

小型SAR衛星のイメージ(提供:Synspective)



地球を観測する人工衛星といえば、Google Earthなどでお馴染みの光学衛星を思い浮かべる人も多いことでしょう。光学衛星はカメラによって肉眼と同じ可視光線で観測するため一目瞭然で分かりやすいのが特長ですが、夜間の観測ができず、雲に覆われた地表も観測できないという側面があります。そこで注目されているのがマイクロ波(レーダー)を使ったSAR衛星^{※1}です。SAR衛星は、衛星から地表に向けてマイクロ波を照射し、反射したマイクロ波を受信することで地表データを取得するのが特長です。夜間でも観測が行えるほか、マイクロ波は雲を透過して地表まで届くので天候に左右されることもありません。こうした優れた特性を持つSAR衛星は、SARセンサの小型化・低コスト化によって従来よりも打ち上げが容易になり、世界中の衛星ビジネスで一躍注目を集める存在となりました。宇宙から地上をモニタリングすることは「衛星リモートセンシング」と呼ばれており、SAR衛星から得たリモートセンシングデータを解析することで、環境問題の解明や災害監視、資源調査、都市計画づくりなどさまざまな分野での活用が期待されています。ここでは、衛星データ解析によるソリューション提供と小型SAR衛星の開発・運用を行う宇宙ベンチャー企業、株式会社Synspectiveの活動に焦点をあてながら、小型SAR衛星の重要デバイスとして活躍する東京計器のマイクロ波パワーアンプをご紹介します。

※1: Synthetic Aperture Radarの略称。合成開口レーダーとも呼ばれる。

宇宙空間で活躍する 東京計器の マイクロ波パワーアンプ

小型SAR衛星が宇宙ビジネスに新風を吹き込む。

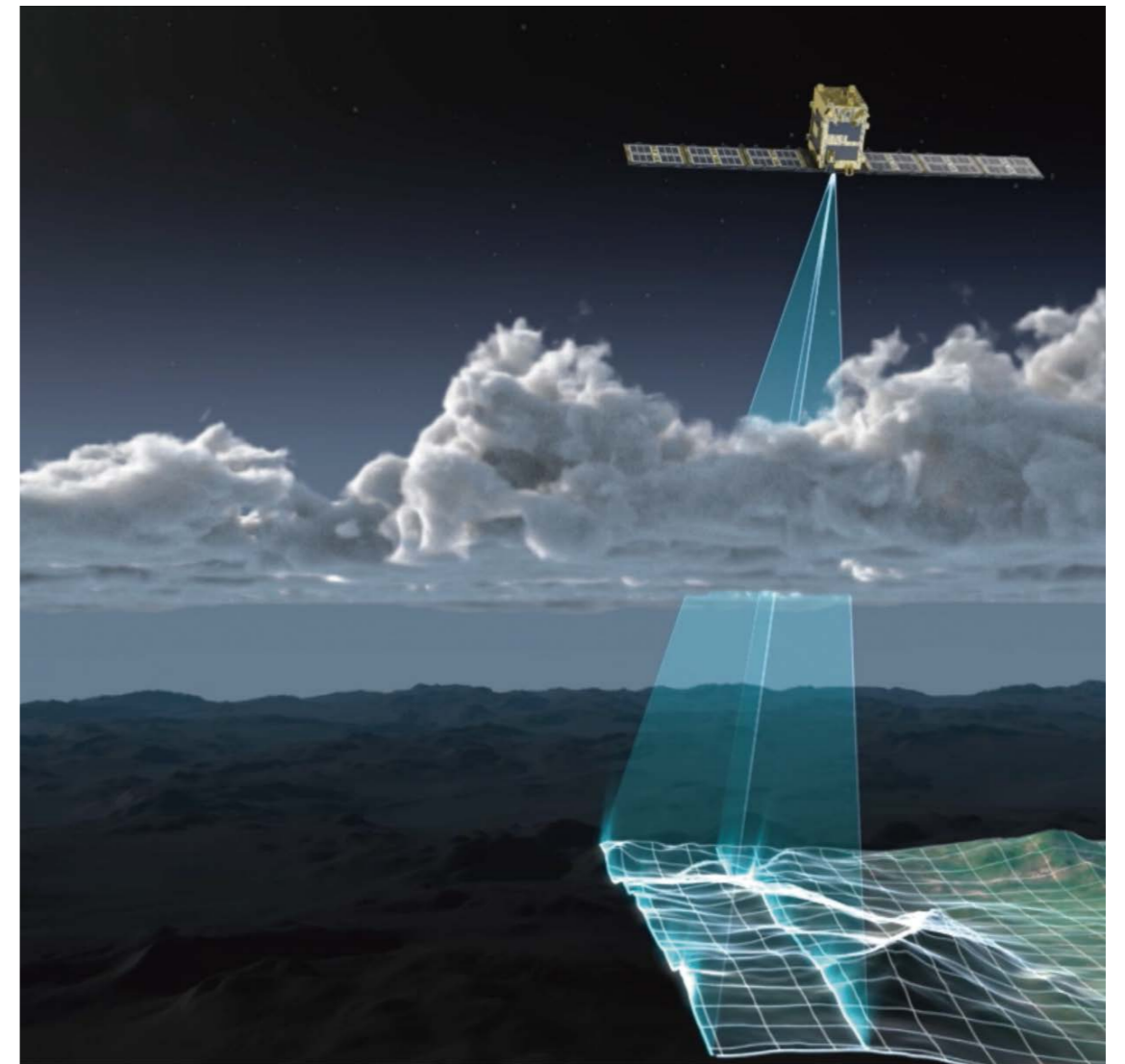
「StriX-a」が取得した地表画像。民間の小型SAR衛星（100kg級）での画像取得は日本初。2021年9月、富士山をストリップマップモードにて撮像。

