

Number 35, 2014.01.01

臺灣大學「發育生物學與再生醫學研究中心」電子報

Research Center for Developmental Biology and
Regenerative Medicine Newsletter

中心網頁： <http://homepage.ntu.edu.tw/~ntucdbrm622/>

Facebook: **NTU Research Center for Developmental Biology &
Regenerative Medicine.**

中心主任：楊偉勛 教授

榮譽主任：鍾正明 院士

總編輯：謝豐舟教授

副總編輯：吳益群教授

編輯顧問：孫以瀚研究員

編輯幹事： 陳敏慧教授、徐善慧教授、黃敏銓教授、
丁照棣教授、陳思原教授、李士傑教授
曹伯年副教授、楊宗霖副教授、林頌然副教授
王弘毅副教授、劉逸軒助理教授、陳佑宗助理教授
林泰元助理教授、 陳沛隆助理教授

美編製作：劉麗芳

NTU
C.D.B.R.M

本次主題

1. 活動消息

臺灣發育生物學會-國際研討會+會員大會-2014.01.18

2. 專題演講預告

(1) 2014年01月08日

廖仲麒副研究員/中央研究院原子與分子科學研究所

Assistant Professor, Mechanical Engineering, Columbia University

Architectural Mapping of Primary Cilia Using Superresolution Microscopy

(2)2014年1月22日

蕭勝文醫師/長庚醫院婦產科主治醫師

羊水幹細胞在胎內移植與再生醫學的臨床應用

(3) 2014年2月19日

Edward Bo-yi Chuong PhD

Postdoctoral fellow, University of Utah School of Medicine,

Department of Human Genetics

Advisors: Cedric Feschotte & Nels Elde

Maternal- fetal conflict, endogenous retroviruses and placenta evolution

(4).2014年2月24日

章麗雲博士

Prognostic features of disease related transcription factors in breast cancers:

From inferred regulatory mechanisms to prognostic implications

3. 活動照片

(1) 托木斯克國立大學參訪本中心--2013年12月4日

(2) 台大參訪清華大學腦科學研究中心--2013年12月27日

4.第一屆日本 - 臺灣神經母細胞瘤學術研討會

劉彥麟/臺北醫學大學附設醫院小兒血液腫瘤科主治醫師

5. 【人物專訪】秀才不出門，「模擬」天下事——劉維中老師

現實生活的模擬農場—漫談生態系中的族群數量變化

國立台灣大學科學教育發展中心



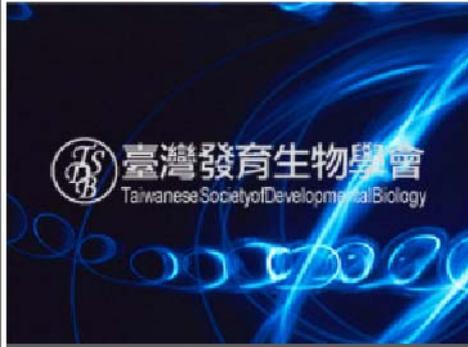
**台灣大學發育生物學與再生醫學研究中心
祝您元旦佳節愉快!!**

臺灣發育生物學會 Taiwanese Society of Developmental Biology

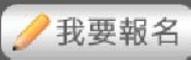
成立大會暨學術研討會

大會成立時間: 2014年1月18日 星期六
8:30-9:30 報到 | 9:30-14:30 研討會暨成立大會
地點: 台北市南港區研究院路二段128號 中央研究院 分生所 B1演講廳

最新活動



臺灣發育生物學會 Taiwanese Society of Developmental Biology
成立大會暨學術研討會 大會成立時間: 2014年1月18日 星期六
8:30-9:30
日期: 2013-1-18
地點: 研究院路二段128號 中央研究院 分生所 B1演講廳
大會成立時間: 2014年1月18日 星期六 8:30-9:30 報到 ... more

 我要報名

最新消息



臺灣發育生物學籌備會招募會員

本會經內政部102年10月8日台內國字第1020323086號函准設立，並成立籌備會，茲公開徵求會員。 ... more

<http://www.tsdb.org.tw/>

臺灣發育生物學會網頁

臺灣發育生物學界即將於2014.1.18(Sat)成立臺灣發育生物學會並同時舉行成立大會，會中並邀請三位美日發育生物學者給予演講，請大家一起來慶祝學會的成立!會議行程將會於近期公告!

講者資訊如下:

(1) Ting Xie, Ph.D.



(<http://www.stowers.org/faculty/xie-lab>)

Investigator of Stowers Institute of Medical Research

Professor,

Department of Anatomy & Cell Biology

The University of Kansas School of Medicine

Director,

Regenerative Medicine Research

Vision Research Center, UMKC Department of

Ophthalmology

(2) Masatoshi Takeichi, Ph.D.



(http://www.cdb.riken.jp/ctp/ENGLISH/People_en.html)

Director of RIKEN Center for Developmental Biology, Japan

(3) Hitoshi Okamoto, M.D., Ph.D.



