

令和4年度厚生労働科学研究費補助金  
(健康安全・危機管理対策総合研究事業)  
分担研究報告書

2. 室内環境に関する現場調査

代表研究者	金 勲	国立保健医療科学院	上席主任研究官
分担研究者	鍵 直樹	東京工業大学	教授
分担研究者	下ノ菌 慧	国立保健医療科学院	研究員

**研究要旨**

1年目では建物7施設11フロアにIoTセンサーによる二酸化炭素（以降、CO<sub>2</sub>）濃度、温湿度、粒径2.5μm以下の微小粒子状物質（以降、PM<sub>2.5</sub>）の測定を行っている。そのうち、建物6件9フロアを対象に建築物衛生法で定められる立入測定を実施した。

6件の建物概要として立地・竣工年月・延床面積・階数・軒高・構造のほか、外皮断熱仕様や空気調和設備を整理した。

温度・相対湿度・気流に関して建築物衛生法に準拠した測定方法により、2種類の機器を用いて現場立入調査を実施した。温度と気流はいずれの建物でも建築物衛生管理基準値を満たしていた。相対湿度については一部の建物で建築物衛生管理基準値を満たしていない建物もあるが、測定機器の精度を考慮すると基準値と同等程度の建物も多かった。また、2種類の測定機器による差は大きくなく、測定機器の差の最大値は温度が0.3K、相対湿度が2.7%RH、気流が0.04m/sであった。

浮遊粉じん濃度は、いずれも管理基準濃度0.15mg/m<sup>3</sup>に比べると低濃度であった。測定機器間では平均0.0043±0.0027 mg/m<sup>3</sup>の差が見られた。

化学物質濃度の現状把握として、ホルムアルデヒドを含む厚生労働省の指針値に示されている物質（13個別物質及びTVOC）を中心にアクティブ法を用いて実測調査を行った。結果として、ホルムアルデヒドおよび指針物質については濃度を超過する建物はなかった。TVOC濃度については、2件の建築物において暫定目標値を超過した。厚生労働省の指針物質は低濃度であったが、2E1H及び芳香族炭化水素類の濃度が高かったことが原因であった。

6粒径を対象にした浮遊粒子状物質測定では、全体的に外気（OA）が室内濃度（IA）より高い傾向が見られた一方、一部室内における1.0μm以下の細かい粒子濃度が顕著に高い測定箇所もあり、OA機器や個別式加湿器などの影響が考えられた。殆どの場合、室内濃度は外気より低くなっているが、外気濃度に追従して増減していた。

COの外気濃度は0.1ppm程度、室内CO濃度も0.1ppm程度と大差なく、室内CO濃度は外気由来によるものと判断された。いずれも管理基準値に比べると低い水準であった。

CO<sub>2</sub>に関しては外気濃度平均470ppm程度に対して、室内平均630～710ppm程度であった。管理基準1000ppmを上回る建物はなく、いずれの建物も1000ppmより低いレベルで管理されていた。昨今の新型コロナ感染症による換気量の増大や在宅勤務による在室者数の縮小などが影響していると考えられる。

機器による測定値の差が見られ、COは0.026±0.015ppm、CO<sub>2</sub>は平均75±40ppm、濃度差の範囲は4～141ppmであった。

校正の問題や、機器によるセンサー感度の違いも見られた。

## 2-1. 建物概要

### A. 研究目的

本研究では、6件の建築物を対象にIoTセンサーによる二酸化炭素（以降、CO<sub>2</sub>）濃度、温湿度、粒径2.5μm以下の微小粒子状物質（以降、PM<sub>2.5</sub>）の測定ならびに建築物衛生法で定められる立入測定を実施する。温度は外皮断熱仕様、相対湿度は加湿量、CO<sub>2</sub>濃度は換気風量、PM<sub>2.5</sub>濃度はフィルター性能に大きく影響されることから、本節では6件の建物概要を整理する。

### B. 研究方法

建物の各種データは担当者へのヒアリング若しくは建築図面から収集した。収集した項目は建物概要として立地・竣工年月・延床面積・階数・軒高・構造、室概要としてフロア・室面積・天井高・室容積・床材を調査した。外皮断熱仕様は外壁・屋根・1階床・サッシ別に種類と厚さを調査した。空気調和設備は空調方式・空調吹出位置・空調能力・空調風量・台数・フィルター性能・加湿方式・加湿量・換気風量を調査した。

### C. 研究結果

建物概要の調査結果を表2-1-1に示す。立地は北海道2件、関東近郊4件の計6件であり、1件あたり最大で2フロアの測定を行った。竣工年月は最も古い建物がAであり、最も新しい建物がCであった。延床面積はAが1551.0m<sup>2</sup>、Cが1113.2m<sup>2</sup>であり、当2件は特定建築物には該当しない。その他の建物は延床面積3000m<sup>2</sup>以上であり、特定建築物に該当する。測定対象室の床面積は最小が92.9m<sup>2</sup>（B-1）、最大が1555m<sup>2</sup>（E）であり、E・Fは比較的大平面のプランとなっている。関東近郊の外皮断熱仕様は外壁に15mm程度の断熱材が施工されているが、北海道は外壁に100mmの断熱材が施工されるなど高い外皮性能を有している。特にCはZEB（net Zero Energy Building）を達成している建物である。なお、サッシには低放射ガラスを採用している建物が多い。空調設備は一部パッケージエアコンが採用されているが、いずれの建物でも中央管理室から発停・制御を

行う方式であった。また、D・Fにはペリメータ部の熱処理のためにファンコイルユニット方式が併用されていた。空調吹出し位置はA・C・Fが床、B・D・Eが天井であった。

### D. まとめ

本節では、測定対象とした6件の建物の概要を示した。本研究では、6件を対象に小型センサーによるCO<sub>2</sub>濃度・温湿度・PM<sub>2.5</sub>濃度の測定、建築物衛生法に準じた空気環境測定、放射熱環境測定を行う。また、BEMSデータの収集や特定建築物に該当するB・D・E・Fでは、建築物衛生法に係る定期検査結果のデータを収集し、これらの比較検証により、小型センサーやBEMSデータが建築物衛生管理に利用できる条件を明らかにする予定である。

なお、表2-1-1の建物記号は以降の章・節で共通の記号とする。

### E. 参考文献

なし

### F. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし
3. 著書  
なし

### G. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）

予定なし

表 2-1-1 建物概要

建物記号		A-1	A-2	B-1	B-2	C	D-1	D-2	E	F
建物概要	立地	埼玉県三芳町		北海道旭川市		北海道札幌市	埼玉県和光市		神奈川県藤沢市	神奈川県藤沢市
	竣工年/月	1992 / 03		2002 / 04		2021 / 06	2002 / 04		2006 / 11	
	延床面積(m <sup>2</sup> )	1 551.0		8 356.0		1 113.2	15 978.7		17 863.5	9 132.1
	階数(地上/地下)	3 / 0		4 / 1		2 / 0	8 / 1		7 / 0	5 / 0
	軒高(m)	12.08				11.86	33.05		32.3	21.6
	構造	RC		S+RC		RC	SRC	RC	S一部RC	
室概要	フロア	2	3	1	4	2	1	4	2	2
	室面積(m <sup>2</sup> )	354.0	354.0	92.9	164.8	259.2	97.2	104.4	1555.2	1305.0
	天井高(m)	2.7	2.7	3.0	2.8	4.35	2.7	2.6	2.8	2.8
	室容積(m <sup>3</sup> )	955.9	955.9	278.6	461.4		262.4	271.4	4 370.1	3 654.0
床材	OA(コンクリート下地)	OA(コンクリート下地)	OA(コンクリート下地)	OA(コンクリート下地)	OA(コンクリート下地)	OA(コンクリート下地)	OA(コンクリート下地)	OA(コンクリート下地)	OA(コンクリート下地)	
外皮断熱仕様	外壁	15mm(種別不明)		現場発泡ウレタン 100mm		ビーズ法ポリスチレンフォーム保温板特号 100mm			吹付硬質ウレタンフォーム 15mm	
	屋根	硬質ウレタンフォーム 25mm		押出法ポリスチレンフォーム 3種 150mm		押出法ポリスチレンフォーム保温板 3種 100mm			硬質ウレタンフォーム保温板 2種 2号 30mm	
	1階床	30mm(種別不明)				押出法ポリスチレンフォーム保温板 3種 100mm			押出法ポリスチレンフォーム保温板 3種 b	
	サッシ	熱線吸収フロートガラス		Low-E 複層ガラス		Low-E 二層複層ガラス (4+16+4) ※空気層不明			Low-E 二層複層ガラス (6+6+6)	南: Low-E 二層複層ガラス (6+12+6.8) 北: 熱線反射ガラス
空調調和設備	空調方式	外気処理エアコン+水熱源パッケージエアコン (中央管理)		中央式放射冷温水パネル+個別パッケージエアコン (中央管理+個別管理)		全面床染み出し空調+床放射空調による置換空調(中央管理)	定風量単一ダクト方式+ファンコイルユニット方式 (中央管理)		変風量単一ダクト方式	変風量単一ダクト方式+ファンコイルユニット方式
	空調吹出位置	床		天井		床	天井		天井	床
	空調能力(kW)	冷房: 11.2 暖房: 12.5		冷房: 42 暖房: 466×2		冷房: 27 暖房: 22			冷房: 329 暖房: 268	冷房計: 1407 暖房計: 1144
	空調風量(m <sup>3</sup> /h)	1 920		-		4 000				
	台数	各 2	各 2	PAC: 2	PAC: 2	1	FCU: 4	FCU: 2	3	
	フィルタ(外調)	比色法 65%				質量法 80%				
	フィルタ(空調)	ロングライフ		-		比色法 65%			比色法 90% 質量法 82	計数法 87% 質量法 38%
	加湿方式	蒸発式		なし		気化式			水気化式	水気化式
	加湿量(kg/h)	2.9		なし		2.4×3				
換気風量(m <sup>3</sup> /h)	500×2		パッシブ換気 (冬期) 2 000 (冬期以外)		960					

## 2-2. 温度、相対湿度、気流

### A. 研究目的

建築物衛生法では、延床面積が 3000m<sup>2</sup> 以上の特定建築物において、空気調和設備・機械換気設備を設けている場合の空気環境の基準が定められている。空気調和設備を設けている場合の空気環境の基準は浮遊粉じんの量が 0.15mg/m<sup>3</sup> 以下、一酸化炭素（以降、CO）の含有率が 6ppm 以下、二酸化炭素（以降、CO<sub>2</sub>）の含有率が 1000ppm 以下、温度が 18°C 以上 28°C 以下、相対湿度が 40%以上 70%以下、気流が 0.5m/s 以下と定められており、2 か月以内ごとに 1 回の測定が義務付けられている。

本研究では、IoT センサーや BEMS 等による自動測定によるデータの精度を検証することを主目的としているが、はじめに、その精度検証のベンチマークとして建築物衛生法に係る測定方法による測定を行った。本節では、6 件で測定した温度、相対湿度、気流速度の結果を報告する。

### B. 研究方法

測定機器概要を表 2-2-1 に示す。測定には柴田科学株式会社製の室内環境測定セット：IES-5000 と日本カノマックス株式会社製のオートビル III：Model 2100 を用いた。測定原理はいずれも同一の方式であるが、CO<sub>2</sub>は IES-5000 の方が測定範囲は広く、その他の項目は Model 2100 の方が測定範囲は広い。また、温度・CO<sub>2</sub>（at 1000ppm）・浮遊粉じんの測定精度はいずれも同等であるが、CO（at 6ppm）の測定精度は IES-5000 の方が高く、相対湿度・気流の測定精度は Model 2100 の方が高い。

