

レストランにおける受動喫煙に関する基礎的研究

The basical study on passive smoking at a resutaurant

正会員 赤林伸一¹⁾ 同 坂口 淳²⁾ 同 ○都丸恵理³⁾

AKABAYASHI Shin-ichi, SAKAGUCHI Jun, TOMARU Eri

本研究では、喫煙、非喫煙スペースが共存する評価空間としてレストランを対象とし、給排気口、喫煙席、椅子やテーブル等障害物の相対位置によるタバコ煙の拡散状況を明らかにし、粉塵濃度と臭気強度を用いた室内空気環境の評価を行うことを目的とする。喫煙席を密集させ、排気量の大きい排気口を専用にした場合に室内の粉塵濃度は最も低下する。しかし、粉塵の室内環境基準を満足していても、臭気に関しては良好な室内環境基準であるとは必ずしも言えない。

Passive smoking, Resutaurant, Concentration of contaminant, Odor
受動喫煙、レストラン、粉塵濃度、臭気

1 研究目的

平成15年5月に健康促進法が施行され、主な公共空間での受動喫煙の防止が義務付けられた。また厚生労働省のガイドラインでは喫煙所からの粉塵の流出を防ぐために、非喫煙空間から喫煙空間へ0.2m/sの風速を確保することになっている。タバコ煙の健康へのリスクは広く認められており、公共空間における分煙対策が進んでいる。一方、レストランなどの飲食店では、依然として同一空間に喫煙席と非喫煙席が設けられる場合が多く、このような場合のタバコ煙の拡散状況に関して検討された例は少ない。また、タバコに関する室内環境基準は粉塵であるが、臭気に関する規制は行われておらず、これを問題と考える非喫煙者も多い。

本研究では、レストランにおける給排気口、喫煙者、椅子、テーブル等の相対位置によるタバコ煙の拡散状況を明らかにし、効率的な換気システムの選定と粉塵濃度と臭気強度を用いた室内空気環境の評価を行う。

2 研究概要

2.1 解析対象：図1に解析対象の概要を示す。エアコン、給気口、排気口を設置した床面積100m²のレストランを対象とする。東面、西面、南面は外気に面しており、北面、天井面、床面は上下階及び隣室に面している。

2.2 解析方法：表1に解析caseを、表2に喫煙本数の算出条件を、表3にタバコからの汚染質の発生量

を、表5に解析条件を示す。図2に喫煙席の配置型式を、図3に解析表示位置を示す。解析には汎用流体解析ソフト（STREAM）を用いる。室内の流れ場、

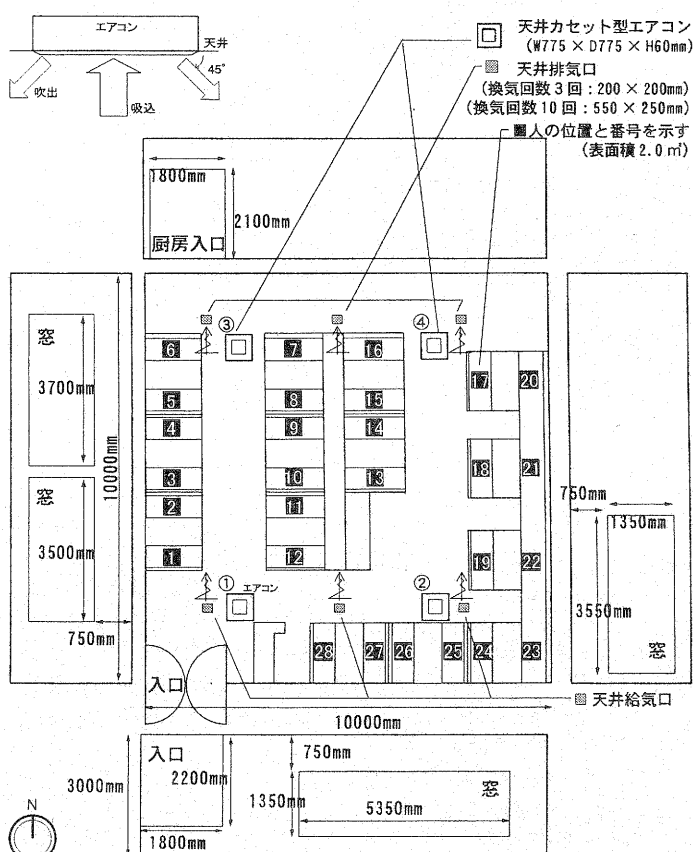


図1 解析対象の概要

1) 新潟大学大学院自然科学研究科 教授 工学博士

2) 県立新潟女子短期大学 助教授 博士 (工学)

3) 新潟大学自然科学研究科 大学院生

1) Prof., Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ., Dr. Eng.

