

報 告

アメダス観測値の HQC 支援ツールの開発について

野 嵩 樹¹

要 旨

沖縄気象台では、アメダス観測値に対して観測者が行う品質管理を支援するためのツールを独自に開発した。本ツールの最も特徴的な機能は、複数の観測所の観測値をグラフに重ね合わせて常時表示することで、視覚的に異常データを発見できることである。平成 23 年度の運用開始以降、測器の不具合やプラストによる誤データを本ツールによって早期に発見することができた。

1. はじめに

気象庁では、アメダス観測値の品質管理に様々なツールを利用して組織的に品質向上に努めているが、観測データには自動品質管理（以下 AQC² という。）をすり抜け、気象庁ホームページ等とおして公開される誤データもある。このような誤データへ対応するため、平成 20 年度及び平成 21 年度の観測課長会議において観測データの品質管理の現状と今後の体制について議論された。その結果、気象庁本庁では更なる品質向上を目指して AQC の機能向上を図り、管区・地台等では人による品質管理（以下 HQC³ という。）支援ツール等の開発と HQC 業務への改善策を提案するという、AQC/HQC 改善サイクル（第 1 図）によって、観測データの継続的改善を目指すことが確認された。

一方、沖縄気象台管内では、平成 20 年 8 月に

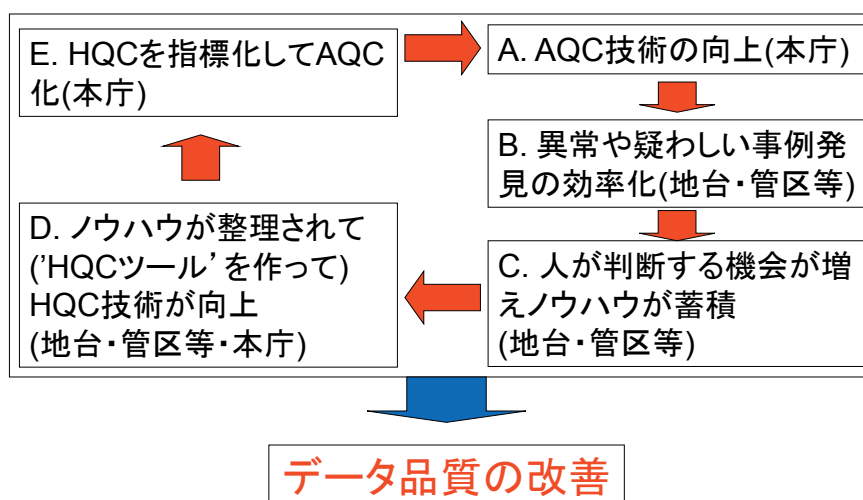
アメダス地点で温度計の障害が発生したが、各 AQC や従来からの毎正時の帳票の確認による HQC ではデータの異常を発見できず、時間をかけた観測値の精査によってようやく異常を発見し、発見日から遡って 10 日間の気温データを欠測とするという事例が発生した。これは従前からの HQC だけでは、自然変化に混入した異常値を即座に発見することが難しいという問題に起因しており、HQC 業務の改善が強く望まれるところとなった。

これらのことを契機として、沖縄気象台ではアメダス観測における HQC 業務の改善のために、平成 20 年度に新しい HQC 支援ツールの開発に着手し、管内各官署の協力を得ながら改良を続け、平成 24 年度に現在の形となった。ここではその機能の特徴や活用事例を紹介する。

¹ 沖縄気象台

² 観測データのチェックと誤データ対応を、主にプログラム処理により自動的に行うことを「自動品質管理（AQC: Automatic Quality Control）」という。

³ 観測データに含まれる誤データのうち、判断基準をプログラム化しにくく AQC では対応が難しいものを、人間の総合的な判断によって抽出する品質管理を「人による品質管理（HQC: Human Quality Control）」という。（平成 26 年 1 月 8 日発行）



