2018 吉娃斯愛科技活動營

我愛科技生活電子專書

目錄

- 烏賊偽裝術+烏賊會算數----------2
- 大自然！我來取經了----------5
- 輻射的深情告白----------8
- 瀕危植物大拯救----------14
- 太空科技改變您的生活----------21
- 行動盒子劇場----------26
- 誰有失智的問題----------30
- 陀螺儀就在你身邊•從生活中學科學----------36
- 人造衛星是怎樣做出來的?----------40
- 機器人會不會取代醫生：

  從科學史發展切入，了解人類對人工智慧的焦慮與疑惑--43

烏賊偽裝術+烏賊會算數

主講人：　國立清華大學生命科學系 系統神經科學研究所 焦傳金教授
指導撰稿：國立清華大學生命科學系 系統神經科學研究所 焦傳金教授
　　國立清華大學學習科學與科技研究所 傅麗玉教授
撰稿人：　國立清華大學學習科學與科技研究所 許之瑋

本活動是焦教授應清大傅麗玉教授之邀，參與科技部補助的「吉娃斯愛科技活動營」，於今年九月至苗栗通霄鎮為當地居民進行的一場授課。焦教授主要研究章魚的視覺運作，在課程的開頭先向學員介紹什麼是頭足類，接著依序講解頭足類的兩大特徵能力，最後以焦教授的實驗成果做結。內容生動有趣，盡顯焦教授在相關領域的研究熱誠，同時輔以豐富的實驗影像，深入淺出讓學員對烏賊的偽裝能力及算術能力有更進一步的了解及認識。

頭足類有什麼與眾不同之處？

焦教授向聽眾說明烏賊的體色特徵。

（圖片來源：清華大學首頁故事）

在自然界中，我們可以用有無脊椎將動物進行粗略的劃分，其中章魚就屬於動物界中的軟體動物門頭足類(綱)。頭足類顧名思義就是頭長在腳上(或腳長在頭上)的一種生物，以章魚來說就是手腳都長在頭上。這類生物擁有兩項特殊能力：一是偽裝的能力（視覺與體色調控)，可以在小於一秒的時間內改變身體顏色；其次則是認知的能力(數感與決策分析)。

章魚的身體不像貝類長有硬殼，因為身體缺乏保護，額外演化出快速逃跑和噴墨的求生能力。當身體拚不過別人時，腦袋聰明便顯得重要，而頭足類在無脊椎動物中相對擁有複雜的神經系統，章魚更堪稱是無脊椎動物中最聰明的動物。章魚擁有五億個神經細胞數量，這數量甚至與貓狗等哺乳類動物相當；除此之外，章魚的頭身比也相當大，可見在動物界中真的是十分聰明的生物。

章魚除了擁有聰明的大腦，他還具備與人類外觀相似的眼睛，高解析度的眼

睛配上大腦中發達的視覺神經系統，讓章魚可以仔細觀察環境周遭的細微變化，必要時便可保住自己一條小命。

「看得到，但看不出」的偽裝能力

章魚本身是全色盲，在牠眼中的世界完全看不到任何顏色，但章魚卻可以將自己隱藏在環境之中，到底是如何辦到的呢？

焦教授現場提供兩段章魚將自己偽裝在環境中的影片，在影片中我們看到章魚透過身體上的突起模擬環境中的粗糙表面，加上數百萬的色素細胞快速將身體顏色調整到與環境中的特徵「相似但不相像」，讓獵食者判斷不出「這個東西」是食物，即達到章魚的保命目的。在焦教授的實驗中，則是選擇體型固定較好觀察的烏賊作為實驗對象。烏賊比章魚多了兩隻長長的手腕，伸長的手腕可以模擬海底的垂直景物，除了將自己更好地偽裝在環境中外，還會因應溝通上的需求呈現出絢爛的斑馬花紋。此外，烏賊偏好選擇以高對比及 3D 物體(而非 2D 背景)為背景做為體色的選擇，搭配身體姿勢的調整以達到最好的偽裝效果。

「偽裝」或「擬態」？在不同的環境中選擇最適合自己的效果

在動物界中常出現的隱身手段有兩種，一是像竹節蟲或枯葉蝶一樣，將自己的身體模擬成另外一種物品的「擬態」；另一種則是讓自己的身體融入環境中的「偽裝」。烏賊除了會擬態，在偽裝時更會聰明地因應自己的體態大小，利用感覺和運動神經的整合，使視覺神經訊號控制輻射狀的色素囊收縮，讓白色素細胞、彩虹色素細胞和反光細胞做出「破碎」、「斑駁」或「均勻」等三種不同偽裝效果。

上為烏賊的一般形態，下紅圈處為烏賊的偽裝狀態。(圖片來源：自由時報)

那麼是不是所有的動物都會出現這三種偽裝體色呢？「均勻型」的單一體色在動物界中十分常見；但鳥類、魚類、兩棲類、爬蟲類等更常出現適合在複雜環境生存的髒髒型「斑駁」體色；至於像貓熊毛色的「破碎型」強調高對比的圖

塊，讓他們在適當的情況下可以呈現更好的偽裝效果。

感覺與運動的神經整合系統創造優異的偽裝

焦教授的靈感來自 1996 年時國外曾做過的比目魚實驗，在 2000 年的實驗中焦教授透過抽換不同方格底板的方式，觀察烏賊及不同動物在偽裝時改變體色的狀態並得出以下結論：底板圖樣的大小、對比和白色方格的數量、面積、背景的明暗程度等是決定破碎型體色的關鍵；而方格的組合方式也會影響體色的變化。

透過實驗焦教授也再次證明烏賊確實是色盲，但也提到目前尚無法證明色盲的烏賊如何做到讓自己的體色與環境相似，這也是目前研究烏賊的人急欲解決的問題之一。實驗的成果可以讓我們進一步探究如何被看到和不被看到，除了運用在日常生活如建築設計、服裝設計中，也可以在軍事領域有更多的應用。

透過實驗證明章魚有數感上的認知能力

數感(數量感，也就是對數量的感覺)是生物與生俱來的能力，生物天生具備的「感數能力」可以快速比較出小於 4 時的物體數量多寡；而學習得來的「算術」能力，則讓生物可以對數量大於 4 的物體做進一步的估計。目前已證實有超過 30 多種動物具備數感能力，這種能力有利於動物選擇交配對象、找尋目標、進行社會互動和選擇攝取何種食物。

焦教授設計一系列的蝦子攝食實驗，在烏賊只有視覺可以依靠的情況下，證明烏賊最多能分辨到 4 跟 5 的差別，且在選擇上偏好數量較多的獵物。也因為烏賊在面對困難的選擇時會猶豫，反應時間隨著難度的提高而拉長，證明烏賊的數量感並非來自「感數」，而是「算術」的能力。有趣的是，當有 2 隻死蝦與 1 隻活蝦時，烏賊會偏向選擇 1 隻活蝦，可見烏賊並不是隨便做選擇，而是思考後的行為。但是在數量與大小的選擇中，2 隻小蝦與 1 隻大蝦比起來，烏賊越餓越會選擇大蝦；但不餓時，烏賊會偏好選擇兩隻小蝦來吃。實驗證明烏賊和人類一樣具有風險評估能力，在飢餓時會偏向「高風險高報酬」的攝食策略，在飽食後則選擇避險策略。實驗結果除了對物種保育及飼養有幫助外，也可以進一步探索人類經濟行為的自然法則。

焦教授的實驗設計一環扣著一環，不斷透過解決原本的問題再發想出新的問題。聽完整場演講，讓人對聰明的烏賊起了濃厚的興趣，看來生活處處是學問，烏賊不只是餐桌上的美食佳餚，牠身上所隱藏的秘密對人類社會文明的進步也有很大的貢獻呢！

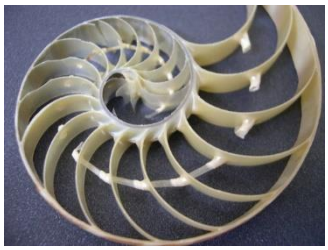
大自然！我來取經了

主講人：　國立清華大學生命科學系 李家維教授
指導撰稿：國立清華大學學習科學與科技研究所 傅麗玉教授
撰稿人:　國立清華大學學習科學與科技研究所 陳盈穎

一沙一世界，一花一天堂，掌中握無限，剎那現永恆，這句話是出自於英國詩人布萊克(William Blake)，意思是說人只要用心體會身邊的細微事物，從中發現樂趣，這跟今天要說的「仿生學」很有關係喔，讓我們繼續看下去吧！

「哇！為什麼鳥會飛阿？」,「疑！為什麼壁虎可以在牆上走不會掉下來阿？」,「欸！蝙蝠為什麼能在黑暗中飛行卻不會撞到其他東西？」，上面的這些問題讀者有沒有覺得跟我們生活中的哪些東西有關呢？給你們 5 秒時間思考，5...4...3...2...1...時間到，公布答案囉～就是「飛機」、「無膠膠帶」以及「回聲定位」哦，萊特兄弟透過觀察鳥類的飛行，鑽研鳥類的身體構造，得出了鳥是通過改變翅膀後端羽毛的角度來控制身體，因此發明了飛機，日東電工因為觀察了壁虎腳底的構造發明了一種不管在任何環境都可以維持黏力強度、可輕易撕下卻不會留下黏合劑的無膠膠帶，蝙蝠的回聲定位也廣泛應用在航空、氣象、船隻、潛艇、軍事等面向上，大自然是不是很神奇啊！在自然界中，形形色色的生命，以各種姿態適應環境、發展了許多充滿智慧的技巧解決生存的問題，而我們透過觀察大自然，從身邊的生物上找到他們古老的生存策略，轉化到生活上的科技，滿足人類千變萬化的需求，這樣的學問，就被稱做「仿生學」。

成功大學李旺龍教授說過，仿生學就是一門對大自然合法抄襲的學問，國際仿生學專家 Janine Benyus 也說，仿生跟其他生物相關學科差別是，仿生採用的是生物的配方、做法，而不是直接或間接使用生物資源。其實在我們生活周遭經常可見仿生學的產品，而因人類對仿生學的不甚了解，有時很難聯想究竟是何種生物的構造觸發出人類當前所使用的物品，舉例來說：以顯微鏡觀察小果實上的芒刺具有無數的微小鉤子而發明魔鬼氈，從大自然界的昆蟲中得到靈感運用於行動裝置的聲音感測，鸚鵡螺間格的氣室結構幫助人類設計出第一艘潛水艇，鯊魚特殊的皮膚構造可以降低水的阻力被開發成泳衣，蓮葉上觀察到的自潔性及疏水性，使人們將其特性應用在玻璃上，讓玻璃保持乾淨不容易沾污。



