

電話回線を使った博物館環境のモニタリング

—博物館保存環境データ収集解析システム
(McDLAS) のパイロット・プラント—

神庭 信幸

はじめに

1 モニタリングシステムの構築

2 考察

まとめ

論文要旨

博物館の展示環境および保存環境における温度、湿度、照度、二酸化炭素など、環境因子のモニタリングに関する新しい試みについて述べる。展示室等の観測定点に設置されたセンサーにより20分ごとに得た温湿度などのデータを、記憶装置であるロガーに蓄積し、それを既設の内線電話回線と接続することによって、データを離れた場所のパソコンに送信するシステムの試行実験を行った。

システムによるデータの送受信は正確に行われ、満足のいく成果が得られている。これによりきめの細かな観測が可能になり、従来の方法では感知できなかった新しい知見が得られるようになった。従来の自記記録計によるモニタリングは、データの整理・解析に多くの時間を費やす必要があったが、新たなシステムではこの点が大幅に短縮された。

今後の課題としては、肥大化するデータの圧縮方法ならびに保存方法についての開発を急ぐ必要がある。

はじめに

博物館の展示室や収蔵庫の温度、湿度、照度、二酸化炭素濃度などの保存環境に関するデータの収集・解析と保存は、博物館資料に対する保存と管理の上から、基本的かつ重要な事柄であると考えられる。資料の保存のための管理とは、保存上安全な環境に資料が置かれているかどうかを常に監視することであり、何等かの原因で資料に劣化が生じた場合、劣化の進行状態とそれを取り囲む環境との相関を研究し、これによって展示や保存環境の整備を実施することである。これら一連の作業には、各種の気象データが重要な役割を果たす。

歴博では1983年の開館以来、展示室および収蔵庫に置かれた自記記録計による温度と湿度データの記録と保存を行ってきた。1カ月の連続したデータをロール紙に記録する自記記録計が、展

