

# 車体の反射率による自動車室内の熱環境とエネルギー消費量の差異

## Dependence of Indoor Temperature and Energy Consumption upon the Reflectance of Car Bodies

金山真之<sup>\*</sup>・井原智彦<sup>\*\*</sup>・吉田好邦<sup>\*\*\*</sup>・松橋隆治<sup>\*\*\*\*</sup>  
Masayuki Kanayama Tomohiko Ihara Yoshikuni Yoshida Ryuji Matsushashi  
村瀬俊和<sup>\*\*\*\*\*</sup>・三木勝夫<sup>\*\*\*\*\*</sup>・長尾五郎<sup>\*\*\*\*\*</sup>  
Toshikazu Murase Katsuo Miki Gorou Nagao

Recently, global warming and heat island phenomenon are the challenges that the international community is facing. Japan has to reduce the greenhouse gas emissions by 6% compared with the emissions in 1990. However, the reduction target is difficult to attain, taking into account the growth of energy consumption in the traffic sector. This study focuses on “body color (reflectance)” and “windows transmittance” of passenger cars in different colors. Inside temperature of the car is influenced by these parameter. It is well known that the use of air conditioners leads to more fuel consumption. This results in more emissions of heat and CO<sub>2</sub>. In this paper, energy-saving effect is shown by controlling the inside temperature of a car.

**Keywords:** Traffic sector, body reflectance, fuel consumption, energy-saving effect

### 1. はじめに

ロシアの批准が目前となった京都議定書において、日本の第一約束期間における国内削減目標の達成が困難な状況になっている。特に運輸・民生部門においては、90年以降も排出量は増加しており、一層の排出量削減努力が望まれる。運輸・民生部門における二酸化炭素排出削減は、技術的課題以外にも経済性、利害関係等様々な要因が絡み合い、問題は簡単ではない。

本研究では、交通政策や利用者の利益とバッティングしない技術として「遮熱技術」に注目した。具体的には、自動車の塗料として遮熱塗料を用いることにより、エアコン使用量削減し、結果として燃費向上を目指す。

先行研究として、相田の研究<sup>(1)</sup>がある。この研究ではボディ反射率の異なる車を2台用意し、冬場(昨年12月)に実

験を行った。結果、燃料消費量に差が表れた。また、相田はアウトプットをあたえると、自動車室内の温度がインプットとして出力される、自動車熱負荷モデルを開発した。

この冬場の実験結果を元にした、シミュレーションではこのモデルが現実のものと高い整合性を持つことが示されている。相田はこのモデルを用いて、夏場におけるシミュレーションを行い、ボディ反射率の異なる車の燃料消費量の違いを定量的に求めている。

### 2. 研究目的

相田によれば、自動車のボディ反射率の差異が、燃料消費量に大きな影響を与えることが示された。しかしこの研究では実験は冬場に行なわれており、夏場についてはシミュレーションをするのみに留まっている。本研究では、最もエアコン使用が増える夏における自動車の燃料消費量を定量評価することが目的である。

今回は、その第1ステップとして、ボディ反射率の異なる車の室内温度は、どの程度の差が見られるのかを明らかにする。

\* 東京大学大学院工学系研究科地球システム工学専攻

\*\* 独立行政法人産業総合研究所

\*\*\* 東京大学大学院工学系研究科地球システム工学専攻 助手

\*\*\*\* 東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学専攻 教授

\*\*\*\*\* 市場創造株式会社

\*\*\*\*\* 三木コーティング・デザイン事務所

\*\*\*\*\* 日本ペイント株式会社

### 3. 実験概要

実験は2004年9月1日から2004年9月30日までの1ヶ月間、日本ペイント東京事業所敷地内にて行なわれた。本実験は、同車種同年式でボディ反射率の異なる2台のカローラバン（GG-EE103V-AXHDK）を使用し、晴天日における自動車各部温度、室内温度、エアコンの使用状況、燃料消費量を計測するものである。

