

自動車台上走行試験装置による気化器の性能改善試験結果について

The Results of the Tests for the Improvement of Carburetors by Means of "Chassis Dynamometer"

伊藤 和夫* 宝 諸 幸 男*

Kazuo Ito

Yukio Hoshio

内 容 梗 概

自動車用気化器においては、大型、小型四輪自動車あるいは三輪自動車などの車種および貨物車、乗用車などの使用目的に応じて要求される性能上の重点はおのずから異なるが、気化器はこれらの機関補器類中でも特に直接機関性能を左右するものであるから、その仕様決定に当つては常に十分な考慮を払う必要がある。

しかしてこれらの要求性能を確実に満たすためには、あらかじめ定められた計画に基づいて正確な実験が行われねばならない。この試験に当つて、路上試験のごとく天候、路面条件、運転者の熟練度などに左右される試験方法では完全な性能上の目的達成はきわめて困難である。

そこでこれらの性能上の各項目を正確に数字上にあるいはオシログラムなどの検討資料に表現して定量的に判定し得る試験方法が必要となつてくる。今回、この要求に応ずる目的で室内に設置された自動車台上走行試験装置は、気化器の全性能を車に装着された状態できわめて能率的かつ再現性の高い実験を実施しうる。本装置は各種の気化器性能を短期間に改善し顧客の満足を得られたので、ここにその一端を紹介する。

〔I〕 緒 言

近年自動車業界における技術的進歩はきわめて顕著なものがあつて、日進月歩の有様でつぎつぎに新車が発表され、これに伴つてその補器類を担当する電装品、気化器メーカーに対しても常に性能改善あるいは新試作品の早急な完成を要求される状態である。

この中でも特に気化器は直接機関性能を左右するものであるから、要求される性能も厳しい。しかしてその性能上の重点は車種、使用目的によつて幾分異なるけれども、要約すればつぎのごとくである。すなわち

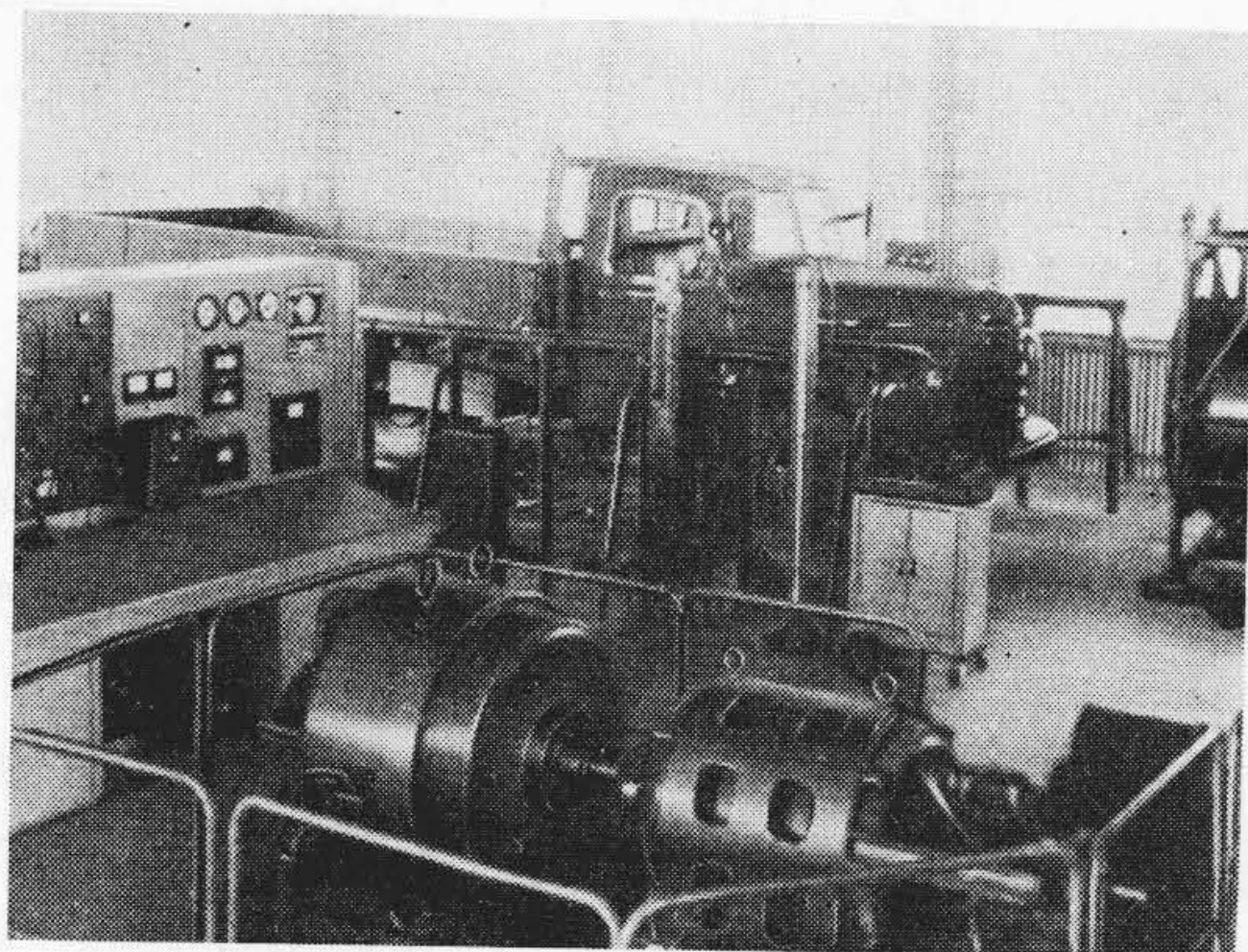
- (1) 走行燃費率の良好なること。
- (2) 最高出力および登坂力の大きなること。
- (3) 加速性の良好なること。
- (4) 操縦性、乗心地の良好なること。

などがあげられ、一方構造的には堅牢にして取扱いおよび調整が容易、振動に対する十分な強度が要求される。

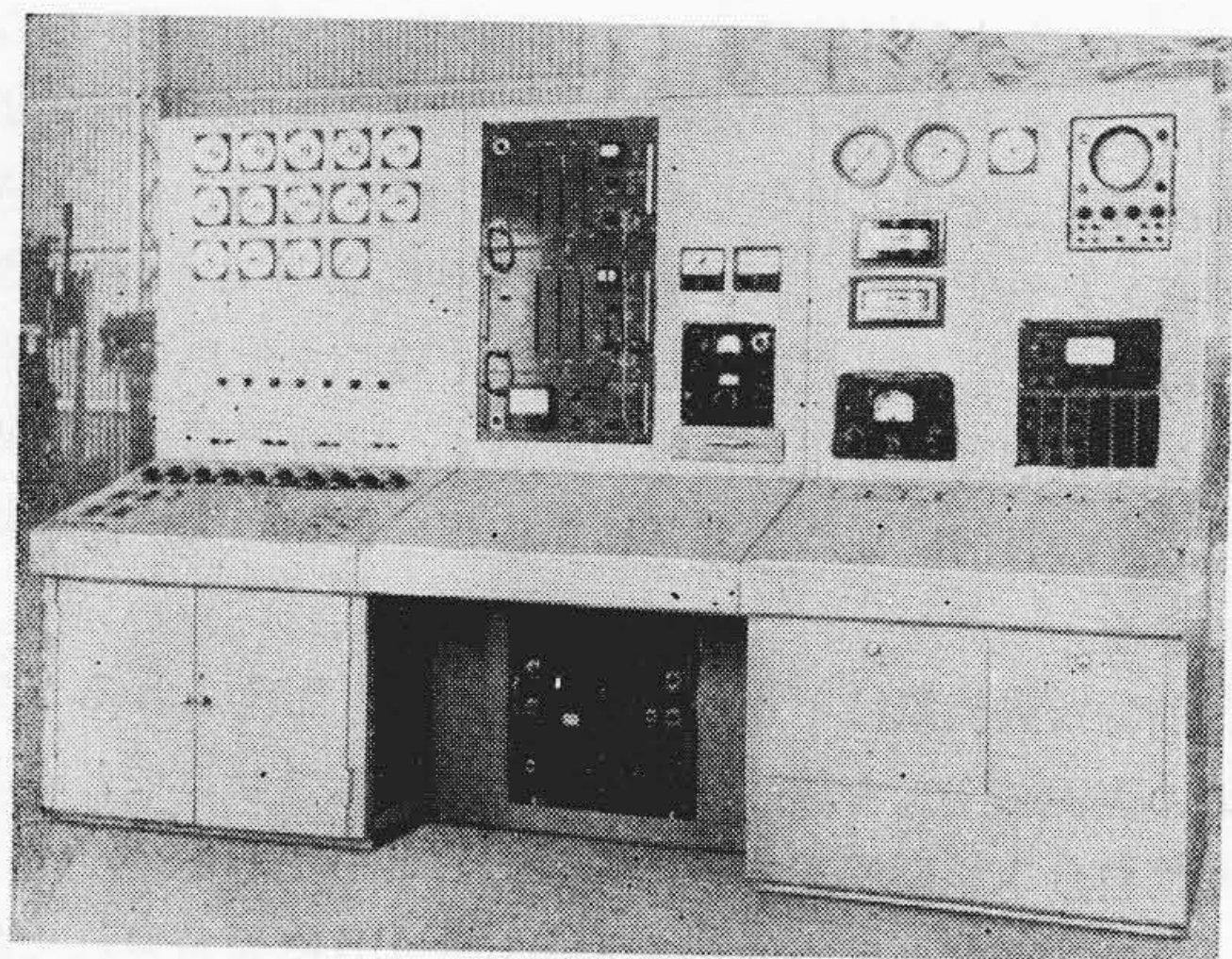
これらの要求に対して構造的な問題は設計上の取扱いによつて満足されるが、性能上の問題は気化器を構成する各要素の複雑な作用のために性能試験によつて改善され、最終的には供試気化器を車に装着して試験し判定する必要がある。

この気化器性能の最終判定法として、従来は試験車による路上走行試験が行われていたが、この方法は天候、路面条件、運転者の技倆などの影響が大きいため、正確を期しがたく、再現性に乏しいので、今回この欠点を除去する目的で室内において自動車の走行試験を実施し得る台上走行試験装置を完成し、これによつて各種気化器

* 日立製作所多賀工場



第1図 台上走行試験装置の外観 (上面)



第2図 操作盤

の性能を根本的かつ能率的に改善して、本装置の真価があきらかにされたので以下その経過について報告する。

〔II〕 試験装置なら
びに試験方法

(1) 試験装置の概要

本実験を行つた台上走行試験装置の外観は第 1 図および第 2 図に、主要部ならびに使用状態は第 3 図に示す。本装置は回転ドラム、トルクピックアップ、増速ギヤー、フライホイール、負荷発電機、自動負荷制御装置、送風機、前輪振動装置、繫留装置、操作盤の 10 部分から成立つている。