說了這麼多，到底要怎麼將我們在大自然觀察到的神奇現象轉換成人類可以

應用的技術呢？我們以變色龍的變色機制來做舉例：變色龍到底是怎麼變色的呢？科學家發現，豹變色龍皮膚真皮細胞表面具兩層重疊且相輔相成的彩虹色素細胞，裡面有變色的主要關鍵，許多不同形狀、大小和排列的鳥嘌呤及奈米晶體，這種奈米晶體屬於能控制光的週期結構，又稱為「光子晶體」。其中 S 彩虹色素細胞依情緒或光照可放鬆或繃緊皮膚，就能改變表層細胞中光子晶體三角形二維晶格距離和間距的排列，光的折射隨即變化，因而變換皮膚顏色。當變色龍放鬆時，細胞中的光子晶體因排列緊密，較易反射如藍色的短波長光線；緊繃時，光子晶體排列鬆散，變成反射出如黃色、橙色、和紅色等長波長光線，這樣如此神奇的技術，可以被應用在哪邊呢？加州大學柏克萊分校的研究團隊就將此技術應用在建築、橋梁、飛機等零件，只要結構改變，就可以輕易從顏色的變化去提醒我們去更換零件或是修繕補強，這樣子的想法如果要從無到有，由人類自己去發明，不知道要花上多少時間，大自然果真是人類最好的老師。

人類發展至今約 600 萬年，與地球上目前發現最早的生物 35 億年相比，根本是小巫見大巫，而這些生物為了適應地球的生態演變出專屬於自己的技能，也成為這個世界上最吸引人的地方。人類有顆聰明的大腦，但是也相對脆弱，嗅覺比不上狗，視覺比不上鷹，所以生存的法則就是發明東西來彌補與其他生物的差距，也因此在這方面我們會比較自私的角度去思考對人類有益的事情，少去注意到對環境生態的維護，成功大學李旺龍教授提到的「人類該謙虛的向生物學習，當研究人員竊喜從生物發現了很多研究的課題，也該自省所成就的許多論文發表及創新發明，是否對生物界永續發展有所貢獻」，切勿因人的自私己利，而破壞了這個美好的世界，保護環境就能確保演變出更多元的生命型態，讓我們有學習對象，形成正面的循環。

真沒想到一個在大自然中稀鬆平凡的事情，居然可以影響人類的生活，許多神奇的事情就發生在身邊，我們卻沒有發現，法國雕刻家羅丹曾說：「美到處都有，對於我們眼睛不是缺少美，而是缺少發現。」，同樣的，身處位於亞熱帶地區的臺灣，這塊美麗的寶島，物種數比起其他國家要高出 150 倍，擁有豐富的生物多樣性，缺少的只是我們不夠謙虛，只要我們虛心的向大自然請教，相信臺灣不缺乏新的設計概念，下次有空的時候，放下手機，走出室外，感受大自然無憂無慮的魅力，你問我為什麼？因為這個世界還值得我們去探索呢！

- 參考資料:

1. 科技大觀園-豹變色龍變色機制啟發新型仿生變色材料
2. 泛科學-仿生-以自然為師的科學
3. 數位時代-全球仿生科技大師珍妮．班亞斯：向自然學習，商機無限大
4. 圖片資料
5. 鸚鵡螺-隨意窩：鸚鵡螺的相關資料

輻射的深情告白

指導撰稿者：國立清華大學 原子科學技術發展中心 吳勇慶 先生
國立清華大學 原子科學技術發展中心 劉鴻鳴 博士
國立清華大學 學習科學與科技研究所 傅麗玉 教授
撰　稿　者：國立清華大學 學習科學與科技研究所 吳建東 碩士生

輻射？！現在一聽到「輻射」，你會想到什麼呢？你會有什麼感覺呢？你會想到基因突變？還是核災輻射外洩？又或是某市議員口中布袋戲人物角色「秘雕」呢？從過去的美國三哩島核電事故、俄羅斯車諾比事件，到 2011 年的日本 311 福島事件等核災事故，讓我們一聽到輻射議題，就人心惶惶，因此，在這幾年的核能發電、核災食品等議題，更是讓大家討論十分熱絡，但，輻射真的很恐怖嗎？它真的對我們一點好處也沒有嗎？

圖一：核食議題新聞所談到的布袋戲角色秘雕畫面

首先，先談談輻射是從何而來的。這世間萬物皆是由原子組成的，而原子內部則是基本粒子（電子、質子、中子）所構成的，質子和中子構成一個原子核，而電子在原子核外繞著。簡單來說，如果說原子結構的大小就像是一座操場，而你所撿到的餅乾屑，就是原子核，而輻射中的 γ 射線正是從原子核跑出來的！

但，輻射到底是什麼？輻射其實就是一種「能量」，就像是換燈泡不小心被電到，手接觸到「電能」而覺得麻麻的；夏天豔陽高照，如果沒戴墨鏡，就會因為「光能」強烈而覺得刺眼；抑或是煮熱湯不小心摸到熱鍋，正是因為手感受到高「熱能」而燙傷。而輻射也是能量的一種，但因為它摸不著、聽不見、聞不到，就像是另一個世界的「人們」，而讓我們覺得恐懼。

既然它是一種能量，就會高低之別。會將高能量，且會使物質發生游離作用的輻射稱為「游離輻射」，較容易會對人體造成傷害；反之，則稱為「非游離

輻射」。輻射與我們生活息息相關，生活中常見的游離輻射，例如：電腦斷層掃描的 γ 射線、醫院身體檢查用的 χ 光；而低能量的非游離輻射呢？則是常見於烹調微波爐所用的微波、手機發出的無線電波、或是可見光、高壓電等都是常見的非游離輻射，因此輻射與我們緊密相連，怎麼可以不好好認識一番呢？

或許會有人認為：現在的游離輻射，都是人類活動產生的，例如：核災、核能發電廠、X 光機，所以一切都是萬惡的人類造成的！

NO！NO！大錯特錯！輻射也是有天然的喔！地球隨時都會接收到來自外太空的宇宙射線，因此海拔越高，輻射值就越高呢！另外，我們所踩的土地、我們所用的建材都有天然放射物質的存在，因此，在密閉不通風的空間內，放射物質氡氣的濃度就也相對的高。同時，在日常生活中，我們常吃的食物也可能含有放射物質鉀-40，如：香蕉、牛奶、魚類等，不過，或許你會疑惑：「甚麼？！香蕉有輻射，那我不要吃了！」，先別那麼快拒香蕉於門外，根據計算，每天吃約 35 根香蕉，並且連續吃一年，其輻射劑量才有可能會超標呢~所以放心吃吧！

另外，先前曾有新聞提到：「號稱健康的低鈉鹽被踢爆含有高達 8000 貝克/公斤的輻射物質鉀-40」，讓兩千三百萬人都驚呆了，但，請冷靜！

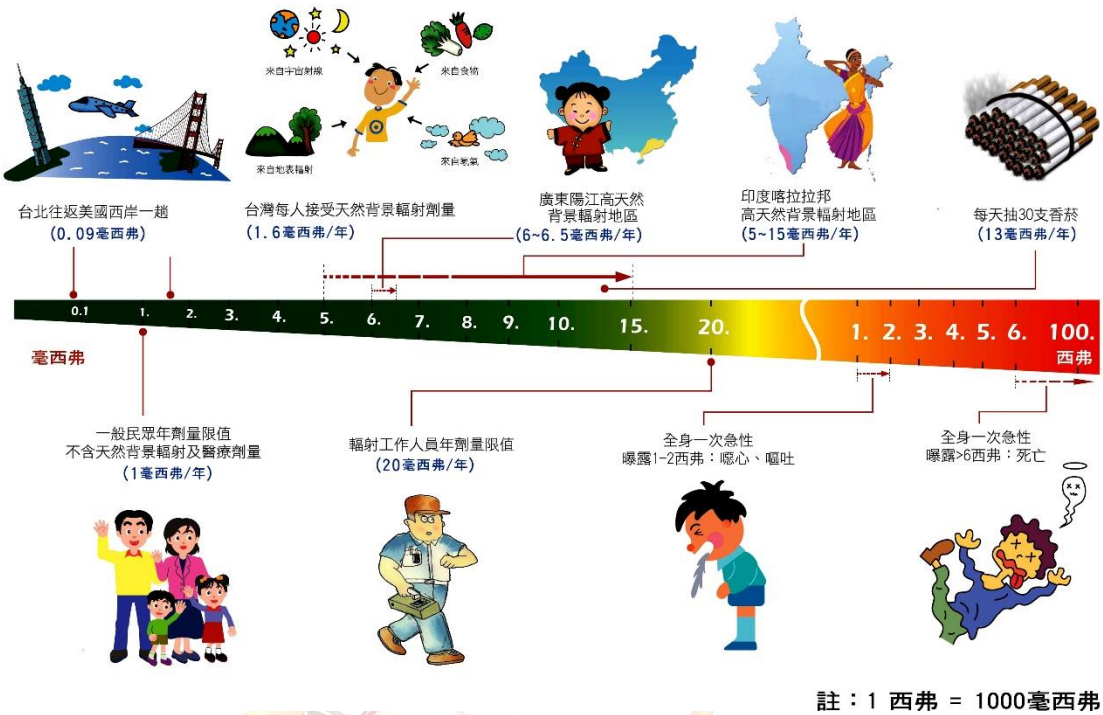
需要注意的是，此數據所使用的單位是每公斤的低鈉鹽含有 8000 貝克的放射性活度，但是，我們一口氣吃得了 1 公斤的鹽嗎？所以，不要被誇大其詞的標題而陷入恐慌，吃 10 公克的低鈉鹽，相當於吃了五根香蕉的輻射，對人體幾乎沒有影響，因此，也放心地吃吧！

圖二：政府針對低鈉鹽含有大量輻射之謠言的澄清

還有，想必大家經常在電視廣告上看到關於「能量石」的神奇效果吧，部分能量石號稱配戴之後，可以促進血液循環、改變磁場，讓人生變得更美好，而讓人心動想立刻戴上。然而，經過香港政府及臺灣原子能委員會針對部分廠商的能量石做輻射量測，發現雖然低於輻射管制標準值，但仍高於天然背景輻射 2 到 3 倍，因此，配戴這樣的產品需三思，以減少不必要的輻射暴露。

講了那麼多，到底輻射對人體到底有沒有害呢？答案是，有的！游離輻射被歸類為一級致癌因子，接受過量的輻射，會讓細胞受到傷害或死亡，如：不孕（卵巢劑量一年接受超過 200 毫西弗），過量的輻射量「確定」會造成傷害，這就是輻射的「確定效應」；而，另一種輻射效應則是機率性效應，風險的高低取決於輻射的量多寡，越高的輻射量，則越有機會誘發癌症的發生，每 1 毫西弗的輻射，增加了 0.005%的癌症風險，但是跟長期吸菸所造成的 25%癌症風險比起，根本小巫見大巫。另外，值得一提的是，部分族群對於輻射較為敏感，如：孕婦、小孩，因為這些族群的細胞分裂旺盛（就是指胎兒與青少年的快速

成長)，他們的輻射敏感度較高些，因此需留意輻射量較高的場所。



圖三：原子能委員會所公布的一般游離輻射劑量比較圖

看完了那麼多的輻射介紹，可能還是會覺得怕怕的。別擔心，做好防護很簡單，只要掌握三個要素：時間、距離、屏蔽，只要減少接觸輻射的時間、遠離輻射源、加強屏蔽阻擋，就能輕鬆做好體外防護罩了！但是，這樣好像只注意到外在，可是現代人注重內在美耶！(哈哈，離題了)，體內的保護需要避免攝入汙染物質外，增加排泄與身體的代謝，也是能夠大大的降低輻射對人體的影響呢！

