

主題二：我國綠能科技發展與產業創新

創新綠能產業科技之發展及導入

中技社能源技術中心
王鈺鎔主任

內容

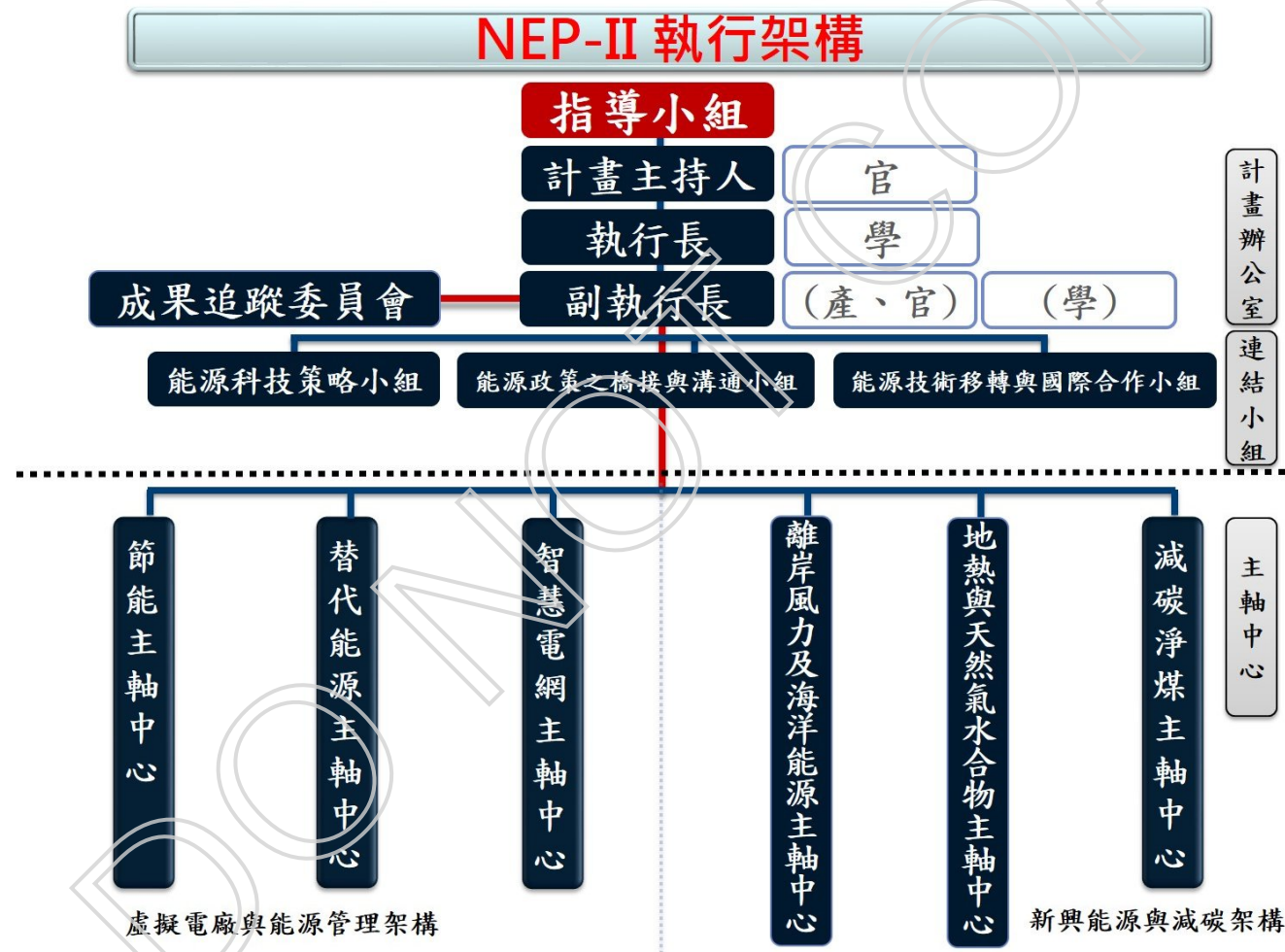
創新綠能產業科技發展：

- NEP-II計畫概述
- NEP-II替代主軸研發進展

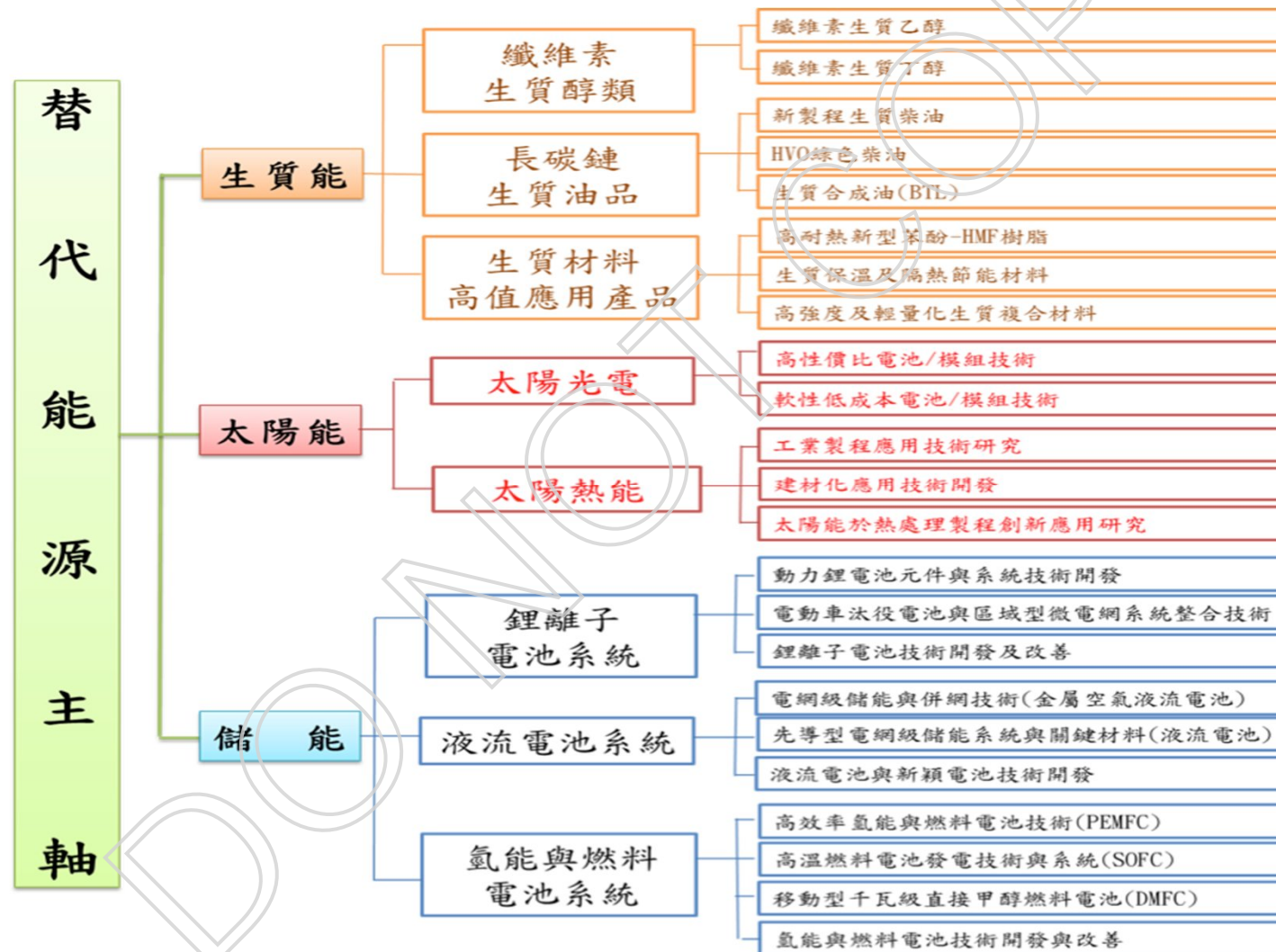
創新綠能產業科技之導入

- 現在進行式
 - 一. 研究議題設定與管理
 - 二. 成果KPI
- 它山之石
 - 一. MRL
 - 二. The role of VC
- 結語

NEP-II計畫概述 組織架構



NEP-II計畫概述 替代能源主軸研究領域



NEP-II計畫概述 總體規劃目標

- 提升能源使用效率，降低對進口能源之依賴度：).....，並提升國內相關產業鏈之國際競爭力，以開發核心上位專利，結合創新商業模式，達成五年內新台幣250億以上投資，1,600億以上年產值之成果。（節能主軸中心）
- 提升替代能源相關產業國際競爭力：.....五年內促成新台幣250億以上投資，650億以上年產值。（替代能源主軸中心）
- 發展智慧電網技術產業，協助建立台灣智慧電力網路系統：.....帶動台灣整體智慧電網產業發展，產值提升五倍達新台幣600億元以上。（智慧電網主軸中心）
- 發展離岸風力與海洋能源技術產業，強化離岸風海能開發，2020年達成自產電力21億度，減碳1.3百萬噸：
- 發展潔淨的地熱能源：.....目前僅進行學術性探勘，現階段正鑽鑿兩口深井，勘探地熱並據以修訂深層地熱地質概念模型。
- 天然氣水合物的調查探勘：.....長程目標（第10~15年）：（1）實施天然氣水合物鑽井生產測試及經濟可行性評估.....（地熱與天然氣水合物主軸中心）
- 建立CCSU及新燃燒系統產業：.....捕獲1公噸CO₂之能耗分別不高於....，CO₂捕獲之成本於2018年時（不含壓縮與輸送）降至，...完成2處（類）封存場址調查與地質架構模型、完成有現地參數依據之封存潛能評估；建立CO₂封存示範試驗場所，..每年至少注入1,000、5,000、1萬及10萬公噸CO₂，...開發直接利用及轉化利用等二氧化碳再利用技術，....建立發電業及產業之能源整合多元化應用系統以及新燃燒系統示範工廠....（減碳淨煤主軸中心）

生質能

替代能源主軸 【生質能】

纖維酒精產業推廣平台及加值化生質精煉技術之研發

- ✓ 與**馬來西亞台商**新茂木業有限公司簽訂一件生質精煉技術授權案，全程授權金約**6000萬元**，涵蓋6項可交易纖維酒精核心技術(其中1/3授權金歸屬能專計畫)，**規劃以合板廠木材剩餘物為料源**，1~2年內建置30~100噸/日驗證廠，3~5年建置單一產線300噸/日之商轉廠
- ✓ 106年完成纖維乳酸技術授權境外實施之審查作業及授權金計價作業，預訂於8月下旬至9月上旬完成合約簽署作業，**簽約金460萬元**
- ✓ 105年11月17日與**國內**海威寬頻公司簽訂技術授權合約，落實生質能源新創產業在地化的願景。海威公司將在**台灣嘉義義竹工業區**建置**第一座纖維酒精製程工廠**，原料除契作狼尾草外(全年可供應)，亦考量另行收購玉米秸桿、稻桿作為原料(特定季節使用)，**預計契作 100公頃**，

