

出國報告 (出國類別：研究)

# 石化產業高值化之產品創新及 商業化發展模式研究

服務機關：經濟部工業局

姓名職稱：郭肇中科長

派赴國家：美國

出國期間：104 年 6 月 27 日至 9 月 28 日

報告日期：104 年 12 月 16 日

## 摘要

本次出國考察，是以美國史丹福大學國際研究中心為基地，來參訪矽谷地區的學界、產業及研究界等相關單位，以及案例研究，來了解自 1970 年以後引領世界創新產業風潮的矽谷的各種研究發展樣態，期能對我國目前推動石化產業高值化政策方向的啟發與協助。矽谷地區很明顯地沒有大型輕裂中心之石化工業，但遍地都是新創公司，努力著要上市，史丹福教授有身兼 2 個以上的公司創始人是很平常的事，教授也被允許有 20% 時間從事自己的工作，學生們畢業容易選擇新創公司，且新創公司愛用先前失敗公司的員工，不像台灣、韓國、德國、日本選擇大而穩當的公司，但在美國也只見矽谷也這樣的風潮，且老的研發型化學公司也持續在這個區域經營著，希望能取得最有天賦的人才，投入公司的下一個新產品的研發；事實上美國的石化工業多數集中在相當於台灣面積 50 倍大的德州，近年當地頁岩氣的開發，各項礦產資源的豐富及廠區百公里內仍是荒野等相關利基條件也讓當地石化業發展得天獨厚，預計台塑正在興建中的德州廠新設乙烷裂解場於 2017 量產後，乙烯產能將超過台灣母廠。

已被併購但至今仍以該公司名為銷售品牌的 RayChem，其創始人 Paul Cook 說：公司產品開發，究竟是要朝「強化技術深度」，還是「大宗量化」的市場，也一直存在創新型公司對於產品開發銷售的兩難。我國石化業者在過去 20 年大陸對於大宗市場的投資，在面臨大陸紅潮及東南亞興起擠壓空間的下一步公司發展時，加上國內環保浪潮、以及 ECFA、FTA 等貿易自由化的簽訂落後，確實面臨瓶頸點；因此，要如何讓營業額動輒千億台幣的石化公司多一些資源投入研發，至少讓每個公司都往前跨出屬於自己的那一步，不求多，是經濟部目前一直在跟業界周旋的問題，畢竟，若能給一個千公頃以上的「石化專區」，未來 20 年在複製並升級一下所熟悉的大宗市場，公司營業額能 double，股市長紅，就業增加，業者一定開心，就像有個石化前輩講的：「大門不走去鑽小洞」。本來都沒有高值研發產品的公司，想一下如何跨出一步，有個產品開發目標；高值研發型產品源占公司營業額 5%，想一下如何變 10%，等等，相信每個公司都會有不同的方法與步驟，這是經濟部目前正與部分業者一起作戰的方式，重點是回到董事長、CEO 的觀念，因為，對於短期的專業經理人做這件事可能對他增進公司的業績無見效。業者是站在第一線殺敵的，政府部門若能做到心戰喊話，國內業者有些更進一步觀念及做法上的改變，最難，但我認為是這參訪感想的首要工作；史丹福大學與

矽谷業者的關係，看到業者對人才的重視，福利及制度彷彿人才的天堂，新創公司的天堂，這是自然形成的，美國其他地方也沒像這樣的，台灣能學多少；未來與史丹福等美國大學的連結運用，不只是技術，更想要的是觀念，已建議工研院、塑膠中心等技術單位多派員交流學習，更希望業者也是不吝於讓公司的人才到這邊交流，史丹福化工系最資深的 Curtis Frank 教授永遠都有從福特汽車、日本 Hitachi, Mitsubishi、及韓國的 Samsung, LG 等研究人員在他實驗室作像我一樣訪問研究員的職務，台灣目前闕如，相信這對公司研發創新必有新想法，創新研發不只是為公司，也是為社會國家，公司既然經重重關卡聘請具天賦的人才來，應朝別處處設限、防賊或罰錢等處罰方式，公司的營運方向是 CEO 的責任，對下屬則應朝開放、容忍錯誤的方式，否則絕對大大限制企業的創新能力，而且應不只是技術研發人員，本次參訪的 Dropbox 連廚師也很創新，甚至能關心員工煮出員工故鄉菜。本文除介紹了史丹福大學的技轉及工業合作機制，以及洽有機會認識的德州農工大學功能性高分子蘇教授，提供了從下游應用端的需求來往上游推進石化高分子的研發，並列入 ISO 等國際規範；此次也達到參訪相關石化應用技術公司，介紹一些石化之製程及產品的短期高值化作法，別跳太快讓人卻步，例如將泛用塑膠進一步作超臨界發泡、反應押出改質性能、TPV 等，讓業者以較低的風險踏進一步，建立國外技術及業者管道；在客戶應用端，在矽谷這多是半導體電子與醫療生技相關，供料涉及嚴格的驗證，台灣也有類似的上下游，但尚未投入醫療級高分子的認證，但合作關聯性仍待強化，也看到台灣環境的不足，而目前已由塑膠工業技術發展中心籌建高分子醫材大樓中，希望完成後能降低成本並簡化業者投入醫材相關的高分子國內驗證及跨國驗證問題。

## 目次

一、 目的.....	P.4
二、 過程.....	P.6
三、 心得與建議.....	P.43

# 本文

## 一、 目的

在國光石化中止推動後，隨著也開放輕油裂解廠赴大陸投資，目前台廠正與大陸業者於福建古雷半島進行輕裂中心投資計畫之推動；石化業者孰悉之投資模式，除了在前述地點進行中，台塑集團也在先後於美國德州及路易西安那州取以頁岩氣的優勢進行兩座年產120噸乙烯的乙烷裂解及相關衍生物之投資計畫，以研發高值石化品見長的長春集團則也往上游原料發展赴新加坡裕廊島取得Shell的乙烯等原料投資異丙苯、醋酸乙烯、丙烯醇等中上游石化品之投資，並配合於大陸江蘇投資中下游石化產品，再加上國內石化廠工安事故及103年高雄氣爆事件影響，石化中上游產品的投資多移往海外發展。石化業者最不熟悉的、可能是世界首例新產品或差異化的產品、需研發投入、要以客戶導向的所謂“高值石化產品”，則常遭業者質疑“為何叫石化業者作特化”、“公司內高值化產品占所有產品的利潤率”、“公司內高值化產品都虧錢”、“花這麼多時間及金錢做那一點點量”、“沒有原料怎麼去做高值化”。對於這些原本較像是壟斷的石化業者(國內有兩石化工業體系、各體系內大多是一個產品有一或最多兩家公司或工廠供應)，跑客戶的業務人員也少，可能是下游製品業者等客戶要拜託石化業者賣原料給他們機會還比較大，有些還要寫標書投資才能有機會買，要他們去做把頭轉180度去做“客服”、“研發”、“找新下游需求”，“高值化”真的是太大的轉變。

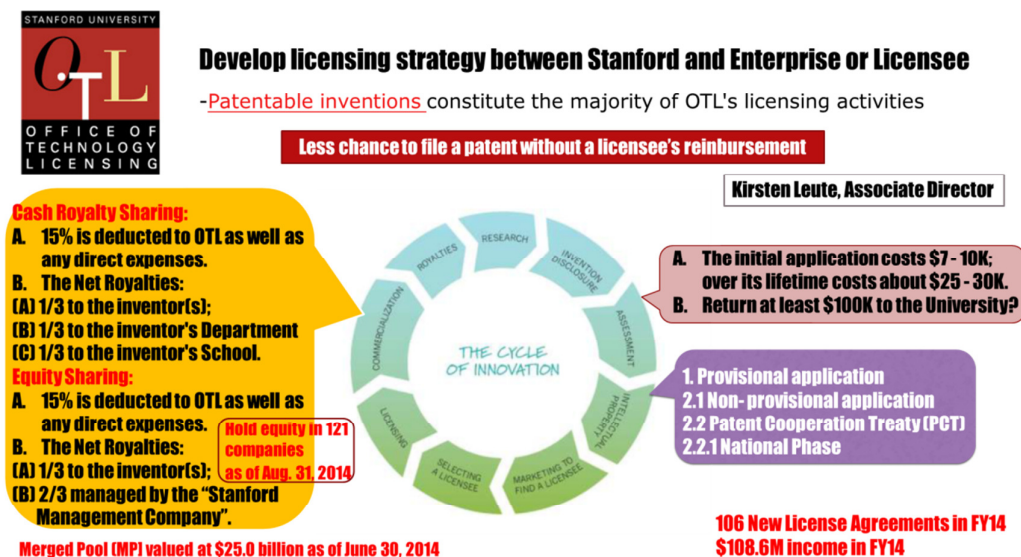
但國內石化業者也不見得像有人說一點創新研發都沒有，例如曾聽台大化工系的學長前輩們說當時吳澄清教授課時時常提及說台灣C4都沒有利用、燒掉了，產生了後來的吳澄清董事長的台灣石化合成公司從事C4及其衍生物石化品之製造，長春集團從第一項自行開發石化製程及產品PVA，到現在已成為與歐美大廠可抗衡的國際級石化公司，即使是我國最大規模的台塑集團也開發過POM等工程塑膠，以及還一直抱怨了錢的“碳纖”，也是一步一步的走向成長慢、花時間的產品研發這一步。在一項內部統計的資料，以石化公會、塑膠原料公會的會員公司訪查，各公司在所謂“高值化”產品的營業額一般約占全公司產品的5~10%上下，當然也有特別好的業者就不再重述，尤其是面臨目前的中國大陸、新加坡和未來的東南亞新興國家石化業的起飛，還有美國頁岩氣的威脅，再加上國內環保法規與浪潮對石化業的質疑，台灣石化業者在台灣以拚“量”的方式可能會趕不上其他國家的速度，還記得PTA石化技術一但被大陸取得，秋海棠遍地開花產量就超過全世界需求量，國內風光幾時的中美和也只好拆掉高雄廠，其他產業如鋼鐵業聽說大陸庫存賣5年還賣不完，這對於台灣石化業者部分產品仰賴大陸市場超過5成實為一不得不重視警訊。所以留在台灣能做什麼呢？“研

發”一途? 作苦工? 別一直想營業額年年倍增? 本次所研讀的研發型案例公司 Raychem 的創始人 Paul Cook 說: 既然是研發型公司, 就只能作創新的事, 開發的是世界首見得新產品, 要說服客戶只有你一個供應商, 對客戶的了解勢必跟對自己的了解一樣深, 而產品開發一直面臨的兩難: 可以不要看那麼遠嗎? 因為少一些創新成分, 能多一些市場接受度, 多很多的銷售值。持續的研發與專利讓公司處於無競爭者的藍海市場, 也要由自己結束一項產品, 而不是讓別人, 這代表你公司真正掌握技術核心。上面這種研發型公司的講法對某些大型、壟斷型公司公司看來不知可否說是天方夜譚? Raychem 在股市一直要說服分析師把適當的利潤拿去做研發而不要分給投資人才是對的, 研發型公司也要面臨市場的考驗。不過, 有一項我想是普世、尤其是新世代會認同的: 研發不只是為了公司發展, 也會對社會、國家有好處。當一項產品賣了幾十年都不用花腦筋變化一下, 顯示社會也沒有進步, 當然對老闆跟它的子子孫孫很好, 不愁吃穿, 而像這樣的產品產業, 可能很難接受改變與挑戰, 因為會對他不利益, 所以有人說大公司是創新的殺手, 大公司僵化的內部組織, 每個人都不想也不敢出錯, 創新發生機率小, 不過對於外在公司的創新可能影響公司發展發生時, 歐美公司通常選擇“併購”, 當發生在沒那麼先進的環境中也有可能就是“封殺”。

所以, 要如何讓營業額動輒千億台幣的石化公司多一些資源投入研發, 至少讓每個公司都往前跨出屬於自己的那一步, 只要一步就好, 不求多, 不是要整個公司都變成像 Raychem 那樣的研發公司, 畢竟有人會說 Raychem 還不是被併購了。本來都沒有高值研發產品的公司, 想一下如何跨出一步, 有個產品開發目標; 高值研發型產品源占公司營業額 5%, 想一下如何變 10%, 等等, 相信每個公司都會有不同的方法與步驟; 對於在政府經濟部門的我, 能藉這此機會從以研發帶動 1970 年代以後世界科技發展的史丹福、矽谷地區帶回來什麼有用的東西, 以不負這 3 個月公假、機票跟 1200 美金月支費等, 我想, 業者是站在第一線殺敵的, 政府部門若能做到心戰喊話, 國內業者有些更進一步觀念及做法上的改變, 我想是首要; 也能提供一些石化之製程及產品的短期高值化作法, 例如將泛用塑膠進一步作超臨界發泡、反應押出改質性能, 讓業者以較低的風險踏進一步, 建立國外技術及業者管道; 在客戶應用端, 在矽谷這多是半導體電子與醫療生技相關, 供料涉及嚴格的驗證, 台灣也有類似的上下游, 但合作關聯性仍待強化, 也看到台灣環境的不足; 史丹福大學與矽谷業者的關係, 看到業者對人才的重視, 福利及制度彷彿人才的天堂, 新創公司的天堂, 這是自然形成的, 美國其他地方也沒像這樣的, 台灣能學多少; 未來與史丹福等美國大學的連結, 不只是技術, 更想要的是觀念, 已建議工研院、塑膠中心等技術單位多派員交流學習, 更希望業者也是不吝於讓公司的人才到這邊交流, 史丹福化工系 Curtis 教授永遠都有從福特汽車、日本 Hitachi, Mitsubishi、及韓國的 Samsung, LG 等研究人員在他實驗室作像我一樣訪問研究員的職務, 難道這些大公司不會嫌這些教授太學術沒什麼用嗎? 若能從中探索, 相信對公司研發創新及未來發展應有新想法。

## 二、 過程

### (一)與史丹福大學技轉辦公室訪談：Kirsten Leute, Associate Director, Office of Technology Licensing of Stanford University (OTL)



1. 史丹福大學的專利搜尋網址 <http://techfinder.stanford.edu/>；企業或個人並可申請免費聯絡會員，並設定興趣領域，若有相關領域之新專利發表，將主動email，並可上網查詢關心領域之專利，並明載研究人員之聯絡方式。
2. 史丹福大學可與國外企業單位合作，進行專利及技術授權。方法為企業單位先與有興趣的學術單位及教授接觸洽商，較成熟後再經由 OTL 進行法律合約簽訂。
3. 專利及技術授權金之收取有彈性，OTL 收取占授權金 10%以下的費用；該費用比例可能依照個案有所不同，例如最近基因有關的專利授權案例，OTI 僅收取 0.2%之費用。
4. OTL 在 2014 學年度有 106 個新的授權合約，總收入為 1.086 億美元。
5. 史丹福藉由 OTL 將學校發明專利化的方法：

#### (1)背景：

- A. 專利保護是昂貴的。最初的申請費用約美金 7,000 ~10,000，有效專利保護期之費用約 25,000~30,000 美元；且專利申請到核准之時間長達一年以上的時間。

- B. 兩項最大收入的發明 (Cohen-Boyer DNA 複製及 GOOGLE)，由史丹福發明由 OTL 管理，並沒有任何外國專利。
  - C. 許多重大的科學突破，無法通過專利實現商業化。OTL 的專利的決定並不影響本發明的科學價值。
  - D. 如果發明人不同意 OTL 的專利申請決定，在發明人承擔了發明專利和市場的責任下，仍可協助安排其他專利申請及授權方式。
- (2) 如果發明已有公司單位希望授權，可負擔專利申請及維護費用：立即進行專利申請及授權事宜。
- (3) 若尚無可負擔專利申請及維護費用之案件：
- A. 若 OTL 決定該項發明有商業化潛力，則先進行 “Provisional application”，美國專利局雖不進行實質審查，但仍保留一年的權利；OTL 則會利用這一年期間來接觸尋找將該發明商業化的夥伴。
  - B. OTL 如何決定該項發明有商業化潛力(發明特徵)：
    - (A) 是否會學校帶來 10 萬美元以上的報酬。
    - (B) OTL 人員評估強烈建議該發明有市場機會，可專利化及可執行。
    - (C) 有公司及個人表達強烈興趣希望授權該項發明。
    - (D) 公司專家、顧問、創投金主及史丹福教授等其他專家建議。
    - (E) 發明者過去有商業化經驗，對所提發明。
  - C. 過了 Provisional year，OTL 必須決定是否申請專利。
    - (A) 在有公司及個人表達強烈興趣的條件下，才會進行 non-provisional application 之一般發明專利申請，並有申請及審查之相關費用支出。
    - (B) 評估申請 Patent Cooperation Treaty (PCT) 保留該專利在國外之權利。另史丹福大學之專利係以美國市場為主，若要申請 PCT，則必須提出商業上直接佐證。在 PCT 申請後的 18 個月，OTL 必須決定是否申請 “National Phase” (i.e., 在特定國家之專利申請)。由於申請 National Phase 涉及多國專利律師及維護等費用，OTL 將在 PCT 申請起的 2 年內尋找希望授權的公司，以利費用核銷，若無法找到，一般將予放棄 National Phase 的申請。
    - (C) 從開始送件審查的 2 年後，Patent Office 會做出決定 “Office Action”，必須由



