

自動車車室内の空気質に関する研究 — 粉塵及びオゾンに関する報告 —

岩下 剛^{*1}, 吉浪 譲^{*2}, 永山啓樹^{*3}
^{*1}武蔵工業大学, ^{*2}日産自動車 ^{*3}日産自動車

Air Quality in Automobiles – Report on the Concentrations of Particles and Ozone –

Go Iwashita¹, Yuzuru Yoshinami², and Hiroki Nagayama²
^{*1}Musashi Institute of technology, ^{*2}Nissan Motor Co., LTD

Abstract :

The IAQ measurements were conducted in the automobile during driving. The driving measurements around Tokyo area were conducted with all fresh air ventilation in order to investigate the influence of outdoor. While the automobile had been driving in the midtown route and the highway, the concentrations of PM_{2.5} and ozone had been lower than the hazardous values proposed by USEPA's Guidelines for the Reporting of Daily Air Quality. However the PM_{2.5} concentrations was higher than the hazardous value while it had been following the bus exhausted black smoke in the climbing suburban road.

Key Words : Automobiles, IAQ, Ultra fine particles, ozone

要旨 :

走行中の乗用車車室内において、室内空気質測定を行った。屋外空気環境の車室内への影響を調査するために、外気導入モードで実験を行い、都内から東京近郊の道路を走行した。都心環状8号線及び高速道路走行時には、車室内のオゾン濃度、PM_{2.5}濃度とも米国EPA（環境保護局）の空気質指標Guidelines for the Reporting of Daily Air Qualityで危険と分類されるデータは計測されなかった。しかし、登り走行の続く郊外道路において、黒煙を排出していた大型バスの後方を走行した際には、車室内PM_{2.5}濃度が急上昇し、危険と分類される濃度に至った。

キーワード：自動車、室内空気質、超微粒子、オゾン

1. はじめに

自動車の車室内の空気環境に要求されるレベルは建築の居住環境に非常に近くなってきていると考えられる。通勤・通学で利用する場合、営業車を使って勤務する場合など車内に滞在する時間は少なくない。車内は冷暖房・換気設備を設置した、ある種の居住環境と考えることもできる。そこで、本研究では、建築物とほぼ同様の空気質レベルが要求される空間として自動車車内と捉えることとする。実際、多くの国内自動車メーカーでは、厚生労働省のシックハウスガイドラインの基準を社内基準として考え、これを守ることに取り組んでいる。

佐藤は車室内空気質に影響を与える因子として、

1) 内装材料から発生するにおいや揮発性物質、2) 走行環境から流入する排気ガスの揮発性成分や窒素酸化物、3) エアコンから発生するにおい、4) 乗員が発生する成分として二酸化炭素、呼気中の揮発性物質、タ

バコの煙等、を挙げている¹⁾。日本自動車工業会（以下、自工会）では、2005年2月に、車室内のVOC低減について自主的な取り組みを進めることを発表した。この自主取り組みの対象車として、2007年度以降の新型乗用車（国内で生産し、国内で販売する乗用車）が挙げられている。

建築の居住環境の場合、屋外由来の物質による室内空気汚染を想定することは少ない。一方、自動車の場合、道路の混雑状態や、周囲車両の種類により、屋外空気による車室内空気汚染の発生は考えられうる。前述した佐藤の挙げる4項目の中の2)に相当する物質は、これから検討すべき問題である。佐藤は、大型トラックの通行が多い地域において外気導入状態で走行しながら、車室内空気質の測定を行っている¹⁾。測定対象物質は、ベンゼン、ブタン、デカン、NO_xであり、ベンゼンはガソリン車の寄与を、ブタンはタクシーのLPGガスの寄与を、デカンはディーゼル車の寄与を把握

するために測定している。また、Weiselは、自動車内の空気汚染物質濃度に関する文献レビューを行っている²⁾。車室内空気は路上空気、排気ガス(CO、NO₂、不燃ガソリン)、ガソリンからの揮発成分(芳香族炭化水素、脂肪族炭化水素、揮発性のガソリン添加物)、ディーゼル排気ガス(脂肪族炭化水素、粉塵)の影響を受けるため、これらのI/O比が検討されることが多い。最も測定例の多いものはCOであり、非揮発性の物質としては、オゾン、NO₂がこれに続く。Chanらの報告によると、車室内オゾン濃度は都市運行で7ppb、田園運行で42ppb、一方、気象測定ポイントでの屋外濃度は40-79ppbであったという。特に都市運行で車室内オゾン濃度が屋外濃度よりも低い原因として、オゾンとNOが反応し、オゾンが酸素に変わったためと考えられている。

