訳者 序

以下は<u>http://openphdguiding.org/PHD2_User_Guide.pdf</u>にて公開されている PHD2 v2.6.3 のマニュアルの訳文です(PHD2 開発グループからの許諾済)。

大元の英文マニュアルのキャプチャ画像は当然のことながら日本語化されていませんの で、これらの一部については訳者の側で差し替えています。なお、訳者の理解不足や英語 能力不足により一部誤訳されている可能性がありますが、ご容赦ください。

> 2017.5.21 HIROPON <u>https://urbansky.sakura.ne.jp/</u> <u>http://d.hatena.ne.jp/hp2/</u>

目次

はじめに	1
メイン画面	2
基本制御	3
メニュー	4
ステータスバー	4
PHD2 の使い方	6
機器の接続	6
カメラの選択	7
SBIG デュアルチップカメラのサポート	9
ASCOM カメラのプロパティ	9
同じタイプの複数のカメラ1	10
マウントの選択1	10
Aux マウントの選択1	1
ASCOM(または INDI)接続を使用する利点 1	2
補償光学装置(AO)/ローテータの選択1	4
シミュレータ1	4
機器のプロファイル1	15
新規プロファイルウィザード1	6
露出時間と星の選択1	18
オートキャリブレーション1	19
通常のマウント1	19
補償光学装置2	21
ガイド	21
ダークフレームと不良ピクセルマップ2	24
イントロダクション	24
ダークフレーム	24
不良ピクセルマップ(欠陥画素マップ)2	27
不良ピクセルマップのリファインのためのステップバイステップガイド	29
ダークフレームや不良ピクセルマップの再利用	31
視覚化ツール	32
オーバーレイ表示(Overlay)	32
グラフ表示(Graphical Display)	33
統計情報表示(Stats Display)	35

ガイド星プロファイル表示とターゲット表示(Star Profile and Target Displays).	36
Adaptive Optics (AO) Graph	37
Dockable/Moveable Graphical Windows	38
詳細設定	39
「全体」(Global)タブ	40
「カメラ」(Camera)タブ	41
ビニングの使用	43
「ガイド」(Guiding)タブ	45
キャリブレーションステップの計算	48
「アルゴリズム」(Algorithms)タブ	50
一方向赤緯ガイド	51
「Other Devices」タブ	53
ガイドアルゴリズム	56
ガイド理論	56
ガイドアルゴリズムパラメータ	57
ツールとユーティリティ	60
手動ガイド(Manual guide)	60
星の自動選択	61
キャリブレーションデータの詳細	62
その他のキャリブレーション関連メニュー	63
PHD2 サーバ	64
ディザリング	64
ロギングおよびデバッグ出力	66
ドリフトアライメント	67
ロックポジション	69
彗星追尾(Comet Tracking)	69
ガイドアシスタント	71
赤緯軸バックラッシュの測定	73
バックラッシュ補正	77
スタークロスツール	77
機器プロファイルの管理	78
"Ask for coordinates"による Aux マウント接続	79
シミュレータの詳細設定	81
プログラムの多重実行	82
キーボードショートカット	82
キーボードショートカット一覧	83

ŀ	·ラブルシューティングと解析	. 84
	キャリブレーションおよび初使用時の問題	. 84
	キャリブレーションの妥当性チェック	. 85
	赤緯軸のバックラッシュ	. 87
	マウント制御の基本的な検証—スタークロステスト	. 88
	マウントの挙動の測定	. 90
	ディスプレイウィンドウの問題	. 92
	ホットピクセルの問題	. 92
	作業環境の復元	. 93
	カメラのタイムアウトとダウンロードの問題	. 93
	低いガイドパフォーマンス	. 95
	警告メッセージ	. 96
	ダークライブラリや不良ピクセルマップに関する警告	. 96
	ASCOM に関する警告	. 97
	カメラのタイムアウトに関する警告	. 98
	キャリブレーションに関する警告	. 98
	最大持続時間に関する警告	. 98
	ログの解析	. 98
	ガイドログの内容	. 99
	問題の報告	101

はじめに

PHD2は Craig Stark 氏のオリジナルの「PHD」の「第2世代」にあたるアプリケーションです。PHDは 25 万以上ダウンロードされ、アマチュア天文家コミュニティにおいて 必須のツールとなっています。PHD は当初から、一見相反する 3 つの目標を実現していま す。

- 初心者やカジュアルユーザーに「ダウンロードしたそのままの状態で」使いやすさと 優れたガイドパフォーマンスを提供する
- 2. 経験豊富なユーザーに、洗練されたガイディングアルゴリズム、幅広いチューニング の余地、および様々な画像機器について広範なサポートを提供する
- 3. すべてのユーザーに対して、無料で利用可能でありながら、一貫して商業レベルの品 質を提供する。

PHD をより多くのプラットフォームに拡張し、さらにその機能を拡張するために、Craig は、オープンソースコミュニティに彼のプログラムをリリースし、その結果として PHD2 は生まれました。PHD2は、将来的な拡張性とサポートを見据え、再構築されました。さ らに、初期リリースの PHD2は すでに、元のすべてのコアの強みを維持しながら、かなり の数の新機能と改良点を含んでいます。ユーザーは、元のアプリケーションが非常に成功 した要因である「3つの目標」に PHD2 が引き続き注力していることを実感できるでしょ う。

メイン画面

PHD2のメインウィンドウは、起動後ただちに自然な流れでガイドを始められるように、 使いやすく、分かりやすいように設計されています。基本的な手順は以下のとおりです。

- 1. ガイドカメラとマウントを接続します。
- 2. 視野内のどの星がガイドに使用できるかを確認するため露出を開始します。
- 3. ガイドに使う星を選択し、オートガイダーをキャリブレーションします。
- 4. 様々な表示ツールを使用して状況を監視しつつ、ガイドを行います。
- 5. ガイドを停止します。必要に応じてガイドを再開します。



画面の大部分はガイドカメラからの映像の表示に使われています。ガイドに利用可能な 星を判断できるように、表示の大きさや明るさ、コントラストは自動的に調整されます。 ただし、これらの調整はあくまでも表示に対してのみ行われるもので、内部的には、PHD2 はガイド精度を最大化するために、未調整の生データを使用します。ここでの表示は、ガ イドに使う星をクリックで選択するために使用されます。スライダーを使うと、かすかな 星像が見えやすくなるよう調整することができます。

基本制御

画面の下の方にあるのがメインコントロール部分です。PHD2は、主にこれらのボタン やスライダー、およびウィンドウ上部にあるプルダウンメニューで制御されます。ボタン は左から順に以下の通りです。

- 1. USB 接続アイコン:カメラをはじめとした機器を接続するために使用
- ループアイコン:ガイドカメラによる繰り返し露出(ルーピング)を開始するために 使用。結果の画像(ガイドフレーム)はメインウィンドウに表示されます。ガイドが 行われている時に再度「ループ」アイコンをクリックすると、繰り返し露出を継続し ながらもガイドを一時停止します。
- 3. PHD2/ガイドアイコン:必要に応じてキャリブレーションを開始し、選択された星に 対してガイドを開始するために使用。
- 4. 停止アイコン:ガイドと繰り返し露出の両方を停止するために使用

停止アイコンの右に露出期間(0.001 秒~15 秒)のプルダウンリストがあります。ガイ ドカメラの露出時間を素早く設定するには、このコントロールを使用します。お使いのカ メラが露出時間の指定をサポートしていない場合は、PHD2 は露出時間をエミュレートす るために最善を尽くします。例えば、露出時間を最大 1/30 秒までしか設定できないウェブ カメラを使っている場合、希望の露出時間として1 秒を選択すると、PHD2 は自動的に1 秒間分の画像を取得し、これらをスタッキングしてガイド用の合成画像を作成します。

右隣のスライダーは画像のコントラスト、いわゆるガンマ値を調整するためのものです。 PHD2 はこれを自動的に調整しますが、視野内の星が見やすくなるよう、自分で調整した い状況があります。例えば、初めてガイドカメラの焦点を合わせる際、大きなピンボケ星 の画像を見る必要がある場合などに便利でしょう。このガンマスライダーは、見やすいよ うに表示の明暗を調整するだけのものです。PHD2 はカメラからの生データを用いてガイ ドを行っているので、スライダーを動かしてもガイドには影響しません。画面が「完全に 真っ白」または「完全に真っ黒」の場合、たいていは視野の中に利用できる星がないこと を示しています。 ガンマスライダーの隣は、いわゆる「脳みそボタン」です。このボタンは、PHD2のガ イディング動作を細かく調整するための「<u>詳細設定</u>」ダイアログを表示します。これらの パラメータを変更する必要性を最小限にすることが本プログラムの主要な設計目標ですが、 調整を恐れることは何もありません。ここで利用可能な調整項目は大幅にあなたの体験を 向上させることができます。ある程度時間をかけて、ここのダイアログを見て何ができる かを学ぶべきです。

右端にあるのは、「カメラプロパティ」ボタンです。ガイドカメラの種類によっては、 このボタンからカメラ独自の設定を行えることがあります。しかし、ゲインやビニングと いった一般的な設定は、通常、「詳細設定」の「カメラ」タブで行います。ボタンが無効 になっている場合、様々な設定は「詳細設定」から行えます。

メニュー

メインウィンドウ上部にあるプルダウンメニューは、様々な機能にアクセスするために 使用されます。これらはこのヘルプドキュメントの「<u>ダークと不良ピクセルマップ</u>」、「<u>ツ</u> <u>ールとユーティリティ</u>」または「<u>視覚化ツール</u>」セクションに記載されています。

ステータスバー

ガイド	S/N比 24.4	 29 ms, 0.4 px 	38 ms, 0.4 px	Dark	キャリブ	

メインウィンドウの下部のステータスバーは、メッセージおよびステータス情報を表示 するために使用され、ガイド動作を追跡するのに役立ちます。

ステータスバーの中央付近には、ガイド星の現在の状態が表示されます。S/N 比(SNR) が 10 以下になると、星を見失う可能性があるという警告として、その値が黄色で表示されます。ガイド星の像が飽和している場合、S/N 比の左側に赤い字で「SAT」(Saturated) と表示されます。

ガイド星のステータス表示の右側には、直近の赤経方向および赤緯方向のガイドコマン ドを示す2つのテキストフィールドがあります。ここにはガイドパルスの大きさ、ピクセ ル単位であらわした修正量、修正方向を示す矢印が表示されます。矢印は通常の方位表示 に従っていて、赤緯側の上矢印/下矢印は北/南に、赤経側の左矢印/右矢印は西/東に 対応しています。同様の情報はすべてログファイルに記録されていて、様々なツールで表 示することが可能です。これはガイドのパフォーマンスを視覚化するために必要なもので す。しかし、ステータスバーのこの表示は、異常を視覚的に素早く発見するのに役立ちま す。

ステータスバーの右端には、PHD2の現在の状態を視覚的に示すアイコンがあります。 これらのアイコンは色によって現在の状態を把握できるようになっています。その意味は 以下の通りです。

- Dark:赤は、ダークライブラリも不良ピクセルマップも使われていないことを示し、緑は、 これらのいずれかが使われていることを示します。不良ピクセルマップを使用して いる場合、ここの文字は「Dark」ではなく「BPM」(Bad-Pixel Map)になります。
- Cal:キャリブレーションの状態を示します。赤は、キャリブレーションが行われていない ことを示します。黄色は、キャリブレーションはされているものの、望遠鏡が向いて いる方向が考慮されていないことを示します。これは PHD2 において ASCOM また は Aux マウントによる接続が使用されていないときに起こります。ここが黄色の場合、 赤緯の異なる方向に望遠鏡を向けたとき、再キャリブレーションが必要になります。
- ボール(●):機器プロファイルに登録されている機器が正しく接続されているかどうか を示します。ボールが緑ならすべて正しく接続されていますが、黄色の場 合、いくつかが接続されていません。

マウスカーソルをこれらのアイコンの上に動かすと、現在の状態の詳細を見ることがで きます。

PHD2 の使い方

ガイドを開始するには5つの基本的なステップがあります。

- 1. カメラボタンを押して、ガイドカメラとマウントを接続する。
- 2. ドロップダウンリストから露出時間を決定する。
- 3. ループボタンを押して星を探す(必要ならピント合わせもここで)。ガイドマウント を動かしたり、露出時間を調整したりしてガイドに適した星を決定する。
- 4. 画面の端に極端に近くなく、飽和していない星をガイド星として選び、クリックする。
- 5. PHD2 ガイドボタンを押す。

それぞれの操作の詳細は、以下のセクションで説明します。

機器の接続

ガイドを始めるために、まずは PHD2 をガイドカメラ、マウント、オプションとして Aux マウント、補償光学装置(AO)、ローテータなどのハードウェアに接続する必要がありま す。USB アイコンをクリックすると、以下のようなダイアログが出てきます。

機器と接続	
	機器プロファイル simulator ▼ プロファイル管理 ▼
あら 一度	かじめ設定してある機器は[全て接続]で一度に接続、または[全て切断]で に切断することができます。また機器別のボタンをクリックして機器毎に [接続]または[切断]することも可能です。
カメラ	Simulator 🗸 🔀 接続
マウント	On-camera 🔹 😿 接続
Auxマウント	無し ・ 😿 接続
追加の機器	ŧ
	全て接続 全て接続断 クローズ

カメラの選択

ドロップダウンリストには、現在 PHD2 でサポートされているカメラが並んでいます。 PHD2 でカメラを利用するためには、各 OS に応じたドライバが正しくインストールされて いることが必要です。カメラが ASCOM インターフェイスを使用する場合には、そのカメ ラに対応した ASCOM ドライバのインストールも必要です。使おうとしている ASCOM 互 換カメラがドロップダウンリスト中に現れない場合、おそらく ASCOM ドライバのインス トールが必要です。PHD2 には ASCOM ドライバも OS 用のドライバも同梱されていない ので、ドライバは別途入手し、インストールする必要があります。ASCOM 接続しないカ メラの場合、カメラを PHD2 から利用するのに必要な追加アプリケーションライブラリは PHD2 に含まれています。

PHD2 でサポートされているカメラの完全なリストを示すのは現実的ではありません。 多くの場合、カメラベンダーは PHD2 で使われるアプリケーションライブラリを変更する ことなく、ドライバのアップデートによって製品ラインを拡大します。このようなケース では、ユーザーから問題が指摘されない限り、我々は変更に気付きません。以下に示すリ ストは、次のように解釈すべきです。

- カメラベンダーが完全になくなっている場合、そのカメラはサポートされないか、 Web-cam インターフェイスでの利用のみサポートされます。
- リスト中にそのカメラの機種があった場合、ベンダーのドライバに起因する解決不能 な問題が発生しない限り、そのカメラはサポートされます。
- 3. あるカメラの機種がリストにはなく、一方で、同系列のより古いモデルがリスト中に ある場合、たいていそのカメラはサポートされます。
- 4. カメラが ASCOM インターフェイスを利用する場合、そのカメラはサポートされます。

PHD2 のダウンロードは無料ですから、サポートの有無を確認するもっとも単純な方法 は PHD2 をインストールしてリスト中にお使いのカメラが出てくるかどうか確認すること です。あるいは、PHD2 Google Forum の Wiki 上にあるサポート情報をチェックすること もできます。

https://github.com/OpenPHDGuiding/phd2/wiki/CameraSupport

さらには、<u>open-phd-guiding forum</u>に投稿して、そのカメラを使ったことがある人がい るかどうか尋ねてみることもできます。 基本サポートしているカメラ

Windows:

- ASCOM v5/6 compliant cameras
- Atik 16 series, color or monochrome
- Atik Gen 3 color or monochrome
- CCD-Labs Q-Guider
- Fishcamp Starfish
- iNova PLC-M
- MagZero MZ-5
- Meade DSI series: I-III, color and monochrome
- Orion StarShoot DSCI
- Orion Starshoot Autoguider
- Orion Starshoot Planetary Imager and Autoguider
- QHY 5-II
- QHY 5L-II
- SAC4-2
- SBIG
- SBIG rotator
- Starlight Xpress SXF / SXVF / Lodestar
- Webcams (LXUSB, parallel, serial, OpenCV, WDM)
- ZWO ASI

Mac:

- Fishcamp Starfish
- KWIQGuider
- Meade DSI series: I-III, color and monochrome
- Orion Starshoot Autoguider
- SBIG
- Starlight XPress SXV
- The Imaging Source (DCAM Firewire)
- ZWO ASI

SBIG デュアルチップカメラのサポート

SBIG のカメラの多くには、撮影用とガイド用の2つのセンサーが搭載されています。2 つのセンサーは物理的に分かれていますが、カメラ内部の電子回路は共有しており、コン ピュータとの接続も1つの USB データリンクを分け合っています。このことは、2つのセ ンサーからのデータ転送は調整されている一すなわち、メインセンサーからデータが転送 している間はガイダーからデータを受け取れないということを意味しています。さらに、 Windows には1つの USB リンクで接続されたカメラには、同時に1つのアプリケーショ ンしか接続できないという制限があります。これらの物理的かつアーキテクチャ上の制限 は、PHD2 だけでは回避できません。しかし、カメラコントロール(イメージキャプチャ) アプリケーションに、上記のような制限を迂回し、ガイドチップからのデータを PHD2 に 転送するようなインターフェイスを実装することは可能です。この方法においては、イメ ージキャプチャアプリケーションは2つのセンサーへのアクセスを調整する交通警官のよ うな役割を果たします。これを書いている時点(2015 年 10 月)で、この機能を有してい るのは Sequence Generator Pro (SGP)のみです。SGP をメインのイメージングアプリケ ーションとして用いているのであれば、SGP API Guider モジュールを使用することで、 PHD2 が SBIG 製カメラのガイドチップにアクセスすることが可能になります。

ASCOM カメラのプロパティ

ASCOM 互換カメラを選んだ場合、「接続」(Connect) ボタンの左隣にあるボタンを押 すことで、カメラの ASCOM 設定ダイアログにアクセスすることができます。

機器と接続		x
	機器プロファイル simulator ▼ プロファイル管理 ▼	
あら 一度	かじめ設定してある機器は[全て接続]で一度に接続、または[全て切断)で に切断することができます。また機器別のボタンをクリックして機器毎に [接続]または[切断]することも可能です。	
カメラ	Camera V2 simulator (ASCOM) 🗸 🛃 😿 接	続

カメラによっては、ここから PHD2 では制御できないプロパティにアクセスすることが できます。

同じタイプの複数のカメラ

コンピュータに同じメーカーの複数のカメラが接続されている場合、PHD2 で使用する カメラがどちらであるか指定する必要があります。カメラのドロップダウンリストの右側 にある「フォーク」ボタンをクリックすることで、これを行うことができます。

機器と接続	×
機器プロファイル simulator → プロファイル管理 →	
あらかじめ設定してある機器は[全て接続]で一度に接続、または[全て切断]で 一度に切断することができます。また機器別のボタンをクリックして機器毎に [接続]または[切断]することも可能です。	
カメラ Camera V2 simulator (ASCOM) 🗸 🐼 😿 接	続

ボタンをクリックすると、選択可能なカメラのリストが現れ、使いたいカメラをここか ら選ぶことができます。ここで選択したカメラは PHD2 に記憶され、機器プロファイルの 一部として保存されます。なので、この選択は一度行うだけで大丈夫です。

マウントの選択

ドロップリストにはマウントを接続するためのオプションが表示されます。マウントの 接続には一般的に2つの方法があります。

- 1. ASCOM 互換望遠鏡ドライバを用い、ガイド信号をシリアルケーブルで送る(より一般的な言い方をすれば USB 接続またはシリアル接続)。
- マウントのST-4互換ガイドポートと中継装置(カメラ、Shoestring Astronomy 製リレーボックスなど)を専用ケーブルで接続する。

ASCOM インターフェイスは、マウントとの通信をサードパーティ製のドライバに依存 しています。これらのドライバは ASCOM のウェブサイト (ASCOM Standard) やマウン トのメーカーから入手可能です (PHD2 からは提供されません)。そのため、ドロップダ ウンリストにはシステムにインストールした ASCOM ドライバの分しか現れません。 ASCOM ドライバは、長年にわたって ASCOM 準拠の要件であり、広くサポートされてき た「PulseGuide」インターフェイスをサポートしていなければなりません。このタイプの マウント制御では、PHD2 からのガイドコマンドはシリアルインターフェイスを通じてマ ウントに送られます。PHD2の高級ガイドコマンド(「西へ 500 ミリ秒角移動」など)は、 マウントのファームウェアによってモーター制御信号に変換されます。また、ASCOM イ ンターフェイスにより、PHD2 はマウントの向いている方向、特にオートガイダーのキャ リブレーションに必要な、赤緯の情報とマウントに対する望遠鏡の位置の情報を得ること ができます。

「ガイドポート」インターフェイスは多くのマウントで使用可能で、各マウントに特化 したハードウェアレベルの制御ポートを使用します。このタイプのインターフェイスを使 用するためには、PHD2とマウントとを接続するために下記のいずれかの装置が必要です。

- 1. ST-4 互換「オンボード」インターフェイスを持つガイドカメラ
- 2. Shoestring Astronomy の GP-xxx デバイス
- 3. ガイドポートインターフェイスを備えた補償光学装置

このタイプのマウント制御では、PHD2からのガイドコマンド(「西へ 500 ミリ秒角移動」など)は上記のような中継装置によって、マウントのモーターを必要量、必要時間だけ動かすための電気信号に変換されます。

Aux マウントの選択

(訳注: Aux…Auxiliaryの略。「補助の」「予備の」といった意味合い)

「マウント」の項目で ST-4 互換インターフェイスを選択した場合、望遠鏡が向いている 方向についての情報を得ることができません。すなわち、キャリブレーション時にガイド 星の赤緯の情報を自動的に考慮したり、天体の子午線通過に伴って自動的に望遠鏡の姿勢 を反転させたりといったことが不可能になります。これらの機能を利用したい場合、Aux マウントの項目を利用し接続します。以下がその例です。

Connect Eq	uipment 💽
	Equipment profile Long_FL Manage Profiles
Select you All to disc	r equipment below and click Connect All to connect, or click Disconnect onnect. You can also connect or disconnect individual equipment items by clicking the button next to the item.
Camera	Fishcamp Starfish 🗸 😿 Connect
Mount	On-camera 🗸 🔀 Connect
Aux Mount	AstroPhysics GTO V2 Mount (ASCOM)
AO	None
	Connect All Disconnect All

Linux ユーザーは INDI ドライバによって、Windows ユーザーは ASCOM 互換ドライバ によって Aux マウントの機能を利用することができます。なお、Aux マウントの項目は、 マウントのプライマリインターフェイスが姿勢を通知することができない場合にのみ利用 し、それ以外の場合は無視してかまいません。

注:一部のマウント(例: Celestron やiOptron)には「Aux」とラベルされたハードウェ アポートがマウント本体やコントローラについていますが、これをガイドに使っては いけません。PHD2 で言うところの Aux 接続とは全く無関係です。

Aux マウントのリストの末尾には「Ask for coordinates」と書かれた項目があります。 これは、マウントに ASCOM や INDI で接続できない場合に、基礎的な Aux マウントの機 能を提供します。このオプションを実行する必要がある場合、詳細は「<u>ツールとユーティ</u> リティ」の項を参照してください。

ASCOM (または INDI) 接続を使用する利点

Windows プラットフォームを利用している場合は、ASCOM 接続を使用してマウントを ガイドする方がよいでしょう。それ以外の OS では、利用可能な場合は INDI 接続が最適で す。このアドバイスは、旧来のやり方やウェブ上で広まっている通説に反していて、ガイ ドカメラのメーカーからはおそらく聞いたこともない話ないでしょう。しかし、PHD2 で この接続方法を使うメリットは大きいので、特定の信頼できる情報を持っていない限り、 この方法を使うべきです。主な利点は次のとおりです。

- 再キャリブレーション回数の大幅な減少。PHD2は望遠鏡がどこを向いているかを知ることができるようになります。そのため、それに合わせてキャリブレーション結果を自動的に調整することができるようになり、ターゲットを変えても再キャリブレーションをする必要がなくなります。ほとんどの場合、良好なキャリブレーション結果が得られ、なんらかのハードウェアの変更を行うまで再利用することができます。
- 子午線反転の自動調整。望遠鏡が子午線を挟んで動くとき、望遠鏡の姿勢が Telescope west から Telescope east へと反転しますが、このときにキャリブレーションデータを 手動で反転させる必要がありません。
- 3. 空の異なるターゲットに向けた時の、赤経キャリブレーションの自動補正(赤緯補償)
- 4. ST-4 ケーブル由来のトラブルを防ぐ。ケーブルが壊れたり、電話線などのよく似たケ ーブルと混同したりする可能性があり、これは驚くほど一般的な問題です。
- 5. 望遠鏡が動いたときに、ケーブルが引っかかったり、引きずられたり、絡まったりす る可能性を減らします。
- 6. PHD2 によるキャリブレーション結果のチェック機能が向上し、撮影時間を無駄にしてしまう前に、起こりうる問題を警告できるようになります。
- 7. 診断やトラブルシューティングに関する情報の改善。これは、援助を求める必要があ る場合に特に役立ちます
- 8. 極軸合わせのプロセスをより高速化できる、ドリフトアラインメント中の望遠鏡旋回 オプションが利用できるようになります。

