

教育部112學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計畫名稱：	金門高中天文研究及地區觀星推廣計畫	
主持人：	李育賢	電子信箱：joeleeyh@kmsk.km.edu.tw
共同主持人：	黃國斌(國立自然科學博物館技術專員)	
執行單位：	國立金門高級中學	

一、計畫目的

(一) 天文課程

1. 金門高中受限於與台灣的交通，同儕刺激較為不足，因此老師知識的廣度便相當的重要，教師的知識廣度足夠才能最直接的影響受任教的學生們。因此，本學年度以本身高三的加深加廣地科課程中的天文領域，與師大科學教育中心合作，將本身經營天文台的所學與大學學術研究資源融入我的課程中，期望學生學習表現在初步統計結果下有顯著的提升。
2. 例行性的「策略聯盟科普天文營」(疫情後2023年辦第1屆)與「金門高中資優天文營」(疫情前2020年辦第1屆，即將於2024年辦第5屆)的辦理，讓本校學生有深度學習的機會，讓地區國中生有提早被發現潛力的可能。

(二) 天文研究

1. 科展部份：自金門高中服務起，便積極的帶領學生從事科學展覽活動，也廣泛的與相關的科學推廣單位合作，如本校與臺中自然科學博物館的天文台合作，中央大學的 GLOBE 計畫資源的整合。近年更與清華大學天文所、師大天文與重力中心等學術單位，一同協助觀測研究。

2. 天文研究因為門檻較高，因此在科普推廣多年的基礎下，本人漸漸想要帶領學生從事專業的觀測計畫，不論是專家指導或是增能研習，都需要費用得以支持。111學年度的科教專案計畫的支援下，本校在第63屆全國科展以「以校園望遠鏡尋找M39星團的系外行星與變星」獲得團隊合作獎的成績，此作品為本計畫主持人與科博館協同計畫主持人共同合作指導與技術支援。本校站2個望遠鏡主要為測光(類似星空拍照)與光譜觀測(分析星點吸收或發射譜線)，簡列重點如下：

(1) 光譜觀測：112學年度起持續天文觀測並裝設全台校園少見的光譜望遠鏡系統，突破校園望遠鏡的研究主題框架，此部份主要與師大天文與重力中心進行合作交流。

(2) 小行星：中央大學天文所統籌，約30高中學校一同加入IASC小行星的搜尋計畫，本校自2020年加入後至今持續參與。

(3) 系外行星：2022年加入清華大學臺灣天文聯合觀測網(TOP)，ExoClock的系外行星觀測計畫，也順利觀測成功許多的系外行星。

(三) 天文活動與地區推廣

1. 並自2022年起，嘗試到地區各國中到校進行觀星推廣，也因此發現需要相關的人力提供課程經驗與資源，但相關的計畫不易支持沒有KPI績效的後勤或是人事費用支援，111學年起申請本計畫，以提升較不容易被看見的知識軟實力，把教師的知識應用在各校的天文觀星推廣活動，到校辦理了幾個場次成效非

常的良好，我們更在2022年10月，把地區金湖國中20年未使用的傳統星象儀，再次打開讓學生們體驗類比的人造星空，也在2023年的10月第2次打開。

2. 至於天文科普推廣部分，本人自2016年起持續與臺中科博館合作，每年辦理多場專家科普演講及專業天文課程。至今與本計畫主持人合作的單位持續增加，例如師大天文與重力中心、清華大學天文台、鹿林天文台、臺北市立天文館、興大附中、台中一中等。
3. 每年5月的金天獎攝影比賽，自2023年起讓金門的學生參與，因此，如何讓學生提早得知訊息並能實際參與也是本計畫的重要任務。

(四)場域開放

1. 自112年11月起，每個週五晚間由計畫主持人主持天文台開放日活動(OPEN FriDay)，讓民眾或學生以輕鬆的心情，來參觀本校經營有成的天文設施。
2. 自112年12月1日起，本校與臺北市立天文館合作，架設全天域星空直播設備，讓本校的空域能與全世界分享。

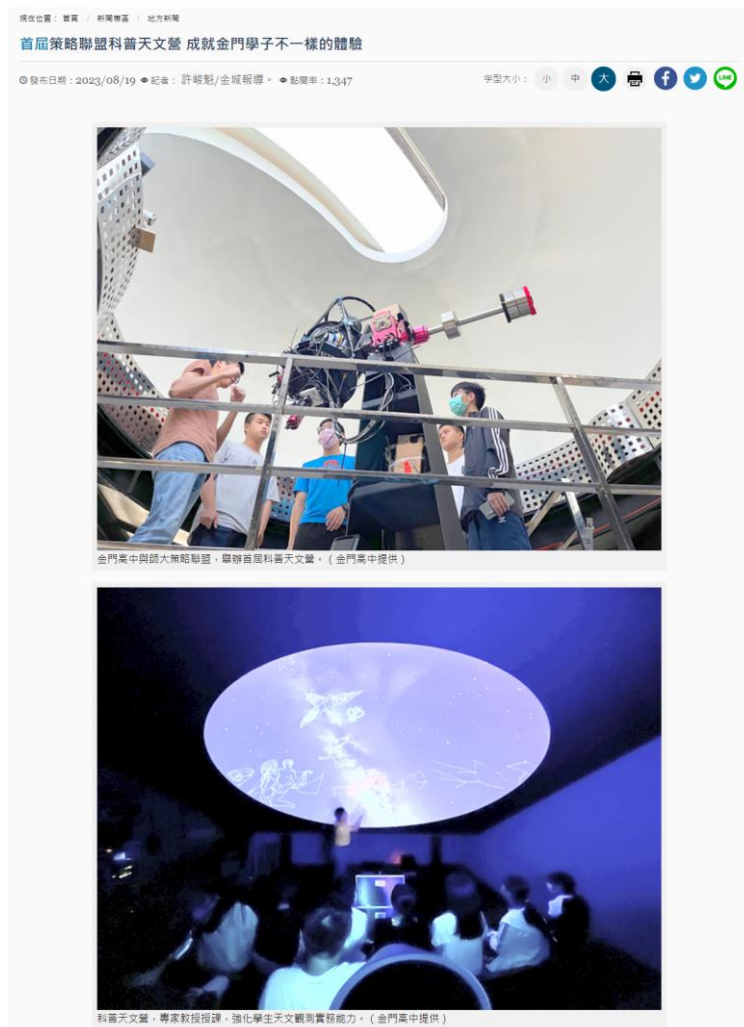
二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

