



近畿大学地域環境モニタリングシステムによる 気象データの収集とその活用法

西野 済^{*1)}・宮崎 伸夫^{**}・小川 高直^{*}・Jean Tanangonan^{*}・
原 蘭 芳信^{***}・高見 晋一^{*2)}

* 近畿大学農学部環境管理学科

** クライメットエンジニアリング

*** アラスカ大学国際北極研究センター

1) 現在, クライメットエンジニアリング

2) 現在, 近畿大学農学部非常勤

Improvement of Data-archive by monitoring system for Nara campus and development of the meteorological database and utility

Wataru Nishino*, Nobuo Miyazaki**, Takanao Ogawa*, Jean Tanangonan*,
Yoshinobu Harazono***, and Shinichi Takami*

**Department of Environmental Management, Faculty of Agriculture, Kinki University, Nakamachi, Nara 631-8505*

*** Climate Engineering Co., Ltd., Tohkamachi, Niigata 948-0103*

**** International Arctic Research Center, University of Alaska, Fairbanks, Alaska 99775-7340*

Synopsis

Kinki University Nara Campus (Kindai Campus) is located on the eastern slope of Yata Hills, on the western side of the Nara Basin. Meteorological data has been collected in Kindai Campus since 1992. The data about solar radiation, temperature and precipitation from 2007 to 2009 were reviewed in 2010 and compared with data from the Nara Meteorological Observatory and the Gojo AMEDAS Point. However, there was indication of sensor degradation and data adjustment was needed. The adjusted data were temperature, humidity, solar radiation, and wind direction.

As a result of the adjustment, temperature was higher than as reported in the previous issue. The highest temperature was lower and the lowest temperature was higher, and the daily amplitudes of the annual average were smaller at Kindai Campus than at the Nara Meteorological Observatory and the Gojo AMEDAS Point. This was considered due to the evapotranspiration and the shielding effect of solar radiation by "satoyama" vegetation.

Solar radiation at Kindai Campus was higher than at the Nara Meteorological Observatory. Since Kindai Campus is located on the east slope and at a higher position than the basin, it receives solar radiation early in the morning and is hardly affected by fog or degradation of air quality.

The Nara Campus Meteorological Database (Kindai Meteorological DB) gathers meteorological data every month. PC users can read and download these data as "Excel Workbook" file through KinMeDai (Kinki University Nara Campus Meteorology Database Interface), and also view meteorological data from the present to the past 5 days in real time using RTMC (real-time monitoring and control).

1. まえがき

近畿大学奈良キャンパスは奈良盆地の西端、矢

田丘陵の東斜面（経度 34° 40' 20" N, 緯度 135° 43' 59" E, 基準標高 185m）に位置する。かつて里山林として利用されてきた森林（落葉広葉樹と

常緑広葉樹の混交林)の一部をキャンパス用地として造成したもので、総面積は約110haである。1992年に東大阪から移転して来て以来、継続的に気温・湿度・全天日射量・降水量・風向・風速の観測が行なわれてきた。しかし諸般の事情から、観測システムの維持管理が極めて不十分であった。1993年から1997年の観測値が整理されているのみで(桜谷, 1999)¹⁾、その他のデータは散逸、未整理のままとなっていた。また測定値そのものの信頼性にも疑問があった。

そこで私たちは2008年度から観測システムの全面的な見直しに着手し、2009年度には保守点検体制を一新した。また、それと同時に里山修復プロジェクトの一環として「里山気象班」を立ち上げ、これまでの観測値の一部(2007年から2009年の日射・気温・降水量)を整理、検討した(荻野ら, 2011)²⁾。その結果、近大奈良キャンパスの気象は山地斜面という地形条件と植生に影響されていることが示唆された。しかし同時に、一部観測結果には測器の経年変化による誤差が含まれている可能性も考えられた。

本報告は以上の経緯を踏まえて、引き続き2010年度から行なって来た調査作業の結果を取りまとめたものである。2章では観測値の信頼性を高めるために行なった測器の調整・再検定・更新について述べる。3章では2章に基づき、荻野ほか(2011)²⁾の知見を再検討した結果を報告する。さらに4章では、品質管理を施した既存のデータに逐次、現行のデータを追加し、誰もが容易に利用できるように構築したデータベースを紹介する。なおこの4章はデータベース利用法のマニュアルも兼ねている。ご協力いただいた桜谷保之教授、奥村博司准教授に感謝する。

2. システムの改良

近畿大学地域環境モニタリングシステムによる気象観測データのうち、2007年1月から2009年12月について、「里山気象班」による総合的な解析がなされ、近隣の气象台やアメダスと比較検討された。その結果、奈良キャンパスは山地斜面という地形状況や、植生に影響された気象環境にあるという長が明らかにされたが、同時に一部の観測機器に測定誤差が含まれている可能性のあることが指摘された(荻野ら, 2011)²⁾。本モニタ

リングシステムを構成する測定センサーは随時保守点検されてきたが、「里山気象班」による指摘(センサー類の劣化やそれに伴う再検定の必要性)を受けて、測定センサー類の検定を緊急に実施する必要性が再認識され、観測データの利用のためには、従来蓄積されてきたデータの器差補正などデータの品質管理を強化する必要が生じた。

そこで、2010年から2011年4月まで各観測装置を基準器と比較観測し、必要な校正定数を得るための検定やセンサーの調整、および経年劣化したものは機器を更新するなどの整備を行った。本節では、これらの結果を示す。

2-1 センサー類の比較観測並びに機器の更新

本モニタリングシステムにおける観測項目は気温・湿度・風速・風向・全天日射量・雨量の6項目である。これらを測定してきた各センサーをメーカー検定済みのセンサーと同時に比較計測し、従来の測定値に含まれるセンサーの経年劣化を、校正係数として求めた。以下にそれぞれの測器毎の検定結果を示す。なお、本モニタリングシステムの測定センサー類の配置場所である農学部本館屋上と、本館北隣の百葉箱のある場所を、基準観測点もしくは基準点とよぶ。

1) 気温と湿度

気温と相対湿度は、Vaisala社製の温湿度センサー(HMP45D, Vaisala, Finland)で測定している。このセンサーの経年劣化の程度を調べるために、後継機種(HMP155A, Vaisala, Finland, メーカー検定済み)を基準観測点の百葉箱内に並列設置し、2010年11月2日から2011年2月16日までの期間、同時観測した。並列同時観測で得られたデータを、新旧センサーによる温度の相互比較として図1aに示す。双方には線形関係が認められ、直線回帰から旧センサーの校正係数(比例係数0.9975, オフセット0.8374, $R^2=0.9993$)が得られた。

相対湿度については図1bに示すように、新旧センサー間の線形関係が相対湿度60%付近を境として2つに分かれるように分布した。比較観測中の2011年1月13日から同年2月16日まで別の温湿度センサーHMP155A-2を追加して、3つのセンサーで同時観測しHMP155A 2台相互の直線関係、HMP155A-1, A-2とHMP45Dとをそれ

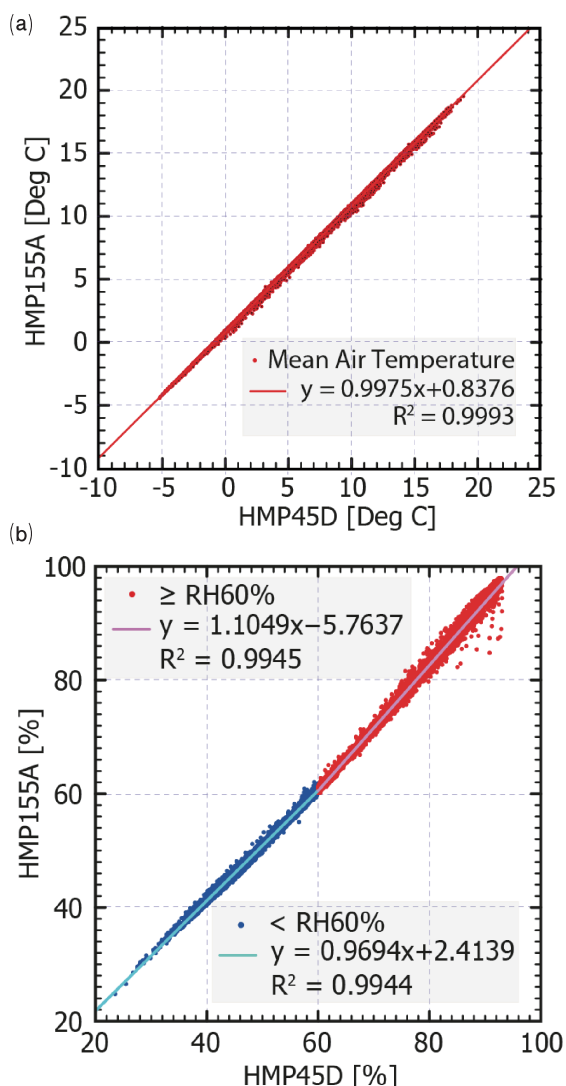


図 1a・b. 新旧基準点温度・湿度センサーの相関

ぞれ比較した。この比較結果、基準点で使っていた HMP45D のみが一つの回帰式で補正できないことが分かったので、2つの回帰式に分け従来のデータを校正することとした。得られた校正係数は相対湿度 60% 以上で (比例係数 1.1066, オフセット -5.8997, $R^2=0.9942$)、60% 未満で (比例係数 0.9728, オフセット 2.259, $R^2=0.9949$) であった。

なお基準点で従来から使用していた HMP45D はフィルターの汚れ、プラスチック部分の経年的劣化が進んでいたことから、2010 年 11 月 2 日以後は新しい HMP155A を本モニタリングシステムの温湿度センサーとして更新した。

2) 日射量

本モニタリングシステムにおいて従来から使用

してきた日射量センサー (CM-6E, Kipp & Zonen, the Netherland) は、前報 (荻野ら, 2011) に示すように出力低下が指摘されている。日射計は測定場所におけるセンサーの水準 (水平面) が厳密に保たれているかどうかで、出力に影響が出る。前報で示された出力低下が、水準の調整不良による影響であるかどうかを 2010 年 9 月 15 日から 2011 年 1 月 13 日まで、別の日射計 (MS-43, 英弘精機) を農学部本館屋上に設置して比較観測したが、水準調整による影響ではないことが判明した。そこでメーカーに校正を依頼し、その間 (2011 年 1 月 13 日から同年 2 月 16 日まで)、MS-43 で観測を継続した。メーカー校正による校正係数は (比例係数 1.0659, オフセット 0) であった。

