

## 震災対応特集

- 01 **東日本大震災被災地のPi-SAR2による緊急観測**  
浦塚 清峰
- 03 **「きずな」(WINDS)の宮城県での運用について**  
高橋 卓／秋岡 眞樹
- 05 **被災地におけるインターネット無線LAN環境の構築**  
—NICTが開発した「コグニティブ無線ルータ」の利用—  
村上 誉

### ●施設紹介

- 07 **沖縄の海と雨と風を、最先端のレーダで観測**  
自然災害の軽減から海の安全確保まで、幅広い分野に貢献する  
**沖縄電磁波技術センター**

### ●トピックス

- 10 受賞者紹介
- 11 拠点の紹介



平成23年3月11日に発生した東日本大震災により被災された皆様に、心からお見舞い申し上げますとともに、一日も早い復興をお祈り申し上げます。本号では、NICTがこの震災に対して取り組んだ事例について、ご紹介します。今後もNICTでは災害時にも役立つ研究に取り組んで参ります。

# 東日本大震災被災地の Pi-SAR2による緊急観測



**浦塚 清峰** (うらつか せいほ)  
電磁波計測研究所 センシングシステム研究室 室長

大学院修士課程修了後、1983年に郵政省電波研究所(現NICT)入所。電波リモートセンシング、特に合成開口レーダの研究に従事。博士(工学)。

NICTでは、地震発生翌日の平成23年3月12日午前7時30分から10時45分に東北地方の太平洋沿岸および主要道路付近の航空機搭載高性能SAR\*(以後Pi-SAR2)による緊急観測を行いました。

地震発生直後に、Pi-SAR2を搭載する航空機(ガルフストリーム2型機)を所有するダイヤモンドエアサービス社(以後DAS)に連絡し、通常は2日かかる搭載作業を緊急作業で12時間以内に実行してもらった依頼をしました。地震により電話が不通になったのは、DASへの明確な指示・依頼を済ませた直後でした。レーダ機器のうちデータを記録する記録モジュールは、この直前(3月9日)に実施した新燃岳の観測後の処理のためNICT本部(小金井市)に持ち帰っており、航空機のある名古屋空港までの緊急な輸送も必要でした。また、地震発生後から新幹線をはじめとする鉄道がすべて運休となっており、観測者の名古屋への移動手段も確保する必要がありました。そこで、自動車による機器輸送と観測者の移動をやむなしとして急遽レンタカーの手配をし、どうにか荷物運搬用のバンを借り受けることができました。もう少し判断が遅かったら、迅速な観測開始には結びつかなかったと思われます。

通常、Pi-SAR2を運用するには、事前に航空局に飛行パスを申請する必要があります。NICTのPi-SAR2チームは、地震直後から報道による情報収集を進めて、緊急に図1に示す飛行パスを作成し、DASに緊急の申請手続きをメールで伝えて車に乗り込みました。航空機に搭乗する職員3名がNICTを出発したのは23時頃の事です。甲州街道等一般道は車で溢れ、渋滞していましたが中央自動車道に乗ると車の流れはスムーズで、翌朝5時頃に名古屋に到着しDASに入構しました。

到着後直ちに、配線のチェック、機器の動作確認、観測パ



図1●2011年3月12日の飛行パス(地図提供:国土地理院)  
紫の長方形の部分が観測実施場所を表し、数字は観測の順序を表す。なお、管制からの指示により一部のパスにおいては観測が見送られた。

表1●データ公開までのタイムフロー

| 事象        | 操作   | 時刻    | 観測開始からの時間 (hour) |
|-----------|--|-------|------------------|
| 地震発生      |  | 14:46 | -                |
|           | 飛行交渉<br>Pi-SAR2システムのセットアップ<br>小金井から名古屋への移動 |       |                  |
| 離陸        |  | 07:30 | -                |
|           |  |       |                  |
| 図1のバスで観測  |  | 08:16 | 0                |
|           | 機上データ処理                                    |       |                  |
| 着陸        |  | 10:45 | 2.48             |
|           | データ送信準備                                    |       |                  |
| NICTで画像受領 |  | 12:14 | 3.97             |
|           | データ公開準備                                    |       |                  |
| データ公開     |  | 14:23 | 6.12             |



図2●2011年3月12日午前8時頃に観測された仙台空港付近の画像  
画像の大部分を占める黒い部分は、津波により冠水した地域を示している。

ラメータの入力の作業を行い、6時50分頃から飛行前の天候、フライトコース等の確認の打合せを行い、航空機に乗り込みました。このとき、前日に大阪に出張中だったNICTの熊谷博理事も名古屋に駆けつけて陣頭指揮に当たりました。

名古屋空港を7時30分に離陸して、前日に作成した飛行コースに沿って観測を進めて行きましたが、福島第一原子力発電所の周辺だけは、飛行機を迂回するよう管制から指示があり、それ以外の地域の観測を行いました。Pi-SAR2による観測は直線飛行を基本とするため、旋回時にはデータ取得しません。この観測と観測の間の時間を利用して、機上処理システムを用いて複数枚の画像再生処理を行いました。このときの画像は処理の迅速性を考慮し、2km四方の部分に限定しています。観測を終え、航空機が名古屋に着陸した11時過ぎから機上で処理した画像データをNICTのPi-SAR2チームに伝送を試みましたが、震災後の通信の輻輳のせいも、機上の緊急処理データをすべて伝送できたのは、地震発生から24時間後の15時近くになりました。このデータは、NICTのWebサイトに特別ページを立ち上げて広く一般に向けて公開いたしました。

表1に観測からデータ公開までのタイムフローを示します。データは小金井に戻る車により持ち帰り、翌日から詳細な(5km四方、偏波によるカラー画像)処理を行い、逐次、前述のWebページに掲載していききました。このうちの1つを図2に示します。仙台空港の画像であり、画像の大部分を占める黒い部分は、津波により冠水した地域を示しています。この画像を含む3月12日の観測データおよび3月18日に再度観測した画像データは、以下のページに現在も公開しています。Pi-SAR2の性能は、30cmの分解能(解像度)を持ちますが、広域性と高分解能を同時に満足するとデータ容量が大きくなりすぎるため、ここでは広域性を優先して分解能は2m程度に低下させています。

