



中研院訊

Academia Sinica Newsletter



第1729期 | 2020年12月03日發行



Humanities and
Social Sciences

Mathematics and
Physical Sciences

Life Sciences

本期目錄

當期焦點

- 01 讓巨量資料更智慧！150位專家學者齊聚談數位人文的下個十年
- 05 更懂阿茲海默症！研究揪出疾病惡化的蛋白質幫兇
- 08 中研院破解植物「遺傳訊息」關鍵密碼，基因圖譜再改寫

學術活動

- 11 本院郭沛恩院士獲選為美國科學促進會會士
- 12 第九屆人文及社會科學學術性專書獎頒獎典禮
- 13 109年知識饗宴—胡適院長科普講座 晚明耶穌會奇特的「文藝復興」—從亞歷山大大帝談起
- 14 本院社會學研究所「多元宗教與社會」主題研究小組工作坊—「臺灣宗教社會學的思辨與迴響：臺灣視角的在地建構與跨域交織」
- 15 傅斯年讀書筆記特展
- 16 110年度本院新增深耕計畫核定公告
- 18 110年度本院新增前瞻計畫核定公告
- 20 110年度本院新增主題研究計畫核定公告
- 23 110年度本院新增關鍵突破研究計畫核定公告

漫步科研

- 26 【專欄】量子計算與量子電腦

生活中研

- 33 人事動態
- 34 新進人員介紹——中國文哲研究所呂政倚助研究員
- 35 捐血活動公告

編輯委員

張書維、王中茹、蘇怡璇、詹大千
張崇毅、洪子偉、湯雅雯、林于鈴
曾國祥

編輯

陳竹君、黃詩雯、陳昶宏

電話

02-2789-9488

傳真

02-2785-3847

信箱

wknews@gate.sinica.edu.tw

地址

11529臺北市南港區研究院路二段128號

本院電子報為同仁溝通橋樑，隔週四發行，投稿截止時間為前一週星期四下午5:00，歡迎同仁踴躍賜稿

讓巨量資料更智慧！ 150位專家學者齊聚談數位人文的下個十年



全球新冠肺炎疫情再起，探索知識的腳步卻不能停下！為期4天的第十一屆數位典藏與數位人文國際研討會（11th International Conference of Digital Archives and Digital Humanities, DADH 2020）於今（2020）年12月1日開跑，以「智慧資料×數位人文」（Smart Data × Digital Humanities）為主題，採視訊會議方式，在雲端上集結來自9個國家、逾150位數位人文領域學者專家，共同探索如何轉化數位典藏所積蓄的巨量資料，同時展現臺灣研究能量，探討國際上最先進的創新研究與未來趨勢。

本院院長廖俊智表示，本院自1980年代即率先引領臺灣數位典藏的建置計畫，從而逐步開展數位研究系統與展示工具的創新與應用。今後除仍秉持著對臺灣數位人文的關懷與使命，更將積極與國際學術社群進行典藏內容的開放鏈結，並就數位技術與人文研究的有機介接，展開深入的探討與交流。

會議主席、本院數位文化中心召集人陳熙遠表示，「讓巨量的資料庫不僅只是一座靜態的孤立倉庫」，被動地讓研究者從中檢搜線索。我們期待能藉由與時俱進的語意網與人工智慧技術開發，更能主動針對研究者的設想與提問，提供動態鏈結的知識圖譜。

由本院數位文化中心、臺灣數位人文學會攜手主辦的年度盛會「數位典藏與數位人文國際研討會」自2009年開辦以來，即致力研擬如何將現代資訊科技融入傳統人文領域的探索。即將邁入第二個十年，數位人文研究領域的先進與同道線上齊聚，共同探討數位人文學下個十年的新可能，12月1日為會前工作坊，12月2日正式開幕。

重量級大師演講 數位人文的未來發展

大會特邀享譽國際的德國馬克斯·普朗克科學史研究所（Max Planck Institute for the History of Science, MPIWG）「第三部門：Artifacts, Action and Knowledge」主任薛鳳（註一）（Dagmar Schäfer）、美國肯特州立大學資訊學院教授曾蕾（註二）（Marcia Lei Zeng），以及本院資訊科學研究所特聘研究員兼所長廖弘源擔任主講人，呈現三場重量級專題演講，從宏觀至微觀，揭示智慧資料之於數位人文發展的國內外脈動。

數位人文多年來幫助研究者從單一的數據推論出全面性的觀點論述。漢學家薛鳳將以「從數位到人文—智慧數據與科學史在數位人文研究的定位」為題，分析促成數位智慧、人文和資料間關聯性的主因，進一步提出數位人文研究未來發展之見解。

曾蕾認為數據與智慧資料為人文研究帶來的主要是研究方法上的轉變，而非技術轉變。她將以「Smart Data for Digital Humanities」為題，從圖書館、檔案館、博物館等的數位典藏角度，討論智慧資料方法之應用。廖弘源投入多媒體訊號處理、以視訊為主的人類行為分析、三維圖形的分割及辨識等研究領域逾25年。他將帶來「Automatic Concert Video Mashup」專題演講，提出演唱會視訊片段自動混搭的創新概念，探看人工智慧未來將對視訊影像的處理形塑出何種景觀。

十年回顧論壇 數位人文研究持續努力

本屆會議於12月3日特設「十年回顧」圓桌論壇，從技術、內容、人文研究等面向，回顧「數位典藏與數位人文國際研討會」在臺灣紮根、走向世界的歷程。歷來僅開放與會者參與，惟為饗大眾，此論壇特別安排於本院數位文化中心臉書粉專

(<https://www.facebook.com/ASCDCNEWS>) 公開直播。

與會者包括本院歷史語言研究所長期投入臺灣數位人文發展的兼任研究員劉錚雲、法鼓文理學院佛教學系副教授洪振洲、國立政治大學圖書資訊與檔案學研究所特聘教授陳志銘、國立師範大學臺灣史研究所教授兼所長張素玠等，並由國立臺灣大學資訊工程學系暨研究所特聘教授兼數位人文研究中心主任項潔擔綱作結。

同時擔任大會榮譽主席的項潔指出，臺灣做為繁體中文文化的根據地，在數位化的進程上，有獨特的挑戰，也有獨特的機會。而從數位典藏到數位人文的發展過程，更反映在這個會議的名稱裡。「回顧這十年，我們已經有了長足的進步，但是如何使數位方法更豐富地與人文研究結合，仍是一個需要持續努力的方向」。

更多精彩活動：工作坊、專題發表、論文發表

除了專題演講、圓桌論壇，本屆會議亦規劃8場會前工作坊、1場專題發表、9場論文發表，以及26篇海報發表。工作坊邀請德國馬克斯·普朗克科學史研究所、臺大數位人文研究中心、政大華人文化主體性研究中心數位人文研究群等共同籌組，著重於DocuSky、中央研究院數位人文研究平台、政大數位人文平台、地方志研究工具集LoGaRT、網路地理資訊系統CHMap等數位工具之推廣運用。

專題發表將於12月4日登場，主題為「數大便是美？——智慧數據在中國古代文史研究上的兩種途徑」，以3個文史研究個案，證成遠讀與細讀、數據與文本互證的研究取徑，在側重大數據的潮流中，省思小數據的人文價值與詮釋可能。

論文發表則集結來自臺灣、中、美、英、德、韓等6個國家的研究團隊，主題涵蓋鍊結資料與知識圖譜於數位博物館之運用、數位工具於數位人文內容之運用、檔案文本之探勘、數位人物傳記分析、網路宗教語言分析等趨勢研究。海報方面，26篇前沿研究從古籍與拓片的數位化、臺灣檔案文獻數位典藏與加值應用，到簡牘字典、漢籍自動化資訊擷取研究與系統之開發，再到GIS平台於文學地圖製作之探析、庫柏文本分析軟體在文學研究之運用、生物多樣性數位內容的多元展現等

• 大會網址與詳細議程：

<https://dadh2020.ascdc.tw/>

(註一) 漢學數位研究方法論的擁護者，以中國的技術發展史為核心關懷，於研究中融合應用地理資訊系統、文本探勘等，代表作《工開萬物》(The Crafting of the 10,000 Things: Knowledge and Technology in Seventeenth-Century China) 曾獲「輝瑞獎」(Pfizer Award)、「列文森獎」(Joseph Levenson Book Prize)。今年甫獲德國最高學術榮譽「萊布尼茲獎」(Gottfried Wilhelm Leibniz Prize)。

(註二) 曾蕾曾參與「藝術與建築索引典」(AAT) 鏈結資料計畫、聯合國糧農組織 (FAO) 關聯書目資料指南、國際標準化組織 (ISO) 索引典及各種結構詞彙互通性國際標準之制定。

