事務所建物基準階に関する換気量の実測調査データ

２０２１年２月

一般社団法人
ビルディング・オートメーション協会

目次

はじめに

１．本資料について

２．データ計測、または調査方法

３．測定対象フロアと空調方式の概要

４．実測ならびに設定データ

５．空調設備メンテナンス状況

６．設計換気量、実測換気量、一人当たり換気量

７．CO2濃度と換気量

まとめ

はじめに

2021年2月現在、新型コロナウイルスは猛威を振るい続けています。今回で２回目となる緊急事態宣言（1月8日から2月7日）が複数の都府県に発令されましたが、いまだ高いレベルの警戒ステージが続いており、さらに3月7日まで延長されました。引き続き制約のある生活を多くの方々が余儀なくされています。

弊協会は2020年5月に共著にて、空気調和・衛生工学会大会の論文*を投稿し、「Withコロナ」における換気に関する国内外の提言などの知見について整理を行い感染予防の要点を整理した上で、空調換気設備及び建物のあり方に関して検討を進める糸口となることを目的に、近年の事務所建築における空調換気方式の事例調査を含めて「Afterコロナ」の空調換気設備のあり方と検討課題について考察を行いました。そしてその後、建物の利用者の立場に立った調査を求める要望が寄せられたことから、実測調査を9月から開始しました。

また国内において日本建築学会、空気調和・衛生工学会、建築環境・省エネルギー機構などの主催による新型コロナ感染症関連のシンポジウムが開催され、2020年12月11日に公共建築協会主催にて開催されたシンポジウム「新型コロナウイルス（COVID-19）等感染症に対する空調換気の現状・課題と医療施設最前線」においては換気量の把握に関する議論がありました。

以上の背景を踏まえ、これまでの調査で得た情報を弊協会の会員皆様や関係する皆様に公開・提供いたします。

＊ 湯澤秀樹、田中英紀、時田繁、奥宮正哉、小澤浩、新型コロナウイルス等感染症に対する空調換気の現状と今後の課題、空気調和・衛生工学会、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集（オンライン）2020年9月

１．本資料について

　コロナ禍の中、「建物の換気の実態はどうなっているか」という課題は多くの空調関係者が関心をもつところであり、複数の建物オーナーに匿名でのデータ提供を２０２０年９月以降に依頼した。

　その収集結果として、事務所建物基準階の外気導入量の実測調査、及びビルの運営を実施・管理されている方々へのヒアリング調査から得られたデータを取り纏めたものがこの資料である。
　調査件数は少ないものの空調方式に偏りはなく、また、実測データと設計データとの差分も確認することができたと考えている。

　なお調査項目については、換気量・循環風量・室内容積・在室人数・ＣＯ2濃度・粉塵量、またフィルターを中心とした空調機器のメンテナンス情報、とした。

２．データ計測、または調査方法

（１）外気量計測

建物の基準階において、外気導入量と排気量の双方を確認することが理想であるが、今回は外気導入量を換気量として扱った。

　測定はダクトの断面積によって計測点を定めて（図1）、各計測点に対して6回の計測を実施し、その平均値とダクトの断面積を掛けてダクト（OA ダクト）の風量とした。ダクトに測定口がある場合は利用した（図２）。帳票の様子を図３に示した。

種　類		測定面 （W mm　×　H mm）
角型	ダクト	450　×　350

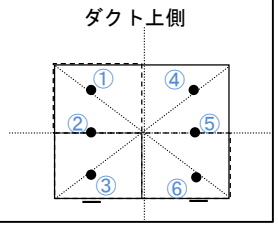

図１　計測点事例

図２　計測口

＼	1	2	3	4	5	6	平均風速	
15:30						単純平均		8.22
1回目	20.10	10.50	13.10	3.16	3.59	4.9	9.23	
2回目	11.50	6.32	17.10	3.71	3.74	4.41	7.80	
3回目	18.50	5.59	10.80	3.64	3.51	4.27	7.72	
4回目	15.90	12.00	12.60	4.59	3.21	4.35	8.78	
5回目	14.80	14.30	6.91	3.72	3.47	4.06	7.88	
6回目	11.30	11.40	13.00	4.08	3.77	3.86	7.90	

