

エルム アシスト

自動撮影システムELM assistの 運用例の紹介

With ずぼらプロジェクト

株式会社スカイグローブ

一番星天文台

中西靖男



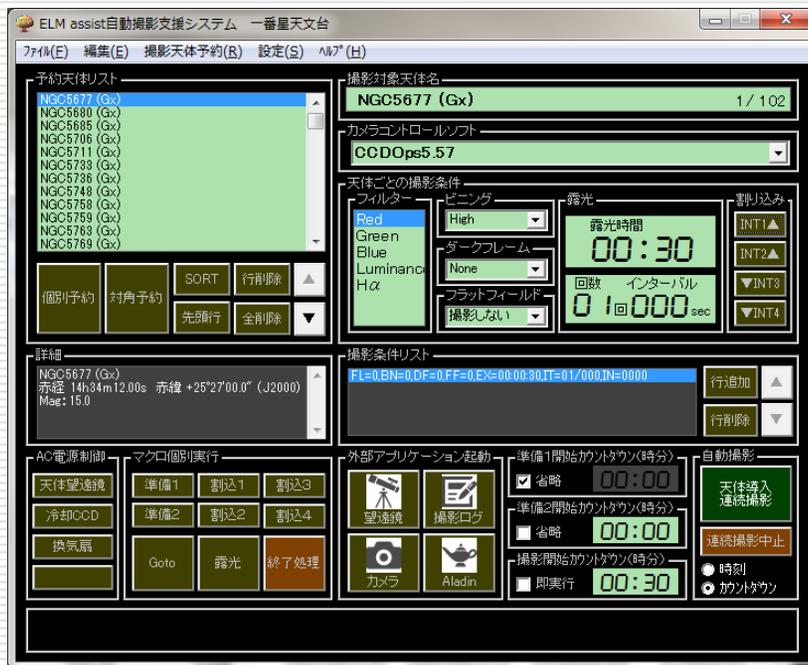
3年前の「第1回新天体搜索者会議in北海道名寄市」で発表いたしました「自動撮影システム **ELM assist**」がその後、実際のユーザーによってどのように運用されているのかを二名の方の事例をご紹介します。

その前に・・・

「ELM assist」とはどのようなものなのかを簡単に紹介します。

ELM assistとは

- 撮影計画(シナリオ)に沿って天体導入、撮影を自動化のためのソフトウェア



予約天体リスト

- NGC5677 (Gx)
- NGC5680 (Gx)
- NGC5685 (Gx)
- NGC5706 (Gx)
- NGC5711 (Gx)
- NGC5733 (Gx)
- NGC5736 (Gx)
- NGC5748 (Gx)
- NGC5758 (Gx)
- NGC5759 (Gx)
- NGC5763 (Gx)
- NGC5769 (Gx)

個別予約	対角予約	SORT	行削除 ▲
		先頭行	全削除 ▼

撮影対象天体名

NGC5677 (Gx) 1 / 102

カメラコントロールソフト

CCDOps5.57

天体ごとの撮影条件

<p>フィルター</p> <p>Red</p> <p>Green</p> <p>Blue</p> <p>Luminance</p> <p>Hα</p>	<p>ビニング</p> <p>High</p>	<p>露光</p> <p>露光時間</p> <p>00:30</p>	<p>割り込み</p> <p>INT1 ▲</p> <p>INT2 ▲</p> <p>▼INT3</p> <p>▼INT4</p>
	<p>ダークフレーム</p> <p>None</p>	<p>回数 インターバル</p> <p>0 1回 000 sec</p>	
	<p>フラットフィールド</p> <p>撮影しない</p>		

詳細

NGC5677 (Gx)
 赤経 14h34m12.00s 赤緯 +25°27'00.0" (J2000)
 Mag: 15.0

撮影条件リスト

FL=0,BN=0,DF=0,FF=0,EX=00:00:30,IT=01/000,IN=0000

行追加 ▲
行削除 ▼

AC電源制御

天体望遠鏡
冷却CCD
換気扇

マクロ個別実行

準備1	割込1	割込3
準備2	割込2	割込4
Goto	露光	終了処理

外部アプリケーション起動

望遠鏡	撮影ログ
カメラ	Aladin

準備1開始カウントダウン(時分)

省略 00:00

準備2開始カウントダウン(時分)

