

新築 R&D 施設における室内化学物質濃度測定と低減対策

正会員 菊池世欧啓*¹ 同 伊藤一秀*²
同 朱 清宇*³ 同 小林信行*⁴ 同 加藤信介*⁵

1. 序

東京工芸大学では、2001年5月に風工学に関する研究拠点として風工学研究センターが竣工し、6月より研究施設としての使用が開始されている。使用開始後、建物全体において閾値を遙かに越えた臭気があり、教職員、学生を中心とした利用者からは「気分が悪くなる」「頭が痛くなる」といった報告が相次いだ。そのため、原因解明のために風工学研究センター内の化学物質濃度測定を行い、不快原因物質の特定、化学物質濃度レベルおよびその時間減衰性状の把握を行った。本報ではその実測結果を報告するとともに、得られたデータをもとに、室内濃度低減のための方法を模索し、対応策を施すことによる濃度低減効果に関して報告する。

2. 東京工芸大学 風工学研究センター概要

風工学研究センターは、台風や竜巻などによる強風災害の低減、都市域の大気汚染の悪影響の軽減、省エネルギー手法としての通風利用などを主目的とした研究を推進するための拠点として、文部科学省の学術フロンティア推進事業の補助金交付を受けて設置された研究組織である。

風工学研究センターの概要を図1に示す。建物1F部分はスパイラル乱流境界層風洞と計測室、2F部分は室内気流実験室と研究準備室、3F部分は会議室および研究員室より構成されている。また3層吹き抜けのエントランスホールを有する。延べ面積は1,068m²、建物構造はRC+S造である。

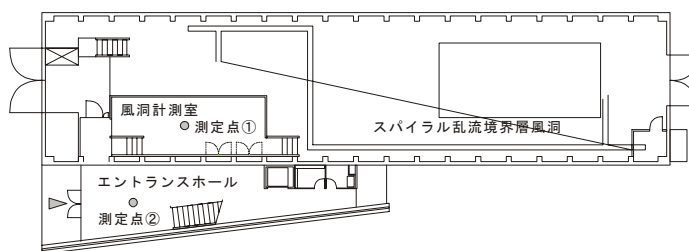
3. 空調設備および室内各部の仕上げ

1階ロビーは3層吹き抜けのアトリウム空間であり、居住域の温度制御のため、風洞側壁面に空調吹出を有する。この空調設備はロビーの温度制御のみを対象としており、外気は取り入れていない。1階風洞計測室、2階研究準備室および3階会議室等は天井カセット式の空調機が設置されており、全熱交換機を介して供給される外気により必要換気量を満足させる設計となっている。

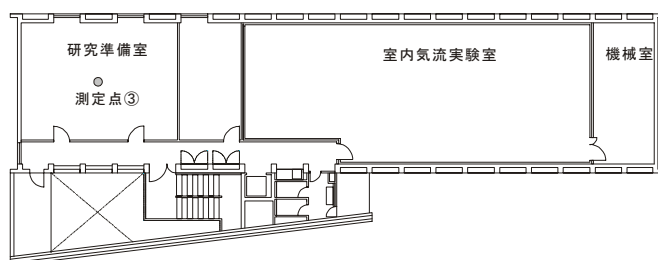
代表的な室内各部位の仕上げを表1に示す。床面はエントランスホールおよび廊下部分がPタイル、研究準備室、会議室および研究員室がSBRカーペットである。壁面は白色の水性ペイント吹きつけ仕上げである。天井面はすべて石膏ボードである。

4. 実測概要

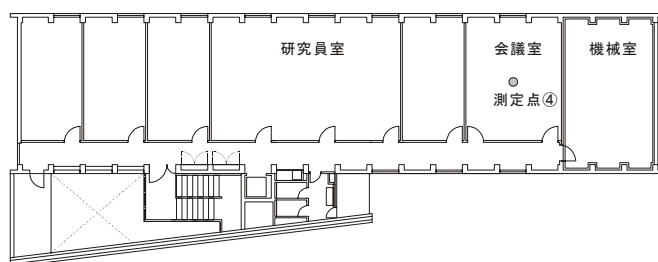
風工学研究センター内の空気質環境の把握を目的とし、



(1) 1F 平面図



(2) 2F 平面図



(3) 3F 平面図

図1 風工学研究センター概要

測定項目は(1)温度、(2)湿度、(3)揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compounds)の3項目とする。

