

# CIAX 制御系更新

○小俣孝司、湯谷正美<sup>A)</sup>、澤田茂、渡邊祥康<sup>B)</sup>

<sup>a)</sup>自然科学研究機構 国立天文台、<sup>b)</sup>有限会社クラフト

## 概要

CIAX はすばる望遠鏡のカセグレン焦点における観測装置の自動交換システムで、リモートで制御される自走台車、および観測装置を待機状態で格納する待機システムより成る。システムの制御は WindowsPC により行われてきたが、これは安上がりな反面、(1)OS の不安定性、(2)PC の故障頻度、(3)予備部品の入手困難さにより、運用効率が悪く、システムの根本的な改良が望まれていた。今回の更新で、台車制御を行う PC は PLC によって置き換えられ、堅牢性が増すとともに全体の性能も向上した。

## 1 CIAX システムについて

CIAX は Cassegrain Instrument Automatic eXchanger の略で、すばる望遠鏡のカセグレン観測装置の自動交換を行うシステム<sup>[1]</sup>である。観測装置を稼動状態で格納できる 4 箇所の待機フランジと無人搬送車(自走台車)を中心に構成され、いつでも装置交換が出来るようになっている。自走台車は観測装置をジャッキアップによりフランジに対し受け渡しを行う。自走台車側は Windows マシン+C バスボード、待機システム側は PLC によりローカル制御系が構成され、ネットワークを介して上位 Windows システムに接続されている。最終的には Linux 制御系が全体のシーケンス動作とインターロックの制御を行う。

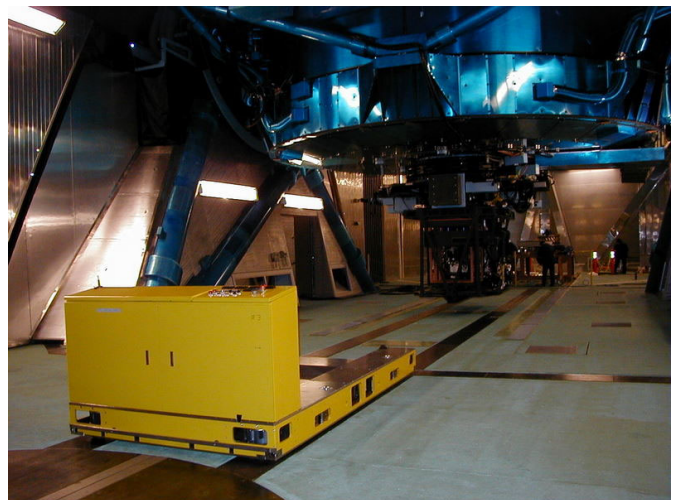


図 1. 自走台車は観測装置を着脱して、カセグレン焦点と待機室との間の搬送を行う

## 2 従来の制御系の問題点

### 2.1 従来のシステムの開発経緯

CIAX 制御システム開発時、制御系として工業用としての実績のある PLC(Programmable Logical Computer) や PC(Personal Computer)が検討された。PLC は制御専用機器であり環境耐性も高い反面、高価であったので、その当時最も安価にシステムを構築できる汎用 PC が選択された。当時(1990 年代後半)、制御 PC のアーキテクチャは PC98 の DOS から PC/AT の Windows への移行期にあったが、多くの工業用制御機器は未だ PC98 の DOS マシンにより開発されていた。しかし CIAX システムは新規開発で実験的な側面もあったので最新の技術を導入する目的で、マルチタスクで TCP/IP 通信が行える Windows によりソフト開発が行われることになっ

た。PCアーキテクチャはATとなったが、周辺機器はその当時まだ全盛であったPC98仕様のスロット(Cバス)が使われることになった。開発には試行錯誤が繰り返され相当の労力と時間がかかったが、なんとか安定したシステムが出来上がった。ただ、運用しているうちにシステム上不可避な問題が色々出てきた。

