

出國報告(出國類別：其它(開會))

## 速霸陸望遠鏡超廣角相機計畫之技術合作 委託案出國報告

服務機關： 中山科學研究院  
姓名職稱： (1)邱琪芳 聘用技正  
(1)李曜丞 技術員  
(2)廖俊易 聘用技正  
(2)何丞林 聘用技士  
派赴國家： 美國  
出國時間： (1)101/07/10~101/07/24  
(2)101/07/22~101/08/07  
報告日期： 101/08/20

國防部軍備局中山科學研究院出國報告建議事項處理表

報告名稱	速霸陸望遠鏡超廣角相機計畫之技術合作委託案出國報告		
出國單位	第一研究所 熱動組	出國人員級職/姓名	聘用技正/廖俊易、聘用技正/邱琪芳、聘用技士/何丞林、技術員/李曜丞
公差地點	美國夏威夷速霸陸天文台	出/返國日期	<u>101.07.10</u> / <u>101.08.07</u>
建議事項	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本案零組件配合計畫時程要求已於 2011 年 5 月份先行交運至日本東京，但由於系統尚處研發階段，需求規格與系統功能隨時程與測試科目的進行而持續修訂。本所人員必須配合日方的需求緊急申辦出國作業，且須於短暫的出差期間內完成系統的更新與修改，而缺乏足夠的測試時間來驗證系統的可靠度。因此建議中研院天文所再投資複製一套備份件，並同步在台灣執行相關研改與測試，經驗證合格後再應用於實際組件上。</li> <li>2. 由於日方要求所有螺絲皆需塗上防鬆膠，以防止零件掉落損壞望遠鏡本體，但我方於實務上發現，因低溫會造成防鬆膠硬化，使得維修如要拆卸螺絲，可能造成螺絲損壞。因此我方建議如要拆卸螺絲，需使用熱風槍加熱螺絲後方可執行拆解，或更改使用黏性較低之防鬆膠。</li> </ol>		
處理意見	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 經與中研院相關人員討論後，已同意再複製一套備份件，並在台灣完成必要的修改與測試。</li> <li>2. 經與日方人員協商，律定往後拆卸螺絲，需使用熱風槍加熱螺絲後方可執行拆解，如新螺絲要上膠，則改用黏性較低之防鬆膠。。</li> </ol>		

國防部軍備局中山科學研究院  
101年度出國報告審查表

出國單位	中山科學研究院 第一研究所	出國人員 級職姓名	聘用技正/廖俊易、聘用技正/邱琪芳、聘用技士/何丞林、技術員/李曜丞
單 位	審 查 意 見		簽 章
一級單位			
計 品 會			
保 防 安 全 處			
企 劃 處			
批		示	

# 國外公差人員出國報告主官（管）審查意見表

本案所採用的濾鏡轉換系統是世界各國大型天文台中首次採用的新設計，所需的技術門檻相當高，配合的介面相當複雜，可靠度要求亦相當高。在新系統的研發過程中出現工程疑難在所難免，重要的是面對問題的態度與解決問題方法。在此次任務中，看到同仁在高海拔低溫的工作環境中與緊迫的時程壓力下仍能有系統的排除多項工程疑難，實值得肯定。本案已處於最後驗收階段，期勉參與同仁能再接再厲，繼續堅持努力以順利完成任務需求。並吸取本案的系統除錯與排故經驗，應用於未來各項工作中。

## 出國報告審核表

出國報告名稱：速霸陸望遠鏡超廣角相機計畫之技術合作委託案出國報告		
出國人姓名（2人以上，以1人為代表）	職稱	服務單位
邱琪芳等四人	聘用技正	中山科學研究院第一研究所
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>開會</u> （例如國際會議、國際比賽、業務接洽等）	
出國期間：101年7月10日至101年8月07日		報告繳交日期：101年8月20日
計畫主辦機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input type="checkbox"/> 2.格式完整 <input type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input type="checkbox"/> 4.內容充實完備 <input type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他_____	
審核人	出國人員	初審（業管主管）
		機關首長或其授權人員

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

# 報 告 資 料 頁

1.報告編號： CSIPW-101F-E00 05	2.出國類別： 開會	3.完成日期： 101.08.20	4.總頁數： 42
5.報告名稱：速霸陸望遠鏡超廣角相機計畫之技術合作委託案出國報告			
6.核准 文號	人令文號 部令文號	國人管理字第 1010008473 號(101/06/29) 國備科產字第 1010009613 號(101/06/27)	
7.經 費		新台幣：33 萬 9,260 元(由中研院支付)	
8.出(返)國日期		101 年 07 月 10 日 至 101 年 08 月 07 日	
9.公 差 地 點		美國	
10.公 差 機 構		夏威夷速霸陸天文台	
11.附 記			

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：速霸陸望遠鏡超廣角相機計畫之技術合作委託案出國報告

頁數 42 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

邱琪芳/中科院/熱動組/聘用技正/04-27023051 轉 503115

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

廖俊易/中科院/熱動組/聘用技正/04-27023051 轉 503952

邱琪芳/中科院/熱動組/聘用技正/04-27023051 轉 503115

何丞林/中科院/熱動組/聘用技士/04-27023051 轉 503115

李曜丞/中科院/熱動組/技術員/04-27023051 轉 503944

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：

101/07/10 至 101/08/07

出國地區：

美國/夏威夷速霸陸天文

報告日期：

101/08/20

台

分類號/目

關鍵詞：速霸陸望遠鏡超廣角相機、濾鏡交換系統

內容摘要：(二百至三百字)

本院航空研究所受中研院委託執行『速霸陸望遠鏡超廣角相機』乙案，應其要求於 101 年 07 月 10 日至 08 月 07 日派員赴美國夏威夷大島毛納基峰速霸陸天文台觀測基地，改善該相機濾鏡交換系統於前次可靠度測試時所出現系統不穩定現象；並於地面測試台架上執行 500 次周期之可靠度測試；且與相機鏡頭及望遠鏡本體基座執行配裝。

# 目 次

壹、	目的.....	12
貳、	過程.....	12
	1. 中央單元與鏡頭配裝及軌道調校.....	15
	2. 模擬快門與軌道安裝及調校.....	19
	3. 捲線器纜線固定座換裝.....	20
	4. 濾鏡匣內故障之濾鏡感測近接開關換裝.....	22
	5. 濾鏡升降機定位飄移現象除錯與改善措施.....	23
	6. 濾鏡保護門檔保護開關訊號異常之除錯與改善措施.....	25
	7. 牽引車回停車架時發生過載現象之除錯與改善措施.....	29
	8. 濾鏡交換系統可靠度測試.....	31
	9. 牽引車異常噪音排除.....	33
	10. 與相機鏡頭本體基座執行配裝.....	36
	11. 控制軟體修改.....	40
參、	心得.....	41
肆、	建議事項.....	42

# 圖 目 錄

圖 一、中央單元拆下零件 .....	15
圖 二、錐形耦合器安裝 .....	16
圖 三、舉升架安裝 .....	16
圖 四、濾鏡咬合距離量測 .....	17
圖 五、我方人員執行濾鏡咬合行程調校.....	17
圖 六、馬達原點復歸程式設定 .....	18
圖 七、濾鏡轉換系統與快門機構組合圖.....	18
圖 八、模擬快門與軌道安裝完成近拍圖.....	19
圖 九、模擬快門與軌道安裝完成圖 .....	19
圖 十、原始纜線固定座 .....	20
圖 十一、新纜線固定座 .....	20
圖 十二、電源纜線固定座安裝圖 .....	21
圖 十三、訊號纜線固定座安裝圖 .....	21
圖 十四、異常訊號近接開關 .....	22
圖 十五、舉升機電源切斷裝置 .....	23
圖 十六、鋁箔包覆主電源線 .....	24
圖 十七、鋁箔包覆升降機電源線 .....	24
圖 十八、濾鏡保護門檔模組 .....	26
圖 十九、門檔訊號異常 .....	26

圖 二十、監測門檔在關閉時之位置的變化.....	27
圖 二十一、撓性軸耦合器螺紋防鬆膠處理.....	27
圖 二十二、原始滾柱轉子 .....	28
圖 二十三、更換為滾珠轉子 .....	28
圖 二十四、牽引車電磁閥卡銷安裝圖 .....	29
圖 二十五、電磁閥卡銷模組 .....	30
圖 二十六、濾鏡交換系統可靠度測試 .....	32
圖 二十七、可靠度測試前磨擦圖 .....	33
圖 二十八、可靠度測試後發現磨擦加劇.....	34
圖 二十九、濾鏡匣位置與停車架位置錯位圖.....	34
圖 三十、感測開關座異常 .....	35
圖 三十一、我方工作人員執行感測開關位置調校.....	35
圖 三十二、配裝前與日方討論測試流程.....	36
圖 三十三、濾鏡轉換架拆解 .....	37
圖 三十四、移除濾鏡轉換架後之測試台車.....	37
圖 三十五、光學端與相機鏡頭本體安裝.....	38
圖 三十六、紅外線端與相機鏡頭本體安裝.....	38
圖 三十七、濾鏡轉換架與相機鏡頭本體安裝.....	39
圖 三十八、執行濾鏡轉換架與相機鏡頭本體調校.....	39
圖 三十九、控制方塊圖 .....	40

圖 四十、山上降下小雪 .....	41
圖 四十一、螺桿斷裂圖 .....	42

# 速霸陸望遠鏡超廣角相機計畫之技術合作委託案

## 出國報告

### 壹、 目的

本院航空研究所受中研院委託執行『速霸陸望遠鏡超廣角相機』乙案，應其要求於 101 年 07 月 10 日至 08 月 07 日派員赴美國夏威夷大島毛納基峰速霸陸天文台觀測基地，改善該相機濾鏡交換系統於前次可靠度測試時所出現系統不穩定現象；並於地面測試台架上執行 500 次周期之可靠度測試，且與相機鏡頭及望遠鏡本體基座執行配裝。

### 貳、 過程

預劃時程表 (第一梯次：聘用技正邱琪芳、技術員李曜丞)

