

5-2 地球環境コラボレーションシステムに関する研究

5-2 Development of collaboration system for environmental study

青木哲郎 水谷耕平 板部敏和
AOKI Tetsuo, MIZUTANI Kohei, and ITABE Toshikazu

要旨

総合的な科学の一分野である地球環境計測においては、一つの問題についても様々なデータを様々な場所で取得し、幅広い研究分野の研究者の間で議論を行うなど、多元的に密接な共同研究、協同作業を行う必要がある。我々は効率的に研究を行うため様々な研究機関の間を高速通信ネットワークで結び、観測装置、データベース、知識などを共有して、仮想的な研究所を作り、お互いの研究能力を結集してあたかも一つの研究所で研究開発しているように高度な共同研究環境(いわゆるマルチメディア・バーチャル・ラボラトリー：MVL)を実現するための研究を進めている。なお、MVLの概念は、単なる研究開発にとどまらず、教育や医療、種々の情報通信システムなどにおいて、新しい展開、広範な応用が期待されるものである。

It is very important to collect various data in various places in the global environment study, which is one typical field requiring synthetic effort among various scientific disciplines. It is also important to carry out close collaboration with researchers in many research fields. We are developing a system realizing new concept, which enables us to share observation equipments, database, knowledge, etc., and thereby realizes a so-called multimedia virtual laboratory (MVL). In addition, the concept of MVL does not only mean in mere research and development activities, but also extensive applications in education, medicine, various telecommunications, is expected.

[キーワード]

レーザーレーダー, マルチメディア, ネットワーク
Laser radar, Multimedia, Network

1 まえがき

地球環境計測分野における研究は、計測自体が地球上や宇宙空間などの様々な地点で行われること、また、長期的環境変動をとらえる目的で連続観測を行う必要があることから、単独の研究機関によるグローバルな研究は不可能に近い。そのため複数の研究者間の密接な共同研究が必要である。

全国各地に分散する様々な研究機関の間を高速通信ネットワークで結ぶことにより、離れた

場所にいる研究者が観測装置、データベース、知識などを共有することにより、仮想的な研究所を構成し、それぞれの研究能力を結集すれば、あたかも一つの研究所で研究開発しているように高度な共同研究環境が実現できるという考えがある。これがいわゆるマルチメディア・バーチャル・ラボラトリー(MVL)である。通信総合研究所ではMVLの構築に関する研究開発を1997年度より開始してきており、MVL基礎技術として3次元空間共有通信の研究、MVL応用技術として地球環境計測MVL及び超高層大気観測

MVLの構築、時空計測(多地点大容量データ共有・実時間処理)に関する研究を実施してきている。我々、電磁波計測部門ライダーグループでは、ライダーシステムを使った地球環境計測装置の共有や、使いやすい研究用会議システムの開発を行い、地球環境計測MVLの構築実験を行っている。

2 ライダーによるエアロゾル観測の意義

近年、地球温暖化やオゾン層破壊に関連してエアロゾル(大気中の微粒子)が注目を集めている。エアロゾルは直接的には太陽光を反射し温暖化を抑制するように働くが、エアロゾルは雲の核になり、その表面での化学反応が大気中微量ガス分布に影響を及ぼす等、地球温暖化への間接的な効果もあるため、地球上の様々な緯度の地点で継続的にエアロゾルを観測することは大気科学上非常に重要である。また、1991年6月に噴火したフィリピンのピナツボ火山により成層圏に注入された成層圏エアロゾルの影響がいつまで続き、いつ定常状態になり、その時の成層圏でどのくらいのエアロゾルが存在し、その時の粒径分布はどうなるのかは定常状態で存在する成層圏エアロゾルのサイクルを理解する上で、また成層圏化学の理解のためにも興味深い[1]。エアロゾルは気球観測などによって直接的に分布を求めることも可能だが、観測のコストが高いため定常的に測定できるのはライダー(レーザーレーダー:レーザー光を電波の代わりに使って反射体の分布を調べる観測装置)だけである。CRLでは国内外の研究機関と協力して北極域ユーレカ、アラスカ、北海道、中国、タイ、インド、インドネシアなど世界各地にライダーを設置してエアロゾルの観測を行っている。しかしながら大部分のライダーシステムは、数少ないライダー研究者自身によって稼働されているのが現状である。海外に設置したシステムの場合には、現地の共同研究者によって運営されているが、やはり日本の研究者が定期的に行く必要があるため、観測要員・観測期間などの問題点が生ずる。これらのライダーの稼働率を高めて質の高いデータを継続的に取得することは永年