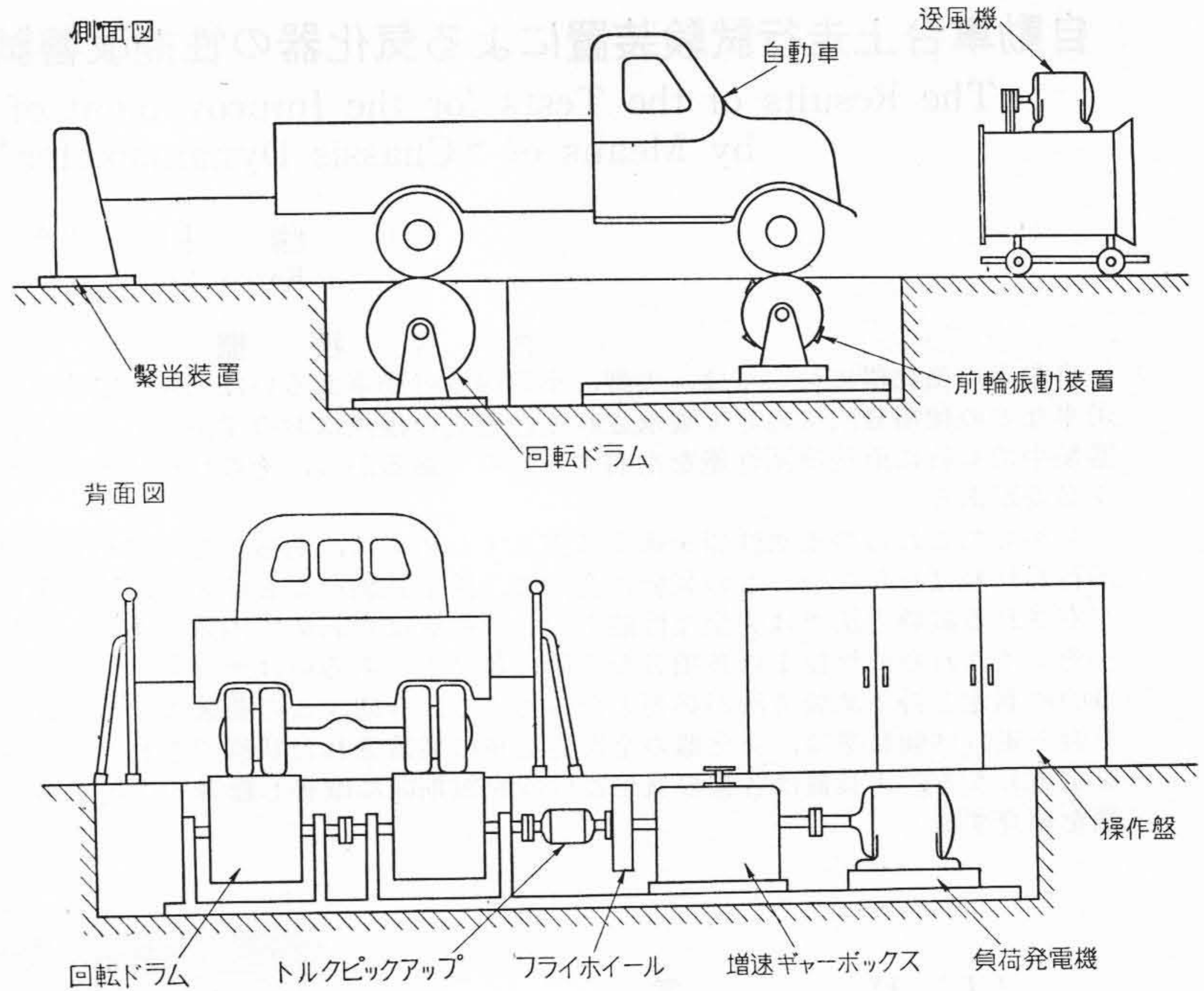
自動車の駆動輪を回転ドラム上に接触させ繫留装置により固定される。自動車を運転すると駆動輪によりドラムが回転され、機関出力はトルクピックアップ、増速ギヤーを経て負荷発電機の回転により吸収される。したがつて負荷発電機の動力吸収を調整することによつて機関出力を任意に変えて運転することができ、ドラムに加わる負荷トルクはトルクメータにより直接指示される。

自動車が加速する場合には慣性抵抗と走行抵抗の 2 種類の抵抗をうけるが、本装置では慣性抵抗はドラム軸に直結されたフライホイールによつて与えられ、車速に応じて変化する走行抵抗は自動負荷制御装置によつて自動的に負荷される。

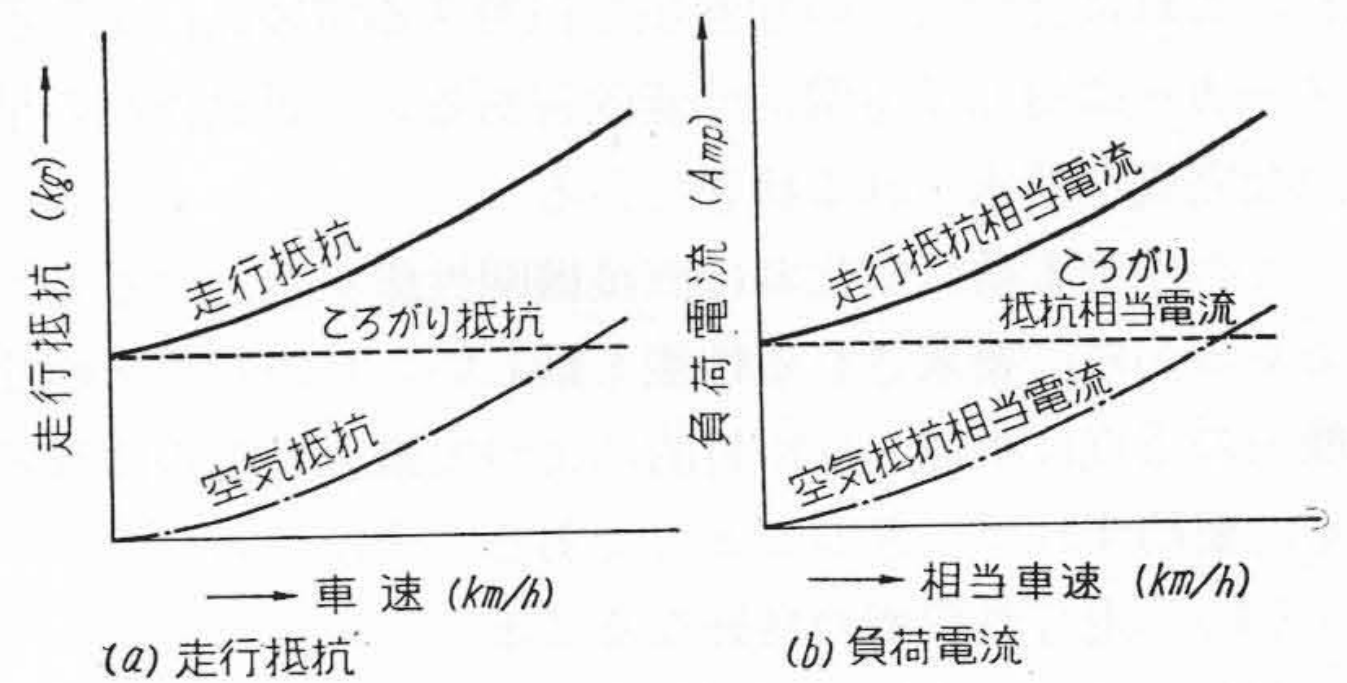
この場合走行抵抗はころがり抵抗と空気抵抗からなり、ころがり抵抗は車速に対して一定であるが、空気抵抗は車速の 2 乗に比例して増加し、第 4 図(a)のごとき関係がある⁽¹⁾。そこで自動負荷制御によりこれを同図(b)のごとき相当電流としてあたえる。すなわち定値制御と追値制御を併用した⁽²⁾⁽³⁾もので、制御範囲がきわめて広く、目的に従つて非常に多種類の自動制御が簡単に行ける。

前輪振動装置はギヤードモータにより駆動されるドラムの表面に突起を設け、前輪を接触回転させることによつて自動車の悪路運行条件を与えるものである。

これらの諸条件を備える本装置は JIS に規定されたあらゆる走行条件⁽⁴⁾を常に一定に台上で再現できるほか、自動車が停止しているため路上で測定不可能な実験をも容易に可能にするもので、これらのすべての測定ならびに操作は第 2 図に示す操作盤に集中される。



第 3 図 台上走行試験装置の説明図



第 4 図 車速と負荷の関係

(2) 試験方法

気化器性能測定に当つては、この気化器を装着した車の動輪を回転ドラムに接触させた状態で測定条件に応じた負荷を与えてつぎの方法によつて試験する。

(A) 定地燃費試験

各車速に応じて定められた相当負荷トルクを装置に負荷して車を運転し、一定量の燃料消費に要する時間およびこの時間内のドラムの回転数から走行距離を自動的に正確に指示させる。これらの測定値から走行車速および走行燃費率が求められる。

(B) 急加速試験

初速 20 km/h にて定速運転状態から約 0.5 秒間に気化器絞弁を全開した場合、試験条件としての車速、走行距離、走行時間、吸気圧力、絞弁開度を、また測定項目として排気圧力、回転力、牽引力を電磁オシロによりオ

シログラムに自動的に記録し、この結果より次式によつて各加速走行距離における平均加速度を計算する。すなわち

$$a = \frac{100}{9t^2} (0.18s - t)^{(5)}$$

ここに

a : 平均加速度 (m/s^2)

t : 加速走行時間の補正值 (s)

s : 加速走行距離 (m)

(C) 操縦性能試験

これは動的つながり試験であつて、緩加速時、定速走行時、減速時そのほかの走行条件の場合、前項と同様なオシログラムをとり、これによつて気化器性能を検討する。この場合ミスは排気圧に、息付き (Car Knock) は牽引力および回転力曲線に大きい振動として検出することができる。

(D) その他の試験

運行、登坂、降坂、惰行試験など JIS に定められたすべての試験が可能であるがここでは省略する。

〔III〕 試験結果ならびに検討

本装置によつて実験を行うに当り、路上試験との比較試験を大型四輪自動車について実施し、本装置の再現性の高いことを確認した後、今回自動車用気化器の試作に当つて問題となつた気化器性能をオシログラム上に再現してこの結果から種々の対策を実施し、新規の燃料回路を設計して性能を改善し、顧客の要求に答えたもので以下に述べる。

