



中研院訊

Academia Sinica Newsletter



第1726期 | 2020年10月22日發行



Humanities and
Social Sciences

Mathematics and
Physical Sciences

Life Sciences

本期目錄

當期焦點

- 01 全球健康長壽計畫第一階段「催化創新獎」結果出爐 臺灣5研發團隊獲選
- 04 150萬字形一次蒐齊 東亞最大規模文字圖像資料庫上線啟用

學術活動

- 07 2020院區開放參觀 主題科普演講【網路直播】「科學與人文的結合：臺灣COVID-19防疫的成功模式」
- 08 2020年統計學術研討會
- 09 《中研院法學期刊》第27期已出版
- 10 調查研究「民眾對生活的感受調查」面訪調查

漫步科研

- 11 【專欄】從代數史到當代表現理論
- 19 植物也要資源回收？硝酸鹽轉換再利用，提高作物產量兼顧環保

生活中研

- 20 人事動態
- 21 新進人員介紹——數學研究所賴俊儒助研究員

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

全球健康長壽計畫第一階段 「催化創新獎」結果出爐 臺灣5研發團隊獲選

一起想出好點子活得健康又長壽！本院去（2019）年宣布參與由美國國家醫學院（National Academy of Medicine, NAM）發起的健康長壽大挑戰計畫（Healthy Longevity Global Grand Challenge Competition）第一階段「催化創新獎」結果於15日晚間出爐！5組研發團隊自臺灣118件創新申請計畫中脫穎而出，除了可獲得研究經費之外，將受邀出席明（2021）年9月於美國舉行的創新高峰會，與世界各合作單位、相關學者及研究人員、投資者以及創新者一同分享交流研究成果。

獲選名單	研究主題
中央研究院生物醫學科學研究所謝清河特聘研究員	老年鼠腸道菌叢調節心肌梗塞後心臟修復之機制 Mechanism of gut microbiota-regulated cardiac repair after infarction in aged mice
工業技術研究院資訊與通訊研究所劉家隆經理	WiFi雷達與AI共同輔助阿茲海默症的早期診斷機制 Artificial Intelligence Assisted Early Diagnosis Mechanism for Alzheimer's Disease
國立臺灣大學醫學院腦與心智科學研究所王培育副教授	認知老化的預防與治療—以飲食節制的腸道菌群為標的 Targeting dietary restriction-associated gut microbiota to prevent and treat age-related cognitive decline
國立台北科技大學機電整合研究所黃榮堂特聘教授	高負載照護搬運外骨骼之研發 Development of body exoskeleton
國立成功大學前瞻醫療器材科技中心翁振助助理研究員暨行政推廣組組長	失智電子貼片結合智慧音箱應用於早期輕度認知障礙族群 Dementia-MDIC Patch for healthy people

本院表示，甄選以雙盲方式進行二輪審議，「審查重點在於計畫內容所展現的創見和潛力」，下一年度也將秉持相同精神與篩選原則，希望能激發更多突破框架的嶄新構想，讓臺灣研究團隊能參與全球競逐，創造新知識、技術或是政策變革，具體實現人類健康長壽的目標。

有鑒於臺灣將於2025年成為超高齡社會，屆時65歲以上人口將超過總人口的20%，至2070年時，臺灣每十個人中，就有四個超過65歲，這四人當中會有一個超過85歲，此人口組成的變化將為國內經濟、醫療衛生體系、社會基礎建設等帶來巨大壓力及衝擊。

本院於去年宣布參與由美國國家醫學院發起跨學科領域，且具創新前瞻思維的健康長壽大挑戰計畫，並與科技部在臺灣共同推動此全球大挑戰競賽，為臺灣高齡化社會擘畫一個健康長壽的未來，以實現人類健康長壽為目標。今（2020）年2月14日收件截止後，經數月審查，第一階段入選名單出爐，五位獲選者各將獲得每年5萬美元（至多2年）之研究經費。

如果錯過上次報名時間的研發團隊也無須扼腕，2021年的第一階段催化創新獎計畫徵求即將展開。因應目前全球疫情影響，此次徵求重點將納入「疾病的預防和管理」和「疫情下之因應措施」等相關主題。最新資訊可參考臺灣計畫與美國國家醫學院計畫網址。

