

自宅30cm望遠鏡の整備状況

岡山理科大学
大島 修



近況

- 高校教員を退職して4年め
- 現在、岡山理科大学と山陽学園大学で非常勤講師をしています。
 - 岡山理科大学では、
 - 天文学概論II(2年生以上)
 - 天文観測法(2年生以上)
 - 天体物理学II(3年生)
 - 山陽学園大学では、「自然科学基礎」
- 自宅の観測所で望遠鏡を20cmから30cmへUpgradeしています。

自宅では

- 退職金で30cmRC望遠鏡の鏡筒を購入し
- 以前から使っていた20cmフリクション赤道儀を、30cm用に改造
 - フォークを大きく
 - 駆動部の耐荷重と駆動トルクの向上
 - 合わせてソフトウェアの整備
- スライディンググループの制御法の改善

Kasai Trading Co., Ltd.

● GS Carbon-Truss Ritchey-Chretien ●

熔融石英+ディエレクトリックコートの高精度な純RC光学系を極低膨張カーボントラス鏡筒に搭載。スムーズで堅牢な3インチ大型接眼部の採用により確実なカメラ固定と大きなイメージサークルが得られ、165mmのロングバックフォーカスにより広範な応用性も確保。ハイエンドマニア向けのDEEP-SKY撮影用大口径長焦点アストログラフとして、性能面・機能面共に卓抜したパフォーマンスを発揮します。



耐荷重増加の対策

- 新規追加した径の大きな2つのカムフォロワで常時負荷を受ける
- 駆動ローラは、2軸同時駆動でトルクを増す

以前

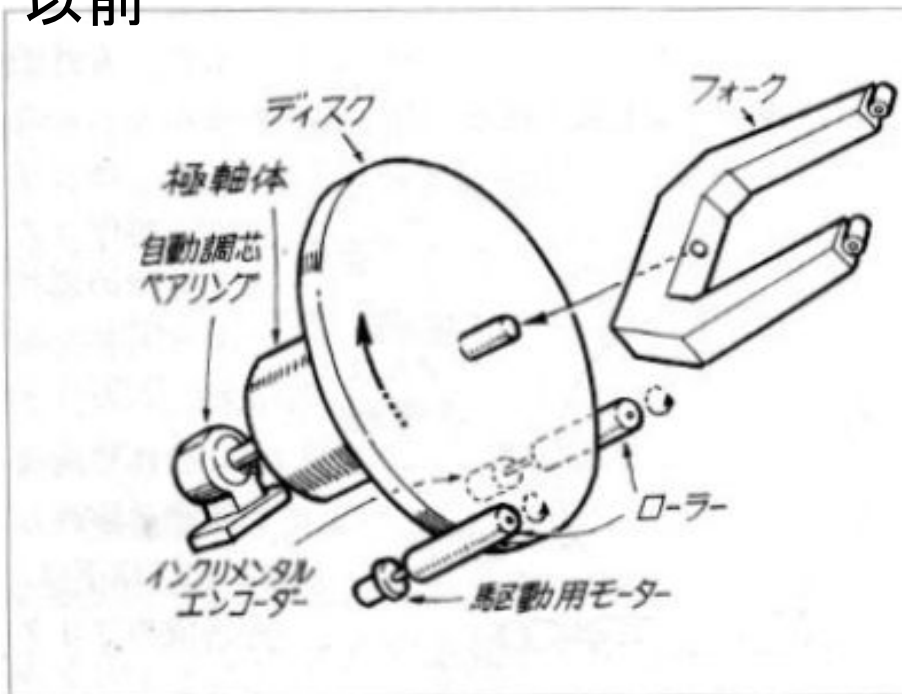
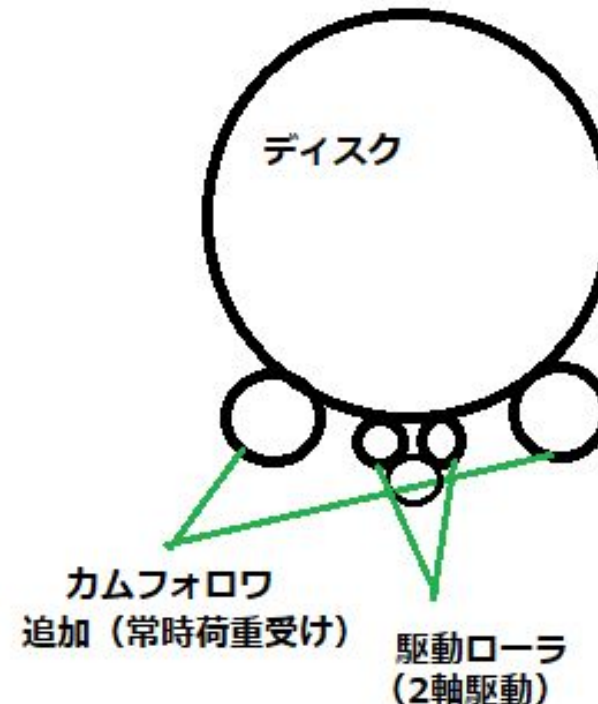


