

解説・展望

# 車室内空気質

佐藤重幸

---

## Air Quality in a Car's Cabin

Shigeyuki Sato

### 要 旨

自動車の車室内の空気質は居住環境における室内空気質と同様、現代の日常生活を快適に過ごすうえで重要な課題となってきた。我々が現在採用している車室内空気質 ( Air Quality in a Car's Cabin ) の微量ガス成分機器分析法、官能評価法について紹介すると共に車室内空気質に影響する因子について解説した。その因子としては以下に示すものを取り上げた。

- (1)内装材料から発生する新車のおいや揮発性物質
  - (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
- さらに、車室内空気質の将来のあるべき姿について論じた。

### Abstract

Air quality in a car's cabin, as well as the indoor air quality in the residential environment, has become an important problem in our contemporary pleasant daily life, because it is concerned with safety and comfortable driving.

This paper introduces the instrumental gas analysis method and the sensory evaluation method with the air quality in a car's cabin which we adopt at present, and also discusses the factors which influence the air quality in a car's cabin.

Among these factors, the following ones are explained.

- (1)Odor and volatile compounds evolved from the interior parts and materials of new cars.
- (2)Vehicle-emitting volatile compounds and NO<sub>2</sub> as streaming compounds and odorants from the ambient air in the driving area
- (3)Odor evolved from air conditioners
- (4)Carbon dioxide, volatile compounds from breath and environmental tobacco smoke evolved from passengers.

Finally, this paper discusses the future aspect of the air quality in a car's cabin.

#### キーワード

車室内空気質, 揮発性有機物質, におい, 新車, 排気ガス, エアコン, 体臭, タバコ

## 1. はじめに

現代人は生活の大半を屋内で過ごすと言われていいる。そのため、居住環境の室内空気質 (Indoor Air Quality = IAQ) は重要な課題となってきた<sup>1)</sup>。最近、わが国でも日常生活におけるIAQと各種のアレルギー疾患との関連が疑われているため、IAQに関心が集まっている。現在、健康住宅を目指して国、大学や住宅メーカーが共同で様々な取り組みを行い、IAQの計測や材料開発が実施されている。具体的には住宅資材の合板類から発生するホルムアルデヒドや塗料、接着剤から発生する揮発性有機物質 (Volatile Organic Compounds = VOCs) 等が挙げられる。また、生活することにより発生する様々なVOCsや暖房器具、衣服の防虫剤等も研究課題となっている<sup>2-4)</sup>。

一方、現代人は様々な輸送手段内の閉鎖空間で過ごす割合も多い。特に自動車の場合、職業上の理由他により長時間車室内で過ごす人々もいる。

このような状況を考慮すると、車室内の空気環境も重要な日常生活環境の一部であるにもかかわらず、空気質の見地からは研究報告が少ない。特ににおいや揮発成分等の微量な化学物質についてはほとんど研究されていない。また、自動車の車室内の空気質については技術用語としても確立されたものでなく、英語でも統一した用語がない。そのため、ここでは自動車の車室内空気質をAQC (Air Quality in a Car's Cabin) と略することにする。

安全・快適な運転環境を創造するにはAQCの計測に基づく改良が是非とも必要である。ここでは我々の研究成果を中心に、現状の技術レベルを考慮しながらAQCの将来動向について報告する。

## 2. AQCの測定方法

### 2.1 微量成分分析方法

空気質測定のための微量化学物質の分析法については種々な手法が報告されている。ここではAQC測定のために、現在我々が採用しているガス状成分についての分析方法について述べることにする。我々の場合は自動車の国際性を考慮して当初から主に米国環境保護局 (Environmental

Protection Agency=EPA) のTO法 (Toxic Organic Method) を採用している<sup>5)</sup>。Table 1に示すようにEPAのTO法は現在17法まで報告されているが、これらの分析法はいずれも大気環境を測定するためのものである。そのため、車室内を計測するためにはこれらの分析法を適宜改良して採用している。