2) Assoc. Prof., Dept. of Human Life and Environmental Science, Niigata Woman's College, Dr. Eng

3) Graduate Student, Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ

温度場を算出後、タバコ煙を模擬したトレーサガスを発生させ、6ヶ所からタバコ煙が発生している場合の濃度分布の解析を行う。タバコ煙の持つ浮力は無視する。

2.3 評価方法：粉塵濃度を室内環境基準濃度(0.15mg/m³)で除した値を用い、数値が1.0以下の場合を室内環境基準を満たしているとする。表4に6段階臭気強度を示す。臭気は、タバコ煙から発生するアセトアルデヒドを代表臭気とし、6段階臭気強度(表4)を用いて評価する。また、臭気強度1(検知閾値濃度)以下の場合を良好な室内環境基準とする。

3 解析結果

3.1 流速分布：図4に各換気回数の流速分布を示す。

表1 解析case

解析case	喫煙席の 配置型	喫煙本数	換気回数	解析case	喫煙席の 配置型	喫煙本数	換気回数
case1	(1)給気口側	喫煙本数 66本/h	3回/h	case16	(1)給気口側	喫煙本数 66本/h	10回/h
case2	(2)排気口側			case17	(2)排気口側		
case3	(3)給排気口一体			case18	(3)給排気口一体		
case4	(4)給気口側密集			case19	(4)給気口側密集		
case5	(5)排気口側密集			case20	(5)排気口側密集		
case6	(1)給気口側	喫煙本数 22本/h (1/3)		case21	(1)給気口側	喫煙本数 22本/h (1/3)	
case7	(2)排気口側			case22	(2)排気口側		
case8	(3)給排気口一体			case23	(3)給排気口一体		
case9	(4)給気口側密集			case24	(4)給気口側密集		
case10	(5)排気口側密集			case25	(5)排気口側密集		
case11	(1)給気口側	喫煙本数 66本/h エアコンに 粉塵除去フィル ター を設置 (捕集率80%)	case26	(1)給気口側	喫煙本数 66本/h エアコンに 粉塵除去フィル ター を設置 (捕集率90%)		
case12	(2)排気口側		case27	(2)排気口側			
case13	(3)給排気口一体		case28	(3)給排気口一体			
case14	(4)給気口側密集		case29	(4)給気口側密集			
case15	(5)排気口側密集		case30	(5)排気口側密集			

表2 喫煙本数の算出条件

在室者数	28人
喫茶店における男女構成比	男性:女性=0.55:0.45
タバコ常用者率	男性 0.49 女性 0.14
在室者平均タバコ常用者率	0.33(9.3人)
最大タバコ常用者率	0.61(17人)
常用者喫煙率	0.34
同時喫煙者数	6人

「空気調和・衛生工学会規格」による

表3 タバコからの汚染質の発生量

粉塵	15 mg/本
アセトアルデヒド	4.8 mg/本

表5 解析条件

計算コード	ソフトウェアレイドルSTREAM Ver. 6
乱流モデル	標準k-ε
境界条件	・壁面境界条件は、風速は一般化対数則、温度は温度対数則で与える。 ・天井、壁(北面)、床面は隣室を想定し、20℃で与える。 ・壁(南、西、東面)は外部を想定し、0℃で与える。
輻射条件	各壁面内に輻射率0.9を与える。
吹出風速	・給気口:天井給気 換気回数3回/h 吹出し風速=2.08m/s、K=0.0216、ε=0.0014、温度=20℃ 換気回数10回/h 吹出し風速=2.02m/s、K=0.0204、ε=0.0013、温度=20℃ ・排気口:天井排気 換気回数3回/h 吸込風速=2.08m/s 換気回数10回/h 吸込風速=2.02m/s ・エアコン吹出①~④ 吹出し風速=1.97m/s、K=0.0194、ε=0.0005 温度=36℃(①、②)、30℃(③、④) ・エアコン吸込①(表面圧力境界) 表面圧力=0 Pa ・エアコン吸込②~④ 吸込風速=0.9972m/s