更懂阿茲海默症！ 研究揪出疾病惡化的蛋白質幫兇



▲本院基因體研究中心副研究員陳韻如（左四）研究團隊

阿茲海默症好發於65歲以上年長者，常造成患者及親友生活的嚴重負擔。本院基因體研究中心副研究員陳韻如團隊近期首度發現並證實，促使阿茲海默症更加惡化的關鍵機制為大腦中的蛋白質——TDP-43。此研究有助於掌握更多阿茲海默症的發病特徵及機制，未來，可望透過此一蛋白質，為神經退化疾病尋找診斷及治療的新方法。研究成果已於今（2020）年11月23日發表於《自然通訊》（*Nature Communications*）。

陳韻如表示，全球約5,000萬名失智症患者之中，有將近六、七成都是阿茲海默症病人。病患的記憶力、語言、空間感等認知功能會逐漸退化而影響生活。然而，目前對阿茲海默症的科學認識，尚未能研發出有效的治療藥物。

腦神經相關疾病多起因於大腦囤積不良的蛋白質。過去的科學家認為，阿茲海默症起因於腦組織無法發揮清運功能，出現乙型類澱粉蛋白質A β (Amyloid Beta) 及Tau蛋白的錯誤堆積、纖維化。直到近年，開始有新研究發現，約有30%到57%阿茲海默症患者，腦內有另一種蛋白質囤積——TDP-43，而這些患者通常會有更嚴重的記憶喪失及海馬迴萎縮。

針對可疑的蛋白質TDP-43，陳韻如團隊透過多種生物化學及生物物理實驗證實，TDP-43會與A β 結合，誘發A β 寡聚體的形成，雖然這種寡聚體可延緩A β 的纖維化，但其對神經系統的傷害比纖維化更大。因此可知，讓阿茲海默症加速惡化的，已非A β 纖維化，而是纖維化過程中的中間產物A β 寡聚體！而蛋白質TDP-43，就在其中扮演著催化、促成的共犯角色。

為了實際測試TDP-43對記憶力產生的影響，研究團隊先運用電生理實驗，發現小鼠腦部負責傳遞訊息的神經突觸受到了損傷；接著，再於活體小鼠的水迷宮實驗中觀察到，訓練有素的小鼠，在注射TDP-43蛋白後，會迷失在水迷宮中，找不到上岸的路。代表小鼠腦內負責記憶環境和空間方位的部份退化了。而解剖後也發現，小鼠腦神經細胞內的TDP-43與A β 的確有交互作用，並在腦部留下嚴重的發炎痕跡，這些病徵都與阿茲海默症一致。

陳韻如表示，從小鼠實驗中可得知，TDP-43會使阿茲海默症惡化約2倍。而研究團隊的目標是找出TDP-43與A β 之間的交互作用，建立二者的調節機制，如果可以修正A β 錯誤折疊及堆積的路徑，那麼，會毒害細胞中間產物就不會越積越多，也就有助於阿茲海默症的診斷及治療。

陳韻如長期關注於腦神經退化疾病，近年則鎖定TDP-43蛋白在腦神經病變所扮演的角色。2014年，她發現TDP-43蛋白多聚體，是導致漸凍症及額顳葉退化症的關鍵，且發展出TDP-43蛋白多聚體的專一抗體。近期研究團隊進一步證明，TDP-43蛋白加速阿茲海默症惡化。

陳韻如表示，「我們發現TDP-43在阿茲海默症裡扮演多重的角色：一方面會直接與A β 反應誘發A β 寡聚體形成，造成神經突觸功能障礙，以及記憶受損；另一方面TDP-43也會增加腦部發炎反應，讓患者對於空間的記憶能力降低。」目前，研究團隊已經透過核磁共振等方式掌握TDP-43和A β 的互動區域，未來將持續研究，尋找可望突破TDP-43、解決阿茲海默症、漸凍症及相關腦神經退化疾病的機會。

本研究起始於兩位博士後研究學者施耀翔與杜玲嫻博士，臺灣大學生技系張婷宇碩士接著加入團隊協力完成。目前，施耀翔是高雄醫學大學醫學系解剖學科助理教授，杜玲嫻博士則是臺灣師範大學化學系助理教授。

本論文「TDP-43 interacts with amyloid- β , inhibits fibrillization, and worsens pathology in a model of Alzheimer's disease」可於*Nature Communications*網頁閱讀，論文全文：
<https://www.nature.com/articles/s41467-020-19786-7>

中研院破解植物「遺傳訊息」關鍵密碼，基因圖譜再改寫



▲本院農業生物科技研究中心助研究員劉明容（右一）研究團隊

植物為了順利成長，必須隨時自我調控，增加生存機會。本院農業生物科技研究中心助研究員劉明容研究團隊近期發現植物自我調控的基因表現關鍵，使得植物基因圖譜更加完善，未來可望用來破解農作物基因序列裡的遺傳訊息，進一步了解作物成長如何克服環境不利因素，大幅推進農業生物科技發展。研究成果近期已刊登於國際期刊《基因體研究》（*Genome Research*）。

植物為因應生長發育所需，體內細胞會啟動基因，產生各種蛋白質，在植物體內分別執行不同功能。然而，各種蛋白質的功能最初是被「編碼」在DNA基因片段裡，需仰賴細胞裡成熟的訊息核糖核酸（mRNAs）攜帶著基因遺傳訊息，經過「轉譯」（translation）步驟，將基因序列解碼，生成相對應的胺基酸，才能組合出不同種類蛋白質。

在這道轉譯步驟中，若是轉譯起始點不同，製造出的蛋白質也不一樣，接下來也將被送往不同細胞位置，發揮各自作用。劉明容比喻，若將遺傳訊息想像成高速公路地圖，轉譯過程就像車子行駛在高速公路，車從哪個匝道進入，相對應的出口匝道也會跟著確定。換言之，轉譯起始點可以決定遺傳訊息解碼方式、時間與地點，以及最終合成的蛋白質種類和其功能。

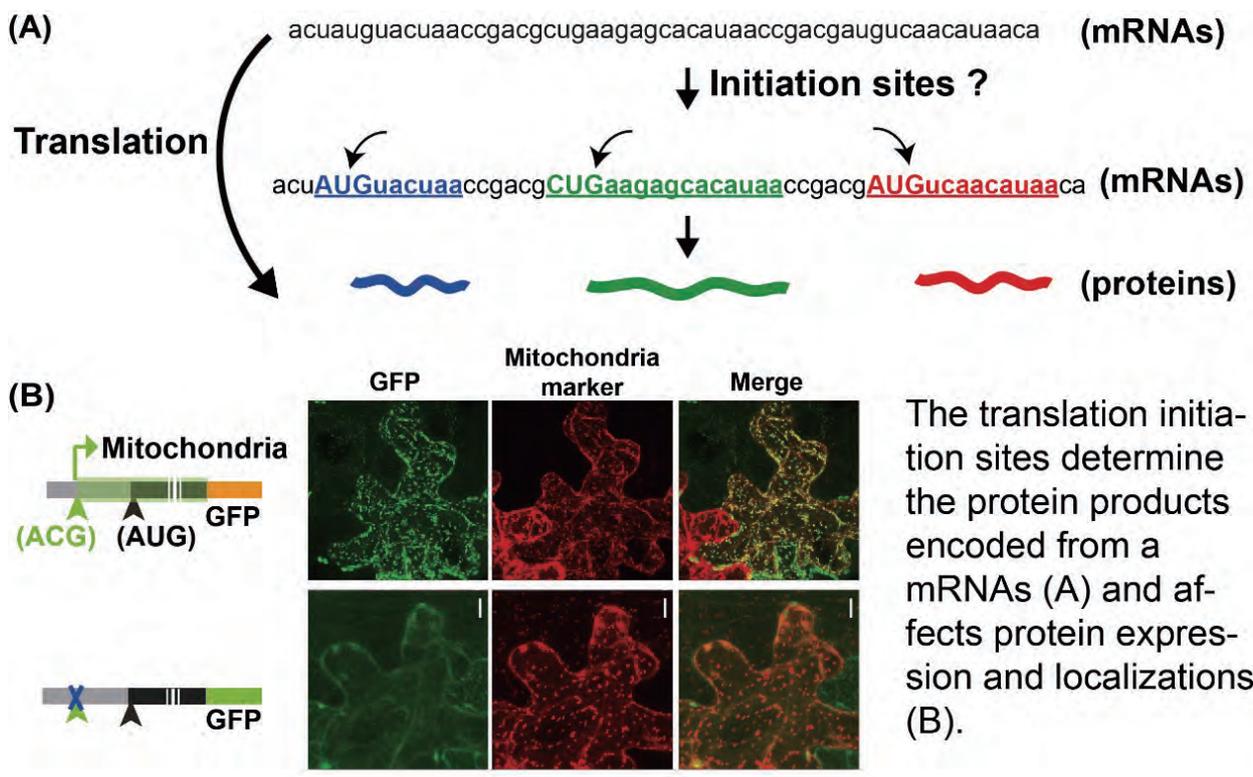
目前科學家已知「遺傳密碼子AUG」是開啟轉譯過程的常見起始點，但劉明容團隊運用創新方法，有系統地分析植物細胞內正在進行轉譯的核糖核酸，結果發現，阿拉伯芥、番茄等植物的訊息核糖核酸，除了會使用已知的遺傳密碼子AUG外，也會選擇使用不是AUG的遺傳密碼子開啟轉譯，進而產生新的蛋白質，改變植物的生物功能。這說明植物體內仍有許多尚未被發現的轉譯起始點。

