

ISSN 0915-9916



# Readout

HORIBA Technical Reports

September 2001 ■ No. 23

## PM 計測

小特集 ● 品質システム



**HORIBA**

□表紙写真

撮影：松井秀雄氏（二科会写真部関西支部）

□誌名について

誌名“Readout”（リードアウト）には、「当社が創造・育成した製品・技術を広く世にお知らせし、多くの皆様に読み取っていただきたい」という願いが込められています。



【巻頭言】	
グローバル・ローライゼーションへの力強く・迅速な対応 .....	3
長野 隆史	
【リーダーズトーク】	
優れたエンジン計測機器の提供を目指すホリバの取り組み .....	5
長野 隆史 / Rex TAPP / 室賀 裕一	

## 特集 PM 計測

【インタビュー】	
ディーゼルエンジンとPM計測 .....	13
David B. KITTELSON / 千田 二郎	
【特集論文】	
ホリバにおけるPM計測機器の開発 .....	21
中村 成男	
超微量PM分析装置 MEXA-1370PM .....	26
福島 宏和 / 内原 博	
PM計測用マイクロトンネルの評価試験 .....	31
山岸 豊 / 大槻 聡	
光透過式スモークメータ MEXA-130S .....	35
木原 信隆	
油中硫黄分析計 SLFA-UV21 .....	40
野口 慎太郎 / 駒谷 慎太郎	
大気汚染監視用SPM濃度測定装置 APDA-361 .....	43
篠原 政良	
エンジンセル用計測装置 HERT シリーズ .....	47
三輪 清和 / 小山 聡	
台上モード運転装置 VSET-1000 .....	52
塩見 和広 / 野口 進治	
【特別寄稿】	
Toward In-use Testing .....	58
Gregory A. GREEN	
【フリートーク】	
グローバルでローカルな製品を実現するシステムエンジニアたちの取り組み .....	60
浦谷 勝巳 / Rudolf Mörkl / Pablo Seghers Ortiz-Echague	

## 小特集 品質システム

【小特集論文】	
顧客満足を基本とするホリバの品質マネジメントシステム .....	69
細居 憲一	
指定製造事業者の指定取得とホリバの品質マネジメントシステム .....	72
松本 正象 / 加藤 順三	
分析センターがISO/IECガイド25の認定を取得 .....	76
佐久間 恵子 / 内原 博	
ホリバの血球計数装置の外部精度管理プログラム：QCSP .....	80
宮崎 誠 / 山本 成三	
知的所有権メモ .....	85
社外技術発表リスト .....	86
HORIBA World-Wide Network .....	88

【Foreword】	
Power & Speed for Global & Local Market.....	3
Takashi NAGANO	
【Discussion】	
Projects Undertaken by Horiba with the Goal of Providing Excellent Engine Measurement Instruments.....	5
Takashi NAGANO / Rex TAPP / Yuichi MURUGA	

### Special issue for PM measurement

【Interview】	
Diesel Engine and PM Measurement .....	13
David B.KITTELSON / Jiro SENDA	
【Feature Article】	
Development of PM Measurement at Horiba .....	21
Shigeo NAKAMURA	
Super-Low-Mass PM Analyzer MEXA-1370PM .....	26
Hirokazu FUKUSHIMA / Hiroshi UCHIHARA	
Evaluation Testing of Micro Dilution Tunnel .....	31
Yutaka YAMAGISHI / Satoshi OTSUKI	
Opacimeter MEXA-130S .....	35
Nobutaka KIHARA	
Sulfur-in-Oil Analyzer SLFA-UV21 .....	40
Shintaro NOGUCHI / Shintaro KOMATANI	
Ambient SPM Monitor APDA-361 .....	43
Masayoshi SHINOHARA	
Tester for Engine Cell HERT Series .....	47
Kiyokazu MIWA / Satoshi KOYAMA	
Vehicle Simulator for Engine Dynamometer VSET-1000 .....	52
Kazuhiro SHIOMI / Shinji NOGUCHI	

【Guest Forum】	
Toward In-use Testing .....	58
Gregory A. GREEN	
【Discussion】	
Projects Being Undertaken by Our System Engineers, Men and Women Who Make " Universal Products for Global and Local Markets" a Reality .....	60
Katsumi Uratani / Rudolf Mörkl / Pablo Seghers Ortiz-Echague	

### Special issue for Quality Management System

【Feature Article】	
Horiba's CS-Based Quality Management System.....	69
Kenichi HOSOI	
Horiba`s Quality Management Practice Authorized as a Designated Manufacturer .....	72
Shozo MATSUMOTO / Junzo KATO	
Application Center Acquires ISO/IEC Guide 25 Certification .....	76
Keiko SAKUMA / Hiroshi UCHIHARA	
Horiba`s External Quality Control Support Program for the Automatic Blood Cell Counter : QCSP .....	80
Makoto MIYAZAKI / Seizo YAMAMOTO	

Patents .....	85
Technical Report List .....	86
HORIBA World-Wide Network .....	88

## グローバル・ローカライゼーションへの 力強く・迅速な対応

Power & Speed for Global & Local Market

19世紀に欧州で発明された自動車は、当初、上流階級の娯楽手段の一つに過ぎませんでした。20世紀の初頭、かのヘンリー・フォードが大量生産技術を確立すると、一般大衆の足として全世界に急速に普及するようになりました。しかし、大量に生産された自動車が環境に及ぼす影響の重大さが次第に認識され、米国マスキー法をはじめとする、各種の自動車排ガス規制が行われるようになってきました。自動車メーカーは、血のにじむような技術開発によりこれらの課題を次々と解決され、我々ホリバも排ガス分析やその関連システムの断面でお手伝いをしてきました。

21世紀初頭の今、自動車そのものが大きく変わろうとしています。

一つは地球温暖化と関連が深い燃料消費の削減です。自動車の黎明期から親しまれてきたガソリンを中心とした内燃機関が熱効率の断面において大きな変革を迫られています。典型的な例として、CO<sub>2</sub>削減と排ガス低減のための新たな動力源として燃料電池が注目されています。一方では、ディーゼル機関の見直しやハイブリッド車の導入などに見られるように、従来の内燃機関を利用しつつ、化石燃料をより効率的に利用するための地道な努力も精力的に積み重ねられています。

こういった状況の中で、ホリバのエンジン計測グループ(EMD)は、コア技術としての排ガス分析技術とITなどの周辺技術とを融合し、自動車および関連産業の発展に貢献したいと考えています。我々は、排ガス分析を手がけ始めたときから、ガス分析はもとより、関連業務の効率向上の必要性を痛感し、排ガス試験室のコンピュータによる全自動化も積極的にお手伝いしてきました。今日では、これら自動化技術の集大成として、ラボの24時間完全自動運転システムまで実現しております。また、自動化の先にあるシミュレーションについても技術開発を重ね、すでに一部を製品化しています。

このようにホリバは、コア技術としての分析技術と、自動化ならびにシミュレーション技術を組み合わせ、エンジン計測に必要なトータル・ソリューションの提供を目指しております。

自動車産業をめぐるもう一つの大きな流れはグローバル化です。米国や欧州のメーカーごとの技術交流に始まり、日系メーカーの海外現地生産、さらに最近では、世界中のメーカー間のボーダレスな融合・連携など、自動車産業のグローバル化が急速に進みつつあります。

ホリバは、排ガス分析装置の製品化を始めて以来、海外に子会社を次々と設立し、それらの拠点を通じて世界中の自動車産業の発展に寄与してきました。拠点のグローバル化に合わせて、製品そのもののグローバル化・標準化も積極的に進めています。



長野 隆史

Takashi NAGANO

エンジン計測システム統括部  
統括部長



---

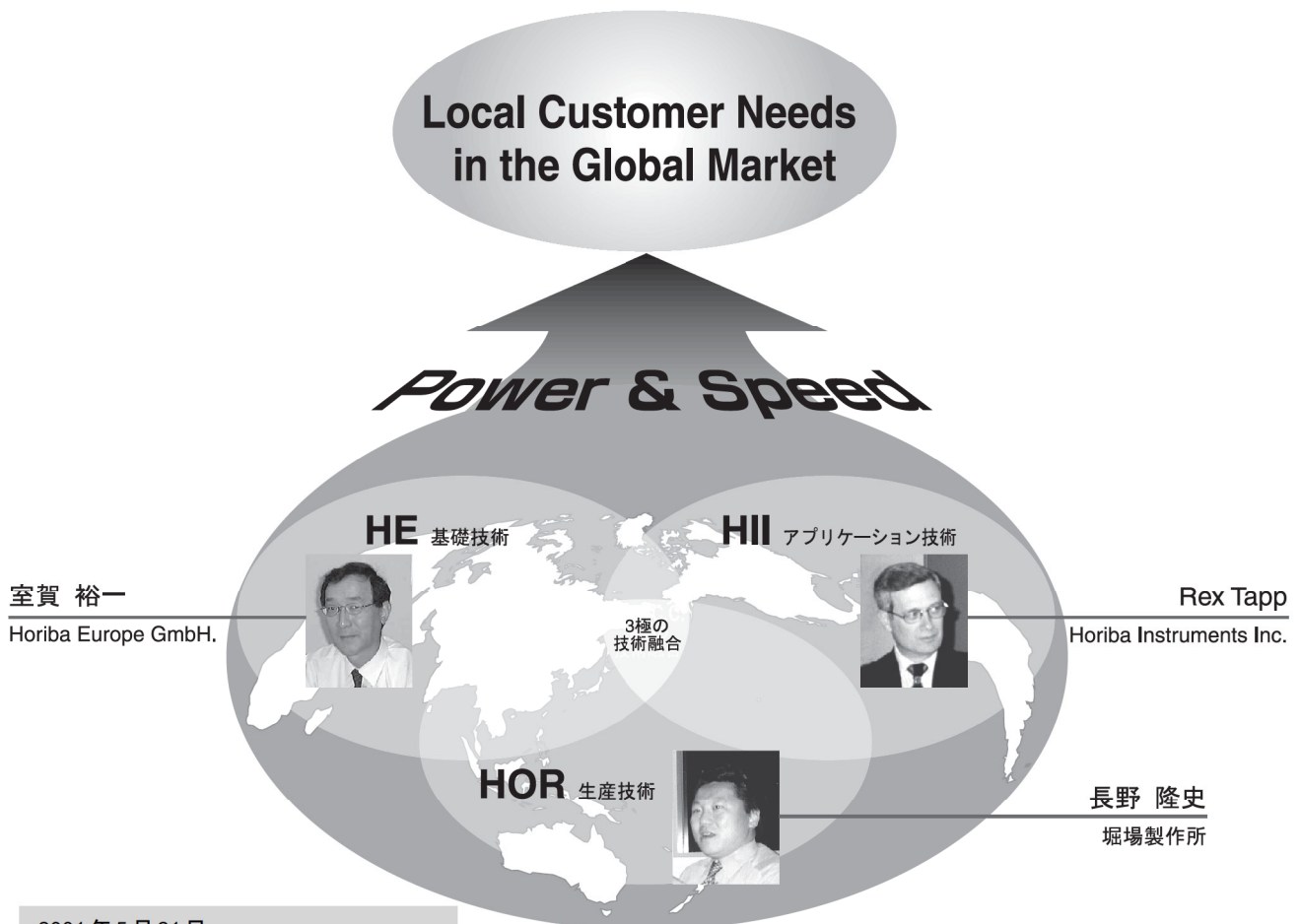
一方、グローバル化の大きな流れの中にあっても日々のビジネスはローカルなものです。お客様からの個々の要求に一つ一つお応えしなければ、真の信頼は獲得できないと考えています。つまり、グローバルとローカルをいかに組み合わせかが大きな課題となっています。

ホリバは、その解として「グローバルなパワーをもってローカルな要求にスピーディーにお応えする」というスローガンを掲げ、我々の今後のさらなる発展へのキーワードだと考えております。

自動車を愛する一人として、運転する喜びを感じさせてくれる高効率で低エミッションの自動車が、21世紀にもさらなる発展を遂げるものと信じています。また、今後とも自動車産業の発展に寄与させていただきたいと願っております。

## 優れたエンジン計測機器の提供を目指すホリバの取り組み Projects Undertaken by Horiba with the Goal of Providing Excellent Engine Measurement Instruments

円熟期を迎え自動車はますます高度化・多様化しています。便利で快適な自動車の実現をお手伝いする我々計測機器メーカーに求められる機能・役割もまた、ますます高度化・多様化しています。今回、ホリバグループのエンジン計測部門(EMD)の日・欧・米のリーダーたち3人が、「優れた計測機器をお客様に提供するためには、何を、どのようにしなければならないのだろうか?」とTV会議システムを使って話し合いました。お客様に満足いただくためには「Globalization & Localization」の両立が不可欠であり、これを実現するためのキーワードが「Power & Speed」であると3人の意見が一致し、意を新たにしました。



2001年5月21日,  
ドイツー日本ーアメリカを結んでTV会議

In an industry that is reaching a stage of "maturity," automobiles are undergoing considerable increases in quality and diversity. Likewise, there is also increasing quality and diversity required for the functions and roles of we measurement instrument manufacturers, who assist the development of the automobile industry and make such incredible development a reality. Recently, the three leaders of the Horiba Engine Measurement Division (EMD) in Japan, Europe and the U.S. held a videoconference to discuss what Horiba must do, and how it must do it, in order to provide our customers with superior measurement devices. This discussion covered a wide range of topics, with the three leaders eventually reaffirming the common opinion that both "Globalization & Localization" are absolute necessities for satisfying our customers, and the keywords behind achieving these are "Power & Speed."

---

## 多様化する市場には多様な対応が必要

---

**長野** 本日は、ますます先鋭化し多様化する自動車産業界に対して、ホリバのエンジン計測グループ(EMD)は、どのように考え、活動しなければならないかについて話し合いたいと思います。まず、我々の最大のお客様である自動車業界の動きのレビューからスタートします。

自動車業界は、今や、一つの国の一つの会社というレベルを遥かに超えた、世界規模の経営再編が急速に進んでいます。現に、日本の自動車メーカーの大半は、アメリカやヨーロッパのメーカーと、開発・生産・販売のすべての面でさまざまなアライアンスを組んでいます。一方、技術面、とくに環境保全の面では、ULEV(超低公害車)やSULEV(極超低公害車)さらには燃料電池自動車など、21世紀の快適な社会の実現に向けた研究開発が精力的に進められています。

このようなマクロな流れがある中、一方では、ヨーロッパ、アメリカ、日本ではそれぞれの地域の事情に応じた固有の動きがあると思います。

室賀さん、ヨーロッパの状況はいかがでしょうか？

**室賀** 私が統括するホリバ・ヨーロッパ社(HE)は、ヨーロッパ大陸はもちろん、中近東やアフリカを含めた非常に広い地域をカバーしています。当然、それぞれの地域や国々それぞれに特色がありますが、大きくは、三つの地域に分けられます。

一つ目は、ドイツを中心としたビッグメーカーです。彼ら自身が高い計測技術を持っており、自分たちが望む仕様とピッタリ当てはまる製品を求めてこられます。これと思った部品を集めて、自らが計測システムを組み上げるケースも少なくありません。このような特徴は、多分、ドイツ人の化学工業分野での成功体験による自信に基づいているのではないかとか思っています。もちろん、コストに対する目もシビアです。

二番目は、最高の性能を持った製品を最適価格で購入すること、つまりコストパフォーマンスを徹底的に追求されるお客様です。フランスやイタリアなどのメーカーです。彼らは、Euro-IV and Euro-Vなどの排ガス規制に早急に対処しなければ勝てないと懸命になっています。したがって、計測機器メーカーに対してもスピーディーな対応を求めます。とりわけ、排ガス計測のエキスパートであるホリバに対しては、認証取得を含む、総合的な排ガス計測技術・製品・サービスの提供を期待しておられます。

最後は、ロシア、中近東、そしてアフリカ地域です。これらの国々は、計測機器導入の企画から機器操作の指導まで、すべての面での援助が必要です。

このように、一口にヨーロッパ地域といっても、多種多様であるというのが実感です。

ところで、本格的な自動車排ガス計測装置MEXA-9000シリーズを海外に対して最初に納入したのは、1985年スウェーデンのSaab社に対してでした。また、後継機種で、現在世界中でお使いいただいている自動車排ガス計測システムMEXA-7000シリーズもまた、最初に納入したのはイギリスのLotus社です。いずれにしても、ヨーロッパがホリバの重点市場であることは間違いありません。



**長野** 地域間で温度差があるという現象は、アジア地域でも同じような傾向が見られます。日本が先行し、韓国が肉薄し、中国・インドが追いかけています。日本のお客様の中には、ご自身で構築されたシステムに適合する製品を納入できることを大前提とされる場合も少なくありません。標準仕様と異なりますから、当然、特注対応となります。

Tappさん、アメリカではいかがですか？

**Tapp** 我々の場合は少し事情が異なっています。

アメリカの自動車メーカーは排ガス規制の動きに敏感です。最近、SULEV達成のための新たな市場が開けつつあります。例えば、ホリバの重要顧客であるFord社では、部品納入業者に対して、所定の試験を実施し、合格した製品だけを納入するよう求めています。逆に言えば、SULEVは、部品メーカーのレベルからの対応をしなければ達成できないほど厳しいものなのです。実際、部品メーカーからの注文が増えています。

**長野** このような新しい顧客層に対しては、従来とは違ったアプローチが必要になるでしょうね？

**Tapp** その通りです。重要なことは、この分野のお客様は、自動車メーカーに比べ、規制だとか計測技術に関しては必ずしも精通されていない点です。したがって、計測機器本体はもちろん、建屋の準備に始まり、設備機器の運転や操作の指導、試験結果の解析まですべての面にわたるコンサルティング、さらには、設備導入後ただちに全面稼動する、いわゆるターン・キー方式の対応が必要になります。

もちろん、それぞれの機器の性能が良いことはすべての基本です。その上で、製品を購入することにより得られる付加価値、つまり、投入コストに見合うだけの利益をお客様に提供することが求められています。そのため、充実したサービスや、現場での指導・教育が欠かせません。

この分野は、ホリバにとっては、新しいビジネスチャンスであると同時に、新たな課題への挑戦ではないかと思っています。

**長野** おっしゃる通り、市場は本当に日々ダイナミックに動いていますから、我々自身が常に意識を変えていかなければなりませんね。

室賀さん、ヨーロッパ市場ではどのような動きがありますか？



---

## 数が減ったのではない、質が変わったのだ

---

**室賀** 私は、今、二つの大きな変化を感じています。アウトソーシングと統合です。

最近、フランスのあるメーカーでは、5個所に分散していたテストラボを1個所に集約しました。目的は、試験施設の利用効率を最大に高めることです。

また、プライベートタイムを重視するヨーロッパでは珍しいことですが、ラボの交替勤務が始まっています。

これらの動きに呼応して、我々計測機器メーカーもまた24時間体制で臨まなければなりません。つまり、お客様の利益に直結するような製品と、即対応できるサービス態勢の整備が必要です。

**Tapp** その点はアメリカでも同じです。計測機器の稼働率を少しでも高めたいと考えるお客様にとっては、オンコールサービスや対応時間をどこまで短縮してくれるかが計測機器メーカー選定の際の重要要因となっています。

**長野** テストセルを集約して稼働率を高める。つまり、持てる資源を徹底的に活用するという動きは、地域に関係のない先進的なメーカーに共通する動きのようです。現に、ホリバは、日本のある有力メーカーに対して自動運転ロボット、自動ボンネット開閉装置、自動試験システムなどの機器を納入していますが、これらはいずれもテストセルを24時間フルに稼働させるために使われています。

**室賀** テストセルの統合は自動車メーカー間の提携も大きな要因の一つだと思います。ヨーロッパのあるメーカーは、ドイツのメーカーを合併し、さらに日本のあるメーカーの株式も取得しましたが、彼らはエンジンを相互に供給するそうです。相互乗り入れを進めれば進めるほど、当然、それぞれが使う試験機器も共通化しなければなりません。また、古い設備を廃棄して、新しい効率の高い機器も導入しなければなりません。

**長野** このように見ると、テストセルの数そのものは必ずしも増えてはいないかもしれませんが、質的に大きく変化しているようです。セルの自動化や高効率化へのニーズは確実に拡大しており、この傾向は先進メーカーでとくに顕著です。

---

## ディーゼル計測でホリバの本領を発揮

---

**長野** ところで、先日ドイツに行って、ディーゼル車が増えているのにビックリしました。聞いてみると、燃費も15%以上高くなるなど、性能も大幅にアップしています。もはや、「ガソリン？それともディーゼル？」なんて言っている時代ではないなと強い印象を受けました。

**室賀** ヨーロッパでは、3-liter V-6 とか 4-liter V-8 といった大型ディーゼルエンジンを高級車に搭載し始めています。これは、ヨーロッパの人たちの環境意識が高く、また燃料のコストアップも影響しているようです。現在、ドイツではディーゼル車が30%近くを占めています。

**長野** ディーゼル車を増やそうとすると、粒子状物質 (PM) や窒素酸化物 (NOx) をどうクリアするかが大きな課題だと思います。そこに、我々の出番があります。

**Tapp** そうです。そこが、今、私の営業活動を後押ししてくれている最大のポイントです。

ご存知のように、アメリカでのディーゼル関連のビジネスは、現在のところはメジャーではありません。しかし、近い将来、ディーゼルが見直され、関連した計測機器の要求が増えてくるに違いないと信じています。そのときこそ、PMやNOx計測にノーハウを蓄積してきたホリバが本領を発揮するときだと確信しています。

---

## 「Globalization & Localization」 と 「Power & Speed」

---

**長野** 日本の自動車メーカーがアメリカに進出し始めた1980年代の初めに、日本で使っていたものと全く同じ計測機器を持ち込みたいとホリバの協力を要請されました。そこで、本体は日本から納入し、据え付け、サービスは現地の子会社(HII)に任せました。ところが、うまくいかない。というのは、当時、ホリバの本社と子会社は、それぞれが独自で生産やサービスにあたっており、お互いに相手の製品・技術内容をよく知らなかったからです。

それならば、世界共通の製品を作ればもっと効率も上がるし、こんな問題も生じないはずだ。世界中のあらゆるお客様のニーズに応えられる共通仕様の製品を作りたい。これが、ホリバがグローバルなプロジェクトを組んでMEXA-7000を開発するきっかけでした。

お陰様で、MEXA-7000は大成功で、今や、世界中のほとんどの自動車メーカーに使っていただいております。

しかし、一方で新たな問題も出てきました。“ローカライズ”です。確かに、グローバルな要求に応えることは必須条件ですが、急激に技術・社会が変化する今日、お客様に満足いただくためにはそれだけでは不十分です。“ローカライズ”もまた必要になっています。



---

**室賀** MEXA-7000 成功の鍵の一つは、技術のローカライズだったと考えています。ヨーロッパの基礎技術、アメリカのソフト・システムエンジニアリング、そして日本の生産技術がうまくかみ合い、優れた製品が生み出されました。この点、日・米・欧に強力な拠点を持つホリバは大変有利でした。

**Tapp** 長野さんがおっしゃったように、グローバル化を進めれば進めるほど、逆にローカライズが重要になってきます。ここで確認しておきたいのですが、我々は、日ごろは、非常にローカルなマーケットでビジネスを展開している点です。

ローカルなニーズに対して、グローバルな製品やサービスをすばやく提供できる組織作りが絶対に必要です。

**長野** プレ・マーケティングからデリバリーまでのすべてを含む「Sales Globalization」が我々の次のターゲットです。最初に申しましたが、我々のお客様は猛烈な勢いで変化しています。これに対して、我々は開発・生産・サービスの面では、グローバル化・ローカル化の体制が整いました。しかし、販売面ではまだまだです。ローカルな営業活動で得た情報をいかにグローバルに共有していくか、そのためのシステムの構築も緊急課題の一つです。

**室賀** ホリバはMEXA(排ガス分析装置)やCVS(希釈サンプリング装置)など世界に誇り強い製品群を持っていますが、同時に、特定のお客様からの特定の要望に対してもきめ細かく対応していかなければなりません。現在HE社ではセールス支援部隊を準備中ですが、これには、サポートの面のお客様に興味を持っていただくための機能を持たせます。

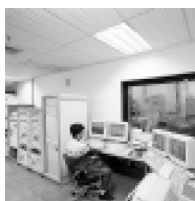
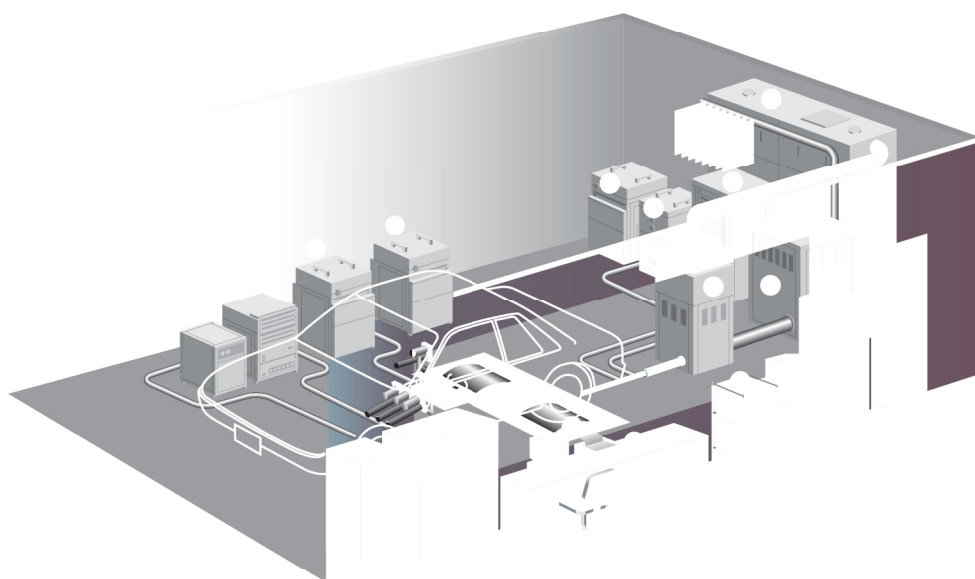
**Tapp** 最近、ホリバの豊富な経験と実績を買って「計測技術は今どうなっているのだろうか?」、「正しい計測とは?」、「問題の解決方法は?」などについてアドバイスして欲しいというお客様が増えています。これには、自動車メーカーが合併や統合などを繰り返す中で、計測技術の蓄積が難しくなっていることにも一因があるようです。

ホリバは、我々が考えている以上にお客様に信頼されており、リーダーシップを発揮しなければならない立場にあると思います。

**室賀** これまでは、研究開発型の会社としてモノ作りに重きを置いてきたホリバですが、今やトータルソリューションの提供を期待されるようになっていくことですね。

**長野** 予定の時間をだいぶ超過してしまいました。最後に、ホリバのエンジン計測グループ(EMD)の方向性を紹介して、本日のまとめとさせていただきます。

EMD のビジネス成功は、結局、「Globalization & Localization」の両立が鍵を握っており、これを実現するためのキーワードが「Power & Speed」です。パワーを持ってビジネスをグローバルに展開し、ローカルなニーズ・シーズに対してはスピーディーに対応する。そして、これを企画し推進するのが、ここにいる我々三人のリーダーです。  
本日はありがとうございました。



- ① 自動運転システム (コントローラ)
- ② GC/FID 方式排ガス測定装置
- ③ ホストコンピュータ
- ④ プリンタ
- ⑤ ソフトイオン化質量分析計
- ⑥ FTIR 方式エンジン排ガス分析装置 (分析ユニット)
- ⑦ エンジン排ガス測定装置 (サンプリングユニット:EGR)
- ⑧ エンジン排ガス測定装置 (分析ユニット;EGR)
- ⑨ エンジン排ガス測定装置 (前置触媒用オープン:EGR)
- ⑩ エンジン排ガス測定装置 (中間触媒用オープン:EGR)
- ⑪ エンジン排ガス測定装置 (テールパイプ用オープン)
- ⑫ FTIR 方式エンジン排ガス分析装置 (サンプリングユニット)
- ⑬ エンジン排ガス測定装置 (分析ユニット)
- ⑭ 定容量試料採取装置 (ミキシングユニット)
- ⑮ 定容量試料採取装置 (サンプリングユニット)
- ⑯ 定容量試料採取装置 (バッグユニット)
- ⑰ 希釈空気精製器
- ⑱ 自動運転システム (メカ部)
- ⑲ 48 インチ・シャシダイナモメータ

---

## プロフィール・コメント

### 長野 隆史

Takashi Nagano

堀場製作所 エンジン計測システム統括部 統括部長

自動車や輸送機器を取り巻く環境はますます厳しくなっています。ホリバのエンジン計測グループは、排ガス分析、自動化技術、そしてグローバルネットワークをコアにして、環境に優しい内燃機関やパワートレイン開発のお手伝いをしております。今後とも、自動車や輸送機器のさらなる発展に誇りを持って寄与できることを願っています。



### Rex Tapp

Horiba Instruments Inc., 副社長

"Horiba is recognized worldwide as the supplier of high quality, state-of-the-art emission instrumentation. But this by itself is not enough. In the competitive environment of today we must also exceed our customers expectations in sales support and service."

### 室賀 裕一

Yuichi Muroga

Horiba Europe GmbH, 社長

ホリバは、お客様とともにグローバルにビジネスを拡大し、世界に共通する仕様の製品を完成させました。一方で、グローバル化と個々のお客様満足(ローカライズ)の同時追求は我々の永遠課題でもあります。一人でも多くのお客様と親しく接し、世界中の資源を活用してお客様のニーズに対応することがすべての基本です。一層のご交流を期待しております。





## ディーゼルエンジンとPM計測 Diesel Engine and PM Measurement

「便利で楽しい自動車。でも、快適な環境とも共存したい。」こんな人々の素朴な願いを達成したいと、世界中の科学者・技術者が日夜研究開発に励んでいます。そんな中、ディーゼルエンジンの効率の良さが注目されています。半面、PMの削減もまた重要な課題となっています。そこで、今回、内燃機関の世界的権威である、ミネソタ大学のProf. David B. Kittelsonと同志社大学の千田二郎先生のお二人に、ディーゼルエンジンとPM計測の現状と将来についてお話を伺いました。話題は、直噴ガソリンエンジンや燃料電池など各種のエンジン開発状況、PM計測の課題まで幅広く展開しました。本インタビューは、堀場製作所の足立正之とLes Hillが、本年5月ギリシャで行いました。



千田 二郎先生  
同志社大学 教授

Prof. David B. Kittelson  
ミネソタ大学 教授

---

Wishing to achieve the simple goal of creating a convenient, enjoyable automobile that can also coexist with a pleasant natural environment, scientists and engineers around the world are working night and day in various research efforts. One thing that is getting considerable attention in this type of research is the efficient diesel engine. Of course, there is also the important matter of reducing PM, which is said to adversely affect human health. Recently, an interview was held with Prof. David B. Kittelson of Minnesota University and Prof. Jiro Senda of Doshisha University, the world's leading authorities on internal combustion engines, about the current conditions of and future outlook for diesel engines and PM measurement. The interview covered a wide range of topics, from the conditions of various types of engine development, such as direct injection engines and fuel cell engines, to the subject of PM measurement. The interview itself was conducted this past May in Greece by Dr. Masayuki Adachi of and Mr. Les Hill of Horiba Ltd.

---



David B. Kittelson, Ph. D.

ミネソタ大学 教授

Division Director of the Power and Propulsion.

Co-Director of the Center for Diesel Research.

## ディーゼル，直噴式ガソリン，そして燃料電池

ホリバ 自動車用ディーゼルエンジンの将来性をどのようにお考えですか？

**Kittelson** CO<sub>2</sub>の排出が少ないディーゼルエンジンは、グローバルな環境保全のためにも、今後ますます重要になるだろうと希望的に考えています。この点、環境問題を狭い視野からしか捉えていない、とくにアメリカの動きに疑問を感じています。

もちろん、NO<sub>x</sub>やPMの削減が大きな課題であることは十分に認識しています。このためには、微粒子のトラップ、低硫黄燃料、酸化触媒などを組み合わせることにより、固体微粒子とナノ・オーダーの揮発性微粒子の両方を同時に解決することができるはずだと考えています。

ホリバ 乗用車を含めて大きさに関係なく、ディーゼルエンジンの見通しは明るいのでしょうか？

**Kittelson** 地域により多少の差はあります。ヨーロッパでは乗用車のディーゼル化が進んでいますが、アメリカでは燃料の低価格政策の影響により遅れています。ただ、アメリカのエネルギー省はスポーツユーティリティカー（日本ではRVとも呼ばれている）へのディーゼルエンジンの導入検討をしており、私もこれを切望しています。

ホリバ 直噴式ガソリンエンジン（DISI）がディーゼルエンジンの最も強力な競争相手になりそうな状況ですが、ここでもNO<sub>x</sub>とPMが論点になるのでしょうか？

**Kittelson** もし、アメリカにDISIが導入されるようになれば、ディーゼルと同じような基準を満たさなければならなくなると思います。成層燃焼型のDISIにPMトラップやその他の排ガス制御技術を搭載するようになると、ガソリンとディーゼル直噴式エンジンとがどんどん近づき、両者はほとんど同じものになってきます。

アメリカでは、これに代わるものとして、可変バルブ機構を持った均質または初期インジェクション方式のDISIが登場し、PMトラップが不要になるでしょう。私は、この方式の可能性は高いと考えています。

これらは、今後10年から15年間の短期的な展望です。一方、長期的には燃料電池が重要になってくると考えています。しかし、これは政治家たちが思っているよりもはるか遠い先のことになるでしょう。

ホリバ 燃料電池車の実用化には多くの課題があるということですか？

**Kittelson** そうです。たとえば、極端な天候条件下で使う場合です。燃料電池車の推進者たちはこの点を楽観的に考えているようですが、私は納得できません。過酷な天候下では、多量の液体を含むような電気化学的デバイスは不利になります。したがって、地域によっては、今後とも長期間にわたって従来型のエンジンを使い続けることになるでしょう。つまり、寒冷な地域では、ディーゼルエンジンやガソリンエンジンが、トータルエネルギーシステムやコジェネシステム用として使われるでしょう。廃熱を利用できるコジェネシステムは、全エネルギーを効率的に利用でき、非常に重要になってきます。

**ホリバ** 千田先生は、ディーゼルエンジンやガソリンエンジンの将来をどのように考えておられますか？

**千田** それには次の点を考えることが重要です。まず一つ目は出力密度です。ディーゼルとガソリンエンジンは、燃料電池と比べて出力密度がはるかに高く、今後とも継続的に使用する際の重要なポイントになります。次は、エンジンの効率と排ガスのバランスです。ご存知のようにディーゼルエンジンは非常に高い熱効率をもっていますが、反面、排ガスが問題になります。ヨーロッパやアメリカと同様、日本でもディーゼル排ガスに対しても厳しい基準が設けられようとしています。これをクリアしなければなりません。エンジンの改良だけでは限度があります。そこで、燃料の改質、NO<sub>x</sub>削減触媒やディーゼル微粒子除去用フィルタ(DPF)などの後処理システムの研究が必要になります。ディーゼルエンジンを組み込んだハイブリッドシステムは、将来最も有力です。と言うのは、ライフサイクルアセスメントの調査結果から、このシステムの可能性が最も高く、水素を車載した燃料電池に匹敵することが知られています。しかし水素の搭載性や供給インフラの問題が残ります。一方、ガソリンやメタノールを燃料として用いる改質式の燃料電池システムは、ディーゼルハイブリッドシステムに比べると改質器の効率や排気の面から、これもまた問題点を多く抱えています。

## ドライブの楽しみと環境保全の両立

**千田** 三番目のポイントは交通システムです。今後、二、三十年以内には、車の共同利用やTDM(Transportation Demand Management)などの新しいタイプの交通システムを考えなければならなくなると思います。たとえば、買い物には電気自動車を、郊外には燃料電池車を使います。燃料電池がカバーできる範囲を超える地域には、効率の優れたガソリンやディーゼルエンジンを搭載したハイブリッドシステムを利用します。もっと長距離の移動には、ヘビー・デューティーのディーゼルエンジンを使用します。



千田 二郎  
Jiro Senda Dr. Eng.

