

Summer 2018



# 研 訊

SEARCH & DISCOVERY  
RESEARCH AT ISU & EDH



美食廚藝的創新與發展

—林琳

虛擬實境對於冰凍肩患者治療效果-文獻回顧

—林惠婷

高性能航太渦輪引擎熱段葉片用耐熱單晶超合金之開發、製造及測試

—郭振明

有效條件數的研究

—黃宏財

西頓序列所建構之高斯整數序列

—李崇道

# 目錄

目錄	2
消息報導	3
RUR評選全球最佳大學 義大上榜	3
義守大學新校長陳振遠上任 「ISU 2028計畫」開創新局	5
2017 DFA亞洲最具影響力設計獎	
蔡孟木茶「心。經」獲優異獎	10
骨折仍要力挺 「義陣」國際化拼冠軍	13
搶救鳳梨大作戰 王俞文開創「幸福」之路	16
囊括機器人大賽前三名 「電子系」團隊技高一籌	20
義大「物治系」出國考榜首！賴政穎勤學自律勝出	23
不便利？動手解決吧！發明達人陳泰良擁53張專利	25
「數媒系」再傳喜訊 射擊遊戲獲金點新秀特別獎	27
打造低碳島 10年有成 陳朝順七美研發「智慧電網」	30
文摘	33
美食廚藝的創新與發展	33
虛擬實境對於冰凍肩患者治療效果—文獻回顧	38
高性能航太渦輪引擎熱段葉片用耐熱單晶超合金之 開發、製造及測試	49
有效條件數的研究 Study of Effective Condition Number	59
西頓序列所建構之高斯整數序列	66
活動	74
機會	78
編輯室	89

## RUR評選全球最佳大學 義大上榜

繼連續三年入選英國倫敦《泰晤士報》全球最佳大學後，義守大學再度榮登由俄羅斯莫斯科機構所主持的「Round University Ranking（簡稱RUR）2017全球最佳大學」之列，並在全國大學中排名27。

「RUR全球最佳大學」排名，由坐落於俄羅斯莫斯科的全球大學排名基金會所執行，該排名就教學（teaching）、研究（researching）、國際多樣性（international diversity）與財務永續性（financial sustainability）4大面向，共20項指標加以採計，2017年排名第一為美國哈佛大學，緊追在後為加州理工學院、美國芝加哥大學等。



在新公布的2017年「RUR全球最佳大學」排名中，義守大學的整體表現上，位居全球716名，在臺灣大學中排名27；在個別學門上，社會科學類全球排行581名，全國居23名，全國私校中排名第8；而理工科技科學類為534名，全國排名17，在全國私校中位居第5。

義大蕭介夫校長表示，義大近年來國際化與產學化上表現優異，無論是英國或俄羅斯的全球世界大學排名系統中，均給予相當肯定，連續3年入選《泰晤士報》全球最佳大學，躋身全球約5萬所大學的前2%，管理、國際與觀餐學院更同時獲得國際AACSB百年品牌認證，理工學院也通過IEET認證，躍登全球前5%；此次，義大獲選「RUR全球最佳大學」，可說是喜上加喜，驗證義大教職員們的共同努力，再度獲得肯定。

蕭校長說，義大校園裡可見來自世界各地學生，全英教學與多元文化交流頻仍，學生就讀義大，等於接軌全世界，除能學用合一，還能前往英國諾丁漢特倫特大學（NTU）、香港理大等姐妹校取得雙聯學位；至於在產學化方面，義大約有500多個產學家族，提供學生實習與就業無縫接軌選擇。



## 義守大學新校長陳振遠上任 「ISU 2028計畫」開創新局

高雄義守大學今年2月1日舉行卸、新任校長交接典禮，新任校長陳振遠剛自第一科技大學校長卸任，即無縫接軌義大新校長，他提出「ISU 2028計畫」七大方向，期能培育出「有能力解決未來30年後社會問題的人才」，可望帶領義大開創新局、邁向高峰。



圖一、義守大學新任校長陳振遠（右起），從義守大學董事長林志龍與蕭介夫校長手中接過印信

義大陳振遠校長上任典禮，由義守大學董事長林志龍親自主持，典禮現場嘉賓雲集，包括30多位來自各地的大學校長與多國學者齊聚祝賀，200多人共同觀禮見證；林董事長致詞時強調義大4位校長都為創新型校長，均能啟發師生、激勵團隊，感謝蕭介夫校長任內，在外在不利環境下，仍帶領義大進入世界前800大名校，雖然義大申請成立醫學系屢遭退件，「比國父革命還難」，但他深信只要持續努力終會成功，大學的發展與壽命無限，不該、也不會受時間、空間與人為的限制，相信未來在陳校長開創性風格領導下，義大必將持續成長，創造最大可能。



圖二、義守大學舉辦校長交接典禮，臺灣教育大學系統總校長吳清基（右起）、立法委員賴士葆、東方設計大學董事長李福登、韓國又松大學校長 John Endicott 均出席祝賀

新校長陳振遠致詞表示，「大學的教育目標就是要為社會培養未來人才」，儘管傳統大學面臨衝擊，但他認為只要秉持「以學生為核心」理念，具備前瞻視野，將未來大學定位為「知識創新的Hub-center」，藉由翻轉教學激發熱情，落實跨域創新、合作共享的關鍵策略，善盡促進地方創生與永續區域發展的社會責任，大學將能持續邁向卓越發展；上任後，他將以「ISU 2028計畫」積極開創義大校務，邁向巔峰！

回首來時路，陳振遠校長感謝義大創辦人、董事長與董事會的信任與期許，感恩第一科大與他合作打拚的團隊，他並於致詞中特別致謝恩師徐木蘭、立委賴士葆在他就讀期間的協助與指導，以及谷家恆、劉維琪校長，在工作上給予的歷練機會與信任提攜。



圖三、韓國又松大學校長 John Endicott 特贈花束給義大新任校長陳振遠（左）

任滿卸任的蕭介夫校長將回任「生物科技學系」擔任講座教授，6年來他帶領義大數次獲得教育部教學卓越計畫獎勵補助，連續3年入選「泰晤士報高等教育評鑑」亞洲最佳大學、躋身「RUR全球最佳大學」排行榜，校園內有49國近1600名境外生，並於任內正式成立醫學院及全台唯一的「學士後醫學系外國學生專班」，管理、觀光餐旅及國際學院也於2016年通過國際AACSB商管認證，躋身全球5%商管名校等，象徵義大的學歷獲得國際驗證，越來越加值，他深信在陳校長接續領導下，義大將能更上一層樓！



圖四、義守大學舉辦校長交接典禮，海內外貴賓前來祝賀新校長陳振遠（前排右三）

陳振遠校長為美國德州大學達拉斯分校財務博士，專長為創業投資、企業併購、投資銀行等領域，曾擔任中華開發信託投資處襄理與菁英創業投資公司經理，並曾借調至財團法人高

等教育評鑑中心擔任執行長；在學術上，他亦曾獲得多項國內外學術榮譽，包括「中華民國科技管理學會院士」、「李國鼎管理獎章」、「教育部優秀教育人員」、Asian Admirable Achivers等殊榮，並同時身兼行政院技職教育審議會委員、高等教育國際合作基金會董事等職務，熟稔教育方針及政策實踐，對行政績效提升和校園永續發展深具獨特見解。



## 2017DFA亞洲最具影響力設計獎

### 蔡孟木蔡「心。經」獲優異獎

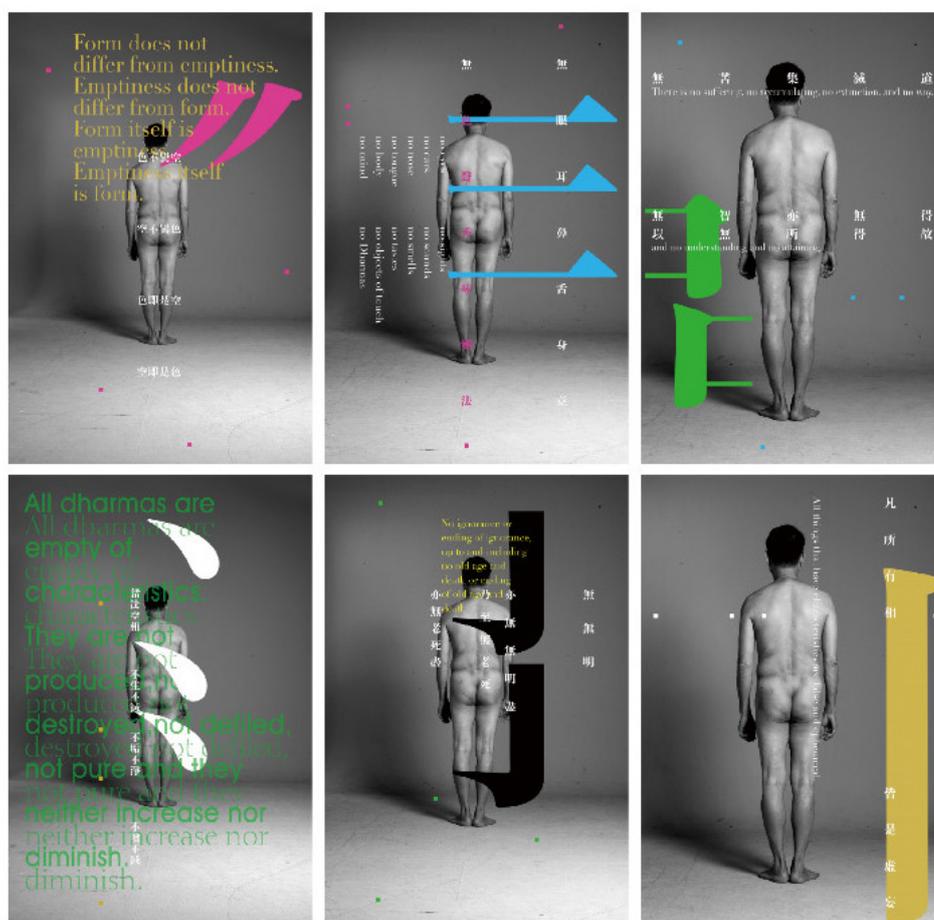
義守大學「創意商品設計學系」助理教授蔡孟木蔡，以所設計的《心。經 The Sutra · The Heart》作品，獲得香港「2017DFA亞洲最具影響力設計獎」優異獎，為傳播與設計學院再添一樁喜事！



圖一、蔡孟木蔡老師參加「2017DFA 亞洲最具影響力設計獎」頒獎典禮

「DFA亞洲最具影響力設計獎」為香港設計中心的旗艦項目，旨在表彰卓越設計，從亞洲觀點嘉許優秀設計，極具國際

影響力；2017年邁入第14屆，共23個世界經濟體系參賽，作品超過1000餘件，僅186位獲獎，其中15位來自臺灣；蔡孟木表示，作品能得獎深感榮幸，也證實一路來藉由參賽磨練技能的堅持相當值得。



圖二、蔡孟木「心。經」獲得 2017DFA 亞洲最具影響力設計獎優異獎

此次獲獎的系列作品《心。經 The Sutra · The Heart》，以佛教經典「心經」作為創作的發想基礎，每件均擷取中文字體的部份元素，用以呼應自身作品中的中文字義；她說，萬

物皆空，是「心經」的精髓要義，而作品中逐漸放大的「裸身」，借用視覺的震撼，以呼應「空相」結果，凸顯人們過於執著「所見」與「所想」，殊不知世間萬物自是良善，所有的念想僅是反映人類自我內心的貪念；另外，每件作品中的「方塊點」，意在呈現著世俗的干擾，「卻也成就了作品（生命）的和諧與完整」，蔡孟木茶強調。

蔡孟木茶認為，唯有不斷挑戰自己，才能有機會與世界設計大師同台共享榮耀，這是她對自己的期許；繼2014年以《瑜伽。和平 Yoga the Peace》獲得「金點設計獎—視覺傳達設計類」、2017年以《豆豆香》再獲「金點設計獎—包裝設計類」後，這次DFA的肯定帶給她許多鼓舞，也將為教學注入更多實戰經驗。



## 骨折仍要力挺 「義陣」國際化拼冠軍

「宋江魂不能斷！」為了練習高難度動作，即使骨折也仍堅持「情義相挺」，義守大學「義陣」豪氣十足！31日，「義陣」擺出壯盛氣勢，前往內門參加全國宋江陣總決賽，與樹德科大、實踐大學等5校競賽，展現「十年磨一劍」的最佳功力，期能一舉奪冠！



圖一、「義陣」成員秉持「宋江魂不能斷」的精神，為延續傳統文化而努力

為展現奪冠決心，義大校長陳振遠將率各國學生加油團前往助陣；「義陣」成員主要來自「民俗技藝文化社」，其中

「休閒事業管理學系」學生居多數，並由「休管系」陳媽芬、吳宗霖老師領軍，從臺南聘請洪崇仁、黃文忠兩位教練，學生的優秀表現還曾登上總統就職典禮、雙十國慶典禮、媽祖遶境、萬年祭等場合演出，去年並在宋江陣頭大賽獲得第三名，今年恰逢義陣成立第十年，團隊非常希望能將冠軍寶座抱回。

賽前練習漫長且辛苦，社長蕭鈺駿表示曾在練習高難度動作時不慎摔斷腿骨，來自馬來西亞的余聲勇也曾在比賽前小腿骨折，嚇壞眾人，教練洪崇仁表示，武打動作有一定的危險性，紮實的練武過程，難免會受傷；但被問及為什麼選擇繼續跳宋江陣，學生不畏艱難、異口同聲說：「想把珍貴的傳統文化保留下來」，讓社團能永續發展；陳媽芬老師表示，這就是「宋江魂不能斷」的精神，她深深地被學生的「情義相挺」所感動。

此次義大以《哪吒大鬧龍宮》為主題，因「義陣」主角「休管系」大四周廷遠神似哪吒而定此主題，曾為溜冰冠軍的他特別騎上風火輪準備大顯身威；該劇本邀請「電影與電視學系」大二學生黃子芸擔任編導，她為此不但觀看多部電影、動畫，還進到廟宇翻閱經文研讀哪吒事蹟，做足準備；黃子芸笑說，當初接到邀約本不想答應，但一聽到是自己最愛的哪吒故事，便一頭栽進團隊裡。

陣頭使用的道具為學生精心設計，利用現有材料親手製作，光是蝦兵蟹將的服裝道具，就歷經了三次改版。洪崇仁教

練說，為求完美不斷重做，學生真的很努力、很願意付出，只為了成就更佳表現；團隊成員除了「休管系」、「影視系」學生，還有來自中國、馬來西亞外籍生，以及因社團活動結識獲邀加入的原住民學生。

當日賽事可於youtube頻道、vidol平台、三立臺灣台收看，更多詳情請見：<http://www.who-ha.com.tw/theme.html#section1-3>。



圖二、義大宗江陣在「全國創意宗江陣頭大賽」爭取冠軍寶座



## 搶救鳳梨大作戰 王俞文開創「幸福」之路

當家中產業遇到困境，你會選擇怎麼做？家住高雄大樹區的王俞文，眼見父親傳承家中一甲子的鳳梨種植事業，面臨水果遭賤價收購危機，不忍爸爸辛苦泡湯，毅然投入產業轉型，開啟了「幸福原味」之路。



圖一、王俞文（左三）與幸福原味團隊

鳳梨的栽種時間長，需要18個月才能採收，面對費時卻不能得到合理報酬，目前就讀義守大學「企業管理學系」大四的王俞文和爸爸苦思許久，想起當下火紅的鳳梨酥熱潮，嘗試投

入研發；她以大樹特產「台農17號」金鑽鳳梨做為原料，為了調配餡料，曾熬煮了上千斤的鳳梨尋找出最佳風味，外皮及內餡的比例也經過無數次調整，只希望忠實呈現在地水果原味。

王俞文表示，一開始，其實媽媽很反對，認為額外投入資金研發新品有風險，不願看她和爸爸那麼辛苦；經過多年努力，她和爸爸逐漸看到回收，2016年開始轉虧為盈，媽媽也默默跟著投入場務工作，並給予肯定。



圖二、幸福原味產品包含鳳梨酥、果乾、鳳梨汁等品項

公司雖小但能量俱足，員工從種植、烘焙、銷售到行政業務全面包辦，王俞文也在升大學前正式成為營運主事者；她說當初沒想太多，憑著一股衝勁就開始做，但因為年紀輕，在和年長員工的溝通上，花了不少時間適應；此外，雖然她高中時唸國貿科，但缺乏實戰經驗，看財務報表似懂非懂，吃了些虧，等進到義大「企管系」之後，才跟著老師學習財務、會計、經濟理論，功力大增。

19歲接掌品牌後，王俞文積極規劃海外參展、網路行銷，系上老師聽聞她在做的事，也紛紛給予支持；「企管系」楊東震主任表示，學生在課堂上的表現固然重要，但課外付諸實踐是不可多得的經驗，「幸福原味」目前也是「企管系」產學合作暨實習點。



圖三、義大企管系主任楊東震（左）與學生王俞文（右）

除了鳳梨酥，水果、果乾、果汁都是「幸福原味」銷售項目，目前除了自家鳳梨，也以較高價格收購大樹其他果農的鳳梨，協助在地產業，吸引包括日本、香港遊客包車前來，王俞文強調，未來將持續開發新產品，並拓展新據點。



## 囊括機器人大賽前三名

### 「電子系」團隊技高一籌

新手駕駛最害怕的路邊停車，讓機器人來執行，同樣充滿挑戰性，不過，義守大學「電子工程學系」本（4）月中，在「2018亞洲創客及機器人競技大賽」智慧型自動駕駛路邊停車項目，風光囊括前三名，技高一籌！機器人不只會停車，還停得又快又好。