發明者必須偕同專利律師回復，這段期間 OTL 會視是否仍有公司及個人希望授權，來決定是否繼續申請。通過審查的案件為少數。

(4)尋找授權公司及談判：專利之申請係建立在有強烈興趣授權公司的基礎上，並伴隨權利金談判，因此，每件授權案均需考量個別情形(例如 startup 公司較無法負擔初期費用，則可協商以公司股權替代或產品上市後再予支付)，由 OTL 訂出策略作為發明者及被授權者之溝通橋梁。一般僅有 20%~25%的發明揭露會成功授權。

(5)權利金分配：

A.現金權利金全數由 OTL 收存。在每年史丹福會計年度結束(8 月 31 日)後，現金權利金分配如下：

(A)15%用於支付 OTL 之營運費用，其他直接費用如專利申請費等亦可報支。

(B)剩餘權利金分配：

a. 1/3 給發明者。

b. 1/3 給發明者的系所。

c. 1/3 給發明者的學院。

B. 股權(equity)權利金全數由 OTL 收存，其分配方式：

(A)15%用於支付 OTL 之管理費用。

(B)剩餘權利金分配：

a. 1/3 給發明者。

b. 2/3 由史丹福管理公司(Stanford Management Company)管理，專款專用於 OTL 研究員基金，以及由 Research and Graduate Policy 的院長管理。另值得一提的是史丹福管理公司負責及投資管理史丹福的全數資產(Merged Pool)，截至 2014 年 6 月的公開資料，總資產已達 250 億美金，近 10 年資產由 100 億成長至 250 億美金，每年成長率 9.9%。

6.有趣的一點是，這個辦公室顯然制定了由論文到申請專利的門檻，並有專業人員負責評估，但在史丹福大學這個擁有為數不少的諾貝爾獎的教授之地，她說針對少部分例子，如何說服得獎的教授不要申請專利是一項艱鉅的工作。

(二) 與史丹福大學工業合約辦公室訪談 **Industrial Contracts Office**: 係處理工業界出資、有形物質及設備之轉移及捐贈等事宜予史丹福大學研究單位之合約簽訂單位：

1. 2014 學年度計完成 170 項新合約簽訂，其中醫學院占 52%，工學院占 32%，地球科學學院占 10%。在有形物質轉移(Material Transfer Agreements (MTAs)) 部份，處理 480 項合約轉入史丹福大學，130 項轉出，另尚處理 54 項人體組織轉出供研究用途。
2. 處理 142 項既有合約之修正，以及無資金合作案、資料分享合約案、設備捐租案(equipment loans)、及未揭露合作合約等。
3. 處理工業聯盟計畫(Industrial Affiliates Programs)之合約簽訂：2013~2014 學年度有 58 個工業聯盟，工業資助研究計畫經費達 2860 萬美元，另有 4 個新聯盟成立。有關各項工業聯盟計畫的摘要介紹如下網址：  
[http://corporate.stanford.edu/affiliate\\_programs.html](http://corporate.stanford.edu/affiliate_programs.html)

(三) 與史丹福大學化工系 Professor Curtis Frank 訪談及研究：

The slide features the title "STANFORD CHEMICAL ENGINEERING" in red. On the left, three horizontal bars represent research areas: "Chemistry of Life" (teal), "Chemistry of Energy" (blue), and "Chemistry of Environment" (purple). The right side contains several images: a laboratory setup with flasks (A, B, C), a schematic of a battery or fuel cell, a circular diagram showing the flow from "Landfill" to "plastics" to "microbiome", and a photograph of Professor Curtis Frank. Below the photo, a red box lists his research stages: "Stage 1: polymer physics", "Stage 2: Polymer micro-structure", and "Stage 3: IPN".

1. Professor Curtis Frank 是目前史丹福化工系最資深的教授，所指導博士生畢業已達 70 幾位，包括工研院國際中心的陳聯泰主任。由於本次研修的重點是石化產業高值化產品創新及商業化發展模式研究，拜訪身於灣區或稱矽谷的化工創新及創業之核心所在有其重要性。Curtis 在史丹福的研究已近 40 年，其研究標的歷經了 3 個階段，從最開始的高分子物理，到第二階段的高分子微結構，到目前階段的 IPN(Interpenetrating Polymer Network) 互穿聚合物網絡，

各階段的研究至今仍有其延續性或為後階段的理論基礎。目前史丹福化工系將全系教授的研究分為三個領域：Chemistry of Energy, Life, and Environment，即化學在能源、生命及環境等方面之領域，而資深的 Curtis 研究範圍也包括了這三個領域，所指導的 Soft Matter 實驗室目前分別投入燃料電池之電解質膜之合成製作，取代化石來源改具碳素循環基礎之生質材料(如 PHAs)之加工性質改善及功能化，以及以 IPN 設計製作人工角膜材料(水凝膠)，和其他生醫元件的製作。

2. 首先與 Curtis 洽談的是矽谷從學界到業界商業化之模式、合作與機制之案例，並包括從政策到國際環境面之討論。Curtis 說大家都對矽谷創新創業的風潮很有興趣，想瞭解是什麼原因造成，也想知道政府是否有政策上之指引；為此，在先前擔任工學院院長期間，曾一起和商學院院長及電機系主任共同主持研討會，探討矽谷風潮的推動力。研討會的結論，除了美國人特別喜愛灣區天氣好的一項因素，能吸引到頂尖好人才到此地居住，另外重要的一點，Curtis 提到了位於灣區中心的史丹福大學、業者及人才間風險分攤(risk taken)的現象，這樣的結果讓研發及創新有了更多、更深的支持空間與時間：

(1) 史丹福大學：

- a. 創新發想的搖籃，良好的學習及生活及休閒空間讓頂尖人才就讀及研究，並能發揮學校中立並堅持利益衝突迴避原則，讓好點子持續發展成形。
- b. 教授皆以開放的角度，歡迎並重視各領域學生的請教及跨領域合作，不藏私，並願意接受公司或研究單位派員訪問，讓學生仍與各國公司人員接觸。
- c. 教授的學術理論研究係為了學生未來到業界服務之訓練，會選擇研究可能商業化之題目，並多能身體力行自行成立公司，惟學校研究與公司成立之間會有一明確時間點之切割，避免利益衝突。

(2) 業者：

- a. 人才是業者最希望從學校獲得的，也是主要管道，業者從與學校的相關互動，包括專利授權、委託研究、捐贈等方式，獲得學校的創新創意，並植入頂尖人才獲取的關係及基礎。
- b. 灣區對頂尖人才的需求是殷切的，所提供的薪資、福利是各家公司各顯神通；也因為身處全球創意最競爭的地區，爆發性及風險性高的 start-up 公司為主流，並深知研究發展才是企業永續生存之道，瞭解研發有階段性、需要時間，且能視失敗為成功之最佳經驗。

- (3) 人才：在史丹福大學所提供開放性研究及學習環境，讓人才住的快樂，也研究的順利，研究較無領域界線，不容易碰壁，再加上業者對學校合作的重視，對人才的禮遇，讓人才能有較大的時間與空間，深入研究，花時間研究，不會為了學位只做學術論文發表，知道若研究做的夠深入，越有商業化之可能性，則不用畢業也能成立或被招募入 start-up 公司。

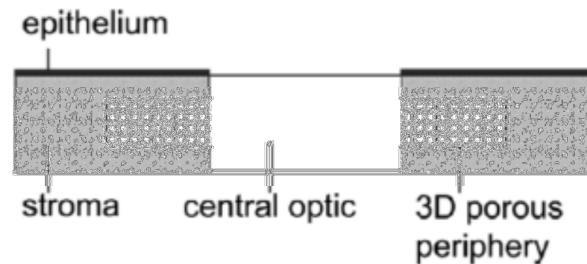
- 簡單的說，就是把學校創新的功能，有效串連到產業化，各方都不用做白工，各方倚賴或合作風險自然也降低，並能發揮各司其職、趨吉避凶的合作綜效。

### 3. 跨領域合作研究是主流且重要的走向：

(1) Curtis 是史丹福大學 Bio-X 的會員，Bio-X 是十多年前由華裔朱棣文教授等人所創，鼓勵校內跨領域/系所合作的研究案，也就是只支持 2 個或以上之跨系所/學院所提出的研究申請補助案(後有專節說明)；簡單的說就是單一學科的研究，往往不比跨領域研究的進展大，解決問題層面廣，既然是跨領域研究，各領域或其中一領域也會提出該領域難以突破的、較實務的問題，期望由聯合研究及他領域提供可能較成熟的解決方法。

(2) Curtis 目前與史丹福醫學院的眼科在眼角膜的製作有了進展，今(2015)年並以 “Interpenetrating polymer network hydrogel scaffolds for artificial cornea periphery.” 發表於 Journal of Materials Science: Materials in Medicine 期刊，經費來自 NIH(國家衛生研究院)及 Singapore Eye Research Institute(新加坡眼科研究所)，係將目前研究重點的 IPN，應用到人工角膜的邊緣，擔任眼角膜植入時能長期與眼部組織良好的接(縫)合工作，需符合長時間、高強度、高含水量且具生醫相容性(biointegrable)。所製備之三維立體 IPN 之研究重點有：

- 以聚乙二醇與聚丙烯酸 2 種聚合物，具高強度，採用 inverted colloidal crystals (ICCs)方式，製作成互穿聚合物網絡(network)的水凝膠支架。
- ICCs 係一種先以粒狀膠體系統為基礎，在膠體粒子間的空間進行聚合物生成，最後再把膠體粒子去除，就形成了三維立體的蜂巢支架，具有製作控制性佳，孔洞及通道尺寸可調控。
- 將製備完成的 IPN 蜂巢支架水凝膠，在表面進行細胞外基質蛋白 (extracellular matrix proteins)之功能化塗佈，就可讓角膜基質細胞(corneal fibroblasts)在此培養成型。



(3) Curtis 提到一個跨領域研究的實際案例，在人工眼角膜的製作上，史丹福醫學院的眼科在經過一些研究後，想以 IPN 材料作為基材，而剛好 Curtis 已經研究 IPN 達十餘年，其中當然有透過教授間的朋友，以及對這項醫材有興趣的業界朋友穿線；而這項研究工作，一開始有一位史丹福醫學院的學生投入了相當的時間，他對這項研究實在太有興趣了，這位學生後來甚至向醫學院辦理休學，加入 Curtis 實驗室，也成為人工眼角膜的主要研究人員，並獲得化工 PhD 學位。獲得化工 PhD 的他，後來又回到醫學院復學，繼續讀完，他現在任職於史丹福大學的醫院，服務教職員工。問題來了，是什麼原因讓他不趕快把醫學院讀完，去當醫生好賺錢，甚至又為了研究拖了幾年讀一個化工 PhD? 可以確定的是它不是為了化工 PhD 好聽去多念一個，因為這對他醫生執照取得似乎無關。但不可否認的是，要不是這位先生橫跨遊走在醫學與化工領域之間，人工眼角膜之研究進展又會如何? 另附帶一提的是，這位有化工 PhD 學位醫生的大學主修是歷史。

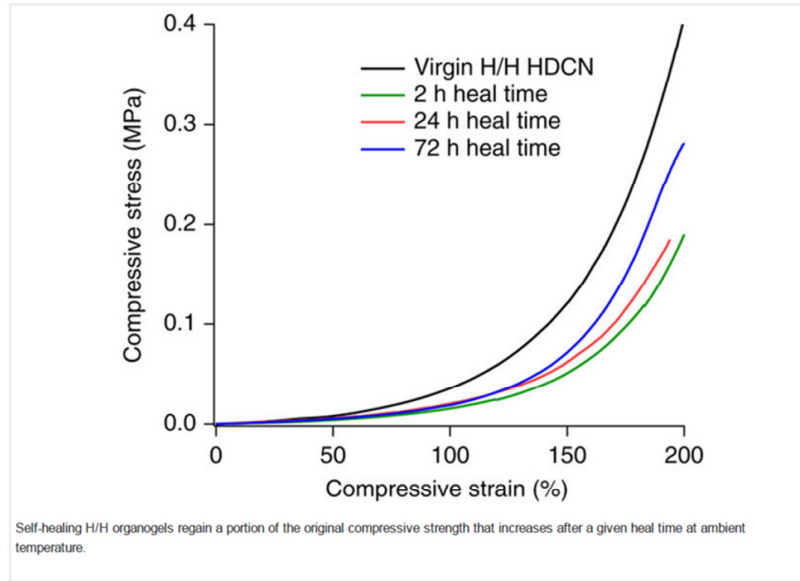
#### 4. 其他高分子的研究：

##### (1) IPN 文章

###### a. 最新一篇 2015 年發表在 NATURE COMMUNICATIONS 的

“Supramolecular motifs in dynamic covalent PEG-hemiaminal organogels” (在動態共價聚乙二醇-半縮醛有機凝膠中的超分子)，超分子的交聯情況與其平衡常數及交聯相對濃度有關，並為溫度之函數、而動態共價材料則是穩定的材料，惟有透過光、氧化還原或溫度改變來觸發其產生可逆的還原行為，兩者結合所形成的 IPN 有機凝膠，在高溫條件下能展現自我修復能力(如下圖)，在低溫條件下則展現出橡膠性質及應變硬化能力，有潛力應用在可印材料、海運及感壓膠等用途。本研究參與者包括位於 San Jose 的 IBM Almaden Research Center。

Figure 7: Mechanical analysis of self-healing behavior in H/H organogels.



- b. 2014 年發表在 ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES 的 “Grafting of Cross-Linked Hydrogel Networks to Titanium Surfaces” (將鈦植入物表面塗布接枝水凝膠)，以 IPN 來降低金屬植入物對身體的血栓及免疫反應，IPN 則以 poly(ethylene glycol)-dimethacrylate (PEG-DMA), poly(2-hydroxyethylmethacrylate) (PHEMA), 或 poly(ethylene glycol)/poly(acrylic acid) (PEG/PAA) 等半互穿網絡之水凝膠為標的。重點是要讓 IPN 能與鈦金屬能保持長時間的鍵結，且植入系統能經得起體內的生理條件。處理方式先採鈦金屬表面噴砂處理，再接著以矽烷的粘合促進劑將 IPN 進行表面化學官能化，這 2 步驟以利 IPN 與鈦金屬之鍵結。研究顯示表面粗糙度與表面化學官能化等 2 項對 IPN 與鈦金屬的附著力是重要的。本案部分經費是來自 Bio-X。



- (2) 近期發泡等微結構形成的高分子加工研究：(在高分子微結構的研究以生質材料為主)

- a. 2014 年發表在 POLYMER ENGINEERING AND SCIENCE “Increasing

Cell Homogeneity of Semicrystalline, Biodegradable Polymer Foams With a Narrow Processing Window via Rapid Quenching” (利用快速退火方式以增加窄加工條件的半結晶性可生分解高分子發泡之泡孔均勻性)，標的 Poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate)，簡稱 PHBV，由 ICI 發明的可生分解、無毒及具生物相容性的熱塑性塑膠，屬結晶度聚合物，可由葡萄及丙酸經由 E. Coli 等細菌發酵生成，由於其非石油來源兼具環境友善及生醫相容特性，有潛力使用於環保概念產品，以及符合生醫及組織工程所需之生醫相容用材料，但有熱穩定低、脆、低機械性質及加工成型等缺點。這篇研究測試 2 種發泡劑(Sodium bicarbonate & azodicarbonamide)進行加工，發現前項可有效降低材料密度(Bulk density)，但卻形成開放式泡孔，降低了發泡材的膨脹率；解決方案係採模頭快速退火的方式，退火形成結晶的時間上必須與泡孔形成相當，讓發泡材能在模頭擠出時之非晶相狀態時形成封閉型泡孔，且具均勻性。這篇研究讓具低熔融強度的 PHBV 之發泡材，選擇發泡劑並採快速退火方式解決難以加工及發泡的問題，以加工條件之物理方法處理值得參考，有別於國內部分研究單位以化學接枝方法來改善熔融強度及發泡加工性。另並建議半結晶性塑膠亦可用此法，惟聚羥基脂肪酸酯 (Polyhydroxyalkanoate, PHA) 或其他窄熱加工條件的高分子，由於高溫易降解、低溫則快速結晶，無法適用此法發泡。

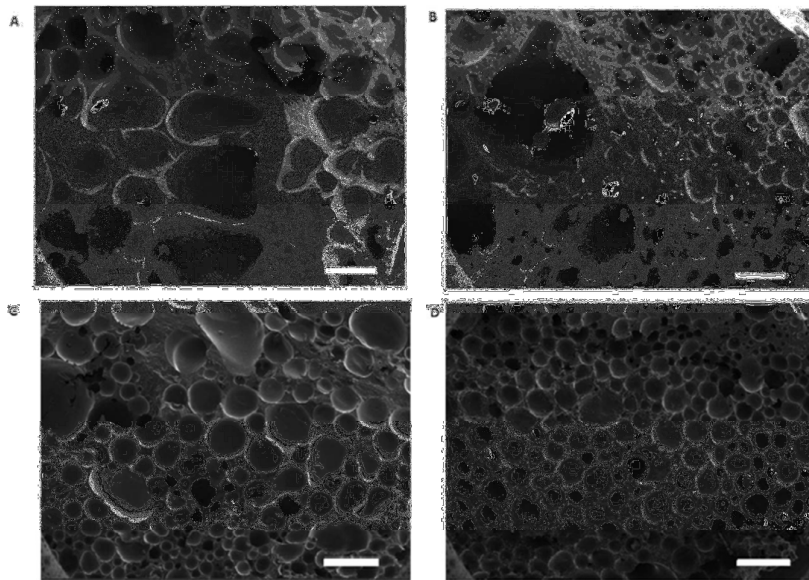
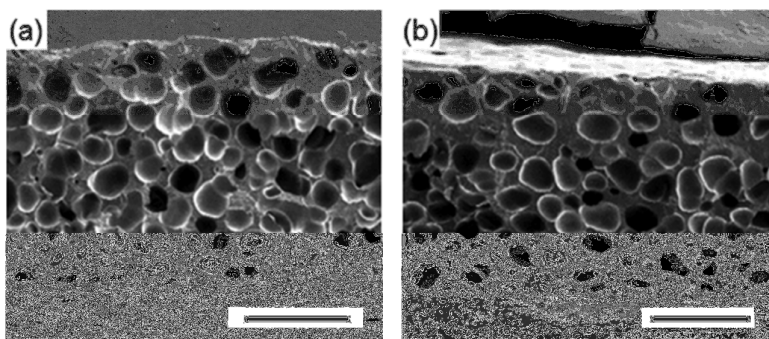


FIG. 10. SEM images of PHBV foams blown with SB from a cylindrical extruder die at (A) 4.8 and (B) 8 mL/g SB in air, as well as, (C) 4.8 mL/g SB, and (D) 8 mL/g SB in water. Scale bar is 500  $\mu$ .