図2 3点で支持された極軸体

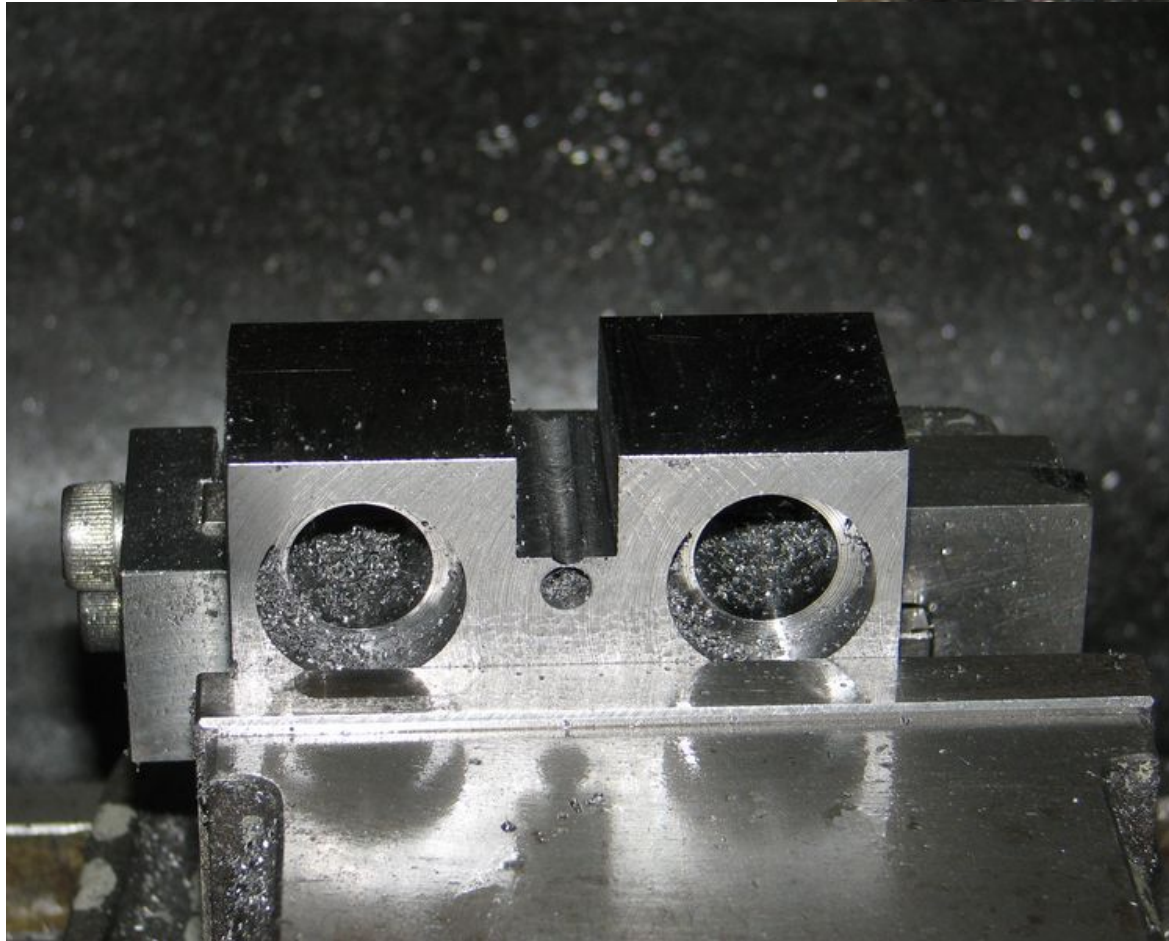
改良後



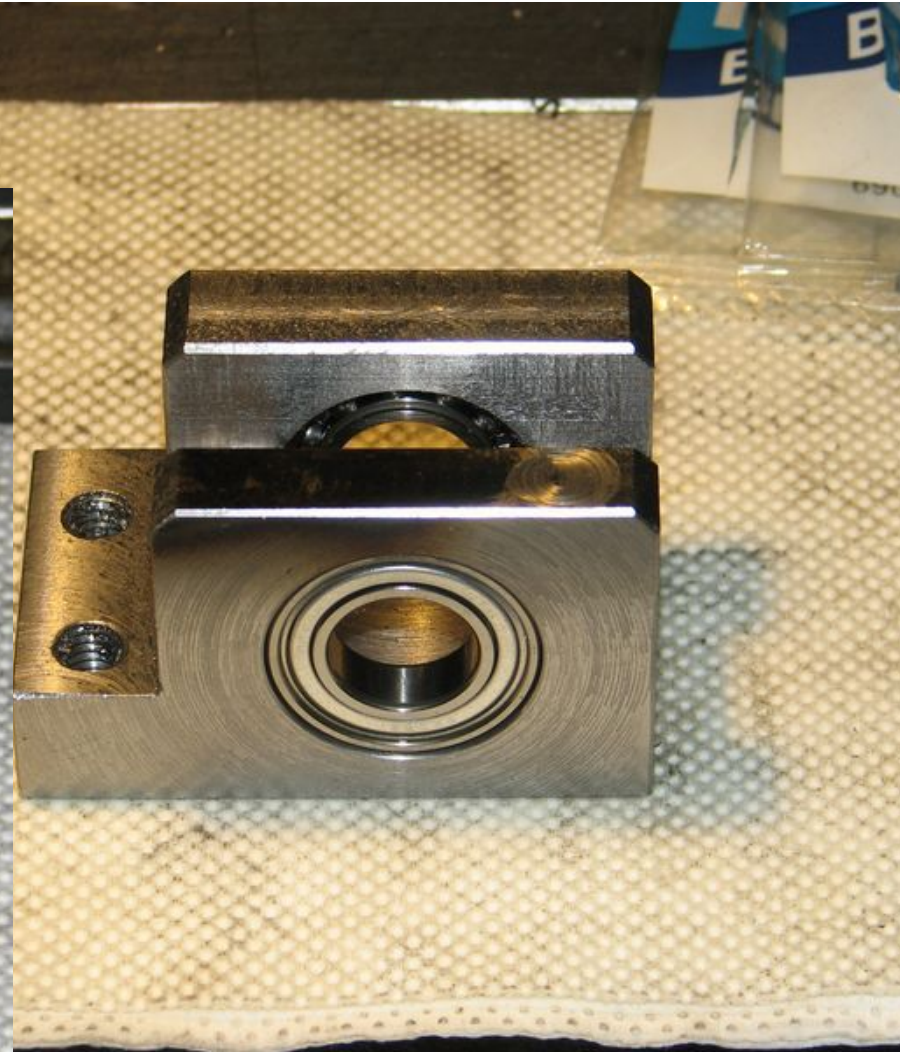
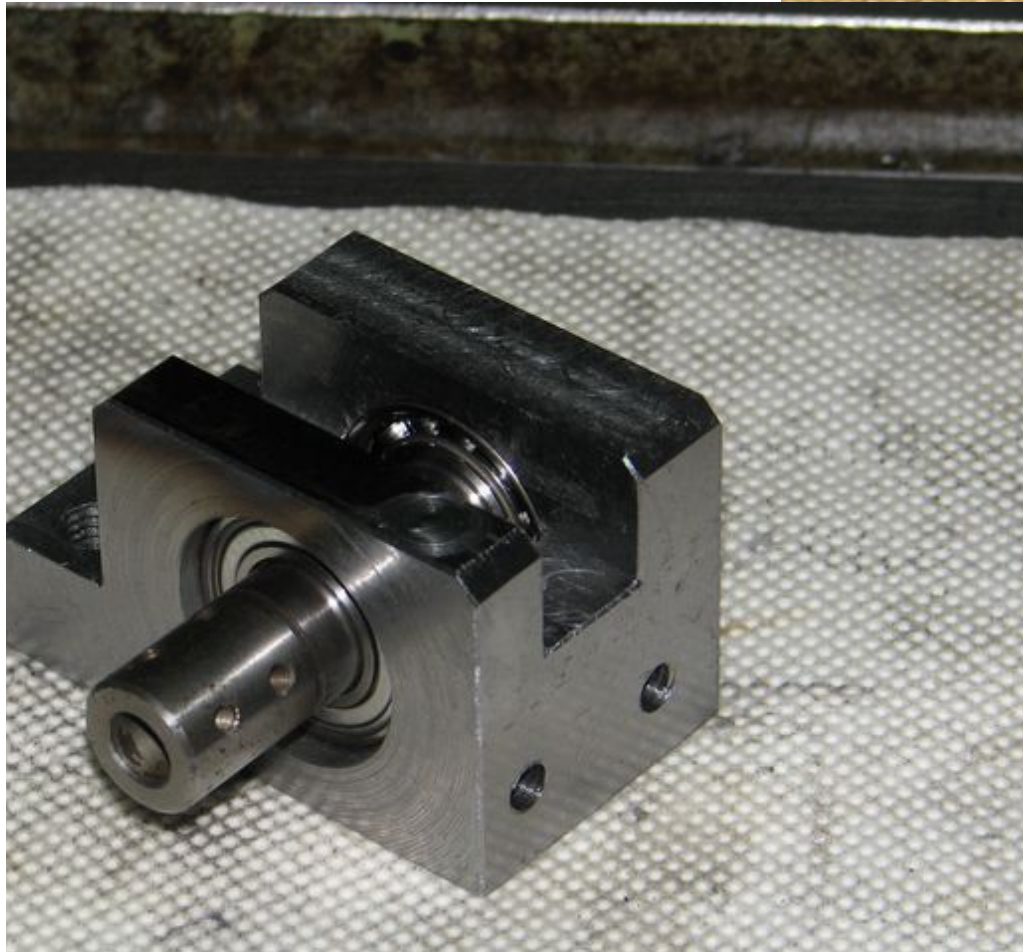
オークションで 中古の旋盤とフライス盤を購入



