

# Readout

HORIBA Technical Reports

特集 自動車をはかる

January 1993 ■ No.6

---

## シャシダイナモメータ上における 自動運転装置

Automatic Driving System on Chassis  
Dynamometer

野口進治・河原林成行

Shinji NOGUCHI, Shigeyuki KAWARABAYASHI

(Pages 62-66)

---

株式会社 堀場製作所



## シャシダイナモメータ上における自動運転装置

## Automatic Driving System on Chassis Dynamometer

野口 進治・河原林 成行

Shinji Noguchi, Shigeyuki Kawarabayashi

## 【要旨】

シャシダイナモメータ上における完成車両の各種試験に使用される自動運転装置を開発した。本装置の目的は、各種試験の省力化はもちろん、運転の再現性の向上、悪環境下での使用等にある。これによって自動車計測試験室の自動化の一環が図れる。本論文では、自動運転装置の目的、システム構成、運転手順、制御方法の概要を示し、合わせて装置としての性能評価について言及した。

## Abstract

We have developed an automatic driving system that can be used to perform various tests on the assembled vehicles on the chassis dynamometer. This system was designed with the aim of not only saving power during tests but also to improve the driving repeatability and allow usage in severe environments. Automatic operations in a test laboratory are possible with this system. This paper describes the aim of the automatic driving system and presents an overview of the system configuration, driving procedures and control method. It further describes an evaluation of the performance of the system.

## 1. はじめに

シャシダイナモメータ上における完成車両の各種モード\*<sup>1</sup>運転による排ガス・燃費試験の自動化の要求が増々高まっている。自動化の目的は、省力化はもちろんであるが、運転の再現性の向上、低温、低圧下等の悪環境下での無人運転、長時間の無人運転などにある。

この目的のために近年、油圧や空気圧およびDCモータを用いた各種の自動運転装置(以後、運転装置と呼ぶ)が開発され、モード試験等\*<sup>1</sup>に使用されつつある<sup>1-5)</sup>。このような運転装置に要求される機能としては、①モード走行性能(追従性、再現性)が人間と同等以上であること、②完成車両の試験が目的であるから、運転装置を設置するのに車両の改造や変更(シートの取り外し等も含む)を伴わないこと、③運転装置の着脱が容易で時間がかからないこと、④運転操作が容易なことが挙げられる。すなわち、人間の代わりに運転席に“座って”運転するというコンセプトのものが要求されている。

本報告では、DCサーボモータを用いた上記の新しいコンセプトに基づく運

\*1 モード  
名国或は各社でテスト用に決められた走行パターン(例、10モード(日本)、LA4モード(米)、ECEモード(西欧)等が有名)

転装置の主要な構成、機能の概要と実車走行結果の一例について述べる。

## 2. システム構成と機能の概要

### 2.1 システム構成

本システムの全体の構成を図1に示す。このうち本運転装置は、制御部とアクチュエータ部(メカユニットと呼び、図2に示す)から成る。制御部はコントローラとサーボドライブ回路から成る。アクチュエータ部はアクセル、ブレーキ、クラッチの各ペダルを操作するDCサーボモータ各1個とギアをX、Y軸に操作するDCモータがある(計5個のDCモータ)。また、センサとしてはアクセル、ブレーキ、クラッチ、ギアには近接スイッチおよび位置検出のためのエンコーダが付いている。

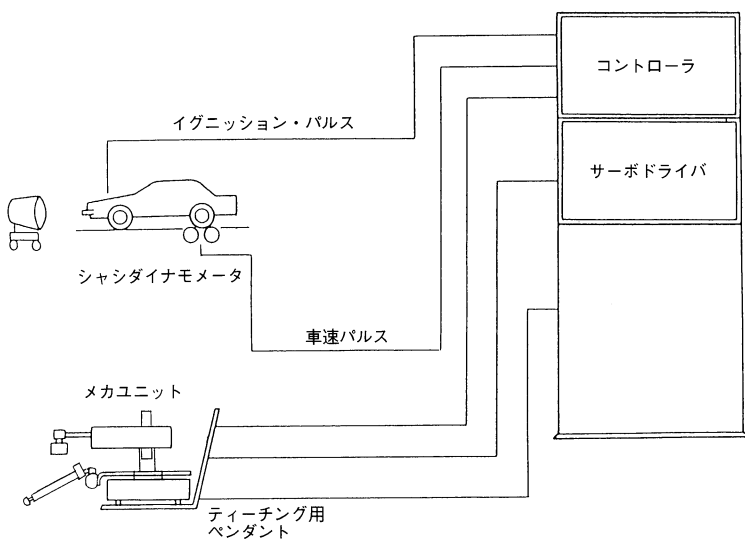


図1 シャシ上自動運転装置全体構成図  
Schematic diagram of automatic driving system on chassis dynamometer