測定は北海道の 2 件は 2022 年 12 月、関東近郊の 4 件は 2023 年 2 月に実施した。各建物の平面概要図と測定点を図 2-2-1～図 2-2-9 に示す。水色陰影部が測定対象室を示しており、赤丸プロットが測定点を示している。測定は室内・屋外ともに 15～30 分間程度の測定を行い、内 10 分間の平均値で整理した。また、測定時の喫煙の有無、ドアの開閉、窓の開閉、OA 機器の有無、卓上加湿器の有無、薬品臭の有無、在室

表 2-2-1 測定機器概要

測定機器		室内環境測定セット：IES-5000 (柴田科学株式会社)	オートビルセット III：Model 2100 (日本カノマックス株式会社)
測定原理	温度	白金抵抗体抵抗式	白金測温抵抗体方式
	相対湿度	高分子薄膜静電容量式	静電容量式
	気流	ブリッジ平衡型定温度差動作方式（熱線方式）	熱線方式
	CO	定電位電解方式	電気化学方式
	CO <sub>2</sub>	非分散型赤外線方式	非分散型赤外線方式
	浮遊粉じん	光散乱方式	光散乱方式
測定範囲	温度	-10～60°C	-20～60°C
	相対湿度	5～95%	2～98%
	気流	0.05～2.00m/s	0.05～5.00m/s
	CO	0～100ppm	0.1～500 ppm
	CO <sub>2</sub>	0～10000ppm	0～5000 ppm
	浮遊粉じん	0.000～4.000mg/m <sup>3</sup>	0.001～10.000mg/m <sup>3</sup>
測定精度	温度	全域±0.5°C	±0.5°C
	相対湿度	±4%RH @25°C	2～80%：±2.0%RH 80～98%：±3.0%RH
	気流	全域±0.2m/s	0.05～0.99m/s：±0.02m/s 1.00～5.00m/s：指示値の±2%又は0.015m/sの いずれか大きい方
	CO	0～10ppm：±2.5ppm 10.1～100ppm：±5ppm	指示値の±3%又は±3ppmのいずれか 大きい方 @20°C
	CO <sub>2</sub>	0～2000ppm：±50ppm 2001～5000ppm：±100ppm 5001～10000ppm：±500ppm	指示値の±3%又は±50ppmのいずれか 大きい方 @20°C
	浮遊粉じん	±10%	±(指示値の10%+1)カウント

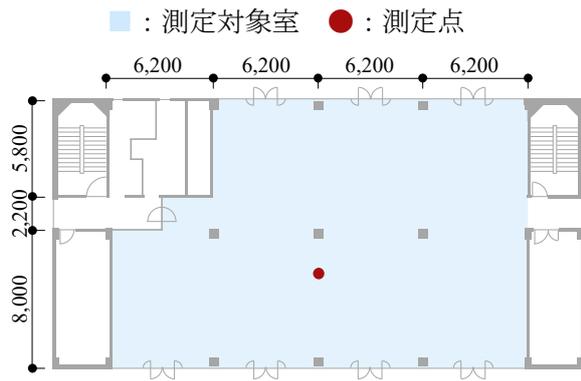


図 2-2-1 Aビル 2階平面概要図

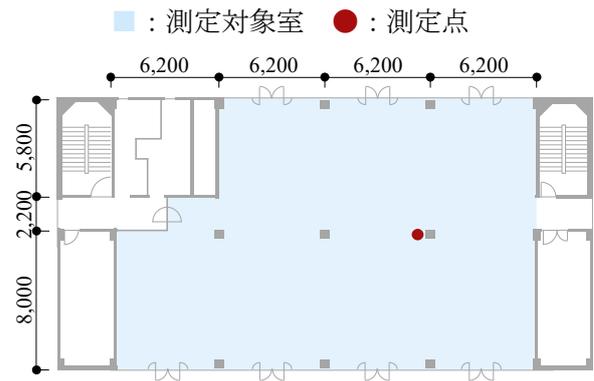


図 2-2-2 Aビル 3階平面概要図

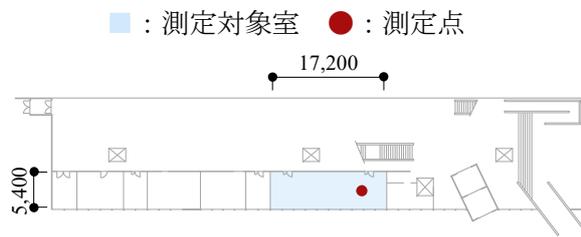


図 2-2-3 Bビル 1階平面概要図

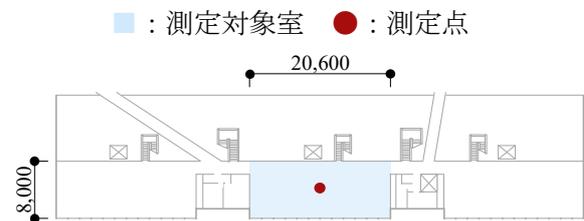


図 2-2-4 Bビル 3階平面概要図

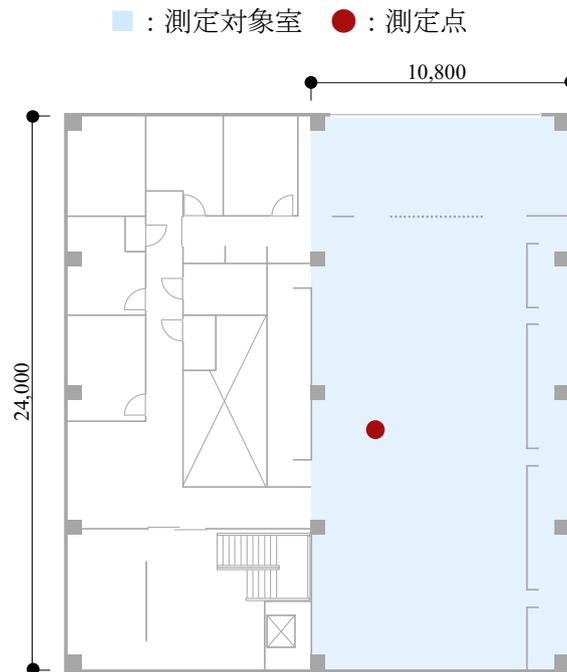


図 2-2-5 Cビル 2階平面概要図

■ : 測定対象室 ● : 測定点

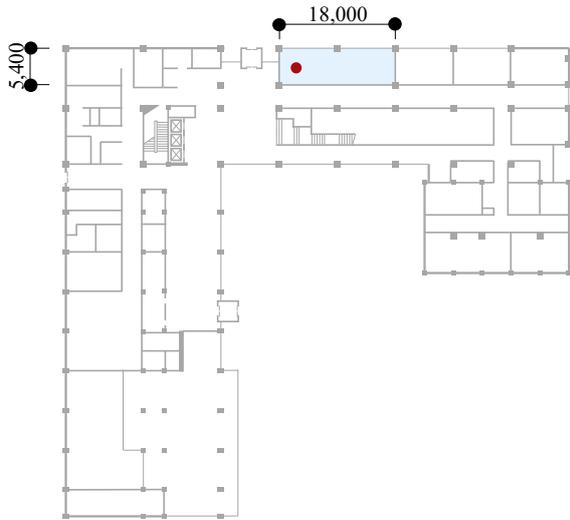


図 2-2-6 Dビル 1階平面概要図

■ : 測定対象室 ● : 測定点

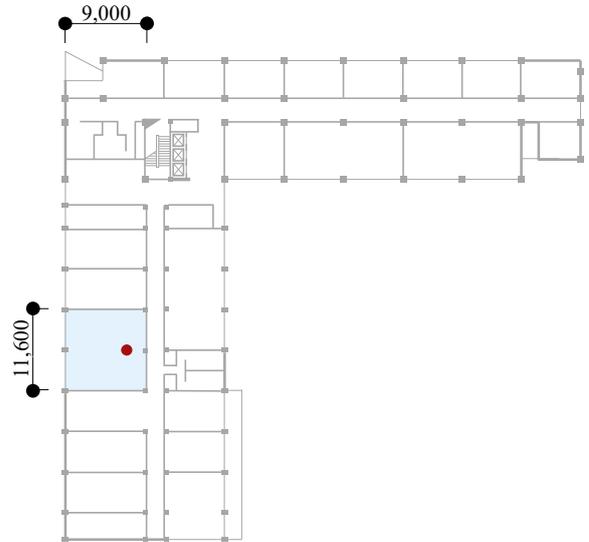


図 2-2-7 Dビル 4階平面概要図

■ : 測定対象室 ● : 測定点

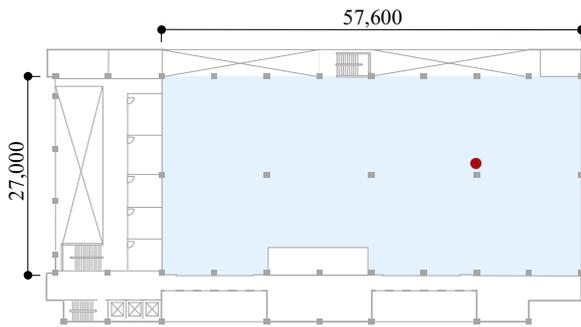


図 2-2-8 Eビル 2階平面概要図

■ : 測定対象室 ● : 測定点

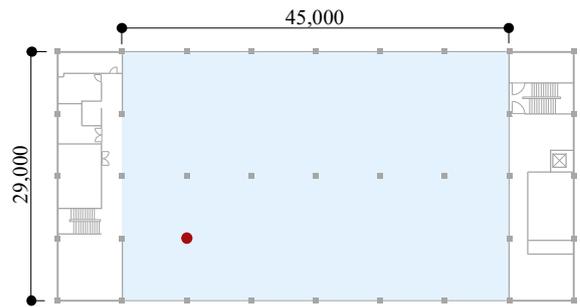


図 2-2-9 Fビル 2階平面概要図

人数を目視にて調査した。

## C. 研究結果

### C.1. 測定時の各室状態

測定時の各室状態を表 2-2-2 に示す。室内の喫煙はすべての建物で無かった。また、冬期の調査であることからすべての建物で窓は閉鎖されていた。なお、B-2 については執務室とアトリウムが連続した空間となっており、ドアが無いという特徴がある。また、すべての建物で OA 機器は使用されており、卓上加湿器と薬品臭はすべての建物で無いという結果であった。なお、本結果は以降の節にも共通である。

### C.2. 温度

温度の測定結果を図 2-2-10 に示す。1 分間隔の測定値に大きな変動は見られないが、B-2 において Model 2100 の結果が単調増加となっている。これは、測定機器を測定対象室に持ち込んだ直後に測定を開始したことによる影響と考えられる。10 分間平均温度を図 2-2-11 に示す。測定値が単調増加であった B-2 の Model 2100 の結果を除くと、最低値が 21.5°C (B-2)・最高値が 25.3°C (D-2) であり、いずれの建物も環境衛生管理基準を満たしていた。なお、IES-5000 と Model 2100 の結果は概ね同等であり、B-2 の結果を除くと測定機器の差の最大値は

0.3K (B-1) であった。

### C.3. 相対湿度

相対湿度の測定結果を図 2-2-12 に示す。いずれの建物においても 1 分間隔の測定値に大きな変動は見られない。10 分間平均相対湿度を図 2-2-13 に示す。最低値が 23.9% (B-2)・最高値が 56.3% (F) であり、環境衛生管理基準を満たしていたのは E と F の 2 件であった。しかし、A-2・C・D-1 は約 40% であり、測定機器の精度を考慮すると概ね基準値と同等程度である。B-1・B-2 は相対湿度が 30% を下回っているが、北海道旭川市の低湿な気候が要因と考えられる。なお、IES-5000 と Model 2100 の結果は概ね同等であり、測定機器の差の最大値は 2.7%RH (A-2) であった。

