



# 中研院訊

Academia Sinica Newsletter



第1761期 | 2022年03月24日發行



Mathematics and  
Physical Sciences

Humanities and  
Social Sciences

Life Sciences

# 本期目錄

## 當期焦點

- 01 上梁典禮〉中研院南部院區第二期工程 投入量子電腦與海洋能源研究
- 03 突破合金材料極限！中研院學者研發超彈性高熵合金 助高精密元件提升效能
- 07 馳援烏克蘭！本院發起「烏克蘭學人獎學金計畫」開放申請
- 08 「重症基因庫暨細胞／藥物研發」捐助記者會

## 學術活動

- 10 本院展覽〉嶺南畫派歐豪年來臺半世紀個展 展出「海鷹」、「五虎圖」等經典之作
- 12 線上演講〉本院分子生物研究所尖端演講系列
- 13 新書出版〉《甲骨綴合三集》
- 14 新書出版〉《筆醒山河：中國近代啟蒙人嚴復》

## 漫步科研

- 15 【專欄】您的DNA管理大師—染色質

## 生活中研

- 22 新進人員介紹——生物化學研究所嚴欣勇助研究員
- 24 人事動態
- 25 2022年中央研究院藝文活動表演資訊
- 26 本院3/29舉辦捐血活動 邀您一起熱血做公益！

### 編輯委員

洪子偉、湯雅雯、林子鈴  
吳岱娜、賴俊儒、陳玉潔  
吳志航、林千翔、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，若逢連續假期則提前一天截稿，歡迎同仁踴躍賜稿。

## 上梁典禮〉中研院南部院區第二期工程 投入量子電腦與海洋能源研究



▲由左至右：本院廖俊智院長、蔡英文總統、本院周美吟副院長

本院南部院區建設往前邁大步！本（3）月15日舉行第二期工程「研究大樓（II）及綜合大樓」上梁祈福儀式，典禮由蔡英文總統、本院廖俊智院長等人共同見證，期許工程順利於今（2022）年底前竣工。廖俊智院長表示，量子科技與氣候變遷，皆是當前影響全球重要的關鍵議題，本院將於南部院區設置量子科技研究基地及海洋能專題研究中心，為臺灣邁向量子時代布局，並因應2050淨零排放目標。

蔡英文總統致詞指出，南部院區能延伸中研院的研發能量，與周邊產官學研單位鏈結，是政府落實區域均衡的重大建設。有鑑於量子科技被視為下一代改變世界的技術，南部院區興建量

子實驗大樓計畫已於去（2021）年7月獲行政院核定，將有助於提升臺灣科技研發實力，支撐產業永續發展。

## 基礎研究領軍 發展量子科技關鍵技術

廖院長指出，本院在量子科技已深耕數十年，包括超導量子元件、量子光電、量子密碼等，並已成立量子電腦及量子光電專題中心。為把握臺灣發展量子科技的契機，本院將扮演量子國家隊的樞紐，聚集、培育和延攬頂尖量子研發團隊，連結國內學術研究能量，以及臺灣在半導體與通訊產業的經驗，「建構第一台臺灣自製的超導量子電腦！」

量子電腦能超越現今電腦的運算方式，其中又以超導量子位元為目前國際間的研發主流之一。本院物理所研究員陳啟東團隊是臺灣在超導量子位元製作與研究的主力，正全力開發超導量子電腦晶片關鍵製程、量子位元的運作技術，未來將再提高操控與讀取位元的保真度，以建構出整台量子電腦。另外，在量子光電領域，應用科學研究中心特聘研究員張文豪團隊亦著手開發單光子發射器、發展量子光電晶片，及優化量子光電元件等。

## 國內學研界首創 成立海洋能專題中心

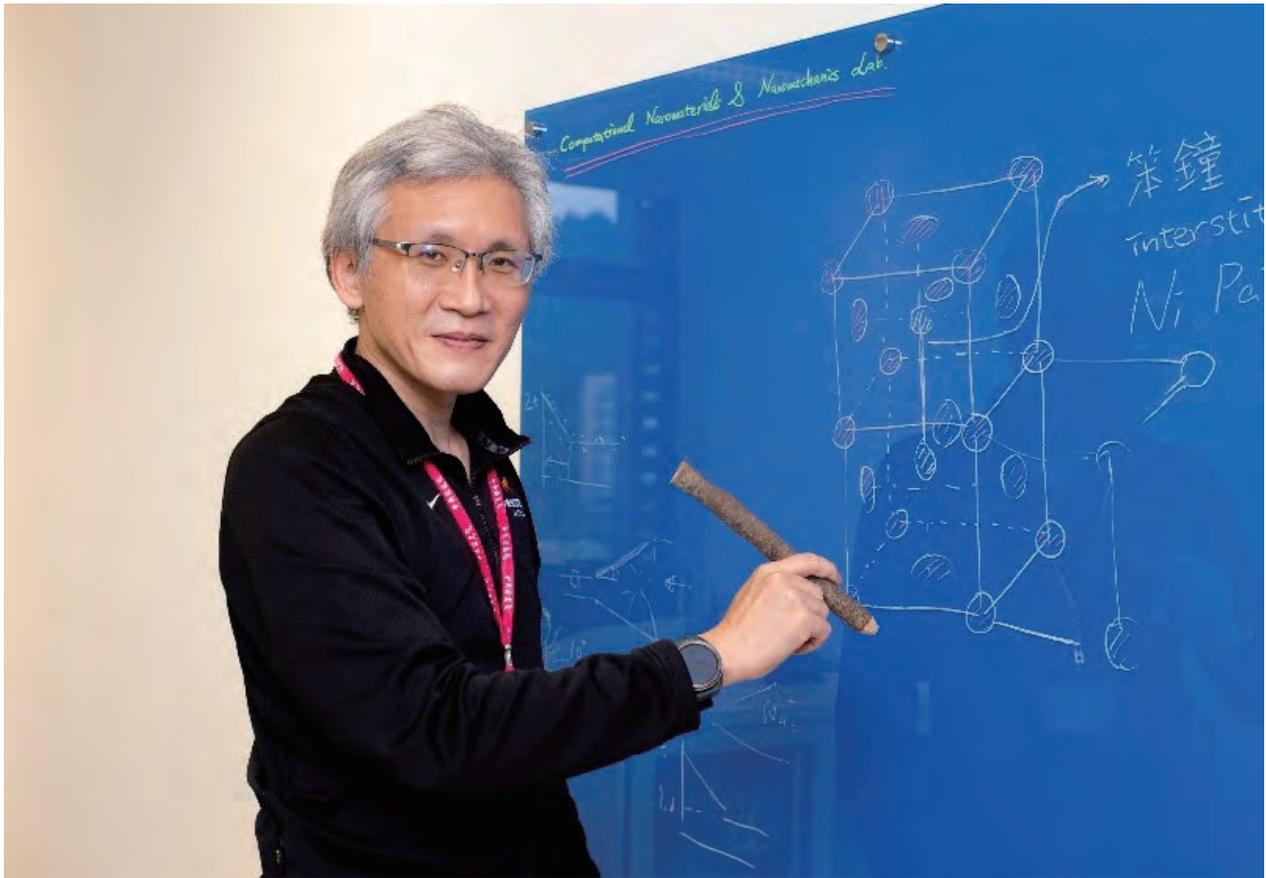
除了量子科技研究基地，廖院長強調，面對緊迫的全球氣候變遷危機，「海洋能」被視為重要的零碳能源選項，發電過程不會排放溫室氣體或污染物。南部院區將成立國內首座「海洋能專題中心」，研究焦點包括調查臺灣東南沿海黑潮主軸洋流發電潛能等，預計在未來五年完成「臺灣週邊海域高解析度資料同化模式系統」之建置。

本院環境變遷研究中心陳于高主任表示，臺灣東岸有黑潮流經，擁有得天獨厚的海洋能資源。未來將有三個核心實驗室進駐，投入黑潮海流發電、海洋安全與搜救，以及海洋藍碳研究等，此為國內海洋研究單位首創之舉。

本院南部院區基地面積約7.3公頃，開發方式採分階段進行，第一棟研究大樓、溫室與公共工程於2020竣工，本院農業生技專題中心已有團隊進駐。本次上梁的研究大樓（II）及綜合大樓預計今年底前竣工，2023年完成設置量子實驗室，量子實驗大樓亦將於今年年中發包。此外，南院同時也推動農業生技、循環永續，以及兼顧臺灣文史等領域之專題研究，將本院尖端基礎研究能量注入南臺灣。