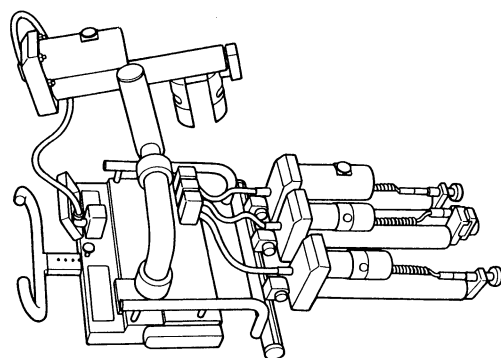


図2 メカユニット外観図  
Schematic diagram of mechanical unit

### 2.2 機能

本運転装置の概略仕様を表1に示す。本システムは完成車両の運転席に人間の代わりに“座って運転する”というコンセプトであるので、運転装置の着脱は3分程度の短時間で行なえ、本運転装置は運転席に固定するという簡単な構造を取っている。

本運転装置の運転操作の手順を示す。

#### (1) 条件設定

本運転装置は車両に関する情報(Vehicle Data)と走行したいモードの走行パターン(Program Data)の組み合わせを指定すれば、その車両を所定の走行パターンで運転する運転装置である。各条件は、それぞれ90種類が登録できる。

#### (2) セットアップ

最初に運転装置をシートに乗せ、固定する。次にアクセル用、ブレーキ用、

対象車両	左ハンドル/右ハンドルのMT車/AT車 (コラムシフトMT車を除く)
重量	28kg (メカユニット)
取付方法	運転席取付, 取付時間3分
調整	シフト, ペダル位置学習…自動, 1分以下 車両性能, ゲイン学習……自動, 10分以下
走行モード	排ガス認証モード

表1 自動運転装置概略仕様  
A specification of the automatic driving system

クラッチ用の3本の足を各ペダルをうまく踏めるように(各足を横方向と縦方向に)調整する.最後にシフトアクチュエータでシフトノブを把ませセットアップを終わる.

### (3) 位置学習と特性学習

位置学習モードではアクチュエータが各ペダルに触れる位置と最大踏込量を自動的に学習する.さらに,アクセルペダルの踏込量とニュートラルでのエンジン回転数の関係を学習し,クラッチペダルについては接続開始点も学習する.シフトレバーについてはシフト位置を自動的に学習する.

以上によって,運転装置は対象車種に対するギア位置,アクセル等のペダル位置に対して学習したことになる.

特性学習モードでは,未登録の車種についてギア比,各シフトアップ時の変速時間およびその間の速度の落込量を学習し,また各ギアにおける走行特性(アクセル開度と加速度の関係)およびブレーキ特性(ブレーキの踏み込み量と減速度の関係)の自動学習を行なう.一度学習し,登録した車種については再度実施する必要はない.

### (4) モード運転(車速制御)

車速制御の中心となるのはアクセルとブレーキの制御である.基本的に両者とも,目標車速と実車速を用いてフィードフォワード制御\*2とPI制御\*3によるフィードバック制御\*4によって車速制御する.車速制御系の基本的な制御ブロック図を図3に示す.モード運転(例えば10モード)に際しては加速領域,定速領域,変速領域および減速領域があらかじめ分かっているので,これに対して望ましい目標車速をコンピュータ内で予測して作成している.モード運転の一例(10モード)とそのときのアクチュエータ動作を図4に示す.

- \*2 フィードフォワード制御  
外乱等の系の変動をあらかじめ予測し制御する方式
- \*3 PI制御  
フィードバック制御の1つで,目標値と制御量の偏差を比例動作(P動作)と積分動作(I動作)で吸収する方法であり,広く用いられている.
- \*4 フィードバック制御  
制御量をフィードバックすることにより,目標値と制御量の偏差を消し去る方法