#### 2.1.1 低級炭化水素類

低級炭化水素類についてはTO-15法に記載されているキャニスター法を用いている。キャニスターはタンク内部を不活性処理したステンレス製の真空タンクであり、通常6Lのシリコステール容器のものを使用している。真空にクリーニングされたキャニスターのバルブを開放して大気圧まで採気する。大気圧まで採気した車室内空気を数百ml、多段の濃縮装置 (Microscale Purge & Trap) を利用して濃縮し、GC-MS (ガスクロマトグラフ-質量分析計) により分析している。この手法により、ppbレベル以下まで検出できる。さらに、においを測定する場合はにおいが感じられた時、瞬間的に採気できるため、非常に有効である。走行中の車室内でも容易に採気でき、容器の破損も少ない。また、流量を調整できるパッシブサンプラーを使用すれば、乗車時間の間の平均曝露濃度を求めることができる等の利点がある反面、狭い車室内では嵩張るため、採気点数が制限される。また、キャニスターが高価等の欠点もある。

#### 2.1.2 高級炭化水素類

キャニスターは採気した空気をダイアフラム式のポンプで常温で吸引し濃縮するため、高沸点成分はキャニスター内部に残存し検出できない。そこで、この欠点を補うため、高級炭化水素類は吸着剤 (Tenax-TA) を用いて採気している。採気した吸着管を280°Cで熱脱着させ、GC-MSやガスクロマトグラフ (GC) で分析している。吸着剤を使用するため、ポンプと乾式流量計を搭載する必要があるため狭い車室内では場所的に不便さは大きい。

#### 2.1.3 有機窒素化合物

有機窒素化合物はAQCの要因である。車室内では内装材料にウレタンや各種の接着剤が使用されているために、その硬化剤、硬化促進剤である

有機窒素化合物が検出される。しかし、有機窒素化合物の中のトリメチルアミンを始めとする低沸点物質は単純に吸着剤に常温吸着させると破過する可能性が高い。そこで、キャニスターで採気したものを実験室で加熱型メタルベローズポンプで吸引して直ちに低温濃縮（吸着剤 = Tenax-TA）し、FTD (Flame Thermionic Detector) 付きのGCにより分析している。なお、加熱型メタルベローズポンプはキャニスターと同様、加熱することによりポンプの汚れをクリーニングできる機能を有するものである。これらの操作により濃縮時の汚染を防ぎ、微量分析が可能となる。

#### 2.1.4 硫黄化合物

AQCの場合、有機窒素化合物と同様、硫黄化合物も検出される。硫黄加硫したゴム材料がウェザーストリップ、ペダル等に使用されている。有機窒素化合物と同様、硫黄化合物はAQCの要因である。キャニスターで採気したものを直接FPD (Flame Photometric Detector) 付きGCにより分析している。

#### 2.1.5 脂肪酸

各種の脂肪酸もにおい物質として重要な要因である。車室内における発生源は主に乗員の体臭、

微生物の生産物や内装材料の揮発成分である。中級や高級脂肪酸は吸着剤（水酸化ストロンチウム被覆アルカリビーズ）により採気したものをFID (Flame Ionization Detector) 付きGCで分析している。低級脂肪酸は水捕集し、イオンクロマトグラフ (IC) により分析している。

#### 2.1.6 アルデヒド

AQCにおけるホルムアルデヒドは走行環境から流入してくるものやフェノール樹脂、メラミン樹脂等を使用した材料から発生する。アセトアルデヒドは走行環境から流入してくるものや乗員等から発生する。アルデヒド類はTO-11法に従い、市販のDNPHカートリッジ（シリカ担持ジニトロフェニルヒドラジン）に捕集し、高速液体クロマトグラフ (HPLC) により分析している。

#### 2.1.7 その他

二酸化炭素、一酸化炭素は非分散赤外計、窒素酸化物は化学発光法によるNO<sub>x</sub>計、各種のイオン類は水捕集によるイオンクロマトグラフにより、分析している。粒子状物質についてはピエゾバラン式粉塵計を使用している。

#### 2.2 官能評価

官能評価についてはパネルの選択が重要な因子

Table 1 Compendium of methods for the determination of toxic organic compounds in ambient air.

TO No.	Sampling	Analyzer	Compound
1	Tenax-GC	GC-MS	VOCs
2	Molecular sieve	GC-MS	VOCs
3	Cryogenic preconcentration	GC/FID and GC/ECD	VOCs
4	Glass fiber and polyurethane foam, soxhlet extraction	GC/ECD	Organochlorine pesticides & PCB
5	Midget impinger	HPLC	Aldehyde & ketone
6	Midget impinger	HPLC	Phosgene
7	Sorbent cartridge	GC-MS	N-nitroso
8	Two midget impingers	reverse phase HPLC	Phenol & Cresol
9	Filter and polyurethane foam cartridge	GC-MS	Dioxide
10	Polyurethane foam	GC/ECD	Organochlorine pesticides
11	Silica gel absorbent	HPLC	Formaldehyde
12	Cryogenic preconcentration	GC/FID	NMOC
13	Sorbent and polyurethane foam cartridge	GC/FID, GC-MS, or HPLC	Polynuclear aromatic hydrocarbones
14	Canister	GC/ECD, NPD, or FID	
15	Canister	GC-MS	VOCs
16		FTIR	
17	Sorbent tubes	GC-MS	VOCs