メーカーによる校正係数を用いて従来のデータを補正した。また、MS-43 により観測した期間の日射量データについては、校正後の CM-6E と MS-43 とを農学部本館屋上に設置し、センサーの水準を保った状態で比較観測を行い、MS-43 の校正係数 (比例係数 1.0137, オフセット 0, $R^2=0.9997$) を得た。この比較結果を図 2 に示す。MS-43 による測定期間中のデータは図 2 の回帰式を用いて、校正後の CM-6E のレベルにそろえた。

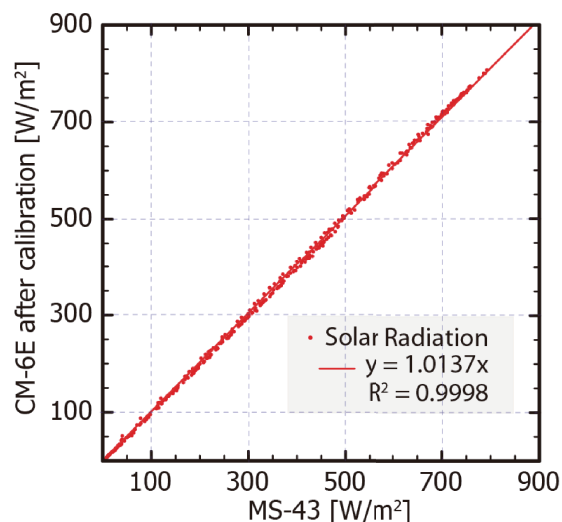


図 2. 校正後基準点日射計と代替日射計 (MS-43) との相関

3) 風向、風速

風速、風向は矢羽根式風向風速計 (034B, Met One, USA: 風向計と風速計は一体型) で測定し

ている。それぞれの信号は別回路で構成されており、風向は電気回路素子の故障により欠測となっていたが、2010年11月26日に応急修理して測定再開した。風速は出力およびデータともに良好であったことから、従来の観測データの補正は必要ないと判断した。しかしながら、長期間の連続使用により、風杯回転部分が摩耗するなど、経年的な劣化が進行していたことと、風向計が代替抵抗器などによる応急修理であったことから、2011年4月に同型の新しいセンサー（034B, Met One, USA）に交換した。

4) 降雨量

雨量計（TK-1, 竹田計器）については、その記録結果を奈良地方気象台で測定されているデータと比較した。降雨期間やその時間変化は合致し、その日降水量は妥当な値であると判断された（荻野, 2011）²⁾。また、その後の点検および滴定検査においても摩耗や劣化など問題はなく、動作・出力ともに良好なため観測データの補正や測器の更新は必要ないと判断した。

2-2 データロガープログラムと基礎データの書式更新

本モニタリングシステムで用いているデータロガー（CR1000, Campbell, USA）は入力チャンネル毎に、計測センサーの種類やその入力レンジ、入力値の算術計算、最大・最小・平均の統計計算、印可電圧のコントロールなどを設定できる。本モニタリングシステムではロガーの特性を生かして、気温・湿度・日射量など一次式の換算式を持つセンサーは、データサンプリング時に物理量変換して記録した。一方、従来のシステムではデータ収集に関して、以下のような問題点があった。これらは、1秒周期に設定されたロガーのサンプリング周期が、内部リレー切り替え応答の追従不良を引き起こしたと考えられたこと、幾つかの入力チャンネルでセンサー出力に対する入力レンジの設定が不適切で、データのオーバーフローを生じる場合があったこと、一部のセンサーへの印加電圧が過大であったこと、パルス信号の読み取り周期による係数が異なっていたこと等の不具合である。

そこで、CR1000を最大限に活用して近畿大学地域環境モニタリングシステムの利便性が向上す

るように改良した。その1つは、リアルタイムモニタリングできるようにしたことで、直近の気象状況を具体的に把握できるようになった。2つ目は、データ収集・保存の方法として、データサンプリング周期を5秒毎にし、この値を物理量変換して気象値とし、10分ごとの瞬時値、10分間の平均値および最大・最小値を記録したファイルを作成すると共に、センサーの動作チェックやデータ点検を容易にするため、電気信号のままの値を記録したファイルを、別ファイル（生データファイル）として生成するようにプログラムを更新した。3つ目として、時々刻々蓄積されたデータからエラーの除去、欠測値補完などの品質管理を行い、これらを10分値や平均値、日別値などの月ごとのデータファイルとして、近大気象データベース（DB）を構築した。なお、4節に示すように、生データファイルはユーザも利用可能であるが、速報性を重視しているため暫定値としての利用が望ましい。近大気象DBに品質管理された月ごとのデータが追加されるのでこちらを利用されたい。データの内容やフォーマットなど詳細については4節に示す。

3. 校正に伴う前報結果の修正

経年劣化などによりデータの補正が必要になったのは、気温・相対湿度・日射量である。気象観測センサーを再検定した後、前節のように従来の観測値の校正係数が得られたので、2007年以後のデータを補正した。前報（荻野ら, 2011）²⁾との違いについて奈良地方気象台並びにアメダス五条測定点の公表データ^{3) 4)}と比較しつつ、その概略を示す。

3-1 気温と日射量の修正に伴う結果の解釈変更

1) 気温

気温センサーは2009年6月まで白金抵抗温度計（TS-100, 小笠原計器）で測定していたが、ロガー入力電圧の設定不良があり、一部のデータがエラーとなっていた。このため前報（荻野ら, 2011）では、正常に記録された基準観測点の気温データの日変化を、奈良地方気象台の気温の日変化パターンに合わせて補完しており、今回のデータ見直しではそのままとした。2009年7月以後は、別の温湿度センサー（HMP45D, Vaisala,

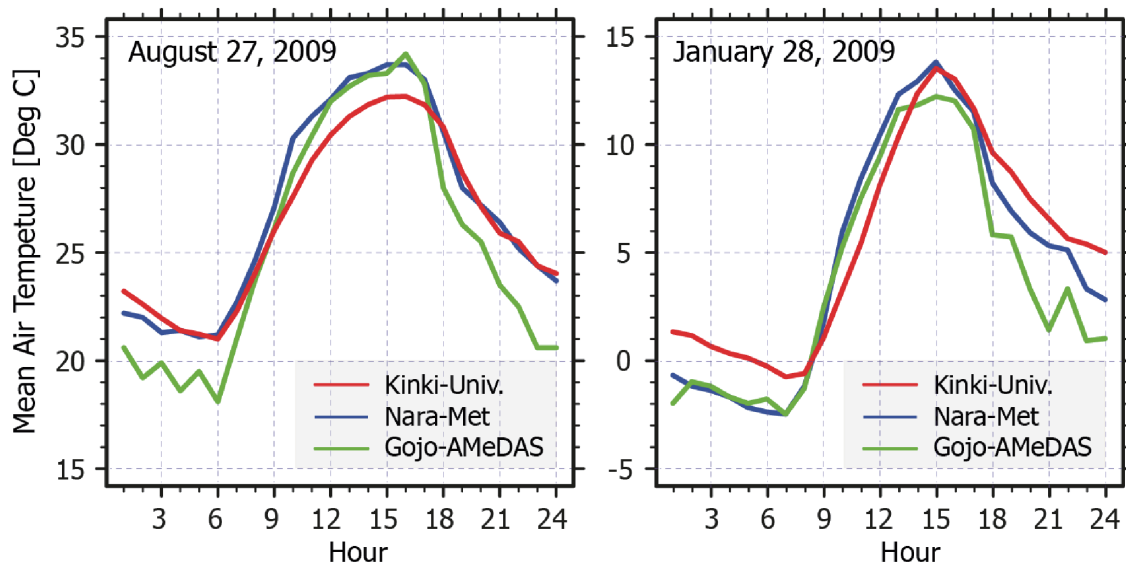


図3. 近大基準観測点 (Kindai-Univ.)、奈良地方気象台 (Nara-Met)、五条アメダス (Gojo-AMeDAS) 三地点の気温の日変化
 左図：夏季晴天日 (2009年8月27日)、右図：冬季晴天日 (2009年1月28日)

Finland) で測定したが、このセンサーには器差があったため、前節で示したように補正した。

夏期と冬期それぞれの気温の日変化について、補正後の結果を他の2地点と比較して図3に示す。近大の日変化において、夏季冬季共に日較差が他の2地点より小さいことが特徴的である。これは夏季、冬季共に、早朝の最低気温が約2℃高い事が寄与している。午前中の気温上昇は他の2地点より緩やかであり、このため午前中から昼過ぎの気温は低く維持されている。特に夏季には10時頃から16時過ぎまで、奈良気象台に比べて約2℃低く推移している。これは、近大キャンパスが緑豊かな里山環境にあることから、樹木による蒸発散や日射遮蔽効果が現れたものと考えられる。

五条アメダス地点は夏季冬季共に、3地点内では最も内陸性気候の特徴 (早朝低温、日中高温)⁵⁾ を示しているが、盆地底の奈良気象台は夏季の夜間から早朝にかけての気温低下が顕著でない。これは気象台が都市中央部に位置しているため、都市気候の影響 (日中コンクリートなど都市構造物に蓄えられた熱が深夜から翌朝の気温を高めている)⁶⁾ を受けていると考えられる。

近大基準点の日変化パターンは他の2地点より時間遅れの傾向が見られ、全体として熱容量が大きい場合のパターンになっている (例えば、地表面と地下数センチの地温を比較したような)。尚、

気温の日較差は補正の前後でほとんど変わらなかった。

気温の日較差を長期データで比較したのが図4である。補正後の時刻毎データについて、基準観測点と奈良地方気象台の最高気温と最低気温それぞれの相関を比較した。最低気温が測定される温度範囲では、常に近大基準観測点が高く、冬季には盆地底の奈良地方気象台より暖かいことがわかる。最高気温が観測される温度範囲では常に近大

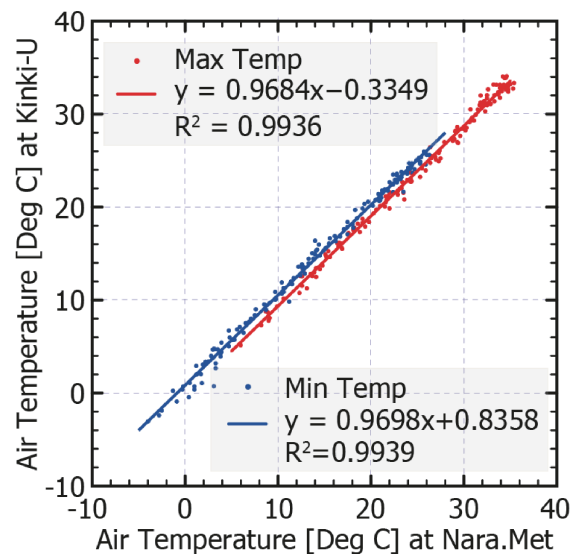


図4. 奈良気象台と基準観測点における最高気温と最低気温の相互比較 (2009年6月から2010年12月の基準観測点温度センサー補正後のデータの比較)

