

5 地球環境計測データネットワークシステム

5 Development of Data Net Work Systems for Global Environment Measurements

5-1 SALMON システムの開発と環境計測データ伝送実験

5-1 Development of SALMON system and the environment data transfer experiment

大山伸一郎 村山泰啓 石井 守 久保田実

OYAMA Shin-ichiro, MURAYAMA Yasuhiro, ISHII Mamoru, and KUBOTA Minoru

要旨

社会的に注目されている地球環境問題を研究する上で非常に重要である環境計測データのスムーズな交換・処理・流通を行うための計算機ネットワーク技術開発を目指し、通信総合研究所では SALMON (System for Alaska Middle Atmosphere Observation Data Network) システムを開発している。このシステムでは、全球的に分布する観測網に伴い分散して蓄積される傾向にある計測データの伝送・処理に対応するために、アラスカ域で取得されたデータと APAN や TransPAC に代表される広帯域ネットワークを用いて開発実験を行っている。本稿では SALMON システム構成とそれを用いたデータ伝送実験結果について述べた上で、環境計測データのための伝送技術開発要素について触れる。

We develop SALMON (System for Alaska Middle Atmosphere Observation Data Network) at Communications Research Laboratory for the network technology and development to smoothly deliver measured environment data, which is very important to study global environment issues. This system is developed using environment data measured at Alaska and the high-speed computer network of APAN and TransPAC. This paper shows the SALMON system structure and shows results from the data transfer experiment using the SALMON system together with development elements for the environment data transfer technology.

【キーワード】

地球環境, ネットワーク, データ転送技術

Global environment, Network, Data transfer technology

1 はじめに

現在、社会的に非常に注目されている地球環境問題は、グローバルな人類的問題であり、その理解のために全世界に散らばる地上観測網及び人工衛星により取得された環境計測データを

有機的に活用した研究が計画・遂行されている。また、長期的環境変動をとらえる目的で連続観測が実施される傾向にある。さらに、地球環境問題に関係するデータは観測網と同様に分散して蓄積される傾向にある。このような環境計測データの特徴から情報通信技術を有効に活用す

るためには、今後、(1) 分散データの効率的な収集・交換技術、(2) 多数の機関・研究者へのデータ提供技術、(3) 多様な利用者に対応するデータ処理・加工技術、(4) 多種・多様なデータの効率的な解析技術、(5) 異分野間の共同研究・協調解析の具体化技術、が必要になると予想される。

通信総合研究所では、発達しつつある計算機技術、計算機ネットワーク技術を応用して、増加するデータ量とそれを迅速に解析・研究に供するに必要なデータ伝送、利用技術の開発を目指し、国際中層大気環境観測実験データ処理装置 (SALMON; System for Alaska Middle Atmosphere Observation Data Network) の開発を進めている。環境計測データの特徴 (大容量データ、分散蓄積など) に対応したシステムを開発するために、アラスカ・ポーカーフラットを中心に北極域で取得された環境計測データを利用している。さらに、APAN (Asia-Pacific Advanced Network; アジア太平洋先端ネットワーク) と米国インディアナ大学が米国国立科学財団 (NSF) に提案し整備を進めている超高速基幹ネットワークサービス (vBNS; very high speed backbone network services) とを接続した TransPAC を利用することにより高速なリンクを確保し、大容量のデータを長距離にわたり伝送するネットワーク技術開発を平行して実施している。本稿では SALMON システムの構成とデータ伝送実験の初期結果を述べた上で、環境計測データのための伝送技術開発要素について触れる。

2 SALMON システム構成

SALMON システムは、アラスカ域に設置された各種観測装置から準リアルタイムに観測データを受信するサーバー (アラスカサーバー)、アラスカサーバーから観測データを受信し、日本側データサーバーに伝送するサーバー (第2アラスカサーバー) 及び第2アラスカサーバーからネットワークを介して伝送される観測データを受信し、整理・分類した上でデータベースに登録を行うサーバー (日本側データサーバー) で構成される (図1)。

図1に示すように、現在9種類の装置がアラスカ域に設置され、観測実験が行われている。こ

れらの装置で取得されたデータがアラスカサーバーに伝送された後、受信された観測データはそれぞれのデータ特性に応じて圧縮・間引きされ、第2アラスカサーバーにマイクロ波回線 1.5Mbps を用いて伝送される。アラスカ-日本間のネットワークの一部に用いられている APAN では、特定のサブネットアドレスを持つサーバーのパケットのみが通過可能であるため、中継サーバーとして第2アラスカサーバーを設置し、データを日本側サーバーへ伝送している。

