

Readout

HORIBA Technical Reports

特集 量から質へ エンジン排ガス分析 September 1995 ■ No.11

エンジン排ガス測定装置 MEXA-7000シリーズ 1. 製品コンセプト

Motor Exhaust Gas Analyzer MEXA-7000 Series
1. Product Concept

大橋秀樹・齋藤壽一
Hideki OHASHI, Juichi SAITO

(Pages 19-24)

株式会社 堀場製作所

エンジン排ガス測定装置 MEXA-7000シリーズ

1. 製品コンセプト

Motor Exhaust Gas Analyzer MEXA-7000 Series

1. Product Concept

大橋 秀樹・齋藤 壽一
Hideki OHASHI, Juichi SAITO

【要旨】

地球環境問題の高まりとともに、自動車を始めとする各種の内燃機関からの排ガスを、よりきれいに、より少なくしようとする様々な努力がなされている。これにともない、測定すべき排ガスは、測定項目、内容、対象ともますます多様化・高度化している。

堀場製作所では、永年の実績と最新技術を駆使して、エンジン排ガス測定装置 MEXA-7000シリーズを開発した。本稿では、MEXA-7000シリーズの開発コンセプトを中心に、特長的な機能と仕様を紹介する。

Abstract

Along with increasing concern regarding global environmental issues, various efforts have been made to further clean and reduce the amount of gases emitted from internal combustion engines used, for example, in automobiles. Consequently, the measurement items, content and range of emission gases, that must now be measured, have become more diversified and more complex.

HORIBA has applied years of achievements and the very latest technology in the development of the MEXA-7000 series of motor exhaust gas analyzers. This paper focuses on the development concept behind the entire MEXA-7000 series, and introduces its characteristic functions and specifications.

1. はじめに

当社では自動車などからの排出ガスによるスモッグが社会的問題となり始めた1960年代より排ガス測定装置MEXAシリーズを開発し、製品化をして来た。1964年にMEXA-1形自動車排ガス測定装置を製品化して以来、現在まで、大型の多成分測定装置に限っても世界中に4000台以上出荷している。現在の主力製品であるMEXA-9000シリーズは、排ガス分析装置として初めて μ -CPUを本格的に採用したデジタル・システムとして、世界中のエンジン開発・生産の現場で活躍している。近年、日本国内ではディーゼルエンジンのNO_xの規制強化、カリフォルニア

ア州の低公害車規制，ヨーロッパ連合(EU)での規制強化など，自動車排ガス計測に対する要求はますます厳しくなって来た．それに加え，1990年の米国大気浄化法改訂では自動車，バイク以外のオフロード機器や汎用のエンジン規制が追加され，国際海事機構(IMO)では，船舶からのNO_x/SO_x規制や，日本においても建設機械の排ガス規制など，ほぼ全ての内燃機関の排ガス規制が検討されている．このような状況の中，多様化した排ガス規制への要求に柔軟に対応でき，将来に向けて拡張性を持った高性能な排ガス測定装置を開発する事が必要となった．

2. 製品コンセプトと特長

このように排ガス測定ニーズが高度化・多様化する中，当社では全く新しいエンジン排ガス測定装置MEXA-7000シリーズ(以後，MEXA-7000という)を開発した(図1)．

以下にMEXA-7000の主な開発コンセプトと特長を述べる．

2.1 モジュール化

排ガス対策として代替燃料，希薄燃焼，排ガス再循環(EGR)，ディーゼル触媒などエンジン廻りの研究開発が精力的に進められている．これに合わせ柔軟に対応できる排ガス測定システムの提供が求められている．

MEXA-7000では，排ガス測定システムを機能ごとにグループ化し，それぞれを独立したモジュールにまとめた．これにより，現在はもちろん将来の多用な要求に合わせ，最適の排ガス測定システムを柔軟に構築できるようにした．なお，各モジュールは19インチの標準ラックに収め，分析装置の設置スペースの削減にも役立つよう配慮されている．

