

KWFC用フィルター交換ロボット

---産業用6軸多関節ロボットアームの応用---

東京大学木曾観測所 樽沢賢一 KWFC開発チーム

Abstract

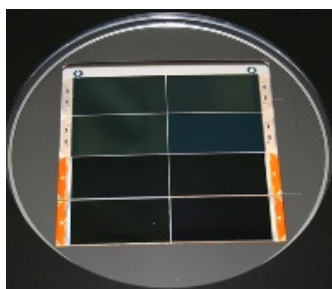
We developed an ex-changer of large filters using an industrial robot with 6-axes for the Kiso 105cm Schmidt telescope and KWFC (Kiso Wide Field Camera). Because industrial robots are usually put vertically on a stable base, such as floor or ceiling, a variety of problems occurred on using the robot attached to the telescope, which moves around and greatly changes the position of the robot. This paper describes our tackling and solutions to the troubles in detail.

1. はじめに

KWFC (Kiso Wide Field Camera) にはフィルター交換機構として、産業用6軸ロボットアームが用いられている。この交換機構は、木曾105cmシュミット望遠鏡内にあるフィルター12枚をストックしたマガジンからロボットアームを用いて1枚のフィルターを取り出し、主焦点のKWFCカメラに受け渡しセットするという初のシステムを構築したものである。通常、ロボットアームは、床あるいは天井のようなロボットにかかる重力方向が常に一定した場所に設置される。しかし、シュミット望遠鏡内というロボットにかかる重力方向が時々刻々と変化するという特殊な設置形態も初の試みと言える。

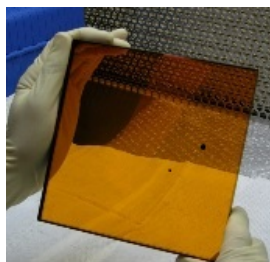
2. KWFC (Kiso Wide Field Camera)

KWFCは、2012年に共同利用開始がなされた木曾105cmシュミット望遠鏡用のCCDカメラである。その大きな特長の一つは、異なる機種 of CCDチップを4台ずつ合計8台を同時に駆動するコントローラーにある。この新しく開発されたCCDコントローラーは、Kiso Array Controller (KAC) 呼ばれている。KWFCのおもな仕様は以下のとおり。



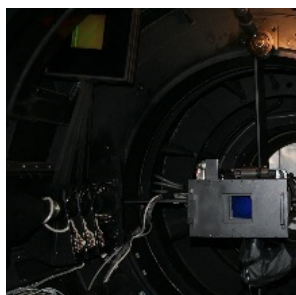
CCDチップサイズ (mm)	: 30×60
CCDチップ个数 (台)	: SITE×4 MIT×4
ドライバー	: KAC (2種類のチップを同時に駆動)
受光面サイズ (mm)	: 120×120
画素 (pixels)	: 8,000×8,000
視野 (°)	: 2.2×2.2
デューワー窓	: フラットナーレンズ兼用

3. KWFCのフィルター



フィルターのサイズ(mm)は158×158×15であり、その重量(g)は970で大型と言える。種類は、V R I u g r i z M815 N6590 N5013がある。また、専用のアダプターを使用することにより2KCCD用の100mm角のHa6577 Ha6737 777 813などや1KCCD用の50mm角の数種類も使用可能となっている。

4. これまでのフィルター交換機構



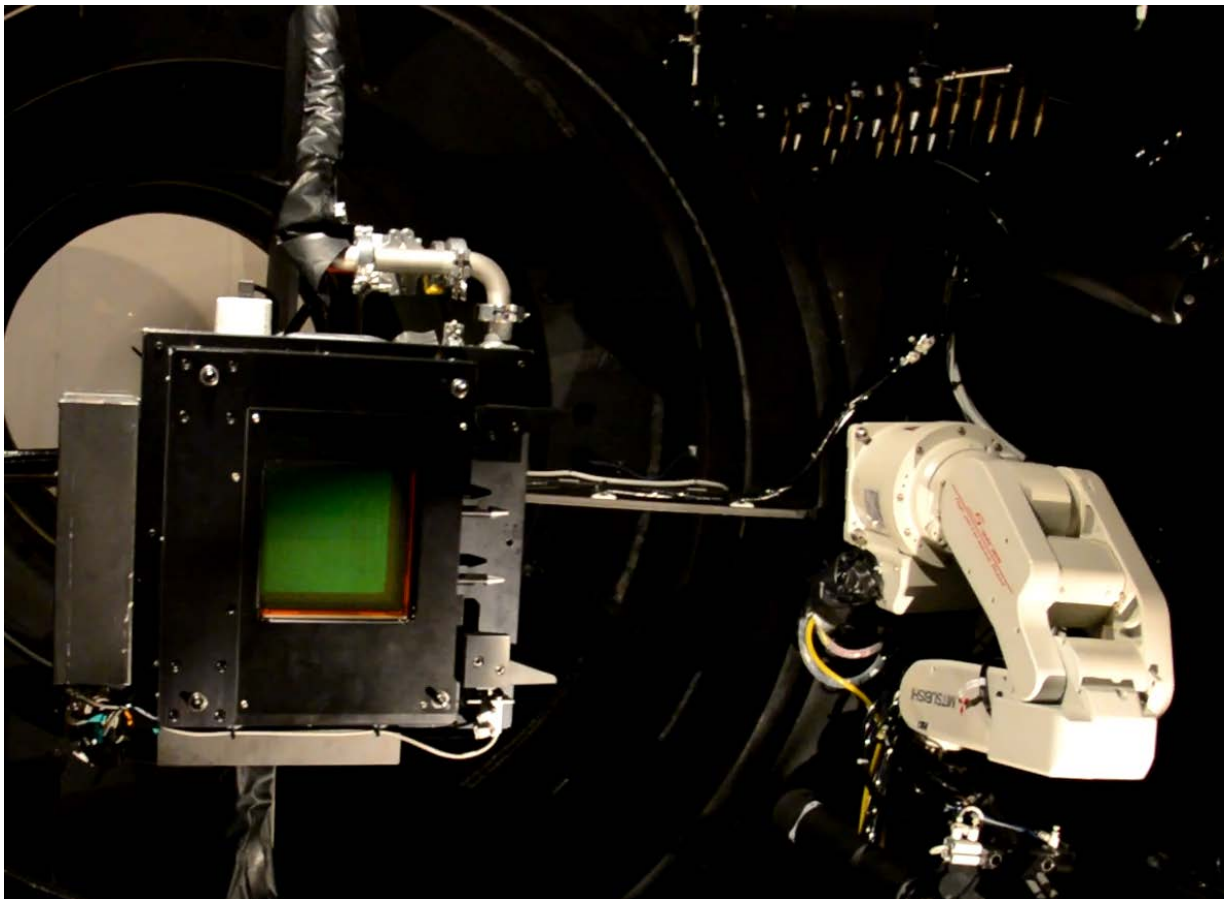
これまでのフィルター交換機構は、乾板用もCCD用もいずれも木曾105cmシュミット望遠鏡の本体またはCCDカメラ本体になんらかの方法で固定されていた。大型写真乾板用の交換機構の場合は、400×400×3 (mm) の3枚が望遠鏡の鏡筒に固定された3本の腕を使い乾板ホルダーの前面にフィルターを装填した。また、1KCCDと2KCCDの場合は、ともにカメラ本体に固定された交換機構によって交換された。