- b. 2014 年發表在 INDUSTRIAL & ENGINEERING CHEMISTRY RESEARCH 的 “Impact of Processing Temperature and Composition on Foaming of Biodegradable Poly(hydroxyalkanoate) Blends” (加工溫度和成

分對生物降解聚(羥基烷酸酯)共混物的發泡影響),以 PHBHHx 為標的,以單螺桿押出測試發泡加工溫度及添加物來研究改善其發泡情形,經研究添加 PHBV 比添加晶核劑較可大幅擴增結晶溫度,這樣可讓高分子結晶固化有充足的時間在冷卻之前完成,以達成發泡孔的最小化。研究顯示擠出加工溫度最高 170 度 C 下只要有 2% 的 PBVH 添加就可以發泡孔密度降低 30%,比 180 度 C 時有更好的發泡特性,原因分析有 170 度 C 時具有較適當之黏度來促成成核及膨脹,並能有較好的混和,以及發泡劑能維持較好的品質。另外,PHBHHx/PHBV 共聚物在研究範圍內除了可完全混和外,並可達 2 倍以上之發泡膨脹,這是單一 PHBV 在相同發泡劑下未達到的,可應用於食品包裝、絕緣及其他減少塑料使用之應用。



**Figure 11.** Two of the foams with the best overall foam quality produced at (a) 98H:2V and T170 and (b) 98H:2V and T180. All foams produced with pellet only and 2 phr AZ. Scale bar is 500  $\mu\text{m}$ .

- (3) 用於氣體分離膜、促動器(actuator)、電池電解液及燃料電池膜等聚合物電解質系統研究:2015 年發表在 PART B-POLYMER PHYSICS 的 “Effects of Aromatic Regularity on the Structure and Conductivity of Polyimide-Poly(ethylene glycol) Materials Doped with Ionic Liquid” (芳香族規律性對聚酰亞胺-聚乙二醇摻雜離子液體材料的結構及電導率影響),經費部分來自美國國防部的 National Defense Science and Engineering Graduate (NDSEG) Fellowship。不同的聚酰亞胺(PI)製造來源如芳族二酐、芳香族二胺及合成溶劑對系統的結構性及導電率都有影響。通過改變溶劑,芳族規律性和預期的剛性可以調諧,影響了 30% 差異的平均電導率。改變芳香族二胺可以影響尺度和芳香族數量的規律性,影響導電性差異達 4 倍。在 80°C 和 70% 相對溼度下,所達到的最高電導率為 83mS/cm。
5. 與史丹福大學化工系 Curtis 的會談,Curtis 同意歡迎我國業者及研究單位派員到他的實驗室擔任參訪學者及研究員,研究主題及經費可進一步洽商,他表示讓從業者來的人員能對學生有相當的影響,他覺得雙方都能獲益;目前也



有福特汽車、日本 Hitachi, Mitsubishi、及韓國的 Samsung, LG 等研究人員陸續派派人參訪他的實驗室。到目前仍持續連繫，洽商讓財團法人研究單位人員、或公司研究人員進行參訪規劃，也進行邀請 Curtis 來台的參訪可能性規劃評估。在矽谷、史丹福才瞭解到對人材的重視及吸引，台灣或許離矽谷的創新創業環境還有段距離，但若能把人送到這個完全開放與世界競爭的地方，建立與矽谷的持續接觸及聯繫，不管是研究人員、甚至是行政、管理人員，相信都會有 mindset 上的改變。

#### (四) 與史丹福大學管理科學與工程系 Professor Edison Tse 訪談:

1. 任職於史丹福大學的 Edison 教授，來自香港，在麻省理工學院電機系獲得博士學位。現兼任史丹福大學亞洲管理科學與工程中心主任，定期培訓亞洲地區(包括中國大陸、香港、台灣)企業家及政府人員建立研究發展的觀念及聯繫。他發展了一套符合中國文化觀念的研發理論，試圖將運用於中國大陸的工業轉型。他目前正進行建立公司核心競爭力以獲得競爭優勢之研究。架構在採集(grabber-holder)動態的動態模型下，他發展描述多種力量能支撐有令人振奮願景的生態系統的形成。在這樣一個框架，他開發了需要轉危機為轉機進入新興市場的企業，或希望進一個成熟市場的後來者之企業動態戰略。最近的興趣是擴大理論分析了網絡經濟、區域技術中心開發的動態競爭，運用動態戰略理論到無線、機場、房地產，並在中國的金融行業。
2. Edison 表示企業經營發展可分兩層次(關於經營者的 mindset)：
  - (1) 做“浪頭”、想新想大:根植於”人”及各區域不同之”環境文化”的需求，著眼世界市場，想著未來可能的產品趨勢及需求，或創造趨勢及需求；必須做好準備(類似創投 startup 階段)，研究發展未來的趨勢及需求。
  - (2) 追隨”浪頭”、量產製造(production)：以接訂單為主，偏屬代工性質，從事“me too”產品製造，有研究發展但層次較低，製造風險性小，對公司產品之下游去處不用瞭解；惟技術領先因素之影響不大，很容易因為市場環境改變，遭遇營運瓶頸，或被取代。
3. 評論台灣業界現象：
  - (1) 有量產製造能力，並具在中國大陸之成功經驗。
  - (2) 不太願意花錢學習新事物，接觸新觀念(中國大陸的政府及企業人員反而願意學習)，可能是囿於先前量產製造之成功經驗。
  - (3)投資研究發展之意願不強。

(4)台灣的農業、農產加工品及食品(鳳梨酥、珍珠奶茶、鼎泰豐等)，卻擁有攻佔世界市場之能力，從本土市場出發，並能隨世界各地文化調整，獲各地人喜愛。台灣工業界應能從觀察台灣的農業食品業獲得一些新想法。

#### 4. 矽谷成功及其趨勢

(1) 想“大”，想“創新”。

(2) 大趨勢上已由以前的“半導體”，變換成“物聯網”。

(3) 以前的半導體產業，現在的 FB, Google, Apple 等，都不是源於矽谷，但都在矽谷發展成為世界級公司，取得世界大市場。

(4) 在矽谷聚集的這些“人”， mindset 較相近，企業經營總是想大想新；史丹福大學當然扮演重要的角色，與業者緊密結合的持續新觀念注入，並能吸引人才；政府部門並沒有太特別的法規，同樣的法規在不同地區，可能執行人員的做法都會不同。

(5) 無法用明確規則或機制描述矽谷的創新及成功。(最終仍歸結於人的 mindset)

#### 5. 台灣可學習韓國：

(1) 韓國國內市場也不大，但三星、LG、現代汽車等公司仍能取得世界市場，可觀察其對世界市場之企圖心，及企業所投入的研究發展資源。

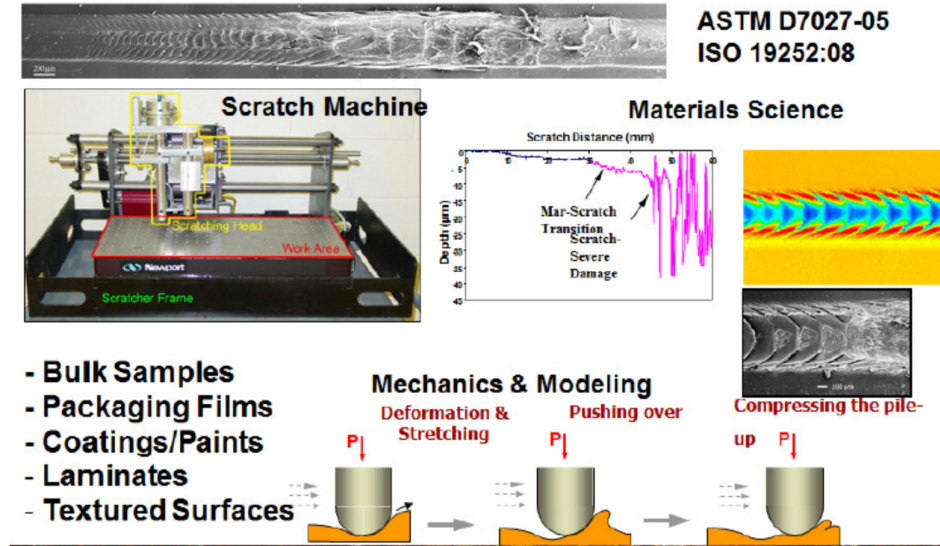
(2) 有人說韓國政府資助大企業，但台灣就無？還是有相關輔導措施。韓國是支持產業，並不針對個別企業，例如三星等公司一開始也發展汽車，一樣獲韓國政府的限制外人投資等保護，但最後也沒成功，只有現代汽車成功。

**(五)與德州農工大學材料系蘇皇宇教授訪談及研究：**本次參訪有機會認識任職於德州農工大學材料系的蘇皇宇教授，兼任該校高分子科技中心主任，來自台灣，1981年畢業於中原大學化工系，後來分別於1985及1987年取得密西根大學材料及機械工程碩士，最後於1988年取得密西根大學高分子科學與工程博士。

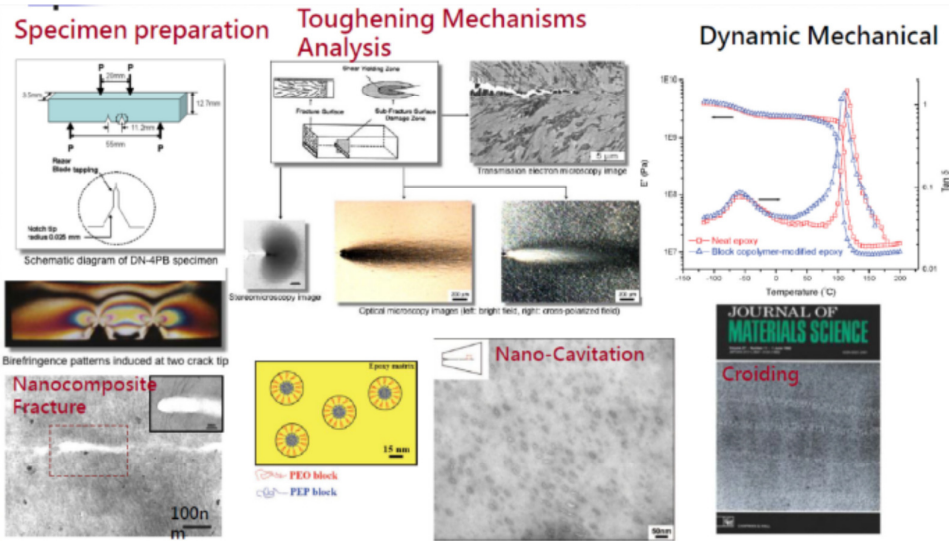
1. 美國大學能多獲企業的捐助及尊敬，除自發於校友的認同及歸屬感，且普遍認為公司捐錢給學校進行人才培育及理論研究之爭議最少，學校教授若不涉入公司經營，在可能沒有對錯的技術研發上之規格訂定，亦能獲公正性及認同。

2. 蘇皇宇教授蘇教授目前專長為功能性高分子、刮擦力學、斷裂力學等，多年來與工業界維持良好關係，獲得國際知名大廠(如 Kaneka Co.、Dow Chemical Co. 及 Exxon Mobil Co.)的研究經費支持。
3. 德州農工大學高分子科技中心亦透過各種聯會(consortium)與工業界進行聯結，此種聯會是由廠商提出需求並給予研究經費，針對特定基礎技術委託學校進行研究，學校教授之重點在基礎理論之研究探討，研究成果由各廠商分享；部分聯會並能包括多家競爭公司在同一聯盟，就未來產品之規格進行討論。目前高分子科技中心已有高分子科技與工業聯會 (Polymer Technology and Industrial Consortium; PTIC)、刮擦行為聯會 (Scratch Behavior Consortium)及先進能源應用功能性高分子聯會 (Advancing Performance Polymers in Energy Applications Consortium; APPEAL)三大聯會，吸引各大石化與特化大廠參與(如 Dow Chem. Co.、BASF Co.、Kaneka Co.、Kraton Co.及 Ciba Co.等)。
4. 蘇教授表示各種應用之根本在於基礎研究，基礎研究做得越扎實，應用的深度亦越深。一味地進行應用研究，僅能增加研究廣度，長期則無法展現研究獨特性與持續性。蘇教授的研究係為刮擦(Scratch)、斷裂行為(Fracture Behavior)、分散(Dispersion)、及薄膜(Thin Film)等 4 項主軸，藉由高分子實際特性表現之觀測及應用，與高分子合成、高分子物理或加工之理論研究，互為因果，同時朝理論及應用研究發展，並對學界理論研究與業界應用推廣商業化有一明確分界之發展模式。
  - (1) 刮擦(Scratch)：是蘇教授最早投入之研究，至今已近 20 年，係將表面受刮擦的情形規格化之研究，並獲業者之同意，並已列入美國材料和試驗協會 ASTM D7027 – 05 “Standard Test Method for Evaluation of Scratch Resistance of Polymeric Coatings and Plastics Using an Instrumented Scratch Machine”(以儀器化刮擦機標台進行聚合物塗料和塑料的抗刮擦性的標準試驗方法)，以及國際標準化組織 ISO 19252:08 之標準規範。此項標準規範與較高端產品之發展指標，例如光電產品之膜材、高級建材或汽車內裝等對刮擦敏感度高或與產品銷售端之客戶要求相關，相關企業研發惟有建立此一刮擦標準，才能在此標準化統一語言的進行更進階的研究。對於國內目前大多數的相關研究仍停留在“鉛筆硬度”的半人為主觀或未符國際規範的刮擦判斷，對於蘇教授此一已獲國際標準化組織認同之刮擦測試，實應考慮導入研究升級。標準刮擦測試短片網址：  
[https://www.youtube.com/watch?v=h0EN7\\_AOOXU](https://www.youtube.com/watch?v=h0EN7_AOOXU)。其測試標的包括塊材、包裝膜、塗層、積層品及織紋表面。其最近一篇(2014 年)發表於 “Polymer” 的論文 “Quantitative modeling of scratch-induced deformation in amorphous polymers”，即做無定形態(非結晶態)聚合物刮擦的預測模擬，採有限元素法將與聚合物本質組成及摩擦行為相依的應變率和壓力納入模擬，並採用

修改之 Ree-Eyring 理論以低應變率時之實驗數據來預測高應率。結果顯示以適當的聚合物本質組成關係式和摩擦模型，有限元素法的模擬能成功定量預測刮擦行為並與實際實驗結果相符，

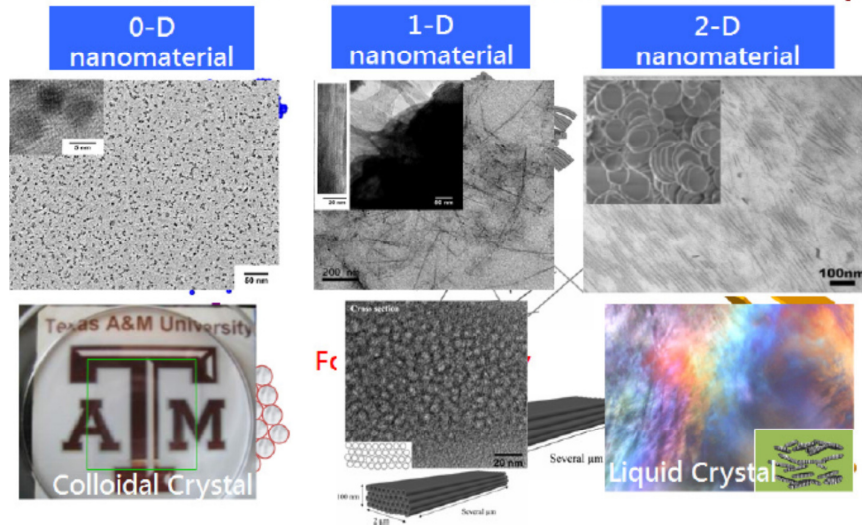


(2) 斷裂行為(Fracture Behavior)：是材料受力斷裂的結果，斷裂處有其獨特的巨觀及微觀特徵。相較於脆性破裂，延性材料破裂前會吸收較多能量並大幅塑性變形，通常會留下粗糙不規則的斷口。其最近一篇(2013年)發表於“Polymer Testing”的論文“Refined fixture design for effective essential work of fracture toughness characterization of m-LLDPE thin films”，為M-LLDPE 薄膜設計了特製的雙邊緣缺口測試夾具，作為斷裂韌性(Mode-I fracture toughness)測試有效的基本工作，而適當的試片製備和實驗正確的程序才能確保測試時平面拉伸之載荷；本篇研究對試片之幾何形狀、應變率及薄膜位向等斷裂之主要作功，以及其他非主要作功作了測試討論，結果說明在測試範圍內，主要作功與十字頭速度、測量長度（上，下夾具之間的距離）和試樣寬度無關；對於較薄的膜和裂紋擴展垂直於吹膜機方向（MD）的薄膜，主要作功明顯較高，並對主要作功對 M-LLDPE 斷裂韌性評估的有效性進行了討論。