の重要な課題である。

3 ネットワークと地球環境計測技術の融合を目指して

日本でオゾン減少が大きく現れる北海道において継続的にライダー観測を行うために、CRLでは東北工業大学と共同で、1998年より道東の足寄郡陸別町にライダーを設置している[2][3]。ここは一年を通じて晴天率が高く、冬期には日本で最も低温(-30℃)になる場所である。我々はこの場所を拠点にして、インターネットを通じて遠隔制御のできる新しいライダー技術を開発している。将来は各地のライダー観測ステーションへの技術展開、自動化観測ライダーネットワークの開発を目指している。また、離れた場所にいる研究者をネットワークで結ぶことにより、お互いが自分の机の上でいつでも好きなときにビデオ会議、データの共有、共同作業などを行うことができるシステムも開発した。この二つのシステムを有機的に組み合わせて使うことによって、離れた場所にいる研究者があたかも一つの仮想的な研究所にいるかのように、観測装置、データベース、知識などを共有できる。これがいわゆるマルチメディアバーチャルラボラトリー(MVL)の概念である[4]。

4 観測装置

表1に観測装置の概要、図1に観測装置の概念図、図2に陸別町立天文台に設置された観測装置の写真を示す。ライダーとは大気分子や微粒子からの弱い反射光を受信する装置であるので、大口径の望遠鏡、弱い光を増幅して高速検出す

表1 エアロゾルライダーの概要

送信部	
レーザー	Nd:YAG2 倍波 532nm
出力	150mJ/P
繰り返し	20Hz
ビーム広がり	0.1m ラジアン
受信部	
望遠鏡	28cm シュミットカセグレン
受信視野	2m ラジアン
検出器	光電子増倍管 x3
高度分解能	96m
観測パラメータ	後方散乱、偏向解消度

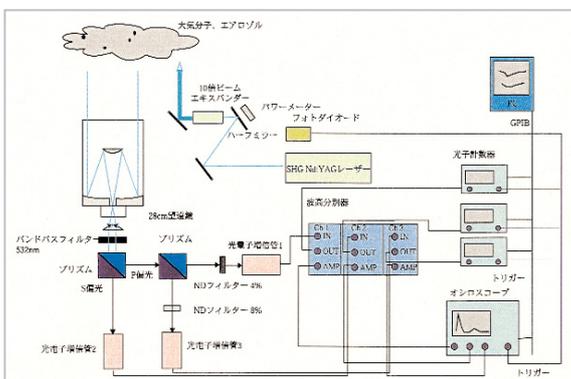


図1 エアロゾルライダーのブロックダイアグラム



図2 陸別に設置したエアロゾルライダー

る装置などが必要となる。

5 ライダー遠隔制御技術の開発

バーチャルラボの一つの側面である、“離れた研究機関を結んで一つの研究室として機能させる”という目的のためには遠隔地に設置したライダーをあたかも手元にあるように操作し、自分の研究所にいながらにしてデータを取得することが必要である。陸別には通信帯域1.5Mbpsの回線を引き、観測装置を制御できるサーバーを開発して、カメラで常時監視しながら望遠鏡のドームを開閉し、高出力レーザーのオンオフ、光軸の調整などの今までは現地での作業を必要とする作業が遠隔地からできるようになった。これは、成層圏までのエアロゾルを測定できる高出力のレーザーを使ったライダーとしては国内

外でも例をみない新しい試みであり、注目を集めている。遠隔観測は現地に設置した気象観測装置のデータや遠隔カメラからの監視映像を基に行っている。図3と4に遠隔観測の制御画面を示す。

