

岡山 188 cm 望遠鏡のリモート観測環境

柳澤頭史、黒田大介、井上剛毅、浮田信治、水本好彦、神戸栄治、泉浦秀行（国立天文台）

概要

岡山天体物理観測所は 188 cm 望遠鏡のリモート観測環境を構築し、セメスタ 2016A から一般共同利用に提供している。本リモート観測環境構築の目的は、多様な観測を支援することでこれまで以上に研究成果を出すこと、さらに 3.8m 望遠鏡用リモート観測環境のプロトタイプとして経験を積むことである。このリモート観測環境は、従来の RDP や VNC ではなく、KVM-over-IP を中核デバイスに据えた新しい様式を採用している。実際の観測をとおして、十分なフレームレートが得られ、観測効率が低下しないことを確認した。本稿では、構築したリモート観測環境を紹介し、性能と利用実績を示す。

1 188 cm 望遠鏡のリモート観測環境

リモート観測とは、観測者がオンサイトではなく、遠隔地から望遠鏡と装置を操作する観測様式である。リモート観測環境とはリモート観測を実現する資源と仕組みの総称である。本環境構築の目標は、観測所の制御端末を遠隔地に安全に複製することである。複製には KVM-over-IP を使っている。安全については情報セキュリティ、ネットワーク・セキュリティに十分配慮している。

本リモート観測環境の特徴は、端末の複製に KVM-over-IP を使っている点である。KVM-over-IP は、ネットワーク経由で PC の切り替え制御を実現する KVM である。KVM-over-IP を用いたリモート観測環境構築の試みは世界で初めてのことである。我々が選択した KVM-over-IP は Raritan 社の Dominion KX III 808 である。同製品の仕様は、<http://www.raritan.com/jp/products/kvm-switches/dominion-kxiii> をご覧いただきたい。

図 1 にリモート観測環境の構成を示す。観測所の望遠鏡・装置制御端末は、専用アダプタを介して KVM-over-IP に接続されている。ユーザーは、リモート端末より KVM-over-IP に Web ブラウザでアクセスしてログインし、あらわれたメニューリストから利用した接続対象（望遠鏡・装置制御端末）を選択すればよい。すると手元の端末に接続対象の画面報が現れ、キーボードやマウスで対象を操作できるようになる。KVM-over-IP のセッションの開始操作は、VNC や RDP とほとんど変わらない。

KVM-over-IP にはソフトウェア技術である VNC や RDP と比較して、リモート観測に適したいくつかの特徴がある。採用した KVM-over-IP (Raritan 社 Dominion KXIII 808) の主要な特徴を以下に列記する。

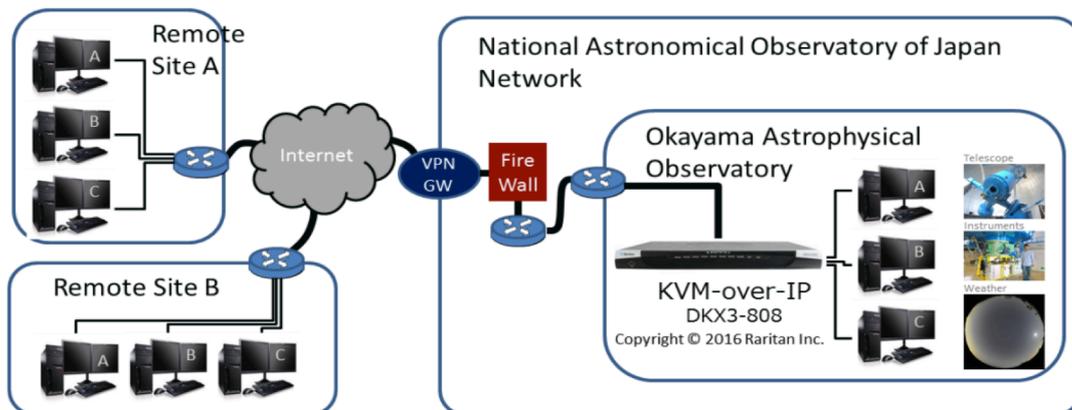


図 1 : リモート観測環境の構成

- (ア) KVM-over-IP はハードウェアである。それゆえ、接続対象の PC に一切の負荷を与えない。BIOS レベルの操作もできる。既に使われなくなった OS で制御している観測装置も操作可能である。
- (イ) ユーザーの使用する接続元 (PC) の OS に依存しない。Windows, Linux, Mac OS のいずれでもクライアント・ソフトウェアが動作する。ユーザーの負荷も小さい。リモート端末の操作には、クライアント・ソフトウェアが必要になる。このソフトは、KVM-over-IP に最初にログインした際に、自動的に接続元の PC にインストールされる。ファームウェアの更新があて、クライアント・ソフトウェアが更新された場合も、接続元のそれが自動更新される。
- (ウ) 情報漏洩を防ぐ機能が備えられている。KVM-over-IP にはアカウント管理機能があり、クライアントを選別する機能があるので情報セキュリティを維持できる。アカウントには3つのアクセスレベル (deny, view, control) がある。当夜の観測者のアカウント以外を deny にしておけば、観測画面情報を他人に盗み見られることはない。
- (エ) 管理も楽である。アカウント管理には open LDAP などの外部認証サーバーが利用できるため、リモート観測の予定に照会してアクセスレベルの変更を自動で設定変更できるほか、定期的にパスワードを更新することもできる。セキュリティ上の事象が発生した場合は、ベンダーがファームウェアを作成して提供してくれるので、それをインストールするだけで済む。