(3) 分散(Dispersion)：如何進行奈米分散及排列為近年來材料界關注的重點，在奈米尺度下的分散相與連續相系統，將有特殊的、或更優異的物理(光、電等)、化學及機械等性質。樣態可進一步分為零維(0D)的量子點(Quantum Dots)、(一維)1D 的奈米碳管，及 2D 的奈米板片，上述物質在奈米尺度( $10^{-9}$  公尺)下的均勻分散或排列。最近一篇發表在 ACS Applied Materials & Interfaces 的“Mechanical Reinforcement of Epoxy with Self-Assembled Synthetic Clay in Smectic Order”(以分子自組裝合成之近晶黏土分散來強化環氧樹脂的機械性質)，係 2D 分散，讓  $\alpha$ -zirconium phosphate nanoplatelets (ZrP) 進行分子自組裝的合成，並分散於環氧樹脂中。ZrP 這個分散相，在環氧樹脂連續相中形成對掌近晶的中間相(chiral smectic mesophase)，具有層狀規則及螺旋狀排列。此一材料系統展現出透明性與彈性，並具有特別高的拉伸模量和強度。如此將類似液晶的中間相與高分子結合，並考慮到產業製造，對於奈米分散之複合材料之發展有一定的影響力。另外一篇 2014 年在 RSC Advances 發表的 “Self-assembly of Au nanoparticles on graphene sheets as a catalyst with controlled grafting density and high reusability”，研究展示了含有密集裝載和良好分散的金納米粒子，並具可調和可重複使用的催化劑系統的製備。利用化學官能化的接枝方式，開發出一種方法能讓奈米金粒子在時墨烯片上進行分子自組裝，透過電子顯微鏡 TEM 及紫外-可見光光譜分析(UV-Vis spectroscopy)，顯示可透過使用不同的接枝官能基來改變奈米金與石墨烯間的接枝密度，可應用於把此一系統作為觸媒使用時進行觸媒活性的調整。此石墨烯/金複合材料系統顯示良好的抗結塊性能，並在 4-硝基苯酚合成 4-氨基苯酚之還原反應中顯現優異的催化活性。

## 0D – Quantum Dots    1D - Nanotubes    2D - Nanoplatelets



- (4) 薄膜(Thin Film)與其他：薄膜的應用廣極廣，涵蓋傳統各類包裝如食品包裝，建材包裝及農用用膜，也應用於高科技產業如液晶顯示器、太陽能發電板，各項應用之要求各有不同，如張力、柔軟度、透明度、硬度、耐磨度、阻隔(氣)度、抗穿刺性及抗微生物等性質，製造方式從吹膜、擠壓成型到溶劑鑄型等不同製程，也跟成本有關。

**(六)與 PolymerTech LLC 公司董事長程佳永博士訪談及研究：**程董事長台北工專畢業後，赴美在密西西比大學取得化工碩士學位，並取得美國 Stevens Institute of Technology 的高分子工程(Polymer Engineering)博士，1969~1980 年間先後在 Farrel 公司的 R&D 部門從事高分子加工螺桿、萬馬力機、射出成形機等之高分子加工步驟之數值模擬、螺桿、模具、模頭設計，以及擔任 Sterling Extruder 公司的製程發展部經理從事螺桿、模頭跟押出系統之設計。自 1980 年~2003 年在美國 ExxonMobile Chemical Company 工作了 23 年，最後擔任全球不織布(Metallocene PP 材質)科技事業群 Leader，並主導與田納西大學的研究計畫，在押出不及織布領域，為公司內部及對外客戶技術顧問。在 Exxonmobile 退休後，自 2004 年成立 PolymerTech LLC 公司迄今。程董事長雖從 ExxonMobile 退休超過 10 年，其深厚的高分子加工及製程設計背景仍持續與 ExxonMobile 及其他公司有業務來往及拓展，並提供 PP 彈性體的商業化應用、石油樹脂成膜之發展及指導公司內部的高分子訓練計畫等業務。因此，程董事長累積了高分子之流變等本質及加工應用之相當經驗。

### 1. 串聯發泡擠出系統(Tandem Foam Extrusion System)：

- (1)在環保節能輕量化的趨勢下，高分子發泡材則占了肩負材料改革重要地位，未來電動車等運輸工具、建材、電子包材、安全防護的輕量化兼顧高強度，

並達節能終途。雖然屬石化下游加工製程，但仍需由高分子的本質到加工程序連貫瞭解，始能成功應用，且下游加工去化的程度，亦決定了石化高分子原料生產廠的投資及研發意願，並能配合下游逐漸擴大的應用，進行石化高分子工廠製程的升級轉型；由石化較下游端來切入是因應我國石化業者多數於國光石化失敗後才投入研究發展的階段性做法，期能藉由在台灣的石化下游的創新產品，串接帶動上游石化高分子原料的研發投入。

(2)傳統發泡劑採偶氮化合物、戊烷等容易因加工內部溫度不均產生氣泡品質不佳(分散性、氣泡尺寸大、不均)或崩塌問題，常用發泡劑如氟氯烷或有機溶劑又有環抱問題，因此，使用超臨界流體(Ex: 超臨界 CO<sub>2</sub>)作為發泡劑可達到泡孔小、密度高、並符合環保無害之要求，為高發子發泡材發展重點，在部分產品或市場環保要求較高的要求下，期能取代的聚苯乙烯發泡，並能達到更高的材料強度，或作為較無污染緩衝材的取代品，如晶圓運送箱的無塵要求、安全帽、汽車內裝緩衝材等廣泛運用。

(3)我們有興趣的是連續式的發泡押出系統，能大量造粒再給下游使用，或接續押出成型(板、片、膜、管等)。連續押出最早是在 1980 年由 MIT 提出發展，為進一步改善混和效率，MIT 在 1997 年提出“串聯發泡擠出系統”，商業化應用則在我國闕如。系統如下圖，以超臨界 CO<sub>2</sub> 為發泡劑的擠出成型。

(4)在第一階段的塑化熔融擠壓段(Plasticating Extruder)除須把塑料(PP 為例)熔融塑化之外，在一定熔融狀態之押出位置把超臨界 CO<sub>2</sub> 高壓注入後)，再加上螺桿高剪切的高壓下(預計達 100 Kg/cm<sup>2</sup>)，流體狀的 CO<sub>2</sub> 須在第一階段的中、後段與熔融的高分子達到單相混合狀態，保證熔融高分子與超臨界 CO<sub>2</sub> 兩相互溶的分子級分散。程博士建議螺桿長徑比(L/D)至少須達 30 已能有足夠的高分子熔融塑化及與超臨界 CO<sub>2</sub> 之混練過程，在後段並建議加入一多孔板 (Breaker plate)來過濾焦化之塑料等污染物，並可裝細網 (fine screen)來提高背壓以改善熔融塑化及混練效果。第一階段的螺桿設計須注意：

A.確保高分子達完全熔融塑化後才注入超臨界 CO<sub>2</sub>。

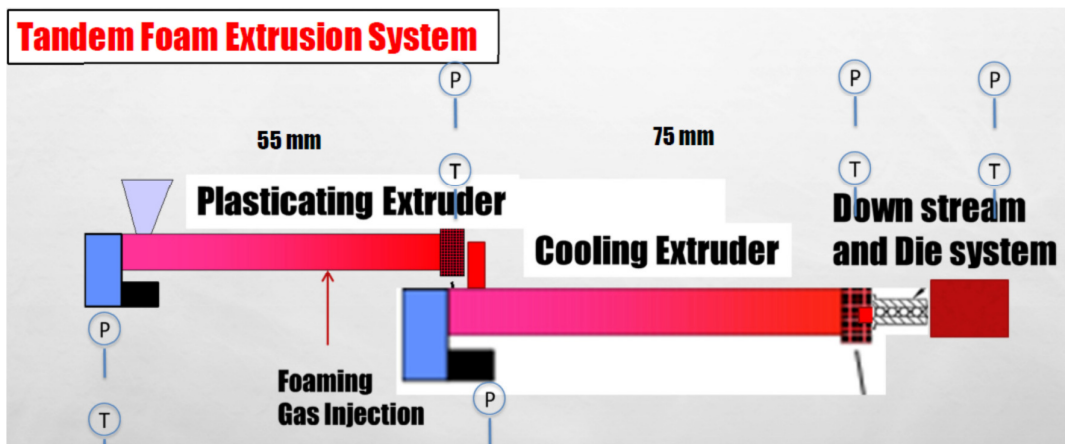
B.裝設 Blister ring 來避免超臨界 CO<sub>2</sub> 回流。

C.螺桿須設計一個減壓縮段讓超臨界 CO<sub>2</sub> 容易注入，且能容納多餘的超臨界 CO<sub>2</sub>。

D.後段混合段須確保熔融塑料與超臨界流體的均相化，且不能造成升溫。因此，混合機制應採分布型混合(Distributive mixing)，如此一來會有較低程度的剪切混合伴生的熱，不需要散布型混合(Dispersive mixing)。

可先評估一下第一階段的塑化熔融擠壓段的性能：

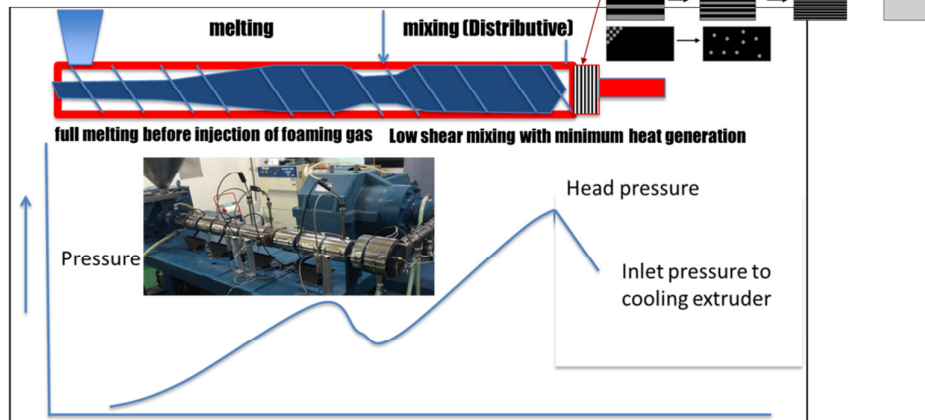
- (A)測量輸出量穩定度
  - (B)測量實際輸出量 vs 螺桿轉速
  - (C)以顯微鏡觀測 CO<sub>2</sub> 在塑料中之分布情形
  - (D)不同 CO<sub>2</sub> 量之性能表現差異。
- (5)第二階段採冷卻擠壓(Cooling Extruder)，其直徑比第一階段應大一個標準尺寸。第二階段之力矩比第一階段小，且採較低螺桿轉速以減少黏滯剪切力所造成的升溫(但第二階段的 output 應與第一階段的 output 量一致)，而螺桿套筒的冷卻相當重要。第二階段的螺桿設計須注意：
- A.混合機制亦應採分布型混合(Distributive mixing)。
  - B.不需要壓縮段。
- 並建議採用 immersion 型溫度計以準確測量進、出第二階段擠壓之溫度。低頭壓(head pressure)將有效降低剪切所生成的熱。
- (6)第二階段的後段建議加上靜態混合器(static mixer)以取得分布較均勻的徑向溫度。
- (7)系統在前述程序之後可選擇造粒或直接成型。若採直接成型，建議可以環狀模頭吹膜成型並予捲取。此展示了此一發泡材之泡孔相當均勻細緻，成型品可以吹膜展示。



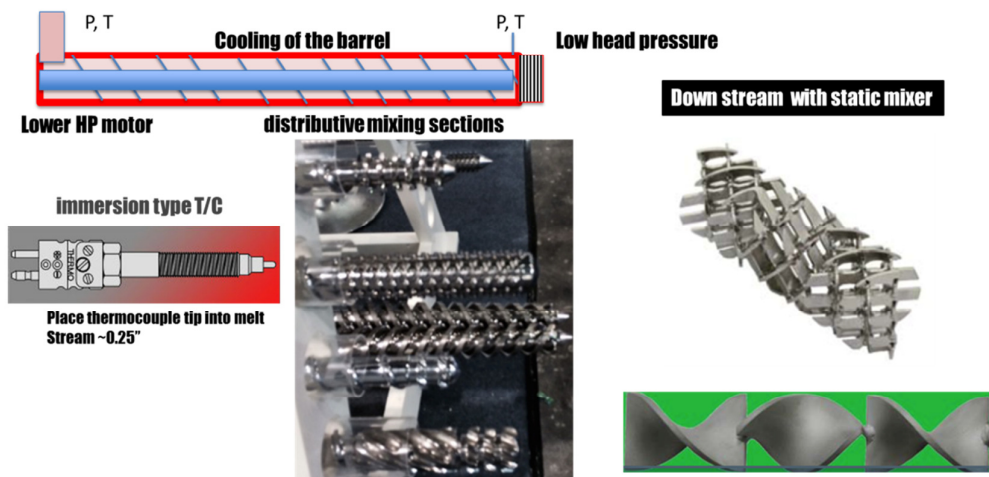


# PLASTICATING EXTRUDER

- **PRESSURE PROFILE INSIDE THE PLASTICATING EXTRUDER**  
 $>30 L/D$



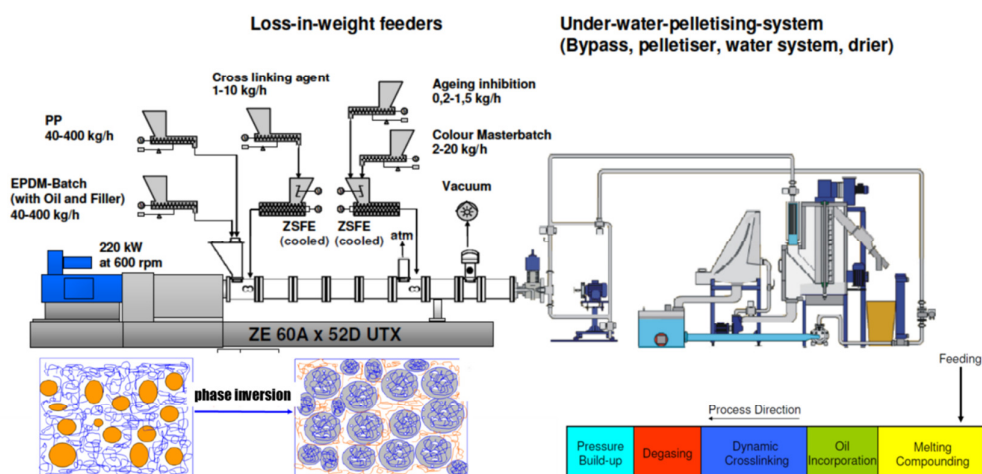
# COOLING EXTRUDER



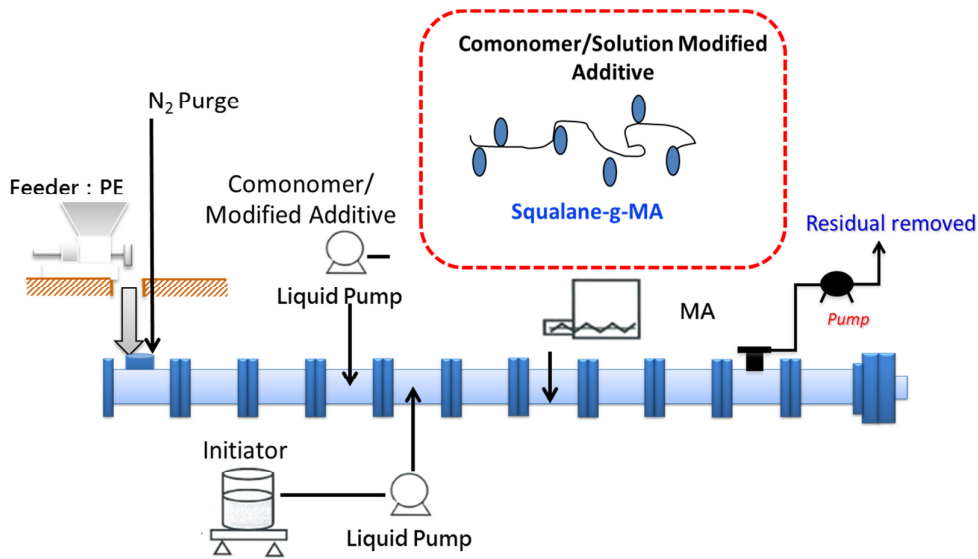
2.其他可合作系統建議：

(1)動態交聯熱塑性彈性體技術(TPV, thermoplastic vulcanizates)：特點是結合塑膠與橡膠的優點，產生有如硫化橡膠的機械特性，並保持塑膠的易加工性及回收性，可降低加工成本及提高產品設計靈活度。TPV 之機械性能最接近傳統橡膠，但製備工藝較為複雜，可分為：橡膠與塑膠的分別合成、混練、動態交聯等製程及相反轉現象(少量的塑膠連續相+多量的橡膠分散相)，不同於其他 TPE 之技術由合成廠主導，TPV 的 compounding 廠握有可主導應用市場的生產技術，因此，擠壓系統及螺桿的設計將是重點，其中如何達成分散相橡膠粒之均一微小化(膠粒縮小至 5 微米以下)，使抗張強度與最大延伸率大幅提升，