日本ペイント東京事業所敷地の日当たりが良好である場所を選定し、実験場所とした。この場所は、朝夕に隣接する木の陰になる他は、一日中通して直射日射が当たる。

#### 3.1 実験用具の配置

実験車2台は南向きに設置した。実験車の配置を図3.1に示す。



図 3.1 配置風景

2台の乗用車の間に測定機器（長短波放射計、風向風速計、温湿度計、データロガー）を配置している。

#### 3.2 天板内側温度と前方室内温度測定点

図3.2に熱電対を用いる温度測定部とその温度測定箇所の一部（前方室内温度と天板内側温度）を示す。

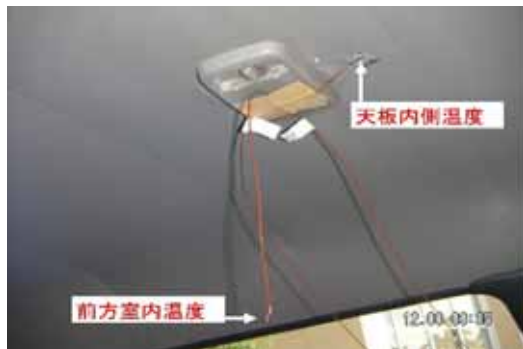


図 3.2 熱電対による測定

（前方室内温度、天板内側温度）

前方室内温度は、前部座席シートの首もたれ付近、運転席と助手席のちょうど真ん中、天井から約20[cm]の場所に熱電対温度測定部を垂らし、室内前部の代表点とした。天板外側温度は、前後は前部座席シートの首もたれ付近、左右は車体の真ん中である点を測定点とし、天板内側はその点に対応する、室内側の点とした。他測定点に関しても、2台とも完全に一致した箇所を測定している。

#### 3.3 天板外側温度測定点

以下に示すのは、天板外側温度の測定点である。



図 3.3 天板外側温度の測定点

### 4 測定結果

今回は測定結果のうち、最も重要である室内温度、及びその室内温度に影響を強く及ぼすであろう、天板表面温度を紹介する。

#### 4.1 静止状態における室内温度

静止状態における実験では、エンジンをかけずにドアを密閉させた状態で、室内温度を計測する。

以下にボディ反射率の異なる2台の車の室内温度を示す（図4.1.1）。図4.1.2は図4.1.1を、温度差が最も大きい11時から14時について拡大したものである。9/14は、曇りのち時々晴、日照時間は6.8時間、日中の最高気温34.4であった。

このグラフからわかる様に、2台の車の室内温度は常時差が存在し、日中平均（9時から16時まで）で、最大で7.4、平均で4.8の差が見られる。また、2台の車において、前方と後方の温度差がほとんど無い。冬場においては、前方の方が後方より最大で1程度高かったが、これは太陽の南中高度が低いため直射日光が前方の熱電対を照らしていたことによる。今回は太陽高度が高いため、直射日光が熱電