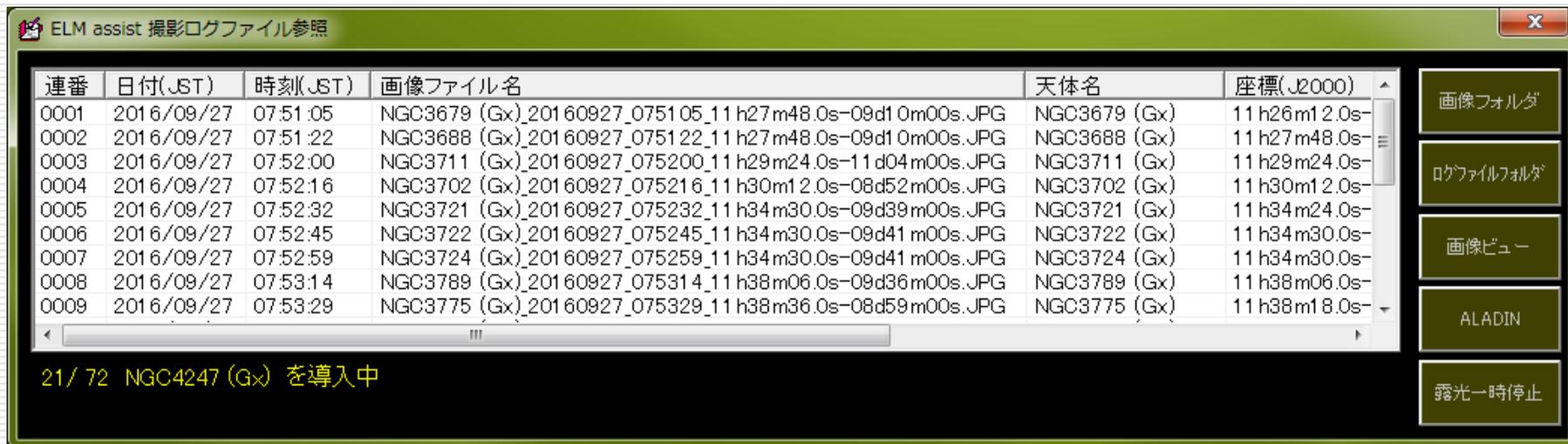
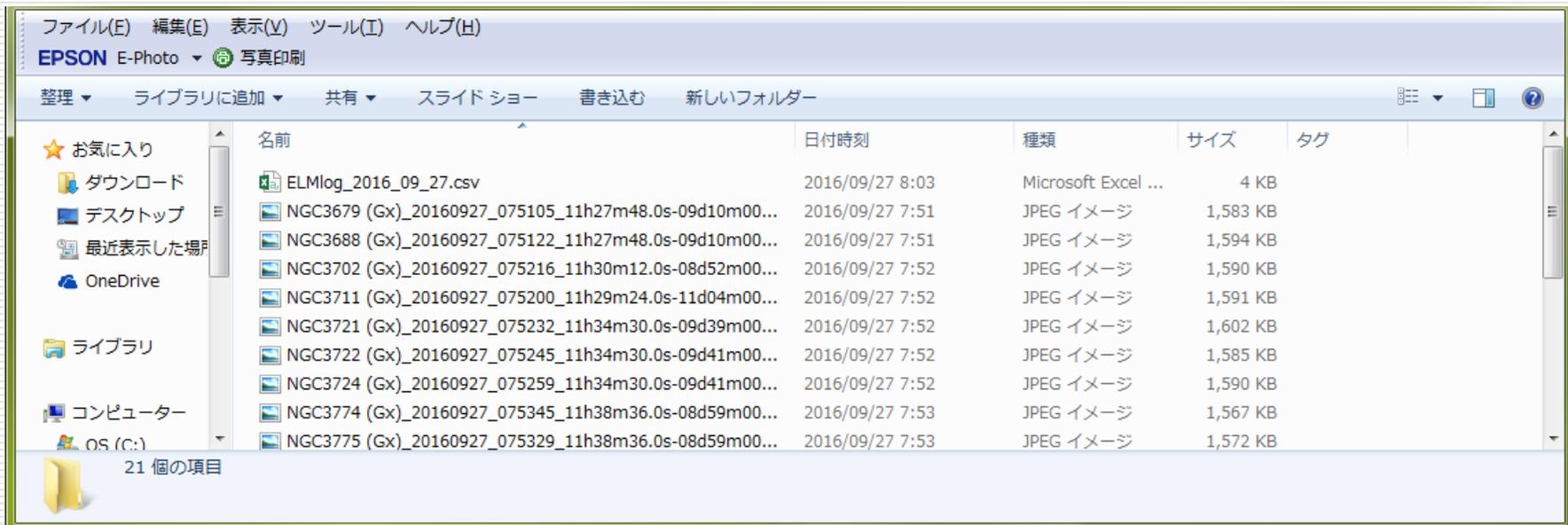
省略 00:00

撮影開始カウントダウン(時分)

即実行 00:30

自動撮影

天体導入 連続撮影
連続撮影中止
<input type="radio"/> 時刻 <input checked="" type="radio"/> カウントダウン