第1図 AQC/HQC改善サイクル（平成20年度観測課長会議資料より）

2. 新しいHQC支援ツールの開発

2.1 ツールの特徴

新たなHQC支援ツールには既存ツールを補完する機能を持たせることを方針とし、既存ツールには無いリアルタイムでの異常値検出の機能を持ったツールとするとともに、次の2つの機能を持たせた。なおツールによる監視対象の要素は、風向風速、気温、日照時間、降水量、湿度（気象官署と特別地域気象観測所のみ）である。

(1) 複数の観測所の観測値グラフの重ね合わせ表示

従前から沖縄気象台では、アメダス観測データの即時的なHQCとして、毎正時のアメダス帳票を観測者が確認していたが、観測値の自然変化に地点ごとの違いがあるため、もし異常値が混入したとしても数値だけの監視では即座に発見することは困難を伴った。そこで数値ではなく値の時間変化のグラフによって視覚的に監視するとともに、複数の観測地点の観測データグラフを重ね合わせて表示することによって、自然変化ではない値の変動を確認できるようにした。

沖縄管内のアメダスの品質管理作業は、沖縄気象台は沖縄本島地方と大東島地方の地点に対して、宮古島、石垣島各地方気象台はそれぞれの管轄する地点に対して実施している。グラフの重ね

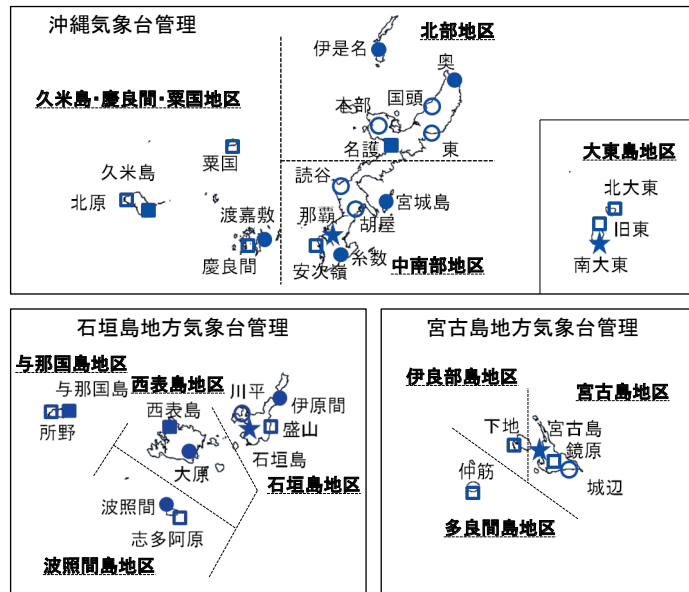
合わせ表示は、それぞれの管理地域を事前につかの地区に分割して、各地区内の地点に対して行う。この地域の分割を第2図に示す。例えば、沖縄気象台が管理する沖縄本島地方・大東島地方の場合は、北部地区、中南部地区、久米島・慶良間・粟国地区、大東島地区の4地区に細分化する。このうち北部地区の場合は、伊是名、奥、国頭、本部、東、名護の6地点の観測値を一つのグラフに重ね合わせ表示することとなる。なお湿度については、気象官署と特別地域気象観測所だけの値しか無いため、各官署が管理する地域内すべての地点の値を重ね合わせ表示することとしている。

(2) 他の観測所との差による報知

観測値の時間変化は地点ごとに異なるが、近い観測点では似通っているため、この差をモニターすることで異常値の検出が容易になる。そのため本ツールには、近接する特定の観測所の観測値との差をリアルタイムで算出し、それがしきい値を超える場合には報知する機能を持たせることとした。また観測所ごとの自然変化の大きさの違いに対応するため、そのしきい値は、各観測所に対して自由に設定できるようにした。

2.2 データ処理の概要

本ツールは、Webアクセスのサーバクライアント



第2図 沖縄気象台管内のアメダス配置図

沖縄気象台、宮古島・石垣地方気象台それぞれの管理地域を実線圏いで示し、HQC 支援ツールで用いる地区分けを破線で示す。★印は官署、■印は特別地域気象観測所、●印はアメダス四要素観測所、○印はアメダス雨量観測所、□印は航空アメダスを示す。

