

分割主鏡制御系構成案 II — ケーブリングとボックス概念設計

岡山新技術望遠鏡グループ / Atsushi Shimono

平成 22 年 6 月 2 日

目次

1	概要	1
2	制御サブシステムの構成	2
2.1	必要コンポーネントの一覧	2
2.1.1	制御用ボード (PC)	2
2.1.2	制御アクチュエーター	2
2.1.3	ギャップセンサー	2
2.1.4	環境センサー	2
2.2	配置場所	3
2.3	必要とされる制御コンポーネントのサイズ	3
2.3.1	バスエクステンダボックス	3
2.3.2	モータードライバ	3
2.3.3	位置・ギャップセンサー	4
2.3.4	環境センサー	4
3	ボックス構成とケーブリング	4
3.1	モータドライバボックス	5
3.1.1	ボックス 1 つあたりに必要なコンポーネント	5
3.1.2	ボックスの外形	5
3.1.3	ケーブリング	5
3.2	ギャップセンサードライバボックス	7
3.2.1	ボックス 1 つあたりに必要なコンポーネント	7
3.2.2	ボックスの外形	7
3.2.3	ケーブリング	7
3.3	ボックスモジュール間のケーブリング	7
4	まとめ	7

1 概要

望遠鏡分割主鏡を制御するサブシステムの大半は、主鏡セルの内部もしくは下部に配置される。この部分はそれほどアクセスしやすすくないため、サブシステムは高度にモジュール化され、かつモジュール間を接続するケーブルは接続ミスなどをできる限り減らすような構造をとっていることが必須である。このため、本レポートでは現状の構成・配置案に対するケーブリングとボックス設計において、どのような問題点が発生する可能性があるかを検証し、それらの考える障害点に対する対処方法を検討する。

2 制御サブシステムの構成

2.1 必要コンポーネントの一覧

2.1.1 制御用ボード (PC)

PC に直結する制御用ボードは表 1 にあげたものとなる。このうち、CPZ-*のボードはバスエクステンダボックス PCI-CPZ13(OP) に格納され、WRZ-5612 は CPZ-420116Q と TMZ-420108 を接続するケーブルである。

表 1: 構成案 IIb

型番	員数	単価	備考
CPZ-7415V	15	65100	56 点 (余裕 2)
CPZ-420116Q	3	81300	RS-232-C 48, DIO 144
TMZ-420108	6	37800	
WRZ-5612	6	9100	1.2m は仮
PCI-CPZ13(OP)	2	170800	あまりスロット 9
合計		1843400	

2.1.2 制御アクチュエーター

制御アクチュエーターは全 54 本必要であり、それぞれにモータドライバが一つ必要となる。これらは、4 本で 1 枚のパルスモーションコントローラボードに接続される。

2.1.3 ギャップセンサー

ギャップセンサーは 2 種類存在し、各アクチュエーターに一つずつ 54 個取り付けられるアクチュエーター系と、主鏡セグメント間もしくはセグメントと固定点の間に取り付けられる主鏡ギャップセンサー系がある。

アクチュエータ系のギャップセンサーは各アクチュエーターの動作を確認するもので、アクチュエーターに取り付けられた 10 倍の梘子機構を通した後の制御位置を測定する。このセンサーの個数はアクチュエーターと同じ 54 個である。

主鏡ギャップセンサー系は、セグメント間の相対位置測定を行うもので、主鏡制御に必要な個数はまだ確定はしていないが、概算で 60-70 個程度となる

これらのギャップセンサーは、専用のドライバで読み出される。ドライバはセンサー 3 つにつきひとつ必要で、PC とのインターフェースは RS-232-C である。概算としては 120 個程度の測定点に対して、40 個程度のドライバが必要となる。

2.1.4 環境センサー

ギャップセンサーの補正用に環境センサーが必要であり、必要な補正パラメータは温度と水蒸気量となっている。つまり、環境センサーは温度、湿度、気圧の 3 種類が必要である。しかしながら、気圧については望遠鏡ドーム内で急激な変化があるとは考えにくい上に変化もそれほど激しくないと考えられるため、望遠鏡全体の環境センサーの値を定期的に取り得るので十分であるといえる。

よって、主鏡支持・制御部分には温度センサーと湿度センサーをそれなりの数配置する必要がある。

温度センサーについては、デイジーチェーン方式の温度センサーを利用し、全体を一括の制御ボックスを経由して RS-232-C で読み出す。湿度センサーについては現状では未定¹である。

