

シャシーダイナモでの瞬時燃料消費量測定による燃費要因の分析

岩崎 浩二¹⁾ 松本 泰郎²⁾

Analyses on Fuel Consumption of a Vehicle on a Chassis Dynamo Meter with Instantaneous Fuel Consumption Measurements

Kouji Iwazaki Yasuo Matsumoto

Instantaneous fuel consumption tests on 10·15 mode with chassis dynamo meter had been performed. Variance factors of fuel consumption had been analyzed on the test mode. Acceleration controls by test drivers during the test mode affected fuel consumptions, as ECU chose lower gear position of AT corresponding to wider throttling valve positions. Also a fuel consumption effect on operating air conditioner of the test car and ECU control strategy in a cold starting condition were confirmed. Instantaneous HC, CO and CO₂ emissions were measured and confirmed level of them during the cold starting condition.

Key Words: Measurement, Fuel Economy, Cold starting test, Instantaneous Measurements

1. はじめに

重量車を除いたガソリン車とディーゼル車の排出ガスの評価法としてシャシーダイナモを用いた 10·15 モードが取り入れられ、この測定法に基づいた燃料消費値がメーカーで公表されている。10·15 モードは都市内走行を代表するモードであり、一定加減速度で定義されている。

実際の 10·15 モード試験ではテストドライバによる測定となるため、その燃料消費値にはばらつきが生じている。更に、10·15 モード走行における燃費と実走行燃費の差も大きい。

これらの問題に対し、規定のモード試験と実走行モードシミュレーションとの比較を行い、更に実地走行燃費との乖離の要因を探る研究が行われてきた。(1)

また、2008 年より、自動車の排出ガス試験には実走行型過渡モードである JC08C モードが順次導入され、燃料消費率に関してもこのモードによるデータが基準となる事になる。この JC08C モードでは、より実走行に近づけるために複雑な速度変動が要求され、現在 10·15 モードからの移行により発生する問題についても、研究が行われている。(2)

本研究では、シャシーダイナモを用いた 10·15 モード走行試験における瞬時燃料消費量を測定し比較することにより、モード運転での瞬時燃料消費量が燃料消費量に及ぼす影響について調べた。また、補機の稼働や低温始動時運転による燃料消費率の悪化要因についての解析を行った。J08C モード走行における調査も検討したものの、本学の設備では大幅な追加設備が必要なが判明したので、今後の課題とした。

*平成 19 年 8 月 2 日受理

第 39 回全国自動車短大協会研究発表会

1)・2)新潟工業短期大学自動車工業科(950-2076 新潟市西区上新栄町 5-13-7

2. 試験装置、及びテストドライバについて

実験に使用した車両の諸元を表 1-1 に示す。

本研究では、駆動軸に本学のシャシーダイナモ設備能力の上限である 850kg の慣性重量をかけてモード試験を行った。転がり抵抗 R_1 と空気抵抗 R_2 は、以下の式で与えた。但し、 μ_r : 転がり抵抗係数 RRCO, M : 車両重量, A : 全面投影面積, v : 車両速度, ρ : 空気密度とする。

$$R_1 = \mu_r M g \quad (1-1)$$

$$R_2 = C_d A v^2 \rho / 2 \quad (1-2)$$

燃料噴射量の瞬時値を測定するため、本学手塚教授の開発した OBD II コネクタを用いたパーソナル燃費計(3)により、車両からの燃料噴射量データ、車両速度、エンジン回転数、吸気圧力、冷却水温度を測定し、約 0.9 秒毎にパソコンへの取り込みを行った。

Table.1-1 Test Car specifications

Engine type	4-stroke DOHC 4-valve
Total Displacement	2000cc
Maximum Power	118kW(160PS)/6200rpm
Maximum Torque	200N·m(20.4kgm)/4400rpm
Fuel injection system	Electric Control
Transmission	4AT
Vehicle Weight	1380kg
Fuel Consumption(10·15mode)	11.8km/L
Front Projecting Area	2.19m ²
RRCO	0.01
Drag Coefficient(Cd)	0.29