同志社大学 教授, 工学博士

エンジンの低公害化のための  
新しい噴霧燃焼法の提案研究

このように、ディーゼル、ガソリン、燃料電池、そしてハイブリッドを含めた、エンジン・交通システムの最適化をはからなければならないというのが私の考え方です。さらに、究極的には燃料の最適化と、利用目的の明確化が求められるべきです。

**Kittelson** 千田先生がおっしゃるエンジン・交通システムの最適化は、気候が異なる地域には違ったタイプの車が必要であるとする私の考え方と関連しています。たとえば、電気自動車がうまく働くような温暖な地域と寒冷な地域とでは、違った種類の車が使われるでしょう。

また、「都会での移動と長距離の移動には異なった種類の車を利用する」という階層化の考え方も全く同感です。階層化は衛星ナビゲーションシステム(GPS)と結べば十分に実現可能で、今後、インテリジェント交通システムはますます重要になると思います。

GPSを備えたハイブリッドカーなら、予測運転が実現可能となり、地形に合わせた最適条件で走行できるようになります。たとえば、坂道に近づいてきたら、排ガスが最小になるようにエンジンが設定されます。このように、おもに過渡運転状態での排出を抑えることが可能となります。

**千田** GPSを利用すれば排ガスと燃料消費の最適化がはかれるとお話ですが、その場合、「ドライブの楽しみ」が問題になるのではないのでしょうか。これは一般の人にとっては重要な要素だと思います。

人類は、ガソリンやディーゼルなどの高パワー密度エンジンを使った「ドライブの楽しみ」をすでに経験していますから、今更これを排除することはできません。この点からも、ディーゼルやガソリンエンジンは、今後も生き残るべきだと考えています。

**ホリバ** 「適切な場所ではドライブを楽しみ、一方で、市街地走行や規制が必要な環境では制限を守る。」私もそんな自動車の賢い使い方には賛成です。

**Kittelson** 「ドライブの楽しみ」についてですが、ドライブ感覚の点では、「フルハイブリッド」より「マイルドハイブリッド」の方が優れていると思っています。というのは、マイルドハイブリッド車では高い感覚の走行が実現できるのに対し、フルハイブリッド車ではエンジンシステムの挙動とドライバーの要求とが切り離されてしまうからです。私は個人的にはエンジンフィールを楽しみたい方ですので、オートマチック車よりマニュアルミッションの方を好みます。

**ホリバ** ヨーロッパでは、ディーゼル車に対する一般の認識がこの3年間でどのように変化したかに興味があります。高いトルク感覚が、ディーゼルを高級車だと思わせているのでしょうか？



**Kittelson** その点が、燃費に対する関心が少ないアメリカでディーゼル乗用車を普及させるポイントだと思います。「ディーゼル車は高性能で高級だ」と認識されるようになれば、ディーゼル車はもっと売れるでしょう。

## 目に見える形で論理的な議論を

**ホリバ** 一方、ディーゼル車の路上での実走行時の排ガス影響(Real World Emission)はいかがでしょうか？

**Kittelson** これについてもヨーロッパとアメリカとでは異なります。建物の汚染や視界の劣化など環境にディーゼルエンジンが関連していることは間違いありませんが、健康への影響については依然論議中です。

確かに、PMと健康の間には何らかの関係があるのでしょうか。私は、6都市調査やその他の調査結果そのものを疑ってはいませんが、ディーゼルが直接影響しているか否かについては明確ではありません。先日もパリのようなディーゼル車の多い都市部における呼吸器官疾患率増加の可能性について指摘がありましたが、私は統計的に正しいかどうか疑問を持っています。

99%以上が火花点火式のガソリン車を用いるアメリカで、最近、興味深い報告が出ています。コロラドのNFRAQS調査では、PM発生源の2/3は火花点火式ガソリン車であると指摘しています。路上での実走行や使用中のガソリン車は、ディーゼルよりはるかに問題が大きい可能性があります。

**千田** 日本ではおもにトラックやバスにディーゼル・エンジンが使われており、とくに都市圏でPMが集中的に排出されています。東京都では、古いトラックやバスにディーゼル・パティキュレート・フィルタ(DPF)を搭載するようにと規制強化が提案されています。新しいディーゼル車はコモンレール噴射システムを採用しているため、PMの大量排出はありませんが、問題は古い型式のディーゼル車です。しかし、後付け型のDPFを使えば解決の可能性があります。

**Kittelson** 確かに、古い車がディーゼル車のイメージを損なっています。残念ながら、ほとんどの健康調査は古い技術を用いたエンジンを対象に行われたものです。新しい技術を適用した車での調査が必要です。と同時に、PM排出の影響を評価する方法も常に検討しなければなりません。

**ホリバ** エンジンの改良やDPFの取り付けなどの対策をユーザが受け入れやすいように、政府は税金面で動機づけができるのではないのでしょうか？

**千田** 東京都では、知事がペットボトルに詰めたPMをテレビで見せることで一般市民に大きな影響を与えました。

**Kittelson** 問題は目に見えないナノ粒子をどう示すかです。微小粒子がより危険であることを明らかにし、ガソリン車にも焦点をあてなければなりません。人間は目に見えないものには関心を持ちません。

ご存知かと思いますが、Lovelace Inhalation Toxicology Research InstituteのJoe Mauler氏は、いつも微粒子を可視化して示しています。環境基準ぎりぎりいっぱい都会で生活する人の肺に吸入される微粒子の量と、タバコを1日に1箱吸う人のそれとでは2桁ほど違うことが明らかになっています。

**千田** 最近、ガソリン車から排出される非常に微細なPM成分が注目を集めています。PMはディーゼルエンジンだけから排出されるわけではありません。Kittelson先生のような著名な方が、一般の人々に対しこの点をアピールしていただくことは大変有効だと思います。

**Kittelson** そうです。科学技術に携る者、私達すべての責任です。理にかなったことを提言することは、偏った問題提起よりもずっと難しいことですが、続けなくてはなりません。人は時折、極端な意見を支持する傾向がありますが、小さくても数多くの力を結集すれば、偏った意見を退けることは可能です。

## PM問題解決には多面的な計測・評価が必要

**ホリバ** 排出規制と測定技術は今後どのように変わっていくのでしょうか？

**Kittelson** 私は、排出規制に携わっている人たちに、「時間軸に対数を使う」ことを勧めています。ご存知のように排出基準は指数関数的に下がっています。ミネソタでは、一酸化炭素の排ガス規制値と新車認証データはともに減少していますが、大気中の減少率はそれほどではありません。このような傾向は今後も続くでしょう。

この問題は、Real World Emissionや交通形態が大気汚染発生の原因となっている地域との関連へ問題が移行していくでしょう。PMの蓄積と放出が大きな問題になることがわかっています。つまり、エンジンに負担のかからない走行時やアイドリング状態のときにPMが排気管に蓄積され、負担がかかる運転状態になるとPMを放出するのです。最近、ガソリン車についてこれとよく似た現象が観察されています。つまり、車のスピードを上げると大量のナノ粒子が放出され、その後徐々に減少するというものです。

**千田** 日本ではNO<sub>x</sub>には非常に厳しい規制が設けられていますが、PMにはこれまでそれほど厳しい規制はありませんでした。ディーゼルエンジンへの悪いイメージを払拭し他に転用するためには、規制への適合、燃料の研究、既存の排ガス処理装置の開発などが必要になります。

**ホリバ** 現在、PMは質量で規制されていますが、密度かサイズ、どちらがより重要でしょうか？

**Kittelson** この点はだれにもわからないと思います。密度がアレルギー疾患や喘息に関連していると指摘する調査があります。また、ねずみのような小動物にいろいろなサイズの粒子を吸い込ませた実験では、表面積がより深く関係するとも報告しています。一方、6都市調査では、呼吸反応に影響するのは $2.5\mu\text{m}$ 以下の非常に細かい微粒子の集まりであると指摘しています。いずれにしても、すぐには明確なことはわからないだろうと思っています。

重要なポイントは、個数と表面積を対象とした計測機器は質量測定より高感度(精度)で、また、今日のクリーンなエンジンを測定する際には、より微量の計測を高い再現性で実現できる可能性があるという点です。 $0.01\text{g}/\text{hp}\cdot\text{h}$ と規定している2007年のアメリカのヘビー・デューティ基準には、フィルタ測定法がそれなりの精度を持つべきことが暗示されています。

EPAでは、PMを確実に捕らえることができる特殊フィルタ、超精密天秤、フィルタ電荷の中性化などハードウェアの改善を検討しています。さらにその上に、非常に慎重な測定が必要になります。規制値が継続的に厳しくなる状況において、私は、質量がPM測定の最も簡単で正確なパラメータだとは考えていません。

凝結型の粒子カウンタ(CNC)は、粒子の個数をカウントするため、無限のダイナミックレンジを持っていると考えられます。しかし、このような高感度測定を行おうとすると、希薄空気のバックグラウンドが問題となってきます。たとえば、PMトラップ通過後のSMPSの測定データを見ると、希釈トンネルのバックグラウンドレベルになっています。

もう一つの問題はトランジェント試験です。PMや $\text{NO}_x$ が、どういう過渡状態で発生しているのかを見つけ出すための研究開発が重要になっています。 $\text{NO}_x$ は可能ですが、PMはそう簡単ではありません。いくつかの測定器を組み合わせるおもしろい方法もあります。たとえば、Fuchsあるいは動的表面積法と呼ばれる拡散電荷法は、応答速度は約1秒です。CNCもこれと同じ程度の応答速度です。これらを使って表面積と粒子数の比をとれば、平均表面の直径を求めることができます。つまり、粒子サイズ、少なくとも平均サイズがどのように変化しているかをダイナミックに測定することができます。

**ホリバ** 安定で信頼性の高い計測を実現するための基準物質はいかがでしょうか？

**Kittelson** PMを質量で測定する理由の一つは標準決めが簡単だからです。現在、粒子数や表面積には標準がありません。PSL(ポリスチレンラテックス)を使おうにも微粒子化する基準も合意もありません。EUのFifth Framework微粒子プログラムで標準について議論してきました。また、CRC 4E-83プログラムでは、測定器の校正に着目し標準規格を設定しました。

**ホリバ** 今後、燃料面からは何が課題となるでしょうか？

**Kittelson** 潤滑油の組成です。すすを発生しにくい希薄燃焼でもオイルエアロゾルは発生します。希薄燃焼すると排ガス温度が低くなり、触媒作用が低下します。そこで、微粒子の処理が必要になり、さらにはオイル消費とオイル形成に注目しなければなりません、未だ手がつけられていません。

カリフォルニアで天然ガスに転換されたディーゼル・バスを見るたびに、オイル消費が高くなり、ナノ粒子の排出が問題になるだろうと思います。大手のディーゼルメーカーの話では、彼らはエンジンの最適化は行っておらず、オイル消費量も高いことを確認しました。

**千田** 一方、燃料改質も大変重要な課題だと思います。将来、バイオ・マスから液体燃料を作り出すことができるようになれば、これはとくに重要な課題となります。バイオ・マスを使ったディーゼルは再生が可能なため大変有用です。これを実用化するために、コスト・パフォーマンスの優れた生産システムの研究開発に集中することが必要です。

**Kittelson** 先日、カリフォルニアを出発するときに、「今後、ミネソタで販売されるディーゼル燃料には、2%のバイオ・ディーゼルが含まれなくてはならない」との法律がミネソタ州議会で可決されるどころだと聞きました。これは、植物から採られたものではなく、マクドナルドなどで使用済みのオイルを原料としています。

**ホリバ** 直噴ガソリンエンジンからバイオディーゼルまで幅広いお話を通して、我々計測機器メーカーの役割、今後の方向性に関し、多くのご示唆いただきました。ありがとうございました。

(文責 編集部)



【インタビューア】

Les Hill

堀場製作所 エンジン計測企画開発部 部長

足立 正之

堀場製作所 エンジン計測開発部 部長

工学博士



## ホリバにおけるPM計測機器の開発

## Development of PM Measurement at Horiba

中村 成男

## 要旨

ディーゼルエンジンから排出される粒子状物質(PM)の削減に向けた研究開発が精力的に進められている。これらの開発現場からは、より正確で連続的なPM計測技術が求められている。ホリバは、20年以上にわたりPM計測装置の開発、製品化に取り組んでいる。本稿では、各種のPM計測技術をレビューし、マイクロトンネルや気化・熱分解、酸化還元法を使ったPM測定装置など、最新のPM計測装置を紹介する。

## Abstract

The reduction of the particulate matter (PM) is strongly demanded in the engine development field. This development requires more accurate and continuous PM measurement. HORIBA has been developing products and encouraging the technology of PM measurement for over 20 years. This paper reviews the various types of PM measuring technology and introduces the latest PM measuring instrument such as the micro-tunnel and devices using the method of oxidization reduction via vaporizing/thermal decomposition. This paper reviews the various types of PM measuring technology and introduces the latest PM measuring instrument such as the micro-tunnel and devices using the method of oxidization reduction via vaporizing/thermal decomposition.

## 1 はじめに

ディーゼルエンジンは熱効率の良さから地球温暖化を防止すると注目されている。その一方で、排ガスに含まれる粒子状物質(PM: Particulate Matter)が問題となっている。エンジンの改良を進めるためには、まずPMの排出量を正しく計測することが必要である。現在、公的に規定されている排ガス測定法では、PMをフィルタに捕集して天秤で計測することになっている。しかし、この計測方法は発生するPMをダイナミックに捉えることができないため、エンジンの研究開発に対して、必ずしも多くの知見を与えてくれる方法ではない。

そこでホリバは、連続的でより多くの情報が得られる各種のPM計測方法を求め、20年以上の試行錯誤を積み重ねてきた。発生機構も組成も複雑であるというPM計測特有の難しさにぶつかりながらも、お客様のお役に立つ製品に育ってきたと自負している。

## 2 PMの生成

ディーゼルエンジンからはガス状物質のほか、超微小粒子が鎖状、あるいは塊状に集合した微粒子が排出される。この粒子状物質がPMと呼ばれ、すす(soot)、可溶性有機成分(SOF: Soluble Organic Fraction)、サルフェート(sulfate)の3種類の区分にされている。

sootは燃料が高温下で不完全燃焼することにより発生し、炭素が主成分である。SOFは燃料やオイルの燃え残り、有機溶媒に溶ける成分を指す。sulfateは燃料中の硫黄が燃焼反応により、硫酸や硫酸塩を形成したものである。

### 3 希釈サンプリング装置

#### 3.1 フルトンネル

現在の公定PM測定法では、排ガスを清浄な空気を流した希釈トンネルで52℃以下になるよう希釈・冷却後、その一部をフィルタでPMを採取する。PM捕集したフィルタは、約25℃・相対湿度50%の雰囲気中に1時間以上保ち安定化した後、天秤で質量を測定する。PM質量は、捕集前後のフィルタの質量差とフィルタに流したサンプルの割合から算出される。

図1に全量希釈装置(フルトンネル)の構成を示す。

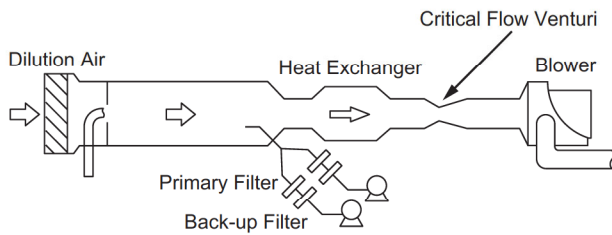


図1 全量希釈サンプリング装置

#### 3.2 ミニトンネルとマイクロトンネル

フルトンネルで大型エンジンを試験する場合には、大量の排ガス温度を52℃以下に冷却する必要からトンネルが巨大なものになってしまう。

そこで、排ガスを1/10～1/100に分割してからトンネルに導こうとのアイデアから、より小型のミニトンネルが開発された。さらに、排ガスを一端分割してから捕集するのではなく、全排ガスの1/5000程度を直接採取すればいいのではないかと考え、より小型化したマイクロトンネルが考案された。

これらの新しい方式を導入するためには、公定法であるフルトンネルとの相関をどう確保するかが重要になる。このために、ホリバは膨大な実験・検証を繰り返し、部分希釈サンプリング装置マイクロトンネルMDLTシリーズ<sup>2)</sup>を開発した。図2にマイクロトンネルを使ったPMサンプリングシステムを示す。

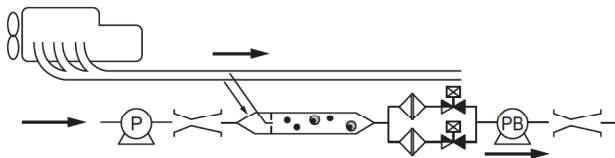


図2 マイクロトンネルPMサンプリングシステム

### 4 PM計測法開発の経緯

公定法ではPMをフィルタで捕集し、SOF, soot, sulfateすべてを含めたPM総重量を求める。このため、走行時の排出状態をリアルタイムに計測できず、また、設備が大がかりとなり高価なものになってしまう。

ホリバは、排ガス計測機器のメーカーとして、これらの課題を解決したいと願い、20年以上前からさまざまなPM計測装置の研究開発を試みてきた。

#### 4.1 光音響法

最初に、光音響法(PAS: Photo Acoustic Spectrometric)の開発に取り組んだ<sup>3)</sup>。

PAS法によるPM連続測定装置のフローを図3に示す。排ガスを2つに分岐し、一方はフィルタでPMを除去後測定セルに、もう一方は直接測定セルにそれぞれ導く。測定セルをCO<sub>2</sub>レーザー光で照射すると、PMがレーザー光を吸収・共鳴して音波を発生する。2つのセルの音波の強度差と排ガス流量とを演算すると、PMの質量濃度が連続的に得られる。

本方式は、応答の速いPM連続測定法として注目されたが、フィルタ法との相関性やレーザーの安定化などが課題となった。

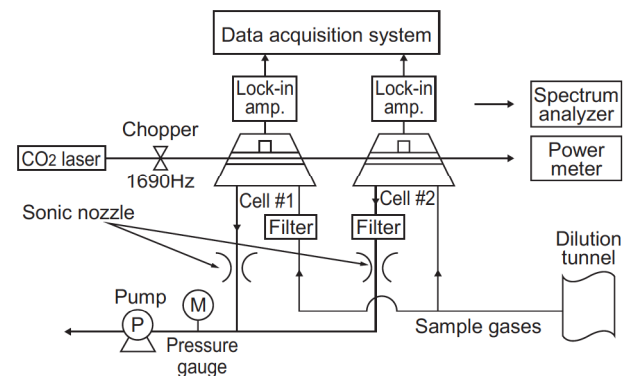


図3 光音響法によるPM連続測定

### 4.2 導電率法

導電率法 (EDM:Electron Diffusibility Measurement) は、sootの導電率が高いことを利用してsootを選択的に連続測定する方法である。図4にEDMの測定原理を示す。

本方式は装置が簡単になるという利点はあるが、sootだけを選択的に検出するため、フィルタ法との相関関係はとりにくい。

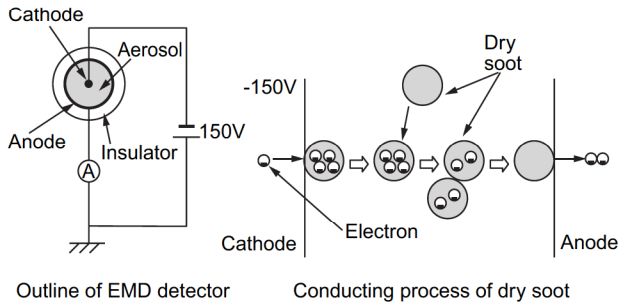


図4 EDM法の測定原理

### 4.3 フィルタ燃焼法<sup>4)</sup>

ボッシュ式の吸引器を使ってテールパイプから直接排ガスを採取する、バッチ式のPM測定法である。石英フィルタを取り付けたボッシュポンプで一定体積の排ガスを吸引し、フィルタに付着したPMを完全燃焼させ、発生するCO<sub>2</sub>濃度よりPMの質量を算出する。図5に本測定法の構成を示す。トンネル法と相関性は高いが、連続測定は難しい。

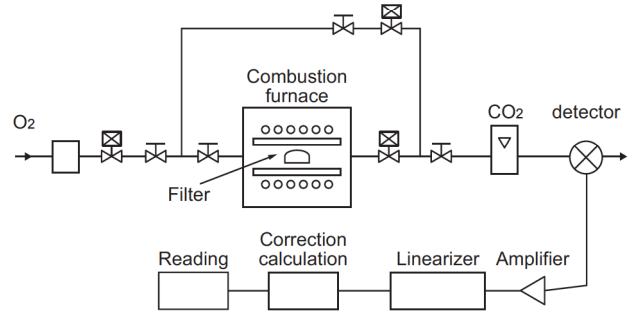


図5 フィルタ燃焼法

### 4.4 CO<sub>2</sub>差量法

「とにかく、PMを連続的に測りたいんだ」との強いニーズを受けて考えだされた手法である。図6にCO<sub>2</sub>差量法の測定原理を示す。

PAS法と同様、サンプルガスを2分割し、一方はPMを取り除いた後で、もう一方はそのまま燃焼炉に送る。後者の中のPM成分は完全燃焼してCO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>OおよびSO<sub>2</sub>を発生するが、前者は変化しない。この差分がPMとなる。また、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、SO<sub>2</sub>それぞれ濃度を測定・演算すれば、soot, SOF, sulfateおよびトータルPMがそれぞれ連続的に測定できる。本方式は、PMの連続測定には大変有効ではあるが、高感度化が課題である。

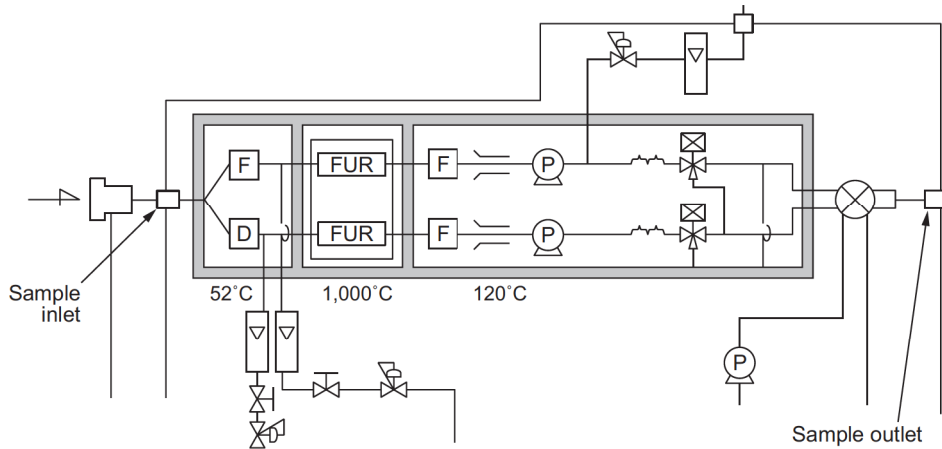


図6 CO<sub>2</sub>差量法

### 4.5 ロールフィルタ法

本法は、ロール式の細長いフィルタ上にPMを捕集し、適当なソークを経てレーザーにより燃焼させ、発生したCO<sub>2</sub>ガス濃度からPMを連続的に測定する手法である(図7)。

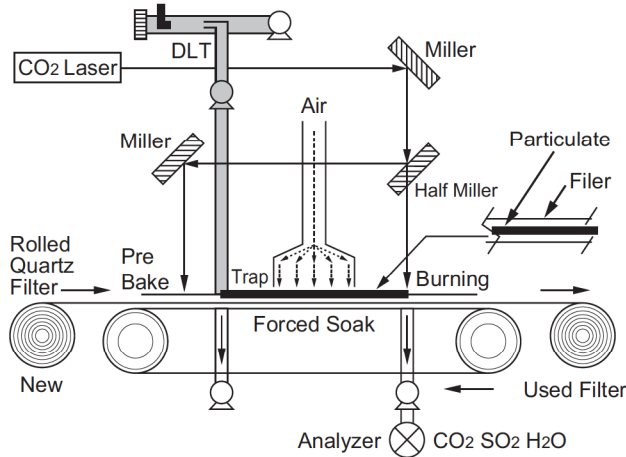


図7 ロールフィルタ法

## 5 リアルタイム性と高相関性の二分化

これらの野心的な試みは、市場環境の変化もあり、必ずしもすべてが成功したわけではないが、その後のPM計測機器の研究開発に貴重な指針を提供してくれた。ホリバは、リアルタイム性を徹底的に追求したFID法と、相関性の高さを主体とした酸化還元法の2手法に絞って開発すべきであると判断に達し、新たなPM計測装置を製品化した。

### 5.1 FID法

水素炎イオン化法(FID:Flame Ionization Detection)は、排ガスを水素炎で燃焼し、生成するイオン電流によりPM量ををはかる方法で、sootとSOFそれぞれを連続的に測定できる。

図8に本測定法のガスフローおよびディーゼルエンジンの排ガスを実測したときの検出器の出力信号を示す。

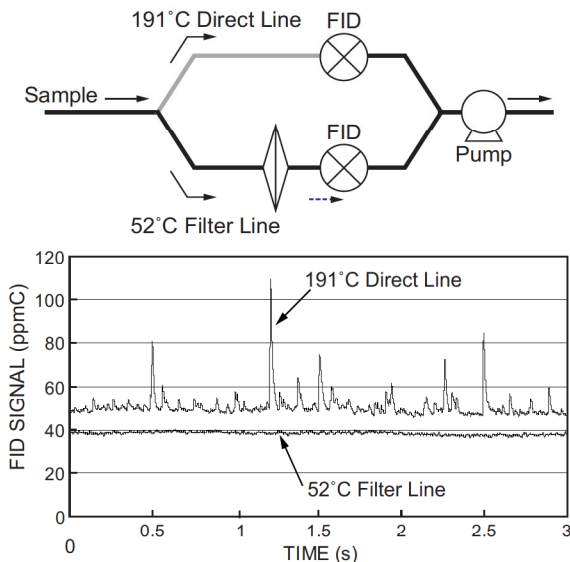


図8 FID法のサンプリングフローと検出器の出力信号

排ガスは191°Cと52°Cに温度調節された2つのサンプルラインへ分岐される。52°Cラインでは、排ガス中の固体成分がフィルタにより除去されて気体成分のみがFIDへ導かれる。一方、191°Cのラインでは直接FIDへ導かれる。

191°Cラインの出力にはパルス状の信号が含まれている。これは炭素粒子起因するもので、sootの濃度に比例する。一方、191°Cラインと52°Cラインの間で気化される炭化水素成分、つまり両ラインの出力差がSOFの濃度に相当する。なお、各種のエンジン排ガスをフィルタ法とFID法で計測して、濃度目もりを校正している。

図9にディーゼル車をシャシダイナモ上で走行させたときのPMの連続測定結果を示す。soot, SOFとも車速に応じて排出量に変化しているのがわかる。

FID法を使った連続PM測定装置MEXA-1220PMは、エンジンの研究開発に欠かせないデータを短時間かつ容易に収集できると好評いただいている。MEXA-1220PMの詳細は本誌のバックナンバーを参照いただきたい。

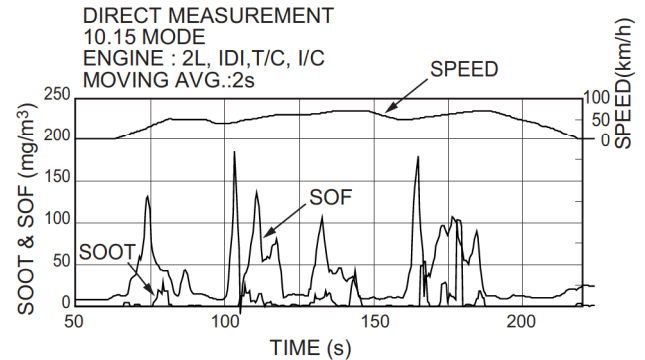


図9 FID法によるディーゼル車のPM排出量の測定

### 5.2 気化・熱分解、酸化還元法によるPM測定

ディーゼルエンジンの研究開発が進むに従い、より微量のPMを計測したいとのニーズが急増している。

本法はフィルタ法を基本としているが、非分散形赤外線ガス分析技術を応用して、0.2μgの超微量のPM測定を実現した。詳細は本誌の別稿(超微量PM分析装置MEXA-1370PM)に紹介しているとおりで、soot, SOF sulfateそれぞれを個別にはかることができる。

本法とフィルタ重量法との実車測定結果の比較を図10に示すが、微量域でも高い相関関係が認められる。



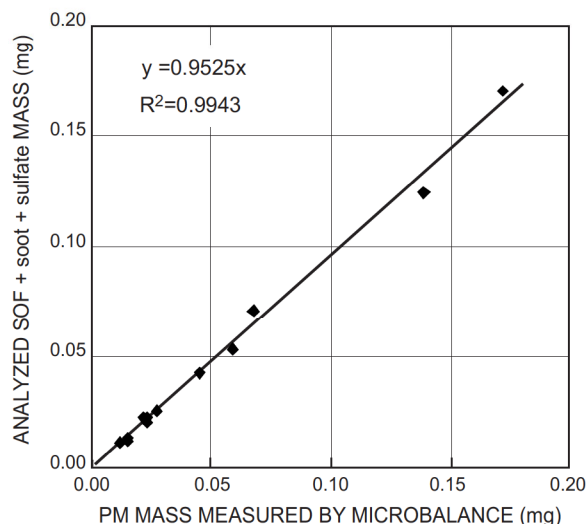


図 10 気化・酸化還元法とフィルタ重量法の相関関係

## 6 おわりに

ディーゼル排ガス中のPMの削減は、待ったのきかない緊急の課題である。しかし、一方で、複雑な組成や挙動を示すPMを、うまく計測できる技術は十分には確立されていない。

ホリバは、永年にわたってこのテーマにチャレンジして、さまざまな技術開発を試みてきたが、失敗も少なくなかった。しかし、ここにきて、連続測定と超高感度測定の二面からそれぞれアプローチすることにより、実用に耐え得る計測機器を市場に提供できるようになった。

今後PMの排出量は極めて少なくなり、ますます測定は困難となるであろうが、今日までに蓄積してきた技術を基に、より簡便で有用なPM計測法の確立を通じてクリーンなエンジンの開発、ひいては環境保全に貢献していきたい。

## 参考文献

- 1) USA-Code of Federal Regulation 40, Part 86
- 2) 山岸 豊, “トランジェント対応マイクロトンネルMDLT-1302T” Readout, No.19 (1999)
- 3) Osada, H., et al, “Real-time Measurement of Diesel Particulate Emissions by the PAS Method Using CO<sub>2</sub> Laser, SAE paper 820461
- 4) Yamazaki, H. and Hori, M. et al, “A Study of Simplified Measurement Method for Diesel Particulate, Society of Automotive Engineers of Japan. Preliminary Staff Report, 911 1991-5
- 5) 福島宏和, “イオン化検出器を用いた粒子状物質の連続測定” Readout, No.19(1999)



中村 成男

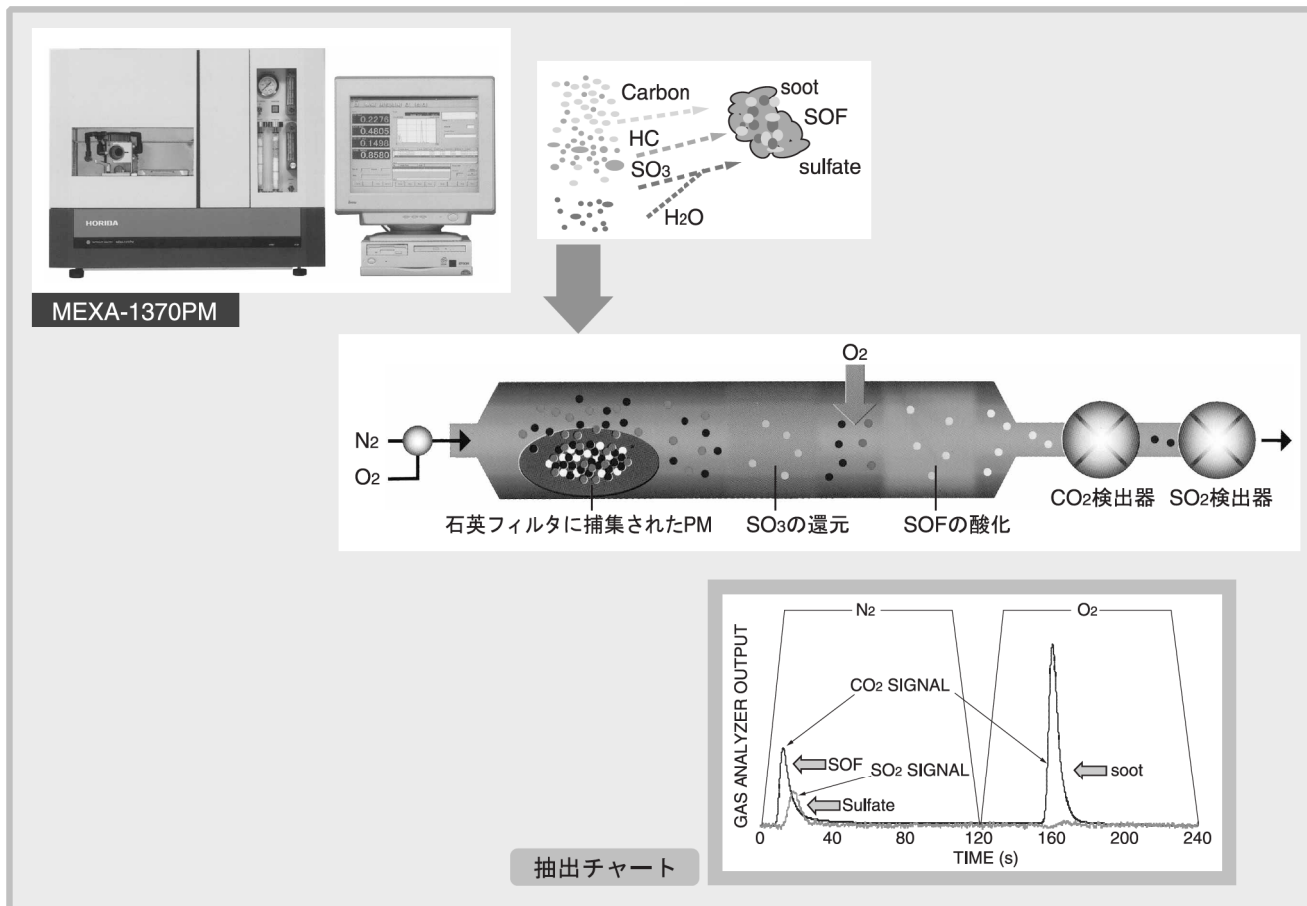
Shigeo NAKAMURA

エンジン計測システム統括部  
技術担当統括部長

# 超微量 PM 分析装置 MEXA-1370PM

Super-Low-Mass PM Analyzer MEXA-1370PM

福島 宏和, 内原 博



## 要旨

大気中の粒子状物質(PM)の削減という社会的ニーズにより、ディーゼルエンジンシステムは積極的に開発・改良が行われている。最新の技術を駆使したエンジンから排出されるPMは非常に微量であり、天秤を用いる従来の重量法では測定が非常に困難になっている。そこで、PMを気化・熱分解させた後、酸化還元反応により発生したCO<sub>2</sub>およびSO<sub>2</sub>ガス濃度を測定することにより、0.2μgと超微量のPMを分析できる超微量PM分析装置MEXA-1370PMを開発した。本装置はPMを構成するSOF, soot, sulfateの分離測定が、わずか4分間で可能である。本稿では、新測定法の測定原理、実測結果について報告する。

## Abstract

Due to the community's need for reduction of particulate matter (PM) in the atmosphere, development and improvement of diesel engine systems is being actively implemented. Engines exploiting the latest technology emit extremely minute amounts of PM which are extremely problematic to measure with conventional scale-based weighing methods. Accordingly, Horiba developed the MEXA-1370PM Super-Low-Mass PM Analyzer, which can detect minute amounts of PM down to 0.2 microgram by means of vaporizing and thermally decomposing the PM, then measuring the CO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> gas concentrations resulting from the oxidation reduction reactions. This device can perform separation measurement of the PM constituents - - SOF, soot and sulfate -- in just 4 minutes. This paper describes the principles of the new measurement method, and reports results of measurement using it.