換気回数3回/hと10回/hの場合の両case共に、給気口から流入した外気は床面に到達した後、室内を通り排気口から流出している。換気回数3回/hの場合と比較して換気回数10回/hの場合は、断面zで排気口へ向かう流れに乱れが大きい。また、換気回数10回/hの場合の断面zの西壁面と断面x2の床面付近では、排気口側から給気口側へ向かう流れが生じている。

3.2 粉塵濃度分布：図5に換気回数3回/h、喫煙本数66本の場合の、各caseの粉塵濃度分布を示す。case 1(給気口側に喫煙席を配置)では、粉塵が給気口からの気流により室内全体に拡散するため、室内全体の濃度が高くなる。case 2(排気口側に喫煙席を配置)では他の配置型式より室内の粉塵濃度が相対的に低くなる。これは粉塵が排気口側で発生するため、給

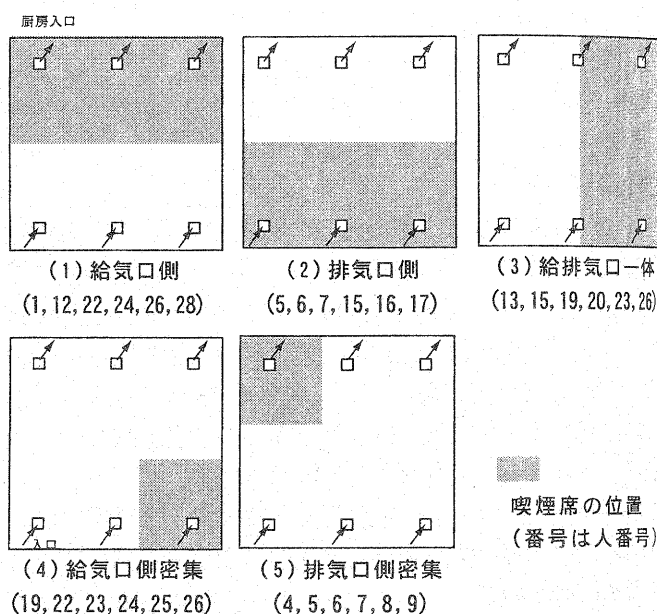


図2 喫煙席の配置型式

表4 6段階臭気強度

臭気強度 (アセトアルデヒド濃度[ppm])	内 容
0	- 無臭
1	(0.002) やっと感知できるにおい(検知閾値濃度)
2	(0.01) 何のにおいであるかがわかる弱いにおい(認知閾値濃度)
3	(0.1) らくに感知できるにおい
4	(1) 強いにおい
5	(10) 強烈なにおい

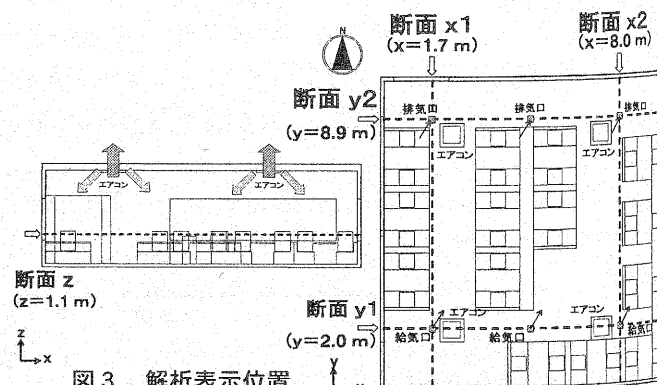
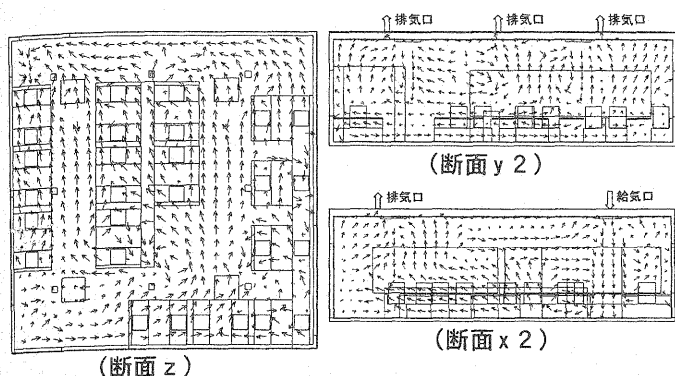
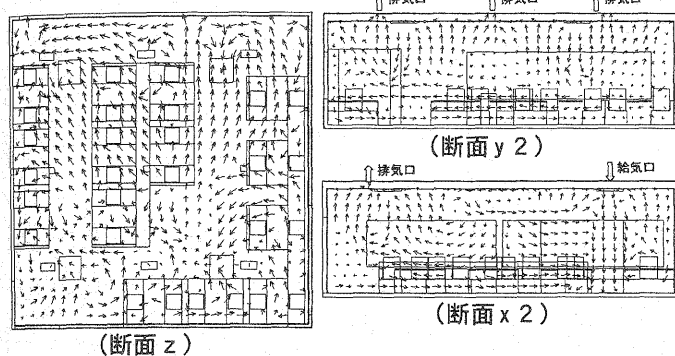