為一重點；由於 TPV 材料技術門檻較高，材料價格相對也較高，屬於高值化產品，雖國內台灣南帝化工、國慶、奇樺和李長榮等已投入生產，惟尚待升級踏入汽車用橡膠製品(內裝包覆材、密封條、隔音條、安全氣囊外罩、點火電線包覆、耐油膠管與引擎室組件等)及汽車廠認證。



(2)反應押出(Reactive compounding)：這是一種可提供合成廠將大宗石化品往下游進行多規格客製化及功能化產品的作法，或者讓 compounding 混合配料廠能往上游一步進行反應改質及功能化產品的高值化作法，石化合成廠可考慮在核心反應之後的造粒程序中建置這套系統，由於造粒程序設備費用遠低於石化反應和成程序，對還未能切入反應核心研發高值化的業者，是一項短期切入之高值化做法；對於 compounding 混合配料廠則是一項切入上游原料規格的方案，製程雖為擠壓機，但又加入反應改質程序，對 compounding 廠是一項升級挑戰。在應用及市場上，除了廣泛應用於適合常溫風味保存高之阻氣膜食品包裝(非冷凍)之貼合層聚烯烴接著材料，並可應用反應接枝將非極性(不易染色)的 PP 改質成可染色的 PP 而作為紡纖維料，更可進行碳纖改質讓塑膠等高分子材料容易與碳纖維加工成為複合材料，在分子等級解決異材質間不易貼合、黏合及混合之問題。以 PE 之反應接枝(官能化)為例(如下圖)，程序上為先導入 modified additive 與 PE 進行混練，隨即加入 comonomer 增加 additive 與 PE 之相容性，促使 additive 與 PE 充分混和。爾後加入起始劑進行包括 MA, GMA 單體及壓克力酸等多種單體的官能化反應，有效提升反應效率。同樣的，擠壓系統、入料反應及螺桿的設計也是重點，comonomer 設計以減少斷鍊及架橋反應、增加接枝率，與反應擠壓系統的最適化為主要挑戰，並須達到 Low gel content 及所接枝官能基的均一化。



#### (七)與工研院北美公司王韶華總經理訪談：

- 1.史丹福大學的 Bio-X 之跨領域合作研發計畫為研究發展的指標，從學校的理論基礎做起，矽谷的業者也倚賴史丹福大學，能進行更深入的研究。也就是基礎研究的投入，美國不管在公、私部門都花了很深的功夫，不能偏廢，若一味偏重應用量產，忽視了理論研究，那就會失去創新的泉源。
- 2.被視為最有政府行政效率的新加坡，近來來係以商業化的投資發展為主，方法為直接找外國業者投入，量大、快速，但仍需面臨創新來源的問題；台灣在立法院及媒體的影響下，公務員在長遠(基礎)政策執行及立即見效的短期做法(小雀幸)間拔河，基礎理論的資源往往難以到位。
- 3.以美國國防部為例，國防高等研究計劃署 (Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA)，是美國國防部屬下的一個行政機構，負責研發用於軍事用途的高新科技，成立於 1958 年，長期以來扮演著基礎研究的重要角色，電腦網路就是一個重要的例子從軍事用途移轉成為目前影響全球生活及運作的研究發明。DARPA 計畫係與國防機祕分開，才能廣邀各界計畫書來研究他所提出的問題，其主導及審查的 director 任期 3 年，一般是從業界來當專職擔任，有別於國內目前以學者兼職審查為主，審查競爭激烈，會有 20 個單位提案競爭。
- 4.除了學校可以來申請國防部(DOD)、能源部(DOE)及美國衛生研究院(NIH)等政府計畫外，原來隸屬於史丹福大學的 SRI International，在 1976 年以前名為 Stanford Research Institute，為接受客戶資金進行研究計畫之非營利機構，客戶以國防部為大宗，在越戰後美國大學內對有國防部經費來源之工業合作單位產生排斥，

導致了 SRI 與史丹福大學分家。最近蘋果 (Apple) 低調收購 Siri 自動語音辨識技術公司 Novauris，原始技術及是來自 SRI。SRI 研究另有多項重大成果，如美國銀行委託的 ERMA 系統，它採用磁性墨水字符識別處理支票，到目前仍是自動支票處理的工業標準，並讓美國銀行成為第一個發行信用卡的銀行；第一台電腦滑鼠之研發設計；GPS 衛星導航原來由軍事用途分享到民生“行”的用途。在醫學和化學部分，SRI 開發乾粉藥物，激光光凝（對於某些眼病之處理），遠程手術（也被稱為遠程機器人手術），利用上變頻磷光體技術生物製劑檢測，實驗抗腫瘤藥物，二硝酰胺銨（一種對環境無害的氧化劑的安全和成本效益的處置危險物質），電活性聚合物（“人造肌肉”），抗磁性磁懸浮，以及鹵泛群抗瘡藥等。王總經理表示來自國防部等政府的先期資金，長期發展，讓美國成為創新發明的聖地。

5.美國先進製造: 2011 年由美國總統的科學及技術顧問委員會所提，由歐巴馬總統啟動先進製造夥伴聯盟計畫，並在前述委員會下設指導委員會，透過產官學合作找出 R&D 之投資機會，彙整及協商整合單位為商務部。美國目前推動了 7 個結合政府與民間資金的非營利創新研究院(類似我國工研院、塑膠工業技術發展中心等財團法人單位)，每個研究院有各自發展之重點項目，強調以研究院為核心，結合高科技新創、大型及中小型製造業，大學及國家實驗室，以及社區大學，執行從教育與人力發展、應用研究技術開發、製造軟體開發及產品雛形及實驗室/商店之實現。這 7 個創新研究院除民間資金外，聯邦出資中國防部即有 5 個，能源部有 2 個，院所包括積層製造(Additive Manufacturing, 3D 列印)、數位製造與設計創新(Integrated Digital Design and Manufacturing)、輕量化合金科技(Lightweight Technology)、寬能帶半導體(Wide Bandgap Semiconductors)、先進纖維強化高分子複材(Advanced Fiber-Reinforced Polymer Composites)、集成光子(Integrated Photonics)、彈性混成電子元件(Flexible Hybrid Electronics)等研究院；以石化材料關係最大的先進纖維強化高分子複材研究院為例，成立於今(2015)年 1 月，位置於田納西州的田納西大學，經費由美國能源部出資 7000 萬美金，民間出資 1.8 億。質化目標即是把目前用於人造衛星及高級轎車的輕量化複合材料，藉由發展低成本、高製造速度及效率之製程，讓這一材料能廣泛應用於一般交通工具來降低油耗，應用於風機或渦輪葉片有更輕更長的葉片，應用於天然氣為燃料的車輛來製造高壓燃料槽及相關元件，以及工業用能更有效率的元件及設備使用。量化目標為在 10 年內降低複材製造成本達 50%，減少複材製造之能源使用達 75%，提高複材的可回收性達 95%。王總經理表示推動策略上持續修正，不懼失敗，此一作為有別於矽谷之產業鏈自發性群聚研究發展，而是刻意營造新創業之製造業環境。加入正式會員會費為 200 萬美元左右，若屬初階觀察員則會費為 500 元美金。



(八)與舊金山經濟文化辦事處科技組汪庭安組長訪談：

- 1.科技組的辦公室不在舊金山，汪組長表示選擇了矽谷中心的聖荷西，才能讓科技組與矽谷創新核心有更便捷、深入的聯結，科技組也與許多在矽谷成立的台灣 start-up 公司有深入到家庭的聯結。
- 2.在協助國內發展部分，以蔡玉玲政務委員所推動通過的公司法變革，是把矽谷創新創業環境導入台灣的重要法案：創新之後的創業，面臨的挑戰更大，如何把好的點子持續接力推動到商業化量產的過程中，資金的接續投入是重點，但若讓外來資金稀釋了原創者的股份，讓原創者無意願接受外來資金挹注進入下一步，或讓外來資金逼退了原創者，就會讓創新到創業的過程重挫。科技組協助把美國這邊“無面值”股票的精神納入了本次公司法之修正，希望把台灣一股面額 10 元的舊規取消，改換成美國這邊的無面值股票，能由原創者與後續金主協商持股及價格，如此一來，就能有機會讓初期投入資金少的原創者，保留彈性及機會與後去金主議價入股，不會有前述在從創新到創業發生阻礙，保留原創者持續作為公司研發前進的核心。汪組長矽谷這邊的 start-up 能持續成功到上市或商業化，這是在政府行政法令上很重要的一項策略。
- 3.汪組長表示台灣 start-up 若能在矽谷創新的環境發展到一定程度，接下來就是將部分公司或製造段回台灣設置，並可轉介給技術處的科專計畫或工業局的主導性計畫等，協助在台灣的資金投入及設置；雖然很難在台灣複製矽谷的創新風氣，即使在美國其他地區也很難，希望能以此一模式將矽谷的創新與台灣創業聯結，嘉惠台灣。

(九)參加 2015 年 8 月史丹福大學 Bio-X 跨領域創新計畫研討會 (Interdisciplinary Initiatives Seed Grant Symposium)：主持人 Professor Carla Shatz, David Starr Jordan Director of Stanford Bio-X.



- 1.以學校研究的角度，只補助校內跨系所學院的研究案(至少有 2 個不同系所單位合作申請)，領域之一應與生醫領域相關，主軸為人類健康。Bio-X 每案補助 20 萬美金，稱為種子基金(seed funding)，研究時間為 2 年，Bio-X 每年補助 20 案，計 400 萬。Bio-X 至今已有超過 700 個案子來申請，已核准補助 165 案，共計有超過 750 個校內教授，來自 5 個學院，並橫跨數十個校內系所。Bio-X 除了強調跨領域合作案外，另一目的係藉著補助協助教授們將具高風險、但未來報酬也高的想法，萌芽培養確認其可行性，產出智慧財產權，讓 start-up 公司成形。另外，並藉此一機制，讓教授的研究計畫能更有競爭力去申請獲得美國聯邦計畫，這樣也能為學校帶來聯邦政府的經費與資源。
- 2.跨領域計畫之申請要求是一個值得學習的機制，在史丹福校內這項機制的提案其中一人是美國前能源部長、目前物理系的華裔朱棣文教授。當個別學科之獨立發展已走到盡頭，產業的製程或模式趨勢已朝多學科科技整合才能有出路，而目前業界所面臨的空窗大部分屬跨領域之知識或技術，不管是學校、或是政府計畫都應該朝跨領域的申請案機制發展，主要理由有三：
  - (1)從上游的原材料、製程，往下串聯到產品應用、人的需求，橫跨上下游之合作，向下確保需求無誤、有商機，向上確認原材料製程、不浪費、脫離訂單式的代工。
  - (2)學校或政府經費能貼合業界需求、不打高空，培訓業界所急需之跨領域技術知識人員；另並能減低個別領域人員之經費競爭及排擠，減少各領域只在乎自己領域之經費固守及成長，降低單獨領域之資源獨佔機會，而能轉變成是須與其他領域攜手共進。
  - (3)逆轉我國傳統教學及思考模式，導入跨領域團體合作以利創新：我國等亞洲國家的教育及學習方式，係以個人學習為主，

(十) 創新創業座談會(時代基金會國際青年創業領袖計畫人員拜訪史丹福大學),

主持人：C. Jason Wang, MD, PhD, Center on Health Policy / Center for Primary Care and Outcomes Research

1. Speaker 1：Mr. Chun P Chiu，邱俊邦先生為 Innobridge capital 的負責人，他從在美國讀書及就業、創業的過程與矽谷半導體改變世界的併行。他講述如下：

(1)1971 即到矽谷尋找就業機會，在矽谷每天都在學習。對於創業如何成功這個問題，明確表示 Leader 是僕人，以愛的管理，並以誠信為基礎。

(2)就業創業四階段:

a. 第一階段：先在日本東京早稻田大學獲得電子工程學士學位，在美國投入就業市場前，先於 1968 年進入 Oregon State University 電機系取得 MOS system 的碩士學位，1971 進入 TLW 公司擔任工程師，當時 Intel 等公司都還在 Start-up 階段。TLW 公司是日本人出資的美國公司，在美國人技術上成功做出能將當時的計算機半導體化的晶片，但之後公司內部對於晶片是否外賣，美國人與日本人產生爭執(日本方堅持不外賣)，公司即告分家而失敗，內部人員隨後即被相關公司延攬。

b.第二階段：1960、70 年代是半導體在矽谷啟蒙的時代，由於半導體產業的穩定性不高，在 70 年代末 HP 公司也在進行計算機的研發製造，1976 年 Mr. Chiu 即應徵到 HP 公司。HP 花了近 2 天時間來應徵一位新人，但進了公司後，即為一家人，採愛的管理，員工生日等重要家庭時點，部門經理都會用心表達關心，員工向心力高，Mr. Chiu 認知到公司和諧是很重要的一件事。另外，HP 與 Stanford 的產學合作做得很成功，學校與公司有很好的合作關係；在 HP 學到職場上的許多事，相對在學校學的真的是有限。Mr. Chiu 在 HP 投入 HP 32 可程式化的計算機，因而走入電腦的時代。當時 Steve Jod 也在 HP，在 1976 年跳槽進入 APPLE。

c.第三階段：在 HP 時，Mr. Chiu 一再建議日本已在發展記憶體，但 HP 一直未接受其建議，於是在 1980 年時他離開 HP，與包括他的 3 個台灣人跟一個印度人合作成立 Integrated Device Technology, Inc.(IDT)，開發了高速、低功耗 CMOS 靜態 RAM(耗電 1/10)，以及高速 DSP 芯片，如 16 位乘法和累加器。他們都是技術背景的人，缺乏市場及銷售策略，於是請了一位美籍 CEO 來管理公司，邱先生表示一個公司，工程師的重要性僅佔 20%，最重要的是 CEO，太依賴技術人員意見常會落得東西作出來，賣不出去。這位 CEO 熟知美國產業生態，決定先不要賣到消費市場，而是到到軍用市場。軍用市場要求嚴格、量小，大公司沒興趣，但給了 startup 一個空間機會；另外軍方項目具前瞻性、給錢大方，常常是 1 元成本可賣 80 元，利潤高。因此後來上市後由於其高潛力 R&D 比例達營收 20%，股價也相當好。在累積十實力後，公司產品後來也進入商業市場拚了，此時才把量擴大。在 1984、85 年時公司有工程司自立門戶開創 startup，但並未注意專利佈局，結果被 Intel 告，訴訟 4 年後公司破產，因為產品沒人敢買，是一個未重視專利的

例子，也說明創業一定要找律師。在 1986 年，邱先生在 IDT 內切換跑道從工程轉到企管，並開創了亞太市場，尤其是日本市場；日本非常注重產品持續改善，公司學習獲益多，而且若產品一打入日本市場，價格則具有相當的穩定性；他要求工程師要能儘量取悅客戶、替客戶解決問題，真的達成價格便不重要，也才能達到利潤分享的境界。1988 年，他離開了 IDT 創辦 Quality Semiconductor Inc. (QSI)，在那裡他擔任總裁，CEO 和董事長，在 1994 年將 QSI 上市，公司因內部印度籍 CEO 與華人相處上之問題而導致業績下滑，最終在 1999 年將 QSI 合併到 IDT。

d. 在投資 startup 部分，邱先生已投資了 60 多家公司，每家大概 5 萬美元之投資，不大，但除了錢之外，需投入心力如介紹人脈、經營建議等；目前總結僅 6,7 已上市，有 10 多家被合併。以 1997 年成立的網路安全公司-網屏公司(netscreen.com)為例，主要人員從中國清華大學來，透過邱先生的人脈找了 CISCO 退休 Frank Marshall 擔任顧問，以及一連串之資金籌措，也找了台灣人力加入；公司在 2001 年上市，當時由於 911 事件讓網路安全為重點，也激升了股價。2004 年全球第二大網路通訊設備公司 Juniper Networks 以併購網屏。他表達了 startup 籌資過程及預見趨勢與時機的重要性。