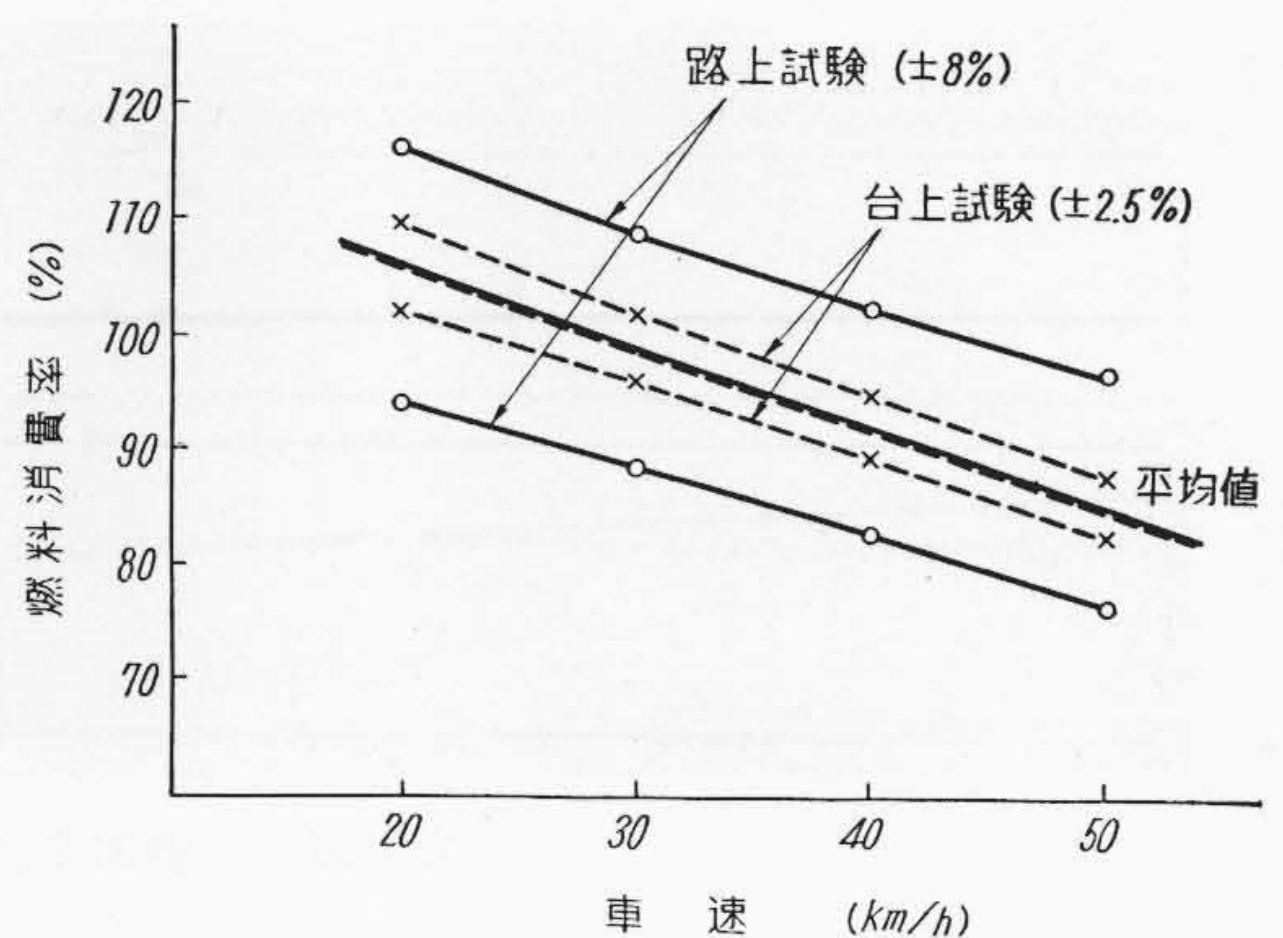
(1) 台上走行試験と路上試験との比較

定地燃費試験および急加速試験の2項目について路上試験と台上試験を繰返し実施してこれらの実験結果の再現性を検討した。

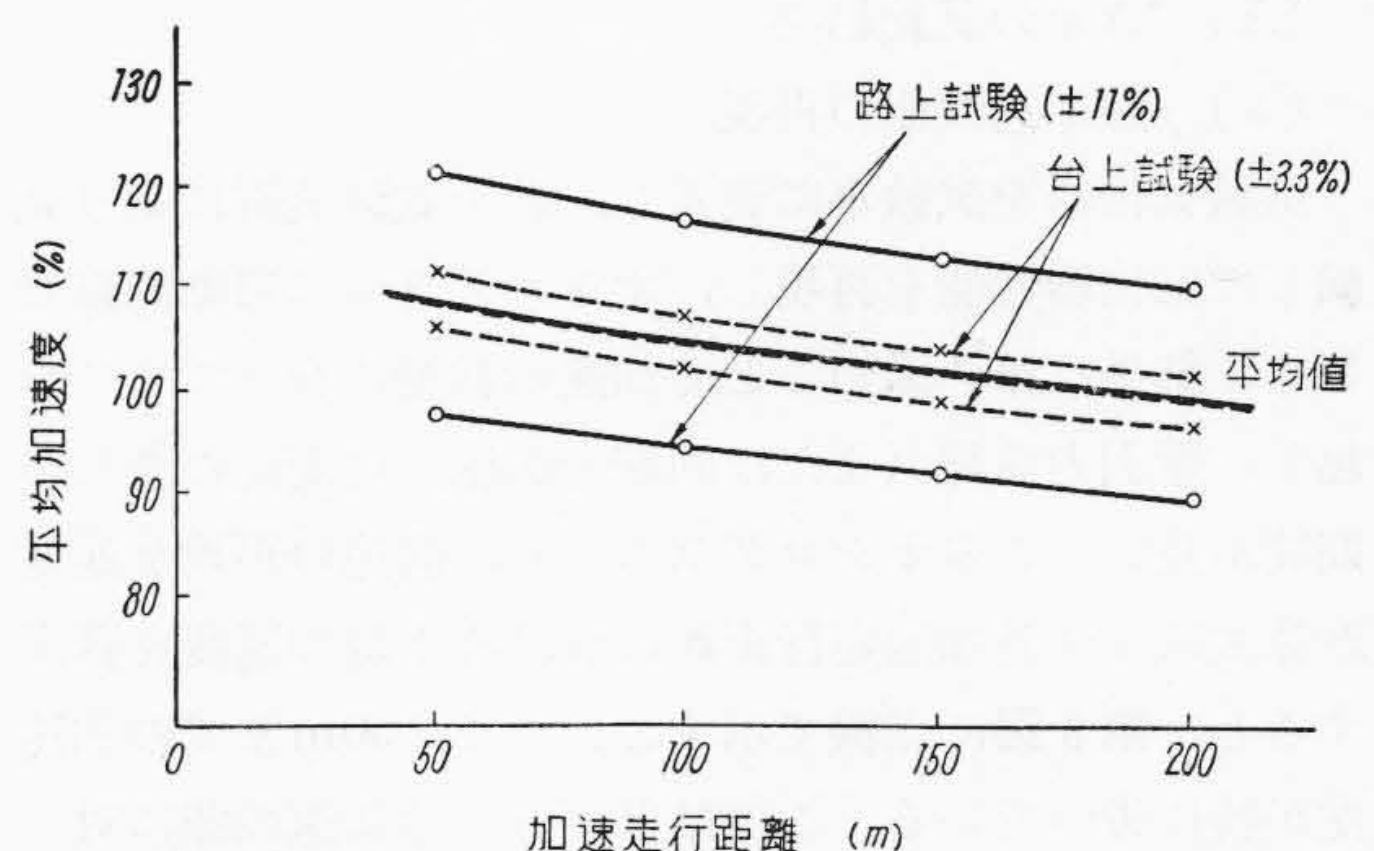
第5図は定地燃費試験、第6図は急加速試験の場合の両者における測定値のバラツキ範囲を示した曲線である。これらの測定値において、気化器性能の平均値は路上、台上ともに同一結果となり、台上走行試験装置において路上での走行条件が完全に再現されていることがわかる。ここに台上における急加速試験成績はオシログラムより前記計算式に基いて算出したものである。

第5、6図において測定値のバラツキは、路上試験では定地燃費において $\pm 8\%$ 、急加速時平均加速度において $\pm 11\%$ という大きな範囲にわたっているが、台上試験ではそれぞれ $\pm 2.5\%$ および $\pm 3.3\%$ の範囲に入っており、台上試験がきわめて信頼性の高い実験結果を与えることがあきらかにされた。

この結果から気化器性能の判定に当つては、路上試験による場合は繰返し測定を行わなければ正しい判定は不



第5図 燃料消費試験結果のバラツキ範囲 (縦軸は車速 30 km/h における燃料消費率 (km/l) を 100% とした)



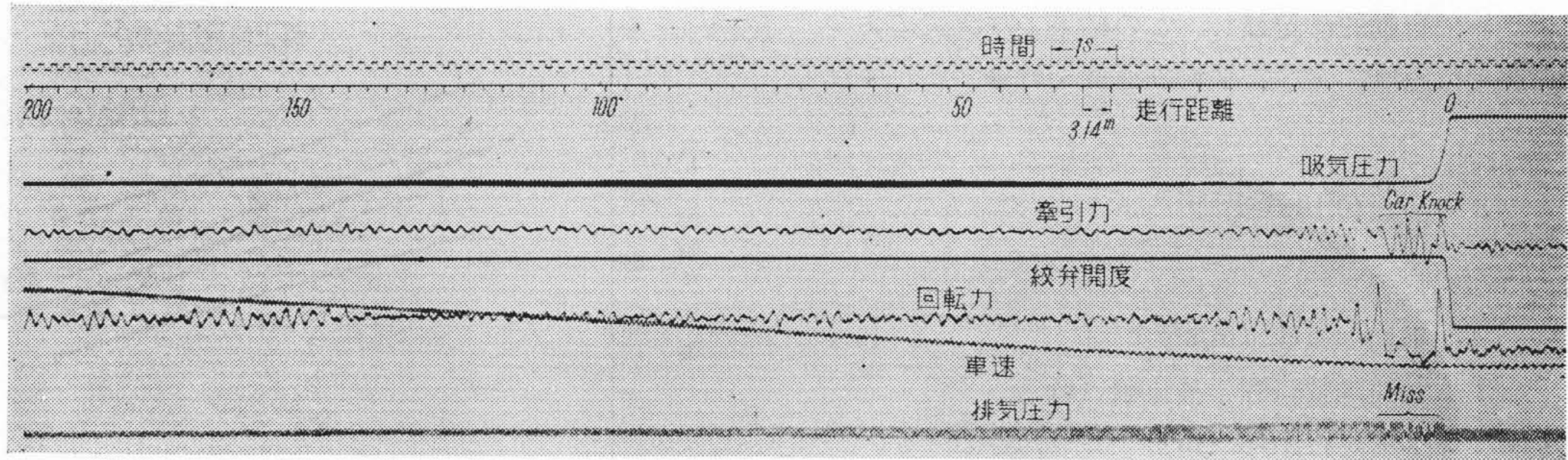
第6図 急加速試験結果のバラツキ範囲 (縦軸は加速走行距離 200m の点における平均加速度 (m/s^2) を 100% とした)

可能であるが、台上試験では容易に正しい判定がなされることがわかる。

(2) 台上走行試験装置による気化器性能試験結果

国産四輪自動車において、気化器を備えガソリンを燃料とするものには、大型、小型貨物車、小型乗用車などがあるが、これらには一般に低速燃料系統、主燃料系統エコマイザ系統および加速ポンプ装置を備える豎型下向通風式気化器が採用されている。これに対して走行燃費率、出力の問題は勿論のこと、最近特に加速性能および操縦性能の問題がやかましくとりあげられるようになった。

かかるとき四輪自動車用として新型気化器試作の過程において、ある車 (これを仮にA車と呼称する) の場合には急加速性能の改善が必要となり、ほかの車 (これをB車と呼称する) の場合には操縦性能の改善を必要とした。ここに操縦性能とは、加速、減速、定速走行時のミス、あるいは息付きなどによる乗心地の良否の問題であつて、これは主として気化器のつながり性能に係る



第7図 急加速試験のオシログラム (改善前)