除此之外，研究還發現，植物對於轉譯起始點和遺傳密碼子是有選擇性的，而且具有序列偏好。這樣的選擇性可以幫助植物挑選不一樣的轉譯起始點，產生不同蛋白質與調控基因表現，以因應環境變化。劉明容團隊的研究可以協助科學家從基因定位角度，提供更完善的基因圖譜。

本次研究論文：Prevalence of alternative AUG and non-AUG translation initiators and their regulatory effects across plants已於2020年9月24日發表。研究團隊有劉明容助研究員及第一作者李雅茹研究助理。

論文全文：

<https://genome.cshlp.org/content/30/10/1418.full>



▲為了破解基因序列裡的遺傳訊息，找出訊息核糖核酸 (mRNAs) 的轉譯起始點 (initiation sites) 是其中一項關鍵。根據A區示意圖，若是轉譯起始點不同，製造出的蛋白質也不一樣。這些蛋白質後續也將被送往不同細胞位置，發揮各自作用。

【B區第1排】

【圖示】研究團隊預測新發現的轉譯起始點所產生的蛋白質將送往粒線體。

【照片】由左至右分別為：新轉譯起始點所產生的蛋白質、粒線體 (mitochondria) 在細胞中的位置標記、以及疊合前兩張照片的結果。疊合的照片完全相符，顯示此蛋白質確實被送往粒線體。

【B區第2排】

【圖示】研究團隊運用基因編輯技術，剪去一個新發現的基因轉譯起始點，藉此迫使植物選擇其他的轉譯起始點產生蛋白質表現。

【照片】由左至右分別為：另一個轉譯起始點所製造的蛋白質、粒線體在細胞中的位置標記、以及疊合前兩張照片的結果。疊合兩張照片可以發現，兩種蛋白質不太相符，顯示植物另外找了其他轉譯起始點，合成不同的蛋白質。

本院郭沛恩院士獲選為 美國科學促進會會士

本院郭沛恩院士於今（2020）年11月24日獲選為「美國科學促進學會」（American Association for the Advancement of Science, AAAS）生物科學學門（Biological Sciences）新任會士，肯定其於「人類基因組變異檢測技術」與「發現疾病基因組變異」領域之前瞻性貢獻。將於2021年2月13日受獎。



郭院士於2018年當選本院院士，目前任職本院生物醫學科學研究所特聘研究員及所長，暨加州大學舊金山分校皮膚科教授、心臟血管研究所特聘教授，並為多個國際期刊編輯委員及審稿人。專長領域為人類遺傳學、基因組學、DNA序列變異、複雜特徵分析、藥理學、生物技術。

郭院士在遺傳學及基因體學方面的研究成果卓著，開發許多新穎的全基因組遺傳分析工具，以找出與人類疾病相關遺傳因子，包含：牛皮癬、發作性嗜睡病、系統性紅斑狼瘡、腦動靜脈血管畸形的出血風險和心臟驟停等領域。而其領導的「臺灣精準醫療計畫」也有助於提升大眾健康。

美國科學促進會於1848年成立，為美國第一個全國性跨領域學術科學組織，也是著名科學期刊《科學》的出版商。自1874年開始，學會每年甄選出對促進科學發展或應用具有傑出貢獻者，授與會士之殊榮。

獲獎網頁：

<https://www.aaas.org/news/aaas-announces-leading-scientists-elected-2020-fellows>

第九屆人文及社會科學學術性專書獎 頒獎典禮

本院「第九屆人文及社會科學學術性專書獎」頒獎典禮，將於2020年12月17日（星期四）上午10時於本院蔡元培紀念館一樓會議室舉行。本年度共有38件申請案，經過預審、初審、複審程序，並由審查委員會討論後，始決議本屆得獎名單。今年共計有5位得獎者，每位將獲頒獎牌1面及新臺幣60萬元，同時每人將以10分鐘簡介其得獎著作。



時間：2020年12月17日（星期四）上午10時

地點：本院蔡元培紀念館一樓會議室

流程：

09:45 報到

10:00 典禮開始 廖俊智院長致詞

10:10 頒發獎牌暨全體得獎人合影

10:20 得獎人簡介專書之研究成果

11:10 禮成

聯絡人：學術及儀器事務處，王敏瑄女士，（02）2787-2563

109年知識饗宴—胡適院長科普講座 晚明耶穌會奇特的「文藝復興」—— 從亞歷山大大帝談起

主講人：李爽學博士

（108年度胡適紀念研究講座得獎人、
本院中國文哲研究所研究員）

主持人：黃進興副院長

時間：109年12月15日(星期二)晚上7:00-8:30

地點：本院學術活動中心2樓第1會議室

影音直播網址：<https://youtu.be/tXWLCp788LE>

請於12月13日前報名：

1. 曾以網路報名本活動系統會員，於接獲本院邀請函後，點選連結即可進入個人專屬網址報名；報名截止日前，個人資料如有異動，請至該網址更新。

2. 第1次參加者，請至網址：

<https://goo.gl/vbBJZq>報名。

3. 歡迎院內外人士及高中生以上同學報名參加。

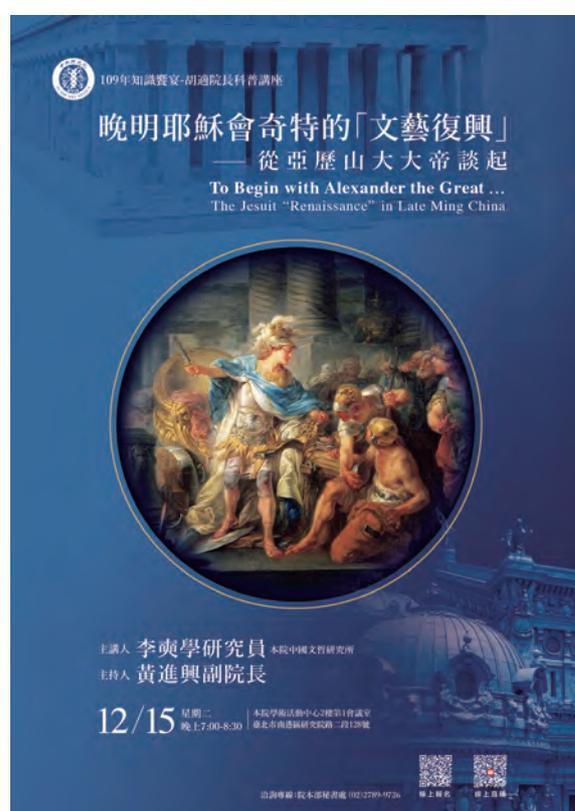
因應疫情注意事項如下：

- (1) 演講活動需事先上網報名及實聯制簽到入場。
- (2) 現場開放40位名額，活動當日晚上6:00起於接待處登記，額滿為止。
- (3) 活動全程敬請配戴口罩，並配合活動中心當日入館防疫措施。

4. 報名成功至現場參加者將提供：

- (1) 填答完成線上問卷禮品每人1份。
- (2) 學生憑證領取《科學人》雜誌過刊每人1本(數量有限送完為止)。
- (3) 活動期間免收停車費(請主動告知警衛)。
- (4) 公務人員簽到可獲得終身學習認證及研習時數1小時，教師1.5小時。

洽詢專線：院本部秘書處吳小姐，(02) 2789-9726



本院社會學研究所「多元宗教與社會」 主題研究小組工作坊－ 「臺灣宗教社會學的思辨與迴響： 臺灣視角的在地建構與跨域交織」

時間：2020年12月18日（星期五）

地點：本院人文社會科學館南棟8樓802會議室（臺北市南港區研究院路二段128號）

報名網址：<https://forms.gle/bjTz7uv6FWmwNTUA6>

報名日期：即日起至2020年12月4日，額滿（50位）提前截止。

（額滿後仍可線上報名，但不提供餐點）。

活動網頁：<https://www.ios.sinica.edu.tw/msgNo/20201218-1>

主辦單位：本院社會學研究所

聯絡人：林先生，（02）2652-5150，ming56@gate.sinica.edu.tw

臺灣宗教社會學的思辨與迴響
臺灣視角的在地建構與跨域交織

離散、移民或少數族群？東南亞華人民間教團研究的視角
林晉宇 中央研究院人文社會科學館

華人穆斯林的亞洲離散：伊斯蘭社會學的視點
馮廷宏 中央研究院社會學研究所

從民間教團到跨國宗教：一貫道研究回顧
鄭廷達 中央研究院社會學研究所

宗教與性別研究回顧：2001-2020
李孟宏 中央研究院社會學研究所

社會分析方法和道教社會學概論
丁仁錫 中央研究院社會學研究所

儀式、香火與廟宇：臺灣民間信仰的傳統與現代
黃得先 中央研究院社會學研究所

與社會共舞：臺灣基督宗教的社會學研究
黃亞先 中央研究院社會學研究所

邁向世俗化的多重路徑：從交互比較的觀點重新檢視中文語境中的世俗化概念
林朝煌 中央研究院社會學研究所

佛教與現代性：多元文化脈絡的臺灣佛教變遷
劉智華 中央研究院社會學研究所

臺灣社會宗教量化研究的發展與挑戰：1999-2019
羅敏華 中央研究院社會學研究所

從禁錮到自由：解嚴後的臺灣宗教與醫療研究回顧
劉廷斌 中央研究院社會學研究所

2020年12月18日（五）09:00-18:00
中央研究院社會學研究所802會議室
（人文社會科學館南棟八樓）

社會學研究所
多元宗教與社會主題研究小組

傅斯年讀書筆記特展

傅斯年（1896-1950）是本院歷史語言研究所的創建者，「新史學」的開山人物，五四新文化運動的領導者，更是一位廣泛參與社會事務的教育家與政治評論者，其一生的重要性是多方面的。

