

B.教育部補助大專校院延攬國際頂尖人才執行績效報告

一、基本資料

計畫核定年度	107 年		
報告年度	109 年（第二年）		
學校名稱及聘任系所	國立清華大學 天文研究所	學門 領域	理學
玉山（青年）學者姓名	Andrew Cooper	職稱	助理教授
聘任方式	<input type="checkbox"/> 玉山學者 <input type="checkbox"/> 專任教師（含編制內專任教師及編制外專案教師） <input type="checkbox"/> 短期交流（實際在校服務期間： ） （備註：短期交流者請填寫詳細在校時間） <input checked="" type="checkbox"/> 玉山青年學者		
經費執行期間	109 年 3 月 7 日 至 110 年 3 月 6 日		
聯絡人	單位：天文所 職稱及姓名：助理教授/Andrew Cooper 聯絡電話：03-5742558 傳 真：03-5742499 電子信箱：apcooper@gapp.nthu.edu.tw		

二、執行情形

(一) 玉山(青年)學者工作項目及內容(如教學工作或研究計畫等)

1. The Dark Energy Spectroscopic Instrument Milky Way Survey

本計畫主持人(以下稱 PI)今年繼續擔任大型國際合作計畫 The Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI, 譯為「暗能量光譜儀」)的共同主席(co-chair)。2020年3月到2020年11月期間,基特峰國家天文台(Kitt Peak National Observatory)因COVID-19而關閉,DESI計畫因此延宕。所幸調查驗證觀測已於2020年12月重新啟動。目前計畫將於2021年6月/7月開始為期5年的科學研究計畫。在本期間,PI以其經驗豐富,獲選為負責調查驗證計畫的25名觀察科學家之一。今明兩年PI將帶領博士班學生進行相關研究工作(請參見第三大點的績效說明)。

PI第一、二年的工作主要集中在DESI的前置規劃和準備,包括電腦模擬以及其他支援DESI的相關研究計畫。詳細內容已詳述於第一年的報告中,於此不多加贅述。PI與其指導學生將在第三年繼續進行上述計畫。其中PI、一名博士生與一名大學部學生將深入分析第一批DESI光譜數值。同時,PI、一名博士生、一名碩士生與一名大學部學生將利用DESI Legacy Imaging Survey的數值進行其他研究計畫。

2. 學生指導工作

PI的研究團隊目前有6名學生,他們加入的時間與研究主題是:

- 1) 本國博士生(2019年8月),DESI Legacy Imaging Survey中的矮星系;
- 2) 外籍(印度)博士生(2020年9月),DESI Milky Way Survey中的銀河結構;
- 3) 本國碩士生(2020年2月),矮星系形成理論;
- 4) 本國大學生(2020年2月),DESI Legacy Imaging Survey中大質量星系的內部結構;
- 5) 外籍(馬來西亞)大學生(2020年2月),分析DESI Milky Way survey的第一批光譜資料;
- 6) 本國大學生(2021年2月),監控並預測清大物理天文台的夜空狀況;

3. 教學

PI於本報告期間,在清大開設以下課程:

- 1) 研究所宇宙論 (ASTR610, autumn 2020)
- 2) 研究所星系天文學 (ASTR530, spring 2021)

4. 在清華大學的合作計畫

1) 天文資訊與計算中心

(The Centre for Informatics and Computation in Astronomy, CICA)

天文資訊與計算中心 (CICA) 隸屬於教育部的深耕計畫資助的清大國際競爭重點領域人才培養計畫。作為 CICA 的一部分，天文所於清大建立了 CICA cluster 電腦叢集(一種專門用於天文學的中型高性能計算設備)。CICA cluster 電腦叢集開放給天文所所有的教授、博士後研究員和學生使用。

PI 在本報告期間完成了 CICA cluster 電腦叢集第二階段的建置。於 9/20 完成招標，並於 11/20 完成安裝。本次升級後，CICA 已然是台灣功能最多、效能最強大的內部 HPC 天文設備。

三、績效說明

(一) 預期達成目標 (含質化或量化績效目標)

1. 研究目標

PI 的玉山青年學者計畫有三大主題目標：

- 利用 DESI-MW 光譜研究銀河系的歷史和結構，並改善星系形成的理論模型；
- 開發新技術以比較基於高精度的銀河系光譜及基於其他星系影像資料的觀測發現；
- 通過對 The DESI Legacy imaging survey 等大型巡天資料的分析結果，對低質量星系形成的理論做出限制及修正。

2. 其他與玉山計畫相關的衍生目標

- 幫助提升清大和玉山計畫的國際能見度 (譬如經由在國際、國內會議上的發表等)；
- 吸引學生參與本計畫資助的研究，幫助提升校內的研究和教學工作品質；
- 在國內天文學界發揮積極作用 (如經由研究合作和協調未來的大型計畫)；
- 提供可促進玉山計畫運作和未來發展的反饋