除美國國家醫學院與本院外，參與「全球健康長壽大挑戰計畫」的還有日本醫學研究與發展局、英國研究與創新機構、美國國家老化研究所、新加坡衛生部和國家醫學研究基金會、中國醫學科學院、EIT Health（由歐盟機構EIT支持）和Johnson & Johnson Innovation。

健康長壽大挑戰計畫分3階段執行：

一、催化創新階段(2020-2022)：

自2020年開始，全球各個合作單位將支持總共約450個種子研究計畫，每個計畫每年補助5萬美元，作為種子資金，以推進創新構思。獲補助者將受邀參加於2021年9月舉行創新者高峰會，與世界各合作單位、相關學者及研究人員、投資者以及創新者一同分享交流研究成果。

二、加速育成階段(2021-2023)：

自2021年開始，將針對表現傑出並有發展潛力的種子研究計畫，每年至少補助30萬至100萬美元的研究資金，以支持其大膽構想的進一步發展。

三、大獎殊榮(2023-2025)：

若計畫具有突破創新性，並可拓展人類健康長壽，將獲得最高500萬美元的研究補助。

• 臺灣計畫網址：

<https://healthylongevity.sinica.edu.tw>

• NAM計畫網址：

<https://nam.edu/initiatives/grand-challenge-healthylongevity/>

150萬字形一次蒐齊 東亞最大規模文字圖像資料庫上線啟用

開放資料（open data）與數位典藏（digital archive）讓史料研究變得更簡單！本院歷史語言研究所與數位文化中心自2019年起開發「簡牘字典—史語所藏居延漢簡資料庫」，今（2020）年進一步與日本五大學研機構合作建置東亞規模最大的「歷史文字資料庫統合檢索系統」，於13日正式啟用。使用者透過單一入口網即可跨國、跨機構檢索橫跨千年的高畫質歷史文字圖像。目前整合的5個資料庫約有150萬件高解析度文字圖像，均依創用CC條款釋出，且可免費下載，進行加值利用。

「歷史文字資料庫統合檢索系統」由史語所、數位文化中心與奈良文化財研究所、東京大學史料編纂所、國文學研究資料館、國立國語研究所、京都大學人文科學研究所等日本學研機構合作建置。整合了源自中國與日本的簡牘與紙本、文書與典籍、抄本與刻本等紀元前至19世紀的文字圖像數位資源。

跨資料庫搜尋有賴使用相同的語法規範。數位文化中心陳淑君執行秘書表示，此次與日本學研機構共同確立了文字圖像數位資源共享與流通的體制，並議定一致的國際圖像互通架構（International Image Interoperability Framework, IIIF）規範，以供多方共同遵循，如此一來，便可從彼此的資料庫中檢索出指定的單字圖像。

近年開放資料概念的標準化影響數位典藏的發展。1990年代史語所開始進行簡牘影像及釋文數位化工作，2002年起參與數位典藏國家型科技計畫。為了探究以簡牘為主題的開放性資料庫架構，2019年起史語所與數位文化中心導入IIIF規範，結合鏈結開放資料（Linked Open Data, LOD）等技術，開發「簡牘字典—史語所藏居延漢簡資料庫」。不僅發展出強大的圖像縮放瀏覽、提取單字字形、圖像比較、標註功能，改善簡牘研究的工具，更建構史語所藏漢簡圖像、後設資料的開放共享環境，更成為此次跨國合作「歷史文字資料庫統合檢索系統」的重要基礎。

計畫主持人、本院史語所劉欣寧助研究員表示，此檢索系統是文字圖像典藏機構間首次創新合作模式，這次系統的公開上線只是起點，未來將持續號召其他典藏機構加入，並嘗試深化技術。期許在文字圖像資源共享的理念下，突破時空的限制，重現東亞漢字文化圈的源流與歷史脈絡。



