

188cm望遠鏡の改修： 駆動系・制御系の改修

黒田大介, 泉浦秀行, 神戸栄治, 柳澤顕史,
福井暁彦, 筒井寛典, 浮田信治, 戸田博之,
今田明, 小矢野久, 沖田喜一, 坂本彰弘, 清水康広
(岡山天体物理観測所)

188cm改修作業

施工業者: (株) 西村製作所

- 2013/1月上旬 188cm望遠鏡 解体
(部品の加工、新規部品の製作)
- 2013/2下旬 188cm望遠鏡への部品取り付け
- 2013/3下旬 188cm望遠鏡 新システムの動作試験

◎岡山観測所による試験観測

- 2013/4 試験観測(PA)および不具合洗い出し
- 2013/5 HIDES,HIDES-F共同利用を暫定的に再開
- 2013/6 試験観測(追尾性能, PA, など), ソフト開発
- 2013/7 観測装置と新制御ソフトの噛み合わせ

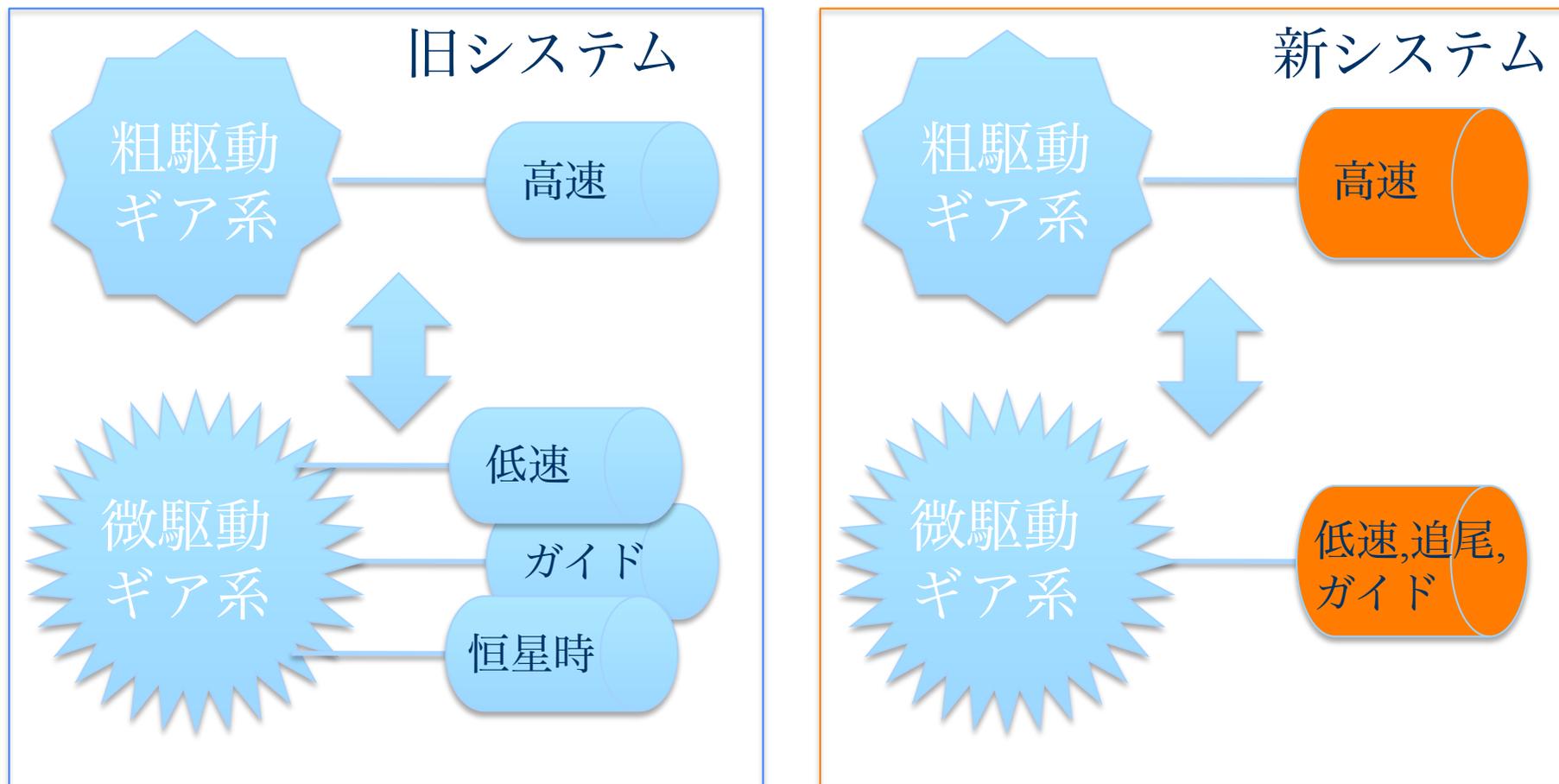
188cm改修作業開始

- 駆動モータ、ギアトレーン、配線をほぼすべて撤去
→ これまでにない大改修なのでは..



