

# 気象災害の防止・軽減を支えるアメダス (地域気象観測システム)

## AMeDAS: Supporting Mitigation and Minimization of Weather-related Disasters

● 小林卓人      ● 白猪 諭      ● 北館 智

### あらまし

気象庁様の地域気象観測システム(アメダス)は、全国約1,300か所の観測所から降水量、風向・風速、気温、日照時間、積雪の深さなどの観測データを収集するシステムである。観測データは、品質チェックおよび統計値計算などの処理を行い、気象庁の発表する警報・注意報や天気予報などに活用されているほか、気象情報伝送処理システム(アデス)を経由して国内、および一部の観測所のデータはアジアをはじめとする世界中に配信されている。富士通は、2015年度稼働のアメダスセンターシステム更新商談を獲得し、開発を担当している。

本稿では、更新時に実施した取り組みのうち事業継続性の観点として、台風や地震などの影響から観測業務の早期復旧を可能にする可搬型雨量計への対応と、業務効率化の観点として不自然な観測データを自動的に検知する機能について述べる。また、24時間365日の安定稼働を支えるため、富士通の担当SEや各製品事業部、サポート部門、営業などと一体となった保守体制についても紹介する。

### Abstract

The Automated Meteorological Data Acquisition System (known as AMeDAS) is a meteorological observation system comprising approximately 1,300 stations scattered throughout Japan. It is operated by the Japan Meteorological Agency (JMA) to gather weather data such as amounts of precipitation, wind direction and speed, air temperature, sunshine duration, depth of ground snow. Quality-assured and statistically processed observational data are used for issuing weather warnings and advisories as well as weather forecasting at JMA, and disseminated throughout Japan via JMA's Automated Data Editing and Switching System (ADESS), while some of this data is also disseminated to Asian and other countries via the same route. Having secured a commission from JMA for a system upgrade at the AMeDAS Center in FY2015, Fujitsu currently is engaged in system development. This paper describes some of the initiatives involved in the system upgrade. They are performed from the perspective of operational continuity in the case of the portable observation instruments (precipitation alone type), which allow observation work to quickly recover from the impact of typhoons and earthquakes. One initiative enhances work efficiency by automatically detecting abnormal data fragments. This paper also presents accounts of the maintenance system which Fujitsu offers to ensure stable, round-the-clock operation of the system, involving our system engineers in charge, relevant product departments, as well as support and sales teams.

## まえがき

日本の気象観測は、気象庁様（以下、気象庁）が1974年に地域気象観測システム（アメダス）を導入される以前は、人の手で観測を行っていたため、データの収集頻度には限界があった。現在では、アメダスの稼働により、降水量は約17 km間隔、風向・風速、気温、日照時間などは約21 km間隔で観測が行われている。また、システム化に伴って、専用の観測機器とネットワークの整備や、観測の自動化・無人化を図り、データの収集頻度も向上した。更に2007年には、運用継続の観点から東西二局にシステムを整備し、震災などで片方が被害を受けても業務を継続できるようになった。

そして2015年、アメダスは最新の情報処理技術を導入し、より効率的かつ信頼性の高いシステムの実現を目的として刷新された。<sup>(1)</sup> 富士通はこの更新商談を獲得し、気象庁へシステムを納品している。本稿では、刷新されたアメダスの基本構成と主な改善点について解説する。

## 基本構成

アメダスは、全国約1,300か所の観測所から降水量、風向・風速、気温、日照時間・日射、積雪の深さ、湿度、気圧などの観測データをリアルタイムに収集している（図-1）。それらの収集したデータは、アメダスセンターシステム（以下、センターシステム）で、品質チェックや統計値の計算を実施している。

センターシステムは24時間365日連続稼働が求められる重要な社会情報システムであり、高い信頼性と耐久性が必要となる。このため「東センターシステム」と「西センターシステム」が並列して処理を行う構成としている。処理された観測データは、気象庁において特別警報・警報・注意報、天気予報など国民の防災や生活に密着した気象情報の発表に活用されているほか、気象庁の気象情報伝送処理システム（アデス）を経由して関係省庁や報道機関、民間気象業者などに配信されている。

