

PHD2 ユーザーガイド



翻訳： 2023-3-23, Watanabe Toshihito

目次

PHD2 ユーザーガイド.....	1
前書き	5
メイン画面	6
基本的な使い方	11
機器と接続	11
機器プロファイル	12
新しいプロファイルウィザード	13
カメラの選択	15
マウントの選択	19
Aux マウントの選択	20
ASCOM（または INDI）の利点	21
A0 機器とローテータの選択	22
露出時間と星の選択	23
キャリブレーション	25
ガイド	28
ダークフレームと不良ピクセルマップ	29
モニタリングツール	36
オーバーレイ	36
グラフ表示	36
星のプロファイルと目標表示	39
A0 グラフ	41
ドッキング・移動可能な画面	42
詳細設定	43
全体タブ	43
カメラタブ	46
ガイドタブ	50
アルゴリズムタブ	56
その他デバイスタブ	59
ガイドアルゴリズム	62
ツールメニュー	68
ポーラアライメントツール	69
ガイド星の自動選択	71
ガイドアシスタント	71
キャリブレーションデータの参照と修正	78

手動ガイド	80
スタークロステストツール	81
子午線反転キャリブレーションツール	82
彗星追尾	83
ロック位置	84
PHD2 サーバー	85
PHD2 キーボードショートカット一覧表	86
トラブルシューティングと分析	86
一般的トラブルシューティング	86
ガイド星の大きなたわみ	89
カメラのタイムアウトと接続の問題	90
キャリブレーションとマウント制御の問題	92
マウント動作の測定	99
失われた星	101
アラートメッセージ	102
画面表示の問題	104
ホットピクセルと星の選択の問題	105
作業ベースラインの復元	105
ガイド性能の低下	106
ログ解析	107
問題の報告	108
補足説明	109
天体観測とガイド	110
ビニングの使用	112
ディザリング	113
マウントの一般的な問題	114
単一方向赤緯ガイド	118
高精度マウントと可変遅延ガイド	120
たわみ差動	121
適応光学 A0 装置	122
ログ出力とデバッグ出力	122
機器プロファイルの管理	125
AUX マウント接続	125
シミュレータの詳細設定	127
複数プログラムの実行	128
キーボードショートカット	129
ソフトウェア更新	129
PHD2 アライメントツールの使用	130

ドリフトアライメントツール	130
静的ポーラアライメント (SPA) ツール	143
ポーラドリフトアライメントツール.....	155
専門用語解説	157

前書き

PHD2 は、Craig Stark のオリジナル PHD アプリケーションの第 2 世代です。PHD は、25 万回以上ダウンロードされ、アマチュア天文学のコミュニティで定着しました。当初から、3 つの一見相反する目的をうまく取り入れてきました。

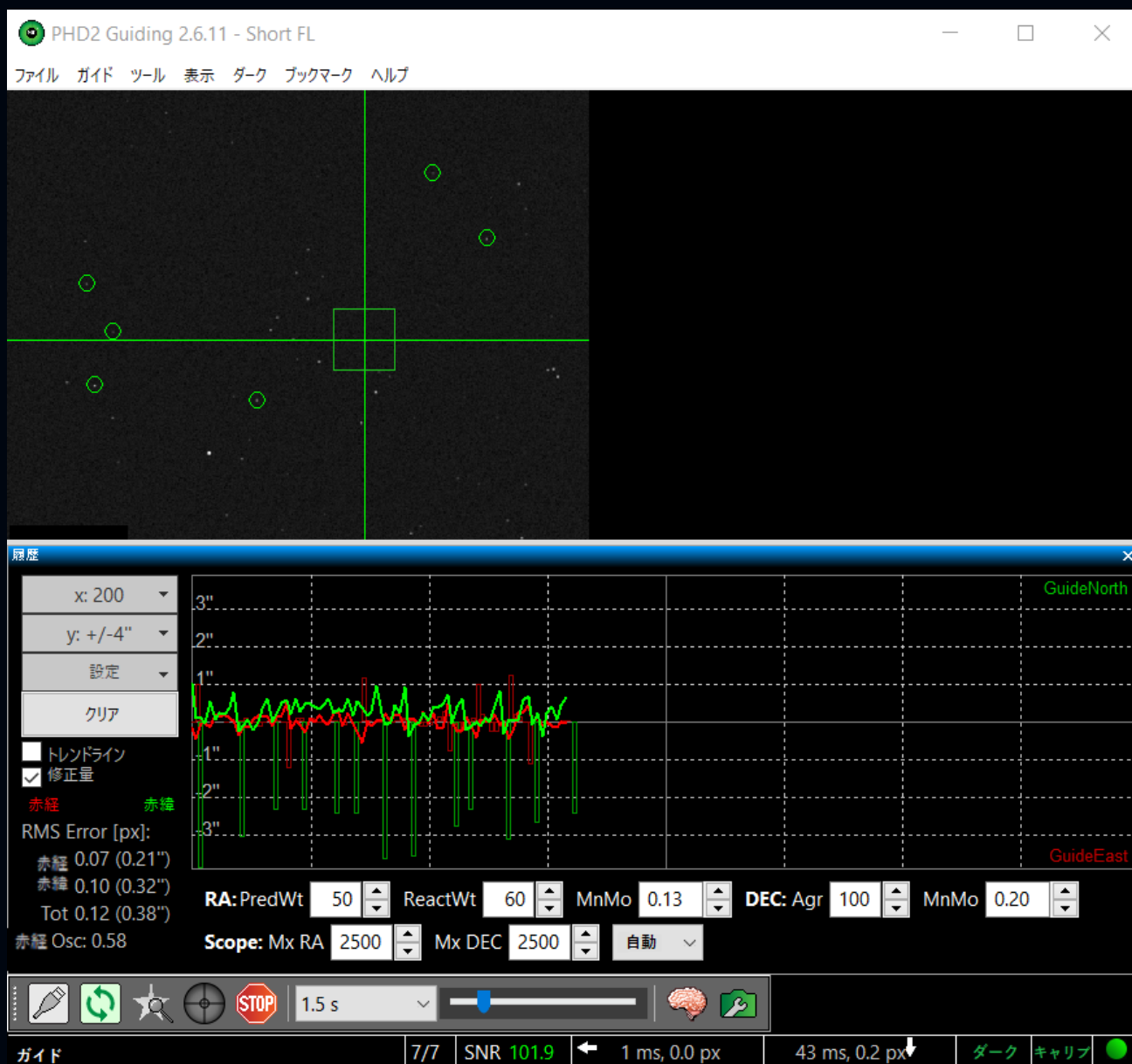
- 初心者の方やカジュアルな撮影者向けに、使いやすさと優れたガイド性能を “箱から出してすぐに” 使えるようにしました。
- 経験豊富なイメージャー向けに、高度なガイドアルゴリズム、豊富なチューニングオプション、イメージング機器への幅広いサポートを提供します。
- すべてのユーザーにとって、商用レベルの品質を常に保ちながら、無料で利用できます。

2013 年にオリジナルのコードをオープンソースに公開して以来、より拡張性とサポート性を高めるために全面的な見直しが行われました。この再構築により、より良いガイド結果を達成することに焦点を当てた新機能が追加されました。PHD2 のユーザーは、オリジナルのアプリケーションを成功に導いた 3 つの目標に引き続き取り組むことができると確信しています。

メイン画面

PHD2 のメイン画面は、使いやすさと分かりやすさを重視して設計されています。その意図は、ガイドを開始し、制御するための迅速かつ自然な一連の操作をサポートすることです。そのための基本的な手順は以下の通りです。

1. ガイドカメラとマウントの接続を確立する PHD2 設定プロファイルに接続します。
2. ガイド露出の順序を開始し、視野内にどのような星があるかを確認します。
3. PHD2 が自動で星を選び、ガイダーを調整します。
4. 各種表示ツールで状況を確認しながら、目標の星に誘導を続ける。
5. 必要に応じてガイドを停止・再開する。












画面の大部分はガイドカメラの映像で、通常の夜間であれば、ガイド可能な星が表示されます。画面は、サイズ、明るさ、コントラストが自動的に調整され、ガイド可能な星を見ることができます。ただし、これらの調整はあくまで表示のためのものです。内部的には、PHD2 はガイドの精度を最大限に高めるために、調整されていない生のデータで動作します。この表示は、ガイド星をクリックすることで手動で選択することもできますが、「星の自動選択」機能を使用した方がよいでしょう。スライダーを調整することで、暗い星まで見ることができます。

基本制御

画面の下部近くには、主要なコントロールがあります。 PHD2 は、主にこれらのボタンとスライダーで制

御され、より詳細な機能については、ウィンドウの上部にある追加のプルダウンメニューを使用します。ウィンドウの下部を左から右へ移動すると、主なボタンは以下の通りです。

	<p>機器接続ボタン</p> <p>機器の接続を定義する PHD2 プロファイルを有効にします。 前回接続した機器と同じ機器を接続する場合は、このボタンを「Shift+クリック」します。</p>
	<p>露出ループボタン</p> <p>ガイドカメラでガイド撮影を繰り返し（ループ撮影）、撮影結果の各画像（ガイドフレーム）を表示ウィンドウに表示します。 その後、ガイド撮影を開始した場合、「露出ループ」ボタンを再度クリックすると、ガイド撮影を継続したままガイド撮影を一時停止することができます。</p>
	<p>星の自動選択ボタン</p> <p>表示ウィンドウ内の最適なガイド星候補を自動的に選択するトリガーとなります。この選択は、星の飽和度、星の最小サイズ、S/N 比、他の星との近さ、表示ウィンドウの端への近さなど、多くの事柄を考慮して定量的に行われます。「Shift キー」を押しながらこのボタンをクリックすると、星の選択を解除することができます。</p>
	<p>ガイドボタン</p> <p>必要に応じてキャリブレーションを開始し、選択した星のガイドを開始します。</p>
	<p>停止ボタン</p> <p>ガイドとループの両方を停止します。</p>
	<p>露出時間のドロップダウン</p> <p>秒単位の露出時間のドロップダウンリスト（自動、0.01 秒から 15 秒、カスタム：カスタムの編集... オプションを使用して独自の値を割り当てるができるオプション）。 このドロップダウンを使用して、ガイドカメラの露出時間を設定します。 カメラが露出時間をサポートしていない場合、PHD2 はその時間を倣うために最善を尽くします。</p> <p>たとえば、短時間露出の Web カメラを使用する場合、実際の最大露出時間は 1/30 秒にすぎない可能性があります。 露出時間として 1 秒を選択すると、</p>

	PHD2 は自動的に 1 秒間の画像を取得し、それらをスタックしてガイド用の合成画像を作成します。
	<p>ガンマ調整スライダー</p> <p>画面の伸びやコントラストを調整するためのスライダーコントロールで、基本的には「ガンマ」調整です。PHD2 は、画像中の最も暗い画素と最も明るい画素を考慮して表示を自動的に調整しますが、このスライダーを使って、星がより見やすくなるように表示を微調整することができます。例えば、初めてガイドカメラのピントを合わせようとして、大きくピントが外れた星像を見る必要がある場合に有効でしょう。ガンマスライダーを動かしても、ディスプレイを明るくしたり暗くしたりするだけです。PHD2 は常にカメラからの生のピクセルをガイドに使用し、ガンマスライダーを動かしてもガイドに影響はありません。真っ白または真っ黒の表示は、通常、視野内に星がないか、カメラのピントが合っていないことを示しています。画像の自動的なガンマストレッチは、表示窓に微光星を見るためにガンマスライダーを適切に調整しないため、ユーザーを混乱させる非常に一般的な原因となっています。</p>
	<p>詳細設定（脳みそボタン）</p> <p>ガイド操作の詳細な調整を行うための「詳細設定」ダイアログが表示されます。PHD2 の重要な設計目標は、これらのパラメータを変更する必要性を最小限に抑えることですが、ここで利用できる調整項目は、ガイディングを理解し改善するのに役立ちます。</p>
	<p>カメラ設定ボタン</p> <p>カメラによっては、このボタンを有効にすると、カメラ固有の設定ダイアログが表示されます。</p>

メニュー

メインガイダーディスプレイの上にあるプルダウンメニューから、さまざまな機能にアクセスすることができます。これらは、このヘルプの [ダーク](#)、[ツールメニュー](#)、[モニタリングツール](#) の各項で説明されています。

ステータスバー

1/3	S/N比 136.3	➡ 20 ms, 0.2 px	70 ms, 0.5 px ↑	ダーク	キャリブ	●
-----	------------	-----------------	-----------------	-----	------	---

メインウィンドウの下部にあるステータスバーは、ガイディングの操作状況を把握するためのメッセージやステータス情報を表示するために使用します。

ステータスバーの中央付近には、現在のガイド星の状態を示すフィールドがあります。一番左の欄には、現在管理しているガイド星の数が表示されます。安定期やガイド星リストの再評価の際に、最初の数字が1つになることがあります。右側の欄には、ガイド星リストの主星（または単星）のSNRが表示されます。SNRの値が10を下回ると、その値が黄色で表示され、「星を見失う」事象に遭遇する可能性があることを警告しています。単星ガイドモードでは、ガイド星が飽和している場合、SNRの左側のフィールドに赤い書体で「飽和状態」と表示されます。

星の状態フィールドの右側には、最新の赤経と赤緯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。これらは、ガイドパルスのサイズ、ガイド星の変位サイズ（ピクセル）、方向を示す矢印を表示します。矢印は、通常のコンパスの規則に従っています。赤緯の上下は南北に、赤経の左右は西と東に対応します。これらの情報はすべてログファイルに記録され、さまざまなグラフツールに表示され、ガイドのパフォーマンスを視覚化するために使用するものです。これらのステータス欄は、何か異常な動作があったときに、視覚的な手がかりを与えるためだけに存在します。

ステータスバーの右端のパネルには、PHD2の現在の状態について視覚的な手がかりとなるアイコンが表示されます。これらのアイコンは、現在の状態をダッシュボード表示するために色分けされており、以下のような意味を持っています。

「ダーク」 - 赤はダークライブラリも不良ピクセルマップも使用されていないことを、緑はどちらかが使用されていることを意味します。不良ピクセルマップを使用している場合、テキストには「ダーク」ではなく「BPM」と表示されます。

「キャリブ」 - キャリブレーションの状態を表示します。赤は、マウントが現在キャリブレーションされていないことを意味し、黄色は、キャリブレーションはされているが、スコープのポインティングポジションを考慮して自動調整されていないことを意味します。これは、PHD2でASCOMまたは「補助」マウント接続を使用していない場合、または誤って赤緯補正を無効にしてしまった場合に起こります。アイコンが黄色の場合は、通常、スコープを異なる赤緯位置に移動したときに再キャリブレーションを行う必要があります。

「ボール」 - プロファイル内のすべての機器が正常に接続されているかどうかを示します。ボールが黄色の場合は、一部のコンポーネントが接続されていないことを示し、緑色の場合は、すべてが接続され

ていることを示します。

これらのステータスアイコンにマウスカーソルを合わせると、現在の状態についての詳細が表示されます。

基本的な使い方

ガイドを始めるには、5 つの基本的なステップがあります。

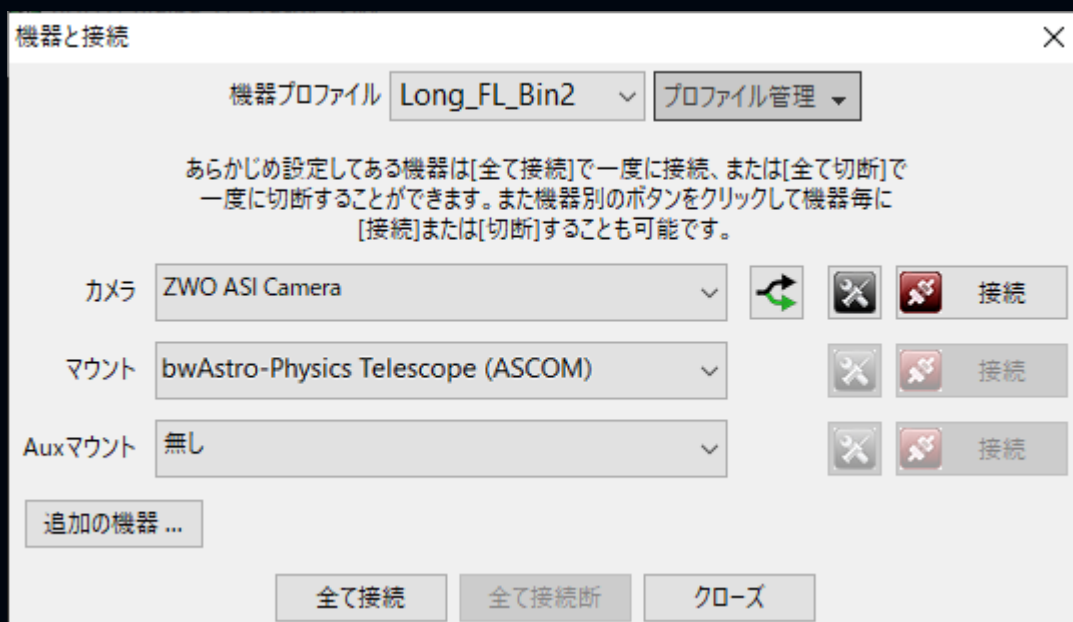
1. USB アイコンボタンで機器と接続ダイアログを開き、新しいプロファイルウィザードで作成した設定プロファイルを選択し、カメラとマウントを接続します。
2. ドロップダウンリストから露出時間を選びます。
3. ループボタンを押して、使える星を見ながら、必要ならピントを合わせます。マウントを移動したり、露出時間を調整したりして、使える星が常に見えるようにします。
4. 星の自動選択アイコンをクリックすると、最適なガイド星を選択することができます。
5. PHD2 ガイドボタンを押します。

これらの操作の詳細については、以下のセクションで説明します。

- [機器の接続](#)
- [露出時間と星の選択](#)
- [キャリブレーション](#)
- [ガイド](#)

機器と接続

ガイドを開始するには、PHD2 はまずガイドカメラ、マウント、そしてオプションで「補助」マウント、適応光学系（AO）装置、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、機器の詳細は異なりますが、次のようなダイアログが表示されます。このダイアログの様々な選択肢については後述します。



機器プロフィール

「機器と接続」ダイアログの上部には、機器プロフィールを管理するためのコントロールがあります。PHD2 のすべてのガイダー設定は、デフォルトであろうとなかろうと、機器プロフィールの一部として自動的に保存されます。これにはキャリブレーションデータと過去 3 回のガイドアシスタントレポートが含まれます。プロフィールに保存されていない重要なデータは、ファイルシステムに保存されているダークライブラリと不良ピクセルマップだけです。ガイド設定が 1 つしかない場合（毎回同じカメラとガイドスコープの組み合わせを使用する場合）、必要なプロフィールは 1 つだけです。例えば、長焦点距離のスコープ用にオフアクシスガイドを配置し、短焦点距離の画像スコープ用に別のガイドスコープとカメラを配置するなど、複数の機器構成がある場合もあります。これらの構成では、PHD2 のガイド設定が異なるため、別々の機器プロフィールを使用する必要があります。「機器と接続」ダイアログの上部にあるコントロールで、使用するプロフィールを選択し、プロフィールの作成/編集/削除を自由に行うことができます。プロフィールを選択して関連する機器に接続すると、そのプロフィールで最後に使用したすべての設定が自動的に再ロードされます。必要なプロフィール（おそらくデフォルトのもののみ）を設定したら、「全て接続」ボタンをクリックするだけで、先に進む準備ができます。既に適切なデフォルトの機器プロフィールがあり、以前と同じように機器に接続したい場合は、メイン画面の USB ボタンを<Shift>クリックすると、PHD2 が自動的にハードウェアに再接続されます。PHD2 の新しいリリースをインストールしても、最初にアンインストールしない限り、あなたのプロフィール情報は保持されます。PHD2 をアンインストールする必要はほとんどなく、単に複雑化させるだけで、トラブルシューティングのステップとしては有用ではありません。プロフィールの管理についてのより詳しい情報は、こちらをご覧ください - [機器プロフィールの管理](#)

新しい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、ウィザード機能を使うのが一番です。新しいユーザーにとって、これは重要な最初のステップです。ウィザードは、さまざまな設定を説明する一連のウィンドウを表示し、設定方法を決定するのに役立ちます。また、ユーザーのセットアップに対して合理的に機能する可能性のあるベースラインアルゴリズム設定も計算されます。この方法でプロファイルを作成すると、「機器の接続」ダイアログで手作業で作成するよりも速く、エラーも起こりにくくなります。PHD2 をシステム上で初めて起動すると、このウィザードが自動的に起動します。その後、「機器と接続」ダイアログの「プロファイル管理」フィールドをクリックし、「新規ウィザードを使う...」を選択すると、新規プロファイルウィザードを使用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数多く投げかけます。ウィザードの各画面にある説明文を読めば、何を聞かれているか、何をやる必要があるかは明らかでしょう。しかし、ここではこのプロセスで役立つ追加のヒントをいくつか紹介します。

1. 接続オプション

様々なデバイスを選択すると、通常そのデバイスがすでに接続され、PHD2 と通信する準備ができているかどうかを尋ねて促す説明が表示されます。もし「はい」と答えた場合、PHD2 は接続を試み、デバイスから読み取った情報でいくつかのデータフィールドを埋めます。「いいえ」と答えた場合は、単にデータを手入力しなければならないことを意味します。PHD2 がデバイスとの接続を試みて失敗した場合でも、データを手入力することで先に進むことができます。ウィザードのデバイス接続は、基本的に正確な値をフィールドに記入しやすくするための便宜的な機能です。PHD2 がすでにデバイスが有用な情報を返せないことを知っている場合、例えばマウントの選択が「On-camera」である場合、促す説明は表示されません。

2. カメラ接続欄： ビンニングされていないピクセルサイズ

接続の促す説明で「はい」と答えた場合、この情報は通常自動的に入力され、コントロールは無効となります。「いいえ」と答えた場合、またはデバイスがピクセルサイズを報告しない場合は、値を手動で入力する必要があります。カメラの仕様書やメーカーのウェブサイトから、ビン化されていないピクセルサイズを入手することができるはずです。ピクセルが矩形ではない場合は、必要に応じて、より大きな寸法または平均値を指定してください。これは実際のガイド結果には影響しませんが、PHD2 がセットアップのイメージスケールを認識できるようになります。これは、ベースラインガイドパラメータの設定、キャリブレーションの健全性チェック、ガイド性能の報告、フォーラムでのサポートに使用されます。

3. カメラ接続欄： ビンニングレベル

ガイドカメラがビンニングに対応している場合（対応していないものもあります）、この機器プロファイルに使用するビンニングのレベルを指定することができます。同じ機器セットアップを異なる

ビニングレベルで使用したい場合、ビニング値ごとに別々のプロファイルを作成するのが最適です。ガイドカメラのピクセルが非常に小さく、長い焦点距離を指定した場合、[ピクセルスケール] フィールドの横に「警告」アイコンが表示されることがあります。これは、指定した画像スケールが小さすぎる可能性があるため、可能であればカメラをビニングする必要があることを告げています。

4. カメラ接続欄：ガイドスコープ焦点距離

ここは間違いが多いようなので、注意して正しい値を出すとよいでしょう。正しい値は、ガイドスコープの口径ではなく、焦点距離です。例えば、50mm のファインダースコープでガイドする場合、焦点距離は 50mm ではなく、150~175mm に近い値になるでしょう。60-80mm の屈折式ガイドスコープの場合、焦点距離は 60-80mm ではなく、240-500mm の範囲になるでしょう。同様に、メインの撮影用スコープにオフアクシスガイダー(OAG)を付けてガイドしている場合、焦点距離はメインのスコープのものになります。また、ガイドカメラに小型のネジ式フォーカルレデューサーを使用する場合もありますので、その点も考慮する必要があります。焦点距離もピクセルサイズの項目と同様、それほど精度は求められませんが、できる限り近づけるようにしましょう。そうしないと、性能の数値が実際の結果を反映していない可能性があり、ベースラインガイドパラメーターが最適でない可能性があります。

5. マウント接続欄：マウントガイド速度

このあたりも混乱を招きそうです。ガイドスピードはマウントまたはマウントドライバで設定するパラメータであり、PHD2 が制御するものではありません。

PHD2 は、マウントガイド速度を設定することではなく、読み取るだけです。通常、恒星数の倍数で表され、一般的に 0.5x - 1x 恒星の範囲にあります。他で読んだことがあるかもしれませんが、通常、この範囲のガイド速度を使用するのがベストです。ガイド速度を高くすると、バックラッシュをより早く取り除くことができ、摩擦の問題を克服することができるかもしれません。接続オプションのプロンプトに「はい」と答えると、PHD2 はマウントから現在のガイド速度を読み取ろうとします。何らかの理由でこれが失敗した場合は、ガイド速度を手動で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の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を確認するのに役立ちますが、ガイド速度情報は実際のガイディングには重要ではありません。赤経軸と赤緯軸で異なるガイド速度を使用する場合は、大きい方の値を入力してください。マウントのガイド速度設定がどうしてもわからない場合は、デフォルトの 0.5 倍のままにしてください。この欄には、マウントに高精度エンコーダがあるかどうかのチェックボックスもあります。これらのデバイスは、高価な高精度マウントに搭載されていることがあり、搭載されているかどうかを知ることができる可能性があります。ほとんどのユーザーは、このボックスのチェックを外したままにします。

ウィザードダイアログの最後の画面では、2つのオプションが与えられています。1) プロファイルがロードされるたびに PHD2 キャリブレーションを自動的に復元する 2) 新しいプロファイルが保存され、ウ

ィザードが完了したときに、すぐにダークライブラリを構築する。最初のオプションは、プロファイルが ASCOM または INDI マウント接続を使用している場合のみ表示されます。これは、特に恒久的なセットアップを行うユーザーにとって便利な項目です。また、アダプターチューブ内のガイドカメラの方向が一晩中同じであることを保証できる場合、このオプションを使用することができます。ガイドカメラの向きに疑問がある場合や、ガイドカメラの向きを気にしたくない場合は、このボックスをオフのままにしてください。別のプロファイルからインポートする互換性のあるダークライブラリがすでにある場合を除き、ダークライブラリを構築するオプションは常に選択する必要があります。カメラを変更する際に、古いカメラに関連付けられ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場合は、新しいカメラ用に別のプロファイルを作成する必要があります。既存のプロファイルでカメラ選択を変更すると、それまで構築していたダークライブラリや不良ピクセルマップのデータは使えなくなります。また、同じカメラを異なるビニング値で使用する場合も同様です。ダークライブラリや不良ピクセルマップはビニング係数に依存するため、異なるビニング係数を使用するセットアップは別々のプロファイルで管理する必要があります。

カメラの選択

「機器と接続」ダイアログの「カメラ」ドロップダウンリストには、すでにインストールされているすべての ASCOM カメラに加えて、PHD2 がネイティブにサポートするすべての種類のカメラが表示されます。いずれの場合も、PHD2 がデバイスに接続するためには、カメラの OS レベルのドライバが正しくインストールする必要があります。カメラが ASCOM インターフェースを使用している場合、カメラに対応する ASCOM ドライバもインストールする必要があります。ドロップダウンリストに ASCOM 対応カメラが表示されない場合は、ASCOM ドライバがインストールされていない可能性があります。ASCOM ドライバも OS レベルのドライバも PHD2 には含まれていませんので、別途検索してダウンロードし、インストールする必要があります。非 ASCOM カメラの場合、PHD2 の配布物には、PHD2 がカメラを使用するために必要な追加のアプリケーションライブラリ (SDKs) が含まれています。場合によっては、カメラに ASCOM とネイティブインターフェースの両方があり、どちらを選ぶかは自由です。場合によっては、2 つの異なるバージョンは、カメラをわずかに異なる方法で操作したり、カメラのプロパティの異なるセットを公開したりすることがあります。カメラメーカーは頻繁にドライバと SDK を更新するので、これを追跡し、カメラドライバを最新の状態に保つ必要があります。また、PHD2 のリリースに伴い、最新のカメラドライバソフトウェアが必要となる場合もありますので、その点についても注意が必要です。

PHD2 でサポートされているカメラの完全なリストを提供することは現実的ではありません。多くの場合、カメラメーカーは、PHD2 で使用されるアプリケーションライブラリを変更することなく、下位レベルのドライバーを更新することで製品ラインを拡張しています。このような場合、ユーザーから問題が報告されない限り、私たちはその変更気付きません。以下に示すリストは、以下のように解釈してください。

1. カメラメーカーが全く存在しない場合、カメラがサポートされていない可能性が高いか、ウェブカメラインターフェースを使用してのみサポートされている可能性があります
2. カメラの機種がリストに表示されている場合は、メーカーのドライバーに未解決の問題がない限り、サポートされています
3. 特定のカメラ機種がなく、以前の機種が表示されている場合は、そのカメラがサポートされている可能性があります
4. カメラが ASCOM インターフェースを使用する場合、サポートされます

PHD2 のダウンロードは無料ですので、最も簡単な方法は、それをインストールし、お使いのカメラが PHD2 のドロップダウンリストに表示されているかどうかを確認することです。 または、PHD2 の Google フォーラムの「Wiki」にアクセスして、カメラのサポート情報を確認することもできます。

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

最後に、open-phd-guiding フォーラム (<https://groups.google.com/forum/?fromgroups=#!forum/open-phd-guiding>) にメッセージを投稿して、そのカメラを使った経験のある人がいるかどうかを尋ねることができます。

対応カメラのベースライン一覧

Windows:

- ASCOM v5/6 準拠カメラ
- Altair
- Atik 16 シリーズ、カラー/モノクロ
- Atik Gen 3 カラー/モノクロ
- CCD-Labs Q-ガイダー
- Fishcamp Starfish
- iNova PLC-M
- MagZero MZ-5
- ミード DSI シリーズ : I~III、カラー/モノクロ
- OpenCV
- オライオン スターシュート DSCI
- オライオン スターシュートオートガイダー
- オライオン 惑星イメージャーとオートガイダー
- QHY 5-II
- QHY 5L-II

- SAC4-2
- SBIG
- SBIG ローテータ
- スターライトエクスプレス SXF / SXVF / Lodestar
- Svbonny
- Touptek
- Webcams (LXUSB, parallel, serial, OpenCV, WDM)
- ZWO ASI

Mac:

- Fishcamp Starfish
- KWIQ ガイダー
- ミード DSI シリーズ。I-III、カラー/モノクロ
- オライオン スターシュートオートガイダー
- SBIG
- スターライトエクスプレス SXV
- The Imaging Source (DCAM Firewire)
- ZWO ASI

ガイドカメラとの通信には、一般的に USB ケーブルやパソコンポートが使用されます。これらの部品は、さまざまな理由で問題の原因となることがあります。安価で品質の悪い USB ケーブルは、カメラに付属しているものであっても、導体が非常に小さいため、破損しやすいことがあります。コネクタやケーブルは一般的に屋外での使用を想定していませんが、私たちは屋外で使用しています。最後に、Microsoft Windows のバージョン 10 以降では、デフォルトで、OS が非アクティブな時間を感じると USB ポートを中断して、電力を節約しようとします。これらのことはすべて、画像とガイドの操作に支障をきたす可能性があるので注意し、回避するための戦略を考案する必要があります。これらの問題に遭遇した場合は、トラブルシューティングの項の指示に従ってください。- [カメラ接続のトラブル](#)

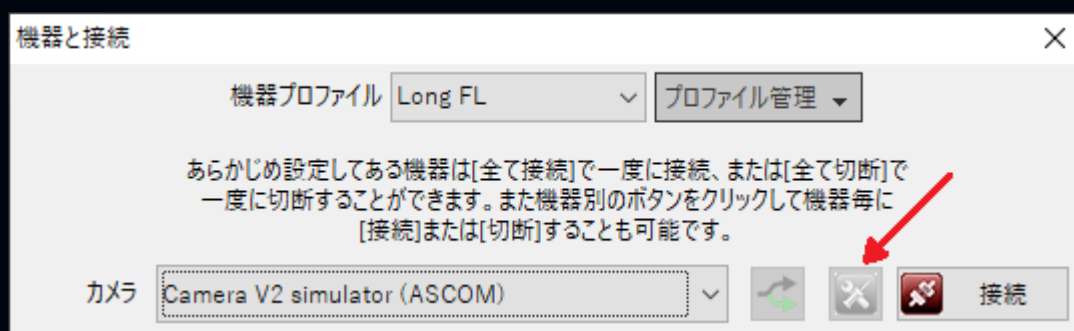
SBIG 社製デュアルチップカメラのサポート

SBIG (Santa Barbara Instrument Group) の多くのカメラには、2 つのセンサー（撮像用の主センサーとガイド用の小型センサー）が搭載されています。2 つのセンサーは物理的には別々ですが、カメラ内部の電子機器を共有しており、さらに重要なことに、コンピューターへの USB データリンクも 1 つ共有しています。つまり、2 つのセンサーからのデータのダウンロードを調整する必要があります。メインセンサーの画像をダウンロードしている間にガイダーの画像を取得することはできません。さらに、Windows は 1 つの USB リンクを介してカメラに接続するために、一度に 1 つのアプリケーションしか許可

しません。これらは物理的、構造的な制約であり、PHD2 が回避することはできません。しかし、カメラを制御する（イメージキャプチャ）アプリケーションは、PHD2 がガイドチップからデータを取得するためのインターフェースを実装することが可能です - 基本的に、上記の規則のいずれにも違反しない「サイドドア」メカニズムです。この配置では、画像キャプチャアプリケーションは、2 つのカメラセンサーへのアクセスを調整する交通整理の役割を果たします。これを実現する画像処理アプリケーションの 1 つが Sequence Generator Pro (SGP) です。SGP をメインの画像処理アプリケーションとして使用する場合、同社の「SGP API Guider」モジュールを使用して、PHD2 が SBIG カメラのガイドチップにアクセスできるようにすることも可能です。

ASCOM カメラプロパティ

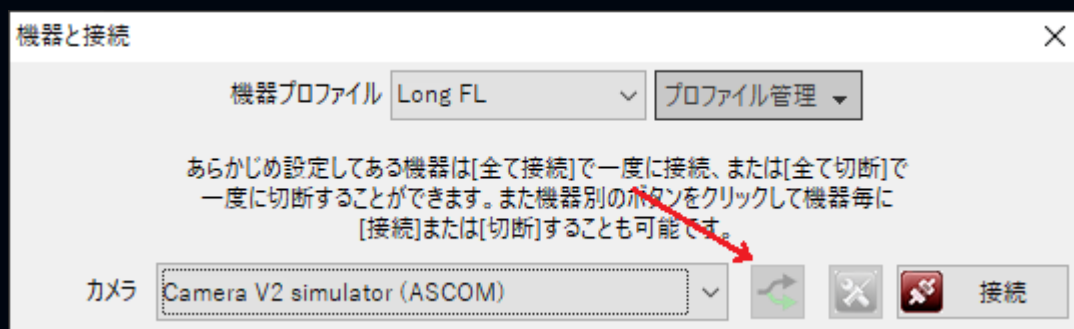
ASCOM カメラを選択した場合、「接続」ボタンのすぐ左側にあるプロパティボタンをクリックすると、そのカメラの ASCOM 設定ダイアログにもアクセスできます。



カメラによっては、PHD2 が制御していないプロパティにアクセスできる場合があります。

同じタイプの複数のカメラ

お使いのコンピュータが同じメーカーの複数のカメラに接続されている場合、通常、PHD2 が使用するカメラを指定する必要があります。これは、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行えます。



このボタンをクリックすると、利用可能なカメラのリストが表示され、必要なカメラを選択することができます。 PHD2 はこの選択を記憶し、機材プロファイルの一部として保存しますので、この操作は一度だけ行えばよいでしょう。 また、機器プロファイルを作成する際に、目的のガイドカメラの 1 つを接続することもできます。

マウントの選択

「マウント」 ドロップダウンリストには、マウントに接続するためのオプションが表示されます。 これには一般的に 2 つの方法があります。

1. シリアルケーブル（またはより一般的な USB/シリアル接続）を介してマウントにガイドコマンドを送信する ASCOM 互換（または INDI）望遠鏡ドライバを使用します。 以下に説明する理由により、この方法を推奨します。
2. マウントの ST-4 対応ガイドポートインターフェースと専用ケーブル、カメラやシュースtring ボックスなどの中間デバイスを使用する。

ASCOM インターフェースは、マウントとの通信をサードパーティのドライバーに依存しています。

これらのドライバは、ASCOM の Web サイト ([ASCOM Standards](https://www.ascom-standards.com/)) またはマウントメーカーから入手可能です - PHD2 では配布していません。そのため、ドロップダウン リストには、システムに既にインストールされている ASCOM ドライバーのみが表示されます。マウントが見つからない場合は、ドライバが正しくインストールされていないか、ST-4 ガイディングにしか対応していない可能性があります。ASCOM ドライバは、長年 ASCOM 準拠の要件であり、広くサポートされている「PulseGuide」インターフェイスをサポートする必要があります。 このタイプのマウント制御では、ガイドコマンドがシリアルインターフェイスを介して PHD2 からマウントに送信されます。高レベルの PHD2 ガイドコマンド（「Move west 500 mSec」など）は、マウントファームウェアによって適切なモーター制御信号に変換され、コマンドが実行されます。 ASCOM インターフェイスを使用すると、PHD2 は望遠鏡のポインティング位置、特に赤緯と架台の側面も取得できます。これはガイダーのキャリブレーションの要素として使用でき、使いやすさが大幅に向上します。

「ガイドポート」インターフェースは、ほとんどのマウントで利用可能な特殊な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には、PHD2 とマウントの間のリンクに別のデバイスが必要です。

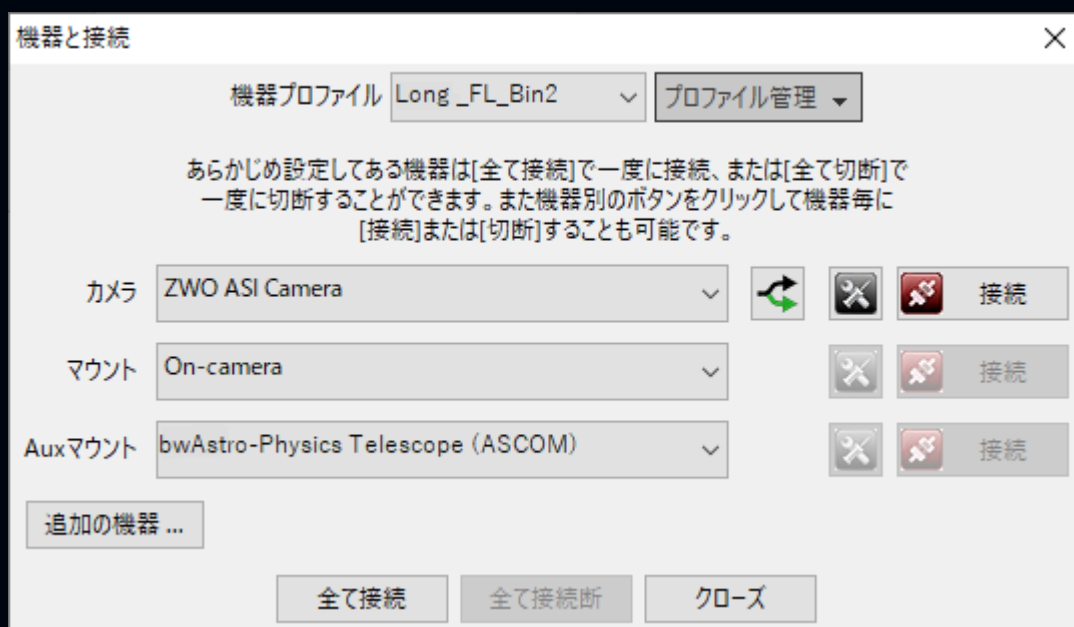
1. ST-4 互換の「オンカメラ」ガイダーインターフェースを持つすべてのガイドカメラ。これらのセットアップには、「On-camera」マウントの選択を使用してください。
2. シュースtring GP-xxx デバイスのいずれか

3. ガイドポートインターフェースを持つ対応 A0 装置

このスタイルのインターフェイスでは、「Move west 500 mSec」などの PHD2 ガイドコマンドは、中間デバイス（カメラ、シュースtringボックス、A0）によってマウント モーターを適切な時間駆動するために必要な電気信号に変換されます。

Aux マウントの選択

「マウント」セクションで ST-4 スタイルのガイドを強制的に使用する場合、PHD2 はそのインターフェイスを使用してスコープのポインティングポジションを決定することができません。 その結果、ガイダーキャリブレーションは赤緯の自動調整も、架台の側面が変化したときの自動反転も行われません。 望遠鏡のポインティング情報を取得するために使用する「Aux」マウント接続を指定することで、これらの機能を復元することができます。 以下に例を示します。



Windows ユーザーの場合、「aux」マウントは ASCOM 互換のマウントドライバーを使用することができ、Linux ユーザーは INDI ドライバーを利用することができます。「aux」マウントは、プライマリマウントインターフェイスがポインティング情報を返せない場合にのみ使用され、それ以外の場合は無視されます。注意：いくつかのマウント（例：セレストロンや iOptron）には、「Aux」というラベルの付いた別のハードウェアポートがあります - ガイドのためにこれを使用しないでください - PHD2 の「Aux」接続とは全く関係ありません。「Aux マウント」接続のリストの最後の項目は、「Ask for coordinates (座標を要求)」とラベル付けされています。これは、マウントに ASCOM または INDI 接続を使用できない場合に、初歩的な補助マウント機能を提供することができます。このオプションを使用する必要がある場合、詳細はこちらをご覧ください - [座標を要求](#)

ASCOM マウントドライバの多くは、シリアルポートインタフェースを使用するため、ドライバは Windows の「COM」ポートのいずれかを使用することを想定しています。ほとんどのパソコンはシリアルポートコネクタを持たなくなったので、USB ポートの 1 つと USB-シリアルアダプタを使用することができます。新しいマウントは、そのようなアダプタを含むか、または内蔵している場合があります。USB-シリアルアダプタに付属するソフトウェアでソフトウェア COM ポートを作成し、それを ASCOM ドライバで使用することになります。初めて ASCOM でマウントに接続するとき（マウントまたは aux-マウントとして）、使用する COM ポートをドライバに伝える必要があります。これはドライバのセットアップダイアログの一部で、上の画像の接続ボタンのすぐ左にあるプロパティアイコンをクリックすることですぐにそのウィンドウを開くことができます。この操作を行うと、COM ポートが機器プロファイルの一部として保存されます。

ASCOM（または INDI）の利点

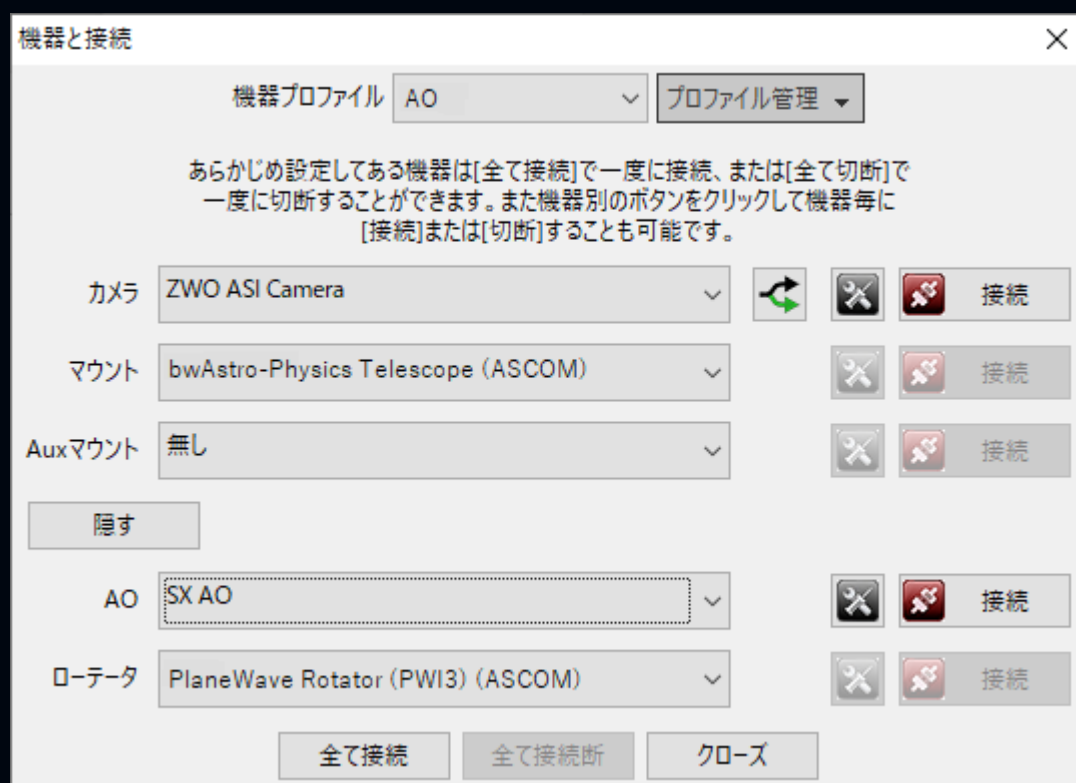
Windows プラットフォームで動作している場合、マウントのガイドには ASCOM 接続を使用した方がよいでしょう。他のオペレーティングシステムでは、INDI 接続が利用可能であれば、それがベストな選択となるでしょう。このアドバイスは、ウェブ上の古い経験や言い伝えに反するかもしれませんが、おそらくガイドカメラのメーカーから聞いた話とは違うかもしれません。しかし、PHD2 でそうすることのメリットは非常に大きいので、特別に信頼できる情報がない限り、この代替策を使うべきでしょう。以下は、主な利点の一部です。

1. キャリブレーションの回数を大幅に削減。目標を変更しても、PHD2 はスコープがどこを向いているかを把握し、自動的にガイダーキャリブレーションを調整することができるため、別のキャリブレーションを行う必要はありません。ほとんどのユーザーは、良いキャリブレーションを取得した後、何らかのハードウェアの変更を行うまで、それを再利用しています。
2. 子午線反転の自動調整 - キャリブレーションデータを手動で反転することを覚えておく必要はありません。
3. 空のさまざまな部分の目標を処理するための RA キャリブレーションの自動調整（赤緯補正）
4. 故障の原因となる ST-4 ガイドケーブルの排除 - ケーブルの破損や類似ケーブル（電話ケーブルなど）と混同することがあるため、意外と多い問題です。
5. スコープを移動させる際に、引っ掛かりや引きずり、拘束の原因となる可動ケーブルが不要になりました。
6. PHD2 によるキャリブレーション結果の健全性チェック機能が向上し、撮影時間を無駄にする前に問題の可能性を警告します。
7. 診断やトラブルシューティングの情報が充実しており、特にサポートを求める場合に便利です。
8. ドリフトアライメント時のスコープ回転オプションにより、ポーラーアライメントをさらに高速化可能。

Web フォーラムで時々見かける誤解は、ST-4 ガイドがハードウェアベースであり、したがってより正確で効率的であるというものです。 ASCOM ガイディングと同様に、ケーブルの両端では常にソフトウェアが動作しているのです。 要するに、マウントに ASCOM や Indi のドライバがあるのなら、それを使うべきでしょう。

A0 機器とローテータの選択

PHD2 では、スターライトエクスプレスの適応光学 (AO) ユニットや ASCOM 互換のカメラローテータを制御することができます。 これらは上記ダイアログの「追加の機器…」ボタンをクリックすることで指定することができます。



これらの機器がない場合は、選択を「無し」のままにします。 これらの機器が接続されている場合、「詳細設定」ダイアログに追加のタブが表示され、様々な機器関連のプロパティにアクセスできるようになります。適応光学 (AO) 機器は、一般的に使用前にある程度の学習が必要であり、使用しようとする前にその操作に慣れる必要があります。背景については、こちらをご覧ください - [AO の使用](#) PHD2 はローテータを制御しませんが、ローテータから現在の角度設定を読み取り、必要であればガイドキャリブレーションを調整します。 ローテータは、空に対する撮像カメラの向きを制御するために使用されます。おそらく、架台の反対側で向きを同じにしたり、視野内の天体の好ましい構図を作ったりするために使用されます。 ローテータがオフアクシスガイダーアセンブリの一部である場合、その回転は PHD2 のキ

ャリブレーションに影響します。この場合、PHD2 をローテータに接続し、キャリブレーションを自動的に調整できるようにする必要があります。

シミュレータ

カメラ、マウント、A0、ローテータなど、PHD2 のすべてのデバイスにはシミュレータが内蔵されています。これらは、システムにインストールされている ASCOM シミュレータと混同しないように注意してください。ASCOM シミュレータに接続することはできますが、PHD2 のガイディングやキャリブレーションに必要なフィードバックは提供されません。そのため、限られた種類のテストや実験にしか使えません。しかし、内蔵のシミュレータは、PHD2 がどのように動作するかを調べ、プログラムの使い方を決定するために使用することができます。フルキャリブレーションや グラフ表示オプションなど、PHD2 のほぼすべての機能は、内蔵のデバイスシミュレータを使用した場合に正しく動作します。また、かなり現実的なガイド性能も確認できますので、現場でどのようなことが起こるか、ある程度予想することができます。シミュレータの使用を開始するには、新しいプロファイルウィザードを使用し、カメラタイプに「シミュレータ」、マウントタイプに「オンカメラ」を選択します。

シミュレータは、実際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立ちませんし、実際のハードウェアのテストには使用できません。カメラとマウントは、問題を診断したり、ギアをキャリブレーションして動作させるためには、両方とも実際のデバイスである必要があります。その意味で、シミュレータを使用する際に見えるものは、現実的ではありますが「偽物」の動作です。シミュレータは、PHD2 アプリケーションの問題を再現するのに役立つ場合もありますが、実際のガイド機器に関するものではありません。

露出時間と星の選択

「ループ再生」中は、ガイド星が選択されます。メイン画面の「星の自動選択」アイコンをクリックして、PHD2 にガイド星を [自動選択](#) させるのが最も良い方法です。彩度の低さ、「本物の」星であるかどうか、他の星やフィールドの端に近いかなど、さまざまなことを考慮するため、ほぼすべての場合において、手動で行うよりも優れた星選びができます。また、「自動選択」機能は、マルチスターガイドを活用するための唯一の方法です。自動選択機能を使用しない場合、ガイド星の候補をクリックして選択することもできますが、その場合、その 1 つの星しかガイドに使用されない結果になります。そのあと、その星を縁取るように緑の枠が表示されます。明るすぎる（飽和している）星を選ぶと、ステータスバーに赤い「SAT」ラベルが表示されますので、もっと暗い星を選ぶとよいでしょう。より暗い星を見るには、ガンマスライダーを左に調整する必要があります。ほとんどの新規ユーザーはこれにまどわされて、たまたま視界に入った一番明るい星を選んでしまうことが多いようです。しかし、その選択は飽和した星であることが多く、オートガイドには向いていません。つまり、星の名前がわかって、その星は明るすぎて効果的なガイドには使えないことがほとんどなのです。これらの落とし穴は、すべて自動選択機

