

# 建築物衛生法からみた博物館・美術館の管理

呂 俊 民

## 1. はじめに

建築物衛生法（正式名称「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」通称ビル管理法）は、昭和45年に制定され、多数人が利用する建築物の衛生基準の法律として成立した。特定の用途と規模の建築物の衛生的管理に係わる法律で、公衆衛生の視点から人が快適に過ごすための建物の空気環境基準などが示されている。その一つとして、室内の汚染の総合指標となる二酸化炭素濃度の基準値は1000ppmであり、達成するためには換気が必要であり、この基準を守ることで良好な環境が維持されてきた。

この法律は平成15年に改正され、その背景には、省エネルギーやCO<sub>2</sub>削減、環境に配慮した建物、また、コスト削減など、建物を取り巻く環境が変化したことが挙げられ、建築物におけるねずみ昆虫等の防除については、IPMの考え方を取り入れた防除体系に基づき実施することが示された<sup>1)</sup>。

博物館・美術館においては、三浦が文化財IPMと文化財IPMコーディネータの役割について述べているように<sup>2)</sup>、文化財IPMは、生物被害防除のために有効で適切な技術を組み合わせ、資料のある場所で文化財害虫がいないこと、カビの被害がないことを目指している。そのために、文化財IPMを推進できる人間として文化財IPMコーディネータが創設された。文化財IPMを推進するには、建築物衛生法とは対象とする昆虫や対象域の違いなどがあるが、館全体の現場の把握も必要であり共通点が多い。

## 2. 建築物衛生法の概要

### 2.1 特定建築物の要件と維持管理

建築物衛生法で対象となるのは一定の規模と用途の建築物であり（法では特定建築物と呼ぶ）、規模は、床面積3000㎡以上（学校の場合8000㎡以上）用途は「興行場、百貨店、集会場、図書館、博物館、美術館、遊技場、店舗、事務所、学校、旅館など」である。東京都の特定建築物の届け出件数<sup>3)</sup>のうち博物館・美術館は、平成25年度末では表1に示すように、あわせて52件で事務所などと比べると少ない。

建築物衛生法では、法令で定めた維持管理基準に従った管理をおこなうように、所有者等に義務づけており、専門の技術者を選任しなければならない。ここで、維持管理は給水給湯管理、空調管理、排水管理、清掃、廃棄物処理、ねずみ昆虫等の防除と多岐にわたっており、各都道府県知事に登録された専門業者に委託する場合が多い。

博物館・美術館の場合、維持管理は他の建物と異なり展示室や収蔵庫といった資料にとって最適な展示収蔵環境を維持しなければならないエリアもあり、一般ビルと異なる視点で管理しなければならない。

### 2.2 空調設備の役割

建築物衛生法では、空気環境を適正に維持するための設備として以下の空気調和設備または機械換気設備が対象となる。

空気調和設備：空気を浄化し、その温度、湿度及び流量を調節して供給をすることができる設備  
機械換気設備：空気を浄化し、その流量を調節し

表1 東京都の特定建築物の届け出件数（平成25年度末現在）

総数	事務所	店舗	百貨店	学校	旅館	興業場	集会場	遊技場	図書館	博物館	美術館
7905	5224	942	61	872	367	123	156	63	45	31	21

### て供給をすることができる設備

博物館・美術館では温湿度調節が必要なことから、上記の空気調和設備(以下空調設備)が必要となる。

空調設備は、建物内の機械室において管理する中央管理方式と、一台の室外機により部屋毎あるいは複数の部屋毎に空調する個別空調方式がある。建築物衛生法が制定された当時は中央管理方式のものが一般的であったが、その後、空調技術が進歩し個別空調方式の割合が増え<sup>4)</sup>、平成15年の改正では、個別空調方式も規制対象となった。博物館・美術館では、収蔵庫や展示室毎に空調機を設け、中央管理方式の空調設備が多いが、改修に伴う空調設備は個別空調方式も見受けられる。

