

# カラオケボックスにおける人数毎の空気環境に関する実測調査

## Actual Survey on The Air Environment at Various Number of People in Karaoke Rooms

J07031-6 北島 一秀

### Abstract

In recent years air environment in the karaoke rooms is frequently considered. The reason includes the following problems. At first, being a complete private room, at next, smokers and nonsmokers stay in the same space, finally the sojourn time being long time. However, most of the studies of the air environment are not performed in a karaoke room.

Therefore, we measured it in karaoke room whether there was a change in smoking and the difference of relevance of the air environment and the number of people. The measurement subject material is CO, CO<sub>2</sub>, and suspended particulate. As the result, it is clarified that a lot of factors of air pollution of the karaoke rooms exceed the value defined by building hygiene method

Keywords カラオケボックス (karaoke room) 空気環境 (air environment) 実測調査 (actual condition survey) 建築物衛生法 (building hygiene method) 浮遊粉じん (suspended dust) 居室空間 (residence space)

## 1. 背景・目的

公共施設では受動喫煙対策への意識が高まり、平成 22 年 4 月より公共施設における分煙及び禁煙対策が一部地域より従来の努力義務から義務化へと変わった。これにより主だった公共施設、特に飲食店関係では分煙・禁煙化が進むと考えられる。カラオケボックスはそれぞれの室が完全に区切られた個室空間の集合体である。密閉された空間で、滞在時間も長いことから、非喫煙者の受動喫煙による影響は多大なものになると予想される。全面禁煙が困難な「娯楽施設」であることから、喫煙をするなかで、空気環境を良く維持するためにはどのようにしたら良いのかを検討する必要があると考える。そこで本研究では、カラオケボックス内での空気環境の時間的推移を、参加した人数と、その喫煙時・非喫煙時に分け実測調査を行い、喫煙と空気環境の関連性、空気環境の問題点を比較・検討することを目的とした。実測の項目として「建築物における衛生的環境の確保に関する法律(通称、建築物衛生法)」(1970年施行)を参考に浮遊粉じん、一酸化炭素(以下CO)、二酸化炭素(以下CO<sub>2</sub>)の3項目を実測対象とする。なお、カラオケボックスは店舗であるが、店舗によって室、及び建物の形態や面積も違うため特定建築物である場合とそうでない場合がある。そのため本研究では基準値を参考にして比較・検証を行う形をとる。

## 2. 実測概要

### 2. 1 測定概要

測定は2010年8月9日~12月21日にかけて、東京近郊にある都内のカラオケボックス20店舗を対象に行った。その中から任意に店舗Aと店舗Bの2店舗を選出し、対象となった店舗で毎回同室を利用し利用人数条件2人、3人、4人、5人の計4回の測定を行った。表1に測定概要を示す。測定・調査項目と測定機器はCO・CO<sub>2</sub>についてはIAQモニター、浮遊粉じんについてはレーザーパーティクルカウ

ンター(LPC)とデジタル粉じん計を用いる。浮遊粒子状物質の粒径別個数濃度(2.83L(=1分間)を連続150回)、浮遊粒子状物質の質量濃度、店舗の形態、空調関係(エアコン、空気清浄機など)を調べる。また、比較対象とした建築物衛生法管理基準を表2に示す。

### 2. 2 測定手法

東京近郊にある都内のカラオケボックス20店舗を対象に測定を行った。そのうち任意の2店舗を選出し5人部屋と店舗側により表記された室内において測定機器を持ち込み、非喫煙・喫煙各1時間の測定を、人数条件を変えて行った。測定機器の高さはどれも1500mm以下とし、建築物衛生法に則した状態とした。この高さは、歌唱中の人及び待機中の人の呼吸息と同様の高さであるため歌唱による影響と喫煙による影響を的確に測定できると思われる。