### C.4. 気流

気流の測定結果を図 2-2-14 に示す。D-2 は空調の影響により他の建物と比較して気流は大きい、最高値は 0.16m/s (D-2) であった。D-2 を除くといずれも多くは 0.1m/s 以下であった。10 分間平均気流を図 2-2-15 に示す。最低値が 0.02m/s (B-2)・最高値が 0.12m/s (D-2) であり、いずれの建物も環境衛生管理基準を満たしていた。なお、IES-5000 と Model 2100 の結果は概ね同等であり、測定機器の差の最大値は 0.04m/s (D-2) であったが、IES-5000

表 2-2-2 測定日時と測定時の各室状態

建物記号	A-1	A-2	B-1	B-2	C	D-1	D-2	E	F
測定日	23/2/17		22/12/8		22/12/9	23/2/22		23/2/16	23/2/16
室内測定 開始時刻	9:56	10:21	15:05	15:39	10:23	15:12	16:23	15:24	16:13
室内測定 終了時刻	10:13	11:01	15:19	16:00	10:39	15:26	16:37	15:40	16:32
分析開始時刻	10:00	10:25	15:07	15:40	10:25	15:15	16:25	15:28	16:17
分析終了時刻	10:10	10:35	15:17	15:50	10:35	15:25	16:35	15:38	16:27
屋外測定 開始時刻	11:17		未実施	未実施	未実施	16:43		16:59	
屋外測定 終了時刻	11:31		未実施	未実施	未実施	16:57		17:30	
喫煙の有無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
ドアの開閉	閉鎖	閉鎖	無	無	未確認	閉鎖	閉鎖	閉鎖	閉鎖
窓の開閉	閉鎖	閉鎖	閉鎖	閉鎖	閉鎖	開放	閉鎖	閉鎖	閉鎖
OA 機器の有無	有	有	有	有	有	有	有	有	有
卓上加湿器の 有無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
薬品臭の有無	無	無	無	無	無	無	無	無	無

