

赤道儀用マイクロステップモータードライバ

FS-MT03

取扱説明書

2006年6月

北軽井沢観測所

目 次

1. はじめに	3
2. 製品仕様	3
3. 各部の名称	4
4. モーターとの接続	5
5. 調整方法	5
6. ハンドコントローラーと動作	7
7. トラブルシューティング	7
8. テクニカルデータ	8
9. サポート	11

1. はじめに

本赤道儀用マイクロステップモータードライバは高倍率の観測が要求される惑星追尾用として開発・細部の修正などを行ってきたもので、ステッピングモーターの正確さと DC サーボモーターの回転のスムーズさを両立させるためにステッピングモーターをマイクロステップ駆動させる方式を採用したものです。

小型化を目指して少ない部品点数で高品位な性能を満足するために最適な IC を選定し、惑星・星野用としてハイアマチュアが要求する必要機能設計の回路を搭載し、放熱性とノイズ防止効果が高く強固なアルミダイキャスト製筐体に収納いたしました。

ステッピングモーターをマイクロステップ駆動するとモーター駆動音の極端な低減が達成され、高倍率で観察したときに気になるステップ振動が皆無になります。また、星野撮影用の機能として 1/2 倍速もサポートいたしましたので様々な用途の赤道儀に適用ができます。

近年流行の高速 DC サーボモーターを採用した GoTo 赤道儀のような機能と高精度追尾は相反する課題で、単一モーターでの両立は困難です。

本製品は最大 8 倍速の低速側に特化した仕様ですが、天体追尾の世界観が変わることと確信いたします。

2. 製品仕様

本赤道儀用マイクロステップモータードライバは以下の基本仕様を有しており、様々な赤道儀とステッピングモーターに対応可能です。

基本仕様

対応モーター	2 相ステッピングモーター（定格電流 3A 以下のもの）
電源	DC5V～DC24V（標準 DC12V）
駆動時の電流	ロジック：0.1A 以下 モーター：使用モーターの動作条件による ：モーター回転停止時は電流カット
制御モード	RA 正転：恒星時、×1.5、×8 RA 逆転：恒星時、×1/2、×8 Decl (+)：停止、×1/2、×8 Decl (-)：停止、×1/2、×8 (RA、Decl とともに方向切り替え SW 付き)
原発振周波数	12MHz（水晶発振 IC による）
回転偏差	100ppm 以内