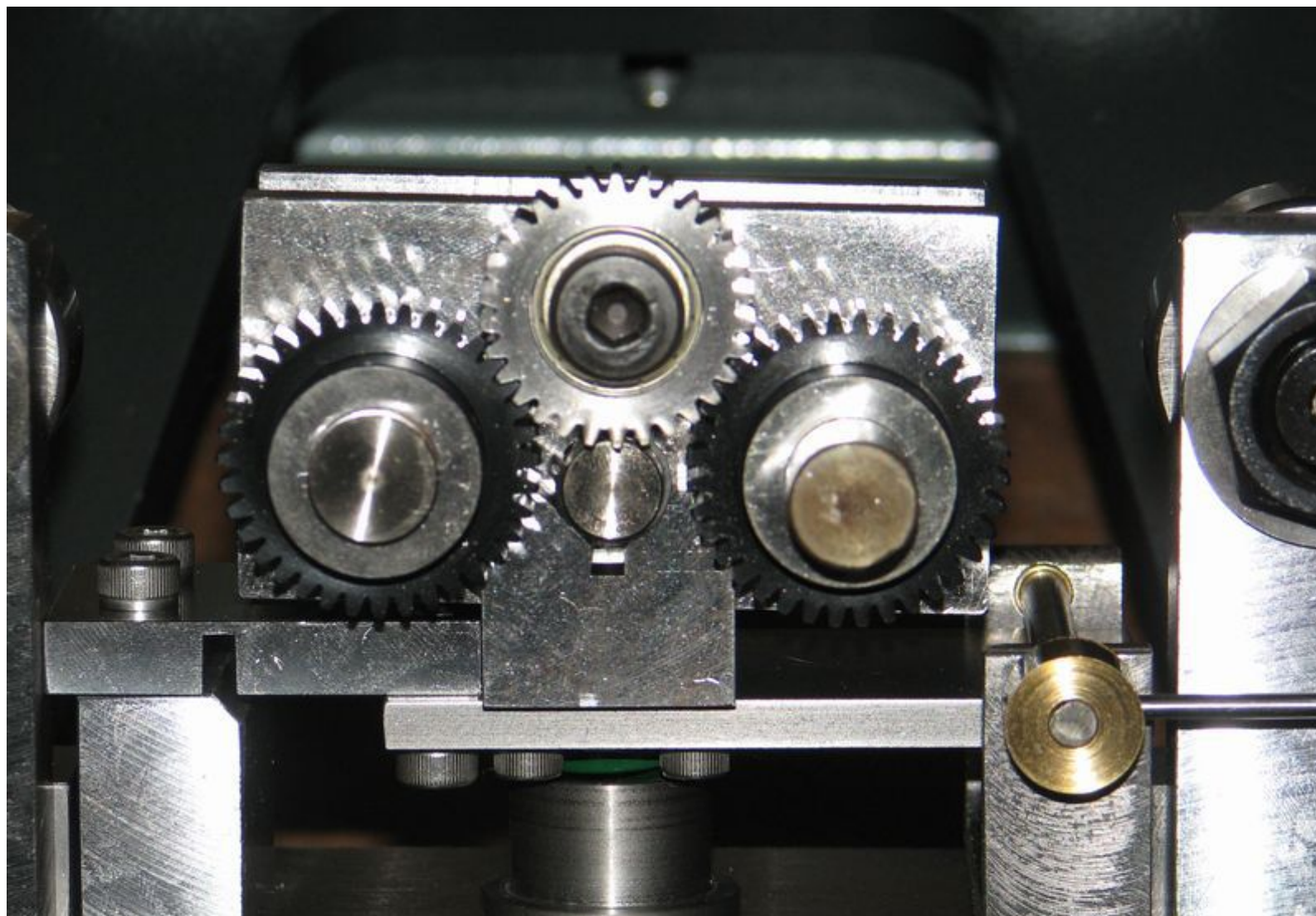
フライス加工（溝）



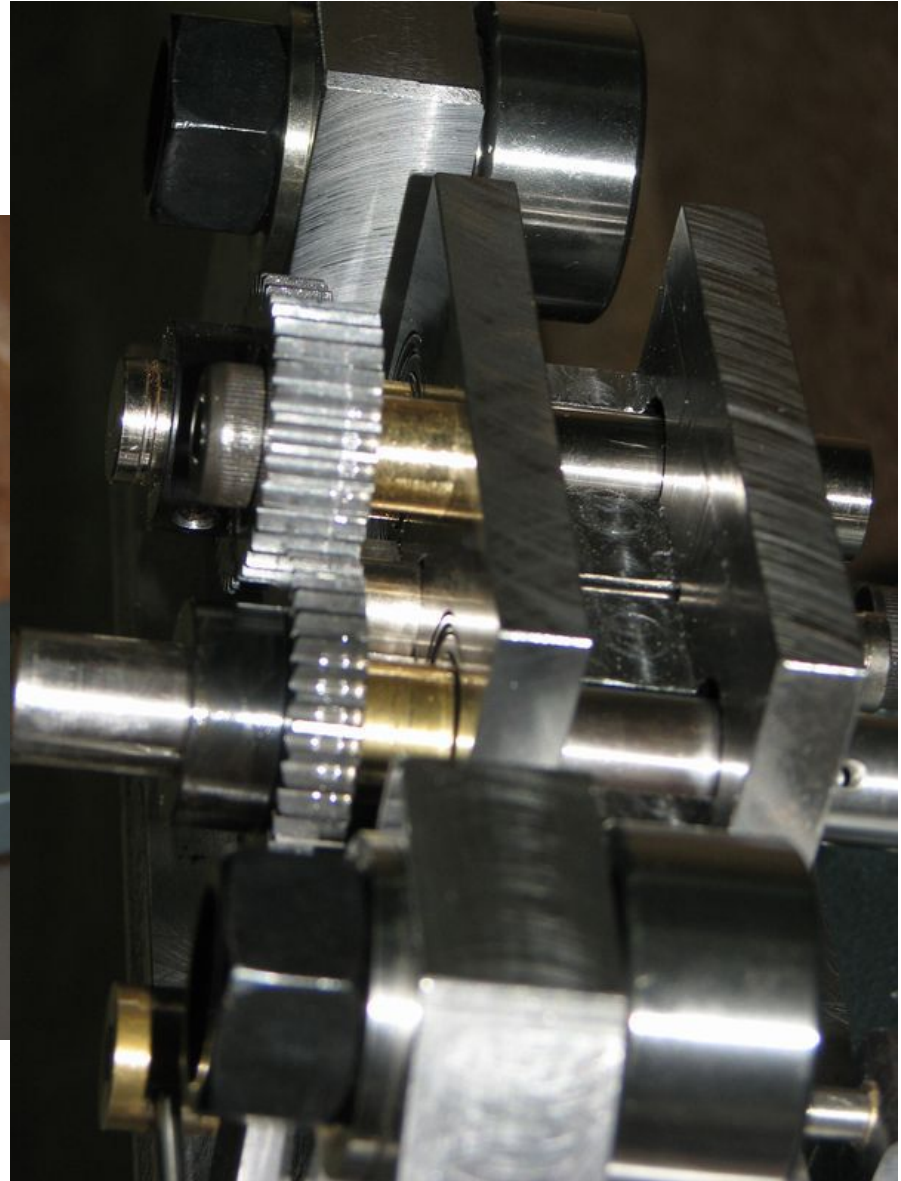
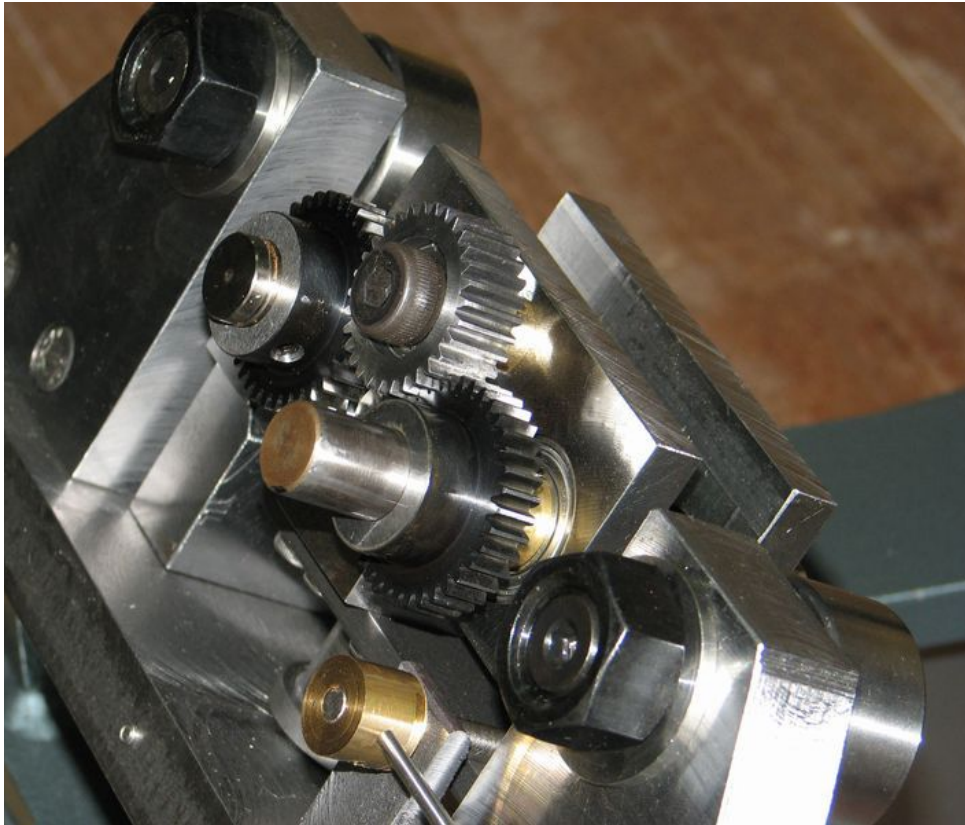
ベアリング仮組み



RA駆動部仮組み

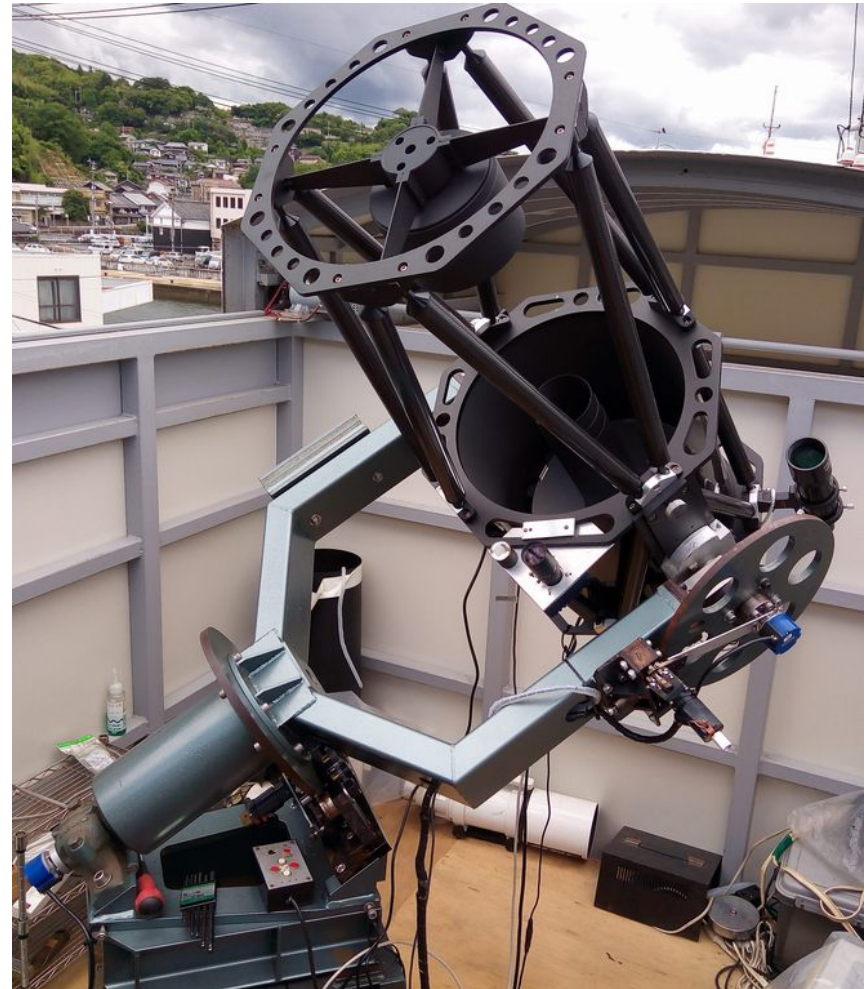


RA駆動部仮組み2



20cm→30cm望遠鏡への改造

- Before ↓ After→



改造

- 「制御系の更新→Psocとラズベリーパイ」
 - しかし、Psocでは私の力が及ばず、結局Arduinoを使うことにした。(C言語でファームウェアを書いた)
 - 組み込みのファームウェアでは、PC上のC言語使用どおりにはいかなところがあり苦労した