日期	星期	工 作 項 目
101.07.10	二	邱琪芳與李曜丞兩員搭機前往美國夏威夷。
101.07.11	三	1.赴毛納基峰山頂檢視濾鏡交換機構外觀，並執行功能測試。 2.記錄及檢討測試結果。
101.07.12	四	換裝前機構調整與各式控制感測器設定調校與確認。
101.07.13	五	從地面測試台架上拆下中央單元並與相機快門與鏡頭配裝。
101.07.14	六	週末準備下週測試儀器及組裝機具，撰寫工作及檢測報告。
101.07.15	日	週日準備下週測試儀器及組裝機具，撰寫工作及檢測報告。
101.07.16	一	執行中央單元軌道校正程序，並設定濾鏡咬合行程與復歸感測器位置。
101.07.17	二	與相機鏡頭及快門間的控制介面設定與控制一電線束安裝。
101.07.18	三	1.與相機鏡頭及快門執行整合功能聯測。 2.記錄及檢討測試結果。
101.07.19	四	1.與相機鏡頭及快門執行整合功能聯測。 2.記錄及檢討測試結果。
101.07.20	五	1.與相機鏡頭及快門執行整合功能聯測。 2.記錄及檢討測試結果。
101.07.21	六	週末準備下週測試儀器及組裝機具，撰寫工作及檢測報告。
101.07.22	日	1.週日準備下週測試儀器及組裝機具，撰寫工作及檢測報告。 2.第二梯次人員廖俊易與何丞林兩員，搭機前往美國夏威夷。

101.07.23	一	與廖俊易與何丞林員執行工作交接。
101.07.24	二	邱琪芳與李曜丞兩員返抵桃園。

預劃時程表 (第二梯次：聘用技正廖俊易、聘用技士何丞林)

日期	星期	工 作 項 目
101.07.22	日	廖俊易與何丞林兩員搭機前往美國夏威夷。
101.07.23	一	從地面測試台架上拆下濾鏡轉換架並與吊裝架配裝。
101.07.24	二	將濾鏡轉換架安裝於望遠鏡基座上。
101.07.25	三	1. 執行濾鏡轉換系統功能測試。 2. 記錄測試結果。
101.07.26	四	1. 模擬維修需求，將濾鏡轉換架從望遠鏡基座上拆下並復裝於地面測試台架上。 2. 執行濾鏡組抽換。
101.07.27	五	1. 再從地面測試台架上拆下濾鏡轉換架與吊裝架配裝後再復裝於望遠鏡基座上。 2. 執行功能測試以驗證組裝重複性精度。
101.07.28	六	週末準備下週測試儀器及組裝機具，撰寫工作及檢測報告。
101.07.29	日	週末準備下週測試儀器及組裝機具，撰寫工作及檢測報告。
101.07.30	一	1. 配合望遠鏡各組件執行整合功能聯測。 2. 記錄及檢討測試結果。
101.07.31	二	1. 配合望遠鏡各組件執行整合功能聯測。 2. 記錄及檢討測試結果。
101.08.01	三	1. 配合望遠鏡各組件執行整合功能聯測。 2. 記錄及檢討測試結果。
101.08.02	四	與日方人員進行整合測試結果研討。
101.08.03	五	地面測試台架防塵蓋、模擬快門與軌道安裝。
101.08.04	六	零件與裝備整理分類與裝箱。
101.08.05	日	工作文件、工具與測試儀器整理包裝與託運。
101.08.06	一	與中研院人員執行工作交接。
101.08.07	二	廖俊易與何丞林兩員搭機返國。

本次任務過程中所執行之研改零件換裝及換裝後與系統整合測試項目如下：

1. 中央單元與鏡頭配裝及軌道調校
2. 模擬快門與軌道安裝及調校
3. 捲線器纜線固定座換裝
4. 濾鏡匣內故障之濾鏡感測近接開關換裝
5. 濾鏡升降機定位飄移現象除錯與改善措施
6. 濾鏡保護門檔保護開關訊號異常之除錯與改善措施
7. 牽引車回停車架時發生過載現象之除錯與改善措施
8. 濾鏡交換系統可靠度測試
9. 牽引車異常噪音排除
10. 與相機鏡頭本體基座執行配裝
11. 控制軟體修改

各項研改零件皆由我方先行在台設計與製造後，再託運至夏威夷執行換裝，工作內容詳述如下：

### 1. 中央單元與鏡頭配裝及軌道調校

配合速霸陸天文台換裝 HSC(超廣角相機)系統之時程安排，必須從濾鏡轉換系統之地面測試台架上拆下中央單元的以下零件(圖 一)：濾鏡舉升致動器相關組件、錐形耦合器母件、舉升架與軌道。並與真實鏡頭及快門進行配裝(圖 二及圖 三)。

完成配裝後須再進行濾鏡導引軌道調校、濾鏡咬合行程設定(圖 四及圖 五)、馬達行程復歸原點設定(圖 六及圖 七)與控制線路及電源纜線佈裝。

濾鏡導引軌道調校結果，濾鏡咬合行程設定為 12.15mm，馬達行程復歸原點位置分別為 M1 馬達 10.726mm；M2 馬達 10.850mm；M3 馬達 11.116mm；M4 馬達 11.164mm。



圖 一、中央單元拆下零件



圖 二、錐形耦合器安裝

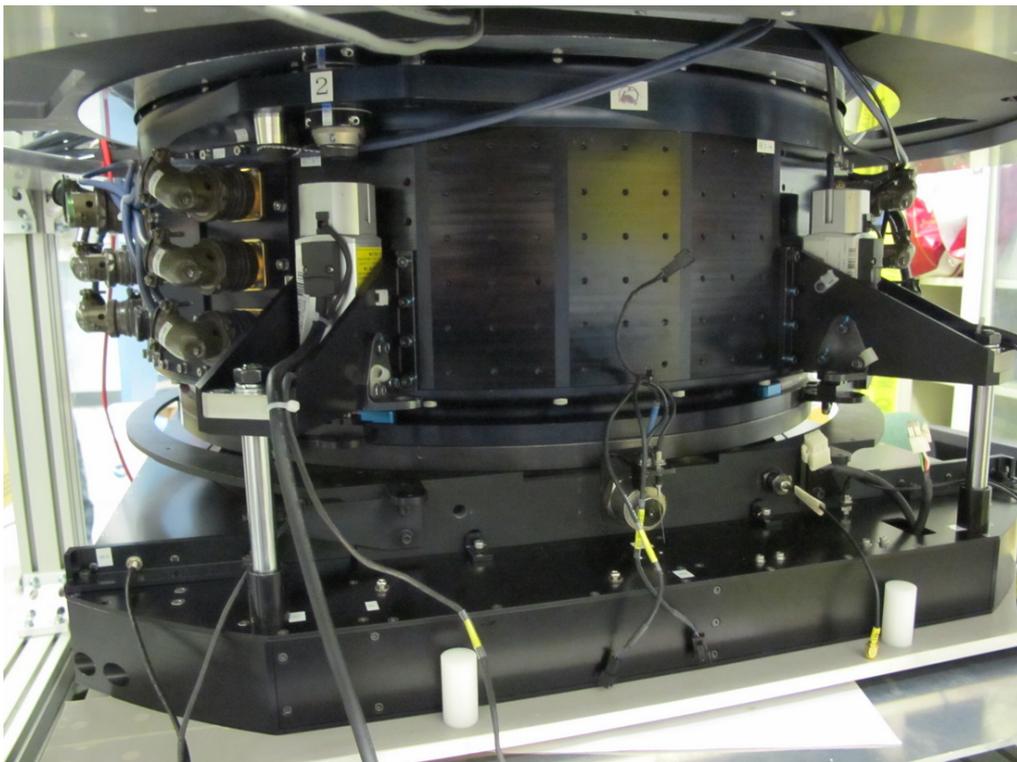


圖 三、舉升架安裝



圖 四、濾鏡咬合距離量測

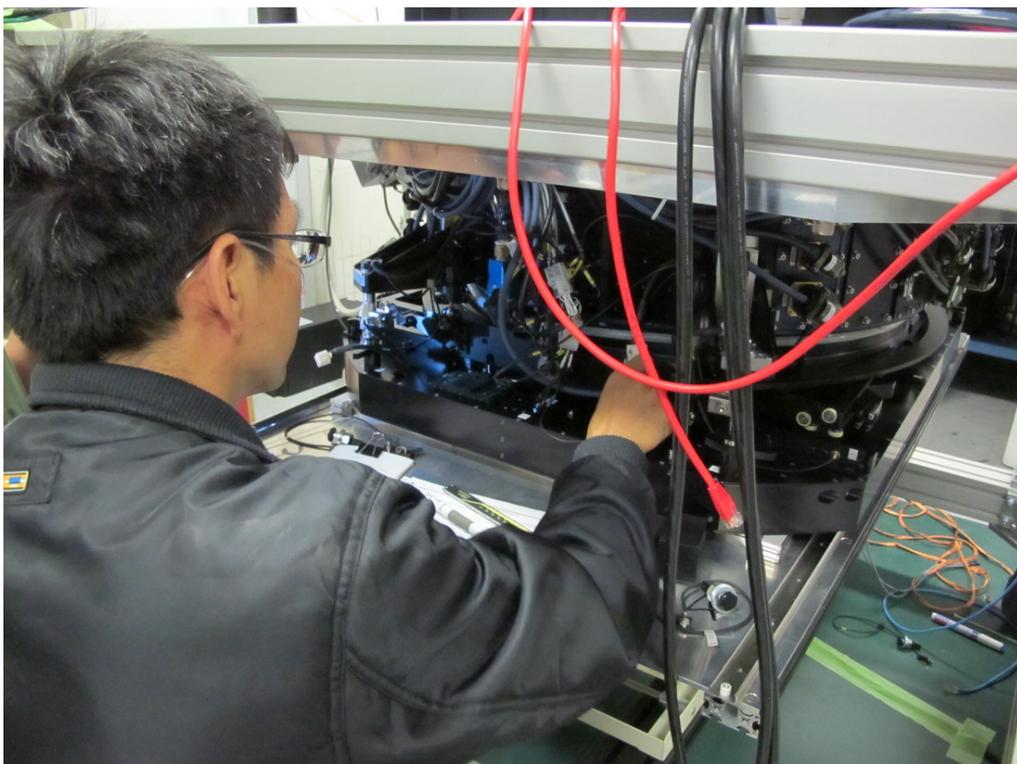


圖 五、我方人員執行濾鏡咬合行程調校

n	CTRL method	SLV axis	ACC(ms)	DEC(ms)	Positioning address [um]	Arc Address [um]	Command speed [mm/min]	Dwell time [ms]	M
	2:INC line1	-	0,1000	0,1000	-12150.0	0.0	60.00	0	
	2:INC line1	-	0,1000	0,1000	12150.0	0.0	60.00	0	

