

大阪府勤労者山岳連盟事務所換気量調査報告

河野 仁 (Kono 気象・大気環境研究所)、西山恵美

要旨

コロナウイルス感染防止対策を目的として、大阪府勤労者山岳連盟事務所の換気量調査を行った。調査対象は1階の研修室と2階の会議室・図書室である。部屋の容積と入口からの空気流入量、換気扇による空気流出量を求め、1時間に何回空気が入れ替わるか換気量を求めた。また、線香の煙を使って室内気流を可視化し、空気の流れについて調べた。

その結果、1階、2階共に全体としての換気量は建築基準法の基準換気量と比べてその数倍あり、十分であることが分かった。しかし、部分的には、1階については部屋の奥の部分、また、2階はいくつかの箇所で空気の流れの停滞が見られた。しかし、1階については奥の両側の窓を開けると空気の流れが大きくなり、十分な換気量が得られた。2階は小さな窓が1か所しかないので窓による換気効果は期待出来ない。空気がよどむ箇所の対策としては、サーキュレーター、扇風機、エアコンで室内全体の空気をかき回すことが有効である。

1. はじめに

ライブハウス、カラオケ等の密閉空間、密集場所、密接場面の三密の条件が重なるところでコロナウイルス感染が広がっている。そこで、本調査はコロナウイルス感染防止対策の基礎となる大阪府勤労者山岳連盟事務所の換気量について調べることを目的とする。一般的な事務室の換気量と比べてどの程度の値になるかについて調べる。また、換気扇及び出入口、窓の換気効果についても調べる。

調査対象部屋

調査対象部屋は表1の通りである。

表1 調査対象部屋

場所	床面積 (m ²)	天井高さ (m)	容積 (m ³)
1F 研修室	100	2.61	261
2F 会議室および図書室	87	2.61	227

建物の平面図

大阪府勤労者山岳連盟事務所が入っている建物の平面図を図1に示す。



図1 建物平面図

2. 調査方法

2.1 出入り口風速と換気量測定 (2020年7月5日 10時から15時半実施)

出入り口の扉を全開にし、換気扇を回した状態で出入り口から単位時間に部屋に入る空気量を測定する。但し、窓は閉じる。1階の研修室の測定時には階段の出入り口は閉じて、階段を空気が流れないようにした。2階の会議室と図書室の測定時には、逆に1階から階段を通じて空気が入るようにした。出入り口における風速は、熱線風速計(KANOMAX ANEMOMASTER LITE Model6006-D0)を使って測定した。

風速測定時間は1か所について5秒移動平均風速を1サンプルとして、5秒間隔で13サンプル、65秒間の連続を行った。これを3セット、合計195秒間測定を行った。

測定位置は、入口断面の中央部で行った。また、2階の図書室の入口においては、入口断面の上下左右複数地点で風速を測定し、断面の風速分布と断面平均風速を求めた。さらに、

断面中央の風速と断面の平均風速の比率を求めた。この比率を他の出入り口にも適用し、入り口断面中央の風速から断面の平均風速を求め、平均風速に開口部の断面積を掛けることにより、流入空気量を求めた。(詳細は付1に示した。)

なお、室内の換気扇の型式を調べ、風量の推定を行い、開口部からの流入空気量との比率も計算し、クロスチェックを行った。

2.2 室内の気流調査 (2020年6月29日14時半から17時、7月5日10時から15時半実施)

線香を使い、気流を可視化することにより、室内気流の分布を調べた。

- <ケース1> 入り口を全開し、換気扇を止めた状態で気流調査。
- <ケース2> 窓を閉め、入口を全開し、換気扇を回した状態で気流調査。
- <ケース3> 窓と入口を全開し、換気扇を回した状態で気流調査。