ト方式による Web アプリケーションとし、Java 言語で開発を行った。ツールの主な処理内容は次のとおりである。また、データ処理の概要を第3図に示す。

- ①管区開発サーバからアメダス BUFR4 報を10分ごとに取り込む。
- ②アメダス BUFR4 報に付随する AQC 情報の確認を行ない、欠測等の異常の情報があった場合には、注意喚起の表示、アラーム音による報知、ログファイルへの記録を行う。
- ③観測所ごとに、比較観測所データとの差、前1時間の変化量を算出し、それらの値がしきい値を超えた場合には、注意喚起の表示、アラーム音による報知、ログファイルへの記録を行う。
- ④メニュー選択により最新の観測データの帳票表示を行う。
- ⑤メニュー選択により過去のログの表示を行う。
- ⑥地区内の観測所の過去24時間分の観測データを重ね合わせたグラフを表示する。

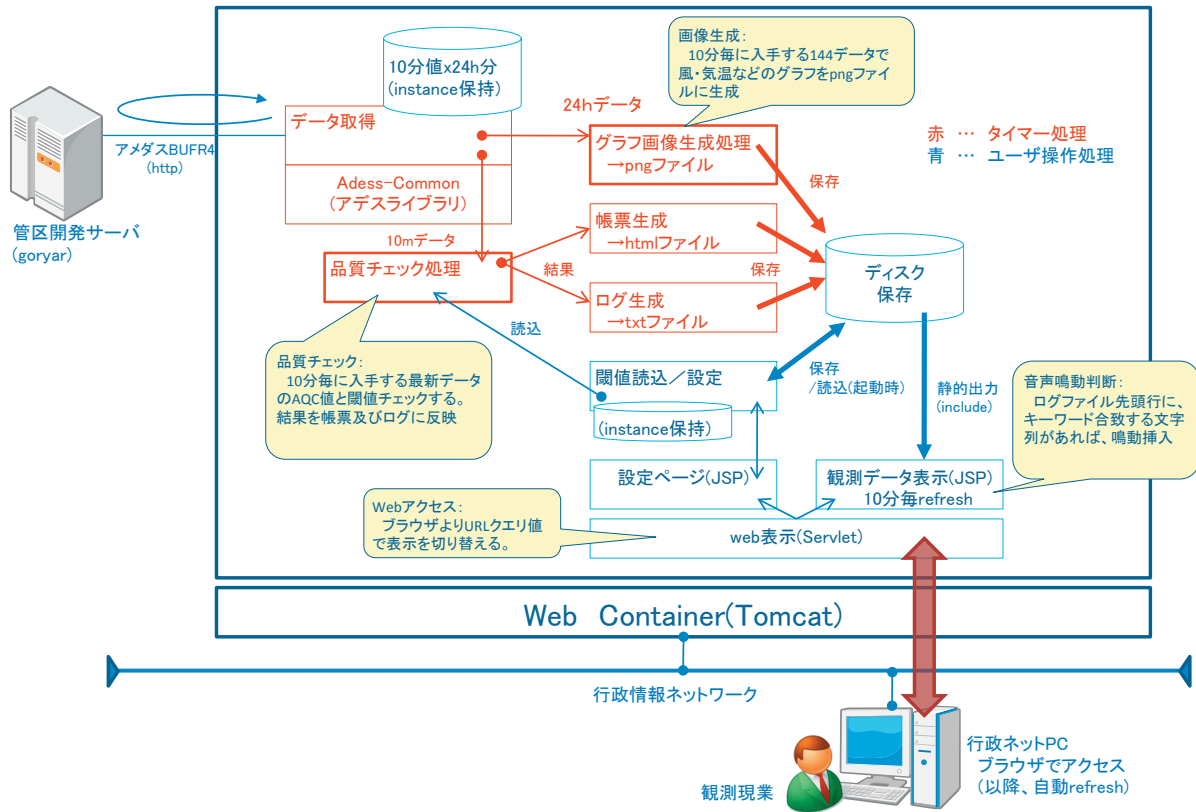
ツールの開発は平成20年度に開始し、平成21

年度にはテスト版として、アメダス4要素の10分値を自動取得し、観測値の品質管理を行う最小限の機能を持つツールが完成した。さらに平成23年度にかけて、自動更新機能や異常値検出時のアラーム機能の追加、ツールの Web 化、操作性及びグラフィック機能の拡充等を行って、管内で運用を開始した。その後、特別地域気象観測所で湿度計の不具合により2日間欠測となる事例が発生したことから、平成24年度には監視対象に湿度を追加した。

