

乗用車のエアコン使用時の燃費に関する研究

Evaluation of Mobile Air Conditioner Impacts on Passenger Car Fuel Consumption

羽二生 隆宏*¹
Takahiro HANIU

松浦 賢*¹
Ken MATSUURA

Abstract

In order to understand the essential requirements for measuring fuel consumption on the chassis dynamometer while operating a mobile air conditioner (A/C), the impacts of A/C use on fuel consumption were evaluated using eight passenger cars under several test cell environmental conditions and several air conditioner settings. The deterioration rate of fuel consumptions for JC08 hot mode varied from 5% to 50% when the test cell conditions and A/C settings were changed. In particular, the specific enthalpy in the test cell and the A/C blower level significantly impacted fuel consumption. In addition, it was observed that the fuel consumption (L/100 km) while the A/C was used was increased in accordance with A/C compressor load.

1. はじめに

我が国における二酸化炭素の排出量のうち約2割は運輸部門から排出されているため、二酸化炭素低減対策の一つとして、自動車の燃費向上が期待されている。現在、自動車の燃費は、国土交通省審査値としてJC08モード走行時の値がカタログなどに表示されている。この燃費は、シャシダイナモメータ上において、試験法で定められた走行パターンを一定条件（標準大気状態、エアコンや電気デバイスの不使用など）のもとで走行して測定している。このため、走行条件（気象、渋滞など）や運転条件（急発進、エアコン使用など）が異なる実際の走行時の燃費値と差異が生じる場合があることが知られている。なかでも、自動車におけるエアコンの使用は、燃費に影響を及ぼすと考えられることから、各研究機関などからエアコン使用の影響が報告^{2)~4)}されている。しかしながら、いずれの調査結果も、特定の条件でエアコン使用と不使用時の燃費比較にとどまり、外気環境やエアコン設定条件などを変化させて、その影響を体系的に整理している報告例は少ない。

本報告では、エアコンを使用した場合の自動車の燃費をシャシダイナモメータ上で公平に再現良

く測定する方法を検討するため、実験室環境条件およびエアコン設定条件を変化させてエアコン使用時の燃費を測定し、エアコン不使用時の燃費との比較などからエアコン使用時の燃費への影響を体系的に整理した。

2. 試験方法

供試車両は、エアコンが搭載されたガソリン乗用車8台を用いた。供試車両の主な諸元をTable 1に示す。エアコン使用時の燃費試験は、幅広い温度湿度環境を再現できる環境シャシダイナモメータを用いて、Table 2に示すパラメータを、試験目的に応じて変化させ、環境条件およびエアコン設定条件がエアコン使用時の燃費に及ぼす影響を調査した。実験室環境は、実験室温度だけではなく、空気中に含まれる水分の熱量（潜熱）の影響を考慮する必要があるため、本研究では、比エンタルピに着目し、実験室環境条件を設定した。

燃費の測定には、法定走行モードであるJC08モードを使用した。試験前の暖機条件は、エアコンを作動した状態で60±2 km/hの定常走行で30分間の暖機運転を行った。再現性良くエアコン燃費試験を実施するためには、車室内の環境状態やエアコンの作動状態（コンプレッサやエバポレータ

*1 一般財団法人日本自動車研究所 エネルギー・環境研究部

の作動状態)を安定させることが重要であると考え、試験法よりも長い時間の暖機運転を行った。

走行抵抗は、標準大気状態(20℃環境)における走行抵抗を設定し、環境条件を変化させた場合も同一の設定で試験を実施した。

Table 1 Specification of test vehicles

ID	Vehicle type	Engine displacement (cc)	Vehicle mass (kg)	A/C System	Number of A/C	Compressor type	Emission standard
A	Passenger car	1,496	1,170	Automatic	Single	Fixed volume	2005
B	Passenger car	1,498	1,150	Automatic	Single	Fixed volume	2005
C	Passenger car	3,955	2,120	Automatic	Single	Fixed volume	2005
D	Passenger car	2,359	1,650	Automatic	Single	Fixed volume	2005
E	Passenger car	658	940	Automatic	Single	Fixed volume	2005
F	Passenger car	1,329	1,000	Manual	Single	Variable volume	2005
G	Passenger car	1,997	1,410	Automatic	Single	Variable volume	2005
H	Passenger car	2,260	1,840	Automatic	Dual	Fixed volume	2005