図3 解析表示位置

気口側に拡散する前に排気口から排気されているためである。また、喫煙席周辺は発生した粉塵が気流によって拡散されにくいいため、床面付近に粉塵濃度の極めて高い部分ができる。これが気流により北側壁面



(i) 換気回数 3 回 / h



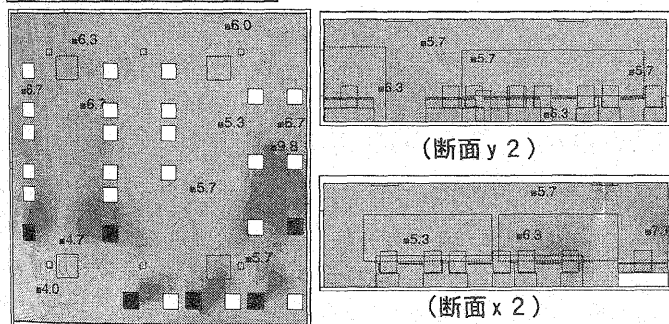
(ii) 換気回数 10 回 / h

図 4 各換気回数の流速分布

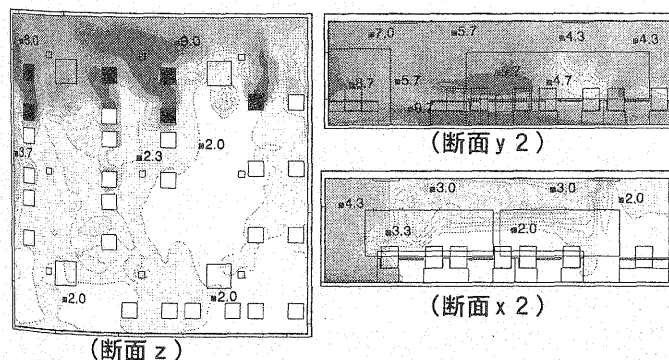
に沿って上昇し、天井付近の粉塵濃度が高くなる。図6にcase 7とcase12の粉塵濃度分布を示す。換気回数3回/hで喫煙本数を1/3に減らした場合(case 7)と、フィルタによる粉塵の除去を行うと(case12)、共に排気口側に喫煙席を配置する配置型式で粉塵濃度が1.0以下の領域が最も拡大する。図7に換気回数10回/h、喫煙本数66本の場合の粉塵濃度分布を示す。case17(排気口側に喫煙席を配置)と比較して、case20(排気口側に密集して喫煙席を配置)の場合が1.0以下の領域が広く、最も良い配置型式となる。これは、1ヶ所当りの排気口からの排気量が増加し、喫煙席上部の排気口の粉塵捕集率が高くなるためである。

3.3 臭気強度分布：図8に各 case の臭気強度分布を示す。換気回数3回/hの場合、case 2(排気口側に喫煙席を配置)では臭気強度が1(検知閾値濃度)以下になる領域はない。発生量を1/3にしたcase 7(排気口側に喫煙席を設置)でも、臭気強度が1以下になる領域はない。発生量を減少させたことにより臭気強度の減少は見られるが、どのcaseも基準とした検知閾値濃度以下にはならない。また、換気回数10回/hの場合、case21(給気口側に喫煙席を配置)、case25(排気口側に密集して喫煙席を配置、喫煙本数1/3)共に臭気強度1以下になる領域は殆どない。case25では臭気強度2(認知閾値濃度)以下の領域が、