日本側データサーバーは、受信した観測データを整理・分離した上でデータベースに登録する。このデータは自動的にアプリケーションサーバーへ伝送され、大気環境情報に変換された後、ホームページ上で公開する目的で WWW サーバーへ送信される。ホームページではユーザの指定によりデータの表示及びダウンロードが可能である (<http://salmon.crl.go.jp>)。

3 FTP データ伝送における TCP パラメータ依存性

取得された多量データセットの整理を行い、ユーザが利用可能な状態に処理するためには、表示系の整備とともにネットワーク系の調整が極めて重要である。現在 APAN と TransPAC の国際ネットワークプロジェクトを利用することで高速なリンクを確立している。このネットワークで期待される転送速度は得られていないものの、現状の SALMON システムはアラスカ域で取得されたデータの伝送・処理を行うことに成功している。しかし、あらゆるネットワーク環境において環境計測データをスムーズに交換・処理・流通させる汎用性を本システムに備えるためには、更なる技術開発が必須である。特にネットワーク伝送技術開発を行うためには、ネットワーク特性を正確に見積もり、エンドホスト間のリンクの帯域推定が不可欠である[1]。そこで、本システムを利用したデータ伝送レートを TCP 通信のシステムパラメータを変更しながら測定した。実験で使用したソフトウェアは Solaris 2.6OS の標準 FTP デーモンとクライアントで、日本側でクライアント、アラスカ側でサーバーデーモンを起動させた。伝送レート測定

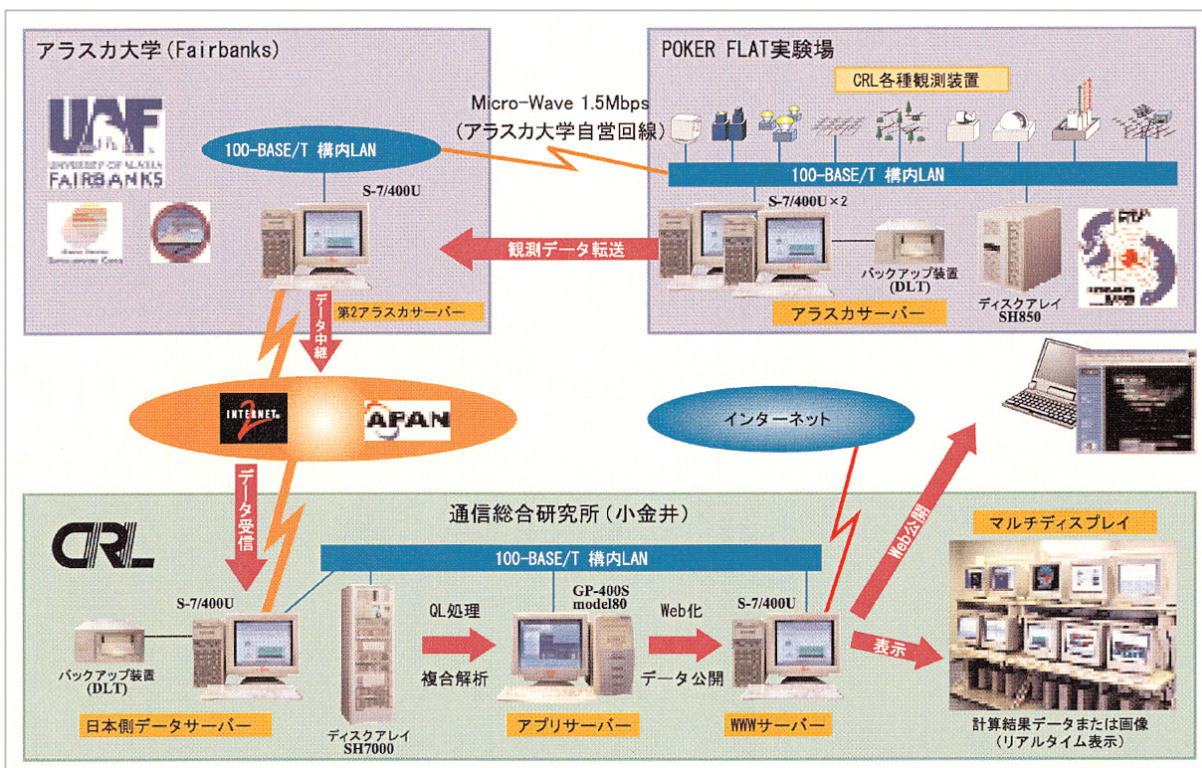


図1 SALMONシステムの全体構成

アラスカ・ポカーフラット実験場を中心に通信総合研究所により設置された9種類の観測機器（赤外分光計、ファブリペロー干渉計、大気光イメージャー、イメージングリオメータ、分反射レーダー、ミリ波ラジオメータ、レーザライダー、多波長ライダー、Super DARN HFレーダー）により取得された環境計測データを、APAN、TransPACを経由して日本側サーバーに自動伝送し、ユーザが解析・研究することができるデータに処理する流れを示す。

