

出國報告(出國類別：其它)

速霸陸望遠鏡廣角相機計畫之技術合作 (HSC)計畫案-濾鏡交換機構交運日本接收 測試返國心得報告

服務機關： 中山科學研究院

姓名職稱： 廖俊易 聘用技正

邱琪芳 聘用技正

何丞林 聘用技士

賴滄智 技術員

李曜丞 技術員

派赴國家： 日本

出國時間： 100/05/10~100/5/25

報告日期： 100/06/14

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	速霸陸望遠鏡廣角相機計畫之技術合作(HSC)計畫案-濾鏡交換機構交運日本接收測試返國心得報告		
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/賴滄智、技術員/李曜丞
公差地點	日本 國立天文台	出/返國日期	<u>100.05.10</u> / <u>100.05.25</u>
建議事項	<p>在公差期間日本國立天文台人員，從接待、組裝、零件功能測試至工作時程規劃等，皆已養成恪遵標準作業流程之習慣，讓本所同仁留下深刻之印象，本院目前亦完成各項機具操作及零件組裝之標準作業程序，院內長官，亦多所要求及提醒，同仁等會遵循標準作業程序執行，達到零工安及高工作效率的要求。</p>		
處理意見	<p>遵守標準作業流程，提升工作效率及同時兼顧工作安全，以達到零工安，一直是本院追求之一貫目標；同仁有機會赴外與外國人士共同安裝及測試機台，除執行既定之安裝與測試任務外、亦可同時觀摩世界各先進廠家，如何提升及改進其單位之標準流程，俾利返院後，能一起創造並工作於一個更有效率及安全之環境。</p>		

國防部軍備局中山科學研究院
100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/賴滄智、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

此次公差之目的為配合速霸陸望遠鏡廣角相機技術合作(HSC)案之預定規畫：運送濾鏡交換機構至日本國家天文執行點交與接收測試。本次差旅由於事前計畫周詳，人員準備充分，順利完成了以下工作項目，滿足計劃任務需求。

1. 界面配裝與整合
2. 系統功能驗證
3. 組裝與調校程序驗證及訓練

本返國報告之內容詳實，而廖員等人與國外專家研討濾鏡交換機構之設計、控制系統規劃、儀電裝備安裝及系統驗證試驗等技術，對本案專業人員專業素質之養成，及未來本院對此相關工作後續之執行與精進，應有相當之助益。

此次公差期間藉由與日方人員並肩工作的機會，讓本所人員體會到恪遵標準作業流程對防範工安事故的發生與提高工作效率的重要性，實值得本所學習，並落實於各項工作中。

出國報告審核表

出國報告名稱：速霸陸望遠鏡廣角相機計畫之技術合作(HSC)計畫案-濾鏡交換機構交 運日本接收測試返國心得報告			
出國人姓名（2人以上，以1人 為代表）	職稱	服務單位	
邱琪芳等五人	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 交機測試 _____（例如國際會議、國際比賽、業務接洽等）		
出國期間：100年5月10日至100年5月25日		報告繳交日期：100年6月14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 _____ <input type="checkbox"/> 10.其他處理意見及方式：報告內容不涉機敏，資訊可公開。 敬會：保防官及保防督導官		
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-100F-E00 02	2.出國類別： 其它	3.完成日期： 100.06.14	4.總頁數： 44
5.報告名稱：速霸陸望遠鏡廣角相機計畫之技術合作(HSC)計畫案-濾鏡交換機構交運日本接收測試返國心得報告			
6.核准 文號	人令文號 部令文號	國人管理字第 1000005894 號 國備科產字第 1000006032 號	
7.經 費		新台幣：20 萬 7,400 元(由中研院支付)	
8.出(返)國日期		100 年 05 月 10 日 至 100 年 05 月 25 日	
9.公 差 地 點		日本	
10.公 差 機 構		國立天文台	
11.附 記			

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：速霸陸望遠鏡廣角相機計畫之技術合作(HSC)計畫案-濾鏡交換機構
交運日本接收測試返國心得報告

頁數 44 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

賴滄智/中科院/熱動組/技術員/04-27023051 轉 503690

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：

100/05/10 至 100/05/25

出國地區：

日本/國立天文台

報告日期：

100/06/14

分類號/目

關鍵詞：廣角相機、HSC 計劃、濾鏡交換機構

內容摘要：(二百至三百字)

公差赴日本執行速霸陸望遠鏡廣角相機計畫之技術合作計畫案，完成濾鏡交換系統(Filter Exchange System，簡稱 FES)之交運與接收測試，交運與測試地點在日本國立天文台。主要工作項目如下：1. FES 拆箱、復裝與調校 2. 牽引車與中央單元感測器安裝 3. 換裝真實快門機構並執行中央單元軌道調較程序驗證與訓練 4. 配裝 SH(Shack Hartmann)濾鏡 5. 濾鏡轉換機構傾斜測試 6. 進無塵室執行鏡頭配裝、定位精度與重複性精度測試 7. 中央單元纜線佈裝 8. 執行水平吊掛與垂直吊掛配裝 9. 執行濾鏡轉換機構軌道調較程序驗證與訓練 10. 濾鏡轉換機構失效模式檢討 11. 濾鏡轉換機構功能測試。

在我方人員與日方工程人員共同努力下完成濾鏡轉換機構系統之點交及各項接收測試工作，順利完成履約，利於計劃後續之執行。

目 次

壹、 目的.....	12
貳、 過程.....	12
一、 FES 拆箱、復裝與調校.....	14
二、 牽引車與中央單元感測器安裝.....	20
三、 換裝真實快門機構並執行中央單元軌道調較程序驗證與訓練.....	22
四、 配裝 SH(Shack Hartmann)濾鏡.....	24
五、 濾鏡轉換機構傾斜測試.....	26
六、 進無塵室執行鏡頭(Dewar)配裝、定位精度與重複性精度測試.....	28
七、 中央單元纜線佈裝.....	32
八、 執行水平吊掛與垂直吊掛配裝.....	33
九、 執行濾鏡轉換機構軌道調較程序驗證與訓練.....	35
十、 濾鏡轉換機構失效模式檢討.....	38
十一、 濾鏡轉換機構功能測試.....	40
參、 心得.....	43
肆、 建議事項.....	44

圖 目 錄

圖 一、HSC 零件運底日本國立天文台	14
圖 二、日方人員利用推高機搬運零件	15
圖 三、中央單元機架開箱及檢查	15
圖 四、片匣開箱及檢查	16
圖 五、片匣與中央單元機架組裝	16
圖 六、儀電復裝	17
圖 七、濾鏡裝填	17
圖 八、OPT 端牽引車捕抓勾調較	18
圖 九、IR 端牽引車儀電調較	18
圖 十、中央單元調校	19
圖 十一、原中央單元近接感應開關	20
圖 十二、原牽引車近接感應開關	21
圖 十三、更換後中央單元接觸型開關	21
圖 十四、原本中央單元所使用的快門機構	22
圖 十五、從中央單元拆除機架所使用的快門	23
圖 十六、換裝真正的快門機構及儀電配接	23
圖 十七、台灣測試用濾鏡	24
圖 十八、拆除假濾鏡後之濾鏡架	25
圖 十九、SH 濾鏡安裝於我方濾鏡架	25

圖 二十、濾鏡轉換機構吊掛.....	26
圖 二十一、濾鏡轉傾斜 15 度.....	26
圖 二十二、濾鏡轉換機構吊掛.....	27
圖 二十三、濾鏡轉傾斜 45 度.....	27
圖 二十四、鏡片架機構分解及清潔.....	28
圖 二十五、濾鏡架拆下後清潔.....	28
圖 二十六、我方人員穿著無塵衣進入無塵室.....	29
圖 二十七、濾鏡與鏡頭於無塵室組裝完成.....	29
圖 二十八、精度及重複性測試電腦畫面.....	30
圖 二十九、45 度傾斜測試.....	30
圖 三十、90 度傾斜測試.....	31
圖 三十一、重複性測試結果.....	31
圖 三十二、無塵室中儀電佈線.....	32
圖 三十三、機架上再次測試佈線.....	32
圖 三十四、垂直吊掛.....	33
圖 三十五、垂直吊掛.....	34
圖 三十六、水平吊掛.....	34
圖 三十七、我方人員使用經偉儀觀測軌道高度差異.....	35
圖 三十八、調整墊片厚度.....	36
圖 三十九、確認墊片厚度後，改用永久型墊片.....	36

圖 四十、調較完成後功能測試.....	37
圖 四十一、我方人員開會討論情況.....	38
圖 四十二、濾鏡轉換機構舉升測試.....	40
圖 四十三、濾鏡升降機構功能測試.....	41
圖 四十四、中央單元咬合功能測試.....	41
圖 四十五、牽引車功能測試.....	42
圖 四十六、與日方人員合影.....	42

速霸陸望遠鏡廣角相機計畫之技術合作(HSC)計畫案-濾鏡交換機構交運日本接收測試返國心得報告

壹、 目的

為執行中研院天文所委託一所「速霸陸望遠鏡廣角相機計畫之技術合作(HSC)計畫」案之需求。本院依合約，派員赴日本國立天文台協助執行第一次濾鏡交換系統整合安裝及測試工作。人員並實地與天文台望遠鏡主要組件進行整合運作，以驗證設計結果並完成整合測試工作。

貳、 過程

預劃時程表

日期	星期	工作項目
100.05.10	二	去程—搭機前往日
100.05.11	三	開箱目視檢查交運零件，進行開封檢查作業。
100.05.12	四	1. 進行中央單元(DEWAR)分系統組裝工作。 2. 記錄及檢討測試結果。
100.05.13	五	1. 進行 DEWAR 系統與鏡頭本體控制機構之界面結構組裝工作。 2. 記錄及檢討測試結果。
100.05.14	六	週末日準備下週測試儀器及組裝機具，撰寫工作及檢測報告。
100.05.15	日	週末日準備下週測試儀器及組裝機具，撰寫工作及檢測報告。
100.05.16	一	1. 進行鏡頭機構安裝。 2. 進行捲線器安裝。 3. 記錄及檢討測試結果。
100.05.17	二	1. 進行旋轉(Rotator)系統功能測試。 2. 記錄及檢討測試結果。
100.05.18	三	1. 進行濾鏡交換系統之濾鏡匣組零件(Stacker 1)與鏡頭界面機構整合安裝工作及測試。 2. 確認與牽引車儲放架(Stacker 1)與鏡頭界面機構對位(Alignment)。
100.05.19	四	1. 進行濾鏡交換系統之濾鏡匣組零件(Stacker 2)與鏡頭界面機構整合安裝工作及測試。 2. 確認與牽引車儲放架(Stacker 2)與鏡頭界面機構對位(Alignment)。