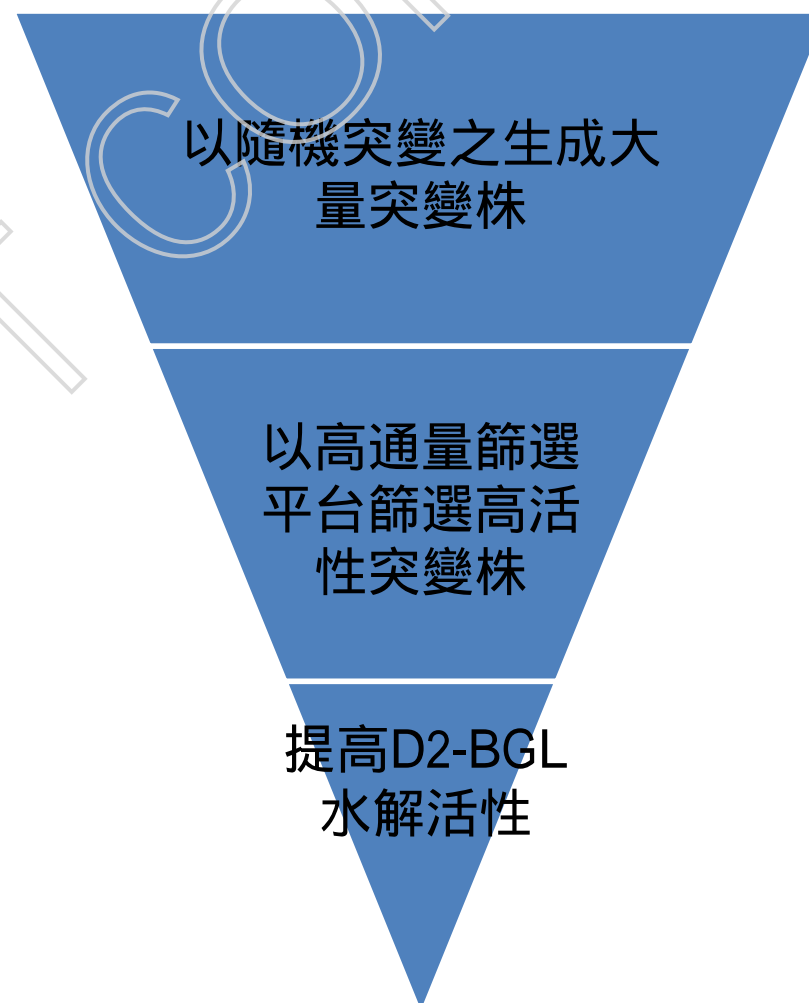


執行單位：行政院原子能委員會核能研究所
經費來源：行政院原子能委員會

替代能源主軸 【生質能】

台灣原生高效能 - 葡萄糖苷酵素D2-BGL酵素活性及表現系統之優化

- - 葡萄糖苷酵素D2-BGL改良酵素
搭配核研所開發的木黴菌纖維水解
酵素以自有配方,對纖維素有效進行
水解
- 中研院擁有 - 葡萄糖苷酵素D2-
BGL的專利,以及未來衍生的使用優
先權
- 高活性 - 葡萄糖苷酵素可**提高台灣**
本土纖維素水解酵素應用價值
- 高活性 - 葡萄糖苷酵素可**有效降低**
台灣生質乙醇生產成本



替代能源主軸 【生質能】

木質纖維素離子溶液解聚技術

- ✓ 開發創新木質纖維素離子溶液(化學)解聚技術。
- ✓ 技術授權三家國內業者，並與業界簽訂合作計畫，加速推動離子溶液解聚技術產業化，廠商出資超過1,000萬元。
- ✓ 推動丁醇新創公司成立(資本額3億元)，簽訂專利授權合約(合約超過1億元)，並獲得經濟部境外實施許可。
- ✓ 與馬來西亞丁加奴州示範場建置合作協議



ITRI 噸級木質纖維素解聚先導廠 (2014.7)

計畫名稱：永續生質能源關鍵技術研發計畫
執行單位：工業技術研究院/食品工業發展研究所
經費來源：經濟部能源局，石油基金

替代能源主軸 【生質能】

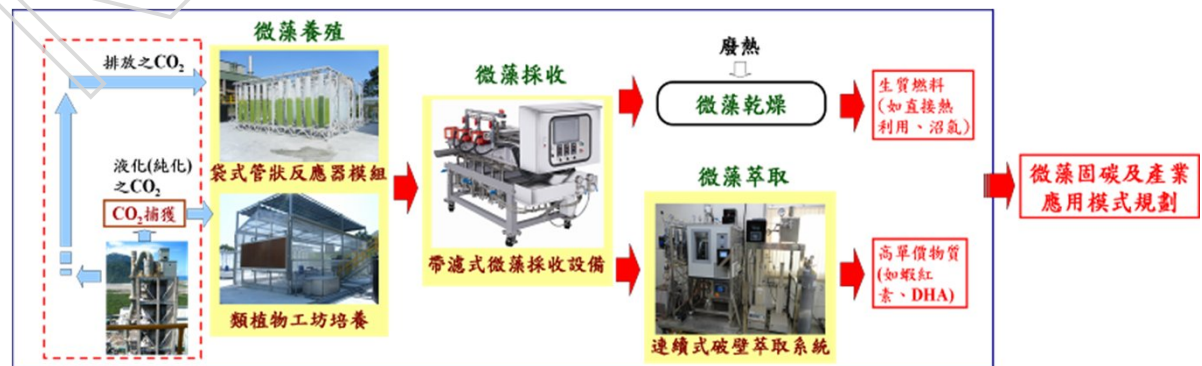
微藻固碳及利用技術

■ 亮點成果說明

- 結合CCS碳捕捉系統，建立微藻能源利用及高單價生產之雙重應用示範場，完成10噸微藻固碳養殖及5噸微藻高單價利用養殖示範建置，並進行戶外長期測試。
- 創造約NT\$1,000/kg-CO₂產值(固碳CO₂量/高單價CO₂量=10，微藻固碳：2 kg-CO₂/kg-algae)，兼具固碳及經濟效益，深獲廠商肯定與支持。
- 關鍵專利布局已申請2案4件(104年3件，國外2件、國內1件)。
- 與國內龍頭廠商合作研究，透過微藻固碳能源及高單價產品利用之可行應用創新模式，可達到碳循環經濟效益，導入新產業。
- 以1,000公頃微藻養殖面積估算，每年產出11.5萬噸藻體及4.6萬公秉綠色柴油/年，CO₂固定量達32萬公噸/年以上。



微藻固碳及利用示範場 (花蓮)



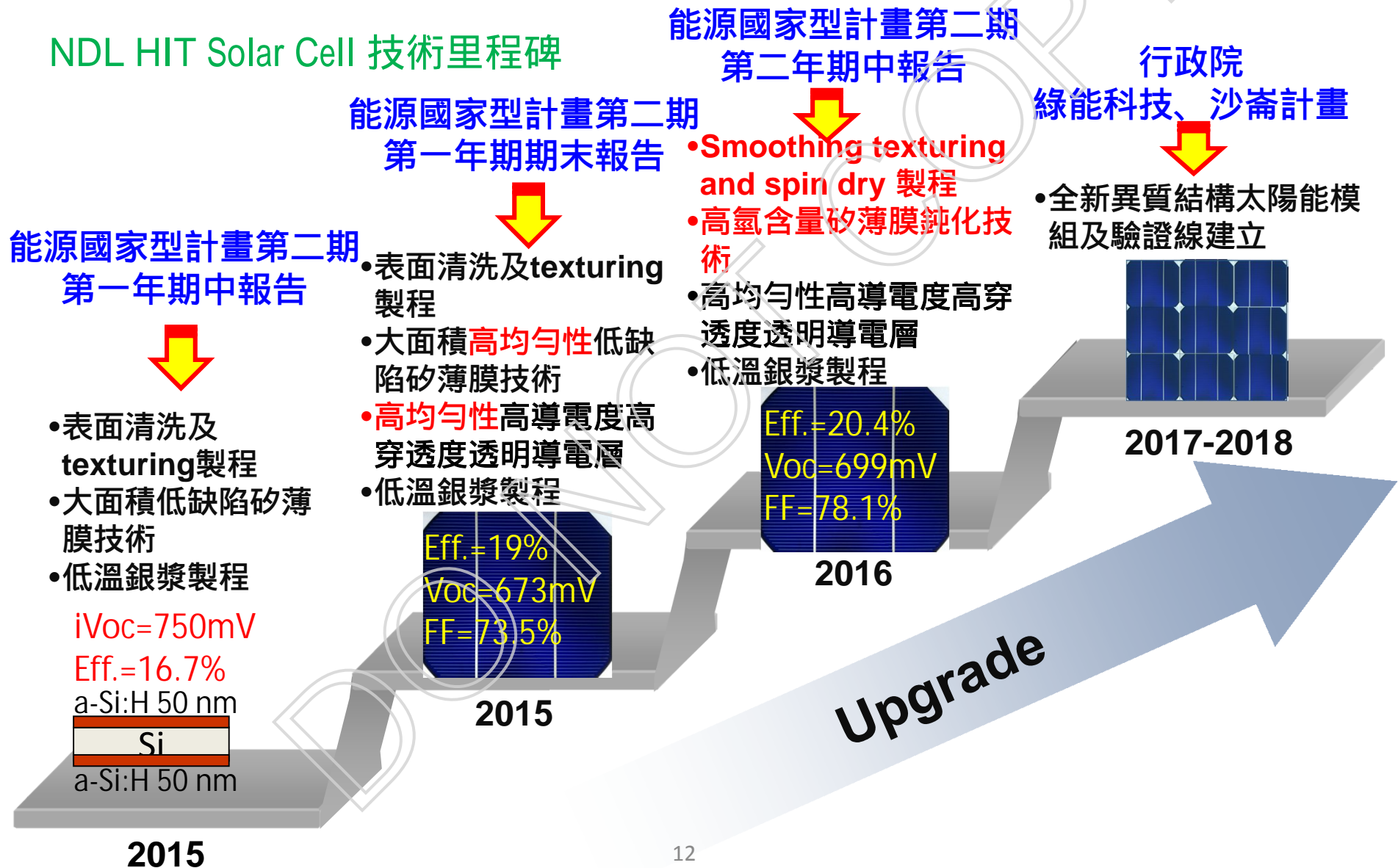
微藻固碳及利用發展策略及產業化途徑

計畫名稱：永續生質能源關鍵技術研發計畫
執行單位：工業技術研究院/食品工業發展研究所
經費來源：經濟部能源局，石油基金

太陽光電

大尺寸超薄(50 μm)異質結構矽晶 太陽能電池之開發

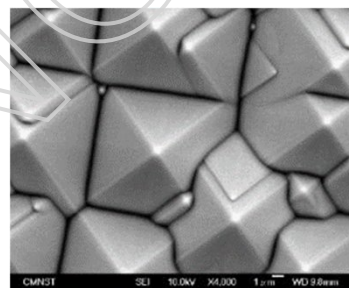
NDL HIT Solar Cell 技術里程碑



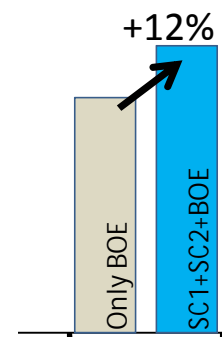
HIT PV計畫產學研合作現況

- 產業效益

- ✓ 技術自主薄膜光伏製程服務，進行技術先期技轉(45萬先期技轉金)(矽○科技)及提供國內外重點產學及研究單位技術服務(300萬)，包含鴻○、友○光電及康○玻璃等。
- ✓ 結合國內設備製造商(矽○與駿○科技)建立高品質國產化設備之能力，進行國產化設備之能力，建立前瞻綠能電池Turn-key。
- ✓ 與國內前三大太陽能電池廠簽署NDA合作開發high-K材料
- ✓ 與碩○科技技術合作膠料與網印技術



自主開發HIT-PV專用之晶片表面纖構化處理技術



異質接面太陽電池技術

- 亮點成果說明

- 1.表面關鍵之形貌改善與超高晶片清潔度，搭配非晶矽鈍化，開路電壓已達728.6mV。
- 2.效率提升至21.5%，預期可突破至22.5%以上。

- 技術效益/專利佈局

- 1.具有織構結構之透明導電膜開發，取代ITO。
- 2.背接式異質接面太陽電池(結構式專利)。
- 3.異質接面MWT太陽電池(結構式專利)。
- 4.新型異質接面太陽電池(結構式專利)。

- 產業效益

- 1.先期技術授權異質接面太陽電池技術給聯相光電，藉由技術之輔助，效率提升至19.6%，該公司並且購買相關後段設備。
- 2.協助茂迪等各大廠進行晶片鈍化與相關之技術。

- 能源效益

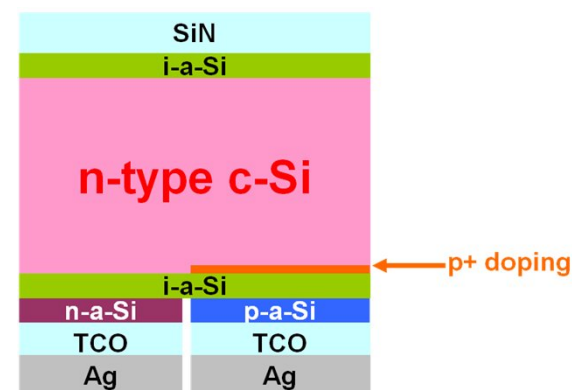
- 1.藉由此異質接面太陽電池之低溫度效應之優點，可有效提升整體系統發電量2~10%。