改造

- 日本初？の20cmフリクション赤道儀
- 改造の要点
- 鏡筒20cm→30cm化
- 大きくなる→フォークを長く広くする
- 重たくなる→荷重を分散させる←ヘルツ応力を越える
- 制御系の更新→Psocとラズベリーパイ

↑ 2016年支部集会での発表(@下関)

PC上の処理系だとうまくいくのに

ファームウェアとして組み込むとうまくいかない

うまく通る命令

"goto 12:34:56 -02:54:76"

"reset "

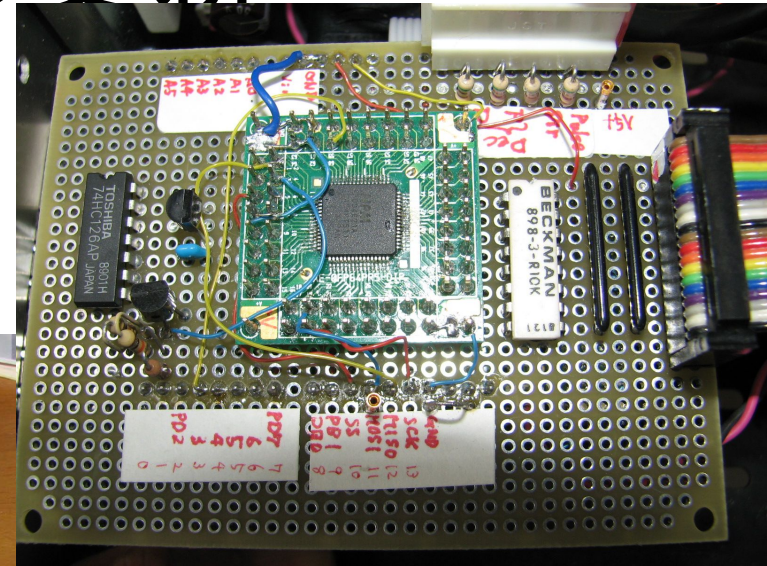
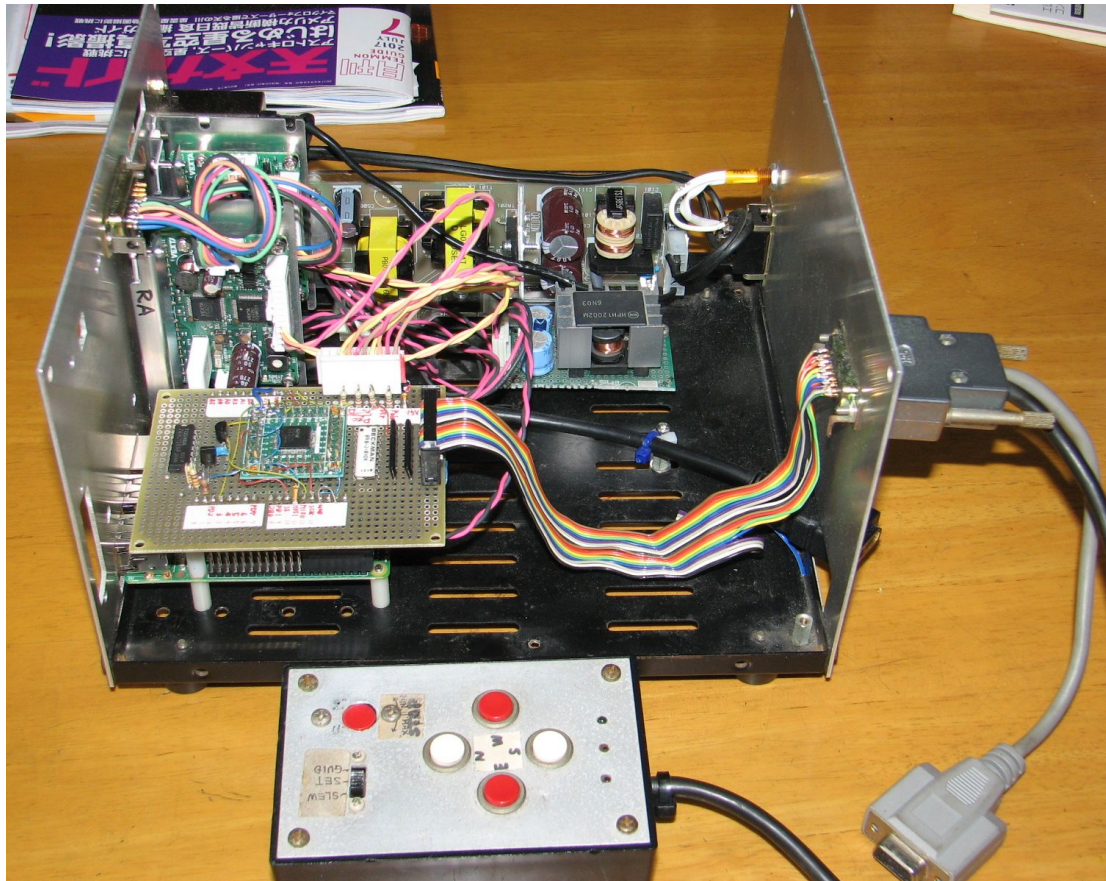
うまく読んでくれない命令

"reset"

```
void receiveSerial(){ //送信側で終端文字'¥n'をつけることが前提
    char *cmd; //paramなしのcommandのみの命令時は、必ず
    long param[3]; //最後にスペース" "を付けてからEnter
    if (Serial.available()){
        buff[cnt] = Serial.read();
        if ( cnt> 30 || buff[cnt] == '¥n'){
            buff[cnt] = '¥0';
            cmd=strtok(buff, " ");
            param[0]=atol(strtok(NULL, " "));
            param[1]=atol(strtok(NULL, " "));
            cmdAnalyze( cmd, param[0], param[1]);
            buff[0]='¥0';
            cnt = 0;
            return;
        } else {
            cnt++;
        }
    }
}
```

