

# プロジェクト - 3

平成24年度 千葉大学環境リモートセンシング研究センター共同利用研究 (プロジェクト研究 2012-3)  
甲府盆地の小地域気象情報の無線伝送による集約・提供システムの構築

山梨大学 教育人間科学部 尾藤 章雄



大学建物屋上(地上高約30m)に固定設置していた気象観測ステーション奥に見えるのは、基地局用のアンテナ

【研究目的・対象地域】

甲府盆地のミクロな気象情報の取得を移動観測によって行い、これを無線伝送により常時集約・提供するシステムの構築を行った。多くの気象ステーションが、ローガーでの蓄積かコストのかかるワイヤレスLANなどでのデータ伝送を行っている中で、安価で安定的なシステムを目指して試行的に行ったものである。

甲府盆地は赤石山脈や秩父山系など、周囲を3000m級の山並みに囲まれており、甲府市を中心とする市街地は標高250から300mの盆地底に広がっている。このため盆地特有の気象現象は冬季の冷気湖、逆転層をはじめ数多く知られているが、盆地内に位置する気象庁のメテオ観測点は、甲府の他には諏訪、大泉、勝沼、身延、古閑の5点のみで、小スケールの気象現象については、詳細に把握できないのが現状である。

本研究では、急速に普及が進む携帯電話からの位置情報取得と、無線技術ですでに確立しているAPRS (Automatic Packet Reporting System) を利用して、移動する気象ステーションから取得した観測データをリアルタイムに地図上に表示することを可能とした。なおAPRSはアメリカのBob Brunning氏が提唱した無線バケットの応用で、GPSを利用して行われるトラッキングシステムの一つである。

【手法・機器類】

移動観測は、携帯用の小型温度計とローガーを車に積んで移動させ、観測終了後にローガーからデータを取得して解析するのが一般的である。ここでは時刻により、また地点により刻々と変化する気象状況をリアルタイムに取得し、その位置情報を地図上に表示するという目的から、携帯電話(スマートフォン)のGPSから得られる位置情報を、携帯電話のネットワークを経由してサーバーから取得しながら、同時にアマチュア無線バンドを利用した音声バケットで、気象データを無線伝送により受信する。

当初は、位置情報についても、無線機に接続したGPSからの取得を試みましたが、携帯電話のGPSシステムを利用した方が、基地局やWi-Fiからの情報に基づいた位置情報の補正が施されるために精度が高いこと、また、上空が開けていないときでも衛星を見失わないことなどから、携帯電話を利用することにした。



軽自動車に積載して移動させた気象観測ステーション

使用した気象観測ステーションは、アメリカ Davis 社の Cabled Vantage Pro2 (設置する三脚ポールや機器類の接続コードなどオプション敷点をきめて一式 750\$) であり、気象データの伝送には移動型(送信側)および基地局(受信側)とも、145MHz帯の送信機が合法的に可能な無線機器を使用した。

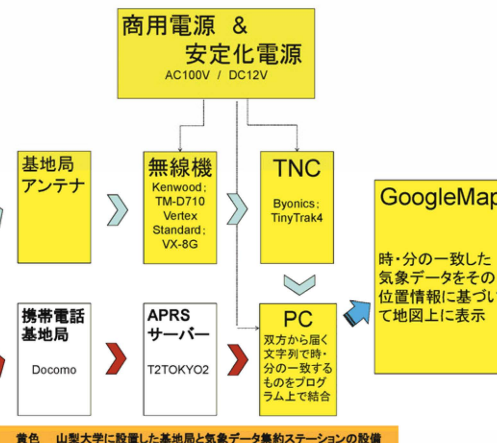
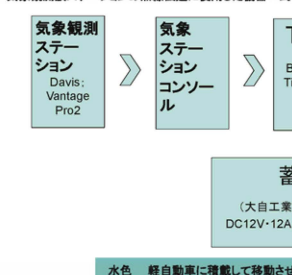
この気象ステーションは、気温、降水量、湿度、気圧などのほか、風向、風速などの測定も行うことができ、そのデータは1分から1時間間隔で接続されたコンソールに表示・更新される。このコンソールは気象ステーションからケーブルで最大30mまで離れたところへ設置することができ、コンソールを室内に置けば、その室内の気温、湿度なども測定と比較表示することができる。但し、このコンソールから外部出力できるのは、気象ステーションで取得されたデータのみで、コンソールが測定したものは出力できない。なお、気象ステーションを軽トラックで移動させるため、気量や風速などは観測できないので、外気温及び気圧、湿度の3点に限定してデータを取得した。