## 2.2 Windowsに関する問題

Windowsで制御系を構成する上で以下のような問題があった。

- デスクトップ志向 : リモートでローカルと同様の設定や操作を行うために、VNC等を入れる必要がある。これが、制御ソフトウェアの反応性を遅くしている。
- マルチタスクであるがリアルタイムOSではない : 制御ウィンドウが隠されると、ソフトウェア優先順位が低くなるようで、走行停止タグの検出漏れが度々あった。
- システムの頻繁なセキュリティアップデート : 自動アップデートにしておくと、いつの間にかリブートされていて、いざ使うときに初期化から始めなければならない。装置交換作業の頻度よりも頻繁にアップデートがされることもあり、毎回起動に大変時間がかかることもあった。
- ネットワークエラー処理 : TCPのパラメータの設定が簡単ではなく、一端ネットが切れると、復帰するか長時間のタイムアウト後になるまでソフトウェアが固まる。
- 汎用性の悪影響 : 汎用的に利用できるのもので、いろいろと便利なソフトウェアを入れてしまい、結果として全体のパフォーマンスが下がったり、動作が不安定になる。
- アップグレードの悪影響 : 一般的にソフトウェアはアップグレードをして最新版に保つべきだが、逆に制御系ではシステムの不安定化等悪影響の方が大きい。NT Ver. 4 → 2000 とアップグレードしてきたが、相当な苦勞を必要とした。

## 2.3 HDDに関する問題

PC上でWindowsを走らせる場合、HDDは必須のものとなる。HDD使用により以下のような問題があった。

- 耐振動性 : 動作するものに搭載されるので、動作中の振動が制御系に伝わってくる。HDDクラッシュの原因となる。
- 耐気圧性 : ずっと山頂に置いておくならばともかく、メンテなどで低高度と高高度を行き来すると、HDDの空気抜き孔より、埃などが入る。
- 耐停電性 : 停電するとHDDが壊れる。UPSなどで対策をしていたが、そのUPSも古くなると全く信用ならず、かえって状況を悪化させる。
- フラグメント : 長期の使用によりフラグメントが生じ、パフォーマンスが落ちる。定期的にデフラグが必要。
- バックアップ : HDDクラッシュに備えて定期的にバックアップをとらなければならないが、HDD容量に見合ったメディアを必要とし、バックアップにも復帰にも相当時間がかかる。

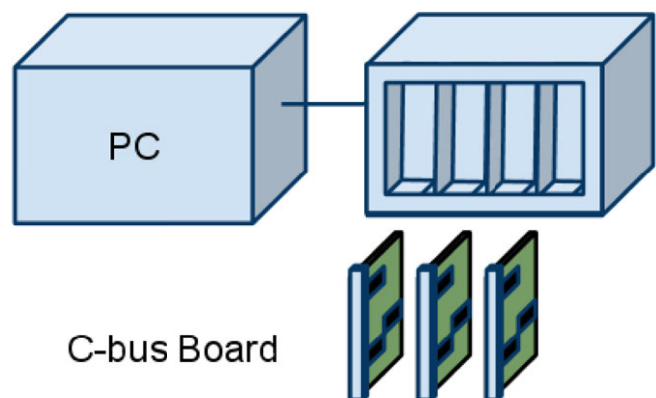


図 2. 従来の制御系、DOS/V機にC-busインターフェースBOXを接続してPC98ボードを使用している

## 2.4 ATマシンとCバスボード問題

ハードウェア自体は大変安定して動作していたが、それを実現するために複雑な構成をとらざる

を得なかった。今後のメンテナンスを考えると以下のような予備部品の入手困難性が問題となってくる。

- Cバスボード : PC98に対応したボード。A/D,D/A コンバータ、DIO カードなどがある。
- PC98 アーキテクチャの DOSV への変換 BOX : ISA バスによって PC に接続する物。PCI へ変換できるものもあるが、対応ソフトウェアを書き換えなければならない。
- PC/AT マシン : 最近は ISA バスのない PC が普通になってきている。PC が壊れたからといって単純に新型 PC に入れ替えれば済む問題でもない。
- 最新 OS への対応 : Cバスボードや変換 BOX に対応するドライバ。新しいコンパイラに対応させるのが困難な制御ソフトウェア等。

## 2.5 その他の問題

汎用 PC は特に高耐久性に作ってあるわけではないので、埃や振動で容易に電氣的な接触不良を起こす。また PC や周辺機器の電力を台車のバッテリーで補っているため、上記システムに於いては停車時などの待機時間にも相当な電力を消費している。

## 3 制御系のアップグレード

PC は安価で自由度が高いのが魅力ではあったが、実際に運用してみると悪いところが目立ってきた。そこでローカル制御系は専用機に任せて、全体シーケンスは PC (UNIX) から行うという (本来あるべき) 方式で行いたいと検討されてきたが、昨年度ようやく予算の目処が付き、制御系アップグレードにこぎつけた。動作としては従来と変わりが無いが、安定性とメンテナンス性の向上を目指して、以下のような構成とした。