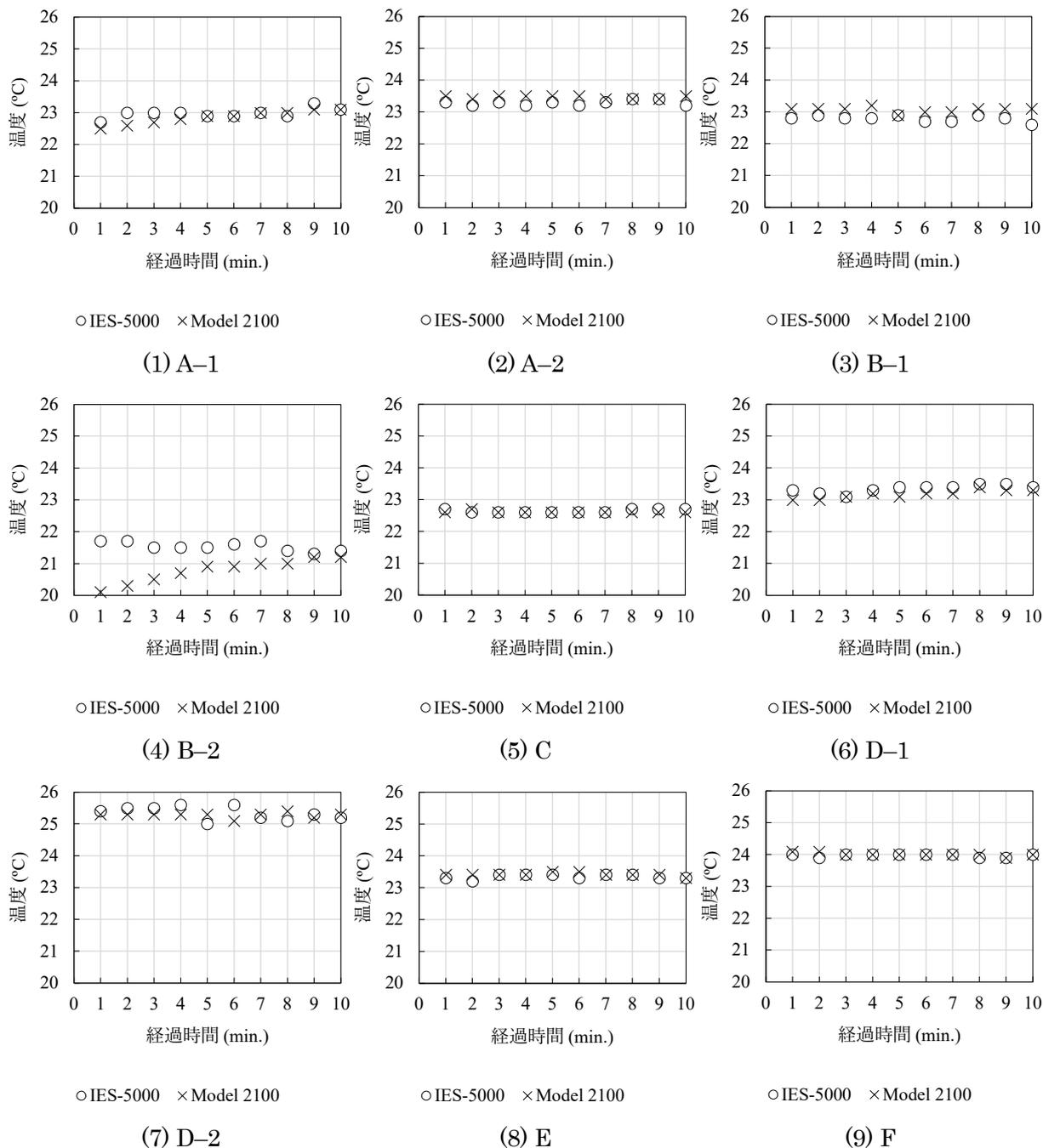


図 2-2-10 温度

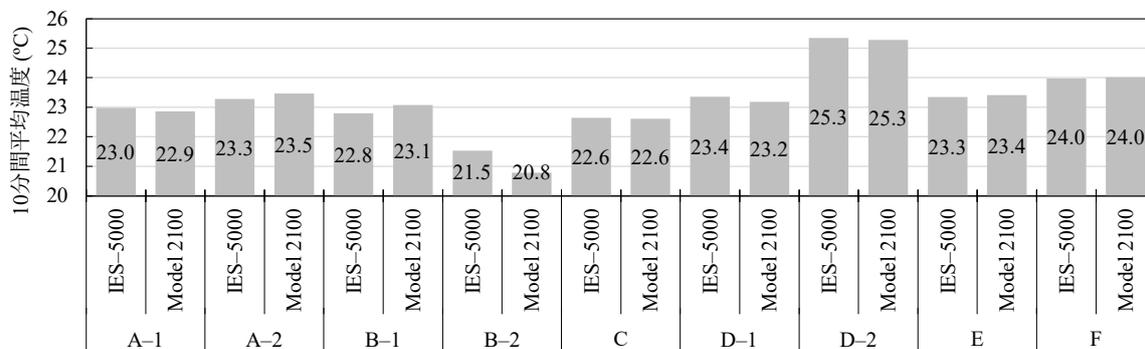


図 2-2-11 10 分間平均温度

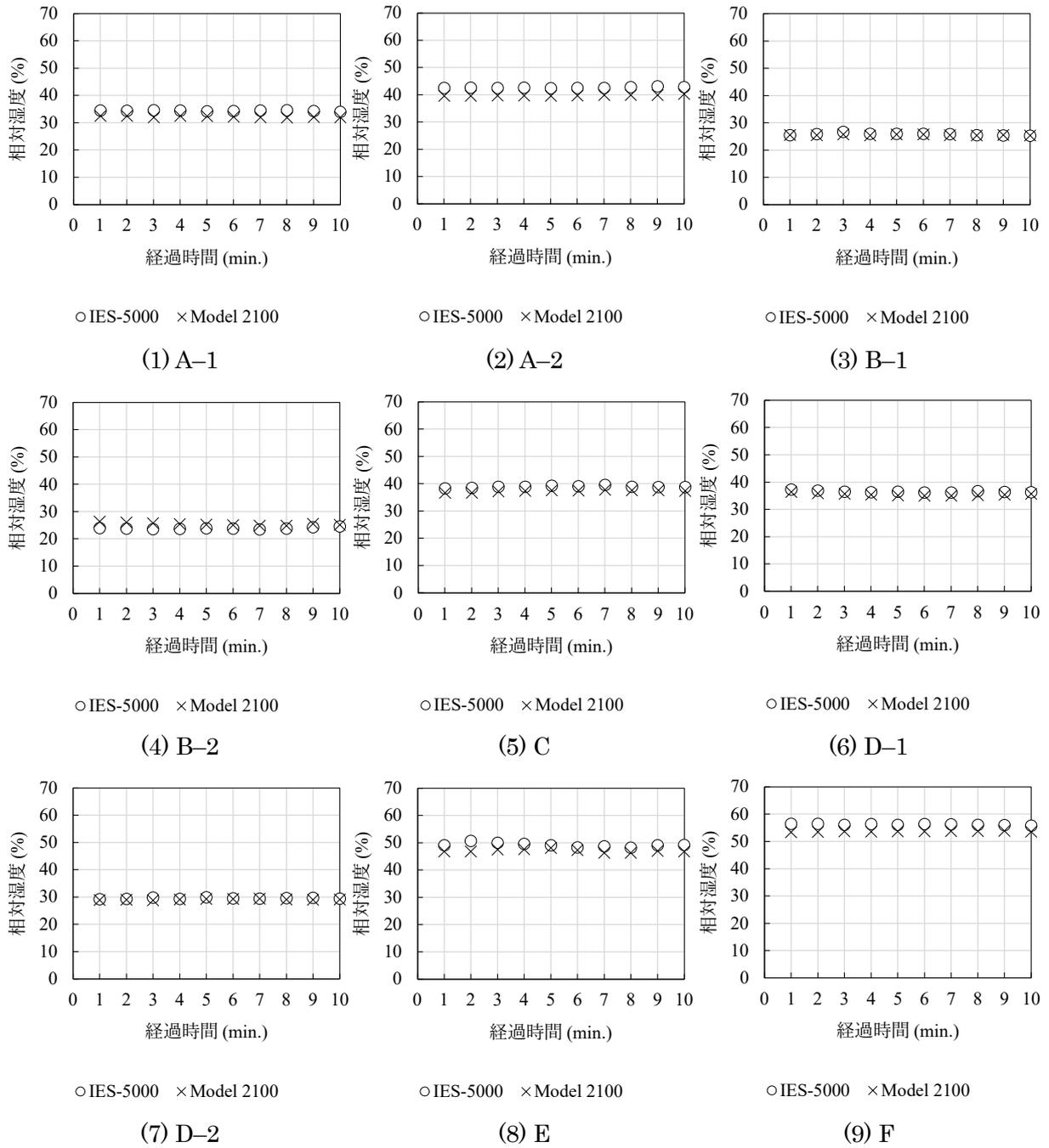


図 2-2-12 相対湿度

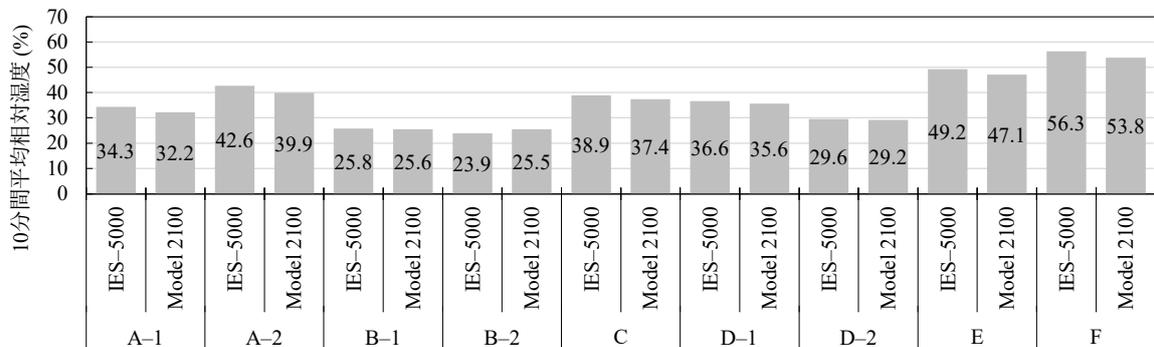


図 2-2-13 10分間平均相対湿度

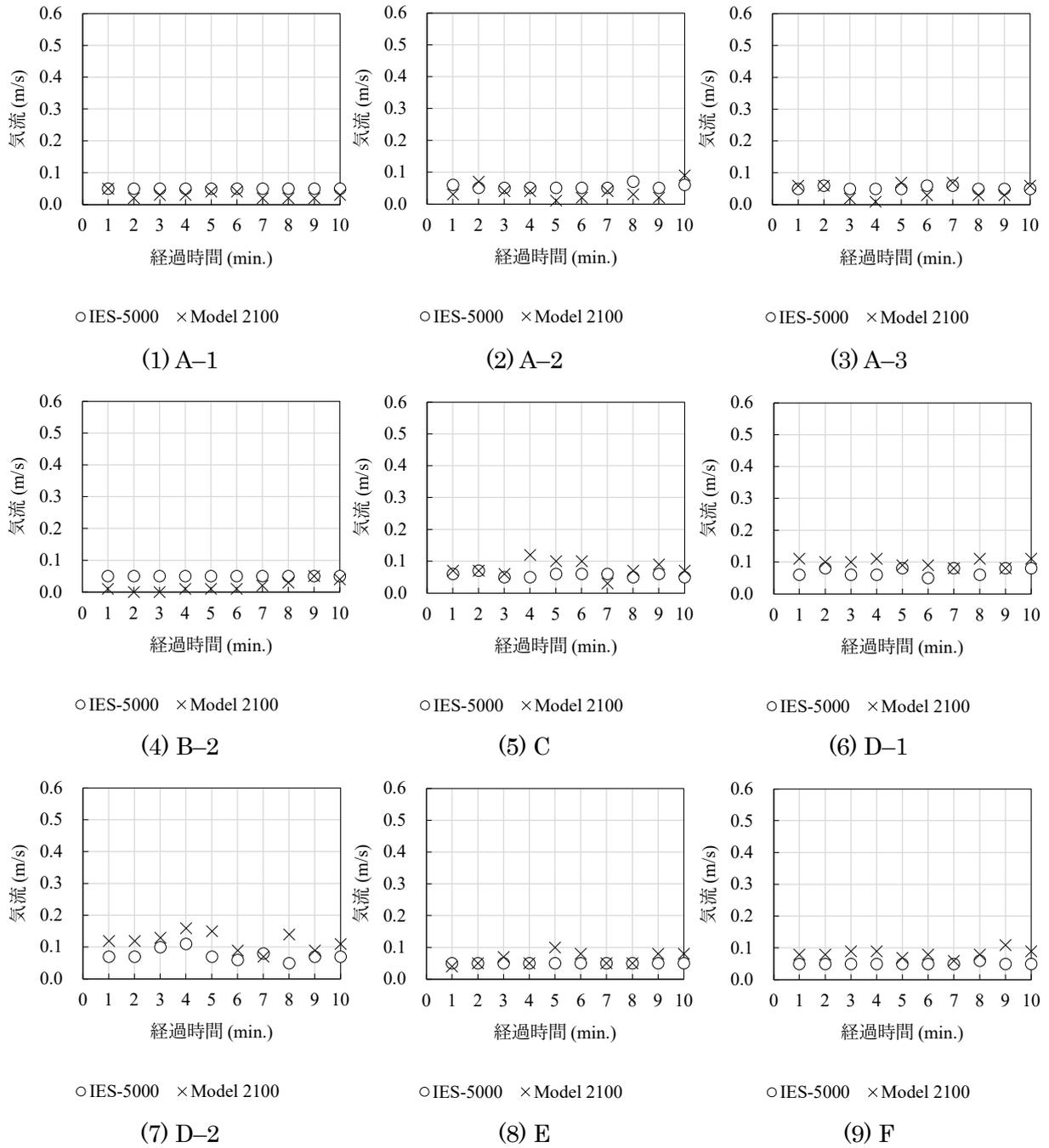


図 2-2-14 気流

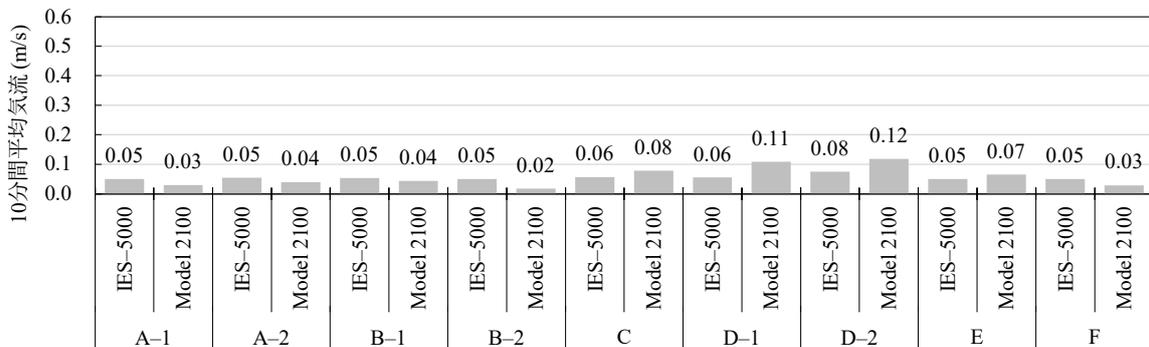


図 2-2-15 10分間平均気流

は無風時でも 0.05m/s と記録されていた。

#### D. まとめ

本節では、6 件の建物を対象として建築物衛生法に係る測定方法による測定を行い、温度、相対湿度、気流速度の結果を示した。温度と気流はいずれの建物でも建築物衛生管理基準値を満たしていた。相対湿度については一部の建物で建築物衛生管理基準値を満たしていない建物もあるが、測定機器の精度を考慮すると基準値と同等程度の建物も多かった。

測定には柴田科学社株式会社製の室内環境測定セット：IES-5000 と日本カノマックス株式会社製のオートビル III：Model 2100 を用いたが、測定機器による差は小さく、測定機器の差の最大値は温度が 0.3K、相対湿度が 2.7%RH、気流が 0.04m/s であった。

#### E. 参考文献

なし

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

なし

##### 2. 学会発表

なし

##### 3. 著書

なし

#### G. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）

予定なし

## 2-3. 化学物質濃度 (VOCs 及びカルボニル化合物)

### A. 研究目的

建築物環境衛生管理基準におけるホルムアルデヒドの基準値は、100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  である。シックハウスに関連して表 2-3-1 のようにホルムアルデヒドを含む 13 物質が厚生労働省により濃度指針値が、TVOC については暫定目標値が定められているが、建築物衛生法においてホルムアルデヒド以外は基準値にはなっていない。特定建築物では、建築物環境衛生管理基準により二酸化炭素濃度を基準に適切な換気が行われていることが確認できることや、室内の化学物質発生源が住宅ほど多くないこと、設計換気量が住宅より多いことから化学物質濃度は低いと考えられている。

その他の物質として、2-エチル-1-ヘキサノール (2E1H) は、塩ビ建材や接着剤、塗料などの建材から発生し、眼、皮膚への刺激、中枢神経系などに影響を与え、健康被害をもたらすことが指摘されている<sup>1)</sup>。また、2E1H は特異臭があるため、建物内での悪臭の原因にもなり得る。これまで 2E1H は室内では未規制であったが、多くの建物で検出されるようになり、中には高濃度で検出される室内も存在することから、厚生労働省は 2017 年 4 月に、2E1H を揮発性有機化合物の室内濃度に関する指針値に追加する改定案を示し、指針値を 130  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  と定める予定であった<sup>2)</sup>。しかし、2018 年 12 月の第 23 回シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会において、対策を講ずるにあたり科学的知見のさらなる収集が必要であり、また技術的観点から実効性に疑義のある値が提案されている可能性があるとの意見や、国際動向も踏まえて、指針値案は見直されることになった<sup>3)</sup>。

ここでは、事務所建築物における化学物質濃度の現状を把握するため、ホルムアルデヒドを含む厚生労働省の指針値に示されている物質を中心にアクティブ法を用いて実測調査を行った。

表 2-3-1 化学物質の濃度指針値

揮発性有機化合物	室内濃度指針値
ホルムアルデヒド	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08 ppm)

アセトアルデヒド	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03 ppm)
トルエン	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07 ppm)
キシレン	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ppm)
エチルベンゼン	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88 ppm)
スチレン	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ppm)
パラジクロロベンゼン	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm)
テトラデカン	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm)
クロルピリホス	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07 ppb) 小児の場合 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007 ppb)
フェノブカルブ	33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.8 ppb)
ダイアジノン	0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02 ppb)
フタル酸ジ-n-ブチル	17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1.5 ppb)
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (6.3 ppb)
TVOC (暫定目標値)	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### B. 研究方法

対象とした建築物は表 2-1-1 に示した建築物 A から F の埼玉県、北海道、神奈川県にある事務所建築物である。建築物 A、B 及び D については、同じ建築物内で異なるフロアの居室 2 箇所を測定対象とし、建築物 C、E、F については、同じ部屋で複数箇所において測定対象とした。2022 年 10 月から 2023 年 2 月の暖房期において行った。

建築物衛生法によるホルムアルデヒドの測定については、2・4-ジニトロフェニルヒドラジン (DNPH) 捕集-高速液体クロマトグラフ法により測定する機器、4-アミノ-3-ヒドラジノ-5-メルカプト-1・2・4-トリアゾール (AHMT) 法により測定する機器又は厚生労働大臣が別に指定する測定器とされている。

厚生労働省による通知「室内空気中化学物質の室内濃度指針値及び標準的測定方法について」によれば、ホルムアルデヒド濃度の指針値制定にあたっては、一般的な人達における明らかな刺激感覚を防ぐことを指標として、30 分平均値で 0.1  $\text{mg}/\text{m}^3$  を指針値とすることが適当である、としている。

建築物衛生法においても、ホルムアルデヒド測定のタイミングを、新築、増築、大規模の修繕又は大規模の模様替えを完了し、その使用を開始した時点から直近の6月1日から9月30日までの間に1回と規定している。これは、ホルムアルデヒドの発生が新しい建材から多く発生すること、温度上昇に伴って多く発生することを意識したものである。なお、ホルムアルデヒドの量の測定結果が管理基準を超過した場合は、空気調和設備又は機械換気設備を調整し、外気導入量を増加させるなど、室内空気におけるホルムアルデヒドの量の低減策に努める必要がある。さらに、翌年の測定期間中に1回、再度、当該測定を実施することが必要となる。

測定時間についての規定はないものの、上述のように30分平均値で0.1 mg/m<sup>3</sup>を指針値としていることから、30分の平均値が求められると考えられる。厚生労働大臣が別に指定する測定器においても、30分のサンプリング時間での測定値の一致を求めている。ただし、特定建築物などの室内においては、空調条件が定常であれば、室内濃度は定常状態となっているものと考えられる時点でのサンプリングを行うことを考慮することが重要である。

表2-3-2に示すように、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドなどのカルボニル化合物については、DNPHカートリッジを用いて30L捕集(30min at 1.0L/min)を行い、HPLCにより12成分の定量分析を行った。トルエンなどVOCsについては、Tenax-TA充填捕集管を用いて9L捕集(30min at 300 mL/min)し、GC/MSにより45成分の定量を行った。なお、TVOCの算出には、C6(ヘキサン)からC16(ヘキサデカン)に検出したピークをトルエン換算して算出した。