2005年ごろより以前に製造された古いマウントの場合、ファームウェアレベルで ASCOM のパルスガイドをサポートしていない可能性があります。そのような場合は、ST-4 インターフェイスを使用してより良いガイド結果を得ることができます。よく分からない 場合は、マウントの説明書を参照するか、パルスガイドのサポートの有無についてフォー ラムで質問するなどしてください。このような場合でも、PHD2の「Aux マウント接続」 を介して ASCOM を利用することができ、上記の利点の多くを得ることができます。掲示 板で見られるよくある誤解は、ST-4 接続でのガイドはハードウェアベースであるため、正 確で応答が早いというものです。しかし、目にする可能性がある現代的なマウントについ ては、これはもはや真実ではありません。ST-4 接続といえども、そのケーブルの先では ASCOM 接続でのガイドと同様、ソフトウェアが走っているのですから。結論はこうです。 使っているマウントについて、利用できる ASCOM ドライバまたは INDI ドライバがある 場合、それを使用すべきです。

補償光学装置(AO)/ローテータの選択

PHD2 では StarlightXpress 製の補償光学装置や、いくつかの ASCOM 互換カメラ回転 装置(ローテータ)を制御することができます。これらの項目は「More Equipment」のボ タンをクリックすると現れます。

Connect Equ	ipment 🛛 🕅
	Equipment profile AO Manage Profiles
Select y All to d	our equipment below and click Connect All to connect, or click Disconnect lisconnect. You can also connect or disconnect individual equipment items by clicking the button next to the item.
Camera	Simulator 🗸 🔀 Connect
Mount	AstroPhysics GTO V2 Mount (ASCOM)
Aux Mount	None 👻 🔀 Connect
Hide	
AO	sxA0 👻 🔀 Connect
Rotator	PlaneWave Rotator (PWI3) (ASCOM) 🗸 🕅 🐼 Connect
	Connect All Disconnect All Close

このような装置を持っていない場合、この項目は「無し」のままにしてください。これ らの機器が接続された場合、「詳細設定」(Advanced setting)ダイアログにこれらの機 器に関連した設定をするための新しいタブが追加されます。PHD2はローテータを直接制 御はしませんが、ローテータの現在の角度を取得して、必要に応じてガイド時のキャリブ レーションを調整します。

シミュレータ

PHD2 で制御されるすべての機器—カメラ、マウント、AO—について、PHD2 にはシミ ュレータが組み込まれています。これらのシミュレータは、PHD2 がどのように動作する のかを調べ、どのようにこのプログラムを使用するかを決めるのに利用できます。PHD2 の操作を学ぶためだけに貴重な観測時間を無駄にする必要はありません!シミュレータを 使用した場合でも、キャリブレーションやグラフィカルな表示機能を含め、PHD2の全て の機能は正しく動作します。このシミュレータは実使用時に思いつくようなことを確認で きるよう、かなり現実に近いガイドパフォーマンスを示します。シミュレータを使用する ためには、カメラの選択で「Simulator」、マウントの選択で「On-camera」を選びます。

ただしシミュレータは、現実のマウントで発生した問題のトラブルシューティングには 役に立ちません。問題を診断したり、歯車を較正して作動させたりするためには、カメラ とマウントの両方が現実のデバイスでなければなりません。シミュレータを使っていると きに見えるものは本物っぽいですが、その意味で、あくまで「偽の」動作にすぎません。 シミュレータは、PHD2のアプリケーション側の問題を再現するのには役立つかもしれま せんが、現実のガイド装置とは全く関係ありません。

機器のプロファイル

「機器を接続」ダイアログの最上部には、機器構成を管理するためのコントロールがあ ります。PHD2 でのガイド機器のセッティングは、デフォルトのものも含め、プロファイ ルとして自動的に保存されます。いつも同じカメラ、同じガイド鏡を用いるのであれば、 これをデフォルトとして、特にプロファイルの使い分けは必要ありません。しかし複数の 機器構成—例えば長焦点鏡を用いる場合はオフアキシスガイドを用い、短焦点鏡を用いる 場合は別途ガイド鏡を用いる、など—を使い分ける場合もあります。この場合、PHD2 の ガイドセッティングはそれぞれで異なるので、別々のプロファイルに保存したいものです。 「機器を接続」ダイアログ最上部のコントロールを用いると、使用したいプロファイルの 選択や、プロファイルの作成・編集・削除を行うことができます。使用したいプロファイ ルを選択し、対応する機器を接続すると、そのプロファイルで前回使用した時のセッティ ングが自動的に読み込まれます。一度プロファイルを確立してしまえば、次からは「すべ て接続」をクリックするだけで、先に進むことができます。

もしすでにデフォルトの機器構成があり、単に前回と同じ構成で接続したいのであれば、 シフトキーを押しながらメインウィンドウのカメラボタンをクリックすることで接続する ことができます。

新規プロファイルウィザード

新しいプロファイルを作成するには、ウィザードの使用をお勧めします。ウィザードは 設定の説明を行う一連のダイアログを通じ、設定を助けます。正しくガイドが行われるよ う、ガイドアルゴリズムの推奨設定値も計算されます。この方法を使えば、「機器の接続」 ダイアログから手動でプロファイルを作成するより速く、かつ間違いなくプロファイルを 作成することができます。PHD2 を初めて起動すると、ウィザードが自動的に立ち上がり ます。また「機器の接続」ダイアログの「プロファイル管理」で「新規 ウィザードを使う …」を選択することでもウィザードを起動することができます。

ウィザードは、プロファイルを正しく構築するために重要な質問をしてきます。ウィザ ードの各場面で、何を尋ねられていて何を答えるべきか、は画面に表示される説明文を見 れば分かります。しかし、ここではプロセスを進めるのに役立つ追加情報をご紹介します。

1. 「ガイドカメラ選択」(Camera connection) 画面: unbinned pixel size

このフィールドの横にある「検出」ボタンを使用すると、カメラから直接ピクセルサイ ズを取得できます。このオプションを最初に試してください。しかし、一部のカメラやド ライバはこの情報を提供しないので、自分で入力する必要があります。ビニングしていな い状態でのピクセルサイズは、カメラのスペックシートやメーカーのウェブサイトで調べ ることができます。ピクセルが正方形でない場合、どちらかの辺の長さ、または平均値を 入力します。ここに入力した値はガイド結果には影響を与えませんが、PHD2 でガイド結 果を秒角単位で表示することができるようになります。これはパフォーマンスを調べる最 良の方法です。

2. 「ガイドカメラ選択」画面:ガイド鏡の焦点距離

ここはもっとも間違えやすい場所なので、注意して正しい値を入力しましょう。ここに 入力するのはガイド鏡の口径ではなく焦点距離です。例えば「50mm ファインダー」をガ イドに使う場合、焦点距離は 50mm ではなく、おそらく 150~175mm くらいではないで しょうか。60~80mm の屈折式ガイド鏡なら、焦点距離は 240~500mm くらいでしょう。 60~80mm ではありません。同様に、撮影鏡に取り付けたオフアキシスガイダーを使う場 合、焦点距離は撮影鏡のものになります。ガイドカメラに小型のレデューサーを装着して いる場合には、それも計算に入れます。ピクセルサイズの情報と同様、焦点距離の数字は 厳密である必要はありませんが、なるべく実際に近いものにしてください。そうしないと、 パフォーマンスを表す数字が実際の結果を反映しないものになってしまいます。

3. 「マウント接続の選択」(Mount connection)画面: mount guide speed

これも混乱しやすい部分です。ここにはガイドスピードを入力するのですが、実際に使われるガイドスピードのパラメータはマウントまたはマウントのドライバに設定するもので、PHD2はガイドスピードについては制御を行いません(訳注:つまり、ここには「マウントにセットした設定値」を入力します)。PHD2が行うのはガイドスピードの値の読み込みのみです。通常、ガイドスピードは日周運動の速度の倍数で表され、0.5×~1×くらいにするのが普通です。はるかに遅い速度にするよりは、この範囲の速度に設定した方が一般に良い結果が得られます。より速いガイドスピードはバックラッシュを素早く解消するのに役立ち、また「stiction」として知られる問題の克服につながる場合があります(訳注:マウントのギアの噛み合いが渋い場合などに、モーターの回転力が回転機構の抵抗力に負けてしまう場合があります。この抵抗力を static friction(静止摩擦)、縮めて俗に

「stiction」と呼びます。stiction が大きいと、モーターの回転力は回転機構の中にひずみ として蓄積され続け、これが抵抗力を上回ると、ばねで弾かれたように軸が一気に回転し ます。これは補正のオーバーシュートとしてガイド結果に現れます)。マウントが物理的 に接続されていて、ASCOM(または INDI)インターフェイスを使用している場合、「検 出」(Detect)ボタンをクリックすると、PHD2はマウントから現在のガイド速度を読み 込もうとします。これが何らかの理由で失敗した場合は、手動でガイド速度を入力する必 要があります。PHD2はこの値を使用してキャリブレーション・ステップサイズを自動的 に設定し、キャリブレーション結果の確認を支援します。しかし、ガイドスピードの情報 は実際のガイドにとって重要ではありません。赤経軸と赤緯軸とで異なるガイドスピード を用いている場合、大きい方の値を入力します。マウントに設定されたガイドスピードの

ウィザードの最後には、そのプロファイルで用いるダークライブラリを作成するオプシ ョンがあります。すでに互換性のあるダークライブラリが手元にあって、これを別のプロ ファイルからインポートするのでない限り、ダークライブラリの作成は必ず行うべきです。 カメラを交換した場合、以前のカメラで作成したダークライブラリや不良ピクセルマップ を保持したい時は、新しいカメラ用に別個のプロファイルを作成します。既存のプロファ イル上でカメラのみを変更すると、以前に作成したダークライブラリや不良ピクセルマッ プ使用できなくなります。同じカメラで異なるビニング係数を使用する場合も同様です。 ダークライブラリと不良ピクセルマップはビニング係数に依存するため、ビニング係数が 異なる場合、別々のプロファイルに保存する必要があります。

露出時間と星の選択

ガイドに使う星は「ルーピング」が行われている間にクリックすることで選ぶことがで きます。ルーピングを止めた後に選ぶこともできますが、露出を止めてから星を選ぶまで の間に星が動いてしまう可能性があるので、前者がお勧めです。星を選ぶ際、高い精度で 星の位置をクリックする必要はありません。PHD2はクリックされた位置に最も近い星を 自動的に見つけるからです。星を選択すると、星を囲むように緑色のボックスが現れます。 もし明るすぎる星を選んだ場合、「saturated」(飽和しています)と警告が出るので、別 の星を選ぶか、露出時間を短くしてください。露出時間は機器構成や空の状態、視野内の 星によって変わってきます。露出時間にはいくつかの意味があります。

- 選択した星からのシグナル強度に影響します。明るい星は背景から際立っていて、飽 和していない限りは一般的に良好なガイド結果をもたらします。
- マウントに送られるガイドコマンドの頻度を決定します。ガイドコマンドは1回の露 出時間より短い間隔で送出することはできません。マウントによってはこまめなガイ ド修正が有効な場合がありますが、逆にそうでない場合もあります。どのような動作 が自分のシステムに最適か、試行錯誤が必要かもしれません。
- シーイングの状況はガイドアルゴリズムの感度に大きな影響を与えます。露出時間を4 ~6秒程度に延ばすと、シーイングの影響が緩和されます。シーイングによる大きく、 高頻度な星の動きはカメラで平均化されるので、ガイドアルゴリズムはシーイングに よる星の動きと、本来修正すべき星の動きとを容易に識別できるようになります。

まずは手始めに、1~5秒の範囲で露出時間を調整してみるとよいでしょう。画面上に星 が見えるようになってきたら、自分自身でガイド星をクリックして選ぶより、PHD2の自 動選択機能(キーボードショートカット:Alt-S)を利用してみましょう。初めて機材を設 定する場合、よりよいガイドのために、ガイドカメラのピントを合わせる必要があります。 ガイド星プロファイル表示(Star Profile)ツールが役に立つでしょう。

露出時間を「オート」にすることもできます。「オート」にセットした場合、PHD2 は 選択されたガイド星の S/N 比が一定になるよう露出を調整します。PHD2 によって測定さ れるこの値は、星が背景からどれだけよく識別できるかを示すもので、測光で言うところ の S/N 比とは似て非なるものです。「オート」のセッティングは、ガイド星を見失わない 範囲で露出時間を極力切りつめたい AO のユーザーにとって特に有用です。オート露出の コントロールについては「詳細設定」(Advanced setting)の「カメラ」(Camera)タブ で設定することができます。AOを使わないユーザーは、ガイド結果の解釈が難しくなるので「オート」の設定は使わない方がいいでしょう。

オートキャリブレーション

通常のマウント

キャリブレーションでは2つの項目について測定を行います。

1. 望遠鏡の赤緯軸、赤経軸に対するガイドカメラの傾き

2. 望遠鏡を特定の量だけ動かすのに必要なガイド信号の長さ

PHD2は、マウントにガイド信号を送り、その時の星の動きを監視することで上記の項 目を測定します。このプロセスはガイド星を選択し、「ガイド/ターゲットアイコン」ボタ ンを押すと開始されます。ガイド星上には黄色い十字線が現れ、PHD2はマウントを様々 な方向に動かして、コマンドに応じて星がどう動くかを監視します。ステータスバーには、 開始位置からのガイド星の相対的な動きと、送信されたコマンドが表示されます。PHD2 は最初に東西、次に南北と、2つの軸についてこの動作を行います。正確なキャリブレーシ ョンのためには、各方向とも25ピクセル以内の移動が望ましいです。これが完了すると、 黄色い十字線は緑色に変わり、自動的にガイドが開始されます。

PHD2 は四方向にガイド星を動かしますが、ガイドレートやカメラの傾きの決定には西 方向と北方向の動きしか計算に使いません。東方向と南方向の動きは、星の位置を初期状 態に戻すためだけのものです。北方向に動き始める際、バックラッシュを解消するために 一連のパルスが発信されるのに気付くかもしれません。PHD2 は、マウントの動く方向を 反転したときに星が動くかどうかを監視し、それを元にバックラッシュを解消する、より 積極的なアプローチを取っています。それでも、特に長い焦点距離でガイドをしようとし ている場合など、架台の赤緯側のバックラッシュを解消しきれないことがあります。その 場合、計算された赤緯側のレートは実際よりも低くなりますが、このような状況について は「<u>ツールとユーティリティ</u>」の章で議論します。南向きのパルスが発信されても星が初 期位置に戻りきらないことがありますが、これは架台の赤緯側バックラッシュが可視化さ れた例の1つです。大きなバックラッシュの証拠を見つけた場合、「ガイドアシスタント」 を使うことで、その大きさを直接測定することができます。

多くの場合、ユーザーが何もしなくてもキャリブレーションは自動的に完了します。頻 繁にキャリブレーションに失敗する場合は、トラブルシューティングを参照してください。

「マウント」または「Aux マウント」に ASCOM 接続(または INDI 接続)を使用して いる場合、キャリブレーション結果は長期間にわたって再利用可能で、操作に当たって好 ましい方法です。これらの接続方法では、PHD2は望遠鏡がどこを指しているかを知るこ とができます。そのため、空のある点で行われたキャリブレーション結果は、望遠鏡が異 なる目標に向いた場合でも、その位置に合わせて自動的に調整されます。PHD2 が望遠鏡 の向きについての情報を持っている限り、望遠鏡の向きが変わったり、姿勢が変わったり するたびに再キャリブレーションが必要になるようなやり方は過去のものです。ASCOM 接 続などを利用している場合、装着したガイドカメラの傾きが 5 度以上異なるか、ハードウ ェアの大きな変更があった場合にのみ再キャリブレーションを行います。一般に、天の赤 道から±20度の範囲内で、大きなシーイングの乱れがない高度でキャリブレーションを行 うと、最も良い結果が得られます。この接続方法では、PHD2は望遠鏡の向きについての 情報を持っているので、「詳細設定」のガイド(Guiding)タブにある 'Auto restore calibration'オプションには自動的にチェックが入ります。この時点から、機器に接続して ガイド星を選択し、すぐにガイドを始めることができます。最後に、機器プロファイルに ローテータを登録して使っている場合、PHD2 はローテータ接続を利用することで、ガイ ドカメラの角度位置に基づいたキャリブレーションの調整を行います。これで再キャリブ レーションの必要性がまた一つ減ります。

直近のキャリブレーション結果は、「ツール」メニューから「キャリブレーションデー タの参照」(Review Calibration Data)を選ぶことでいつでも確認できます。ダイアログ が開くと、架台の動きが各種の計算数値とともにグラフィカルに表示されます。このウィ ンドウについては「キャリブレーションデータの詳細」の項にも記載されています。簡単 なクオリティチェックとしては、このウィンドウで1)赤経軸と赤緯軸が直交しているか2) プロットされた点が明らかに曲線を描いたり、折れ曲がったり、密集したり、途中で逆行 したりすることなく、おおよそ直線上に載っていることを確認します。もしグラフにこう したおかしなパターンを見つけた場合は、キャリブレーションを再実行するべきでしょう。 たとえハイエンドのマウントを使用していたとしても、風や悪シーイングといった外部要 因でキャリブレーション結果を破棄しなければならないことはあります。 キャリブレーションが終わると、PHD2 はキャリブレーション結果が妥当かどうかのチ エックを行います。もし何らかの異常があれば、メインウィンドウの上部にキャリブレー ション結果に疑問がある旨の警告が表示されます。メッセージを閉じて警告を無視するこ ともできますし、「詳細」を押して警告についての詳しい情報を見ることもできます。明 らかに不適切なキャリブレーション結果を利用する意味はありませんから、これらの警告 には一般に注意を払うべきです。

補償光学装置

補償光学装置(Adaptive Optics Devices, AO)を使用している場合、2つのキャリブレ ーションプロセスを完了する必要があります。最初はAOのチップ/ティルトミラーのキャ リブレーションで、これらがガイド星の移動に与える影響の大きさと方向を計算します。2 つ目のキャリブレーションは、上述の場合と同様、マウントを動かすのに必要なガイドコ マンドの量を決めるものです。ガイド星がAOで補正できる範囲を超えて動いた場合、

「bump」コマンドとして知られるコマンドが発行され、マウントの動作によってガイド星が中央に戻されます。後者のマウントのキャリブレーションはこれに対応したものです。

ガイド

ガイドが始まると、どんなガイドコマンドがマウントに送信されているかを示す診断メ ッセージがステータスバーに表示されます。PHD2 は停止アイコンがクリックされるまで ガイドを継続します。ガイドを再開するには、ルーピングを開始し、星を選んでガイドボ タンを押すだけです。キャリブレーションを再度行う必要はありません。PHD2 がガイド 星を見失った場合、ビープ音とオレンジ色の十字線の点滅で警告します。これは以下のよ うな理由で発生することがあります。

- 1. 雲や観測所の屋根、木などによって星が隠された場合
- マウントやカメラ、ケーブルなどのズレが原因で星が追跡範囲の四角から飛び出した 場合。ケーブルの引っ掛かりがしばしばこれを引き起こします。
- 3. 星像が微かすぎるなどの理由で星を見失った場合

ともあれ、原因を特定し、これを解消する必要があります。なお、PHD2 がガイド星を 再発見するために勝手に望遠鏡を動かし始めることはありません。PHD2 は現在の追尾範 囲内部にガイド星が再び現れるかどうか、露出と監視を続けるのみです。

初めてガイドを行う際、ウィンドウ上部に、ダークライブラリや不良ピクセルマップが 使用されていない旨の警告が出ることがあります。この警告を無視してガイドを続行する こともできますが、今後のためにも、数分かけてダークライブラリを作成しておくと、よ り良い結果が期待できます。

ドイツ式赤道儀を使用している場合、天体が子午線を超える際に通常、姿勢の反転をす る必要があります。すなわち、望遠鏡の姿勢を Telescope-west から Telescope-east に変更 し、撮影を再開します。これを行うと、赤緯の方向が逆転するので元のキャリブレーショ ンは無効になります。マウントとの接続に ASCOM インターフェイス(または Aux)を使 用している場合、キャリブレーション結果は自動的に修正されるので、単にガイドを再開 するだけで大丈夫です(カメラや接眼部を回転させていない限り)。望遠鏡の向きを取得 できないインターフェイスを使用している場合、キャリブレーション結果を自分で調整す る必要があります。もちろん、キャリブレーションをやり直してもいいのですが、多少な りとも時間がかかります。「ツール」(Tools)メニューの下の「キャリブレーションデー タの反転」(Flip calibration data)を使えば、すぐにガイドを再開することができます。

注:「キャリブレーションデータの反転」は、ASCOM や Aux マウントで接続している場 合には、何の効果もありません。

再キャリブレーションを強制することもできます。例えば、ケーブルの問題を解決する ためにガイドカメラを回転させた場合などです。「脳みそアイコン」から「マウント」(Mount) タブに移動し、「キャリブレーションクリア」(Clear calibration)にチェックを入れるこ とでこれを行うことができます。あるいは、単純に Shift キーを押しながらガイドボタンを クリックすることで行うこともできます。

ガイドが始まったら、どのようにガイドが行われているか知りたいと思うでしょう。も ちろん、ガイドカメラからの画像を確認することはできますが、細かい調整が行われてい るかどうかまでは見ることができません。しかし、PHD2は「<u>視覚化ツール</u>」の章で説明 するように、ガイド状況を測定、表示するための様々なツールを装備しています。ガイド アルゴリズムによっては、コマンド送信1回あたりのガイドの最大修正量が制限されてい る場合があります。これらの値が小さすぎる場合、メインウィンドウ上部に警告ダイアロ グが出ます。問題が再発する場合、該当する値を増やすか、根本的な問題の解決を図って ください。

ダークフレームと不良ピクセルマップ

イントロダクション

ガイドに用いられるカメラは一般に温度制御を受けておらず、画像はノイジーになりが ちです。結果として、ガイドフレームにはいわゆる「ホットピクセル」やカブリが「欠陥」 としてしばしば現れます。これらの欠陥があまりに多いと、よいガイド星を選ぶ際に問題 になります(ホットピクセルを星と勘違いしてキャリブレーションしようとするのは初心 者によくありがちなトラブルです)。ガイドを始めた後でも、ガイド星のそばのホットピ クセルはガイドに必要な計算を妨げ、時には本物の星とホットピクセルの間でガイドが「ジ ャンプ」することすらあります。これらの問題を軽減するため、PHD2では2つのアプロ ーチをとっています。すなわち、ダークフレームと不良ピクセルマップです。これらに関 するすべての機能は「ダーク」(Darks)メニューの中に収められています。

ダークフレーム

PHD2はガイドに用いる露出時間範囲に応じたダークフレームのライブラリを構築し、 利用します。一度ライブラリが構築されると、ライブラリは自動的に保存され、複数のセ ッションで使いまわすことができます。つまり、良質なダークライブラリを構築するため にいくばくかの時間を割くことで、この先ずっとライブラリを使い続けられることになり ます。ダークライブラリは、カメラをつないだのち「ダーク」(Darks)メニュー下の「Dark Library...」から作成することができます。作業開始時のダイアログは以下のような構成に なっています。

ダークライブラリの構築				X
ダークライブラリ				
最小露出時間:	1.0 s 🔻	最大露出時間:	6.0 s 🔻	
各露出時間に対する フレーム数:	5			
・オプション Existing dark library o Modify/extend exist	covers 10 exposi ting dark library	ure times in the r	ange of 1 s to 6 s ntirely new dark lib	prary
ノート:				
Uta	×۲ ス	ا ح	ヤンセル	
[スタート]をクリックすると	パラメータ設定を	2開始		

