

2026 年 9 月 2 日
株式会社日立製作所

日立、宇宙からインフラ・災害を 3 次元監視する『構造化電波技術』の衛星搭載に向けた原理検証に成功

災害監視や社会インフラ管理の「事後対応」から「予防・予知保全」への転換を支援

株式会社日立製作所(以下、日立)は、宇宙からインフラ・災害を 3 次元監視する「構造化電波^{*1}」について、その広がりを抑え、所定の方角へ高い指向性^{*2}で放射する技術を開発し、衛星搭載に向けた原理検証に成功しました。この技術は、従来は困難であった大気情報と地表物体の 3 次元分布を同時に把握することをめざすものです。今回、衛星への搭載を想定したアンテナ構成により、波面構造^{*3}を維持したまま、従来と比べ高い指向性で放射できることを確認しました(図 1)。観測に必要な電波強度を確保することで、全天候・24 時間の広域観測によって小さな変化を早期に捉え、災害監視やインフラ管理における迅速かつ的確な意思決定と、事後対応から予防・予知保全への転換を支援します。

今後、日立は屋外での構造化電波送受信技術の実証を進めるとともに、パートナー企業や大学・研究機関と連携し、災害監視や社会インフラ管理などへの応用を進め、社会実装へとつなげます。こうした取り組みを通じて、宇宙からの広域観測の高度化を実現し、異常の早期把握や迅速な意思決定に貢献していきます。

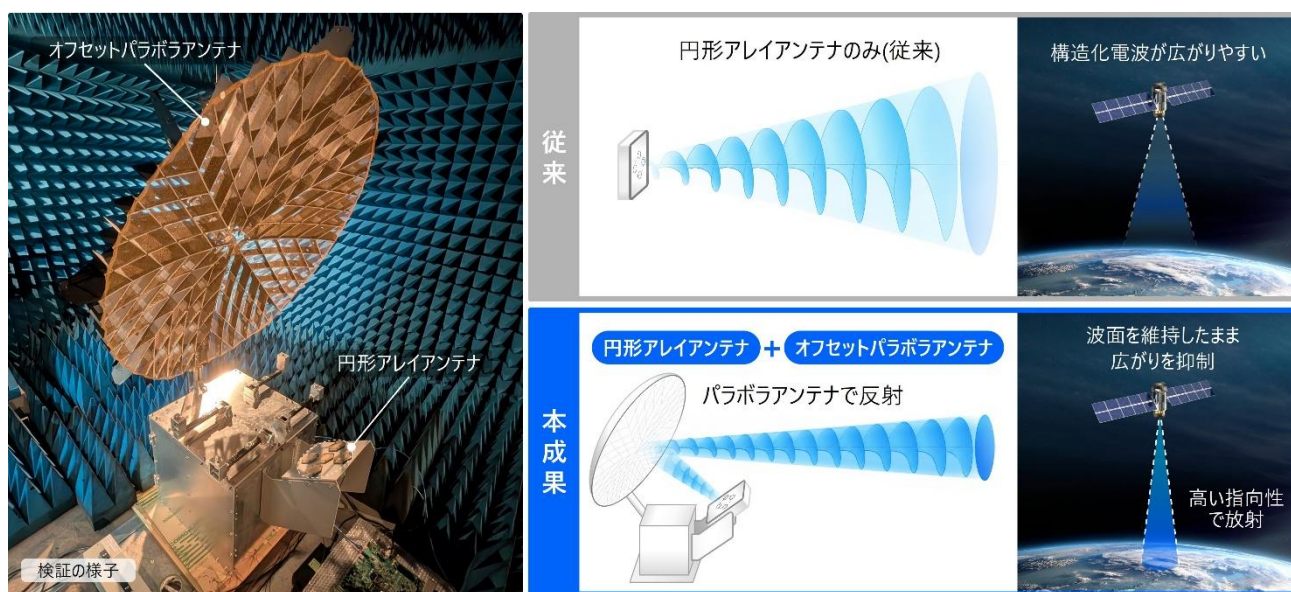


図 1 「構造化電波」を所定の方角へ放射する技術の概要と、衛星への搭載を想定したアンテナ構成による検証

*1 構造化電波: 日立が独自に研究開発を進める観測用の電波。ここでは、偏波状態や位相、周波数といった自由度を制御して作り上げた電波のことを指す。今回は渦状の波面の重ね合わせを使用。