一般的な空調機の構成と部屋の吹き出し空気、吸い込み空気の経路を図1に示す。空調機では外気と還気をエアフィルタ(図中ではプレフィルタと中性能フィルタ)で清浄化し、冷却コイル、加熱コイル、加湿器で温湿度調整をおこない、送風機でダクトを介して室内に所定の空気量を供給する。室内の温湿度は、室内の負荷変動をセンサーで検知して空調機の冷却コイル、加熱コイル、加湿器の弁を調整し、室内の温度、湿度を制御する。

### 2.3 空気環境に係る維持管理基準値

空気環境に係る維持管理基準値は温度、相対湿度、気流、浮遊粉塵、二酸化炭素、一酸化炭素およびホルムアルデヒドで、表2に各管理基準値

と、規則に基づく測定方法と、規則で記載されている測定器の例を示す。

温湿度はアスマン温湿度計を用いて値を読み取ればよいが、ポータブルデジタル温湿度計が使いやすい。また、データを保存できるロガーや熱線風速計と一体となった機器もある。

浮遊粉塵の規則に示された標準の測定方法は、ローボリュームサンプラーを用いて試料採取する濾過捕集重量法である。この方法では、一つのデータを採取するのに数時間以上要するため、この機器を標準として較正された機器を用いることが多い。よく使われる機器として光散乱式粉塵計があり、この測定器の原理は空気中の浮遊粒子に光を照射すると粒子から散乱光が生じ、この散乱光の強さが粉塵濃度に比例することから濃度に換算する。

ホルムアルデヒドの測定法は、空気を吸着剤に採取し、高速液体クロマトグラフ法や吸光度法により測定する公定法が基準である。ただし、厚生労働大臣が別に指定する測定器に検知管法などがあり、測定結果がその場で読み取れる。

空気環境の測定は、表3に示すように測定の頻度は2ヶ月に1回おこない、得られた結果について解析と評価を行い、問題点があった場合は次の測定までに原因究明、改善のための調査をしなければならない。空気環境の測定結果に対して、空調設備の運転管理、日常点検内容などの状況もあ