圖一、義大「電子系」囊括亞洲機器人大賽前三名，左起為獲獎團隊陳志良老師、林威仁、張博軒、程宇謙、丁友筠、黃晟瑋、電子系主任蘇水祥

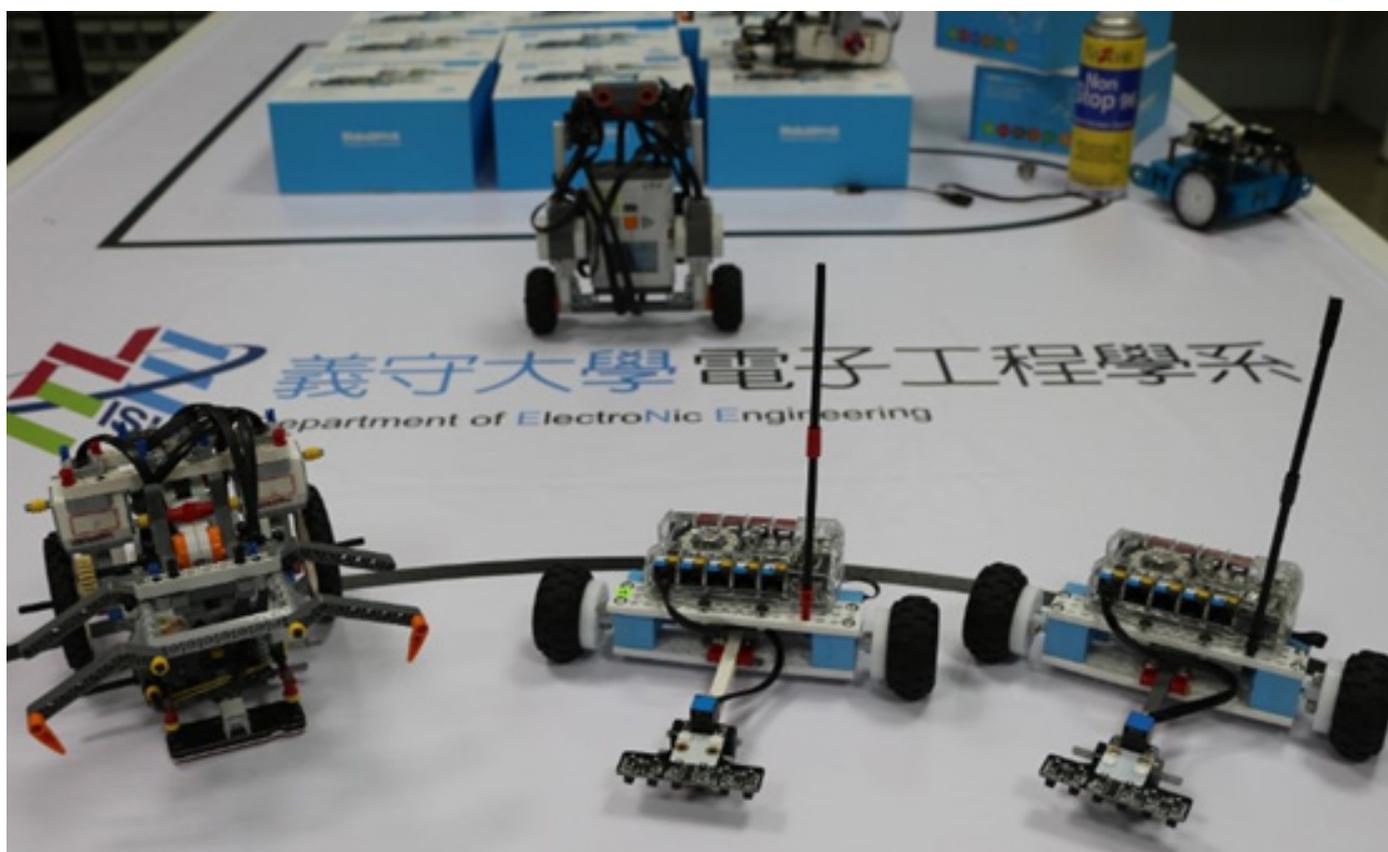
該亞洲機器人大賽由勞動部勞動力發展署雲嘉南分署主辦，「路邊停車」首次成為競賽項目，大專組共有31隊參加，但準確讓機器人駛進停車格的只有5、6組，「電子系」指導老師陳志良認為「路邊停車對人來說就很困難了，何況是機器人」，電子系團隊雖擁有許多競賽經驗，面對不曾遇過的題目，仍花了許多心思解題。

陳志良老師認為，參與競賽能使學生迅速成長，透過接觸身歷其境，寫程式能夠訓練思考能力，鼓勵學生多投入；「電子系」獲獎名單，第一名張博軒、張譽瀚、李俊毅、林威仁，第二名程宇謙、陳捷榮、黃晟璋、林威仁，第三名曾仕豪、李宗穎、丁友筑、林威仁。

「電子系」碩一學生林威仁，跟著陳志良老師參賽獲獎多次，在團隊裡擔任大學長角色，負責帶領學弟們設計軟硬體；準備賽事時，經驗不足的新進專題生，由於誤用規格不合的螺絲鎖死裝置，導致8顆馬達故障；林威仁眼見心裡雖急，卻必須耐住性子帶大家重新來過，他自己也從中學習引導技能，別有體悟。

首次參賽的「電子系」大三學生程宇謙表示，原只會照著樂高模型製作機器人，這次是全新嘗試，為減輕機器人重量，特別採用3D列印車頂，在設備有限的情況下，反覆重製3次才達成目標，經驗難得。

在此次競賽中，機器人必須先通過T字路口考驗，才能挑戰停車格，加上機器人規格只比停車格稍微小一些，每一關都需步步為營，競爭相當激烈；此外，機器人競賽首重參賽者臨場反應，林威仁說，現場臨時被要求機器人啟動前需擺在箱子前方，導致使用光感應機制無法啟動，幸好他們想到拿出手電筒照光，才讓比賽順利完成，並獲佳績。



圖二、「電子系」陳志良老師的實驗室，擺放各式特色機器人，展示教學成果



## 義大「物治系」出國考榜首！

### 賴政穎 勤學自律勝出

物理治療師國考榜首在義守大學！「物理治療系」畢業生賴政穎在今（107）年度第一次國考中拿下最高成績，考取狀元，一路來的堅持努力獲得回報，師長們與他同感欣喜。

今年2月畢業的義大「物治系」賴政穎，大四下學期由於家庭因素不得已休學半年，俟重回校園後即全心投入國考準備；考取狀元對他來說既是驚喜，也是一份特別的禮物，他尤其感謝系上老師們的陪伴與考前重點複習課，「我都會錄音回去重聽，並把老師講稿多次複習」，這個成績肯定，讓他對於未來從事物理治療師更具信心。

賴政穎在國考之前，曾經前往北部與中部共4處醫療單位實習，其中包括台大醫院，歷練過骨科、神經科、小兒科與心肺科，「不同醫院的分科各有所長」，他強調，藉由實習過程多看多聽多學習，有助於課堂知識延伸與理論運用，無形中也強化國考實力。

除了勤學多讀外，賴政穎認為「時間管理很重要」，在備考期間，他自律要求早上7點起床、午睡1小時、晚上12點以前上床睡覺，每天下午固定觀看健身操教學影片、邊跟著運動半

小時，尤其念書時就把手機遠離身邊，絕不一心二用，確實貫徹的作息助他拿下好成績；目前他已在中部的診所執業，未來希望自己所學能幫助更多人。

義大「物治系」主任李新民表示，為強化應考能力，每年系裡老師都會為學生進行國考複習教學，行之多年，期許應屆畢業生都能順利過關，這次賴政穎同學名列榜首，全系師生同感光榮，尤其肯定賴同學自我努力獲得回報；李新民說，義大「物治系」學生通過國考後，多數會進入臨床一線工作，目前也有多位校友開設物理治療所，在就業職場上展現專長。



圖一、賴政穎（左）畢業於義守大學物理治療學系，為今年國考榜首



## 不便利？動手解決吧！

### 發明達人陳泰良擁53張專利

下車時突開車門的事故頻傳，除了注意後方來車，是否能更有效地減少事故發生呢？義守大學「工業管理學系」陳泰良副教授，看見生活中的需求，遇到不合理就想辦法解決，至今設計、申請了53項專利，其中「汽車之開門裝置」只是多加一道手續，便可降低突開車門的意外發生，巧思令人稱奇。

「人因工程」背景出身，陳泰良擅於觀察分析生活現況，只要感到不方便，就會打開他發明家的靈敏感官，想方設法，嘗試改變現狀，從2003年起投入發明，陳泰良15年來共取得53項經濟部智慧財產局的專利；另外，他在義大「工管系」開設《產品設計開發管理》，教導學生設計產品，自案例著手，啟發學生找出盲點，加以解答。

陳泰良的專利以汽機車相關發明居多，例如「車輛用安全帶」、「汽車之開門裝置」、「機車把手方向燈」、「機車排氣管防燙保護裝置」等，都是他的作品，其中汽車開門裝置和機車排氣管防燙裝置，分別在台北國際發明暨技術交易展拿下2016年銅牌、2015年金牌佳績。

他說，汽車的開門裝置靈感，來自於近年來突開車門意外

頻傳，只是一味以道德宣導駕駛注意後方來車並無強制性，他提出在車門配備按鈕，藉由裝置「強制」開車門時需增加轉頭動作，再加上縮小車門開啟的幅度，透過雙層作用降低開車門的危險性；而機車排氣管防燙裝置發想，源自於不捨學生屢遭燙傷，他因此設計可掀式防燙蓋，讓排氣管散熱效果更好，強化防燙效果。



圖一、義大「工管系」副教授陳泰良擁 53 張專利，堪稱發明達人



## 「數媒系」再傳喜訊 射擊遊戲獲金點新秀特別獎

繼5月初以VR遊戲獲「青春設計節」優勝獎後，義守大學「數位多媒體設計學系」畢業班學生製作《IPSC Simulator模擬實戰射擊》遊戲，參與「2018新一代設計展」，又榮獲金點新秀贊助特別獎的「金門文化創意獎」，喜訊連連！



圖一、義大「數媒系」應屆畢業生禰冠亨（右）、林威宇（左）、王健行、張文鴻、蔡亦翔，製作《IPSC Simulator》遊戲，榮獲金點新秀贊助特別獎

《IPSC Simulator》遊戲由學生禰冠亨、林威宇、王健行、張文鴻、蔡亦翔團隊創作、孫志彬老師指導；實戰射擊原為軍警部隊在不同場景下的動態訓練，後演變成運動，擴展到美洲、歐洲、非洲與澳洲等地區，他們表示，IPSC靈感取自「IPSC國際實用射擊聯合會」，遊戲流程即是參考該組織的比賽方法，用最短時間將所有目標物擊倒，精準、迅速才能成為贏家。



圖二、《IPSC Simulator 模擬實戰射擊》遊戲隨機模擬場景，增添刺激感

開發過程中，為使遊戲順暢進行，「數媒系」學生不斷測試和改寫程式，以達到理想狀態；禰冠亨表示，他們特別強化、完善遊戲的算分系統，同時運用「Unity遊戲引擎」隨機模擬場景，增添刺激感，期待藉由《IPSC Simulator》讓更多人

了解，除生存遊戲外，還有其他射擊運動；不過，遊戲設計強調玩得快樂又安全，更多內容可參照《IPSC Simulator》粉專 <https://www.facebook.com/ipsc.simulator.2017/?fref=mentions>。

義大「數媒系」成立於2011年，廣受青年學子青睞，該系聘請多位業師，包括從日本工作歸國的涂國雄老師，連續兩學期邀請《美少女戰士》等作品的知名動畫監製小幡公春蒞校講課，近距離指導學生，精彩難得！

「數媒系」這學期舉辦數位動畫製成研習專業工作坊，一系列活動以「ACG（動畫、漫畫、遊戲）角色設計」為主軸，邀請各國專家蒞校演講，包含矽谷遊戲公司體驗設計兼聲音總監張育誠、日本知名動畫家小幡公春，分別針對VR/AR在角色上的應用及繪製人物的細節帶來精闢的解說，讓學生收穫良多。



## 打造低碳島 10年有成

### 陳朝順七美研發「智慧電網」

陽光艷麗、海風吹拂，去過澎湖的人一定對此印象深刻，若能將天然資源有效轉化為綠色電能，不僅環保也就地取材；義守大學「電機工程學系」講座教授陳朝順團隊，攜手科技部和台灣電力公司，選擇澎湖七美島，投入長達10年研發「智慧電網示範系統建置」，增設太陽光電系統及儲能系統，運用「ICT資訊通訊技術」，管理與維持龐大的綠能發電，成效顯著。

配合政府推動能源轉型，積極發展太陽光電、風電取代核能發電，只是綠能發電難免受天候影響，較不穩定，綠能系統可靠度維持須仰賴「智慧電網」管理，也就是運用高科技、ICT技術管理綠能和電網，以維持正常運轉和儲能；該類「智慧電網」技術研發，在全世界均屬新興領域，義大「電機系」教授陳朝順團隊為臺灣翹楚。

在科技部競賽榜上有名、獲得台電相當信賴的陳朝順教授，10年來在「智慧電網」研發上貢獻良多，長期參與科技部「能源國家型科技計畫」，目前已邁入「第二期能源國家型科技計畫（NEP-II）」，今年初在七美綠能園區完成「智慧電

網」示範系統，藉由新通訊技術，監控系統設備，即可隨時掌控島上電力情況；而島上許多設備趁機地下化，發展更高端通訊設備，同時大幅架立風機，善用豐富的風力資源，根據台電預估，明年配合600KW風機導入，綠能量可望達337萬度，約占全島年用電量的43%，七美將率先實現「低碳島」目標。



**圖一、義大「電機系」講座教授陳朝順團隊，攜手科技部和台電，打造七美智慧電網**

陳朝順教授表示，在儲能系統中裝置鋰電池，可視使用需求儲存與釋放電力，維持平穩供電及削峰填谷功能，在AI人工智慧、精密3C產品和電動車等愈趨發達的現代尤為重要，該相關電力科技的研發，也將成為各國必爭領域，義大團隊這幾年

亦投入許多資源。

七美「智慧電網」研發團隊成員，還包括義大謝世傑、鄭宏良、黃蓮池等教授群，以及高雄科技大學、南台科技大學部分師生；陳朝順表示，國內有約10家企業看好「智慧電網」發展潛力，有意願合作投資，倘若能建立起商業模式，未來可望將此系統應用至偏鄉、離島等電力不足或供電成本昂貴區，甚至組成臺灣國家隊，將系統輸出國際，創造微電網跨國商機。



## 美食廚藝的創新與發展

林琳

義守大學 廚藝學系

### 摘要

因應餐飲市場的激烈競爭，以及美食愛好者求新求美的慾望與需求，美食與廚藝一直是快速變化與創新的產業。本文以近代幾個廚藝發展議題作介紹，從70年代由法國學運風潮所帶動的法式新料理，而後出現話題性十足且具感官衝擊性的分子料理，一直到近年米其林餐廳風行的在地化創新料理，與綠色健康的飲食，都為飲食產業與文化帶來活力與豐富性。

**關鍵字：**廚藝創新、飲食文化、創新料理

### 本文

廚藝 (culinary arts) 一詞包含烹飪及藝術的兩字的結合，現今研究皆

已認同廚藝為一門融合食品科學、食物製備知識、烹調技術、美學藝術與飲食文化的學科與專業；現代廚藝專業人才應具備食品相關專業知識及技術為基礎，並且兼具文化及藝術的涵養。因應現今外食人口增加，餐飲業之競爭越來越激烈，餐廳、飯店為迎合消費者求新求變之需求，菜單與菜色上的推陳出新也就成為餐廳重要的工作之一。菜單研發是餐廳長期成功的商業策略之一，有效的研發能夠提供滿足消費者之價值。

從歷史的觀點而言，廚藝與美食的創意與創新發展是一個持續已久的歷程，許多人習以為常的食品，例如：麵包、乳酪與葡萄酒等，在原料的使用、製作方法經歷了數百年、甚至數千年的不斷創新、試驗、演進與累

積，才成為我們所熟悉的型態、質地與風味。也可以說廚師與廚藝家的創造力與創意造就了現代人豐富的飲食生與文化。由於廚藝與美食的創新是一具有深遠歷史與全球性的議題，所觸及範圍相當廣泛，本文就近代幾個重要的廚藝創新與未來發展議題進行簡述。

## 1、法式新料理 Nouvelle Cuisine

美食在法國文化可說為一相當重要的主題，法國料理在世界上更是具有舉足輕重的影響力，法國廚師更是許多人學習廚藝的典範。在其飲食文化的發展上，大致可分為高級美食(Haute cuisine)、布爾喬亞式料理(Cuisine Bourgeois)以及新式料理(Nouvelle Cuisine)等三大料理主流。高級料理從17世紀宮廷貴族料理開始發展，奠定了法國料理的基礎，許多人認為高級美食最能代表法國料理的精髓；布爾喬亞式料理代表了中產階級的傳統鄉村菜餚。而1960後，「奢華」被貼上代表社會不公的鮮明政治標籤，新的飲食價值觀也因應產生，人們開始認為苗條的體態才是社會地位的象徵，被認為是對毫無節制的進步所產生的補償心理，符合健康為主

要訴求的新式料理因應而生。

法式新料理之名詞可追碩溯至1970年代的烹飪書中，在70年代，法國美食作家Henri Gault與Christian Millau使用此名詞於美食雜誌Gault Millau中，強調新料理之四大價值包含：真實、清淡、簡單與想像力。對於新料理的美食現象提出了以下10項特徵(Mennell, 1985)。

