国立研究開発法人情報通信研究機構

No.2 2023 通巻 498





NICT NEWS

2023 No.2 通巻498

FEATURE

アンテナを活用した研究開発



表紙写真

NICTで利用・開発された大型から超小型までの各種アンテナ (詳細は本特集号の各記事をご覧ください。)

左上写真

(上) 左: HiRAS-2、右: HiRAS-3、中央: F10.7 (2.8 GHz) 観測アンテナ HiRAS (ハイラス) は、平磯太陽観測 施設にあったダイナミックスペクトル計。3つのアンテナの合わせ技で太陽電波を25 MHz~2.5 GHzの広帯域にわたって連続的に受信し、強度の分布と時間変動を観測していた。HiRAS-2は70~500 MHz用、HiRAS-3は500 MHz~2.5 GHz用。(撮影: 滝澤 修)

下)HIRAS-1

HiRASで一番下の25~70 MHzの周波数を担当していたアンテナ。直交する2つの対数周期(変形近似自己補対)アンテナによって左右両旋円偏波成分を独立に受信し、広帯域をカバーしていた。平磯太陽観測施設の100周年記念日である2015年1月1日の初日の出をバックに。(撮影:石島博)

Interview

アンテナから見えてくるNICTの無線通信技術 の歴史と未来

門脇 直人

4 マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダー (MP-PAWR)

高速・高密度・偏波観測の実現 川村 誠治/花土 弘/佐藤 晋介

- 6 **航空機搭載用電子走査アレーアンテナの研究開発** ストレスフリーな機内インターネットの実現を目指して 大倉 拓也
- 8 電波の出入口:小型・平面アンテナの研究と無線通信 システムへの応用 李 可人
- 10 **長波帯標準電波送信所の運用** 森川真樹
- 12 **我が国における電波望遠鏡の誕生** 太陽雑音の観測から始まった電波天文学 滝澤 修

INFORMATION

- 14 AWARD
- 14 パーマネント研究職・パーマネント研究技術職・総合職 採用2024



19世紀末にイタリアのマルコーニが無線通信技術を発明して100年余り。その間、無線通信技術は素晴らしい進歩を遂げた。1964年の東京オリンピックでは世界に先駆けて宇宙中継が行われ、20世紀後半には高速大容量の光通信も可能になった。21世紀に入ると更なる高速化を目指してテラヘルツ帯の電波の研究が進んだ。光衛星通信の実験が行われ、月や火星との高速通信も視野に入ってきた。これらのすべての通信において欠かせないのがアンテナである。

今回は、NICTでアンテナを使った研究に選進してきた門脇直人理事に話を聞いた。

——私たちの身近なところにはどんなアンテナがあるのでしょうか。

門脇 最も身近なところにあるアンテナといえば、スマートフォンでしょう。あの小さな筐体の中に、電波を安定して送受信するために複数のアンテナが入っています。また GPS や Bluetooth などのアンテナも入っていますから、1台のスマートフォンには7~十数個のアンテナが入っていると考えていいでしょう。

また最新の5G対応機の一部は、ミリ波の28 GHz帯のアンテナを内蔵しています。このような高い周波数の電波を送受信するアンテナは、金属板の間に小さなスリットが入ったものやマイクロストリップアンテナと呼ばれる平面アンテナなどです。このような高い周波数に対応したアンテナの開発を行うなど、NICTではいつの時代も最先端の技術にチャレ

ンジしてきました。

■ NICTのアンテナを使った研究開発 の歴史

—NICTが最初にアンテナにかかわったのはいつ頃でしょうか。

門脇 マルコーニ が世界で初めて無線 通信の実験に成功したのは1895年ですが、その翌年には早くも逓信省電気試験所(1891年創設)が無線電信の実験を始めています。逓信省は現在の総務省ですから、ルーツをたどればNICTのアンテナを使った研究開発の歴史はそこから始まったともいえます。

その後、本格的な無線通信の研究が始まり、1917年には1つのアンテナで2つの周波数を共振させることができるアンテナを開発し、送信と受信で異なる周波数

を使い分けて同時に送受信できるようにし ました。 当時としては画期的なことです。

アンテナといってもいろんな種類がありますね。

門脇 小さなものは先ほどのスマートフォンの中のアンテナですが、最も大きなものはパラボラアンテナです。電波の弱い衛星と通信したり、太陽や宇宙からやってくる微弱な電波を捉えるために用いられます。アンテナは無線通信だけでなく、観測にも使われます。

NICTの前身である郵政省電波研究所の平磯電波観測所(現在の茨城県ひたちなか市)の太陽電波観測施設に、1952年ブロードサイドアレイアンテナが設置されました。これは平面の反射板にダイポール(棒状の素子)を垂直にとりつけたもので、太陽からやってくる200

Interview

アンテナから見えてくる NICTの無線通信技術の歴史と未来

MHzの電波を観測しました。太陽が放 射する電波の強度を観測することで太陽 活動の変化を知ろうというものです。現 在NICTが行っている宇宙天気予報の先 駆けとも言えるものです。1967年には、 より大きなパラボラアンテナに置き換わ り、本格的な観測が始まりました。

――NICTが世界で初めてオリンピック の衛星中継も行ったのですね。

門脇 1964年の東京オリンピックを世 界に中継したのは、鹿島支所(現在の茨 城県鹿嶋市、現在の鹿島宇宙技術セン ター) の開所時に設置された受信用の口 径30メートルと、オリンピックのため に急きょ仮設された送信用の口径10メー トルの、2つのパラボラアンテナです。 静止軌道上のアメリカの通信衛星シンコ ム3号によって伝送されました。これを 契機として本格的な衛星通信時代の幕が 開けたといえます。

また、今はなくなってしまいました が、1975年に通信衛星CS・放送衛星BS の実験用に口径13メートルのパラボラ アンテナを2基並べた施設が作られまし た。日本初の実験用中容量静止通信衛星 「さくら」(1977年打上げ)、実験用放送 衛星「ゆり」(1978年打上げ)の運用開 始とともに、多くの実験が行われ、現在 私たちが視聴しているBS・CS放送の基 礎を築いたと言えます。

CS用のパラボラアンテナでは、Kaバ ンドといわれる30 GHz帯と20 GHz帯と いう高い周波数が使われました。現在、 Kaバンドは衛星通信の中心的な周波数 となっていますが、50年近く前として はかなり先進的な技術だったといえます。

また観測用アンテナとしては、鹿島に VLBI (超長基線電波干渉法) のアンテ ナが置かれていました。1968年に、口 径26メートルのアンテナ(当初は送受 信機能を持つ衛星通信実験用のアンテナ として)が設置され、1983年に最初の 日米VLBI実験が行われました。その後、 1988年には更に大きな口径34メートル の巨大なパラボラアンテナが設置されま した。VLBIは星からの電波を地球上の 遠く離れた地点で同時に受信して、電波 の位相差から2地点の距離を精密に測定 する技術です。VLBIはNICTが日本で初 めて導入したもので、国立天文台・国土 地理院·JAXA宇宙科学研究所·国立極 地研究所などと連携し、電波天文学・測 地学・深宇宙探査機のナビゲーション技 術などに大きく貢献しました。