上記4項目の測定は、図1に示す風工学研究センター内の4カ所にて行う。測定場所の各部位の仕上げに関しては表1を参照。

温・湿度および化学物質濃度測定点は床面から1.1m位置とする。室内化学物質濃度の測定は、開口部を全開することで新鮮外気を60分間取り入れ、室内化学物質のパーズを行い、その後開口部は全閉、空調機は運転を停止した状態で約5時間経過した後に行う。2階研究準備室に関しては計算機サーバが設置されているため、24時間空調を運転した状態で測定を行っている。室内化学物質濃度測定は、第1回測定を2001年7月17日に行い、その濃度分析結果をもとに化学物質濃度低減対策を行う。その後、第2回測定を2001年9月

17日、第3階測定を2001年11月17日に行い、濃度低減効果を確認する。

5. 化学物質サンプリング・分析法

分析対象は高揮発性のカルボニル類と揮発性有機化合物 VOCs とする。

5.1 カルボニル類

DNPH シリカゲルサンプラー (Waters, Sep-Pak DNPH-Silica)を用いてカルボニル類のアクティブサンプリングを行う。サンプリングには積算流量計付きポンプを用い、300 cc/min の割合で20Lの吸引を行う。定性・定量分析はHPLCにて行う。分析条件を表2に示す。

5.2 揮発性有機化合物 VOCs

Tenax TA (Gestel, 80/100 mesh)を用いてVOCsのアクティブサンプリングを行う。積算流量計付きポンプにより100 cc/min の割合で3Lのサンプリングを行う。定性・定量分析はGC/MSにて行う。分析条件を表3に示す。

6. 測定結果

各濃度測定点における温湿度測定結果を表4に示す。7/17は晴天の為、外気温度は35℃を超えており、室温も30℃以上となっている。9/17は雨天、外気温度は23.3℃で、室温は27℃前後であった。また11/17は晴天、外気温度は17.5℃であった。

測定点③の2階研究準備室のみ空調が運転されているため、測定日に関わらず、他の測定点と比較し室温が26℃前後となっている。

各測定点におけるTVOCおよびHCHOの濃度履歴を図2に示す。ここでTVOCは分析で得られたクロマトをtoluene換算により算出した値である。

6.1 7/17 測定結果

1階風洞計測室(測定点①)ではTVOC濃度が2751 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]であり厚生労働省ガイドライン値(図中のMHLW Guideline)の6倍の値となっている。またHCHO濃度も202 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]と厚生労働省ガイドライン値の2倍以上の値となっている。1階ロビー(測定点②)ではTVOC濃度が93 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]、HCHO濃度が検出限界以下と低濃度となっている。これは入口ロビーに対して人の出入りを制限しなかったため、扉の開閉に伴い相当量の外気が流入したためと考えられる。2階研究準備室(測定点③)および3階会議室(測定点④)では、TVOC濃度はガイドライン値をやや下回る値、HCHO濃度はガイドライン値の2倍程度の値となった。

6.2 化学物質濃度低減対策1

7/17の濃度測定結果より、厚生労働省ガイドライン値程度もしくはガイドライン値を大きく越える部屋が存

表1 測定対象空間各部の仕上げ

	測定場所	表面仕上げ材
①	1階風洞計測室	床面：SBRカーペット 天井：石膏ボード 壁：水性ペイント吹きつけ
②	1階ロビー	床面：Pタイル 天井：石膏ボード 壁：水性ペイント吹きつけ
③	2階研究準備室	床面：SBRカーペット 天井：石膏ボード 壁：水性ペイント吹きつけ
④	3階会議室	床面：SBRカーペット 天井：石膏ボード 壁：水性ペイント吹きつけ