1. 去除烹調上複雜、多餘的。傾向採取水煮、爐烤、清蒸等技術。
2. 減少烹飪的時間，用更自然的方式烹飪，以重現被遺忘的風味。
3. 盡可能使用最好的食材，每天至市場購買。
4. 簡短菜單，拋棄大飯店冗長的菜單。
5. 放棄肉類濃厚的滷汁。
6. 減少濃重的醬汁，不使用麵糊(flour roux)等，而更廣泛的使用香料、檸檬汁與醋在醬汁中。
7. 從一些地方性的烹飪找到新菜的靈感，而非僅是巴黎的高級料理。
8. 運用現代的廚房科技，食物處理機、微波爐與冷凍食品。
9. 食物的涵意在菜單的規劃上是很重要的。
10. 新的廚師具有創造力，持續的

創新與實驗是被獎勵的。

## 2、無國界料理 Fusion cuisine

近代許多國家均掀起了無國界料理 (Fusion Cuisine或Cross Cultural Cuisine) 的風潮，這些名詞最早是出現在亞裔人口較多的加州和夏威夷，不過現今已隨處可見。帶動飲食全球化的影響因素眾多，烹飪食材隨著歐洲殖民統治活動和全球化資本主義的盛行，流竄於世界各地的超市和大眾市場，與國家民族或地緣關係緊密結合的餐飲業，也隨著移民及產業外移等遷移活動，而紮根立業於他地。Cwierka(1999)提到了廚藝全球化對於廚藝發展之影響與衝擊，廚藝全球化 (Culinary globalization) 可以稱作一種國際的大熔爐(International melting pot)，其中多樣的廚藝結合在一起，互相成為彼此的一部分，這樣的結合，從精緻的法式新料理到一般日常的飲食，都已經包括在全球化內。廚師要結合千里外來的食材，或採用未知的烹飪技術處理熟悉的食材，運用不熟悉的香料在舊有的料理中。日式料理被西式料理所影響，和風西式料理常運用米飯作變化，米飯可能以單獨盤裝與西式料理一起供應，或是豬排丼與米漢堡，都是典型的創意料理。相對

的，日式料理也影響了西式料理，許多有名的西方廚師也開始運用日式的料理方式、食材。對於某些西方的地區，生魚不容易取得，且有些西方人不能接受生魚，因此西方廚師運用燻鮭魚、酪梨等製成壽司，現在有名的加州捲(California roll)就是運用這樣的元素 (Cwierka, 1999)。

## 3、分子料理 Molecular cuisine

這種近十年來風行的分子料理 (molecular gastronomy) 最早是由法國化學家Hervé This 與匈牙利物理學家Nicholas Kurti 於80年代提出，主要理論基礎在於深入研究食物烹調過程中的每一個細微環節，例如食材性質、溫度的精密升降、時間的短長、以至不同物質的加入，所造成食物各種狀態上的物理與化學變化。藉由這些研究所得的掌握與運用，針對傳統廚藝手法與料理形貌予以顛覆、解構、重組，創造出全新的味覺、口感與飲食享樂體驗，如：運用液態氮(azote liquide)製作的冰淇淋，使冰淇淋的冰晶越細緻，因而口感更加柔滑濃郁；或運用氣壓奶油瓶(Siphon)與氮氣瓶製作的泡沫慕斯菜餚；以及將液體(果汁或湯汁)加入海藻酸鈉(alginate de sodium)，滴入鈣離子溶液中製作而成

的晶球化食物。換言之，分子廚藝可以讓食物不再單單只是食物，搖身一變成為視覺、味覺、甚至觸覺的新感官刺激。

分子料理至今在餐飲業仍是充滿爭議，許多批評者認為這樣的料理太過造假與糟蹋食物，也有人質疑其安全性；然而，這種結合化學實驗般的料理，亦有其擁護者，英國著名分子料理餐廳「肥鴨餐廳」(The Fat Duck)，除了拿下《米其林餐廳指南》三顆星星，也被著名的《世界最佳餐廳》雜誌評選為世界最佳餐廳之一，肥鴨餐廳主廚Heston Blumenthal認為分子廚藝對他而言，就是傳統廚藝的衍伸，的確在分子料理的手法中，一些料理就是運用了食物的焦糖化現象與梅納化反應等基礎變化，將食品科學發揮得淋漓盡致。

#### 4、綠色餐飲 Green food

過去鮮少研究或實務探討廚師的綠色職能或環保知能，然面對現今消費者環保意識的興起，以及社會對於企業社會責任的期望，廚師的生態廚藝學(Eco-culinology)或綠色廚藝學(Green culinology)概念因應而生。在此餐飲發展趨勢下，廚師必須充分瞭解烹調過程中，食材(含調味料)選用、

烹調用油、餐調用水、火候，以及烹調法的靈活運用，對於食材、菜餚、健康、空氣品質、水資源、熱能源利用、噪音廢油廢氣廢水污染的影響。未來廚師亦應具備生態美食的信念，相信符合生態環保的食材才可能成為美食。例如選用當地農家生產之當季天然食材，減少烹製來自不人道養殖或捕獵的禽肉、獸肉、海鮮魚貝類，避免購買造成土石流、沙塵暴的蔬果。上述作為不僅能縮短碳足跡、也避免運送過程的污染、對環境友善、落實公平交易，力行慢食與樂活飲食(Hsu, 2010)。

#### 5、健康飲食與超級食物 Health-improved culinary

餐飲必須符合健康在產業中並非一新議題，但可預期健康與養生將持續受到重視的必然趨勢。廚師除了應具備基本的健康與營養知識，結合流行與新興的健康保健素材，作為廚藝創新的點子來源，是現在許多廚師的創新策略之一。許多廚師在異國食材中尋找天然的新風味，如：巴西卡姆果、澳洲麵包樹、中國枸杞、巴西梅加石榴白茶、山竹萊姆；或將機能素材融入於廚藝當中，包括：高纖全穀物、種子、兒茶素、紅麴、甲殼素、

茄紅素、益生菌等；透過去除負面素材(減油減糖)；增加機能素材；有機生產；具天然功能性的食材來達到健康創新的訴求。

## 6、飲食在地化與全球化 Culinary localization and glocalization

在飲食全球化的強勢趨勢下，在學術領域開始產生了對異國/異地飲食「真實性」意涵的爭辯與論述，全球連鎖的強勢餐飲集團所帶來的趨同性(sameness)亦是另一個廣受社會大眾注目的重要議題。為了要鞏固地方道地的飲食文化資產，維護許多地方人士所珍視的地方感(sense of place)。強化美食與廚藝的獨特性與地緣性變成了許多廚師的首要工作。

許多名廚與知名餐廳皆回歸於投入於地方性的食材與菜餚創作。法國名廚Paul Bocuse過去投入於Novella cuisine，致力於改良法國菜，將法國菜從原本豐厚香醇，醬料豐富的樣貌，轉變為眾人熟悉的：大盤子盛小盤子、小盤子盛更少份量的菜餚；醬汁不多，但像水彩一樣刷繪於盤面；並融合日式料理的呈現手法和食材等等，使得法國料理在國際接受度頓時提高。然而這些高級精緻的法式料理，無論如何創新，最終許多廚師

們發現，仍要回到地方菜與鄉村菜的精神，以當地酒入菜、保留原汁原味、用當地盛產的食材等等，最傳統的觀念，才能感動人心。後來，Paul Bocuse亦反璞歸真，回到法國菜的最原點。第二個案例是過去幾年風靡南美洲，巴西聖保羅的知名餐廳D.O.M.，主廚阿塔拉著重使用當地特色食材，如：亞馬遜地區的特色水果、木薯茶和野菜汁，變化出獨具風味的料理。另外，三度榮登世界最佳餐廳第一名的丹麥Noma餐廳，該餐廳的成功使得北歐美食享譽全球。Noma提供的北歐特色餐點，許多食材是取自當地沿海或樹林的當地當季素材，如：蒲公英、紙莎草等。為了深入了解植物的特性，餐廳業者還曾向生物學家、食物研究者求教，將特方特色元素充份運用在菜單的創意與創新。



## 虛擬實境對於冰凍肩患者治療效果

### —文獻回顧

林惠婷<sup>1</sup>、林孟欣<sup>2</sup>

義守大學 物理治療學系 助理教授<sup>1</sup>

義守大學 物理治療學系<sup>2</sup>



### 摘要

#### 目的：

本篇文章的目的為運用文獻回顧方法探討虛擬實境對於冰凍肩患者治療效果。

#### 方法：

利用MEDLINE、IEL(IEEL/IET Electronic Library) (1966 to 2016)資料庫進行搜尋，以英文期刊文獻為主，並使用相關詞彙frozen shoulder或adhesive capsulitis或stiff shoulder或shoulder stiffness以及intelligent rehabilitation、game-based、VR或virtual reality來搜尋，之後會針對所有搜尋出來的所有期刊標題和摘要進行篩選。

#### 結果：

本研究共三篇文章符合納入標準，兩篇為隨機臨床試驗以及接近隨機臨床試驗、另一篇僅有實驗組，探討虛擬實境治療前後效果比較，這三篇研究結果皆顯示接受虛擬實境治療後個案的能力(肩關節角度、或肩關節臨床問卷評估)皆有進步。

#### 結論：

虛擬實境治療對於冰凍肩患者在肩關節角度、或肩關節臨床問卷評估皆有所進步。然而相關之研究數量較少，而且研究大多為個案報告或者缺少控制組，未來仍然需要可信度高的研究來佐證其復健治療效果。

**關鍵字：**Virtual reality, frozen shoulder, rehabilitation

## 前言

冰凍肩又稱為沾黏性關節囊炎(Adhesive capsulitis)，這個疾病最常被抱怨的症狀就是肩膀疼痛以及主動跟被動的關節活動角度受限，冰凍肩分為兩種形式，一種為原發性(primary frozen shoulder)，發生原因不明，通常好發於40-65歲之間，且女性的發生率高於男性。第二種為次發性(secondary frozen shoulder)，造成的原因有三種因素--系統性(systemic)、外因性(extrinsic)和內因性(intrinsic)。系統性的因素，像是糖尿病、甲狀腺低下或亢進等疾病所產生；外因性的因素，常見像是中風、肱骨骨折、巴金森疾病等後遺症；內在性的因素，如旋轉肌群的發炎或撕裂所造成[1]。

冰凍肩病程分為四期，第一期為前沾黏期(preadhesive): 症狀維持大概3個月，此時期肩關節鏡檢查顯示肩關節囊及滑囊發炎，患者主動和被動關節移動會產生疼痛，前屈曲、伸直、外展、外轉和內轉肩關節角度會受到限制，患者症狀常與旋轉肌袖夾擊症候群(rotator cuff impingement)類似，常會抱怨關節角度受限以及肩關節疼痛。第二期為冷凍期(adhesive): 症狀

維持大概4-9個月，肩關節鏡發現此時期肩關節囊、肱骨頭、二頭肌腱、肩關節盂之間形成的空間減少，當患者動作到達終端角度(end range)時會產生極大的疼痛及不舒服。第三期為成熟期(maturation): 症狀維持大概10-15個月，平常動作過程不會產生極大的疼痛除了到達終端角度(end range)時，但是開始有明顯的關節僵硬伴隨些微疼痛，動作的限制來自於關節攣縮(contracture)。第四期為慢性期(chronic): 症狀維持大概15-24個月，動作過程只會有一點疼痛感，僵硬的感覺也有改善[2]。冰凍肩的一般物理治療有下列幾項：滑輪訓練、指梯訓練、儀器治療(如:熱敷、超音波、電刺激)、牽張運動、關節鬆動術、類固醇注射、肌力訓練.....等。

虛擬實境是由特殊的軟體及硬體設備製造出人工環境，並且能讓使用者透過在虛擬環境中操作去辨識自己肢體動作。虛擬實境的應用十分廣泛，有應用在遊戲、休閒娛樂、軍事用途，也有使用在醫療領域。除了需要設計特殊的軟體外還有以下的特點: 複雜的系統控制、讓使用者身臨其境、動態的3D的刺激顯示器、動作追蹤及動作表現的紀錄。虛擬實境目前

已經成為許多治療跟復健領域的治療工具，也因為虛擬實境的技術比起以前花費逐漸下降，讓虛擬實境成為各領域一種有效方法的工具[3]。但大多數虛擬實境研究多數集中在中風患者或者腦性麻痺患者[4,5,6]，其應用於冰凍肩患者療效如何仍然尚未明確，因此本篇文章的目的為探討虛擬實境應用於肩關節的治療效果。

## 研究方法

### 資料庫及文獻篩選

資料庫搜尋使用MEDLINE、IEL(IEEL/IET Electronic Library) (1966 to 2016)，以英文期刊文獻為主，並使用相關詞彙frozen shoulder 或adhesive capsulitis或stiff shoulder或shoulder stiffness以及intelligent rehabilitation、game-based、VR或virtual reality來搜尋。之後會針對所有搜尋出來的所有期刊標題和摘要進行篩選。經過初步篩選後，將其中相關研究的全文找出並對其內容詳細閱讀後再進一步篩選。研究篩選的標準會根據預定的納入標準，也就是有接受虛擬實境訓練以及冰凍肩患者(表1)。

### 研究文獻的評估

#### 參與者

研究的參與者的性別沒有限制但有兩篇年齡限制為20歲以上。詳細收案及排除標準於表1。

### 實驗設計

研究中所有的活動都是由有執照的物理治療師或職能治療師所執行。兩篇為隨機臨床試驗[2]以及接近隨機臨床試驗[7]、另一篇僅有實驗組，為探討虛擬實境治療前後效果比較[8]。

### 介入

實驗組為冰凍肩傳統治療加上虛擬實境治療，控制組僅為傳統治療。有兩篇研究為系統結合了互動式的虛擬實境技術及慣性動作單元(IMU, inertia movement unit)感測器裝置，利用IMU感測器來進行手掌及上臂的動作偵測，進而讓患者看到自己手臂動作，利用人機互動方式進行動作訓練[2,8]。

### 結果評量

有反映出虛擬實境訓練效果的評估才會納入分析。

### 資料分析方法

所有的結果分析都會呈現出介入前、後的分數。因資料無法執行綜合分析，將會主要以組內分析結果來呈現，另外以兩篇臨床試驗以組間分析結果呈現。

## 結果

本研究共有三篇文章符合我們的納入標準 [2,7,8]。

### 參與者

研究的參與者的性別沒有限制但有兩篇年齡限制為20歲以上，第一篇參與人數為實驗組及控制組各20人；第二篇為實驗組1人、控制組2人；第三篇實驗組16人。第一篇有強調納入症狀在三個月以上患者，參與者中實驗組症狀發生時間12.2個月、控制組10.4個月。

### 介入

研究主要分成一般治療及一般治療加上虛擬實境治療，介入方式及劑量如表2，第一篇研究虛擬實境治療系統包含遊戲治療以及建立虛擬人物結合IMU做定量目標導向治療，虛擬實境系統操作示意圖在圖1、2。第二篇研究虛擬實境的遊戲內容是透過前方銀幕設定成一個足球網，參加者要接住求足球網中發出的足球，治療師能夠依照參加者在pain free的關節角度，調整球所發出的垂直角度。第三篇研究僅實驗組，為傳統運動治療加上利用IMU以及虛擬人物做為定量目標回饋治療(圖3)。

## 結果測量方法

研究測量受測者的各方向的關節角度、肌力、CMS(Constant-Murley score)量表(可測量疼痛、肌力、活動度以及功能性活動)、DASH(Disabilities of the arm, shoulder and hand)量表。測量的時間點為開始介入前、結束介入後，部分研究有在結束治療後3個月進行追蹤[7]。

### 治療效果

第一篇研究結果：肩關節角度-前測、後測(圖4)。兩組在baseline的關節活動度以及CMS分數都是相近的，在經過4週的介入後，實驗組在經過4週的虛擬實境治療系統訓練後在肩關節活動度以及CMS的分數比起傳統的物理治療方式的控制組有顯著的進步[2]。

第二篇研究結果：經過6週的介入後，兩組在DASH量表的分數有進步，但是實驗組的進步比控制組來的多，實驗組分別進步了17分跟20分，而控制組只有進步16分[7]。

第三篇研究：經過4週的介入後，肩關節各角度及肌力皆有顯著增加(圖5)[8]。

## 討論

冰凍肩患者因肩關節復健療程通常比較乏味，病人經常不能將注意力放在治療過程中，也因為治療時程較長，讓病人常常無法完成整個復健的療程。虛擬實境治療似乎能減少參加者的疼痛或焦慮感、增加他們的動機，且虛擬實境為低花費且容易設置的方式，它也能夠應用在其他的復健治療(如：中風患者)。總結前面介紹的三篇期刊針對虛擬實境對於冰凍肩患者的治療效果列於表3。以下針對虛擬實境治療效果、虛擬實境遊戲設計內容、虛擬實境治療成果和傳統運動治療比較作討論。

## 虛擬實境治療效果

第一篇Huang等人的研究，經過4週的虛擬實境治療系統介入比起傳統復健治療於肩關節角度都有明顯的進步，實驗組肩關節角度進步26%，控制組只有18%。另外CMS量表的表現也有進步。

