

# Review 総説

## 自動車開発と HORIBA の排ガス計測技術の歩み

河邨 浩

HORIBAの自動車計測システム事業の進展は、自動車開発の動向と深く関係している。特に、排ガス規制やコンピュータ制御の導入に伴う自動車技術革新は、分析技術にも大きな影響を与えた。HORIBAでは、自動車排ガス規制の開始をきっかけに、1964年に最初の排ガス分析装置MEXA-1型と定容量希釈サンプリング装置(CVS)を開発している。その後、排ガス規制の強化をにらんだ高精度化や複雑化する実験効率を向上させるための自動化対応など、その時々  
の要求に応える形で装置の改良に取り組んできた。この流れを汲む現機種MEXA-7000 ver.3では最新の超低エ  
ミッション車の排ガス分析にまで対応が可能である。さらに現在では、40年の排ガス分析計開発の歴史をベースに、  
MEXA・CVSを中心とするさまざまな排ガス試験設備を広く提供している。

### はじめに

自動車に関連する計測の対象は、質量・大きさ・トルクに代表される物理的性質から、排ガス組成などの化学的性質、さらには乗り心地・ノイズ・振動といった官能評価項目など、非常に多岐にわたる。HORIBAは、赤外線吸収を応用したコア技術を自動車排ガス計測に展開した1964年以来、自動車計測システム機器の製作・販売を事業分野の柱の一つとしてきた。このような自動車計測システム機器事業の進展が、自動車開発の動向と深く関係しているのは言うまでもない。中でも、排ガス規制強化に対するエンジンや触媒の改良、車両へのコンピュータ制御の導入に伴う開発試験の複雑化の影響が極めて大きい。本稿では、このように自動車業界とのつながりの強いHORIBA排ガス計測関連製品の歴史について、排ガス分析計MEXAシリーズを中心に振り返る。

### 自動車排ガス計測の概要

#### 自動車産業と排ガス計測

“自動車”へのニーズは、その利便性と並んで、移動に対する人間の本質的な欲求に根ざしたものである。今日の自動車産業の隆盛は、このニーズに対して持続的な技術開発を推進し、高品質の新製品をタイムリーに提供し続けてきた成果と言える。その過程においては、公害問題、オイルショックなど、さまざまな世界的課題にも直面してきた。しかし、それらの課題をきっかけとして積極的に捉えて活用し、新しいエンジン・触媒の開発など、技術革新につなげてきたのである。

HORIBAが展開する自動車計測システム機器は、このような自動車産

業の発展とともに進歩し成長を遂げてきた。中でも排ガス規制の開始・強化は、分析技術の発展にも大きなインパクトを与えている。排ガス規制を歴史的に見ると、米国において1970年に公布された大気浄化法 (Clean Air Act) がその後の流れに大きな意味を持つ。大気浄化法では、1975年以降、自動車から排出されるHC・COの質量を規制することが明記された。この排出質量規制をにらんでHORIBAが実用化した基本技術が、排ガス濃度分析計であるMEXAシリーズと、その分析のために排ガスをサンプリングする定容量希釈採取装置 (CVS) である。これらが、現在も受け継がれる排ガス計測システムの始まりとなった。前述の規制 (実際には1978年より施行) の後、新型自動車に対する排出基準値は繰り返し強化されているが、“CVS+排ガス分析計”という排ガス計測の基本部分には大きな変更がないまま、現在に至っている。

## 排ガス計測の特徴

自動車またはエンジンの排ガスは、次のような物理的・化学的特徴を持つ。

- ・液滴・粒子を含んだ気体・液体・固体の混合流である。
- ・室温から700℃以上という急激な温度変化を示す。
- ・成分組成がエンジン運転状態で大きく変化する。

排ガスを計測対象として見た場合、このような特徴は非常に厄介なものである。そのため、排ガス分析装置には、対象成分を定量するという計測技術のみならず、排ガスを変質させることなく検出器まで導入するというサンプリング技術も不可欠である。

現在、排ガス分析に使用されているサンプリング法は次の2種類に分類される。

- ・バッチ計測：計測対象をバッグ等にサンプリングしておき、試験終了後に分析計に導入して濃度を計測する方法
- ・連続計測：計測対象を連続的に分析計に導入し、時間的変化を連続測定する方法

排ガス規制 (新車型式認証) における排出質量計測に使用されるCVSは、バッチ計測の代表的なものである。規制のための計測の場合、基本性能への要求も法規で規定される。一方、連続計測はエンジンや触媒の開発にあたって用いられることが多い。開発用途の分析計の場合、精度、再現性、応答性など、いずれも計測の対象・目的に応じて異なり、有用性を十分検討する必要がある。