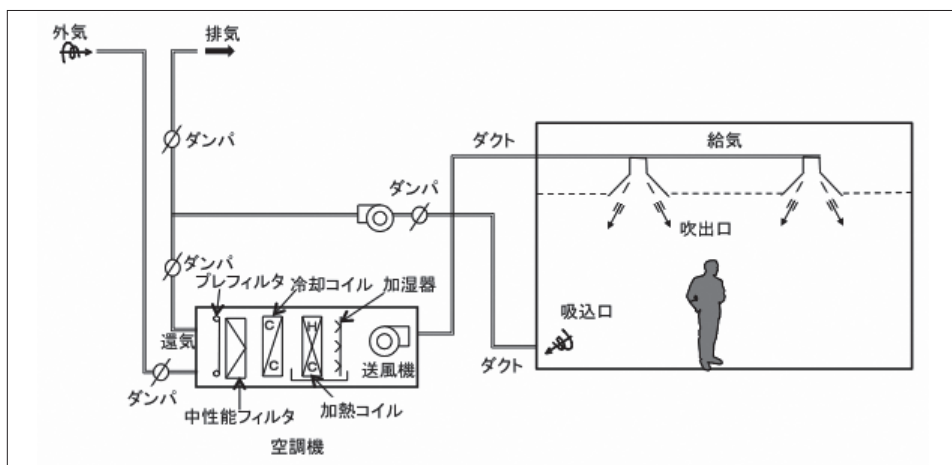


図1 空調機の構成と部屋の給排気経路

表2 空気環境に係る維持管理基準値と測定法

項目	基準値	規則による方法	測定器例
温度	17℃以上28℃以下 居室における温度を外気より 低くする場合は、その差を著し くしないこと	0.5℃目盛り温度計	アスマン温湿度計 ポータブルデジタル温湿度計 (白金抵抗温度センサー)
相対湿度	40%以上70%以下	0.5℃目盛り乾湿球温度計	アスマン温湿度計 ポータブルデジタル温湿度計 (高分子膜湿度センサー)
気流	0.5m/sec以下	0.2m/sec以上を測定できる 風速計	熱線風速計
浮遊粉塵	0.15mg/m <sup>3</sup> 以下	濾過捕集重量法	光散乱式粉塵計, 圧電方式 粉塵計
二酸化炭素	1000ppm以下	検知管法	赤外線分析式測定器
一酸化炭素	10ppm以下	検知管法	定電位電解式測定器
ホルムアルデヒド	0.1mg/m <sup>3</sup> 以下	公定法	光電光度法, 検知管法, その 他(厚生労働大臣が別に指 定する測定器)

温湿度の管理は空気調和設備を設けている場合に適用し、機械換気設備だけの場合には適用されない。

わせて解析する。

ホルムアルデヒドは定期的に測定するのではなく、新築・増築、大規模の修繕、大規模の模様替えを完了し、建築物の使用を開始した時点から直近の6月1日から9月30日までの間に測定する。これは夏に建材からのホルムアルデヒドの放散が促進されるため、最も濃度が高くなる時期を選ぶことによる。

### 3. 博物館・美術館の保存環境と建築物衛生法の管理基準

博物館・美術館には、資料の収蔵を目的とした収蔵庫と、展示を目的とした展示室、入館者のみを対象としたエントランスホールなどがあるが、建築物衛生法の管理基準をそのまま適用できるのはエントランスホールなど不特定多数の入館者が利用するエリアである。展示室や収蔵庫は収蔵・

展示にふさわしい環境に維持しなくてはならなく、管理レベルとその留意点について表4に示す。

表4に示した各項目と、その他に保存環境にとって重要な酸アルカリ雰囲気、カビ、昆虫の管理のポイントを以下に示す。

#### 3.1 温湿度

博物館・美術館の収蔵庫や展示室の温湿度は建築物衛生法と比較してより厳しい管理が必要で、表4の管理レベルは文化庁の国宝・重要文化財の公開に関してその取り扱い要項<sup>5)</sup>に示された値である。展示室を年間通してこの温度に維持した場合、人が入館した際に外気温度によっては急激な温度変化を感じ、人間にとって不快である。従って、外部の温度状況を踏まえ、季節にあわせて空調設備によって20℃から24℃に調整する。収蔵庫では、温湿度の変化がない恒温恒湿をすすめるが、設定を固定しないようにする。資料に対して

表3 空気環境に係る維持管理基準値の測定条件

測定間隔	2ヶ月に1回(ホルムアルデヒドは建築物使用開始後に1回)
場所	各階ごとの任意の居室
高さ	居室中央部の床上75cm~120cm高さ
基準値との比較	使用期間中の平均値(ホルムアルデヒドは空気採取30分間の濃度)
平均値の算出	連続測定または、原則始業後 中間時 終業前 3時点の平均

表4 保存環境の空気環境管理レベル

測定項目	保存環境の管理レベル	留意点
温度	22℃を標準	資料毎に最適な温湿度条件があり、各収蔵庫、展示室に管理基準値を定める
相対湿度	60±5%(金工品に対しては55%以下)を標準	
二酸化炭素	建築物衛生法管理基準値以下であれば問題ない	入館者数が多い時に注意する
一酸化炭素	建築物衛生法管理基準値以下であれば問題ない	外部の自動車排気ガスの影響に注意する
浮遊粉塵	清浄であること 落下塵も問題とする	資料への影響は磨耗し汚損させる粉塵にはカビ、虫卵(生物)が含まれるので注意する
ホルムアルデヒド	建築物衛生法管理基準値以下であれば問題ない	資料への影響は膠を硬化させるディスプレイや仮設展示ケースを持ち込んだ時に注意する
気流	展示資料に直接風が当たらないこと	資料近傍での風速を確認する 空気の淀みがないこと、部屋間の気流の流れを確認する