2. Speaker 2：Dr. Adam Lin 林盈谷法學博士，目前任職於 Orrick 公司。

(1) 林博士員從 UC Berkely 土木系畢業，就回台並直接到互助營造公司應徵，進公司後就一直幫台積電蓋廠房(2 年蓋了 3 個)。負責擔任計畫經理，由於其英語能力則負責協調營造公司與荷蘭飛利浦及美國等設計公司相關技術細節。後來又回美國進入荷商飛利浦公司就職，負責幫公司在矽谷設分公司，以 Cupertino 為基地進行中芯半導體的漳江科學園區之設計工作。

(2) 後續再回到學校，進入史丹福法學院就讀，並在加州大學法學院獲取博士學位。畢業後取得律師資格即到某大律師所，負責 IPO 上市工作。負責其中一案例為 LED 生產的台灣旭明光電公司，在 2011 年上市(上市市值 2000 萬美元)，一上市不久，當時市值 3000 多萬美元的敘明光電被 6 百萬美元的美國北卡的小公司告，一年要花 200 多萬美元的律師費；最後係以和解權利金解決，由於北卡白人多，所以就建議公司派白人去斡旋。因此，創業時，律師很重要。美國人相當尊重專業如工程師、律師、會計師等，這點台灣需學習，否則後來遇到專利訴訟則付出的代價會更高。

3. Speaker 3：Dr./MD. Timothy Lu，麻省理工學院電機/生物機電系助理教授

(1) Timothy 擁有醫學、電機雙博士學位，從事生物機電領域的研究，也就是由電機工程切入細胞、活體的合成，或混合並存，並具有功能進行某一項器官或細胞之工作。

(2) Timothy 目前有 2 個 startup 進行中：

1. 食物所含菌種快速檢測：針對冰淇淋或其他外食項目，繁殖相當快的大腸菌是最常見會導致腹瀉等身體不適反應的菌種，若能有一簡單便宜的測試工具(或像測酸鹼的石蕊試紙)，可以事先測試知道即將入口食物的安全性，



將會減少腹瀉或更嚴重身體反應的疾病發生。這是第一間公司所從事未涉及臨床試驗的產品，是創業的第一步。

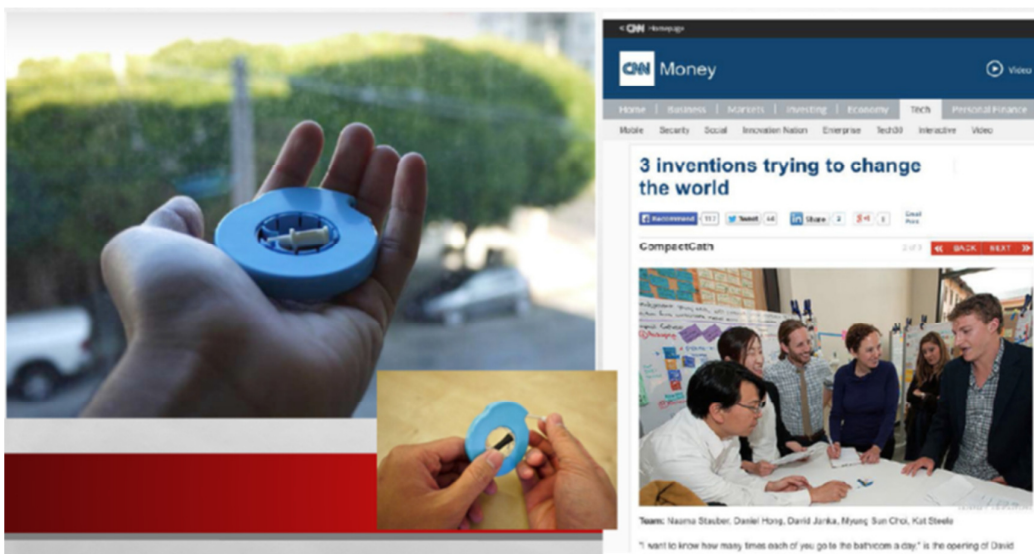
2. 經工程設計的酵素來治療疾病(如癌症)：目前的癌症治療、化療等，在治療當時會死癌細胞，但或多或少也波及正常細胞。將以工程設計方式，針對某項特定癌症，從口服藥物(酵素，以 yogurt 呈現)之入口開始，設計如何順利將藥物推送到指定的癌細胞上之機制，再來則進行殺癌工作等，結合生物系包設計與微機電設計。

#### 4. Jason 總結：

- (1)矽谷的形成有賴人才及環境，是文化的問題；在這個環境裡，大家對專利智財都相當重視，無一例外，接著就能有開放心態，願意跟別人分享、討論，而當不管是本領域或是跨領域知識的交流無邊界時，創新就容易發生；另外，容許失敗，也願意借重有失敗經驗的人，更讓整個創新環境有了經驗的支撐，成功也會容易些。
- (2)矽谷感覺到處都在 startup，創新創業氣氛佳，且多種族相處融洽，基礎設施良好，讓 startup 設公司設廠無障礙。
- (3)聚集了許多像邱先生這樣的天使投資者，注意都是小額投資(個人)，不計較回本，幫助年輕人，並與花時間打成一片，並願意介紹自己的人脈網路。反觀台灣多家族企業，保守取向，容易守成，不易創新；若 CEO 能常更換也許會有新氣象與改變。
- (4)同樣在美國，東岸、波士頓等地也相對顯得較保守，但也在努力學習矽谷這樣的環境養成。
- (5)矽谷這裡天氣好是很重要的因素，西部淘金是以往美國人的印象。
- (6)產學合作的重點為如何讓教授走出校園，史丹福這篇可由發明者自行決定專利的 owner 是教授本身(教授自己出錢申請)、或是學校(學校幫教授申請)，外面也可開公司，明確訂定教授有 1/5 的時間從事自己的工作，這些做法應讓台灣官方參考實施。
- (7)台灣應朝國際市場發展培養國際觀，在無限制及保護的環境下發展技術產品也將接受全世界挑戰；不宜仰賴大陸市場，靠的是地域 marketing，不重視專利。
- (8)台灣經濟須轉型，大宗量大產品已面臨瓶頸，大企業的思考模式難以改變，建議要靠年輕人滿地開花進行 startup；年輕人若要能投入創新創業，要思考如何學習美國高中、國中及小學教育的「研究計畫」導向：美國小孩前述學習階段至少做了 50 個以上的計畫，計畫都非單人作業，而是多人多領域合作，也就是跨領域的養成，要從小做起。

#### (十一)亞拓醫療器材公司洪偉禎 Daniel Hong 董事長：

- 1.洪偉禎醫師畢業於高雄醫學院，原是台大醫院神經外科的主治醫師，在參加了科技部台灣史丹佛醫療器材培訓計畫(STB)後，洪醫師與史丹福大學的研發團隊所研發的人性化新型導尿管，在 2012 年獲 CNN Money 選為嘗試改變世界的 3 大發明之一，陸續在美國成立 CompactCath, Inc.，MOCACare Corporation；2013 年更回台投資設立亞拓醫療器材公司，並持續進行台灣與美國之公司重組，以台灣為公司總部。公司第一項產品(新型導尿管)在順利獲得史丹福醫學中心之通路後，目前已進入量產階段，並進駐竹北生技園區，進一步在台灣投入各項產品之研發、試量產到關鍵量產工作。
- 2.跨領域研發：人性化需求與科技發展趨勢，新產品之開發必然需要跨領域的合作投入，以亞拓公司的新型導尿管產品，橫跨了：(1)醫療需求、(2)高分子材料及應用、(3)機構設計等三大項。如何能取得醫療市場上的認同，人性化考量為該公司的重點，在機構設計上推出小型隱密易攜帶的導尿管，讓患者獲得隱私及尊嚴而願意使用；另外在材料的選擇上，醫療耗材則以塑膠等高分子材料為首選，如何設計使用高分子材料，且從材料到產品須能獲醫療級認證，並須解決導尿管小型化之後之排尿及拔除順暢感之阻力等問題，進一步處理導尿管插入人體的不適感及插傷修復問題。
- 3.公司產品能順利產出，則需由縱向的人才培養、人性觀點出發的產品發想、專利評估與獲取、FDA 認證到生產，以及下一代產品之發展及改善等，各環節能順利進行，政府能提供服務且多一些法規鬆綁，才能有優良的環境讓創新企業在國內持續發展。



#### 4.投資環境 台灣 vs 矽谷：

- (1) 人力：學校的訓練，給學生的方向是重要的，兩地似乎有不同的方向：美

國大學及研究所，老師的引導係以釐清並清解決真實生活所面臨的問題，學校教授非常願意能與產業界合作，雖然耗費的時間較從政府經費進行的學術研究多，或是，學生在這樣的引導下，心態上對解決業界問題也較積極；台灣的大學先前就被批評對國外的期刊產業貢獻很大，國內教授在升等的壓力下，與學生在期刊 **Impact Factor** 的前提下，全力衝刺發表期刊之數目及點數，當然就把業者的問題放在第二順位，且在產業應用端的問題，往往因機密難以發表論文，而且較接近應用端的期刊點數，通常也較理論研究的期刊點數低；因此，常聽到國內說：產業界與學術界是平行的二條線。如此的大學以上教育，當然會讓產業感受到學校人力銜接的困難。兩地人力聘用的實際感受，美國這給一個問題，較能積極研析處理到最後，中間有問題會主動與主管討論；台灣這邊，可能需要主管持續 **review**，不然可能停滯或脫離主體。

(2)產業支持研究的情形：美國政府以往較無直接經費補助給企業進行研發計畫，即使是矽谷這邊有特別多的 **start-up** 公司，反而是企業本身會 **funding** 有好的 **idea** 的學校研究單位或公司(矽谷的風氣當然更勝於美國其他區域)，這與我國主要由政府(如經濟部等)補助業者進行研發計畫不同，國內企業也較少 **funding** 其他公司進行研發。由企業或政府來 **funding** 學校研究單位或公司，核准的機制即有不同，由企業 **funding** 的核准過程較單純，即是以企業投資角度出發，對 **strat-up** 公司的孵育有利，在矽谷這邊的企業的 **funding** 投資範圍往往不僅限於與企業本業，畢竟下一個會賺錢的新興產業可能有別於本業；若以政府來核准 **funding**，以目前我國的審查機制，在技術上通常以學校教授為主導，有時候眼光可能會有別企業投資觀點，私人企業專家。

5. 在材料的選擇與應用，則是生醫產業與石化發生關係的介面，這部分我國石化及高分子產業實仍有發展的空間，**Daniel** 表示生醫級的各項塑膠仍缺國產品項，也就是國內石化塑膠業者規格屬生醫等級的大部分闕如，該公司目前已近量產階段，惟許多生醫等級之塑膠原料需自行自國外進口等方式因應。這問題產業突破點當然需從供給與需求等兩方面來著手，生醫等級的塑料若需經美國 **FDA** 認證，當然就有高價格及利潤，但需求的量若太少，實無法引起塑料業者的興趣，或者說獨立出一條生產線的並經認證可生產生醫等級的塑料對公司來說是不符成本；目前國內生醫產業已有成長茁壯之趨勢，再配合石化產業高值化往生醫品級邁進，未來應有逐漸將補平進口之空間。

## (十二)參訪 **Start-up: Dropbox** 公司：

1. 於 2008 年 9 月推出軟體產品“**Dropbox**”，是 **Dropbox** 公司的線上儲存服務，通過雲端儲存實現網際網路上的檔案同步，使用者可以儲存並共享檔案和資料夾，也就是賣儲存空間給消費者使用，就像倉儲公司出租櫃位或儲槽，但存在有形無與無形之別，並能利用軟體與網路提供其他衍生服務給客戶。使用者可以通過 **Dropbox** 桌面應用軟體，把檔案放入指定資料夾，然後檔案就會

被同步到雲端，以及該使用者其他裝有 Dropbox 桌面應用軟體的其他電腦中。Dropbox 資料夾中的檔案隨後就可以與其他 Dropbox 使用者分享，或通過網頁來取得。使用者也可以通過網頁瀏覽器來手工上傳檔案。Dropbox 作為儲存服務，主要專注於同步和共享。Dropbox 支援恢復歷史紀錄，即使檔案被刪，也可以從任何一個同步電腦中得以恢復。使用者通過 Dropbox 的版本控制，可以知道他們共同作業檔案的歷史紀錄，這樣多人參與編輯、再發布檔案，就不會因為並行而遺失先前的紀錄。Dropbox 使用者數量已經超過 400 萬。公司已獲得 Y Combinator 和紅杉資本(Sequoia Capital)兩家創投公司的種子基金。2014 年 5 月 Dropbox 宣布已經收購了相片技術開發商 Bubbli。Bubbli 開發了一些新穎的方式將 3D 技術與傳統的 2D 相片檢視方式融合到一起。

2. 能夠把買儲存空間這的生意搞到這麼大，公司雖尚未上市，員工人數已達千人以上，靠的是結合網路生活的方便性及衍生服務來吸引客戶，這跟一般的實體倉儲業，尤其是化學品、油品在港區的儲槽出租之最大的不同是經營模式：能夠在港區或甚至保稅區的儲槽出租事業，可說是壟斷事業，當然由於這些特別區域的設備設置有環保及政府機關之許可制、空間有限及投資金額，化學品及油品等進出口幾乎都須經入槽等待檢驗及賣出前之緩衝，大部分的情形是客戶主動來找這些公司，也可能櫃位也有限，進出口旺時有時還要拜託。相較於賣儲存空間，現在記憶體或電腦硬碟也很便宜，為何需要向 Dropbox 租用空間，公司若沒有請很多人才來想新的生意模式，加上有其他競爭者，恐怕很難生存。國內有些產業說找不到人才，說有產學落差，求職者說薪水低，只有 22K，學者疾呼產業應投高端研發，作勞力士不要做螺絲，直到我參訪 Dropbox 公司後才了解最近一部電影“The Intern”(國內名「高年級實習生」)，Dropbox 的比電影裡講的有過之而無不及，也是應該是矽谷大部分公司的寫照：

- (1)公司福利：年薪「聽說」千萬台幣是最基本的，個人薪資屬隱私就不去分析了，但看到 Dropbox 公司的餐廳等休閒娛樂設施就，直覺這是公司、還是夜店？就像電影的 startup 公司創辦人騎著腳踏車在公司內移動，Dropbox 則是有滑板車，顯示出公司成員的年輕化；預估公司的餐廳、吧檯、休閒沙龍、健身房、還有創辦人有樂團經驗而設置的搖滾樂練習房“Mint”，樓地板面積大概佔公司全部的 40%。各種飲料無限供應，啤酒、威士忌等等，可樂、汽水、零食，連日本的養樂多也有，種類實在太多。日式生魚片、印度、泰式、中式、德國豬腳、美式漢堡薯條，應有盡有。全日免費無限供應，連廚師都要很創新，每天菜色變化，在網路上之可找到實習生對全球公司餐點的評比第一名就是 Dropbox；電腦周邊及文具也是無限供應。引導我參訪的 Zoe 表示，矽谷是個開放競爭的地方，搶人才在薪資上當然重要，但另外一個重點“吃”與“休閒”也很重要：若可以減少員工每天花在吃上面的時間，至少有 2 個小時，包括想一想去哪吃，走去那，以及回來休息打嗝的時間，可能還要加上公司福利不好抱怨的時間；公司滿足了員工在吃的多樣性及方便性，辦公室即餐廳，

隨時能吃，隨時能工作，打破業務、研發、管理等人員的藩籬與立場，隨時去餐廳談一下，彼此可能有衝突喝一下酒放鬆一下，加上老闆給壓力時去餐廳、健身房、彈吉他放鬆陶冶一下，電腦文具沒了就去自動販賣機免費拿，把辦公室搞得像家，一直待著也很方便，位在 AT&T 球場旁的辦公室想去跑步就去跑步；在這樣的工作環境下，就算遭受巨大的壓力，我想藉者公司提供的“吃”跟放鬆，應該都能釋懷吧！

(2)面試程序：這樣的工作環境應該有機會大家都想進來吧。Zoe 提到公司除了以前 Stanford, Berkley 及西岸 UC 系列的頂尖畢業生來應聘，也越來越多 MIT, Harvard 等東岸畢業生來。面試程序，當然包括了矽谷這邊由多個主管花了 2 天以上的工作時間來面試之方式，Zoe 說 Dropbox 要人的特點除了天資聰穎有創新力外，還需要“謙遜”。天資聰穎是矽谷這的基本要求，名校前幾名畢業只是最簡單的考核條件，要能了解自小學習過程、成長環境對創新的渴望還真的需要深談，而人與人的相處，團隊合作對公司是重要的，不希望英雄主義；又要天才又要不居功那真的很難找，不過這就是公司要的。當 Dropbox 一個部門要晉用人員時，除了該部門的各層主管外，未來可能會與新人共同工作的人員，都需與應徵人員交談，方式依進度有書面、電話、面對面會談；除此之外，公司尚有一“第三公正角度”的面試機制，由公司其他單位或無業務相關或認識的員工來進行面試，確立廣泛而公正的面試機制，屏除人情壓力，找真正要的人，且需廣泛的達成共識才聘用。可想過程需要一段時間，藉由這樣的面試機制，確定公司找來一個有好又聰明的人，Zoe 說，進公司成為正式員工後，還需要去防備員工上班不做事只喝酒？防備員工偷帶公司餐飲與電腦文具回家嗎？要真的研發、創新，高壓管理的公司是做不到的，員工只會死守自己的範圍不出錯，甚至像有人稱國營企業的員工“不做不錯”，這對壟斷企業可能可以，但要創系研發的矽谷，公司只能轉備好環境、信任員工，讓員工依公司 CEO 所定方向不限制的發揮。



