

研究ノート

三重県総合博物館保存環境調査(2014)

間 創

〒 514-0061 三重県津市一身田上津部田 3060 三重県総合博物館

キーワード：温度、湿度、アンモニア、酢酸、ホルムアルデヒド

Hajime Mabuchi.* Report of the Conservation Environment of Mie Prefectural Museum(2014). Mie Prefectural Museum Research Bulletin, 1: 13-22.

**Corresponding author: Mie Prefectural Museum, 3060 Isshinden-kouzubeta, Tsu, Mie 514-0061, Japan
(mabuch00@pref.mie.jp)*

1 はじめに

博物館・美術館などの文化財等を保存・公開する施設では、傷んでしまった文化財等の資料はいくら修理しても、元の悪い保存環境に戻せば再び傷んでしまい、修理を繰り返すことで当初の姿・情報が失われてしまうことから、「予防的保存（Preventive Conservation）」の考えのもと、保存環境管理による文化財保存が行われている。保存環境における文化財等の劣化要因として、①温度・湿度、②光、③空気汚染、④有害生物、⑤衝撃・振動、⑥災害、⑦盗難・人的破壊が一般的に挙げられており、文化財等を保存・公開する施設ではこれらの影響を極力少なくし、文化財等の劣化リスクを低減させることを目的として保存環境管理を行っている（独立行政法人国立文化財機構 東京文化財研究所編，2011；三浦ほか，2014）。

また国宝や重要文化財（以下、重要文化財等と表記）の公開にあたっては、「国宝・重要文化財の公開に関する取扱要綱（平成8年7月12日、文化庁長官裁定）」において、公開の環境として、じんあい、有毒ガス、かび等の発生や影響を受けない清浄な環境のもとで行い、温度及び湿度の急激な変化は極力避けることとし、温度は季節によって緩やかな変動はあってもよいが22℃、相対湿度は60±5%を標準値とし、年間

を通じて一定を維持することとされている。また照度は原則として150lx以下に保ち、直射日光を避け、蛍光灯を用いる場合は退色防止処理を施したものを、白熱灯を用いる場合には熱線の影響を避けるように配慮することとされている。

三重県総合博物館は、収蔵資料の安全な保存及び、重要文化財等の公開を目指していることから、平成26年4月の開館以前より保存環境の構築について取り組みを行ってきた。本稿では、開館年の平成26年における三重県総合博物館の収蔵庫及び展示室における保存環境の概要、特に①温度・湿度、②光（照度）、③空気汚染（化学物質：アンモニア、有機酸（酢酸）、ホルムアルデヒド）について報告する。

2 測定方法

2-1 温度・湿度

収蔵庫及び展示室の温湿度については、各区画の壁面の高さ約1.5mの位置に設置したセンサにより中央監視室において1時間おきに収集し、特に企画展示室及び展示ケースについてのみ温湿度データロガー「おんどとり」（T&D社製、分解能：0.1℃・1%RH、精度：平均±0.3℃・±5%RH[25℃・50%RHにおいて]）を用いて10分おきに測定を行った。

2-2 照 度

照度計ANA-F9LUXMETER（東京電光社製、測定範囲：0から19999lx、精度：±7%以内）により測定を行った。

2-3 化学物質

アンモニア、有機酸（酢酸）、ホルムアルデヒドについて測定を行った。

アンモニア、有機酸（酢酸）については、イオンクロマトグラフィ(IC)（DIONEX社製、DX-500、インピンジャー法）及び北川式検知管（No.900美術館用アンモニア、No.910有機酸（酢酸・ギ酸））により測定を行った。

ホルムアルデヒドについては、高速液体クロマトグラフィ(HPLC)（島津製作所製、LC-2010AHT、DNPHカートリッジ：シグマアルドリッチジャパン社製、SUPELCO LpDNPH S10）によって測定を行った。

3 結果及び所見

3-1 収蔵庫の保存環境

三重県総合博物館の収蔵庫（（1）人文系収蔵庫群（特別収蔵庫、美術工芸資料収蔵庫、借用資料収蔵庫、歴史資料・公文書収蔵庫）、（2）自然系収蔵庫群（大型資料収蔵庫（化石レプリカ、岩石類、大型民俗資料などを収蔵）、地学資料収蔵庫、生物標本収蔵庫（動物剥製、昆虫標本、植物さく葉標本などを収蔵））、（3）民俗・考古資料収蔵庫、（4）液浸資料収蔵庫（ホルマリンまたはエタノール浸漬生物標本を収蔵）、（5）写真・映像資料収蔵庫、（6）仮収蔵庫）について、温度・湿度、照明、化学物質について測定を行った。結果を以下で述べる。

