國立陽明交通大學

NATIONAL YANG MING CHIAO TUNG UNIVERSITY

出國報告：□A 類、學研訪問

■B 類、出國短期研究

□C 類、國際會議

京都大學短期交換成果報告書

服務機關：國立陽明交通大學電子物理系所
姓名職稱：陳珮榕 碩士生
派赴國家：日本 京都府
出國期間：**111.09.12～111.12.11**
報告日期：**111.12.11**（報告繳交日）

摘要

成立於1897年的京都大學是國際科學首屈一指的研究機構之一，坐擁頂尖的實驗環境以及傑出的學者，被譽為諾貝爾獎的搖籃。高教深耕計畫以「連結在地、接軌國際及迎向未來」為主軸，提供碩士生在學期間赴國外進行移地研究，藉此促成與世界一流研究機構之交流。本次移地研究計畫與京都大學 Prof. Noriaki Takagi 合作，透過掃描穿隧顯微鏡之相關技術，探討聲子於層狀材料間的特性，藉此釐清維度縮減對於強關聯系統的影像。

目次

一、目的.....1

二、過程.....2

三、心得及建議.....3

本文

一、目的

本次出國移地研究為期90天（2022/09/12-2022/12/11)，進行實驗的地點於日本京都大學 Prof. Noriaki Takagi 的實驗室。Prof. Noriaki Takagi 國際上以掃描隧道顯微鏡 (STM) 結合非彈性電子隧道光譜（IETS) 研究層狀量子材料特性的專家，此次研究主要目的有二：

(一)強關聯電子系統是凝態物理學中有趣的領域之一。超導態的形成和電荷密度波的展現是強關聯電子系統的最好例子。然而，當維度下降時，對稱性破缺和邊界條件的變化可能對量子現象產生影響。因此，了解具有獨特各向異性的晶體結構、電子組態是我們探索降低維度如何影響強關聯系統的平台。

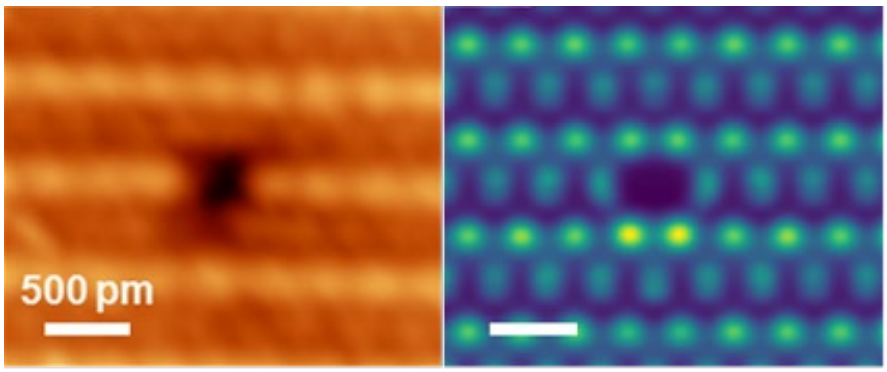
(二)聲子在強關聯電子系統中扮演著舉足輕重的角色。聲子為我們提供了理解超越量子相變機制的必要資訊，例如：從電荷密度波到超導或從平凡態到拓撲態。到目前為止，層狀材料的聲子特性主要是通過拉曼光譜研究的。然而，局域的聲子特性依然難以解析。因此，需要另一種方法來釐清層狀量子材料中的電子與聲子交互作用的問題。

本次移地研究計劃旨在通過結合掃描隧道顯微鏡與非彈性電子隧道譜揭示層狀量子材料的聲子特性。一旦我們可以將 STM-IETS 整合技術應用於層狀量子材料，我們就有機會能窺探量子材料上任何局部結構的聲子特性。此技術可以幫助我們了解任何特定聲子模式的起源，並找到與量子特性的相關性。

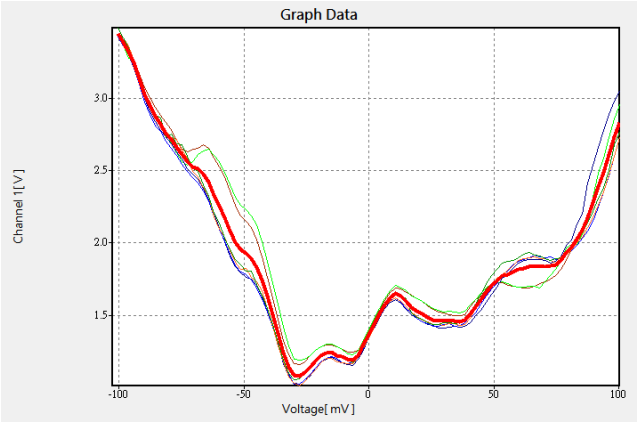
二、 過程

2022年9月12日順利抵達日本京都大學 Prof. Noriaki Takagi 的實驗室，隔天與 Prof. Takagi 進行實驗規劃的討論。9/14至9/17進行實驗樣品製作，以及實驗器材的準備。9/18到9/22至沖繩參與研討會，The 4th Asia-Pacific Symposium on solid surface(APSSS-4)，進行學術交流。設計完所有實驗的流程以後，再來進行實驗儀器的架設，由於需要將儀器抽真空至超高真空 ($1x10^{-10}$torr) 的狀態，此過程就需要花費至少5個 工作天的時間，也反覆確認儀器使用的狀況，因此在架設儀器上面花了較多的時間。

過程當中也有遇到一些設計不良的部分，因此需要排錯，嘗試改良，花了一個禮拜的時間去解決問題。問題都解決完了之後，就是實驗的量測與分析，實驗的結果如附圖，礙於三個月的時限，無法獲得完整的實驗結果，因此也花了一些與 Prof. Noriaki Takagi 討論結果，以及若未來還有機會，希望有學生能夠繼續完成這項深入的研究。



實驗成果：原子解析度影像與非中心對稱電荷分布



實驗成果：非彈性電子隧道能譜圖

三、心得及建議

（一）心得

在疫情期間進行國際學術交流實屬不易，本次移地研究從航班規劃，出入境資料準備以及住宿地點的尋找都較非疫情期間來得繁瑣。非常感謝高教深耕計畫提供獎學金支持與補助博士生前往國際一流的研究機構進行學術研究。很慶幸這次的行程很順利，在京都大學不只能操作先進的實驗機台，更有機會世界頂尖大學的學者切磋與交流，對於一直在台灣受教育的學生來說受益良多。相信在疫情趨緩的未來，會有更多機會與管道提供台灣博士生站上國際學術的舞台。

（二）建議

1.由於時間有限，尚有許多值得深入探討的議題無法逐一研究，建議時間可以延長至3~6個月，讓主題能有更完整的詮釋。

2.學生的經費補助能夠提高。

3.希望能為學生提供住宿，此次遇到的困境是使用訂房網站訂房，但可能會被其他旅遊客人訂走，因此需要一直搬遷，造成生活上的不方便。