- (一)本校地科教師亦於放開日活動會固定參與。
- (二)學校首長對於本人經營天文台與星象館全力支持。
- (三)科博館、台北天文館、中央、師大、清大設備與技術的支援。

三、研究方法

(一)天文課程部份

1. 策略聯盟科普天文營

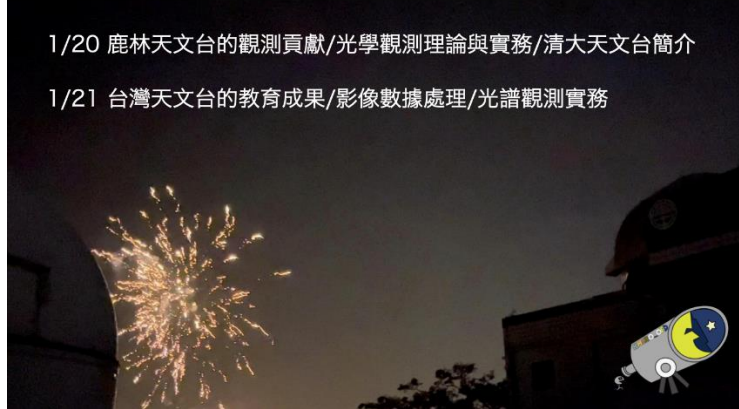


第一屆策略聯盟科普天文營由師大教授開場並講授行星知識後，由科博館與師大天文台兩位台長帶領觀測實務課程。晚上因天空狀況不佳，因此在頂樓認識天文台設備後，調整為星象館星空課程，認識主要亮星讓光譜觀測能有更好的基礎。第2日由科博館研究員開場並講授恆星光譜知識，晚餐後到頂樓拍攝天空光譜，並在夜晚雷雨包來之前拍攝到大角星光譜，作為課程題材，在下雨天的圓頂內教學別有一番風味。

2. 金門高中資優天文營

2024金門高中第5屆資優天文營

113年1月20日(星期六) 與 21日(星期日)，每日14:00-20:00



科博館與本校合作辦理的資優天文營，2020年起辦理第1屆，至2023年已辦理第4屆，將進入第5屆的活動。前科博館館長孫維新教授多次赴金門與學員互動。



2023年1月活動紀錄

3. 選修地球科學課程融入



(1) 前言：因應108課綱所強調之系統思考與問題解決能力，本計畫基於 Uri Wilensky 教授於 CCL（Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling）研發的可編程建模環境 NetLogo，設計一套適合高中生的系統思考課程模組。此模組選用金星溫室效應作為教學主題，以提升學生系統思考能力為主要目的，輔以培養學生地球科學中的天文知能。共有22位高中三年級學生參與此課程模組，為求精準評估此課程是否對於提升學生系統思考能力有顯著成效，本計畫採用混合研究法，前測與後測分別實施於課程開始前與結束後，題目內容則以授課主題金星溫室效應中的系統特徵為題材。測量工具包含概念圖分析，以及開放式問答題，並將上述質性資料轉換為量化資料以利進一步統計分析。

(2)在資料分析方面，本計畫綜合 Jacobson (2001) 與 Levy and Wilensky (2008) 所建構之系統思考框架，將系統思考的操作型定義歸納為以下類別：(a) 發現系統的因子；(b) 發現系統的因子關聯；(c) 解釋系統的回饋現象；(d) 解釋系統的機率性；(e) 解釋系統的非中心化特徵；(f) 解釋系統的動態特徵；(g) 解釋系統的非線性現象。基於此定義，本計畫之分析編碼表呈現如表1：

表1 系統思考前後測編碼表

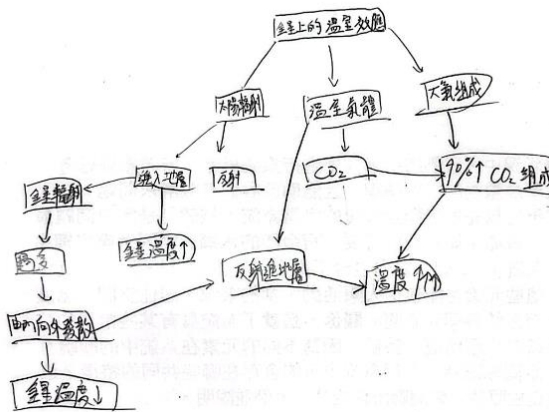
系統思考向度	
發現系統的因子	
發現系統的因子關聯	
解釋系統的回饋現象	
解釋系統的機率性	
解釋系統的非中心化特徵	
解釋系統的動態特徵	
解釋系統的非線性現象	
分數	說明
0	沒有提及任何因子
1	提及具象因子但沒提及抽象因子
2	提及具象因子與抽象因子
3	提及如何經由推理得知這些因子