通信の方では、次第に高い周波数が使 われるようになり、1980年代から光衛 星通信の研究を始めています。NICT本 部(東京・小金井)の敷地の中には、 1988年に設置した口径1.5メートルの光 衛星通信用のアンテナが今もあります。 このアンテナで、技術試験衛星「きく6 号 (ETS-6)」(1994年打ち上げ) との 間で光衛星通信の実験を行いました。

■現在のアンテナ研究の状況

――現在開発中のアンテナ関連の技術に はどのようなものがありますか。

門脇一つには、航空機からのKa帯通 信衛星経由で高速インターネット接続を 実現する航空機搭載用通信アンテナの開 発があります。これは平面型で電子的に 走査を行うアレイアンテナです。機械的 な可動部分がなく、電子的にビームの方 向を変えて衛星を追尾できますので、振 動や荷重といった負荷がかかる航空機に はうってつけです。また、通信性能を向 上させるためにアンテナ開口部の面積を 大きくしても、でっぱることがありません。 このアンテナはすでにプロトタイプが 完成していて、2023年に打上げられる

●通信衛星CS・放送衛星BS の実験に使用した口径13 メートルの2基のパラボラ 「きく9号 (ETS-9)」で実証実験を行う ことになっています。

もう一つは、テラヘルツ帯の140 GHz・ 300 GHzといった非常に高い周波数の通 信用のアンテナの開発があります。ホー ン型のアンテナで、開口部1.36×1.36 mm、長さ1.79 mmという非常に小さな ものです。ホーン型は指向性が強いので すが、いくつも並べて電子的に処理する ことで、色々な角度からの電波を受ける ことができます。これらのアンテナで、 Beyond 5G/6Gに対応した100 Gbps以 上の伝送速度を実現したいと考えています。

■外部との連携・協力

――実用化すれば経済的にもインパクト は大きいですね。

門脇 はい。ただNICTだけでは実現は 難しいと思いますので、コンソーシアム を作って、メーカーや大学と連携しなが らやっていこうと考えています。この分 野は海外との競争も激しいので、連携は 欠かせないのです。

――これまでも、通信の分野は衛星通信 など国際間の連携で行われてきたと言え ますね。

門脇 私がかかわってきた事例を紹 介しますと、1997年にインテルサット と NASA の 実 験 衛 星 ACTS (Advanced Communications Technology Satellite) を使って日米間の高速衛星通信の実験を

行いました。ロサンゼルスのソニーピク チャーズと東京のソニーのスタジオを結ん で、45 MbpsのHDTVの信号をIP接続 で複数回線を使ってほぼリアルタイムで映 像編集ができることを確認しました。撮影 現場で撮った映像を高速衛星回線でスタ ジオに送り、編集して現場に送り返す。撮 影現場では編集後の映像を見て必要な箇 所のみ撮りなおすなど、効率的な撮影が できるというわけです。これはリモート・ ポスト・プロダクションといって今では当 たり前の撮影技法になっています。

また、アメリカのメリーランド州の米国 立医学図書館NLMは「ビジブル・ヒュー マン」と呼ばれる人間の身体データをデ ジタル化した情報で持っているのですが、 そのライブラリに札幌医科大学の先生に 日本からアクセスしてもらい、人体のいろ んな情報を引き出してくる高精細人体断 層写真伝送実験なども行ってきました。

また、宇宙天気予報関連では、オース トラリア・カナダ・フランスなどと連携 して、我が国周辺の宇宙天気予報のデー タをICAO (国際民間航空機関) に提供 しています。

また、現在アメリカの太陽観測衛星から の電波受信用として、鹿島に口径7.3 m のパラボラアンテナの建設が進んでいます。

■これからのアンテナを使った研究開発

――これからのアンテナの姿はどうなる のでしょうか。

門脇 Beyond 5G/6Gや更にその先の

高い周波数の電波を使った超高速通信の 時代がやってきます。スマートフォンの ように持ち歩くデバイスは、小型軽量で なくてはなりません。微細なアンテナ技 術は欠かせません。さらにもっと小さな IoT機器が地球上のあらゆるところで、 通信とセンシングに使われるようになっ ていきます。そういうデバイスに向けた 省電力のアンテナ設計も必要と考えてい ます。

クルマの自動運転も普及していきま す。通信しながら動いているので、絶対 に事故を起こさないように、確実に通信 を維持できるよう制御しなければなりま せん。すべてのクルマを同時にネット ワーク化して管制できる非常に信頼性の 高いアンテナとシステムが必要です。

――人類を月に送るアルテミス計画が動 いてますが。

門脇 月を周回するゲートウエイが建設 される予定ですし、恒久的な月面基地も 作られるでしょう。さらにその先には、 火星有人探査などの目標もあります。月 や火星と地球を超高速インターネットで つなぐ時代は、そう先の話ではありませ ん。アンテナは無線通信ネットワークの 出入口となる重要なデバイスであり、電 波は人類全体の共有財産です。

私たちは国際連携をしながら、これか らの新しい時代に相応しいアンテナの開 発とアンテナを使った研究開発を通じ て、世界に貢献していきたいと考えてい



START PROJECT

1952

アレイアンテナ

1964

1975

1983 1988



●航空機搭載用通信アンテナ ●日米VLBI実験を行った口径26メートルアンテナ

■ホーン型アンテナ 開口部1.36×1.36 mm、 長さ1.79 mm

2021

2023.3

HISTORY AND FUTURE wireless communication technology



●東京オリンピックを世界に中継し た、口径10メートルと30メートルの ■口径1.5メートルの光衛 ●口径34メートルのVLBI

2 NICT NEWS 2023 No.2

マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダー (MP-PAWR)

高速・高密度・偏波観測の実現



川村誠治 (かわむらせいじ) 電磁波研究所 電磁波伝搬研究センター リモートセンシング研究室 室長 2003年大学院修了後、日本学術振興会 特別研究員を経て2006年 NICT 入所。

従事。博士(情報学)。

レーダーリモートセンシングの研究に



花土 弘 (はなどひろし) <左> 電磁波研究所

電磁波伝搬研究センター リモートセンシング研究室 研究マネージャー

大学院修士課程修了後、1989年、郵政 省通信総合研究所(現NICT)に入所。 マイクロ波リモートセンシング、特に 降雨レーダーの研究に従事。

佐藤 晋介 (さとう しんすけ) <右>

雷磁波研究所 電磁波伝搬研究センター リモートセンシング研究室 総括研究員

大学院博士課程修了後、1995年NICT 入所。衛星搭載降雨レーダー、バイス タティック偏波レーダーなどの研究開 発を経て、現在はフェーズドアレイ気 象レーダーの研究開発に従事。 博士 (理学)。