2.3 異常値の判定

観測データの異常値の報知に使用するしきい値は第1表に示す6項目である。異常値判定の方法としては、2.1(2)で説明した他の観測所との差と、AQCでの異常値判定にも用いられている、1時間前の観測値との差の2種類を実装している。前者による判定は時間変化の局地性が強い降水量以外の全要素に対して行う。また後者については、時間変動が激しい風向風速や日照時間は除いて、気温と降水量に対してのみ行うこととした。

比較対象の観測所(以下、「比較観測所」と呼ぶ。)



第3図 データ処理の概要図

は、あらかじめ周辺の観測所と当該観測所との過去3年間の日々の最高気温の差の変動の大きさを調査して、変動が最も小さい観測所を選定した。なお、気温以外の要素（風向風速、日照時間）についても、便宜的に最高気温の変動から求めた地点をそのまま比較観測所としている⁴。

各観測所のしきい値は要素ごとに設定できるようにした。これによって、地点ごとの地域特性や季節変化特性などの違いを考慮したしきい値のチューニングが可能となり、効率的に品質管理作業を行うことができる。これらのしきい値は第4図に示す設定ページにおいて設定を行う。なお初期状態では各しきい値に対して第1表に示す値が使用される。ここでSDは、上で述べた、当該観測所と比較観測所との最高気温の差の3年間の標準偏差である。

2.4 画面表示

本ツールによるアメダス異常値の監視は、管内の管理官署ごとに設けられた Web 監視画面で行う。例として第5図に沖縄本島地方・大東島地方の監視画面を示す。監視画面では、ページの上部に10分ごとに行われる観測値の確認結果を表示

第1表 異常値判定に使用するしきい値の種類とその初期設定値。SDは標準偏差（本文説明参照）。

要素	内容	初期値
気温	比較観測所の値との差	±3SD
	1時間前の値との差	2℃
風向	比較観測所の値との差	90°
風速	比較観測所の値との差	5 m/s
降水量	1時間前の値との差	4 ミリ
日照時間	比較観測所の値との差	50分

⁴当初、気温のHQCを主たる対象として本ツールの開発を始めたという経緯から、このような仕様となっている。また航空アメダスが比較観測所となっている場合、日照時間の比較観測値は無いため比較は行われぬ。これらは今後改善を検討すべきと考えられる。



第 4 図 しきい値設定画面の例 (沖縄本島地方・大東島地方の設定画面)

し、その下に観測要素ごと・地域ごと (沖縄気象台の管理区域は 4 地区からなる) に観測値の時間変化グラフを表示する。各観測要素のグラフ表示は次のとおりに行っている。

(1) 気温・降水量・日照時間グラフ (第 6 図, 第 7 図)

折線グラフで 10 分ごとの気温, 10 分間降水量, 10 分間日照時間の過去 24 時間の変化を示す。なお, 降水があると気温が低下したり, 日照が多いと気温が上昇したりするなど, 気温と降水量, あるいは気温と日照時間には相互に関係があるため, これらの要素は重ね合わせのグラフで監視することとする。ただし 3 つの要素を同一のグラフに表示すると見づらいため, 気温と降水量の重ね

合わせグラフ (第 6 図) か, 気温と日照時間の重ね合わせグラフ (第 7 図) かの, どちらかの表示形式を監視画面 (第 5 図) で選択できるようにした。

(2) 風向風速グラフ (第 8 図)

風向風速は, 観測所ごとに過去 24 時間の変化を 16 方位のウィンドローズ形式で示している。

(3) 湿度グラフ (第 9 図)