圖 六、馬達原點復歸程式設定

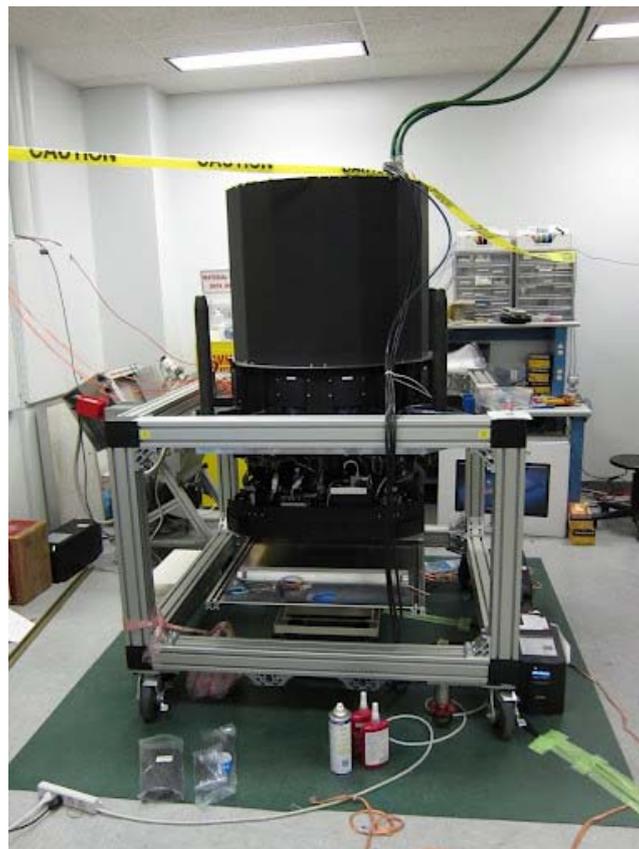


圖 七、濾鏡轉換系統與快門機構組合圖

## 2. 模擬快門與軌道安裝及調校

為配合濾鏡轉換系統後續的可靠度測試需求，必須將已拆除中央單元之地面測試台架，利用預先製造好之模擬快門及模擬軌道進行復裝，復裝後須再執行濾鏡導引軌道調校(圖 八及圖 九)。

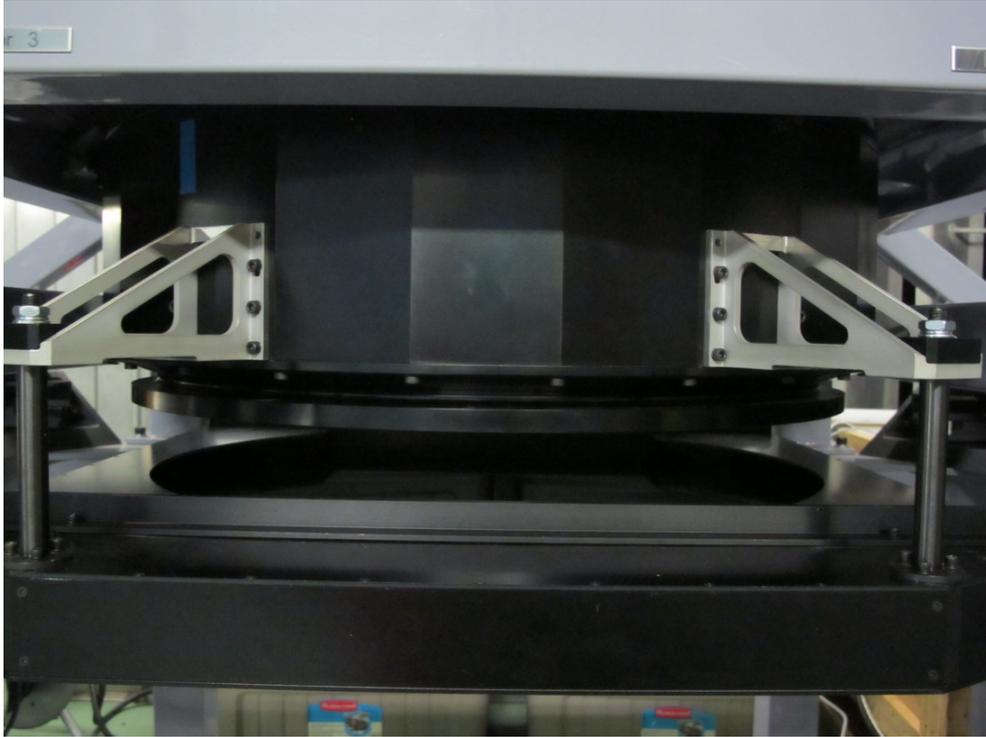


圖 八、模擬快門與軌道安裝完成近拍圖

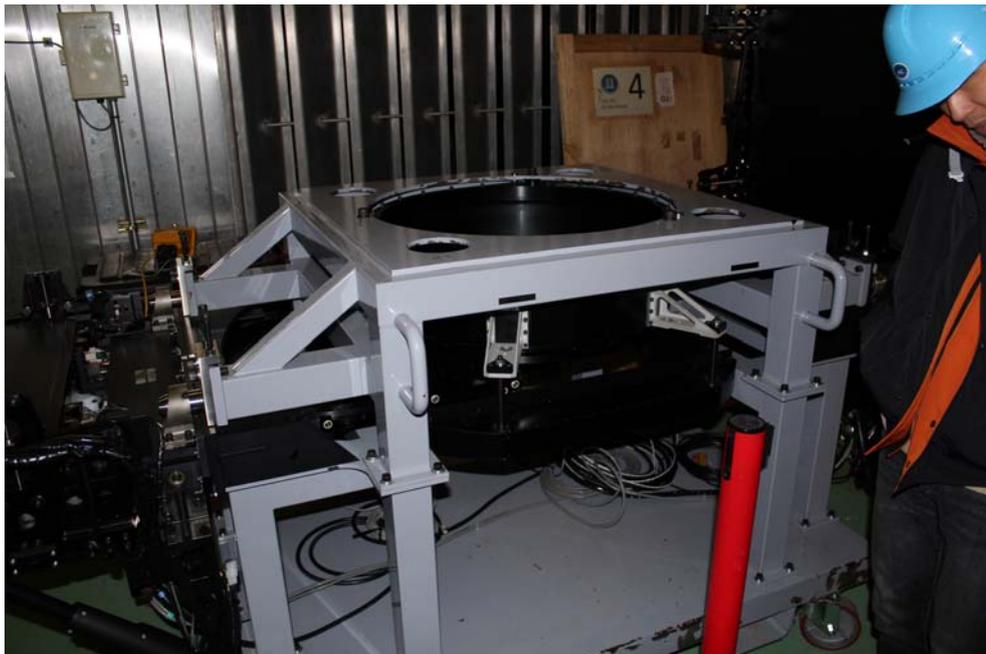


圖 九、模擬快門與軌道安裝完成圖

### 3. 捲線器纜線固定座換裝

原用於牽引車纜線固定之支撐座為現場製作之臨時性零件(圖 十)，雖經歷次測試後已驗證功能合乎要求，但為改善外觀並提升可靠度，於此次任務中更換為重新製造的制式新件(圖 十一至圖 十三)。