相關連結：

歷史文字資料庫統合檢索系統：

<https://wcd-ihp.ascdc.sinica.edu.tw/union/search.php>

開放性資料庫—簡牘字典：

<https://openmuseum.tw/muse/exhibition/332ff29e0082d9f490ae3415da259b7b>

簡牘字典—史語所藏居延漢簡資料庫：

<https://wcd-ihp.ascdc.sinica.edu.tw/woodslip/index.php>

2020院區開放參觀 主題科普演講【網路直播】 「科學與人文的結合： 臺灣COVID-19防疫的成功模式」

主講人：陳建仁院士（本院基因體研究中心特聘研究員）

主持人：本院廖俊智院長

時 間：2020年10月31日（星期六）上午10時30分至12時

直播網址：<https://www.youtube.com/watch?v=K2ACPq3p8NE>

洽詢專線：秘書處吳小姐，(02) 2789-9726



2020年統計學術研討會

時間：2020年12月19日（星期六）9時至17時35分

地點：本院人文社會科學館、學術活動中心

摘要投稿、邀稿上傳截止日期：2020年10月31日（星期六）

活動報名截止日期：2020年11月30日（星期一）

研討會網頁：<http://www3.stat.sinica.edu.tw/csa2020/>

主辦單位：本院統計科學研究所、中國統計學社

聯絡人：賴姿秀女士，(02)2787-5605，csa2020@stat.sinica.edu.tw

109年
統計學術研討會

2020 12/19 Sat.

活動 中央研究院 人文社會科學館
地點 中央研究院 學術活動中心

大會主講 陳建仁 院士 中央研究院 高功績研究中心特聘研究員

海報論文摘要投稿截止日 10/31(六)
邀請論文摘要上傳截止日 10/31(六)
活動報名截止日 11/30(一)

Call for Posters

研討會主題 統計與全球健康福祉

<http://www3.stat.sinica.edu.tw/csa2020>

主辦單位 中央研究院統計科學研究所 Institute of Statistical Science, Academia Sinica 中國統計學社 Chinese Statistical Association (Taiwan)

合辦單位 行政院主計總處 Executive Yuan, Bureau of Economic Planning and Statistics 教育部 Ministry of Education 數學研究推動中心 Mathematics Research Promotion Center 主計協會 Statistical Association of Taiwan 中華標準統計學會 Chinese Standard Statistical Association

（統計所）

《中研院法學期刊》第27期已出版

法律學研究所編印之《中研院法學期刊》第27期業已出版。

本期刊載特稿1篇，研究論文2篇，文獻評論1篇，評論與回應1篇，薪傳論文1篇。篇目如下：

特稿

長谷部恭男，“Judges’ Conscience and Constitutional Reasoning”，〈法官的良心與憲法推理〉，堯家寧譯，黃丞儀審定

研究論文

1. 許恒達，〈過失犯的預見可能性與迴避可能性—建構過失歸責的理論嘗試〉
2. 楊岳平，〈論我國影子銀行的金融系統性風險審慎監管—以強化中央銀行最後貸款人機制為中心〉

文獻評論

賀劍，〈物權法經濟分析的方法論之路—評張永健教授《物權法之經濟分析—所有權》及相關論文〉

評論與回應

張永健，〈經濟人的法經濟學vs法律人的法經濟分析—答賀劍教授等師友之書評〉

薪傳論文

陳冠廷，〈法律規範性理論的「無心」之過？—以哈特與拉茲之理論為核心的反思〉



調查研究〉

「民衆對生活的感受調查」面訪調查

本院人文社會科學研究中心調查研究專題中心將於2020年10月25日至2021年4月30日進行「民衆對生活的感受調查」面訪調查，在此期間會有訪員至受訪家戶拜訪。

訪問對象：新北市二十歲以上一般民衆

訪問內容：了解一般民衆對生活的感受

洽詢電話：陳小姐，(02)2787-1800 轉1864

【專欄】從代數史到當代表現理論

作者：賴俊儒助研究員（本院數學研究所）

一、

代數學是數學重要的分支，從國民義務教育開始，學生就要學習「代數」，一邊設未知數，一邊思考為什麼這世界上有那麼多人喜歡把雞和兔子放在同一個籠子裡。有趣的是，不同的群體對於代數是什麼有著截然不同的看法。中學生覺得代數就是解 x ，大學生覺得代數就是群環體，而數學家則通常沒辦法很簡潔的告訴你答案，因為數學家知道的太多了。本文中筆者嘗試從歷史演進出發，聊聊不同時代代數一詞代表的意義，最後簡單介紹近世代數中重要的子領域——表現理論（representation theory）。