最後的最後，在介紹一下大家比較少知道的輻射的用處吧！除了我們熟知的醫療用的 X-光機以外，輻射默默的在我們生活角落付出呢。例如：利用輻射過量會造成生物不孕的特性，來控制果蠅的數量，實謂果農的一大福音呢；另外一個例子，則是陀立清華大學目前的研究方向之一，即為硼中子捕獲治療(BNCT)，就是結合標靶治療和放射治療的一種治癌的方法，針對頸部以上的癌症有一定程度的治療效果，目前已有治癒的案例。

看到這裡，應該對於輻射有粗淺的認識吧，下次，看到「輻射」二字時，就不會那麼害怕了！也能夠對於部分的「假新聞」能做簡單的辨別與過濾了！

- 參考資料：

1. 吉娃斯愛科技活動營-新埔 DOC 專題講座：輻射的深情告白，吳勇慶研究員，2018.09.05。
2. 吉娃斯愛科技活動營-卓蘭 DOC 專題講座：輻射的深情告白，吳勇慶研究員，2018.09.12。
3. 吉娃斯愛科技活動營-苑裡 DOC 專題講座：輻射的深情告白，吳勇慶研究員，2018.09.27。
4. 食物含有輻射值 吃了好害怕？其實萬物都有輻射

   https://www.foodnext.net/life/lifesafe/paper/5852110144
5. 原子能委員會：輻射對健康的影響

   https://goo.gl/BQ7HSo
6. 圖一：新聞畫面截圖

   https://www.youtube.com/watch?v=nnkBFPQsiFs
7. 圖二： https://www.mygopen.com/2018/03/line_28.html
8. 圖三:原子能委員會

   https://goo.gl/t9DNGy

瀕危植物大拯救

主講人：　國立清華大學生命科學院 李家維教授
指導撰稿：國立清華大學生命科學院 李家維教授
　　國立清華大學生命科學院 葉世榮教授
　　國立清華大學學習科學與科技所 傅麗玉教授
撰稿人：　國立清華大學學習科學與科技所 陳盈穎

壹、前言

陽光灑落大地，微風輕輕吹拂於天地之間，深吸一口氣，你便可以感受到生活的每一分每一秒。但你知道這每分每秒所需的空氣，也就是氧氣，從何而來嗎？氧氣並非從地球出現的那一刻起便存在，而是經過很長時間的生物演化，直到藻類的出現，以及後來居上的植物，透過光合作用產生地球上很大一部分的氧氣，使得許多生物得以繁衍與演化。而植物除了提供地球氧氣之外，更是許多物種延續生命的重要角色！他可能是生物遮風避雨的家，也可能是某物種延續生命的食物，更是人類生活中不可或缺的生活資源！甚至在我們未知的範圍內，某些植物可能還潛藏著未被發掘的藥用功能呢！你說，植物對人類以及地球上的物種，重不重要呢？

但隨著人類的開發與過度使用，導致許多植物面臨滅絕危機。人類為了擴增土地、謀取錢財以及滿足生活所需，破壞許多植物的生存空間，甚至是過度取用。這不但造成眾多植物面臨滅絕危機，更影響原本的生態平衡，甚至連人類的存亡都因此而受到威脅。但這些嚴重的問題，卻被多數人忽視。

更進一步說明，從我們的食、衣、住、行，每一件看似平常不過的生活，都是促成危機的原因，而這些危機當然不僅僅只是植物受到生存的威脅而已呢！以下歸納出幾個我們常見的人類活動的類型，並指出其對環境的影響：

1. 交通運輸：目前我們日常所使用的交通工具，仍仰賴石油作為驅動原料。隨著各國的開發，經濟條件進步，汽車也隨之普及。加上各種運輸交通工具，例如輪船、飛機，也都是靠著石油驅動。但使用石油後所排放的廢氣，將產生大量二氧化碳，導致溫室效應，且產生大量懸浮微粒，使空氣品質惡化。

2. 食物需求：隨著平均壽命增加，全球人口數也日漸增加，食物需求也相對增

加。因此農作物以大面積開墾土地以及大量種植單一性作物成為趨勢，以供應食物需求。而如此的舉動，不僅破壞原有的動植物生存空間，更破壞生態平衡。加之人類對於牲畜肉類的需求，同樣大量開墾土地，用以養殖食用牛羊豬雞。而牲畜排放的甲烷，竟也成為造成溫室效應的原因之一！

3. 經濟：全球經濟圈已是全世界的趨勢，為了促進經濟，人類興建工廠、種植經濟作物、開採天然資源，這些活動確實刺激經濟，也使部分人從中獲益。但其連帶的問題便是，土地開發後受到破壞的生態系、種植經濟作物破壞原本生態系的平衡、開採天然資源導致資源日漸消失、工廠排放廢氣導致溫室效應以及充滿有毒物質的環境賀爾蒙。

4. 民生：人一天當中免不了吃喝拉撒，而人類所使用後的廢棄物、排出體內的排泄物、工廠運作後的廢水，被排放到我們不會注意的水溝中，再來流入河道中，最後進入海洋。可想而知，海洋資源免不了受到一番荼毒，優養化、魚類中毒屢見不顯。

這些問題每天都在你我身邊發生，你我都有責任為目前的狀況負責並付出關心。在台灣，有一位長年關注植物保育議題的教授，為世界各地的植物做了許多努力，也推行了許多計畫以及保種活動，為的就是能讓地球永續發展。這位教授是國立清華大學生命科學院的李家維教授，李教授透過親身的經驗以及團隊的努力和研究，以植物保育的角度，向我們分享我們所不知道的植物生態以及重要性，更告訴我們該怎麼做，才能讓美麗的地球得以永續發展。讓我們跟著李教授的腳步，看看這些藏在世界各地的綠世界吧！

貳、世界角落的綠世界

李教授以及他的團隊，踏足世界各地，走訪了許多植物物種的家。在這段旅途當中，李教授透過和當地文化的接觸，同時深入野地探尋面臨滅絕危機的植物，透過研究計畫、跨國跨界合作以及保種復育行動，讓這些綠色寶藏延續的重要性為人所知。這段旅途沒有停止的一天，旅途經過了世界各地的各個角落，索羅門群島、聖多美、聖文森、吉里巴斯、奈米比亞，以及我們的寶島台灣。

一、索羅門群島

索羅門群島是一個位於南太平洋赤道上的島國，由 1000 個左右的小島組成，且小島多為火山島。全國人口 64 萬人，屬於低度開發國家。因為地理位置以及熱帶氣候影響的關係，全國以農業與漁業為主，其餘物資需靠進口。也因曾經受殖民，因此在 50 年前開始進行大量伐木以供出口。同時也因殖民時期開始大量伐木，破壞了大片雨林生態，導致眾多植物物種瀕臨絕種。

(一)鶴立雞群的蘭花霸主—龍爪蘭

龍爪蘭是索羅門群島的特有種，葉長三公尺、花梗長達兩公尺，粗壯的氣根纏繞在巨木的樹冠，在風中搖曳著白色的花瓣，好不雄偉。龍爪蘭需要充足的陽光、風的吹拂以及水分，因此只會生長於熱帶樹林裡巨樹的樹冠上，再加上龍爪蘭的繁衍方式是透過果莢內不含養分的種子隨風飄散後，由大自然中的真菌給予其營養來源，才可使得龍爪蘭順利繁衍。

在這兩種必要的生長條件下，可以想像，龍爪蘭的種子隨風飄散，透過真菌的幫忙取得養分，再順利依附在巨樹樹冠上，龍爪蘭才有繁衍的可能。你大概猜到龍爪蘭面臨的問題了吧？隨著索羅門群島上伐木業的開發，首當其衝的便是雨林中的巨樹。當生存空間被剝奪，加上隨著雨林空間的壓縮，真菌的傳播也受到影響，使得龍爪蘭面臨滅絕危機。

在此同時，索羅門群島上擁有近 500 種的蘭花，可說是蘭花博物館。但這些蘭花也遇到如龍爪蘭相同的情況，生存空間受到壓縮，所需養分連帶受到影響，這都是人類過度開發造成的結果。

(二)百種滋味齒留香—索羅門的芭蕉

在台灣你吃過香甜 Q 彈的芭蕉，你可能還知道芭蕉的營養價值。芭蕉能防止血壓上升、肌肉痙攣和消除疲勞。且芭蕉經提取後，甚至對細菌有抑制作用，可消炎呢。除此之外，芭蕉莖與葉的纖維特質，是適合製紙的原料。因此若說芭蕉除了豐富的營養價值外，其藥用價值和經濟價值也不小呢！

好處多多的芭蕉在索羅門群島上就有 160 種以上的品種，有的嚐起來像蘋果、有的更有芒果的香味呢！這都是因為索羅門群島位處熱帶，擁有豐富的森林資源，同時經過與人類文化長期交互影響下而產生多達 160 種的芭蕉種類。有這麼多種的芭蕉，李教授透過與我國專門援助邦交國的國際合作發展基金會合作，一邊與索羅門群島合作維護植物，一邊引進更多品種的芭蕉至台灣，提供國人更多食用選擇。

這時請你思考一個問題，在這些多樣的芭蕉當中，可能潛藏著幫助人類的藥用功能，甚至可能是某種生物賴以為生的食物來源。若人類持續開發和破壞生態資源，進而使這得來不易的多品種芭蕉面臨生存空間被打壓的問題，甚至是消失……，對人類有任何好處嗎？

索羅門群島的植物故事多得說不完，還有很多種珍貴但面臨危機的植物需要全體人類重視。李教授看到這些植物對的球的重要性，因而進行許多積極的作為與計畫，同時也清楚意識到透過阻止開發以復育瀕臨絕種的植物是不可能的任務，因此他換個角度努力。李教授透過與伐木公司合作，將砍伐後的樹木取樣，將珍貴的植物樣本帶回國內培植復育，使珍貴得物種得以保存，這便是李教授努力做的索羅門保種計畫。除了被砍伐的巨木外，許多瀕臨絕種的植物也因此計畫的執行被成功保存，甚至在台灣復育成功。而剛剛提到的蘭花霸主—龍爪蘭，也因為有台灣的植物學者許天銓先生，參與索羅門群島的計畫，努力培植瀕臨絕種的龍爪蘭以及各式蘭花，成功復育了龍爪蘭以及其餘 200 種以上的蘭花，使其得以再度綻放。

二、聖多美普林西比

聖多美普林西比位於中非西部的幾內亞灣，由聖多美島和普林西比島組成。全國人口不超過 20 萬人，屬於低度開發國家，因曾受殖民的關係，國家主要以種植可可、咖啡和伐木……等做為出口品以維持生計。聖多美普林西比屬於熱帶雨林氣候，非常適合植物生長，加上島國特徵，使得多數源自非洲大陸原生種，伴隨著長時間演化，漸漸與非洲大陸原生種產生差異，因而國家內擁有需多特殊品種。如同我們所知，這些特殊品種有其重要性。一為具備淨化空氣和產生氧氣的功能之外，二是潛藏藥用開發的可能，而聖多美普林西比更是維持世界生物多樣性不可或缺的綠世界。

但聖多美普林西比面臨一項危機，國內因生活水平低落且物資缺乏，需仰賴貿易出口才能維持生計。而其出口皆以農產品以及伐木為主，意思便是，需透過大量開墾與砍伐雨林資源，才有更多空間出產出口品。如此惡性循環之下，其特殊品種植物資源日漸受到威脅，甚至面臨滅絕危機。