るものである。

そこでこれらの気化器について上述のごとき台上走行試験装置に電磁オシロを用いて、以下のごとく試験して改善した。

(A) A車の試験結果

(a) 急加速性能の再現

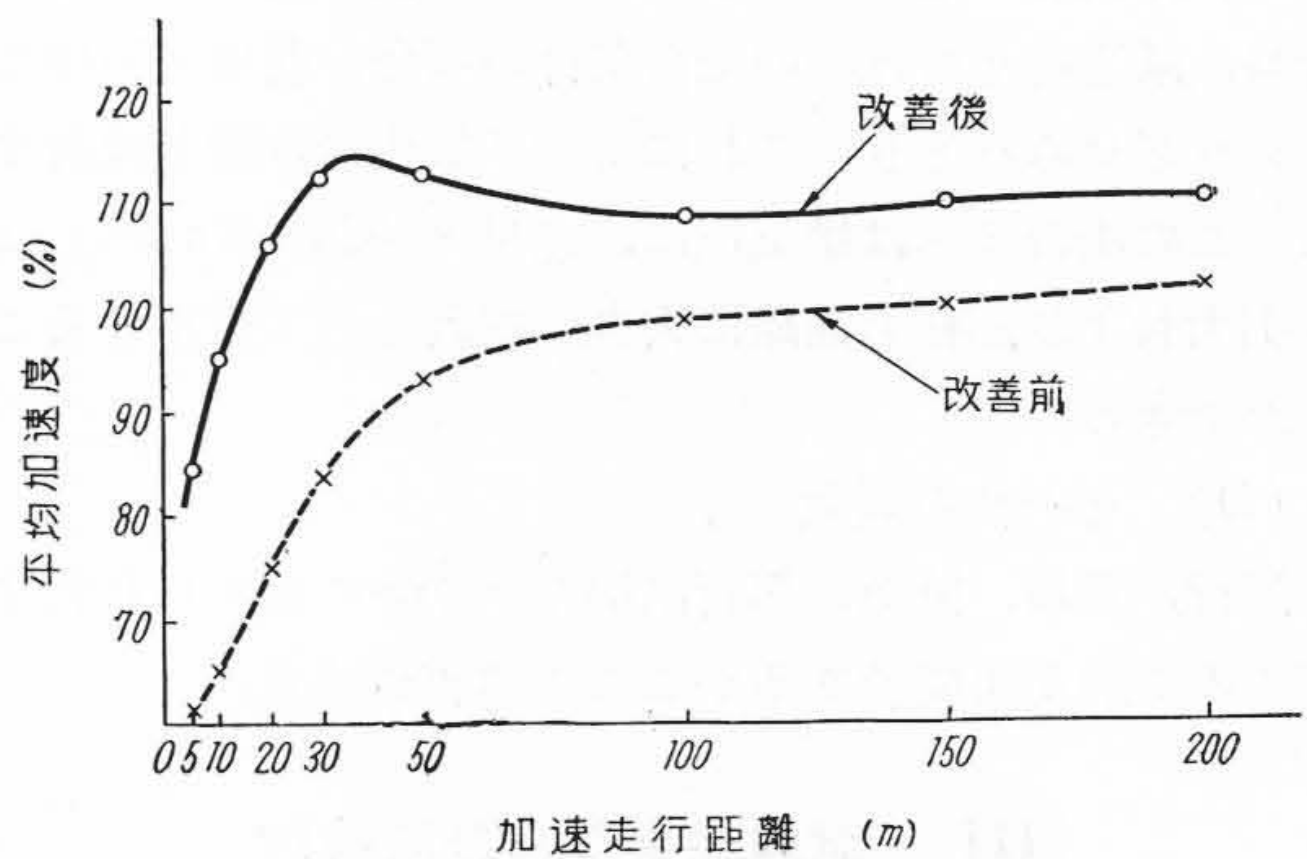
供試気化器を試験車に装着し、台上試験装置により試験して気化器性能を再現し、オシログラムに自動記録せしめた結果は第7図のごとく加速の初期においてミスを引き、牽引力曲線(または回転力曲線)の変動の激しい期間が長い。このオシログラムより、前述の平均加速度計算式により各加速走行距離における平均加速度を算出すると、第8図に点線で示すごとくで、50mまでの加速度が特に劣っている。この結果から、急加速性能に対しては全開性能が重要な部分を占めることは勿論であるが、部分負荷時の動的つながり性能も重要な要素であることがわかった。すなわち本気化器が前述のごとく各部燃料系統からなり、これらが車速、したがって気化器絞弁開度に応じて、順次切り替り作動して行く構造になっているので、各系統間のつながり目において空気流量に対して燃料流量が遅れるため、または各系統の作用期間内において混合気が稀薄となるためミスが発生し、加速不良の原因となると考えられた。

(b) 性能改善のための対策

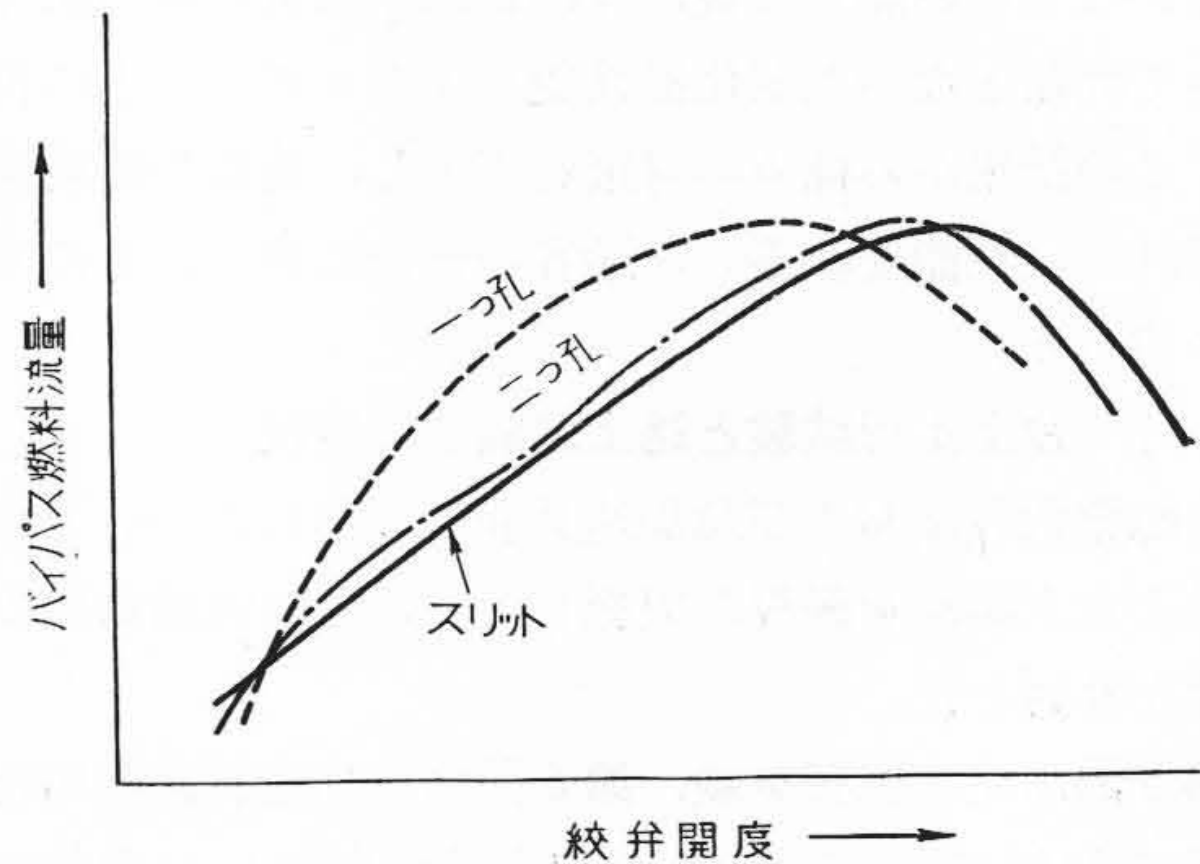
以上の結果からバイパスおよび主燃料系統について検討し、特殊の補助燃料回路を設けるに至った。

(i) バイパスの形状について

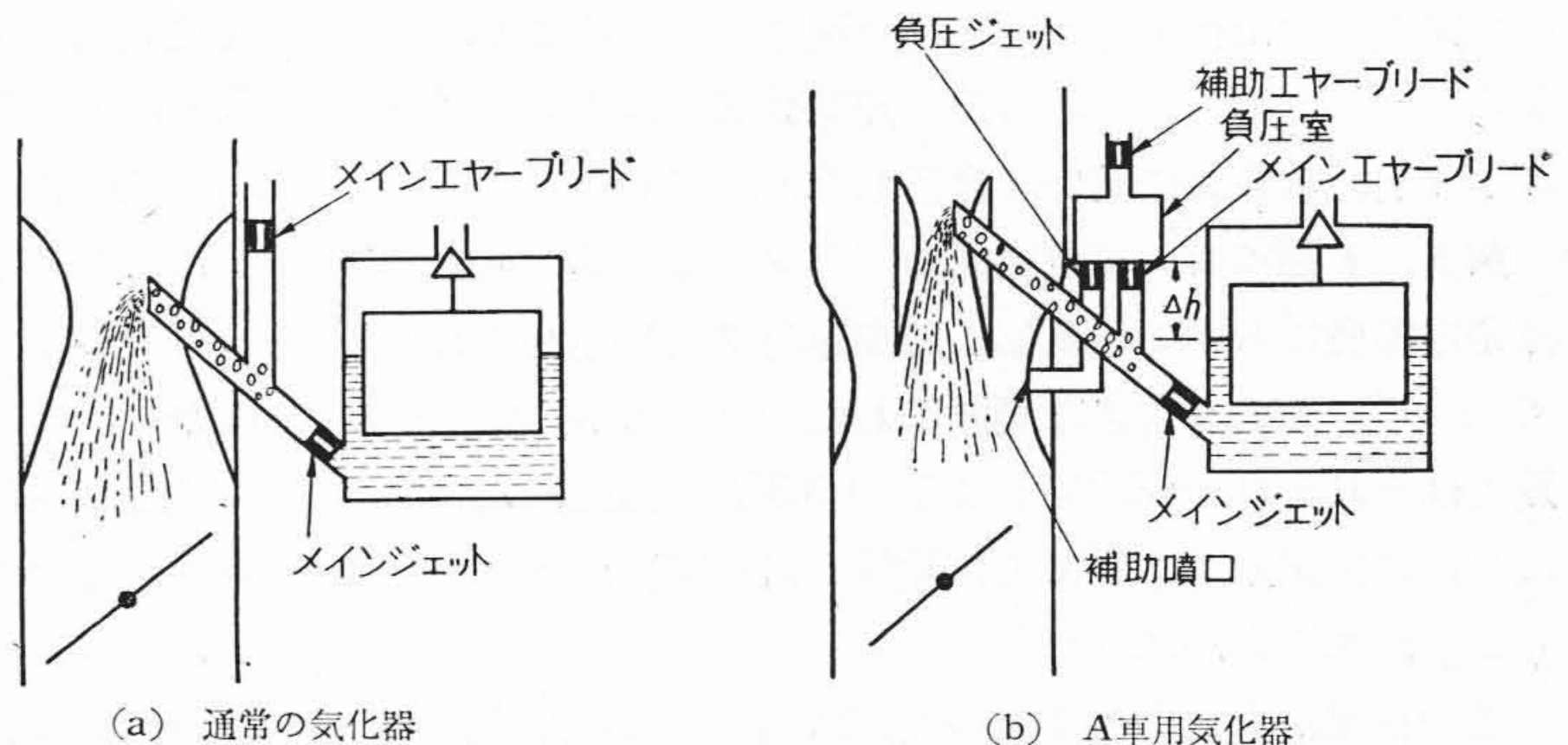
バイパスとしては主燃料系統への切り替りに当って、できるだけ長く持続することが望ましい。一般に自動車用気化器のバイパス孔としては、一つ孔、二つ孔、スリットなどが使用されているが、これらは第9図のごとき流量特性を有することがすでにあきらかにされているので、本気化器にはスリット



