

## 産業界の技術動向

# 気象におけるセンサーデータの利活用

株式会社ウェザーニューズ レーダープロジェクト チームリーダー  
手 柴 充 博

## 1. はじめに

「気象」という分野の特徴として、今、目の前で何が起きているかを様々な方法で測る「観測」と、それに基づいて今の気象状況を知る「解析」及びこれから起こることを予測する「予報」が、我々の生活に直結していることが挙げられる。その為、学際分野でもビジネス分野でも様々な取り組みが行われており、「観測」については、小学校に設置されている百葉箱で毎日の気温を観測したり、小学生の夏休みの日記にその日の天気を記載したり、といった基礎的な事だけでなく、最近では自動気象観測器、例えば netatmo (引用 1)、が比較的手軽に手に入るようになり、様々な形で気象について知ることができるようになってきた。これまで株式会社ウェザーニューズ (以降 WNI) では、WNI を様々な形で応援して下さる方を BtoB (企業向け) サービス、BtoC (個人向け) サービス問わず「サポーター」と呼ばせて頂き、サポーターの方々からの様々な情報を集約して解析を行ってきた。さらには、昨今の IoT (Internet of Things) の考え方により、気圧計や温度計といった、気象状況を表現するようなセンサーが様々なデバイスに搭載されてきている。ここでは、これまでのセンサーに対する取り組みを踏まえ、今後のセンサーデータの扱いについての展望を述べる。

## 2. ウェザーニューズにおけるセンサーの活用

WNI では、「知る・測る・参加する」をモットーとして、サポーターの方々に参加する観測プロジェクトを行っている。例えば、2006 年から行っている「花粉プロジェクト」(引用 2、3) では、花粉と気象センサーを組み合わせた「ポールンロボ」を毎年一定数、花粉症の方を中心に配布し、花粉の数を「ポールンロボ」で自動連続カウントして WNI ヘデータをアップロードするだけでなく、その日の花粉症の程度も併せてレポートとして送って頂き、それらの結果をもとに、周辺の花粉症の方への花粉の飛散状況及びその対策をお伝えしている。これは単に花粉の数をカウントするだけでは花粉症の対応策に繋がりにくい、併せて花粉症の方の感覚情報 (今日はひどいのか軽いか、など) と照らし合わせることで、花粉症の具体的な対策に繋げることができる。「ポールンロボ」は年々バージョンアップが図られ、現在は (図 1) のような、花粉の数に応じて「ポールンロボ」の目の色 (LED で発色) が変化する仕組みになっている。

2011 年からは、KDDI 株式会社と共同で地上観測装置「ソラテナ」(図 2、引用 4) を携帯基地局を中心に約 3000 ヶ所設置して運用している。これは、気象要素である気圧・気温・湿度だけでなく紫外線量や日射量も観測することで、地上観測の高度化及びそれを生かしたコンテンツの高度化に



図 1: WNI 花粉観測器「ポールンロボ」外観。

寄与している。例えば、関東地方で降雪がある場合、交通機関に影響がでて社会的なインパクトも大きい。そのため、「雨か雪か」というのは非常に重要な情報であるが、気象庁の観測網だけでなく、このソラテナの観測とサポーターの方々からの雨や雪の特徴や降り方の情報を合わせると、リアルタイムで雨雪の分布が詳細にわかり（図3）、その後の対策、例えばBtoB向けサービスであれば、列車の運行管理や道路の除雪のタイミングなど、に非常に役立つことが分かっている（引用5）。

また、地球観測衛星や気象レーダーといった、従来から使われている観測システムについても、機能を特化させることで不要な冗長化を無くしたり、部品や製品として民生品を用いることで、比較的



図2：WNI 地上観測器「ソラテナ」外観。

コストで製作し展開することが可能になった。WNIでは、WNI衛星1号機「WNISAT-1」（図4、引用6）を株式会社アクセルスペースと共同開発し、「WNISAT-1」は2013年11月にロシアのヤースヌイから打ち上げられ、現在も稼働中である。この衛星の当初のメインミッションは北極海の海水監視である。北極海の海水面積がここ最近減少傾向にあり（引用7）、それに伴ってヨーロッパとアジアを結ぶ新たな航路（北極海航路）が航行可能になっている。この北極海航路を航行する船舶は、従来のスエズ運河や喜望峰を回る航路に比べて距離でそれぞれ、約2/3や約半分となっており、運航コストの削減に大きく寄与することが期待される。北極海航路を航行するにあたって、海水の状況をリアルタイムで監視し航行中の海水の動きを予測することが、船舶を運航する海運会社から求められており、これに応じる形での衛星の打ち上げを計画した。打ち上げは成功したものの、後に搭載機器の不具合が発生し当初のメインミッションは実行できなくなったが、衛星搭載の磁気センサーを用いた地磁気観測をメインミッション

