

MusicBox EQ II 取扱説明書

通称・オルゴール赤道儀

オルゴール赤道儀 MusicBox EQ II は、正確なゼンマイ駆動と大型のウオームギヤを採用、50mm以下のレンズなら本格的な赤道儀に遜色ない星空撮影ができるポータブル赤道儀です。

● MusicBox EQ II 本体以外に用意する物

①写真用三脚

ブレを防ぐためには大きくて丈夫な三脚が好ましいですが、MusicBox EQ II の携帯性を活かすにはブレに注意して使用することを前提に、小型の卓上三脚も便利です。

②極軸の上に取り付ける雲台

自由雲台が構図が決めやすく便利です。3軸のシネ雲台も使えます。大きな高級品が使い心地も良くブレも少ないですが、携帯性を活かす

ために、小型の自由雲台を取り付けたままにすることもお勧めできます。

本機のように極軸の上に雲台を付けるポータブル赤道儀は、真南の地平線方向や天頂から北の方向に死角ができます。レベラーを併用したり雲台を二段重ねにすれば死角はなくなります。

● MusicBox EQ II の極軸設置

右ページ下の図のようにカメラを取り付けてから、MusicBox EQ II の極軸を天の極に向けて地



レベラーなどと言われる傾き調整のアクセサリーを自由雲台の下に付けると構図を決めやすくなり、死角を減らすことができます。

三脚の他に極軸の上に付ける自由雲台をご用意ください。写真のように水平回転が独立していて、カメラの取付がクイック式の製品がお勧めです（スリック製 SBH-300 DQ）。

オルゴール・メカと減速ギヤ



ターンテーブル
極軸（上に雲台装着）

極軸

こちら側に高度計

極望代わりの素通し穴
極軸設置のため極軸に内蔵した小望遠鏡を極望と言います。本機は穴だけの「素通し極望」です。のぞき穴に眼を近づけると視界直径約6°、30cm離してのぞくと1°ちょっとです。

ゼンマイ巻き上げノブ

直径160mm相当の部分ウオームホイール

三脚の雲台取付ネジ穴

南半球では下側に雲台を付け全体を逆様にする

■主要諸元：重量 600g 寸法 72 × 90 × 143mm 288 歯／直径 160mm 相当の部分ウオームホイール
サンキョー製 7 分駆動赤道儀用特製オルゴール（音楽はキラキラ星）実用最大駆動時間 6 分 本体を逆様
にすることにより南半球に対応 ゼンマイノブ巻き上げ 5 回転 50mm レンズを 4 ～ 5 分露出可能な精度
極軸設置は傾斜計と視界約 5 度の素通し式極望（オプションの正立極望あり）

球の自転軸と並行にする作業が極軸設置です。極望代わりの素通し穴の視界中央に北極星を導入します。穴に眼を近づけてのぞき（広視界で 5 度くらい）北極星を見つけてから、右側の人物のように 30cm ほど離れたのぞくと（視界は 1 度ちょっとになる）、のぞく側の穴と空側の穴の同心円を確認しやすく、精度の良い極軸設置ができます。50mm 以下のレンズなら、3～4°の範囲に北極星を入れれば設置精度は充分です。