急激な温度変化は好ましくないが、緩やかな変化(1ヶ月で2℃程度)があってもよい。

展示室の温湿度の測定と建築物衛生法による測定との比較を表5に示す。展示室では温湿度の変化がわかるように、連続して測定し、測定点も部屋の中央ではなく資料の近傍にセットする。展示ケースなど常時モニタリングしたい場所に温湿度センサーを設置し、学芸員室へ無線LANでデータを送り監視できるシステムを備えた館もある。これらの結果は、中央監視の空調設備の監視データと比較をするようにする。

### 3.2 二酸化炭素

二酸化炭素濃度を下げるには新鮮外気による換気が必要で、建築物衛生法での室内の二酸化炭素濃度を1000ppm以下とするための必要換気量

は、在室者からの呼気から発生する二酸化炭素量と取り入れ外気濃度から、在室者一人当たりの必要換気量を式1より算出する。外気の二酸化炭素濃度を400ppmとし、在室者の二酸化炭素呼出量は $0.020\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{人}^6$ として算出すると、在室者一人当たりの必要換気量は $33\text{m}^3/\text{h}$ となる。

$$Q = \frac{M}{Cr - Co} \quad \text{式1}$$

Q：一人当たりの必要換気量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

M：一人当たりの二酸化炭素発生量 (ml/h)

Cr：室内二酸化炭素基準値 (ppm)

Co：外気の二酸化炭素濃度 (ppm)

設計時には入室数を想定し一時間当たりの外気導入量を定め、空調機に外気を取入れ各室に給気し、室内の二酸化炭素濃度を下げる。博物館・

表5 展示室の温湿度測定と建築物衛生法による測定比較

	展示環境の測定	建築物衛生法による測定
測定点	展示物の置かれる近傍	居室中央
測定頻度	連続データから変動確認	2ヶ月に1回
測定機器	データロガー	例えばアスマン温湿度計
測定期間	最低1日以上	数分間の平均値
空調設備	運転時と停止時を比較	運転時
室の使用状態	開館時と閉館時	就業時



美術館では入館者数が変動するので、中央監視室で還気ダクト内の二酸化炭素濃度をモニターし、外気取り入れダクトのダンパの開度を調整する。入館者の少ないときはダンパを絞る、二酸化炭素濃度が高くなった場合開度を上げ、1000ppmを超えた場合、警報を発するような管理をおこなっている館もある。この場合、二酸化炭素のセンサー校正や、ダンパの制御性などの維持管理に注意が必要である。中央監視室で二酸化炭素濃度を監視していない館などでは、入館者数が多いとき、館内の濃度計測をすすめる。

### 3.3 一酸化炭素

事務所ビルなどでは平成15年に施行された健康促進法により、建物内では禁煙や分煙が徹底されるようになった。また、厚生労働省から喫煙場所からの汚染流出を防ぐガイドラインがだされており、建築物衛生法の一酸化炭素濃度不適合率は低い。博物館・美術館での館内での喫煙は禁止され問題とならないレベルといえるが、外部の玄関付近に設けた喫煙場所や、駐車場の車からの排気ガスの影響を受けないよう、空調機の外気取り入れ口や玄関入り口への汚染ガスの流入をチェックする。

### 3.4 浮遊粉塵

室内の浮遊粉塵は、入館者からの持込み、外気から侵入するものがあるが、入館者の持ち込み粉塵は毛髪や衣服のほつれ、土壌粒子などの粗大粒子であり、空調機のエアフィルタで除去しやすい。ただし、粒径の小さいものや、落下した塵埃などはエアフィルタで除去できない。光散乱式粉塵計は、簡易に計れるので、収蔵庫の吹出し空気の粉塵濃度を測定し、清浄空気が給気され、清浄度が維持されているか確認するとよい。