*2 指向性: アンテナから放射される電波が、所定の方角に集中する性質。

*3 波面構造: 電波が空間を伝わる際の波の面の形や位相の分布。

背景および課題

近年、気候変動による自然災害の激甚化や都市インフラの老朽化を背景に、鉄道、送電網、道路など広域にわたる社会インフラの状態を継続的に把握し、異常の兆候を早期に捉えることの重要性が高まっています。

しかし、従来は気象の影響に加え、人工物や自然物が重なって対象を見分けにくいことから、事象発生後の被害状況の把握と復旧が中心でした。そのため、被害の拡大を未然に防ぐには、小さな変化を事前に捉え、予兆の段階で手を打つことが求められています。これまでの地上での点検やセンサー計測は、個別設備の詳細な把握に有効である一方、広い範囲を継続的に把握するには時間や人がかかります。そのため、地上での詳細な計測に加え、広域な観測を組み合わせ、重点的に対策を検討していくための手段の一つとして、宇宙からの効率的な観測技術が求められていました。

日立はこうした社会課題に対応するため、構造化電波技術の開発を進めており、2025 年 8 月には音波を用いた原理検証により、物体の形状・動きといった複数の特徴を取得できる可能性を示しました^{*4}。この成果をさらに高精度化し、宇宙から高さ方向の情報を含む 3 次元観測に活用するには、電波を地上に十分な強度で届けることが必要です(図 2)。一方で、円形アレイアンテナ^{*5}のみを用いた従来方式は電波が広がりやすく、強度の維持が難しいため、特徴に関する情報を安定して取得するには、観測に必要な強度を確保できる放射方式の実現が課題でした。

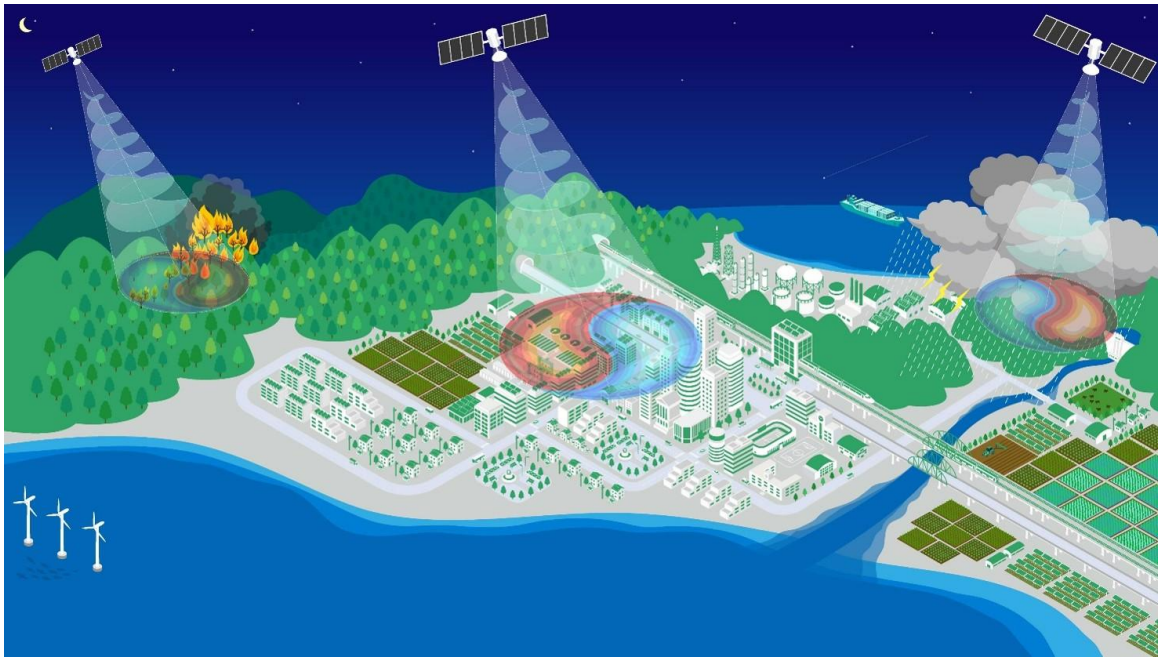


図 2 構造化電波を利用した地球観測のイメージ図 (出典: 注釈*4 より)