気象ステーションは軽トラックの荷台に、無線伝送に必要な機器類(写真裏のものを箱詰め)と一緒に積載し、無線機に接続した外部アンテナはトラックの屋根にマグネット固定した。携帯電話は、内蔵されたGPSの精度が高いため確認の上、Sony Mobile Communications 社の XPERIA ARX SO-01C および、サムスン電子社の GALAXY NEXUS SC-04D をいずれも NTT Docomo 社の通常契約の下で使用した。携帯電話は通常契約に置き、気象ステーションのデータ送信と一致するよう、高精度で携帯電話自身の位置(緯度経度)を確認しながら、1分間隔でこれをタイムスタンプ(時・分)と同一音声バケットとして、TOP接続でサーバーに送信するよう設定した。システム全体の概要を、気象データの流れと位置情報の流れに分けて示したのが以下の図である。

気象データの流れ

位置情報の流れ

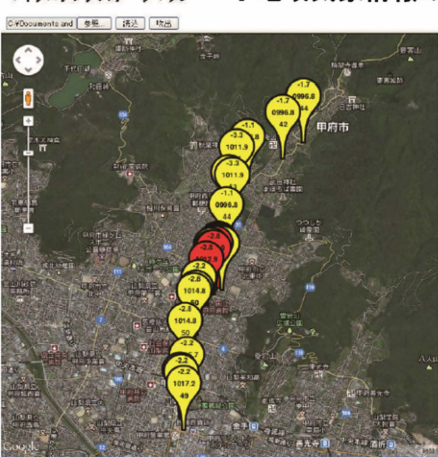
気象観測ステーションの無線伝送に使用した機器一式



水色 軽自動車に積載して移動させた気象観測ステーションの設備

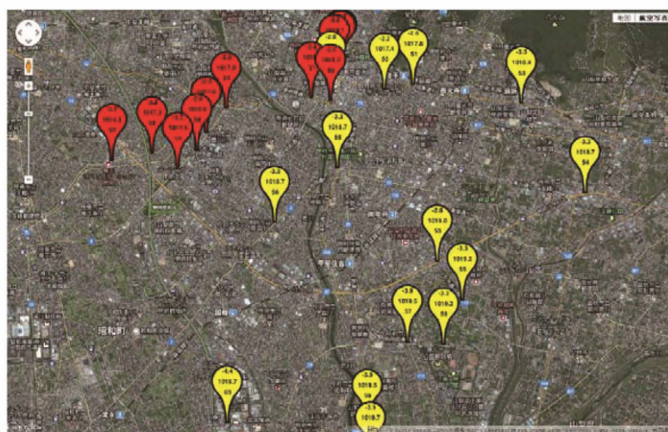
黄色 山梨大学に設置した基地局と気象データ集約ステーションの設備

マイクロメダスデータマップ



相川扇状地の実験結果(甲府市環線 標高420m ~ 甲府市丸の内 標高260m)

小地域気象情報の無線伝送による集約・提供システム概要図



甲府盆地広域の実験結果 (甲府市丸の内 標高275m ~ 甲府市国母 標高252m)

冬季早期の甲府盆地の気象状況 (平成25年1月27日; 午前5:40~7:00)

【送受信機に関わる免許及び機器と使用画像について】

(1) 気象ステーションに接続した送信機、および基地局での気象データを受信する受信機等を使用する学生・教員については、すべて送受信の定額料を「アマチュア無線従事者免許(第一級〜第三級)免許」でカバーし、無線機免許状を保持しており、送受信の運用方法に基づいた講習書の受領と適正・正確に行いながら実施を要した。

(2) 使用した携帯電話(スマートフォン)には、ある程度の「APRS(Advanced Position Reporting System)」というアプリケーションをインストールした上で、所持者の無線局免許状を確認して与えられる Validation Number を入手し、GPSによる位置情報の取得・送受信を行った。