第二篇Sveistrup等人的研究，經過六週的虛擬實境介入比起傳統的治療發現在DASH手部協調以及肌力等等都是有進步的。

第三篇Lee等人研究，經過4週冰凍肩傳統運動加上利用IMU以及虛擬人物做為定量目標回饋治療介入結果

發現肩關節角度和肌力在組內都有明顯的進步，以及CMS量表的表現在組內也有明顯進步，另外還有部分其他的參數如角速度、重複次數、間斷次數亦有明顯進步。

## 針對冰凍肩虛擬實境遊戲設計內容

目前虛擬實境遊戲系統以沾黏性肩關節囊炎病患所需進行的居家運動為主，虛擬實境治療將引導病患做出肩屈曲(flexion)、伸直(extension)動作、外展(abduction)、外旋(external rotation)或內旋(internal rotation)、環型(circumduction)等動作為主。遊戲模式區分為兩類，第一類為模仿遊戲；第二類為第一人稱遊戲。第一類模仿遊戲中，病患模仿虛擬治療師(Virtual Therapist or virtual tutor)的動作，來進行遊戲(如圖1)。可利用IMU讓畫面中也可即時顯示病患影像，讓病患可矯正自己動作。第二類第一人稱遊戲中，病患可以看到代表自己的虛擬人物或虛擬手(Avatar)，病患擺動手部來控制畫面中虛擬遊戲的動作以完成遊戲(如圖2)。同時，畫面中可以選擇即時顯示病患實際影像，讓病患知道自己的動作角度或者完成分數。

有學者也針對正常受試者測試虛擬肩輪，利用問卷評估測試者滿意

度，問卷每個問題利用5分Likert Scale發現大部分受試者大多數題目都是同意的，也發現滿意程度的結果是女性比男性還要高，另外受試者覺得比起轉動實際的肩輪還要輕鬆[3]。

## 治療成果和傳統運動治療比較

目前這三篇應用於冰凍肩患者研究幾乎都是虛擬實境治療代替傳統運動治療，或者傳統治療加上虛擬實境治療比較，結果顯示傳統物理因子治療加上虛擬實境治療或者虛擬實境治療代替傳統運動治療對於冰凍肩的復健，在動作功能或者肩關節角度上似乎有一定治療效果。然而相關之研究數量較少，而且研究大多為個案報告或者缺少控制組，未來仍然需要可信度高的研究來佐證其治療效果。

## 結論

傳統物理因子治療加上虛擬實境治療或者虛擬實境治療代替傳統運動治療對於冰凍肩的復健，和只有傳統物理治療比較，似乎有較佳的治療療效。

## 參考文獻

- [1] B.J. Lundberg (1969), The frozen shoulder. Clinical and radiographical observations. The effect of manipulation under general anesthesia. Structure and glycosaminoglycan content of the joint capsule, Local bone metabolism, *Acta Orthop Scand Suppl*, vol. 119, pp. 1-59.
- [2] M.C. Huang, S.H. Lee, S.C. Yeh, A. Rizzo, W. Xu, H.L. Wu, and S.H. Lin (2014). Intelligent Frozen Shoulder Rehabilitation, *IEEE Intelligent Systems*, vol. 29, pp. 22-28.
- [3] C.M. Chang, Y.C. Chang, H.Y. Chang, L.W. Chou (2012). An interactive game-based shoulder wheel system, *Patient Preference and Adherence*.
- [4] J. Broeren, M. Rydmark, and K.S. Sunnerhagen (2004). Virtual reality and haptics as a training device for movement rehabilitation after stroke: a single-case study, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 85(8), pp. 1247-4250.
- [5] H. C. Fischer , K. Stubblefield, T.

- Kline, X. Luo, R. V. Kenyon, and D. G. Kamper(2007). Hand rehabilitation following stroke: a pilot study of assisted finger extension training in a virtual environment, *Topics in Stroke Rehabilitation*, vol. 14(1), pp. 1-12.
- [6]Y. J. Chang, S. F. Chen, and J. D. Huang(2011). A Kinect-based system for physical rehabilitation: a pilot study for young adults with motor disabilities, *Research in Developmental Disabilities*, vol. 32(6), pp. 2566-2570.
- [7]H. Sveistrup, J. McComas, M. Thornton, S. Marshall, H. Finestone, A. McCormick, K. Babulic, and A. Mayhew (2013). Experimental Studies of Virtual Reality-Delivered Compared to Conventional Exercise Programs for Rehabilitation, *CyberPsychology & Behavior*, vol. 6 , pp. 245-249.
- [8]S.H. Lee, S.C. Yeh, R.C. Chan, S. Chen, G. Yang, and L.R. Zheng (2016). Motor Ingredients Derived from a Wearable Sensor-Based Virtual Reality System for Frozen Shoulder Rehabilitation, *BioMed Research International*, vol. 2016, pp. 1-10.

表 1、收案及排除標準

Ming-Chun Huang et al. (2014)[2]	Sveistrup, Heidi, et al. (2003)[7]	Lee et al.(2016)[8]
收案		
1. 超過 20 歲 2. 之前沒有接受過物理治療 3. 冰凍肩症狀持續超過 3 個月 4. 有能力參加虛擬實境的復健	1. 必須是因為肌肉骨骼因素所造成的冰凍肩 2. 要能主動收縮肌肉和移動患側的手臂不管有沒有給予輔助 3. 對於主動的關節活動度要沒有任何禁忌症	1. 超過 20 歲 2. 之前沒有接受過物理治療 3. 認知正常且能跟隨系統及圖片指令 4. 臨床確認有冰凍肩
排除		
1. 下肢無力癱瘓 2. 有接受耳毒性藥物的治療 3. 接受過前庭切除的治療 4. 認知方面的缺損	1. 患有第一型胰島素依賴的糖尿病患者 2. 接受過肩關節類固醇注射的治療	1. 有近端肱骨骨折或脫位病史 2. 在肩膀接受玻尿酸注射 3. 有頸椎神經根病變或有退化性肩關節疾病 4. 惡性腫瘤末期患者 5. 孕婦

表 2、介入劑量及方式

Huang et al. (2014)[2]	Sveistrup et al. (2003)[7]	Lee et al.(2016)[8]
每次 20 分鐘、每週兩次、為期 4 週	每週做 3 次、為期 6 週	每項 40 分鐘、一週兩次、為期 4 週，共 3 項 120 分鐘
<b>控制組</b> ：儀器 + 傳統運動治療 <b>實驗組</b> ：儀器 + VR * 儀器為 20 分鐘的熱敷 + 超音波 * 兩組所做的運動是相似的動作只是實驗組採用虛擬實境的方式執行以及過程中給予動作回饋。	<b>傳統治療組</b> ：傳統治療 <b>實驗組</b> ：傳統治療 + VR * 傳統治療為 15 分鐘暖身 + 30 分鐘主動運動 + 15 分鐘的冰敷 + home program	熱敷 + 向量干擾波 + GDSR 運動 (goal-directed shoulder rehabilitation)

表 3、虛擬實境治療效果 n=3

study	outcome measure	significance of the difference within group	significance of the difference between group	Mean difference within group	Mean difference between group
Huang et al. (2014)	CMS	p<0.05	p<0.05	-	-
	Shoulder joint angles	p<0.05	p<0.05	-	8%
Sveistrup et al. (2003)	DASH 量表	p<0.05	p>0.05	18.5	2.5
Lee et al.(2016)	CMS	p<0.05	-	-	-

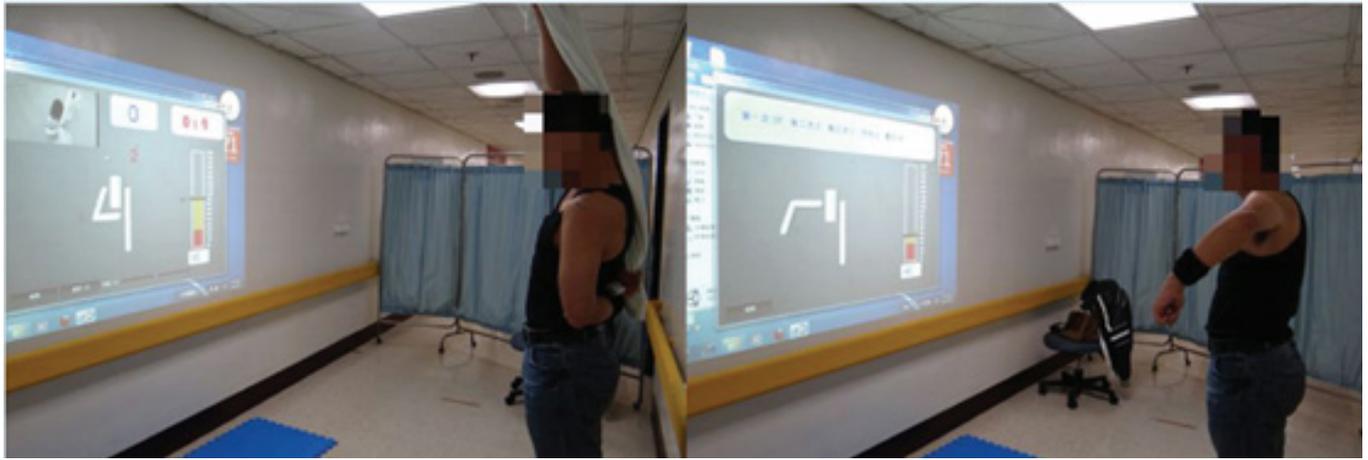


圖 1、虛擬人物結合慣性動作單元之人機互動操作示意圖

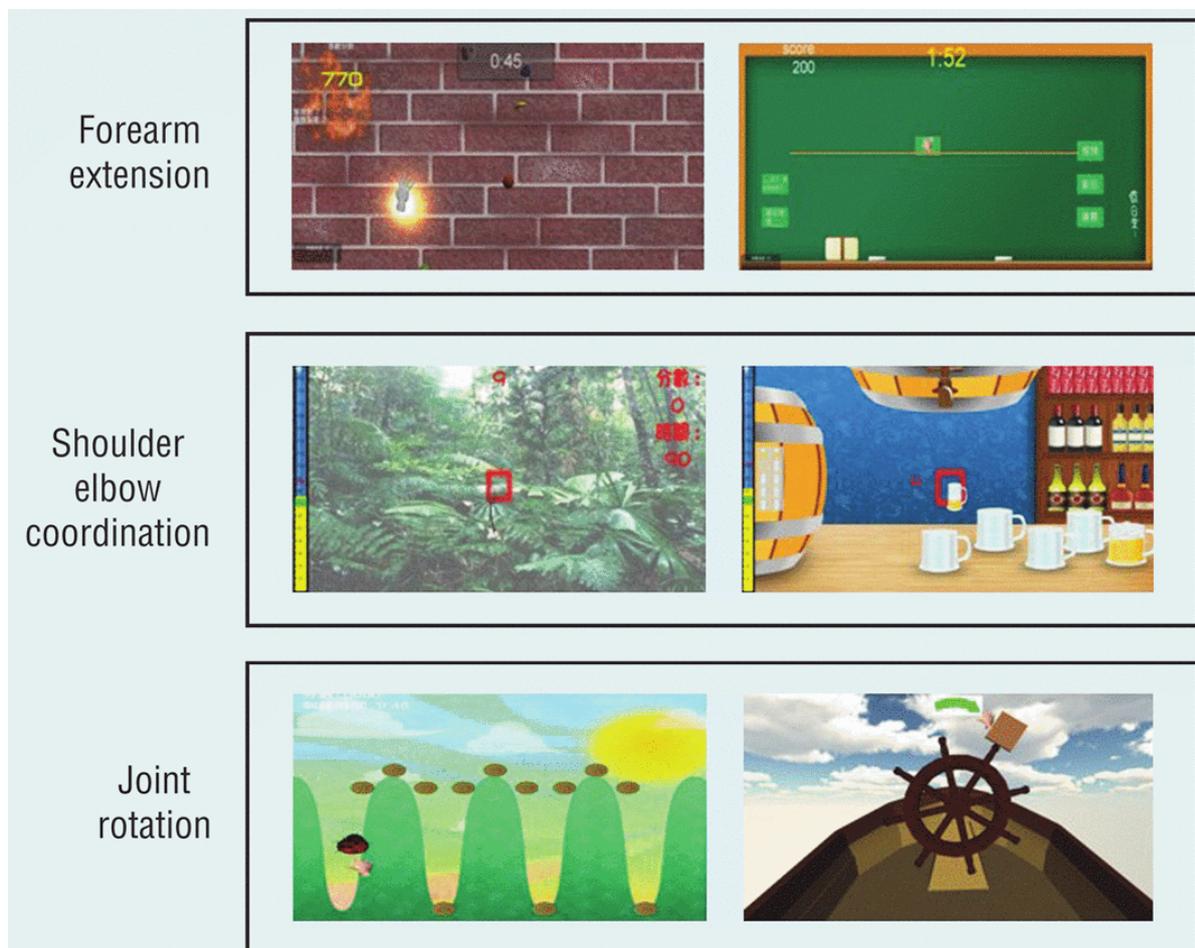


圖 2、第一篇文獻虛擬實境遊戲內容

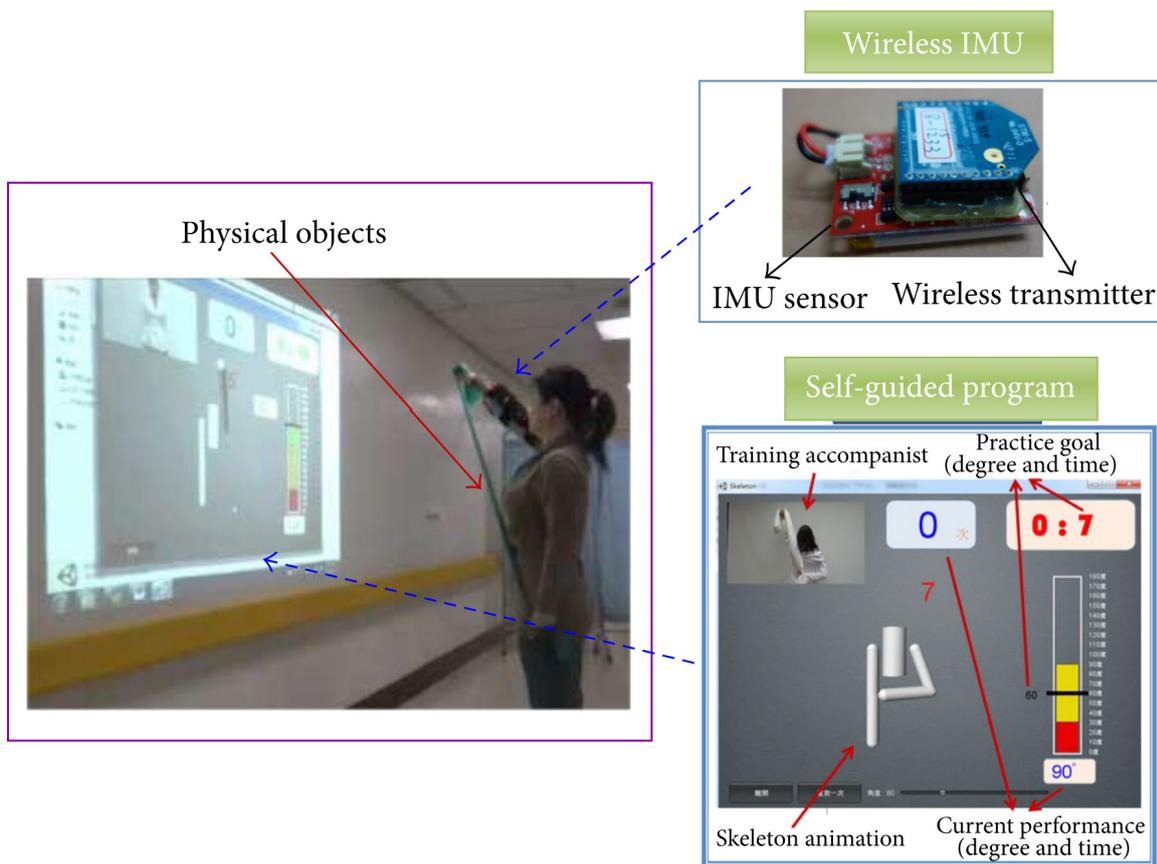


圖 3、第三篇文獻結合慣性動作單元人機互動實驗示意圖

Motion angle (Degree)	Pretest			Post test		
	Study group	control group	P-value	Study group	control group	P-value
Flexion	149.1 (129.2-162.7)	149.0 (131.7-157.5)	0.904	171.6 (153.2-174.0)	166.0 (154.7-171.2)	*
Abduction	145.8 (104.4-163.5)	144.0 (100.7-163.9)	0.947	168.0 (151.0-171.3)	157.7 (127.7-169.9)	*
External rotation	62.1 (55.7-83.9)	60.0 (39.7-71.6)	0.076	83.65 (71.5-88.2)	74.3 (56.5-81.2)	*
Internal rotation	40.5 (36.4-64.2)	37.1 (21.9-53.7)	0.051	65.5 (54.0-71.9)	50.65 (40.2-59.0)	**
CMS assessment	63.5 (45.5-70.7)	63.0 (50.0-71.2)	0.738	85.0 (72.5-89.0)	76.0 (68.2-84.7)	*

Significance level=0.05,\* p-value 0.05,\*\*p-value 0.01

圖 4、第一篇文獻研究結果：肩關節角度 - 前測、後測

CATs		Mean	SD	Z value	Significance (2-tailed)
CMS	Before	58.4	14.3	3.41	**
	After	79.5	9.47		
ROM (degree)					
Flexion	Before	146.5	17.6	3.52	**
	After	161.9	13.1		
Abduction	Before	134.5	33.5	3.52	**
	After	149.6	26.1		
External rotation	Before	66.4	22.4	3.52	**
	After	78.2	16.9		
Internal rotation	Before	49.5	21.3	3.41	**
	After	61.1	16.8		
Muscle strength (kg)					
Flexion	Before	16.45	5.47	3.52	**
	After	22.3	6.65		
Abduction	Before	14.38	4.52	3.21	**
	After	19.23	6.80		
External rotation	Before	14.7	3.39	2.92	**
	After	17.6	3.01		
Internal rotation	Before	16.20	7.60	3.35	**
	After	21.36	6.87		

Significance level = 0.05.