対に当たることはなかった。

この結果より、ボディ反射率の差異により、自動車の室内温度は大きな影響を受けると言える。

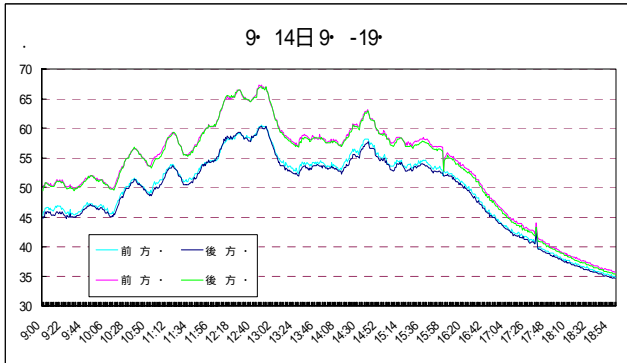


図 4.1.1 室内温度の比較

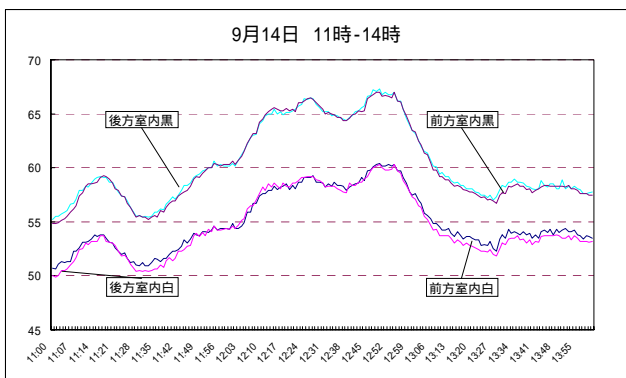


図 4.1.2 室内温度の比較その 2

この結果に影響を及ぼしたと考えられる外表面温度の差異を示す(図 4.1.3)。この時間帯で表面温度差の平均は外側で 19.4、内側で 9.6。この差が前述の室内温度に大きな影響を及ぼしている。興味深いのが、天板内側・外側温度の関係である。黒車の場合、天板外側温度 > 天板内側温度という関係がほぼ全ての時間で成り立つが、白車の場合、天板内側温度 > 天板外側温度という関係がほぼ全時間帯で成り立つ。

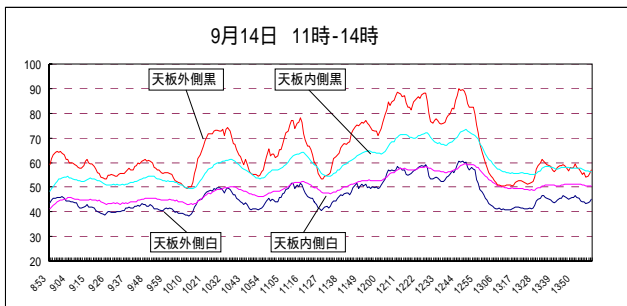


図 4.1.3 天板内側と外側の比較

冬場に行なった実験との比較が表 4.1.1 である。温度差は、  
内側 = 黒車天板内側 - 白車天板内側

外側 = 黒車天板外側 - 白車天板外側

により、算出した。

表 4.1.1 夏場と冬場の温度差平均の比較

	外側	内側
冬場	22.3	12.6
夏場	23.9	12.0

ただし、冬場の平均が 12 時半-13 時の間で計算されているため、夏場もそれに合わせた。これを見ると、夏場も冬場も表面温度差には大きな違いが無い。外側が夏場の方が高いのは、太陽高度の差によるものと考えられる。

#### 4.2 エアコン稼動状態での室内温度

エアコン稼動状態での実験とは、両者の室内温度を 25 に保ち、室内温度を計測する。相田の研究では、使用した車に温度設定機能が無いため、人が中に乗り込み温度計を使い室温を 23 -27 に保つという手法をとった。しかし、今回使用した車は室内温度の設定が可能であった為、温度を設定した後、車は密閉状態である。エアコンは 9 時から 16 時まで稼動させた。図 4.2.1 は 9 時から 19 時までの室内温度比較、図 4.2.2 は 11 時から 14 時までの室内温度比較である。

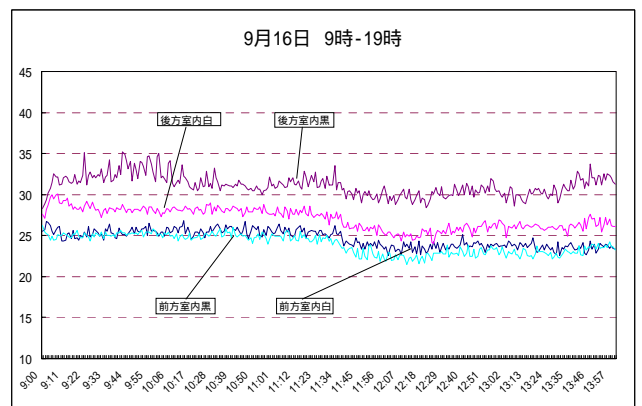


図 4.2.1 エアコン使用時の室内温度比較その 1

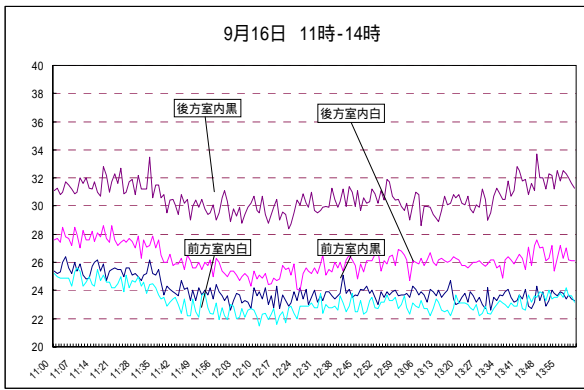


図 4.2.2 エアコン使用時の室内温度比較その 2

図 4.2.2 を見ると、前方室内においては黒の方が白よりも 1 程度高いことが見て取れる。また、後方室内においては黒が白よりも常時 3 程度高いことが見て取れる。前方室内の温度差が小さいのは、冷房の空気は前方方向からのみ噴射されるためである。この時間帯での温度差平均は、以下のとおりで、温度差は、「黒車-白車」で算出している。