**(十三) 案例研究：研發型化學公司 “Raychem Corporation”(產品目前由 Pentair Thermal Management, TE Connectivity 兩公司以 Raychem 品牌承續製造銷售)：**Raychem Corporation 是從 SRI International spin off 出來的一家擁有放射化學核心技術的公司，位於史丹福大學旁的 Menlo Park 市，初期應用於軍事和航空應用交聯電線電纜，後續該公司很快就針對電子應用領域發明了熱縮套管。到 1980 年，該公司已擴大到 30 多個國家並在 FORTUNE 500 的名單：從 1981 年的第 490 名到 1994 年第 293 名，當時在美國被公認為發展最快的公司。它們的產品跨足了航太、汽車、建築、通訊、消費電子產及能源網絡公用事業，用途為連接、封裝、電話及有線電視訊號保護、軍事及商業飛機用途之電線、電纜。在 Raychem 出售給 Tyco International 時，該公司已超過年銷售額美金 200 億和全球超過 60 個國家的銷售市場，該公司發明了許多突破性的技術如觸控面板，即目前以 Elo Touch Solutions，PolySwitch PPTC 電路保護器件，及導電高分子為基礎的自我調節加熱器以能在惡劣環境變化下確保長途油管油料流動性等。該公司的先前成員現在廣泛分佈於各種行業中的 CEO 和總裁職務。

公司從創立以來一直不變且有野心的發展策略：持續精進壯大核心技術，在此基礎上開發數以千計的專利產品。公司在 1999 年被併購前，至少擁有 6 萬種以上的產品，而且是全球領先供應商，且許多產品甚至是單一供應商，產品毛利都在 50% 以上；直到今日，雖然原公司已不在，但承續這些產品的公司，仍然以 “Raychem” 作為銷售品牌，可見其產品創新及穿透時間之深遠。有關 Paul M. Cook，麻省理工學院化工系畢業，這位 Raychem 創辦人與先前 CEO，對於研發型化學公司觀念及實務發展方式，在本次研修期間所研讀的一些資料，覺得特別有收穫，覺得可帶給國內一些新的想法；整理如下：

1. 作為一個「創新」的公司，無他途，公司就必須做到「創新」。你必須組合一

群人才很主動積極的去做新的事，並把它們放到一個預期要創新的環境中。就這麼簡單，但也很很難，而這樣一來，可管理的事就少了。我們在 Raychem 做到了創新，因為我們的企業戰略的前提是它。沒有創新，我們一無是處。但，不只是跟從工程師的意思，創新除了產品外，也跟銷售、服務、信息系統等一樣重要。跟研究開發相較，我們花了兩倍心力在銷售，所以從我們的銷售隊伍來的創造力跟從實驗室創新同樣重要。你如何推銷沒有人見過的產品？你如何說服客戶的關鍵元件接受由我們獨家提供？

2. 「沒有壓力，就沒有創新」。大多數公司對銷售施壓以取得更多訂單，對製造部門施壓以取得 **cost-down**、高品質、產率，但都忘了給新產品及新製程施壓的重要性。若要提升公司營業額 5 倍，唯一作法是送賣出更多更好的產品。Paul 所提的實例是在公司成立初期還不知道要做什麼產品，當時知道了奇異公司(GE)推出了電子束發射機，會有相當的工業產品之應用，而公司就買了一台，但很快的錢就花光了，因此，有了巨大的壓力去發展成功的產品，也因為這個壓力公司內產激發出許多好想法，後來也陸續成功推出商業化產品。
3. 給研發「建設性」的壓力(主管應朝表達好奇心開始，別胡亂罵，而是引導研究人法將好想法的成形)，確認是個好想法並確認商業上也值得作，這是智慧的結晶，也的確是公司內令人振奮的事，但這只是公司研發創新過程中最簡單的部分。接下來才是真的工作。
4. 誰才是創新的贏家：能走到研發的苦工，「將好想法裁剪到實務可行」。把一開始令人興奮絕頂聰明好想法，轉成可重複製造的產品，時間一般都很長，一開始的興奮與熱情都可能被消磨殆盡，而這時 CEO 的角色就重了，需要常開會將技術人員與資深管理人員找來，將新產品新製程開發，與製造成本、銷售貨品，放在天平上秤一秤。Raychem 的導電高分子，在公司創立的 4 年內就形成的這個好想法，而到今天產品還在推陳出新，半導體的製造其實也是這樣。
5. 研發的苦工，是日本人的強項，也是美國人的弱項。沒人能質疑美國人的技術創新的才華，但日本人常能持續往下找到聰明的解決方案，並能耐得住苦工將好想法裁剪到實務可行。最可怕的是日本人持續地、完整地掃描世界重要的技術、學習他們、了解專利文獻，了解技術文獻，並翻開的每一塊石頭。Raychem 一直在努力研發形狀記憶合金，日本繼續敲我們的門想得到我們的技術授權，他們是除了 Raychemy 在世界上唯一的公司到這種技術的潛力。事實上，就在我們發現這項技術的強大潛力後，日本人就出現了，說：“怎麼樣可以授權？”或者“如何合資？”。Paul 說很少被其他美國人或歐洲公司追著跑。
6. 創新是訓練不出來的。創新是一種情感體驗。你可以訓練人的技術，但你不能教他們的好奇心。對創新的渴望一方面來自基因、與生俱來，它也來自於早年的生活、教育，受鼓勵勇於創新、具原創性；有些人他覺得最幸福的事，

是能夠冥思苦想一個問題，Paul 說他是其中之一，其他人可能反而會恐懼，直到他們找到了答案才解脫。一個良好的技術人員不只在理性上，可能在感情上也參與了該項工作，因此，他可能在夢裡尋找答案中醒來，也可能在早上急著進實驗室去看昨晚的實驗結果。因此，公司的高層管理人員花費了大量的時間來招聘、面試、培訓，Paul 大概花了 20% 的時間。通常招聘候選人要經過 10 次深入面訪談，也會從童年開始談起，瞭解驅使他們想要服務客戶、追求新事物的原動力；雖然有些人在面試時的表現比別人好，但是確保聘用評估過程的廣泛性很重要，獲選人員通常是得到評估過程中廣泛的共識。結果是，在面試訪談過程中大獲成功，通常也在後續公司內發展大獲成功。

7. 員工要能長期投入創新，其推動力可能是工資、獎金、升遷以外的東西。大多數人，無論他們是工程師，業務經理，或機器操作員，都想要創新，尋求他們的職業和組織的成功，讓他們可以貢獻並提供社會更加舒適、更健康且更振奮的未來。所以 Raychem 最重要的事情就是建立一個組織文化，鼓勵團隊合作，鼓勵樂趣和刺激，鼓勵大家做不同、更好的事情，並予獎勵，希望讓工作更有意義，公司就會有更好的事情發生。當然也不能不提薪資福利制度，公司薪水大概高於業界平均 6 成，此外，依照公司稅後淨利及個人表現之季獎金，公司有 10% 的人並有第二獎金；公司各單位內的人員獎金可能有高有低，雖然會有不愉快，但也形成驅動力。我們不是以獎金來鼓勵成功者，而是以獎金來鼓勵智慧的貢獻，也就是不會發一大筆的獎金給一群人焚膏繼晷地花了一年時間才結論這項產品已失去市場，也就是我們必須做正確的事情。另外我們的人員流失率非常低，離職出去創業與我們競爭的人數幾乎是零，這在矽谷是相當不尋常的。
8. 對於一些競爭者公司所組成的研發聯盟或合資公司，來瞭解技術落差或互補合作，Paul 表示沒有一個公司可以全部技術都有，Raychem 也會選擇性地跟一些公司合作開發；但 Paul 始終相信，一個一個真正創新的公司，必須建立在圍繞在公司核心技術為基礎上的智慧與科技之公司內部發展骨幹上，若論及公司的核心技術，世界上應無其他人比公司更清楚或瞭解更多，這也應是公司成員對其技術核心的承諾。必須確保公司有非常聰明的人在自己的核心技術。一些誰知道技術分析的部分，有些誰知道分子的部分，有些知道物理，有些知道化學反應。你要確保那些人彼此交談，及所有這些學科之間的定期和深入的交流的發生。他們一起工作、溝通、流汗、發誓，每一件開發產品都能盡一切可能從核心技術提取精華。儘管如此，有效的溝通並不容易，人們很容易在各自領域內自以為是，這就是為什麼公司推動的一個措施：慶祝並頒發「非我發明」獎盃給同仁。我們慶祝誰能從公司的其他部門竊取想法，並將其應用到自己的工作。我們頒發獎杯和證書，鼓勵：我偷了別人的想法，且使用它。而有這個想法的人，也得到了獎勵。他會說：我有一個偉大的想法，和某某人在使用它。已帶給公司同仁無數的這些獎項。
9. 大部分的公司都不是像 Raychem 這樣做生意，因為很難做。大多數公司說：



讓我們挑選我們可以當大玩家的市場，而且是我們可以簡單做，就可以反應很快的市場。越來越多的企業今天想大市場中有統治力的球員，世界上數一數二的，像奇異公司，一直遵循這個策略成功多年。這完全不是 Raychem 的戰略，最大最強的不同處，Raychem 的戰略是完全避免同業競爭。避免同業競爭的最好辦法就是賣競爭對手無法觸及的產品。我們最不想做的產品是奇異或杜邦公司也有興趣做的。我們須確認公司所選擇發展的產品，是大公司不會感興趣的。我們選擇了客製化的產品，我們可以做很多品種，不同規格，不同厚度，不同的顏色。我們需要更多，而不是更少的產品，需要更複雜的設計和製造。我們想要一項產品的年營收小於公司的總規模甚多，而且要很多很多這樣的產品。但是也須承認，公司經過數十年的成功發展，這個戰略仍然有問題：公司成員一直在掙扎。這戰略需要大量的信心，相信自己能走出去，掌握一門技術，保持世界領先，在該技術基礎上獲取市場，獲得廣泛的專利覆蓋範圍，然後最後在強大的毛利率下保護事業發展。一般人們會爭論朝公司營收快速成長的方向，公司成員會做得輕鬆，且較容易，也就是把產品的創新性降低，以取得更大的市場：Paul 認為這不是一個聰明的經營理念。

10. 但，只是把核心技術推出公司門口是不夠的，必須要有經濟上成功的創新：你必須比別人更加了解自己的核心技術，也必須知道你的市場比任何人都好。你必須了解你的客戶的需求，你必須了解你的產品是否是可重複製造的，當開拓新的技術時這是不容易的。你要了解競爭對手對你創新的回應能力，你必須了解新產品是否可以帶來足夠毛利率與資金，供公司不斷開拓下一個產品，以及支應沿途的一些失敗。對我們來說，這意味著至少有 50% 的毛利率。除非你能幫你的客戶省很多錢，成為他們重要的經濟支持，並沒有替代性產品的競爭，且盡一切成本效益來大賺利潤，否則，你不會有經濟上成功的創新。
11. 如何真的了解市場與客戶：一般只是公司人員走出公司去找客戶問他們要什麼。應該不是這種嘴上功夫。要推出一項新產品，需要先問過一堆問題：新產品會為客戶節省一點錢還是很多錢嗎？使客戶產品的性能和效率的改善，客戶利潤是否會取得重大進展？客戶使用我們的新產品的成本，是否比我們向他們收取的費用划算？他們的費用(overhead)比率為何？安裝人員的每小時費用？等等很多問題須回答。這就是為什麼我們比其他在美國的技術公司擁有更多 MBA 學位。我們必須知道我們的客戶業務上和經濟上的問題，深入的程度跟我們知道我們自己的技術一樣。我們也必須要問最後一個問題：客戶會不會接受我們是唯一的供應商？畢竟我們是提供新產品、專利性的產品的企業。曾經有一家石油公司無法決定是否要使用我們的接頭，應用在沙漠設置的油管，然後將兩個其他供應商為同一產品。我們是世界上唯一的供應商。因此，我們必須了解客戶夠深，更重要的是客戶必須知道我們非常了解他，這樣客戶才能有信心跟單一技術來源的我們去嘗試新的和創新的產品。

所以，公司不只賣創新，更賣在創新背後支持的客戶的信心。Paul 表示許多客戶都伸長脖子從我們這裡購買他們從來沒有見過的產品，但這也意味著我們常常陷入困境，而公司成員總是不分白天和黑夜的戮力解決問題。事實上，當你有這些經驗的時候，與客戶的關係總是拉得更近，更有好感去奔向下一個創新合作機會。雖然這不是我們想這樣做生意，但它卻是成功生意的一部分。客戶的回應和信任也會帶來巨大的商機。交聯凝膠(cross-linked gel)是公司的核心技術之一，會開始發展這項技術是我們需要解決個客戶一個非常特別的問題：在一次颶風襲擊德州時，撞倒了一堆電話終端機，於是我們派了工作隊並發現大部分的短路的發生在特定的接線盒。當時我們有一個小的研究工作在交聯凝膠的領域，我們認為我們可以用技術來解決這個問題，並成功的解決問題，即使我們不明白它背後的所有理論原因。自此開始，我們投入研究探索凝膠的基礎技術，並發現各種有趣的東西，進一步擴大了研究工作。這是一個有利可圖的，快速增長的業務，後來公司大概有百多人在從事凝膠的研發工作。另外，又懂市場又懂技術的人是最難找的，但一定得是有技術背景的人去當 sales，或讓技術人員直接與客戶接觸，這樣才能夠了解市場夠深。

12. 創新的最大障礙與突破：要能每天想、甚至渴望去了斷公司即將過時的產品，而且，成功創新的最大障礙之一就是成功本身。公司在開發一個重要的新產品時，對於一般公司的情況，總是花費多年時間問同樣的問題：如何能夠讓它更好一點，便宜一點，多了幾分成熟度？等重要的問題。總是有空間可以逐步改善。但是，你不能讓整個創新的主旨圍繞著使產品更快，更好，更便宜，一個真正創新的公司從來沒有停止問其最成功的產品更根本的問題：是否有全新的方法來解決這個問題的方式，可以減少一半的成本，或增加兩倍或三倍的性能？因此，Raychem 公司正在為“過時”了自己的產品？舉一個例子，在“了斷”我們的一個最好的產品：電話電纜密封接頭系統，該產品在當時產生近 2 億美元的年收入，占總銷售額的 10% 以上。這是先前基於我們的熱收縮性的技術所開發的產品，且獨佔市場許久，我們的客戶是全球大型的電話公司，也非常愛這項產品，這項產品毛利一直遠遠高於平均。在不斷改善該產品之後，我們另開發了一種全新的接合技術，大大地提高了性能稱為 SuperSleeve，Raychem 並順利完成轉換，去關閉掉美國生產線的舊技術；其實我們的客戶幾乎沒有抱怨老產品沒，然而，因為我們跟我們的客戶一樣知道產品及其應用，而且我們有能力透過新技術顯著提升其性能。另外，新技術的利潤在完成初步的量產 cost-down 後，可能還比老產品的利潤率較低，因此我們必須做積極的銷售，以短期財務規劃說服客戶採用新產品。我們為什麼這樣做呢？因為我們明白，如果不這樣做來“終結”自己，舊產品即將變成紅海競爭。因此，我們會花更多的時間和精力來降低成本，並因應可能競爭對手採取不同策略。而對於這一切，具有競爭力的產品，只有持續累積實力而更好的產品，沒有從一開始就能奠定必然勝利的產品。很重要的一點，

我們要的產品是沒有其他類似品競爭的藍海產品，因此，即使可以保持老產品的利潤，或許也可以透過降低生產成本來跟上不斷下降的價格，但是我們不想玩這個遊戲，所以今天我們能夠以相同的價格提供更好的產品。我們常需說服我們的客戶編寫新的規範以能適用我們的新產品，而這就是我們想要玩的遊戲，而且這種遊戲的難度也很高。

13. 規模是創新的大敵：你不能有效的創新在一個超過幾百人的環境組織中。這就是為什麼當我們持續成長時，我們希望公司是由很多小團體所組合而成，而不是一個大公司，每個小團體都有自己的技術人員、營銷人員、工程人員，製造人員來集合。當然，我們希望公司變大，但是，我們也必須保持創新。
14. 創新就發生在人員的口袋裡，隨著時間的推移這些口袋的位置會發生變化，所以，公司必須做跨組的人員調動，並運用秘密小組研發和團隊合作。使用小團體也使我們能夠確保一個技術專家是該組的負責人並能做決定；Paul 表示會更願意把發展的決定交給技術人員，而不是商人，不希望我們的新產品開發團隊去追逐大宗市場，而是希望他們去追逐技術發展的最佳方法，並能沿著專利的路讓成長和盈利的市場存在。一旦產品開發成功，你的問題變成成本、數量和效率，這時你就可以考慮聘用經理分部門管理。
15. 創新需要有耐心的資本投入，一般公司就是拿不出足夠的錢來投入研發。如果企業按銷售額的 2% 增加了研發支出，雖因此降低了 2% 的利潤，但從長遠來看公司會更好，國家也跟著更好。Raychem 平均花了 6~7% 的銷售額在研發上，最高時超過 11%，儘管收入持平，利潤率下降了一點，但這是為了將有潛力的技術商業化成好產品所需做的努力，公司尤其需在景氣不好時實施這樣非凡的策略。舉一個實例，很久以前 Raychem 獲悉美國海軍軍械實驗室中與開發了一種金屬在高溫時會有很巨大的熱收縮，當時我們正開發熱縮塑料技術，所以認為這些我們是應該了解的。我們開始了一些研究，開發了一個在 F-14 戰鬥機上的金屬接頭去接合液壓管路，而海軍在我們成功開發這項技術的第二年就把買它了下來。因此，我們繼續研究，並進行了大量投資，一直進行製造成本下降的工作，我們也探索了這個形狀記憶合金可能有爆發性增長的市場。在擁有這項技術超過 20 年後，我們才開始在這項技術上賺到錢，毫無疑問的我們是世界先驅，我們擁有的專利滿出了我們的耳朵；25 年後，形狀記憶合金在成為一個大而有利可圖的生意，直到現在，還是持續以該技術核心去發展市場。
16. 代表投資人的資本市場(華爾街)是不同意公司花錢在像這樣能保持競爭力的投資。華爾街真的會給公司這樣的壓力，投資人總是希望多一些盈餘分配，常常在公司公布了令人失望的季度業績後，公司市值在一天內也下降了 10%；但股市分析師並不是完全不講理，Raychem 曾有一家光纖光學子公司 Raynet，是公司內令人興奮的企業之一，是一個很好的例子，Raychem 在四十多年前就開始探索光纖光學領域，經過技術開發了幾年，並取得了一定的技術累積，