センターシステムは、主に以下の四つの機能で構成される。

### (1) 集信機能

全国の観測所と接続して観測データをリアルタ

イムに受信し、データベース（DB）に格納する。

### (2) 計算機能

集信機能が受信した観測データについて、統計値の計算処理や品質チェックを行う。

### (3) 配信機能

計算機能が計算したデータを所定のフォーマットに整形し、外部へ配信する。

### (4) 運用管理機能

各サーバ機器の監視はもちろん、全国の観測所の稼働状況を一元的に監視・管理する。

富士通は、これらの機能の開発を気象庁とともにに行った。次章以降で各機能の特長を詳述する。

## 集信機能

全国の観測所と接続し、最短1分ごとに観測データを収集するに当たり、データの欠落を極力なくしつつ、欠落した場合は早期復旧を実現することが課題となってくる。本章では、集信機能が持つデータの欠落を防ぐ仕組みや、業務継続性向上の取り組みについて述べる。

### (1) データの欠落を防ぐ仕組み

観測所から得られた観測データは、アメダス用の通信ネットワークを経由してセンターシステムの集信機能へリアルタイムに送信されている。観測所と集信機能の連携を図-2に示す。

集信機能は、ハードウェア障害やネットワーク異常などの影響により、集信が停止しないよう主従並列の2台構成となっている。観測所は起動時に集信 #1 に接続を試み、接続が失敗した場合は集信 #2 へ接続を試みる。更に失敗した場合は #1 に戻るという順番で接続を行う。一方、集信機能側は観測所ごとに決められたポート番号で待ち受けし、ネットワーク異常などの影響で状態が不整合になっても確実に接続できるよう、後から来た接続要求を優先させる方式を採用している。これらの仕組みにより、集信機能の片方がダウンしても自動的にもう片方の集信機能と再接続することで通信を継続している。

また、アメダスでは送達確認は行わず、データの欠落を抑止できる方式を採用している。具体的には、観測データの欠落をチェックする処理（欠損チェック処理）を通信管理の処理とは別に設けている。データを受信する度に欠損チェック処理