これらのデータは、災害現場において救難作業や復興作業等に活用されることおよび一般市民に広く状況を知らせることを目的として公開したもので、一定の目的は果たしたと考えておりますが、レーダ画像の判読には専門的知識が必要な部分もあり、今後はその点の改善が必要と考えています。

最後に、今回の震災により亡くなられた方々のご冥福をお祈りするとともに、一日も早い復興を祈念しております。

#### NICT Column

##### \* 航空機搭載高性能SAR (Pi-SAR2)

合成開口レーダ(SAR)は、航空機等から地上に向けて電波を出し、地上を航空写真のように観測することのできるレーダ技術です。電波を使うため曇や雨の天気でも夜でも観測できるメリットがあります。

NICTでは、12,000mを飛行する航空機から地上を広域に観測できる合成開口レーダシステム(Pi-SAR2)を開発してきました。Pi-SAR2の「P」はポラリメトリ(Polarimetry)という機能の意味で、電波の振動する向き(偏波)を用いて、地上の様子をより詳細に区別することができます。Pi-SAR2の「i」はインターフェロメトリ(Interferometry)という機能の意味で、2つのアンテナによる視差から地上の高さを画像と同時に計測することができます。

2号機となるPi-SAR2は、画像の細かさとなる分解能を初号機の1.5mから30cmと飛躍的に向上させた世界最高性能のSARです。

(Pi-SAR2による被災地の観測のWebサイト)

<http://www2.nict.go.jp/pub/whatsnew/press/h22/announce110312/index.html>

# 「きずな」(WINDS)の宮城県での運用について



**高橋 卓** (たかはし たかし)  
ワイヤレスネットワーク研究所  
宇宙通信システム研究室 研究マネージャー

大学院修士課程修了後、1991年に郵政省通信総合研究所(現NICT)入所。高速衛星通信、衛星通信システムなどの研究に従事。



**秋岡 眞樹** (あきおか まさき)  
ワイヤレスネットワーク研究所  
企画室 専門推進員

大学院修了後、科学技術特別研究員を経て1993年に郵政省通信総合研究所(現NICT)に入所。宇宙環境、宇宙技術などの研究に従事。博士(理学)。

## 超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS)

「きずな」は2008年2月に種子島宇宙センターからH2-Aロケット14号機で打ち上げられました。打ち上げ後3年3ヶ月ほどたちましたが、順調に運用を続け、数々の実験を精力的に実施しています。最大の特徴は、世界最高速の衛星通信性能をもち、アジア太平洋全域をサービスエリアとするブロードバンドIP通信が可能であることです。「きずな」にはNICTが開発した再生交換機を搭載しており、搭載交換機を使用した再生交換モードでは、多数の地点を同時に結んで最高155Mbpsの通信が可能です。また、搭載再生交換機をバイパスしたベントパイプモードでは2点間で1.2Gbps超の通信が可能で、様々な実験やイベントをこなしてきました。

スーパーハイビジョン映像の伝送実験や高精細4Kカメラによる3D映像など、次世代の映像コンテンツの大容量伝送実験を成功させています。2009年7月には、皆既日食映像伝送実験において、車載局を硫黄島に持ち込みハイビジョン4チャンネル分をNICT本部(小金井市)へリアルタイムで伝送し、インターネット等を介して報道番組等ひろく日本中のお茶の間にも提供されました。2010年1月には、神奈川県の大和成和病院の手術室と神戸国際会議場を「きずな」で結び、心臓外科手術の3D映像中継実験を成功させています。

「きずな」の地球局設備は、地上網で広く普及しているイーサネットや外部機器と接続されます。このため、コンピュータやテレビ会議、IP電話をはじめ、多くのネットワーク対応機器をそのまま接続して運用することができます。このシンプルなインターフェースは、最先端の通信衛星である「きずな」をとっても使い勝手のよいものになっています。

## 災害時の衛星通信利用について

地上の光ファイバー網と異なり、地上通信網のないどこでも、地球局設備があればすぐに大容量ブロードバンド回線を開設できる点が「きずな」の強みです。これは、大規模災

害による通信途絶に対しても大きな力を発揮します。この点について、実際の現場で活動する消防などの関係者も「きずな」に強い関心を持っていました。2010年10月に沖縄でAPEC電気通信・情報産業大臣会合が開催された際には、併設された政府展示において災害救助活動における「きずな」の利用を含む展示実験を東京消防庁の方々と協力して実施しました。災害時に緊急援助隊として遠隔地に派遣されたときの通信に関する問題点や重要性などの議論をもとに、今年の4月からの第3期中期計画が開始されたら協力して取り組もうと、具体的なプランを練り始めていたところでした。

その矢先、3月11日に東日本大震災が起こってしまいました。すぐにNICT本部から関係機関に情報収集を始めましたが、思うように電話が通じません。テレビを見ているだけで、想像したこともないような被害に見舞われていることはわかります。「きずな」を使用する状況になった場合に備えて、念のため衛星運用スケジュールの確保と必要な資機材の集積準備を開始しました。夜中、日付も変わった12日未明、東京消防庁の担当者から、「緊急消防援助隊が活動する現地との通信に「きずな」を使いたいとの話が出ているが、協力してもらえる可能性はあるか?」との連絡がありました。大急ぎで資機材の確保状況の確認と情報収集と準備を本格化させました。また、一緒に「きずな」プロジェクトを進めている宇宙航空研究開発機構(JAXA)の担当者とも調整し、「きずな」使用のスケジュール変更とリソース等の確保に協力していただきました。あたふたと一応の準備を整え、14日には現地に追加派遣される緊急消防援助隊の東京都隊とともに大手町の東京消防庁本庁を出発しました。