表2-3-2 空气中化学物質の測定概要

測定項目	内容
アルデヒド類	DNPHカートリッジ 30L(at 1.0L/min) 溶媒抽出-HPLC
VOCs	Tenax-TA 9L(at 300 mL/min)

### C. 研究結果および考察

各測定点における化学物質濃度を表2-3-3に示す。

アルデヒド類であるホルムアルデヒド、アセトアルデヒドは建築物衛生法の基準値100 µg/m<sup>3</sup>及び厚生労働省指針値48 µg/m<sup>3</sup>に対し指針値を超過する室はなかった。室内濃度が外気濃度よりやや高くなっているが、普段の室内濃度レベルであり、室内に発生量の高い汚染源は存在しないと考えられる。

VOCsの中からも厚生労働省指針値を超過する物件はなく、TVOC暫定目標値を上回る物件が2件存在した。建築物B及びDについては、未検出の物質が多く、低濃度の環境であった。

厚生労働省で指針値が定められている13物質中、室内の建材からの発生源としてトルエン、エチルベンゼン、キシレン、スチレン、テトラデカンが検出されたが、濃度としては低い水準であり、厚生労働省指針値を超えた物質はなかった。また、室内の持ち込みとなる防虫剤から発生するパラジクロロベンゼンについては検出限界以下であった。

TVOCも暫定目標値400 µg/m<sup>3</sup>を超える物件が2件あったが、厚生労働省の指針となっている物質については、それぞれ指針値以下であり、指針値以外の物質の濃度が高いことによる。建築物Fについては、2E1H濃度が比較的高い値で検出された。その他の高濃度の物質としては、複数種類の芳香族炭化水素が、特に1,3,5-trimethyl-Benzeneが、100 µg/m<sup>3</sup>以上で検出されていたことによるものである。高濃度の原因については、今後検討することとする。

2E1H濃度については、建築物A, B, C, Fで検出され、特に建築物Fにおいて高濃度で検出された。建材からの2E1H発生には、一次発生と二次発生が知られている。一次発生は建材の製造中に含有された2E1Hが発生することを示す。二次発生は、コンクリートなどの下地に施工した塩ビ建材や接着剤に含まれる可塑剤のフタル酸ジエチルヘキシル(DEHP)がコンクリートに含まれるアルカリ水溶液によって加水

表 2-3-3 揮発性有機化合物の測定結果

	A (2022/10/31)			B (2022/12/8)			C (2022/12/9)			E (2022/2/16)		
	A-1	A-2	OA	B-1	B-2	OA	C		OA	D		OA
							Exterior	Interior		East	West	
Formaldehyde	4.7	5.5	2.3							7.2	8.2	
Acetaldehyde	6.3	6.3	3.8							25.5	24.8	4.7
Benzene												2.1
Toluene	10.5	8.2	6.2	0.5			1.9	1.9		20.0	23.6	3.7
Ethylbenzene				0.9		1.0	1.2	1.2		9.2	1.2	0.5
Xylene				1.1		1.2	1.1	1.0		1.7	2.2	
Styrene				0.7		0.6	0.9	0.8		8.4	9.6	
p-dichlorobenzene												
Tetradecane	0.7	0.7					0.6	0.6		0.5		
2E1H	26.3	29.5		2.0		1.1	12.3	11.9				
TVOC	64.9	72.8	145.8	14.8	2.2	11.0	86.4	80.6	0.6	720.1	767.8	11.9

	F (2002/2/16)			A (2023/2/17)			D (2023/2/22)			
	E		OA	A-1	A-2	OA	D-1	D-1	D-2	OA
	North	South					West	East		
Formaldehyde	7.0	6.8		3.8	4.8	1.8	4.0	3.7	5.2	1.5
Acetaldehyde	35.3	27.8	4.7	7.5	6.7	4.7	6.3	6.5	7.5	5.2
Benzene	1.5	1.0	2.1	2.2	2.0	2.1				0.7
Toluene	5.2	10.8	3.7	9.5	8.5	2.5				
Ethylbenzene	1.4	5.1	0.5	2.6	2.1					
Xylene	1.4	4.5		2.5	2.0					
Styrene	1.1	3.4		1.6	1.3					
p-dichlorobenzene										
Tetradecane	0.7	35.1		7.6	10.0					
2E1H	40.9	101.5		23.7	37.8					
TVOC	118.6	1019.9	11.9	143.6	185.3	46.9	3.9	2.8	1.5	2.5

注：空欄は検出限界以下

分解されることで2E1Hを生成し、発生することを示す。タイルカーペットや塩化ビニルがコンクリート下地に直接敷かれている部屋では、2E1Hの濃度が高いと報告されており<sup>4)</sup>、室内の2E1H濃度が高い原因として二次発生を挙げているものが多く、コンクリート下地の含水率に着目した研究が多くなされている。通常の事務用途の建築物においては、床にタイルカーペットが敷かれており、床の下地はタイル地、コンクリートスラブ、金属製・コンクリート製・プラスチック製OAフロアの5種類に分類することができる。

建築物Aにおいては、コンクリート製OAフロアであることを確認しており、上述のコンクリート下地による二次生成物の可能性が考えられる。その他の建物についても、2E1Hの発生源についての解明を行う。

## D. まとめ

事務所建築物における化学物質濃度の現状を把握するため、ホルムアルデヒドを含む厚生労働省の指針値に示されている物質を中心にアクティブ法を用いて実測調査を行った。

結果として、基準値であるホルムアルデヒドおよび化学物質の指針値については、濃度を超過する建物はなかった。TVOC濃度については、2件の建築物において暫定目標値を超過し、厚生労働省の指針値は低濃度であるものの、2E1H及び芳香族炭化水素類の濃度が高濃度であったことが原因である。今後は夏期の測定とともに、発生源の検討を行う。

## E. 参考文献

- 1) 東賢一, 池田耕一, 久留飛克明, 中川雅至, 長谷川あゆみ, 森有紀子, 山田裕巳: 建築に使用される化学物質事典, 株式会社風土社, 2006.5.1

- 2) 厚生労働省 医薬・生活衛生局医薬品審査管理課化学物質安全対策室：第 21 回シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会 議事録, 2017.  
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000166151.html> (参照: 2021.1.28)
- 3) 厚生労働省 医薬・生活衛生局医薬品審査管理課化学物質安全対策室(2018)：第 23 回シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会 議事録,  
[https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000166151\\_00002.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000166151_00002.html) (参照: 2021.1.28)
- 4) 上島通浩, 柴田英治, 酒井潔, 大野浩之, 石原伸哉, 山田哲也, 竹内康浩, 那須民江：2-エチル-1-ヘキサノールによる室内空気汚染室内濃度, 発生源, 自覚症状について, 日本公衛誌 52(12), pp. 1021-1031, 2005

#### F. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし
3. 著書  
なし

#### G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)

予定なし

## 2-4 浮遊粉じん及び浮遊粒子状物質

### A. 研究目的

建築物衛生法における空気中粒子濃度に関する室内基準は、浮遊粉じん濃度  $0.15 \text{ mg/m}^3$  以下と設定されている。ここでの浮遊粉じんは粒径  $10 \mu\text{m}$  以下の粒子となるが粉じん計のカットオフ径に関する定義の違いから PM10 とは少し異なる。

また、環境省が定める大気環境基準は PM2.5 の1年平均が  $15 \mu\text{g/m}^3$  以下、1日平均が  $35 \mu\text{g/m}^3$  と設定されているが、室内基準は存在しない。

本研究では、特定建築物における室内浮遊粒子状物質 (Suspended Particulate Matter) 濃度データの蓄積と実態把握を行い、その特徴について検討する。

### B. 研究方法

浮遊粉じん測定にはビル管セットと呼ばれる建築物衛生管理基準 6 項目を同時測定できる IES-5000 (SIBATA 社製) 及び Model 2100 (Kanomax 社製) を用いた。

粒径別の浮遊粒子濃度は Particle Counter (Kanomax Model 3889) を用いて、6 粒径 (0.3、0.5、1.0、3.0、5.0、 $10 \mu\text{m}$ ) に対する個数濃度を計測した。

浮遊粉じん、粒径別浮遊粒子ともに1分間の計測を15分間～30分間連続で行い、濃度が安定していると考えられる計測開始4分後から終了2分前までのデータを平均して用いた。

### C. 測定結果

図 2-4-1 に浮遊粉じん濃度を、図 2-4-2 に室内浮遊粒子の個数濃度積算値を、図 2-4-3 に代表粒径の個数濃度分布を示す。また、図 2-4-3 に粒径別 IO 比 (室内濃度/外気濃度) の結果を示す。

#### C.1. 浮遊粉じん濃度

浮遊粉じん濃度は小数第三位までが最大有効数字であるが、ここでは差を比較するために小数第4位までを記した。

浮遊粉じんの外気濃度は  $0.0121 \pm 0.0042 \text{ mg/m}^3$  であり、室内濃度は IES-5000 (SIBATA 社) が  $0.0044 \pm 0.0008 \text{ mg/m}^3$ 、Model 2100 (Kanomax 社) は  $0.0001 \pm 0.0003 \text{ mg/m}^3$  で

あった。

いずれも管理基準濃度  $0.15 \text{ mg/m}^3$  に比べると低濃度であり、管理基準を上回る建物はなかった。両機器間の測定値の差は平均  $0.0043 \pm 0.0027 \text{ mg/m}^3$  であった。IES-5000 は低濃度域で敏感に数値を表すが、Model 2100 は低濃度では測定値が 0 と表示されることが多い機器特性があり、両測定器間の差が生じている。

#### C.2. 浮遊粒子状物質濃度

建物 E 及び F は外気濃度が欠測だったため、外気濃度及び IO 比は表せない。

個数濃度の積算値として、空調や換気設備による部分的な低減効果があるため、建物 B を除けば全体的には外気 (OA) が室内濃度 (IA) より高い傾向が見られる。一方で、A\_3F、B\_2F は室内空気が外気より顕著に高く、特に  $1.0 \mu\text{m}$  以下の細かい粒子濃度が高いことから OA 機器や個別式加湿器など発生源があると考えられる。

殆どの場合、室内濃度は外気濃度よりは低くなっているが、外気濃度に追従して増減しており、外気の影響を受けている。

個数濃度は粒径が小さな粒子の濃度が高く、大きな粒径の粒子濃度は低い、典型的な濃度分布を示している。

#### C.3. 浮遊粒子状物質の IO 比

IO 比としては、建物 A\_3F 及び B を除けば小さな粒径の粒子において IO 比  $< 1$  が多く、外気由来の粒子が室内では低く維持されている。一方、 $10 \mu\text{m}$  の大きな粒子では IO 比  $> 1$  の室内が増加している。

大きな粒子は人工的に生成されることが多く、在室者密度が高く室内での活動が多くなると濃度が高くなることがある。

粒子の除去性能は中性能フィルターが導入されている中央式がよりよいとされているが<sup>2)</sup>、今回の測定はまだ物件数が少ないため、次年度の物件数を増やした測定で傾向が見えてくると考えられる。

### D. 結論

浮遊粉じん濃度は、いずれも管理基準濃度  $0.15 \text{ mg/m}^3$  に比べると低濃度であった。測定機器間では平均  $0.0043 \pm 0.0027 \text{ mg/m}^3$  の差が見られ

た。

6 粒径を対象にした浮遊粒子状物質測定では、全体的に外気 (OA) が室内濃度 (IA) より高い傾向が見られた一方、一部室内における  $1.0\mu\text{m}$  以下の細かい粒子濃度が顕著に高い測定箇所もあり、OA 機器や個別式加湿器などの影響が考えられた。殆どの場合、室内濃度は外気より低くなっているが、外気濃度に追従して増減している。

