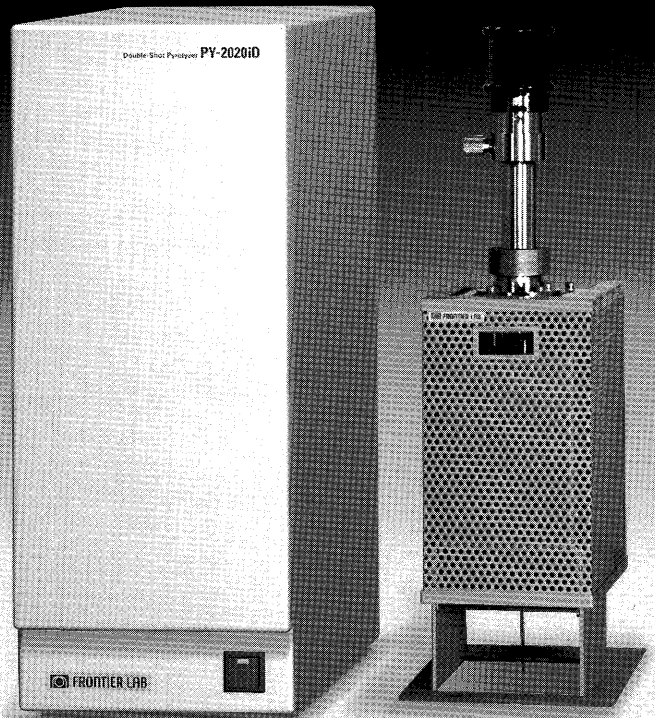
- 1つの装置で3種類の分析：  
瞬間熱分解GC／熱脱着・熱分解GC／発生ガス分析
- 3つの優れた基本性能を保証：パイログラムの再現性／高極性成分の溶出／高沸点成分の溶出
- 操作性に優れた温度制御器：40～800℃（1℃毎設定）での昇温加熱・自動冷却制御／発生ガス分析などにおける各種付属装置の自動制御／温度校正機能など

### 【付属装置を含む構成例】



### 【付属装置】

- 1: オートショット・サンプラー (AS-1020シリーズ)  
最大48個までの連続した試料測定が可能
- 2: 雰囲気ガス切換え装置 (CGS-1050E)  
熱分解や発生ガス分析を空気雰囲気中でも実現
- 3: 選択的試料導入装置 (SS-1010E)  
発生ガス分析における任意の加熱温度区間の成分を分離カラムに導入することが可能
- 4: Vent-free GC/MSアダプター



### 新製品 | 数分内の迅速なカラム交換を可能とするPy-GC/MS用簡易インターフェース

## 【付属装置4】 Vent-free GC/MS アダプター

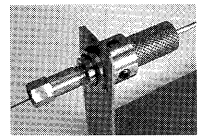
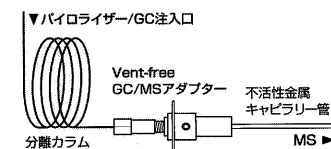
このVent-free GC/MSアダプターの流路図と写真の一部を右図に示します。これは高度不活性化処理を施した金属キャピラリー管(内径0.15mm、長さ50cm)の抵抗管とこのアダプターを介して分離カラムとMS検出器を接続することにより、作動中のMS検出器を大気開放することなく、分

離カラムの交換作業を可能としたGC/MS用の簡易インターフェースです。特にダブルショット・パイロライザーをご使用する場合に、Py-GC/MS分析用の分離カラムと発生ガス分析用キャピラリーチューブ(EGAチューブ)を分析の目的に応じて相互に交換する場合には威力を発揮します。

### 【特長】

- MS検出器を大気開放させることなく、分離カラムやEGAチューブの交換が可能となるため、作業時間が大幅に短縮されます。
- Vent-free GC/MSアダプターの取付けは、お客様自身で容易に可能です。
- 適用機種：四重極GC/MS、最高使用温度：400℃

### 【分離カラムとVent-free GC/MSアダプターの接続図】



▲ Vent-free GC/MSアダプター



フロンティア・ラボ 株式会社

〒963-8862 福島県郡山市菜根1-8-14

TEL: (024)935-5100 FAX: (024)935-5102 <http://www.frontier-lab.com/>

多機能の熱分解装置と金属キャピラリーカラムの開発・製品化に専念して、洗練された製品をお届けしています。

超高温でも安定な低ブリードの  
GC用金属キャピラリーカラム

# Ultra ALLOY<sup>®</sup>

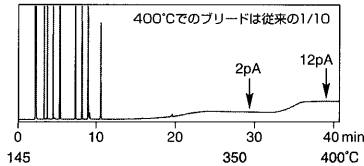
新開発の固定相液体とその架橋法により、従来より不活性で、高温でも超安定な金属キャピラリーカラム(MS/HT)の製品化に成功しました。高温でのブリードは、従来の弊社カラムの1/10と小さくなり、

さらに不活性さも向上し特にGC/MSで威力を発揮します。この中でUA-SIMDIS(HT)は超高温GC蒸留分析用カラム、UA-PBDEは臭素系難燃剤分析専用カラムです。

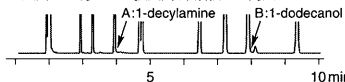
カラム名	固定相液体	膜厚(μm)	長さ(m)	内径(mm)	Max.Prog.Temp(°C)
UA-1 (MS/HT)	100% dimethylpolysiloxane (PDMS)	0.1 / 0.25 / (0.5)	15 / 30	0.25	450 (420:0.5μm)
UA-5 (MS/HT)	5% diphenyl PDMS	0.1 / 0.25 / (0.5)	15 / 30	0.25	430 (420:0.5μm)
UA-SIMDIS (HT)	100% dimethylpolysiloxane	0.1	5 / 10	0.53	450
UA-PBDE	100% dimethylpolysiloxane	0.05	15	0.25	380

■ UA-1 (MS/HT)の高度不活性さと低ブリード

■ UA-1 (MS/HT), 30m, 0.25mm i.d., 0.25μm film  
Oven Temp: 145°C ⇒ 350°C ⇒ 400°C

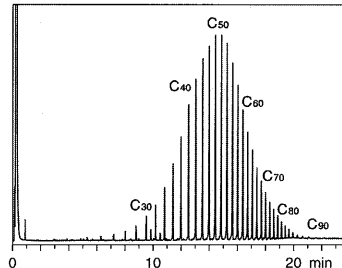


■ 上図の10分までの拡大図(不活性さも向上)



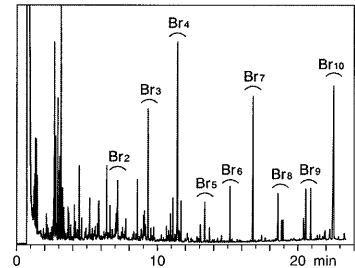
■ UA-SIMDIS (HT) 5mカラムを用いた Polywax 655の分析例

■ Oven Temp: 40°C-20°C/min-430°C



■ UA-PBDEカラムを用いた Polybromodiphenylether (PBDEs)の分析例

■ Oven Temp: 100°C-10°C/min-320°C



フロンティア・ラボ 株式会社

〒963-8862 福島県郡山市菜根1-8-14

TEL:(024)935-5100 FAX:(024)935-5102 http://www.frontier-lab.com/

多機能の熱分解装置と金属キャピラリーカラムの開発・製品化に専念して、洗練された製品をお届けしています。

水中や空気中の微量有機物や個体・液体のヘッドスペース  
などの分析にとっても重宝です 固相抽出素子

# Magic Chemisorber<sup>®</sup>

■ 迅速・簡便 かつ低コストで、液体あるいは気体試料中の微量成分の分析。

■ 抽出素子はGC分析中に自動的にクリーニングされるため、次の分析に直ぐ使用が可能。溶媒浸漬による容易クリーニングも可能。

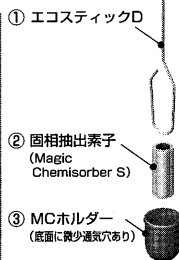
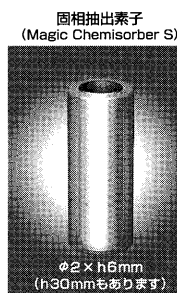
■ 環境分析, 食品分析, 臨床分析などに最適。