3. 調査結果

3.1 換気扇

室内に付けられている換気扇のメーカーと型式、仕様は表2の通りである。

表2 換気扇のメーカーと型式、仕様

場所	メーカー 型式	仕様	台数
1階研修室	SANYO VENTILATING FUN Model EK 30BX (写真7)	羽径30cm, 風速 5m/s (類似の機種から推定)	2
2階会議室	SANYO VENTILATING FUN Model EK 25BX	羽径25cm, 風速 5m/s (類似の機種から推定)	2
2階図書室	KODEN KV 20 2020年 (写真13)	羽径20cm 風速 5m/s (類似の機種から推定)	1

3.2 風速/換気量と気流測定結果

<ケース1> 入口は開けた状態で、換気扇を止めている場合

1階、2階ともに線香の煙は室内に停留し換気があまりない状態となる。

<ケース2> 窓は閉じ、入口は全開の状態で、部屋の全ての換気扇を回す

風速測定結果を表3に示す。また、2階図書室廊下入口断面における風速分布図、断面の平均風速、そして断面の平均風速と断面中央における風速比を末尾の付1に示す。これに基づく、換気量計算結果を表4に示す。

表 3 風速測定結果

場所	1F入口 A			2F会議室 階段入口 C	2F図書室廊下入口 D					
	中央 (43, 105)	(89, 100)	(117, 148)	中央 (42,103)	右の壁から 10cm (73, 103)	上から20cm (42,187)	中央 (42,103)	下から60cm (42,60)	下から29cm (42, 29)	下から20cm (42,20)
測定位置 (y,z) cm										
平均風速 U(m/s)	0.35	0.23	0.20	0.22	0.23	0.21	0.24	0.22	0.14	0.13
*95%信頼区 間 (m/s)	0.31~0.39	0.21~0.24	0.19~0.21	0.19~0.24	0.22~0.24	0.20~0.22	0.24~0.25	0.21~0.23	0.12~0.16	0.11~0.15
標準偏差σ (m/s)	0.12	0.05	0.03	0.07	0.02	0.04	0.02	0.04	0.06	0.07
変動係数 σ/U	0.34	0.24	0.15	0.33	0.10	0.17	0.08	0.16	0.45	0.51
データ数 n	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
* t分布	(y, z) cmは開口部の左下が原点である。									

注) 1個のデータは5秒移動平均であり、5秒間隔に39回、合計195秒間測定した。

(平均値の統計的信頼性の確認) (注) 専門的な内容なので適宜読み飛ばして下さい。

風速を5秒間隔で195秒間測定した。風速は時間的に変動しており、時間変動は測定場所により異なるが、表3の変動係数は0.08~0.51の値を示す。そこで、195秒間の平均値の代表性を確認するために、平均値の区間推定を行った。区間推定にはt分布を使った。表3に平均風速の95%信頼区間を示した。信頼区間幅は開口部の大部分の位置(表3右端とその左の床面境界層データ以外)でサンプル平均値の±0~14%程度の範囲にあり、平均値の信頼性は高いと言える。

表 4 換気量計算結果

	3分15秒 断面平均 風速(m/s)	流入空気 量(m ³ /s)	部屋の 容積(m ³)	1回の換 気時間(分 秒)	1時間当 たり換気 回数
1階入口	0.28	0.50			
1階研修室 入口	0.18	0.51	261	8分32秒	7.0
2階会議室 階段入口	0.17	0.30			
2階図書室 廊下入口	0.19	0.33			
2階会議室 +図書室		0.63	221	5分51秒	10.3

<換気扇風量計算結果>

換気扇風量と入口風量の比較を表5に示す。2階図書室・会議室では換気扇風量と入口風量は3%の誤差で一致している。1階研修室では入口風量が換気扇風量より約30%小さい。これは換気扇の風速が実測ではなく、5m/sの仮定をしているため、誤差が出ていると考えられる。

表5 換気扇風量と入口風量の比較

	換気扇風量 Qf (m ³ /s)	入口風量 Q (m ³ /s)	Q/Qf
1F研修室	0.71	0.51	0.72
2F図書室 &会議室	0.65	0.63	0.97

