

マイクロコンピュータを用いた省エネ車用走行解析装置の開発

香川職業能力開発短期大学校 江口 藤良・上村 友弘・榎本 実

Development of Running Analyzer for Mileage Marathon Car Using Micro Computer
Fujio EGUCHI, Tomohiro UEMURA, Minoru ENOMOTO

要約

省エネレースの勝敗は省エネ車をいかに効率良く走行させることができるかがポイントとなる。高効率走行の実現は、走行に影響を及ぼす諸要因を整理した上で走行状態を更に改善する必要がある。そのため、走行状態の詳細な計測および解析が重要となり、実際の走行と対応した測定データの蓄積が必要となる。

従来の走行解析装置は、データをパソコンへ取り込むために走行時間と等しい時間を必要とするなど取扱い性に難があり、練習走行時に簡便に活用できないという問題があった。

そこで、前述の不具合を改善するためにマイクロコンピュータを使用した走行解析装置を製作し、省エネ車の現状および今後の改善点を知るための基礎的な計測システムを試作した。

I はじめに

省エネレースとは内燃機関を使用した省エネ車で、限られた燃料を用いて走行距離を競う競技である。そのため、レースでは省エネ車をいかに効率良く走行させることができるかが勝敗を分ける要因となる。

省エネ車の走行効率はエンジン性能、ころがり抵抗、および空気抵抗などの諸要因が複合され影響すると考えられる。すなわち、省エネ車をより効率よく走行させるためには、これら要因の一つ一つを定量的に把握し改善していくことが必要である。

著者らは走行中の車輪の回転信号を記録し、走行終了後解析する速度解析装置を開発⁽¹⁾し、実際の省エネレースにおける走行解析を実施⁽²⁾している。しかしながら、従来の解析装置はテープレコーダを使用しているため、装置自体の大きさや解析時間に問題があり、練習走行に繰り返し活用できるほど簡便な装置にまで至っていないのが現状である。

そこで、計測から解析までの作業を迅速かつ簡単にするためにマイクロコンピュータ（以下、マイコンと称す）を用い、従来より高速化・小型化した省エネ車用走行解析装置の開発を試みた。

II 従来の測定システムの問題点

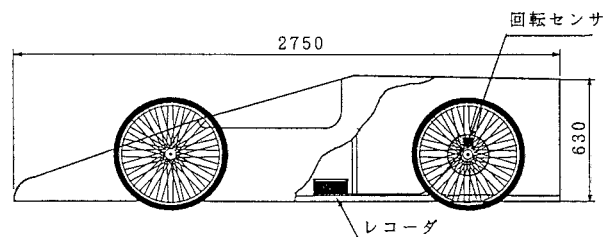


図1 省エネ車外観およびセンサ・レコーダ位置

図1は当校で省エネレースに参加するために製作された省エネ車の概略図とセンサ・レコーダ位置を示す。省エネ車の走行状態を記録する装置は省エネ車の車輪の1回転を検出するセンサを後輪部に取り付け、センサからの回転信号をドライバシート下部に設置したテープレコーダに記録できるようになっている。図2は従来の計測システム全体構成の概要を表している。この計測システムは省エネ車に搭載し回転信号を検出、信号を記録するレコーダ部と走行終了後、記録されたデータを波形整形、計数、演算などの一連の処理で走行パターン解析をする解析部に分ける事ができ

る。

現在まで前述の計測システムを利用して、省エネ車の走行パターンを測定し、省エネ車の性能やドライビングの様子、走行コースの状態の解析を行ってきたが、従来の測定システムには以下のような問題点があった。

- (1) 図2に示したように解析部の構成が波形整形部、計数部、パーソナルコンピュータ部と分かれており、コンパクトな測定システムではない。
- (2) テープに記録されたデータを解析部に転送する時、走行に要した時間と同じ時間だけテープレコーダの再生を行わなければならない。
- (3) 信号の録音・再生レベルの詳細な設定が必要である。
- (4) エンジンの性能等を含めた走行解析を行うためには、測定項目が車輪の回転信号だけでは将来の発展性がない。

これらの問題点は、走行解析結果を次の走行にフィードバックすることによって、ドライバの記憶が鮮明なうちにドライビング状態の検討をしたり、データを蓄積することによって走行効率に影響を及ぼす諸要因の整理を困難としている。

そこで、上述した問題点を克服するため市販のワンボードマイコンを用いて簡便、迅速な測定・解析ができる計測装置の試作を行った。

III ハードウェアの概要

図3に今回開発した測定装置を含む計測システムを示す。マイコンを用いた測定装置は走行中の車輪の回転周期を計測し、そのデータをRAM(Random Access Memory)に格納する。走行終了後、マイコン中のデータをノート型パーソナルコンピュータに転送し、走行パターンの解析、フロッピーディスクへのデータ保存を行う。つまり、従来の測定装置のレコーダ部、波形整形部、計数部の処理をマイコンを用いることで1つにまとめ小型化している。