民國四十九年十二月，傅先生逝世十周年，夫人俞大綵教授捐贈傅先生藏書12,000餘冊，含中、日、英、德、法、俄等語文，而以萬餘冊的中文線裝書為大宗。書中不乏先生眉批、校勘、題跋等讀書筆記，朱墨燦然。

本特展主要分二大主題。第一主題是傅斯年私人文物展示，有先生所撰傳略、信稿等，可認識先生性情，並有用印、藏書章、友贈書、筆記、著作、相冊等。第二主題即先生讀書筆記，依原書內容、書寫方式和語文區分：「漢、晉史」、「明、清史」、「集、叢部」、「題記」、「碑帖」、「校書」、「西文書」七單元。從先生筆記可見其治學之用力，觀其心中之好惡。《明史稿》載楊溥因太子迎帝遲，受株連入獄十載，其間「益奮讀不輟」，先生於是行眉批：「吾何得有此讀書機會？」令人為之動容。

特展期間，適逢傅先生逝世七十周年暨一百二十五歲冥誕，並其藏書入藏本所一甲子，藉此特展紀念先生為史語所樹立典範，認真讀書、做學問，又能治事、能組織，兼以此為傅斯年圖書館建館六十周年致慶。

時間：2020年12月9日至2021年6月30日

地點：本院歷史文物陳列館二樓珍藏圖書區（202室）

展覽網址：<http://museum.sinica.edu.tw/exhibitions/71/>



110年度本院新增深耕計畫核定公告

110年度本院新增深耕計畫申請案計30件（數理組11件、生命組14件、人文及社會組5件）。經本院110年度新增計畫複審會議及經費審核會議決議通過12件（數理組5件、生命組4件、人文及社會組3件），詳見後附一覽表。核定計畫將俟法定預算案通過後始得執行。

110年度本院新增深耕計畫申請案核定通過一覽表

一、數理科學組（5件）：

計畫編號	計畫名稱	總主持人	服務單位
AS-IA-110-M01	史瑞克、柏格曼核的漸進展開及幾何量化 Szego, Bergman kernels asymptotic expansions and geometric quantization	蕭欽玉	數學研究所
AS-IA-110-M02	量子密碼學的理论研究 Theoretical Exploration in Quantum Cryptography	鐘楷閔	資訊科學研究所
AS-IA-110-M03	人為氣膠微量金屬海洋生物地球化學研究 Anthropogenic Aerosol Trace Metal Marine Biogeochemistry	何東垣	環境變遷研究中心
AS-IA-110-M04	研究細胞與奈米材料在不同尺度下的作用機制 Exploring the Interactions between Cells and Nanomaterials at Different Dimensions: from Single Molecule to Whole Animal Studies	陳培菱	應用科學研究中心
AS-IA-110-M05	高維度統計方法及其在低溫電顯影像之異質結構分析的 應用 Robust Statistical Methods for high-dimensional data with Application to 3D conformation analysis of Cryo-EM data	杜憶萍	統計科學研究所

二、生命科學組（4件）：

計畫編號	計畫名稱	總主持人	服務單位
AS-IA-110-L01	纖毛蟲與綠藻共生的分子機制 Molecular mechanisms of endosymbiosis between ciliates and green algae	呂俊毅	分子生物研究所
AS-IA-110-L02	結構解析粒線體內氧化損傷的核糖核酸之降解機制與疾病關係 Structural insights into decay of oxidatively damaged mitochondrial RNA and DNA in health and disease	袁小玲	分子生物研究所
AS-IA-110-L03	限氧生長環境下大腸桿菌RNA降解與能量生成的協同機制 Synergetic mechanism of <i>E. coli</i> RNA turnover and energy production under oxygen-limited growth conditions	林淑端	分子生物研究所
AS-IA-110-L04	深度探討胞外網狀結構在類固醇抗性氣喘中活化肺部先天性淋巴細胞之機轉 In-depth mechanistic study of extracellular trap-induced pulmonary innate lymphocyte activation in steroid-resistant asthma	張雅貞	生物醫學科學研究所

三、人文及社會科學組（3件）：

計畫編號	計畫名稱	總主持人	服務單位
AS-IA-110-H01	計量經濟學的新發展 New Developments in Econometrics	許育進	經濟研究所
AS-IA-110-H02	賽夏語參考語法 A reference grammar of Saisiyat	齊莉莎	語言學研究所
AS-IA-110-H03	晚清今文經學的現代轉型 The Modern Transformation about the New Text School of the Late-Qing Dynasty	蔡長林	中國文哲研究所

110年度本院新增前瞻計畫核定公告

110年度本院新增前瞻研究計畫申請案計28件（數理組12件、生命組14件、人文及社會組2件）。經本院110年度新增計畫複審會議及經費審核會議決議通過17件（數理組5件、生命組10件、人文及社會組2件），詳見後附一覽表。核定計畫將俟法定預算案通過後始得執行。

110年度本院新增前瞻計畫申請案核定通過一覽表

一、數理科學組（5件）：

計畫編號	計畫名稱	獲選人	服務單位
AS-CDA-110-M05	由精確直接成像引領的黑洞天文物理學前沿 Frontier of the Black Hole Astrophysics pioneered with precise direct imaging	淺田圭一	天文及天文物理研究所
AS-CDA-110-M06	星盤如何在風與亂流中製造行星？ How are planets made in windy, turbulent disks?	林明楷	天文及天文物理研究所
AS-CDA-110-M07	大氣-地表耦合系統中的三維輻射能量交換之模擬－由都市到行星尺度 Modeling 3-D radiative energy exchanges in the coupled land-atmosphere system from urban to planetary scale	李威良	環境變遷研究中心
AS-CDA-110-M09	增強以電腦視覺為基礎之人工智慧系統的抗欺騙完備性 Enhancing Robustness of Visual AI Systems Against Deception	陳駿丞	資訊科技創新研究中心
AS-CDA-110-M13	下世代生物相容之短波紅外螢光量子缺陷於癌症的早期檢測 Next-generation bio-compatible short-wave infrared fluorescent quantum defects for cancer early detection	林靖衛	原子與分子科學研究所

二、生命科學組（10件）：

計畫編號	計畫名稱	獲選人	服務單位
AS-CDA-110-L01	巨大病毒基因體演化與調控 Genome evolution and regulation in giant viruses	顧銓	植物暨微生物學研究所
AS-CDA-110-L02	從演化發育生物學的角度探索纖毛細胞的多樣性與功能 An evo-devo approach to dissect ciliary cell type diversity and function	史耐德	細胞與個體生物學研究所
AS-CDA-110-L03	類泛素化修飾之抗病毒反應機制 Structural mechanism of antiviral defense by ubiquitination and ISGylation	吳昆峯	生物化學研究所
AS-CDA-110-L04	疾病和健康中神經突觸訊息傳遞的分子調控 Molecular control of synaptic transmission in health and disease	姚季光	生物化學研究所
AS-CDA-110-L05	發掘漸進式運動學習中大腦運動皮層神經迴路重塑的原理 Uncovering the principle of neural circuit remodeling in the motor cortex during progressive motor learning	吳玉威	分子生物研究所
AS-CDA-110-L06	探討動機的神經機制 Exploring the neural basis of motivation	林書葦	分子生物研究所
AS-CDA-110-L07	探討 WWP1 泛素 E3 結合酶之致癌作用及其調控在癌症進展、癌症易感性與免疫監測之功能 Investigation of the oncogenic roles of WWP1 ubiquitin E3 ligase and its regulation in cancer progression, cancer predisposition and immune surveillance	李育儒	生物醫學科學研究所
AS-CDA-110-L08	開發精準調控神經傳導的次世代光遺傳科技 Developing next-generation optogenetic technologies for precise manipulation of neurotransmission	林宛蓁	生物醫學科學研究所
AS-CDA-110-L09	研究染色質立體結構與T細胞衰竭機制之關係 A 3D chromatin organization study to investigate the T cell exhaustion mechanism	陳世清	生物醫學科學研究所
AS-CDA-110-L13	調控脊椎動物之荷爾蒙平衡的腸道菌叢之分離與代謝機制研究 Manipulating the vertebrate "sterolbiome": isolation and molecular characterization of gut microbes capable of modulating sex steroid levels in vertebrate hosts	江殷儒	生物多樣性研究中心