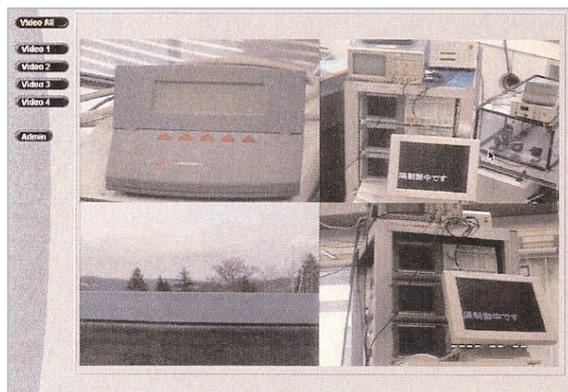


図3 遠隔制御画面（複数台のカメラによるモニター）

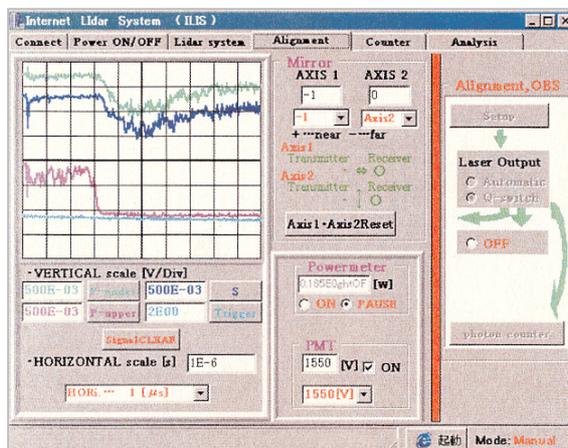


図4 遠隔制御画面

6 マルチメディア会議システム

我々が新たに開発したシステムは、各研究機関の研究者が自分の机を離れることなく、自分が普段使っている計算機上で資料を示したり、メモをとりながらディスカッションのできる卓上仮想研究システムである。ネットワークで共有している白板の上に表示できるのは相手の計算機に取り付けられたカメラがとらえた画像のほかにも、プレインテキストやhtml形式の文書、jpeg、gifなどの一般的な形式の画像である。白板に張りつけられた情報は一つのオブジェクトとして共有されているため、ユーザは必要に応

じてマウスやキーボードによってオブジェクトを自由に加工し、同じ画面を見ながら協調作業を行うことができる。図5に実際の会議の様子を示す。



図5 ネットワーク会議の様子

現在、CRL(陸別、小金井、沖縄)、東北工業大学(仙台)、福岡大学(福岡)との間で試験運用中である。通信方式としてはマルチキャストを使うが、研究拠点の間は通常のインターネット回線につながっているため、マルチキャストの通信をトンネリングで行っている。今後は更に参加者を増やして最大8人の研究者の間でのキャンペーン観測や定常的な研究打合せを行い、ネットワークの必要帯域、遅延時間などの評価を行う予定である。また、今後オゾンホール生成メカニズムを調べるために、冬季に極域においてライダー、粒子計数器、ミリ波分光計などを用いて大気観測を行い、取得したデータをオンラインで会議参加者が見ながら解析、議論を行うキャンペーン観測を計画している。この試みは、従来型の研究スタイルを越えて、ネットワ

ーク時代の新しい研究スタイルを切り開き、世界の地球環境研究にインパクトを与えるものと期待される。

7 将来への展望

ライダーグループが設置、運営にかかわっているライダーは世界各地にあるが、これらについても陸別のシステムを参考にして遠隔制御型に切り替えていく予定である。表2にライダーの設置場所、観測装置の概略を示す。

表2 世界各地に設置したライダーの概要

Site	Laser wavelength	Type of Lidar
Eureka (80N, 86W)	1064nm, 532nm	Mie (pol, A/D, PC)
PokerFlat (65N, 147W)	532nm	Rayleigh
Wakkanai (45N, 142E)	1064nm, 532nm	Mie (pol, PC)
Rikubetsu (43N, 144E)	532nm	Mie (pol, PC)
Lanzhou (36N, 104E)	532nm	Mie (pol, A/D, PC)
Bangkok (13N, 100E)	1064nm, 532nm	Mie (pol, A/D, PC)
Tirupati (13N, 79E)	532nm	Mie (pol, PC), Rayleigh
Bandung (7S, 108E)	1064nm, 532nm, 355nm	Mie (pol, A/D, PC), Rayleigh Raman (N ₂ , H ₂ O)

謝辞

この研究を進めるに当たって、東北工業大学の浅井教授並びに福岡大学の林助教授から貴重な助言を頂いたことを感謝いたします。また、貴重な観測場所を提供していただいている、北海道陸別町銀河の森天文台の方々にも感謝をいたします。

参考文献

- 1 T. Shibata, T. Itabe, K. Mizutani, and K. Asai, "Pinatubo volcanic aerosols observed by lidar at Wakkanai" GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, Vol.21, No.3, pp197-200, Feb. 1, 1994.
- 2 T.Sugata, K.Asai, T.Aoki, K.Mizutani, and T.Itabe, "Internet Lidar System (ILIS)", International Laser Sensing Symposium 99, pp135-136, 1999.
- 3 Tetsuo Aoki, Kohei Mizutani, Motoaki Yasui, Toshikazu Itabe, and Kazuhiro Asai, "New Automated Lidar System and Multimedia Virtual Laboratory", SPIE's Second International Asia-Pacific Symposium on Remote sensing of the Atmosphere, Environment, and Space, 2000.
- 4 青木哲郎, 水谷耕平, 浅井和弘, "環境ネットワーク・バーチャルラボラトリー" 光学 Vol.29, pp554-555, 2000.



あおき しげお
青木哲郎

電磁波計測部門ライダーグループ主任
研究員 理学博士
光によるリモートセンシング、赤外線
天文学



みずたに こうへい
水谷耕平

電磁波計測部門ライダーグループリー
ダー 理学博士
レーザーリモートセンシング

いたべ としかず
板部敏和

基礎先端部門長 理学博士
レーザーリモートセンシング