

親子で作る動く望遠鏡の紙模型

ASTE 10mサブミリ波望遠鏡

ASTE (アタカマサブミリ波望遠鏡実験) の10mサブミリ波望遠鏡は、もともとALMA (アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計) のための技術試験機として2000年に開発されたもので、長野県南佐久郡野辺山の国立天文台野辺山宇宙電波観測所でさまざまな技術試験を行ったのち、世界有数の観測好適地であるアタカマ高地に2002年に移設されたものです。



副鏡ステーはブロッキングを軽減するために薄型形状

主鏡面は誤差5 μ mのアルミ切削パネル205枚を組み合わせて微調整することで高精度を実現

最初の調整のために光学ポインティング用望遠鏡を利用

方位角軸の2つのギアが押し合うことで、ギアの間隙を押しやして高精度に駆動

その後、国立天文台や日本の大学、チリ大学など、多くのメンバーの協力によって運用されてきました。

ASTE望遠鏡の移設後11年目となる2013年3月に完成したALMAは、いま目覚ましい成果を挙げていますが、ASTE望遠鏡も、ALMAの成果につながる萌芽的な観測や、ALMAがやや苦手とする広域観測、さらには最先端技術の開発・実証など、さまざまな科学目的のために活用されています。

この望遠鏡の紙模型を作りつつ、その超高精度の秘密について探ってみましょう。

※プロジェクトホームページ <https://alma.mtk.nao.ac.jp/aste/>



年間降水量100mm以下という乾燥と標高4860mという高度が生む優れた観測環境

日よけパネルで主鏡骨組の熱変形を抑制

主鏡骨組 (内部) にカーボンファイバや特殊合金を使って熱・自重変形を軽減

強力な空調機と多数のファンで温度を徹底管理

受信機室には世界最先端の受信機を格納

仰角軸にも2つのギアを使用

親子で作る動く望遠鏡の紙模型

ASTE 10mサブミリ波望遠鏡

この紙模型には以下の機能があります:

仰角・方位角駆動、ペランダ柵開閉、ペランダ床板開閉、はしご着脱

材料と道具: はさみ、カッター、千枚通し、のり(木工用ボンドがよい)

作り方

1. 準備: ケント紙のような紙に3枚の型紙を、外枠が18cm×24.5cmとなるようにコピーし、まず千枚通しで折り線に折り筋をつけ、太い線に沿って切り、10+17+15点の部品とする。太い線のところに切り込みや穴を開け、二点鎖線を山折り、破線を谷折りにする。
2. 副鏡部の組立: 副鏡にボールペンのキャップなどの先の丸いものを押し当ててくぼみをつくり、凸面にする。副鏡駆動機構を箱型に組み立てて、のりしろのある方に副鏡を、帽子をかぶせるような向きでのりづけする。
3. 副鏡ステーの組立: 副鏡ステーの裏面全面にのりづけし、ステーを2つ折りにして貼り合わせてやぐら状にする。やぐらの中心部の四角い隙間に副鏡部を、やぐらを立てたときに副鏡が下向きになるような向きで差し込み固定する。
4. 主鏡面部の組立: 主鏡(外周)を、印刷面が凹になるように円錐状に組み立て、主鏡(外周)の内側の穴に主鏡(内周)を押し付けるようにしてのりづけする。光学ポインティング望遠鏡用の穴は、副鏡ステーがX型になる向きとき真上となる。4つの穴に副鏡ステーの足を差し込んで広げ、裏側から固定する。
5. 主鏡日よけパネルの組立: 主鏡日よけパネル(外周)を、印刷面が凸になるように円錐状に組み立てる。同様にして主鏡日よけパネル(内周)も作り、のりしろを使って組み立てる。
6. センターハブの組立: センターハブ側面を丸めて作り、のりしろに「T」の印字がある方にセンターハブ上面をのりづけする。

7. 受信機室の組立: 受信機室を切り欠きのある箱の形に組み立てる。セクタギアを半分に折り、折ったときにできるのりしろを使って受信機室の線に沿うようにのりづけする。センターハブ側面の下側を、仰角軸を通す穴の位置がセクタギアに対して垂直になるように気を付けながら、印に合うようにのりづけする

