

天文データセンター計算機室の環境監視システムの構築

○小澤武揚、高田唯史、市川伸一、田中伸広、磯貝瑞希、亀谷和久、巻内慎一郎、山根悟
(国立天文台天文データセンター)

概要(Abstract)

国立天文台天文データセンターが管理する計算機室の環境を監視するためのシステムの構築について報告する。我々は国立天文台三鷹キャンパスの南棟観測 DB 室、南棟第二観測 DB 室、すばる棟 DA 室の温度と湿度、分電盤の電流、電圧、電力を測定するために、環境監視装置の設置、データベースシステムとウェブインターフェースの構築を行った。本システムには測定データが閾値を超えた場合に管理者に電子メールで通報する機能、測定データのデータベース化機能、測定データのグラフ化機能等が備わっている。これらの機能によって計算機室の環境異常の検知、中長期的な環境の変化を把握するための統計解析や測定データのグラフ化が可能となった。本システムを活用して計算機室の環境の維持を図ることで、計算機の安定運用に貢献できることが期待される。

1. はじめに

国立天文台天文データセンター (ADC) は、国立天文台三鷹キャンパスに存在する 3 部屋の計算機室 (南棟観測 DB 室、南棟第二観測 DB 室、すばる棟 DA 室) の管理を行っている。これらの計算機室では ADC の各種サービス (MDAS、SMOKA、HSC、LSC、JVO 等) を天文研究者に提供するために多数の計算機が稼働している。サービスを安定的に提供することは ADC の責務であり、そのためにはサービスを提供している各計算機を安定的に稼働させなければならない。

安定稼働への脅威として計算機室の温度や湿度の異常、電流や電圧の異常、火災や漏水等が存在する。これらは計算機室の環境を監視することで未然に防いだり迅速に対応したりすることができる。

ADC ではこれまで温度と電流値を監視する旧環境監視システム、漏水検知器、火災報知器等を使って計算機室の環境を監視してきた。しかし旧環境監視システムには、導入から 10 年が経過しているため経年劣化による故障の恐れがある、旧製品であるため故障時に保守できない、装置の管理ソフトウェアが古くセキュリティ上の問題からネットワークを介した装置の管理とデータの収集ができない、機器の増設で監視できていない計算機ラックや分電盤が存在する、過去のデータが整理されていないため中長期的な環境の変化を捉えるためのグラフ化や統計的解析に多大な労力が必要、という問題が存在した。

そこで我々はこれらの問題を解決するために 2018 年度に新たに環境監視システムを構築した。本集録では新環境監視システムのシステム構成とシステムの利用例をそれぞれ紹介する。

2. システム構成

図 1 は新環境監視システムのシステム構成図である。新環境監視システムは環境を測定するための環境監視装置、測定データをデータベース化するためのデータベースシステム、データベース化された測