圖 十、原始纜線固定座



圖 十一、新纜線固定座

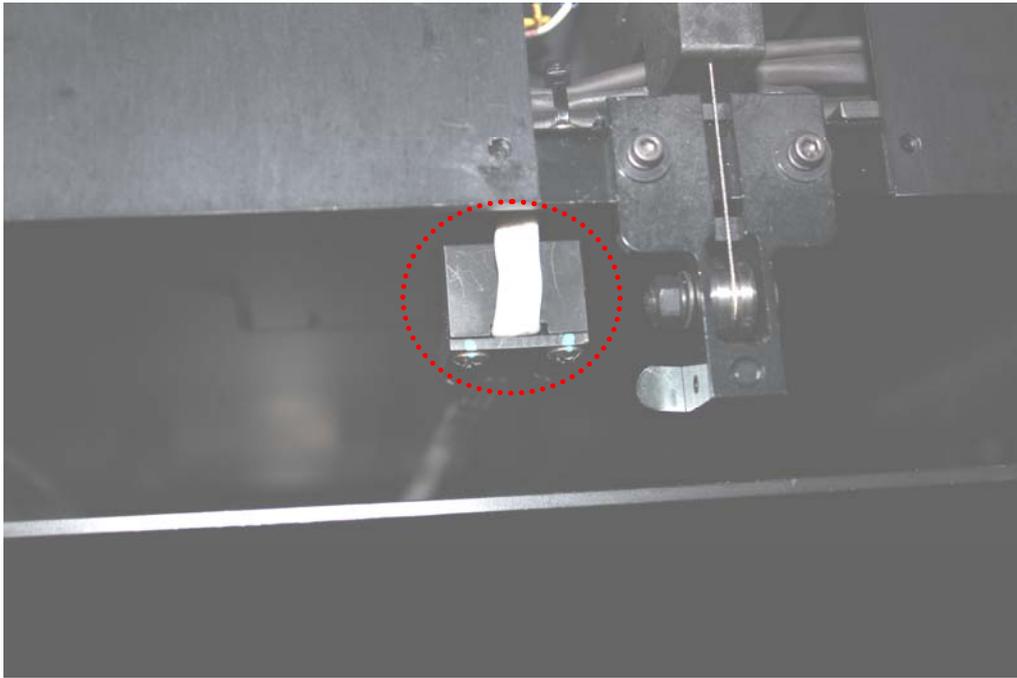


圖 十二、電源纜線固定座安裝圖

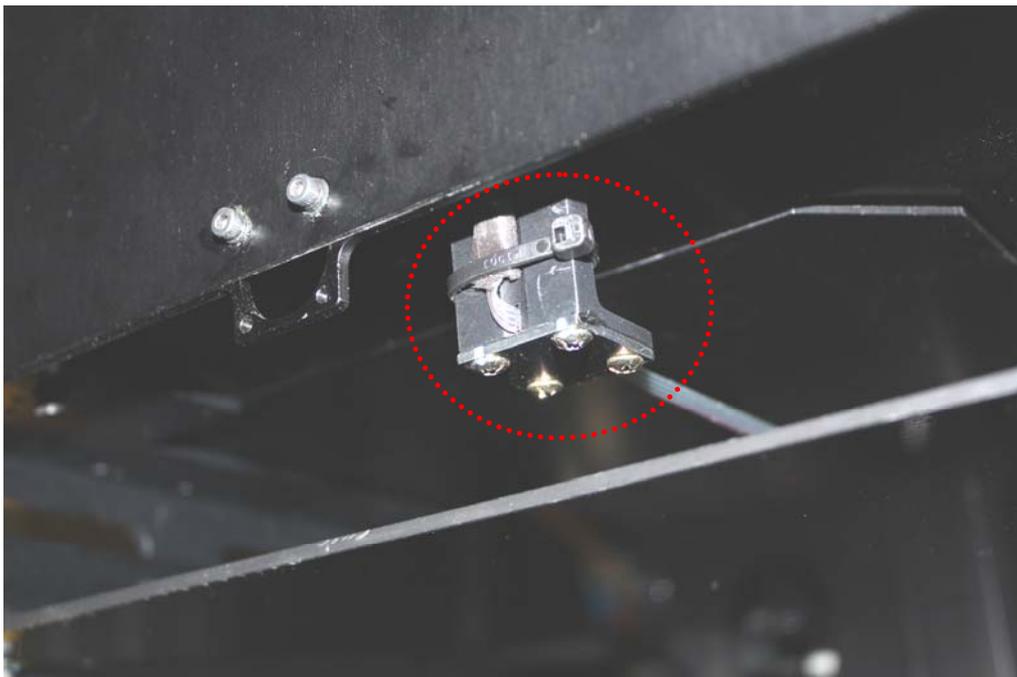


圖 十三、訊號纜線固定座安裝圖

#### 4. 濾鏡匣內故障之濾鏡感測近接開關換裝

前次可靠度測試時發現安裝於濾鏡匣內，用於偵測匣內是否有濾鏡的 12 個近接開關中有 2 個發生異常現象(圖 十四)，經更換新件後排除。

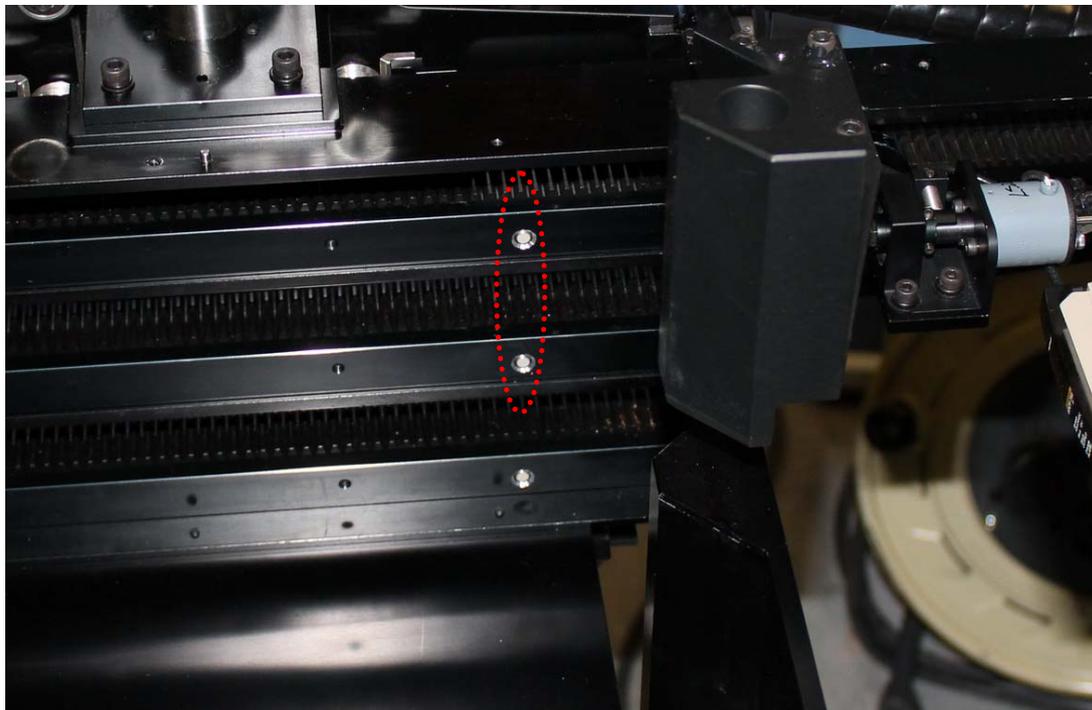


圖 十四、異常訊號近接開關

## 5. 濾鏡升降機定位飄移現象除錯與改善措施

前次可靠度測試時發現濾鏡升降機的定位控制系統會發生誤差累積與飄移現象，導致升降機位置偏移進而觸發保護開關造成系統停機。

爲了解肇因，我們分析可能造成異常的因素，並規劃不同的測試方式。經比對測試數據後發現升降機定位飄移現象共可分爲兩種型式：一是漸漸累積的小飄移；另一是不定期發生的大位移。小飄移現象對系統影響不大，且可以利用升降機定位原點復歸程序將升降機位置重新歸零定位；但突發的大位移現象則會觸發保護開關而造成系統停機。

進一步的分析顯示，大位移現象總是發生在當舉升臂收回至水平位置且驅動升降機往上移動時，接著在下次升降機往下移動時就會超出預定位置而觸發保護開關。經研討後推論肇因是系統於舉升臂致動後無法及時供應足夠的電力來驅動升降機(圖 十五)，因而造成定位不準。於是我們在每次驅動升降機馬達前都增設 1~2 秒的延遲，等待驅動器充飽電後再執行運動指令，經過此項修改，於後續的可靠度測試中，可確認排除突發的大位移現象。

小飄移現象雖對系統影響不大，但經一段時間的累積後亦會造成定位程式控制上的困擾。從不同項目的測試結果比對後發現，小飄移現象與升降機驅動器受電磁效應干擾有關，經以鋁箔包覆電源線(圖 十六及圖 十七)的方式來隔絕電磁干擾後，小飄移現象亦有大幅的改善。

