

CO2 濃度を評価基準とした室内空気環境の改善手法の検討

建築学専攻  
建築環境工学研究

MJ22032 大崎 喬 おおさき たかし  
指導教員 西村 直也

1. 研究の目的と背景

コロナ対策の基準は、建築基準法以上の換気を必要としており、その基準を満たしていれば「換気が悪い空間」には当てはまらないとしている。しかし、コロナ対策をするために、換気の基準である必要換気量を満たしていれば感染症を確実に予防することができるという根拠があるわけではない。

本研究では、CO2 濃度から用途や規模の異なる建築物の室内における空気環境を評価した。機械換気において、室内の CO2 濃度に影響を与える可能性のある条件を変数として様々な条件で解析を行った。解析結果より、どの要素が室内の CO2 濃度にどのような影響を与えているのかを検討した。

2. 手法

(1)解析手法

本研究において、CO2 濃度を空気質の指標とする。室内の機械換気に主眼を置き、数値流体解析を用いて CO2 濃度を算出する。解析条件に換気量といった要素に変数を与え、30 分後まで非定常解析を行う。その変数により居住域の CO2 濃度にどのような変化があるのか計算する。換気量、収容人数、吹き出し風速を CO2 濃度に影響を与える要素とし、それぞれの要素がどの程度の影響を及ぼしているのかを検討するため、要素に 3 水準の変数を与える。変数の中心の基準値を定め、その値を第 2 水準値とする。基準値よりも小さい値、大きい値を第 1 水準値、第 3 水準値とする。

3 つの条件を第 2 水準値にした基準モデルが一つ、どれか一つの条件を第 1・3 水準値にずらしたモデルの 6 つの合計 7 パターンのモデルを解析する。同様の解析を 10 建物のモデルで行う。解析対象建築物の概要を表 1 に示す。

(2)分析手法

7 つのモデルの解析結果から室内全体と居住域の CO2 濃度の分布を 10ppm ずつの間隔ごとに累積度数として抽出する。累積度数のデータを各階級の度数に変換し、度数から尖度と歪度を求める。尖度と歪度から 3 つの要

表 1 解析対象建築物の概要

解析対象	最高天井高	床面積	体積	解析領域体積	換気システム	空調
理髪店L	2.5	37.7	95.1	67.9	第3種換気	PAC+FE
ホールS	7.0	455.0	3184.7	819.0	第1種換気	AHU
ホールN	6.8	428.2	2890.1	770.7	第1種換気	PAC+HEX
ホールK	8.5	505.7	2425.3	1137.9	第1種換気	AHU
PA-I	2.6	182.1	473.5	327.8	第3種換気	PAC+HEX
宿泊施設A	7.7	271.7	1245.9	365.3	第1種換気	AHU+FE
SA-S	3.4	738.9	2512.2	1330.0	第1種換気	PAC+HEX
SA-O	2.5	2446.0	6115.0	4402.8	第1種換気	PAC+HEX
喫茶店Y	3.0	22.3	66.9	40.2	第3種換気	PAC+FE
会議室A	3.0	94.6	283.9	170.3	第1種換気	AHU+FCU

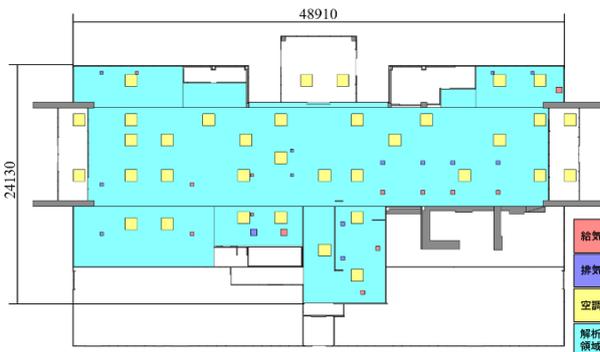


図 2 SA-S の平面図

表 3 SA-S の解析条件

	第1水準値	第2水準値	第3水準値
必要換気量[(m³/h)/人]	20	30	35
収容人数[人]	103	205	236
風速[m/s]	0.9	1.8	3.6