ダイアログ上部にある2つのコントロールで、必要とするダークフレームの最小露出時間、最大露出時間を設定します。最小露出時間の値、最大露出時間の値、そしてこれらの間を刻む露出時間の値はPHD2のメインウィンドウにおける露出時間の値に対応しているので、ガイドの際にどの露出時間を選んだとしても、ライブラリを作成した範囲内において、対応するダークフレームがあることになります。3つ目のコントロールでは、各露出時間に対していくつのダークフレームを撮影し、平均するかを設定します。平均されたイメージは「マスターダークフレーム」として参照されます。以前より、PHDでは5つのダークフレームをこの目的のために使ってきましたが、マスターダークフレームの品質を向上させるために数を増やしてもいいでしょう。また、「ノート」(Notes)の欄にコメントを付け足すことも可能で、これは後から参照できるよう、マスターダークフレームのヘッダ部分に埋め込まれます(訳注:ノートに日本語が使えるかどうかは未確認)。

「ノート」欄の上にある2つのラジオボタンは、既存のダークライブラリに対してデー タの修正・追加を行う(Modify/extend existing dark library)か、新規にライブラリを作 成するか(Create entirely new dark library)を選択するものです。ダークライブラリの 再作成を促す警告が出た場合は、新規ライブラリの作成(Create entirely new dark library) を選択してください。これにより、全てのマスターダークイメージが現在使用しているカ メラと一致することが保証されます。このほか、単にライブラリをリフレッシュすること や、特定の露出時間のダークフレームを既存のライブラリに付け足すこともできます。 パラメータをセットしたら「スタート」をクリックします。ガイドカメラにシャッター がついていない場合—ほとんどの場合はそうですが—ガイド鏡に蓋をするようプロンプト が出ます。最良の結果を得るためには、ガイドカメラに光が一切漏れないように気を付け なければなりません。日中の作業は避けた方がいいでしょう。PHD2 は設定された露出時 間の範囲について、指定された数のフレームを収集します。プロセスの進行具合はウィン ドウ下部のステータスバーに表示されます。プロセスをスタートすると、「キャンセル」 (Cancel) ボタンは「ストップ」 (Stop) ボタンに変わります。何か問題が発生した場合 や、全プロセスが終了する前にパラメータを変更したくなった場合、このボタンを押せば プロセスはストップします。この方法で停止した場合、それまでに収集したデータは破棄 されるので、パラメータの修正などが終わったらプロセスをリスタートさせます。すべて のフレームを撮り終ると、マスターダークフレームがそれぞれ作成され、ライブラリに収 納され、処理結果についてのメッセージが出ます。ガイド鏡に蓋をしていた場合、蓋を外 すようプロンプトが出るので、蓋を外して通常撮影に戻ります。

ー度ダークライブラリを作ると、「ダーク」(Darks)メニューの「Use Dark Library」 からこれを呼び出して使用することができるようになります。メニューのチェックボック スは、クリックするたびに ON、OFF が切り替わります。チェックの状態は保存されるの で、一度チェックを入れれば、次回も自動的にダークライブラリが読み込まれるようにな ります。ダークライブラリ自体は、新たなライブラリを作成するまでディスク上に保存さ れているので、「Use Dark Library」のチェックの ON、OFF を繰り返しても、データが 消えることはありません。もしダークライブラリを使用する設定にしていて、ライブラリ 中に使用したい露出時間にマッチするダークフレームがなかった場合、PHD2 は最も条件 の近いものを選び出して使います。しかし最良の結果を得るためには、マッチするマスタ ーダークフレームを取得するべきです。ダークライブラリに露出時間の「抜け」がある場 合、その露出時間のマスターダークフレームを作成するだけでライブラリにデータが追加 されます。「Use Dark Library」のチェックを外すと、ダークライブラリの使用によって ガイドカメラの画像が著しく改善していることが分かります。

ダークライブラリは個別のカメラについて作成されるものです。PHD2 はダークライブ ラリと現在使用しているカメラが一致しているかどうかをチェックします。一致していな い場合、ダークライブラリは使用できず作り直す必要がある旨、警告メッセージが出ます。 このメッセージは、既存の機器プロファイル中のカメラの部分に変更を加えた場合に出る ことがあります。ガイドカメラを新調して古いものと置き換えるのでない限り、何もする べきではありません。

不良ピクセルマップ (欠陥画素マップ)

ガイドカメラによっては、ガイドフレーム中に見える欠陥ピクセルを取り除くのに、ダ ークフレームだけでは不十分な場合があります。このような場合、不良ピクセルマップを 作成、利用することで改善できるかもしれません。このアプローチは、センサー上にある 偽のシグナルを発生するホットピクセルや、光に対して正しく反応しないコールドピクセ ルを直接検出し、補正するものです。こうした「マップ」は比較的長時間の露出(例えば 15秒程度)でダークを撮影し、それらを平均し、そして得られたフレームに対して統計処 理を行うことで欠陥ピクセルの位置を特定します。欠陥ピクセルの位置情報は保存され、 以降の補正に使われます。通常のガイドの間、これらの欠陥ピクセルは周辺ピクセルから サンプリングしたデータによって補われるので、ほとんどの不良ピクセルは除去されるこ とになります。最終的に得られる画像は、たいてい滑らかでほとんど欠陥のないものにな っています。もし欠陥が残っていた場合でも、PHD2には不良ピクセルを直接クリックし てマップに加えることができる機能が備わっています。不良ピクセルマップを作成する手 順は簡単なものです。

不良ピクセルマップを作成するには、「ダーク」メニュー下の「Bad Pixel Map...」をク リックします。初めてマップを作成する場合、センサーを解析してマップを作成するため、 一連のダークフレームを作成するためのプロンプトが現れます。

不良ピクセルマップ計算のためマスターダークフレーム取得
ダークフレーム設定
露出時間: 15 ▲ 露出枚数: 25 ▲
J-h:
リセット スタート キャンセル
[スタート]をクリックするとパラメータ設定を開始

前段で説明した、ダークフレームを作成するためのダイアログとよく似ていますが、少 しだけ異なっています。分析は統計的に行われるため、比較的長い露出時間(10秒以上) と少なくとも10フレームが必要です。不良ピクセルマップは長い期間にわたって使い続け ることができ、再作成はそれほど必要になりませんから、良質なデータを得るために時間 を惜しむべきではありません。

ダークフレームが得られると、PHD2 は統計処理を行い、欠陥ピクセルおよび疑わしい ピクセルの位置を決定します。計算が終わると、以下のようなダイアログが現れます。

不良ピクセルマップのリファ・	た			×			
🔲 マスターダークフレーム	の再構築						
▼マスターダーク詳細表示	□ 欠陥ピクセル表示						
全般情報							
時間:	2015/09/08 15:47:16	カメラ:	Simulator				
マスターダーク露出時間:	15.0	マスターダーク露出回数:	25				
積極性, ホットピクセル:	75	積極性, コールドピクセル	75				
平均:	27443.75	標準偏差:	381.90				
中点:	27443	中央絶対偏差:	234				
结里							
ホットほクセル数	1122	コールドドクセル数.	1111				
パットビクビル数:	0	コールドビクビル数:	1111	-			
	0						
□積極性							
	_			_			
ホットビジゼル: -		ニールトビクゼル					
	/5		75				
	リセット	作成 不良ピ	クセル追加				
オリジナル値を再読込みし設定							

「全般情報」(General Information) セクションには、PHD2 が不良ピクセルの位置を 決定するにあたっての統計処理の結果がまとめられています。通常、これらの項目は見る 必要がなく、「マスターダーク詳細表示」(Show Master Dark Details)チェックボック スのチェックを外すことで、これらを隠すことができます。「結果」(Results)には、下 にある「積極性」(Aggressiveness)スライダーの設定に基づいてカウントされたホット ピクセルとクールピクセルの数が示されています。不良ピクセルマップを初めて作成する 場合、「積極性」スライダーはデフォルト値の75にセットされています。普段のガイドフ レームに基づき、試行錯誤やこのカウントが適切であるかどうの判断が必要になるでしょ う。「積極性」スライダーを左右に動かすと、ホットピクセルやコールドピクセルのカウ ントが上下します。このスライダーは、疑わしいピクセルを欠陥ピクセルと判断する際の 積極性をコントロールするので、これを上げるとピクセルカウントが上昇します。望まし い設定になったら、新しい不良ピクセルマップを作成、読み込ませるために「作成」 (Generate) ボタンをクリックします。

ここまでくると、結果を試したくなるでしょう。PHD2のメインウィンドウはアクティ ブなままなので、結果を確認するために通常のガイド露出を行うことができます。すぐに 結果を見たければ、「ダーク」(Darks)メニュー下の「Use Bad-pixel Map」にチェック を入れます。ガイドイメージが完全に滑らかで漆黒の背景である必要はない、ということ は覚えておいてください。あなたや PHD2のガイドアルゴリズムが不良ピクセルを星と誤 認しない程度に、ホットピクセルやコールドピクセルが減っていれば十分です。「積極性」 を高くしすぎて過修正になってしまった場合、ガイド星の検出に支障をきたすほどに不良 ピクセルの範囲が広がってしまう可能性があります。こうした場合の修正は簡単で、スラ イダーの設定を変更したのち、再度「作成」ボタンを押します。すると、結果が PHD2の メインウィンドウに反映されます。

この手順でもなお、除去したいホットピクセルが残る場合があります。デフォルトの手 法は統計に依存しており、幅広いカメラに適用する必要があるため、全自動で精密に処理 できるものではありません。以下の手順で微調整する必要があります。

不良ピクセルマップのリファインのためのステップバイステップガイド

ピクセル単位で不良ピクセルマップを改善するには以下の手順を踏むのがおすすめです。

- 1. ガイド鏡に蓋をして、露出時間5秒でルーピングを開始します。
- 「不良ピクセルマップのリファイン」のウィンドウを開いたら(「ダーク」→「不良ピ クセルマップ」)、ウィンドウをドラッグして、メインウィンドウと両方が見えるよう にします。
- ホットピクセルが見えるようになるまで、メインウィンドウのガンマスライダーを動かします。
 普段の画面より明るくする必要があるかもしれません。
- 「欠陥ピクセル表示」(Show defect pixels) にチェックを入れます。すると、すでに 検出されているホットピクセルが赤で表示されます。
- ホットピクセルの「積極性」のスライダーをゆっくり左右に動かして、ホットピクセル の大半が赤い点でおおわれるよう、そして覆われていないホットピクセルが最小になる ように調節します。できたら「作成」ボタンを押します。

- 6. 残ったホットピクセルを手作業でピックアップし、不良ピクセルマップに追加します。
 - 「欠陥ピクセル表示」のチェックを外します。
 - メインウィンドウ上で、追加したいホットピクセルをクリックして選択します。
 - 「不良ピクセルマップのリファイン」ウィンドウの「不良ピクセル追加」をクリックします。
 - 不良ピクセルの大半が処理されるまで、必要なだけ繰り返します。
 - 「不良ピクセルマップのリファイン」ウィンドウを閉じます。「作成」ボタンを再 度押さないでください。手動で選択したピクセルが元に戻ってしまいます。

不良ピクセルマップを作ると「ダーク」 (Darks) メニュー下の「Use Bad-pixel Map」 からこれを呼び出して使用することが可能になります。チェックの状態は保存されるので、 一度チェックを入れれば、次回も自動的に不良ピクセルマップが読み込まれるようになり ます。「Use Dark Library」と「Use Bad-pixel Map」の設定は相互に排他的です。すな わち、どちらか片方を有効にすることはできますが、両方を同時に有効にすることはでき ません。ダークライブラリと同様、不良ピクセルマップのデータファイルはずっと保持さ れるので、無効化してもデータが失われることは一切ありません。これらのデータは長期 間使い続けることができますが、一方でカメラのセンサーが経年劣化することを忘れない でください。一定期間の後、あるいは普段のガイドイメージに劣化が感じられるようにな った時、ダークライブラリや不良ピクセルマップを作り直したくなるかもしれません。こ のような場合、PHD2に基本となるダークフレームを再取得させ、不良ピクセルマップを 再計算させる「マスターダークフレームの再構成」(Rebuild Master Dark Frame)にチ エックを入れるのもよい方法です。結果に満足できるようになるまで、以前行ったように マップをリファインする必要があります。ダークライブラリや不良ピクセルマップをユー ザーが直接いじる必要はありませんが、これらのデータは「AppData¥Local」の論理ディ レクトリに保存されています。

ダークライブラリと同様、不良ピクセルマップは個別のカメラについて作成されるもの です。PHD2は不良ピクセルマップと現在使用しているカメラが一致しているかどうかを チェックします。一致していない場合、不良ピクセルマップは使用できず作り直す必要が ある旨、警告メッセージが出ます。このメッセージは、既存の機器プロファイル中のカメ ラやビニング係数に変更を加えた場合に出ることがあります。ガイドカメラを新調して古 いものと置き換えるのでない限り、何もするべきではありません。

ダークフレームや不良ピクセルマップの再利用

複数のプロファイルで同じカメラを使用している場合、そのカメラのダークライブラリ や不良ピクセルマップを使いまわすことができます。これは、カメラに関連するデータフ ァイルを、それらのファイルを持っていないプロファイルにインポートすることで実現で きます。たとえば、ガイドカメラとして Lodestar を用いた「プロファイル 1」という名前 のプロファイルがあり、ダークライブラリや不良ピクセルマップを構築済みだったとしま す。そして後で、マウントや焦点距離は異なるけれど、同じ個体の Lodestar を用いている 新しいプロファイル「プロファイル 2」を作ったとします。この場合、プロファイル 2 の機 器を接続したら「ダーク」(Darks)メニューの中の「プロファイルから読込」(Import from Profile)を使います。ダークライブラリや不良ピクセルマップのインポート元には「プロ ファイル 1」を選びます。選択肢には、センサーの大きさや画素サイズに互換性のあるカメ ラを用いているプロファイルしか出てきません。「OK」を押すと、ダークライブラリや不 良ピクセルマップが「プロファイル 2」にコピーされます。この操作はあくまで「コピー」 なので、一方のプロファイルのダークライブラリや不良ピクセルマップが更新されても、 もう一方には反映されません。同期させる必要がある場合は、再びインポートの操作を行 う必要があります。

視覚化ツール

PHD2 はガイド状況を確認するために多くの視覚化・表示ツールを備えています。これ らはすべて「表示」(View)プルダウンメニューからアクセスできます。種類は以下の通 りです。

- Overlays
- Graphical Display
- Stats Display
- Star Profile and Target Displays
- AO Graph
- Dockable Windows

オーバーレイ表示(Overlay)

もっとも単純な表示ツールで、メインウィンドウのガイド画面の上にグリッドを重ね合わせて表示するものです。これらは非常に簡単で、以下の選択肢があります。

- 標的眼 (Bullseye target)
- 細かい格子(Fine grid)
- 粗い格子 (Coarse grid)
- 赤経(RA) / 赤緯 (Dec) (望遠鏡の赤緯軸・赤経軸がカメラセンサーの軸に対してどう 傾いているかを示す)
- Spectrograph slit/slit position(分光器のユーザー向けに、分光器のスリットをメイン ウィンドウにオーバーレイ表示する。スリットのサイズ、位置、角度は実物に合わせ て調節する。)
- None

「表示」(View)メニューの下の様々なオーバーレイオプションをクリックするだけで、 適した表示を選ぶことができます。
グラフ表示(Graphical Display)

グラフ表示ウィンドウは、ガイド状況を判断する最も強力なツールの1つです。典型的 な例を以下に示します。



各露出時のガイド星の詳細な変位がウィンドウいっぱいに表示され、グラフは左から右 ヘプロットされています。通常、線の1つは赤経方向の変位を、もう1本は赤緯方向の変 位を表しています。しかし、グラフ左側の「設定」(Setting)ボタンを使うことで、カメ ラの X/Y 軸を基準とした表示に変更することもできます。また、表示単位を角度からピク セルに切り替えたり、グラフの線の色を変えたりすることもできます。

縦軸の範囲は上から2番目のボタン、例では「y:+/-4"」と表示されているボタンで変更 できます。横軸—ガイドの露出回数がプロットされている—の範囲は一番上のボタン、例 では「x:100」と表示されているボタンで変更できます。

このスケールはグラフウィンドウの左下に表示される統計値を計算する際のサンプルサ イズにも影響します。これらの値は各軸の動作の二乗平均平方根 (RMS または標準偏差)、 および両方の軸についての RMS の合計を示しています。これらは星像の大きさやシーイン グの状態と直接比較できるため、ガイドのパフォーマンスを推定するのに最も有力な手掛 かりとなるでしょう。「RA Osc」は現在の赤経方向の動作が直前の赤経方向の動作と反対 の方向にある確率を示しています。もしガイドが積極的すぎて毎回オーバーシュートして いれば、この値は 1.0 に近づくでしょう。ガイドが完璧でオーバーシュートすることもアン ダーシュートすることもなく、マウントにピリオディックエラーがなければ、この値は 0.5 になります。ピリオディックエラーを考慮に入れれば、理想的な値は 0.3 か 0.4 に近づくで しょう。値が非常に低い場合 (例えば 0.1)、RA aggressiveness を大きくするか、ヒステ リシスを小さくするべきです。値がかなり高くなった場合(例えば 0.8)は、RA aggressiveness やヒステリシスを上記とは逆に調整します。

左側にある2つのチェックボックスは、ガイドのパフォーマンスを評価するのに役立ち ます。「修正量」(Corrections)にチェックを入れると、ガイドコマンドがいつ送られた かが、方向や量とともにオーバーレイ表示されます。この例では、不規則な間隔で垂直に 描画されている赤と紫の線がそれです。これはガイドがどの程度「ビジー」かを示してい ます一最適な条件下では、ガイドコマンドが送られていない時間が長く続くはずです。も う1つの「トレンドライン」(Trendlines)と表示されたチェックボックスは、それぞれ の軸について、星の位置が全体的にドリフトしているかどうかの傾向をトレンドラインと してオーバーレイ表示します。これは主に、ドリフト法での極軸合わせ(赤緯のトレンド ラインを使用する)に有用です。一方、赤経のトレンドラインを見ればマウントの追尾速 度が遅いのか速いのか(または、たわみの影響を受けているか)を判断することができる ので、追尾速度をカスタマイズする際に役に立ちます。外部の撮影ソフトウェアによって ディザリングのコマンドが発行されている場合、グラフの上に「dithering」ラベルが一定 間隔で表示されます。これはディザリング操作によってガイド星の位置が変更され、それ

「マウント」や「Aux マウント」において ASCOM 接続を使用している場合、上の例に 示すように、ガイドコマンドの方向(GuideNorth, GuideEast)が表示されます。これは、 全体的なドリフトの傾向を見て赤緯側ガイドを一方向に限定したい場合、役に立ちます。 このグラフで使われる上下の表記は、カメラの向きや視野内における東西南北の動きとは 関係ありません。

ガイドのパフォーマンスを見るには、ピクセルより角度の単位を使うのがお勧めです。 焦点距離や画像サイズの問題とは関係ないので、機器に依存しない形でパフォーマンスを 評価することができます。そのためには、ガイド画像のスケールを決定するために PHD2 に十分な情報を与えておく必要があります。すなわち、ガイド鏡の焦点距離とガイドカメ ラのピクセルサイズです。これらのパラメータは「脳みそ」ダイアログの「全体」(Global) および「カメラ」(Camera) タブにそれぞれセットします。これらがセットされていない 場合、PHD2 はデフォルトの値として 1.0 を使用し、ガイドのパフォーマンスはピクセル単 位で報告されます。

グラフウィンドウの下部にはガイドパラメータをその場で調整するためのコントロール が並んでいます。選択したガイドアルゴリズムに応じて、現れる項目は変化します。これ らのコントロールは「脳みそ」ダイアログで設定した場合と同様の効果があり、これを使 えばガイドを止めたり、パラメータを調整するために他のウィンドウに移動したりする必要がなくなります。

統計情報表示(Stats Display)



グラフ画面を開かずにガイド状況を確認したい場合、メニューから「統計情報表示」(Stats) をクリックします。すると、ガイドに関する統計データが、データをクリアするためのコ ントロール、統計に用いるガイド露出の点数を変更するためのコントロールとともに表示 されます。このウィンドウは、カメラのビニングの確認やガイドカメラの温度の監視、ガ イドカメラの視野角の迅速な計算に役立ちます。

ガイド星プロファイル表示とターゲット表示(Star Profile and

Target Displays)



ガイド星プロファイル表示(Star Profile)ではガイド星の断面が半値全幅(FWHM)お よび half-flux-diameter (HFD)の測定値とともに表示されます。HFD は、カーブフィッテ ィングや、星像の形を仮定する必要がないことから、一般に、より安定した星像サイズの 測定方法とされています。そのため、FocusMax などのオートフォーカスアプリケーション に採用されています。この値が大きく変動したり、断面が激しく乱れたりする場合、星像 が微かすぎるか、露出が短すぎることを示している可能性があります。

またこのツールは、特に長焦点鏡でオフアキシスガイダーを使っている場合に面倒な、 ガイドカメラのピント合わせにも役に立ちます。HFDは大きなフォントで表示されるので、 ガイド鏡やカメラのピント合わせを行う際、離れた場所からでも数値を確認できます。ピ ントが大きく外れている場合、フレーム内にはぼやけた星がいくつか写っているだけでし ょう。ここから、最も小さく、はっきり見える星を選びます。露出時間は、シーイングを 追いかけないように少なくとも2秒以上にします。同時に、星像が飽和して断面の頂点が 平坦にならないよう注意します。そうしたら、HFDが小さくなるように、そして HFDの 変化が反転する直前、あるいは変化がなくなるところまでフォーカスを調整します。この 時点で星像は飽和しているかもしれませんが、その場合はより暗い星に移ります。ピント が改善されていれば、より暗い星まで見えるはずです。これを、最も暗い星で HFD が最小 の値を取るようになるまで繰り返します。ピント合わせの際には、シーイングの影響を心 の中で平均できるよう、複数フレームの HFDを観察するようにしましょう。ピントのずれ は初心者によくある失敗で、キャリブレーションやガイド結果に問題を引き起こします。 このツールを使って、星像の断面の頂点が平坦になって(飽和して)おらず、そして上の 例のようにとがった形になっていることを確認します。



Target 表示は全体的なガイドのパフォーマンスを可視化するもう1つの便利な方法です。 赤い「X」は直近の露出におけるガイド星の変位を示し、青い点は最近の履歴を示していま す。ウィンドウ左上のコントロールでズームインやズームアウト、表示させる履歴数の変 更を行うことができます。

「マウント」や「Aux マウント」で ASCOM 接続を使用している場合、方位 (SkyNorth、 SkyEast) が表示されます。これは、全体的なドリフトの傾向を見て赤緯側ガイドを一方向 に限定したい場合、役に立ちます。このグラフで使われる上下の表記は、カメラの向きや 視野内における東西南北の動きとは関係ありません。

Adaptive Optics (AO) Graph



AO graph は Target 表示と同等のものですが、補償光学装置の軸に対する修正履歴が表示されます。赤い四角が AO の外周を示し、内側の黄色い四角は「bump」領域を示しています。星が黄色い四角の外に動くと、PHD2 は「move」コマンドをマウントに送り一これ

が「bump」です一速やかにガイド星を中央に戻すようにします。これが発生した場合、緑 と青のラインでそれぞれ bump の増分と残りの bump を示します。白い点は現在の AO の 位置を示し、緑の丸(赤いときは bump が進行中)は平均的な AO の位置を示します。左 上のコントロールは表示する履歴の数を決定します。

Dockable/Moveable Graphical Windows

各種のパフォーマンスウィンドウは、メインウィンドウ内に「結合」された状態で表示 されます。これは PHD2 のメインウィンドウの各辺に特定の方法でサイズ調整されて整列 することを意味します。しかし、タイトルバーをクリックしたりドラッグすることでウィ ンドウを移動したり、サイズを変更したりすることができます。これにより、グラフに表 わされている詳細をよりよく見ることができます。ウィンドウはタイトルバーをドラッグ することで底辺や右端など、任意の場所に「再結合」させることができます。これらは使 いやすい場所に簡単に配置することができます。

「表示」メニューの下には「ウィンドウ位置/サイズの初期化」(Restore window positions) というのがありますが、これをクリックするとすべてのウィンドウがデフォルトの状態に 戻ります。これは画面解像度の変更などによってウィンドウを見失ってしまった時などに 有用です。この機能は PHD2 のメインウィンドウの位置(画面左上)やサイズもデフォル トに戻します。