本研究では屋外由来物質に着目し、本報では特にオゾン、粉塵、及び超微粒子の影響について報告する。

2. 実験方法

2006年夏季の一日、実験車である小型乗用車を東京都心部～富士山5合目の範囲で走行させ、車内の空気質測定を行った。実験条件は表1の通りである。車内のエアコンの風速を4段階中の2、設定温度を22℃とし、換気は窓を全て閉じた状態で外気導入(車内に外気を取り入れる)に設定し、空調吹き出し口をドライバー正面とした。測定項目及び測定方法を表2に示す。CO₂濃度及びCO濃度は車内及び外気を、それ以外の項目は

休憩のための停車時以外は車内濃度のみを測定した。なお車内の測定点は車室ほぼ中央の座位のドライバーの呼吸する高さである。

表1 実験条件

天気	晴天
乗車人数	3(人)
設定温度	22(℃)
換気	外気導入

表2 測定項目

物質名	測定機器
CO ₂ /CO	Inova社 マルチガスモニター 1302
オゾン	ダイレック社 オゾン濃度計
粉塵 (PM _{2.5})	D-Trak
超微粒子	P-Trak

なお、実験に用いた経路は「都心環状8号線(田園調布から用賀)―東名高速道路(用賀から御殿場)―富士スバルライン(富士山5合目までを往復)―中央高速道路(河口湖から高井戸)―都心環状8号線(高井戸から田園調布)」である。

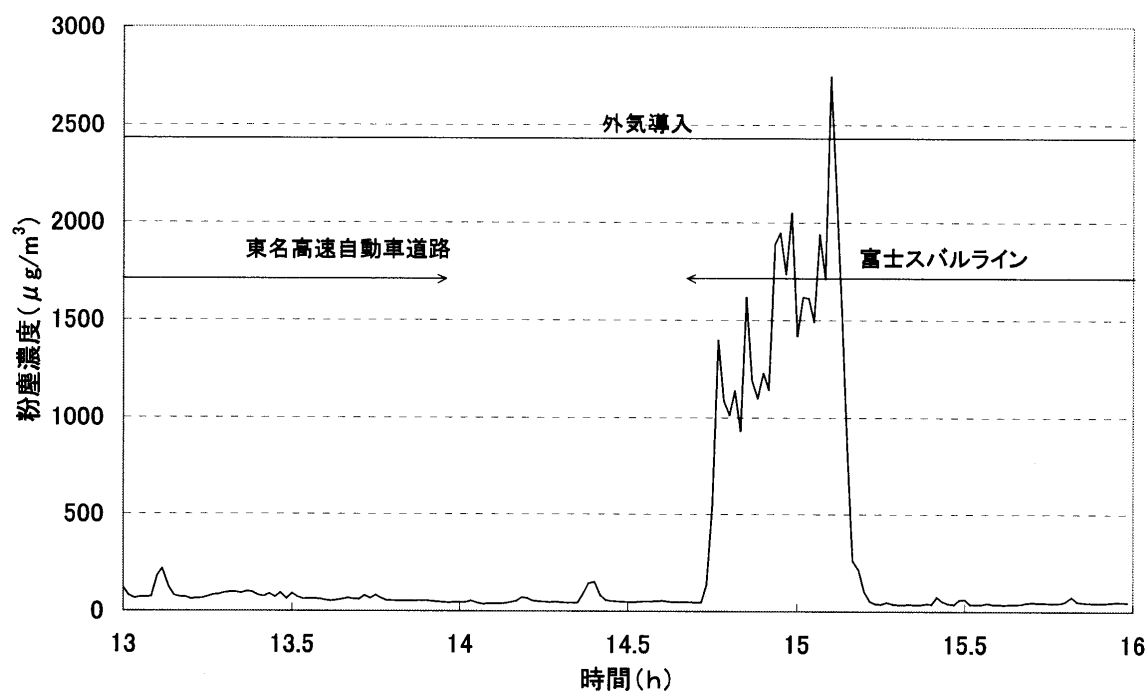


図1 実験日13時から16時における車室内粉塵(PM_{2.5})濃度経時変化

3. 結果及び考察

3-1. 粉塵 (PM_{2.5}) 濃度

図1に実験日の車室内粉塵 (PM_{2.5}) 濃度経時変化を示す。図1は特に、富士スバルラインにおいて、大型バスの後ろについて走行した時間帯に着目した図である。PM_{2.5}濃度が1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えている時間帯は全て大型バスの後続走行の結果であり、当該大型バスは黒煙を発生させながらの走行であった。一般的に明らかに汚れた排気ガスを排出している車両に後続し走行する際には、乗員が経験的に内気循環にするため多くの場合は本実験のような状況にはなり難い。しかしながら本報告ではあえて外気導入固定条件での計測を行った。通常、ビル管理衛生法で扱われる粉塵はPM2.5で