(3) 量化研究結果顯示，除「解釋系統的非線性現象」外，參與課程的所有學生在後測之系統思考向度表現皆顯著高於前測。在各項數據當中，「發現系統的因子關聯」以及「解釋系統的非中心化特徵」為學生進步最明顯的向度，不只在樣本平均分數上有所提升（因子關聯由1.41進步至2.86；非中心化特徵由0.86進步至1.96），樣本標準差也有縮小的趨勢（因子關聯由0.73縮小至0.35；非中心化由0.71縮小至0.38）。此結果代表本計畫所設計之課程模組除能夠提升學生之系統思考能力外，在部分核心能力具有弭平學生程度差異的潛力。

系統思考向度	前後測	平均數	標準差	Z值
發現系統的因子	前測	1.41	0.59	3.41**
	後測	2.41	0.67	
發現系統的因子關聯	前測	1.41	0.73	3.82**
	後測	2.86	0.35	
解釋系統的回饋現象	前測	0.41	0.91	3.06**
	後測	1.32	1.13	
解釋系統的機率性	前測	0.14	0.47	3.29**
	後測	1.59	1.10	
解釋系統的非中心化特徵	前測	0.86	0.71	3.62**
	後測	1.96	0.38	
解釋系統的動態特徵	前測	0.14	0.47	2.37**
	後測	0.68	0.99	
解釋系統的非線性現象	前測	0.00	0.00	NaN
	後測	0.14	0.35	

**： p -value < 0.05；NaN：前測變異數為0

(4) 參與學生的進步除體現於量化數據，更在其繪製的概念圖上有明顯差異。圖1為某一課堂學生於前後測針對金星溫室效應作答之概念圖（上為前測，下為後測）。由圖1可見，此學生於前測繪製的概念圖中雖能發現部分存在於系統當中的因子與關聯，然缺乏了因子關聯之具體描述。在後測當中，此學生將概念圖拆解為三步驟，分別處理的因子的因果關係、較複雜的交互作用（如回饋作用），並系統地進行概念圖整理。



1. 影響金星溫室效應的因素，可能與地球上不太一樣。請依據你的認識，畫出「金星上的溫室效應」概念圖。
(可參考上面「地震與防災」的概念圖)

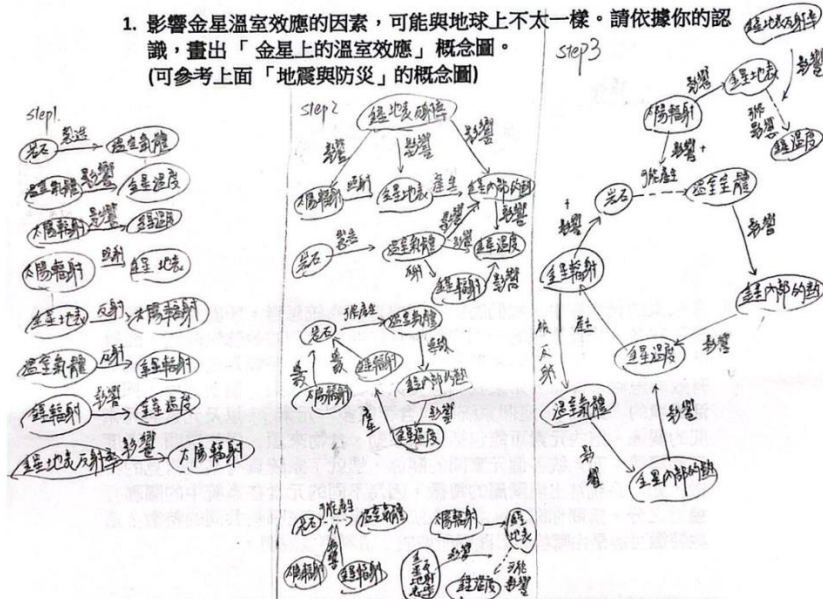


圖1 課堂某學生於前後測繪製的概念圖

(二)天文研究部份

1. ExoClock 系外行星觀測計畫

Observations on ExoClock - 4			
HAT-P-32b (LOW)	2023-11-28	0.06 ± 1.14	KMSH Observatory / C14HD / QSI-660 / Clear / 20.0
HAT-P-62b (LOW)	2023-12-11	-3.93 ± 1.87	KMSH Observatory / C14HD / QSI-660 / Clear / 30.0
TOI-3629b (LOW)	2023-12-09	4.49 ± 1.58	KMSH Observatory / C14HD / QSI-660 / Clear / 30.0
TOI-3714b (LOW)	2023-12-31	3.3 ± 1.31	KMSH Observatory / C14HD / QSI-660 / Clear / 40.0

Evaluation Report

Results

$R_p/R_s = 0.0873 \pm 0.0034$ (expected: 0.0942 ± 0.0019)
O-C = -3.93 ± 1.87 minutes

Quality check

Residuals STD (Standard Deviation) = 3.958 %
Based on your past observations, this is better than expected (6.105 %). Great!