となる。環境庁が悪臭防止法で定めた5基準臭を用いた嗅覚テストに合格した正常嗅覚者を選択することが妥当と考えられる。しかし、パネルとしてその開発に関連する技術者を採用すると、開発に無関係な一般のパネルに比べ、平均的に低い評価結果になることを度々経験している。標準的な評価を得るためには一般のパネルを採用すべきと考えている。

においの強さを測定する方法の代表として3点比較式臭袋法がある。これはにおいの強さを測定するものであり、におわなくなるまでの希釈倍率をにおいの強さとして表現するものである。しかし、AQCではにおいの強さも問題であるがそれ以上ににおいの質が重要な要因である。におい質を表現する手法の代表としてセマンテック・ディファレンシャル(SD)法がよく使用される。SD法は相反する形容詞対を両極に持つ数個の段階尺度の基づく評価手法である。実際問題としては評価項目が多いため、時間を要するので言葉数を制限して行っている例が多い。参考までに、我々が新車のにおいを表現する言葉として使用している用紙をFig. 1に示した。Fig. 1には6段階の臭気強度及び7段階の快・不快度とにおい質を表現する言葉が自由記入方式で表されている。パネルは感

じたまま短時間で記入できる利点がある。

次に官能評価で重要なことはどの場所でどの程度のパネルで行うかである。環境庁は空気の清浄な場所で6名以上のパネルで行うことが決めている。また、におい質の主要因物質を統計処理により求める場合にはデータの信頼性を高めるために最低でも20-30名程度のパネルが必要と考えている。そのほか、嗅覚の順応作用、湿度、温度、気流等に官能評価が影響されるため、これらの付帯条件も十分に考慮する必要がある。

### 3. 車室内空気質に影響する因子

#### 3.1 内装材料から発生する成分

製造直後の新車から発生するにおいは購入の嬉しさから好ましいにおいのひとつと考えられてきたため、研究報告も少ない。しかし、時代の移り変わりや生活レベルの向上と共に生活空間の快適性が求められるようになった。それとともに新車のにおいに対する評価も確実に変化してきている。最近では新車のにおいに対して不快感を示す人もおり、より好ましい新車のにおいを設計する必要性が出てきた。内装材料から発生するにおいや揮発成分は数 $m^3$ の狭い車室内空間ではAQCの大きな要因である。また、AQCに特徴的な成分としては例えば、ウレタン材料やゴム材料から発生する有機窒素化合物や硫黄化合物が挙げられる。

高橋らはトルエンに比べ、長期間に亘り嗅覚閾値以上に検出されるトリメチルアミンを新車のにおいの不快臭として取り上げ、その浄化方法について報告している<sup>6)</sup>。しかし、ppbレベルで200成分以上の多種多様の化学物質の集合体がいわゆる新車のにおいであることが我々の研究で明らかとなっている<sup>7, 8)</sup>。トリメチルアミンは不快臭を感じさせる物質のひとつであるが、不快臭を感じさせる物質の全てでないことは容易に考えられる。Table 2に新車の揮発成分の主な物質を示した。例えば、嗅覚閾値の小さいエチルベンゼン、アセトアルデヒド、プロピルアルデヒド、プロピルアミン、ペンチルアミン等が検出されている。

これらの200以上の物質を化学的にかつ嗅覚的に分類し積算した結果をFig. 2に示した。Fig. 2に

< Intensity >			
5	Intense odor		
4	Strong odor		
3	Odor easily sensed		
2	Weak odor with the kind of recognizable odor		
1	Barely recognizable odor		
0	No odor		
< Pleasantness / Unpleasantness >			
3	Very pleasant		
2	Pleasant		
1	Rather pleasant		
0	Neither pleasant nor unpleasant		
-1	Rather unpleasant		
-2	Unpleasant		
-3	Very unpleasant		
< Type of Odor >			
<input type="checkbox"/>	Sour	<input type="checkbox"/>	Stimulative
<input type="checkbox"/>	Sweet	<input type="checkbox"/>	Aromatic
<input type="checkbox"/>	Burned	<input type="checkbox"/>	Fishy
<input type="checkbox"/>	Dusty	<input type="checkbox"/>	Rotten
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Plastic
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Rubber
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Thinner
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Paint
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Synthetic leather
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Aminelike
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Fabric, Felt
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Leather

Fig. 1 Odor sensory evaluation sheet.