図３　帳票事例

２．データ計測、または調査方法（続き）

（１）外気量計測　（個別分散熱源空調）
個別分散熱源空調ではフレキシブルダクトの使用などが理由で点検口がない場合がある。（８ページ、「個別１」参照）この場合は、補助ダクトを事前調査で作成し、計測当日室内に仮設、風量を計測した（図４）。当日の計測の様子を図５に示した。（対象　Ｍビル、Ｈビル）

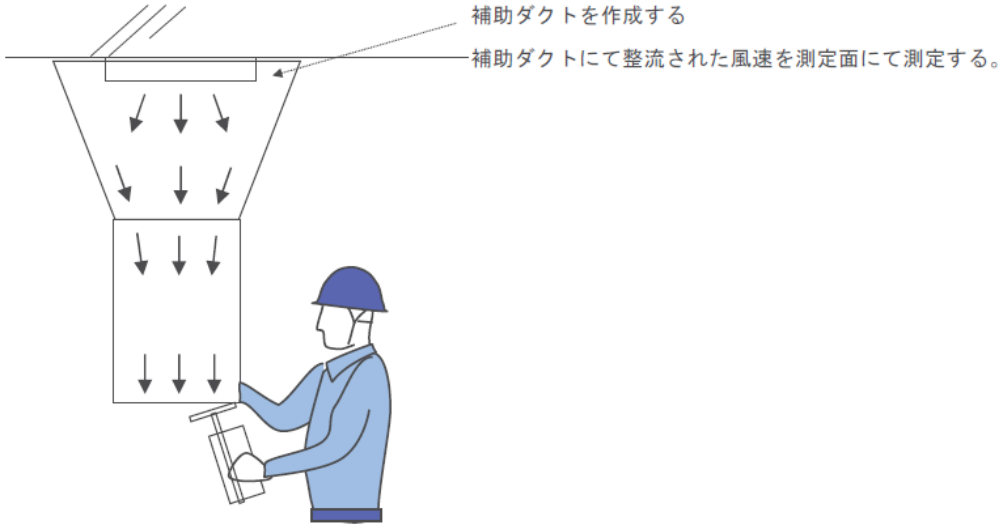

図４　計測の方法

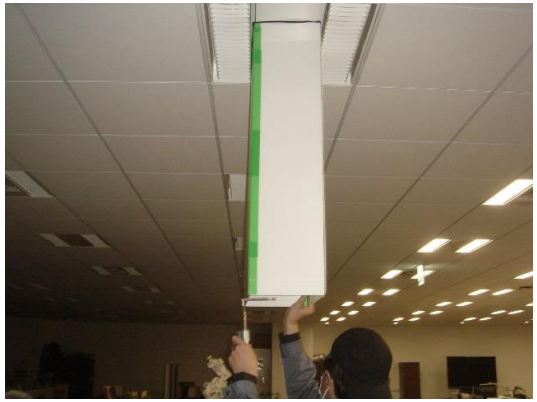

図５　当日の様子

２．データ計測、または調査方法（続き）

（２）CO2濃度、浮遊粉じん量

ヒアリング調査において、ビル管理法に基づく空気環境測定結果（２か月毎）の帳票を３回分を建物オーナーから頂いた。ＣＯ２濃度と浮遊粉じん量についてはこの帳票データの中から、計測日（９ページ記載）に最も近いデータを使用した。

（３）設計外気量

各ビルについて竣工図書に示された数値、設計外気量を使用した。

（４）在室人数

ヒアリング調査において、建物管理者の方にコロナ禍が発生する以前の（計測フロアの）在室人数、またコロナ禍にある現在の在室人数、の２つを概ねの数値（またはコロナ禍での減少の割合）を記入いただいた。