李教授知道這個情況後，帶著團隊進入聖多美普林西比，複製索羅門群島的保種計畫，企圖在此搶救瀕危植物。在聖多美普林西比有一種植物在台灣也很常見，便是我們熟知的秋海棠。但聖普(聖多美普林西比的簡稱)的秋海棠很特別，整株花與人同高，可算是特殊種。李教授透過保種計畫，將這特殊的秋海棠帶回台灣培植，透過無菌培養，終於使其復育成功！

但好景不常，隨著政治環境的影響，台灣與聖普於去年(2017 年)結束邦交

關係，李教授不得不與團隊撤離，保種計畫也被迫中斷。復育植物、培養當地人才以及維護珍貴植物資源，都是浩大且漫長的工程，但計畫不得不中止，而屬於聖多美普林西比的特殊品種，卻需要人們的重視與保護……

三、吉里巴斯

位於赤道上的吉里巴斯，是一個由 32 個環礁以及 1 個珊瑚島所組成的國家，同時是全世界擁有最豐富物種的海洋保護區國家。說到吉里巴斯就一定會提到他的環保意識，由於幾里巴斯的地理特徵，加上全球暖化的關係，目前正面對「消失」的危機。專家預估，在未來的 20-50 年內，吉里巴斯可能會隨著海平面上升而消失。即使如此，吉里巴斯仍然做了許多努力，在其境內你可以看到像白金一般閃爍的沙灘、令人炫目且應接不暇的海洋物種以及純粹富足的人民，而這些畫面並不是原本便存於吉里巴斯。吉里巴斯曾經受到殖民以及第二次世界大戰的影響，受到嚴重的破壞和掠奪，但其重視生態永續，因此針對環保相關議題積極作為，因此有了今日的景象。即使國家貧困，但其推動觀光時不建造五星級飯店、不開發海景餐廳，為的便是能永續經營脆弱又珍貴的海洋資源。由此便可窺見，其重視環保的積極態度。

吉里巴斯雖然農作貧脊，但卻擁有許多保存良好的自然資源。除了豐富的熱帶海洋物種之外，我們在台灣海邊常見的林投，吉里巴斯也有呢！但吉里巴斯的林投和台灣的卻不太一樣，台灣的林投纖維多，不適合食用。但吉里巴斯的林投非常巨大，甜度非常高，可供食用。李教授與其團隊得知吉里巴斯的危機後，積極投入當地的植物研究與保存活動，希望能在這淨土消失前，保存屬於吉里巴斯的特殊植物物種。

李教授在吉里巴斯的日子當中，見到當地人民許多的生活智慧。吉里巴斯無可供人類飲用的地下水，因此需藉由蒐集雨水才有乾淨的飲用水可喝。而吉里巴斯人透過豐富的環保智慧，藉由鳳梨蒐集雨水。在吉里巴斯你可以看到許許多多諸如此類的環保故事，他們生活貧脊，卻和大自然和平共存。但他們正面對人類破壞地球後產生的危機—海平面上升，可能會失去家園，甚至不知道未來的家在哪裡。

李教授帶著團隊，讓我們看到吉里巴斯的努力和危機，值得我們反思，什麼樣的方式能使資源永續發展？國家即使生活水平低落，但對於物種的保存仍有如此顯著的成果，反觀我們，為這些物種做了什麼努力呢？

參、全球環境變遷的因應之道

文章一開始，我們便知道生活中的每一件稀鬆平常的事，都可能是破壞環

境的殺手之一。從李家維教授的故事，更能看到特定植物被破壞的詳細原因。李教授以植物為開端，帶我們看到潛藏在世界各地的危機，更讓我們看到我們生活中的必須面對的危機。

當然，現代的生活方式，使得危機會永遠存在。但我們卻能透過自己的努力，為環境永續經營付出貢獻。當生活於地球上的每一個人都願意貢獻，那麼李教授帶我們看見的危機，也可以稍微緩解，面臨生存危機的動植物，也能繼續閃耀於大地。以下羅列幾個永續經營地球資源的幾個方法：

1. 選擇環境友善的電器用品：炎炎夏日不可能要求大家「零」冷氣，且生活當中都有許多必要使用的電器。我們可以選擇具有節能標章的電器用品，其能源效率比國家認證標準高 10-50%，累積起來是非常可觀的貢獻。

2. 選擇當季當地的食物：國外進口的實務需要包裝、冷藏、運輸，如此下來，滿足口腹之慾的結果便是資源的浪費。若選擇當地與當季的食物，不僅新鮮，營養價值高，且花費更是進口食物不能比的。

3. 確實回收：我們生活用品許多都是以石油為原物料去製作，連穿在身上的衣服也是。地球上數億人口，每個人用完即丟的瓶子、衣服……等，累積起來非常可觀！若確實做好分類回收，使得廢棄的物品能在製造，能減少多少能源的消耗可想而知。

4. 多搭乘大眾運輸工具：人們為了便利，一家一台車已不稀奇，排放的廢氣早已造成環境以及健康的負擔。因此，盡量搭乘大眾運輸工具，不僅能緩解交通繁忙的現象，更能省能源以及減少廢氣排放。

5. 從自己做起：不要小看一個人對環境的貢獻，若持續且推廣，對於生態資源的保護有著舉足輕重的影響。

肆、結語

跟著李教授的腳步，我們踏足了世界各個角落的綠世界，也看到綠世界的珍貴植物物種被好好保存與研究，同時在台灣也有屬於他們的保種中心保存著他們。但李教授認為仍不能因此而放鬆與鬆懈，一個植物的生存不是無菌培養皿培植成功就「安全」了。植物需配合著適當的陽光、空氣、水、土壤和昆蟲……等，這些你所能想到的自然資源，是任何物種生存的必要條件。即使復育成功，但沒有適當的氣候和環境，仍然會使珍貴的物種面臨再次消失的危

機，因此你我都有責任維持生態平衡以及永續發展資源。

為了推動這些概念，李教授在台灣做了諸多努力。以社會面說，李教授透過和縣市政府以及在地學校合作，進行當地特有植物的復育計畫。此復育計畫，不僅成功復育台灣的特有種，更在過程中影響下一代的保育觀念。以專業面來說，開設未來地球生態學程以及推展百種興盛行動，為的就是讓台灣也能與時俱進，重視永續經營的概念。

瀕危植物的故事在我們生活周遭不斷發生，而我們生活的每一步都促成了他的延續或滅絕，若你希望台灣永續發展以及盼望地球永遠充滿生命力，就一起用自己的力量愛地球吧！

太空科技改變您的生活

主講人：　國家太空中心 黃正中研究員
指導撰稿：國家太空中心 黃正中研究員
　　國立清華大學學習科學與科技所 傅麗玉教授
撰稿人：　國立清華大學學習科學與科技所 侯玉芬

人造衛星

人造衛星和天然衛星一般，是人造環繞著地球或其他行星的物體。人造衛星由酬載(payload)和衛星載台兩部分所構成；酬載是能夠直接執行特定衛星任務的儀器、設備或分系統；衛星載臺則是提供儀器能正常使用一些功能，例如衛星載臺的推進次系統能夠使衛星在太空中轉換軌道，姿態空置次系統，用來保持或轉換衛星飛行的姿態等等。

人造衛星若是依照重量區分，大型衛星大於 1000kg、中型衛星界於 500 至 1000kg，小型衛星則不到 500kg。當然還有一些迷你型衛星(500 至 100kg)、微衛星(小於 100kg)、奈米衛星(10kg 或更低)、方塊衛星(約 1.3kg)，甚至是更低重量的米粒衛星(以 g 為單位)；我國製造的人造衛星都為中、小型人造衛星，近年來已經逐漸的將衛星載臺標準化。

衛星分類

衛星可以依照所搭載的酬載功能性來分類，我們耳熟能詳的福衛一號是科學衛星，福衛二、五號衛星上面搭載著超大型數位相機，屬於遙測衛星，遙測衛星對於台灣災後評估，有相當大的貢獻。台灣因為地理位置，每年有許多颱風侵台，遙測衛星應用在山崩、土石流等災害評估，與諸多觀測應用，守護著台灣。

福衛三、七號則是利用「掩星原理」先進技術的氣象衛星，能夠大面積偵測、守護地球上寬廣的區域；在遠洋剛剛成形的颱風，可以「近時」獲得大氣層的溫度、濕度等等氣象資料，用來幫助氣象局精確的預測颱風路徑，讓民眾提早進行防颱的準備。

通訊衛星則是每個人生活中都會接觸到的衛星應用，許多電視節目都是將節目透過訊號傳送送上衛星，再由第四台接收，經由光纖電傳到用戶家中喔！另外兩種類型分別為軍事衛星以及導航衛星，其實導航衛星一開始只有軍事用途，並且只有美國與俄羅斯在使用。

然而在 1983 年時，蘇聯飛彈擊落了韓國 007 客機，震驚了全世界，這是由於韓航客機沒有飛行在既定的航線的緣故，為了避免以後同樣的悲劇重複發生，雷根總統下令將美國全球定位系統(GPS)，原先只有軍事用途的導航衛星，開放給民間使用，並且一直沿用到今天，包括我們車子裡的導航機也是運用了導航衛星。

現今人造衛星製作成本越來越低，可運用的途徑也相當廣泛，無形中也為人們帶來許多便利性。隨著科技的進步衛星應用不斷的增加，未來五年之內，全世界將要增加兩萬多顆人造衛星，將來無遠弗屆的太空網際網路，將不是夢想。

福衛七號

「福爾摩沙衛星七號」，又可號稱最準確的 3D 太空溫度計，也是明年(2019 年)第一季即將要發射的氣象衛星。

氣象之所以變得重要，起源於戰爭的需要，促使了各國競相投入氣象觀測。傳統上氣象預測所需要的數據，包括溫度、濕度該怎麼量？過去人們所量測的氣象資料，侷限於科技只能在陸地上量測，例如氣象站、高空氣球等等，量測氣象的主要儀器，包括溫度計、濕度計、氣壓計、風速計、風向儀、雨量計、輻射感測器、氣象衛星等諸多儀器，大部分只能在陸地上觀測。

然而地球表面有百分之七十左右的面積被海洋所覆蓋，除了飛機或遠洋船艦可以獲得測量溫度、濕度、氣壓，無法建立全球的氣象監控，因此利用衛星涵蓋全球的特性，可以大量蒐集資料，用以精確的建立氣象預報。

福衛七號衛星酬載，接收了經過了大氣層的 GPS 衛星的訊號，由於大氣層

每個地方的濃密度也都不一樣，就會產生偏斜角度的現象。因此利用這種科學的折射現象，人造衛星進而推算出該地方大氣層的溫度、濕度以及壓力之氣象資料。

太空中心的福衛七號將由獵鷹火箭發射升空，它已經通過所有測試，包含音震測試、電磁相容性測試、火箭銜接環介面安裝測試、推進次系統測試、振動測試、以及衛星熱真空測試。

福衛七號星系部署完成後，高度 550 公里，傾角 24 度，繞行地球一圈約 97 分鐘；6 枚衛星佈署完成後，可提供在南北緯 50 度間每日約 4,000 筆資料，資料量約是福衛三號的 3~4 倍，大幅增加包含臺灣在內的低緯度地區氣象資料。觀測資料將提供交通部中央氣象局納入數值預報系統，提升國內氣象預報準確度及劇烈天氣(颱風路徑及降雨)預測準確度。