3-1-1 温度・湿度

収蔵庫の空調設定は、原則年間を通じて同じ温湿度設定とし、24時間運転を行っている。なお、収蔵庫

表1 収蔵庫の温度・湿度設定

	収蔵庫名	温度設定(℃)	湿度設定(%RH)
(1) 人文系収蔵庫群	特別収蔵庫	23±1	55±3
	美術工芸資料収蔵庫	23±1	55±3
	借用資料収蔵庫	23±1	55±3
	歴史資料・公文書収蔵庫	23±1	55±3
(2) 自然系収蔵庫群	大型資料収蔵庫	23±1	55±10
	地学資料収蔵庫	23±1	55±10
	生物標本収蔵庫	23±1	55±3
(3) 民俗・考古資料収蔵庫		23±2℃	55±10
(4) 液浸資料収蔵庫		夏 26±2, 冬 20±2	60±10
(5) 写真・映像資料収蔵庫		20±1	40±3
(6) 仮収蔵庫		夏 26±2, 冬 20±2	60±10

平成26年度現在

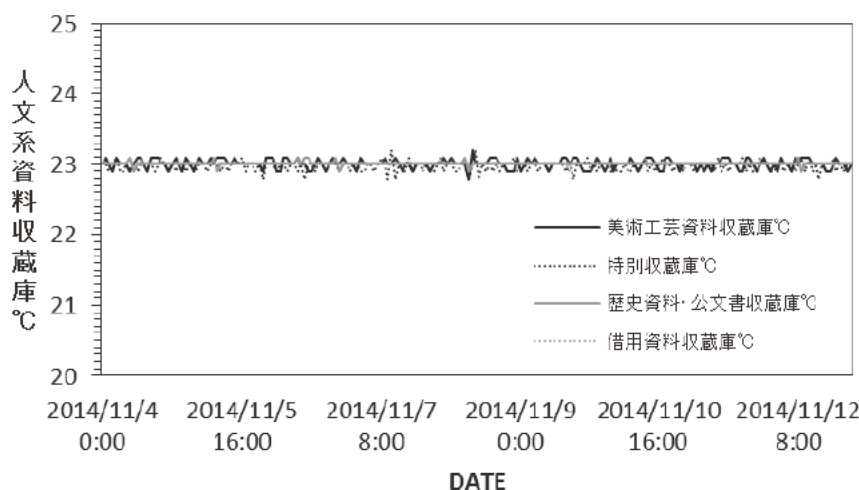


図1 人文系収蔵庫群温度

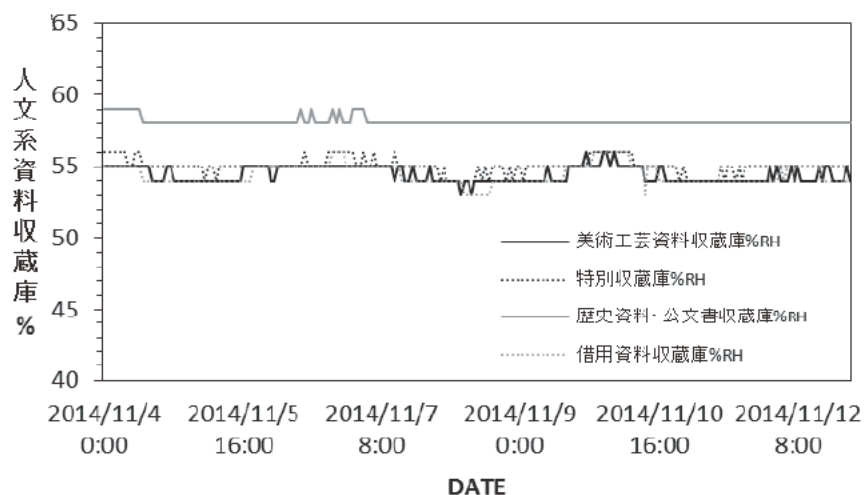


図2 人文系収蔵庫群湿度

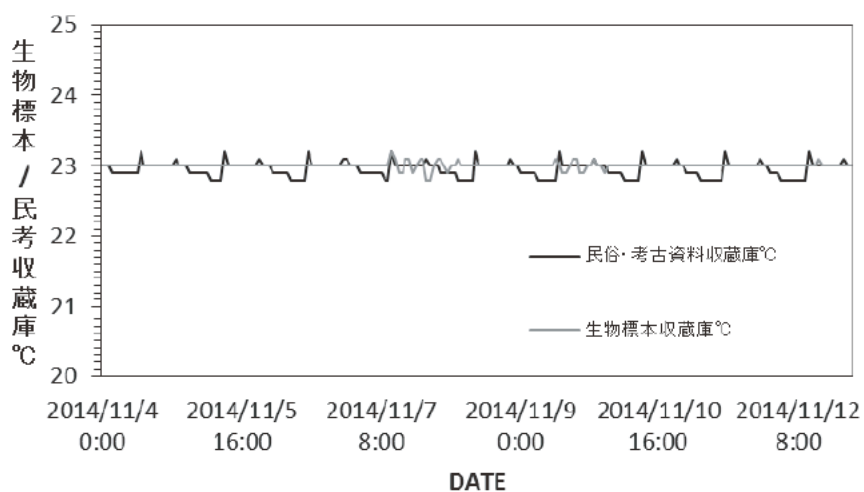


図3 生物標本収蔵庫、民俗・考古収蔵庫温度

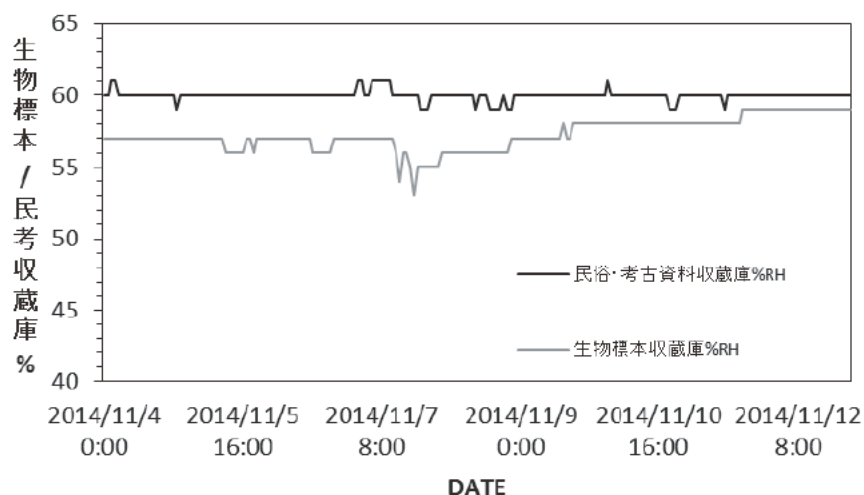


図4 生物標本収蔵庫、民俗・考古収蔵庫湿度

内の陽圧管理のため、少量（5から10%程度）の外気（OA）を導入している。収蔵庫の温度、湿度の設定を表1に示す。なお表中の「±」は空調機の性能によるもので、計測値ではない。

代表的な地点について、温度、湿度の測定結果を図1から4に示す。いずれの収蔵庫についても若干の

OAを導入しているが、外気の影響はあまり見られない。温度については、設定23℃に対して±0.5℃以下の範囲で推移しており、非常に安定している。相対湿度についても、設定55%RHに対して±2%RH程度の範囲で安定している。ただし、生物標本収蔵庫においては前室及び収蔵庫の扉を同時に開放した搬入

作業に伴うと推定される湿度低下が見られた(図4の2014/11/7)。収蔵庫内への資料搬入等において、作業の安全性の確保とともに、収蔵庫扉の開閉にも配慮が必要であると考えられる。また、歴史資料・公文書収蔵庫、民俗・考古資料収蔵庫については、設定湿度に対して若干高めであることから、調整が必要であると考えられる。

3-1-2 照 明