(二) 執行績效及目標達成情形說明 (請說明達到量化或質化之具體成果與績效、對學校發展之具體助益等)

1. The Dark Energy Spectroscopic Instrument

DESI 計畫在 2020 年 3 月展開巡天前的小規模的觀測，並於 2020 年 9 月進行完整巡天觀測。因應 COVID-19 爆發，美國自 2020 年 2 月至 12 月關閉亞利桑那州 KPNO 天文台和位於柏克萊的 DESI 相關設施。

儘管在此期間無法進行觀察，但是大部分的研究準備工作並沒有間斷，且自 2020 年 12 月恢復觀測以來，已經有了快速的進展，預計在 2021 年 6 月、7 月即可開始進行為期 5 年的巡天計畫。該儀器設備目前運作情況非常良好，由 PI 聯席主持的 The Milky Way working group 現在已經取得了 20,000 多個恆星光譜。PI 和他的團隊現在正在忙於分析這些資料。

PI 在美國天文學會的第 237 屆年會 (AAS; 由於 COVID-19 而遠距舉行) 專門針對 DESI 計畫的特別會議上介紹了 DESI Milky Way Survey。AAS 年會是世界上最大且備受矚目的年度天文會議，PI 是合作團隊本次選出的 6 位會議代表之一，會議主題包括儀器設備，調測，數據品質，和影像數據的初期分析。除了講者以外，共有 65 人參與 DESI 會議，人數遠超過一般的 AAS 特別會議，會後並進行了積極的討論。PI 並在其演講的標題投影片上重點強調了玉山計畫和教育部的支持。

2. 其他研究成果

PI 共同撰寫了以下論文，本論文的第一作者是在中央研究院天文及天文物理研究所工作的清大學生，另外 PI 的一位大學部學生 (4，請參照二之(一)之 2「學生指導工作」的說明編號) 也有參與。PI 指導第一作者宇宙模擬的用法，並為本論文做出了重大貢獻。

Huang, Y.-H.; Hirashita, H.; Hsu, Y.-H., Lin, Y.-T.; Nelson, D.; **Cooper, A.P.**, *Evolution of the grain size distribution in Milky Way-like galaxies in post-processed IllustrisTNG simulations*, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 501, 1, February 2021

3. 對學校發展與玉山學者計畫之具體助益

1) 代表參與國際與國內研討會

國際研討會（海外）

- 受邀講者（Invited presentation）, *Special Session — Dark Energy Spectroscopic Instrument（DESI）: On Sky, 237th Annual Meeting of the American Astronomical Society*, virtual meeting（2020/10/10 – 2020/10/15）

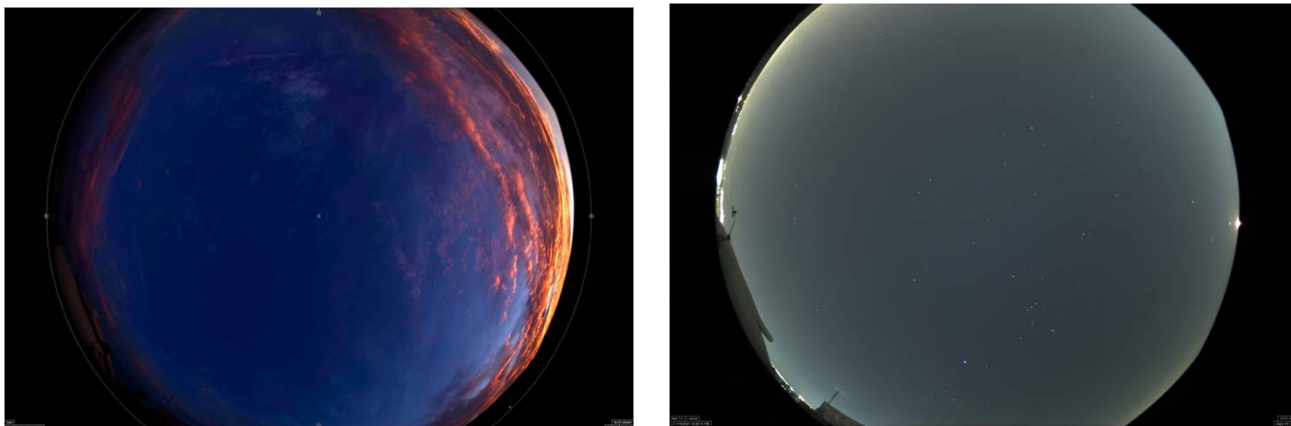
國際研討會（國內）與座談會

- 會議主席（workshop summary）, NCTS Workshop Multiscale Feedback on Galaxy Evolution, 國立清華大學（2020/10/20 – 2020/10/22）