表1は使用したマイコンの仕様である。今回使用した秋月電子通商製AKI-80はマイクロプロセッサZ80とその周辺素子のPIO(Parallel Input/Output Interface)、CTC(Counter Timer Circuit)などの機能をワンチップ化したマイコンである。ワンチップ化マイコンの利点として、寸法の小ささが上げられ、そのため測定装置の大きさも100×80×45mmとコンパクトにする事ができた。

メモリの大きさはRAMの領域が32kバイトあり、

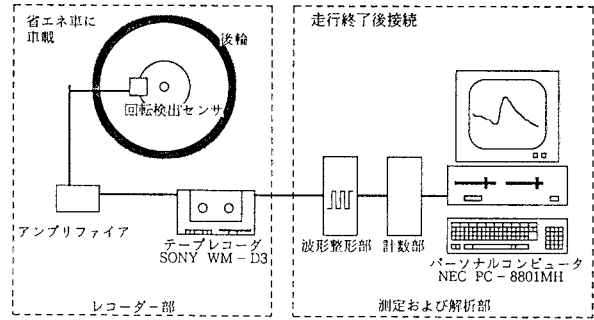


図2 従来の測定システム

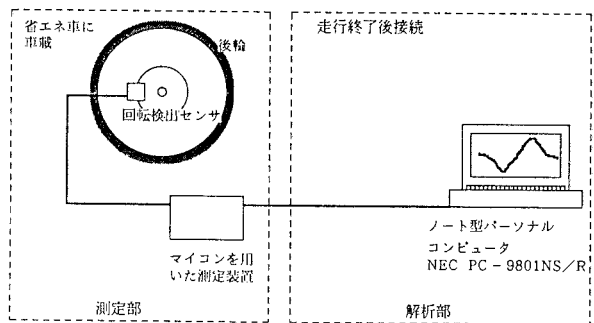


図3 マイコンを用いた計測装置と測定システム全体図

表1 マイクロコンピュータの仕様

マイクロコンピュータ	AKI80
マイクロプロセッサ	TMPZ84C015BF-10 (PIO, CTC, SIO, CGC)内蔵
システムクロック	9.8304 MHz
メモリ	RAM 32 Kbyte ROM 8 Kbyte
サイズ	50×70×10mm

記憶可能データ数から算出した省エネ車の測定可能走行距離は28.8kmである。この距離は最も走行距離が長い省エネレース(ホンダエコノパワーレース全国大会)の25kmよりも長く、十分なデータの記憶容量があるといえる。

測定装置の信号の流れを整理し、マイコンのCTC、PIOの動作をまとめると図4になる。まず、CTCは大きく分けると、システムクロックを分周し計数のための任意のクロックを発生する部分と車輪の回転周