## 1 はじめに

ディーゼルエンジンから大気中に排出される粒子状物質 (PM: Particulate Matter) は、単に視界を悪くするだけでなく、生態系や人体への影響も大きいと考えられている。その一方で、ディーゼルエンジンは、ガソリンエンジンと比較してCO<sub>2</sub>排出量が少なく、地球の温暖化防止という面からは大きく期待されている。それゆえ、ディーゼルエンジンから排出されるPMの削減は急務である。実際にエンジンの開発・改良をはじめとするさまざまな努力により、一昔前とは比べものにならない低濃度のPMしか出さないエンジンシステムが開発されつつある。それにともない、従来の天秤を用いる方法では、このような少量のPMを測定することが非常に困難となってきた。

そこで、赤外線ガス分析計を用いることにより、PM中の、有機溶媒可溶成分 (SOF: Soluble Organic Fraction)、すす (soot) およびサルフェート (sulfate) の3成分を同時に短時間で分離測定を可能とした MEXA-1370PM を開発した。

## 2 法定 PM 測定方法と限界

PM は、ディーゼルエンジンからの排出物として、現在の排ガス規制の対象となっている物質の一つである。図1に、法規に基づくPM排出質量測定に用いられる希釈トンネルシステムの構成を示す。清浄な空気を流した希釈トンネルで、エンジンからの排ガスを52°C以下になるように希釈・冷却し、その一部を捕集フィルタに導く。フィルタ上に採取されたPMの質量は、フィルタごとに天秤で測定される<sup>1)</sup>。

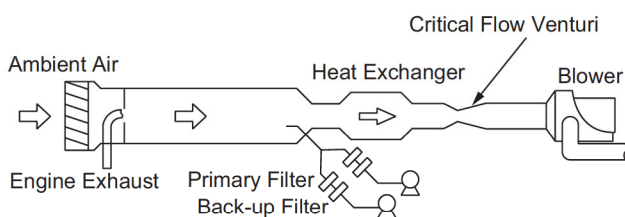


図1 フルトンネルを用いたPM補集システム

表1は米国環境保護局 (U.S. EPA) の重量車エンジンに対応する規制値である。PM排出量を2004年から2007年までの間に現在の1/10にするという大変厳しいものとなっている。一般に、重量車エンジンテストに使用されているPM補集用フィルタの直径は70mm、質量は約200mgである。これに対し、EPAの2007年規制値に合格する車両では、1回の試験で捕集されるPM質量は、わずか0.2mg以下に相当する。このように測定対象のPM質量に対してフィルタ質量が大きい場合、従来のフィルタ重量法では、天秤の測定精度やフィルタに吸着する水分質量等が非常に大きな誤差要因となる。そのため、粒子状物質の規制が厳しくなるのにともない、PM質量測定法の高感度化・高精度化の必要性が高まってきている。

Year	CO g/bhp-hr	HC g/bhp-hr	NOx g/bhp-hr	NMHC+NOx g/bhp-hr	NMHC g/bhp-hr	PM g/bhp-hr
1998	15.5	1.3	4.0			0.1/0.05*
2004	↑			2.4	n/a	↑
				2.5	0.5	
2007	↑		0.2		0.14	0.01

\*Urban Bus Engine

表1 EPA (U.S.) のディーゼル規制 (EPA 2007 Plans for HDD Highway Engines)

また重量法の欠点として、PMの各成分の分離測定に長時間を要することもあげられる。エンジンシステムの開発において、このような各成分質量の情報は非常に重要であり、低濃度測定と並んで短時間での分離測定に対する要求も大きい。重量法以外の測定法としてPMを燃焼させる方法<sup>2-4)</sup> や水素炎イオン化検出器 (FID) を利用する方法<sup>5-8)</sup> などがあるが、両方を同時に満たすのは難しかった。

## 3 MEXA-1370PMの測定原理

MEXA-1370PMは、PM各成分を気化・熱分解後酸化還元反応によりCO<sub>2</sub>およびSO<sub>2</sub>に変換し、それぞれのガス濃度を赤外線ガス分析計で測定する。

### 3.1 PM成分の分離検出

図2にMEXA-1370PMのシステム構成を示す。まず、希釈トンネルを用いてPMを捕集する。ただし、フィルタにはテフロンコーティングを施したものではなく、高温でも変化を起こさない石英フィルタを使用する。次に、PM捕集後の石英フィルタを、980°Cの炉に挿入しN<sub>2</sub>ガスを流す。このとき、PMのSOF成分およびsulfate成分が窒素雰囲気下で気化し熱分解される。このうちのSOFは炉の後段から供給されるO<sub>2</sub>により酸化されてCO<sub>2</sub>となる。また、sulfateは高温環境下のもとでSO<sub>2</sub>に還元される<sup>9)</sup>。生成したCO<sub>2</sub>およびSO<sub>2</sub>の濃度は、下流の赤外線ガス分析計で測定される。さらに、SOFの気化・熱分解が完了した時点で炉にO<sub>2</sub>を流す。フィルタに残っていたsootはこの段階で酸化されてCO<sub>2</sub>となる。このCO<sub>2</sub>濃度も同じくガス分析計により測定される。

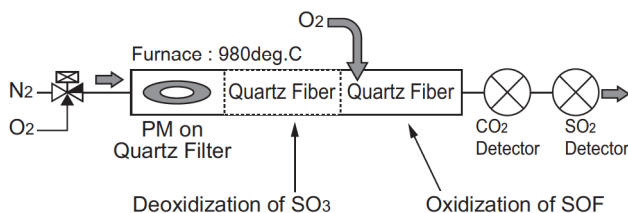


図2 MEXA-1370PMの分析フロー

### 3.2 CO<sub>2</sub> と SO<sub>2</sub> 発生量の算出

図3にPMを炉内に入れて測定を行ったときの、CO<sub>2</sub>分析計およびSO<sub>2</sub>分析計の指示を示す。1つのサンプルの測定に要する時間は約4分間である。SOF成分は、N<sub>2</sub>が流れている間(0-120秒)のCO<sub>2</sub>指示強度(出力信号の時間積算値)を積算し、soot成分は抽出過程の後半で酸素ガスを流している間(120-240秒)のCO<sub>2</sub>指示強度を積算する。また、sulfate成分は全測定時間(0-240秒)のSO<sub>2</sub>指示強度を積算する。それぞれの積算値を演算すると、最終的にPMの質量が算出される。

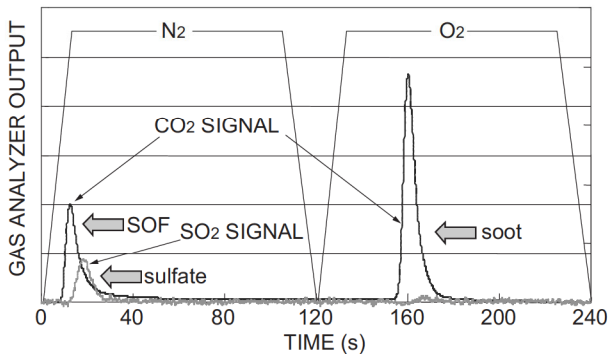
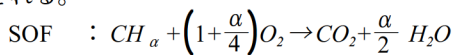


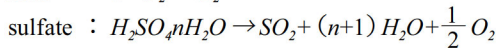
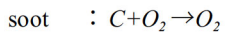
図3 ガス分析計の出力変化

### 3.3 PM 質量への換算

SOF, soot, sulfateが炉内で起こす反応は以下のように表される。



ただし、 $\alpha$ は炭素に対する水素の比を示す。



ただし、 $n$ は無水硫酸に対する結晶水の比率を示す<sup>10)</sup>。

本測定法では、上の反応式に基づき、ガス分析計で得られたCO<sub>2</sub>質量・SO<sub>2</sub>質量から、SOF, soot, sulfateそれぞれの質量を算出する。

## 4 基本性能の評価試験

### 4.1 フィルタの材質とPM捕集効率

一般に使用されているテフロンコーティングフィルタ(Pall Corporation 製 Pallflex TX40HI20-WW)と本方法で使用する石英フィルタ(ADVANTEC製, QR-100)の捕集効率の比較実験を行った。

ディーゼルエンジン(2.5l, NA)を、定常状態(日本ディーゼル 13モードの第2および第5, 第10モード)で運転し、テフロンコーティングフィルタおよび石英フィルタにPMを捕集後、天秤で質量を計った。両フィルタによる測定結果の相関関係は図4に示すように、いずれのフィルタも捕集効率は同じものと考えている。

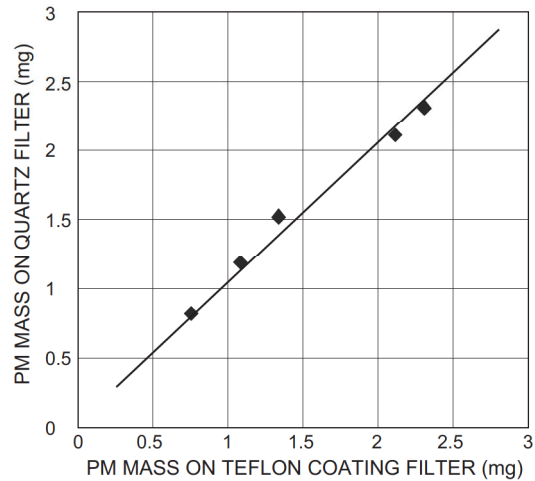


図4 テフロンコート・フィルタと石英フィルタのPM捕集効率の関係

### 4.2 最小検出限界

PM計測用標準試料が確立されていないため、炉内にサンプルを入れない状態(ブランク)で10回くり返し測定し、その標準偏差を本装置の検出限界とした。表2にSOFとsoot, sulfateの検出限界を示す。この結果、MEXA-1370PMが数μgの微量PMまで測定できることが確認できる。

	SOF	soot	sulfate
DETECTION LIMIT (μg)	0.17	0.15	6.1

表2 MEXA-1370PMの検出限界



### 4.3 模擬サンプルを用いた相関性の評価

SOF, soot, sulfateそれぞれの模擬サンプルを用いて、天秤による実測質量と本装置による測定結果との相関関係を試験評価した。1) SOFの模擬サンプルとしては潤滑油を、2) sootにはカーボングラファイトを、3) sulfateには硫酸水溶液をそれぞれ使用した。なお、微量試料調製時の秤量誤差の影響を極小にするため、soot模擬サンプルはカーボングラファイト0.01 gを9.99 gの酸化アルミニウムと完全に混合し、それを秤量した。また、同じく微量試料の精度を確保するため、sulfate模擬サンプルの硫酸水溶液は、0.188 mol/lと0.0188 mol/lの2通りの濃度を使用した。

図5, 6, 7に、各模擬サンプルについて、天秤秤量値と本法の測定値との比較を示す。潤滑油、カーボングラファイト、硫酸水溶液それぞれの相関係数は0.9993, 0.9997, 0.9997であり、いずれも高い相関を示すことが確認できた。また、微量域まで直線関係が保たれているということは、本法が数μgの微量PMも測定できることを示している。

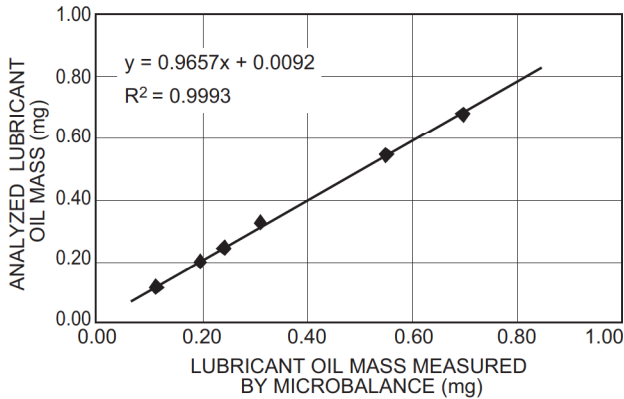


図5 潤滑油による本装置の測定結果と天秤計量値との相関関係:SOF

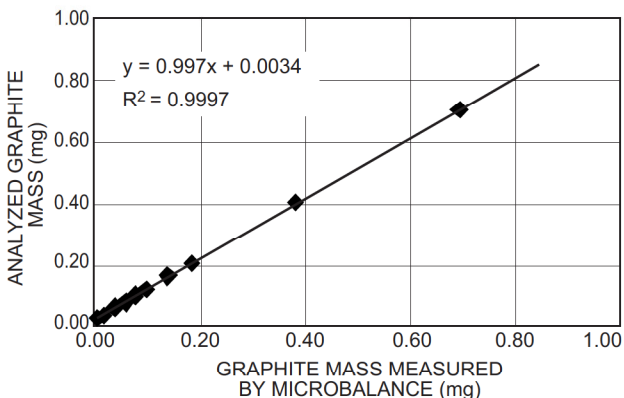


図6 カーボングラファイトによる本装置の測定結果と天秤計量値との相関関係:soot

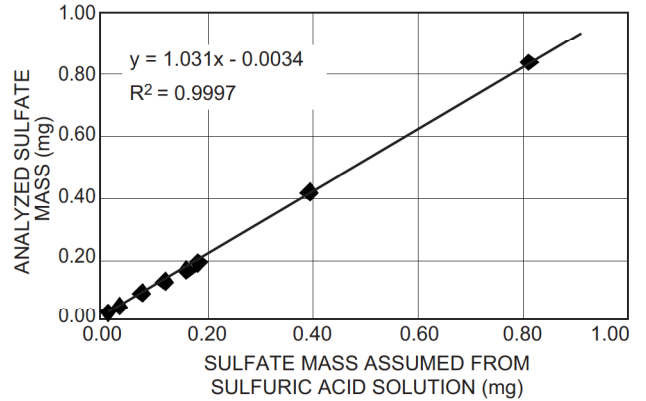


図7 硫酸水溶液による本装置の測定結果と天秤計量値との相関関係:sulfate

## 5 エンジンダイナモによる評価

実際のディーゼルエンジンから排出されたPMをサンプルとして、重量法と本測定方法の相関試験を行った。ディーゼルエンジン(2.5L, NA)を、定常状態(日本ディーゼル13モードの第2, 第5, 第10モード)で運転し、石英フィルタにてPMを捕集した。フィルタを温度25°C, 相対湿度60%の条件下にて8時間安定させた後、天秤で全PM質量を測定した。その後、本測定方法によりSOFとsoot, sulfateの質量を測定した。

図8に、天秤により秤量した全PM質量と、本測定方法にて測定した全PM質量(SOF, soot, sulfateの総和)の比較を示す。両者の相関係数は0.9653であり、重量法とよい相関があることがわかる。なお、sulfateの質量換算は、結晶水の質量が硫酸の0.7倍であると仮定して計算した。

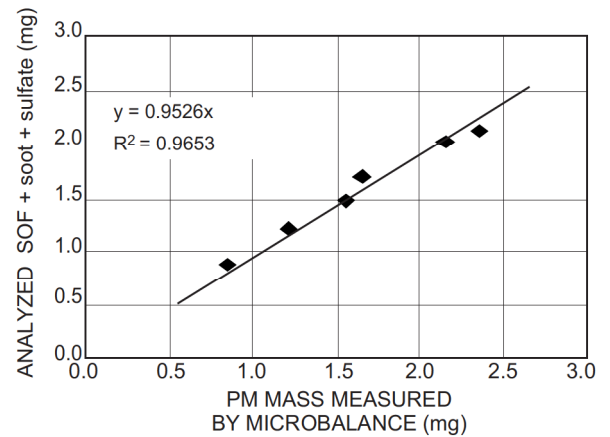


図8 ディーゼルエンジン排ガス実サンプルによる本装置と質量法による全PM量の相関関係

また、微量域での相関を確認するため、天秤にてフィルタに捕集されたPM質量を測定した後、このフィルタの中心を頂点に扇形状にカット(32等分)したものを微量PMサンプルとして本測定方法で測定した。図9にフィルタ全体とフィルタ片の質量比から推定したPM質量と、本測定方法によって得られたPM質量との比較を示す。相関係数は0.9943で、この結果からも、微量PMの測定が可能であることが示されている。なお、本法での測定値がフィルタ重量法よりやや小さい原因として、フィルタをカットした際にPMの一部が剥落したためと考えている。

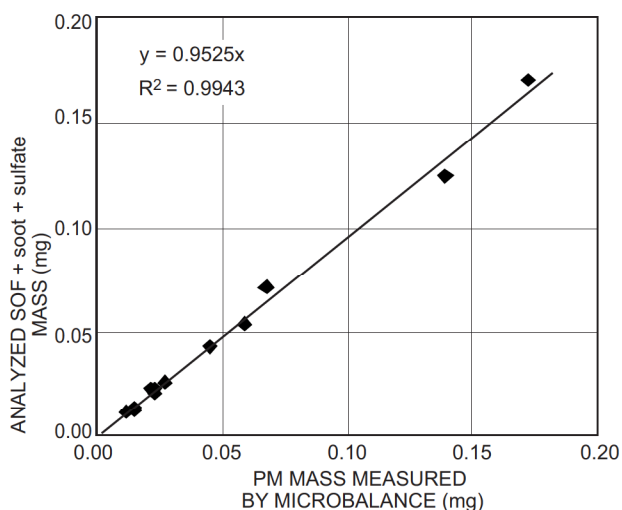


図9 微量域の全PM量の相関関係

## 6 おわりに

MEXA-1370PMは、気化・熱分解/酸化還元を利用することにより0.2μgと超微量PM測定を実現した。しかも、SOF, soot, sulfateそれぞれを約4分間で測定できる点は、従来の天秤を使ったトータルPM測定方法からは得られない多くの情報をもたらしてくれるに違いない。本測定装置が、新しい低濃度PM測定法として、PM削減の取り組みにいろいろな面から貢献することを期待している。

## 参考文献

- 1) U.S. Federal Register: 40CFR Part 86, 110-90 Exhaust Gas Sampling System; diesel Vehicle
- 2) Novakov, T., Soot in the atmosphere, Plenum Press, New York, P.19-41
- 3) Cadle, S., et.al., Problems in the Sampling and Analysis of Carbon Particulate, Atmospheric Environment, Vol. 17, No.3, 1983, P.593-600
- 4) 山崎 均, 堀 政彦  
ディーゼル微粒子の簡易測定装置に関する研究, 自動車技術会学術講演会前刷集 911 1991-5
- 5) Sun, J. H., et.al., A Time-resolved Measurement Technique for Particulate Number Density in Diesel Exhaust Using a Fast-response Flame Ionization Detector, Meas. Sci. Technol. 8, 1997
- 6) C.Arcoumanis. et.al., Real-Time Measurement of Particulate Emissions in a Turbo charged DI Diesel Engine, SAE Paper 922390
- 7) Kawai, T., et.al., Real Time Analysis of Particulate Matter By Flame Ionization Detection, SAE Paper 980048
- 8) Fukushima, H. et.al., Signal Processing and Practical Performance of A Real-time particulate Analyzer Using Fast FIDs, SAE Paper 2000-01-1135
- 9) 千谷 利三  
無機化学 (産業図書), 1964, P.961
- 10) Wall J.C. , et.al., Fuel Composition Effects on Heavy-Duty Diesel Particulate, the Fuels and Lubricants Meeting and Exposition Paper 841364



福島 宏和

Hirokazu FUKUSHIMA

応用設計部



内原 博

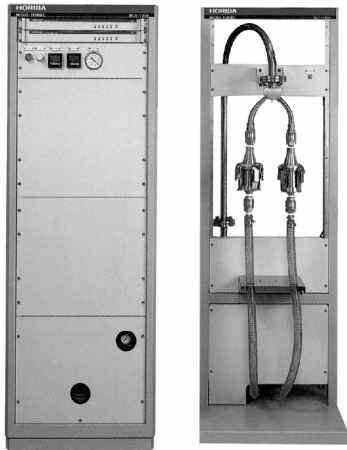
Hiroshi UCHIYAMA

分析センター  
部長

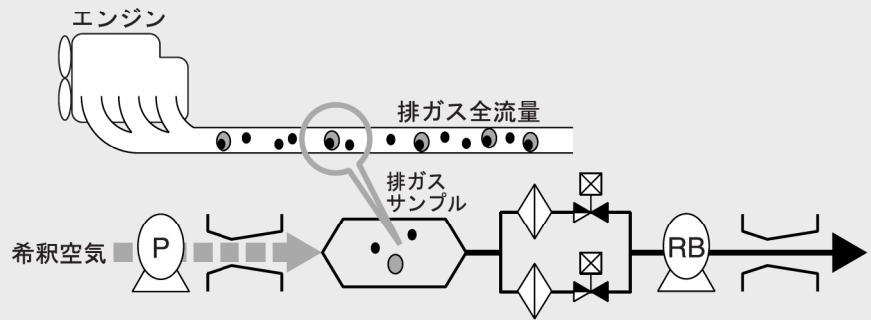
# PM 計測用マイクロトンネルの評価試験

## Evaluation Testing of Micro Dilution Tunnel

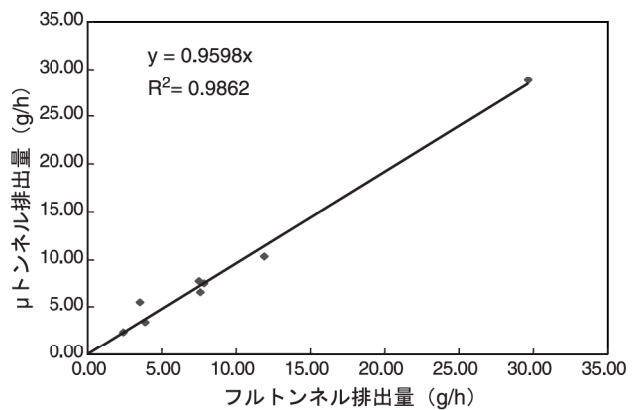
山岸 豊, 大槻 聡



マイクロトンネル MDLT-1300T



マイクロトンネルとフルトンネルの相関関係



### 要旨

ディーゼルエンジン排ガス中の粒子状物質(PM)の計測方法は、従来のフルトンネルを使った定常モード試験から、マイクロトンネルによるトランジェント計測法への移行が検討されている。マイクロトンネルを普及するためには、既存のフルトンネル法との相関性を明らかにすることが重要である。本稿では、ホリバが開発したマイクロトンネルMDLTシリーズの再現性およびフルトンネル法との相関性試験結果を報告する。

### Abstract

A shift is being considered from the traditional steady-state testing method of measuring the particulate matter (PM) in diesel engine exhaust, using a full tunnel, to a transient method using a micro tunnel. To popularize the micro tunnel method it will be important to make clear its correlation with the existing full tunnel method. This paper deals primarily with the results of testing of Horiba's newly-developed Micro Dilution Tunnel MDLT Series to demonstrate their repeatability correlation with the full tunnel method.

## 1 はじめに

ディーゼル車の排ガス中粒子状物質(PM)の削減に向けた技術開発が進む中、PM計測方法の見直しが課題となっている。現在、PM計測は、フィルタ重量法を使った定常試験が基準法として規定されているが、装置が大がかりになる上に、ダイナミックに変化する排出状態を把握するには不十分である。

国際標準化機構(ISO)では、「重量車排出ガストランジェント試験法の制定のための国際基準調和活動(ISO/TC22/SC5/WG2)」を中心に、ランジェントモードに対するPM計測法の導入を検討しており、日本国内でも同様の試験研究がなされている。

ホリバは、これらの活動に積極的に参加するとともに、マイクロトンネルを使ったランジェント対応PMサンプリング装置MDLTシリーズの開発、製品化を進めている。

## 2 マイクロトンネルの基本構成

PMの補集には希釈トンネルサンプリング装置が用いられるが、希釈方法・サンプリング方法によりフルトンネル、ミニトンネル、マイクロトンネルなどに分類されている。

フルトンネルでは、エンジン排ガスの全量をトンネル内に採取し希釈する。したがって、採取途中でPMが欠落する可能性が少なく、精度が高いサンプリング方法として公的にも認められている。しかし、本装置は、定容量希釈サンプリング装置(CVS)を含め巨大になり、専用の実験室が必要となる。

マイクロトンネルは、排ガス全体の1/300~1/3000以下を採取し希釈するものである。非常にコンパクトでCVSも不要になり、可搬型で設備コストも大幅に削減される。また、ランジェントモードの測定ができるため、今後のPM計測の主流になるものと期待されている。

一方、マイクロトンネルは、排ガスの全量に正確に比例したサンプル量を採取する必要があり、高精度なガス流量の計測制御が技術的ポイントとなる。ホリバのマイクロトンネルMDLTシリーズでは、ピエゾバルブとベンチュリ流量計を組み合わせることで、比例サンプリングを実現している。

図1にMDLTシリーズの基本構成を示す。MDLTシリーズの動作原理や、流量制御などハードウェアの詳細は本誌の前報<sup>1)</sup>を参照されたい。

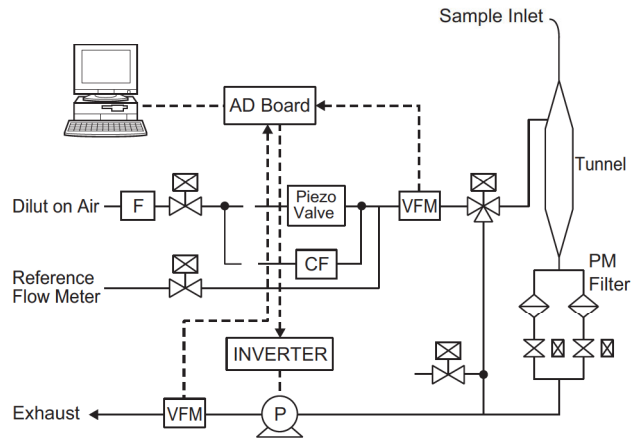


図1 MDLT-1302Tの測定フロー

## 3 MDLTシリーズの再現性試験

PM計測を正確に行うためには、PM中の炭化水素成分や粒子成分の吸着や脱着など複雑な挙動の影響を避けるため、試験条件を厳密に調整しなければならない。同じエンジンを十分に暖機して連続して繰り返し測定した場合に、フルトンネル法では、通常約5%前後の再現性が得られる。今回も、これに準じた試験条件でMDLTの再現性を検証した。

### 3.1 定常モード試験

排気量約2.5l、ターボチャージャー・インタークーラー付き自動車用ディーゼルエンジンをD13モードで運転し、シングルフィルタ法を用いた定常モード対応型マイクロトンネルMDLT-1302Tの再現性試験結果を図2に示す。約±5%以内の再現性が得られており、フルトンネルと同等の性能であることを確認した。なお、再現性は連続して4回試験を行い、その平均値からのずれを百分率で表したものである。

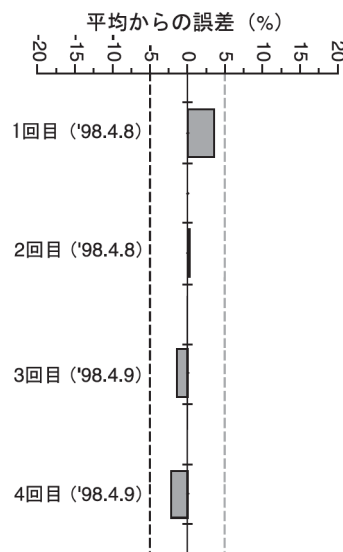


図2 MDLT-1302T(定常モードタイプ)の再現性試験結果



### 3.2 トランジェントモード試験

前に述べたように、今後のPM計測にはトランジェントモード試験の導入が検討されている。ホリバではトランジェントモードに対応できるマイクロトンネルMDLT-1302Tを開発し、再現性を評価した。

その結果、図3に示すように±2%の再現性が得られていることを確認した。なお、トランジェントモード試験は、排気量約7l、定格約140馬力のディーゼルエンジンを使い、米国FTP 1199モードで行った。なお、D13モードでも運転し定常モードも合わせて評価したが、±3%の再現性が確認された。

これら一連の試験を通して、高い再現性を得るためには試験前にエンジンとトンネル各部を加熱処理し、前回の試験の影響を取り除いておくことが非常に重要であることがわかった。

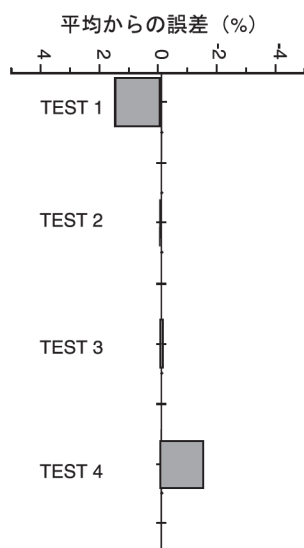


図3 MDLT-1302T(トランジェントモードタイプ)の再現性試験結果

## 4 相関性試験

マイクロトンネルがPM計測の標準法として認められるためには、フルトンネル法との相関性の有無が最大の課題となる。1999年以来、ISO/TC22/SC5/WG2が中心となって種々のトンネルを使って両者の相関関係を検討・評価している。

汎用ディーゼルエンジン(排気量約1.5l、直噴型、無過給)をISOC1モードで運転し、フルトンネルおよびマイクロトンネル(MDLT-1302T)の両方で試験した。PM排出量(図4)はフルトンネルより幾分低い値を示しているが、両者の間には良好な相関関係(図5)が認められている。

また、(財)日本自動車研究所殿は、さらに多くの走行モードで試験を繰り返され、両者は、95±5%範囲で一致していると報告されている(表1)<sup>2)</sup>。

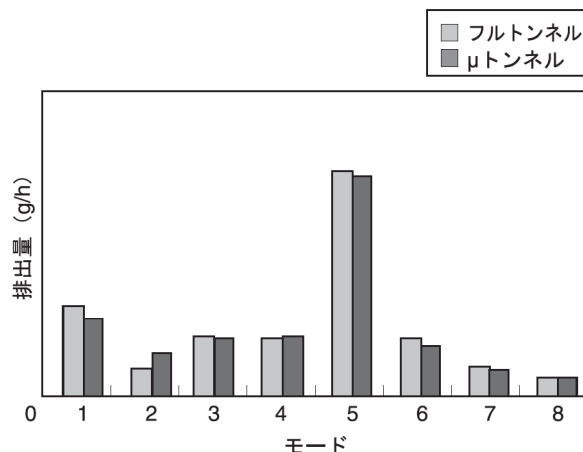


図4 ISOC1モード走行時のマイクロトンネルとフルトンネルのPM排出量

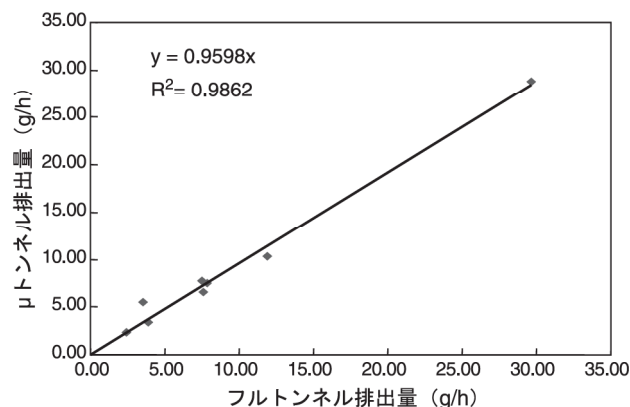


図5 マイクロトンネルとフルトンネルの相関関係

Regulation	Test Mode	Relative ratio(μ/full)
WHTC	Transient	0.945
regional Japan	↑	0.973
regional Europe	↑	0.930
regional USA	↑	0.921
MOT-JARI	↑	0.939
ETC	↑	0.880
FTP	↑	0.949
WHSC	steady	0.920
J13	↑	0.983
ESC	↑	0.914

表1 各種モード走行時のマイクロトンネルとフルトンネルの相対比



## 5 パラメータ試験

マイクロトンネルによるPM計測結果に影響するパラメータとしては、①稀釈比率、②希釈・排ガス流量、③トンネル温度(積極的加熱また断熱のみ)、④トランスファー管温度、⑤トランスファー管長さ、⑥トランスファー管内径、⑦サンプルプローブ形状および採取方法などが考えられる。

これらのパラメータを変えてさまざまな試験を繰り返した結果、それぞれのパラメータは相互に関係合っているが、トランスファー管の周りがとくに重要であることがわかった。一例として、汎用、直噴ディーゼルエンジン(排気量6l)をISO C1モードで運転したときに、トランスファー管設定条件の違いが相関関係に及ぼす影響の実測例を図6に示す。

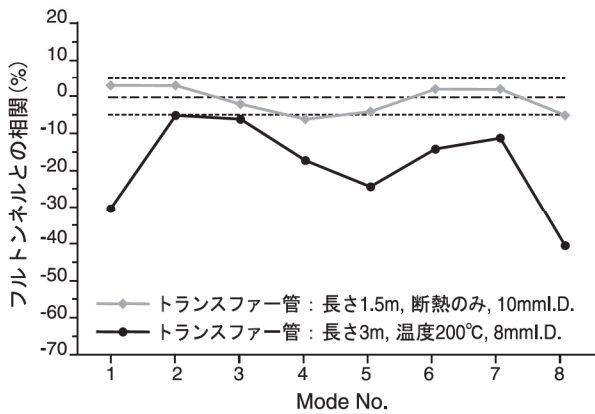


図6 トランスファー管の影響

プローブの長さの短縮とフィルタ表面通過速度を遅くすることにより、定常(J13)、トランジェント(FTP)いずれも良好な結果(図7)<sup>2)</sup>を得ている。

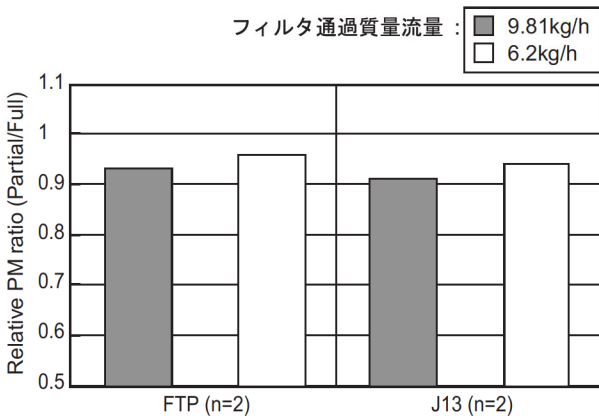


図7 希釈排ガス流量の影響

## 6 おわりに

さまざまなパラメータ試験や相関性評価試験を通して、マイクロトンネルの技術的課題が順次明らかになってきた。これらの成果を踏まえて、マイクロトンネルを用いたトランジェントモード試験法が、近い将来PM計測法の主流になる可能性は高い。

ホリバは、今後ともISO/WGなどの試験研究プロジェクトに参加して新しいPM計測技術の研究開発を推進するとともに、より信頼性の製品を市場に提供することを通して環境保全に向かって日夜努力を続けておられる皆様のお役に立ちたいと願っている。

最後になったが、本装置の評価試験に多大なご指導、ご協力いただいた(財)日本自動車研究所エネルギー・環境研究部山崎均次長と土屋賢次主任研究員に深謝申し上げます。

### <参考文献>

- 1) 山岸豊, “トランジェント対応マイクロトンネルMDLT-1302T”, Readout No.19 (1999)
- 2) ISO/TC22/SC5/WG2 N178, 12th, June 6, 2001



**山岸 豊**  
Yutaka YAMAGISHI  
PEC プロジェクト  
チームリーダー



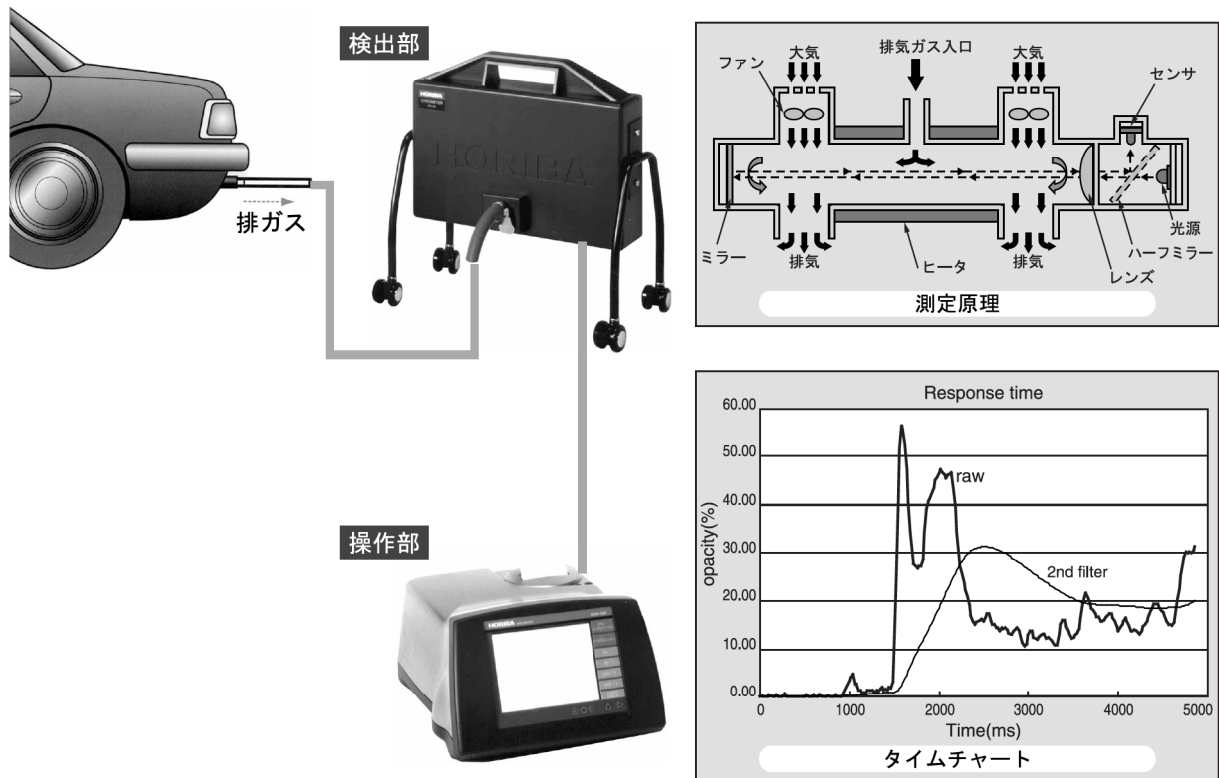
**大槻 聡**  
Satoshi OTSUKI  
エンジン計測開発部  
ジョブリーダー

# 光透過式スモークメータ MEXA-130S

Opacimeter MEXA-130S

木原 信隆

## システム構成図



## 要旨

ディーゼル車から排出される粒子状物質(PM)の削減が緊急課題となっている。現在、日本国内では、法規に基づくPM評価法としてフィルタ重量法を除くと、反射式のスモークメータが使われている。しかしこの方式は、感度が不十分で、連続測定もできない欠点がある。ホリバは、黒煙だけでなく青・白煙を含む全てのスモーク成分を高感度に連続測定できる光透過式スモークメータMEXA-130Sを製品化した。本稿では、MEXA-130Sの測定原理、特長、および、性能試験結果を紹介する。また、シャシダイナモメータ上で走らせ、フィルタ重量法との相関関係を検討した。さらに、MEXA-130Sを搭載したディーゼル車を実際に市街地走行させ、排ガスのオンボード計測の可能性を検討した結果についても述べる。

## Abstract

Reduction of the particulate matter (PM) emitted by diesel vehicles is an urgent task. Reflecting smoke meters are currently the main PM evaluation method employed within Japan. This method however suffers from the drawbacks of having inadequate sensitivity for blue and white smoke and not permitting continuous measurement. Horiba has now developed as a commercial product the MEXA-130S Opacimeter, which is able to measure continuously and with high sensitivity all of the components of smoke, including blue and white fumes as well as black. This paper describes the measuring principles and features of the MEXA-130S and presents the results of performance tests conducted on it. Additionally, the MEXA-130S was used with an engine run on a chassis dynamometer to examine the correlation with PM measuring methods. Further, a diesel vehicle equipped with an MEXA-130S was driven through actual urban areas to examine the possibility of onboard measurement of exhaust gas.