¹汎用バスで出力される湿度専用のセンサーを利用するか、もしくは湿度センサー素子を駆動する回路を作成するか。

2.2 配置場所

トラス内部は非常に密に組まれていることから大きな集中コントロールボックスを設置することは、物理的な面からも、将来的なメンテナンスの面からも困難である。このため、大きなコンポーネントは、主鏡トラスの中央下部の図1にある場所に配置する。この部分は、ELの回転軸(Rガイド)が伸びている方向に長く場所を取れるため、外周付近に配置することが望ましいコンポーネントでも配置可能である。

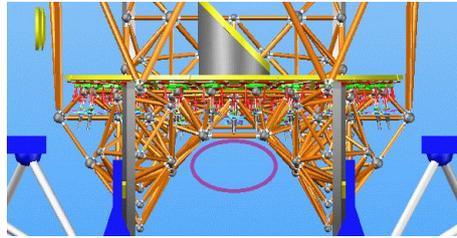


図 1: 主鏡トラス概観 — 紫の円内に大きなコンポーネントを配置する

まず、エクステンダボックスは2つ主鏡トラスの中央下部に配置する。二つのエクステンダボックスへのコントロールボードの配置については、モーションコントロールボードの総数よりもひとつのボックスの-slot数が少ないため、完全に分離するのは不可能である。このため、ボードを混ぜて配置するしかない。この分散方法については、ドライバまでの距離などを考慮する必要がある。

位置・ギャップセンサーのドライバに関しては、TMZ-420108 用の中継ケーブルでトラスの3箇所まで伸ばし、端子台+ドライバの箱を3箇所に置く。ただし、この配置については、センサーからドライバまでのケーブルの長さをできる限り短くするというのが最も重要であるので、ドライバボックスの設計・サイズなどを考慮しながら決める必要がある。

配置についてのひとつの案としては、全体を3分割した1個分を入れたボックスを端のほうに配置、残り2個分を中央近くに配置するという案がありえる。そして、その周辺にドライバボックスを配備する。(図2) この配置案では、位置・ギャップセンサーのドライバボックス一つがカバーする領域は扇形ではなく樽型にしている。この配置に関しては、実際には実物を参照しながら検討する必要があるが、距離的な面だけを考えると余り変わらないが、ドライバボックスの配置とトラスの干渉のほうが重要になっている。

2.3 必要とされる制御コンポーネントのサイズ

2.3.1 バスエクステンダボックス

バスエクステンダボックス PCI-CPZ13(OP) は AC-DC 電源内蔵で、サイズは 440(W) 258(D) 134(H) mm である。このボックスから制御 PC へのインターフェースは光ファイバーケーブル 1 対である。

2.3.2 モータードライバ

モータードライバは、HarmonicDrive HS-360 が 54 個必要である。単体のサイズは 55 x 130 x 160mm で、廃熱のためにドライバ間に 30mm 以上の隙間をあける必要がある。(箱に入れる場合、下側 50mm、上側 100mm が別途必要である。)

例として 9 個入り 6 箱の構成の場合には、モータードライバ部分だけで 800 x 130 x 310mm の箱 (コネクタ分無視) が 6 箱必要である。なお、実際にはこれらは冷却ボックスに入れる必要があるためより大きい箱が必要である。