表 4.2.1 室内温度差

	前方室内温度差( )	後方室内温度差( )
平均	-0.8	4.4
最大	0.8	6.5

注目すべきは前方室内の場合、白車の方がわずかながら温度が高くなっている。

エアコンから噴出している風の温度について分析すると以下のようになった(図 4.2.3)。

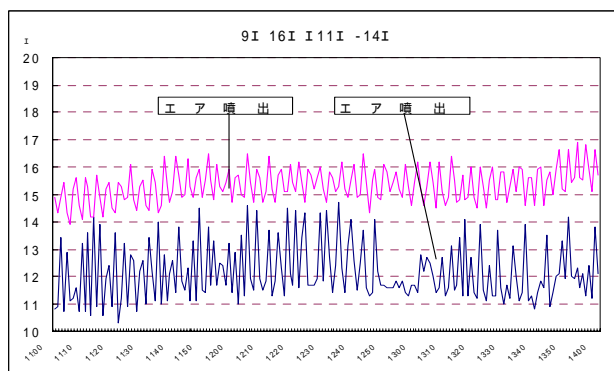


図 4.2.3 エアコン噴出口温度比較

エアコン噴出口では、黒車の方が白車よりも常時高くその差は 3 程度である。したがって、白車の前方室内温度が、黒車の後方室内温度よりも高い理由にならない。考えられるのは白車は反射率が高い為、エンジンルーム表面から反射した光が熱電対を直接照らした可能性が考えられる。後

方室内は、運転席・助手席が壁となり反射した光が進入できず、天板内側・外側温度の影響により黒車の方が白車よりも高くなると考えられる。

エアコンを使用し温度を一定に保とうとしても、ボディ反射率の差異により、室内温度に大きな差が現れる。

## 5. まとめと今後の方針

この実験により、夏場においてボディ反射率の差異が室内温度に大きな影響を与えることが示された。

またエアコン使用時においては、温度を一定に設定しているのに関わらず、黒車の室内温度は 2.2 も高くなった。使用した車が同年代同型車種であることから、元々のエアコン能力に差があるとは考えられず、ボディ反射率の差異が室内温度に大きな影響を及ぼしたものと考えられる。

すなわち、ボディ反射率の差異が、静止状態でもエアコン使用時でも室内温度に大きな影響を与える。

今後の予定としては、

- ・ ボディ反射率の異なる車の燃料消費量の差を定量化。
  - ・ 相田の開発した、自動車熱負荷モデルを用いたシミュレーション。
  - ・ マクロ的な評価。たとえば、色による保有比率から日本全体でどれだけの燃料消費量を削減できるか。消費者が車の購入時に、色による燃料消費量削減効果を見せられた場合、どのような影響があるか等。
- などを考えている。

## 参考文献

- 1) 相田洋志;自動車室内の熱環境改善による省エネ効果に関する実験,(2003)東京大学大学院工学系研究科修士論文
- 2) 地球温暖化対策推進本部 ; <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/>
- 3) ATTSU 9 ; <http://www.attsu-9.com/>
- 4) 日本ペイントホームページ ; <http://www.nipponpaint.co.jp/>
- 5) 三木コーティング・デザイン事務所 ; <http://www.shijyosouzou.co.jp/miki/>
- 6) 市場創造株式会社 ; <http://www.shijyosouzou.co.jp/>
- 7) 相田洋志、井原智彦、永山雅之、吉田好邦、松橋隆治、三木勝夫、長尾五郎、木下正勝;自動車室内の熱環境改善による省エネ効果に関する研究;エネルギーシステム・経済・環境カンファレンス講演論文集、第 20 巻、pp431-434