は試験車AおよびBの結果を示した。Fig. 2から明らかなように試験車A及びBの成分濃度は $A \ll B$ である。この両者の官能評価結果は逆にFig. 3に示すように臭気強度も快・不快度も $A > B$ である。試験車Aのにおい質はアミン臭、溶剤臭が強く、Bはゴム臭、塩化ビニルレザー臭、溶剤臭であった。これらの結果から新車のにおいの臭気強度、快・不快度やにおい質が単なる各揮発成分の濃度的問題でなく、各成分バランスに依存しているものと考えられる。このため、我々は複雑な複合臭を取り扱う場合には成分濃度をその嗅覚閾値で除した数値いわゆる閾値倍数で評価している。Fig. 2の成分濃度を閾値倍数で再計算したのがFig. 4である。Fig. 4の縦軸は他の感覚と同様、嗅覚もウェーバー・フェヒナーの法則に従うため、対数

目盛りで示してある。Fig. 4の結果はFig. 2と様変わりしている。試験車AはBに比べてにおいの強い硫黄化合物や窒素化合物が同程度かやや多い反面、含酸素炭化水素や脂肪族炭化水素が少ないことがわかる。しかし、これらの分析値と官能評価値との間の関連が明確にならないため、この両者の相関を多変量解析法により解析することで、新車のにおいのような複雑な複合臭における主要因物質の同定や各におい成分の寄与率推定を行っている。

Table 2 Major constituent.

Group	Major constituent
Aliphatic compound	n-Decane, n-Dodecane
Aromatic compound	Ethylbenzene, Toluene
Oxygen-containing compound	Acetaldehyde, Propylaldehyde
Oxygen-containing Aromatic compound	2,6-bis(t-butyl)methylphenol, Phenol
Nitrogen-containing compound	Propylamine, Pentylamine
Sulfur-containing compound	Carbonyl sulfide, Carbon disulfide

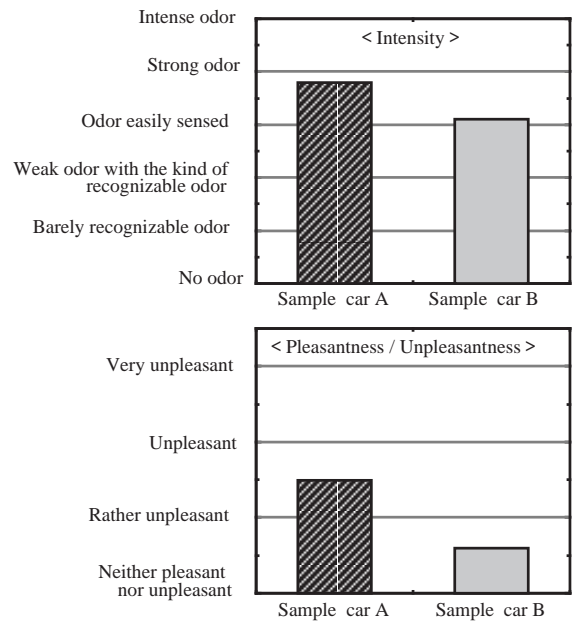


Fig. 3 Sensory evaluation.

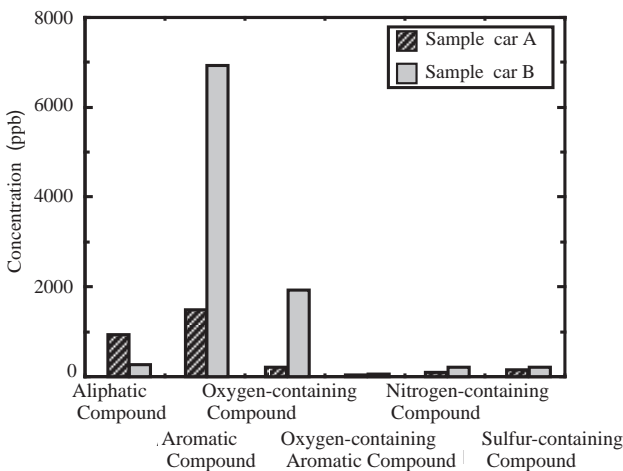


Fig. 2 Total concentration of each group in a new car's cabin.