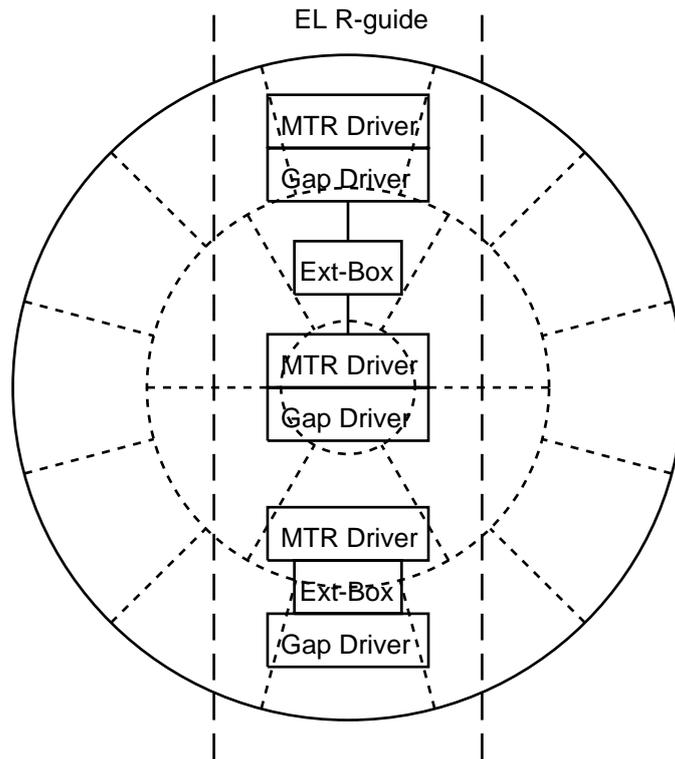


図 2: 主鏡トラスへの配置案

2.3.3 位置・ギャップセンサー

位置・ギャップセンサーについてはどのタイプのドライバを利用するのが最も精度が高いかについて結論が出ていないため、ボックスサイズについて推定は困難である。

今のところ、それなりの数のドライバをまとめた箱を作成し、それを3もしくは6箱設置するプランとなっている。

2.3.4 環境センサー

環境センサーについては未定である。が、ほかのドライバボックスほど大きな構造物にはならない。

3 ボックス構成とケーブルリング

主鏡トラスに配置するボックスの構成は図2のとおり、モータドライバボックスとギャップセンサードライバボックスの2種類が3つずつ、バスエクステンダボックスが2つとなる。

モジュール化の観点から、各ボックス間を接続するケーブルは、可能な限り分岐することなく、1対1対応の関係でボックス壁面の端子同士を接続するようなものになるよう設計する。また、ボックス内部についても、各コンポーネント同士、および内壁のコネクタとの間のケーブルも可能な限り分岐しないようなものにしておく。これは、ボックス内部をあけて原因追求を行ったり、障害点の交換による改修を行うことを考えると必須の要件である。

3.1 モータドライバボックス

3.1.1 ボックス1つあたりに必要なコンポーネント

ボックス一つ当たり、モータドライバが18個、ドライバに接続するリアクターがそれぞれ1個の合計18個、熱交換器が1個必要となる。

対外接続用コネクタは、コントローラボード側とモーター側の2種類となる。コントローラボード側は、モータ4個ごとにボード1枚なのでボックス一つはボード5枚で制御される。よって、モータコントローラボードへ接続するコネクタが5つ必要となる。モーター側はエンコーダ・リミッタの信号系とモーター駆動電源・グラウンドの電源系を分けるかによるが、モーター1本につきコネクタが1もしくは2必要である。

また、モータドライバはかなり発熱するので、熱交換・冷却系が必要となり、エロフィンチューブを基本としてファンをいくつか取り付け付けた小型の熱交換器を取り付ける。熱交換は冷媒で行い、ボックス壁面にフランジもしくは自動コネクタを取り付ける。

3.1.2 ボックスの外形

モータドライバのサイズは160 (D) 55 (W) 130 (H) mmで、背面をt2以上の板に固定する方式となる。また配置上において、ドライバ間や壁面との間に図3のような制限がある。

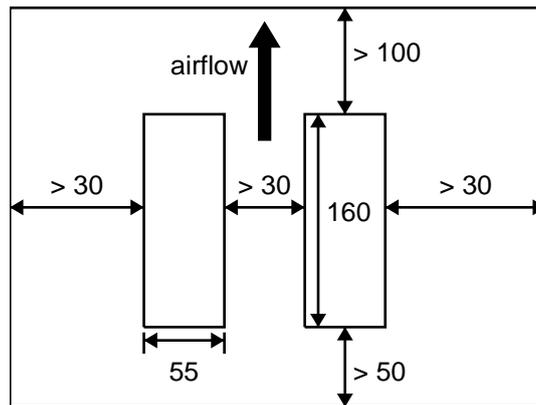


図 3: モータドライバ配置制限

熱交換器は、エロフィンチューブのような小型の冷媒式熱交換チューブを利用する。たとえば、17mm Φの管に6mmのフィンを取り付けた30mm Φのチューブを平面に敷き、小型のファンをいくつかつけることを考えると、高さ方向のサイズは50mm程度に収めることができる。また、エアフローの確保のため、モータドライバ背面を固定する板を仕切りとして取り扱えるようにエロフィンチューブの周りを加工する。

この制限やサイズのなを考慮した配置案は図4のようになる。最低サイズは650 (D) 975 (W) 280 (H) mmとなる。なお、図中の左右にあるドライバを配置している両脇の壁面にコネクタを配置する。