ただしＳビルについては、カード入退室システムを装備しておりかつ長期データ保存されていたのでその情報をもとに記入頂いた。

３．測定対象フロアと空調方式の概要

データ収集にご協力いただいた（基準階を有する）10件の建物について諸元を以下に記載した。建物全体の延床面積は匿名によるご協力という前提があるため割愛。また、各建物の熱源・空調方式に関する分類は簡略化して下段にまとめた。

表１　測定対象フロアと空調方式

	Xビル	Aビル	Dビル	Mビル	Hビル	Yビル	Sビル	Cビル	Gビル	Pビル
地域	東京	東京	東京	東京	東京	東京	東京	東京	東京	東京
用途	オフィス	オフィス	オフィス	オフィス	オフィス	オフィス	オフィス	オフィス	オフィス	オフィス
基準階空調面積［m2］	540	602	924	688	432	410	2,060	1,142	1,235	1,355
天井高　［m］	2.7	2.7	2.8	2.8	2.8	2.9	2.8	2.6	2.6	2.6
階高　［m］	3.5	3.8	4.5	4.1	4.1	3.7	4.2	3.7	3.8	3.9
新築/改修年　［年］	2007	2011	2003	2016	2020	2013	2012	2002	1998	2003
空調方式	個別1	個別2	個別2	個別1	個別1	集中2	集中1	集中3	集中1	集中3
換気制御導入	無し	無し	無し	無し	無し	無し	有り	有り	有り	無し

空調熱源・方式について

個別１：全熱交換機及び室内ビルマルチ　　個別２：パッケージ外調機及び室内ビルマルチ

集中１：単一ダクト空調機方式　　集中２：外調機及びファンコイルユニット　　集中３：外調機及び各階空調機

４．実測ならびに設定データ

表２　実測ならびに設定データ

建物名称		Xビル	Aビル	Dビル	Mビル	Hビル	Yビル	Sビル	Cビル	Gビル	Pビル
空調方式		個別	個別	個別	個別	個別	集中	集中	集中	集中	集中
計測日		2020/9/9	2020/9/29	2020/11/6	2020/12/19	2020/12/16	2020/9/9	2020/10/7	2020/10/13	2020/10/23	2020/11/5
室容積	[m3]	1,500	1,600	2,600	1,900	1,200	1,200	5,800	2,900	3,200	3,500
実測換気量	[m3/h]	1,000	2,600	3,700	4,300	3,600	3,600	8,500	9,400	14,600	4,500
実測換気回数	[回/h]	0.7	1.6	1.4	2.2	3.0	3.0	1.5	3.2	4.5	1.3
設計外気量	[m3/h]	2,000	2,500	4,700	3,800	2,900	3,500	11,800	6,300	17,400	7,900
設計換気回数	[回/h]	1.4	1.5	1.8	2.0	2.4	3.0	2.0	2.1	5.4	2.3
在室人数(通常)	[人]	50	50	40	50	40	80	355	150	100	70
在室人数(ｺﾛﾅ禍)	[人]	35	25	40	30	40	55	125	120	80	70
必要換気量(通常)	[m3/h]	1,500	1,500	1,200	1,400	1,200	2,400	10,600	4,500	3,000	2,100
必要換気量(ｺﾛﾅ禍)	[m3/h]	1,100	800	1,200	900	1,200	1,700	3,700	3,600	2,400	2,100
在室1人当たり換気量	[m3/h･人]	20	52	93	90	87	45	24	63	146	63
在室1人当たり換気量(ｺﾛﾅ禍)	[m3/h･人]	29	103	93	148	87	64	69	79	182	63
CO2濃度	[ppm]	930	680	600	590	420	530	420	750	510	540
室内循環風量	[m3/h]	5,200	13,300	27,300	32,800	14,400	19,500	39,400	20,000	40,800	14,500
粉塵量	[mg/m3]	0.005	0.008	0.010	0.010	0.013	0.015	0.010	0.005	0.008	0.008