(1) 1階研修室

◆換気量

- ・総換気量 0.51 m³/s (1秒間に0.51 m³の空気が入れ替わる)
- ・研修室の体積 約261 m³ (階段の入り口となる部分は部屋の容積に含めた。机、椅子は容積の計算には入れない)
- ・研修室全体の空気が入れ替わるのにかかる時間 $261 \text{ m}^3 \div 0.51 \text{ m}^3/\text{s} = 512 \text{ 秒} = 8 \text{ 分 } 32 \text{ 秒}$

1時間換気回数 7.0回/h

この値は、建築基準法の基準(後述)の2.5倍の換気速度である。

◆空気の流れ

図2の中で、黄色い◎は換気扇、黄色い矢印は空気の流れである。研修室のドアから換気扇に向かって一定の空気の流れが生まれている。しかし、研修室奥の空気に動きは滞ったままで、十分な換気がされているとは言えない。(写真3)

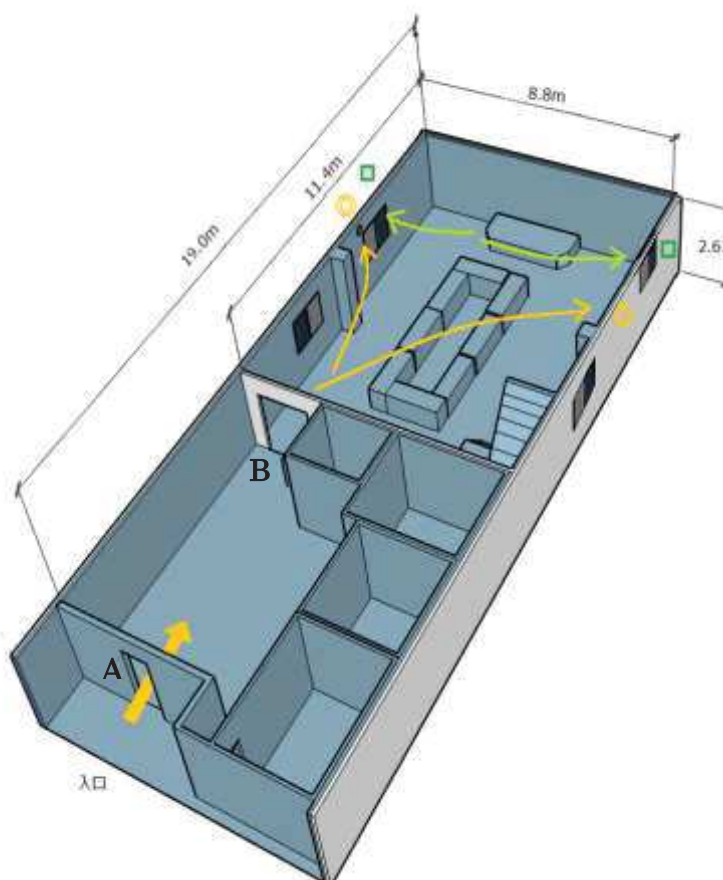


図2 1階研修室の空気の流れ

<ケース3>

前述の調査条件に加え、研修室奥の窓2つ(図中の緑□)も開けたところ(写真6)、

黄色い矢印に加えて緑色の矢印の空気の流れも生まれ、全体的に換気されていることが分かった。

◆まとめ

・研修室全体を換気するには、玄関及び研修室のドアは全開にし、研修室の換気扇2か所を回し、奥の窓2つを開ける。換気扇による換気量は多いが、部屋の奥の換気を行うには、全ての窓を開けるとさらに良くなる。