詳細設定

オリジナルの PHD のユーザーにはよく知られているように、詳細設定は「脳みそ」ボタ ンからアクセスします。ガイドのパフォーマンスを最適化できるよう、PHD2 はかなり多 様なパラメータを調整できるようになっています。これらは「詳細」設定と呼ばれていま すが、特に理解が難しいものではなく、これらを調べるのをためらってはいけません。各 入力フィールドは、その内容をある程度詳細に説明する小さなメッセージウィンドウであ る「ツールチップ」を備えています。ツールチップはフィールドの上にカーソルをホバー することで表示されます。多くの場合、これで必要な情報が得られます。設定可能な項目 は多岐にわたるので、PHD2 では詳細設定ダイアログをタブで整理しています。すべての タブは「OK」ボタンと「キャンセル」ボタンを共有しています。「OK」を押すと、どの タブに行われた変更であってもそれが反映され、「キャンセル」を押すとあらゆる変更が 破棄されます。

- <u>「全体」(Global)タブ</u>
- <u>「カメラ」(Camera)タブ</u>
- <u>「ガイド」(Guiding)タブ</u>
- 「アルゴリズム」 (Algorithms) タブ
- <u>「Other Devices」タブ</u>

「全体」(Global)タブ

詳細設定
全体 カメラ ガイド Algorithms
全体設定
言語: システムデフォルト ▼
□ Reset "Don't Show Again" messages 画像記録フォーマット: Low Q JPEG ▼
ログファイルの場所
参照
Dither Settings
Mode: 💿 Random 💿 Spiral
\square RA only $\neg f \neg - \mu$: 1.0
OK キャンセル

「全体」タブの各項目についてはツールチップに十分な記載がありますが、念のためこ こにまとめておきます。

- 「言語」(Language): PHD2のユーザーインターフェイスに用いる言語を設定します。変更を反映するにはプログラムの再起動が必要です。
- 「設定リセット」(Reset Configuration): すべてのセッティングを PHD2 の初期値 に戻します。
- 「非表示にしたメッセージを再表示させる」(Reset Don't Ask Again messages): 表示しないように選択した警告メッセージを、表示されるように再設定する。
- 「画像記録フォーマット」(Image logging format):「ツール」(Tools)メニュー 下の「ガイド星画像の記録を有効化」(Enable Star Image Logging)にチェックが入 っている場合、その画像フォーマットを決定します。障害の記録が目的の場合、Raw FITS を選択します。
- 「赤経(RA)のみディザー処理」(Dither RA only): PHD2 サーバインターフェイ スを利用するイメージングアプリケーションのために、赤経軸のみディザリングする かどうかを決定します。

- 「ディザー処理スケール」(Dither scale):イメージングアプリケーションで設定されたディザリングの最大量を調整するための係数を設定します。詳しくは「ディザリング」の項を参照してください。
- 「ログファイルの場所」(Log File Location): PHD2のガイドログおよびデバッグ ログが保存されるディレクトリを指定します。

「カメラ」(Camera)タブ

詳細設定	x
全体 カメラ ガイド Algorithms	
カメラ設定	
General Properties	
ノイズ低減: 無し ・ 間欠動作(ms): 0 -	
- 自動露出	
最小: 1.0 s ▼ 最大: 5.0 s ▼ ターゲットのS/N比: 6 ★	
Camera-specific Properties	
ビクセルサイズ: 3.75 A カメラゲイン: 95 Disconnect nonresponsive camera after (seconds):	
Binning: 1 ・ 回 サブフレーム使用 回 Cooler On Set Temperature: 5 🚊	
OK キャンセ	ν

「カメラ」タブにある項目は以下の通りです。

 「ノイズ低減」(Noise reduction):ダークフレームによる処理が有効でないほどノ イズの多いガイドカメラの画像を処理するアルゴリズムを決定します。選択肢は「None」 (なし)、「2x2 mean」(2x2 平均値)、「3x3 median」(3x3 中央値)です。「2x2 mean」、「3x3 median」のどちらもノイズを大幅に低減させます。「3x3 median」 は特にホットピクセルに対して効果的で、ガイド精度に大きく影響します。しかし、 不良ピクセルマップを使用した方が、微光星の検出に影響を与えないという点で優秀 です。

- 「間欠動作」(Time lapse):ガイド露出間に一定時間の遅延を挿入します。これは ガイド露出が非常に短時間で、マウントやカメラとのトラフィックレートが非常に大 きくなりそうな場合、オーバーロードを防ぐのに役立ちます。
- 「自動露出」(Auto Exposure):ガイドカメラの露出に「オート」を選択した場合の 露出時間を設定します。
 - 「最小」(Min Exposure):露出時間の下限を設定します。ガイド星の S/N 比が 目標値より高かったとしても、PHD2 はここで設定した値以下に露出時間を下げ ません。この値が小さすぎた場合、非常に細かく修正信号がマウントに送られる ことになり、よいガイド結果を得られない可能性があります。AO を用いている場 合、素早く細かい修正が必要とされるので、この値を小さくするとよいでしょう。
 - 「最大」(Max Exposure):露出時間の上限を設定します。ガイド星を設定する前、PHD2は露出を最大値に設定します。ガイド星が選択されると、PHD2はS/N 比が望ましい値になるまで徐々に露出時間を短くしていきます。
 - 「ターゲットの S/N 比」(Target SNR): PHD2 が適正露出を判断するための S/N 比の目標平均値を設定します。露出時間を一定にしていたとしても S/N 値は フレームごとに変動するので、目標値を設定する際には注意する必要があります。 PHD2 は S/N 比が 3.0 を切った場合、そのフレームを廃棄します。デフォルト値 である 6.0 は、フレーム間の変動があっても S/N 比が 3.0 に落ち込むのを防ぐの に十分です。「PHD2 の使い方」の章にあるように、ここで言う S/N 比は、測光 で言うところの S/N 比とは似て非なるものです。
- 「ピクセルサイズ」(Pixel size):ガイドカメラのピクセルサイズをµm単位で入力します。PHD2が画像のスケールを計算し、ガイドパフォーマンスを角度単位でレポートするために必要な2つのパラメータのうちの2つ目です。必要なパラメータのもう1つはガイド鏡の焦点距離で、これは「ガイド」タブに入力欄があります。ここに入力するべき正しい値については、カメラの説明書を参照してください。カメラのピクセルが正方形でない場合、どちらか一方の辺の長さか、平均値を入力します。ピクセルサイズはガイドの正確性には影響しないので、値が多少不正確でも問題はありません。ビニングを有効にしている場合でも、ここにはビニングしていない本来のピクセルサイズを入力します。
- 「カメラゲイン」(Camera gain):この機能をサポートしている多くのカメラにおいて、ゲインを設定します。カメラのノイズレベルを下げたい場合や、明るい星が飽和しないようにするには、この値を下げてみてください。
- 「カメラからの応答がない場合に接続を切る時間」(Disconnect nonresponsive camera after (seconds)): USB 接続のエラー等により、カメラが動作しなくなることはしばしば発生します。多くの場合、カメラは映像データの要求に応答しないため、

PHD2 はハングします。このパラメータは所定の露出時間経過後、PHD2 がどのくら いの時間応答を待つかを決定します。たとえば、タイムアウト時間が 5 秒、露出時間 が 2 秒の場合、PHD2 は 7 秒間応答を待ちます。この間にデータを受信できなかった 場合、PHD2 は制御を停止し、カメラとの接続を切り、メインウィンドウに警告メッ セージを表示します。問題の裏にはハードウェアの問題があることが多いので、復旧 がうまくいくとは限りません。誤検出を防ぐために、タイムアウト時間は余裕をもっ て設定する必要があります。また、ガイドカメラとメインの撮影用カメラとで電気的 接続を共有している場合には、メインカメラからのデータのダウンロードにかかる時 間を超える、大きなタイムアウト時間を設定すべきです(訳注:メインカメラとガイ ドカメラとの間でデータ転送の調整が入るため)。これは Sequence Generator Pro に 同梱される SBIG のドライバを使用しているユーザーに影響します。もっとも、PHD2 がこうした状況にうまく対応できるかどうかはともかく、ガイドを継続する前にハー ドウェアやカメラ、ドライバに起因する問題を根本的に解決しなければなりません。

- ビニング(Binning):オンチップ(ハードウェア)ビニングをサポートしているカメ ラにおいて、ガイド露出を行う際のビニングを設定します。詳細は以下のディスカッ ションを参照してください。この項目は、カメラがオンチップビニングをサポートし ていて、かつカメラが PHD2 に接続されたときのみ表示されます。
- 「サブフレーム使用」(Use subframes):カメラがこの機能をサポートしている場合、 PHD2は各ガイド露出において100×100ピクセルのサブフレームのみダウンロード します。これはダウンロードが低速なカメラに大変有効で、より効果的なガイドを可 能にします。この機能はキャリブレーションにもガイドにも適用されます。星をまだ 選択していない最初のルーピングの間はフルフレームがダウンロードされますが、一 度星を選択すれば、小さいサブフレームのみがダウンロードされます。サブフレーム を利用しているときに、他の星を選択するためにフルフレームの画像が必要となった 場合は画像表示ウィンドウのどこかを Shift-クリックするだけです。

ビニングの使用

PHD2 で使用できるカメラのうちいくつかは、ハードウェアレベルでビニングをサポー トしています。これは長焦点距離でのガイドを行いたい場合や、ピクセルサイズが極小の ガイドカメラを用いる場合に有用です。このような場面では、かすかな星像をガイドに使 わざるを得ないことがあり、ガイダー上のイメージはオーバーサンプリングになりがちで す。オーバーサンプリングに利点はなく、かすかな星像が複数ピクセルにまたがることは、 S/N 比の低下をもたらします。ビニングを行うと、リードノイズの影響を低減して S/N 比 を向上させることができ、オーバーサンプリングが発生している場合には(星像が複数ピ クセルにまたがっていることによる)ガイド星位置の不正確性を減らすことができます。1 以上のビニング係数を設定することで、以下のような効果があります。

- 1. 星像の S/N 比が高くなり、背景のノイズレベルから明瞭に区別できるようになります。 かすかな星像(S/N 比の数字が3前後)からガイド星を選ばなければならないような 状況下での利点です。
- カメラからダウンロードするデータ量が「(ビニング係数の2乗)分の1」になります。
 ビニングしなくても星の明るさや S/N 比が十分だったとしても、USBの帯域が逼迫している場合には有用です。もちろん、ガイド星を選択した後であれば、サブフレームの使用でも同様の効果を得ることはできます。
- ガイダーの画像の解像度が低下します。ビニング前の解像度が1秒角/ピクセルを下回っている場合は問題にはなりませんが、上回っている場合にはガイド結果が損なわれるかもしれません。メインカメラの解像度にもよるので、実験が必要かもしれません。

各ビニングレベルに対してそれぞれダークフレームと不良ピクセルマップが必要です。 これらは交換不可能で、自動的に変換することもできません。ビニングの設定を切り替え る必要がありそうな場合は、それぞれの設定に対応した個別のプロファイルを作らねばな りません。ダークライブラリと不良ピクセルマップを各プロファイルにおいて作成します。 ビニング係数を変更する場合は、プロファイルごと切り替えて、それぞれのダークライブ ラリと不良ピクセルマップを有効にします。

ビニングが正しく行われているかどうかは、「統計情報表示」でフレームサイズとビニ ング設定を見ることで確認することができます。

「ガイド」(Guiding)タブ

詳細設定			
全体 カメラ	ガイド	Algorithms	
ガイダー設定			
- Guide star track	ng		
追尾検索区域(ピ)	7+711.). 15		Star Mass Detection
	(E)(). 15		☑ 有効化 Tolerance: 50.0 ▲
Calibration			
焦点距離(mm):	300		キャリブレーションステップ(ms): 400 👘 計算
■ 自動的にキャ!	リブレーションを読込		□ 赤経と赤緯が直交すると仮定
Clear mount	calibration		✓ Use Dec compensation
Shared Paramet	ers		
Always scale	images		▼キャリブレーションやディザー後に素早く中央に戻す
□ 子午線を超えた	ら赤緯(Dec)出力をi	逆転する	☑ Enable mount guide output
▼ マウントが旋回	ロしたらガイド停止		
			OK キャンセル

「ガイド」タブにはキャリブレーションや追尾、全てのガイドアルゴリズムに共通のパ ラメータが並んでいます。

• Guide star tracking

- 「追尾検索区域」(Search region):追尾検索区域の四角形の大きさをピクセル 単位で指定します。マウントの性能が出ていない場合や、極軸が正しく合ってい ない場合、この値を大きくする必要があるかもしれません。「ガイドアシスタン ト」によるバックラッシュの測定時に星を見失わないよう、一時的に大きくする こともあるかもしれません。検索区域を過剰に大きく設定すると、複数の星が区 域内に含まれてしまい、ガイドに問題を引き起こす可能性があることは忘れない でください。
- 「星の明るさの変化を検知」(Star mass detection):背景の明るさと比較して ガイド星の像の明るさと大きさの変化を監視します。
- Ο 「星の明るさ変化の許容度」(Star mass tolerance):「星の明るさの変化を検知」にチェックが入っていた場合、星像の明るさと大きさがここで設定したパーセンテージ以下になった時に「lost star」エラーを発します。追尾検索区域の四角の中に2つの星があり、PHD2がこれらを取り違えないようにしたい場合に有用でしょう。また、薄雲や高いカメラノイズ、α線の衝突などによるエラーを防止

するのにも役立ちます。しかし、微光星をガイドに使用している場合、かえって 信頼性を下げてしまいます。 星がディスプレイ上に見えているにもかかわらず 「lost star」エラーが頻発する場合、この数値を上げてみてください。チェックを 外すか、値を 100 にすると警告メッセージはまったく出なくなります。

- Calibration
 - 「焦点距離」(Focal length):ガイド鏡の焦点距離(mm)。PHD2 が画像のス ケールを計算し、ガイドパフォーマンスを角度単位でレポートするために必要な2 つのパラメータのうちの一方です。もう1つのパラメータであるオートガイダー のピクセルサイズについては、「カメラ」タブで設定します。
 - 「キャリブレーションステップ(ms)」(Calibration step-size):キャリブレーション実行時のガイドパルスの長さを指定します。使い方については「PHD2の使い方」の「<u>オートキャリブレーション</u>」セクションのページを参照してください。キャリブレーション時のガイド星の動きが「速すぎる」か「遅すぎる」かによってこの値を調整してください。一般的に、天の赤道から30度以内の星を用い、ステップ数が各方向とも8~14ステップになる場合に良好なキャリブレーション結果が得られます。右側にある「計算...」ボタンは適切な値を計算するのに役立つダイアログを表示します(後述)。
 - ○「自動的にキャリブレーションを読込」(Auto restore calibration):機器が接続されたら自動的に前回のキャリブレーション結果を読み込みます。ASCOM接続(または INDI 接続)を使用している場合、あるいは「Aux マウント」を使用している場合、機器が接続されると自動的に有効になります。逆に、PHD2 が望遠鏡の向きの情報を取得できない場合、このオプションは自動的にオフになります。強制的に再キャリブレーションを行うこともできるので、このチェックボックスを手動で切り替える必要はほとんどありません。
 - 「赤経と赤緯が直交すると仮定」(Assume Dec orthogonal to RA):通常、キャ リブレーションのプロセスは赤経に対するカメラの傾き、赤緯に対するカメラの 傾きをそれぞれ独立に計算します。これらの値はさして重要ではなく、たいてい はそのままでうまく動きます。しかし、マウントのピリオディックエラーが極め て大きかったり、シーイングが極度に悪かったりした場合、赤経から求めたカメ ラの傾きと赤緯から求めたカメラの傾きが大きく乖離し、赤経と赤緯が直交して いることを明示しなくてはならない場合があります。このオプションを有効にし た場合、PHD2は赤経に対するカメラの傾きを計算した後、赤緯がこれと直交し ているものとして動作します。
 - 「キャリブレーションクリア」(Clear mount calibration):現在のキャリブレ
 ーションデータを破棄し、ガイド再開時に再キャリブレーションを行います。ガ

イドカメラを動かした場合、子午線越えを行って望遠鏡の姿勢が変わった場合な ど、様々な場面でこれは使われます。メイン画面において Shift キーを押しながら ガイドボタンをクリックすることでも、再キャリブレーションを行うことができ ます。

Use Declination Compensation: ASCOM(またはAuxマウント)での接続を通じて架台の向きをPHD2が取得できる場合、現在の赤緯の値に基づいて赤経側のガイドレートを自動的に調整します。特別な場合を除き、通常、このボックスはチェックしたままにしておいてください。例えばSiTechのコントローラを用いている場合、ここにチェックが入っていると競合するのでチェックを外します。

• Shared Guiding Parameters

- ○「キャリブレーションやディザー後に素早く中央に戻す」(Fast re-center after calibration or dither):キャリブレーションやディザリングの実行時、マウントは最初のロック位置(lock position)からは大きくずれています。このボックスにチェックが入っていると、PHD2はキャリブレーションやディザーの完了時に、ガイドアルゴリズムの「最大持続時間」で設定した最大のガイドパルスを発してマウントを素早くロック位置に戻します。この設定は時間短縮のためだけに存在していて、チェックを入れるかどうかは全くの任意です。マウントの位置を戻す際に星を見失ってキャリブレーションに失敗するようであれば、チェックを外してください。問題が発生するのは、おそらく極軸の設定が大きくずれているか、赤経のピリオディックエラーが大きいことを示しています。
- ○「子午線を越えたら赤緯(Dec)出力を逆転する」(Reverse Dec output after meridian flip):子午線反転が起こったときに、キャリブレーションデータをどう調整するかを決定します。マウントによっては自らの姿勢を認識し、赤緯方向のガイドコマンドを自動的に反転させるものがありますが、そうでないマウントもあります。いずれにせよ PHD2 は、マウントがその姿勢に応じて自動的に振る舞いを変えるかどうか知る必要があります。どのように動作するかの情報を得るのが困難な場合、実際にちょっと動かしてみるのがおそらく一番簡単です。チェックボックスをオフにして、一方の姿勢でキャリブレーションを行い、次いで姿勢を入れ替えます。ASCOM や INDI を使用している場合や Aux マウント接続を使用している場合はガイドをスタートしてください。ST-4 でガイドを行っていて、PHD2 が望遠鏡の向いている方向についての情報を持っていない場合、「ツール」

(Tools) メニューの下の「キャリブレーションデータの反転」(Flip Calibration) を選択し、ガイドをスタートします。もしガイドが正常に行われるなら、チェッ クボックスはオフのままにしてください。しかし赤緯方向に外れていくようなら、 チェックボックスをオンにして、キャリブレーションを含めもう1度実験してみ てください。

- O 「ガイド出力を有効」(Enable guide output): PHD2 からマウントへのガイド コマンド送信を有効にするもので、通常はチェックされています。しかし未修整 時のマウントの挙動を知りたい場合などはこれを無効にします。具体的には、マ ウントのピリオディックエラーを知りたいときや、極軸設定のズレによるドリフ ト量を知りたい場合などです。
- 「マウントが旋回したらガイド停止」(Stop guiding when mount slews):ASCOM インターフェイスを使用してガイドを行っている場合、PHD2は望遠鏡が旋回し ていることを検出することができ、この間、ガイドコマンドの発行を停止します。

キャリブレーションステップの計算

キャリブレーションステップの計算	
パラメータ入力	
焦点距離, mm:	350
ピクセルサイズ, um:	3.75
Camera binning:	1 •
ガイドスピード, n.nn x 恒星時:	0.50
キャリブレーションステップ:	12
キャリブレーション赤緯, 度:	0
計算値	
画像スケール, 秒角/px:	2.21
キャリブレーションステップ, ms:	650
ОК	キャンセル

この計算機を使用するには、一番上にある3つのフィールドに正しい値が入力されてい る必要があります。焦点距離とカメラのピクセルサイズが、それぞれ「全体」タブおよび 「カメラ」タブで既に入力されている場合、これらのフィールドには値が設定されている はずです。マウントとASCOMで接続している場合、「ガイドスピード」(Guide speed)

と「キャリブレーション赤緯」(Calibration declination) (訳注:キャリブレーション対 象の赤緯のこと)には適切な値が入力されているはずです。それ以外の場合は、これらの 値を自分で入力する必要があります。ガイドスピードは恒星時の倍数で指定します。ほと んどのマウントでは恒星時の1×や0.5×といった値が指定されていますが、他の値を選択 することもできます。「キャリブレーションステップ」はデフォルト値の12のままにして おいてください(訳注:訳語の問題で妙なことになっていますが、ここの項目ではキャリ ブレーション時のステップ数を指定しています。)。大抵は良好な結果が得られるはずで す。極端に小さな値を設定すると、シーイングの影響やマウントの微細な誤差を拾ってし まい、キャリブレーションエラーが発生する原因になります。これらの値を入力すると、 PHD2 は現在のイメージスケールと推奨されるキャリブレーションのステップサイズを計 算します。「OK」をクリックすると、値が「ガイド」タブの「キャリブレーションステッ プ」(Calibration step-size)に入力されます。「OK」をクリックすると「全体」(Global) タブおよび「カメラ」(Camera) タブにある焦点距離とカメラのピクセルサイズも更新さ れます。つまり、ここで変更を行うとそれは直ちに反映されます。ただし「キャンセル」 を押した場合は、変更は反映されません。なお、ここの「ガイドスピード」欄にどんな数 字を入れたとしても、マウントのガイドスピードのセッティング自体は変わらないことに は気を付けてください。

「アルゴリズム」(Algorithms)タブ

詳細設定				
全体	カメラ	ガイド	Algorithms	
- Mount Guid	e Algorithms			
-赤経-	=112.7			赤緯
E7	、テリシス・ガー	イド・アルゴリ	マンズム	レジストスイッチ・ガイド・アルゴリズム
ヒス	テリシス: 10	* *		積極性: 100 🔍
積極最小	性: 100 ਦ 移動検知量(ピ	クセル): 0.1	2	最小移動検知量(ピクセル): 0.10
	May RA dura	tion: 1000		Use backlash comp Amount: 0
	Max for dara	1000	Y	赤緯(Dec)ガイドモード: Auto ▼
				<u>ОК</u> <i>キャンセル</i>

「アルゴリズム」タブでは、使用したいガイドアルゴリズムを選択し、それらに属する パラメータを調整することができます。アルゴリズムの選択を変更すると、表示されるパ ラメータの種類は大幅に変化します。そのため、ガイドアルゴリズムに関連するパラメー タについては、別のセクションで一緒に説明します。

ガイドアルゴリズムの選択から独立している残りのコントロールは、以下に示す通りです。

- 「最大持続時間 RA」(Max RA Duration):赤経方向について、許容される最長の ガイドパルス持続時間を指定します。突風やホットピクセル発生といった偽のイベン トによる大きな変位の誤認識を「追尾」するのを防ぎたい場合には、デフォルト値よ り下げる必要があるかもしれません。
- Use backlash comp:赤緯側のガイド方向が反転する際に、PHD2が補正を行うかどうかを設定します。バックラッシュの測定と望ましい補正量の初期値の計算は「ガイドアシスタント」で行います。補正量は「Amount」の欄に設定します。この補正量は、オーバーシュートや振動が発生するのを避けるため、PHD2によって引き下げられることがあります。PHD2では過修正を検知し、調整することができるので、ここで設定されるバックラッシュ補正は、マウントのコントローラ側で設定するバックラッシ

ュ補正の固定値よりうまく働きます。PHD2によるバックラッシュ補正を使用する場合、マウント側のバックラッシュ補正は無効にしてください。詳細は「<u>ガイドアシス</u> タント」のセクションを参照してください。

バックラッシュ補正のパルスが短くなってしまうことを避けるため、「最大持続時間 Dec」(Max Dec. Duration)は自動的に調整される場合があります。つまり、マウン トに何秒ものバックラッシュがある場合、バックラッシュ補正がうまく働くと期待す るべきではありません。

- 「最大持続時間 Dec」(Max Dec. Duration):赤緯方向について、許容される最長 のガイドパルス持続時間を指定します(上記項目の「赤経」が「赤緯」に変わっただ けです)。
- 「赤緯ガイドモード」(Dec guide mode):赤緯方向のガイドを行うための追加の制 御を提供します。赤緯方向のガイドは、赤経方向のガイドと異なり、マウントのギア の不完全性によるエラーは発生しません。その代り、赤緯方向の変位は主に極軸設定 のずれや機材のたわみによっておこります。その結果、初めの方の修正がオーバーシ ュートしない限り、エラーは滑らかかつ一定方向になるはずです。デフォルト値の 「auto」では、各々のガイドアルゴリズムの判断による、方向の反転は許容されます。 しかし、マウントに大きなバックラッシュがある場合、反転動作を抑制した方が良い 結果が得られることがあります。その場合、「north」または「south」を選ぶことに よって、修正動作を一方向に限定することができます。しかし、これらのモードで修 正がオーバーシュートした場合、星の位置は長時間ずれたままになることに留意して ください。なので、これらのモードを使う場合は「積極性」には保守的な値を使った 方がよいでしょう。なお、ここで「none」を選択すると、赤緯方向のガイドは完全に 無効になります。