## 1 はじめに

近年、ディーゼル車から排出されるにスモークの削減が求められている。道路運送車輛の保安基準の一部が改正され、1999年10月1日以降発売される新型車のスモーク規制値が40%から25%に変更された。

従来、自動車整備工場などでは、排ガス中のスモークをフィルタ上に補集し、その黒化度を光反射で測定する方式のスモークメータ（ボッシュ式）が使われてきた。

一般に、ディーゼルエンジンは、高負荷時には黒煙をおもに排出し、低負荷時には青・白煙が増えてくる。このことが、従来の反射式のスモークメータは、黒煙に対する感度が低く、感度不足や測定誤差の原因の一つとなっている。

そこで、ホリバは、高感度で再現性の高い光透過式スモークメータ MEXA-130S を開発、製品化した。

## 2 MEXA-130S の概要

### 2.1 測定原理

光を使ったスモークメータには、大別して、フィルタ上に補集したPMに光を照射して反射率の変化から煙濃度を測定する光反射式、直接排ガスに光を照射して、吸収・散乱される光の強度から煙濃度を測定する光透過式（オパシメータ）の2種類がある。MEXA-130Sでは、このうち青・白煙に対しても感度の高い光透過式を採用している。

図1にMEXA-130Sの測定原理を示す。測定セルに導かれる排ガス中に、燃料の高温燃焼により生じる黒煙、未燃オイル/未燃燃料・水分からなる青煙、白煙などが含まれると光源からの可視光はそれらにより吸収・散乱を受けて減衰する。この減衰量を Lambert-Beer の法則(式(1))に当てはめて煙濃度を算出する。

なお、結果はオパシテン N(%) 式(2)、または吸光係数 k(m<sup>-1</sup>) 式(3)で表す。

$$I = I_0 \cdot e^{-kL} = I_0 \cdot (1 - N/100) \text{ ----- (1)}$$

$$N = (1 - I/I_0) \cdot 100 \text{ ----- (2)}$$

$$k = -1/L \cdot \ln(1 - N/100) \text{ ----- (3)}$$

I<sub>0</sub> : スモークがない時の光強度

I : スモークが流れている時の光強度

L : セル長 (m)

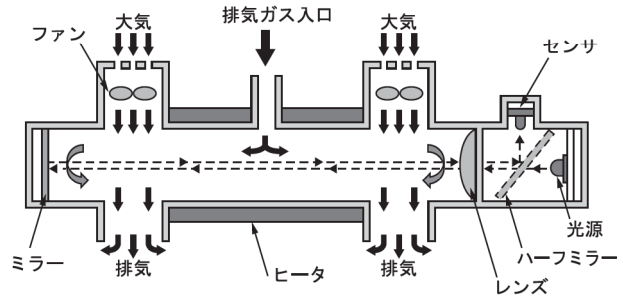


図1 MEXA-130Sの測定原理

### 2.2 サンプリング

MEXA-130Sでは排気圧力を利用した部分のサンプリング方法を採用している。この方式は、特別なサンプリングポンプが不要で、変動しやすい排ガスを安定に採取できる特長をもっている。

図2に代表的な測定方法であるフリーアクセル法のサイクルを示す。まずテールパイプにサンプリングプローブを挿入し、エンジンを無負荷で急加速させてスモークを発生させる。スモークは、排気圧力により、プローブを通して測定セルに導入される。空吹きを所定回数くり返した後、得られる出力信号のピーク値から煙濃度を算出する。

光透過式スモークメータとフリーアクセル法との組み合わせは欧州の車検場でも採用されており、低濃度のスモーク測定に有効かつ簡便な方法として期待されている。

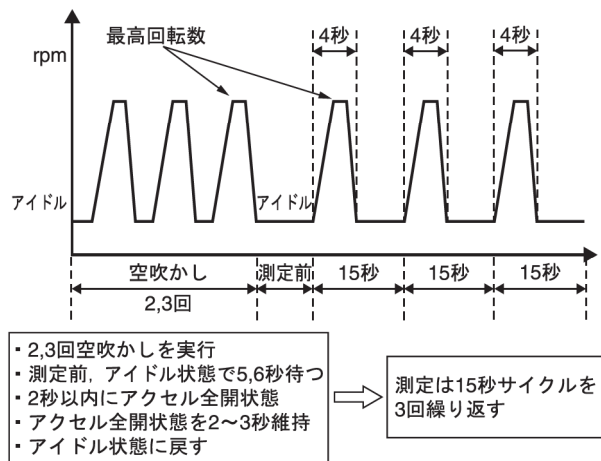


図2 フリーアクセル法の測定サイクル

## 2.3 特長とおもな仕様

MEXA-130Sは、煙濃度をリアルタイムに測定できるという原理的な特長に加え、機能的にも使いやすさを徹底的に追求している。

- ① 検出部と表示部を分離し、作業員1人での計測が可能
- ② フリーアクセル測定に対応(メッセージ表示によるアクセル操作, 自動データ収集)
- ③ ユーザによる簡易メンテナンスを実現

図3にMEXA-130Sの外観を、表1におもな仕様を示す。



図3 光透過式スモークメータ MEXA-130S

型式	MEXA-130S
適合規格	ISO 11614
測定対象	ディーゼル車から排出されるスモーク
測定原理	光透過式(光源: Green LED: 560nm, 検出器: フォトセンサ)
測定範囲	不透明度 (opacity): 0.00 ~ 100% 吸光度 (light absorption coefficient): 0.000 ~ 10.00m <sup>-1</sup>
サンプリング方法	パーシャルフロー排圧式
サンプルガス取合い	専用プローブ付属(内径 10mm)
表示(分解能)	液晶画面表示 (不透明度: 0.1, 吸光度: 0.001m <sup>-1</sup> )
外部入出力	デジタル入出力 (RS-232C) アナログ出力 (オプション)
外形寸法	操作部: 240 (W) × 357 (D) × 156 (H) mm 検出部: 380 (W) × 90 (D) × 235 (H) mm 脚部は除く
重さ	操作部: 約 2kg, 検出部: 約 4.5kg

表1 MEXA-130Sのおもな仕様

## 3 MEXA-130Sの性能評価

### 3.1 測定感度の評価

実車をフリーアクセル法で運転したときのMEXA-130S出力信号のタイムチャートを図4に示す。S/Nが十分高かつ安定した信号が得られている。

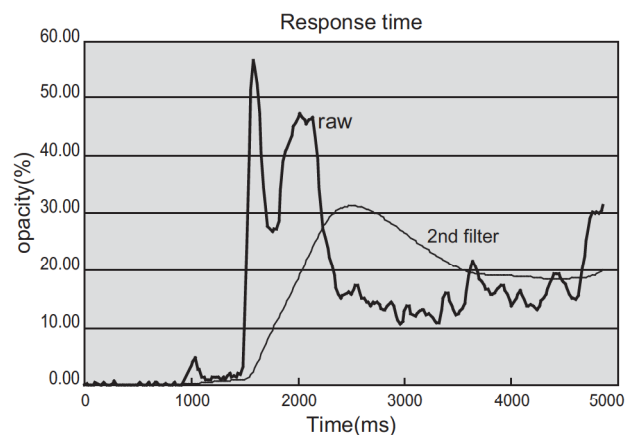


図4 フリーアクセル法によるスモーク測定のタイムチャート

### 3.2 スモーク濃度からPM排出量の推定

光透過式スモークメータは、通常、光透過率が0%および100%で感度を校正し、既知のフィルタを使って直線性を確認している。つまり、スモークメータの指示値は直接PM重量では校正されていない。そこで筆者らは、スモークメータの指示からPM排出量を推定する妥当性を検討するため、シャシダイナモメータ上の走行試験において、フィルタ重量法との比較を行った。なお、試験車は副室燃焼方式のディーゼルエンジンを搭載したRV車である。おもな仕様を表2に示す。

Items	Specifications
Engine Type	IDI diesel; with inter-cooler and turbocharger
EGR	With
Gearshift	4 AT
Engine displacement	1.998[L]
Vehicle weight	1500[kg]
Product date	1994[year]
Running history	92,000[km]

表2 試験車のおもな仕様



まず、テスト車両をシャシダイナモメータ上で、40、60、70、80km/hと一定速度で走行させ、フィルタ重量法によってPM重量を測定する。同時にMEXA-130Sでもスモーク濃度を計測する。ここで、フィルタ重量法によって得られるPM重量 ( $M_{PM}$ ) とMEXA-130Sから得られる吸光係数  $k$  との間には式(4)の関係が成り立つと推定される。

$$M_{PM} = \rho_{PM} \cdot C \cdot k \cdot Q_{ex} \text{ ----- (4)}$$

$M_{PM}$  : PMの重量 [g/L]

$\rho_{PM}$  : PMの密度 [g/L]

$k$  : 吸光係数 [ $m^{-1}$ ]

$C$  : 変換係数 [m]

$Q_{ex}$  : 排ガスの流量 [L/s]

図5に試験結果を示す。スモーク濃度とPM重量の間には高い相関関係が認められる。

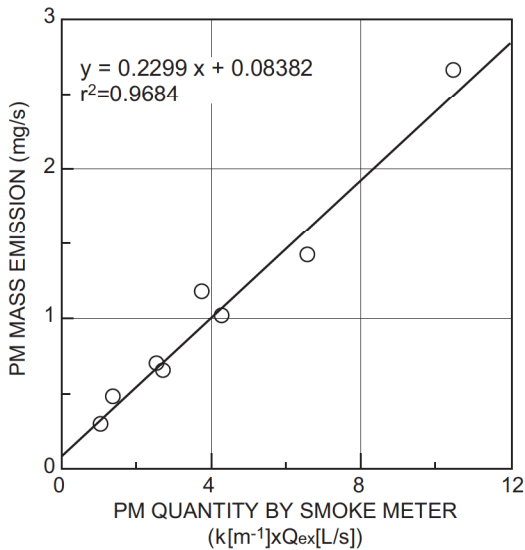


図5 スモーク濃度とPM排出重量の関係

### 3.3 10・15モード走行試験

スモークの排出量は走行状態によって大きく変動する。そこで、排ガス試験の標準的なモードである10・15モードを用いてスモーク濃度の変化を他の排ガス成分とともに測定した。

図6に車速、HC、COそしてPM排出量のタイムチャートを示す。PM排出量はスモーク濃度を図5の近似線により換算して求めた。PMの排出は車速変化に対応して増減しており、そのパターンは他成分ともよく似ている。このようにほぼ予想される排出パターンが観察されることにより、MEXA-130SがリアルタイムのPM評価装置として有効であることが裏付けられる。

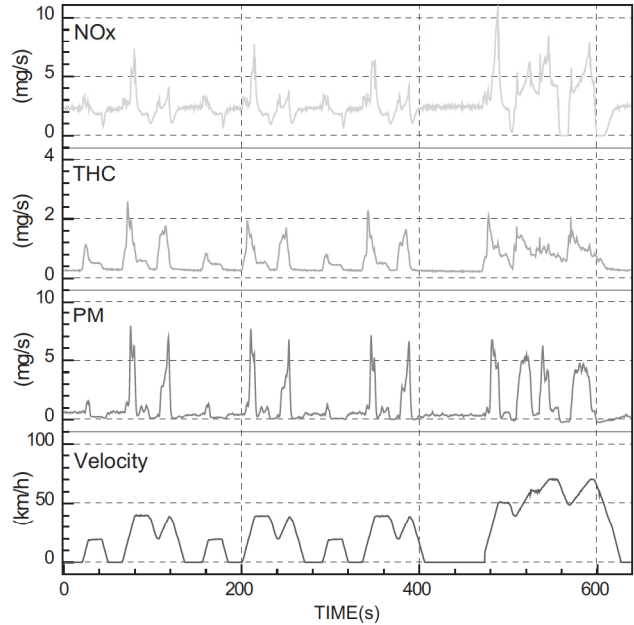


図6 10・15モード走行時の排出パターン

### 3.4 市街地走行試験

試験車に小型分析装置を搭載し、実際に市街地を走行しながら排ガスを測定・評価する方法 (on-board measurement) が注目されている。筆者らは、HC、CO、NOxの試験<sup>2)</sup>に引き続き、MEXA-130Sを使ってPMのオンボード計測の可能性を検討した。

試験車両にMEXA-130Sと、ポータブルタイプの全炭化水素分析計 (MEXA-1170HFID)、窒素酸化物分析計 (MEXA-120NOx) を搭載し、京都市近郊を走行して排ガスを測定した。また、 $\lambda$ センサ、各種温度・湿度センサの出力も同時に記録した。

結果を、図7に示す。MEXA-130Sで求めたPM排出量はTHC、NOx、空気過剰率、燃料消費率と同様に急激な加速・減速に対応したパターンを描いて変化している。このように、MEXA-130Sを使ったPM計測はシャシダイナモ上のみではなく、オンボード計測においても可能性があることが示された。



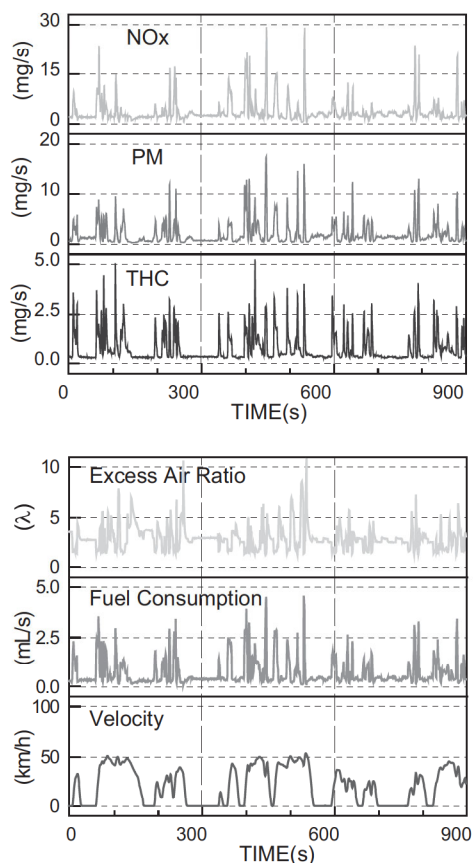


図7 市街地走行時の排出パターン

## 4 おわりに

よりクリーンで効率のよいディーゼルエンジンの研究開発が日夜続けられている。その一方で、使用過程車から排出されるスモークを正しく把握し、対策することもまた重要である。MEXA-130Sは、自動車整備工場や研究開発時の高感度かつ手軽なスモーク測定器として、また、将来は車検用としても使うことができる測定器として製品化した。本機はその任を十分果たすものであると確信している。

一方、複雑な挙動をもつスモークを正確、安定に測るためには、より広範なアプローチもまた重要である。排ガス計測機器の研究開発に永年の実績をもつホリバが、今回、光透過式のスモークメータを製品化したことにより、お客様のお役に立てる機会が一層広がったものと期待している。その一つが、フィルタ重量法との補完であり、さらにオンボード計測の可能性である。本稿を機会にお客様との交流を深め、さらなる計測機器の開発・製品化に努めていきたい。

## 参考文献

- 1) ECE NO.24, ISO/FDIS 11614:1999 (E) FINAL DRAFT INTERNATIONAL STANDARD
- 2) COMODIA 2001, July 1 ~ 4, 2001, Nagoya  
N.Kihara et.al., Real-time On-board measurement of Mass Emission of NOx, THC and particulate Matters from Diesel Vehicles
- 3) SAE technical paper series 2000-01-1141  
N.Kihara et.al., Real-time On-board measurement of Mass Emission of NOx, Fuel Consumption, Road Load, and Engine Output for Diesel Vehicles
- 4) 木原信隆 他, 車載型分析システムによるNOx排出量のリアルタイム計測, 社団法人自動車技術会 学術講演会前刷集 NO.23-00



木原 信隆

Nobutaka KIHARA

エンジン計測開発部  
チームリーダー

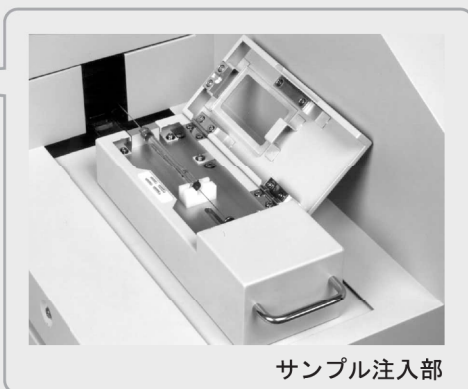
# 油中硫黄分析計 SLFA-UV21

Sulfur-in-Oil Analyzer SLFA-UV21

野口 慎太郎, 駒谷 慎太郎

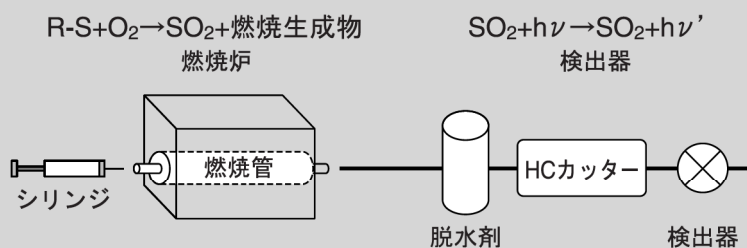


SLFA-UV21



サンプル注入部

## ■ 測定フロー



## 要旨

環境保護のために燃料油中の硫黄分の削減が大きな課題となっており、これにともない高感度な燃料中硫黄分析装置が求められている。ホリバは燃焼-紫外線蛍光法を用いた、検出感度0.027ppmの高感度燃料油中硫黄分析計SLFA-UV21を製品化した。本稿では、米国における規制強化の動きを紹介し、SLFA-UV21の測定原理、構成、試験結果を報告する。

## Abstract

Reduction of the sulfur content in fuel oil is an important task for environmental protection, and one that requires equipment capable of measuring fuel sulfur content at high speed. Horiba has now commercialized the high-sensitivity SLFA-UV21 Sulfur-in-Oil Analyzer, with detection sensitivity 0.027 ppm and utilizing a combustion / ultraviolet fluorescence method. This paper describes the trend to regulation strengthening in the USA, presents the SLFA-UV21's measurement principles and construction, and reports on the results of testing using this device.

## 1 はじめに

大気汚染や酸性雨の原因となる燃料油中の硫黄成分の濃度は各国で法律によって規制されているが、環境問題への関心の高まりとともにより厳しくなりつつある。アメリカでは、ガソリン中の硫黄濃度が2005年に現在の338ppmから30ppmへ、軽油は2007年に500ppmから15ppmへと規制値が変更される予定である。表1に米国における硫黄濃度の規制値を示す。

実施年	規制対象	規制値 (ppm)	
		実施前	実施後
1993	ディーゼル車の燃料	2500	500
1996	船舶用ディーゼル燃料	—	500
1998	ガソリン	400	300~350
2000	ガソリン (カリフォルニア州のみ)	300	30
2002	軽油 (カリフォルニア州のみ)	500	15
2005	ガソリン	338	30
2007	軽油	500	15

表1 米国における燃料中の硫黄濃度の規制

一方、硫黄の濃度は、米国環境保護局 (U.S. Environmental Protection Agency : EPA) で認可された ASTM (American Society for Testing and Materials) に記載された手法で測定することが義務づけられている。現在、蛍光X線を用いた測定方法 (ASTM D-4294 : EDXRF 法, ASTM D-2622 : WDXRF 法) が一般的に用いられているが、微量の硫黄を測定するためには感度が不十分である。そこで、ホリバは燃焼-紫外蛍光法を用いた燃料油中硫黄分析計SLFA-UV21を開発、製品化した。

## 2 SLFA-UV21 の概要

### 2.1 測定原理

SLFA-UV21はASTM D-5453<sup>3)</sup>で規定されている測定方法に基づいている。燃焼管に注入された試料中の硫黄成分は、酸素雰囲気中で酸化されて二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>) になる。このSO<sub>2</sub>分子に紫外線 (波長215nm) を照射すると、SO<sub>2</sub>分子の一部は励起状態になる。励起状態にある分子は非常に不安定であるため、ただちに基底状態へ遷移する。このとき、それぞれの状態間のエネルギー差に相当する光 (蛍光) が発生する。この蛍光を光電子増倍管 (Photomultiplier : PMT) で検出することによってSO<sub>2</sub>の濃度を測定し、それを質量濃度に換算することによって試料中の硫黄成分の濃度を得ることができる。

### 2.2 SLFA-UV21の構成

図1に示すように、SLFA-UV21は各種操作を行うパソコン、試料を燃焼させるための燃焼部、SO<sub>2</sub>ガスを検出する検出部と非常に単純な構成になっている。試料中の硫黄濃度に応じて5~20μlを注射器で採取し、燃焼管に注入する。

1000~1100°Cに保たれた燃焼管内には、ガスの接触断面積を増やすために、石英ガラス製のチップが詰められている。燃焼管内で生成したガス成分のうち水は脱水剤で除去、未燃の炭化水素はHCカッターにて除去した後、SO<sub>2</sub>だけが検出器へ導入されるようになっている。この燃焼部には、ホリバの鉄鋼中微量炭素・硫黄分析装置EMIAシリーズの技術が適用されている。

また検出部は、大気汚染監視用SO<sub>2</sub>測定装置として永年にわたり実績のあるAPSA-360シリーズとの共通化を図った。

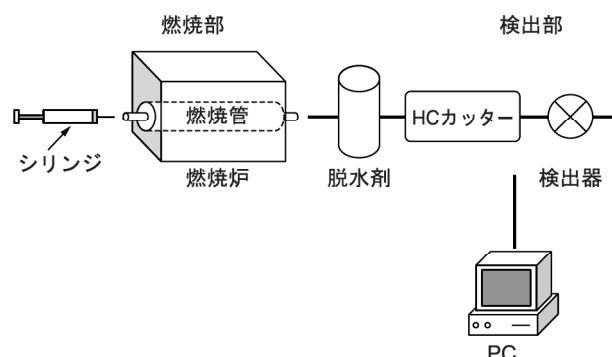


図1 SLFA-UV21の構成

## 3 SLFA-UV21 の性能

### 3.1 測定精度

表2にASTM D-5453に記載されている測定精度を示す。表中rおよびRは、それぞれ併行精度 (Repeatability) と室間再現精度 (Reproducibility) を示す。ASTM D-5453において、rは同じ測定者が同じ装置で測定した2回の測定結果に適用する。一方、Rは異なる測定者が異なる装置で測定した2回の測定結果に適用するものである。併行精度、室間再現精度はいずれも最大値と最小値の差で規定されるものである。これを標準偏差 (S.D.) で表すには、rを2.8で割り算する。表2に標準偏差も記載する。

Concentration (mg/kg S)	S.D.	r	R
1	0.07	0.2	0.6
5	0.21	0.6	1.9
10	0.36	1.0	3.3
50	1.21	3.4	10.9
100	2.04	5.7	18.3
400	5.71	16.0	51.9

S.D. = r/2.8

r : 併行精度

R : 室間再現精度

表2 ASTM D-5453 記載の測定精度

表3および図2は、SLFA-UV21の実測試験結果を示す。実測結果のr, R, S.D.は、いずれもASTM記載の値より小さく、十分な測定精度であることが確認できた。

試料種	ラベル値 (ppm)	測定値 (ppm)	標準偏差 (ppm)
灯油	10	10.0	0.16
灯油	50	50.5	0.28
灯油	97	97.0	0.13
灯油	199	199.0	0.93
軽油	105	105.0	1.20
軽油	204	209.4	0.30
軽油	297	307.9	2.03
軽油	397	379.0	1.27
軽油	474	474.0	0.25
ガソリン	55	55.0	0.18
ガソリン	112	112.0	0.34
ガソリン	486	486.0	0.40
ガソリン	701	725.6	2.78

表3 SLFA-UV21による各種燃料中硫黄測定結果

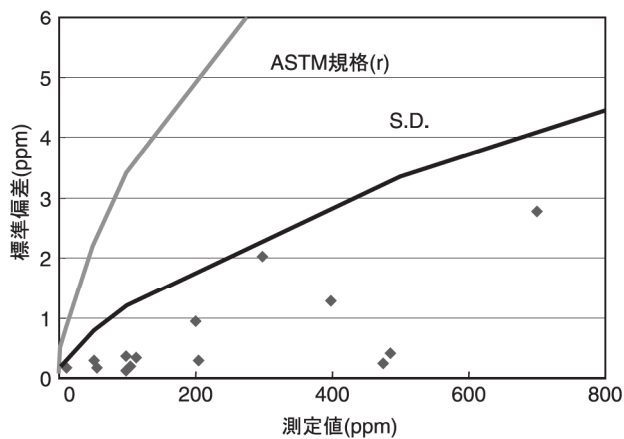


図2 SLFA-UV21の測定精度とASTMの精度規格

### 3.2 検出限界

図3に低濃度領域の標準偏差の関係を示す。この図から、硫黄濃度0mg/kg付近の標準偏差が0.009ppmであり、その3倍の値で表される検出限界は0.027ppmに相当することがわかる。この値は、従来の蛍光X線法(約5ppm)と比較すると2桁以上低いものである。このことは、EPAが低濃度領域の測定方法としたASTM D-5453を認可した1つの大きな要因でもある。

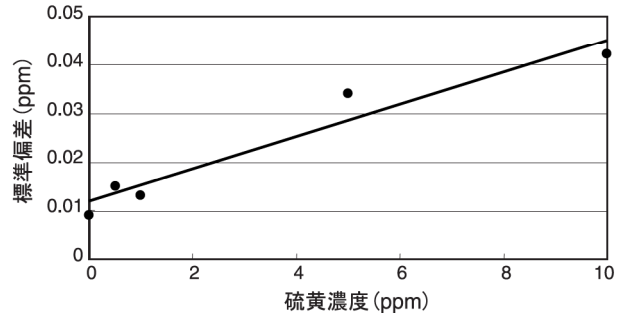


図3 低濃度領域の標準偏差

## 4 おわりに

以上、燃料油中の低濃度硫黄成分を精度良く測定することができるSLFA-UV21の装置概要、性能について紹介した。SLFA-UV21は、ホリバが得意とするガス分析技術、装置化ノウハウなどをフルに活用した製品である。このことが、品質の高さもさることながら、非常に短い期間で信頼性の高い製品を開発できたことの大きな理由の1つでもある。

本製品が、ホリバの関連製品ともども地球環境を守るために役立つことを期待している。今後とも、関係各位のさらなるご協力をいただきたいと願っている。



野口 慎太郎  
Shintaro NOGUCHI  
科学計測開発部



駒谷 慎太郎  
Shintaro KOMATANI  
科学計測開発部  
チームリーダー



# 大気汚染監視用 SPM 濃度測定装置 APDA-361

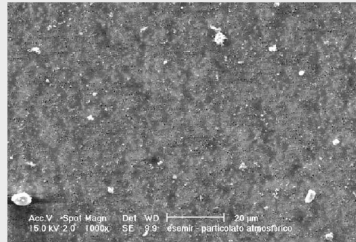
Ambient SPM Monitor APDA-361

篠原 政良

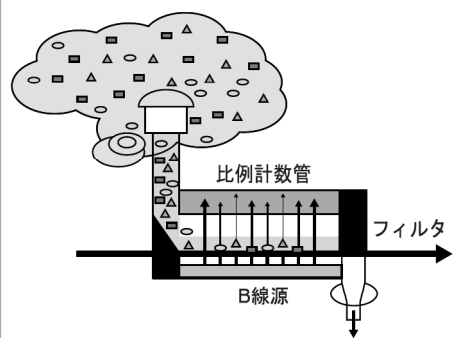


APDA-361

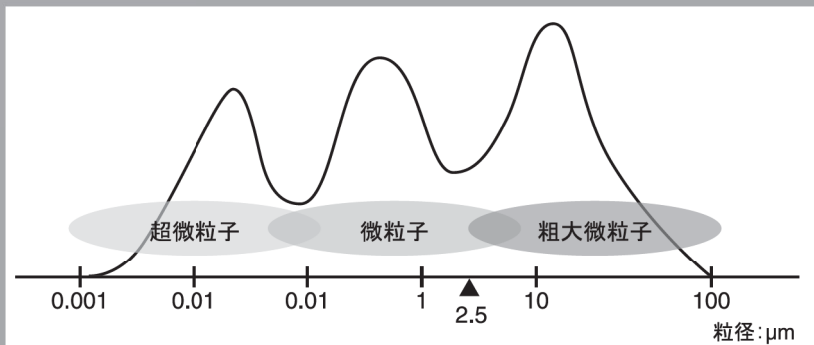
高速道路100m上空の  
SPMのSEM像



測定原理



SPMの粒径分布



## 要旨

大気中の浮遊粒子状物質 (SPM) による健康障害が心配されている。なかでも  $2.5\mu\text{m}$  以下の微粒子 (PM2.5) は、直接肺に吸い込まれるため、対策が急がれている。ホリバはサイクロンとインパクタの両方式のサンプラを備え、PM2.5を含む全てのSPMを測定できる大気汚染監視用浮遊粒子状物質濃度測定装置 APDA-361を製品化した。本稿では、本装置の測定原理、特徴、評価結果を報告する。

## Abstract

There is concern about health impairment due to suspended particulate matter (SPM) in the atmosphere. Particulate matter of 2.5 microns and smaller (PM 2.5) is breathed directly into the lungs, and because of this countermeasures for it are being urgently pursued. Horiba has now developed as a commercial product the APDA-361 Ambient SPM Monitor, which is able to measure all SPM including PM2.5 and is equipped with both cyclone and impactor samplers. This paper describes the device's measuring principles and features, and presents the results of its evaluation.

## 1 はじめに

わが国における浮遊粒子状物質 (Suspended Particulate Matter : SPM) の大気中濃度は、都市部において相変わらず高い値を示している。図 1 に SPM 濃度の年平均値の推移を示す。

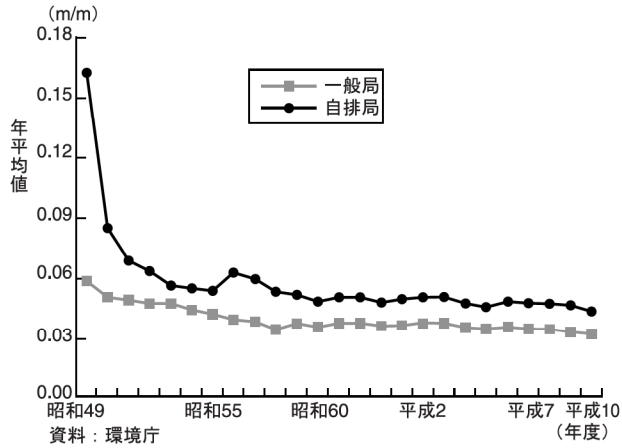


図 1 SPM 生成メカニズム

図 2 に SPM 生成メカニズムを示す。SPM には、1) 発生源から大気中に排出されたときすでに粒子状である 1 次発生粒子と、2) 排出時には窒素酸化物、硫黄酸化物、塩化水素、炭化水素などのガス状物質であったものが紫外線による光化学反応により形成される 2 次生成粒子とがある。1 次発生粒子は 10 $\mu$ m 付近に粒子径分布のピークがあり、2 次発生粒子は 2.5 $\mu$ m 以下にピークがある。大気中に浮遊する SPM は、これらが複雑に混ざり合っていると考えられている。

アメリカのハーバード大学が疫学調査の結果をもとに、SPM の中でもとくに粒径 2.5 $\mu$ m 以下の微粒子 (PM2.5) が人の死亡率と関係が深いと報告して以来、PM2.5 の対策が急に国際的な課題になっている<sup>1)</sup>。もちろん、わが国にとっても SPM は緊急課題で、環境省では 1999 年 6 月に「浮遊粒子状物質総合対策検討会」を設置し、SPM とくに PM2.5 の削減に向けて、様々な検討を開始している。

ホリバは、従来よりも微小な PM2.5 をも正確、安定に測ることができる浮遊粒子状物質濃度測定装置 APDA-361 を製品化した。

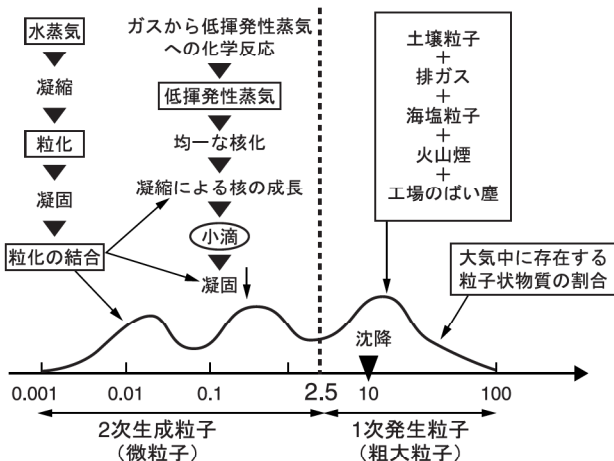
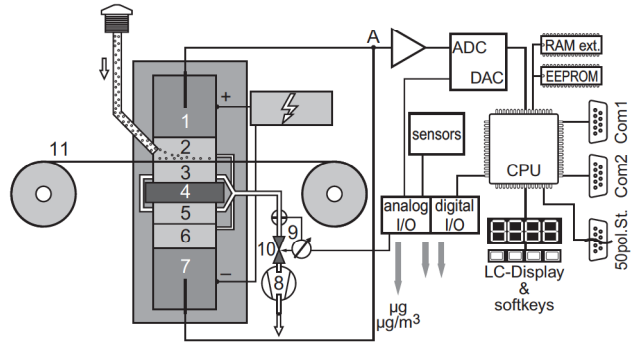


図 2 SPM 生成メカニズム

## 2 測定原理

APDA-361 は、測定原理に  $\beta$  線吸収方式<sup>2)</sup>を用いている。これは、放射線の 1 つである  $\beta$  線が物質 (SPM) を通過するとき物質内の電子と衝突や散乱を起こして吸収され、この吸収量が SPM の質量に比例する現象を利用した測定方法である。

図 3 に APDA-361 の測定原理を示す。



1. イオンチャンバ
2. 粒子の補集
3. 真空チャンバ
4. ベータ線源
5. 補償チャンバ II
6. 補償チャンバ I
7. 補償イオンチャンバ
8. 真空ポンプ
9. ガス流量計
10. ガス流量調整器
11. リボンフィルタ

図 3 分析部のイラスト

大気をサンプリングポンプで吸引し、ガス中の SPM をろ紙の上に連続的に捕集する。この SPM が堆積したフィルタに  $\beta$  線を照射すると、SPM およびフィルタにより  $\beta$  線が吸収される。そして、SPM 質量は  $\beta$  線の強度を測定し、(1) 式により算出する。

$$m = F \times \ln(R_0/R) \text{ [}\mu\text{g]} \text{ ---- (1)}$$

ただし、

$R_0$  : 空のフィルタの  $\beta$  線散乱強度 [1/s],

$R$  : SPM 補集後のフィルタの  $\beta$  線散乱強度 [1/s]

$F$  : 校正係数 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

校正係数  $F$  は  $\beta$  線散乱強度を SPM の質量に換算するための係数で、 $F = A/(\mu/\rho)$  で表される。ここで、 $A[\text{cm}^2]$  はフィルタの測定断面積 [ $\text{cm}^2$ ] であり、 $\mu/\rho[\text{cm}^2/\text{mg}]$  は APDA-361 固有の質量崩壊係数 ( $\text{cm}^2/\text{mg}$ ) である。

これらの式から得られた SPM の質量と、サンプルガスの流量、圧力を補正して最終的に SPM 濃度  $M[\mu\text{g}/\text{m}^3]$  を算出する。

## 3 APDA-361 の特長

### 3.1 全SPMとPM2.5を測定

従来、SPM測定装置は、おもにサイクロン式ポリウムサンプラを用いてSPMをほ補集していた。しかし、サイクロンにはPM2.5のような微粒子の補集効率が低い欠点があった。そこで、環境庁は平成12年9月に「大気中微少粒子状物質(PM2.5)質量濃度測定方法暫定マニュアル」を発行し、2.5 $\mu$ m以下の微粒子を選択的に分粒するインパクト式ローポリウムサンプラの採用を暫定的に採用した。

ホリバのAPDA-361は、サイクロンとインパクトの2種類のサンプラが用意されており、用途に応じて両者を選択する。サイクロンは装置の裏側(図4)に、インパクトは上部(図5)に取り付けられており、両者は配管とコネクタで簡単に切替えることができる。APDA-361のコンパクトな設計は、既設のモニタリングステーションに設置する時、とくに便利だと好評をいただいている。

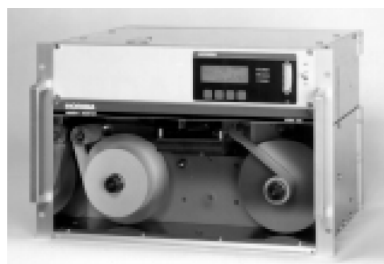


図4 SPM測定タイプ(サイクロン)



図5 PM2.5測定タイプ(インパクト)

### 3.2 長期にわたり安定に測定

#### (1) 長寿命<sup>14</sup>C密封 $\beta$ 線源

$\beta$ 線源には半減期が5730年ときわめて長い<sup>14</sup>C密封線源を使用しており、線源の交換なしで長期にわたり安定な測定ができる。また、線源の強度が $3.7 \times 10^6$ Bq以下のため、取り扱いのための資格や届け出は不要である。

#### (2) バックグラウンド影響の低減

$\beta$ 線の検出器には比例計数管を採用している。比例計数管は、管内に封入された気体に放射線( $\beta$ 線)が入射するとイオン化し、生じたイオン電流で放射線を測る。しかし、材料中の放射性物質や宇宙線などの自然放射線もバックグラウンドとしてカウントされ、SPM測定の誤差となる。APDA-361では、実測されたパルス信号をソフトウェアで処理し、バックグラウンドの影響を取り除いて測定精度を高めている。

#### (3) サンプリングポンプの長寿命化

サンプリングポンプにはカーボン弁式ポンプを採用した。これにより、1年ごとのカーボン粉末の清掃および2年ごとのカーボン交換により安定した測定が可能で、ランニングコストも低減できる。

### 3.3 瞬時値と積分値の並列表示

測定結果は、各時点における瞬時値と、一定設定時間内に鋸歯状の積分値のどちらか一方を出力することができる。とくに瞬時値の表示は、トンネルなど浮遊粒子状物質の多い環境を測定する場合や、異常の発見などには便利な機能である。

### 3.4 稼動状況の表示

装置の稼動状態は次の6桁のコードでモニタ画面上に表示される。

- 1) 運転ステータス : 動作条件を表示
- 2) エラーステータス : 異常が発生した場合に状況を表示
- 3) 制限ステータス : 測定値が予め設定した濃度範囲を超えている時に警告

APDA-361のおもな仕様を表1に示す。

型式	APDA-361
測定対象 <sup>1)</sup>	大気中の10 $\mu$ m以下の浮遊粒子状物質(SPM)もしくは大気中の2.5 $\mu$ m以下の浮遊粒子状物質(PM2.5)
測定原理	$\beta$ 線吸収方式
測定レンジ	0 ~ 1000/5000 $\mu$ g/m <sup>3</sup>
$\beta$ 線源	種類 C14(密封線源) 強度 3.7MBq(100 $\mu$ Ci以下) 半減期 5730年
検出器	比例計数管
分粒器	サイクロン(SPM)もしくはインパクト(PM2.5)
測定時間	1時間
吸引流量	1000L/h(16.7L/min)
ポンプ	ロータリー式
ろ紙	1時間測定にて約2ヶ月
電源	AC 100V $\pm$ 10%, 50/60Hz
消費電力	約250VA
外形寸法	310(H) $\times$ 446(W) $\times$ 327(D) mm(突起物を除く)
質量	本体: 約25kg, ポンプ: 約6kg

<sup>1)</sup> SPM, PM2.5を測定する場合、分粒器を交換する必要がある

表1 APDA-361のおもな仕様

## 4 試験結果

APDA-361 の性能は、校正試料による濃度目盛り校正試験と、フィールドでの実測試験で評価した。

校正試験は、マイカの薄膜に石英ダストを貼り付けて精密天秤で重量を測って値決めしてある校正用ホイルを使い、AAPDA-361による測定結果とを比較した。結果、両者の間には表2と図6に示すように、 $Y=0.9994x+1.3118$ 、 $R^2=1$ と高い相関性が認められた。

基準値 (校正ホイル): $\mu\text{g}$	0	541	2160
データ 1	0	540	2162
データ 2	2	543	2160
データ 3	2	543	2158
平均値	1.3	542	2160
標準偏差	0.89	1.33	1.33