8. ヨーク部の組立: ヨークをU字型になるように組み立て、U字型の内側の下にヨーク内壁を、方向に注意して取り付ける。仰角駆動部を2つ箱型に作り、ヨーク内壁の印がある場所に、溝がヨークの中央を通るような向きに取り付ける。ヨーク下部の花弁状の部分を開き、架台部上面、方位角軸受の順に穴に通し、花弁を完全に開ききった状態で方位角軸受のみに慎重にのりづけする。このとき、架台部上面は自由に回転できる必要がある。

9. 仰角軸の組立: 仰角軸を2つ丸めて作り、それぞれののりしろに仰角軸おさえをのりづけする。軸がヨーク上部の穴やセンターハブ側面の穴に通ることを確認する。

10. 基礎部の組立: 架台部底部側面を丸めて作り、上側を架台部底部上面に、また下側を基礎にのりづけする。

11. 架台部の組立: 架台部側面を丸めて作り、下側を架台部底部上面にのりづけする。方位角駆動部を2つ箱型に作り、架台部側面の印がある場所に取り付ける。

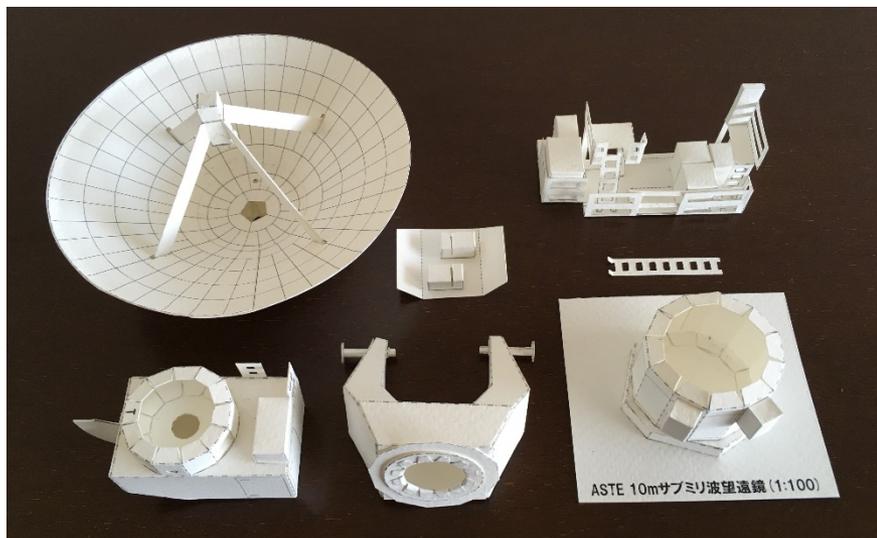


部品レベルでの組み立ての終わった42点の部品。白線の右側にあるのはペランダ(オプション)の構成部品。

親子で作る動く望遠鏡の紙模型

ASTE 10mサブミリ波望遠鏡

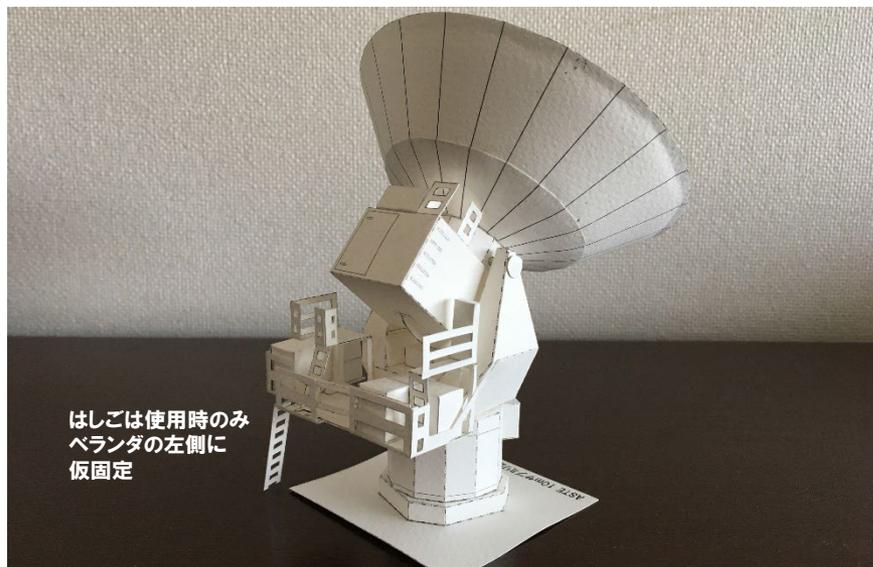
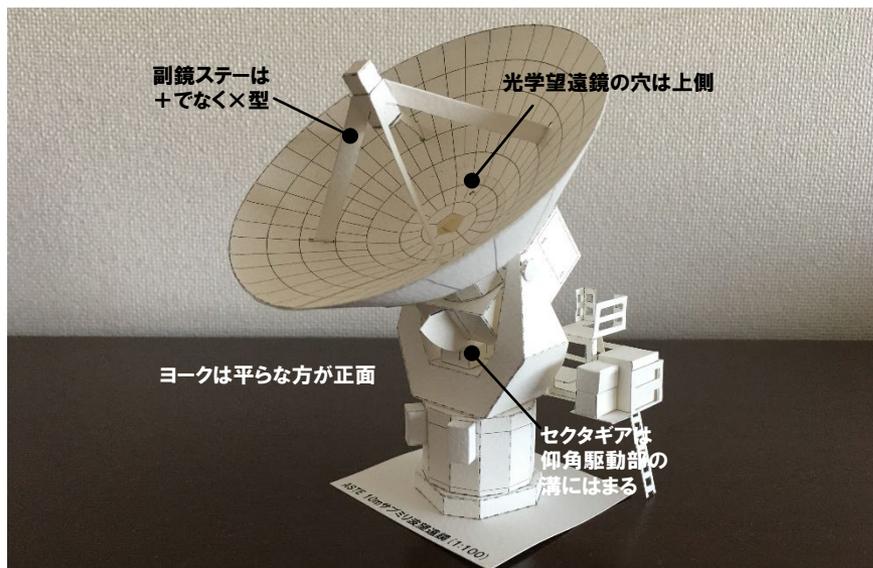
12. ベランダ部の組立 (オプション) : 2本の手すりを縦に半分に折り、のりづけして棒状の構造にする。ベランダの手すりがはまる部分4か所をU字状に組み立て、手すりを差し込んでスライドできるようにする。ベランダを組み立てたのち、左上部ベランダ、右上部ベランダを組み立て、ベランダの上に取り付ける。室外機A-Dを箱型に作り、ベランダの印のあるところに取り付ける。Bは2段重ねとなる。分電盤E-Fを箱形に作り、右上部ベランダと受信機室の上に取り付ける。最後にこれらをヨークに取り付ける。必要に応じてはしごをベランダの室外機Aの脇に取り付ける (通常は基礎の脇に置いておく)。