能を使うことで回避することができます。露出時間の選択は、撮影機材や空の状態、撮影可能な星によって大きく異なります。選んだ露出時間には、いくつかの意味があります。

1. 明るい星ほど背景から浮かび上がって見えるので、飽和していない限り、よりよいガイド結果を得ることができます。
2. また、ガイドコマンドをマウントに送信する頻度も決定します。ガイドコマンドは、各露出サイクルに対して1回以上の頻度で送信することはできません。マウントによっては、頻繁に小さなガイド調整を必要とするものもあれば、そうでないものもあります - 状況に応じて最適な方法を実験する必要があるかもしれません。
3. シーイング状態に対するガイドアルゴリズムの感度に強い影響を与えます。露出時間を2~4秒まで増加させると、シーイングの影響が滑らかになります。これは、長焦点距離のセットアップでガイドしている場合に特に顕著です。もちろん、長時間露出の利便性は、マウントが十分な頻度で補正を受ける必要性和引き換えになる必要があります。赤経に高頻度の誤差があるマウントでは、1秒や0.5秒の露出で作業する必要があるため、その場合、多星数ガイドの使用はさらに重要なものとなります。天文学的なシーイングの概念に馴染みがない方は、こちらをご覧ください。[天体観測](#)

まずは、露出時間を1~3秒の範囲で試してみてください。別の星を選択せずに星の選択を解除したい場合は、画像表示ウィンドウの任意の場所でShiftキーを押しながらクリックします。機器のセットアップを始めたばかりの場合は、ガイドカメラの焦点を注意深く合わせることが重要です。その際、[星のプロファイルツール](#)や、フォーカシングマスク、SharpCapなどのカメラアプリなど、使い慣れたフォーカシングツールを使用することができます。ただ「目で見て」やっても、いい結果が出ることはほとんどありません。ファインダースコープのような小さなガイドスコープを使っている場合、ちょっとした調整でピントが強く反応することがあります。ガイド星のピントが悪いと、ガイドの結果が悪くなるので、時間をかけてピントを合わせることが大切です。

カメラの露出制御には、あらかじめ設定された幅広い露出時間が表示されます。0.5秒より小さい露出時間は、光学適応装置またはその他の特殊な状況での使用を意図しており、通常のガイドカメラのセットアップでの使用は推奨されません。また、リストの下部には「カスタム」露出オプションがあり、まだ表示されていない値を指定することができます。これも特殊な用途を想定したもので、例えば非常に長い露光時間が必要な場合などに使用します。

また、露出時間の自動選択も可能です。露出を自動に設定すると、PHD2は選択したガイド星が一定の信号対雑音比(SNR)値になるように露出を調整しようとし、選択した露出の範囲内で作業するようになります。これは、PHD2が背景となる星をどの程度識別できるかを調べるための特殊な測定方法で、測光に用いられる信号対雑音比と似ていますが同じではありません。自動設定は、自動撮像やA0ユーザーがガイド星を見失わずに露出時間を短くするために使用することを想定しています。自動撮影では、旋回とそれに続く無人のガイド星選びが行われ、十分に明るい星が見つからないと、自動撮影は失敗します。

そのような場合、ガイド星が全く見つからないよりは、「長い」露出時間の方が好ましいかもしれません。自動露出を制御するための設定は、[詳細設定]ダイアログの [カメラタブ](#) にあります。

マルチスターガイド

ほとんどのガイド構成は、1 つだけでなく複数の星でガイドすることが有効です。これにより、単一の星の重心だけでなく、複数の星の重心位置の加重平均を使用することになります。マルチスターガイドは、[詳細設定] ダイアログの [ガイドタブ](#) にある「ガイドに複数の星を使用」チェックボックスを使用して有効にします。これはデフォルトで「チェック」されています。このオプションを有効にすると、[自動選択](#) 機能は視野内で適切なサイズと SNR 値を持つ星を最大 12 個まで特定します。このうち一度に使用されるのは 9 個までで、残りは何らかの理由で失われたり拒否されたりした副星の代替に使用されます。主星とは、多天体ガイドが無効の場合に選択される最良の候補星のことです。ガイドが進むにつれて、薄すぎたり視野の外に出てしまったりしたために、いくつかの副星が拒否されることがあります。これはアルゴリズムが自動的に処理するため、気にする必要はありません。マルチスターガイドが有効な場合、PHD2 の画像表示には、主星を囲む通常の四角形と副星を囲む円形が表示されます。ガイド星に関連する他のすべての UI 機能（明るさの特性、SNR、FWHM など）は、リスト全体ではなく主星に関連するものです。マルチスターガイドは、ガイド動作中に有効または無効にすることができます。ただし、この機能を有効にすると、別の「自動選択」手順が強制されます。マルチスターアルゴリズムは、副星を使用してガイド星の動きの測定値を改善し、その揮発度を下げるため、シングルスターガイドと比較してガイド性能を低下させることは基本的にありません。それが全体的なガイドにもたらす利点は、画像のスケール、星と背景の空の明るさ、星のサイズ、焦点、管電流、カメラのノイズなど、多くの要因によって異なります。このアルゴリズムの実装方法については、実際に試してみても判断するのがベストな選択でしょう。**注意：自動選択機能を使用せず、手動でガイド星を選択すると、マルチスターガイドは無効になります。**

キャリブレーション

従来のマウント

PHD2 によるガイダーキャリブレーションの一環として、2 つの事柄を測定する必要があります。

1. マウントの赤経軸と赤緯軸に対するカメラセンサーの角度の向きと天球の向き
2. 望遠鏡を一定量移動させるのに必要なガイドパルスの長さ

PHD2 は、マウントにガイドパルスを送信し、ガイドカメラ画像間で星がどの方向にどれだけ動くかを見することで、これらの測定を自動的に行います。この処理は、星を選んでから PHD2/ガイドのアイコンボタンをクリックしたところから始まります。ガイド星の元の位置に黄色い十字線が表示され、PHD2 がマ

マウントを様々な方向に動かし始め、マウントに送られた移動コマンドの関数として星の動きを追跡します。ステータスバーには、マウントに送信されたコマンドと、その開始位置に対するガイド星の動きが表示されます。PHD2 はこれを両軸で行い、最初に東と西、次に北と南へ移動します。正確なキャリブレーションを行うために、通常、各方向に 25 ピクセルまで星を移動させることを希望します。これが完了すると、十字線が緑色に変わり、ガイドが自動的に開始されます。この測定は、マウントや大気の影響を受けるため、スコープが赤緯 = 0 から 20 度以内（赤道付近）かつ東西の地平線から 60 度以上（天の子午線から 2 時間以内）を指していれば、最も正確な測定結果が得られます。現場の状況に応じて他のポインティングポジションでキャリブレーションを行うこともできますが、その場合、測定の不確かさが多少増します。また、マウントが恒星数で追尾している必要があります。

PHD2 はガイド星を 4 方向すべてに移動しますが、ガイド率とカメラアングルの計算に実際に使用されるのは西と北の移動だけです。東と南の移動は、星を大まかに開始位置に戻すためだけに使用されます。北への移動が始まる前に、バックラッシュを解消するための一連のパルスが表示されます。このバックラッシュを解消するために中程度のアプローチのみを採用し、反転のない単一方向の明確な動きのパターンを監視します。マウントに大量の赤緯バックラッシュがある場合、または視界が悪い状況で長い焦点距離でガイドしている場合、このキャリブレーションではすべてのバックラッシュを除去しきれない場合があります。この問題を回避するためには、バックラッシュを手動で除去することです。このためには、短い「北」旋回を行うか、ハンドコントローラを使ってマウントを北に移動させ（ハンドコントローラの「上」ボタン）、PHD2 のディスプレイで星の動きを明らかにすることで確認できます。バックラッシュが十分に解消されていない場合、計算された赤緯率が低すぎる可能性があり、この状況については [ツールメニュー](#) の章でさらに詳しく説明します。また、南パルスがガイド星を開始位置よりもかなり手前で離れていることもわかります。これは、マウントにかなりの赤緯バックラッシュがあることを示すもう 1 つの視覚的な手がかりですが、キャリブレーションが無効になるわけではありません。かなりのバックラッシュが見られる場合は、ガイドアシスタントツールを実行して直接測定できます。

ほとんどの場合、キャリブレーションはユーザーが関与することなく自動的に完了します。マウントが西や北の方向に十分に動かない場合は、キャリブレーションに失敗した旨のアラートが表示されます。このタイプの失敗はかなりまれですが、ハードウェアの一部が単に動作していない場合（例：不良ガイドケーブル）、マウントのガイド速度設定を過度に小さくしている場合、または PHD2 のキャリブレーションパラメーターに不具合がある場合に発生する可能性があります。「失敗しました」というメッセージが表示されない限り、キャリブレーションは実際に完了したことになります。その他の警告メッセージとして、キャリブレーションの結果が疑わしい、またはガイド中に問題を引き起こす可能性のあるマウント動作を示している、などのメッセージが表示されることがあります。これらはあくまで警告メッセージであり、キャリブレーションそのものが失敗したことを意味するものではありません。キャリブレーション中にこのようなメッセージが頻繁に表示される場合は、[トラブルシューティングの項](#) を参照してください。要するに、不適切なキャリブレーションを使用すると、良好なガイド結果を得ることができないということです。

「マウント」または「Aux マウント」のいずれかに ASCOM（または Indi）接続を使用している場合、良いキャリブレーションを長期間再利用することができ、これが望ましい運用方法となります。これらの接続オプションにより、PHD2 は望遠鏡がどこに向いているかを知ることができるため、空のある地点で行われたキャリブレーションは、異なる目標に旋回する際に自動的に調整されます。PHD2 がポインティング情報を持っている限り、スコープを旋回させたり架台の側面を変えたりするたびに再キャリブレーションを行わなければならないという古いルールは過去のものとなります。このような設定であれば、ガイドカメラの位置を数度以上回転させたり、ハードウェアの構成に大きな変更を加えた場合のみ、再キャリブレーションを行うことができます。プロファイル作成時に「自動的にキャリブレーションを読込」を選択した場合、または詳細設定ダイアログのガイドタブでそのオプションを選択した場合は、ギアに接続してガイド星を自動選択し、すぐにガイドを開始することが可能です。初心者の方は、毎晩の作業の最初にキャリブレーションを行うと、より効果的でしょう。最後に、機器プロファイルの一部としてローテータを使用している場合、PHD2 は「ローテータ」接続を使用して、ガイドカメラの角度位置に基づいてキャリブレーション データを調整できます。これにより、キャリブレーションをやり直す理由が1つ減ります。

「ツール」メニューから「キャリブレーションデータの参照」をクリックすると、マウントのガイド用に計算された値とともに、マウントの動きをグラフで表示するダイアログが表示され、前回のキャリブレーション結果をいつでも確認することができます。このウィンドウについては、ヘルプの [キャリブレーションの詳細](#) の章で別途説明しています。簡単な品質チェックとして、このウィンドウを開き、次のことを確認できます。1) 赤経と赤緯がほぼ垂直であること、2) プロットされた点がほぼ直線で、大きなカーブ、曲がり、点のかたまり、方向の反転がないこと。もし、このような変なグラフになったら、キャリブレーションをやり直した方がいいでしょう。高性能なマウントでも、環境条件、特に風やシーイングが悪いと、キャリブレーションがうまくいかないことがあります。

キャリブレーションが完了すると、PHD2 はその結果を [キャリブレーションチェック](#) し、少なくとも計算が妥当であることを確認します。そうでない場合は、メイン画面の上部に状況を説明する警告メッセージが表示されます。警告を無視するか、「詳細」をクリックしてより多くの情報を得ることができます。著しく悪いキャリブレーションを使用してガイドしようとしても意味がないので、一般的にはこれらの警告に注意を払うことをお勧めします。

適応光学機器

適応光学装置を使用する場合、実際には2つのキャリブレーションを完了する必要があります。1つ目は、A0 のチップ/チルト光学素子のキャリブレーションを行い、ガイド星の変位に関連する調整の大きさと方向を計算するものです。2つ目のキャリブレーションは、前述のとおり、マウントに送信する必要のあるガイドコマンドを処理するものです。バンプコマンドと呼ばれるこのコマンドは、ガイド星が A0 だけで達成できる補正の範囲を超えて移動したときに発行されます。

ガイド

ガイドが開始されると、マウントに送信されているガイドコマンド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」アイコンをクリックするまでガイドを継続します。ガイドを再開するには、ループ露出を再び開始し、星を自動選択して、「ガイド」ボタンをクリックするだけです。ガイドを再開するために、キャリブレーションを繰り返す必要はありません。

PHD2 がガイド星を見失い、ビープ音とオレンジ色の十字線の点滅で警告することがあります。この現象はいくつかの理由があります。

1. 雲、天文台の屋根、木など、何か星を隠しているものがあるかもしれません。
2. マウント、カメラ、ケーブルの構造上の問題により、星が追跡範囲外に突然移動した可能性があります。
3. 星が暗すぎる、カメラのピントが合っていない、星の大きさや明るさが許容範囲の上下で変動しているなど、何らかの理由で「色あせ」している可能性があります。
4. 「ガイド星の明るさ・サイズ検出」チェック機能が作動するほど、恒星の明るさが変動している可能性があります。この現象が頻繁に起こる場合は、この機能を無効にする必要があります（詳細設定/ガイドタブ）。

当然ながら、問題の原因を特定し、それを解決する必要があります。重要なことは、PHD2 がガイド星の位置を変えようとして望遠鏡を動かし始めるわけではないことです。単に露出を続け、現在の追跡領域内に再び現れるガイド星を探します。星を見失った状態が長く続くと、マウントが著しく目標から外れてしまうことがあります。その場合、追跡範囲内にあるガイド星が後で回復しても、別の星である可能性が高く、撮像目標の中心が正しく定まらないことになります。もし無人撮像を行うのであれば、撮像アプリケーションは星の回復後にフレームを再調整することでこの状況に対処すべきです。孤立した、あるいは断続的な星を見失った現象は、通常、ガイドの不具合や画像の劣化を引き起こすことはありません。しかし、長時間の星を見失った現象は、マウントがガイドの補正をしない状態が長く続き、画質が悪くなる可能性があります。

ガイドを初めて始めるとき、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場合、ウィンドウの上部に「警告」ダイアログが表示されることがあります。この警告を無視してガイドを続けることもできますが、将来のためにダークライブラリを構築するのに必要な数分を費やした方が、より良い結果を得られるでしょう。

ドイツ赤道儀（GEM）を使用している場合、通常、撮像対象が子午線を通過する頃に「子午線反転」を行う必要があります。これは、あなた（またはあなたの画像処理アプリケーション）が望遠鏡を架台の反対側に移動させ、その後撮影を再開することを意味します。これを行うと、赤緯の方向が逆になるため、

元のキャリブレーションが無効になります。 ASCOM（または Aux）マウントインターフェースを使用している場合、キャリブレーションは自動的に調整され、単にガイドを再開できます（カメラやフォーカサーを回転させていないと仮定しています）。ポインティングポジションを返すインターフェースを使用していない場合、ガイダーのキャリブレーションを調整する必要があります。 もちろん、現在の架台の側で別のキャリブレーションを行うだけでよく、この作業には通常、数分しかかかりません。 または、ツールメニューの「キャリブレーションデータの操作」プルダウンメニューで「今すぐキャリブレーションを切替え」を選択し、すぐにガイディングを再開することも可能です。**注意：PHD2 が ASCOM または Aux マウント接続の場合、「今すぐキャリブレーションを切替え」は効果を持ちません。**

場合によっては、強制的に再キャリブレーションを行うことがあります。 例えば、ケーブルの問題を解決する一環として、ガイドカメラを回転させた場合などです。「脳ボタン」をクリックして「ガイド」タブに移動し、「再キャリブレーション」チェックボックスをクリックすると、これを行うことができます。 または、メイン画面の「ガイド」ボタンを<shift>クリックするだけで、PHD2 がキャリブレーションの実行を開始します。

ガイドを始めると、必ずと言っていいほど、その様子を知りたくなります。 もちろん、ガイドカメラのディスプレイで星を見ることはできますが、多くの場合、行われている細かい調整のすべてを見ることはできません。 PHD2 には、[モニタリングツール](#) の章で説明したように、パフォーマンスを測定・表示するためのツールが多数用意されています。 いくつかのガイドアルゴリズムには、1 つのコマンドで発行できる最大ガイド補正の限界設定があります。 これらの値がマウントの位置を修正するために必要な値よりも小さい場合、メイン画面の上部に状況を通知する警告ダイアログが表示されます。 この問題が繰り返し発生し、最大移動量パラメータをデフォルト値より小さくしていない場合、問題の原因はおそらくマウントにあります。

ダークフレームと不良ピクセルマップ

はじめに

ガイドに使用されるカメラは一般的に温度調節されていないため、ノイズの多い画像が生成されることがあります。 そのため、ホットピクセルや輝度差のある領域など、明らかな不具合が発生することがあります。 このような欠陥が多い場合、PHD2 はガイド星を識別し選択することができなくなります。 また、ガイド星に近いホットピクセルがあると、ガイド星をスムーズに導くための計算が中断されたり、実際の星とホットピクセルの間でソフトウェアがジャンプしてしまったりすることがあり、ガイドを開始した後でも問題が発生することがあります。 このような問題は、PHD2 の 2 つのアプローチ、ダークフレームと不良ピクセルマップのいずれかを使用することで軽減することができます。 ダークフレームと不良ピクセルマップに関連するすべての機能は、メイン画面の「ダーク」メニューの下にあります。

ダークフレーム

PHD2 は、ガイドに使用する露出の範囲に一致するダークフレームのライブラリを構築し使用します。一度構築されたライブラリは自動的に保存され、複数の PHD2 セッションで使用できるようになります。その結果、適度な時間をかけて良いダークライブラリを構築し、そのライブラリを長期間使用することができます。カメラに接続したら、メイン画面の「ダーク」メニューにある「ダークライブラリ...」項目からダークライブラリを構築することができます。そうすると、次のようなダイアログが起動します。

ダークライブラリの構築

ダークライブラリ

最小露出時間: 1.5 s 最大露出時間: 5.0 s

各露出時間に対するフレーム数: 5

オプション

既存のダークライブラリは、7回の露出時間をカバーします（1 秒から4 秒の範囲）

☒ 既存ダークライブラリの修正・拡張 ☐ 全く新しいダークライブラリの作成

ノート: Simulator, long f-1

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

上部の 2 つのコントロールを使用して、ダークフレームの取得に使用される最小および最大露出時間を指定します。開始、終了、および中間値は、メイン PHD2 画面で使用する露出時間に一致するので、ガイド用に選択した任意の露出時間に一致するダークフレームを取得することができます。3 つ目のコントロールは、露出時間ごとに取得され平均化されるダークフレームの数を指定します。平均化された画像は、「マスターダークフレーム」と呼ばれます。歴史的に、PHD はこの目的のために 5 つのダークフレームを使用していますが、マスターダークフレームの品質を向上させるためにこの数を増やした方がよいでしょう。また、必要に応じてメモやコメントを追加することができます。これは、後で参照できるようにマスターダークフレームのヘッダーに埋め込まれます。

メモ欄の上にある 2 つのラジオボタンで、現在のダークライブラリを修正/拡張するか、ゼロから新しいライブラリを構築するかを指定できます。ダークライブラリを再構築する必要があるという警告メッセ

ージが表示された場合、「全く新しいダークライブラリの作成」オプションを選択する必要があります。これにより、すべてのマスターダーク画像が、現在使用しているカメラのフォーマットと一致することが保証されます。それ以外の場合は、指定された露出時間で新しいダークフレームを撮影することで、現在のダークライブラリを更新または拡張することができます。

パラメータを設定したら、「スタート」をクリックし、処理を開始します。ガイドカメラにシャッターがない場合（ほとんどのカメラにはありません）、PHD2 からガイドスコープに蓋をするように指示が出ます。最良の結果を得るために、ガイドカメラに光が漏れていないことを確認してください。PHD2 は、選択した露出時間の範囲内で系統的に動作し、各露出時間ごとに指定された数のフレームを撮影します。進行状況は、画面の下にあるステータスバーに表示されます。処理を開始すると、上の「キャンセル」ボタンが「停止」ボタンに変更されます。何か問題が発生した場合、または手順全てが完了する前にパラメータを変更したい場合に、このボタンをクリックします。この方法で停止すると、すでに収集されたデータはすべて破棄されるため、修正を行ってから処理を再開する必要があります。すべてのフレームが収集されると、PHD2 はマスターダークフレームを計算し、ダークライブラリデータファイルに保存し、結果を要約したメッセージボックスを表示します。シャッターのないカメラの場合、ガイドスコープを外すよう促され、通常の撮影に戻ることができます。

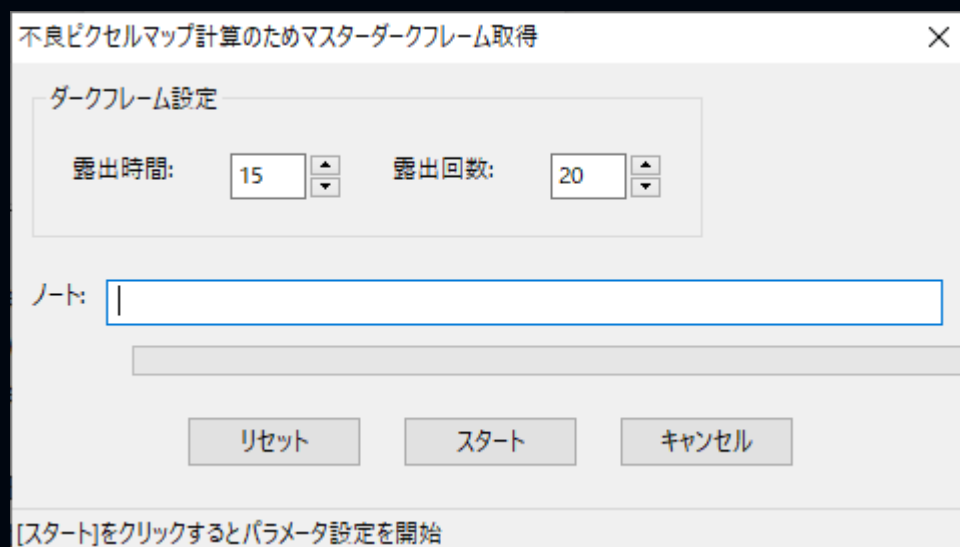
ダークライブラリを構築したら、「ダーク」メニューの「ダークライブラリを使う」項目で、その使用を制御します。メニュー項目のチェックボックスは、クリックするたびにオン/オフが切り替わります。この項目の設定はプログラムの実行中も保持されるため、メニュー項目をチェックしたままにすると、PHD2 は自動的にダークライブラリをロードし、次回アプリケーションを実行したときにその使用を再開します。ダークライブラリ自体は、新しいライブラリを構築するまでディスク上に保持されますので、「ダークライブラリを使う」メニュー項目の設定は、データを失うことなく自由に変更することができます。ダークライブラリを使用していて、ガイドの露出時間と完全に一致するマスターダークフレームがない場合、PHD2 は最も近い適合を使用します。しかし、最良の結果を得るためには、一致するマスターダークフレームを使用する必要があります。ダークライブラリで露出時間が不足している場合、不足分のデータを取得するだけで、既存のダークライブラリに追加されます（やり直す必要はありません）。「ダークライブラリを使う」メニューの設定を変更することで、ダークライブラリ使用の効果を確認し、ガイド画像が十分に改善されたかどうかを判断することができるようになります。

ダークライブラリは、特定のカメラとビニングレベルに関連付けられていることを忘れないでください。PHD2 は、ダークライブラリが現在使用しているカメラと一致するかどうかを確認します。一致しない場合は、ダークライブラリが使用できないので再構築する必要があるという警告メッセージが表示されます。これは、既存の機器プロファイル内でカメラを変更した場合に発生する可能性があります。ガイドカメラをアップグレードして、古いカメラの使用に戻る予定がない場合を除き、このようなことは行うべきではありません。また、ダークライブラリはカメラのゲインレベルに暗黙的に依存しているので、カメラのゲインを大幅に変更した場合はダークライブラリを再構築する必要があります。

不良ピクセルマップ（欠陥マップ）

ガイドカメラによっては、ダークフレームではガイドフレームに表示される欠陥ピクセルを除去するのに十分な効果が得られない場合があります。そのような状況では、不良ピクセルマップを構築して使用することで、おそらくより良い結果を得ることができます。この方法では、偽信号を発生させたり（ホット/スタックピクセル）、入射光に正しく反応しない（コールドピクセル）センサーの特定の領域を直接測定し、補正します。このマップは、比較的長い時間（例えば 15 秒）露出し、平均化した後、フレームを統計的に分析し、欠陥ピクセルの位置を特定することによって作成されます。このピクセル位置は、将来使用するために保存されます。通常のガイド時には、ガイド画像上のこれらのピクセル位置のそれぞれは、周囲のピクセルの統計的サンプルで置き換えられるため、「不良」ピクセルの影響のすべてまたは大部分を除去することができます。その結果、通常、背景がより滑らかで、明らかな欠陥が少ない画像になります。また、欠陥が残っている場合、PHD2 は、手動で不良ピクセルの位置をクリックし、マップに追加する方法も提供しています。このように、ダークフレームの取得と解析の全プロセスを PHD2 が代行するため、簡単に不良ピクセルマップを構築することができるのです。

不良ピクセルマップの構築は、メイン画面のダークメニューにある「不良ピクセルマップ…」をクリックして行います。初めてこれを行う場合、カメラセンサーを分析しマップを構築するために一連のダークフレームを取得するよう促されます。



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 露出回数: 20

ノート:

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

これは、前項で説明したダークフレームの取得に使用するダイアログを若干変更したものです。統計に基づく解析なので、比較的長い露出時間（10 秒以上）と少なくとも 10 フレームを使用する必要があります。不良ピクセルマップはかなり長い期間再利用できるので、この操作を頻繁に繰り返す必要はなく、より質の高いデータを得るために時間をかける価値があります。

ダークフレームが撮影されると、PHD2 は統計値を計算し、欠陥のある、または疑わしいピクセルの初期セットを特定します。 少し遅れて、次のようなダイアログが表示されます。

不良ピクセルマップのリファイン

☐ 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:	5/10/2014 10:12:20 AM	カメラ:	Simulator
マスターダーク露出時間:	5.0	マスターダーク露出回数:	5
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:	32982.65	標準偏差:	782.17
中点:	32981	中央絶対偏差:	534

結果

ホットピクセル数:	2174	コールドピクセル数:	2136
ピクセルの手動追加	0		

積極性

ホットピクセル:

75

コールドピクセル:

75

リセット

作成

不良ピクセル追加

「全般情報」の項には、不良ピクセルの位置を特定する際に PHD2 によって計算された統計情報の概要が表示されます。通常、これらを見る必要はありません。「マスターダークの詳細表示」チェックボックスをオフにすることで、表示のこの部分を非表示にすることができます。「結果」グループには、その下にある 2 つの「積極性」スライダーの現在の設定に基づいたホットピクセルとコールドピクセルのカウントが表示されます。この操作を初めて行う場合、「積極性」スライダはデフォルト値である 0~100 の範囲内の 75 に設定されています。通常のガイドフレームに表示される数値に基づいて、カウントが妥当かどうかを実験または判断する必要があります。積極性スライダを左右に調整すると、ホットピクセルとコールドピクセルのカウントが変化するのがわかります。このスライダは、PHD2 がどの程度「積極的に」疑わしいピクセルを識別し、欠陥があるものとしてフラグを立てるかを制御するため、積極性を高く設定するとピクセルカウントが高くなります。設定が希望通りになったら、「作成」ボタンをクリックし、新しい欠陥マップを計算し、読み込みます。

この時点で、結果を吟味したくなるのではないのでしょうか。 PHD2 のメイン画面はまだアクティブなの

で、通常のガイド露出を行い、どのように見えるかを確認することができます。欠陥マップを使用した結果をすばやく確認したい場合は、「ダーク」メニューの下にある「不良ピクセルマップを使う」メニュー項目を切り替えればよい。ガイド画像の背景を完全に滑らかな黒にする必要はなく、ホット/コールドピクセルの数が十分に少なく、あなたや PHD2 ガイドアルゴリズムが不良ピクセルを星と間違えないようにすれば良いことに注意してください。もし、非常に積極的な設定で過剰な補正を行うと、多くの不良ピクセルの領域ができてしまい、使用可能なガイド星の検出に支障をきたす可能性があります。スライダーでの調整は簡単です。スライダー設定を変更し、再度「作成」をクリックし、PHD2 のメイン画面で結果を確認するだけでよいのです。

この方法でも、除去したいホットピクセルが残っている場合があります。既定の方法は統計に依存し、さまざまなカメラに適用する必要があるため、すぐに使える操作ではなく、以下の手順で微調整を行う必要があります。

不良ピクセルマップを改善するための手順

カメラのピクセルレベルの影響を抑制するために、不良ピクセルマップを改良する場合は、以下の手順を推奨します。

1. ガイドスコープに蓋をして、5 秒間の露出ループで開始する
2. 「不良ピクセルマップのリファイン」ウィンドウを開き（メニュー／ダーク／不良ピクセルマップ）、画面の横にドラッグして、BPM とガイドの両方のウィンドウが見えるようにします。
3. メイン画面のガンマスライダーを、ホットピクセルが見えるようになるまで調整します - このとき、見慣れた画像よりも明るくする必要があるかもしれません
4. オプションの「欠陥ピクセル表示」を選択します。このボックスにチェックを入れると、既に判明しているホットピクセルに対して赤い点が表示されます。
5. ホットピクセルの積極性スライダーを左右にゆっくりとドラッグし、ホットピクセルのほとんどが赤い点で覆われ、覆われていないホットピクセルの数はかなり少なくなります（またはゼロになります）。[作成]ボタンをクリックします。
6. 残りのホットピクセルを手動で不良ピクセルマップに追加して、ピックアップします。
 - 「欠陥ピクセルを表示」チェックボックスのチェックを外す
 - ガイドウィンドウ内のホットピクセルをクリックで選択します
 - BPM ウィンドウの[不良ピクセル追加]をクリックします
 - 不良ピクセルの処理がほぼ完了するまで、必要に応じて繰り返します
 - BPM ウィンドウを閉じます。手動で選択したピクセルを元に戻すので、[作成]を再度クリックしないでください

不良ピクセルマップが構築されたら、[ダーク]メニューの[不良ピクセルマップを使う]項目で、その使用を制御します。この設定はプログラム実行中も保持されるため、チェックしたままにしておくと、PHD2 が自動的に欠陥マップを読み込み、すべてのガイド露出にそれを使用するようになります。[ダークライブラリーを使う]と[不良ピクセルマップを使う]の設定は相互に排他的で、どちらか一方を使うことはできても、両方を同時に使うことはできません。ダークライブラリーと同様に、不良ピクセルマップデータファイルは永続的に保存されるため、データを失うことなくその使用を停止することができます。これらのデータ構造はどちらも長期間使用できますが、カメラのセンサーは時間とともに変化することを覚えておくといでしょう。そのため、定期的にダークライブラリーや不良ピクセルマップを再構築したり、普通のガイド画像の見た目に劣化が見られるようになったら、再構築するのがよいでしょう。この場合、[マスターダークフレームの再構築]のチェックボックスをクリックすると、PHD2 がダークフレームを再取得し、ベースラインの不良ピクセルマップを再計算するようになります。その後、満足のいく結果が得られるまで、前と同じようにマップを改善する必要があります。ダークライブラリーや不良ピクセルマップのデータファイルを操作する必要はありませんが、オペレーティングシステムが使用する [AppData¥Local] ディレクトリに配置されていることがあります。

ダークライブラリーのように、不良ピクセルマップは特定のカメラとビニングレベルに関連付けられます。PHD2 は、不良ピクセルマップが現在使用しているカメラと一致するかどうかを確認します。もし一致しない場合、不良ピクセルマップは使用できないので再構築しなければならないというアラートメッセージが表示されます。これは、既存の機器プロファイルの中でカメラやビニング係数を変更したときに起こる可能性があり、古い設定が不要な場合を除き、このようなことはすべきではありません。

ダークフレームと不良ピクセルマップの再利用

同じカメラを複数のプロファイルで使用する場合、そのカメラ用に構築したダークライブラリーや不良ピクセルマップを再利用したい場合があります。これは、カメラ関連のデータファイルを、それらのファイルをまだ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。例えば、Lodestar ガイドカメラを使用するオリジナルのプロファイル (Profile1 と呼ぶ) を作成し、そのためにダークライブラリーと不良ピクセルマップの両方を作成したとします。しばらくして、マウントや焦点距離のプロパティは異なるが、オリジナルの Lodestar カメラを使用した新しいプロファイル、Profile2 を作成したとします。この場合、プロファイル2を使用して機材を接続し、「ダーク」メニューの下にある「プロファイルから読込...」メニュー項目を使用します。ダークライブラリー、不良ピクセルマップ、またはその両方のインポート機能のソースとしてプロファイル1を選択することになります。互換性のあるセンサー形状 (センササイズ、ピクセルサイズ、ビニング) を持つカメラを持つプロファイルのみが表示されます。Ok' をクリックすると、ダーク/不良ピクセルマップファイルがコピーされ、新しいプロファイル Profile2 に関連付けられます。これらはコピーなので、あるプロファイルのデータファイルを変更しても他のプロファイルには影響しません。これらのプロファイルを同期させたい場合は、その後の「インポート」

操作が必要です。

モニタリングツール

PHD2 には、ガイドーのパフォーマンスを確認するための多数のモニターおよび表示ツールがあります。これらのツールはすべて「表示」プルダウンメニューでアクセスでき、以下に説明します。

- [オーバーレイ](#)
- [グラフ表示](#)
- [統計情報表示](#)
- [星のプロファイルと目標表示](#)
- [A0 グラフ](#)
- [ドッキング・移動可能な画面](#)

オーバーレイ

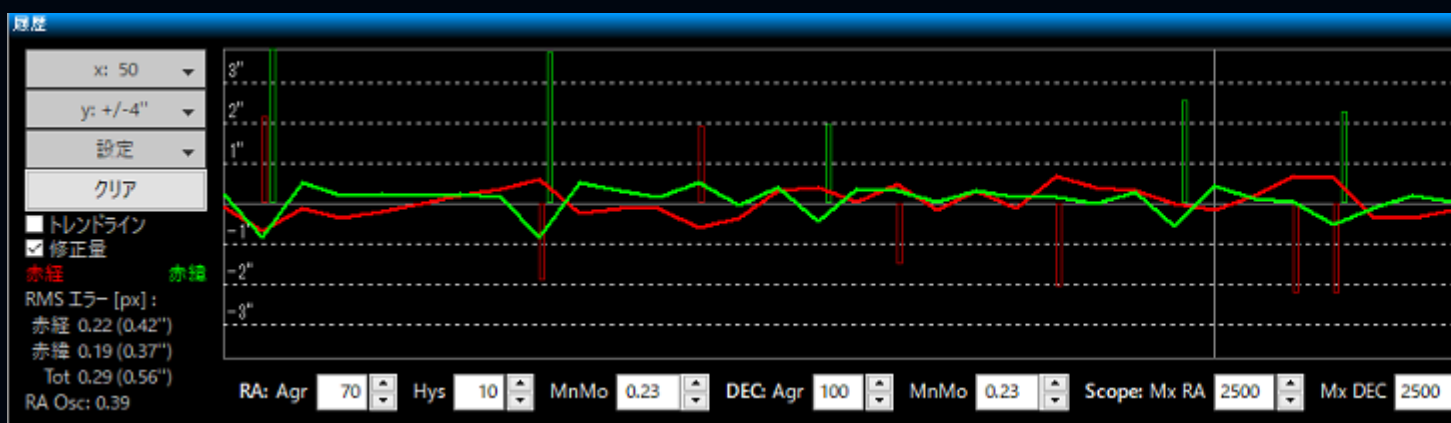
最も簡単な表示ツールは、メインのガイドー表示ウィンドウに重ねて表示されるグリッドオーバーレイです。これらは非常に簡単で、次のような選択肢があります。

- 標的眼 (Bullseye)
- 細かい格子
- 粗い格子
- 赤経/赤緯 - 望遠鏡の軸がカメラセンサーの軸に対してどのようにアライメントされているかを示しています。これは、カメラの軸を赤経と赤緯に合わせようと心配する必要がないこと、またそのメリットがあることを視覚的に確認するものです。
- 分光器用スリット/スリット位置 - 分光器のユーザーのために、これはメイン表示ウィンドウに分光器用スリットグラフをオーバーレイします。グラフのサイズ、位置、角度は、光学構成に合わせて調整することができます。
- オーバーレイ表示なし

「表示」メニューの下にあるさまざまなオーバーレイオプションをクリックして、自分に合ったものを選べばいいのです。

グラフ表示

グラフ表示ウィンドウは、ガイドのパフォーマンスを判断するための強力なツールの 1 つです。典型的な例を以下に示します。



ウィンドウの大部分は、左から右にプロットされた各ガイド露出に対するガイド星の詳細な変位を示しています。通常、1本の線は赤経の変位を示し、2本目の線は赤緯の変位を示します。ただし、お好みでグラフの左側にある[設定]ボタンでカメラ (dX/dY) 軸に切り替えることができます (推奨しません)。また、[設定] ボタンを使って、表示単位を秒角とピクセルに切り替えたり、2本のグラフの線の色を変更し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 (この例では y: +/- 4" とラベル付けされています) で制御することができます。横軸の範囲 (プロットされるガイドエクスポージャーの数) は、一番上のボタンで制御されます (この例では x: 50 とラベル付けされています)。このスケールは、グラフウィンドウの左下部分に表示される統計値を計算するために使用するサンプルサイズも制御します。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) および両軸の合計を示します。これらは、星の大きさやシーイングコンディションと直接比較できるため、ガイド性能を推定するのに最適な情報となります。「赤経 Osc」の値は、現在の赤経の動きが最後の RA の動きと反対方向である確率を示しています。これは、オリジナルの PHD ソフトウェアから引き継がれた統計値で、その有用性は限定的です。この統計が常に 0.5 を超えている場合、最小移動量の値が低すぎるため、シーイングを追っている可能性があります。左側には、ガイドのパフォーマンスを評価するのに役立つ他の 2 つのチェックボックスがあります。「修正量」ボックスをクリックすると、ガイドコマンドが実際にマウントに送信された時刻と、その方向と大きさがオーバーレイで表示されます。この例では、横軸に不規則に現れる垂直の赤と緑の線で表示されています。最適な条件下では、赤緯でガイドコマンドがまったく送信されない間隔が長くなることが予想されます。もう一つのチェックボックスは「トレンドライン」と表示され、両軸にトレンドラインを重ね、星の位置に一貫した全体的なドリフトがあるかどうかを表示するものです。これは主に赤経のトレンドラインが多用されるドリフトアライメントに有効です。赤緯のトレンドラインは、単一方向赤緯ガイドの正しい方向を選択しようとする場合にも便利です。ディザリングコマンドが発行された場合、通常は外部の画像処理アプリケーションによって、「ディザリング」ラベルが適切な時間間隔でグラフに重ねられます。これは、グラフ化された星の変位がディザリング操作の影響を受けていることを示しています。RMS 統計には、ディザリングや整定に関連する大きな変動は含

まれません。

ガイドグラフには、上の例のように、ガイドコマンドに関連する方向（GuideNorth、GuideEast）も表示されます。これは、全体のドリフトを見て、赤緯の単方向ガイドをどのように設定すればよいかを判断する場合に役立ちます。これらの方向は、ガイド星がロック位置からどのようにドリフトしているかを示しています。例えば、ガイド星の赤緯位置がグラフ上で上方に移動している場合、カメラセンサー上ではガイド星が「北」方向に移動しているように見えます。つまり、ロック位置まで戻すには、南側のガイドパルスが必要です。同様に、赤経位置が下方に移動している場合、ガイド星がカメラセンサー上で「東」に移動していることを意味し、西のガイドパルスが適用されます。一方向赤緯ガイドの設定には、以下のルールが適用されます。

赤緯が上方へドリフトしている => 赤緯ガイドモード=南を選択

赤緯が下に流れている=>赤緯ガイドモード=北を選択

マウントやハードウェアの様々な理由により、これらの方向は、特に赤緯の場合、実際の空の方向と一致しないことがあります、それは問題ではありません。

ガイド性能は、ピクセル単位ではなく、秒角単位で見ることが推奨されています。これにより、焦点距離や画像スケールの問題を超越し、機器に依存しない性能評価方法が可能になります。このためには、PHD2 にガイドスコープの焦点距離、ガイドカメラのピクセルサイズ、使用するビニングレベルなど、ガイドのイメージスケールを決定するのに十分な情報を提供する必要があります。これらの設定が正しいことを確認するためには、新しいプロファイルウィザードを使用するのが最も良い方法である。

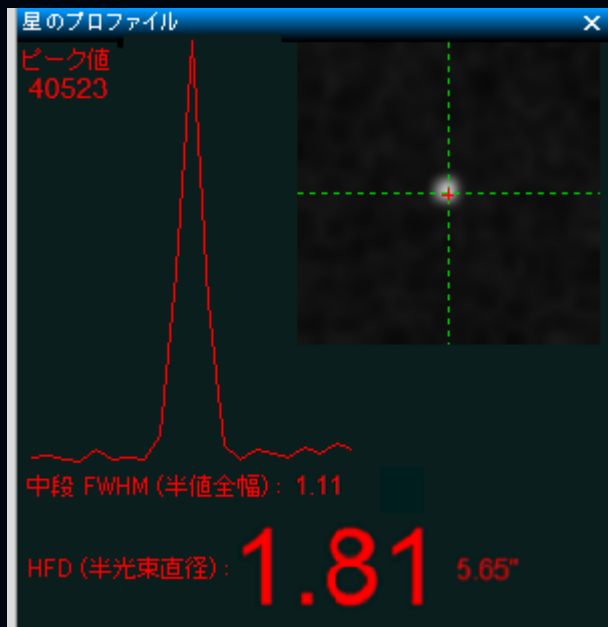
グラフウィンドウの下部には、ガイドパラメータを急いで調整するためのアクティブコントロールがあります。ガイドアルゴリズム選択により、表示されるコントロールが決まります。これらのコントロールは「脳みそ」ダイアログのものと同じ効果を持ち、ガイドパラメータを調整するためにガイドを停止して別のウィンドウに移動する必要をなくします。これらのコントロールは目立つように表示されますが、通常、ガイド中にこれらを大幅に変更することは生産的ではありません。ガイドの改善には、通常、長いガイド間隔と PHD2 LogViewer ツールによる慎重な分析が必要です。ガイドの結果が悪いのは、通常、ユーザーのエラー、マウントの機械的な問題、マウント上のギアの動きによるものです。やみくもにガイドパラメータを変更しても、これらの問題のいずれにも対処できず、通常は問題を悪化させます。

統計情報表示

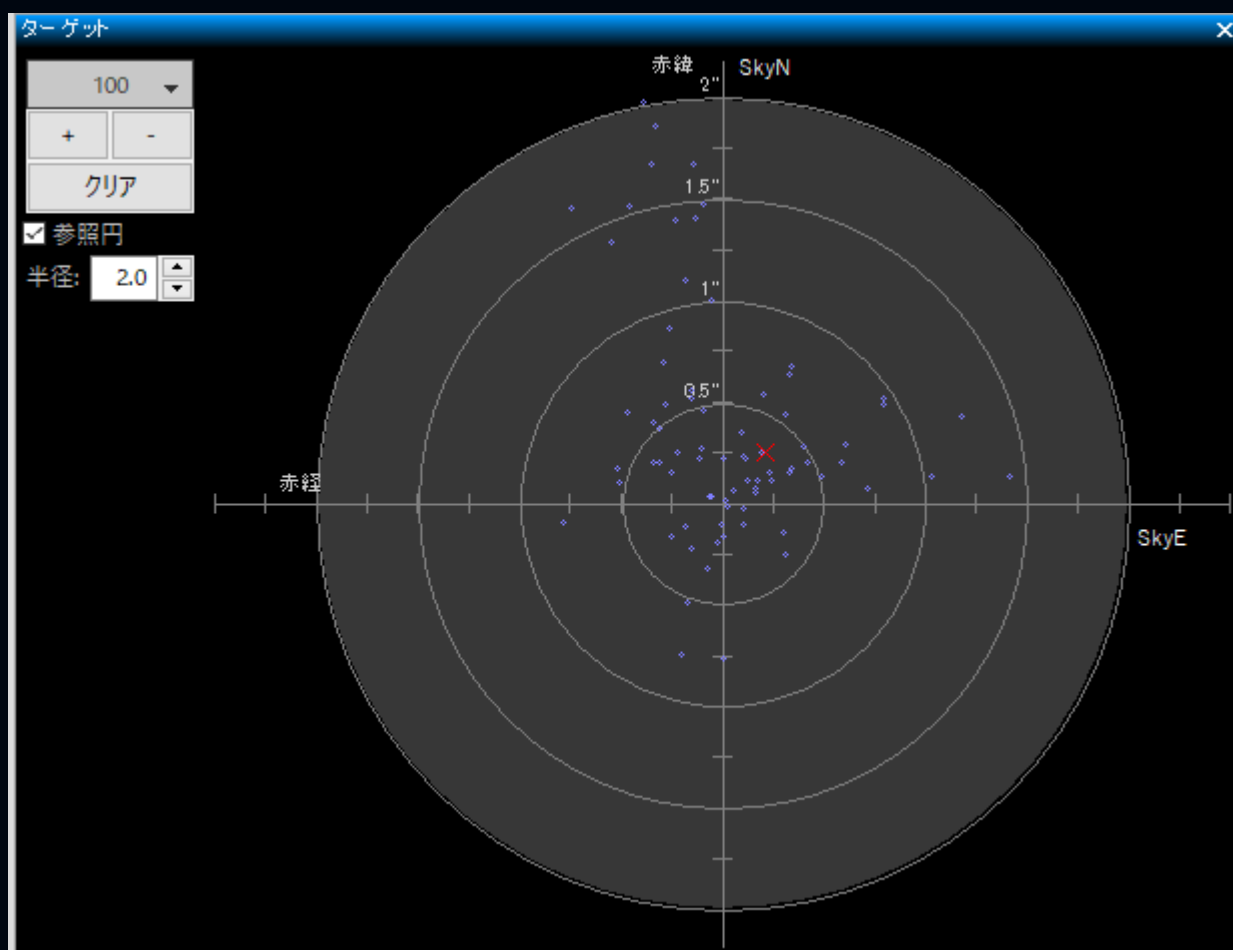
ガイド統計		
クリア		x: 50 ▼
	RMS [px]	ピーク [px]
赤経	0.22 (0.43")	0.61 (1.18")
赤緯	0.25 (0.48")	0.79 (1.53")
合計	0.33 (0.64")	
赤経 Osc	0.22	
赤経 限定	0 (0%)	
赤緯 限定	0 (0%)	
失われた星	0	
赤緯	-0.0°	
架台の	East	
回転位置	N/A	
カメラビニング	1	
画像サイズ	752 x 580 px	
ピクセルスケール	1.9"/px	
視野角	24.2 x 18.7 分角	
カメラ冷却	15-, Off	

グラフウィンドウを開かずにガイドのパフォーマンスを監視したい場合は、「統計情報表示」メニュー項目をクリックすることができます。これにより、データを消去したり、統計の計算に使用するガイドエクスポートジャー数を変更したりするコントロールとともに、主要な統計が表示されます。追跡統計は、グラフツールの統計と同じで、ディザリングや 落ち着き度の影響は含まれません。このウィンドウは、カメラのビニングの確認、ガイドカメラの温度の監視、ガイドカメラの視野の簡易計算などにも便利です。

星のプロファイルと目標表示

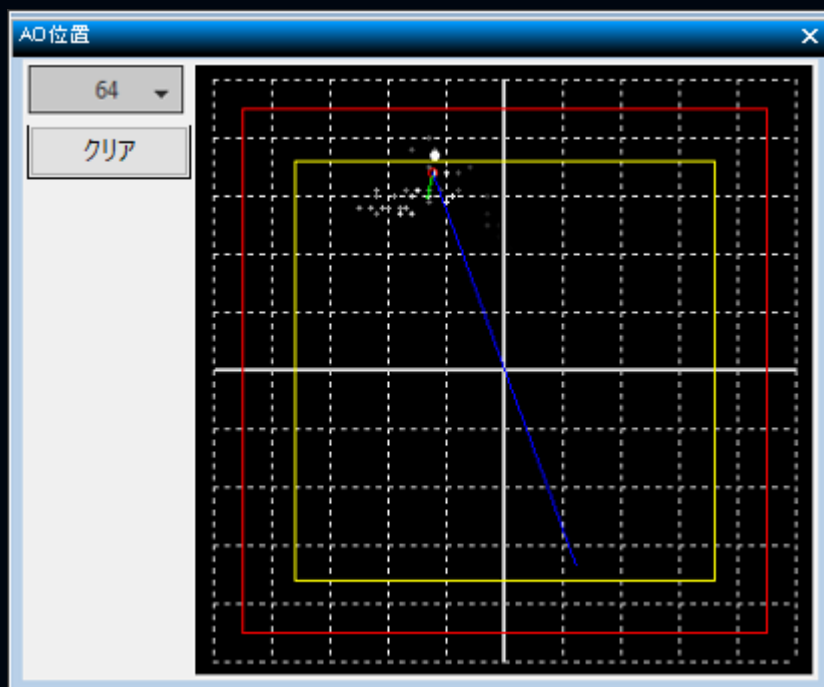


星のプロファイル画面には、ガイド星の断面が半値全幅（FWHM）と半光束直径（HFD）の測定値とともに表示されます。HFD は、適合曲線や 星像の全体的な形についての仮定を必要としないので、一般により安定した星の大きさの指標となります。このパラメータが大きく変動していたり、星のプロファイルが乱高下している場合は、星が暗すぎる、露出時間が短すぎる、カメラのピントが合っていない、シーイングが悪い、などの可能性があります。オフアクシスガイダーや小型のファインダースコープを使用している場合、面倒なガイドカメラのピント合わせをサポートするツールです。ピント合わせのために、HFD 番号が大きく表示されているので、遠くからでもガイドスコープやカメラのピント合わせが可能です。星のプロファイル画面のドッキングを解除し、HFD 番号が見やすくなるまで展開すれば OK です。ピンぼけでスタートした場合、フレーム内に数個のぼんやりした星しか見えないと思いますので、はっきり見える一番小さな星を選べばいいです。シーイングを追いかけないように、露出時間はなるべく 2 秒以上にしましょう。同時に、星が飽和して、独特の平坦な頂点を見せないようにします。このとき、HFD が小さくなるようにピントを合わせますが、HFD が反転したり、横ばいになりそうになったら、すぐに止めます。このとき、星が飽和している可能性があるので、フィールド内の薄暗い星に移動します。すでにピントが合っているので、うまくいけばもっと暗い星が見えるはずです。このようにして、最も暗い星に対して最低限の HFD を示すフォーカスポイントに到達するまで続けます。ピント合わせの各段階で、何コマか HFD の値を見ながら、シーイングの影響を精神的に平均化するとよいでしょう。ピント合わせがうまくいかないと、キャリブレーションがうまくいかなかったり、ガイドの結果が悪くなるなど、初心者にはありがちな問題です。パーティノフのフォーカスマスクや、SharpCap のような別のアプリでピント合わせをすることも可能です。一般に、画像表示の星を見るだけでは臨界点に達することはできません – 何らかの測定補助が必要です。ガイド中は、星のプロファイルツールを使って、星が上図の例のようにフラットトップ（飽和）でなく、テーパ形状を示すことを確認できます。星のプロファイル画面が十分に大きければ、星の重心の X/Y 座標も 10 進数で表示されます。



目標表示は、ガイドの全体的な性能を視覚化するもう一つの有用な方法です。赤い「X」は直近のガイド露出の星の変位を示し、青い点は最近の履歴を示します。画面の左上にあるコントロールで拡大・縮小したり、履歴に表示されるポイント数を変更したりすることができます。「マウント」または「Aux マウント」に ASCOM 接続を使用している場合、PHD2 は上の例のように星の動きに関連した方角（SkyNorth、SkyEast）も表示します。これは、全体のドリフトを見ていて、赤緯の一方方向ガイドをどのように設定すればよいかを判断したい場合に役立ちます。このグラフで使われている上下の法則は、カメラの向きや視野内の N-S-E-W の動きには関係ありません。

A0 グラフ



A0 グラフは「ターゲット」表示と同等ですが、適応光学装置の軸に対する補正の履歴が表示されます。赤い四角形は A0 デバイスの外縁を示し、内側の黄色い四角形は「bump」領域を示しています。星が黄色の四角形の外側に移動した場合、PHD2 はマウントに一連の移動コマンドを送り、ガイド星をスムーズに中心位置付近に戻す「bump」を行います。このとき、緑と青の線は、それぞれ bump の増分と残りの bump を表します。画面上的白い点は現在の A0 位置を、緑の円（バンプ中は赤）は平均化された A0 位置を示しています。左上のボタンは、履歴にプロットされる点数を制御します。

ドッキング・移動可能な画面

各種パフォーマンス画面は、初期状態ではメイン画面に “ドッキング” した状態で表示されます。つまり、特定のサイズに設定され、画面の 2 つの端に配置され、PHD2 のメイン画面内に完全に収まるということです。しかし、調べたい画面のタイトルバーをクリックしてドラッグすることで、移動やサイズ変更をすることができます。これにより、グラフに表示されている詳細がよりよく見えるようになることが多いのです。タイトルバーをドラッグして、下、右など、ドッキングさせたい一般的な領域に移動させると、再ドッキングできます。少し練習するだけで、使いやすい場所に簡単に配置できます。

また、「表示」のプルダウンメニューの下に「ウィンドウ位置 / サイズの初期化」と書かれたメニュー項目があります。このメニューをクリックすると、ドッキング可能 / 移動可能なすべての画面を、自動的に既定のドッキングされた位置に戻すことができます。これは、例えば、異なる解像度の画面を切り替えているときに、ドッキング可能な画面の 1 つまたは複数が失われた場合に便利です。この機能は、PHD2 のメイン画面を既定サイズに戻し、画面の左上隅近くに配置します。

詳細設定

詳細設定は、メイン画面の「脳ボタン」をクリックすることでアクセスできます。PHD2には、ガイドを最適化するために調整可能な多くのパラメータが用意されています。これらは「詳細な」設定と呼ばれていますが、特に難しい設定ではなく、修正が必要な場面もあるかもしれません。これらのフォームのすべてのフィールドには「ツールチップ」と呼ばれる、各フィールドの詳細を説明する小さなメッセージウィンドウがあります。カーソルをフィールドの上に置くだけで、ツールチップが表示されます。多くの場合、これで必要な情報はすべて得られます。PHD2の詳細ダイアログは、非常に多くのパラメータがあるため、ノートブックタブで構成されており、タブ名をクリックすることで起動します。すべてのタブは、フォームの下部にある[OK]と[キャンセル]ボタンを共通で使用します。[OK]をクリックすると、タブのフィールドに加えられた変更が有効になります。[キャンセル]をクリックすると、変更した内容がすべて破棄されます。

- [全体タブ](#)
- [カメラタブ](#)
- [ガイドタブ](#)
- [アルゴリズムタブ](#)
- [その他デバイスタブ](#)

全体タブ

詳細設定

全体 カメラ ガイド アルゴリズム

全体設定

言語: 日本語 ☐ 設定リセット

☐ 「次回から表示しない」メッセージをリセットする

ソフトウェア更新

☒ アップデートを自動的にチェック ☐ 主要なリリースのみチェック

ログファイルの場所

C:\Users\%tkrtc%\Documents\PHD2 参照...