望遠鏡やカメラといった機器を直接操作するのではなく間接的に操作する

□ 望遠鏡制御

- ELM type ZERO(Free), ELM type I, II, III

- 対応望遠鏡

- 中央光学系, Temma系, E-ZEUS系, LX-200系, RST-400系, ASCOM系

□ カメラ制御

- MaxIm_DL, CCDOPS, EOS utility, 他

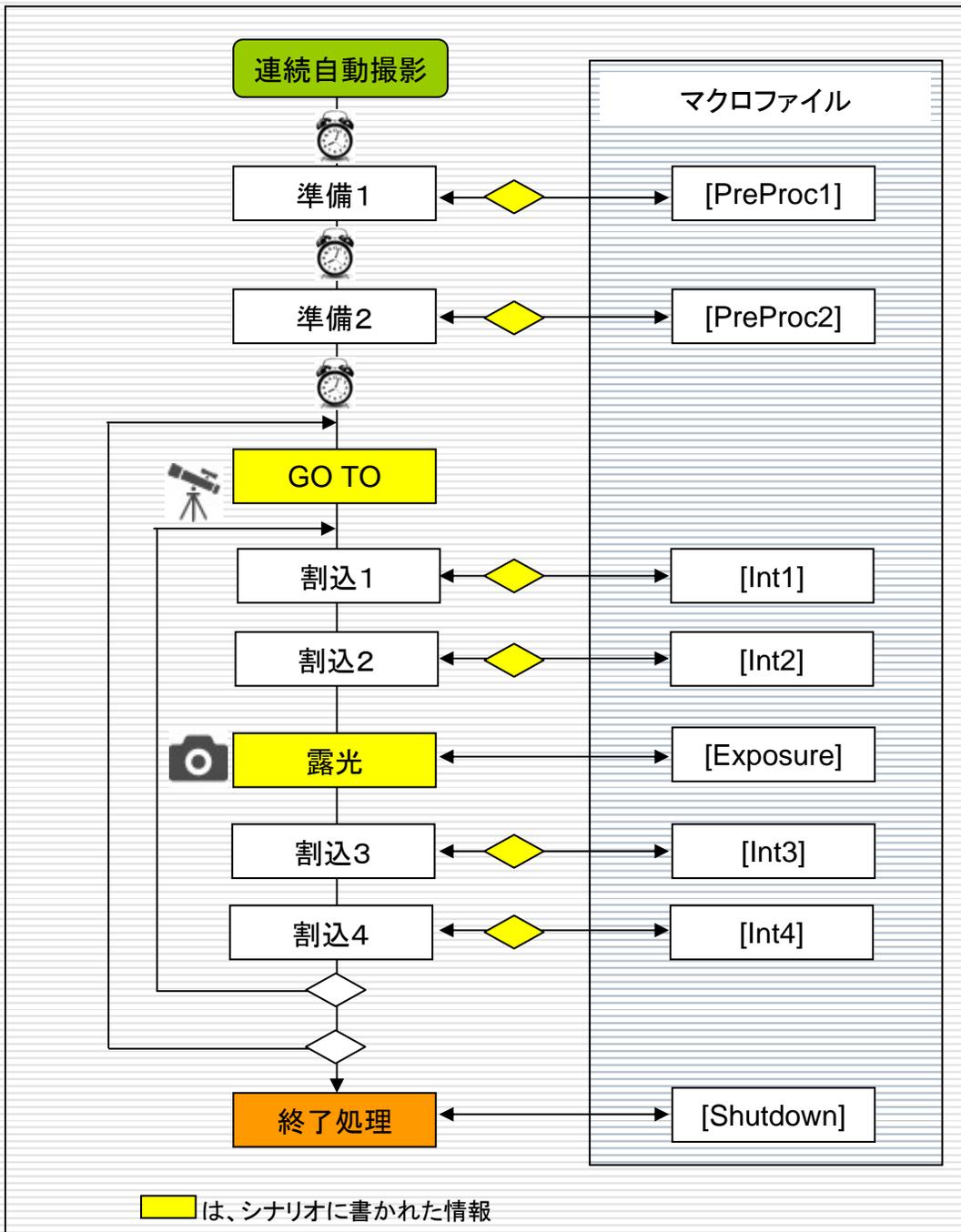
□ CCDFや β SGRと連携

- 自動同期処理やオートフォーカスを実現

□ 他カ本願だが応用がきく(ずぼらマクロ)

ELM assistの時系列処理の例





zbrEOS213.txt

ELM assistの特長

- 既存の機器を「ずぼらマクロ」によって最大限活用
 - 新天体搜索撮影という定形業務をシナリオという発想で自動化
 - ずぼらマクロにより幅広いカメラやソフトに対して柔軟な対応が実現
 - 雨滴センサ、停電センサと連携で長時間自動搜索にも機器の安全性を担保
-

シナリオファイル

- ステラナビゲータやTheSkyから検索範囲を指定して一気に作成
 - 同様に個別天体や座標をクリックしてシナリオに追加
 - 天体名,露光時間といった簡単な記述でも作成可能
 - 過去のシナリオやログファイル、BITRAN自動撮影ファイルもシナリオとして再利用が可能
-

ずぼらマクロ (Free)