3. 各部の名称

以下に本赤道儀用マイクロステップモータードライバの各部名称を示します。

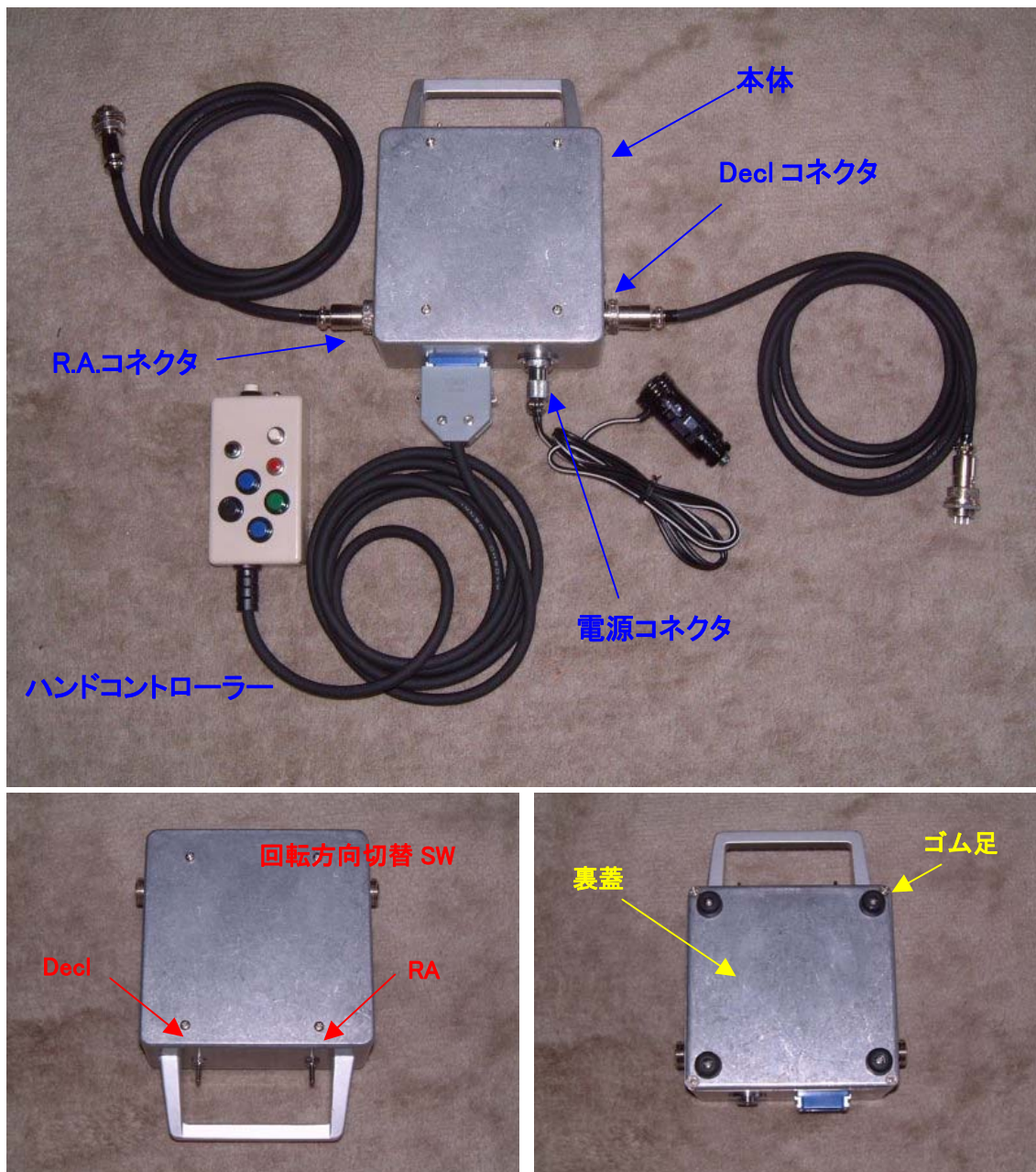


写真1 本赤道儀用マイクロステップモータードライバの各部名称

写真1が各部名称です。本体には4つのコネクタと2つのスイッチが付いています。コネクタは電源、ハンドコントローラー、RA モーター、Decl モーター用で、それぞれのコネクタに接続するための専用ケーブルが付属します。

本体上方の取っ手下に回転方向を切り替えるためのスイッチが付いています。本体裏側にはゴム足が付いており、その外側に蓋を固定するネジがあります。

4. モーターとの接続

図1は2相ステップモーターの概念図です。コイルはA相とB相があり、それぞれの相の midpoint にはセンタータップが出ています。

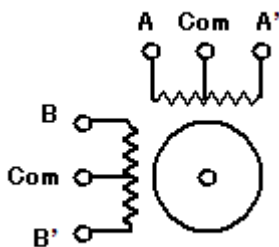


図1 ステッピングモーター

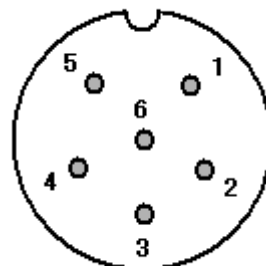


図2 コネクタのピン配置

図2はモーター配線接続に用いているコネクタのピン位置を示したものです。(裏表で左右逆になりますがコネクタの黒いプラスチックに番号の刻印があります)