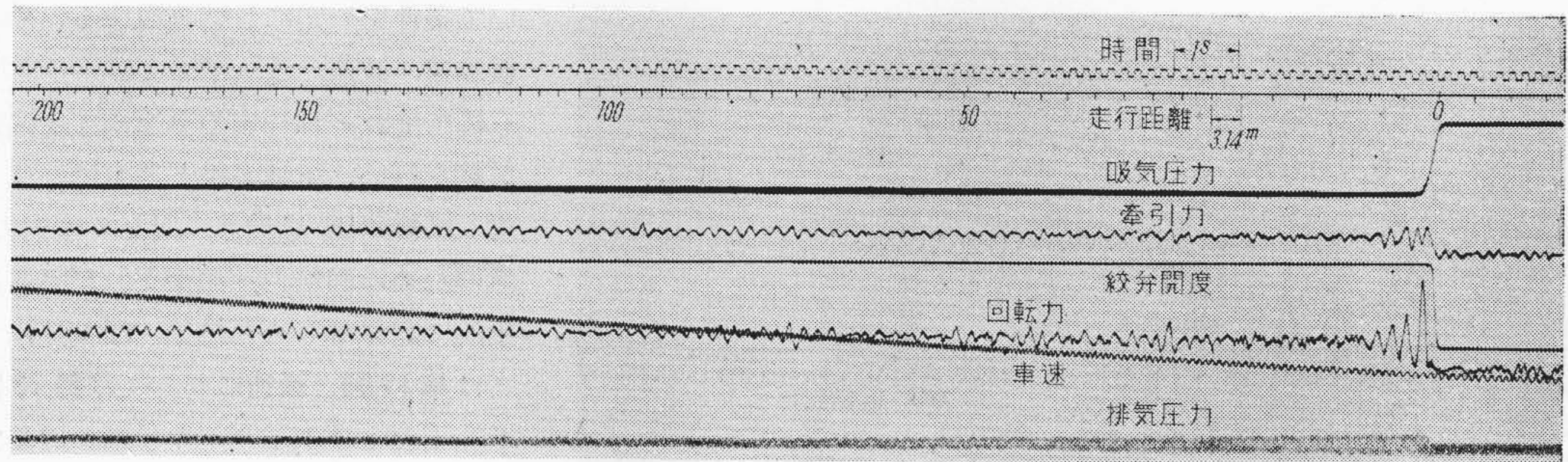
第8図 急加速試験結果 (改良前の加速走行距離200mにおける平均加速度100%をとした)



第9図 バイパス孔の流量特性



第10図 気化器主燃料系統



第11図 急加速試験のオシログラム (改善後)

を採用し、実験によつて最良の形状寸法を定め、主燃料系統へのつながりを容易にした。

(ii) 補助燃料回路の採用

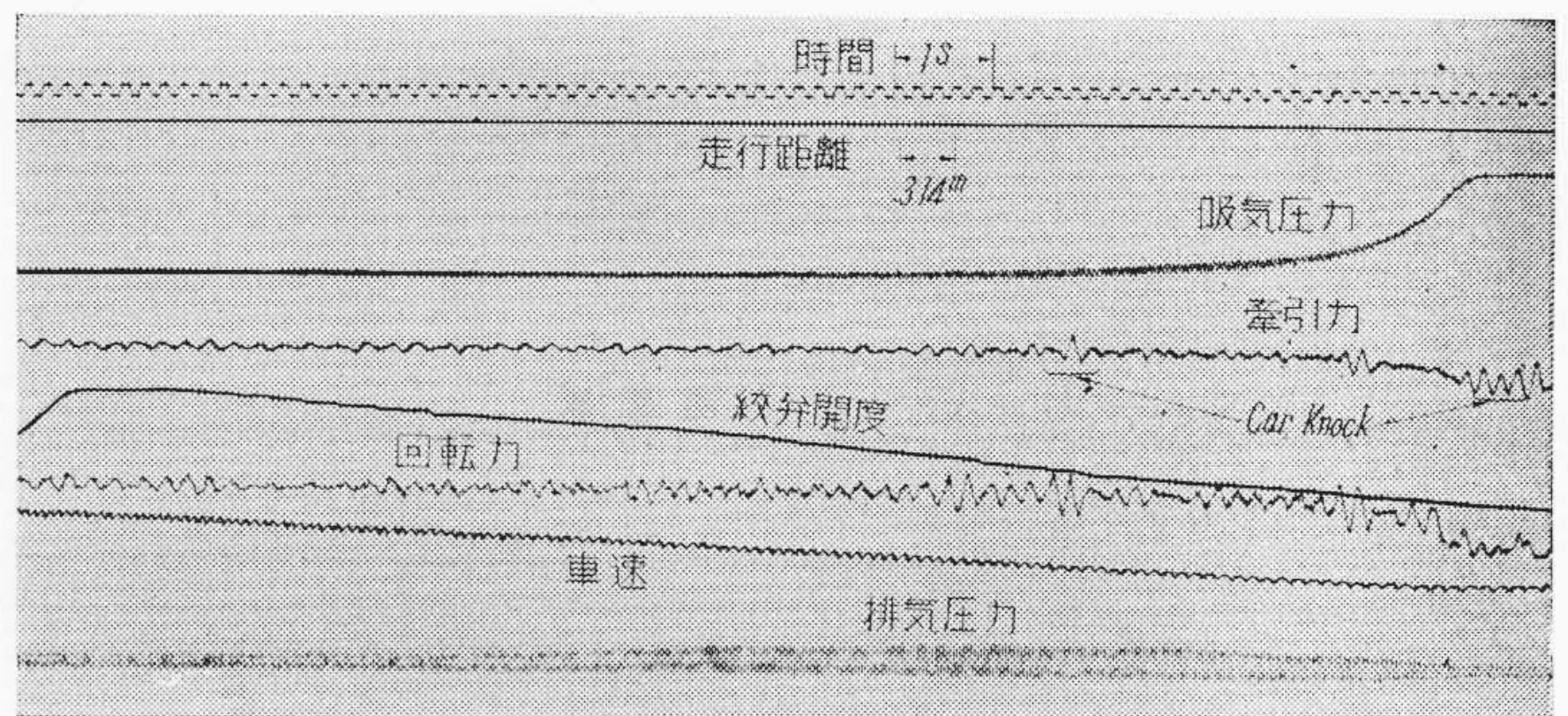
通常の気化器においては、主燃料系統として第10図(a)に示すごとく、メインジェットと噴出筒の間にメインエアーブリードを設けて、噴出筒から燃料が噴出する前に空気を混和して流量を制限するとともに、微粒化に役立たしめている。かかる構造ではベンチュリの特性和して、多重ベンチュリでは加速の始めにトップベンチュリ内負圧が急激に増加し、次第にその増加率が飽和するに至ることがあきらかにされている⁽⁶⁾。低速燃料系統からのつながりを容易にし、主燃料系統の作用し始めにおける微粒化を良好ならしめるために⁽⁷⁾、複ベンチュリを使用する場合には、全開の場合は勿論、部分負荷時においても低速で濃く、高速で薄くなる傾向がある。そこで第10図(b)のごとき特殊の補助燃料回路を設けて、ベンチュリ内流速により、自動的にメインエアーブリードの作用を変化するバリアブルエアーブリード方式を採用、最良のセッティングを実験によつて定め、主燃料系統の特性が改善された。

(c) 対策後の試験結果と検討

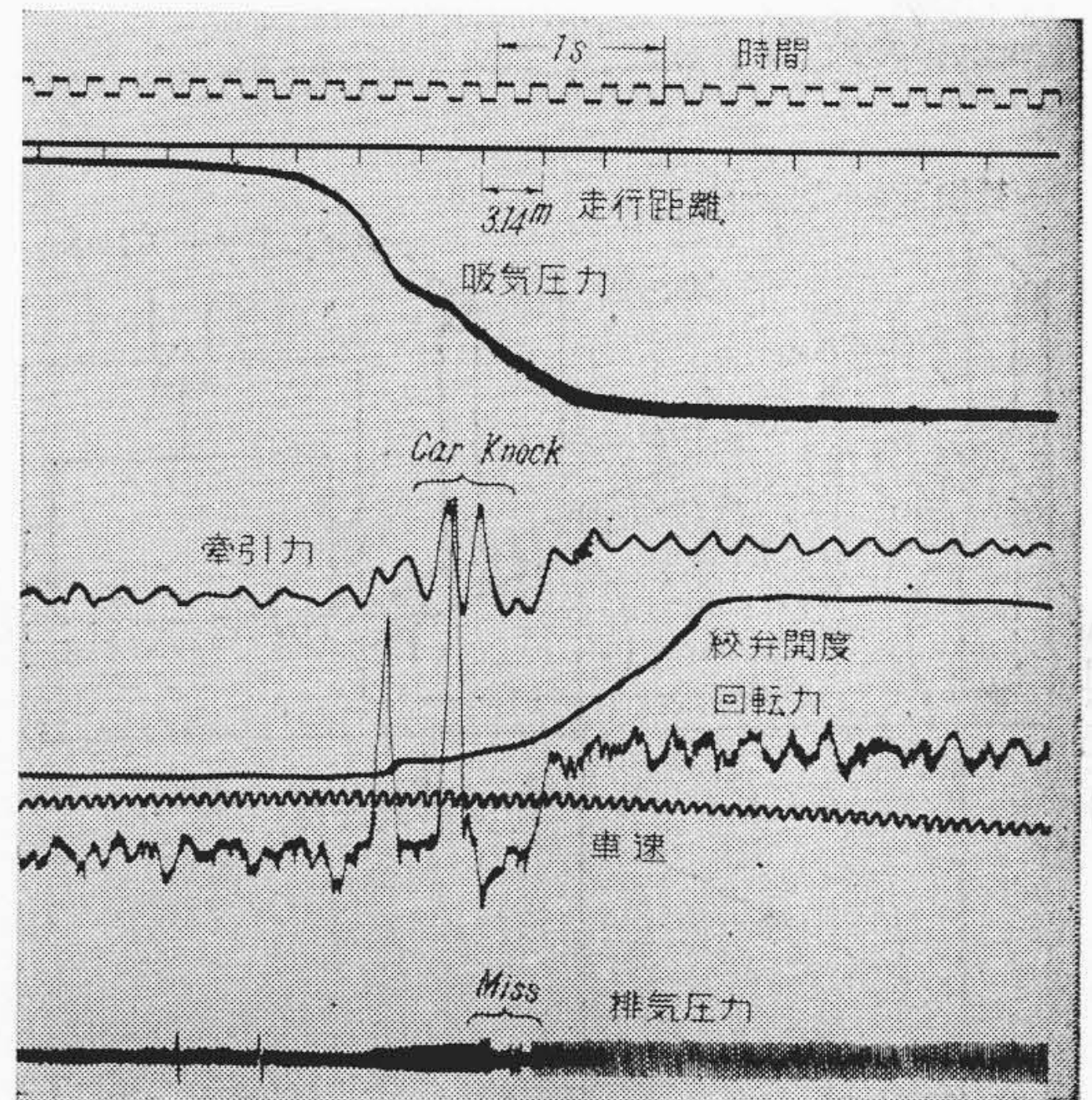
気化器構造に対して以上のごとく、バイパス孔の形状寸法を適正に選び、新規に設計された補助燃料回路に対して最良のセッティングを組合せて、急加速試験を行った結果は第11図のごとくであつた。

これによると加速の初期における排気圧曲線上のミスは消滅し、牽引力曲線および回転力曲線も円滑な減衰振動曲線を描き大きな変動は短期間に終つている。

このオシログラムより、前述計算式に基いて各加速走行距離における平均加速度を計算した結果は、第8図の実線で示す曲線のごとくなり、加速の始め約50m間の平均加速度が、改善前のそれに対して顕著に改善され、最終的に200m走行区間で約10%の急加速性能の向上



第12図 緩加速試験のオシログラム (改善前)