量測小幫手-折射原理

福衛七號的觀測原理，與大自然的現象－折射現象有所相關；物理現象之一，光在不同介質的傳播速率不同，當光由一種介質進入另外一種介質時會產生折射現象。例如，我們觀察筷子放入裝水的杯子中，會發現筷子彎曲了，這是因為光在空氣還有水中的速率不同，所造成光的折射，福衛七號所搭載的酬載 GPS 訊號導航。

我國的太空計畫

我國太空中心是 1991 年所成立的，衛星廠房位於新竹科學園區，除了研製衛星以外，太空中心也進行火箭的探空計畫研究發展，目前台灣還沒有專屬的火箭發射場，火箭發射必須要注重安全，所以火箭發射時要朝向沒有人的地方發射，例如朝向海邊發射較為安全。

太空中心成立至今，包括 1999 年發射福衛一號，在 2004 年發射福衛二號、2006 年福衛發射三號，在 2009 年到 2014 年這期間，總共有七個火箭打上

太空，台灣目前已經成功發射了九顆人造衛星。

未來的太空網際網路衛星

目前太空科技的發展，許多人關注於「太空網際網路計畫」，該計畫成功以後，可以讓民眾在地球上任何一個角落，無論在深山或大海，隨時可以上網與世界連接。

太空網際網路計畫，是由 Google 提出來的概念。它希望做到全世界任何地區，像是北極、南極這種地區通通可以上網，除了人造衛星之外，沒有其他方式可以做得到。

有一家 OneWeb 團隊正在積極的製造衛星，OneWeb 人造衛星工廠位於美國佛羅里達，每週可以大量生產出 16 顆衛星，估計一年則可以完成 648 顆衛星。大量生產可以降低衛星的生產成本，Oneweb 計畫，發射以後將會佈置在太空 18 個軌道面，每一個軌道面裡面有 36 顆衛星繞著地球飛行，計畫成功以後，未來可以在全球不管任何地區都能夠上網。

結語

人造衛星與我們的生活息息相關，聽完黃研究員的演講，讓我們對於人造衛星都有了更深一層的認識與瞭解，也開啟民眾對於人造衛星以及太空領域的興趣與熱忱。而人造衛星的發展歷程，就像是帶我們走進了人造衛星的時光隧道裡，從中也看見了台灣為太空科技付出及貢獻，許多的太空研究團隊們，為台灣衛星科技不斷努力著！

（圖上為黃正中研究員至芎林演講）

編按：此篇文章根據國家太空中心-黃正中研究員於 107 年 09 月 10 日之演講撰寫。該科學家講座為吉娃斯愛科技活動營所舉辦。

這場演講中，黃正中研究員深入淺出的介紹人造衛星的知識與發展演變，同時包括台灣在衛星科技的重大成就，以及人造衛星在生活當中的應用，讓民眾了解台灣目前已擁有的衛星與任務目標，也從中更加了解人造衛星所帶給生活的方便性與貢獻。

主講人：　國立中央大學 資訊工程學系 陳國棟教授
指導撰稿：國立中央大學 資訊工程學系 陳國棟教授
　　國立清華大學 學習科學與科技研究所 傅麗玉教授
撰稿人：　國立清華大學 學習科學與科技研究所 林憶璇

來喔！照過來！照過來！好康道相報，聽說今天新竹縣的沙坑國小有好看又有趣的戲劇要演出呢！趕快讓我們來瞧一瞧今天的戲碼有甚麼？有「童養媳的故事」、「聰明的土地伯婆」，還有「王寶釧和薛平貴」呢！感覺好豐富！好好看！噓~讓我們安靜地來欣賞吧！

咦？我不是來看戲的嗎？怎麼變成演員了？咦？我的戲服呢？我的道具呢？我要唸甚麼口白？甚麼都沒有，讓我怎麼演嘛？

嗯？這個箱子是甚麼？啊！難道它就像是那哈利波特的魔法書，可以讓我進入奇幻的魔法世界，並變出我所有的服裝道具嗎？

嘿嘿！讓我來把它打開，秘密一定就在裏頭。

哇！太神奇了！我的身上、頭上怎麼這麼迅速就穿好了戲服，這麼簡單就拿好了道具；還有對白就在螢幕上，這樣我就不怕忘詞啦！

這真的是太好玩了，演完戲居然就直接把剛剛的戲碼錄下來了，我可以好好珍藏我當演員的第一次倩影啦！不過，這到底是怎麼一回事呢？難道，我剛剛在夢中嗎？

==========

==========

原來，這是中央大學陳國棟教授率領其研究團隊研發出來的魔法書—行動盒子劇場。

演戲，從小到大每個人一定接觸過。可能是自己當演員，可能是進劇場欣賞，更可能是在家中的電視觀賞。大家覺得演一部戲需要花費多少心力？多少成本？僅僅從可看到的地方說起，可能就需要道具、布景、服裝等，更遑論劇本、演員的對白、搭配的音樂等許多更細微的設計。但，現今在陳教授的帶領研發下，「演戲」只需要帶著一本輕便的魔法書，走到哪，演到哪；想演甚麼，就演甚麼。時間、空間都不再是個問題。

陳教授秉持著一個信念，那就是「我們學習知識應該是為了在將來實際需要時可以應用這些所學到的知識與智慧，來達成任務或解決問題。」因此教授認為若我們的學習是在真實的情境與環境下進行，應該能讓大家學習得更好，所以致力於在數位技術的加值下，老師們可以如何形成學習空間，讓師生可以在實際情境中很有樂趣的完成任務及學習的目標。

陳教授思考著學習材料及學習活動如何與情境、任務結合來達成學習目標？在加入數位科技的應用下，如何創造新的人機體驗？教授期望能在實體世界中建立包含機器人的「虛實整合遊樂場」，達成使用者娛樂及學習的目的。因此，教授希冀「讀書者不管是欣賞精彩的小說或是閱讀略顯艱澀的教科書，都能像翻開魔法書一樣，進入書中的奇幻世界而親身體驗。」

在此學習過程中，「戲劇表演」是一個很好的媒材，戲碼題材生活中俯拾即是，如果能把生活中需要習得的知識用故事的方式讓民眾、孩子們說出來、演出來，相信對於每個人來說一定更加深刻，而且不再以學習為苦。但如果我們要把戲劇演出排進任何課程教學活動中，常常又須考量到課堂內容進度、時間及空間的限制，而無法讓學習者盡情的設計、演出，甚至可能變成囫圇吞棗的帶過、演過而無所得。

在此信念支持下，陳教授努力克服限制，研發出一種數位情境展演劇場，結合混和實境、多媒體技術及 Kinect，建立一套可應用於教學現場的數位學習劇場。Kinect 由微軟開發，其可以捕捉玩家全身上下的動作，用身體來進行遊戲，帶給玩家「免控制器的遊戲與娛樂體驗」。使用者可以透過平板建置數位管理系統，將課本內容快速轉換為數位劇本，表演者不需準備布景、真實道具、化妝及服裝等，其可以透過該系統快速搭建情境和場景；準備道具、服裝與音效等，並整合在一個行動盒子劇場中。最棒的是，可相當便利的攜帶此行動盒子至任何一個室內場所進行劇場展演，突破時空的限制。

此在教育現場實用性極高的「行動盒子劇場」，已於 2017 年底在未來科技展中，讓許多人體驗並驚嘆過。而在 2018 年的「吉娃斯愛科學活動營」中，我們極其榮幸邀請到陳教授帶著研發成果來到新竹縣橫山鄉的沙坑國小進行演示。陳教授亦針對橫山鄉的在地文化內涵，設計出許多互動式劇本，讓在地的阿公阿婆們、沙坑國小的學生們，每個人都能回到當地以前的世界，而更能沉浸在劇本所營造出來的學習情境中。其結合文史、科技、藝術等領域，使每個人都化身成「戲精」，不停地加戲、加台詞，甚至用客家話本色演出，讓故事更加動人；讓劇情更有張力；讓學習更有動力。

看著每個人在分配角色、讀對白時的認真，演出時的精采表現、眼神裡的專注度，我們可得知此項工具真的讓所有人都熱情地投入學習中，寓教於樂，不外乎如此吧！期待此項工具能更迅速在教育現場中如魚得水的被應用，並讓每個人都能搖身一變為精彩的演員、編劇家、導演等。

吉娃斯愛科技活動營

誰有失智的問題

保養大腦自己來：延緩退化和提升效能的方法

講者：　國立清華大學認知與心智科學中心　楊梵孛 主任
撰稿人：國立清華華大學學習科學與科技所　林昱君

什麼是失智症

台灣失智現象

台灣目前正進入超高齡社會，預計 2025 年老年人口比將超過 14%，而與 WHO 統計資料 相比，台灣在這 20 年內失智人口倍增，比全球平均失智人數增加速度快許多。目前醫療 技術無法修復已損壞的腦細胞，沒有任何藥物能根治失智症，面臨失智症的衝擊，我們更 應該了解什麼是失智症，該如何預防並降低罹患風險，若不幸已罹患失智症又該如何延緩 症狀。

失智症狀及種類

失智症是一個漸進式退化的疾病，每個病患從初期輕度症狀到晚期重度症狀的病程時 間不一，具有個體差異，在目前醫療無法根治的情況下，我們能做就是及早發現及早治療， 並在確定發病後透過訓練延緩退化速度。當自己或身旁的人有出現以下十大警訊時，應密 切注意是否為失智症：(1)記憶力減退到影響生活;(2)規劃事情或解決問題有困難;(3)無法勝任原本熟悉的事物;(4)對時間地點感到混淆;(5)有困難理解影響視覺影像和空間之關係;(6)語言表達或書寫出現困難;(7)東西擺錯位置且失去回頭尋找的能力;(8)判斷力變差;(9)退出職場或社交生活;(10)個性和情緒突然轉變。

失智症的核心症狀是記憶力衰退、分不清楚人與場所、平時慣用的東西變得不會使用， 以及習慣且熟悉的生活行為難以執行。隨著退化程度增加中重度失智症通常會伴隨不知身 處何處的遊走、東西被偷的妄想、攻擊性的行為，以及言語、不安、無脈絡的訴求變多。 失智症有不同的類型、不同的病因，有些失智症會導致不能講話，有些失智症則會有幻想 的症狀，而失智症只是描述這些表現的統稱，失智症依照病因可分為退化型失智、血管型 失智、混合型失智與可逆型失智四大種類，其中退化型失智又可分為阿茲海默症、路易氏 體失智症與額顳葉型失智三種。

(一)退化型失智症

(1) 阿茲海默症

為最常見失智症類型，佔失智症患者中五到六成以上。其形成之病因主要有大腦 皮質有類澱粉斑、海馬回處神經細胞之顆粒空泡退化、神經纖維纏結，以及缺乏神經 傳導物質乙醯膽鹼(acetylcholine)四種。

(2) 路易氏體失智症

為阿茲海默症之外第二常見的失智症，大約佔 17%。主要特性是認知功能障礙， 早期症狀則有身體僵硬、手抖、走路不穩等現象，此外會有幻想、精神錯亂等精神症 狀。目前尚未找到根治方法。