は、FTPクライアントが標準出力へプリントする伝送レート値をそのまま用いた。

同室内の同セグメント（一つのスイッチングハブ）に接続されたサーバー間においてデータ伝送実験を行った。実験は、TCP通信における送受信バッファサイズを3通り設定し（表1参照）、それぞれについて2時間内にサイズの異なる2種類のファイル（約1MBと約1KB）をFTP伝送する形で行った。図2、3をみると、どの場合もバッファサイズを大きくすると伝送レートが極端に悪化することが分かる。これは、伝送遅延が無視できるなどのサーバー間接続が良好な場合には、ベンダーによる工場出荷時の設定値が最適値に近いことを示唆する。

前節と同じデータ伝送実験を、第2アラスカサーバーと日本側サーバーを用いて実施した。大きなサイズのファイルを伝送した場合（図4）、ケース2、3でケース1と比較し、約1.3倍程度のスループットの向上が見られた。一方、小さなサイズのファイルの場合（図5）、ほとんど変化はみ

表1 同室内でのデータ伝送実験パラメータ

	送信側ホスト		受信側ホスト	
試験環境	OS: Solaris2.7 ftp: native (/usr/sbin/in.ftpd)		OS: Solaris2.6ftp: native (/bin/ftp)	
変更パラメータ	"tep_xmit_hiwat" Send buffer	"tep_recv_hiwat" Receive buffer	"tep_xmit_hiwat" Send buffer	"tep_recv_hiwat" Receive buffer
ケース1	8KB	8KB	8KB	8KB
ケース2	8KB	8KB	8KB	64KB
ケース3	16KB	16KB	16KB	64KB

られなかった。

これらの結果から、サーバー間接続が良好な場合にはデフォルト値が最適値に近いと考えられるものの、アラスカー日本間のような長距離のIP接続についてFTPを用いたデータ伝送を行

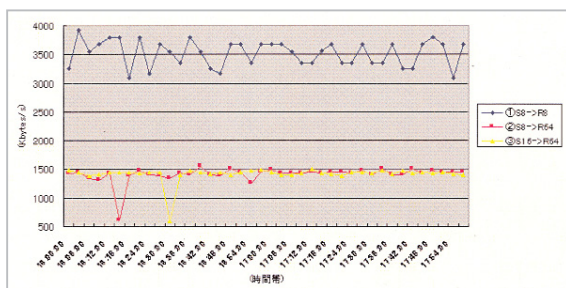


図2 表1で定義された送受信バッファサイズを用いて約1MBのデータを同セグメント内において伝送した場合の実験結果

ケース1(青線)の伝送レートのばらつきが見られるものの、すべての時間帯においてケース1の伝送レートはケース2(ピンク線)やケース3(黄線)よりも高いことが分かる。

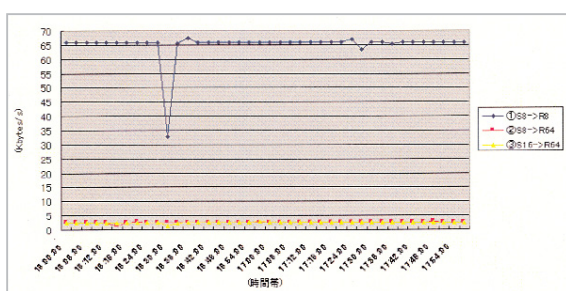


図3 約1KBのデータを同セグメント内において伝送した場合の実験結果

図のフォーマットは図2と同じ。ケース1の一部に伝送レートが極端に低下する時間が見られるものの、ケース1の伝送レートが他のケースのものよりも高いことが分かる。

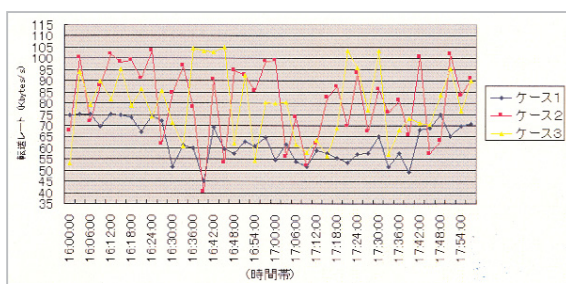


図4 約1MBのデータを第2アラスカサーバーと日本側サーバーとの間で伝送した場合の実験結果

図のフォーマットは図2と同じ。送受信バッファサイズをデフォルト値から変更することにより、ケース2やケース3の伝送レートは平均的にはケース1のものより高くなったことが分かる。