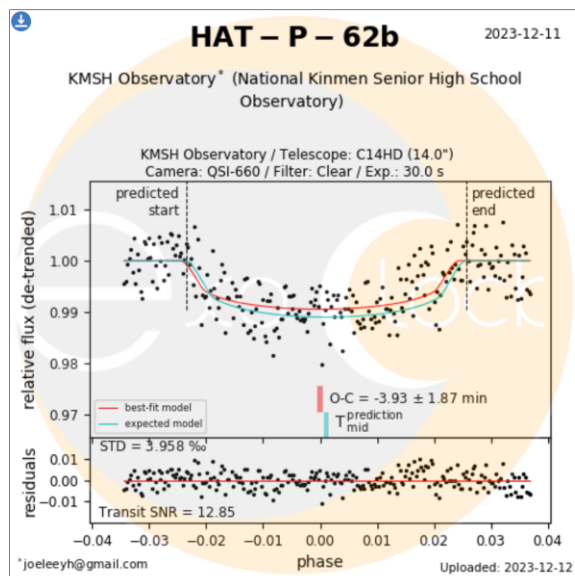
Diagnostics

Step 1: Transit SNR = 12.85
Transit SNR is good (strong detection of the transit)!
Step 2: R_p/R_s drift = -1.77σ
The R_p/R_s drift is good (R_p/R_s in good agreement with the literature)!
Step 3: AutoCorrelation = 0.155
The AutoCorrelation is good (no systematics in the data)!
Step 4: Shapiro test = 0.003
The Shapiro test is good (few or no outliers in the data)!

Tips to improve your results:

1. Check that you have given the correct inputs (Planet, Filter, Flux format, Time format).
2. Check the quality of your flat frames (should be close to the 2/3rds of the full well depth).
3. Remove manually any strong outliers.
4. Check different comparison stars and aperture sizes during your analysis. If you performed a meridian flip, try using comparison stars that are symmetrically distributed around the target.
5. Try the different de-trending methods (the quadratic de-trending should be used for the more difficult cases).
6. Remove data points from the start or the end of the observation if they seem to suffer from strong systematics.

Plots



本校已觀測多次成功的結果，HAT-P-62b 為其中一個範例

說明：臺灣天文聯合觀測網 (Taiwan astronomical Observation

collaboration Platform, TOP) 是由清華大學天文所賴詩萍教授所主持，目的在於召集台灣學術界、教育界、業餘天文界等觀測資源，進行聯合且有系統的觀測與資料處理。目前的主要觀測計畫是歐洲太空總署 (ESA) 的一子計畫 (ExoClock project)，透過紀錄系外行星掩星的精確時間，協助提高將在未來發射的太空望遠鏡 ARIEL 的觀測效率。(取自參考資料1)

2. IASC 小行星搜尋計畫

段考後本校辦理「校園望遠鏡觀測實務」活動。教師群輪番上陣針對小行星搜尋、測光與光譜觀測進行分享，活動中興大附中移地訓練同學也一同參與。因天候不佳晚上於星象館進行星導活動，最後移至頂樓測光與光譜望遠鏡的設備導覽，並利用天空打開的空檔拍攝恆星光譜。活動後興大附中同學繼續進行移地訓練課程，提升天文台操作專業知能。