### 3.1 ハードウェア構成

制御系の内、モータードライバやセンサ類は従来のものを使用し、制御ボードから先をシーケンサとその周辺機器に置き換えた。具体的には、以下のような内容となっている。

- シーケンサ本体 (三菱 MELSEC-Q シリーズ CPU+通信モジュール)
- A/D コンバータモジュール (電圧計測等)
- D/A コンバータモジュール (モーターの速度制御)
- デジタル入力モジュール (近接センサ、磁気センサ、スイッチ類)
- デジタル出力モジュール (各種リレー駆動)

### 3.2 ソフトウェア構成 (機能)

- 走行停止プログラムの改良 : 台形制御、トレース制御、タグ検知等の制御パラメータをプログラム組み込みから、独立の表に分離させて設定調整を容易にした。
- ローカル操作とリモート操作の一貫性 : 動作コマンドもローカルで行えるものは、ほとんどリモートでも行えるようにした。
- 既存の UNIX ソフトウェアによる直接通信制御 : Windows を介さ

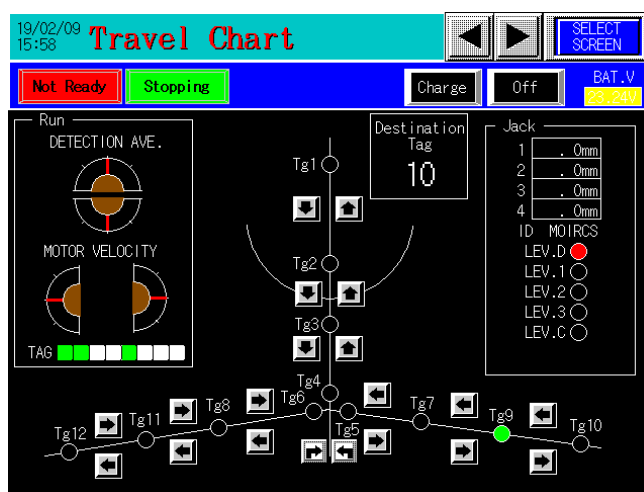


図 3. ローカル操作パネルの例、台車の現在位置と走行方向が示されている

ず、直接UDP通信により制御を行うため、通信エラー時の処理が柔軟になった。

### 3.3 ソフトウェア構成(GUI)

ローカルの画面はタッチパネルで操作できるようになっている。DOS風の外観ではあるが、視認性は良くなっている。走行、ジャッキ操作画面、ステータス画面、ログ画面、パラメータ設定画面が用意され、システムに関わる一部パラメータはパスワードによって保護されている。操作は主にデイクルーが行うため、英語表記となっている。

## 4 評価

上記のアップグレードにより、以下のような特長を備えたシステムに成っている。

- マルチタスクの安定性向上 : リアルタイムシステムであるため、制御ループが通信による影響を受けづらくなった。
- HDD レスによる堅牢化 : すべてメモリ上で処理を行っている。
- 悪環境ネットワークでの接続安定性 : Windows ソフトウェアによる BlackBox 化された通信モジュール内でのエラーによるソフトの異常終了を避けることができた。
- 制御システムの省電力化 : 充電無しの台車待機時間を長期に出来、連続運転時間も増やすことが出来る見通し。
- スピードアップ : 制御が安定していることから、走行スピードアップも行った。(表1) 作業時間短縮による効率向上に寄与している。

表 1. 最長距離走行時間の比較(単位秒)<sup>[2]</sup>

|      | 改良前 | 改良後 |
|------|-----|-----|
| 走行時間 | 626 | 484 |

## 5 今後の予定

現在ネットワークが有線につながっているために、台車の移動中 LAN ケーブルの引き回しを行わなければならない、釣竿を利用したテンポラリのケーブル機構が設けられたが、根本的な解決には至っていない。無線 LAN は電波天文台に影響があるので、山頂では使用禁止になっている。電波に代わる無線ネットワーク(赤外線等)を模索中である。

### 参考

- [1] K.Omata, et al, "Control of the Subaru telescope instrument exchanger system", in Advanced Telescope and Instrumentation Control Software 2000, Proc. SPIE, 4009, in press
- [2] K.Omata, et al, "Update on the Subaru Cassegrain Instrument Automatic Exchanger Control System", in Advanced Telescope and Instrumentation Control Software 2002, Proc. SPIE, 4848, in press