

Readout

HORIBA Technical Reports

特集 赤外線ではかる

July 1993 ■ No.7

自動車整備検査用排ガス測定器 (MEXA-324G)

Portable Automotive Emission Analyzer for
Automobile Repair and Inspection (MEXA-324G)

小島健之助

Kennosuke KOJIMA

(Pages 45-51)

株式会社 堀場製作所

自動車整備検査用排ガス測定器(MEXA-324G)

Portable Automotive Emission Analyzer for Automobile Repair and Inspection (MEXA-324G)

小島 建之助
Kennosuke Kojima

【要旨】

1960年代に入ると、めざましい自動車の普及とあいまって、その排気ガスの規制の必要性が提起された。以来我国では世界に先がけて、規制方法・規制基準の見直しを繰り返しながら、自動車排ガス規制の強化が行われてきた。現在わが国の排ガス規制には、道路運送車両法に基づく新車規制(モード走行)と、使用過程車規制(中古車のアイドリング)がある。後者は、自動車を使用する人が、その性能維持・安全確保のために、定期的に行う自動車検査(車検)の時点で実施される。本稿では、車検制度の紹介を含めた使用過程車排ガス規制の経緯と、車検時に使用される当社の自動車整備検査用排ガス測定器の測定原理・特性について報告する。

Abstract

In the early 1960's, automobiles began to be used at an amazingly high rate, which led to need to regulate automotive exhaust gas. Since then, Japan has taken the lead in reviewing regulation methods and criteria, and has strengthened automotive emission regulations. Japan currently has two automotive emission regulations: new car regulation (mode travel) based on the Road Vehicle Act, and in-use vehicle regulation (idling of used car). The latter is carried out at periodic automobile inspections by the automobile user to maintain automobile performance and safety. This paper reports the history so far of in-use vehicle emission regulations including an introduction of the periodic automobile inspection system, and reports the principles of measurement and characteristics of HORIBA's automotive emission analyzers used in periodic automobile inspection.

1. はじめに

自動車を運転する時には、交通法規を守り、安全運転を心掛けることは当然ながら、自動車を適正な状態に維持するため、整備・点検を行って正しく管理する必要がある。

大都市圏における走行中の自動車を対象にした排気ガスの街頭検査によっても、点検・整備を行うことにより、事故や故障を未然に防ぐとともに、排気ガスの抑制・公害防止に効果のあることが明らかにされている。一方、自動車の検査・点検・整備に供される排ガス測定装置は、自動車の著しい技術の進歩や、排

ガス規制の歴史とともに高精度・高性能・多機能化が要求され発展してきた。

当社では、国内・外の自動車メーカーの研究・開発部門や製造ライン、公的な試験研究機関などにおいて使用される計測システムを含む大型の排ガス測定装置から、本稿のテーマである使用過程車の車検時に使用される可搬タイプの小型排ガス測定器まで各種の排ガス測定装置を生産・販売している。とくに小型排ガス測定器は、排ガス規制開始時から深いかかわりを持ち、いち早く開発・製品化を行い、わが国の車検場や自動車整備工場はもちろん、世界各国においても多くのお客様にご利用をいただいている。

2. 車検制度と継続検査の手順

わが国では全ての自動車は、国の実施する車検を受けることが義務付けられている。この検査は安全性を確保し、公害を防止するために、自動車の構造装置に関する基準に適合しているかをチェックするものである。車検の種類には、対象となる自動車の経歴により、表1に示す3種類があるが、一般に自動車を引きつづき使用する場合には継続検査を受けることになる。

検査の種類	内 容	対象件数 (1990年度)
新規検査	新たに自動車を使用するときに受ける検査 (型式指定を受けた新車は現車提示が省略される)。	6,871,263件 型式指定 5,314,542件
継続検査	自動車検査証の有効期間満了後も使用しようとするときに受ける検査(指定整備事業者において整備し、検査をしたものは、現車提示が省略される)。	17,833,833件 指定整備 11,864,892件
構造等変更 検査	自動車の長さ、高さ、幅及び最大積載量等に変更を生ずるような改造をしたとき受ける検査。	71,957件
参考) 1990年自動車保有台数		
内訳	乗用車 34,924,213台 トラック 21,321,439台 バス 245,668台 他(特殊用途, 三輪) 1,210,405台	57,701,725台

表1 車検の種類と1990年度対象件数¹⁾
Type of automobile periodic inspection
and number inspected in 1990