数値の計算方法について

室容積(m3)＝面積(m2)×天井高(m)

換気回数(回/h)＝換気量(m3/h)÷室容積(m3)

必要換気量(m3/h)＝1人当り必要換気量=30(m3/h･人)×在室人数(人)

在室1人当たり換気量(m3/h･人)＝実測換気量(m3)÷在室人数(人)

5．空調設備メンテナンス状況（運用に関するヒアリング結果）

表３　空調設備メンテナンス状況

		Xビル	Aビル	Dビル	Mビル	Hビル	Yビル	Sビル	Cビル	Gビル	Pビル
空調機フィルタ仕様		－	－	－	－	－	－	粗塵用ﾌﾟﾚﾌｨﾙﾀ＋中性能ﾌｨﾙﾀ	粗塵用ﾌﾟﾚﾌｨﾙﾀ＋中性能ﾌｨﾙﾀ	粗塵用ﾌﾟﾚﾌｨﾙﾀ＋中性能ﾌｨﾙﾀ	粗塵用ﾌﾟﾚﾌｨﾙﾀ＋中性能ﾌｨﾙﾀ
空調機ﾒﾝﾃﾅﾝｽ頻度	コイル	－	－	－	－	－	－	清掃/不定期	－	－	－
	ﾄﾞﾚﾝﾊﾟﾝ	－	－	－	－	－	－	清掃/1ヶ月	清掃/12ヶ月	清掃/6ヶ月	清掃/1ヶ月
	気化式加湿器	－	－	－	－	－	－	－	清掃/12ヶ月	清掃/6ヶ月	清掃/1ヶ月
	粗塵用ﾌﾟﾚﾌｨﾙﾀ	－	－	－	－	－	－	清掃/不定期 交換/12ヶ月	清掃/4ヶ月	清掃/4ヶ月	清掃/2ヶ月
	中性能ﾌｨﾙﾀ	－	－	－	－	－	－	交換/24ヶ月	交換/12ヶ月	交換/12ヶ月	交換/12ヶ月
外調機フィルタ仕様		－	粗塵用ﾌﾟﾚﾌｨﾙﾀ	粗塵用ﾌﾟﾚﾌｨﾙﾀ＋中性能ﾌｨﾙﾀ	－	－	粗塵用ﾌﾟﾚﾌｨﾙﾀ＋中性能ﾌｨﾙﾀ	－	粗塵用ﾌﾟﾚﾌｨﾙﾀ＋中性能ﾌｨﾙﾀ	－	粗塵用ﾌﾟﾚﾌｨﾙﾀ
外調機ﾒﾝﾃﾅﾝｽ頻度	コイル	－	清掃/不定期	清掃/不定期	－	－	清掃/1ヶ月	－	－	－	清掃/不定期
	ﾄﾞﾚﾝﾊﾟﾝ	－	清掃/6ヶ月	－	－	－	清掃/1ヶ月	－	清掃/1ヶ月	－	清掃/1ヶ月
	気化式加湿器	－	清掃/6ヶ月	清掃/12ヶ月	－	－	清掃/12ヶ月	－	清掃/12ヶ月	－	清掃/12ヶ月
	粗塵用ﾌﾟﾚﾌｨﾙﾀ	－	清掃/3ヶ月	清掃/1ヶ月	－	－	清掃/3ヶ月	－	清掃/12ヶ月	－	清掃/12ヶ月
	中性能ﾌｨﾙﾀ	－	－	交換/12ヶ月	－	－	交換/12ヶ月	－	交換/12ヶ月	－	交換/12ヶ月
ﾌｧﾝｺｲﾙﾕﾆｯﾄ フィルタ仕様		－	－	－	－	－	一般再生用	－	－	－	－
ﾌｧﾝｺｲﾙ ﾒﾝﾃﾅﾝｽ頻度		－	－	－	－	－	清掃/4ヶ月	－	－	－	－
ﾋﾞﾙﾏﾙﾁｴｱｺﾝ フィルタ仕様		粗塵用ﾌﾟﾚﾌｨﾙﾀ＋中性能ﾌｨﾙﾀ	粗塵用ﾌﾟﾚﾌｨﾙﾀ	粗塵用ﾌﾟﾚﾌｨﾙﾀ＋中性能ﾌｨﾙﾀ	粗塵用ﾌﾟﾚﾌｨﾙﾀ	粗塵用ﾌﾟﾚﾌｨﾙﾀ＋中性能ﾌｨﾙﾀ	－	－	粗塵用ﾌﾟﾚﾌｨﾙﾀ	－	－
ﾋﾞﾙﾏﾙﾁ ﾒﾝﾃﾅﾝｽ頻度	熱交換器	－	－	清掃/不定期	－	－	－	－	－	－	－
	ｴｱﾌｨﾙﾀ	洗浄/6ヶ月	洗浄/3ヶ月	洗浄/1ヶ月・	洗浄/3ヶ月	洗浄/6ヶ月	－	－	洗浄/4ヶ月	－	－
熱交換器仕様		ﾀﾞｸﾄ用天井埋込	－	－	ﾀﾞｸﾄ用天井埋込	ﾀﾞｸﾄ用天井埋込	－	－	－	－	－
熱交換器 ﾒﾝﾃﾅﾝｽ頻度		清掃/1ヶ月	－	－	清掃/6ヶ月	清掃/1ヶ月	－	－	－	－	－
その他排気熱回収方式		全熱交換器	－	－	全熱交換器	全熱交換器	－	－	－	－	－
備考		ﾋﾞﾙﾏﾙﾁ室内機・HEPA交換は数年毎	外調機ﾊﾟｯｹｰｼﾞ＋室内隠蔽ﾊﾟｯｹｰｼﾞ						昼間は室内ﾋﾞﾙﾏﾙﾁ手元操作可	ﾃﾅﾝﾄから時間外申請可能	