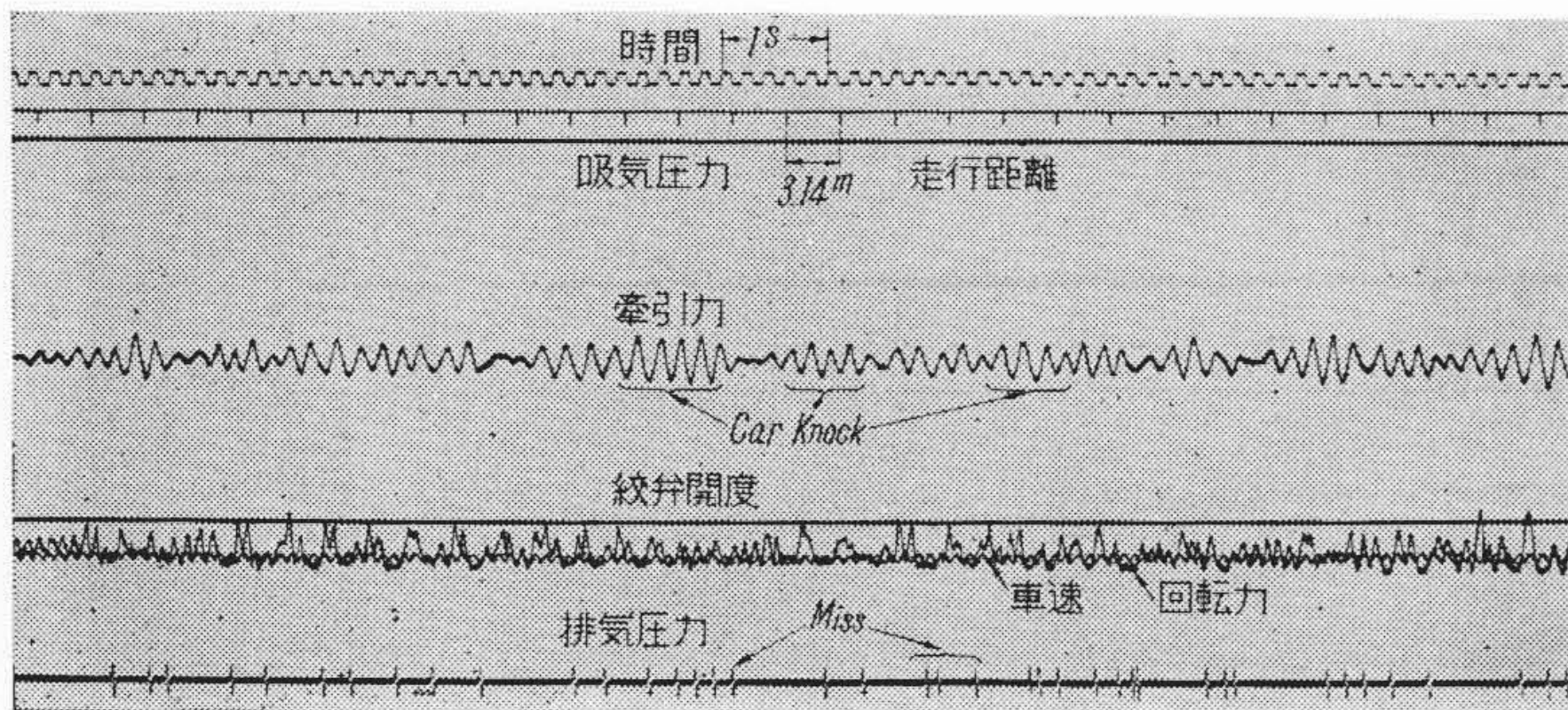


第13図 減速試験のオシログラム (改善前)

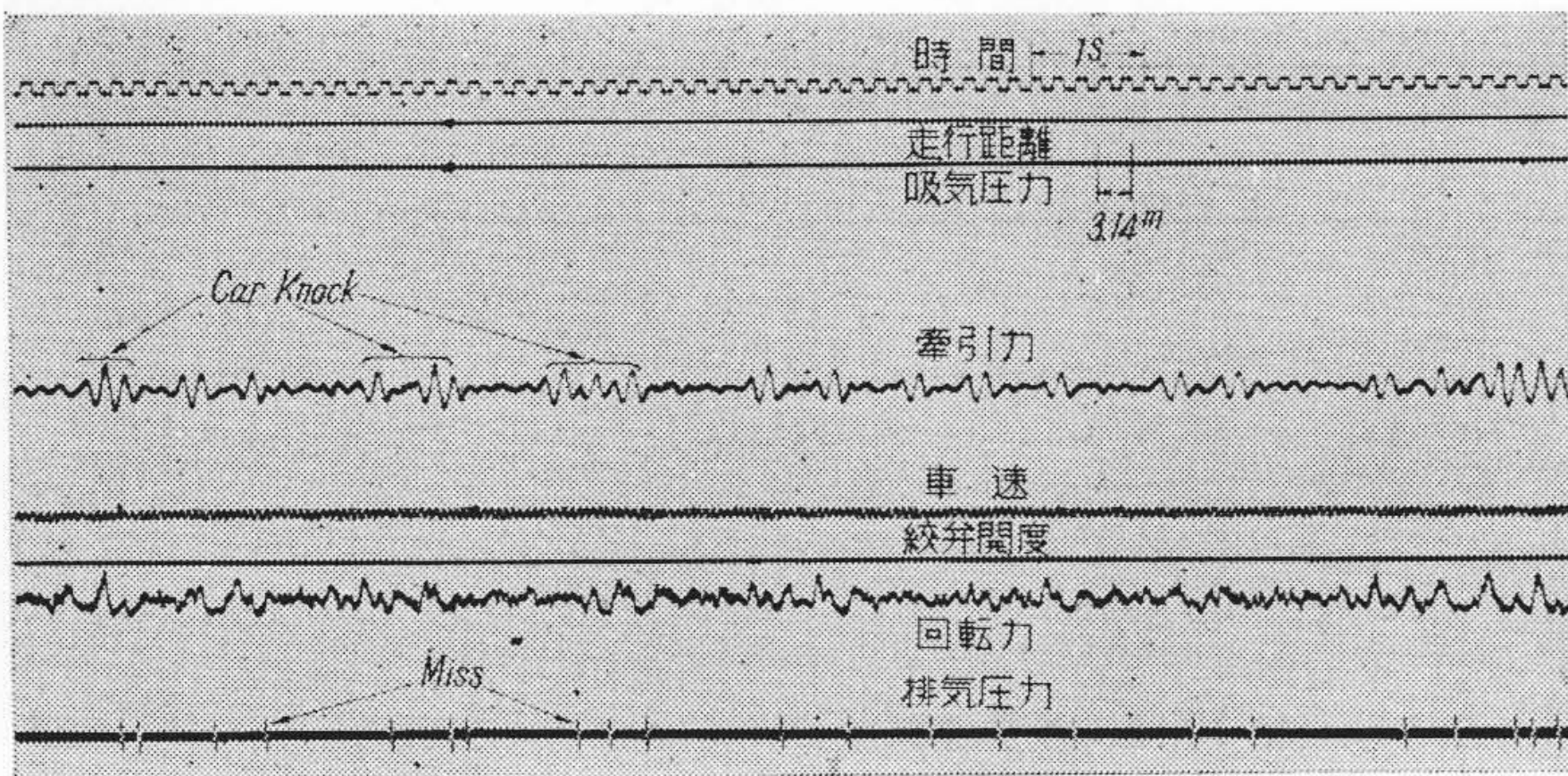
がみられた。これは第7図の試験結果から、急加速性能改善の方法として部分負荷時のつながり性能改善をめざして、バイパス孔および補助燃料回路に対して検討を加えたことが適切であつたことを示している。

(B) B車の試験結果

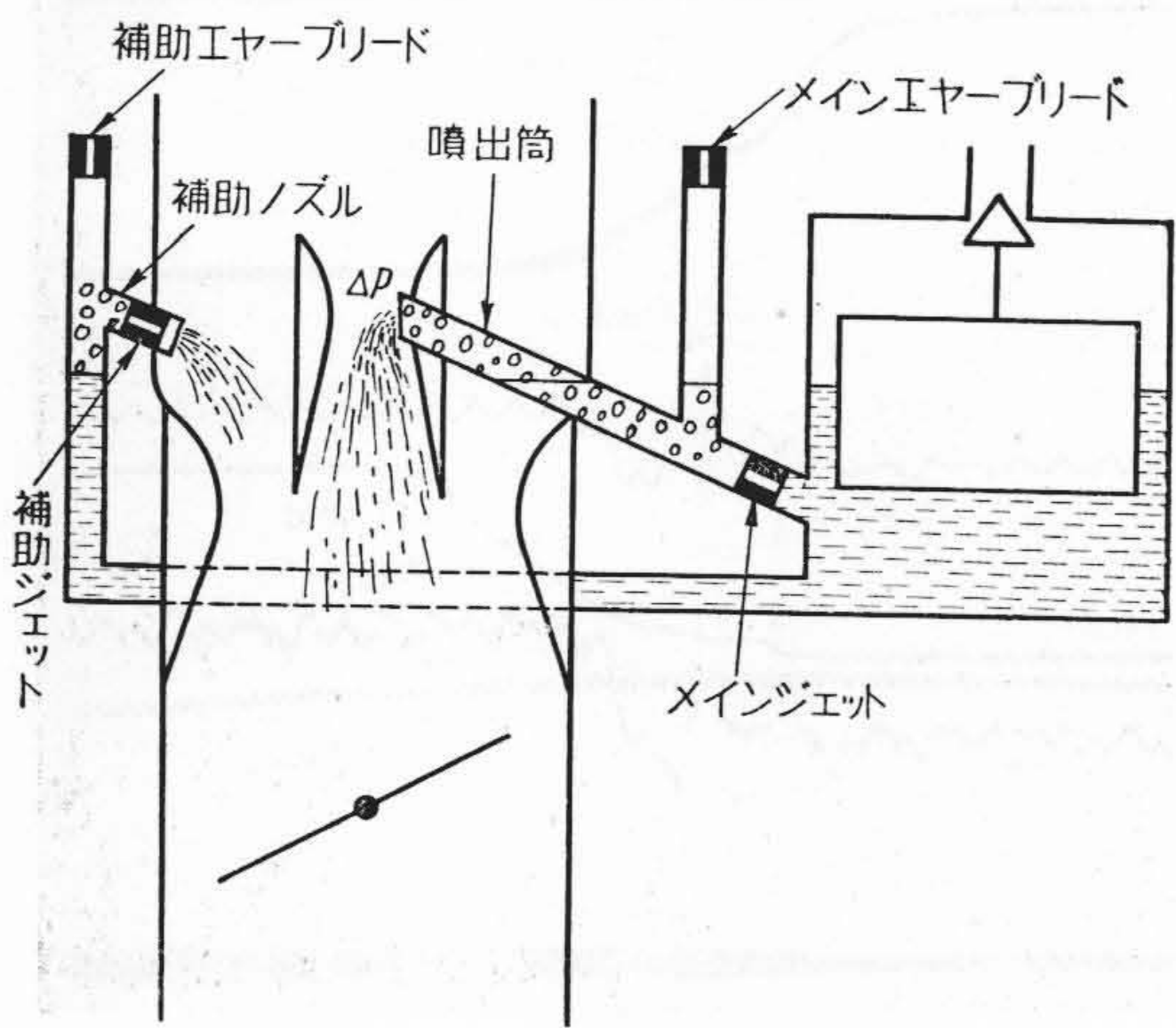
B車用気化器として、前述A車用気化器と同型式の燃料系統を備える気化器が設計されたが、これをB車によ



第14図 サードギヤにおける定速走行試験のオシログラム (改善前)



第15図 トップギヤにおける定速走行試験のオシログラム (改善前)



第16図 B車用化器の主燃料系統

り試験した結果つぎのごとき問題点があつた。(イ)加速時の息付き (Car Knock), (ロ)減速時の息付き, (ハ)各変速ギヤにて定速走行中周期的なミスまたは息付きを起す現象などがあり, 乗心地が悪い状態であつた。

