

新たに開設した筑波山気象観測ステーション

林 陽生

生命環境科学研究科教授

筑波山は大気境界層の観測タワー

筑波山（標高877m）は関東平野の北西に位置し、この周辺では最も標高が高いため、総観規模の気象や大気境界層の構造の観測に絶好の地理的条件を備えている。こうした特徴は早くから注目され、1902年には山頂（男体山：871m）で当時の中央気象台が国内初の山岳気象観測を開始した。その後山頂では、筑波山測候所や気象庁のアメダス観測地点が設置されて気象観測を継続したが、計測技術の高度化に伴い2001年に廃止された。

環境変動が注目される時代になり、モニタリングの重要性が増しているなかで、山頂で続けられた100年以上に渡る観測データは極めて貴重である。長期間の観測を基盤とすることにより初めて環境変動を理解することができるからだ。計測技術が向上したとしても、例えばアメダス観測網の間隔の平均距離が約17kmであるように、少

し地点が異なれば気象も異なる。山頂付近の高度で発現する気象の空間スケールは地表より大きいのが、それでも約25km離れた館野の高層気象台の高層気象観測値だけでは代表できない。何にも増して、筑波山山頂は関東平野で唯一の定点山岳観測ステーションだった。

新しい研究の視点

こうした観測史を背景として、筑波大学学内プロジェクト(S)「筑波山における気象・水文環境の多要素モニタリングによる大気・水循環場の解明(代表者：林、期間：2005年～2007年)」(以降、筑波山プロジェクトと呼ぶ)がスタートし、2005年12月にプロジェクトの中核となる筑波山気象観測ステーションが開設された。設置場所は、2001年まで実施されていたアメダスと同じ場所で、2006年1月1日より17項目(表1)についてルーチン観測(気象業務法第6

条に基づいた気象観測)を開始した。

筑波山プロジェクトの目的は、筑波山山頂における気象・水文環境の高精度モニタリングを行い、大気環境変動の実態把握および筑波山・霞ヶ浦流域における水循環プロセスの解明に役立てる点にある。前者に関しては地球規模の温暖化が、後者に関しては人間活動に伴う自然環境の改変が進行している。このため、筑波山から霞ヶ浦にかけての地域は、大気・水・人間活動の相互作用を研究するうえで、都合の良いフィールドである。

プロジェクトの研究計画を検討する過程で、山頂の気象観測に対してもう一つの役割を期待することにした。それは、地球規模の温暖化速度の検出である。一般の気象観測地点は、ほとんど例外なく都市化の影響を受けている。この点、中央气象台および気象庁が山頂で実施してきた過去100年間の観測値に重ねて、筑波山プロジェクトで開設する気象観測ステーションの観測値をプロットすることができれば、ヒートアイランドの影響を除いた正味の温暖化の実態が明らかになる。

気象観測ステーションの概要

山頂観測の歴史については「筑波山測候所・筑波山通信所のあゆみ」(筑波山通信所東京基地事務所、2005)に詳しく書かれ

ている。山頂のアメダス観測は、2001年12月に終わり、筑波山プロジェクトを開始するまでの4年間は気象観測が行われておらず、山頂には筑波山神社が管理する旧観測庁舎(写真1)のみが残された状態だった。

新たに開設した気象観測ステーションの配置図を、図1に示す。風向、風速、気温などの基本的な要素については、従来の測定位置と同じ位置にセンサーを設置した。観測項目は画像を含めた17項目である。画像を除いた16項目のデータは10分、1時間、1日を単位とするデータファイルにまとめ、また画像はあらかじめ決めた複数のフレームを1時間間隔でまとめ、それぞれデータロガーに記録し、インターネットを利用して研究室で回収する方式とした。

データ公開までの道のり

2005年12月に機材を運び上げて装置を組み立て、2006年1月1日からルーチン観測を開始した。1月下旬に大学の総務・企画部広報課を通して記者発表が行われた。数多くの報道機関(新聞社8社、テレビ局2社、ラジオ局1社、ほか)からの取材および気象予報に関わる分野からの問い合わせを受け、関心の高さを認識した。

2月には、現地説明会(報道関係者ほか約20名参加)や研究会(約25名参加)を実施し、気象観測ステーションおよび観測システム

の詳細を紹介するとともに、筑波山山頂におけるルーチン観測の役割について意見交換を行った。また、気象予報士のグループに集ってもらい、データ公開の際の問題点や提供を受ける立場の要望など、一般公開へ向けた調整を行った。