排出ガスは AVL 社製 DiGas4000 (NDIR 分析計) を用い、CO, CO₂, HC, O₂ を測定し、約 1 秒毎に瞬時値をパソコンに取り込んだ。ただし、測定はマフラ出口で行うため、若干の測定遅延が見込まれる。また、触媒出口での測定値であるため、暖機運転時の排出ガス測定値は非常に低くなる。

モードテストは本学の教員3名で行った。また、補機の稼働による燃料消費率への影響確認試験については、エンジン出力への影響が大きい(4)車載エアコンの冷房を全開運転で行った。低温始動運転は雰囲気温度25度であった。

3. 実験結果及び考察

3.1 被験者による燃費への影響

図1-1は、被験者1による通常暖機10-15モード運転での、モード指示速度と実速度を比較したものである。この測定データを基準(以下データ1)とした。

図1-2は、データ1における平均燃費データの変動を測定時刻ごとに示したものである。瞬間燃料噴射量の測定が可能となったことにより、図のようにモードの時間経過に対する平均燃費の変動を明確にすることができるようになった。このデータにおける平均燃費は10.5km/Lであった。

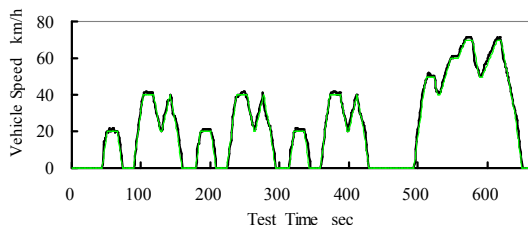


Fig.1-1 Vehicle speeds of base date in 10-15 drive mode.

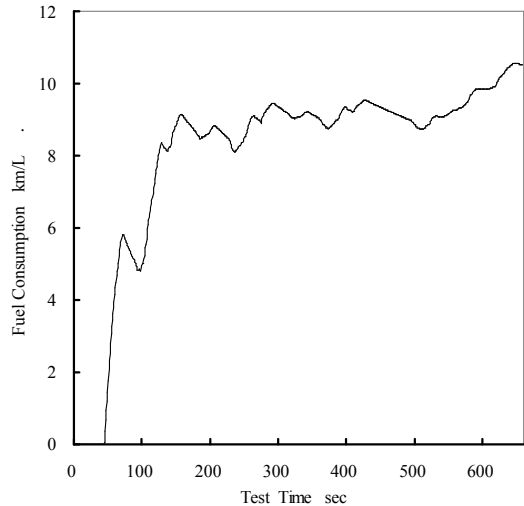


Fig.1-2 Average of fuel consumption rate. (1st Data)

データ1に対し、二人の被験者の平均燃費データを載せたものを図1-3に、それぞれのモード運転時の速度データを図1-4に示す。被験者2によるデータ(以下データ2)と被験者3によるデータ(以下データ3)の平均燃費はそれぞれ、9.6km/L、9.0km/Lとなった。

データ1との比較を行った図1-4をみると、データ2では特に加速と一定速度運転での変動が大きいが、データ3では小さい。この違いは各時間におけるデータ1との速度差を示

した図1-5により明確になり、データ3はデータ2に対して差が小さいことがわかる。データ2の燃料消費率の悪化は、速度の不安定さによるものと推測される。

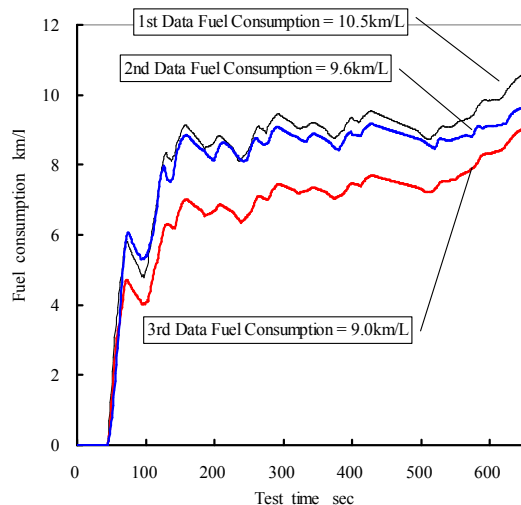


Fig.1-3 Average of fuel consumption rates in each driver.