☐ 診断画像ログの有効化

ガイド画像の保存

☒ 全て失われた星のフレーム ☐ 全てのスターフレームの自動選択

☐ 相対誤差が次の値を超えた場合 2.5 ☐ このカウントに達するまで 1

☒ 絶対誤差が次の値を超えた場合(pix) 2.5

デザ設定

モード: ☒ ランダム ☐ スパイラル

☐ RAのみ スケール: 1.0

? ヘルプ OK キャンセル

[全体] タブのコントロールは、それぞれのツールチップで十分に説明されていますが、念のためここで要約しておきます。

- [言語] - PHD2 のユーザーインターフェイスで使用する言語を決定します。 これを変更するには、プログラムの再起動が必要です。
- [設定リセット] - PHD2 を新規にインストールしたときのように、すべての設定を初期値に戻す。
- [「次回から表示しない」メッセージをリセットする] - 以前にアラートメッセージを表示しないように選択した場合、その表示を元に戻す。

- 【ソフトウェア更新】

- アップデートを自動的にチェック - プログラム起動時に PHD2 がソフトウェアのアップデートをチェックするようにします。インターネットに接続されていない場合、チェックは次回 PHD2 が起動されるまで延期されます。
- 主要なリリースのみチェック - ソフトウェアのアップデートをチェックする際に、開発版ビルドを含めない。

PHD2 のソフトウェア更新について詳しくは、[ソフトウェア更新](#) の項をご覧ください。

- 【ログファイルの場所】 - ガイドログ、デバッグログ、診断画像ファイルが保存されるディレクトリを指定します。Windows の既定の場所は、ログインしたユーザーに関連付けられた “マイ ドキュメント” フォルダーです。

- 【ディザ設定】

- [ランダム]モード - RA のみモードや赤緯ガイドモードが「オフ」に設定されている場合、ディザのサイズと方向を計算するために乱数発生器を使用するように PHD2 に指示します。
- [スパイラル]モード - 時計回りのらせん状のパターンで固定量のディザを行うよう PHD2 に指示します。これは、撮像カメラに固定パターンノイズが多い場合や、マウントに厄介な赤緯バックラッシュがある場合などに有効な選択です。
- [RA のみ] - 赤経軸にのみディザを行うよう PHD2 に指示します。
- [スケール] - 画像アプリケーションによって指定された最大ディザ量を調整するために使用されるオプションの乗数です。[ディザリング操作](#) を参照

- 【診断画像ログの有効化】 - ガイドカメラや PHD2 の星認識・測定に関する不具合の診断や製品サポートに使用します。ガイドフレーム画像は、グループボックスのフィルター/トリガーコントロールに従って、FITs フォーマットでキャプチャされ、ログに記録されます。画像は PHD2 ログディレクトリのサブフォルダに保存され、サブフォルダ名の一部として日付と時刻がエンコードされています。たとえば、「PHD2_CameraFrames_2022-03-03-184542」という名前のフォルダーは、2022 年 3 月 3 日 18:45:42 現地時間に開始されたログイベントを参照します。個々のガイドフレームは、画像の撮影時刻とそのフレームを保存した理由を示すファイル名で保存されます。ガイドフレームは FITs 形式で保存されるため、ヘッダーには露出時間など他の有用な情報も含まれます。ログ機能は主にトラブルシューティングのために使用されるため、画像のサブフォルダーは 30 日後に自動的に削除されます。もし、自身の用途に合わせて画像を保存したい場合は、サブフォルダの名前を変更するか、別のディレクトリにコピー/移動してください。ログのトリガーとなる「イベント」（失われた星や大きなエラーなど）が発生すると、イベントのトリガーとなった画像を中心に、画像のグループ（画像セット）が保存されます。これにより、異常な状態が発生する前と後のガイド星とガイド枠がどのようなものであったかを示すガイド画像の記録が作成されます。様々なトリガーおよびフィルターコントロールについて以下に説明し、コントロールのツールチップにも表示されます。

- [全て失われた星のフレーム] – 失われた星の理由（低 SNR、質量変化など）に関係なく、失われた星のイベントの画像セットをログに記録します。
- [全てのスターフレームの自動選択] – 結果に関係なく、星の自動選択に使用されたすべてのフレームの画像セットをログに記録します。星を自動選択する試みが失敗した場合、ユーザーインターフェースでの選択に関係なく、常に画像が記録されることに注意してください。
- [相対誤差が次の値を超えた場合] – 現在のフレームの星の偏向が、隣接するスピンコントロールで選択された係数によって移動平均誤差を超えたときに設定された画像をログに記録します。たとえば、平均（RMS）エラーが 0.5 ピクセルで、現在のフレームのエラーが 1.5 ピクセルの場合、相対誤差は 3 です。
- [絶対誤差が次の値を超えた場合] – 星の偏向が隣接するスピンコントロールで指定されたピクセル数を超えたときに設定された画像をログに記録します。
- [このカウントに達するまで] – カウントが隣接するスピンコントロールの値と一致するまで画像を記録します。限界に達すると、カウンターはゼロにリセットされます。

画像は業界標準のフォーマットで保存されているので、それを表示したり解析したりできる天文関連のアプリケーションがたくさんあり、その多くが無料で利用できます。画像取得や画像処理のアプリケーションのほとんどは、星や視野の光学的品質について詳細な測定を行うことができる他の、より具体的なツールとともに、それを行うことができます。FITS 形式をサポートしているアプリケーションは、ウェブで検索すれば、どのプラットフォームでも見つけることができます。単に画像を見てピントを確認したり、カメラから返される画像の一般的な品質を確認したりしたい場合は、PHD2 を使用することができます。PHD2 がグループでもガイドでもないアイドル状態のとき、保存した FITS 画像をメイン画面にドラッグ&ドロップしてください。すると画面が更新され、ドロップした画像が表示されます。PHD2 がハードウェアに接続されている必要はありません。ガンマスライダーの調整、星の選択（手動または自動）、星のプロファイルツールを使って選択した星の HFD（半光束直径）とプロファイルを表示することができます。

カメラタブ

詳細設定

×

全体

カメラ

ガイド

アルゴリズム

カメラ設定

一般のプロパティ

ノイズ低減: 無し

間欠動作(ms): 0

可変露出遅延 (高精度エンコード搭載)

☒ 可変露出遅延を使用
 短時間遅延(秒): 1
 長時間遅延(秒): 4

自動露出

最小: 1.0 s

最大: 5.0 s

ターゲットのS/N比: 10

星の飽和検出

☒ ADU値最大による飽和状態: 65535
 ☐ スタープロファイルによる飽和状態

カメラ固有のプロパティ

ピクセルサイズ: 3.75

カメラゲイン: 95

リセット

応答しないカメラを切断する
タイムアウト値(秒): 15

ビニング: 1

☐ サブフレーム使用

☐ カメラ冷却のオン/オフ
 設定温度: 5

ヘルプ

OK

キャンセル

[カメラ] タブのコントロールは、以下のように使用します。

- [ノイズ低減] - ノイズの多いガイドカメラ画像（ダークフレームが十分でない画像）の処理に使用するアルゴリズムを指定します。 選択肢は、無し、2x2 平均値、3x3 中央値。2x2 平均値と 3x3 中央値はどちらもノイズをかなり減らすことができる。 3x3 中央値は特にホットピクセルを除去するのに有効で、どちらもガイド精度に大きな影響を与えることはありません。 しかし、不良ピクセルマップを作成する方が、暗い星を検出する能力への影響が少なく、より良い解決策となる可能性が高いです。
- [間欠動作] - ガイド露出の間に一定の遅延を課します。 これは、ガイド露出が非常に短く、マウントやカメラリンクに非常に高い処理率で負荷をかけたくない場合に有効です。

- 【可変露出遅延】－ 高精度エンコーダを搭載したマウントでは、保守的な自動ガイドが有効な場合が多い。これは、中程度の長さの露出時間（4 秒以上）の使用や、ガイドカメラの露出間の追加遅延を含むことができます。目標は、マウントのエンコーダやポインティングモデルによってまだ処理されていない追跡の変化にのみ反応する、ゆっくりとしたガイドの“流れ”を作成することです。このアプローチの詳細は、こちらをご覧ください。[可変遅延ガイド](#)
可変露出遅延制御は、システムが画像処理/科学操作のための「定常状態」ガイド以外の動作をしているときに、不要な遅延を回避しながらこれらの目標を達成するための方法を提供します。
 - 【可変露出遅延を使用】－ その機能を有効にします
 - 【短時間遅延（秒）】－ PHD2 がループ、星選択、キャリブレーション、ディザリング、整定、またはガイディングアシスタントを実行しているときの露出遅延を設定します。マウントによっては、マウントのエンコーダが位置調整を完了するのに十分な時間を与えるために、この値はゼロでない必要があります。
 - 【長時間遅延（秒）】－ PHD2 がガイド中で、上記の状態でない場合の露出時間を指定します。この時間は、最後のガイドコマンドの完了から次のカメラの露出が開始されるまでの時間を定義します。
 - 長い遅延シナリオと短い遅延シナリオの両方において、連続したガイドカメラの露出（およびガイドコマンド）の間隔は、露出時間 + ガイドパルス時間 + 遅延値 になります。
- 【自動露出】－ これらは、自動露出時間を制御する設定です。自動撮影または A0 ガイドに役立ちます。
 - 【最小露出】－ ガイド星の SNR が目標 SNR より高くても露出時間をこの値より小さく設定することはできません。最小露出時間を低く設定しすぎると、シーイング効果を追いかけてしまい、ガイド結果が悪くなる可能性があります。適応光学系を使用する場合は、A0 を使用した方が急激な微小補正が可能なため、この値を小さく設定することがあります。通常、視野内に複数のガイド星がある場合は、0.5 秒程度の低い値も試してみてください。
 - 【最大露出】－ ガイド星を選択する前に、PHD2 は露出時間を最大値に設定します。選択完了後、希望の SNR に達するまで露出時間を徐々に減少させます。この設定は、マウントの追跡エラーに対応できるよう、十分小さく設定する必要があります。
 - 【ターゲットの S/N 比】－ 露出時間を調整して達成しようとする平均的な SNR の値です。SNR は固定された露出時間でもフレームごとに変動することが多いので、ターゲット SNR 値を選択する際にはそれを考慮するようにしてください。SNR が 3.0 以下になると、常にフレームを拒絶します。既定値の 6.0 は、変動によって SNR が 3.0 を下回ることを防ぐのに十分な緩和となりますが、2 桁の値を推奨します。「基本的な使い方」で述べたように、SNR は測光で使われる信号対雑音比と似ていますが、同じではありません。
- 【星の飽和検出】－ ガイド星候補を特定する際、PHD2 は最も正確な位置計算を行うために、飽和した星を避けようとします。飽和の評価をどのように行うかを指定することで、このプロセスを

支援することができます。

- [ADU 値 最大による飽和状態] – これは、ガイドカメラセンサーで測定された輝度レベルに依存するため、既定のオプションです。多くのガイドカメラドライバは、電子機器が 12 ビットまたは 14 ビットモードで自然に動作する場合でも、画像データを 8 ビットまたは 16 ビットフォーマットで返します。8 ビットカメラは 255 の輝度レベルで飽和し、16 ビットカメラは 65000 以上の輝度レベルで飽和します。カメラの動作が不明な場合は、スタープロファイルツールを使用して、非常に明るい星の露出を撮影したときの最も明るいピクセルレベルを測定することができます。これにより、カメラが 0-255 または 0-65000 の範囲の値を返しているかどうかすぐにわかり、それに応じて飽和値を設定することができます。
- [スタープロファイルによる飽和状態] – 星の輪郭が平らかどうかという、あまり正確でない飽和度の判断に依存しています。通常の用途にはお勧めできません。
- [ピクセルサイズ] – これは PHD2 がガイドイメージスケールを計算し、秒角の単位でガイド統計を報告するために必要です。ピクセルサイズの正しい値を決定するために、カメラの説明書を参照すること。もし、あなたのカメラが正方形でないピクセルをもっているなら、どちらかの寸法を選ぶか、2 つの平均を入力してください。ピクセルサイズはガイドの精度に影響を与えないので、このパラメータが少々不正確でも問題は生じません。このダイアログのビニング設定を使ってカメラのビニングを制御している場合、ピクセルサイズはビニングされていないカメラ固有のサイズにする必要があります。**注意: この制御は無効化される場合があります** カメラとカメラドライバがピクセルサイズを PHD2 に報告できる場合（ほとんどの場合）。その場合、無効なコントロールに表示される値は、デバイスから報告されたピクセルサイズを表します。PHD2 ではなくカメラドライバレベルでビニング係数も指定している場合、結果として、報告されるピクセルサイズが変わる可能性があります。通常、ビニングの設定には PHD2 を使用することをお勧めします（以下を参照）。
- [カメラゲイン] – この機能をサポートするカメラのゲインレベルを設定します。このパラメータを下げることで、ノイズレベルを下げるができたり、飽和せずに明るい星を使用できるようになる場合があります。値の範囲や具体的な効果は個々のカメラに依存するため、この PHD2 パラメータはカメラがサポートするゲイン値の最小値と最大値の間の割合として扱われます。例えば、カメラが 40~80 の範囲の絶対ゲイン値を使用する場合、PHD2 のゲイン値 50%は、カメラのゲイン 60 に変換されます。ゲインレベルの調整は、設定が安定すれば通常は不要で、調整する場合は、ダークライブラリや 不良ピクセルマップの交換が必要になります。
- [応答しないカメラを切断するタイムアウト値（秒）] – カメラの誤動作は、USB 接続の不具合で起こることがあります。多くの場合、カメラは要求された画像データを返さず、PHD2 は “垂れる”ように見えます。このパラメータは、予想される露出時間が経過した後、PHD2 が応答を待つ時間を決定します。例えば、露出時間 2 秒にタイムアウト値 5 秒を設定すると、PHD2 は最大 7 秒間応

答を待つようになります。この時間内にデータが受信されないと、PHD2 は動作を停止し、カメラを切断してメインウィンドウに警告メッセージを表示し、その後カメラの再接続を試みます。ハードウェアや電源に問題がある場合がほとんどなので、このリカバリーの試みは常に成功するわけではありません。このタイムアウト値には十分な余裕を持たせて、誤った復帰動作を回避する必要があります。また、メイン撮像装置と電子機器を共有するガイドカメラを使用する場合は、このタイムアウトを、メイン撮像装置からのフルフレームダウンロードの最大予想時間よりもかなり大きな値に設定することが必要です。これは、SBIG 社のデュアルチップカメラの一部のユーザーが考慮すべき点です。PHD2 がこの状況を優雅に処理できるかどうかにかかわらず、根本的な問題はほぼ確実にハードウェアかカメラドライバにあり、ガイドを続ける前に解決する必要があります。

- [ビニング] - オンチップ（ハードウェア）ビニングをサポートするカメラでは、ガイド露出中に使用されるビニングを指定することができます。詳細な情報はこちらをご覧ください。[ビニングの使用](#) このコントロールは、カメラがオンチップビニングに対応している場合、およびカメラが PHD2 に接続されている場合にのみ表示されます。ビニングの設定は、多くのダウンストリームガイドパラメータに影響し、手動で調整するには多すぎるため、必ず別の PHD2 プロファイルを使用する必要があります。
- [サブフレーム使用] - この機能をサポートするカメラでは、PHD2 は各ガイド露出のサブフレームのみをダウンロードします。このサブフレームは、追跡領域の制限に囲まれた星の周りの領域を示しています。これは、ダウンロード時間が遅いカメラに有効で、ガイドに効果的に使用することができます。この機能は、キャリブレーションとガイドの両方に適用されます。星が選択されていない最初のループ中は、フルフレームがダウンロードされますが、星が選択されると、この小さなサブフレームのみがダウンロードされます。サブフレームを使用しているが、別の星を選択するためにフルフレームを見たい場合は、画像表示画面の任意の場所をシフトしてクリックするか、[ガイド星の自動選択] ボタンをシフトしてクリックするだけです。サブフレームを使用すると、マルチスターガイドのオプションがなくなり、サブフレームオプションで利用できるのは 1 つの星のみとなります。
- [カメラ冷却] - 一部のガイドカメラでは、センサー冷却に対応しています。これらのコントロールにより、冷却の有無や冷却の設定値を指定することができます。

カメラが PHD2 に接続されていない場合や、カメラドライバがその機能に対応していない場合、このリストにあるコントロールのいくつかは無効になることに注意してください。

ガイドタブ

詳細設定

×

全体

カメラ

ガイド

アルゴリズム

ガイド設定

ガイド星追跡

追尾検索区域(ピクセル): 15

ガイド星の明るさ・サイズ検出

☒有効化
 許容値: 50.0

(HFD)最小 半光束直径 (ピクセル): 1.5
 最小S/N比の指定: 20

☒ガイドに複数の星を使用
 ☒ピープ音を鳴らす

ガイド星自動選択で恒星認識: 自動

キャリブレーション

焦点距離(mm): 400
 キャリブレーションステップ(ms): 550
 詳細...

☒自動的にキャリブレーションを読み
 ☐赤経と赤緯が直交すると仮定

☐再キャリブレーション
 ☒赤緯補正を使用

共有ガイドパラメータ

☒画像を常に拡大縮小する
 ☒キャリブレーションやデイズー後に素早く中央に戻る

☐子午線を超えたら赤緯(Dec)出力を逆転する
 ☒マウントガイド出力の有効化

☒マウントが旋回したらガイド停止

ヘルプ

OK

キャンセル

ガイドタブには、すべてのガイドアルゴリズムに共通するキャリブレーション、星追跡、ガイド動作に使用されるパラメータが表示されます。

【ガイド星追跡】

- ・ [追尾検索区域] - 追尾範囲 の大きさをピクセル単位で指定します。 マウントがうまく動作しない場合、またはより一般的には天の北極にうまくアライメントされていない場合、この値を増やす必要があるかもしれません。 また、ガイド星を失うことなくバックラッシュ測定を行うために、ガイドアシスタントの使用中に一時的にこの値を大きくすることもできます。 ただ、検索領域を大きくしすぎると、その境界線に複数の星が存在する可能性が高くなり、ガイドに問題が生じる可能性があることも覚えておいてください。 この値は実際には「半径」の量であり、15 ピクセルの検索領域は 30×30 ピクセルの正方形に換算されます。

- 【ガイド星の明るさ・サイズ検出】 - PHD2 に空の背景と比較したガイド星の明るさと大きさを監視するように指示します。この機能は非推奨であり、ほとんどの設定においてチェックなし(既定値)のままにしておくことができます。
- [許容値] - [有効化]ボックスをチェックすると、測定された明るさとサイズがこのパーセンテージ以上変化した場合、PHD2 は '失われた星' エラーを発生します。これは、追跡範囲内に2つの星があり、PHD2 が誤って星を切り替えてしまわないようにしたい場合に有効です。また、薄い雲、高いカメラノイズ、アルファ粒子アーチファクトによるエラーも防ぐことができますが、暗い星をガイドしている場合は信頼できないかもしれません。もし、画面に星が見えているのに「星を見失いました - 明るさの変動」エラーが多発する場合は、この設定の値を大きくするか、完全に無効にしてみてください。
- [最小半光束直径 (HFD)] - 適切なガイド星の最小半光束直径（おおよそ「サイズ」）を指定します。これは、PHD2 がホットピクセルのかたまりを使えるガイド星として誤認識するのを防ぐための最良の方法でしょう。ホットピクセルではない小さな星をいくつか手動で選び、スタープロファイルツールでそれらの星の HFD 値を見ることで、自分のシステムに適した値を決めることができます。ホットピクセルでなく、正当な暗い星を選択できるような最小の HFD 値を指定したいところでしょう。既定の 1.5px はほとんどの構成で有効ですが、必要に応じて調整できます。例えば、ガイドカメラのピクセルが大きく、見かけ上小さいために多くのガイド星候補が拒否されている場合などです。
- [最小 S/N 比の指定] - 自動選択機能で飽和していない星を受け入れる最小の SNR 値を指定します。この値が大きすぎると星が選択されなくなるため、専門家のみが調整する必要があります。経験的に使えないとわかっている暗い星ではなく、飽和している星を使いたい場合に使用することができます。ただし、こうした状況の多くは、ガイドカメラのフォーカスを良くする、ダークライブラリを更新する、露出時間を少し長くするなどで回避することができます。
- [ガイドに複数の星を使用] - PHD2 が複数の星をガイドに使用するかどうかを決定します。詳しくは [マルチスターガイド](#) をご覧ください。
- [ガイド星自動選択で恒星認識] - PHD2 のガイド星自動選択で形の悪い星が認識されないような異常事態に使用することができます。このような場合、1 より大きな値を試して、そのような星を認識する可能性を高めることができます。ほとんどのユーザーにとって、このプロパティは既定である [自動] のままであるべきです。
- [ビープ音を鳴らす] - ガイド星を見失ったときに、「ビープ」音を出すかどうかを指定します。

【キャリブレーション】

- [焦点距離] - ガイドスコープの焦点距離 (mm)。これは PHD2 がイメージスケールを計算し、秒角単位でガイド性能を報告するために必要な 2 つのパラメータのうちの 1 つを提供します。焦点距離の値が間違っていると、既定のガイドパラメータのいくつかが正しく設定されず、性能評価や問題解決に役立てることができなくなります。新しいプロファイルウィザードを使用して、機器構成の定義の一部として焦点距離を指定する必要があります。
- [キャリブレーションステップ] - PHD2 がキャリブレーション中に使用するガイドパルスの持続時間を指定します。その使い方は、ヘルプページ「基本的な使い方」の「キャリブレーション」の項に記載されています。キャリブレーション中にガイド星の動きが速すぎるか遅すぎるかによって、値を調整することができます。一般的な目安として、天の赤道 (赤緯=0) から約 20 度以内、東西の地平線の上空で、各方向に 8~14 ステップとなるように調整するのがよいでしょう。このコントロールの右側にある [詳細...] ボタンを押すと、適切な値を計算するための「キャリブレーション計算」ダイアログが表示されます ([下図参照](#))。他のパラメータと同様に、この値は新しいプロファイルウィザードを実行する際に計算されるため、通常は調整する必要はありません。
- [自動的にキャリブレーションを読み込] - 機器が接続されると同時に、PHD2 が自動的に最新のキャリブレーションデータを再ロードするように指示します。ASCOM (または Indi) マウント接続を使用している場合、または「Aux マウント」接続を使用している場合は、おそらくこのオプションを設定することをお勧めします。逆に、PHD2 がスコープポインティング情報を利用できない場合、このオプションはリセットされるべきです。新しいプロファイルウィザード作成では、このオプションをどのように設定するかを尋ねます。なお、自動復元は個別の機器プロファイルごとに記憶され、プロファイルを読み込んで機器に接続したときにのみ効果を発揮します。ガイド作業を開始する前に再キャリブレーションを行うには、PHD2/ガイドの「ガイド」ボタンを Shift-クリックするのが最も簡単です。**自動復元オプションを設定した場合は、ガイドカメラがガイドスコープまたは空に対して回転していないことを確認する必要があります。**
- [赤経と赤緯が直交すると仮定] - 通常、キャリブレーション処理では、赤経と赤緯のカメラ角度を個別に計算します。これらの値に大きな精度を求める必要はなく、通常は既定の動作でうまくいきます。しかし、マウントの周期誤差が非常に大きい場合、赤緯バックラッシュが非常に大きい場合、またはシーイングが非常に悪い場合、赤経と赤緯の角度を強制的に垂直にすることができます。このオプションを選択すると、PHD2 は赤経のカメラアングルを計算し、それに直交する赤緯を断定します。
- [再キャリブレーション] - ガイドを再開する前に、現在マウントに使用されているキャリブレーションデータをクリアし、再キャリブレーションを行いたい場合、PHD2 に伝えます。ガイドカメラを回転させたり、ガイド結果が通常より大幅に悪くなった場合など、さまざまな理由でこれを行

うことができます。メインページの PHD2 ガイドアイコンを Shift-クリックすると、同じ結果が得られ、再キャリブレーションが強制的に実行されます。

- [赤緯補正を使用] – PHD2 が ASCOM/Indi 接続（マウントまたは Aux）を介してマウントからポインティング情報を取得できる場合、現在の赤緯に基づいて赤経ガイドレートを自動調整します。このボックスは、マウントコントローラが調整を行う非常に珍しいケースを除いて、チェックしたままにしてください。このオプションは「赤緯バックラッシュ補正」とは全く別の機能ですので、**混同しないようにご注意ください。**

【共有ガイドパラメータ】

- [キャリブレーションやディザー後に素早く中央に戻す] – キャリブレーションまたはディザリング中に、マウントは最初の「ロック」位置からかなりの距離を移動することがあります。このチェックボックスをクリックすると、PHD2 は、ガイドアルゴリズムの「最大継続時間」設定と追跡領域のサイズによって許可された最大のガイドコマンドを使用して、マウントをできるだけ早くロック位置に戻します。これはキャリブレーションプロセスを高速化するための方法であり、このチェックボックスの使用は完全に任意です。もし高速再センタリング中に星を見失い、キャリブレーションがしばしば失敗するようであれば、このオプションを無効にする必要があります。そのような問題は、極のアライメント誤差が大きいか、赤経の周期誤差が大きすぎることを示唆している可能性があります。ガイディングアシスタントを実行することで、問題の原因を確認することができます。
- [子午線を超えたら赤緯(Dec)出力を逆転する] – 子午線反転後のキャリブレーションデータの調整方法を PHD2 に指示します。いくつかの新しいマウントは、その「架台の側面」状態を追跡し、子午線反転後に赤緯モーターの方向を自動的に反転させます。古いマウントはこのようなことはしません。どちらの場合でも、PHD2 はマウントが架台の側面状態に基づいて自動的に動作を変更するかどうかを知る必要があります。そのため、PHD2 には、正しい設定を自動的に決定する [子午線反転キャリブレーションツール](#) が用意されています。また、この簡単な実験により、手動で設定を把握することも簡単です。
 - チェックボックスを無効にした状態で、架台の片側でキャリブレーションを行い、マウントを反対側に移動させます。
 - ASCOM や Indi 経由でガイドしている場合、または「AUX マウント」接続を使用している場合は、そのままガイドを開始します。
 - ST-4 経由のガイドのみで、PHD2 にスコープのポインティング情報がない場合は、まず「ツール」メニューから「子午線反転の調整」を選択し、ガイドを開始します。
 - いずれの場合も、ガイドが正常に動作する場合は、チェックボックスをオフにしたままにしてください。
 - 赤緯の乱れを確認したら、チェックボックスにチェックを入れ、キャリブレーションを含む

すべての手順を繰り返してください。ボックスにチェックを入れるだけでは何も解決しないので、必ず手順を繰り返してください。

注意: この手順は、正しい設定を決定するまでは、すべて続けてください。この設定を変更すると、次回キャリブレーション時に何が起こるかが決定されるだけです。

- [マウントガイド出力の有効化] - これは、PHD2 がマウントにガイドコマンドを送信するように指示するため、通常はチェックされています。マウントの未補正の挙動を観察したい場合など、この設定を無効にしたい場合もあります。ほとんどの場合、この設定を自動的に処理するガイドアシスタントを実行した方がよいでしょう。
- [マウントが旋回したらガイド停止] - このコントロールは ASCOM (または INDI) マウント接続でガイドを行っている場合のみ表示します。マウントが旋回されているときに、PHD2 がガイドを続けようとするのを防ぎます (多くの場合、画像処理自動化アプリによるものです)。通常はチェックしたままにしておく必要があります。

キャリブレーション計算

キャリブレーション計算

パラメータ入力

焦点距離, mm:

400

ピクセルサイズ, um:

3.75

カメラピンング:

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間隔, px:

25

キャリブレーション赤緯, 度:

0

リセット

計算値

画像スケール, 秒角/px:

1.93

キャリブレーションステップ, ms:

550

OK

キャンセル

キャリブレーションパラメータを確認または変更するには、一番上の 4 つの編集コントロールが正しく

入力されていることを確認します。新しいプロファイルウィザードで焦点距離とカメラピクセルサイズを既に指定している場合、これらのフィールドはこのフォームに既に入力されています。マウントに ASCOM 接続を使用している場合、ドライバが正しく報告していない場合を除き、[ガイドスピード]と[キャリブレーション赤緯]のフィールドは通常正しい値を表示します。そうでない場合は、自分で用意する必要があります。ガイドスピードは恒星速度の倍数で指定します。ほとんどのマウントは恒星速度の1倍や0.5倍を使用しますが、他の値を選択することも可能です。**注意：ここでガイドスピードの設定を変更しても、マウントのガイドスピードの設定は変更されません。このフィールドがすでに入力されている場合、変更しても効果はありません。**[キャリブレーションステップ]フィールドは、良好なキャリブレーションが得られると思われる既定値12のままにしておくことができます。かなり小さい値を使用すると、シーイングエラーや小さなマウントエラーによってキャリブレーションエラーが発生する可能性が高くなります。この値を12より大きくすると、大きいことが必ずしも良いとは限らないので、注意が必要です。この値が大きいと、赤経の周期誤差が補正されなかったり、赤緯のドリフトが大きくなったりして、キャリブレーションの精度が悪くなります。これらのフィールドの値を変更すると、PHD2はキャリブレーションのステップサイズの値を再計算します。[OK]をクリックすると、その値が[ガイド]タブダイアログのキャリブレーションステップサイズフィールドに挿入され、次のキャリブレーションに使用されます。[OK]をクリックすると、[ガイド]タブと[カメラ]タブの焦点距離とカメラピクセルサイズのフィールドにも入力されるので、計算で行った変更もそちらに反映されます。キャリブレーション計算を使って実験したり、他の人のシステムの設定を確認したりするだけの場合は、この操作を行わないでください。[キャンセル]ボタンをクリックすると、現在のプロファイルの値を一切変更せずに計算を終了します。繰り返しになりますが、PHD2は[ガイドスピード]フィールドに何を入力しても、マウントのガイドスピード設定を変更することはありません。

新しいプロファイルウィザードを使用して機器プロファイルを構築した場合、[詳細...]ボタンと「キャリブレーション計算」ダイアログを使用する理由はほとんどないでしょう。

アルゴリズムタブ

詳細設定

×

全体

カメラ

ガイド

アルゴリズム

マウントガイドアルゴリズム

赤経

PEC予測

PEC予測 ガイドアルゴリズム

予測重量: 50

反応重量: 60

最小移動検知量(ピクセル): 0.20

期間の長さ: 200.00

☒ 自動調整期間

モデルを保持 (% 周期): 40

エクスポート...

赤経(RA)最大許容ガイドパルス時間: 2500

リセット

赤緯

レジストスイッチ

レジストスイッチ・ガイド・アルゴリズム

積極性: 100

最小移動検知量(ピクセル): 0.23

☒ 大きな変位に対する高速切り替え

バックラッシュ補正

☐ 有効化

量: 20

最小: 20

最大: 20

赤緯(Dec)最大許容ガイドパルス時間: 2500

赤緯(Dec)ガイドモード: 自動

リセット

ヘルプ

OK

キャンセル

アルゴリズムタブでは、必要なガイドアルゴリズムを選択し、それらに関連するパラメータを微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が大きく変化します。そのため、[ガイドアルゴリズム](#)に関連するパラメータはすべてまとめて、別の項目で扱います。

残りの制御、すなわちガイドアルゴリズムの選択に依存しない制御を以下に説明します。

- [赤経(RA) 最大許容ガイドパルス時間] – 赤経のガイドパルスの最大許容時間を指定します。偶発的な事象(突風、ホットピクセルなど)による大きな偏向を避けたい場合は、これを既定値より小さくするとよいでしょう。しかし、ホットピクセル(HFD 最小星)に対して保護されていれば、これを変更する理由はほとんどないでしょう。

- [バックラッシュ補正 - 有効化] - 赤緯の方向を反転させる必要があるときに、PHD2 が補正係数を適用するかどうかを制御します。
下記項目を参照ください。
- [赤緯 (Dec) 最大許容ガイドパルス時間] - 赤緯の最大許容ガイドパルス持続時間を指定します (上記と同じですが、赤緯の場合)。
- [赤緯ガイドモード] - 赤緯のガイドをさらに制御することができます。赤緯ガイドは赤経ガイドとは異なり、マウントの駆動系の不具合によるトラッキングエラーは発生しません - 赤緯モーターは通常の恒星追跡中はアイドル状態であり、短い赤緯ガイドコマンドにのみ反応するように動作します。赤緯の追跡エラーは、ポーラアライメントエラー、機械的なたわみ、風、ケーブルの巻き付きや引きずり、ガイド装置の不要な動きによって発生します。このような機械的な問題がなければ、赤緯追跡はスムーズで、以前の補正によるオーバーシュートがないと仮定すれば、ほぼ単一方向であるはずです。既定の[自動]は、PHD2 に対して、様々なガイドアルゴリズムの動作に応じて、多少の方向転換を許容するように指示します。しかし、マウントに深刻な赤緯バックラッシュがある場合、方向反転を完全に防止したい場合があります。そして、「北」または「南」のどちらかを選択すると、その方向だけに補正を限定することができます (単一方向赤緯ガイド)。ただし、これらのモードで補正を行うと、オーバーシュートしてしまい、長時間、星の位置がずれてしまう可能性があるため注意が必要です。そのため、[North]または[South]モードには保守的な攻撃性の値を使用し、シーイングによる偏向よりもドリフト率を大きく保つために、意図的にポーラアライメントを悪化させることが望ましいと思われます。最後に、[off]を選択すると赤緯ガイドが完全に無効になり、赤緯ガイドをサポートしない単純な追跡マウントに適した選択です。
- [リセット] - 選択された赤経または赤緯のアルゴリズムのガイドパラメータを既定値にリセットします。最小移動量の設定は、新しいプロファイルウィザードで採用されているのと同じアルゴリズムで設定されます。以前にガイドアシスタントを使用して最小移動量の設定を調整したことがある場合は、その手順を繰り返す必要があります。

赤緯バックラッシュ補正

最も一般的に使用されるマウントには、赤緯に多少のバックラッシュがあります。こちらで簡単に解説しています：[赤緯バックラッシュ](#) バックラッシュは、赤緯ガイドコマンドの方向が変更されるたびに遅延を引き起こします。この間、赤緯ギヤは完全に噛み合っておらず、軸はガイドコマンドに応答して動きません。多くのマウントにはバックラッシュ補正の設定がありますが、これらはガイドに使用すべきではありません - 一般的に視覚的な使用のみを目的としています。実際に必要な補正量はポインティング位置とシステムの機械的負荷に依存するため、固定値では通常、安定することなく振動が発生します。位置依存性が生じる理由としては、ギアの不均一な摩耗や赤緯におけるスコープの大きなアンバランス

などが挙げられます。PHD2 が実装するバックラッシュ補正は適応型です。つまり、測定結果に応じて補正量が上下に調整されます。この機能を有効にする前に、ガイドアシスタントを実行し、赤緯バックラッシュ（赤緯で完全に方向を反転するのに必要な時間遅れ）を測定する必要があります。マウントのガイドスピード設定が高いほど（例：恒星 0.9 倍）、この遅延は小さくなりますので、ご注意ください。測定した量が 3 秒以下であれば、ガイドアシスタントはバックラッシュ補正を試すことを推奨します。その推奨を適用すると、バックラッシュ補正の設定は自動的に処理されます。バックラッシュ補正の UI コントロールには、補正量の「最小」と「最大」の設定があります。これらの設定は、補正開始値に対して行われる調整範囲を効果的に制限します。マウントの動作に慣れている場合は、これらの設定を手動で調整し、補正がうまく機能する範囲に収まるようにすることができます。そうでない場合は、既定値のままにしておいてください。バックラッシュ補正アルゴリズムは、バックラッシュが数秒以下で、マウントに他の重大な機械的問題がない場合、一般にうまく機能します。ガイド開始時は、赤緯ギアシステムの初期状態が不明なため、短時間不安定になることが予想されますが、安定してから実際に撮影を開始するようにしてください。赤緯振動が繰り返し発生したり、軸が落ち着かない場合は、補正機能を無効にして、デバッグログファイルを PHD2 サポートフォーラムに送信してください。

その他デバイスタブ

適応光学機器またはローテータ機器のいずれかを使用している場合、[その他デバイス] タブが表示されます。A0 を使ったガイドの一般的な説明は、こちらでご覧いただけます：[A0 ガイド](#) 上段は、A0 デバイスを使用している場合の処理です。これらのパラメータを使用して、キャリブレーションプロセスと「bump」操作の方法を制御することができます。[キャリブレーションステップ] フィールドは、キャリブレーション時にチップ/チルト要素を上下左右の各方向に移動させる量を A0 ステップの単位で PHD2 に指

示します。ガイド星の位置は、キャリブレーションの各区間の開始時と終了時に測定され、[平均するサンプル数] パラメータは、これらの各ポイントで取得するサンプル数を PHD2 に指示します。シーイングによってガイド星は常に「跳ね回る」ので、画像を平均化することは重要です。別項で述べたように、A0 ユニットのガイド星の限られた移動範囲でのみ補正を行うことができます。これらの制限に実際に到達する前に、マウントの「Bump」補正を開始したいと思うでしょう。[Bump 率] フィールドは、そのために使用されます。マウントを移動させるには、フル Bump 補正を段階的に行います。[Bump ステップ] フィールドは、これらの増分の大きさを制御します。Bump 動作を開始しても、ガイド星が「Bump 率」の範囲外にある場合、PHD2 はガイド星がその範囲内に戻るまで Bump サイズを大きくします。その地点から中心位置まで、指定された「Bump ステップサイズ」で追加移動が行われます。この複雑な動作は、マウントを bump させても星が伸びないような良好なガイドを維持するために必要です。Bump 動作中も A0 は補正を続けているため、長い「マウント Bump」は A0 の調整によって常に相殺されます。[A0 の移動] フィールドは、A0 が各軸で行うことのできるステップ数を指定します。既定値は、ほとんどの SX A0 デバイスでうまく機能しますが、場合によっては大きすぎることがあります。A0 キャリブレーション中に A0 が限界に達する問題が発生した場合、「A0 の移動」量を下方に調整することができます。

[ディザリング Bump] オプションは、ディザリングコマンドを受信したときにマウントを Bump させ、ガイド星を A0 の中心位置に近づけるよう PHD2 に指示します。A0 ガイドコマンドを有効または無効にするオプションは、ガイドタブの [マウントガイド出力の有効化] チェックボックスとは独立して動作します。そのため、チップ/チルトデバイスへのガイドコマンドとマウントへの「Bump」ガイドコマンドのどちらかを独立して有効/無効にすることができます。同じ原理が [A0 キャリブレーションのクリア] オプションにも当てはまり、マウントのキャリブレーションに影響を与えることなく、A0 の再キャリブレーションを強制的に行います。[マウントバックラッシュ補正] コントロールは、マウント Bump を行う際に PHD2 赤緯のバックラッシュ補正を適用させることができます。これは、大きなディザ操作を高速化するのに役立ちますが、マウントの赤緯バックラッシュの量が限られている場合にのみ適切です。ガイドアシスタントを使用して赤緯バックラッシュを測定し、赤緯バックラッシュ補正の使用に関して推奨される方法を確認する必要があります。バックラッシュ補正值は、A0 使用時には自動調整できないので、ガイドアシスタントの提案する値の 1/2 程度を指定するのがよいでしょう。

A0 が使用されている場合、「アルゴリズム」タブには、A0 デバイス自体のチップ/チルト光学素子を制御するための選択肢のみが表示されます。

詳細設定

全体

カメラ

ガイド

アルゴリズム

その他デバイス

AOガイドアルゴリズム

AO-X軸

ヒステリシス

ヒステリシス・ガイド・アルゴリズム

ヒステリシス: 10

積極性: 70

最小移動検知量(ピクセル): 0.20

リセット

AO-Y軸

ヒステリシス

ヒステリシス・ガイド・アルゴリズム

ヒステリシス: 10

積極性: 70

最小移動検知量(ピクセル): 0.20

リセット

ヘルプ

OK

キャンセル

A0 は重い機器を移動しようとしていないため、ガイドアルゴリズムの選択をより積極的に行う余裕があります。A0 の既定のアルゴリズムは「ヒステリシス」です。これにより、ダンピングと積極性を簡単に制御できます。別のアルゴリズムを使用する場合は、おそらくそこでも高いレベルの積極性から始める必要があります。通常「アルゴリズム」タブに表示されるその他の共有ガイドパラメータは、デバイスの制御に使用されないため、A0 には表示されません。

「ローテータ」機器には、機器の動作を ASCOM の正と負の角度の概念に一致させるためのパラメータが 1 つしかありません。「反転」チェックボックスは、通常、ミラーの数が奇数であるため、画像を反転する光学システムに使用できます。回転の方向と量は、キャリブレーションデータの調整に使用されるため、PHD2 は ASCOM 標準に従います。「回転子の位置は、空に対して反時計回りに、0 から 360 度までの角度として表されます。」ボックスをチェックする必要があるかどうかを判断するには、実験が最も手っ取り早い方法である可能性があります。

ガイドアルゴリズム

[ガイド理論](#)

[ガイドアルゴリズムパラメータ](#)

ガイド理論

PHD2 の既定のガイドアルゴリズムは確立されたものであり、ほとんどのユーザーにとってうまく機能するはずです。すでにガイドの経験があり、その原理を理解している人でなければ、アルゴリズムの変更にはやや慎重であるべきでしょう。しかし、PHD2 の「詳細設定」ダイアログを使えば、それを簡単に行うことができます。各アルゴリズムには、観測されたガイド星の位置の変化（星の偏向）を、マウントに送信されるガイド補正に変換する方法を制御するパラメータのセットがあります。

これらのパラメータの詳細について説明する前に、指針となる理論を少し復習し、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検討する価値があります。適応光学機器は別として、従来のガイドはかなりの課題に直面しています。当面の問題は、数十キロまたは数百キロの重さの機械を、縞模様や楕円形の星が発生しないレベルの精度でどのように動かすかです。多くのガイドカメラは、センサー上で数ミクロン（例えば 0.0002 インチ、0.005 ミリ）のガイド星の位置の変化（星の偏向）にしか反応しませんが、それでもマウントとガイドソフトは、このレベルの精度で何時間も空中でカメラを移動させることを期待しているのです。PHD2 のようなガイドアプリケーションは、“速く、ランダム”ではなく、“ゆっくり、安定”した追尾エラーに対処するのが最適です。ゆっくり、安定した、または予測可能な（修正可能な）エラーの原因としては、以下のようなものが挙げられます。

- 赤経歯車の機械的欠陥のうち、周期的エラーの原因となるもの。
- マウントの恒星間追跡率のわずかなエラー
- 適度な赤緯のバックラッシュ
- 大気の屈折 - 地平線に近いほど星がゆっくり動いて見える。
- 限られた種類の機械的たわみと屈曲 - ただし、微分可能なたわみはありません
- 天球上の赤経軸のズレ（ポーラアライメントエラー）

では、上記に含まれないもので、従来のガイドでは修正不可能なものは何でしょうか？ 残念ながら、長いリストになりますが、そのうちのいくつかを紹介します。

- 大気中のシーイング（乱気流）

- ギアの騒音、粗さ、振動
- 締め過ぎやその他の機械的問題による軸駆動システムの拘束と高い静電気抵抗
- マウント軸上のスコープの全体的な不均衡
- 屈曲差 - 撮影スコープとガイドスコープ間の相対的な動き
- 突風、ケーブルの引っ掛かり、駆動ギアの砂利
- そのほかにも、いろいろと...