いくつかの部品は国立天文台三鷹で保管することになった。

188cm望遠鏡の駆動系更新の概要



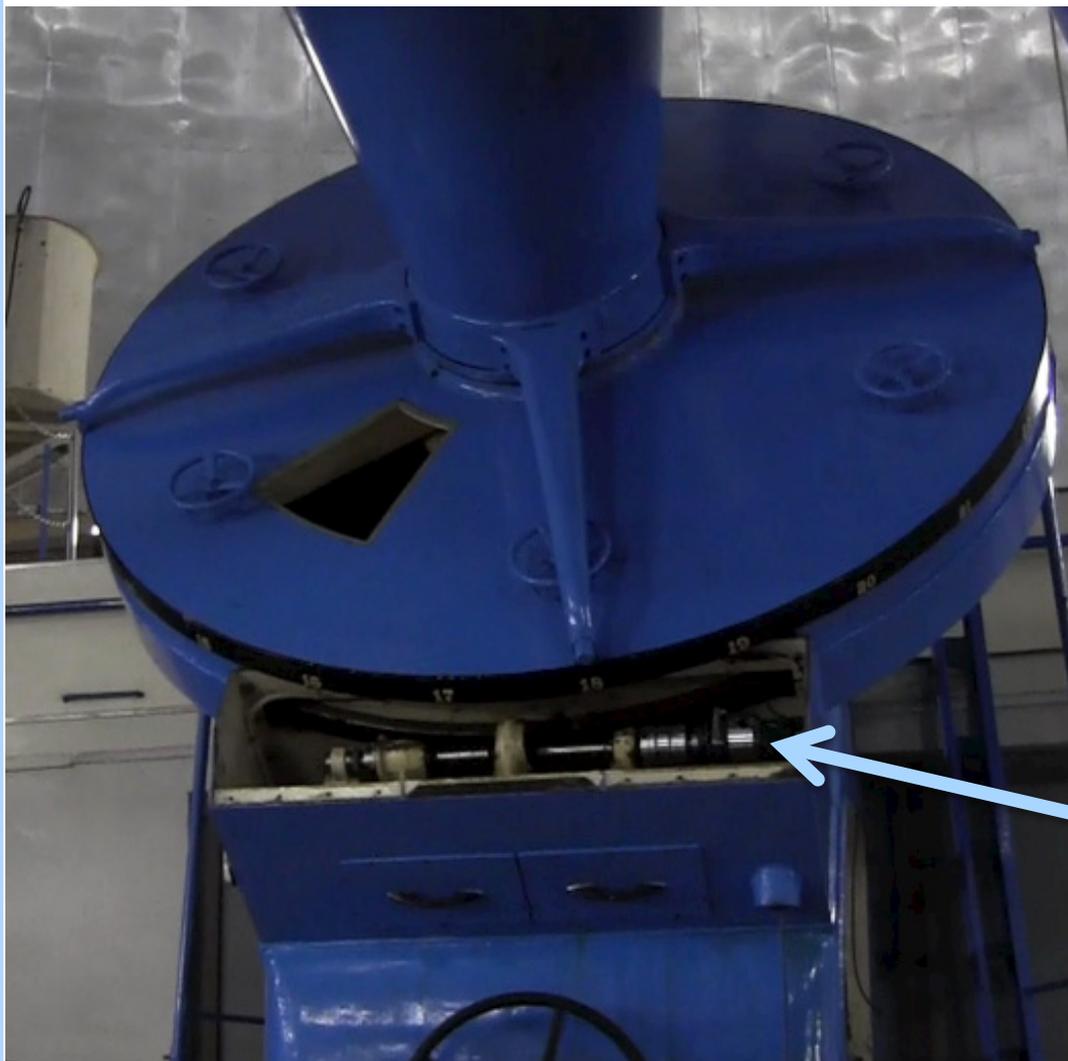
駆動範囲によって使用するギア系を切り換える。

- ・ 複数あった微駆動モーターを1台にした。
- ・ 周期的変動を生むギアトレーンを極力なくした。
- ・ 配線はすべて新しくした。

RA軸微動 ウォームホイール&ギア