はないが、ビル管理衛生法の基準である150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ という値の10倍以上の値となっている。ここで、米国EPA(環境保護局)の空気質指標Guidelines for the Reporting of Daily Air Quality³⁾を用いて評価をすると、PM_{2.5}が0~15.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲が良好、15.5~40.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ が中庸、40.5~65.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ が敏感な群にとって不健康、65.5~150.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ が不健康、150.4~250.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ がとても不健康、250.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上は危険となっている。図1をみると、14時45分~15時15分の30分間は危険というレベルに入っている。上記のEPAの基準(the Air Quality Index, AQI)は24時間平均値を用いているため、本実験のように30分間の暴露に用いるのは的確でない可能性がある。し

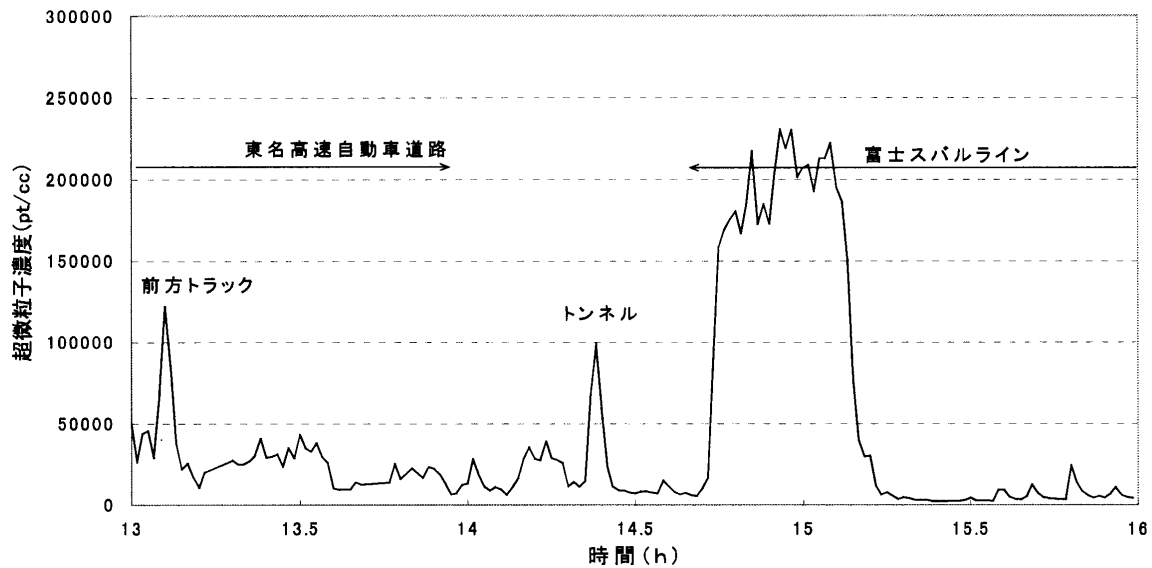


図2 実験日13時から16時における車室内超微粒子濃度経時変化

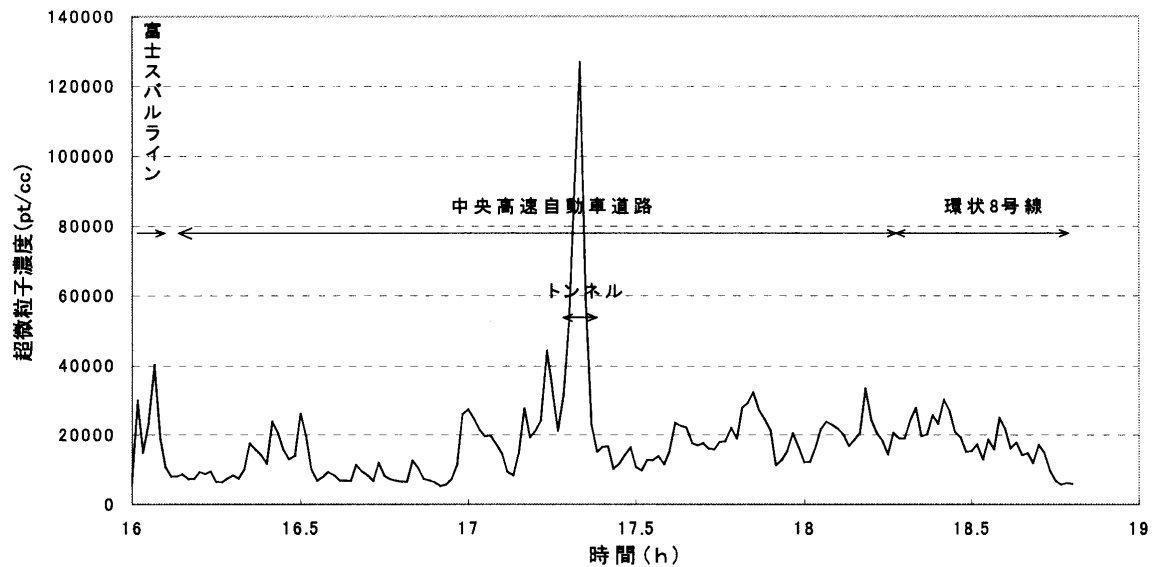


図3 実験日15時から19時における車室内超微粒子濃度経時変化

かし、自工会の濃度基準は厚生労働省のシックハウスガイドラインを参考にしており、シックハウスでは長期暴露を前提にリスク評価を行っているため、今回の実験にEPAの指標を用いるのは妥当と考え、以降この基準を基に考察を行う。なお、厚生労働省のシックハウスガイドラインにおいてもホルムアルデヒドは嗅覚の閾値からリスク評価が行われている。なお、富士スバルラインにおける大型バスの後方を走行していた時間以外では、東名高速では $80 \pm 37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、中央高速で $43 \pm 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、富士スバルライン（バス後方時除く）で $70 \pm 117 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、都心環状8号で $40 \pm 6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ のPM_{2.5}濃度であった（平均値±標準偏差）。EPAの基準で評価すると、「敏感な群にとって不健康」レベル以上のPM_{2.5}濃度に平均的になっていることがわかる。外気導入にあたっては、外気の状態を把握することが重要と考えられる。

3-2. 超微粒子濃度