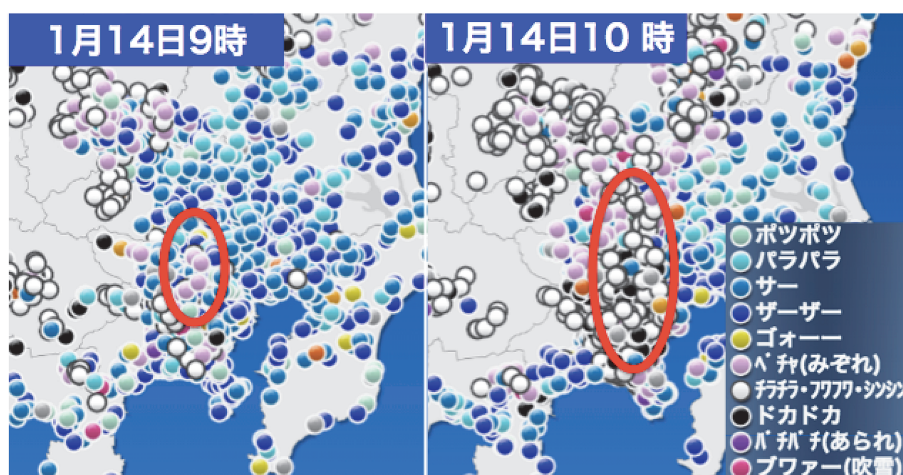


図3：2013年1月14日（左）9時、（右）10時における、WNIサポーターから送られてきたウェザーレポート。レポートは単に雨か雪かだけでなく、「チラチラ」「ドカドカ」といった、量や降り方を表す表現で送られてくる。

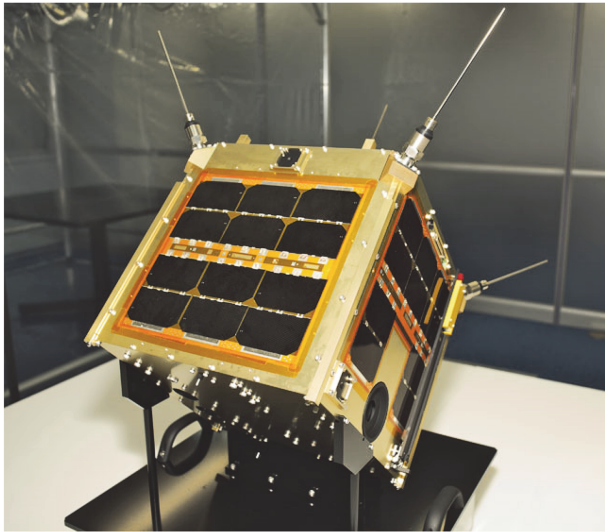


図4：民間企業初の商業衛星「WNISAT-1」。

に変更し、現在も観測を行っている。地磁気擾乱は、北極圏を航行する航空機にとって、搭載計器に異常が出る可能性があるため、この磁気センサーによって地磁気擾乱の状況を観測・監視している。一方で、「WNISAT-1」の当初のメインミッションであった北極海航路の海水監視については、リカバリー衛星

として「WNISAT-1R」を2016年秋に打ち上げ予定である。「WNISAT-1R」は、海水監視のための可視・近赤外線カメラのほか、曇天時や夜間でも観測可能な電波を用いた観測 GNSS-R (Global Navigation Satellite System; 衛星測位システムー Reflectometry) の可能性調査を行う計画となっている。

気象レーダーについては、既存の気象レーダーは大型で広範囲（数百 km レンジ）をカバーするように設計されているが、カバーできる水平範囲は広いものの地球の曲率を考えると、レーダーから離れた場所ではレーダービームが地表から離れていき、地表付近を観測することが困難となる。また、積乱雲に伴う強雨や顕著現象の代表例である竜巻といった現象は地表付近で起こるため、気象学的にも地表付近の観測を密にすることが求められている。そこで、既存の大型気象レーダーではカバーしにくい地表付近のデータを取得し、またレーダーの設置や移動がしやすいような気象レーダーとして、「WITH レーダー」を開発した（図5、引用8）。WITH レーダーは、航空機の先端に搭載されている、これから飛行する先の気象状況を把握するための航空機搭載型気象レーダーをベースとし、さらに必要な機能、レーダー制御、設置・回転を可能とする台座やレーダーを覆うためのレドーム、受信信号を解析しレーダー反射強度やドップラー速度といったレーダーパラメータを計算するための信号処理装置、インターネット回線に接続するための周辺機器などを自社開発して、2016年現在、日本全国80か所に展開している。航空機搭載型気象レーダーは、元々レーダーから近い場所を観測し、航空機に搭載するために小型・軽量、且つ高い技術基準で設計・生産されており、また地上設置型の気象レーダーよりも生産台数が多いため、航空機外である地上で運用してもレーダーの故障率が低く、併せて初期費用が従来型よりも1/10程度に抑えることが可能となった。現在日本国内では実験試験局として運用しており、これらを実用局化するべく米国オクラホマ大学と協同し新しい気象レーダーを開発中である。気象レーダーに関しては、「WITH レーダー」のような小型のレーダーばかりではなく、XRAIN（引用9）のような大型且つ観測パラメータを増やしたレーダーや、フェーズドアレイレーダーのように、レーダービームを電子的に制