基準観測点の最高気温が奈良地方気象台のそれより低く、夏季高温時ほど奈良キャンパスの気温が低いことが確認された。

最高気温、最低気温双方の回帰式の差（最高気温—最低気温）は、両地点の日較差の平均的状況を示す。これは、比例係数が -0.0014 （測定誤差の範囲でほぼゼロ）、オフセットが -1.17°C となり、東向き斜面中腹に位置する近大基準観測点の日較差がおよそ 1.2°C 小さく、奈良盆地底より温かな気候条件下にあることがわかった。

日平均気温、日最高気温、日最低気温の季節変化を図3と同様に3地点の比較として図5に示す。これはそれぞれ月平均値で示している。平均気温は3地点でそれほど大きい差異は認められないが、最高気温は近大が他の2地点より低く、最

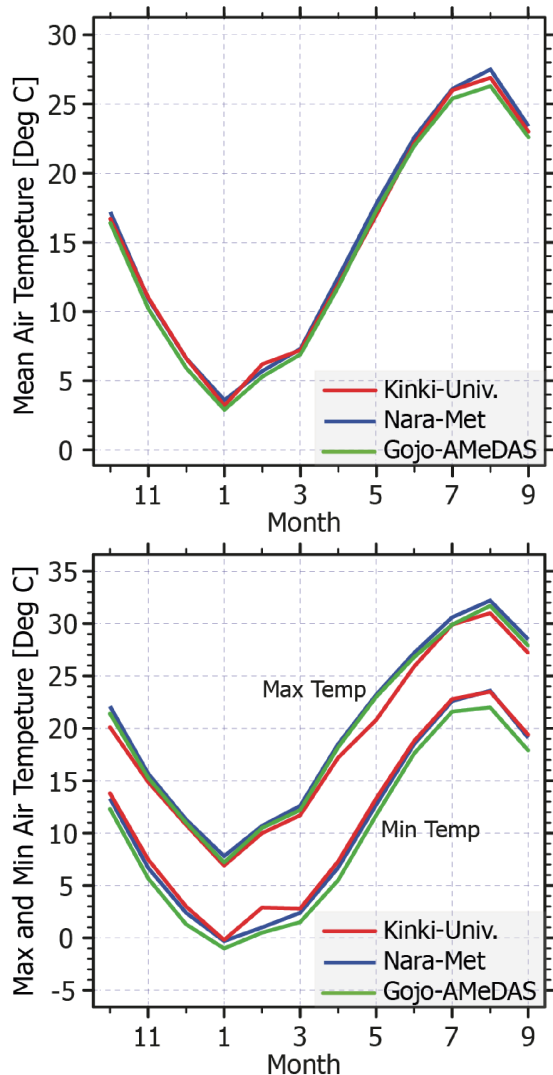


図5. 近大基準観測点 (Kinki-Univ.)、奈良地方気象台 (Nara-Met)、五条アメダス (Gojo-AMeDAS) の月平均気温の季節変化図

低気温は他の2地点より高い。図4で示した日較差と同様、気温の年較差も他の2地点より小さい結果である。最高気温が顕著に低いのは4・5月と8・9・10月であり、いずれも比較的湿度の低い月に該当する。日変化の特長で考察したように、周辺を緑に囲まれたキャンパスでは樹木などによる蒸発散が寄与し、特に気化冷却の効果は乾燥条件で効率が高い（例えば、三原，1980）⁷⁾ことから、上記の月の最高気温が抑制されたと考えられる。最低気温が高いのは、前報で考察したように斜面中腹に位置することにより形成される微気象の特長（斜面温暖帯の局地気象の特性、例えば、吉野，1980）⁸⁾がより顕著になったといえる。近大の最高気温が低いのは、気温の日変化でもみられるように、夏季の午前から午後に樹林に囲まれた立地であることが気温上昇緩和に寄与していると見られる。五条アメダスの最高気温が近大より高くなっているのは、地形と樹木植生の影響によると考えられる。五条アメダス地点は近大基準観測点とほぼ同じ海拔高度に位置するが、吉野川流域の河岸平地部にあり⁴⁾、周囲に樹林はない。最低気温は五条が年間を通じて他の2地点よりも低い。最低気温は早朝に出現するが、五条では吉野川沿いの低地部で低温になりやすく（吉野，1986）⁹⁾、近大キャンパスは奈良盆地の中腹にあり斜面温暖帯としての効果があるものと推測される。

2) 日射量

従来観測に用いられてきた日射計は、検定の結果約6.6%の過小評価であることが分かった。補正係数を用いて、修正した年間積算日射量を奈良地方気象台と比較して表1に示す。

表1. 奈良地方気象台と比較した近大キャンパスの年間積算日射量の差異

年度	年間積算日射量 (MJ/m ²)	
	近大キャンパス	奈良気象台
2007	5136 (+318)	4967
2008	5014 (+310)	4812
2009	4952 (+306)	4837

表中、近大の値で（）内に示したものは補正前後の変化量である。前報の解析結果と異なり、近大の日射量が多いことが分かった。この理由などを検討するために、日変化レベルで比較したの

が図6、また、月平均値を季節変化として比較したのが図7である。

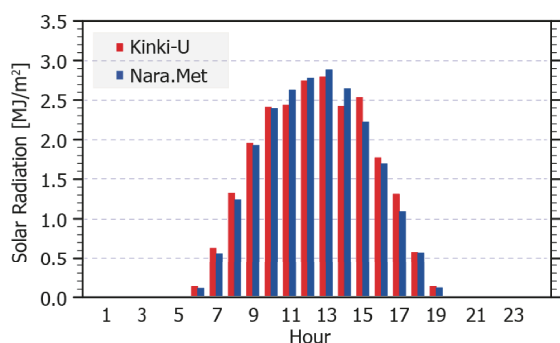


図6. 夏季晴天日における近大と奈良地方気象台との日射量の日変化の比較
(2010年7・8月の晴天日10日分の平均)

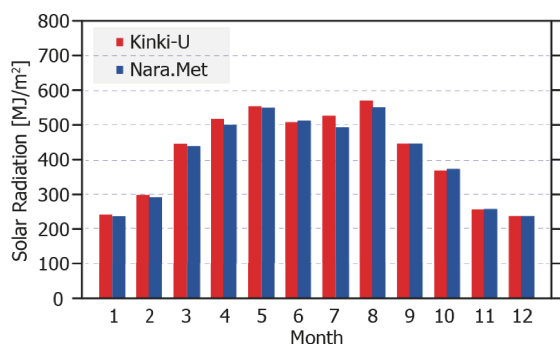


図7. 2007年から2009年の月別積算日射量の季節変化

図6は2010年の7、8月の中で晴天日10日分の時刻別日射量の平均値を示している。南中時刻ころに奈良気象台の方が若干高い日射量であるが、それ以外は午前・午後とも近大の日射量が高い値であることが分かる。この理由としては、奈良盆地は産業活動が盛んなため盆地底では大気質の劣化（大気汚染）があること、太陽高度の比較的低い時間帯では大気が滞留しやすいこと、などから大気の日射透過率が近大より低いことが考えられる。しかしながら、夏季の11時から14時の太陽高度の高い時間帯では逆に気象台の方が大きくことは通年平均値などの比較とは異なった傾向にあり、今後詳細な検討が必要である。また、東向き斜面に位置する近大奈良キャンパスは夕方には早い時間帯から山陰になるものの近大基準観測点では山陰の影響はほとんど無いと考えられる。

図7は2007-2009年の月別積算日射量の季節変化を示している。日射量の年変化では、2月から5月と、7・8月に近大の値が奈良気象台より高い。

春霞の出現する季節のように、盆地底の気象台では大気質の劣化が顕著とされる時期の差が大きいと見られる。

3-2 その他のセンサーの補正と結果

1) 相対湿度

湿度センサーも経時劣化のため出力が小さかったが、図1bに示した校正式により従来のデータを補正した。夜間など相対湿度が高いときの値がより大きい値となったほか、梅雨など、相対湿度が高い季節の値の修正量が顕著であった。

2) 雨量計

雨量計の校正の必要がなかった。

3) 風速風向

風速・風向計の修理更新を行ったが、従来のデータを補正する必要はなかった。

なお、2010年1月から12月の1年分の品質管理済み気象データを日平均値や日積算値として月表形式でまとめた。これを資料編として示す。今後、紀要刊行毎に年次データとして紀要の場を借りて定期的に公表したいと考えている。学内外において研究に利用されることを願うものである。

4. 奈良キャンパス気象データベースの活用方法

4-1 奈良キャンパス気象データベースの構成

近畿大学地域環境モニタリングシステムの全体構成を図8に示す。図のように測定機器類と制御用ソフトウェアおよびPCに保存される気象データファイル群で構成されている。測定機器類としては、奈良キャンパスにおける基準点観測センサー、センサー出力をスキヤニングし、生データと物理量変換した気象値データとして保存するデータロガー、およびエラー訂正や補正などの品質管理処理を施したデータが蓄積される（後述の近大気象DB）PC端末からなる。

また、制御用ソフトウェアとしては、ロガーを制御しデータを取得するLoggerNet（Campbell社製）¹⁰、気象データをリアルタイムで表示、閲覧する機能を持つRTMC（real-time monitoring and control, Campbell）、ならびに本システム用に独自開発した近大気象DB閲覧保存ソフトウェ