表1 測定概要

店舗名	実測日時	非喫煙	喫煙	空気清浄機
A-1	12月10日	11:50~12:49	13:05~14:04	無し
A-2	12月11日	11:40~12:39	12:55~13:54	
A-3	12月14日	11:45~12:44	13:00~13:59	
A-4	12月15日	15:20~16:19	16:35~17:34	
B-1	11月19日	14:00~15:09	15:30~16:29	無し
B-2	10月23日	15:20~16:19	16:35~17:34	
B-3	10月29日	16:05~17:04	17:20~18:19	
B-4	11月12日	14:00~14:59	15:15~16:14	

表2 建築物衛生法管理基準

項目	基準値
浮遊粉じん	概ね10μm以下の粒子が0.15mg/m <sup>3</sup> 以下
一酸化炭素含有率	10ppm
二酸化炭素含有率	1000ppm

### 3. 測定結果・考察

今回2店舗において人数毎の計8回実測を行い、2人時と5人時を代表例として図1～図10に、換気量・換気回数を表4、表5に示し、以下に測定結果および考察を記す。

#### 3. 1 店舗A

CO・CO<sub>2</sub>濃度の変化について、図1及び図2に示すと、2人時には喫煙時・非喫煙時ともに基準値を下回ったが、5人時ではCO<sub>2</sub>濃度のみ基準値を約300ppmも上回る結果となった。5人時にこのような上昇をみせたのは、人数の増加に伴い呼気中のCO<sub>2</sub>が室内に増加した影響であると考えられる。CO濃度は基準値に収まった。

浮遊粉じん濃度の変化について、図5及び図6に示すと、非喫煙時は共通して基準値を下回り、喫煙時は基準値を大きく上回った。CO濃度のグラフと比較してわかるように、浮遊粉じんの主な発生源はたばこであることは明確である。

#### 3. 2 店舗B

CO・CO<sub>2</sub>濃度の変化について、図3及び図4に示すと、CO濃度は全体を通して基準値を下回った。CO<sub>2</sub>濃度は2人時の非喫煙時に1000ppm付近で安定し、それ以外では大きく上回った。店舗Bにおいても、人数の増加に伴った、呼気からの影響によるCO<sub>2</sub>濃度の上昇だと考えられる。浮遊粉じん濃度の変化について、図7及び図8に示すと、非喫煙時には基準値を下回っていたが、喫煙時には喫煙と同時に上昇していることがわかった。これはCO濃度のグラフと比較すると、双方の上昇している時間域が合致していることから理解できる。

### 4. 建築物衛生法との比較・検証

CO濃度においては基準値を超える濃度を検知することは無かった。しかしCO<sub>2</sub>濃度は非喫煙時において店舗Aは4人時から、店舗Bは3人時から基準値を上回り、喫煙時において店舗Aは3人時、店舗Bは2人時から基準値を上回った。喫煙をすることによって、在室者1人あたり1.5倍の換気量が必要になることが推測できる。店舗Bにおいては定員の半数以下の人数で、基準を上回っていた。浮遊粉じんにおいて、非喫煙時はすべての人数条件において基準値を上回ること無く、喫煙時は、両店舗すべての人数条件において基準を上回る結果が得られた。

#### 4. 1 CO

CO濃度の基準値は10ppmである。店舗Aでは2人時・5人時ともに非喫煙時においてCO濃度は検知されることは無かった。喫煙時には2人時、5人時ともに5～6ppmを検知したが基準値を超えることはなかった。店舗Bでは非喫煙時にもわずかな濃度が常時検知され、5人の喫煙時には7～9ppmと基準値に近い濃度が検知されたが、10ppmを超えることはなく一応基準を満たす結果となった。

#### 4. 2 CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub>濃度の基準値は1000ppmである。店舗Aの2人時では喫煙時・非喫煙時ともに基準値を満たしていた。しかし5人時では、ともに1000ppmを超える結果となった。店