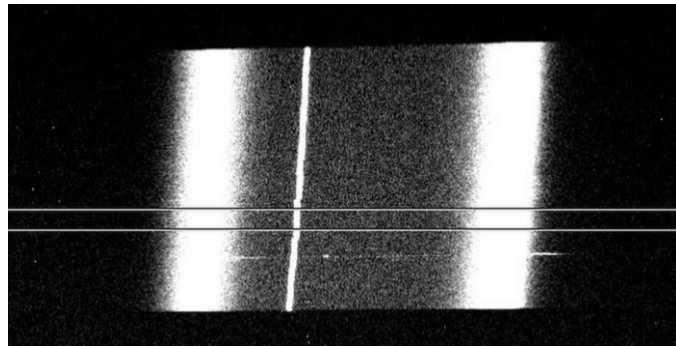
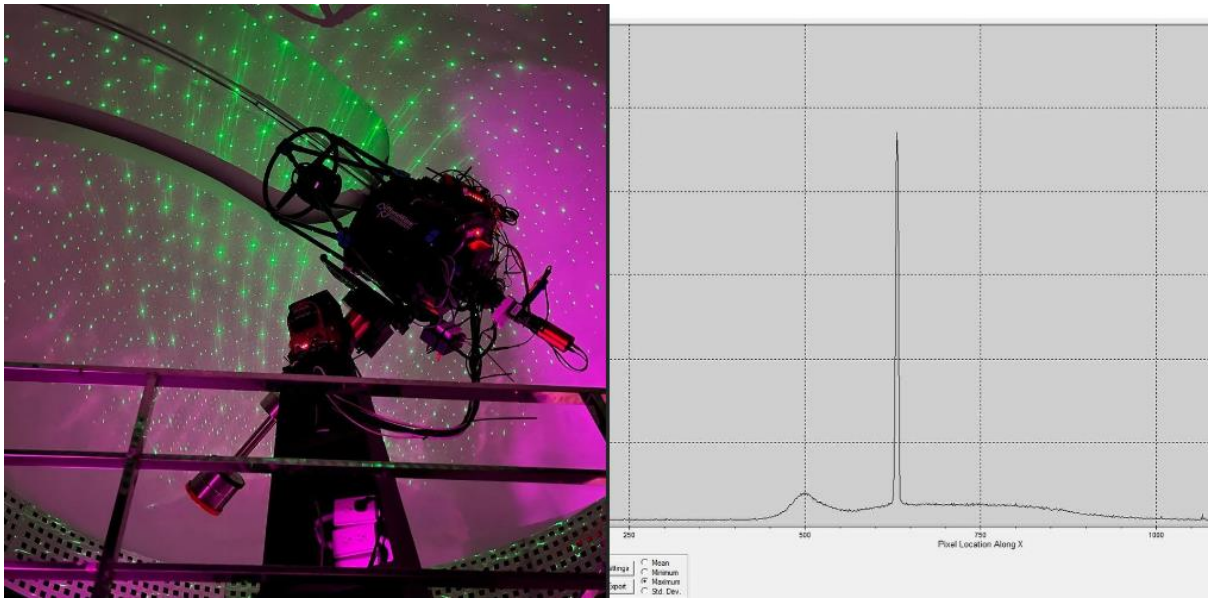
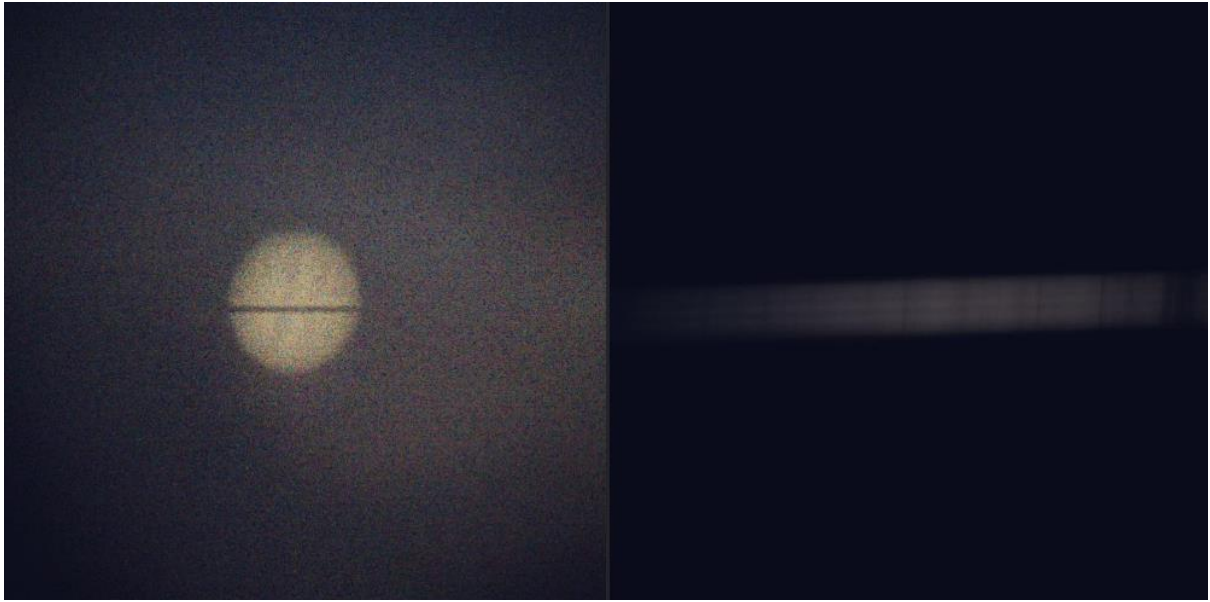


P11LLKw Y. Lee, P. Chang, N. Yang, T. Hsu
P11LLY6 Y. Lee, P. Chang, N. Yang, T. Hsu
P11LSDg Y. Lee, T. Hsu, P. Chang, N. Yang
P11LSy4 Y. Lee, P. Chang, N. Yang, T. Hsu

Kin Men Senior High	Taiwan	Preliminary	10/15/23	KMS0079
Kin Men Senior High	Taiwan	Preliminary	10/15/23	KMS0080
Kin Men Senior High	Taiwan	Preliminary	10/15/23	KMS0075
Kin Men Senior High	Taiwan	Preliminary	10/15/23	KMS0078

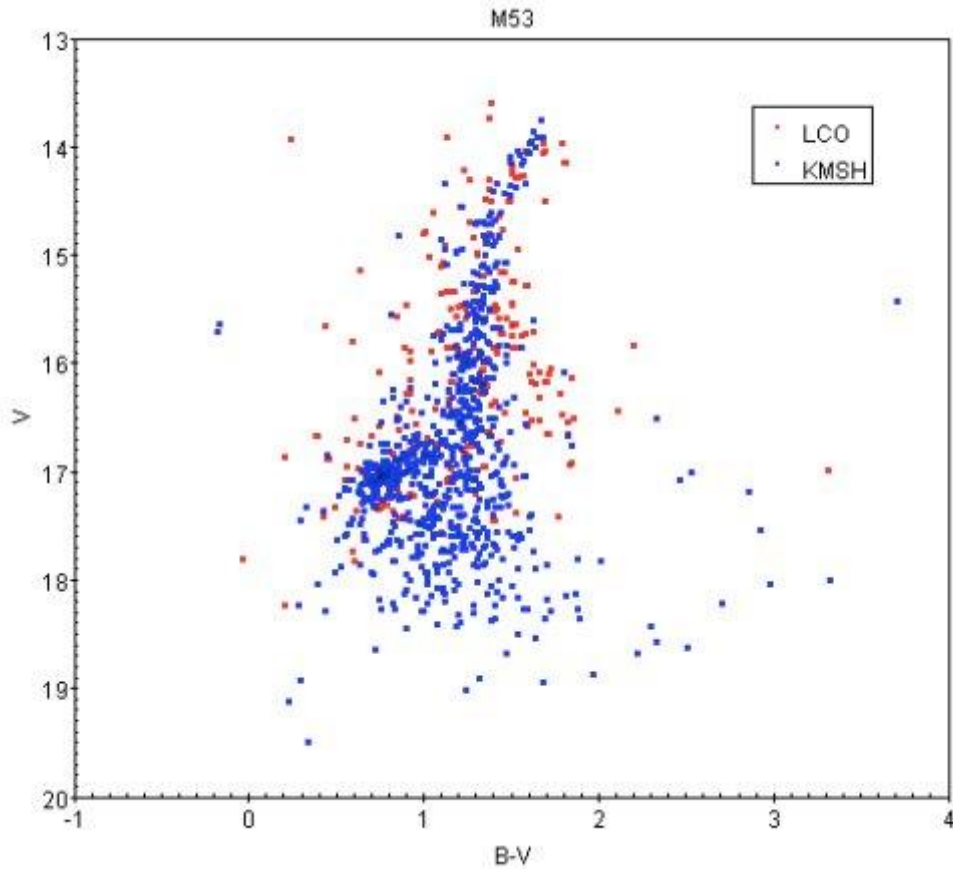
2022年10月本校找到4顆初步的結果(取自參考資料2)