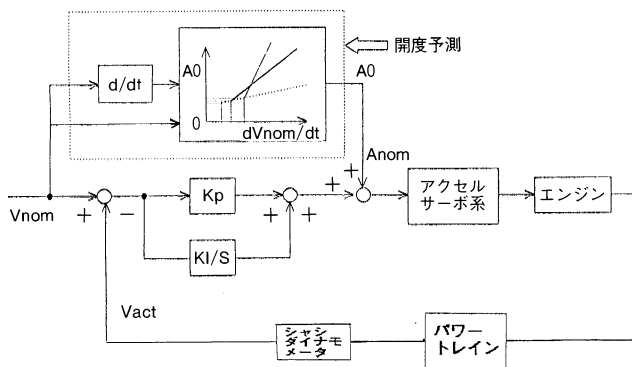


図3 車速制御ブロック図  
Block diagram of speed control system

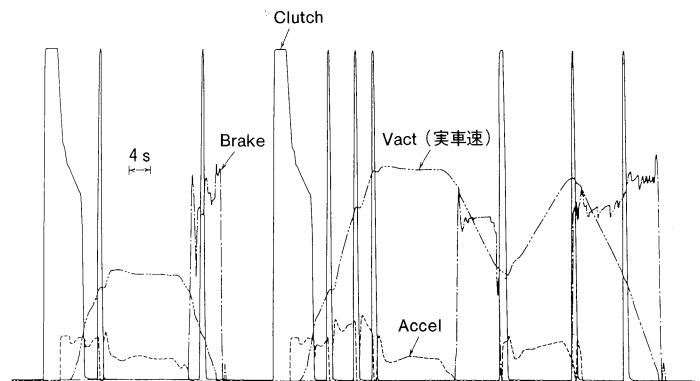


図4 10モードでのアクセル,ブレーキ,クラッチの動作例  
An example of movement of accelerator, brake and clutch pedals on Japan 10 mode

## 2.3 運転操作と制御方法

運転操作については図5のフローチャートに示す.制御方法については大別すると発進制御,車速制御,変速制御から成る.以下に各制御方法について説明する.

### (1) 発進制御

発進制御はエンジン回転数制御で,アクセルとクラッチを操作する.所定の加速度となるようにアクセルを踏み込み,半クラッチから所定の速度となるよ

うにクラッチアクチュエータを操作してクラッチを接続する。

## (2) 車速制御

車速制御は、図3に示したように目標車速に速く収束するように目標加速度をフィードフォワード制御し、目標との速度差をPI制御でフィードバック制御してアクセルを操作するのが基本である。すなわち、目標車速が加速、定速状態では、アクセルのみの制御である。もし、実速度が目標車速を越えるとアクセルを閉じてエンブレキのみで偏差がゼロとなるまで待ち、ブレーキは操作しない。

目標車速が減速状態でも、通常はアクセル制御であるが、アクセル開度がゼロになった場合にはブレーキ操作を行なう。AT車の場合、速度ゼロ保持はブレーキを操作して行う。

## (3) 変速制御

変速制御はアクセル、クラッチおよびシフトレバーの各アクチュエータの位置のシーケンス制御である。変速コマンドによりクラッチを切りシフトレバーを次の位置に操作し、その変速位置で生じるべき加速度が得られる位置までアクセルのアクチュエータを操作しつつクラッチを接続する。

## 3. 実験結果

運転装置でも人間ドライバーでも、①アクセル、ブレーキ、クラッチや変速機などの操作量の挙動、②走行結果のモード追従性、再現性、③走行結果の排ガス量、燃費などのそれぞれの結果の絶対値および相互の相関関係の評価が重要である。特に、上記のうち相互の相関関係を定量的に評価する方法(評価指標)が今のところ見あたらないように思われる。

これが明らかになれば、①運転装置同士(人間同士)の運転性能の関係、②運転装置と人間との運転性能の関係がより客観的に評価できることになる。さらに、③運転装置をどのように調整すれば人間(例えば、初心者から名人ドライバーまで)に近い(或いは逆に、遠い)運転ができるかという知見が得られ、人間の運転知識(ノウハウ)を運転装置に移植できることになる。

以上のことを目的として、運転操作の挙動、走行性能結果の相関関係を運転装置と人間の場合について回帰特性によって定量的に明らかにした<sup>6,7)</sup>。

### 3.1 運転挙動の評価

図6に本運転装置で10モード走行した時の吸気マニホールド圧の回帰特性を示す。標準偏差は運転装置では3.1kPaであり、人間のベテランでは4.4kPaであり、運転装置の方が再現性がよい。

### 3.2 走行速度の再現性

図7に本運転装置で10モード走行した時の走行速度の再現性の回帰特性を示す。標準偏差は、本運転装置の場合0.56Km/Hであり、ベテラン者では0.63Km/Hであり、本運転装置の方が再現性がよい。