ラボラアンテナを用いる従来型気 象レーダーに対し、単偏波フェー ズドアレイ気象レーダーは高速・高密度 観測の実現のため128本の導波管スロッ トアンテナを採用しています。さらに世 界の最先端を走る気象レーダーの一つ、 マルチパラメータ・フェーズドアレイ気 象レーダーでは偏波観測のために多数の 偏波共用パッチアンテナを採用していま す。アンテナの視点から、これらのレー ダー開発について紹介します。

■従来型レーダーとの違い

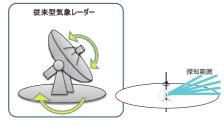
近年、ゲリラ豪雨や線状降水帯などの 豪雨災害のニュースを耳にすることが増 えています。これらの豪雨災害は積乱雲 が急激に発達して被害をもたらすのが特 徴で、防災・減災のためには少しでも早 く積乱雲の生成・発達を捉えることが重 要です。この視点から、NICTでは従来 の気象レーダーよりも高速・高密度観測 が可能なフェーズドアレイ気象レーダー の研究開発を進めています。

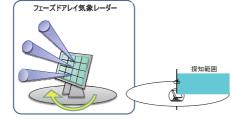
従来型の気象レーダーとフェーズドア

レイ気象レーダーの比較を図1に示しま す。従来型レーダーはパラボラアンテナ を用いており、細いペンシルビームを方 位角方向に一回転させ、少し仰角を上げ てまた一回転というようにして、5分程 度の時間をかけて十数仰角の空間観測を 行います。これに対してフェーズドアレ イ気象レーダーは、電子的にビームを振 るフェーズドアレイの技術と、受信後に 位相合成で同時に複数のビーム形成をす るデジタルビームフォーミングの技術に よって、仰角方向にアンテナを動かすこ となく、ほぼ一瞬で100仰角以上の高密 度な鉛直断面の観測が可能です。さらに 方位角方向に30秒で一回転するだけで 高速に三次元観測が可能です。

■単偏波フェーズドアレイ気象レー ダー (PAWR)

最初のフェーズドアレイ気象レーダー (PAWR) は、2012年に大阪大学(吹田 キャンパス) の屋上で稼働を開始しまし た。そのアンテナの写真を図2に示しま す。約2 m四方の四角いアンテナは、横 長の導波管スロットアンテナを縦方向に





従来型気象レーダー		フェーズドアレイ気象レーダー
パラポラ 仰角:機械走査/方位角:機械走査	アンテナ /走査方法	平面(導波管スロットアンテナ128本) 仰角:電子走査/方位角:機械走査
3次元スキャン(約15仰角)/5分程度(地上は1分周期で観測)	観測空間 /観測時間	3次元スキャン(約100仰角)/30秒~1分
80 km	観測範囲	60-80 km

図1 従来型レーダーとフェーズドアレイ気象レーダーの比較



フェーズドアレイ気象レーダー (PAWR) の

128本積み上げて構成されたものです。 アンテナ下部の24本は送受信共用で 24台の送信器と受信器、残りの 104本に は104台の受信器が接続されています。 方位角方向のビーム幅は導波管の約2m の長さで約1.2度になります。送信時は 下の24本で仰角方向のファンビームを 高速に電子走査し、受信時は 128本全 体でデジタルビームフォーミングにより 方位角方向と同じ約 1.2 度の鋭いビーム を同時に複数形成します。こうして仰角 方向にアンテナを動かさず、ほぼ一瞬で 100仰角以上の高密度な鉛直断面の観測 を実現しています。2014年には、これ と同型のPAWRが未来ICT研究所(神戸) と沖縄電磁波技術センター(恩納村)に 設置されました。

ただし、このPAWRは単偏波(水平偏 波のみ)であり、近年主流になってきて いるマルチパラメータ (MP) の機能を 持っていません。雨粒は大きくなるほど 空気抵抗を受けて水平方向に扁平してく るため、水平偏波と垂直偏波での散乱・ 伝搬特性が異なります。この特徴を用い ることでより高精度の降水観測が可能に なるため、従来型 (パラボラ) 気象レー ダーでも偏波観測機能を持つものが増え ています (国交省X-MPなど)。PAWR は従来型 (パラボラ) 気象レーダーに比 べ、観測速度と空間観測密度については それぞれ10倍程度と圧倒的な利点を持っ ていますが、この偏波観測機能が不足し ていました。



図3 マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダー (MP-PAWR) のアンテナ

図4 MP-PAWRアンテナ設置の様子 (2022年12月12日)

■マルチパラメータ・フェーズドアレ イ気象レーダー (MP-PAWR)

そこで、PAWRに偏波観測機能を追加 したマルチパラメータ・フェーズドアレ イ気象レーダー (MP-PAWR) の開発を 進めました。2012年から2014年に実施 された電波利用料「周波数の有効利用を 可能とする協調制御型レーダーシステム の研究開発」の中で偏波共用のパッチア ンテナが開発されました。これを用いて 2014年から2018年に実施されたSIP(内 閣府戦略的イノベーション創造プログラ ム) 第1期「レジリエントな防災・減災 機能の強化」(豪雨・竜巻予測技術の研 究開発)の中でMP-PAWRが開発され、 2018年から埼玉大学(さいたま市)で 稼働しています。

MP-PAWRのアンテナの写真を図3に 示します。送受は別々のアンテナで行い、 写真上側の8角形が受信アンテナ、下側 の長方形が送信アンテナです。偏波共用 パッチアンテナが受信用に 5,760個、送 信用に960個二次元に敷き詰められてい ます。偏波共用のためアンテナ方式は大 きく変わりましたが、ビーム形成の方式 はPAWRを踏襲し、フェーズドアレイ とデジタルビームフォーミングの併用で 100仰角以上の高密度観測と高速観測を 実現しています。

■今後の展望

MP-PAWRは、これからのX帯気象レー

ダーの主流になると期待されています。 現在は埼玉大学に設置された1台です が、2021年度の補正予算により、大阪 大学と未来ICT研究所(神戸)のPAWR が2022年度中にMP化されます。図4 は、2022年12月12日に行われた大阪大 学吹田キャンパスでのMP-PAWRアンテ ナへの更新作業の風景です。新しいMP-PAWRのアンテナが設置され、その上に 新しいレドームが設置されました。

高機能化されることで、MP-PAWRは 従来型レーダーよりも時間分解能で約 10倍、空間分解能で約10倍、合わせて 約100倍の量のデータを生み出します。 このような大容量のリモートセンシング データの利活用を進めるために、2022 年度から3年間の総務省委託研究「リモー トセンシング技術のユーザー最適型デー タ提供に関する要素技術の研究開発」が 開始されています。AIを用いたデータ 圧縮・復元を利用し、ユーザーに最適な 形でデータ提供するプラットフォームの 構築を行います。

2023年度からは関西で2台(吹田・ 神戸)のMP-PAWRが動き出します。 2025年に開催される大阪万博の会場は、 ちょうどこの2台のレーダーの観測エリ アが重なるところにあり、大阪万博で の MP-PAWR データの利活用についても 検討を開始しています。今後も更にMP-PAWRの展開・データ利活用推進を目指 して研究開発を続けてまいります。