3. 木星光譜的研究



光譜觀測的過程，資料持續觀測至2024年1月底，預計於期末報告呈現

4. 校園望遠鏡與 LCO 望遠鏡觀測判斷星團年齡



為了比較我們的分析方法用在 LCO 資料上是否可行，數據的可讀性與相似性等等，我們找了一個目標讓兩測站都可進行觀測，而由觀測結果分析可知，兩組數據是有一定的相似性，也就是說我們以相同的分析方式來處理南半球 LCO 的資料是可行的，且判讀出來的結果有一定的依據。

相關研究初步呈現於「中華民國第 62 屆中小學科學展覽會高級中等學校組地球與行星科學科作品說明書」，主題：利用校園望遠鏡與 LCO 所測得的星團星色星等圖求星團年齡。本組同學持續觀測並精進研究架構中，將繼續參與第 64 屆地區科展。

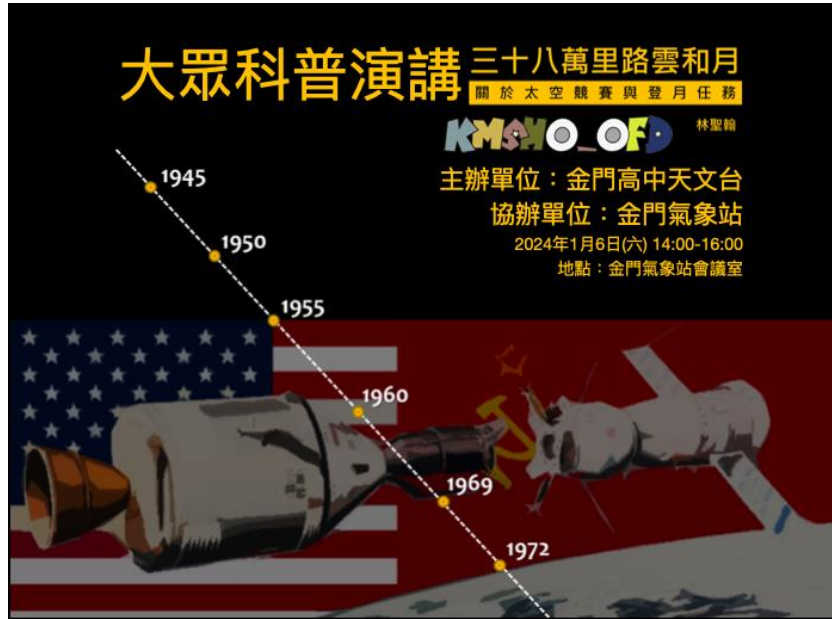
(三)天文推廣部份

1. 到校推廣



主持人至金湖國中介紹星象儀的簡單歷史演進，接著到星象館打開傳統的星象投影器。課程中把星象儀拆開，讓同學們看看特殊的點光源燈泡，同時也用這機會介紹行星運動在儀器上呈現的不同之處。活動最後帶同學們看看圓頂與折射式望遠鏡，讓參與的同學們初步了解校園中的天文設備。