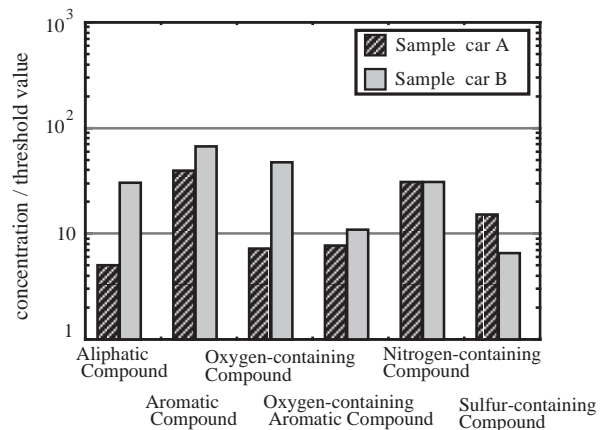


Fig. 4 Ratio of concentration / threshold value.

さらに、においの面だけでなく総揮発成分にも注目する必要がある。IAQの場合、WHO ( World Health Organization ) のガイドラインは例えば、ホルムアルデヒドが80ppb、総揮発性有機物質 ( Total Volatile Organic Compounds = TVOCs ) が  $300\mu\text{g}/\text{m}^3$  となっている。一般に化学物質の影響を評価する場合は曝露される濃度と曝露時間の積に比例する。住宅と同様AQCの場合もにおいのみならず総揮発成分に注目する必要がある。

### 3.2 走行環境から流入する成分

AQCの場合、地下鉄、通勤列車等の場合と同様、走行環境から流入する成分も大きな因子である。Chanらはボストン市在住の通勤者が通勤、在宅や勤務 ( 事務所 ) においてどの程度VOCsに曝露されるかを計測して、興味ある報告をしている<sup>9)</sup>。その結果の一例をTable 3に示した。Table 3から明らかのように、住宅や事務所におけるVOCsの曝露量が全体の60~75%程度となっている。通勤の自動車の中では平均20%程度曝露されている。それに比べて、大都会を歩行した場合の曝露量が最も低いことがわかる。ただし、歩行時間、天候や地域の交通事情などにより様々に変化するため、一概には言えないが。なお、ボストン市の場合最大曝露量は平均値の数倍以上と報告されている。このように、AQCも日常生活環境での空気質問題の重要な要素であることは明らかで

ある。

また、AQCの場合、走行環境の影響を直接に受けるため、我々の研究でも走行環境から流入する成分で地域の特徴を表す興味ある結果が得られている<sup>10)</sup>。大型トラックの通行が多い名古屋地区の産業道路である国道23号線、タクシーや乗用車が多い都市域として名古屋駅周辺地域及び排気ガスの滞留が最も多いと考えられる中央道恵那山トンネルをエアコンシステムを外気導入の状態にして走行した。走行しながら車室内の空気を採気した。その結果をFig. 5に示した。ベンゼンはガソリン車の未燃の排気成分であり、名古屋駅周辺や恵那山トンネルが高い数値を示した。ベンゼンは固定発生源からの揮散がほとんどない物質であり、ガソリン車の寄与率を推定できる指標物質である。ブタンはタクシー車の燃料であるLPGガスの成分であり、名古屋駅周辺地域のみ極めて高い数値で検出される。逆にデカンはディーゼル車の未燃の排気成分である。国道23号線では最も高い値となった。一方、窒素酸化物については恵那山トンネルのみが高い濃度を示した。これは窒素酸化物が拡散しやすく、光化学反応もしやすいためと考えられる。このように環境汚染物質やそのほか天然物質等地域の特徴ある成分が車室内に流入し、AQCに影響することになる。

Table 3 Total VOC exposure of car and subway commuters in Boston, Winter 1989.