ウォームギアへ減速機とモータを直結.

モータ1台で、微小角移動、ガイド、追尾を担う.



DEC軸微動ユニット

旧システム

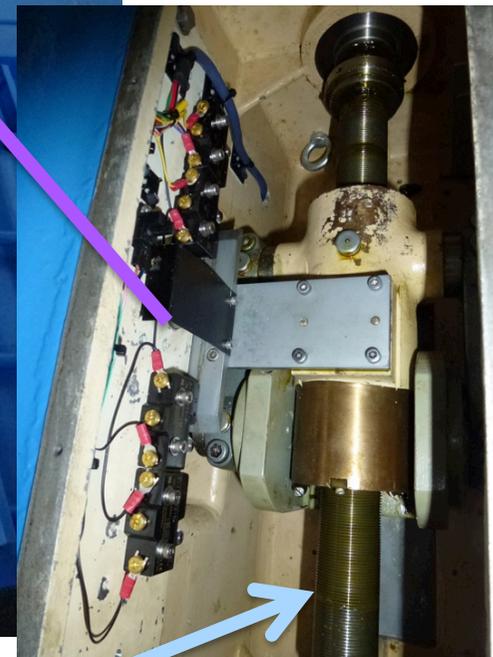


モータは2つ



遊星歯車

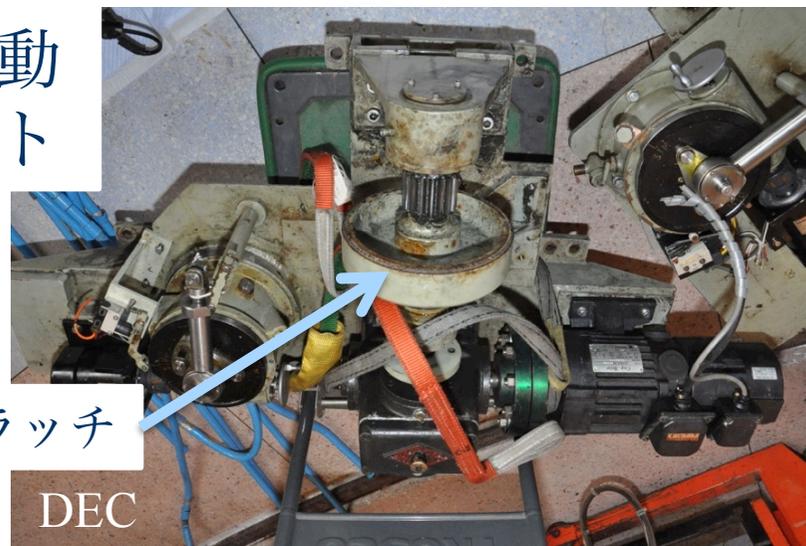
タンジェンシャルスクリューへ減速機とモーターを直結.