こうした準備期間を経て、リアルタイムデータを筑波山プロジェクトのホームページ (<http://mtsukuba.suiri.tsukuba.ac.jp/>) 上に掲示した。主な内容は、一般的な気象要素について時々刻々変わる数値を示し、同時に時系列変化の図を表示した。また、利用者の希望により、6ヶ月毎に前6ヶ月間の10分データを閲覧あるいはダウンロードする方針とした。現在は、2006年1月から12月までの1年間のデータを公開している。

気象観測ステーションの役割

筑波山プロジェクトでは、これまでに次の結果が得られている。すなわち、(1) 冬季気温は約 $3^{\circ}\text{C}/100$ 年の速度で上昇しており、IPCCの第3次評価報告書(2001)にある世界平均よりかなり早く温暖化が進んでいると考えられる、(2) 筑波山西側斜面の中腹で気温が高まる現象(斜面温暖帯)が現れる、(3) 山頂付近でも人為的な影響に起因する水質変化が現れている。これらは逐次学会発表され、今後も継続していく。

特に(1)に関して、2006年のデータが取

得された現時点で改めて解析する必要があるが、ヒートアイランドの影響がない山頂で、温暖化の速度がどれほどかは大変興味ある。こうした解析が進めば、例えば、気象庁(大手町)で観測された気温上昇の中に、温室効果ガスの濃度上昇に起因する温暖化の効果と都市の人口熱排出の効果による成分がどのような割合で含まれているか、などの検討が可能になるだろう。

もう一つの役割

筑波山プロジェクトでは、環境変動の実態解明や影響評価に関するモニタリング拠点の形成だけでなく、環境教育の面にも役立てることを念頭に置いている。すでに2006年度は、学群野外実験や卒論、大学院の実習、環境マイスターの研修などで気象観測ステーションの見学を実施した。2007年度には研究素材として活用される予定である。

また、国立大学法人への移行に伴い、教育と研究の両面で果たすべき役割が多様化し、地域社会への還元も極めて重要になっている。この点についても、今後積極的に取り組む必要がある。今のところ、気象予報業務関係者から、データ利用に関する問い合わせが非常に多い。従って当面、天気予報への活用を図ることが重要である。このほか、研究機関、学内における他の専攻、気象測器メーカーなどから共同研究の申し

込みがあり、一部を実施している。今後は、大学の共同利用設備として運用を図ることも検討する必要があるだろう。

まとめ

筑波山と筑波大学の関わりは、筑波山プロジェクトが初めてではない。筑波山周辺の気候特性については、本学の名誉教授である吉野正敏先生ほかを中心としたグループによって精力的に研究が行われてきた。

筑波山プロジェクトの目指す、地域の特徴を活かした研究に取り組むことにより、研究教育機関として筑波大学の評価が高まることを期待したい。

最後に、筑波山プロジェクトの分担研究者および協力者の皆様の惜しみない努力に心から感謝の意を表します。

(はやし ようせい/地球環境科学)

表1 筑波山気象観測ステーションの観測項目

観測項目	センサー高度
風向/風速	屋上床面上3m*
気温	地上1.5m
相対湿度	地上1.5m
地温	地下1cm
地表面放射温度	地上2.4m
日射量	屋上床面上1.55m*
下向き短波放射量	屋上床面上1.4m*
下向き短波放射量	屋上床面上1.4m*
気圧	地上1.45m
降水量	地上1.1m
雨水pH	地上1.1m
雨水電気伝導度	地上1.1m
二酸化炭素濃度	地上3.1m
飛散花粉量	地上1.9m
現在天気	地上2.4m
カメラ (フェノロジー観察用)	地上8.5m

* 屋上床面高：地上12m



写真1 筑波山山頂の旧観測庁舎

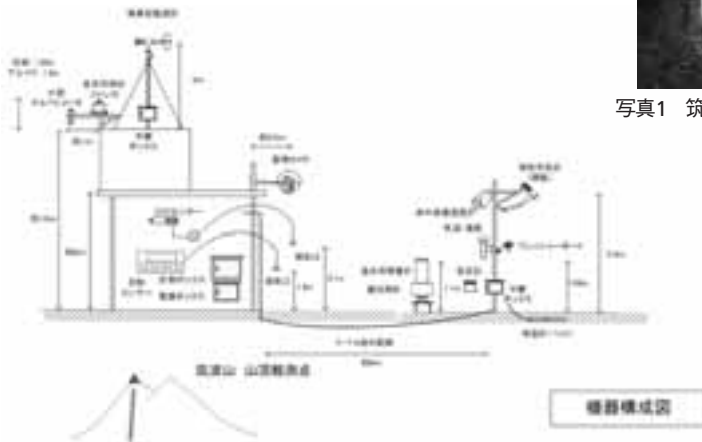


図1 筑波山気象観測ステーションの概要