出席上梁典禮貴賓包括：立法委員王定宇、林宜瑾、陳亭妃、臺南市長黃偉哲，以及本院周美吟副院長、南部院區籌備委員會施明哲主委、彭信坤秘書長等人，一同上香祈福，祈求工程順利圓滿。

# 突破合金材料極限！ 中研院學者研發超彈性高熵合金 助高精密元件提升效能



▲本院應用科學研究中心包淳偉研究員

隨著尖端科技發展，材料科學研發也日新月異。本院應用科學研究中心包淳偉研究員與跨國團隊合作，以理論模擬結合實驗結果，研發出超彈性高熵（註一）艾林瓦（註二）（Elinvar）合金，擁有目前所知最高標準化強度（註三）、極低的彈性能耗損，能承受更大的外加應力、應變，不容易變形，成果於近期登上國際知名學術期刊《自然》（*Nature*）。包淳偉研究員表示，研究團隊正持續進行更大尺度的分子模擬，希望能將此研究成果應用在要求恆定彈性、需應付溫度急遽變化的高精密元件中，例如民生、生醫、能源、航太等產業。

傳統合金材料是由一種成分濃度最高的主體元素加入其他元素組成，例如鋼材是以鐵為主體元素，再摻雜碳及其他元素，而高熵合金（high entropy alloy）是由多種元素以相近濃度均勻混合，突破傳統材料瓶頸，具有強度提升，更加耐磨、耐溫及輕量化等優勢。自從國立清華大學材料科學工程學系葉均蔚特聘教授於2004年提出高熵合金的概念以來，目前已有少部分的產業應用，如金屬切削加工使用的刀具等。許多研究人員在此基礎上持續深化，除高熵合金外，目前材料學界也積極研發其他高熵材料，如高熵陶瓷，高熵二維材料等，預期可應用在電池、產氫技術以及光電領域。

本次研究團隊結合電腦模擬與實驗，首次發現結合鈷、鎳、鉛、鈦、銦這五種元素，原子大小差異（註四）高達11%的組合，能形成晶體結構穩定的高熵合金。經原子尺度的電腦模擬發現，新合金內原子的獨特結構，導致其內部原子約9%的晶格畸變（註五），遠超過一般高熵合金材料的2%，因此增加原子間差排移動的難度，不容易產生永久變形。機械性質量測結果亦顯示，這種新合金有目前所知的最高彈性極限，相較絕大部分金屬，可以承受更大的形變。

除此之外，不同於大部分金屬加熱後會軟化，新合金表現出艾林瓦效應，對巨大溫差接近「無感」，即使加熱到攝氏726度左右，其剛度仍然與室溫下相當。實驗結果亦顯示，新合金的彈性能量耗損極低，亦即，未來若製成機械設備零件，可讓驅動設備的輸入能量盡可能轉換成推進力，不致於浪費能量。

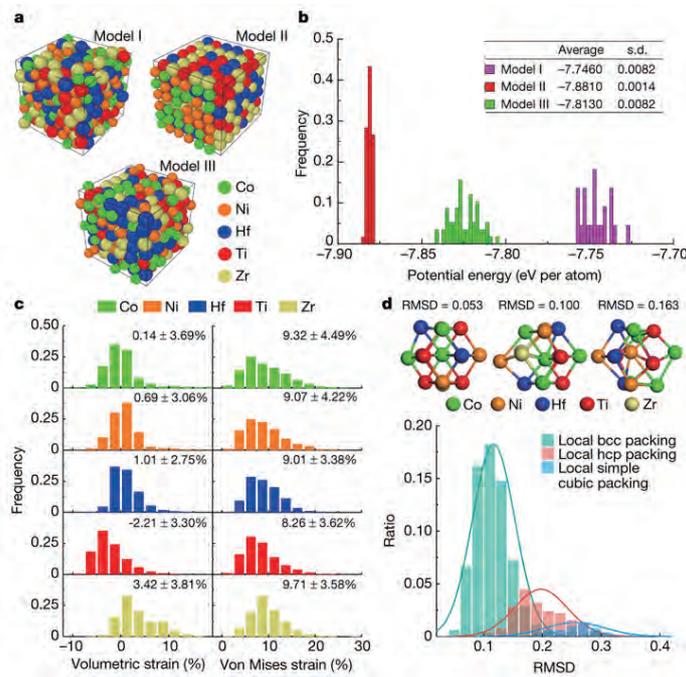
包淳偉研究員指出，此合作研究始於2018年應邀前往香港城市大學演講。城大楊勇教授當時在實驗室成功製備出超彈性高熵合金，但是許多實驗量測結果無法解釋。包淳偉研究員便與當時他的博士後研究員、現任臺北科技大學材料及資源工程系陳信安助理教授，一起利用電腦模擬，將實驗所觀察到的現象，以理論模型計算，得出精確的定量結果，包括原子周遭環境、晶格畸變程度以及晶體熱力學穩定程度等實驗無法量測的項目，對照實驗結果後，從而驗證新合金的性質。

包淳偉的研究團隊，現持續進行更大尺度的分子模擬，期望能更加深入了解新合金的獨特機械性質與形變機制，將其應用在高精密元件中。此外，本次研究克服了原子半徑差異，引入極高的晶格畸變，此一研究思路亦可在應用在其他新穎高熵材料的設計中。

本次研究成員有本院應用科學研究中心包淳偉研究員、臺北科技大學材料系陳信安助理教授、香港大學David J. Srolovitz教授、香港城市大學楊勇教授，以及香港城市大學工學院傑出教授、本院劉錦川院士等全球多個研究團隊。

論文全文：<https://www.nature.com/articles/s41586-021-04309-1>

- (註一) 熵，音同「商」，是一種熱力學性質。比較容易理解的通俗說法是「熵」代表了系統的混亂無序程度，系統越亂（或者呈現愈多的可能性），熵就越大。
- (註二) 艾林瓦（Elinvar）效應是指材料在一定溫度範圍內，保持恆定的彈性模量。舉例而言，用於製造科學測量儀器的金屬材質，需要盡可能維持彈性恆定，才不會因為溫度變化影響結果。
- (註三) 最高標準化強度（normalized strength）為降伏強度與楊氏模量的比值，相當於彈性變形極限。
- (註四) 一般認為原子大小差異若是太大，無法形成規則晶體。例如，可以將一堆棒球整齊地疊在一起，但若混入籃球、高爾夫球等不同大小球體，就很難堆疊整齊。本研究以電腦模擬及實驗發現，當較小的鈷、鎳原子與較大的鈦、鈦、鋯原子以大小互補的模式交替配置時，能夠形成穩定的晶體材料。
- (註五) 晶格畸變（lattice distortion）：在材料科學領域中，金屬變形一般歸因於原子尺度的差排滑移。組成高熵合金的原子有大有小，晶格畸變是指晶體結構不整齊，此一現象使得差排滑移的障礙更高，如同車子在整齊平順道路上可快速行駛，但若增加不規則坑洞，行駛難度變高。妨礙金屬變形，也等於提高了彈性的極限值。