●傾斜計で緯度に合わせる

本体東側にある北・南半球兼用の下げ振り傾斜計のネジを緩めて円盤をぶら下げ、撮影地の緯度に目盛を合せます。実質 2° 程度の誤差で極軸の仰角設置ができます。

傾斜計は通し穴で北極星を導入する前の目安として使ったり、北極星の見えない場所や南半球の場合は、方位磁石（別途に入手してください）を併用して極軸設置ができます。

星空の動き



星空は天の極を中心に 1 日 1 回転しています（日周運動）。MusicBox EQ II は日周運動に合わせてゼンマイで精密に回転する赤道儀です。



傾斜計は北極星の見えない場所や南半球での極軸設置に使用します。



レンズフードを装着すると外光や夜露を防ぐことができます

眼側の穴

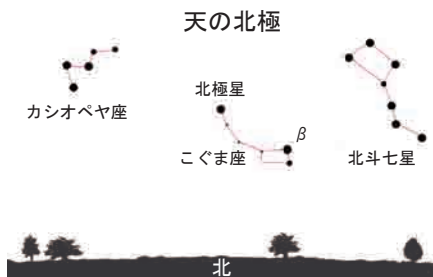
空側の穴

※オルゴール赤道儀本体や空側の穴近くをライトで少し照らすと、同心円を確認しやすくなる場合もあります。

リモートリリースやタイマーリリースがあると便利です

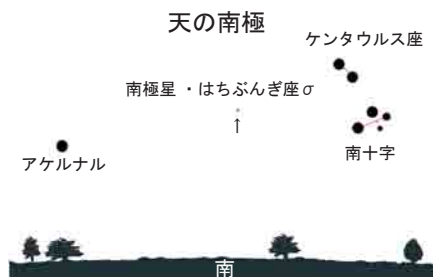
●方位磁石を併用する

偏角（その土地の磁北の狂い）を設定できる四角い透明板の付いたマップコンパスが便利です。下の写真のように側面に当てて使用します。MusicBox EQ IIやカメラの鉄部、電池などの影響で針が少し動くため、本体から離して針の動く量を確認してください。方位磁石は目盛が粗いこともあり、あくまでも目安とってください。



北半球は天の北極の近くに北極星があるため極軸設置は簡単です。実際の天の北極は北極星からこぐま座β（ベータ）星の方向に40°ほどの位置にあります。極軸設置の際は、その方向へずらしても良いでしょう。

下の天の極の図は北半球が東京、南半球がシドニーで見える夏頃の星座図です。北半球は素通し極望の視界に北極星を導入すればMusicBox EQ IIの撮影に支障のない極軸設置ができます。南半球は南極星が暗くて見にくいので、方位磁石を併用し、星図などで周辺の星座を確認しながら素通し極望をのぞいて設置します。南半球では本物の極望を使用する方が確実でしょう。

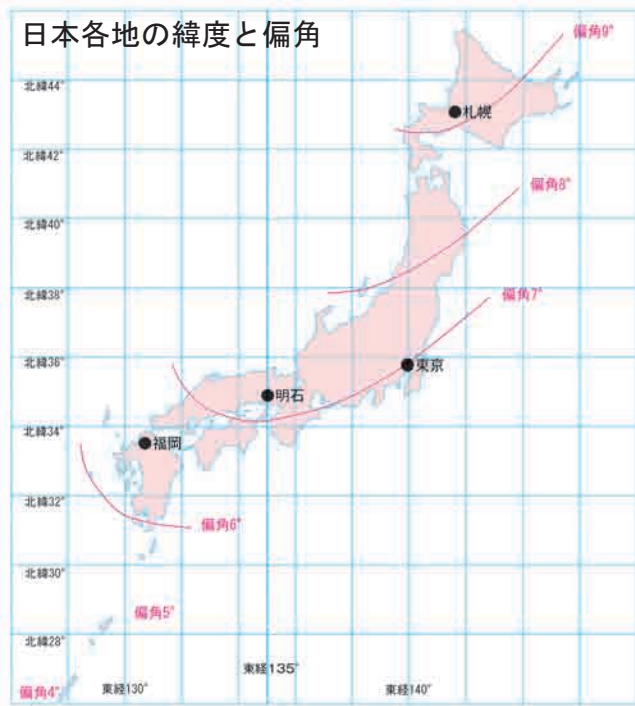


南半球は天の南極の近くに はちぶんぎ座σ（シグマ）星があり南極星とも呼ばれますが、5.7等星なので肉眼でやっと見える明るさです。実際の天の南極は、上の図では右斜め下に1°ほどの位置にあります。



方位磁石はマップコンパスが便利です。測量器店などで別途ご購入ください。偏角7°なら、目盛を見て本体を左（西）に7°回して読み取ります。右の地図を参考に偏角を設定してください。MusicBox EQ II内部の鉄部やカメラなどの鉄や電池などの影響で針が少し動くため、方位磁石を20～30cm離して針の位置を確かめ、MusicBox EQ IIの横にあてがったときに、針がどの程度動くか確認します。