### 3.3 走行速度の追従性

図8に本運転装置で10モード走行した時の走行速度の追従性の回帰特性を示す。標準偏差は、本運転装置の場合0.34Km/Hであり、ベテラン者では0.86Km/Hであり、本運転装置の方が追従性がよい。

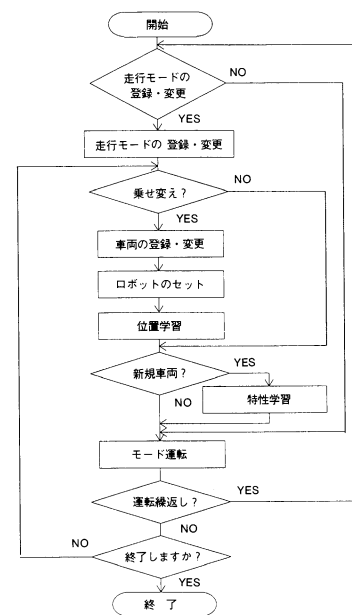


図5 運転操作の概略フローチャート  
A flow chart of driving mode

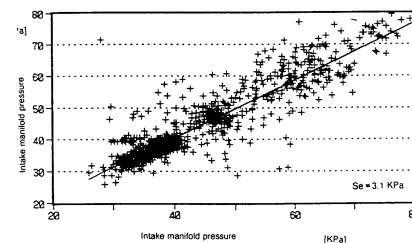


図6 自動運転装置の吸気マニホールド圧の回帰特性  
Repeatability of intake manifold pressure using the robotic driver evaluation

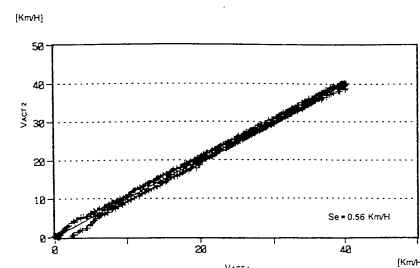


図7 自動運転装置の再現性の回帰特性  
Repeatability of speed using the robotic driver

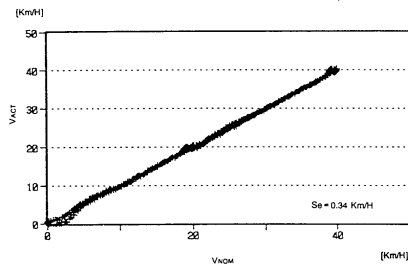


図 8 自動運転装置の車速追従性の回帰特性  
Traceability of speed using the robotic driver

#### 4. おわりに

新しいコンセプトに基づくシャシダイナモメータ上の自動運転装置の概要について述べた。すなわち、人間の代わりに運転席に“座って”運転し、エミッション・燃費テストを行なう自動運転装置の機能、性能の概要を示した。運転挙動、走行性能とも良好な結果が得られている。今後データを積み重ね、必要な改善をしていく予定である。ユーザをはじめ関係各位のご指導、ご支援をお願いしたい。

#### 【参考文献】

- 1) 藤川他, シャシダイナモ上での車両ロボット運転装置の開発, トヨタ技報, Vol.39, No. 1, p.74(1989.6)
- 2) 村岡他; 排気耐久シャシダイナモにおけるシミュレーションシステム, 自技会誌, Vol.29, No. 5, p.440(1975)
- 3) 村瀬他; 空気圧シリンダによる排気・燃費評価用車両運転装置の開発, 自技会学術講演会前刷, p.627(1986.10)
- 4) 原他; 排出ガス研究用走行シミュレートエンジン実験装置の開発, 交通安全公害研究所報告第3号, p.31(1975.3)
- 5) 原; 自動車エンジンの公害対策総合性能解析法の研究, 交通安全公害研究所報告第5号, p.35(1975.2)
- 6) 野口他; シャシダイナモメータ上モード運転における運転性能評価方法の提案, 内燃機関, Vol.30, No.380, p.73(1991.6)
- 7) 野口他; シャシダイナモ上における自動運転装置の開発, 自技会学術講演会前刷924, p.109(1992.10)



野口進治  
Shinji Noguchi  
生産本部自動車計測開発部 係長  
1947年6月20日生  
大阪大学大学院修士課程  
基礎工学研究科機械工学修了



河原林成行  
Shigeyuki Kawarabayashi  
生産本部知的所有権部 部長付  
1949年12月10日生  
同志社大学大学院修士課程  
工学研究科電気工学修了