在十九世紀之前，代數學涵蓋的範圍都只是尋找四次以下的多項式方程式的解。雖然從西元前一千七百年的巴比倫人們就開始算代數，會解二次多項式了，代數成為一門學問要始於阿拉伯世界的驕傲——數學家花拉子米（al-Khwarizmi）。花拉子米在824年寫了本專書《移項與消去之計算總成》（*al-mukhtasar fi hisab al-jabr wa al-muqabala*），其中移項 al-jabr 一詞的拉丁翻譯 algebra 就是代數一詞的起源。

上古時期的代數，就是移項。

二、

到了文藝復興時期，數學社群有公開挑戰的風氣，兩個數學家會為了名譽互相向對方提出問題決鬥，也就是比誰能解方程式解得又快又好。1535年，義大利數學家塔塔利亞（Tartaglia）和費爾（Fior）展開了一場著名的決鬥，他們互相出了三十題三次方程式給對方解。費爾手中握有他的老師德費羅（del Ferro）親傳的祕方，可以找出形如 $x^3+bx=c$ 的方程式解；但是塔塔利亞除了費爾所知的形式以外，也同時能解決形如 $x^3+bx^2=c$ 的方程式。最後塔塔利亞在比賽開始的兩小時就把費爾出給他的三十題盡數解出，以30比0痛宰了半桶水的費爾。

這個結果震驚了義大利數學界，當時人們因為缺少負數與複數的概念，普遍相信三次方程式是不可解的。在米蘭任教的卡當（Cardan）便是如此，他苦苦懇求塔塔利亞傳授解法，甚至提議要介紹米蘭大官給塔塔利亞，讓他或許能得到更好的工作。塔塔利亞最後要卡當發誓不把解法外傳，才勉強將解法用隱晦的詩句寫給卡當。不久以後，卡當從德費羅的另一個弟子口中也學到了德費羅派的解法。卡當和自己的弟子法拉利（Ferrari）將三次的解法推廣發展出四次方程式的解法，發表在他1545年的書《大術》（*Artis magna*）中。卡當覺得自己並不是發表塔塔利亞的工作，因此沒有違背當初的誓言。塔塔利亞對此怒不可抑，書信往來咒罵抨擊數年，最後在1548年約定了與法拉利的決鬥。當天群眾聚集在米蘭的一個教堂，下從販夫走卒上至米蘭市長都來看熱鬧。只是和前一次決鬥不同的是，塔塔利亞雖然掌握了三次方程，但是對於四次方程卻力有未逮，在決鬥第一天的晚上趁夜遁逃，讓法拉利取得這場決鬥的勝利。

文藝復興時的代數，就是決鬥。

三、

到了1770年，義裔法籍數學家拉格朗日（Lagrange）對四次以下的方程式舊有解法做了突破性的分析：要解一個 n 次方程式 $f(x)=0$ ，可以從一個輔助的方程式 $R(x)=0$ 開始， $R(x)$ 的根對應到 $f(x)$ 的 n 個根的置換（permutation），也就是說 $R(x)$ 為一個 $n!$ 次多項式。

例：當 $n=3$ 的時候，總共有 $3!=6$ 個置換：
123, 132, 213, 231, 312, 321。

拉格朗日證明了如果輔助方程式能解，則原方程式可解。在 $f(x)$ 次數為3的情況下， $R(x)$ 剛好是個 x^3 的二次多項式。換句話說，是個偽裝成 $3!=6$ 次多項式的2次多項式；在 $f(x)$ 次數為4的情況下， $R(x)$ 剛好是個偽裝成 $4!=24$ 次多項式的3次多項式，因此我們似乎總能將方程式降次解決。但是在 $f(x)$ 次數為5的情況下， $R(x)$ 成了一個偽裝成 $5!=120$ 次多項式的24次多項式，次數不減反增。拉格朗日因此猜測五次以上的方程式不保證可解，最後這個定理由挪威數學家阿貝爾（Abel）於1824年證明。順帶一提，諾貝爾獎的數學版本就叫做阿貝爾獎，由挪威政府出資逐年頒發，和只針對40歲以下的費爾茲獎（Fields Medal）不同，阿貝爾獎沒有年齡限制。1831年，法國數學家伽羅瓦（Galois）奠基在拉格朗日和阿貝爾的工作之上，給出了方程式可解的充要條件，用現代的語言來說，判斷方程式是否可解等價於了解置換群（permutation group）的內在結構。可惜的是，伽羅瓦為了愛情死於真刀真槍的決鬥之中，要是伽羅瓦能用代數決鬥就好了。