ガイドアルゴリズムが共有する共通点は、残りを無視して、ゆっくりとした、安定した、または予測可能なたわみに反応する必要があるということです。 任意のガイド星の偏向（位置の変化）には複数の原因が関与している可能性が高いため、これは難しい問題です。それでもまだ難しいなら、現実のマウントは決して完璧ではないことを思い出してください。つまり、あなたが求めた補正が、そのまま得られるとは限らないのです。通常、アルゴリズムの最も重要な要件は、マウントが前後に押され、ガイドが安定しないような過補正を避けることです。これらのアルゴリズムの典型的なアプローチは、シーイングによって引き起こされる可能性が最も高いたわみを無視し、マウントに送信されるガイド補正に「慣性」または「抵抗力」を適用することです。これは通常、動きのパターンに従い、以前に行われた修正とほぼ一致する修正を行うことを意味します。 方向や振幅の大きな変化を必要とする修正を行うことには消極的です。方向の変化に対する抵抗は、バックラッシュが一般的な問題である赤道儀では特に重要です。 PHD2 で使用されるさまざまなガイドパラメータが理解できるように、この背景知識がガイドの基本について十分に理解できることを願っています。

ガイドアルゴリズムパラメータ

PHD2 では、さまざまなガイドアルゴリズムを赤経軸または赤緯軸に適用できます。これらのアルゴリズムの多くは、最小移動量パラメータを含んでいます。これは、過度に小さく、星の形状に影響を与える可能性が低く、ほとんどが一過性のシーイング効果によるガイド補正を避けるために使用されます。これらの値はピクセル単位で入力されるため、画像スケールとガイド星の典型的なサイズとの関連で考える必要があります。新しいプロファイルウィザードを使用してシステムを設定した場合、最小移動量パラメータは、使用している画像スケールでうまく機能する可能性のある値に設定されています。また、ガイドアシスタントは、高周波のシーイング障害の測定値に基づいてこれらの値を調整することができます。もし、赤道儀の修正率が高く、方向転換が多い場合は、「シーイングを追いかけている」可能性があり、最小移動量を上方に調整することが、それを減らす簡単な方法となります。

ここで説明した詳細なガイドパラメータのうち、2つの最小移動量は、シーイング状況に応じて毎晩調整する必要がある可能性が最も高いものです。

「ヒステリシス」アルゴリズムは、最近行われたガイド補正の履歴を保持しており、これらは次のガイド補正を計算するために使用されます。 ヒステリシスのパラメータはパーセンテージで表され、最新のガイドフレームにおける星の偏向（位置の変化）だけを見るのではなく、この履歴に与えるべき “重み”

を指定します。ヒステリシスパラメータが10%の例を考えてみましょう。この場合、次のガイド補正は、現在のガイドフレームで見られる星の動きに90%、最近行われた補正に10%の影響を受けることになります。ヒステリシスの値を大きくすると、方向が変わったときに反応が遅くなる危険性がありますが、補正をスムーズに行うことができます。ヒステリシスアルゴリズムには、過補正を減らすための[積極性]パラメータも含まれており、これもパーセンテージで表示される。各フレームで、PHD2 はマウントをどの程度、どの方向に動かすべきかを計算する。積極性パラメータはこれをスケールリングします。例えば、星の偏向（位置の変化）が評価され、0.5 ピクセルの修正移動が正当化された場合を考えてみましょう。積極性が100%に設定されている場合、マウントを0.5 ピクセル分移動させるガイダーコマンドが発行されます。しかし、積極性を60%に設定すると、マウントはその60%、つまり0.3 ピクセルだけ移動するように要求されます。最小移動検知量の設定が適切に行われていれば、一般的にこれらのパラメータを変更する必要はありませんが、変更を試みる場合は、PHD2 ログビューアツールを使用して長いガイド作業を慎重に分析した上で行う必要があります。

「レジストスイッチ」アルゴリズムは、その名前が示すと通りの動作をします。また、ヒステリシスアルゴリズムと同様に、過去のガイド補正の履歴を保持し、方向転換があった場合は、反転ガイドコマンドを発行するために“強制”する必要があります。これは赤緯のガイドに適しており、方向の反転が疑わしく、また歯車のバックラッシュを誘発する可能性が高いからです。そのため、レジストスイッチは赤緯の既定アルゴリズムであり、有効な方向転換が期待できる右赤緯の既定アルゴリズムではありません。レジストスイッチのアルゴリズムを制御するために、2つのパラメータが利用可能です。1つ目は積極性で、前述のヒステリシスの積極性と同じような動作をするパーセンテージの量です。2つ目のパラメータは、[大きな変位に対する高速切り替え]と書かれたチェックボックスである。これをチェックすると、PHD2 は、通常の動作である新しい方向への連続3回の偏向（位置の変化）を待たずに、大きな方向転換に即座に反応するようになります。風やケーブルの引っ掛かり、その他の機械的な変化により、赤緯が大きく変動した場合、より迅速に回復することができます。大きなたわみの定義は、最小移動量の3倍です。そのため、PHD2 が方向転換に過剰に反応する場合は、[最小移動検知量]パラメータで動作を調整するか、[高速切り替え]オプションを完全に無効化することができます。赤緯ガイドの場合、少ない方がよいので、これらのパラメータを調整し過ぎないようにすることが重要です。

[ローパス]アルゴリズムでは、次の補正を計算するために、最近のガイドの補正履歴を使用します。計算された移動の開始点は、最近の履歴で発生したガイド星の偏向（位置の変化）の中央値です。これは、現在のガイドフレームで見られる星の偏向が次の動きの計算に与える影響が比較的小さく、アルゴリズムが急激な変化に強いことを意味します。ただし、履歴の蓄積には、たわみが一定の方向に推移しているかどうかを判断するための計算も含まれています。[勾配重み]パラメータは、パーセンテージで表示され、実際のガイドの動きを計算する際にどの程度影響を与えるかを決定します - これは、アルゴリズムが過度に遅くならないようにするためのものです。勾配重みを0に設定すると、ガイドパルスは常に最近の履歴の中央値だけとなります。ゼロ以外の勾配重みを設定すると、その中央値は最近のガイド星の動きの傾向に基づいて上方または下方に調整されます。ローパスアルゴリズムは急激な変化に強いので、おそらく赤緯ガイドか、絶対値エンコーダのあるマウントに最も適用されるでしょう。このアル

ゴリズムの使用は推奨されておらず、「ローパス 2」アルゴリズムが採用されています。

[ローパス 2]アルゴリズムは、オリジナルのローパスアルゴリズムのバリエーションで、多少動作が異なります。また、ガイド補正の履歴を保持していますが、次の補正はそれまでのコマンドを線形に拡張しただけのものです（つまり、勾配の計算です）。これは方向が大きく変わるまで続けられ、その時点で履歴が消去される。このアルゴリズムには、最小移動検知量と積極性の 2 つの調整可能なプロパティがあります。最小移動検知量は他のガイドアルゴリズムと同様の効果があり、積極性（パーセンテージ）はガイド補正の大きさをさらに緩和する方法です。ローパス 2 は、非常に保守的で高い電気抵抗のアルゴリズムで、シーイングコンディションが良く、赤緯バックラッシュがほとんどない、または全くないマウントを使用するユーザーに適した選択です。高精度のエンコーダーを搭載したマウントに推奨されるアルゴリズムです。

[Z フィルタ]は、ローパスアルゴリズムのバリエーションですが、離散周波数領域または「Z」領域で動作します。ガイド機能では、マウント周期誤差に起因する低周波成分を完全に補正します。高い周波数は、積極性が徐々にゼロになるように補正されます。

Z フィルタ アルゴリズムにより、高周波シーイングを追うことなく、より短いガイドカメラ露出時間（例えば 1 秒や 0.5 秒）を使用することができます。ガイド露出時間が短くなると、補正をかける遅延時間が短くなり、補正量が小さくなるという利点があります。

Z フィルタ アルゴリズムが提供する調整項目は 2 つだけです。露出係数 (XFac) と最小移動検知量 (MinMo) です。仮想ガイドの露出時間は、実際の露出時間に露出係数を掛けたものによって得られます。特定の仮想露出時間は、同じ実際のガイド露出時間を使用して、フィルタ処理されていないアルゴリズムと同様に実行されます。例えば、露出時間 1 秒で露出係数が 4 の場合、仮想露出時間は 4 秒 (4×1 秒) となり、露出時間 4 秒のヒステリシス（積極性 100%、ヒステリシス 0.0）と同様の性能となります。露出係数が 2 で露出時間が 2 秒の場合も、仮想的な露出時間は 2×2 秒の 4 秒となり、ほぼ同じ性能となります。主な違いは、実際の露出が短いため、補正をかけるタイミングが早く、回数も多いので、補正量が小さくなることです。

この機能を使用すると、ガイドの露出時間を調整して、ガイド星の SNR とガイドの遅延を最適化できます。その後、露出係数を調整して目的のガイド応答を得ることができます。赤経軸の場合、通常の推奨値である 2 秒から 4 秒の仮想露出時間が良い出発点となります。赤緯軸では、より長い仮想露光時間を使用することができ、バックラッシュの原因となる反転を最小化するのに役立ちます。

短時間露出の場合、シーイングからの移動がガイドグラフ上でより顕著になることに注意してください。これはガイドが悪くなることを意味するものではありません。他のアルゴリズムでは、シーイングからの動きをフィルタリングするために、ガイドの露出時間に依存しています。Z フィルタ 露出係数 は同じ機能を果たします。

Z フィルタには最小移動検知の設定もあります。この値は、マウントが小さな補正を正確に行う能力に合わせて選択する必要があります。他のアルゴリズムでは、赤緯軸の反転を防ぐためなどに、最小移動検知のフィルタリングが推奨されることがあります。Z フィルタの推奨されるアプローチは、露出係数を増加させることです。Z フィルタのアルゴリズムはより複雑で理解しにくく、ほとんどのマウントでロウパス 2 より良い結果を生む可能性は低いので、一般的にはお勧めしません。

PHD2 PEC 予測ガイドアルゴリズム (PPEC)

概要

PPEC アルゴリズムは、PHD2 の他のアルゴリズムとは異なり、モデリングと予測機能を備えています。このアルゴリズムは、リアルタイムでマウントの追跡性能を分析し、分析が完了すると、実際に反復誤差が見られる前でもガイド補正を計算するようになります。積極的なガイド補正を行うことで、従来のガイドに内在する時間遅れを低減し、性能を大幅に向上させることができます。他のアルゴリズムでは、完全に反応的であり、カメラセンサー上でエラーが確認された後にガイド修正が発行されます。

ガイドを開始すると、アルゴリズムがマウントの性能を分析し、繰り返し発生する追跡エラーが予測可能かどうかを調べます。このアルゴリズムは、ドイツのマックス・プランク研究所の研究チームによって開発された高度なガウス過程モデルを採用しています。数学的な詳細は、こちらの論文でご覧いただけます。

<http://ieeexplore.ieee.org/document/7105398/?reload=true>

PPEC アルゴリズムは通常、残留周期誤差やその他のギア関連誤差が追跡精度を低下させることが多い赤経に使用されるでしょう。このアルゴリズムでは、システムの挙動を特徴付けるために、別々のタイムスケールを使用します。

- 短期：ギアの粗さ、シーイングなどによる高頻度なエラーに対応。
- 中期：残留する周期的な誤差が対象で、通常、ワーム周期以下の間隔で発生する。
- 長期：定常的なドリフトと、駆動系の複数のギアの相互作用によって発生する低周波（より長い時間間隔）の高調波に対して

短期的な動作は、システム内の予測不可能なノイズを識別するために使用されます。これは、予測可能なコンポーネントを識別するために本質的に除外されます。ほとんどのマウントでは、中期コンポーネントが最も重要になります。ベストプラクティスに従っている場合は、マウントに定期的なエラー修正がプログラムされていることになります（その機能が利用可能であると仮定します）。こうすることで、

PHD2 が行うべき作業が減り、マウント内の PEC 補正は通常永久に保存されます。この方法は、装置をセットアップするたびに周期的な誤差の挙動を測定して推論するよりも望ましい方法です。とはいえ、マウント内の PEC は決して完璧ではなく、PEC が有効であっても残留する繰り返し誤差を目にすることがよくあります。追跡誤差は、マウントのウォーム周期の高調波（整数分の 1）でない周波数で発生することが多く、ほとんどの PEC 実装では対処できません。また、マウントの機械的な負荷に依存している場合や、PEC がプログラムされた後にマウントの動作が変化した場合、残留周期誤差が発生することがあります。PPEC アルゴリズムは、ウォーム周期に依存せず、常にマウントの現在の挙動を新たに分析するため、これらのエラーを特定および削減するのに極めて効果的です。

PPEC アルゴリズムは、ドリフトエラーも検出し、積極的に補正します。ドリフトは一般的にどのガイドアルゴリズムでもうまく処理されますが、補正は常にいくらかの誤差で遅れます。分光、測光、彗星追跡などの用途では、これが問題になる場合があり、その場合は PPEC がより良い結果をもたらすかもしれません。

PPEC は学習プロセスを採用しているため、マウントをモデル化して完全に効果を発揮するには、通常、約 2 ワーム期間かかります。このトレーニング期間中、アルゴリズムは「ヒステリシス」アルゴリズムのように動作するため、通常、内部モデルの構築中にパフォーマンスが低下することはありません。代わりに、モデルが改良され、アルゴリズムがヒステリシスモードから予測モードにシームレスに移行するにつれて、追跡が着実に改善される可能性があります。この改善は通常、中期的なマウント動作が完全にモデル化される前でも見られます。

PPEC モデルは暗黙のうちに歯車列の状態に結びつけられているため、マウントがかなりの距離だけ旋回した場合は再学習が必要です。同じ理由で、異なるガイド作業間で保持することができないため、従来の PEC が重要なのです。しかし、PPEC モデルは、ディザリング中や、フォーカシングなどのためにガイディングを一時停止している間も、そのまま維持されます。最も一般的な使用例、つまり同じターゲットを何時間も撮影し、定期的にディザリングを行う場合、PPEC モデルは有効です。いずれにせよ、学習プロセスと 1 つのモードから他のモードへの移行は自動的に処理されるので、特に注意する必要はありません。

アルゴリズムの詳細

トレーニング期間が完了すると、PPEC アルゴリズムは 2 つの要素を使用してガイド補正を計算します。1 つは反応的で、最新の露出でのガイド星の変位に基づいています。2 つ目は、トレーニング期間中に構築されたガウスプロセスモデルからの出力に基づく予測です。これらの各項には個別のゲインまたは積極性係数が含まれているため、最終的なガイドパルス量は次の合計になります。

ガイド補正 = (予測量 * 予測ゲイン) + (最近の変位 * 反応ゲイン)

「予測ゲイン」および「反応ゲイン」パラメータは、[詳細設定] ダイアログで公開されます。これらのパラメータの既定値は、ほとんどのマウントで適切に機能するはずです。これらのパラメータの選択を誤ると、ガイドが確実に悪化する可能性があるため、変更については慎重に行う必要があります。ガイド補正の計算における 2 つのコンポーネントはベクトル量であることに注意してください。これらのコンポーネントは、反対の東西の極性を持つ場合があります。そのため、2 つのゲイン値の合計が 100% 未満でなければならないという制限はありませんが、過剰補正を避けるように注意してください。

トレーニング期間中、アルゴリズムは観測されたガイド星の動きの周期的なエラーを特定する必要があります。最初の試行では、マウントのワーム期間を [期間の長さ] の開始点として使用できます。これはアルゴリズムに良い出発点を与えますが、マウントの周期的なエラーカーブが明確になるまで、最初は [自動調整期間] オプションにチェックを入れたままにしておく必要があります。これはアルゴリズムが見つけた周期的な誤差をよりよく制御するために、必要に応じて周期を調整するように指示します。アルゴリズムを複数回実行し、その結果に満足したら、[自動調整期間] オプションのチェックを外して、PPEC アルゴリズムが最も重要な周波数に焦点を当てたままであることを確認することができます。同様に、非調和周波数で繰り返し発生する追跡エラーを持つマウントがある場合、このオプションをオフにすることもおそらく良いアイデアでしょう。もちろん、これを知るには、PHD ログビューアツールの一部である、ネイティブトラッキングパフォーマンスの FFT 分析が必要です。

[モデルを保持 (% 周期)] パラメータは、PPEC アルゴリズムがリセットされる前に、マウントがガイド無しで追跡できる時間を指定します。これは、現在の周期長に対するパーセンテージとして計算されます。これは、オートフォーカスのように、マウントが恒星数で追尾し続けているが、ガイドが行われていないような状況で有用であります。また、スルーイングによる赤経ポインティング位置の西向きの変更にも適用されます。初期設定の 40% を上方修正する場合は、注意が必要です。ガイド無しで長時間動作させると、PPEC モデルの精度が落ちるので、その場合はリセットが最適です。この現象が発生するポイントは、マウントと現在のシーイング条件によって異なるため、このパラメータを調整する場合は、実験が必要な場合があります。

[最小移動検知量] パラメータは、アルゴリズムの反応成分のみに影響します。測定された星の変位がこの量より小さい場合、反応性コンポーネントはゼロに設定されます。しかし、アルゴリズムの予測コンポーネントはまだ計算され、適用されます。

ツールメニュー

[ポラアライメントツール](#)

[ガイド星の自動選択](#)

[ガイドアシスタント](#)

[キャリブレーションデータの参照と修正](#)

[手動ガイド](#)

[スタークロステストツール](#)

[子午線反転キャリブレーションツール](#)

[彗星追尾](#)

[ロック位置](#)

[PHD2 サーバー](#)

ポーラアライメントツール

PHD2 は、3 つの異なるポーラアライメントツールがあります。これらのツールはマウントの赤経軸を天体の極に物理的に合わせるという、同じ基本的な目的を共有しています。これらのポーラアライメントツールは、多くの一般的な頼りになるマウントの一部である「2 つ星」または「3 つ星」のアライメント手順とは異なります。マウントソフトウェアルーチンは、一般に、極軸合わせエラーを含むマウントのさまざまなエラーを補正するために旋回/ポインティング操作を調整することにより、go-to 操作を最適化することに重点を置いています。それらは通常、マウントの方位角と高度制御の物理的な調整を必要としません。これは、イメージングとガイドを成功させるために必要なものです。

以下の表にまとめられているように、3 つのポーラアライメントツールにはそれぞれ異なる要件と動作があります。精度と速度の列には、1 ～ 3 の範囲の値が表示されます。1 が最低で、3 が最高です。

方法	精度	速度	天空の眺め	その他
従来型ドリフトアライメント	3	1	東または西の地平線 子午線/天の赤道	ほとんどの旋回 軸を別々に測定／調整
静的ポーラアライメント	1	3	極域	極域の星の識別が必要 最小限の旋回
ポーラドリフトアライメント	2	2	極域	最小限の旋回

ポーラアライメントの原型であるドリフトアライメントは、今でも精度の高い “ 金字塔 ” として多くの人に知られています。これは、天球上の赤経軸のズレによって生じるドリフト量を直接測定することができるからです。ドリフトアライメントツールでは、一度に1つの可視星しか使用しないので、星の特定は不要です。しかし、マウントの各軸を個別に調整する必要があり、望遠鏡をかなり広い範囲で旋回させる必要があるため、特に初心者の方には時間がかかる手順となることがあります。また、天の赤道と

子午線の交点、東または西の地平線から 30 度上（方位 90 度または 270 度）付近がよく見えると効果的です。毎晩セットアップを急いでいる方や、空の視界が限られている方にとって、これらの要件は魅力的ではないかもしれません。

第 2 のアライメント方法である静的ポーラアライメントは、このような懸念に対処するため、異なるアプローチを採用しています。具体的には、精度と引き換えに、作業スピードを最適化します。北極と南極のどちらか一方が見えていればよく、マウントの両軸を同時に調整することができます。そのため、より直感的で、短時間で完了する可能性が高いです。北極付近の星をいくつか確認する必要がありますが、星を見るのに十分な空模様であれば、このツールで簡単に確認することができます。

3 つ目のアライメント方法であるポーラドリフトアライメントは、精度とスピードを少し犠牲にするものの、おそらく最も簡単に実行できる方法です。北極または南極の明確な視界が必要で、マウントの両軸を同時に調整することが容易です。ユーザーによる入力はほとんど必要ないので、使い方はとても簡単です。

3 つの手法については、以降の章で詳しく説明します。イメージャーは、おそらくそれらを試して、ニーズに最も適したものを選択する必要があります。アライメント精度の重要性は強調されすぎるが多いため、ユーザーは物事を前向きにとらえる必要があります。ほとんどの赤緯ドリフトは、マウントが適切に動作し、赤緯のバックラッシュがあまりないと仮定すると、PHD2 ガイドによって適切に管理できます。ただし、ある時点で、ポーラアライメントエラーの量によって、画像にフィールド回転が発生する可能性があり、これは修正できません。画像センサーが大きくなり、目標が極に近づくほど、磁場の回転が問題になる可能性があります。次のようなオンライン計算機を使用して、予想されるフィールドの回転を計算できます。

<http://celestialwonders.com/tools/rotationMaxErrorCalc.html>

計算機は、状況に応じてどの程度の精度が十分であるかを判断するのに役立ちます。また、マウントの調整メカニズムの精度と、空のさまざまな部分に移動するときに物が動かないように十分に締める能力によって、手順が制限される可能性があることを覚えておくことも重要です。

[ドリフトアライメントツール](#)

[静的ポーラアライメントツール](#)

[ポーラドリフトアライメントツール](#)

ガイド星の自動選択

ガイド星の自動選択は、いくつかの方法で行うことができます。最も簡単な方法は、メイン画面の「ガイド」アイコンの隣にある「星の自動選択」アイコンをクリックすることです。また、キーボードショートカットの Alt-S を使用するか、「ツール」メニューの「ガイド星の自動選択」項目をクリックすることでも、自動選択を開始することができます。これらの操作を行うと、PHD2 は現在のガイド画像をスキャンして、ガイドに最適な星を特定します。PHD2 は、十分な明るさを持ち、飽和しておらず、十分な大きさを持ち、他の星に近すぎず、フレームの端に近すぎない星を選択するように努めます。選択された星は画面上ではかなり暗く表示されますが、それは重要なことではありません。見る必要があると感じたら、メイン画面のガンマスライダーを調整すればよいのです。自動選択機能は、ほとんど常にディスプレイを見るよりも良い仕事をしますし、複数星のガイドを呼び出す唯一の方法です。多くの場合、対話的に選んだ星は飽和状態かそれに近い状態であり、標準以下の結果になります。[星のプロファイル](#) ツールを使って、どのように選択されたとしても、主星（最も明るい星）の特性を調べることができます。自動選択で最良の結果を得るには、不良ピクセルマップまたはダークライブラリのいずれかを使用し、PHD2 が誤ってホットピクセルを選択する可能性を減らすために 最小半光束直径（HFD）値（詳細設定/ガイドタブ）を指定する必要があります。また、カメラの最大 ADU 値を知っているか、決定できると仮定して、ADU 値最大による飽和状態（詳細設定/カメラタブ）で彩度を測定するオプションを設定すると、より適切に機能します。例えば、16 ビットガイドカメラの場合、最大 ADU 値は 65000 に近づき、8 ビットカメラの場合、255 付近で飽和します。カメラの内部電子回路（12 ビットまたは 14 ビット ADC など）に関係なく、カメラドライバは常に 8 ビットまたは 16 ビット量としてカメラ画像を配信します。

星の選択を解除して露出のループを続けるには、「星の自動選択」アイコンを Shift+クリックするか、画像表示画面の任意の場所で Shift+クリックするだけです。これは、サブフレームを使用していて、ガイド画像のフルフレーム表示に戻りたい場合に便利です。

ガイドアシスタント

ガイドアシスタント（GA）は、現在のシーイング状況やマウントとガイドサブシステムの一般的な動作を測定するのに役立つツールです。実行すると、ガイド出力が一時的に無効になり、それに伴うガイド星の動きを測定します。これにより、シーイング（大気）の状態によって生じる高周波の運動を確認することができます。これは、測定できないほど高い周波数で発生するため、通常のガイドでは修正できません。従来のガイドでこれらを修正しようとすることは、しばしば“シーイングを追いかける”と呼ばれ、通常、悪い結果につながります。これを避けるには、PHD2 がこの高周波の動作のほとんどを無視するようになる最小移動量を設定するのが最も効果的である。GA は、赤経と赤緯の全体的なドリフト率や、赤経のピーク - ピークと最大変化率の測定値など、システムの他の動作も表示できます。これらは通常「導き出す」ことができますが、マウントの根本的な性能を向上させたい場合、例えば赤経で定期的なエラー

修正を適用する場合などには、測定することが有効です。GA では、ユーザーインターフェースでそのオプションを選択すると、システムの赤緯バックラッシュを測定することもできます。これらの用語に馴染みがない方は、こちらで簡単な解説をご覧ください。[マウントの一般的な問題](#)

ガイドアシスタントを起動すると、すでにガイドをしているかどうかで動作が変わります。ガイド中であれば、初期画面は次のようになります（もちろん、データの値は異なります）。

ガイドアシスタント

ガイド出力が無効になり、星の動きが測定されます。2分後に [ストップ] をクリックしてください (マウントの赤経追跡精度を測定している場合はさらに長くなります)

測定状況

開始時間	2023-01-27 21:42:41	露出時間	2秒
S/N比	91.9	星の明るさ	672452.7
経過時間	6秒	サンプル数	3

高頻度な星の動き

赤経, RMS	0.07 px (0.21 秒角)
赤緯, RMS	0.06 px (0.17 秒角)
トータル, RMS	0.09 px (0.27 秒角)

その他の星の動き

赤経, ピーク	0.06 px (0.19 秒角)
赤緯, ピーク	0.00 px (0.00 秒角)
赤経, ピーク-ピーク	0.04 px (0.11 秒角)
ドリフトレート (赤経)	-1.13 px/分 (-3.26 秒角/分)
最大ドリフトレート (赤経)	0.01 px/秒 (0.03 秒角/秒)
ドリフト制限露出	8.0 秒
ドリフトレート (赤緯)	-1.11 px/分 (-3.22 秒角/分)
赤緯バックラッシュ	
極軸設定エラー	> 12.3 分角

測定...

☒ 赤緯バックラッシュの測定

スタート

前のレビュー ▼

ストップ

フォームの一番上のフィールドには、常に GA が何をしているか、どんなアクションを取るべきかが表示されるので、何が起きているのかわからないときは、まずそこを見るべきです。この場合、測定プロセスが自動的に開始されたので、少なくとも 2 分間はそのままにしておく必要があります。ボタンのすぐ上にあるテキストフィールドにも、何が起きているのかがまとめられています。一番下の 3 つのボタンは、GA の動作状態に基づいて有効または無効になります。この場合、すでに測定が開始されているため、[スタート] は無効になっています。

ガイドが非アクティブなときに GA を起動すると、初期フォームは異なって見えます。

ガイドアシスタント

Choose a non-saturated star with a good SNR (≥ 10) and begin guiding

測定状況

開始時間		露出時間	
S/N比		星の明るさ	
経過時間		サンプル数	

高頻度な星の動き

赤経, RMS	
赤緯, RMS	
トータル, RMS	

その他の星の動き

赤経, ピーク	
赤緯, ピーク	
赤経, ピーク-ピーク	
ドリフトレート (赤経)	
最大ドリフトレート (赤経)	
ドリフト制限露出	
ドリフトレート (赤緯)	
赤緯バックラッシュ	
極軸設定エラー	

☒ 赤緯バックラッシュの測定

スタート

前のレビュー ▼

ストップ

この場合、まず PHD2 でガイドを開始する必要があります。ループを開始し、星を自動選択し、ガイドします。それが終わると、GA の「スタート」ボタンが有効になり、測定を開始することができます。

GA 測定が有効な場合、ガイドコマンドは無効となり、星が画面上をさまよっているように見えますが、これは全く正常です。ガイダー画像が取得されると、統計情報が計算され、ユーザーインターフェースにリアルタイムで表示されます。約 2 分間のデータ収集の後、高周波星の動きやポーラアライメントエラーのような不安定な測定は通常安定し、おそらくそれなりに正確な測定ができるはずです。ポーラアライメントエラーや赤経の未補正周期誤差をより正確に測定したい場合は、GA を最大 10 分ほど実行させる必要があります。また、計算されたポーラアライメント誤差は、現在のスコープの赤緯に影響されます。最も正確な測定値を得るには、スコープを天の赤道から数度以内で天の子午線の近くに向ける必要があります。これは、キャリブレーションに使用するのと同じ領域です。最後に「ストップ」ボタンをクリックすると、この段階での測定は終了します。また、「赤緯バックラッシュの測定」にチェックを入れている場合は、その処理が開始されます（下記参照）。そうでない場合は、ガイドコマンドは再度有効になり、データ収集プロセスは終了します。その他の計算結果は、テーブルの「その他の星の動き」領域に表示され、全体的なドリフト率やその他のさまざまな測定値が表示されます。これらの値はすべて、

秒角とピクセルの両方の単位で表示されます。 ダイアログボックスは以下のような感じになります。

ガイドアシスタント

×

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

開始時間	2023-01-27 15:36:21	露出時間	2秒
S/N比	89.4	星の明るさ	714732.1
経過時間	121秒	サンプル数	57

高頻度な星の動き

赤経, RMS	0.04 px (0.12 秒角)
赤緯, RMS	0.05 px (0.14 秒角)
トータル, RMS	0.06 px (0.18 秒角)

その他の星の動き

赤経, ピーク	0.33 px (0.96 秒角)
赤緯, ピーク	0.48 px (1.39 秒角)
赤経, ピーク-ピーク	1.49 px (4.31 秒角)
ドリフトレート (赤経)	-0.71 px/分 (-2.05 秒角/分)
最大ドリフトレート (赤経)	0.05 px/秒 (0.14 秒角/秒)
ドリフト制限露出	2.7 秒
ドリフトレート (赤緯)	-1.71 px/分 (-4.94 秒角/分)
赤緯バックラッシュ	
極軸設定エラー	> 18.9 分角

推奨

露出時間を 1.0s から 3.0s の範囲に保つよう to してください

ポーラアライメント誤差が10分角以上です; ドリフトアライメントツールを使用してアライメントを改善してみてください。

赤経の最小移動検知量を0.13にしてみてください。 適用

赤緯の最小移動検知量を0.20にしてみてください。 適用

バックラッシュグラフの表示ヘルプ

☐ 赤緯バックラッシュの測定

スタート前のレビュー ▼ストップ

画面の右側にある「推奨」グループの内容は、統計測定の結果を反映しています。 選択したガイドアルゴリズムが最小移動特性をサポートしていると仮定すると、その結果に基づいて自動的にパラメータを設定するオプションがあります。 また、通常のガイド作業を続ける場合は、測定を再実行するか、ダイアログボックスを完全に閉じるかを選択することができます。

赤緯バックラッシュ（赤緯反転遅れ）の測定

[赤緯バックラッシュの測定] にチェックを入れている場合は、ベースライン測定が終了すると同時にその処理が開始されます。 つまり、[ストップ] ボタンを 1 回クリックすると、ベースライン測定が中止され、赤緯バックラッシュの測定が開始されます。 ただし、最初のサンプル期間が 2 分未満だった場合は、ダイアログボックスが表示され、2 分の期間が経過するまで GA がサンプル測定を継続することになります。 スタートとストップボタンのすぐ上に、新しいステータスメッセージ群が表示されるので、何が行われているのかがわかります。

ガイドアシスタント

×

バックラッシュの測定...

測定状況

開始時間	2023-01-27 21:42:41	露出時間	2秒
S/N比	88.7	星の明るさ	676463.9
経過時間	121秒	サンプル数	56

高頻度な星の動き

赤経, RMS	0.05 px (0.13 秒角)
赤緯, RMS	0.05 px (0.14 秒角)
トータル, RMS	0.07 px (0.19 秒角)

その他の星の動き

赤経, ピーク	0.33 px (0.95 秒角)
赤緯, ピーク	0.52 px (1.50 秒角)
赤経, ピーク-ピーク	1.66 px (4.79 秒角)
ドリフトレート (赤経)	0.62 px/分 (1.78 秒角/分)
最大ドリフトレート (赤経)	0.05 px/秒 (0.16 秒角/秒)
ドリフト制限露出	1.1 秒
ドリフトレート (赤緯)	-1.86 px/分 (-5.37 秒角/分)
赤緯バックラッシュ	
極軸設定エラー	> 20.5 分角

バックラッシュ測定 : 850 ms 北へ移動, ステップ 3 / 10

☒ 赤緯バックラッシュの測定

スタート

前のレビュー ▾

ストップ

バックラッシュを測定するために、PHD2 は星を大きく動かし、まず北の方向に動かし、次に南の方向に戻します。このとき、星を見失ったり、星がすでにセンサーの北端に近づきすぎている可能性があります。ガイド星は、北に移動できる余裕のあるものを選ぶと、精度が高くなります。自動選択機能がフレームの端に近い主星を選択し続ける場合は、手動で 1 つのガイド星を選択する必要があります。星が検索領域の外に移動したために失われた場合、詳細設定ダイアログの [ガイド](#) タブから、一時的にその領域のサイズを大きくすることができます。検索領域のサイズは 20 ピクセルでほとんどの構成に対応できます。検索領域内に複数の星がないことを確認してください。バックラッシュ測定の第一段階は、北方向に存在するバックラッシュを解消しようとするものである。GA では、ガイド星が一方向に大きく一貫して動くのを確認するまで、この解除コマンドを実行し続けます。これが終わると、GA はさらに一連のコマンドを発行し、星を北に大きく移動させ続けます。これは少なくとも 16 秒かかり、設定によってはもっと長くかかるかもしれません - ステータスの更新を見て、何が行われているかを確認できます。北方向のステップが終わると、GA は南方向に同じ数のステップを発行します。マウントの反動が大きいと、星が南下を始めるまでに時間がかかることがあります、通常はそれに対応します。南側のステップが完了すると、GA は赤緯ドリフトを補正したバックラッシュ量の正確な推定値を計算しようとします。このような場合、マウントの南側への移動速度が、北側への移動速度の 90%以上でなければ、バックラッシュを測定することはできません。これは、通常、赤緯軸の拘束やかなりのアンバランスを意味し、この場合、単純なバックラッシュの測定は不正確で、おそらく無意味なものになるでしょう。[バックラッシュグラフの表示] ボタンを使用すると、推定値が出なかった場合でも、テスト中に何が起こったかを常に

確認することができます。テストが完了すると、GA は星を開始位置の近くに戻そうとし、ガイドを再有効化します。この場合も、星が失われる可能性はありますが、計算には影響しませんので、通常通りガイドを中断して再開してください。第 1 段階のベースライン測定とは異なり、バックラッシュ測定が始まったら「ストップ」ボタンをクリックする必要はありません。すべてのステップが終了すると測定プロセスは終了し、通常のガイドが再開されます。ただし、星を失った状態など、何か問題が発生した場合はストップボタンをクリックし、準備が整った時点で再開することができます。バックラッシュのテストが終了すると、先ほどと同じように結果が表示され、赤緯バックラッシュ量と測定の不確かさの項目が追加されます（またはテストに失敗した旨のステータスラインが表示されます）。

ガイドアシスタント

×

Choose a non-saturated star with a good SNR (>= 10) and begin guiding

測定状況

開始時間	2023-03-04 21:32:31	露出時間	1秒
S/N比	89.1	星の明るさ	641594.9
経過時間	121秒	サンプル数	104

高頻度な星の動き

赤経, RMS	0.08 px (0.16 秒角)
赤緯, RMS	0.08 px (0.15 秒角)
トータル, RMS	0.11 px (0.21 秒角)

その他の星の動き

赤経, ピーク	0.52 px (1.00 秒角)
赤緯, ピーク	0.66 px (1.27 秒角)
赤経, ピーク-ピーク	2.10 px (4.05 秒角)
ドリフトレート (赤経)	-1.20 px/分 (-2.32 秒角/分)
最大ドリフトレート (赤経)	0.07 px/秒 (0.13 秒角/秒)
ドリフト制限露出	2.4 秒
ドリフトレート (赤緯)	-2.53 px/分 (-4.90 秒角/分)
赤緯バックラッシュ	165 +/- 9 ms (2.5 +/- 0.1 秒角)
極軸設定エラー	> 18.7 分角

推奨

露出時間を 1.5s から 3.5s の範囲に保つようしてください

ポーラアライメント誤差が10分角以上です; ドリフトアライメントツールを使用してアライメントを改善してみてください。

赤経の最小移動検知量を0.16にしてみてください。適用

赤緯の最小移動検知量を0.25にしてみてください。適用

赤緯バックラッシュ補正を160 msで開始してみてください。適用

バックラッシュグラフの表示 ヘルプ

バックラッシュ測定: 測定完了

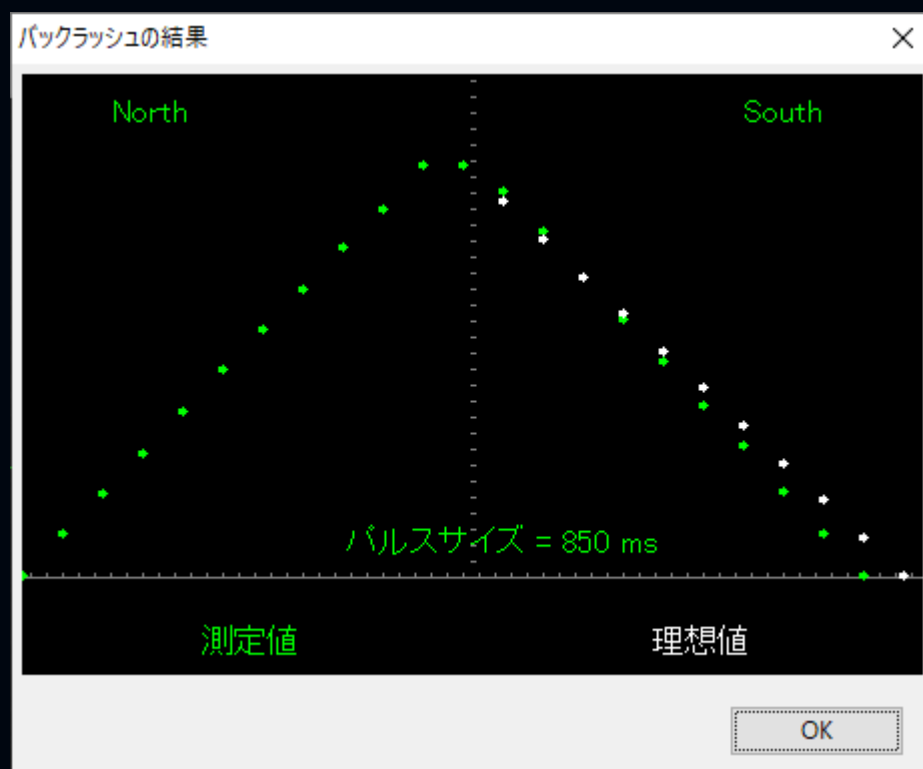
☒ 赤緯バックラッシュの測定
 スタート
 前のレビュー
 ストップ

バックラッシュの量に応じて、バックラッシュ補正係数の設定推奨値（上記の例では 160ms）が表示されることがあります。このバックラッシュ補正は、多くのマウントコントローラーで提供されている機能とは異なるので、ここで説明します。 [PHD2 バックラッシュ補正](#) 測定値が 100ms 未満の場合は、補償の対象とはならないため、推奨しません。バックラッシュが 3 秒以上と非常に大きい場合は、赤緯で単方向ガイドを使用するという別の推奨事項が表示されます。これは、このような大きな値を補正しようとしてもうまく機能しない可能性があり、マウントが双方向ガイドをサポートするのに十分な速さで方向を反転できない可能性があるためです。明らかに、マウントがどのように動作するかについての経験

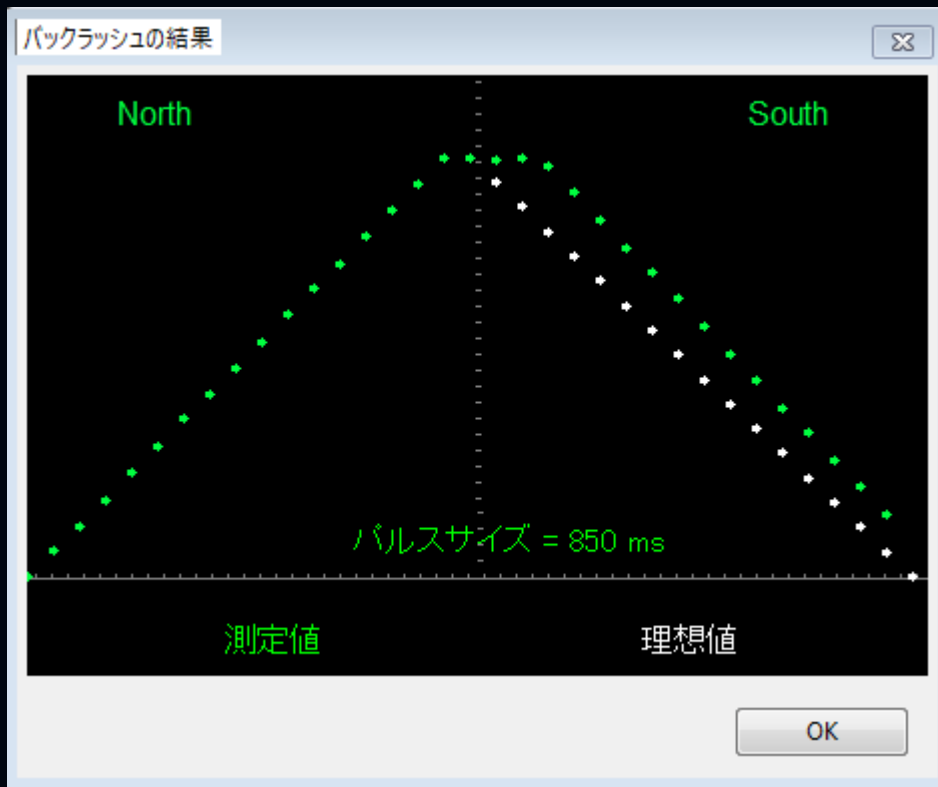
に基づいて、独自の結論に達することができます。測定する前に、マウントソフトウェアで有効になっているバックラッシュ補正を必ず無効にしてください。この操作を行わないと、測定値およびその後の PHD2 による補正の試みは無効になります。 一方向ガイドを試したい場合は、次の手順を参照してください。

[一方向ガイド](#)

バックラッシュの測定結果をグラフ表示することで、テストに失敗した場合でもマウントの性能をより深く理解することができます。[バックラッシュグラフの表示] ボタンをクリックすると、次のようなグラフを見ることができます。



緑色の点は測定された赤緯の位置を示し、左から右に示され、北への移動から始まり、南（戻り）への移動で終わります。 白い点は、バックラッシュがゼロの完全なマウントの南帰線動作を示しています。この例では、緑色の点の上部が平らになっていることからわかるように、わずかなバックラッシュしかありません。 ただし、次の例のように、マウントの赤緯のバックラッシュが大幅に大きい場合、平らな上部がより顕著になります。



画面下部の「前のレビュー」ボタンを押すと、過去3回分のGA結果を確認することができます。バックラッシュテストを随時実施していれば、3回のうち少なくとも1回はバックラッシュの測定結果が含まれているはずです。レビューボタンをクリックすると、現在のプロファイルに対してGAが実行されたときのタイムスタンプのリストが表示されるので、必要な日付/時刻を選択するだけです。すべてのグリッド値と推奨事項には、推奨事項を適用するためのアクティブなボタンを含め、選択したGA実行の結果が入力されます。

キャリブレーションデータの参照と修正

キャリブレーションの健全性チェックなど、キャリブレーション関連の画面のほとんどは、次のような画面を開きます。

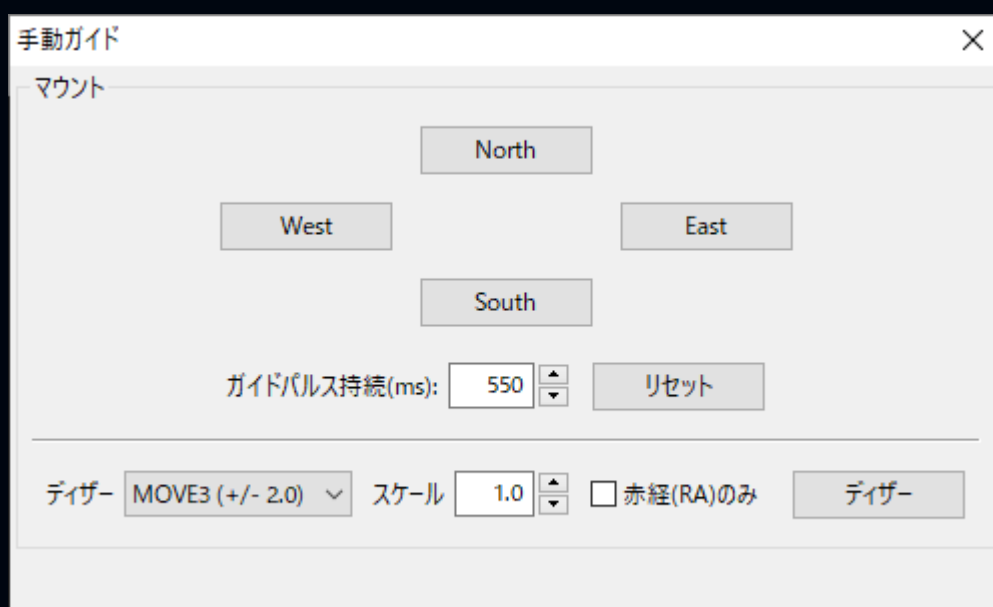


まず左のグラフですが、これは PHD2 がキャリブレーション時に送ったガイドパルスの結果、ガイド星が動いたことを表しています。線はマウントの赤経軸と赤緯軸とカメラセンサーの X/Y 軸の関係を示しています。これらの線はほぼ垂直であるべきですが、全体の方向は重要ではありません。線上のデータポイントは、決して完全な間隔や位置関係ではありませんが、大きなカーブや鋭い屈折、方向の反転はありません。特に焦点距離の長いスコープでは、線の周りに点が散らばることがよくありますが、これは正常です。実線の点（西と北のパルス）は、赤経と赤緯の割合を計算するために使用され、中空の点は東と南への移動の ” 戻り ” 経路を示します。これらは、シーイングによる変動がどの程度発生したか、また、反動が大きいかどうかを確認するのに役立ちます。詳細設定/ガイドタブの [キャリブレーションやディザー後に素早く中央に戻す] オプションを使用している場合、東と南のパスに表示されるポイントの数は少なくなります。右側の表形式の情報は、スコープのポインティング位置とガイドに関連するさまざまな ASCOM 設定についてわかっていることを示しています。ASCOM マウントを使用しておらず、「Aux マウント」が指定されていない場合、この情報の一部が欠落します。この表には、使用したのと同じ空の位置とガイド速度の設定を使用して完璧なキャリブレーションを行った場合の予想ガイド率も表示されます。この理想的な値を達成することはほぼありませんが、不審な値を警告するアラートメッセージが表示されない限り、気にする必要はないでしょう。キャリブレーション完了時にアラートメッセージが表示されなかった場合は、十分な結果が得られていると思われます。キャリブレーションを長期間にわたって再利用する場合は、この情報を確認し、キャリブレーションが適切に行われ、適切な結果が得られたことを確認するために、数分余計に時間をかける価値があると思われます。キャリブレーション不良は、経験豊富なプロや 高性能なマウントでも起こりうることなので、確認しておくといよいでしょう。アラートなしのキャリブレーションに一貫して問題がある場合は、[トラブルシューティング](#) の章の資料を確認してください。

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手順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使用方法については、以前のキャリブレーションデータを復元するオプションや、子午線反転後に「反転」させるオプションなど、別の項目（[基本的な使い方](#)）で説明しています。これらの機能には、「ツール」メニューの「キャリブレーションデータの操作」サブメニューを使用してアクセスします。つまり、現在のデータをクリアするオプションと、キャリブレーションデータを手動で入力するオプションが表示されます。「キャリブレーションデータクリア...」オプションは、詳細設定 / ガイドタブ ダイアログの「再キャリブレーション」チェックボックスと同じことを実現します。ガイドが再開されるたびに再キャリブレーションが強制されます。「キャリブレーションデータの入力」オプションは、開発作業または専門家による使用を目的としており、ほとんどの場合、完全性を保つために存在しています。

手動ガイド



キャリブレーションの問題が発生した場合、PHD2 のコマンドがマウントに届き、マウントがそれに従って応答していることを確認する必要があります。あるいは、マウントを微調整したり、手動ディザリングを試してみるのもよいでしょう。「ツール」メニューの「手動ガイド」をクリックすると、マウントをガイドスピードで任意の方向に移動させるためのダイアログが表示されます。適応光学機器を装着している場合、A0 と副マウントの両方に別々の移動ボタンが表示されます。ボタンをクリックするたびに、「ガイドパルス持続」フィールドで指定された時間のパルスが送信されます。ボタンを押し続けても効果は

なく、ボタンをクリックする間にマウントが反応する時間（少なくともガイドパルスの全時間）を与える必要があります。既定値は、詳細設定ダイアログで設定された「キャリブレーションステップサイズ」です。昼間に、マウントやキャリブレーションの問題をデバッグする場合は、マウントの音を聞いて（見るのではなく）、PHD2 からのコマンドを受け取っているかどうかを判断してください。ここでの考え方は、マウントが PHD2 のガイド コマンドに応答しているかどうかを判断することです。マウントの動きは見えませんが（ガイド速度で動いています）、モーターの音は聞こえるかもしれません。その他、モーターやギアを見たり、スコープにレーザーポインターを取り付けてかなり遠くのものを狙ったり（動作を増幅させるため）することもできます。夜間のテストでは、[ここで](#) 説明されている「スタークロス」テストを実施するのが良いでしょう。初心者の方は、プラネタリウムやイメージングアプリケーションが行う旋回操作と、PHD2 が行うガイド操作を混同してしまふことがあります。画像処理アプリが望遠鏡を正しく旋回させることができても、そのマウントがガイド可能かどうかについては何もわかりません。

ディザリングは、主に PHD2 サーバーインターフェースを使用した画像撮影や自動化アプリケーションで使用されます。しかし、ダイアログの下部にあるコントロールを使って、手動でディザリングを行ったり、ディザ設定を試したりすることができます。左側の「ディザ」量フィールドは、マウントを移動させる量をピクセル単位で制御します。右側の「スケール」スピンコントロールを使用することで、この量をスケールする（つまり定数を掛ける）ことができます。この2つのコントロールは、ディザリングに使用される最大移動量（スケール × ディザの積）を設定します。「ディザ」ボタンをクリックすると、PHD2 がマウントを東西南北のいずれかの方向に、設定した制限値以下の任意の量だけ移動させます。「赤経(RA)のみ」チェックボックスは、ディザの調整を東または西のみに制約します。もちろん、この方法で手動ディザを行う場合、撮像カメラが露出中でないことを確認する必要があります。

スタークロステストツール

スタークロスツールは、この [トラブルシューティング](#) の章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反応をテストするのに役立ちます。この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方がよいでしょう。スタークロスツールでは、次のようなダイアログが表示されます。

×

スタークロステスト

構成

ガイド速度、n.n x 恒星時:

0.50

▲▼

テスト概要

各方向の
ガイド総時間 (秒):

12

▲▼

テスト時間の合計 (秒):

96

▲▼

テスト詳細を隠す

テスト詳細

ガイドパルスの数:

12

▲▼

パルスサイズ (ms):

1000

▲▼

リセット

パラメータを確認・調整し、「スタート」をクリックして開始します。

スタート

ストップ

このテストは、メインの画像カメラを使用して画像を露出していることを前提としていますが、PHD2 はそのために使用されている画像スケールを認識していません。メインカメラの画像にはっきりとした模様が現れるように、十分な大きさの設定をする必要がありますが、すべての星が視野から外れてしまうほど大きくはありません。既定の設定は、ほとんどのセットアップでうまく機能するはずですが、必要に応じて調整することができます。重要なのは、メインカメラの画像で星の動きを明確に記録し、その画像を生で非圧縮のフォーマット（例えば FITs や非圧縮の TIF）で保存することです。このテストでは、ルーピングは有効ですが、ガイド星は選択されず、個々の星がガイドカメラのフレームから外れても問題ありません。ループが有効なのは、マウントが動いているかどうかを視覚的に素早く確認するためです。

子午線反転キャリブレーションツール

子午線反転キャリブレーションツール（ウィザード）を使用して、[子午線反転後の逆赤緯出力](#) 設定の正しい値を自動的に決定します。ウィザードを実行するには、架台の東側にある望遠鏡と西側にある望遠鏡で 2 回のキャリブレーションを行う必要があります。必要に応じて、望遠鏡を回転させる（子午線反転）ように指示されます。これは、使用するマウントの種類ごとに 1 回だけ実行する必要があります。ウィザードのダイアログに表示されるすべての指示に注意深く従う必要があります。従わなかったり近道をしたりすると、結果が無効になり、単に時間を無駄にだけです。

彗星追尾

彗星を撮影する場合、PHD2 が彗星の頭部をガイド星として使用する方法がありますが、この方法は必ずしもうまくいかない場合があります。例えば、彗星の頭部はガイドに適した星のような中心を示さないことがあります。また、オフアクシスガイドを使用する場合、ガイドカメラに彗星が映らないこともあります。