計畫名稱：高性能太陽光電系統技術及設備研發計畫

執行單位：財團法人工業技術研究院

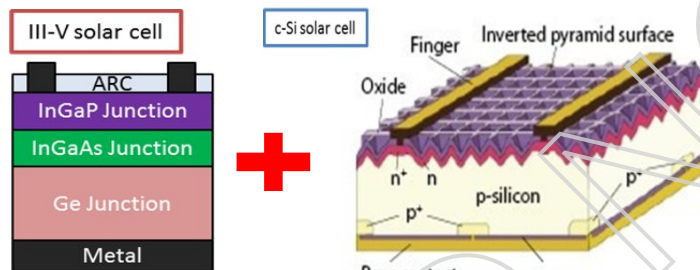
經費來源：經濟部能源局

	Voc	Jsc	F.F%	Efficiency%
#1	694.18	38.76	79.87	21.5
#2	728.6	38.7	74.2	20.9



混合型矽鍺與III-V 族太陽電池設計、製程與設備開發

矽晶圓上製作磊晶鍺薄膜應用於III-V族太陽能電池的技術開發可行性，最終目標元件則為矽晶太陽能電池與III-V太陽能電池堆疊而成的新式堆疊型太陽能電池



➤新萊應材科技（產學合作&技轉）

➔技術名稱”高真空系統閘閥作動次微米級微粒生成監控與分析”，兩年先期技轉金共80萬。

➤源傑科技（技轉）

➔技術名稱”矽微型化光學連結模組技術”，2016年授權金為100萬元

➤統新光訊（產學合作計畫）

➔技術名稱”類藍寶石硬度氮化物光學膜技術”申請產學合作計畫，公司預計兩年支付配合款共77萬

➤宇傑真空科技（產學合作計畫）

➔技術名稱”反應性高能脈衝濺鍍系統開發”申請產學合作計畫，計畫配合經費一年31萬元，以及先期技轉金額10萬元。

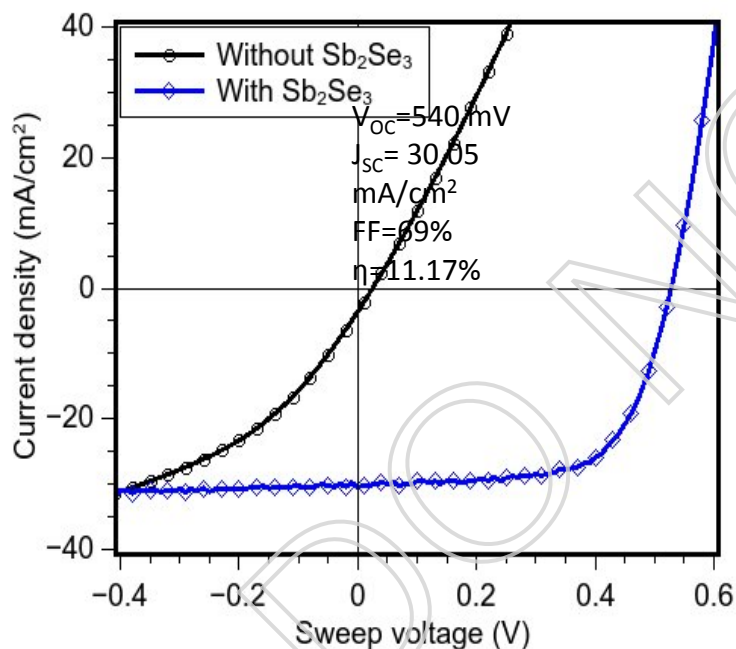
➤展翊光電（產學合作計畫）

➔產學合作計畫<檢光二極體，雷射二極體製程加工改善計畫>，計畫經費為115萬元。

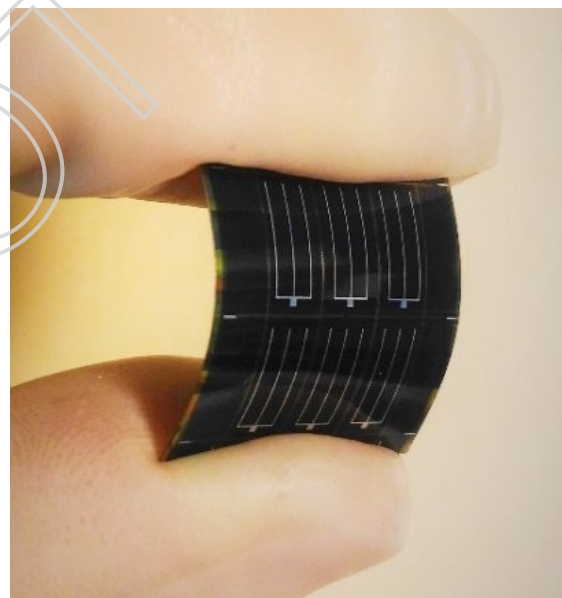
新穎高效低成本軟性CIGS太陽能電池技術開發

本團隊利用共鍍 Sb_2Se_3 靶材，達成軟性CIGS太陽能電池效率 $>11\%$ ，**已達成年度計畫目標。**

Sb有效提升晶粒尺寸及開路電壓。



已與國內廠商展開廣泛多年合作研究



印刷式CIGS太陽電池

■ 亮點成果說明

- ✓ 印刷式CIGS次模組效率，在5cmX20cm試片效率>13.98%，屬世界一流水準

■ 技術效益

- ✓ 低成本奈米漿料及印刷製程關鍵技術
- ✓ 專利化學浴鍍膜(SCBD)設備
- ✓ 掌握高效率硒/硫化關鍵技術
- ✓ 佈局專利累積16案38件

■ 產業效益

- ✓ 未來可整線技術輸出，或開創新產業。
- ✓ 建立台灣CIGS整線設備關鍵技術，連結國內完整CIGS產業鏈
- ✓ 開發可撓式能源應用新領域，藉輕、薄、可捲曲、易攜帶、不易碎裂等特性，可撓式能源與電子產品，可創造電子產業未來新商機。

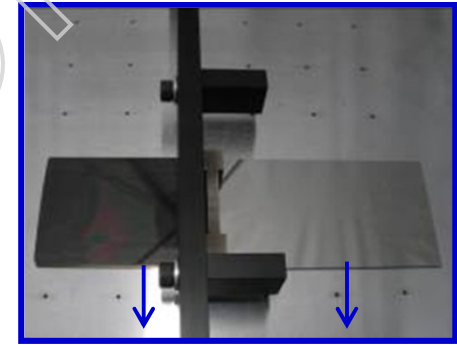
■ 能源效益

- ✓ 應用於CIGS太陽電池，累積發電量輸出比(kWh/kWp)較矽晶太陽電池高10%。
- ✓ CIGS能源回收期較矽晶太陽電池少60%。

奈米漿料



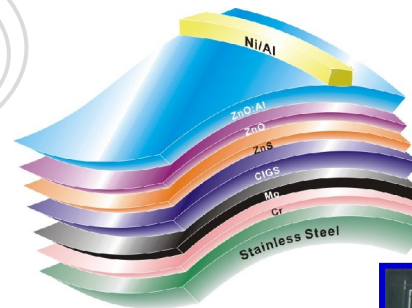
印刷製程



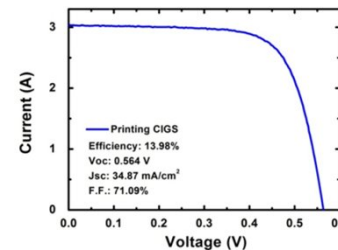
印刷後

印刷前

可撓式CIGS次模組



10 cm x 20 cm

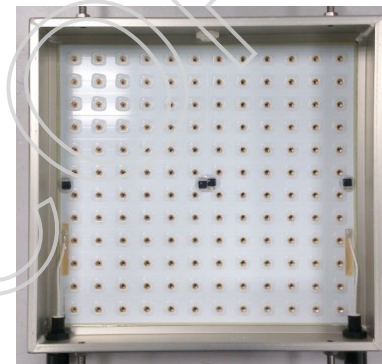
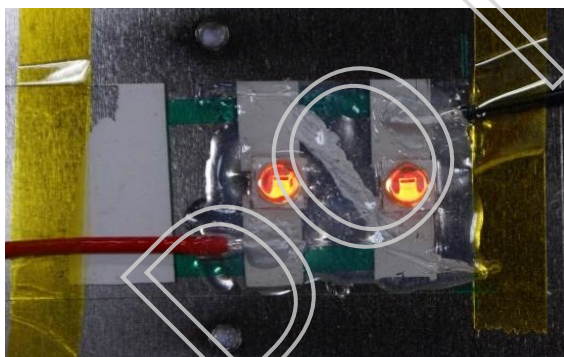


計畫名稱：可撓式CIGS太陽電池非真空試量產線開發計畫
執行單位：工業技術研究院
經費來源：經濟部技術處

廠商有意願合作開發應用端產品

低碳足跡聚光型太陽電池模組

- ✓ 以MOCVD磊晶方法在矽基板上分別完成砷化鎵穿隧二極體(tunnel diode)的磊晶結構成長、穿隧二極體元件的製作、磷化銦鎵(GaInP)單接面太陽電池結構的磊晶成長與元件的製作。
- ✓ 導入接收器自動化製程，以機械及自動控制等方式將太陽電池放置於電路基板正確位置。
- ✓ 結合LED產業，以現存之技術導入太陽能產業，降低廠商投資成本，提高生產效能。成本降低至0.45 USD/W



高分子太陽電池模組技術

已開發製作出PV2000:PC₇₁BM高分子太陽電池模組，模組面積200cm²(由10個單電池元件組成之100cm²串聯模組，兩個串聯模組並聯所構成)

- 高分子太陽電池非真空、全溶液印刷大面積量產製程技術開發，建立模組化技術，應用於卷對卷軟性基材生產線，快速且穩定之製作高分子太陽電池模組，以提升模組之良率及效率。

主動層材料	基板	製程方式	模組有效面積 (cm ²)	模組效率 (%)	Reference
PCDTBT/PC ₇₁ BM	玻璃	e-spray	0.52 (4 cells組成)	4.93	Solar Energy Mater. Solar Cells 2014, 130, 555–560.
	軟性PET	e-spray	0.52 (4 cells組成)	4.72	
PBTZT-stat-BDIT-8:PCBM	玻璃	Doctor blade	35 (7 cells組成)	5.28	Energy & Environmental Science, 2016 9, 89
	軟性PET	Slot die	35 (7 cells組成)	4.20	
PTB7-Th-PC ₇₁ BM	玻璃	Slot die	4.15 (3cells組成)	7.50	Nature communications 2016 DOI:10.1038/ncomms10279
PV2000:PC ₇₁ BM	玻璃	Slot die	120 (20cells組成)	5.36	INER

廠商有意願合作開發應用端產品

低照度太陽電池技術

- 亮點成果說明

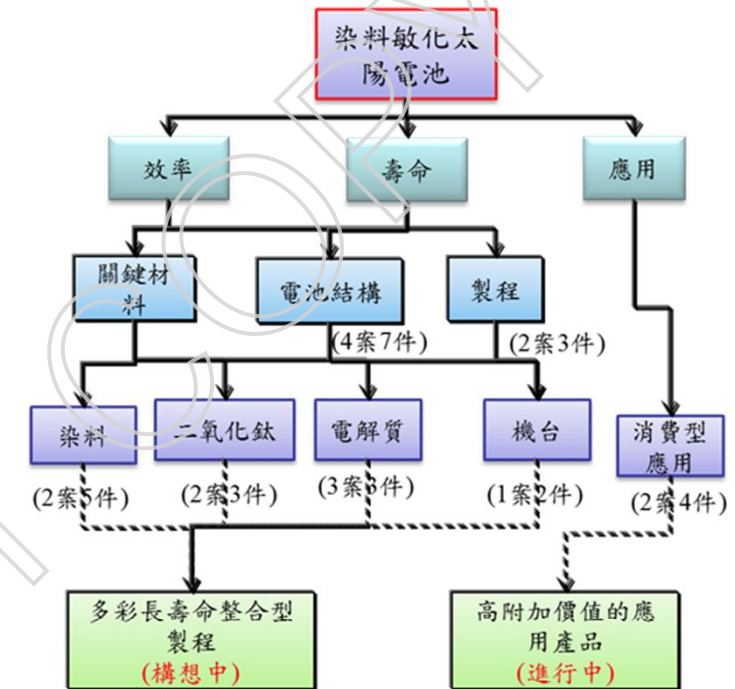
- 1.開發弱光下發電效率>12%的模組。
- 2.使模組使用壽命在室內可以>5年。
- 3.整合發電特性，開發獨有應用商品。