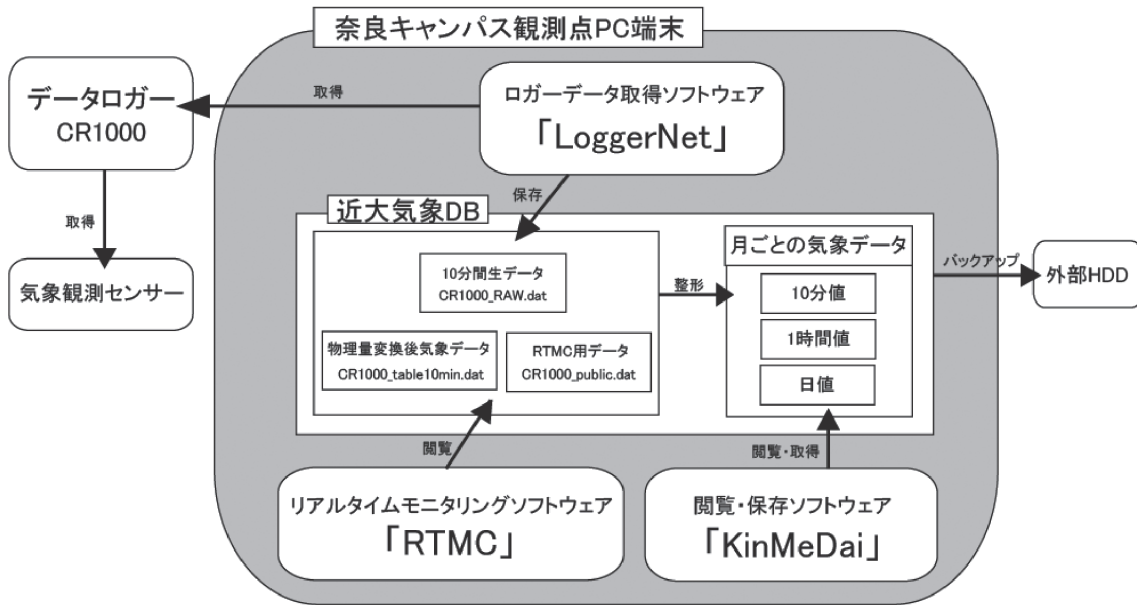


図 8. 近畿大学地域環境モニタリングシステムの全体構成

ア KinMeDai (Kinki University Nara Campus Meteorology Database Interface) からなる。

RTMC は本システムで測定中の気象値をリアルタイム表示するほか、24 時間前もしくは 120 時間前 (5 日前) までの気象状況をモニタ上に表示して現況を知ることができる。これについては 4.4 節に詳述する。

KinMeDai は本システムの気象データを必要とするユーザが近大気象 DB にアクセスし、これまでに蓄積されたデータの閲覧ならびにデータの取り出し、外部記憶装置 (USB メモリなど) への保存によって個々の目的に応じた利用を可能とするものである。

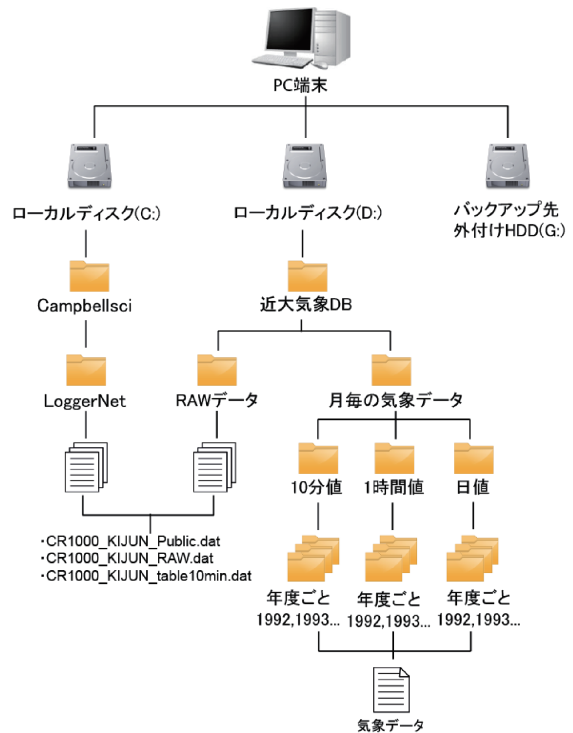
4-2 近大気象 DB の内容とフォーマット

1) 近大気象 DB の内容

基準観測点から自動収集される気象データは、10 分毎の瞬時値および 10 分平均値としてロガー内部に保存される。このデータには器差などの機械的エラー、降雨などの望ましくない気象の影響 (不規則エラー) などが含まれるほか、人為的ミスおよびメンテナンスにともなうデータ欠損などが含まれている。このため、不適切データを除去し測定センサーの劣化などに影響されたデータの補正 (2.1/2.2 節参照) などの品質管理処理を施した後、平均化 (時別値・日別値の算出) して専用 PC 端末にデータベースとして保存した。これ

ら品質管理処理前後のデータを奈良キャンパス気象データベース (略称、近大気象 DB) と呼ぶ。

近大気象 DB のツリー構造を図 9 に示す。近大気象 DB は、3 段階の時間区切りデータファイル



注: バックアップ先の外付けHDD(G:)にはローカルディスク(D:)と同じディレクトリ構造が存在する。

図 9. 奈良キャンパス気象データベース (近大気象 DB) に保存されているデータの位置

(10分間値、1時間値、日値)と、RTMCで使用するためのリアルタイム生データからなる。センサーから出力された電圧や、パルス信号は物理量変換(一般的な気象の単位に換算)が必要であるが、データロガー(CR1000, Campbell, USA)に演算機能があるので、本システムでは観測値をロガー内部に記録する時に変換して記録している。これが生データである。

生データに含まれる不適切な値を取り除き、器差補正を加えたものが品質管理済みデータであり、10分毎の瞬時値と10分間の平均データ(平均値・最大値・最小値)とがある。これらをさらに1時間毎の平均値や積算値(降水量)にしたものが1時間値データ、その午前0時から24時までの平均値と積算値(日射量、降水量)が日値データとなる。品質管理済みの10分値、1時間値、日別値、の各データはそれぞれ月毎に1つのファイルとして保存される。

なお、過去に本システムで収集された気象データについては、前節3.2節で述べた補正を施し、欠測の多いデータに関しては線形補完や日変化パターン適合法による補完(荻野ら, 2011)したものを、フォーマットを統一して近大気象DBに登録した。

2) 近大気象DBのフォーマット

近大気象DBのデータ並びについて10分毎の平均気象値のデータファイルを例に配列や定義を以下に記す。実際のデータ表示例は図10を参照。10分間の境は00分から10分まで、そこから20分までというように区切られ、表示時刻の瞬時値が記録されている。品質管理後のデータファイルは、Microsoft社のExcel 2010を使用して、Excelブック(xlsx)ファイル形式で保存されている。このため、Excelブックファイルが読み込み可能な種々の表計算、数値解析ソフトウェアで処理することができる。以下、その表の行と列のイメージについて記す。

先頭行にはデータファイルのタイトルと年月、2行目は項目列ごとの測定項目名を表示しており、3行目はそれぞれの単位を示した。4行目以後は1行ごとに10分毎の品質管理処理済み気象値を示している。

また、データ配列は次のとおりである。

1列目:年月日、2列目:時分、3列目以後は

A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
近畿大学農学部 地域環境モニタリングシステム 基準点気象データ		2011年(平成23年)5月																			
年月日	時刻	時刻	気温	湿度	平均風速	平均風向	平均風向	雨量	日雨量	平均日雨量	積算日射量	日照時間	最高気温	最低気温	最高湿度	最低湿度	最大降水量	最小降水量	最大湿度	最小湿度	
yyy/m/d	h:mm	h:mm	℃	%	m/s	°	16方位	mm	mm	W/m ²	MJ/m ²	分	℃	℃	%	%	h:mm	h:mm	%	%	
2011/5/1	0:10	0:10	16.3	67.7	1.1	319	NW	0.0	0.0	0.0	0.000	0:00	16.6	15.6	68.3	65.8	0:09	0:09	65.8	65.8	0:00
2011/5/1	0:20	0:20	15.8	68.9	0.8	327	NNW	0.0	0.0	0.0	0.000	0:00	16.6	15.6	69.5	67.2	0:17	0:19	67.2	67.2	0:10
2011/5/1	0:30	0:30	15.8	70.1	1.3	303	WNW	0.0	0.0	0.0	0.000	0:00	16.3	15.4	71.0	68.6	0:27	0:29	68.6	68.6	0:22
2011/5/1	0:40	0:40	16.1	72.8	1.3	314	NW	0.0	0.0	0.0	0.000	0:00	16.3	15.2	72.8	69.9	0:39	0:40	69.9	69.9	0:31
2011/5/1	0:50	0:50	15.3	72.8	1.0	299	WNW	0.0	0.0	0.0	0.000	0:00	16.1	15.2	74.4	71.8	0:43	0:48	71.8	71.8	0:40
2011/5/1	1:00	1:00	15.3	79.7	1.3	300	WNW	0.0	0.0	0.0	0.000	0:00	16.0	14.8	79.7	72.8	0:59	1:00	72.8	72.8	0:50
2011/5/1	1:10	1:10	14.6	85.8	1.2	260	W	0.0	0.0	0.0	0.000	0:00	15.5	14.4	86.0	79.4	1:04	1:09	79.4	79.4	1:00

図 10. 10分毎の平均気象値のデータファイルの表示例

気温と湿度が10分毎の瞬時値である。風速は表示時刻までの前10分間毎の平均値である。風速センサーは風程をパルスで出力するタイプであることから、一定のサンプリング間隔内の平均風速が測定される。風向は北を0度とし、時計回り方向の方位角を10分間ベクトル平均値で示した値である。平均風向は風向を16方位（NとかE、SSEなどの風の吹いてくる方向）で示している。雨量は表示時刻までの10分間の合計値で、最小表示は0.5mmである。降雨が0.5mm以下の場合も0.0と表示され、晴天・曇天など雨が降らない場合も0.0mmと表示されるので注意が必要である。平均日射量は日射計で測定した全天日射量の表示時刻前10分間の平均値である。最高最低気温と出現時刻は気温の10分間内の最高値、および最低値とそれらの生起時刻である。最大最小湿度と出現時刻は相対湿度の10分間内の最高値、最低値とそれらの生起時刻である。

1時間毎データファイルに示されるデータは、表示時刻の瞬時値、または00分までの直前60分間の平均値または積算値で、10分間平均値6個の平均値または積算値である。日値データファイルは1時間毎データファイルを基に平均値または積算値としたもので、日界は0時00分で、それ以後の24時間の平均値や積算値として示している。日雨量は雨量を1日について積算した値で、積算日射量は日射量を1日について積算した値で、それぞれ日値データファイルで表示される。日照時間については現在測定されていない。

4-3 近大気象 DB の利用方法

近大気象 DB に登録されている気象データを閲覧、または保存するには、本システム用に開発した「KinMeDai (Kinki University Nara Campus Meteorology Database Interface)」というソフトウェアを使用する。操作の例として、補正済みの2011年4月の10分値の気象データを閲覧、保存する方法について説明する（図11および図12参照）。

1. 閲覧、保存の共通操作手順

- 1) PC 端末のデスクトップ画面上に表示している「KinMeDai.exe」を開く。
- 2) 閲覧する場合：KinMeDai のウィンドウ内の「1. データ補正の有無」の「補正あり」にチェックを入れる。