小さな粒径の粒子において IO 比 $<1$  が多く外気由来の粒子が室内では低く維持され、 $10\mu\text{m}$  の大きな粒子は IO 比 $>1$  の室内が多くなっている。細かい粒子は外気由来であり空調経路で一部除去されるため室内濃度は外気より低くなるのが一般的な傾向である一方、大きな粒子は人工的に生成されることが多く、在室者密度が高く室内での活動が多くなると濃度が高くなることがある。

#### E. 参考文献

- 1) 環境省：微小粒子状物質健康影響評価検討会報告書：粒子状物質の特性について、2008
- 2) 鍵直樹：事務所建築物における PM<sub>2.5</sub> 濃度の実態と室内外濃度比、空気清浄、54(4)、258-262、2016
- 3) 小林健一、金勲、鍵直樹ほか：中規模建築物における衛生管理の実態と特定建築物の適用に関する研究、令和元年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）、2020.3

#### F. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし
3. 著書  
なし

#### G. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）

予定なし

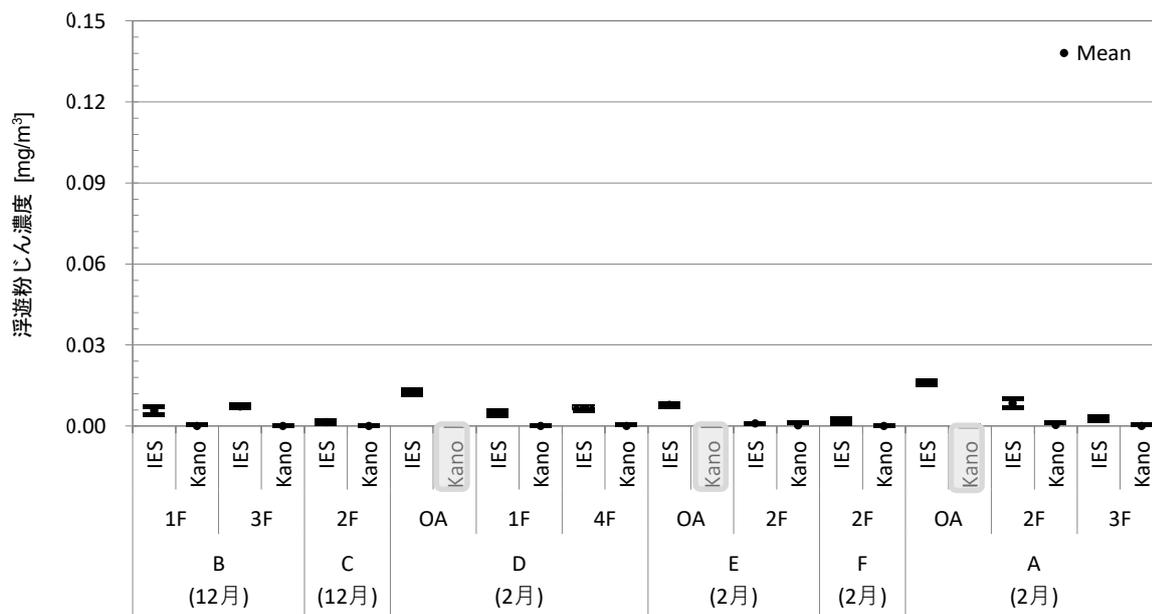


図 2-4-1 立入測定による浮遊粉じん濃度測定結果  
「IES : IES-5000 (SIBATA 社)、Kano : Model 2100 (Kanomax 社)」  
※ OA の陰影部分は測定無し

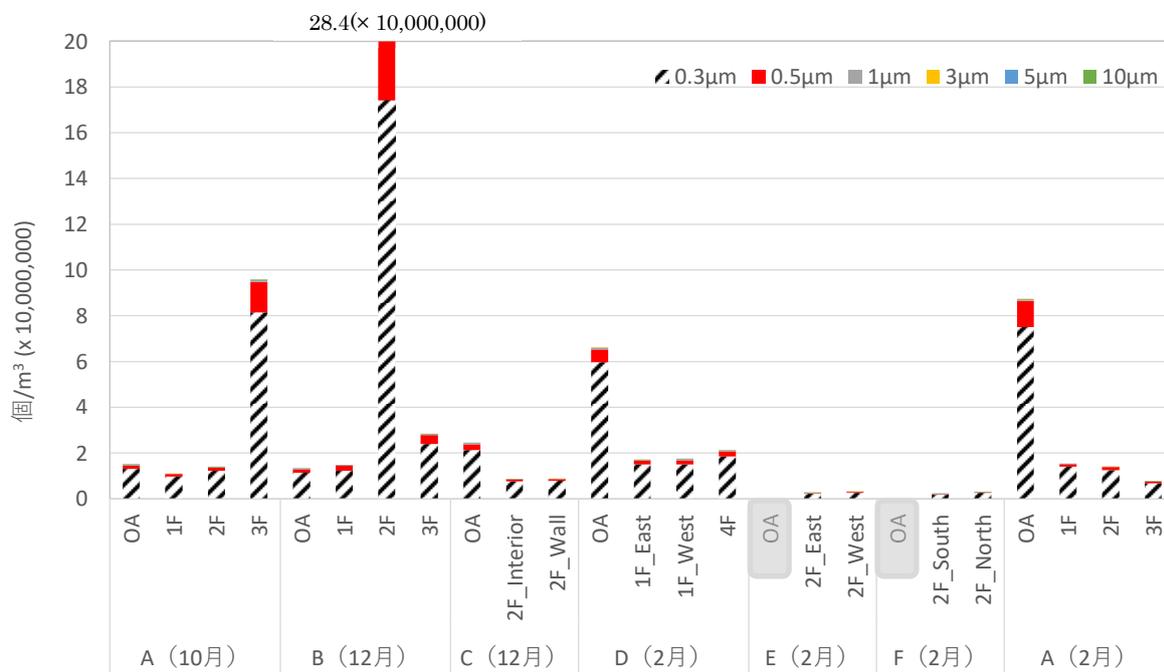


図 2-4-2 室内浮遊粒子の個数濃度積算値  
※ OA の陰影部分は測定無し

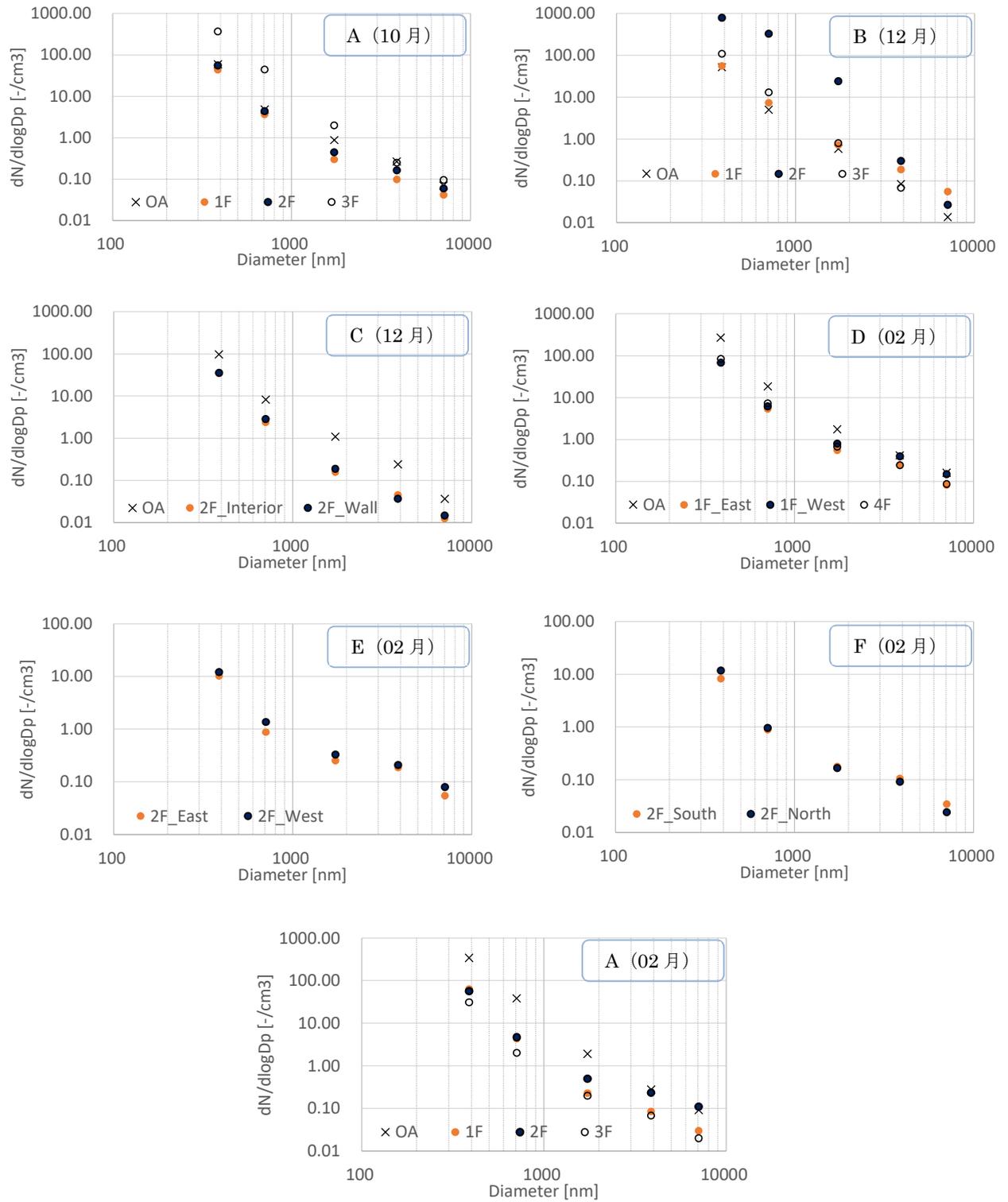
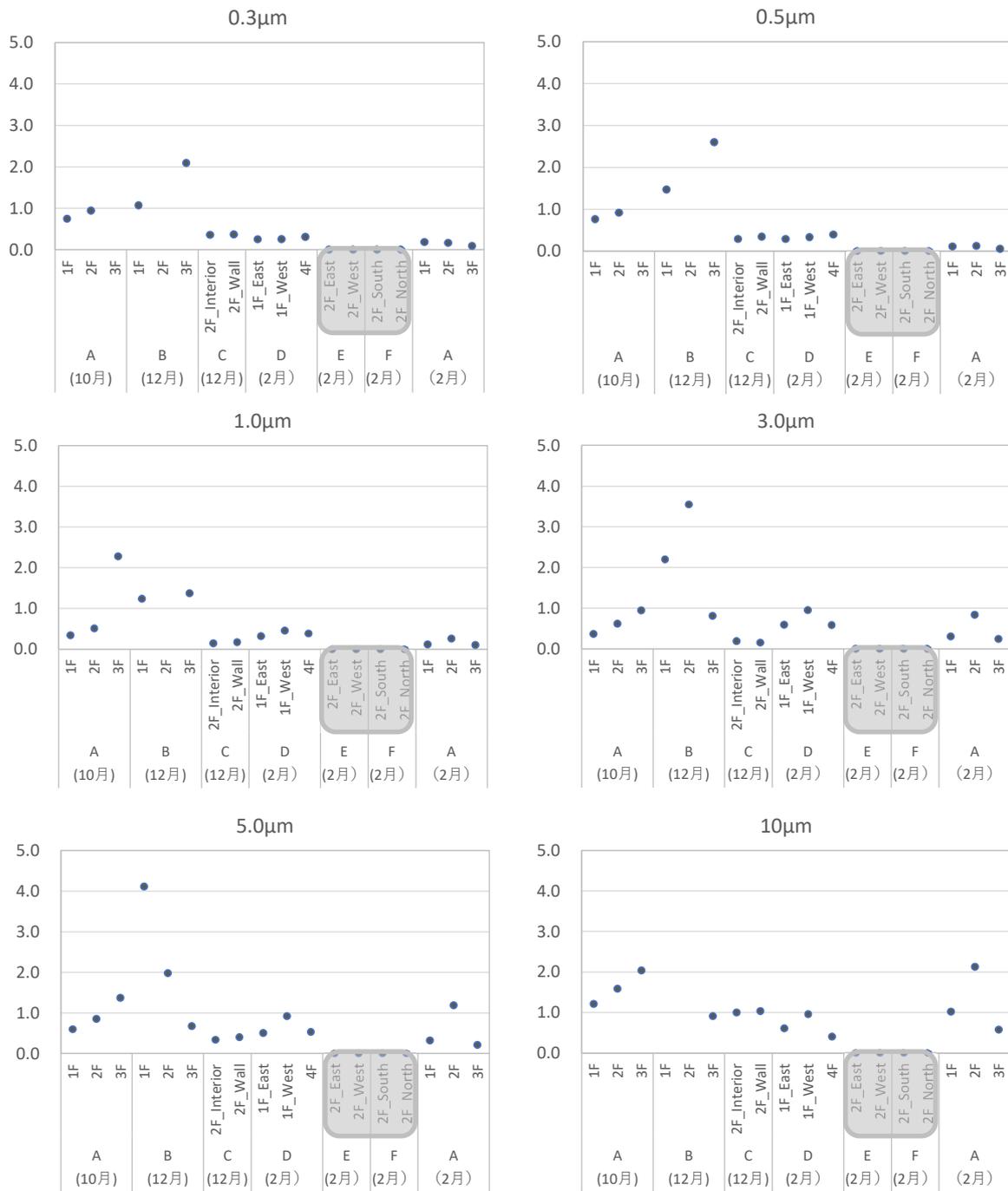