\*\*  $P < 0.01$ .

圖 5、第三篇文獻研究結果：肩關節活動度 ROM 和肌力



## 高性能航太渦輪引擎熱段葉片用耐熱 單晶超合金之開發、製造及測試



郭振明

義守大學 機械與自動化工程學系

### 摘要

本文介紹燃氣渦輪引擎的原理及關鍵零組件的材料、製造方法及其高溫性能的測試。義守大學機械與自動化工程學系的精密鑄造實驗室及先進材料實驗室目前具備有合金設計軟體、真空感應熔解單晶鑄造爐及高溫潛變試驗機，可以應用於燃氣渦輪引擎關鍵零組件的開發及性能測試。透過國機國造的契機，由單晶超合金的設計、製造及高溫機械性能的測試，發展出自製軍用戰機渦輪引擎。

**關鍵詞：渦輪引擎、超合金、單晶鑄造、高溫潛變**

### 前言及背景

飛行物體之動力來源，目前以燃氣渦輪引擎為主流，見圖1；其作動原理見圖2：燃料與壓縮空氣混合燃燒產生高溫高壓氣體推動渦輪轉子旋轉，旋轉動力透過軸心帶動前面的壓縮段及風扇段旋轉將進氣端的空氣吸入並推出產生往前的動力。隨著引擎效率的要求，渦輪進氣口的溫度也不斷的提高，相對於材料的要求也越來越嚴苛因而促使了超合金（Superalloys）的誕生及發展，見圖3[1]。超合金在飛行器應用的範圍為民用及軍用飛機燃氣渦輪引擎，亦應用在國防武器如中、長程飛彈之推進系統上。因此超合金材料及製程技術的發展，往往是衡量一個國家國防工業發達與否之重

要指標。目前所使用的超合金絕大部分為鎳基超合金，因其具有相當良好的高溫強度及韌性、耐高溫氧化及應力腐蝕等特性，因此在高溫環境下超合金能承受極嚴酷的機械應力，也具有較好的表面穩定性，所以被廣泛地應用於能源、航空工業及軍事武器推進系統之高溫零組件上。自從被發明以來，一直應用在國防武器、航空、陸、海用燃氣渦輪機上，是製造渦輪機熱段(Hot section)之動葉片(Blade)、導向葉片(Vane)及葉輪(Disk)的理想材料。

先進超合金葉片之熔鑄技術有三種方式：傳統鑄造、單方向凝固鑄造及單晶鑄造（如圖4）。傳統鑄造通常以脫蠟式精密鑄造來實施，其結果為等軸多晶粒形態。由於多晶粒的晶界非常多，在高溫、受力的情況下，晶粒容易沿著晶界滑動、變形造成材料上的破壞。為了有效防止變形機制造成的破壞，在1960年代即提出以單方向凝固鑄造方式或是以單晶鑄造方式來減少晶界產生的面積或是無晶界的形態，減少了晶界滑動的變形機制。由於單方向凝固鑄造及單晶鑄造並非易事，且需滿足航空之認證程序，因此到1980年代才應用到航空用發動

機，1990年代應用到海、陸用大型渦輪發動機。目前軍用戰鬥機及民航機的高壓段葉片均是使用單晶鑄造方式生產，陸用大型渦輪發動機例如日本三菱重工的501K第一級動葉片也正在研發單晶鑄造方式生產。

單晶鎳基超合金的合金設計及開發自1980年代開始至今已歷經六代，其成份列於表1。早期合金設計以try and error方式進行，所花費時間及經費非常龐大。但因相關實驗資料庫的建立及軟體的應用，目前可以先利用相平衡軟體Thermo-Calc或是材料性質計算軟體JMatPro事先進行運算，挑選出適當成份再去進行實際熔鍊、分析及高溫機械性能測試，縮短開發時間及節省研發經費。

對超合金來說，高溫機械性質的要求非常嚴格尤其是應用在航空發動機之零組件，各種材質皆要求高溫拉伸測試及其伸長率，高溫潛變試驗及其裂斷，高周期及低周期疲勞實驗、熱疲勞實驗、熱應力疲勞實驗等。上述高溫機械性質與合金設計、製造過程及熱處理等因素有相當緊密的關係。由於多晶的渦輪葉片材料之晶界滑移機制非常不利，也是渦輪葉片受外力影響容易造成破壞主因，所以應

用方向性凝固鑄造技術製作單方向柱狀晶及單晶之超合金材料，可以有效提升晶界耐滑移擴散機制，同時機械性質有大幅提昇[2]（如圖5所示），也是目前超合金材料之研究重點。

## 本系現有設備

在精密鑄造方面，有了單方向凝固鑄造的技術，可以很快的就能進入單晶的鑄造技術；兩者的主要差別在於選晶器的使用，見圖6；其他的鑄造設備完全一樣，見圖7。此種製程稱為 Bridgeman Type：鎔融的金屬液傾倒入陶模中，陶模仍處於高溫環境中但下方放置於冷卻銅盤上因此產生固液介面，冷卻銅盤以定速往下拉伸造成溫度梯度形成方向晶，透過選晶器的作用最後僅有一個晶粒存活產生單晶試棒或葉片。上述過程均在高真空的環境下完成。筆者在2011/8-2014/7獲得國科會提升私校研發能量專案整合計畫「高性能航太渦輪引擎用耐熱合金之開發」，三年總經費共712萬元(另加學校配合款178萬元)，成立精密鎔鑄實驗室購置合金設計軟體JMatPro及 Thermo-Calc，真空感應熔解單晶鑄造爐見圖8及真空電弧熔煉爐。此真空感應熔解單晶鑄造爐目前是台灣學術界

唯一的實驗爐。

渦輪引擎的動葉片在高溫環境下旋轉，由於離心力的關係高溫潛變性質相較於其他高溫性質就重要許多，單晶超合金的遴選此性質的比重就舉足輕重。高溫潛變的測試是將試棒加溫至固定溫度，然後以槓桿方式施以固定應力，在固定溫度及固定應力環境下量測其應變量及最後破斷時間。筆者在2004/5-2005/4獲得國科會整合計畫「南部科學園區路竹基地專案計畫」296萬元(另加學校配合款100萬元)，成立先進材料實驗室並添購高溫潛變試驗機見圖9，其中主機的加溫爐標定溫度可達1200°C是目前台灣最高溫的潛變試驗機。

## 結語

筆者在1992年美國史丹福大學取得博士學位後任職於日本三菱重工業株式會社高砂研究所材料強度實驗室兩年，工作內容與單方向超合金相關因此進入此領域。最近15年來很幸運的獲得科技部及學校的支持，在機動系先後建立先進材料實驗室及精密鎔鑄實驗室。十幾年來都是默默地耕耘，一直到2016年開始國機國造政策的施行，相關的研究與設備終於能應

用於關鍵零組件的開發。

台灣在1980年代為發展軍用戰機渦輪引擎與美國加雷特渦輪引擎公司合作，共同投資設立國際渦輪引擎公司來研發和生產IDF戰機的TFE-1042型渦輪扇噴射發動機，見圖10。TFE-1042型發動機的設計推力受了美國政府的限制，其最大推力(使用後燃加力器時)是8,350磅，因此IDF戰機裝置了兩具TFE-1042發動機。TFE-1042發動機的推力不足主要原因是熱段葉片並未使用單晶耐熱超合金而是使用多晶超合金加上空冷葉片設計，因此推力無法向上提升。三十幾年來漢翔航空工業股份有限公司岡山發動機事業處(原空軍航空工業發展中心岡山介壽二廠，1980年代併入中山科學研究院航空研究所，2000年代轉至經濟部所屬國營事業公司，2010年代轉為民營企業)有多晶超合金葉片的量產能量，但並無單方向凝固及單晶葉片的製造能力。因國外引擎公司的需求及國機國造的契機，目前漢翔航空工業股份有限公司岡山發動機事業處鑄造組與本實驗室合作，利用本實驗室自有之真空熔解感應爐開發單晶葉片的製作。透過國機國造的契機，由單晶超合金的設計、製造及高溫機械性能的測

試，發展出自製軍用戰機渦輪引擎。

## 參考文獻

- [1]R. C. Reed (2006), *The Superalloys: Fundamentals and Applications*, Cambridge University Press.
- [2]B. H. Kear and B. J. Pearcey (1967), Tensile and creep properties of single crystals of the nickel-base superalloy Mar-M200, *Trans. Metall. Soc. AIME*, vol. 239, pp. 1209-1218.

表 1、Nominal compositions of single crystal Ni-base superalloys (in wt.%)

Element	Cr	Co	Mo	W	Ta	Re	Ru	Nb	Al	Ti	Hf	Ni	$\rho$
First Generation Single Crystal													
PWA1480	10	5.0	-	4.0	12	-	-	-	5.0	1.5	-	Bal.	8.70
René N4	9.0	8.0	2.0	6.0	4.0	-	-	0.5	3.7	4.2	-	Bal.	8.56
SRR 99	8.0	5.0	-	10	3.0	-	-	-	5.5	2.2	-	Bal.	8.56
CMSX-2	8.0	5.0	0.6	8.0	6.0	-	-	-	5.6	1.0	-	Bal.	8.56
DD3	9.5	5.0	4.0	5.5	-	-	-	-	5.8	2.0	-	Bal.	8.20
Second Generation Single Crystal													
PWA1484	5.0	10	2.0	6.0	9.0	3.0	-	-	5.6	-	0.1	Bal.	8.95
René N5	7.0	7.5	1.5	5.0	7.0	3.0	-	-	6.2	-	0.15	Bal.	8.63
CMSX-4	6.5	9.0	0.6	6.0	6.5	3.0	-	-	5.6	1.0	0.1	Bal.	8.70
DD6	4.3	9.0	2.0	8.0	7.5	2.0	-	0.5	5.6	-	0.1	Bal.	8.78
Third Generation Single Crystal													
René N6	4.2	12.5	1.4	6.0	7.2	5.4	-	-	5.75	-	0.15	Bal.	8.98
CMSX-10	2.0	3.0	0.4	5.0	8.0	6.0	-	0.1	5.7	0.2	0.03	Bal.	9.05
CMSX-4 Plus	3.5	10	0.6	6.0	8.0	4.8	-	-	5.7	0.85	0.1	Bal.	8.927
TMS-75	3.0	12	2.0	6.0	6.0	5.0	-	-	6.0	-	0.1	Bal.	8.89
DD9	3.5	7.0	2.0	6.5	7.5	4.5	-	0.5	5.6	-	0.1	Bal.	8.96
Fourth Generation Single Crystal													
EPM-102	2.0	16.5	2.0	6.0	8.3	6.0	3.0	-	5.6	-	0.15	Bal.	9.20
TMS-138	3.2	5.8	2.9	5.9	5.6	5.0	2.0	-	5.8	-	0.1	Bal.	8.95
TMS-138A	3.2	5.8	2.9	5.6	5.6	5.8	3.6	-	5.7	-	0.1	Bal.	9.01
Fifth Generation Single Crystal													
TMS-162	3.0	5.8	3.9	5.8	5.6	4.9	6.0	-	5.8	-	0.1	Bal.	9.04
TMS-173	3.0	5.6	2.8	5.6	5.6	6.9	5.0	-	5.6	-	0.1	Bal.	9.11
TMS-196	4.6	5.6	2.4	5	5.6	6.4	5	-	5.6	-	0.1	Bal.	9.01
Sixth Generation Single Crystal													
TMS-238	4.6	6.5	1.1	4.0	7.6	6.4	5.0	-	5.9	-	0.1	Bal.	9.12

Density  $\rho$ : g/cm<sup>3</sup>



(a)

(b)

(c)

圖 1、燃氣渦輪引擎應用在各式飛行物體：(a) 民航機，(b) 軍用戰鬥機，(c) 飛彈

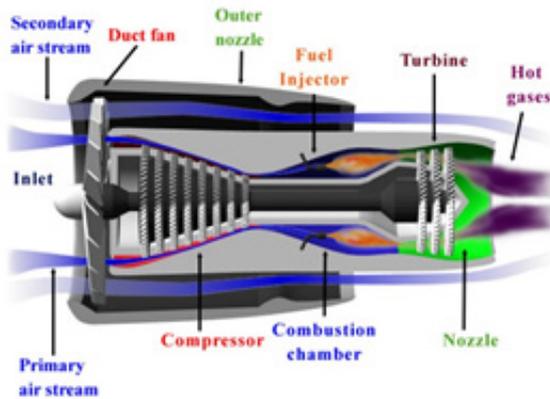


圖 2、民航機用發動機

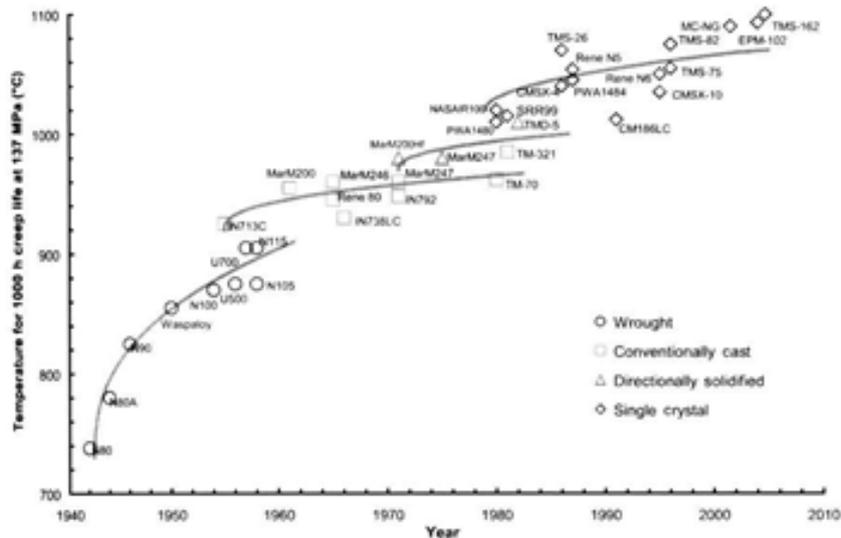


圖 3、超合金自 1940 年代出現以來的高溫性能發展<sup>[1]</sup>

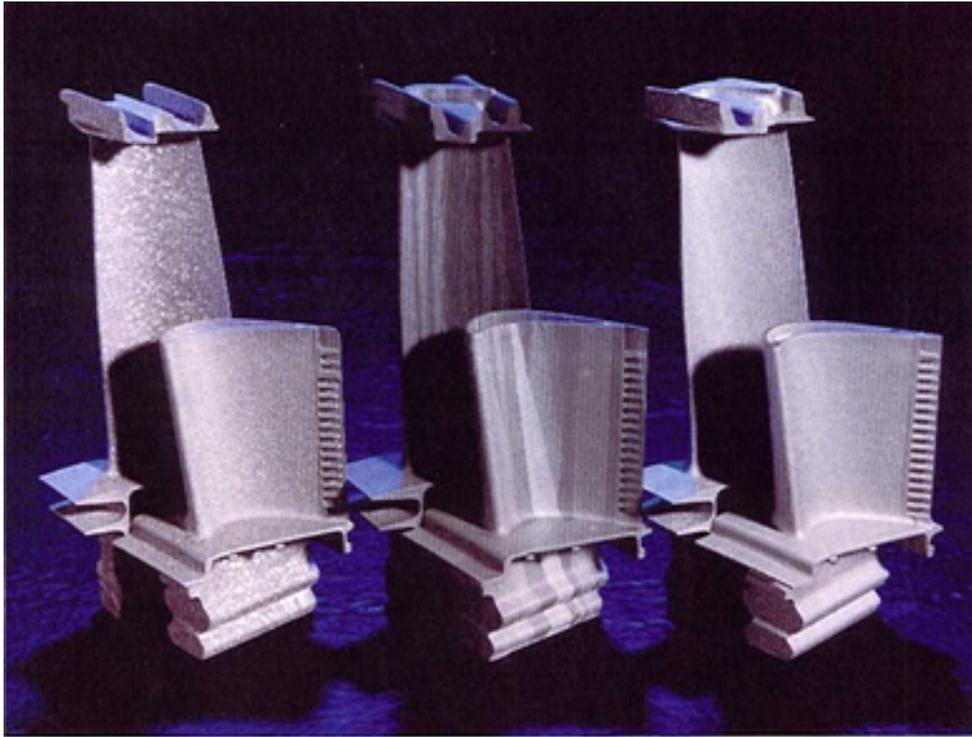


圖 4、超合金葉片 (由左至右：傳統式、單方向凝固及單晶鑄造)