4 NICT NEWS 2023 No.2 NICT NEWS 2023 No.2 5

航空機搭載用電子走査アレーアンテナの研究開発

ストレスフリーな機内インターネットの実現を目指して



大倉 拓也 (おおくらたくや) ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター 宇宙通信システム研究室 研究員

大学院博士課程修了後、2017国立研究開発法人情報通信研究機構入所。非地上系ネットワーク用アンテナに関する研究開発に従事。博士(工学)。

非 地上系ネットワーク(NTN)は静 止軌道衛星、中軌道や低軌道など の非静止衛星、高高度プラットフォーム (HAPS)、(無人)航空機等を含む通信網 であり、広域性や耐災害性といった特徴 を有しています。NICTではNTNにおい て移動体に搭載するアンテナとして、衛 星軌道位置や運用状況に合わせ柔軟に対 応でき、従来の機械駆動型アンテナでは 実現が困難なビーム走査及び形成機能を 有する電子走査アレーアンテナ(Active Electronically Steered Array: AESA)の 研究開発を進めています。

■背景

スマートフォンやタブレット端末の 急速な普及に伴い、Wi-Fi通信を活用し た航空機内インターネット接続サービ スの普及が進んでいます。2019年9月 に、人工衛星、衛星通信、地球観測に特 化した独立系のコンサルティング会社で あるEuroconsult社が発表した調査報告 書「Prospects for In-Flight Entertainment and Connectivity」によると、サービス を提供する民間航空機数は2018年末時 点の8,200機から、今後10年間で20,500 機以上となり、Ka帯通信衛星を利用する 機数も約9倍と大幅な増加が予測されて います。このような需要増加に対応する ために必要となる航空機に搭載する衛星 通信アンテナの高性能化の検討として、 NICTではKa帯において航空機への搭載 性を損なわず、開口サイズをスケーラブ ルに変更でき、広範囲のビーム走査が可 能なAESAの研究開発を行っています。

■航空機搭載用電子走査アレーアンテ ナの開発概要

航空機搭載用AESAの研究開発では、

変調方式の多値化により周波数利用効率 を30%以上改善し、周波数の有効利用に 資するAESA技術を確立することを目的 としています。本研究開発でのAESAの イメージを図1に示します。アンテナの 構成は送信と受信で独立し、アンテナは 機外のレドーム内に、電源ユニットや制 御ユニット、モデムは機内に設置されま す。対応周波数帯はKa帯(送信: 29.5 -30.0 GHz、受信: 19.7 - 20.2 GHz) とし、 変調方式は8位相偏移変調(8Phase Shift Keying: 8PSK) 以上とします。ア ンテナの性能指標である等価等方輻射電 カ (Equivalent Isotopically Radiated Power: EIRP) 及び利得雑音温度比 (Gain to noise Temperature ratio: G/T) につ いては既存の通信衛星と8PSKで回線確 立できるように目標値を設定します。送 信側の軸外輻射については国際電気通信 連合無線通信部門 (ITU-R) によって行 われた2015年世界無線通信会議 (WRC-15) にて採択された決議156の規定を満 足するように設計します。アンテナ素子 配置及び断面構造、走査角の定義を図2に 示します。アンテナの基本的な構造は送 受信で同様で、アンテナ素子にパッチア ンテナを採用し、素子配置は三角配置と し、所望の周波数帯、ビーム走査角度に おいてグレーティングローブが発生しな いよう素子間隔を決定します。走査角に ついては、φ方向は0~360 deg.、θ方 向は-65~+65 deg.のビーム走査性能 を有します。アンテナに励振される振幅 及び位相を制御するフロントエンドIC

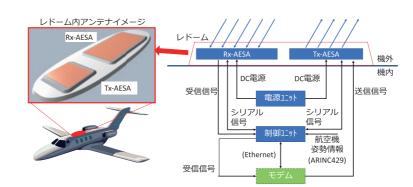


図1 航空機搭載用AESAの概要

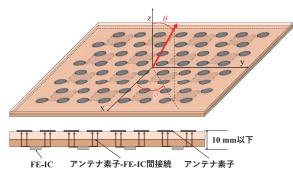


図2 アレーアンテナ素子配置及び断面構造

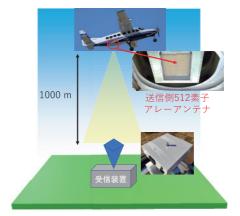


図3 送信側512素子アレーの飛行試験イメージ

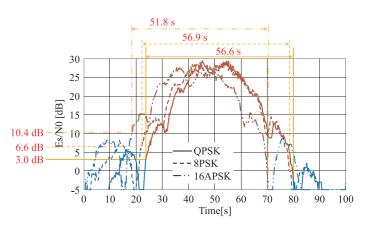


図4 変調波通信測定結果

(Front-End IC: FE-IC) は1素子でアンテナ4素子分を制御し、右旋円偏波・左旋円偏波の切り替え及びビーム走査を行います。アンテナ素子からFE-ICまでを含めた基板厚が10 mm以下となるように多層基板技術、高密度実装技術を用いて薄型化を実現します。本研究開発は総務省の電波資源拡大のための研究開発として2017年から4年間実施しており、送受信ともに基礎検討として16素子アレー、サブアレーとして64素子アレーの試作評価、送信側は最終年度に飛行機を用いた512素子アレーの評価実験を行っています。

■飛行機を用いた評価実験

図3に示すように小型単発航空機の胴体側に試作した送信側512素子アレーアンテナを搭載し、地上に設置した受信装置の上空1,000 mの高さを飛行させ評価実験を行います。放射パターン性能、追尾性能、変調波通信性能について評価しましたが、ここでは変調波通信性能の結果について紹介します。衛星通

信用モデムを用いて変調方式を4位相偏 移変調(Quadrature Phase Shift Keying: OPSK)、8PSK、16振幅位相偏移変調(16 Amplitude Phase Shit Keying: 16APSK) と変化させ、通信性能を評価します。 情報レートを50 Mbpsに設定しQPSK、 8PSK、16APSKのシンボルレートと占 有帯域幅を事前に電波暗室で測定する と、周波数利用効率は QPSK と比較して 8PSKで約33%、16APSKで約50%の改 善が確認できました。飛行試験において 変調方式を変えても通信性能に差がない ことを確認できれば、本アンテナにより 周波数利用効率が改善されるといえま す。飛行試験ではアンテナが常に受信装 置を追尾するようにビームを制御し、 受信装置上空を直線飛行した際のモデ ムにおける1ビット当たりのエネルギー 対雑音密度比(Energy per bit to Noise density ratio: Es/NO) の時間変化とモデ ムの通信状態を測定します。図4は測定 時間に対するEs/NOの結果を示してお り、40~50 sあたりで受信装置の真上 を飛行機が通過し、図中の赤線で示すモ デムが通信可能状態である時間は受信装置の真上を通過する前後25 s程度となります。通信可能状態に必要な Es/NOの値は QPSK で 3.0 dB、8PSK で 6.6 dB、16APSK で 10.4 dB と差がありますが、通信可能時間はそれぞれ56.6 s、56.9 s、51.8 s で大差ありません。8PSK と QPSK は同等の性能が得られており、本アンテナによって周波数利用効率が約33%改善しているといえます。また、16APSK の結果から8PSK以上の多値変調にも対応可能であり、周波数資源の有効利用に貢献するアンテナであると考えています。