14日深夜に気仙沼市に入り、15日朝に気仙沼市災害対策本部の置かれた気仙沼消防署・防災センターに到着、設置場所や電源・信号線ルート等の調査・調整を始めました。東京側で作業しているチームメンバーの手際のよさもあり、アンテナ設置、室内や消防車両へのケーブル敷設、アプリケーション機材の立ち上げも含め、夕方4時ごろには大手町の東京消防庁作戦室との間に衛星回線が確保できました。

その後、航空自衛隊の災害派遣の部隊とともに松島基地に

- 衛星による超高速ネットワーク  
最大1.2Gbps/ビーム (非再生中継)  
最大155Mbps/ビーム (再生中継)
- 地上高速ネットワークとのシンプルなインターフェース (イーサネット)
- 超広帯域高出力中継器
- Ka帯マルチビームアンテナ&アレイアンテナ
- 搭載再生交換システム(ABS)

|          | MBA                               | APAA            |
|----------|-----------------------------------|-----------------|
| 周波数      | 上り：27.5～28.6GHz / 下り：17.7～18.8GHz |                 |
| 通信エリア    | 日本全国及びアジア10都市                     | アジア太平洋全域        |
| EIRP、G/T | 68dBW以上、18dB/K以上                  | 55dBW以上、7dB/K以上 |
| 偏波       | 水平及び垂直偏波                          | 垂直偏波            |
| 中継方式     | 再生交換中継方式またはベントパイプ中継方式             |                 |

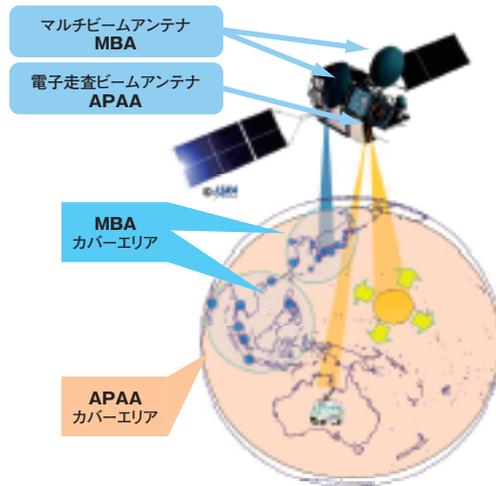


図1●超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS)の概要

移動し、入間(埼玉県)と松島の間  
にブロードバンド通信回線を提供しまし  
た。  
**被災地での活動を踏まえて**

NICTは防災につながる研究はして  
いるものの、防災機関ではありません。  
「きずな」のチームも災害対応機関の  
活動に役立つ研究をこれから…、とい  
うところでしたので、「きずな」の持てる  
力を存分に発揮できたとは思っていま  
せん。報道される被害状況に衝撃を受  
けて、何かできることがあるならやらな  
ければ、と走り出してしまったようなも  
ので、準備も十分といえるものではあり  
ませんでした。それでも、実際の災害対  
策現場で「きずな」が使われたことで、  
ささやかながらも被災地と救援部隊の  
お役に立つことができました。加えて、  
「あれもできる」「ここはこうすればよい」とたくさんの方に気付く  
ことができました。

今回の一連の活動で、「きずな」による衛星通信はハイビジョ  
ンの映像やテレビ会議に加え、IP電話やWiFi付携帯電話も衛  
星回線とうまくつなぎこむと被災地でかなりの有効活用が期待で  
きることがわかりました。「きずな」を使えばそのままインターネット  
につなぎこめますので、被災地での救助活動や被災者支援に  
そのまま役立てられます。ファイル共有ツールやVPNなども有  
用です。作業開始後半日程度でブロードバンド回線を開通させ  
られる即応力を今回も発揮してくれました。災害現場で使うツ  
ールはワイヤレスでアクセスできるものでなければ、運用現場にか  
えて負荷をかけてしまうかもしれないことも貴重な教訓としたい  
と思います。そして、とにかく電源の継続的な確保の大切さ。  
ここにあまり詳しいことを書く余裕はありませんが、後から考える



図2●気仙沼市での活動状況  
屋上に可搬型VSATを展開し、窓越しにケーブルを災害対策本部に引き込んで運用した。

とあたりまえに思えてしまうことも多いです。

今後、衛星通信の先端技術を追求める研究開発に加え、そ  
れを実際の現場で使えるものに仕上げていくためにやるべきこと  
がいろいろとあることをあらためて痛感させられました。報道や関  
係機関などでは、衛星携帯電話をはじめ衛星通信の重要性が  
あらためてとりあげられているようです。今回の活動の中で気付  
いたことで検証の必要なことは、被災地から帰ってすぐ実験や  
検討を始めています。現場の人たちに現場のイロハも教えてい  
ただきながら研究開発を推進していきたいと考えています。

今回の震災で亡くなられた方のご冥福と、被災された地域の  
復興を心よりお祈り申し上げます。

# 被災地におけるインターネット 無線LAN環境の構築

## —NICTが開発した「コグニティブ無線ルータ」の利用—



**村上 誉** (むらかみ ほまれ)  
ワイヤレスネットワーク研究所  
スマートワイヤレス研究室 主任研究員

1999年大学院修士課程了。同年郵政省通信総合研究所(現NICT)に入所。2003-2005年デンマーク国オー  
ルボー大学客員研究員。  
無線通信プロトコル、モバイルネットワーク、コグニティブ無線技術に関する研究に従事。