100.05.20	五	1. 進行全系統整合測試工作。 2. 記錄及檢討測試結果。
100.05.21	六	週末日撰寫工作及檢測報告。
100.05.22	日	週末日撰寫工作及檢測報告。
100.05.23	一	1. 進行第三階段濾鏡交換系統之濾鏡升降機組合 (Elevator) 整合安裝工作及測試會議。 2. 進行濾鏡升降機整備，組裝工具及協調測試程序。 3. 確認與牽引車儲放架及濾鏡匣組合件 (Stacker) 之介面
100.05.24	二	1. 完成第三階段濾鏡交換系統之濾鏡升降機組合 (Elevator) 整合安裝工作及測試。 2. 完成濾鏡升降機組合零件測臺臨時接收測試 3. 完成濾鏡升降機組合組裝及測試。 4. 記錄及檢討測試結果。 5. 整理打包測試儀器及組裝機具。
100.05.25	三	返抵桃園。

工作項目與內容說明

一、FES 拆箱、復裝與調校

爲了確保零件運送的安全性，在台灣先將零件分解爲 1.中央單元組件、2.IR 端片匣組件、3.OPT 端片匣組件、4. 五片濾鏡組件及 5.工具與吊掛等共五箱(如圖 一)，且考量時程問題，因此以空運方式運送。零件到達日本國立天文台後，因駕駛堆高機需有日方專業證照，所以零件搬運委由日方專業人員處理(如圖 二)。零件搬運至日方實驗室後，由我方人員執行開箱作業，由於運送途中零件怕有水氣，因此零件於台灣包裝時，皆以鋁箔包裝及抽真空處理(如圖 三及圖 四)。零件開箱後由我方人員先針對外觀執行詳細的檢驗，檢視運送過程中是否有造成零件鬆脫或損壞，完成外觀檢視後，由我方人員開始執行零件復裝工作，首先執行機械結構復裝(如圖 五)，完成後由儀電專業人員執行配電及控制系統線路安裝(如圖 六)，確認機構、電路及控制系統正常後，則執行五片濾鏡裝填程序(如圖 七)，完成零件大體復裝後，細部調教則由機械及儀電人員共同執行(如圖 八~圖 十)。



圖 一、HSC 零件運底日本國立天文台



圖 二、日方人員利用推高機搬運零件



圖 三、中央單元機架開箱及檢查



圖 四、片匣開箱及檢查

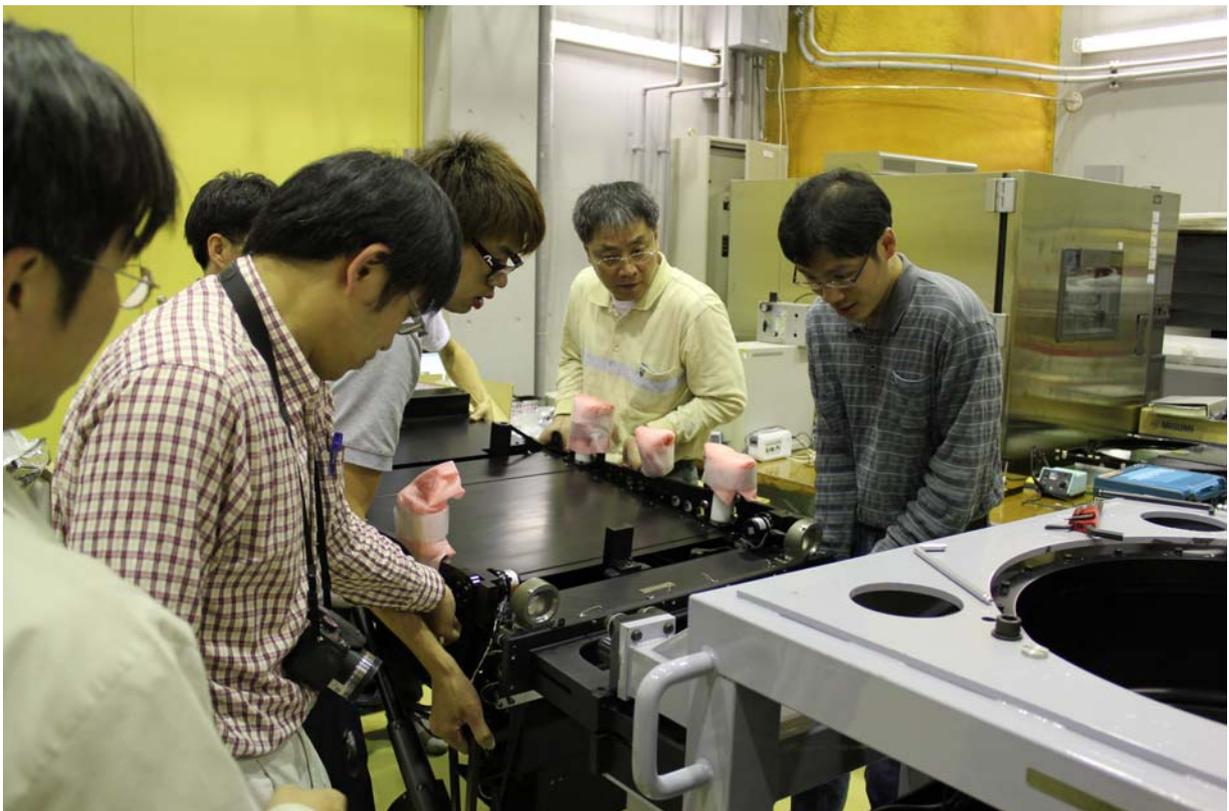


圖 五、片匣與中央單元機架組裝



圖 六、儀電復裝



圖 七、濾鏡裝填



圖 八、OPT 端牽引車捕抓勾調較



圖 九、IR 端牽引車儀電調較

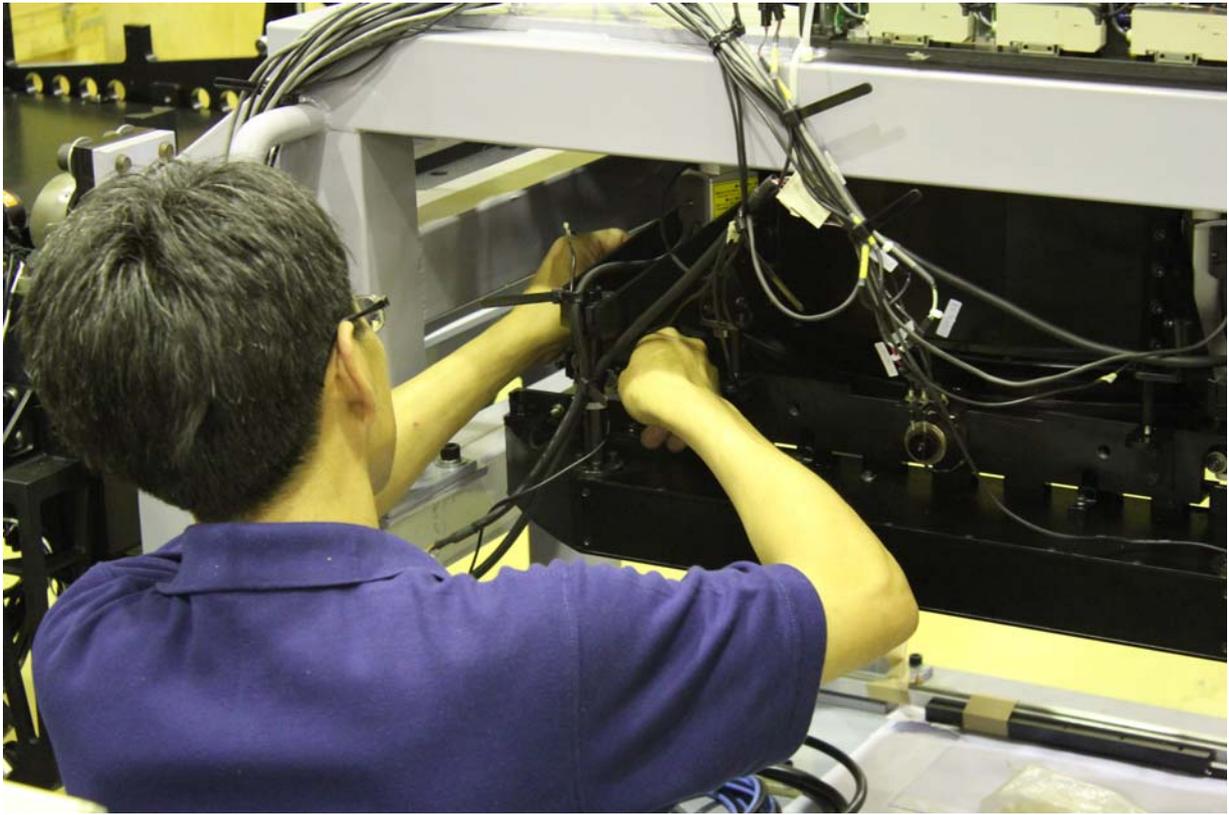


圖 十、中央單元調校

二、牽引車與中央單元感測器安裝

在台灣執行系統功能測試時發現安裝於中央單元舉昇架與牽引車前端，用來偵測與機構運動控制之鋁質感應式近接開關(如圖 十一及圖 十二)，經一段時間的使用後，有時會有感測距離偏移的現象，而造成控制系統誤判。經討論後決定將此型開關換裝成高精度之接觸型開關(圖 十三)，將可大大提高系統穩定度。但受日本東北地震影響，使得新開關的獲得時程延遲無法趕在交運前完成換裝。因此商請日方人員就近代為採購，並在日本驗收現場執行換裝，完成後儀電線束與相關控制程式與軟體隨即一併更新。