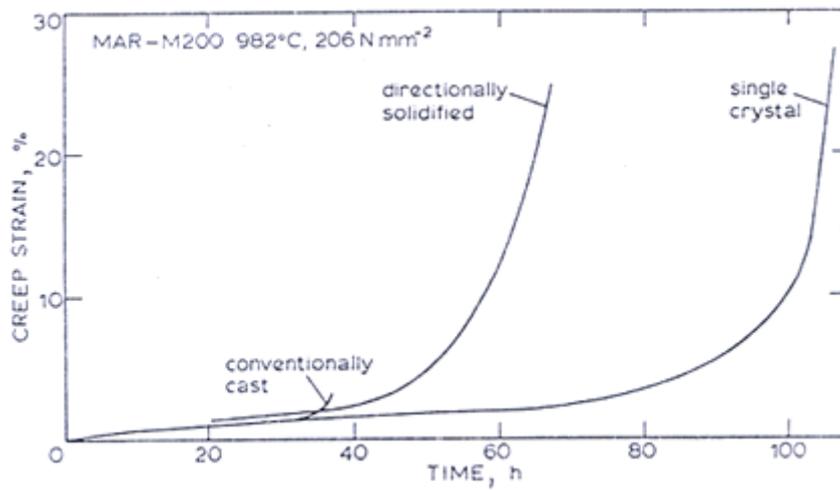


圖 5、Mar-M200 經傳統鑄造、單方向凝固及單晶鑄造後的潛變曲線的比較<sup>[2]</sup>

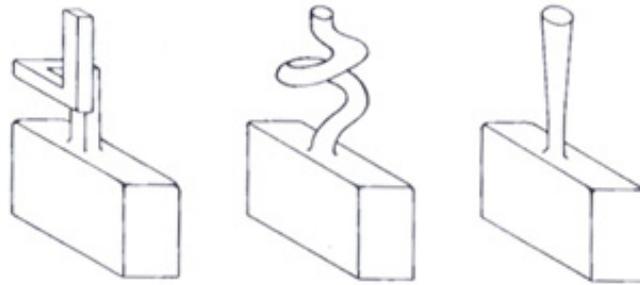


圖 6、生產單晶精密鑄件的選晶器各種設計<sup>[1]</sup>

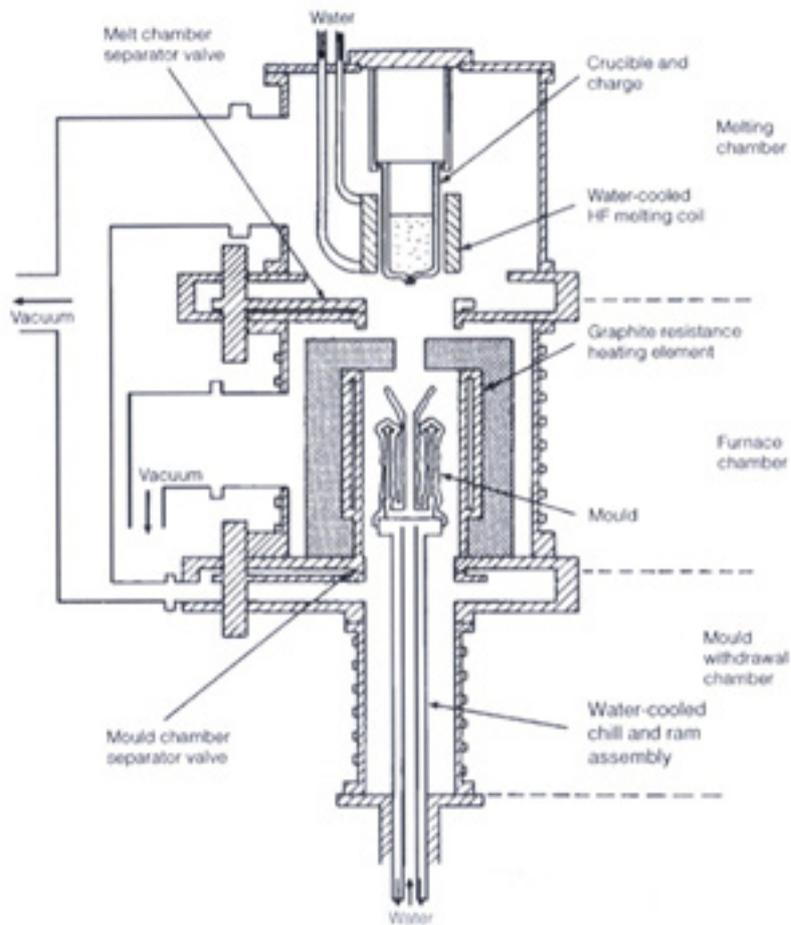


圖 7、英國勞斯萊斯公司用於生產單方向凝固及單晶渦輪葉片的真空精密鑄造爐示意圖<sup>[1]</sup>



圖 8、機動系精密鎢鑄實驗室真空感應熔解單晶鑄造爐



(a)



(b)

圖 9、機動系先進材料實驗室潛變試驗機 (a) 主機，加溫爐標定溫度 1200°C；(b) 副機，加溫爐標定溫度 1100°C



圖 10、國造 IDF 戰機及其 TFE-1042 型渦輪扇噴射發動機



## 有效條件數的研究

### Study of Effective Condition Number



黃宏財

義守大學 財務與計算數學系

#### 摘要

關於數值方法的穩定性分析是一個重要的課題，因為不穩定的數值方法在實際應用上是無法使用的。對解線性代數方程 $Ax=b$ ，傳統的穩定性分析是使用條件數來估計數值解的相對誤差。本文中，我們推導新的有效條件數公式並使用來估計數值方法的穩定性。傳統的條件數是針對任意問題(即對任意 $b$ )的最壞條件數，而有效條件數較能估計實際問題(即給定 $b$ )的穩定性。本文主要簡介我們出版的研究專書『偏微分方程數值解的有效條件數』[1]。

**關鍵字：**條件數，有效條件數，穩定性分析，偏微分方程

#### 前言

在研究偏微分方程數值解的誤差分析與穩定性分析中，我們發現誤差收斂階高的數值方法其病態數(ill-condition number)相對很大，也就是不穩定。為了解釋『病態數很大，但是計算結果卻很好』的矛盾問題。我們發現下列有效條件數(effective condition number)公式較能估計線性代數方程 $Ax=b$ ，對於給定的問題(即給定 $b$ )的真正條件數，

$$\text{Cond\_eff} = \frac{\|b\|}{\lambda_{\min} \|x\|} = \frac{\|b\|}{\lambda_{\min} \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{\beta_i^2}{\lambda_i^2}}} \quad (1)$$

這裡的 $\lambda_{\max}=\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_n = \lambda_{\min}$ 是 $A$ 的特徵值(eigenvalues)其相對的特徵函數(eigenfunctions)為 $u_i$ ， $i=1,2,\dots,n$ ，

$b = \sum_{i=1}^n \beta_i u_i$ 。這有效條件數(1)有別

於傳統的條件數(condition number)， $\text{Cond} = \lambda_{\max} / \lambda_{\min}$ 。傳統的條件數是針對任意問題(即對任意 $b$ )的最壞條件數，可見於數值分析與矩陣分析的書中[2,3]。假如給定的問題剛好滿足 $\beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_n = 0$ ，即 $b = \beta_1 u_1$ ( $b$ 與 $u_1$ 平行，在很多偏微分方程問題上很少發生)，則 $\text{Cond}_{\text{eff}} = \text{Cond}$ ；否則 $\text{Cond}_{\text{eff}} < \text{Cond}$ ，甚至於 $\text{Cond}_{\text{eff}} \ll \text{Cond}$ 。因此有效條件數比較能估計實際問題的病態數，也解釋了『病態數很大，但是計算結果卻很好』的矛盾問題。有效條件數的概念第一次被提出於1981年Rice的書中[4]，書中稱為natural condition number；而後有兩篇相關論文發表[5,6]。穩定性分析在數值計算的研究中與誤差分析一樣重要；所以能夠找到簡單的公式來估計數值方法與求解問題的實際條件數是件有意義的研究。因此，我們投入相關的研究，將有效條件數應用於我們近幾年研究的偏微分方程數值解的誤差分析與穩定性分析，並推導出下列兩個更簡單的有效條件數公式來量化數值方法與求解問題的穩定性

$$\text{Cond}_E = \frac{\|b\|}{\sqrt{\frac{\|b\|^2 - \beta_n^2}{\text{Cond}^2} + \beta_n^2}} \quad (2)$$

$$\text{Cond}_{EE} = \frac{\|b\|}{|\beta_n|} \quad (\text{當}\beta_n \neq 0) \quad (3)$$

相關研究成果已出版於專書[1]。

## 有效條件數的定義

接下來，我們介紹有效條件數公式的推導，考慮來自數值偏微分方程離散結果的線性代數方程組與其擾動方程組

$$Ax = b \quad (4)$$

$$(A + \Delta A)(x + \Delta x) = b + \Delta b \quad (5)$$

這裡的已知矩陣 $A \in R^{n \times n}$ ，未知向量 $x \in R^n$ ，已知向量 $b \in R^n$ ，而 $\Delta A \in R^{n \times n}$ 與 $\Delta b \in R^n$ 分別為 $A$ 與 $b$ 的擾動， $\Delta x \in R^n$ 為 $x$ 的誤差。假設 $A$ 是對稱正定矩陣有特徵值： $\lambda_{\max} = \lambda_1 \geq \dots \geq \lambda_n = \lambda_{\min} > 0$ 。首先，為了方便推導我們僅先考慮 $b$ 的擾動，也就是 $\Delta A = 0$

$$A(x + \Delta x) = b + \Delta b \quad (6)$$

由方程式(4)與(6)，我們有 $A\Delta x = \Delta b \Rightarrow \Delta x = A^{-1}\Delta b$ ，且

$$\|\Delta x\| \leq \|A^{-1}\| \|\Delta b\| = \frac{\|\Delta b\|}{\lambda_{\min}} \quad (7)$$

這裡的 $\|\cdot\|$ 是2-範數。在方程式(7)的兩邊同除以 $\|x\|$ ，得到相對誤差的上界

$$\frac{\|\Delta x\|}{\|x\|} \leq \frac{\|\Delta b\|}{\lambda_{\min} \|x\|} = \text{Cond}_{\text{eff}} \times \frac{\|\Delta b\|}{\|b\|} \quad (8)$$

這裡的有效條件數被定義如下：

$$\text{Cond}_{\text{eff}} = \frac{\|b\|}{\lambda_{\min} \|x\|} \quad (9)$$

另外由方程式(4)，我們有  $\|b\| = \|Ax\| \leq \|A\| \|x\| = \lambda_{max} \|x\|$ ，

推得

$$\|x\| \geq \frac{\|b\|}{\lambda_{max}} \quad (10)$$

再由(7)與(10)，我們推得另一個相對誤差的上界

$$\begin{aligned} \frac{\|\Delta x\|}{\|x\|} &\leq \frac{\|\Delta b\|}{\lambda_{min}} \times \frac{\lambda_{max}}{\|b\|} \\ &= \text{Cond} \times \frac{\|\Delta b\|}{\|b\|} \end{aligned} \quad (11)$$

這傳統的條件數被定義如下：(見 [1,2,7])

$$\text{Cond} = \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} \quad (12)$$

由方程式(10)，我們得知  $\lambda_{max} \geq \frac{\|b\|}{\|x\|}$ ，因此

$$\text{Cond}_{\text{eff}} = \frac{\|b\|}{\lambda_{min} \|x\|} \leq \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \text{Cond} \quad (13)$$

可見有效條件數小於等於傳統的條件數。而在很多數值偏微分方程問題上，有效條件數甚至遠小於傳統的條件數， $\text{Cond}_{\text{eff}} \ll \text{Cond}$ 。從方程式(8)與(11)  $\text{Cond}_{\text{eff}}$ 與 $\text{Cond}$ 兩者皆為解的相對誤差與擾動相對誤差的放大倍數。因此，有效條件數比傳統的條件數更能估計數值的穩定性。

## 2-1 近似有效條件數

假如方程式(4)的真解 $x$ 與計算解

$\tilde{x} = x + \Delta x$  皆為已知，我們能計算出準確的條件數

$$\text{Cond}_{\text{true}} = \frac{\|\Delta x\|}{\|x\|} \times \frac{\|b\|}{\|\Delta b\|}, \quad x \neq 0, \Delta b \neq 0 \quad (14)$$

然而，在實際數值計算上，我們可能不知道準確解 $x$ ，假設其相對誤差滿足

$$\frac{\|\Delta x\|}{\|x\|} \leq \delta, \quad \delta > 0 \quad (15)$$

由計算解與(15)，我們有

$$\|\tilde{x}\| = \|x + \Delta x\| \leq \|x\| + \|\Delta x\| \leq \|x\| (1 + \delta)$$

推得

$$\|x\| \geq \frac{\|\tilde{x}\|}{1 + \delta} \quad (16)$$

$$\text{Cond}_{\text{eff}} = \frac{\|b\|}{\lambda_{min} \|x\|} \leq \frac{(1 + \delta) \|b\|}{\lambda_{min} \|\tilde{x}\|} \quad (17)$$

因此，我們得到有效條件數(9)的上界

$$\text{Cond}_{\text{eff}} \leq \frac{\|b\|}{\lambda_{min} \|\tilde{x}\|} \quad (18)$$

由方程式(17)的右端項，我們定義近似有效條件數

當 $\delta \approx 0$ ， $\text{Cond}_{\text{eff}} \approx \text{Cond}_{\text{eff}}^{\sim}$ ，且

當 $\delta \leq 1$ ， $\text{Cond}_{\text{eff}} \leq 2\text{Cond}_{\text{eff}}^{\sim}$ 。當

準確解 $x$ 未知時，我們可以使用近似

有效條件數(18)來評估穩定性。計

算 $\text{Cond}_{\text{eff}}^{\sim}$ 是容易的，因為我們只

需要最小特徵值 $\lambda_{min}$ ， $b$ 與計算解 $\tilde{x}$ 。

## 2-2 簡化的有效條件數

接著，我們推導一些簡化的有效條件數公式。方程式(4)中，矩陣  $A \in R^{n \times n}$  的特徵值  $\lambda_i$  與相對應的特徵函數  $u_i$  滿足  $Au_i = \lambda_i u_i$ ， $i = 1, 2, \dots, n$ ，這裡的  $\{u_i\}$  是完備的，因此向量  $b$  與  $\Delta b$  能被展開成

$$b = \sum_{i=1}^n \beta_i u_i, \quad \Delta b = \sum_{i=1}^n \alpha_i u_i, \quad (19)$$

$$\beta_i = u_i^T b, \quad \alpha_i = u_i^T \Delta b$$

由方程式(19)，我們有

$$\|b\| = \sqrt{\sum_{i=1}^n \beta_i^2}, \quad \|\Delta b\| = \sqrt{\sum_{i=1}^n \alpha_i^2} \quad (20)$$

因為  $A$  的反矩陣  $A^{-1}$  存在，由方程式(4)與(19)，推得

$$x = A^{-1}b = \sum_{i=1}^n \beta_i A^{-1}u_i = \sum_{i=1}^n \frac{\beta_i}{\lambda_i} u_i, \quad (21)$$

$$\|x\| = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{\beta_i^2}{\lambda_i^2}} \quad (21)$$

由方程式(21)，有效條件數(9)能被表示如下：

$$\text{Cond}_{\text{eff}} = \frac{\|b\|}{\lambda_{\min} \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{\beta_i^2}{\lambda_i^2}}} \quad (22)$$

因為

$$\sum_{i=1}^n \frac{\beta_i^2}{\lambda_i^2} = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\beta_i^2}{\lambda_i^2} + \frac{\beta_n^2}{\lambda_n^2} \geq \frac{1}{\lambda_1^2} \sum_{i=1}^{n-1} \beta_i^2 + \frac{\beta_n^2}{\lambda_n^2}$$

$$= \frac{\|b\| - \beta_n^2}{\lambda_1^2} + \frac{\beta_n^2}{\lambda_n^2} \quad (23)$$

由方程式(22)與(23)，我們定義簡化的有效條件數(2)

$$\text{Cond}_E = \frac{\|b\|}{\lambda_{\min} \sqrt{\frac{\|b\| - \beta_n^2}{\lambda_1^2} + \frac{\beta_n^2}{\lambda_n^2}}}$$

$$= \frac{\|b\|}{\sqrt{\frac{\|b\|^2 - \beta_n^2}{\text{Cond}^2} + \beta_n^2}} \quad (24)$$

當  $\beta_n \neq 0$ ，我們捨去方程式(24)右端項中的  $\frac{\|b\|^2 - \beta_n^2}{\text{Cond}^2}$ ，定義最簡的有效條件數(3)。觀察(22)，(23)與(3)，我們有  $\text{Cond}_{\text{eff}} \leq \text{Cond}_E \leq \text{Cond}_{EE}$ 。注意當  $\beta_n \approx 0$ ， $\text{Cond}_{EE}$  可能會大於  $\text{Cond}$ ，此時  $\text{Cond}_{EE}$  應該被忽略。因為計算  $\beta_n = u_n^T b$ ，僅需要特徵函數  $u_n$ ， $\text{Cond}_E$  與  $\text{Cond}_{EE}$  較容易被計算。

最後我們考慮擾動方程式(5)。我們能證明下列定理：(見[9])

**定理I**：考慮方程式(4)與(5)，假設  $\mu = \|A^{-1}\| \|\Delta A\| = \|\Delta A\|/\lambda_n < 1$ ，則

$$\frac{\|\Delta x\|}{\|x\|} \leq \frac{1}{1-\mu} \left\{ \text{Cond} \times \frac{\|\Delta A\|}{\|A\|} + \text{Cond\_eff} \times \frac{\|\Delta b\|}{\|b\|} \right\} \quad (25)$$

**證明：**令  $\tilde{x} = x + \Delta x$ ，則方程式(5)

可表示成  $(A + \Delta A)\tilde{x} = b + \Delta b$ ，這裡的  $\Delta b$  來自數值偏微分方程的離散誤差與捨入誤差， $\Delta A$  來自解方法(如：高斯消去法或QR分解)的誤差與捨入誤差。解的殘餘

$$r = b - A\tilde{x} = \Delta A \cdot x + \Delta A \cdot \Delta x - \Delta b$$

且

$$\|r\| \leq \|\Delta A\| \|x\| + \|\Delta A\| \|\Delta x\| + \|\Delta b\|$$

我們得到相對誤差的上界

$$\begin{aligned} \frac{\|\Delta x\|}{\|x\|} &\leq \text{Cond\_eff} \times \frac{\|r\|}{\|b\|} \\ &\leq \frac{\|b\|}{\lambda_n \|x\|} \left\{ \frac{\|\Delta A\| \|x\|}{\|b\|} + \frac{\|\Delta A\| \|\Delta x\|}{\|b\|} + \frac{\|\Delta b\|}{\|b\|} \right\} \\ &= \frac{\|\Delta A\|}{\lambda_n} + \frac{\|\Delta A\|}{\lambda_n} \times \frac{\|\Delta x\|}{\|x\|} \\ &+ \text{Cond\_eff} \times \frac{\|\Delta b\|}{\|b\|} \end{aligned}$$