### 3.5 ホルムアルデヒド

ホルムアルデヒドは、内装材の使用制限と換気の義務付けにより基準値の達成をはかるものであり、内装材にはホルムアルデヒドの放散量の少ないF☆☆☆☆等級のものを使い、換気が確保されていれば、基準値を下回る。しかしながら、博物館・美術館では展示のために造作される仮設ディスプレイや仮設ケースには、F☆☆☆☆等級でない合板材料が使用される可能性があり、この場合

ホルムアルデヒド濃度が高くなるので濃度測定をすすめる。

### 3.6 酸アルカリ雰囲気

建築物衛生管理法の測定項目にはないが、博物館・美術館ではアンモニアや有機酸ガスによる酸アルカリ雰囲気が資料に影響するため、アンモニア濃度と酢酸濃度の測定をすすめる。アンモニアは油絵を変色させ、コンクリートから発生し、清掃時に使うワックスからの発生もある。酢酸は金工品や日本画の顔料を変色させ、内装材から発生する。のぞましい管理値はアンモニア30ppb以下、酢酸170ppb以下で<sup>7)</sup>、博物館・美術館用の検知管により簡易に測定が可能である。これらのガスの清浄化をはかるためには、空調機にガス状汚染物が除去できる化学フィルタを取り付ける。

### 3.7 気流

建築物衛生法では気流速度は0.5m/sec以下と定められており、気流が速くなるとドラフトを感じ体温の調整がうまくいなくなるためである。展示室や収蔵庫では、空調機で一定の温湿度に制御された清浄空気を室内で均一に分布するように吹出し口、吸込み口の風速を確認し、一方で、資料に対して直接風が当たらないようにする。

館全体からみれば、図2のように清浄なエリアから順に空気の流れが形成されていることがのぞましく、熱線風速計で、館全域の空気の流れをみておくとよい。風速計の指向性を確認し、タフトなどで気流向を確認しつつおこなう。入館したとき、館内の空気が外へ流れるように、展示室からエントランスホールへ、収蔵庫では収蔵庫の扉を開けたとき前室の方へ空気が流れるのを確認する。

### 3.8 カビ

建築物衛生法でカビ(真菌)に対する管理基準はないが、居住環境に存在する真菌によるアレルギー性疾患が問題となっている。東京都の建築物におけるカビの実態調査<sup>8)</sup>では外気の方が室内より濃度が高く、空調エアフィルタによってカビが除去されるが、室内でカビの発生があると外気より室内の方が高くなる。空調設備の排水受けや加湿装置にカビの生息が確認され、他にもエアフィルタ、冷却塔、ダクト等はカビの汚染源となり、空調設備運転時に吹出し口から飛散する。