2. 科普演講

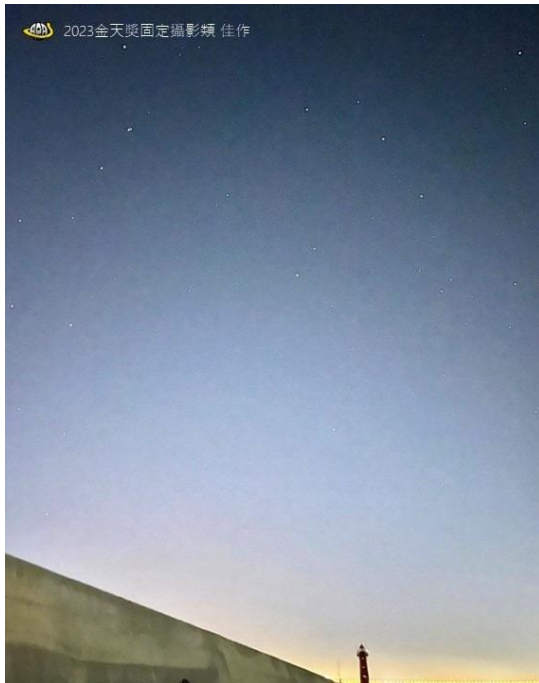


本校也經常把演講帶出校園，以上為在金門氣象站辦理的活動

3. 金天獎攝影比賽



2023年金天獎攝影比賽，本校同學榮各榮獲二等獎、三等獎與佳作。

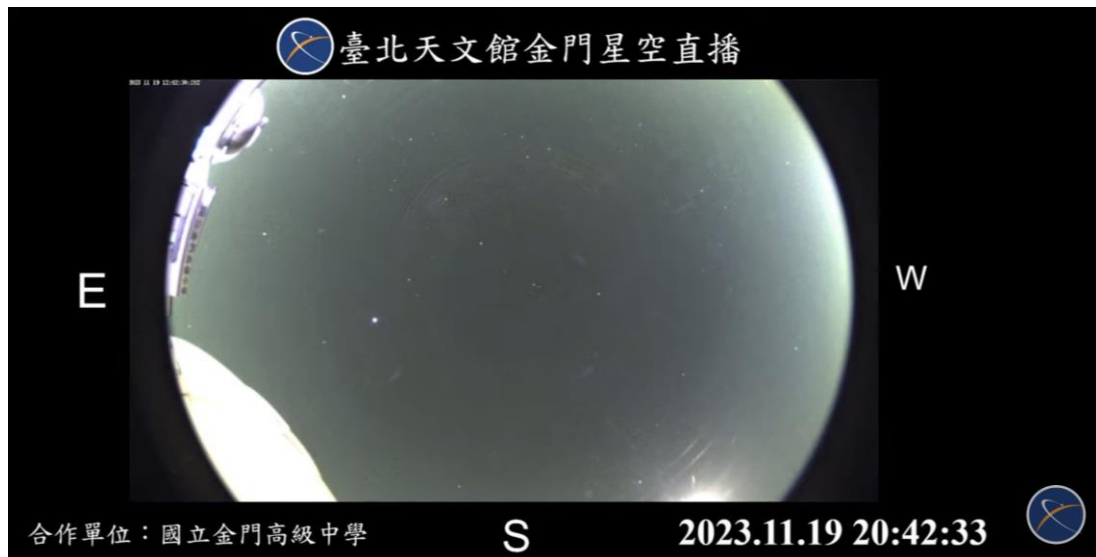


(四)開放日活動



活動說明：天文台開放日和參加民眾分享天文台建置過程，並在星象館播放捷克布爾諾 Hvězdárna a planetárium Brno 天文台授權本校可播放之影片 Incredible Sun。開放日沒有太多的天文學，讓天文台在平時觀測之餘，能有活潑的一面。