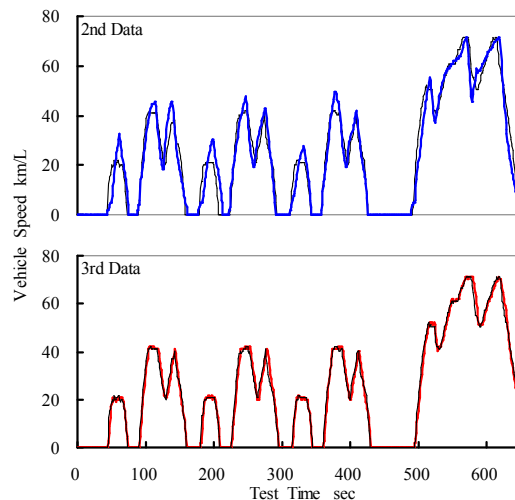


Fig.1-4 Vehicle speed of each drivers in 10-15 drive mode.

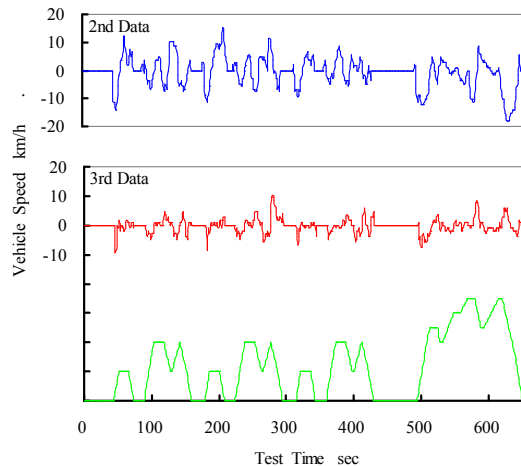


Fig.1-5 Difference of vehicle speed with each driver.

これに対しデータ3では、データ1との速度差が少ないにも関わらず、平均燃費の差が1.0km/Lと大きい。また図1-6にみられるように、瞬間燃料消費量の比較を行った結果でも、データ1に対してデータ2は差が大きく、データ3では差が小さい。このことから、速度および瞬間燃料消費量以外の悪化要因が存在することが考えられる。

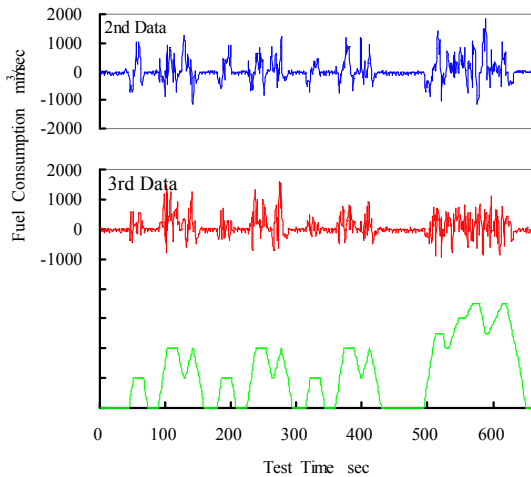


Fig.1-6 Difference of fuel consumption rate with each driver.