東日本大震災において被災された皆様にご心からお見舞い申し上げますと共に、一日も早く復興されますことをお祈り申し上げます。

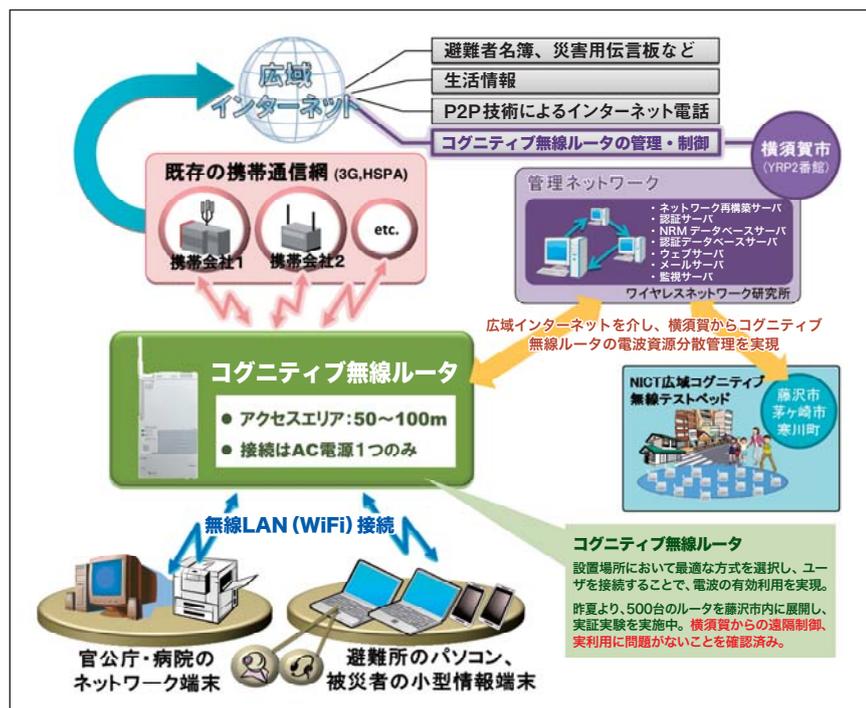
私たちスマートワイヤレス研究室では、少しでも復興の手助けになればと考え、岩手県内の避難所に32台、福島県内の避難所に21台の計53台(平成23年5月19日現在)のコグニティブ無線ルータを設置し、高速で安定したインターネットアクセス環境を提供しております。

震災直後より、続々と伝えられる被災地での辛く厳しい現実  
に直面されている方のことを想い、通信の研究を行う国の研究  
機関として、私たちができることは何かを考えました。スマート  
ワイヤレス研究室では、携帯電話や無線LAN等の異種の無線シ  
ステムを統合的に取り扱い、電波の有効利用や効率的な情報  
通信ネットワークを実現するコグニティブ無線技術の研究を進め  
ています。本技術を活用すれば、短時間でインターネット環境

を構築すると共に携帯電話回線の効率的利用等が実現できま  
す(図1)。

現在、湘南地区(神奈川県)に構築して大規模機能実証を  
行っている広域コグニティブ無線テストベッドのコグニティブ無線  
ルータがあります。本実証環境は、すでに多くのユーザの方に  
試験利用していただいた運用実績もあり、可搬性と耐障害性  
にも優れ、無線LANによるインターネット環境の構築が設置開始  
から5分程度で行えることから、その一部を回収し、被災地に提  
供することにしました。

震災後の3月15日には、機材の調達は完了していたのですが、  
そこで難問にぶつかりました。それは、どこに設置すればよいの  
か、誰に打診すればよいのか、手がかりがないということでした。  
方々探した結果、岩手県の被災地への支援を行っているBHN  
テレコム支援協議会経由で、岩手県遠野市の担当者と話すこと



ことができ、遠野市が、被災した太平洋沿岸の市町村の支援基地となっていることを伺いました。沿岸被災地域の支援要請を受け、実際に私たちが岩手県に入ったのは4月4日でした。

我々はこのような活動を本来の研究業務と切り離して考え、ただ皆様のお役に立てれば良いと考えていたために、当初は積極的に情報を外部発信しようとは思っていませんでした。しかし、有効性をより多くの方に知って頂く目的で広報部から報道発表をしたところ、福島県の担当者から、こちらにも設置してほしい、と具体的な避難所の情報まで含めた要請をいただくなど反響は大きく、改めて情報発信の重要性を痛感致しました。それから約1ヶ月を経て、最初に紹介したとおり、5月上旬現在で53台のコグニティブ無線ルータをご利用いただいております。

このコグニティブ無線システムは、当研究室が大きく関わって規格化したIEEE 1900.4というコグニティブ無線の制御方式に準拠して、機器の稼働状況や電波環境、トラフィック量等の



図2●インターネット接続に用いたコグニティブ無線ルータ



図3●避難所の小学校内に設置したコグニティブ無線ルータによるインターネット接続環境



図4●端末を操作して様々な情報を求める被災された方々

情報が当研究室の管理装置に収集され、自動で情報分析を行ってコグニティブ無線ルータにフィードバックして制御を行い、安定で高速な通信環境が常に維持できるように運用されています。

被災地に設置したルータ(図2)は、様々な形で利用されています。最初に設置した岩手県大槌町立安波小学校は海岸沿いの避難所になっていましたが、被災された方々は、ルータと同時に設置されたPCを使って津波被害状況を伝えるインターネット上のニュース映像や安否情報を確認されていました(図3、4)。その際、震災後20日以上経過しているにもかかわらず、映像を見ながら「こんなふうに津波が来ていたんだ!」と会話されていたのが印象的でした。また、救援物資等の情報を検索・閲覧したり、子どもたちが息抜きに動画を探して楽しんでいたり、限られた情報の中で生活する際の心の安心を満す手段としても利用されていることに気付きました。また、手持ちの小型携帯端末を無線LANでインターネットに接続し、情報を取得する姿も見られました。さらには、余震により一時的に通信手段を失った災害対策本部の連絡手段や、病院において医師が医療データベースにアクセスする手段として、また、被災地で活動されているボランティアの通信手段としても利用されています。

今回の被災においては、1995年に発生した阪神・淡路大震災で得られた教訓が活かされ、物資の備蓄や被災時の対処マニュアルは機能したと言われています。では通信環境はどうかという、日進月歩の通信技術の世界では、被災地に求められる通信のあり方はかなり変わってきていると思います。まず、携帯電話の普及によって、個人が電話やメールを直接やりとりすることが可能となりました。私たちが被災地入りしたときには、すで