スマホのアプリの方位磁石は偏角が自動補正ですが、精度は通常の方位磁石よりも4～5°悪いので注意してください。なお、日本は偏角が少ないですが、海外には偏角の非常に大きい地域もあります。



●星空撮影に適したカメラ

星空を撮影するには、デジタル一眼レフカメラが性能が高くもっとも適しています。撮像素子の大きめなミラーレス一眼も適しています。できるだけ最新型のカメラを使ってください。レンズはFの明るいシャープなものを使用してください。コンパクトデジタルカメラは本質的に星空のような暗い被写体は苦手で、長時間露出の設定ができないカメラも多いですが、最近は星空も綺麗に写せる高性能タイプも出現しています。



パリアングル液晶のデジタル一眼レフは星空撮影に適します。（写真はEOS Kiss）

●ISO感度の設定

デジタルカメラの本質的な感度はISO125程度で、カメラ内部で画像処理して高感度に見せています。そのためISO感度を上げるほどノイズが多くなります。ISO感度はISO400～ISO1600に留めるとノイズの少ない美しい写真が得られます。

●レンズの絞り

開放（一番小さいF）ではレンズの収差が多い場合は1段絞ると星がシャープになります。露出時間を鑑みて絞りを設定することになります。

●露出時間

星空の環境に左右されるので一概には決められません。が、後から画像処理で明るくも暗くもできるので、だいたいの勘で決めて問題ありません。条件の良い暗い空の場合は、

ISO400 / 絞り F2.8 / 露出 4分
ISO800 / 絞り F4 / 露出 4分
ISO1600 / 絞り F4 露出 2分内外

くらいが目安となります。光害の多い市街地では露出時間を上記より短くしないと、画面が真っ白になってしまいます。

右の作例はMusicBox EQ IIで撮影したオリオン座。50mm F2.8 ISO400 露出3分。輝星を大きく写すためほかしフィルター使用。

●カメラのセットとピント合わせ

シャッター速度はシャッターボタン（リモートリリース）を押している間はシャッターが開くB（バルブ）を使うか、カメラリモートリリースに機能があれれば適宜な露出にセットします。カメラのピントは∞（無限）マークにしますが、オートフォーカスのレンズは∞マークの位置が不確かなことが多く、星ではオートフォーカスはほとんど働かないので、背面液晶のライブビューで明るい星を拡大してマニュアルでピント合わせをしてください。シャッターを切る際にオートフォーカスが作動してピントがずれる場合は、作動しないように設定してください。これで準備は完了です。カメラを星空に向けて雲台のクランプをしっかりと固定します。



オルゴール赤道儀の作例
EOS5D 50mm F2.8
ほかしフィルター 露出3分

●ゼンマイを巻き上げる

西側面のゼンマイ・ノブを巻き上げるとオルゴールが「キラキラ星」を奏で極軸が1日1回転の速度でゆっくり回り始めて撮影準備OKです。極軸の回転は非常に遅いため回っていないようにも見えます。7分間ほど動いて停止します。再びゼンマイを巻き上げると、極軸も一緒に回転して元の位置に復帰し、内部ギヤの噛み合いも元の位置に復帰します。

●撮影の手順と露出時間

カメラを夜空に向けて構図を決めゼンマイを巻き上げたら、すぐにシャッターを切らずに1分程度待ってからシャッターを切ってください。その間にゼンマイやギヤがなじんで快調な追尾を始めます。キラキラ星を2回演奏すると、ちょうど1分くらいなので目安にしてください。露出時間は前ページ左下の小さな表を目安にしてください。ゼンマイを1回巻き上げ、5～6分後に停止するまで何カットか撮影できます。同じカットを複数撮影した場合は、パソコンの

画像処理でコンポジット（加算平均合成）すると、合成カット数の平方根分だけノイズの少ない写真を作ることができ、美しい写真が得られます。この手法をもっと進めて、ISO感度を高くして露出の短いカットをたくさん撮影し、多数のカットをコンポジットする手法も流行し始めています。こうすることによってMusicBox EQ IIでも望遠レンズを使用することができます。※4～5分露出までする場合は、50mm標準レンズ以下のを推奨しています。