十九世紀初期的代數，就是根的置換。

四、

至十九世紀後半，代數的發展開始發散。1870年，挪威數學家李（Lie）和普魯士數學家克萊恩（Klein）同時到巴黎訪問，做了兩個月的鄰居與同事。擅長代數的克萊恩喜歡研究特例；擅長分析的李喜歡思考最一般的情況。合作到一半，普法戰爭爆發，克萊恩不得不返回普魯士，而李過一陣子計畫避難到義大利，卻在楓丹白露被當作普魯士間諜逮捕，李隨身攜帶的數學手稿還被當作加密後的機密情報高規格對待。還好有熟識的法國數學家將李保出來，不然數學的發展可能會被拖累數十年。

1871年，李和克萊恩發表了變形群（transformation group）的概念來研究物體在空間中的運動與幾何，可以涵蓋連續或離散的情況。兩人的研究興趣之後往不同的方向分歧：克萊恩關心離散變形，發展了置換群以外的有限群論；李關心連續變形，把方程式與置換群之間的連結推廣，建立一類特殊的無限群來處理偏微分方程式，這類無限群現在稱為李群（Lie group）。

李群理論的一個重點是，與其研究李群本身，不如研究李群所誘生的嶄新結構，李將這個新結構稱為「無窮小群」，在現今的語言中稱作李代數（Lie algebra）。約略來說，李代數是個帶有額外操作的向量空間，裡面的向量可以相加、可以延長、但是不能相乘。李代數自帶的額外操作叫做李括號（Lie bracket），可以用來產生新的向量，例如說我們可以將向量 v 和 w 透過李括號包起來產生一個新的向量，記做 $[v,w]$ 。一般來說李括號必須滿足包含賈可比（Jacobi）恆等式在內的一些條件，但是如果我們設定讓所有的 $[v,w]$ 都等於零，所有須檢查的條件都會成立，也就形成最簡單的李代數——阿貝爾李代數。一般來說 $[v,w]$ 當然可以是非零向量，這樣定義出來的李代數複雜的多，分類並刻劃李代數便成為數學家關心的問題。複數上的有限維李代數分類問題由法國數學家加當（Cartan）與德國數學家齊林（Killing）在1888-1894完成。而無限維李代數的分類要到1967年才由俄國數學家卡茲（Kac）和加拿大數學家穆敵（Moody）分別獨立完成。

另一方面，人們從巴比倫時代開始，解二次多項式的时候就遇見複數了。超過千年的無視也沒有辦法抹滅一個數學概念，甚之，無人看管的火苗只會越燒越旺。1843年愛爾蘭數學家漢米爾頓（Hamilton）將複數系看成所有形如 $a+bi$ 的「數」，其中 a 和 b 必須是實數， 1 和 i 是兩個需要描述特殊乘法規則（即 $1*1=1, 1*i=i*1=i, i*i=-1$ ）的「生成元」。漢米爾頓立刻就想到他可以將複數再推廣——增加需要定義特殊乘法規則的生成元個數，來定義比複數還複雜的數系。漢米爾頓成功的定義了四元數（quaternion），當中所有的「數」形如 $a+bi+cj+dk$ ，其中 a, b, c, d 是實數、 $1, i, j, k$ 是生成元。他的同事葛雷夫（Graves）在聽到消息的隔天就仿造四元數訂出了八元數（octonion）。這樣配合現有的數系定出額外乘法規則來定義的結構，很快地被發現出現在其他數學領域中。比方說所有的 n 階矩陣組成的集合，當中每個元素可以視為基礎矩陣 E_{ij} 的線性組合，而額外的乘法規則就是

$$E_{ij} * E_{ij} = E_{ij}, E_{ij} * E_{xy} = 0 (\text{若 } x \neq j)$$

此類結構，由於通常是從複數擴張而成，稱為超複雜數系（hypercomplex number system）。

1870年，美國數學家皮爾斯（Peirce）首次定義了結合代數（associative algebra），簡稱代數。大略來說，一個代數中的元素也是向量，每個向量除了可以延長、可以疊加以外，還可以「相乘」。這裡的乘法也要額外指定係數來描述乘法規則，只是規則的限制和李代數不同。皮爾斯在他超過一百頁的文章中描述了150種不同的六維以下代數結構，也創造了如冪零（nilpotent）或是冪等（idempotent）此類至今仍然被廣泛使用的數學概念。到了1908年，蘇格蘭數學家韋德本（Wedderburn）在他的博士論文中對於超複雜數系建立了通用的一般性理論，包含理想（ideal）、半單（semisimple）、直積（direct sum）、張量積（tensor product），時至今日，許多概念仍然在大學代數課程中被廣泛使用。