に衛星回線を使った臨時電話回線が整備されている避難所が数多くあり、もちろんそれらも重宝されていたのですが、インターネット接続については可能な避難所であっても、スタッフ専用であったり時間制限があるなど、自由な通信が行えない状況でした。ブログやSNS、インターネット掲示板やTwitterなどのコミュニティサイトを介した通信が一般に可能となった現在、テレビや電話ではなかなか手に入らない口コミ情報や蓄積された情報の参照を可能にするインフラは、厳しい生活の中で少しでも安心を提供する手段になり得ると考えます。

今後、こういった通信手段の進化に合わせ、専門家の視点から災害時の通信のあり方についてどのような技術が求められるか、常に念頭において研究開発を進めて参ります。スマートワイヤレス研究室では特にここ数年、世界の最先端の通信技術の研究を進めながら、それをいかに実用化に結びつけるかを追求しています。標準化団体に対し提案して商品化のための仕様の共通化を行ったり、一部機能について民間企業と共同で商品化一歩手前の技術検証を行うなどしており、今回設置したコグニティブ無線ルータもそのような活動から生まれたものです。他にも多くの技術の研究開発を進めておりますので、被災時に限らず様々な形で皆様に使っていただけるよう努力致します。

避難所の統廃合や、有線インターネット回線の復旧等により、初期に設置した機器の一部は、そのまま新たな場所に移設されるケースも出てきています。建設・移転が始まった仮設住宅地区への設置の要望もいただくようになってきています。そのような情報からも、ここ横須賀では着実な復旧の歩みを感じることが増えてきました。まだ被災地の復興には長い道のりがありますが、本システムがその一助となりますことを、心より願っております。

# 沖縄の海と雨と風を、最先端のレーダで観測 自然災害の軽減から海の安全確保まで、幅広い分野に貢献する 沖縄電磁波技術センター

沖縄本島および与那国島に3つの観測施設と恩納研究センターからなる沖縄電磁波技術センター。ここでは海、雨、風の自然環境を計測するための技術開発が行われています。十分な広さの用地と特徴的な気候を持つ沖縄という場所が技術開発における大きなメリットとなっています。これらの観測施設と研究内容を紹介します。

## 潮の流れや波の高さを観測し 海の安全を守る海洋レーダ

沖縄本島の南西、日本の最西端に位置する与那国島、その北岸に設置された与那国海洋観測施設の遠距離海洋レーダ(図1)は、2001年から北方向の東シナ海南部海域の観測を行っています。遠距離海洋レーダは、9MHz帯の電波を海面に向けて送信し、その後方散乱波を受信するレーダで、受信信号から表層の流れ(潮汐、海流)の速度、波の高さを推定します。与那国島の海洋レーダでは、およそ200km先、東シナ海の大陸棚周辺までの海域の観測が可能です。

海洋レーダは、海に面した崖の近くに設置され、1基の送信アンテナと、全長約250mにもなる直線に並んだ16基の受信アンテナと、送受信設備とレーダ制御及びデータ処理の計算機が設置されたコンテナ及び非常用発電装置から構成されています。レーダ制御は恩納研究センターからネットワーク経由で行い、収集されたデータも転送されます。また、台風接近時などの停電発生時にも非常用発電装置による電力で継続して観測が可能になっています。



図1●遠距離海洋レーダの受信アンテナ群

遠距離海洋レーダの観測対象は、ひとつは沖縄海域を通る黒潮です。2010年まで石垣島で運用されていたもう1台の遠距離海洋レーダのデータを組み合わせることで、与那国島と台湾の間を北上する黒潮が大陸棚付近で大きく向きを変える様子、そしてその黒潮の流軸が南北に変動する様子が克明に観測されました(図2)。この黒潮の観測結果は、海洋学の研究に利用されるほか、海上保安庁にも提供され、海の安全を守るために利用されました。

## 偏波を利用し、高精度な降水強度推定、 降水粒子判別を目指す降雨レーダ(COBRA)

名護市の山頂近く、標高343mの名護降雨観測施設には、降雨レーダ(愛称:COBRA)があります(図3)。C帯(5.34GHz)のマイクロ波を利用し、鉄塔の上のレドーム内に設置された直径4.5mのパラボラアンテナを上下左右自由に方向を設定し、半径300km程度の範囲の降雨の様子を観測します(図4)。



図3●降雨レーダのレドーム(左)と、内部に設置されたレーダ(右)