継続検査を受ける時の手順と主な検査項目を図1に示す。

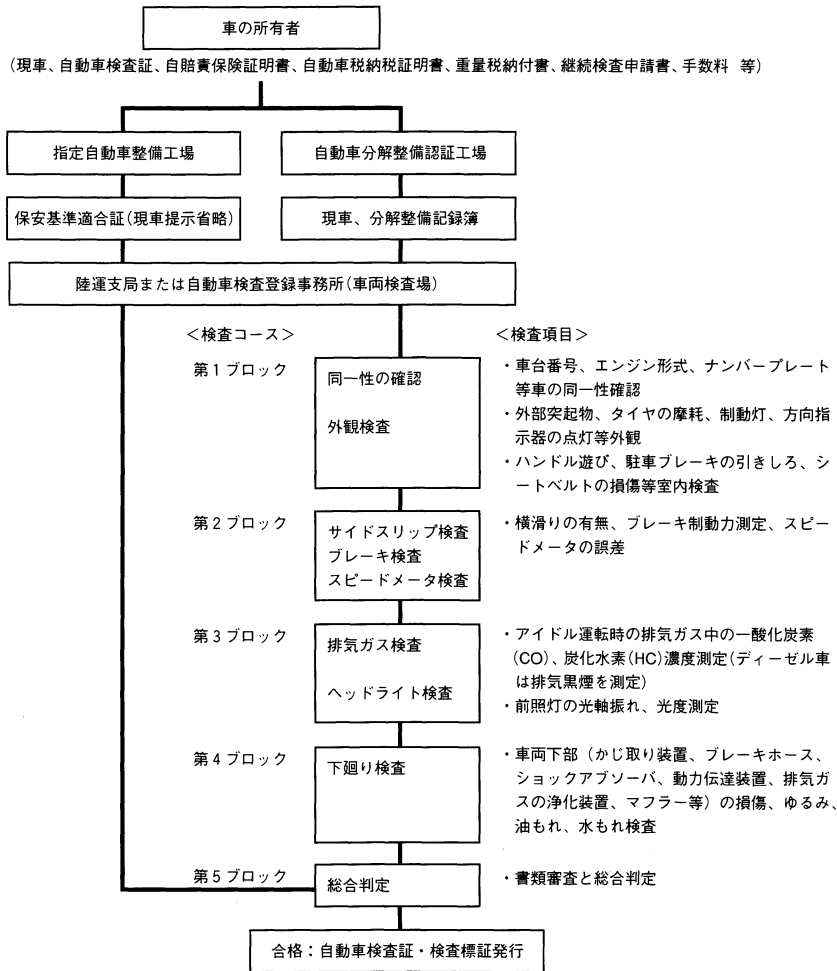


図1 継続検査の手順²⁾
Procedure for continuous inspection

3. 使用過程車排ガス規制

わが国では、1966年に4モード走行中の排気ガスの一酸化炭素濃度を3%以下に定める新車規制が実施された。さらに1970年には、アイドリング運転中の排気ガス中的一酸化炭素(CO)濃度を、新車で4.5%以下、使用過程車で5.5%以下にすることが義務付けられた。世界に先駆けて初めて使用過程車に対する規制がスタートし、その後炭化水素(HC)、ディーゼル車の排気黒煙なども加わり強化され今日に到っている。表2に使用過程車排ガス規制の経緯を示す。

規制対象車	規制物質	試験方法	1970	1972	1973	1975
ガソリン車	一酸化炭素(CO)	アイドリング時	5.5% 4.5%(新車)	4.5%	←	←
LPG車 (2輪車を除く)	炭化水素(HC)	アイドリング時	—	—	排気ガス減少装置または点火時期調整義務づけ	4サイクル 1200ppm 特殊* 3300ppm 2サイクル 7800ppm
ディーゼル車	排気黒煙	無負荷 急加速時	—	—	—	汚染度 50%

特殊*：特殊な構造の原動機を有するもの(ロータリーエンジン)

表2 使用過程車排ガス規制の経緯と現況³⁾
History and current state of automotive emission limitations

4. 自動車整備検査用排ガス測定器

4.1 適用規格

車検時の使用過程車排ガス測定に用いられる測定器の規格は、道路運送車両法施工規則第67条に基づき「自動車整備検査用機械器具に係わる技術上の基準」として定められている。ここでは、排ガス規制物質に対応し、一酸化炭素測定器、炭化水素測定器、黒煙測定器に関する技術的な規格を定めている。各測定器は型式認定を受けることができ、その時に適用される規格には「自動車整備検査用機械器具審査基準」がある。