タンジェンシャルスクリュー

RA,DEC軸粗駆動

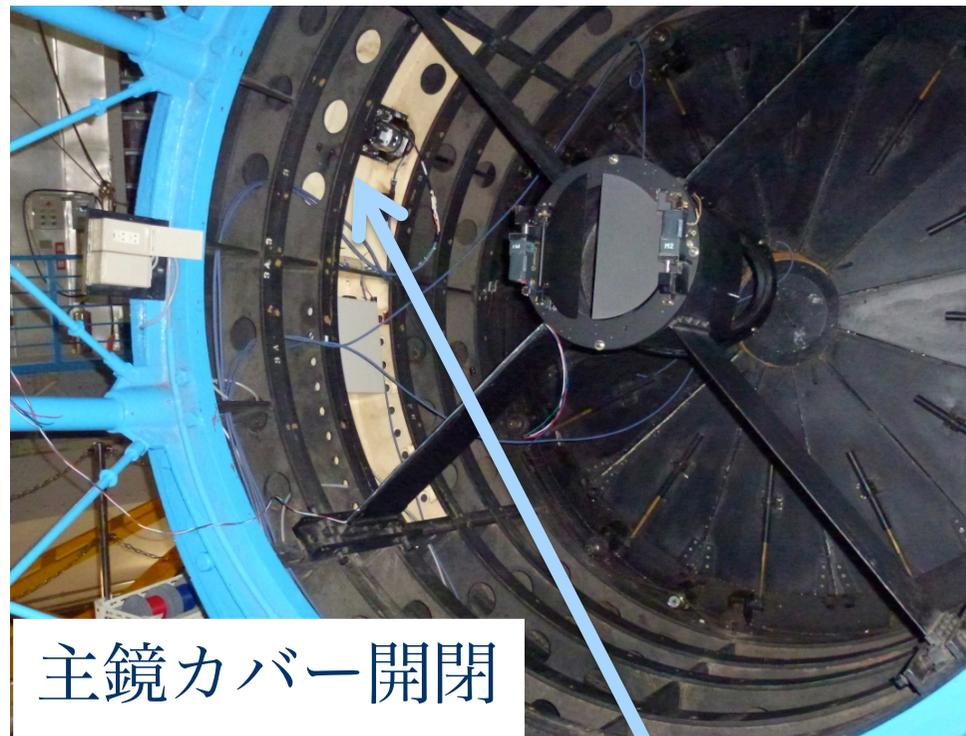
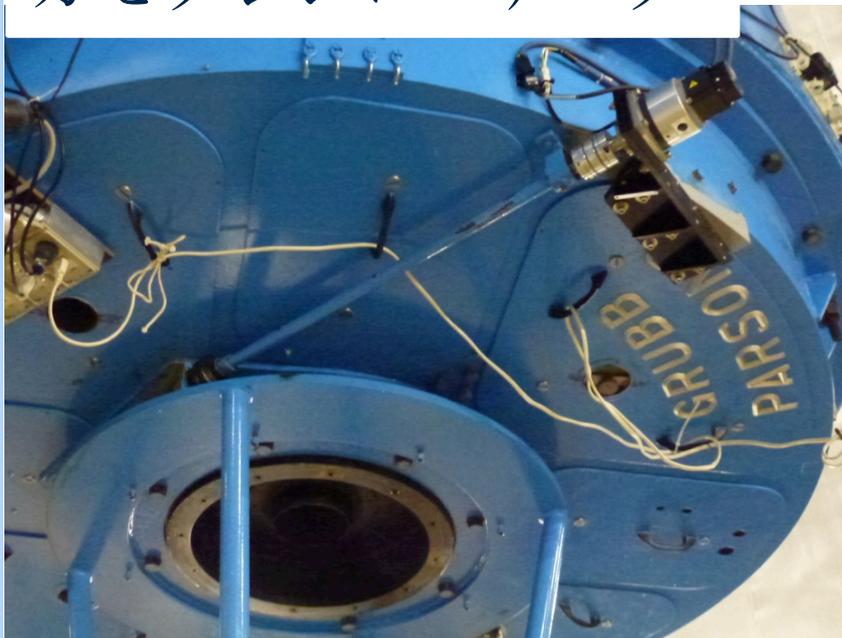
旧来のメカニカルなクラッチから電磁クラッチに変更した。