Exposure ( $\mu\text{g}\cdot\text{hrs}/\text{m}^3$ ) (%)						
Car commuters						
Microenvironments	Time (hour)	Benzene	Toluene	Ethylbenzene	m-/p-xylene	o-xylene
Indoor : Home	12	43.2 (40%)	148.8 (54%)	14.4 (37%)	42 (35%)	18 (38%)
Office	9	25.2 (23%)	59.4 (22%)	11.7 (30%)	36.9 (31%)	13.5 (28%)
Outdoors : Sidewalk	1.7	17.85 (16%)	28.73 (11%)	6.29 (16%)	17.17 (14%)	8.16 (17%)
Commute : Car	1.3	22.1 (21%)	36.53 (13%)	6.37 (17%)	22.36 (20%)	8.06 (17%)
Total exposure :		108.35	273.46	38.76	118.43	47.72
Subway commuters						
Microenvironments	Time (hour)	Benzene	Toluene	Ethylbenzene	m-/p-xylene	o-xylene
Indoor : Home	12	43.2 (46%)	148.8 (56%)	14.4 (40%)	42 (39%)	18 (40%)
Office	9	25.2 (27%)	59.4 (22%)	11.7 (33%)	36.9 (34%)	13.5 (31%)
Outdoors : Sidewalk	1.5	15.75 (17%)	25.35 (10%)	5.55 (16%)	15.15 (14%)	7.2 (16%)
Commute : Car	1.5	9.75 (10%)	31.65 (12%)	3.75 (11%)	13.95 (13%)	4.95 (11%)
Total exposure :		93.9	265.2	35.4	108	43.65

### 3.3 エアコンから発生するにおい

AQCの中でおいとして古くから注目されているものにエアコンから発生するにおいがある。エアコンのエバポレータ表面は親水性処理されているため、エバポレータ表面での微生物の繁殖によって発生する腐敗臭やエバポレータに吸着した物質から汗臭やタバコ臭等が発生する。これらについてはフィルターや防菌処理等の手段により、様々な対策がなされている。そのほか、エバポレータの腐食生成物（水酸化アルミニウム）によるほこり臭も発生する<sup>11)</sup>。これについても発生機構の解明に基づく表面処理剤が開発され、対応できている。しかし、これらの対策にもかかわらず、エアコン臭は完全にならず、エバポレータに付着した物質から発生する極少量のにおいの解明が必要となってきた<sup>12)</sup>。これらのおいの対策もAQC改善への重要な要素と考えられる。

### 3.4 乗員が発生する成分

乗員が発生する成分で最も多量なものは二酸化炭素である。IAQにおいては人が発生する二酸化炭素濃度が空気質の汚染度の指標である。AQCの場合は外気から個人の意志で容易に換気できるため、IAQ程の重要性を持たないものと考えられるが、気付かないうちに高濃度になる場合がある。乗用車に運転手と測定者が計2名乗車した際の車室内の二酸化炭素濃度の推移をFig. 6に示した<sup>13)</sup>。エアコンシステムを内気循環（25°Cの自動設定）にして、都市域を走行した場合、短時間に二酸化

炭素濃度は5000ppmを越えた。しかし、外気導入にすれば、ほぼ外気と同レベル濃度である。

その他、乗員自身が発生する体臭もAQCの大きな要因である。体臭についての報告は様々なものがあり、澤野がサンプリング方法や分析法を述べると共に最近の研究成果について報告している<sup>14)</sup>。汗は99%以上が水分であり、残りはNaCl、尿素、乳酸等であるが、汗臭として酢酸、プロピオン酸、イソ酪酸、酪酸、イソ吉草酸等の低級脂肪酸類のにおい物質を検出している。腋臭もヘキサノ酸や3-メチル-2-ヘキセン酸等の脂肪酸に由来しており、さらに足や頭から特有の分泌物が変化させた特有のにおいが発生する。

AQCを考慮する場合、乗員から発生する揮発成分として最も多量に生ずるのは呼気によるものである。呼気の成分については口臭の見地で様々な報告がなされている<sup>15)</sup>。その多くは硫化メチルを取り上げている。しかし、呼気の中の揮発性物質についての報告は少ない。そのため、TO-15法のキャニスターを用いて、健康人の呼気を測定した<sup>13)</sup>。それらの代表的な成分をTable 4に示した。イソプレン、アセトンなどが被験者により様々な量で検出された。また、呼気からp-ジクロロベンゼンも検出された。イソプレン、アセトン等は代謝生成物であるが、p-ジクロロベンゼンは衣服の防虫剤として使用されているものであり、全ての人の呼気から検出された。これは衣服に吸着したものが、環境中に揮散しその空気を呼吸す