(2) 2階会議室、図書室

<ケース2>

◆換気量

調査条件として、事務所入口・廊下及び階段室前のドアは全開にし、会議室及び図書室の換気扇3か所を回し、玄関や1階ドアは開けて換気量を求めた。

- ・総換気量 $0.63 \text{ m}^3/\text{s}$
- ・会議室と図書室を合わせたエリアの容積 約 221 m^3 (部屋の容積から2つの本棚の容積 6.4m^3 を差し引いている)
- ・上記エリアの空気が入れ替わるのにかかる時間

$$221 \text{ m}^3 \div 0.63 \text{ m}^3/\text{s} =$$

$$351 \text{ 秒} = 5.9 \text{ 分}$$

換気回数 10 回/h

◆空気の流れ

各ドアから換気扇に向かって一定の空気の流れが生まれている。しかし、図の黄色い線から外れる場所では空気の動きが滞ったままで、十分な換気がされているとは言えない。

<ケース3>

前述の調査条件に加え、会議室の小窓1つ(図中の緑□)を開けたが、換気量は増えるものの、空気の滞りは解消されなかった。

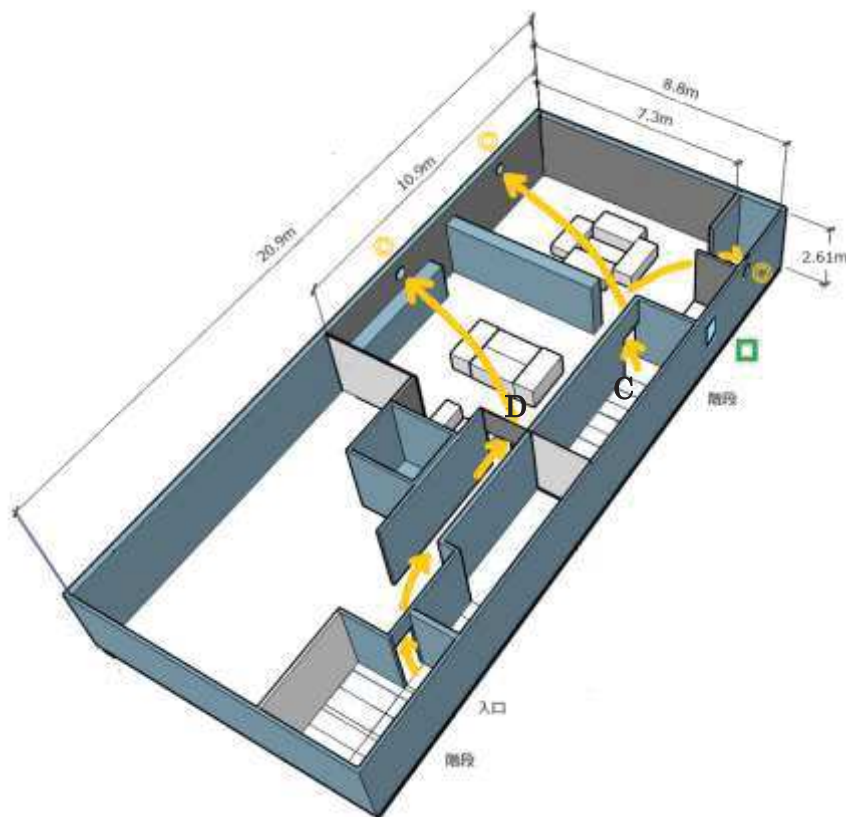


図3 2階会議室・図書室の空気の流れ

◆まとめ

- ・2階は、入口付近の空気の流れは良いが、窓が少なく、棚などの障害物も多いため、部屋に空気の滞る箇所がある。
- ・2階よりも、1階を使用するのが望ましいが、2階を使用する場合は3つのドアは全開にし、研修室の換気扇3か所を回し、小窓を開ける利用が換気の点からは好ましい。