校正ホイル:マイカの薄膜

表2 結果

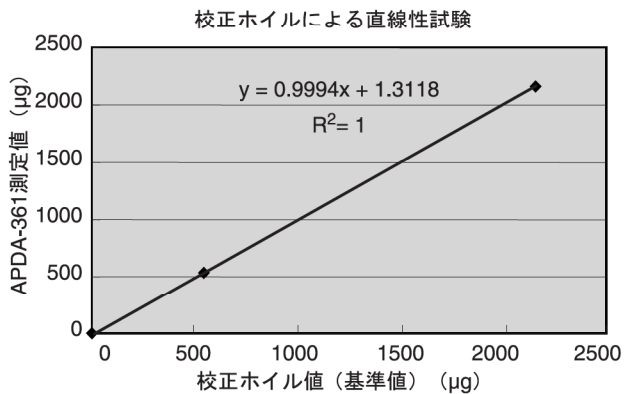


図6 結果

## 5 おわりに

以上紹介したように APDA-361 は、PM2.5 を含め大気中の SPM を安定かつ容易に測定することができる。今、ディーゼル車から排出される SPM が注目されている。今回、APDA-361 を製品化したことにより、ホリバが地球環境の保全に、より幅広く貢献できるものと考えている。今後さらに発展させるためには、お客様の使用状態を十分に把握することが第一と考えている。一層の叱咤激励を願っている。

### 参考文献

- 1) 佐藤健二, 浮遊粒子状物質総合対策に係わる調査・検討状況について, 大気中微小粒子と健康に関する国際シンポジウム要旨集, 29-32, 1999
- 2) 日本工業規格 B-7954



篠原 政良

Masayoshi SHINOHARA

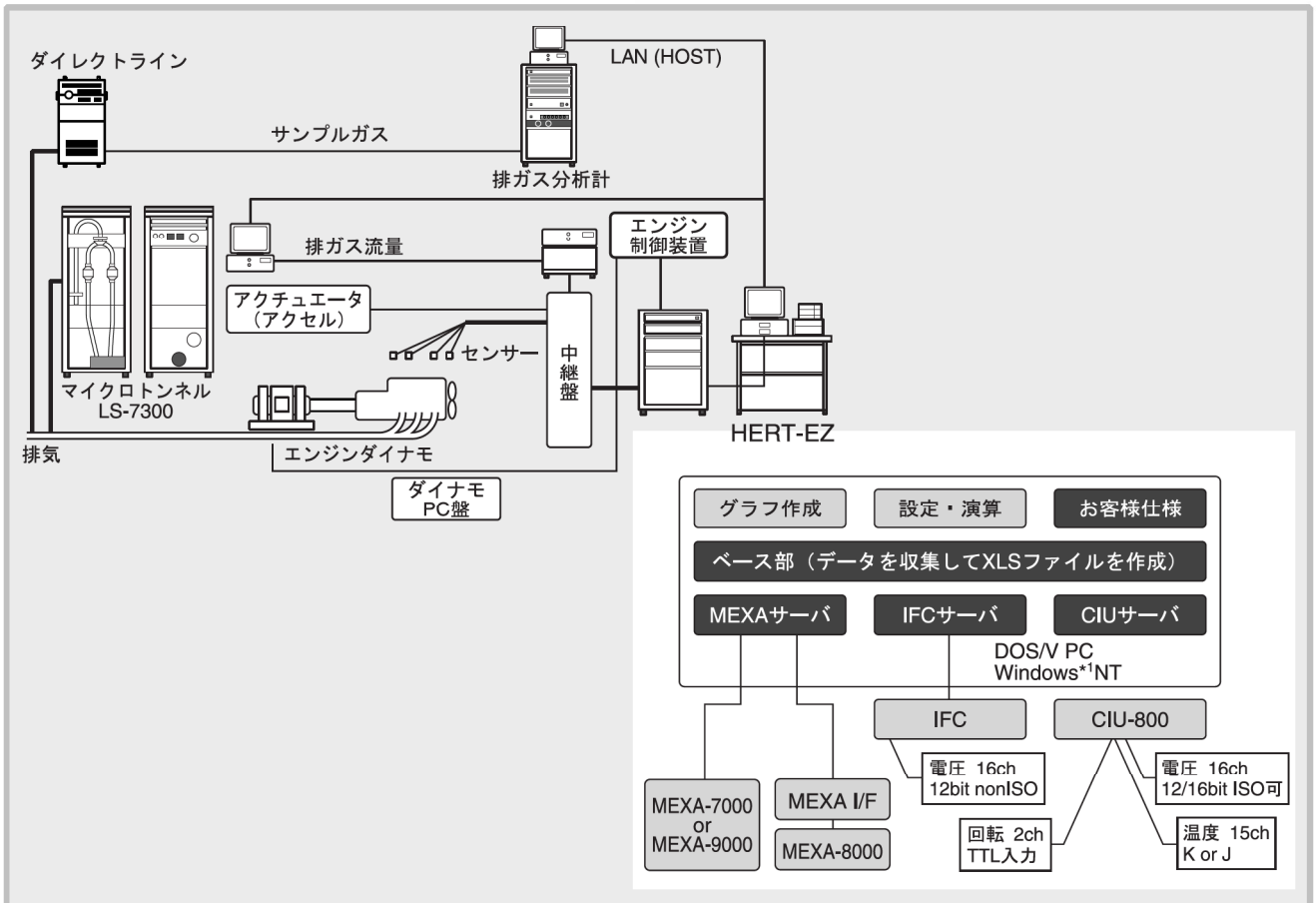
環境計測開発部



# エンジンセル用計測装置 HERT シリーズ

## Tester for Engine Cell HERT Series

三輪 清和, 小山 聡



### 要旨

近年、研究開発の生産性向上が話題となっている。排ガス試験の効率向上もまた緊急の課題である。エンジンセル用計測装置 HERT シリーズは、台上エンジンの性能試験や排ガス規制試験などを統括する自動エンジン計測システムである。本稿では、HERT シリーズのシステム構成、特長、排ガス計測への適用例を紹介する。

### Abstract

Increasing the productivity of research and development has become an important topic in recent years. And increasing the efficiency of exhaust gas testing is an urgent task. The HERT Series Tester for Engine Cells is an automatic engine measuring system that performs a whole range of on-dynamometer performance testing and on-chassis-dynamo testing of engines. This paper presents the system configuration and features of the HERT Series, plus instances of its application to exhaust gas measurement.

## 1 はじめに

近年、地球環境問題の観点から、優れたエネルギー変換効率を持ち、低燃費でCO<sub>2</sub>の排出量が少ないディーゼルエンジンが注目されている。一方で、ディーゼルエンジンの排ガス中の窒素酸化物 (NOx) や浮遊粒子状物質 (PM) が、大気汚染の原因の一つとみなされ、PM削減のための研究開発が急ピッチで進められている。

これらの研究開発の現場では、各種の試験機器や分析装置が使われているが、作業効率を高めるために計測システムの自動化、高機能化が求められている。

ホリバは、これらのニーズにお応えして、エンジン自動計測制御システムHERTシリーズを製品化している。

## 2 HERTシリーズの展開

HERTシリーズは、ガソリンエンジンの触媒性能試験用として1982年に初めて製品化された。以来、お客様のニーズに応える形で、各種のHERTシリーズを開発してきた。

その後、日本国内における排ガス試験の基準が、手動を前提としたD6モードから自動運転をベースとしたTRIAS D13モードに変更されたのに合わせて自動運転付排ガス試験システムHERT-380を製品化した。HERT-380には、新しい制御方式であるダイナミックフィードフォワード制御を採用した新型の制御装置を採用し、EPA1199と呼ばれるトランジェント運転の自動化を同時に実現した。

さらに、Microsoft社のWindowsをユーザインターフェースとして導入し、より使い易くしたHERT-8000を製品化し、汎用エンジンや建設機械・農業機械の排ガス規制にも対応すると同時に、より厳しいヨーロッパのディーゼル規制Euro (ECS,ETC) にも対応できるようにした。

一方、排ガス試験を含む、自動計測制御システムの市場は二分化してきた。一つは、エンジンだけを運転し、さまざまな車両のパラメータ(車重やドライブトレインの慣性量等)を入力し、ソフトウェアでシミュレートして、完成車両の状態を作り出して試験を行うことを目的としたハイエンド市場であり、もう一つは従来どおりエンジン単体の性能を試験するため、計測制御を行うローエンド市場である。

ここでは、ローエンド市場のニーズに合わせて開発された、手動運転自動計測装置であるHERT-EZと、これに自動運転機能を追加したHERT-ACを紹介する。

## 3 HERT-EZ

HERT-EZはローエンド市場のなかでも、とくに自動運転機能を必要としない市場にターゲットを絞ったコストパフォーマンスの高い製品である。試験内容によっては、手動運転でも十分対応できるエンジンテストセルも数多く存在し、これらのニーズにしたがって開発した。

また、ホリバの排ガス分析計やマイクロトンネル装置と組み合わせたり、既設の自動運転装置からのトリガー信号を受けて、おもにTRIAS D13モードやISO-8178に規格されているような定常モード試験用計測装置としても使われている。

### 3.1 システム構成

HERT-EZは、図1のように、1) Windowsを使ったパソコン、2) エンジン回転、温度、圧力などの計測ユニット、3) 分析計の3つのユニットから構成されている。

計測ユニットとパソコンは、ハード的にはLANで、ソフト的にはIMACS\*で接続されている。また、分析計は、機器によって GPIB / LAN / アナログの3種類のハードで接続されるが、ソフト的には計測ユニットと同様、IMACSを接続されている。

\* IMACS : Integrated Measurement And Control System  
トヨタ自動車殿が提唱されているソフト管理用プロトコル。  
計測機器や周辺機器のハードウェアの違いを意識しないで計測制御システムを組み上げることができる優れたルール。

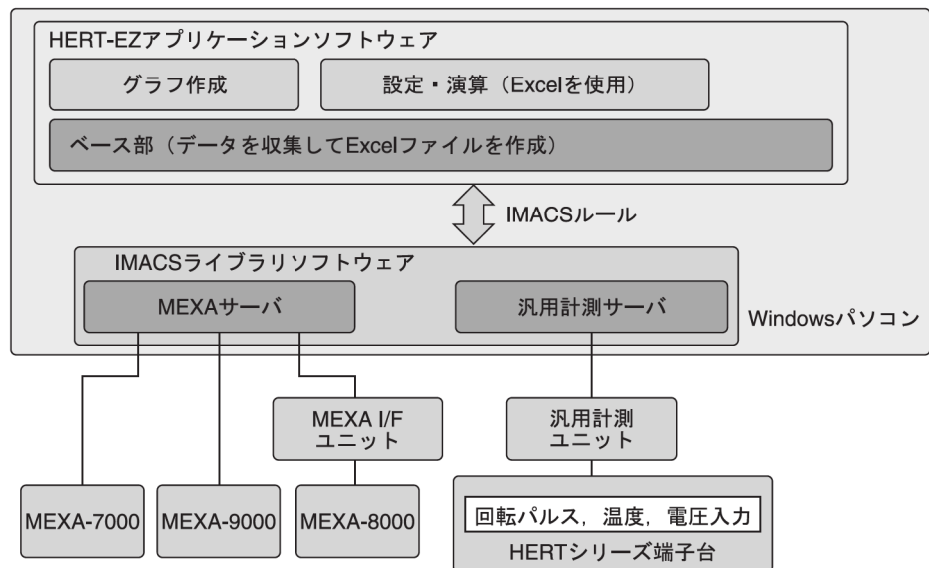


図1 HERT-EZのシステム構成

### 3.2 特長

#### (1) データの展開や再活用が容易

計測時間の条件設定や計測データの処理にはMicrosoft社の表計算ソフトExcelを採用している。本ソフトはお客様が日常的に使用されており、保存された計測データを取り出して、グラフ化したり帳票作成が容易にできる。また、コンピュータ間でのデータの転送、再利用も可能である。

#### (2) 周辺機器、バージョンアップが容易

HERT-EZは、さまざまな仕様の計測器や周辺機器をコントロールするために、IMACSを採用している。

IMACSを使うと、機種やメーカーの異なる分析計であっても、上位コンピュータからの操作やデータの読み込みなどを同じコマンドで行うことができる。

また、ホリバの排ガス分析装置はもちろんお客様の既設の周辺機器との接続は、IMACSライブラリを変更するだけで対応できる。これにより、設備導入後に計測機器類のバージョンアップも容易に行うことができる。

#### (3) 自動運転へのグレードアップが容易

HERT-EZは手動計測を前提に機能が設定されているが、自動運転機能を考慮した基本設計がなされている。したがって、お客様が自動運転が必要にされた場合には、その時点でのバージョンアップが容易にできる。

#### (4) 豊富バリエーション

HERT-EZは、周辺機器との高い接続性、汎用性の高いソフトウェアといった特長を生かして、お客様の用途に合わせたさまざまなバリエーションを揃えている。

##### ① エンジン性能試験用：

出力試験など定常状態のエンジンの一般的性能評価を行う計測システム

##### ② 排ガス規制対応計測用：

規制に準じた排ガス試験を行うための計測システム

##### ③ 触媒性能評価用：

触媒前後の排ガスを計測し、触媒の性能を評価するシステム

##### ④ 燃費計測用：

定容量サンプリング装置と排出ガス濃度の計測データから、燃料消費量を求めるためのシステム

### 3.3 ディーゼル排ガス計測システム

以下に、近年とくに注目されている HERT-EZ を組み込んだディーゼル排ガス計測システム (図2) を紹介する。

本システムは、粒子状物質 (PM) を採取するマイクロトンネル、排ガス分析装置、両者をコントロールする HERT-EZ、そして実際にエンジンの自動運転を行う装置により構成されている。

#### (1) HERT-EZ

HERT-EZに、排ガス試験モードなど必要条件を設定すると自動運転装置に信号が送られ、試験を開始する。エンジン回転やダイナモトルクなどの計測と同時に排ガスの計測が行われる。自動運転装置からの終了信号により計測を終了し、データを保存する。

一方、PM 捕集開始信号がマイクロトンネルに送られると、トンネルに排ガスが流され、PMの捕集を開始する。所定のモードで運転・捕集された後、フィルタの重量を計測する。HERT-EZに計測結果を入力すると、指定された帳票形式で最終結果がプリントアウトされる。

#### (2) マイクロトンネルと流量演算

排ガス中のPM成分はマイクロトンネルで分流・希釈しフィルタ上に捕集する。排ガス流量はエンジンが吸い込んだ空気の量と燃料から演算する。なお、マイクロトンネルの詳細は本誌の別稿を参照されたい。

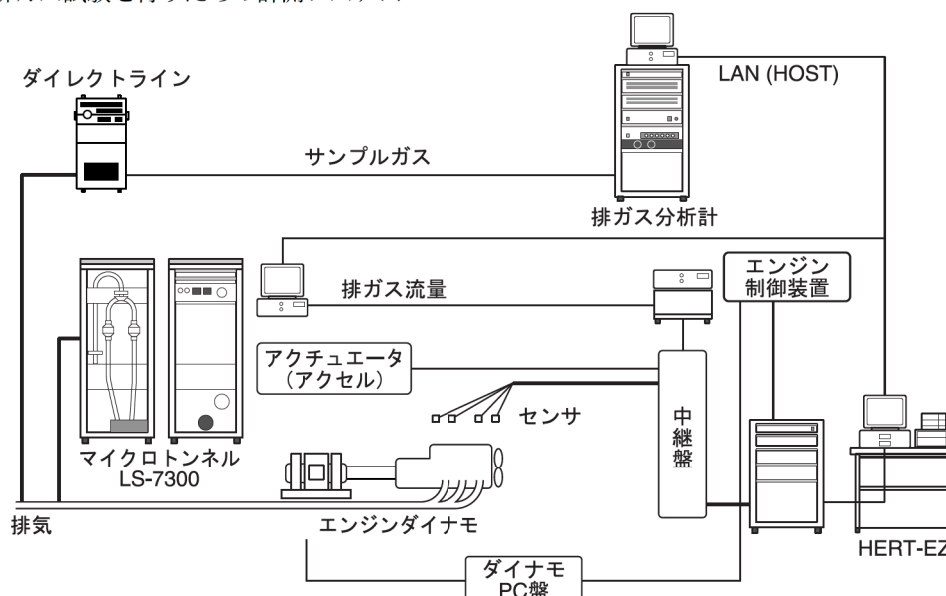


図2 HERT-EZを使ったマイクロトンネル対応排ガス規制試験システム

(3) 排ガス分析装置

本システムでは、ダイレクト排ガス分析計をLAN経由でコントロールしながら計測する。IMACSにより、GP-IBや、アナログ信号と接点信号しか出力できない分析計にも簡単に対応できる。

(4) 自動運転装置

HERT-EZは手動運転による排ガス計測を基本としており、自動運転装置が別途必要となる。既設・新設を問わず運転装置との取り合いは接点信号のため接続は容易である。また、既設の運転装置を生かし、計測装置のみをWindows対応のシステムに変更する場合にもHERT-EZは最適である。

この他、HERT-EZは、粒子状物質を低減するために精力的に研究開発が進められているディーゼル微粒子除去装置(DPF)の評価にも有効に使われている。DPFの前後に連続PM計および排ガス分析計を設置すると、DPFの効果がリアルタイムに評価できる。

4 HERT-AC

HERT-ACはHERT-EZに自動運転装置を付加したものである。基本構成は、HERT-EZと共通の構造であるが、性能試験用に機能を絞った自動運転計測装置である。

4.1 システム構成

図3にHERT-ACのシステム構成を示す。自動運転のためのエンジン運転制御ユニット、手動運転用の液晶型操作ユニットおよびスロットルアクチュエータが追加されている。一方、ソフトウェアは、HERT-EZと同様、計測ユニットと分析計はIMACSで接続されており、フレキシブルな対応ができる。

4.2 特長

HERT-ACには自動運転用として次のような機能が付加されている。

(1) タッチパネル方式による操作

液晶タッチパネル方式の操作ユニットを採用した。これにより、ハードウェアを追加しなくても、操作スイッチの追加や表示データの変更ができ、お客様のニーズにすばやく、軽い費用で対応できる。

(2) コンパクトな設計

HERT-ACのハードウェアは、HERT-EZ用計測ユニットの筐体内に制御ユニットを組み込んだコンパクトな設計で、お客様のラボスペースの活用効率を高めている。

(3) バージョンアップが可能

HERT-ACの基本システムは定常運転用だが、制御装置のソフトウェアをバージョンアップすることによりトランジェント運転にも対応できる。

4.3 排ガス規制試験用HERT-AC

HERT-ACの標準システムは、「一般性能試験」をおもな目的としているが、排ガス規制用試験の運転および計測にも展開できる。自動運転機能を内部に備えた排出ガス規制試験用HERT-ACは、HERT-EZよりさらにきめ細やかな制御や計測ができる。

HERT-ACは、汎用エンジン用のISO-8178やTRIAS D13モードをはじめとする定常試験はもちろんのこと、米国のEPA1199モードや欧州のEuro ETCモードなどのトランジェント試験にも対応できる。

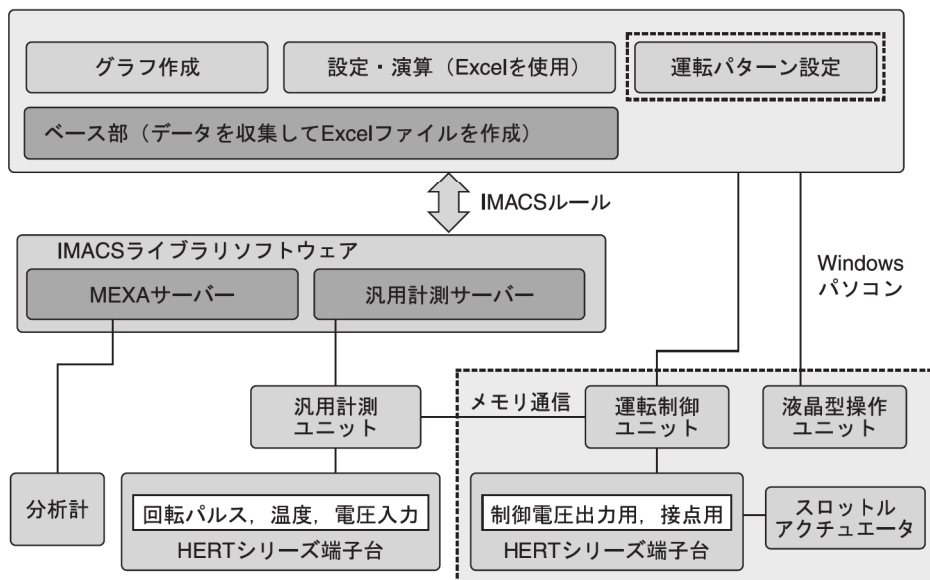


図3 HERT-ACのシステム構成



## 5 おわりに

自動車および関連産業界は、よりよい地球環境の保全を目指した懸命の努力を続けている。そうした中で計測機器が果たすべき役割はますます重要となっている。とくに、研究開発の生産性の向上が緊急の課題となっている。

ホリバは、お客様のこうした要望にお応えするために、エンジン計測制御装置HERTシリーズの開発、製品化を進めている。今後とも、お客様のご要望にタイムリーに応えていきたいと考えている。



三輪 清和

**Kiyokazu MIWA**

システムインテグレーター部  
チームリーダー



小山 聡

**Satoshi KOYAMA**

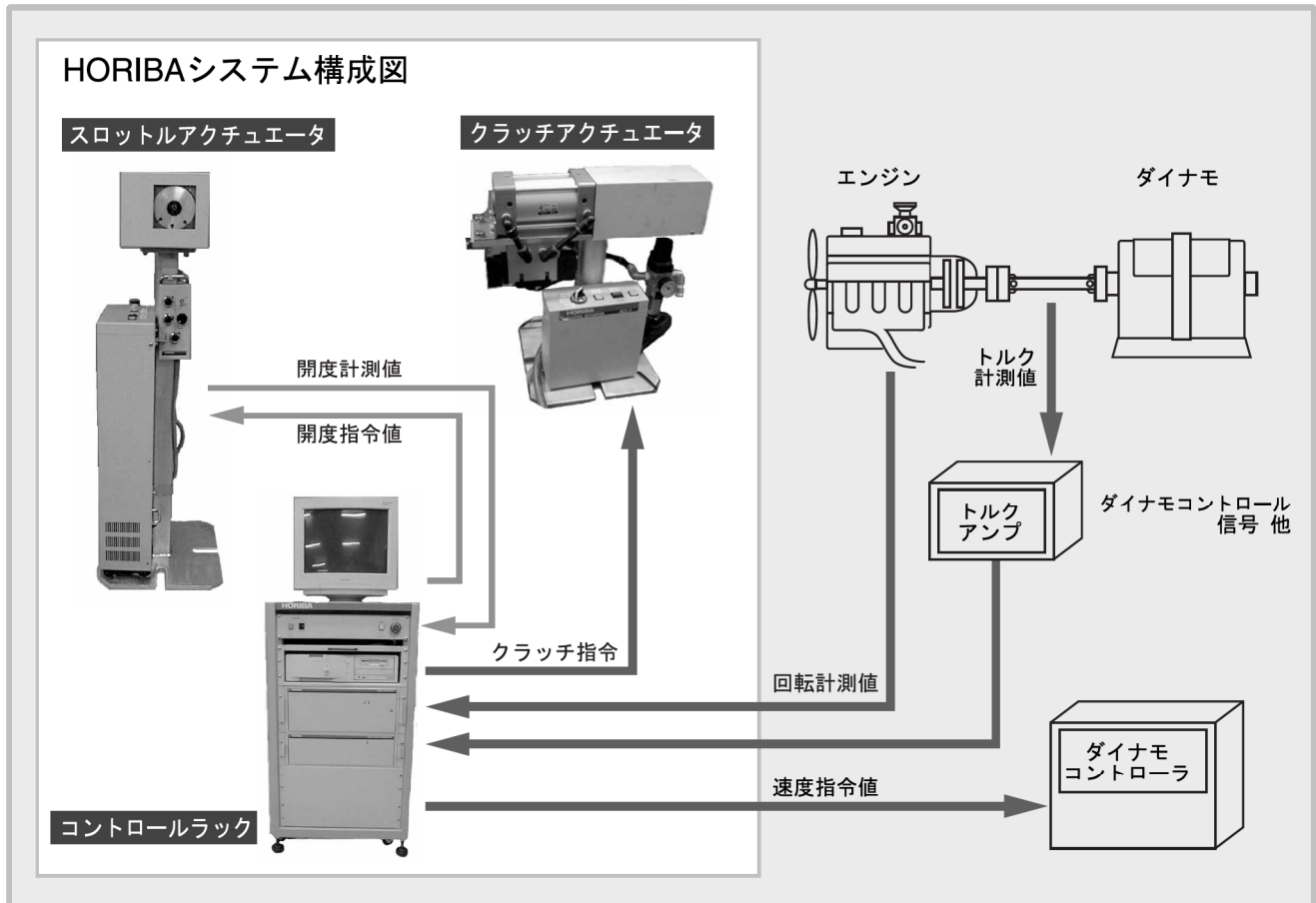
システムインテグレーター部  
チームリーダー

# 台上モード運転装置 VSET-1000

Vehicle Simulator for Engine Dynamometer VSET-1000

塩見 和広, 野口 進治

HORIBAシステム構成図



## 要旨

製品開発期間の短縮がますます重要となっている。自動車業界では、各種のエンジン性能試験をエンジンダイナモメータ上で行うことにより新車開発期間を短縮している。台上モード運転装置VSET-1000は、所定の運転条件にしたがってエンジンやエンジンダイナモメータを自動的に運転制御する装置である。本稿では、VSET-1000の動作や特長に合わせて、10・15モードによる走行状態の再現性試験結果、排ガス試験結果などを紹介する。

## Abstract

It is becoming increasingly important to shorten the development time for products. In the automobile industry, new product development time is being shortened by the use of engine dynamometers for conducting engine performance tests of various kinds. The VSET-10000 Vehicle Simulator For Engine Dynamometer is a device that automatically controls the operation of an engine or engine dynamometer in accordance with prescribed operating conditions. This paper presents the operation and features of the VSET-1000, together with results of travel reproducibility tests in 10·15 mode and results of exhaust gas tests, etc.

## 1 はじめに

台上モード運転装置 VSET-1000 は、エンジンダイナモ上(以下、台上)で自動車の実車の走行状態を模擬的に再現させる自動運転装置である。本装置は、規制モードに準じた排ガス試験をはじめとする各種の実車で走行状態を模擬できるため、エンジン開発を効率的・迅速に行えるものと期待されている。この種の装置はすでにいくつか市販されているが、必要以上に多機能で、操作が複雑で、設備投資も過大になってしまう欠点があった。

そこで、ホリバは徹底した市場調査に基づき、ニーズの高い運転モードにおけるエンジン挙動を確実に再現できるように機能を絞りこみ、操作性が高く、かつコスト・パフォーマンス高い台上モード運転装置 VSET-1000 を開発した。

## 2 VSET-1000 の開発コンセプト

VSET-1000 は、エンジンダイナモや各種のアクチュエータを含めて統合的にコントロールする台上モード運転装置である。したがって、システム全体を考慮して、次のような基本コンセプトに基づき開発した。

### 2.1 実車模擬運転の基本原理

台上試験において実車走行を模擬できるとは、1)エンジンの回転挙動、2) 負荷挙動(スロットル開度)、3) 油・水温、吸気温度、触媒温度を再現し、コントロールできる状態にあることである。VSET-1000 では、各部の温度は暖気終了後には通常のベンチが備えているコントローラで十分に制御できると考え、エンジンの回転および負荷の挙動を再現させることにした。

動作原理は極めて簡単で、1) エンジンには指定されたモードを追従できるようにスロットル開度を与え、一方、2)エンジンダイナモにはトルクセンサの実測値を演算して目標速度を与えている。なお、目標速度の演算には次の運動方程式を適用している。また、走行抵抗は一般的な2次近似式を適用している。

### 2.2 クラッチの適用

マニュアルトランスミッション車においては、ギアチェンジ時にエンジンの回転と負荷が急速に変化する。この状況を忠実に再現させようとする、高速応答のエンジンダイナモが必要となり、結果的に計測システム全体の価格を押し上げる大きな要因となっていた。

そこで、本システムでは、マニュアル車と同様、エンジンとダイナモの間にクラッチを設けるようにした。これにより、応答の遅いエンジンダイナモメータでも、ギアチェンジ時の挙動を十分に再現することが可能となった。当然ながら、アイドル時はクラッチを切っているので実車とまったく同じ運転状態となる。

## 3 システム構成

VSET-1000 は次の3種類のユニットで構成されている。

- (1) 操作部と制御部を兼ねるコントロールラック(図1)
- (2) アクセルを制御するスロットルアクチュエータ(図2a)
- (3) クラッチを操作するクラッチアクチュエータ(図2b)



図1 VSET-1000 コントロールラック



図2a スロットルアクチュエータ

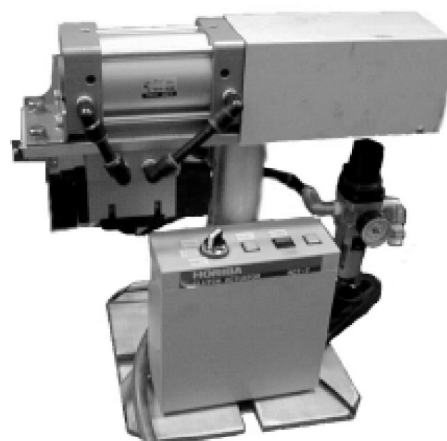


図2b クラッチアクチュエータ

### 3.1 コントロールラック

コントロールラックはVSET-1000の制御部を収めた19インチラックで、次のサブユニットから構成されている。

(1) グラフィックユーザインターフェース (GUI):

Windows®をベースとしたGUIを採用し、だれもが容易にシステムを操作できる。

(2) コントロールコンピュータ

GUI用とは独立のCPUを採用し、システム全体を高速制御する。

(3) インターフェースユニット

信号レベルを0-5Vに統一し、エンジン、ダイナモ、外部の計測装置の間を接続できる。

走行モード、エンジンや車種など、各種の測定条件はGUIにより直感的な操作で設定できる。設定すべきパラメータは約20個に絞り込み、さらに、エンジン特性は自動学習させるなど、オペレータの負荷を大幅に軽減した。また、試験中には、走行モードへの追従状態や各部の運転状態のリアルタイム表示に加え、エラーメッセージの表示もサポートしている。図3にGUIの表示例を示す。

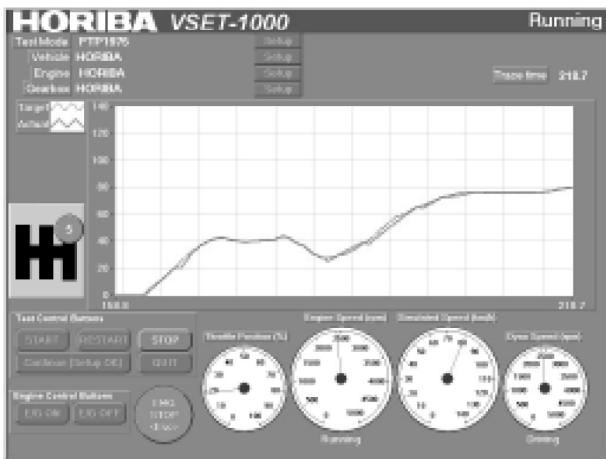


図3 VSET-1000の表示画面 (対米モード運転中)

インターフェースユニットはシステムの制御用信号の入出力に加え、記録用出力も出力でき、外部の計測装置による走行解析も可能である。とくに、ホリバのエンジン計測制御システムHERTシリーズと組み合わせると、排ガス分析計や各部の温度データを含めて、台上試験を統合して解析することが容易にできる。

表1にインターフェースユニットの外部入出力を示す。

No.	Signal Name	Type
1	Logger Start	Pulse
2	Logger Stop	
3	Target Speed	Analog
4	Simulated Speed	
5	Clutch Status	
6	Selected Gear	
7	Vehicle Force	

表1 VSET-1000の外部信号

### 3.2 スロットルアクチュエータとクラッチアクチュエータ

スロットルアクチュエータはスロットルワイヤを介してスロットルバルブを直接駆動する。本アクチュエータは、運転中に異常が発生したときには、瞬間的にスロットを閉じることができる電磁クラッチを備えている。また、クラッチアクチュエータはクラッチワイヤを介してクラッチレバーを直接駆動する方式で、空圧シリンダにより駆動している。

なお、これらのアクチュエータは、いずれもホリバのエンジン計測制御システムHERTシリーズと共有できる。

## 4 VSET-1000の性能評価

VSET-1000の性能を実車運転の模擬と正確な走行再現という両面から評価した。なお、運転条件は、日本の代表的な排ガス試験に採用されている10・15モードに従った。

### 4.1 走行の再現性

VSET-1000により台上試験を5回繰り返したときのエンジン回転挙動の再現性(図4)、およびスロットル開度の再現性(図5)を示す。いずれも、±5%以内の再現性が得られており、自動運転装置としての性能は十分満足している。

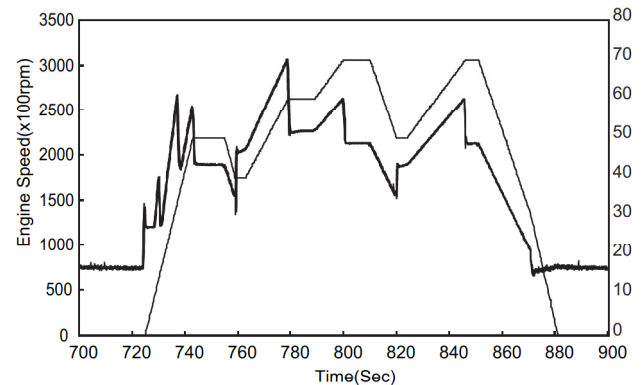


図4 エンジン回転挙動の再現性



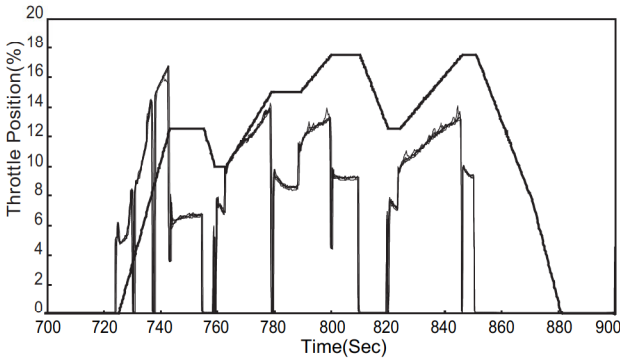


図5 スロットル開度挙動の再現性

#### 4.2 実車走行試験との比較

実車走行の再現性と比較するため、シャシダイナモ上で1.8Lガソリン車をマニュアルモードで走らせ、車速(図6)、エンジン回転(図7)、スロットル開度(図8)について、VSET-1000による台上試験結果と比較した。各図において、1) Simulatorは台上でのVSET-1000による運転、2)ADSはシャシダイナモ上で自動運転ロボット(ホリバ製 ADS-7000)による運転、3) HUMANはシャシダイナモ上で慣れたドライバーによる運転の結果を示す。

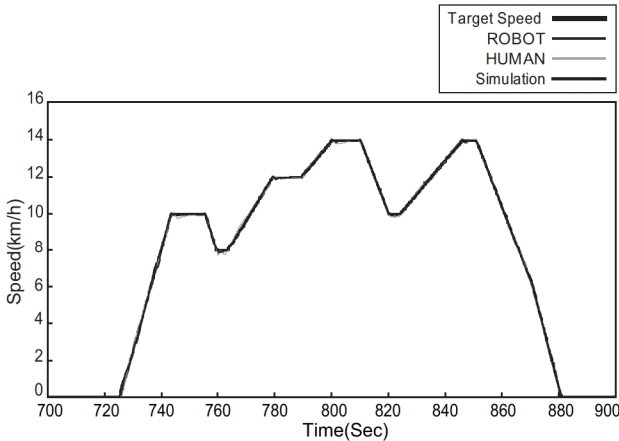


図6 車速挙動の比較

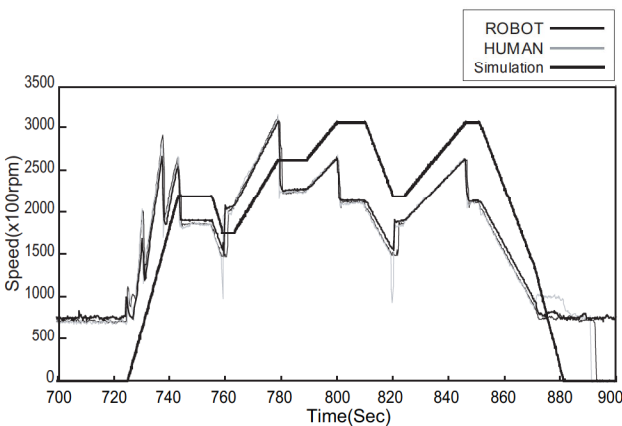


図7 エンジン回転挙動の比較

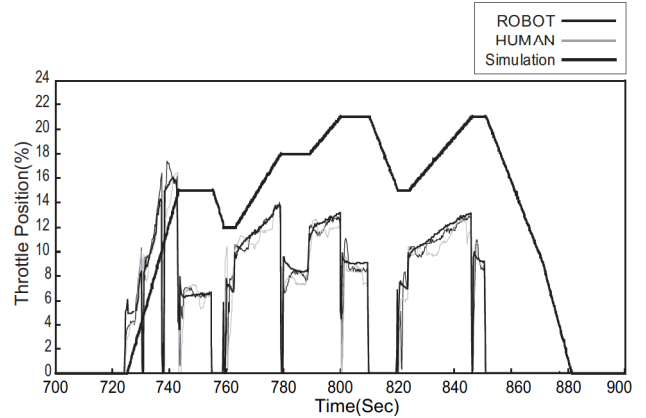


図8 スロットル開度挙動の比較

試験結果から次のような所見が得られた。

- (1)車速:目標速度に対して三者ともよく一致しており、いずれも許容誤差の範囲内に対して十分な余裕がある。
- (2)エンジン回転:実車走行の回転数とよく一致している。
- (3)スロットル開度:スロットルは実車走行と同様スムーズに開閉しており、排ガスの挙動に悪影響を及ぼす細かいハンティングが認められない。