(3) 額顳葉型失智症

為最少見的退化型失智症，其形成之病因主要為患者的額葉和顳葉侷限性萎縮嚴 重，且大腦有異常蛋白質的沉積。此類型失智症的特性為做事思考不連貫、語言表達 不流暢、社交不合宜、過度興奮、出現攻擊行為，或是一直重複某些動作，如來回走 到某個地點等不合常理的舉動。

(二)血管型失智症

其形成之病因主要為，因腦中風或心血管疾病導致腦部血液循環不良使得腦細胞壞死， 此外，亦可能與高血壓、心臟血管病、糖尿病、高血脂、抽菸等病史有關。

(三)混合型失智症

同時罹患阿茲海默症與血管型失智症，有些病患會出現與精神疾病相似的症狀或行為。

(四)可逆型失智症

其病因通常為外傷、腦炎等因素引起的，大部分都是可逆的，經過治療即可恢復。

失智症預防

面對人數不斷成長的失智症導致人心惶惶，因此坊間出現許多能預防失智症的說法， 像是吃咖哩、吃地中海型飲食、吃巧克力、多運動、多動腦、社交等，以下會逐一說明。

(1) 咖哩

研究發現咖哩中的薑黃素能抑制腦中沉積物堆積，然而薑黃素容易被分解，需要非常 大量食用才會有顯著效果，而且已有症狀的人食用是沒有效用的。

(2) 地中海型食物

所謂地中海型飲食是指希臘、義大利等環地中海地區的飲食、烹飪方式，是以橄欖油 為主要脂肪來源的飲食模式，目前沒有確切研究證據指出地中海飲食能預防失智症，其結 果只能表示該飲食方式對身體是有益處的。橄欖油能降低人體內的壞膽固醇，故能有效預防心血管疾病，但目前並不建議長時間、高劑量從飲食以外補充攝取維生素或深海魚油， 以免過量而造成副作用。台灣常見的油類，如茶油、芝麻油、大豆油、一般沙拉油等只要 是純的油，而非調和油，食用後身體也不會不適，即是適合自己的油就是好的油，並非得 是橄欖油才是值得食用的好油。

(3) 巧克力

研究顯示巧克力中的黃烷醇可以預防記憶隨著年齡增加而喪失，除此之外還能(1)提升體內抗氧化能力;(2)抑制血小板凝集，減少血栓發生機會;(3)減少自由基產生，保護血 管內皮細胞;(4)提高血液中一氧化氮的濃度，減少發炎反應、保護血管、減少氧化作用，保護心血管的功能。特別需要注意的是，巧克力的可可含量必須達 70%以上才會有這些效用。

(4) 運動

每周 2-3 次的規律運動能夠維持認知功能的健全，除此之外多運動還能維持心肺機能、 鍛鍊肌肉，維持強壯的肌肉對老年人來說尤其重要，可以預防下肢無力、跌倒等。整體運 動應該包括四大部分，有氧訓練、肌力訓練、平衡訓練，以及柔軟度訓練，舉例來說走路、 爬山、游泳、騎自行車、柔軟體操、有氧運動、瑜珈、氣功，或是太極拳等都是不錯的運 動。

(5) 動腦

研究指出常常溝通、互動、組織，並持續學習及動腦的人腦袋能力保護得最好。平時 可以透過猜謎、智力遊戲等，訓練左腦的思考邏輯和語言能力以及右腦的藝術和創造力。 也可藉由改變習慣的方式使大腦建立新的神經路徑，活化腦袋，舉例來說，回家路上可以 走一條不同的路、用餐時用非慣用手吃飯，或是重新安排電腦桌面的畫面。

(6) 社交

研究顯示，多參與社交活動可降低罹患失智症風險，而孤單的生活方式會使其認知功 能退步速度較快，因此應努力保持社會參與、和人群接觸，多參加志工活動、社區活動、 宗教活動等等，有助於增加大腦的血液灌流量，降低失智症發病之風險。

除了上述有被證實的預防方式應多加應用外，也應避免下列五種會提高失智風險的情 況。

(1) 三高

研究顯示高血壓、高血脂、高膽固醇、腦中風這四者都會增加阿茲海默症的風險，而 糖尿病則會造成記憶或認知的衰退。此外，研究亦顯示控制高血壓可以降低發生阿茲海默 症的風險，建議藉由調整飲食、運動維持正常血壓、血糖及膽固醇，而高血壓、高血脂、 糖尿病患者應接受治療，並控制在正常範圍內。

(2) 頭部外傷

避免頭部外傷，嚴重頭部外傷是阿茲海默症危險因子之一，腦部曾受到重傷的人罹患 阿茲海默症的風險是一般人的 4 倍以上。

(3) 過胖或過瘦

研究指出中年人 BMI 值大於 30，其阿茲海默症發生的相對風險上升 3 倍，BMI 介於 25 到 30 之間則提升兩倍。而老年人 BMI 值若低於 18，罹患失智症的風險亦會提高。此外， 身材較肥胖的人通常會有高血壓、糖尿病、高血脂等疾病，應保持適當體重以維持身體健 康。

(4) 吸菸

研究結果顯示尼古丁與焦油會使血管變薄、變脆，容易造成血管爆裂，危害身體健康 之外，吸菸者年齡到 50 歲的整體失智風險為未吸菸者的 1.003 倍、阿茲海默症為 1.007 倍、血管型失智症的 1.003 倍，此外另有研究顯示中年時期每天抽超過 2 包的吸菸者，罹 患阿茲海默症、血管型失智症的風險高於一般人。

(5) 憂鬱症

研究顯示曾罹患憂鬱症者得失智症的風險高出無憂鬱病史者的兩倍。

訓練大腦小遊戲

除了藉由上述的預防與避免改變日常生活習慣以降低罹患失智症風險，還能透過訓練 五種感官活化大腦，延緩退化。

(1) 視覺訓練

a. 蓋住眼睛：運用雙手蓋住雙眼，爾後將雙手打開看近處，再蓋住眼睛之後打開看 遠處，重複此步驟，透過改變焦距訓練眼睛的敏銳度和觀察力。 b. 八字掃描：眼球跟著八字形(圖 1)移動，透過此訓練以維持眼部肌肉功能。

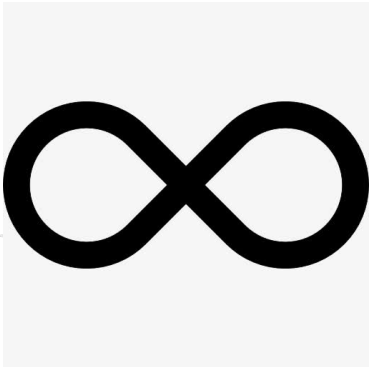


圖 1. 八字形

(2) 聽覺訓練

透過以下練習訓練大腦聽覺迴路，強化腦部處理聲音的能力，平時也可以多吃莓果類 類，其抗氧化物可以保護耳朵的纖毛。 a. 聲音追蹤：分辨一個移動中聲音的方向。 b. 隔離分心：吵雜環境中專注於某一個聲音。

(3) 嗅覺訓練

多嘗試不熟悉的氣味，鍛鍊大腦嗅覺記憶，如植物、精油、香料等有香味的物品即可。

(4) 觸覺訓練

可以藉由閉上眼睛，用手觸摸感受物品，並說出該物品名稱以訓練觸覺。(5) 注意力練習： a. 簡單版：以最快的速度試著說出圖 2 的文字而非顏色，提高訓練專注力，加快大 腦反應。 b. 困難版：以最快的速度試著說出圖 2 的顏色而非文字，提高訓練專注力，加快大 腦反應。

圖 2. 注意力練習

增進記憶的科學方法

記憶力衰退是失智症最明顯的病徵，然而這不僅僅是失智症患者才會有的困擾，面對 腦海中的橡皮擦我們可以運用科學的方法增進記憶。在學習時可以藉由「記憶的相乘效果」 與「保持高度興趣」兩種大腦的記憶機制提升記憶時間。記憶的相乘效果指的是，在記憶 A 和 B 兩件事情時，不能只是單獨記憶 A 或 B，而是將兩件事情做連結，加以了解，如此記憶才可以加倍成長，達到相乘效果。例如記憶事物時可以一邊閱讀、一邊背誦，用兩種 方法一起記。保持高度興趣顧名思義是對於欲記憶事物保持興趣，因為對於有興趣的事物 人們往往較容易記住。在提升記憶力的各種方法中以複習最為重要，而複習的時間則是在 學習後一小時內與睡前效果最好，這是因為在學習完新知識後經過一小時便會忘記一半以 上，睡前複習則會將其內容深刻記在腦海中，此外人類在睡眠期間會整理記憶、固定記憶。

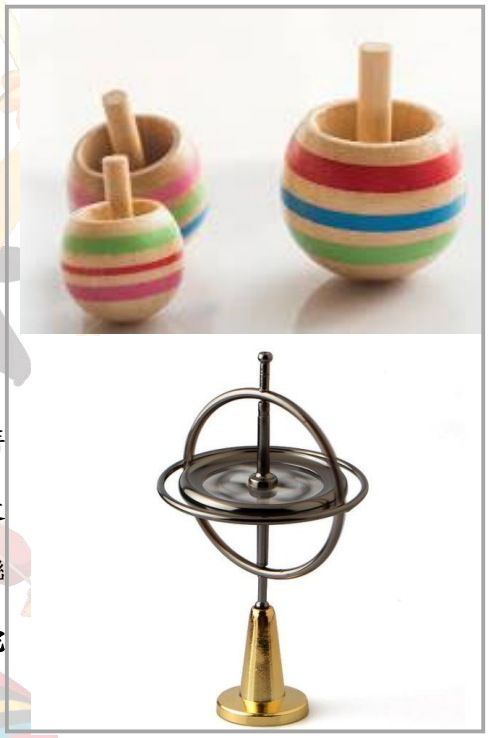
大腦的記憶機制

大腦中一個神經細胞會和一萬個神經細胞互相連結，若要將某個印象加深，就要不停 地重複記憶，此外，若神經細胞接到未曾收過的訊息，會產生新的細胞，而這個迴路就是 記憶。所以若要將一個記憶固定在腦海中，必須持續給予刺激，這樣新產生的迴路就會增 強，因此努力和毅力在加強記憶力的過程中非常重要。

陀螺儀就在你身邊•從生活中學科學

主講人：　　國家太空中心　張志立博士
指導撰稿人：國家太空中心　張志立博士
　　國立清華大學學習科學與科技研究所　傅麗玉教授
撰稿人：　　國立交通大學電子工程系　吳佩珈

陀螺儀是什麼呢？許多人乍聽陀螺儀這個名字可能覺得很抽象，甚至想起過去學科學的恐懼感，其實回想我們小時候，就有接觸陀螺的經驗喔！例如和同學比賽誰可以讓陀螺轉得久，或是看街頭藝人表演讓各種大小的陀螺旋轉。而 2018 年 9 月 7 日的泰安部落裡，有一群孩子們正熱烈的研究陀螺儀的特性，討論陀螺儀的用處。究竟，陀螺儀除了是小時候的玩具之外，跟我們生活還有什麼關聯呢？**讓我們跟著這群孩子，勇敢探索身邊的陀螺儀吧。**