ユニットモジュール化をすすめたMEXA-2000を製品化した。このようにMEXAシリーズにおいては、その開発初期から市場のニーズを捉え高品質な製品を提案する形での開発が行なわれてきた。その成果の一つが、1975年の米国環境保護庁（EPA）によるMEXAの採用である。これをきっかけに、HORIBAは、排ガス計測関連製品を積極的に海外展開していくことになった。

### 排ガス分析装置の確立

1970年代以後、なかなか改善しない大気汚染問題の対策として、規制強化すなわち排出基準値の低濃度化が段階的に実施されてきたのは既述のとおりである。これにより、排ガス分析計にも更なる高感度、高信頼性が要求されることとなった。これに対して、HORIBAでは、1978年にMEXA-8000を発売開始した。MEXA-8000では、前機種からのユニット化の流れを一層推し進め、測定成分として最大14成分の組み合わせを実現した。このMEXA-8000は現在のMEXAシリーズの基本形ともいえる製品で、国内外へも広く普及し、業界標準としてのHORIBA製品の地位を築く足がかりともなった。

### デジタル化への対応

排ガス規制強化もひとつの動機となって、エンジンをより緻密に制御する技術である電子制御燃料噴射装置が実用化された。これは、自動車開発に燃料噴射制御の最適化という要素が加わって、開発実験が以前より複雑化することを意味する。その結果、排ガス分析に対しても、試験効率化や機能充実に関する要求が次第に高まってきた。この流れを受けて1986年に製品化されたのが、“デジタル化”をキーワードとするMEXA-9000シリーズである。さらに、MEXA-9000と通信するためのデータ処理装置（ホストコンピュータ）も同時に開発し、オンラインによる実験室稼働・データ採取・帳票作成を実現した。これにより、多様化する計測機器の操作一元化と、システムとしての機能向上が図られることとなった。HORIBAはこれを契機に、個々のユニット提供からシステム提供へとその重心を移していくことになる。すなわち、計測機器のシステム化を図り、多様な開発・実験業務の効率化へのソリューション提案を通じて、現在HORIBAが標榜するSolution Providerを目指すきっかけとなった。

### 超低エミッション計測

2000年代に入った現在、自動車の排ガスレベルは、CO・NO<sub>x</sub>では1970年代の1/100、HCでは1/1000以下をクリアするまでに低減されている。自動車業界において、いかに高度な技術革新が短期間で達成されたかを示すものといえよう。この間、HORIBAは一貫して、この技術革新を主に排ガス計測の断面から支えてきた。MEXAシリーズのラインナップとしても、1995年、現機種であるMEXA-7000のver.1を発表している。排ガス計測法そのものは1970年代に制定されたものが踏襲されているが、本機種ではさらなる高感度・高速応答・高精度を実現した。

MEXA-7000はその後, ver.2, ver.3とバージョンアップを重ね, 最新の排ガス規制の要求にも対応できるようになっている。また, MEXAと組み合わせるCVSについても, 接ガス部の面積最小化と材質の厳選により, 計測誤差要因となるHCによる汚染を極限まで抑制した。その他, さまざまな低濃度計測への最適化の結果, CVS-MEXAシステムは, 超低エミッション車 (SULEV) の排ガス計測も可能なレベルにまで到達している。

## 排ガス分析のための試験セル

実際に自動車やエンジンの排ガス計測を行なうためには, CVSとMEXA以外にも多くの設備が使用される。特に排ガス規制に対応するための設備の場合は, 車両またはエンジンの用途や使用燃料 (ガソリン・軽油), 車重・エンジン出力などによって, 細部に対する要求事項が異なる。また, 規制を行なう国・地域, あるいは規制の段階によっても差があり, 目的の規制に適合した設備を用意する必要がある。図2に, 最新の車両排ガス試験設備の一例を示す。車両の排ガス試験を実施するには, 専用の試験室 (試験セル) と, その試験室内で路上走行を再現するシャシダイナモメータという装置が必須である。排ガスはCVSでサンプリングするが, ディーゼル車の場合は, 粒子状物質 (PM) を採