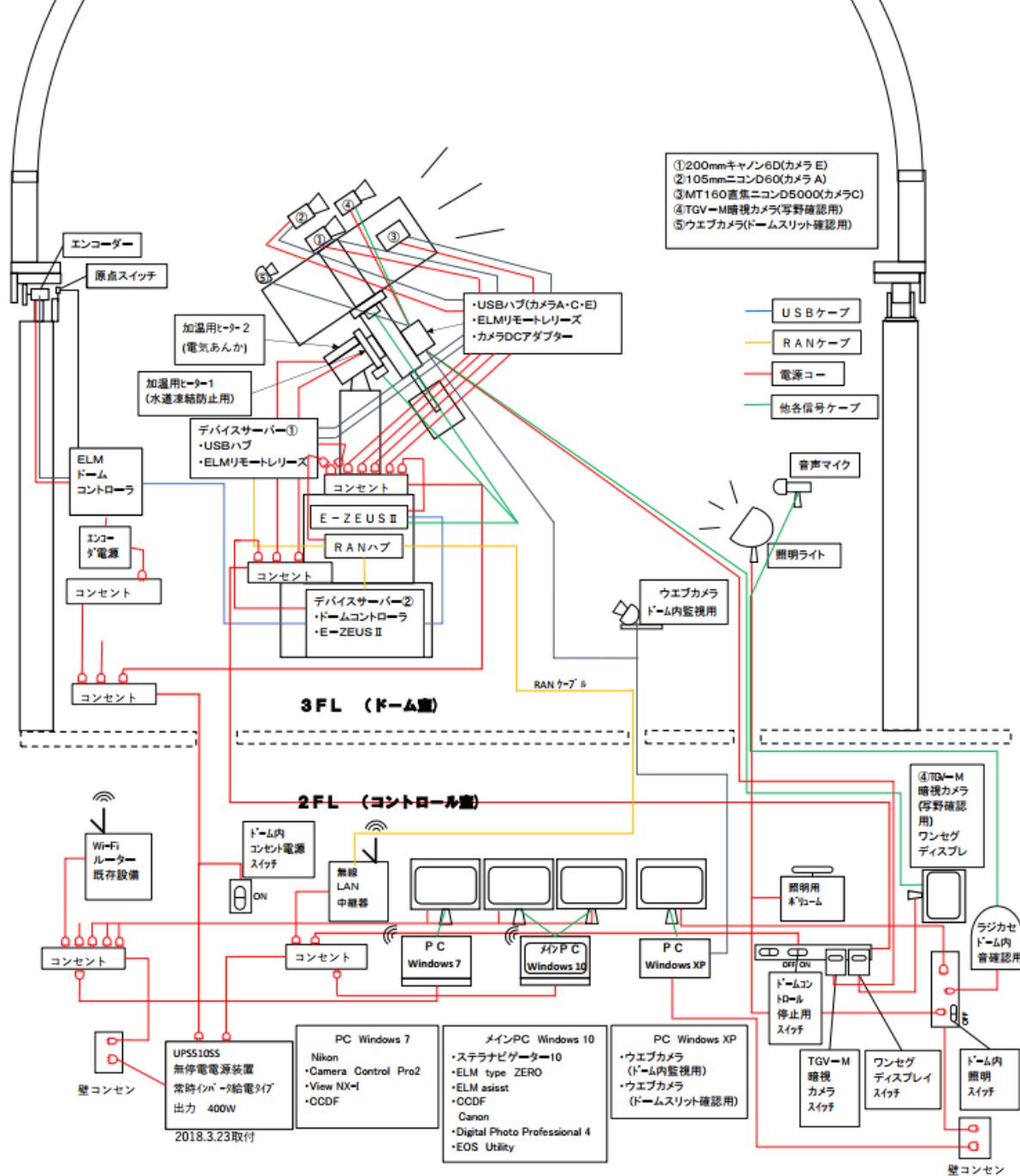
- Windows自動化ツール「**UWSC**(umiumi氏作)」を単純化した2次ツール
 - ずぼらマクロはUWSCで作成した2次ツールです
 - 指定ボタンを押す、リストからを選択する、メニューを選択する、指定キーを押すなどを記述して自動実行
 - 冷却CCDカメラ、デジタルカメラの操作を記述
 - Connect, 冷却温度設定, 冷却開始等
 - フィルター切り替え, 露光時間設定, 露光開始, 画像ファイル名等の指定
 - CCDFと連携して導入誤差の自動同期補正処理
-

一人めのユーザー様のご紹介をさせていただきます

新星搜索の運用実例 (CASE 1)

匿名

- ELM assist + ELM type ZERO ドーム連動
 - E-ZEUS II + MT160
 - Canon6D, NikonD60, D5000の3台同時撮影
 - CCDFを使用
- 自宅屋上観測所の階下の部屋から遠隔操作
 - PC3台使用