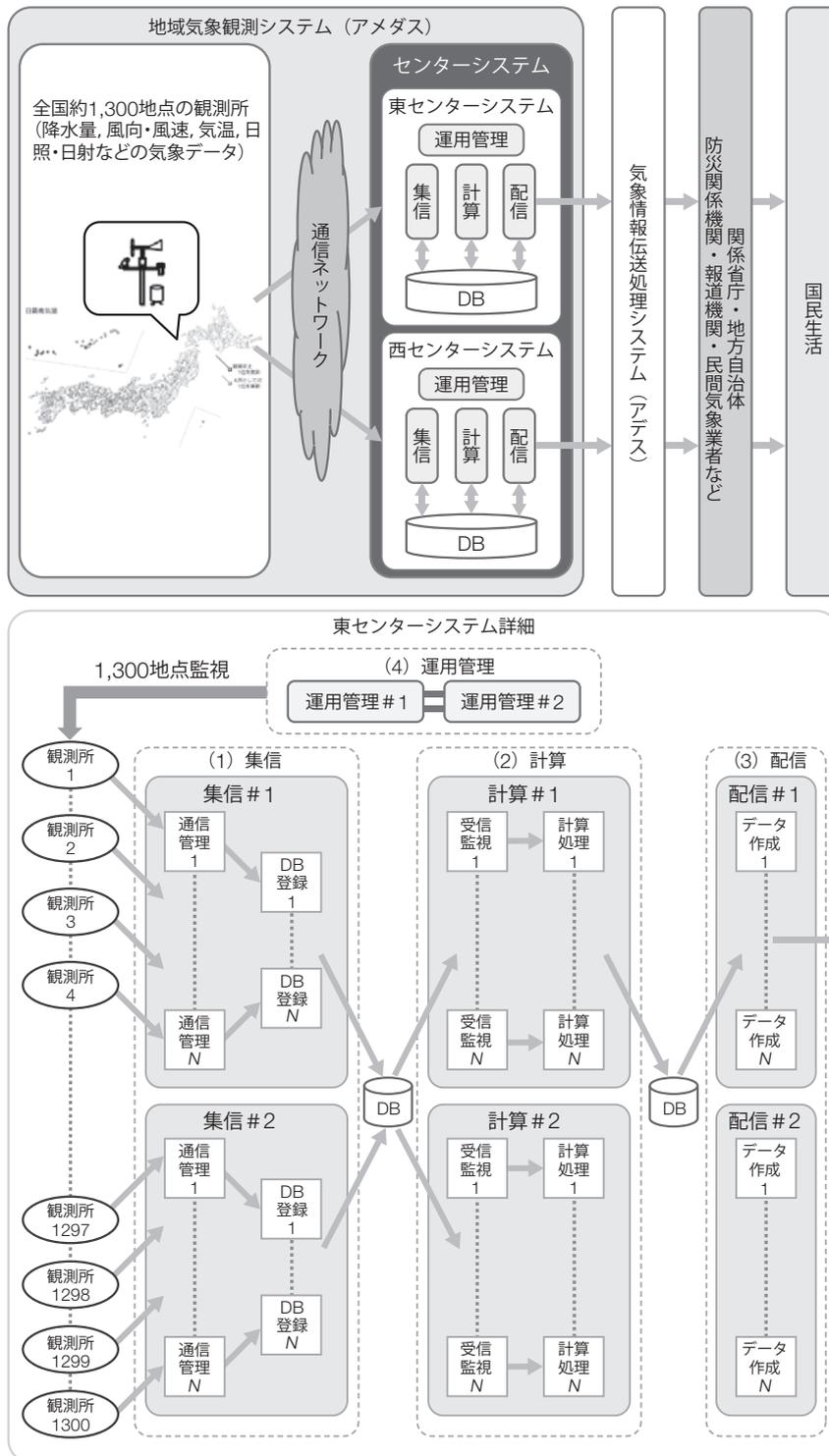


図-1 センターシステムの概要

がその連続性を確認し、欠落があった場合は再送信を要求する「過去データ要求電文」を対象の観測所へ送信している。この仕組みより、観測データの欠落を自動的に復旧させている。

(2) 観測業務の継続性向上

地震、津波、台風などの災害が発生し、観測所が被害を受けた場合、被災地の防災に必要な観測データが利用できなくなる。センターシステムの集信機能は、こうした震災から観測業務を早期復旧す