十九世紀後半開始，代數成爲一種數學結構的名字、而代數學就是研究結構。

五、

表現依賴於不同的代數結構上，我們可以對不同的代數結構研究表現理論。比方說群的表現理論和李代數的表現理論就是不同但是有關聯的研究主題。打個比方，表現理論之於代數結構就像動物行為學之於野生動物。我們有時透過解剖不能完全的了解動物，但是從觀察動物的行為可以增進我們對牠的了解，甚至有時候，了解行為要比了解動物本身更有意義。

表現理論的前身是特徵標 (character) 理論，最一開始要追溯到德國數學家高斯 (Gauss) 在數論方面的工作，我們盯著交換群看，看不出太多有意思的結果，但是這種群的特徵標卻能用來解答數論上的問題——什麼樣的整數 n 能表示成下面的整係數二次形式？

$$F=ax^2+2bxy+cy^2$$

對於每個二次形式 F ，高斯定義了它的行列式值 $D=b^2-ac$ ，並證明了所有行列式值相同的二次形式會形成一個有限交換群 G 。而 G 的特徵標就是某些函數 $\chi : G \rightarrow C^*$ ，滿足

$$\chi(g)\chi(h)=\chi(gh) \quad \forall g, h \in G$$

從可看出本例中交換群的特徵標/表現理論不是拿來理解交換群的結構的。後來高斯的學生——德國數學家戴德金 (Dedekind) 繼承了這個研究發想，戴德金定義了非交換群上的群行列式 (group determinant)，卻因為缺少對超複雜數系的理解而未能完成工作。戴德金於是寫信給普魯士科學院士福比尼 (Frobenius) 請益。福比尼使用英國數學家凱萊 (Cayley) 在十九世紀中關於群代數 (group algebra) 的工作，將超複雜數系的性質代入群行列式的研究，於1897年催生了群表現理論。

回到超複雜數系理論，韋德本的工作被奧地利數學家阿丁（Artin）和德國數學家諾特（Noether）推廣到某些擁有上升或下降鍊條件的環上。諾特認為群表現理論和超複雜數系有緊密的關聯，應該被一起對待，成為有限維代數表現的濫觴。諾特在1928年於哥廷根大學的授課講義成為了所有近世代數課本的雛型。她對於代數結構獨到的觀點和工作讓她連續兩次成為國際數學家大會受邀講者，也因此被譽為代數之母。

哥廷根學派對於結合代數表現理論的研究方法可以應用到李代數上。一言以蔽之，李代數表現理論的核心問題是要找出並刻劃所有的不可約表現。就像科學家建立元素週期表並且研究每一種化學元素的性質一樣。表現理論的世界就是由不可約表現構築而成，要理解世界必定要先理解元素。1925年，嘉當在完成半單李代數分類的同時，也透過嘉當分解以完成半單李代數有限維不可約表現的分類。嘉當和德國數學家外爾（Weyl）討論之後才發現，其實這些不可約表現都可以透過俄國數學家舒爾（Schur）1901年博士論文中證明的舒爾對偶性（Schur duality）所實現。外爾也受到啟發，建立了外爾特徵標公式來刻畫不可約表現。

從有限跨到無限，在數學上一向是個艱難的挑戰。理解（有限維）半單李代數的無限維不可約表現是二十世紀數學的超級大難題。最先理出頭緒的是印度數學家威瑪（Verma），威瑪在他1966年的博士論文中構造了一類性質特別好的無限維表現，現在我們稱為威瑪模。只要我們能夠知道每個威瑪模當中哪些不可約表現會出現，並計算它們出現多少次（相當於群論中的約旦－赫德（Jordan-Hölder）重數），我們就能完整解決半單李代數的不可約表現問題。

