

6 宇宙データセンタの実現に向けた取り組み

衛星軌道上での AI 解析処理の実現に向けて

NTT は 2022 年 4 月、スカパー JSAT と共同出資会社 “Space Compass” を設立し、宇宙データセンタ（以下、宇宙 DC）事業を推進すると発表した。事業の立ち上げと発展に向けた重要な課題が即時性の高い分析処理の実現と宇宙空間におけるネットワークおよび計算資源の有効活用だ。これらの課題解決に NTT ソフトウェアイノベーションセンター（以下、SIC）が取り組んでいる。

「宇宙統合コンピューティング・ネットワーク構想」に基づく宇宙 DC 事業

宇宙 DC は NTT のコンピューティング／ネットワークインフラとスカパー JSAT の宇宙アセット・事業を統合し、新たなインフラを構築する「宇宙統合コンピューティング・ネットワーク構想」に基づく事業だ。最初のサービスとして「光データリレーサービス」の検討が進んでいる。

昨今、地上約 500km の軌道上を約 90 分で一周する低軌道・観測衛星（Low Earth Orbit。以下、LEO）が急激に増加しており、様々な観測方式が使われ始めている。たとえば、合成開口レーダー（Synthetic Aperture Radar。以下、SAR）は地上に向けて電波を照射しその反射波を受信して対象物を観測する仕組みであり、昼夜関係なくまた雲の有無によらず観測可能である。SAR 観測データを利用したユースケースとしては、不審船や洪水などの早期検知が想定されている。

現在の衛星は、地上局と電波による通信が行われているため通信容量が小さく、さらに LEO では、周回軌道中に基地局と通信できるタイミングも限られる。加えて、観測デー

タは巨大^[1]になるため、地上での AI 解析を始める前に、データ伝送に時間がかかり過ぎてしまうという課題がある。

そこで光データリレーサービスでは、静止軌道衛星（Geostationary Earth Orbit。以下、GEO）と呼ばれる 3 万 6 千 km の高軌道上で地上局と常に通信可能な衛星を経由し、観測データを光データ伝送により、大容量かつ準リアルタイムで地上へ伝送する想定だ。

「将来、観測データ数が増加すると GEO から地上局への通信路が光通信であっても輻輳してしまい、地上での AI 解析が遅れる可能性があります。そこで、我々は GEO に搭載する計算機上で軽量の AI 解析を行う宇宙コンピューティングサービスの実現も目指しています。たとえば LEO で観測したデータを GEO に転送し、GEO 上で AI 解析、検知した不審船の観測データだけに絞って地上に送ることができれば、伝送データ量を削減することが出来ます。その結果、通信路の効率化と重要なデータ利用の即時性を高めることにつながります」（江田氏）。



NTT ソフトウェアイノベーションセンター
AI 基盤プロジェクト

（左）担当課長 江田 毅晴氏
（右）研究主任 宇田川 拓郎氏

軌道上計算の難しさ

一方、衛星におけるコンピューティングには課題が多い。まず利用可能なハードウェアは宇宙線など過酷な宇宙環境に耐えられるものが必要であり、一般的に地上の AI 解析で利用されるものとは大きく異なる。また、消費電力に制限があり、限られた計算資源しか利用できないといった計算実行環境の課題が挙げられる。

軌道上計算の課題解決に向けた取り組みと要素技術

SIC ではプロセッサなどのハードウェア、アルゴリズムなどのソフトウェアの両面から課題解決に取り組んでいる。

ヘテロジニアス計算機の利用

CPUに加えGPU、FPGAなどの目的特化型のプロセッサを組み合わせたヘテロジニアス計算機を効率的に利用することで高速な処理と消費電力の抑制を両立する。

イベントドリブン推論技術^[2]

解析すべき対象物が写っている映像を特定して、対象データだけに本格的なAI処理を行う「イベントドリブン推論技術」を活用し、データ転送量や伝送時間を削減する。

軽量のAIモデルの利用

近年巨大化が進むAIモデルを限られた計算資源で利用することは難しいため、様々なAIモデルを検証し、精度、モデルサイズなどの観点で評価、選定をしている。

ソフトウェアによる最適化

衛星毎に発生する軽量化・最適化などのチューニングの負担を軽減するために、AI推論コンパイラというミドルウェアを活用して、アプリ開発や最適化を容易にする手法の確立も目指している。