【使用方法】

最初に素子②を試料中に浸漬して攪拌・攪拌により目的成分を抽出します。その後スティック①をホルダー③に挿入し、その中に素子②を入れて、ダブルショット・パイロライザー<sup>®</sup>加熱炉内を導入後に熱脱着させ、その成分をGCカラムを用いて分析します。

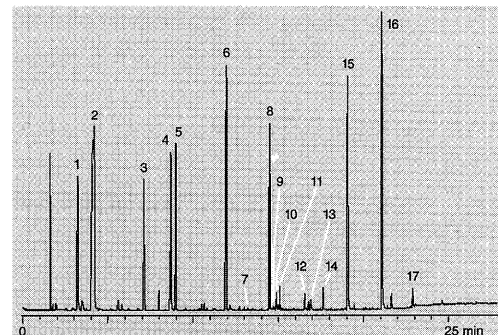
【仕様】

ジメチルポリシロキサン<sup>®</sup>の厚さ約500μmをチタン中空管外面に化学結合させた素子(再使用可能・推奨最高使用温度: 300°C) その他の部品: 不活性化処理済み



【Magic Chemisorber Sを用いた赤ワインの分析例】

熱脱着: ダブルショット・パイロライザーを用い、熱脱着温度は100-250°C(15min保持, 20°C/min)で、熱脱着時には揮発成分をカラム入口部にマイクロジェットクライオトラップ装置で捕集。分離カラム: Ultra ALLOY 金属キャピラリーカラム (PEG20M, 長さ30m, 内径0.25mm, 膜厚0.25μm), He: 1ml/min, スプリット比: 1/5. GCオープン温度: 40°C(3min)-250°C(10°C/min)



1: Ethyl acetate, 2: Ethanol, 3: Isoamyl acetate, 4: Isoamyl alcohol, 5: Ethyl hexanoate, 6: Ethyl octanoate, 7: Vitispirane, 8: Ethyl decanoate, 9: Ethyl Benzoate, 10: Diethyl succinate, 11: Ethyl 9-decanoate, 12: Phenethyl acetate, 13: Ethyl dodecanoate, 14: Phenylethyl alcohol, 15: Octanoic acid, 16: Decanoic acid, 17: Dodecanoic acid



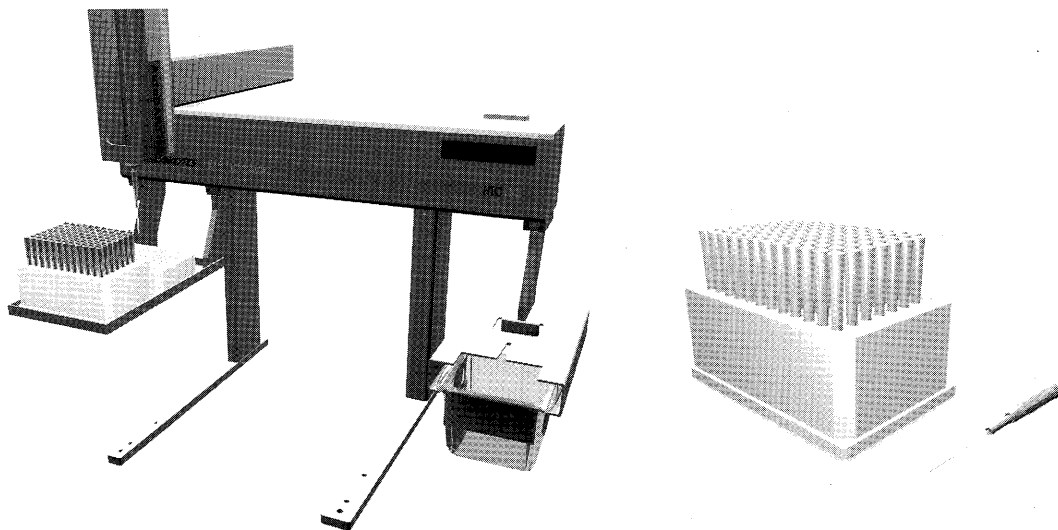
フロンティア・ラボ 株式会社

〒963-8862 福島県郡山市菜根1-8-14

TEL:(024)935-5100 FAX:(024)935-5102 http://www.frontier-lab.com/

多機能の熱分解装置と金属キャピラリーカラムの開発・製品化に専念して、洗練された製品をお届けしています。

# DART™ PAL オートサンプラー with DIP-it™



DART イオンソースに PAL オートサンプラーを組み込むことにより  
再現性を確保しながらさらにハイスループット化

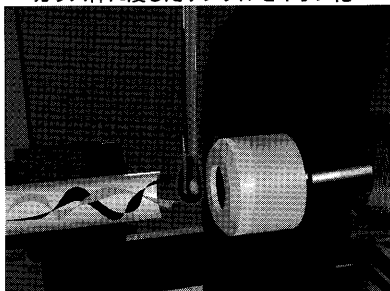
プラスチックピペットチップとガラスロッドを組み合わせた  
DIPit™ Samplers により、96 ウェルプレートからのサンプルピックアップ

CTC PAL で DIPit™ チップピックアップ、サンプリング、  
イオン化部への移動、チップ廃棄を全自動化

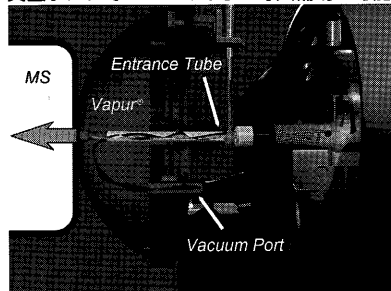
複雑なサンプルでも SPME や固相抽出オプションで前処理を自動化

イーエムアールは常に秒単位でのスループット向上を求め続けます

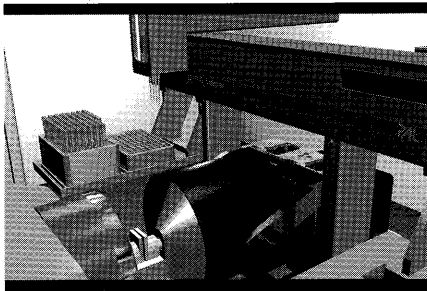
ガラス棒に浸したサンプルをイオン化



真空ポンプで MS へのイオン導入補助も可能



PAL で無限の可能性 (SPME、固相抽出、TLC)



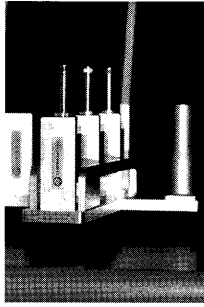


# DART™ PAL オプション

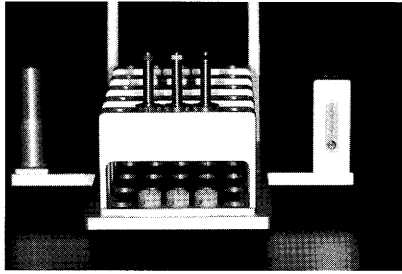
TLC プレート自動化オプション開発中  
お客様からのご提案・ご要望もお聞きます!

SPME-DART

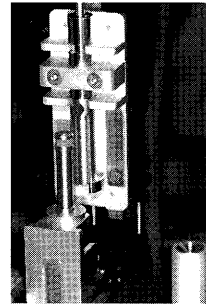
## SPME マルチファイバーシステム



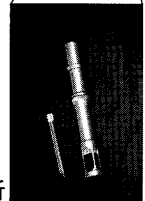
SPMEファイバー3本タイプのミニキット



SPMEファイバー25本タイプのフルキット



ファイバーの交換も自動化

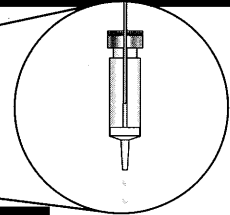
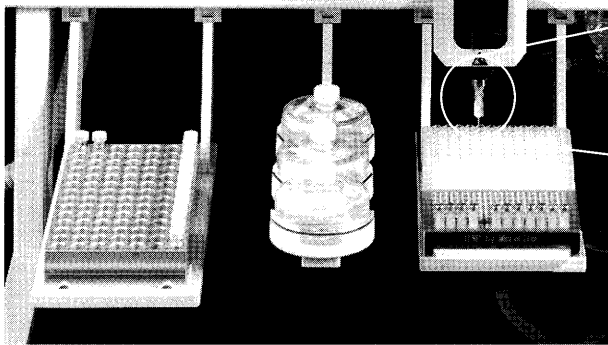