収蔵庫内の照明は、展示室の照明と異なり、作業に支障のない照度を確保することとされている(独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所編, 2011; 三浦ほか, 2014)。すべての収蔵庫内の照明は作業時のみ点灯し、またLED光源及び紫外線除去蛍光灯を採用しているため紫外線、赤外線の発生量は少なく、また収蔵庫内作業に支障のない照度(400lx程度)を確保している。

3-1-3 化学物質

一般的な文化財の保存に対する化学物質の管理目標値(佐野ほか, 2010)を表2に示す。各収蔵庫の

化学物質濃度について表3に示す。なお、アンモニアの測定日はIC: 2013/04/01、2014/02/20及び北川式検知管: 2013/07/30、有機酸(酢酸)の測定日はIC: 2013/04/01及び北川式検知管: 2013/08/01、ホルムアルデヒドの測定日はHPLC: 2013/4/3である。

アンモニアについては、民俗・考古資料収蔵庫を除き、各収蔵庫とも長期収蔵に向けた管理目標値30ppb(表2のレベル1)を下回った。民俗・考古資料収蔵庫については、二重床施工後に行った測定(2012/11/14、検知管測定)で191ppbであったアンモニア濃度は、竣工直後(2013/3/11、検知管測定)に行った測定では一旦22ppbまで低下していたが、本測定期間(枯らし期間)の測定において、表3のとおりに約40から50ppbまで上昇しており(2013/04/01、2013/07/30、2014/02/20)、この期間において低下傾向が見られない。同収蔵庫では化学物質に比較的強い資料を保管しているが、アンモニアの発生源や流入経路の特定と換気・排気等の対応が必要であると考えられる。

有機酸(酢酸)については、各収蔵庫とも長期収蔵に向けた管理目標値40ppb(表2のレベル1)を大き

表2 化学物質の管理目標値(ppb)

	アンモニア	ホルムアルデヒド	ギ酸	酢酸	備考
短期の借用	<30	<80	<20	<170	相対湿度60%以下
長めの展示	<30	<40	<10	<80	相対湿度60%以下
レベル1	<30	<20	<10	<40	長期収蔵
レベル2	30-50	20-40	<20	40-80	シーズニング中(夏季)
レベル3	50-100	40-80	<20	80-170	竣工直後の管理目標
レベル4	>100	80-120	20-50	170-400	工事直後の管理目標
レベル5	>100	>120	>50	>400	緊急な改善が必要