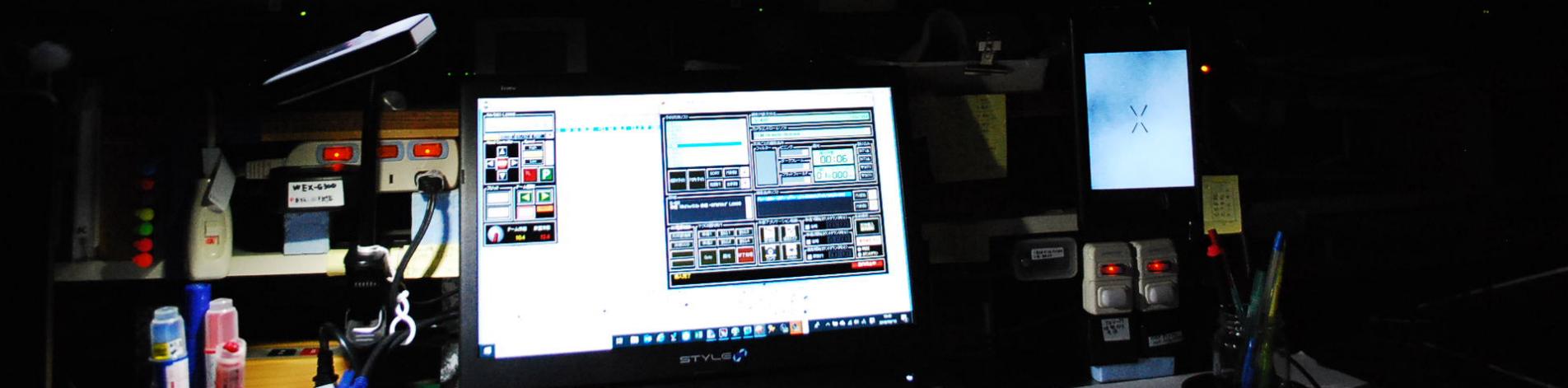
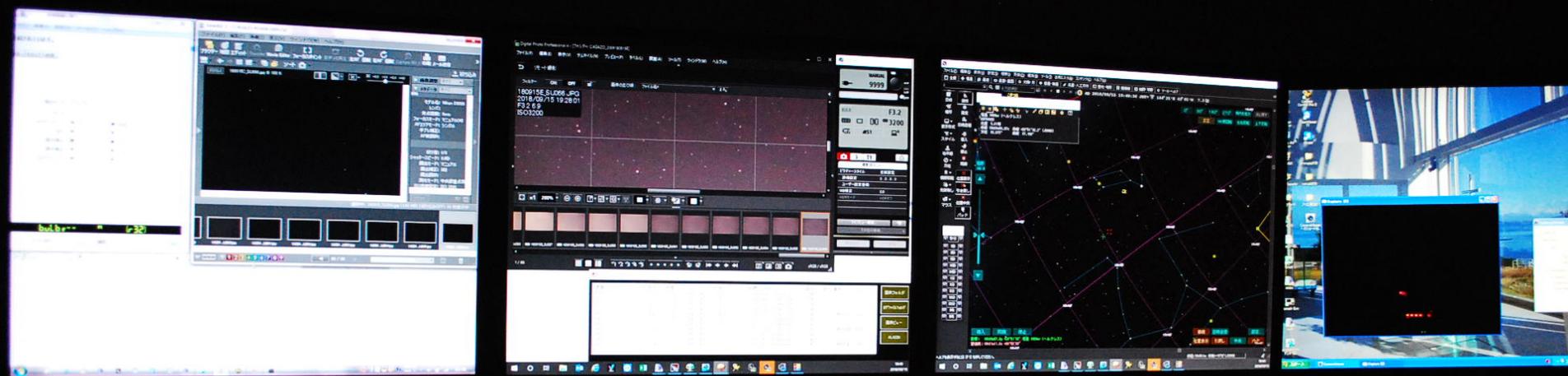