▲圖片1：包淳偉研究員研究團隊以電腦模擬超彈性高熵艾林瓦（Elinvar）合金的晶體結構

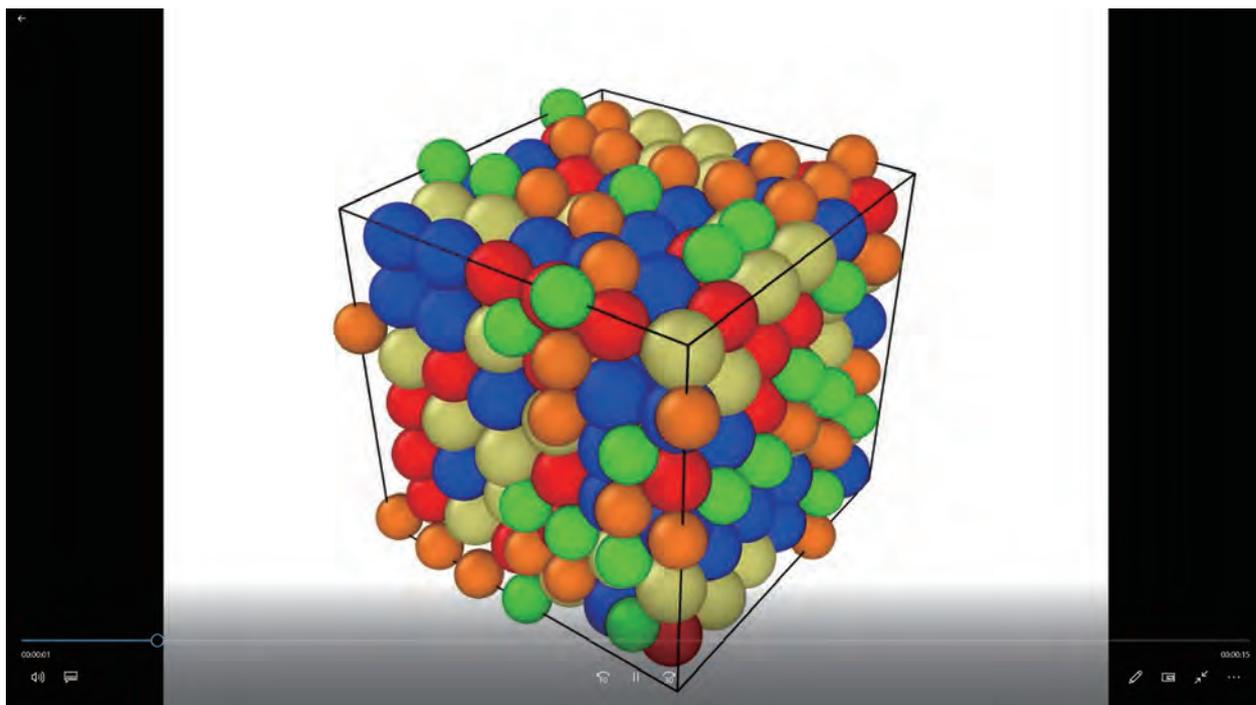
圖片1說明：

圖a為原子結構模型，用來比較超彈性高熵艾林瓦合金內部各元素排列狀況。

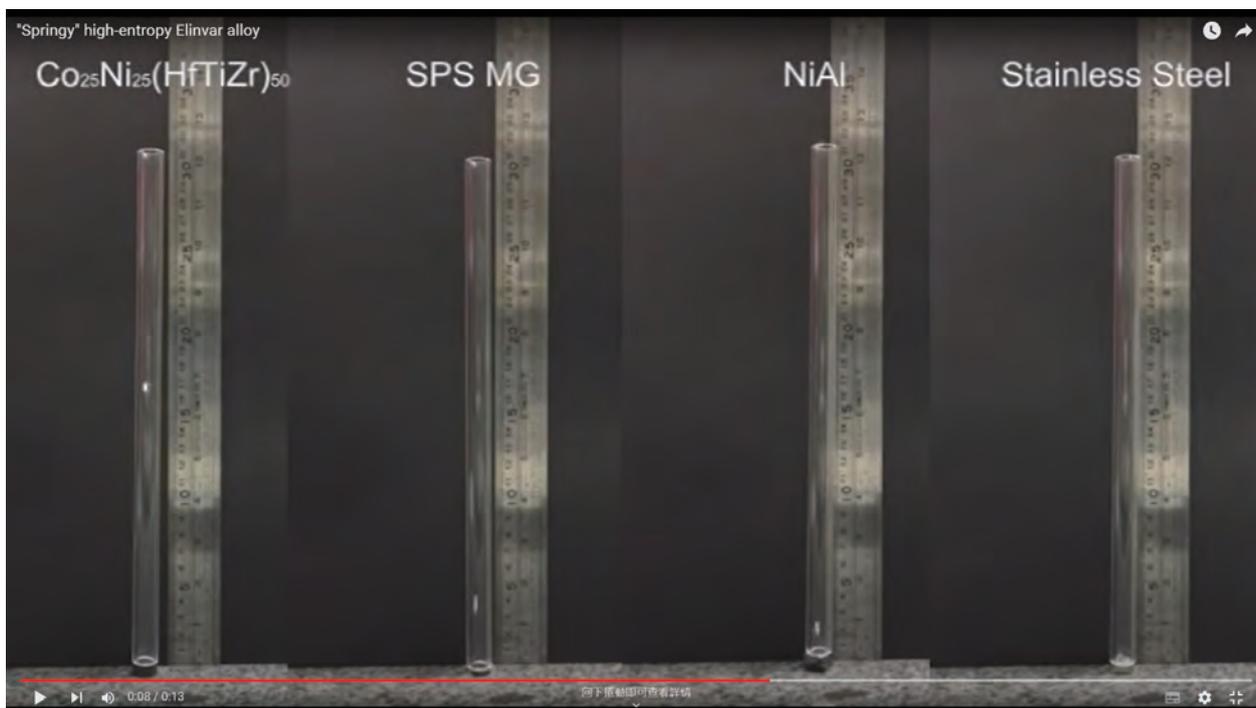
圖b為圖a中3種原子排列模型的相對能量，越低代表結構越穩定。

圖c為此合金內鈷、鎳、鈦、鈦、鋯五種元素的晶格畸變程度分布。

圖d為圖a中Model III的晶格畸變結構範例及原子局部結構分佈，可判斷合金內的晶體結構較接近哪一種。



▲影片1（檔案）：超彈性高熵艾林瓦合金的內部分子結構模擬影片。  
影片出處：中研院應科中心包淳偉研究員



▲影片2（YouTube）：彈性測試實驗影片  
影片出處：*Nature* 602, 251 – 257 (2022). Extended Data Fig. 5 Video  
連結：[https://www.youtube.com/watch?v=cfi\\_hz\\_-CzM&t=13s](https://www.youtube.com/watch?v=cfi_hz_-CzM&t=13s)  
影片2說明：研究團隊在試管底部放置4種材質，由左至右分別為高熵艾林瓦合金、銅鋁鋁金屬玻璃、鎳鋁合金、不鏽鋼，再比較鋼珠落在不同材質表面的彈跳情況，結果發現高熵艾林瓦合金彈性最佳。

# 馳援烏克蘭！本院發起「烏克蘭學人獎學金計畫」 開放申請

為協助遭逢戰火的烏克蘭學者及學生，由本院發起、科技部參與的「烏克蘭學人獎學金計畫」，將提供獎學金給烏克蘭學生（包含大學生與碩博士生）、具博士學位之學者，來本院參與研究工作。

## 1. 學生：大學生、碩士生和博士生

- 名額：將盡可能接收，以協助烏籍學生能來臺安心學習。
- 資格：烏克蘭公民
- 專業領域：（1）人文社會科學，（2）數學和物理科學，（3）生命科學
- 涵蓋費用：（1）機票（往返），（2）住宿費（3）生活費（大學生15,000元/月；碩士生和博士生20,000元/月）
- 計畫時間：3個月（視情況不排除延長）

## 2. 學者（需具有博士學位）

- 名額：15位
- 資格：目前居住在烏克蘭、波蘭、捷克、匈牙利或斯洛伐克的烏克蘭公民
- 專業領域：（1）人文社會科學，（2）數學和物理科學，（3）生命科學
- 涵蓋費用：（1）機票（往返），（2）住宿費（3）生活費（新臺幣至少66,950元/月）
- 計畫時間：3個月（視情況不排除延長）

線上申請：<https://tinyurl.com/ya95ga6m>

諮詢信箱：[dia@gate.sinica.edu.tw](mailto:dia@gate.sinica.edu.tw)

**TAIWAN SCHOLARSHIPS for UKRAINE Students & Scholars**

To show our concern for the crisis in Ukraine, Taiwan is offering scholarships for Ukrainian students and scholars

**STUDENTS: UNDERGRADUATE, MASTER AND PHD**

- Eligibility: Ukrainian citizens
- Duration: 3 months (with the possibility of extension)

**SCHOLARS WITH A PHD DEGREE**

- Eligibility: Ukrainian citizens currently based in Poland and Ukraine
- Duration: 3 months (with the possibility of extension)

**APPLY HERE**

**CONTACT INFORMATION**  
✉ [dia@gate.sinica.edu.tw](mailto:dia@gate.sinica.edu.tw)

The program is sponsored by Academia Sinica (AS) and the Ministry of Science and Technology (MOST), Taiwan.