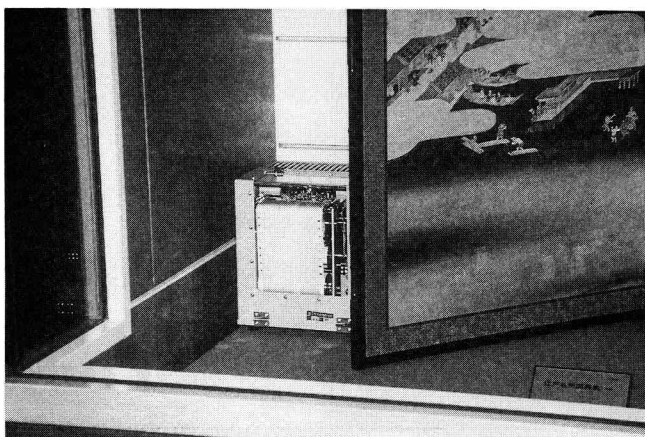


写真1 展示場に設置された温湿度の自記記録計。
1カ月分の記録がチャート紙に行われる。

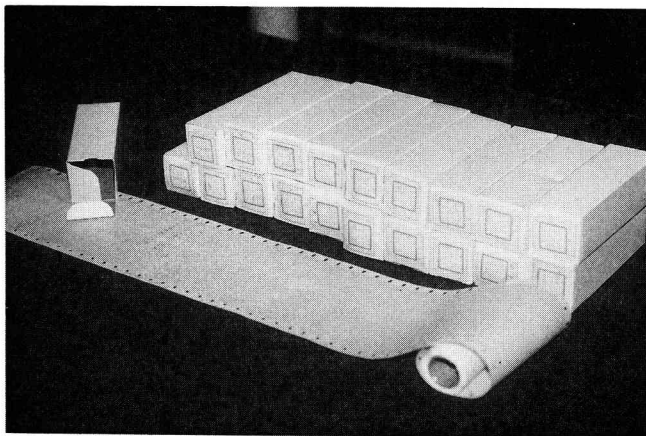


写真2 ロール状の記録紙の整理は時間を必要とする。目的の日時のデータを短時間で取り出すことが難しい。

示室に22台、収蔵庫に16台設置され、それらにより記録されるロール紙は年間456本に上る(写真1, 2)。

自記記録計と共に温湿度の電気センサーも設置され、収蔵庫に温湿度各14点、展示室内に各23点、展示ケース内に各21点ある(写真3)。電気センサーは展示ケースの物を除いて、温湿度管理を行う機械棟と呼ばれるコントロール室と結ばれ、職員が常時データを監視している。コントロール室からは、日報として用紙にプリントされた1時間毎の温湿度データ24時間分が毎日提出される。機械棟のデータ収集機器まで電氣的に運ばれてきたデータは、用紙に打ち出されると同時に消失してしまい、後には磁氣的な記録は何も残らない。また、展示ケース内にある21点の温湿度センサーからのデータは、ビデオコントロール室におい

て1時間毎にロール紙にプリントアウトされ、機械棟同様にデータはそこで消失する。

このように歴博には、巻物状の連続した線グラフのアナログデータと、用紙に打出された数字のデジタルデータの形式で温度と湿度の環境データが保管されている。これらのデータを利用するときは、目的の日時のデータを手作業によって探し出し、それを整理し直さなければならない。また、今現在の環境はコントロール室では眺めることができるが、資料や展示の管理を行う展示課、資料課あるいは施設課などの専門の部局では日報による過去の状態しか把握できない。

以上の状況を改善するため、1987年頃から温湿度データの収集方式とその保存方法について検討を開始した。当初、コント

ロール室に設置されたデータ収集の装置（山武ハネウェル社製デルタ 1000）（写真4）を上位機種（セイビック 2000）と交換することによって、データを磁気記録し、更に数台のパソコンを本体と接続してコントロール室以外からでもデータを利用できるように考えたが、経費的な面と、何よりも装置本体の償却年限が公的に20年という制約があり、この計画は断念せざるを得なかった。その後、より少ない経費で実行可能で、かつ効率的なシステムの検討を行ってきたが、最近ようやく実用的なシステムを実現することができた。現在、小規模なシステムによる試行実験を行い、その性能を検証中である。