(<http://www.brain.riken.jp/en/faculty/details/37>)

Vice Director of RIKEN Brain Science Institute, Japan

專題演講預告:



主講人: 廖仲麒副研究員

中央研究院原子與分子科學研究所

**Assistant Professor, Mechanical Engineering,
Columbia University**

演講主題:

**Architectural Mapping of Primary Cilia
Using Superresolution Microscopy**

演講時間: 2014年1月8日

04:30AM-05:30PM

醫學院202教室

專題演講預告:

主講人: 蕭勝文醫師
長庚醫院婦產科主治醫師



演講主題:
羊水幹細胞在胎內移植與再生醫學的臨床應用

演講時間: 2014年01月22日，
10:30AM-11:30AM
醫學院202教室

相關網頁: 蕭勝文醫師胎兒研究中心
[http://drstevenshaw.smartweb.tw/index.php?
module=intro&mn=1&id=10423](http://drstevenshaw.smartweb.tw/index.php?module=intro&mn=1&id=10423)

專題演講預告:

主講人: Edward Bo-yi Chuong PhD

**Postdoctoral fellow, University of Utah School of
Medicine, Department of Human Genetics**

Advisors: Cedric Feschotte & Nels Elde

演講主題:

**Maternal- fetal conflict, endogenous
retroviruses and placenta evolution**

演講時間:2014年02月19日，

01:00PM-02:00PM

兒童醫院B1講堂

專題演講預告:

主講人:章麗雲博士



演講主題:

**Prognostic features of disease related transcription factors in breast cancers:
From inferred regulatory mechanisms to prognostic implications**

演講時間:

2014年02月24日 ， 醫學院202教室

Information for brief introduction of the speaker:

Dr. Chang joined Professor Fon-Jou Hsieh's research team since the end of 2005.

Pre-doctoral training: Life science

Post-doctoral experience:

- A. Endocrinology**
- B. Molecular Biology**
- C. Systems biochemistry**
- D. Bioinformatics**

She started cancer research since 2000 at University of Virginia (UVA), Indiana University and Purdue University at Indianapolis (IUPUI) and University of Louisville (UL).

In this talk, she will introduce the microarray project in Professor Hsieh's laboratory and an inexpensive but efficient method that could be widely welcomed by the medical field when the DNA microarrays become mainstay technique used in medical research. It is called a supervised network analysis. The method development was started since 2006 via collaboration with Drs. Chien-Yu Chen and Li-Yu Liu at NTU. In addition, Drs. Tzu L. Phang (University of Colorado), Meei-Huey Jeng (IUPUI) and Don A. Roth (University of Wyoming) are other collaborators for this microarray project. She will share with you the cocktail options for improving prognosis that can be predicted when the network is anchored by an endpoint - cancer specific overall survival. Thanks.

托木斯克國立大學參訪中心 活動照片:2013年12月4日



2013.12.04(左至右)

楊宗霖醫師、楊偉勛教授、托木斯克副校長
Prof. Demkin Vladimir, Dr. Sibataev Anuarbek
(Head of Department of Environmental and Agricultural
Biotechnology), Dr. Merzliakov Oleg (Associate
Professor of the Biology institute), 及口譯員Mr.
Alexandre……r Duyankou。TSU 位於西伯利亞
歐亞交界處，被俄國政府選為國際交流重點策
略大學。會談重點在學生與研究學術交流，對
不起啦!聽起來應該找醫學院長談，口譯員表示
他們對原定行程不滿意，團員中有人聽說過本
中心，所以自己打電話來接洽，我說: I can not
speak for the dean of medical college，但我答應
他們會把會談內容及希望交流項目轉給醫學院、
醫院及校方，雙方留下不錯的印象，我也陰錯
陽差地在下班時間貢獻自己於這所大學，希望
這所大學能貢獻自己於宇宙。楊偉勛

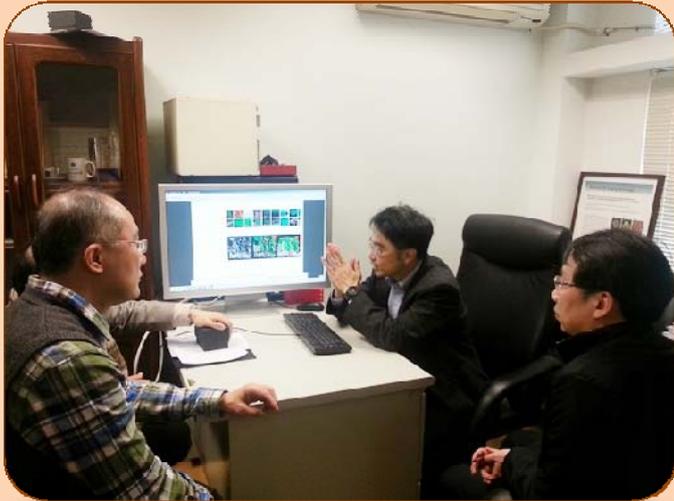


2013年12月27日-台大參訪清華大學腦科學研究中心



謝豐舟大師與江安世大師的接觸，希望能產生令人興奮的火花





與湯學成教授做研究討論

與會人員都有顆水晶禮物帶回



謝謝江安世教授團隊對台大參觀一切的安排

第一屆日本-臺灣神經母細胞瘤學術研討會

The 1st Japan-Taiwan Neuroblastoma Symposium

劉彥麟

臺北醫學大學附設醫院小兒血液腫瘤科主治醫師

臺大醫院小兒血液腫瘤科兼任主治醫師

中研院 - 臺灣大學轉譯醫學學位學程



The 1st Japan-Taiwan Neuroblastoma Symposium (JTNBS) ★ Oct 2, 2013
★ RIKEN IMS, Yokohama, Japan

經過一年多的醞釀，由日本名古屋大學主辦的第一屆「日本-臺灣神經母細胞瘤學術研討會」順利於2013年10月2日在日本橫濱市的理化學研究所舉行，共有來自臺灣、日本、澳洲近40位研究人員參與這項研究盛會，針對致病機轉、訊息傳遞、幹細胞、醣生物學、分子影像、生物標記、臨床照護、創新治療等多項議題進行了廣泛而深入的討論，賓主盡歡，促進了亞洲地區的學術交流。