■タバコ煙発生位置



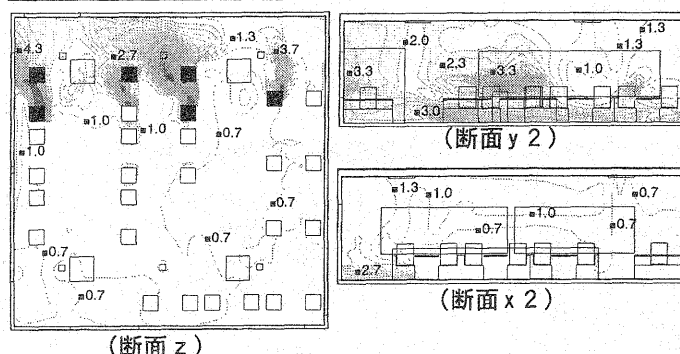
(i) case 1 (給気口側に喫煙席を配置)



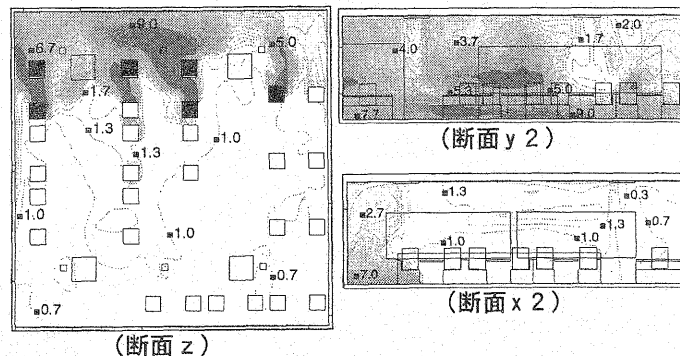
(ii) case 2 (排気口側に喫煙席を配置)

図 5 各 case の粉塵濃度分布
(換気回数 3 回 / h、喫煙本数 66 本 / h)

■タバコ煙発生位置



(i) case 7 (排気口側に喫煙席を配置、喫煙本数 1/3)



(ii) case 12 (排気口側に喫煙席を配置、フィルタ)

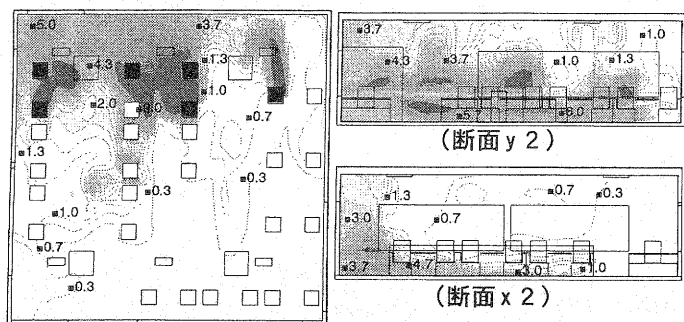
図 6 各 case の粉塵濃度分布
(換気回数 3 回 / h)

他の配置型式と比べて最も拡大しており、喫煙席が排気口側に密集しているほど室内の臭気強度は低下する。

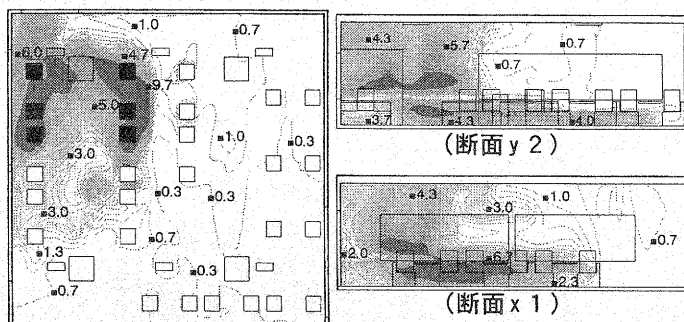
4 まとめ

- ①喫煙席を密集させ、その空間に排気量の大きな排気口を専用に設けた場合に、室内の粉塵濃度が最も低下する。
- ②喫煙本数の制限とフィルタの設置は、喫煙席が排気口に近いほど効果が大きい。
- ③喫煙席が排気口に近い場合、換気量の大小を問わず喫煙席周辺の床面に粉塵濃度の高い部分が現れるが、これには天井給排気以外の換気方式の検討が必要であると考えられる。
- ④粉塵濃度に関しては喫煙本数の制限、フィルタの設置、換気量の増加のどれでも室内の粉塵濃度を低下させる効果が得られる。
- ⑤粉塵濃度の室内環境基準を満足させる配置は可能であるが、臭気に関しては認知閾値濃度以上である場合が殆どである。従来の粉塵濃度によるタバコ煙対策が臭気に関して良好な室内環境であるとは言いがたいと考えられる。