<建築基準法—住居や事務所の必要換気量>

建築基準法では、住居については、揮発性化学物質によるシックハウス症候群を避けるために、24時間連続の強制換気量は「1時間に0.5回以上室内の空気が入れ替わる」ことと決められている¹⁾。また、一般的な事務所では、呼吸による二酸化炭素濃度が1000ppm(屋外の2.5倍)を越えないという基準で必要換気量が設定される²⁾。

- ・床面積辺り必要換気量に基づく方法による一般事務室の必要換気量の求め方³⁾

建築基準法計算式：必要換気量(m³/h) = 20×床面積 / 1人当たりの占有面積

一般事務所基準：1人当たり占有面積 4.2m²/人、床面積1m²当たり、1時間当たり必要換気量 7.2 (m³/m²/h)、部屋面積S(m²)の必要換気量の計算式：

$$\text{必要換気量(m}^3\text{/h)} = 7.2 \times S$$

- ・労山事務所 1F 研修室の場合 床面積 100 m² , 部屋容積 261 m³

必要換気量 = 7.2×100 = 720 m³/h, 必要換気回数 = 720(m³/h)/261 (m³) = 2.8 回/h

4. 結論

コロナウイルスの感染ルートは空気感染、飛沫感染、接触感染の3つがあると考えられている。接触感染は手の消毒、飛沫感染はマスクと、2mのソーシャルディスタンス、空気感染は換気によって防ぐという考え方である。今までの経験から、この3つを行っておれば、職場がクラスターになることは一応避けられている。

今回は空気感染を防ぐという立場から、事務所の換気量を調べたものである。事務所は入口を全開し、全ての換気扇を付ければ、総量としての換気量は一般の事業所ビルの数倍はある。しかし、入口と換気扇を結ぶルートから外れた箇所で空気の渋滞が生じている。それを避けるためには1Fは両側の窓を開けることである。2階は会議室に小さな窓が1か所あるだけなので、部分的によどむ箇所がある。

空気がよどむ箇所の対策としては、窓以外に、サーキュレーター、扇風機、エアコンで室内全体の空気を循環させることが有効である。サーキュレーター、扇風機設置場所は、空気がよどんでいる部屋のコーナーで、送風方向は部屋の対角線上の天井のコーナーに向けるのが一般的である⁴⁾。しかし、サーキュレーターは1階研修室、2階会議室、図書室のどこに設置し、どの方向を向けて、どれだけの強さで送風するのが有効かについては研究が必要である。これについてはサーキュレーターによる循環流と入口から換気扇への空気の流れとの