因此，我們推得

$$\begin{aligned} \frac{\|\Delta x\|}{\|x\|} &\leq \frac{1}{1 - \frac{\|\Delta A\|}{\lambda_n}} \left\{ \frac{\|\Delta A\|}{\lambda_n} + \text{Cond\_eff} \right. \\ &\times \left. \frac{\|\Delta b\|}{\|b\|} \right\} = \frac{1}{1-\mu} \left\{ \text{Cond} \times \frac{\|\Delta A\|}{\|A\|} + \right. \\ &\left. \text{Cond\_eff} \times \frac{\|\Delta b\|}{\|b\|} \right\} \end{aligned}$$

這裡我們使用  $\mu = \frac{\|\Delta A\|}{\lambda_n} = \text{Cond} \times \frac{\|\Delta A\|}{\|A\|}$ ，並完成定理I的證明。■

在定理I，當  $\Delta A=0$ ，則  $\mu=0$ ，方程式(25)推得(8)。基於(25)，我們有兩個新的結論：

(I) 在專書[1]中理論分析結果，使用高斯消去法或QR分解去解線性系統  $Ax=b$ ，等號右邊的  $b$  對解誤差的影響微乎其微，即

$$\text{Cond\_eff} \times \frac{\|\Delta b\|}{\|b\|} \ll \text{Cond} \times \frac{\|\Delta A\|}{\|A\|},$$

有效條件數在此不起作用。數值結果被說明在[8]。

(II) 在數值偏微分方程問題， $\Delta b$  不僅來自於捨入誤差也來自於數值方法的離散誤差。因為離散誤差是主要的，如(a)有限差分法與有限元素法： $O(h^p)$ ， $h < 1$ ， $p \geq 1$ 。(b) Trefftz法： $O(L^{-p})$ ， $L > 1$ ， $p \geq 1$ 。一般而言，

$$\text{Cond\_eff} \times \frac{\|\Delta b\|}{\|b\|} \gg \text{Cond} \times \frac{\|\Delta A\|}{\|A\|}.$$

因此，關於穩定性分析有效條件數對於數值偏微分方程是重要的。

## 結論

有效條件數的概念於1981年被Rice提出後(見[4])，僅有少數相關論文被發表[5,6,8]，其原因是當時只有被使用在直接解線性代數系統的穩定性分析。事實上，有效條件數真正起作用是在數值偏微分方程，而不是線性代數系統(見[9])。在工程計算中，當使用雙精度且條件數 $\text{Cond} > O(10^{16})$ ，其數值解應該是無效的且被捨棄。此時如果有效條件數 $\text{Cond}_{\text{eff}}$ 不是大的，則這個數值解是可信任的，因為來自擾動產生的實際誤差結果仍然是小的。在我們的研究專書中[1]，對有效條件數有做詳細的推導與理論分析，並應用於數值方法(有限元素法，有限差分法，Collocation Trefftz法，結合法，基本解法等)去解偏微分方程問題(Poisson問題，Motz問題，重調和方程，積分方程)的穩定性分析。理論分析與數值計算結果完全吻合。

## 參考文獻

- [1]Z.C. Li, H.T. Huang, Y. Wei, and A.H.-D. Cheng (2013), *Effective Condition Number for Numerical Partial Differential Equations*, Science Press, Beijing, China and Second Edition in 2015. Also Alpha Science Int. Ltd, UK, 2014.
- [2]K.E. Atkinson (1989), *An Introduction to Numerical Analysis*, Second Edition, Wiley, New York.
- [3]G.H. Golub and C.F. van Loan (1996), *Matrix Computations*, Third Edition, Johns Hopkins, Baltimore, MD, London.
- [4]J.R. Rice (1981), *Matrix Computations and Mathematical Software*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- [5]F.C. Chan and D.E. Foulser (1988), Effectively well-conditioned linear systems, *SIAM J. Stat. Comput.*, vol. 9, pp. 963-969.
- [6]S. Christiansen and P.C. Hansen (1994), The effective condition number applied to error analysis of certain boundary collocation methods, *J. of Computational and Applied*

*Mathematics*, vol. 54, pp.15-36.

[7]J.H. Wilkinson (1965), *The Algebraic Eigenvalue Problem*, Oxford, Clarendon Press.

[8]J.M. Banoczi, M. Chiu, G.E. Cho, and C.F. Ipsen (1998), The lack of influence of right-hand side on accuracy of linear system solution, *SIAM J. Sci. Comput.*, vol. 20, pp. 203-227.

[9]Z.C. Li and H.T. Huang (2008), Effective condition number for numerical partial differential equations, *Numer. Linear Algebra Appl.*, vol. 15, pp. 575-594.



## 西頓序列所建構之高斯整數序列



李崇道<sup>1</sup>、郭庭翔<sup>2</sup>、吳品翰<sup>3</sup>

義守大學 通訊工程學系 教授<sup>1</sup>

義守大學 通訊工程學系<sup>2, 3</sup>

### 摘要

一個由複數所組成的序列，當實部與虛部皆為整數時，稱為高斯整數序列。因為有很多的應用在無線通訊上，所以具有自相關性函數的高斯整數序列受到非常多的關注。本文提出三種高斯整數序列的建構方法，前兩種方法建構的是完美高斯整數序列，而後者是不完美的序列。實驗結果顯示，兩個不同的高斯整數，在所提出的序列中的比例是顯然地大於以前已知的序列。此外，也描述了完美和非完美高斯整數序列之間的差異。

**關鍵詞：自相關性、完美高斯整數序列、西頓序列**

科技部計畫編號：MOST106-2221-E-214-005

### 前言

高斯整數序列是一個複數序列，當複數的實部與虛部皆為整數時，稱為高斯整數。具有自相關性函數的高斯整數序列被廣泛地運用在無線通訊，例如，序列可以應用於正交分頻多工(OFDM)系統中用於降低峰均功率比(PAPR)的低複雜度選擇映射方案，可參考文獻[1]。為了改善預編碼OFDM系統中的計算複雜度，可以將序列建構為新的變換矩陣，可參考文獻[2]。在梳狀碼分多址(CDMA)系統中用作頻域梳狀碼的序列是實現最佳誤碼率的實用方法，可參考文獻[3]。從序列產生的頻域擴頻碼可以避免多載波CDMA系統的嚴重多址干擾，可參考文獻[4]。

$S = \{s(t)\}_{t=0}^{P-1}$  表示一個長度為  $P$  之複數序列，其中  $s(t) = u(t) + v(t)j$ ，又  $v(t)$  和  $u(t)$  為整數， $j = \sqrt{-1}$ 。

當  $\tau = 0$  時，

$$R_s(\tau) = \sum_{t=0}^{P-1} s(t)\overline{s(t+\tau)} \quad (1)$$

的值不為零；當  $1 \leq \tau \leq P-1$  時  $R_s(\tau)$  為零，滿足此條件則稱為完美高斯整數序列，其中  $\bar{s}$  表示  $s$  的共軛複數。

近年來，高斯整數序列有許多不同長度的建構方法已被廣泛研究，可參考文獻[5]-[13]。使用擁有四種元素  $1, -1, i, -i$  的兩組基本序列線性組合產生了偶數長度的完美高斯整數序列，可參考文獻[5]。在參考文獻[6]內研究在有限域上經過分圓陪集建構了質數長度的完美高斯整數序列。後來，孿生質數長度的完美高斯整數序列也被建構出來，可參考文獻[7]。在參考文獻[8]內採用複雜的變換與交錯的兩種方法推導出偶數長度的完美高斯整數序列。在文獻[9]中，非抽樣技術為一種新提出的技術，用於建構合成長度的完美高斯整數序列。文獻[10]提出幾種常用的方法，例如：零填充、卷積以及高斯和，產生了許多具有任意長度的序列。最近，奇數週期的完美高斯整數序列可以透過具有平衡性

質的二進制序列的軌跡來建構，詳見參考文獻[11]和[12]。在參考文獻[13]中，透過在擴展域中將較短的序列進行多項式計算能獲得長的完美高斯整數序列。

在本文中，透過西頓序列呈現並建構出三種高斯整數序列，每個序列分別由兩個不同的複數所組成的。前兩種是具有理想自相關性函數的完美高斯整數序列；後者則是接近理想自相關性函數的不完美序列。模擬結果顯示，本文建構的新序列，在兩個不同的高斯整數數量的比值大於文獻[14]所建構的序列。最後，還說明了所開發的完美與非完美高斯整數序列。

本文的結構如下：第二節提供西頓序列的數學原理，並且提出三種高斯整數序列，加以論證，第三節說明了不同序列間的比較結果，第四節總結本文。

## 實驗原理與方法

### 2.1 西頓序列

設  $q$  為質數次方，而  $P = q^2 + q + 1$  為奇數，一個西頓序列為

$S_P = \{a(t) \mid t = 0, 1, \dots, q\}$  屬於整數序列，有  $q + 1$  個整數，且滿足於  $(a(i) + a(j)) \pmod{P}$  為不同的， $i \leq$



西頓序列  $S_{21} = \{0, 2, 7, 8, 11\}$ ，代入公式 (3)，可由定理一得到完美高斯整數序列

$$S = (-10 - 2j, 5 + j, 10 - 2j, 5 + j, 5 + j, 5 + j, -10 - 2j, -10 - 2j, 5 + j, 5 + j, -10 - 2j, 5 + j, 5 + j) \circ \quad (6)$$

## 定理二

設  $q = u^2 + w^2$ ， $q$  為質數且  $q \not\equiv 3 \pmod{4}$ ，而  $u, w$  皆為正整數、 $u \leq w$ 。 $S_p$  是一個長度為  $P = q^2 + q + 1$  的西頓序列，假設兩個高斯整數  $G_0 = -j$ 、 $G_1 = u + (q + w)j$ ，長度為  $P$  的完美高斯整數序列  $S = \{s(t)\}_{t=0}^{P-1}$  可以由下面公式建構出

$$s(t) = \begin{cases} -j, & \text{for } t \notin S_p \\ u + (q + w)j, & \text{for } t \in S_p \end{cases} \quad (7)$$

證明：

類似定理一的證明，當  $1 \leq \tau \leq P$  時，

$$\begin{aligned} R_s(\tau) &= (q^2 - q) \times (-j) \times (j) \\ &\quad + 1 \times (u + (q + w)j) \\ &\quad \times (u - (q + w)j) \\ &\quad + q \times (-j) \times (u - (q + w)j) \\ &\quad + q \times (u + (q + w)j) \times (j) \\ &= 0 \end{aligned} \quad (8)$$

且

$$\begin{aligned} R_s(0) &= q^2 \times (-j) \times (j) \\ &\quad + (q + 1) \times (u + (q + w)j) \\ &\quad \times (u - (q + w)j) \\ &\neq 0 \end{aligned} \quad (9)$$

到此證明完成。

例2

假設  $q=4=0^2+2^2$  且  $P=4^2+4+1=21$ 、兩個高斯整數  $G_0=-j$ 、 $G_1=6j$  和一個西頓序列  $S_{21}=\{0,2,7,8,11\}$ ，可由定理二得到一個長度為21的完美高斯整數序列

$$\begin{aligned} S &= (6j, -j, 6j, -j, -j - j, -j, 6j, 6j, \\ &\quad -j, -j, 6j, -j, -j, -j, \\ &\quad -j, -j, -j, -j, -j, -j) \circ \end{aligned} \quad (10)$$

## 定理三

假設  $q \equiv 3 \pmod{4}$  且  $q$  為質數次方， $S_p$  為一個長度為  $P = q^2 + q + 1$  的西頓序列，假設兩個高斯整數  $G_0 = 0$ 、 $G_1 = j$ ，長度為  $P$  的高斯整數序列  $S = \{s(t)\}_{t=0}^{P-1}$  可以由下面公式建構出

$$s(t) = \begin{cases} 0, & \text{for } t \notin S_p \\ j, & \text{for } t \in S_p \end{cases} \quad (11)$$

證明：

將  $S$  序列代入自相關性函數公式得到

$$\begin{aligned} R_s(0) &= q^2 \times 0 \times 0 + (q + 1) \times \\ &\quad (j) \times (-j) = q + 1 \end{aligned} \quad (12)$$

且

$$R_s(\tau) = (q^2 - q) \times 0 \times 0 + 1 \times (j) \times (-j) + q \times 0 \times (-j) + q \times (j) \times 0 = 1 \neq 0 \quad (13)$$

在  $1 \leq \tau < P$  時，結果  $S$  是不完美高斯整數序列。

例3

假設  $q=3$  且  $P=3^2+3+1=13$ 、兩個高斯整數  $G_0=0$ 、 $G_1=j$  和一個西頓序列  $S_{13}=\{0,1,4,6\}$ ，可由定理三得到高斯整數序列

$$S = (j, j, 0, 0, j, 0, j, 0, 0, 0, 0, 0, 0), \quad (14)$$

其自相關值為  $\{R_s(\tau)\}_{\tau=0}^{12} = \{4, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1\}$ 。

## 結果與討論

前一節所介紹的序列都是由兩個高斯整數所組成的，假設  $|G_i|$  是  $S$  序列中的複數  $G_i$  的數量。圖1顯示此篇文章中的  $|G_0|$  跟  $|G_1|$  的比例跟參考文獻[14]做比較，觀察到的結果發現，在參考文獻[14]中兩者的數量幾乎相同，比率接近為1；然而，此篇所提出之序列比例隨著長度變大而增加。

圖2描述本文提出的三種高斯整數序列的自相關值。顯然的，對於任何非零的  $\tau$ ，在定理三中  $R_s(\tau)=1$  大於定理

一、二中的  $R_s(\tau)=0$ 。雖然，長度為13的序列為不完美的，但其自相關值卻平行於那些長度為21的完美序列。

## 結論

本文提出了三種可由西頓序列構造的高斯整數序列。這些序列由兩個高斯整數組成。這項工作已經證明，所提出的高斯整數序列是近乎完美的序列。文獻[14,15]及本文提出的序列之間的主要差異是兩個高斯整數的數量比。

## 致謝

本文為科技部電信學門計畫編號 MOST 106-2221-E-214-005 之相關成果。本文英文版已發表於國際研討會 IMECS2018。

## 參考文獻

[1] C. P. Li, S. H. Wang, and C. L. Wang (2010), Novel low-complexity SLM schemes for PAPR reduction in OFDM systems, *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 58, pp. 2916-2921.

[2] S. H. Wang, K. C. Lee, C. P. Li, and H. J. Su (2015), A novel low-complexity

- precoded OFDM system with reduced PAPR, *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 63, pp. 1366-1376.
- [3] S. H. Wang and C. P. Li (2015), Novel comb spectrum CDMA system using perfect Gaussian integer sequences, *Proc. IEEE GLOBECOM*, pp.1-6.
- [4] S. H. Wang and C. P. Li (2016), Novel MC-CDMA system using Fourier duals of sparse perfect Gaussian integer sequences, *Proc. IEEE International Conference on Communications*, pp. 1-6.
- [5] W. W. Hu, S. H. Wang, and C. P. Li (2012), Gaussian integer sequences with ideal periodic autocorrelation functions, *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 60, pp. 6074-6079.
- [6] Y. Yang, X. Tang, and Z. Zhou (2012), Perfect Gaussian integer sequences of odd prime length, *IEEE Signal Processing Letters*, vol. 19, pp. 615-618.
- [7] X. Ma, Q. Wen, J. Zhang, and H. Zuo (2013), New perfect Gaussian integer sequences of period  $pq$ , *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications & Computer Sciences*, VE96-A, pp. 2290-2293.
- [8] X. Peng and C. Xu (2014), New constructions of perfect Gaussian integer sequences of even length, *IEEE Communications Letters*, vol. 18, pp. 1547-1550.
- [9] H. H. Chang, C. P. Li, C. D. Lee, S. H. Wang, and T. C. Wu (2015), Perfect Gaussian integer sequences of arbitrary composite length, *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 61, pp. 4107-4115.
- [10] S. C. Pei and K. W. Chang (2015), Perfect Gaussian integer sequences of arbitrary length, *IEEE Signal Processing Letters*, vol. 22, pp. 1040-1044.
- [11] C. D. Lee, Y. P. Huang, Y. Chang, and H. H. Chang (2015), Perfect Gaussian integer sequences of odd period  $2^{m-1}$ , *IEEE Signal Processing Letters*, vol. 22, pp. 881-885.
- [12] C. D. Lee, C. P. Li, H. H. Chang, and S. H. Wang (2016), Further results on degree-2 perfect Gaussian integer sequences, *IET Communications*, vol.