観測日時:2021年9月 観測場所:日本(提供:Synspective)

期待が高まるSAR衛星の活用

宇宙空間からマイクロ波を介して地表を観測するのがSAR衛星ですが、具体的にはどのような活用方法があるのでしょうか。たとえば、石油タンクの監視があります。円筒形をした石油タンクの天井部分は浮屋根式といって石油の上に浮いた状態になっています。内部の石油が減った時に不要な気体を無くすためですが、宇宙空間から蓋の高さを観測すれば石油の残量が推測できます。この情報は先物取引向けのデータとしての活用が可能ですし、長期間にわたって観測することで石油消費量の推移を知ることができます。また、防災や減災への活用も期待されています。大規模災害が発生した場合は道路や通信回線が遮断されることが多く、被災状況の把握に時間がかかることもあります。「72時間の壁」と言われるように人命救助は時間との戦いです。SAR衛星なら一刻を争う状況下でも素早く情報が入手できますし、夜間はもちろん、地表が雲で覆われている大雨や台風などの荒天時でも地表が観測できるのも強みです。どの地域が孤立しているのか、どの道路が使用できないのかなどといった現地情報が即座に得られるようになれば救命救急に計り知れないメリットをもたらします。そのほか、人の流れを観測することで都市計画づくりに役立てたり、SAR衛星のデータと気象データを複合して利用することで広域の農作物の育成状況をモニタリングし、農産物の効率的な生産を支援することも考えられます。このようにアイデア次第で無限の可能性を持つSAR衛星ですが、打ち上げに大きな費用が発生するのが問題です。

地上にある数メートルの物体を識別し、膨大なデータを送るSAR衛星には、大型のアンテナや大出力のマイクロ波パワーアンプなどが搭載されるため、SAR衛星は質量が1トンを超える大型となり、打ち上げ費用も100億円以上かかるとも言われています。SAR衛星の有用性は分かっていますが、民間で広く活用するには高いハードルがあるのが現状です。



(提供:Synspective)

SAR衛星とは(イメージ図)

マイクロ波を使って地形や構築物の観測を行う衛星。マイクロ波は雲を透過するため降雨や降雪時でも地表を観測できる。たとえば、豪雨や台風による被害を受けている地域を観測して水没地域や冠水で不通になっている道路などの被害状況を把握することができる。また、インフラ・都市開発においては地形・土地利用状況などの情報を客観的に得ることができるので、どこにどのようなインフラを建設するかの検討材料にもなる。



小型SAR衛星の社会実装に挑むSynspective

2020年12月15日、Synspectiveでは同社初となる小型SAR衛星「StriX-a」を打ち上げ、試験運用を開始しました。翌年2月8日には地表データの初取得に成功し、現在も試験運用が続けられています。「StriX-a」は100Kg級という従来のSAR衛星に比べて1/10の軽量化を成し遂げながら大型SAR衛星に匹敵する性能を持っているのが特長です。このブレイクスルーを実現したのは政府の革新的研究開発プログラムImPACT^{※2}の成果であり、この小型SAR衛星の技術を応用し、社会実装して役立てることを目的として設立されたのがSynspectiveなのです。

Synspectiveは2022年3月1日、ニュージーランドにおいて2号機となる「StriX-β」の打ち上げに成功しました。今回打ち上げたStriX-βは、地球上の同じ場所を毎日同時間、同条件で撮影することができ、特定の場所の地表の変化とトレンドを把握するための良質なデータをより多く取得することができます。

Synspectiveでは、2023年までに6基の衛星を打ち上げ、2020年代後半までには30基を打ち上げて衛星コンステレーション^{※3}を構築する計画を立てています。この衛星コンステレーションが稼働すれば、世界中のどこでも2時間以内に観測できるようになり、より広範囲、高頻度での地上観測が実現できます。Synspectiveは、衛星の開発から運用、データ取得および解析までをワンストップで行うことができる世界的にも例のないユニークな宇宙ベンチャーとして知られています。同社は今後、地上のデータと組み合わせたビッグデータの解析も行って顧客の問題解決をサポートするソリューションも展開していく方針です。

※2:実現すれば産業や社会のあり方に大きな変革をもたらす革新的な科学技術イノベーションの創出を目指し、ハイリスク・ハイインパクトな挑戦的研究開発を推進することを目的として創設されたプログラム
※3:1基の衛星で観測するのではなく、多数の衛星を互いに連携・協調させて運用を行うこと。