図 2-4-3 代表粒径の個数濃度分布



	A			B			C		D			E		F		A		
	1F	2F	3F	1F	2F	3F	2F Interi	2F Wall	1F East	1F West	4F	2F East	2F West	2F Sout	2F North	1F	2F	3F
0.3um	0.7	0.9	6.2	1.1	15.2	2.1	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	-	-	-	-	0.2	0.2	0.1
0.5um	0.8	0.9	9.3	1.5	65.7	2.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	-	-	-	-	0.1	0.1	0.1
1.0um	0.3	0.5	2.3	1.2	41.4	1.4	0.1	0.2	0.3	0.5	0.4	-	-	-	-	0.1	0.3	0.1
3.0um	0.4	0.6	0.9	2.2	3.6	0.8	0.2	0.2	0.6	1.0	0.6	-	-	-	-	0.3	0.8	0.2
5.0um	0.6	0.9	1.4	4.1	2.0	0.7	0.3	0.4	0.5	0.9	0.5	-	-	-	-	0.3	1.2	0.2
10.0um	1.2	1.6	2.0	7.1	5.0	0.9	1.0	1.0	0.6	1.0	0.4	-	-	-	-	1.0	2.1	0.6

図 2-4-4 粒径別 IO 比 (室内濃度 / 外気濃度)

※ E、F は外気が欠測のため IO 比は示せない。

## 2-5. 一酸化炭素及び二酸化炭素濃度

### A. 研究目的

建築物衛生法における一酸化炭素 (CO) 及び二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 濃度に関する基準は、CO が 6ppm 以下、CO<sub>2</sub> は 1000ppm 以下と設定されている。CO は人体有害性から設定されている反面、CO<sub>2</sub> は換気の指標として設定されている。CO 濃度は従来の 10ppm 以下 (特例として外気がすでに 10ppm 以上ある場合には 20ppm 以下) だったものを令和 4 年 4 月から 6ppm 以下と引き下げると共に特例規定を廃止した<sup>1)</sup>。

本報告書の「II-1. 特定建築物の報告統計」でも報告しているが、特定建築物における CO 濃度に不適している建物はほぼなく、CO 濃度が問題になることは殆どない。大気環境の改善や室内での禁煙/分煙化、また室内での燃焼器具の使用も減少していることが原因である。

一方で、CO<sub>2</sub> 濃度の不適合率は 3 割程度と高く、これは省エネによる換気量の削減が主な理由と考えられている。

本研究では、特定建築物における CO 及び CO<sub>2</sub> 濃度データの蓄積と実態把握を行い、その特徴について検討する。

### B. 研究方法

測定方法としては、両方とも検知管方式若しくはそれと同程度以上の性能を有する測定器を用いて測定することを可としている。

本研究では、浮遊粉じん測定にはビル管セットと呼ばれる建築物衛生管理基準 6 項目を同時測定できる IES-5000 (SIBATA 社製) 及び Model 2100 (Kanomax 社製) を用いた。両測定器ともに、CO 濃度に関しては定電位電解方式、CO<sub>2</sub> 濃度に関しては非分散型赤外線 (NDIR) 方式を採用している。

ガス濃度は 1 分間の計測を 15 分間~30 分間連続で行い、濃度が安定する計測開始 4 分後から終了 2 分前までのデータを平均して用いた。

但し、外気濃度のデータは IES-5000 による測定結果だけを示しており、建物 B (12 月) 及び C (12 月) は外気温が低すぎたため外気測定は行っていない。

### C. 測定結果

図 2-5-1 に CO 濃度を、図 2-5-2 に CO<sub>2</sub> 濃度の測定結果を示す。

#### C.1. 一酸化炭素濃度

外気濃度は  $0.117 \pm 0.006$  ppm であり、室内 CO 濃度は IES-5000 (SIBATA 社) が  $0.126 \pm 0.043$  ppm、Model 2100 (Kanomax 社) は  $0.100 \pm 0$  ppm であった。いずれも管理基準値に比べると低い水準である。

外気濃度と室内濃度が等しく、室内 CO 濃度は外気由来によるものと判断される。

機器による測定値の差は  $0.026 \pm 0.015$  ppm であった。特にモデル Model 2100 は測定値にばらつきが殆ど見えない特徴があり、測定感度の違いによるものと考えられる。

#### C.2. 二酸化炭素濃度

外気濃度は  $469 \pm 14$  ppm であり、室内 CO<sub>2</sub> 濃度は IES-5000 (SIBATA 社) が  $712 \pm 8$  ppm、Model 2100 (Kanomax 社) は  $637 \pm 13$  ppm であった。

管理基準 1000ppm を上回る建物はなく、いずれの建物も 1000ppm より低いレベルで管理されており、昨今の新型コロナ感染症による換気量の増大や在宅勤務による在室者数の縮小などが影響していると考えられる。

機器による測定値の差は平均  $75 \pm 40$  ppm、濃度差の範囲は 4~141ppm と、IES-5000 よりモデル Model 2100 が全体的に低い濃度を示していた。ガスセンサーはゼロガスとスパンガスによる校正が重要であるが、今回の測定結果からは測定機器による特性も確認された。

### D. 結論

一酸化炭素 (CO) 及び二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 濃度管理基準は、それぞれ 6ppm 以下及び 1000ppm 以下である。

CO の外気濃度は 0.1 ppm 程度、室内 CO 濃度も 0.1ppm 程度と大差なく、室内 CO 濃度は外気由来によるものと判断された。いずれも管理基準値に比べると低い水準である。

CO<sub>2</sub> に関しては外気濃度平均 470ppm 程度に対して、室内平均 630~710ppm 程度であった。

管理基準 1000ppm を上回る建物はなく、いずれの建物も 1000ppm より低いレベルで管理されていた。昨今の新型コロナ感染症による換気量の増大や在宅勤務による在室者数の縮小など

が影響していると考えられる。

機器のよる測定値の差が見られ、COは $0.026 \pm 0.015$ ppm、CO<sub>2</sub>は平均 $75 \pm 40$ ppm、濃度差の範囲は4～141ppmであった。

校正の問題や、機器によるセンサー感度の違いも見られた。

#### E. 参考文献

- 1) 厚生労働省、建築物環境衛生管理基準について、<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/seikatsueisei10/> (accessed on 2023.2.20)

#### F. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし
3. 著書  
なし

#### G. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）

予定なし

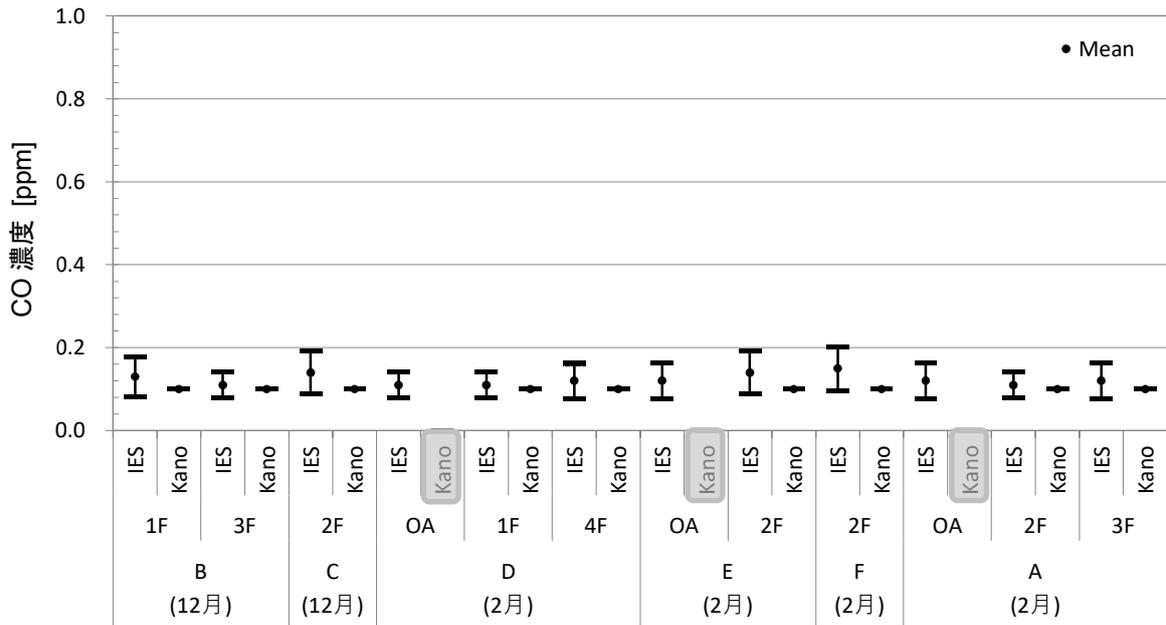


図 2-5-1 立入測定による CO 濃度測定結果  
 「IES : IES-5000 (SIBATA 社)、Kano : Model 2100 (Kanomax 社)」