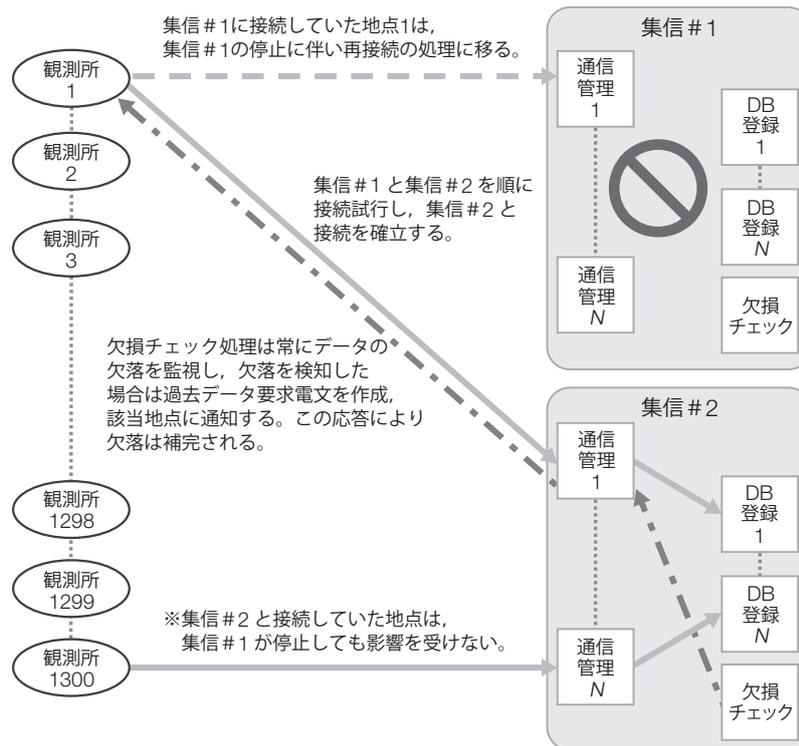


図-2 観測所と集信機能の連携

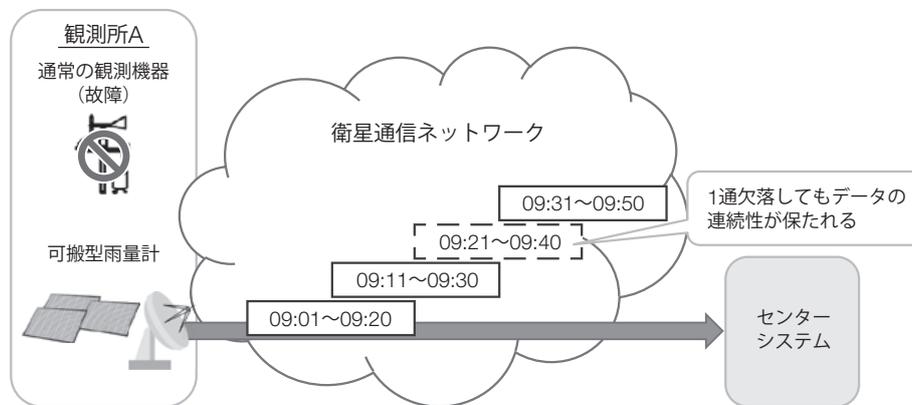


図-3 可搬型雨量計の概要

るため、可搬型DCP（Data Collection Platform）雨量計のデータフォーマットに対応した。

可搬型DCP雨量計は太陽電池と衛星通信ネットワークを利用して稼働し、被災地でも容易に設置が可能な仕様となっている。センターシステムと可搬型DCP雨量計との通信方式の概要を図-3に示す。

衛星通信ネットワークは、専用線を使用した通信ネットワークと比べて回線品質が劣る場合があるため、常設の観測所と同じ方式を採用すると再

送が頻発し回線が輻<sup>ふく</sup>輳<sup>そう</sup>することが予見された。そこで、本データ転送には欠損チェックを利用せず、10分ごとに過去20分間のデータを1セットとして受信する方式を採用した。本方式は、同一時刻の観測データについて時間をスライドさせ、2重で受信することでデータの欠落を防止している。

可搬型DCP雨量計は平成28年（2016年）熊本地震において、震災発生翌日の速やかな降水観測の復旧に活用された。

計算機能

DBから観測データを取得し、135万項目に及ぶ各種計算と品質チェックを行うのが計算機能であり、膨大な数の項目を効率的かつ高速に計算することが課題となってくる。本章では効率化への取り組みと、天気計算の方法、そして品質チェックの仕組みについて述べる。

(1) 効率的な計算処理の実現

1分ごとに集信される観測データは、10秒間隔の値が6個集まった形で構成され、それぞれ降水量、風向・風速、気温など計10要素から成る。このうち降水量のデータからは過去1分間、1時間、24時間などの積算雨量の計算を行っており、風向・風速、気温など全要素について同様に計算を行うと、その数は173項目になる。更に、これを全観測所に対して行うと、1分あたりの計算項目数は約135万項目（1,300か所×173項目×6個）にも上る（図-4）。

計算処理では、次の観測データを受信するまでの1分以内にこの135万項目の計算を完了させる必要がある。これに対して、データの待ち時間を極力なくす仕組みを採用し、高い処理効率を実現することで性能要求を満たしている。以下、その二つの仕組みについて述べる。

・プロセス間の非同期処理

観測データの受信タイミングは、各観測所の処理やネットワークの混雑状況に依存するため不定である。したがって、受信後すぐに計算を開始するには観測データの格納状況を頻りに監視する必要があるが、監視にはDBアクセスが必要になり、

I/O待ちが増えるという問題があった。この問題を解決するため、観測データの格納を監視する「受信監視」と実際の計算を行う「計算処理」を別プロセスに分割し、プロセス間はキュー管理による非同期通信でやり取りする方式とすることで待ち時間を削減している。

・DBへのアクセス低減

計算処理では、24時間の積算雨量など最大24時間の過去データを利用するが、これを全てDBから読み込むと大量のI/O待ちが多発する。I/O待ちを低減するため、過去24時間分のデータを共有メモリ上に保存し、読み込みは共有メモリから行うことでDBアクセスを低減し、処理効率を向上させている。

上記の仕組みにより、計算機能の処理速度は一世代前のセンターシステムと比較して10倍以上改善され、約135万項目の計算を1分以内に処理することを可能とした。

(2) 天気の計算

晴れ、曇り、雨など天気の種類の観測は長らく気象庁職員の手で行われてきたが、近年は自動化と効率化の観点から「視程計」<sup>(2)</sup>と呼ばれる装置を利用した天気の自動観測が広まっている。視程計は投光器と受光器で構成されており、投光器からレーザーを発射すると、大気中を通過して散乱したのち受光器に到達する。視程計は、この受光器の測定結果とそのほかの気象観測データから、雨、雪、みぞれなどの観測データを作成し、センターシステムへ送信する。