本稿では、システムの内容と問題点を中心に、今後の展開についても述べてみたい。

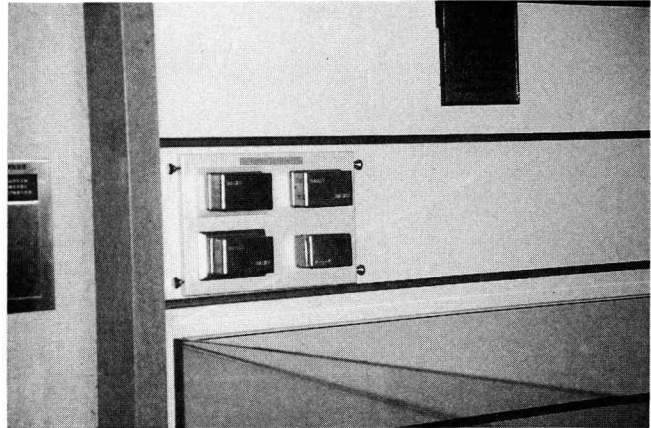


写真3 展示場に設置された温湿度の電気センサー。信号は機械棟に送られ、日報に打ち出されると消失してしまう。



写真4 機械棟に設置されているモニタリング装置。

1 モニタリングシステムの構築

(1) モニタリングとは

資料を取り囲む温湿度、照度、空気汚染などの環境の状態を数値として収集し、そして解析・評価することをモニタリング^(1,2,3,4,5,6)という。モニタリングは、使用する機器類の構成により様々な段階が考えられる。最も単純なものは、①観測点として決められた場所(定点)に、例えば温湿度計を設置し、定時刻にそこへ出かけてデータを直読して記録する方法である⁽⁷⁾。この方法では、計器を読む人間を常に確保しなければならない上、人により読み取り誤差が存在することを考慮しなければならない。次の段階としては、②定点に記録計の附属した測定機を設置して、データを自動記録する。現在時刻におけるデータは、①と同様に定点まで出かけて直読する。回収したデータは利用できるように時間を追って整理しておく。この場合、データ用紙を定期的に取り替えることと、取り替えた用紙を時間を追って整理しておくことが重要な点である。更に自動化した場合は、③電気的方法によりデータを採取・保存する。センサーから得られたデータの記憶装置となるロガーに蓄えられたデータを、遠隔地から回収したり、現在時刻のデータをリアルタイムで見ることである。データの回収側に設置したコンピュータとセンサー及びロガーなどの測定装置とを、専用配線、一般電気配線、内線電話回線等により接続することによってデータを回収することができる。この場合、測定装置とコンピュータを接続する専用のハードウェアとソフトウェアが必要となる。

コンピュータ技術の長足の進歩により、現在では③の方式が採用され始めており、温湿度自記録計などを使用した方式②をそれと併用するケースが多くなってきている。③を実施する上での最大の問題点は、データの回収が比較的簡単に行えるために肥大化していくデータをどのように圧縮し、保存するかである。

(2) 電灯線か電話回線の選択

モニタリングシステムの開発に当って以下の点に特に注意を払った。まず、新たな専用配線の設置は最低限に押さえ、代りに電灯線や電話回線などの既設配線を利用することを前提とする。既設の配線がデータの送受信として利用できれば、他の博物館への応用も現実的になる。次に、博物館の内部ならどこからでもシステムにアクセスできること、そしてセンサーとロガー部分の保守管理が容易なことである。具体的には、通常1年に1回行われるセンサーの校正に係わる作業は単純なこと、更にロガーに供給する電力は電池で行い、その交換期間が1年以上であること等である。