一方向赤緯ガイド

他の場所で議論されているように、南北両方向のガイドをサポートするにはあまり に大きすぎるバックラッシュを持つマウントが存在します。この状況は、PHD2 が一 方向にしかガイドを行わないように設定することで緩和することができます。これを 我々は uni-directional Dec guiding (一方向赤緯ガイド)と呼んでいます。赤緯方向の ガイドは、極軸設定のズレや、それほど大きくはないが機械的なたわみに起因するゆ っくりしたドリフトエラーを修正するのが目的なので、この設定を行うことで制御が 容易になる可能性があります。皮肉なことに、ドリフトの方向を見極めやすくし、シ ーイングが一方向ガイドを妨げる可能性を減らすため、極軸をあえてわずかにずらし たくなるかもしれません。この理由においては、極軸のズレは通常、ガイドのパフォ ーマンスを低下させません。しかしその代わり、極の近くを撮影していてカメラのセンサーが大きい場合、視野が回転してしまいます。望ましい最初の一歩は、一方向ガイドを設定する前に、極軸を数秒角以内の精度で合わせることです。視野の回転は、後からいつでも確認できます。撮影の可能性がある最も北側の空……おそらく赤緯70度前後にメインカメラを向け、サンプル画像を撮影します。視野の回転が見られなければ、極軸の設定はそのままにしておきます。極軸のズレがあれば、空の何か所かで赤緯の修正の方向が変わります(技術的には、空の2つの地点で方向が逆になりますが、そのうちの1つは通常地平線より下にあります)。逆転するポイントがどこにあるかは極軸の高度、方位が相対的にどのくらいずれているかによって決まります。もしかすると、逆転するポイントは通常の撮影では遭遇しないほど地平線に近いかもしれません。

一方向ガイドのセッティングは以下の手順で行います。

- 適切なガイド星がある方向にガイド鏡を向け、ガイドグラフウィンドウを開きます。 赤緯ガイドモードを off にして赤緯方向のガイドを完全に切り、ガイドを開始しま す。北か南へガイド星がドリフトしていく傾向がはっきり見えるまで、ガイドグラ フを監視します。ドリフトの方向が見えたら、正しい方向に修正信号が発行される よう、赤緯ガイドモードをセットし直します。例えば、星が北へとずれていくよう なら、ガイドモードを south にします。
- 2. 赤緯側のガイドアルゴリズムを「ローパス」(LowPass)か「ローパス 2」にしてみて、積極性(aggressiveness)をやや低い値、例えば 50%にしてみます。積極性が高すぎると、修正によって星は逆方向に押しやられてしまい、ゆっくりドリフトして元の位置に戻ってくるのを待つしかなくなります。このようなオーバーシュートを減らすには、一気に大きな修正を行うより、小さくちょこちょこ修正した方が良いでしょう。
- 正しい方向に修正信号が発行され、星がドリフトし続けていないことをガイドグラ フで監視します。時間がたつと、ドリフト量が減少していることに気付くかもしれ ません。これは、修正方向が逆転する位置に少しずつ近づいていることを示してお り、赤緯ガイドモードの切り替えを準備しておかなければなりません。
- ディザリングを行っている場合は、ディザリングのパラメータを「赤経のみ」
 (RA-only) にして、赤緯ガイドが中断しないようにします。

「Other Devices」タブ

詳細設定								X
全体	カメラ	ガイド	Algorithms	Other Dev	vices			
- AO 設定								
Cal steps:	4	Samples	to average:	3 🔺 E	3ump percentag	je: 80 🛓		
Bump ste	ps: 1	 Bump	on dither	ļ	Enable AO cor	rrections		
Clear A	O calibration							
ーローテータ	设定							
Reverse	e sign of angle							
							ОК	キャンセル

補償光学装置やローテータを用いている場合、「Other Devices」タブが現れます。

上半分はAOに関するものです。キャリブレーションプロセスや「bump」コマンドが発 行された場合の動作制御は最初の4つのパラメータで行います。「キャリブレーションス テップ」(Cal steps)は、キャリブレーション時にチップ/ティルト素子が上下左右に動作 する大きさを AO ステップ数で指定します。ガイド星の位置はキャリブレーションの各段 階の最初と最後に測定されますが、「平均するサンプル」(samples to average)パラメー タはいくつの測定点を採用するかを設定します。シーイングによりガイド星は常に跳ね回 るので、画像の平均化は重要です。前述したように、AO ユニットが補正できるのは、ガイ ド星の動きが限られた範囲内に収まっている場合のみです。実際に補正限界に到達する前 にマウントの「bump」修正を開始したいだろうと思いますが、「Bump 率」(bump percentage) はこの目的のために使います。マウントを動かすために、完全な bump 修正は段階的に行 われますが、「Bump ステップ」(bump step)はこのときの段階の大きさを設定します。 bump 動作が始まっても、ガイド星が「Bump 率」(bump percentage)領域の範囲外にと どまっている場合、PHD2 は星が範囲内に戻るまで bump サイズを増やし続けます。中央 に戻るまでのこの追加の動きは、設定された「bump step size」に従って行われます。この 複雑さは、マウントが bump 動作していても星像を長引かせることなく、良好なガイドを 維持するために必要なものです。bump 動作の間も AO は補正を続けており、長時間の mount bump は AO によって相殺されます。

「Bump on dither」は、ディザリングのコマンドを受信してガイド星を AO の中心付近 に戻す時、マウントが bump するようにします。AO ガイドコマンドの有効・無効を切り替 えるには、「ガイド」タブの「Enable mount guiding」のチェックボックスで行います。 つまり、チップ/ティルト素子へのガイドコマンドの有効・無効、マウントへの bump ガイ ドコマンドの有効・無効は独立に設定できます。同じ原則は「Clear AO calibration」でも 言えて、マウントのキャリブレーションに影響することなく、AO のみ再キャリブレーショ ンを強制的に行うことができます。

AO を用いている場合、「アルゴリズム」タブには AO のチップ/ティルト光学素子の制 御についての選択肢のみ現れます。

詳細設定				
全体	カメラ	ガイド	Algorithms	s Other Devices
- AO Guide A	lgorithms			
-赤経			赤緯	
<u>س</u> 1-1	(ド・アルゴリ)	т хь	_ガイド・フ	 アルゴリズム
設定	項目無し		設定項目無	

AO デバイスは重量のある装置を動かすわけではないので、ガイドアルゴリズムのパラメ ータをより積極的なものにすることができます。デフォルトのアルゴリズムは「無し」(None) になっていますが、これは制動も履歴ベースの計算も一切考慮に入れないことを示してい ます。この場合、修正は直近のガイドフレームにのみ基づいて行われ、変位を 100%修正す るように動作します。他のアルゴリズムを用いる場合、おそらく 100%といった高いレベル の「積極性」 (aggressiveness) から始めるべきです。これら以外の、普段「アルゴリズム」 タブに表示される共通ガイドパラメータは、AO の制御には必要ないため表示されません。 ローテータについては、デバイスの動作をASCOMにおける正の角度、負の角度の規程 と一致させるための、1つのパラメータしかありません。「反転」(Reversed)チェック ボックスは、奇数枚のミラーを使用しているために画像が反転するシステムに対して使用 します。回転の方向と大きさの情報はキャリブレーションデータを調整するのに使われ、 PHD2は「回転角は空に対して反時計回りに0度から数え、360度は含めない」という ASCOMの標準に準拠します。ここにチェックを入れるべきかどうかの判断は、実際に実 験してみるのが最も手っ取り早い方法です

ガイドアルゴリズム

ガイド理論

PHD2のデフォルトのガイドアルゴリズムは十分に確立されており、ほとんどのユーザ ーにとって満足のいくものです。すでにガイドの経験があって基礎を理解している場合を 除き、アルゴリズムを変更することには慎重でなければなりません。しかし、変更しなけ ればならない特殊な事情があるかもしれませんし、単に異なるアルゴリズムを試してみた い場合もあります。PHD2の詳細設定ダイアログはそれを容易にします。いずれのアルゴ リズムも、観測されたガイド星の変位をどのようにガイドコマンドに翻訳し、星を初期の 位置に戻すか、を制御するパラメータセットを持っています。

これらのパラメータの詳細を説明する前に、ガイド理論をちょっと復習し、これらのア ルゴリズムが何を達成しようとしているのかを見てみましょう。仕組みが全く異なる光学 補償装置は別として、従来型のガイドには大きな課題があります。それは「どうやって数 十~数百ポンドの重量の機械を、星像が尾を引いたり楕円形になったりしないほど高精度 に動かすか」です。このタイプのガイドに望めるのは、「速くてランダム」ではなく「遅 くて一定」な追尾エラーへの対処だけです。(修正可能な)遅くて一定なエラーの原因は 以下のようなものです。

- 赤経ギアの機械的な不完全性―「ピリオディックエラー」の原因になるものも含む。
- 恒星時に対するマウントの回転速度の微細なズレ
- 大気差……地平線近くでは、星は「よりゆっくり動く」ように見える。
- 「撮影鏡·ガイド鏡間の相対位置のズレ」以外の機械的な歪みやたわみ
- 極軸設定のズレ

上記のリストに含まれていないのは何で、従来のガイドで修正できないのは何でしょう か?残念ながら、それは非常に長いリストになります。そのうちのいくつかを示すと

- シーイング(大気の乱れ)
- ギアノイズ、粗さ、振動
- 撮影鏡・ガイド鏡間の相対位置のズレ
- 突風、ケーブルの引っ掛かり、駆動ギアのきしみ etc. etc...

各ガイドアルゴリズムに共通するのは、他の要因を無視しても、遅くて一定のズレに何 とかして対応しなければならない、という部分です。ガイド星の変位は様々な原因を内包 しているので、これは非常に難しい問題です。それにたとえこれが困難でなかったとして も、現実世界のマウントは完璧ではなく、完全に望んだ通りには動かない、ということに 留意する必要があります。通常、アルゴリズムに求められる最も重要なことは、過修正を 避けるということです。マウントが行ったり来たりするようでは、ガイドは決して安定し ません。こうしたアルゴリズムに対する典型的なアプローチは、ガイドの修正に「慣性」 または「インピーダンス」を適用することです。すなわち、方向や振幅の大きな変化を必 要とする修正を行うには「消極的」である一方、パターンに従い、かつ以前に行われた修 正とおおむね一致した補正を行うことを意味します。方向の切り替えに対する抵抗は、ギ アのバックラッシュが共通の問題となる赤緯方向において特に重要です。できれば、この 背景説明がガイドの基礎への十分な洞察を与え、PHD2 で用いられる様々なガイドパラメ ータを有効に活用できるようになってほしいと願っています。

ガイドアルゴリズムパラメータ

PHD2において、様々なガイドアルゴリズムを赤経軸または赤緯軸のそれぞれに適用す ることができます。これらのアルゴリズムのほとんどは「最小移動検知量」パラメータを もっています。これは、過度に小さくて星像の形に影響を与えないような、あるいはシー イングなどによる一時的に起こるような変位に対し、ガイド補正を行わないようにするも のです(訳注:いわゆる「不感帯」)。これらの値はピクセル単位で入力されるので、星 像がどの程度の大きさになるのか考える必要があります。デフォルト値は短~中焦点距離 のシステムではうまく機能しますが、長焦点距離のシステムを利用していて星像が大きく なると予想される場合は、値を大きくする必要があります。

ヒステリシス・アルゴリズムは、直近に行われていたガイド修正を「記憶」し、次のガ イド修正を計算する際の参考にします。パーセンテージであらわされるヒステリシスパラ メータは、現在のガイドフレーム内の星の変位に対し、履歴をどの程度考慮するかの「重 みづけ」を決定します。ヒステリシスパラメータが10%である例を考えてみましょう。こ の場合、次のガイド修正は現在のガイドフレーム内の星の動きに90%、直近のガイド修正 に10%、それぞれ影響を受けます。ヒステリシスパラメータを大きくすると、修正は滑ら かになりますが、本来の変位に対する反応が遅くなるリスクがあります。ヒステリシス・ アルゴリズムにも、過修正を低減するための「積極性」(aggressiveness)パラメータが存 在し、これもまたパーセンテージで表されます。各フレームにおいて、PHD2 はマウント をどのくらいの量、どの方向に動かすべきかを計算しています。「積極性」パラメータは この度合いを調整します。たとえば、星の変位が評価され、0.5 ピクセルの修正動作が必要 な場合を考えます。「積極性」が 100%に設定されている場合、マウントを 0.5 ピクセル分 動かすよう、ガイドコマンドが発行されます。しかし「積極性」が 60%の場合、マウント は 60%分、すなわち 0.3 ピクセル分しか移動しません。もし使っているマウントが常にオ ーバーシュートする傾向があるのなら、この値を少し下げてみます (たとえば 10%刻みで)。 逆に PHD2 が星の動きに追従しきれていないようなら、少し上げてみます。ちょっとした ことですが、これは大変効果的です。

レジストスイッチ・アルゴリズムは、その名の通り(resist = 抵抗、switch = 切り替え) の動作をします。すなわち、ヒステリシス・アルゴリズムのように過去のガイド修正の履 歴を保持し続け、十分な「理由」がないと修正方向が反転しません。このアルゴリズムは、 反転動作がギアのバックラッシュを誘発しやすい、赤緯方向のガイドに適しています。そ のため、レジストスイッチは、正常な反転動作が期待される赤経方向ではなく、赤緯方向 のデフォルトアルゴリズムになっています。

リリース 2.4.1 以降、レジストスイッチ・アルゴリズムを微調整するために、2 つのパラ メータを追加しました。1 つは「積極性」 (aggression) で、計算された修正量のどれだけ を発行するかをパーセンテージで表します。このパラメータを小さくすると、バックラッ シュがほとんどないマウントでのオーバーシュートを避けることができます。2 つ目のパラ メータは「Fast switch for large deflections」(大きな変位に対する高速切り替え)という ラベルの付いたチェックボックスです。これがチェックされていると、PHD2 は、通常の ように新しい方向に 3 回連続してずれるのを待つのではなく、大きな方向の変化に直ちに 反応します。これは風やケーブルの絡まり、その他の機械的な要因によって赤緯が乱れた とき、そこからの速やかな回復に役立ちます。「大きな変位」の定義は「最小移動検知量」 の 3 倍です。したがって、PHD2 が方向変更に過度に反応する場合は、「最小移動検知量」 パラメータで動作を調整するか、「fast switch」オプションを完全に無効にします。赤緯 のガイドについては「及ばざるは過ぎたるに勝れり」です。これらのパラメータを過度に 調整しないでください。

ローパス・アルゴリズムも、次のガイド修正を計算するのに、直近のガイド修正履歴を 用います。マウントの動作を計算する際の起点には、直近の履歴から求められたガイド星 の変位の中央値を使用します。このことは、次の修正動作を計算するにあたって、現在の ガイドフレーム内の星の変位が与える影響が比較的小さく、急速な変化に対して非常に反 応しにくいことを示しています。しかし、履歴の蓄積は、変位が一定方向に続いているか どうかを判断する計算も含みます。パーセンテージで表される「勾配重み」(slope weight parameter)は、実際のガイダーの動きを計算する際、これをどの程度考慮に入れるかを設定します。これは極めて緩慢な変位に対してアルゴリズムを維持するものです。勾配重みをゼロにした場合、ガイドパルスは常に直近の履歴の中央値になります。勾配重みをゼロ以外にすると、最近のガイド星の動きの傾向に基づいて、この中央値が上下に調整されます。ローパス・アルゴリズムは急激な変化に追従しにくいので、おそらく赤緯方向のガイドに最も適しています。

ローパス2・アルゴリズムはローパス・アルゴリズムのバリエーションで、少し異なるふ るまいをします。ガイド修正の履歴を維持するのは同じですが、次の修正は前に発せられ たコマンドを単純に線形に延長したものになります(すなわち勾配計算)。これは方向の 急激な変動が見られた時まで続き、その時点で履歴はクリアされます。このアルゴリズム には調整可能な2つのパラメータがあります。「最小移動検知量」(minimum-move)と 「積極性」(aggressiveness)です。「最小移動検知量」は他のアルゴリズムのものと同様 の効果を持っており、「積極性」はガイド修正のサイズを弱めます。ローパス2は非常に 保守的かつ高抵抗のアルゴリズムなので、良いシーイングの下、バックラッシュの少ない 正確に動作するマウントを使用しているユーザーに適しています。

ツールとユーティリティ

手動ガイド(Manual guide)

手動ガイド
マウント
North
West East
South
ガイドバルス持続(ms): 750 🖕 リセット
ディザー MOVE4 (+/- 3.0) • スケール 1.0 🛓 🛛 赤経(RA)のみ ディザー

新しいマウントと接続してキャリブレーションに問題が起こった場合など、PHD2 のコ マンドが正しくマウントに届いているのか、確認したい場合があるでしょう。あるいはマ ウントをちょっと動作させたり、マニュアルディザリングについて実験したりしてみたい 場合もあるでしょう。「ツール」(Tools)メニューの「手動ガイド」(Manual guide)を クリックすると、マウントをガイド速度で自由に動かすためのダイアログが現れます。ボ タンを押すたびに「ガイドパルス持続」(Guide Pulse Duration)で設定された長さだけ パルスが送出されます。デフォルト値は「詳細設定」 (Advanced setting) (Advanced setting) ダイアログの「キャリブレーションステップ」(Calibration step-size)で設定した値にな ります。キャリブレーションの問題を解決しようとする場合、マウントが PHD2 からのコ マンドを受け取っているかを確認するため、マウントに耳を傾けてください(目で見るよ りも)。これはマウントが PHD2 からの信号に応答しているかどうかを確認するものです。 マウントの動き(ガイド速度で動いています)を目で確認することはできませんが、耳で なら判別できるかもしれません。そのほかには、モーター自身を見る方法や、望遠鏡にレ ーザーポインターを取り付けて指し示した先が動くのを見る(動きが増幅されます)方法 などがあります。補償光学装置を取り付けている場合、AO とマウントとでそれぞれ別の動 作ボタンが現れます。

ディザリングは、通常、PHD2 サーバインターフェイスを介して、画像キャプチャまた は自動化アプリケーションで主に使用されます。しかし、ダイアログ下部のコントロール を使うことで、マニュアルディザリングやディザー設定の実験を行うことができます。左 側にある「ディザー」 (Dither) フィールドではマウントの移動量をピクセル単位で指定 します。この量に対し、右側の「スケール」 (Scale) コントロールで指定した係数をかけ て大きくすることもできます。これら2つのコントロールが、ディザリングにおける最大 移動量、すなわち「スケール」×「ディザー」を決定します。「ディザー」ボタンを押す と、PHD2は移動総量が上限以下になるように、マウントを東西南北のいずれかの方向に ランダムに動かします。「赤経 (RA)のみ」(RA only)のチェックボックスがチェック されていた場合、動作は東西のみになります。もちろん、この方法でマニュアルディザリ ングを行っている場合は、カメラが露出中でないことを確認してください。

星の自動選択

「ツール」(Tools)メニューの下の「ガイド星の自動選択」(Auto-select Star)をクリ ック、もしくはキーボードショートカットで「Alt+S」を押すと、PHD2は現在のガイドイ メージを探索してガイドに適切な星を選び出します。PHD2は他の星から離れていて、か っフレームの縁近くになく、そして十分に明るい星を選択しようとします。選択された星 は、画面上では非常に暗く見えるかもしれませんが、ガンマスライダーの関係でそう見え るだけで、たいていの場合それは重要ではありません。自動選択は、ディスプレイ上での 見かけより良い働きをします。人が目で見て選んだ星は飽和しているか、飽和ギリギリで、 良くない結果をもたらします。「ガイド星プロファイル」(Star Profile) ツールを使うと 選択された星の状態を確認できます。自動選択を使用する場合は、誤ってホットピクセル が選択されないよう、不良ピクセルマップやダークライブラリを活用してください。

キャリブレーションデータの詳細

キャリブレーションの妥当性チェックを含め、キャリブレーションに関連するウィンド ウの多くは以下のようなものです。



ここで最初に見るべきは左側のグラフで、ここにはキャリブレーションの際、PHD2 か らの指令によってガイド星がどう動いたかが記録されています。ラインはキャリブレーシ ョン結果から計算された赤経、赤緯の方向を示していて、これらはおおよそ直交している はずです。データポイントは完璧にライン上に乗りはしませんが、一方で、大きくカーブ を描いたり、鋭く屈曲したり、方向が逆転したりしてはいけません。焦点距離の長い望遠 鏡では、ポイントはしばしばラインの周囲にかなり散らばりますが、これは正常です。中 が塗りつぶされたポイント(西向きおよび北向きのパルス)は、赤経、赤緯のレートを計 算するのに使われ、中抜きのポイントは東および南に動く「帰り道」を示しています。こ れらは、シーイングによってどのくらいの変位が発生したか、また、大きなバックラッシ ュがあるかどうかを確認するのに役立ちます。「詳細設定」で「キャリブレーションやデ ィザー後に素早く中央に戻す」(Fast re-center after calibration or dither)にチェックを 入れていた場合、「帰り道」のポイント数は少ないかもしれません。右側の表には望遠鏡 の向きやガイドに関連した ASCOM の設定値が表示されます。マウントを ASCOM で制御 しておらず、また Aux マウントを選択していない場合、これらは表示されません。表には 空の同じ位置で「完璧な」キャリブレーションが行われた場合に期待されるガイディング レートと、実際に使用されたガイドスピードの設定も表示されます。これらの理想の値が

達成されることはまずありませんが、極端に値が外れていない限り、心配はいりません。 キャリブレーション終了時に警告メッセージが出ない限り、キャリブレーション結果はお そらく十分に良好です。キャリブレーションを長期にわたって再利用したい場合、ここの 情報をチェックしてキャリブレーション結果が良好であることを確認する価値はあります。 ハイエンドのマウントを使っているベテランでもキャリブレーション不良はあり得るので、 このようなケースではチェックしたほうがいいでしょう。

キャリブレーションで警告が出なかったにもかかわらず問題が発生し続ける場合には「トラブルシューティングと解析」の項で資料を確認する必要があります。

その他のキャリブレーション関連メニュー

キャリブレーションデータは、キャリブレーションが正常に終了するたびに自動的に保 存されます。キャリブレーションデータの利用については、データの再読み込みや子午線 通過後の反転を含め、すでに説明しました。これらの機能にアクセスするには、「ツール」

(Tools) メニューの下の「キャリブレーションデータの操作」(Modify Calibration)サ ブメニューを利用します。ここにはキャリブレーションに関連した2つのアイテムがあり ます。すなわち、現在のデータをクリアするためのオプションと、キャリブレーションデ ータを手動で入力するためのオプションです。「クリア」オプションは「詳細設定」

(Advanced setting) ダイアログにある「キャリブレーションクリア」(Clear calibration) チェックボックスと同じもので、ガイドが再開されるときに再キャリブレーションを行わ せるものです。「キャリブレーションデータの入力」(Enter calibration data) オプショ ンは非常に特殊な状況の下、かつ自分が何を行おうとしているのかを完全に理解している 場合のみ使われるもので、完全性の問題として提供されているものです。「キャリブレー ションデータの入力」をクリックすると、比較的低レベルのキャリブレーションデータの 入力を可能にするダイアログボックスが表示されます。ここには以前のセッションのデー タ、おそらく PHD2 のガイディングログファイルから抽出したデータを入力することにな るでしょう。ASCOM(または Aux マウント)で接続している場合、これらのキャリブレ ーションデータの操作はほとんど必要ありません。

PHD2 サーバ

PHD2は、ガイドプロセスの制御を必要とする、サードパーティ製のイメージングアプ リケーションや自動化アプリケーションをサポートします。Stark Lab の Nebulosity プロ グラムはその最初のものですが、他のアプリケーションも次々に作成されています。PHD2 サーバプロセスを使用することで、イメージキャプチャプログラムは露出中のディザリン グを制御したり、撮像用のメインカメラから画像をダウンロードしている間、ガイドカメ ラの露出を一時停止したりすることが可能になります。対応アプリケーションでこれらの 機能を使用するには「ツール」(Tools)メニュー下の「Enable Server」をクリックして ください。サーバインターフェイスは PHD2 で実質的に再処理され、PHD2 のほとんどの 機能をアプリケーションから利用することができるようになります。サーバ API について の文書は PHD2 Wiki で提供されています。