三、人文及社會科學組（2件）：

計畫編號	計畫名稱	獲選人	服務單位
AS-CDA-110-H01	重構行政管制國家之正當性 Reconceiving the Legitimacy of Administrative State	黃丞儀	法律學研究所
AS-CDA-110-H02	模型平均法在經濟學上的應用 Model Averaging and its Applications in Economics	劉祝安	經濟研究所

110年度本院新增主題研究計畫核定公告

110年度本院新增主題研究計畫申請案計35件（數理組7件、生命組24件、人文及社會組4件）。經本院110年度新增計畫複審會議及經費審核會議決議通過7件（數理組2件、生命組3件、人文及社會組2件），詳見後附一覽表。核定計畫將俟法定預算案通過後始得執行。

110年度本院新增主題研究計畫申請案核定通過一覽表

一、數理科學組（2件）：

計畫編號	總計畫名稱	(1)總主持人 (2)分支主持人 (3)共同主持人	服務單位
AS-TP-110-M02	南太平洋大型板塊隱沒帶地體結構、發震斷層與地震即時預警 Geotectonic structure, seismogenic fault, and earthquake early-warning system along the gigantic subduction zone in South Pacific	(1)黃柏壽 (3)陳于高	本院地球科學研究所 本院環境變遷研究中心
AS-TP-110-M02-1	升級南太平洋地震及地變形為即時觀測網並再探隱沒帶發震斷層運動行為與建置地震海嘯早期預警雛型系統 Seismogenic fault behavior and earthquake early warning along subduction zone in South Pacific: real-time upgrades of established seismic and geodetic networks	(2)陳于高	本院環境變遷研究中心
AS-TP-110-M02-2	以震源機制探索南太平洋之雙隱沒帶構造 Exploring the double-subduction structure in South Pacific with earthquake focal mechanisms	(2)曾泰琳	國立台灣大學地質科學系
AS-TP-110-M02-3	南太平洋之地下震波速度構造 Seismic imaging of the subduction structure in South Pacific	(2)郭陳澔	國立中央大學地球科學系
AS-TP-110-M07	智慧數位農人之設計與研究 Design and Research of Smart Digital Farmer Platform	(1)黃彥男 (3)修丕承 (3)王志宇 (3)葉國楨 (3)葉信宏 (3)劉明容 (3)辜瑞雪	本院資訊科技創新研究中心 本院資訊科技創新研究中心 本院資訊科技創新研究中心 本院農業生物科技研究中心 本院農業生物科技研究中心 本院農業生物科技研究中心 本院農業生物科技研究中心

計畫編號	總計畫名稱	(1)總主持人 (2)分支主持人 (3)共同主持人	服務單位
AS-TP-110-M07-1	基於人工智慧分析及預測技術建置智慧農人平台 Development of A Smart Farmer Platform based on Artificial Intelligence (AI)	(2)黃彥男	本院資訊科技創新研究中心
AS-TP-110-M07-2	智慧農業之間歇性供電的AIoT運算系統設計 Design of Intermittently-powered AIoT Operating System for Smart Farming	(2)修丕承 (3)王志宇	本院資訊科技創新研究中心 本院資訊科技創新研究中心
AS-TP-110-M07-3	AgriTalk:智慧農業的人工智能物聯網平台 AgriTalk: AIoT platform for smart farming	(2)林一平 (3)陳文亮 (3)林勻蔚	交通大學智慧科學暨綠能學院 交通大學生物科技系 交通大學智慧科學暨綠能學院
AS-TP-110-M07-4	土壤環境的生物性感測系統之研究 Design of Intermittently-powered AIoT Operating System for Smart Farming	(2)葉國楨 (3)葉信宏 (3)劉明容	本院農業生物科技研究中心 本院農業生物科技研究中心 本院農業生物科技研究中心
AS-TP-110-M07-5	甜瓜及小番茄之生產模式及生理反應 Crop modeling and physiological response of sweet melon and cherry tomato	(2)辜瑞雪	本院農業生物科技研究中心

二、生命科學組（3件）：

計畫編號	總計畫名稱	(1)總主持人 (2)分支主持人 (3)共同主持人	服務單位
AS-TP-110-L06	細胞自噬調控腸道恒定與宿主防禦之分子機轉研究 Deciphering the molecular regulation of autophagy in gut homeostasis and host defense	(1)陳光超 (3)徐立中 (3)高承源	本院生物化學研究所 臺灣大學分子醫學研究所 國家衛生研究院免疫醫學研究中心
AS-TP-110-L10	突變小鼠全腦連接體分析 Whole brain connectome imaging of mouse genetic models	(1)薛一蘋 (3)周申如 (3)陳壁彰	本院分子生物研究所 本院細胞與個體生物學研究所 本院應用科學研究中心
AS-TP-110-L11	第三型核糖核酸轉錄聚合酶之綜合結構生物學分析 An integrative structural biology analysis of RNA polymerase III transcription	(1)陳宏達 (3)章為皓	本院分子生物研究所 本院化學研究所

三、人文及社會科學組（2件）：

計畫編號	總計畫名稱	(1)總主持人 (2)分支主持人 (3)共同主持人	服務單位
AS-TP-110-H01	分裂國家：主權爭議陰影下的經濟合作 Divided Nations: Economic Cooperation in the Shadow of Contested Sovereignty	(1)吳建輝	本院歐美研究所
AS-TP-110-H01-1	臺灣與中國的經濟整合 Engaging Enemies through International Trade and Investment Negotiations: the Case of Taiwan and China	(2)劉漢威	蒙納許大學（澳洲）
AS-TP-110-H01-2	南北賽普勒斯經濟整合 Engaging Enemies through International Trade and Investment Negotiations: the Case of North-South Cyprus	(2)吳建輝	本院歐美研究所
AS-TP-110-H01-3	南北韓的經濟整合 Engaging Enemies through International Trade and Investment Negotiations: the Case of North-South Korea	(2)林勤富	國立清華大學科技法律研究所
AS-TP-110-H04	帝國與文明(II)：世界秩序的多元想像 (從西方到亞洲) Imagining Global Order: A Study in Comparative Political Thought (between the West and East Asia)	(1)曾國祥	本院人文社會科學研究中心
AS-TP-110-H04-1	作為政治難題的自由主義：Herbert Spencer 與維多利亞時期國際思想 Liberalism as a Political Problem: Herbert Spencer and Victorian International Thought	(2)陳禹仲 (3)周家瑜	本院人文社會科學研究中心 政治大學政治學系
AS-TP-110-H04-2	英國自由國際主義對帝國主義的多元思考 British Liberal Internationalism's Plural Perspectives on Imperialism	(2)陳嘉銘 (3)曾國祥	本院人文社會科學研究中心 本院人文社會科學研究中心
AS-TP-110-H04-3	達爾文、帝國主義以及反殖民主義— 一個關於生物學理論如何被使用與誤用於政治論述 的思想史考查 Darwinism, Imperialism, and the Rise of Anti-colonialism : A Study in the Use and Abuse of a Biological Theory in the Political Discourses	(2)葉浩	政治大學政治學系
AS-TP-110-H04-4	近代日本「文明」語境中的反帝國主義與帝國主義 論述—以幸德秋水、浮田和民、德富蘇峰為中心 Discourse of Anti-Imperialism and Imperialism in Modern Japanese Narratives of civilization (Bunmei) : A Study of K ō toku Sh ū sui, Ukita kazutami, and Tokutomi Soh ō	(2)陳瑋芬	本院中國文哲研究所
AS-TP-110-H04-5	近代日本的國際法思想與臺灣出兵事件： 從副島種臣到井上毅 The Thought of International Law in Modern Japan and Taiwan Expedition: From Soejima Taneomi to Inoue Kowashi	(2)藍弘岳	本院歷史語言研究所
AS-TP-110-H04-6	梁啟超的《新民說》：比較政治思想的考察 Liang Qichao's Xinminshuo: An Examination in Comparative Political Thought	(2)蕭高彥	本院人文社會科學研究中心

110年度本院新增關鍵突破研究計畫核定公告

110年度本院新增關鍵突破研究計畫申請案計40件（數理組6件、生命組15件、重大疾病19件）。經本院110年度新增計畫複審會議及經費審核會議決議通過12件（數理組3件、生命組3件、重大疾病6件），詳見後附一覽表。核定計畫將俟法定預算案通過後始得執行。