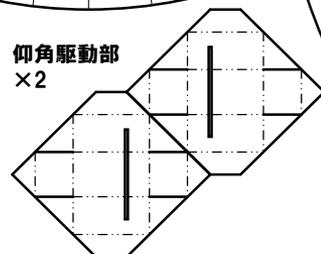
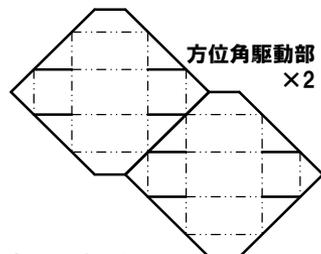
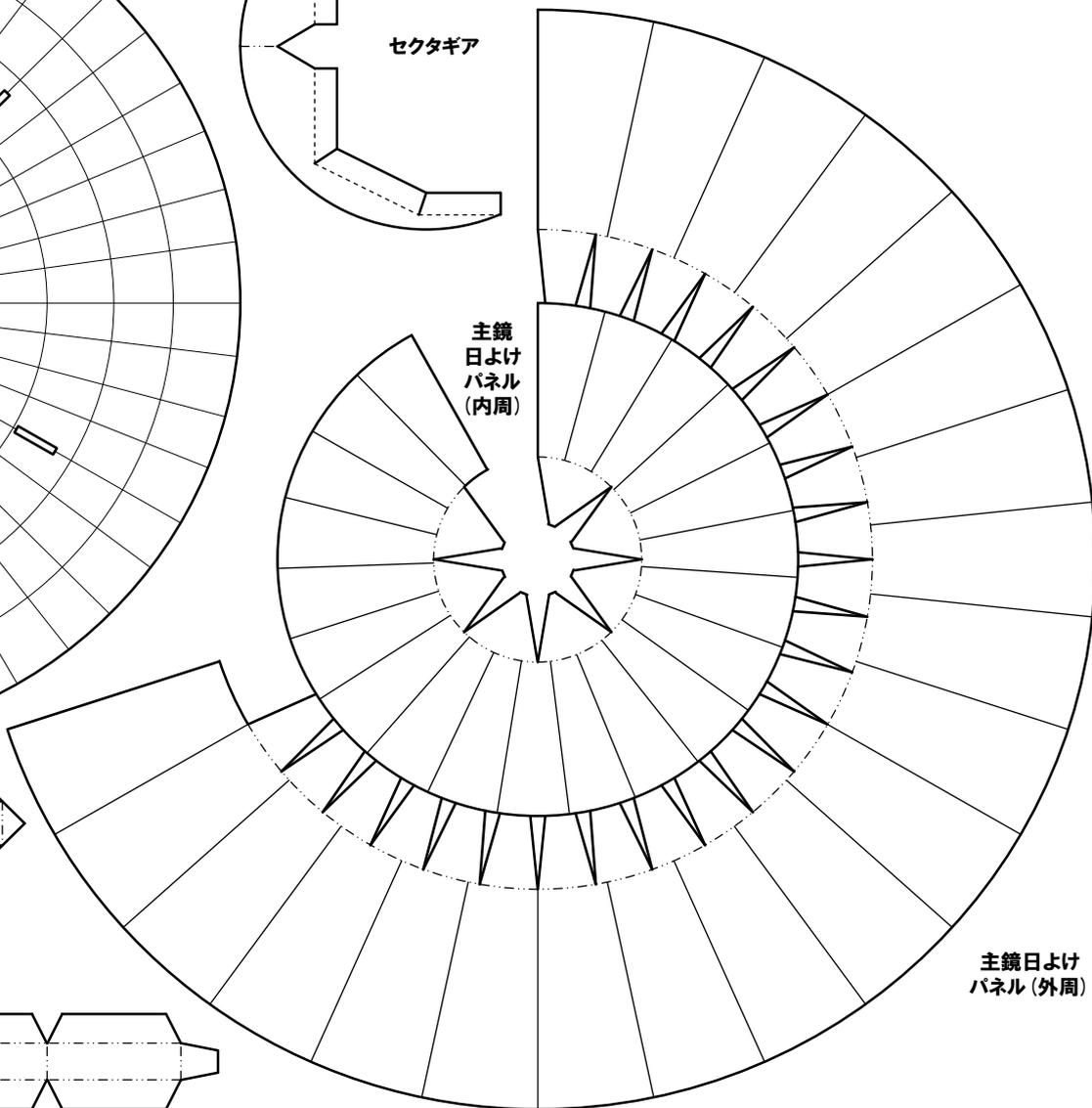