計算機能はこの情報を基に気温、湿度などを加

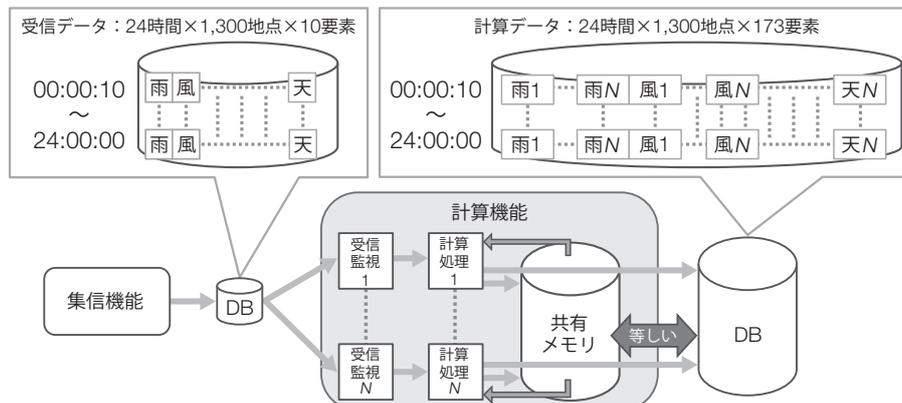


図-4 計算機能の概要

味して修正し、天気の種類を求めている。例えば、視程計から送られてきた天気がみぞれであっても、気温や湿度が高いときは修正して雨にし、逆に気温や湿度が低いときは雪に修正するといった補正がある。

天気の計算機能により、一日の天気の移り変わりを自動的かつ正確に記録している。

(3) 品質チェックの仕組み

全国の観測所の中には、観測機器の故障などにより気温-50℃といった異常値が送られてくることがある。このようなイレギュラーなデータは、自動品質管理（AQC：Automatic Quality Control）で異常値を自動的に検出して属性を付与し、異常の度合いに応じてデータの利用制限や、注意勧告を行っている。以下に五つの異常値の対応例を示す。

- 直近の10分間のうちX分間以上日照が観測されたにもかかわらず、同じ10分間でY (mm) 以上の降水があった場合  
⇒日照の値に「やや疑わしい」という属性を付与する。
- 降水がX分間以上継続して発生しているのに、湿度がY (%) 以下の場合  
⇒湿度の値に「やや疑わしい」という属性を付

与する。

- 日の入り後または日の出前にもかかわらず日照が観測された場合（日の出、日の入り時刻は緯度経度と月日から計算）  
⇒日照の値に「非常に疑わしい」という属性を付与する。
- 風速がX m/s以上にもかかわらず、風向がY分間以上継続して同じ場合  
⇒風向の値に「非常に疑わしい」という属性を付与する。
- 風速が0にもかかわらず、風向がX度以上変化している状態がY分間以上継続している場合  
⇒風速の値に「非常に疑わしい」という属性を付与する。

上記のようなAQCの異常値に該当した場合、その観測所を管理している地方気象台などの職員に通知される。通知を受けた職員は所定の業務フローに基づき、観測機器の点検・調整やセンターシステムの画面から観測データの修正を行い、データの品質を向上させている。

また、不自然な値の変化を自動的に検出する「審議値検出機能」を新たに実装している（図-5）。過去一定期間の値を基に最小二乗法によって求めた推定値と、実際の計算結果を比較して、しきい値