表2 HPLC 分析条件

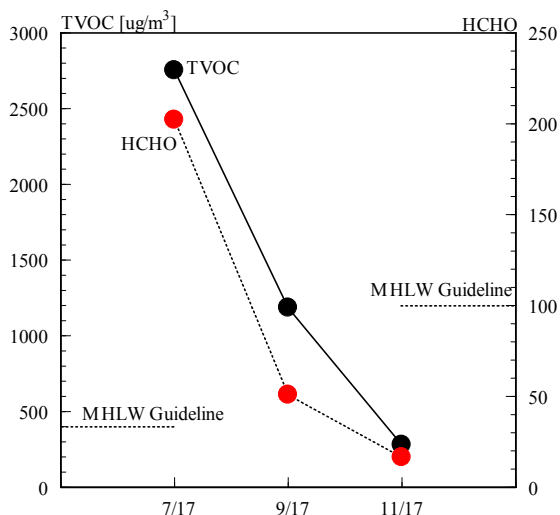
HPLC	HP 1100
検出器	ダイオードアレイ検出器
カラム	ZORBAX XDB-C18 (4.6mm×250mm)
移動相	Water / Acetonitrile (40 / 60)
カラム温度	40 °C
注入量	10 μL
検出波長	360 nm
分析時間	15 min

表3 GC/MS 分析条件

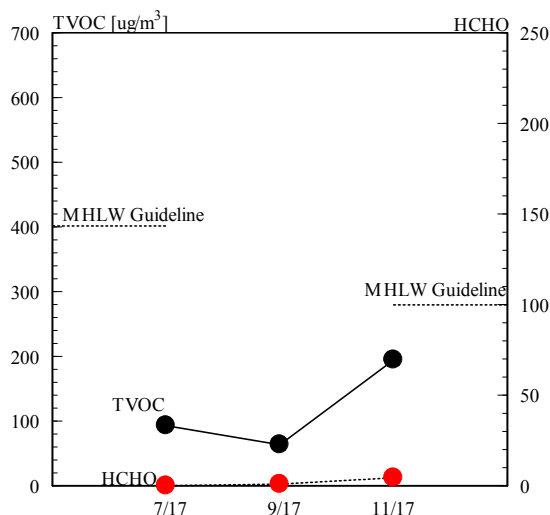
GC	HP6890
加熱脱着装置	Gestel TDS
加熱脱着温度	20°C(5min)→60°C/min→280°C(2min)
CIS 温度	-100°C(0.01min)→12°C/sec→300°C(3min)
カラム	HP5 (60m×0.25mm×1 μm)
オープン温度	40°C(3min)→10°C/min→220°C(10min)
Split 比	100 : 1
検出器 (MS)	HP5973MSD

表4 温度(°C)湿度(RH%)測定結果

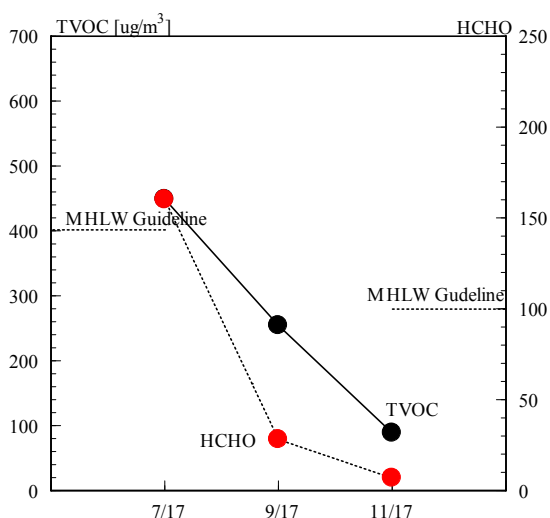
	測定場所	7/17	9/17	11/17
①	1階風洞計測室	29.3 °C	29.2 °C	23.5 °C
		73.2 %	57.5 %	40.1 %
②	1階ロビー	30.4 °C	26.7 °C	17.6 °C
		65.8 %	60.1 %	50.0 %
③	2階研究準備室	25.8 °C	26.8 °C	21.8 °C
		62.9 %	55.6 %	42.5 %
④	3階会議室	33.5 °C	27.1 °C	15.6 °C
		58.9 %	66.1 %	63.1 %
	外気 (12時)	35.4 °C	23.3 °C	17.5 °C
		51.4 °C	78.3 %	47.6 %