図5：WNI 気象レーダー「WITH レーダー」。

御する気象レーダー（引用 10）も開発され、日本国内で展開が進んでいる。

### 3. 今後のセンサー展開についての課題

IoT の進行と共に、スマートフォンにも気圧計や温度計が搭載されるようになってきており、気象会社としてはこのようなデータも積極的に活用していくことで、今まで解析できなかった事例も解析できる可能性がある。前述した関東地方の雨雪解析ではウェザーリポートに含まれている気温や気圧の情報を解析している他、スマートフォンの気圧観測については（引用 11）のように気象予報モデルへ観測データを取り込むデータ同化の試みが始まっている。このようなデータは一般に、センサーの精度やセンサー自体の設置環境が様々であり、それぞれのデータがどのような性質のものかを、一つのデータのみから判断するのは困難であるが、データが集まってくることで質の低いあるいは誤りの含んだデータが相対的に無視できるようになり、解析した結果は意味のある情報となる。一方、レポートが少ない、あるいはセンサーの数が少ない場所では、少ないデータセットがそれなりの精度を保ったデータとなることが期待される。このような場所にセンサーを設置する場合、センサーの設置環境を整え、データを転送するための通信環境も確保するとすると、センサー本体を整備することに加えて、設置や通信環境に手間や金銭面のコストがかかるため、日本国内でも人口が少ない地域では未だ不十分であるところが多い。自動で観測できるロボットやドローンは、設置環境をカメラや GNSS による測位によって把握できるので、観測精度を保てる可能性があり、併せて常設の観測器よりも設置コストを抑えられる可能性があるが、安全性や信頼性を含めて未だ技術的な課題が残る。一方、通信環境については、公衆無線 LAN や携帯電話回線等を使う方法、衛星通信を使う方法などが考えられるが、通信コストのようなランニングコストはセンサー本体の価格に比べて高くなることが多い。また、新たに無線免許の周波数帯域を確保し、センサー同士がアドホックに接続するようなネットワーク構成も開発されているが、通信モジュールの通信範囲やセンサー自体の消費電力などを考えると未だ実用に至るまでには時間がかかると考えられる。このように、センサー設置や通信に伴うコストをいかに抑えられるかが成功の鍵となる。一方、気象学の観点からセンサー設置を最適化する実験（Observing System Simulation Experiments; OSSE、引用 12）を試みることで、センサー展開とその活用方法を前もってシミュレーションし最適化することができる。現在では気象学だけでなく様々な観点から、どのようなセンサーが必要かを検討できる環境にあると言える。

### 参考文献

1. Netatmo Official Site:  
<https://www.netatmo.com/ja-JP/site>
2. WNI プレスリリース：花粉症 100 家族を募集!、2006：  
<http://weathernews.com/ja/nc/press/2006/060124.html>
3. WNI プレスリリース：各都道府県の 200 家庭で花粉観測をスタート、2008：  
<http://weathernews.com/ja/nc/press/2008/080213.html>
4. WNI プレスリリース：気象情報を活用したサービス「ソラテナ」の全国展開について、2011：  
<http://weathernews.com/ja/nc/press/2011/110530.html>
5. WNI プレスリリース：2013 年 1 月 14 日関東地方の大雪に関して、2013：  
<http://weathernews.com/ja/nc/press/2013/130117.html>
6. WNI プレスリリース：新たな宇宙ビジネスの第一歩  
ウェザーニューズの超小型独自衛星「WNISAT-1」、打ち上げ成功、2013：  
<http://weathernews.com/ja/nc/press/2013/131122.html>

7. WNI プレスリリース：北極海の海水がこの夏最小に、観測史上4番目の小ささ、2015：  
<https://jp.weathernews.com/news/3840/>
8. WNI プレスリリース：小型レーダーネットワークを活用した革新的な取り組みが始動、2009：  
<http://weathernews.com/ja/nc/press/2009/091007.html>
9. 国立研究開発法人防災科学研究所 Xバンドマルチパラメータレーダーによる降雨観測：  
<http://www.bosai.go.jp/kiban/radar/index.htm>
10. 株式会社東芝プレスリリース：日本初「フェーズドアレイ気象レーダ」を開発：  
[https://www.toshiba.co.jp/about/press/2012\\_08/pr\\_j3101.htm](https://www.toshiba.co.jp/about/press/2012_08/pr_j3101.htm)
11. Hanson, Glen S. Impact of Assimilating Surface Pressure Observations from Smartphones on a Regional, High Resolution Ensemble Forecast: Observing System Simulation Experiments. Diss. The Pennsylvania State University, 2016.
12. Arnold Jr, Charles P., and Clifford H. Dey. "Observing-systems simulation experiments: Past, present, and future." *Bulletin of the American Meteorological Society* 67.6 (1986): 687-695.