パッシブサンプラーのファイバーを連続分析

SPE-DART

## 固相抽出自動化システム ITSP™

コンディショニング・サンプルローディング・溶出・インジェクションをPALで全部自動化。



### ITSP 固相抽出

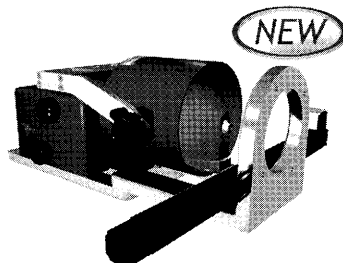
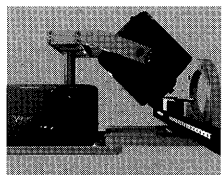
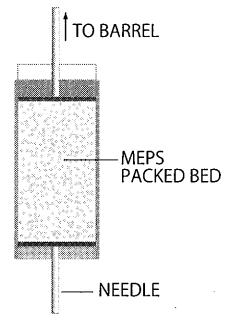
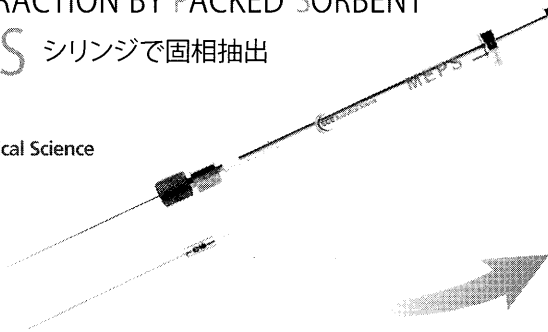
C18、C8、フェニルなど逆相レジン各種  
シリカ、シアノプロピル、アミノなど極性レジン各種  
イオン交換レジン各種

### ITSP フィルトレーション

PTFE、ナイロン、親水性PP・PVDF・PESなど各種

## MICRO EXTRACTION BY PACKED SORBENT

### MEPS シリンジで固相抽出



DART-ET® でディソープションガスのアングルも自在に



AMR INCORPORATED  
エーエムアール株式会社  
東京都目黒区中根2-13-18  
第百生命都立大駅前ビル 〒152-0031  
TEL: (03) 5731-2281 FAX: (03) 5731-2283  
Email: info@amr-inc.co.jp

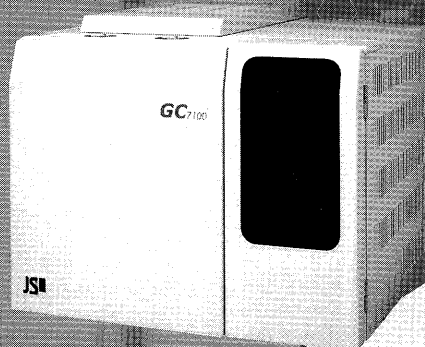


## GAS CHROMATOGRAPH

# GC7100 SERIES

< ガスクロマトグラフ >

### 操作性の追求、安心の技術



#### 特 徴

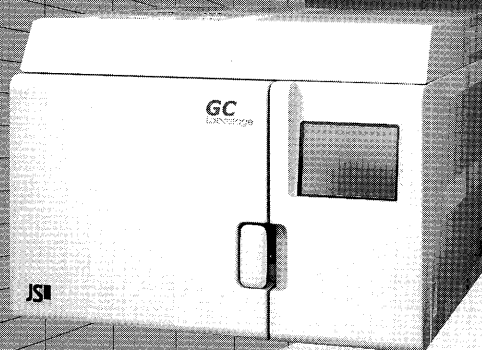
- ・小型汎用機でありながらTCD、FIDが同時搭載可能
- ・多段昇温、フロアによる強制冷却機構が標準装備され、生産性が更に向上
- ・カラム恒温槽の底部スライド式により恒温槽の温度分布がより均一化
- ・法的な手続きが不要な非放射線源式ECDが搭載可能
- ・オプションキットを装着する事により、キャピラリーカラム、ワイドボアカラムでの分析にも対応可能
- ・ガスサンブラ、液体オートサンブラ、ヘッドスペースサンブラなどのアプリケーションを付加し、システムガスクロとして対応可能

## CAPILLARY GAS CHROMATOGRAPH

# GC Labostage

< キャピラリーガスクロマトグラフ >

### 高性能、信頼の技術



#### 特 徴

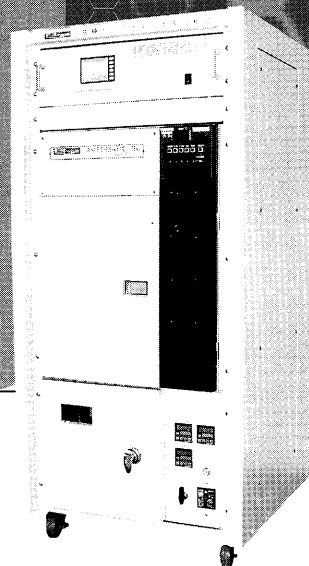
- ・冷却性能に優れた高性能カラム恒温槽の設置により生産性を向上
- ・電子流量制御により分析精度が向上
- ・幅広い分析に対応可能(キャピラリーカラム・ワイドボアカラム・バックドカラム)
- ・ガスセーバー機能によりランニングコストの大幅な削減
- ・FID検出器には消炎検知機能が標準装備された安心機構
- ・PCから分析条件の設定が可能



AUTOMATIC GAS CHROMATOGRAPH

# AG-1 SERIES

&lt;RS オートガスクロ&gt;

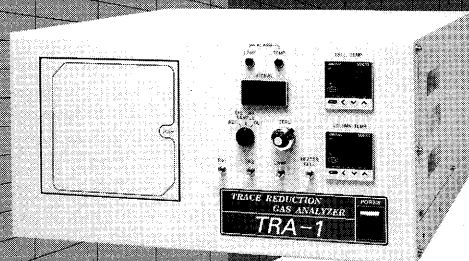
**多成分ガス同時分析**

**特 徴**

- ・最大3個の検出器と5系列のカラムシステムの同時装着が可能。
- ・ppbレベルからサブppmレベルまでの微量分析にも対応。
- ・水分多量のウェット状態でのガス分析にも最適。
- ・高速カラムシステムによる高速分析が可能
- ・表計算ソフトでの日報の作成やCSV形式でのデータ収録も可能。
- ・コンパクト設計で設置スペースも最小

TRACE REDUCTION GAS ANALYZER

# TRA-1

&lt;微量還元性ガス分析計&gt;

**H<sub>2</sub>, COのppbレベルの測定が可能**

**特 徴**

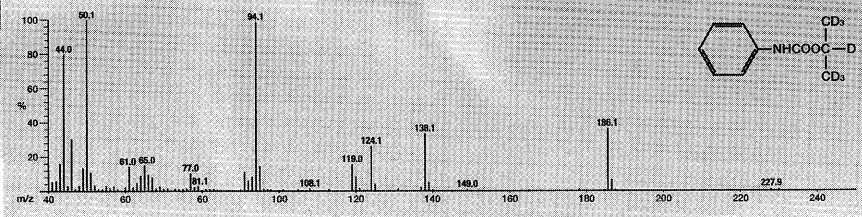
- ・H<sub>2</sub>, COのppbレベルの測定が可能
- ・自動サンプリングバルブ内蔵で試料前処理装置との連動及び自動測定が可能。
- ・プレカット機能内蔵で大気測定も安心。(プレカット機能の有無を指定可能)
- ・小型軽量で設置場所を取らず、移動も容易。
- ・電源とキャリアガスのみで測定可能。

# Stable Isotope ( $D$ , $^{13}C$ , $^{15}N$ , $^{18}O$ ) labeled Internal Standards

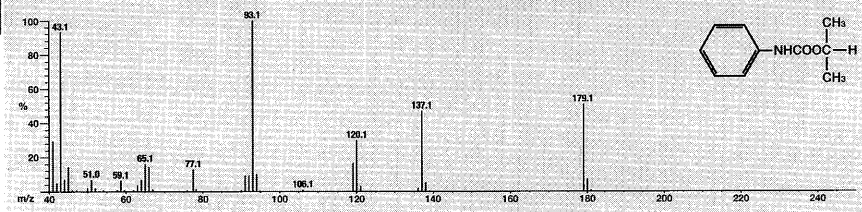
For analysis of Agricultural Chemicals, Feed Additives and Veterinary Drugs