減速機(ギアボックス)は再利用

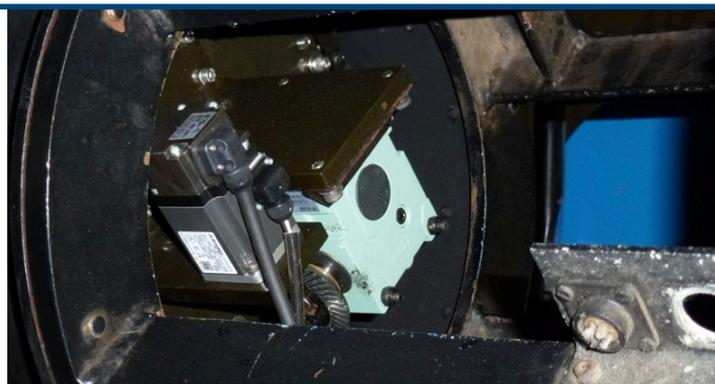
その他の更新された駆動系

カセグレンローテータ



主鏡カバー開閉

副鏡部駆動ユニット
詳細は筒井さんの講演で



姿勢センサ
ZD < 76 減速
ZD = 80 停止



駆動系の更新のまとめ

- 駆動モータをサーボモータに交換
RA軸粗動・微動、DEC軸粗動・微動、副鏡部駆動、主鏡カバー駆動の各モータを新替。
→正確な位置制御が可能になった。
- 不要なギアトレーンの撤去
RA軸、DEC軸微動モータは、駆動ギアへ直結。
→追尾中の周期的な変動が大幅に減った。
- 微・粗駆動切替を電磁クラッチ化
→速やかな切替とスムーズな動きとなった。
- 配線はすべて新替
→52年前の配線はなくなり、信頼性と安全性が向上した。