# 「重症基因庫暨細胞／藥物研發」 捐助記者會



▲本院廖俊智院長（左7）、陳建仁院士（左8）、賴明詔院士（右5）、姚孟肇院士（後右3）、沈哲鯤院士（左1）、分生所程淮榮所長（左4）

細胞／藥物治療是處置許多兒童重症的利器，但在其有效性及副作用之間的平衡，仍是最大難題。本院分子生物研究所陳律佑副研究員與和信治癌中心醫院陳榮隆醫師將結合基礎研究及臨床醫療，就此關鍵議題展開合作。本計畫獲台灣重症兒童協會資助，三方於本（3）月16日於本院分生所共同舉辦捐助儀式記者會，期望結合遺傳變異分析，病毒特異性免疫細胞療法及藥物動力學監測等技術，以促進精準治療。

重症兒童的體內常攜帶基因變異，與疾病及精準治療相關聯。透過本院分生所與和信醫院的合作計畫，雙方結合基礎研究與臨床醫療，將建立重症病人基因變異資料庫，並與臨床資訊互動分析，除找尋致病突變外，並據以協助疾病治療與規劃優生保健計畫。此外，也將建立精準化細胞／藥物治療，初期以開發高活性的病毒特異性免疫T細胞及藥物動力學監測起步，透過結合基因及臨床資料庫訊息，將可針對各種重症設計精準細胞／藥物治療方法。本計畫的執行預期將發現新的罕見遺傳型或後天變異基因、確證變異基因的致病性及與治療的互動、精準細胞／藥物治療，遠程則朝提高重症治癒率及減少併發症的目標。

面對疾病的難題，陳律佑副研究員運用分子生物學，解析端粒維護與疾病的關係，曾於《自然》（*Nature*）、《自然結構分子生物學》（*Nature Structural & Molecular Biology*）、《基因與發育》（*Genes & Development*）等頂尖期刊發表成果，也於2019年獲得中研院年輕學者著作獎肯定。陳榮隆醫師「以病人為承諾」，30多年來奮戰於造血幹細胞移植領域，救治無數罹患罕癌急重症的兒童及青年，也發表了70多篇臨床論文。

「重症基因庫暨細胞／藥物研發計畫」在臺灣重症兒童協會勸募下，獲得證券期貨業者的捐助，首批捐助金額1,000萬，未來也允諾將持續募集資金推動該計畫。

出席記者會貴賓包含本院廖俊智院長、本院陳建仁院士（前副總統）、賴明詔院士、姚孟肇院士、沈哲鯤院士、本院分生所程淮榮所長、臺灣重症兒童協會楊慈雲理事長、臺灣重症兒童協會遺傳醫學基金周志道主任委員等人。

## 本院展覽〉嶺南畫派歐豪年來臺半世紀個展 展出「海鷹」、「五虎圖」等經典之作

適逢嶺南畫派來臺發展50週年，「嶺南畫派歐豪年來臺半世紀個展」即日起在本院歷史文物陳列館展出，共有68件作品，包括五聯屏「五虎圖」為今年虎年展代表、四聯屏「海鷹」為本院嶺南美術館典藏鎮館之寶。本（3）月16日舉行展覽開幕式，本院廖俊智院長、歷史語言研究所李貞德所長、曾志朗院士等貴賓出席剪綵活動，盛讚歐豪年的繪畫成就與藝術貢獻，邀請大家一睹大師作品丰采，展期至今（2022）年9月28日止。

「嶺南畫派歐豪年來臺半世紀個展」由本院歷史語言研究所歷史文物陳列館、嶺南美術館主辦，歐豪年文化基金會協辦，嶺南美術館副館長歐大衛與李婉慧策展。



▲歐豪年教授（左6）、本院廖俊智院長（左5）、曾志朗院士（左4）、嶺南美術館副館長歐大衛（左2）、李婉慧（後左6）、蘇天財董事長（左7）、史語所李貞德所長（左8）、院本部總務處張剛維處長（右2）、史語所歷史文物陳列館黃銘崇主任（右1）

嶺南美術館表示，歐豪年教授於50年代來臺，今已八十八歲，於水墨山水、花鳥、人物等無不兼擅，其巨大尺幅與連屏作品之氣勢恢弘而磅礴，增以詩詞、詩書畫三絕交美，為嶺南畫派巨擘。此次展出內容為該館所典藏的歐豪年書畫作品，五聯屏「五虎圖」則向蘇天財收藏家借展。

除了在藝術創作上成就斐然，歐豪年教授對於藝術傳承也有卓越貢獻，響應中國文化大學張其昀創辦人的創校理念與邀約，1970年在文化大學美術學系專任授課，帶領嶺南畫派投入臺灣美術教育陣容；勉勵畢業學生成立「擎天藝術群」，以「藝術千秋事，薪火古今傳，斯文方待振，為許志擎天」此詩，期勉諸生相互扶持，在藝壇上能更上層樓。此外，歐教授也廣受博物館邀請展覽演講，自喻「鵬展鯤游」，「盡攜書畫到天涯」。

嶺南美術館成立於2002年，立館目標為研究、典藏、教育與展覽嶺南畫風，典藏128幅書品，此為完整的嶺南畫派三代一系列作品，包括創派三家高劍父、高奇峰、陳樹人，第二代為趙少昂、關山月、黎雄才、楊善深……等，第三代歐豪年，近年更收錄一批第四代畫作，部分為臺灣嶺南新生代表。更於2007年於臺北國父紀念館舉辦「嶺南畫派三傑-高劍父、高奇峰、陳樹人書畫大展」與國際研討會，2013年於故宮博物院舉辦「溯源與拓展-嶺南畫派特展」，並出版兩本畫冊與一本論文集。

展覽開幕式貴賓雲集，包括前文化部文化資產局局長王壽來、前臺北市立美術館館長謝小韜、蘇天財董事長、中央造幣廠副廠長林文、前臺藝大副校長林進忠、陳金龍董事長、蘇昭豪董事長、蘇昭樺董事長、文化大學教授古耀華、泰北中學主任李俊輝、擎天畫會前會長何正良等，以及本院院本部總務處處長張剛維、史語所歷史文物陳列館主任黃銘崇、嶺南美術館副館長歐大衛、副館長李婉慧等人，場面相當熱烈。

嶺南畫派歐豪年來臺半世紀個展，展期從即日起至9月28日，地點在本院歷史語言研究所歷史文物陳列館二樓205室，開放時間為每週三、六、日，上午9點30分至下午4時30分。展覽介紹：<http://museum.sinica.edu.tw/exhibitions/86/>

# 線上演講〉本院分子生物研究所尖端演講系列

講題：Gamma oscillations: mechanisms, function and human diseases

時間：2022年3月31日（星期四）上午9時至10時

地點：本院分子生物研究所B1演講廳

講者：蔡立慧教授（本院院士、麻省理工學院Picower學習與記憶研究所所長）

主持人：吳玉威助研究員（本院分子生物研究所）

活動網址：<https://tinyurl.com/yb4mzemj>

聯絡人：簡小姐，（02）2789-9966

2022

**Frontiers in Biology**  
IMB Seminar  
Institute of Molecular Biology

Online Seminar  
Thursday, March 31, 2022  
09:00AM  
IMB B1 Auditorium  
分子生物研究所 B1演講廳

*Gamma oscillations: mechanisms,  
Function and human diseases*

**Dr. Li-Huei Tsai 蔡立慧**  
Director  
Picower Institute for Learning and Memory  
Department of Brain and Cognitive Sciences  
Massachusetts Institute of Technology  
Cambridge, MA 02139, USA