6．設計換気量、実測換気量、一人当たり換気量

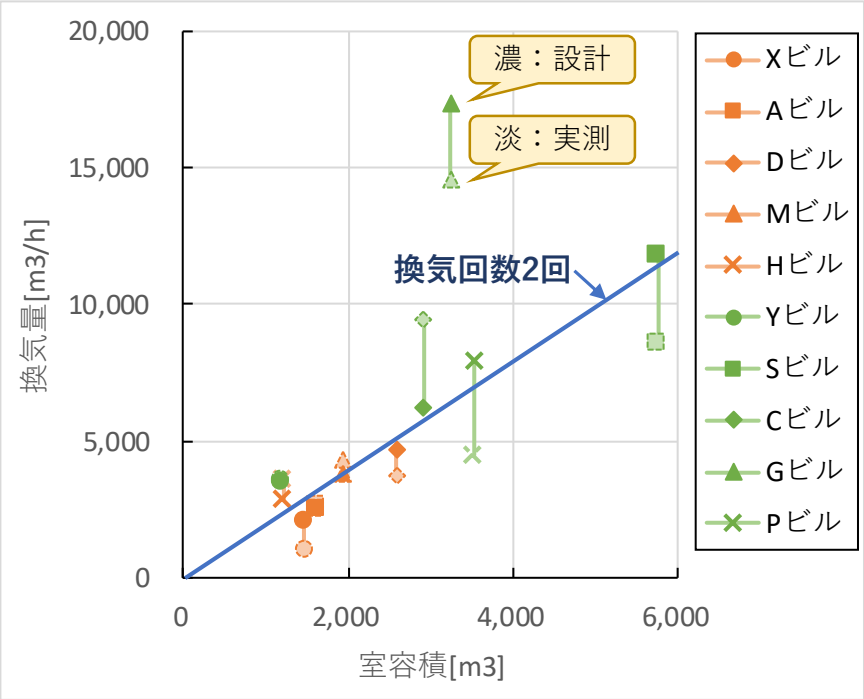

図６　室内容積と換気量

表４　在室一人当たりの換気量[㎥/(人h)]