常見的陀螺儀玩具

(1)船艦、飛機、人造衛星的參考飛航儀錶

觀察陀螺高速旋轉時，它的旋轉軸會穩定指向同一個方向，此現象稱為陀螺儀的定向性，最早由 1852 年法國的物理學家萊昂·傅科研究提出。之後在航海、航空的技術發展上，廣泛運用陀螺儀這項特性，作為導航裝置，顯示航行的方向、速度等重要資訊，幫助駕駛員判斷航行方向，作為航行控制的依據，在沒有 GPS 訊號的路段依然能定位導航，並修正路線。

(2)智慧型手機照相防手震、遊戲易操控

現在強調輕薄的智能手機裡也都加裝微機電系統晶片（MEMS）陀螺儀喔！相

較傳統手機，陀螺儀可以測量運動方向和速度，輔助手機進行方位識別及控制功能。在手機的照相功能上，陀螺儀可以測量按下快門時手機翻轉角度和手抖的偏差，並將計算結果反饋給圖像處理器，達到清晰的拍照效果。而在競速、模擬駕駛等遊戲上，也大幅運用陀螺儀的定向性，只需變換手機的傾斜角度，即可改變遊戲的操控方向，讓玩家感覺像握著方向盤，提升手機遊戲的體驗。如此不到一平方公分大小的 MEMS 晶片，在智慧型手機可是扮演著關鍵角色呢！

「原來陀螺儀從過去到現在，有這麼多重要的生活應用！」

而這場在泰安部落的陀螺儀探索，是 2018 年吉娃斯愛科技活動系列之一，由任職國家太空中心的張志立博士和清華大學的傅麗玉教授共同主持，藉由跟著孩子探索陀螺儀的同時，或許可以思考：**自己都如何學習科學呢？為什麼現在的自己容易覺得學科學很痛苦，甚至心生恐懼呢？**當我們是孩子時，都曾對這個世界充滿好奇心，我們都有主動思考的天賦，長大後，這份主動探索未知的心，卻似乎在社會結構下漸漸消失了。透過這場探索陀螺儀的活動，讓我們共同來思考科學的學習方法：

1. 動手實做，創造經驗：在講解陀螺儀的原理和特性之前，張志立博士先讓孩子們自己動手體驗陀螺的旋轉，並引導孩子去觀察多種陀螺不同的旋轉方式有何差別、如何讓陀螺站在棉線上旋轉得更久，激發孩子們的好奇心，給予孩子親自嘗試的空間，而過程中，孩子們不僅互相合作，也討論出讓陀螺在線上穩定旋轉的方法。可以看到引導者**注重學習者實際參與和思考的過程，不是只強調實作結果，並給予學習者正向鼓勵的經驗**，影響學習者之後面對新事物時，敢不敢自主嘗試，不怕失敗的探索態度。

孩子們親自操作陀螺，尋找讓陀螺穩定旋轉的方法。

2. 運用情境，引起動機：張志立博士藉孩子們部落生活中熟悉的夥伴－雞，具體引出陀螺儀的定向特性，進而介紹手機、飛機等設計中運用陀螺儀的原理。這樣從生活情境的引導過程，可以激發學習者的好奇心，並感受到所學知識不會只在課本上發生，而與自我生活相關。**當我們多感受生活中的所見、所聽、所聞，觀察思考有什麼共同現象、原理，將發現許多科學知識並不是憑空產生**，我們也有機會實際運用知識來分析解釋或創造發明。

3. 鼓勵提問，主動思考：銜接前項提到的運用情境，在觀察生活現象時，進一步的核心就是勇於提問，**提問是主動思考的開頭，科學知識理論的產生也是從提問假設開始**。張志立博士和傅麗玉教授介紹新知識的前後，都會詢問孩子們發現什麼，現在有什麼看法，並且相當認真用心的面對每位孩子的答覆，讓孩子們在問答的互動中，學習清楚表達想法，及互相欣賞、尊重不同意見，進而能感受到不管是紙筆或口頭的方式，**發表自己的想法是值得被肯定的事，而不是為了回應老師期望的答案**。看見孩子們認真思索，勇於提問，傾聽他人意見的模樣，真心會受到感動，了解開放性問答在學習過程中的重要。

從兒童玩陀螺儀的科學原理在生活上的應用，也進一步探索我們如何學科學，讓自己成為主動思考的學習者，相信將不僅發現生活處處有科學，更能親身領悟科學的趣味與奧妙！

吉娃斯愛科技活動營圓滿落幕

圖片來源：(常見的陀螺儀玩具)https://goo.gl/kNH2eF、https://goo.gl/xonsGB，其餘由吉娃斯愛科技活動營提供。

人造衛星是怎樣做出來的?

講者 ： 國家太空中心 林信嘉博士

撰稿人: 呂蘊宸

人造衛星是一種在太空中不斷繞著地球執行任務的裝置,依據其設計用途不同，人造衛星的類型包含：軍事用途、科學研究、氣象監測、天文觀測、廣播通訊、導航定位等。自從 1957 年蘇聯的史普尼克一號發射後，人類已發射數千顆人造衛星上太空，目前大約有一千顆仍在運作，其餘已成太空垃圾在軌道上漂流或已墜入地球大氣層燃燒殆盡，僅有極少數落入地表，由於人類生活範圍只占地表小部分，所以對人類造成傷害的機率極低，同時每個人造衛星均有地面站監測它們的位置，預防人造衛星之間及太空垃圾相互碰撞。

人造衛星的組成主要可以分為「衛星本體」及「酬載」兩大部分組成，酬載是進行衛星任務的儀器，衛星本體是承載「酬載」的支援裝置，在衛星結構框架內部安裝的元件包含衛星電腦、通訊裝置、太陽能板、蓄電池組、溫度調節器、導航系統、燃料推進器及相關的感應器等,衛星電腦是整顆衛星的主要控制系統,負責蒐集數據處理、對地通訊及衛星操作,由於太空中沒有雲層遮蔽與大氣保護,人造衛星受到陽光直射時溫度會非常高,當運行到地球另一側太陽無法照射的區域時溫度又會非常低,所以人造衛星都包裹了金色的多層隔熱薄膜，並且安裝散熱裝置與加熱裝置，可以幫助人造衛星維持在適當的溫度中，同時也因為所處環境能接受到陽光，所以人造衛星都會利用太陽能產生電力。「酬載」依據目標任務不同而有所差異,例如全球定位系統的衛星主要搭載的是能產生定位信號的設備，不斷發射信號讓地表的裝置能接收其信號並推算位置，而氣象衛星與光學遙測衛星則是搭載精密的光學攝影裝置,持續的拍攝影像回傳給地球上的控制站。

「國家太空中心」是台灣研製人造衛星及處理太空相關事務的單位，立於新竹科學園區內。「福爾摩沙系列人造衛星」是國家太空中心重要的發展成果，包含從 1999 年發射的「福爾摩沙衛星一號」，到 2017 年升空的台灣自主研發製造的「福爾摩沙衛星五號」。

由於人造衛星升空後幾乎無法修理，所以台灣的衛星發射前都會在國家太空

中心的衛星整合測試廠房測試，在環境模擬設備中透過嚴格的測試保證其耐用度，測試內容包含把人造衛星放在振動機上劇烈搖晃；放入音震測試艙中測試元件是否能承受音震波的衝擊；將人造衛星放入熱真空測試艙中，測試是否能夠在惡劣的高低溫真空環境中正常運行；另外也會進行電磁相容與天線測試，驗證內部元件抗電磁干擾的能力及通訊功能，藉由上述測試項目模擬人造衛星從發射升空到在太空中運作時將經歷的各種環境，可以保證人造衛星在預設的壽命期限內能正常的執行任務。

人造衛星在地球上組裝且測試完成後會將像是翅膀展開的太陽能板收合摺疊，再裝入「載運火箭」並隨之升空進入太空之中，在到達預定軌道並脫離載運火箭後，衛星會展開太陽能板恢復原有的姿態，並在軌道中繞行地球作圓周運動，靠著火箭分離前提供的軌道繞行速度，利用地心引力繞著地球，即能不斷地保持在固定的軌道中繞行而不會飛離地球或墜入地球大氣層。衛星的整體控制由地球表面的控制站負責，由於調整軌跡需要消耗燃料，在燃料使用殆盡時人造衛星即失去軌道調整能力，根據用途與攜帶的燃料量，一顆人造衛星的使用壽命通常約為三至五年，特殊用途的人造衛星則可能長達十年以上。

人造衛星的結構日漸複雜，每次發射均須由政府組織及大型企業投入大量資源執行，前述的福衛二號、五號及七號均是重量數百公斤的人造衛星，而福衛三號的單顆約六十公斤，不過隨著科技的發展，目前發展出一種微小的「立方衛星」，是單顆重量數公斤甚至幾百公克的迷你型衛星，體積約為一個便當盒大小，特色為使用通用零件組成，可以縮短開發時間與物料成本，單次製作成本約為數百萬台幣，其金額仍在持續下修中，讓參與的門檻大幅下降，立方衛星可以跟隨其他衛星一同發射進入太空軌道，在太空中短暫執行任務後，大多數會墜入大氣層燒毀，因此不會增加太空垃圾的數量。

國家太空中心發展的福爾摩沙系列人造衛星根據任務可以分為「科學實驗」及「地球觀測」兩種類型，科學實驗衛星部分最具代表性為的 1999 年發射的「福爾摩沙衛星一號」，其任務包含海洋水色監測、電磁通訊實驗、電離層特性的研究，已於 2004 年結束其任務。執行地球觀測任務的衛星包含 2004 年發射的「福爾摩沙衛星二號」，每日繞行地球約 14 圈，可對台灣與地球其他區域遠距拍攝，回傳的影像數據可以用於國土規劃及環境監測，應用範例如海岸線變遷、颱風過境後環境變化、輪船漏油事故汙染範圍等等，福衛二號原本預定運作 5 年，但實際運行了 12 年才因為部分零件故障而於 2016 年底退役，其執行的任務由 2017 年發射成功的「福爾摩沙衛星五號」接手，每日繞地球約 14 圈，執行拍攝任務。福衛五號搭載更先進的攝影鏡頭，在發射後一開始發生影像模糊的問題，所幸透過事後的結構微調與影像後處理修正，雖然成像與設計規格仍有些差距，但是目前已達福衛二號的水準，能夠開始執行原訂的任務，其拍攝成果「台灣全島影像收藏版」已公開給民眾做非商業使用，另外福衛五號也持續拍攝大量的地表影像販售給國外的機構使用。

地球大氣觀測的部分，2006 年時國家太空中心發射了「福爾摩沙衛星三號」氣象衛星群，共由六顆小型衛星構成的全球大氣觀測系統，回傳的資料可以協助中央氣象局進行氣象預報，另外也能即時觀測電離層的變化，對於人類無線電波通訊的研究相當有幫助，福衛三號原始設計壽命為五年，目前已超過使用年限，陸續除役中。福衛三號的任務未來預計由「福爾摩沙衛星七號」負責，同樣由六顆小型人造衛星構成，整體製造已經完成即將於 2019 年發射，此次發射能否成功受到全球注目。

機器人會不會取代醫生：從科學史發展切入，了解人類對人工智慧的焦慮與疑惑

主講人：　國立成功大學歷史系 陳恒安副教授
指導撰稿：國立成功大學歷史系 陳恒安副教授
　　國立清華大學學習科學與科技所 傅麗玉教授
撰稿人：　國立清華大學學習科學與科技所 陳琬琪