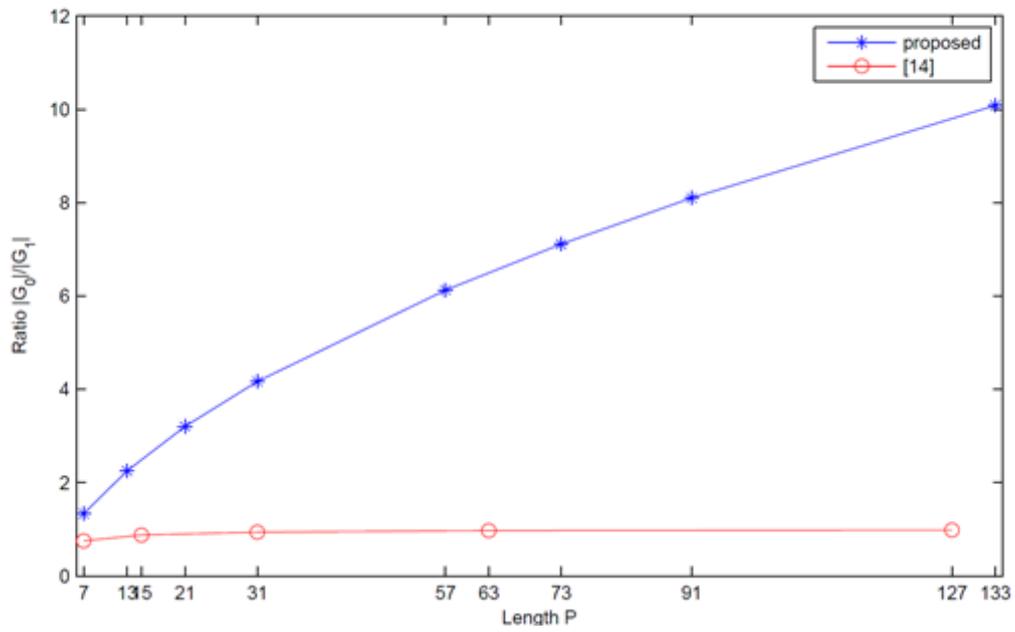


圖 1、 $|G_0|$  與  $|G_1|$  數量的比例

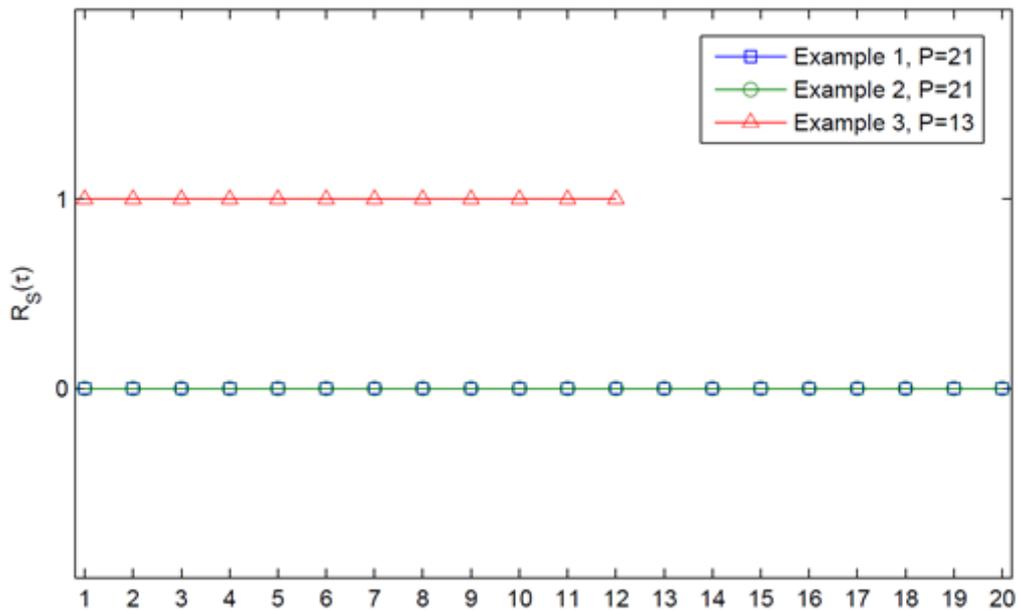


圖 2、自相關值的比較





## 義大醫院、義守大學近期活動

### 義大醫院

院內員工針扎事件職業傷害之預防與處置

主講人：義大醫院感染管制科趙雪嵐技術組長

日期：107年7月7日(六)

地點：義大癌治療醫院六樓會議廳

高齡醫學及長期照護發展—臺北榮總經驗分享

主講人：臺北榮民總醫院黃信彰副院長

日期：107年7月21日(六)

地點：義大癌治療醫院六樓會議廳

## 認知衰弱:看待認知問題的一個新方向

主講人：高雄榮民總醫院高齡醫學科梁志光主任

日期：107年8月2日(四)

地點：義大癌治療醫院六樓會議廳

## 外科預防性抗生素的使用

主講人：義大醫院感管實驗科賴重旭主任

日期：107年8月4日(六)

地點：義大癌治療醫院六樓會議廳

## 醫師多次躺上手術枱後感受醫療品質及病人滿意度

主講人：台南市立醫院吳明和名譽院長

日期：107年8月23日(四)

地點：義大癌治療醫院六樓會議廳

## 疥瘡的診斷治療及感染管制措施

主講人：義大醫院內科部鍾幸君副部長

日期：107年9月15日(六)

地點：義大癌治療醫院六樓會議廳

## 個人防護具穿脫流程（含洗手）演練與評核

主講人：義大醫院感染管制科葉秋燕技術主任

日期：107年10月6日(六)

地點：義大癌治療醫院六樓會議廳

## 臨床抗生素使用原則

主講人：義大醫院感染管制科葉秋燕技術主任

日期：107年11月3日(六)

地點：義大癌治療醫院六樓會議廳

## 臨床及院內感染分離菌種抗生素感受性分析

主講人：義大醫院感管實驗科賴重旭主任

日期：107年11月22日(四)

地點：義大癌治療醫院六樓會議廳



## 義守大學

### 玩樂義夏

主題： 義守大學107年高中生暑假體驗課程

日期： 107年7月4日(三)

地點： 義守大學科技大樓3919室

### 2018傳播與媒體生態學術研討會

主題： 2018傳播與媒體生態學術研討會

日期： 107年11月2日(五)

地點： 義守大學國際學院4樓



## 科技部消息

### \* 公開徵求臺灣-捷克(MOST-TACR) 2019-2021國際合作鏈結法人(DELTA)計畫

- 一、臺方申請人應符合下列資格條件：
  - (一)以刻正執行本部補助研究類計畫（以下簡稱「原計畫」）主持人為限。
  - (二)前項所稱研究類計畫不限一般專題研究計畫，但規劃推動案及產學案除外，並與擬申請國際合作計畫之研究內容相關；於申請時應同時上傳原計畫之申請書合併檔及經費核定清單。
- 二、申請方式：依循本部專題研究計畫之申請程序，於線上系統填列計畫申請書。
- 三、申請日期：即日起至2018年8月7日止（申請機構須於系統彙整送出，並函送本部）
- 四、公告選定結果：2018年12月
- 五、計畫執行期間：自2019年1月1日至2021年12月31日
- 六、本案聯絡人：
  - (一)臺方：

科技部 科教國合司 李蕙瑩研究員  
電話：02-2737-7150 Email: vvlee@most.gov.tw。
  - (二)捷方：

捷克技術署(TACR) Mrs. Eva Bendlová

電話：+420 234 611 637 Email: eva.bendlova@tacr.cz

七、合作計畫英文網址：www.tacr.cz

八、訊息相關網址：https://goo.gl/Ljk4u8

九、計畫申請截止日：107年8月07日(二)

## \* 公告徵求臺灣-波蘭(MOST-NCBR) 2019-2021 【雙邊合作研究計畫】暨【國際合作鏈結法人計畫】

經雙方議定2019-2021年之合作研究計畫分為二類：

一、【國際合作研究計畫】領域包含下列五項：

(一)神經科學Neurosciences。

(二)能源效率Efficiency of Energy (air-conditioning, refrigeration, thermal energy technologies)。

(三)材料科學與工程 Materials science and engineering

(四)農業生物技術及生物觸媒Agricultural Biotechnology and Biocatalysis

(五)資通訊科技 ICT-Information and Communication Technology

二、【國際合作鏈結法人計畫】領域為：人工智慧之應用。

三、申請方式：依循本部專題研究計畫之申請程序，於線上系統填列計畫申請書。

四、申請日期：即日起至2018年7月31日止（申請機構須於

系統彙整送出，並函送本部)

五、公告選定結果：2018年12月

六、計畫執行期間：自2019年1月1日至2021年12月31日聯絡  
資訊

六、本案聯絡人：

(一)臺方：

科技部 科教國合司 李蕙瑩研究員

電話：02-2737-7150

Email: vvlee@most.gov.tw

(二)波方：

波蘭國家研究發展中心(NCBR)

Mr. Konrad Kosecki, Email: konrad.kosecki@ncbr.gov.pl

七、合作計畫英文網址：<https://goo.gl/RBKfNc>

八、訊息相關網址：<https://goo.gl/EboSp5>

九、計畫申請截止日：107年7月31日

**\* 科技部徵求2018-2020年成功參與歐盟Horizon 2020團隊型  
研究計畫方案**

歐盟Horizon 2020 (H2020)計畫自2014年1月1日啟動至2020年12月31日止，為目前全球最大的開放式創新(Open Innovation)科技合作平台。該計畫架構包含三大支柱：1. Excellence in Science; 2. Industrial Leadership; 3. Societal Challenges。H2020啟用新國際合作政策，擴大開放及邀請

第三國(歐盟會員國及有簽署雙邊協議外之國家)參與，並善用開放式創新模式運作，匯聚研發能量以避免資源重複投入。為鼓勵國內研發團隊積極參與歐盟H2020科研架構計畫，提升台灣創新研發能量，擴展國際學術視野，建立國際學術人脈並積極參與大型跨國多邊型研究案，特規劃本案。

一、本案採隨到隨審方式。

二、得於2020年12月31日前循科技部專題研究計畫線上申請方式，由申請人所任職機構造具申請名冊備函送科技部提出申請。本國團隊須於該H2020計畫起始執行一年內向本部提出申請。。

三、訊息相關網址：<https://goo.gl/y1PGsw>

四、計畫申請截止日：109年12月31日

## \*公告徵求 2019-2020 臺德(MOST-DAAD)雙邊合作計畫人員交流PPP計畫

為增進我國年輕學者及研究人員國際學術合作經驗，科技部(原國科會，以下簡稱本部)自1997年起與德國學術交流總署(DAAD)簽署以計畫為基礎之人員交流計畫(Project-Based Personnel Exchange Program, PPP，以下簡稱PPP計畫，德文：Forschungsmobilität - Programme des Projektbezogenen Personenaustauschs)合作備忘錄，以促進雙方因研究計畫所需之人員合作交流。

- 一、計畫申請截止日：即日起至2018年7月2日止。
- 二、核定公告日期：2018年12月間（本部得視實際情況調整公告日期）。
- 三、計畫執行期限：2019年1月1日-2020年12月31日（本部得配合實際核定公告日期調整）。
- 四、訊息相關網址：<https://goo.gl/GijS7E>

\*108年「產學技術聯盟合作計畫」（以下簡稱產學小聯盟）自107年5月1日起受理線上申請，申請機構須於107年8月31日(星期五)前將申請名冊函送本部，逾期不予受理

- 一、申請資格：
  - (一)申請機構(即計畫執行機構)：公私立大專校院及公立研究機關(構)。
  - (二)計畫主持人及共同主持人之資格：比照本部補助專題研究計畫作業要點第三點規定。
- 二、計畫類型：以多年期個別型計畫形式提出。本計畫屬科技部「產學案」計畫之數量管制(quota)範圍，計畫核定後，將列為計畫主持人執行之計畫件數，共同主持人則不計執行件數。
- 三、新申請計畫以及第一期計畫執行將屆滿擬申請第二期計畫者，請計畫主持人線上提出新申請案，其中聯盟會員

家數將列入計畫審查重點。

四、本案相關徵求訊息已公布於本部網站最新消息，申請手冊請依下列步驟逕行下載：本部首頁/產學及園區業務司/產學合作/產學小聯盟/108年計畫徵求資料。

五、訊息相關網址：<https://goo.gl/awtPiL>

六、計畫申請截止日：107年8月31日



## 產學合作消息

### \* 經濟部技術處「鼓勵中小企業開發新技術計畫」 (SBIR)

---

- 一、SBIR計畫就是「小型企業創新研發計畫 (Small Business Innovation Research)」，它是經濟部為鼓勵國內中小企業加強創新技術或產品的研發，依據「經濟部促進企業開發產業技術辦法」所訂定的計畫，期望能以此協助國內中小企業創新研發，加速提升中小企業之產業競爭力，以迎接面臨之挑戰。
- 二、申請資格：依公司法設立之中小企業。
- 三、受理期間：計畫為政府持續推動與支持之計畫，廠商可隨時提出申請，並無特定的申請截止日期。
- 四、相關連結：<http://www.sbir.org.tw/index>

### \* 行政院勞工委員會職業訓練局「補助大專校院辦理就業學 程實施計畫」

---

- 一、由申請補助單位運用既有制度或課程，結合「業界實務課程與講座」、「職場體驗」及「職涯相關教育」等面向，針對特定職能所設計之整合性課程。各項訓練內容學科數由申請補助單位自行規劃，並決定是否計入必修或選修學分。

二、申請資格：台灣地區依中華民國大學法設立之公私立大學。

三、受理期間：依網站公告為主。

四、相關聯結：<https://goo.gl/ED8Lru>

## \* 產業升級創新平台計畫

一、經濟部工業局原推動之「標竿新產品創新研發輔導計畫」（含主導性新產品計畫、創新應用服務計畫），自104年起調整為「產業升級創新平台輔導計畫」，以「推高質」、「補關鍵」、「展系統」以及「育新興」等四大策略，「產業高值計畫」、「創新優化計畫」、「新興育成計畫」、「主題式研發計畫」、「研發貸款計畫」5大計畫，透過研發補助方式，鼓勵企業投入研發創新活動，開發具市場競爭力之產品或服務，提升自主研發能量技術，期以提升我國產業附加價值、產業結構優化，並鏈結國際市場。

二、申請資格：由單一企業或多家企業聯合提出申請；或可由企業與學術機構或法人機構共同提出申請（各計畫規範不同，詳情請參閱各計畫說明）。

三、受理期間：「產業高值計畫」、「創新優化計畫」、「新興育成計畫」計畫為政府持續推動與支持之計畫，廠商可隨時提出申請，並無特定的申請截止日期；其餘

兩項依計畫辦公室公告為主。

四、相關聯結：<https://tiip.itnet.org.tw/>

## \*經濟部技術處「A+企業創新研發淬鍊計畫」相關計畫

- 一、為引導業者投入具潛力的前瞻產業技術開發，並鼓勵進行跨領域整合，以完備我國產業生態發展，經濟部技術處以「A+企業創新研發淬鍊計畫」名稱銜接原「業界開發產業技術計畫」，期望引導產業投入更具價值的高階先進技術開發，並鼓勵垂直領域及跨領域整合，協助補足產業缺口，發展完整產業生態體系，使產業創新成果發揮更大效益。
- 二、申請資格：依公司法設立之本公司或從事與創新服務研究發展活動相關具稅籍登記之事務所及醫療法人、財務健全、其專業團隊具從事提供知識之創造、流通或加值之工作經驗且有實績者，均可提出計畫申請。
- 三、受理期間：計畫為政府持續推動與支持之計畫，廠商可隨時提出申請，並無特定的申請截止日期。
- 四、相關聯結：<http://aiip.tdp.org.tw>

## \*經濟部工業局「協助傳統產業技術開發計畫」(CITD)

- 一、為落實照顧傳統產業政策，經濟部工業局度積極透過「協助傳統產業技術開發計畫」，將近投入新台幣4億元，協助並鼓勵傳統產業進行新產品開發、產品設計及聯合開發，預計將嘉惠290家以上傳統產業業者，提升其競爭力。
- 二、申請資格：須為民間傳統產業業者(詳細資格條件請參閱網站)。
- 三、受理期間：每年兩次，約為12月-隔年1月、4月-5月(依網站公告為主)。
- 四、相關連結：<https://goo.gl/63hKg>

## \*科技部「補助產學合作研究計畫」

- 一、整併原有的大產學、小產學及數位產學相關補助要點，並建構產業需求導向之產學合作模式，以整合運用研發資源，發揮大學及研究機構之研發力量，以期能透過產學的團隊合作與相互回饋的機制，提升國內科技研發的競爭力。分為「先導型」、「應用型」及「開發型」計畫。
- 二、申請資格：  
申請機構(以下稱計畫執行機構)：係指公私立大專校院、公立研究機構及經本會認可之財團法人學術研究機

構。

合作企業：係指依我國相關法律設立之獨資事業、合夥事業及公司，或以營利為目的，依照外國法律組織登記，並經中華民國政府認許，在中華民國境內營業之公司，並以全程參與本會產學合作研究計畫為原則。

### 三、受理期間：

（依網站公告為主）

先導型產學合作計畫，申請日期約為每年2月。

應用型產學合作計畫，申請日期約為每年2月及7月。

開發型產學合作計畫，申請日期約為每年2月、7月及10月。

### 四、相關聯結：<https://goo.gl/y90fXc>





## 義守大學 研究發展處

84001 高雄市大樹區學城路一段1號

電話：07-657-7711

傳真：07-657-7471

Mail : research@isu.edu.tw

**發行人：** 陳振遠 校長

**總編輯：** 林麗娟 副校長

陳立軒 研發長

**編輯部：** 張慧柔組長、莊苑仙組長、

許世宏先生

## 義大醫院 醫學研究部醫學教育部

82445 高雄市燕巢區角宿里義大路1號

電話：07-615-0011

傳真：07-615-5352

Mail : ed103308@edah.org.tw

ed100075@edah.org.tw

杜元坤 院長

楊生滿 副院長

沈德村 行政長

陳素婷課長、李雅純小姐、

陳麗芬小姐