ビル記号	X	A	D	M	H	Y	S	C	G	P
通常	20	52	93	86	90	45	24	63	146	64
コロナ禍	29	104	93	143	90	65	68	78	183	64

通常＝実測換気量[㎥/h]／在室人数（通常）[人]
コロナ禍＝実測換気量[㎥/h]／在室人数（コロナ禍）[人]
（注）在室人数の減少により上記の差異が発生している

図６に室容積と設計外気量（機器表に記載の外気量、Gビルのみ機器選定表より）および本調査による実測外気量を示す。図中の青い直線は換気回数２回を示すが、Gビルを除いて設計外気量はおおむねこの線上にあるが、Xビル、Aビルはややこの線を下回っている。またSビル、Pビルでは設計外気量と比較して実測換気量が3000㎥/h程度小さくなっている。そのうちSビルは集中熱源方式で空調機による換気量制御（CO_2制御等）を行っており、入退室情報より管理者からの情報では測定を行った時期にはコロナの影響もあって在室人数が設計時の1/3程度になっていたことが確認できており、これにより外気量が制御されたものと考えられる。

表４に各ビルの実測外気量と在室人数（通常時、コロナ禍、Sビル以外はビル管理者へのヒアリングによる情報）から算出した一人当たりの外気量を示す。厚生労働省は、商業施設等における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法*において、機械換気による場合は一人当たり30㎥/hの換気量が確保されていれば、感染を確実に予防できるということまで文献等で明らかになっているわけではないことに留意の上で、換気の悪い密閉空間には当たらないとしている。そこで、各ビルの換気量を見るとコロナ禍の在室人数に対してはすべてのビルにおいて上記の換気量が確保されているが、通常の在室人数あたりではXビルにおいて換気量が一人当たり30㎥/h以下になる。

＊https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000618969.pdf　（令和3年2月20日閲覧）