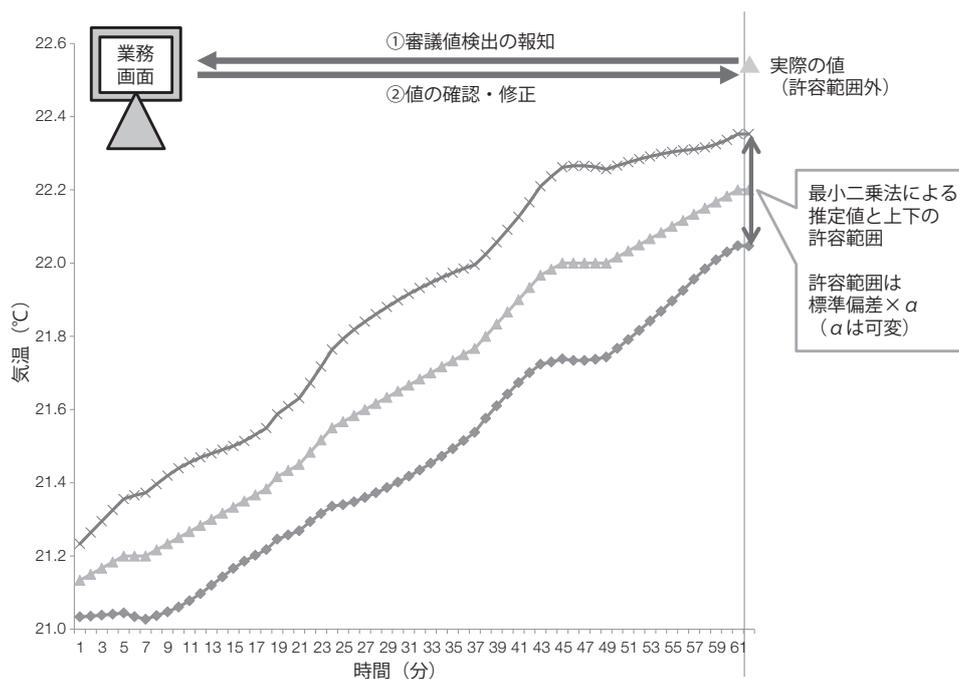


図-5 気温審議値の例

を超える差異を検出した場合、「審議が必要である値」すなわち「審議値」という属性を付与し、担当の職員に通知する。

判定に利用するしきい値は、季節性や地域性を月単位、都道府県単位に設定できる。審議値の導入により、これまでAQCでは判定できなかった異常の疑いのある値を自動的に検出し、職員による異常値確認作業への支援が可能となった。

### 運用管理機能

アメダスの24時間365日の安定稼働を果たすためには、センターシステムの各サーバと全国の観測所の動作状況を効率的に表示し、異常時は即座に検知・対応できる仕組みが必要となってくる。この機能を実現するため、センターシステムの運用管理機能では統合管理ミドルウェアFUJITSU Software Systemwalker Centric Managerを導入

し、サーバやネットワーク装置、および全国の観測所の状態について一元的に監視し、障害検出時はアラート通知を行っている。状態監視とアラートの概要を図-6に示す。

アラートは、アラーム音による音声通知や警告灯により、監視業務を行っている気象庁の職員に通知するのが基本であるが、重要な障害はメールによる通知も実施している。メールはアメダス担当の気象庁職員に加え、運用支援担当（富士通）にも送られ、初期対応の迅速化に貢献している。

なお、アラーム音や警告灯、メール通知はSystemwalker Centric Managerのアクション定義機能により柔軟な設定が可能である。例えば、障害の重要度に基づき、アラーム音や警告灯の色を変える、特定のメッセージは通常とは異なるメール宛先に振り分けるなど、柔軟性を持った監視により、障害発生時、必要な措置を素早く実施する