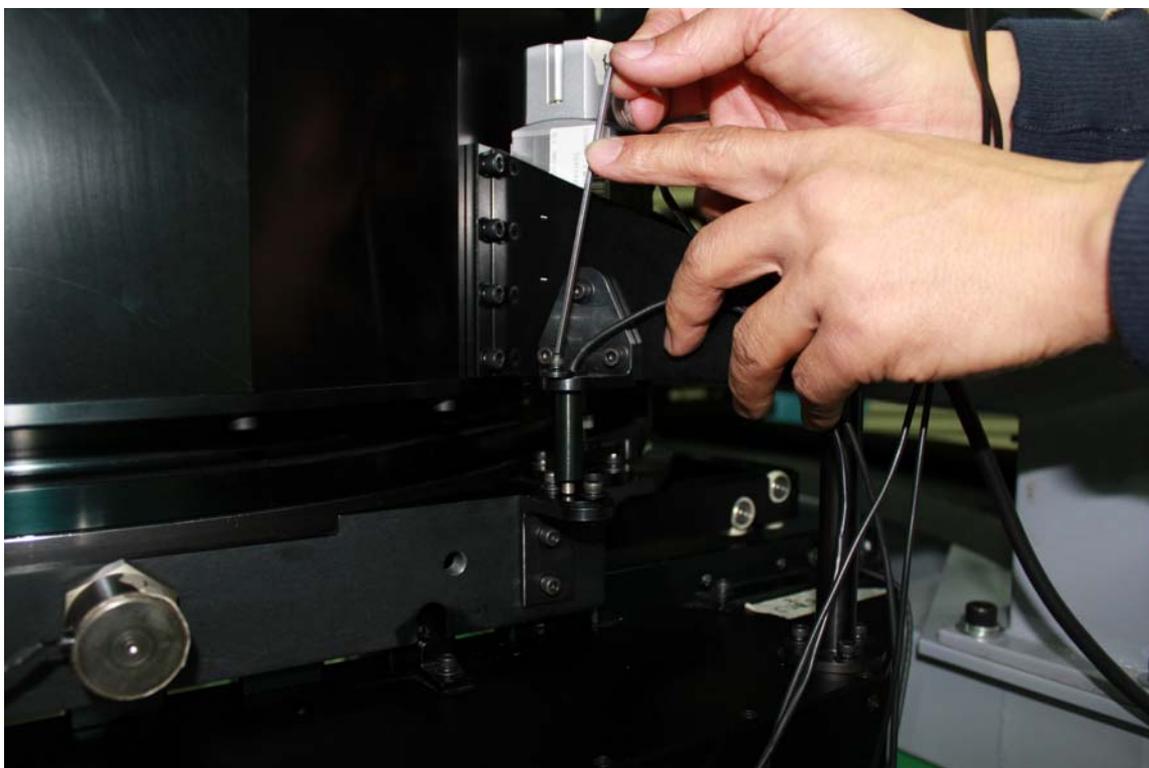


圖 十一、原中央單元近接感應開關



圖 十二、原牽引車近接感應開關

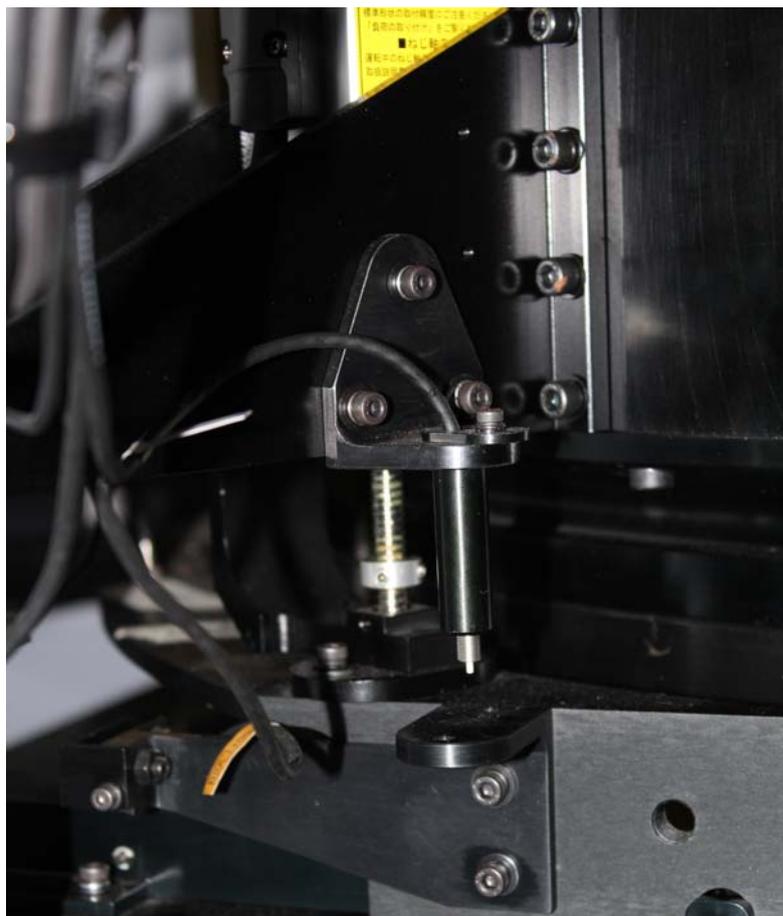


圖 十三、更換後中央單元接觸型開關

三、換裝真實快門機構並執行中央單元軌道調校程序驗證與訓練

在台灣爲了配合中央單元濾鏡定位之重複性測試、濾鏡輸送測試及牽引車測試，因此製作了一個測試用的模擬快門機構(如圖 十四)，並安裝於中央單元測試機架上。但此次至日本，日方提供了將來真正裝於天文望遠鏡所使用的快門機構，因此我方人員將測試用模擬快門從中央單元機架上拆下(如圖 十五)，並換裝日方的真實快門機構，且完成快門機構所需的儀電配裝(如圖 十六)，驗證我方設計的零件與日方無干涉問題。換裝後由於零件製造容差的差異，必須重新執行中央單元之軌道對正調校以及濾鏡咬合位置與舉昇馬達之行程調校，調校完成後隨即執行 10 次以上之功能驗證。我方順利完成調校程序與功能驗證，並同步完成對日方人員之訓練。