整合関係があるので、次の研究課題としたい。

謝辞

調査にあたり、大阪府勤労者山岳連盟事務局長 高橋明代さんに、測定準備などでお世話になりました。お礼申し上げます。

文献

1. 建築基準法シックハウス対策

https://www.toshiba-carrier.co.jp/products/fan/news/pdf/news_kenchikukijun.pdf

2. 建築基準法施行令 第129条の2の6 換気設備

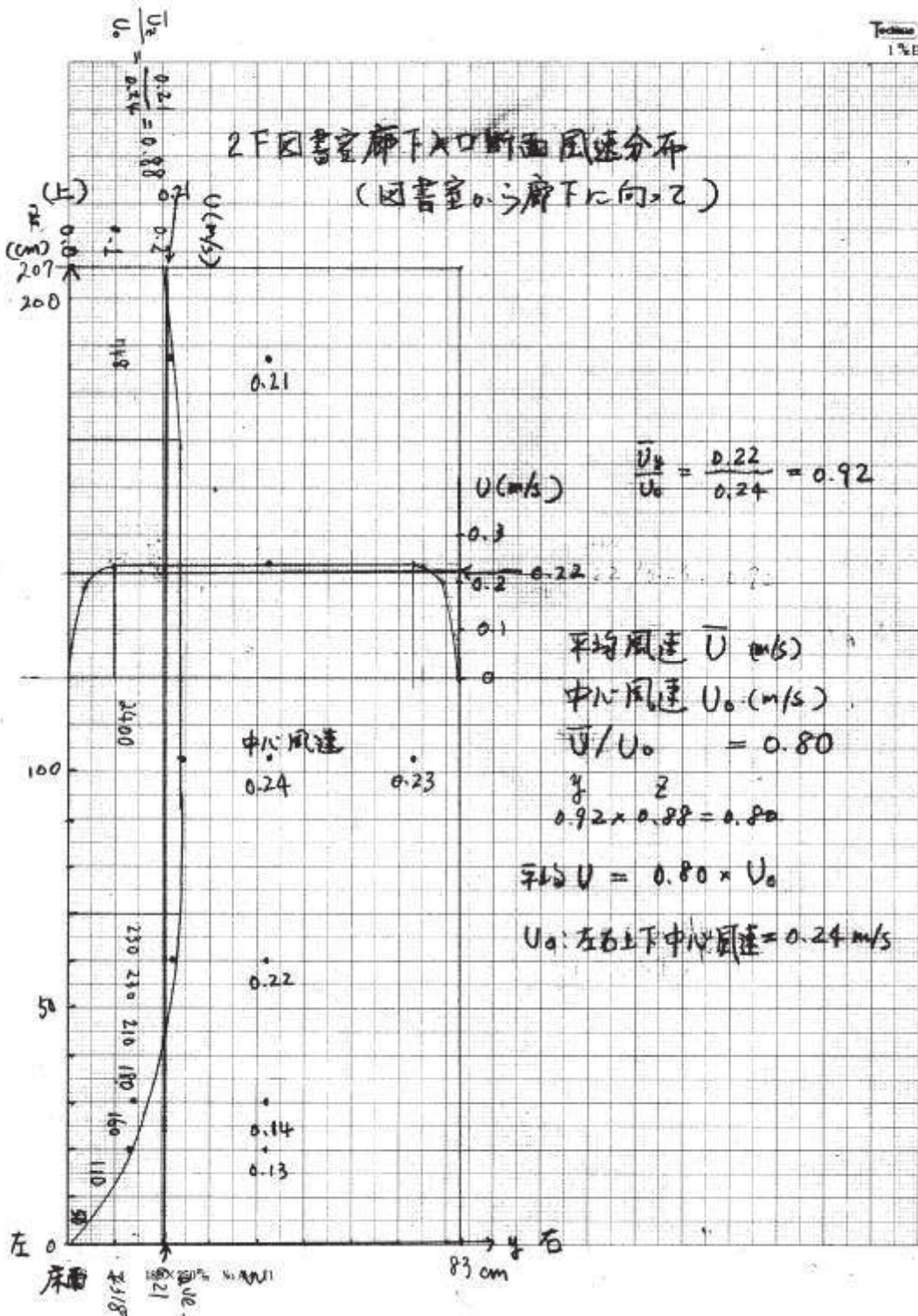
http://best.life.coocan.jp/k-rei/rei0504/0102/rei_1290206.html#k01

3. 建築基準法施行令 第20条の2 換気設備の技術的基準

http://best.life.coocan.jp/k-rei/rei02/0102/rei_02002.html

4. アイリス、暮らしの便ナビ、 <https://www.irisplaza.co.jp/media/A13904790995>

付1 2階図書室廊下入口断面風速分布と入口中心風速の比率計算図 平均 $U/U_0 = 0.80$



付2 写真



写真1 玄関入口と研修室入口



写真2 研修室入口から流れ込む気流



写真3 研修室奥の気流 流れが弱い



写真4 研修室奥の高窓



写真5 研修室気流



写真6 研修室の窓を開けて流れ込む風



写真7 研修室



写真8 研修室 風速計



写真9 階段



写真10 2階会議室入口の気流



写真 1 1 2階会議室入口 流れ込む気流



写真 1 2 2階図書室入口 流れ込む気流



写真 1 3 2 階図書室



写真 1 4 2 階図書室 入口と廊下