到了1980年左右，這個純代數的問題有了一個石破天驚的解答，蘇聯/以色列數學家卡日丹（Kazhdan）和羅馬尼亞數學家盧斯帝（Lusztig）指出了這個不可約表現出現的次數等於一類特殊的多項式 $p(q)$ 代入 $q=1$ 的值。這類多項式現在稱為KL多項式，可以由岩堀－赫克代數（Iwahori-Hecke algebra）上的基底轉換得到。而這項理論的證明堪稱二十世紀的數學奇蹟，需要結合眾多當代數學家在代數幾何、代數分析上深刻的結果。這個證明的精神，就是將純代數的問題用幾何物件實現並解構算重數，是為二十一世紀火紅的數學，幾何表現論（geometric representation theory）、範疇化（categorification）和瑟格雙模（Soergel bimodule）的起點。

在二十世紀，代數就是見山不是山。

六、

時至二十一世紀，受前人啟發的研究往相距甚遠的不同方向綻放。如果我們回顧李代數發展的根源，從理論物理中引入超對稱（supersymmetry）可以定義出又一種新的代數結構，稱為李超代數（Lie superalgebra）。李超代數的分類在1977年由卡茲完成，但是李超代數的表現理論至今尚未完全解決。其中一類李超代數在2013年被卡茲的學生——中央研究院程舜仁、維吉尼亞大學的王偉強還有他們在成功大學的合作夥伴林牛攻破；另一類李超代數的表現理論則由王偉強和他的學生——新加坡大學的鮑渙辰解決。除此之外，數學社群僅有部分成果。

又，前述提到的表現理論都是複數系上的表現理論，若我們將複數體替換成其他特徵 p 的體，那麼表現理論也會因此改變而更加困難，就連半單李代數的特徵 p 表現理論至今也沒有完全被解決。更不用說前述代數結構可以

量子化，定出量子群（quantum group）、量子超群（quantum supergroup）、來給出楊振寧-巴克斯特（Baxter）等式的解。而量子群以及類似結構的表現理論也是二十一世紀數學家關心的難題。

最後，如果我們追溯回伽羅瓦理論，代數數論中的伽羅瓦群也能和代數群（algebraic group）的自守表現（automorphic form）關聯，是為朗蘭茲綱領（Langlands program）。朗蘭茲綱領被視為代數數論的最終問題，吸引了眾多數學家的目光與興趣。越南數學家吳寶珠（Ngô Bao Châu）就靠著證明了朗蘭茲綱領中的基本引理而獲頒 2010 的費爾茲獎。

不時有人問筆者：「數學不是已經發展得差不多了嗎？那你們數學家到底還在做什麼？」我只能說——

二十一世紀代數未知的新問題仍然不可勝數，我們數學家的奮鬥永不止息。

參考資料

[1] O'Connor, J. J., & Robertson, E. F. (2020). *The MacTutor history of mathematics archive*.

<http://www-history.mcs.st-and.ac.uk>

[2] Kleiner, I. (2007). *A history of abstract algebra*. Springer Science & Business Media.

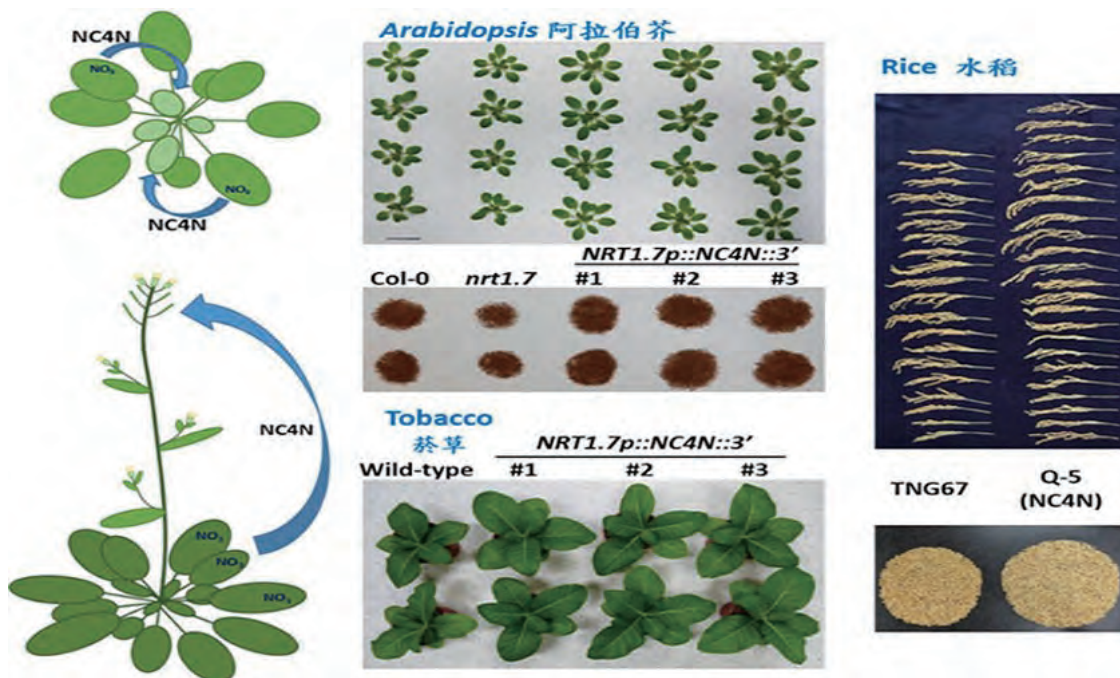
[3] Van der Waerden, B. L. (1985). *A history of algebra: From al-Khwarizmi to Emmy Noether*. Springer Science & Business Media.