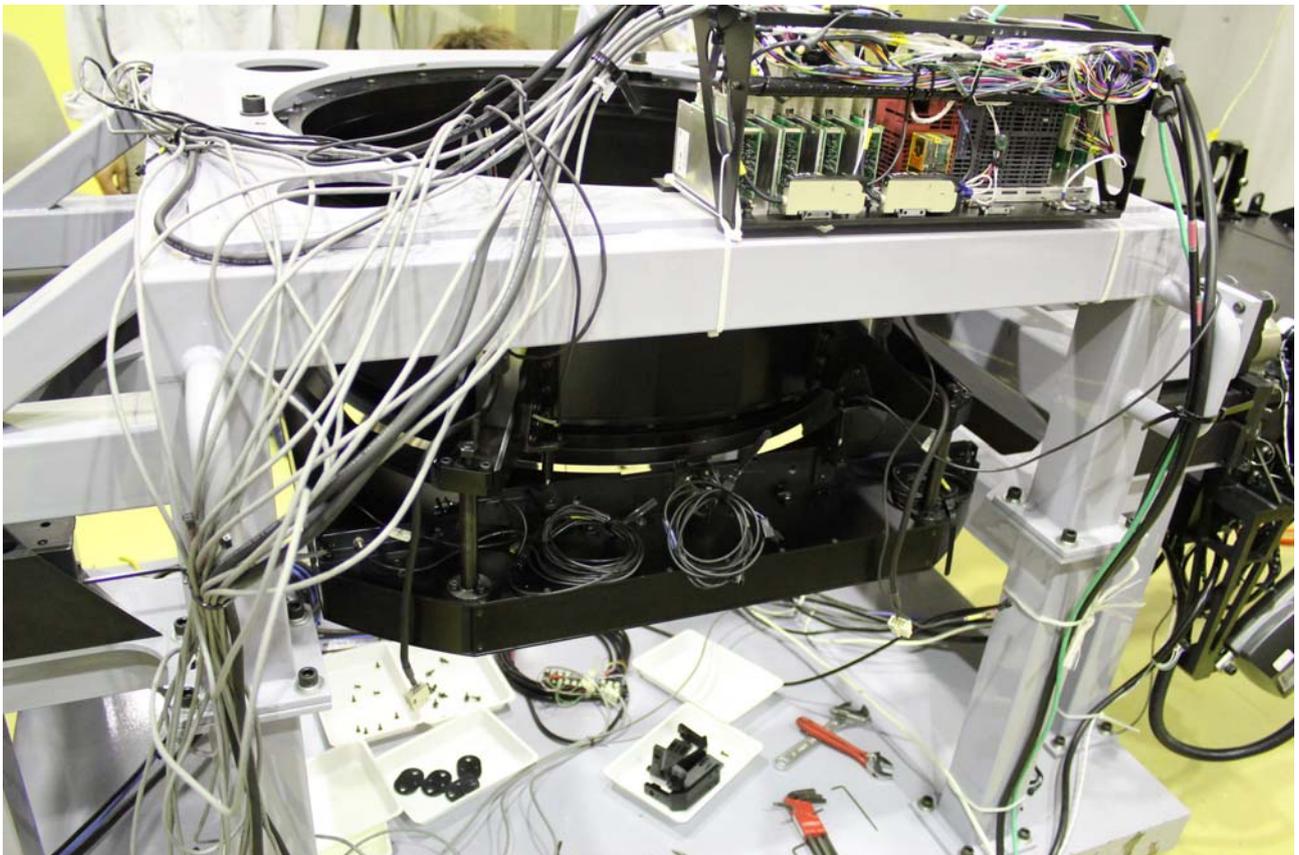


圖 十四、原本中央單元所使用的快門機構

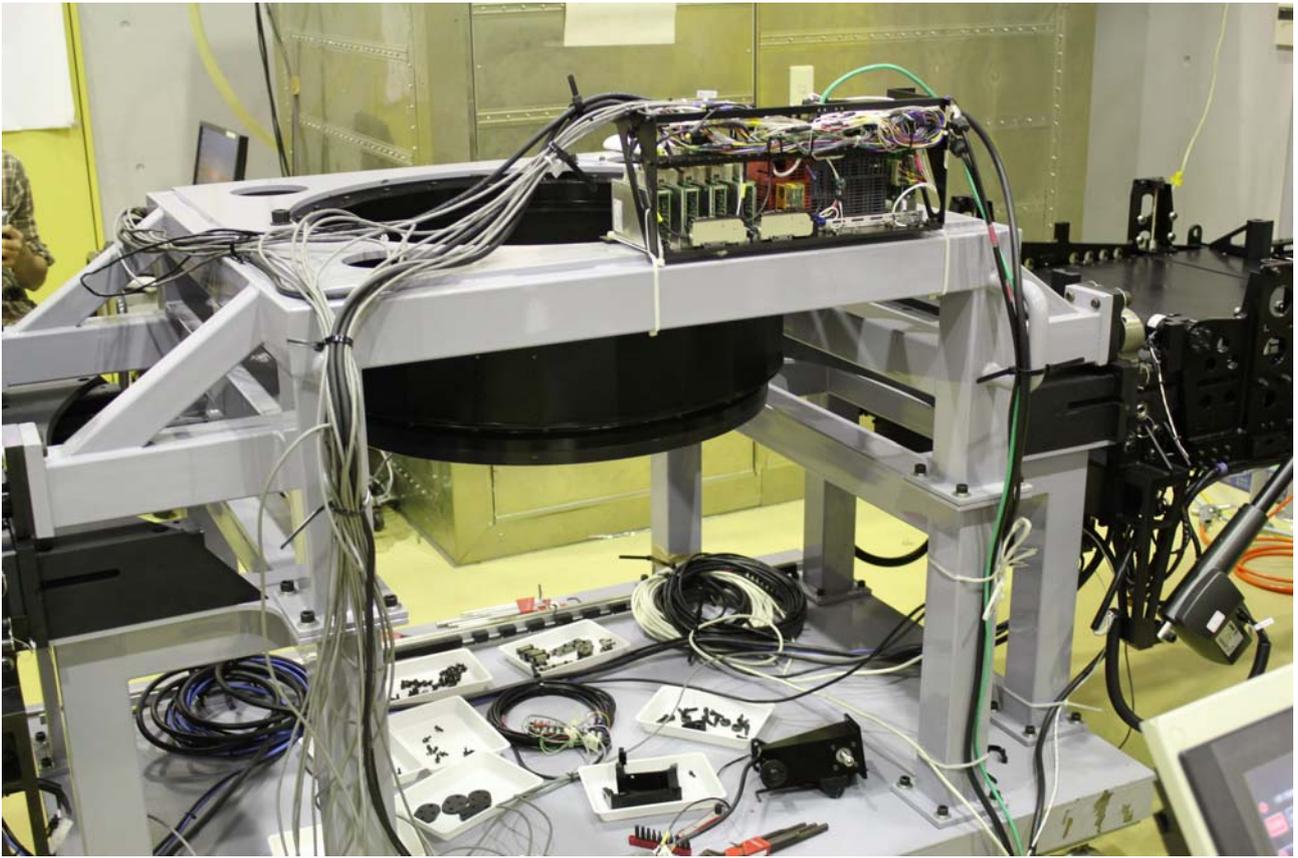


圖 十五、從中央單元拆除機架所使用的快門

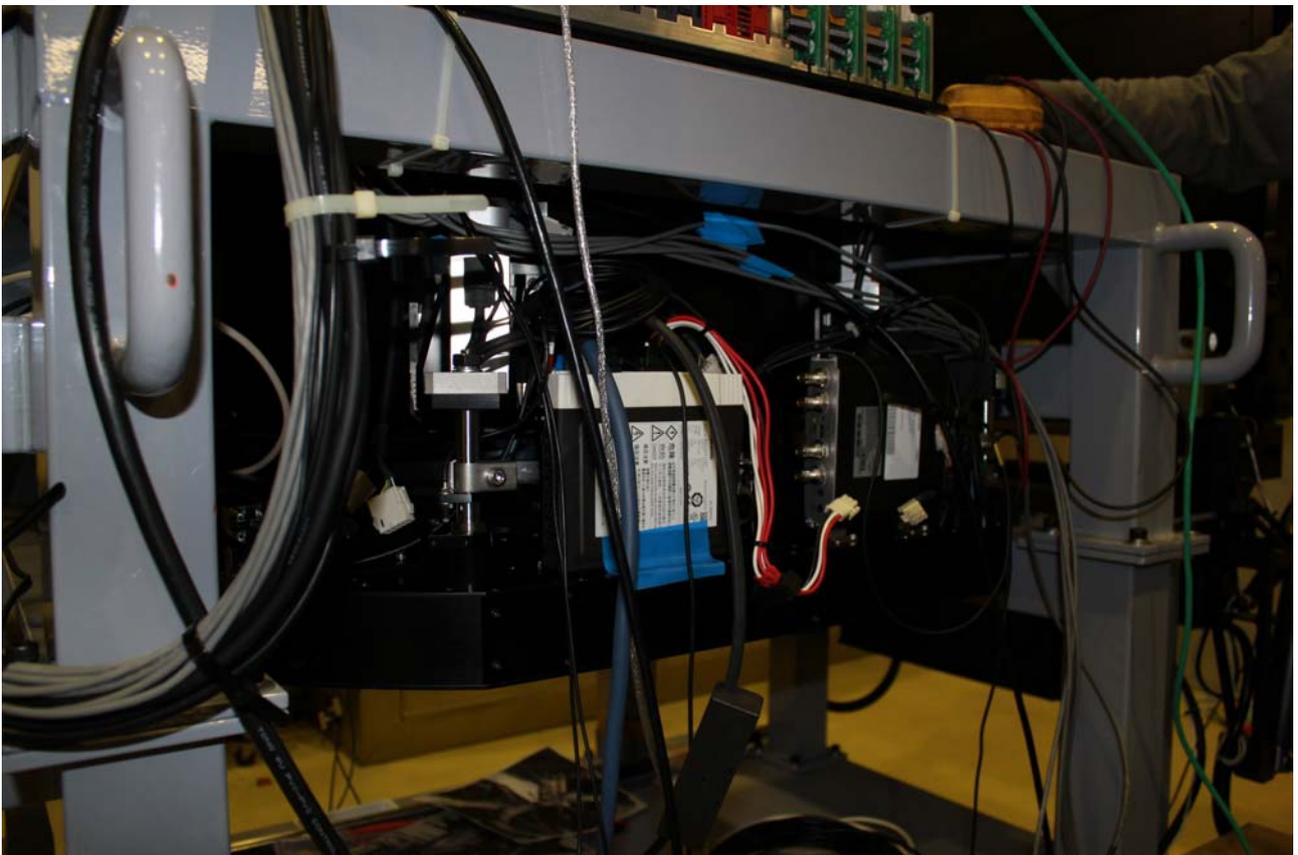


圖 十六、換裝真正的快門機構及儀電配接

四、配裝 SH(Shack Hartmann)濾鏡

由於真實與用於濾鏡上之鏡片為日方負責之項目，因此本計劃於台灣測試時，濾鏡鏡片部分使用鋁塊代替(圖 十七)，但鋁塊的設計重量與真正濾鏡相同，以達到模擬的效果。本次至日本即預劃執行濾鏡架與濾鏡之組合配裝與功能測試。因此我方人員將假的鋁質鏡片從濾鏡架上拆下(圖 十八)，並換上日方的 SH 濾鏡(圖 十九)，由試配結果可知，我方的濾鏡架與日方 SH 濾鏡安裝無干涉問題，且符合功能。