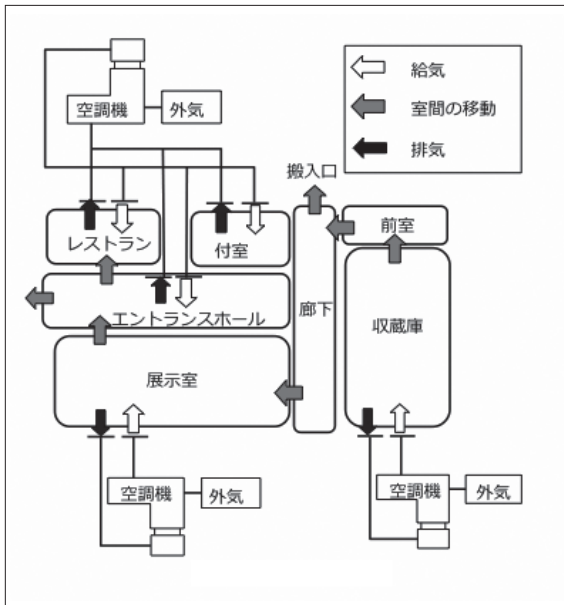


図2 館内の空気の流れ

文化財にとってカビの発生は問題であり、カビの生育しにくい環境を保つためには温湿度の他に、浮遊粉塵、気流が関係し、清掃や点検が重要である。表6は収蔵庫のカビに対する管理を示したもので、特にカビの生育しにくい相対湿度60%以下に保つことと、カビの胞子が外気や隣室から侵入しないように気流を制御する。カビの大きさは $3\mu\text{m}$ から $100\mu\text{m}$ であり、効率の高いエアフィルタを空調機に取り付けて除去する。収

蔵庫に入室する際に、上履きやスリッパに履き替えたり、靴カバーをつけたり、入口に粘着マットを敷くなどして、持ち込み粉塵を防ぐ。

### 3.9 昆虫

建築物衛生法では、疾病予防の観点からゴキブリといった衛生害虫が対象で、排水管清掃時に排水設備からの昆虫の侵入防止、ゴキブリ、蚊、ハエの防除作業を実施する。

表7は建築物衛生法の業務において、昆虫対策に関連する留意点を示した。空調設備の外気取入れ口、排気口にエアフィルタがあると昆虫の侵入を防ぐことができ、空調機の点検時はエアフィルタに捕集された昆虫がいるか確認する。昆虫は有機物、汚物、水分、紙類を栄養源とするので清浄な環境とし、かつ汚染物の清掃をまめに行い、水廻り、水洗い後の乾燥を怠らないことや、排水などの水溜りをつくらないことが大事である。また、配

管、ダクト、機器底面や、昆虫が繁殖し易い機械室、手洗いなどの排水溝は注意して点検する。

博物館・美術館において、建築物衛生法の調査でトラップに捕獲された昆虫について、文化財害虫を確認することも重要である。調査場所は、発生し易い場所でのモニタリングが中心になるが、収蔵庫を中心とした資料が置かれる場所を追加する。特にレストランを併設する美術館での厨房エリアや食残材のある廃棄物保管施設には注意する。

表6 収蔵庫のカビに対する管理項目と確認事項

管理項目	確認事項	
空気環境測定	温湿度	カビの生育しにくい温湿度であること
	浮遊粉塵	清浄度が高いこと 吹き出し空気が清浄なこと 前室や前廊下のから粉塵が流入しないこと
	気流	湿気溜まりをつくらない気流とすること 前室への気流向であること
建築物清掃	カビの栄養源となる粉塵を清掃すること 埃溜まりとなる棚下を清掃すること HEPAフィルタ付き掃除機により清掃すること	
	履物の交換や粘着マットを使用し、前室からの粉塵を持ち込まないこと	
	清掃時には落下塵を目視観察し、カビ発生、結露のチェックをすること	
空調機の点検	エアフィルタ、ダクト、加湿水の受けにカビが生育していないか確認すること	

#### 4. 博物館・美術館の維持管理業務

博物館・美術館では、建築物衛生法に関連した施設管理を建物メンテナンス会社に委託する場合や、美術館運営も含め管理会社に委託する場合など様々な形態がある。館の維持管理業務は、施設保守管理、保守点検、建築物環境衛生管理、清掃、保安警備などを主体とした場合が多いが、館の保存環境に係わる業務を委託する場合、博物館・美術館の保存環境について理解した業者であることがのぞましい。

委託会社の選定にあたって、依頼者は、保存環境の適正化を図るための業務委託内容仕様書の作成が重要であり、博物館・美術館の管理からみた建築物衛生法の業務の留意点を表8にまとめた。ここに示すように建築物衛生法の管理基準よりきめ細かな取り決めが必要で、特に、対象エリアの設定と、保存環境の基準と測定計画、得られた結果のデータの解釈の範囲を仕様書のなかで明確にしておくことが大事である。収蔵庫や展示ケース以外の資料を直接扱わない範囲に限定する場合で