湿度は, 折線グラフで過去 24 時間の変化を示す。

3. 異常値検出事例

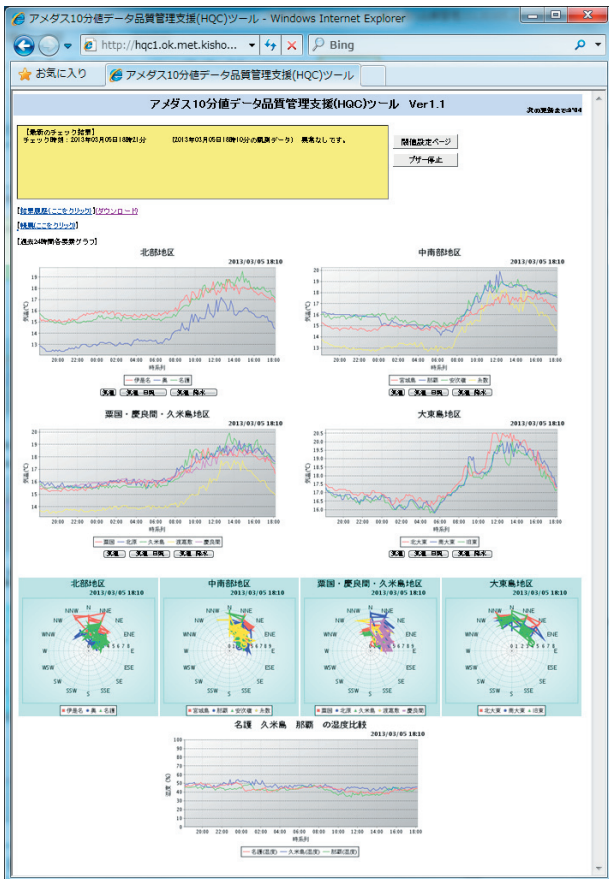
本ツールは, 平成 23 年度から管区開発サーバ上で稼働させ, 行政情報ネット上の端末から現業

利用している。本ツールによって観測値の異常を検出できた2事例を紹介する。ともに気温に関する事例である。

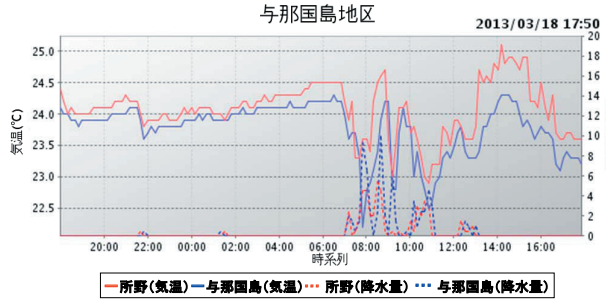
3.1 アメダス伊原間の温度計障害事例

2012年4月30日、アメダス伊原間は日最高気温 31.2℃を記録し、4月の極値を更新して、翌日の新聞でも報道されることとなった。

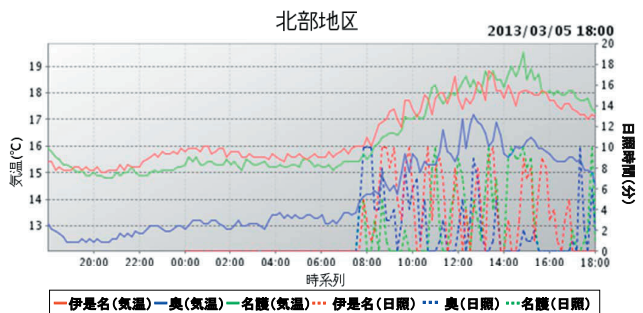
この日の11時40分から17時にかけて、HQC支援ツールでは気温の前1時間差及び比較観測所(アメダス真栄里⁵)との差がしきい値を超えて報知された。このときの気温グラフ(第10図の左側の赤破線部分)でわかるように、伊原間の気温は、石垣島や真栄里と比較して約4℃~5℃高かった。翌5月1日にも12時20分から気温の前1時間差及び比較観測所との差が大きくなり(第10図の右側の赤破線部分)、HQC支援ツールで