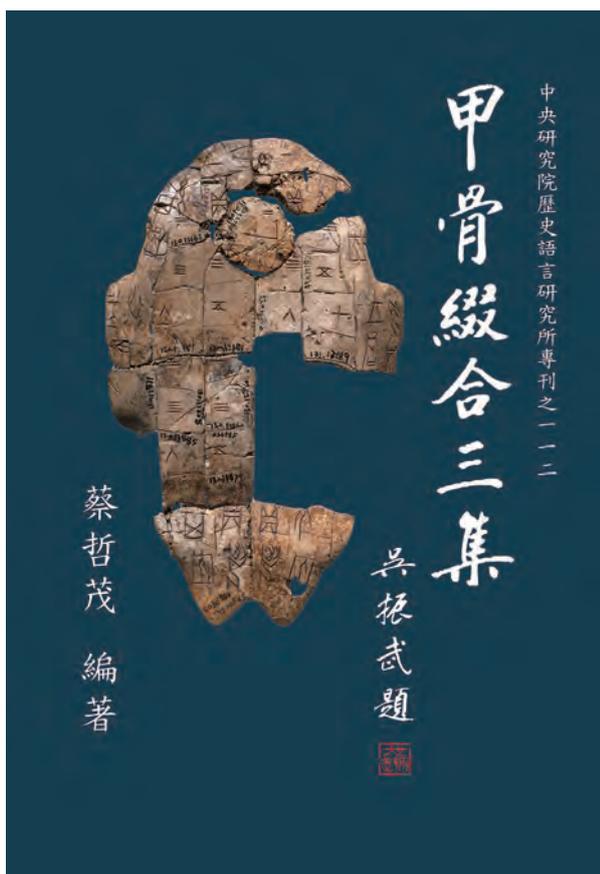
Host: Dr. Yu-Wei Wu 吳玉威

## 新書出版〉《甲骨綴合三集》

本院歷史語言研究所蔡哲茂兼任研究員編著《甲骨綴合三集》一書已於2022年2月出版。

本書收錄作者所綴合一百九十組甲骨綴合成果，除了綴合編號外，尚收錄綴合後的甲骨拓片與摹本。圖版之後，有各組卜辭的考釋文字。為了便於讀者檢索，另有綴合所涉及各著錄的對照號碼表。

內容簡介：<https://www1.ihp.sinica.edu.tw/Publications/Book/1142>



# 新書出版〉

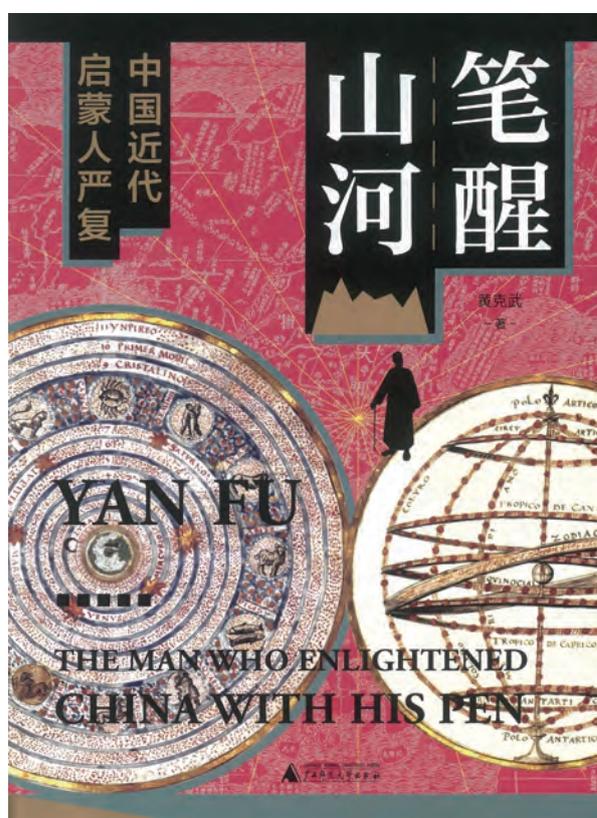
## 《筆醒山河：中國近代啟蒙人嚴復》

本院近代史研究所黃克武特聘研究員所著《筆醒山河：中國近代啟蒙人嚴復》一書已於2022年3月出版。

嚴復是中國近代重要的啟蒙思想家、翻譯家。《筆醒山河》是一部作者建立在三十多年學術基礎上的一本嚴復傳記。本書以「筆醒山河」為名正是要凸顯嚴復在啟蒙方面的重要性。書中圍繞兩條軸線展開：第一條軸線是嚴復的歷史處境與人際關係，從他生長環境、個性特質、婚姻家庭、師友關係等來看他的生命歷程，並反映他所身處的清末民初的動盪時代；第二條軸線則是關注嚴復的思想內涵，尤其透過嚴復翻譯作品的分析，展現他的政治和經濟思想特點。作者試圖從寬廣的歷史視野，簡明扼要地向讀者描述嚴復「走向世界」所遭遇的挑戰、挫折與成就。

嚴復的一生雖然聲名顯赫，卻並非平安順遂，而是充滿困頓：家庭變故、官場挫折、深陷煙霞癖而不能自拔、坐而言卻無法起而行。作者以細膩的筆觸，描寫了這位近代啟蒙人諸多不為人知的面向，為讀者還原一個豐滿的嚴復形象。在作者筆下，處於近代中國「轉型時代」的嚴復不僅是世變的先覺者，更是中國傳統文化的自覺者。嚴復一生的境遇是一部中國近代史的縮影。閱讀該書，不但可以一覽嚴復思想上的成就，更可以深刻理解嚴復所處的「時代困境」。

內容簡介：<https://reurl.cc/8WAdyo>



## 【專欄】您的DNA管理大師—染色質

作者：高承福研究員（本院細胞與個體生物學研究所）

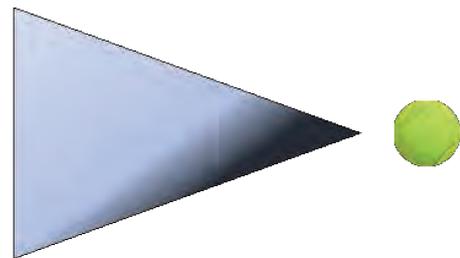
我們每個人身上的大部分的細胞，都只有一個細胞核（您或許有聽過紅血球沒有細胞核，或是肌肉細胞有多個細胞核），而每一顆細胞核中都含有約兩條兩公尺長的DNA？沒錯！這四公尺長的DNA事實上是擠進一個直徑大約6微米微小的細胞核中（一微米是百萬分之一公尺）！這就如同將40公里（您沒看錯，是公里）的細絲線塞進一個網球中！這個比喻夠傳神了吧！所以您應該了解這個比例多誇張。問題是這是如何做到的呢？或這麼做有什麼好處？這個就帶入我們今天故事的主題了。首先讓我來簡單的介紹我們的細胞是怎麼巧妙的將這麼長的DNA包入細胞核中。問題的答案在於我們的DNA並不是直接塞進細胞核中，而是先經過纏繞在一些蛋白質上，讓這些細長容易打結的DNA能夠壓縮到真核細胞核的微小空間中。如果您曾經嘗試過存放花園軟管，您就會知道，如果您盤繞軟管，可以避免打結，同時下次要再使用時也會容易得多。這個簡單的道理我們的細胞也知道，細胞不僅知道要將DNA纏起來，還知道要使用工具。這個DNA與蛋白質組成的結構，就是我們今天的主角「染色質」。

人類每一個細胞DNA約  $\sim 2 \times (3.2 \times 10^9)$  個鹼基

2 米長DNA



40 公里長  
細絲線



## 核小體長得像壽司

「染色質」？這是什麼啊？聽起來好像「染色體」？雖然只差一個字，但的確是不一樣。其實講起來也不複雜。您吃過壽司吧？壽司通常以壽司米或海苔皮做為外層，內餡有壽司蛋、火腿與肉鬆，煮熟的蝦子、蘆筍、干瓢、小黃瓜包裹起來。核小體則是DNA作為外層來包裹一些蛋白質（稱為組蛋白）。做壽司最重要的是將飯或海苔捲起，利用手勁往內縮把飯與材料之間的空氣擠出來，用米的黏性使得內餡能固定不鬆散。同樣的原則，DNA捲住蛋白質，但是捲得成功需要一點功夫。組蛋白是一個帶正電荷的小蛋白家族，稱為H1、H2A、H2B、H3和H4。由於磷酸糖骨架中的磷酸基團使得DNA帶負電荷，因此組蛋白與DNA正負相吸結合，帶負電的DNA有規則的纏繞著帶正電組蛋白，彼此以靜電相互作用的折疊DNA。結果，染色質的體積比單獨的DNA來得更小，可以更有效率的將DNA包裹進細胞核中！厲害吧！其實不只人類細胞知道，所有有核生物都用這一招，從用來做麵包的酵母菌，到被麵包香味吸引來的果蠅，都是一樣的。