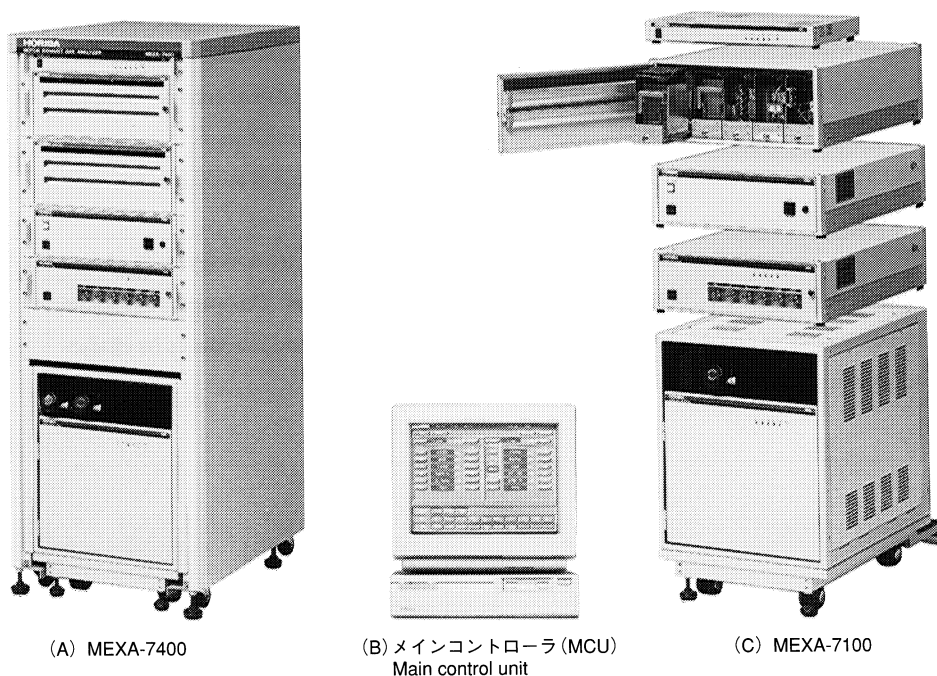


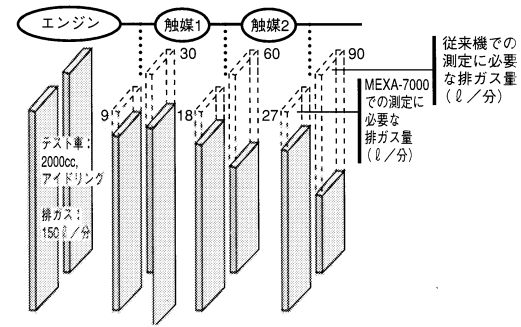
図1 エンジン排ガス測定装置 MEXA-7000シリーズ
Motor exhaust gas analyzer MEXA-7000 series

2.2 サンプル量の削減

測定対象の拡大により、サンプル量をいかに少なくするかが大きな課題となっている。

これは、従来の排ガス測定装置ではサンプル流量を減らすと応答速度が遅くなる欠点があったためである。とくに、小形エンジンの場合には、排ガス量が少ないためこの問題は大きくなる。また、排ガス処理用触媒を搭載した場合には、サンプル採取量によって触媒活性が影響を受ける恐れもある。

MEXA-7000では、分析部の大きさやサンプリング系を改善し、従来と同等の応答速度を保ちつつ、サンプル量を1/3（当社従来製品比）に低減した（図2）。



2.3 濃度レンジの拡大

規制強化により、分析計の濃度レンジも拡大する必要がある。天然ガス車や汎用小形エンジンなど、排ガス組成は多様化し、測定すべき濃度範囲は大幅に広がっている。

MEXA-7000では、分析部の構造や信号増幅系を見直し、各々の分析計の濃度レンジを大幅に拡大した。

2.4 ラボラトリー・オートメーション

当社では、ILAS (Integrated Laboratory Automation System) を合言葉に、エンジン排ガス計測関連製品のラボラトリー・オートメーション (LA) 化を進めている。