Compound	Atom%	Compound	Atom%
Acephate- $d_6$	98	Heptadecafluoro-1-octanesulfonic acid-1,2,3- $^{13}C_3$ , CP-95%	99
Amitrole- $^{13}C_2$ , $^{15}N_2$ (3-amino- $^{15}N_4$ , $^{15}N$ )	99 $^{13}C$ , 96 $^{15}N$	Imazalil- $d_4$ (allyl- $d_3$ )	98
Atrazine- $^{15}N$ : 2-Chloro-4-ethylamino- $^{15}N$ -6-isopropylamino-1,3,5-triazine	99	Leucomalachite Green- $d_3$	97
Atrazine- $d_4$ : 2-Chloro-4-ethyl-d5-amino-6-isopropylamino-1,3,5-triazine CP-97%	98	Malachite Green- $d_4$ (phenyl- $d_4$ ), CP-97%	97
Bentazone- $d_4$ (isopropyl- $d_4$ ) CP-97%	98	Metronidazole- $d_4$ (ethylene- $d_4$ ) CP-97%	98
Carbendazim- $d_4$ (methyl- $d_4$ ) CP-97%	99	Metronidazole- $d_4$ (methyl- $d_4$ ) CP-97%	98
Carbendazim- $d_4$	98	Metronidazole- $d_4$	98
Chloramphenicol- $^{13}C_2$ (dichloroacetyl- $^{13}C_2$ ) CP-97%	99	Metronidazole- $d_4$ (methyl- $d_4$ ,ethylene- $d_4$ ) CP-97%	98
Chloroprotham- $^{13}C_3$	99	Nicarbazin- $d_4$ : (1,3-Bis(4-nitrophenyl)urea)	98
Chloroprotham- $d_7$	99	Paraquat- $d_4$	98.5
Daminozide- $^{13}C_3$	99	Pentadecafluorooctanoic acid-1,2,3,4- $^{13}C_4$ , CP-97%	99
Daminozide- $d_4$	98	Protham- $^{13}C_3$	99
Diethyl-1,1,1'- $d_7$ -stibsterol-3,3',5,5'- $d_4$	98	Protham- $d_4$	99
Dimetridazole- $d_4$ (dimethyl- $d_4$ ) CP-97%	98	2,4,5-T- $^{13}C_6$ , $d_2$	97
Diphenylamine- $d_6$	98	2,4,5-T- $d_4$	96
Diquat- $d_4$	99	Thiabendazole- $d_4$ , CP-95%	97

Profame- $d_7$



Profame (N.A)



## Custom Synthesis

We are a most innovative supplier of stable isotope labeled compounds for MS. Our expertise in custom synthesis and world wide sourcing can meet all of your needs.

★総合カタログがございますので、お気軽にお問い合わせください。

製造元 アイソテック(米国)、大陽日酸株式会社  
 総販売元 大陽日酸株式会社 SI 事業部

〒142-8558 東京都品川区小山1-3-26 東洋Bldg.  
 Tel.03-5788-8550(代表) Fax.03-5788-8710

●資料のご請求は、大陽日酸までお気軽にご用命ください。

メールアドレス isotope@ml.sanso.co.jp

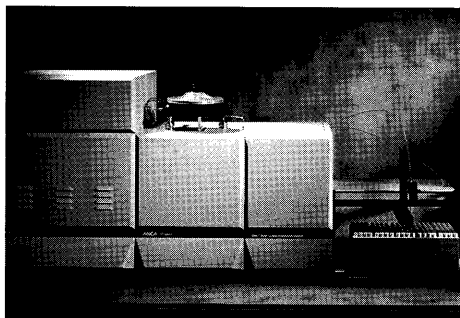
ホームページアドレス <http://stableisotope.tn-sanso.co.jp>

**ISOTEK**



**大陽日酸**  
 The Gas Professionals

## 全自動窒素炭素同位体比質量分析計 (ANCA-GSL)



ANCA-GSLは、生体試料中の $^2\text{H}$ 、 $^{13}\text{C}$ 、 $^{15}\text{N}$ 、 $^{18}\text{O}$ 、 $^{34}\text{S}$ の同位体比測定を目的に開発された高精度CONTINUOUS FLOW定磁場型質量分析計です。

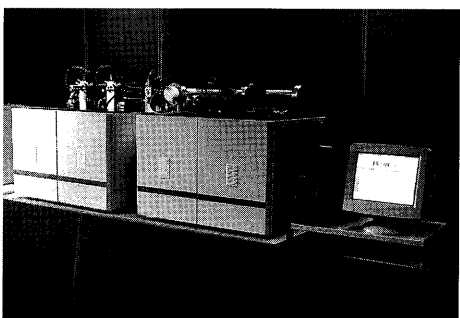
<特長>

- CONTINUOUS FLOW方式により高速分析を実現しました。
- トリプルコレクタ付120°広角磁場型および真空引き二系列化により高精度分析を可能としました。
- 同一サンプルから $^{13}\text{C}$ 、 $^{15}\text{N}$ の同時分析を高精度で分析可能としました。
- WINDOWS対応全自動分析ソフトを開発しました。

<仕様>

- 質量範囲：2~66amu
- 精度(再現性)：0.1‰( $^{13}\text{C}$ ) 0.2‰( $^{15}\text{N}$ )

## 高精度同位体比質量分析計 (GEO20-20)



GEO20-20は、ガスサンプル中の $^2\text{H}$ 、 $^{13}\text{C}$ 、 $^{15}\text{N}$ 、 $^{18}\text{O}$ 、 $^{34}\text{S}$ などの安定同位体比を高精度、高感度で分析できるDual-Inlet定磁場型質量分析計です。

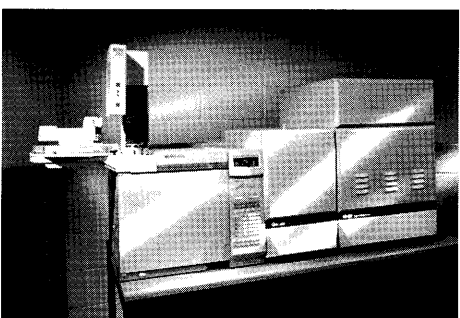
<特長>

- DUAL-INLET方式により微量の試料で高精度、高感度分析を可能にしました。
- 独自開発したPenta Blockにより、分析系内のdead volumeを最小限にしました。
- トリプルコレクタ付120°広角磁場型および真空引き二系列化により高精度分析を可能としました。
- WINDOWS対応全自動分析ソフトを開発しました。

<仕様>

- 質量範囲：2~66amu
- 精度(再現性)：0.15‰( $^2\text{H}$ ) 0.01‰( $^{13}\text{C}$ ) 0.01‰( $^{15}\text{N}$ )  
0.015‰( $^{18}\text{O}$ ) 0.015‰( $^{34}\text{S}$ )

## ガスクロマトグラフ分離燃焼分析計 (ANCA-ORCHID)



ANCA-ORCHIDは、GCで分離可能な生体サンプルの中の $^{13}\text{C}$ 、 $^{15}\text{N}$ を高精度で測定できる定磁場型質量分析計です。

<特長>

- サンプル中の目的構成成分の $^{13}\text{C}$ 、 $^{15}\text{N}$ の同位体比を測定できます。
- 少量サンプルの分析を可能としました。
- WINDOWS対応全自動分析ソフトを開発しました。

<仕様>

- 検出限界：0.5ngC 10ngN
- 精度(再現性)：0.2‰( $^{13}\text{C}$ ) 0.5‰( $^{15}\text{N}$ )

製造元



総販売元



**大陽日酸**  
The Gas Professionals  
大陽日酸株式会社  
メディカル事業本部  
SI事業部

〒142-8558 東京都品川区小山1-3-26 東洋Bldg.  
TEL. 03-5788-8550  
FAX. 03-5788-8710  
E-mail : isotope@ml.sanso.co.jp  
<http://stableisotope.tn-sanso.co.jp>