●南半球での撮影

MusicBox EQ IIの極軸は内部で下まで伸びてい



ゼンマイ・ノブは右に5回転ほど巻き上げが完了します。駆動時間は7分近いですが、巻き上げ直後は回転が速く、停止直前は回転が遅くなるため、実質の駆動時間は5～6分になります。



音楽は露出時間の目安になって便利ですが、うるさい場合は弁にガムテープを貼ったり、2本のネジで弁を外して消音もできます。※自己責任でお願いします。



左の作例はMusicBox EQ IIで撮影したニュージーランドのいて座の天の川。
EOS Kiss X4 15mm F2.8 フルサイズ35mm判用魚眼レンズ
ISO 800 露出3分。星空を撮影後にストロボを発光。

でゴムキャップをしてあります。極軸上の黒い円盤を2本のネジを外して下側に取り付け、本体を逆様にすると逆回転の南半球用になります。



本体を逆様にして極軸上の黒い円盤を下側に装着する。

●メンテナンス、故障と思う前に

ギヤのクリアランス：取り付けたカメラを持って強く動かすと少しカタカタするのはガタや不良品ではなく、精密な回転のためギヤを緩めに組立調整してあるからです。ゼンマイ巻き上げ後の1分間でなじんで解消されます。

撮影失敗の原因：失敗のほとんどは、雲台や三脚のブレ、緩み、たわみ、などです。雲台のクランプなどはしっかり締め付けてください。重量のあるドイツ型赤道儀では重さで三脚などが「歪みきって」安定しますが、軽量のポータブル赤道儀は三脚や雲台のたわみなどに注意して、とにかくソーツと使うことがコツです。

速度の調整：MusicBox EQ IIは、ゼンマイ・ノブが、ちょうど90秒で1回転戻ると星空の日周

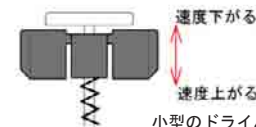
運動を正確に追尾する速度になります。出荷時に50mmレンズを4～5分間追尾できる精度の、1回転で90秒±3秒以内の誤差に調整してあります。追尾速度の狂いは個体差があるので、狂いやすい場合は時々チェックしてください。

オルゴールケースの左右を強く押してカバーを開けると、回転羽根のガバナー（遠心/摺動式の调速機）があります。ガバナーを外側に移動させると遅く、内側に移動させると速くなります。微妙な調整なので、時計の秒針を見ながら慎重に行なってください。

MusicBox EQ IIは余裕を見て50mm以下のレンズを推奨していますが、速度調整を正確に行なえば、100mm以上の望遠レンズの2～3分露出は可能です。広角や超広角レンズの場合は、速度調整は綿密に行なう必要はありません。



ガバナー



速度下がる

速度上がる

小型のドライバーの先などで慎重に動かしてください。

MusicBox EQ II Q&A

①本当に実用になる赤道儀なのですか？

オルゴール赤道儀 MusicBox EQ IIは、ジョーク商品や初心者向けの玩具赤道儀と思われがちですが、安価なポータブル赤道儀よりずっと高精度で安定している完全な実用機です。ベテランの人ほど高い評価をくださっています。『月刊星ナビ』を発行するアストロアーツの天体写真投稿ページをご覧ください。「アストロアーツ/投稿/オルゴール赤道儀」で検索すると、多くの写真が表示されます。望遠レンズを付けて彗星などを長期間追跡した人や300mm望遠レンズを常用している人までいます。

星空の追尾（ガイド）撮影は1コマの露出が20分から1時間もかかったフィルム時代はとても難しいものでした。高級な電動赤道儀にカメラを載せ、正確な極軸設置を行ない、追尾エラーを監視するガイド鏡も必須でした。しかし、デジタルカメラは非常に高感度です。適正露出時間はISO1600で撮影レンズがF2.8の場合はたったの1～2分です。このため赤道儀に要求される様々な精度がずいぶんゆるくなりました。そこでオルゴール赤道儀の登場です！追尾撮影（ガイド撮影ともいわれます）のポイントは2つ、極軸設置精度と追尾精度です。