- 技術效益/專利佈局

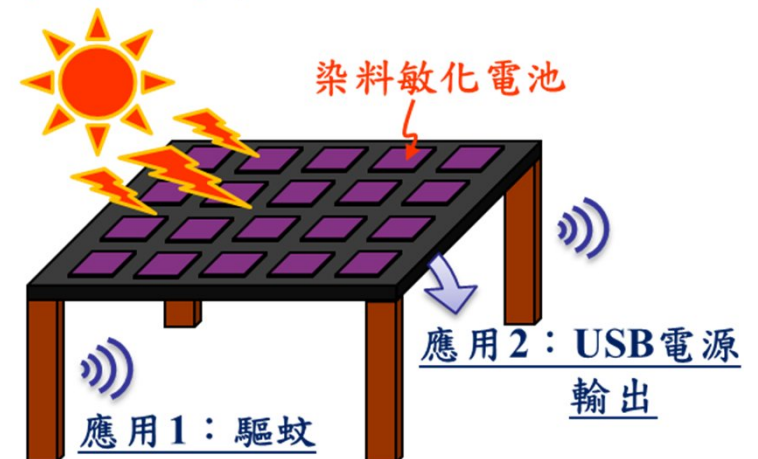
在研究與實際應用上都獲得不錯的成果，專利佈局已經形成一個堪稱完整的群組。

- 產業效益

已技轉台朔集團



太陽光or室內光源

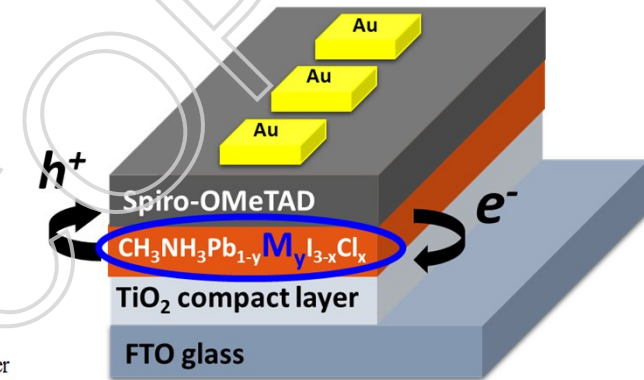
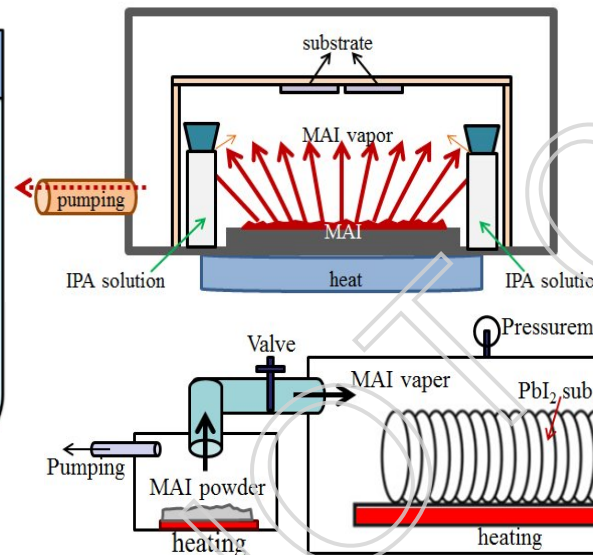
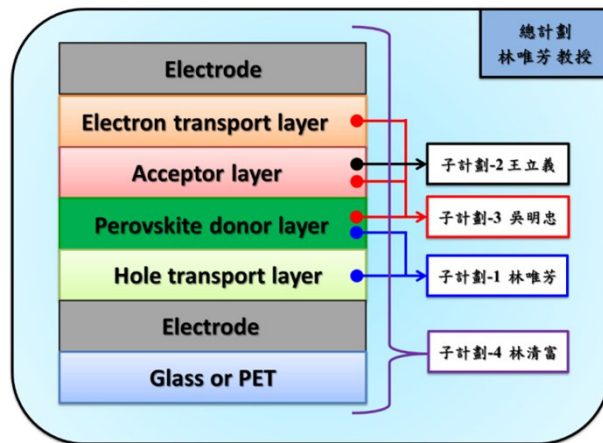


計畫名稱：高性能太陽光電系統技術及設備研發計畫

執行單位：財團法人工業技術研究院

經費來源：經濟部能源局

設計與合成鈣鈦礦結構奈米材料應用於 高效率長壽命低成本軟質太陽能電池



新創公司

比較標竿	University of Washington	本團隊 (NTU/CGU)	未來發展策略或因應作法
光電轉換效率	9.7%	12%	改善製程 提高光電轉換效率
鉛取代量	15%	10%	在不影響光電轉換效率下 增加鉛取代量

熱電技術發展與產業推廣

與半官方企業合作

應用推廣佈局



500W台泥旋窯示範系統

200W榮化燃燒爐示範系統

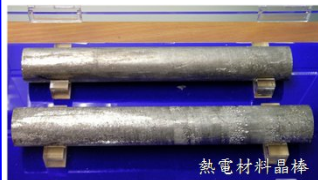
200W正隆燃燒爐示範系統

熱電熱泵系統開發

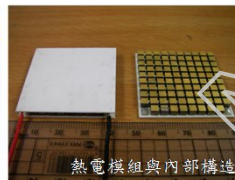
2kW鋼廠加熱爐發電系統

6kW鍋爐發電系統

6kW鋼廠連鑄發電系統



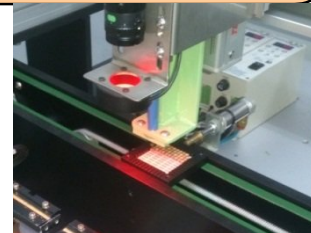
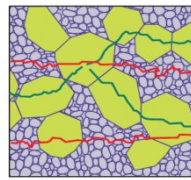
熱電材料晶棒



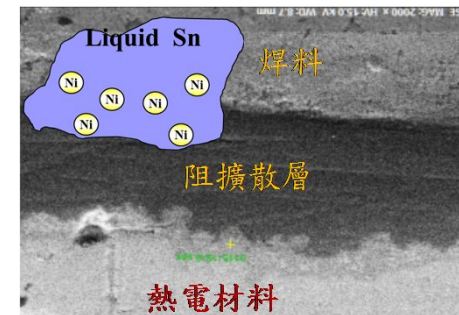
熱電模組與內部構造

- 大尺寸奈米複材($ZT > 1.4$)
- 提高材料使用率($> 70\%$)
- 半自動熱電模組製程($\eta > 6.5\%$)
- Yield $> 85\%$

- 高強度熱電材料($> 50\text{MPa}$)
- 奈米熱電複材($ZT > 1.3$)
- 熱電模組技術($\eta > 6\%$)



- 奈米熱電複材($ZT > 1.6$)
- 半自動熱電模組製程(TEG Module Output power $> 6\text{W} / 4 \times 4\text{cm}^2 @ \Delta T \sim 200^\circ\text{C}$)
- Yield $> 90\%$



技術發展

FY102

FY103

NEP

A

FY104

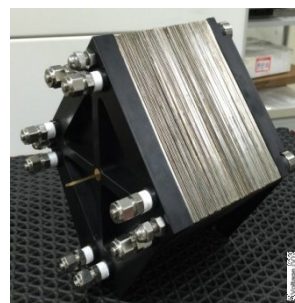
軸中心
ocus Center

儲能

PEMFC 燃料電池先進材料及膜電極組開發

● 亮點成果說明

- ✓ 目前雙離子摻雜氧化物載體觸媒初步得到優於商業化觸媒的電化學活性及穩定性。
- ✓ 以新型氧化物載體觸媒製備之膜電極組已能達到相當高的全電池測試效能。
- ✓ 耐蝕高導電金屬雙極板
- ✓ 金屬板燃料電池組導入多件式冷卻模組化技術，專利授權25萬及130萬。
- ✓ 單電池自動電性檢測系統，檢測單電池OCV > 0.9 V。
- ✓ 全電池組自動氣密檢測洩漏率 ≤ 0.01 psi/min@7 psi。
- ✓ 完成電池組智慧製造系統，達到單電池數目 ≥ 50 cells之電池組自動組裝，產能 ≥ 0.4 組/時（1 k組/年）。

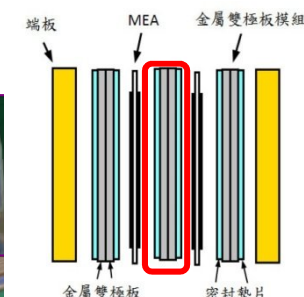
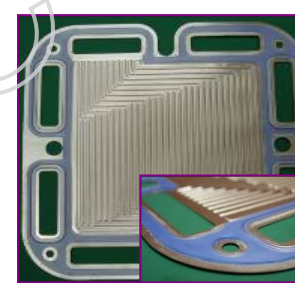
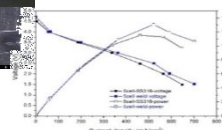


1 kW金屬電池組



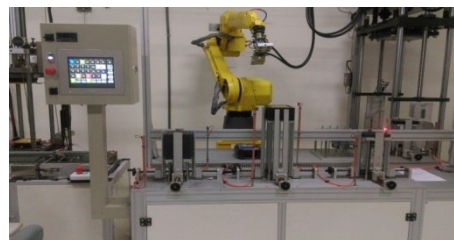
高精度雷射銲接

性能提升
13 %

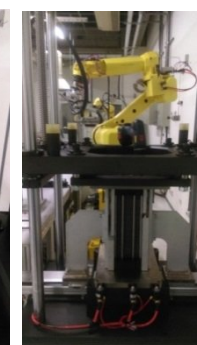
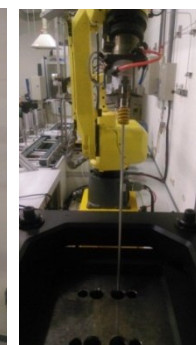


多件式冷卻模組化技術

全板碳沉積抗蝕層 橡膠密封件直接成形板面



電池組智慧製造系統-產能 ≥ 0.4 組/時。



自動換爪取放螺絲與電池組自動氣密檢測。

高效率固態氧化物燃料電池技術開發

• 亮點成果說明

- ✓ 開發3~5 kW整合式熱工元件，經初步測試，性能達到預定目標。(燃燒器加熱至800°C，陰陽極入口溫度達600°C)
- ✓ 進行YSZ系列電池單元陽極基板改質，陽極陣列式孔洞結構單元電池發電效能提昇25%以上，氣體擴散阻抗大幅降低40%以上。
- ✓ 與OO公司【固態氧化物燃料電池陶瓷基板支撐型單元電池製作技術】專利技術授權案，協助業者於工廠端成功試製單元電池片

➤ Improvements on system technology

- Diagnoses, I&C control.
- Reformer/catalysts
- Thermal/water management
- Envelopment of operating regimes
- In-field performance testing
- A prototype of 5kW SOFC power system is under way

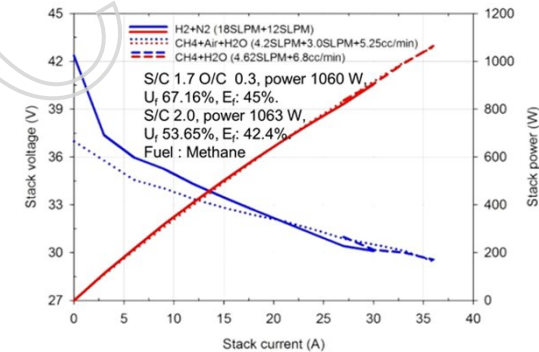
計畫名稱：高效率固態氧化物燃料電池技術開發暨產業化平台建構

執行單位：行政院原子能委員會核能研究所

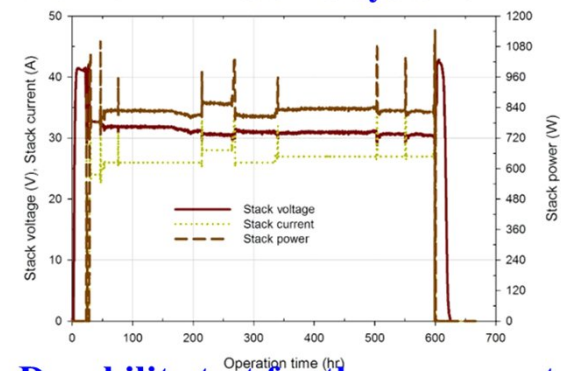
經費來源：中央預算



SOFC發電系統移載至該公司並進行啞電池堆測試



I-V-P curves of a 36-cell stack on the INER-III SOFC system.

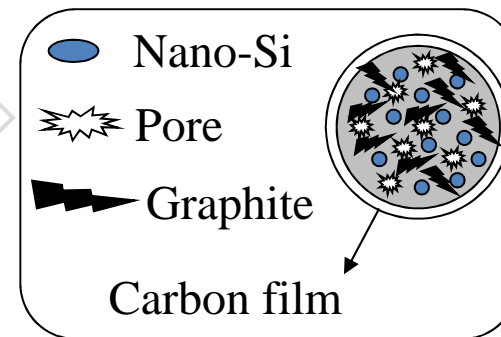
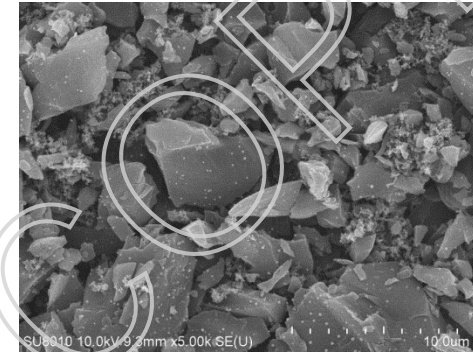


Durability test for the power system.