CASE 1

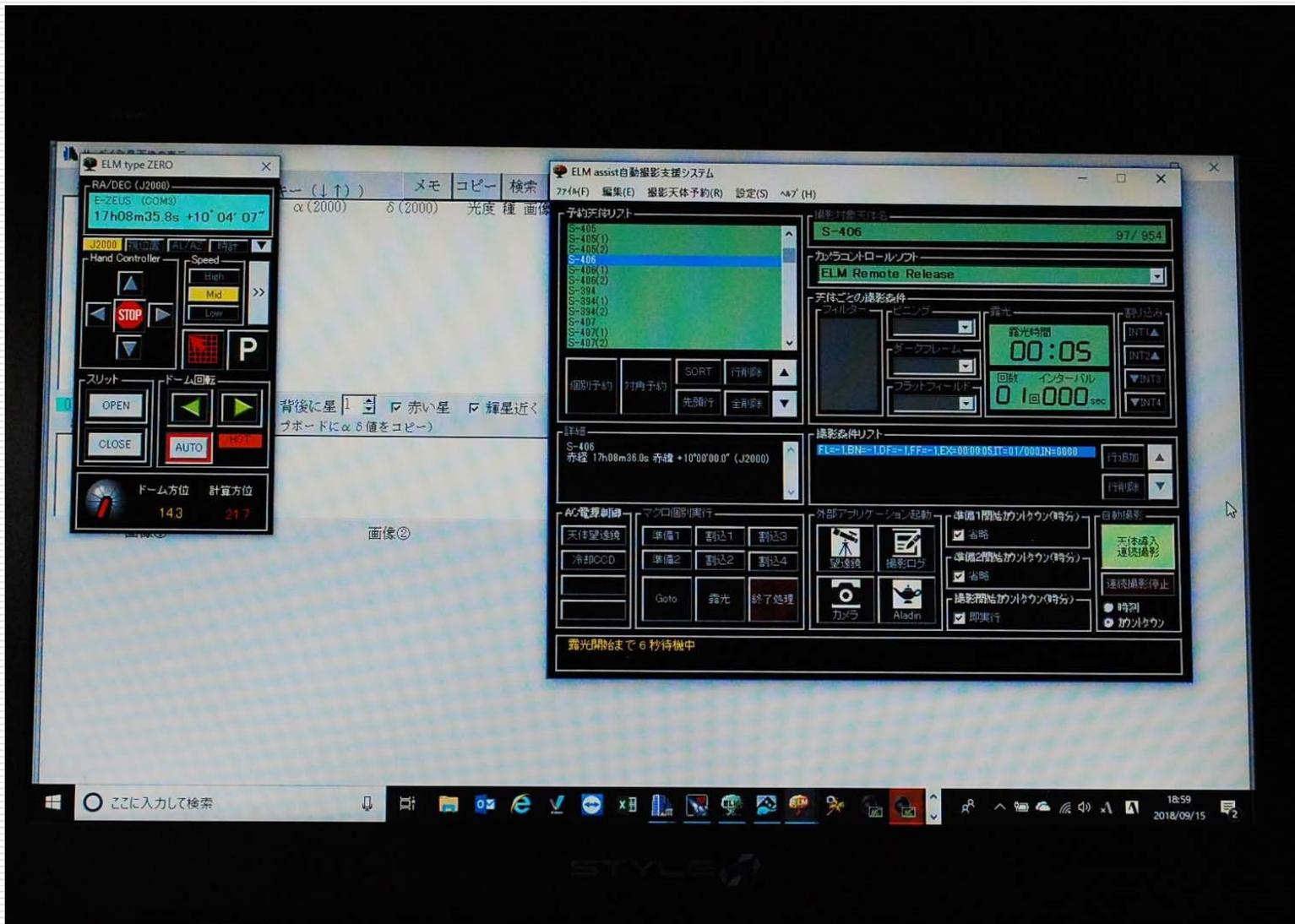


USB制御リレー

CASE 1



CASE 1



CASE 1

ELM assistの自動化によってどのくらい効率化が図れたか

- 従来はドーム内にて・撮影天域の導入・撮影・画像取り込み・画像チェックを手動で行っていました。
厳寒期の -15°C 以下の気温でも検索していましたが、リタイヤ後の身体に限界を感じ、本システムを導入しました。
- システム導入後は、検索前の手動による準備としてドームスリットの開放とデジタルカメラの電源操作、望遠鏡やカメラレンズ等各機器の蓋の取り外しがあります。他のアクション全てドーム階下のコントロール室にて遠隔操作で行っています。
- ELM assistの自動化によって、事前の検索天域設定どうりでの撮影ならば全く手が掛かりません。

お客様のシステムの特長 ご自身で工夫されたことなど

- 低予算での導入で、ドーム回転エンコーダー装置、原点スイッチ等を自作取付しました。
- ドーム内での搜索準備後、全てコントロール室で遠隔操作が出来、快適に搜索活動が出来ます。
- 暗視カメラで撮影天域の監視や、ドーム内の音声と監視用ウェブカメラで異常時の確認も出来ます。

二人めのユーザー様のご紹介をさせていただきます

超新星搜索の運用実例(CASE 2)

鳥取県 永田駿介さん

認定NPO法人花山星空ネットワーク・月惑星研究会

- ELM assist + ELM type ZERO(Free)
 - EM-200+C11
 - QHYCCD+ β SGR+CCDF
- 自宅近隣の1号機を遠隔操作。将来的に3箇所
の観測所を同時運用予定
- 全自動搜索を目指す



IP POWER 9258

CASE 2

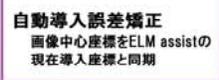
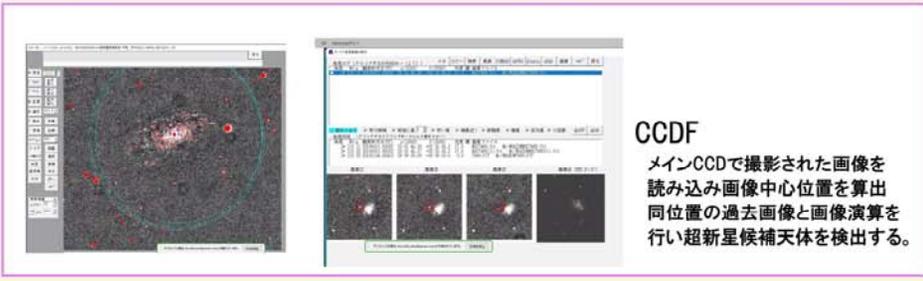


CASE 2

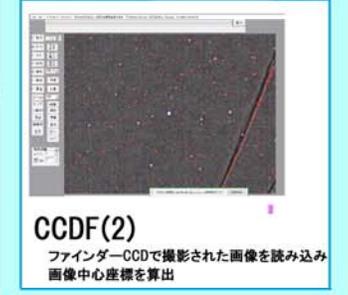
望遠鏡他 観測システム自動制御ソフト



新天体自動検出ソフト



新天体自動検出ソフト



ELM assist

準備 1 (ELM assistで観測開始30分前に起動するプログラム)

- ①冷却CCDの起動、CCDの冷却
- ②ファインダーCCDの起動
- ③赤道儀の起動

準備 2 (ELM assistで観測開始10分前に起動するプログラム)

- ①赤道儀の追尾開始
- ② β -SGRによるオートフォーカス
- ③露出時間、ビニング、保存先フォルダの指定

I.導入

目標天体へ導入

13秒

II.撮影

- ①ファインダーCCDでの画像撮影
- ②撮影画像の保存

1秒露出
5秒

III.割り込み3

- ①メインCCDでの画像撮影 (1枚目)
- ②メインCCDでの画像撮影 (2枚目)
- ③1枚目の画像保存 (2枚目露光中に実施)
- ④2枚目画像保存

20秒露出
2枚連続
47秒

IV.割り込み4

自動導入誤差修正プログラムの実行
※CCDFのログの中心座標をELMassistの
現在位置に書き換える

2秒

画像フォルダ
finder_GAZO

CCDF-(2)

- ①ファインダーCCDで撮影した
画像の読み込み
- ②中心座標の算出 (画像の整約)
- ③算出した中心座標をログファイル
に書き込む。

CCDF-(1)