(a) 化器性能上問題点の台上試験装置による再現以上のごとき性能上不良の状況を, 台上試験装置にお

いて条件を一定にして再現するために, 緩加速, 減速, サードおよびトップギヤにてそれぞれ一定の車速にて定速走行試験を行い, 試験条件とともに, ミスに対して排気圧, 息付きに対して牽引力(参考のために回転力)をオシログラムに自動的に記録せしめた結果, 緩加速に対しては第12図, 減速に対しては第13図, サードおよびトップギヤにおける定速走行に対しては第14, 15図に示すごとくであつた。

第12図には加速時の息付き現象が牽引力曲線上3箇所に表示され, 開度曲線よりこれらの息付きの発生した点はそれぞれ絞弁開度において約 $1/10$, $1/8 \sim 1/6$, $1/3 \sim 1/2$ 開度附近であることがわかる。これらのうち $1/10$ 開度はバイパス孔の前すなわちアイドル孔からのつなぎ目の部分に相当し, $1/8 \sim 1/6$ 開度は低速燃料系統 (バイパス孔) から主燃料系統への切り替り部分である。また $1/3 \sim 1/2$ 開度は主燃料系統が作用している部分で, 複ベンチュリーにおけるトップベンチュリー内負圧の増加率が次第に飽和に至る部分に相当する。したがつてこの対策としては, バイパス孔, 主燃料系統の作用の始めおよび補助燃料回路について検討する必要がある。

第13図は減速時の息付きが牽引力曲線上に, またこれと同時に排気圧曲線上に顕著なミスがみられた。これは開度曲線から $1/3 \sim 1/2$ 開度附近であることがわかる。この場合は, 加速の場合に比較して機関回転が高速であつて低負荷, 高吸気圧の条件であるが, 息付きの発生する開度はほぼ等しい位置であり, 負荷条件よりもむしろ絞弁開度に関係することがわかる。

また第14図はサードギヤ, 第15図はトップギヤにおける定速走行時の試験結果を示すもので, 別に実験によつて得た較正曲線から, 両者の場合絞弁開度はほぼ等しく $1/8 \sim 1/6$ 開度附近で緩加速時における第二番目の息付きに相当し, 低速燃料系統から主燃料系統に切り替る部分およびその直後の部分である。

(b) 性能改善のための対策
以上の試験結果に基づいてつぎのごとくバイパス孔および補助燃料回路について検討し, 改善のための対策を実施した。

(i) バイパスの検討

第12図における $1/10$ 開度附近および第12, 14, 15図における $1/8 \sim 1/6$ 開度における息付およびミスの問題に

対しては、第9図のごとき流量特性を有するスリットについて検討し、実験によって最適の形状寸法とした。

(ii) 補助燃料回路の検討

第12図および第13図における $1/3 \sim 1/2$ 開度の息付きの問題については第10図(b)に示す補助燃料回路方式では、B車としては適当でないと考えられる。

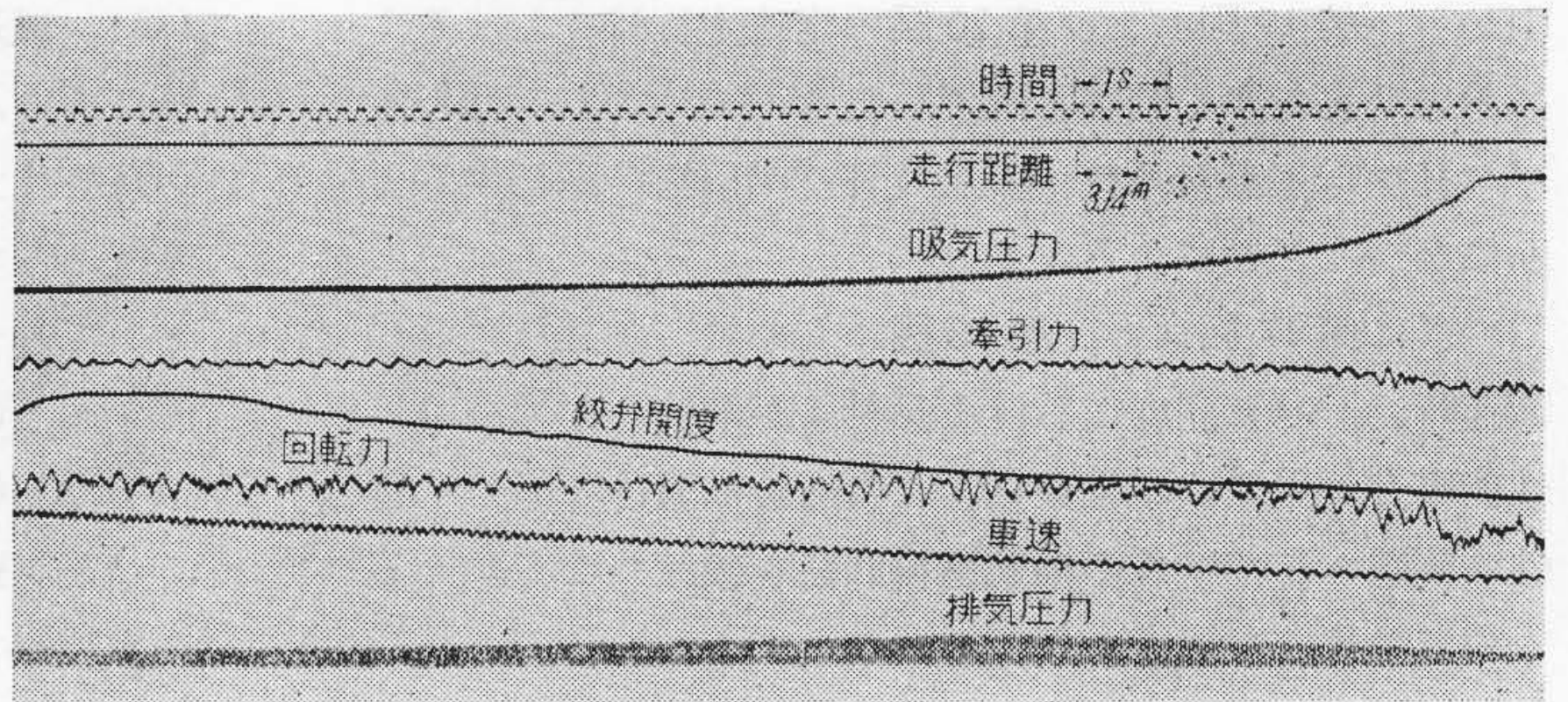
すなわち、この気化器をB車に用いると大ベンチュリー径を機関容量に適応さすべく絞る必要があるが、そうすると補助噴口部の負圧の影響がA車に比べて早く現れ、したがって噴出筒に対するメインエアブリードの微粒化作用がA車よりも早く失はれるからである。そこでこの対策として第16図に示す主燃料系統とは別個に、浮子室から直接の通路によつて導かれ、ベンチュリーの上部の負圧によつて作用する特殊補助燃料回路を設けた。これにより主燃料系統に対しても、補助燃料回路に対しても、常にエアブリードによる燃料の微粒化の効果を上げるとともに、複ベンチュリーを用いることによる高速時混合比稀薄の傾向を補うことができた。

(c) 対策後の試験結果

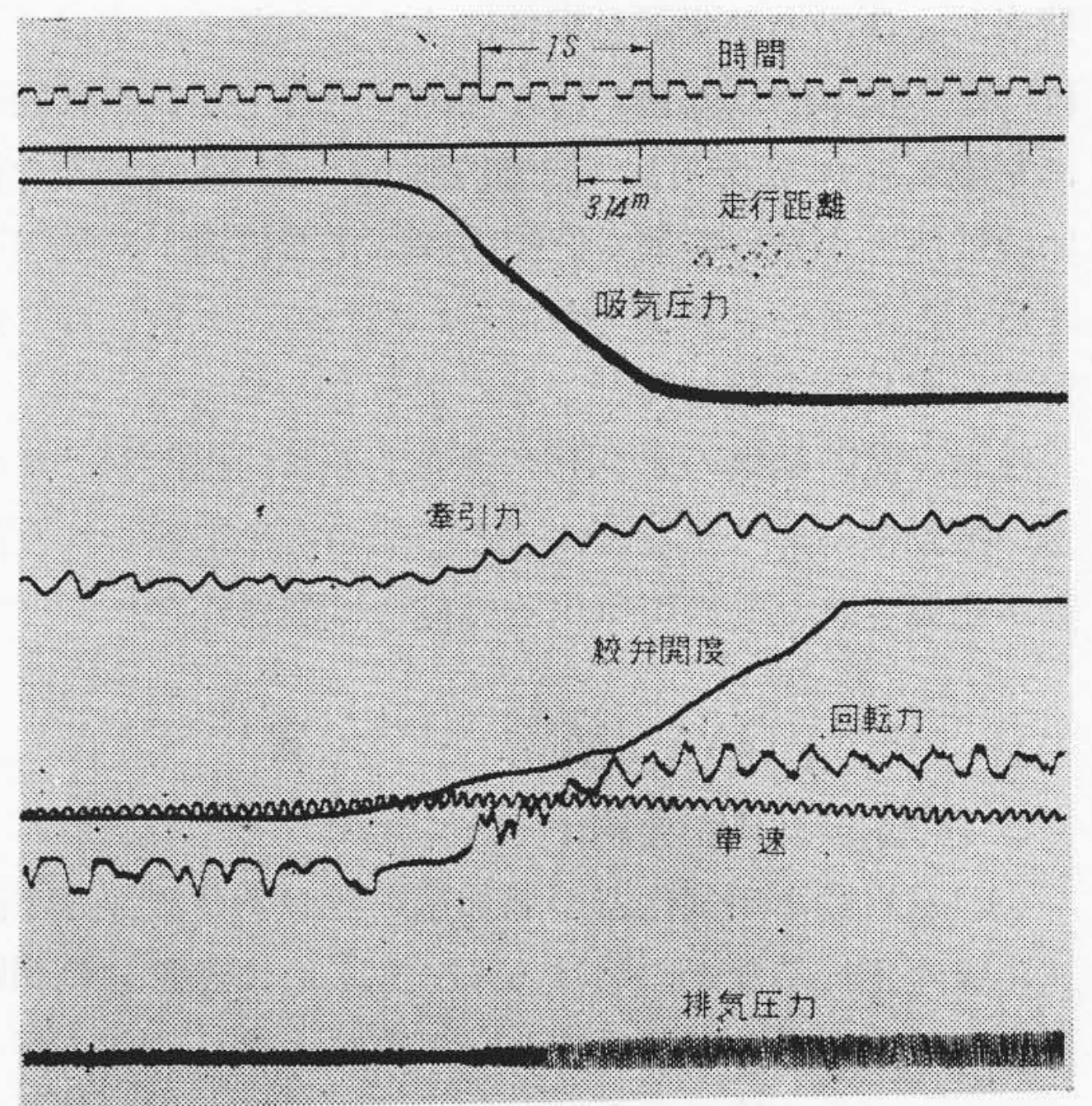
以上の対策を実施した後における緩加速試験結果は第17図のごとく、改善前に3箇所において起つていた息付きはすべて解消した。減速試験では第18図のごとく、 $1/3 \sim 1/2$ 開度附近において起つた息付きがなくなり、またサードおよびトップギヤーにおける定速走行試験時のミスおよび息付きも第19図および第20図に示すごとく完全に解消し、乗心地のよい操縦性が得られた。