露出時間を長めの4分間と仮定しても、極軸設置精度はフィルム時代の1/10の精度で満たすので、極軸設置の許容誤差は下記ようになります。

- ・25mm レンズ→± 4°
- ・50mm レンズ→± 2°
- ・100mm レンズ→± 1°

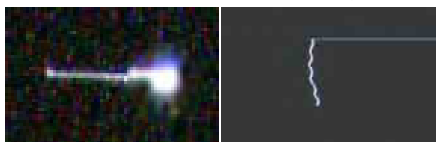
このため少し慣れれば、素通し極望で十分な極軸設置ができます。

MusicBox EQ IIは特製のオルゴールが動力です。これは斬新でも奇をてらった仕組みでもありません。数十年前まで研究者用の大きな赤道儀は、重錘式(じゅうすいしき)と呼ばれるオモリを巻き上げガバナーで安定回転させる動力を使っていた(つまり大きなオルゴールか時計と同様な仕組み)。オルゴール赤道儀は重錘式を範にして作られたものです。

オルゴールの速度は巻き上げ直後の20秒間程度はやや速く、停止直前は遅くなりますが、それ以外は時計並みに正確に定速回転します。正確でないと言階が狂うからです。欠点は速度設定を完璧にはできないことで、それがひかえめな公称値としての「50mm レンズを5分露出程度可能」の根拠となっています。

②ギヤの精度はどの程度ですか？

追尾は動力の回転精度よりもギヤの精度の方がはるかに重要なので、本機の部分ウオームホイール&ギヤは直径160mm / 288歯相当の、大げさに言えば100万円以上する大型赤道儀と同じくらい大きく精密なものを使用しています。良くできた個体は大型赤道儀並にピリオディック・モーション(PM=追尾の周期的な進み遅れ)が小さいですが個体差はあるようです。そこで、ドライブアリングに合わせて回転軸を特注し、インポリュート・ギヤを採用するなど、個体差の出ないように設計・製作をしています。下左の写真はオリオン座の三ツ星の1つを600mm望遠レンズで撮影した部分強拡大です。ゼンマイ巻き上げ直後から露出を開始して停止する前に終了したので、本来は1分間待つギヤが馴染んでいない状態が写って星の左側が線状に流れています。この写真から、ゼンマイ巻き上げ後1分間待てば600mm望遠レンズでもほぼ追尾する場合があることがわかります。右の写真はギヤのPモーションを測定するために、極軸を西側にずらして星を赤緯(南北、写



真では上下)方向に流し、グラフ状の軌跡になるように写しました。600mm望遠レンズを使ってオリオン座中央の5等星を撮影した検証写真です(軌跡の下端から撮影開始)。

ゼンマイ巻き上げ後1分間待つから露出を開始し6分経過してオルゴールが停止しても露出を続けました。直線に写っているのは停止後に固定撮影になった部分です。

288歯のウオームホイール1周期5分のPモーションはほとんど認められず、オルゴールが停止する直前に速度がやや遅くなったことが上部の少し右に曲がった軌跡でわかります。1回15分の小さな4周期の小刻みなモーションは、オルゴールとの連結部の偏芯によるもの。この偏芯は個体差がありテスト機は大きい方ですが、それでもPモーションはわずか±11°程度なので計算上は200mm望遠レンズを追尾ができる精度があります。このようにMusicBox EQ IIのギヤの精度は驚異的なのです。

③何ミリのレンズを追尾できますか？

公称値は50mmレンズを4~5分露出以下としています。これはゼンマイの回転精度、極軸の設置精度、全体の強度、シャッターブレ、風の影響などを総合的に加味した控えめな値です。実際の露出時間はもっと短くて、ISO1600/F28で1~2分、同F4で2~4分で済みます。前述のようにギヤの精度は良いので、オルゴールの速度を正確に調整して、ブレに注意しながらソートとていねいに使えば100mm望遠レンズでも追尾します。天頂より北側の撮影はもっと望遠でも使えることがあります。

④露出時間は最長で何分できますか？

サンキョー製の通常の18弁オルゴールは3分間駆動です。MusicBox EQ IIのオルゴールは赤道儀用の特注品で、約2倍の7分近い駆動ができます。最初と最後は回転が不正確なため、およそ6分間が信頼できる駆動時間です。ゼンマイが戻り始めてから1分間待つ撮影するので、5分間ちょっとが実用上の最長露出時間です。これ以上の長い露出を通常の星野写真で行なうことは、まずあり得ません。