110年度本院新增關鍵突破研究計畫申請案核定通過一覽表

一、數理科學組（3件）：

計畫編號	總計畫名稱	(1)總主持人 (2)分支主持人 (3)共同主持人	服務單位	執行年期
AS-GC-110-01	台灣中西部空氣污染之診斷與歸因研究 Diagnosis and Attribution of Air Pollution in Central-Western Taiwan: From Physical and Chemical Mechanism to Mitigation Strategy	(1)周崇光 (3)陳怡均 (3)蕭大智 (3)龍世俊 (3)林傳堯	本院環境變遷研究中心 台灣大學環境工程學研究所 本院環境變遷研究中心 本院環境變遷研究中心 本院環境變遷研究中心	4+1
AS-GC-110-02	前瞻量子光電研究—由基礎突破邁向關鍵元件 Quantum Photonics “CW” Project: from Fundamental Breakthroughs to Enabling Devices	(1)果尚志 (3)張文豪	本院應用科學研究中心 本院量子光電專題研究中心	4+1
AS-GC-110-03	利用海底大地測量探討台灣周遭隱沒帶大地震的孕震及海嘯潛勢 Earthquake and tsunami hazard assessment along the Taiwan plate boundary zone using seafloor geodesy	(1)許雅儒 (3)許樹坤 (3)陳宏宇 (3)郭本源 (3)Alexandre (3)林慶仁 (3)陳卉瑄 (3)Ryoya	本院地球科學研究所 中央大學地球科學學院 本院地球科學研究所 本院地球科學研究所 本院地球科學研究所 本院地球科學研究所 台灣師範大學地球科學系 靜岡大學理學部	4+1

二、生命科學組（3件）：

計畫編號	總計畫名稱	(1)總主持人 (2)分支主持人 (3)共同主持人	服務單位	執行 年期
AS-GC-110-04	內在醣：突破細胞內醣質與醣結合蛋白的動態平衡作用 Glycoscience on the Inside: Unravelling the Role of Intracellular Glycans and Glycan Binding Proteins	(1) 呂桐睿 (3) 陳光超 (3) 林俊宏 (3) 孟子青	本院生物化學研究所 本院生物化學研究所 本院生物化學研究所 本院生物化學研究所	4+1
AS-GC-110-05	利用單細胞分析平台研究氧化逆境相關疾病之免疫調控機制及其應用 Investigate the immunosurveillance network in response to oxidative stress associated diseases using multiplexed single-cell technologies and its translational application	(1) 陳儀莊 (3) 張雅貞 (3) 賴時磊 (3) 李家偉 (3) 柯泰名 (3) 楊鎰鍵	本院生物醫學科學研究所 本院生物醫學科學研究所 本院生物醫學科學研究所 本院生物醫學科學研究所 本院生物醫學科學研究所 本院生物醫學科學研究所	1+4
AS-GC-110-06	破解香蕉黃葉病中致病菌、宿主、及抑病土的交互作用 From the ground up – deciphering the pathogen, host, and disease suppressive soil interactions involved in Fusarium wilt of banana	(1) 楊玉良 (3) 林耀正 (3) 陳韻竹 (3) 葉信宏 (3) 陳荷明	本院農業生物中心 本院農業生物中心 本院農業生物中心 本院農業生物中心 本院農業生物中心	1+4

三、重大疾病（6件）：

計畫編號	總計畫名稱	(1)總主持人 (2)分支主持人 (3)共同主持人	服務單位	執行 年期
AS-GC-110-MD01	利用GRC2 基因重組蛋白引導再生性巨噬細胞已修護組織及避免纖維化 Application of GRC2 recombinant protein to induce 'regenerative macrophage' for tissue repairing and prevention of fibrosis	(1) 謝世良	本院基因體研究中心	4+1
AS-GC-110-MD02	台灣精準醫療計畫 Taiwan Precision Medicine Initiative	(1) 郭沛恩 (2) 鄔哲源 (2) 陳君厚 (2) 王大為	本院生物醫學科學研究所 本院生物醫學科學研究所 本院統計科學研究所 本院資訊科學研究所	3
AS-GC-110-MD03	針對白細胞介素17 受體B 致癌信號的近端機制關鍵步驟治療胰臟癌 Targeting the proximal mechanistic key step of Interleukin-17 receptor B oncogenic signaling for treating pancreatic cancer	(1) 胡春美 (3) 李文華 (3) 方俊民 (3) 吳盈達 (3) 鄭永銘 (3) 吳恒祥	本院基因體研究中心 本院基因體研究中心 臺灣大學化學系 本院基因體研究中心 台大醫學院病理學科 中國醫大學生醫所	2+3
AS-GC-110-MD04	剖析本於醣分子之免疫檢查點在神經退化疾病中所參與的調控機制及功能 Deciphering the molecular basis and functional roles of glycan-based immune checkpoints in neurodegenerative diseases	(1) 安形高志 (3) 陳儀莊 (3) 林國儀 (3) 林俊宏 (3) 郭紘志	本院生物化學研究所 本院生物醫學科學研究所 本院基因體研究中心 本院生物化學研究所 本院細胞與個體生物學研究所	2+3

計畫編號	總計畫名稱	(1)總主持人 (2)分支主持人 (3)共同主持人	服務單位	執行 年期
AS-GC-110-MD05	阿滋海默症中Tau 蛋白傳播及能量製造失恆之致病機轉及轉譯醫學研究 Mechanistic and Translational Studies to Elucidate Tau Transmission and Energy Homeostasis in Prodromal Alzheimer's Disease	(1)陳韻如 (2)陳韻如 (2)黃怡萱 (2)郭紘志 (2)簡正鼎 (2)陳儀莊 (2)廖永豐 (2)陳壁彰	本院基因體研究中心 本院基因體研究中心 本院生物醫學科學研究所 本院細胞與個體生物學研究所 本院分子生物研究所 本院生物醫學科學研究所 本院細胞與個體生物學研究所 本院應用科學研究中心	1
AS-GC-110-MD06	解析台灣環境致癌物導致的不吸菸肺腺癌癌化過程與發展治療策略 Revealing Environmental Carcinogens Induced Tumorigenesis and Developing Curative Treatments for Never-Smoking Lung Adenocarcinoma in Taiwan	(1)陳璿宇 (3)陳建仁 (3)陳玉如 (3)陳惠文 (3)李美璇 (3)蘇聖芳	本院統計科學研究所 本院基因體研究中心 本院化學研究所 臺灣大學毒理研究所 陽明大學臨床醫學研究所 臺灣大學腫瘤醫學研究所	1

【專欄】量子計算與量子電腦

作者：王志揚博士後研究員、陳啟東研究員（本院物理研究所）

什麼是量子計算？為何需要量子計算？根據摩爾定律，計算晶片上的電晶體單位面積密度每兩年就倍增，這使得傳統電腦將面臨兩大問題。第一，計算晶片上，高密度的電晶體將面臨耗能與熱效應問題。第二，縮小的尺寸會導致電晶體的古典理論失效，電晶體的表現將脫離原初設計。這兩個問題都會限制電晶體的進一步縮小，為摩爾定律畫下終點。然而即便傳統電腦發展到摩爾定律的終點，仍然無法應付許多亟待求解的難題。比方說計算 N 個互相耦合的二能級系統的基態能量，因為未知數的

數目將正比於 2^N 。目前對於Google的53量子位元量子電腦上的特定計算（耗時約200秒），IBM超級電腦所需的模擬時間為2.5天[1]。當量子位元數目繼續增加，傳統電腦很快就會碰到瓶頸。然而幾乎所有牽涉到量子力學的傳統計算都面臨相同問題，因此早在1970年起許多研究者便開始思索如何把量子特性本身當作計算資源，其後在1982年由費曼做了總結[2]。這些想法促成了後來量子電腦的發展，其中量子位元的使用扮演一個關鍵性的角色。