MEXA-7000では、パソコンをメイン・コントローラ (MCU) とし、ホスト・コンピュータとの接続を含め、オペレーション・システム (OS) にはUNIX*1を採用した。これにより可変流量採取装置 (CVS) やダイリューション・トンネルなどの周辺機器を1台のMCUで操作することができる。また、測定データの平均化や積算、リアルタイム・グラフ表示、空燃比の演算処理、さらに機器の状態監視や履歴管理など、従来の排ガス分析装置の概念を打ち破る、「ILAS」を目指した各種機能を持っている。また、各モジュール ← MCU ← ホスト・コンピュータの間は域内通信網 (LAN) で通信し、大量のデータ処理、高速のデータ転送が可能である。

*1 UNIXはX/Openカンパニーリミテッドの登録商標です。

2.5 ランニング・コストの削減

高い測定精度の維持に欠かせない目盛校正用スパン/ゼロガスの消費、不純物除去フィルタの交換、電力消費などランニング・コストの削減も大きな課題の一つである。

MEXA-7000では、サンプル量と同時にスパン/ゼロガス量も削減した。また、分析計の安定性が向上したことにより校正間隔を延ばし、校正用ガスの消費をさらに削減することができた。また、消耗部品の寿命の向上、機器や部品の小型化により、消費電力も大幅に削減した。

2.6 保守性の向上

MEXA-7000では、個々の分析部をセンサ (検出器) として位置づけ、調整不要のブラック・ボックス化をはかった。また、ゼロ/スパン係数、検量線の履歴、警報発生時刻と内容、温度・流量・電源変動など排ガス測定システムの稼働状況に関するすべての情報をMCUに集約し、保守性の向上をはかった。

3. MEXA-7000シリーズの構成

MCUを核としたMEXA-7000のシステム構成を図3に示す。各装置には信号変換用のインターフェースユニット(IFC)を設け、MCUとはLANで通信する。

各ユニットをつなぐシグナルダイアグラムを図4に示す。IFCの下部にある分析計モジュールを搭載する分析計ラック(ANR)、ゼロ/スパン及び各種操作ガス用の電磁弁をまとめた電磁弁ユニット(SVS)、サンプル吸引及び処理を行うサンプリングユニット(SHS)、検量線のチェック、作成に重要なガス分割器(GDC)は、それぞれ独自の通信ラインでIFCと接続される。IFC1台で複数のユニットの接続が可能である。システムを構成している各モジュールの概要を以下に示す。

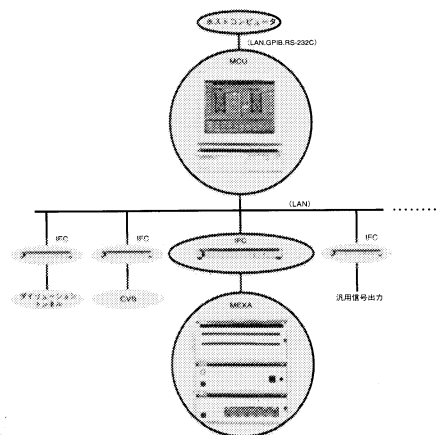


図3 MCUを中心としたMEXA-7000の通信網
MEXA-7000 series communications network centering on the MCU

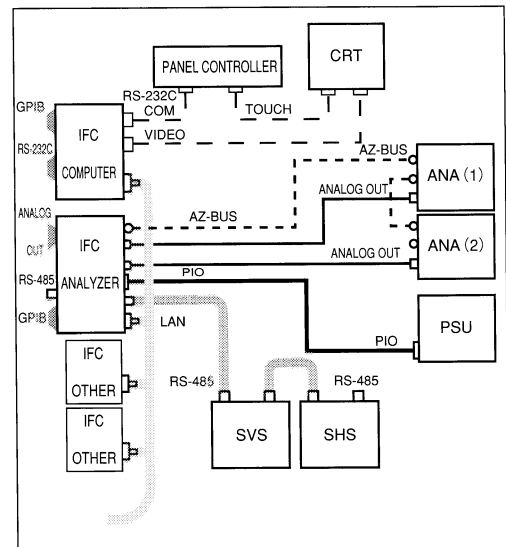


図4 MEXA-7000の信号処理系
MEXA-7000 series signal processing system

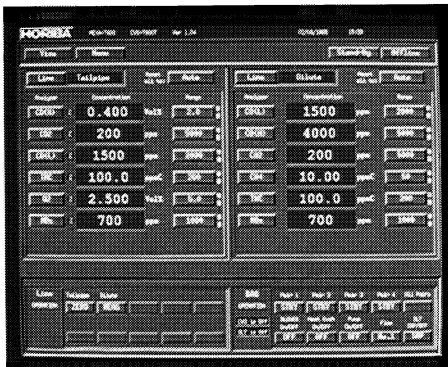


図5 MCUの基本画面
MCU Basic screen

(1) コントロールユニット(Main Control Unit : MCU)