実際に利用できる既設配線としては、電灯線と電話線とがある。この内、電灯線については、

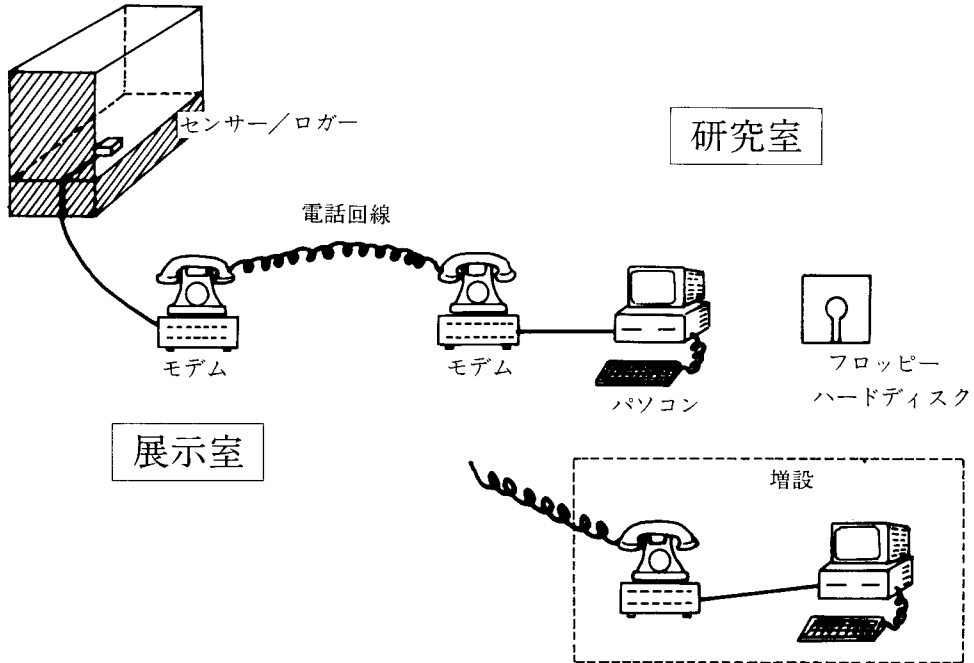


図1 博物館保存環境データの収集と解析のためのシステム (McDLAS)。

ホームバスシステム (HBS) として従来開発が進められてきた方式の利用が考えられた。HBSとは電灯線などを利用して信号を送ることにより、家庭内の家電製品を制御・監視したり、家庭内でパソコン通信を行ったりすることである。家庭の外から信号を送って炊飯器のスイッチを入れたり、風呂を沸かしたりすることが可能となる。電灯線はデータの送受信のためのケーブルとして利用され、信号は変調されて電気の周波数に載せられて運ばれる。信号の送受信を正確に行える距離が200m以内に限定されているため、大規模な博物館ではその使用に限度があるのが欠点である。しかしながら、電灯線は電話配線に比べ建築物の内部に密に張り巡らされているため、センサーの設置場所に関してより自由な選択が行える利点がある。

一方、電話線を利用したデータの送受信は、ファックスあるいはパソコン通信の普及により一般化してきており、距離的な制約もない。最近では、通信機能を持つロガーが市場に現れ始めており、それを利用すれば通信が可能となる。ただし、電灯線に比べて電話線が配線される密度は通常小さいため、センサー等の設置場所に制約がある点が問題である。

以上、電灯線と電話線を比較した結果、通信距離に制限がない電話線の利用が、国立歴史民俗博物館における今回の試行実験には適していると判断した。電灯線に関しては、減衰していく信号を途中で増幅する工夫もあり得るが、システムが煩雑になるためより簡便な方を選択した(図1)。

(3) 電話回線を利用したモニタリングシステム

実際に観測を行う環境因子として、温度、湿度、照度、二酸化炭素を選んだ。温湿度は既に自記記録計等によりモニタリングされてきた因子である。照度と二酸化炭素のモニタリングについては歴博では今回が初の試みである(写真5, 6)。自然光による照明とは違って、人工照明の場合は照度が増加することはほとんどないので、照度と時間を掛け合わせた積算照度を求めるのが今回のモニタリングの主目的となる。積算照度についてはブルースケールによる測定も行っているが、⁽⁸⁾照度を直接測定するのとは異なり、退色量から積算照度を推定するため定量精度は今回の装置ほど高くない。二酸化炭素は、顔料などの色材料に生じる退色への影響を調べる目的の他に、公衆衛生的な面からその濃度を把握しておく必要から、測定対象とした。