Table 2 Parameter list

Item		Parameter
Environmental condition	Specific enthalpy (kJ/kg(DA))	Env. A (20℃-40%RH-30kJ/kg(DA)), Env. B (21℃-75%RH-50kJ/kg(DA)), Env. C (25℃-50%RH-50kJ/kg(DA)), Env. D (28℃-60%RH-65kJ/kg(DA)), Env. E (35℃-40%RH-75kJ/kg(DA)), Env. F (30℃-75%RH-80kJ/kg(DA))
A/C setting	Front A/C	Operation ON, OFF
		Temperature 25℃, LOWEST
		Inlet mode FRESH(FRS), RECIRCULATION(REC), AUTO
	Rear A/C	Blower level LO, MID, HI, AUTO
		Outlet mode FACE, AUTO
		Blower level LO, MID, HI, AUTO

3. 試験結果および考察

3.1 エアコン不使用時の基準燃費

エアコン使用時の燃費への影響を比較整理するにあたり、基準となる燃費として25℃環境下でのエアコン不使用時のJC08ホットモード燃費を測定した。各試験車両の基準燃費をFig. 1に示す。本稿での燃費は、単位走行距離(100 km)あたりの燃料消費量(L/100 km)を用いた。エアコン使用時の燃費については、基準燃費に対する変化率で整理し、正の変化率は基準に対して燃料消費量が増加したことを示す。

3.2 外気環境の影響

車両Aおよび車両Bを用いて、実験室の温度および湿度を変えて燃費を測定した。実験室内の空気(外気)の比エンタルピと燃費変化率の関係をFig. 2に示す。凡例では、車両ID、温度設定(25℃/LOWEST)、外気導入設定(FRESH(FRS))および風量設定(LO/HI)を示す。エアコン設定条

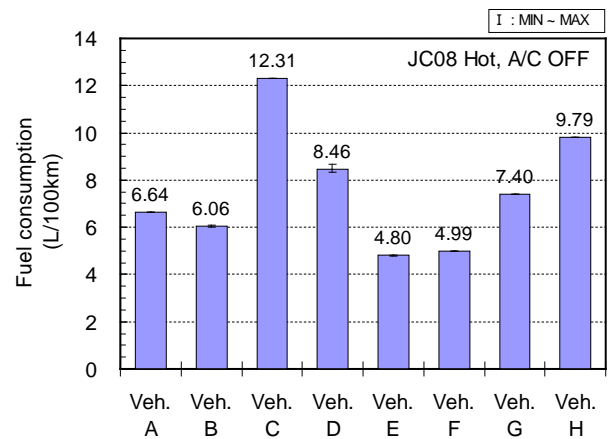


Fig. 1 Fuel consumption on JC08 Hot mode without A/C use

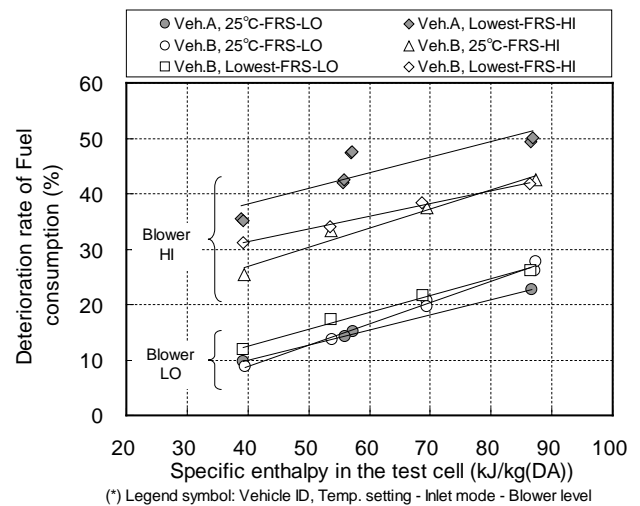


Fig. 2 Relationship between specific enthalpy and deterioration rate of fuel consumption