そこで、エンジン回転速度と車両速度の関係について比較を行った。図1-7にデータ1とデータ3の比較結果を示す。データ3では1に対して高いエンジン速度でモード運転を行っている領域が有ることがわかる。これは、データ3のモード運転において、加速時に1速低いギヤを使用していることを示している。すなわち、加速時のアクセルの踏み込み量が多いために自動変速が行われ、この結果としてエンジン速度が高くなり燃費が悪化したと考えられる。

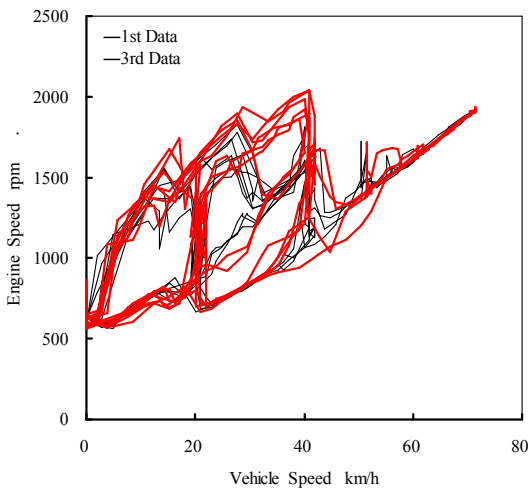


Fig.1-7 Relations of engine speed and vehicle speeds.

3.2 補機による影響

近年では、快適性の向上のためにエアコンのコンプレッサ等の補機が多用されるようになり、エンジンへの負荷が増加する傾向がある。そこで、代表的な補機であるエアコンの稼働が燃料消費量に与える影響について検討した。

図2-1と図2-2は、エアコンを動作させた場合の燃費(以下、データ4)を比較したものである。エアコンの運転条件は冷房全開状態であり、データ4の平均燃費は7.9km/Lとなった。図2-2より、データ1と4の間での速度差はほとんど無いが、データ1と4の燃費の差はアイドリング終了直後からほぼ一定の差を保ったまま進行していることがわかる。図2-3の瞬間燃料消費量を見ると、ほぼ全域で瞬時燃料噴射量が増加しており、この結果が反映されたものと考えられる。

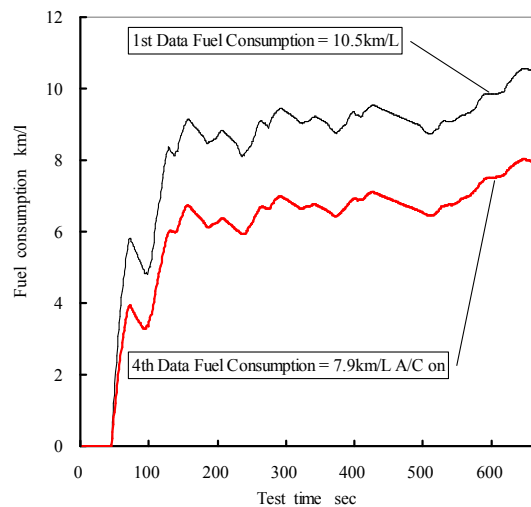


Fig.2-1 Average of fuel consumption rate in each mode. (with A/C)

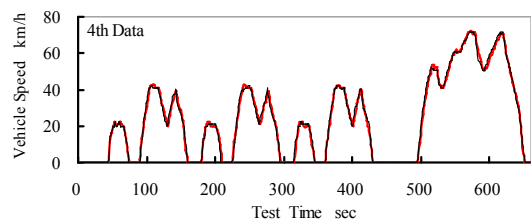


Fig.2-2 Vehicle speed in 10-15 drive mode with A/C.

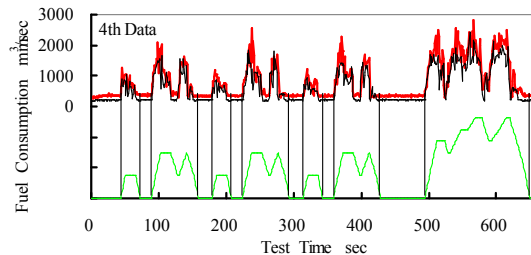


Fig.2-3 Fuel consumption in 10-15 drive mode with A/C.