■今後の展望

AESAは機械的駆動が不要かつ平面アンテナとなるため、航空機のみならずNTNや地上における様々なプラットフォームに活用でき、Beyond 5G時代において重要な技術であると考えています。今後はアンテナの低消費電力化及び排熱の高効率化を図り、各種プラットフォームでAESAが利用できるように開発を進める予定です。

6 | NICT NEWS 2023 No.2 | 7

電波の出入口:小型・平面アンテナの研究と 無線通信システムへの応用



李可人 (りかじん)

先企業からの提供

ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室/ Beyond5G研究開発推進ユニット テラヘルツ研究センター テラヘルツ連携研究室 主任研究員

大学院修了後、電気通信大学の助手・ 講師・准教授を経て、1997年通信総合 研究所(現NICT) に入所。光通信デバ イス・マイクロ波回路・アンテナ・無線 通信システムの研究に従事。工学博士。

ンテナは、電波(または電磁波) を有効に発射、または受信するの に必要不可欠なデバイスです。電波は、 1888年にドイツの物理学者であるヘル ツによって発見・実証され、アンテナは その当時の実験にすでに使われていまし た。電波の応用は、テレビや電波天文な どいろいろとありますが、我々の生活に 最も密着していて、かつ広く利用されて いるのは携帯電話のような無線通信シス テムです。無線システムにおけるアンテ ナの役割は、電波の発射と受信にありま す。発射は電波を送り出す出口で、受信 は、空間を伝播して届く電波を信号とし て受け取る入口です。言うまでもなく、 この出入口の良さ(効率の良さ)は無線 通信システムの通信品質を直接に左右し ます。電波の周波数(または波長)や無 線通信システムの種類に応じて、種々の アンテナが開発されています。これは生 物に例えて言うならば、小さい蟻用の出 入口と我々人間用の出入口などのように 多種多様です。アンテナ研究者の仕事は 目標の電波とシステムに対していかに効 率よくかつ電波信号が歪まずに送受信で きるアンテナを開発することにあり、無

線通信システムの研究は、その周波数と システムにいかにふさわしいアンテナを 選ぶかにあります。アンテナの種類が千 差万別の中、今回は携帯電話用小型マル チバンドアンテナと、ミリ波広帯域平面 アンテナ及びその応用について紹介します。

■携帯電話用小型マルチバンドアンテナ

携帯電話用アンテナは、今はほとんど が内蔵型で直接目に触れることは余りあ りませんが、最も我々の生活に密着した アンテナの一つでしょう。携帯の非常に 限られた内部スペースに搭載する以上、 アンテナの小型化は必須事項です。

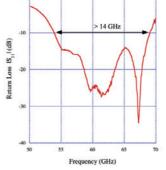
一方、現在の携帯電話は複数の通信バ ンド (周波数帯) に対応している上、 GPSやBluetooth/Wi-Fiなど、多くの異 なる周波数の電波をも取り扱えるように 設計されています。最近の5G対応の携 帯電話では、さらに28 GHz帯のような ミリ波帯の電波も利用可能となっていま す。そのため、それらの複数電波に対応 したアンテナが必要ですが、さすがに携 帯電話にたくさんのアンテナを詰め込む わけにはいきません。そこで一つのアン テナで複数の周波数で動作するマルチバ ンドアンテナが誕生したのです。図1は、 NICTが2004年頃に開発した2バンド・ 3バンドアンテナの写真です。3バンド のアンテナは、当時の800-900 MHz、 GPS、2 GHz帯のサービスを1つのアン テナで受けることが可能です。このマル チバンドアンテナには、理想的なモノポー ルアンテナの特性を維持しつつ、小ス ペース化を実現させ、複数の周波数帯の 調整を容易に行える特徴を持っており、 NICTの特許としても成立しています。

800MHz带,1.5GHz带 [1.7GHz带],2GHz带 3 band antenna

携帯電話用内蔵アンテナ 800MHz带,2GHz带 携帯電話用内蔵マルチバン ドアンテナ(2バンド・3バン 2 band antenna (サンプルは当時の技術移転



(a) 平面アンテナ構造 図2 60 GHz帯広帯域平面アンテナ



(b) アンテナの反射特性と動作帯域

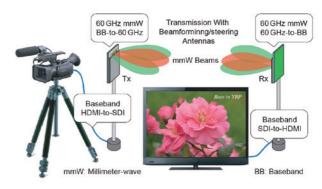


図3 60 GHz帯広帯域ビームフォーミングアンテナを使った見通し外高速無線 映像伝送システム実験

その後更に多いバンドのアンテナも開発 されました。

また、研究成果の産業界への普及の一 環として、高周波回路部品研究の成果で ある「マルチバンド小型アンテナ」の技 術移転を日新パーツ株式会社(当時)に 行い、最新の多機能携帯電話機(当時) に採用され、数百万個の出荷があったと の報告でした。

一方、シングルバンドからマルチバン ドアンテナへの技術課題は、いくつかあ ります。例えば、一体化された構造で、 いかに複数バンドを同時に動作させ、そ れぞれのバンドにおいてインピーダンス 整合を実現し、かつ放射効率をあまり損 なわないように、また、マルチバンド間 の互いの影響をできるだけ低くするよう に、整合部分をハイインピーダンス化す るなど、構造上の工夫を施してありま す。また、小型アンテナが概してそうで あるように、アンテナの働きはアンテナ 自身の部分だけではなく、その周辺環境 によってもその放射特性が変わります。 したがって、アンテナの開発はアンテナ 構造部分の開発だけではないのです。携 帯電話の場合、実際に筐体に組み込んで から、放射特性を評価し、中心周波数や インピーダンス整合の調整が必要です。 これも大変重要なポイントで、これらの 課題は、今も変わっていません。