新旧制御システム

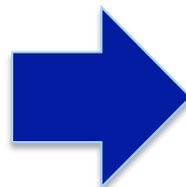
旧システム

望遠鏡駆動系

LCU(清水)ボード

cont74-2

UI



外注部分

望遠鏡駆動系

新コントローラ

telescopeM4

ncont74 & GUI

岡山観測所開発部分

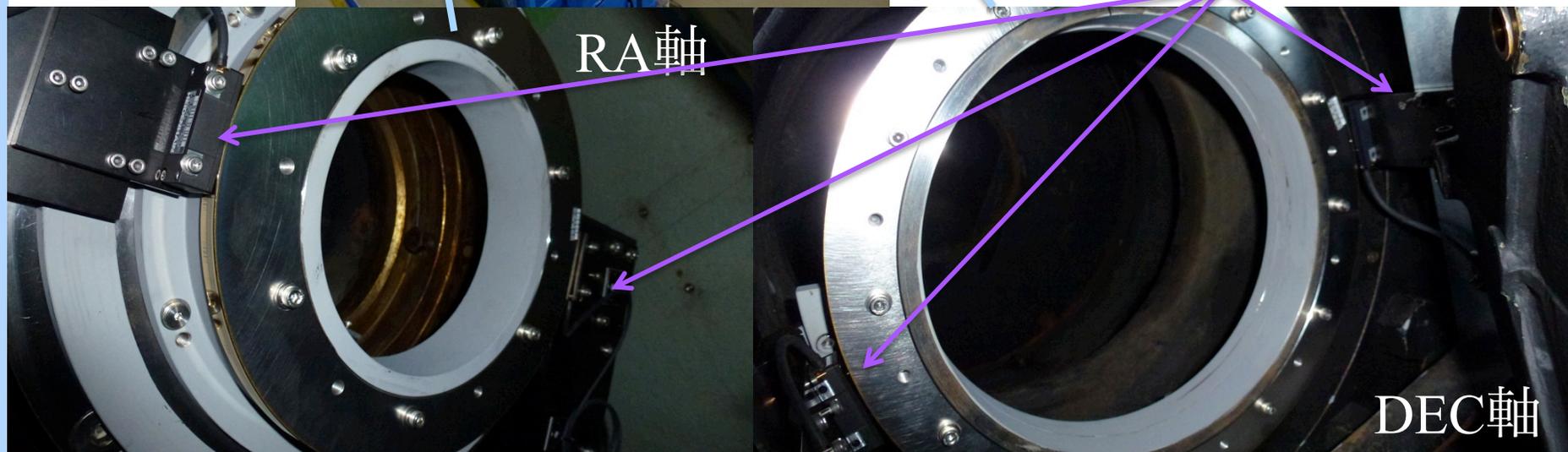
高分解能エンコーダによるフィードバック制御

高分解能エンコーダ値を追従する制御を行えば、周期的変動やバックラッシュは補正あるいはキャンセルでき、実際の軸の動きに合わせた制御を行うことができる。



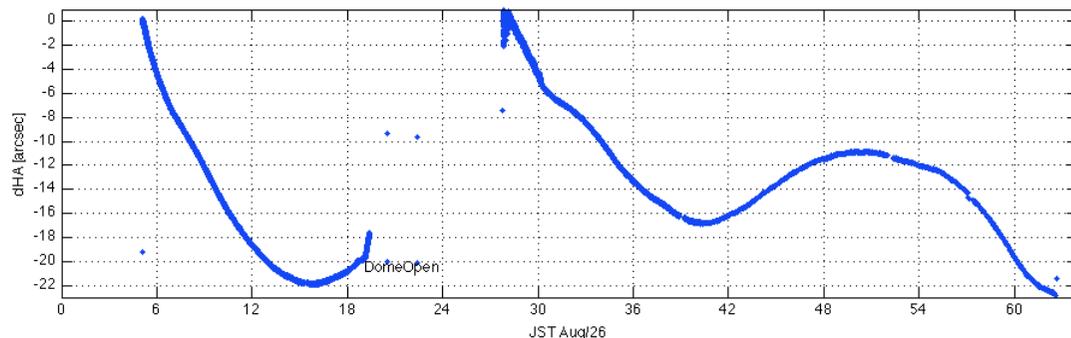
今回の改修の最大の「肝」である。

位置読取りヘッド



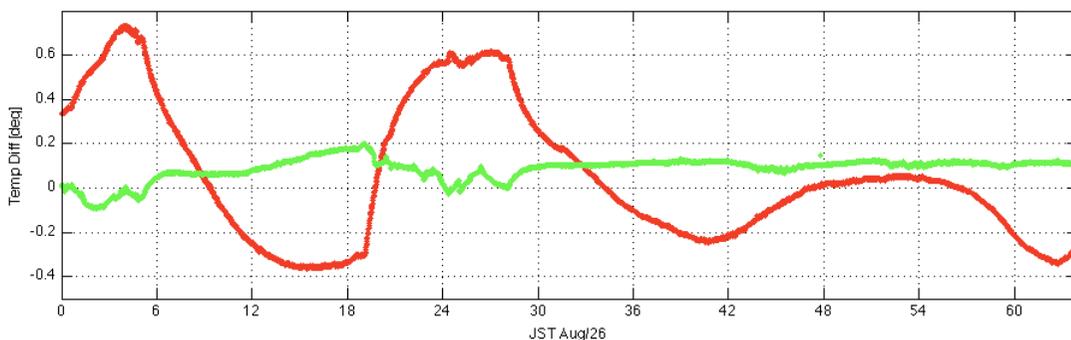
エンコーダの読取り2ヘッド化

赤経および赤緯回転軸に直結した27bitエンコーダは計測の結果24bit相当(0.08秒角)の実効分解能をもつ。
 昨年の調査から、読取りヘッドが1台の場合、その測定値が温度変化依存してドリフトすることが分かっていた。



22 [arcsec]