制御回路の更新

- 3層構成の基盤
下:ラズパイ、中:Arduino
- 上:SPモータドライバーと
ハンドセット入力ポート



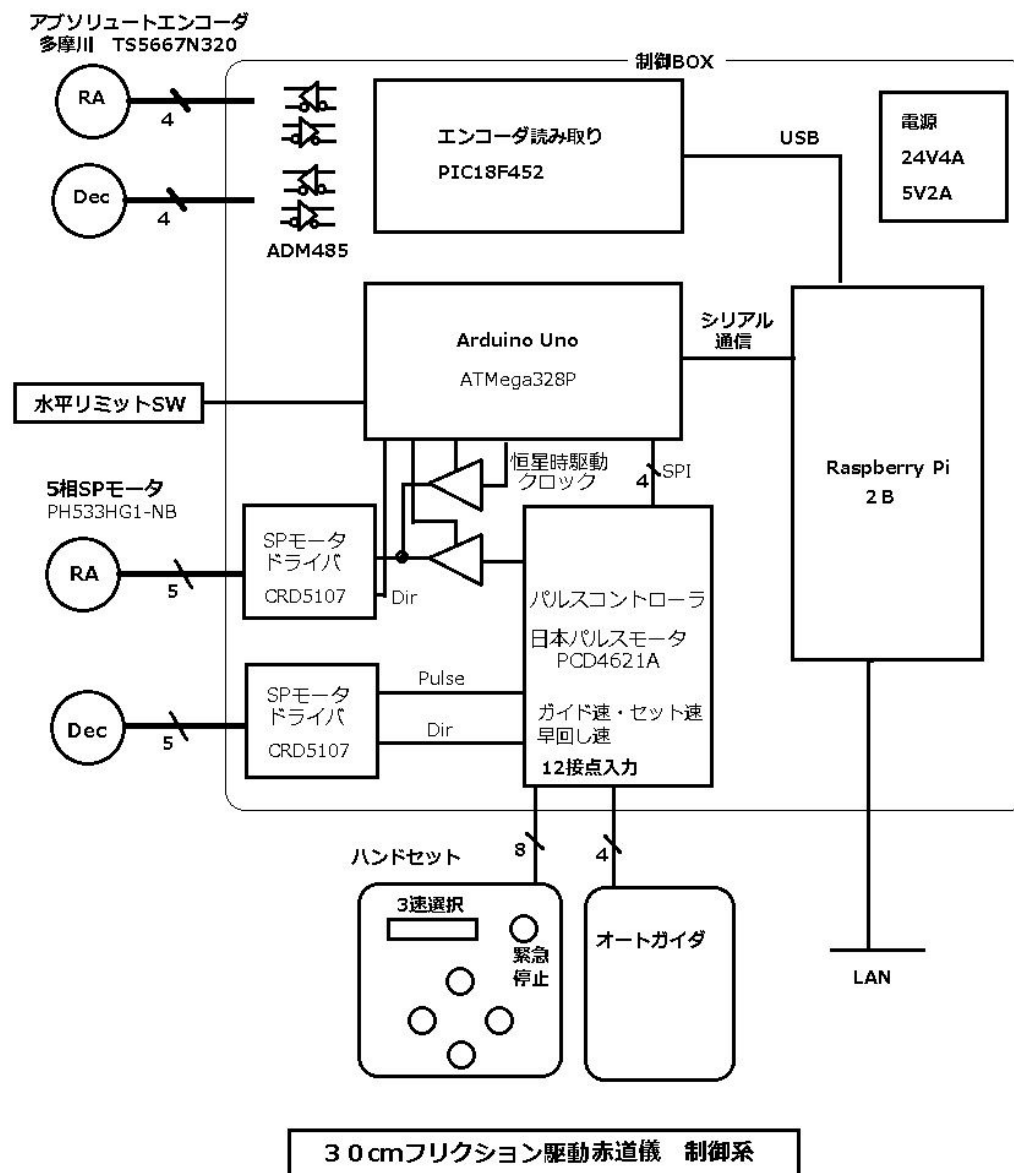
制御回路の改良

- RaspberryPI(2B、64bit、Linux)Rubyで開発
- Arduino(16bitマイコン)
リアルタイム制御(ハンドセット入力と恒星時追尾パルス発生、ラズパイからの入力に対応)

現状:

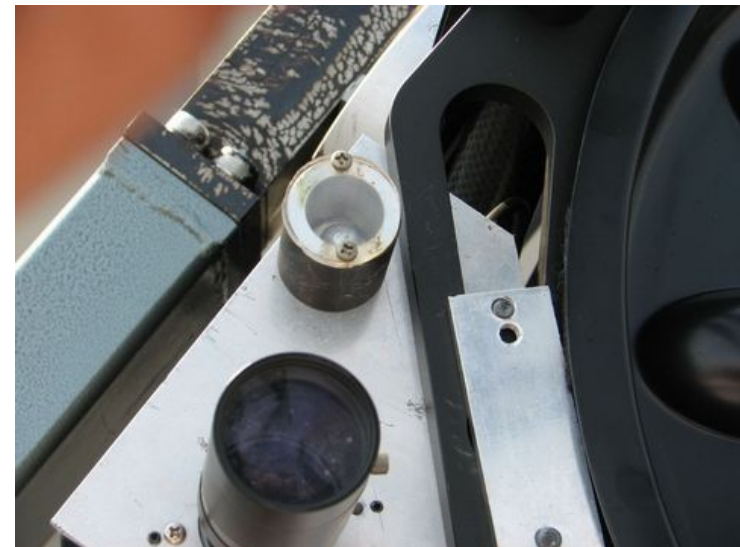
Arduinoのソフト開発はほぼ完了
RaspberryPIの方は、コマンドライン
コマンドはほぼ完了

今後:ラズパイをLX-200コマンドに
対応できるようにすれば、既存
のソフトで制御可能になる

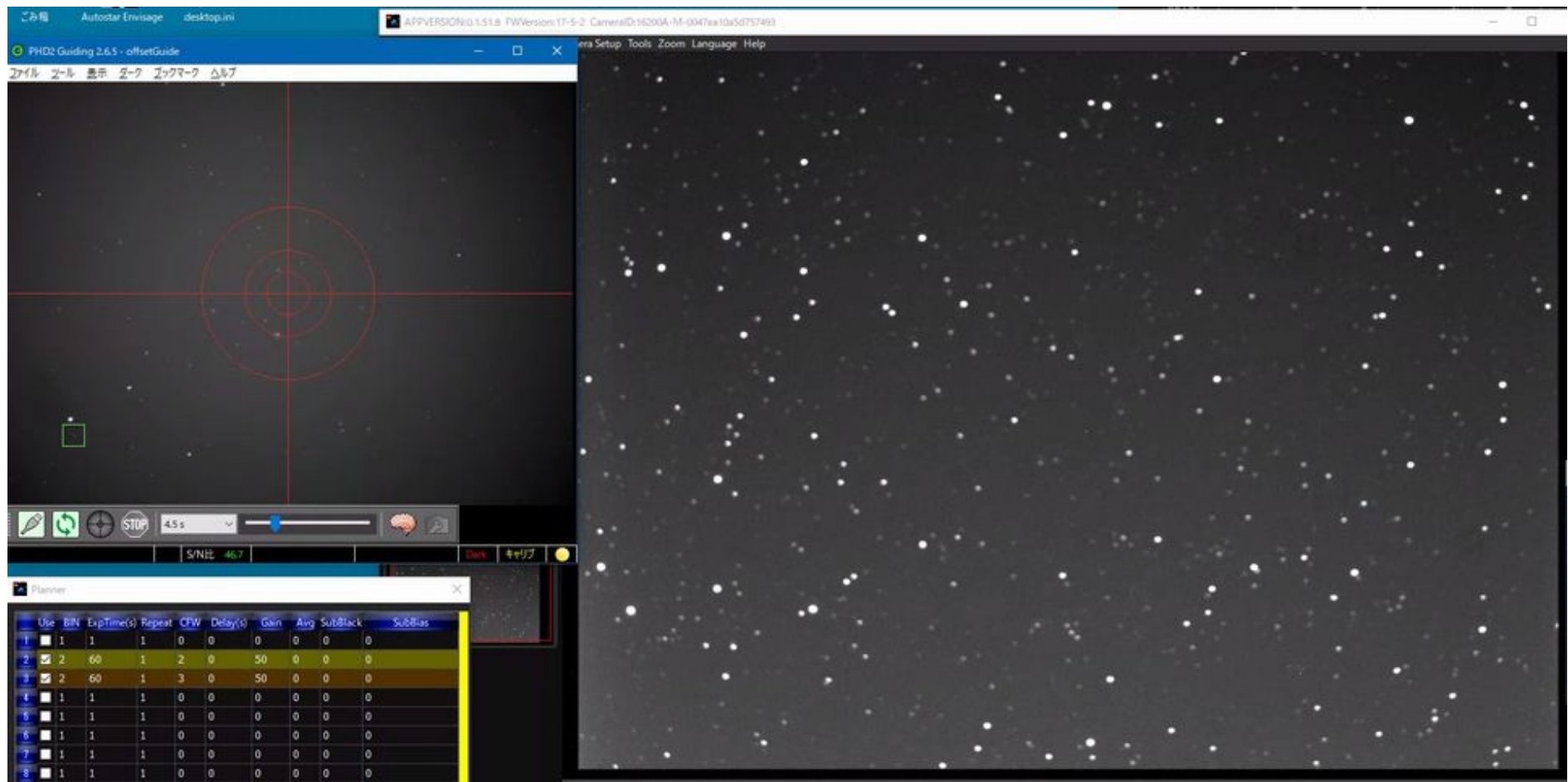


ファインダーカメラと水平センサー

- ファインダーカメラ
 - Cマウントズームレンズ＋Meade DSI proII(オークション物)
 - 視野7度(～光学ファインダー7x50と同等)
 - エンコーダの調整時に役立つ
- 水平センサー(自作)
 - 水平リミット3度(円筒内部壁を3度のテーパ角で切削)
 - パチンコ玉を入れて、向きが水平に近づくと、転がって底から離れる。
 - 円筒の底に、磁気近接センサーを付けておくと、水平リミットのセンサーとなる