隨著網路時代來臨，科技的發展與傳播更是突破了時間與地域的限制，如今，我們甚至能夠從掌中的手機窺探世界的每個角落，疆域與邊界所帶來的蔽障似乎不復見。然而，當科技發展使世界的界線，甚而是人與人、人與萬物的界線漸漸模糊時，一些不會、甚至不曾被設想過的問題似乎也慢慢浮現。

一、前言

「科技」一詞一般被認為是科學與技術的合稱，科學源於人類對自然現象規律的探索與總結，人類對科學的探究自古便不斷發展，而以機械取代人力與獸力的技術則可從工業革命中看出端倪。隨著網路時代來臨，科技的發展與傳播更是突破了時間與地域的限制，如今，我們甚至能夠從掌中的手機窺探世界的每個角落，疆域與邊界所帶來的蔽障似乎不復見。然而，當科技發展使世界的界線，甚而是人與人、人與萬物的界線漸漸模糊時，一些不會、甚至不曾被設想過的問題似乎也慢慢浮現。本篇文章即是要探討近來最炙手可熱的一個議題—— AI（人工智慧）。

隨著科技不斷創新，AI（人工智慧）漸漸為大眾所知，當 google 研發的 AlphaGo 人工智慧圍棋軟體打敗韓國棋王李世石的新聞藉由各大媒體傳送播出後，人們對 AI「超人」的能力已從過往小說電影的想像，轉變為近在眼前的事實。的確，快速發展的科技使我們的生活更加便利，然而若當科技擁有如同人一樣的智慧，這個世界是否會有所改變？會不會有一天當我們因身體不適走進醫院，卻發現幫我們看診的不再是我們熟悉的醫生，而是個冷冰冰的機器人？在不斷遞進的科技生活中，我們對於這種新興的智慧抱有憧憬，但更多的，似乎是隱隱而升的擔憂。

究竟 AI 機器人會不會取代醫生？我們是否真的可以毫不猶豫的將自己的生老病死交付給科技？科技是否終將取代我們生活中的一切？眾多疑問縈繞在人們的心頭，而在十月份吉娃斯愛科技活動營的科技新知講座中，成功大學歷史系陳恒安副教授將從科學史角度切入，帶領大眾一同分析此議題。

二、人類為什麼害怕人工智慧？

在開場時，陳教授試著與聽眾一同剖析問題：「為什麼害怕醫生被 AI 機器人取代呢？」在這個議題上，人們擔心的究竟是什麼，是因為機器人醫生可能會出錯？還是機器人給人的感覺是沒有溫度的？抑或是其實人們內心最深層的恐懼來自 AI 本身——我們擔心有一天所有人類都會被 AI 取代？

陳教授認為，這樣的擔心其實源於人類對未知的恐懼，人是群體動物，在共同生活的經驗中建立規則，並認為世界的一切都有其秩序，而當面對未知的現象時，人們則偏好為這些未知找到一種說法。在還沒辦法驗證自然界現象時，先民創造了神話與傳說，諸如打雷是雷公要懲罰壞人、天空中的繁星其實代表不同神祇等。當我們試著給予解釋，創造出屬於人類世界觀的一種規則，似乎就可以在宇宙軌道中擁有穩定的生活，然而，隨著科學的進步，社會結構逐漸改變，既有的穩定或許將不復存在。

三、從科學史探究人對自我的定位

用歷史事件來驗證上述的假設，中世紀以前，人們在教會的宣導下，相信是上帝創造了人類，我們身處的地球是宇宙中心，然而當波蘭學者哥白尼透過數學算式的推導，在其著作中提出太陽才是宇宙中心的看法時，大部分的自然研究者對此卻是不太關注，甚至認為這只是無稽之談。這是因為人們不願意打破既有的觀念，亦不願意破壞原本生活的穩定，要到半個世紀後，義大利天文學家伽利略以自己製作的望遠鏡窺視星體，發現一些可以證實日心說的現象後，人們才漸漸接受自己所處的地球並非宇宙中心的這項學說。

既有觀念的失衡對大眾來說無疑是一場打擊，而當眾人從地球不是宇宙中心的挫折中走出來後，人們必須為自己的獨特性做出解釋。因此，當時有一種說法，認為世界是由上帝所創造，物種間的關係如同鏈子般具有階層的高低，最高處是象徵完美的上帝與天使，最低的階層則是缺乏感官與繁殖能力的礦石，而相較其

他物種，人類在這條鏈子的位置是最靠近天使與上帝的，因此人們說我們在這條鎖鏈中佔據了最獨特的位置，人與動物最大的不同在於人具有神性。

然而這樣的觀點卻被達爾文所質疑，達爾文是英國的博物學家與生物學家，透過觀察與研究，他認為人類與猿類其實具有共同祖先，隨著不同的環境而演化成不同個體，這樣的觀點後來成為他發展演化論的基礎。而當這樣的理論被提出時，代表著過往所建立的穩定又再一次被推翻，從前人們認為自己是獨特的存在，且具有神性，但其實人和猿猴有更多相似之處，僅僅是因不同環境而產生不同的演化與發展，人類真正與生俱來的並非神性，而是獸性。也因此，當時的人們即使看到達爾文提出的科學證據，內心卻還是不大能接受，甚至連達爾文的太太都為此傷腦筋。這又再一次的證明了人們習慣於穩定與秩序，即便有些時候我們知道某些事情是真的，但因它偏離了我們對世界原有的認知，所以在情感上還是難以支持，而當時反對達爾文的人甚至把他的肖像畫成一隻猴子，戲稱他是「猴子博士」以表達對其學說的不滿。

在達爾文的研究生涯中，他曾遠赴加拉巴哥群島數月，觀察不同物種為了適應新環境所演化出的新特徵，他觀察到島上的一種鳥雖然與大陸所見的雀鳥有相同的外型，但為了適應島上環境，牠們演化出不同鳥喙。之後生物學家格蘭特夫婦深入研究此種雀鳥並紀錄這些雀身上的演化，更加佐證了達爾文「物種演化」的正確性。如今，當我們談起這位提出物種起源與演化論的學者時，不會再用嗤之以鼻的態度來面對，更不會稱他是猴子博士，取而代之的是對達爾文在那時代可以擁有超群洞見的敬佩，由此可見，人的觀念是可以改變的，只是我們需要時間。

四、科技使物種間的界線變得模糊

回到問題本身，我們之所以擔心人工智慧、擔心瞬息萬變的科技，最終還是要回到人類對自己的定義。人們一開始對科技的態度是接受的，並樂見先進技術對生活帶來的改變，缺了牙的老人裝上假牙後可以輕鬆咀嚼，肢幹退化的人們在安裝人工關節後終能夠再度行走，從前被認為是不治之症的病患在醫療技術的發展下，移植肝、腎、眼角膜，他們得以重見光明也可以延續人生，我們願意在某種程度上植入科技物，然而程度的界限究竟在哪裡？這個問題隨著科技發展開始拉鋸，一個腦死的病人若為他植入人工腦，我們是否還能將他視為人？又或者，透過科技製造了一個你的複製人，你與複製人具有完全相同的記憶與基因，這時

哪個才可以稱之為真正的你？

1988 年時，哈佛大學的研究團隊透過基因改造，創造了一種特別容易感染乳腺癌的老鼠，這樣的老鼠很適合用於研究藥物對於腫瘤細胞的作用機制，對於癌症的治療研究具有重大意義，而這隻「哈佛鼠」也透過專利申請為哈佛大學帶來巨大的財富。由上面的例子我們可以發現，人類已經有技術可以製造很多從前在自然界不會出現的「生物」，然而當我們這麼做時，原本物種間的界線似乎慢慢模糊，而人們與物種的關係、或許自然界的關係、甚至是與 AI 的關係也逐漸面臨挑戰。

五、機器人會不會取代醫生？分析人工智慧與醫生的差異之處

再分析「機器人會不會取代醫生」這個問題，陳教授從疾病的角度切入，用不同觀點解釋「疾病」，陳教授認為，疾病是身體偏離了平衡的狀態，看病的目的除了希望能解決發生問題的病灶，更重要的其實是了解疾病產生的原因。然而在近代醫學的發展下，漸漸演變成只針對患處進行診治，醫生看的是疾病而非病人。在醫療現場，有時為了加快看診的效率，醫生在看完由機器儀器分析的數值後，並不會向病人解釋病因，只是開下處方，讓病人帶著疑惑與不安離開醫院。或許醫生忽略了一點，有時病人看病不光是那項病症的問題，他們也希望能在看病的過程中更了解自己的身體，對醫生來說，這不光是科學技術的學習，當中也蘊含了人文關懷的傳遞，而這種「溫度」正是機器人所無法取代的。

所以不管 AI 發展到哪裡，它總有其限制，我們可以利用 AI 估算出哪個地區的空氣品質最差，或是哪種類型的銷售通路獲利最高，但是無論人工智慧或大數據，它們最後只能反應出一種現象或是趨勢，AI 機器人沒有辦法解釋現象產生的原因，因此，若是沒有人為的詮釋為這些現象賦予意義，它們終究只是一堆數據。

此外，大數據觀看的是一範圍內的現象或趨勢，但對醫生來說，真正要處理的是病患的個別問題，每個病人或許帶著類似的病徵而來，但其都是獨一無二的個體。同時，有許多病徵無法透過表面的現象判定，必須經由醫生的提問去挖掘與分析，如何問出「對的問題」是掌握病因的關鍵，而人工智能發展至今尚無法展現創意式思考，只能依照大數據經驗，這點亦是機器人不及醫生之處。

六、結論

因此，陳教授在演講最後提出他的看法：機器人不會取代醫生，但是醫生的工作內容終將因人工智慧的出現而產生轉變。技術性或操作性的工作可以交給機器人處理，醫生則是下指令或是最終醫療行動的決策者。就像由全球機器人微創手術公司 Intuitive Surgical（ISRG）研發的達文西機器人手術系統，透過機器手臂進行手術作業，可以讓醫師更精確地控制下刀，使手術傷口更小、病患的恢復期更短。達文西機器人並不是取代了醫生，而是使醫師從傳統的執行身分變成指導身分，只要運用得當，這些科技非但不會取代醫生，反而可以延長醫生的執業年限。

「我們的想法會影響我們認知的世界，最終促成我們的行動。」陳教授這麼說。人們為了了解世界，追求更美好便捷的生活，開始研究科學與發展科技，只是這輛象徵科技的列車，似乎已衝得太快，大眾擔心它會偏離常軌，擔心人工智慧發展到最後將使機器脫離人類的掌控。然而回顧過往，人類歷史的發展並非總是在我們掌握之中，世代的規則與文化亦非恆固不變。因此，面對科技生活帶來的種種變化，我們或許不該急著予以否定，又或者，當我們願意開展胸襟、正視那些變化，人們將會發現，許多焦慮其實只是源於過去生活經驗的自我假設。我想，關於「機器人會不會取代醫生」這議題的背後，大眾真正的恐懼並非擔心人被科技被取代， 只是對於新狀態、新觀念的不適應而已。

吉娃斯愛科技活動營—偏鄉原鄉與前沿科技的對話(主題一)

我愛科技生活電子專書 I

補助單位

科技部「科普活動計畫」

主辦單位

國立清華大學

財團法人明基友達文教基金會

總編輯

傅麗玉

執行編輯

呂蕙妏、沈昱璿

出版日期

2020/07