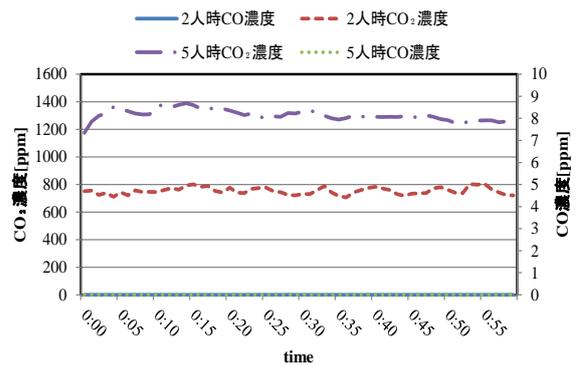


図1 店舗A 非喫煙時 CO・CO<sub>2</sub>濃度の径時変化

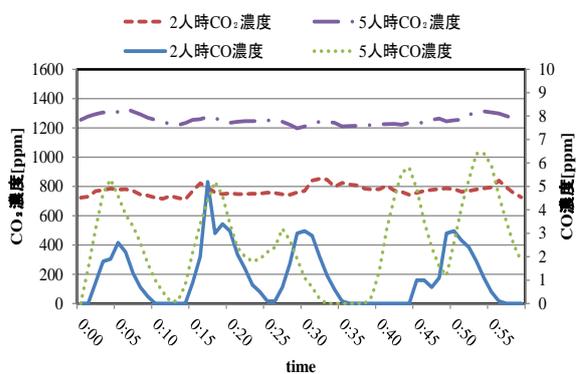


図2 店舗A 喫煙時 CO・CO<sub>2</sub>濃度の径時変化

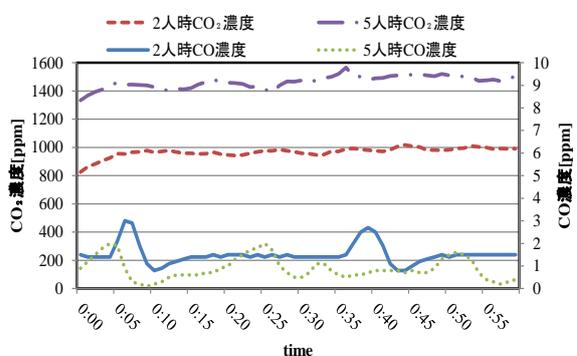


図3 店舗B 非喫煙時 CO・CO<sub>2</sub>濃度の径時変化

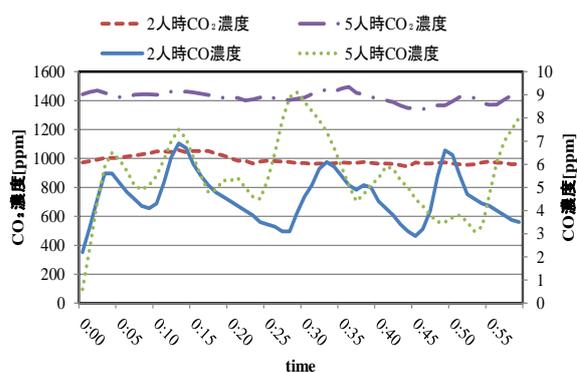


図4 店舗B 喫煙時 CO・CO<sub>2</sub>濃度の径時変化

舗 B の 2 人、非喫煙時で平均 968ppm であったが、1000pp を越える箇所も検知された。店舗 B は全体的に基準値を超える結果となった。

### 4. 3 浮遊粉じん

浮遊粉じんの基準値は概ね 10 $\mu\text{m}$  以下の粒子が 0.15mg/m<sup>3</sup>以下である。この数値は DDC で測定された浮遊粉じんを対象としているため、DDC の結果から比較・検証を行う。店舗 A 及び店舗 B において、非喫煙時では 2 人時、5 人時ともに基準を満たす結果が得られた。しかし、喫煙時では基準値を大きく上回る結果となった。店舗 A では最大 3.8 [mg/m<sup>3</sup>] を計測した。喫煙時の CO 濃度のグラフと比較することで、これら室内における浮遊粉じんの主な発生源はタバコであることがわかった。