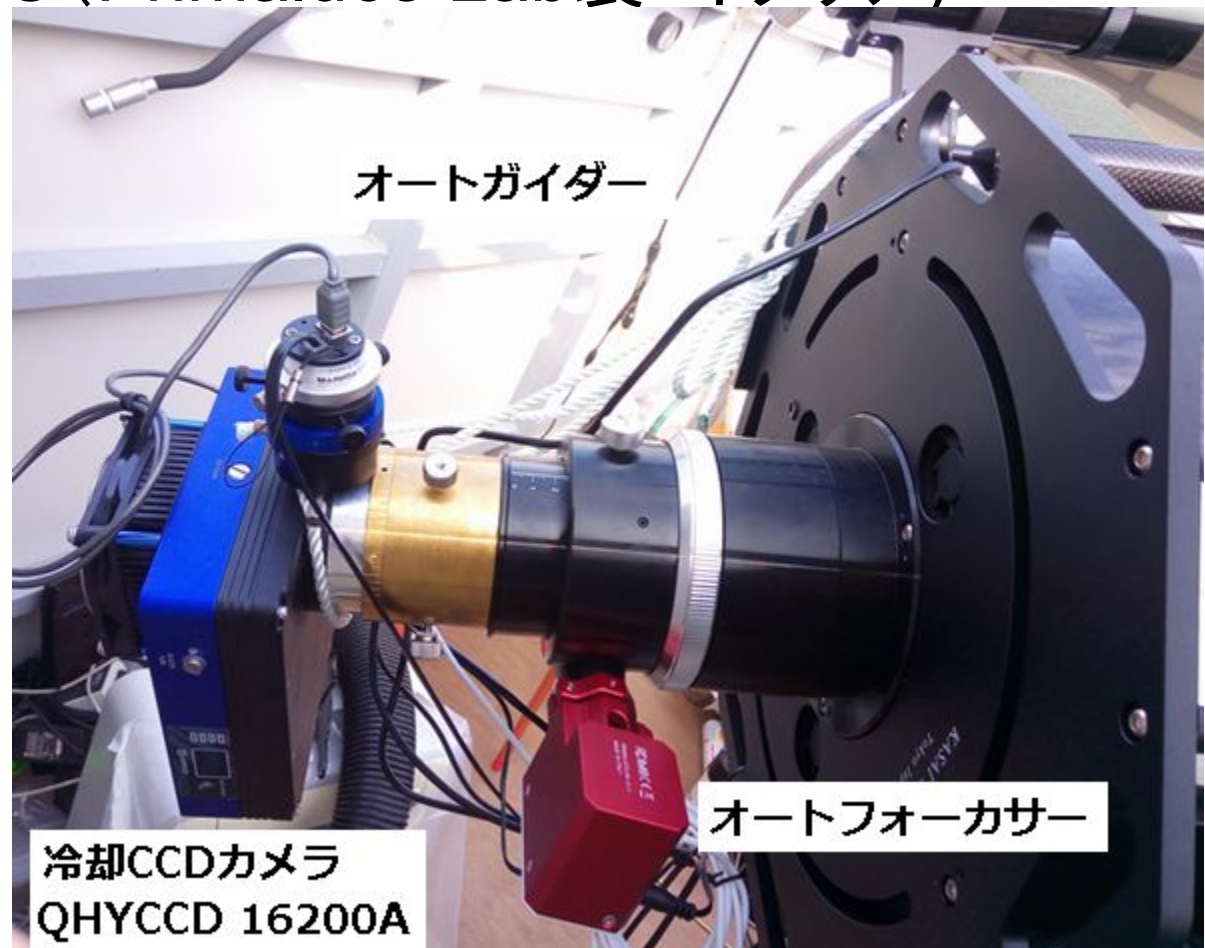


ファインダーカメラと本体CCDカメラ の視野

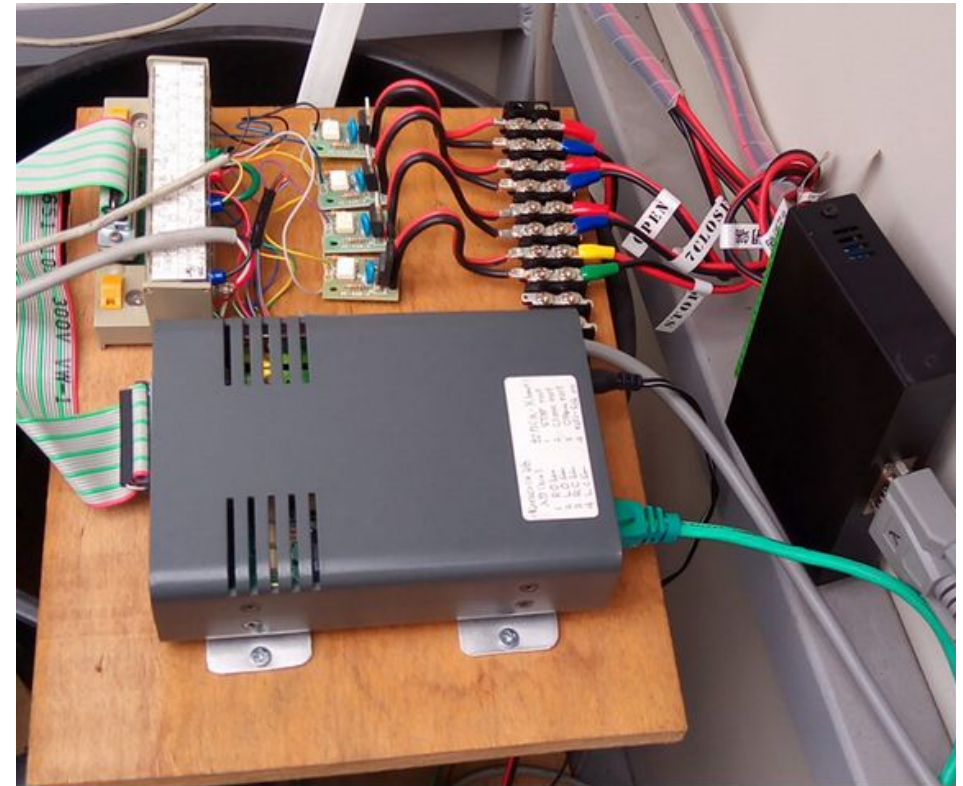
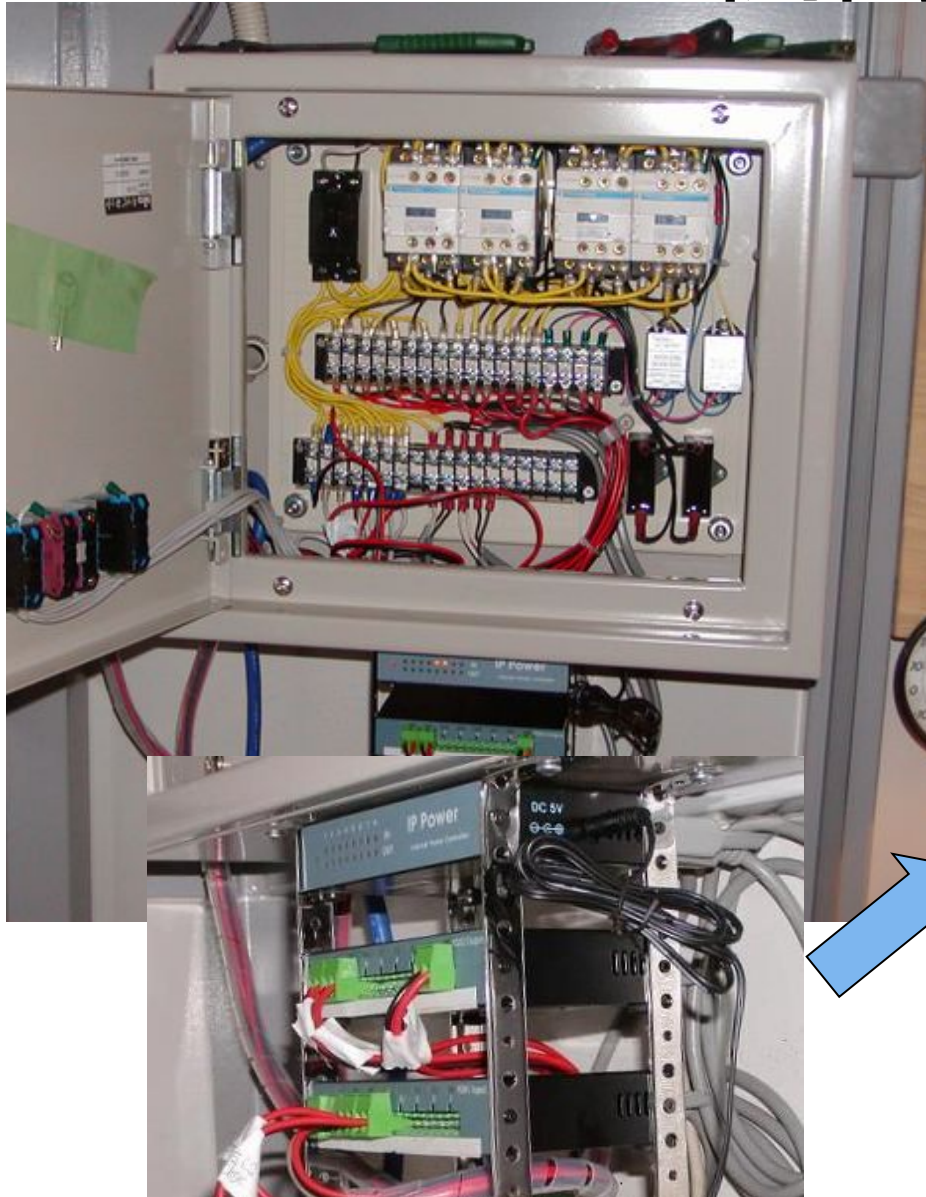