当社の自動車整備検査用排ガス測定器MEXA-324G(図2)はこの基準に準拠している。

4.2 測定原理

MEXA-324Gの測定原理は次のようになっている。

赤外線が排ガス中を通過すると、排ガス中に含まれる測定対象成分に特有な波長の赤外線が吸収されるが、この吸収量を測ることによって対象成分の濃度を計測するものである。

このとき、光の吸収を扱う場合の基礎となるのがランベルト・ベアの法則(Lambert-Beer's law)といわれるもので(1)式で示される。

$$I_t = I_0 \cdot e^{-\mu c l} \quad \dots\dots(1)$$

I_0 : 入射光の強度 I_t : 出射光の強度
 μ : 吸光係数 l : 吸光層の厚さ c : サンプル濃度

従って、サンプルの濃度がCのときに測定器から得られる出力(I)は、(2)式により求められる。

$$I_t = I_0 (1 - e^{-\mu c l}) \quad \dots\dots(2)$$



図2 小型自動車排ガス分析計MEXA-324G
Portable automotive emission analyzer
MEXA-324G

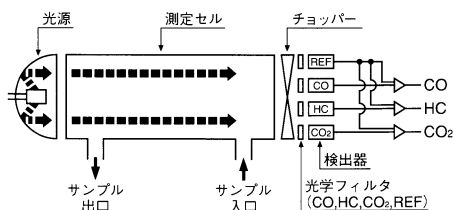


図3 MEXA-324Gの光学系
Optical system of MEXA-324G

MEXA-324Gに採用しているシングルセル多成分計の光学系の構成を図3に示す。

光源から放射された赤外線は、測定セルを通り、チョッパーの回転により断続光となって検出部へ入射する。検出部は、CO、HC、CO₂の吸収波長帯²⁾および吸収のない波長帯(基準波長:REF)を選択的に透過させる光学フィルタと、固体型赤外線検出器(パイロセンサ)を組み合わせて構成されている。

測定セル内に排ガスが入ると、各ガス成分に固有の波長の赤外線が吸収され、対応する検出器に入射する赤外線光量が減少する。一方、基準検出器(REF)への入射光量は、吸収のない波長を選択しているため光量は変化しない。したがってガス濃度の検出は、基準検出器の出力(R)と測定成分の検出器の出力(S)の差(R-S)として求められることになる。本分析方法は、一般に非分散形赤外線分析法(NDIR: Non Dispersive Infrared Analysis)と呼ばれている。

4.3 機器構成と信号処理

MEXA-324Gは、自動車の排気管からガスを採取し前処理するサンプリング系、赤外線吸収量を計測する光学ベンチ部、および電気信号の増幅・表示をする信号処理部から構成されている。図4にガスフロー図を、図5に信号処理のブロック図をそれぞれ示す。

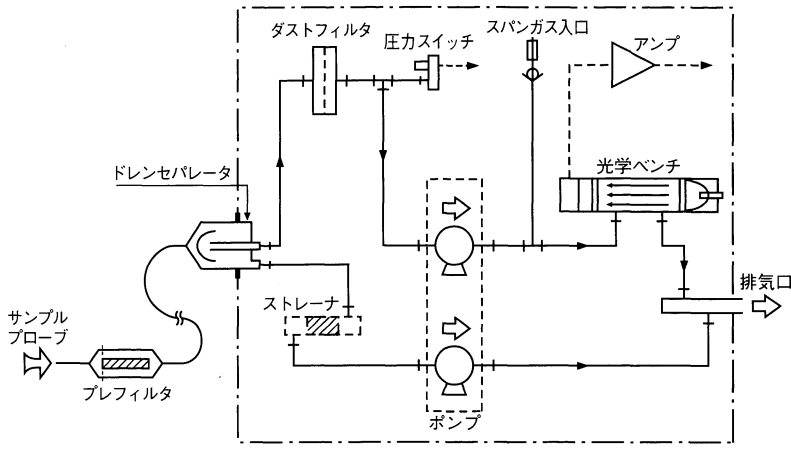
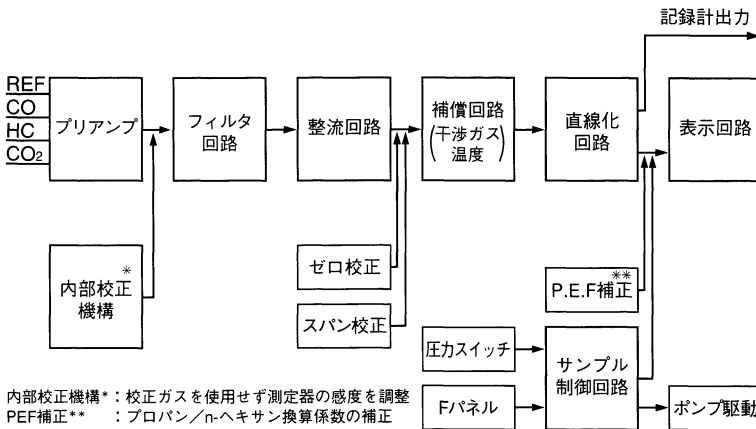