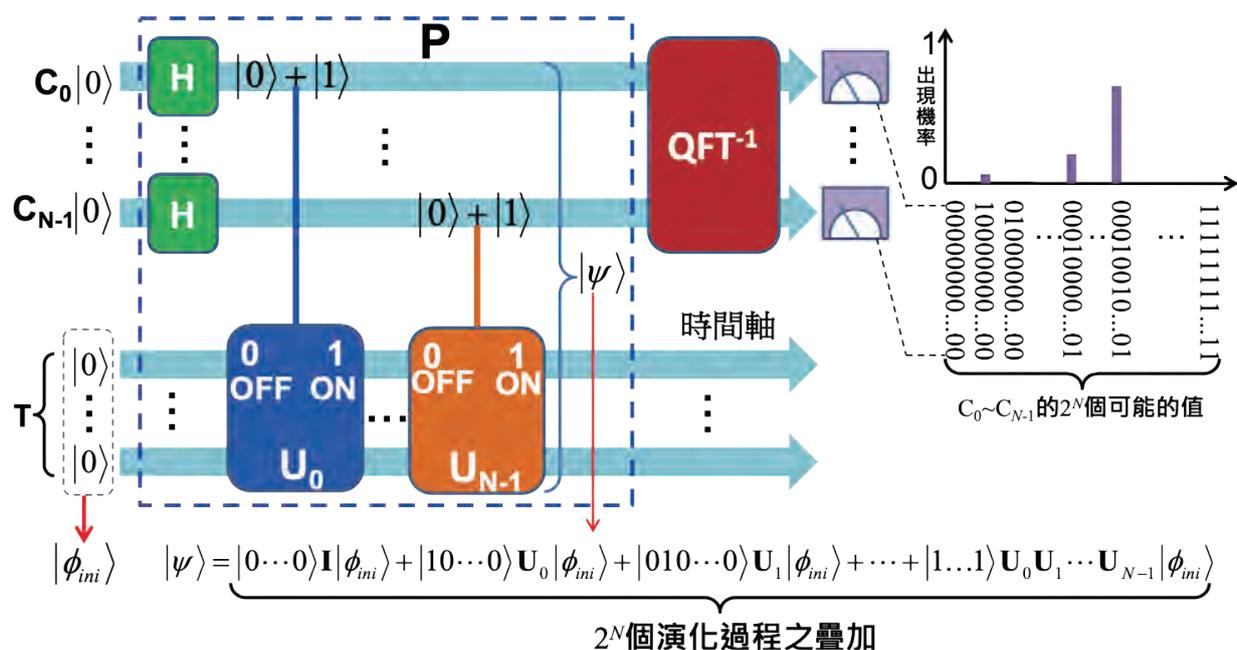
疊加、糾纏、與量子平行性

那麼量子位元有著什麼傳統計算所沒有的優勢呢？最令人矚目的無非是量子疊加與量子糾纏的特性。量子疊加是一種違反經驗直覺的非經典狀態，一個誇張比喻便是既死又活的薛丁格貓。然而對於微觀或介觀尺度的量子位元而言疊加態卻是真實的一種狀態。量子位元可以處在兩個特徵量子態 $|0\rangle$ 與 $|1\rangle$ 的疊加，這樣的疊加態是在量子的世界中 $|0\rangle$ 態與 $|1\rangle$ 態同時存在的一種非經典狀態。在這樣的狀態下該量子位元既不是0態也不是1態，但也不是像一枚等待猜測的硬幣那樣，處在正反兩面(0與1)不確定但出現機率相等的狀態。量子位元的 $|0\rangle$ 與 $|1\rangle$ 可以在疊加的狀態中一起經歷量子演化，這樣的特性暗示了量子計算的量子平行性。然而每個量子位元各自經歷演化還不足以構築多量子位元系統所有可能的演化，我們還必須讓不同量子位元產生交互作用以便讓他們產生糾纏，才能構築量子計算豐富的算法，其中一種特殊的疊加稱為量子糾纏態。以兩個量子位元為例， $|0\rangle|0\rangle+|1\rangle|1\rangle$ 就是典型的糾纏態。其中， $|0\rangle|0\rangle$ 表示第一個量子位元的 $|0\rangle$ 態與第二個量子位元的 $|0\rangle$ 態聯繫在一起， $|1\rangle|1\rangle$ 也代表這樣的聯繫。而且這兩種聯繫處在量子疊加，因此我們無法談論這兩個量子位元各自處於什麼狀態，故稱糾纏。

糾纏在量子計算中有一個更實用的觀點：即糾纏態的產生通常來自於一個量子位元 (control qubit) 對另一個量子位元 (target qubit) 的控制。控制方與受控方的關係類似薛丁格貓實驗中的放射性原子與貓。基於這個觀點，若控制方處於疊加態則受控方將處於不同的受控情況的疊加。這樣的糾纏過程是量子計算中的重要元素，其具體實例如圖一算法中的P模塊(虛線)所示。先以兩個量子位元的運算為例，其中受控量子位元 T 將經歷兩個演化 U_1 與 U_2 ，而 U_1 與 U_2 的執行與否分別依賴於量子位元 C_1 與 C_2 的狀態。若 C_1 與 C_2 分別先經歷 H 演化 (Hadamard 閘)，由 $|0\rangle$ 態轉成疊加態

$|0\rangle+|1\rangle$ ，則 T 將處於四種情況的疊加：經歷自然演化 I 、經歷 U_1 、經歷 U_2 、經歷 U_1 與 U_2 。我們可以說疊加與糾纏協同編織了量子計算變化多端的平行演化過程。一般而言，P模塊的目的是藉由這個平行過程將初始態 $|0\rangle|0\rangle|\phi_{mi}\rangle$ 演化成疊加態

$|\psi\rangle=|0\rangle|0\rangle I|\phi_{mi}\rangle+|1\rangle|0\rangle U_1|\phi_{mi}\rangle+|0\rangle|1\rangle U_2|\phi_{mi}\rangle+|1\rangle|1\rangle U_1 U_2|\phi_{mi}\rangle$ ，並將問題答案 a 以相位的形式轉錄至 C_1 與 C_2 中。以此類推，若有 N 個量子位元 $C_1\sim C_N$ 分別控制 T 的 $U_1\sim U_N$ 演化，則 T 將平行地經歷 2^N 種不同演化。令人驚奇的是這只需要 N 個 H 演化與 N 個 U 演化。但是要得到答案，我們必須測量疊加態 $|\psi\rangle$ 中 C_0 至 C_{N-1} 的狀態。然而每次測量只能測到其中一種可能的狀態，且測量後疊加態不復存在，因此想要得到疊加態中 C_0 至 C_{N-1} 的統計資訊我們必須重新計算並測量結果，這樣量子平行性的好處就將完全被抹殺。



▲(圖一) 量子算法示意圖。

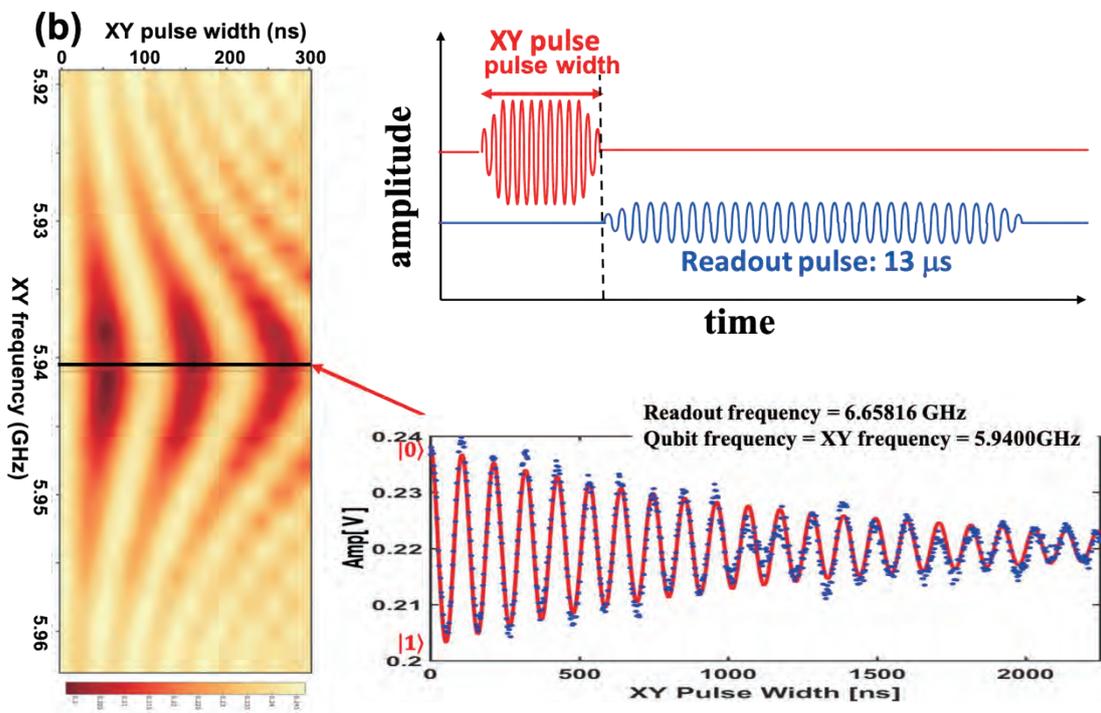
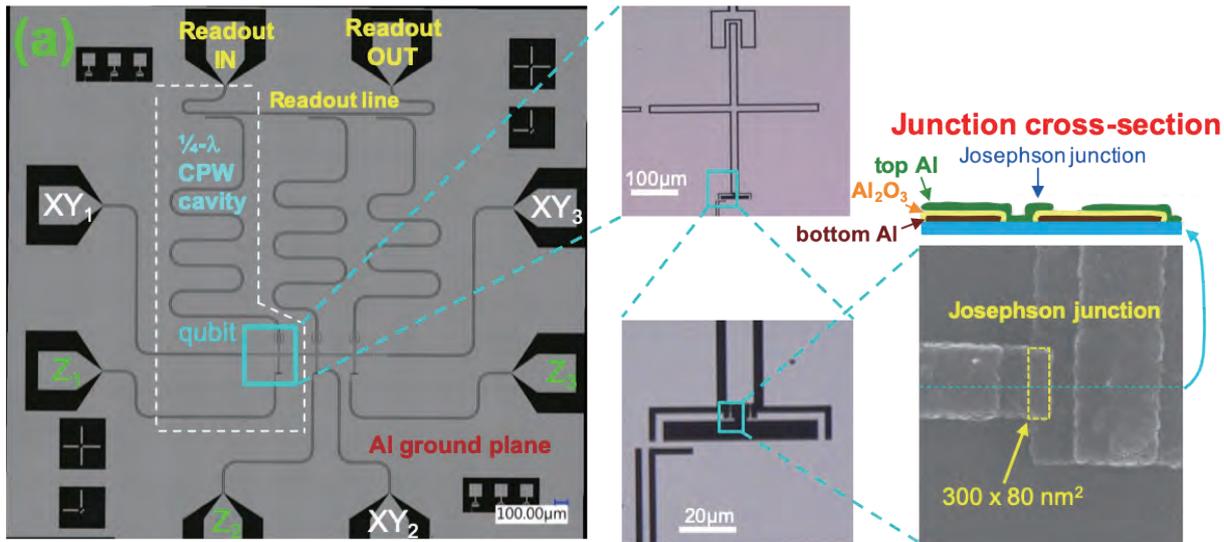
因此在很多量子算法中(如Shor算法與數位量子模擬[3])，P模塊的計算之後必須利用某種干涉機制，使疊加態 $|\psi\rangle$ 中蘊含答案的相位資訊再轉換到最後因建設性干涉而留下來的少數幾個量子態，其他的則因破壞性干涉被銷去。如此，以更少數次測量就可以得到答案。這種干涉機制一般由量子傅立葉反轉換 (QFT^{-1}) 來達成，對於有N個控制量子位元 $C_1 \sim C_N$ 的情況而言，量子傅立葉反轉換具體過程為 $\frac{1}{\sqrt{2^N}} \sum_{k=0}^{2^N-1} e^{i\frac{2\pi ak}{2^N}} |k\rangle \rightarrow |a\rangle$ ，其中 $|a\rangle$ 為 $C_1 \sim C_N$ 的態 (例如當 $a=0*2^{N-1}+\dots+0*2^6+1*2^5+0*2^4+0*2^3+1*2^2+0*2^1+1*2^0$ 則 $|a\rangle = |0\dots 0100101\rangle$)，這樣的轉換就把疊加態中隱藏在相對相位的答案 a 經干涉過程轉