神經母細胞瘤（**neuroblastoma**；日本譯為「神經芽腫」）是一種「胚胎型」腫瘤，起源於神經脊的交感神經系統前驅細胞。它是嬰幼兒最常見的頭外固態腫瘤，半數以上病童診斷時已是多處轉移的第四期疾病，預後不佳。其中，帶有**MYCN**致癌基因放大或染色體節段性變化者，即使經手術、化療、移植、放射線治療，其存活率仍甚差，且承受治療相關的諸多副作用，因此亟需發展新穎治療策略。另一方面，有部分神經母細胞瘤只要經過輕度的治療後便會自行分化、甚至完全消解，多樣性的臨床表現，使得這種兒童癌症經常被稱為「謎樣的疾病」或「模式疾病」。為提昇病患存活率與醫療品質，臺灣大學於2006年開始籌組跨校性研究團隊，結合臨床醫師與基礎科學家，多年來致力於研究神經母細胞瘤的生物標記、分子影像與標靶治療。此外，亦積極推動國際交流與合作，在亞洲地區與日本學者交流密切，是促成這次會議的遠因。

時間回到2011年11月。當時有鑑於癌症的生成與胚胎發育相關基因的異常息息相關，臺大發育再生中心主辦了一場「發育生物學與癌症」國際研討會，探討神經分化與癌症生成、癌症幹細胞與發育訊息、模式生物與epigenetics等三大主軸。當時兩位來自日本的外賓：千葉癌症中心院長中川原章教授（Prof. Akira Nakagawara）、名古屋大學醫學部生化學科門松健治教授（Prof. Kenji Kadomatsu），皆為小兒外科醫師出身的生物醫學研究者，長期鑽研神經母細胞瘤的分化現象與調控機制。兩位教授有感於日本與臺灣距離很近，但平時研究者僅能透過期刊論文互相了解，無法有深入的討論。若能創造一個固定交流的平臺，將有機會促成雙方研究者間的合作，獲得彼此提昇的能量。因此，經過一年多的醞釀討論後，決定由名大的門松教授擔任主辦人，籌備第一屆的日本-臺灣研討會。

自2013年5月開始，門松教授便透過臺大醫院小兒外科許文明醫師，積極邀請我國PI參加。於7月確定初步名單後，8月發出正式邀請函，最後臺灣共有17位研究者參與這場盛會，分別來自中研院、國衛院、臺大（醫學院、醫院與生命科學院）、陽明、高雄長庚、中山大學、北醫及雙和醫院等單位。。

由於是研究者自行發起的學術研討會，經費有限，因此也選在學術研究機構舉行。會場「**統合生命醫科學中心（RIKEN IMS）**」位於日本神奈川縣橫濱市鶴見區，屬於於日本獨立行政法人「理化學研究所」的橫濱校區，是一處相當僻靜、適合潛心研究的地方。我們的臺灣代表團提早一天出發，大部分住在橫濱的飯店。於10月2日上午先與門松教授以及澳洲兒童癌症研究所的**Prof. Murray Norris**會合後，一起搭乘電車前往會場。橫濱理研方面由IMS中心副主任古關明彥博士接待，並簡要的進行了核心設施的導覽。



RIKEN IMS古關明彥副主任介紹核心設施

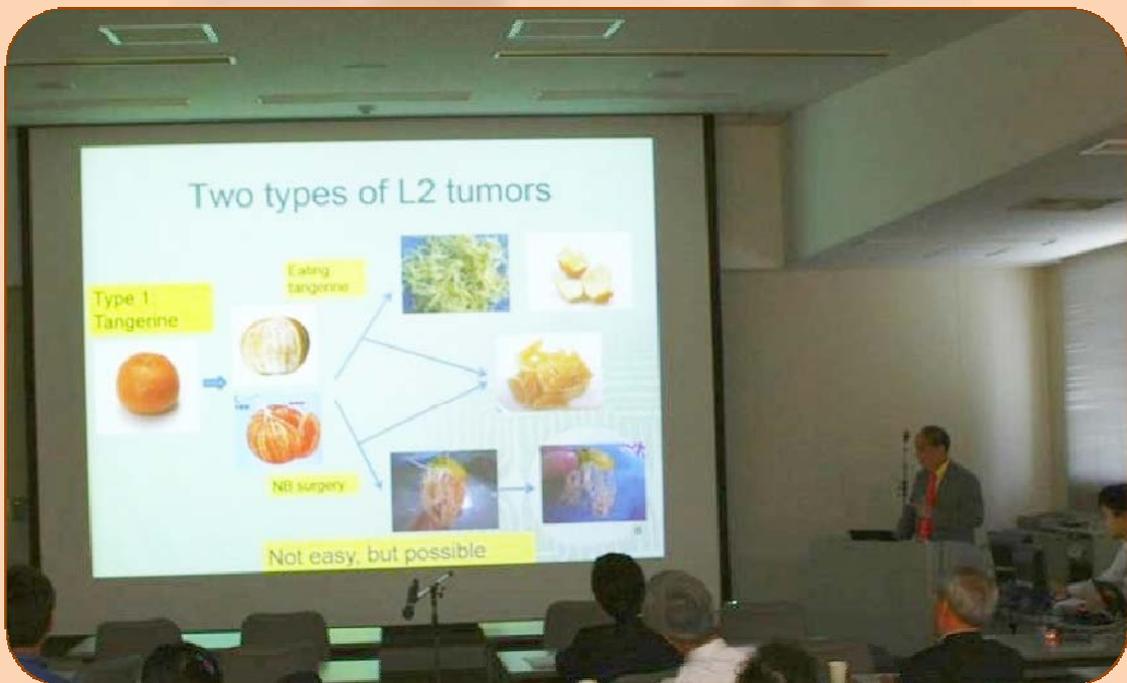
上午11點，研討會正式開始，首先由門松教授歡迎全體研究者的參加，臺灣方面則由發育再生中心謝豐舟教授代表，向日本團隊表達了由衷的謝意。為了聚焦在神經母細胞瘤，當天共安排了17場演講，內容相當豐富。首先由臺灣代表開始，報告分子影像、團隊照護、MYCN染色、代謝調節、幹細胞標記、醣蛋白、AHR荷爾蒙受體、微小RNA等多樣性的主題。中場的午休時間，大夥開心的拍了團體照，並享用了日方準備的精緻便當。隨後由日本團隊登場，討論TH-MYCN基因轉殖鼠的腫瘤細胞生成、神經母細胞瘤幹細胞調節、血中腫瘤衍生DNA與臨床分子檢驗標記等。來自澳洲的Norris教授近年來致力於新藥研發，在第三階段的plenary session中，介紹了其研究團隊近年來利用ENU誘導突變方法，尋找與MYCN合作的致病基因，以及使用細胞平臺及基因轉殖鼠測試小分子藥物的成果。最後則再度由臺灣團隊壓軸，報告神經母細胞瘤的Notch路徑相關蛋白、血管新生調控、蛋白質體學等最新進展。不知不覺間，天色已暗了，研討會也在充實的報告與分享過程中圓滿結束。