(3) 気象ステーションの送受信機は、いずれも市内で販売されているもので、気象データの送信は Vertex Standard 社の VX-8G 及び VX-3 の機種 (受信出力は5W、3W)、また基地局には、KENWOOD 社製 TM-D710S (定額出力は50W) を使用した。いずれも上記(1)で示した送受信の免許保有者が、無線機免許状で許可された周波数帯、出力等を遵守して運用した。

(4) 観測写真の画像は Google Maps の表示画像から必要部分を切り取り加工したものである。

【脚注】

(1) 千葉大学環境リモートセンシング研究センターの近隣関係者向けに、共同利用研究金にわずらわぬご指導をいただいた。気象ステーションからのデータと携帯電話からの位置情報を、時刻に基づいて結合するプログラムは、山梨大学工学部先端理工学研究所准教授の全面的な協力を得た。また、冬の早朝、観測の途中で付いたシステム運用業務には、工学部環境システム工学科1年科長尾藤、電気電気システム工学科1年科長尾藤、コンピュータ理工学科1年科長尾藤の協力を得た。

(2) 観測に使用した気象ステーションは、送信機 VX-8G と VX-3 及び基地局に接続した TM-D710S の機種については、いずれも平成24年度「リモートセンシング研究センター共同利用研究 (プロジェクト研究 2011-3)」の助成費で購入した。あわせて感謝申し上げる。

【システム運用実績】 冬季の甲府盆地において、小地域気象情報の無線伝送による集約・提供システムの運用実験を行った。日時は平成25年1月27日(日)早朝、最低気温を記録する日の出時刻(午前6時50分)前後の時間帯を狙って、気象ステーション2台を同時に移動させ、山梨大学に設置した基地局において、その観測結果をリアルタイムで GoogleMap 上に表示させた。上の写真2枚は、移動車の地形がよくわかるように、気温、気圧、湿度の3項目を GoogleMap の空中写真に重ねて表示したもので、バルーンの色と赤色は、異なる気象ステーションからのデータであることを示している。

- (1) 相川扇状地の実験結果 山梨大学の美る相川扇状地は、甲府盆地北部の帯部山(1347.4m)を水源とする相川によって形成され、扇頂部の積翠寺から甲府市丸の内まで、南に向かって緩やかに傾斜する。この扇状地上の気象分布には顕著な差異がみられ、標高が420mと高く、扇頂にあたる積翠寺の2地点で-1.7度、扇中央部の山梨大学付近の標高310m付近で-2.8度、扇端部の丸の内付近の標高260mで-2.2度であった。山梨にも関わらず扇頂部で気温が高いのは、積翠寺に温泉が湧出している影響も考えられるが、冬の晴天時明け方に顕著に現れる接地放射の影響の下図が、この付近に位置している可能性がある。扇端部に向けては市の中心街になるため、扇端部標高による影響だけでなく、ヒートアイランドの影響が現れているとみられるが、扇中央部が最も低温となった理由には不明である。一方、標高が低くなるにつれて、気圧が996.8mbから1017.2mbへと高くなっていくことは明確に示されている。
- (2) 甲府盆地広域の実験結果 甲府市中心部の丸の内から、東西及び南北に約5.5kmの郊外を含む範囲で、平坦面だが緩やかに南に傾斜する。気温は丸の内では-2.2度、東西に向かうにつれて-2.8度、-3.3度と徐々に低下し、甲府バイパス(東西に走る茶色の道路)より南側では-3.9度の地点が多くなる。最も低かったのは南端の岡母工業団地で-4.4度であった。また、湿度は市中心部で50%であるが、東西に離れると54~57%、岡母工業団地では62%と高くなる。南の標高の低いところに向かうと冷気がたまる傾向を示すが、気温が最も低かった岡母付近は、開港前は湯水の貯まる湿地であったことを考えると、盆地底でも特に冷気の吹きだまりとなっている可能性がある。
- (3) 今後の課題 携帯電話の位置情報把握にWi-Fiルーターを利用すると位置情報の精度が落ちること、気象データを送る3W出力の無線機は基地局までの伝送が困難な地点があること、表示されたこのGoogleMapのインターネットへの公開方法などが今後の課題である。