5. 二つの初の試み ---産業用6軸多関節ロボットの応用---



初の試みは、二つある。その一つは、ロボットアームにより一旦フィルターが、望遠鏡やCCDカメラから離れる瞬間があることである。すなわち、ロボットアームが、鏡筒内に設置されたフィルターマガジン（12枚格納）からフィルター1枚を出し入れする時と焦点面におかれたフィルターホルダーに着脱する時である。これは、大型写真乾板用や1KCCDや2KCCD用のフィルター交換機構にはなかった大きな違いである。もう一つは、ロボットアームの据付方法が通常の床置きまたは天井吊りでないことである。これは、望遠鏡に固定されたロボットアームへかかる重力方向が刻々と変化することを意味する。メーカーの仕様にもない初めての試みである。

6. KWFC用フィルター交換ロボットの構成



システム構成は、①フィルターカセット②フィルターマガジン③フィルターホルダー④ロボットハンド⑤6軸多関節ロボットアーム⑥ロボットコントローラーである。フィルターカセットは、ロボットがフィルターをハンドリングしやすいように、2本のバーを持った取り扱い枠である。フィルターマガジンは、鏡筒内に12枚のフィルターを格納するラックである。これには、不用意にフィルターが外れないように落下防止の装置がつけられており、この開閉はロボット自身が交換動作の前後で行う。ロボットハンドは、第6軸に取り付けられているフィルターカセットをハンドリングする機構である。ロボット本体は、望遠鏡の焦点面のスパイダー付近の梁に固定されている。メーカーの推奨設置である天井吊りの状態になるのは、望遠鏡が天頂を向いた時のみである。この状態が、もっとも安定駆動される場所である。しかしながら、主鏡がロボットの真下になり落下した場合には危険な状態であるため、この状態の

時はフィルター交換を制限している。天頂距離が35度以下の時は、安全のためフィルター交換をしないように制限かけている。コントローラー類は、鏡筒の外に取り付けられている。ロボットには、ある設定以上の力が加わった時には、その動作を停止する。また、ある程度の許容範囲をもった動きができるコンプライアンス機能がある。この機能によって多少のずれや過剰な力がかかってもロボットの故障が生じないようにされている。

7. 制御の命令

観測者が一般的に使用するコマンド

- filter V フィルターセット (ベストフォーカス値自動セット)
- filter status セットされているフィルターの確認
- fcam on/off シュミット望遠鏡内の監視カメラオンと照明オン

トラブル時やメンテナンス用コマンド

- robot reset リセット
- robot init イニシャライズ
- robot son / soff サーボをオン、オフ
- robot home ホームポジションに移動
- robot status ロボットの姿勢、各所リミット、エアシリンダーの状態

8. 望遠鏡姿勢とロボットアームのたわみ量

望遠鏡の姿勢によるロボットアームのたわみ量は、天頂距離が最大の時、アーム単体で最大575(μm) フィルターを持った状態で最大1290(μm)以下である。この量は、ロボットの機能によって十分に吸収できている。

10. ロボット操作資格

ロボットの操作には、ロボットスクールでの講習会の受講(2日間)がある。これは、人が不用意にロボットを操作して人がけがをする場合があるので、必要な講習のを受ける。また、物を壊さないように技術を習得するものである。受講すると修了証が発行される。また、安全マニュアルの整備も必要とされている。

11. 謝辞

本システムの開発にあたってご支援をいただいた関係各位に深くお礼申し上げます。