佐野ほか(2010)のp41より転載

表3 収蔵庫の化学物質濃度

収蔵庫名	アンモニア(ppb)	有機酸(酢酸)(ppb)	ホルムアルデヒド(ppb)
(1) 人文系収蔵庫群			
特別収蔵庫	14**	20**	7
美術工芸資料収蔵庫	12**	20**	7
借用資料収蔵庫	12**	2**	5
歴史資料・公文書収蔵庫	26**	2**	29
(2) 自然系収蔵庫群			
大型資料収蔵庫	7*	2*	10
地学資料収蔵庫	16*	2**	8
生物標本収蔵庫	8*	4**	13
(3) 民俗・考古資料収蔵庫	40*、50**、48*	1.2**	6
(4) 液浸資料収蔵庫	未測定	未測定	7
(5) 写真・映像資料収蔵庫	9*	1.2**	30
(6) 仮収蔵庫	未測定	未測定	6

表中の数値は無印がHPLC、*IC、**北川式検知管での測定値である。

く下回った。ただし、木材を内装材・棚に多く使用した特別収蔵庫や美術工芸資料収蔵庫では、比較的高い濃度を示した。

ホルムアルデヒドについては、歴史資料・公文書収蔵庫と写真・映像資料収蔵庫を除き、管理目標値20ppb（表2のレベル1）を大きく下回った。歴史資料・公文書収蔵庫と写真・映像資料収蔵庫はともに、移動書架等のメラミン焼付塗装による什器が多く設置されている区画で、ホルムアルデヒドはこれらの什器から放散しているものと推定される。

以上の測定結果より、化学物質に敏感な資料を保管している収蔵庫（特別収蔵庫、美術工芸資料収蔵庫、借用資料収蔵庫等）では、長期管理目標値を上回ることはなかった。ただし、アンモニア濃度は、長期収蔵の管理目標値30ppb以下ではあるものの、まだ竣工2年目であり季節的に濃度が上昇する可能性もあることから、今後も継続して枯らし及び濃度測定が必要と考えている。

3-2 展示室の保存環境

三重県総合博物館の展示室（（1）基本展示室

（3F、常設展示、主にレプリカ資料とジオラマ等の造作物、一部生物標本資料、地学資料、歴史資料（版本、藩札）の実物展示）、（2）企画展示室（3F、自然系から人文系までの企画展示、指定文化財の展示）、（3）交流展示室（2F、企画展示室で展示できない資料（生態展示、外部団体の持ち込みによる展示など）やパネル等の展示）、（4）三重の実物図鑑（3F、生物標本、地学資料、民俗資料、考古資料、美工資料、歴史的公文書の展示、人文系資料は一定期間で展示替え）、（5）こども体験展示室（3F、主にレプリカ資料と造作、一部生物標本、地学資料の展示））について、温度・湿度、照明、化学物質について測定を行った結果を以下で述べる。

3-2-1 温度・湿度

各展示室の温度・湿度の設定を表4に示す。全体的な方針として、企画展示室以外は、展示されるものはレプリカ資料や温湿度変化に強い資料を選択して展示するため、緩やかな温湿度設定としている。設定温度・湿度の「±」は空調機の性能によるものであり計測値ではない。

表4 展示室の温度・湿度設定

展示室名	温度設定(℃)	湿度設定(%RH)	運転時間
(1) 基本展示室	23±2	55±10	7時間運転
(2) 企画展示室	23±2	55±5	24時間運転
(3) 交流展示室	26±2	60±10	7時間運転
(4) 三重の実物図鑑	夏 23±2, 冬 22±2	55±5	24時間運転
(5) こども体験展示室	夏 23±2, 冬 22±2	55±10	7時間運転