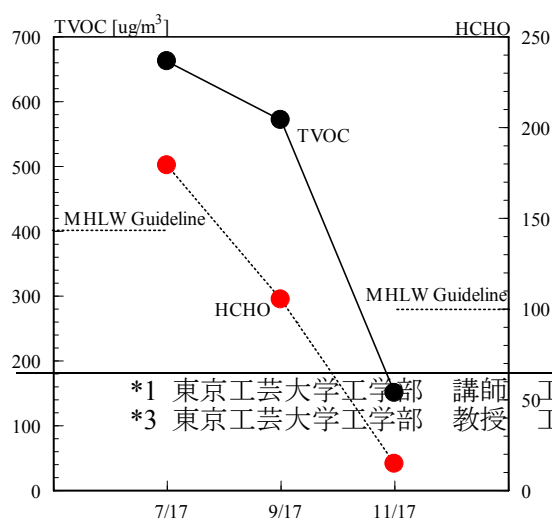
(1) 1階風洞計測室 (測定点①)



(2) 1階ロビー (測定点②)



(3) 2階研究準備室 (測定点③)



(4) 3階会議室 (測定点④)

*1 東京工芸大学工学部 講師 工博
 *2 東京工芸大学工学部 教授 工博
 *3 東京工芸大学工学部 教授 工博
 *4 東京工芸大学工学部 教授 工博

図2 化学物質濃度履歴

在することが明らかとなり、化学物質濃度低減対策として以下の2点を行った。

(1) エアコンフィルターの清掃および交換：建物竣工から引き渡しまで十分な期間が確保できず、室内化学物質のページが行われていないため、各室のエアコンフィルターに施工中に放散した化学物質の吸着が予想される。そのためエアコンフィルターの清掃および交換を行った。

(2) 空調換気ルートの見直し：建物竣工後、梅雨時に1階風洞実験室が浸水し、実験室内に大量のカビが発生し、異臭が籠もり、空気質が悪化した。この風洞実験室内の空気がアトリウム内へ進入し、建物全体の空気質を悪化させていることが予想された。そのため漏水の原因を解明し、実験室内の湿度低減およびカビ取りを行った。

6.3 9/17 測定結果

上記の濃度低減対策の効果を確認するために行った9/17の濃度測定結果を図2に示す。1階風洞計測室(測定点①)ではTVOC濃度が大きく低減している(1184 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$])が、厚生労働省ガイドライン値の2倍以上の値となっている。2階研究準備室(測定点③)および3階会議室(測定点④)では、TVOC濃度は10%程度低下するに留まった。時間による放散速度の減衰効果ならびに室温の低下を考慮すると、上記の濃度低減対策の効果は相対的に小さいと考えられる。また、風洞実験室のカビ取りを行ったことで、建物全体に充満していた異臭が軽減することは確認された。