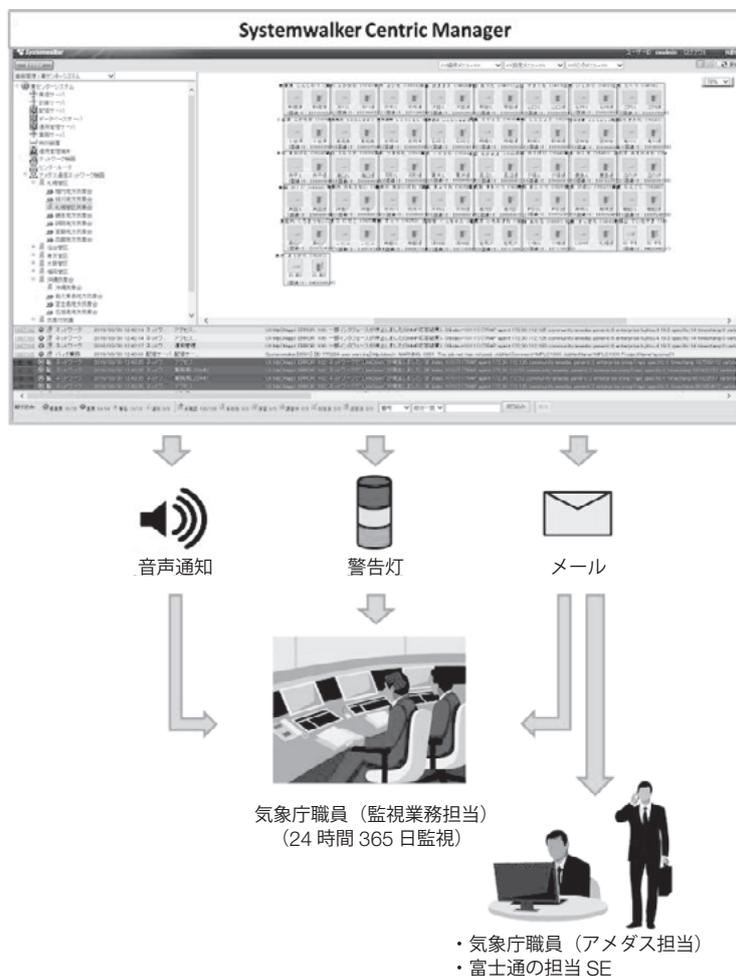


図-6 状態監視とアラートの概要

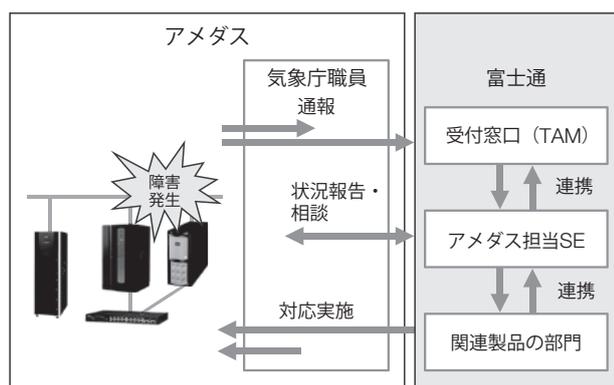


図-7 緊急時のサポートの概要

ことが可能となっている。

### 緊急時のサポート

アメダスの各機能のほかに、アメダスに欠かせない重要な点として、緊急時のサポートがある（図-7）。アメダスは24時間365日連続稼働し、全国民に対して観測データをもれなく迅速に提供するという重要な使命がある。この使命を果たすため、富士通グループ一体となったサポート体制を構築している。

（株）富士通エフサスのサービス基盤部門であるTAM（Technical Account Manager）が24時間365日対応可能な窓口を開設しており、障害時は自動でメール通報を受けて対応を開始する。緊急を要する事態の場合、TAMからアメダス担当のSEへ緊急連絡網を通じて連携する。この緊急連絡網に対応するため、担当SEはいつも緊急連絡用の携帯電話を持ち歩いている。担当SEは、気象庁職員や関連製品の製造部門（ミドルウェア事業部、プラットフォームソフトウェア事業部など）と連携し、原因の切り分けや対処方針策定、実際の対処まで責任を持って遂行する。また、担当SEや関連製品の製造部門、営業は定期的に情報共有の場を設けており、他システムで発生した障害事例などの情報を共有することで障害や問題を未然に防いでいる。

このようにアメダスの日々の安定稼働は、気象庁の全国の職員の方々、および運用支援を実施する担当SE、保守サポート部隊や製造部門、営業など多くの人たちが一体となって支えることで実現している。

## む す び

本稿では、アメダスの各機能や改善点のトピック、そして緊急時のサポートについて紹介した。アメダスは観測データの収集・配信を通じて広く国民の生活を支えている重要な社会システムであり、今後もシステムの安定稼働を第一とし、より迅速により正確な観測データを配信できるよう更なる改善に向け取り組んでいきたい。

### 参考文献

- 富士通：気象庁様の地域気象観測システム「アメダス」の処理システムを刷新。  
<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2015/05/19-1.html>
- 気象庁：地上気象観測装置について。  
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/chijyou/surf.html>

### 著者紹介



#### 小林卓人（こばやし たくと）

富士通エフ・アイ・ピー・システムズ(株)  
第二ソリューション統括部  
気象関連システムの開発・保守に従事。



#### 白猪 諭（しらい さとし）

テクニカルコンピューティング・ソリューション事業本部  
科学システムソリューション統括部  
気象・環境・情報活用のビジネスに従事。



#### 北館 智（きただて さとし）

テクニカルコンピューティング・ソリューション事業本部  
科学システムソリューション統括部  
気象・環境・情報活用および化学研究情報ビジネスに従事。