平成26年度現在

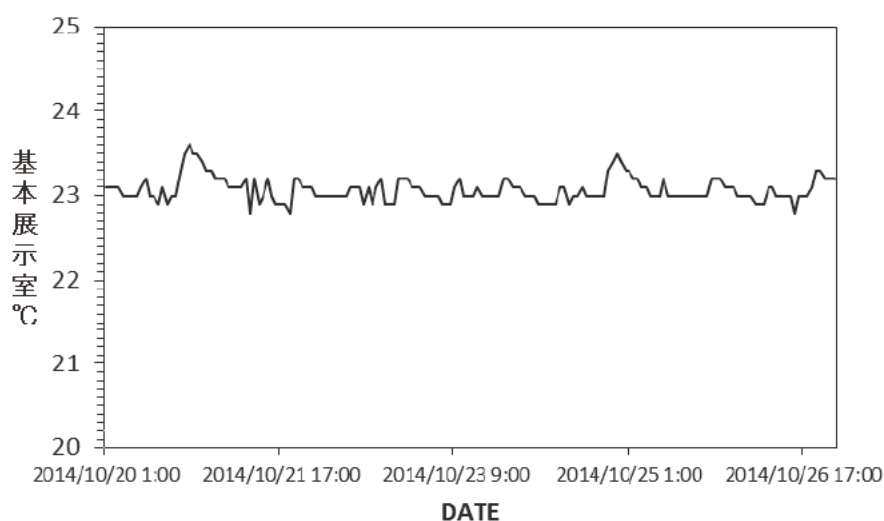


図5 基本展示室温度

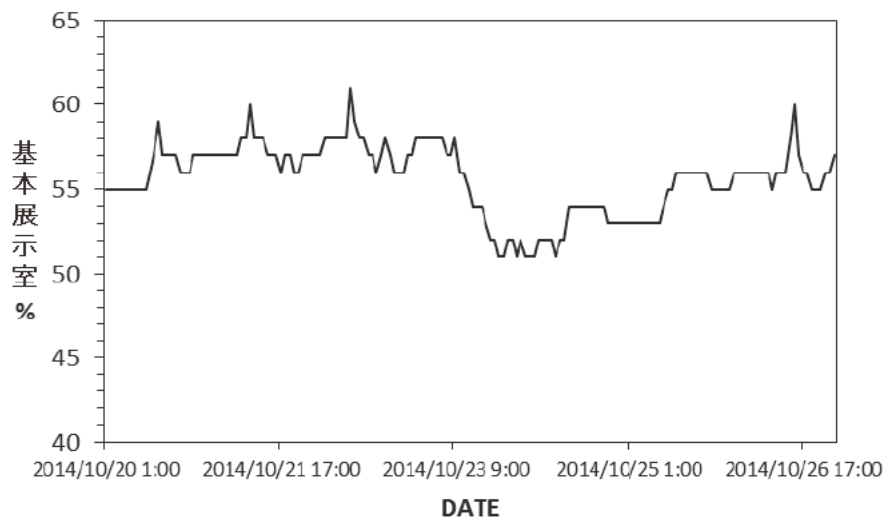


図6 基本展示室湿度

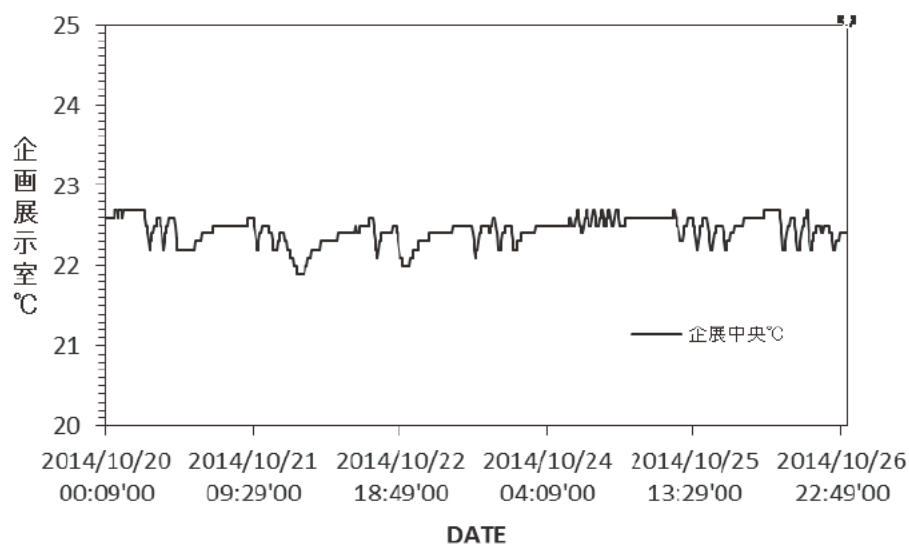


図7 企画展示室温度

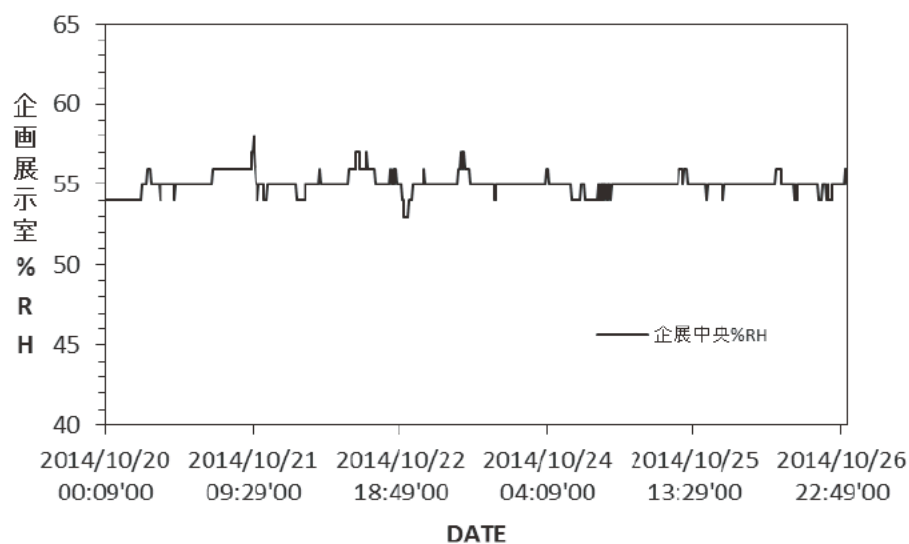


図8 企画展示室湿度

代表的な地点について、温度、湿度の測定結果を図5から12に示す。壁付展示ケース・独立型展示ケースは調湿剤（富士シリシア化学社製、アートソープF

タイプ）2個/m³が設置されている。

基本展示室は造作からの溶剤等の臭気が強く、展示製作後の換気が必要であるため、10から20%程度の

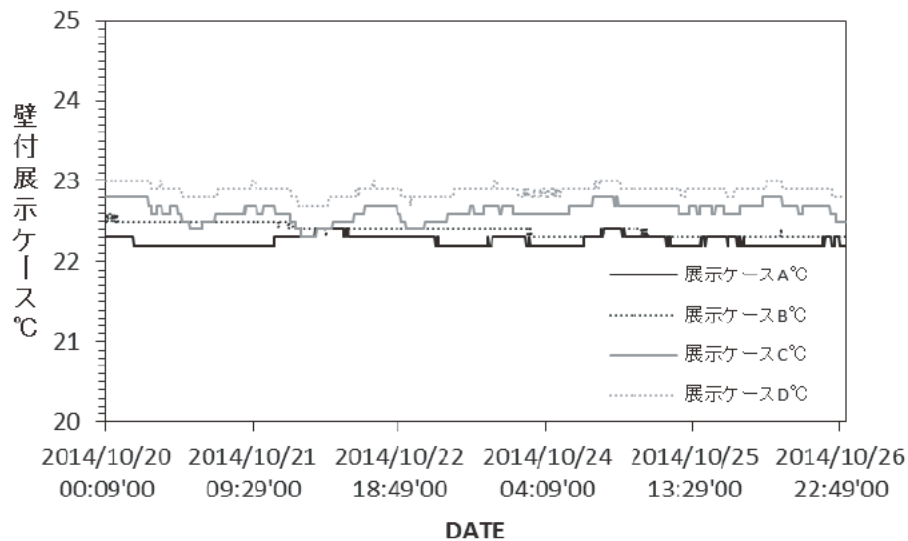


図9 壁付展示ケース温度

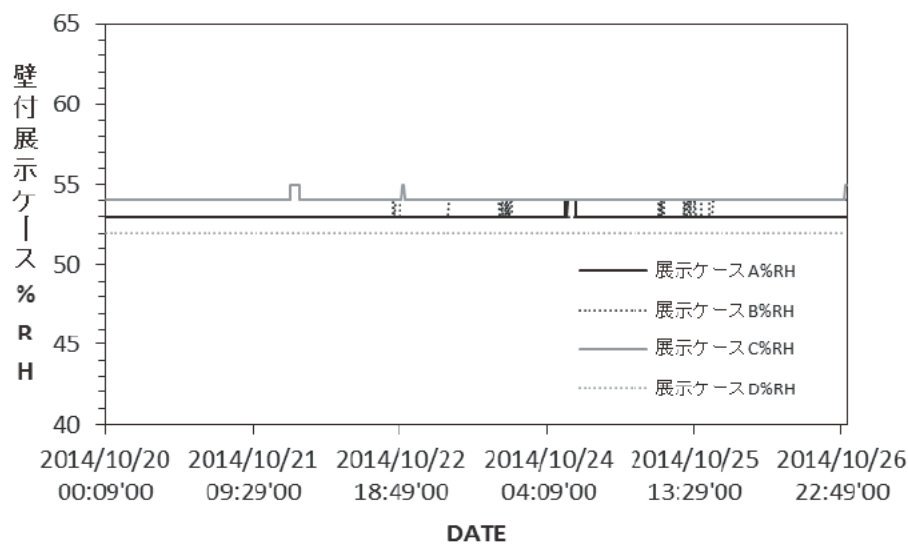


図10 壁付展示ケース湿度

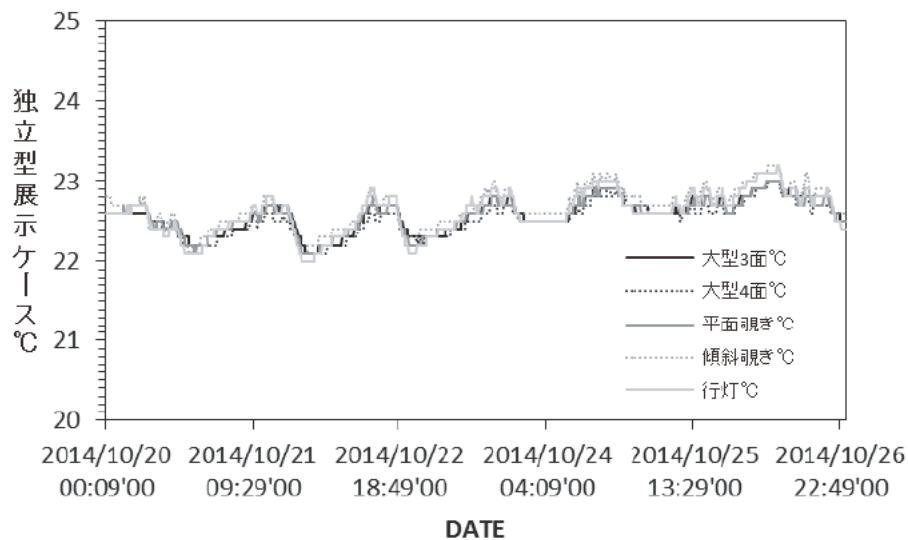


図11 独立型展示ケース温度

OAを導入している。このため、特に湿度において外気の影響を受けている。気流等により隣接区画へ影響を与える可能性もあることから、一定期間後、OA導