件を固定した場合、外気の比エンタルピが高くなるに従って燃費変化率が大きくなっている。これは、外気の比エンタルピが高くなると、エアコンのエバポレータで冷却する熱量も増加し、エアコン負荷が増加したことによって燃料消費量が多くなったと考えられる。エアコン負荷の大きさを表す指標として、モード走行試験中におけるエアコンのコンプレッサの作動時間割合をコンプレッサ作動率として定義した。外気の比エンタルピとコンプレッサ作動率の関係をFig. 3に示す。いずれの車両も外気の比エンタルピが高くなるに従って、コンプレッサ作動率が高くなっており、これに伴って燃費変化率も大きくなったと考えられる。

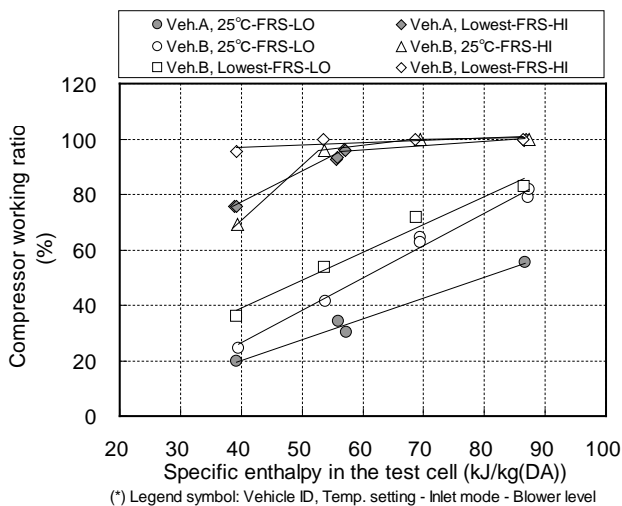


Fig. 3 Relationship between specific enthalpy and compressor working ratio

3.3 エアコン設定条件の影響

エアコンの設定条件として、温度設定、内気循環/外気導入設定および風量設定を変え、常温環境下（環境C：25°C-50%RH-50kJ/kg(DA)）において、エアコン設定条件の影響を調査した。

Fig. 4に車両Fにおけるブロワ風量と燃費変化率の関係を示す。いずれの温度設定、内気循環/外気導入設定においても風量が増加するに従い燃費が悪化する傾向にあった。風量が増加すると、エバポレータでの冷却量が増加し、エアコン負荷が増大したと考えられる。次に、外気導入と内気循環を比べると、内気循環の方が燃費変化率は小さい傾向にあった。内気循環では、車室内の除湿された空気がエバポレータを通過するため、空気の比エンタルピが低くなり、それに伴いエアコン負荷も低減し、燃費の変化が小さくなったと考えられる。温度設定を変化させると、外気導入時は燃費変化率に変化がみられなかった。基本的な構造であるマニュアルエアコンでは、吸入した空気の温度に関わらず、空気はエバポレータにおいて0°C付近まで冷却され、そして、ヒーターによって温度調整される。このため、温度設定を変化させた場合も、エバポレータでの熱交換量に差異はなく、エアコン負荷は変化しなかったと考えられる。Fig. 5に車両Gにおけるブロワ風量と燃費変化率の関係を示す。車両Fと同様に、風量が増加すると燃費は悪化する傾向がみられた。しかし、温度設定による燃費変化率の傾きには大きな違いが

