

---

**研 究**

---

## 4.2.5 観測制御系

後藤 忠広\*<sup>1</sup> 大坪 俊通\*<sup>2</sup>

(1995年10月16日受理)

### 4.2.5 NETWORK AND CONTROL COMPUTER

By

Tadahiro GOTOH and Toshimichi OTSUBO

Four local sites in Keystone Project/SLR are unmanned systems remotely operated from the central station. The system operation requires a wide area computer network and a highly automated computer control system. The network is used not only to connect many control computers, but also to transfer the surveillance image from the local site. The control system consists of local site computers for the automatic observation, central station computers for the remote control, and a surveillance system using video camera. Four Keystone stations can be managed by only one operator who does not have technical knowledge on SLR.

[キーワード] レーザー測距, 計算機ネットワーク, 自動制御.

Laser ranging, Computer network, Automatic control.

#### 1. はじめに

首都圏広域地殻変動観測計画 (Keystone Project) では、首都圏を囲む4ヶ所 (小金井, 鹿島, 三浦, 館山) に SLR (Satellite Laser Ranging) 局を設置し地殻変動の観測を行う予定である<sup>(1)</sup>。Keystone Project では連日観測を行うが、SLR の観測は昼夜を問わず行われるため、保守などの特殊な場合を除いて、24 時間 365 日観測できるシステムを設計する必要がある。SLR に関する知識を持ったオペレータが、装置の調整を行いながら観測する現在の運用形態では、遠隔地に設置された4局を同時に連続で観測するのは極めて困難であり、簡単な操作と小人数で運用可能なシステム設計が求められた。

本システムの特徴は、小金井中央局からの遠隔制御による、各観測局の無人運用を前提としていることである。このようなシステムを実現するためには、計算機とそれをつなぐネットワークの役割が重要となる。本稿では、システムを実現するためのネットワークと計算機などの構成について詳しく述べる。なお、制御用のソフトウェアと実際の運用方法については大坪<sup>(2)</sup>で記述されている。

#### 2. ネットワーク

Keystone/SLR システムのネットワーク構成を第1図に、インタフェースの仕様を第1表に示す。ネットワークは、中央局および観測局内の LAN (Local Area Network) と中央局と観測局を接続する WAN (Wide Area Network) から構成される。

##### 2.1 局内ネットワーク

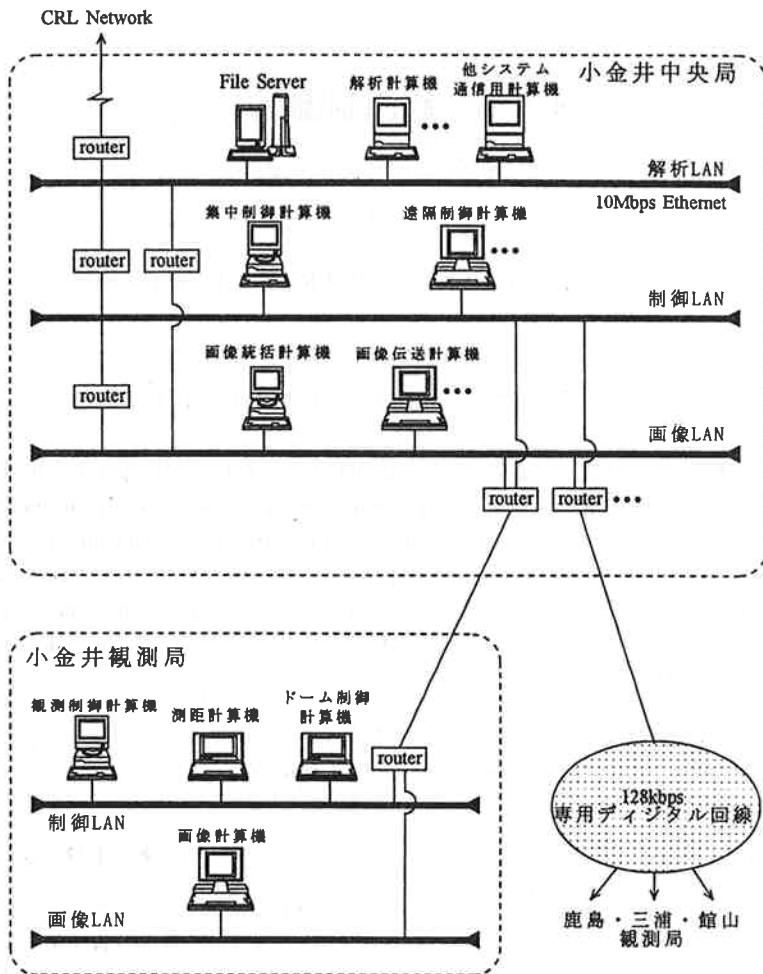
各観測局内の LAN は、観測機器を制御する制御 LAN と、画像情報を伝送する画像 LAN から構成される。画像 LAN のトラフィックの影響が制御 LAN に及ばないように、別々のサブネットを使用し、互いの LAN はルータにより接続される。両 LAN ともインターフェースとしては、10 Base-T または 10 Base-5 による 10 Mbps Ethernet を使用し、通信プロトコルには TCP/IP を使用する。