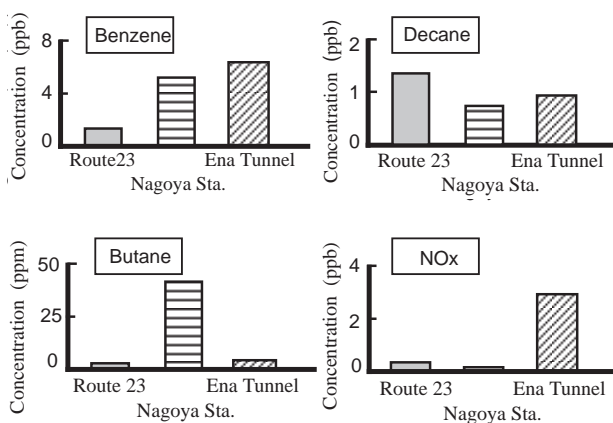


Fig. 5 Odorous substances from ambient air.

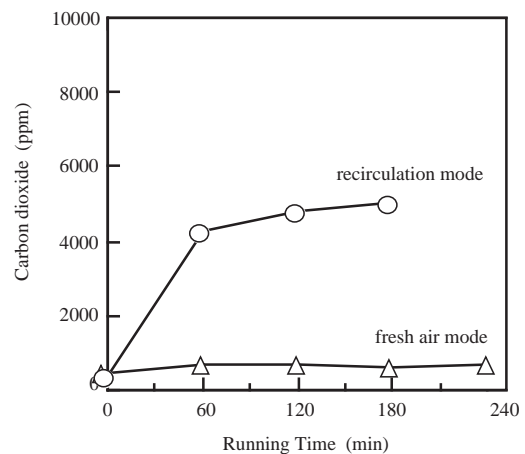


Fig. 6 Carbon dioxide concentration in a car's cabin.

るために呼気から検出されたものである。そのほか、呼気からは香料成分であるリモネンなども検出される。

呼気中のイソプレンは主な代謝生成物であり、睡眠中に多量に放出され、覚醒時には低くなるとされているが、多人数が使用する室内では主な炭化水素である。Björkquistは車室内の炭化水素を測定し、イソプレンの挙動を報告している<sup>16)</sup>。イソプレンは駐車中に比べ、走行中にイソプレン濃度は有意に低下し、空車の場合はさらに低レベルとなることから、呼気から放出されているものとしている。ただし、イソプレンのような高反応性の化学物質は室内環境で生じたOHラジカルを消滅する働きがあるため、一義的に悪影響のみではないといわれている。また、乗員から生ずる物質で特に問題となるのはタバコである。車室内ではないが、容積25m<sup>3</sup>の室内で喫煙前後の呼気と室内空気中の脂肪族炭化水素量をFig. 7に示した<sup>13)</sup>。タバコを数本喫煙することにより、室内の脂肪族炭化水素量は10倍以上となる。それに対して、呼

気の脂肪族炭化水素量はそれほど増加していないことから、大部分は体内に吸収されたことになる。この例のように、呼気と同時に環境中の空気質を測定することにより、どの物質が吸収されやすいか判断できる有効な方法である。

以上述べてきたように、乗員自身やその嗜好品から発生する揮発性物質がAQCにおける最大の要因になることも多い。

#### 4. 今後の展望

現在の様々な環境問題、健康問題を判断すると、たとえ個人的に使用する目的のための車両であっても、空気質は重要な課題である。特に車室内のような狭い空間では嗅覚を始めとする感覚器に順応作用が生じやすい。安全運転のためにはこれらの順応作用をなくするような新鮮な空気環境が必要と考えられる。また、快適化のために芳香剤を使用する人々も非常に多い。しかし、車室内でも環境から流入してきた微量オゾンからOHラジカルを生じる可能性もある。このOHラジカルにより香料成分が微量の刺激物質に変化するとの報告もある<sup>17)</sup>。また、車室内では日照により車室内温度が60℃以上になることも稀でなく、乗車する際には相当高濃度の香料成分に曝露されることになる。香料成分と言えども化学物質であり、AQCの見地に立てば、適度な濃度に管理すべきものである。

走行環境から流入する大気汚染物質についても大気の汚れを強調してある報告が多いが、渋滞やトンネル内のような例外を除き、一般にAQCより走行環境の大気が清浄であることを認識する必要がある。また、タバコ1本の喫煙により車室内の空気質は大気と比較にならないほど悪化し、有害大気汚染物質や発ガン性物質も数多く検出されるようになる。したがって、安全・快適な車室内環境を創造するには揮発成分の少ない内装材料開発はもちろんのこと、AQCの汚れと同時に大気の汚れをセンシングして判断する新しい換気システムが必要になると考えている。また、こうしたシステム開発も必要であるが、乗員自身が積極的に外気導入することにより、AQCの維持・管理を図ることが望ましい。

Table 4 Odorous substances in breath (ppb).