図 2-3 におけるデータ 1 とデータ 4 から得られる瞬間燃料消費量の差を図 2-4 に示す。この差を平均すると 201[mm³/sec] であり、この値はアイドリング運転時の瞬間燃料噴射量の増加分よりやや多く、アイドリング以外の運転領域での燃料噴射量の増加分がアイドリング運転時の増加分よりも多いことを示している。

エンジン負荷の高い条件ではエンジン効率が高くなるので、エアコン稼働による燃料消費量の増加は少なくなるはずである。しかし、実際にはコンプレッサの稼働により負荷が増大するため、ギヤ比が低速にシフトし、燃料消費量が負荷増大以上に増加したと考えられる。

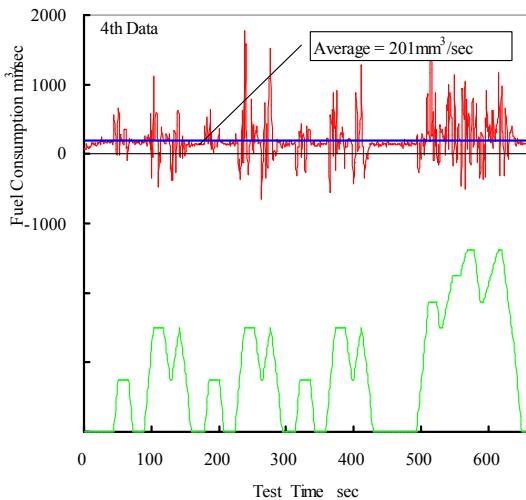


Fig.2-4 Difference of fuel consumption rate with A/C.

3.3 低温始動による燃料噴射量への影響

一般に燃料噴射量は、エンジン始動直後の低温運転時に増量されるように制御されている。これは低温時にガソリンの蒸発量が不足するためであり、更に触媒が反応する温度に短時間で到達するためのものである。しかし、触媒の反応温度以下での燃料増量は炭化水素の増量を招き、また燃料消費率にも影響を与える。そこで、低温始動時の燃料増量による燃費と排出ガス特性の影響について、暖機状態での結果であるデータ 1 との比較を行った。

図 3-1 は、データ 1 と低温始動時データ(以下データ 5)のモード運転における平均燃費と冷却水温度を示したものである。始動後、約 300 秒で冷却水温度は通常運転時と等しくなる。図 3-2 を見るように、速度としての差はほとんど無いが、平均燃費は 7.9km/L まで悪化している。図 3-3 のように瞬間燃料消費量を比較すると、冷却水温度が暖機運転と等しくなる 300 秒後まで、瞬間燃料噴射量の差が徐々に減少していることがわかる。

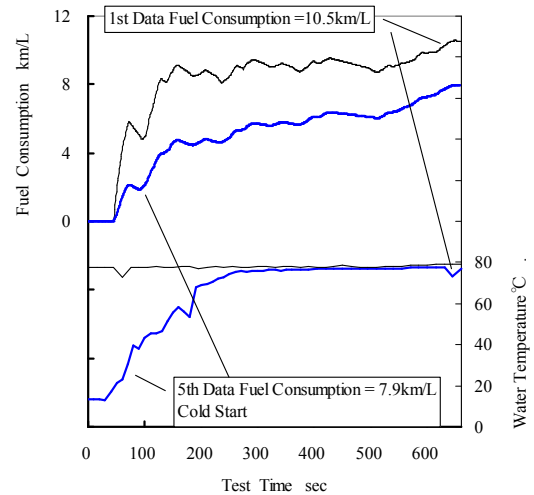


Fig.3-1 Average of fuel consumption rate and water temperature in each mode. (Hot start and Cold start)

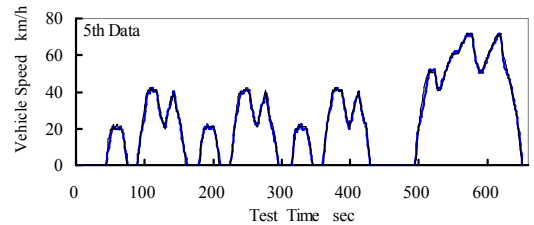


Fig.3-2 Vehicle speed in 10-15 drive mode with cold start.