PHD2 には、彗星をガイドすることが困難な場合に使用する「彗星追尾」ツールがあります。これは、通常の星でガイドを行うが、彗星の動き（追尾率）に合わせてロック位置を徐々に移動させるというものです。

PHD2 への彗星追尾率の提供方法は、3 種類あります。

- 一部のプラネタリウムアプリケーション（特に Cartes du Ciel）は、その速度を直接 PHD2 に送信することができます。
- 追尾率を手動で入力することも可能です。
- PHD2 では、撮像カメラで彗星を一定時間追いかけることで、追尾率をトレーニングできます。

彗星追尾

×

有効化

レート

X

Y

単位

☒ ピクセル/時 ☐ 秒角/時

軸

☒ カメラ (X/Y) ☐ マウント (RA/Dec)

レートトレーニング

スタート

ストップ

彗星を撮影用カメラの中央に導入する。
ガイド星を選定後、ガイドをスタート。
開始をクリックするとトレーニングが始まる。

手動で入力する場合は、単位に [秒角/時]、軸に [マウント(RA/Dec)] を選択し、彗星の天体暦からその値を入力してください。もし、「MinorPlanetCenter」のウェブサイトからレートを取得する場合は、「Separate RA and Declination coordinate motions (赤経と赤緯の座標運動を分離する)」のオプションを選択する必要があります。PHD2 が自動的にレートを調整し、天空の見かけの運動を計算します。

彗星レート トレーニングの仕組みは次のとおりです。

まず、撮影カメラで彗星の中心を合わせます。撮影アプリケーションにレチクル表示のようなものがあれば、それを使って撮影センサー上の彗星の正確な位置をメモしておくといでしょう。この準備ができれば、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」をクリックし、トレーニングを開始します。

画像処理アプリケーションのフレームとフォーカス機能を使って、画像処理カメラで短い露出を連続的に撮影します。時間の経過とともに、彗星はスタート地点から遠ざかっていきます。PHD2 の ロック位置の調整操作で、彗星をスタート地点に戻します。PHD2 の Up/Down/Left/Right の操作に対して、撮影カメラのセンサー上で彗星がどの方向に動くかは、少し試してみる必要があるかもしれません。ロック位置の調整ウィンドウの [常に最上部に表示] ボタンを有効にすると、画像処理アプリケーションの最上部にコントロールが表示されたままになるので便利です。

彗星を再中心化すると、PHD2 が彗星追尾率をすぐに学習します。PHD2 が彗星を追尾していることを確認したら、[ストップ] をクリックして、トレーニングを終了します。PHD2 は、[有効化/無効化] ボタンで彗星追尾を無効にするまで、彗星を追尾するためにロック位置を移動させ続けます。

内蔵のカメラシミュレータを使って、彗星トレーニングを練習することができます。メイン画面/カメラ設定ダイアログの [彗星] にチェックを入れると、シミュレータに彗星が表示されます。彗星のスタート地点に目印をつけ、「ロック位置調整」コントロールを使って、彗星を目印の位置に戻すことができます。

ロック位置

PHD2 は通常、キャリブレーション終了時にガイド星が位置する「ロック位置」を設定します。キャリブレーション手順の詳細によっては、キャリブレーション開始時の星の位置が正確でなく、数ピクセルずれている可能性があります。キャリブレーション後に目標を正確に中央に合わせようとする場合、[ロック位置保持] を使用するとよいでしょう。キャリブレーション前にガイド星をクリックし、「ツール」メニューの「ロック位置の調整」ダイアログで [ロック位置保持] を設定することで実現します。キャリブレーションが完了すると、PHD2 は星が「ロック位置保持」の位置に来るまでマウントを動かし続けます。したがって、PHD2 がガイド速度でスコープを再配置する間、キャリブレーション後に追加の遅延が

発生する場合があります。ディザリングなどの操作でロック位置を変更しない限り、ガイドを停止し、その後再開しても、「ロック位置保持」は使用され続けます。繰り返しますが、これにより、PHD2 がマウントを再配置するために必要な遅延を犠牲にして、ガイド星（おそらく画像目標）の厳密な配置が保証されます。

ガイド開始後にカメラセンサー上のガイド星の位置を微調整する必要がある場合は、「ツール」メニューの「ロック位置の調整」機能を使用することができます。



ガイド星を少しずつ（ガイド速度で）微調整するか、新しいロック位置を入力して [セット] をクリックすることで大きく動かすことができます。上/下/左/右ボタンをクリックすると、ロック位置が対応する方向に「ステップ」で示される量だけ対応する方向に移動し、修正されたロック位置が表示されます。新しいロック位置を入力すると、新しい位置が現在の検索領域の外にある場合、ガイド星を失うリスクがあります。このツールは、分光観測などでガイド星や撮像対象を正確に位置決めする必要がある場合に有効ですが、ほとんどのユーザーには必要ありません。

PHD2 サーバー

PHD2 は、ガイド操作を制御する必要があるサードパーティのイメージングおよび自動化アプリケーションをサポートしています。近年、多くの新しい自動化アプリケーションが利用できるようになり、それらのほぼすべてが PHD2 サーバーインターフェイスを使用しています。これを使用することで、PHD2 ガイドの起動/停止、一時停止/再開、ディザリング/セット、キャリブレーション、プロファイルロードなど、PHD2 ガイドに関連するすべての典型的な動作を制御できます。このタイプの自動化アプリケーションを使用するには、「ツール」メニューの「サーバーを有効化」オプションが有効になっていることを確認する必要があります。このオプションを有効にすると、PHD2 がネットワーク接続を使用できるように OS のファイアウォールを設定する必要がありますが、これは通常 PHD2 のインストールの一部として行われるものです。

サーバ API のドキュメントは、[PHD2 Wiki](#) で公開されています。

PHD2 キーボードショートカット一覧表

＜ショートカット＞	＜ 機能 ＞
F1	ヘルプ
Ctrl-C	接続機器画面を開く
Shift-Ctrl-C	全ての機器を接続する
Ctrl-L	露出ループ
Alt-S	ガイド星の自動選択
Ctrl-G	ガイド
Ctrl-S	停止
Ctrl-D	アラートを閉じる
Alt-C	キャリブレーションの参照
Ctrl-O	キャリブレーションをクリア（強制的に再キャリブレーションを行う）
Ctrl-A	詳細設定を開く
B	ブックマークの表示／非表示を切り替える
Ctrl-B	ブックマークを全て削除する
Shift-B	ロック位置のブックマーク
Shift-Ctrl-M	手動キャリブレーションを入力する
Shift-Click	強制的にフルフレーム画像を表示する

トラブルシューティングと分析

一般的トラブルシューティング

2013 年の最初のリリース以来、世界中の何千人ものユーザーが参加した PHD2 の現場経験から、人々が“ガイドの問題”と考えていることの 99%は、実際にはまったくそうではないことがわかりました。その代わりに、それらは通常 2 つの原因から来るものです。

- 1) ユーザーによる操作ミス
- 2) マウントまたはマウントに乗っている物理的な機器の機械的な問題

困難にぶつかり、思うような結果が得られないときに、このことを思い出すことが重要です。PHD2 ウェブサイト（またはこの内蔵ヘルプ）のドキュメントを注意深く調べ、「最善の方法」ドキュメントに記載された手順に従い、PHD2 サポートフォーラムの「検索」ツールを使用することにより、操作ミスを防ぐことができます。YouTube の動画は、PHD2 プロジェクトに近い人物が作成した場合を除き、品質にばらつきがあり、誤解を招いたり、時には良いアドバイスと悪いアドバイスが混在していることもあるので、見るときには注意が必要です。よくある間違いのひとつに、PHD2 のガイドパラメータを乱暴に変更し、セットアップに存在する機械的な問題を修正しようとする試みがあります。これは事態を悪化させるだけです。PHD2 が計算する既定のガイドパラメータは、新プロファイルウィザードで入力されたパラメータを反映しているため、すでに設定に合わせて調整されています。機器の挙動が良ければすぐにでもそれなりの結果が得られるはずですし、そうでない場合は操作ミスや機械的な問題があるのでしょうか。機械的な問題に直面するのは悔しいことですが、修理やその影響を軽減しようとする前に、問題を切り分け、特定し、理解することが重要です。機械的な問題は、簡単に解決できるものではありません。たとえ一時的に治まっても、必ず戻ってくるのです。先週、あるいは昨夜までうまくいっていたものが、もううまくいかなくなることもあります。

PHD2 やその他のガイドソフトウェアは、ガイドに必要な精度のレベルが非常に高いため、しばしば悪い知らせを伝えます。現代のガイドカメラは、人間の髪の毛の太さが約 50 ミクロンであるのに対し、数ミクロン単位で動きを計測することができます。ガイドを試すまでは、メーカーによってさえ、このレベルの精度で機器のセットアップがテストまたは測定されたことはおそくないでしょう。初心者は、スコープとマウントが十分に旋回し、空を適度に追跡し、様々なプラネタリウムアプリケーションで文句なしに動かすことができ、見た目もよくできているので、機械的な問題を否定することがよくあります。さらに悪いことに、高価だったのです。しかし、1 時間ごとに、地平線から地平線まで、サブ秒角の精度で空を追跡するために、あらゆる機器をそろえようとするならば、そんなことはどうでもいいことなのです。幸いなことに、ほとんどの機械的な問題は、かなり簡単に、あるいは少なくとも大きな経済的負担をかけることなく、解消または軽減することができます。ほとんどの販売業者は、注意深く文書化されている限り、問題解決に協力することを望んでいます。PHD2 はそのための優れたツールです。ほとんどの人にとって、問題を解決するためのコストは、トラブルシューティングに費やす時間、イメージングの機会の損失、および一般的な期待外れから生じます。しかし、これらの問題は趣味の一部であり、ほとんどの成功したイメージャーはそれらを解決する方法を学んでいます。

望遠鏡のマウントで一般的に見られる機械的な問題の種類に慣れていない場合は、こちらで簡単に紹介されています。 [マウントの一般的な問題](#) また、ガイドスコープ、カメラ取り付け、ケーブルの取り回しなど、メインスコープやマウントへの撮影関連機材の取り付け方によっても、さまざまな問題が発生することがあります。これらの部品がたるんだり、引きずったり、勝手に動いたりすると、マウントの追跡問題に見せかけて、不要なガイド星の動きが発生します。もし、全体的なガイド結果に満足できない場合は、慎重かつ体系的に原因を特定する作業を進めるべきです。トラブルシューティングの簡単な対策を次に示します。

1. 新しいプロファイルウィザードで入力したパラメータが正確であることを確認してください。－ガイドスコープの焦点距離、マウントガイドの速度、カメラのピクセルサイズを手動で入力する必要がある場合は、それを入力してください。間違いが見つかった場合は、手動で修正しようとせず、新しいプロファイルウィザードを再実行します。
2. 安定した、合理的な見栄えの空の画像を提供する信頼性の高いカメラ運用を心がけてください。この領域で問題が発生した場合は、次の手順で対処してください。[カメラのタイムアウトと接続の問題](#)
3. 2秒のガイドカメラ露出を使用する場合、ガイドカメラのピントが合っているか、失われた星のメッセージが頻繁に表示されないか確認してください。ピントを合わせるためのコツはこちらで解説しています。[星のプロファイルツール](#) 同じメーカーの撮影用カメラとガイドカメラを使用している場合、PHD2 が正しいカメラに接続されていることを確認してください。
4. 機械的なポーラアライメント（天体の極から約 10 分角以内のもの）を適切に取ります。これを行うには、マウントまたはウェッジの機械的調整が必要です – そのためには、留め具を緩めたり、ノブを回したりする必要がある、ソフトウェアだけではできません。ポーラアライメントスコープ、高倍率アイピース、ポーラアライメントを補助する他のアプリ、または PHD2 のポーラアライメントツールのいずれかを使用することができます。高い精度は必要ありません、“近い”だけで十分なのです。
5. PHD2 で使えるキャリブレーション、つまりエラーメッセージや “警告” を発生させないキャリブレーションを実現することに集中してください。場所の条件が許せば、 $-20 \sim +20$ 度の赤緯範囲と赤経（時角）でスコープをポイントして、スコープを東西の地平線より十分に上に向けた状態でキャリブレーションします。現場での視認性に制約がある場合は、上記の目標にできるだけ近づけてください。エラーメッセージ（キャリブレーションの失敗）が表示された場合、または画面の上部に警告メッセージが表示された場合は、次のアドバイスに従ってください。[キャリブレーションの問題](#) キャリブレーションは、その後に続くすべてのガイド活動の基礎となるため、このステップで実行可能な結果を得ることが重要です。
6. [ガイドアシスタント](#) ツールを使って、ガイドなしでマウントがどのように追跡し、どのように動作するかを調べます。ガイドアシスタントを使用して赤緯バックラッシュを測定し、測定作業が終了したら、表示される推奨事項を適用してください。その作業中に、大きく突然のガイド星の回遊や、その他の不可解な結果が出た場合は、まずその問題を解決してください。
7. 同じ領域で、15～20 分のガイド作業を実行します。状況を改善しようとして、ガイドパラメータを変更しないでください。

8. PHD2 ログビューアツールを使用して、結果を分析し、明らかになった問題を解決するための戦略を立てます。PHD2 のサポートフォーラムで、この作業を行うための助けを得ることができます。

ガイド星の大きなたわみ

ほとんどのユーザーは最終的に、ガイド星がロック位置から大きく急激に遠ざかるように見える状況に遭遇します。これらの問題の大半は、マウントやPHD2 のガイドコマンドに起因するものではありません。マウントの上に乗っているギア、特にガイドカメラとガイドスコープの装置で、不要な機械的動きが発生することがほとんどです。これは、赤緯で大きなたわみが発生する場合に特に当てはまります。これは、赤緯モーターが受信する非常に短く、比較的まれなガイドコマンドを実行する場合を除き、通常はアイドル状態であるためです。望ましくない機械的な動きは、通常いくつかの原因から発生します。

1. マウントが対象物を追跡している間に変化する重力の結果、ガイド装置の様々なコンポーネントの小さな動き
2. ケーブル（特にガイドカメラに接続されているもの）の引きずり、巻き付き、引っかかり
3. 突風または、あまり一般的ではないカメラフィルターの変更、オートフォーカス、またはミラーの動きによる影響
4. バックラッシュ補正のためのマウント機能の使用 - PHD2 ガイドでは使用しないでください。

これらを問題の原因となる可能性があるとして拒否する前に、前の項目で説明した小さな測定スケールと公差についてももう一度考えてみてください。多くのガイド設定では、わずか5ミクロンの移動で、星の直径の何倍にも相当する6秒角以上の見かけ上の追跡エラー（ガイド星のたわみ）が発生することがあります。すべての機器、すべてのネジ、すべての可動部品は、このわずかな量によって、自ら移動する可能性があります。ケーブルが意図的に配線を行った場合でも、特定の空の位置で、または子午線の反転後に、ケーブルが拘束されたり引っ張られたりすることがあります。ケーブル結束バンドやリブ付きプラスチックケーブルガイドは、小さな突起があり、マウントの固定部分に一瞬引っかかることがあります。大きなたわみがある場合、これらのことが関係しているかどうかを判断するのは簡単です。PHD ログビューアツールで注目する時間を拡大し、たわみの直前に、それに対応する移動方向への大きなガイドコマンドがあったかどうかを確認するだけです。ほとんどの場合、このようなことはなかったと分かるはずです。赤緯バックラッシュ補正を使用している場合、ガイド作業の最初に起こることもあります。そういった事象はすぐに消えるはずです。赤経で急激なたわみが発生した場合、赤経のモーターが連続運転するため、解析は容易ではありません。しかし、その場合でも異常に大きく、ランダムな空間でのたわみは、赤経駆動システムのエラーというよりも、ここで述べたような機械的な問題から発生する可能性が高いです。

カメラのタイムアウトと接続の問題

ガイダー画像がダウンロードされない、表示されないという問題が発生する場合があります。 極端な場合、PHD2 や他のカメラ関連アプリケーションが応答しなくなる（手詰まりする）こともあります。 この現象は、ほとんどの場合、ハードウェア、カメラドライバ、または接続の問題によるもので、最も一般的な原因の 1 つは、USB ケーブルまたは機器の不具合です。 PHD2 のようなアプリケーションが原因である可能性は極めて低いので、システムの下層部から調査を開始する必要があります。

これらの問題を検出し、この “手詰まり” を回避するために、PHD2 はカメラのタイムアウト/再試行機構を使用しています。このタイムアウト値は、[詳細設定](#) の「カメラ」タブで設定し、既定値である 15 秒を使用します。これは、PHD2 がカメラからの画像を受信するために、露出完了予定時刻から最大で 15 秒待つことを意味します。これは非常に余裕のある時間であり、ほとんどのカメラでうまく機能するはずです。タイムアウトが発生すると、PHD2 は自動的にカメラの接続を解除し、再接続を試みます。画面の上部にアラートメッセージが表示され、タイムアウトイベントと、再接続の試行が成功したかどうかが通知されます。 再接続が成功したかどうかに関係なく、注意が必要な何らかのハードウェアの問題があります。

ここで、再現してから問題を特定するための手法を紹介します。

1. PHD2 が最新版であることを確認してください – 開発版と、カメラドライバの最新版を用意します。カメラ業者の中には、頻繁にソフトウェアの変更を行うところがあり、PHD2 が使用するソフトウェアライブラリもそれに合わせて変更する必要があります。これらのアップデートが後方互換性がない場合、すべてを最新バージョンで実行するほかありません。
2. ガイドカメラが基本的に機能していることを確認します。カメラからコンピューターへの短い直接ケーブルを使用し、カメラに付属の純正アプリケーションまたはテストアプリケーションで露出を取得してみてください。
3. ステップ 2 を繰り返しますが、アプリケーションとして PHD2 を使用します。 昼間はカメラに接続して 1-2 秒の露出をそれなりに長くループさせるだけで OK です。昼間は PHD2 の表示が真っ白になることが多いのですが、エラーメッセージが出ずにループが続いていれば、大丈夫です。このステップで問題が発生しても、それが PHD2 の問題であるとは限りません。他の多くのアプリがビデオストリーミングモードでカメラを使用するのに対し、PHD2 は単一露出モードでカメラを使用しているという違いがあります。単一露出モードでは、カメラとのデータのやり取りが多くなり、ドライバーでタイミングの問題が発生する可能性があります。

4. ステップ 3 で失敗を誘発できない場合は、撮影カメラを追加してください。画像処理アプリケーションを使用して、PHD2 が行っていることと並行して露出をループさせます。これにより、USB システムの通信と帯域幅の問題を明らかにすることができます。
5. ステップ 4 で長期間にわたって問題が発生しない場合、最初に問題が発生したときと同じ USB ケーブルとホストコンピュータを使用してください。すでにそうしている場合は、他の可能性を検討する必要があります。
 - この問題は、気温に関係している可能性があります。おそらく、夜間の寒い環境では発生しますが、昼間は発生しません。
 - OS が節電のために 1 つ以上の USB ポートを一時停止している可能性があります。Windows 10 以降のリリースでは、このような問題が多くなっています。Windows のデバイスマネージャーを使用して、USB「ハブ」または USB コントローラを参照しているすべての項目を検索します。これらの項目ごとに、プロパティダイアログを開き、[電源管理] タブをクリックします。OS が電源管理の理由でデバイスを一時停止できるようにするアクセス許可を無効にします。
 - テスト用コンピュータの電源が、画像処理に使用するコンピュータの電源と同じであることを確認します。この時点では、どちらも A/C 電源で動作しているはずです。
 - この問題は、ケーブルの接続が緩んでいることが引き金になっている可能性があります。

タイムアウトの問題を再現できる場合、まず USB ケーブル、次にシステム上の他の USB コンポーネントに注目します。USB 関連の問題の原因としては、以下のようなものがあります。

- USB ケーブルの品質が低い、または少し傷んでいる - 近年、カメラメーカーの中には、カメラと一緒に低品質の USB ケーブルを出荷するところもあるため、カメラに付属のものが使えるとは思わないほうがよいでしょう。また、画像処理中は過酷な環境で作業するため、使用する部品の多くは寒冷地や屋外での使用を想定していないことも忘れてはいけません。
- USB-2 カメラと USB-3 ポートに挿したケーブル。これらの組み合わせは後方互換性があるとされていますが、それはハードウェアレベルの話であって、ドライバの実装には悪影響が出る可能性があります。
- OS による USB ポート停止（上記ステップ 5b）
- ガイドカメラへのわずかな電力供給 - メイン撮像カメラにはおそらく独自の電源がありますが、ガイドカメラなどの他のデバイスは通常、USB ケーブル経由で給電されます。特にノートパソコンや安価なパソコンでは、給電可能な USB ハブを使用してカメラに電力を供給してみるのもよいでしょう。また、寒冷地での使用や最大長のケーブルを使用する場合にも、この方法が必要になることがあります。

この時点で問題の切り分けができない場合、他にもいくつか見るべきところがあります。

- USB ポートと USB コントローラーのツリー構造をマッピングするには、Microsoft ツール (USB ビュー) を使用します。
- 画像処理用カメラとガイドカメラを別々の USB バスで管理できるポートを選んでみてください。
- 別のカメラドライバーを使用してみてください。多くのメーカーが ASCOM とネイティブ ドライバーの両方を提供しているため、使用していないドライバーを試してください。バグ修正と互換性に関して、一部の ASCOM ドライバーがネイティブ ドライバーに遅れをとることは珍しくありません。
- 問題が USB 全体の帯域幅に関連しているかどうかを確認し、USB の総使用量を減らしてみてください。
 - a. 可能であれば、撮像カメラの USB 使用制限を緩める – 多くのドライバはそれを可能にします。
 - b. 画像スケールが 6 秒角/px を超える結果にならない限り、ガイドカメラを使用しない。
 - c. カメラドライバが対応している場合は、PHD2 のサブフレームを使用します。
 - d. 撮像中に他のプロセッサ負荷の高いアプリケーションを実行したり、プラネタリウムのアプリケーションでデバイスや他のアプリケーションを高速で操作しないでください。

キャリブレーションとマウント制御の問題

PHD2 を使い始めたばかり、または初めて新しい機器に接続する場合、キャリブレーションがうまくいかないことがあります。この問題は、1) マウントが赤経と赤緯で十分に移動しなかったためにキャリブレーションが完全に失敗した場合、2) キャリブレーションは完了したが結果が疑わしい場合、の 2 つの形態に分かれます。どちらの場合も、PHD2 画面の上部にアラートメッセージで表示されます。キャリブレーションが失敗した場合、やはり 2 つの理由が考えられます。

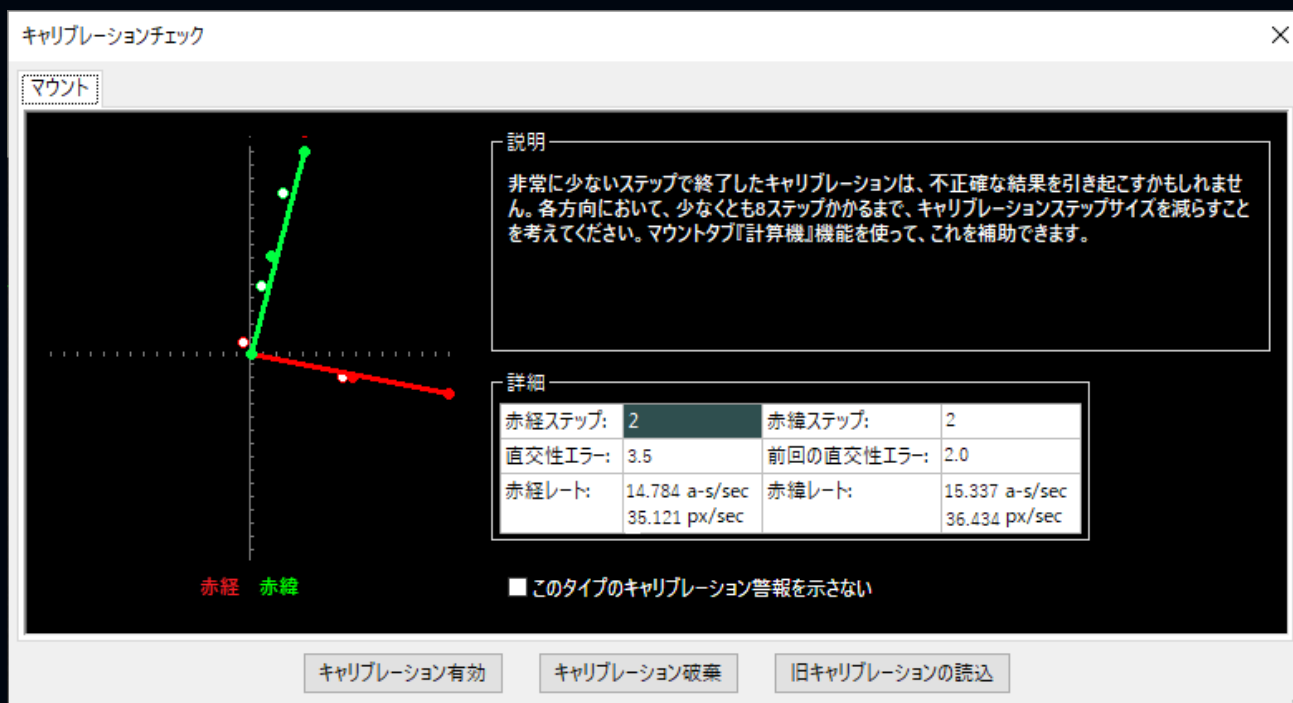
1. **マウント/接続の問題や操作ミス** – これらは、最も一般的な問題の発生源です。これらのトラブルシューティングに最適なツールは、「ツール」メニューの「手動ガイド」ダイアログまたはスタークロステストで、このヘルプドキュメントの [ツール](#) の章で説明されています。画像表示画面で星を見ながら、「手動ガイド」画面で方向キーを使い、マウントに直接コマンドを送るだけです。ガイドパルスの量は、最低でも数秒とかなり大きくして、マウントが動いているかどうかははっきりわかるようにします。マウントを 4 方向に動かしてみて、目的の星がほぼ同じ量だけ動いていることを確認します。マウントが反応しない場合は、ハードウェアか接続の問題があることが

わかります。操作上、天の極の近くを指している場合、またはマウントが適切に初期化されておらず、固定されておらず、恒星数で追跡されていない場合、キャリブレーションを完了することはできません。Shoestring デバイスを使ってマウントに接続している場合は、そのインジケータランプを見て、コマンドが届いているかどうかを確認します。同様に、ST-4 対応ガイドカメラには、ガイドコマンドを受信したことを示すインジケータランプがある場合があります。マウントに ASCOM 接続を使用している場合、COM ポートの割り当てが正しく、機器に適した ASCOM マウントドライバを選択していることを確認してください。ASCOM ドライバがマウントと正しく通信していることを確認するために、POTH など ASCOM が提供するいくつかのツールを使用することができます。パルスガイドを確実にサポートするために、マウント用の ASCOM ドライバの最新バージョンを使用するのが最善です。

2. **キャリブレーションのステップサイズが正しくない** – 新しいプロファイルウィザードを使用して、焦点距離、カメラのピクセルサイズ、マウントのガイドスピードが正しい値であれば、キャリブレーションで使用する「ステップサイズ」はすでに正しいはずです。ただし、初心者の方は、これらのパラメータに誤った値を入力することが多いので、確認が必要です。プロファイルを手作業で定義または修正した場合（悪い考えです）、またはマウントのガイド速度設定を変更した場合は、[詳細設定](#) の「ガイド」タブで「キャリブレーションステップ」パラメータを調整する必要があります。そこにあるヘルプコンテンツに、このパラメータの使用方法が書かれているので、すぐに問題を解決できるはずです。しかし、新しいプロファイルウィザードを注意深く使ったにもかかわらず、ガイド星の動きが小さすぎる、あるいは全くないという問題が発生した場合、おそらく問題は別のところにあるのでしょう。

キャリブレーションチェックとアラート

また、キャリブレーションが完了しても、PHD2 が “一部の結果に疑問があります” というキャリブレーション警告メッセージを表示することがあります。これらのメッセージは、キャリブレーションが失敗したり、使用できなくなったりすることを意味するものではありませんが、結果の一部が全く正しく見えないことを警告するものです。このような「キャリブレーションチェック」ダイアログでは、問題の説明とキャリブレーション結果のいくつかの詳細が表示されます。



現在、PHD2 がキャリブレーションの一環としてチェックしているものは4 つあります。

- ステップ数が少なすぎる（上図）** - この問題は、マウントが実際に正しく動作していれば、簡単に解決することができます。西と北の両方のキャリブレーションで少なくとも8ステップになるまで、キャリブレーションステップサイズを下方に調整するだけです。新しいプロファイルウィザードを使用して設定を行った場合、キャリブレーションステップサイズの良い開始値はすでに設定されています。その場合、この警告は、新しいプロファイルウィザードでパラメータの入力が間違っているか、マウントガイドの速度が変更されたことを示唆しています。これらを確認して、正しいことを確認する必要があります。赤経と赤緯のステップ数が大幅に異なる場合は、2軸で異なるガイド速度設定を使用していない限り、赤緯バックラッシュの証拠が見られると思われます。
- 直交性エラー** - カメラ軸は本来垂直であるべきですが、通常は独立して計算されます。角度の計算はそれほど精度を必要としませんが、著しく直交していない場合は、キャリブレーションをやり直す必要があります。このタイプのアラートが繰り返し表示され、軸が著しく直交していない場合は、問題を特定し修正する必要があります。一般的な原因は、極座標のアライメント不良、大きな赤緯バックラッシュ、または赤経の大きな周期的な誤差です。これらの問題は、PHD2 が他の軸の動きを測定している間に、ガイド星が一方の軸で大きく動いてしまう可能性があります。これらの問題が疑われる場合は、先にキャリブレーションを受け入れ、その後、ガイドアシスタントを実行して、極アライメント誤差、赤緯バックラッシュ、および赤経トラッキング誤差を測定してください。また、マウントが全く動いておらず、測定された星の変位がシーイング効果によるものである場合もあります。この種の問題は、ダイアログの左側にあるキャリブレーショングラフ

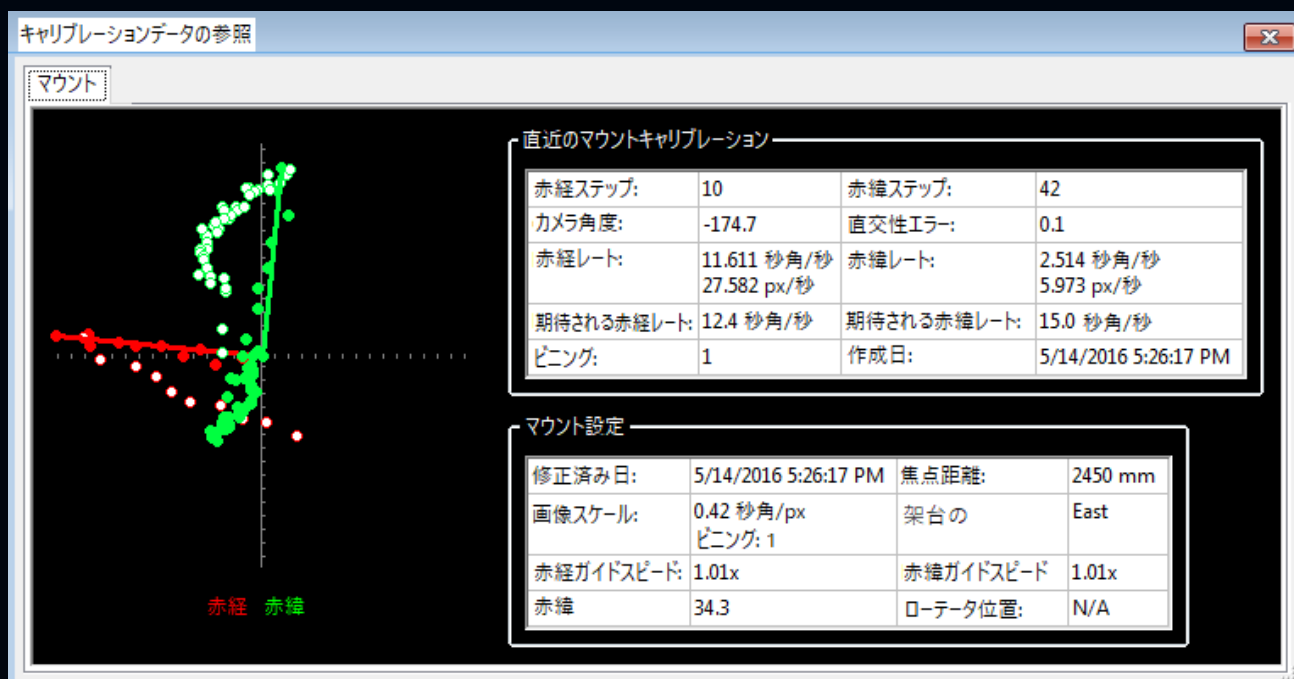
で明らかになるはずですが。軸の誤差が比較的小さく、ハードウェアが正常に動作していると確信できる場合は、詳細設定ダイアログの「ガイド」タブで「赤経と赤緯が直交すると仮定」オプションを設定すれば、この種の警告をさらに避けることができます。

- **疑わしい赤経と赤緯レート** – マウントから報告されたガイド速度が正確であると仮定すると、赤経のガイド速度の測定値は、赤緯のガイド速度とほぼコサイン（赤緯）の係数で関連しているはずですが。つまり、スコープを極に近づけるほど見かけの赤経率は小さくなります。PHD2 は、どのレートが間違っているかを特定しようとはしません。レートに問題があるように見えることを警告しているだけです。このレートは、極めてシンプルに自分で確認することができます。恒星数の1倍でガイドする場合、赤緯ガイド率は約 15 秒角、恒星数の 0.5 倍でガイドする場合、赤緯ガイド率は 7.5 秒角、といった具合です。**赤緯率が赤経率よりも大幅に小さい場合は、多くの場合、かなりの赤緯バックラッシュを示しています。**この警告を発したキャリブレーションを使用すると、実際のガイドレートが測定値よりも大きい可能性があるため、赤緯ガイドのオーバーシュートにつながる可能性があります。この問題を回避するには、キャリブレーションを開始する前に、赤緯バックラッシュを手動でクリアする必要があります。これは 2 つの方法のいずれかで行うことができます：1) マウントの最後の回転方向が北であることを確認するか、2) ハンドコントローラを使用して手動でマウントを北（「上」矢印）にガイド速度で 10 ～ 20 秒間移動します。
- **矛盾した結果** – キャリブレーション結果が前回使用したキャリブレーションと大きく異なる場合、アラートメッセージが表示されます。これは、設定を変更したために起こる可能性があります。しかし、新しい設定用に別のプロファイルを作成することを検討する必要があるかもしれません。そうすることで、PHD2 は各プロファイルの設定を記憶し、簡単に切り替えることができます。もし、設定を変更していないのであれば、なぜこのように結果が異なるのか、その原因を探る必要があります。

これらの警告では、メッセージの種類に応じて、関連するデータフィールドが強調表示されます。警告を無視する（「キャリブレーション有効」）、キャリブレーションを再実行する（「キャリブレーション破棄」）、または前回の良好なキャリブレーションを復元する（「旧キャリブレーションの読込」）を選択することができます。3 番目のオプションでは、キャリブレーションを後日まで延期し、最後に良好なキャリブレーションデータを使用してガイドを開始することができます。同じトピックのアラートが繰り返し表示され、本当に問題がないと確信した場合、「このタイプのキャリブレーション警報を示さない」チェックボックスを使用して、そのタイプのアラートを今後ブロックすることができます。しかし、PHD2 が使用するキャリブレーションチェックは様々な機器に有効であり、ほとんどのユーザーはこれらのキャリブレーションアラートがまったく表示されないことに注意してください。

赤緯バックラッシュ

キャリブレーションの問題で最も多いのは赤緯のバックラッシュで、これはほとんどのギアードマウントにある程度存在するものです。バックラッシュは、軸の運動方向が逆になったときに発生します。モーターが回転しているにもかかわらず、望遠鏡がすぐに逆方向に動き出さないことがあります。その原因は、ドライブレインのギアの噛み合わせが緩いことが一般的です。多くの安価なマウントでは、軸が正しい方向に動き始めるまでに数秒かかることがあります、これがキャリブレーションやガイドの結果の悪さにつながる場合があります。次のキャリブレーションレビューダイアログの例を考えてみましょう。



この問題の最初の手がかりは、2 軸のキャリブレーションに必要なステップ数（赤経は 10 ステップ、赤緯は 42 ステップ）を比較することで得られます。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ため、マウントが一貫して赤緯方向に動いていなかったことを示しています。これは、ガイドコマンドが北から南に逆になったときの赤緯点（薄緑）の“さまよう”動作も説明しています。最後に、2 つの軸のガイド速度設定が同じであるにもかかわらず、計算された赤緯率は赤経率よりもはるかに小さいです。実際、これによってキャリブレーション警告ダイアログが表示されたはずですが、ここには 2 つの問題があります。まず、キャリブレーションの結果が悪いので、より正確な赤緯ガイド率を測定するために、キャリブレーションを繰り返す必要があります。第二に、たとえ赤緯ガイド率が正しくても、赤緯の方向転換時にマウントが悪い動きをする可能性があることです。

次の手順を実行すると、キャリブレーションを改善できます。

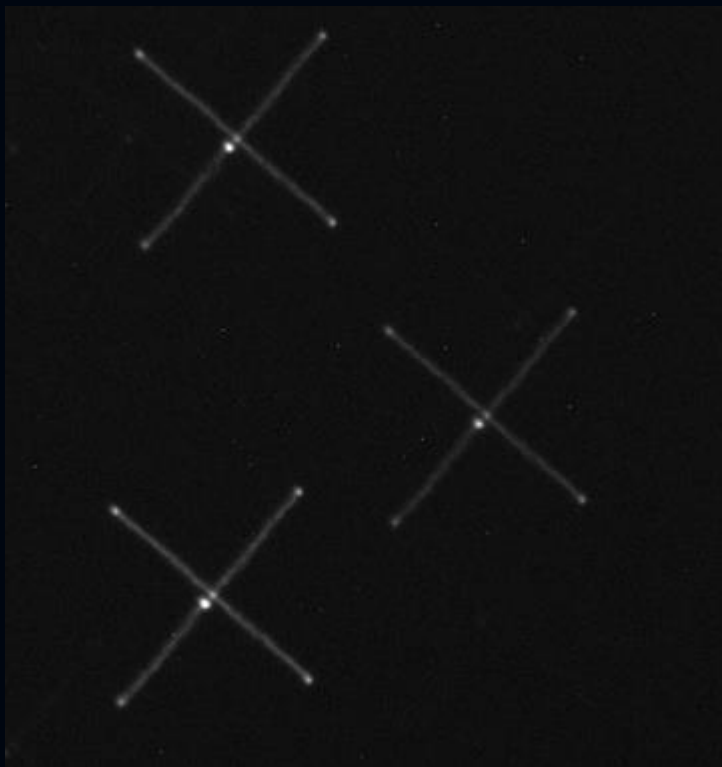
- 使用可能な星があるフィールドで、できれば赤緯 = 0 付近、天の子午線から 15 度以内の場所で、ガイドカメラのループ露出を開始します。

- ハンドコントローラーを使い、ディスプレイの星が動くまで、マウントを北（'up' 矢印）に移動させます。
- キャリブレーションを開始する。

これで、マウントの赤緯のバックラッシュはほとんど解消され、キャリブレーションの結果も良くなるはずです。バックラッシュの問題は、一般的にマウントに何らかの機械的な調整が必要です。マウントのガイド速度が 1 倍速に近いものでなければ、マウントのガイド速度を上げることですぐに改善できるかもしれません。また、PHD2 のバックラッシュ補正の設定を使ってみるのも良いですが、バックラッシュが 3 秒以上など大きい場合はうまくいかない可能性があります。バックラッシュを修正できない場合や、管理可能なレベルまで減らすことができない場合は、赤緯に一方向のガイドを選択することを検討する必要があります。そのためには、ポーラアライメントエラーによってマウントがどちらに移動するかを判断し、PHD2 に反対方向にのみガイドするように指示します。（[一方向へのガイドを参照](#)）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」コントロールによって制御されます。たとえば、マウントが全体的に北に流れる傾向がある場合は、ガイドコマンドを南のみに制限します。これは明らかに理想的な解決策ではありませんが、適度に長い露出を使用して良好なガイド結果を得ることができます。多くの方がこのアプローチを選択しています。

マウント制御の基本を検証する - スタークロステスト

警告メッセージが表示されずにキャリブレーションが完了しないという問題が繰り返し発生する場合は、非常に簡単なテストを実行して、マウントがガイド コマンドに応答しているかどうかを確認する必要があります。このテストは、基本的にキャリブレーション中に行われることを模倣していますが、より直接的であり、何が起きているかをよりよく感じることができます。これを「スタークロス」テストと呼びます。アイデアは、メインの撮影カメラのシャッターを開き、ガイドコマンドを送信して、フィールド内の星が独特の十字パターンを描くようにすることです。つまり、次のようなイメージを取得する必要があります。



角度の方向は重要ではありません。それは、ガイドカメラをどのように回転させるかによるものです。重要なのは、十字線が垂直で、中央の始点に対して 4 方向それぞれにほぼ同じ長さを持っていることです。もし、このような画像にならない場合、ガイドに支障をきたすか、あるいは不可能となります。例えば、次のような悪い結果を考えてみましょう。



この例では右上がりのみですが、星が1つの軸に沿って移動していることがわかります。マウントに送られた赤緯ガイドコマンドは、まったく何もしていません。この問題が解決されるまでは、赤緯ガイドが全くできず、キャリブレーションを完了するにも赤緯ガイドを無効にしなければならないでしょう。このほかにも、マウントやガイドケーブル、あるいはマウントの ASCOM ドライバに問題がある可能性が高いなど、さまざまな組み合わせで悪い結果が出る場合があります。PHD2 とは無関係と見て間違いないでしょう。

[スタークロスツール](#) を使用して自動的に実行出来るテストの手順は次のとおりです。

1. マウントガイドの速度を恒星時の 1 倍に設定します。初期パルスサイズを選択します。たとえば、5 秒から始めます。
2. メインカメラで 60 秒の露出を開始します。
3. 西に 5 秒パルス、次に東に 5 秒パルスを 2 回、最後に西に 5 秒パルスを送ります。これで、星はおおよそスタート地点に戻るはずです。ガイドパルスを送った後、5 秒程度待って、コマンドが完了してから次のパルスを送るようにします。
4. 次に、北に 5 秒パルスを送り、南に 5 秒パルスを 2 回送り、最後に北に 5 秒パルスを送ります。これで再び星がスタート地点に戻るはずです。
5. メインカメラの画像がダウンロードされるのを待ち、確認してください。

必要であれば、異なるパルス長を使用することができ、おそらくマウントが反応することを確認するために小さな値を使用します。ただ、メインカメラの露出時間が、ガイド時間の合計に誤差を加えた時間より長いことを確認してください。ほとんどのマウントでは、赤緯のバックラッシュがあるため、星は正確な中心には戻りません（最初の例の画像で確認できます）。しかし、かなり近い位置でなければなりませんし、マウントの赤緯バックラッシュがどの程度あるのか、もっと注意深く見る必要があります。

このテストの利点は、「マウントが指示通りに動くか、動かないか」という基本的なことに絞られることです。PHD2 のガイド設定は関係ありませんから、このテストには関係ありません。テスト結果は、マウントメーカーや、マウントの種類とその典型的な問題を理解している他のユーザーとのコミュニケーションに役立つと思われます。

マウント動作の測定

ガイドの結果がうまくいかない場合、おそらく最初の直感は、魔法の解決策を見つけるために、ガイドのパラメータに乱暴な変更を加えてみることでしょう。これはほとんどうまくいかず、むしろ事態を悪化させる可能性が高いです。新しいプロファイルウィザードの既定パラメータで妥当な結果が得られない場合は、おそらくハードウェアに問題があるため、根本的な原因を特定する必要があります。原因が分

ければ、実際に修理ができなくても、ガイドの結果を改善できるかもしれません – しかし、根本的な問題を理解することは重要です。 マウントが何をしているかを理解するために、次の手順を実行します。

1. ガイドスコープの焦点距離とカメラのピクセルサイズが正しいことを確認し、新しいプロファイルウィザードを使用して、テスト用の新しい機器プロファイルを作成します。 ガイドスコープの焦点距離とカメラのピクセルサイズが正しいかどうかを確認してください。
2. マウントに ASCOM 接続があればそれを使用し、マウントガイド速度を 0.5 倍～1 倍恒星用に設定します。 マウントに搭載されているバックラッシュ補正を無効にします。
3. 2 秒露出で、赤緯=0 付近のガイド星を PHD2 に自動選択させ、スコープを東西の水平線から 45 度以上に向け、シーイングの影響を最小限に抑えます。
4. ガイドアシスタントを 10～15 分ほど実行し、特に最小移動量に関して、ガイドアシスタントの推奨事項を適用します。 赤緯のバックラッシュを測定させます。 この過程でガイド星を見失わないように、大きな追跡領域を使用する必要があるかもしれません。 – 追跡範囲内に複数の星がないことを確認してください。 バックラッシュテストでは、星が北に長く移動するので、カメラフレームの南端に近いガイド星を選び、余裕を持たせてください。
5. GA 作業中にどのような状況になっているかを見てください。 マウントをぶついたり、何か本当に異常なことが起きたら、テストを中止し、その後、再開してください。 目標は、正常に動作しているときのパフォーマンスを測定することです。
6. ガイドアシスタントが推奨する以上のガイドパラメータを変更しないでください。
7. ガイドアシスタントの表に表示される結果を注意深く見てください。 テーブルの項目はそれぞれ、マウントのパフォーマンスについて何か役に立つことを教えてくれます。 これらの結果は、ガイドログにも書き込まれるため、後で分析することができます。
8. 手順 3 でキャリブレーションの警告メッセージが表示された場合は、先に進む前にその問題を解決しておく必要があります。 悪いキャリブレーションでガイドをすると、良い結果が得られない可能性があります。 また、ポーラアライメント誤差が 10 分角以上ある場合は、それを改善してから上記のステップを繰り返してください。
9. 風やその他の “ミス ”による重大なエラーがない限り、PHD2 をさらに 10～15 分ほどガイドさせる。 この間、ガイドのパラメータは一切変更しないでください。

ご自身で解析される場合は、PHD ログビューアツールやチュートリアル「PHD2 ガイド結果の分析」をご利用

用ください。また、PHD2 ベストプラクティスに関する文書も参照されたい。これらの文献はすべて、OpenPHDGuiding.org の Web サイトの「News」タブで閲覧できます。もし、結果を理解するのに手助けが必要な場合は、OpenPHD2 Google フォーラムにガイドとデバッグログファイルの両方を投稿してください。

失われた星

PHD2 がカメラフレーム内の主ガイド星を見つけられないとき、いくつかのことが起こります。

1. 画面が点滅し、「ピッ」という音が鳴ります。音は必要に応じて無効にすることができます（詳細設定/ガイドタブ）が、画面は常に点滅しています
2. ガイドコマンドは発せられず、次のガイドカメラの露出が開始されます
3. PHD2 に接続されている画像処理アプリケーションに失われた星の現象のメッセージが送信されます。
4. 失われた星のメッセージは、低 SNR、低 HFD、低質量、質量変化などの理由を含めてステータスバーに表示されます。

失われた星の現象は、探索領域内の天体がもはや星として識別される基準を満たさない場合に起こります。SNR や全光度（「質量」）が低すぎて、十分な明るさが得られなくなることがあります。あるいは、カメラのセンサーノイズのように見えすぎて、そのサイズ（HFD）が最小半光束直径の設定値よりも低くなっている可能性があります。探索領域内の複数の類似した星を識別する方法として「ガイド星の明るさ・サイズ検出」を使用している場合、星の質量値が許容量以上変化した場合、失われた星の現象が引き起こされることになります。この機能は通常、現在のバージョンの PHD2 には不要であり、無効にすることができます。いずれにせよ、トラブルシューティングの最初のステップは、失われた星の現象の理由と、それが空の状態の悪化、機械的な追跡エラー、または不適切な星の選択パラメータが原因で発生したかどうかを理解することです。初心者にとって、失われた星の現象の一般的な原因は、ガイドカメラの焦点が合っていないことです。[星のプロファイルツール](#) の章で説明されている手順を使用して、ガイドカメラの焦点が合っていることを確認する必要があります。

PHD2 は、拡張ガイド星の回復プロセスのようなものを呼び出すものではありません - 単純に露出を続け、ガイド星が現在の探索領域内に再び現れるかどうかを確認します。これは、雲、突風、または散発的な機械的問題などの短時間または断続的な問題には適していますが、マウントの追跡精度がガイド星を探索領域内に妥当な時間維持するのに十分であると想定しています。失われた星の現象の経過時間が長くなるにつれて、マウントはゆっくりと目標から外れてドリフトし、かなり後で探索領域に再び現れる星はおそらく別の星です。この場合、PHD2 はガイドを再開しますが、元の天体目標は中心から外れ、視野に入らない場合もあります。長期間の星の失われた期間からの回復は、PHD2 ではなく、エンドユー

ザーまたは撮影自動化アプリケーションの責任です。復元を適切に行うには、スコープを元の空のポインティング位置に再度回転させる必要があります。これは、PHD2 には装備されていない手順です。

アラートメッセージ

PHD2 は、メイン画面の上部にアラートメッセージを表示することがあります。これらは一般に、注意を要するエラーまたは診断情報を示しています。通常の操作では、これらのメッセージは表示されませんが、もし表示された場合は、この章で対処方法を決定することができます。

ダークライブラリと不良ピクセルマップのアラート

ダークライブラリまたは不良ピクセルマップを使用する - ダークライブラリまたは不良ピクセルマップを使用すると、PHD2 がホットピクセルやその他のセンサーノイズを星と誤認する可能性を低減できます。このメッセージを無視すると、PHD2 が不注意でガイド星からホットピクセルに切り替わり、正しくガイドできなくなる事態が発生する可能性があります。

フォーマット / 形状の不一致 - ダークフレームと不良ピクセルマップは、使用するカメラのセンサーのフォーマットと一致している必要があります。既存のプロファイルでカメラを変更した場合、既存のダーク/bpm ファイルは使用できなくなり、この警告メッセージが表示されます。このメッセージを表示させないためには、カメラを変えたときに新しいプロファイルを作成する必要があります。新しいダークや BPM を撮影する必要はありますが、元のカメラで使用するために古いファイルを保持することができます。また、PHD2 を間違ったカメラに接続した場合、フォーマット非互換の警告メッセージが表示されることがあります。これは、ガイドカメラとイメージングカメラが同じメーカーのものである場合に特に危険です。接続ダイアログでガイドに使用するカメラを完全に指定することができます。[カメラの ID を指定する](#) 間違ったカメラに接続されていない限り、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す必要があります - 詳細はこちらでご確認ください。[ダークフレームと不良ピクセルマップ](#)