■タバコ煙発生位置



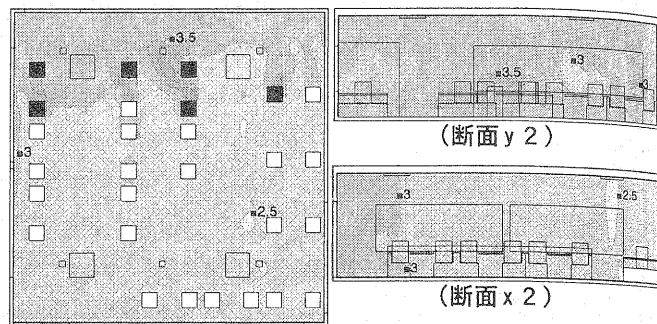
(i) case 17 (排気口側に喫煙席を配置)



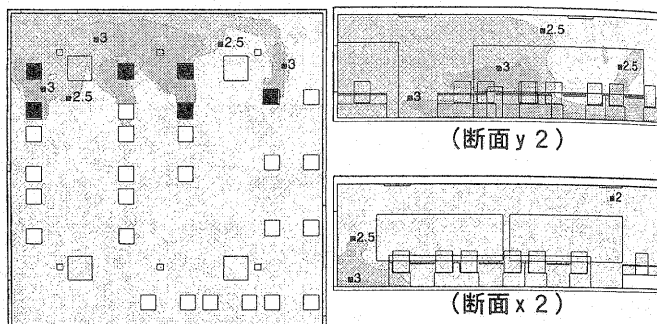
(ii) case 20 (給気口側に喫煙席を配置)

図7 各 case の粉塵濃度分布
(換気回数 10 回 / h、喫煙本数 66 本)

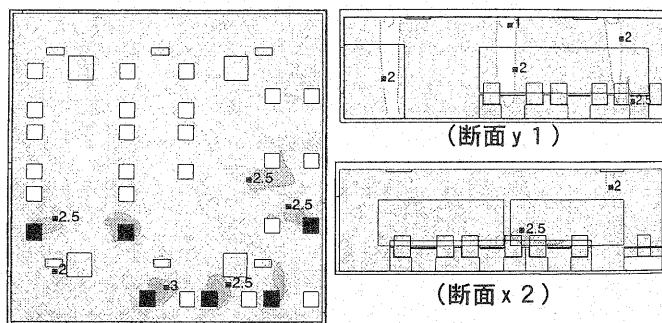
■タバコ煙発生位置



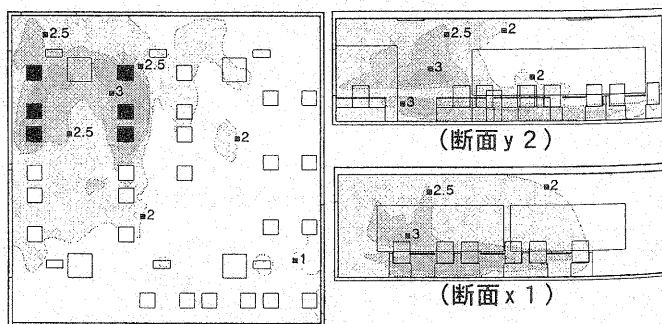
(i) case 2 (排気口側に喫煙席を配置)



(ii) case 7 (排気口側に喫煙席を配置、喫煙本数 1/3)



(iii) case 21 (給気口側に喫煙席を配置、喫煙本数 1/3)



(iv) case 25 (排気口側に密集して喫煙席を配置、喫煙本数 1/3)

図8 各 case の臭気強度分布

【参考文献】

- 1) 社団法人 空気調和・衛生工学会：「SHASE-S102 - 2003 換気基準・同解説」，空気調和・衛生工学会，2004
- 2) 日本空気清浄協会：「室内空気清浄便覧」，オーム社，2000
- 3) 林立也，加藤信介，村上周三，曾潔：「CFD を用いた人体周辺微気象解析による受動喫煙の研究」，日本建築学会計画系論文集，No553，17-21，2000 年 7 月
- 4) 宮崎竹二：「喫煙コーナー等における分煙の効果について」，日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸），2002 年 8 月