公司開始看到什麼是可能的，公司結論是要將這需數億美元研發投入的技術推向市場，並使其有利可圖；後來 Raynet 被 Ericsson 併購成為一部門。我們知道光纖是未來的網路系統，已逐步用來取代 Cable 電纜線，而這項技術及工程，到目前還是進行式。

### 三、心得及建議

#### (一)心得：

1. 一般公司要能賺錢，或說面臨對手競爭時，大概有三種方式可作：(1)降低製造、人事等相關成本；(2)強化銷售、客服；(3)強化核心技術研發新產品。但對較大型石化公司可能還沒那麼簡單，還有擴展規模以量制價，及往更上游原料端發展，但有時候可能是因為工安做得比別人好又久，他廠發生工安事故後反而可撈一大筆。石化產品的橡膠、塑膠、化學品等應用在人類所有的活動，未來要省能輕量化更離不開石化塑膠複合材料，預計全球需求量只會越來越大，尤其再加上新興國家的成長，大量生產的石化業變為常態，占住了產能供應就占住銷售的上風，石化業者過去很難想像要加強銷售、客服，或甚至要建立自我核心技術投入研發，但在中國大陸 PTA 產能過剩於全世界需求後，中美和高雄廠拆了，多數公司還是想著“我們公司的產品不會是 PTA 第二吧!?”。台灣石化業者研發公認做得最好的是長春集團，有一說是就是在沒那麼容易取得乙烯等石化基本原料的時空環境下，迫使他們得做研發來換取生存空間。總之，有的公司幸運占住了對的位置，壟斷的位置，要跟他買東西還要向他投標，看他賣不賣你；有的公司沒這種好康，那只好往客服、研發走。這說來來，一直聽一些環團、民運人士、抗議學生講“財團”，與矽谷這邊所謂的 startup 新創公司，可就形成了強烈的對比。而所謂的財團，在台灣還是多數人想上班的企業，但是進得去的就得安穩，進不去的可能就在外面抗議，但進去之後可能面臨的是重重限制、不能犯錯，讓優秀的人才也只能平穩到退休，這是對大型、國營企業最常聽到的事：他沒犯過錯，因此獲得升遷，相對於 startup 的徵人要求：他失敗過，所以有經驗更好，觀念差距甚大。在台灣石化業者需要去升級到去吃“研發是先進國家嘴上的那一片肉”時，必須要思考這些衝突的問題，觀念上須有所改變。
2. 我相信台灣不管是化工的學界及業者，都能在自家實驗室的燒杯中新創出世界首例新材料，應該也能知道應用，畢竟台灣在高科技的電資通訊領域、廣布大陸的民生領域，已達相當基礎，但是，就是缺乏勇氣、信心、或說公司支持把這樣由實驗室研發的產品往商業化的方向做，也就是說大家都要等別人(先進國家)把小洞撐得有些大了，國內業者看到有些

量了，才會有興趣做到變成走大門，這時候多半是快要、或是已經要進入有競爭者的紅海競爭，但也是創新型化學公司退出這個產品市場的時候。Paul Cook 就說，有創新的好點子只是開始，如何往商業化的方向邁進，才是真正痛苦但有成效的漫長過程；成功創新最大的障礙就是成功本身，公司要能有決心由自己來終結自己發明的產品，而不是由別人；舉例來說當電動車的發展已經預期會影響未來生產汽柴油的煉油廠的營運時，煉油公司應有勇氣面對這個營收會逐漸下跌的事實，拿出勇氣長期投入研發來終結自己，創造另一種新產業或新產品，研究發展也許會失敗，但什麼都不做只是把爛攤子留給未來的經營者及社會，但我懷疑像這種大型壟斷、甚至是國營的產業有這樣開放的思考方式，尤其是在一個不能犯錯的公司體制內。再一次的說明，在實驗室的燒杯裡研發新產品很容易，要能達到石化業者能看得起的年產萬噸級以上的商業化工廠，這中間必須有試量產研發計畫(pilot plant research)，放大規模及增加規格與實驗室產出交互驗證，並取得真正設廠時的參數及設計，以及有了這一定的產量，下游應用產業才會有興趣、或給你機會去試你的材料能不能用，測試完回饋意見再到試量產研發計畫中去做修正，拿實驗室合成的料和量要求下游產業來幫你測試只是在浪費別人時間；試量產研發計畫對目前國內業者的升級轉型或說高值化相當重要，有些人說不用這樣就能一步到商業化，大概是聘到了國外相關產品的退休人員，可想而知也是即將進入紅海競爭；試量產研發計畫等於是建設一個從未有的小型工廠及的研發計劃，可能沒有國外基本設計之專利可買，所有設計要自己來，至少需花費 3~5 年的時間，5 億上下的投資，來做這項研發工作，也就是 Paul Cook 講的“研發的苦工”，經濟部支持業者做這樣有勇氣的投入，希望還沒投入的石化業者應跨出這一步；試量產若能成功，就能進行下一步商業化工廠的新建，或是選擇整廠輸出到世界需求端國家設廠。別看這種研發產品一開始的量小，等到量大才要進入那不就是紅海市場？台灣社會及國際新興國家之發展有沒空間可讓石化業者再依先前量產模式來拚，業者需謹慎思考。

3. 最近有部電影“THE INTERN” (高年級實習生)所描述的場景及內容真實反映美國新創公司的情形，請 LKK 不會用網路的退休人員來引導在網路賣衣服的新創公司，尤其是在財務及行銷分析上，補這些毛頭創業者的不足是這部電影的假設情景，更接近真實的倒是有一些已退休或半退出業界的有經驗的年長者，就如 Innobridge capital 邱俊邦董事長對創投的投資，其實金額不大，但重點是要投入自己的經驗，與所投資新創公司的年輕人打成一片，教導與引導，並利用自己的人派扶植幫忙公司發展。對這些人錢已經純粹是存簿上的數字，掌握了社會大部分的資源，來協助年輕人創業，我認為是解決目前年輕人對高房價、低薪資及未來前途茫茫的相當好的做法，且互相獲益，不會說只有讓利，占有社會上相當

資源的大型公司，或許可考量以另一家公司，或是個人，來協助年輕人新創公司的發展，或是以脫離舊的大型公司的新公司，重塑公司創新文化，來進行研發創新的公司，就如日本三井公司把研發部門獨立成一家公司來營運，可與舊公司的文化做切割，以達管理上的方便，也或可避免公司內部研發單位與技術生產單位的競爭衝突，簡單講，研發公司是獨立的，若發展了一項半商業化的產品及技術，則母公司的技術生產單位可優先評估是否買下以量產，若不接手，那研發公司可尋求其他公司買主，也就是讓研發創新變成商業數字及買賣，不要讓研發創新在公司內因競爭被淹沒在荒煙漫草間。

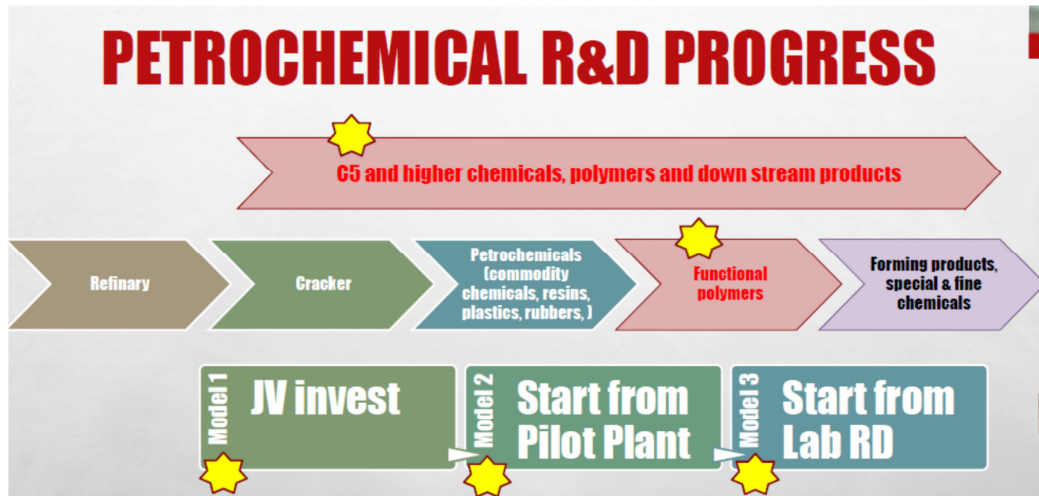
4. 在與 PolymerTech LLC 公司董事長程佳永博士訪談後，以其在 Exxonmobile 等公司從事螺桿、模頭跟押出系統之設計達 40 年以上之經歷，才知道即使是石化下游端的押出造粒、成形或發泡成形，仍有非常多的“眉角”需考慮。這是最簡單的石化高值化作法，暫不用動到主體聚合反應設備，投入金額相對較低，且把大宗石化塑膠加以發泡可以說是賣空氣，以及其隔絕、緩衝及柔軟特性，附加價值當然提高，MIT 等大學論文有一堆，但如何設計可商業化大量連續式生產的押出設備，以及面對各種不同塑膠甚至彈性體的發泡，或甚至是反應押出，或國內業者尚未能進入車用規格的 TPV，相信與國內有相當合作空間，這部分已請工研院接續洽商指導合作工作，也請國內業者有需求不吝提出。
5. 從德州農工大學功能高分子中心蘇教授以其已列 ISO、ASTM 國際規範之刮擦測試，或持續研究中的斷裂行為，從下游應用端來驗證並回饋上游石化塑橡膠產業應研發改進以符合市場需求的串接，期許業者應朝改善量大價低的代工式生產，要深入了解市場需求，了解客戶的深度跟自己一樣，如此觀念之改變石化業者自然就會串接其中下游之客戶使用，當然經濟部也會請工研院、塑膠中心等法人持續協助下游客戶之媒合及合作，只要業者能提出需求。另外，國內石化塑膠業者在醫療高分子材料之認證不多，大多數材料國內石化業者都有生產，但沒經醫療級驗證，當然也跟國內下游醫材業者所須之量有關，送國外驗證時間長經費高，及可能涉及製程修改也須再花費，導致國內下游業者須進口國外經驗證之石化塑膠材料或成型品，成本貴。目前工研院生醫中心應可提供部分服務，且塑膠工業技術發展中心已投入籌建高分子醫材大樓中，希望完成後能降低成本並簡化業者投入醫材相關的高分子國內驗證及跨國驗證問題。
6. 史丹福大學與矽谷業者的關係，看到業者對人才的重視，福利及制度彷彿人才的天堂，新創公司的天堂，這是自然形成的，美國其他地方也沒像這樣的；未來與史丹福等美國大學的連結，不只是技術，更想要的是

觀念，已建議工研院、塑膠中心等技術單位多派員交流學習，更希望業者也是不吝於讓公司的人才到這邊交流，史丹福化工系 Curtis Frank 教授 40 年來從高分子物理的理論，到高分子為結構，到近 10 年的 IPN 互穿聚合物網絡的高分子研究經驗累積，永遠都有從福特汽車、日本 Hitachi, Mitsubishi、及韓國的 Samsung, LG 等研究人員在他實驗室作像我一樣訪問研究員的職務，相信對公司研發創新必有新想法。

7. 事實上，國內石化業者為著生存，已逐步進行做法改變，甚至是觀念上的演進。許多業者了解人才的重要性，與化工相關科系教授合作進行研發的基礎理論工作，提供獎學金與大學化工相關科系，甚至提供給鄰近工廠的高中，這些雖然花費無幾，但重要的是從學校就把未來可進入石化產業的學生留下來，要不然化工系的學生有非常大的比例畢業後以半導體產業為職志，希望能逐步增加化工學界與石化業界間的交流；在工研院材化所聽說有某些組目前很忙，不是接政府計畫，而是忙著接業者計畫，此也顯示研究界與業界已進展到一程度；雖有些業者還是說“研發”是業者自己的事，並持續建議改環評善、稅制及石化專區設置等，業者建議政府的工作，一直以來就是石化產業發展的工作，會一直持續，至於研發是否是業者自己的事，我想自本部產創條例實施以來，僅針對創新研發有投資抵減的鼓勵，以及地方政府以民意的觀點補助設立研發中心聘用高階研究技術人員，與本部技術處一致，民眾對企業脫離代工、訂單式生產的期望，加入創新，擺脫低薪，希望業者能有所了解。
8. 與本次出國研究計畫之預期達成目標及效果之補充說明：
  - (1) 完成高值石化品之新產品選擇策略、模式及合作機會評估：包括新石化材料、功能改質石化材料之項目(1項以上，來源將由學校及業者等)評估，以及觸媒、製程設計合作業者(1家以上)評估：PolymerTech LLC 公司董事長程佳永博士的高分子(PP)二氧化碳超臨界發泡一項、後續不同材料合作方面。
  - (2) 配合前述材料項目，下游應用產業之開拓、新建立及上下游驗證機制之案例分析：德州農工大學功能高分子中心蘇教授之 ISO、ASTM 國際規範之刮擦測試，從下游應用端來驗證並回饋上游石化塑橡膠產業應研發改進以符合市場需求的串接，初步 PP 發泡國內業者可應用於車用內裝須耐刮以保持美觀之要求，以及發泡緩衝材用於車內多項緩衝、防撞、柔軟之部位。另應持續支持塑膠工業技術發展中心投建高分子醫材大樓，協助國內高分子之國內及跨國驗證。
  - (3) 學界到業界商業化之模式學習、合作與機制之案例分析，並包括從政策到國際環境面之分析評估：從學界到業界商業化是一條漫長的路，除了業者應強化學習矽谷業者對人才的重視，未來與史丹福等美國大學的連

結，不只是技術，更想要的是觀念，已建議工研院、塑膠中心等技術單位多派員交流學習，更希望業者也是不吝於讓公司的人才到這邊交流，史丹福化工系 Curtis Frank 教授已同意未來與我國互訪，有興趣業者或其他研究單位我將可協助。

- (4) 建立與史丹福等大學及業者在高端人才及研發之關係，增加美台在石化產業高值化之合作機會：本文前述所有美國學者、業者，若有我國各界想與之聯繫與合作，我將可協助。



## (二)建議：

1. 美國矽谷自然形成新創環境實為世界奇觀，尤其是想要創新之觀念，了解一下為何史丹福大學能給教授 20%的自由時間來創業，為何矽谷業者對人才如此禮遇，建議國內產政學研都應多一些機會送赴相關人員到史丹福大學及矽谷地區學習交流。
2. 短期高值化作法期讓業者以較低的風險踏進一步，本次研究建議將泛用塑膠進一步作超臨界發泡，以及後續反應押出改質或 TPV 等螺桿設計實務，已建立國外技術及業者管道，並已建議工研院等研究單位接續評估及應用等工作。
3. 德州農工大學功能高分子中心蘇教授之 ISO、ASTM 國際規範之刮擦測試，從下游應用端來驗證並回饋上游石化塑橡膠產業應研發改進以符合市場需求的串接，屬綜跨學界、產業界上、下產業鏈之跨領域合作及驗證模式，已建議工研院等研究單位接續評估及應用等工作。
4. 國內塑膠高分子大多數尚未踏入醫療級驗證級，將持續支持塑膠工業技術發展中心投建經營高分子醫材大樓(全數自籌經費)，協助國內高分子業者之國內及跨國驗證，以及石化塑膠產業高值化、醫療材料國產化之產業發展與串



接。

5. 石化產業高值化仍需持續推動，不同業者有不同的規模、環境及利基，惟仍應站在目前基礎往前跨出一步，這一步每家公司都可能不同；建議本部應持續鼓勵業者做所謂研發的苦工：試量產研發計畫，鼓勵這些搖了二、三十年的燒杯的石化業者研發人員勇敢跨出去；公司 CEO 應支持，經濟部也會持續協助委請研究單位協助業者進行實驗室驗證、專利佈局、上下游串接，及下游應用之擴展，期達到化工材料研發的本質：新材料創造新產業鏈。