*4 日立、宇宙からの災害監視・インフラ管理の精度を高める「構造化電波」技術の原理検証に成功 - 研究開発：日立

*5 円形アレイアンテナ: 複数のアンテナ素子を円形に配置し、渦状の位相構造を持つ電波を生成するためのアンテナ。

課題を解決するために開発した技術の特長

そこで日立は、衛星観測への適用を見据え、所定方向へ高い指向性で放射する技術を開発しました。今回、開発した技術の特長は以下の通りです。

1. 高さ方向の情報を含む 3 次元観測に貢献する「構造化電波」を安定して生成する基盤技術

円形アレイアンテナを構成する複数のアンテナ素子の位相を制御し、構造化電波の特長を持つ渦状の位相構造を安定して生成できることを確認しました。これにより、高さ方向の情報に加え、物体の形状や動きも捉える高精度な 3 次元観測への応用が期待できます。

2. 宇宙から地上へ必要な強度で「構造化電波」を届ける宇宙用アンテナ構成

上記 1 で生成した構造化電波を、オフセットパラボラアンテナ^{*6}で反射させることで、円形アレイアンテナのみを用いた方式と比べて、波面構造を維持したままビーム発散角^{*7}を低減し、高い指向性で放射できることを確認しました。電磁界シミュレーション^{*8}による解析では、ビーム発散角を 29°から 6°へ低減し、電波暗室内での実験においても約 6°となる同様の結果が得られました。これにより、衛星搭載を想定したアンテナ構成の妥当性を確認するとともに、宇宙から地上を観測する際に必要となる強度の確保に向けた見通しを得ました。

^{*6} オフセットパラボラアンテナ: 放物面反射鏡の一部を主軸からずらして用いる反射型アンテナ。給電部による電波の遮蔽を抑えながら、所定の方
向へ集中的に放射するために用いる。衛星搭載時には展開型の反射鏡として構成することもできる。

^{*7} ビーム発散角: アンテナなどから放射された電波や光が、進むにつれてどれだけ広がるかを示す角度。発散角が小さいほど、ビームは遠くまで所定の
方向に進みやすい性質を持つ。

^{*8} 電磁界シミュレーション: 電気や磁気の広がり方や相互作用をコンピューター上で再現し、解析する手法。今回は、円形アレイアンテナとオフセット
パラボラアンテナを組み合わせ、放射される電波の広がり方や強さ、位相の分布などを 2.4 GHz の周波数を使用する条件で評価した。

今後の展望

今後、日立は屋外での構造化電波送受信技術の実証を進め、実用化に向けた取り組みを加速させます。さらに、経営計画「Inspire 2027」で掲げる宇宙ビッグデータの利活用に向けて、宇宙ビッグデータと社会インフラ・産業データ、AI 解析技術を組み合わせた Lumada ソリューションの具体化を進めます。大気と地表の高さ方向の情報に加え、変化を広域かつ継続的に捉えることで、災害リスクの低減やインフラ管理の効率化を支援します。これらを通じて、環境負荷の最小化を図り、持続可能で強靱な社会インフラの実現に貢献していきます。

Hitachi Social Innovation Forum 2026 JAPAN での紹介について

本成果の一部は、日立が 2026 年 9 月 3 日(木)～4 日(金)に開催する「Hitachi Social Innovation Forum 2026 JAPAN」において、ご覧いただけます。

展示会場の「EX56: 宇宙からインフラ・災害を 3 次元監視する『構造化電波』」にてご紹介する予定です。

詳しくは、公式サイト(<https://www.service.event.hitachi/register/>)をご覧ください。

商標注記

記載の会社名、製品名は、それぞれの会社の商標もしくは登録商標です。

日立製作所について

日立は、IT、OT(制御・運用技術)、プロダクトを活用した社会イノベーション事業(SIB)を通じて、社会インフラをデジタルで革新し続けるグローバルリーダーをめざし、環境・幸福・経済成長が調和するハーモナイズドサエティの実現に貢献します。デジタルシステム&サービス、エナジー、モビリティ、コネクティブインダストリーズの 4 セクターに加え、新たな成長事業を創出する戦略 SIB ビジネスユニットの事業体制でグローバルに事業を展開し、Lumada をコアとしてデータから価値を創出することで、お客さまと社会の課題を解決します。2025 年度(2026 年 3 月期)売上収益は 10 兆 5,867 億円、2026 年 3 月末時点で連結子会社は 606 社、全世界で約 29 万人の従業員を擁しています。詳しくは、www.hitachi.com/ja-jp/をご覧ください。

お問い合わせ先

株式会社日立製作所

研究開発グループ

問い合わせフォーム：

<https://www8.hitachi.co.jp/inquiry/hqrd/news/jp/form.jsp>