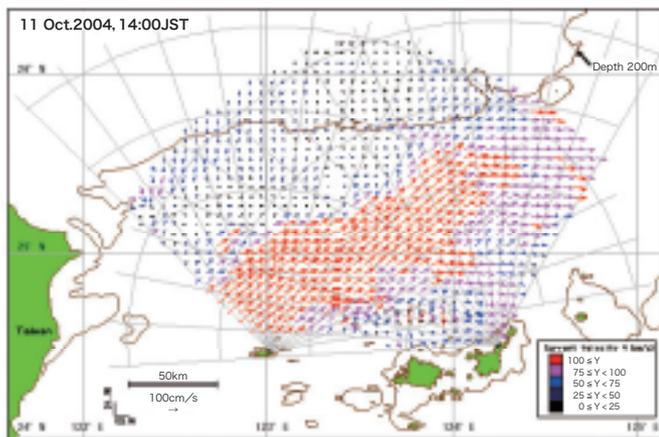


図2●遠距離海洋レーダが捉えた黒潮の様子

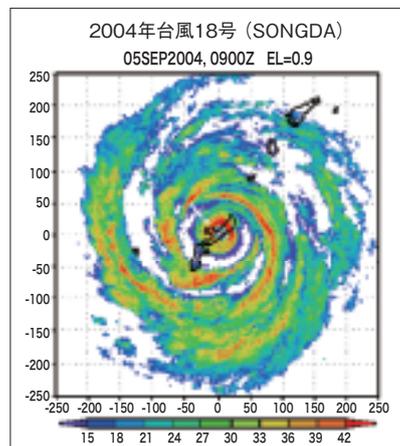


図4●降雨レーダ(COBRA)による台風の観測例

このCOBRAを使って主に2つの技術開発を行ってきました。ひとつは偏波を利用した観測機能の高度化で、もうひとつが気象レーダのためのパルス圧縮技術の開発です。

雨粒による散乱の強さは、雨粒の半径の6乗に比例（レイリー近似）します。降水強度は雨粒の体積と落下速度の積で、半径の約4乗に比例するために、レーダの散乱波から降水強度を推定するときには、雨粒がどういふ大きさの雨粒から構成されているか（雨滴粒径分布）を知ることが必要です。小さな雨粒（直径1mm以下）はほぼ球形ですが、大きな雨粒は空気の抵抗で横につぶれた形になります。この形状の違いを水平と垂直に振動する電波（水平偏波・垂直偏波）を利用して、観測し、雨粒の大きさの分布を推定します。この偏波を使った降雨レーダの高度化の研究は、1980年代から始まり、初期には水平・垂直偏波のエコー強度の比を用いていましたが、近年では両偏波間の降雨中の伝搬時位相差を用いる方法が中心になってきています。COBRAによるC帯での偏波観測結果が国土交通省の現業レーダへの偏波観測機能付加につながりました。また、降水粒子は地上付近では液体で雨滴の場合でも、上空では低温のために固体であり、偏波観測でこれら粒子の種類判別（雪、氷晶、雹（ひょう））の識別）を行う研究が盛んに行われています。COBRAでは大学の研究者と協力し、ビデオゾンデと呼ばれる雲内の粒子観測装置との同時観測を行い、ビデオ画像での降水粒子の種類と偏波レーダで観測される量との対応関係を精力的に研究しています。

パルス圧縮は低出力の変調・伸張された信号を送信し、散乱波を復調・圧縮処理することで高出力の短パルスの送信信号で観測するのと同じ性能を得る技術で、通常の点对称のレーダ（航空管制レーダなど）では広く用いられていますが、降雨レーダのように空間に広く分布し、かつその強度が激しく変化する対象に適用する場合にはレンジサイドローブと呼ばれる偽のエコーを低減化するという難しさがあります。COBRAでは短パルス（2μsec）で出力250kWのクライストロンでの測定と、出力10kWのTWTAによるパルス圧縮による測定を、台風・雷雨・梅雨前線などの様々な場合について実施し降雨レーダに適用可能な低レンジサイドローブのパルス圧縮技術の開発と実証を行いました。また、このパルス圧縮技術はパルス波の立ち上がり・立ち下がり制御することで周波数帯域を狭く、帯域外の放射を低減する効果もあります。今後、降雨レーダはパルス圧縮を利用し、マグネトロンやクライストロンなどの高圧電源を必要とする電子管から低出力の半導体増幅器に置き換えられメンテナンス性が向上し、帯域外の放射も低減し、周波数の有効利用が進められていくと考えられます。

現在実施しているCOBRAを使った技術開発は、改良型バイスタティック受信機による降雨域内の風速場の測定です。降雨レーダでは降雨エコーのドップラーシフトから降雨域における風速のレーダ視線方向成分が測定できますが、3次元の風速を推定するには複数のレーダで同時に観測する必要があります。バイスタティック受信機はレーダと異なる地点に受信機を設置し、降雨のバイスタティック散乱波を測定、そのドップラーシフトから降雨域の風速場を推定する技術で、複数レーダの同時観測より経済的であり、観測体積の同時性の点でも優れています。

ただ、これまでのバイスタティック受信機では広い観測範囲を確保するために広角のアンテナが使われていて、アンテナサイドローブによる干渉が問題でした。“改良型”では、疎なアレイ配列とデジタルビームフォーミングを組み合わせることで、このアンテナサイドローブによる干渉を低減させます。現在恩納研究センター屋上に4素子の疎なアレイアンテナを設置し、降雨観測の測定データで実証する予定です。これらの技術開発に加え、衛星搭載降水レーダの検証にもCOBRAが使われます。NICTとJAXAは世界初の衛星搭載降雨レーダであるTRMM/PR（熱帯降雨観測衛星搭載降雨レーダ）を開発し、同レーダは、1997年に打ち上げられ、現在も軌道上から熱帯地方の降雨観測を継続しています。この後継レーダとして、NICTとJAXAはGPM/DPR（全球降水観測計画主衛星搭載2周波降水レーダ）を開発中であり、2013年に打ち上げが予定されています。DPRはTRMM/PRがKu帯（13.8GHz）の1周波であったのに対し、Ka帯（35.55GHz）を加え、2周波化し、降水強度推定の高精度化、固体降水（雪、氷）と雨の識別、高感度化を行います。このDPR処理アルゴリズムの開発・検証を打ち上げ前に行い、打ち上げ後は同時観測を実施し、DPRの観測プロダクトの検証を行います。

## 天気予報の基礎データに 役立てられているウィンドプロファイラ

名護降雨観測施設とは逆に、山間の盆地に作られた大宜味大気観測施設には、上空の風を観測するウィンドプロファイラが設置されています（図5）。ウィンドプロファイラは、24素子の1次元のフェイズドアレイアンテナが2セットあり、各素子の電波の送信位相を調整することで2セットあるアンテナを切り替えることで、直上だけでなく、東西南北にそれぞれ10度ずつビームの方向を変えることができます。送信する電波の周波数は443MHzを使用し、観測できる高さは、その時の大気の状態によって変化しますが、上空およそ数百mから十数kmの対流圏上部までの風を観測することができます（図6）。