中央局では解析処理も行われるため、制御 LAN、画像 LAN の他に解析 LAN の3種類のサブネットが構成される。

##### 2.2 局間ネットワーク

SLR の観測ではある程度のリアルタイム性が要求されることと、データ交換は中央局と観測局の間でしか行

\*<sup>1</sup> 関東支所 宇宙電波応用研究室\*<sup>2</sup> 標準計測部 時空計測研究室



第1図 ネットワーク構成図

第1表 通信インターフェース

項目	仕様
<b>WANインターフェース</b>	
インターフェース	X. 21, 1. 430
通信回線	専用デジタル回線
同期方式	フレーム同期方式
通信方式	全二重通信方式
通信速度	128kbps
通信プロトコル	TCP/IP, PPP
<b>LANインターフェース</b>	
メディア制御	IEEE802. 3
アクセス方式	CSMA/CD
伝送媒体	10BASE-T, 10BASE5
伝送速度	10Mbps
伝送プロトコル	TCP/IP

われないことから、局間の接続は中央局を中心としたスター型接続となっている。小金井観測局は中央局と隣接して設置されているため直接接続されるが、残りの3局は128kbps専用デジタル回線で接続される。WANにおいても、画像LANのトラフィックが制御LANに影響しないよう、画像LANからWANへパケットを流す際、ルータにより一度に64kbps以上のパケットが流れ出ないように工夫が凝らされている。

### 2.3 外部接続

SLRの観測には外部機関から提供される衛星の軌道情報などのデータが必要となる。現在これらのデータは電子メールやFTPなどのオンラインで提供されるため、ネットワークは外部との接続を確保する必要がある。通信総合研究所では所内に施設されているLANがInternetに接続されているので、Keystone/SLRでも

所内 LAN への接続を行うことにより、外部機関との通信が可能となる。

Keystone/SLR のサブネットを所内 LAN のサブネットから割り当てると、ネットワークアドレスの効率が悪いので、所内 LAN のサブネット (subnet mask: 255.255.255.0) の中にさらにサブネットを設けて 255.255.255.240 のサブネットマスクで運用する。これにより Keystone/SLR のネットワーク内に構築可能なサブネット数は 16 個となり、各サブネットに接続可能な計算機は 14 台となる。

#### 2.4 バックアップ回線

中央局に設置される「他システム通信用計算機」と各観測局に設置される「観測制御用計算機」にはモデムが接続される。このモデムは、通常はオンラインサポートの目的で使用するが、ルータなどの機器の障害から WAN が使用できなくなった場合でも一般公衆回線を使用することにより制御コマンドは転送することが可能であり、一定の制約のもとでの観測は行うことができる。

### 3. 観測制御システムの構成

#### 3.1 制御用計算機

制御用計算機として、集中制御計算機と 4 台の遠隔制御計算機が中央局に設置される。各観測局には、観測制御計算機と観測機器を制御する 2 台の計算機が設置される。また、データを蓄積するためのファイルサーバと、外部との通信を専用に行う他システム通信用計算機も中央局に設置される。

すべての計算機について、CPU に Pentium 120 MHz を使用した IBM PC/AT 互換機を使用する。オペレーティングシステムには、TCP/IP をサポートする、マルチタスクで動作する、セキュリティ機能を有する、操作・管理を容易に行えるなどの点から Windows NT 3.51 を採用する。計算機ハードウェアの構成を第 2 表に示す。

第 2 表 計算機ハードウェアの構成

項目	仕様
型名	HITACHI FLORA1010DN80M5
CPU	Pentium 120MHz
主記憶容量	32Mbyte
キャッシュメモリ	256Kbyte
ビデオRAM	Diamond Stealth 32 4MB
ディスプレイ	21インチ 1680×1280
外部記憶装置	1.2/2Gbyte ハードディスク 5Bbyte ハードディスク *1 4.6Gbyte 光ディスク *1
インターフェース	3.5インチ FDD (3モード) ネットワークアダプタ
オペレーティングシステム	WindowsNT3.51