- ①メインCCDで撮影した画像を読み込み
- ②中心座標の算出 (画像の整約)、ログの書き込み
- ③同一座標の過去画像の呼び出し
- ④過去画像と比較し新天体を検出する
- ⑤新天体がかかっていれば詳細を発見ログに書き込む。

画像フォルダ
GAZO

システムを利用する目的

- 超新星です。
本システムで早期(19等くらいで検出)に発見し、それを4mクラスの大型望遠鏡で可視分光観測することにより今まで知られていなかった爆発初期の"顔"を見ることができます。それにより超新星の観測的未解決問題や親星の環境についてアタックできると考えております。

ELM assistの自動化によってどのくらい効率化が図れたか

□ 従来、手動・目視で観測を行っていた際は、仕事など他の予定があれば観測できませんし睡眠も必要なので観測時間が制限されていました。

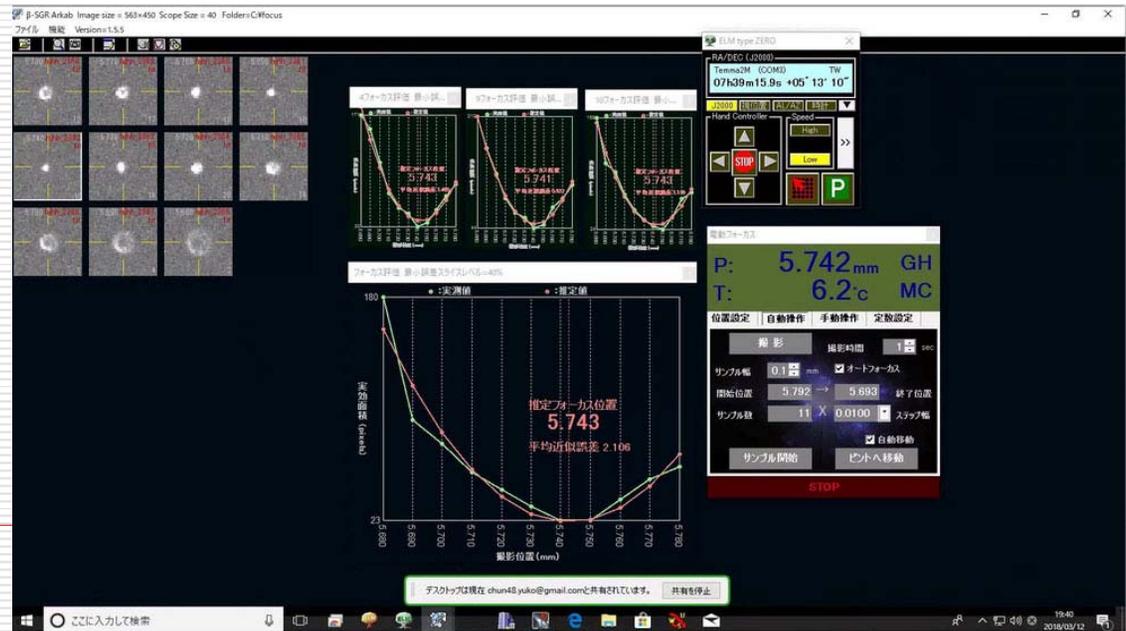
しかし、本システムを導入することで自動化が可能になりました。Wi-Fi環境さえあればどこからでもシステムの起動ができる為、天候さえよければ 予定に左右されることなく観測が可能になりました。

ELM assistの自動化によってどのくらい効率化が図れたか

- 手動で複数台の望遠鏡を操り、過去画像と比較して候補天体を探すには限界があります。しかし、ELM assistで自動化することによりその問題は解決され稼働台数を増やす事ができます。
- 超新星が受かる確率は観測する銀河数に依存している為、今後2号機。3号機・・・とシステムを増やす事により、爆発後3日以内に可視分光観測が可能な明るさになる近傍銀河すべてをカバーすることを目標にしています。

お客様のシステムの特長 ご自身で工夫されたことなど(その1)

- 完全自動化の為のシステム拡張。
ダイイチ(株)様が開発された高精度セミオートマチックフォーカサー「 β -SGR」と連動。
オートフォーカスが可能となりました。



お客様のシステムの特長 ご自身で工夫されたことなど(その2)

- メーカーの想定精度を上回る自動導入精度の実現。

目標天体が写野に導入されていないと、観測は出来ません。

本システムは写野が 15.2×12.2 分角と非常に狭く、機械精度だけで目標とする天体を導入することは困難でした。その為、従来手動で観測を行っていた際は観測毎にアライメントを行うという手間が発生していました。