#### 4.3 排ガス試験結果

以上のように走行状態を十分に模擬できることを確認した上で、VSET-1000を使って排ガス試験を行った。VSET-1000で10・15モードで台上走行させたときの排ガス濃度変化と、実車による排ガスの濃度変化を図9に示す。

各成分ともに、ミッション変成時の瞬間的なピークを除くと、5%以内の精度で測定されている。また、走行状態の推移に応じて両者は同じようなパターンを描いており、VSET-1000が実車排ガス試験を十分に模擬できることを示唆している。なお、本実験では、吸気温、油水温、燃料温度を実車の平均温度に合わせて一定温度にコントロールした。

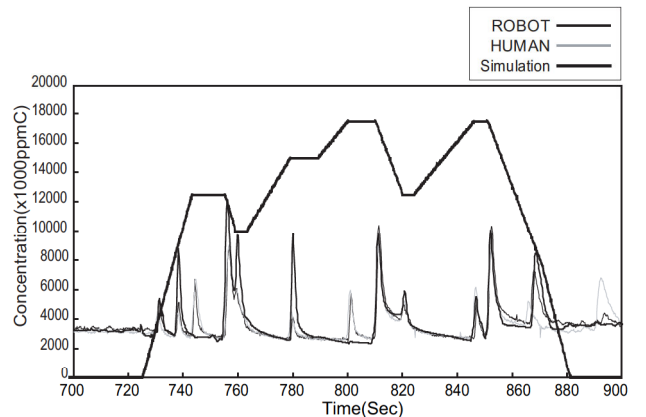


図9a HC 排出挙動の比較

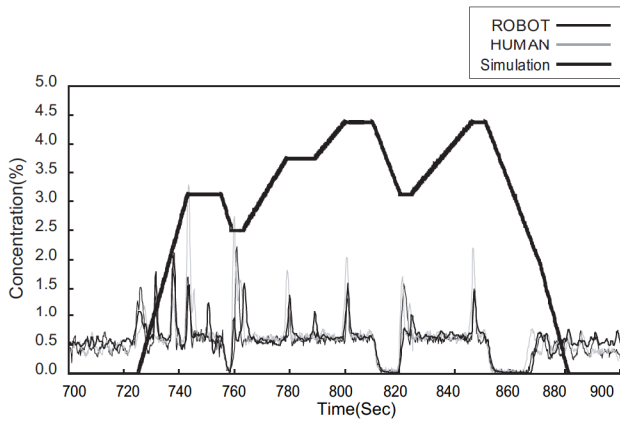


図 9b CO 排出挙動の比較

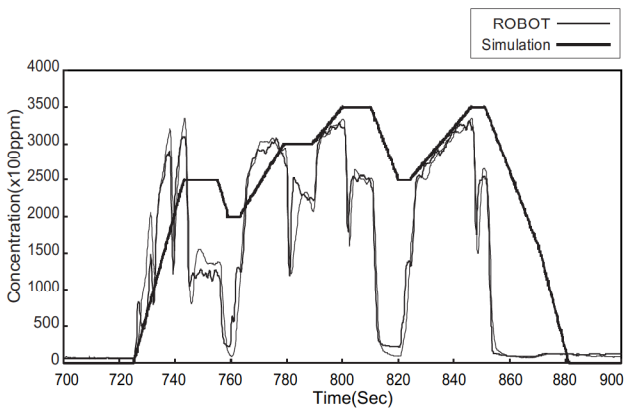


図 9c NOx 排出挙動の比較



塩見 和広

**Kazuhiro SHIOMI**

システムインテグレーター部



野口 進治

**Shinji NOGUCHI**

システムインテグレーター部  
チームリーダー

## 5 おわりに

以上、VSET-1000の原理、構成、特性試験結果を紹介した。ホリバは、エンジン研究開発研究の効率を高めたいとの市場ニーズを受けて、当社が永年培ってきた排ガス測定に関するノウハウをベースとしてVSET-1000を製品化した。本装置は、設定された運転条件、とくに過渡的な運転状態を確実に再現できる新しいツールとして期待されている。本装置は、現在はマニュアルトランスミッション車を対象としているが、近い将来にはオートマチック車にも対応する予定である。そのために、お客様のご要望を詳しく伺い、製品開発に反映していきたいと願っている。

## Coffee break

### Fission & Fusion

JCOの臨界事故が日本中を震撼させたのは記憶に新しいところです。この事故は、核エネルギー(nuclear fission/fusion)が持つ莫大な効用と課題を、われわれ市民に改めて認識させました。ところで、FissionやFusionは必ずしも物理学者だけの専売特許ではありません。ビジネスや文化もまたFissionとFusionを繰り返しながら発展しているようです。そこで、グローバル・ビジネスと異文化の最前線で活躍している2人の方に、それぞれの"Fission & Fusion"を語っていただきました。

Coffee Breakのひとつときをお楽しみ下さい。

## Coffee break 1

### ビジネスのFission & Fusion

ビジネスの話から少し離れてしまいますが、刺身を食えるときにしょう油とワサビを小皿に混ぜ合わせる人を見るとがっかりすることがあります。個人の好みの問題かもしれませんが、しょう油・ワサビ独特の味・香・色といったそれぞれの主張が薄められてしまうような気がするからです。

これはビジネスにおける企業間のM&Aや事業提携においても同様のこのように感じられます。融合(Fusion)はもちろん必要ですが、製品や技術はもちろん、相手方の企業文化・哲学といった個性を互いに尊重し、それを壊すことなくうまくハーモニーを奏でることにより $1+1>2$ というシナジー効果を得ることができるのだと思います。実際上、そのさじ加減は非常に難しいのですが“決して混ぜ過ぎない”ことが成功の鍵を握っているように感じます。余談ですが、先日中国を訪問した際に空港のショップで「天津甘栗羊かん」なるものを見つけ買って帰りましたが、中国四千年の歴史と日本の伝統の味が絶妙にマッチした、これぞまさしく究極のFusionと思わせる逸品でした。

一方で、ビジネスの世界ではしばしばスピンアウトという言葉を目にします。これは物理用語でいうところの分裂(Fission)にあたるかと思えます。言葉からはネガティブな印象を受けますが、核(会社)から勢いよく分裂して飛び出したそのパワーがまた新たな核を産み出し、産業の発展を継続的に行っていく上で非常に有益な作用を及ぼしているという事実は見逃せません。

このように“Fission”と“Fusion”は、チャンスを拡大し、活性化を促し、成長を早め、より効率的な運営を行っていくという点で、ビジネスにおいても必要不可欠な“物理現象”であるということ強く感じます。

丹治 亘博, コーポレート統括室

## Toward In-use Testing

Gregory A. Green

Director,  
Certification and Compliance Div.,  
U.S. Environmental Protection Agency



As with private firms, the Environmental Protection Agency is continually searching for new ways to maximize our product while using a minimal amount of resources. Since our ultimate responsibility is the protection of the nation's environmental assets, we realize that any task we take on must have environmental benefit.

In that regard, over the last couple of years we have shifted our focus from the certification of prototype engines to actually testing the engines during their actual use, both light-duty and heavy-duty vehicles. We realized it didn't make sense to put a lot of effort into verifying that a particular engine family was engineered to meet air quality standards when it was highly possible the same engines may be violating standards while on the road.

Unfortunately this new approach poses a number of problems. Perhaps the most significant of these is the lack of a reliable commercial tool that we could use to actually measure the emissions of vehicles while in-use. Most of the testing that had been done on post-production vehicles in the past was performed in a laboratory on dynamometers driving well-defined patterns that for the most part didn't reflect actual driving conditions. Also compliance with our current regulations is only dependent upon complying with our standards while driving this laboratory pattern so when exceedances of the standard may occur during in-use testing, our response to those exceedances would be limited.

We took steps to solve the problem of measuring emissions from the vehicle by inventing a prototype unit we call the Real-time On-road Vehicle Emissions Reporter (ROVER). ROVER allows us to measure NO<sub>x</sub>, CO, and various other pollutants from a vehicle while in-use. Notably this device does not measure PM at this time. While ROVER can be somewhat time-consuming to work with, the advantage it has is that it attaches directly to a vehicle's emission's system and allows us to take real-time readings of the pollutants from this vehicle during everyday use. It can be used on both on- and off-road vehicles, both gasoline and diesel powered.

We followed the invention of ROVER with the development of a second-generation device called the Portable Emissions Measurement Strategy (PEMS) unit. This unit added a remote capability to measuring emissions from a vehicle that allows us to attach it to a vehicle anywhere in the United States and obtain real-time measurements from the vehicle regardless of its location. This tremendous improvement will allow us to better understand how vehicles are operating under a variety of different geographical and meteorological conditions. We can observe how the emissions of heavy-duty engine differ when driving through the deserts of California as compared to the mountains of Colorado. Does this same engine exceed standards when operating under sub-zero conditions in North Dakota during the middle of winter? How do on-road engines compare with non-road engines?



---

These devices will provide a wealth of information. In addition to the obvious regulatory purposes such as determining compliance with emissions standards, the Agency can use the emissions data to develop new models that help us better understand the actual pollution contributions of motor vehicles. These models are invaluable in determining whether a region's implementation plans for meeting air quality standards are realistic, not only to the EPA but also to state and local air quality agencies. Industry will use these units to collect data that allows them to build cleaner, more durable engines. We can even envision environmental and watchdog organizations using portable emissions units to insure vehicle compliance with environmental regulations.

The final step to complete our focus on in-use testing will be realized in early 2002 when commercial mobile testing units become available. Over the next several years, we intend to collect hundreds of thousands of data points that will tremendously increase our understanding of vehicle emissions and their contribution to air quality in our country. The ultimate result will be an improvement in air quality for our country and significant health benefits for our citizens.

### リアルワールド計測に向けて

EPAは民間企業と同様、限られた資源で最大限の価値を生み出すよう常に新しい手法を追求しています。私達は国の環境資産を保護することが究極の責任であり、常に環境のために仕事をしなければならないと考えています。

私達は最近、従来の排ガス認証試験だけでなく、路上を走行中の排ガス試験にも着目しています。これは、路上という種々の走行条件のもとでは、認証試験時の環境基準に適合しないところがあるのでは、という疑問に基づくものです。

残念なことに、この新しいアプローチには数々の問題が生じています。おそらく、その中で最も重要なことは、路上走行試験に使用できる最適な市販装置がなかったことです。しかし、現在のようなシャシダイナモ上での規定モード試験を行っているだけでは、実際の路上での排ガスに対して私達が言及できる範囲は限られてしまいます。

そこで私達は、Real-time On-road Vehicle Emissions Reporter (ROVER)という排ガス試験システムを試作しました。ROVERを車両に直接搭載することで、路上走行中のNOx・CO等の排ガス成分をリアルタイムに測定できます。この装置は、オン・オフロード、ガソリン・ディーゼルを問わずに広く使用可能です。

さらに、私達は、ROVERを次世代の測定装置、Portable Emissions Measurement Strategy (PEMS) unitへと発展させました。PEMSでは計測中のデータ通信機能が付加されており、地理的条件・気象条件の異なる合衆国各地での結果をそのまま比較できます。

これらの装置から得られる多くのデータは、規制目的だけではなく、自動車環境に与える影響をより正確にモデリングするための重要な情報を提供します。このようにして構築されるモデルは、各種の環境基準案の妥当性評価に応用できます。また、ROVERやPEMSは、自動車産業による環境負荷の小さいエンジンの開発や、環境団体によるモニタリングなどにも役立つはずで

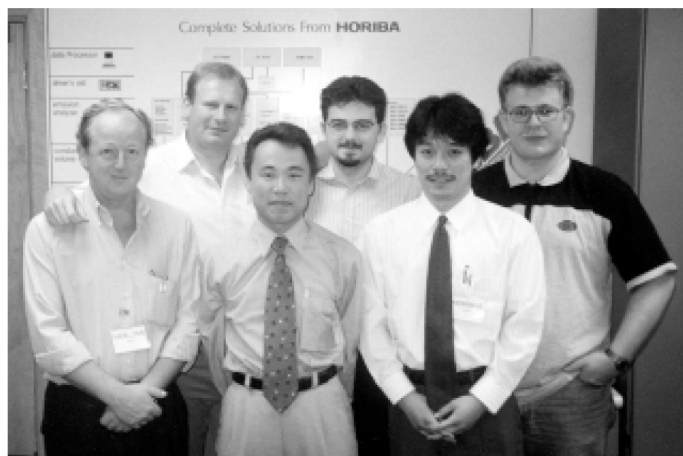
EPAでは、これら仕様の最終まとめを2002年初頭に設定しています。その後は数年にわたって数多くの路上走行データを収集し、合衆国における自動車の環境への影響度の解析を進める計画です。この試みは、最終的に、合衆国の環境と国民の健康面とに大きな利益をもたらすものと信じます。

(抄訳 編集部)

フリートーク  
OPEN  
DISCUSSION

## グローバルでローカルな製品を実現する システムエンジニアたちの取り組み

Projects Being Undertaken by Our System Engineers, Men and Women Who Make " Universal Products for Global and Local Markets" a Reality



### 開催場所

Horiba Instruments Limited, Northampton, England

### 開催日

2001年7月6日

### 討議者

浦谷 勝巳

Horiba Europe Automation Division GmbH (HEAD), Germany

Rudolf Mörkl

Horiba Europe GmbH, Austria

Pablo Seghers Ortiz-Echague

TCA, Spain

### オブザーバー

Tobias Niedergesass

Horiba Europe Automation Division GmbH (HEAD), Germany)

Diego Ciancaglini

Horiba Italia, Italy

阪口 正志

堀場製作所

### コーディネーター

Brian McCaleb

Consulting Professionals Unit, USA

7月上旬、ホリバグループのエンジン計測部門のシステムエンジニアたちは、イギリスのホリバインスツルメンツ社に集まり、4日間にわたり熱い討議を交わしました。そこでは、VETS-7000NTを中心として、自動車排ガス計測システム関連製品の技術・販売戦略が検討され、具体策を決定しました。会議の最終日には、「激しく変化する市場ニーズを的確に捉え、すばやく対応するためには、システムエンジニアはどのように考え、行動しなければならないか？」をテーマに自由に話し合いました。本レポートはこのフリートークをまとめたものです。彼らが、グローバルでローカルな製品を実現するために日々活躍している様子を読み取ってください。

At the beginning of July, system engineers working in the Horiba's Engine Measurement Division met at Horiba Instruments Limited in England for four days of enthusiastic discussions. The topic of discussion was technologies and sales strategies for products related to measurement systems for automotive emissions, primarily the VETS-7000NT, with the discussions resulting in the development of various concrete measures.

On the last day of this conference, an open discussion was held on the theme of "How must system engineers think and act in order to accurately grasp the rapidly changing market needs and then take swift and decisive action?" This report is a summary of that discussion. We hope you enjoy reading about the various activities undertaken by our system engineers on a daily basis in order to make " Universal Products for Global and Local Markets " a reality.

---

## グローバルでローカルな製品

---

— お客様に満足いただけるグローバルな製品とはどのようなものでしょうか？

**Mörkl** 自動車排ガス計測システム VETS-7000NT が、まさに、それに相当します。これは、お客様のいかなるニーズにも対応できるオープンな製品です。そして、我々システムエンジニアのおもな仕事は、お客様の要求にこれを適合させることです。適合性はお客様のシステムや環境により左右されますが、逆にいえば、VETS-7000 NT が多くの可能性を秘めているとも言えます。このように、VETS が構築する計測システムは、真にお客様のニーズに応ええるに違いないと考えております。

もう一つ、VETS-7000NT は、シャシダイナモテストだけでなく、より“ユニバーサルな計測データ収集システム”へも拡張が可能なように設計されています。

— 「ユニバーサル」とはどういう意味ですか？

**Mörkl** 自動車の試験には、エンジンテストセルとシャシダイナモテストセルの2種類の試験室が使われています。最近、この分野にも、ますます多くのシミュレーション手法が導入されており、研究開発段階でエンジンテストセルをより頻繁に使うケースが増えています。ただし、すべての試験がエンジンテストセルで行われるのではなく、エンジンテストセルの割合が高くなるということです。

VETS-7000NT は、大幅な改造をしなくても十分にこの分野をカバーできます。もちろん、そのためのマーケティング活動や若干の開発作業は必要になるでしょうが、我々が現在開発中の共通アーキテクチャーが有力な武器になるはずで、この分野は、本当に可能性に富んだ市場だと感じております。

— ローカルなニーズにも適合できるグローバル製品の提供は可能でしょうか？

**Mörkl** できます。VETS-7000NT には、お客様が容易に理解できる一般的なソフトウェアとプラットフォームを使っています。ですから、個々への対応も容易です。

排ガス規制は、国ごとではなくて大陸ごとに決められており、一つの共通基準がヨーロッパ全体に適用されています。一方、お客様ごとに求められる事項もあります。これら個別要件への対応、つまりローカライゼーションが必要となります。

ホリバのオープンな製品は、個々の要求にもすばやく対応することができます。また、Microsoft 社の Windows やその他のアプリケーションソフトを組み入れており、特別のトレーニングを受けなくても簡単に扱うことができると好評です。

つまり、理想的なグローバル製品とは、「基本的な機能は保ちながらも、個々のお客様のニーズに対してもきわめて柔軟に対応できる」、そんな製品だと思います。



**Seghers** その通りです。我々は、日本、米国、それにヨーロッパ市場向けに全く同じ基本ソフトを使っています。その上で、英語、日本語、ドイツ語などの Windows を使用しています。したがって、設定を変更するだけで、2分間もあればさまざまな言語に切り換えることができます。さらに、非常に小規模の試験室や、逆に非常に複雑な実験など、お客様が望むいかなる用途に対しても自由に対応できます。

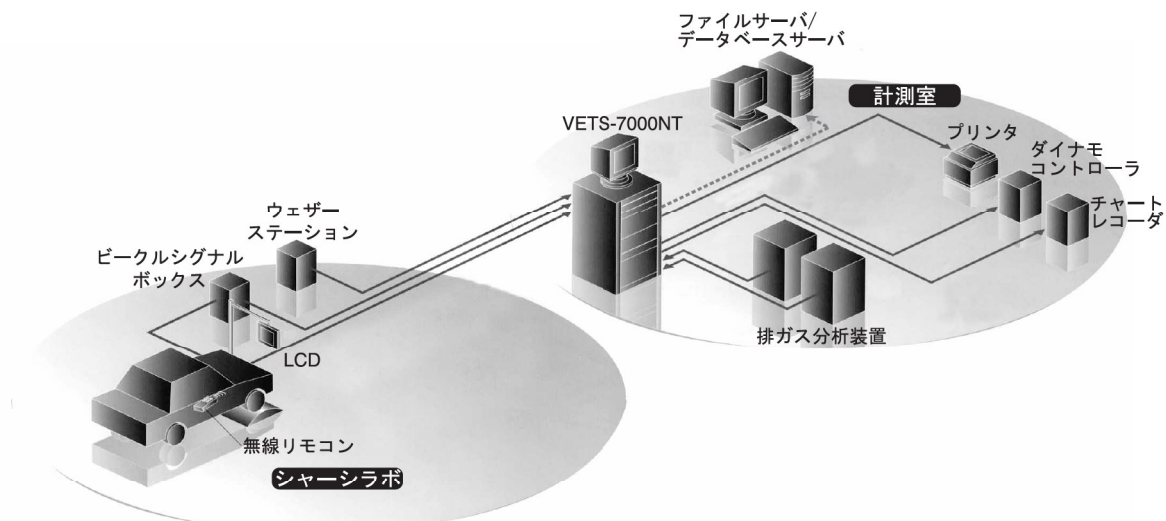
#### — 自動車排ガス試験の基準は国ごとに異なっていますか？

**Mörkl** ヨーロッパには、欧州会議 (CE) とヨーロッパ調整委員会 (ECC) の2種類があり、これらはほとんど同じ内容です。

**Seghers** 唯一の例外はスイスで、基本的にはアメリカの規則に従っています。排ガス規制は、世界的に見ると、日本、ヨーロッパ、アメリカの3種類があります。オーストラリアや南米諸国のような国々は、通常、ヨーロッパか米国、あるいは日本の規準に順じています。VETS-7000NTは、これらすべてを完全にカバーしています。

**浦谷** 日本の基準は、米国やECに由来する基本要素をかなり含んでいます。例えば、数年前に単車の排ガス規制が施行されましたが、これはEC基準の流れを引いています。

アジア諸国の基準は日本の堀場製作所 (HORIBA 本社) が熟知しています。米国の規制は米国ホリバ (HII 社) が、またヨーロッパの規制はヨーロッパホリバ (HE 社) がそれぞれよく理解しています。したがって、今回のようなグローバル・ミーティングでは、測定結果の計算方法などを含め、それぞれの基準の内容についても討議します。もし演算方法が違っていれば、補正方法も検討します。このように、全員で情報の共有化を図っています。





---

もう一つ、VETS-7000NTは、共通の「コア」を持っていることを強調したいと思います。このコアは、世界中のシステムに対応できるように共通化されています。そして、コアが計測システム全体の機能の良否を左右するため、これがより良くなるように常に努力しています。

**Seghers** 必ずしも規制に限ったことではありませんが、お客様から何か新しい要求があれば、できる限り対処方法を見つけ出さなければなりません。易しいものもあれば難しいものもあります。VETS-7000NTの特長は、こうした要求に対応するための新しい機能を容易に追加できる点にあります。要求の中には一回限りの特別な仕様もありますが、できる限り積極的に対応しています。将来、その成果を我々全員で使うことができるからです。このように、新しいバージョンが次々と生まれ、決して終わりのないのがVETSのようなシステム製品の特徴かもしれません。

**Mörkl** 何か間違った操作をすれば、システムが破壊される危険があることを十分知りながらも、オープンな製品を希望されるお客様も少なくありません。そのような方々にとっては、破壊の危険性より、柔軟性の方がより重要になります。

**Seghers** VETS-7000NTでは、一部の特殊な機能をお客様自身が設計することもできます。例えば、代表的な表計算ソフトであるMicrosoft社のExcelを使って、任意の計算を実行することができます。自分でやろうと思えばほとんどができますし、我々がその内容を把握することは必ずしも必要ではありません。VETS-7000NTはエンジン技術者にとっては一つのツールです。一連の排ガス試験を実行するためのトータルシステムを求められるお客様もいれば、オープンなシステムを使って自分自身で設計することを希望されるお客様もおられます。

## ニーズを先取りした拡張性の高い設計

---

— 今、ディーゼルカーが注目されていますが、どのような対応が必要になりますか？

**Mörkl** ディーゼルエンジンを搭載した乗用車は、現在はヨーロッパが一番多いです。この点が、ガソリンだけ、ディーゼルだけ、あるいはガソリンとディーゼルの両方に対応でできるような柔軟な計測システムが必要になるもう一つの理由です。

**浦谷** 自動車メーカーはそれぞれグローバル化への努力を重ねています。この結果、米国の乗用車にももっと多くのディーゼルエンジンが搭載されるようになるだろうと考えています。例えば、米国のメーカーを買収したヨーロッパのあるメーカーは、輸出向け自動車のエンジンすべてを一つの工場で作ろうとしています。



イギリス・ノーザンプトンにある  
Horiba Instruments Limited

**Seghers** この点は、VETS-7000NTにも重大な影響を与えています。この製品はつい最近開発したばかりですが、次に市場には何が出てくるのだろうかを意識しながら設計されています。

例えば、直噴型ガソリンエンジンもまた粒子状物質を出すと言われていますが、今のところは、従来のガソリンエンジンやディーゼルエンジンをベースとした規制が実施されています。しかし、将来はそれぞれのエンジンに応じた新たな試験が必要となるでしょう。

例えばVETS-7000NTは、希釈トンネルを使わなくても微粒子が測定できるように設計されています。と言うのは、直噴型ガソリンエンジンの測定には希釈トンネルを使わない可能性があるからです。つまり、将来に備えて内蔵させている機能の一つです。

市場のもう一つ重要な動きは、要求仕様が自動車メーカーのグループに大きく依存するようになってきている点です。従来は国ごとに仕様が異なりましたが、今や巨大メーカーは世界中に生産拠点をもち、彼らはグループとして共通の試験条件、特別な要求事項、計算式などを持っています。

## マーケティング機能のグローバル化が課題

— 優れた製品を生み出すためにシステムエンジニアが果たすべき役割は何か？

**浦谷** 近々、ある日本の有力メーカーのカナダとアメリカの拠点に、VETS-7000NTを納入する予定です。これらは、日本で使っていたものと同じ仕様です。日本ではすでに何台かのVETS-7000NTを使っていたいておりましたが、いずれも特別な仕様を要求されずすべてに対応しました。本システムは、客先の標準を熟知した日本のホリバが製作し、現在試験が終わり、近々現地へ据え付ける予定です。

最近までは、このような製品を海外拠点に持ち込む場合には、日本からのエンジニアがアメリカやEC諸国に出張して、システムをインストールしなければなりません。この場合、アフターフォローが遅れるなどの問題がありました。

グローバル製品のVETS-7000NTでは、現地のエンジニアが設置し、メンテナンスできるようになり、従来の問題を解消できるようになりました。

— VETS-7000NTを市場に投入後、どのような変化が起きましたか？

**浦谷** 従来のVETSシステムは特殊仕様が多いため、日本から設計者やサービスマンを派遣してサポートしたり、逆にドイツやアメリカのエンジニアがアジア地域をサポートしていました。しかし、グローバル製品であるVETS-7000NTでは、コア・システムを世界中の拠点に供給し、地域に固有な項目は、それぞれの地域のシステムエンジニアが対応するようにしています。

**Seghers** 一方では、既存のシステムに慣れ親しんだお客様が満足し、新システムに変更してもらうためには多少時間がかかるなども感じています。

---

**Mörkl** 世代の異なる製品を使ってシステムを組み上げることの欠点は、サポートが困難で高価になるということです。少ない投資で自分が求める最大の成果が得られる製品があることを、お客様に次第に認識していただくようになってきました。

**Seghers** 新しい製品は、性能が高く柔軟性に富んでいるとお客様が判断して、初めて買っていただけるものです。そして、セールスマンに対しても同じことが言えると思います。

**浦谷** 確かに、セールスマンが自社の製品に自信を持つにつれて売上も増加します。故障がなく、価格競争力があると感じたときに彼らは受け入れます。

**Mörkl** VETSは技術的には確かにグローバル化されています。しかし、最近まで、一部の地域を除いてエンジニアによって直接販売されており、セールスの観点からはまだグローバルとは言えません。

## 顧客情報の収集とフィードバックの仕組み

---

— 製品や技術は情報をどのようにして手に入れるのですか？

**Mörkl** 地域ごとの販売会議があります。また、毎年10月には、日本で自動車部門の国際会議(International MEXA Meeting)が開催され、基本的な戦略はそこで討議、決定されています。

**Seghers** VETS-7000NTは最近の会議では必ずの重要項目の一つになっていますから、全員が最新の状況をよく把握しています。

**Mörkl** 今回の VETS Meeting のような機会を通して、各地域のシステムエンジニア達が自分自身の考え方を発表したりお客様達からの情報を共有しています。

**浦谷** 日常的には、電子メール、電話、TV会議などにより、いつもコンタクトを取り続けています。また、ホリバグループ各社を結ぶイントラネット "HORNET" 上に、各製品分野、技術分野ごとにフォーラムを開設し、自分の意見を提案したり情報を交換しています。



---

## — お客様の生の声はどのように集め、伝えるのですか？

**浦谷** システムエンジニアは、お客様と一緒にいるときには、こうした要求やアイデアに対し最大限の注意をもって耳を傾けることが大切です。仕様が固まっているような分析装置の場合にはセールスマン主体で販売することは可能でしょうが、VETSはもっと「技術的な」販売が必要になります。ときには、セールスマンがお客様の窓口となり、技術者が詳細、提案、アイデアなどを直接伺います。

**Seghers** VETSはきわめて多くの可能性を秘めた製品です。納品・立上げの際には、我々エンジニアはお客様と一緒に長い時間を過ごしますから、そのときできる限りの説明します。同時に、「あなたの報告書はいかがですか？」とか「この報告書の構成はどう思われますか？」と尋ねることもできます。こうして、お客様と私達技術者との間に緊密な関係が築かれていきます。

**浦谷** 得られた顧客情報はおもに電子メールで交信しています。情報が必要な人にすばやく配信できる点で、我々のグループが小さいことは有利に働いています。事務上の遅れや情報のふり落としなどはありません。

## — 得られた情報は、どのようにして集約し生かされているのですか？

**浦谷** 現在、世界中のおもなエリアに技術センターを設置しています。ヨーロッパにはHEAD社が、日本の堀場製作所にはアジア市場向けの技術センターが、そしてアメリカ市場向けにはHAD (HII社自動車部門)があります。これらの各技術センターがそれぞれの地域をサポートしています。また、GATS (Global Automation Technology System) という組織を設置しています。GATSは、ホリバグループのエンジン計測部門のコンピュータ技術分野における最高組織で、近未来の戦略を企画したり提案します。数々のお客様からの声は、各地域のテクニカルセンターを通してGATSに送られます。GATSは、次世代のプラットフォームや仕様を検討し、ホリバのコンピュータ関連ビジネスの方向付けをします。

---

## ビッグな未来へ向けてステップ・バイ・ステップ

### — 今後、VETSにはどのような機能が必要となるのでしょうか？

**Mörkl** 当初から予想されたことですが、自動化の比率が高まっています。これには、一般に普及している市販のソフトを積極的に導入し対応しています。例えば、バーコード・スキャナーなどは要求があればいつでも接続できます。基本的に制約はほとんどありません。

**Seghers** ガス分析装置だけではなく、シャシダイナモメータやその他の周辺機器も接続したいと言われるお客様が増えています。すでに自動運転装置(ADSシリーズ)の制御できるようになっており、将来は、車内の空調の制御なども望まれるかもしれませんが、これもたやすく対応できます。



---

さらには、データ処理用サブシステムがあります。次の段階では、車のコントロールユニットから直接データを入手できるようになるのでないかと考えています。多量の情報が入手できるようになれば、これらのデータを解析するために優れたツールが必ず必要になります。ホリバヨーロッパ(HEAD社)は「DIVA」と呼ばれるデータ解析用ソフトを開発しましたが、近い将来、この種の要求が増えてくるものと考えています。

— 路上を走りながら排ガスをはかるオンボード計測が話題となっていますが、今後どのように発展して行くのでしょうか。

**浦谷** 将来性の高いテーマの一つだと思っています。この分野ではデータベースが大変重要になります。現製品はデータの収集、検索、要約などを容易にする機能を持っていますが、これらの機能は計測機器ごとの、あるいはお客様に入力していただくデータベースが中心です。自動車から送られてくるすべてのデータや、お客様から提供される個々の情報を一つに組み合わせた、より広範なデータベースは、我々の製品の有効性をより高めます。HEAD社にはこの分野のスペシャリストがいますから、今後ますます拡張していきます。

— 最後に4日間にわたるミーティングの感想をお願いします。

**Mörkl** 今回の会議はとても貴重な体験でした。お互いがお互いを学び、また、全員が何らかの貢献を果たしました。そしてみんなが同じ結論に達しました。我々はVETS-7000NTというすでに非常に優れた製品を手に入れました。これからは、日米欧の三つの大きなマーケットから得られるフィードバック情報を確実にフォローし活用する、つまり、ステップ・バイ・ステップを積み上げていけば、必ずビッグな未来へつながるに違いないことを確信しました。

(文責 編集部)

## 異文化の Fission & Fusion

我々の祖父母の誰が、今日のような世界を想像できたでしょうか？ この50年間にジェット機、衛星テレビ、そしてインターネットにより地球の人々の距離は、直観的で驚くべき方法により縮まりました。ニューメディアが普及し、瞬時のコミュニケーションが可能になり、かつては「未知」だった人々や文化が、今や、身近なものになっています。

もちろん、すべての文化がこのような傾向を歓迎しているわけではありません。世界の多くの国家指導者たちは、自国が保護しようとしている文化的な価値の妨げとなる考え方や行動を促進するようなアメリカの衛星テレビ放送の力と量を危惧しています。国民がインターネットを介して経済、政治、宗教的情報にアクセスできないような制度を採っているところもあります。奇妙なことに、世界を融合へ導くと期待されているような「融合のテクノロジー」が、逆に、人々を分裂させる力にもなっています。

文化面で、我々に最も深い融合への影響をあたえるのは生命科学かもしれません。ヒト・ゲノム・プロジェクトとそれにとまなう発見により、人類を見る目が永久に変わってしまうかもしれません。ヒト・ゲノム設計図は、最も基礎的な部分、つまり分子レベルにおいて、地球上の人類すべてに大きな違いはないということを実証するかもしれません。なんと、革命的なことではないでしょうか！ もしこれが事実であれば、歴史上で最も強力な「融合のための力」であり、かつて見たことがないような文化の融合を生み出すかもしれません。ここには、人種や文化に起因するような臆説と伝統を払い除けることができる可能性があります。

行動は反作用も生み出します。ヒト・ゲノムを深く理解することにより得られる融合力は、今日存在する文化的な差別をさらに増強するかもしれません。もし、人類が、「文化は人間が発明したものであって、生きものとしての運命によるものではない」と信じるのならば、人が発明した文化それぞれに保護するだけの価値があるものだと断言できるかもしれません。このことは、何世紀にもわたり人々を満足させてきた言語、芸術、道徳、思想、そして伝統を保護しようとするあまり、かえって分裂を招くことになるかもしれません。次の50年間には、我々はお互いを兄弟とみなすようになるかもしれません。我々の違いが互いを裂くことをやめ、反対に興味と探求のためのプラス要因となる。つまり、それは融合により結び付けられた世界におけるコントロールされた分裂ではないのでしょうか。

Brian McCaleb, Consulting Professionals United, USA  
山下美穂 訳

# 顧客満足を基本とする ホリバの品質マネジメントシステム

## Horiba's CS-Based Quality Management System

細居 憲一

### 要旨

ホリバは、創業以来、高い品質の製品をお届けすることがお客様満足の基本であると考えてきた。また、計測機器メーカーの品質の高さを評価する重要なパラメータの一つは測定精度管理である。本稿では、ホリバの品質理念と、この理念のもとでお客様満足を達成するための全社的な取り組みを紹介する。さらに、当社の品質マネジメントシステムのレベルを裏付ける活動として、1) 指定製造事業者登録、2) ISO/IECガイド25 (ISO/IEC17025) 認定の取得、3) 血球計数装置の外部精度管理サービス開始について報告する。

### Abstract

Ever since it entered business, Horiba has considered the provision of high-quality products to be the basis of customer satisfaction. And one of the major parameters for evaluating a measuring instrument manufacturer's quality is measurement accuracy control. This paper describes Horiba's quality philosophy and its company-wide endeavors to achieve customer satisfaction based on that philosophy. The paper also reports on the Horiba's activities to confirm the level of its quality system: 1) Registration as a Designated Manufacturer; 2) Acquisition of ISO/IEC Guide 25 certification (ISO/IEC17025); and 3) Horiba's External Quality Control Support Program for the Automatic Blood Cell Counter (QCSP).