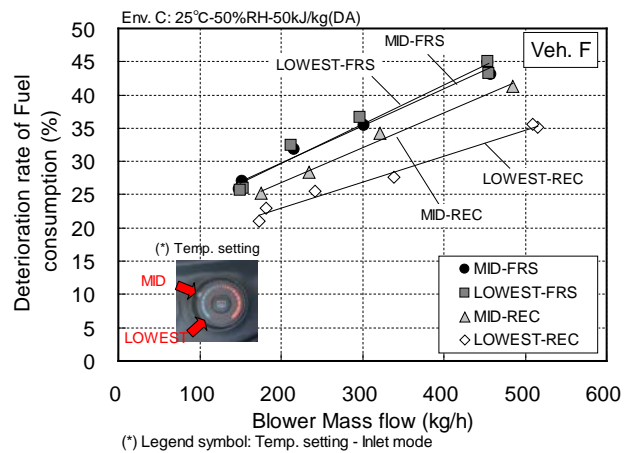


Fig. 4 Influence of A/C setting on Vehicle F

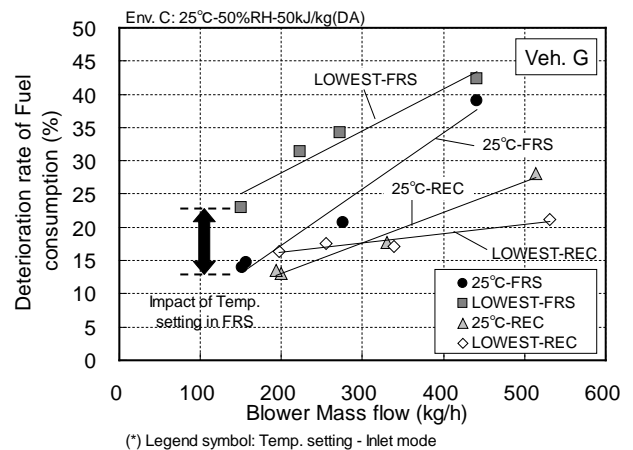


Fig. 5 Influence of A/C setting on Vehicle G

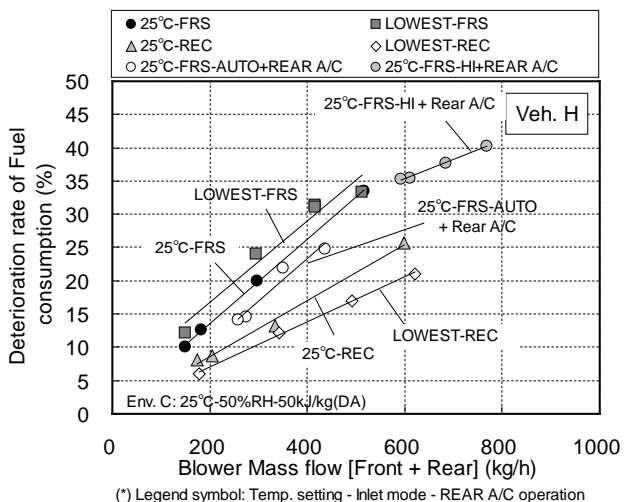


Fig. 6 Influence of A/C setting on Vehicle H

あらわれた。温度25°Cの外気導入設定の燃費悪化率は、風量が少ない領域で、温度設定のみが異なる温度LOWESTの外気導入設定の燃費変化率よ

りも小さかった。オートエアコンでは、エバポレータの冷媒温度の冷却を抑制させてエアコン負荷を小さくさせるような省動力制御を行う場合がある。オートエアコンを搭載する車両Gでは、省動力制御の効果により、温度設定の違いにより燃費変化率が大きく異なり、燃費変化率が小さくなるエアコン設定条件があることがわかった。車両Hでは、リアエアコンの作動が燃費に及ぼす影響についても調査した。Fig. 6に車両Hにおけるエアコン設定の影響を示す。リアエアコン使用時は、フロントエアコンの温度設定を25℃、外気導入設定、風量AUTOまたはHI設定として、リアエアコンの風量を変化させた。リアエアコンの風量が増加するに従って燃費変化率は更に大きくなる傾向にあった。