フォーカシングモータの取り付け

- SESTO SENSIO (Primaluce Lab製: イタリア)
- CCDカメラは
ST-8の4倍の
チップ面積
(4x4binで使用)

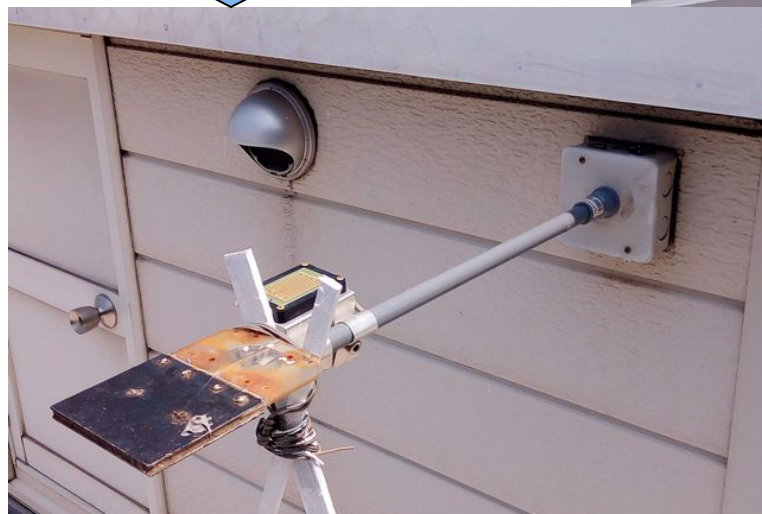
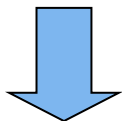
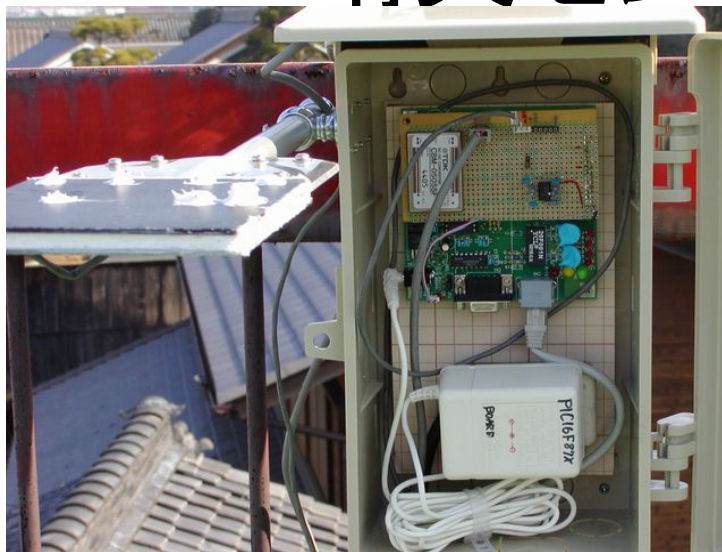


ループ開閉の遠隔操作



- ネットI/O 台湾製の安物 (Avios IPPower9212)から日本製Karacrix IOB30+ゼロクロス固体リレーに変更

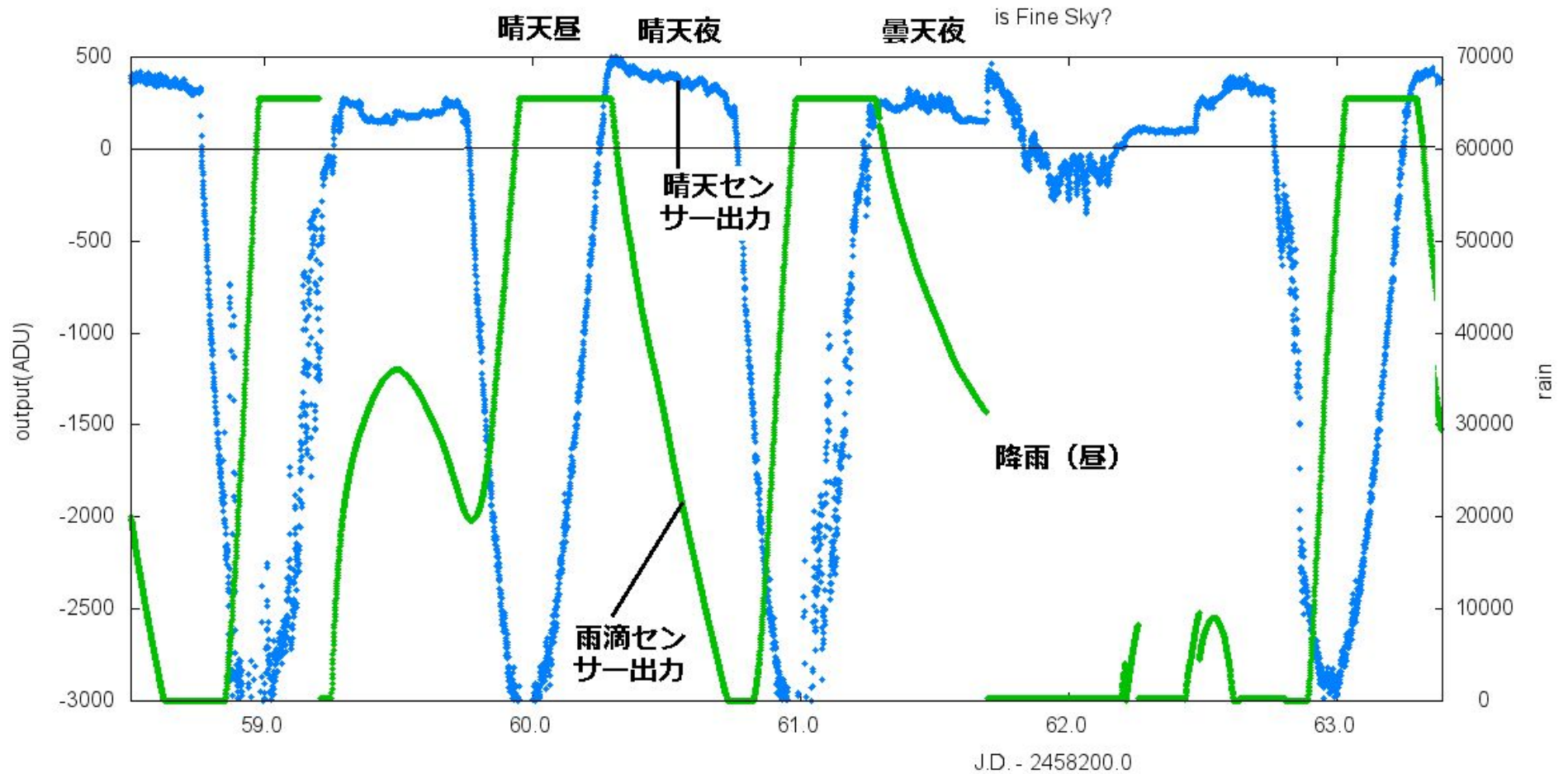
晴天センサー・雨天センサー



ペルチエ素子を使った晴天センサー

- CPUやCCDチップを冷却するのに使われる
- 電流を流すと両面に温度差を生じる
- 両面に温度差を与えると、逆反応で起電力が生じる（ゼーベック効果） ←これを利用
- ペルチエ素子の両面を、放射板（表面を黒く塗ったアルミ板）で挟む。その際に、シリコンオイルを塗り、熱伝導を良くする。
- 隙間は、浴室用シリコンコーキング剤を充填し雨水が侵入しないようにする
- 出力をADコンバータ（16bit、測定範囲 $\pm 2.5V$ ）に入れる。UDPソケット通信で監視（Karacrix IOB30）

晴天・雨滴センサーの出力例



制御画面(CUI)

- Windows10PCからSSHで接続し、制御
- 望遠鏡の座標表示 (testNHK.rb) 右上
- 望遠鏡の位置決め (goto.rb) 右下
- 小屋の開閉 (ctrl_karacrix.rb)
- 自動終了 (autoclose.rb)

```
ファイル(F) 編集(E) 設定(S) コントロール(O) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)
ATTOTO: Automated Thirty cm Telescope at Ohshima Tamashima Observatory
Ver.0.06 (C)O.Ohshima, 2018

Date: 2018 06 15 Fri (JST) JD: 2458285.019725
JST: 21:28:24 UTC: 12:28:24 GST: 06:03:22.7
LST: 14:58:03.7 HA: -04:30:21.1 Alt(dms): 38:39:28.3

      h m s      o , ' , ''
R.A.: 19:28:24.8 Dec: 45:32:37.8 (J2000.0)

Status:

Command: [ ] E:exit

permitted by applicable law.
Last login: Thu Jun 14 04:31:38 2018 from 192.168.0.103
o2@frc30:~$ cd RubyProgram/
o2@frc30:~/RubyProgram$ ruby ctrl_karacrix.rb
14
1233 BOUT
14
1234 BIN 1100 1010
o2@frc30:~/RubyProgram$ ./goto.rb zenith
Alt(dms) is 90:00:00.0
809
234199
"start to slew!!"
0.014526492865672869
"end of slewing"
"Sidereal clock OFF"
o2@frc30:~/RubyProgram$ ./goto.rb 19:28:26 45:37:44 on
Alt(dms) is 36:23:42.2
-196393
30936
"start to slew!!"
```

実際の観測画面(リモート、FullHD)

"Google remort desktop"が軽快←以前はVNCを使っていた

The screenshot displays a remote desktop session with several windows open, likely for astronomical observations. The main window is a terminal window titled "192.168.0.101 - Tera Term VT" showing command-line output and user input. The output includes telescope status, coordinates, and a command to start slewing. The input shows the user pressing "start to slew!!".