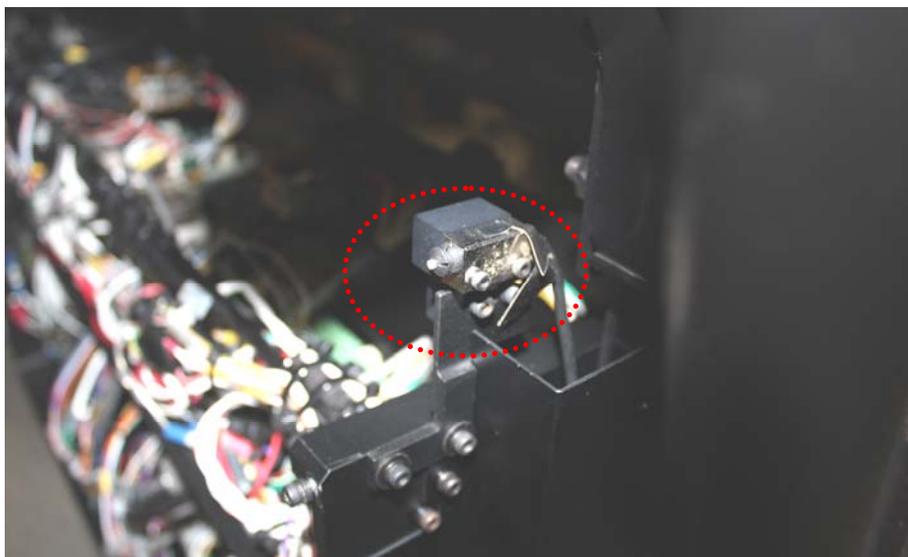


圖 十五、舉升機電源切斷裝置

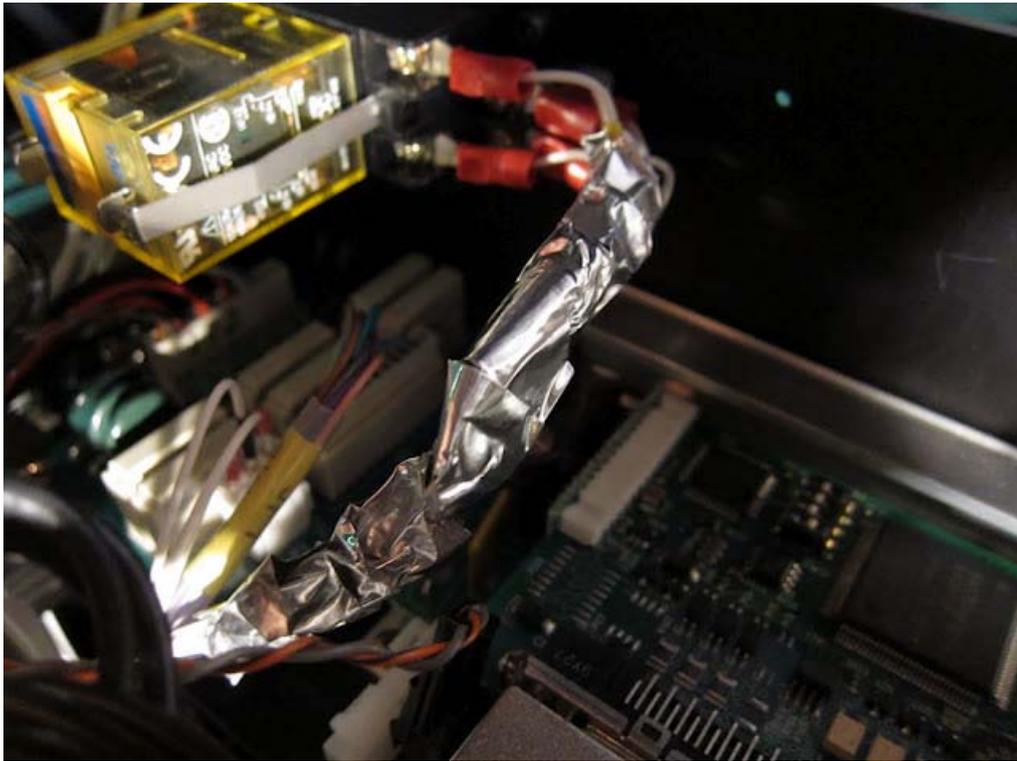


圖 十六、鋁箔包覆主電源線

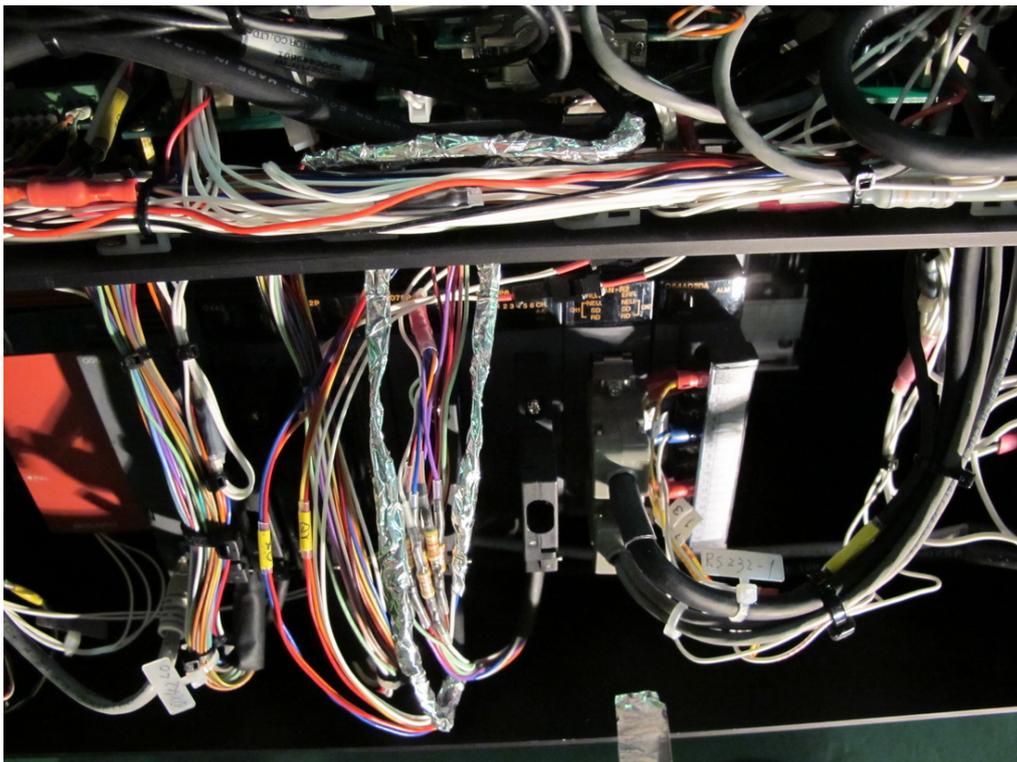


圖 十七、鋁箔包覆升降機電源線

## 6. 濾鏡保護門檔保護開關訊號異常之除錯與改善措施

濾鏡保護門檔之機構外觀詳如圖 十八，其功能是當濾鏡轉換架收回至垂直位置時承受 3 組濾鏡的重量以防止濾鏡墜落。當下達濾鏡更換指令，且升降架伸展至水平位置後，必須開啓保護門檔以利濾鏡進出。爲了避免因操作錯誤而發生濾鏡墜落意外，在機構上安裝有門檔在關門位置之保護開關，當門檔未關閉時將切斷濾鏡轉換架之舉升臂的電源，防止濾鏡轉換架意外收回。

在前次可靠度測試時發現，經數次測試後會出現門檔已關閉但保護開關之訊號卻顯示門檔未關閉的現象(圖 十九)，導致升降架舉升臂無法驅動，造成換鏡程序終止。

造成此訊號異常的原因，可能是保護開關設定的偵測位置飄移、保護開關損壞或者是保護門檔傳動機構鬆脫。但經更換開關並重新設定偵測位置後仍無法排除異常現象。檢查至最後，經由監測門檔在關閉時之位置變化(圖 二十)，確認訊號異常是機構鬆脫所造成。隨後立即執行拆檢，找出鬆脫的位置，爲馬達轉軸的可撓性軸耦合器上的固定螺絲鬆脫，經塗上螺紋防鬆膠(圖 二十一)後重新組裝，排除上述異常現象。

馬達轉軸耦合器上的固定螺絲鬆脫的原因，經檢討後認爲是濾鏡與門檔間的摩擦阻力造成，爲減低此項摩擦阻力效應，我們將原門檔 V 型導引面上之滾柱轉子(圖 二十二)更換爲滾珠轉子(圖 二十三)。