3.4 コンプレッサ作動率と燃費変化率

固定容量コンプレッサを搭載した6台の車両のコンプレッサ作動率と燃費変化率の関係をFig. 7に示す。外気環境やエアコン設定を変化させると、コンプレッサ作動率は変化し、コンプレッサ作動率増加に応じて燃費変化率も大きくなることがわかった。コンプレッサ作動率と燃費変化率は、いずれの車両においても一次式で近似することができ、決定係数 R^2 は0.9以上と高かった。コンプレッサ負荷は直接的にエアコン使用時の燃費に影響を及ぼすことがわかった。

本調査の範囲内では、様々な環境条件やエアコン設定条件下におけるエアコン使用時のJC08ホ

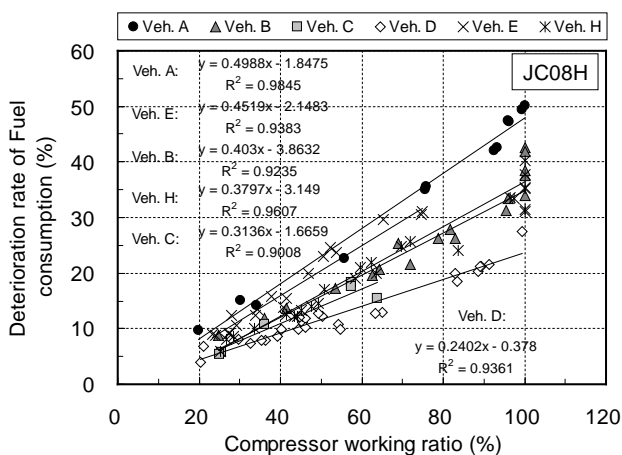


Fig. 7 Relationship between Compressor working ratio and Deterioration rate of fuel consumption

ットモード燃費は、エアコン不使用時の燃費と比較して5~50%程度変化することがわかった。設定条件によって燃費変化率が大きく異なることから、公平な測定を行うためには、設定条件を検討する必要がある。

4. まとめ

本研究では、ガソリン乗用車8台を用いて、環境条件およびエアコン設定条件を変化させ、エアコン使用時の燃費への影響を調査した。以下に結果をまとめる。

- ①実験室温度20℃から35℃、相対湿度40%RHから75%RHにおいて、エアコン設定条件を変化させた場合、エアコン使用時の燃費変化率は、JC08ホットモード燃費に対して5~50%程度まで変化した。
- ②外気の比エンタルピが高くなるに従い、エアコン使用時の燃費が悪化する傾向にあった。
- ③エアコン設定条件の中では、風量設定の影響が大きく、風量が多くなるに従い、エアコンの冷房負荷が増加し、燃費が悪化する傾向にあった。
- ④エアコン使用時の燃費は、エアコン負荷の大きさを表す指標として定義したコンプレッサ作動率の増加に応じて変化する傾向にあり、コンプレッサ作動率と燃費変化率は、試験車両ごとに一定の関係となった。
- ⑤エアコンを使用した場合の自動車の燃費は、設定条件などにより大きく異なるため、車両間の公平な比較を行うためには、統一的な評価条件の検討や測定再現性の検討など、さらに調査が必要である。

参考文献

- 1) 国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィスウェブページ, <http://www-gio.nies.go.jp/index-j.html>
- 2) J. Steve Welstand, et. al. : Evaluation of the Effect of Air Conditioning Operation and Associated Environmental Conditions on Vehicle Emissions and Fuel Economy, SAE Technical Paper 2003-01-2247 (2003)
- 3) 村上雅彦ほか, ガソリン車排出ガス中の有害成分排出に対するエアーコンディショナー負荷の影響, 東京都環境科学研究所年報 (2006)
- 4) 西尾唯ほか, エアコン使用時の燃費評価に関する考察, 自動車技術会学術講演会前刷集, No. 66-08 (2008)