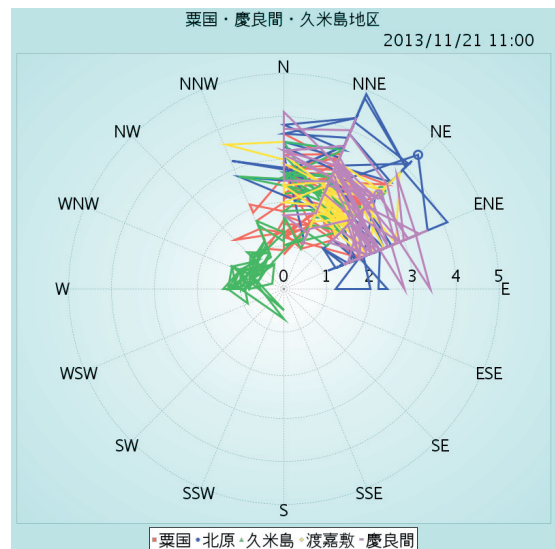
第5図 Web監視画面の例(沖縄本島地方・大東島地方)



第6図 与那国島地区の気温グラフと降水量グラフの例(赤線:所野の気温, 青線:与那国の気温, 赤破線:所野の10分間降水量, 青破線:与那国の10分間降水量, 左縦軸:気温(℃), 右縦軸:降水量(mm), 横軸:時間)



第7図 北部地区の気温グラフと日照時間グラフの例(赤線:伊是名の気温, 青線:奥の気温, 緑線:名護の気温, 赤破線:伊是名の10分間日照時間, 青破線:奥の10分間日照時間, 緑破線:名護の10分間日照時間, 左縦軸:気温(℃), 右縦軸:日照時間(分), 横軸:時間)



第8図 粟国・慶良間・久米島地区の風向風速図の例(赤:粟国, 青:北原, 緑:久米島, 黄:渡嘉敷, 桃:慶良間)

⁵ 当時の石垣空港のアメダス地点名。現在は新石垣空港(アメダス盛山)へ移設されている。

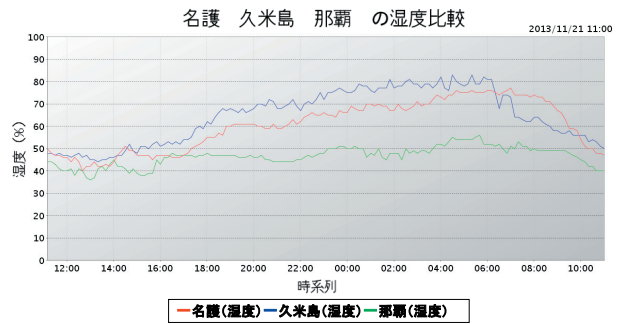
再び異常値の報知があった。アメダス伊原間は気温特性として高温が発生しやすい観測所であり、異常値かどうかをただちに判断することができなかったため、念のために5月2日にかけて職員が観測所へ出向いて調査したところ、温度計の不具合が判明した。温度計を交換して復旧させるとともに、過去に遡ってデータを精査し、4月30日11時～5月2日11時までの気温データを欠測とした。またホームページにより当期間の気温を欠測とした旨のお知らせを行った。

本事例は、AQCでは検出されず、本ツールで監視することで検出することができた。本ツールが無ければさらに異常値を公表し続けたと考えられ、温度計の不具合による影響の期間を短くすることができた事例である。

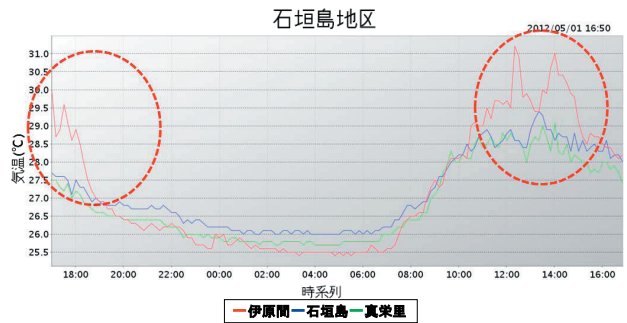
3.2 アメダス安次嶺（那覇空港）のブラスト⁶による気温急変事例

2012年10月21日、那覇空港では航空自衛隊の一般公開に伴い、早朝から自衛隊機の展示準備が行われていた。那覇航空測候所では、航空地上気象観測装置のAQCにより気温急変が報知されたため、観測値の確認及び露場周辺の目視確認から自衛隊機によるブラストが要因の気温急変であることを確認した。その後、自衛隊へ改善要望や携帯用通風乾湿計でのバックアップ観測等の異常データへの対応を行った。