換到對應的態 $|a\rangle$ 。在古典波動行為中類似的例子是等相差波源陣列，其近場在各波源處強度相等而相位等差，然而遠場輻射則集中在某一狹窄方向範圍內，由此可見疊加態中的相對相位在量子傅立葉反轉換中所扮演的角色。除了量子傅立葉轉換外，大部分的量子算法都在很大程度上依賴波動與干涉的現象，因此相對相位對量子計算至關重要，是謂量子同調性。量子電腦的硬體設計中，很多考量皆與如何保護量子態以延長同調生命期有關。

量子電腦的硬體實現

量子電腦有多種硬體實現方式，但設計上的考量大同小異，主要有三大共同考量：量子位元的可操作性、可測量性、以及對量子態的保護。針對這些考量，發展出了腔量子電動力學(cavity quantum electrodynamics, cQED)系統，以下將以超導量子系統為例簡介量子電腦的實作方式。圖二(a)為我們實驗室設計製作之超導量子系統，虛線中為一個超導量子電腦的基本單元，其主要由一個微波共平面波導共振腔(6.658GHz coplanar waveguide cavity, CPW-cavity)、一個超導量子位元(5.940GHz)、位元控制線路及一條位元讀取線組成。共振腔是一個1/4波長共面波導，超導量子位元(實線中結構)是由約瑟芬結(Josephson junction)與外加電容(十字型結構)所構成的量子失諧振子來實現。共振腔與量子位元的頻率差距使得共振腔與量子位元的耦合傾向於不交換能量量子，而只是產生糾纏，意即共振腔的頻率會隨者量子位元的態($|0\rangle$ 或 $|1\rangle$)產生偏移，因此以位元讀取線測量共振頻率附近的微波穿透或反射的頻譜就可反推量子位元的態。至於對量子態的控制則由圖

二(a)中的線路Z與XY來實現。線路Z可饋入外加磁場以控制量子態的相對相位，線路XY則可饋入微波來控制量子態的在兩個基底態($|0\rangle$ 與 $|1\rangle$)間的交變。相鄰量子位元間的糾纏機制則是由十字型電容間的電容性耦合來提供。耦合效果由相鄰量子位元的頻差來控制，同頻率時耦合效果最大，反之頻差越大耦合效果越小。圖二(b)為單量子態控制的實驗結果，實驗中我們饋入XY微波訊號(與量子位元同頻率)促使量子態在 $|0\rangle$ 與 $|1\rangle$ 之間交變，並在不同的時間點(XY pulse width)作量子測量。震盪行為反映量子干涉效應，而其逐漸消失的現象蘊含量子同調性與能量的衰減。量子位元的同調生命期受內在與外在兩大因素影響。外在影響主要來自於量子位元與量子態讀取線路間的耦合。微波共振腔中介於位元與讀取線之間可以提供量子位元類似濾波的保護機制，因為共振腔與量子位元有約718MHz的頻率差異。而內在影響主要來自於量子位元本身的損耗與其頻率對各類雜訊的敏感度，通常可藉由材料與製程的改進以及幾何結構的最佳化來壓抑。



▲圖二 (a) 超導量子電腦基本模塊。晶片尺寸為5mm*5mm，設計有三個電容耦合的量子位元。(b) 受控量子態的交變行為。右上角紅色為在XY控制線上的訊號，藍色為在讀取線上的訊號。左圖為在不同XY頻率下的震盪週期及震幅(電壓值)的改變，右下角為XY頻率設定為量子位元頻率時的量子位元狀態Rabi震盪。

量子計算的應用、瓶頸、現階段任務、與未來展望

量子計算的應用廣泛，目前觸及的領域有解密與加密、量子化學、量子物理、最佳化問題、與人工智能。這幾乎涵蓋人類社會的所有層面，實用化後將對人類生活產生重大影響。然而，目前最優秀的量子電腦也還無法表現量子計算的優勢。儘管量子電腦上的量子位元數目已經超過50，但執行算法所需要的線路深度還遠遠不足[4]。主因為量子位元在計算過程中的錯誤率仍然很高，對此雖然我們可以採用量子誤差修正與量子容錯計算來挽救，但換來的代價則是巨大的。以超導量子系統的表面碼量子容錯計算來說，就算單一操作的位元錯誤率低至0.1%，我們仍然需要以1000~10000個物理量子位元來編碼一個邏輯量子位元才能達

到算法所要求的精度[5]，這樣將大大增加硬體製作上的難度與算法的複雜度。目前一些著名算法的實現僅達概念展示的程度，證明量子計算之可行性足矣，然實際應用卻還有很長的路要走。但是我們應該保持樂觀，因為即便基於量子邏輯閘的一般性量子計算還有待量子電腦硬體的改進，我們仍然能在嘈雜中等規模量子系統上(Noisy Intermediate Scale Quantum, NISQ)找尋新的算法與應用[6]。再者硬體的發展也可能一日千里，就像當初傳統電腦的發展那樣。量子電腦的長遠目標應該還是容錯計算的實用化。配合這個目標，許多現有科技產業或可得到升級，總之讓我們投入並且期待。

[1] <https://www.ibm.com/blogs/research/2019/10/on-quantum-supremacy/>

[2] https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_computing

[3] M. A. Nielsen and I. L. Chuang, *Quantum computation and quantum information*, Cambridge University Press, New York (2000).

[4] <https://medium.com/qiskit/what-is-quantum-volume-anyway-a4dff801c36f>

[5] E. T. Campbell, B. M. Terhal, and C. Vuillot, "Roads towards fault-tolerant universal quantum computation," *Nature* 549, 174 (2017).

[6] John Preskill, "Quantum Computing in the NISQ era and beyond," *Quantum* 2, 79 (2018).

人事動態

1. 謝興邦先生奉核定為生醫轉譯研究中心研究員，聘期自110年1月1日起至110年12月31日止。
2. 余慈顏先生奉核定為原子與分子科學研究所副研究員，聘期自109年11月23日起至130年11月30日止。

新進人員介紹—— 中國文哲研究所呂政倚助研究員

呂政倚先生於國立政治大學哲學系取得博士學位，曾任職本院中國文哲研究所博士後研究員。研究領域為宋明理學、韓國儒學與當代新儒學。目前關注於中韓儒學的比較研究，試圖透過韓國朝鮮末期的論爭主題－特別是湖洛論爭的二十大主題：人性、物性同異之辨；未發氣質之性有無之辨－之梳理與分判，吸收朝鮮末期朱子學者的研究成果，擴大宋明理學研究的視域、開拓新的論題，並為當代宋明理學的詮釋與探究提供來自韓儒的觀點。呂博士自109年10月起於中國文哲研究所擔任助研究員一職。

新進
人員



呂政倚
中國文哲研究所助研究員

捐血活動公告

歡迎同仁攜帶具有身分證字號和相片之證件，於下述時間及地點響應此公益性活動，活動期間請全程配戴口罩、保持社交距離，配合體溫量測與手部清潔消毒動作。

- 一、捐血時間：2020年12月22日（星期二）9時30分至16時30分
- 二、捐血地點：本院學術活動中心前廣場
- 三、主辦單位：臺北捐血中心與中央研究院