ASCOM アラート

マウント、カメラ、その他の ASCOM 制御デバイスに初めて接続したとき、必要な機能がドライバによってサポートされていないという警告メッセージが表示されることがあります。例えば、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場合、古いドライバで発生する可能性があります。このような状況では、ASCOM のドライバをアップデートすることが唯一の手段です。これらのドラ

イバは、一般的に ASCOM のウェブサイトから入手可能で、場合によっては機器メーカーから入手することもできます。すでに修正された問題に遭遇しないように、これらのドライバの最新版を使用することが原則です。

また、マウント用の ASCOM ドライバに関連する他のアラートメッセージが表示される場合があります。

1. 「マウントする PulseGuide コマンドに失敗しました - ガイドが効かない可能性が高いです。」
これは通常、ASCOM マウントドライバのバグやタイミングに敏感であることが原因で、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的にありません。アラートが表示されることがほとんどなく、ガイド結果に問題がない場合は、無視しても問題ないでしょう。アラート状態であっても、PHD2 はガイドコマンドを発行し続けるので、すぐに対処する必要はありません。アラートが頻繁に表示される場合は、デバッグログを弊社に送っていただければ、ASCOM ドライバの作者に問題を伝えることができます。
2. 「ガイドが停止しました：スコープが旋回を開始しました」これはかなり自明なことです、スコープが旋回したという判断は、ASCOM のマウントドライバから PHD2 に報告されたものです。実際に旋回したかどうかは、PHD2 にはわかりません。ガイドが有効な状態で誤ってスコープを旋回させたのではないと仮定すると、おそらくドライバーのタイミングに問題があると思われます。詳細設定ダイアログの「ガイド」タブで、[マウントが旋回したらガイド停止] というボックスのチェックを外すと、一時的にこの問題を回避することができます。これにより、ガイドを続けることができますが、結果は疑わしいかもしれません。デバッグログには、ASCOM ドライバの作者に問題を説明するのに必要な詳細が記載されているはずです。
3. 「マウントが無効なガイド速度を報告しています」一部の新しいドライバーは標準に従わず、度/秒の正しい単位を使用していないため、意味のないガイド速度を報告します。これが発生すると、PHD2 は報告されたガイド速度を「不明」として扱い、それらを見捨てます。これにより、PHD2 PPEC ガイドアルゴリズムの精度が低下し、キャリブレーションレビューやその他の診断ツールの有効性が低下します。これは PHD2 の問題ではありません。ドライバーの作成者が修正する必要があります。

カメラタイムアウトのアラート

カメラのタイミングやタイムアウトの問題に関連するアラートメッセージについては、前述のとおりです：[カメラのタイムアウト](#)

キャリブレーションアラート

マウントキャリブレーション処理中に、さまざまな警告が表示されることがあります。ここでは、これらについて説明します：[キャリブレーションアラート](#)

最大継続時間制限のアラート

通常のガイド時に、「RA または DEC の最大継続時間制限の設定により、PHD2 がガイド星をロックしたままになっています」という警告メッセージが表示されることがあります。これらのパラメータを既定値から減少させた場合は、元に戻す必要があります。ただし、1 秒を大きく超えている場合は、機械的な問題が発生している可能性があり、修正が必要な場合があります。最も単純なケースでは、ケーブルの引っ掛かり、突風、マウントの衝突などの外的要因で、ガイド星が大きく移動してしまったことが考えられます。そのような場合は、可能であれば問題を修正してガイドを進めるだけで良いです。しかし、それ以外のケースでは、ガイド星のズレが着実に大きくなっているにもかかわらず、まったく修正されていないことがアラートの引き金になっていることがあります。例えば、PHD2 がマウントを南北どちらにも正しく動かせない場合、未修正の累積誤差がやがてアラートの引き金となるポイントに到達します。または、[子午線を超えたら赤緯出力を逆転する]（詳細設定/ガイドタブ）の設定が正しくないために、赤緯ガイドが ” 暴走 ” している可能性があります。このような問題は、診断が必要であり、単に最大継続時間の制限を増やすだけでは解決しません。

画面表示の問題

新規ユーザーから、メイン画面に表示される画像が極端にうるさかったり、ほとんど白一色や黒一色であるとの苦情がよく寄せられます。カメラが機能していて、実際に画像をダウンロードしていると仮定すると、表示の問題は、フレーム内に使用可能な星がないことが原因であることがよくあります。たとえば、屋内または日光の下でカメラをテストしようとする、ほとんどの場合、これらの条件が作成されます。このような状況での画像表示窓の出現は、有益な情報を提供しないため、割り引いて考える必要があります。PHD2 は、夜空の下で本物の星を見ることを目的とした自動画面伸縮機能を採用しています。星が存在しない場合、画面はフレーム内にあるものの最小から最大までの輝度値の範囲を表示するように引き伸ばされます。これが、ノイズの多い、白一色、黒一色の表示結果を引き起こす原因となっています。また、ガイダーのピント合わせがうまくいかないと、画面の不具合が発生することがあります。ガイダーのピント合わせは面倒な作業ですが、良いガイド結果を得るためには重要です。良いテクニックは、まず明るくても飽和していない星から始め、その星で焦点を合わせるようにすることです。その後、徐々に暗い星に移動し、PHD2 星のプロファイルツールでガイド星の大きさを測りながら、ピント位置を微調整します。パーティノフのフォーカスマスクや、他の用途のフォーカスツールを使っても良い結果が得られます。何を使ってもいいわけではありませんが、画面を見てピントを判断しようとするだけで

は、いい結果は得られないと思います。

ホットピクセルと星の選択の問題

ほとんどのガイドカメラで、ホットピクセルの集まりが PHD2 によってガイド星と誤認される問題が発生することがあります。これは、自動化ツールを使用していて、「自動選択」されたガイド星が誤ってホットピクセルを選択してしまう場合に特に問題になることがあります。多くのカメラでは、単純なダークフレームでホットピクセルの問題を軽減または除去することができます。ダークフレームは常に出発点として使用する必要があります。しかし、それ以外のカメラでは、不良ピクセルマップを作成し、不良ピクセルの位置やサイズに変化が見られたら、随時更新する必要があります。カメラのセンサーは経年変化や温度変化に反応することもあるので、不良ピクセルマップのメンテナンスは小さな作業ですが、積極的に行いたいものです。手順については、本書の [不良ピクセルマップ](#) の章に記載されています。この問題は、宇宙線がセンサーに衝突することで発生する一過性のホットピクセルとは異なります。宇宙線の衝突はガイドを混乱させますが、どうしようもないことなのです。

PHD2 にガイド星を選択させる（「自動選択」）ことが推奨されているので、利用可能な UI コントロールを使用して、PHD2 が可能な限り最高の仕事をするのを助ける必要があります。詳細設定ダイアログのガイドタブにある「最小半光束直径 (HFD)」プロパティは、ホットピクセル選択を避けるための最も効果的なツールでしょう。この値は、あなたのセットアップで作成できる最も小さく、最も暗い実際の星を使用できるように設定する必要があります。星のプロファイルツールを使って、システムに適したガイド星のサンプルを測定する必要があります。そして、これらの星を受け入れ、実際にはセンサーの欠陥である小さな明るいスポットを拒否するように最小半光束直径 (HFD) の値を設定します。もう一方は、システムが提供する最も明るいピクセル値（飽和を表す ADU 値）も指定する必要があります。こうすることで、PHD2 が、プロファイルは平坦だが実際には飽和していない星を拒絶するのを防ぐことができます。彩度コントロールは、「詳細設定」ダイアログの「カメラ」タブにあり、「星の飽和検出」というラベルの付いたコントロールグループの一部です。[ADU 値最大による飽和状態] のオプションを選択し、お使いのシステムの値を設定します。8 ビットカメラであれば彩度は 255 程度、16 ビットカメラであれば 65000ADU 程度が彩度となります。正しい値がわからない場合は、スコープを明るい星に向け、数秒のガイドカメラ露出を使用して、星のプロファイル画面をもう一度見てください。この画面に表示されるのが「ピーク値」で、これは最も明るいピクセルの ADU 値で、画像が 8 ビットか 16 ビットかがわかります。この 2 つのコントロールは、PHD2 ガイド星の選択において、より良い結果をもたらすと思われます。

作業ベースラインの復元

そのようなアドバイスがあったにもかかわらず、ガイドのパラメータを安易に変更した結果、性能が変わらなかったり、逆に悪化してしまったりすることがあるようです。先に進む前に、設定を既定値に戻す必要があります。 プロファイルの作成に新しいプロファイルウィザードを使用した場合、パラメータは構成の詳細に基づいて設定されており、かなり近い値になる可能性があります。この設定でガイドに大きな問題が発生した場合、マウントやその他のハードウェアに問題がある可能性があります。やみくもにガイドパラメータを変更しても、これらの問題が解決することはほとんどなく、むしろ悪化することがほとんどです。 設定を初期値に戻すには、いくつかの方法があります。

1. 詳細設定ダイアログの「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ることで、パラメータを個別にリセットすることができます。マウスカーソルをフィールドに合わせると、既定値が表示されます。ただし、最小移動量の設定は、画像の大きさに依存するため、正確ではありません。この方法は、いくつかの設定だけを復元したい場合に最適です。
2. 選択した赤経および赤緯ガイドのアルゴリズムについて、「アルゴリズム」タブの「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ために推奨される方法です。 最小移動量の設定は、新しいプロファイルウィザードで最初に計算された値にリセットされます。 その後、ガイドアシスタントを実行してこれらの設定を調整した場合、その処理を繰り返す必要があります。
3. 「機器と接続」ダイアログの「プロファイル管理」ボタンをクリックして、新規プロファイルウィザードを実行します。すでに持っているのと同じカメラとマウントの選択肢を使用し、プロファイルに新しい名前を付けます。旧プロファイルのダークライブラリと不良ピクセルマップを再利用したい場合は、新しいプロファイルに接続し、「ダーク」メニューを使って旧プロファイルからそれらのファイルをインポートします。新しいプロファイルの設定に満足したら、古いプロファイルを削除することができます。

ガイド性能の低下

一旦、すべてを稼働させれば、おそらくほとんどすぐにそれなりのガイド結果を得ることができるでしょう。何を以て “十分” とするのか、その基準は人それぞれでしょう。しかし、星が筋状になったり、細長くなったりして、撮像結果に納得がいけない場合は、体系的に修正する必要があります。そのため、ガイドのパラメータをやみくもに調整し、より良い状態を目指したくなることがあります。パラメータを調整することは悪いことではありませんが、パラメータが何をするのか、どんな問題を解決しようとしているのかを理解した上で、慎重に行う必要があります。PHD2 の初期設定は、ほとんどのアマチュア機器と場所で妥当な結果が得られるように慎重に選択されています。最適な設定は、画像サイズ、シーイング条件、マウントの挙動によって異なります。言い換えれば、それらはあなたの状況に固有のもので

す - 正しいガイドパラメータの魔法の ‘赤い本’ はなく、他のユーザーから取得した設定はあなたの状況とはまったく無関係かもしれません。新規プロファイルウィザードを使用して開始した場合、既定の設定はすでに画像のサイズに合うようになんかなり調整されているはずです。ガイドアシスタントを使えば、シーイングの状況や、シーイングを追いかけないための最小移動量の調整方法など、より具体的な状況を知ることができるのです。また、ガイドアシスタントや 手動ガイドのツールを使って、マウントのバックラッシュを確認することができます。これは、赤緯ガイドの結果を理解するために重要なことです。

ログ解析

問題の切り分けや調整には、必ず PHD2 ログファイルを使用する必要があります。どちらも人間の読者が簡単に解釈できるようにフォーマットされており、ガイドログは他のアプリケーションに簡単にインポートできるように構成されています。「ツール」の項で述べたように、PHD ログビューアや Excel などのアプリケーションを使用することで、全体の性能を視覚化したり、性能の統計を計算したり、ガイドに問題があった時間帯を調べたりすることができます。Excel などでは、ガイドログの列の区切りにカンマを使うように指定するだけです。とはいえ、ログ解析には PHD ログビューアが強く推奨されており、開発者が PHD2 の Google フォーラムでサポートを提供する際に使用するツールです。

ガイドログの内容

ガイドログの内容は、新しい機能が追加されるにつれて進化し続けるでしょう。しかし、基本的な内容は安定しており、それを解析するアプリケーションを壊さないようになんかなり注意が払われています。ログを自分で解析したい場合は、以下の情報が役に立ちます。

PHD2 ガイドログには、0 個以上のキャリブレーション順序と 0 個以上のガイド順序が含まれます。これらの各項目には、使用されているガイドアルゴリズムとガイド用に PHD2 によって使用される内部パラメータに関するほとんどの情報を提供するヘッダーがあります。キャリブレーション実行またはガイド順序の開始時に、ヘッダー情報の最後の行で一連の列見出しが定義されます。これらの列の意味を以下に示します。

キャリブレーション列

- dx、dy は、カメラ座標系でのピクセル単位の開始位置からのオフセットです。
- x、y は、各キャリブレーションステップの終了時のガイド星のカメラ x/y 座標です。
- Dist は、カメラ座標系で移動した合計距離です ($\text{dist} = \sqrt{\text{dx}^2 + \text{dy}^2}$)。PHD2 がキャリ

ブレーションパラメータを計算する際に使用する値です

ガイド列

- dx, dy はキャリブレーションと同じです - カメラ座標系におけるガイド星の “ロック位置” からのオフセット量
- RARawDistance および DECRawDistance - これらは、dx と dy をマウント座標に変換したものです - つまり、ガイドカメラの任意の角度を使用して、カメラの X/Y からマウントの 赤経/赤緯 にマッピングします。
- RAGuideDistance および DECGuideDistance - これらは、様々なガイドアルゴリズムからの出力です。ガイドアルゴリズムは、“生の” 距離を操作して、望遠鏡の位置を各軸で調整する場合、どの程度調整すべきかを決定します。たとえば、「最小移動」パラメータ セットを使用すると、“生の” 距離がゼロでない場合でも、ガイド距離がゼロになることがあります。
- RADuration, RADirection, DECDuration, DECDirection - これらは、上記の 2 つのガイド距離によって決定される値です。「duration (持続時間)」は、RAGuideDistance と DECGuideDistance で指定された距離だけマウントを動かすのに必要なガイドパルスの長さ（ミリ秒）です。
- XStep, YStep - 適応光学装置が使用されている場合のステップ調整時間
- StarMass - ガイド星の画像の明るさ指標
- SNR - PHD2 で使用される内部的な「星検出率」- 基本的に、星が空の背景からどれだけ識別できるかを示す指標です。
- ErrorCode - ガイド星の測定の品質を表す整数値
 - 0 = エラーなし
 - 1 = 星が飽和状態
 - 2 = 星は SNR が低い
 - 3 = 星の質量が小さすぎて、正確な測定ができない
 - 4 = 星がフレームの端に寄ってしまっている
 - 5 = 星の質量が規定値以上に変化している
 - 6 = 予期しないエラー

すべての距離値はピクセル単位です。ガイド欄のヘッダーには、PHD2 が認識している画像サイズが表示され、必要に応じてピクセル距離値を秒角単位に調整するために使用することができます。

問題の報告

PHD2 特有のアプリケーションの問題が発生した場合は、Google グループ open-phd-guiding に報告することが推奨されます。

<https://groups.google.com/forum/?fromgroups=!forum/open-phd-guiding>

もちろん、より多くの情報をご提供いただけると、問題を解決できる可能性が高まります。以下のガイドラインは、その点で役に立ちます。

1. 問題を再現してみる – 手順が明確であれば、解決策を素早く見つけられる可能性が高くなります。再現できる場合は、最小限の手順に減らしてみてください。 私たちが自分で再現しようとするとき、あなたのハードウェアやコンピューター環境はありません。
2. オペレーティングシステム、機器の種類、PHD2 のバージョンなど、構成について完全に説明するようにしてください。
3. 問題が発生した時の PHD2 デバッグログを添付してください。 デバッグログは、ドキュメントフォルダーの中の「PHD2」フォルダーにあります。問題が再現できない場合、最初に問題を見た時間帯を推定してみてください。これは、何百行もの出力に目を通すことなく、デバッグログから証拠を見つけるのに役立つかもしれません。「ヘルプ」メニューの「ログファイルのアップロード」機能は、ログファイルの検索とアップロードに役立ちます。

補足説明

[天文観測とガイド](#)

[ビニングの使用](#)

[ディザリング](#)

[マウントの一般的な問題](#)

[単一方向赤緯ガイド](#)

[可変遅延ガイド](#)

[たわみ差動](#)

[A0 装置](#)

[ログ出力とデバッグ出力](#)

[機器プロファイル](#)

[AUX マウント接続](#)

[シミュレータの詳細設定](#)

[複数プログラムの実行](#)

[キーボードショートカット](#)

[ソフトウェアの更新](#)

天体観測とガイド

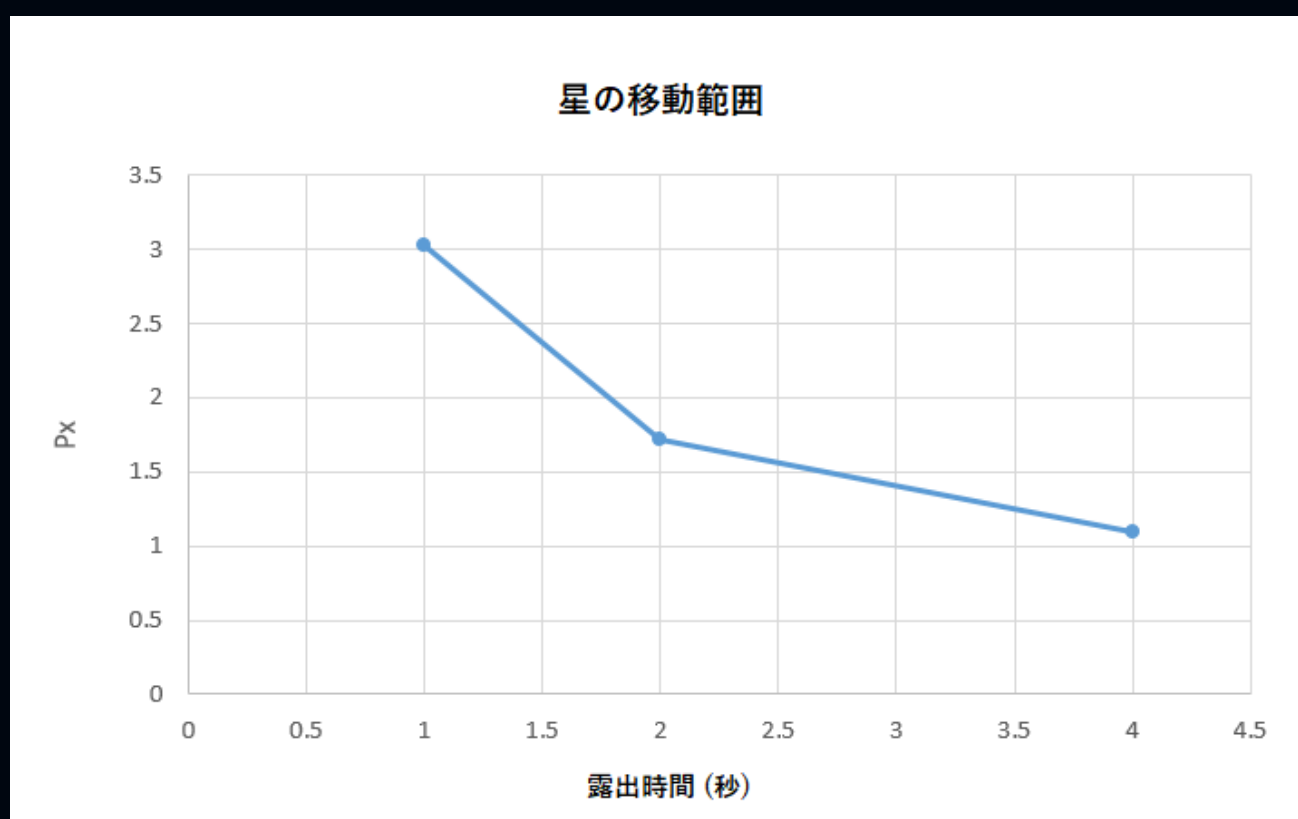
天体観測を理解することなく、撮影とガイドを行うことは困難です。これは複雑なテーマであるため、ここでは最低限のことだけを説明します。「シーイング」とは、望遠鏡を通して見る（または写真を撮る）星の位置のずれや突然の明るさの変化に付けられる用語です。私たちの目は星の小さな位置の動きを解像できないため、肉眼ではこれを“きらめき”として見ます。これは大気の乱れであり、地球大気のさまざまなレベルにある熱細胞の移動によって引き起こされます。光はそれぞれの気象細胞を通過するときに屈折するので、星を見るときは、小さなレンズの列のように振る舞う空気の列を通して見上げていることになる。各細胞による光の屈折はその温度に依存し、一般的に細胞は異なる温度を持っています。大気は非常にダイナミックなので、これらの要素はすべて様々な速度で動き回り、あなたが見ている空気の柱に入ったり出たりしているのです。特に焦点距離が長い場合、この大気の動きが、正しく動作するマウントで見られるガイド星の動きの最大の原因であり、「ガイドアウト」することはできません。大気中の細胞が動くということは、ガイド星の位置が1秒間に10数回から1000数十回変化するということであり、アマチュア向けの機器では、たとえ適応光学機器であっても、それを補正するのに十分な速さで反応することはできません。プロの天文台は、非常に高価な測定装置、人工星、およびミラーを変形させて画像を非常に高い周波数でシフトできるメカニズムを採用することで、これを大部分行うことができます。これらの観測所では、シーイング障害のほとんどは大気の上層で発生し、それらはモデルのシーイングや予測のほとんどのシーイングに使用される層です。アマチュアの場合、特に都市部や裏庭で撮影する場合、望遠鏡に近い場所からもシーイングの問題が発生することがあります。硬い地表や近隣の屋根からの熱対流は、低周波の“沸騰現象”を引き起こし、ガイド性能と画像性能を低下させます。地上レベルの熱は、望遠鏡のチューブ内に管電流と熱気の不均一な層を作成することもできます。また、日中の気温が高い場所で作業する場合は、日没後、機器の温度が安定するまでに何時間もかかることを想定しておく必要があります。

ガイドの観点から、私たちは常に見る行動を「アンダーサンプリング」しています。露出を行い、画像をダウンロードし、ガイド星の位置を計算し、ガイドコマンドを送信するまでに、センサー上の星の位置は、おそらく100回以上移動しているはずです。露出時間が短くなると、これらの測定誤差はさらに大きくなり、「エイリアシング」と呼ばれる現象が発生します。自動車の車輪のように高速で回転するものが登場するテレビ番組や映画を見ると、エイリアシングにさらされます。何年にもわたって、あなたはそれを見逃すように条件づけられてきましたが、本当に追跡シーンで車の車輪が逆回転しているのでしょうか？ このエイリアシング現象は、フィルム装置の露出速度（例えば60コマ/秒）が、回転する物体の動きを正確に計測するには遅すぎるために起こります。自動ガイドの話に戻りますが、実際のガイド星の

位置については、常に古い情報を扱うことになります。また、ガイドコマンドを正確に実行するためのマウントの欠点も考慮に入れていません。ドリフト、周期誤差、大気屈折、機械的たわみなど、補正できる星の動きは、シーイング条件から生まれるノイズの海に隠れています。PHD2 ガイドアルゴリズムの主な目的の 1 つは、修正できない追跡エラーを識別して対応することです。ガイドカメラの露出時間を選択すると、この作業が容易になります。

シーイングと露出時間

ガイドカメラで見られる高周波のシーイングによる星の動きは、ガイドの露出時間の長さに強く影響されます。次のプロットを見ると、露出時間を長くすると、ガイド星の動きの観測範囲が狭くなることがわかります。



本来、カメラセンサーは、変化する星の光パターンを平均化し、その結果を滑らかにしているのです。サンプル不足による測定の不確かさはありますが、露出時間が長いため、PHD2 はガイドによって本当に改善できる低い周波数の誤差を分離・特定しやすくなっています。当然ながら、露出時間には実用的な上限があります。一般的には、マウントが補正を必要とせずに自走できる時間の長さによって制限されることになります。周期的な誤差、ドリフト、たわみなどによる小さな誤差は、画像を台無しにするほど大きくなる前に修正する必要があります。適切なバランスを見つけるには、シーイングコンディションと機器の質の両方に常に依存します。PHD2 の出発点として、私たちは通常、約 2 秒の露出時間を使用する

ことをお勧めします。少なくとも 0.5 秒の露出は、マウントがそれを必要とする場合のみで、複数の星でガイドが有効である場合にのみ使用されます。

ビニングの使用

PHD2 で使用できるガイドカメラの多くは、ハードウェアレベルのビニングをサポートしており、長焦点距離でのガイドを行う場合や、非常に小さなピクセルを持つガイドカメラを使用する場合に役立つことがあります。このようなシナリオでは、暗いガイド星を使用しなければならないことが多く、ガイド星画像は大幅に過剰サンプルされることがあります。また、微光星の円盤形状を多数の小さなピクセルに投影するため、信号対雑音比 (SNR) が低くなってしまいます。画像をビニングすることで、カメラの読み取りノイズの影響を軽減し、SNR を向上させることができます。また、過剰にサンプルを取得しても、ガイド星位置の計算精度を低下させることはありません。ビニング係数を 1 より大きく選択すると、以下のような効果があります。

1. 星の画像は SNR が高くなり、バックグラウンドのノイズレベルを超えて検出しやすくなります。特に、暗い星 (SNR 値が 10 程度以下) の使用に限定している場合に有効です。
2. カメラからダウンロードされるデータ量は、ビニング係数の 2 乗で減少します。これは、USB リソースを多用するカメラを使用している場合、たとえ星の輝度や SNR がビニングなしの画像ですでに妥当であったとしても、役に立つことがあります。もちろん、サブフレームを使用しても、星が選択された時点で同じ結果を得ることができます。
3. ガイダー画像の解像度 (画像調整) は、ビニング係数によって低下します。調整前の画像スケールが 1 秒/ピクセル以下であれば問題ありませんが、調整前の画像スケールが 2.5 秒/ピクセルを超えると、ガイドの結果が悪くなる場合があります。また、メインカメラシステムの画像調整にも依存するため、実験が必要です。

ビニングレベルごとにダークフレームと不良ピクセルマップが必要で、これらは互換性がなく、自動的に変換することはできません。ビニングの設定を柔軟に切り替えたい場合は、ビニングの値ごとに別のプロファイルを作成する必要があります。そして、そのプロファイルごとにダークライブラリと不良ピクセルマップを構築します。ビニング係数を変えたいときは、その設定を持つプロファイルに切り替えるだけで、ダークライブラリや不良ピクセルマップが利用可能になります。カメラが正しくビニングされていることを確認したい場合は、[ガイド統計](#) 画面を使用して、フレームサイズと現在のオンカメラ ビン設定を確認できます。ビニングを変更することを決定した場合でも、新規プロファイルウィザードを使用して新しいプロファイルを作成する必要があります - これは、画像スケールに依存するすべてのガイドパラメータを自動的に調整します。ガイドの観点からは、ビニングを変更することは、別のカメラに切り替えることと本質的に同じです。

ディザリング

固定パターンノイズやホットピクセルを低減するために、撮影者は撮影時に望遠鏡を微小に動かすことがあります。これを「ディザリング」といいます。ディザリングは画像処理アプリが制御しており、ポインティングポジションの移動中にメインカメラでの露出を中断できるのは画像処理アプリだけです。PHD2 の役割は、要求された位置の移動を達成するためのガイドコマンドを発行することだけで、言われたことをただこなしているだけです。ポインティングポジションの小さな移動は、PHD2 が 2 つのステップで実現します。

1. 主ガイド星のロック位置を、画像処理アプリが要求する量だけ変更します。
2. 通常のガイド操作を行い、主ガイド星を新しいロック位置に移動させます。

ディザのサイズは、少なくとも間接的には画像処理アプリによって制御されます。アプリはディザの最大サイズを指定することができ、通常はピクセル単位で指定します。その場合、PHD2 は、ゼロからこの制限値までの間の乱数値の上限として解釈します。このランダム化処理は、ディザリングが単純な往復パターンをたどったり、フレームが以前いた場所に戻ったりしないことを保証するために行われます。PHD2 ディザリングを行うアプリケーションでは、最大量を直接指定することはできません。おそらく、小/中/大のような選択肢に限られ、最大ディザ量は初期値で設定されます。そのため、PHD2 には、詳細設定ダイアログの「全体」タブに、ディザ設定パラメータが用意されています。これは基本的に乗数項であり、可能なディザ量の範囲を調整することができます。つまり、調整係数 1 では初期値は全く変化せず、値 10 では 10 倍になる、といった具合です。最大量を直接指定できるアプリ（PHD_Dither など）を使用している場合は、ディザスケールを 1.0 に設定しておく必要があります。それ以外の場合は、小規模/中規模/大規模の選択肢のいずれかで得られるディザリングの全体的な範囲に満足できない場合は、倍率を調整できます。

ガイドが落ち着き、メインカメラで次の露出を開始するタイミングを判断するのは、画像処理アプリに委ねられています。PHD2 は、画像処理アプリの作者がこの作業を簡単に行えるように、設定作業の進行状況を示す測定情報を追加で提供します。この情報は、画像処理アプリが使用する必要はなく、完全にオプションです。この情報を利用するために、画像処理アプリは、ディザリングが落ち着いたと判断するために、どの程度の安定性を確認したいかを指定します。そのためのパラメータとして、3 つの整定パラメータがあります。

1. 許容できると考えられるガイド星の位置誤差の最大量 - その位置公差を PT と呼びます。
2. ガイド星の位置誤差が位置公差以下になるまでの時間を評価時間 ET と呼びます。
3. ガイドの安定性に関係なく、測定処理が終了してディザが「完了」と宣言されるまでに許容できる

最大時間 - タイムアウト時間 T0 と呼びます。

これを文で述べると、ET 秒間ガイドエラーが \leq PT である場合、またはその条件が満たされない場合は T0 秒が経過した後、整定プロセスは完了します。この評価プロセスが完了すると、PHD2 は画像処理アプリに、解決が完了したことを示すメッセージを送信します。これはすべて PHD2 の追加であり、ロック位置が移動した時点から通常のガイドが行われています。

もちろん、これらのパラメータである PT、ET、T0 の指定は自由であり、その値は賢く選択する必要があります。画像処理アプリは、ユーザーインターフェイスでこれらのパラメータをすべて公開していません。異なる名前を付けていたりすることがあります。低性能なマウントで大量にディザリングしている場合は、落ち着くまで時間がかかると思った方がよいでしょう。PT 値が大きすぎたり、ET 値が小さすぎたりすると（パラメータが甘すぎると）、画像処理アプリが次の露出を早く開始しすぎて、画像に筋状の星が入る可能性があります。T0 値が短すぎる場合も同様の問題が発生する可能性があります。逆に、PT 値が小さすぎたり、ET 値が長すぎたりすると（過大な要求パラメータ）、すべてのディザリングで T0 秒の遅延が発生し、整定が「失敗」することになります。過去の実績から、使用したいディザリングの大きさと、典型的なシーイング条件下でマウントがどの程度反応するかを確認するのが賢明な方法でしょう。もし、あなたのマウントが赤緯バックラッシュが大きいなら、赤緯ガイドコマンドの方向を逆にしたとき、ガイドが落ち着くまでどれくらいの時間がかかるかを確認する必要があります。ET と PT の値は、時間を無駄にしないために少し余裕を持たせた設定で、通常得られるガイド性能を反映させる必要があります。

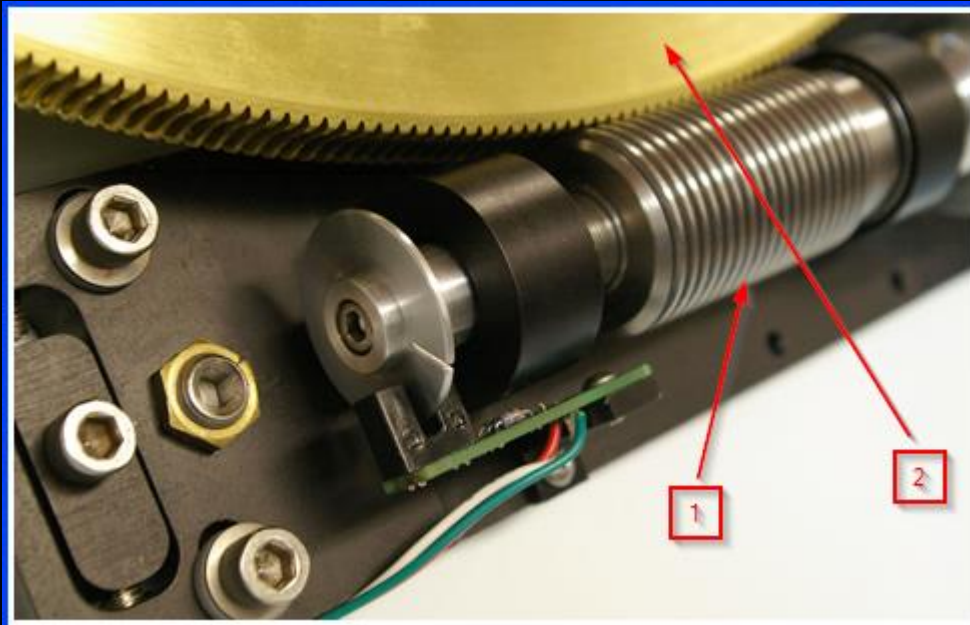
既定の設定では、マウントは赤経と赤緯で異なるランダムな量だけシフトされることになります。[スパイラル] モードを選択すると、ガイド星は元のロック位置を中心に最終的にスパイラルパターンを生成するパターンで移動されます。このモードでは、自動的に赤緯反転の回数が減り、マウントに大きなバックラッシュがある場合に有効な選択となります。このモードでは、ランダム化処理は行われず、各ディザは画像処理アプリで指定されたサイズになります。また、赤経のみを選択し、赤緯反転を完全に排除することもできますが、撮像カメラに固定パターンノイズが多い場合には、この方法は適していないかもしれません。

マウントにかなりの赤緯バックラッシュがある場合、北または南の赤緯方向にしかガイドができないことがあります。このモードで動作中に PHD2 が赤緯ディザのコマンドを受信すると、ディザと整定が完了するまで、一時的に赤緯両方向のガイドを許可します。その後、元の南北方向のみのガイドモードに戻ります。この動作を望まない場合は、ディザリングを [RA のみ] に制限する必要があります。PHD2 のディザコントロールはすべて、詳細設定ダイアログの「全体」タブに含まれています。

マウントの一般的な問題

赤経の周期的エラー (PE)

周期的なエラーは、赤経の様々な部品における非常に小さな機械加工誤差によって引き起こされることがほとんどです。典型的なドライブシステムの一部をここに示します。



出典 : Mathis Instruments

高精度のウォームギア（矢印 1）は、より大きなウォームホイール（矢印 2）を駆動するために使用されます。赤経の軸に取り付けられており、恒星数で追尾する場合、ウォームホイールは 1 恒星日（23.934 時間）で 1 回転します。この追尾が完璧であるためには、以下の条件がすべて満たされる必要があります。

- ウォームギアのすべてのねじのピッチと間隔が同一であること
- ギアまたは取り付けブロックのたわみや動きのない、取り付けプレートへのウォームギアのしっかりとした取り付けであること
- ウォームホイールのすべての歯の形と間隔が同一であること
- ウォームホイールは完全に丸く、回転軸の中心に完全に配置されていること

これは必要な条件のほんの一部ですが、このレベルの精度がほとんどのアマチュアマウントに存在しないことは明らかです。ウォームギアの加工が最大の難関で、追跡エラーはそこに起因することが多い。ウォームギアは恒星追跡中に一定の速度で回転し、1 回転するのにかかる時間を「ウォーム周期」と呼びます。ウォーム周期はマウントによって異なりますが、一般的には 4～10 分程度とされています。そのため、ウォームネジの加工精度が悪いと、1 ウォーム周期に 1 回、その存在感を示すことになります。もちろん、ウォームギアのネジ山の多くにも加工精度があり、それぞれウォーム期間中に 1 回、追跡エラ

一に寄与することになります。この追跡エラーを1つのウォーム周期でグラフ化すると、通常はほぼ正弦波状に傾き、山や谷が変化する曲線になります。以下はその例です。



機械的な周期誤差に含まれないシーイングによる高周波の動きに注目してください。

赤経には他にも歯車があり、多くの場合、モーターとウォームギヤの間にある一連の歯車があります。これらは、モーターの本来の回転速度からウォームギヤの遅い回転速度への変換と、ウォームギヤの駆動に必要なトルクを発生させるために必要です。これらの部品にはそれぞれ加工精度があり、マウントの累積追跡エラーに寄与します。また、これらの部品の多くは、ウォーム周期よりも短い周期で誤差を発生させます。上流側のギヤの不正確さを回避するために、駆動ベルトを使用するマウントもありますが、ベルトの張り方が間違っていたり、スピンドル上でベルトが横方向に動いたり、それ自体で誤差が発生することがあります。

赤経のエラー補正

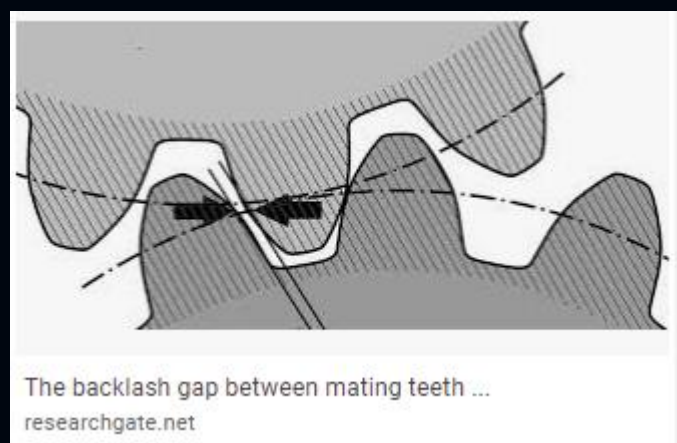
マウントファームウェアの PEC (Periodic Error Correction = 定期的なエラー補正) は、その機能が正しく実装されていれば、自動ガイドに有利です。残念ながら、これは常に当てはまるとは限りません。しかし、正しく行われた場合、定期的なエラー修正は、ガイドカメラの画像に表示される前に、いくつか

の追跡エラーを処理します。これらの修正は、マウントの PE のモデルに基づく予測的なものであり、通常の自動ガイドのように反応するものではありません。最終的な結果として、PHD2 が赤経軸を目標どおりに維持するために行う作業が少なくなります。マウントへの実装がうまくできたとしても、目的に特化したアプリケーションを使用して、高品質の PEC 曲線を慎重に計算する必要があります。測定処理中、アプリはシーイングに起因するガイド星の動きを除外して、複数のウォーム期間にわたるサンプルを表す滑らかな補正曲線を生成する必要があります。また、高調波である追跡エラー（つまり、ウォーム周波数の整数倍の周波数のエラー）のみに補正を適用するために、マウントドライブシステムのウォーム周期とさまざまな高調波を認識する必要があります。PE 補正曲線が不十分に構築されている場合、赤経追跡は、PEC をまったく使用しない場合よりも悪化する可能性があります。

PEC がお使いのマウントで利用できない場合や、実装が悪い場合は、PHD2 の PPEC ガイドアルゴリズムを利用することができます。[PHD2 予測 PEC](#)

赤緯バックラッシュと静止摩擦

バックラッシュは、軸の運動方向が逆になることで発生することがあります。モーターが回転しているにもかかわらず、望遠鏡がすぐに逆方向に動き出さないことがあります。その原因は、駆動系のギアの噛み合わせが緩んでいることがほとんどです。自動ガイドの場合、赤経のドライブシステムは空を追跡しながら軸を西に動かし続けているので、この問題は赤経のガイドには影響しません。しかし、ガイド中は 12 軸はほとんどアイドル状態であり、スコープを北または南に移動させるガイドコマンドに応答して短時間だけ動作するため、この問題は 12 軸のガイドにはよくあるトラブルの原因となっています。バックラッシュの原因を簡単に説明すると、次のようになります。



この図は 2 つの平歯車を示していますが、基本原理はウォームギアとウォームホイールのペアにも適用されます。上図において、一番下の歯車を現在反時計回りに回転している駆動歯車とします。ドライブギアの歯は、その上のドリブンギアの歯と接触しており、ドリブンギアは時計回りに駆動されています。

しかし、矢印で示すように、ドライブギヤの歯の後縁の表面は、ドリブンギヤの一致する歯に接触しておらず、わずかな隙間があることがわかります。そのため、ドライブギヤの向きが逆転すると、ギヤが完全に噛み合ってドリブンギヤが反対方向に回転し始めるまでの短い時間が発生します。この場合の「逆転遅れ」は、単純なバックラッシュによるものです。一般に、歯車装置の結合を避け、潤滑油や熱膨張のためのスペースを確保するために、ある程度の隙間が必要です。メッシュがきつすぎると、軸はスティクション（静止摩擦）を起こし、軸がスムーズに自由に動かなかったり、静止状態から動きにくかったりします。赤緯軸のスティクションは、バックラッシュのような反転遅れと、動き出した後の大きなオーバーシュートというパターンになることがあります。マウントソフトウェアで誤ってバックラッシュ補正を有効にしてしまった場合以外では、スティクションは赤緯ガイドの振動を引き起こす最も一般的な原因です。

ガイドアシスタントは、赤緯軸が強制的に方向を反転させられたときの挙動を測定します。ただし、「反転遅れ」（方向を変えて軸が期待通りの速度で回転するのにかかる時間）を測定することができます。問題がバックラッシュなのか、静止摩擦なのか、あるいはその両方なのかを区別することは常に可能ではありませんが、GA が生成するグラフが手がかりになることがあります。この動作は、GA が使用する大きなガイドパルスを使用しない通常のガイド動作でも見られることがあります。反転遅延が大きい場合、例えば 3 秒以上であれば、赤緯ドライブシステムを調整するのがベストでしょう。それ以下の遅延であれば、PHD2 の「バックラッシュ補正」機能で十分対応できると思われます。なお、遅延量はマウントのガイドスピードに反比例し、ガイドスピードが上がると反転遅延量は減少します。これは、ガイド速度が少なくとも恒星の 0.5 倍を使用することを推奨する理由の 1 つです。

反転遅延は、通常、マウントの定数値ではありません。むしろ、スコープのポインティングポジションや赤緯軸上のスコープのバランスに依存することが多いのです。マウントが古くなると歯車が摩耗し、12 軸の場合、スコープが撮像中に最も長い時間を過ごす場所で摩耗が最大となります。北半球の観測者にとっては、それはおそらく 12 度軸の 0 度から 40 度の範囲にあるでしょう。特に古いマウントでは、このようなポインティングポジションと、極に近い地域とでは、反転の遅れがかなり異なることがあります。これも、マウントコントローラーにプログラムされた固定サイズの補正よりも、PHD2 のバックラッシュ補正機能が優れている理由です。

単一方向赤緯ガイド

前述のように、マウントによっては、赤緯の残像が大きすぎて、南北両方向のガイドをサポートできない場合があります。このような場合は、PHD2 を一方向にのみガイドするよう設定することで、この状況を緩和することができます。なぜなら、赤緯ガイドの目的は、極のズレや機械的なたわみによって生じる誤差、つまりスロードリフトを修正することにあるからです。皮肉なことに、ドリフト方向を見やすくし、シーイングが単一方向ガイドの妨げになる可能性を減らすために、極のアライメントを少し調整し

たほうがよいかもしれません。極座標のズレは、合理的な範囲内であれば、通常、ガイドの性能を低下させることはないことを覚えておいてください。その代わり、極点付近で撮影し、大きなカメラセンサーを持っている場合は、フィールドローテーションが発生する可能性があります。最初のステップとして、極点から 5-10 秒の範囲にポーラアライメントしてから、単一方向ガイドを設定するのがよいでしょう。後で戻ってフィールド回転を確認することはいつでもできます。北緯 70 度など、撮影に必要な最も高い赤緯でメインカメラを使ってサンプル画像を撮影します。そこでフィールド回転が確認できなければ、ポーラアライメントをそのままにしておくことができます。極の位置合わせに多少のずれがあると、赤緯補正の方向は空のある地点で変化します。(厳密には、空の 2 点で方向が反転しますが、そのうちの 1 点は通常、地平線の下にあります) 方向転換を行う空の位置は、極の位置がどのようにずれているか、つまり方位角と高度のアライメント誤差の相対的な量に依存します。ポーラアライメントエラーのほとんどが高度にある場合、方向転換の位置は、子午線反転が必要とされる頃の天の子午線付近になるはずです。

単一方向ガイドに設定するには、以下の手順で行います。

1. 良いガイド星があるフィールドに移動し、ガイドアシスタントを数分間実行します。ガイドグラフを見て、ガイド星が北に流れているのか南に流れているのかに注目します。これを見たら、赤緯ガイドモードをリセットして、逆方向の補正を出すようにします。例えば、星が北に流れている場合は、ガイドモードを「南」に設定します。
2. 赤緯のガイドアルゴリズムに「ローパス 2」を使用し、かなり低い攻撃性係数、例えば 50%で始めてみてください。攻撃性が高すぎると、補正によって星がロック位置の“反対側”に移動してしまい、遅いドリフト速度で元に戻るまでその位置に留まることがあります。このようなオーバーシュートを最小限に抑えるためには、1 回の大きな補正よりも、いくつかの小さな補正を行うのがよいでしょう。
3. ガイドグラフを見ながら、補正が正しい方向に出されているか、星が着実に目標から外れていないか、確認してください。数分、数時間と経過するうちに、ドリフトの量が減っていることに気づくかもしれません。これは、赤緯が反転する地点に徐々に近づいていることを意味し、それに合わせて赤緯ガイドのモードを変更する準備をする必要があります。
4. ディザリングを行う場合は、ディザリングパラメータを「赤経のみ」に設定し、赤緯ガイドを乱さないようにするとよいでしょう。

PHD2 サーバーインターフェースでディザリングを行う場合、ディザリングを実行するために、単一方向赤緯ガイドが一時的に「自動」に切り替わります。このため、設定時間が長くなることがありますが、固定パターンノイズのカメラに必要なディザリングが可能です。設定が完了すると、赤緯ガイドモードは元の設定に戻ります。これはサーバーインターフェース経由でのみ機能し、「手動ガイド」ツールを使

用したディザリングは、この方法で単一方向ガイドを中断することはできません。

高精度マウントと可変遅延ガイド

非常に正確な絶対値エンコーダと詳細なポインティング モデルを備えたマウントにより、多くの場合、ガイドをまったく使用せずに画像撮影が可能になります。ただし、ガイドの修正を必要とせずにこれを実行できる期間には制限があります。このシナリオの目標は、エンコーダやポインティングモデルからの入力と競合せず、全体的な結果を改善する「バックアップ」ガイド機構を提供することです。これを達成するための推奨戦略は次のとおりです。

1. ガイドコマンドの頻度はできるだけ低くしてください。これらのマウントは、エンコーダや微細なポインティングモデルからの補正で、実際にはかなり ” 忙しい ” 状態になっていることがあります。ガイドの頻度が低いと、外部からのガイドコマンドによってこれらの機能が不安定になる可能性を最小限に抑えることができます。
2. シーイングを追いかけないように特に注意してください。これは、適度な長さまたは長いガイドカメラの露出と寛大な最小移動設定を使用することで最も簡単に実行できます。

これまでの PHD2 では、4~8 秒の露出とゼロではない「間欠動作」遅延を用いることで、このアプローチに近づけることができました。後者は、最後のガイドコマンドの完了から次のガイドカメラの露出開始までの間に一定の遅延を与えるだけです。このアプローチの欠点は、定常状態のガイド以外の操作（ループ、星の選択、キャリブレーション、ディザリング、整定など）が時間的経過値によって不必要に遅くなることです。「可変遅延」機能は、ユーザーが 2 つの異なる遅延値を指定できるようにすることで、この問題を解消します。

1. 定常ガイド以外の動作に使用される「短い」遅延時間です。これはゼロかもしれませんが、少なくともいくつかのマウントでは、エンコーダの補正を終了する時間を確保するためにゼロでないべきです。1 秒を超える値は、おそらく不要です。
2. 定常状態での長時間露出撮影によく見られる、通常のフレーム間ガイドに使用される「長い」遅延を指定します。カメラの露出時間に加えて、ガイドの「周期」を制御する値です。

例を挙げると、4 秒のカメラ露出、1 秒の「短い」遅延、および 4 秒の「長い」遅延を使用できます。4 秒の露出時間は視覚関連の影響を適切に抑制し、(4+4) 秒の合計により、ほとんどの撮影作業で安定した 8 秒のガイド誘導が得られます。同時に、ディザの整定時間は、カメラの露出間の短い (4+1) 秒の遅延から恩恵を受けます。

たわみ差動

どんな望遠鏡とカメラの組み合わせでも、空中の物体を追いかけると様々な形でたわみますが、それは重力と物理学の結果に過ぎません。実際、個々の部品は、その質量や隣接する部品との取り付け方によって、それぞれ独自の挙動を示します。特に大型のスコープや重量のあるカメラでは、ガイドが数ミクロン単位であることを考えると、そのたわみ量はかなりのものになります。一般に、このような小さな寸法はあまり馴染みがないので、人間の髪の毛の太さが約 50 ミクロンで、一般的なガイド補正の約 10 倍であることを覚えておくとい良いでしょう。

撮像スコープと別にガイドスコープを使用する場合、それぞれのユニットが独立して たわみ・移動することを「**たわみ差動**」と呼びます。PHD2 が別体のガイドスコープを使用している場合、ガイドスコープ/カメラの動きだけが見え、補正されるため、撮像スコープ/カメラの微動は見えません。このため、ガイドの結果は素晴らしいのに、メインカメラで撮影した星が細長くなってしまうという、かなり一般的で不満の残る問題が発生することがあります。

デュアルスコープシステムには必ずある程度の「たわみ差動」が存在し、それがどの程度の大きさで、画像を劣化させるほどの大きさかどうかは問題なだけです。焦点距離 1800mm 以上の撮像スコープでは、メインカメラの露出時間をかなり短くしないと、通常、「たわみ差動」が問題になります。なぜなら、可動 SCT ミラー、カメラとフォーカサー間のすべてのコネクタ、フォーカサー自体、システム内のすべての蝶ネジ留め、ガイドスコープのマウントリング配置など、動き回る可能性のある機械的インターフェース箇所があまりにも多いため、これを予測する方法がないからです。典型的な解決策は、デュアルスコープを廃止し、撮像スコープにオフアキシス・ガイダー（OAG）を使用することです。これにより、PHD2 はメインカメラの映像に影響を与える機械的な動きもすべて見るできるようになりました。初期の OAG は、視野が狭く、使えるガイド星を見つけるのが難しかったため、使いにくいがありました。しかし、現在のガイドカメラは、大型で高感度なセンサーを搭載しており、こうした問題はほとんど過去のものとなっています。