7．CO2濃度と換気量

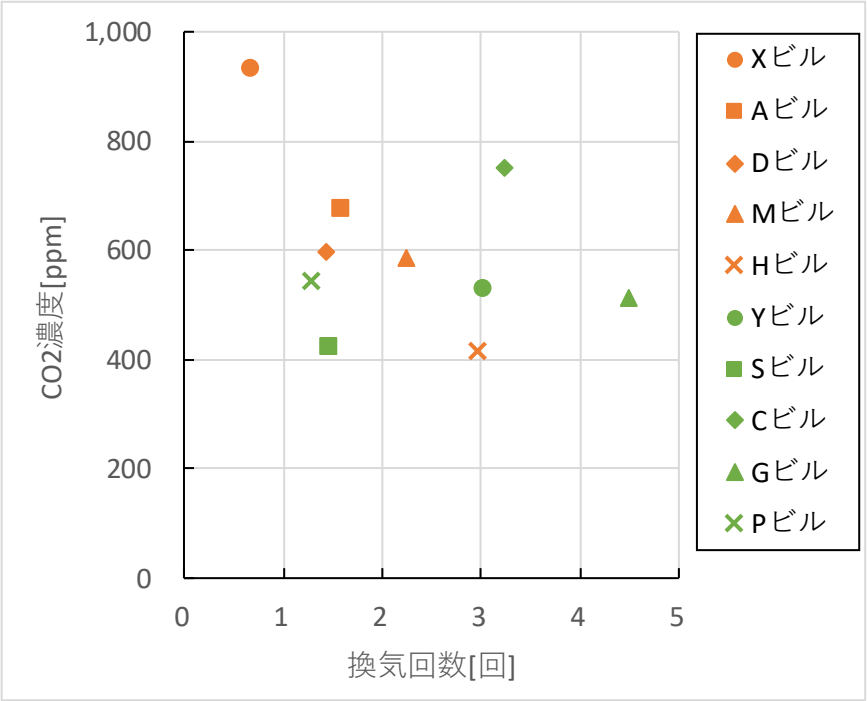

図７　換気回数とCO2濃度

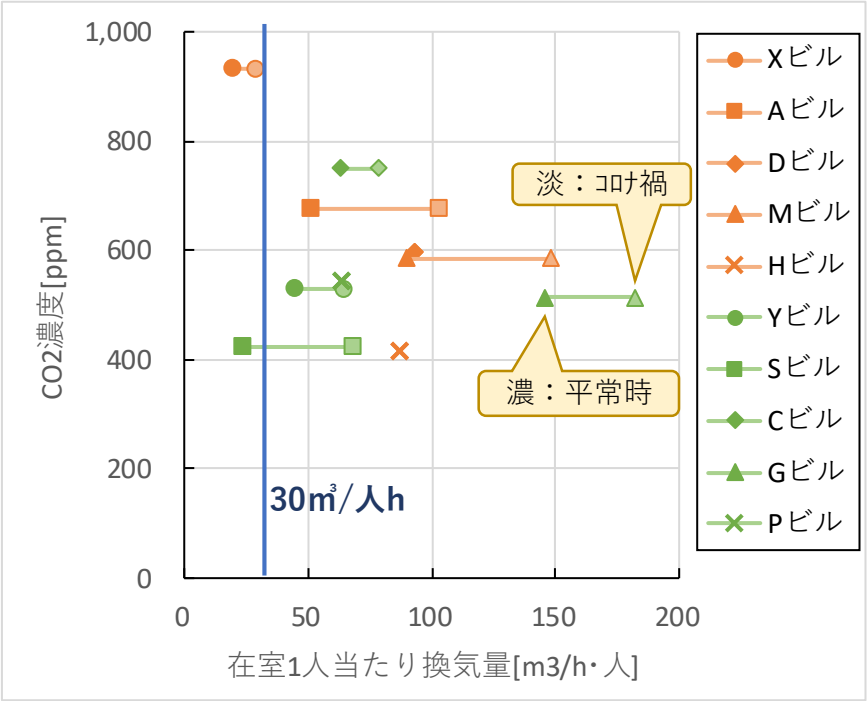

図８　在室一人当たりの換気量とCO2濃度

図７に換気回数とCO2濃度の相関を示す。 CO2濃度については空気環境測定調査による帳票データを利用、換気量実測を実施した日時にもっとも近い日時の、記録データを使用した。換気回数が増加するほどCO2濃度は低くなる傾向にある。

図８に在室一人当たりの換気量とCO2濃度を示す。在室一人当たりの換気量が増加するとCO2濃度が低くなる傾向がみられる。また、Xビルでは一人当たりの換気量が30㎥/人hを下回っておりCO2濃度が約800ppmとなっている。

図７、図８ともに顕著な相関は見られない。在室人数はSビル以外は管理者へのヒアリングをもとにしており、必ずしも正確ではないことも原因であると考えられるが、いずれの建物もCO2濃度の点からは良好な室内環境が維持されている状況である。

まとめ

事務所建物（公共、民間）に関係する方々は、多岐にわたる裾野の広い業界で、基本計画、設計、施工、運用管理などに携わっておられると思います。

いまやコロナ禍の中、各方面において空調設備分野における感染症対策に関する知見を纏める努力がされています。

本資料は、個別の解釈までは加えずに中立的な事実関係の取り纏めに心がけましたのでご活用ください。

最後に、調査にご協力いただいた建物オーナーの皆さまとこの資料の取り纏めにあたり助言をいただいた名古屋大学奥宮正哉名誉教授、公共建築協会時田繁公共建築研究所長に心から御礼を申し上げます。