MEXA-7000の信号処理のななめとして機能する。ハードウェアは汎用パーソナルコンピュータを採用した。

従来のシステムでは信号の雑音低減処理、出力の直線化、干渉低減化演算、感度校正等の機能は機器にあらかじめ組み込まれていたが、本システムではMCUを使って、測定条件、使用方法によってユーザー自身による変更、選択が可能にしている。MCUの基本画面の一部を図5に示す。

(2) インターフェースコントローラ(Interface Controller : IFC)

MCUの下位側の信号統合窓口として、各モジュールとMCUの通信を取り持つ機能を持つ。IFC内にはサブユニットとしてアナログ/パラレル入出力他の基板を最大3枚まで装着する事ができ、各装置によって自由に仕様を組み合わせる事ができる汎用性を持つ。

(3) 分析計ラック(Analyzer Rack : ANR)

ANRは、76mm(W)×400mm(D)×160mm(H)と超小型化された各分析計を最大5台(7成分)までプラグインできるスロットを持つ。標準ではダイレクトサンプル分析、CVS希釈サンプル分析が、それぞれ1台のANRモジュールで構成できる。内部には高精度の自動調圧弁を持ち、サンプルの圧力変動による分析計指示の変化を最小限に押さえている。同時に大気圧補正用センサも搭載している。ANR

とIFCは高速のデジタルバスで接続され、分析計内の24ビット・アナログ/デジタル変換器でデジタル変換された検出器の信号を標準20HzでIFCに送る。ANR及び分析計は全て直流電源を使用し、電源電圧、周波数変動による分析計指示への影響を最小限に押さえている。

(4) 電磁弁ユニット (Solenoid Valve Selector : SVS)

校正ガス等の切り換えを一括してまとめたモジュールで、これ1台でANR 2台に必要な電磁弁を搭載している。前面にはクイック・コネクタを装備、分析計のメンテナンス時に外部校正ガス、各種チェッカーの接続を可能にしている。また米国連邦規制 (Code of Federal Register : CFR) 等の規定に準拠した分析計の水分干渉のチェックが自動で行えるように内部に標準ガス加湿器 (bubbler) も装備できる。

(5) サンプリングユニット (Sample Handling System : SHS)

サンプル流量を約 9 l/minまで削減することでSHSの主要部品の小型化を実現した。1台のSHSで、EGR・CO₂用を含む最大3ラインのサンプル処理を可能にした。また長時間の連続測定のため、クーラーで排除された水の連続自動排出、1次フィルタへの水の混入を極力防ぐフローなど、さまざまな改良を行った。同時にこれらによりフィルタが長寿命化し、交換頻度を低減させた。SHSの基本フローを図6に示す。

SVS、SHS共、IFCとの信号取合いはRS-485によるシリアル通信を採用、ケーブルの簡素化と汎用性を図った。

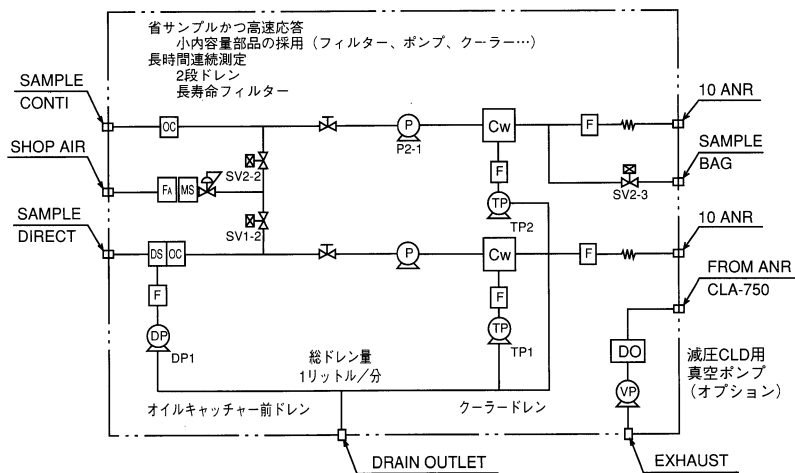


図6 MEXA-7400のサンプリング・フロー
MEXA-7400 Sampling flow

(6) 電源ユニット (Power Supply Unit : PSU)