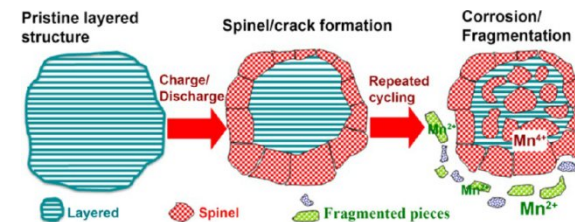
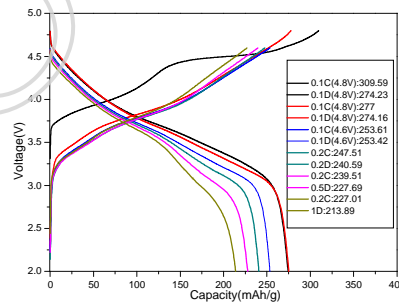
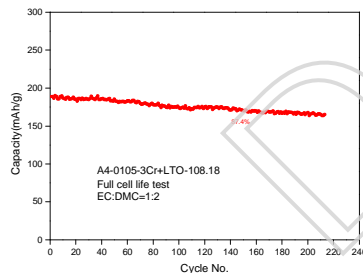
鋰電池元件之製備

• 亮點成果說明

- ✓ 製備出比表面積達 $3000 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ 瀝青碳材
- ✓ 成功導入並均勻分散一般商業常用之助導物質—碳黑
- ✓ 酸性水溶液電解質中，電容值高於 300 F g^{-1} ；在有機電解質中，電容值可達 156 F g^{-1} ；離子液體中，電容值高於 190 F g^{-1} 。
- ✓ 將製備碳材之相關技術移轉中油將產量放大
- ✓ 高安全性之熱/電作動寡聚物添加劑技術 (STOBA) 三井化學
- ✓ 高容量Si/C負極材料，電容量為 617 mAh/g ， 1.2 g/c.c. 的極板密度，154次的循環表現 (cycle retention=80%)，而首圈不可逆為18.6%。



- $0.4\text{Li}[\text{Li}_{1/3}\text{Mn}_{2/3}]\text{O}_2 - 0.6\text{Li}[\text{Ni}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.4}]\text{O}_2$ 電容量 $270(\text{mAh/g})$

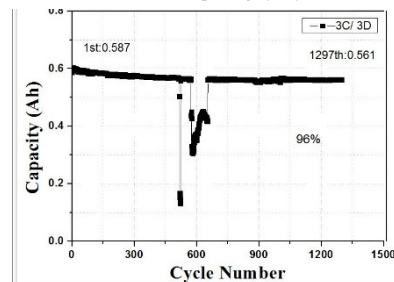
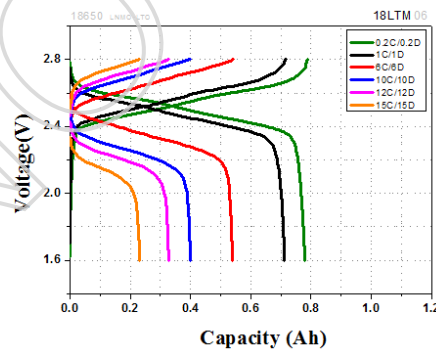
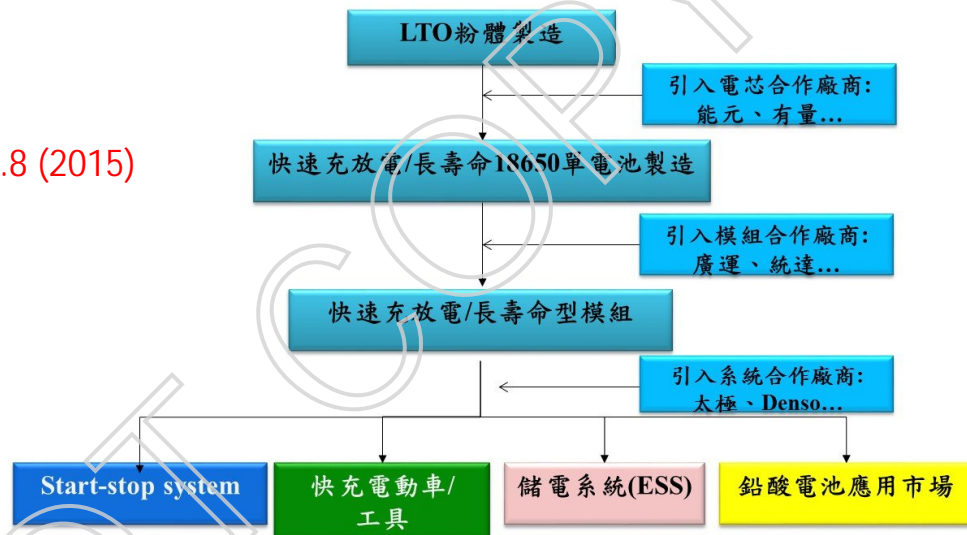
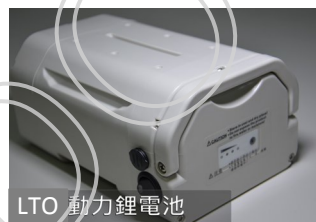
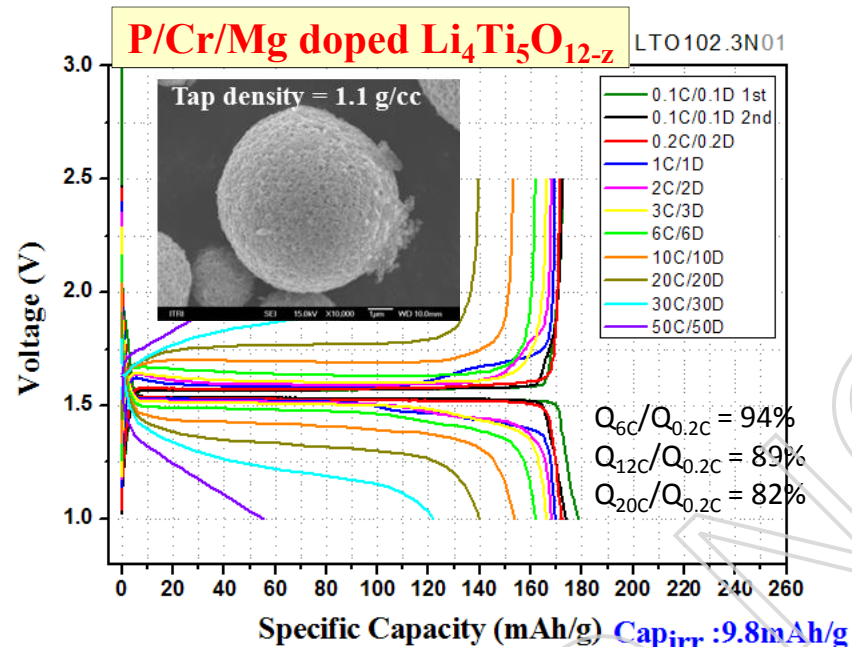


重要技轉—快速充電鋰電池材料技術開發(中油)

- 快速充電及超長壽命 $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (LTO)負極材料、電池及模組開發phase II
- LTO批次產量技術~10Kg

US patent 8545735 (2013) /JP patent 5390547 (2013)

TW patent I441779 (2014) /CN patent ZL201010623235.8 (2015)



國際比較	Discharge capacity(mAh/g)	
	XA	ITRI
C rate		
0.2C	169	172
1C	167	169.6
2C	164	168.1
3C	162	166.2
10C	146	153.4
20C	-	140.0
$Q_{10C}/Q_{0.2C}$	86%	89%
$Q_{20C}/Q_{0.2C}$	-	81%

臺美合作投入創新鋁電池研究

□ 可高速充放電的鋁離子電池

- ITRI: 離子液體電解液配方、電極量產製程
- Stanford: 3D多孔石墨陰極材料

□ 全球領先技術獲Nature肯定!

- 工研院同仁(林孟昌博士)為列名第一作者，臺灣參與團隊亦有臺灣科技大學、師範大學。
- 鋁電池受國際媒體報導，包含富比士雜誌、華爾街日報、蘋果日報等，工研院FB粉絲團破1萬人按讚，觸及人數破22萬人。
- 鋁鹽與離子液體的錯合物在石墨插層，突破壽命限制，80%深度充放電承受7,500次循環。
- 含氯錯合物擴散快速，可變換充放電速率從75C (50秒)到2C (30分鐘)。

□ 與史丹佛大學簽訂智權共享契約

- 智權分享比例：美國專利 (工研院25%)、中華民國專利(工研院100%)、PCT多國專利

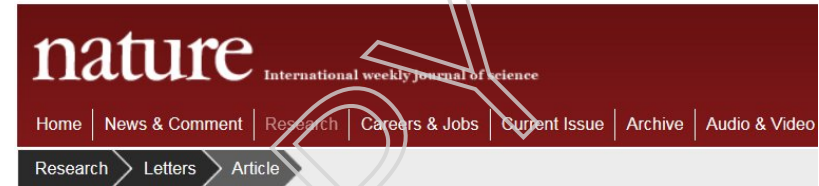
□ 近期3年內導入市場

- 取代傳統高污染鉛酸電池，用於(1)輕型電動機車/電動自行車電池；(2)定置型儲能電池

計畫名稱：分散式儲能系統及併網控制技術計畫

執行單位：財團法人工業技術研究院

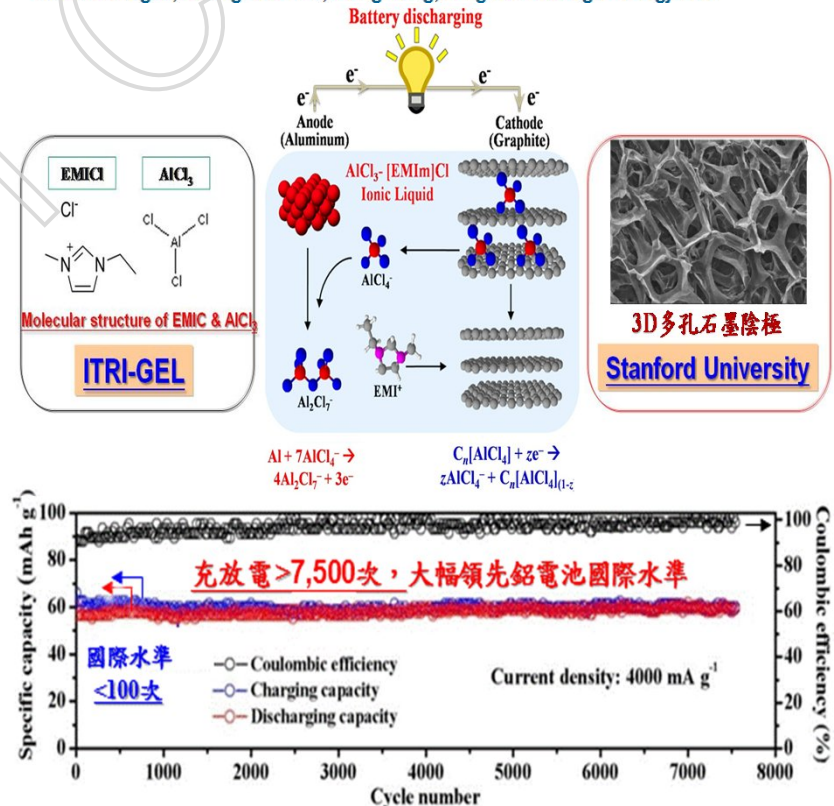
經費來源：經濟部能源局



NATURE | LETTER

An ultrafast rechargeable aluminium-ion battery

Meng-Chang Lin, Ming Gong, Bingan Lu, Yingpeng Wu, Di-Yan Wang, Mingyun Guan, Michael Angell, Changxin Chen, Jiang Yang, Bing-Joe Hwang & Hongjie Dai



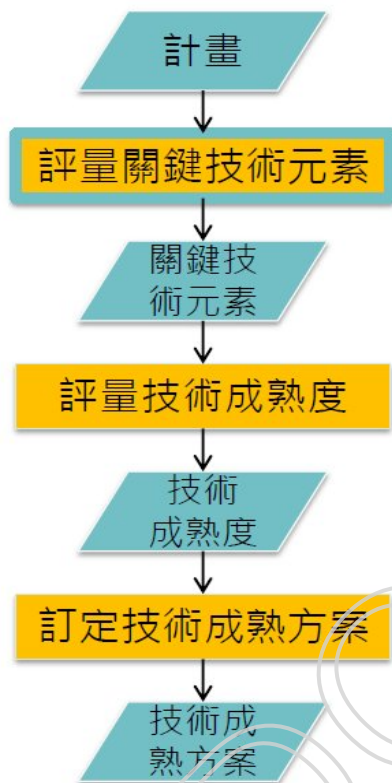
Hope it will be a big success

創新綠能產業科技之導入

現在進行式

研究議題設定與管理

技術成熟方案綱要



：輸入、輸出 (input / output)