謝豐舟教授擔任引言人，感謝日方主辦



千葉癌症中心院長 - 中川原 章教授發言



許文明醫師以「剝橘子」為例，
討論神經母細胞瘤的手術治療



會議結束後，帶著滿滿的收穫，在夜色中離開理研

會後，團員再度搭乘電車回到橫濱市，由門松教授作東，許文明醫師與臺大醫院小兒血液腫瘤科林東燦主任協辦，宴請所有研究人員享受道地的日本燒肉美食與清酒，在杯觥交錯間笑談研究與人生，賓主盡歡。



10月2日晚間於「横浜烏きん」聚餐

研討會隔天的10月3日登場的，則是同樣在橫濱舉行的「第72屆日本癌學會（JCA）學術總會」。近年來，日本癌學會走向全面國際化，有多場會議是純英語進行，包括3日下午的「亞洲神經母細胞瘤研究新境界」研討會（A new horizon of neuroblastoma research and its supporting systems in Asia）。這場會議由門松教授與Norris教授聯合主持，邀請了日本、臺灣、香港、澳洲的多位研究者進行7場演講，為亞洲的神經母細胞瘤研究持續加溫。經過了這樣的研究分享與切磋，大家都帶著許多收獲與新知，回到各自的實驗室繼續努力，彼此相約下次再見。有些老師則已聯繫日本學者，針對特定主題建立點對點的進一步交流。

接下來，全世界最重要的「神經母細胞瘤尖端研究會議（Advances in Neuroblastoma Research；ANR）」將於2014年5月13-16日在德國科隆舉行。根據往例，全球各大研究團隊都將拿出最新、最重要的成果，在這個會議上與世人分享。本次臺灣的神經母細胞瘤研究團隊亦將再次組團參加，歡迎對腫瘤分化與治療有興趣的師長一起報名參加。

預祝亞洲地區的研究成果能夠開花結果，結合基礎、轉譯、臨床等三方面的努力成果，推動病患治療與照護品質不斷進步。



10月3日參加日本癌學會「亞洲神經母細胞瘤研究新境界」國際研討會後合影

【人物專訪】 秀才不出門，「模擬」天下事 ——劉維中老師

本文摘錄於<http://case.ntu.edu.tw/blog/?p=15423>
科學教育發展中心

採訪/郭冠廷
攝影/黃道佐



不用去田野，可以待在家裡面（室內）做生態。我們把自己的想法用模型寫出來，從模型中看出這世界是怎麼產生的。

假如我們的工作職場、學校班級，是一個生態系。那麼當我們聽過劉維中老師的演講後，我們身處的生態系會產生什麼樣的變化呢？我們是否能從各自的職場和班級的「種間競爭」中脫穎而出呢？且讓我們來聽聽數學與生態學的對話。聽物種如何進行地盤協商：現實生活的模擬農場——漫談生態系中族群數量的變化。

臺灣的教育很有特色！

「臺灣的教育也很有特色的！」在英國就讀高中、大學、碩博士班的老師^[1]微笑說：「臺灣的教育就是『廣』。從高中一直到大學，學生仍然要學很多不一樣的東西。英國在大學的時候就分得非常細了。」臺灣教育制度提供「（強制性）機會」，讓學生在師長的引導下，有效率地習得系統性的知識。這讓學生的基礎知識很廣，在未來碰到問題，或者想要往某領域發展時，會更具有方向性。這些基礎知識就好比是一份簡易地圖，大幅降低我們在異地旅行時迷路的風險。

學，然後知不足

1993年知名科幻電影《侏羅紀公園》，片中描述研究者盜取恐龍胚胎的故事。充滿無限可能的生物科技，讓還在讀高中的維中老師深深的著迷，毅然決然選擇生物做為他的專業領域。老師在大學時研究的領域是基因與分子生物學，因緣際會修習一門堪稱是啟蒙課程的「演化論（基因演化）」。「生物學中的（生態）理論竟然可以用『數學模型』去模擬！」^[2]這讓老師非常的震驚。加上基因與分子生物學，要記憶的東西過於繁瑣。老師研究的對象遂從電影中那顆圓嘟嘟的「恐龍胚胎」（基因科技），放眼到整個「侏羅紀公園」（生態研究）。