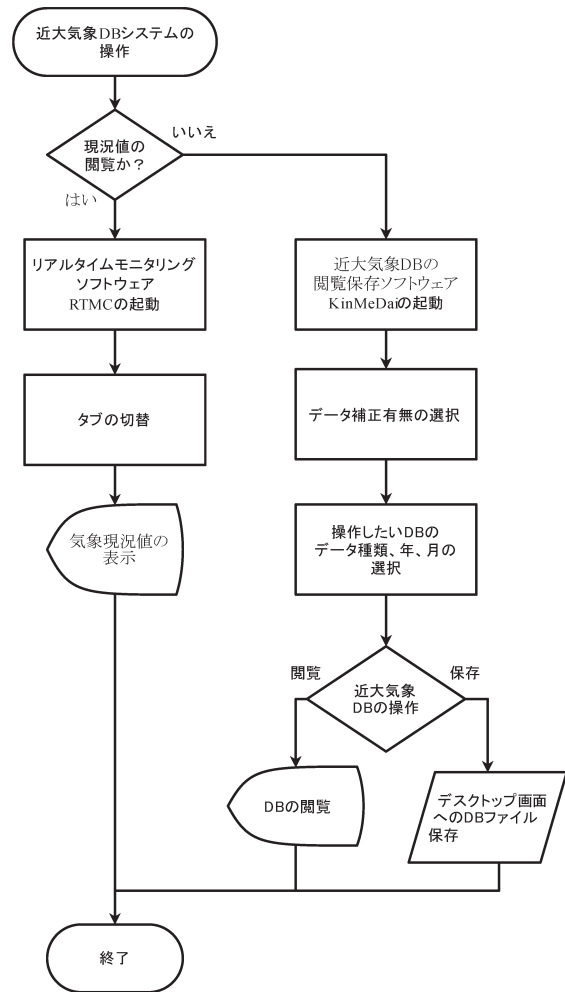


図 11. 近大気象 DB システムの操作概要

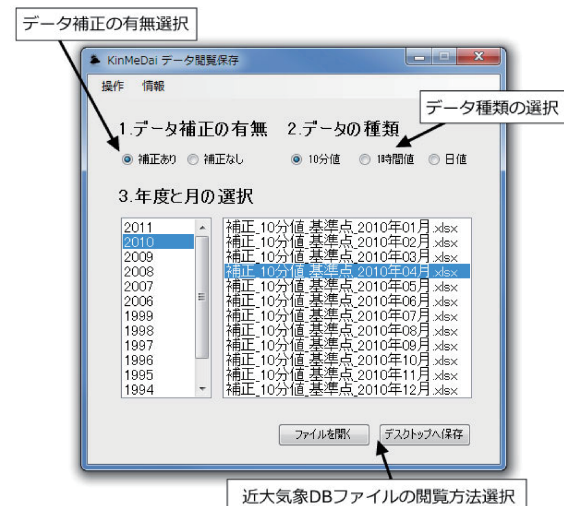


図 12. データ閲覧・保存ソフトウェア「KinMeDai」の画面表示例

- 3) 「2. データの種類」の「10分値」にチェックを入れる。

- 4) 「3. 年度と月の選択」の左側のリストボックスから年度「2010」、右側のリストボックスから4月のデータである「補正_10分値_基準点_2010年4月.xlsx」を選択する。

2. (A) 閲覧、(B) データの保存

(A) 選択が正しいことを確認後「ファイルを開く」ボタンを押す。

これによって、最後のリストボックスで選択した名前のExcelブックファイルが、PC端末に内蔵されているExcelファイルビューワーによって、モニタ上に表示され閲覧可能となる。この状態では閲覧のみでデータ編集や、加工を行うことはできない。

(B) 選択が正しいことを確認後「デスクトップへ保存」ボタンを押す。

これにより選択した年度、月のデータが近大気象DBからデスクトップ上へと複製される。このファイルはユーザが持参したUSBメモリーなどの記憶媒体に移動可能であり、記憶媒体を取り外した後、各ユーザのPC上で編集やデータ解析を行うことができる。

3. 終了操作

操作後、KinMeDaiを終了する場合はウインドウ内の終了ボタンを押す。

4-4 観測現況値のリアルタイム表示、RTMCの使い方

RTMCはreal-time monitoring and controlの略でCampbell Scientific社のLoggerNetに付属しているデータ閲覧専用ソフトウェアである。最大の特徴はロガーでサンプリングしている観測現況値をリアルタイムに表示できることである。その操作手順を以下に記した。前述の図10の近大気象DBの左列操作フローを参考にするとわかりやすい。なお、本ソフトウェアは直近から前5日間に設定された期間のデータを見るビューワーとしての機能のみで、データを取り出す場合や、他の期間について閲覧や保存をする場合は、前述の

KinMeDaiを別途操作する必要がある。

1) 起動

RTMCは現況値をリアルタイムで閲覧する性質上、PC端末上に常駐させており、起動操作は不要である。もしRTMCウインドウがモニタ上に確認できず、起動していないと判断される場合、デスクトップ上に設置されている「地域環境リアルタイムモニタリング」と書かれたファイルを開き、RTMCを起動させる。

2) 閲覧

RTMCを起動するとモニタ画面上にリアルタイム値、前1日間、前5日間、rawの4つのデータ閲覧タブが表示される。これらのタブの内容を表2に、表示事例を図13に示す。これらのタブを切り替えることで、観測現況値の閲覧を行う。

リアルタイム値を選定した場合、直近の測定値が測定センサー図の近くにスライダまたは、タコメーター、コンパス、デジタル(数値)などで表示される。これらの値は気象値に変換しているが、突風や降雨など短時間の気象変化を反映した過渡的な値であり、異常値と見なされる値が含まれることがある。Rawを選定すると、データロガーで読み取った電圧値やパルスカウント値がそのまま表示される。前1日間または前5日間は近大気象DBに自動的に保存される10分間生データが表される。これは品質管理処理を施していない状態であり、リアルタイム値にみられるような異常値を含む場合がある。

3) 終了

前述の通り、RTMCはPC端末上に常駐させており、終了操作は行わない。閲覧終了時は他の利用者が閲覧しやすいように、ウインドウ右上のウインドウ最大化ボタンを押してRTMCウインドウを最大化にしておくことが望ましい。

5. まとめ

近畿大学奈良キャンパスでは、1992年に東大

表2. RTMCのモニタに示される各タブの内容

タブ名	表示内容
リアルタイム値	CR1000_public.datに含まれる気象値を10秒ごとに模式的メータと表に表示
前1日	CR1000_table10min.datに含まれる現在時刻から24時間前までの気象値の時系列グラフ
前5日	CR1000_table10min.datに含まれる現在時刻から120時間前までの気象値の時系列グラフ
Raw	CR1000_RAW.datに含まれる現在時刻から24時間前までの値の時系列グラフと表

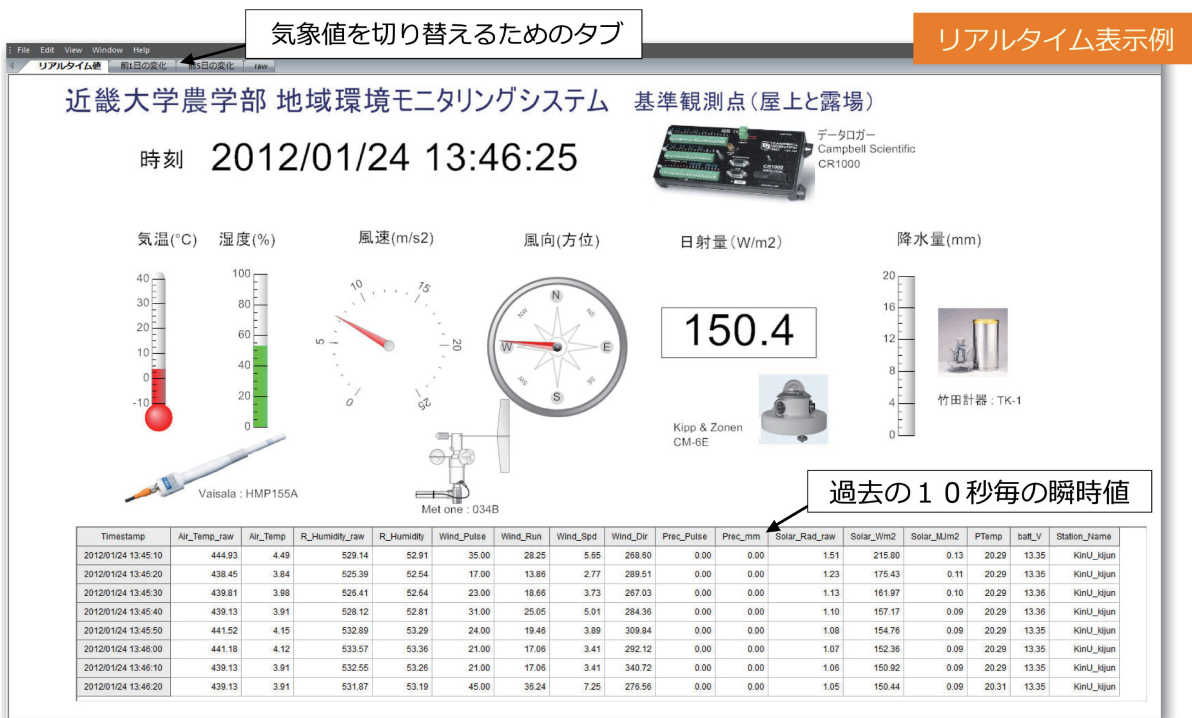


図 13. RTMC で表示される観測現況値や登録データの表示例

阪から移転して来て以来、継続的に気温、湿度、日射量、降水量、風向、風速の観測が行なわれてきた。しかし、諸般の事情から観測システムの維持管理が不十分であった。一方、「里山修復プロジェクト」を契機に、移転当初より行なわれて来た、キャンパス内の生物に関する調査研究が一層盛んになり、それにとまって信頼できる気象データの整備が強く望まれた。そこで、2008年度に観測システムの見直しに着手（荻野ほか、2011）した。そして、2009年度には保守点検体制を一新するとともに、里山修復プロジェクトの一環として「里山気象班」を立ち上げた。同時に、それまでの観測結果の一部（2007年から2009年の日射、気温、降水量）を総合的に解析し、近大奈良キャンパスは山地斜面と植生に影響を受けた気象特性をもつことと、一部観測センサーに経年変化の可能性があることが示唆された（荻野ほか、2011）。本報告は以上の経緯を踏まえ、前報（荻野ほか、2011）以降行なって来た活動を取りまとめたものである。観測機器の校正、それに基づく従来観測値の補正、観測結果のリアルタイム表示（RTMC）および、データベース・データ閲覧複写システムの構築と、利用法（近大気象DBおよびKinMeDai）について記した。