## GC, GC/MS用熱分解装置

# キューリーポイントインジェクター JCI-22/22S

**お持ちの GC, GC/MS をどうぞ他の用途でもご利用ください！**

従来の熱分解装置は、GC の注入口をふさいでいて、取り外しが面倒でした。でも、この JCI ならば、必要なときだけシリンジ導入感覚でお使いいただけます。

**重さわずか 98グラム\***

\*ケーブル重を含みます

**インジェクションスイッチ**

わずか**5秒**でガス導入

### 主な用途

■熱分解導入：160℃～1,040℃  
誘導体化導入可能

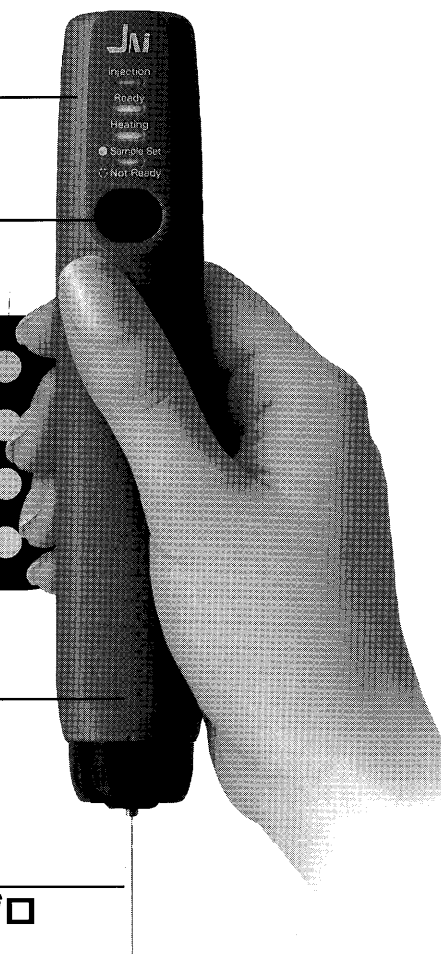
■発生ガス導入：Mini-PAT 捕集  
VOC・匂い成分導入

**試料はココ**

**高周波誘導加熱方式**

**ニードル**

交換式で**コンタミゼロ**



**Jni** 日本分析工業株式会社 URL: <http://www.jai.co.jp/> E-mail: [sales-1@jai.co.jp](mailto:sales-1@jai.co.jp) **ISO9001/14001取得**

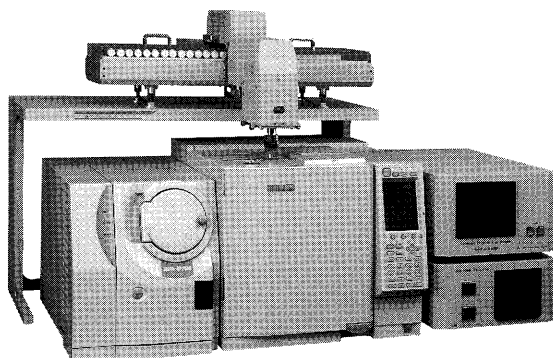
■本社・工場：〒190-1213 東京都西多摩郡瑞穂町武蔵208 TEL 042-557-2331 FAX 042-557-1892  
■大阪営業所：〒532-0002 大阪市淀川区東三国5-13-8-303 TEL 06-6393-8511 FAX 06-6393-8525  
■名古屋営業所：〒465-0025 愛知県名古屋市中東区上社3-609-3D TEL 052-709-5400 FAX 052-709-5403

# GC,GC/MS用 キューリーポイント加熱脱着装置

## 材料評価革命!

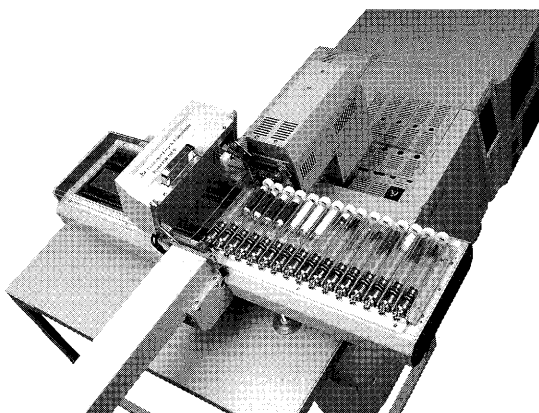


あるお客様から教わりました。  
材料評価分析の良し悪しは、八割が前処理で決まる……



キューリーポイント加熱脱着装置 JTD-505 III

画像は弊社JTDを島津製作所様GC/MSに取りつけた例。  
国内外いずれのメーカー、新旧問わず取り付け可能です。



私たちJAIはお客様の分析“前処理”をお手伝いしています。  
たとえば、この加熱脱着装置の試料管は内径12ミリ。  
材料を直接導入するほうが簡単、正確なデータが得られます。

“試してみたい”のお問い合わせは

JAI 日本分析工業株式会社 URL: <http://www.jai.co.jp/> E-mail: [sales-1@jai.co.jp](mailto:sales-1@jai.co.jp) ISO9001/14001取得

- 本社・工場：〒190-1213 東京都西多摩郡瑞穂町武蔵208 TEL 042-557-2331 FAX 042-557-1892
- 大阪営業所：〒532-0002 大阪市淀川区東三国5-13-8-303 TEL 06-6393-8511 FAX 06-6393-8525
- 名古屋営業所：〒465-0025 愛知県名古屋市中東区上社3-609-3D TEL 052-709-5400 FAX 052-709-5403

高分子分析の未来と取り組む!

# Pure Chemical, for the future.

新たな価値を創る 豊かな未来を創る

それが 和光純薬工業の使命

科学技術の振興と学術研究の進展に寄与し

人々の豊かな暮らしに貢献する

「研究開発型企业」「顧客から信頼される企業」を基本方針に

先端技術分野に携わる企業として

和光純薬の未来を創る仕事に終わりはありません

## 臨床検査薬

トータルソリューション  
サプライヤー

## 機器・機材

バイオ機器 / 試薬のトータル  
インテグレーターを目指して

## 試薬

あなたと未来を拓く

## 化成品

独自のカスタムメイド  
ソリューションシステムで  
お客様のご要望をサポート

薬品の研究開発に必要な試薬を検索・購入することができるサイト

**Siyaku.Com**

in Japan

**Reagent**

in N.&S.America, Europe, Asia, Oceania

**和光純薬工業株式会社** URL : <http://www.wako-chem.co.jp>

本社 : 〒540-8605 大阪市中央区道修町三丁目1番2号 東京支店 : 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町四丁目5番13号

営業所 : 東海・中国・九州・北海道・東北・筑波・甲信越・横浜・静岡

Wako Overseas Offices : Wako Chemicals USA, Inc. (Richmond, VA) / Sales Offices : Los Angeles (CA), Boston (MA) / Wako Chemicals GmbH (European Office)



# プレセップ® シリーズ

医薬・食品・環境分析をはじめとした  
多分野での前処理にお使い頂けます

## 汎用タイプ

商品コード	製品名	カートリッジタイプ	シリンジタイプ	充填剤量 (g/カートリッジ)	容量
292-32251	プレセップ®C C18 (ODS)	○		900	10個×5
297-47451	プレセップ®C C18 (ODS)(Short)	○		470	10個×5
294-31851	プレセップ®C シリカゲル	○		800	50個
290-32051	プレセップ®C アルミナ	○		1700	10個×5
296-32151	プレセップ®C 無水ぼう硝	○		2300	10個×5
290-31951	プレセップ®C フロリジール	○		800	10個×5
291-44051	プレセップ® フロリジール		○	1000	10個×5
292-35051	プレセップ® けいそう土、顆粒状		○	1000	100本
298-35151				2000	
294-35251				4500	
295-48851	プレセップ®C NH <sub>2</sub>	○		820	10個×5
299-48751	プレセップ®C NH <sub>2</sub> (Short)	○		400	10個×5
293-41951	プレセップ®C RPP (Long)	○		360	10個×3
297-41851	プレセップ®C RPP (Short)	○		190	10個×5
294-36851	プレセップ® RPP		○	60	10個×5
290-36951				200	
290-37051				500	

## イオン交換

商品コード	製品名	カートリッジタイプ	シリンジタイプ	充填剤量 (g/カートリッジ)	容量
292-61701	プレセップ® DEA		○	250	10個×5
296-61601	プレセップ® QA		○	250	10個×5
298-61801	プレセップ® CM		○	250	10個×5
294-61901	プレセップ® S		○	250	10個×5

## 専用用途

商品コード	製品名	カートリッジタイプ	シリンジタイプ	充填剤量 (g/カートリッジ)	容量
296-32651	プレセップ®C Agri (Short)	○		220	10個×5
291-26851	プレセップ® Agri		○	500	50本
290-34251	プレセップ®C DNPH	○		800	20個
291-43951	プレセップ®C DNPH (Short)	○		400	20個
293-40351	プレセップ®C オゾンスクラバー	○		1300	20個
296-64901	プレセップ® ポリアミドC-200タイプM		○	2000	10個×5
297-49651	プレセップ®C PFC (Short)	○		220	10個×5