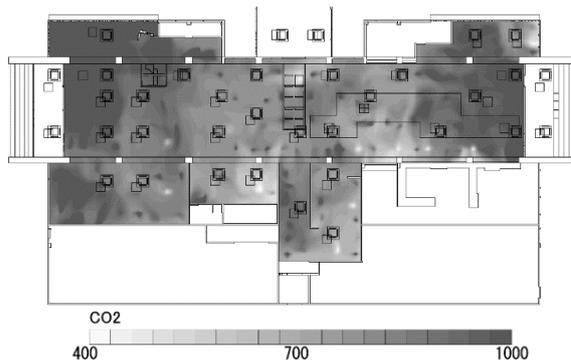


図 4 高さ 1.8m の CO2 濃度コンター図

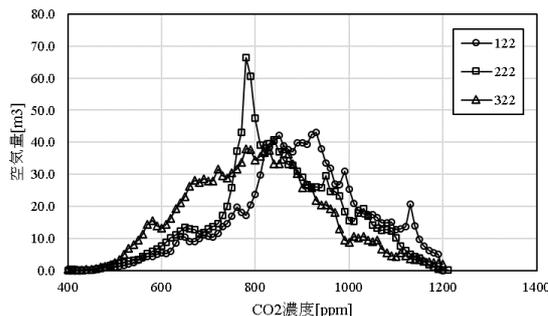


図 5 変数を一人当たりの必要換気量にした時の度数多角形

素が室内の CO2 濃度にどのような影響を与えるのかを検討する。

### 3. 結果・考察

#### (1)SA-S の解析結果

解析の 1 例として、SA-S の平面図を図 2、解析条件を表 3、CO2 濃度のコンター図を図 4、3 要素それぞれ変数にした解析結果である CO2 濃度ごとの空気量の分布(度数多角形)を図 5~7 に示す。給気口、排気口、空調が分散して配置されているが給気口と排気口の配置には多少の偏りがあり、図 4 の CO2 濃度のコンター図にも配置の偏りの影響が強く表れている。図 5 から換気量を変化させた場合、分布幅大きく変わらないが換気量が増えると CO2 濃度の低い空気量が増加した。図 6 から収容人数が増加すると分布幅が広がると同時に最頻値の空気量が減少した。図 7 から風速を第 1 水準値から第 2 水準値に変更しても大きな変化は生まれなかったが、第 2 水準値から第 3 水準値に変更すると分布幅は狭くなり、CO2 濃度の低い空気量が増加した。

#### (2)過去の解析も含めた考察

水準値の変更による尖度と歪度の変化量を表 8~10 に示す。表 8 の歪度から、換気量を増加させたことによる CO2 濃度の低い空気量の増加がわかる。第 2 水準値から第 3 水準値への尖度の変化量が第 1 水準値から第 2 水準値への尖度の変化量と比べて小さい。1 人当たりの換気量が大きい値になるにつれて、換気量 CO2 濃度の高い空気の量があまり減少せず CO2 濃度の高い空気の偏在を効率よく改善することができないことがわかる。表 9 の尖度と歪度から、収容人数を削減することによって CO2 濃度の低い空気量を増加させつつ、CO2 濃度の高い空気の量が減少していることがわかる。表 10 より、尖度と歪度ともに第 1 水準値から第 2 水準値への変化量が第 2 水準値から第 3 水準値への変化量と比べて小さい。よって一定以上の風速がなければ室内の CO2 濃度を低減させることができていないことがわかる。