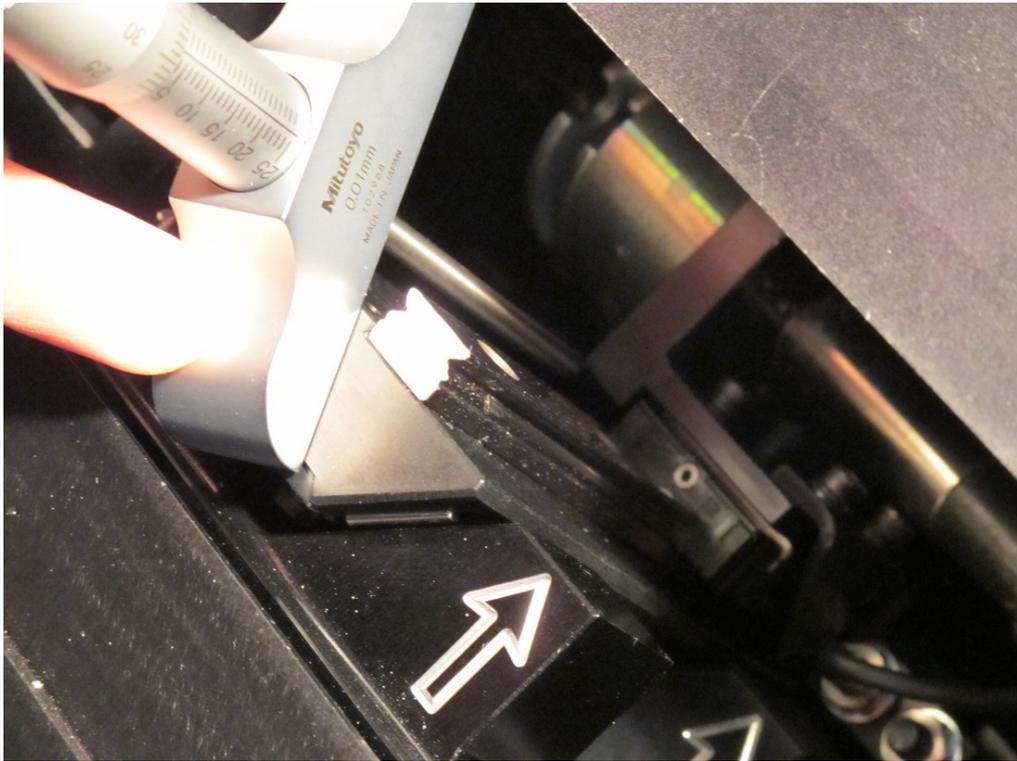


圖 二十、監測門檔在關閉時之位置的變化



圖 二十一、撓性軸耦合器螺紋防鬆膠處理

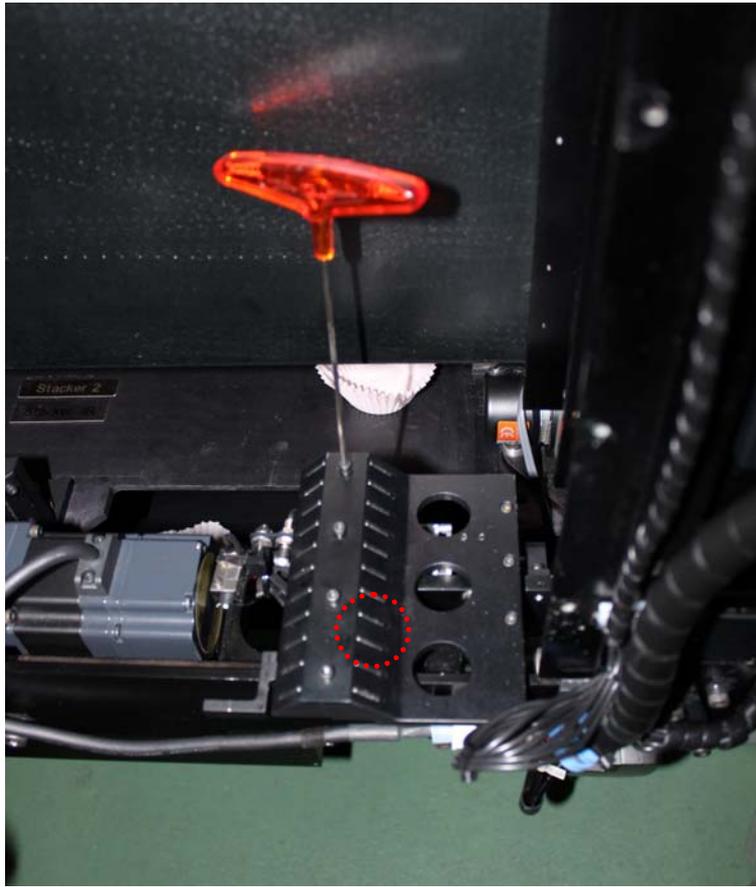


圖 二十二、原始滾柱轉子

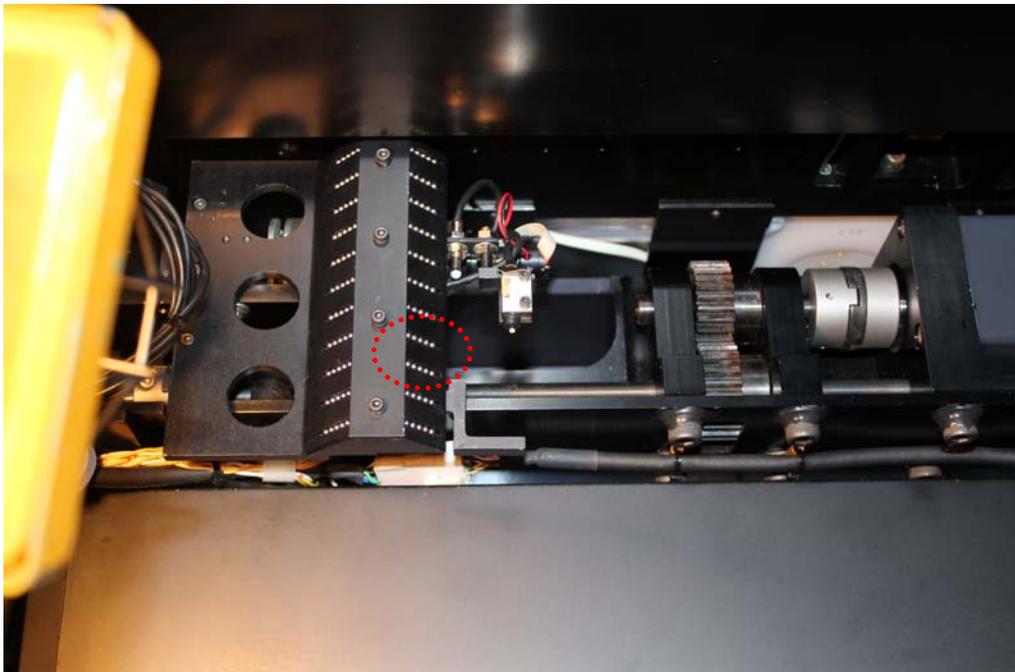


圖 二十三、更換為滾珠轉子

## 7. 牽引車回停車架時發生過載現象之除錯與改善措施

牽引車電磁閥卡銷之機構外觀詳如(圖 二十四及圖 二十五)。當牽引車完成換鏡程序後，會退回停車架儲放，為防止當濾鏡轉換架收回至垂直位置的過程中牽引車墜落，利用該電磁閥卡銷，在牽引車退回停車架時，牽引車的框架將頂開電磁閥卡銷之彈簧而完成固定。在下達牽引車前進指令時，則供電致動電磁閥提起卡銷以釋放牽引車。

經數次測試後發現光學側(OPT Side)左邊之電磁閥卡銷彈簧在牽引車退回停車架時無法被頂開，而發生牽引車馬達過載而跳脫的現象。因為系統中其他 3 處電磁閥卡銷皆無此現象，因此其肇因疑為組裝偏異或零件配合尺寸差異，導致額外之運動阻力所造成。經變更操作程序，將牽引車停車鎖固步驟由原來以牽引車頂開電磁閥卡銷彈簧方式；改成先致動電磁閥，提起卡銷讓牽引車順利通過後，再放下卡銷完成固定的方式，經此項修改後已排除上述異常現象。

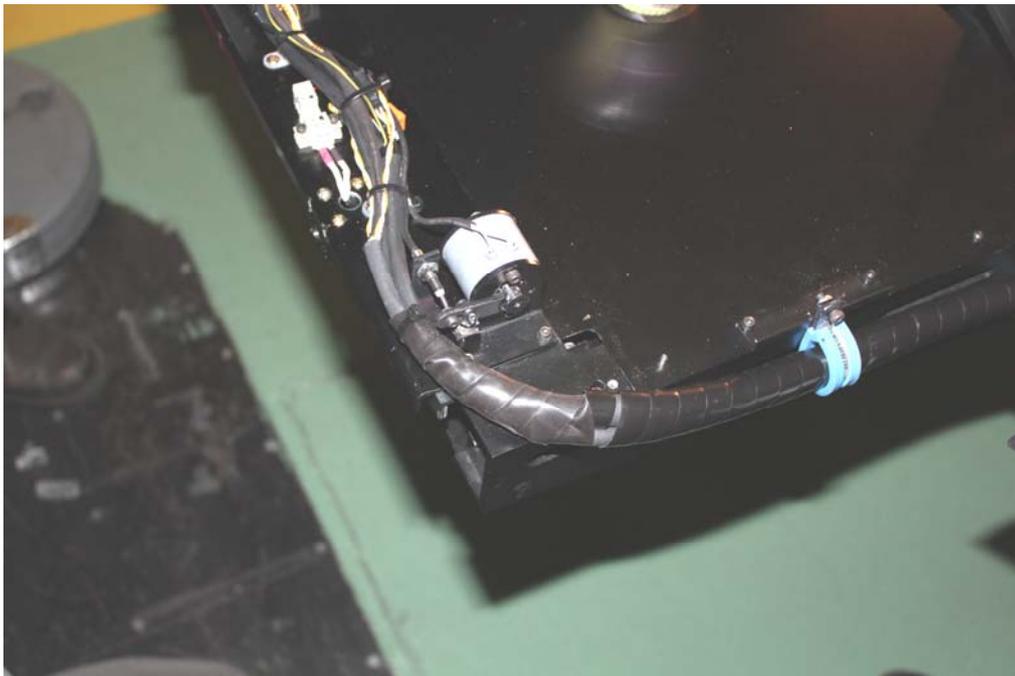


圖 二十四、牽引車電磁閥卡銷安裝圖

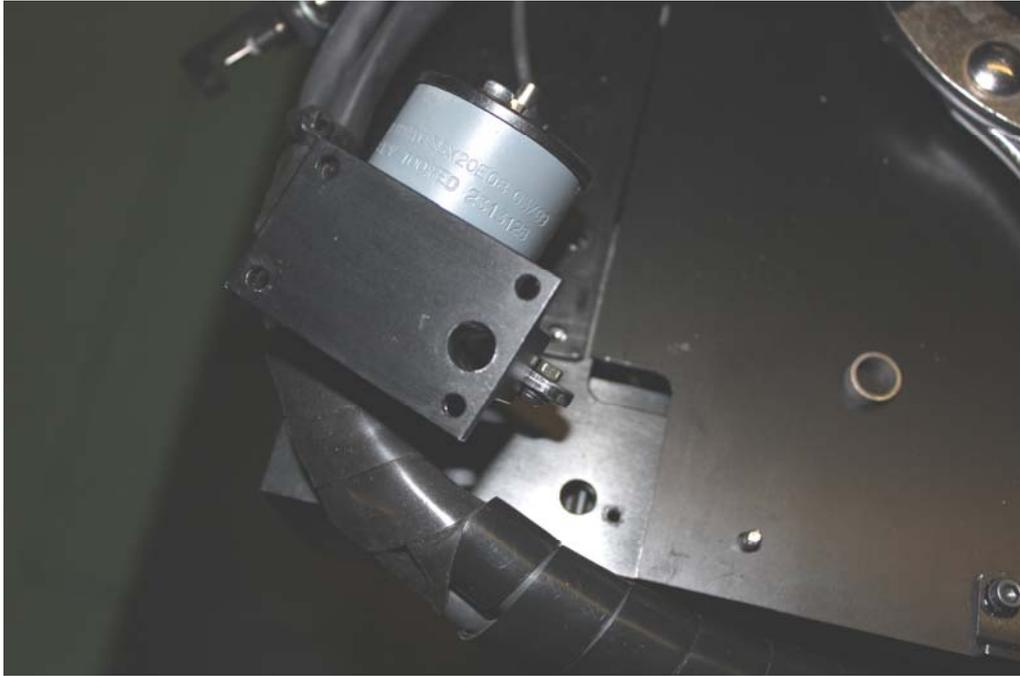


圖 二十五、電磁閥卡銷模組

## 8. 濾鏡交換系統可靠度測試

依據日方總工程師需求，本系統的可靠度將分成以下三階段實施：

- (1). 於地面測試台架上執行 1000 周期之 H-Level 可靠度功能測試
- (2). 與相機鏡頭配裝後執行 1000 周期之 H-Level 可靠度功能測試
- (3). 安裝於天文台上後執行 100 周期之 M-Level 可靠度功能測試

各階段測試之合格規格定義如下：

以更換一次濾鏡為一個週期；

**H-Level** 之定義：在測試過程中，不得出現需要人員至現場，對濾鏡交換系統進行零件更換與調整等物理性維修之狀況。

**M-Level** 之定義：在測試過程中，不得出現需要程式操作員以軟體程式對系統執行復原的狀況。

一個周期的濾鏡轉換步驟說明如下：(圖 二十六)

1. 中央單元降下濾鏡；
2. 濾鏡轉換架伸展至水平姿態；
3. 移動升降架使空鏡槽對準換鏡通道；
4. 開啓濾鏡保護門檔；
5. 驅動牽引車前往中央單元與濾鏡連結並將它拖回至升降架；
6. 關閉保護門檔；
7. 牽引車釋放濾鏡並退回停車架；
8. 移動升降架將選定之濾鏡對準換鏡通道；
9. 驅動牽引車至升降架與濾鏡連結；

10. 開啓保護門檔；
11. 牽引車將選定之濾鏡運送至中央單元；
12. 牽引車釋放濾鏡並退回停車架儲放；
13. 關閉保護門檔；
14. 升降架降至儲放位置；
15. 濾鏡轉換架收回至直立姿態；
16. 中央單元咬合濾鏡。

完成一周期的濾鏡轉換耗時約 15 分鐘。

本次任務由於時間不足僅能執行第 1 階段的測試，且由於中央單元已拆下與相機鏡頭執行配裝，所以此次測試並不包含中央單元內的濾鏡咬合程序。

測試執行至第 235 周期時紅外線側(IR Side)的牽引車馬達出現過載訊號而中斷，經排除後重新執行測試。第二次可靠度測試則持續執行了 500 個周期，後因紅外線側(IR Side)左邊之濾鏡保護門檔出現異常磨痕。由於該項異常現象無法於短時間內排除，且受限與時程安排，經檢討後決定中斷測試，改執行下一個科目。



圖 二十六、濾鏡交換系統可靠度測試

## 9. 牽引車異常噪音排除

牽引車在本次濾鏡交換系統可靠度測試中發現有異常噪音產生，噪音來源為牽引車與停車架之間產生磨擦(圖 二十七及圖 二十八)，經本院人員停機檢查，發現濾鏡匣位置與停車架位置錯位(圖 二十九)，其發生原因為執行濾鏡匣位置復歸之感測開關座異常(圖 三十)，本院人員立即執行感測開關位置調校(圖 三十一)，並重新執行濾鏡匣位置復歸程式，以解決牽引車異常噪音問題。