も、周辺エリアとの関連性があり、両者のエリアをあわせた管理が必要である。

文化財 IPM 業務を建築物衛生法の建築物ネズミ昆虫等防除業に絡めて委託する場合、その専門業者の技術力が問題である。東京都の実施した特定建築物の管理技術者に対する「ビルにおけるねずみ昆虫等の防除に関するアンケート」では<sup>9)</sup>、IPM の認識度はいまだ浸透しておらず、受託者側に文化財 IPM コーディネータ資格者がいることがのぞましい。

#### 5. おわりに

博物館・美術館においては、建築物衛生管理法で義務づけられた様々な管理を、一般ビルと同じように一元的におこなうことはできない。館側は建築物衛生法の業務内容を把握し、資料にとって最適な空気環境管理レベルと建築物衛生管理法の管理基準を照合し、ここで示した留意点を参考に、委託者に対して管理仕様書を作成することが必要である。

表7 建築物衛生法による昆虫対策

業務	留意点
空気環境測定	粉塵測定で清浄な環境を確認する 清浄に保つことで、昆虫の栄養源の有機物、汚物、紙類を減らす
ネズミ昆虫等の防除	作業を通じてトラップや誘虫灯に捕獲した昆虫を確認する
空調機点検	昆虫が侵入しやすい外気を処理するエアフィルタの枠部の隙間を確認する エアフィルタに昆虫が捕集されていないか確認する
ダクト清掃	空調機のエアフィルタを通過した昆虫の死骸が、ダクト内で観察されているか確認する
建築物清掃	昆虫の栄養源となる粉塵を、清掃によって取り除く 水拭き後はできるだけ水分を残さないようにしておくこと 排水などの水溜りをつくらないこと
点検	昆虫の繁殖しそうな、配管、ダクト、機器底面などを点検する 機械室、手洗いなどの排水溝は注意する

表8 建築物衛生法の業務の博物館・美術館の管理からみた留意点

建築物衛生法の業務	博物館・美術館の管理からみた留意点
建築物清掃	落下塵の種類を確認
建築物空気環境測定作業	保存環境としての基準との適合性
建築物空気調和用ダクト清掃作業	カビの発生、粉塵の堆積の確認
建築物飲料水貯水槽清掃作業	昆虫の発生し易い箇所の確認
建築物排水管清掃業	昆虫の発生し易い箇所の確認
建築物ネズミ昆虫等防除業	捕獲された昆虫の文化財害虫の確認
建築物環境衛生総合管理業	温湿度等の変動性など保存環境に必要な空調制御

## 参 考 文 献

- 1) 吉澤晋：建築物衛生管理検討会報告書について，建築物衛生管理検討会報告書，平成14年7月 建築物衛生管理検討会
- 2) 三浦定俊：文化財IPMと文化財IPMコーディネータの役割，文化財の虫菌害 66 p.32-35 (2013.12)
- 3) ビル衛生管理講習会資料，平成26年度 東京都健康安全センター 特定建築物の届出数 p.75
- 4) 斎藤敬子：建築物衛生管理の課題と潮流，保健医療化学 63(4) p.368-382
- 5) 国宝・重要文化財の公開に関する取扱要項の制定について(平成8年7月12日 文化庁文化財保護部)
- 6) JIS A1406日本工業規格 屋内換気量測定方法(炭酸ガス法)(1974)
- 7) 佐野千絵，呂俊民，吉田直人，三浦定俊：博物館資料保存論文化財と空気汚染，みみずく舎 (2010.6)
- 8) ビル衛生管理講習会資料，平成21年度 東京都健康安全センター 空調設備内の微生物調査 p.45-46
- 9) ビル衛生管理講習会資料，平成26年度 東京都健康安全センター ビルにおけるねずみ昆虫等の防除に関するアンケート p.65-74

(ろ・としたみ 東京文化財研究所)