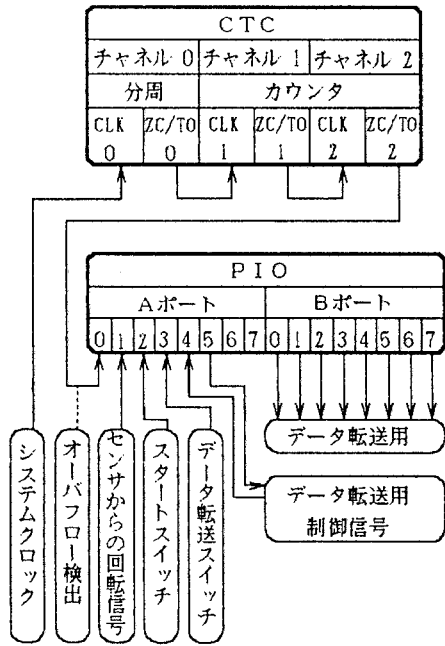


図4 PIO、CTCの信号の流れ

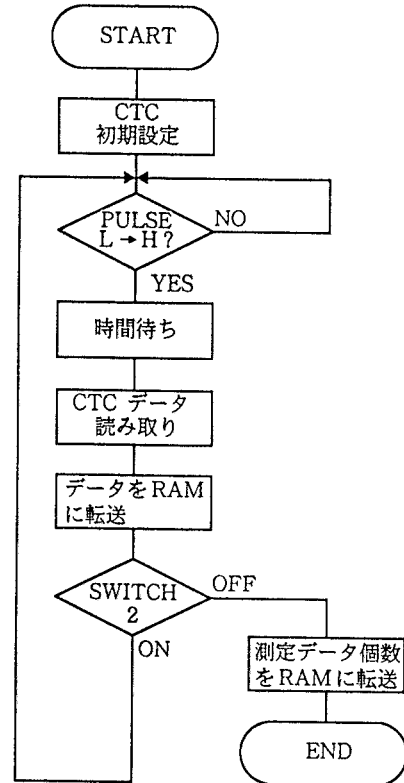


図6 計測プログラムのフローチャート

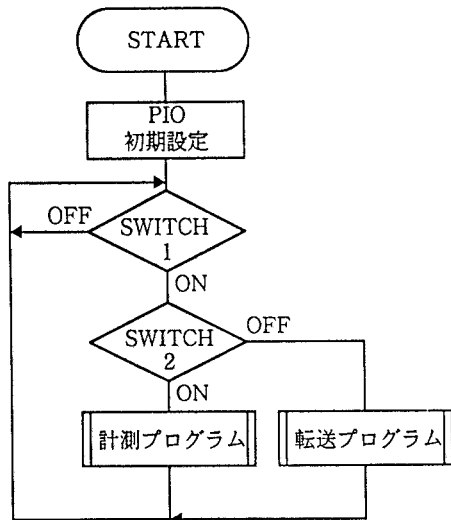


図5 プログラムの概要

期を測定するカウンタ部に分ける事ができる。カウンタ部ではCTCの一つのカウンタが8ビットであるので、カウント数を大きく取るためにカウンタを2つ連動させ16ビットカウンタとして使用している。そのため、データ値は上位カウンタと下位カウンタを合わせた2バイトのデータとなる。

PIOはAポート、Bポートそれぞれ8ビットの入出力を持ったインターフェースである。Aポートでは各ビットでカウンタオーバーフロー検出、センサの信号検出、スイッチ検出、データ転送時の制御信号の役割をしている。BポートはRAMに格納したデータをパソコンに転送するのに用いるポートである。今回は

表2 計測装置の測定精度

発振器の周波数	1Hz	10Hz
省エネ車車速	6.48 Km/h	64.8 Km/h
パルス誤差率	0.38 %	0.37 %

パソコン側にPPI (Programmable Peripheral Interface)を取り付け、データはPIOからPPIへ8ビットパラレル転送を行っている。

IV ソフトウェアの概要

マイコンのプログラム動作を巨視的に見れば図5のように、計測プログラムと転送プログラムに分ける事ができる。転送プログラムはPIOを通じてRAM中の計測カウント値をパソコンに送るためのプログラムである。

計測プログラムの動作は図6に示すように車輪からの回転信号パルスの立ち上がり PIOを通してソフトウェア上でモニタし、パルスがくれば計数を始める。そして、車輪が1回転して出る次のパルスの立ち上がりまでカウントし、そのデータをRAMに転送するという動作を繰り返す。

V 計測装置の評価方法

1 計数部の評価方法

CTCの動作は車輪の回転信号の間隔を38.4kHzの基準クロックのパルスでカウントしている。CTCおよび計測プログラムを含む計数部の評価方法として回転信号の代用で水晶発振器 (SPG 8640CN) からの発振パルスを用い、その周期を計測する事で、計算上求める事ができる計数値と比較した。

2 リードスイッチの作動性の評価

従来の測定システムに用いていた光センサーは気象条件によっては誤動作する場合があった。そこで、今回の装置では気象変化に強く、取扱いの簡単なリードスイッチを使用した。

リードスイッチの動作原理は開いている2枚の磁性リード片に磁石を近づける事で閉じ電気回路を形成、磁石を離すと開くというものである。そのため、接点のオン・オフ時にチャタリングを生じる可能性がある。そこで、図6で示したようにパルスの立ち上がりを判断した後時間待ちを行い、ソフトウェア上でチャタリングを防止している。

リードスイッチの作動性は任意に回転数を変化させる事のできるモータ軸に磁石を取り付け、リードスイッチからの回転信号でカウントしたパルス数の実測値とモータ軸の回転数から算出される計算値を比較する事で評価した。ここで、モータの回転数の設定には回転計 (小野測器製 デジタルハンドタコメータ HT440) を用いた。また、このときの回転数の変化は省エネ車の速度の範囲を考慮して定めた。

VI 評価結果

1 計数部の評価

実験パルス値から計算パルス値を減じ、その値を計算パルス値で除した値を誤差率とし、水晶発振器の周波数 1Hz、10Hz での誤差率を示したのが表2である。

水晶発信器の周波数の 1Hz、10Hz を省エネ車の車速に換算するとそれぞれ6.48km/h、64.8km/hとなる。表より周波数 1Hz、10Hz どちらの場合でも誤差率は0.4%以下である。車速が64.8km/hの場合で考えると誤差は約0.25km/hとなる。この値は現実的に走行速度データから走行効率に与える要因を考える上で十分な測定精度であるといえる。

2 リードスイッチの評価

モータの回転数Nと計数されるパルス数Zとの関係を式で表すと式(1)になる。

$$Z = \frac{3.84 \times 10^3 \times 60}{N} = 2304000 \times \frac{1}{N} \dots\dots (1)$$