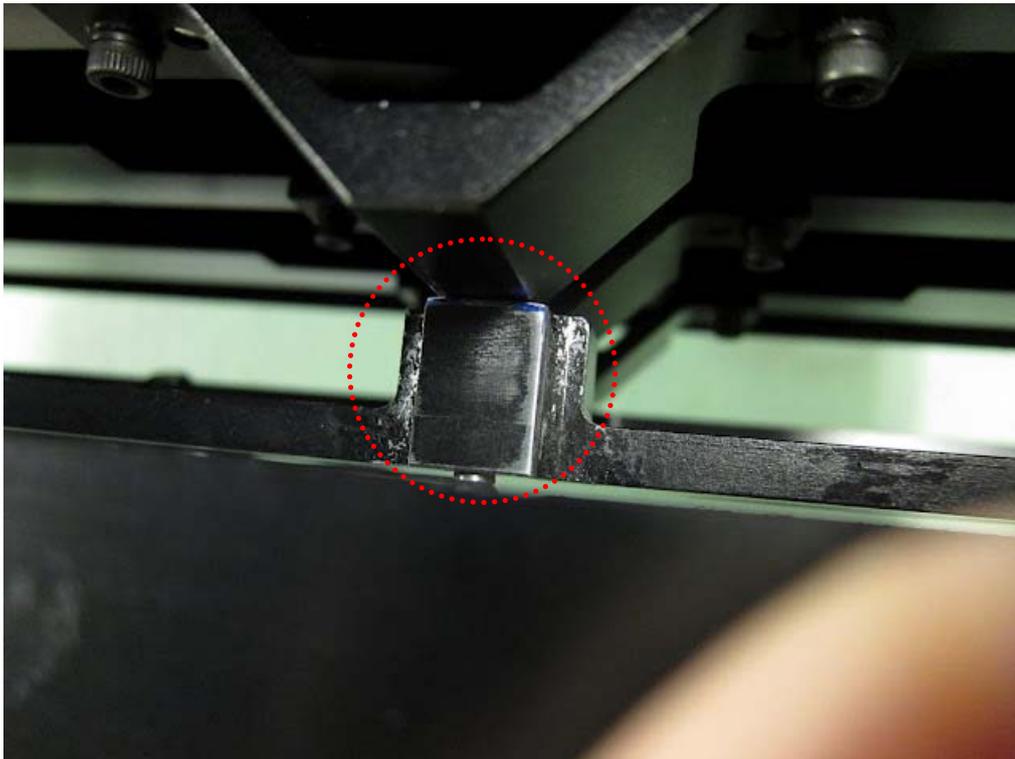


圖 二十七、可靠度測試前磨擦圖

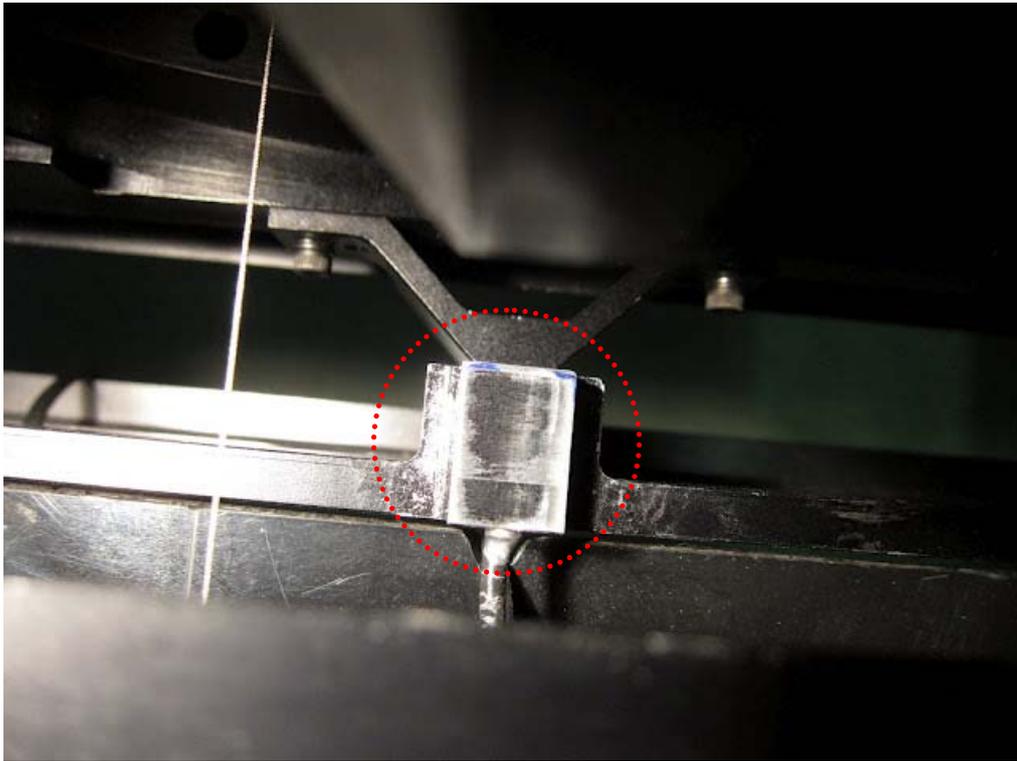


圖 二十八、可靠度測試後發現磨擦加劇

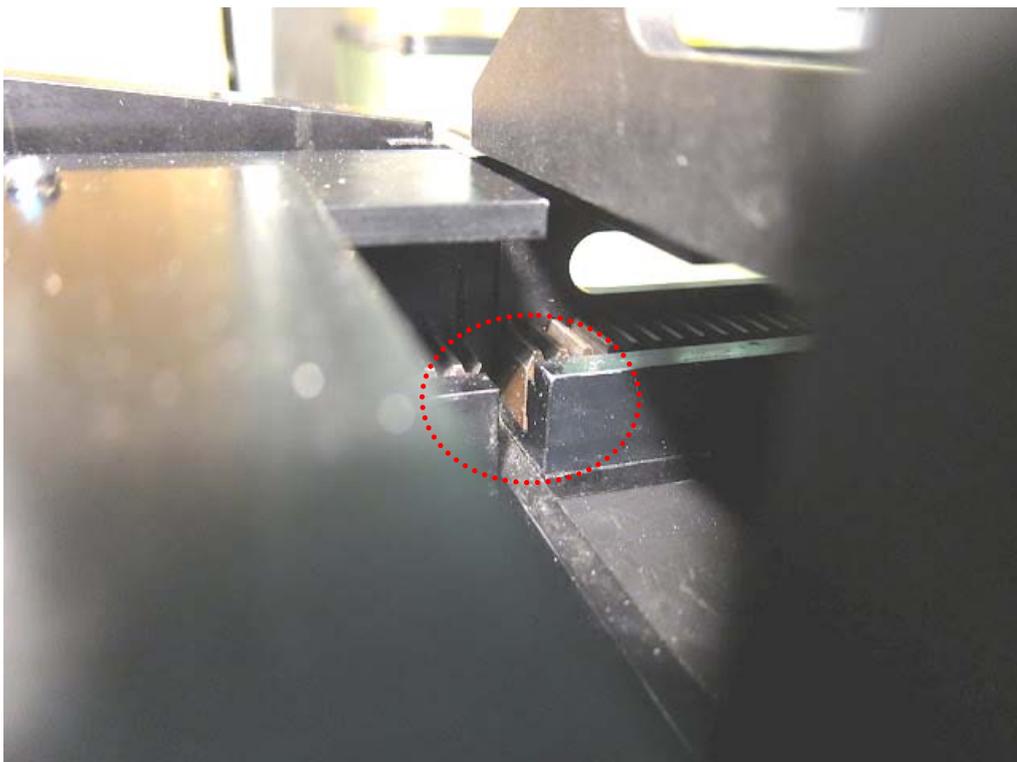


圖 二十九、濾鏡匣位置與停車架位置錯位圖

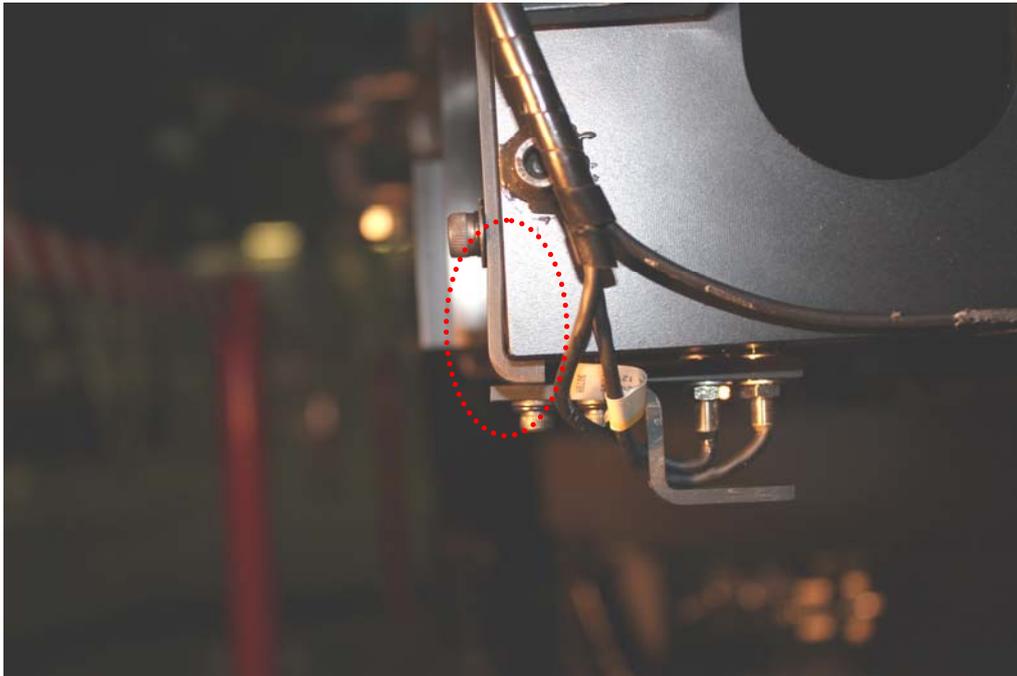


圖 三十、感測開關座異常



圖 三十一、我方工作人員執行感測開關位置調校

## 10. 與相機鏡頭本體基座執行配裝

爲了解濾鏡轉換架實際安裝於相機鏡頭本體基座時，系統之各項功能是否仍能正常運作，我們必須將濾鏡轉換架從地面測試台架上拆下再安裝於相機鏡頭本體基座上(圖 三十二至圖 三十七)。此項工作科目原規劃以系統配備之垂直吊架並利用天車執行吊裝，但受限於場地高度，垂直吊架無法使用而必須改以水平方式吊裝，且由於現場天車不具有慢速微調功能，使得吊裝工作不易執行。吊裝後亦發現原先校準之軌道已產生偏移，雖經數次調整仍無法克服(圖 三十八)。經檢討後建議將此科目改於下次天文台維修時執行，並移往高度夠且具慢速微調功能天車之場地執行。