図5 ●他の無線局との干渉を減らすため、山あいのくぼ地に設置されたウィンドプロファイラ

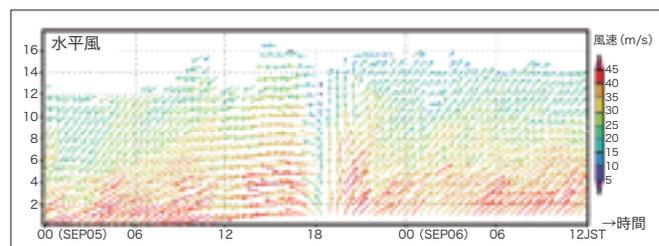


図6 ●台風が到来した際の観測データ。通常は低い高度で弱い風、高い高度で強い風が吹いているが、台風通過時は逆に低い高度の風の方が強くなっている。

現在、気象庁はウィンドプロファイラを全国に配置し観測するシステム「WINDAS」を展開中ですが、沖縄本島にはNICTが持つウィンドプロファイラしかありません。そのため、大宜味大気観測施設のウィンドプロファイラが観測したデータは、気象庁に提供され、数値予報モデルの初期値として用いられ、天気予報に役立っています。

ウィンドプロファイラは大気の流れによる屈折率の揺らぎからの微弱な散乱波を利用し、風速を測定していますが、地上から大型のスピーカで上空に音波を発射すると、大気密度の粗密の変化による屈折率の変化が音波面として伝搬し、そこからの散乱波が観測されます。この散乱波のドップラーシフトから、音波面の移動速度、つまり上空の音速が測定可能です。音速はそこでの温度に関係していますので上空3~5kmまでの温度の推定が可能になります。この音波と電波を組み合わせる技術が、RASS (Radio Acoustic Sounding System) です。大宜味大気観測施設では、日中はこのRASSを用いて風速と温度の同時観測を行っています(図7)。夜間はスピーカ音による近隣住民への迷惑を考えると、RASS 観測は行っていません。現在、夜間の観測も行えるように音波源の検討を行っています。

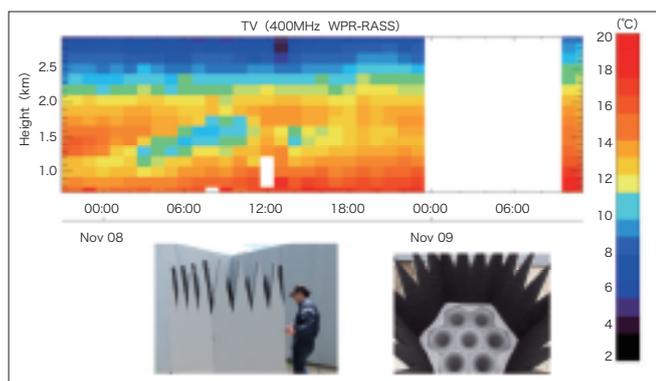


図7●RASS観測による温度分布とスピーカ

### 3つの施設を統括する恩納研究センター

万座ビーチにほど近い恩納研究センターは、これまでに紹介した3つのレーダを制御する機能を持った施設です。レーダ全ての運用はここで行われ、観測データは処理・解析が行われた後、小金井のデータサーバへと送られます。また、センターの海に面したエリアには、24MHz帯を利用する短波海洋レーダと、石垣島の観測施設から移設された9MHz帯の遠距離海洋レーダがあり、2011年度から、これらの海洋レーダを使い、分散型の海洋レーダの技術開発を開始します。現在の海洋レーダは受信用のアレイアンテナを整地された広大な長方形の土地に直線状で等間隔に並べています。これは設置の上で大きな制約になります。そこで、海岸線に沿って、不等間隔に設置されたアンテナでも、直線上等間隔に設置したときと同様の観測性能が確保できるシステムの開発を目指します。

これらの先進的なレーダの研究開発の拠点としての役割に加え、2つの人工衛星の地上局の役割を果たすための大型アンテナが2つ設置されています。2010年9月にJAXAはGPS測

位の補完や精度向上の実験を行う、準天頂衛星初号機「みちびき」を打ち上げました。NICTは「みちびき」の時刻管理系の開発を担当し、そのための沖縄時刻制御局(図8左)が12月から24時間体制で運用を開始しています。沖縄局は、小金井時刻制御局では困難となるオーストラリア上空においても、緯度の低い沖縄の利点を活かし運用可能です。また、2010年12月には、超高速インターネット衛星「ぎずな」(WINDS)の大型地上局が伊江島から移設されました(図8右)。



図8●恩納研究センターに設置された「みちびき」(左)と「ぎずな」(右)のアンテナ



図9●センター内の展示室には、イラストや模型を使ってレーダの原理を解説するコーナーなどの展示が並ぶ



図10●左から杉谷茂夫技術員、花土弘センター長、川村誠治主任研究員

# Prize Winners

◆受賞者紹介◆

## 受賞者 ● 井上 大介 (いのうえ だいすけ)

ネットワークセキュリティ研究所 サイバーセキュリティ研究室 室長

- ◎受賞日: 2010/9/15
- ◎受賞名: 功労感謝状
- ◎受賞内容: 『暗号と情報セキュリティ特集号』編集幹事として貢献したため
- ◎団体名: (社)電子情報通信学会 基礎・境界サイエティ

### ◎受賞のコメント:

電子情報通信学会 基礎・境界サイエティ 英文論文誌「暗号と情報セキュリティ小特集」の編集幹事を、2008年と2009年刊行分につき務めました。編集委員長をはじめ、編集委員や査読委員の方々、また同学会出版事業部の皆様のご尽力の下、本小特集を無事刊行できましたこと、心より感謝申し上げます。今後とも、学会活動等を通して、セキュリティ分野の発展に微力ながら貢献していく所存です。