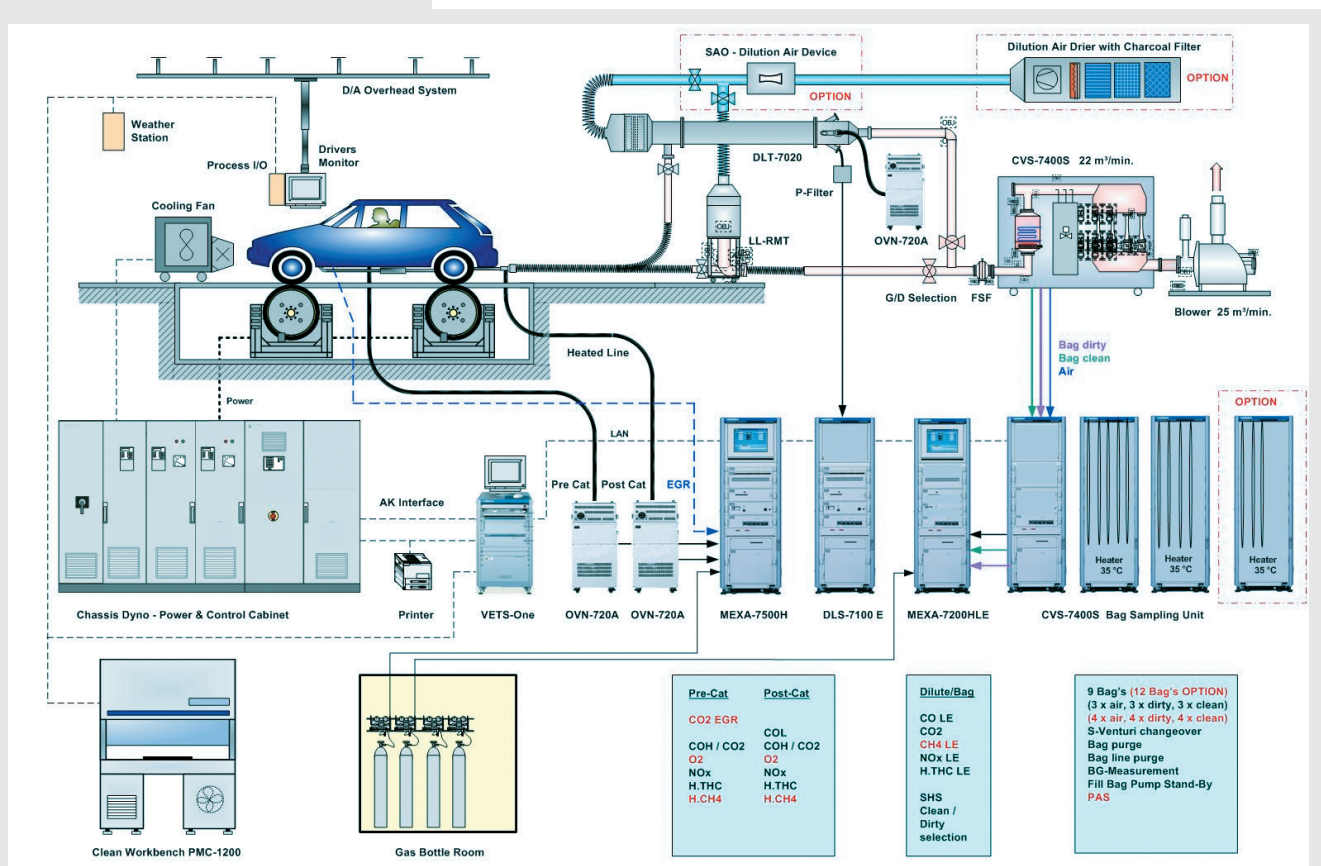


図2 最新の低濃度排ガス計測設備

取するためのトンネル設備 (DLT) も追加される。図の例は、ガソリン SULEV、クリーンディーゼル車の両方に対応したガソリン／ディーゼル共用の欧州向けシステムで、トンネル使用の有無が切り替え可能となっている。また、車両排ガス試験データ処理装置 (VETS) により、各設備の制御やデータ収集の自動化にも対応している。重量車の試験などでエンジン単体が試験対象になる場合には、また別のエンジン試験専用セルが使用される。このような排ガス試験セルは、排ガス認証試験のみならず、車両・エンジンの開発現場でも必要とされている。HORIBAは、40年の排ガス分析計開発の歴史をベースに、MEXA・CVSを中心とする各種の排ガス試験セル設備を広く提供している。

## おわりに

本稿では、MEXA-1型からMEXA-7000シリーズにつながる排ガス分析計に焦点を絞って、その歴史を簡単に紹介した。実際には、HORIBAはその他にもさまざまな排ガス計測関連設備を開発してきた。分析計だけを挙げても、中古車の車検場を対象にした小型簡易分析計、開発用途で需要のある規制対象外成分計のラインナップ、実路走行中の排ガスを計測する車載型システム、粒子状物質の排出量をリアルタイムに計測するシステムなど、極めて多岐にわたっている。現在、自動車業界においては、環境意識の高まりを受け、新方式のディーゼル排ガス後処理システムやハイブリッド車など、さらに先進的な技術の開発が進められている。今後、そこから出てくる新たな計測要求に対しても、積極的に計測技術を提供していきたい。



河邨 浩

株式会社堀場製作所  
自動車計測システム統括部  
統括部長