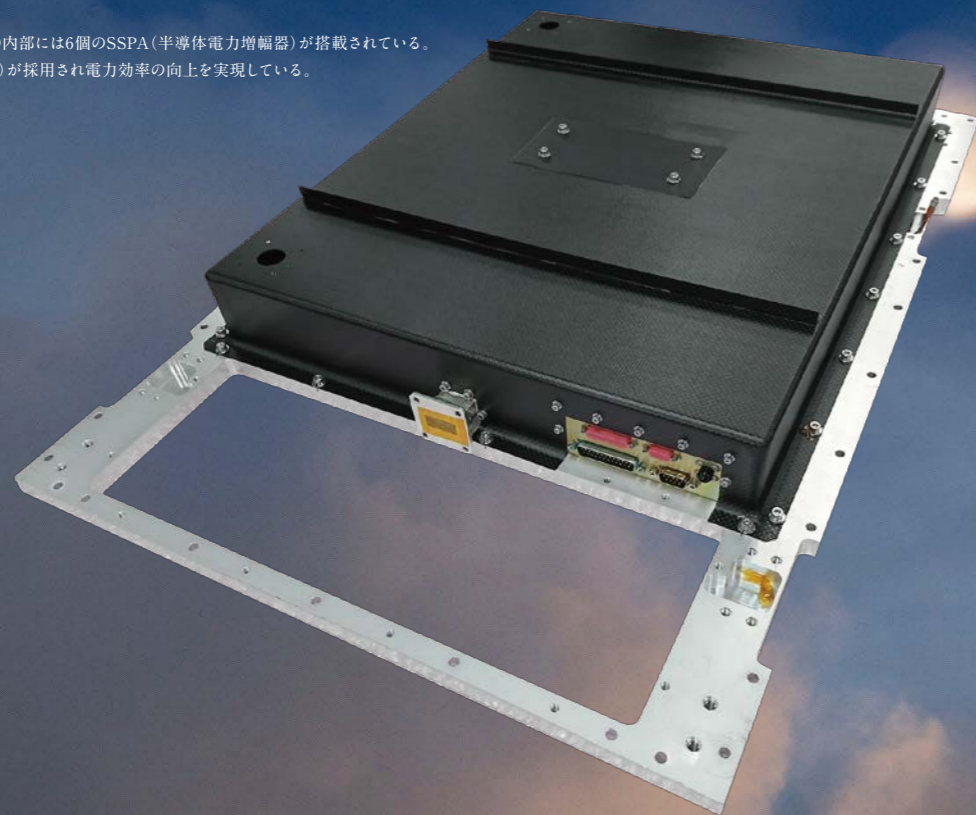
SAR衛星の心臓部となる東京計器のマイクロ波パワーアンプ

Synspectiveが打ち上げた「StriX- α 」と「StriX- β 」には、東京計器が開発したマイクロ波パワーアンプが搭載されています。これはレーダー信号を地表へ向けて照射し、その反射波を受信できるレベルまで増幅する小型SAR衛星の心臓部となるキーデバイスです。6個のマイクロ波モジュールコンポーネント(SSPA^{※4})を合成することで1kWという高出力なマイクロ波を生み出します。この製品の開発・設計は東京計器が情報通信分野で培った高出力マイクロ波技術と防衛・航空分野で培った耐環境性や信頼性の高い技術がベースとなりました。ロケット打ち上げに伴う強い振動と衝撃、+200度から-150度という極端な温度変動、高エネルギーの宇宙放射線、真空状態で部品・素材から発生するアウトガス^{※5}の抑制など、宇宙機器の生産にはクリアすべき高いハードルがあります。マイクロ波パワーアンプの生産にあたっては東京計器グループである東京計器アビエーション(TKA)と協力し、宇宙機器に求められる厳しい条件の試験をクリアしました。TKAは衛星向けの電源ユニットや高周波無線機器など数々の生産に携わり、ノウハウの蓄積が豊富にあります。小型SAR衛星向けのマイクロ波パワーアンプには、東京計器グループの総力が結集されています。

宇宙空間を利用した新しい価値の創出に向けて、東京計器はこれからも挑戦を続けます。

取材協力:株式会社Synspective (文中敬称略)

マイクロ波パワーアンプの外観。この内部には6個のSSPA(半導体電力増幅器)が搭載されている。半導体素子にはGaN(窒化ガリウム)が採用され電力効率の向上を実現している。



小型SAR衛星の2号機となる「StriX- β 」は、2022年3月1日、米国Rocket Lab社のロケットに搭載され、ニュージーランドの発射場から打ち上げられた。(提供:Rocket Lab)



※4:Solid State Power Amplifierの略称。半導体電力増幅器の意味。マイクロ波を増幅させる半導体素子にGaN(窒化ガリウム)を使用し、大電力を増幅することが可能な電子回路。

※5:真空の環境下においてプラスチックや接着剤等の材料から発生するガスのこと。これが汚染源となり観測機器の性能低下や寿命を短くするなどの原因となる。