PoCを主体にした実績作りとエコシステム作りを重視

宇宙DCは新しい概念であり、ビジネス面においてもインフラ面においても発展途上だ。今後の活動について宇田川氏は次のように述べている。

「双方の発展を促すために、我々

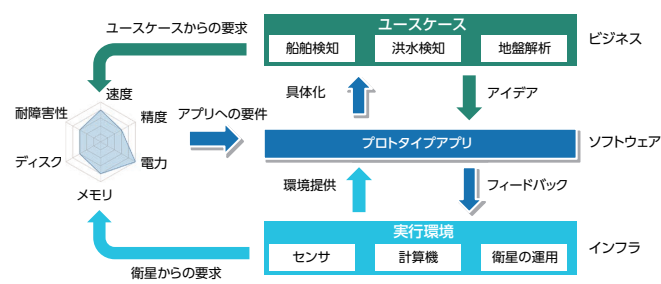


図1 プロトタイプ構築

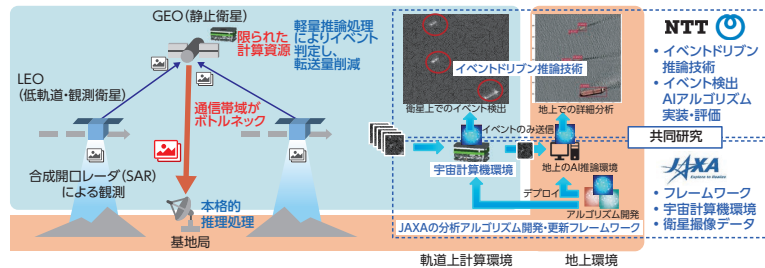


図2 JAXA との共同研究

は軌道上を想定した環境でプロトタイプを構築する活動に、まずは、取り組んでいます。実際に動作するプロトタイプを作ることにより、ユースケース実現のためのインフラの課題やインフラを活用するユースケースの具体化が期待できます。これらをフィードバックして多面的に解決する営みを繰り返すことで、宇宙DCの実現に着実に近づけると考えています。また技術開発に加え、宇宙ビジネスの発展に貢献するためにも、他組織や他企業と連携しPoCを推進しながら、市場の開拓につなげることを重視しています。宇宙DCを広く利用されるものにすることも重要です。開発者がアプリケーションを開発しやすい仕組みを考えるなど、参入障壁を減らすような取り組みも必要と考えています。」

SICは監視カメラ映像のAI分析をリアルタイムで行う研究開発に長年取り組んできた。その経験により培ったイベントドリブン推論技術、AIモデルの軽量化、スループットの

の向上、消費電力低減などのノウハウを強みに、実績作りや仲間づくりを推進し、宇宙DC実現に向けた研究開発を続ける方針だ。

JAXA と宇宙 DC 実現に向けた共同研究を推進

宇田川氏の語る PoC やエコシステム作りの具体的な活動として、NTT と JAXA は 2023 年 1 月より、宇宙 DC 実現に向けた共同研究を推進している。JAXA がソフトウェアフレームワークを含む計算機環境および撮像データを提供し、NTT が計算機環境の評価・最適化、また AI 処理アルゴリズムの検討、評価・改善を行うという役割分担だ。

現在は前述の要素技術を組み合わせ、アプリケーションのプロトタイプを構築している。宇宙を想定した環境下でプロトタイプを動作させ、宇宙 DC の実現可能性を検証することが目的だ。

「軌道上計算の研究に取り組む企業や研究所はまだ少ないと言えます。我々にとっても JAXA との共同研究がスタートラインでした。プロトタイプを構築してみると『想定する計算機の制約に AI モデルが収まらない』など、次々と問題が見つかるので 1 つ 1 つ 対応しているところです。その中でもトレードオフの関係にある分析精度と、計算や伝送の効率をいかにバランスさせるかに挑戦しています。」(宇田川氏)。

[1] SAR では一度の観測データが数 GB

[2] <https://journal.ntt.co.jp/article/8897>