

## 一、基本資料

1

## 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)

#### 2.1.1 研究與教學計畫

##### 2.1.1.1 *The Dark Energy Spectroscopic Instrument Milky Way Survey*

本計畫主持人(以下稱 PI)為大型國際合作計畫 The Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI, 譯為「暗能量光譜儀」)的成員,這是一個由 500 位科學家及工程師共同建造,可在近 7000 個個別波長同時觀測 5000 顆恆星與星系的高效率、大視野的多目標光譜儀。預計將從 2021 年起,使用本儀器結合位於美國亞利桑那州基特峰的 Mayall 4 公尺望遠鏡,全時間進行長達 5 年的巡天計畫。此巡天計畫將取得本銀河系中 1000 萬顆恆星以及 4000 萬個河外星系的光纖光譜。研究成果將會是一張革命性的宇宙新 3D 地圖,將用於測試“暗能量”和“暗物質”理論。該研究計畫的前置工作已於 2019 年 11 月完成。PI 同時為 DESI 計畫下 Milky Way Survey Working Group (DESI-MWS) 工作群組的共同主席(co-chair)。該組專責計劃與分析 DESI 巡天資料中,隸屬銀河系的 1000 萬顆恆星。這筆資料將成為此類計畫中迄今規模最大的。我們預計 DESI-MWS 將在銀河最遙遠的地帶發現新結構,增進我們對銀河歷史的了解。我們也將對銀河系中暗物質的分佈進行更新、更精確的量測,更進一步釐清暗物質的性質。PI 在第一年和第二年期間的工作重點是前置規劃和準備,包括電腦模擬以及其他支援 DESI 的相關研究計畫。PI 正在進行一個大型數值模擬計畫(使用 CICA Cluster,請詳見下文),以進一步了解如何利用 DESI 的觀測資料來研究銀河碰撞歷史的性質。作為 DESI 巡天相關工作的一部分,適當的數值模型將產生模擬未來 DESI 巡天觀測的數據,提供其他合作夥伴進行分析,協助 DESI 進行巡天策略調整。PI 也參與 DESI 內部其他工作群組的合作計畫,以及與 DESI Legacy Survey 相關計畫。

##### 2.1.1.2 *天文學與計算中心(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。天文所全體教師(包括 PI)於 2019 年共同提出 CICA。該計畫的目標是建立一個天文計算培訓與研究的卓越中心。實現該目標的關鍵步驟是建立高性能資料分析中心 CICA cluster 電腦叢集(由清大清華實驗室託管)。CICA 的首筆資金已於 2019 年中完備,並在 2019 年 12 月完成了 CICA cluster 的第一階段的建置。

PI 得以把之前長期使用全球具領先地位的天文物理研究用計算叢集(位於英國 Durham University 的 COSMA centre)所累積的八年直接相關工作經驗,貢獻於 CICA cluster 的使用與管理工作。PI 也使用 CICA cluster 進行自己的研究(包括玉山青年學者研究計畫)。CICA cluster 也自然成為 PI 與清大天文所及台灣其他研究人員合作的聚焦之處。

## 三、績效說明

### 3.1 目標

#### 3.1.1 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。

#### 3.1.2. 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（例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

### 3.2 研究成果

#### 3.2.1 *The Dark Energy Spectroscopic Instrument*

DESI 儀器的建置已於 2019 年 8 月完成，並於 2019 年 11 月安裝於望遠鏡。經費初始時，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 月起關閉亞利桑那州 KPNO 天文台和位於柏克萊的 DESI 相關設施。在撰寫本報告時，Mayall 4 公尺望遠鏡仍處於關閉狀態，COVID-19 疫情在亞利桑那州持續惡化，使得 DESI 前置的小規模觀測至少將推遲至 2020 年 11 月。就目前預測的最差狀況來說，DESI 完整的巡天觀測將至少延後至 2021 年 2 月，首批科學論文會推遲至 2021 年春季發表，然大部分的準備工作仍持續進行。DESI 將延後啟動，但這意味科學團隊能在巡天資料來臨時有更好的準備。

2020 年 3 月，PI 因為「以表彰其對亮星系及銀河系科學的傑出貢獻」，被 DESI 團隊授予“Builder”的榮譽位階<sup>1</sup>。

---

<sup>1</sup> <https://www.desi.lbl.gov/desi-builders/>

在擔任 DESI-MWS 小組主席的工作裡，PI 也有充分的機會在與美英歐各地同事互動的同時，積極行銷國立清華大學和臺灣。相關互動有助於為互動的同時，積極行銷國立清華大學和臺灣的國際形象。相關互動有助於為 PI 和臺灣在 2025 年後以 DESI 進行的新世代銀河系巡天計畫中爭取更大的發揮空間。另外，PI 和 DESI 同仁共同撰寫了一份美國天文學會的“十年巡天計畫”白皮書<sup>2</sup>，言明此類計畫應被美國的未來研究經費優先考慮的原委。