もし、細長い星が頻繁に出てくるのに、ガイドの結果が赤経と赤緯の両方でほぼ同じ結果であるような場合は、たわみ差動を疑うべきでしょう。通常、簡単なテストによって、このことを確認することができます。メインカメラを使い、ガイド機能を有効にした状態で、許容範囲内の丸い星が残る最大の露出時間を求めます。そして、その露出時間で 10~20 枚の画像を連続して撮影します。その画像セットを表示できるアプリを使って、撮影した順番に画像を点滅させます。通常、各画像の星は、前の画像に対して一貫してオフセットしており、画像セットを循環させると、星が特定の方向に ” 行進 ” しているように見えるはずです。また、画像を並べずに重ねていくと、星が伸びていく様子を見ることができます。

適応光学 A0 装置

一般的に、アマチュアグレードの適応光学 (A0) 装置は、不完全なガイドを生み出す問題の一部にしか対処できません。A0 は通常、性能の低いマウントの挙動をマスクしたり、少なくとも改善することができます。なぜなら、ガイドの調整のほとんどは、70 ポンドの望遠鏡のギアではなく、小さなチップチルト光学素子を動かすことで達成されるからです。基本的に、マウントが恒星間追跡以上のことを要求されることはほとんどありません。バックラッシュ、静止摩擦、周期誤差の問題は、A0 を使用することでほとんど解消されます。さらに、A0 は本質的にオフアクシスガイダーであるため、たわみ差動の問題も解消されます。これらの利点は、多くの本格的な撮影者が A0 を使用する理由を説明する重要なものです。

A0 が排除できないのは、少なくとも通常の条件下ではシーイングによるガイド星の移動です。高層大気でのシーイングによるガイド星は、少なくとも 100s/sec の周波数で発生し、通常、そこまで高速に測定できるガイド星を見つけることは現実的ではありません。もし、このような高いレートで A0 を実行しようとする、次の 2 つの問題が発生します： 1) 利用可能なガイド星は、おそらく SNR 値が低く、その位置の計算は比例して低下します。2) の場合、たわみを見るサンプルは不足します。後者の場合、「エイリアシング（折り返し雑音）」が発生し、その結果、ガイドコマンドは必ず不正確なものになり、さらに事態を悪化させる可能性が高くなります。このような理由から、A0 ガイドの使用者は、シーイングを追いかけないように、0.5 秒以上の露出時間を使用することをお勧めします。A0 ガイドの目的は、追跡精度と応答性において、マウントを実際よりも良く見せることです。マウントの性能に制限されることなく撮影を行うのであれば、A0 はそれほど大きなメリットをもたらすことはないでしょう。

A0 ガイドでは通常、ガイドコマンドを A0 とマウントの両方に指示することがあります。ガイド補正がチップチルト素子の物理的限界を超えない限り、コマンドは A0 にのみ送信されます。この限界に近づくと、「bump」ガイドコマンドをマウントに送信し、主ガイド星をチップチルト素子のより中心的な位置に戻すのを支援します。これは、ポーラアライメントのドリフト、外部問題（例：ケーブルの引っ掛かりなど）に起因する大きなガイド回遊、または大きなディザを修正するために起こる可能性があります。これらのガイドコマンドをどのようにブレンドするかについては、マニュアルの「詳細設定/A0 パラメータ」項で解説しています。[A0 パラメータ](#)

ログ出力とデバッグ出力

PHD2 は、デバッグログとガイドログの 2 種類のログファイルを自動的に作成します。どちらも異なる理由で非常に便利です。ガイドログは、人間の読者または外部アプリケーションのいずれかが容易に解釈できるように意図的にフォーマットされています。例えば、PHD ログビューアアプリケーション (PHD2 リ

リースには含まれていません）は、PHD2 ガイドログのデータに基づいて、さまざまなグラフや要約統計を作成できます。しかし、ログを Excel などに簡単に取り込んで、分析したりグラフ化したりすることも可能です。Excel にインポートする場合は、列の区切り文字としてカンマを指定するだけです。デバッグログには、PHD2 内で実行されたすべての記録が残りますので、問題の切り分けに大変役に立ちます。また、（長文ですが）人に優しいテキスト形式を採用しているので、デバッグログを調べて何が起こったかを確認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は、ほとんどの場合、両方のログファイルを提供するよう求められます。どちらのログファイルも使用できない場合は、何の助けも得られません。ログファイルは、PHD2 の実行中に何が行われたか（または行われなかったか）に関係なく、PHD2 の実行時に常に作成されるため、ヘルプの要求をサポートするログファイルが作成されます。

ファイルの保存場所は、「詳細設定」ダイアログの「全体」タブにある「ログファイルの場所」フィールドで制御します。既定では、ログファイルはユーザードキュメント用の OS 固有の既定ディレクトリに保存されます。例えば Windows の場合、ファイルは「ドキュメント」ディレクトリ内の「PHD2」サブフォルダーに保存されます。これは便利な場所ではないかもしれないので、この編集フィールドを使用して別のフォルダを指定することができます。ログファイルの過度な蓄積を防ぐため、PHD2 は 30 日以上前のデバッグログと 60 日以上前のガイドログを自動的に削除しています。より長い期間ファイルを保持したい場合は、PHD2 が使用しない別のフォルダの場所に移動またはコピーする必要があります。

ログの自動アップロード（下記参照）を簡単にするため、ログデータは「撮像日」（現地時間午前 9 時から 24 時間）と定義してグループ化しています。つまり、同じ撮像日に実行されたすべての PHD2 が、その撮像日の 2 つのログファイルにガイドログとデバッグログデータを書き込むことになります。

通常とは異なるケースで、デバッグや問題解決をサポートするためにガイドカメラの画像を撮影する必要がある場合があります。これは、詳細設定/全体タブのダイアログで「診断画像ログの有効化」チェックボックスにチェックを入れ、ガイダー画像の保存フィールドのオプションを選択することで行うことができます。画像ファイルは他のログファイルと同じ場所に保存され、最大限の忠実度を得るために「Fits」フォーマットで書き込まれます。ガイドカメラのフレームを 1 つだけ撮影したい場合は、ファイル/画像を保存...メニュー項目を使用するだけです。

ログファイルの自動アップロード

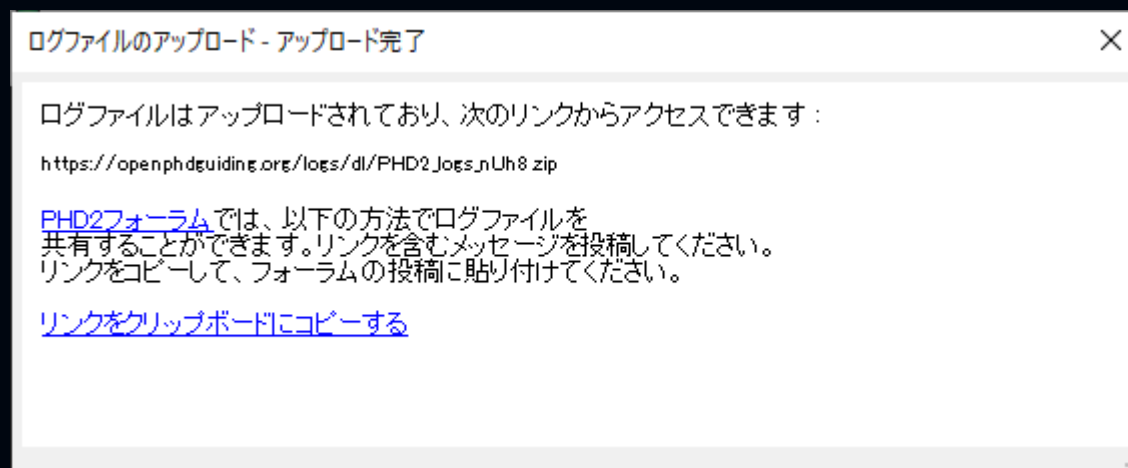
PHD2 の使い方やガイド結果の改善についてお困りの場合は、Open-PHD-Guiding フォーラムに要望を投稿することができます。（<https://groups.google.com/forum/#!forum/open-phd-guiding>）

質問には、あなたが話しているガイドに関連する PHD ログファイルを添付する必要があります。デバッグログファイルは通常非常に大きいため、添付ファイルとして投稿することはできませんので、以下に

説明するアップロードツールを使用してください。ログファイルの編集、トリミング、改名はご遠慮ください。アップロードを簡単にするために、PHD2 には関連するログファイルを選択、圧縮し、自動的にアップロードする機能が組み込まれています。その機能は、「ヘルプ」メニューの中にあります。 利用可能なすべてのログファイルを、タイムスタンプと持続時間を含めて表示するダイアログボックスが表示されます。



必要なファイルを選択し、[次へ] をクリックしてアップロード手順を開始するだけです。 ログがあなたの興味のある期間をカバーしていることを確認するために、「日付」列を見ることに注意してください。 PHD2 は実行するたびにガイドログファイルとデバッグログファイルを作成するため、ログファイルの一部はほとんど空っぽになります - それらのファイルはアップロードしないでください。 アップロードするファイルは、問題があった部分のファイルだけにしてください。 アップロードが完了すると、ファイルへのリンクを表示する別のウィンドウが表示されます。



そのリンクをコピーまたは記録して、フォーラムに投稿する質問に添付する必要があります。ログファ

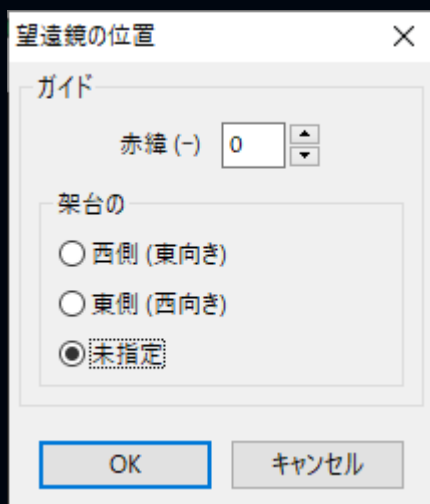
イルは、適当な時間が経過すると、サーバー上で自動的に削除されますので、心配する必要はありません。 サポート依頼の際には、何をしていたのか、どのような問題があったのか、また、どのような時間帯に集中していたのかなどを、詳しく書いてください。

機器プロファイルの管理

機器プロファイルは、[基本的な使い方](#) の項で紹介した、「機器と接続」ダイアログの一部として使用されるものです。複数のプロファイルを管理したい場合は、「機器と接続」ダイアログの「プロファイル管理」ボタンを使用する必要があります。このメニューから、新規にプロフィールを作成したり、既存のプロファイルを編集・改名・削除したりすることができます。最も重要なオプションであり、最も使用する可能性が高いのは、マニュアルの「基本的な使い方」で説明した「新規ウィザードを使う」を起動することです。機器構成に合わせた PHD2 設定を行う機能です。 各プロファイルは、プロファイルが最後に使用された時点で有効であった、ダークおよび不良ピクセルマップファイルを除くすべての設定を保持しています。 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のドロップダウンリストでそれを選択し、「プロファイル管理」プルダウンにある「設定」をクリックします。 これにより、詳細設定ダイアログが表示され、必要な変更を行うことができます。 **PHD2 使用中に設定が変更されると、プロファイルは自動的に更新されることを忘れないでください。**最後に、デバッグ、バックアップ、コンピュータ間の交換を目的として、プロファイルをインポートおよびエクスポートすることができます。

AUX マウント接続

ASCOM ドライバーや INDI ドライバーを使用してマウントに接続できない場合、「Ask for coordinates (座標を要求)」という補助マウント接続を使用することで、より良い代替手段を得ることができます。このオプションを使用すると、ガイドを開始するたびにスコープの位置を入力または確認するよう求められます。



スコープの現在の赤緯値を入力し、スコープの位置を選択すると、PHD2 はそのポインティング位置に合わせてキャリブレーションを自動的に調整します。正確でなくても、数度以内の赤緯値であれば大丈夫です。つまり、この値を毎回更新しておけば、異なる目標に旋回しても再キャリブレーションは必要ないのです。例えば、赤緯 0 付近でキャリブレーションを行い、高赤緯の撮影対象まで旋回したときに、新しい位置値を入力することができます。近い極の位置でキャリブレーションを行うよりも、より良い結果が得られると思われます。ガイド開始がディザ操作や画像処理アプリケーションからのサーバーコマンドの結果である場合は、このダイアログは表示されません。キャリブレーション調整が正しく機能するためには、前回のキャリブレーションが正しい位置データで完了している必要があります。

このオプションをドリフトアライメントツールと一緒に使用する場合、ダイアログは少し違って見えます。



The dialog box is titled "望遠鏡の位置" (Telescope Position) and has a close button (X) in the top right corner. It is divided into two main sections: "ガイド" (Guide) and "ドリフトアライメント" (Drift Alignment). In the "ガイド" section, there is a label "赤緯 (-)" (Declination (-)) followed by a text input field containing "0" and a small up/down arrow icon. Below this is a group box labeled "架台の" (Mount) containing three radio button options: "西側 (東向き)" (West (Eastward)), "東側 (西向き)" (East (Westward)), and "未指定" (Unspecified), which is currently selected. The "ドリフトアライメント" section contains fields for "赤経 時" (Right Ascension Hour) with a value of "17", "分" (Minute) with a value of "41", "緯度 (-)" (Latitude (-)) with a value of "41.662", and "経度 (-)" (Longitude (-)) with a value of "-77.825". At the bottom, there are two buttons: "OK" and "キャンセル" (Cancel).

赤経、緯度、経度の追加情報を入力すると、ドリフトアライメントツールは、より正確にマゼンタ色のターゲット円を調整することができます。 そうでない場合は、[調整] フェーズにおいて、円はポインティングエラーの上限の推定値のみを表示します。

カメラやマウントの接続に影響を与えることなく、「Ask for coordinates (座標を要求) 」補助マウントの接続や切断を行うことができます。 そのため、ドリフトアライメントや 撮影目標への初期旋回のためにこのオプションを使用し、その後、繰り返し表示されるダイアログを避けるために、このオプションから切り離すこともできます。 どのように使用するにしても、正しい値を設定する責任があり、大幅に間違った値を設定すると、ガイドの結果が悪くなることを覚えておく必要があります。

シミュレータの詳細設定

デバイスシミュレータは、PHD2 の実験や機能に慣れるための便利なツールとして、[基本的な使い方](#) で紹介しました。 有用なシミュレーションを行うためには、カメラの種類として「シミュレータ」、マウントの種類として「On-camera」を選択する必要があることを忘れないでください。 シミュレーションの詳細に興味湧いてきたら、メイン画面の「カメラ設定」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。

カメラシミュレータ

カメラ

星:

20

ホットピクセル:

8

ノイズ:

40

マウント

赤緯バックラッシュ:

5.00

赤緯ドリフト:

5.00

ガイドレート:

1.00

PE(ピリオドエラー)

☒ 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

☒ 子午線を超えたら赤緯パルスを反転する

姿勢反転

架台の: East

セッション

カメラアングル:

195.00

シーイング:

2.00

曇 %:

0

☐ 彗星

リセット

OK

キャンセル

赤緯バックラッシュ、ポーラアライメンのずれによるドリフト、および周期的な誤差について、シミュレートされたマウントの動作を調整できます。シーイングレベルを調整することもできます。これにより、シーイング効果のように見えるかなり現実的なガイド星のたわみが作成されます。これらのパラメータを 1 つずつ調整すると、それらが星のたわみにどのように影響し、さまざまなガイドアルゴリズムがそれらの動きにどのように反応するかがわかります。もちろん、これらのシナリオでは（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ため、シミュレーションは完全に現実的ではありません。シミュレーションダイアログは主に開発目的で 사용되는ため、ツールチップやドキュメントに対応する変更がなくても UI コントロールが変更される場合があります。

複数プログラムの実行

状況によっては、PHD2 の複数の実例を同時に実行したい場合があります。PHD2 の 2 番目の実例を開始するには、コマンドラインパラメーターに `-i 2` を指定する必要があります。3 番目の実例は `-i 3` などで開始されます。Windows でこれを実行するには、Windows の `cmd.exe` ユーティリティを使用してコマンドラインから PHD2 を実行します。または、次の手順で Windows デスクトップショートカット

を作成することもできます。

1. デスクトップ上で右クリックする
2. 選択: 新規/ショートカット
3. 次の文字列を入力して、プログラムの場所を特定します: "C:\Program File (x86)\PHDBuiding2\PHD2.exe" -i2
4. 「次へ」をクリックする
5. ショートカットの名称を入力します (例: PHD2 #2)
6. 「完了」をクリックする

なお、3 番目の名前を囲む引用符は、ディレクトリ名に空白が含まれているため、Windows では必要です。

キーボードショートカット

PHD2 でよく使うツールや機能の多くに、キーボードショートカットが用意されています。これらは、[キーボードショートカット](#) の項目に列挙されています。

ソフトウェア更新

PHD2 フォーラムでのサポート依頼に対する最も一般的な回答の 1 つは、「最新バージョンにアップグレードして、問題がまだ存在するかどうか確認してください」です。もし、あなたが古いバージョンの PHD2 で問題を見ているなら、あなたがその問題に遭遇した最初の人ではなく、すでに新しいバージョンの PHD2 で発見され、修正されている可能性が高いです。このため、PHD2 の開発者は、プログラムの最新バージョンを実行することが重要であると感じています。

無人の画像処理に依存しているプログラムのアップデートは、時に危険な提案とみなされることがあります。PHD2 の開発者は、このような気持ちを理解しています。安定したソフトウェアのインストールを維持することと、最新のバグフィックスやその他の改良に対応することの間には、必要な “一得一失” が存在するのです。カメラメーカーは、新しいカメラモデルを導入したことを理由に、ソフトウェアドライバや SDK に画期的な変更を加える場合があります。この場合、新しいカメラをサポートするためにカメラ SDK のアップデートを余儀なくされるため、当社にとって問題となります。しかし、このことは、現在お使いのカメラとドライバに問題が発生する可能性があることを意味し、最新のカメラドライバと PHD2 の最新バージョンにアップグレードすることでしか解決できないことなのです。

PHD2 では、この 2 つの相反するニーズのバランスをとるために、2 つのシリーズでソフトウェアをリリースしています。開発版には、最新のバグフィックスと機能向上が含まれており、リリースされる前に開発者によりテストされます。開発リリースを選択したユーザーは、最新のバグフィックスと新機能を得ることができます。開発版には「2.6.3dev6」などの名前がついており、例えば 2.6.3 メジャーリリースから 6 番目の開発版であることを示します。

定期的に、開発リリースがより多くのテスト時間を得た後、メジャーリリースとして公開されます。例えば、2.6.3dev6 はメジャーリリース 2.6.4 として発行される可能性があります。

更新の確認

PHD2 には、ソフトウェア更新を自動的にチェックするオプションがあります。PHD2 のバージョンを最新の状態に保つために、このオプションを有効にすることをお勧めします。「アップデートを自動的にチェック」オプションが有効になっている場合、PHD2 は PHD2 の起動時にバックグラウンドで更新をチェックします。新しいアップデートが利用可能な場合、PHD2 は新しいバージョンをインストールするオプションを提供します。更新の自動チェックを有効にしても、自動操作を含む PHD2 の通常の操作には影響しません。インターネットに接続していないフィールドで撮影を行う場合は、オプションを有効のままにしておくことも安全です。PHD2 が更新を確認できない場合、次回起動するまで待ってから再度確認を試みます。

PHD2 が起動時に自動的に更新を確認することを許可しているかどうかにかかわらず、ヘルプメニューから「アップデートの確認」をクリックして、常に手動で更新を確認することができます。

PHD2 アライメントツールの使用

ドリフトアライメントツール

PHD2 のドリフトアライメントツールを使用すると、赤道儀の正確なポーラアライメントを素早く取得することができます。少し練習が必要ですが、何度か行えば、数分で正確なポーラアライメントを得ることができるようになります。ガイドスコープとメインスコープ、どちらか使いやすいほうで行ってください。

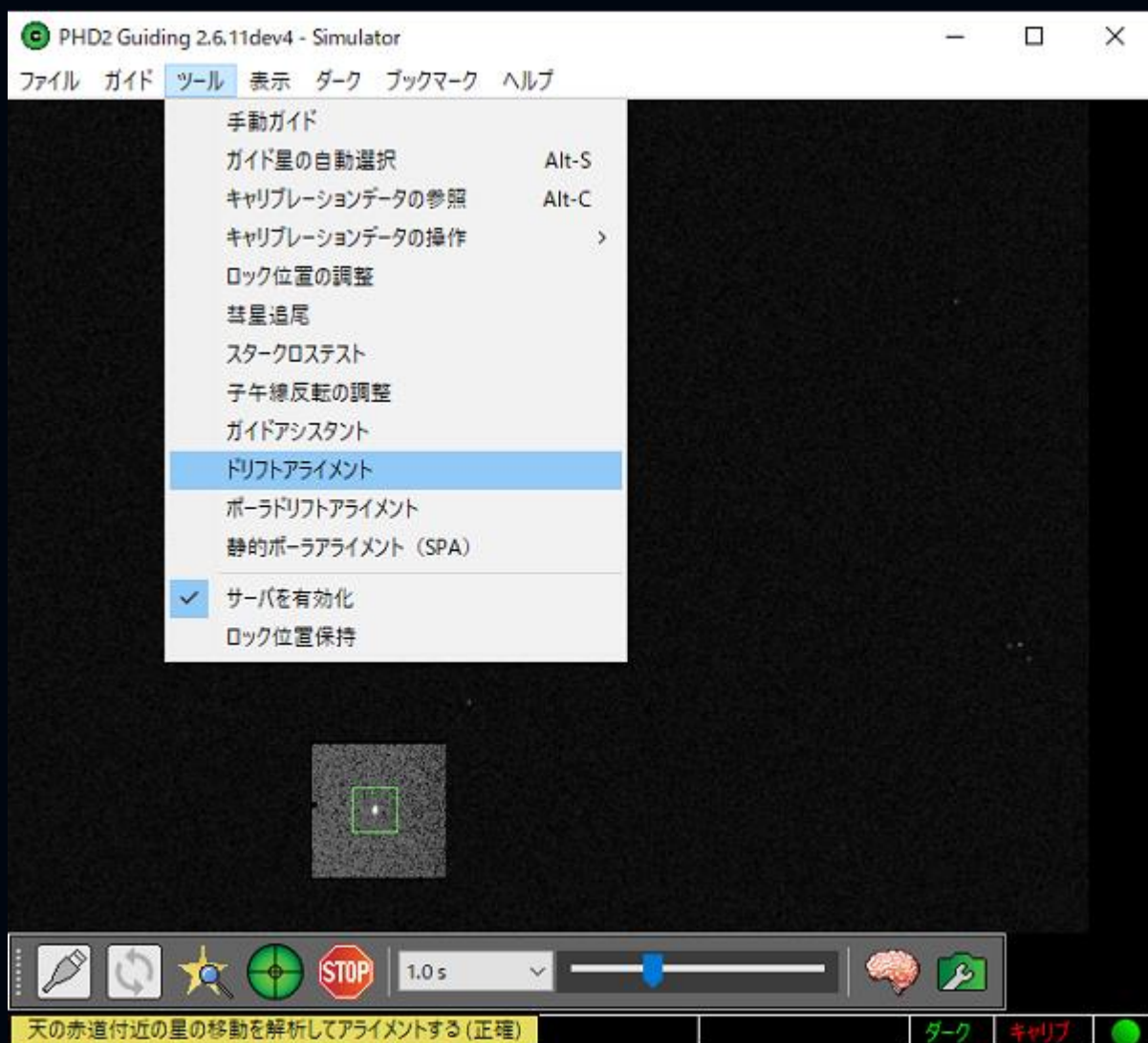
準 備

- マウントが適度に水平になっていることを確認してください。
- スコープのバランスを確認し、ガイドの準備をします。
- マウントにポーラアライメントスコープがある場合は、それを使ってマウントの極軸を大まかに合わせてみてください。そうでない場合は、マウントの極軸が北極を向いていること、高度設定が住まいの地域の緯度に対応していることを確認してください。
- マウントに立ったときに、パソコンの画面が見えるかどうか確認してください。
- PHD2 を起動し、機器を接続します。
- PHD2. の最新版を使用する必要があります。
- ここで説明する内容は、マウントへの ASCOM 接続があることを前提としているため、PHD2 はスコープが指している場所を認識しています。ASCOM 接続がなくてもドリフトアライメントできます。 [ASCOM に関する注意](#) を参照してください。
- 赤緯=0 から 20 度以内のガイド星でキャリブレーションを行うか、ASCOM または Indi マウントに接続している場合は、正確なキャリブレーションを再ロードしてください。キャリブレーションが、アライメントを行う予定の架台の側面に対して正しいことを確認してください。「On-camera」ガイドインターフェースを使用している場合は、アライメントを行う予定の架台の側面から新しいキャリブレーションを実行します。キャリブレーションが現在の架台に対して正しいものでない場合、ドリフトの方向が変わり、以前に作成した方向に関するメモが正しくなくなります。
- PHD2 の設定で、ガイドスコープの焦点距離とガイドカメラのピクセルサイズが正しい値であることを確認してください。(頭脳ボタン ⇒ 全体タブで焦点距離、カメラタブでピクセルサイズ)

これでドリフトアライメントの準備が整いました。

方位角アライメント

ドリフトアラインツールを開きます。



次のような画面が表示されます。

子午線と赤道付近まで旋回。
 [ドリフト]を押してドリフトを測定し、赤道のトレンドラインを確認します。
 [調整]を押して、マウントの方位角を調整します。
 アライメントが完了するまでドリフト/調整を繰り返します。
 次に、[高度]をクリックして高度調整を開始します。

望遠鏡の向き


	子午線オフセット (-)	赤道 (-)		
現在	<input type="text" value="+25"/>	<input type="text" value="+13"/>		
旋回先	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="13"/>	<input type="button" value="旋回"/>	<input type="button" value="保存"/>

方位角の調整ノート

方位軸を調整するためにスコープの位置を決めます。子午線と天の赤道付近をポイントします。[旋回] ボタンをクリックするか、マウントを手動で動かすことができます。 スコープが次のような方向を向いているはずです。



そして、「ドリフトアライメント」画面は次のように表示されます。



子午線と赤道付近まで旋回。
[ドリフト]を押してドリフトを測定し、赤道のトレンドラインを確認します。
[調整]を押して、マウントの方位角を調整します。
アライメントが完了するまでドリフト/調整を繰り返します。
次に、[高度]をクリックして高度調整を開始します。

望遠鏡の向き

	子午線オフセット (-)	赤道 (-)
現在	<input type="text" value="+3"/>	<input type="text" value="+13"/>
旋回先	<input type="text" value="3"/> <div>▲▼</div>	<input type="text" value="13"/> <div>▲▼</div>

旋回

保存

方位角の調整ノート

▲▼

ドリフト

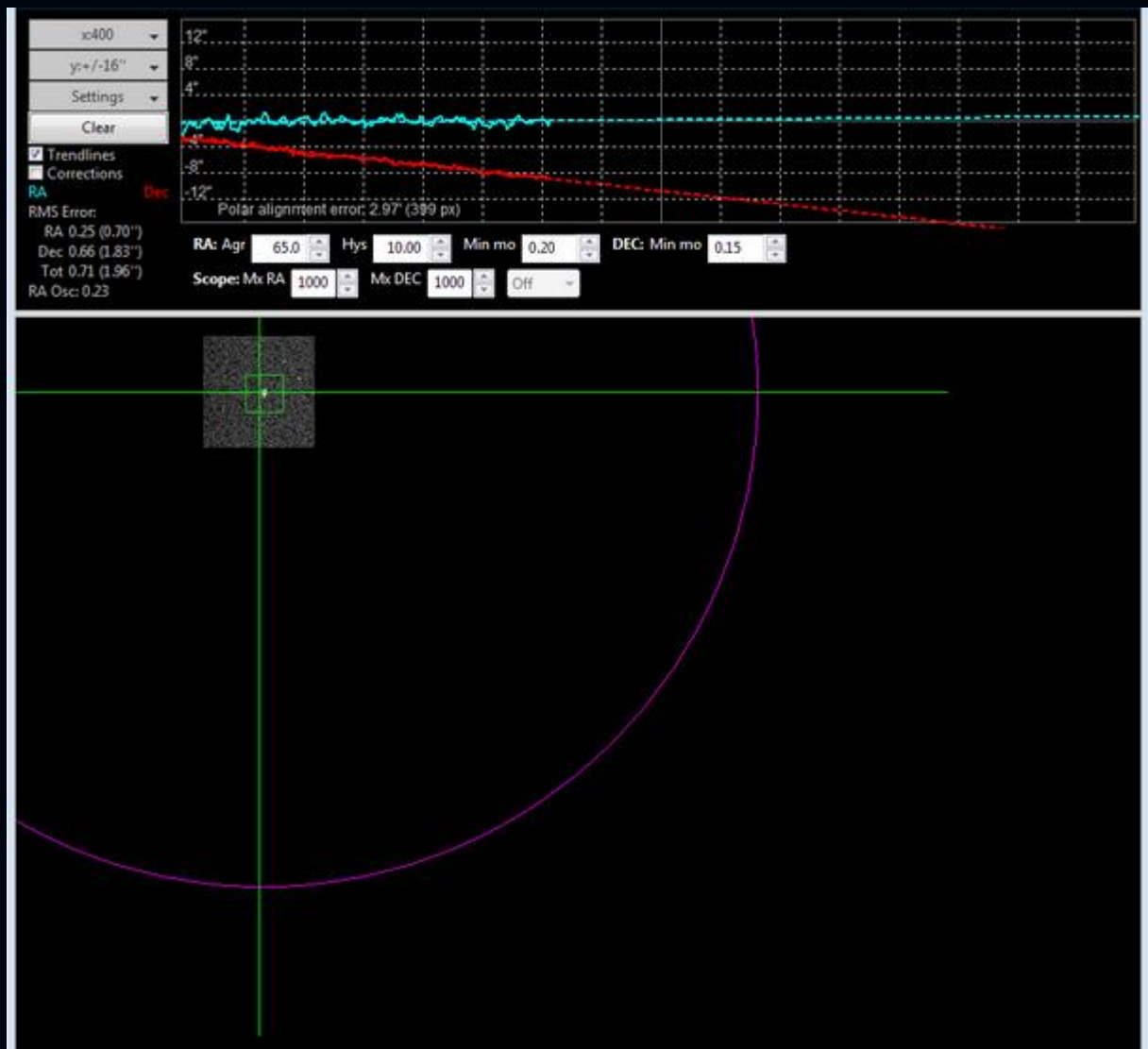
調整

> 高度

子午線からわずか数度離れており（「子午線オフセット」）、赤道に近い（赤緯の値が小さい）ことに注意してください。

誤差の測定（ドリフト）とマウントの調整（調整）を交互に行うことになります。赤緯ドリフトの割合がアライメント誤差の大きさを示します。調整するたびに誤差は小さくなり、誤差をゼロに近づけるために必要な回数だけ、この作業を繰り返します。

「ドリフト」をクリックすると、赤緯ドリフトの計測が開始されます。PHD2 がガイド星を選択し、ガイドを開始します。しばらくすると、次のような表示になるはずです。

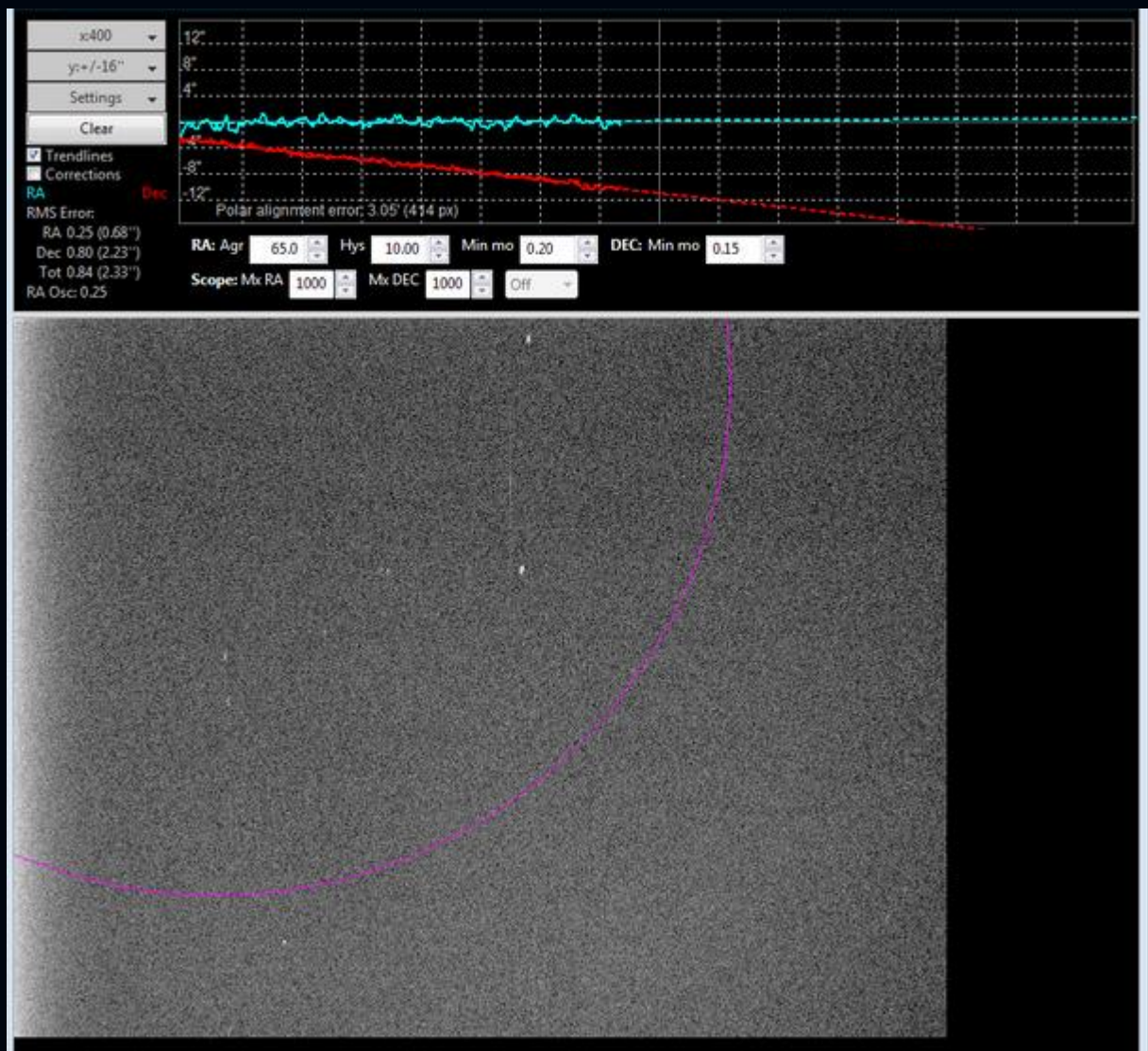


特に「赤緯」の傾向線（赤）に注目してください。最初は、赤緯の傾向線が上下に飛び跳ねますが、すぐにノイズが平均化され、ラインの傾きがある程度安定してきます。そうなれば、マウントの方位角を調整する準備が整ったことになります。

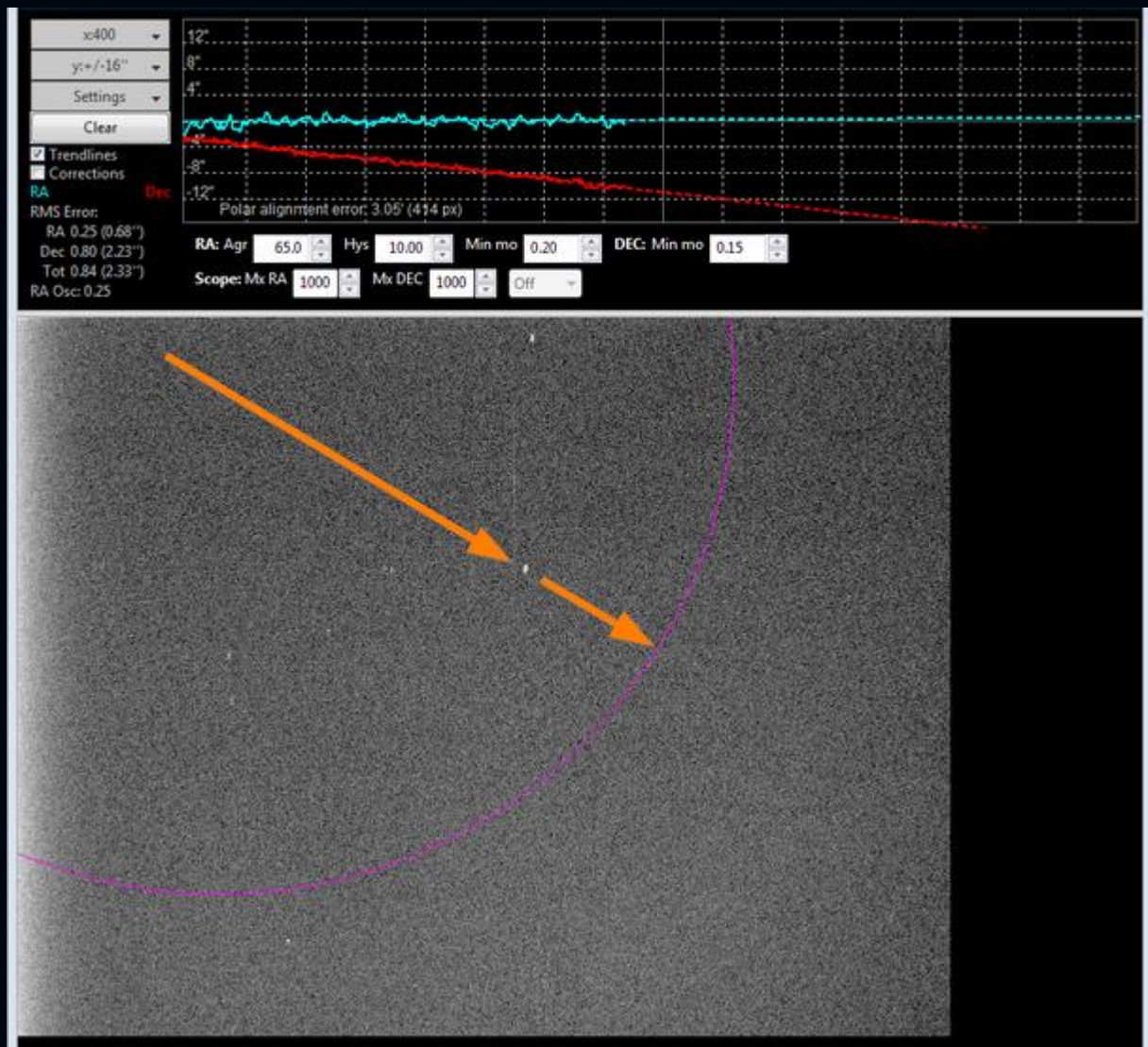
私たちの目標は、赤緯の傾向線を「フラット」にすることです。マウントの方位角を調整すると、赤緯の傾向線の傾きが変わります。

方位角を初めて調整する場合は、東と西のどちらに行けばよいかわかりません。PHD2 もわからないので、推測するだけで、五分五分の確率で正しい結果が得られます。正しく選択すると、新しいドリフトラインはより平坦になります（勾配が緩くなり、水平に近づきます）。選択を誤ると、ドリフトレートが増加します（上記の例では、より急激に下向きになります）。

[調整] ボタンをクリックします。PHD2 がガイドを停止するので、調整を行うことができます。次のような表示が出ます。



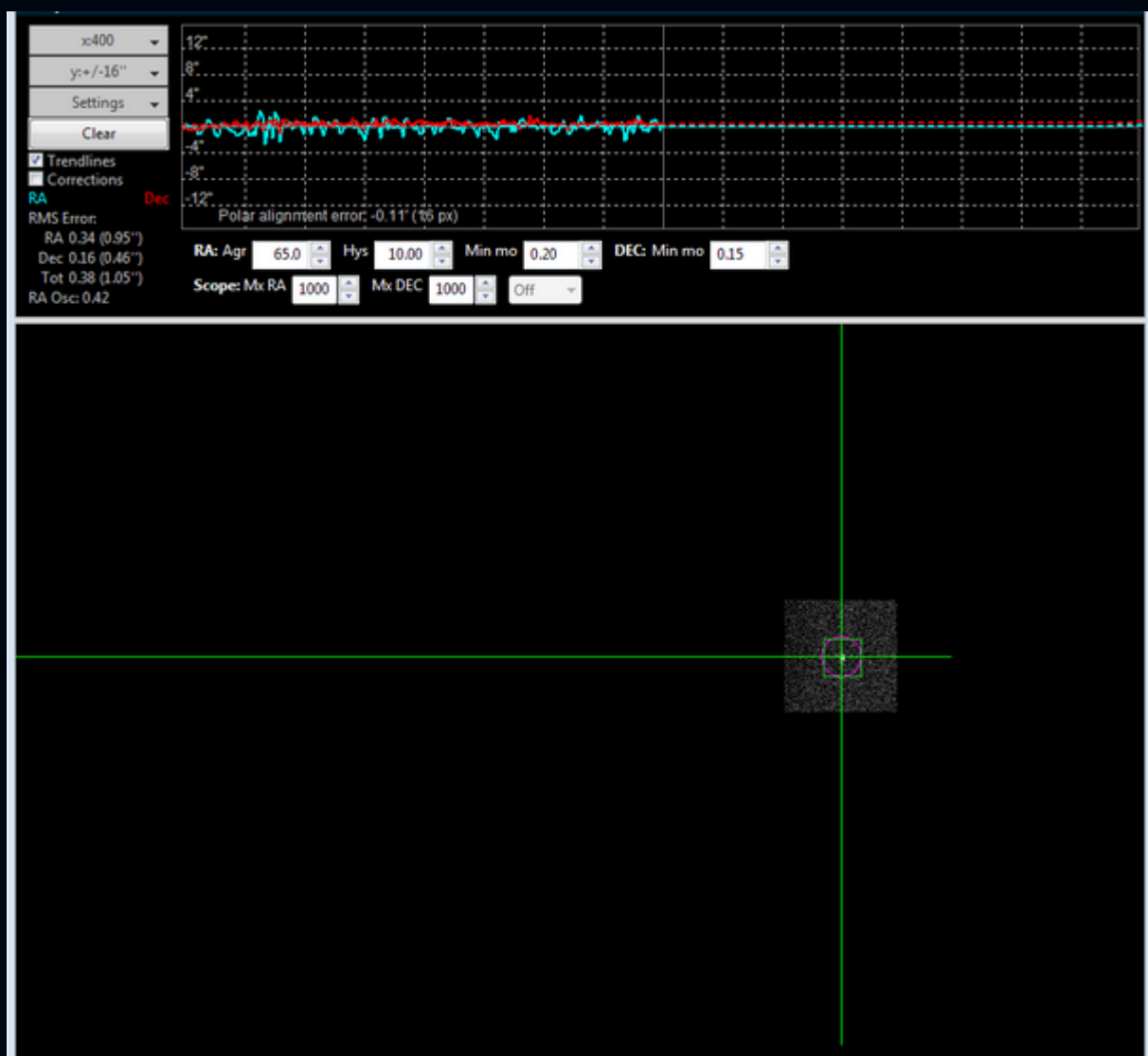
マウントの方位角調整をゆっくりと回し、画面を見ながらガイド星をマゼンタの円に向かって動かします。マゼンタの円は、ガイド星がどれだけ移動する必要があるかを示しています。マゼンタの円は、赤緯の傾斜が急なほど大きくなり、最初は大きすぎて画面に表示されない場合があります。これは当然のことです。表示されていない場合は、ガイド星を画面の幅に合わせて移動します。マゼンタの円が表示されている場合は、次のようにガイド星を円に移動する必要があります。



ガイド星を移動させた後、[ドリフト] をクリックして再度計測を行います。[ドリフト] をクリックする前に、マウントを動かして星の中心を変えたり、別の星を探したり、子午線に近づけたりしてもかまいません。また、ガイド星をクリックして自分で選ぶこともできますし、PHD2 に選ばせることもできます。

しばらく漂うと、また赤緯のトレンドラインができます。良くなった（水平に近づいた）か、悪くなった（水平から離れた）か？「方位角の調整ノート」エリアに、どのように方位角を調整し、赤緯の傾きがどの方向に移動したかを自分で記録しておきます。この情報は、次回ドリフトアライメントを行う際に、方位角調整の方向を推測することなく使用することができます。例えば、私のセットアップでは、方位角のノブを時計回りに回すと傾きが小さくなります。このメモがあることで、「方位角のノブを反時計回りに回すと傾斜が上がるんだ」ということがわかるんです。

次のように、平らな水平方向の赤緯トレンドラインが得られるまで、マウントの測定と調整を繰り返します。




高度アライメント

次に、マウントの高度を調整するために、この手順を繰り返す必要があります。[>高度] ボタンをクリックすると、ドリフトツールは次のようになります。

ドリフトアライメント - 高度調整

—□×



赤道と東または西の地平線に近い場所に旋回する。
[ドリフト]を押してドリフトを測定し、赤緯のトレンドラインを見ます。
[調整]を押して、マウントの高度を調整します。
アライメントが完了するまで、ドリフト/調整を繰り返します。
[方位角]をクリックし、方位調整を繰り返します。

望遠鏡の向き

子午線オフセット (-)

赤緯 (-)

現在

旋回先

▲▼

▲▼

旋回

保存

高度の調整ノート

▲▼

ドリフト

調整

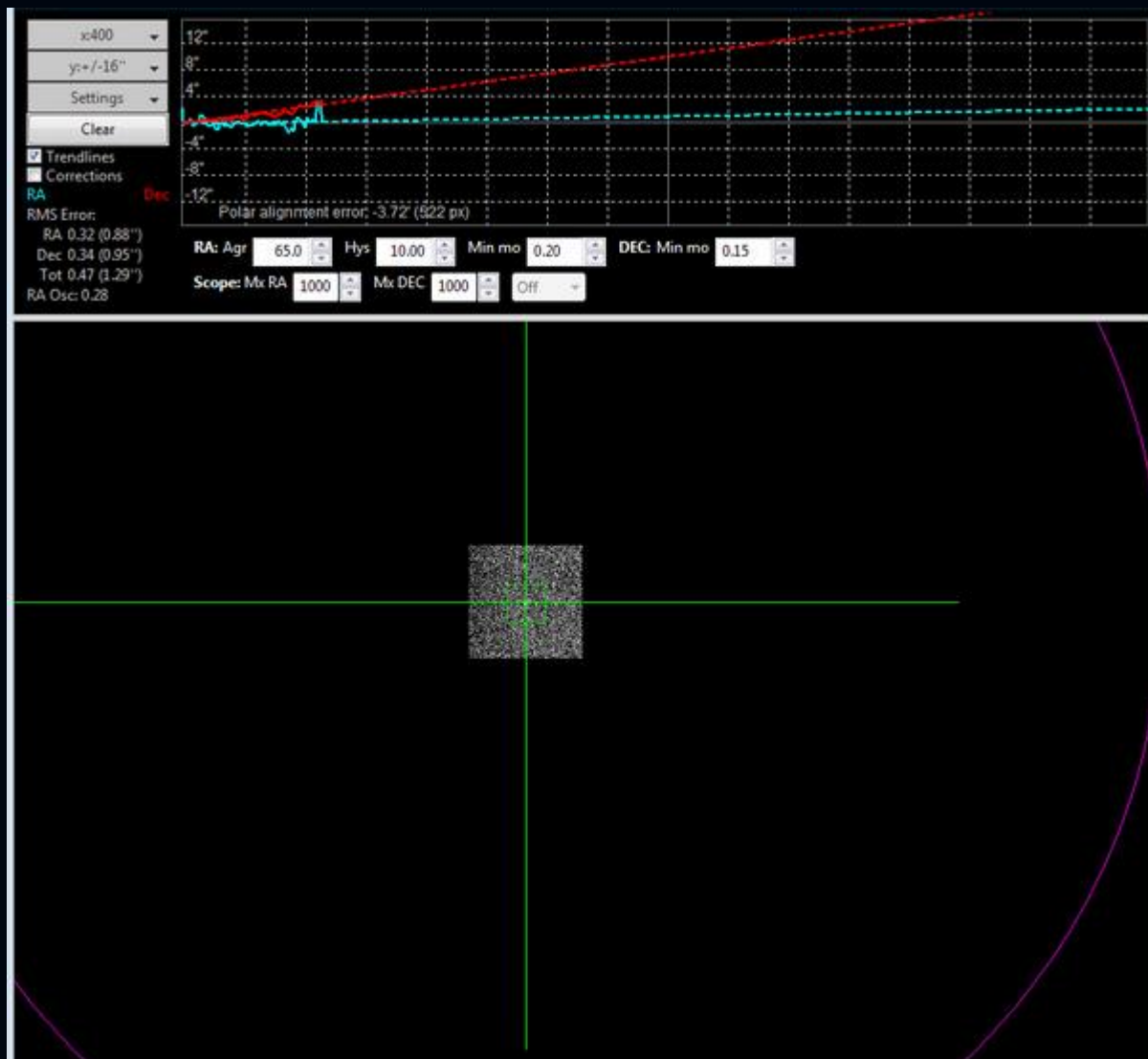
< 方位角

[旋回] をクリックするか、手動でマウントを水平線（東または西）に向けて旋回させます。



正確な位置は重要ではありませんが、水平線から 23～35 度の位置が効果的です。

〔ドリフト〕をクリックするとドリフトが開始します。



赤緯の傾斜が安定するまでドリフトします。〔調整〕をクリックし、マウントの高度調整ノブを回します。前の項の「高度の調整ノート」エリアに記録されたメモを使用して、ノブをどの方向に回してスロープを目的の方向に移動するかを決定します。たとえば、私のセットアップでは、高度ノブを時計回りに回して傾斜を「下」にします。

方位角の調整と同様に、ドリフトと調整を繰り返し、測定してガイド星をマゼンタ色の円に移動させます。ここでも目標は、ドリフトラインを水平にすることです。

ブックマークの使用

ドリフトアライメントに慣れるまでは、「調整」という作業が少し面倒に感じるかもしれません。最初は、マウントのノブをどのように調整すれば、「どの程度」、「どの方向」に効果があるのかを判断する必

必要があります。そこで、PHD2 のドリフトアライメントツールでは、「ブックマーク」に対応しています。これは、調整前と調整後のガイド星の位置を記録するのに便利な方法です。ブックマークは、「ブックマーク」メニュー、またはキーボードショートカットを使って、以下のようにアクセスします。