### 4. 結論

収容人数に制限を設けることが効率よく室内の CO2 濃度を低減させ、高い濃度の空気の偏在を解消できることが示唆された。

#### 参考文献

空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会  
予稿集(suppl)58-60,2021

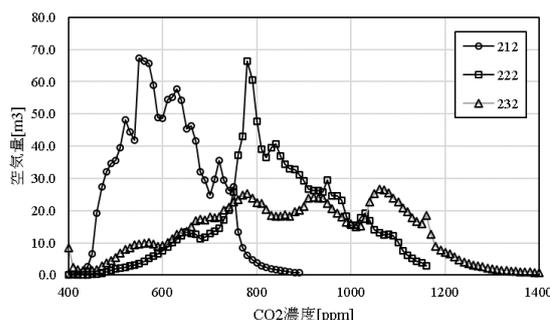


図 6 変数を最大収容人数にした時の度数多角形

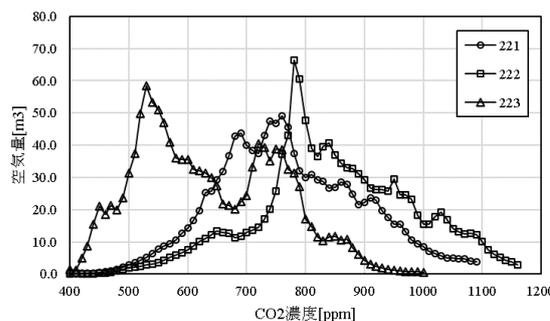


図 7 変数を空調の風速にした時の度数多角形

表 8 変数を換気量にした場合の尖度と歪度の差

	換気量			
	第2水準値から 第1水準値の差		第2水準値から 第3水準値の差	
	尖度	歪度	尖度	歪度
理髪店L	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ホールS	-0.1551	-0.1097	0.0628	0.0375
ホールN	0.0002	-0.0024	-0.0003	-0.0003
ホールK	0.0000	0.0003	0.0000	-0.0001
PA-I	-0.0284	-0.0187	0.0000	0.0000
宿泊施設A	-0.0030	-0.0016	-0.0030	-0.0021
SA-S	-0.0280	-0.0194	-0.0284	-0.0199
SA-O	-0.0308	-0.0953	0.0147	0.1323
喫茶店Y	-0.0689	-0.0460	0.0000	0.0000
会議室A	0.0215	0.0144	0.0215	0.0144
平均値	-0.0293	-0.0278	0.0067	0.0162

表 9 変数を収容人数にした場合の尖度と歪度の差

	収容人数			
	第2水準値から 第1水準値の差		第2水準値から 第3水準値の差	
	尖度	歪度	尖度	歪度
理髪店L	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
ホールS	0.2000	0.1350	-0.0505	-0.0397
ホールN	-0.0031	0.0065	-0.1208	-0.0963
ホールK	-0.0001	0.0019	-0.0227	-0.0157
PA-I	-0.0283	-0.0186	-0.0284	-0.0187
宿泊施設A	-0.0033	-0.0022	-0.0030	-0.0023
SA-S	0.1737	0.1234	-0.1258	-0.0864
SA-O	0.1294	0.2084	-0.0985	-0.2526
喫茶店Y	-0.0001	0.0001	-0.2744	-0.1837
会議室A	0.0514	0.0344	-0.2599	-0.1744
平均値	0.0519	0.0489	-0.0984	-0.0870

表 10 変数を風速にした場合の尖度と歪度の差

	風速			
	第2水準値から 第1水準値の差		第2水準値から 第3水準値の差	
	尖度	歪度	尖度	歪度
理髪店L	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
ホールS	0.0733	0.0446	0.1477	0.0961
ホールN	0.0002	-0.0027	0.0778	0.0596
ホールK	0.0000	-0.0003	-0.0001	0.0008
PA-I	-0.0285	-0.0187	0.0000	0.0000
宿泊施設A	-0.0031	-0.0023	-0.0032	-0.0023
SA-S	0.0360	0.0245	0.0945	0.0646
SA-O	-0.0541	-0.1331	0.0519	0.1889
喫茶店Y	-0.0355	-0.0237	-0.0073	-0.0048
会議室A	-0.0275	-0.0183	0.3719	0.2301
平均値	-0.0039	-0.0130	0.0733	0.0633