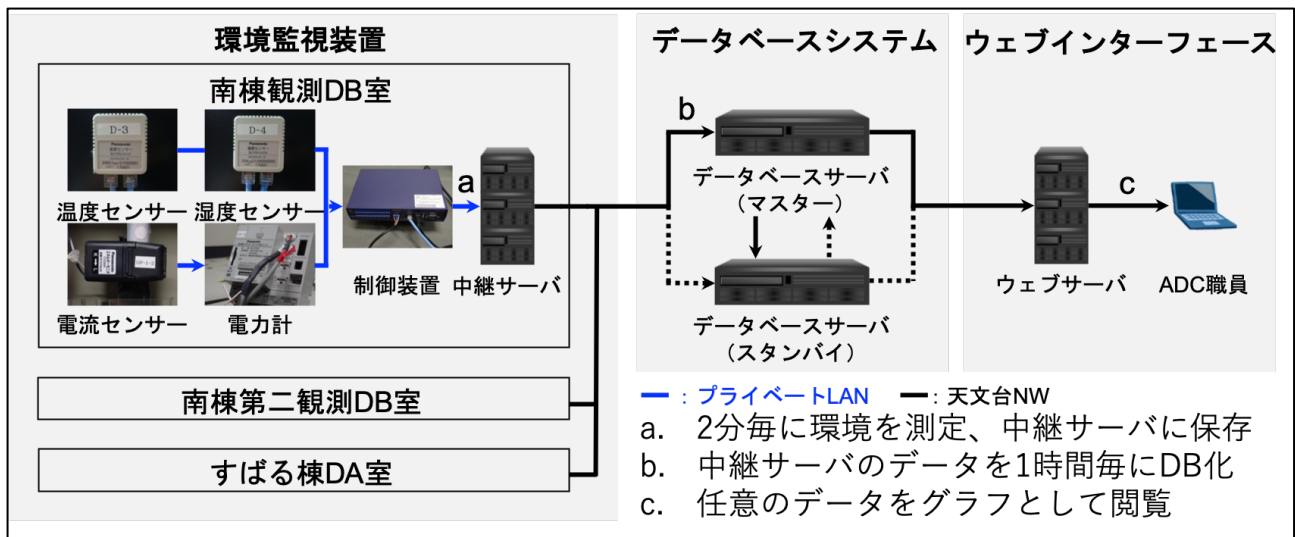


図 1 環境監視システムのシステム構成図。実線は通常時のデータの流れを表し、点線はデータベースサーバ（マスター）が故障した際のデータの流れを表す。

定データをグラフとして閲覧するためのウェブインターフェースから構成される。

a. 環境監視装置

環境監視装置は制御装置、監視センサー（温度センサー、湿度センサー、電力計、電流センサー）、中継サーバから構成され、装置一式が各計算機室に設置されている。

制御装置と監視センサーはパナソニック株式会社の「環境監視・電源管理システム」の機器である。制御装置は監視センサーの制御を行うための装置であり、制御装置 1 台につき最大 20 個の温湿度センサーと、8 個の電力計を接続できる。電力計は分電盤の主幹及び各開閉器の電流、電圧、電力を測定するための装置であり、分電盤に 1 盤につき 1 台設置する。電力計 1 台につき最大 16 個の電流センサーを接続でき、分電盤内の複数の開閉器の電流を測定できる。

中継サーバは制御装置の管理と測定データの保管を行うためのサーバである。中継サーバには `snmpget` を実行する自作スクリプトが実装されており、2 分毎にスクリプトを実行することで制御装置から定期的にデータを取得している。取得したデータはテキストファイルとして保管される。

制御装置と各センサーの設置には電気工事士の資格が必要であったため、多摩電設工業株式会社に工事を依頼した。ソフトウェアの設定を含む全ての作業を外注した場合は約 1200 万円の費用が必要であったが、設置工事のみを外注したことで費用を約 400 万円に抑えることができた。旧環境監視システムの導入費用が 600 万円であったことから、性能が向上したにもかかわらず費用を削減することができた。

表 1 は各計算機室の旧環境監視装置と環境監視装置の機器設置数の一覧である。旧環境監視装置と比較して湿度と電圧と電力の監視、全ラック列と空調機の温度の監視、全分電盤の電流、電圧、電力の監視、異常値を検出した場合に管理者にメールで通報する機能の実装を実現できた。

	温度セ	湿度セ	電流セ	電力計	制御装置	中継サーバ
南棟観測 DB 室	11/18	0/2	8/9	0/6	3/1	1/1
南棟第二観測 DB 室	0/8	0/2	0/9	0/4	0/1	1/1
すばる棟 DA 室	18/26	0/4	13/22	0/10	2/2	1/1

表 1 旧環境監視装置と新環境監視装置の機器設置数。

温度・湿度

すばる棟DA室 温度 (table: da_t)

a_1 (増設床下空調・吸込口)
a_2 (増設床下空調・吹出口)
a_3 (大規模解析ラック列・北)
a_5 (大規模解析ラック列・南)
a_6 (吹付型空調PAC-1・吸込口)

すばる棟DA室 湿度 (table: da_h)

a_4 (大規模ラック列・北)
a_16 (HSCラック東列・北)
b_7 (富士通ラック西列・北)
b_13 (富士通ラック東列・南)