2) 對推廣玉山計畫的貢獻與對其運作的回饋

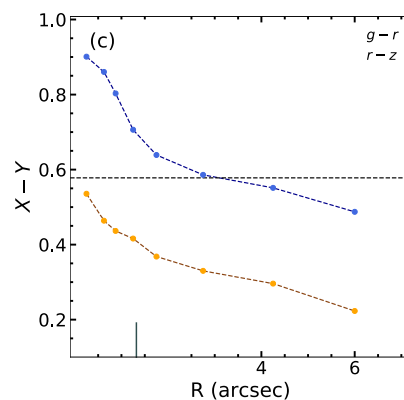
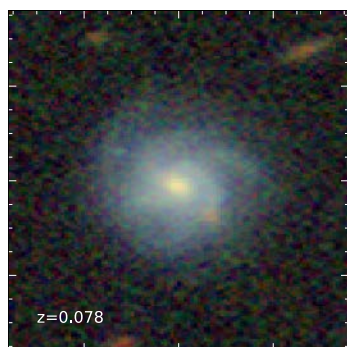
PI 參加了由 HEEACT 主辦的成員交流和意見回饋活動（11/2020）。這是獲獎者分享玉山計畫經驗的絕佳機會。其中 HEEACT 與教育部的高層能親自參與此次活動並與獲獎者討論實際問題，PI 更是受益匪淺。獲獎們建議透過各種方式（如支援設備採購與支付技術人員/行政人員薪資等），提升玉山研究經費的靈活性與實用性。同時也建議舉辦各類活動，以促進獲獎者與玉山計畫管理與規劃人員之間的交流。

(三) 照片



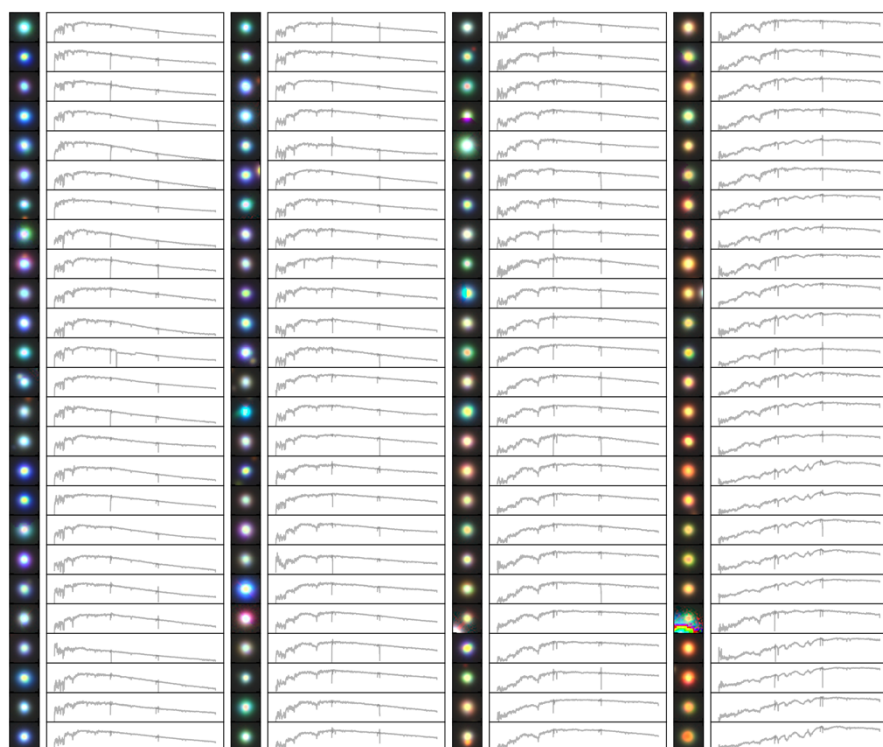
圖一：清大天文台全天候監控照相機拍攝的照片。

PI 以玉山青年學者經費資助一名大學部學生開發利用這些照片即時自動監控觀察條件的軟體。這些照片公開刊載在天文台網頁上，提供社會大眾參考。



圖二： DESI Legacy Imaging Survey 中遠方星系的照片（左圖）。

在該巡天計畫中，PI 的博士班學生已測量了 25 萬個星系的數據，以了解亮度（中圖）與顏色（右圖）從內到外如何變化。這些剖面圖中包含了星系形成的重要資訊。



圖三：在 2021 年 2 月使用暗能量光譜儀（DESI）進行的測試觀測中，從大約 30 萬個觀測中隨機選擇了 100 個恆星光譜。每個光譜旁都標示了該恆星的圖像。

光譜表明了恆星在數千種不同波長下的亮度。藍色星的光譜在短波長下最高（左圖），紅色星的光譜在長波長下最高（右圖）。每個光譜的細部形狀，特別是小傾角和清晰的垂直線特徵，揭示了恆星的溫度化學性質。DESI 將收集其中約 800 萬個觀測值。PI 的研究團隊是負責分析這些觀察結果的團隊的一部分。