

# 清華破解軟絲語 變換體色「我愛你」



國立清華大學  
NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY

2017 首頁故事

## 清華破解軟絲語 變換體色「我愛你」

看著水族箱裡的生物們忽而貼進共游，忽而狀似攻擊，牠們的身體語言是否「訴說」些什麼？本校系統神經科學研究所焦傳金教授領導的研究團隊，解開了軟絲以變換體色方式溝通之謎。研究團隊把軟絲的頭、觸腕、鰭、身體的顏色變深或淺、出現斑點或條紋等圖案，分析歸類為 27 個單元，快速地變換體色排列組合，就能傳達「我愛你」或「打贏了」。

這篇解開臺灣萊氏擬烏賊(軟絲)變換體色來傳達訊息的論文〈分析軟絲生殖行為中動態體色變化發現視覺語言的溝通方式〉，不僅登上生科領域頂尖期刊《生態與演化尖端研究》(Frontier in Ecology and Evolution)，還獲科學日報(Science Daily)及 Eureka Alert 等國際科學新聞網站報導。

「莎士比亞用鵝毛筆寫下愛的詩篇，海倫凱勒用的是打字機，軟絲則變換體色來示愛。不同於這些知名的作家，軟絲的浪漫故事過去一向不為人知，直到台灣的清華大學解開密碼。」外媒報導對焦傳金教授研究團隊大表讚揚。

### 軟絲變換體色 比變色龍還快

焦傳金教授指出，變色龍等動物靠內分泌來變換體色，其變色速度遠比不上用神經系統來控制體表色素細胞的頭足類生物，軟絲、烏賊、魷魚等甚至一秒鐘即可變換體色及體表圖案好幾次，是生物界真正第一等的「變色王」。在研究過程中所拍攝的影片也可看到，軟絲在 10 秒內即變換 7 次體色與圖案，「講話」速度相當快。

但學界過去只知軟絲會變換體色，並不了解牠們變色或出現圖案的規則、模式與意義。焦傳金教授指導學生林雋硯、蔡岳均，親自下海觀察並拍攝軟絲影片，發現軟絲在共游、戒護、競爭、平行交配與翻轉交配時，會出現特定、快速的體色組合單元，經過數值分析，可分析歸納為 27 個體色單元，各式的排列組合表示不同的意義。

### 打贏體色變深 眼點代表很開心

論文的第一作者、本校分子醫學研究所博士生林雋硯表示，軟絲平常沒事時，體色比較淺、變化不大，但情緒特別強烈、「有話要說」，如雄性打架、雌性拒絕交配時，就會出現較多的體色單元。舉例來說，雄性軟絲打架時，鰭的邊緣都會先出現深色黑點，且頭、腕、體胴有時也出現破碎斑紋，最後的贏家體色會比輸家明顯來得深。

林雋硯也成功解讀軟絲如何透過變換體色來示愛，雄性從後方靠近雌性時，頭與觸腕會先轉為深色、體胴中央出現縱紋、鰭緣則有深色帶狀產生，此時若雌性的體色不變表示接受，即開始交配，在交配的那一瞬間，雄性的鰭上會顯現兩個深色的眼點，交配完畢後則消失。「這一對眼點可能代表牠很開心，因為牠們被餵食時也常出現眼點。」林雋硯笑說。

焦老師分析指出，軟絲某一體色單元可能會出現在許多種行為中，因此，牠們的溝通不只看單一體色單元，而要看如何排列組合，「就像某一單字可能沒有特定意義，但組合起來便可成為一個有意義的句子。」

### 颱風天潛水追軟絲 吃盡苦頭

研究軟絲語言看似有趣，但研究團隊為觀察野生軟絲也吃盡苦頭。林雋硯大學念的是海洋，讀碩士時開始研究花枝，並接觸潛水，取得潛水執照。2011年起，他為了實地觀察野生軟絲如何變換體色與圖案，長年泡在東北角海域，用水下攝影機記錄軟絲的一舉一動。

「有二、三年端午到中秋颱風接連著來，所有的軟絲卵全被沖走。」林雋硯回想起水下作業的辛酸，「有時海象真的很差，為了趕實驗，硬著頭皮潛下水，伸手不見五指，掙扎摸索著才爬回岸上。」倒楣的是，有段時間軟絲的卵竟陸續神秘消失，「裝攝影機才抓到兇手，原來是隻大海龜把一串串的軟絲卵全吃光！」

### 大數據分析 研究動物溝通新招

本校系統神經研究所碩士生蔡岳均則運用他大數據分析的專長，找出適合的程式及演算方式，破解軟絲傳達的視覺訊息，「短短十幾、二十秒鐘的影片，都得天上數十個小時來分析。」

蔡岳均大學時讀的是生科院學士班，第二專長是電機，培養出他數據分析的能力，「這也顯示清華這幾年大力推動的跨領域學習真的很重要。」

焦傳金老師指出，這項成果為研究動物溝通模式建立一套很好方法，不只透過觀察，再加上數據分析，就可以「聽」到更多。

林雋硯說，他觀察到不同的軟絲在進行同樣行為時，也可能出現不同體色單元，「這是不是像人講話一樣有口頭禪？南部與北部的軟絲是否講不同『方言』？其他國家軟絲講的話我們聽得懂嗎？」顯然還有許多等待研究解開的謎團。