「生態非常的複雜，」老師強調了兩次：「這是很複雜的東西。」複雜，讓老師深深的著迷。「我嘗試往反方向想，這些複雜系統的背後有沒有簡單的機制？」老師概要式的解釋，「食性關係所建立出來的食物網，都非常的複雜。」也因為複雜，老師發現自己需要學習如何撰寫電腦程式。需要運用到生物統計作為研究的工具，建立一個最簡單的食物網模型，然後逐一加入數學參數。我們會訝異的發現：「只要幾個參數，就可以產生非常複雜的食物網。」

「我們把（數學）模型和實際田野調查的數據進行比對，（猜）看看哪一個參數最有可能符合實際生態系中的食物網。」而這「化繁為簡」得過程當中，最重要的工具就是我們這一期探索講座的主題「數學」！

模擬農場的主角是整個「生態系」

我們詢問老師這一場模擬農場的「主角」是誰？我們盼望著能從老師口中聽到「福壽螺」、「貓鼬」等物種的名稱，讓整個農場圖像具象化。老師立刻訂正我們的迷思：「整個生態系就是主角！『物種』只是其中的一個分子。」像是河口生態系或海洋生態系，都是老師的研究對象。

老師將從「單物種」的生態系導入這場演講，與觀眾一同探討：如何讓物種「無限成長」、「穩定成長」、「產生急性的數量變化」？接著，我們將「模擬農場」中的物種種類增多，慢慢延伸到「雙物種」、「三物種」、「四物種」、「多物種」，並加入「競爭者」、「獵殺者」。從觀察族群數量隨時間的變化，看食物網物種之間的食性關係如何演變？並去追究當中所蘊藏的機制。

物種的重要性，取決於「鄰居」的重要性！

「我是理論型的學者。我們沒有針對特定物種的。我們只進行最單純、最簡單的假設，使用最通用性、簡單化的模型。」這些理論廣泛應用在物種的保育。「我們可以量化一個物種在生態系中的重要性。」錢要花在刀口上，是我們都知道的道理。但是傷痕累累的生態環境，我們要如何找出「刀口」？這就得要靠數學模型的幫忙。

老師以趣味的口吻解釋：「取決於鄰居的重要性！」這真的一語驚醒夢中人，「重要」與「不重要」，這是相對的概念。「看你吃的食物，和吃你的食物是不是很『重要』。」簡言之，如果這個概念放在社會學，一個人對社會的影響力，也是取決於一個人的「重要性」。

除「相對」的定義方法，老師解釋：「生態系當中的能量會循環。生產者光合作用接收太陽的能量，從初級消費者、次級消費者，一路傳遞到上級消費者。而這些消費者當中，有的物種處在承先啟後的位置，沒有他的話能量就沒辦法傳遞到最上層。」

物種競爭，沒有「雙贏」的可能！

當兩個物種競爭，可能會發生什麼事情呢？利用微積分數學模型，還有電腦模擬的方式，我們得到一個讓人悲傷的結論：「兩個競爭者，假如競爭同樣的東西，最終會有一個被踢掉。他們可以共存的方法，就是他們用的資源，要有差異性，不能百分之百的相似。」維中老師話鋒一轉，傳授經營管理的祕訣：「不論是在進行商業買賣，或者我們的人際關係，我們都要避免和競爭者都以同一個族群為目標。」 23

田野調查為主理論為輔

當研究結果與田野調查的結果有落差時，「我們要先懷疑理論是不是需要改進。」畢竟數學模型的樣式和寫法繁多。研究者會盡可能修正理論模型去對應田野調查的數據。「大多情況，理論模型的結果，都與田野調查的結果不符合。縱使是一樣，也不要太開心，可能只是『剛好』一樣。」研究者必須要接受：「做出來的結果和實際不一樣，也是一種成就。因為我們可以把這個錯誤的結果，確實地否定掉。」

秀才不出門，「模擬」天下事

最後，我們請老師替我們總結這場演講最吸睛的一段話。老師沉思不語。我趁著空檔酌飲老師替我們泡的咖啡。採訪場所的窗外是統研後的後院。在入秋時節，滿地的落葉，老師說：「這裡曾經有『蛇』跑進來，可惜當我趕來時，已經被抓走了。」這小插曲更加深窗外物競天擇、適者生存的肅殺氛圍。捕食、獵殺、競爭，誠如四時運轉，這是天行健亙古不變的道理。而通過電腦模擬，把這層生物界的神秘面紗抽絲剝繭後，這當中的體會與對自然的感動，是否正如老師所泡的現磨咖啡一般，醇濃香當中，帶一些咖啡特有的苦澀呢？

理論型的學者，做著抽象但卻是比誰都接近現實的研究。就像咖啡，一次喝太多會太苦又傷身，只能慢慢研磨，一次一小口，讓人成癮，難以戒除。老師這麼說：「不用去田野，可以待在家裡面（室內）做生態。我們把自己的想法用模型寫出來，從模型中看出這世界是怎麼產生的。」萬物的真理如此的複雜，讓多少學者沉醉不已。

「數學不是死板的東西，是活生生的。我希望觀眾有和我同樣的感動。」可惜的是，如何利用「電腦」模擬「人事鬥爭」（人類的種內競爭），並讓競爭者（對手）從整個生態系（市場版圖）消失？在這場演講之中老師不會直接告訴各位觀眾答案，這是要留給各位回家細細咀嚼的「弦外之音」。12月7日的週六下午一點半，歡迎各位讀者蒞臨應用力學所，來聽聽劉維中老師，如何利用電腦模擬來預測生態學中的重要議題——族群數量變化。