ステップモーターとコネクタ間は図3のように接続します。A相とB相のそれぞれの midpoint は両方ともコネクタの1番ピンに接続します。

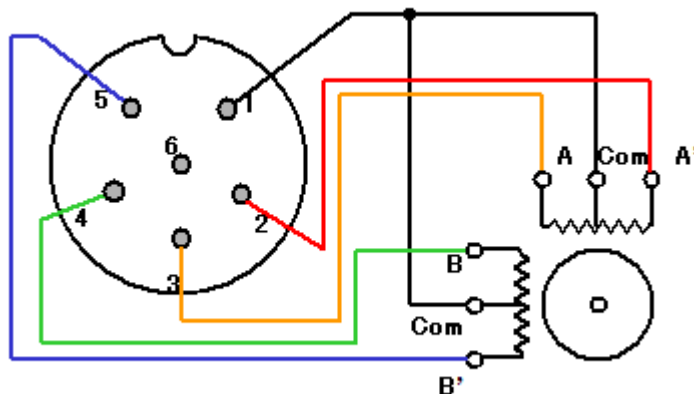


図3 コネクタとステップモーターの接続

ステップモーターからは6本の配線が出ていますが、テスターの抵抗測定モードでA-A'、B-B'および各 midpoint を確認することができます。

5. 調整方法

本赤道儀用マイクロステップモータードライバの調整をするには本体内部の設定SWを変更する必要があります。

写真2のように裏蓋を開けると内部の配線と回路を確認できるようになります。回路基板上に緑色のICピッチ変換基板に取り付けられたTC9198Fという分周ICの両脇に18個のディップSWが並んでいます。(黒色のICパッケージに若草色のSWが付いた部品です)



写真2 本体内部の配線状況

回路基板上の分周設定部分は写真3のようになっています。設定部の詳細を図4に示します。

ディップ SW は TC9198 の左側が上方より1から10まで、右側が下方より1から8までとなっていて、何れも TC9198 側に設定すると on(1)、TC9198 と反対側が off(0)です。

また、TC9198 の左側 SW の 10 番 SW は使用していません。

表1にディップ SW の割付けとその分周数について示します。

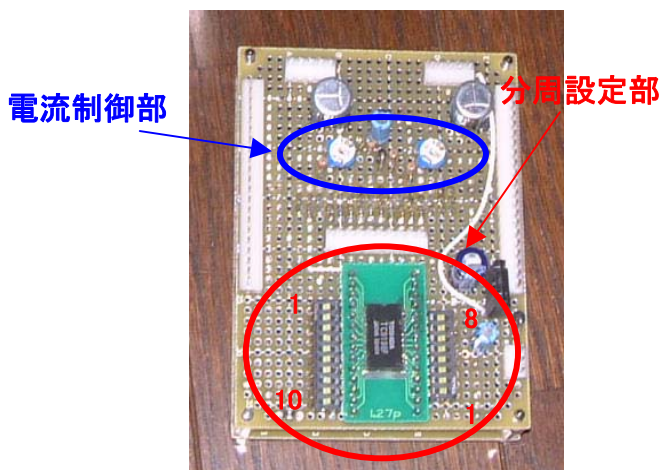


写真3 回路基板

表1 ディップ SW 設定と分周数

位置	番号	ビット	分周数
左	1	1	2
	~	~	~
	9	9	512
右	1	10	1024
	~	~	~
	8	17	65536

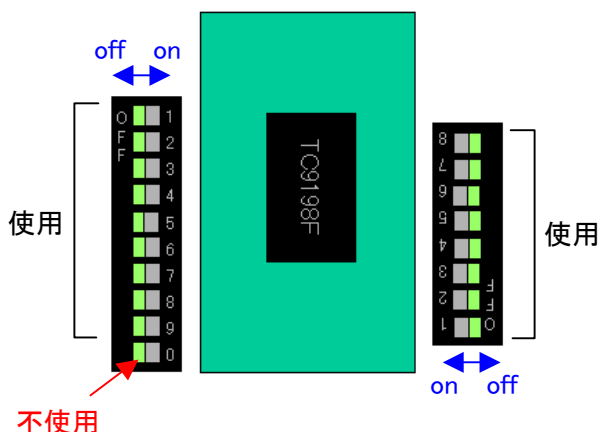


図4 ディップ SW アサイン

例えば、原発振周波数を 1536 分周する場合には $1536=1024+512$ で左側の 9 番と右側の 1 番 SW を on にします。1537 分周の場合は更に左側の 1 番 SW も on にします。(注意:本コントローラでは TC9198 の分周出力を更にフリップフロップ回路で 1/2 分周して Duty 比 50:50 のクロック波形を得ています。これは TC9198 の出力波形が短ショットのパルス出力のためモータドライバ IC の STK672-050 入力用に波形を整形する必要があるからです) 分周数は下記の式から求めることができます。また、