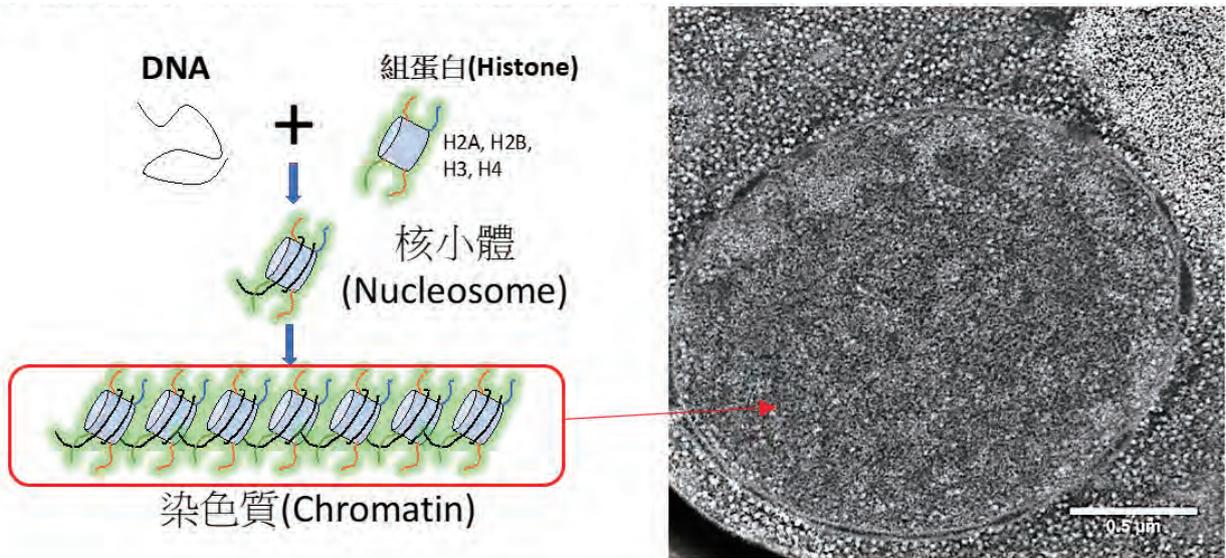
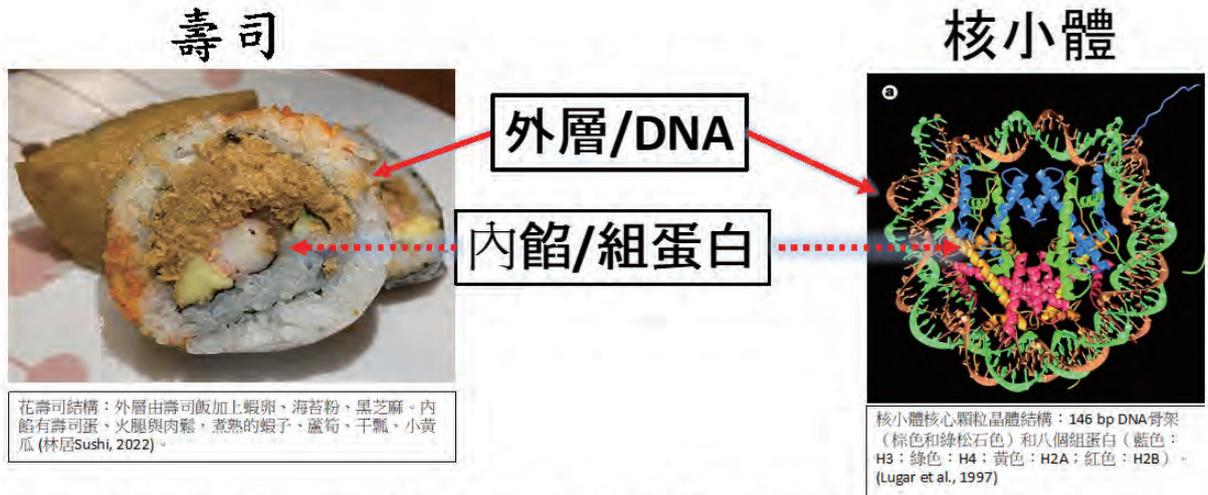
### DNA冷知識

人的每個細胞總共有約60億個鹼基對DNA。由於每個鹼基對的長度約為0.34奈米（一奈米是十億分之一米），如果23條染色體頭尾相接，加起來的長度大約2公尺，所以每個二倍體細胞含有大約兩條各2公尺的DNA $[(0.34 \times 10^{-9}) \times (6 \times 10^9)]$ 。人體大約有50萬億個細胞，相當於每個人100萬億公尺的DNA。太陽距離地球約150億公尺（1.5億公里）。這意味著我們每個人都有足夠的DNA從這裡連接到太陽再返回300多次，或繞地球赤道250萬次！

## 核小體長得像壽司切片

壽司卷切成一片一片之後，我們就可以看到外層的壽司米包裹著內餡。而染色質也是由一片又一片的基本重複結構所組成，我們稱它為是核小體。核小體的結構跟我們常吃的壽司切片很類似，它的基本化學結構是包含八種組蛋白和大約146個DNA鹼基對。我們已經知道每一個核小體中各有兩個H2A、H2B、H3和H4組蛋白（類似壽司中的內餡）。它們結合在一起形成一個組蛋白八聚體，然後與DNA結合纏繞大約1.7圈，或是大約146個鹼基對。添加一個H1蛋白會包裹另外20個鹼基對，從而在八聚體周圍形成兩個完整的圈，一個接一個的核小體連續的在DNA上就是「染色質」。但是這個結構事實上非常細小，連使用電子顯微鏡直接觀察細胞核，都並無法看到。但

是不用擔心，科學家們可以用一些間接的方法來看到染色質。細節呢就不在這邊交代，因為Luger等人在1997都已經將核小體的晶體結構解出來了，這還假得了嗎？



電子顯微鏡底下的酵母菌細胞核 (中研院細生所林伯彥博士提供)

## 染色質將細胞核分區，如同電腦硬碟分區

接下來就要來回答，將DNA包裹成染色質除了體積比較小之外有什麼好處？相信大家在使用電腦硬碟時，會為了區分檔案，會做出不同的檔案夾，或將硬碟分割成多槽。例如，系統安裝在C槽軟體安裝在D槽，檔案和影音等放在E槽。這樣有助於對使用者檔案做出整理，方便查詢，如果沒有分割槽，做個資料夾其實功能一樣。如同之前所提，人體大約有50萬億個細胞，這些細胞分成很多不同的種類。人體內有200多種不同的細胞類型。每種類型的細胞都專門執行特定的功能，通常通過形成特定的組織。然後不同的組織結合併形成特定的器官，器官就像一個工廠，每種類型的細胞都有自己的工作。這200多種不同的細胞類型它們都有一個共同點：它們的細胞核中都帶一模一樣的DNA！但是各種不同細胞都必需執行它們獨特的功能。例如，皮膚細胞組成能分泌黏液、汗液和油脂的組織。而同樣是表皮細胞，覆蓋著在人體食道、鼻道和腸道卻能分泌黏液，保持表面的潤滑。人體中存在兩種腦細胞——神經元和神經膠質細胞。而兩者都是有效的人體進行電化學信息傳絕不可少的細胞。我們的心臟，腿筋和身體中的其它所有肌肉都由肌肉細胞所組成。儲存脂肪的細胞對我們的身體極為重要。脂肪細胞組合在一起時，它們就構成了脂肪組織。

## 每種類型的細胞都有獨特的專業技能

這些獨特的細胞，是怎麼能夠變得這麼特別，而且當它們老化，會有年輕的細胞來取代它們，這些年輕的細胞怎麼知道它們是表皮細胞，或是肌肉細胞？答案就在細胞怎麼管理「DNA」。如果您今天想要剪頭髮，您會走進餐廳嗎？您希望享受一頓牛排大餐，您會到3C電子商店嗎？所以可以理解，各種不同行業的專業人員，他們都是經過專業訓練，在專業場合提供專業服務。同樣的我們身上的各種不同細胞，也都是擁有專業技能，使得它們使命必達，而且最重要的是不會搞錯身份，造成理髮師跑去煎牛排。那我們各種細胞是怎麼得到它們專業達人技能的？因為它們都會表現「特異專業達人基因」。例如，皮膚細胞中有一群基因積極的運作，使得它們可以分泌黏液、汗液和油脂的組織等只有皮膚細胞才會做的事情，同樣的骨骼肌細胞會表現肌鈣蛋白和原肌球蛋白形成橫紋肌細胞，使得肌動蛋白和肌球蛋白之間的相互作用使得肌肉可以收縮。當然我們的皮膚與肌肉組織所能做的事情比我上面所描述的多很多，但是皮膚的功能是絕對無法由肌肉所取代的，反之亦然。問題答案就在每一種獨特的細胞都會自己的一組「特異專業達人基因」表現來，使它們具有專業而且具有「達人」的標準。而且每一套「特異專業達人基因」只會專一的表現在的一種專業達人細胞上，使得它們的「專業」身份終其一生是不會轉換的。