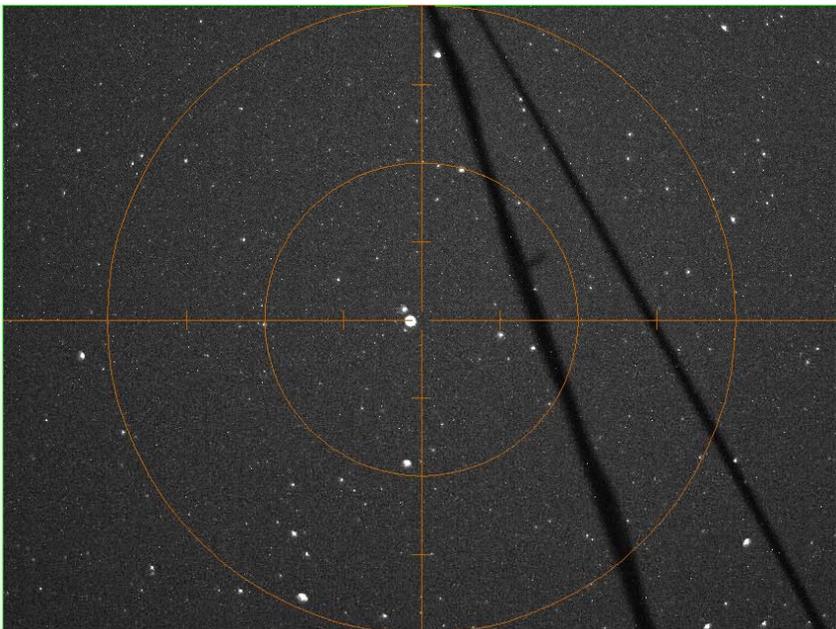
お客様のシステムの特長

ご自身で工夫されたことなど(その3)

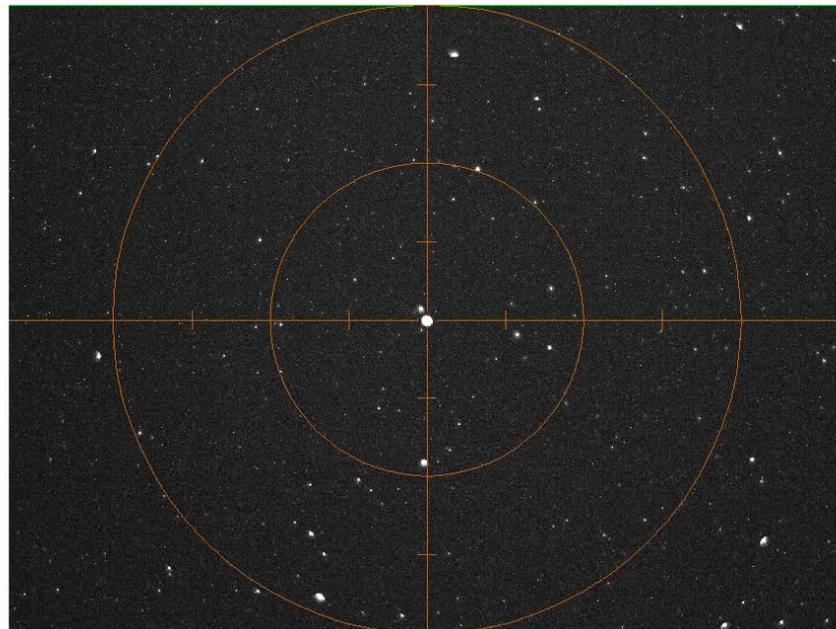
- そこで、ELM assistを拡張し自動導入矯正プログラムを開発していただき以下の2回に分けて導入矯正を行います。
 - ① ファインダーカメラによる大まかな導入矯正
画角 3.7×2.7 度の広角を写す通称「ファインダーカメラ」を搭載。この画角なら問題なく目標天体が導入できます。このカメラが取得する画像の中心座標を算出し、ELM assistの現在位置座標に上書することにより、導入誤差が矯正されます。ただしファインダーカメラとメインのカメラの若干の画角ずれや角度によるひずみ等により、このファインダーカメラの精度は"目標天体がメイン望遠鏡の写野内に導入されるレベル"を目標とします。

お客様のシステムの特長 ご自身で工夫されたことなど(その4)

- ② メインCCDカメラでの細かい導入矯正
 - ①で述べた通り、ファインダーCCDだけでは写野中央に目標天体を導入することは難しい
そこでメインCCDでも自動導入矯正プログラムを実行し、画像の中心画像を算出し、ELM assistの現在位置座標に上書きします。これにより次の天体は、ほぼ画角の中央に導入されるようになります。



自動導入誤差矯正プログラム実行前



自動導入誤差矯正プログラム実行後



1. 導入矯正未実行

導入矯正未実行につき目標天体は画角内に導入されていない。

2. 導入矯正（1）のみ実行

ファインダーカメラ側の導入矯正のみ実施
目標天体は中心からずれた位置に導入されている。

3. 導入矯正（1）・（2）実行

ファインダー側の導入矯正後、更にメイン側でも導入矯正を実施
目標天体はほぼ画角中央に導入されている。

お客様のシステムの特長 ご自身で工夫されたことなど(その5)

- サイクルUP。1秒にこだわる。
例:メインCCD(ATIK One9.0)の制御ソフト「ArtemisCapture」は露光動作中でも保存釦など操作は可能です
従来、露光終了後に逐一保存操作を行っていました。その時の撮影サイクルは50secです。
- 1枚目露光(20sec)→DL(2sec)→1枚目保存(3sec) 2枚目露光(20sec)
→DL(2sec)→2枚目保存(3sec)
それを、2枚目露光中に保存できるようにマクロプログラムを変更しました。
改善後の撮影サイクルは47secです。
- 1枚目露光(20sec)→DL(2sec)→2枚目露光(20sec) ※露光中に1枚目保存→DL(2sec)
→2枚目保存(3sec)
※現状、ELM assistの“割り込み処理”は露光前後に実行するプログラムですが、同時進行で実行できるような形になればなおよいかと思いました。

以上で発表を終了させていただきます。

ご清聴ありがとうございました。