ディザリング

ディザリングの一番の目的は、ホットピクセルに代表される固定的なノイズパターンを 除去し、以降の画像処理を容易にすることにあります。これはほぼ純粋に、使用している カメラの、より控えめに言えば画像処理ソフトの機能に関連した話です。温度制御された、 ノイズの少ないカメラを使っている人にとって、ダークフレーム処理で除去できないホッ トピクセルを消す方法として、ディザリングは非常に便利な方法です。ホットピクセルの 位置はセンサーの経年劣化により変化するので、ダークライブラリでは補正しきれません。 これらのホットピクセルは後処理でも消せますが、数が多いと面倒なものです。ディザリ ングはカラム欠陥のようなセンサーの問題にも対応できますし、センサー温度がコントロ ールされていないためにダークライブラリが使用できないケースで特に有用です。そのた め、一眼レフではディザリングがよく用いられます。PHD2 ではディザリング機能はサー バインターフェイスを介して提供されるので、これを使うには「ツール」メニューの下の 「サーバを有効化」にチェックを入れます。最初に、ガイド中に使用する最大のディザー サイズをイメージングアプリケーション側で決定します。アプリケーションがディザーコ マンドを発行すると、PHD2 は乱数発生装置を使って実際に適用するディザーサイズを決

定します。ディザーサイズは0から最大許容量の間になります。ディザリングが特定のパ ターンを描いたり、以前と同じフレーム位置を使用したりするのを避けるため、ディザー 量を疑似乱数で設定したいかもしれません。しかし PHD2 のディザリングに対応したアプ リケーションのいくつかでは、ディザーサイズの最大値は直接指定できず、大・中・小から選ぶだけで最大値が既定値で固定されていることがあります。そのため、PHD2では「詳細設定」の「全体」(Global)タブで「ディザー処理スケール」を設定できるようになっています。これはディザー量の範囲を調整するための係数です。スケールが1の場合、ディザー量は元のまま変わりませんが、10にするとディザー量は10倍になるといった具合です。最大値を直接設定できるアプリケーション(例:PHD_Dither)を用いている場合、ディザー処理スケールは1のままにしてください。言い換えれば、大・中・小でディザー量を設定するアプリケーションを使っていて、その範囲設定に満足できない場合にこの数字を調節します。

ディザリングには2つのデメリットがあります。すなわち、1)「安定化期間」のための 余分な時間とその不確実性 2) 最終的にフレームをスタックした時に、低品質の部分を除く ためにクロップが必要になる点です。ここで言う「安定化期間」というのは、ディザーコ マンドによりマウントが動いて落ち着くまでの時間のことです。ディザーコマンドを発行 するイメージングアプリケーションでは、ガイドが安定して撮影を再開できるようになる 時間も設定します。アプリケーションは、固定値で「安定化期間」を PHD2 に設定させる こともできますし、アプリケーション自身が計算することも可能です。イメージング/ディ ザリングアプリケーションがどのような仕様になっているかは確認する必要があります。 アプリケーションが最新の PHD2 サーバインターフェイスを用いている場合、安定化期間 は「直近 10 秒間のガイドエラーが 1.5 ピクセル以下になるまで」といった形で指定できま す。これは、安定化にどのくらいの厳密性を求めるかによって変化します。赤緯方向のデ ィザリングを行っていて、ディザリングが方向変化を伴っている場合、長めの時間を設定 したほうが良いでしょう。ほとんどの架台は赤緯軸のバックラッシュがあるので、正しい 方向に動き出すのに余分にガイドコマンドが必要で、目的の位置に到達するまで余分に時 間がかかるためです。PHD2に、赤経軸のみディザリングするオプションがあるのはその ためです。この設定は「全体」(Global)タブの「ディザー処理スケール」欄の左隣にあ ります。

マウントの赤緯軸にかなりの大きさのバックラッシュがある場合、赤緯側のガイドの方 向を北または南に限定していることがあります。PHD2 がこのモードで動作しているとき に赤緯方向へのディザリングコマンドを受信すると、ディザリング動作と「安定化期間」 が終了するまで、南北両方向への赤緯ガイドを一時的に許可します。その後、元の一方向 赤緯ガイドモードに戻ります。この動作をしたくない場合は、ディザリングを「赤経のみ」 (RA-only) (「詳細設定」→「全体」タブ)に制限する必要があります。

ロギングおよびデバッグ出力

PHD2 は必要に応じて 2 種類のログファイル、すなわちデバッグログとガイドログを生成することができます。どちらもそれぞれ違った意味で、非常に有用なものです。

ガイドログは PHD で生成されるものと似ていますが、より多くの情報を与えます。ガイ ドログは人や外部アプリケーションが利用しやすい形式に整えられています。たとえば、

(PHD2 には含まれていませんが) PHD2 Log Viewer は、ガイドログのデータに基づいて 様々なグラフや統計を生成することができます。また、解析のために Excel や他のアプリ ケーションに読み込ませるのも簡単です。Excel にデータをインポートする場合、カンマを 区切り文字として指定するだけです。

デバッグログは PHD2 のセッション内で行われたすべてを完全に記録するので、発生し た問題を特定するのに非常に便利です。人が見やすいテキスト形式で記録されているので、 何が起こったかを知るためにデバッグログを解析するのは難しくありません。ソフトウェ アの問題を報告する必要がある場合、ほぼ確実にデバッグログファイルを提供するように 求められます。ログファイルがなければ、いかなる助けも得られないでしょう。

ログファイルの保存場所は、「詳細設定」の「全体」(Global)タブにある「ログファ イル保存場所」(Log File Location)で設定します。デフォルトでは、ログファイルは OS で規定されている、ユーザーデータ保存用のディレクトリに保存されます。たとえば Windows7 の場合、ファイルは「マイドキュメント」下に作成される「PHD2」サブフォル ダに保存されます。これだと不便な場合、このフィールドを編集することで任意の場所に ログを保存させることができます。ログファイルの過剰な蓄積を防ぐために、PHD2 は 30 日以上経過したデバッグログ、60 日以上経過したガイドログを自動的に削除します。ログ ファイルを長期間保存する場合は、PHD2 で使用されていない別のフォルダに移動または コピーする必要があります。

特殊なケースでは、デバッグや問題解決のために、ガイドカメラからの画像をキャプチ ャする必要があります。これは「ツール」(Tools)メニューの中の「ガイド星画像の記録 を有効化」(Enable Star-image Logging)にチェックを入れることで有効にすることがで きます。キャプチャされた画像は他のログファイルと同じところに保存されます。これら の画像のフォーマットは、「詳細設定」の「全体」(Global)タブで設定します。障害の 記録が目的の場合、最も融通の利く「Raw Fits」を選ぶべきです。

ドリフトアライメント

ドリフトアラインメントは、よく知られた極軸合わせの方法で、「ゴールドスタンダー ド」ともいえるものです。ドリフトアライメントツールは、ドリフトアライメントのプロ セスを補助し、定量的な結果を得ることができるようにするウィザード形式類似のツール です。オートガイダーのキャリブレーションが完了したら、「ツール」(Tools)メニュー の下の「ドリフトアライメント」(Drift Align)をクリックしてください。最初に現れる ダイアログでは、マウントの方位の調整を行います。ASCOM でマウントと接続している 場合、天の赤道と子午線の交点付近にマウントを旋回させるオプションがあるでしょう。 ASCOM を用いていない場合、手動でそちらの方角に望遠鏡を向けます。望遠鏡がそちら の方向を向き、視野内に適当な星を捉えたら、「ドリフト」(Drift)ボタンを押してデー タ収集を開始します。グラフウィンドウには星の変位や修正の様子が表示されますが、よ り重要なのは2本のトレンドラインです。赤緯方向のトレンドラインが安定し、露出ごと に跳ね回らなくなるまで露出を続けます。グラフウィンドウの下部には方位方向の極軸設 定のズレが表示されます。また、イメージウィンドウにはガイド星の周囲にマゼンタの円 が表示されます。この円は、方位を調整した時にガイド星がどの程度動くかの上限を示し ています(最初は円が大きすぎて画面上では見えないかもしれないので、ある程度方位を 追い込むまで、この円は気にしなくていいでしょう)。

そうしたら、ガイドを止めるために「調整」(Adjust)ボタンを押し、マウントの向き を調整します。調整の際はガイド星の動きを見て、マゼンタの円に近づきつつも越えない よう気を付けます。方位を調整したら再び「ドリフト」(Drift)ボタンを押し、測定を繰 り返します。調整が正しい方向に行われて過修正になっていなければ、赤緯のトレンドラ インは水平に近づきます。これを設置精度に満足するまで繰り返します。「ノート」(notes) フィールドは、調整によってドリフトラインがどう動いたかを記録するのに使用すること ができます。たとえば、マウントを反時計回りに動かすとドリフトラインが上昇した、と いった具合です。これらの記載はPHD2 セッションをまたいで保持されるので、次回以降 はより素早くセッティングすることが可能になります。

使用しているマウントでのドリフトアライメントの経験を積むまで、調整のパートは 少々面倒かもしれません。最初は調整ノブを「どのくらいの量」「どちらの方向に」回せ ば望むような結果が得られるのか、見定めなければなりません。これを助けるために、PHD2 のドリフトアラインツールは「ブックマーク」機能をサポートしています。これは調整前 後のガイド星の位置を記録するもので、以下のキーボードショートカットで機能にアクセ スすることができます

- b: ブックマークの表示/非表示
- Shift-b:現在のガイド星の位置をブックマークに記録する (the "lock position")
- Ctrl-b: ブックマークをクリアする
- Ctrl-click somewhere on the image: クリックした位置をブックマークに記録する、 あるいは記録したブックマークを消去する

マウントの調整を行う前にブックマークを設定することで、調整によりガイドフレーム 中の星がどう動くのか、わかりやすくなります。

次に「高度」(Altitude)ボタンを押します。望遠鏡を、天の赤道付近で高度 25~30 度 程度の空に向けます。極軸の高度を合わせるため、「ドリフト」(Drift)ボタンを押して データの収集を開始します。方位の場合と同様、ノートに調整とドリフトラインの関係を 記載しながら、結果に満足するまで調整と測定を繰り返します。高度の大幅な調整を行っ た場合は、方位の測定と調整を繰り返す必要があります。この手順に従って作業すれば、 誤差が定量的に分かった上で、高精度で極軸を合わせることができます。極軸がしっかり あっていれば、特に赤緯方向で良好なガイドパフォーマンスを得ることができるでしょう。

マウントと ASCOM で接続している場合(含 Aux 接続)、ドリフトアライメントツール はより使いやすくなります。極軸設定後に ST-4 互換で運用する場合でも、ドリフトアライ メントの間は ASCOM で接続することを勧めます。ASCOM で接続しない場合、以下の機 能が使えません。

- 望遠鏡の姿勢データの取得と操作ができません。望遠鏡は自分で動かす必要があります。ただし、視野の中に適切な星があれば、目標の高度と方位はおよそで構いません。
- 調整の目安となるマゼンタの円が不正確になり、点線で表示されるようになります。
 点線の円は調整の上限を示すだけなので、過修正を防ぐには少しずつ調整しなくては
 なりません。

ドリフトアライメントのより詳細なチュートリアルは Openphdguiding のウェブサイト から参照することができます。この機能を初めて使うユーザーはぜひ目を通してください。 (https://sites.google.com/site/openphdguiding/phd2-drift-alignment)
ロックポジション

PHD2 は通常、キャリブレーション完了時にガイド星がいた場所を「ロック位置」(lock position) として設定します。厳密に言えば、この位置はキャリブレーション開始時に星が あった位置とは一おそらく数ピクセル程度ですが一異なります。被写体を正確に中央に位 置させたい場合、「ロック位置保持」(sticky lock position)を使うとよいでしょう。キャ リブレーションを始める前、ガイド星をクリックしたら、「ツール」(Tools)メニューの 下の「ロック位置保持」(Sticky Lock Position)をクリックします。キャリブレーション が完了すると、PHD2 はガイド星が「ロック位置保持」で設定した位置に来るよう、マウ ントを動かします。「ロック位置保持」はガイドを中断・再開しても有効です。これは、PHD2 がマウントの位置を変更するのにかける時間を使ってでも、ガイド星の(ひいては 被写体の)厳密なポジショニングを確実にするものです。

彗星追尾(Comet Tracking)

彗星を撮影する方法の1つは、PHD2において彗星自身をガイド星として使うやり方で すが、いつでもうまくいくとは限りません。たとえば彗星核への集光が弱い場合などがそ うですし、オフアキシスガイダーを使っている場合は彗星がガイドカメラから見えないか もしれません。

PHD2 は彗星自身でのガイドが困難な場合に使える「彗星追尾」(Comet Tracking)ツールを備えています。考え方としては、ガイド自体は星を基準に行うものの、彗星の動きに合わせてロック位置を徐々に変化させるというものです。

PHD2に彗星の追尾速度を入力するには3つの方法があります。

- Cartes du Ciel などのプラネタリウムソフトから、移動速度を直接 PHD2 に送る。
- 追尾速度を直接手動で入力する。
- 撮影用カメラで彗星を追跡し、PHD2に移動速度を学習させる。

彗星追尾		
	有効化	
赤	0	
赤	0	
単位		
◎ ピクセル/時 💿 秒角	月/時	
車曲		
◎ カメラ (X/Y)	◎ マウント (RA/Dec)	
レートトレーニング		
24	タート ストップ	
彗星を撮影用カメラの中9 ガイド星を選定後、ガイト	Rに導入する。	
開始をクリックするとトL 	ノーニングか始まる。	

(訳注:表示できる文字数の関係で、「レート」の所で項目の表示が「赤」「赤」となってしまっているが、上が「赤経」(RA)、下が「赤緯」(Dec))

追尾速度を直接入力する場合、単位(unit)として「秒(角度)/時」(Arcsec/hr)、 軸(axes)として「マウント(RA/Dec)」を選択し、彗星の軌道要素を基にレートを入力 します(訳注:いわゆる「メトカーフガイド」に相当)。

彗星の追尾速度の学習(レートトレーニング)を使う場合は、以下のように行います。

始めに、彗星を撮影用カメラの中心に導入します。撮影用ソフトに何らかのレチクルを 表示する機能があれば、イメージセンサー上の彗星の正確な位置を記録することができま す。準備ができたら、PHD2 でガイド星を選択し、ガイドを開始します。次に彗星追尾ツ ールの「スタート」ボタンをクリックします。

撮影用ソフトの Frame & Focus 機能を用いて連続撮影を行ってください(訳注:いわゆ るライブビューのこと)。時間がたつとともに、彗星は最初の位置からずれてくるので、 PHD2の「ロック位置の調整」(Adjust Lock Position)機能を用いて彗星を最初の位置に 戻します。Up/Down/Left/Rightの操作に応じて彗星がイメージセンサー上でどちらの方向 に動くかは、少し試してみる必要があります。「ロック位置の調整」ウィンドウの「常に 最上部に表示」(Always on top)ボタンを使うと、「ロック位置の調整」ウィンドウが常 に最前面に表示され、撮影用ソフトのウィンドウなどに隠れることがなくなるので便利で す。

彗星を中心に戻すと、PHD2は即座に彗星の追尾速度を学習します。PHD2の彗星追尾 に満足したら、ストップをクリックして学習を終了することができます。PHD2は、彗星 追尾のオン・オフが切り替えられるまで、ロック位置をずらして彗星を追尾し続けます。

彗星追尾の練習は、搭載されているカメラのシミュレータを用いて行うことができます。 「Cam Dialog」の「彗星」オプションにチェックを入れると、シミュレータは彗星を表示 します。ブックマークを用いて彗星の初期位置をマークし、「ロック位置の調整」を用い て彗星をブックマーク位置に戻してやります。

ガイドアシスタント

「ガイドアシスタント」は、現在のシーイングの状態やマウント、ガイドシステムの振 る舞いを計測する助けとなるツールです。起動すると、一時的にガイド出力が切られ、続 いてガイド星の動きが測定されます。これはシーイングによる高頻度な星の動きを観察す るのに役立ちます。これらの動きは周期が極めて短いため、通常のガイドでは修正できま せん。無理に修正しようとすると、かえって悪い結果となります。この高頻度の動きを無 視したうえでの最低限の動きを設定することで、最良の結果を得ることができます。「ガ イドアシスタント」はそのほかにも赤経方向・赤緯方向のズレの速度や、赤経方向の追尾 速度の変動を表示することもできます。これらを測定することは追尾性能の低さを改善す ることにつながるでしょうーたとえば、赤緯方向のズレの速度が大きければ、極軸合わせ を改善するなど。オプションを選択すれば、「ガイドアシスタント」で赤緯方向のバック ラッシュを測定することもできます。

「ガイドアシスタント」を最初に起動すると、以下のようなダイアログボックスが開き ます。

ガイドアシスタント							
Choose a non-saturated star with a good SNR (>= 8) and begin guiding							
測定状況			高頻度な星の動き				
開始時間	露出時間		赤経, RMS				
S/N比	星の明るさ		赤緯, RMS				
経過時間	サンプル数		トータル, RMS				
~ その他の星の動き							
赤経, Peak							
赤緯, Peak							
赤経, Peak-Peak							
ドリフトレート (赤経)							
最大ドリフトレート (赤経)							
Drift-limiting exposure							
ドリフトレート(赤緯)							
Declination Backlash							
極軸設定エラー							
☑ Measure Declination Backlash	スタート	ストップ					

ダイアログの上部には、ウィザードのように使い方が表示されます。「ガイドアシスタ ント」の測定を開始するには、まず通常のようにガイドを開始します。これにより、測定 対象の星の決定とデータ収集の準備が整います。そして「ガイドアシスタント」の「スタ ート」ボタンをクリックすると、測定が始まります。すると、ガイドコマンドが無効化さ れるので、星はディスプレイの中を移動し始めます(これは正常な動作です)。オートガ イダーからのイメージを取得すると統計量が計算され、リアルタイムでそれらが表示、更 新されていきます。特に注意を払うべきは、計測中の結果の平均が表示される「高頻度な 星の動き」(High-frequency Star Motion)のところの表です。データ収集から1分もす るとこれらの数値は落ち着いてきて、シーイングによる高頻度な星の動きがどの程度かに ついての信頼できる結果を得ることができます。また、極軸設定のズレについても信頼で きる結果を得ることができます(計測時間がさらに長ければより正確になりますが)。極 軸設定のズレや、赤経軸のピリオディックエラーを正確に測定したい場合、ガイドアシス タントを 10 分ほど動かします。「ストップ」ボタンを押すと測定は終了します。もし「赤 緯軸バックラッシュの測定」(Measure Declination Backlash)にチェックを入れていた 場合はそのプロセスが始まります(後述)。そうでない場合、ガイドコマンドは再び有効 になり、データ収集プロセスは終了します。ズレの速度をはじめとした他の計算結果は、 下の方の表に表示されています。これらの値は秒角とピクセルの両方の単位で表示されま す。ダイアログはこのようになっているはずです。

「イドアシスタント ガイドは中断されています。推奨値を参考に必要な変更を加えてください。[スタート]を押すと再測定を行い、ウィンドウを閉じ るとガイドを再開します。							
測定状況 高頻度な星の動き							
開始時間	2017-05-21 11:44:5	露出時間	2秒	赤経, RMS	0.10 px(0.25 秒角)		
S/N比	33.8	星の明るさ	201962.5	赤緯, RMS	0.12 px(0.32 秒角)		
経過時間	60秒	サンプル数	30	トータル, RMS	0.16 px(0.40 秒角)		
その他の星の動	ið			推奨			
赤経, Peak		0.82 px (2.1	3 秒角)	Try to keep your expo	Try to keep your exposure times in the range of 1.5s to 3.5s		
赤緯, Peak		1.23 px (3.1	6 秒角)	range of 1.5s to 3.5s			
赤経, Peak-Pea	ık	2.02 px (5.2	1 秒角)	Polar alignment error	Polar alignment error > 10 arc-min; try		
ドリフトレート (赤経) 1.94 px/分 (4.99 秒角/分)		using the Drift Align to	using the Drift Align tool to improve				
最大ドリフトレ	-ト (赤経)	0.10 px/秒(0.25 秒角/秒)	alignment.	alignment.		
Drift-limiting e	exposure	1.3 秒		赤経の最小移動検知量を	赤経の最小移動検知量を0.20にしてみてください。 適用		
ドリフトレート	(赤緯)	2.44 px/分(6.30 秒角/分)				
Declination Ba	cklash			赤緯の最小移動検知量を	0.25にしてみてください。 適田		
極軸設定エラー	極軸設定エラー 24.9 分角						
Show Backlash Graph							
■ Measure Declination Backlash スタート ストップ							

ウィンドウ右側の「推奨」(Recommendation)には測定結果を反映させたものがまと められています。使用しているガイドアルゴリズムが最小移動検知量の設定を持っている なら、これらの値に基づいてパラメータを設定することができます。また、再測定するこ ともできますし、そのまま普段のガイドに戻るため、無視してウィンドウを閉じることも できます。

赤緯軸バックラッシュの測定

「赤緯軸バックラッシュの測定」(Measure Declination Backlash)のボックスにチェ ックを入れている場合、「高頻度な星の動き」の測定が終わったのち、測定プロセスが直 ちにはじまります。言い換えれば、「ストップ」ボタンを押して「高頻度な星の動き」の 測定を終了させると、赤緯軸バックラッシュの測定が始まります。「スタート」「ストッ プ」ボタンの上には、以下のように新しいメッセージが現れます。

ガイドアシスタント	`				×
Measuring bac	klash				
測定状況				高頻度な星の動き	
開始時間	2017-05-21 11:48	3:3 露出時間	2秒	赤経, RMS	0.09 px(0.24 秒角)
S/N比	34.0	星の明るさ	205904.0	赤緯, RMS	0.10 px(0.25 秒角)
経過時間	126秒	サンプル数	59	トータル, RMS	0.13 px(0.34 秒角)
その他の星の動	ŧ	0.72 m/ (1.0	r 新(45)		
赤経, Peak		0.72 px (1.8	5 秒角)		
赤緯, Peak		0.95 px (2.4	5 秒角)		
赤経, Peak-Peal	k	2.27 px (5.8	6 秒角)		
ドリフトレート	(赤経)	0.32 px/分 (0.82 秒角/分)		
最大ドリフトレ	- ト (赤経)	0.07 px/秒(0.19 秒角/秒)		
Drift-limiting e	xposure	1.6 秒			
ドリフトレート	(赤緯)	2.12 px/分(5.46 秒角/分)		
Declination Bac	cklash				
極軸設定エラー		21.5 分角			
		Measuring ba	cklash: Moving Nor	th for 500 ms, step 5 / 16	
√ Measure De	clination Backlash	スタート	ストップ		

バックラッシュの測定のため、PHD2 は北方向に大きく星を動かし、次いで南に戻して いきます。ガイド星が視野の北端に近い位置にある場合、星を見失う危険性があります。 ガイド星は、北側に十分な余裕がある位置に存在するものを選ぶべきです。もし、星が追 尾検索区域から飛び出すことで、PHD2 が星を見失ってしまう場合、詳細設定の「ガイド」

(Guiding) タブで、一時的に追尾検索区域の大きさを広げます。20 ピクセルという検索 区域の大きさは、複数の星が区域内に入らないという点で、ほとんどの場合で正しく働く はずです。バックラッシュ測定の初期フェーズは、北方向に存在するバックラッシュを解 消するためのものです。ガイドアシスタントは、ガイド星がはっきりと動き始めるまでこ の動作を続けます。ガイド星が動き始めると、ガイドアシスタントは星を北方向に大きく 動かすための一連のコマンドを発行します。設定にもよりますが、これには少なくとも 16 秒以上要し、その過程は表示されます。北への移動が完了すると、ガイドアシスタントは 南方向へ同数のコマンドを発行します。マウントに明確なバックラッシュがあれば、星が 南に動き出すには余分な時間がかかりますが、通常、うまく制御されます。南方向へのス テップが完了すると、実際に星が動いた移動距離にかかわらず、バックラッシュ量が計算 されます。しかし、もし星が南方向へ全く動かなかった場合、計算されるバックラッシュ 量は小さすぎます。この場合、バックラッシュ量は8秒以上あることになりますが、これ は大変大きな値です。その後、ガイドアシスタントは星を初期位置に戻し、ガイドが再開 されます。ここでも星を見失う危険性はありますが、計算結果には影響しません。星を見 失った場合は単にガイドを中断し、普段と同じように再開すればいいだけです。「高頻度 な星の動き」の測定とは異なり、バックラッシュの測定では「ストップ」ボタンを押す必