[1] 編者註：老師是從高中起，就接受整套英國教育的歸國學人。基於推廣科學教育的立場，我們立刻請老師替我們介紹英國和臺灣教育的差異。維中老師自**1998**到**2002**年取得英國倫敦帝國理工學院生命科學博士學位。之後的三年，老師在愛丁堡大學做博士後研究。並於**2005**年回到臺灣中央研究院生理醫學研究所，**2007**年後轉往統計研究所服務迄今。

[2] 編者註：劉維中老師也有在師範大學開設「理論生態學」，採小班式教學，課堂上平均都有八到九位學生。以建立數學模型的角度，去探討物種之間的關係。老師希望將當時的感動，傳承給臺灣的莘莘學子。授課的對象不特別設限，學生不需要任何數學、機率統計的專業背景。

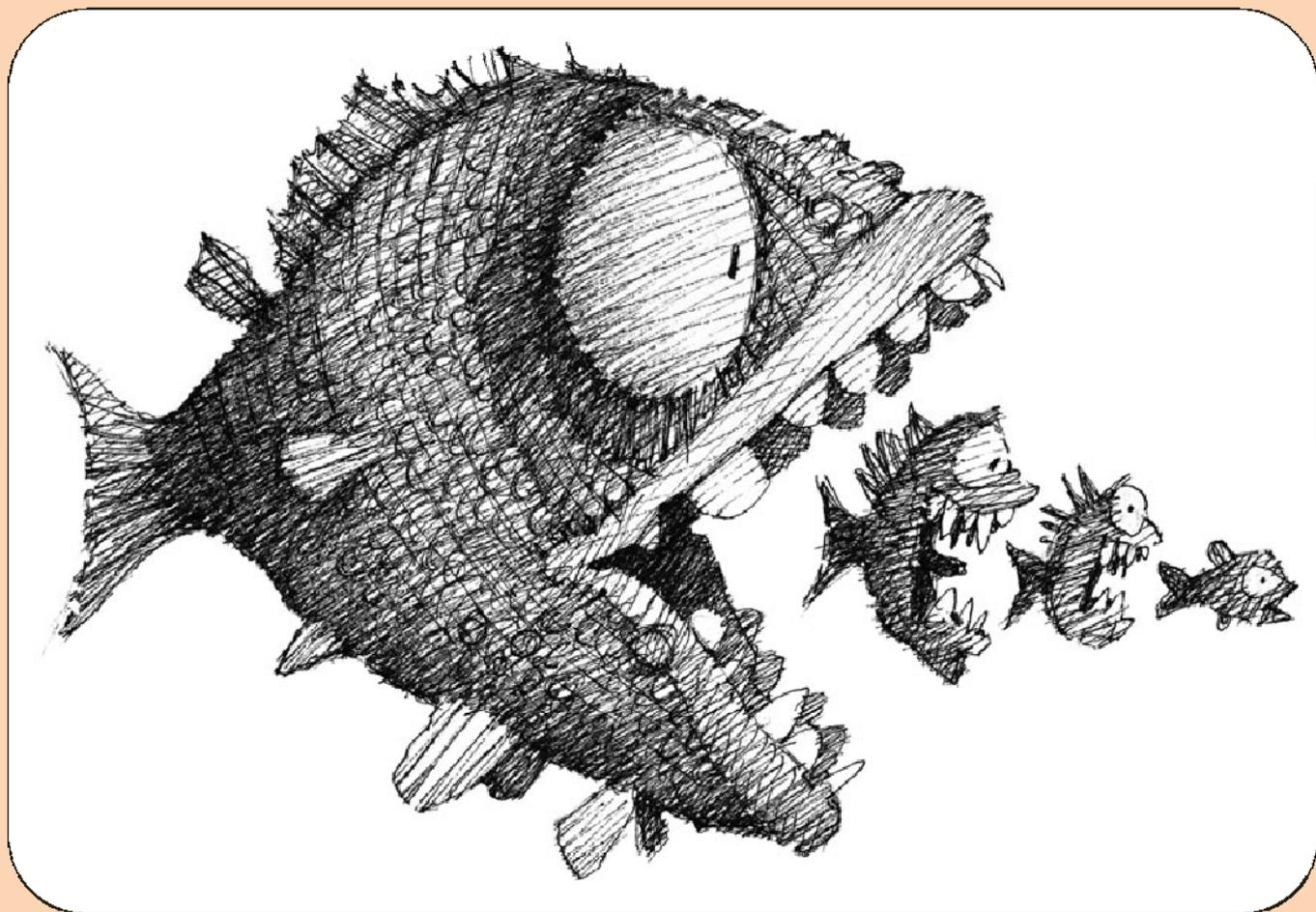
網址是維中老師在師範大學生科院的介紹資料：

<http://www.biol.ntnu.edu.tw/people/bio.php?PID=112>

現實生活的模擬農場— 漫談生態系中的族群數量變化

「當系統複雜時，思考方向就要改變。從另一個角度去思考問題。」
——劉維中老師正是利用「模型」來抽象描述我們的現實世界，揣摩食物網形成的可能機制。

撰文 | 郭冠廷



圖片來源|Getty Image

對現實世界的抽象描述—如何建立「理論」？

生態模型的建立，可以從最簡單的四則運算開始。 N_t 代表 t 時間點的族群數量， $IN_{\Delta t}$ 代表族群在 Δt 期間所增加的量， $OUT_{\Delta t}$ 代表族群在 Δt 期間所減少的量。就是時間點的族群數量。 $N_{t+\Delta t}$ 就是 $t+\Delta t$ 時間點的族群數量。

$$N_{t+\Delta t} = N_t + IN_{\Delta t} - OUT_{\Delta t}$$

而理論的重點就在於，如何去描述 $IN_{\Delta t}$ 和 $OUT_{\Delta t}$ ？我們假設每個個體在單位時間可以產生 b 個後代 $b \cdot N_t \cdot \Delta t$ ，而在單位時間有 d 比例的個體會死亡 $d \cdot N_t \cdot \Delta t$ 。如此，我們就得到族群的「出生與死亡模型」：

$$N_{t+\Delta t} = N_t + b \cdot N_t \cdot \Delta t - d \cdot N_t \cdot \Delta t$$

