

インテルサット衛星回線による南極・昭和基地からの効率的データ伝送の提案：帯域制御型プロトコルの活用

New data transfer technique from Syowa via INTELSAT

*山本 和憲¹、村田 健史¹、長屋 嘉明¹、岡田 雅樹²、水原 隆道³、高木 文博³、福島 啓介³

*Kazunori Yamamoto¹, Ken T. Murata¹, Yoshiaki Nagaya¹, Masaki Okada², Takamichi Mizuhara³, Ayahiro Takaki³, Keisuke Fukushima³

1.情報通信研究機構、2.国立極地研究所、3.株式会社クレアリンクテクノロジー

1.National Institute of Information and Communications Technology, 2.National Institute of Polar Research, 3.CLEALINKTECHNOLOGY Co.,Ltd.

1957年に始まった昭和基地を中心とした南極観測は年を追うごとに観測プロジェクトが増加し、それに伴って観測データ量も増大している。現在、主な観測データとしては、宙空関連では、オーロラ光学観測（画像データ 数10 GB/日）、自然プラズマ波動観測（波形データ 約10GB/日）、PANSYレーダデータ（約100 GB/日）、HFレーダデータ（数10 GB/日）、衛星観測データ（数10 GB/日）、気水圏関連では衛星観測データ（数10 GB/日）、地学関連ではVLBI観測（約40 GB/回×毎年数回）、超伝導重力計（数GB/日）などがある。また、将来計画としてもドーム基地天文台（おそらく数10~100GB/日程度）や次世代VLBI観測（おそらく100GB/日程度）などが予定されている。

これらのデータを日本に持ち帰るのは年1回の南極観測船のみがデータ輸送の機会であったが、リアルタイム性を必要とする観測データや、観測後に速やかにデータ処理を行う必要性などがある。昭和基地では、2004年に7.6mのアンテナを備えたインテルサット通信設備が建設され、山口衛星通信所経由で国立極地研究所に接続された。これにより極地研究所と昭和基地との間は移転さつと回線により常時接続され、南極からのデータは昭和基地内高速LANを通して衛星回線に送られる。これにより南極観測データはリアルタイムで日本国内に伝送できるようになった。

しかし、インテルサット衛星は静止軌道衛星であるため、南極大陸に位置する昭和基地には不利であり、高いスループットを得ることができない。最近、インテルサット回線の帯域が増強されたが、それでも帯域は最大で3Mbpsであり、この限られた帯域を100%活用することが求められている。

インテルサット回線ではIPネットワークによるデータ伝送が行われているが、衛星回線を用いる長距離データ伝送の問題点の一つは遅延である。一般的には、FTPやHTTPなどのTCPベースの通信プロトコルが用いられるが、TCPは遅延に弱くインテルサット回線では十分な性能を発揮できない。そのため、極地研究所では昭和基地と極地研究所を結ぶインテルサット回線の両端にWAN高速装置であるSteelHead（riberbed社）を設置している。SteelHeadは送受信双方においてTCP通信に介入し、独自の伝送方式により送受信間のデータ通信を高速化するインターセプト型のWAN高速化システムである。これによりTCPプロトコルを高速化し、南極観測データを効率的に日本に伝送している。

このインテルサット回線は複数の南極観測計画で共有されており、各プロジェクトがそれぞれのサーバから独立してデータ伝送を行っている。そのため、衛星通信帯域のQoS制御が必要となる。SteelHeadはデータコネクションごとに転送の優先度（プライオリティー）付けを行い、高いプライオリティーデータを他のデータに対して優先的に送信するQoS制御を行っている。

インテルサットによる複数プロジェクトのデータ通信の効率化における他の問題点としては、TCPの帯域制御がある。TCPはベストエフォート型の通信プロトコルであるため、コネクションごとに自律的に帯域を決定することができない。その結果、各プロジェクトのデータ伝送アプリケーションはそれぞれのコネクションにおいてベストエフォートでデータを伝送することとなる。一方、SteelHeadはQoSポリシーに従ってそれぞれのコネクションに帯域の上限と下限を与えることはできるが、動的に帯域を制御することはできない。これはSteelHeadの仕様であるが、同時に遅延（RTT：round trip time）が500msとインターネット等と比較しても大きい静止衛星回線においては帯域制御が容易ではないという本質的な問題でもある。その結果、昭和基地と極地研究所を結ぶインテルサット回線ではSteelHeadのQoS制御に関わらず、3Mbpsの帯域に対して合計でワイヤレートでの通信が達成できない時間帯が頻繁に生じている。

本研究では、情報通信研究機構とクリアリンクテクノロジー社が協力して開発しているUDPベースの通信プロトコルHpFP (High-performance and Flexible Protocol) を用いてQoS問題の解決を試みる。HpFPは独自の通信回線パラメータモニタリングにより、時々刻々変化するネットワークに対して、その都度最適なパケット送信を行う機能を有している。予備試験において、HpFPは昭和基地と極地研究所間において、3 Mbps以下の任意の設定帯域に対してほぼワイヤレートを達成できることを確認した。SteelHeadは、TCP通信に介入するがUDP通信には介入しない。そこで、本実験ではHpFP通信に最も低いプライオリティーを与え、SteelHeadが利用していない空き帯域を定常的にモニタリングし、自らの目標帯域を空き帯域に合わせることで総合的なデータ通信効率を向上させることを目指す。