このように、TC9198F は 5~65536 の範囲で任意の分周数を設定することのできる優れたプログラマブル分周器です。

$$\begin{aligned} \text{必要パルス数(/日)} &= \text{ホイール歯数} \times \text{伝達ギア比} \times \text{モーターギア比} \times 360 / \text{ステップ進角} \\ \text{駆動周波数(pps)} &= 2 \times \text{必要パルス数} / 86164 \quad (86164 \text{ 秒} = 1 \text{ 恒星日 (秒)}) \\ \text{分周数} &= \text{原発信周波数} / \text{駆動周波数} \end{aligned}$$

電流制御部はモーターに流す最大電流を設定する部分です。付属の半固定 VR を時計回りに廻すことで最大電流を増加できます。(モーターの種類によって設定値は変わります)

マイクロステップ動作ではモーター電流を増加するとステップ駆動の傾向が強くなるようになりますので恒星時駆動の状態ではモーターの振動音が急激に少なくなる点まで VR を反時計回りに廻して電流値を絞ります。この設定状態で 8 倍速が動作することを確認してください。トルク不足でもし 8 倍速が上手く回転しないようでしたら VR を僅かに時計回りに廻して駆動電流を増加するように調整します。(最後に 0.5 倍速でモーターが回転することも確認してください) 以上で調整は終了で、この調整はモーターを変更しない限り最初に行えばその後は変更する必要はありません。

6. ハンドコントローラーと動作

写真 4 はハンドコントローラーの SW 配列を示したものです。

RA は SW を押さない状態で 5 項において設定した恒星時駆動速度 (1 倍速) で連続運転をしています。

『RA × 0.5』で恒星時駆動の 0.5 倍速、『RA × 1.5』で恒星時の 1.5 倍速になります。

目標導入などで高速駆動が必要な時には『RA × 8』または『RA rev × 8』で恒星時の 8 倍速で正/逆方向に導入します。

Decl は『Decl(+) $\times 0.5$ 』で正方向、『Decl(-) $\times 0.5$ 』で逆方向に 0.5 倍速で移動します。また、『Decl $\times 8$ 』と『Decl(+)] または 『Decl(-)] を同時に押しすと 8 倍速となります。