つぎに、モータを回転させ、回転信号間の実測パルス値を表すと図7のようになる。図から回転数と計数されたパルス数はほぼ反比例の関係にあるといえるので、得られた結果から最小自乗法を用いて回帰曲線を求めると式(2)となる。

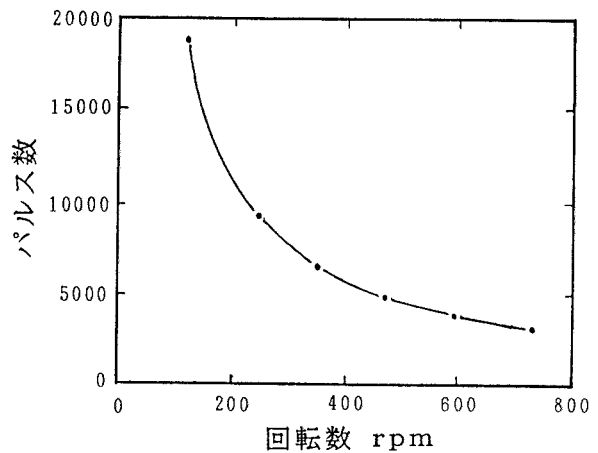


図7 リードスイッチの応答性評価

$$Z = 2302037 \times \frac{1}{N} \dots\dots (2)$$

計算式(1)と実験値から求めた回帰曲線の式(2)の係数を比較するとほぼ等しいといえる。このことから、リードスイッチの作動性は今回変化させた回転数の範囲内では安定しており一定に保たれているといえる。

VII 計測例

図8に今回製作した測定装置を用い省エネ車の速度を測定した一例を示す。走行はアスファルトの直線道路上で加速、続いて減速を行った。図から、加速状態が55m付近まで続き、最高速度約35km/hに達していることがわかる。また、55m以上の距離になると減速し、停止寸前までの全走行距離は約120mである事が確認できる。

走行中の現象として走行距離80m、100m地点で減速した後、若干であるが車速が回復している事が見受けられる。これは、その近辺でブレーキを作用させた事により、省エネ車の後輪部分がロックし、一瞬カウント値が増加、そのため見かけ上車速が減少したためであると考えられる。

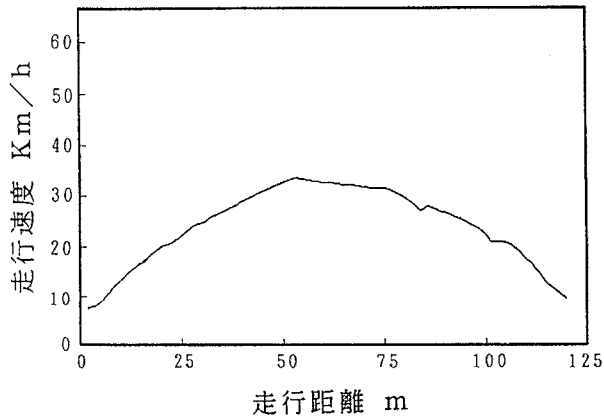


図8 計測例

習、技術評論社、1985年、p138

(5) 額田忠之：Z80ファミリー・ハンドブック、CQ出版社、1985年、p162

VIII おわりに

マイコンによる省エネ車用速度解析装置を製作した結果、次のことが明らかになった。

- (1) 従来の測定システムに比べ短時間に測定・解析が可能となった。
- (2) 計測部の小型化が実現でき、省エネ車に搭載することが可能となった。
- (3) 今回回転センサに使用したリードスイッチの作動性においても信頼できることが確認できた。

今後、省エネ車の走行状態のより詳細な解析を行うためには、エンジン回転数や対大気速度などの測定項目の追加が必要であり、測定チャンネル数の増加に対応するための記憶容量の増設、各種センサおよびA/D変換機能の追加などの機能拡張を行っていくことが課題として残された。

最後にこの研究を行うにあたり、装置の制作や計測に熱心に協力してくれた当校省エネ研究部の諸君ならびに電子機械4期生 山下十四朗君に感謝いたします。また、この研究は平成4年度指定研究の助成を受けて実施されたことを付記し、関係各位に謝意を表します。

参考文献

- (1) 田中、上村、高橋：省エネカーの速度解析装置、香川職業訓練短期大学校紀要第6号、1991年3月、p29-35
- (2) 上村、田中、高橋、榎本：省エネ車の走行パターンと走行抵抗について、職業能力開発報文誌第4巻(2号)、1992年8月、p149-156
- (3) 戸苅吉考・津坂昌利：パソコン計測制御とインターフェース活用法、技術評論社、1983年、p36
- (4) 横山直隆：パソコン・インターフェースの製作実