図4 MEXA-324Gのガスフロー
Gas flow of MEXA-324G



内部校正機構* : 校正ガスを使用せず測定器の感度を調整
PEF補正** : プロパン/n-ヘキサン換算係数の補正

図5 MEXA-324Gの信号処理ブロック図
Signal block diagram of MEXA-324G

4.4 仕様

MEXA-324Gの主な仕様と自動車整備検査用機械器具技術基準を対比させて表3に示す。

項目	技術基準	MEXA-324G	
		CO	HC
測定範囲	CO 5%以上12%以下 HC 1500ppm以上 12000ppm以下	0-10%	0-10000ppm
再現性	±2%フルスケール	±0.04%または 指示値の±2%の いずれか大きい方	±20ppmまたは 指示値の±2%の いずれか大きい方
精度	±3%フルスケール	±0.06%または 指示値の±3%の いずれか大きい方	±30ppmまたは 指示値の±3%の いずれか大きい方
3時間のドリフト	同上	同上	同上
応答速度 (T ₉₀)	10秒以下	10秒以下	
暖機時間	30分以下	10分	
表示最小目盛り	CO 0.1%以下 HC 1%フルスケール以下	0.01%	10ppm
消費電力	取扱いおよび移動が 容易なもの	約50W	
外形寸法		260(W)×360(D)×160(H)	
重量		約5kg	
運輸省型式 認定番号		INS CO・HC-9	

表3 自動車排ガス測定器に関する技術基準とMEXA-324Gの主な仕様
Technical standards relating to automotive emission analyzers and
main specifications of MEXA-324G

4.5 特長

MEXA-324Gのおもな特長は次の諸点である。

(1)小型化と短い暖機時間

固体型検出器を採用したことにより信頼性の向上と共に光学系が小型化され、測定器の電源投入から測定可能になるまでの時間(暖機時間)は10分と非常に短い。

(2)希釈チェック機能と高いガス選択性

一本の測定セルで3成分(CO, HC, CO₂)の同時測定が可能となり、CO₂濃度を測定する事により、自動車のマフラーからサンプリング状態を監視できる希釈チェック機能を持っている。また、共存ガスによる干渉影響に対し補正を行ない、高いガス選択性を得ている。

(3)高い測定精度

MEXA-324Gの測定精度は、指示値に対して誤差±3%以内を保証している(ただし2%CO以下の範囲では±0.06%CO以内)。これはフルスケールに対して保証する場合に比べ、とくに低い濃度領域でも一定の測定精度が得られる特長がある。

図6にCO計における測定濃度と指示誤差の関係を示す。

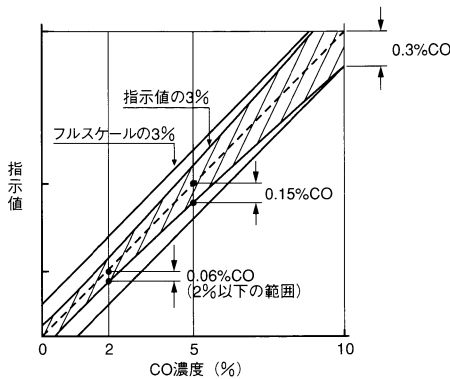


図6 CO計の測定濃度と指示誤差
Measurement concentration and readout error of CO analyzers

(4)プロパン/ヘキサン換算係数の自動補正

自動車排ガスには未燃燃料や不完全燃焼によって生成される各種の炭化水素が含まれている。HC濃度を測定する場合は、JIS D 1030¹⁾ではノルマルヘキサン当量に換算して表示するように規定している。NDIRガス分析計では、取扱・安定性の点からプロパンガスを感度校正用にするが、分析計ごとに固有のプロパン/ヘキサン換算係数(Propane/Hexan Equivalency Factor: PEF)を持っているため、プロパンガス濃度に小数点以下3桁のPEF値を乗じると言う煩わしい演算が必要となる。MEXA-324Gでは、測定器毎に固有のPEF値を記憶させており、スパン校正時には自動的にPEF値を0.500に補正するようにし、煩わしい演算を不要とした。