植物也要資源回收？

硝酸鹽轉換再利用，提高作物產量兼顧環保

地球人口持續增加，糧食產量的提升是未來嚴峻挑戰。提高氮利用效率（NUE）是增加作物產量、減緩環境污染的關鍵。本院分子生物研究所蔡宜芳特聘研究員與博士生陳國恩，藉由硝酸鹽轉運蛋白NRT1.7增強植物體內的硝酸鹽再利用能力，並將此研究應用至阿拉伯芥、菸草和水稻等作物，成功提升植物生長能力及產量。研究顯示，加強從植物老葉到新生組織的硝酸鹽遷移是提高NUE和作物產量的新策略。本文已刊載至國際期刊《自然植物》（*Nature Plant*）。

論文全文連結：<https://www.nature.com/articles/s41477-020-00763-3>



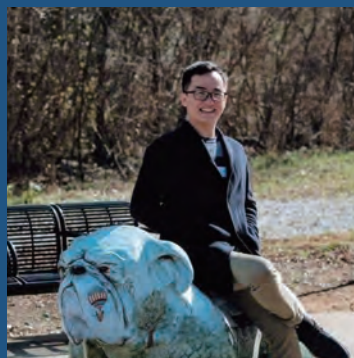
人事動態

1. 生物多樣性中心陳國勤研究員奉核定代理該中心主任職務，自109年10月1日起至新任主任到任為止。
2. 黃丞儀先生奉核定為法律學研究所研究員，聘期自109年9月26日起至128年11月30日止。
3. 蔡文軒先生奉核定為政治學研究所研究員，聘期自109年9月26日起至129年8月31日止。
4. 中村友輝先生奉核定為植物暨微生物學研究所研究員，聘期自109年10月5日起至132年10月31日止。
5. 朱瑪瓏先生奉核定為近代史研究所副研究員，聘期自109年9月26日起至126年12月31日止。
6. 薛雁冰女士奉核定為分子生物研究所副研究員，聘期自109年10月5日起至133年5月31日止。
7. 呂政倚先生奉核定為中國文哲研究所助研究員，聘期自109年10月12日起至115年7月31日止。
8. 廖小菁女士奉核定為近代史研究所助研究員，聘期自109年10月30日起至115年7月31日止。

新進人員介紹—— 數學研究所賴俊儒助研究員

賴俊儒先生於美國維吉尼亞大學取得數學博士學位，曾任職德國馬普數學所博士後研究人員、美國喬治亞大學約聘助理教授、2019普林斯頓高等研究所暑期合作專案成員。賴博士的研究方向為表現理論相關的組合與幾何。研究主題包含仿射李代數模表現理論的強鏈結猜想、量子群與舒爾代數相匹配的標準基底之幾何與組合實現、中島矢簇和史普林格纖維的對應關係，以及它們的不可約成分在表現理論中的應用。賴博士自109年9月起於數學研究所擔任助研究員一職。

新進
人員



賴俊儒
數學研究所助研究員