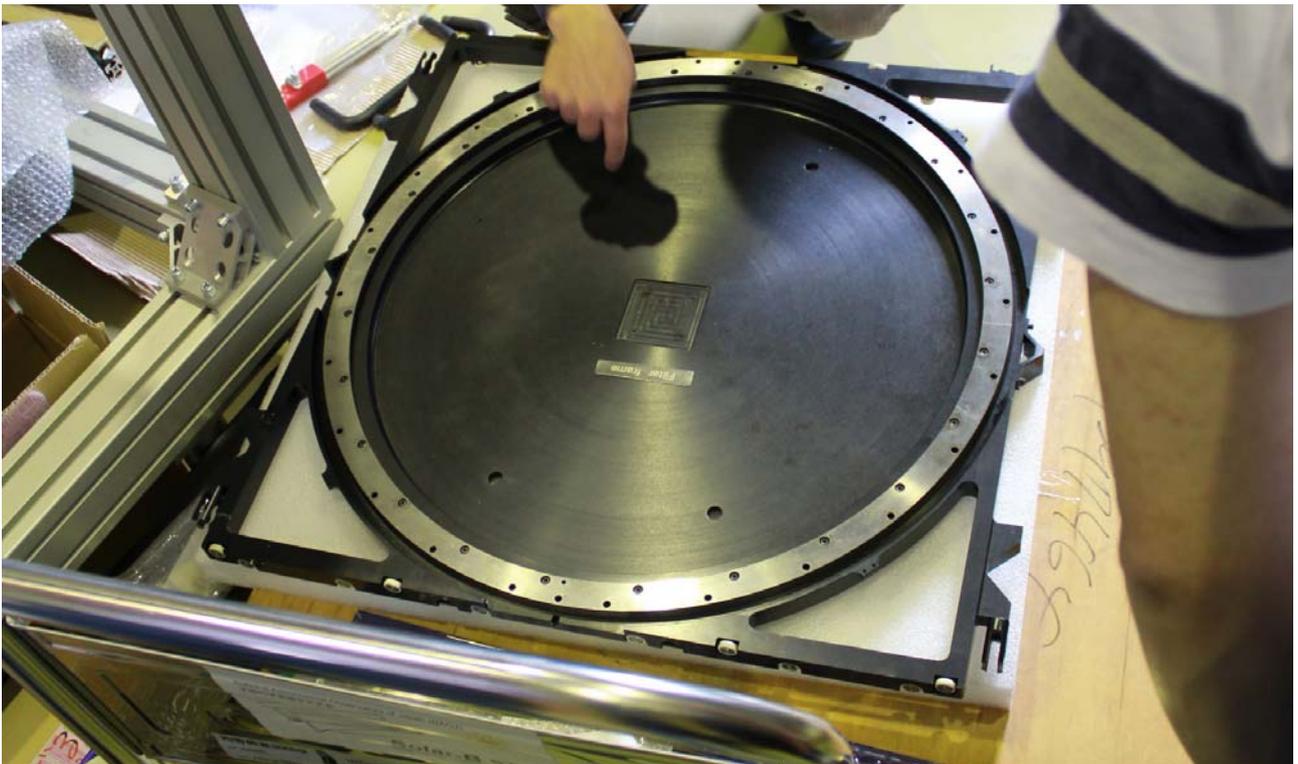


圖 十七、台灣測試用濾鏡



圖 十八、拆除假濾鏡後之濾鏡架

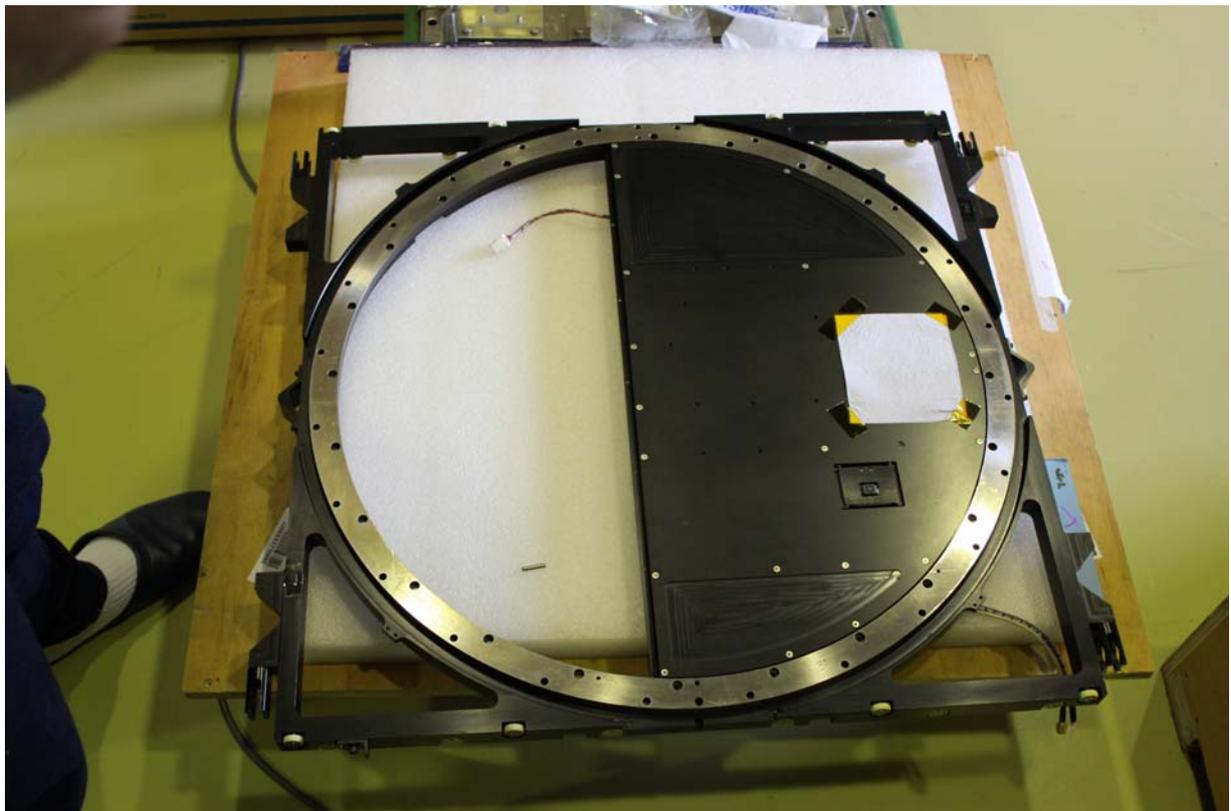
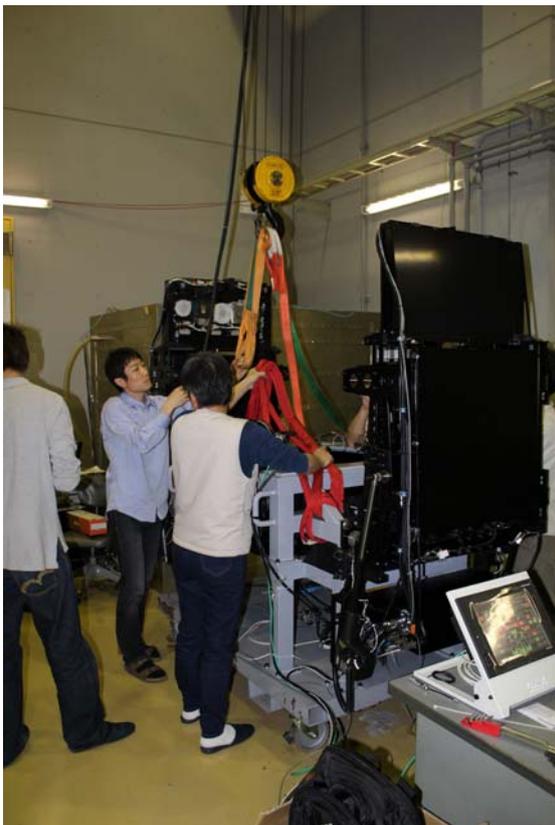


圖 十九、SH 濾鏡安裝於我方濾鏡架

五、濾鏡轉換機構傾斜測試

天文望遠鏡將來安裝於夏威夷山上，爲了配合天體行星的運動，因此觀測中鏡頭觀測角度需隨時變化，其變化的範圍爲 0 度(垂直)至 85 度。爲驗證在變換不同觀測角度後是否會造成機構變形、移位或受損而導致機構動作失效。因此於裝機前先使用天車執行傾斜測試(圖二十至圖二十三)，但爲避免機構掉落風險，最大僅傾斜至 45.7° 角爲止。傾斜測試後，隨即再執行濾鏡換片及咬合動作，結果確認系統運作不受傾斜影響。



圖二十、濾鏡轉換機構吊掛



圖二十一、濾鏡轉傾斜 15 度



圖 二十二、濾鏡轉換機構吊掛



圖 二十三、濾鏡轉傾斜 45.7 度

六、進無塵室執行鏡頭(Dewar)配裝、定位精度與重複性精度測試

濾鏡與日方負責之鏡頭組件執行整合組測為本次重要測試項目，且為避免汙染鏡頭組件，測試全程需在無塵室內進行。首先，我方人員將濾鏡連同快門機構從中央單元拆下，並執行簡易清潔(如圖 二十四及圖 二十五)，清潔完成後將濾鏡機構與相關組件交給日方人員執行細部清潔，以符合零件進無塵室所需清潔條件。清潔完成後我方人員隨同日方人員進入無塵室執行濾鏡與鏡頭安裝(圖 二十六及圖 二十七)，安裝完成後即執行定位精度與重複性精度測試。測試程序為(1)重複執行鏡頭與濾鏡咬合與鬆開動作，咬合動作完成後由電腦擷取來自鏡頭的訊號，並將不同次咬合的影像重疊放於電腦上，執行定位精度與重複性比對(如圖 二十八)。(2)執行濾鏡與鏡片咬合後且在不同之觀測角度下之定位精度與重複性。共執行鏡頭旋轉 0 度、30 度、45 度、60 度及 90 度等五個角度之傾斜測試(圖 二十九及圖 三十)，並經由電腦擷取影像訊號來進行比對，比對後結果如圖 三十一所示，符合天文望遠鏡系統精度(50 μm)要求。