観測DB室 温度 (table: db_t)

c_1 (床下空調ACP1-1・吹出口)
c_2 (床下空調ACP1-1・吸込口)
c_3 (SMOKAラック北列・西)
c_4 (SMOKAラック北列・東)
c_6 (SMOKAラック南列・東)

観測DB室 湿度 (table: db_h)

c_5 (SMOKAラック北列・東)
c_20 (ネットワークラック列・西)

第二観測DB室 温度 (table: db2_t)

d_1 (JVOラック列・西)
d_3 (富士通ラック列・西)
d_5 (共同利用ラック西列・北)
d_6 (共同利用ラック西列・南)
d_7 (共同利用ラック東列・南)

第二観測DB室 湿度 (table: db2_h)

d_2 (JVOラック列・西)
d_4 (富士通ラック列・西)

出力形式	統計量	期間	縦軸最小値	縦軸最大値	縦軸間隔	問い合わせ
<input checked="" type="radio"/> グラフ	<input checked="" type="radio"/> 元データ	2019 年 12 月 1 日 00 時00分00秒から	15	30	1	温度 [C]
<input type="radio"/> 表	<input type="radio"/> 日毎平均値	2019 年 12 月 31 日 23 時59分59秒まで	0	100	5	湿度 [%]
	<input type="radio"/> 日毎最大値					
	<input type="radio"/> 日毎最小値					

図 2 グラフ化したい測定データを選択するためのウェブページ。

b. データベースシステム

データベースシステムは PostgreSQL がインストールされた 2 台のデータベースサーバから構成されている。可用性を高めるためレプリケーション機能を使って、マスターのデータベースを常時スタンバイに複製同期している。

データベース化するデータは中継サーバに保管された直近 1 時間分の各計算機室の温度、湿度、電流、電圧、電力の値である。データベースサーバに実装された自作スクリプトで、中継サーバに保管された測定データを 1 時間毎に受信してデータベース化している。

データベーステーブルは 15 テーブル (3 計算機室×5 環境情報) 作成した。各テーブルは 1 列目に時刻 (TIMESTAMP 型)、2 列目以降に測定データ (REAL 型) が収まる。最もデータ数の多いすばる棟データアーカイブ室の温度テーブルの予想年間データ量は約 70MB であり、15 テーブルの年間データ量は約 1GB である。テーブルは 1TB のディスクに保管されているため、システムの運用期間を 10 年と見積もってもディスク容量には充分余裕がある。

c. 環境監視装置

ウェブインターフェースは Apache HTTP Server がインストールされた 1 台のウェブサーバから構成されている。サーバ上にデータの検索とグラフ化を行うための自作 PHP スクリプトが実装されており、任意の測定データをウェブ上でグラフとして閲覧できる。

図 2 はグラフ化したい測定データを選択するためのウェブページである。ウェブページは温度と湿度の検索クエリ、電流と電圧の検索クエリ、電力の検索クエリにそれぞれ分かれている。それぞれのクエリで測定データ、グラフ化期間、プロット方法 (元データ、日毎平均値、日毎最大値、合計値から選択)、グラフ軸の最大最小値の設定を行うことが出来る。問い合わせボタンを押すとパラメータが自作 PHP スクリプトへ送られグラフが作成される。グラフは問い合わせボタンを押した後に遷移するグラフ閲覧用ページで確認できる。