## 1 はじめに

ホリバの使命は、最先端の分析技術を応用した独自性の高い分析・計測機器の提供を通して科学技術の発展や地球環境の保全に貢献すること、世界中のどの地域へも最高でしかも均一な品質を持った製品やサービスを提供することである。

分析・計測機器は、お客様が追究される「真実の解明」に大きく影響するため、測定値は常に信頼できるものであることが必要不可欠である。

ホリバは1994年6月に品質保証の国際規格であるISO 9001の認証を、また1997年6月にはISO 14001の認証をそれぞれ早期に取得した。これは、お客様の立場に立って評価いただく必要があるとの考えに基づいている。

今回は、計測機器メーカー、ホリバの精度管理を中心とした特徴ある品質管理システム(Quality Management System)の一端を紹介する。

## 2 ホリバの品質理念

ホリバの品質に対する基本的な考え方は創業当初に芽生えている。

戦後まもない1945年10月、京都大学の3回生であった当社の現会長 堀場雅夫は、学生ベンチャービジネス第1号として「堀場無線研究所」の看板を掲げた。研究所を設立したねらいの一つは、技術的により高度な仕事をするににあったという。当時、堀場会長は会社の運営資金を確保するためにさまざまな仕事をこなすなかで、電子部品とくに電解コンデンサの品質の悪さに気がついた。そこで、優れた品質のコンデンサの開発・製造に着手し、やがて、だれが作っても同じ性能の製品を生産できる安定した品質システムを完成させた。

残念ながら、当時の社会・経済情勢の急変により、そのコンデンサ事業を断念せざるを得なかったが、「高品質の製品を作るための作業標準化システム」という大きな財産は掌中に残した。以来、ホリバには、技術を徹底的に追求するという極限追求の精神と、品質システムを確立することの大切さが継承され、現在の「品質第一」のコーポレート・フィロソフィーとつながっている。

現在、ホリバは経営トップが直接指揮する業務改革プロジェクト「ブラックジャックプロジェクト(BJP21)」をスタートさせ、全ホリバリアン(堀場製作所およびグループ会社の社員)の意識改革と、CSモデルを基盤としたマネジメントシステムの構築と実行を推進している。

品質理念	お客様第一の思想を徹底し、真のニーズに応える
品質方針	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 安全性・信頼性・保全性の高い、環境との調和を目指した製品を提供する</li> <li>● お客様に満足頂ける製品・サービスを提供する</li> <li>● お客様のニーズに応えるため、品質改善活動を推進する</li> </ul>

ホリバの品質理念と品質方針

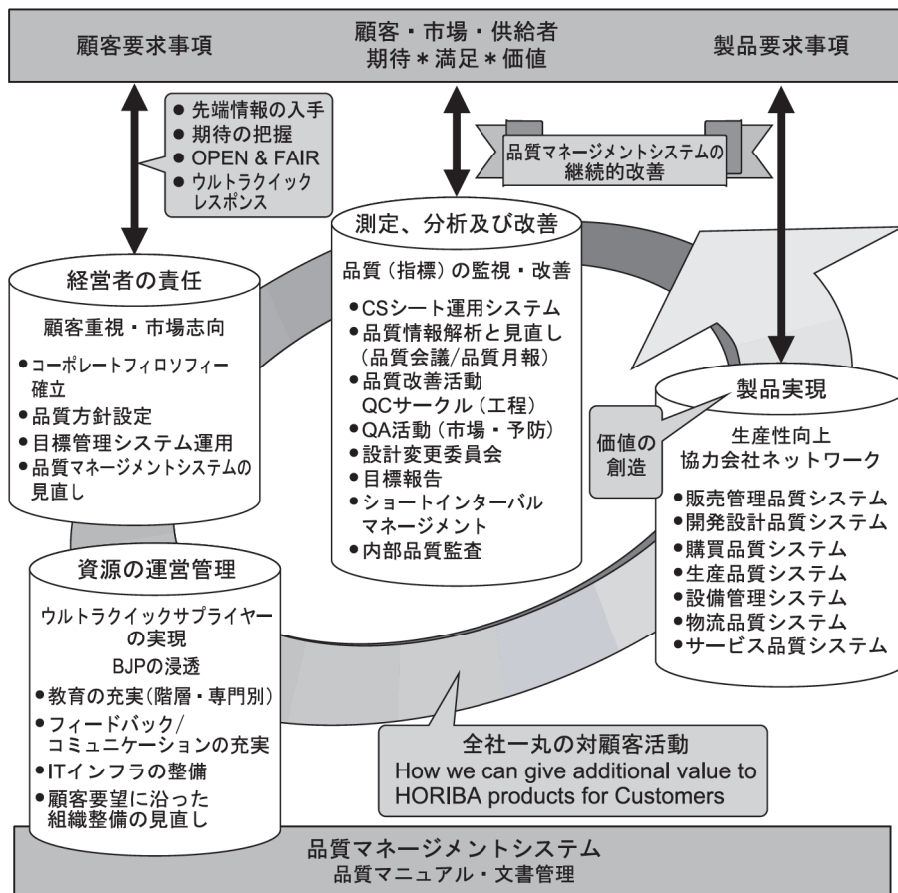
### 3 品質マネジメントシステム

図はホリバの品質マネジメントシステムの運用概念を示している。

経営トップは、お客様の期待が「必要な製品・サービスを必要な納期で提供することにある」と考え、社長方針として「ウルトラクイックサプライヤー(Ultra Quick Supplier)の実現」を定めている。トップ、部門長、部長、チームリーダー、担当者と段階的にブレイクダウンされた目標を定め、それ

ぞれの成果をホリバの情報ネットワーク(HORNET)上に公開することにより全ホリバリアンが情報を共有している。

合わせて、顧客の期待やニーズを的確に把握するための営業部隊の強化や、サービスに対するスピードアップのためにサービス部隊の独立会社化など、お客様の期待に応えられるように大胆な組織改革も行っている。企業にとって最も重要な資産である人材育成に関しては、閑静な地に建てられた研修センター(Fun House)における階層別教育や専門教育、特別教育(品質・環境)などにより、マインドの改革、技術の維持・向上に努めている。





より良い製品を実現するためには、「いかにすれば、お客様に付加価値を提供することができるのだろうか？」を常に念頭に置きながら、開発設計部門、生産部門、営業部門ごとにISO委員会を設置してISO 9001システムの有効活用、浸透に努めている。また、製品・サービスに対する是正・予防処置活動を基本とした全社の品質改善活動(QA活動)、および生産部門を対象とした品質管理のサークル活動(QC活動)を通じてトータルな品質向上を図っている。

## 4 独自の品質マネジメントシステムへの取り組み

ホリバの製品は、公的な計量証明に使用されたり自然科学の解明に深く関わるなど、社会的・経済的に大きな影響があることから、得られた測定結果は信頼性が高く、第三者にも認められるものでなければならない。ホリバはISO 9001やISO 14001など企業全体の品質システムに関する認証を取得したことに加え、個々の製品や組織ごとに、公的な機関による品質システムの認定も積極的に取得している。1998年4月には環境用分析計で計量法に基づく指定製造事業者の認定を、2001年6月には金属分析の分野で試験所認定ISO/IECガイド25をそれぞれ取得した。

### 4.1 指定製造事業者登録

大気汚染の進行を抑え低減するためには、大気中の汚染物質の濃度を監視し、適時排出を制御する必要がある。ここで使われる計測器は、高い精度と信頼性を確保するために、特定計量器として、国が指定した機関による検定が実施されてきた。

しかし、1993年に計量法の改正が行われ、高い品質管理を推進していると認められた計測機器メーカーに対しては、外部検定に代わって自主検定を実施することができるようになった。ホリバは濃度計の製造者として最初にこの資格を取得し、信頼ある計測器製造者として指定された。

この指定の取得は、お客様に製品をより速やかにお届けするために役立つと同時に、ホリバの総合力を高く評価いただいたものと光榮に思っている。

### 4.2 ISO/IECガイド25 (ISO/IEC17025) の認定取得

ホリバは分析センターを設け、お客様への分析ソフトのサポートを積極的に行っている。ここでは、測定のトレーサビリティを確保し、信頼される分析結果を提供しなければならない。

日本では導入が遅れていた第三者機関による試験所認定制度がスタートした。ホリバは、金属分析の精度保証を確実なものにするために、本年6月に日本適合性認定協会(JAB)の審査を受けISO/IECガイド25の認定を取得した。これにより、ホリバが計測器メーカーとして、ハード面だけでなくソフト・サービス面においても充実した取り組みを行っていることをより一層ご理解いただけるものと期待している。

### 4.3 血球計数装置のQCSP サービス

医療用具である血球計数装置など臨床検査機器の精度保証の仕組みは十分に確立しているとは言い難い。各施設(病院、医院、検査所等)は独自で行う内部精度管理や、医師会など第三者による外部精度管理を組み合わせ分析精度を保証しているが、効率や経済性の点で課題が少なくない。

ホリバは、血球計数装置をお使いいただいているお客様を対象とした外部精度管理プログラム(QCSP: Quality Control Support Program)を本年4月よりスタートさせた。QCSPは、血球計数装置が正しい検査結果を出しているかを定期的に調査し、他の施設の測定結果との比較データや異常の有無をお知らせするサービスで、施設の客観的な評価に役立つものと期待されている。

## 5 おわりに

以上、ホリバの品質に対する基本的な考え方と、お客様に満足頂けるサービスをお届けするための新たな取り組みを紹介した。これらは、お客様の要求事項や関連法規をベースとした、ホリバ独自のトータルな品質マネジメントシステムの構築を目指している。

品質マネジメントシステムの質をさらに向上させるために、今後も引き続き、製品ごとに市場の特徴や環境の変化を敏感に把握・解析して、お客様に満足いただくために有効な品質計画を策定・見直しするシステムを構築していきたいと考えている。



細居 憲一

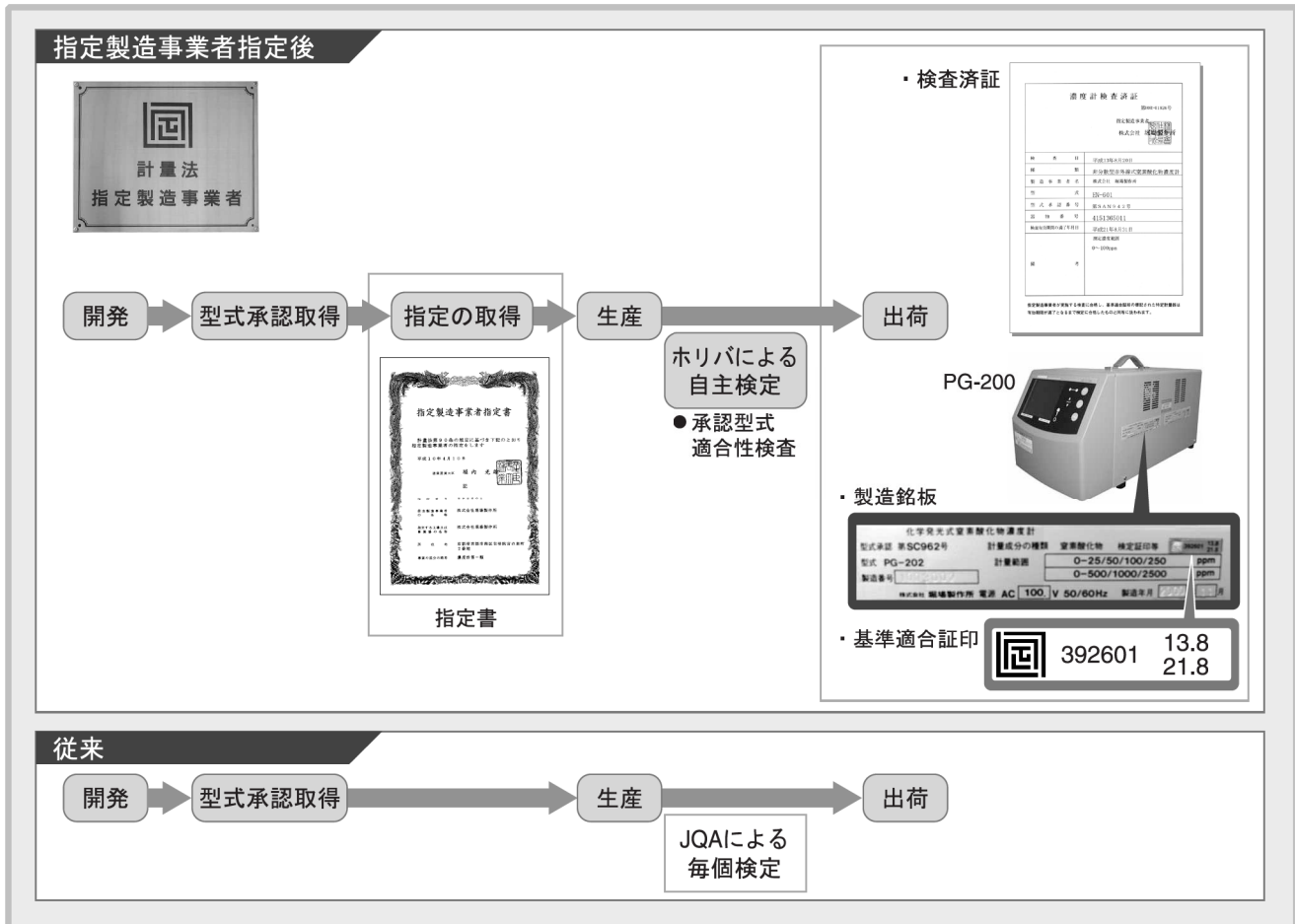
Kenichi HOSOI

品質統括センター  
副センター長

# 指定製造事業者の指定取得と ホリバの品質マネジメントシステム

Horiba's Quality Management Practice Authorized as a Designated Manufacturer

松本 正象, 加藤 順三



## 要旨

優れた品質管理を行っていると認められた分析機器メーカーは、経済産業省から指定製造事業者指定され、型式承認を受けた特定計量器の検定を自社で行うことができる。ホリバは、ガス分析計について1998年4月に業界初の指定製造事業者の指定を受けた。この指定取得は、当社の品質管理レベルの高さを証明するものであり、また製品の納期短縮にも役立っている。本稿では、煙道排ガス分析装置ENDA-600を中心に、ホリバの生産工程および完成品の品質マネジメントシステムを紹介する。

## Abstract

Measuring instrument manufacturers recognized as implementing outstanding quality control are awarded the system of Designated Manufacturer by the Ministry of Economy, Trade and Industry. Such status allows manufacturers themselves to conduct certification of designated instruments of approved type. In April 1998 Horiba became the first company in the field to be awarded Designated Manufacturer status, for its gas analyzers. The acquisition of this status is a testimony to the company's high quality management levels and is also of service in shortening delivery periods. This paper presents Horiba's production processes and quality management system for finished products, with reference mainly to the ENDA-600 flue exhaust gas analyzer.

## 1 指定製造事業者の指定の取得

指定製造事業者制度は1993年の計量法の改正で新たに盛り込まれた制度である。計量法上の型式承認を取得している特定計量器を製造する事業所のうち、製造管理および品質管理が一定水準以上に達している事業所に対して、指定検定機関である財団法人日本品質保証機構(以下、略称JQA)殿による毎個検定に代わり自ら行うことができるのである。本制度は、1994年からスタートし、対象となる特定計量器が順次増やされている。

ホリバは、各種分析機器の専業メーカーとして1974年4月に通商産業省(当時)へ計量器製造事業登録を行い、1993年11月の新計量法の施行以降は濃度計[第一類(ガス濃度計全般)、第二類(pH電極)、第三類(pH指示計)]の届出製造事業者として今日に至っている。

ホリバでは、濃度計第一類に対する制度が1997年5月から始まったのを受けて、ただちにプロジェクトメンバーを編成して申請に必要な準備に取り掛かった。それまでに認証を受けていたISO9001品質保証システムをベースに、分析計業界で初の指定を目指して、省令要求事項に基づく「品質管理の方法」書の作成とシステムの構築をスタートさせた。同年12月には指定検定機関であるJQA殿へ「品質管理の方法」書に示された品質システム実施の確認調査を申請し、翌1998年1月には3日間の立入審査を受審した。その結果、JQA殿から発行された「省令で定める基準に適合」を証明する調査結果報告書を添えて、同年2月に京都府経由通商産業省へ指定申請を行い、同年4月10日付けで通商産業大臣より指定製造事業者指定された(図1:指定番号 392601)。

この認定取得によって、新たに生産した製品の1回目の毎個検定を自社で行うことができるようになり、製品の出荷期限に合わせて、随時、毎個検定に代わる検査(社内では自主検定と呼ぶ)を行う。これにより、ホリバの全社方針である『超短納期企業:Ultra Quick Supplier』の一助となっている。

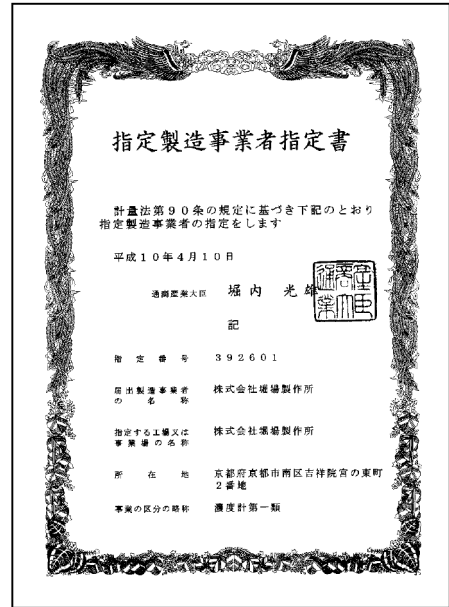


図1 指定製造事業者指定書

ホリバでは、現在、煙道排ガス分析装置 ENDA-600 シリーズ、ENDA-2001 シリーズ、およびポータブルガス分析計 PG-200 シリーズの3種類のガス濃度計が、指定製造業者の対象製品として登録されている。これらは、非分散型赤外線吸収式のNOx計、SO<sub>2</sub>計、CO計、磁気式のO<sub>2</sub>計とジルコニア式O<sub>2</sub>計、および化学発光式NOx計を組み合わせた複合計量器である。

以下に、これらの製品の生産工程における品質マネジメントと完成品の品質マネジメントを紹介する。

## 2 対象製品の生産工程における品質マネジメント

### 2.1 生産工程の流れ

指定製造事業対象製品の生産工程は製品や測定原理によって若干異なる。煙道排ガス分析装置ENDA-600を例に生産工程フローの概要を図2に示す。

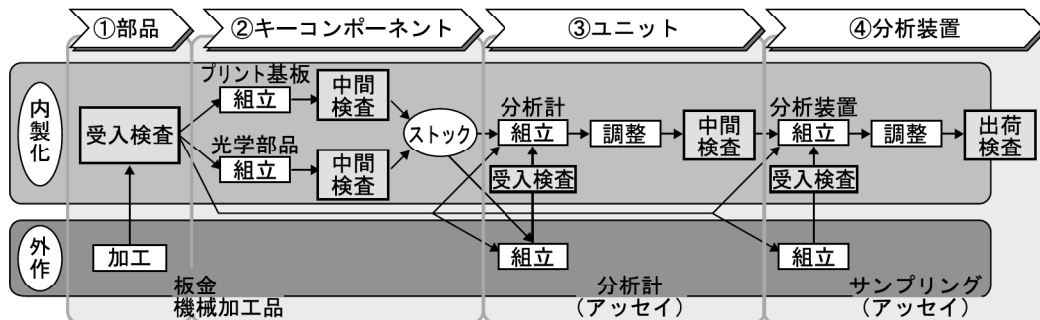


図2 煙道排ガス分析装置 ENDA-600 の生産フロー



生産工程は要素技術別に次の①～④の工程に大別され、それぞれの要素技術を専門に受け持つ製造ショップが生産を行なっている。

- ① 板金・機械加工部品の製造・検査
- ② プリント基板、光学部品等キーコンポーネントの組み立て・検査
- ③ 分析計ユニットの組み立て・調整・検査
- ④ サンプル機能が付加させた分析装置の組み立て・調整・検査

この内、①および③、④の工程の一部は外作を行っているが、計量器として品質に重大な影響を及ぼす重要部品や重要工程に関しては全て社内作業としている。

## 2.2 工程管理について

ホリバでは「品質は検査工程ではなく、加工プロセスの中で盛り込む」を品質マネジメントの基本としている。部品の加工を始めとして、組み立てから調整・検査に至るすべての生産プロセスにおいてQCポイントを明確にした作業標準を製品ごとに制定し、作業標準に基づく工程管理を実施している。さらにその上に立って、万一の不測の事態に備え、購買品や外注品に対する受け入れ検査、キーコンポーネントやユニットに対する中間検査、そして最終のガス濃度計としての出荷検査を実施することで、お客様に提供する製品品質をより確実なものにしている。

一方、機能や性能以外にお客様から求められる重要な品質の一つとして納期がある。製品の納入は早過ぎても、逆に遅過ぎてもお客様に製品を引き取っていただけない場合もあり、中には通常工期の半分という超短納期を要求されるケースもある。お客様の必要なタイミングに、いかにジャストオンで製品を提供していくかが我々メーカーの重要な使命である。

ホリバは、これらの要望に応えるためにいくつかの仕組みを準備している。

一つは Order Production control System-Super (略して OPS-S) と称する CPU による生産管理システムであり、引合情報をトリガーに引合段階から生産準備を開始し、営業活動と生産活動をコンカレントに進めることにより、待機時間を限りなくゼロに近づけ受注確定以降のリードタイムを最短にしている。

二つ目は、「工程カンバン」と呼んでいる現場の工程進捗管理ツールである(図3)。このカンバンは、従来のような後工程が前工程の成果物を引き取る時に使う在庫管理のためのカンバンとは異なり、生産管理部門が立てた着手日から完成に至る各プロセスの日程計画に対する進捗がどのようになっているかを視覚的に管理できるように工夫したツールである。異常発生時には赤マークが表示され、速やかにリカバリー体制が敷かれるようになっている。

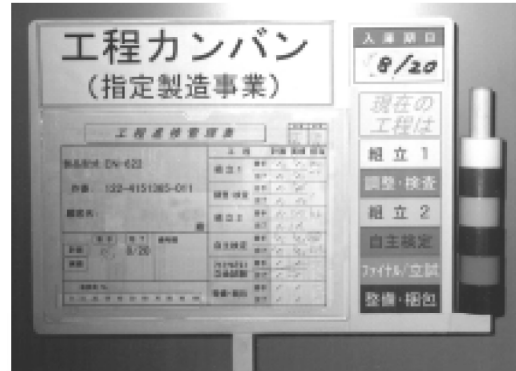


図3 工程カンバン

## 2.3 外注管理について

先にも述べたが、ホリバは1994年6月に品質保証の国際規格であるISO9001の認証を取得し、それ以降はISOの品質システムをベースに生産業務を遂行している。しかし、この品質保証システムを効果的に機能させていくためには、社内システムを充実させるだけでは不十分であり、外注(当社では協力会社と呼ぶ)工程も含めた品質保証体制が不可欠となる。

指定製造事業対象製品においても、生産プロセスの一部は協力会社に業務を委託しているが、これら協力会社の品質水準を高めることを狙いとして1997年4月に「堀場品質保証認定制度」をスタートさせた。これは、協力会社のISO9000認証取得の有無に関わらず、ISO9000のシステムに適合しているか否かを規格要求事項に準拠する約40の審査項目で5段階評価し、総合点が基準に到達すれば認定証(図4)を授与し「認定」を行うものである。平成12年度までに主要協力会社25社の75%にあたる19社がこの認定を取得し、残る6社も認定取得に向け、現在、品質システムを構築中である。



図4 堀場品質保証認定証



### 3 完成品マネージメント

#### 3.1 自主検定

製造工程を終えて出荷準備の整った製品（完成品）のうち、納入時に毎個検定付きを指定された製品に対して自主検定を行う。具体的には、製造部門から分離した品質管理部門の資格者が業務手順書である「完成品管理手順書」にしたがって全数検査を行う。

「完成品管理手順書」は『特定計量器検定検査規則（平成5年通商産業省令第70号）』に基づいて作成されたものであり、おもな検査項目は次のとおりである。

1. 製品の仕様・構造が計量法型式承認内容に一致していること。
2. 法定表記および案内表示の内容が正確であり、堅固に固定されていること。
3. 検定対象成分のすべての濃度レンジについて器差検査（内容は直線性検査）を行い、その結果が、法定誤差内であること。

3項の器差検査は、国が保有する一次標準とトレーサブルなJCSSグレードの標準ガスと、定期校正済みのガス分割器を使って精度良く行う。また、前述のように、指定製造事業対象製品はいずれも複合計量器であるため、1台の製品に搭載されている検定対象成分のすべてが許容誤差範囲内であるとき、その製品は自主検定「合格」となる。

検査に合格した後、所定の場所に基準適合証印を貼付して合格の旨を表示するとともに、書面として「濃度計検査済証」（図5）を発行する。法令により、これら指定製造事業者が行った自主検定結果は、従来からの指定検定機関JQA殿が行った毎個検定結果と同等に扱われ、有効期間はガス分析計では8年間である。

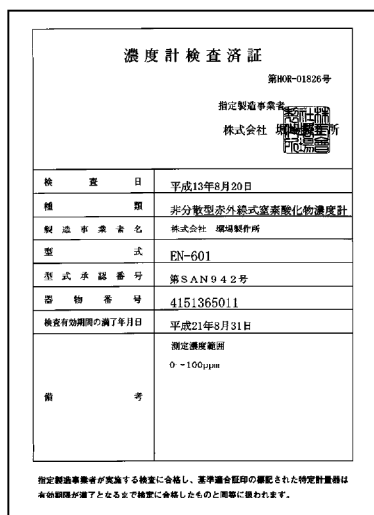


図5 濃度計検査済証

#### 3.2 承認型式適合性検査

完成品品質管理業務のもう一つの柱として、製造台数200台に1台または1年に1回の割合で「承認型式適合性検査」を行っている。これは、現在、市場へ出荷している製品が型式承認取得時の構造および性能を維持していることを自主的に検証・確認するものである。具体的には、『特定

計量器検査検定規則』に示される10項目の試験結果が法定規格内にあることを検査する。

「自主検定」と「承認型式適合性検査」とを合わせたものが完成品品質管理項目であり、両者の検査項目の違いは表1に示すとおりである。

検査の種類 検査項目	自主検定	承認型式適合性検査
表記・目量・機構	○	○
器差検査（直線性）	○	—
応答性	—	○
再現性	—	○
安定性	—	○
NOx 変換効率	—	○
干渉成分	—	○
流量変動影響	—	○
電圧変動	—	○
絶縁抵抗	—	○
耐電圧	—	○
器差試験（直線性）	—	○

表1 「自主検定」と「承認型式適合性検査」の検査項目

### 4 おわりに

ホリバが指定製造事業者の指定を受けたことは、当社の品質管理レベルの高さをお客様にご理解いただくために役立つものと期待している。と同時に、完成品を含むすべての検査業務を自社内で管理することは製品の納期を短縮できるものと確信している。

社会基盤を支える計測機器メーカーとして、より信頼性の高い製品を作り、よりすばやくお届けできる Ultra Quick Supplier を目指し、一層努力を重ねていきたい。



松本 正象  
Shozo MATSUMOTO  
品質統括センター  
チームリーダー



加藤 順三  
Junzo KATO  
分析システム生産部  
部長

# 分析センターが ISO/IEC ガイド 25 の認定を取得

Application Center Acquires ISO/IEC Guide 25 Certification

佐久間 恵子, 内原 博



## 要旨

ホリバの分析センターは試験所としての役割を担っている。世界中のお客様に対してトレーサビリティのとれた信頼性の高い分析結果をお届けするために、2001年6月、ISO/IECガイド25の認定をJAB(日本適合性認定協会)より取得した。この認定により、ホリバの分析センターが提供する測定データは、国際的にその信頼性が保証されることになる。本稿で取得背景や認定内容など紹介する。

## Abstract

Horiba's Application Center functions as a testing laboratory. In June 2001 the Center acquired ISO/IEC Guide 25 accreditation from the JAB (Japan Accreditation Board for Conformity Assessment) so as to provide traceable, high-reliability analysis results to clients throughout the world. This certification means that the reliability of the measurement data provided by the Center is now internationally guaranteed. This paper presents the background to the acquisition and a description of the accreditation.

## 1 はじめに

経済活動のグローバル化が進展するとともに、国際標準規格の持つ意味の重要性が国際間で改めて認識されるようになり、国際標準を制するものが国際市場を支配すると言われるようになってきている。アジアをはじめ欧州、米国などへの輸出に注力しているホリバはISO 9001, ISO 14001などの国際規格に適合するシステムを早期に取得・整備してきた。

このような流れの中、分析機器メーカーが設置する試験所の位置付けにある分析センターは、分析結果の信頼性について保証でき、国際的に相互認証が得られるISO/IECガイド25試験所認定を、分析機器メーカー内の試験所として世界で初めて取得した。これにより、1982年の分析センター開設以来培ってきた高い技術力を、第三者により客観的に評価いただいたものと考えている。

今後、分析センターをご利用になるお客様は、国際的に通用する信頼性の高い試験データを得ることができるほか、試験報告書を使用することで国際的な物流を容易に行うことができるようになる。

## 2 分析センターの役割

ホリバは、図1に示すような部署が営業部門を接点にお客様へ装置のみならず、トータル的なソリューションを提供している。

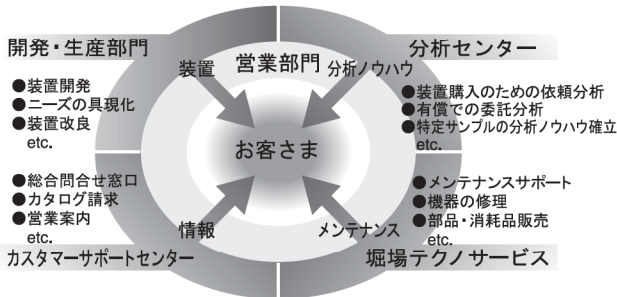


図1 カスタマー・トータルソリューション

お客様は、問題解決の手段として分析装置を用い「信頼性のある分析結果」を必要としている。「信頼性のある分析結果」を得ていただくためには、図2に示すように、1) 良い性能の装置を提供する、2) 装置の能力を100%活かすための分析者の教育、さらに、3) 適切な分析環境の整備についてどうしたらよいか？などを考えることが必要である。

その中で分析センターは、お客様の良きパートナー（分析技術者）として「分析」を通じてお客様の問題解析のお手伝いをしている。また、そこから生まれるコミュニケーションから分析に対する真のニーズを見つけ出し、分析技術の開発や装置改善への提案を行っている。このようにして「分析」という一つのフィールドに立って、お客様と分析センターの技術者とがともに手をとりあうことにより、初めてお客様が本当に求めている「問題解決に役立つソリューション」を提供できると考えている。

表1にホリバが目指す分析センターの姿をまとめた。

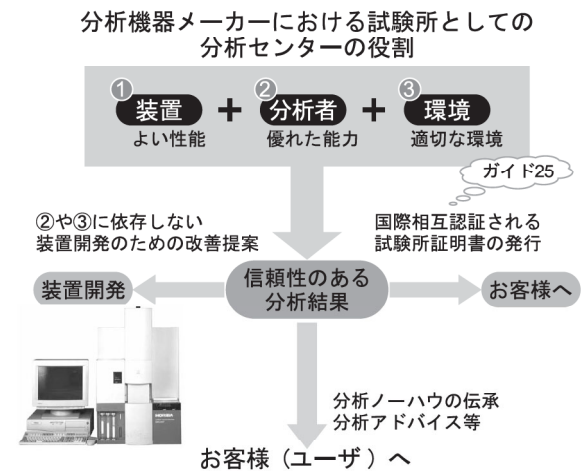


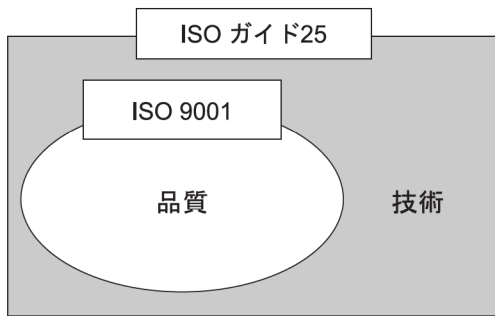
図2 分析センターの役割

1. お客様と一緒に問題の解析をし、信頼性のある分析結果を得るための、分析ノウハウ(技術)を提案する。
2. 受託分析などに対し、国際的に相互認証される試験報告書を発行し、信頼性の高い分析結果を保証する。
3. 付加価値の高い分析技術の開発や次世代製品への改善提案を行う。

表1 ホリバが目指す分析センターの姿

### 3 ISO/IEC ガイド 25

「ISO/IEC ガイド 25」は、国際標準化機構 (ISO) と電気技術分野において協力関係にある国際電気標準会議 (IEC) とが共同で1978年に制定した試験、校正機関のための認定規格である。図3に、今回取得した ISO/IEC ガイド 25 と一般によく知られている品質保証の国際規格 ISO 9001 の関係を示す。



ISO/IEC ガイド 25:1990 (JIS Z 9325:1996)  
ISO 9001:1994 (JIS Z 9901:1998)

図3 ISO ガイド 25 と ISO 9001 の関係

ISO/IEC ガイド 25 は、試験・校正機関を対象とした規格で、ISO 9000 シリーズと同様の品質面における運営システムのほか、試験・校正実施に必要な技術管理 (分析者の技術的能力、試験設備、トレーサビリティ) の要求事項が加わった形となっている。ISO 9001 はおもに品質管理システムが審査対象として認証され、そのシステムによってできる製品 (試験の場合は試験結果) の信頼性については適合性評価の対象になっていないが、ISO/IEC ガイド 25 は、試験所が特定の試験において審査基準に適合した品質管理および技術能力の両方を有していることを認定する規格である。認定された機関は、試験結果に対し国際認証のロゴを記載した試験報告書を発行することができる。つまり、試験・校正事業者にとっては事業の信頼性を客観的に評価・保証するのに有用な側面を持った規格といえる。

### 4 ISO/IEC ガイド 25 試験所認定取得

分析センターは、2001年6月26日付けで認定登録証 (図4) が発行され、試験所として登録された。

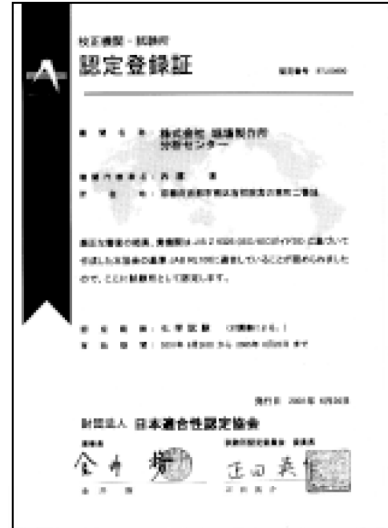


図4 ISO/IEC ガイド 25 試験所認定登録証

ホリバは次のようなプロセスで認定を取得した。

- \* 情報収集開始 1999/3 ~
- \* 関係書類整備 2000/5 ~  
(品質マニュアル、不確かさ見積もり手順書、標準試験管理手順書等約 30 の管理文書)
- \* 予備審査 (品質システム審査) 2001/3/23
- \* 本審査 (品質システム審査、技術審査) 2001/5/9
- \* 認定 2001/6/26

図5に本審査の受審風景を示す。

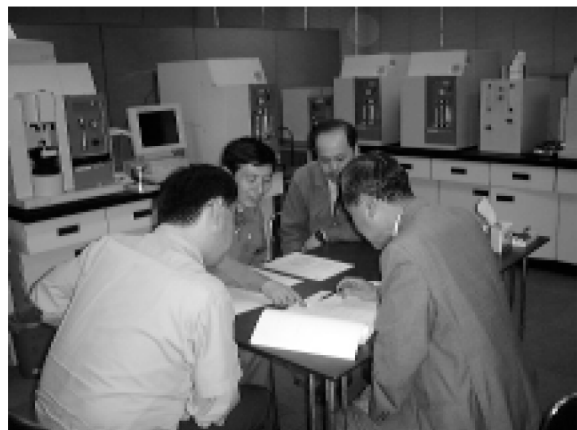


図5 本審査の受審風景



#### 4.1 認定範囲とその決定理由

今回、取得した認定範囲は表2のとおりである。

試験に使用する分析装置の概観を図6に示す。鉄鋼中の炭素、硫黄、酸素、窒素はいわゆる不純物と呼ばれる成分で、その濃度によって鉄鋼材料の性質(耐食性、深絞り性、熱間加工割れ、遅れ破壊、延性疲労強度など)が変わるため、非常に厳密な組成管理が必要となる。

ガイド25試験所認定制度では、厳密な定量結果が必要なお客様に対し、分析値の不確かさを推定するなど、分析値そのものが持つ信頼性を明確に提示することが義務づけられている。分析センターは、JISの規格設定に参画したり、各種の技能試験に参加するなど分析ノウハウを蓄積してきた経験があることから、今回この分野での試験所認定を取得する運びとなった。

分類コード	M26.3.1.1
分野	化学試験
クラス	鉄鋼
試験方法規格	炭素 (C)、硫黄 (S)、酸素 (O)、 ・名称 窒素 (N) の燃焼分析
JIS G1211 付属書4	0.01% ≤ C ≤ 4.8%
JIS G1215 付属書5	0.0005% ≤ S ≤ 0.35%
JIS G1228 付属書4	0.0009% ≤ N ≤ 0.050%
JIS Z2613	0.0005% ≤ O ≤ 0.06%

表2 認定範囲

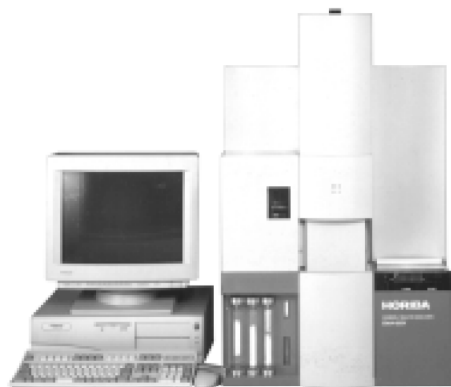


図6 鉄鋼中元素分析装置

#### 4.2 試験所組織

今回認定を受けた組織を図7に示す。

ISO/IECガイド25試験所は、試験品質の維持と業務の確実な遂行を行うために、メンバーの権限と責任の相互関係を明確にする必要がある。今回の認定組織は経営スタッフを筆頭とし、試験機関代表者、品質管理者(正・副)、技術管理者(正・副)、承認署名者、分析担当者、業務担当者からなっている。

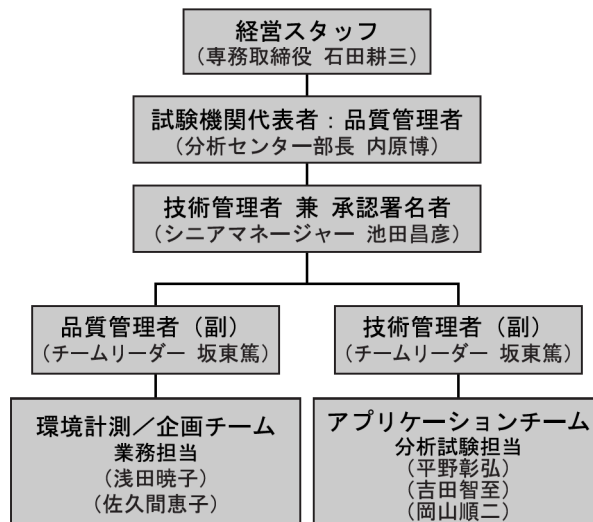


図7 試験所組織図

### 5 おわりに

ISO/IECガイド25の認定により、分析センターが発行する該当試験報告書は国際的にその信頼性が保証され、各国間で相互認証され得るデータとなった。今回の試験所認定取得はホリバが目指すトータルソリューション提供のための一つのステップである。今後は認定取得で得た知識や経験を活かし、さらなる信頼性向上のためにチャレンジし、「分析」に対するお客様の真のニーズに応えていきたい。

#### 参考文献

- 1) ISO/IECガイド25 研究委員会：ISO/IECガイド25 解釈と試験所品質システム構築の指針,1999,財団法人 日本規格協会
- 2) 日本分析化学会：分析所認定ガイドブック,1999,丸善



佐久間恵子  
Keiko SAKUMA  
分析センター

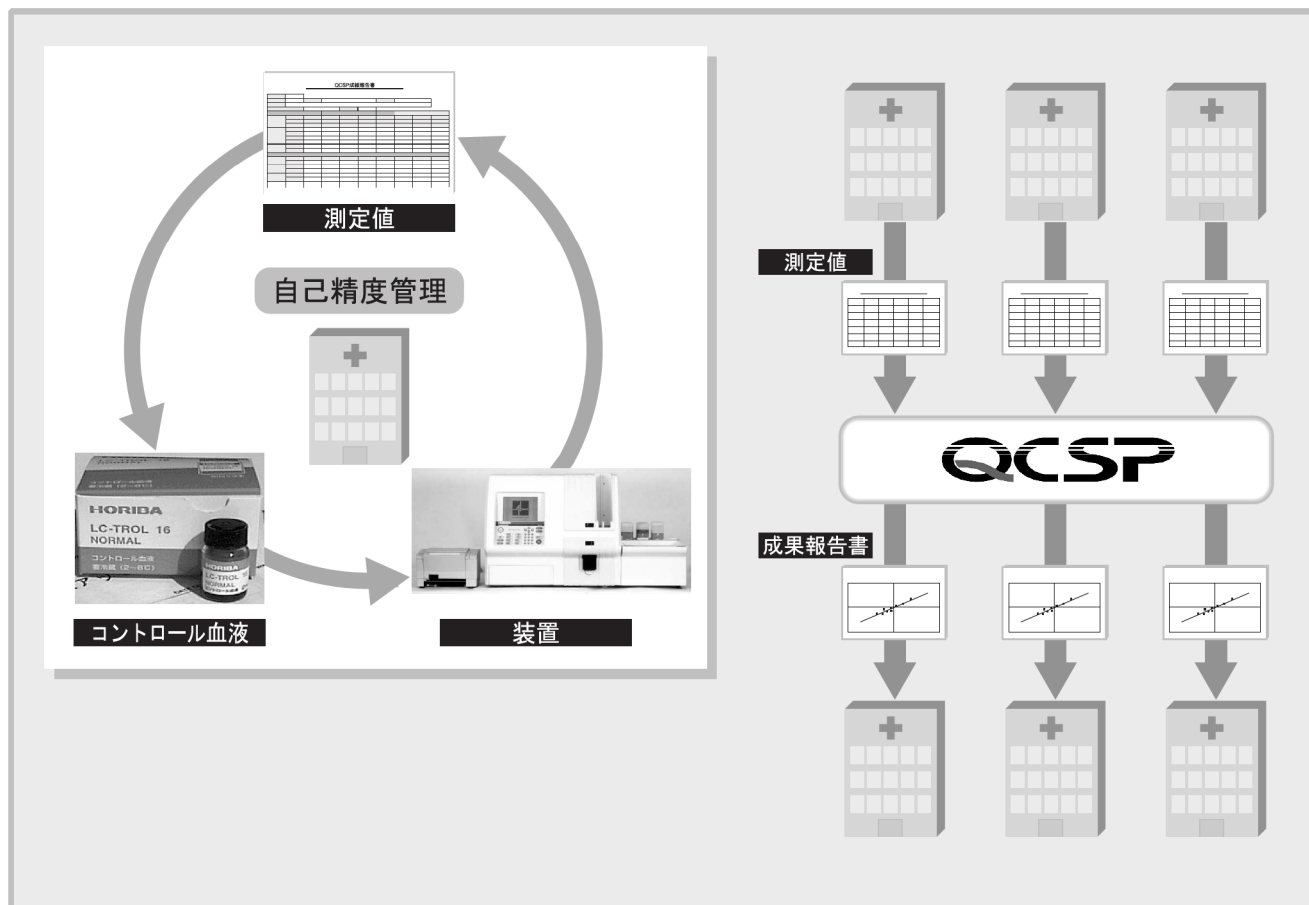


内原博  
Hiroshi UCHIHARA  
分析センター  
部長

# ホリバの血球計数装置の 外部精度管理プログラム：QCSP

Horiba's External Quality Control Support Program for the  
Automatic Blood Cell Counter : QCSP

宮崎 誠, 山本 成三



## 要旨

血球計数装置は、大病院の中央検査室から個人医院まであらゆる医療施設で、基本的な臨床検査装置として幅広く使われている。正しい検査を行うためには、血球計数装置の測定精度を常に正しく管理しなければならない。ホリバは、当社の自動血球装置LCシリーズをお使いいただいているお客様に対して、外部精度管理プログラム(QCSP)サービスを開始した。本稿では、検体検査装置の精度管理の考え方、QCSPの概要を紹介する。

## Abstract

Automatic blood cell counters are in widespread use as basic clinical examination instruments in medical facilities of all kinds, from central examination rooms of major hospitals to private hospitals. To conduct accurate examinations the measuring accuracy of the counter must be constantly and correctly controlled. Horiba has initiated an Horiba's External Quality Control Support Program (QCSP) for users of its LC Series automatic hematology counters. This paper presents the concept behind accuracy control of clinical testing equipment, and an overview of the QCSP.