而我們根據 Δt 的長短，又可以分為 $\Delta t=1$ 的離散型模型（**Discrete time**）和 Δt 非常小（ $\Delta t \sim 0$ ）的連續型模型（**Continuous time**）兩類。我們只要給定初始值 N_0 和參數 b 、 d ，就可以繪製出多組模型的結果。我們以 N_t 對時間 t 作圖，利用曲線圖來表示族群數量的變化。充滿變異性和不確定性的現實世界為解釋真實世界的數據，我們建立「隨機模型（**Stochastic**）」，用來描述變異性和不確定性：一、到下次發生事情的時間要等多久？也就是上述的 Δt 。二、到下次發生事情的時候什麼有可能會發生？就上述的出生死亡模型而言，此模型中所發生的「事情」只有兩種可能：出生、死亡。加入參數後的結果，出乎我們的預期，數量對時間作圖本是一條水平線（族群數量持平）的圖表，電腦卻模擬出「在出生率等於死亡率的情況下，族群有可能滅亡。」為什麼呢？老師解釋：「族群數量很少的時候，族群會容易滅亡。」

替簡易模型增加變數

當族群數量增加時，個體就會愈來愈難找到食物。所以用來描述族群在單位時間中個體死亡比例的 d 就會變成： $d = d_0 + d_1 \cdot N_t$ 。

$$N_{t+\Delta t} = N_t + b \cdot N_t \cdot \Delta t - (d_0 + d_1 \cdot N_t) \cdot N_t \cdot \Delta t$$

而這組模型中，假若是離散型的時間間隔（ $\Delta t = 1$ ）。簡單的單物種模型，就有相當豐富的現象。當 $b=1$ 的時候，族群數量會呈現指數增加，而到一定的值後會穩定下來。可是當 $b=2$ 的之後，會呈現震盪後趨於一個穩定值的過程。 $b=2.5$ 時，族群數量會在二個點之間震盪。 $b=2.6$ 時，則會在四點震盪（4-point cycles）。而隨著 b 值增加，震盪的點逐漸增加。電腦模擬的結果告訴我們， b 值增加最終的結果，族群數量會完全失序（chaotic）。

但是，在連續模型（ $\Delta t \sim 0$ ）中， b 值的增加對單物種數量的影響，不會呈現任何週期性變化，隨著時間，最終都會穩定到一個固定的值。

尋找平衡點

這種較複雜的出生、死亡模型，是屬於一種自律（自調）模型。模型的結果是讓族群數量往某特定的數值逼近，或者是在某些數值之間震盪。這些值我們稱為「平衡點（equilibrium point）」。

當族群數量維持在平衡點 N^* 不再變化時[1]，我們以離散模型（ $\Delta t = 1$ ）的平衡點 N^* 為例，試著解出 N^* 。

$$N_{t+\Delta t} = N_t + IN_{\Delta t} - OUT_{\Delta t}$$

代入 $\Delta t = 1$ 和 $N_{t+\Delta t} = N_t = N^*$ ，也就是

$$N^* = N^* + IN_{\Delta t} - OUT_{\Delta t}$$

$$IN_{\Delta t} - OUT_{\Delta t} = 0$$

$$b \cdot N^* \cdot 1 - (d_0 + d_1 \cdot N^*) \cdot N^* \cdot 1 = 0$$

雙物種如何能夠共存？

我們假設兩種物種A和物種B利用相同的資源，我們可以得到物種A和物種B各自的出生死亡模型。

因為物種之間的競爭力需要加以描述，我們引進參數 α_{BA} 和 α_{AB} 。 α_{BA} 代表每物種B的個體數量相當於物種A的個體數量。假若 $\alpha_{BA}=3$ ，就代表一個物種B相當於三個物種A的個體，代表物種B佔有優勢。

物種A的Zero-isocline是二維空間當中的一條曲線，用來描述物種A和物種B數量的變化 N_A-N_B 。在此線 ($N_A-N_B=0$) 上物種A的族群變化量是0，而線的一方的物種A的族群數量變化是增加，另一側物種A的族群數量變化是減少的。同理，我們也能繪製出物種B的Zero-isocline。

因著 α_{BA} 和 α_{AB} 數值的不同，兩條線之間的關係有數種：物種A和物種B共存、物種B獨贏，以及只有一個物種贏（怎麼贏要看出發點）。

雙物種共存的條件，是物種自己給自己的負作用，要大於給另一個物種的副作用。「兩個團體內如果都有內鬨，就沒有時間去攻擊另一個團體，如此一來雙方就能夠共存。」

獵物 (X) 和獵殺者 (Y) 模型

我們從出生死亡模型出發。獵物X的死亡率因為遭獵殺而增加。獵殺者Y獵殺的所得透過參數轉換成獵殺者Y的出生率。並找出獵物和獵殺者的Zero-isocline。我們可以發現得出來的圖形，平均向量的變化，似乎在「繞圈圈」。族群數量的變化對時間作圖，有週期性變化 (**neutral cycles**)，這個週期性變化，會取決於「出發點」。不同的初始值會導致不同的結果。