6.4 化学物質濃度低減対策2

ロビーを除く風洞計測室、研究準備室および会議室は使用時のみ機械換気を行っていたが、9/17の濃度測定

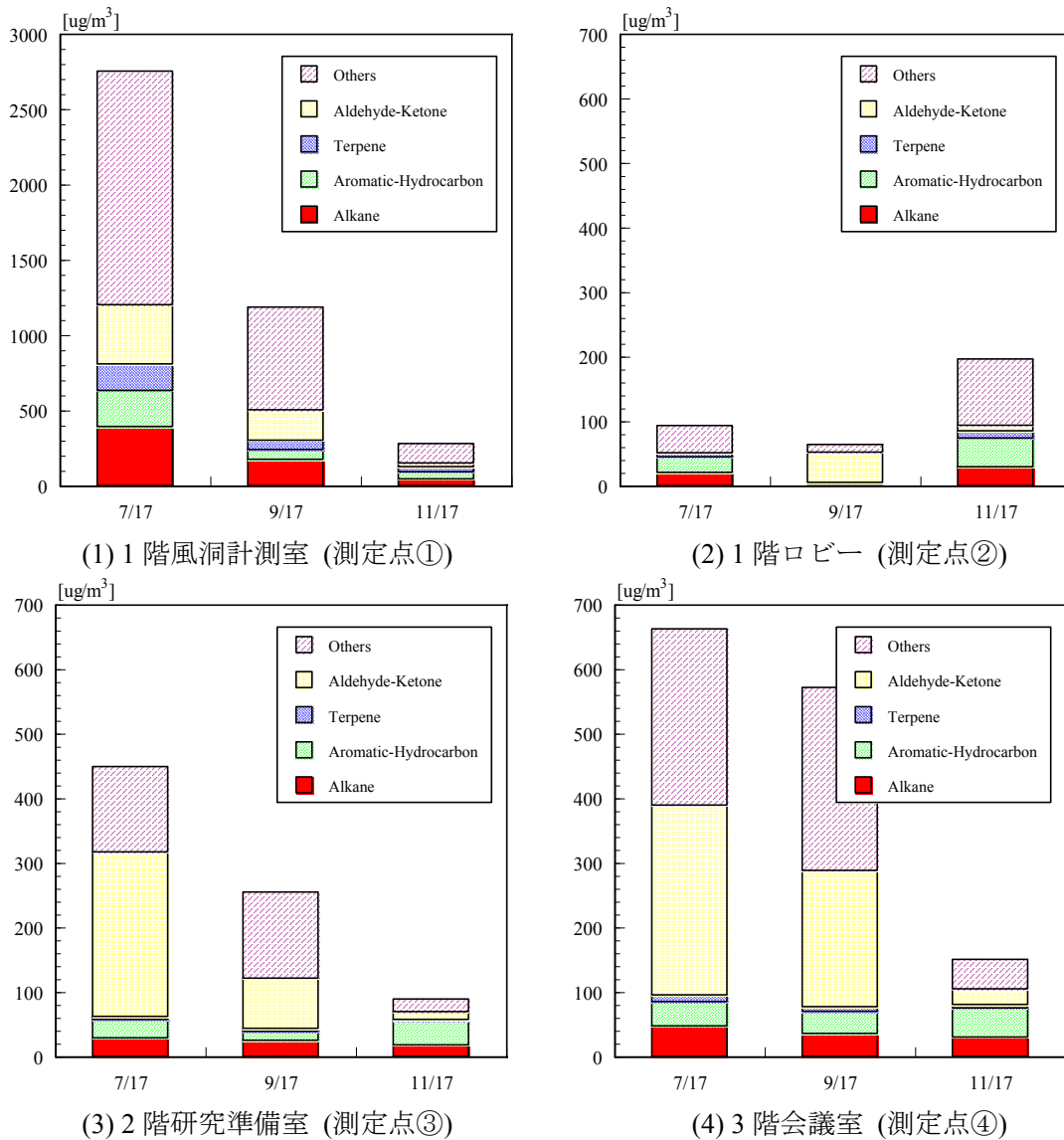


図3 TVOC値の化学物質構成

日以降、発生化学物質の flush-out を目的として 24 時間の機械換気を行った。

6.5 11/17 測定結果

上記の濃度低減対策の効果を確認するために行った 11/17 の濃度測定結果を図 2 に示す。ロビーを除く全ての測定点において化学物質濃度が著しく低下している。ロビー(測定点②)において TVOC 濃度が大きく上昇した原因として、測定日(11/17)の午前中に建物全面でアスファルト工事が行われたこと、およびロビーへの人の出入りを制御しなかったために外気が大量に取り込まれたこと、等が原因と考えられる。

6.6 TVOC 濃度成分

図 3 に各測定点における化学物質濃度測定において定性・定量された成分を化学的性質によって分類した結果を示す。ロビーを除く室内測定点では、アルデヒド類の割合が高く、その濃度減衰も高い。また 11/17 の

測定では、外気流入のあった 1 階ロビー(測定点②)において炭化水素系物質の濃度が高くなっており、その他の室内測定点における炭化水素系物質の濃度上昇は、外気に起因すると予想される。

7. 結論

(1) 新築 R&D 施設を対象として約半年間にわたり化学物質濃度の測定を行った結果、竣工直後にはほとんどの測定場所で厚生労働省ガイドライン値前後もしくはその値を大きく上回る値が検出された。

(2) 空調機のフィルタ清掃ならびに継続的な機械換気を行った結果、化学物質濃度は 1/10 以下に低下する傾向が見られた。

参考文献

[1] Wolkoff, P. : Volatile Organic Compounds – Source, Measurements, Emissions, and The Impact on Indoor Air Quality, Indoor Air, Supplement, No. 3, 1995

*1 東京工芸大学大学院,

*2 東京工芸大学 講師 工博,

*3 東京大学生産技術研究所 工博

*4 東京工芸大学 教授 工博, *5 東京大学生産技術研究所 教授 工博