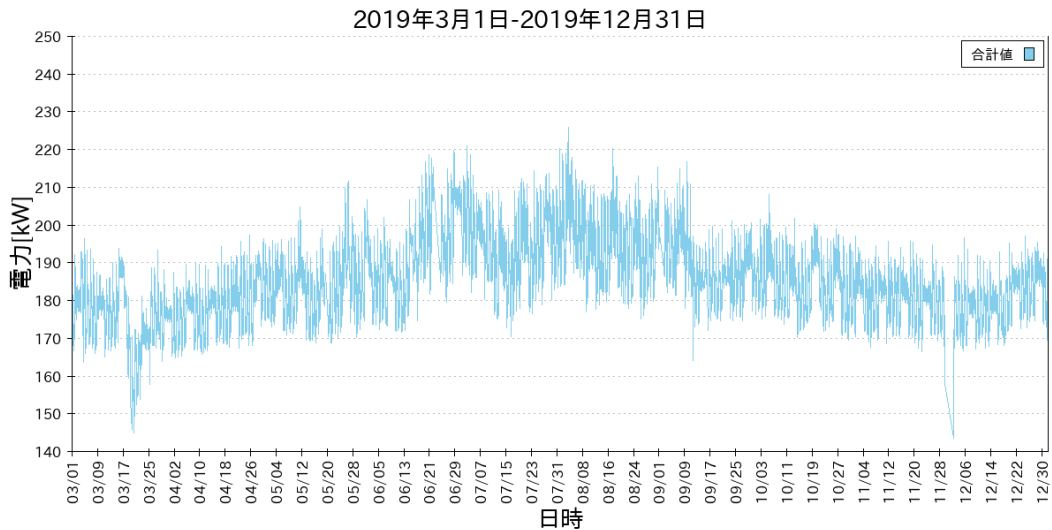


図 3 南棟観測 DB 室、南棟第二観測 DB 室、すばる棟 DA 室の消費電力の合計値。

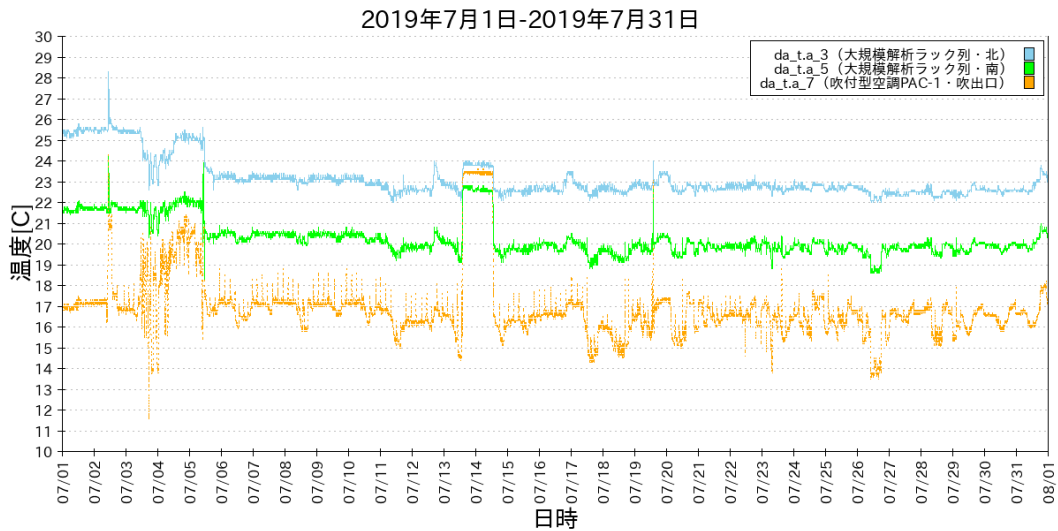


図 4 すばる棟 DA 室の空調機 PAC-1 の吹出口とその周囲の温度のグラフ。

4. 本システムの利用例

図 3 はすばる棟 DA 室、南棟観測 DB 室、南棟第二観測 DB 室の消費電力の合計値である。本システムを構築したことで ADC の消費電力がおよそ 180—200kW であることが初めて明らかになった。また冬季に対し夏季は外気の影響によって室温が上昇するため、空調機の稼働量の増加により 20kW 程度消費電力が多くなることも判明した。

図 4 はすばる棟 DA 室の空調機 PAC-1 とその周囲の温度のグラフである。7 月 13 日に PAC-1 が故障したため、PAC-1 の吹出口とその周囲の温度が上昇した。空調保守業者に確認してもらったところ空調機の再起動で直ることが判明したため、翌 14 日には再起動により各温度が元の状態に戻っている。7 月 19 日に再び PAC-1 の故障が発生したが、本システムの通報機能で異常を検知後すぐに空調機の再起動を行ったことで、温度の上昇を一時的なものに抑えることができた。なお 7 月 3 日から 6 日までの温度の変動は計算機室内のエアフロー改善のために扇風機やフリーアクセスパネルグリル床の位置変更等を行ったことによるものである。