圖 二十四、鏡片架機構分解及清潔



圖 二十五、濾鏡架拆下後清潔



圖 二十六、我方人員穿著無塵衣進入無塵室



圖 二十七、濾鏡與鏡頭於無塵室組裝完成

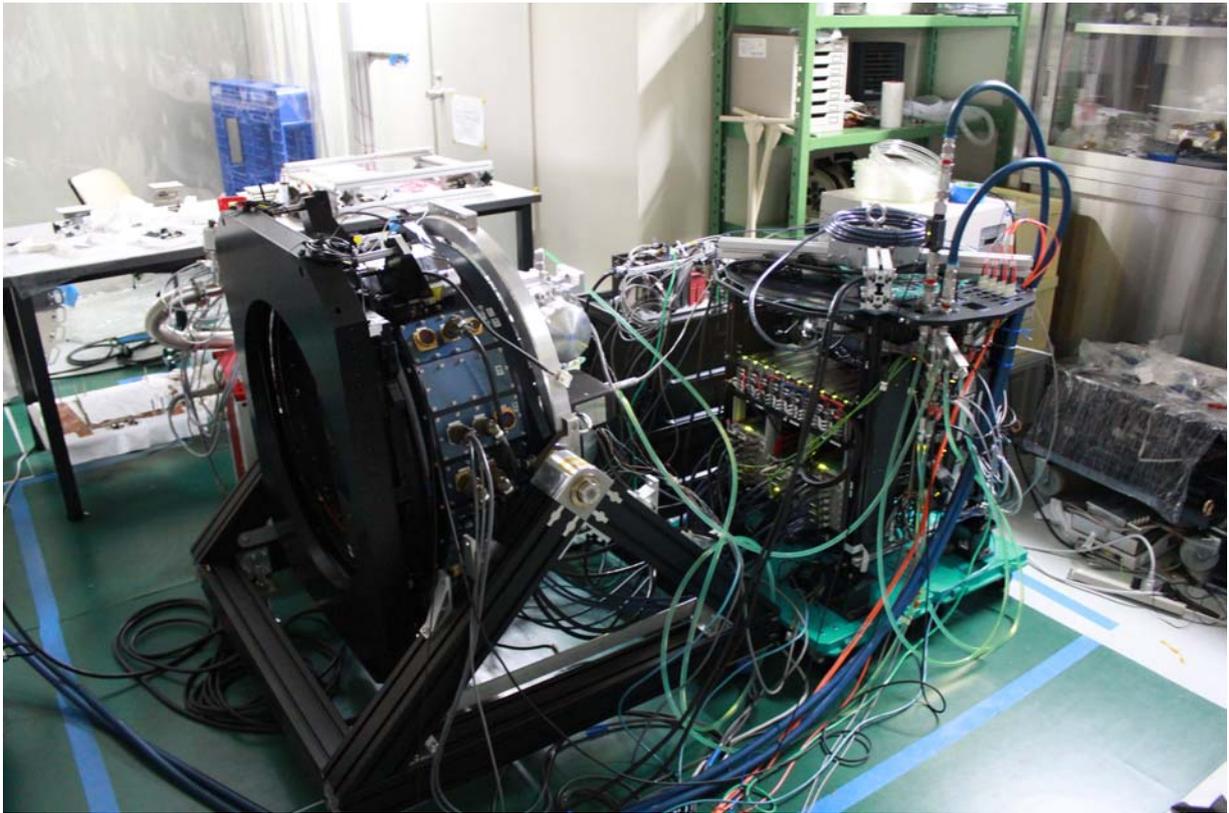


圖 三十、90 度傾斜測試

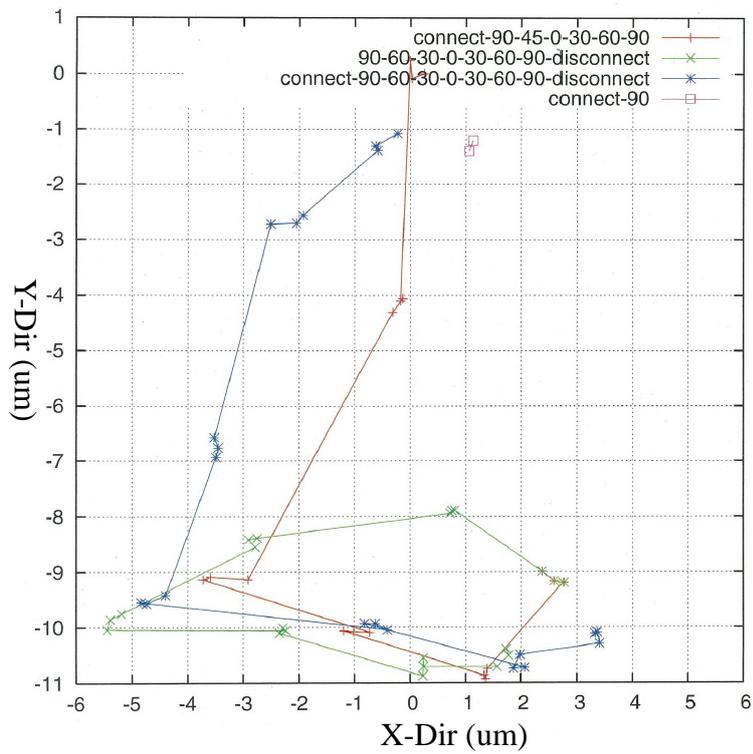


圖 三十一、重複性測試結果

七、中央單元纜線佈裝

中央單元儀電為我方與日方多家廠商共同設計與製造，儀電安裝與佈線非常複雜，且必須於無塵室內執行，因此我方藉由鏡頭與濾鏡於無塵室組合測試的機會安排纜線佈裝測試(圖三十二)，於無塵室內初步安排纜線走線方式、固定位置及長度。除了在無塵室內的試配外，又製作了一個簡易機架放於中央單元測試台車上(圖三十三)，以進一步製作纜線接頭及走線位置與固定位置的安裝演練，以確保日後我方儀電纜線的佈裝方式在與其他單位之零組件配裝時不會發生干涉與困難。



圖 三十二、無塵室中儀電佈線



圖 三十三、機架上再次測試佈線

八、執行水平吊掛與垂直吊掛配裝

爲了配合天文望遠鏡安裝於夏威夷時的安裝與維修需求，我方設計了垂直(圖 三十四及圖 三十五)與水平(圖 三十六)兩種吊架。垂直吊掛主要的用途爲從天文望遠鏡本體基座上拆裝濾鏡轉換機構時使用，吊架的設計重點爲吊架支撐中心須與濾鏡轉換機構重心之連線須與地平線垂直，以確保吊掛過程中濾鏡轉換機構不會傾倒。水平吊掛的用途則爲從維修機架上拆裝濾鏡轉換機構時使用，同時也利用於軌道對正調校時使用。設計重點在於濾鏡轉換機構因支撐點空間有限，因此需考量整體結構強度與安裝方便性。由實地配裝測試結果可知，我方設計的兩種吊架均能滿足需求。



圖 三十四、垂直吊掛

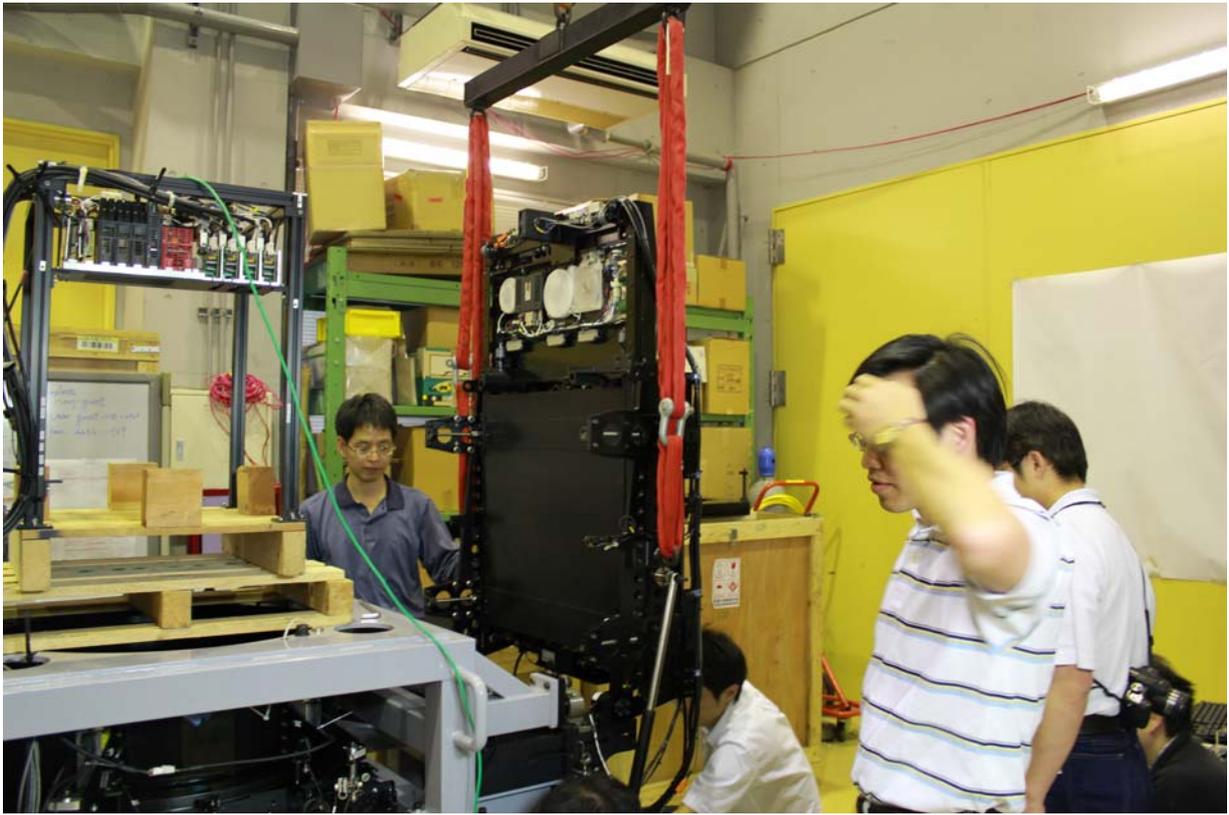


圖 三十五、垂直吊掛

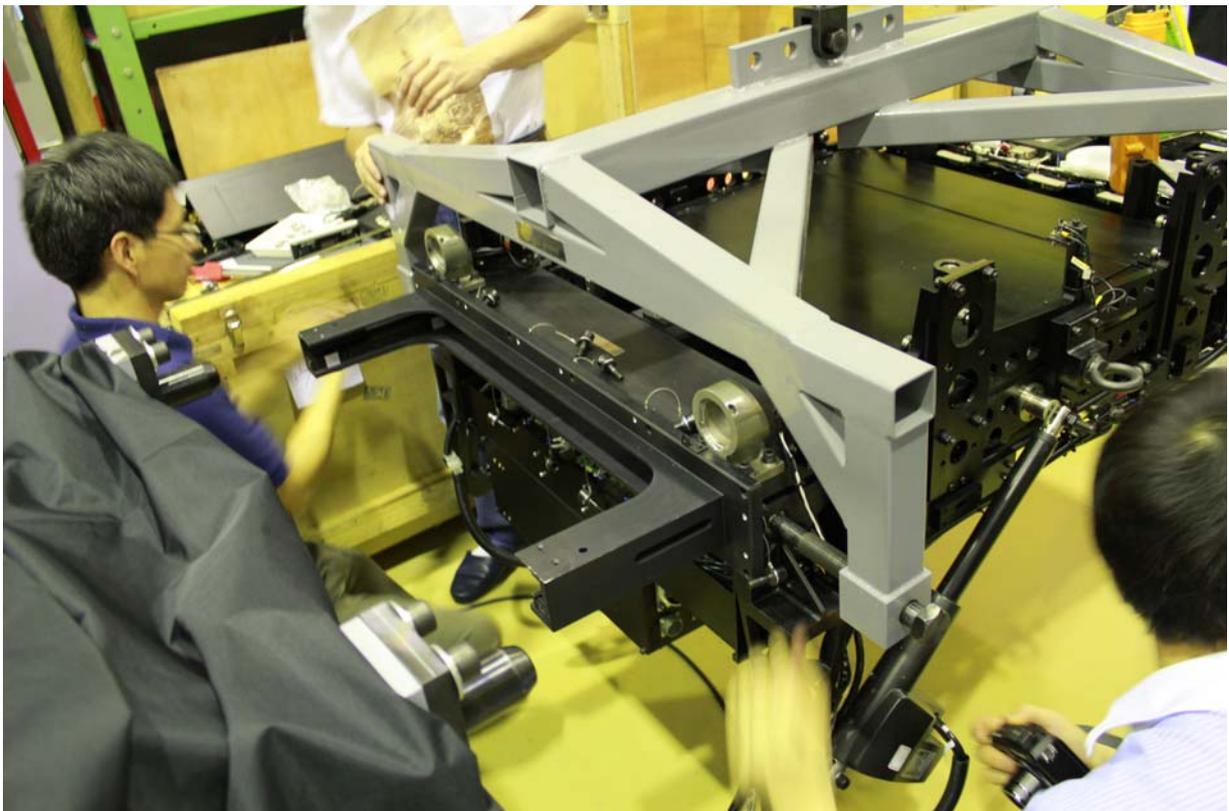


圖 三十六、水平吊掛

九、執行濾鏡轉換機構軌道調較程序驗證與訓練

我方在設計濾鏡換片機構時，將換片機構與望遠鏡機座結合時藉由墊片調整兩者相對位置以對正兩者之軌道，讓牽引車可以順利從換片機構經過望遠鏡機座，最後到達鏡頭位置執行濾鏡抽換。為了調整兩者相對位置，我方人員使用經緯儀(圖 三十七)來確認兩者之間的位置的差異，讀取經緯儀數據後再於兩者界面放入適當墊片(圖 三十八)，如此重複測試確認墊片厚度，當墊片厚度確認後即將墊片更換為永久型墊片(圖 三十九)，以確保之後維修的方便性。墊片安裝完成後，我方人員則利用牽引車實際於軌道上行走(圖 四十)，確認牽引車行走時無任何干涉且穩定的行走即可。順利完成軌道調校程序與功能驗證，並同步完成對日方人員之訓練。