### 5. 必要換気量・換気回数との比較・検証

まず必要換気量の推奨地である 85[m<sup>3</sup>/h] を基準として設け、浮遊粉じん質量濃度と CO 濃度のグラフにおける減衰曲線からそれぞれの店舗における換気量、換気回数を算出した(表 4、表 5)。グラフの減衰曲線から次式を求める。但しこの式において、 $\lambda$  は 1 分間あたりの換気回数なので、これを 1 時間に換算して用いる。

$$M(t) = a \cdot e^{-\lambda t} \dots \text{eq. (5-1)}$$

次に、求めた換気回数から換気量を求める式は次式である。

$$(\text{換気回数: } n) [\text{回/h}] =$$

$$(\text{換気量: } Q) [\text{m}^3/\text{s}] / (\text{室容量: } V) [\text{m}^3] \times 3600 [\text{s}] \dots \text{eq. (5-2)}$$

浮遊粉じん質量濃度のグラフから求めた値を基準として考えると、店舗 A におけるみかけの換気量は 138.9[m<sup>3</sup>/h] となり、式 5-2 より換気回数は 14.5[回/h] となり、2 人時の必要値 170.0[m<sup>3</sup>/h]・17.7[回/h] を満たしていない。

店舗 B においては 180.0[m<sup>3</sup>/h]・8.6[回/h] となり、2 人時の必要値は満たしているが、3 人時の基準値 255.0[m<sup>3</sup>/h]・12.8[回/h] は満たしていない。CO 濃度のグラフから求めた値を基準として考えると、店舗 A の換気量と換気回数が上がっている、このことから店舗 A は CO・CO<sub>2</sub> に関する換気能力の方が優れているものと考えられる。店舗 B においてはどちらも下がった。CO・CO<sub>2</sub> 濃度に対する換気能力よりも、粉じんに対する換気能力の方が高いものと考えられる。各測定対象物質では基準値を下回り、一見すると良好な空気環境を維持できるものと考えられたが、換気能力から考察するならば両店舗ともに提示した規定人数では換気能力が不十分であることがわかった。

### 6. まとめ

今回の実測からカラオケボックスにおける空気環境が、店舗側の規定人数 5 人時において建築物衛生法の基準値を超える結果となった。CO 及び浮遊粉じんが基準値内であった。しかし、店舗 B ではそれぞれの測定値が店舗 A と比べ、