\*1 ファイルサーバのみ

#### 3.1.1 観測局制御計算機

各観測局には、観測制御計算機、測距計算機、ドーム制御計算機の 3 台の計算機が設置される。ドーム制御計算機は、望遠鏡とドームの駆動およびドームの開閉に使用される。測距計算機はレーザ装置や受信装置などの観測に必要な装置の制御に使用される。観測制御計算機は 2 つの計算機の制御を行うのに使用され、中央局からの制御コマンドは観測制御計算機で処理される。測距したデータも観測制御計算機で処理されたあと中央局に転送される。観測局でオペレータが直接観測を行う場合、オペレータは観測制御計算機ですべての操作を行う。

#### 3.1.2 中央局制御計算機

中央局内には、集中制御計算機、遠隔制御計算機の 2 種類の制御計算機が設置される。運用方法によりオペレータが操作する計算機が決まる。集中制御計算機は通常の運用に使用される。遠隔制御計算機は、各観測局の観測制御計算機に対応しており 4 台の計算機が配備される。集中制御計算機、遠隔制御計算機、各局の観測制御計算機はソフトウェアで階層的に位置付けられており、集中制御計算機は、遠隔制御計算機を介して観測制御計算機を制御する。

#### 3.1.3 ファイルサーバと他システム通信用計算機

測距データ蓄積のためにファイルサーバが中央局に設置される。ファイルサーバには、外部記憶装置として 5 GByte の磁気ディスクと 1 枚あたり 4.6 GByte の書き換え可能な光ディスクが接続される。データは安全性を高めるために、磁気ディスクと光ディスクに同時に記録される。光ディスクは交換可能となっており、書き込まれたデータは消去せず、半永久的に光ディスクに保存される。

他システム通信用計算機はメールサーバの役割を持ち、電子メールにより提供される軌道情報などはこの計算機で受信した後、ファイルサーバに転送・蓄積される。蓄積されたデータは、観測だけではなく解析にも使用される。また、ファイルサーバのディスクは最終的な結果の蓄積のほか、解析計算機の間中ファイル作成のための一時領域としても使用される。

### 3.2 監視システム

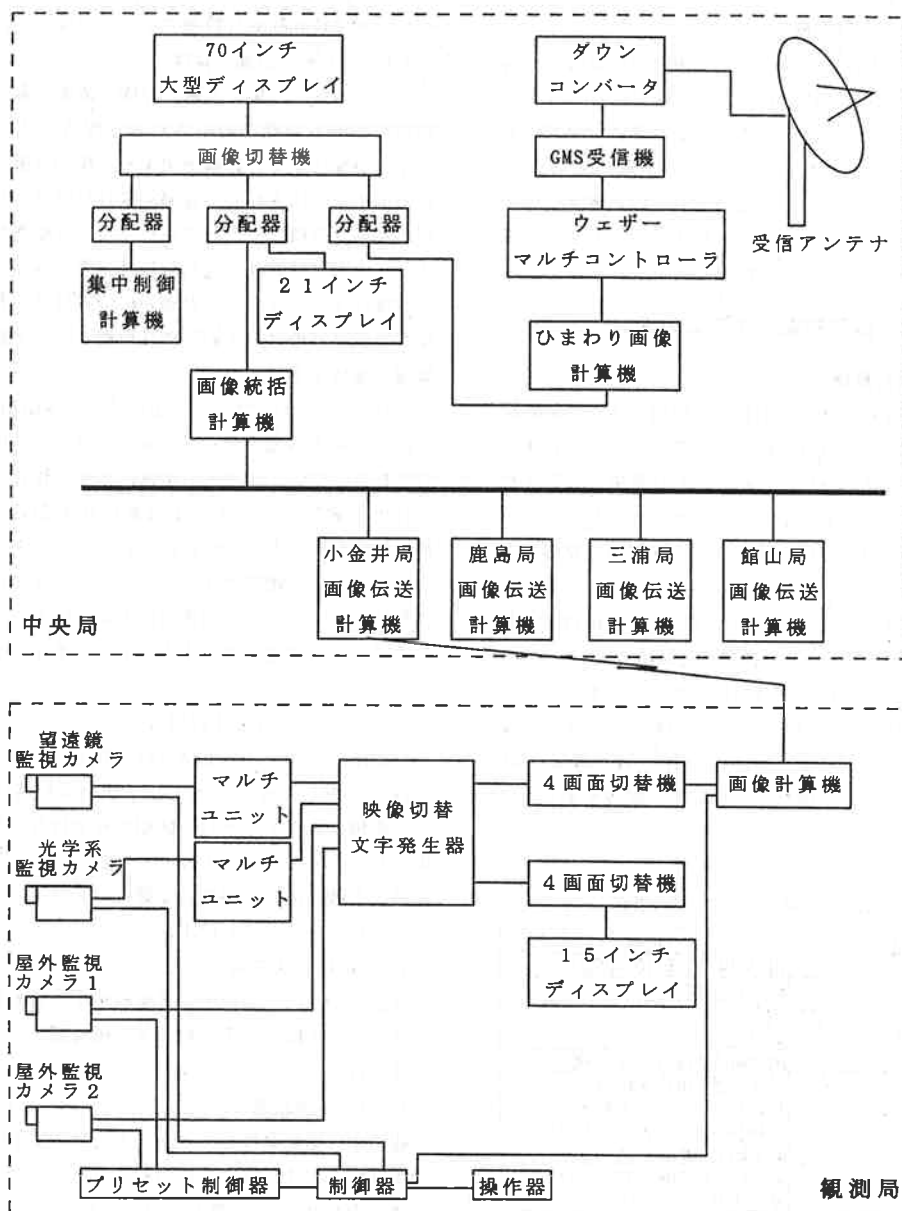
各観測局には、気象データを収集する気象観測サブシステムと、天候などを監視する画像監視サブシステムが設置される。