う場合には、TCPパラメータを修正することにより、より最適な伝送レートが得られることが期待される。特に大きなサイズのファイル伝送に見られるバースト的な連続伝送については、

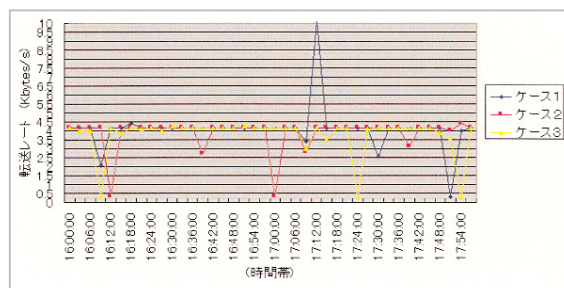


図5 約1KBのデータを第2アラスカサーバーと日本側サーバーとの間で伝送した場合の実験結果

図のフォーマットは図2と同じ。図4の結果とは異なりデータサイズが比較的小さい場合には伝送レートの変化はみられない。

約1.3倍程度のスループットの向上が期待される。

アラスカ-日本間で実施した伝送実験の結果、現状の伝送レートは期待される伝送レートに至っていないことが分かった。この理由は現在調査中であるが、長距離ネットワークにおいてTCP/IP接続を用いていることが原因である可能性がある。TCPセッションはコネクション型接続であるため、通信相手との間にコネクションの確立を必要とする。この接続方法は通信の信頼性が高く、データ欠損が許されない計測データの伝送には適しているものの、長距離ネットワークではコネクション確立に時間がかかり、あたかもネットワークが混雑していると判断されてしまう恐れがある。その結果、期待値より伝送レートが低く抑えられている可能性がある。

4 まとめ

急速に発達しつつあるネットワーク技術に応用し、環境計測データの迅速な整理・処理を行うためのデータ伝送、利用技術の開発を目的とし、通信総合研究所ではSALMONシステムの開発を行っている。全球的に分布する観測網に伴い、分散して蓄積される傾向にある環境計測データに対応するシステムを開発するために、アラスカ域に設置された観測装置で取得されたデータを利用し、大容量のデータを長距離にわたり伝送するネットワーク技術開発研究を実施している。さらにAPANとTransPACを利用することにより高速なリンクを確立し、広帯域ネットワークにおいて大容量データを長距離伝送す

るための技術開発研究も同時に行っている。現状のSALMONシステムは、アラスカで連続的に取得される観測データをスムーズに日本へ伝送し、ユーザが利用可能な処理データを自動で作成することに成功している。

SALMONシステムを用いたFTPデータ伝送実験の結果、サーバー間接続が良好な場合には、ベンダーによる工場出荷時の設定値が最適に近いものの、アラスカー日本間のような長距離ネットワークにおいて大きなサイズ(約1MB)のデータを伝送する場合には、TCP設定値の変更によりスループットの向上が期待できることが分かった。

この帯域測定実験はある短期間に実施されたため、得られた伝送レートは測定時の回線状況を強く反映している可能性がある。長期間安定

して運用するシステムを開発するためには、帯域測定結果に対する信頼性を考慮した帯域推定技術が必須である。さらに汎用性を持つシステムへとSALMONシステムを発展させるために、必ずしも広帯域ではないネットワークにも対応したデータ伝送技術を開発する必要がある。

近年、アクティブネットワークに代表される従来の情報ネットワーク概念を大きく変革する技術が提案されている[2]。このような技術をSALMONシステムに応用することにより、環境計測データのスムーズなデータ交換・処理・流通を目指したアプリケーション開発の応用研究が行われるとともに、情報工学分野へのフィードバックがかかるという、相補的な進展が期待される。

参考文献

- 1 的場一峰, 阿多信吾, 村田正幸, “インターネットにおける統計的手法に基づいた帯域測定”, 電子情報通信学会技術研究報告, 2000.
- 2 池田博昌, 山本幹, “アクティブネットワーク技術とその応用”, 東京情報大学研究論文集, Vol. 4, No.2-3, 181-193, 2001.

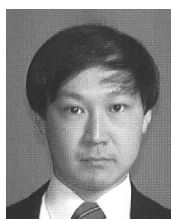


おお やま しん いち ろう
大山伸一郎

電磁波計測部門北極域国際共同研究グループ専攻研究員 博士(理学)
大気物理学、情報工学

むら やま やす ひろ
村山泰啓

電磁波計測部門北極域国際共同研究グループリーダー 博士(工学)
中層大気環境の観測的研究



いし い まさる
石井 守

電磁波計測部門北極域国際共同研究グループ主任研究員 理学博士
大気物理学



く ぼ た み
久保田実

電磁波計測部門北極域国際共同研究グループ研究員 博士(理学)
大気物理学、光学システム、画像処理