## フラッシュクロマトグラフ用(シリンジタイプ)

商品コード	製品名	充填剤量 (g/カートリッジ)	容量
292-62801	プレセップ® シリカゲル タイプ3L	110	5個
298-62803			30個
293-44251	プレセップ® シリカゲル タイプL	30	10個×2
299-44253			10個×10
297-44151	プレセップ® シリカゲル タイプM	11	10個×2
293-44153			10個×10
291-48554	プレセップ® C18 (ODS) タイプM	5	10個×2
297-48551			10個×5

## 有機合成用(シリンジタイプ)

商品コード	製品名	大きさ	容量
299-40451	プレセップ® 脱水	6ml	100個
293-59901		30ml	50個
299-44351	プレセップ® 脱水、48ウェルプレート	3ml	10個

## ダイオキシン類分析用(シリンジタイプ)

商品コード	製品名	容量	備考
293-42551	プレセップ® 活性アルミナ DX	5本	
299-41551	プレセップ® 活性炭混合シリカゲル	10個	
293-41451	プレセップ® 活性炭埋蔵シリカゲル	10個	
297-43051	プレセップ® 活性炭埋蔵シリカゲル	5本	リバースカラム
295-41651	プレセップ® 多層シリカゲル	5本	

### ☆Presep®-C

：カートリッジタイプ(両端密閉型)

### ☆Presep®

：シリンジタイプ(一端が開放型)

\*商品の詳細については資料をご請求下さい

## 和光純薬工業株式会社

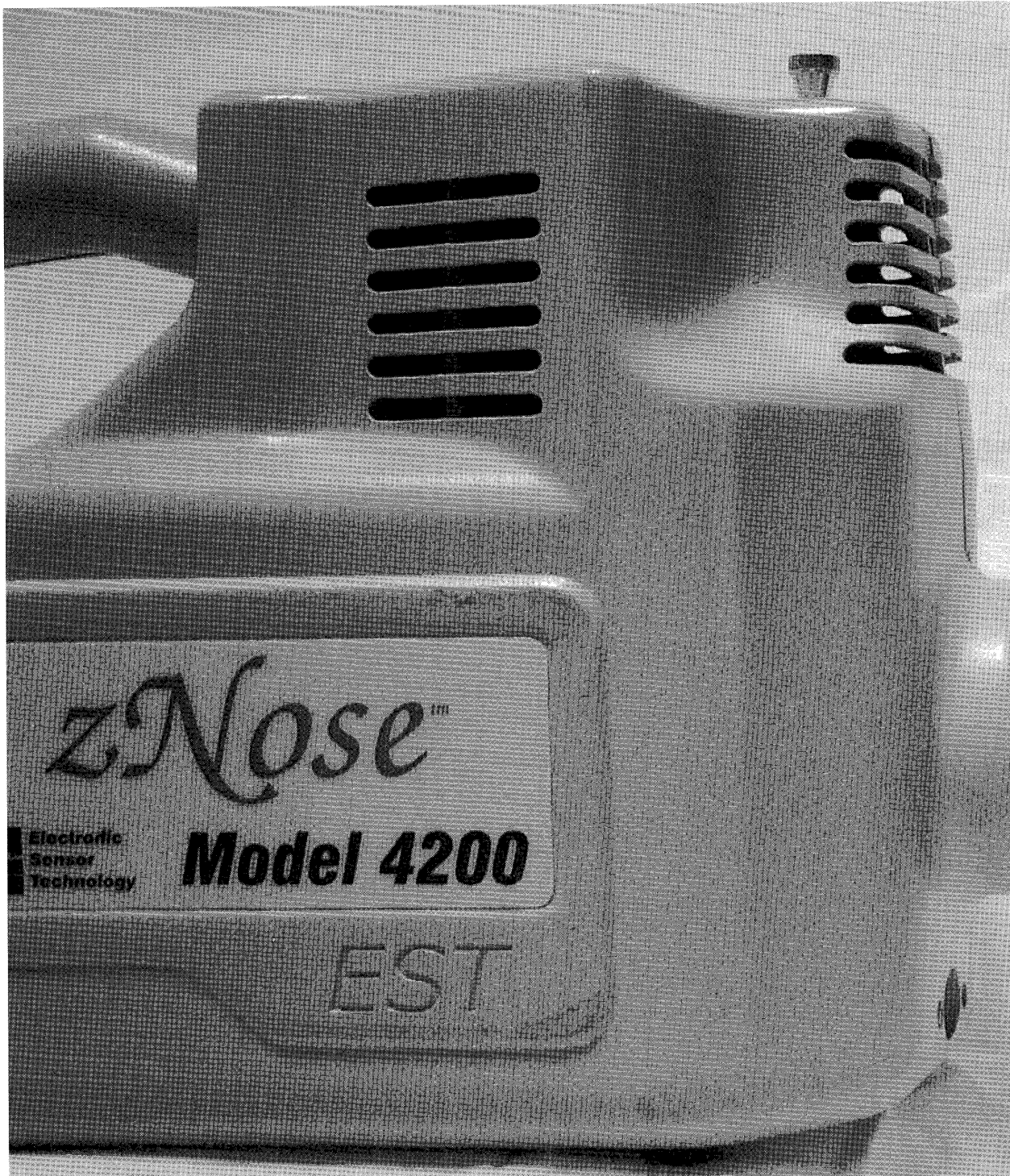
本社：〒540-8605 大阪市中央区道修町三丁目1番2号  
 東京支店：〒103-0023 東京都中央区日本橋本町四丁目5番13号  
 営業所：北海道・東北・筑波・横浜・東海・中国・九州

問い合わせ先

フリーダイヤル：0120-052-099 フリーファックス：0120-052-806

URL：http://www.wako-chem.co.jp

E-mail：labchem-tec@wako-chem.co.jp



(有)ビーハイブ・インターナショナル・トレーディング

〒113-0031 東京都文京区根津 1-23-9-513

Phone: 03-3827-9050 Fax.: 03-3827-9251

URL: [www.beehive.co.jp](http://www.beehive.co.jp) / [www.znose.jp](http://www.znose.jp)

e-mail: [znose@beehive.co.jp](mailto:znose@beehive.co.jp)

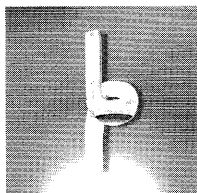
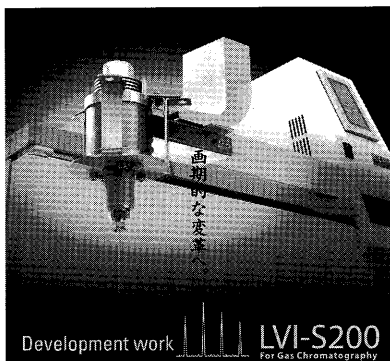
ヘッドスペースガス GC/SAW 高速分析システム  
*Ultra-Fast GC Analyzer*



視点を変えると見えてくるものがある

## GC大量注入口装置

## 製品ラインアップ



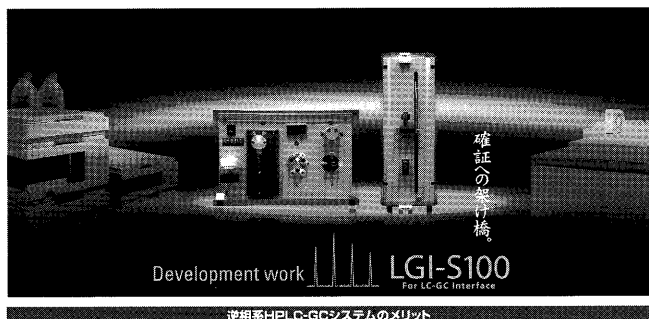
### LVI-S200

for Gas Chromatography  
PECULIARITY

独自開発の胃袋型インサートが可能にする、迅速・高感度。

- 独自インサート形状により、大量注入が容易に可能
- 大幅な感度向上による低濃度試料の高感度分析
- 試料の少量化や濃縮操作の省略による前処理の迅速化

## LC-GCインターフェース

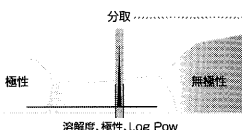


### LGI-S100

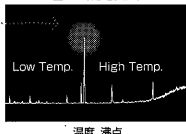
for LC-GC Interface  
PECULIARITY

逆相系HPLCから分取し  
GC分析までを自動オンライン化。

逆相系HPLC(前処理装置)