比較観測や点検の結果、温湿度計、風向風速計

を更新した。また、日射計はメーカー検定を実施し、気温・湿度・日射量については従来データの校正係数を求めて補正した。風向風速や雨量データについては補正の必要はなかった。データ補正の結果、気温については前報と比べて各年とも約0.8℃高い結果となったが、日較差は補正の有無でほとんど変わらなかった。近大の気温変化は他の2地点と比べて最低気温が高く最高気温が低く、年平均の日較差は奈良気象台より1.2℃小さかった。これは里山植生による蒸発散や日射遮蔽効果が影響していると考えられた。特に、比較的湿度の低い月において最高気温の他の観測点との差異が顕著であった。湿度については相対湿度が高い季節の値の修正量が顕著であった。日射量は検定の結果、6.6%の過小評価であったことが分かった。そのため、年間積算日射量は3カ年とも奈良気象台より近大の方が多くなった。近大は東向き斜面の盆地より高い位置にあるため、早い時間から日射があること、霧や大気質の劣化の影響を受けにくいことが要因であると考えられる。

奈良キャンパス気象データベース（近大気象DB）では気温・湿度・風速・風向・雨量・日射量を、10分値・1時間値・日別値として整理・収録した。PC端末を操作できるユーザは、本システム用に独自開発した閲覧保存ソフトウェア

KinMeDai (Kinki University Nara Campus Meteorology Database Interface) を用いて、月ごとにまとめられた気象データを閲覧、または Excel ブックファイルとして取得することができる。さらに、現在および前5日分までの気象データをリアルタイムで閲覧することができる。これらのデータは今後、継続的に更新していくことになっている。また、次年度からは、年次毎の気象データを資料として紀要に報告する予定である。

以上のように、これまでの一連の取り組みによって、近畿大学地域環境モニタリングシステムのデータは十分信頼のおけるものとなった。また、誰もが容易に利用出来るようなシステムが構築、整備された。今後、このシステムが学内外において広く利用されることを望む。

6. 引用文献

- (1) 桜谷保之 (1999) 近畿大学奈良キャンパスの生態系の概観 近畿大学農学部紀要 第32号. 69-78.
- (2) 荻野直人・西野齊・古根川浩之・高見佑・原蘭芳信・高見晋一 (2011) 近畿大学奈良キャンパスの気象－地形と植生のもたらす影響－, 第44号, 35-46.
- (3) <http://www.jma-net.go.jp/nara/> (奈良地方気象台 2010年1月18日)
- (4) 奈良地方気象台 (1997) 奈良県の気象100年
- (5) 田宮兵衛・和達清夫 (1993) 気象の辞典, 東京堂出版
- (6) 近藤純正 (2000) : 地表面に近い大気の科学, 東京大学出版会 p166, p183
- (7) 三原義秋 (1980), 編著, 温室冷房, 温室設計の基礎と実際, 養賢堂, 東京, 160-169.
- (8) 吉野正敏 (1980) : 自然地理学講座② 気候学, 株式会社 地人書館 p53
- (9) 吉野正敏 (1986) : 小気候, 地人書館 p308
- (10) Campbell Scientific.Inc, LoggerNet version 4.1 INSTRUCTION MANUAL, Campbell Scientific.Inc
<http://www.campbellsci.com/documents/manuals/loggernet.pdf> (2011-04-25)

年月日	平均気温	平均湿度	平均風速	平均風向	平均風向	日雨量	平均日射量	積算日射量
yyyy/m/d	℃	%	m/s	°	16 方位	mm	W/ m ²	MJ/ m ²
2010/02/03	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/04	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/05	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/06	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/07	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/08	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/09	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/10	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/11	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/12	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/13	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/14	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/15	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/16	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/17	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/18	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/19	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/20	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/21	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/22	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/23	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/24	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/25	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/26	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/02/27	8.3	82.0	2.3	-	-	2.5	-	-
2010/02/28	7.4	79.9	2.4	-	-	21.5	199.4	17.225
2010/03/01	9.0	84.2	0.7	-	-	6.5	103.2	8.914
2010/03/02	9.9	78.4	1.7	-	-	3.0	122.8	10.606
2010/03/03	8.0	63.9	2.6	-	-	0.0	170.6	14.738
2010/03/04	9.4	77.0	3.0	-	-	7.0	42.4	3.663
2010/03/05	12.0	87.3	1.1	-	-	1.5	93.6	8.088
2010/03/06	8.8	89.6	1.6	-	-	16.0	24.5	2.116
2010/03/07	5.6	91.3	1.5	-	-	11.5	26.3	2.270
2010/03/08	5.3	67.7	2.3	-	-	0.0	125.9	10.877

年月日	平均気温	平均湿度	平均風速	平均風向	平均風向	日雨量	平均日射量	積算日射量
yyyy/m/d	℃	%	m/s	°	16 方位	mm	W/ m ²	MJ/ m ²
2010/03/09	4.2	88.4	3.8	-	-	7.5	57.5	4.965
2010/03/10	3.5	86.1	2.1	-	-	7.5	92.8	8.018
2010/03/11	4.3	64.6	2.3	-	-	0.0	187.3	16.185
2010/03/12	7.7	66.6	1.8	-	-	0.0	165.3	14.278
2010/03/13	10.3	77.4	1.9	-	-	0.0	63.3	5.473
2010/03/14	8.9	52.8	1.1	-	-	0.0	230.9	19.954
2010/03/15	11.7	74.4	1.2	-	-	21.0	71.9	6.212
2010/03/16	11.7	68.8	2.7	-	-	2.5	166.3	14.365
2010/03/17	6.3	58.4	2.0	-	-	0.0	186.6	16.125
2010/03/18	6.9	74.9	1.4	-	-	0.5	158.3	13.673
2010/03/19	7.7	53.6	2.5	-	-	0.0	215.0	18.574
2010/03/20	14.6	59.9	3.1	-	-	2.5	227.6	19.665
2010/03/21	10.8	54.1	4.2	-	-	5.5	160.2	13.839
2010/03/22	7.3	49.2	1.5	-	-	0.0	240.3	20.759
2010/03/23	7.0	85.7	0.9	-	-	13.0	30.4	2.626
2010/03/24	6.8	94.8	1.1	-	-	26.0	26.3	2.270
2010/03/25	6.0	90.4	2.3	-	-	21.0	33.7	2.910
2010/03/26	4.5	69.5	3.0	-	-	0.0	166.6	14.298
2010/03/27	5.3	58.1	1.8	-	-	0.0	260.0	22.460
2010/03/28	8.1	60.6	1.3	-	-	0.0	192.5	16.630
2010/03/29	4.1	68.0	3.4	-	-	0.0	209.2	18.076
2010/03/30	4.4	54.5	2.0	-	-	0.0	265.2	22.915
2010/03/31	8.5	61.7	0.7	-	-	0.0	139.3	12.031
2010/04/01	13.9	75.3	1.8	-	-	1.0	69.2	5.980
2010/04/02	10.4	69.2	3.0	-	-	26.0	78.1	6.746
2010/04/03	6.9	55.0	2.1	-	-	0.0	253.3	21.882
2010/04/04	9.5	55.5	1.3	-	-	0.0	283.6	24.499
2010/04/05	12.8	69.4	0.4	-	-	0.0	137.7	11.896
2010/04/06	15.0	63.6	1.5	-	-	0.0	254.7	22.002
2010/04/07	8.9	66.0	2.7	-	-	0.0	48.2	4.168
2010/04/08	9.2	49.7	1.4	-	-	0.0	299.5	25.879
2010/04/09	12.0	64.5	2.7	-	-	0.0	162.1	14.009
2010/04/10	15.9	64.7	1.3	-	-	0.0	210.3	18.173
2010/04/11	16.4	78.7	1.1	-	-	1.5	174.5	15.081

年月日	平均気温	平均湿度	平均風速	平均風向	平均風向	日雨量	平均日射量	積算日射量
yyyy/m/d	℃	%	m/s	°	16 方位	mm	W/ m ²	MJ/ m ²
2010/04/12	14.6	94.2	1.6	-	-	17.0	48.0	4.150
2010/04/13	13.7	82.1	2.0	-	-	0.5	95.1	8.213
2010/04/14	8.6	51.1	3.0	-	-	0.0	228.3	19.724
2010/04/15	6.2	66.4	1.8	-	-	0.0	83.8	7.236
2010/04/16	6.9	84.6	1.5	-	-	12.5	48.6	4.200
2010/04/17	9.5	66.8	2.1	-	-	3.0	213.3	17.792
2010/04/18	11.1	57.4	1.1	-	-	0.0	250.8	21.668
2010/04/19	14.7	54.1	1.0	-	-	0.0	198.0	17.109
2010/04/20	13.3	87.7	2.7	-	-	5.0	110.9	9.586
2010/04/21	14.9	68.5	1.9	-	-	0.0	238.3	20.591
2010/04/22	10.5	92.7	1.8	-	-	42.0	19.1	1.652
2010/04/23	9.4	77.9	2.1	-	-	0.0	55.3	4.777
2010/04/24	8.0	64.3	1.9	-	-	0.0	132.7	11.383
2010/04/25	10.0	51.6	1.7	-	-	0.0	328.9	28.416
2010/04/26	12.7	45.5	1.4	-	-	0.0	257.8	22.274
2010/04/27	13.4	72.9	3.8	-	-	6.5	61.3	5.297
2010/04/28	15.3	52.7	2.3	-	-	0.5	326.0	28.163
2010/04/29	12.0	59.0	2.8	-	-	9.5	287.9	24.875
2010/04/30	12.1	54.1	2.3	-	-	0.0	295.9	25.564
2010/05/01	13.0	55.2	2.0	-	-	0.0	311.1	26.877
2010/05/02	15.0	42.4	2.0	-	-	0.0	324.2	28.009
2010/05/03	17.2	51.6	1.3	-	-	0.0	300.5	25.959
2010/05/04	20.0	62.8	1.1	-	-	0.0	272.0	23.497
2010/05/05	21.0	63.7	1.2	-	-	0.0	271.9	23.490
2010/05/06	21.5	66.5	1.6	-	-	0.0	283.5	24.492
2010/05/07	16.9	89.9	0.6	-	-	19.0	50.1	4.329
2010/05/08	16.9	58.8	1.2	-	-	0.0	295.0	25.486
2010/05/09	17.8	48.9	1.0	-	-	0.0	237.6	20.240
2010/05/10	15.0	78.5	1.1	-	-	6.5	64.1	5.539
2010/05/11	14.8	90.0	1.8	-	-	8.0	84.2	7.278
2010/05/12	12.3	69.1	2.8	-	-	0.0	168.4	13.842
2010/05/13	12.2	59.4	2.4	-	-	0.0	258.4	21.857
2010/05/14	12.0	62.1	2.7	-	-	0.0	176.6	15.043
2010/05/15	14.3	56.3	1.7	-	-	0.0	313.0	27.043