3.1.3 ケーブルリング

モータコントローラボード1つ(コネクタ一つ)にモータドライバが4つ付くため、何らかのケーブル分配をする必要がある。また、このケーブルからのモータドライバへの入力には制御信号系とエンコーダ系の2ラインあり、こちら側でも分岐が必要である。

モータドライバからモータまでは、駆動電源とエンコーダ・リミッタスイッチ系の2種類ある。ドライバ側のコネクタは二つである。ただし、片側はコントローラボードへのエンコーダ出力と共有している。

これらをまとめると図5のようになる。

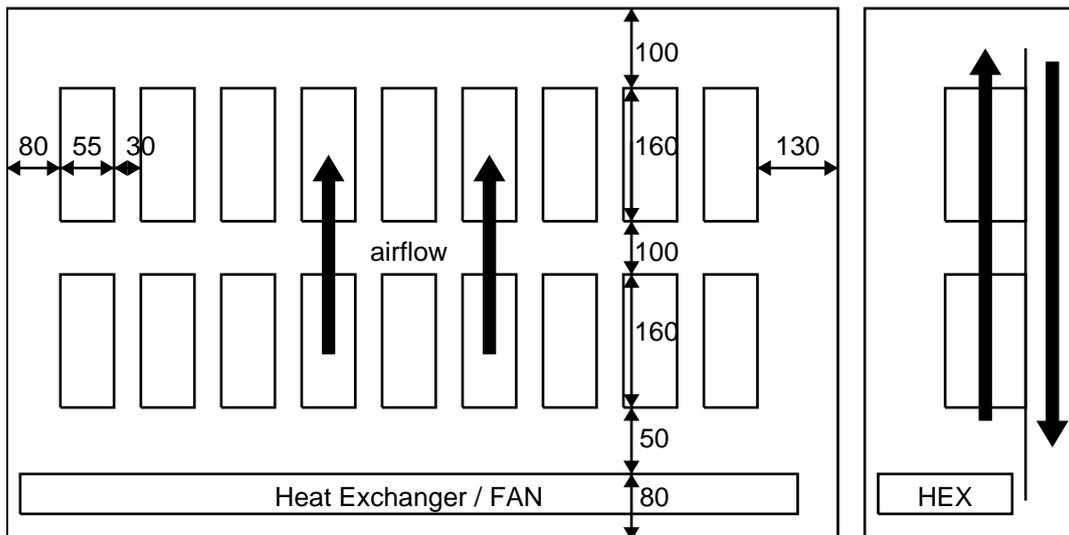


図 4: モータドライバ配置制限

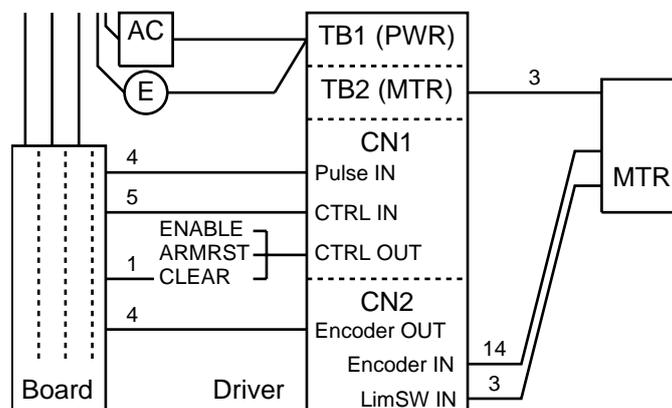


図 5: モータドライバ周りのケーブル接続

モータドライバの CN2 からはボードとモーターの両方へケーブルが伸びている。これは分割することが不可能であるので、この部分のケーブルは分岐しているようなケーブルを利用するしかない。いま、ボードからモータドライバへは、モータドライバの 2 つのコネクタ CN1 と CN2 へケーブルが伸びている。一つのボードは 4 つのモータドライバを制御するため、この部分は壁面コネクタ部分で内部向けに複数のコネクタに分けておかなければ、非常に複雑なケーブルを利用しないとイケなくなる。よって、ボード側の入力コネクタには、それぞれコネクタ変換基盤を一つずつおくことにする。この基盤にはモーターコントローラボードの 96 ピンコネクタと、ドライバへのコネクタ計 8 個が載るが、サイズとしては 100 mm 平方程度で収まると考えられる。