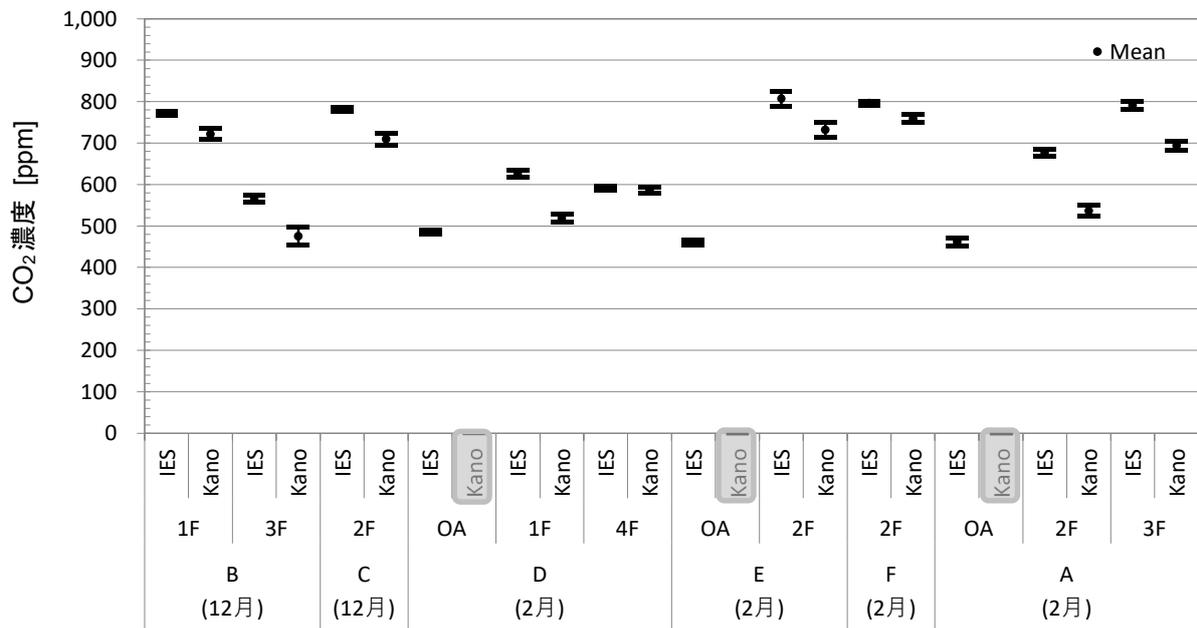


図 2-5-2 立入測定による CO<sub>2</sub> 濃度測定結果  
 「IES : IES-5000 (SIBATA 社)、Kano : Model 2100 (Kanomax 社)」

## 2-6 エンドトキシン（細菌内毒素）

### A. 研究目的

建築物環境衛生管理項目ではないが、空調機や加湿器などは微生物の汚染源になり得ることから、細菌汚染の指標としてエンドトキシン（Endotoxin；以下 ET）濃度の測定を行っている。

細菌の測定には培養法、ATP（adenosine triphosphate；アデノシン三リン酸）法、r-PCRを用いた DNA 解析などが利用されているが、現場測定にはいずれも長短がある。

一方、換気指標の CO<sub>2</sub> 濃度や化学物質汚染指標の TVOC のように、微生物に関してもそのような指標の存在は室内環境における汚染状況や環境改善の面で大変有意義であり、空气中細菌濃度や汚染度の指標として ET 濃度に着目して室内濃度の実態を調べている。

### B. 研究方法

#### B.1. 調査対象

調査対象は前項「2-1」の建物概要と同様、オフィスビル 6 施設（室内 17 ヶ所＋外気 6）であった。対象ビルの建築・設備の概要および測定日は表 2-1-1 に示している。

2022 年 10 月、2022 年 12 月～2023 年 2 月に測定を行った。

#### B.2. 調査方法

##### B.2.1. 空気サンプリング

図 2-6-1 に捕集用フィルター及び空気サンプリング風景を示す。空気試料として微生物の培地吸引では 100L を用いることが多く、ET サンプリングでも 100L（30min at 3.3L/min）を吸引・捕集した。

捕集用フィルターは直径 47mm の MCE フィルター（Mixed Cellulose Ester Membrane Filter）である。捕集後はγ線滅菌試験管に回収し冷暗所で保管する。分析時には蒸留水（注射用水；ET フリー）を添加し、ボルテックスミキサーで攪拌した後、上澄み液を分注・分析した。



図 2-6-1 捕集フィルター及びサンプリング

##### B.2.2. 濃度分析

分析装置として Toxinometer ET-7000（和光純薬）を用いて、吸光比濁法による定量計測を行った。リムルテスト（Limulus test）ではライセート（Limulus amoebocyte lysate）試薬と反応させた ET のゲル化に伴う濁度変化をカイネティック比濁法で測定し、検量線に基づいて定量した。ET 濃度が高いとゲル化反応が速く、低いと遅くなることを原理としている。

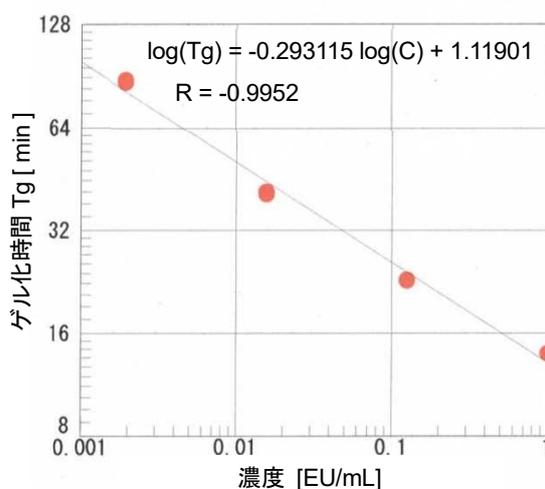
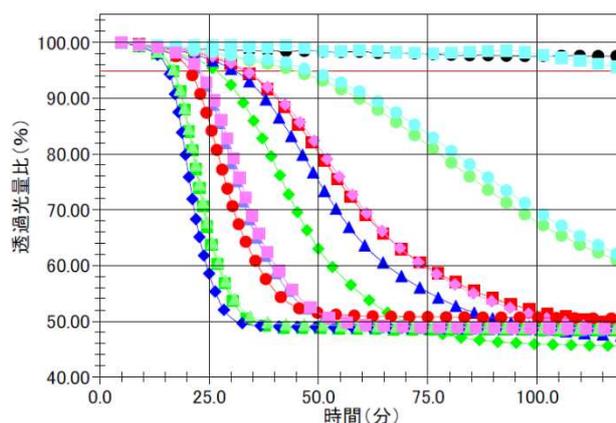


図 2-6-3 検量線例（4 点、8 倍稀釈）

図 2-6-2 のように、ゲル化に伴う透過光量比変化を計測し測定開始から設定閾値（94.9% at 37.0°C）に達するまでの時間（Tg：ゲル化時間）で ET 濃度が決定される。

定量のための検量線は、1.0、1/5、1/25、1/125 (=0.008) EU/mL の 4 段階の濃度標準を用いて作成した。

濃度単位としては、「EU/m<sup>3</sup>」：空気単位容積当たり濃度、EU は Endotoxin Unit (ET 活性値) である。

### C. 測定結果

図 2-6-4 に空气中 ET 濃度の測定結果を示す。

外気濃度 (OA) は多くが 1.0EU/m<sup>3</sup> 以下であったが、A (10 月)、D (2 月) が高く、全体平均値が 2.7±4.0EU/m<sup>3</sup> と高くなっている。この 2 件を除くと 0.6±0.4EU/m<sup>3</sup> であり、既往研究と同等な結果となっている。外気濃度は土壌 2-6-3 や森林が多い地域特性、季節や雨・相対湿度・風などの気候による影響で変動するが、都心部では 1.0EU/m<sup>3</sup> 以下が多い<sup>1),2)</sup>。

室内濃度ではばらつきがあり、0.3～11.6EU/m<sup>3</sup> まで幅広く分布していた。室内濃度平均は 4.1±3.5EU/m<sup>3</sup> であった。特定建築物におけるオフィス室内濃度は 1.0EU/m<sup>3</sup> 以下が多い<sup>1)</sup>と報告されているが、今回はこれより高い結果となっている。A(10 月)、D (2 月) のように外気濃度が高い場合は外気由来による濃度上昇と考えられるが、B (12 月) や A (2 月) のように外気は低い室内濃度が高い場合は室内の発生源 (汚染源) が考えられる。

特に、水道水を用いた加湿では水道水に含まれた ET が検出されることがあり、やや高くなる。更に、冬期に個別式の超音波加湿器を使用している場合は、加湿器内の細菌汚染による濃度上昇で高濃度になることがある<sup>1),2)</sup>。

全体の IO 比 (室内濃度/外気濃度) は 3.9±5.5、1.0 を超える測定個所は全測定点 17 ヶ所のうち 9 件あり、室内側に濃度上昇の原因がある物件が多数存在していることが示唆された。

### D. 結論

室内濃度平均は 4.1±3.5EU/m<sup>3</sup>、濃度分布は

0.3～11.6EU/m<sup>3</sup> まで幅広い結果となった。既往研究の平均濃度 1.0 EU/m<sup>3</sup> 以下が多い結果に比べ高い濃度を示した。

B (12 月) や A (2 月) のように外気は低い室内濃度が高い場合は室内の発生源 (汚染源) が考えられる。

全体の IO 比 (室内濃度/外気濃度) は 3.9±5.5 と 1.0 を超える測定個所は 9 件 (全測定点 17 ヶ所) あり、室内側に汚染源がある物件が多数存在していることが示唆された。汚染源は、水道水を用いた加湿で元々水道水に含まれている ET 成分が検出、或いは超音波加湿器の加湿器内の汚染による濃度上昇が考えられる。

### E. 参考文献

- 1) 金勲、柳宇、鍵直樹、東賢一、Lim Eunsu、大澤元毅、林基哉、エンドトキシンの室内環境濃度、日本建築学会大会学術講演梗概集(環境系)、pp.719-722、2016.8.
- 2) 金勲、柳宇、鍵直樹、東賢一、林基哉、大澤元毅、空气中エンドトキシンの濃度と浮遊細菌濃度に関する基礎的研究、日本建築学会環境系論文集、Vol.83 No.749、2018.7； pp.581-588.

### F. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし
3. 著書  
なし

### G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)

予定なし

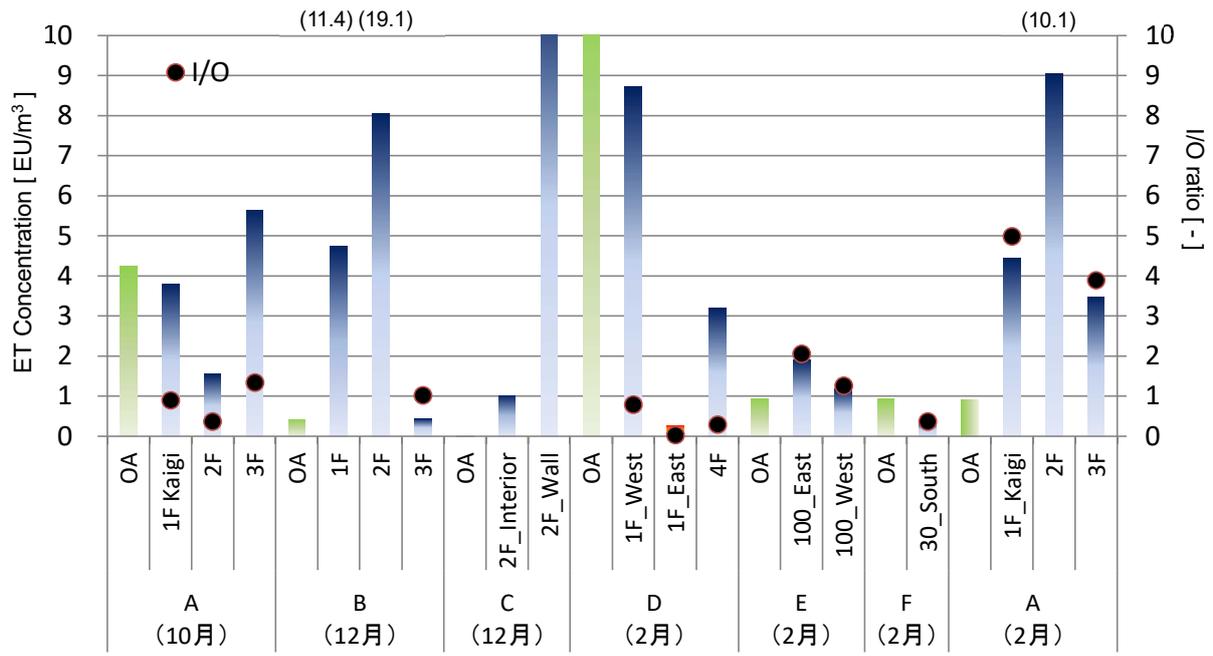


図 2-6-4 ET 濃度測定結果