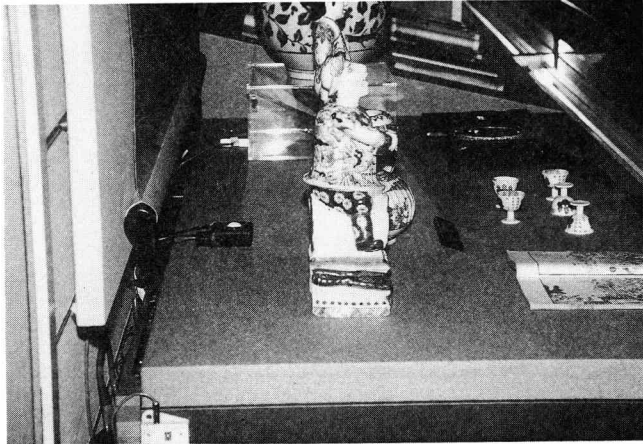


写真5 展示ケース内に設置された照度センサー。

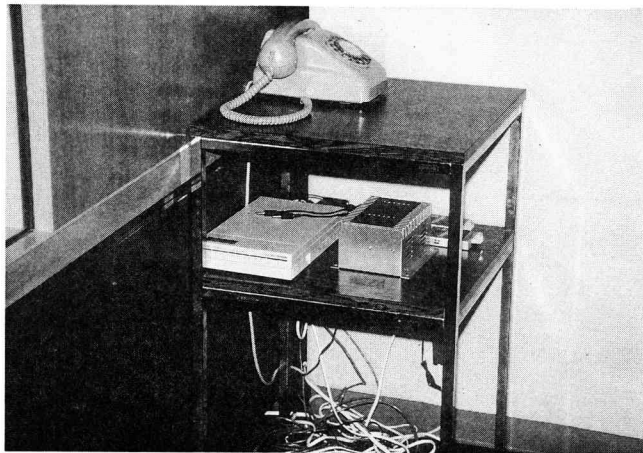


写真6 展示場に設置された二酸化炭素センサーとモデム。

これらの環境データは、センサーを通して20分間隔で小型データロガー(32,000データ)に収集、記憶される。ロガーは通信用のモデムを介して近くにある内線電話の回線と接続される。一方、ロガーと離れた位置にあるデータ収集用のパソコンも、モデムを介して電話回線と接続される(写真7)。ロガーから過去のデータを取り出したり、現在のデータを見るときには、パソコンから専用ソフトによりモデムと電話回線を介してロガーと通信を行う。これによってデータの送受信が可能になる。パソコンに取り込まれたデータはハードディスクに保存され、最終的には磁気テープなどのより大型の記憶メディアに蓄積する予定である。データの送受信に既存の電話回線を使用するため、新たな配線工事を大規模に行う必要はなく、ロガーとモデムの接続部分の配線のみが必要となる。パソコンとモ

デムと電話回線があれば、センサー・ロガーが接続された相手側のモデムに電話をかけることにより、データを回収することができ、今現在のデータを見ることができる。ロガーからデータを回収しても、データはロガー自体に残っているので、複数の位置から回収が可能である。

システムの構成には次の様な装置を用いた。

- PC-9801 DA パソコン (NEC)
通信を行うためのステーションになる。
- 100MBハードディスク (ロジテック)
パソコン側のデータ記憶装置。
- 温湿度データロガー TL-102 (カナダ ACR)
温湿度専用のロガーで、センサーは差し込み式のため校正のときは新しいものと交換するのみで簡便である。
- 温度電気信号ロガー TL-101 (カナダ ACR)
照度を記録するためのロガーである。
- 温度・CO₂データロガー YS-201 (カナダ ACR社)
TL-101 をロガーに使用し、ダイオード発光による赤外線の吸収率により二酸化炭素濃度を測定する。
- デジタル照度計 T-1 (ミノルタ)
- 通信ケーブル C-200 (カナダ ACR社)
2400ビット/秒の速度で通信を行うためにロガーとモデムの間に接続される装置。
- モデム MD24FS5 (オムロン)

(4) 試行実験の経過

実験は第1次と第2次から構成され、それぞれ次の様な内容で行う。第1次パイロット・プランは平成2年～3年にかけて行われた。システムは、第3展示室の紅花図屏風の展示ケース(密閉型ではない)内の上下に温湿度センサー各1点とロガー1台、長崎唐貿易の展示ケース(密閉型)内の上下に温湿度センサー各1点とロガー1台、および展示台平面に照度センサーを1点とロガー1台、その周辺の展示場に温湿度センサーを1点とロガー1台、二酸化炭素センサ