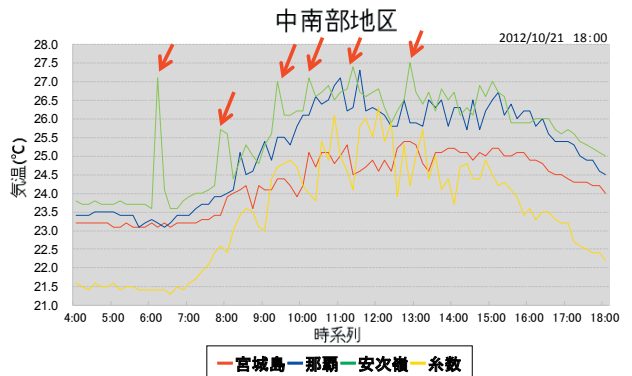
一方、当観測所のデータはアメダス観測値としても公開されており、沖縄気象台が品質管理を行っている。このときアメダスデータ等統合処理システムのAQCでは異常値は検出されなかったが、アメダス安次嶺（那覇空港）では06時ごろから気温値が急変（上昇）を繰り返し、HQC支援ツールで気温の前1時間値差の過大と比較観測所との差の過大が検出・報知された。気温グラフ表示（第11図）では、赤矢印の部分で気温が急上昇していることがわかる。HQC支援ツールで異常値が検出されたことから那覇航空測候所へ状況確認を行い、ブラストによる異常値と判明したため、ただちに当該アメダス観測値の欠測処理を行っ



第9図 名護・久米島・那覇の湿度グラフの例(赤:名護, 青:久米島, 緑:那覇, 縦軸:湿度(%), 横軸:時間)



第10図 2012年4月30日～5月1日のアメダス伊原間の温度計障害時の気温グラフ(赤:伊原間, 青:石垣島, 緑:真栄里, 縦軸:気温(°C), 横軸:時間, 赤破線部分は伊原間の気温異常の時間帯)



第11図 2012年10月21日の中南部地区の気温変化グラフ(赤線:宮城島, 青線:那覇, 緑線:安次嶺, 黄色線:糸数, 縦軸:気温(°C), 横軸:時間, 赤矢印部分がブラストによる気温急上昇箇所)

⁶ 航空機のジェットエンジンからの高温の噴射。

た。本事例は、航空官署特有の航空機によるブラストにより気温観測値が急変した事例であるが、アメダス管理官署でも異常値を早期に確認し、航空官署と連携して、気象庁ホームページ等への異常値の長期流出を防ぐことができた事例である。

4. おわりに

現在の HQC 支援ツールは、管内各地方気象台でも異常値検出に現業的に利用している。現業者からの最も好評な機能は、複数観測所のデータのグラフ重ね合わせ表示である。グラフを重ね合わせることにより、機器の異常や気象状況の推移が一目で確認できる。グラフを視認するという原始的な確認作業であるが、文字を基本とした監視に

比べ直観的に状況を把握することができるため、効率的に観測データの品質を保つうえで非常に有用であると考えられる。

しかしながら、例えば沖縄気象台管理地域での平成 25 年 9 月から 10 月までの報知回数は、日最大で 144 回、日最小で 6 回あり、日平均は 77 回（一日の判定回数 144 回）であった。報知回数が天候により差があること、また、報知結果がその後の調査で異常値につながる事例は稀であることなど、現在のしきい値は効率性の意味で必ずしも十分でないという課題もある。今後は、適切なしきい値を見出すことにより、より効率的な品質管理作業を行うツールとして利用されることを期待したい。