各モジュールに直流電源を供給するモジュールで、このPSU 1台で最大ANR 2台分の容量を持つ。

(7) スパンガス・セレクター (Span Gas Selector : SGS)

分析計のレンジごとに目盛校正が必要な場合、SVSに供給するスパンガスを切り換えるユニット。また、ガス分割器 (GDC) による分析計の校正曲線のチェックを完全自動化する為にも使用できる。独立したモジュールとする事により、ガスシリンダの近くに設置し、ガス供給配管を簡略化する事も可能。このユニットもまたIFCからRS-485で制御される。

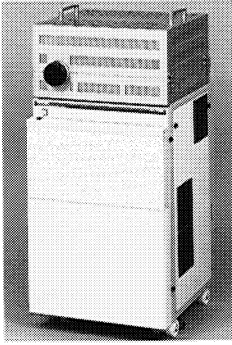


図7 加熱分析ユニット
Heating analysis unit

(8) サービス・ノート・ブック (Service Note Book : SNB)

MEXA-7000では、操作の中心となるMCUが離れた計器室に設置される場合が少なくない。このため、MCUの端末として操作できるSNBも同時開発した。SNBはノートブック型パソコンを使っており、MCUが離れた場所にあっても分析部の横にSNBを置いて濃度値や検出器出力、各種電圧、温度などの読み取りができる。高機能のリモコンとして、あるいは通信ラインの動作の確認を含めたメンテナンス時の補助ツールとして活用できる。

(9) 加熱分析計ユニット (Oven : OVN)

高温型の分析計は全て前処理装置としてのオープンと一体化した(図7)。従来の加熱FID (THC計)に加え、今回更に加熱CLD (NO_x計)も同じオープンに搭載、かつサンプリングポンプを1台に集約し、常温分析計にもこのオープン架台で処理したガスを供給するシステムとしている。架台にはFIDをTHC用とCH₄用の2台搭載する事ができる。若干の加熱ラインの長さの制限はあるが、最大4点までのサンプルポイント切り替え機能が追加できる。OVNは常温モジュールとは独立したIFCでLANによりMCUと接続される。

4. おわりに

MEXA-7000の開発にあたり、初めて本格的なグローバル開発体制を取った。製品コンセプトの決定は、日本、韓国、米国、欧州のホリバグループ各社の各担当責任者があたり、約1年を要した。当社のエンジン排ガス測定装置は、世界各国に、多くの納入実績を持っており、大量の情報が得られる半面、その事がコンセプトの確立に時間を要する原因ともなった。それぞれの国の事情に合った製品を提供するために製品コンセプト決定に十分な時間を費やし、各国合意のもと、開発を開始した。基本装置ハードウェアの開発を日本本社が受け持ち、コントローラのソフトウェアの開発を日本と米国で分担した。また、英・独・仏の現地子会社からも本社開発プロジェクトチームにエンジニアが参加し、海外拠点と共同でのグローバル開発体制を取った。

今後順次、日・韓・米・英・独の5ヶ所で本製品の現地生産を開始し、ソフトウェアを含めたモジュールの相互供給をはかっていく。今後は、開発から生産、販売、サービスまで全てのビジネス機能を、世界中で最も適した拠点を確立し、お客様のご要望に一層応えて行きたいと考えている。



大橋 秀樹

Hideki OHASHI

NMプロジェクト 副部長
1972年入社
エンジン排ガス分析装置の開発



齋藤 壽一

Juichi SAITO

製品開発部 係長
1982年入社
エンジン計測関連製品の製品企画