- b : ブックマークの切り替え／表示
- Shift-B : 現在のガイド星の位置（「ロック位置のブックマーク」）にブックマークを設定する。
- Ctrl-B : 全て削除
- Ctrl キーを押しながら画像のどこかをクリック : その位置にブックマークを設定する、または既にあるブックマークを削除する。

マウント調整をする前にブックマークを設定しておく、調整によってガイド枠上の星がどのように移動したかを明確に把握することができます。

ASCOM に関する注意

上記の説明とスクリーンショットは、マウントに ASCOM または INDI を接続している PHD2 で表示されるものに対応しています。これらの接続がない場合は、いくつかの違いがあります。

- スコープ位置データおよび旋回機能は利用できませんので、自身でスコープを旋回させる必要があります。目標高度や方位角はあくまで目安であり、特に精度にこだわる必要はありません。
- マゼンタの実線の円は破線のマゼンタの円になります。マゼンタの破線の円は、ガイド星の移動距離の制限を表しており、正確な距離ではありません。私たちは、星が円を越えて動いてはいけないということだけを知っています。円まで星を移動させるのではなく、最初の推測として、半分くらいまで移動させるのがよいでしょう。ブックマークを使えば、ドリフト/調整の各反復でガイド星がどこにあったかを記録しておくことができます。

静的ポーラアライメント (SPA) ツール

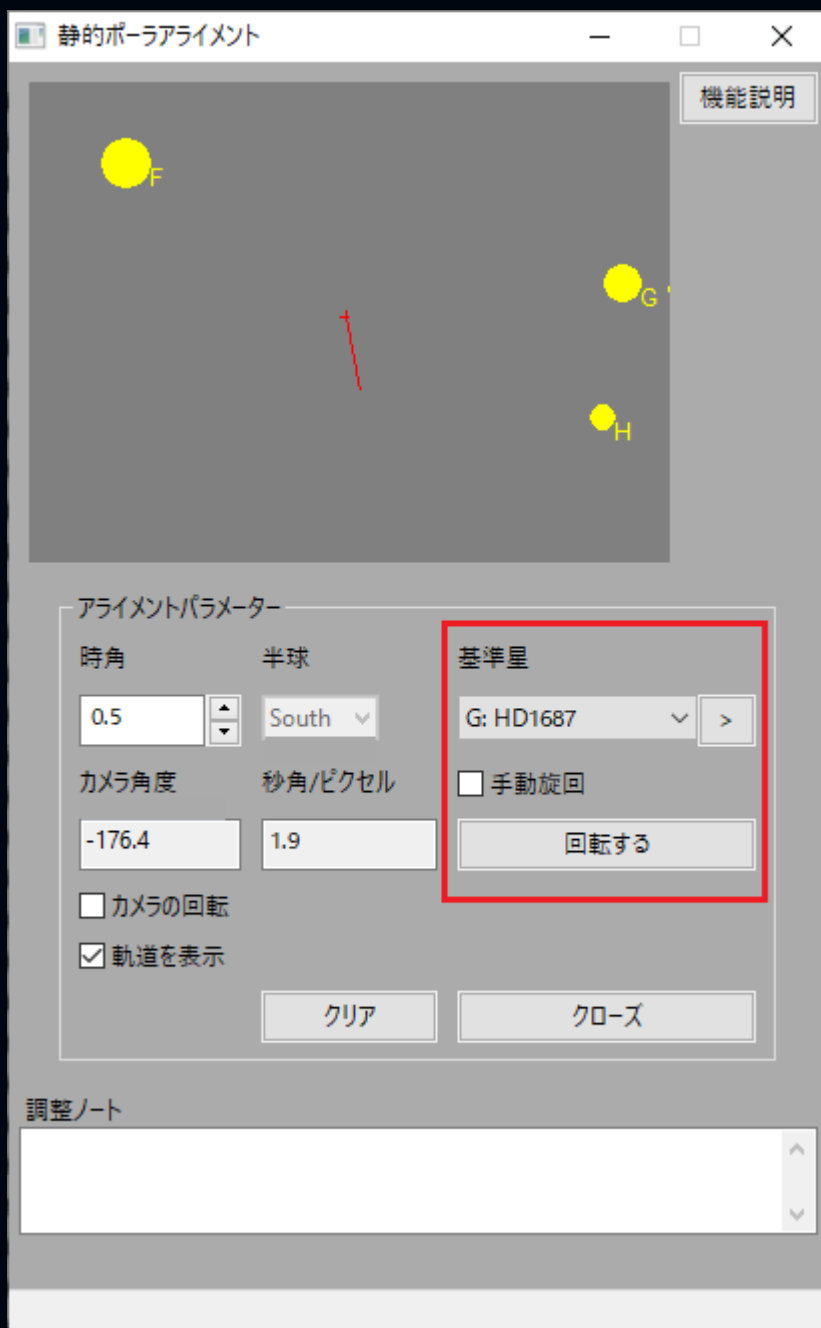
静的ポーラアライメントツールには、2つの動作モードがあります。自動化モードでは、コンピュータ制御で旋回し、その位置を報告できるマウントが必要です。それ以外の手動モードは、ST-4 タイプのガイド（「On-camera」、GPUSB など）または手動で制御されるマウントで利用できます。SPA ツールは、マウントの能力に応じて最も適切なモードを選択します。

自動化モード

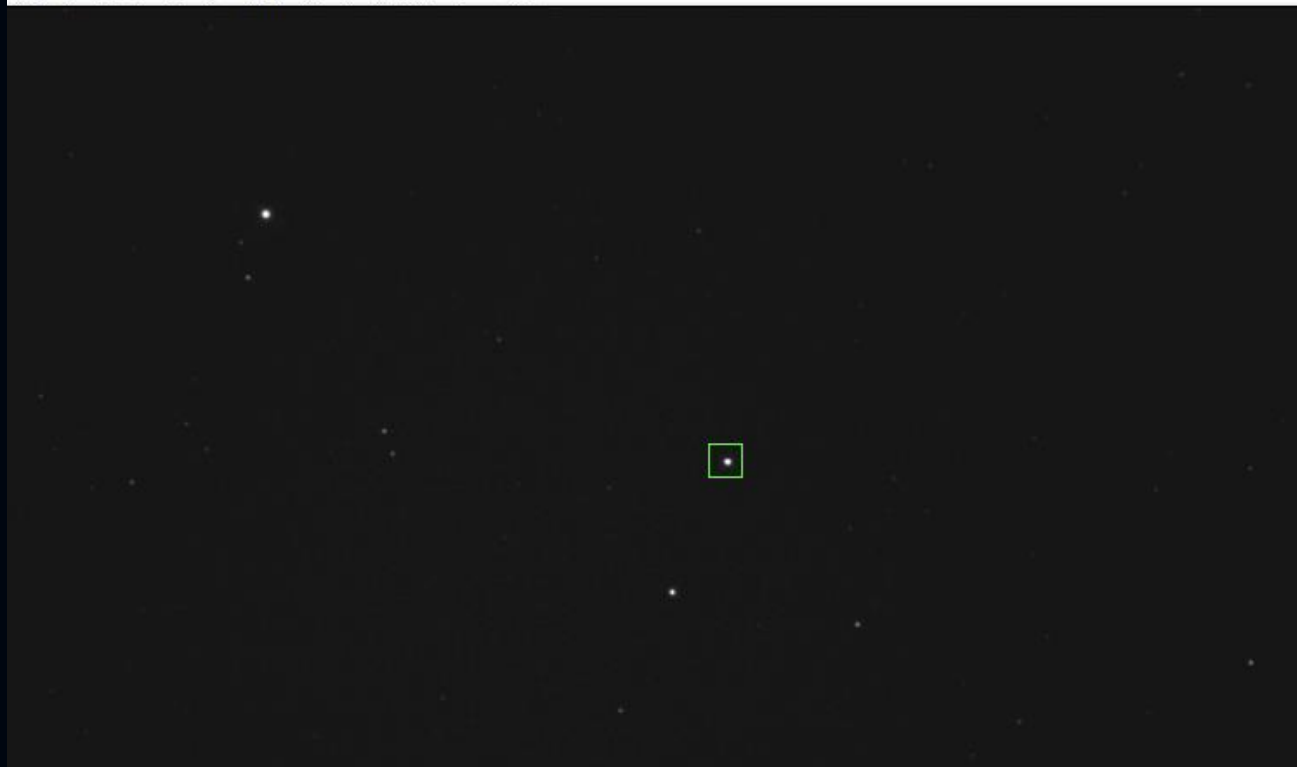
自動化モードでは、PHD2 はアライメント手順の実行に必要な望遠鏡の旋回を行います。これを行うには、PHD2 を ASCOM または INDI インターフェースでマウントに接続し、マウントを初期化し、Go-to（スルーイング）操作を行う準備ができている必要があります。開始するには、次の手順を実行します。

- PHD2 をカメラに接続し、ASCOM または INDI マウントドライバに接続します。
- PHD2 がこの設定のためのキャリブレーションをすでに行っていることを確認する。
- マウントの赤経を見かけの極から 5 度以内になるように手動で調整し、赤緯 = +90 または -90 になるように望遠鏡を旋回させます。ドイツ赤道儀の場合、マウントを下げた状態で北極に向けた状態から始めるとよいでしょう。スターアライメントやプレートソルブを使用して、赤緯 = +90 または -90° にできるだけ近づけます。
- アライメント中はマウントが西に 10 度回転しますので、視界を遮るものやスコープの回転を邪魔するものがないことを確認してください。

次に、ツール / 静的ポラアライメントから SPA ツールを開くと、最初のウィンドウが開きます。



PHD2 のメイン画面は次のようになります（南極の例）。



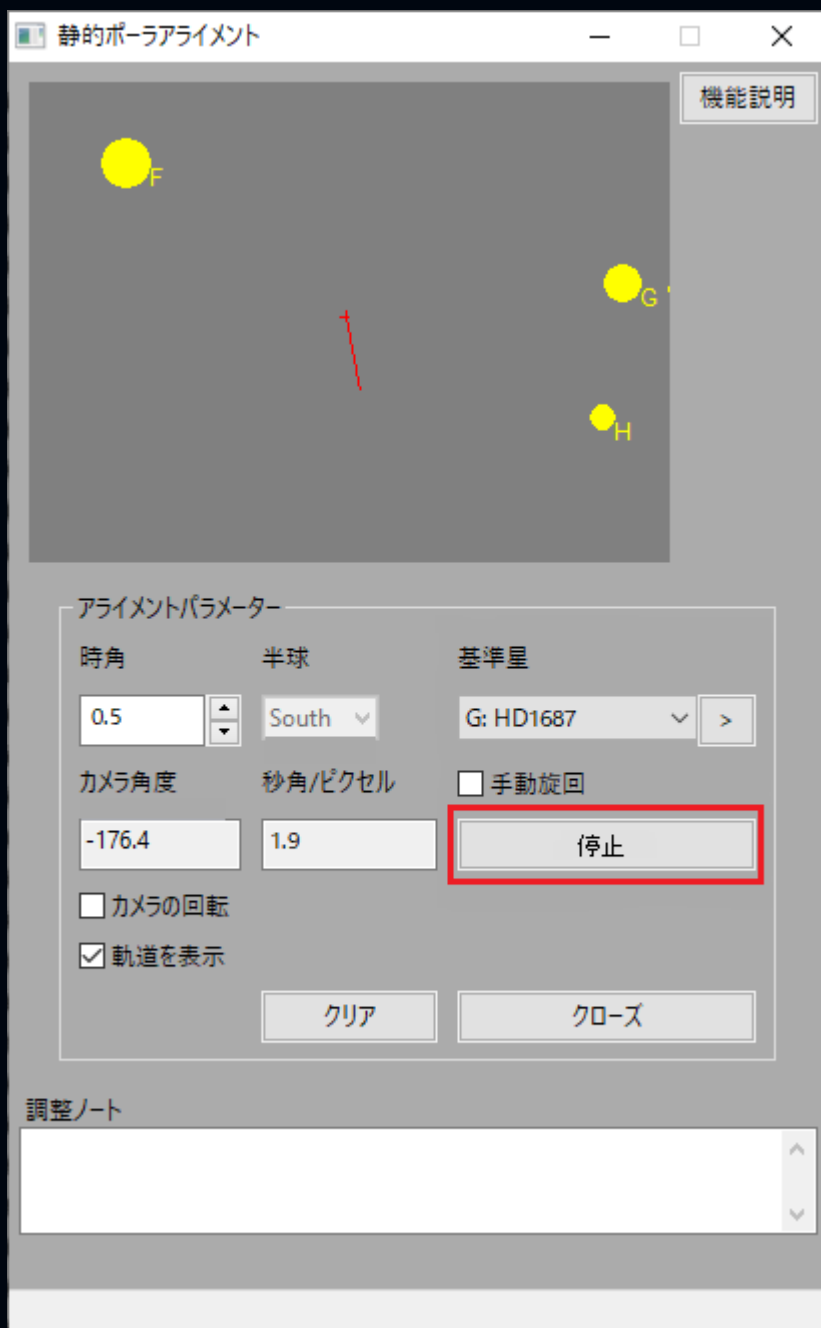
SPA 画面の上部にある星図は、PHD2 のキャリブレーションとマウントの位置に合わせて、北極星のおおよその位置が表示されます。[時角] を調整するか、[カメラの回転] オプションを使用して、星図をメイン画面の方向に向けることができます。星図をパンするには、中心にしたい点をダブルクリックするか、「>」ボタンをクリックして選択した基準星を中心にすることができます。

星図の右のボタンで、星図の表示と SPA ツールの機能説明の表示を切り替えることができます。

[手動旋回] チェックボックスにチェックを入れることで、手動制御を使用するオプションがあります。手動モードでのアライメントについては、以下の説明を参照してください。

星図を使い、PHD2 のメイン画面で「基準星」を選択します。どの星を選択したかは、ドロップダウンリストで確認してください。正しく選択できなくても、後で修正できますので安心してください。

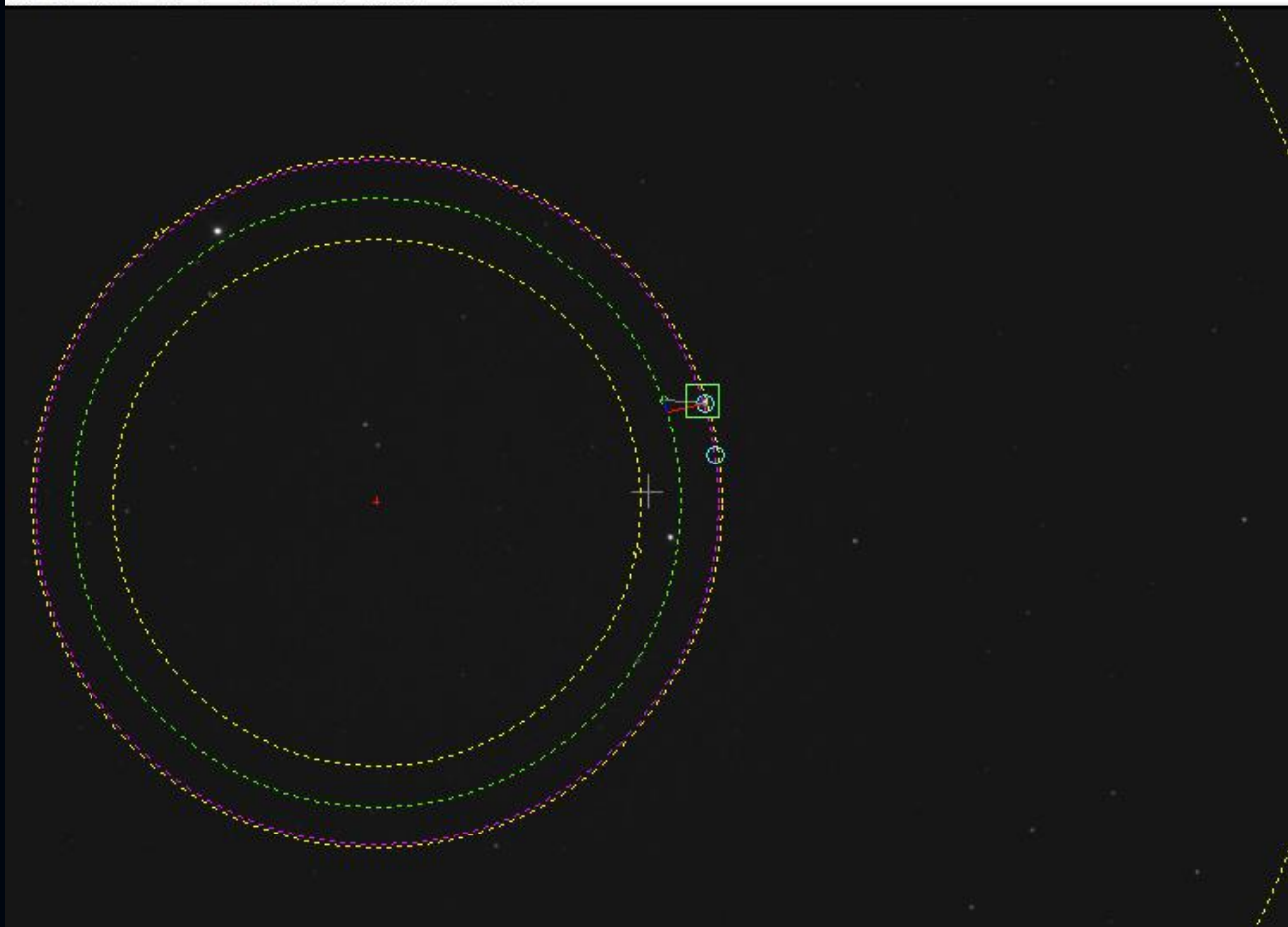
アライメントを開始する準備ができたなら、「回転する」をクリックします。現在の位置はメイン画面に小さな青い円で表示され、ステータスバーには座標が表示されます。「ローテータ」ボタンが [停止] ボタンに変更されていることに注意してください。マウントの旋回を終了または停止したい場合は、[停止] ボタンをクリックします。



ファイル ガイド ツール 表示 ダーク ブックマーク ヘルプ



「回転する」をクリックすると、ステータスバーに表示されるように、マウントは赤経で西に旋回するようになります。2点を記録すると、アライメントグラフがPHD2メイン画面にオーバーレイ表示されます。



「基準星」を間違えてしまった場合は、ドロップダウンリストで正しいものを選択してください。
次に、[ポラアライメントオーバーレイの使用](#)の説明に従って、マウントのポラアライメントを調整します。

手動モード

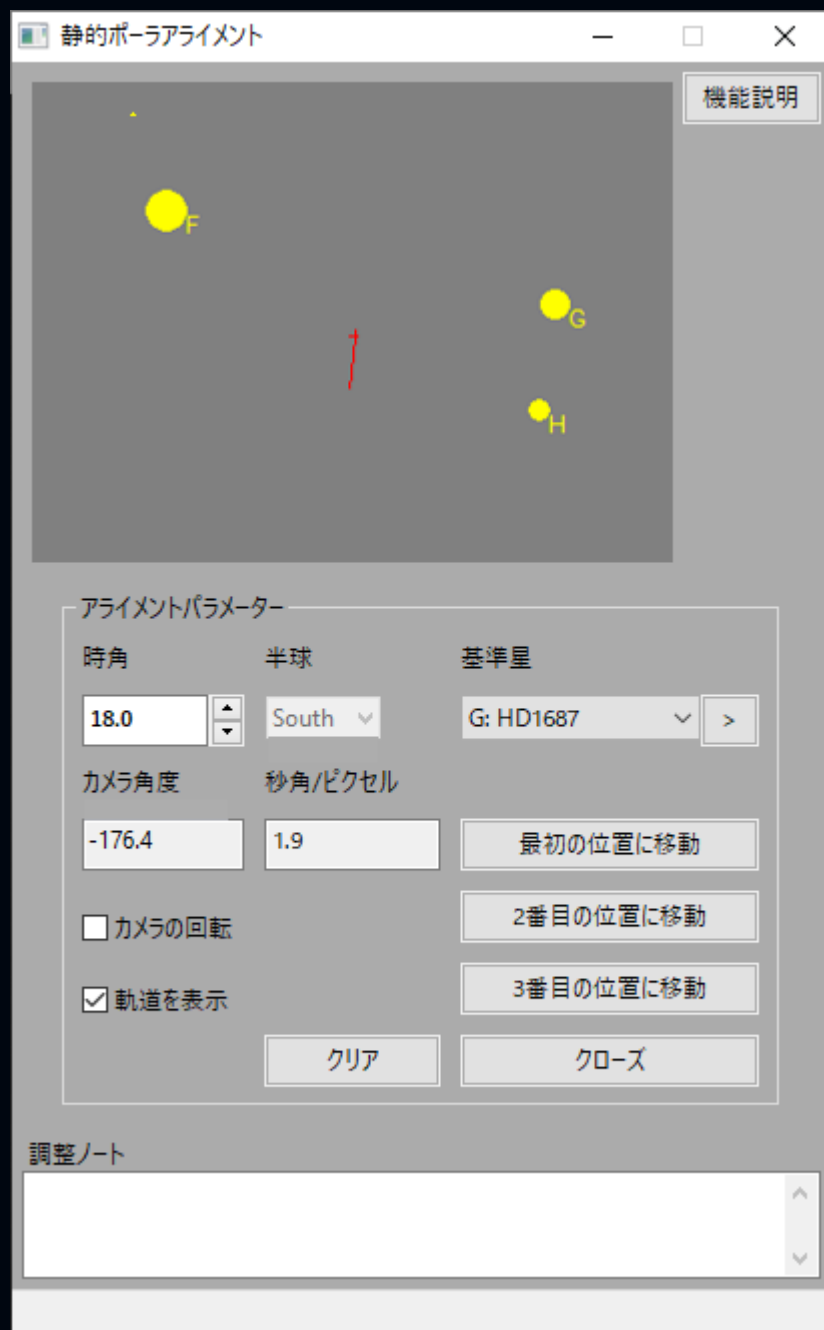
Go-to をサポートするマウントドライバをお持ちでない場合や、スコープの旋回を手動で制御したい場合は、手動モードを使用することができます。開始するには、次の手順を実行します。

- PHD2 をカメラとマウントのガイダーインターフェース（ST-4 など）に接続します。
- PHD2 がこの設定のためのキャリブレーションをすでに行っていることを確認する。
- 赤経を見かけの極から 5 度以内を指すように手動で調整し、赤緯 = +90 または -90 を指すように手動で望遠鏡を回転させる。ドイツ赤道儀の場合は、カウンターウェイトを下げた状態で、北極を指すようにするのがよいでしょう。スターアライメントやプレートソルブで、赤緯 = +90 または

-90° にできるだけ近づけるようにします。

- アライメント作業では、マウントを西に 15 度まで回転させる必要があるので、視界を遮るものやスコープの回転を妨げるものがないことを確認してください。

次に、ツール / 静的ポラアライメントから SPA ツールを開くと、最初のウィンドウが開きます。



SPA 画面の上部にある星図は、PHD2 のキャリブレーションとマウントの位置に合わせて、北極星のおおよその位置が表示されます。[時角] を調整するか、[カメラの回転] オプションを使用して、星図をメイン画面に表示することができます。星図をパンするには、中心にしたい点をダブルクリックするか、

[>] ボタンをクリックして選択した基準星を中心にすることができます。

星図の右のボタンで、星図の表示と SPA ツールの「機能説明」の表示を切り替えることができます。

[手動旋回] チェックボックスにチェックを入れることで、手動制御を使用するオプションがあります。

手動モードでのアライメントについては、以下の説明を参照してください。

星図を使い、PHD2 のメイン画面で「基準星」を選択します。選択した星がどの星なのか、ドロップダウンリストを使って確認します。正しく選択できなくても、後で修正できますのでご安心ください。

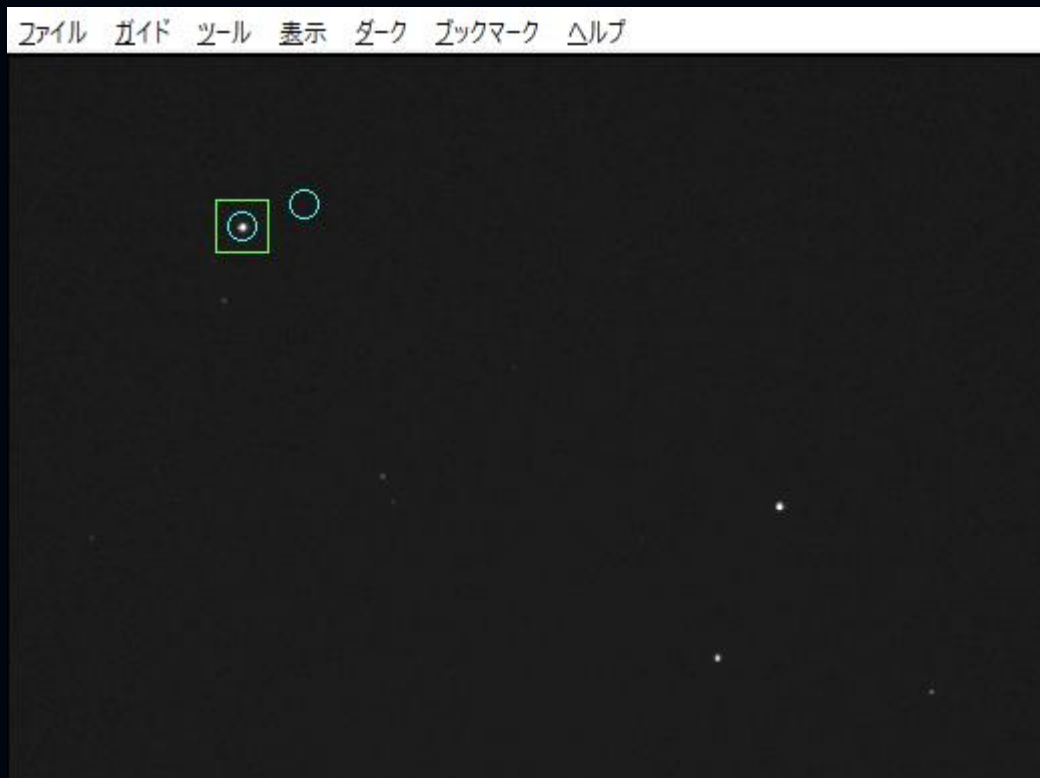
準備ができたら、[最初の位置に移動] をクリックします。現在位置はメイン画面に小さな青い丸で表示され、ステータスバーには座標が表示されます。



マウントを赤経で 20 分間以上 西に移動します（西に移動すると、赤経は減少します）。

メイン画面で同じ基準星を選択します。

[2 番目の位置に移動] をクリックします。その位置には別の小さな青い円が表示され、ステータスバーに座標が表示されます。

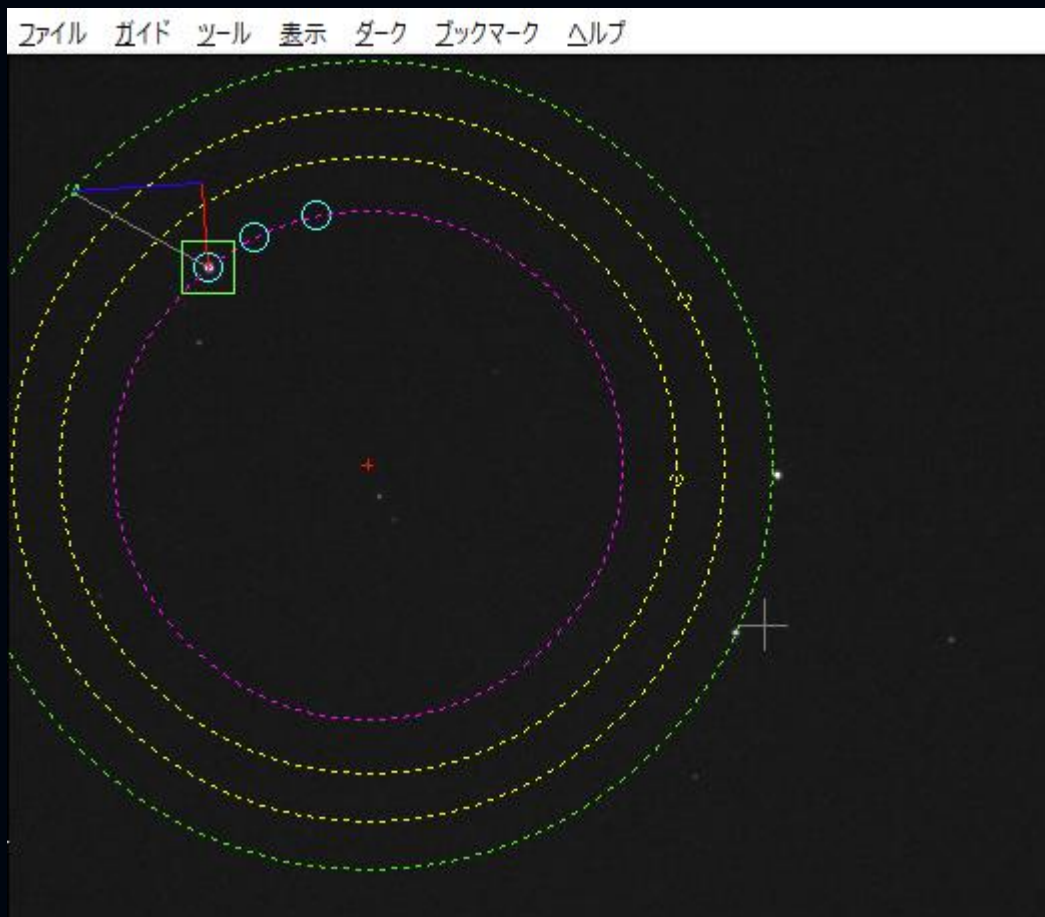


赤経でさらに 20 分以上 西に移動し、同じ星を再度選択します。

[3 番目の位置に移動] をクリックします。

しばらくすると、アライメントグラフがメイン画面にオーバーレイ表示されます。間違っていた場合は、ドロップダウンリストで正しい「基準星」を選択します。同様に、アライメントの位置が疑わしい場合は、マウントを悪い位置まで旋回させ、適切なボタンをクリックして、その座標を置き換えます。東に旋回する必要がある場合は、オーバーシュートして西に旋回させ、バックラッシュを解消するのがベストです。または、西に移動して新しい位置に移動し、悪いポイントを置き換えます。位置は順番通りである必要はありません。

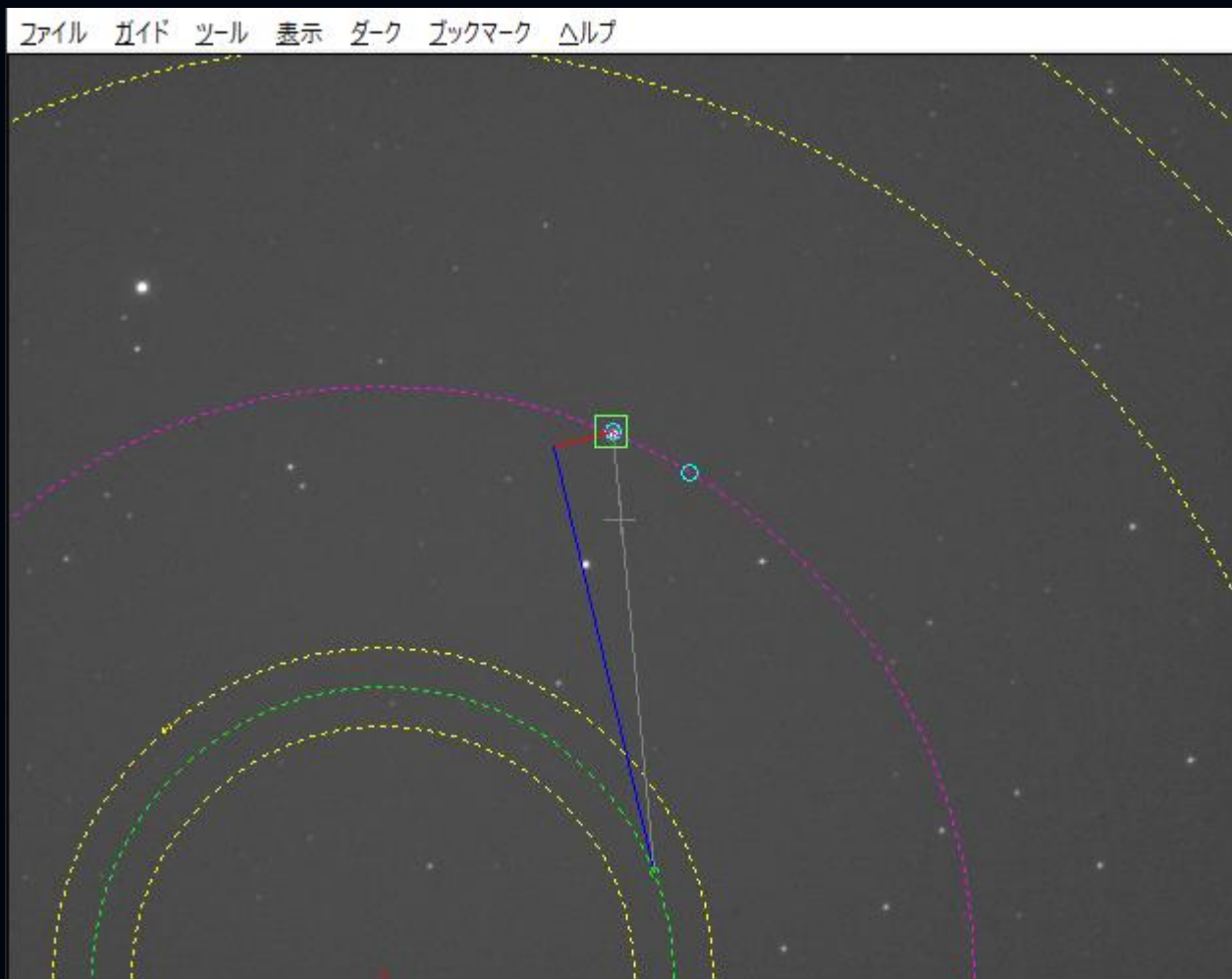
修正されたアライメントグラフは自動的に更新されます。



次項の説明に従って、マウントのポーラアライメントを調整します。

ポーラアライメントオーバーレイの使用

ポーラアライメントオーバーレイは、十分なアライメントポイントが収集されると、メイン画面に表示されます。



- 画面の中央はグレーの + で表示されます。
- 回転中心は赤い + で表示されます。
- マゼンタの円は、基準星がたどる軌道を示します。
- 緑色の円は、ポーラアライメントが正確に行われた場合に、基準となる星の望ましい軌道を示します。
- 黄色い円は他の基準星の軌道を示します。

緑と黄色の各軌道の中で、小さな円は星が位置する場所を示しています。グレーの線は、基準星と緑色の軌道上の目標円とを結んでいます。これらの位置は、ガイド星が正しく認識されているかどうかで決まります。

青線は基準星を移動させるために必要な方位補正、赤線は必要な高度補正を表しています。

調整線を見やすくするために、[軌道を表示] オプションで軌道の表示／非表示を切り替えることができます。

高度と方位角のノブを調整して、基準星を目標円に移動させます。高度を調整すると、赤い線に沿って基

準星を移動させることができます。方位角で調整すると、基準星は青い線に沿って移動します。別の方法として、3つの基準星をそれぞれの軌道上に配置することができます。これは、手動モードを使用する場合に重要です。

最も正確なアライメントを得るには、メイン画面上の星がすべて目標円から同じ量と方向にずれるまで[時角]を調整します。その後、調整を行います。

確認する場合は、やり直しが可能です。大きく調整した場合は、極域の中心を保つために赤緯の調整が必要な場合があります。また、視界が狭い場合は、マウントを開始位置に戻した方がよいかもしれません。終了したら、[クローズ]をクリックします。大きな調整をした場合は、再度キャリブレーションを行う必要があります。

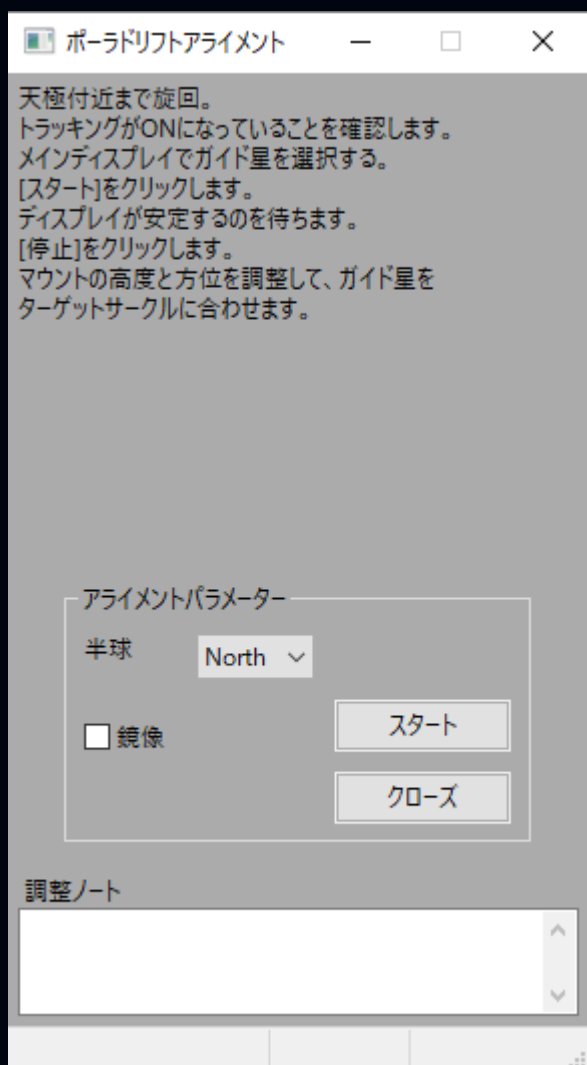
ポーラドリフトアライメントツール

ポーラドリフトアライメントツールは、オリジナルのドリフトアライメントツールと同様の原理で作動します。違いは、方位角と高度に必要な調整を同時に計算するために、天球儀の近くでドリフトを測定することです。ただし、ドリフト星の北極からの距離が長くなるにつれて精度が落ちます。また、調整が落ち着くまで時間がかかることもあるので、静的ポーラアライメントの方が早い場合もあります。ポーラドリフトアライメントの主な利点は、任意の星を選択できること、ツールはどの半球にいるかを知る必要があること、最初に PHD2 をキャリブレーションする必要がないことです。

はじめに、以下の手順を実行してください。

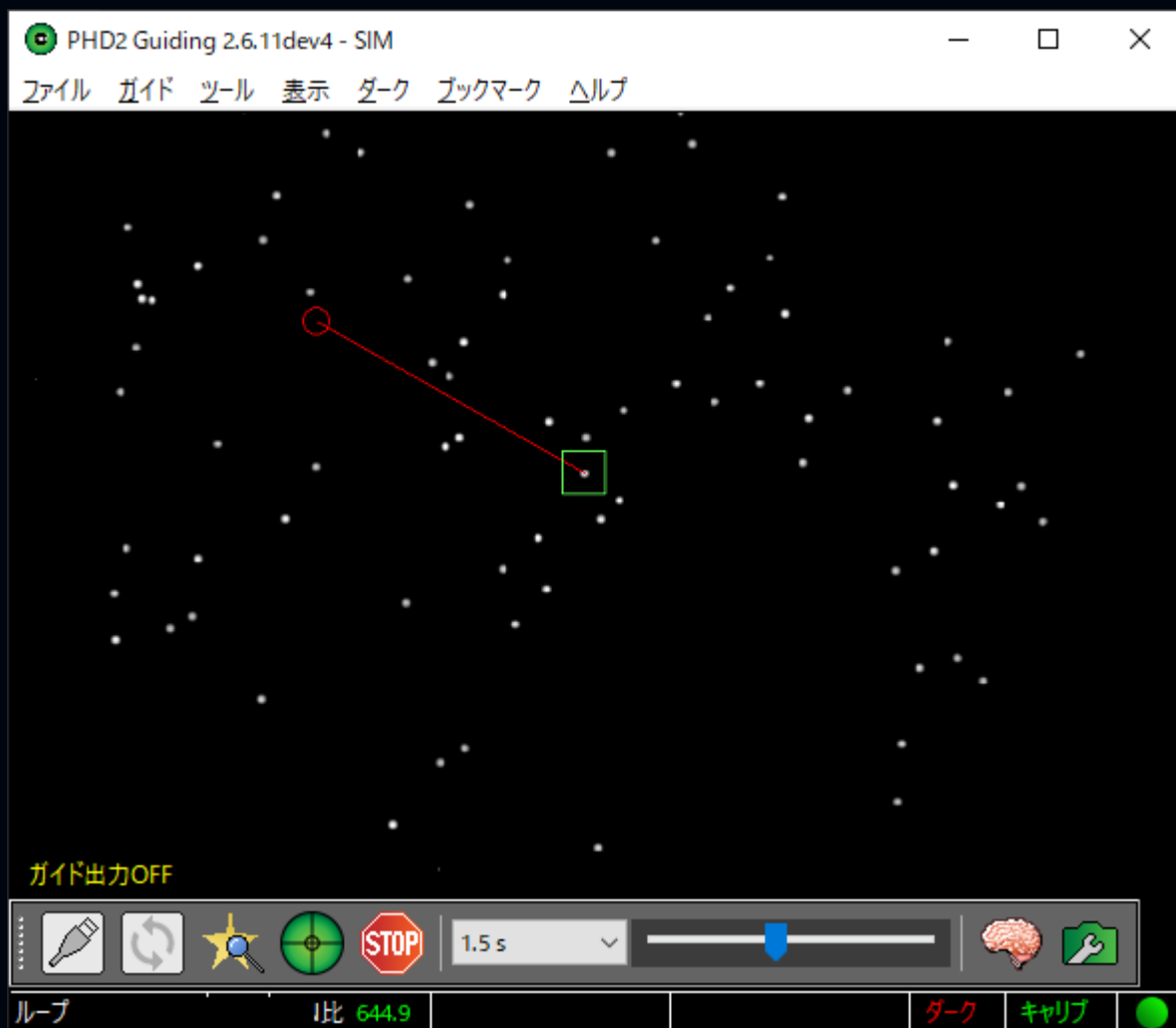
- PHD2 をカメラに接続する
- マウントの赤経を見かけの極から 5 度以内になるように手動で調整し、赤緯 = +90 または -90 になるように望遠鏡を回転させる。ドイツ赤道儀の場合は、カウンターウェイトを下げた状態で、極に向けることから始めるとよいでしょう。
- 半球が正しく認識されているか確認し、必要であれば調整すること
- OAG のガイドカメラなど、カメラ画像がミラーリングされている場合は、[鏡像] にチェックを入れます。
- メイン画面で適切なガイド星を選択する

[スタート] ボタンをクリックすると、ドリフトが始まります。



すぐにメイン画面に赤い線が表示されるのがわかると思います。これは、ドリフトを最小限に抑えるためにガイド星に必要な調整を示しています。最初のうちは、安定した調整に落ち着くまで、大きく動き回ります。

落ち着いたら、[停止] ボタンをクリックします。調整内容はメイン画面に表示されたままになります。高度と方位角のつまみを調節して、ガイド星を赤線の先の赤丸に移動させます。



専門用語解説

PHD2 は使いやすさを追求していますが、望遠鏡のガイドという作業は、実はとても複雑です。機器に関連する問題を解決したり、ガイドを微調整したりする際に、統計学、天文学、機械工学など、聞き慣れない用語にぶつかることがあるかもしれません。これらの専門用語は、PHD2 のユーザーインターフェイスやサポートフォーラム、ディスカッショングループにも登場しますので、基本的な知識を身につけておくといよいでしょう。よく目にする用語のいくつかを以下に説明します。

RMS

『二乗平均平方根』の略語で、データの集合を特徴付けるために用いられる統計量である。PHD2の文脈では、標準偏差と同じです。ある平均値を中心としたデータポイントの広がりを表すのに便利な量である。ガイドの仕事に集中する場合、ガイド星が赤経と赤緯の軸上をどの程度移動しているかを知ることに関心があります。このようなガイド星の変位が連続する場合を考えてみましょう：1.0, -1.2, 1.5, -1.3, 1.0 -1.6, 1.4, -2.1, 1.2, -2.4, 1.2, -2.1 -1.1, 2.1, 0, 2.4, -1.2, 1.6, -1.5, 1.3, -1.0, 1.2 -1.6, 1.2。ゼロ点付近でどれくらいの動きがあるのか、どのように評価すればいいのでしょうか。単純なアプローチで、これらの”たわみ”の平均を計算すると、結果はゼロになります。この結果はゼロ！これでは何の意味もなく、明らかにゼロは良い特性ではありません。この結果の理由は、たまたま+方向と-方向の両方で同じ変位が得られたため、変位が互いに打ち消し合っているためです。したがって、もう少し複雑なRMS（標準偏差）計算を使用する理由は、変位の符号を除外することです。このシーケンスのRMS値は1.5であり、さらに多くのことを教えてくれます。十分に長い期間（この例の25ポイントよりやや長い）にわたって、基礎となる数学は、偏差の68%が $\pm 1.5\text{px}$ より小さく、偏差の95%が $\pm 2 \times \text{RMS}$ (3.0) 秒角以内に収まると予想されることを示しています。明らかに、これはガイドの性能についてより多くのことを物語っており、PHD2の視覚化ツールでRMSが使用されている理由でもあります。

バックラッシュ

2つの軸を駆動するためにギアを使用するほとんどの望遠鏡マウントの典型的な欠点です（すべてのアマチュアマウントがギアを使用しているわけではありませんが、ほとんどはそうです）。この現象は、2つの歯車が噛み合っている部分の緩みやたるみが原因です。ある程度の緩みがないと、歯車は全く方向転換できず、単にロックしてしまいます。このように、ギアの噛み合わせに緩みがあると、方向転換をしたときに、駆動ギアが噛み合わなくなる小さなデッドゾーンに一時的に押し込まれることになります。このとき、駆動モーターは回り続けますが、マウント軸は動きません。これは、モーターが十分に回転し、逆方向のギアが再び噛み合うまで続きます。高品質のギアードマウントは、バックラッシュが非常に小さく、通常はガイドに影響を与えないほど小さいです。しかし、低価格のマウントではバックラッシュが大きく、方向転換をすると軸が目的の方向に動き出すまでに長い遅延が発生することがあります。赤経では、ガイド速度が恒星1倍以下であれば、バックラッシュは問題になりません。その場合、赤経のモーターはガイド中に方向を反転することがないので、ギアは常に噛み合っており、バックラッシュは見られません。しかし、赤緯の場合、星を追尾するために北や南に移動する命令が断続的に出される以外は、駆動モーターやギアは通常静止しているため、バックラッシュが問題になります。赤緯の方向転換は、かなりの確率でバックラッシュの遅れを誘発します。PHD2のガイドアシスタントはこれを測定することができ、サポートフォーラムではバックラッシュに関する議論をよく目にすることができます。一般的に、バックラッシュは、赤緯軸の歯車列を再噛み合わせするか、その他の方法で改善するのが最も良い方法です。マウントのファームウェアにあるバックラッシュ補正や修正設定は使用しないでください、ほぼ必然的に不安定なガイドをもたらすことになります。

周期的なエラー

ギヤ付きマウントのもう一つの典型的な特性で、今回は赤経にのみ影響します。周期的な誤差は、通常、赤経を駆動するウォームの小さな不規則性によって引き起こされます。ウォームが1周するたびに不規則な動きをするため、周期的な誤差が発生します（ウォーム周期）。このような不規則な現象は、赤経の小さな追跡エラーとして、一貫して予測可能な頻度で現れます。赤経の他の部分に欠陥がある場合、周期誤差はこれよりも複雑になることがあります。原理は同じです。撮影可能なマウントとして宣伝されているものは、ウォームがそのサイクルの様々なポイントに達したときに、積極的に補正を適用することでこれを修正する方法を備えているはずです。この補正機構は“周期的エラー補正”と呼ばれ、通常 PEC と略されます。PEC は通常、別のアプリケーション（例：PecPrep）を使用してマウントファームウェアにプログラムされます。PE 補正はマウントファームウェアによって積極的に適用されるため、PHD2 ガイドの妨げになることはありません。むしろ、PHD2 が補正する必要のある可動域が小さくなるため、実質的な助けになります。

画像調整

画像処理システムやガイドシステムのかなり単純な特性ですが、ほとんどのユーザーが計算したいと思うものではありません。これは、秒角/ピクセルの単位で表され、基本的には、空の角度距離（秒角）がカメラセンサー上の直線距離（ピクセル）にどのように変換されるかを表しています。この概念をガイドに応用するために、ある程度の追跡エラーがある望遠鏡/マウントシステムを考えてみましょう。追跡エラーは、ポインティングに非常に小さな角度の動きを生じさせるため、秒角という単位で測定・表現されます。例えば、マウントの周期エラーが 10 秒角だとすると、ウォーム周期でガイド星が 10 秒角分動いているように見えます。しかし、カメラのセンサーにはどの程度の動きが映るのでしょうか。これが、ガイドソフトの反応を左右するのです。長焦点スコープでガイドを行う場合、各カメラピクセルは空の小さな角度距離を見ているため、画像調整は（逆に）小さくなります。ある角度（秒角）のたわみは、センサー上で比較的大きな直線移動となります。同じガイドカメラを短焦点スコープで使用した場合、画像調整はより大きくなり、星の偏りが小さく見えます - 各ピクセルが空のより広い領域を見ているためです。PHD2 は、ガイドスコープの焦点距離とガイドカメラのピクセルサイズを正しく入力すれば、画像調整を行うことができます。これがわかれば、ガイドグラフなどで表示されるガイド性能は、秒角という単位で表示することができるようになります。この単位は、ガイドシステムの実際の物理的な挙動を表すものであり、光学的な構成に依存しないため、ガイド性能の測定、改善、議論に使用することができます。

SNR

「信号対雑音比」の頭文字をとったものです。これは、PHD2 が使用する特殊な測定で、星が背景からどの程度識別できるかを判断するためのものです。測光で使用される信号対雑音比と似ていますが、同一ではありません。他の要因がない場合、ある星の重心位置を決定する精度は、その星の SNR に比例します。しかし、これらの測定誤差は、シーイングやマウントの機械的な欠陥による追跡誤差に比べれば、通常、小さなものです。

飽和状態

ガイド星像の最も明るい部分が、ガイドカメラのセンサーの最大容量を超えたときに発生します。このとき、センサーの最大値でピクセル値が切り取られるため、星形の中心部に鋭いピークがなくなります。この場合、星形の頂点は平坦になり、星の位置の計算が劣化します。これは、星のプロフィールツールを使って確認することができますので、可能な限りこの状況を回避するようにしましょう。

星の質量

PHD2 の内部指標で、ガイド星の全体的な明るさと見かけの大きさを示すものです。雲や霧の通過など、星が暗くなる事象の大まかな指標となり、主に詳細設定ダイアログのガイドタブにある [ガイド星の明るさ・サイズ検出] コントロールで使用されます。