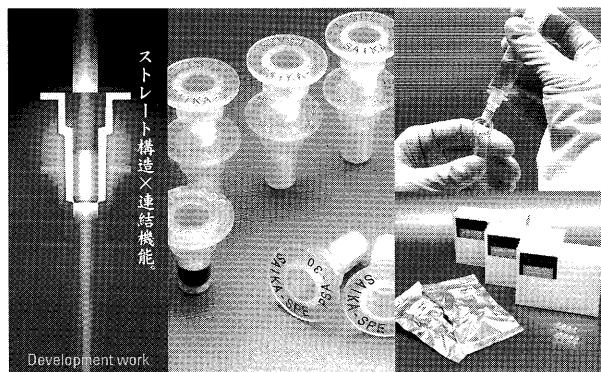
GC(測定装置)



逆相系HPLCを前処理として使用することで、大きな試料許容量と幅広い範囲の分離機能により、試料の選択性の高いクリーンアップを行い、GCでさらに効率的に分離します。

- LC-GCのインターフェースに固相抽出法を取り入れることで逆相系HPLCからの分取液を、GCへ注入可能な少量の溶媒へ転溶することが可能
- 逆相系HPLCを前処理に用いることで、汚れた試料から非常に優れたクリーンアップ効果を発揮
- 前処理の自動化・簡易化・省略化が図れ、迅速な分析法として有効

## 新型固相カートリッジ



### SAIKA-SPE

for Packed-bed SPE  
PECULIARITY

従来の問題点を飛躍的に改善。  
固相カートリッジの進化系。

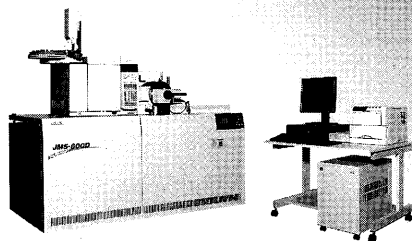
- 試料や溶液がスムーズに流れる直線の構造
- 吸引または押し出し乾燥による水分除去が早い
- テッドボリュウムが小さい
- 容易に連結できる
- 注射器なども直接つなげられる

技術に関するお問い合わせは  
弊社までご連絡ください

株式会社 アイスティサイエンス

〒640-8341 和歌山市黒田75-2 TEL.(073)475-0033/FAX.(073)474-0862 www.aisti.co.jp ✉ as@aisti.co.jp

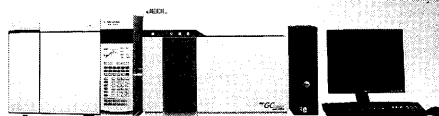
# 日本電子の質量分析計



## JMS-800D

### ダイオキシン類分析専用質量分析計

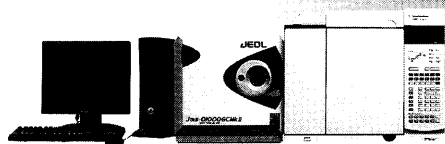
日本工業規格に対応したダイオキシン類分析システムとして、新機能のソケットイオン源、自動ロックマスON/OFFリザーバー、フォトマル検出器などの搭載による生産性向上とDiakや特異データ検索システムなどの精度管理支援ツールを完備した質量分析計です。



## JMS-GCmateII

### GC/MSシステム

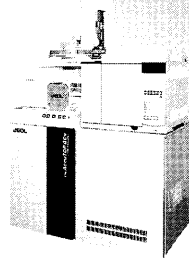
全自動測定、特にルーチン分析の自動化を対象に設計・開発された卓上タイプの磁場型GC/MSシステムです。小形でユニークな二重収束光学系を基本に、精密質量測定と簡易操作を両立させています。



## JMS-Q1000GCMkII

### 卓上形GC/QMS

JMS-Q1000GCMkIIは、クラス最高の感度を実現した画期的な四重極質量分析計です。イオン源、検出部を同時に排気するスプリットフローターボポンプ(400L/秒)を標準装備し、高い排気能力を備えました。高精度双曲型四重極による高分解能・高感度を実現しています。



## JMS-T100GCV

### ガスクロマトグラフ飛行時間質量分析計

JMS-T100GCVはガスクロマトグラフと結合した飛行時間質量分析計(GC-TOFMS)です。GC/MS分析に対するあらゆるニーズに対応します。

**JEOL**  
Serving Advanced Technology

日本電子株式会社

<http://www.jeol.co.jp/>

本社・昭島製作所 〒196-8558 東京都昭島市武蔵野3-1-2 ☎(042)543-1111  
営業統括本部 〒190-0012 東京都立川市瑞町2-8-3 新錦ビル3F ☎(042)528-3381  
札幌 (011) 726-9690・仙台 (022) 222-3324・筑波 (029) 656-3220・東京 (042) 528-3211・横浜 (045) 474-2181  
名古屋 (052) 581-1406・大阪 (06) 6304-3941・広島 (082) 221-2500・福岡 (092) 411-2381



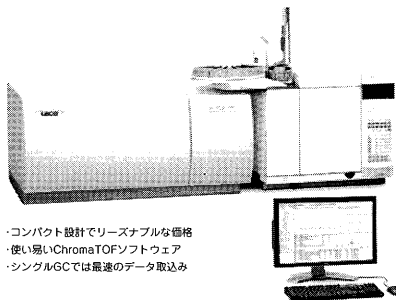
技術とアイデア。世界の LECO QUALITY

**LECO**®

Delivering the Right Results

**新製品 ベンチトップ型 GC-TOFMS  
TruTOF HT GC-TOFMS**

最大80スペクトル/秒の取込速度でEI法・CI法(オプション)が可能なベンチトップ型GC-TOFMSです。LECO社特許のChromaTOFソフトウェアも標準で備え、自動ピーク検出及びスペクトルデコンボリューションも勿論の事、試料間比較機能も組み込まれており、品質管理や研究開発において十分な力を発揮してくれます。



- ・コンパクト設計でリーズナブルな価格
- ・使いやすいChromaTOFソフトウェア
- ・シングルGCでは最速のデータ取込み



ChromaTOFソフトウェア

- ◎高速データ処理
- ◎デコンボリューション
- ◎自動ピーク検出
- ◎試料間比較機能
- ◎FID, ECD, SCODに対応
- ◎LEAP, Gerstel, AgilentのASICに対応

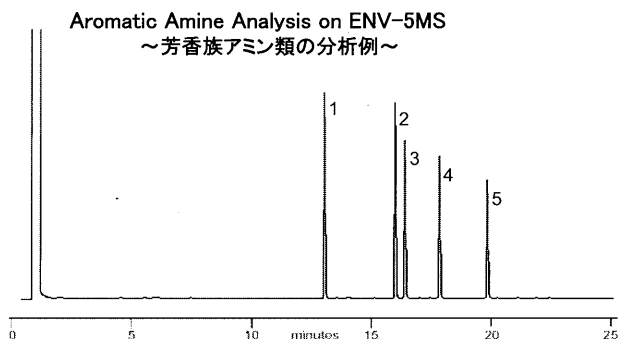
LECOジャパン株式会社 [www.leco.co.jp](http://www.leco.co.jp) [www.leco.com\(U.S.A\)](http://www.leco.com(U.S.A)) E-mail: [webmaster@leco.co.jp](mailto:webmaster@leco.co.jp)

東京本社 〒140-0002 東京都品川区東品川1-31-5 住友不動産東品川ビル TEL.(03)5782-7800(代) FAX.(03)5782-7801  
大阪支店 〒560-0023 大阪府豊中市岡上の町2-6-7 丹羽ビル TEL.(06)6849-7466(代) FAX.(06)6842-2260  
九州営業所 〒804-0003 北九州市戸畑区中原新町2-1 北九州テクノセンター TEL.(093)884-0309(代) FAX.(093)873-1190



## MIGHTY CAP™の特徴

- ◆高耐熱カラム  
低ブリード化の実現
- ◆カラム内面のシラノール基の低減  
テーリングを阻止
- ◆不活性化処理を強化  
初期段階における高不活性度  
高不活性度の寿命を改善



Column : ENV-5MS 0.25mmID x 30m 0.25um  
Oven : 40C(1min) – 8C/min – 280C  
Inlet : 280C Split  
Detector : FID  
Carrier Gas : He 12psi