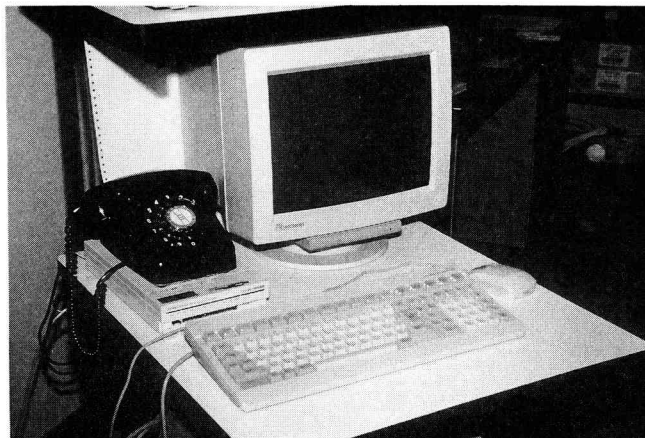


写真7 データの回収を行ったり、リアルタイムでのデータを見るためのパソコンとモデム。

ーを1点とロガー1台を設置した。これらの合計5台のロガーはC-200ケーブルを介してモデムに接続され、研究棟に用意したパソコンとの間で内線電話によるデータの送信が行われた。

第2次パイロット・プラントは平成4～5年にかけての計画であり、屋外の百葉箱に温湿度センサーを1点とロガー1台、第1展示室に二酸化炭素センサーを1点とロガー1台、第3展示室の江戸図屏風の展示ケース（密閉型）に温湿度センサーを1点とロガー1台ならびに照度センサー1点とロガー1台、資料調査室に温湿度センサーを1点とロガー1台、収蔵庫内に温湿度センサーを4点増設し、内線電話によってそれらをパソコンと接続し、データの送受信を行う予定である。

2 考 察

展示場の既設の電話回線は、展示場における警備や点検等の業務に常時利用される回線であるため、これをデータ通信のために独占することは難しい。回線数に予備があれば、測定位置の近くに新たな回線を増設することが望ましいだろう。国立歴史民俗博物館の展示場では、電話配線の取り出し口は大型の展示ケースの裏側に隠され、新たに回線を増設するために必要なケーブルを通す工事の実施が不可能に近い。従って、現時点ではセンサー及びロガーの設置台数と設置場所には制限があり、今後予定する総ての場所への設置は不可能であろう。これらの点から、展示室における電話配線等は、例えば天井部分などの展示ケースによって塞がれないような位置へ設置されていることが望ましい。電話配線に限らず、電気配線なども同様なことが考えられ、展示場の利用により自由度が与えられるような工夫が必要であると考えられる。

データをパソコンに取り出す作業は、1カ月毎に行っている。1台のデータロガーが記憶できるデータ数は32,000個であり、現在ロガー1台当り4点のセンサーが最高の数である。20分ごとに4点を採取して記憶するため、4カ月弱の期間のデータを保持できるので、3カ月の間にデータ採取を行えばよいことになる。作業量としては1カ月の間隔が適切であろう。

データの送受信には満足する結果が得られている。従来の自記記録計方式では計測後のデータ処理に時間を取られたが、このシステムにより必要とする時間帯あるいは必要とする位置の環境データを短時間の内に表示できる。測定結果の中で特に興味深い点に、入館者数と二酸化炭素濃度との関係がある。1日の最高濃度と当日の入館者数はきれいな相関を示し、濃度の最大値は1日当りほぼ1回で、1時から2時にかけてが比較的多いが、大きな団体が午前中に入館したときは11時前後に最大値がある。また、例年入館者の最も多い5月の連休では、約6,000人を記録した4日における二酸化炭素濃度は公衆衛生上の限度とされる0.15%⁽⁹⁾を上回る1,800ppm(0.18%)を示した(図2)。このような事態を避けるための緊急の換気のための方策を考えておかなければならないことが判明した。