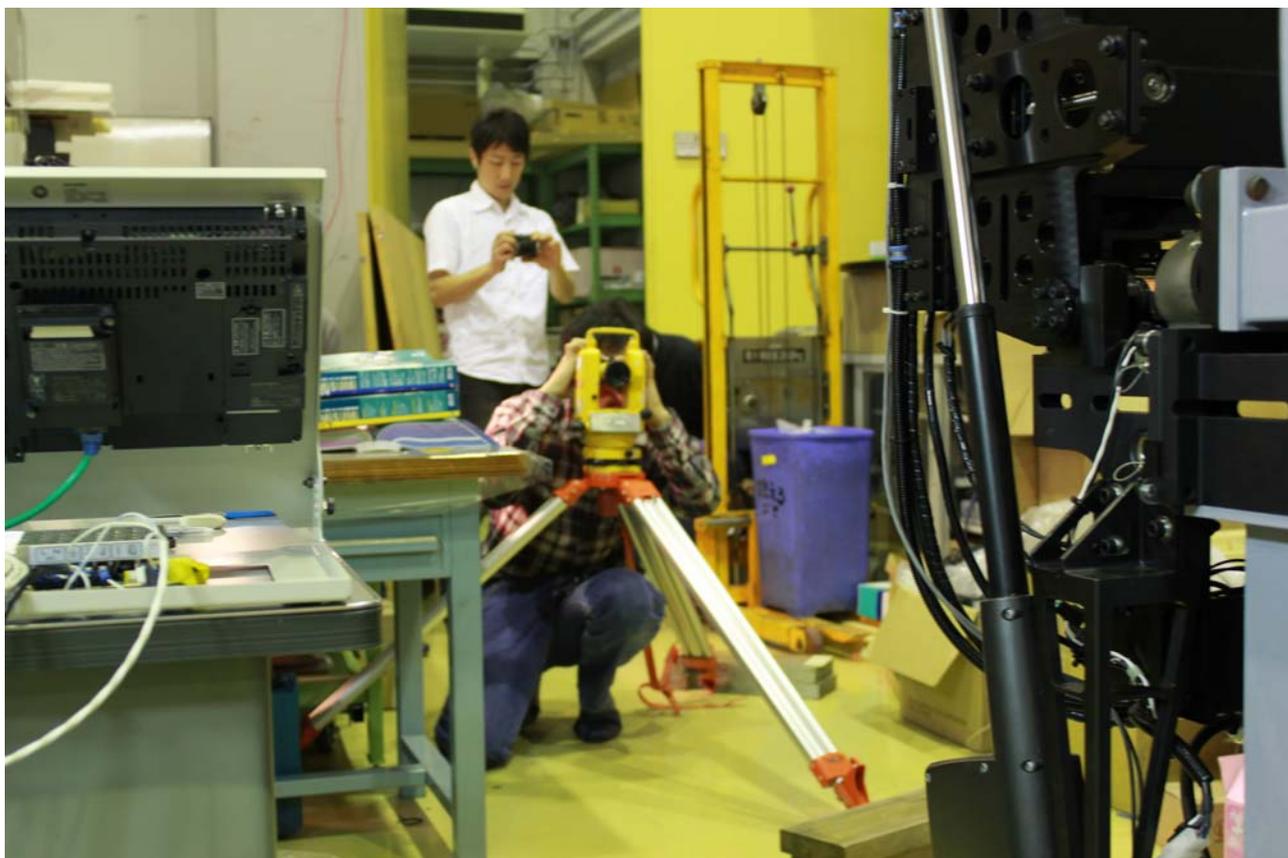


圖 三十七、我方人員使用經緯儀觀測軌道高度差異



圖 三十八、調整墊片厚度

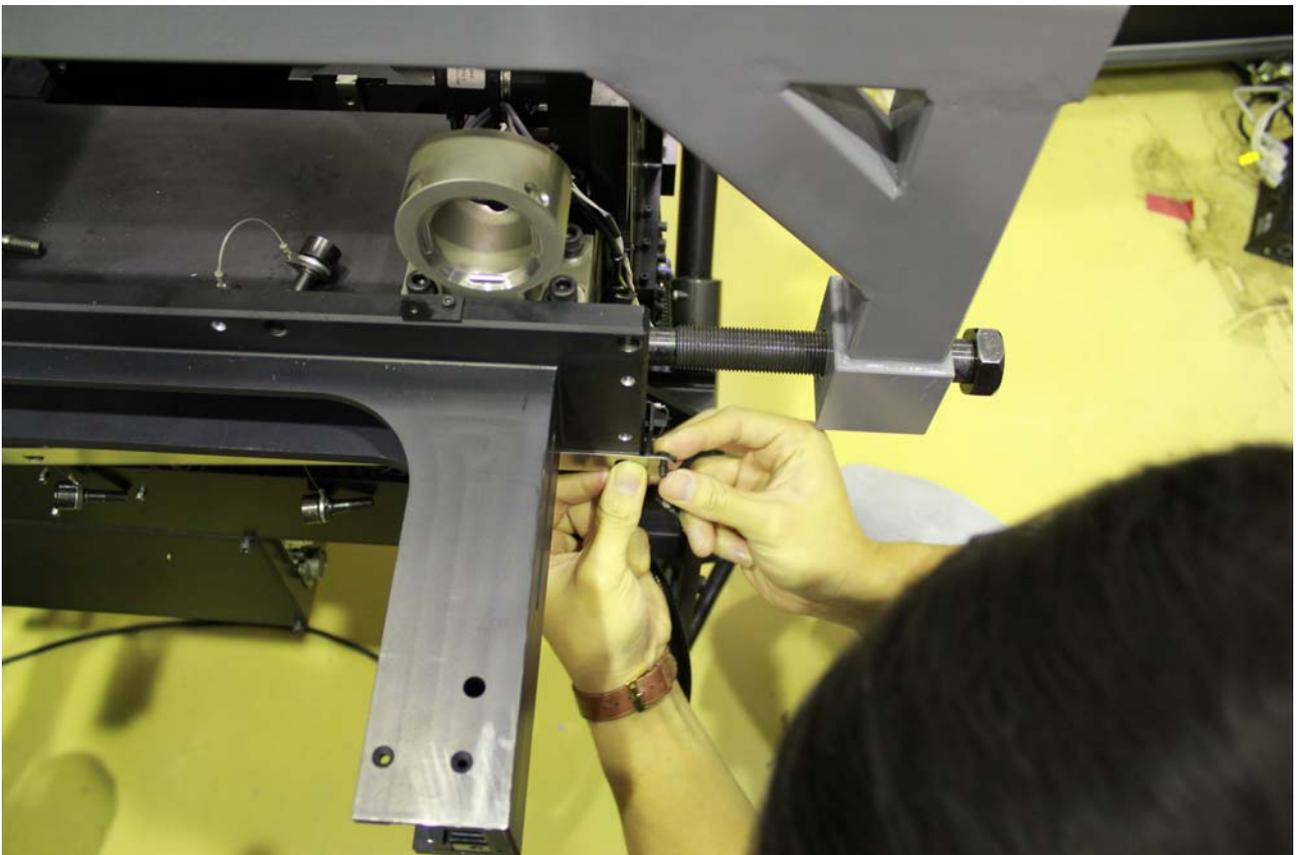


圖 三十九、確認墊片厚度後，改用永久型墊片



圖 四十、調較完成後功能測試

十、濾鏡轉換機構失效模式檢討

於日本測試期間，日方因考量望遠鏡造價與停機維修之成本相當昂貴，不容許濾鏡轉換系統發生因組件失效而導致望遠鏡受損的情形發生。因此要求對各組件從機械結構、儀電線路與控制軟體等三方面檢討可能發生的失效模式與失效後可能造成的損壞。再根據討論結果再擬定失效模式偵知的方式與避免失效後損壞擴大的補救措施。我方人員接獲訊息後隨即開會討論(圖 四十一)，並於會後與日方逐項溝通並擬定以下作為：(1)於控制軟體中增設各項防止誤動作保護程式(2)增設昇降機之濾鏡匣門機構運動上死點保護開關(3)增設昇降機舉昇致動器水平位置之保護開關(4)增設停車架卡榫復歸位置感測器(5)增設昇降機防撞塊與防止轉動軸耦合器掉落之保護蓋(6)介面機匣鎖緊螺栓之設計修改(7)儀電線束改採可撓性材質並更改佈線方式避免線束與零組件於機構運動時相互摩擦，各項改進措施須於送交夏威夷速霸陸天文台前完成。



圖 四十一、我方人員開會討論情況

日方提出之失效模式檢討表

FAILURE MODE			
Components	Subcomponents	Case	
Stacker	Tractor	Grabber solenoid burns out	
		Tractor-lock solenoid burns out	
		Grabber solenoid does not come back to original position	
		Tractor-lock does not come back to original position	
		Communication line disconnected	
		Power line for EMP disconnected	
		Power line for proximity sensor disconnected	
		Proximity sensors at front failed	
		Proximity sensors at back failed	
		Drive overload	
		Free drive after overload	
		String pot malfunction	
		E-stop Central Unit disconnected	
		Elevator	Coupling directly-connected to brake failed
			Coupling somewhere failed
	Dog sensor failed		
	Proximity sensor failed		
	Filter detection sensor failed		
	Drive when stacker arm at vertical		
	Position is not bottom when stacker arm starts retracting		
	Gate	Contact sensor failed	
		possibility of brake released	
		Possibility of unexpected drive	
		Drive when stacker arm at vertical	
	Arm	Sync problem	
		Encoder malfunction	
		Cables routed outside disconnected	
	FEC	Power failure	
		Communication failure	
	Central Unit	Contact sensor (vertical) failed	
		Contact sensor (horizontal, E-stop?) failed	
		Filter lock-pin solenoid burns out	
		One actuator malfunction	
Coupling does not fully engage			
Proximity sensor failed			
Lift frame-Shutter interlock			
FUC	Power failure		
	Communication failure		