### 眼大腦小的大王魷 少變換體色

焦傳金老師指導學生進行的大王魷研究，上周也登上了紐約時報科學版。這篇報導主要引述焦傳金老師研究團隊投稿論文，發現大王魷雖以巨如籃球的大眼著稱，但牠大腦的視葉卻不成比例地小，與大眼不相稱，稱得上「眼大腦小」。學者推測，這可能是因深海大王魷比較不需要變換體色、擬態等依賴視覺導向的行為，與身處淺海的軟絲、烏賊不同。

焦老師在回答紐時記者跨海視訊採訪時，幽默地答道：「畢竟，生活在幾近黑暗的環境中，你的穿著似乎就不太重要了。」

只存在深海、體型巨大的大王魷，力可翻覆輪船，是許多恐怖電影中深海怪物的原型，對研究海洋生物的學者來說也十分罕見神秘。這主要是因大王魷被人們目擊時通常都已死亡，分解的屍骸浮在水面或沖到岸上。但台灣漁民去年 1

月在宜蘭外海捕撈烏魚時意外地抓到大王魷，這使得科學家首次有機會可以檢驗大王魷完整的大腦視葉。

世界紀錄最大的大王魷魚長達 13 公尺，眼睛巨如籃球。台灣漁民抓到的這隻雖屬成年雄性，但體型較小，含觸腕共 4 公尺，其中體胴約 89 公分，眼睛則有 8 公分，比棒球還大一點，研究卻顯示，牠的視葉卻與大眼不相稱。

### 大王魷巨眼 專用來偵測天敵

那麼大王魷為何需要如此巨大的眼睛?焦老師表示，牠的巨眼可以偵測遠處的天敵，如抹香鯨從遠處游近時因擾動海水所造成的生物螢光光霧。

紐約時報 7 月 19 日的報導焦老師指導學生劉永傑、劉聰翰，及高雄長庚醫院生物轉譯研究所的蘇家豪博士、余俊杰研究員合作投稿到《英國皇家學會開放科學》(Royal Society Open Science)期刊的〈大王魷的眼與視葉不相稱〉論文。

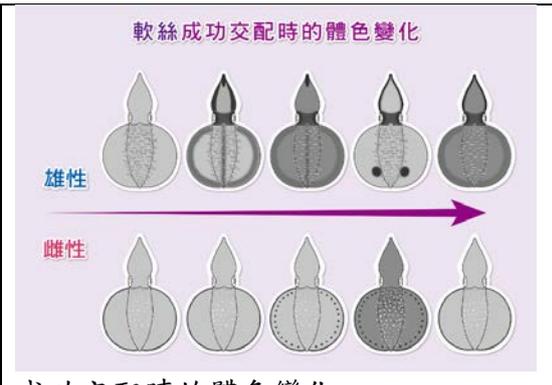
焦老師指出，研究大王魷的大腦結構，能幫助我們進一步探索深海動物神經系統的適應與演化。

焦老師去年在大王魷被漁民捕獲後接到電話通知，立即與學生趕往現場，將大王魷送到中興大學解剖、量測，焦傳金也特別感謝高雄長庚生物醫學轉譯研究所，提供高解析度的核磁共振影像掃描儀來解析大王魷的視葉，才得以完成這項研究。如今這條大王魷樣本已送往國立自然科學博物館永久保存。





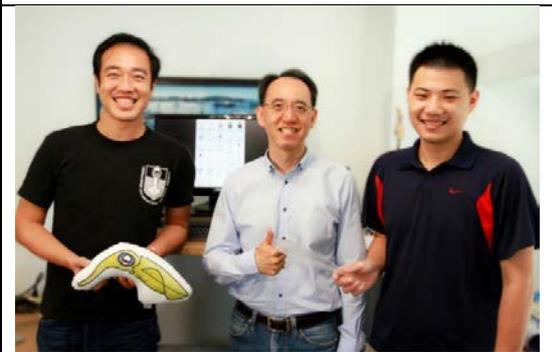
軟絲的 27 種體色單元



成功交配時的體色變化



雄性打鬥時的體色變化。



左起清華大學分子醫學研究所博士生林雋硯、系統神經科學研究所教授焦傳金、系統神經研究所碩士生蔡岳均。



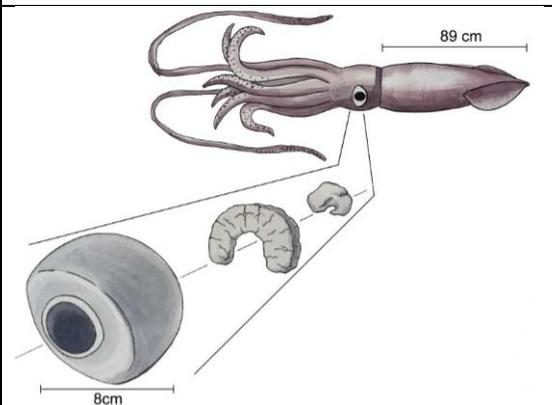
雄軟絲與雌軟絲成對游泳。



雄軟絲採取翻轉體位交配。



林雋硯長年泡在東北角海域，用水下攝影機記錄軟絲的一舉一動。



大王魷雖然眼睛非常大，但牠大腦的視葉卻不成比例地小，與大眼不相

稱，稱得上「眼大腦小」。(繪圖：陳尹芄)



台灣漁民去年 1 月在宜蘭外海捕撈烏魚時意外捕到的大王魷。



台灣漁民意外抓到大王魷，這使得科學家首次有機會可以檢驗大王魷完整的大腦視葉。