2 リモート観測端末



図 2 : A は岡山観測所 188cm 望遠鏡ドーム内の観測制御端末。B は三鷹・解析研究棟に設置された常設リモート端末。C は可搬型端末で広島大学からリモート観測をしている。

リモート観測環境の利用を促進する目的で 2 種類の端末を用意した。常設端末と可搬型端末である。常設端末は三鷹キャンパス・解析研究棟のすばるリモート観測室に置かせていただいている。端末の構成は、PC3 台と Full HD ディスプレイ 6 台で構成されており、岡山観測所の端末と同じ構成である。共同利用観測者は、同キャンパス内に滞在し、共同利用観測ができるようになっている。可搬型端末は PC1 台と、4K ×2K ディスプレイ 1 台で構成されており、希望に応じて貸し出している。現在、2 セットが用意されている。

3 リモート観測環境の性能

実際の観測効率の観点から通信速度を評価する。図 3 は、オンサイトとリモート観測の観測効率の比較を目的として作成した図である。観測効率は、通常、薄明から薄明までの夜の総時間に占める総露出時間の割合などで評価されるが、ここではある天体の観測をおえて、次の天体の露出を開始するまでのインターバルで比較する。もし、リモート観測によるネットワーク起源の遅延が観測効率に影響を与えていれば、インターバルの頻度分布に違いが生じるはずである。横軸は露出の終了から次の露出開始までのインターバル、縦

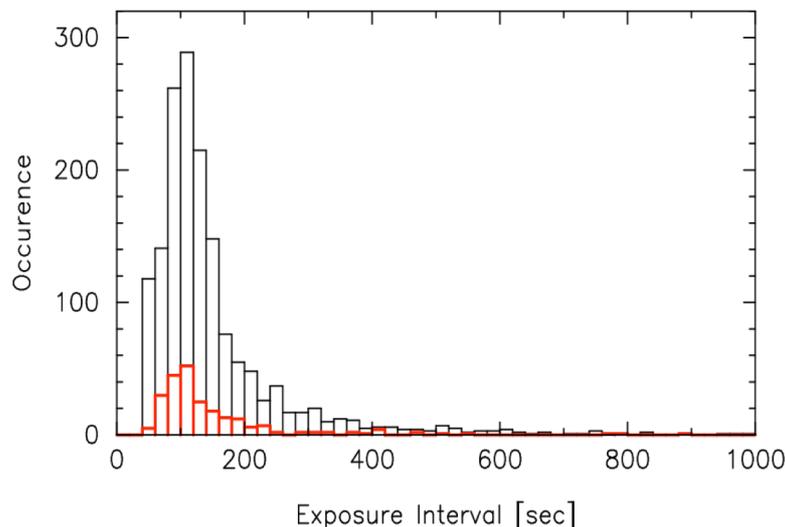


図 3 : 同一観測者が同一観測装置で実施したモニタ観測の露出インターバルの比較。黒がオンサイトの観測で、赤がリモート観測。

軸はその頻度である。同一観測者が、同一観測装置（HIDES-Fiber）で行った結果をプロットしたもので、違いは観測地のみである。黒は、オンサイトの観測で、はリモート観測である。ほぼ同じ分布をしているので、リモート観測による観測効率の劣化は認められない。

4 リモート観測環境の利用状況

2016年12月末で、リモート観測環境の運用が1年になる。2016 A,B の総利用件数は88である。年間共同利用提供数が230程度なので、4割弱(最大38%)の観測夜にリモート観測環境が使われたことになる。2016Aの利用時間は307時間、2016Bは627時間、合計934時間の利用があった。時間の経過とともにユーザーの利用が増えてきている。

5 リモート観測を利用した研究課題

2016A,B でリモート観測を利用した研究課題は以下のとおりである。

- プロジェクト：G型巨星まわりの系外惑星サーベイ(HIDES)
- 一般：系外惑星のトランジット観測(ISLE, MuSCAT)
- 一般：Be星の長期モニタ観測(HIDES)
- ToO：Short GRB, 重力波光学対応天体候補のフォローアップ分光観測(KOOLS-IFU)

各課題の最初の文字列は、研究課題の申込カテゴリである。岡山観測所では、プロジェクト、一般、ToOの3つのカテゴリがあり、その全てでリモート観測が実施された。最後のカッコ内の文字列は観測装置を表している。観測所のすべての観測装置でリモート観測が実施されている。

上から二つの研究課題は、観測頻度の大きな研究グループの課題である。その観測の性質上、もしくはほかの課題との関係で、観測日がとびとびにアサインされる場合があるが、そのような場合に移動を伴わないリモート観測が観測者にとって好都合と判断されたのだろう。Be星の課題は、短時間露出でよいが、数日間隔のデータ取得を必要とする課題である。観測者はオフィスから可搬型端末でリモート観測を実施している。一番下の課題は、ToOであり、事象が発生してから3時間以内に観測を実施している。これは、リモート観測環境がないと実現できなかった課題である。

6 まとめ

岡山天体物理観測所188cm望遠鏡の共同利用のために、リモート観測環境を構築し2016Aから一般共同利用に供し、運用している。これまでに、5つの国内サイトから利用があった。2016年の総利用時間は934時間で、利用は伸びつつある。実施された観測課題は高頻度を必要とするもの、即応観測を必要とするもので、リモート観測が観測者の利便に貢献、もしくはリモート観測環境がないと実施できない課題であった。本リモート観測環境は、世界で初めてKVM-over-IPを中核デバイスとして採用した。運用上のフレームレートは20FPS程度で、実際の観測よりオンサイトとリモート観測で、観測効率の劣化は認められなかった。