(5)内部校正機構による高い安定性

ガスセルの汚れや光学系の劣化による感度変化があった場合に、スパンガスによる感度校正の代わりに、信号処理部の測定ラインに模擬信号を発生させて、内部校正を行い感度補正をしている。この方法により、光源電圧の25%の変化にも十分に感度補正をしていることを図7に示す。

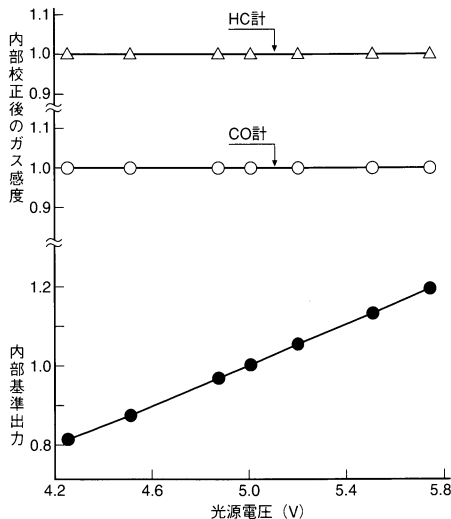


図7 内部校正機能によるガス感度の補正効果
Effectiveness of compensating gas sensitivity by internal calibration function

(6)大型デジタル表示

測定結果の表示はデジタル方式を採用し、とくに整備工場での直射日光下でもはっきり見える液晶タイプとし、字高18mmの大型8セグメント表示とした。

(7)シンボルマークによる警報表示

測定器の異常や操作ミスを知らせるために、図8に示すシンボルマークを点滅して表示するようにした。これにより、一目で警報の内容を把握し、操作者が対応し易くした。

(8)ワンタッチ入力

フロントパネルのスイッチ類はワンタッチ入力可能なキーシート方式とし操作性を向上させた。

シンボルマーク	警告内容
	指示値が急激に上昇または下降している事を示し、読み取り中止のサイン
	フィルタの目詰まりや流路内目詰まりにより応答速度が規格を外れる流量低下を警告
	測定範囲を超えた時に表示
	測定モード中にサンプルが希釈されている時に表示 (プローブを十分挿入するよう警告)
	バースモード中にサンプルガスを吸引している時に表示 (プローブを抜き取るよう警告)

図8 MEXA-324Gの警告表示
Alarm displays of MEXA-324G

5. おわりに

自動車排ガス規制は世界的にますます厳しくなっている。排ガス測定器は、複雑になっていくエンジンの診断・調整を行うために、多機能化、高性能化、高精度化、軽量・コンパクト化はもちろん、世界中のニーズに合わせて測定濃度範囲の拡大化、操作性や保守性の向上、省エネルギー化やランニングコストの低減などが一層必要となっている。

一方、測定器の技術基準は、現在、米国(BAR'90)、日本、EC圏(PTB, TÜV, SIM, NMI, スイス他)など各国毎に規定されているが、今後は、1991年に国際会議に於いて承認されたOIML(R99)規格が、世界共通の規格として整合されて行くことが予想される。

今後とも皆様のご指導をおおき、より高性能で使いやすい排ガス測定器の開発・販売を通じて、地球にやさしい環境づくりに少しでも貢献できることを願っている。

参考文献

- 1) 日産自動車株式会社編“自動車産業ハンドブック(1992/1993)”，紀伊国屋書店(1992)(抜粋引用)。
- 2) 関東運輸局東京陸運支局“自動車検査場案内”(1985,4)(抜粋引用)。
- 3) 岩田雄作“車検の秘訣”，鉄道日本社発行(1979,5)。
- 4) JIS D 1030-1976“自動車排気ガス中の一酸化炭素，二酸化炭素及び炭化水素濃度の連続測定方法”。



小島 建之助

Kennosuke Kojima

自動車計測開発部 係長
1975年入社
排ガス分析装置の研究開発に従事