：執行過程 (Process)

- 此技術元素是**關鍵的**
- 此技術元素是**新的**

關鍵技術元素判定條件組一：

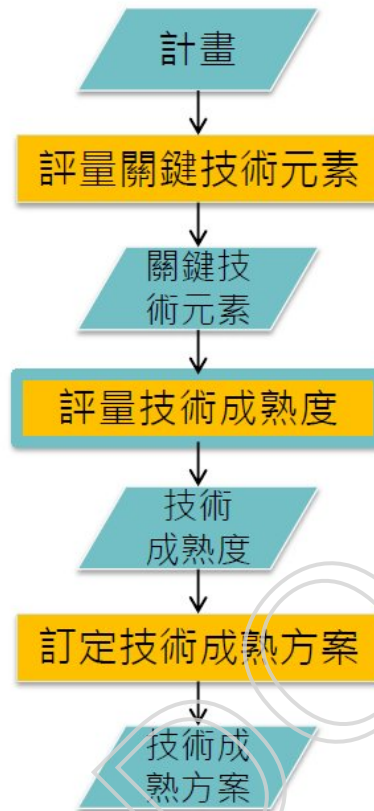
1. 對此項技術缺乏瞭解，可能造成**系統性能表現**之風險
2. 對此項技術缺乏瞭解，可能導致**計畫成本**提高
3. 對此項技術缺乏瞭解，可能導致**計畫預定時程**延誤
4. 對此項技術缺乏瞭解，可能造成**系統設計安全**之風險
5. 最終系統**需求**對此項技術具有定義上之**不確定性**

關鍵技術元素判定條件組二：

1. 此項技術為**新穎**
2. 此項技術為**既存技術之改良**
3. 此項技術包含潛在風險，因此**需要被重新評量**
4. 此項技術**曾被重新整合並用於新的操作環境**
5. 此項技術將被用於**未經測試之操作環境**，或需要被**改良**以超越其原本設計之性能表現

研究議題設定與管理

技術成熟方案綱要



TRL 1 – 基礎原理發現

科學研究開始轉換至研究開發 (R&D) 階段。

TRL 2 – 技術概念成型

相關應用導向之概念被提出。但其可行性尚未被驗證。

TRL 3 – 關鍵功能可行性測試

著重各元件與個別技術之開發，以實驗方法證明理論分析之預測。

TRL 4 – 元件整合證驗

在實驗室環境下，測試重要元件整合後是否可正常運作。

TRL 5 – 準系統於相似環境測試

由基本技術元件整合之高真實度系統，唯獨在尺度上為縮小版之實驗室尺度。此階段研發著重於相似環境下測試準系統之可靠程度。

TRL 6 – 原型於相似環境測試

接近真實尺度之模型（原型）於相似環境下進行測試。著重於測試並展示系統技術。

TRL 7 – 全尺度模型於相似環境測試

全尺度模型於相似環境下測試，系統已近似最終設計。

TRL 8 – 真實系統展示

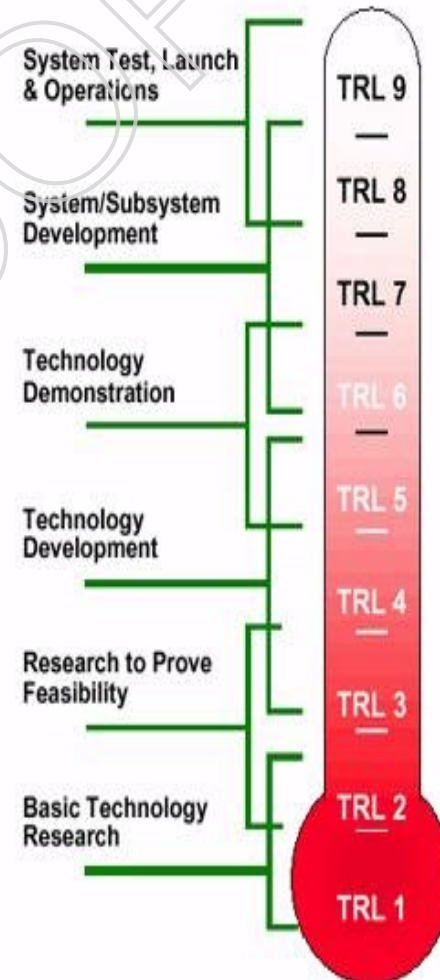
全尺度真實系統通過真實環境之測試，商業化前置階段。

TRL 9 – 系統商業化

系統成功通過試運轉並進入商業化階段。

Technology Readiness Levels (TRLs)

- TRLs is a measure used to assess the maturity of evolving technologies (devices, materials, components, software, work processes, etc.) during its development and in some cases during early operations.



TRLs (Detailed Discussion)

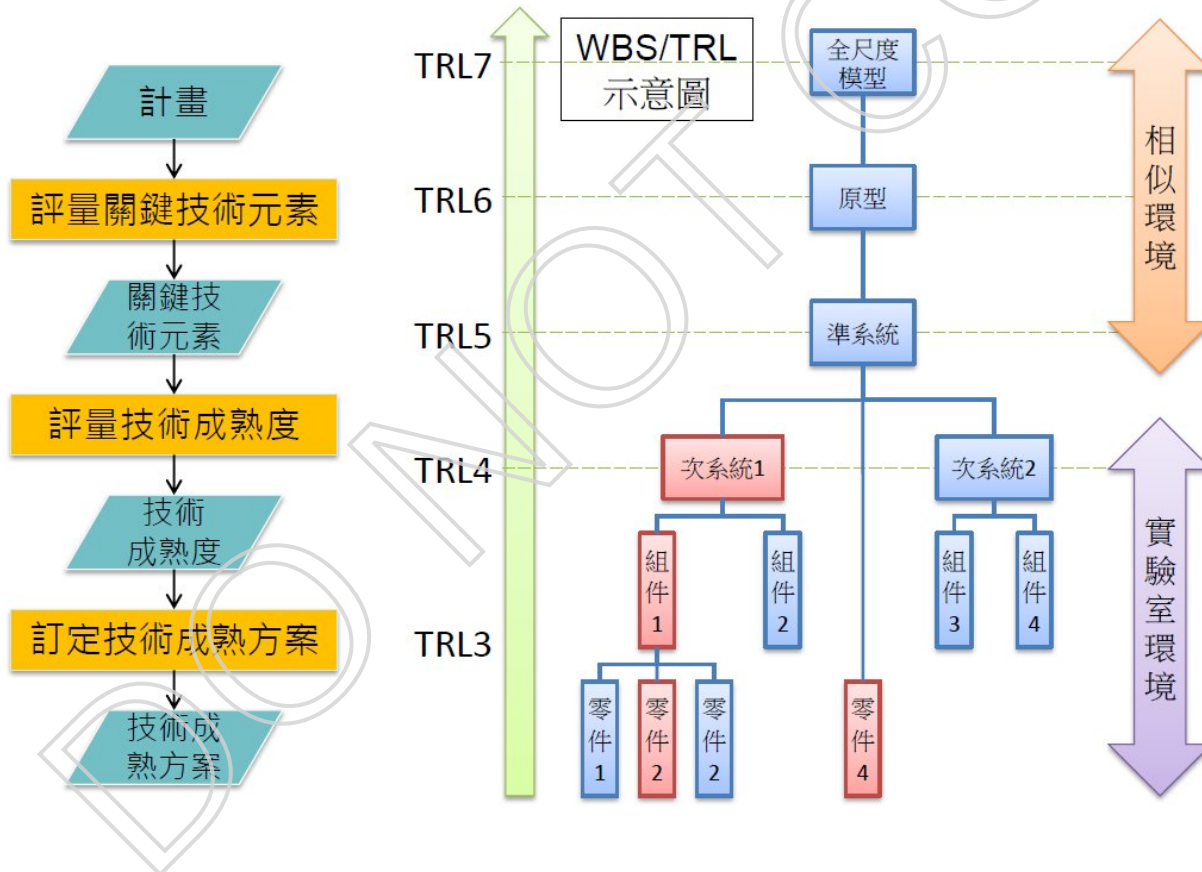
TRL	Definition	Description	Supporting Information
1	Basic principles observed and reported	Lowest level of technology readiness. Scientific research begins to be translated into applied research and development. Examples might include paper studies of a technology's basic properties. MRL N/A	Published research that identifies the principles that underlie this technology. References to who, where, when.
2	Technology concept and/or application formulated	Invention begins. Once basic principles are observed, practical applications can be invented. Applications are speculative, and there may be no proof or detailed analysis to support the assumptions. Examples are limited to analytic studies. MRL N/A	Publications or other references that outline the application being considered and that provide analysis to support the concept.
3	Analytical and experimental critical function and/or characteristic proof of concept	Active research and development (R&D) is initiated. This includes analytical studies and laboratory studies to physically validate analytical predictions of separate elements of the technology. Examples include components that are not yet integrated or representative. Analyses identify manufacturing concepts or emerging producibility issues for breadboard system.	Results of laboratory tests performed to measure parameters of interest and comparison to analytical predictions for critical subsystems. References to who, where, and when these tests and comparisons were performed.
4	Component and/or breadboard validations in laboratory environment	Basic technological components are integrated to establish that they will work together. This is relatively "low fidelity" compared to the eventual system. Examples include integration of "ad hoc" hardware in the laboratory. Key manufacturing processes identified & assessed in lab. Cost as an Independent Variable (CAIV) targets established.	System concepts that have been considered and results from testing laboratory-scale breadboards(s). References to who did this work and when. Provide an estimate of how breadboard hardware and test results differ from the expected system goals.
5	Component and/or breadboard validation in relevant environment	Fidelity of breadboard technology increases significantly. The basic technological components are integrated with reasonably realistic supporting elements so they can be tested in a simulated environment. Examples include "high-fidelity" laboratory integration of components. Trade studies and lab experiments define key manufacturing processes and sigma levels needed to meet CAIV targets.	Results from testing a lab breadboard system are integrated with other supporting elements in a simulated operational environment. How does the "relevant environment" differ from the expected operational environment? How do the test results compare with expectations? Was the breadboard system refined to more nearly match expected system goals?

TRLs (Detailed Discussion)

TRL	Definition	Description	Supporting Information
6	System/subsystem model or prototype demonstration in a relevant environment	Representative model or prototype system, which is well beyond that of TRL 5, is tested in a relevant environment. Represents a major step up in a technology's demonstrated readiness. Examples include testing a prototype in a high-fidelity laboratory environment or in simulated operational environment. Critical manufacturing processes prototyped, targets for improved yield established.	Results from laboratory testing of a prototype system that is near the desired configuration in terms of performance, weight, and volume. How did the test environment differ from the operational environment? Who performed the tests? How did the test compare with expectations? What problems, if any, were encountered? What are/were the plans, options, or actions to resolve problems encountered before moving to the next level?
7	System prototype demonstration in an operational environment	Prototype near, or at, planned operational system. Represents a major step up from TRL 6, requiring demonstration of an actual system prototype in an operational environment such as an aircraft, vehicle, or space. Examples include testing the prototype in a test bed aircraft. Prototype system built on soft tooling, initial sigma levels established for critical manufacturing processes.	Results from testing a prototype system in an operational environment. Who performed the tests? How did the test compare with expectations? What problems, if any, were encountered? What are/were the plans, options or actions to resolve problems encountered before moving to the next level?
8	Actual system completed and qualified through test and demonstration	Technology has been proven to work in its final form and under expected conditions. In almost all cases, this TRL represents the end of true system development. Examples include developmental test and evaluation of the system in its intended weapon system to determine if it meets design specifications. Critical manufacturing processes demonstrate acceptable yield for pilot line or LRIP.	Results of testing the system in its final configuration under the expected range of environmental conditions in which it will be expected to operate. Assessment of whether it will meet its operational requirements. What problems, if any, were encountered? What are/were the plans, options, or actions to resolve problems encountered before finalizing the design?
9	Actual system proven through successful mission operations	Actual application of the technology in its final form and under mission conditions, such as those encountered in operational test and evaluation. Examples include using the system under operational mission conditions. Manufacturing processes are operating at six-sigma or appropriate quality level.	Operational Test and Evaluation (OT&E) reports.