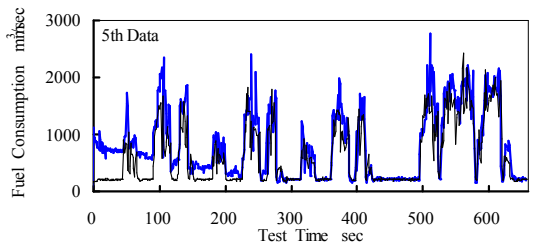


Fig.3-3 Fuel consumption in 10-15 drive mode with cold start.

次に、始動直後の燃料増量期間での燃料噴射量と吸入空気圧の関係を図 3-4 に示す。さらに、図 3-4 の区間をより細かく①アイドリング区間、②加速区間、③低速区間、④減速区間に分けたものが、図 3-5 である。図中、●印が暖機後スタートであるデータ 1、▲印は低温始動でのデータ 5 の最初の 60 秒間をプロットしたものである。図より、データ 5 では、同一空気量での燃料噴射量が非常に多いことがわかる。

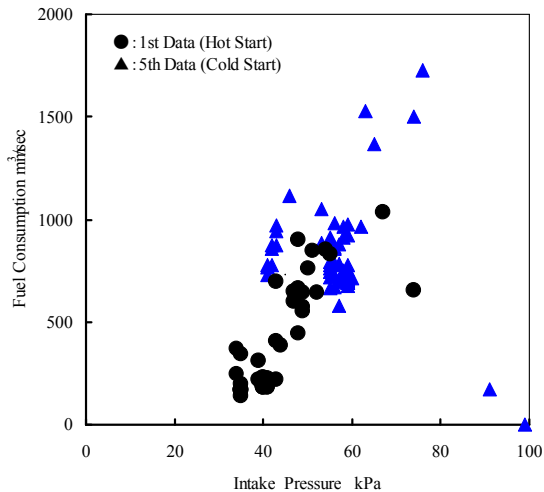


Fig.3-4 Relations of intake pressure and fuel consumptions.

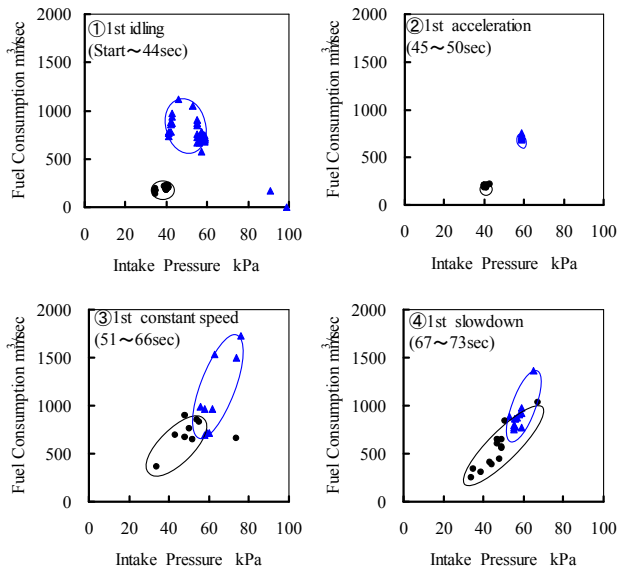


Fig.3-5 Relations of intake pressure and fuel consumptions in each mode.

図 3-6 はデータ 1 とデータ 5 における、排ガス濃度の測定結果である。低温始動におけるデータ 5 の試験開始直後では、先にも示したとおり燃料の増量が行われ、また触媒が反応温度に達していないため、CO と未燃の燃料である HC が非常に高い値で排出されていることがわかる。CO は試験開始後、約 100 秒で通常運転時と同じレベルとなり、HC についても 200 秒以内に 10ppm 以下のレベルとなっている。燃料の増量は上記したとおり 300 秒続いているが、排出ガスは約 200 秒で改善されている。

次に暖機後スタートであるデータ 1 の値を見ると、10 モードの減速区間で CO₂ の減少と O₂ の増加が同時に発生していることがわかる。これは、減速時のフューエルカットであると考えられる。冷間時運転では、アイドリングでの安定したエンジン回転を保つためにフューエルカットが行われていないものと考えられる。