■ミリ波広帯域平面アンテナ (60 GHz帯) とその応用

NICTは、周波数資源開拓の一環とし て60 GHz帯を例にミリ波無線通信シス テムの研究開発を長年担ってきました。

そのためのミリ波アンテナもいくつか研 究開発され、特に広帯域平面アンテナは 新しい構造が提案され、優れたアンテナ 特性が得られています。ミリ波帯・テラ ヘルツ波帯では、アンテナと半導体デバ イスや回路モジュールとの接続や一体化 が大変重要なポイントとなり、そこに平 面アンテナが挙げられています。平面ア ンテナには、軽量・小型が可能な上、高 周波の発信源と受信器を構成する半導体 デバイスとの親和性がよく、接続や一体 化がしやすい特徴も併せ持ちます。しか し、平面アンテナには、動作帯域が狭 く、アンテナアレーを組む場合は、給電 回路のロスが大きいなどの欠点が挙げら れています。我々は、これらの欠点を解 決すべく新しい平面アンテナ構造を提案 し、広帯域化と一定の高効率化・高利得 化に成功しました。図2は、60 GHz帯 用に開発したミリ波広帯域平面アンテナ の一例です(図2a)。このアンテナは面 積1センチ角未満(厚さ0.5ミリ程度)、 14 GHz以上の動作帯域、9 dBiの最大利 得、一つのアンテナで現在標準化されて いる世界各国の60 GHz帯免許不要バン ドをすべてカバーできるといった優れた 特性を持っています (図2b)。 同60 GHz 帯の広帯域ビームフォーミングアンテナ も開発されました。図3はこのビーム フォーミングアンテナを使った高速無線 映像伝送の実験概念図です。この実験で は、アンテナのビームフォーミング機能 を用いて、障害物のある見通し外環境に おいても3.5 Gbpsの通信速度が達成で きました。

■今後の展望

アンテナの研究開発は、Beyond 5G / 6Gに象徴されるようなミリ波・テラヘ ルツ波への高周波数化や、ビームフォー ミング機能が要求されるような多機能化 に伴い、すでにアンテナ単体の研究をす ればよい時代が終わりました。これから の研究は、システムに相応しい新しいア ンテナ構造の発見や、動作帯域・効率・ 利得のようなアンテナ特性への追求はも ちろんのこと、半導体デバイス・回路と の集積化・一体化、さらにシステムの機 能をも取り込み、よりスマートなアンテ ナの創出になるでしょう。B5G / 6Gの 高周波数化への対応としては、我々はす でに300 GHz帯のテラヘルツ波広帯域 平面アンテナの開発に成功しており、面 積数ミリ角のアレーアンテナが70 GHz 以上の動作帯域、10 dBiの最大利得が 実証ずみ、実際のテラヘルツ波無線通信 システムに十分に実用できるアンテナと 思われます。それに加えて、次世代の無 線通信システムは電波のみならず、電波 と光波(つまり、無線と有線)の融合し たシステムと予想されており、そこには、 我々が二十数年前に世界に先駆けて提案 し、研究していた光デバイスとアンテナ を集積した「フォトニックアンテナ」も 再び脚光を浴びるのではないかと期待し ています。

8 NICT NEWS 2023 No.2 NICT NEWS 2023 No.2 **9**

長波帯標準電波送信所の運用



森川 真樹

電磁波研究所 電磁波標準研究センター 時空標準研究室 日本標準時グループ 研究技術員

大学院修了後、2021年にNICT入所。 標準電波による高精度周波数提供、日 本標準時の維持運用に従事。 第一級陸上無線技術士。



図1 おおたかどや山標準電波送信所 全景



図2 はがね山標準電波送信所 全景

N ICTは、標準周波数の決定及び日本標準時の発生・維持・供給を行っています。また、標準周波数に時刻情報を重畳した標準電波を全国に届けるため、東西2局の送信所を24時間体制で運用しています。身近な例として、電波時計は標準電波を頼りに正確な時刻を表示します。本稿では、標準電波を発射する長波標準電波送信所の維持・運用業務について紹介します。

■長波帯標準電波とは

長波帯標準電波(呼出符号 JJY)は、NICTが決定した周波数標準を、国家標準として全国で利用できるように発射された電波のことです。現在、標準電波は、40 kHzと60 kHzの2周波数で送信しています。これら周波数搬送波に振幅変調を行い、日本標準時の時刻情報を重畳しているため、電波時計はこれを受信し、時刻合わせを自動で行います。ご家庭でも、電波時計を通じて標準電波を利用されたことがあるのではないでしょうか。

1999年には、福島県に「おおたかど や山標準電波送信所(40 kHz)」が開 設(図1)、2001年には、受信エリアの 拡大と切れ目なく供給を行うことを目的 に、福岡県・佐賀県境に「はがね山標準 電波送信所(60 kHz)」が開設されまし た(図2)。以降、20年以上にわたり長 波帯標準電波を皆様にお届けしています。

■送信所設備の概要

各送信所内には原器室、時刻信号管理 室、整合器室、送信機室、空中線(アン テナ)などがあります。

温度湿度管理と電磁界シールドが徹底 された原器室には、セシウム原子時計が 3台以上設置されています。 時刻信号管理室では、測位衛星や衛星 通信を介した方法により、原子時計の出 力と日本標準時と誤差を100ナノ秒以内 に収めるよう、周波数の微調整を行い、 これをもとに送信する信号の発生を行っ ています。

送信機室内には、定格50 kWの送信機が2機冗長系として設置されており、安定した送信を実現しています。送信機の電力増幅はMOSFETよる48枚のアンプモジュールで構成されています。雷害などによる故障時には、故障したモジュール基板のみ交換することで、迅速に修復を行うことが可能です。

各送信所の設備が入る局舎とアンテナは、山頂付近に設置されており、おおたかどや山(標高790 m)には、高さ250 mの無指向性の傘型アンテナ、はがね山(標高900 m)は高さ200 mのアンテナがそびえ立ちます(図3)。そのため、落雷や積雪の被害を受け、その対応に追われることが多々あります。

実際に送信所に行ってみると、地上のアンテナ鉄塔の巨大さに目を奪われますが、それがすべてではありません。アンテナの足元には、360本もの銅線が、半径150mにわたって角度1°間隔で大地に埋め込まれています。この銅線(ラジアルアース)によって、電波の放射効率が向上します。

■送信所の維持管理

私たちは、次の3つの側面から送信所の維持管理を行っています。1つは、前述の原器や周波数の微調整といった日本標準時システムの1拠点として。もう1つは、後述する航空障害灯の更新や災害復旧といった送信所建屋とそれに付帯する施設として。さらに、送信所は、電波法上の標準周波数局という無線局として

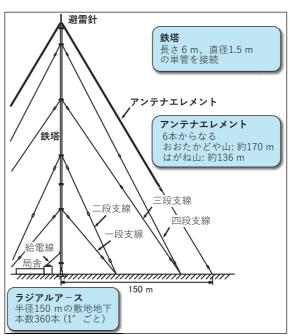


図3 アンテナの概要図

の側面もあります。

24時間連続送信を行う関係から、昼 夜交代で複数の監視員を配置して、専用 回線での遠隔監視も併用しながら、日常 の電波と設備の監視制御を行っていま す。送信機の操作には、第一級陸上無線 技術士の資格が必要です。加えて、例年 40 kHz局は9月上旬、60 kHz局は10月 下旬頃に10日程度かけて、日中停波が 必要な送信設備や局舎、アンテナなどの 点検と補修を集中的に行い、無線局検査を 受検し、送出する電波の品質を保っています。