『Decl(+)] または 『Decl(-)] と 『 $\times 8$ 』の同時押し以外の同時押しは全て恒星時駆動となります。

手元照明 SW は 1 回押しと高輝度白色 LED が点灯、もう一度押しと消灯します。

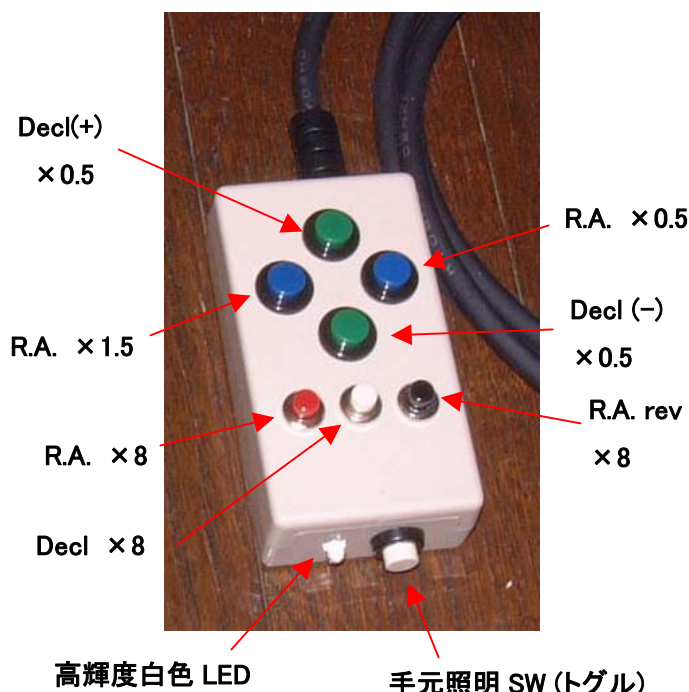


写真 4 ハンドコントローラーの SW アサイン

7. トラブルシューティング

これまでのところ異常動作を検出しておりませんが、以下の外的な因子によるトラブルが考えられます。

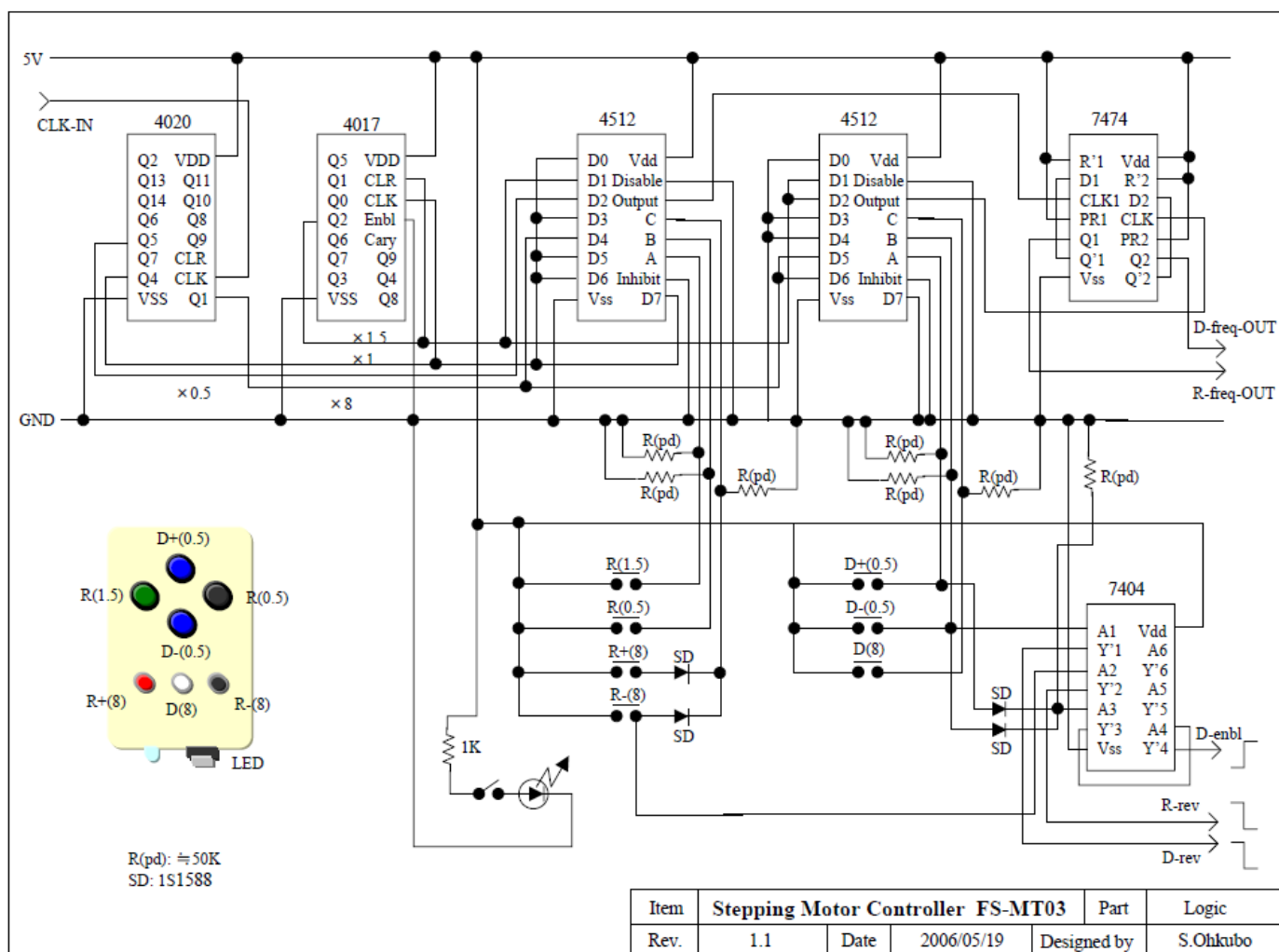
(1) 雨、夜露による回路の結露: 回路筐体は一応の軽防水となっておりますが、回路が

水にぬれた場合は直ちに電源をカットし、乾燥をさせてください

(2) 原発振の停止: 特に低温の場所での運用においては原発振用いている水晶発振 IC の発振が停止する可能性があります。この現象を防止するためには本体を毛布などに包むなどの対応をしてください。十分な保温がされていれば本体内のモータードライブ用 IC の発熱で発振が停止することはありません。また、どうしても発振停止する場合は使い捨てカイロなどで保温する方法もあります。