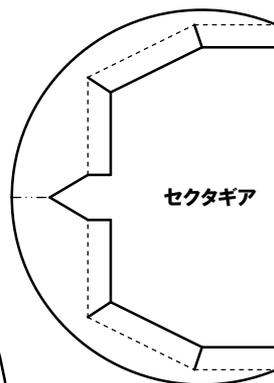
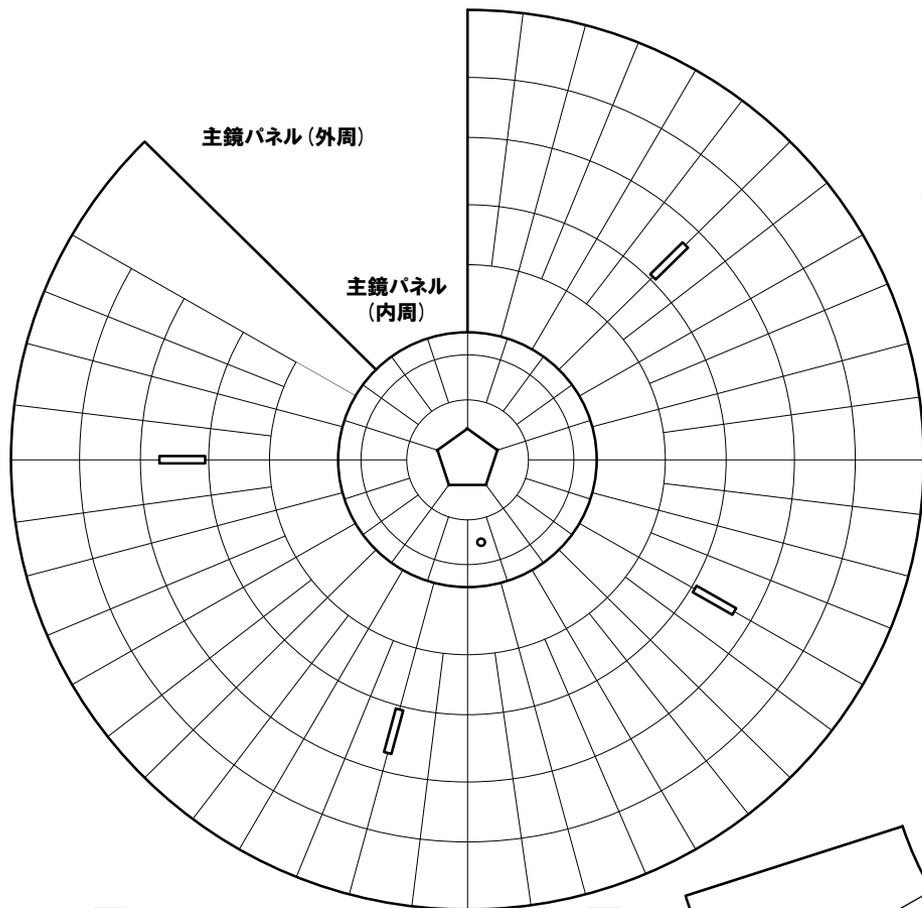