■高光度航空障害灯のLED化

老朽化の進んでいた、おおたかどや山送信所の航空障害灯のLED化の更新を2021年11月から翌年2月までに行いました。従来の航空障害灯は、キセノン電球を使用したもので、塔上の電球交換を毎年行う必要がありましたが、新たに設置したLEDタイプでは毎年の電球交換の必要がなくなり、消費電力も70%以上削減しています。

障害灯の更新は、ただ機器を交換するだけのように思えるかもしれませんが、完成までの工程は容易なものではありませんでした。その理由として、作業中の計画停波は、多くの電波時計が時刻合わせをする夜間を避けて日中のみとしていますが、作業員が地上高250 mまで、塔内のはしごを片道1時間以上かけ昇り降りする必要があり、限られた時間内に

行う必要があること。そして、山頂の気温は氷点下を記録する日もあり、悪天時や風速10 m/sを超えた場合作業が中止となることがあげられます。このような悪条件が重なり、現場工事の期間延長や停波日の追加など様々な不測の事態を乗り越え、更新作業は完了を迎えました。納入された航空障害灯が正しく動作するか検査することも、私たちの重要な役割です。この写真は、空の明るさの変化に応じて、灯器の輝度を切替する機能確認のために、雪が積もる山中にて、日没を待ちながら撮影した一枚です(図4)。

■台風14号土砂災害からの復旧

2022年9月中旬に九州に上陸した大型の台風14号の被害を受け、山の麓からはがね山送信所までを結ぶ5 kmにおよぶNICTが管理する専用道路において、数か所に法面の崩壊や道路の一部陥没が発生し、人や車が自由に往来できない状況となりました(図5、6)。

土砂崩れにより、専用道内での送電線が切断され、商用電源の停電が発生しました。すぐさま、備え付けの自家発電装置が稼働し、送信は継続しました。電力会社の懸命な作業により、発生から2日後に停電は解消され、問題無く標準電波を継続送信できました。

幸いなことに、局舎や空中線自体に大きな被害はありませんでしたが、道路が 仮復旧されるまでの数週間は、毎日の勤



図4 航空障害灯点灯試験の様子(おおたかどや山送信所)



図5 はがね山送信所 台風被害による道路陥没



図6 はがね山送信所 台風被害による法面崩落

務交代時に、専用道路の一部を徒歩で通 行しなければならないなどの影響を及ぼ しました。今日までに、道路の仮復旧工 事を急ぎ行い、各専門業者、地元自治体 や各関係機関及びNICT関係部署のご協 力も賜り、この災害のために延期された 送信所の定期点検も2か月後の12月に完 了できました。

■おわりに

標準電波は、短波帯時代を含めると 80年以上の歴史のある業務で、「日本の 時を告げる電波の灯台」と例えられるこ とがあります。先輩方より受け継いだこ の灯火を絶さぬよう、その時代に即した 方法を探りながら、継続的で安定した時 刻・周波数供給により一層努力してまい ります。

10 | NICT NEWS 2023 No.2 | 11

我が国における電波望遠鏡の誕生

太陽雑音の観測から始まった電波天文学



滝澤 修 (たきざわ おさむ) NICTナレッジハブ 上席エキスパート

大学院修了後、1987年郵政省電波研 究所 (現・NICT) 入所。音声言語情 報処理、テキスト秘密分散セキュリ ティ技術、防災減災ICTの研究に従事 した後、2021年より現職。ICTに関わ る組織史の調査に従事。業務企画部電 波利用管理・ものづくり室長を兼務。 2012年より東京学芸大学客員教授(理 科教育におけるICTの活用)。博士(工学)。

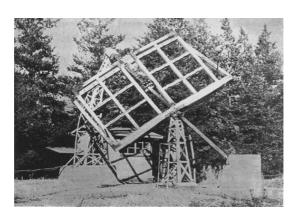
河から到来する電波の存在に最初 に気づいた人物は、米国ベル電 話研究所の通信技術者カール G.ジャン スキーで、1931年のことでした。それ に対して、人類に最も身近な天体である 太陽からの到来電波は、太陽光によって 地球で発生する電波との見分けがつかな かったため、発見が遅れました。第2次 世界大戦中に、電波監視やレーダーのた めにVHF帯以上の高い周波数で指向性 の強いアンテナが使われるようになった

ことで、ようやく発見されたのです。

天体から到来する電波を受信すること を目的とする「電波望遠鏡」は、通信技 術者と天文学者の協力によって誕生しま した。光学観測のみを守備範囲としてい た天文学者たちは、電波を使った宇宙観 測の重要性を最初は理解できず、一方、 ジャンスキーを含む通信技術者たちに とって宇宙電波は、無線通信の品質に悪 影響を与える「雑音」であり、その性質 を突き止める必要に迫られていました。 そのため、当初の電波望遠鏡は、通信技 術者がその必要性を主張して開発を主導 し、天文学者はそれを利用するという関 係でスタートしました。

■東京天文台で初の電波望遠鏡が稼働 (1949年9月)

東京都三鷹市の東京天文台(国立天 文台の前身) に、我が国の電波望遠鏡 の第1号とされる太陽雑音観測装置が設 置され、観測が始まったのは、1949年 9月のことでした(図1)。その装置は、 NICTの前身である文部省電波物理研究 所(東京都小金井市)の前田憲一所長が、 東京天文台の萩原雄祐台長に働きかけた ことがきっかけになり[1]、同じくNICT などの前身である電気通信省電気通信研 究所の川上謹之介と秋間浩によって、製 作、設置されたものです[2]。同装置は、 200 MHz帯の受信機と、反射器付きの4 ×4ダイポールアンテナから成り、日周 運動を追うための架台は、東京天文台が 別の観測に使っていた光学望遠鏡の架台 を流用しました[1]。川上と秋間は、こ の装置について、「わが国で最初に太陽 雑音を実験的に確認することができた。」 と述べており、設置と観測の立ち上げま で、この2人が行ったことを報告してい ます[2]。

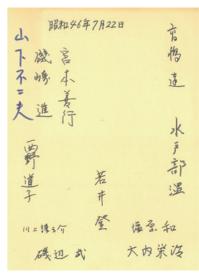


川上と秋間が東京天文台構内に設置した200 MHz帯太陽雑音観測 アンテナ(写真提供:国立天文台



図2 電気通信研究所大井電波観測所の太陽雑音観測アンテナ[2]





メンバーによる寄せ書き

■電気通信研究所に太陽雑音観測アン テナが竣工(1949年7月)

一方、東京天文台よりも2か月早く、 電気通信研究所大井電波観測所(埼玉県 ふじみ野市) に、太陽雑音観測アンテナ が完成したという記事が、通研月報(現 在のNTT技術ジャーナル)の1949年7 月号に掲載されています[3]。このアン テナ(図2)は、デリンジャー現象の警 報及びVHF帯における天体雑音を研究 する目的で設置され、東京天文台のアン テナの4倍 (8×8) の有効面積を有して いました。川上と秋間は、このアンテナ を使用して、1950年2月から約1か月間 に渡って、太陽雑音(昼間)と銀河雑音 (夜間)の連続観測を行いました。この 時の観測で使われた周波数は61.2 MHz で、前述の東京天文台のアンテナによる 200 MHz帯の同時受信結果と比較した、 2波の太陽雑音グラフが、資料[2]に掲 載されています。