入量を減らし温度・湿度ともに安定させる必要がある（図5，6）。

企画展示室は来館者の影響と推定される短時的な湿

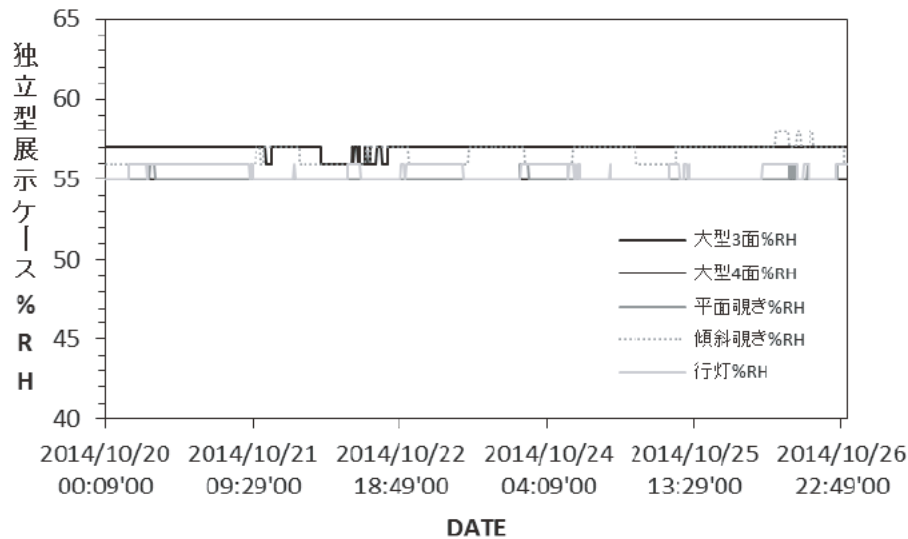


図12 独立型展示ケース湿度

度変化が見られるものの、温度、湿度ともにおおむね設計範囲内で管理されている（図7，8）。壁付展示ケースについては調湿材の設置及びケース内循環ファンの効果もあり、温度・湿度ともに非常に安定している（図9，10）。独立型展示ケースについては、ケース照明によると推定される若干の温度変化が見られるものの、調湿剤の効果により湿度は非常に安定している（図11，12）。

3-2-2 照明

一般的な展示室の照明については、紫外線や赤外線をなるべく含まず、照度は国際博物館会議（ICOM）や照明学会の照度推奨値として、光に非常に敏感な資料については50lx、比較的敏感な資料については150から180lx、光に敏感でない資料については500lx程度とされている（独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所編，2011；三浦ほか，2014）。