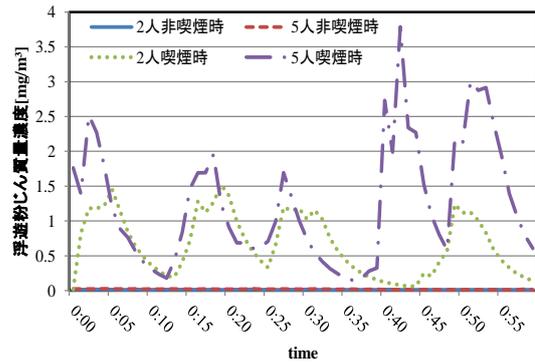


図 5 店舗 A 浮遊粉じん質量濃度

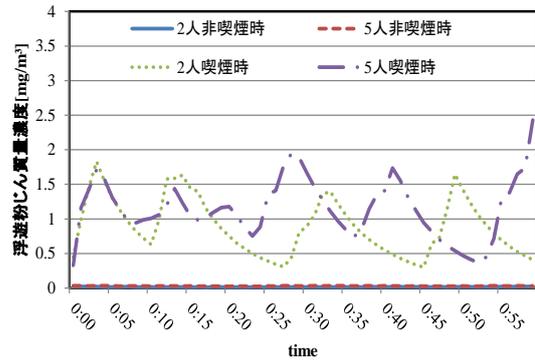


図 6 店舗 B 浮遊粉じん質量濃度

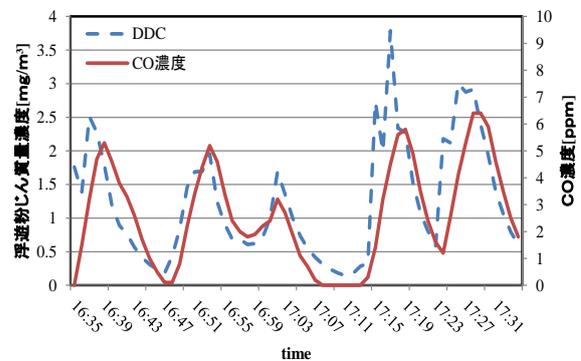


図 7 店舗 A 2 人 喫煙時 浮遊粉じん質量濃度-CO 濃度

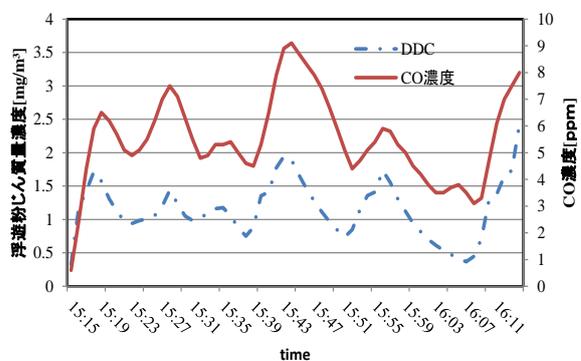


図 8 店舗 B 2 人 喫煙時 浮遊粉じん質量濃度-CO 濃度

高い結果となった。CO<sub>2</sub>において、両店舗とも基準値をはるかに超えるという結果となった。既往の研究であるネットカフェに比べ、カラオケボックスでは静かに過ごすのではなく、歌を歌う場所であることから、人からの呼気によってCO<sub>2</sub>濃度が非常に高くなったものとする。

浮遊粉じんにおいて、基準値を上回ることにはなかった。しかしグラフ上での変化をみてもわかるように減少をすることは少なかった。また実測結果、比較・検証をふまえると空気環境に影響を及ぼす原因は主にタバコ、利用者、空調設備及び換気量であると考えられる。カラオケボックスという完全個室というような店舗形態によって、CO濃度、浮遊粉じん以外の全ての基準をクリアした店舗は無かった。

粒径別浮遊粉じんでは、0.7~1.0μmの粒径において喫煙の影響を顕著に示しており、浮遊粉じん質量濃度やCO濃度と比較(図9)してみても、室内における影響の大部分はやはり喫煙におけるものだということが明らかになった。

また表3にある2人測定の20店舗の測定結果を平均化した表からもわかるように、どの店舗でも5人での在室には不適切な空気環境であることがわかった。換気量や換気回数も2~3人までなら賄えるが、本来の収容定員である5人時には能力が不足している結果となった。

### 7. 今後の課題

本研究では2店舗、計8回の測定を行った。様々な店舗の系統による比較を行う事を考えるなら、さらに多くの店舗を測定対象とするべきであった。また本研究では空気環境について比較・検証する際、主に測定項目の結果、換気量・換気回数を参考に考察を行った。しかし、実際の店舗に備え付けられている設備の詳細は不明であり、目視による判断のため誤った情報となってしまった可能性がある。そのため、設けられている空気設備の効果について明らかにする必要があると考えられる。

表3 20店舗の実測結果(平均値・最大値・最小値)

測定機器	DDC		IAQ			
	浮遊粉じん質量濃度		CO		CO <sub>2</sub>	
店舗	非喫煙	喫煙	非喫煙	喫煙	非喫煙	喫煙
A	0.0151667	0.97582333	0.51833333	2.61333333	805.65	774.03333
B	0.02246833	1.76778333	0.95166667	8.62166667	1981.1	2481.55
C	0.014885	2.18950333	1.3	6.349978	1470.91667	1571.97169
D	0.01976	0.49075	0.35666667	2.64333333	985.666667	871.016667
E	0.03150333	0.84461	0.29666667	2.83833333	785.506667	820.433333
F	0.00004333	0.222235	2.39	8	1577.42	1707
G	0.061	0.768	1.27	4.663	1018.05	1062.22
H	0.018	1.476	0.21	4.123	1093.77	1151.95
I	0.053	1.096	0	1.8733	905.067	945.22
J	0.026	0.3915	0.959	2.295	791.3	882.07
K	0.0096	1.087	0.62	4.02	1164.98	1189.07
L	0.0186	1.25	0.33	3.95	891.37	889.78
M	0.01536167	0.246025	0	0.695	720.883333	686.95
N	0.01937	0.21801	0	0.925	1010.63333	960.783333
O	0.10644833	1.04164667	0.01166667	2.125	1141.2	1045.41667
P	0.046302	1.626972	0.125	2.98833333	1943.83333	1755.33333
Q	0.041297	0.603373	0	0.741667	885.45	862.8667
R	0.015275	1.1723833	0	2.575	1317.75	1466.9333
S	0.0117867	1.166165	0	2.3933333	950.33333	1050.5
T	0.078303	0.910693	0	1.603333	874.0833	1174.233
平均	0.03120852	0.97722365	0.46695	3.30188056	1115.74818	1167.46657
MAX	0.10644833	2.18950333	2.39	8.62166667	1981.1	2481.55
MIN	0.00004333	0.21801	0	0.695	720.883333	686.95