但是，如果這個模型是「隨機模型」，為什麼電腦模擬的結果卻沒有辦法出現週期性變化？「因為族群數量很少的時候，族群會容易滅亡。」因此，當我們加入不確定性和變異性後，模型很難呈現永恆的週期性數量變化。

如何讓物種能夠共存？

一、兩個獵殺者共同競爭相同的獵物，兩位獵殺者之間可以共存嗎？電腦模擬的結果，其中一個獵殺者會因為獵物的數量有限，而遭遇滅亡。

但是現實世界當中，卻有許多競爭相同獵物的獵殺者得以共存。可能的原因有：兩個獵殺者生存在不同的棲息地，或是食用相同獵物不同的成長階段。也可能是獵殺者之間有著「群聚效應

（**aggregation**）」，造成資源（獵物）區分。

所以，競爭者的共存與否，取決於他們競爭資源（獵物）的相似程度。

二、雙獵物被相同的獵殺者所獵殺，要相互競爭「沒天敵的空間」，則這兩被獵殺的物種，可以共存嗎？

電腦模擬的結果，其中一個獵物必定會走向滅完。

不過真實自然界中有不同的獵物共存的例子。這可能歸功於「庇護所（**refuge**）」的功勞，讓獵物不完全被獵殺者所獵殺，造成物種共存的效應。

三、食物鏈模型。物種A被物種B吃，物種B又被物種C吃。這種情況下，三物種可以共存嗎？

我們得到的模擬結果是：可以共存。物種C會壓制物種B，造就物種A會無限成長。「上級獵殺者把下級獵物從中間獵殺者釋放出來」。

多物種模型

從上述的「例子一」[2]當中我們得知，當物種B和物種C共同競爭物種A時，物種B和物種C無法共存。因此，我們嘗試加入物種D來改變局勢。老師提出一個可能性：加入物種B或物種C的天敵物種D，讓物種D去壓制物種B或物種C其中一方。物種D壓制的結果，反而造就物種B和物種C得以共存。

最後，維中老師替上述的研究方法做一個歸結。我們可以延伸今天所看到的模型，模擬自然界中複雜的食性關係。

誰是重要的物種？

我們利用不同的中心性指標[3]來進行排行：「通常重要的物種不等於是稀有物種。」這想法提供我們對稀有物種保育的新方向。例如：海洋生態系當中最重要物種是誰？就電腦模擬的結果而言，並非海豚、鯊魚，而是中型烏賊。

為什麼食物網會需要構造的複雜性？

重要的物種通常是維持生態系統（食物網）完整性的角色，而重要物種的消失，會讓整個生態系統（食物網）瓦解。自然界中必然會有另一物種，來避免單一物種的滅亡，連帶造成物種的大量滅亡。所以，物種的重要性（**species centrality**）和物種網路位置的獨特性（**species positional uniqueness**），應該是負相關的。

複雜的食物網背後是否有簡單的生成機制？

「植物吸收陽光，變成草食性動物的食物，草食性動物又是肉食性動物的食物.....。」老師利用這則想法，來進行模擬。系統中有**R**個未使用的資源（食性位階**0**），**N**個物種將會出現（生態系中起始狀態沒有任何生物）。

隨著**N**和**R**的增加，就會產生「複雜」的食物網。乍看之下很像現實世界的食物網。因此，老師就使用中興大學林幸助老師所提供，核二廠國勝灣的田野調查數據來進行應證。該食物網物種之間的食性關係有**36**個連結，而食性位階的層級數為**8**。

令人傷心地發現，食性關係數最高只能模擬到**28**。而食性位階的層級數雖然可以到**8**，但是當層級數為**8**時，食性關係數目卻相當的低。

老師秉持研究者的精神，加入「馬太效應」的假設：「大者恆大。」也就是：一個有較多資源的物種，會有更多經驗找更多的資源。可惜結果並不如預期。

研究的路途是要愈挫愈勇的。從另一個角度切入，老師改採「使用效應」的兩個假想。假想一：或許物種比較喜歡吃接近他們食性位階的食物。例如：獅子比較喜歡吃牛羊，不喜歡吃昆蟲。假想二：高階物種較有移動能力，所以較容易到達我們的生態系統。因此，高階的食物會比低階的食物更容易被新來的物種使用。也成功模擬出國勝灣的食物網模型。

「馬太效應」，是讓食物往朝水平方向發展的機制。而「使用效應」，是讓食物往朝著垂直方向發展的機制。而國勝灣生態系的發展過程，就由電腦模擬農場，得知可能是由「使用效應」而非「馬太效應」所產生。

[1] 平衡可以分成兩類。穩定 (**locally stable**) 和非穩定 (**locally unstable**) 穩定的平衡點，可以經得起輕微的擾動。而非穩定的平衡點，就會產生震盪與失序的狀態。

[2] 「一、兩個獵殺者共同競爭相同的獵物，兩位獵殺者之間可以共存嗎？」

[3] 物種的鄰居數 (**Degree centrality**)、物種距離其它物種的網路距離 (**Closeness centrality**)、一個物種出現在幾條最短的網路距離 (**Betweenness centrality**)。

本文整理自：102/12/07下午由劉維中老師在臺大應力所國際演講廳所主講之「現實生活的模擬農場——漫談生態系中的族群數量變化」的演講內容。

責任編輯：Vita Chen