■平磯電波観測所に太陽電波観測アン テナを設置(1952年3月竣工、9月 観測開始)

こうして太陽雑音観測アンテナすなわ ち電波望遠鏡が我が国で産声を上げた頃 に、電信電話事業のための実用化研究に 注力しようとする電気通信研究所から、 電離層観測等の公共的な研究観測業務を 行う部署が独立することになりました(後 のNICT)。大井電波観測所は電気通信研

究所に残ることになったため、代わりに 平磯電波観測所(茨城県ひたちなか市) に、200 MHz帯4×6ダイポールアンテ ナが設置されました。この頃には太陽電 波は、無線通信路への「雑音」であるほ かに、デリンジャー現象など短波通信等 に妨害を与える太陽活動の重要な「手が かり」を含んでいることが明らかになっ てきたため、電波のじょう乱を予測・周 知する「電波警報」の判断データとする ための、太陽電波の定常観測が、このア ンテナを使って始まりました。

やがて平磯電波観測所では、より高い周 波数や、より広帯域の周波数を横断的に観 測できる、高性能な太陽電波観測装置が整 備されていき、役目を終えたこのアンテナ は、1972年1月中旬に撤去されました。撤 去される前に、太陽電波観測創設期のメン バーがアンテナの前に集まって別れを惜 しんだ集合写真が残っています(図3)。写 真の右端の人物が川上謹之介です。

■平磯の業績は永遠に

電波警報は宇宙天気予報に衣替えし、 平磯電波観測所は、無人のNICT平磯太 陽観測施設を最後に、2016年に102年 の歴史を閉じました。その記念として、 上記のアンテナを含む同施設の数々の業 績を紹介する解説プレートが、同施設跡 の最寄りに2021年に開業した、ひたち なか海浜鉄道湊線 美乃浜学園駅に、こ のほど設置されました(図4)。

我が国の黎明期の電波望遠鏡を手がけ



図4 2022年12月に美乃浜学園駅に設置された平磯太陽 観測施設の解説プレート (写真提供:富田二三彦)

た川上と秋間は、当時の資料[2]におい て、次のように述べています。

「最近では太陽及び銀河雑音の観測によ り天体の構造、性質を研究する手がかり が得られ、いわゆる「電波天文学」と称 する新しい学問の発展を見るに至った。」

我が国における電波天文学の誕生に、現 在のNICTに連なる通信技術者たちが大 きく寄与していたことを、この解説プレー トがいつまでも地元の人たちに伝えてく れることでしょう。

本稿執筆にあたり、黎明期の電波望遠 鏡について意見交換と資料提供をいただ いた、国立天文台の齋藤正雄教授に感謝 いたします。

参考文献

- [1] "電波望遠鏡第1号,"天文遺産 宇宙を拓いた 日本の天文学者たち, pp.96-99, 別冊日経サイエ ンス245, 日経サイエンス社, 2021年
- [2] 川上謹之介, 秋間浩, "宇宙雑音に就いて(主と して太陽雑音の観測結果に就いて), "電波資料 集, no.1, pp.153-172, 電波監理委員会中央電波 観測所, 1951年3月. https://doi.org/10.24812/nictkenkyuhoukoku. CRWO.D.1 153
- [3] "太陽を追う巨人アンテナ 大井電波観測所に完 成,"通研月報,vol.2,p.343,電気通信省電気通 信研究所,1949年7月.

https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2321791/37

12 NICT NEWS 2023 No.2

萩本和男主席研究員、 中沢正隆東北大学卓越教授と共に 2023 Japan Prize (日本国際賞) を受賞

Japan Prize (日本国際賞) は、全世界の科学技術者を対象とし、独創的、飛躍的な成 果を挙げ、その進歩に大きく寄与し、もって人類の平和と繁栄に著しく貢献したと認め られる人に授与されます。授賞式は4月13日(木)に開催される予定です。

●授与団体:公益財団法人 国際科学技術財団 ●対象分野:「エレクトロニクス、情報、通信」

●受 賞 者:中沢正隆博士 東北大学 卓越教授 (DP) / 特任教授

萩本和男氏 国立研究開発法人情報通信研究機構 主席研究員

績:半導体レーザー励起光増幅器の開発を中心とする光ファイバ網の長距離

大容量化への顕著な貢献



NICT 萩本和男主席研究員

研究概要及び

半導体励起による小型・高効率エルビウム添加ファイバ増幅器の考案とそれを用いた中継伝送技術に対するもので す。基本構造から標準化まで、デバイスから装置・測定器まで組織を超えて取り組み、日本が率先して導入運用実 績を示すことで、世界をリードすると同時に、ブロードバンド社会を構築する基幹技術として世の中に広く浸透で きたことは、大きな喜びです。



パーマ研究職・ パーマ研究技術職・ 総合職

NICTは、情報通信分野を専門とした我が国唯一の研究機関です。研究者と総合 職が一体になることで、高いパフォーマンスを発揮し、情報通信の分野で『安心・ 安全で豊かな社会の実現』を目指して仕事をしています。このNICTで、是非一緒 に様々なことに挑戦していきませんか?

研究職・研究技術職・テニュアトラック研究員

- **■募集職種** パーマネント研究職員、パーマネント研究技術職員 及びテニュアトラック研究員
- ■エントリー方法 弊機構採用情報のwebページからのエントリー (研究職) https://www.nict.go.jp/employment/research_staff.html (研究技術職) https://www.nict.go.jp/employment/technical_staff.html 《採用時期》2024年4月1日(原則)

《応募締切》2023年4月7日(金) 17:00 必着

■お問い合わせ

総務部人事室人事グループ/経営企画部 研究職 採用担当 MAIL: jinji-r@ml.nict.go.jp

2023年 3月1日 エントリースター

https://www.nict.go.jp/employment/index-top.html

総合職

■仕事内容 研究開発の推進及び研究開発成果の社会還元のため、 経営企画、人事、財務、法務、広報等の組織マネジメ ント、産学官・地域連携、国際連携、知的財産管理、 技術移転などの業務に従事します。

4年制大学(海外の大学を含む)以上を2024年3月 ■応募資格 に卒業・修了する見込みの方。あるいはそれらを卒 業・修了した30歳以下(1993年4月1日生まれま で)の方。※学部や専攻は問いません。

■エントリー方法

下記URLからマイナビ2024に登録後、エントリーをされた方へ 順次ご案内いたします。

https://www2.nict.go.jp/employment/clerk/clerk.html ※マイナビにエントリーできない方は、下記までお問い合わせく ださい。

■お問い合わせ

総務部人事室人事グループ 総合職 採用担当 MAIL: jinji@ml.nict.go.jp