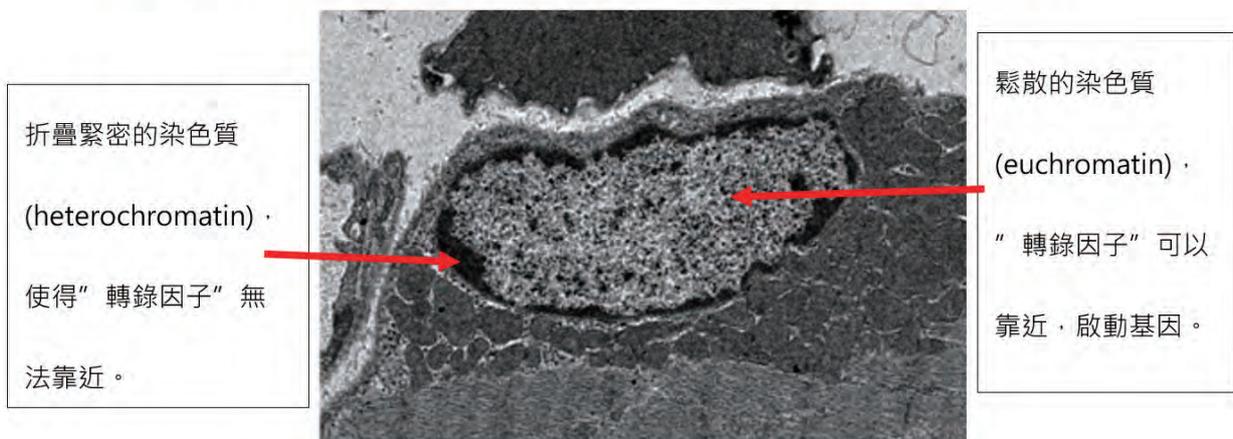
## 「染色質」扮演鎖住專業的關鍵角色

「特異專業達人基因」的表現主要是由專業的「轉錄因子」來執行。「轉錄因子」會辨別特定的DNA序列，進而啟動接在或靠近這些DNA序列的基因。「轉錄因子」雖然具有特定的辨識能力，要在「浩瀚」的60億個鹼基對DNA中，很有效率的找到它們的目標，也是一件艱難的任務！聰明的有核細胞，當然有一套很專業的做法，來有效且迅速的完成這個任務。關鍵就在「染色質」！

染色質以兩種方式來協助專業基因的專一且有效率地表現出來。以小鼠的骨骼肌細胞為例。在電子顯微鏡下，骨骼肌細胞的細胞核可以很明顯的分成深跟淺兩個區域。深色的代表電子束無法穿透的區域，表示它們的結構比較緊密，而且這些緊密的區域大都集中在細胞核外圍靠近核膜的地方。反之，淺色的區域，代表電子束容易穿透的，表示它們的結構比較鬆散。這樣的安排有什麼意思嗎？當然有，而且

事關重大！大多數的專業細胞它們的細胞核都長這樣。被安排在深色區的，都是不關它們專業的基因，而安排在淺色的區域的都是一些專業細胞所需的「特異專業基因組」與維持細胞基本功能所需的基因，所謂的「管家」基因。講到這裡，您有看出一點苗頭了嗎？

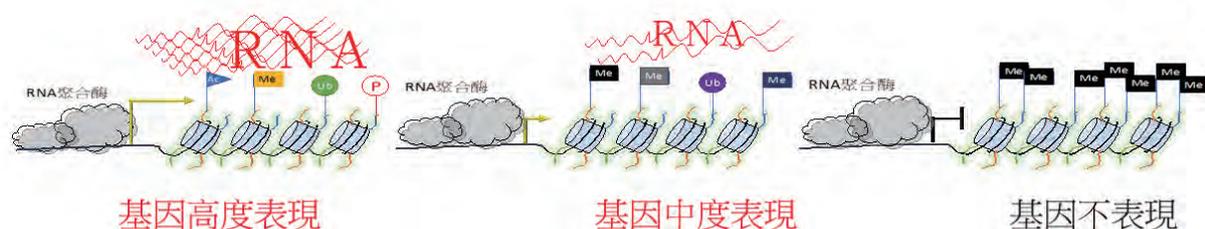
這樣的安排是很「故意」的，或是說「很專業的」來將用不到DNA把它們打包起來，放到細胞核的邊邊角角去，所以「轉錄因子」在尋找它們特定的DNA序列時，搜尋範圍就大幅的縮小了，不用浪費力氣，把60億個鹼基對DNA從頭到尾找一遍，當然節省時間，有效率多了！怎麼樣？有沒有覺得「染色質」很厲害！啊！什麼？您覺得沒什麼啊？不過像倉儲公司，把用不到的物品，家具堆起來，讓家中空間比較大罷了！不，您誤會了！「染色質」的功夫當然不止於此，厲害還在後頭呢！



電子顯微鏡底下的小鼠骨骼肌細胞核 (中研院細生所林佳葉博士提供)

現在您知道專業細胞所需的「特異專業基因組」是會被安排在淺色的區域。但是從電子顯微鏡照片看起來，淺色區域還是很大，所以這些基因都隨時在表現嗎？當然不是！您能想像一個交響樂團上百隻的樂器，不受指揮的同時隨意彈奏的情形嗎？就如同我前面提過的，即使是同樣是表皮細胞，在皮膚與在腸道所負責的工作還是很不一樣。皮膚細胞需應付溫度變化，風吹日曬。而腸道粘膜細胞必需面對不同食物，可能酸溜溜的檸檬汁，也可能是麻辣鍋！因此它們還是必須保持彈性，因應隨時而來的環境變化與挑戰。在這方面染色質就可以大展身手了。

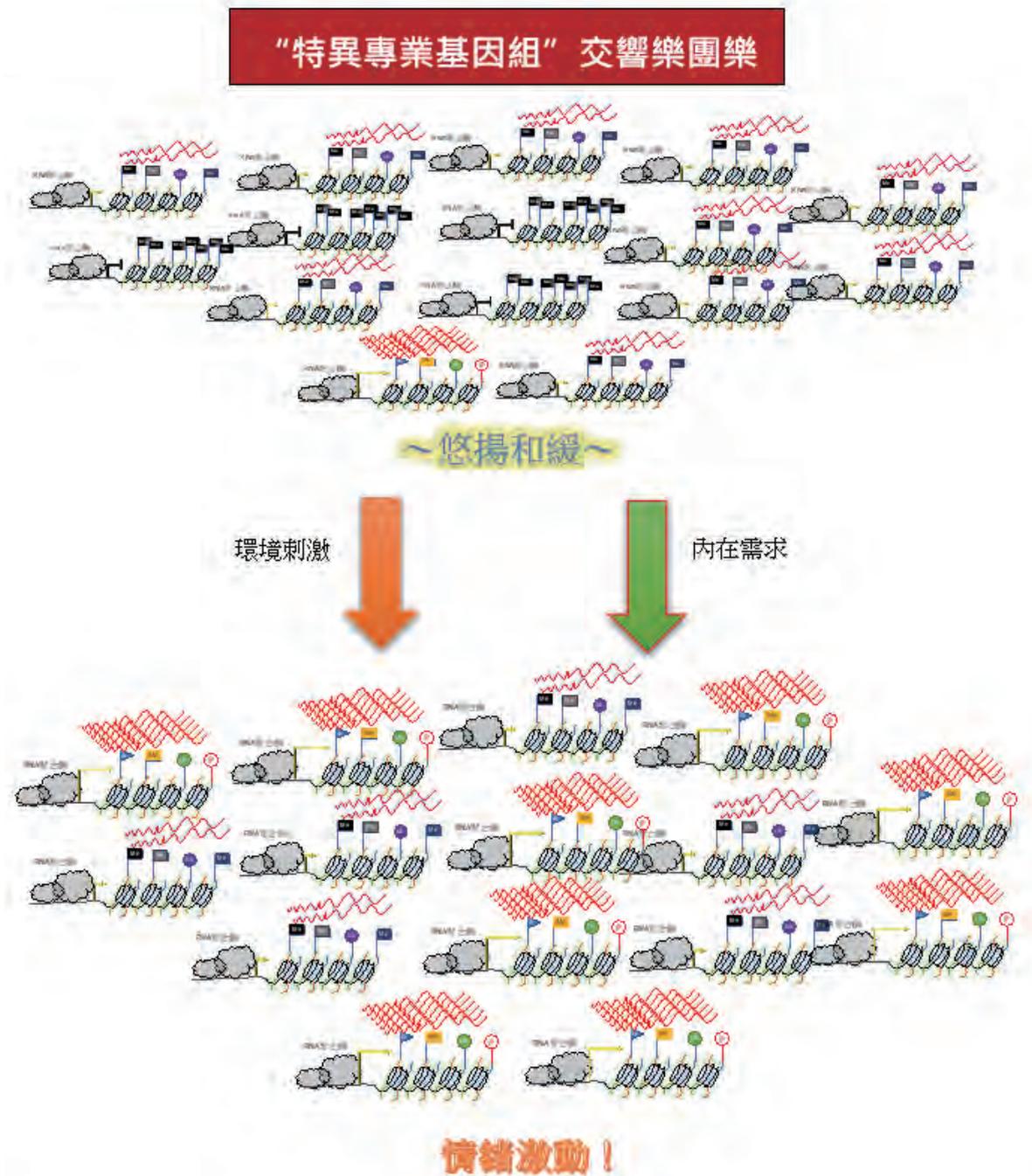
回頭看一下那一張染色質的圖。有沒有注意到，核小體有四根彩帶，凸出在它圓柱形的身體外。這可不是我一時興起的藝術創作，畫幾條彩帶來增加可看性。這幾條彩帶代表的是「組蛋白」的尾巴！原來組蛋白尾巴並不會完全的進入核小體的核心中（內餡），它們的前端與尾端都各有一部分會露在外面。這些「組蛋白」的尾巴就是染色質最厲害的地方了。