基本展示室の照度は300lx（人文系資料）から1000lx（自然系資料）であった。直接外光が入射することはない構造で、ベース照明、スポットライトを含むすべての照明はLED光源となっている。常設であるため照度設定は固定としている。この展示室の展示資料はレプリカや光に敏感でない資料がほとんどであるが、一部実物の紙資料もあることから、計画的な展示替えも考慮する必要があると考えられる。

企画展示室は展示内容によって照度の調整を行っており、2014年の展覧会において、文化財の展示では100lx程度、自然系の展示では300lx程度の照度であった。天井高6mのこの展示室では、天井ベース照明

（美術館・博物館用蛍光灯）は床付近で80から1400lxの範囲で調光可能、天井スポットライトはLED光源で6m離れた距離からの照射で0から300lxの範囲で連続調光可能である。壁付展示ケースはベース照明、スポットライトともにLED光源で、スポットライトは4m離れた距離からの照射で0から520lxの範囲で連続調光可能である。独立型展示ケースは6種類あり、いずれもLED光源で照度は最小で約80lxまで調光できる。

交流展示室は展示資料によって照度や採光の調整を行っており、ベース照明の照度は130から1200lxの範囲で調光が可能となっている。展示によっては外光を取り入れることができる構造で、採光ガラス面はLow-E複層ガラスを採用している。