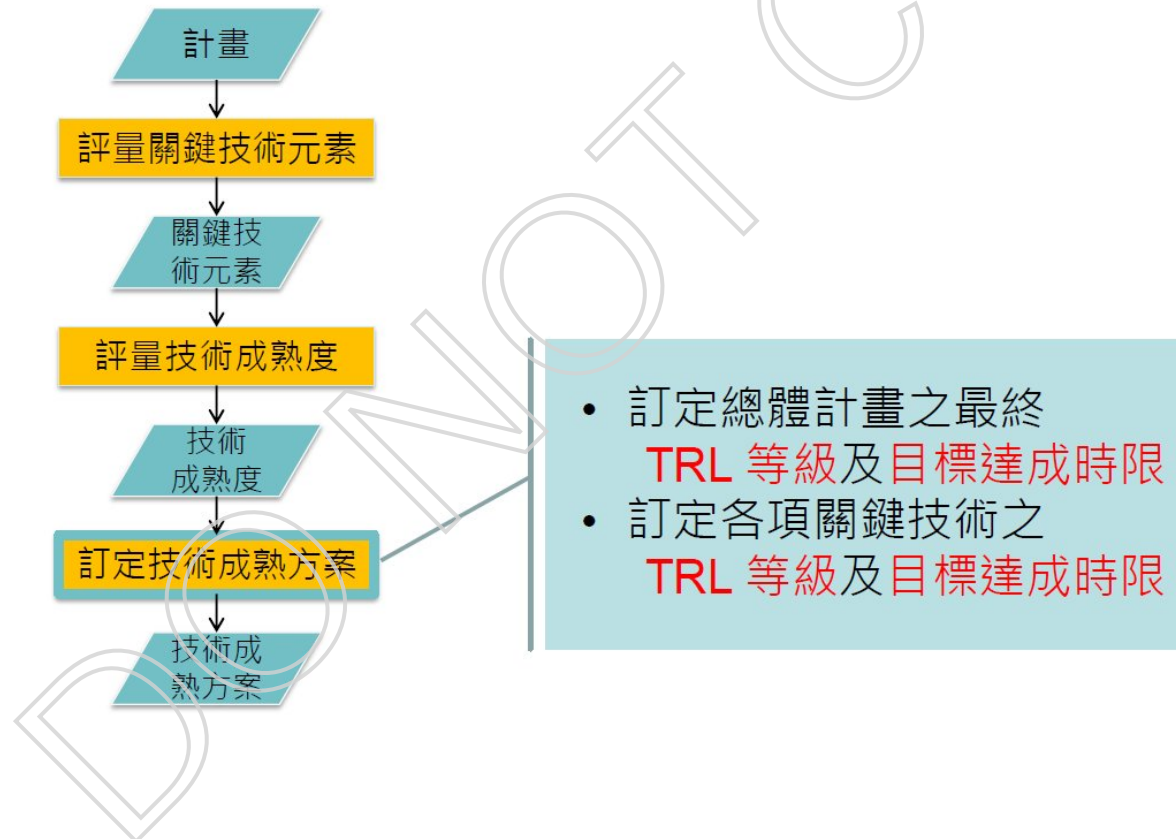
研究議題設定與管理

技術成熟方案綱要



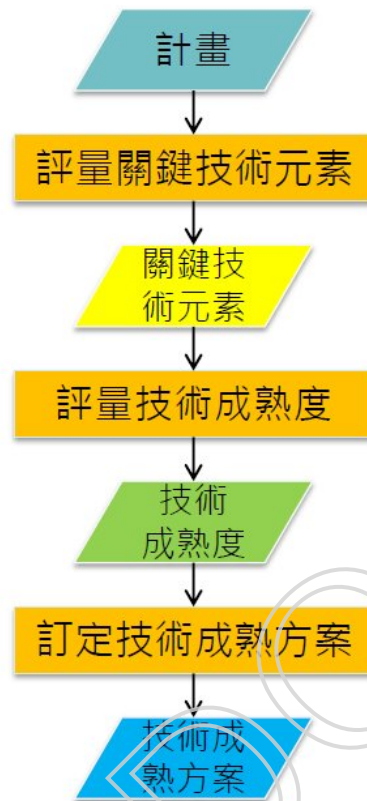
研究議題設定與管理

技術成熟方案綱要



研究議題設定與管理

技術成熟方案綱要



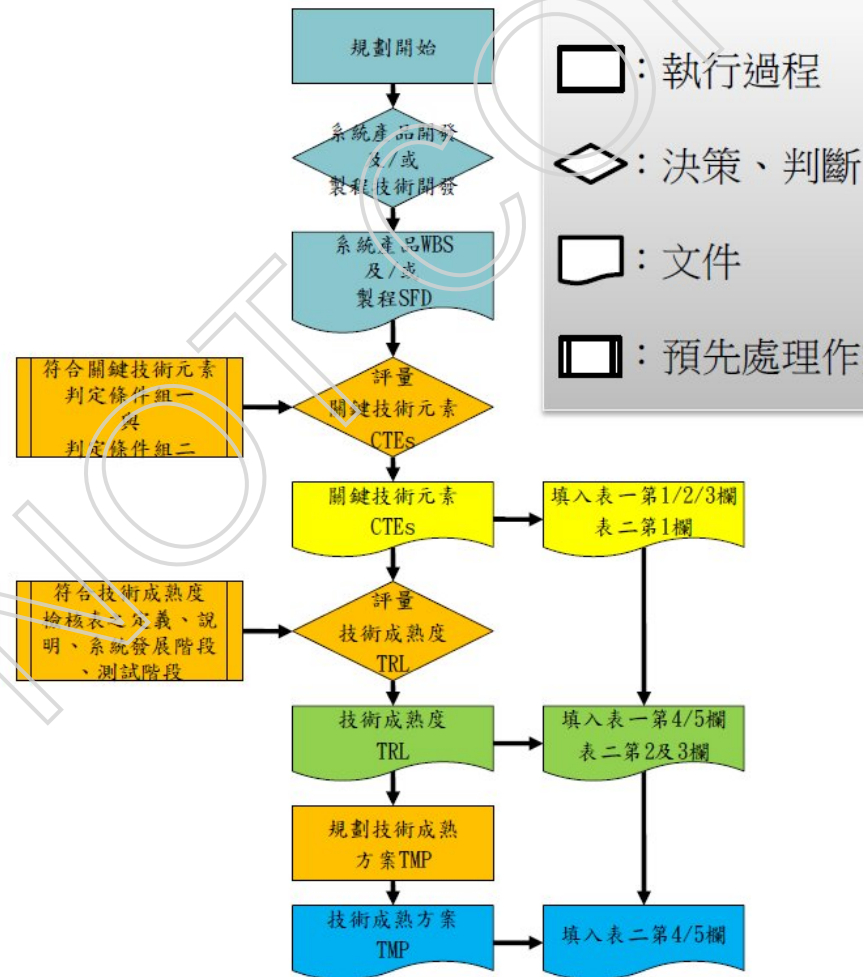
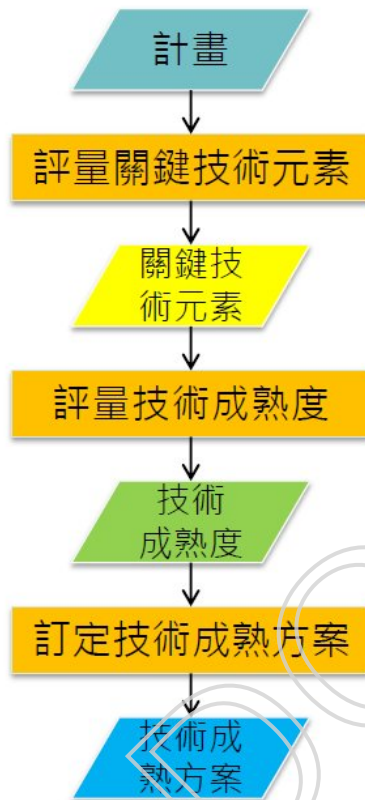
表一 關鍵技術元素

	關鍵技術 元素名稱	關鍵技術 元素判定	關鍵技術 元素描述	現有技術成 熟度等級	技術成熟度判定 描述及佐證資料
1	CTE1				文獻，專利
2					
3					

表二 技術成熟方案

	關鍵技術 元素名稱	現有技術 成熟度	相似技術之 最高成熟度	預定達成之 技術成熟度	預定達成 之日期
1	CTE1	TRL4	TRL3	TRL6	2018/1
2					
3					
整體 計畫		最低階之 TRL			

研究議題設定與管理



- ▭：輸入、輸出
- ▭：執行過程
- ◊：決策、判斷
- ▭：文件
- ▭：預先處理作業

重要量化KPI達成情形

績效指標	單位		104年	
			目標值	年達成度
技術移轉 (含先期移轉)	件數		6	7
	簽約數 (仟元)		9,000	9,000
促進廠商投資	投資額 (仟元) (研發投資)		40,000	42,500
	投資額 (仟元) (生產投資)		60,000	180,000
促進就業	(人次)		15	18
專利獲得	件數	獲 證	6	14
		申請中	8	8
績效指標	單位		104年	
			目標值	年達成度
技術移轉 (含先期移轉)	件數		7	11
	簽約數 (仟元)		9,500	10,235
促進廠商投資	投資額 (仟元) (研發投資)		8,000	25,500
	投資額 (仟元) (生產投資)		0	0
新創/創業育成	公司數 (家)		0	0
促進就業	(人次)		0	0
專利獲得	件數	獲 證	2	20
		申請中	4	4

績效指標	單位		104年	
			目標值	年達成度
技術移轉 (含先期移轉)	件數		10	17
	簽約數 (仟元)		25,000	25,419
促進廠商投資	投資額 (仟元) (研發投資)		1,400,000	1,415,300
促進就業	(人次)		320	325
專利獲得	件數	獲 證	7	51
		申請中	27	30
技術移轉 (含先期移轉)	件數			
	簽約數 (仟元)			
促進廠商投資	投資額 (仟元) (研發投資)			
	投資額 (仟元) (生產投資)			
新創/創業育成	公司數 (家)			
促進就業	(人次)		8	16
專利獲得	件數	獲 證	1	1
		申請中	/	1
論文	國內外期刊論文(篇數)		4	4(In press)
	國內外研討會論文(篇數)		4	4
人才培育	博士(人次)		4	4
	碩士(人次)		6	6

績效指標	單位		年	
			目標值	年達成度
技術移轉 (含先期移轉)	件數		1	1
	簽約數 (仟元)		300	300
專利獲得	件數	獲 證	0	0
		申請中	3	4
論文	國內(研討會)		6	6
	國外(研討會)		2	2
	國內(期刊)		1	1
	國外(期刊)		6	6

技術移轉 (含先期移轉)	件數		2	3
	簽約數 (仟元)		1,000	1,660
學術成就	SCI論文		4	9
	會議論文		6	6
促成與學界或產業團體合作研究	合作研究件數		5	10
舉辦國際研討會	次數		1	2
新創/創業育成	公司數 (家)		0	1
促進就業	(人次)		6	8
專利獲得	件數	獲 證	1	2
		申請中	2	6

研究議題設定與管理

- SRI , DARPA , NIH....等
- 研發項目：關鍵組件與材料、單元操作、製程設備、系統整合技術、組件+材料+全製程
- 訂定KPI / TRL
- 邀請產業界擔任諮詢委員與計畫審查委員
- 舉辦成果發表會
- 階段性目標考核
- 法人與學界成果交流

產業科技導入成效評析

- 議題選定時，對研發風險性與本土產業需求之考量是否有改進空間。
- 法人KPI達成率較學界高→兩者功能定位與KPI定義是否恰當。
- 產業投入金額以研發方式為主，技轉為何多數止於先期技轉，產業終極投入意願不高。
- 對技術成熟度、產業門檻、成本效益、獲利模式思考等，產業與學研界認知是否存在相當差距

它山之石

Observation

- Most Programs that “Fail” lack a Disciplined Systems Engineering Process.
- Programs that focus on manufacturing and production issues **early-on** have a far greater “success” rate.
- Mature Manufacturing Management Knowledge Base Exists; but Use is **Sporadic and Not Standardized.**
- Manufacturing Issues **Not Adequately Addressed** at All Milestone Reviews.