Components : 5ng/uL

1. Decylamine
2. 1,9-Diaminononane
3. 4-Nitroaniline
4. 3-Nitroaniline
5. 2-Nitroaniline

### MIGHTY CAP™ 製品の一例

製品番号	製品名	内径	長さ	膜厚
95101-06	MIGHTY CAP ENV-5MS	0.25mm	30m	0.25um
95106-01	MIGHTY CAP ENV-5MS	0.32mm	30m	0.25um
95101-15	MIGHTY CAP ENV-5MS	0.25mm	30m	0.1um
95101-14	MIGHTY CAP ENV-5MS	0.25mm	15m	0.1um
95106-02	MIGHTY CAP ENV-35MS	0.25mm	30m	0.25um
95106-03	MIGHTY CAP ENV-35MS	0.32mm	30m	0.25um
95101-11	MIGHTY CAP ENV-17MS	0.25mm	30m	0.25um
95106-04	MIGHTY CAP ENV-17MS	0.32mm	30m	0.25um
95101-10	MIGHTY CAP ENV-8MS	0.25mm	30m	0.25um

※農薬リテンションインデックスのデータもございますのでご希望の場合は以下までお問合せ下さい。



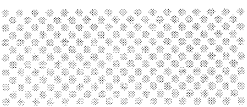
関東化学株式会社 試薬事業本部

東京都中央区日本橋本町3-11-5 03(3667)6471  
大阪府中央区瓦町2-5-1 06(6222)2796  
福岡市博多区東比恵2-22-3 092(414)9361

《 <http://www.kanto.co.jp> E-mail:instru-info@gms.kanto.co.jp 》

## キャピラリー ガスクロマトグラフィー

日本分析化学会ガスクロマトグラフィー研究会編



朝倉書店

# キャピラリーガスクロマトグラフィー

日本分析化学会ガスクロ研究懇談会編

A5判 176頁 定価3675円(本体3500円) (14052-1)

ガスクロマトグラフィーの最新機器である「キャピラリーガスクロマトグラフィー」を用いた分離分析の手法と簡単な理論についてわかりやすく解説。〔内容〕序論／分離の理論／構成と操作／定性分析／定量分析／応用技術／各種の応用例

## 高分子分析ハンドブック (CD-ROM付)

日本分析化学会高分子分析研究懇談会編

B5判 1264頁 定価52500円(本体50000円) (25252-1)

様々な高分子材料の分析について、網羅的に詳しく解説した。分析の記述だけでなく、材料や応用製品等の「物」に関する説明もある点が、本書の大きな特徴の一つである。〔内容〕目的別分析ガイド／手法別測定技術／基礎材料／機能性材料／加工品／応用製品・応用分野／他

## 機器分析の事典

日本分析化学会編

A5判 360頁 定価12600円(本体12000円) (14069-9)

本書は理工学・医学・薬学・農学等の分野において実際の測定に用いる機器の構成、作動原理、得られる定性・定量情報、用途、応用例などを解説する。〔項目〕ICP-MS／イオンセンサー／走査電子顕微鏡／等速電気泳動装置／超臨界流体抽出装置／他

## 基本分析化学

日本分析化学会編

B5判 216頁 定価3780円(本体3600円) (14066-8)

理学・工学系、農学系、薬学系の学部学生を対象に、必要十分な内容を盛り込んだ標準的な教科書。〔内容〕分析化学の基礎／化学分析、分離と濃縮・電気泳動／機器分析、元素分析法・電気化学分析法・熱分析法・表面分析法／生物学的分析法／他

## 理工系 機器分析の基礎

保母敏行・小熊幸一編著

B5判 144頁 定価3570円(本体3400円) (14056-9)

おもに理工系の学生のために、種々の機器を使った分析法についてわかりやすく解説した教科書。〔内容〕吸光度法／原子吸光法／蛍光・りん光／赤外・ラマン／電気分析法／クロマトグラフィー／X線分析／原子発光／質量分析法／他

## 分離分析化学事典

日本分析化学会編

A5判 488頁 定価18900円(本体18000円) (14054-5)

分離、分析に関する事象や現象、方法などについて、約500項目にまとめ、五十音順配列で解説した中項目の事典。〔主な項目〕界面／電解質／イオン半径／緩衝液／水和／溶液／平衡定数／化学平衡／溶解度／分配比／沈殿／透析／クロマトグラフィー／前処理／表面分析／他

## 粉末X線解析の実際

リートベルト  
法入門

日本分析化学会X線分析研究懇談会編

B5判 208頁 定価5040円(本体4800円) (14059-0)

物質の構造解析法として重要なX線粉末回折法—リートベルト解析の実際を解説。〔内容〕粉末回折法の基礎／データ測定／データの解析／応用／結晶学／リートベルト法／リートベルト解析のためのデータ測定／実例で学ぶリートベルト解析／他

## 蛍光X線分析の実際

中井 泉編

B5判 248頁 定価5985円(本体5700円) (14072-9)

試料調製、標準物質、蛍光X線装置スペクトル、定量分析などの基礎項目から、土壌・プラスチック・食品中の有害元素分析、毒物混入飲料の分析、文化財などへの非破壊分析等の応用事例、さらに放射光利用分析、などについて平易に解説

## 分析化学実験の単位操作法

日本分析化学会編

B5判 292頁 定価5040円(本体4800円) (14063-7)

研究上や学生実習上、重要かつ基本的な実験操作について、〔概説〕〔機器・器具〕〔操作〕〔解説〕等の項目毎に平易・実用的に解説。〔主内容〕てんびん／測容器の取り扱い／濾過／沈殿／抽出／滴定法／容器の洗浄／試料採取・溶解／機器分析／他

 朝倉書店

〒162-8707 東京都新宿区新小川町6-29  
電話 営業部 (03) 3260-7631 FAX (03) 3260-0180  
<http://www.asakura.co.jp>

(ISBN)は 978-4-254- を省略



## ガスクロマトグラフィー研究懇談会 50周年記念講演会委員名簿(五十音順)

	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)
	生方 正章	日本電子(株)
	大川 真	バリアンテクノロジーズジャパンリミテッド
庶務・展示	大橋 眞	エス・ジー・イージャパン(株)
会計	金子 広之	東京化成工業(株)
庶務・展示	神田 広興	ゲステル(株)
	工藤 信一	(財)化学物質評価研究機構
	栗田 信二	(株)日立ハイテクノロジーズ
	斉藤 壽	元(株)島津製作所
	佐々野僚一	(株)アイスティサイエンス
	佐藤 博	長崎国際大学
	杉田 和俊	(株)三菱化学アナリテック
	世古 民雄	(株)パーキンエルマージャパン
副委員長	代島 茂樹	アジレントテクノロジー(株)
講習会・記念事業	竹内 正博	(有)GC技術研究所
	中釜 達朗	日本大学生産工学部
庶務・記念事業	中里 正光	ジーエルサイエンス(株)
	長島 珍男	工学院大学
	中村 貞夫	アジレントテクノロジー(株)
	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)
	藤峰 慶徳	大塚製薬(株)
	古野 正浩	ジーエルサイエンス(株)
最高顧問	保母 敏行	東京都立大学名誉教授
	本田 俊哉	(株)日立製作所
委員長	前田 恒昭	(独)産業技術総合研究所
	水石 和子	都立健康安全研究センター
	森川 正己	(株)島津ジーエルシー
	矢島 敏行	LECO ジャパン(株)
	山上 仰	西川計測(株)
会計	山田 郁	ライオン(株)
副委員長	和田 豊仁	(株)島津製作所
記念事業	渡辺 征夫	国立保健医療科学院
	渡辺 忠一	フロンティア・ラボ(株)
事務局	田中 久光	(社)日本分析化学会

○ガスクロマトグラフィー研究懇談会のホームページ

<http://www.apchem.metro.ac.jp/~nakagama/GC/index.html>

では、研究会のご案内、入会などに関する情報がご覧いただけます。

○事務局住所: 〒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)日本分析化学会 ガスクロマトグラフィー研究懇談会事務局

TEL: 03-3490-3351, FAX: 03-3490-3572

「ガスクロの過去・現在・未来」

(第 294 回ガスクロマトグラフィー研究会 特別講演会 講演要旨集) ¥2,000 円

---

2008 年 12 月 12 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

---

©2008, The Japan Society for Analytical Chemistry