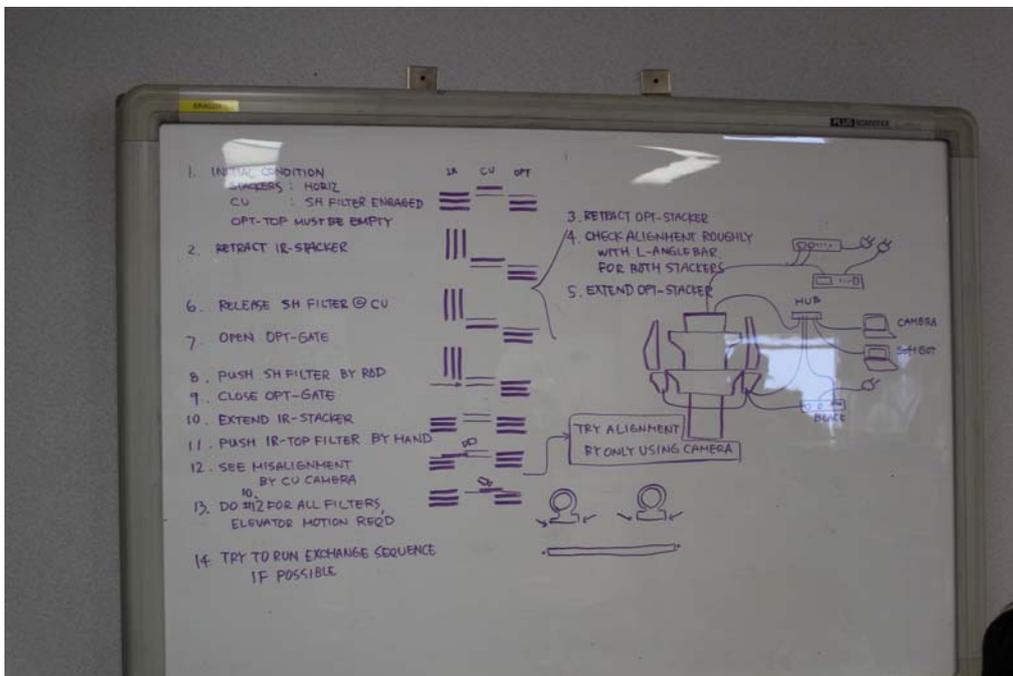


圖 三十二、配裝前與日方討論測試流程



圖 三十三、濾鏡轉換架拆解

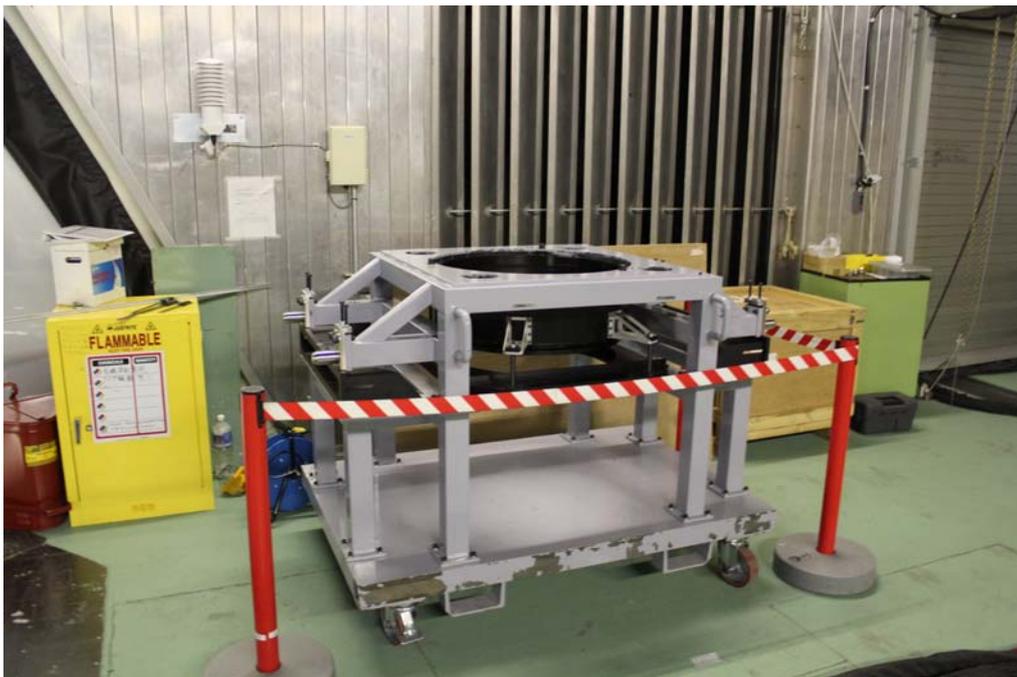


圖 三十四、移除濾鏡轉換架後之測試台車



圖 三十五、光學端與相機鏡頭本體安裝



圖 三十六、紅外線端與相機鏡頭本體安裝



圖 三十七、濾鏡轉換架與相機鏡頭本體安裝



圖 三十八、執行濾鏡轉換架與相機鏡頭本體調校

## 11. 控制軟體修改

鑑於目前濾鏡感測器已達可靠程度，日方提出要求，希望於送片前偵測 **Stacker** 是否有空槽以防止同一 **Stacker** 重覆送片造成系統意外。已應日方要求完成修改 FEC1/FEC2 PLC 軟體並經測試無誤(圖 三十九)。

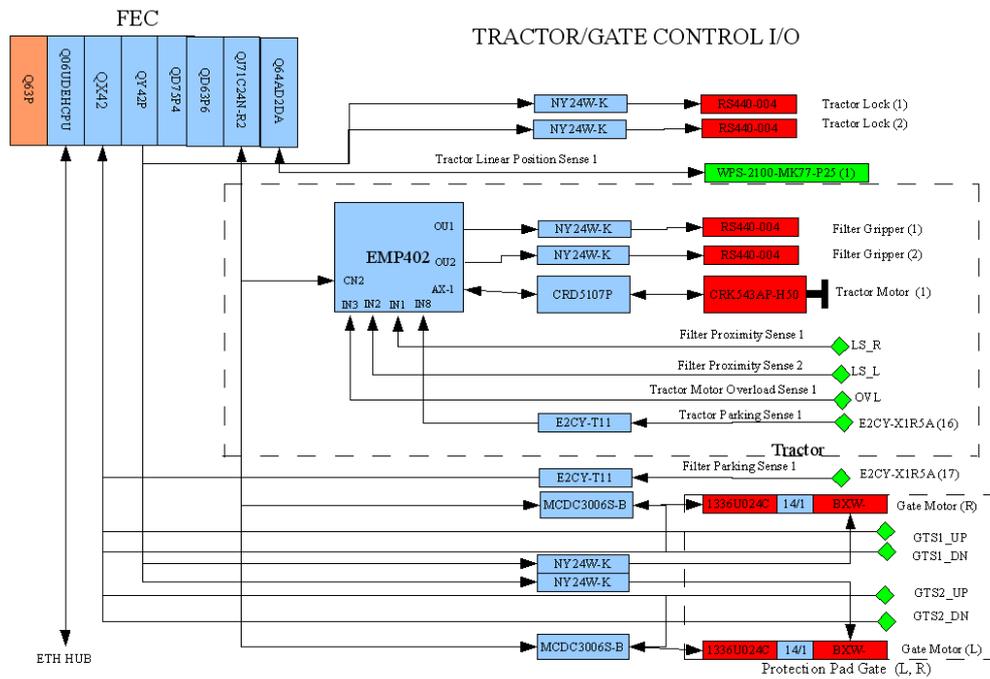


圖 三十九、控制方塊圖

## 參、心得

此次赴美國執行速霸陸天文台濾鏡系統故障排除及可靠度測試，全程皆於高海拔之低溫(圖 四十)且氧氣稀薄的環境下工作，同仁相當辛苦。且因為零組件已交運至夏威夷，系統故障的原因與改善之對策雖在行前已經充分的討論與演練，但實際抵達現場後，卻發現與原先的想法仍有差距。本案為國際合作案，其開發的濾鏡轉換方式又是全球首次採用，複雜度與技術層次都很高。在整合測試之時程催促，與陪同驗收的日方人員的嚴格要求與關切下，參與本次任務之同仁皆面臨相當大的壓力，但大家皆能將困難逐一克服。在濾鏡升降機定位飄移與保護門檔保護開關訊號異常等兩項問題的排故過程中，我們獲得以下的寶貴經驗：

1. 所有的肇因推論都必須與故障現象相符。
2. 故障前後的數據蒐集與分析對肇因的研判相當有助益。
3. 規劃故障重現測試時必須監測具代表性又可量化的數據。
4. 針對排除故障所做的修改必須事先了解修改後對系統的影響。



圖 四十、山上降下小雪

## 肆、 建議事項

1. 本案零組件配合計畫時程要求已於 2011 年 5 月份先行交運至日本東京，但由於系統尚處研發階段，需求規格與系統功能隨時程與測試科目的進行而持續修訂。本所人員必須配合日方的需求緊急申辦出國作業，且須於短暫的出差期間內完成系統的更新與修改，而缺乏足夠的測試時間來驗證系統的可靠度。因此建議中研院天文所再投資複製一套備份件，並同步在台灣執行相關研改與測試，經驗證合格後再應用於實際組件上。
2. 由於日方要求所有螺絲皆需塗上防鬆膠，以防止零件掉落損壞望遠鏡本體，但我方於實務上發現，因低溫會造成防鬆膠硬化，使得維修如要拆卸螺絲，可能造成螺絲損壞(圖 四十一)。因此我方建議如要拆卸螺絲，需使用熱風槍加熱螺絲後方可執行拆解，或更改使用黏性較低之防鬆膠。



圖 四十一、螺桿斷裂圖