各部ごとに組み立てを終えたようです。

13. 全体の組立: 主鏡面部と主鏡日よけパネルの境目が一致するように注意しながらのりづけし、一体の主鏡構造とする。さらにこれを受信機室に、副鏡ステー側から見て光学ポインティング望遠鏡用の穴がセクターギヤと反対で、副鏡ステーが×型になるように取り付ける。架台部側面の上部をヨーク部の下面にある架台部上面に慎重にのりづけする。このとき、ヨーク部は架台部に対して自由に回転できる必要がある。主鏡構造と一体化した受信機室のセクタギヤをヨーク部の2つの仰角駆動部の溝に差し込む。このとき、ヨーク部は

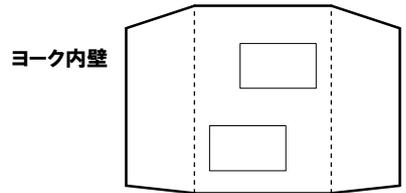
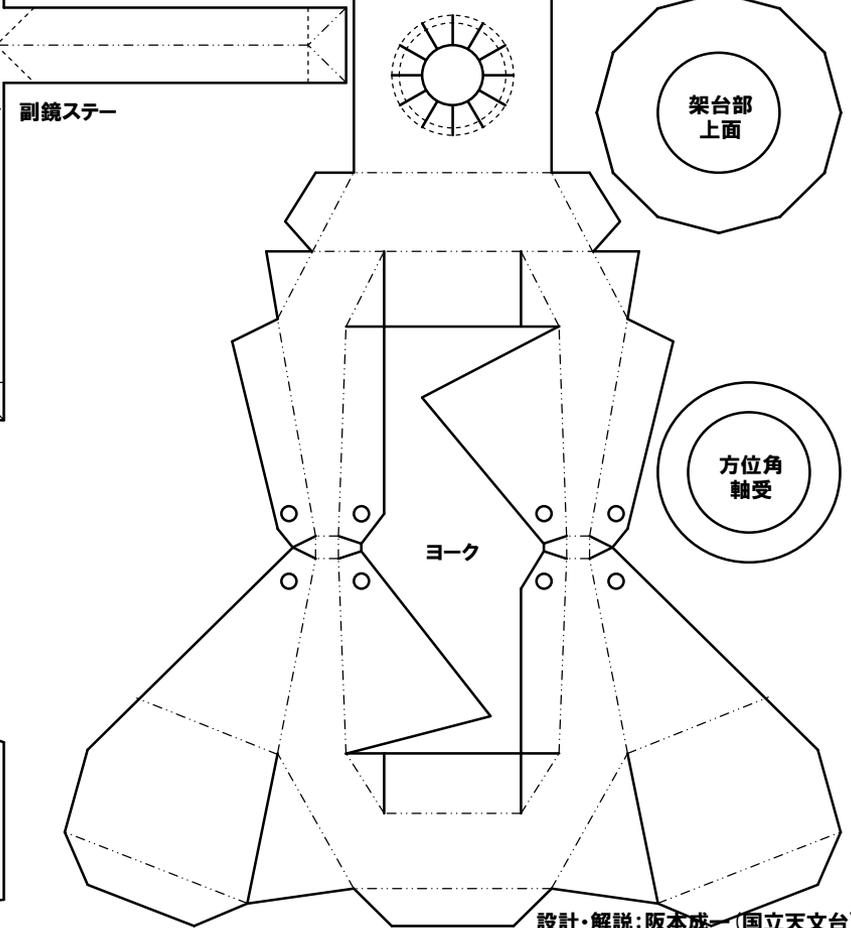