十一、濾鏡轉換機構功能測試

完成濾鏡轉換系統與日方負責零組件配裝與聯測後，我方人員並再執行濾鏡轉換系統功能整合測試。測試項目包含 1. 濾鏡轉換機構升降機舉升測試(圖 四十二) 2.濾鏡升降機構功能測試(圖 四十三)3. 中央單元濾鏡咬合定位功能測試(圖 四十四) 4. 牽引車抓取、輸送與釋放濾鏡之功能測試(圖 四十五)。總計共執行 11 次的換鏡程序測試，結果功能正常且符合需求，因此我方此次赴日本執行濾鏡交換機構交運日本接收測試任務圓滿成功(圖 四十六)。

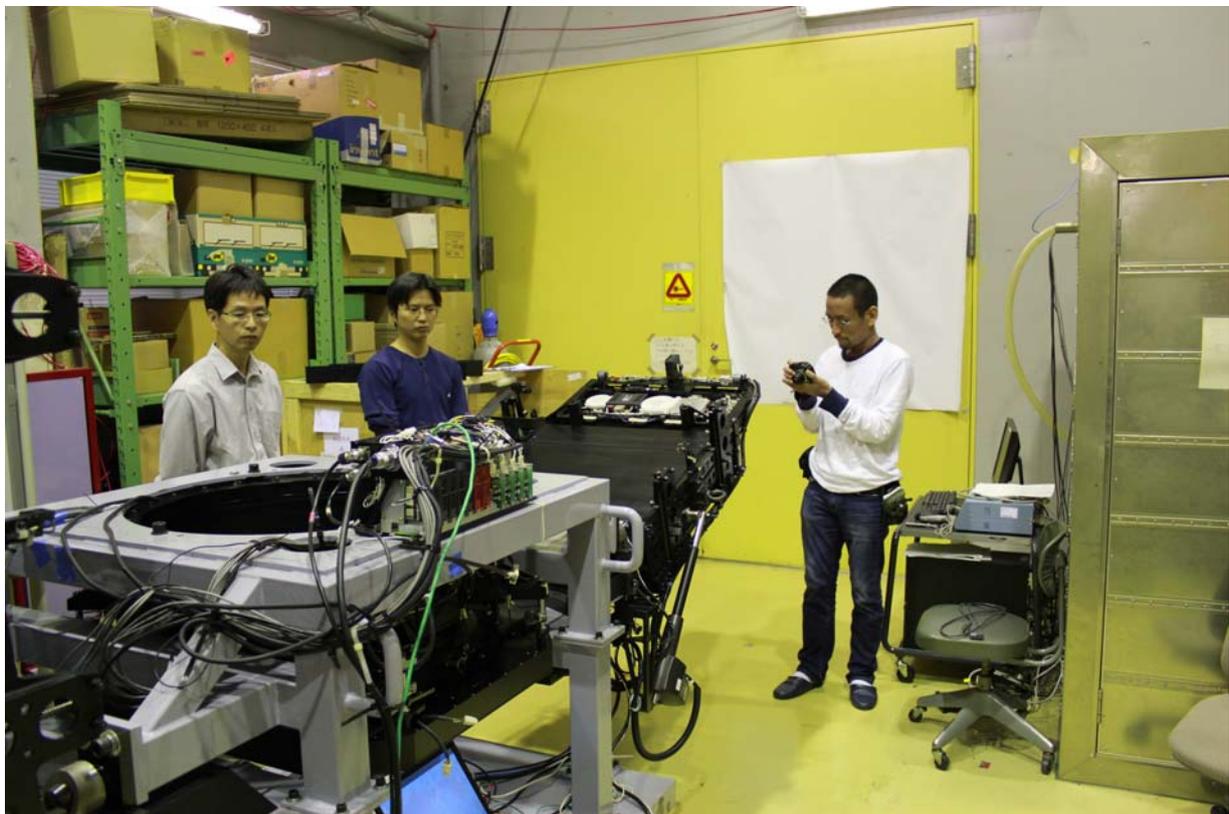


圖 四十二、濾鏡轉換機構舉升測試



圖 四十三、濾鏡升降機構功能測試



圖 四十四、中央單元咬合功能測試

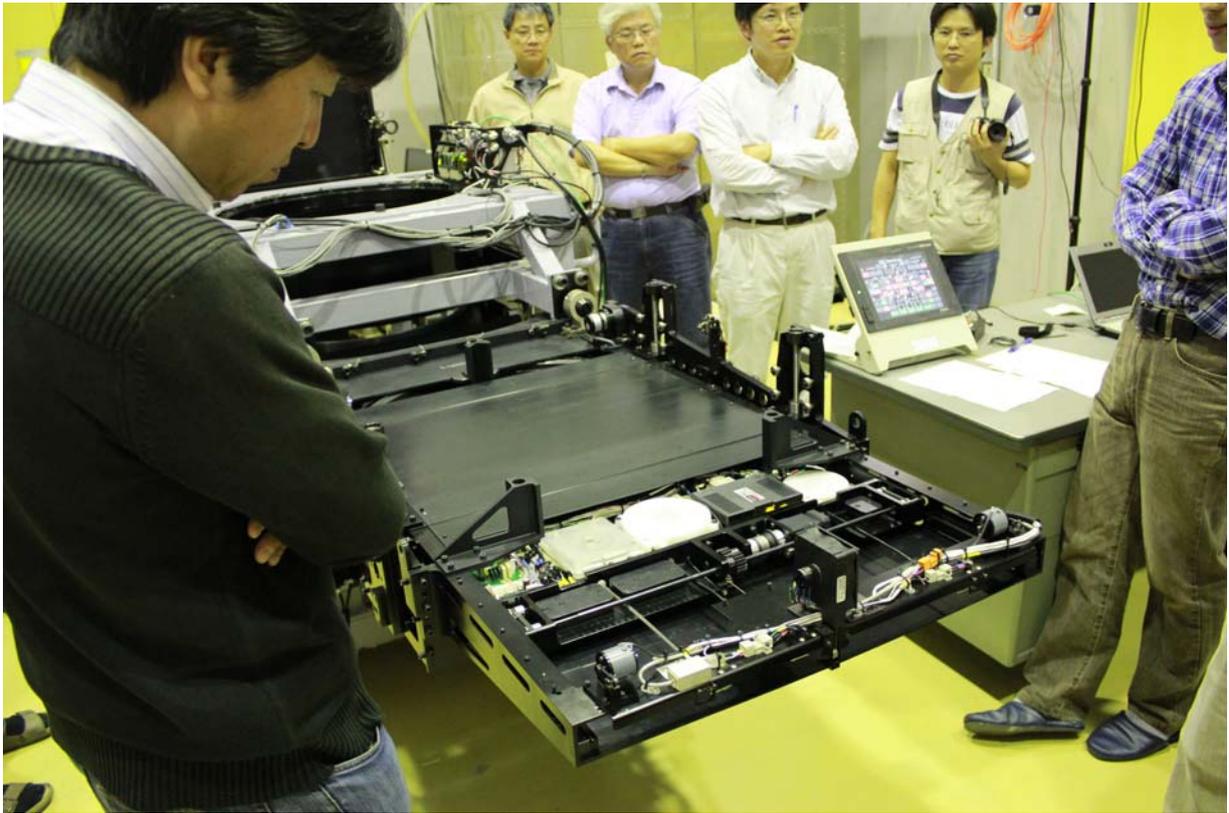


圖 四十五、牽引車功能測試



圖 四十六、與日方人員合影

參、心得

本院航空研究所受中研院天文所委託，承接速霸陸望遠鏡廣角相機計畫(以下簡稱 HSC 計畫)之技術合作委託案-相機快門與濾鏡交換系統之設計組合測試及交運相關計畫，主要工作為完成 1 套相機快門與濾鏡交換系統設計與組裝、接收測試及交運至日本及夏威夷。今年度我方已於國內完成機台組裝與濾鏡交換系統本身功能測試，因此本次赴日本主要進行相機快門、濾鏡交換系統與鏡頭之間的整合配裝、測試與調校。於出差期間完成下列工作：1. FES 拆箱、復裝與調校 2. 牽引車與中央單元感測器安裝 3. 換裝真實快門機構並執行中央單元軌道調校程序驗證與訓練 4. 配裝 SH(Shack Hartmann)濾鏡 5. 濾鏡轉換機構傾斜測試 6. 進無塵室執行鏡頭(Dewar)配裝、定位精度與重複性精度測試 7. 中央單元纜線佈裝 8. 執行水平吊掛與垂直吊掛配裝 9. 執行濾鏡轉換機構軌道調校程序驗證與訓練 10. 濾鏡轉換機構失效模式檢討 11. 濾鏡轉換機構功能測試。

本案所採用的濾鏡轉換設計為全世界大型的天文台首次採用，所運用的觀念相當先進，採用的技術門檻亦相當高，研發過程中數度遭遇瓶頸，但在參與同仁齊心努力下終於完成此次交運任務。

本次濾鏡轉換機構交運日本接收測試，係為 HSC 案首次執行跨國性整合測試，測試中，除了審查各合作單位目前設計結果，亦藉由實際執行各系統介面間之運作，使各介面設計需求之討論，更有焦點，更能解決實務上所面臨之問題。經由此次跨國之整合測試，不僅釐清各項重要的介面設計與整合問題，且亦完成零件初步整合測試，有利後續工作之執行。

本次公差期間十分感謝中研院天文所與日方人員在食宿與交通的安排與協助，使得我方同仁可在生活條件無虞下安心工作。

肆、 建議事項

在本次公差期間日本國立天文台人員，從接待、組裝、零件功能測試至工作時程規劃等，皆已養成恪遵標準作業流程之習慣，讓本所同仁留下深刻之印象。本院目前亦完成各項機具操作及零件組裝之標準作業程序，院內長官，亦多所要求及提醒，同仁等會遵循標準作業程序執行，達到零工安事故及高工作效率的要求。