図2に実験日の13時から16時における車室内超微粒子濃度を、図3に15時から16時における超微粒子濃度を示す。超微粒子は人体へのリスクは深刻視されているが、基準値はまだ存在していない。図2、図3をみるとPM_{2.5}と同じく、大型バスの後方を走行している時に濃度が急上昇しており、またトンネル走行時にも濃度が高くなっていることがわかる。なお、東名高速走行時では $35407 \pm 17527 \text{ pt}/\text{cc}$ 、中央高速で $19701 \pm 15277 \text{ pt}/\text{cc}$ 、富士スバルライン（バス後方時除く）で $12034 \pm 13354 \text{ pt}/\text{cc}$ 、都心環状8号で $26332 \pm 11268 \text{ pt}/\text{cc}$ の超微粒子濃度であった。超微粒子濃度のデータ、研究例が少ないため、リスク評価のためにはデータの蓄積が重要である。

3-3. オゾン濃度

表3に実験日の各箇所走行時における車室内オゾン濃度を示す。

表3 実験日の車室内オゾン濃度

場所	平均値±標準偏差	最大値
東名高速	6.6±8.7	56
富士スバルライン（バス後方時除）	20.8±17.3	80
富士スバルライン（バス後方時）	41.4±24.8	95
中央高速	12.4±13.1	59
環状8号線	8.4±7.5	30

上記のEPAの指標では、1時間平均のオゾン濃度

が125～164ppbの範囲を敏感な群にとって不健康、165～204ppbを不健康、205～404ppbをとっても不健康、405ppb以上を危険としている。今回の測定ではこれらのカテゴリに入るオゾン濃度のデータは無かった。一方、8時間平均のオゾン濃度では85～104ppbの範囲が敏感な群にとって不健康という定義になるため、表3の最大値の列を見ると、このカテゴリに入るデータが見受けられる。

4. まとめ

建築空間内の空気質評価法を基に自動車車室内の空気質評価を行い、本稿では粉塵、超微粒子、オゾンの車室内濃度について報告した。ディーゼル車の規制が行われている都心付近では、粉塵濃度が特別に高い状態にはならなかったが、郊外では排気ガスに多くの粉塵が含まれる車両が見受けられ、その車両の後方を外気導入モードで走行した場合、かなり高濃度の車室内粉塵濃度になることがわかった。

謝辞 本研究は日産自動車の受託研究「自動車室内の空気質環境把握およびその測定方法に関する研究」の成果の一部である。実験に協力いただいた関係者の方々、武蔵工業大学岩下研究室の学生に謝意を表します。

5. 文献

- 1) 佐藤重幸、車室内空気質、豊田中央研究所 R&D レビュー、vol.33, No.4, pp.15-23, 1998
- 2) Weisel, C.P., Transportation, in Indoor Air Quality Handbook, edited by Spengler, J.D., Samet, J.M., and McCarthy, J.F., 2001
- 3) U.S.Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards, Guideline for Reporting of Daily Air Quality - Air Quality Index (AQI)-, EPA-454/B-06-001, May 2006

<連絡先>

著者名：岩下 剛

住所：東京都世田谷区玉堤 1-28-1

所属：武蔵工業大学工学部建築学科

E-mail アドレス：Iwashita@sc.musashi-tech.ac.jp