TRLs unanswered questions MRL

Provide a common language and widely-understood standard for:

- Assessing the performance maturity of a technology and plans for its future maturation
- Understanding the level of performance risk in trying to transition the technology into a commercial system application

TRLs leave major transition questions unanswered:

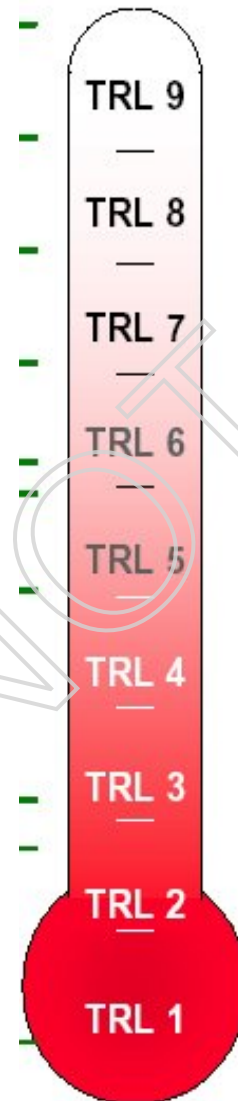
- Is this level of performance reproducible in items 2- 1000?
- What will these cost in production?
- Can these be made in a production environment by someone without a PhD?
- Are key materials and components available?

Why MRLs? What are MRLs?

- Current Technology Readiness Level (TRL) approach does not require prototype components to be producible, reliable, or affordable
- Successful products require the capture of design and manufacturing knowledge early in product development
- MRLs provide a more complete evaluation of a system by addressing producibility earlier in development
- Evaluates “manufacturing readiness” of product
- Supplements existing TRLs
- Used to assess maturity of a technology’s underlying manufacturing processes
- Enable rapid, affordable transition to acquisition programs
- Identifies potential risk areas

Why MRLs? What are MRLs?

- Actual system “flight proven” through successful mission operations
- Actual system completed & “flight qualified” through test & demonstration
- System/subsystem model or prototype demonstration in a relevant environment
- System prototype demonstration in an operational environment
- Component and/or breadboard validation in relevant environment
- Component and/or breadboard validation in laboratory environment
- Analytical & experimental critical function & /or characteristic proof-of-concept
- Technology concept and/or application formulated
- Basic principles observed and reported



- Manufacturing processes are operating at six-sigma or appropriate quality level
- Critical mfg. processes demonstrate acceptable yield for pilot line or LRIP
- Prototype system built on soft tooling, initial sigma levels established for critical processes
- Critical manufacturing processes prototyped, targets for improved yield established
- Trade studies & lab experiments define key mfg. processes & sigma levels needed to meet CAIV targets
- Key manufacturing processes identified & assessed in lab. CAIV targets established
- Analyses identify manufacturing concepts or emerging producibility issues for breadboard system

MRL Evaluation Criteria

- Technology and Industrial Base
- Design
- Materials
- Cost and Funding
- Process Capability and Control
- Quality Management
- Manufacturing Personnel
- Facilities
- Manufacturing Management

Mapping Tools for MRL

<u>MRL</u>	<u>Tools</u>	<u>Use to Evaluate...</u>
3	Process Flow Charts	Basic manufacturing concepts
4	Detailed Process Flow	Key manufacturing processes charts
5	Value Stream Mapping and identifying waste	Mapping the current state
6-10	Value Stream Mapping and eliminating waste	Mapping the future state

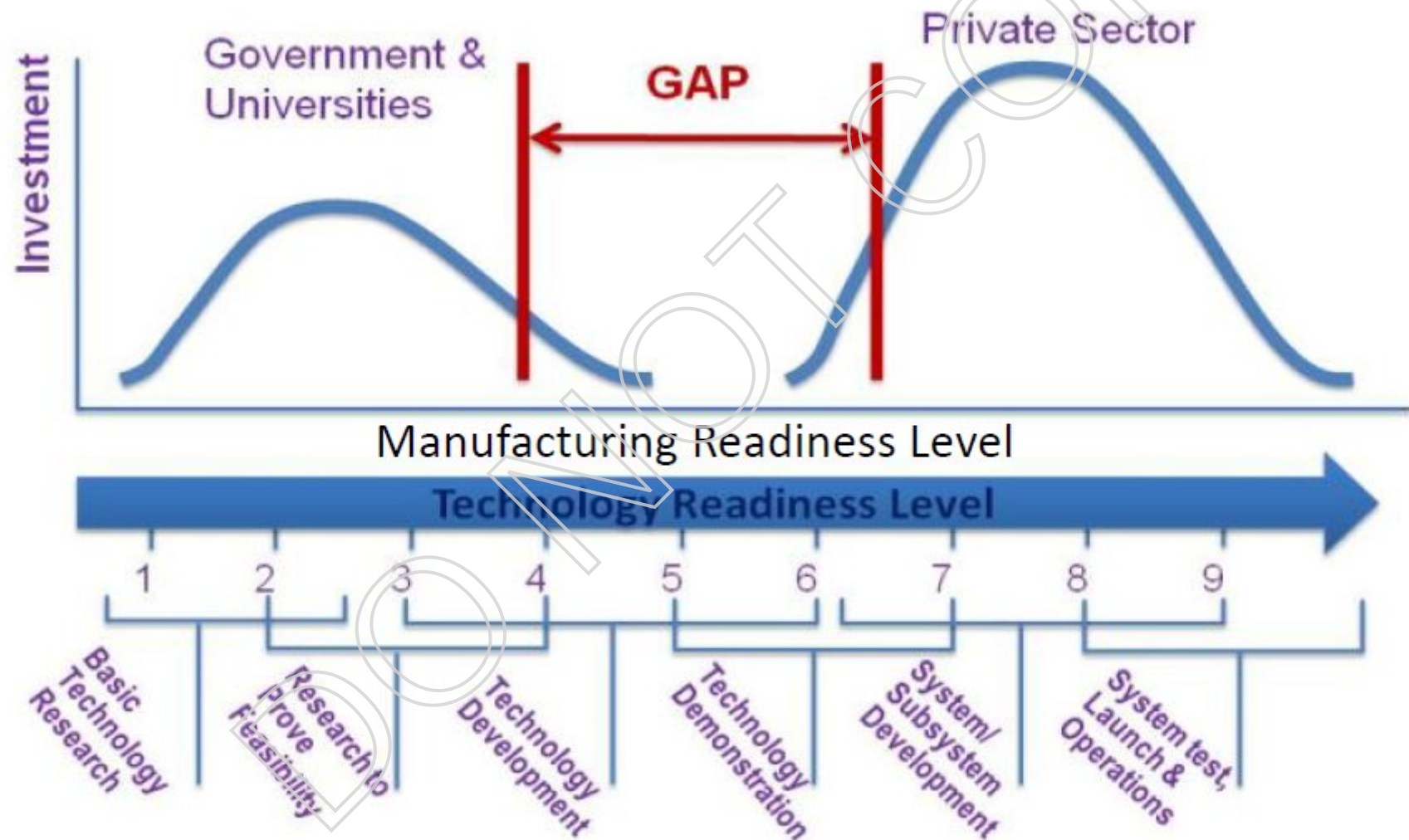
Mapping Tools for MRL

<u>MRL</u>	<u>Tools</u>	<u>Use to Evaluate...</u>
4-6	Key Characteristics	Requirements and tolerances
4	Process Variables Map	Which variables to control
5-9	Process Capability Performance	Predictability of process
5-9	Design of Experiments independent variables	Multiple factors and levels of
6-9 Analysis	Failure Modes and	Risks associated with failure effects

VC - Sufficient Returns at Acceptable Risk

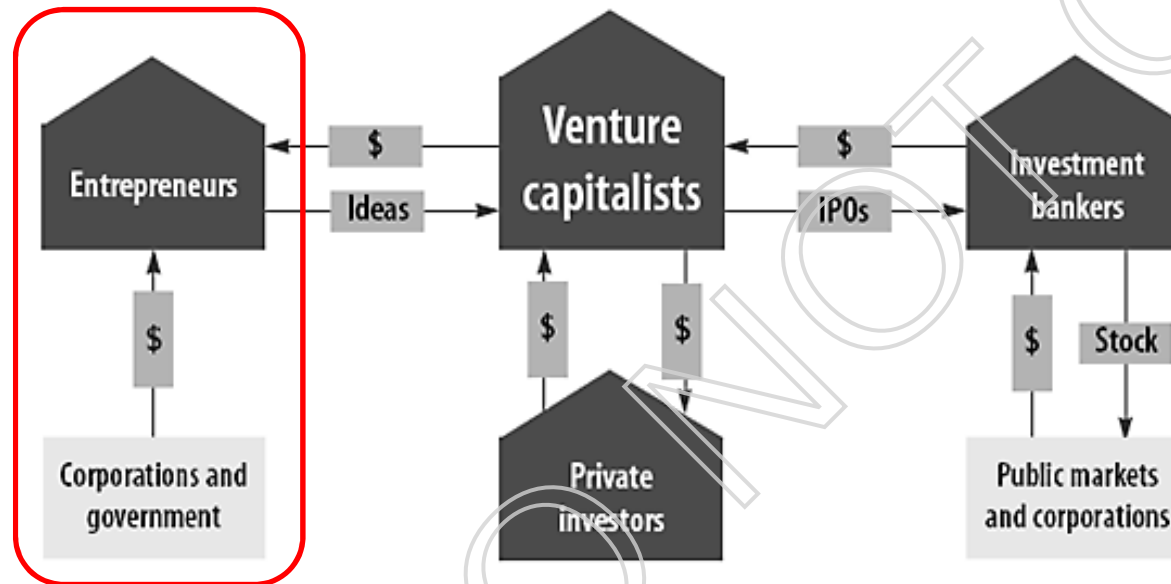
- The majority of that capital went to follow-on funding for projects originally developed through the far greater expenditures of governments and corporations.
- Where venture money plays an important role is in the next stage of the innovation life cycle—the period in a company's life when it begins to commercialize its innovation..
- Venture money is not long-term money. In essence, the venture capitalist buys a stake in an entrepreneur's idea, nurtures it for a short period of time, and then exits with the help of an investment banker.

Gap in manufacturing innovation



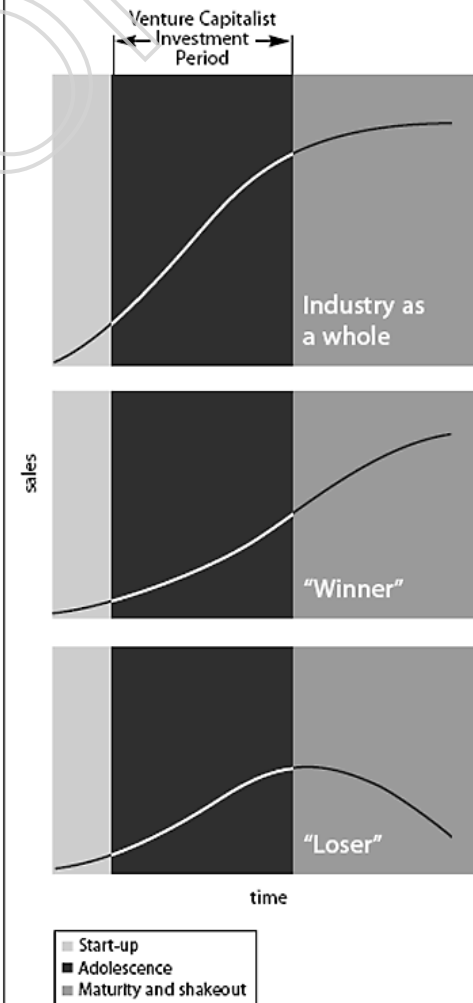
How the venture capital industry works

The venture capital industry has four main players: entrepreneurs who need funding, investors who want high returns, investment bankers who need companies to sell, and the venture capitalists who make money for themselves by making a market for the other three.



TIMING IS EVERYTHING

More than 80% of the money invested by venture capitalists goes into the adolescent phase of a company's life cycle. In this period of accelerated growth, the financials of both the eventual winners and losers look strikingly similar.



Profile of the Ideal Entrepreneur

From a venture capitalist's perspective, the ideal entrepreneur:

1. is qualified in a “hot” area of interest,
2. delivers sales or technical advances such as FDA approval with reasonable probability,
3. tells a compelling story and is presentable to outside investors,
4. recognizes the need for speed to an IPO for liquidity,
5. has a good reputation and can provide references that show competence and skill,
6. understands the need for a team with a variety of skills and therefore sees why equity has to be allocated to other people,
7. works diligently toward a goal but maintains flexibility,
8. gets along with the investor group,
9. understands the cost of capital and typical deal structures and is not offended by them,
10. is sought after by many VCs,
11. has realistic expectations about process and outcome.

結語

- 前瞻的政策與務實的策略
- 明確而周延的議題與目標設定
- 具體做法與落實的執行
- 產官學研良善分工合作
- Domain knowledge 與方法學密切結合
- 有效縮短TRL與產業化距離
- 導入民間資金，強化VC產業
- 人才

MIT has currently licensed 49% of its 2728 issued US patents to third parties 32% of its 1750 pending US patents.