上図: HHエンコーダ
 下図: 極軸の温度差



1.2 [deg.C]

天地(赤),東西(緑)

位置読取りヘッドを2台にすることで、このドリフトをキャンセルできるはず。

新望遠鏡コントローラおよび通信プログラム

西村製作所が経緯台望遠鏡用に開発したシステムを今回、初めて赤道儀望遠鏡に適用した。

- ・コントローラ(東洋レーベル製)

メインCPU(MS-DOS)、エンコーダ読取りボード、サーボドライバ、電源、IO通信ユニットなどを含む。

- ・ソフトウェアtelescopeM4(西村製作所+α)

Linux PC上で動くコントローラと外部をつなぐプログラム
器差補正を含む天体位置計算はここで行う。



NCont74

望遠鏡とドーム、装置との通信はNCont74として統合した。
NCont74は旧来のCont74-2をベースに岡山観測所で開発。

The screenshot displays the NCont74 GUI, which is divided into several functional panels:

- 188cm Telescope Control:** Features input fields for RA (13:02:10.79), DEC (+10:57:33.0), and Epoch (2000.0). It includes buttons for Rest, Zenith, Home, HWork, Stop, Offset, Focus [mm] (-12.400), Cass. Rotator [deg] (090.77), Primary Mirror Cover (Open/Close), and Tertiary Mirror Cover (Open/Close).
- Star Catalog:** A table listing star data with columns for ID, Name, Epoch, RA, DEC, mu_RA, mu_Dec, H.A., ZD, mag, and comment. The table is filtered by Object (alpLeo). Below the table are buttons for StarPlot, Refresh, Go To Position, Offset Clear, and Dismiss.
- StarPlot:** A plot showing the HA-Dec position of the selected star (alpLeo) relative to the field of view. It includes a checkbox for SecZ Lines and a Zoom Reset button.
- Telescope and Dome Controller:** Displays Date & Time (JST, UT, LST, Date), Telescope Status (OBJ-ID, OBJ-NAME, Instrument, Observers), RA (J2000) (13:02:10.80), DEC (J2000) (+10:57:33.0), Hour Angle [h], ZD [deg], Focus [mm], Primary MC [%], Tertiary MC, Azimuth [deg], SecZ, Cass. Rot. [deg], HA Abs [deg], DEC Abs [deg], Visual Graph, Dome & Floor (Angle [deg], East F. [cm], Slit Ap. [%], West F. [cm]), Weather Information (Out Temp. [C], Out Hum. [%], Dome Temp. [C], Dome Hum. [%], Wind Speed [m/s], Wind Dir. [d], Wind Max [m/s], Pressure [hPa]), and Controller (Telescope, Dome, AG, Err.Reset, Catalog, Dome Flat, Instrument, ALLStop, Exit).
- 188cm Dome Control:** Features buttons for Dome (Auto, Move, Stop) and Slit (Open, Close, Stop).

At the bottom of the StarPlot panel, there is a section for Object (None), RA (00:00:00.000), DEC (+00:00:00.00), and buttons for Go To Position and Dismiss.

観測者が使用するGUI

現在の188cm望遠鏡の状況

旧システムの問題点

- 望遠鏡の振る舞いが不安定 (よく止まる)
- ポインティングが終わらないあるいは精度が悪い (RMS~20秒角).
- 意図通りに動かない (ディザリング, ガイド中)
- フォーカスを合わせの際に星が飛ぶ.

これらの問題は大幅に改善した.
→詳しくは福井さんの講演

特に、旧システムを知る人には、ポインティング開始から追尾開始までの速度には必見の価値あり.

まとめ

- 赤経・赤緯軸に直結した高分解能エンコーダを使ったフィードバック制御を行う望遠鏡システムを導入した.
- 望遠鏡からコントローラを含む制御までは外注とし、モータなどの駆動系部品を更新した.
- 共同利用観測者が利用するGUIおよび装置のインターフェースは、旧来のソフトウェアをベースに更新した.
- 望遠鏡駆動の大幅な安定化と観測能率の向上を達成した.