### 3.3 對學校發展與玉山學者計畫之具體助益

#### 3.3.1 代表參與國際與國內研討會

##### 國際研討會（海外）

- 受邀講者（**Invited conference summary talk**）, *Light In The Suburbs: Structure and Chemodynamics of Galaxy Halos*, Sexten Centre for Astrophysics, Italy (2019/06/09 – 2019/06/14);
- 分組主持人（**Session organizer and chair**）, *Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI) Collaboration Meeting*, Lawrence Berkeley National Lab, CA, USA (2019/07/07 – 2019/07/14);
- 分組主持人（**Session organizer and chair**）, *Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI) Collaboration Meeting*, NSF OIR Lab / University of Arizona, Tucson, AZ, USA (2020/03/09 – 2020/03/13);

##### 國際研討會（國內）與座談會

- 受邀講者，2019台灣天文年會，台中自然科學博物館（2020/5/17 – 2020/5/19）；
- 受邀講者，Galaxy Formation and Evolution Across Cosmic Time，台北中央研究院天文及天文物理研究所（2019/12/9 – 2019/12/11）；
- 受邀講者，台灣物理年會，國立屏東大學（2020/2/5 – 2020/2/7）；
- 受邀獎者，國立師範大學地球科學系（2020/5/19）

---

<sup>2</sup> <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019BAAS...51c.489D/abstract>

### 3.3.2 在清大天文研究所的研究與教學發展

玉山經費對於 PI 來說仍然至關重要，它支持了以研究為主導的教學活動（包括 PI 團隊中的學生薪資、國內差旅費和其他雜費）以及重要的行政助理資源。

如上所述，PI 將自己的時間和玉山經費，投入了以下清大的研究與教學計畫：

- 在清大天文所合作建立了一個研究計算叢集，作為新成立的 CICA 的核心項目。PI 是負責管理該叢集的三位教授之一，天文所的成員及學生都可以使用該叢集。玉山經費增加了該叢集的存儲空間，以滿足 PI 的研究需求。
- 更新了擁有 19 個全新高性能桌面工作站的天文所電腦教室，以支援計算和觀測天文學課程的教學。
- 在清大物理系天文台安裝了全天候監控攝像機，以幫助安排學生的觀察時間，制定大學部學生的觀測計畫並強化大眾科學普及教育。

### 3.3.3 對推廣玉山計畫的貢獻與對其運作的回饋

2019 年 4 月，PI 受教育部邀請參加玉山計畫首批學者的新聞發布會。在後續媒體報導中，重點介紹了 PI 對台灣研究與教學環境獨特魅力的意見<sup>3</sup>。

PI 是 HEEACT 製作的宣傳影片中介紹的三位玉山學者之一。PI、他的學生和同事們都在影片中出現，介紹了他們在 DESI 計畫和清大天文台的工作，並向潛在申請人介紹了該計畫的優點<sup>4</sup>。

---

<sup>3</sup> <https://news.ltn.com.tw/news/life/paper/1284406>

<sup>4</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=7-S6mz4bM64>

### (三) 照片



圖 1: 在財團法人高等教育評鑑中心基金會 (HEEACT) 的影片中宣傳玉山計畫與國立清華大學 (2019/08)



圖 2: 在 Kitt Peak 天文台 使用 DESI 與 Mayall 4 公尺望遠鏡觀測 (美國亞利桑那州, 2020/03)



圖 3: 位於清大實驗室的 The CICA cluster (第一階段, 2019/12)

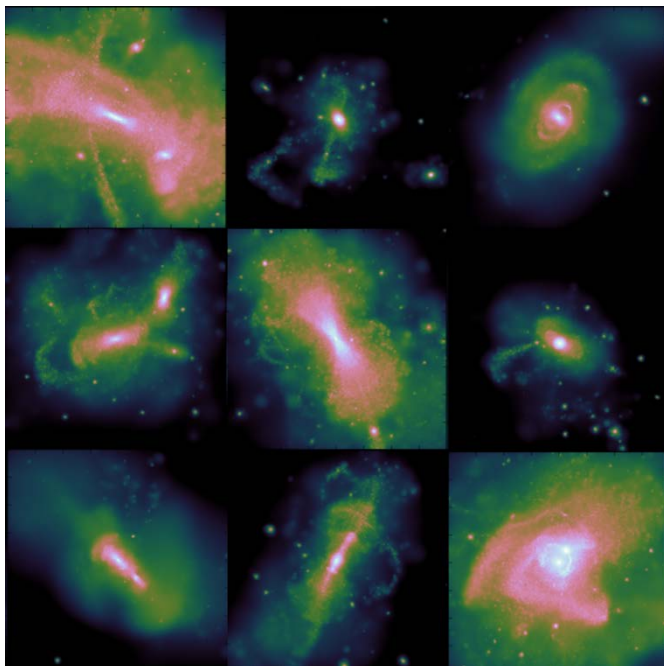


圖 4: PI 以 CICA cluster 完成的星系互相合併數值模擬的示例 (共九格)。每一格中心的白色區域代表一個性質類似銀河系的星系。星系周圍的瀰漫物質是從共伴的較小星系中剝離而來，目前諸如由 DESI 執行的天文觀測已有足夠的靈敏度可以探測到這些物質。這類的觀測資料能可用來測試產生數值模擬的理論模型的正确性。