## 1 はじめに

計測機器の精度管理・精度保証にはいくつかの考え方があり。一般の計測機器は、公的に検査・認証行為を認められた第三の試験機関あるいは機器メーカーが、所定の基準にしたがって試験し精度を保証する、いわゆる検定制度が幅広く普及している。

一方、臨床検査装置では、法的あるいは公的な精度保証制度は十分には整備されておらず、製造者の自主的な精度保証が基本となっている。その理由はいくつかあるが、中でも最大の理由は定量される成分が生体から取り出されることにある。ダイナミックに活動をしている生体から取り出した検体(血液・尿・その他の体液など)は、成分が非常に多岐にわたり、相互に変質に影響し合い、その上、半減期が数時間という短寿命なものもある。成分によっては、炭酸ガスの分圧が高く酸素分圧の低い生体内にあるときには安定だが、体外に取り出し高酸素分圧の雰囲気さらされると途端に変質してしまう。これが、検体検査が当日内検査を基本としている所以でもある。

その生体成分を原材料とする校正用物質(Calibration Material)や精度管理用物質(Control material)にも当然、絶対精度や長期安定性に問題を生じやすく、すべての検査装置にいつでも共通に使える物質は事実上存在しない。これらが、基準物質の測定結果が装置自体の精度を代表する、という標準的な精度管理手法が必ずしも用いられない背景である。

## 2 コントロールサーベイ

検体検査装置メーカーは、自社の製品の特性に合った Calibration Material や Control Material をユーザに供給し、校正作業や精度管理を行ってもらい品質保証システムをとってきた。しかしこの方法は、測定方法や試薬装置の特性の違いに加え、測定と評価の両方を同じ人が行うため客観性が十分でないとの指摘もある。

そこで、多くの臨床検査施設では、外部精度管理調査(Control Survey)と呼ばれる精度管理システムに参加し、機器、測定者、検査室間による違いを補正・抑制している。

具体的には、日本医師会などの公的な団体が、真値が未知の共通試料を臨床検査施設に配布し、各施設で測定された結果を集計・統計処理し、再度各施設に返送する。そして、検査施設は、返された標準偏差指数(Standard Deviation Index: SDI)を自己評価し、適時対策を取る精度管理手法で、一般にコントロールサーベイと呼ばれている。

## 3 日常の精度管理

正しい臨床検査の維持には、日常メンテナンスと精度管理が不可欠である。一般に臨床検査施設では、毎日の検査業務を開始する前に、機器メーカーから供給された日常精度管理用血液(Control)を使って検体装置の精度管理を行っている。Controlの測定結果とパッケージに表示された値と比較して、許容範囲に入っていることを確認する。もし許容範囲外であれば、校正手順に立ち返って調整する。なおこの値は、使い方や保管状態の差によるバラツキを考慮して、通常、臨床診断に影響を与えない範囲で幅を持たせた表示をしている。

一方、より精密な精度管理のためには、定期的に校正用血液(Calibrant)を使って真値との一致性を確認する。この Calibration の実施間隔は、精度管理結果が異常なときに行われる他、メーカー推奨の期間にしたがい、定期的に実施されている。

ホリバは、当社の血球計数装置 LC シリーズ用として、MINO-CAL(校正用血液)と LC-TROL(日常精度管理用血液)を供給している。これらの校正物質は社内で厳しく管理された装置、環境で厳密に値決めされている。しかし前述したように、生体試料であることからある程度の経時変化は避けられため、常に有効期間が連続するような周期にて生産し、表示値を定める体制を整えている。

もう一つは、傍証としての精度管理の役割を負うものとして基準値参照法がある。この種法は、一つ一つの精度は十分ではなかったにしろ、長い間に積み上げられた測定結果から、健常者であればこの範囲に入るはずだと考えられる目安があり、基準値と呼ばれている。多くの臨床検査項目は、異常を発見して診断治療の材料とする目的で臨床検査を行う。裏を返せば、大部分は基準範囲を測っていることになる。したがって、日常行われている検査結果の平均を見ておき、それが基準値に近ければ精度は良いものと判断する。この精度管理法は、一見原始的だが実用的ではある。

## 4 外部精度管理プログラム：QCSP

実際は、市販の精度管理材料を用いた精度管理が一般的に行われている。しかし、検査結果の施設間互換性という点では、自己作業と自己判断になるため客観性に乏しい面がある。また、多数患者の平均が基準値であるはずだという判断も客観的ではない。

そこで、第三者による機関により客観的な評価を、手軽にやってもらいたいとの強い要望がある。その一つのが測定器メーカーによる精度管理サービスである。

### 4.1 QCSPの目的

QCSPは、ホリバの血球計数装置をお使いいただいている検査施設を対象とした精度管理サービスである。検査装置が正しく精度管理されているか否かを定期的にチェックし、結果を施設にお知らせするシステムである。これにより、施設間での自施設の位置付けが明確になり、客観的な評価ができる。万一異常が発見された場合には、ホリバがすばやく対応するのは当然であり、ここに我々、機器メーカーが外部精度管理サービスを提供する最大のメリットがある。

### 4.2 QCSPの流れ

図1にQCSPの流れを示す。

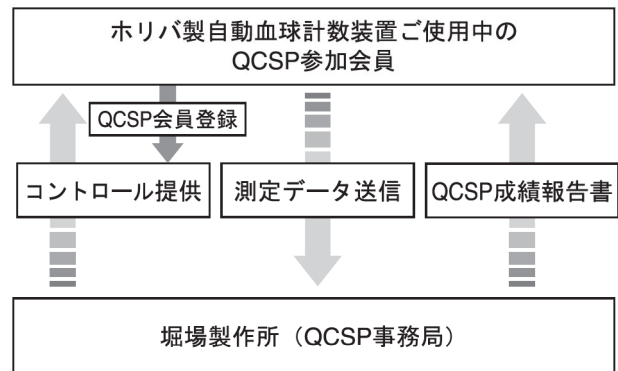


図1 QCSPの流れ

#### (1) 会員登録

ホリバの自動血球計数装置をお使いいただいているお客様にQCSPの会員となつていただき、測定データや検証結果を送受信する体制を作る。ただし、会員のプライバシー保護のため、他の会員のデータを実名で得ることはできない。

#### (2) 測定データの送信

会員は、指定された期日(期間)の精度管理血液測定値を、フォーマットにしたがって会員番号とともに記入してホリバのQCSP事務局へ送る。図2にデータ入力の一例を示す。

コントロール・データ記入用紙 (LC-140, LC-141, LC-5000用)

登録番号	2345	入力エリア
施設名	堀場診療所	
機種	LC-141	
コントロールタイプ	LC-trol	
コントロールLot No.	01070	測定日 平成13年8月10日

コントロールレベル	LOW											
WBC	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	RDW	PLT	MPV	PCT	PDW	
3.8	3.04	8.4	16.1	53	27.6	52.0	9.0	157	4.5	0.071	6.8	
LYM%	MON%	NEU%	EOS%	BAS%	ALY%	LIC%	LYM#	MON#	NEU#	EOS#	BAS#	ALY#
44.1	9.0	46.6	0.2	0.2	1.1	0.7	1.81	0.36	1.80	0.01	0.01	0.04

コントロールレベル	NORMAL											
WBC	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	RDW	PLT	MPV	PCT	PDW	
6.8	5.12	15.0	45.2	88	29.3	33.1	14.8	252	7.9	0.199	12.1	
LYM%	MON%	NEU%	EOS%	BAS%	ALY%	LIC%	LYM#	MON#	NEU#	EOS#	BAS#	ALY#
26.2	5.2	68.1	0.3	0.2	1.5	1.0	1.80	0.37	4.61	0.02	0.02	0.10

図2 データ入力の一例



(3) データ解析と検証

事務局は、集まったデータ群を統計処理する。さまざまな誤差要因がランダムに混じった母集団を正規分布していると仮定して、極端に外れたデータを合理的に除外したり、参加者間に不公平が生じないように配慮しながら処理する。

統計結果は、平均値MV、標準偏差SD、変動係数CV、母集団数N、などの値として全参加施設に公表される。一方、各会員には、標準偏差係数 (Standard Deviation Index: SDI) の形にして個々の施設に報告する。

図3にQCSP成績報告書の一例を示す。SDIは、(施設測

定値 (Xi) - 平均値 (MV)) / 標準偏差 (SD) によって計算され、それぞれの施設と全施設の平均値とのズレを表している。

一般的に、SDI値として次の範囲を精度管理状況の良否判断の目安となっている。

- ① ±1 SDI 以内 (校正なし) : 正常な精度管理状態
- ② ±2 SDI 以内 (校正なし) : 要改善努力
- ③ ±2 SDI 以上 : 原因の解明と対策が必要

もちろん、SDIは各会員個々に送られ、他会員や部外者へのデータの漏洩はない。

QCSP成績報告書									
Quality Control Support Program for HORIBA Hematology Analyzer									
実施回	1								
登録番号	2345	機種名	LC-140			測定日	2001/7/2		
施設名	堀場診療所								
Control Type	LC-TROL-16		Lot.No.	010701					
全体統計値とJCCLS評価基準計算値					Control Level LOW				
項目	WBC	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	PLT	
単位	*10 <sup>3</sup>	*10 <sup>6</sup>	g/dl	%	fl	pg	g/dl	*10 <sup>3</sup>	
桁数	1	2	1	1	0	1	1	1	0
N	13	12	9	13	13	13	13	13	13
グループ内統計値	MV	4.08	3.27	9.53	17.10	53.01	29.55	55.93	151.50
	SD	0.21	0.20	0.17	1.60	4.10	1.90	4.60	8.60
	CV	5.17	6.25	1.82	9.38	7.73	6.44	8.23	5.68
JCCLS推奨基準	CV	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	SD比	0.12	0.13	0.38	0.68	2.12	1.18	2.24	6.06
貴施設の結果									
項目	WBC	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	PLT	
参加値	4.4	3.33	9.4	18.5	56	28.1	50.6	146	
グループ内SDI	1.44	0.27	-1.00	0.87	0.61	-0.76	-1.16	-0.70	
評価記号化	▲	=	▼	△	△	▼	▼	▼	
JCCLS推奨基準SDI	2.47	0.42	-0.46	2.05	1.18	-1.23	-2.38	-0.99	
推奨基準記号化	▲▲	=	=	▲▲	▲	▼	▼▼	▼	

図3 QCSP成績報告書の一例

QSCPは、機種ごとに、精度管理血液の製造ロットに合わせて原則的に年4回の割り合いで実施する。精度管理血液のマルチレベル (例えば、Normal, Abnormal Low, Abnormal High など) で応募すればその分だけ施設別評価

を受ける機会が増えると同時に、ツインプロット図により自施設のバイアス原因の究明に役立つ。図4にツインプロット図の一例を示す。

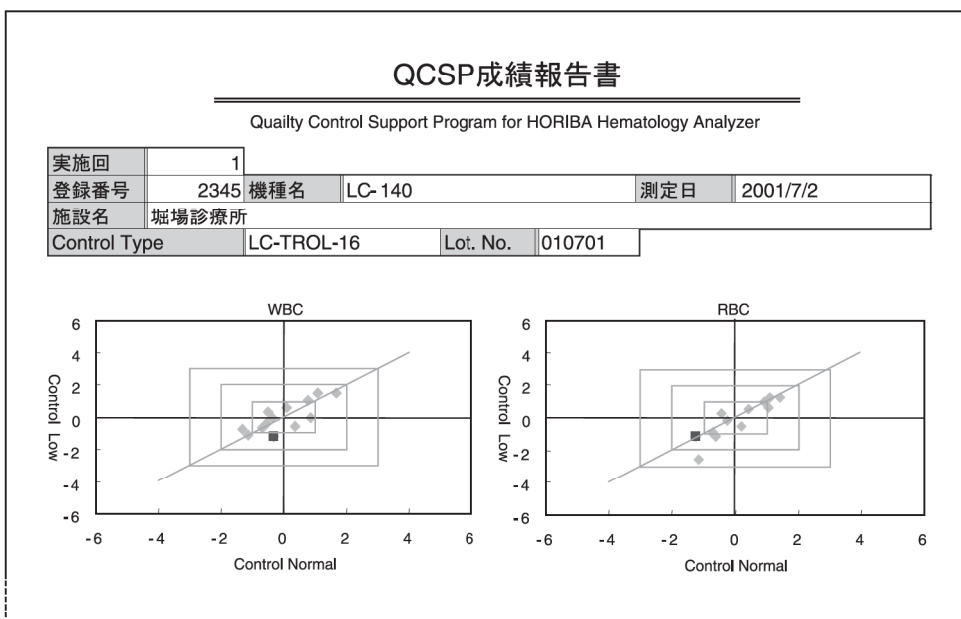


図4 ツインプロット図の一例

## 5 おわりに

QCSPは、計測機器メーカーの責務の一つとして、お客様の精度管理のお役に立ちたいと願って発足させた。これにより、製品のみならず、それが生み出す付加価値を含めた総合的なサービスを提供できるものと考えている。より多くのお客様にご参加、ご活用いただくとともに、ご意見、ご指導をいただきQCSPを一層発展させていきたい。



宮崎 誠

**Makoto MIYAZAKI**

医用システム企画開発部  
チームリーダー



山本 成三

**Seizo YAMAMOTO**

医用システム企画開発部

## スティックタイプ分析計

【登録番号】 実用新案登録第 2600001 号

【発明者】 中島嘉之

### 【分野・目的】

本考案は、先端に電極等のセンサを設けたスティックタイプの分析計に関する。

目的は、スティックタイプ分析計の使い勝手を向上させるとともに、センサ部の破壊をできるだけ抑えられる構造を提供することにある。

### 【概要】

本考案は、先端に設けられたセンサ部の上方に開閉および着脱自在のバケツ体を有することを特徴とする。すなわち、そのバケツ体が、奥にセンサ部を有する窪みとともに液留め部を形成し、分析計を垂直にしたまま充分な量の被検液の取り出しを容易ならしめるとともに、センサ部が直接何かに衝突することを防ぐカバー体としての機能を果たす点に特徴がある。

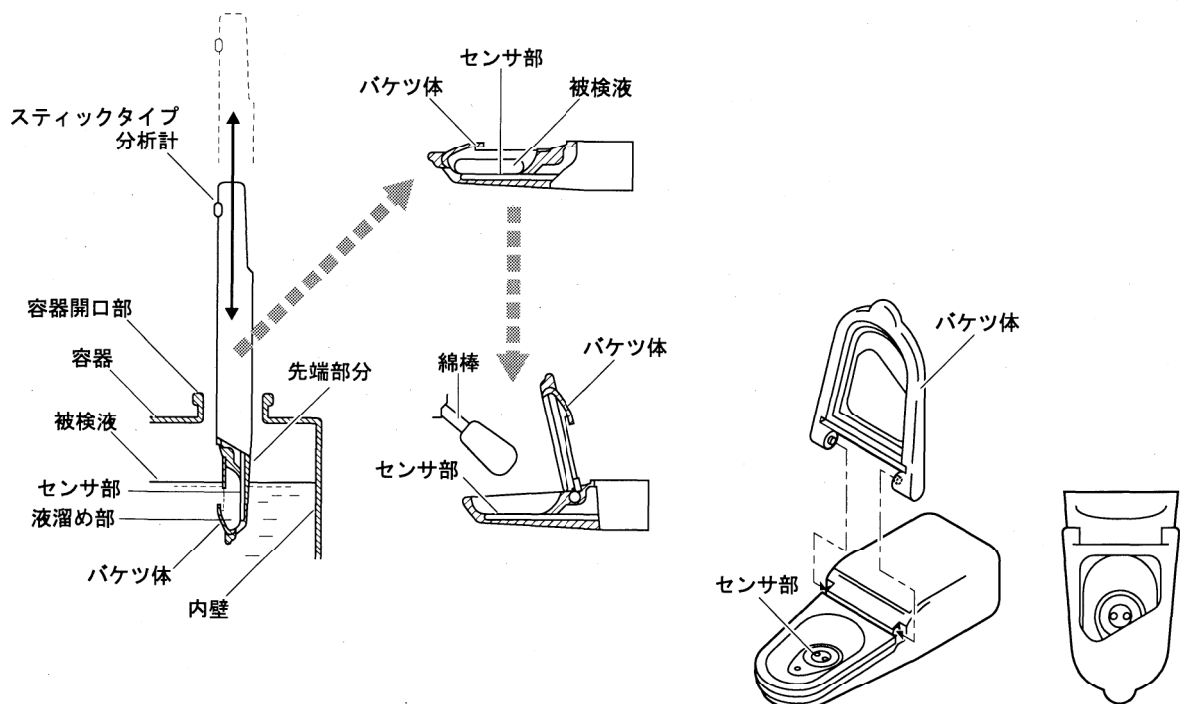
### 【効果】

本考案では、バケツ体を設けたことにより、被検液が狭口容器に入っている場合であっても、分析計本体を開口部に垂直に挿入して上下させることで被検液を容易に採取することができる。したがって、スポイド等の被検液採取用の備品を携帯することなく野外で手軽な測定が可能である。

また、従来、先端のセンサ部を挿入したとき容器内壁とぶつけてしまい、センサ部が破壊されるといった問題があった。しかし、バケツ体により、本考案では、センサ部が何かと衝突することを防止し、センサ部を保護することができる。

バケツ体は開閉および着脱自在に設けられているため、測定後のセンサ部を洗浄・清掃する際には、バケツ体を開いた状態で、綿棒等を用い容易に行うことができる。そして、不要な場合には取り外して使用することも可能である。

また、本考案では、バケツ体の開口一端が斜めにカットされているので、被検液を採取する際にはその量が少なくても充分に採取できるとともに、すくい上げる際には多くの被検液を採取することができる。



社外技術発表リスト

▶ 口頭発表

2001年1月～6月

標 題	氏 名	発表機関 [開催場所]	発表日
EDXの原理と応用	村瀬 潤	EDXセミナー [日製産業森の里テクノプラザ]	1/19,30 3/9
粒子径計測技術 最新トピックスの紹介	大石 誠	日本粉体工業技術協会 [虎ノ門パストラル]	1/25
最新のガス分析装置の紹介	板東 篤	日本鉄鋼協会 [山口東京理科大学]	2/9-10
ハロゲン元素及びメッキ液・レジスト溶液のICP分析例	田中 悟	第6回材料解析セミナー ～ナノテクノロジー評価技術～ [修養団SYDホール]	2/21
X線顕微鏡のご紹介	平野彰弘	北浜製作所セミナー [北浜製作所]	2/22
観察から分析へ	村瀬 潤	最新SEM・EDXセミナー [松本東急イン]	3/2
An Alternative Technique for Low Particulate Measurement	福島宏和 内原 博 浅野一朗 足立正之 中村成男 池田昌彦 石田耕三	SAE 2001 [Cobo Center, Detroit]	3/5
Application of a Magnetic Sector Type Hydrogen Analyzer for Engine	中谷 茂 王 飛波 石原正昭 足立正之 石田耕三	SAE 2001 [Cobo Center, Detroit]	3/5
A new evaluation method for cosmetic foundations using a particle analyzer	光成京子 坂本漱仁 松田耕一郎	PITTCON 2001 [Morial Convention Center]	3/7
多重反射を用いた血中ヘモグロビン量センサの試作	野田俊彦*1 高尾英邦*1 足木光昭*1 竹内繁信*1 澤田和明*1 石田 誠*1 宮村和宏	平成13年電気学会全国大会 [名古屋大学]	3/23
粒子状物質の各種計測法とその限界	福島宏和 中村成男	自動車技術会 新しいエンジン計測と診断 [工学院大学]	3/23
メタン・メノメタン計測手法について	宮井 優	自動車技術会 ガス燃料エンジン専門委員会 [信濃煉瓦館]	5/15
Physicochemical Characterization of New Absorbent Using Barley Fiber from Fermented Barley Extract	篠崎陽子 石井幹太*2 関口由希子*2 大森敏郎*3	7th International Conference on Fundamentals of Adsorption [長崎ルークプラザホテル]	5/21
Gaseous Compounds Measurement for Fuel Cell Electric Vehicles	河邨 浩	ICEPAG 2001 "Fuel Cells" [The Sutton Place Hotel, California]	5/21
ガス分析を用いた微量粒子状物質の測定	福島宏和 内原 博 浅野一朗 足立正之 中村成男 池田昌彦 石田耕三	JSAE 2001年春季学術講演会 [パシフィコ横浜]	5/25
セクター型水素ガス分析計を用いた自動車排気ガス計測	中谷 茂 王 飛波 石原正昭 足立正之 石田耕三	JSAE 2001年春季学術講演会 [パシフィコ横浜]	5/25
Application Study for the Vapor Phase Monitoring in MOCVD PZT process by FTIR	佐竹 司 舟窪 浩*4	第2回アジアCVD国際会議 [韓国・慶州・現代ホテル]	5/28
マイクロマシニングを用いた血球カウンターの開発	佐竹大輔 衣斐寛之 奥 成博 松田耕一郎 高尾英邦*1 足木光昭*1 石田 誠*1	電気学会 第18回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム [川崎市振興会館]	5/29
Characteristics of Micro Hemoglobin Sensor Fabricated by MEMS Technologies	野田俊彦*1 高尾英邦*1 足木光昭*1 澤田和明*1 石田 誠*1 宮村和宏	電気学会 第18回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム [川崎市振興会館]	5/29
超小型残留塩素計	小林剛士 森 健 野村 聡	第62回分析化学討論会 [信州大学旭キャンパス]	6/1
pHイメージング顕微鏡によるヒト抜去う蝕象牙質の表面観察	北迫勇一*5 平石典子*5 中島正俊*5 二階堂 徹*5 田上順次*5 野村 聡	日本歯科保存学会 2001年度春季学会 [横須賀芸術劇場]	6/1
pHイメージングを用いた土壌中の物質移動評価法に関する研究	楊 延国*6 井上千弘*6 千田 信*6 野村 聡	第62回分析化学討論会講演 [信州大学]	6/2



標 題	氏 名	発表機関 [開催場所]	発表日
A Durable Sensor for Blood Cell Counter Using Mems Technology	足木光昭*1 高尾英邦*1 石田 誠*1 佐竹大輔 衣斐寛之 奥 成博 松田耕一郎	Transducers '01/Euroensors XV ポスターセッション [Gesting Conference Center]	6/13
FTIR Optimization for PFC Emission Measurement	佐竹 司 吉田 誠 山貫幹人	第8回世界半導体環境安全会議 [Howard Beach Resort Kenting]	6/19
ポータブル型マルチ水質 モニタリングシステムの開発	小林剛士 森 健 岩本恵和 山敷庸亮*7	水環境学会 技術賞受賞記念講演 [弘済会館]	6/19
PMの各種計測法と現状	福島宏和 中村成男	自動車技術会 燃料性状とディーゼル微粒子 [工学院大学]	6/28
HORIBAにおけるCR活動事例と業務改善	堀井良雄	日立関連関西VEC部会 [日立機電]	6/29
Surface Analysis of Active and Arrested Caries Using pH-imaging Microscope	北迫勇一*5 平石典子*5 中島正俊*5 二階堂 徹*5 田上順次*5 野村 聡	国際歯科研究会 (2001 IADR General Session) [幕張メッセ]	6/29
Advanced Mass Emission Measurement Systems for Low Emission Vehicles	足立正之 井上 香 平井仁史	SIAT 2001 & SAE Conference, Pune, India [Automotive Research Association of India (ARAI)]	10/13

注 \*1 豊橋技術科学大学 \*2 明治大学 \*3 三和酒類(株) \*\*東京工業大学 \*\*東京医科歯科大学  
\*6 東北大学大学院工学研究科 \*7 国際湖沼環境委員会

#### ▶ 文書発表

2001年1月～6月

標 題	氏 名	発表書誌名
業界関連企業の新技术、新商品紹介シリーズ	佐久間恵子	「石灰」2001年5月号, No.520, P.10-16
環境技術ノート No.57 微生物の活性評価	野村 聡	「電気評論」2001年5月号, P.44
Controlled Measures	福島宏和 足立正之	「ENGINE TECHNOLOGY INTERNATIONAL」 2001 June, P.56-59
FTIR Optimization for PFC Emission Measurement	佐竹 司 吉田 誠 山貫幹人	「ISESH 8th Annual Conference Kenting」 2001, 2C-7-8
ガス分析を用いた微粒子状物質の測定	福島宏和 内原 博 浅野一朗 足立正之 中村成男 池田昌彦 石田耕三	「JSAE paper」#20015219
粒子状物質の各種計測法とその限界	福島宏和 中村成男	「JSAE SYMPOSIUM」No.03-01 P.64-70
PMの各種計測法と現状	福島宏和 中村成男	「JSAE SYMPOSIUM」No.04-01 P.16-22
Detoxification of cadmium in tobacco plants: formation and active excretion of crystals containing cadmium and calcium through trichomes	佐野 浩*1 崔 龍義*1 原田英美子*1 草野友延*1 和田正夫*2 森田洋二	「Planta」(2001) 213:P45-50
Advanced Mass Emission Measurement Systems for Low Emission Vehicles	足立正之 井上 香 平井仁史	「SAE paper」# 2001-01-0008
An Alternative Technique for Low Particulate Measurement	福島宏和 内原 博 浅野一朗 足立正之 中村成男 池田昌彦 石田耕三	「SAE paper」# 2001-01-0218
Application of a Magnetic Sector Type Hydrogen Analyzer for Engine Emission Measurement	中谷 茂 王 飛波 石原正昭 足立正之 石田耕三	「SAE paper」#2001-01-0210
Automatic Driving System for Next Generation	小川恭広 米重芳一	「Testing Technology International」 February 2001 P.39-42

注 \*1 奈良先端科学技術大学院大学 \*2 (株) 日立サイエンスシステムズ

# HORIBA World-Wide Network

## JAPAN

### HORIBA, Ltd.

#### Head Office

2 Miyanohigashi-cho, Kisshoin, Minami-ku, Kyoto 601-8510, Japan  
Phone : (81)75-313-8121 Fax : (81)75-321-8312

### STEC Inc.

#### Head Office

11-5 Hokodate-cho, Kamitoba, Minami-ku, Kyoto 601-8116, Japan  
Phone : (81)75-693-2300 Fax : (81)75-693-2331

### COS Co.,Ltd.

#### Head Office

18 Maegawara-cho, Kisshoin, Minami-ku, Kyoto 601-8304, Japan  
Phone : (81)75-321-7184 Fax : (81)75-321-7291

### HORIBA TECHNO SERVICE Co.,Ltd.

2 Miyanohigashi-cho, Kisshoin Minami-ku, Kyoto 601-8305, Japan  
Phone : (81)75-313-8125 Fax : (81)75-321-5647

### ATAGO BUSSAN Co.,Ltd.

4-13-14 Kitakasai, edogawa-ku, Tokyo 134-0081, Japan  
Phone : (81)3-3432-8741 Fax : (81)3-3459-6230

### HORIBA ITEC.,Ltd.

Higashikanda Daiji Bldg., 1-7-8 Higashikanda, Chiyoda-ku,  
Tokyo 101-0031, Japan  
Phone : (81)3-3866-0984 Fax : (81)3-3866-0908

### Bio Applied Systems Inc.

2 Miyanohigashi-cho, Kisshoin, Minami-ku, Kyoto 601-8510, Japan  
Phone : (81)75-326-3583 Fax : (81)75-326-3584

### ASEC, Inc.

#### Tokyo Office

1-7-8 Higashikanda, Chiyoda-ku, Tokyo 101-0031, Japan  
Phone : (81)3-3861-8343 Fax : (81)3-3861-8344

### Chiyada Assy. Inc.\*

55-3 Higashinokuchi-cho, Kamikatsura, Nishikyoku-ku,  
Kyoto 615-8221, Japan  
Phone : (81)75-394-5959 Fax : (81)75-394-5963

### MEC Co.,Ltd.\*

5-F Sairaize Bldg., 2-5-10, 2-chome Iwamoto-cho, Chiyoda-ku,  
Tokyo 101-0032, Japan  
Phone : (81)3-3866-8090 Fax : (81)3-3866-5041

(\* : Affiliate Company)

## U.S.A.

### HORIBA INTERNATIONAL CORPORATION

17671 Armstrong Avenue, Irvine, California, 92614, U.S.A.  
Phone : (1)949-250-4811 Fax : (1)949-250-0924

### HORIBA INSTRUMENTS INCORPORATED

#### Irvine Facility

17671 Armstrong Avenue, Irvine, California, 92614, U.S.A.  
Phone : (1)949-250-4811 Fax : (1)949-250-0924

#### Ann Arbor Facility

5900 Hines Drive, Ann Arbor, Michigan 48108, U.S.A.  
Phone : (1)734-213-6555 Fax : (1)734-213-6525

### HORIBA / STEC INCORPORATED

#### Sunnyvale Office

1080 E. Duance Ave. Suite A, Sunnyvale, California, 94086, U.S.A.  
Phone : (1)408-730-4772 Fax : (1)408-730-8975

#### Austin Office

9701 Dessau Road, Suite 605, Austin, Texas, 78754, U.S.A.  
Phone : (1)512-836-9560 Fax : (1)512-836-8054

### ABX Inc.

34 Bunsen Drive, Irvine, Spectrum, Irvine-California, 92618, U.S.A.  
Phone : (1)949-453-0500 Fax : (1)949-453-0600

### JOBIN YVON Inc.

3880 Park Avenue., Edison, NJ 08820-3012, U.S.A.  
Phone : (1)732-494-8660 Fax : (1)732-549-5125

## BRAZIL

### AMERIC BRAZIL

Americo Brasileiro, 2414 Chacara Santo Antonio, 04715-005 Sao Paulo-SP Brazil  
Phone : (55)1151816040 Fax : (55)1151816040

## GERMANY

### HORIBA EUROPE GmbH

#### Head Office

Hauptstrasse 108, D-65843 Sulzbach/Ts., Germany  
Phone : (49)6196-6718-0 Fax : (49)6196-6411-98

#### Leichlingen Facility

Julius-Kronenberg-Strasse 9, D-42799 Leichlingen, Germany  
Phone : (49)2175-8978-0 Fax : (49)2175-8978-50

### HORIBA EUROPE AUTOMATION DIVISION GmbH

Zabergaeustr. 3, 73765 Neuhausen, Germany  
Phone : (49)7158-933-300 Fax : (49)7158-933-399

## FRANCE

### HORIBA FRANCE

75 Rue L. et A. Lumière Technoparc, F-01630 St-Genis-Pouilly, France  
Phone : (33)4-50-42-27-63 Fax : (33)4-50-42-07-74

### ABX S. A.

Parc Euromédecine, rue du Caducée, 34184 Montpellier Cedex 4, France  
Phone : (33)4-67-14-15-16 Fax : (33)4-67-14-15-17

### JOBIN YVON S. A.

#### Head Office

16-18, reu du Canal, 91165 Longjumeau Cedex, France  
Phone : (33)1-64-54-13-00 Fax : (33)1-69-09-07-21

#### Thin Films Dept.

7, Route d'Egly, 91290 Arpajon, France  
Phone : (33)1-64-90-93-65 Fax : (33)1-60-83-91-83

#### Raman Dept.

231 rue de Lille, 59650 Villeneuve d'Ascq, France  
Phone : (33)3-20-59-18-00 Fax : (33)3-20-59-18-08

## AUSTRIA

### HORIBA (AUSTRIA) GmbH

Kaplanstrasse 5, A-3430 Tulln, Austria  
Phone : (43)2272-65225 Fax : (43)2272-65230

## CZECH REPUBLIC

### HORIBA CZECHIA

organizacni slozka Praha, Petrohradská 13, 10100 Praha 10, Czech Republik  
Phone : (420)2-717-46480 Fax : (420)2-717-47064

## SWEDEN

### HORIBA SWEDEN

Hertig Carlsväg 55-57, S-15138 Södertälje, Sweden  
Phone : (46)8-550-80701 Fax : (46)8-550-80567

## U. K.

### HORIBA INSTRUMENTS LIMITED

Kyoto Close, Summerhouse Roed, Moulton Park, Northampton, NN3 6FL, England  
Phone : (44)1604-542500 Fax : (44)1604-542699

## KOREA

### HORIBA KOREA LTD.

#### Pucheon Facility

202-501, Pucheon Techno Park, 192, Yakdae-Dong, Wonmi-ku, Pucheon  
Kyunggido, Korea  
Phone : (82)32-621-0100-4 Fax : (82)32-621-0105

#### Seoul Office

112-6, Songong-Dong, Choog-ku, Seoul, Korea  
Phone : (82)2-753-7911-7912 Fax : (82)2-756-4972

### STEC KOREA LTD.

D-604, Bundang Technopark 151, Yatap-Dong, Bundang-ku Sunghnam-City,  
Kyungki-do, Korea  
Phone : (82)342-701-8164 Fax : (82)342-701-8166

### KOREA ATAGO SPECTROSCOPY CO.,LTD

Korea Bldg. 44-12, Yoido-Dong, Yeongdungpo-ku, Seoul, Korea  
Phone : (82)2784-0056 Fax : (82)2784-2019

## SINGAPORE

### HORIBA INSTRUMENTS (SINGAPORE) PTE. LTD.

10 Ubi Crescent #05-11/12 UBI TECHPARK Singapore 408564  
Phone : (65)745-8300 Fax : (65)745-8155

## CHINA

### HORIBA LTD. BEIJING REPRESENTATIVE OFFICE

Room No.410, No.33 Cheng Fang Street, Xicheng District, Beijing, China, 100032  
Phone : (86)10-66077630 Fax : (86)10-66077554

---

## Readout HORIBA Technical Reports September 2001 No.23

発行日 2001年9月20日  
発行人 石田耕三  
発行元 株式会社堀場製作所  
〒601-8510 京都市南区吉祥院宮の東町2番地  
[http://global.horiba.com/support/tech\\_info/index.htm](http://global.horiba.com/support/tech_info/index.htm)

### <Readout編集委員会>

委員長 石田 耕三  
副委員長 青海 隆  
編集局 伊藤 省二 三上慶子  
お問い合わせ先 株式会社堀場製作所 知的所有権部  
Tel:075-313-8121 Fax:075-321-5648  
e-mail:readout@horiba.co.jp

**HORIBA**