年月日	平均気温	平均湿度	平均風速	平均風向	平均風向	日雨量	平均日射量	積算日射量
yyyy/m/d	℃	%	m/s	°	16 方位	mm	W/ m ²	MJ/ m ²
2010/05/16	17.2	62.2	1.4	-	-	0.0	305.3	26.375
2010/05/17	19.0	65.3	1.3	-	-	0.0	294.0	25.401
2010/05/18	20.4	59.6	1.7	-	-	0.0	261.7	22.613
2010/05/19	19.2	88.3	0.3	-	-	10.5	84.7	7.317
2010/05/20	20.2	90.0	1.1	-	-	8.0	85.9	7.425
2010/05/21	21.0	67.5	1.0	-	-	0.0	292.4	25.263
2010/05/22	21.7	60.9	1.7	-	-	0.0	250.8	21.671
2010/05/23	16.3	90.1	2.7	-	-	76.0	34.2	2.952
2010/05/24	17.8	92.3	1.0	-	-	29.5	74.6	6.450
2010/05/25	19.2	76.7	2.0	-	-	1.5	238.3	20.586
2010/05/26	15.6	81.2	2.2	-	-	5.5	85.4	7.022
2010/05/27	13.7	69.8	3.0	-	-	0.0	124.5	10.384
2010/05/28	13.0	67.1	2.2	-	-	0.0	218.8	17.985
2010/05/29	15.2	62.6	1.5	-	-	0.0	328.4	28.375
2010/05/30	16.3	61.7	1.9	-	-	0.0	340.5	29.416
2010/05/31	18.4	63.0	1.6	-	-	0.0	305.3	26.380
2010/06/01	18.2	71.3	1.8	-	-	0.0	230.0	19.600
2010/06/02	19.6	61.7	1.2	-	-	0.0	311.4	26.907
2010/06/03	18.9	75.1	1.2	-	-	20.5	283.6	24.505
2010/06/04	20.0	66.4	1.1	-	-	0.0	299.6	25.882
2010/06/05	21.4	59.2	1.3	-	-	0.0	330.9	28.589
2010/06/06	20.5	63.2	1.0	-	-	0.0	260.8	22.535
2010/06/07	20.2	76.2	0.5	-	-	0.0	98.8	8.540
2010/06/08	18.6	70.5	1.8	-	-	0.0	89.3	7.712
2010/06/09	20.5	62.7	0.8	-	-	0.0	189.2	16.230
2010/06/10	22.2	55.9	1.5	-	-	0.0	336.0	29.035
2010/06/11	22.8	58.1	1.2	-	-	0.0	330.4	28.545
2010/06/12	23.3	69.2	1.2	-	-	0.0	316.8	27.373
2010/06/13	19.0	85.6	1.8	-	-	19.5	66.4	5.736
2010/06/14	20.5	78.6	2.3	-	-	0.5	187.8	15.778
2010/06/15	21.1	90.4	0.5	-	-	9.5	58.0	5.008
2010/06/16	22.4	85.2	1.3	-	-	27.5	140.9	12.088
2010/06/17	24.3	73.4	0.9	-	-	0.0	283.5	24.491
2010/06/18	22.1	92.5	0.7	-	-	45.5	38.9	3.357

年月日	平均気温	平均湿度	平均風速	平均風向	平均風向	日雨量	平均日射量	積算日射量
yyyy/m/d	℃	%	m/s	°	16 方位	mm	W/ m ²	MJ/ m ²
2010/06/19	23.9	88.4	1.8	-	-	25.5	161.0	13.907
2010/06/20	23.3	87.5	0.9	-	-	0.0	94.9	8.201
2010/06/21	22.9	86.7	0.8	-	-	0.5	107.7	9.304
2010/06/22	24.4	79.9	1.1	-	-	0.5	210.4	18.182
2010/06/23	22.1	90.1	1.0	-	-	15.5	83.2	7.192
2010/06/24	22.7	63.0	1.3	-	-	0.0	305.0	26.355
2010/06/25	20.9	82.4	0.4	-	-	1.5	81.2	7.017
2010/06/26	23.2	94.2	0.8	-	-	16.5	91.8	7.933
2010/06/27	26.1	83.6	1.3	-	-	8.5	190.6	16.237
2010/06/28	27.3	75.1	1.5	-	-	0.0	269.4	23.276
2010/06/29	25.9	79.6	1.6	-	-	6.0	183.4	15.849
2010/06/30	26.1	75.2	1.4	-	-	0.5	201.5	17.287
2010/07/01	26.1	73.7	1.0	-	-	0.0	229.7	19.843
2010/07/02	25.2	79.7	0.9	-	-	0.5	137.5	11.877
2010/07/03	23.9	93.4	1.5	-	-	34.0	48.3	4.174
2010/07/04	25.5	80.8	2.0	-	-	0.0	175.5	15.060
2010/07/05	26.0	73.1	1.4	-	-	0.0	253.2	21.881
2010/07/06	26.5	75.2	1.5	-	-	0.0	211.4	18.268
2010/07/07	24.0	87.0	1.4	-	-	7.0	134.9	11.657
2010/07/08	25.4	74.1	1.3	-	-	0.0	289.5	25.012
2010/07/09	21.8	90.9	1.7	-	-	12.0	47.4	4.096
2010/07/10	24.0	77.5	1.3	-	-	0.0	254.8	22.014
2010/07/11	24.3	87.6	1.8	-	-	8.0	69.2	5.981
2010/07/12	25.5	84.8	2.8	-	-	13.5	92.3	7.975
2010/07/13	24.1	93.3	2.0	-	-	16.5	91.5	7.907
2010/07/14	23.3	96.1	2.4	-	-	90.5	53.8	4.644
2010/07/15	24.4	91.0	1.5	-	-	9.0	177.6	15.237
2010/07/16	25.3	86.6	1.1	-	-	3.0	218.8	18.907
2010/07/17	26.6	76.8	1.3	-	-	0.0	310.0	26.780
2010/07/18	26.5	74.6	1.5	-	-	0.0	286.8	24.778
2010/07/19	27.2	74.4	1.8	-	-	0.0	325.8	28.149
2010/07/20	27.8	70.8	1.9	-	-	0.0	308.2	26.632
2010/07/21	28.1	66.9	2.0	-	-	0.0	314.3	27.152
2010/07/22	28.7	67.0	1.7	-	-	0.0	307.5	26.569

年月日	平均気温	平均湿度	平均風速	平均風向	平均風向	日雨量	平均日射量	積算日射量
yyyy/m/d	℃	%	m/s	°	16 方位	mm	W/ m ²	MJ/ m ²
2010/07/23	29.1	65.9	1.6	-	-	0.0	286.2	24.724
2010/07/24	29.0	67.6	1.6	-	-	0.0	313.3	27.066
2010/07/25	27.6	72.1	1.4	-	-	22.5	273.5	23.627
2010/07/26	27.8	71.5	1.7	-	-	0.0	299.6	25.886
2010/07/27	27.5	69.1	1.7	-	-	0.0	301.3	26.033
2010/07/28	26.2	74.4	1.9	-	-	2.0	199.6	17.125
2010/07/29	24.0	93.2	1.5	-	-	25.5	96.7	8.359
2010/07/30	27.3	79.9	1.6	-	-	0.0	260.0	22.465
2010/07/31	27.7	75.9	1.6	-	-	0.0	237.7	20.539
2010/08/01	28.6	72.2	2.1	-	-	0.0	259.2	22.393
2010/08/02	29.3	69.1	1.4	-	-	0.0	255.2	22.052
2010/08/03	28.9	71.2	1.6	-	-	0.0	224.9	19.433
2010/08/04	28.3	69.8	1.9	-	-	0.0	219.5	18.177
2010/08/05	28.2	76.1	1.4	-	-	1.5	236.0	20.253
2010/08/06	27.6	75.3	1.6	-	-	0.0	258.3	22.318
2010/08/07	26.3	72.1	1.2	-	-	0.0	213.5	18.442
2010/08/08	27.0	68.8	1.6	-	-	0.0	226.5	19.566
2010/08/09	26.3	78.2	1.9	-	-	0.0	198.6	17.156
2010/08/10	26.3	84.6	1.3	-	-	15.5	130.6	11.283
2010/08/11	27.5	75.5	2.1	-	-	0.0	246.9	20.888
2010/08/12	26.0	84.7	2.5	-	-	13.0	79.8	6.893
2010/08/13	27.4	78.1	1.3	-	-	0.0	218.5	18.876
2010/08/14	28.1	79.1	1.5	-	-	0.0	170.6	14.738
2010/08/15	28.4	74.2	1.7	-	-	0.0	233.4	20.167
2010/08/16	28.6	71.2	1.6	-	-	0.0	266.0	22.982
2010/08/17	28.7	70.7	1.3	-	-	0.0	242.4	20.943
2010/08/18	28.7	66.2	1.2	-	-	0.0	280.7	24.254
2010/08/19	29.2	70.0	1.8	-	-	0.0	248.4	21.466
2010/08/20	28.8	71.6	1.3	-	-	0.0	263.0	22.726
2010/08/21	28.7	73.8	1.4	-	-	0.0	214.2	18.509
2010/08/22	28.9	73.0	1.5	-	-	0.0	242.6	20.961
2010/08/23	28.6	74.9	1.5	-	-	0.0	191.1	16.511
2010/08/24	28.6	73.2	1.7	-	-	15.0	256.0	22.115
2010/08/25	27.5	77.5	1.8	-	-	0.5	286.4	24.742