Other windows include:

- A "Planner" window showing a table of observation parameters.
- A "Camera" window showing a live video feed of a star field.
- A "Filter Wheel Control" window showing the current filter position and name.
- A "Temperature Control" window showing the current temperature and control mode.

The bottom status bar shows the system clock as 21:28 on 2018/06/15.

Use	Bin	ExpTime(s)	Repeat	FW	Delay(s)	Gain	Avg	SubBlack	SubBias
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
2	2	60	1	2	0	50	0	0	0
3	2	60	1	3	0	50	0	0	0
4	1	1	1	0	0	0	0	0	0
5	1	1	1	0	0	0	0	0	0
6	1	1	1	0	0	0	0	0	0
7	1	1	1	0	0	0	0	0	0
8	1	1	1	0	0	0	0	0	0
9	1	1	1	0	0	0	0	0	0
10	1	1	1	0	0	0	0	0	0

NGC: 1 2 3
M: 4 5 6
IC: 7 8 9
Clear: 0 ()

Start Force Stop

CAP2 1 of 1 Loop:2 Free:84772MB

TEC OFF Manual Auto Control

-20.0°C -1214mV 64.7%

21:28 2018/06/15

未完全ですが 試験観測を開始しました

- 未整備な点
 - オートガイダー機能は未使用
 - ポインティングは、素のまま(T-pointを使った望遠鏡解析はまだ行っていない)
- 冷却CCDカメラはKAF16200(5120x3696画素)
- binningありのピンぼけ測光なら観測可能
- ハングアップ時のUSBコネクタの抜き差しは現場で
- 今の所のターゲットは
 - TZ Boo(去年の集会で発表した W UMa型連星系)
 - KIC98322272(2022年に合体し, Red Novaになる予報が出されているW UMa型連星系)

KIC 98322272

Evidence of an Upcoming Stellar Merger and Luminous Red Nova

CALVIN
Coll. • g •

Cara Alexander, Daniel Van Noord, Chris Spedden and Prof. Larry Molnar

Funded by the Hubert A. VanderPlas Student Research Fellowship, Summer 2015

Introduction

In 2008, the star V1309 Sco brightened by a factor of 10,000 while gradually cooling, an explosion known as a luminous red nova. Prediscovery images showed V1309 Sco to have previously been a binary star system with an exponentially decreasing orbital period. To learn why such mergers occur, we need to study a binary just before it explodes, something that has never been done. Last summer our group identified the binary KIC 9832227 as a merger candidate based on observed period changes. This summer we tested this hypothesis with new photometric and spectroscopic observations.

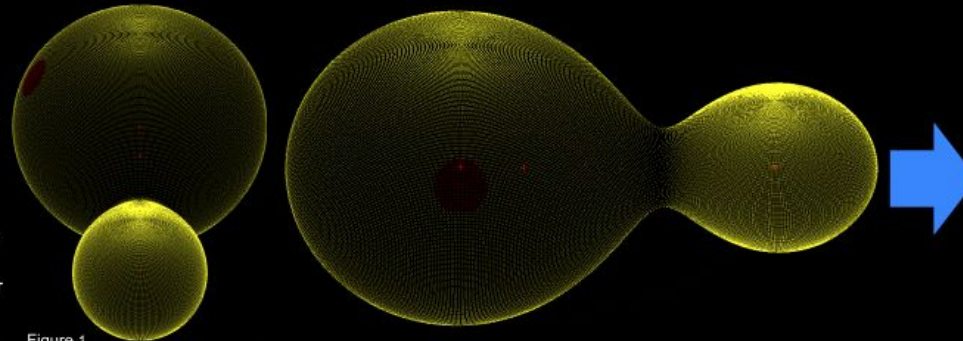


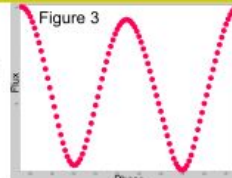
Figure 1
Our geometric model of KIC 9832227 from two orientations



Figure 2
A Hubble Space Telescope image of a red nova

Photometric Evidence

Photometry is the study of changes in brightness over time. Binaries are brightest when you can see both stars and dimmest when one is eclipsing the other. A light curve, like Figure 3 on the right, is a plot of the changing brightness over one orbit. Photometric observations can precisely determine the times of eclipses.



Over the past ten years, the period of KIC 9832227 has been getting shorter at a faster and faster rate. This implies that the stars are orbiting faster and getting closer together.

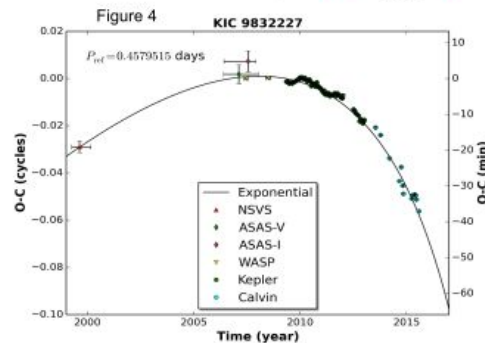
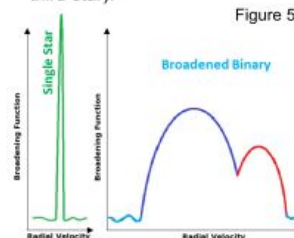


Figure 4 above shows observed eclipse times relative to those of a fixed period. The solid line is the exponential fit our group computed last summer. Note how our data from the past year agree beautifully with this fit. The degree of curvature in the plot, an indicator of the rate of period change, now exceeds that of all other observed close binaries.

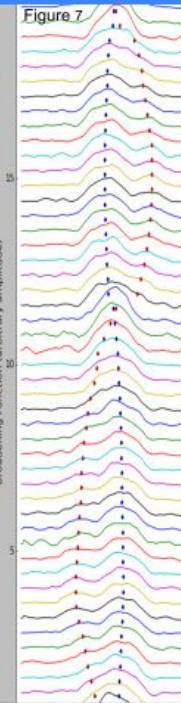
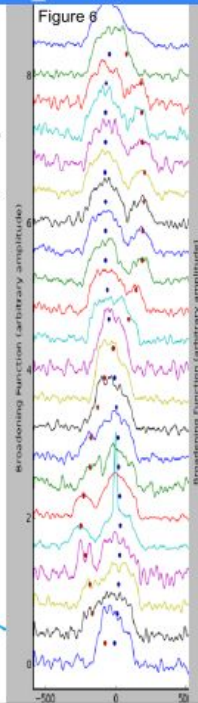
However, since last summer we devised an alternative interpretation of this plot: a third star orbiting the binary in an approximately

Spectroscopic Evidence

As a definitive test of the alternative, third body hypothesis, we turned to spectroscopic observations. By observing shifts in the wavelengths of spectral features, we can learn how fast stars spin on their axes and orbit each other. We used large telescopes at the WIRO observatory in Wyoming and the APO observatory in New Mexico to obtain the necessary data. We expected to see the broadened signature of a binary, as illustrated in Figure 5 below, with the addition of a narrow spike in the center (if there is in fact a third star).



In Figures 6 and 7 we display the spectra ordered by orbital phase.



Conclusion



Our merging star hypothesis from last summer has passed two strong tests: our spectroscopy rules out the possibility of a third star, while our new photometry continues on the trajectory of a decreasing orbital period. Even stiffer tests lie ahead as the rate of period decrease is predicted to hasten in the next few years.

If correct, we expect to see a merger and explosion within the next three to five years, incredibly soon by astronomical timescales. Such an event would be visible even to the naked eye as a fourth light in the crossbar of Cygnus, perpendicular to the plane of the Milky Way. Figure 8 is a chart of the constellation of Cygnus about 30 degrees across, with our binary highlighted in red.

観測例

- 今の時期は夜が短いため、この星の周期14.4時間の全位相をカバーできない。