(d) 試験結果の検討

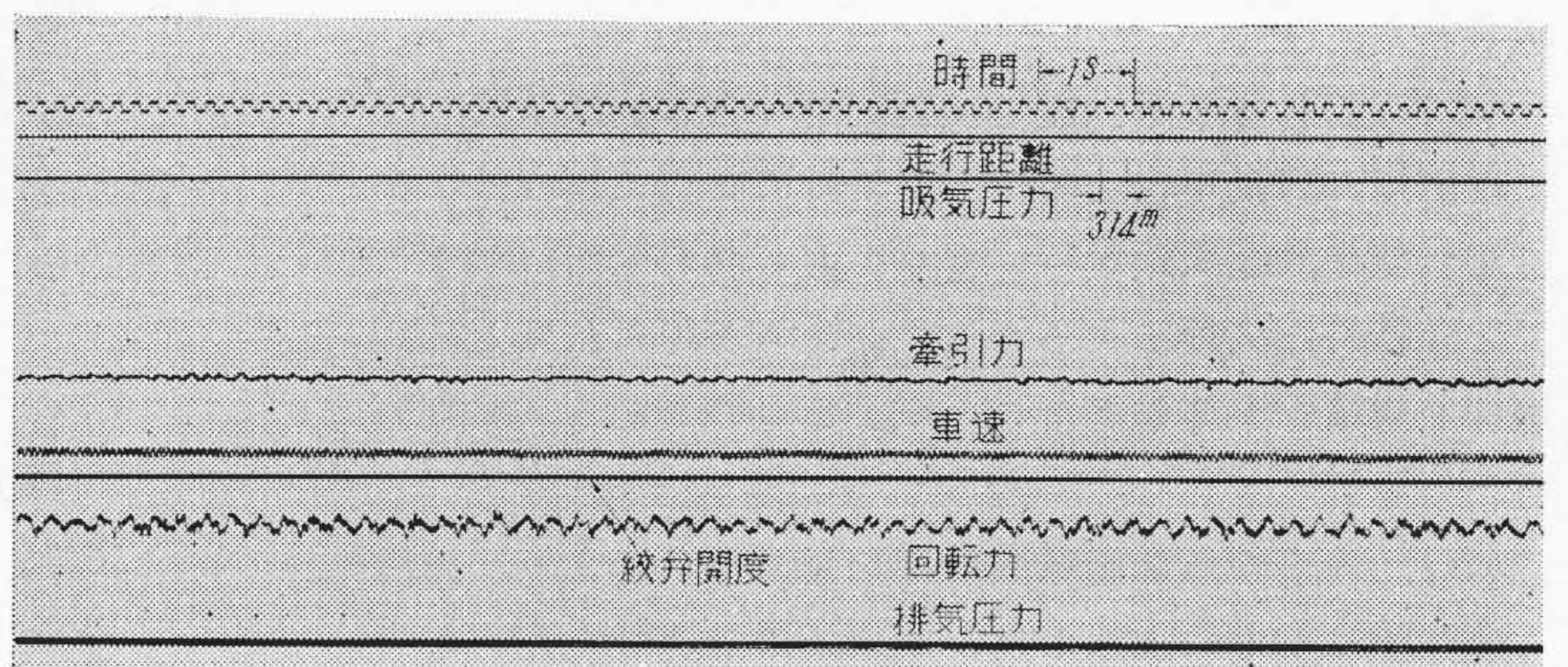
第17図 緩加速試験結果の牽引力曲線にみられるごとく、 $1/10$ 開度および $1/8 \sim 1/6$ 開度の息付きが解消した理由は、バイパス孔の選定が適切であつたことを示し、バイパス孔の幅および長さを検討した結果によるものである。また同様の理



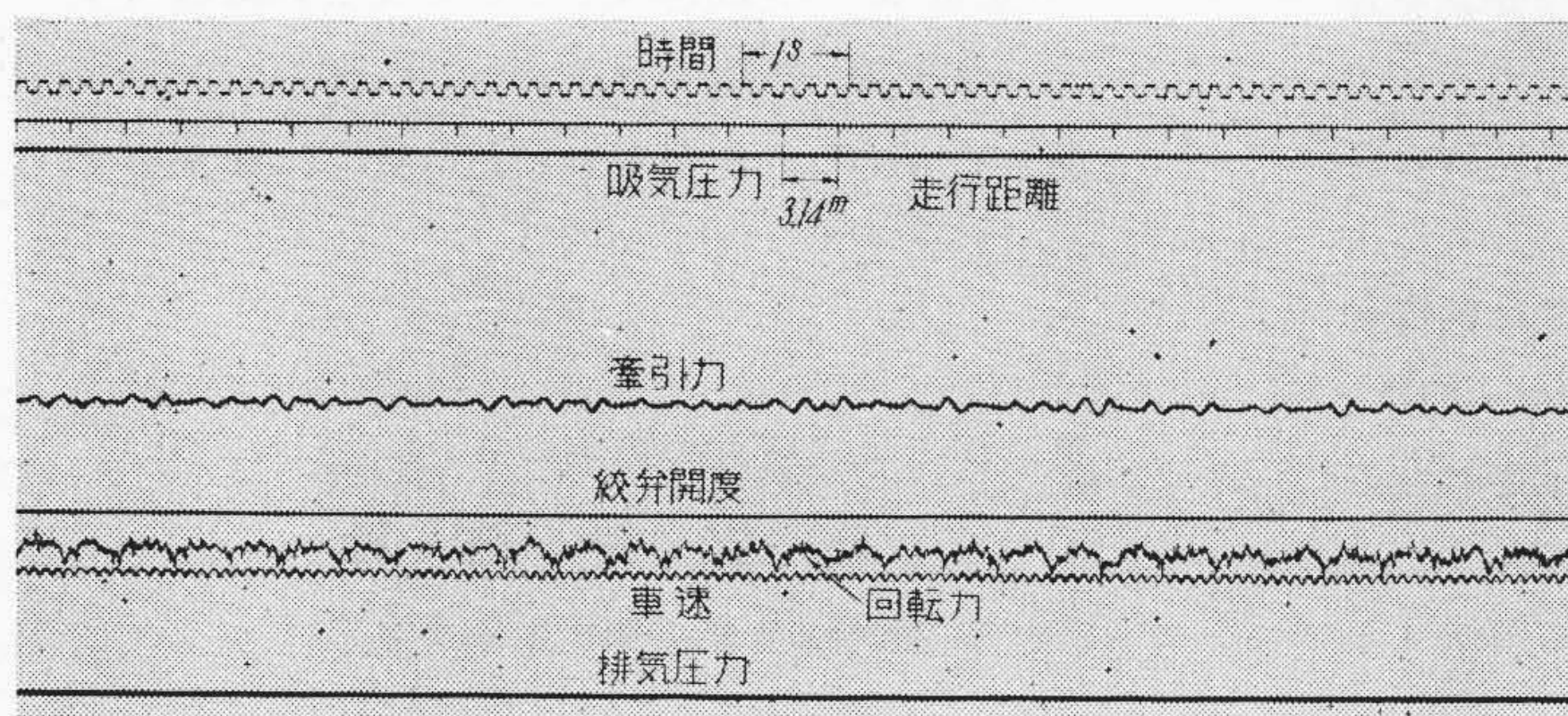
第17図 緩加速試験のオシログラム (改善後)



第18図 減速試験のオシログラム (改善後)



第19図 サードギヤーにおける定速走行試験のオシログラム (改善後)



第20図 トップギヤーにおける定速走行試験のオシログラム (改善後)

由から、第19図および第20図の定速走行時におけるミスおよび息付きの問題も解消したもので、これらはバイパス孔から主燃料系統への切り替りが円滑に進行するようになったことによる。

つぎに第17図および第18図において、加速ならびに減速時 $1/3 \sim 1/2$ 開度における息付きが解決した理由は、性能不良再現試験結果から、この附近における微粒化特性の問題として特殊の補助燃料回路を設けたことによるものである。

かくしてB車用気化器において問題となつた操縦性能上の問題点はすべて解決されたが、かくのごとく走行燃費率および出力の問題を犠牲にすることなく、すべて適確にかつ根本的に改善し得た理由は、台上走行試験装置に電磁オシロを併用して適切な動的つながり試験を行い、性能上不良の原因を直接的に気化器構造上に見出しうるごときオシログラムが得られたため、実情に即した対策を容易に実施し得たことによるものである。

なお、試験結果のオシログラム上の各曲線における小さい振動は、タイヤなどによる凹凸のためにおこつた振動が記録されたもので気化器性能には関係がない。

〔IV〕 結 言

以上の試験結果を要約するとつぎのごとくである。

(1) 自動車用気化器の急加速性能および緩加速、減速、定速走行時などにおけるミスあるいは息付きの問題は、主として低速燃料系統から主燃料系統への切り替り部分およびその後のつながり性能上流量特性ならびに微粒化特性の適否に関係し、これらの改善によりすべて解決された。

(2) これらの諸性能を短期間かつ根本的に改善し得た理由は、自動車台上走行試験装置によつて再現性が高くかつ能率的な試験を行えたこととあわせて、つぎのごとき特殊な試験によるオシログラムが得られたため、適切な対策を実施しえたことによるものである。すなわち

(A) A車の急加速試験のオシログラムにより、急加速性能は初期の加速の良否が全体の加速性を左右しているため部分負荷時のつながり性能が重要な要素をなしていることがわかつた。そこでこれに対してバイパス孔を検討し、さらに第10図に示すごとき特殊の燃料回路を設計することにより改善された。

(B) B車の緩加速の息付きは、バイパス孔の前後および主燃料系統作用区間中 $1/3 \sim 1/2$ 開度において起つたことがオシログラムの牽引力曲線上に明示されたので、バイパスの検討を行い、かつ第16図に示すごとき方式の補助燃料回路を設けることによつて解決することができた。

(C) 減速時の息付き現象も同様に $1/3 \sim 1/2$ 開度で起つてをり、この補助燃料回路によつて改善された。

(D) また定速走行時ミスおよび息付きは、低速燃料系統から主燃料系統に切り替る部分の一定の開度範囲において起つてることがわかり、バイパス孔の形状寸法を適当に選ぶことにより解決することができた。

以上は四輪自動車用気化器について台上走行試験装置によつて試験し、性能改善を実施したものの一例であるが、本装置ではさらに登坂、降坂、最高速度、惰行、悪路運行のほかJISに規定されたあらゆる自動車走行試験を実施できるのみならず、路上試験では測定困難な種々の特殊試験をも容易に実施できるので、今後さらに気化器、および電装品に対しても広く応用し、実際路上におけると同様な条件で性能試験を行い、根本的かつ能率的改善を実施する予定でいる。

終りにのぞみ、本装置の設計製作に御協力頂いた日立製作所日立研究所、川崎工場、笠戸工場、また種々資料を提供された運輸省技術研究所、東大生産技術研究所、日産自動車株式会社、東洋工業株式会社の各位に対して厚くお礼を申上げる次第である。

参 考 文 献

- (1) 前田利一ほか：自動車（上巻）
- (2) Frank Slamar & C. P. Croco: "Dynamometer for Automotive Testing" Westinghouse Engineer, July, 1953. P. 114~117
- (3) R. C. Bowers: "Dynamometer Control Simulates Road-Testing of Engine." Electronics Engineering Manual. Vol. VI. P. 24~27
- (4) JIS: D. 1012, D. 1014, D. 1016, D. 1017
- (5) JIS: D. 1014
- (6) 板谷松樹：航空用ベンチュリー速度計 機械学会誌 Vol. 39, No. 231
- (7) 棚沢 泰：内燃機関学講義 トヨタ技術 Vol. 5, No. 12

「日立評論」綴込カバー

特価1組 ￥50（送料共）

「日立評論」の綴込み用として美しい綴込みカバーを発売致しております。

御希望の方には実費でおわかり致しておりますから下記に御申込み下さい。

東京都千代田区丸の内1の4（新丸ビル7階）

日 立 評 論 社

振替口座 東京 71824