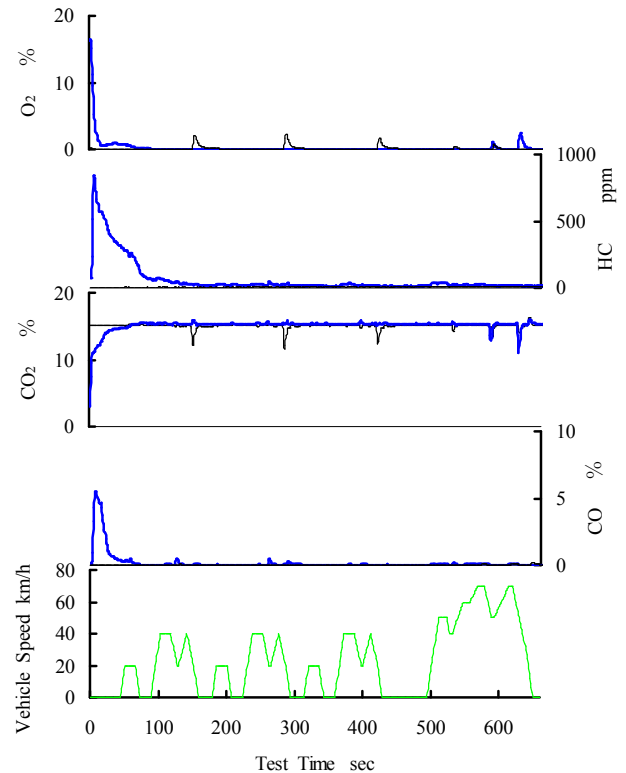


Fig.3-6 Effect of cold start on exhaust gas.

4. まとめ

10-15 モード燃料消費測定試験で瞬時燃料消費量を測定することにより、以下の実験結果、及び考察を得た。

1. AT 車によるモード運転の加速領域で急激なアクセルの踏み込みを行うと、自動変速によるシフトダウンが行われるためにエンジン速度が上昇し、燃料消費率が悪化する要因となる。
2. エアコンの稼動に伴うエンジン負荷増加が燃料消費量に及ぼす影響は、アイドリング時よりも走行状態のほうが大きい。これは、走行時の負荷増大に伴い、ギヤ比が低速側にシフトし、燃料消費量が負荷増大以上に増加したものと考えられ、AT 車で顕著になると思われる。
3. 低温始動時では、冷却水温度が適温に達するまでの間、エンジン回転数を安定させるためにアイドリングや一定速度領域での燃料噴射量が増加する。この間、触媒が反応温度に達していないために、HC と CO の排出量が多い。

5. 今後の課題

前述のように、モード運転は今後 J08C へと移行することになる。本学設備においても、J08C モードが運転可能なシャシーダイナモへの改造を行い、研究を発展したい。

6. 謝 辞

本研究を遂行するにあたり、財団法人、東京自動車技術普及協会から賜りましたご支援に対し、ここに厚く感謝の意を表します。

更に、計測に関しては、(株)ニック小林光明様、本学の高橋和夫先生のご協力を仰ぎましたことに、心より感謝の意を表します。

参考文献

- (1)野田明, 他 2 名 : 実使用条件下の車両・エンジン特性を反映させた台上燃費試験に関する研究, 交通安全環境研究所発表会資料, 平成 15 年度(2003)
- (2)野田明, 他 2 名 : 事例ベースデータマイニング法を用いた燃費特性モデルの自動構築と任意過渡走行モードにおける燃費予測への応用, 交通安全環境研究所報告第 9 号(2006)
- (3)高橋, 手塚, OBD II を用いたパーソナル燃費系の開発, 自動車整備技術に関する研究報告誌, 第 33 号, PP.18-PP.23, 2004.
- (4) 野田明, 他 3 名 : 自動車燃料消費への影響要因分析に基づく消費抑制対策の効果予測法に関する研究, 交通安全環境研究所報告第 5 号(2004)