要はありません。測定プロセスは一連のステップが完了すれば終了し、通常のガイドが再 開されます。しかし、例えば星を見失うなど、何かまずいことが起これば「ストップ」ボ タンを押して中断し、準備が整ったら再開させてください。バックラッシュの測定が終わ ると、先に示した「高頻度な星の動き」の測定結果に項目がつけ加わる形で、赤緯軸のバ ックラッシュ量がピクセルおよび時間(ms)の単位で表示されます。

測定状況				高頻度な星の動き		
開始時間	2017-05-21 11:48:3	露出時間	2秒	赤経, RMS	0.09 px(0.24 秒角)	
5/N比	34.0	星の明るさ	205904.0	赤緯, RMS	0.10 px(0.25 秒角)	
圣過時間	126秒	サンプル数	59	トータル, RMS	0.13 px(0.34 秒角)	
その他の星の動	1 5			推奨		
赤経, Peak		0.72 px (1.8	5 秒角)	Try to keep your expo	Try to keep your exposure times in the	
赤緯, Peak		0.95 px (2.45 秒角)		range of 1.5s to 3.5s		
赤経, Peak-Peak 2.27		2.27 px (5.86 秒角)		Polar alignment error	Polar alignment error > 10 arc-min; try using the Drift Align tool to improve	
ドリフトレート (赤経) 0.1		0.32 px/分(0.82 秒角/分)		using the Drift Align t		
最大ドリフトレート (赤経) 0.07 px		0.07 px/秒(0.19 秒角/秒)	alignment.	alignment.	
Drift-limiting e	exposure	1.6 秒		赤経の最小移動検知量を0.16にしてみてください。 適用		
ドリフトレート	(赤緯)	2.12 px/分(5.46 秒角/分)				
Declination Ba	cklash	4.4 px (736 m	ns)	赤緯の最小移動検知量を0.20にしてみてください。		
極軸設定エラー		21.5 分角				
				Try setting a Dec bac ms	klash value of 736 適用	
				Show Backlash G	raph ヘルプ	

バックラッシュの量に基づき、推奨されるバックラッシュ補正量が表示されます(上の 例では 736 ms となっています)。もしバックラッシュ量が 100ms 未満の場合、値が小さ すぎて正しく補正できる保証がないため、推奨メッセージは表示されません。バックラッ シュが非常に大きく、3 秒以上あるような場合、赤緯について一方向だけのガイドを行うよ う、異なる推奨メッセージが出ます。このように大きな補正値はうまく動作しないことが 多く、また両方向のガイドを行ったとしても、素早い反転動作がおそらく不可能と思われ るためです。これにより、マウントがどのような動作をするかについて、実験に基づいた 確かな結論を得ることができます。これらの測定を行う際には、他のいかなるバックラッ シュ補正機能も無効にしておいてください。無効にされていないと、測定結果が不正確な ものになります。 マウントの動きをよりよく理解するため、バックラッシュ測定の結果をグラフィカルに 表示することもできます。「Show Graph」ボタンを押すと、以下のようなグラフが表示さ れます。



赤い点は測定された赤緯の位置を示し、左から右へと、北への動きで始まり、反転して 南に動いているのを表しています。白い点は、バックラッシュがゼロの場合の、理想的な 反転動作を示します。この例では、赤い点が頂点付近でフラットになっていて、若干のバ ックラッシュがあるのが分かります。しかしバックラッシュが大きい場合、頂点付近のフ ラットさは、以下の例のようにより顕著です。



バックラッシュ補正

赤緯軸のバックラッシュがそれなりにあるマウントでのパフォーマンスを改善するため、 PHD2 は v2.5 以降でバックラッシュ補正機能をサポートしています。このバックラッシュ 補正機能は、都度適切な補正ができるという点で、一部のマウントのファームウェアに備 わっている補正機能とは異なっています。バックラッシュ補正の最大のリスクは、補正量 が大きすぎる場合に赤緯軸周りで不安定な振動を生じてしまう可能性です。PHD2 は挙動 を監視し、振動が収まるまで補正量を速やかかつ自動的に引き下げます。バックラッシュ 補正は、赤緯ガイドの方向が反転するときにのみ適用されるものです。ガイドアシスタン トに従ってパラメータを初めて決定する場合、値の調整に多少の時間が必要です。まずは 普通にガイドを行い、赤緯側のオーバーシュートの様子を観察してください。ガイドグラ フにおいて、「修正量」の表示にチェックを入れれば多少分かりやすくなります。赤緯側 で振動や不安定性が見られる場合、PHD2 が挙動を安定させることができるかどうか、し ばらくガイドを走らせ続けてください。

バックラッシュ補正の設定は詳細設定の「アルゴリズム」(Algorithms) タブで行いま す。ここの値は PHD2 自身によって、ガイドアシスタントで計算された推奨値より小さく なっているかもしれません。この数字は、実験を行ってみたい場合、直接変更することが でき、またチェックボックスのチェックを外すことでバックラッシュ補正を無効にするこ ともできます。

ガイドアシスタントでバックラッシュを何度か測定し、値の傾向がつかめたら、毎回ガ イドアシスタントで測定する必要はないでしょう。この場合、ガイドアシスタントの 「Measure Declination Backlash」のチェックを外すだけです。

スタークロスツール

スタークロスツールは、「<u>トラブルシューティング</u>」の項で説明されているように、ガ イドコマンドに対するマウントの応答をテストするのに役立ちます。テストは手動でも簡 単に行えますが、このツールを使用することをお勧めします。スタークロスツールは、以 下のようなダイアログを表示します。

Star-Cross Test	x
Configuration	
Guide speed, n.n x sidereal:	
Test Summary	
Total guide duration, 12 A Total test duration (s): 96 A Hide Details	
Test Details	
Number of guide pulses: 12 🖕 Pulse size (ms): 1000 🔺 リセット	
Verify or adjust your parameters, click 'Start' to begin	
スタート ストップ	

このテストでは、ガイドカメラではなくメインカメラを使うことを想定しているため、 PHD2 は使われる画像のスケールを認識していません。なので、クロスパターンが十分認 識できる程度に大きく、かつ星が視野から飛び出さない程度の動きになるよう、設定を行 う必要があります。デフォルトの設定はほとんどの構成でうまく働くはずですが、必要に 応じて調整することができます。重要なのは、星の動きをメインカメラで明確に記録する こと、そして生画像を非圧縮フォーマットで記録することです(例:FITS や非圧縮 TIFF)。 テストの間、ルーピングはアクティブになりますが、ガイド星は選択されず、個々の星が ガイドカメラの視野から飛び出しても関係ありません。ルーピングがアクティブになって いるのは、マウントが動いているかどうかを素早く視覚的に確認できるから、という理由 だけです。

機器プロファイルの管理

機器プロファイルについては、「PHD2の使い方」の「機器の接続」ダイアログのとこ ろで軽く説明しました。複数のプロファイルを管理したい場合、「機器の接続」ダイアロ グの「プロファイル管理」(Manage Profile)ボタンを使用します。ここでメニュー項目 を用いると、新しいプロファイルの作成や、既存のプロファイルの編集・名前の変更・削 除を行うことができます。各プロファイルは、各プロファイルが最後に利用された時のす べての設定を保持しています。新しいプロファイルを作成する場合、PHD2のデフォルト 値だけでなく、既存のプロファイルから設定を読み込むことができます。既存のプロファ イルの設定を編集するには、まず機器プロファイルをドロップダウンリストから選び、「プ ロファイル管理」のプルダウンから「設定」(Setting)をクリックします。これで「脳み そ」ダイアログが開くので、望みの変更を加えてください。設定が変更されるとプロファ イルは自動的に更新されます。また、デバッグやバックアップ、あるいはユーザー同士で 交換する目的で、プロファイルはインポート、エクスポートすることができます。

"Ask for coordinates"による Aux マウント接続

ASCOM や INDI ドライバでマウントに接続できない場合、「Ask for coordinates」による Aux マウント接続が次善の策です(訳注: Ask for coordinates…座標を尋ねる)。この オプションを使用すると、ガイドを始める際に望遠鏡の方向を入力または確認するように 求められます。

望遠鏡の向き
ガイド
Declination (-)
Side of Pier
West (pointing East)
East (pointing West)
 未指定
OK キャンセル

現在望遠鏡が向いている方向の赤緯と、望遠鏡の姿勢(Telescope east か Telescope west か)を入力すると、PHD2はその赤緯と姿勢にあわせて自動的にキャリブレーションを調 整します。赤緯については厳密である必要はなく、数度程度の違いなら問題なく機能しま す。これは、これらの値を毎回更新する限り、異なるターゲットに望遠鏡を向けた場合で も再キャリブレーションの必要がないことを意味します。例えば、天の赤道(赤緯0度) 付近でキャリブレーションを行った後、高赤緯にある撮影ターゲットに望遠鏡を向けてそ の赤緯と望遠鏡の姿勢を入力する、といったやり方が可能になります。この方法は、極の 近くでキャリブレーションを行おうとするよりも、良い結果をもたらす可能性が高いでし ょう。このダイアログは、イメージングアプリケーションからのディザリング操作やサー バコマンドによってガイドが開始された場合には表示されません。キャリブレーションの 調整が正しく機能するためには、直前のキャリブレーションにおいて、赤緯や姿勢のデー タが正しく指定されたうえで完了していなければなりません。

ドリフトアライメントにおいてこのオプションを使用していた場合、表示されるダイア ログは少しだけ異なります。

望遠鏡の向き
ガイド
Declination (-) 0
Side of Pier
West (pointing East)
© East (pointing West)
◎ 未指定
Drift Alignment
赤経 hr 0 🛖 min 50 🛖
Latitude (-) 35.681 Longitude (-) 139.767
OK キャンセル

追加情報として望遠鏡の向いている赤経、観測地の緯度、経度を入力すると、ドリフト アライメントツールで表示されるマゼンタの円の確からしさが増します。そうでない場合、 この円は極軸の調整フェーズにおいて推定される、設置誤差の最大値のみを示します。

「Ask for coordinates」による Aux マウント接続は、カメラや実際のマウントとの接続 に影響を与えることなく、接続したり切断したりできます。なので、ドリフトアライメン トを行うときや、最初に撮影ターゲットへ望遠鏡を向けるときだけ接続し、その後は繰り 返しダイアログが出るのを避けるために切断するという使い方もありえます。ただ、どの ような使い方をするにしても、必ず正しい値を設定してください。間違った値を設定する と、結果が悪くなる可能性があります。

シミュレータの詳細設定

シミュレータについては「<u>PHD2の使い方</u>」の章において、PHD2を体験し、その機能 になれるのに有用なツールであることを紹介しました。シミュレータを使うにはカメラタ イプとして「Simulator」を、マウントとして「On-camera」を選択します。シミュレーシ ョンの細部に興味を持つようになったら、メインディスプレイの「Cam Dialog」ボタンを 使ってシミュレーションのパラメータを調整することができます。

カメラ
星:
マウント
赤緯バックラッシュ: 5.00 赤緯ドリフト: 5.00 エ ガイドレート: 1.00 エ
PE(ビリオデックエラー)
☑ PE適用 ◎ デフォルトカーブ 振幅: 5.00
◎ カスタムカーブ 振幅: 2.0 周期: 240.0
図支柱の西側では赤緯パリレスを反転 支柱反転 支柱反転
セッション
カメラアングル: 15.00 <u>*</u> シーイング: 2.00 <u>*</u>
 ・
リセット OK キャンセル

ここではシミュレートされたマウントについて、赤緯方向のバックラッシュ、極軸設定 ズレによるドリフト、そしてピリオディックエラーを設定することができます。さらに、 シーイングによってガイド星が変位するのをシミュレートするため、シーイングレベルを 調整することもできます。これらのパラメータを1つ1つ調整すれば、それらが星の変位 にどう影響し、これらの動きに各ガイドアルゴリズムがどう反応するか知ることができま す。もちろん、このシナリオでは(バックラッシュを除いて)「ほぼ完璧な」マウントを 扱っているので、シミュレーションは現実と完全には一致しません。

プログラムの多重実行

場合によっては、複数の PHD2 を同時に立ち上げたい場合があるかもしれません。2つ 目の PHD2 を起動する場合、コマンドラインのパラメータに「-i2」を、3 つ目を起動する には「-i3」を追記します。Windows でこれを行うには、コマンドライン(cmd.exe)から PHD2 を起動します。または、以下のようにしてデスクトップにショートカットを作成し ます。

- 1. デスクトップ上で右クリック
- 2. 「新規作成」→「ショートカット」
- 3. 「項目の場所」に以下の文字列を入力: "C:¥Program File (x86)¥PHDBuiding2¥PHD2.exe" -i2
- 4. 「次へ」をクリック
- 5. ショートカットの名前を入力(例: PHD2 #2)
- 6. 「完了」をクリック

なお、3番目の「項目の場所」については、ディレクトリ名に空白が含まれていて Windows が場所を誤認しかねないため、入力時には必ず前後の引用符まで含めてください。

キーボードショートカット

PHD2では多くのツールや機能にショートカットが割り当てられています。その内容は、「キーボードショートカット一覧」の章に列挙してあります。

キーボードショートカット一覧

ショートカット	機能
F1	ヘルプ
Ctrl-C	機器接続(Connect Equipment)ウィンドウを開く
Shift-Ctrl-C	全ての機器を接続する
Ctrl-L	ルーピング開始
Alt-S	ガイド星の自動選択
Ctrl-G	ガイド開始
Ctrl-S	停止
Ctrl-D	アラートの非表示
Alt-C	キャリブレーション結果の表示
Ctrl-O	キャリブレーションデータのクリア(再キャリブレーションの強制)
Ctrl-A	「詳細設定」(Advanced setting)(Advanced setting)を開く
В	ブックマークの表示/非表示
Ctrl-B	ブックマークのクリア
Shift-B	ロック位置をブックマーク
Alt-L	ガイドログの記録/非記録
Shift-Ctrl-M	キャリブレーションデータの手動入力

トラブルシューティングと解析

キャリブレーションおよび初使用時の問題

PHD2 を初めて使う場合、あるいは新しい機器を初めて接続する場合、キャリブレーションの段階で問題が発生することがあります。これは通常、対処の異なる 2 つの問題のどちらかです。

- 1. キャリブレーション時、星が「動きすぎる」または「動かなすぎる」
- 新規プロファイルウィザードを使用し、焦点距離、カメラのピクセルサイズ、および マウントのガイドスピードに正しい値を設定していれば、キャリブレーションに使用さ れる「ステップサイズ」は適切な値になっているはずです。しかし、手動でプロファイ ルを設定した場合や、マウント側でガイドスピードの設定を変更した場合は、詳細設定 の「ガイド」(Guiding)タブの「キャリブレーションステップ」(calibration step-size) を調整する必要があります。この文書にはパラメータの使い方が記載されており、問題 はすぐに解決できるはずです。一方、新規プロファイルウィザードを使用したにもかか わらず、この問題が発生している場合、原因はおそらく他の場所にあります。
- 2. 赤経方向のキャリブレーション時、赤緯軸のバックラッシュ解消時、あるいは赤緯方 向に星が十分に動かない

これらの問題が発生すると、ウィンドウ上部に警告メッセージが表示されます。この 場合に観察されるわずかな動きというのは実際、多くがシーイングによる変位であり、 たいていマウントは全く動いていません。この種の問題への対応について、以下に説明 します。

ほとんどの場合、「動かない」という問題はハードウェアの障害や、さらにありがちな のはケーブルやコネクタの問題が原因で発生します。このトラブルシューティングに最も 有効なツールは、「<u>ツールとユーティリティ</u>」の章で触れた、「ツール」(Tools)メニュ ーの下にある「手動ガイド」(Manual guide)オプションです。「手動ガイド」ウィンド ウの方向指示コントロールを用いて、星が動くまでマウントに直接コマンドを送信してみ ます。少なくとも数秒程度の、大きなガイドコマンドを送ると、マウントが動くのがハッ キリ見えます。四方向にそれぞれ動かしてみて、星がおおよそ同じように動くのを確認し てください。もしマウントが応答しない場合、ハードウェアもしくは接続の問題を解消す る必要があります。PHD2 でできることはありません。マウントとの接続に Shoestring Astronomy 製リレーボックスを使用しているのであれば、インジケータライトを見ること でコマンドが届いているかどうか判断できます。同様に、ST-4 互換ガイドカメラにインジ ケータライトがあればこれも使えます。マウントとの接続に ASCOM を用いている場合、 COM ポートの割り当てが正しいかどうか確認してください。POTH のような ASCOM が 提供するツールは、ASCOM ドライバがマウントと正しく通信できているかどうかを確認 するのに使えます。また、最新の ASCOM ドライバを使用してください。古いドライバに はしばしばバグが残っていることがあります。

キャリブレーションの妥当性チェック

キャリブレーションが終了しても、キャリブレーション結果が疑わしい旨の警告が表示 されることがあります。この「妥当性チェック」(sanity check)ダイアログは問題点につ いての説明とキャリブレーション結果の詳細を表示します。

キャリブレーションチェック							
	Steps, RA:	2	Steps, Dec:	2			
	直交性エラー:	0.8	Previous orthogonality error:	0.3			
	赤経レート:	13.927 a-s/sec 5.401 px/sec	Declination rate:	15.409 a-s/sec 5.976 px/sec			
赤経赤緯	このタイプ の	のキャリブレーショ	ョン警報を示さない				
キャリブレーション有効	キャリブレー	ション破棄	旧キャリブレーションの読込				

v2.4以降では、以下の4つの項目についてチェックが行われます。

少なすぎるステップ(上図)……この問題を解決するのは簡単です。キャリブレーション・ステップサイズを小さくし、西方向と北方向の移動にそれぞれ最低8ステップかかるようにするだけです。プロファイルの設定にウィザードを使用した場合、適切な初期値が既に設定されているはずです。赤経側と赤緯側でステップ数が大きく異な

る場合、各軸のガイドスピードに異なる数値を設定していないのであれば、おそらく 赤緯軸にバックラッシュがある証拠を見ているのでしょう。

- カメラの軸の不正……通常、カメラの赤経、赤緯に対する傾きは各軸それぞれ独立に 計算されますが、結果的に直交するはずです。角度の計算にはそれほど高度な正確性 は必要とされませんが、軸が明らかに直交していない場合、キャリブレーションのや り直しが必要です。この種の警告が頻繁に出て、明らかに軸が直交していないのであ れば、問題を特定して解決する必要があります。最も一般的な原因は、極軸設定のズ レや赤経軸の大きなピリオディックエラーです。これらはいずれも、PHD2 が特定の 軸の動きを見ようとしているときに、明らかに別方向の動きをガイド星に生じさせま す。これらの問題に気付き、キャリブレーション結果を受け入れるのであれば、「ガ イドアシスタント」を用いて極軸設定のズレとピリオディックエラーの大きさを測定 します。他のケースでは、マウントが全く動いておらず、シーイングによる変位を拾 っているだけということもあります。これらの問題は、ダイアログ左側のグラフです ぐにわかります。軸のズレが比較的小さく、ハードウェアがちゃんと動作しているこ とを確信できるなら、詳細設定の「ガイド」(Guiding)タブにある「赤経と赤緯が直 交すると仮定」(Assume Dec orthogonal to RA)にチェックを入れて、この手の警告 を無視する手もあります。しかし、深刻な問題を無視することになるので、これはエ ラーがかなり小さい場合に限るべきです。
- 疑わしい赤経・赤緯のレート……赤経のガイドレートは、おおよそ「cos(赤緯)」を係数として赤緯のガイドレートと連動するはずです。言い換えると、赤経のレートは天の赤道(赤緯0度)から離れるにしたがって小さくなります。PHD2はどのレートが調っているかの判断はしません。単にレートがおかしく見えると警告するだけです。これらのレートの妥当性チェックは簡単です。恒星時の1倍速でガイドしているのであれば、赤緯のガイドレートはおおよそ15秒角/秒でなければなりませんし、0.5倍速なら7.5秒角/秒になるはずです。赤緯のガイドレートが赤経に比べて明らかに小さい場合、赤緯軸にかなり大きなバックラッシュがあることがしばしばです。
- 矛盾した結果……キャリブレーション結果が前回のキャリブレーションと極端に異なる場合、警告メッセージが出ます。これはたいてい機器構成を変更した時に起こります。これは現実に問題が存在することを示唆しているわけではなく、新しい機器構成に応じて別のプロファイルを作成すべきであるということを示しています。そうすればPHD2はそれぞれの機器プロファイルを記憶するので、これらを容易に切り替えることができるようになります。もし機器構成を変えていないのであれば、これほど結果が異なってしまう原因を探すことをお勧めします。

これらの警告では、メッセージの種類に応じて関連するデータ項目がハイライト表示されます。ここで、警告を無視するか(「キャリブレーション有効」(Accept calibration))、

キャリブレーションをやり直すか(「キャリブレーション破棄」(Discard calibration))、 前回の正常なキャリブレーション結果を読み込むか(「旧キャリブレーションの読込」

(Restore old calibration))を選ぶことができます。三番目のオプションでは、キャリブ レーションを後回しにして、前回のキャリブレーションデータでガイドを始めることがで きます。もし、問題がないと確信できるにもかかわらず同じ内容の警告が繰り返し現れる 場合は、「このタイプのキャリブレーション警報を示さない」(don't show...)のチェック ボックスをチェックすることで、該当する警告表示をブロックすることができます。しか し、PHD2の妥当性チェックは幅広い機器構成に対応しており、ほとんどのユーザーがこ れらの警告を目にすることはほとんどないはずです。

赤緯軸のバックラッシュ

キャリブレーションに問題を引き起こす原因としてよくあるのが赤緯軸のバックラッシ ユで、これ自体はギアを用いたマウントには多かれ少なかれ存在するものです。しかしマ ウントによっては、キャリブレーションやガイドの不良を引き起こすことがあります。以 下のキャリブレーションデータを見てください。



問題の最初の手がかりは、各軸のキャリブレーションに要したステップ数の違いにあり ます。赤経側は 10 であるのに対し、赤緯側は 42 です。これは、おそらくバックラッシュ が解消されていなかったせいで、赤緯軸が安定して動かなかったことを示しています。ガ イドコマンドが北から南に反転した際に、赤緯のポイント(黄緑色)がふらつくことも、 これで説明できます。最後に、2つの軸のガイドスピードを同じに設定したにもかかわらず、 計算された赤緯側のレートが赤経側のレートに比べて小さすぎます。実際、これによりキ ャリブレーション時に警告が出ます。ここには2つの問題があります。第一に、キャリブ レーション結果が悪く、赤緯側の正しいガイドレートを求めるにはやり直しが必要である こと。第二に、ガイドレートがもし正しかったとしても、マウントの回転方向が反転する ときの動きが非常に悪い点です。キャリブレーションについては、最初に北方向へ、所定 のガイド速度で10~20秒程度、すなわちガイド星が画面上で動き始めるまで動かすことで 改善することができます。「手動ガイド」ツールや、マウントのコントローラで操作すれ ばよいでしょう。これを行えば、赤緯軸のバックラッシュはほぼ解消されているはずです。 再キャリブレーションを行えば、より合理的なガイドレートを得ることができるでしょう。 根底にあるバックラッシュの問題については、マウントの機械的な調整が必要です。バッ クラッシュ補正を用いる手もありますが、 バックラッシュが 2~3 秒より大きいような場合 にはあまりうまく働きません。制御可能な程度までバックラッシュを減らせないようであ れば、赤緯のガイドについては一方向にだけ行うことを考えるべきです。これを行う場合、 極軸設定エラーによりマウントがどちら側にドリフトするのかを確認し、PHD2 に適切な 修正方向を設定する必要があります(「<u>一方向赤緯ガイド</u>」の項を参照)。これは「詳細 設定」ダイアログの「アルゴリズム」タブにある「赤緯ガイドモード」で設定します。例 えば、マウントが常に北方向にドリフトする傾向があれば、ガイドコマンドを南方向のみ に制限します。理想的な解決方法でないのは確かですが、このテクニックを用いている人 は多く、これによりかなり長時間の露出が可能になり、まともなガイド結果を得ることが できます。赤緯側の制御がまったくできないなど、異常な状況が発生した場合には「赤緯 ガイドモード」をOffにすることができます。

マウント制御の基本的な検証—スタークロステスト

警告メッセージが出ないのに、キャリブレーションで繰り返し問題が発生して正常終了 しない場合、マウントがガイドコマンドに正しく応答しているのか、簡単なテストをする 必要があります。このテストはキャリブレーション時の動きを模倣したものですが、より 直接的で、何が起こっているのかをより実感できるテストです。我々はこれを「スターク ロス」テストと呼んでいます。発想としては、メインカメラのシャッターを開いておいて、 次いで星の軌跡が十字を描くよう、ガイドコマンドを送ります。つまり、以下のような画 像が得たいわけです。