左から松嶋敏泰会長、井上大介

## 受賞者 ● 辻 宏之 (つじ ひろゆき)

ワイヤレスネットワーク研究所 宇宙通信システム研究室 主任研究員

- 共同受賞者: 小西 善彦 (三菱電機株式会社) 宮崎 守泰 (三菱電機株式会社)
- ◎受賞日: 2010/11/24
- ◎受賞名: 電気科学技術奨励賞
- ◎受賞内容: ミリ波ブロードバンド・高速移動体通信システムの研究開発において、その成果が日本における電気科学技術の進歩発展に大きく貢献したため
- ◎団体名: (財)電気科学技術奨励会

### ◎受賞のコメント:

地上と旅客機などの航空機間に100Mbps以上のミリ波無線リンクの実現を目指し、平成17年から5年間、三菱電機株式会社とプロジェクトを進めて参りました。その結果、今回の受賞となり大変光栄に思います。また、本研究を進めるに当たりご指導いただいた皆さまに深く感謝いたします。



## 受賞者 ● 品田 聡 (しなだ さとし)

寺井 弘高 (てらい ひろたか)

王 鎮 (Wang Zhen)

和田 尚也 (わだ なおや)

光ネットワーク研究所 フォトニックネットワークシステム研究室 主任研究員

未来ICT研究所 ナノICT研究室 研究マネージャー

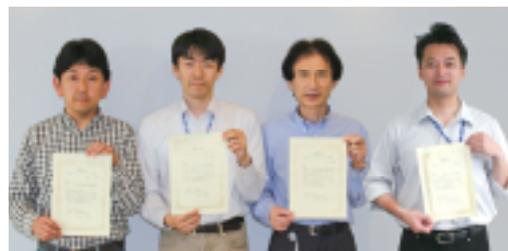
未来ICT研究所 主管研究員

光ネットワーク研究所 フォトニックネットワークシステム研究室 室長

- ◎受賞日: 2011/2/28
- ◎受賞名: 2010年フォトニックネットワーク研究賞
- ◎受賞内容: SFQバッファメモリのための1550nm帯光入力インターフェースの製作と評価
- ◎団体名: (社)電子情報通信学会 通信サイエティ フォトニックネットワーク研究会

### ◎受賞のコメント:

この度、電子情報通信学会PN研究会において年間最優秀論文に選ばれ、大変光栄に思います。本成果は光パケットスイッチング技術と超伝導回路技術の融合、発展を目標に、所内のグループ間連携により得られたものです。今回の光検出器と超伝導回路の集積化技術の確立は、両技術の発展に大きく繋がるものと期待されます。最後にこの場をお借りし、技術支援頂いた超電導工学研究所、産業技術総合研究所の研究者の皆様に感謝申し上げます。



左から寺井弘高、品田聡、王鎮、和田尚也

## 受賞者 ● 三輪 信介 (みわ しんすけ)

宮地 利幸 (みやち としゆき)

中井 浩 (なかい ひろし)

太田 悟史 (おおた さとし)

テストベッド研究開発推進センター テストベッド研究開発室 副室長

テストベッド研究開発推進センター テストベッド研究開発室 専攻研究員

テストベッド研究開発推進センター テストベッド研究開発室 有期技術員

ネットワークセキュリティ研究所 セキュリティアーキテクチャ研究室 有期技術員

- 共同受賞者: 中川 岳史 (富士通北陸システムズ)
- ◎受賞日: 2011/3/2
- ◎受賞名: 第17回情報ネットワーク研究賞
- ◎受賞内容: クラウドコンピューティング技術の検証環境の構築と運用について
- ◎団体名: (社)電子情報通信学会 情報ネットワーク研究専門委員会

### ◎受賞のコメント:

受賞した論文は、2009年より協力しているInteropTokyoの主催者企画「クラウドコンピューティングコンペティション」への我々のテストベッド (StarBED) の提供を通して、クラウドコンピューティングに係わる研究開発を支援するためのテストベッドのあり方やその運用課題をまとめたものです。ご協力頂いた皆さまに感謝するとともに、今後もクラウドコンピューティングを含めた様々な技術に関するテストベッドの研究を進めていきたいと思っております。



左から太田悟史、三輪信介、宮地利幸、中井浩

## 【本部】

○ 光ネットワーク研究所 ○ ネットワークセキュリティ研究所 ○ 電磁波計測研究所

(本部3研究所共通)

〒184-8795 東京都小金井市貫井北町4-2-1

TEL: 042-327-7429(代)

## 【研究所】

○ ワイヤレスネットワーク研究所

〒239-0847 神奈川県横須賀市光の丘3-4

TEL: 046-847-5050(代)

○ 未来ICT研究所

〒651-2492 兵庫県神戸市西区岩岡町岩岡588-2

TEL: 078-969-2100(代)

○ ユニバーサルコミュニケーション研究所

〒619-0289 京都府相楽郡精華町光台3-5

TEL: 0774-98-6300(代)

## 【推進センター】

○ テストベッド研究開発推進センター

〒100-0004 東京都千代田区大手町1-8-1 KDDI大手町ビル21階

TEL: 03-3272-3060

## 【技術センター】

○ 鹿島宇宙技術センター

〒314-8501 茨城県鹿嶋市平井893-1

TEL: 0299-82-1211(代)

○ 北陸StarBED技術センター

〒923-1211 石川県能美市旭台2-12

TEL: 0761-51-8118

○ 沖縄電磁波技術センター

〒904-0411 沖縄県国頭郡恩納村字恩納4484

TEL: 098-982-3705(代)



## 読者の皆さまへ

次号は、新世代ネットワークに関するITU標準化の紹介やInterop出展報告などを掲載いたします。

# NICT NEWS 2011年5月 No.404

ISSN 1349-3531

編集発行

独立行政法人情報通信研究機構 広報部

NICT NEWS 掲載URL <http://www.nict.go.jp/data/nict-news/>

編集協力 財団法人日本宇宙フォーラム・株式会社フルフィル

〒184-8795 東京都小金井市貫井北町4-2-1

TEL: 042-327-5392 FAX: 042-327-7587

E-mail: [publicity@nict.go.jp](mailto:publicity@nict.go.jp)

URL: <http://www.nict.go.jp/>