密閉型と通常タイプの展示ケースの湿度調節に関する能力の相違がはっきりと把握できる。通

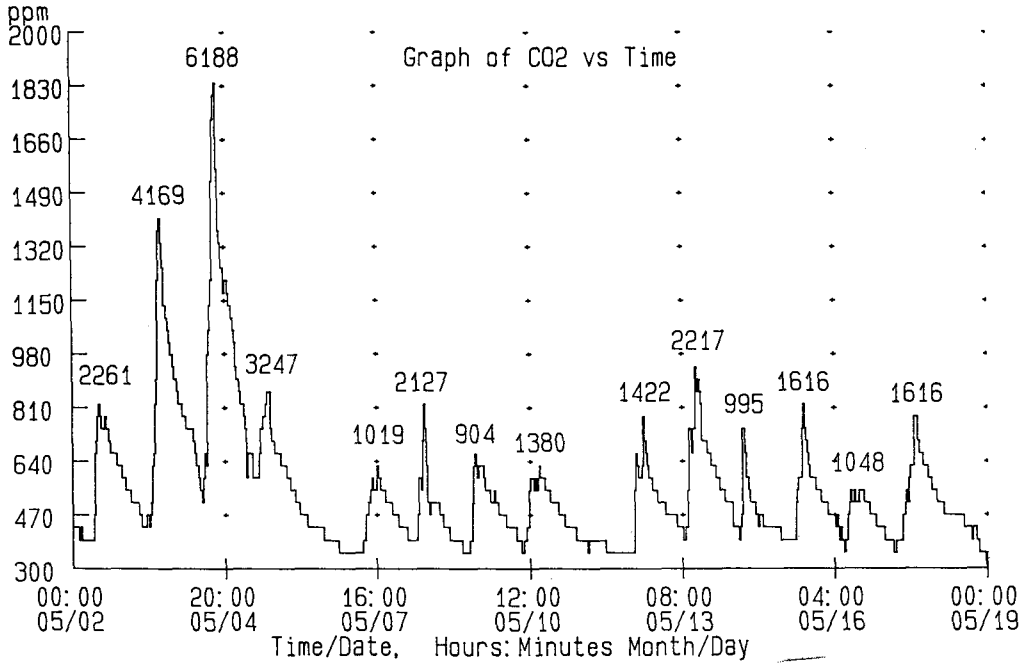


図2 第3展示室内の二酸化炭素濃度の観測データ。縦軸が二酸化炭素濃度(ppm), 横軸が時間を表す。ピークの上に記入した数字は当日の総入館者数。

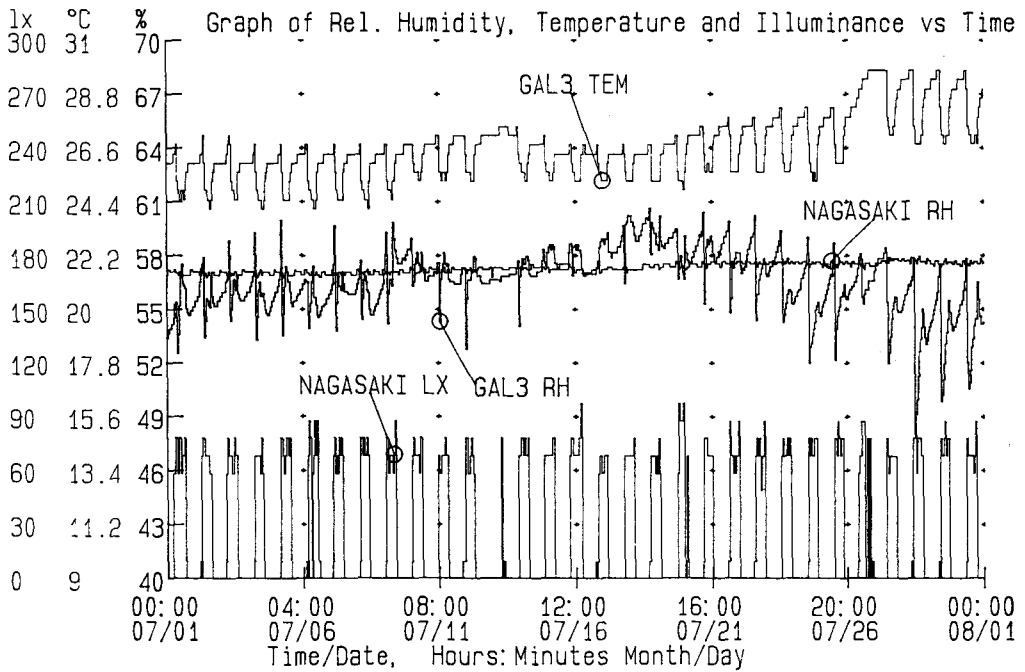


図3 長崎唐貿易密閉型展示ケース内の湿度と照度, ならびに第3展示室の温湿度変化。GAL3 TEM は展示室内の温度, GAL3 RH は展示室内の湿度, NAGASAKI RH は長崎唐貿易密閉型展示ケース内の湿度, NAGASAKI LX は同ケース内の照度をそれぞれ示す。