⑤極軸設置は素通し穴で大丈夫ですか？

本稿①の説明のように、50mmレンズを4分間追尾するために必要な極軸設置精度は±2°以内です。MusicBox EQ IIの極望代わりの素通し穴の視界は、のぞき穴に眼を近づけて5°なので、視界中央3°以内に北極星を入れれば、極軸設置精度に問題はありません。

2ページ目の写真のように眼を穴から30cmほど離してのぞくと視界は1°くらいになり、さらに精度の高い極軸設置ができます。上側の穴と下側の穴が同心円に見える位置に正しく眼を置き、頭を動かさないように注意して慎重に北極星を導入してください。

フィルム時代のトラウマでしょうか？ 追尾失敗の原因を「極軸設置の不良」と決めつける人が多いように思います。しかし、原因のほとんどはギヤの精度不足やガタです。それでなければ三脚や雲台のブレ、シャッターショックや風によるブレ、雲台などが撮影中にゆっくりと傾いてしまうことが失敗の主な原因です。

⑥方位磁石の推奨品はありますか？

方位磁石の針の指す北は、東京の場合で7°西にずれ(偏角といいます)ています。その他の地域の偏角は地図やネットで調べてください。方位磁石はこの偏角を補正するために目盛が回転でき、MusicBox EQ IIの側面に当てやすい四角い台座付きの「マップコンパス」を推奨します。海外の高級品で数千円。国産で二千円程度です。

⑦オルゴールの速度は正確ですか？

ゼンマイをいっぱい巻き上げた直後の20秒ほど、停止直前以外はオルゴールは時計のように正確に定速回転します。ゼンマイのパワーもかなり余裕があるので、カメラが重かったりアンバランスでもグイグイ動きます。オルゴールはステッピングモーターのように完璧な速度設定はできませんが、露出中に許容範囲内の速度誤差に収まれば良いので、それほど精密な速度設定は必要ありません。たとえば50mmレンズの固定撮影では8~10秒露出くらいまでは星は点像に写るので、露出時間中の速度誤差が±8~10秒以内なら大丈夫です。

⑧オルゴール赤道儀の欠点は？

撮影のたびにゼンマイを巻かなくてはならないのは大きな欠点です。つきっきりで撮影する必要があるため、流星の出現を待って一晩中撮影し続けるような用途には適していません。また、ゼンマイを巻き上げるとカメラの向きが元に戻るため、日周運動で西に動いて行く星空が構図からだんだんずれて行きます。多数枚撮影してコンボジットする場合には不便です。日周運動でずれた構図を元に戻しやすくするためには、水平回転が独立した自由雲台が便利です。

⑨アクセサリは用意されていますか？

まだ試作の段階ですが、MusicBox EQ IIだけでなく、様々なポータブル赤道儀に装着できる安価な写真のアクセサリが近々登場します。



■正立極望
極軸と雲台の間にステアーを挟むことによって、あらゆるポータブル赤道儀に装着可能な正立像の極望です。



■ちよいフォーク
あらゆるポータブル赤道儀に装着可能な、小型のフォークアームです。頑丈に固定できます。パリアングル液晶のカメラと組み合わせると便利です。



■シーソー式微動
ポータブル赤道儀を載せて極軸の正確な設置をするため、上下左右の微動ができる丈夫なシーソー式台座です。

MusicBox EQ II 保証書

輝星KISEI

本製品のお買い上げ後1年間の自然故障は無料修理をお約束します。改造や不平等な修理、落下、火災、地震などによる故障は保証期間内でも有料修理となります。お客様と販売店様の署名やお買い上げ年月日の記載のない場合は無効となりますのでご注意ください。

お客様のお名前	販売店様のお名前
ご住所 〒□□□-□□□□	ご住所 〒□□□-□□□□
電話番号 ()	電話番号 ()
お買い上げ日	年 月 日

MusicBox EQ II製造元 株式会社 輝星
〒184-0015 東京都小金井市貫井北町5-24-2