+字の傾きについては、ガイドカメラの取り付け角度によって変わるので気にする必要 はありません。重要なのは、十字が直交し、中央から四方向にほぼ均等に軌跡が伸びてい るかどうかです。画像がこのようになっていない場合、ガイドはうまくいかないか、おそ らく不可能ということになります。例えば、以下の不完全な例を見てみます。



星が1つの軸に沿ってしか動いていない(この例では赤経方向)のが分かります。マウ ントに送られた赤緯方向のガイドコマンドはまったく働いていません。これを解決しない ことには、赤緯方向のガイドはできず、キャリブレーションを完了させるだけでも赤緯方 向のガイドを無効にしなければなりません。マウントやガイドケーブルに問題がある場合、 珍しいところでは ASCOM ドライバに問題がある場合など、悪い結果が出る例は様々です が、少なくとも PHD2 とは無関係であると推定することができます。 テストの手順は以下の通りです。

- マウントのガイドスピードを恒星時の1×に設定します。PHD2の「手動ガイド」 (Manual Guide) ツールを立ち上げ、ガイドパルス時間をとりあえず5秒くらい にセットします。
- 2. 撮影用のメインカメラで 60 秒間の露出を開始します。
- 3. 西に5秒間のパルスを送り、次に東に5秒間のパルスを2回、最後に西に5秒間 のパルスを送ります。これで星はほぼ初期位置に戻ったはずです。なお、各ガイ ドパルスを送った後は、次のガイドパルスを送るまで5秒間待つようにします。
- 今度は、北に5秒間のパルスを送り、次に南に5秒間のパルスを2回、最後に北 に5秒間のパルスを送ります。星は再び初期位置に戻ります。
- 5. メインカメラから写真がダウンロードされるのを待ち、得られた写真を見ます。

パルス時間は任意のものを使用できます。マウントの動きを確認するには小さめの数字 の方がいいかもしれません。メインカメラの露出時間は、ガイド操作にかかる総時間に間 違えた場合のマージンを加えたものより長くなるよう気を付けてください。ほとんどのマ ウントでは、最初の例に見られるように、赤緯軸のバックラッシュのために星は正確に中 央には戻ってきません。しかし十分に中央には戻ってくるはずで、バックラッシュの程度 はかなり注意深く見ないと分かりません。PHD2にはスタークロステストのためのツール が用意されています。これを使うと、上の1~5までの手順を自動で行うことができます。

このテストの利点は、問題を本当に基礎的なところ一すなわち、マウントが正しく動く のかどうか―にまで分解できるところです。テストには PHD2 のガイド設定を利用してい ないので、ここで切り分けが可能です。このテストは、マウントの製造業者や、そのマウ ントの典型的な問題について理解している他のユーザーとの情報のやり取りにも有用です。

マウントの挙動の測定

良好なガイド結果が得られない場合、どこかに魔法の最適値があると信じて、真っ先に ガイドパラメータを大きく変更したくなります。しかし目論見はたいていうまくいかず、 かえって事態が悪化する可能性の方が高いでしょう。新規プロファイルウィザードで決定 したパラメータではうまくいかない場合、おそらくハードウェアに障害があり、背景にあ る原因を特定する必要があります。原因さえ分かれば、実際に修理をしなくてもガイド結 果を向上させることはおそらく可能ですが、根本的な問題を理解することは重要です。マ ウントが何を行っているかを理解するには、以下の手順を実行します。

- 1. ガイド鏡の焦点距離とガイドカメラのピクセルサイズが正しいことに十分注意して、テ スト用の新しい機器プロファイルを、新規プロファイルウィザードを用いて作成します。
- 2. 可能であれば、マウントを ASCOM で接続します。
- 3. 天の赤道付近の星を用いて、まったく新規にキャリブレーションを行います。この時、 シーイングの影響を最小限にするため、高度 40 度以上の星を使用します。
- 4. マウント側でバックラッシュ補正機能が有効になっていないことを確認した上で、マウントのガイド速度を恒星時の 0.5~1 倍に設定します。
- 5. 10~15分ほどガイドアシスタントを実行し、推奨されたパラメータを適用します。特に最小移動検知量は重視してください。続いてバックラッシュを測定します。ガイド星を見失わないようにするため、追尾検索区域は大きくする必要があるかもしれません。ただし、区域内に複数の星が入らないよう気を付けてください。バックラッシュテストでは星が大きく北に動くので、余裕を持たせるために視野の南端に近い星をガイド星として選んでください。
- 6. ガイドアシスタントが推奨したガイドパラメータを変えてはいけません。
- ガイドアシスタントのテーブルに表示された結果を注意深く見てください。これらの値は、マウントのパフォーマンスに関する有用な情報を示しています。これらの結果はガイドログにも書き込まれるので、後で分析する際に確認することもできます。
- ステップ3でキャリブレーションについての警告メッセージが現れた場合、先に進む前にその問題を解決する必要があります。良好でないキャリブレーションに基づいてガイドを行っても、良い結果になることはまずありません。また、極軸設定誤差が10分角以上あるようなら、それを直した上で、上記手順を繰り返します。
- 10~15 分ほど PHD2 でガイドを行い、風や、そのほか明らかな間違いによる重大なエ ラーがなければ、動作を継続します。この間、ガイドパラメータは変更しないでください。

結果を分析したい場合、<u>PHD2 Log Viewer</u>を用いるとともに、"<u>Analyzing PHD2</u> <u>Guiding Results</u>"を参照するとよいでしょう。同じく"<u>PHD2 Best Practices</u>"にも目を通す べきです。これらはいずれも <u>OpenPHDGuiding.org</u>の Web サイトの「ニュース」タブに あります。結果の解釈に助けが必要な場合は、ガイドログとデバッグログの両方を添えて、 <u>OpenPHD2 Google フォーラム</u>に投稿してください。お手伝いします。

ディスプレイウィンドウの問題

新規ユーザーはよく、メインウィンドウに表示される映像が非常にノイジーだとか、真 っ白だったり真っ暗だったりと不平を言います。カメラが正常に機能していて、画像のダ ウンロードもちゃんと行われているのであれば、その原因はフレーム内に星がないことが 原因であることがしばしばです。例えば、屋内や日中にカメラをテストしようとした場合、 こうしたことがよく起こります。このような状況下でのイメージディスプレイウィンドウ の表示は、なんら有用な情報を与えないので、無視してかまいません。PHD2 は、夜空の 星が見やすいよう、自動的に輝度を引き延ばすようになっています。星がない場合でも、 表示はフレーム内の輝度レベルを最小から最大の間で引き延ばそうとします。その結果、 ノイジーになったり、真っ白または真っ暗になったりするのです。ガイダーのピントが合 っていない場合も、表示の問題が発生することがあります。ガイダーのピント合わせは退 屈でフラストレーションがたまるものですが、よいガイド結果を得るには重要なものです。 まずは明るく、飽和していない星からピント合わせを始めるのがコツです。微調整はより 暗い星に移ってから行います。

ホットピクセルの問題

高品質のガイドカメラを使用していても、一群のホットピクセルを PHD2 がガイド星と 誤認識することがあります。自動化ツールを使用していて、「ガイド星の自動選択」でホ ットピクセルが間違って選択されてしまった場合は特に厄介です。多くのカメラでは、単 純なダークフレームだけでホットピクセルの問題を軽減または解消するのに十分であり、 まずは常にダークフレームを使用すべきです。しかしカメラによっては、不良ピクセルマ ップを作成し、不良ピクセルの位置や大きさが変わるたびにこれを更新していく必要があ ります。不良ピクセルの出方がセンサーの経時変化や温度変化に伴って変わることを思え ば、不良ピクセルマップの更新は実行可能な些細な作業です。手順は、このドキュメント の「<u>不良ピクセルマップ</u>」の項に順を追って記載されています。これらの問題は、宇宙線 がセンサーに衝突して生じる一時的なホットピクセルとは異なります。宇宙線の衝突がガ イドを乱す可能性はありますが、これは防ぎようがありません。

作業環境の復元

反対意見にもかかわらず、ガイドパラメータを急激に、知識もないまま変えてしまい、 ガイドパフォーマンスが変わらないか、むしろ悪化するという結果に陥ってしまった場合、 設定をデフォルト値に戻す必要があります。新規プロファイルウィザードを用いてプロフ ァイルを作成していた場合、パラメータは機器構成に沿ったものになっていて、ほぼ最適 なものになっているはずです。これらの設定を使用してもガイドに重大な問題が発生した 場合、おそらくマウントやその他のハードウェアに問題があります。ガイドパラメータを むやみやたらに変えても、問題が解決するどころか、むしろ悪化するのがオチです。設定 をデフォルト値に戻すには、いくつかのオプションがあります。

- 「詳細設定」の「アルゴリズム」タブでは、各フィールドのツールチップを見てパラメ ータを個別にリセットすることができます。フィールド上にマウスカーソルを置くと、 デフォルト値が表示されます。ただし、イメージスケールに依存する「最小移動検知量」 については、ここで表示されるデフォルト値が最適とは限らない点に注意が必要です。 この方法は、少数の設定だけを復元する場合に最適です。
- 「アルゴリズム」タブの赤経、赤緯の項にそれぞれ備わっている「リセット」ボタンを クリックします。これは、すべてのガイドパラメータをリセットするのに推奨される方 法です。「最小移動検知量」は、新規プロファイルウィザードによって計算されていた 元の値にリセットされます。ガイドアシスタントを実行してこれらの設定を調整してい た場合は、リセット後にガイドアシスタントを再実行する必要があります。
- 3. 「機器と接続」ダイアログの「プロファイル管理」をクリックして、新規プロファイル ウィザードを実行します。これまでと同じガイドカメラ、同じマウントを選択した上で、 別名で保存します。ダークライブラリや不良ピクセルマップを再利用する場合は、新し いプロファイルで接続後、「ダーク」メニューから「プロファイルから読込」を選択し、 古いプロファイルからデータをインポートします。新しいプロファイルの設定に問題が なければ、古い方のプロファイルは削除できます。

カメラのタイムアウトとダウンロードの問題

いくつかのケースでは、ガイドカメラからの画像がダウンロードされなかったり、表示 されなかったりすることがあります。極端な場合、PHD2やカメラに関係するアプリケー ションが無反応(いわゆる「ハング」)になることさえあります。これはほとんどの場合、 ハードウェア、カメラドライバ、あるいは接続の問題で、もっともありがちな原因は USB ケーブルや USB デバイスの故障です。PHD2 のようなアプリケーションが原因でこれが起 こることはほとんどなく、システムのより根本的なところから調査を始めなければなりま せん。まず、ガイドカメラが動作しているかどうかを確認するところから始めます。短め のケーブルでカメラと PC を直結し、「ネイティブの」あるいはカメラ付属のテストアプリ ケーションで露出を行います。もしカメラが機能しているようなら、上流にある USB ハブ やケーブルを調べます。1つ1つお互いに交換し、原因を特定していきます。留意しなくて はならないのは、我々は機器を「非常に過酷な環境」で使用しているということで、使用 する機器の多くは寒さや屋外環境に耐えるようには設計されていません。そのため、先週 あるいは先月まともに動いたからといっても、もはや信用できないかもしれません。

PHD2はv2.3以降、こうした問題を防ぐため、カメラのタイムアウト時間を設定できるようになりました。これは詳細設定の「カメラ」(Camera)タブで設定でき、デフォルトは15秒になっています。これは露出完了後、データを受信するまでに15秒までは待つということを意味しています。これは大変ゆるい設定で、ほとんどのカメラでうまく動作するはずです。しかしいくつかのカメラは、USBサブシステムに多大な帯域や電力を要求して問題を引き起こすことが知られています。この手のタイムアウトが発生しているが、カメラが正常に作動していることが確信できる場合、タイムアウトの数字を大きくすることができます。タイムアウトエラーを二度と目にしないため、1000秒といった極端に大きな値さえ設定することができます。そのような値にすることは、ユーザーインターフェイスのハングやガイド動作の乱れを引き起こす可能性がありますが、それも選択の1つです。タイムアウト時間を大きくしても、通常のカメラの操作に遅延は生じません。ひとたびイメージのダウンロードが始まれば、タイマーはキャンセルされ、ガイドが直ちに実行されます。

低いガイドパフォーマンス

ひとたびすべてが動き出せば、それなりに良好なガイド結果がすぐに得られます。なに をもって「十分に良好」というかはその人次第ですし、判断基準も人によって異なるでし ょう。しかし、星が線を引いたり伸びたりして、撮影結果を許容できない場合、問題を解 決するための体系的なアプローチをとる必要があります。このようなとき、事態を好転さ せようと、様々なガイドパラメータを闇雲にいじり始めたくなるものです。パラメータを 調整するのは間違っていませんが、何をやろうとしているかの理解の下、慎重に行わなけ ればなりません。PHD2のデフォルトセッティングは、ほとんどのアマチュア機材や撮影 場所において良好な結果が得られるよう、注意深く選択されています。最適な設定は、イ メージスケールやシーイングのコンディション、使用しているマウント固有の振る舞いに 完全に依存します。言い換えれば、これらはあなたの撮影環境に固有のもので、正しいガ イドパラメータが載っている「魔法の規格書」などはなく、また他のユーザーから得た設 定情報は完全には適合しないということです。ウィザードを用いてプロファイルを作成し た場合、デフォルトセッティングはすでにあなたのイメージスケールに合うように調整さ れています。「ガイドアシスタント」を使えば、シーイングのコンディションがどの程度 で、シーイングを追尾しないような最小移動検知量がどのくらいか、といったあなたの撮 影環境に適した設定を得ることができます。「ガイドアシスタント」や「手動ガイド」を 使えば、赤緯方向のガイド結果を解釈するのに役立つ、バックラッシュの大きさについて も知ることができるのです。

最良のガイド結果を得るのは複雑な作業で、ここですべてを説明することはできません。 しかし、Craig Stark による以下の文書を含め、ウェブ上から得られる様々な情報が問題解 決の助けとなるでしょう。

http://www.cloudynights.com/page/articles/cat/fishing-for-photons/what-to-do-when-phd-guiding-isnt-push-here-dummy-r2677.

警告メッセージ

PHD2はウィンドウ上部に警告メッセージを表示することがあります。これらは一般に、 ユーザーの注意を引くためにエラーや診断結果を表示するものです。通常の操作において これらを目にすることはあまりないですが、表示された場合どうするべきか、この項が役 に立つでしょう。

ダークライブラリや不良ピクセルマップに関する警告

Use a Dark Library or a Bad-pixel Map (ダークライブラリまたは不良ピクセルマップ を使用してください)

ダークライブラリや不良ピクセルマップの使用は、PHD2 がホットピクセルやその他の 欠陥を星と取り違える可能性を減らします。このメッセージを無視した場合、ガイド中に 星とホットピクセルを取り違え、以降、ガイドがまともに作動しなくなるような危険性が あります。

Format/geometry mismatches (フォーマット/形状の不一致)

ダークフレームや不良ピクセルマップは、現在使用中のカメラのセンサーのものと一致 していなければなりません。既存のプロファイルでカメラのみを変更した場合、読み込ま れているダークフレームや不良ピクセルマップがカメラと一致せず、この警告が出ます。 このメッセージが出ないようにするには、カメラを変更する際、新規プロファイルを作成 するべきです。新たにダークフレームや不良ピクセルマップを作成する必要がありますが、 元のカメラ用の古いダークフレームや不良ピクセルマップはそのまま維持されます。非常 にまれな例ですが、カメラを扱うドライバや PHD2 のコードが変更された場合にも、この メッセージが出ることがあります。異なるセンサーフォーマットで蓄積したダークライブ ラリがある場合も、フォーマット不一致の警告メッセージが出ることがあります。

このような場合、ダークライブラリや不良ピクセルマップを最初から作り直します。詳 しくは「ダークフレームと不良ピクセルマップ」の章を参照してください。

ASCOM に関する警告

マウントやカメラ、その他 ASCOM で制御されるデバイスを初めて接続した時、要求さ れる機能がドライバでサポートされていないという警告が出ることがあります。例えば、 ある ASCOM の望遠鏡/マウントドライバがパルスガイドをサポートしていない例がありま したが、これはドライバが古いためでした。このような場合、できるのは ASCOM ドライ バをアップデートすることのみです。これらのドライバは ASCOM のウェブサイトや、機 器の製造元から入手可能です。一般に、すでに同定、解決された障害に遭遇しないよう最 新のドライバを使うことが、最良の結果を生みます。

マウントのASCOM ドライバでは、また別の警告メッセージが出ることがあります。

"PulseGuide command to mount has failed - guiding is likely to be ineffective." (マウントへのパルスガイドコマンドが失敗しました。ガイドはおそ らく無効です。)

通常、これはASCOM ドライバのバグやタイミング感度の問題により発生するもので、 ガイドコマンドが正しく実行されたかどうかを知る方法は一般にありません。この警告が 出ても、ガイド結果が満足できるものであれば、警告はおそらく無視してかまいません。 警告が出た場合も、PHD2 はガイドコマンドを発行し続けるので、直ちに何か対策を取る 必要はありません。警告が頻繁に出る場合、デバッグログを PHD2 の開発チームまで送付 してください。問題の詳細が理解でき、ASCOM ドライバの開発者にとって助けになるか もしれません。

2. "Guiding stopped: the scope started slewing." (ガイド停止: 望遠鏡が旋回を開 始しました。)

これは自明ですが、望遠鏡を旋回させるという決定が ASCOM ドライバから PHD2 に通 知された際に表示されます。実際に旋回しているかどうかは PHD2 には分かりません。ガ イド中に誤って旋回させていなければ、これはドライバにおけるタイミングの問題です。 この問題を一時的に回避するには、旋回していることをチェックする機能を無効にしてし まえばよいのです。具体的には、詳細設定の「ガイド」(Guiding) タブで"Stop guiding when mount slews."のチェックを外してしまいます。こうするとガイドは停止しなくなりますが、 結果は疑わしいかもしれません。問題の詳細について ACOM ドライバの作者に報告するた め、デバッグログを提供してください。

カメラのタイムアウトに関する警告

カメラのタイミングやタイムアウトに関する警告メッセージについては、「<u>カメラのタ</u> イムアウトとダウンロードの問題」の章で論じています。

キャリブレーションに関する警告

キャリブレーションの際、いくつかの警告が出ることがあります。これらについては「<u>キ</u> ャリブレーションおよび初使用時の問題」の章で論じています。

最大持続時間に関する警告

普段のガイド中、赤経や赤緯方向の修正についての最大持続時間の設定が、PHD2 がガ イド星を所定の位置にロックしておくのを妨げている、という意味の警告が出ることがあ ります。もしこれらのパラメータをデフォルト値から下げると、警告が増えるように思わ れます。しかし制限値が1秒より十分大きいのであれば、この警告は、修正すべき機械的 な問題に遭遇したことを示します。もっとも単純なケースでは、ケーブルの引っ掛かりだ ったり、突風だったり、マウントの揺れだったり、その他の外的要因がガイド星を大きく ずらしてしまうことで警告が発せられます。このような場合は、原因を取り除いてガイド を継続するだけです。しかし中には、ガイド星の変位が一方的に大きくなって、まったく 修正できない場合があります。例えば、PHD2 がマウントを南北方向に動作させることが できない場合、修正できないエラーが蓄積して警告の引き金となります。こうした問題は 注意深い診断と修正が必要で、単純に最大持続時間の数字を増やしただけでは解決しませ ん。

ログの解析

問題の同定や動作のチューニングには PHD2 のログファイルの利用が不可欠です。いず れのログファイルも人が読んで理解しやすいようなフォーマットになっており、ガイドロ グは他のアプリケーションからの読み込みが容易なように構成されています。「詳細設定」 (Advanced setting)の章で示したように、PHD2 Log Viewer や Excel などのアプリケー ションにより、全体的な振る舞いや計算性能の統計を可視化し、ガイドに問題が発生して いた箇所を詳細に調べることができます。Excelのようなアプリケーションにガイドログを 読み込ませる場合は、区切り文字としてカンマを指定します。

ガイドログの内容

ガイドログの内容は新機能が加わるたびに変化し続けています。しかし基本的な部分は 変わっておらず、解析するアプリケーションに影響を与えないよう考慮されています。自 分自身でログファイルを解析したい場合、以下の情報が役立つでしょう。

PHD2のガイドログは、数字のゼロまたは一連のキャリブレーションデータ、および数 字のゼロまたは一連のガイドデータを含んでいます。これらのセクションは、使用された ガイドアルゴリズムや PHD2 の内部パラメータの情報を提供するヘッダを持っています。 キャリブレーションやガイドが始まると、ヘッダ情報の最終行がカラムのヘッダとなりま す。各カラムの意味は以下の通りです。

キャリブレーションカラム:

- dx, dy……カメラの撮像素子上での、開始地点からのガイド星の移動量を X/Y 座標で示します。単位はピクセル。
- x, y……キャリブレーション終了時のガイド星の位置で、カメラの撮像素子上の X/Y 座標で表されます。
- Dist……カメラの撮像素子上での、ガイド星のトータルの移動距離を示します (移動距離=√(dx² + dy²))。この値は PHD2 がキャリブレーションパラ メータを決定するのに使われます。

ガイディングカラム:

- dx, dy……キャリブレーションカラムのものと同様で、カメラの撮像素子上での「ロック位置」からのガイド星の移動量を XY 座標で示します。
- RARawDistance, DECRawDistance……dx, dy をマウントの座標に換算した ものです。言い換えれば、ここでは任意の角度で装着されたガイドカメラの X 軸、Y 軸をマウントの赤経軸、赤緯軸に変換しています。
- RAGuideDistance, DECGuideDistance……各ガイドアルゴリズムの動作による赤経、赤緯方向の移動量です。ガイドアルゴリズムは RawDistance を元にガイド星がどれだけずれているかを求め、マウントの各軸を動かして望遠鏡を正しい向きに戻します。たとえば「移動が最小になる」ようなパラメータセット

を用いた場合、RawDistance がゼロでなかったとしても GuideDistance がゼ ロになることはあり得ます。

- RADuration, RADirection, DECDuration, DECDirection……これらは上記の GuideDistance から求められる数値です。Duration は、GuideDistance の量だ けマウントを動かすのに必要なガイドパルスの長さ(単位:ミリ秒)を表しま す。
- XStep, YStep……補償光学装置(AO)を使用していた場合のステップ調整幅 (step-adjustment duration)を表します。
- StarMass……ガイド星の像の明るさを表します。
- SNR……PHD2 で内部的に使用される、S/N 比の値
- ErrorCode……「ガイド星を見失った」など、発生したエラーを表します。
 - O 0 − エラーなし (no error)
 - O 1- 星像が飽和している (star is saturated)
 - O 2-星の S/N 比が低い (star has low SNR)
 - 3 星像がかすかすぎて正確な計測ができない(star mass is too low for accurate measurement)
 - Q 4 星がドリフトしてフレーム境界に近づきすぎている(star has drifted too near the edge of the frame)
 - O 5 星像の大きさ・明るさが既定値を超えた(star mass has changed beyond the specified amount)
 - O 6-予期せぬエラー (unexpected error)

Distanceの単位はすべてピクセルです。ガイディングセクションのヘッダには、 PHD2により計算されたイメージスケールが示されているので、ピクセルから角距 離への変換も可能です。

問題の報告

PHD2 に特有な、アプリケーション上の問題に遭遇した場合、open-phd-guiding Google group: <u>https://groups.google.com/forum/?fromgroups=#!forum/open-phd-guiding</u>までぜ ひ報告してください。あなたが多くの情報を提供するほど、我々がその問題を解決できる ようになります。以下のガイドラインが役に立つでしょう。

1. 問題の再現を試みる

追跡すべきステップが明確な場合、解決策をすぐに見つけ出せる可能性が高くなりま す。現象を再現できるようであれば、現象が現れるまでのステップを最小化することを 試みてください。我々が問題を再現しようとするとき、我々はあなたのハードウェアや コンピュータ環境を持っていない、ということを忘れないでください。

- 環境の説明を完全にする
 OS や機器の種類、PHD2 のバージョンなど
- 3. 問題発生時のデバッグログを添付する

デバッグログはドキュメントフォルダ内の「PHD2」フォルダに保存されています。 もし問題を再現できない場合、それが最初に発生した日時を思い出してみてください。 数百行におよぶ出力内容を探し回ることなく、デバッグログから証拠を見つけ出す助け になるかもしれません。