常のケースも調湿剤等の量や設置場所を工夫すればかなり高い湿度調節能力を持たせられることが判明した(図3)。

ま と め

McDLAS の試行実験について説明した。電話回線を利用した館内における遠隔地間のデータ通信は満足のいく結果が得られた。今度は測定定点を増やし、更に大きな規模での実験を行う予定である。また、それに伴って肥大化するデータの管理については、LAN による大型計算機との接続や、データ自体のコンパクト化を探ってみたい。環境因子としては、資料の劣化に直接的に作用すると考えられる NO_2 についての電気的な方法によるモニタリングを可能にしてみたい。

実際のモニタリングから得られたデータの解析により、展示場の混雑時の二酸化炭素濃度や通常のケースの湿度調節能力に関して有意義な知見が得られたので、それを基に積極的な改善を計っていきたいと考える。

註

- (1) THOMSON, G., 'Specification and logging of the museum environment', *The International Journal of Museum Management and Curatorship*, 3 (1984), 317-326.
- (2) THOMSON, G., 'Control and monitoring of the environment', *Conservation in Australia, Proceedings of the ICCM National Conference, May 1976, ICCN, Canberra*, 93-98.
- (3) STANFORTH, S., HAYES, B., 'Keep the old piles standing', *New Scientist*, 19 (1989).
- (4) SAUNDERS, D., 'Environmental monitoring : An expensive luxury ?', *Preprints of the Meeting on Environmental Monitoring and Control, SSCR, Dundee (1989)*, 1-15.
- (5) ROGERS, J., 'Monitoring the building fabrics of the Royal Pavilion', *Preprints of the Meeting on Environmental Monitoring and Control, SSCR, Dundee (1989)*, 17-22.
- (6) CONCERT, M., 'Environmental monitoring at the Mary Rose Trust', *Preprints of the Meeting on Environmental Monitoring and Control, SSCR, Dundee (1989)*, 23-29.
- (7) 神庭信幸：博物館環境のモニタリング—温湿度測定の基本—, 国立歴史民俗博物館研究報告, 35, 393-407 (1991)。
- (8) 神庭信幸：ブルースケールを用いた積算照度の測定と天然染料の堅ろう度の測定, 古文化財の科学, 35, 23-27 (1990)。
- (6) 小林 正：衛生化学, 第2章屋内空気環境, 422, 廣川書店, 1980。

(国立歴史民俗博物館情報資料研究部)

Monitoring of Museum Environment Using Telephone Line
—Pilot Plant for Museum Climate Data Logging and
Analysis System (McDLAS)—

KAMBA Nobuyuki

This paper describes a new attempt to monitor environmental factors, including temperature, relative humidity, illuminance, carbon dioxide concentration in the exhibition and storage environment of museums. Tests were made as follows : temperature, humidity, and other data, obtained every 20 minutes by sensors installed at fixed observation points in exhibition rooms and other places, were accumulated in the logger, which is a memory device ; and the data was then transmitted to a personal computer installed at a distance via the existing internal telephone circuit connecting the computer with the logger.

The data was transmitted accurately via the system, and results were satisfactory. The new system enables detailed observation and the acquisition of new information not detected by conventional methods. Monitoring by conventional automatic recorders required a lot of time to sort and analyze the data ; however, the new system substantially reduced the time.

One problem still awaiting solution is the early development of a method to compress and store the growing accumulation of data.