三重の実物図鑑の照度は200lx（人文系資料）から800lx（自然系資料）であった。直接外光が入射することはない構造で、ベース照明、スポットライトを含むすべての照明は調光可能なLED光源となっている。人文系資料の照明は若干明るめであることから、調光により照度を落とすか、光に敏感な資料の展示は避ける、または積算照度を考慮した計画的な展示替えが必要であると考えられる。

こども体験展示室の照度は700から1800lxであった。ベース照明、スポットライトを含むすべての照明はLED光源となっている。一部外光が入射する構造（東向きガラス面）で、採光ガラス面はLow-E複層ガラスである。常設であるため照度設定は固定としている。展示されている実物資料は自然系の標本資料であるが、展示にあたっては代替資料のあるものを展示し、この展示室においては貴重な標本の展示は行わないことが

表5 展示室の化学物質濃度

展示室名		アンモニア(ppb)	有機酸(酢酸)(ppb)	ホルムアルデヒド(ppb)
(1) 基本展示室		64*	11*	8
(2) 企画展示室		22**	2**	9
壁付展示ケース	展示ケースA	22**	20**	未測定
	展示ケースB	22**	20**	未測定
	展示ケースC	22**	30**	未測定
	展示ケースD	14**	20**	未測定
独立型展示ケース	大型3面ガラス	22**	30**	未測定
	大型4面ガラス	14**	30**	未測定
	平面覗き	22**	40**	未測定
	傾斜覗き	22**	30**	未測定
	行灯	22**	40**	未測定
(3) 交流展示室		32*	2*	4
(4) 三重の実物図鑑		43*	1*	6
(5) こども体験展示室		51*	53*	8

表中の数値は無印がHPLC、*IC（インピンジャー法）、**北川式検知管での測定値である。

求められる。

3-2-3 化学物質

各展示室の化学物質濃度について表5に示す。なお、アンモニアの測定日はIC：2014/02/20、検知管：2014/04/09、2014/08/16、2015/01/19、有機酸（酢酸）の測定日はIC：2014/02/20、検知管：2013/08/01、2015/01/20、ホルムアルデヒドの測定日はHPLC：2013/04/03である。

アンモニアについては、文化財を展示する企画展示室や壁付・独立型展示ケースにおいて長期展示に向けた管理目標値30ppb（表2の長めの展示）をやや下回った。その他の展示室では主にレプリカや化学物質に敏感でない資料の展示ではあるものの30ppbを上回った。いずれの展示室においても、展示替えや不使用期間での開放・送風による枯らしを、引き続き行っていく必要がある。

有機酸（酢酸）については、いずれの展示室、展示ケースにおいても長期展示の管理目標値である80ppb（表2の長めの展示）を下回った。ただし壁付・独立型展示ケースについては、引き続き未使用時に開放・送風による枯らしを行っていく必要があると考えられる。

ホルムアルデヒドについて、長期展示に向けた管理目標値のホルムアルデヒド40ppbを下回った。展示室では低ホルムアルデヒド仕様（F☆☆☆☆）の合板を使用していることが、低濃度となった要因であると推定される。

以上の測定結果より、アンモニアについては、長期

展示の管理目標値を超えた濃度となっている展示室が多く、まだ竣工2年目であり季節的に濃度が上昇する可能性もあることから、春季・秋季のOA導入・換気・排気や、展示ケースにおいては吸着剤の設置など、今後も継続して枯らし及び濃度測定が必要と考えている。また新規作成された展示台についても同様の管理を行い、実際の展示や展示ケース内空間において管理濃度を超えないよう運用していく必要があると考えられる。

特に重要文化財等の展示を計画している企画展示室及び壁付・独立型展示ケースにおいて、アンモニアについては長期展示の管理目標値を下回っているが、決して低い濃度ではないことから、使用していない期間の通風、換気など枯らしを続ける必要があると考えられる。

5 まとめ

三重県総合博物館では、計画、設計、施工、建物引き渡し後の管理の各フェーズにおいて、保存環境の構築を目指して様々な取り組みを行ってきた。その結果、各収蔵庫・展示室において、温度・湿度、光、空気汚染について、文化財の保存と公開に望ましい保存環境を概ね構築できたことが分かった。ただし、管理目標値を若干上回る区画もあったことから、引き続き保存環境管理を徹底して行く必要がある。

なお、本稿で取り上げなかった④有害生物（文化財害虫及びカビ）については、IPMによる取り組みを行っており、現時点で収蔵庫・展示室において生物被害の発生はない。また⑥災害や⑦防犯については、設

計時より防火区画配置や建物免震の採用、セキュリティシステムの導入などにより十分な対応ができているものと考えられる。

引用文献

佐野千絵・呂俊民・吉田直人・三浦定俊．2010．博物館資料保存論－文化財と空気汚染．158pp．みみずく舎．東京

独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所（編）．2011．文化財の保存環境．172pp．中央公論美術出版．東京

三浦定俊・佐野千絵・木川りか．2004．文化財保存環境学．200pp．朝倉書店