#### 3.2.1 気象観測サブシステム

観測中の気象条件をモニタするため、温度計、湿度計、気圧計が 2 式ずつ観測局に設置される。また、気象条件の悪化を検出して観測を自動的に停止するために必要な、感雨計も設置される。すべての測定器はデータロ



第2図 気象観測サブシステム構成図



第3図 画像監視サブシステム構成図

ガーに接続され、データロガー中のメモリーに記録される。データロガーは観測制御計算機とシリアルポートで接続されており、記録したデータは観測制御計算機に取り込まれる。

### 3.2.2 画像監視サブシステム

観測局には天候と観測局周辺を監視するための屋外カメラ2台、光学系用監視カメラ1台、望遠鏡用監視カメラ1台の合計4台のカメラが設置される。屋外に設置するカメラは、中央局からの遠隔制御が可能となっている。カメラのビデオ信号は、観測局内の画像計算機に取り込み圧縮を行った後、ネットワーク経由で中央局の画像伝送計算機へ転送される。転送速度は64 kbpsのため、1画面(640×480画素)あたり約1～2秒となる。転送・表示する画像は観測局内の4チャンネル画像切替機で選択できるほか、画面を4分割して一度に表示することも可能である。

中央局では、画像統括計算機を制御することで、4局すべての監視画像を1台の計算機で表示することができる。画像統括計算機に表示する画像は、各観測局別に表示するほか、画面を4分割して4局同時に表示することも可能である。

天候の監視のために気象衛星「ひまわり」の受信装置が設置される。ひまわりの映像は70インチディスプレイに表示される。このディスプレイには、画像切り替え装置を制御することで、制御計算機の画面や、画像統括計算機の表示している監視カメラの画像を表示することも可能である。

## 4. ま と め

本稿では、遠隔制御による無人運用を実現するための

ネットワーク構成と制御システムについて述べた。従来のSLR観測システムは、レーザーを使用するための安全性の確保、天候の変化への対応、望遠鏡やドームの操作などから、多くの要員を必要とするシステムとなっていた。今回のシステムでは、監視システムの充実と、計算機による自動観測を導入することにより、全局でわずか一人のオペレータによる運用を可能にしており、SLR観測システムに限らず、多大な労力を必要とする観測システムに対して、簡易化を示すシステム構成といえる。

今回は、ネットワークの制約上から静止画の転送しか行うことができず、システム構成やソフトウェアが複雑かつ大がかりなものとなっている。今後商用回線の高速化、低価格化が進むことにより動画による監視システムを構築することが可能となり、システム構成自体も簡略化することが可能になると思われる。

## 謝 辞

本システム設計にあたり御協力頂いた国森時空計測研究室長をはじめ、同研究室の方々に感謝いたします。また、ネットワークの設計で有益な助言と御協力を頂いた宇宙電波応用研究室の岩田主任研究官に感謝いたします。

## 参 考 文 献

- (1) 国森, 大坪, 雨谷, 野尻, “4.2.1 システムの全体構成と総合仕様”, 通信総研季, 42, 1, pp.145-150, Mar.1996.
- (2) 大坪, 後藤, “4.2.6 観測ソフトウェア”, 通信総研季, 42, 1, pp.177-182, Mar.1996.