なお、モーター側のコネクタは、モーターへのケーブルを信号線とモーター駆動電源の 2 つに分けるかどうかにより変更する必要がある。分けない場合は、モータドライバに近い部分で CN2 と TB2 に分岐するようなケーブルを作成するのがベストといえ、少し複雑なケーブルにはなるが、途中で短い分岐はあるものの 1 本の長いケーブルの両端と中央にコネクタがあるようなケーブルであると見ることができる。

3.2 ギャップセンサードライバボックス

3.2.1 ボックス1つあたりに必要なコンポーネント

ボックス一つ当たり、RS-232-C のインターフェースとなるバス変換モジュール TMZ-420108 が2つ、安定化 AC-DC 電源系が1つ²、ギャップセンサードライバ DS-503³が最大16個入る。

また、電源系やドライバが発熱するので、熱交換・冷却系が必要となる。

3.2.2 ボックスの外形

ボックスの外形はギャップセンサードライバのサイズ依存であるが、現状の DS-503 は、100 (W) 120 (H) 180 (D) mm である。これを 4x4 の形で平面状に 30-60mm あけて配置し、TMZ-420108 を端に並べるとする。また、モータドライバボックスと同様のエロフィンチューブによる熱交換機構を入れると、全体のボックスサイズは 900 (W) 800 (H) 250 (D) mm 程度になる。

なお、コントローラーボードからこのボックスへのケーブル2本用のコネクタは TMZ-420108 の配置場所に近い壁面に、ギャップセンサードライバからギャップセンサーそれぞれへのケーブル最大48本用のコネクタは、反対側の壁面に並べる。

3.2.3 ケーブリング

ボックス内部のケーブリングは、コンポーネント同士の接続がすべて1対1対応なので、特殊なケーブルは必要なく、それぞれの汎用ケーブルで接続する。

3.3 ボックスモジュール間のケーブリング

モジュールのボックス間のケーブルをまとめると以下ようになる。

PC – バスエクステンダボックス 光ファイバー 1対 (2個)

バスエクステンダボックス – モータドライバボックス 市販ケーブル 5本 (3個)

バスエクステンダボックス – ギャップセンサードライバボックス 市販ケーブル 2本 (3個)

モータドライバボックス – モーター ケーブル 1もしくは2本 (54個)

ギャップセンサードライバボックス – ギャップセンサー 市販ケーブル 1本 (108 – 144個)

これをモジュールの数を含めて図示すると図6となる。

4 まとめ

本レポートにある概念設計により、分割主鏡下のトラスには主鏡制御系として、以下のボックスを載せる必要があることがわかった。ただし、これ以外に温度センサーコントローラが必要となる。

- バスエクステンダボックス PCI-CPZ13(OP) : 440(W) 258(D) 134(H) mm x 2
- モータドライバボックス : 975 (W) 650 (D) 280 (H) mm x 3
- ギャップセンサードライバボックス : 900 (W) 600 (H) 200 (D) mm

²もしくは2つ; 電源容量による

³カスタムメイドタイプの可能性を検討中

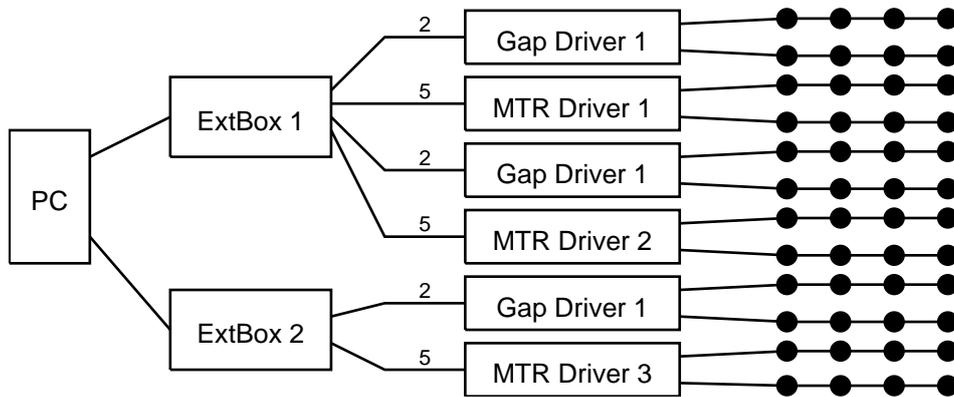


図 6: モジュール間ケーブル接続