年月日	平均気温	平均湿度	平均風速	平均風向	平均風向	日雨量	平均日射量	積算日射量
yyyy/m/d	℃	%	m/s	°	16 方位	mm	W/ m ²	MJ/ m ²
2010/08/26	27.5	72.0	1.5	-	-	0.0	278.2	24.033
2010/08/27	27.1	79.4	1.3	-	-	9.5	260.9	22.540
2010/08/28	27.7	71.4	1.4	-	-	0.0	279.7	24.162
2010/08/29	28.1	71.6	1.5	-	-	0.0	275.4	23.792
2010/08/30	27.8	77.7	1.4	-	-	0.0	206.6	17.849
2010/08/31	28.6	71.9	1.7	-	-	0.0	279.7	24.164
2010/09/01	28.1	74.3	1.3	-	-	0.0	235.4	20.338
2010/09/02	27.0	75.2	1.4	-	-	0.0	164.0	14.173
2010/09/03	28.1	74.2	1.4	-	-	13.0	231.9	20.038
2010/09/04	29.0	70.8	1.3	-	-	0.0	235.2	20.320
2010/09/05	26.9	78.4	1.4	-	-	1.5	216.4	18.697
2010/09/06	27.6	69.0	1.9	-	-	0.0	254.9	22.026
2010/09/07	26.5	67.6	2.2	-	-	0.5	247.4	10.835
2010/09/08	-	-	-	-	-	-	-	-
2010/09/09	24.4	65.6	1.4	-	-	0.0	11.5	0.289
2010/09/10	25.9	64.4	1.6	-	-	0.0	265.4	22.934
2010/09/11	27.5	67.3	1.5	-	-	0.0	243.3	21.019
2010/09/12	28.5	69.8	1.6	-	-	0.0	235.6	20.352
2010/09/13	26.3	71.9	2.4	-	-	0.0	145.8	12.595
2010/09/14	23.3	75.7	1.8	-	-	3.0	118.0	10.197
2010/09/15	22.5	84.5	0.9	-	-	19.5	114.8	9.918
2010/09/16	21.1	91.6	1.0	-	-	20.0	104.4	9.024
2010/09/17	22.2	71.4	1.4	-	-	0.0	231.7	20.021
2010/09/18	22.9	70.5	0.9	-	-	0.0	255.2	22.050
2010/09/19	24.3	66.3	1.2	-	-	0.0	234.4	20.250
2010/09/20	23.4	73.8	1.0	-	-	0.0	98.5	8.507
2010/09/21	25.8	77.4	1.4	-	-	0.0	125.8	10.867
2010/09/22	27.2	69.9	2.0	-	-	0.0	205.3	17.738
2010/09/23	19.9	88.9	1.6	-	-	59.0	45.6	3.938
2010/09/24	17.4	84.0	1.1	-	-	0.0	47.3	4.091
2010/09/25	19.2	62.3	2.3	-	-	0.0	180.9	15.631
2010/09/26	18.6	70.4	1.4	-	-	0.0	227.0	19.612
2010/09/27	19.5	82.4	1.5	-	-	23.0	117.1	10.116
2010/09/28	20.4	81.6	1.7	-	-	26.0	115.2	9.953

年月日	平均気温	平均湿度	平均風速	平均風向	平均風向	日雨量	平均日射量	積算日射量
yyyy/m/d	℃	%	m/s	°	16 方位	mm	W/ m ²	MJ/ m ²
2010/09/29	18.9	62.3	1.6	-	-	0.0	199.0	17.193
2010/09/30	16.3	92.1	1.2	-	-	9.5	39.7	3.432
2010/10/01	19.3	78.0	1.1	-	-	0.0	222.7	19.237
2010/10/02	20.8	74.3	1.4	-	-	0.0	215.1	18.584
2010/10/03	19.9	85.5	1.4	-	-	18.0	61.7	5.333
2010/10/04	18.9	85.9	1.7	-	-	17.5	88.1	7.608
2010/10/05	18.1	75.3	1.5	-	-	0.0	182.7	15.785
2010/10/06	17.7	72.4	1.4	-	-	0.0	204.0	17.624
2010/10/07	19.0	69.5	1.1	-	-	0.0	224.5	19.400
2010/10/08	19.9	74.3	2.5	-	-	8.5	197.8	17.094
2010/10/09	18.2	95.4	1.5	-	-	40.5	25.1	2.170
2010/10/10	19.7	83.4	1.4	-	-	1.5	115.4	9.972
2010/10/11	19.9	75.4	1.3	-	-	0.0	164.3	14.199
2010/10/12	20.6	73.8	1.3	-	-	0.0	185.3	16.013
2010/10/13	20.1	71.1	1.1	-	-	0.0	188.4	16.276
2010/10/14	18.8	71.7	1.0	-	-	0.0	126.2	10.905
2010/10/15	18.6	74.1	1.1	-	-	0.0	95.9	8.287
2010/10/16	17.5	63.2	1.1	-	-	0.0	159.0	13.733
2010/10/17	16.4	72.1	0.8	-	-	0.0	140.0	12.092
2010/10/18	16.7	65.0	1.2	-	-	0.0	188.7	16.307
2010/10/19	18.0	71.2	1.5	-	-	0.0	114.9	9.927
2010/10/20	18.9	76.6	1.7	-	-	0.0	72.6	6.277
2010/10/21	17.6	83.6	1.1	-	-	0.5	50.1	4.328
2010/10/22	17.3	76.5	1.0	-	-	0.0	102.3	8.835
2010/10/23	17.3	76.8	1.1	-	-	0.0	133.9	11.565
2010/10/24	16.8	78.1	1.6	-	-	2.5	93.0	8.034
2010/10/25	17.3	95.4	1.3	-	-	15.5	32.4	2.800
2010/10/26	13.4	77.2	2.7	-	-	0.0	80.3	6.942
2010/10/27	10.1	64.1	2.1	-	-	0.0	171.0	14.770
2010/10/28	11.0	89.1	2.3	-	-	3.5	12.8	1.108
2010/10/29	13.71	77.2	1.9	-	-	0	105.4	9.104
2010/10/30	14.28	79.1	3.1	-	-	0.5	62.1	5.362
2010/10/31	14.6	90.2	1.1	-	-	52.5	49.8	4.302
2010/11/01	13.8	78.0	2.5	-	-	5.5	54.9	4.742

年月日	平均気温	平均湿度	平均風速	平均風向	平均風向	日雨量	平均日射量	積算日射量
yyyy/m/d	℃	%	m/s	°	16 方位	mm	W/ m ²	MJ/ m ²
2010/11/02	12.6	60.4	2.5	-	-	0.0	115.3	9.688
2010/11/03	11.3	61.3	1.9	-	-	0.0	164.3	14.195
2010/11/04	10.4	69.2	1.3	-	-	0.0	179.5	15.507
2010/11/05	11.1	69.9	1.6	-	-	0.0	168.5	14.558
2010/11/06	12.4	71.5	1.1	-	-	0.0	169.0	14.597
2010/11/07	13.0	81.4	0.7	-	-	0.0	87.9	7.591
2010/11/08	14.5	79.9	1.6	-	-	0.0	76.8	6.634
2010/11/09	11.9	48.4	4.2	-	-	0.0	108.7	9.395
2010/11/10	10.4	53.4	2.8	-	-	0.0	146.8	12.687
2010/11/11	9.3	62.3	1.7	-	-	0.0	164.0	14.172
2010/11/12	12.0	73.6	1.8	-	-	0.5	104.5	9.028
2010/11/13	12.2	77.7	0.9	-	-	0.0	74.2	6.408
2010/11/14	14.3	77.5	0.9	-	-	0.0	73.8	6.380
2010/11/15	11.1	76.1	2.1	-	-	0.0	45.0	3.892
2010/11/16	7.7	67.6	1.2	-	-	0.0	140.4	12.131
2010/11/17	8.6	70.5	1.2	-	-	0.0	97.5	8.420
2010/11/18	8.2	74.0	1.5	-	-	0.0	72.7	6.280
2010/11/19	8.4	71.3	1.1	-	-	0.5	155.1	13.402
2010/11/20	11.1	79.8	0.9	-	-	0.5	118.6	10.249
2010/11/21	12.2	77.6	0.9	-	-	1.0	137.9	11.914
2010/11/22	12.9	93.7	1.0	-	-	11.5	26.1	2.255
2010/11/23	10.4	74.0	2.8	-	-	0.0	110.9	9.584
2010/11/24	8.8	75.3	1.3	-	-	0.0	93.8	8.101
2010/11/25	8.9	78.1	0.9	-	-	0.0	109.8	9.485
2010/11/26	10.1	77.0	0.7	304	NW	0.0	106.1	9.168
2010/11/27	8.9	67.5	1.9	208	SSW	0.0	120.0	10.365
2010/11/28	9.0	61.7	2.1	269	W	1.5	79.3	6.854
2010/11/29	7.9	60.4	2.1	229	SW	0.0	133.8	11.564
2010/11/30	8.3	66.2	1.0	205	SSW	0.0	96.7	8.355
2010/12/01	10.0	70.0	0.8	298	WNW	0.0	112.0	9.674
2010/12/02	12.4	75.7	1.7	23	NNE	6.5	130.5	11.275
2010/12/03	12.4	67.0	3.9	277	W	28.5	66.5	5.746
2010/12/04	8.3	52.3	2.5	235	SW	0.0	143.4	12.390
2010/12/05	8.3	67.4	1.3	200	SSW	0.0	139.7	12.072

年月日	平均気温	平均湿度	平均風速	平均風向	平均風向	日雨量	平均日射量	積算日射量
yyyy/m/d	℃	%	m/s	°	16 方位	mm	W/ m ²	MJ/ m ²
2010/12/06	9.8	70.0	1.1	226	SW	0.0	135.0	11.668
2010/12/07	9.0	72.8	2.2	327	NNW	0.0	50.5	4.362
2010/12/08	7.3	67.2	2.0	270	W	0.0	126.3	10.911
2010/12/09	6.0	70.3	2.7	283	WNW	4.0	72.0	6.219
2010/12/10	6.1	73.1	1.2	218	SW	0.0	115.0	9.937
2010/12/11	8.6	78.3	1.1	351	N	0.5	60.5	5.230
2010/12/12	7.2	72.0	1.3	353.1	N	0.0	103.9	8.975
2010/12/13	8.4	85.5	1.3	327	NNW	10.5	17.0	1.470
2010/12/14	11.8	78.3	2.2	291	WNW	20.5	76.0	6.567
2010/12/15	5.4	44.8	3.4	280	W	0.0	95.1	8.213
2010/12/16	3.0	54.8	2.8	260	W	0.0	59.5	5.140
2010/12/17	2.7	65.9	2.1	188	S	0.0	108.6	9.381
2010/12/18	6.3	65.9	2.3	258	WSW	0.0	80.8	6.982
2010/12/19	5.4	73.2	1.1	220	SW	0.0	123.3	10.655
2010/12/20	8.2	82.6	1.2	234	SW	0.0	84.3	7.283
2010/12/21	7.2	91.6	1.3	354	N	15.5	39.2	3.384
2010/12/22	10.0	77.4	2.6	252	WSW	0.0	56.8	4.906
2010/12/23	8.9	64.0	2.1	277	W	0.0	85.6	7.398
2010/12/24	6.2	49.7	3.5	272	W	0.0	115.6	9.990
2010/12/25	1.3	50.5	4.4	282	WNW	0.0	66.3	5.731
2010/12/26	2.3	67.8	2.2	236	WSW	0.0	51.8	4.472
2010/12/27	3.3	61.2	2.8	254	WSW	0.0	109.8	9.485
2010/12/28	6.7	65.2	3.3	203	SSW	5.0	98.4	8.498
2010/12/29	4.0	59.4	3.1	276	W	0.0	133.8	11.557
2010/12/30	2.4	76.8	2.1	193	SSW	2.0	43.8	3.784
2010/12/31	1.0	61.7	3.4	306	NW	0.0	31.4	2.713