與臺北天文館合作的全天域星空直播讓全世界都能收看到本校星空



11月開放日



12月開放日

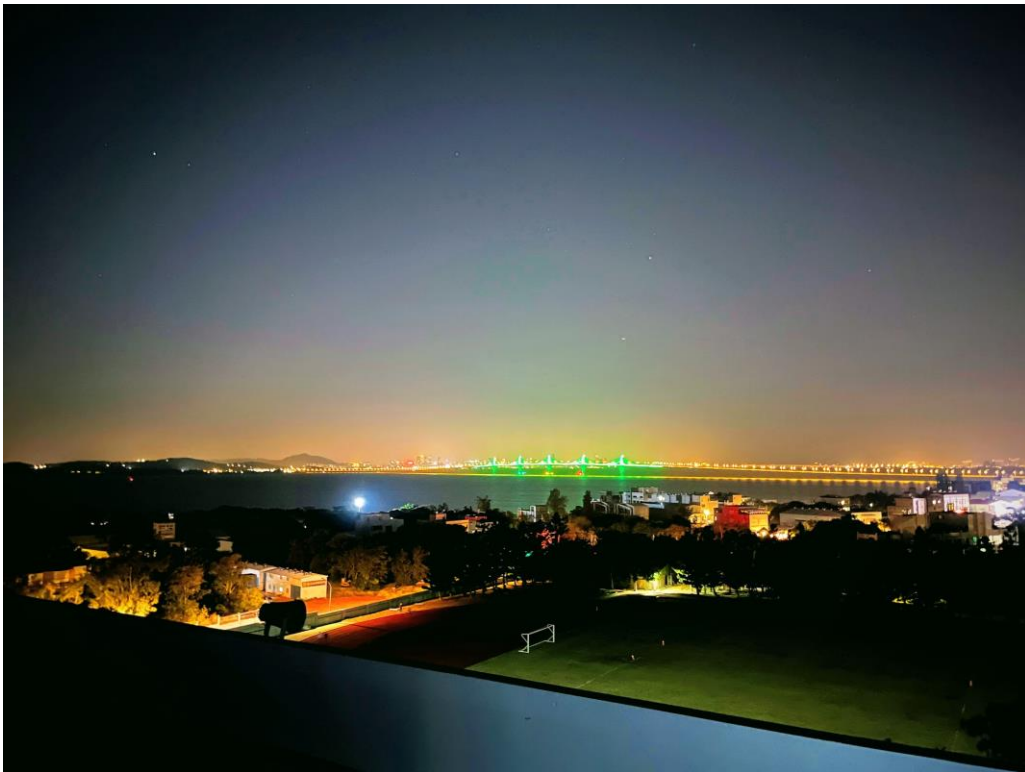
四、執行進度（請評估目前完成的百分比）

60%

五、預期成果

(一)科展2件：光譜主題1件，測光主題1件。

(二)IVSS 作品1件：主要利用金門大橋的反光來判斷雲高。



(三)小行星搜尋成果：完成50%

(四)開放日民眾肯定：每月持續開放天文台累積常態性質的活動，並維持本校全天域星空設備的妥善，讓本校空域持續分享出去。

六、檢討

- (一)主持人自112學年度起卸下行政職，目前直接的行政資源相對減少，因此也感謝中心的肯定讓本人計畫持續通過。目前為計畫主持人的身份下，相對之前擔任行政工作更能專注在天文的研究與推廣，至於活動的辦理部份影響也不大，主要是我們與師大的天文與重力中心還有科博館皆有彼此合作，支援人力來金門的經費能互相幫忙，加上因近年與夥伴學校已經有良好的互動，地區條件也受到肯定，重點的專業活動還是能持續辦理。
- (二)至於地區的普及開放日，就由主持人(李育賢老師)每個月辦理開放日與不定期的社區推廣，讓地區民眾有機會參觀天文台，也能獲得基本的天文科普的知識。活動本身對我而言最重要的是，能從活動中找到優良的同學，持續的讓我進行天文研究與觀測的夥伴們有持續的互動。
- (三)最後，本人持續努力是否有機會被企業單位肯定。因為天文台的經營有時候是需要穩定少量的經費支援，若能夠有企業單位能每年提供少量經費授權管理人員專用，本校的天文台在遇到如颱風、儀器故障但卻有時效性的觀測需求時，能夠不編列預算的情況下暫時解決問題。

七、參考資料

1. 臺灣天文聯合觀測網 (TOP)。 <https://nthuobs.phys.nthu.edu.tw/tw/top>
2. The International Astronomical Search Collaboration。
<http://iasc.cosmosearch.org/>

八、主要活動課表

(一)第一屆策略聯盟天文營

8/15(二)	時間	課程內容	講師
	13:50-14:00	報到	
	14:00-15:00	開場與簡介	李悅寧 師大天文與重力中心副主任
	15:00-16:00	木星與其衛星	曾瑋玲 師大地科系副教授
	16:00-17:00	天文觀測入門	黃國斌 科博館技術專員
	17:00-18:00	晚餐時間	
	18:00-19:00	觀測儀器操作介紹	許戎霆 師大地科系天文組研究生
	19:00-21:00	認識星空與夜間觀測	黃國斌 科博館技術專員
	21:00	賦歸	

8/16(三)	時間	課程內容	講師
	13:50-14:00	報到	
	14:00-15:00	恆星光譜	王斌威 科博館助理研究員
	15:00-16:00	測光原理	黃國斌 科博館技術專員
	16:00-17:00	光譜觀測	王嘉輝 師大天文台台長
	17:00-18:00	晚餐時間	
	18:00-20:00	光譜儀器操作介紹	王嘉輝 師大天文台台長
	20:00-21:00	夜間觀測	黃國斌 科博館技術專員
	21:00	賦歸	

(二)第五屆資優天文營

1/20(六)	時間	資優營課程內容	講師
	13:30-14:00	報到及準備	
	14:00-15:00	鹿林天文台的觀測貢獻	林宏欽 鹿林天文台台長
	15:00-17:00	光學觀測知識	鄭宇棋 師大物理系
	17:00-18:00	晚餐時間	
	18:00-19:00	清大天文台簡介	賴詩萍 清華大學天文所教授
	19:00-20:00	夜間觀測	葉庭碩 台中一中天文台台長
	20:00	賦歸	

1/21(日)	時間	資優營課程內容	講師
	13:30-14:00	報到及準備	
	14:00-15:00	天文台的教育成果	賴詩萍 清華大學天文所教授
	15:00-17:00	影像數據處理	鄭宇棋 師大物理系
	17:00-18:00	晚餐時間	
	18:00-19:00	光譜觀測	葉庭碩 台中一中天文台台長
	19:00-20:00	夜間觀測	林宏欽 鹿林天文台台長
	20:00	賦歸	

註：李育賢老師與科博館黃國斌技術專員為計畫人員，全程協助活動事宜。

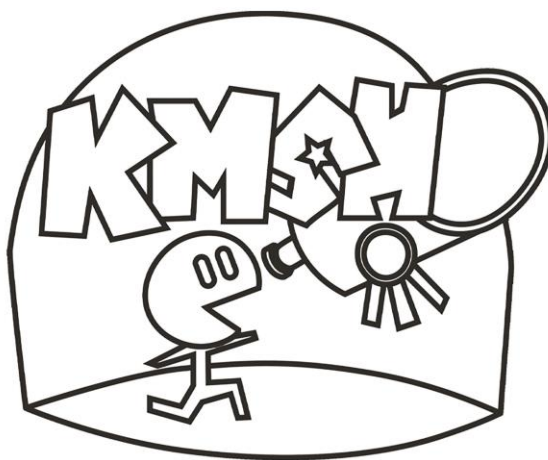
九、後記



臺灣大學郭鴻基教授、中央大學林沛練教授
於2023年12月14日至本站參訪

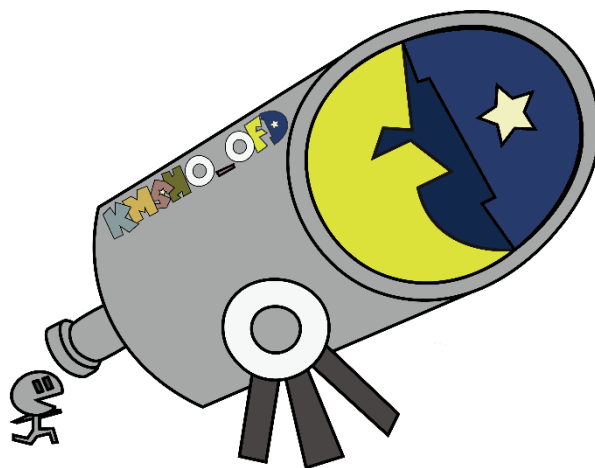


2018年 IESO 國手至金門培訓



kmsobservatory

天文台主題 LOGO



開放日主題 LOGO