原來這些「組蛋白」的尾巴們，可以被有系統的做出差異性的化學裝飾，包含常見的乙醯化（acetylation），甲基化（methylation），泛素化（ubiquitylation），還有磷酸化（phosphorylation），以及很多其他不同的化學裝飾，族繁不及備載！這些化學裝飾了不起的地方就在差異性，因為化學裝飾的選擇很多樣化，組蛋白的尾巴條數又多，因此您可以想像，這其中可以有多少種的排列組合？重點在於組蛋白尾巴上的化學裝飾的差異，可以影響基因表現的強度。在同一個基因上，有的組合可以讓基因高度表現，另一個組合可以降低表現強度，有的組合卻可以完全將基因表現抑制掉。

那這些組合有什麼用途呢？只要回到交響樂團的譬喻，就可以很容易地理解了。想像專業細胞所需的「特異專業基因組」就像交響樂團中的上百隻的樂器，當樂團隨著指揮演奏著悠美的樂曲時，時而悠揚，時而高亢，有時像急行軍，又有時如燕語呢喃，每一種細胞的「特異專業基因組」在表現的時候，也是像交響樂團演奏時，必需隨著細胞或個體生理的需求與環境的變化，隨時的調整演奏的強度。細胞就是利用各個基因上「組蛋白」尾巴上的化學裝飾的差異，來適時的調整基因表現的強度，最神奇的是，就像交響樂團中的上百隻的樂器演奏，為數不等的「特異專業基因組」可能幾個，也可能數百個，透過「染色質差異性」的細微調整，也可以時而激動，時而平緩，有時像跑步，又有時如輕鬆地散步！具有這樣精細調整的能力，專業細胞們的專業技能就具備高度的彈性，可以隨著身體的需求，環境的變化，來調整它們的服務內容。

我知道您一定有一個疑問？這個這麼專業的「特異專業基因組交響樂團」的指揮是誰？因為指揮是樂團的靈魂人物，而且只能有一個，如果有兩個指揮那就亂掉了？「特異專業基因組交響樂團」指揮當然是專業的「轉錄因子」們，所以「指揮」不只一個。「特異專業基因組」必需反應外在環境的挑戰，又必需隨時注意身體內在的需求，而反應外在與內需的「轉錄因子」可能不是同一個，因此透過「染色質」的調整來保持機動性與應變的彈性，就不可或缺了，所以「染色質」是您的DNA的管理大師！



## 新進人員介紹—— 生物化學研究所嚴欣勇助研究員

嚴欣勇先生於國立臺灣大學取得生物化學博士，期間於翁啟惠院士實驗室進行研究。取得博士學位後，其加入英國牛津大學Carol Robinson教授的研究團隊，繼續其膜蛋白之研究。

嚴博士擔任博士後研究學者期間，成功突破質譜學上膜蛋白分析的技術瓶頸，並將其成果應用於G蛋白耦合受體之結構生物學研究，並於2016年與Carol Robinson教授一同創辦了OMass Therapeutics公司。嚴博士將繼續致力於質譜學的應用及發展藥物開發之新穎方法學，期望為罕見疾病提供治療的新契機。

嚴欣勇博士自2022年1月起於生物化學研究所擔任助研究員一職。



× 快問快答 ×

Q. 用一句話形容自己的研究？

A. 利用結構質譜學分析蛋白的過程，就像偵探對於懸疑案件的抽絲剝繭。

Q. 您覺得「做研究」最難的部分是？

A. 相信你所相信，但又保持客觀。

Q. 除了做研究以外的興趣？

A. 下廚料理，享受美食。

# 人事動態

1. 民族學研究所研究員張珣女士核定續兼任所長，聘期自111年4月1日起至111年6月30日止。
2. 林立虹先生奉核定為地球科學研究所兼任研究員，聘期自111年3月1日起至112年7月31日止。
3. 洪淑蕙女士奉核定為地球科學研究所兼任研究員，聘期自111年3月1日起至112年7月31日止。
4. 施路易先生奉核定為地球科學研究所兼任研究員，聘期自111年3月1日起至112年7月31日止。
5. 劉雅瑄女士奉核定為地球科學研究所兼任研究員，聘期自111年3月1日起至112年7月31日止。
6. 任昊佳女士奉核定為地球科學研究所兼任副研究員，聘期自111年3月1日起至112年7月31日止。

# 2022年中央研究院藝文活動表演資訊

2022年中央研究院藝文活動表演節目如下：

一、

節目名稱：「樂讀普希金」講座音樂會

演出團體：樂聚Legato

時間：7月22日（五）

地點：中央研究院人文社會科學館3樓國際會議廳

二、

節目名稱：藝起愛樂

演出團體：小巨人絲竹樂團

時間：8月19日（五）

地點：國家生技研究園區C棟2樓國際會議廳

三、

節目名稱：大鳴大Fun

演出團體：舞工廠舞團

時間：9月16日（五）

地點：國家生技研究園區C棟2樓國際會議廳

注意事項：

1. 免費入場，因應疫情，將於活動前採線上報名制，不接受電話或其他方式報名。報名資訊再請密切注意本院網站、臉書。
2. 洽詢電話：秘書處陳小姐，（02）2789-9488



**2022 中研院藝文活動**  
Academia Sinica Cultural Events

**7月22日(五) / Friday, July 22**  
樂聚：「樂讀普希金」講座音樂會  
Legato: Musical Pushkin  
中央研究院人文社會科學館3樓國際會議廳  
3F International Conference Hall, Humanities and Social Sciences Building, Academia Sinica

**8月19日(五) / Friday, August 19**  
小巨人絲竹樂團：藝起愛樂  
Little Giant Chinese Chamber Orchestra: For the Love of Music  
國家生技研究園區C棟2樓國際會議廳  
2F, C201, International Conference Hall, National Biotechnology Research Park

**9月16日(五) / Friday, September 16**  
舞工廠舞團：大鳴大Fun  
Dance Works: Boom&Bloom  
國家生技研究園區C棟2樓國際會議廳  
2F, C201, International Conference Hall, National Biotechnology Research Park

線上報名，免費入場。欲知報名資訊請向本院網頁查詢。  
Free Admission. For more information and updates, please visit our website.  
洽詢電話：02-2789-9488 秘書處陳小姐  
Contact: +886-2-2789-9488, Secretariat, Central Office of Administration, Academia Sinica

# 本院3/29舉辦捐血活動 邀您一起熱血做公益！

歡迎本院同仁攜帶具有身分證字號和相片之證件，並請全程配戴口罩，於下述時間及地點響應捐血活動：

捐血時間：111年3月29日（星期二）9時30分至16時30分

捐血地點：本院學術活動中心前廣場

主辦單位：臺北捐血中心&中央研究院