8. テクニカルデータ

システム回路図 (RA のモーター接続は Decl と同じです)



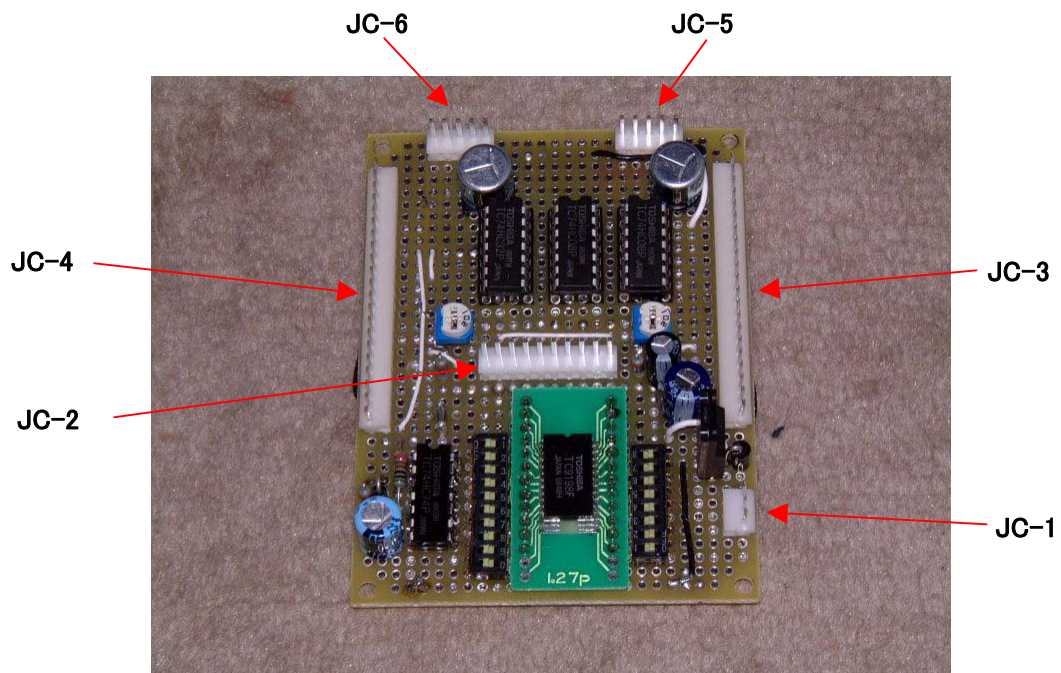


写真 5 ジャンパコネクタ

JC-1

ピン	接続
1	GND
2	NC
3	+12V

JC-2

ピン	接続
1	RA × 1.5
2	RA × 0.5
3	RA × 8
4	RA rev × 8
5	Decl(+) × 0.5
6	+5V
7	Decl(-) × 0.5
8	GND
9	Decl × 8
10	NC

JC-3、JC-4

ピン	STK672	内容	制御
1	22	GND	
2	21	Mo2	
3	20	Mo1	
4	19	Mo1	
5	18	ENABLE	プルアップ R 付
6	17	RET	プルアップ R 付
7	16	Reset	プルアップ R 付
8	15	CWB	プルアップ R 付
9	14	CLK	
10	12、13	M4,M5	プルアップ R 付
11	11	M3	プルアップ R 付
12	10	M2	プルアップ R 付
13	9	M1	プルアップ R 付
14	8	Vref	
15	7	Vcc(5V)	
16	6	A	
17	5	A'	
18	4	SG(GND)	
19	3	PG(GND)	
20	2	B	
21	1	B'	

JC-5、JC-6

ピン	接続
1	PG
2	B
3	B'
4	A
5	A'

9. サポート

本赤道儀用マイクロステップモータードライバは北軽井沢観測所のオリジナル製品です。
ご要望等がございましたら改善・改良をさせていただきます。

また、故障等のトラブルに対しましては電子部品の入手が可能な限り対応させていただきます。

良い天文ライフを祈念いたしております。感謝。