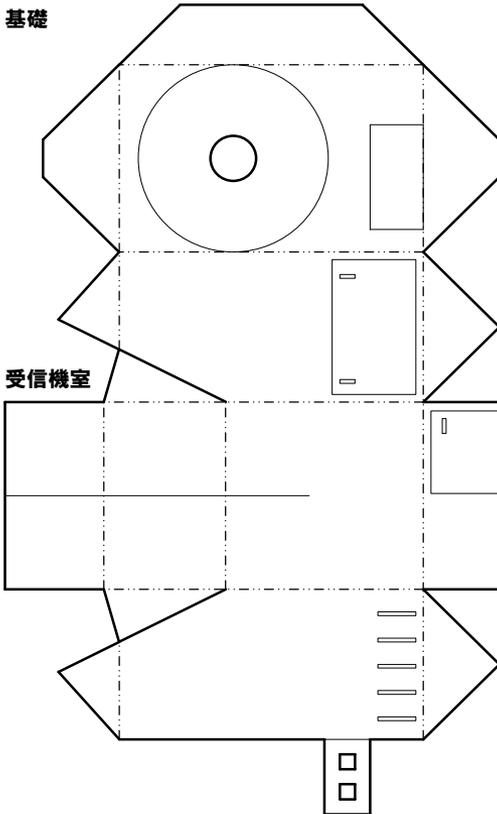
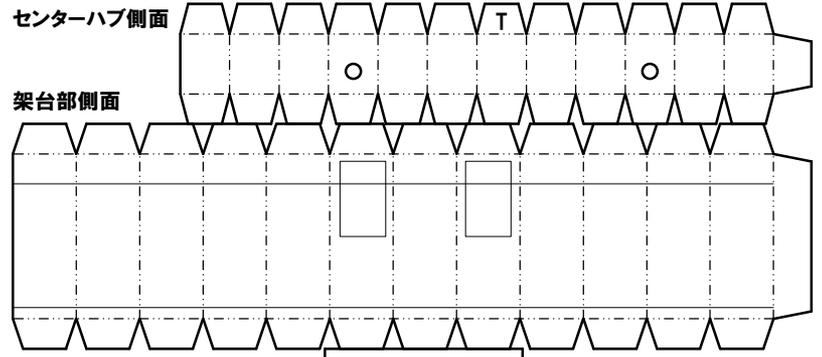
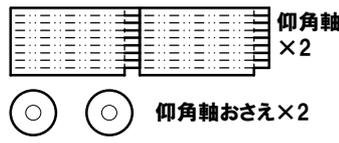
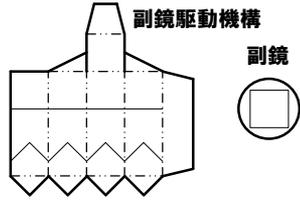
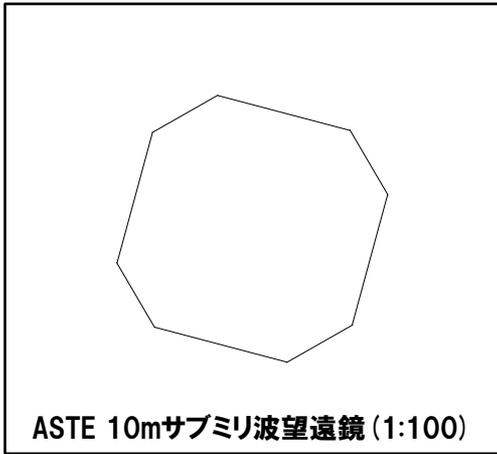
平らな方が正面なので、向きを間違えないように注意する。2つの仰角軸を、ヨーク上部の穴を經由してセンターハブ側面の穴にはめ込む。





架台部底部側面





親子で作る動く望遠鏡の紙模型

ASTE 10mサブミリ波望遠鏡 (オプション:ベランダ部分)