Compound \ Testee	A	B	C	D	E	F	G
Acetone	18.7	11.4	5.4	6.3	11.4	7.2	5.9
Isoprene	5.7	5.9	8.7	11.1	8.0	5.8	4.9
Dimethyl sulfide	14.0	8.1	4.8	4.2	<0.1	6.3	3.4
p-Dichloro benzene	0.14	0.07	0.04	0.47	0.08	0.04	0.24

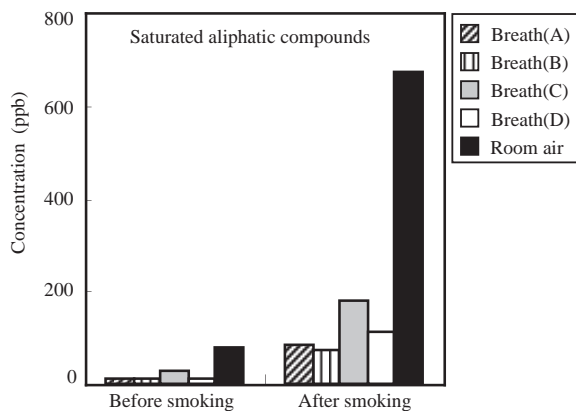


Fig. 7 Odorous substances in environmental tobacco smoke.



## 5. まとめ

車室内空気質 ( Air Quality in a Car's Cabin ) の現況を新車において、走行環境から流入する物質、エアコンにおいて、乗員が発生する成分等について述べた。現時点では研究報告も少なく、全容を判断するには未熟な状態である。安全・快適な車室内空気環境を創造するため、さらなる研究の深化が必要と考えられる。

### 謝辞

本報告をまとめるにあたり、共同研究者に協力頂いた。また、研究を進捗させる上でご支援を頂きましたトヨタ自動車(株)、(株)デンソー、トヨタ車体(株)の関係者各位に感謝いたします。

### 参考文献

- 1) IAQ ( Indoor Air Quality ) 専門委員会報告 : 空気清浄, 34-5(1997), 29
- 2) Otson, R. and Fellin, P. : Gaseous Pollutants, Ed. by Nriegu, J. O., (1992), 335, John Wiley & Sons, Inc.
- 3) Cone, J. E. and Shusterman, D. : Environ. Health Persp., 95(1991), 53
- 4) 松村年郎, 他 : 空気清浄, 30-2(1993), 69
- 5) Air Toxics, Available from Internet: <URL: <http://www.epa.gov/ttn/amtic/>>.

- 6) 高橋敏貴, 他 : 自動車技術会論文集, 23-1(1992), 125
- 7) 佐藤重幸, 他 : 日本味と匂学会誌, 3-3(1996), 696
- 8) 榊原清美, 他 : 日本味と匂学会誌, 4-3(1997), 621
- 9) Chan, C.-C., et al. : J. Air Waste Manage. Assoc., 41-12(1991), 1594
- 10) 佐藤重幸, 他 : 日本味と匂学会誌, 4-3(1997), 617
- 11) Mizuno, H., et al. : SAE Tech. Pap. Ser., No.980284, (1998)
- 12) 内山一寿, 他 : 自動車技術会学術講演会前刷集, 981(1998), 293
- 13) 佐藤重幸, 他 : 自動車技術会学術講演会前刷集, 981(1998), 285
- 14) 澤野清仁 : 香料, 182(1994), 123
- 15) 野本種邦 : 医薬ジャーナル, 21-5(1985), 907
- 16) Björkqvist, S., et al. : Sci. Total Environ., 207(1997), 63
- 17) Charles, J., et al. : Environ. Sci. Technol., 30(1996), 3250

### 著者紹介



佐藤重幸 Shigeyuki Sato

生年 : 1945年。

所属 : 有機分析研究室。

分野 : 車室内空気質および室内空気質の計測と改善に関する研究。

学会等 : 日本化学会, 味と匂学会, 自動車技術会, 環境化学会会員。