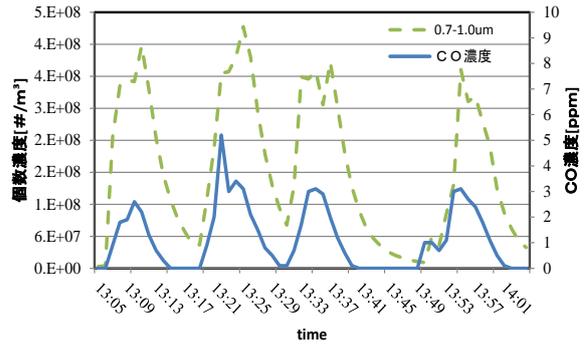


図9 店舗A 2人 喫煙時 粒径別浮遊粉じん-CO濃度

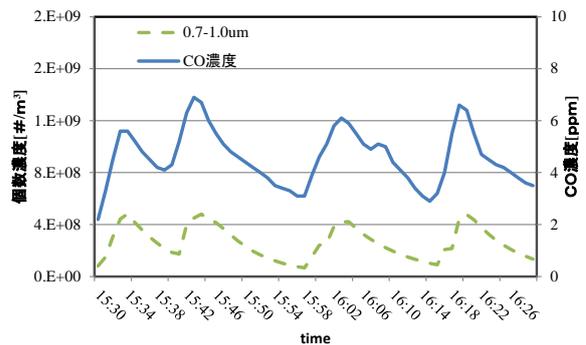


図10 店舗B 2人 喫煙時 粒径別浮遊粉じん-CO濃度

表4 DDCから算出した換気量及び換気回数

店舗名・人数	気積[m³]	必要換気量 [m³/h]	必要換気回数 [回/h]	みかけの換気量 [m³/h]	みかけの換気回数 [回/h]
		255.0	26.6		
		340.0	35.4		
		425.0	44.3		
B	20.0	170.0	8.5	180.0	8.6
		255.0	12.8		
		340.0	17.0		
		425.0	21.3		

表5 CO濃度から算出した換気量及び換気回数

店舗名・人数	気積[m³]	必要換気量 [m³/h]	必要換気回数 [回/h]	みかけの換気量 [m³/h]	みかけの換気回数 [回/h]
		255.0	26.6		
		340.0	35.4		
		425.0	44.3		
B	20.0	170.0	8.5	67.9	3.4
		255.0	12.8		
		340.0	17.0		
		425.0	21.3		

### 【参考文献】

- 堀越哲美 他：『建築環境工学』平成21年4月発行
- 三浦昌生：『基礎力が身に付く建築環境工学』平成18年5月23日発行
- 山田由紀子：『建築環境工学』平成19年3月15日発行
- 建築物の環境衛生管理編集委員会：『建築物の環境衛生管理 上巻』平成18年3月31日発行
- 水村圭介：ネットカフェにおける空気環境に関する研究、芝浦工業大学、2009年
- 伊藤大史：ネットカフェにおける環境タバコ煙の実態調査、芝浦工業大学、2009年
- 野中麻衣：飲食店における喫煙対策の実態調査、芝浦工業大学、2009年