

工業技術研究院

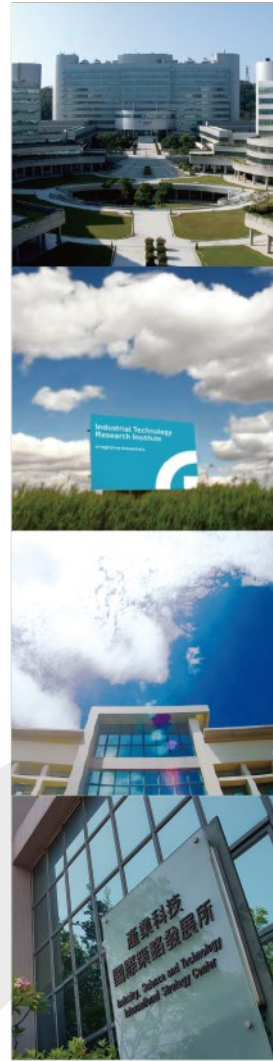
Industrial Technology
Research Institute

TRL簡介

賴英崑

工研院產業科技國際策略發展所

2020年3月20日



大綱

- TRL緣起與定義
- 國內應用現況
- 實際判讀作法
- 結語

TRL緣起

- 技術準備度(Technology Readiness Level, TRL)
 - ✓ 1969年由美國航空暨太空總署(NASA)提出共7級，1995年調整為9級，開始應用於計畫審查
 - ✓ 美國國會並於2005年立法要求NASA對於重大系統採購案，其TRL均達到6級，重要的供應商均需遵循TRL機制
 - ✓ 評估預定開發之系統或產品之某項關鍵技術(CTEs, Critical Technology Elements)成熟度的評價系統
 - ✓ 美國聯邦機構(國防部、能源部等)、各國政府機構、學研單位、企業機構

TRL級別定義

限閱
RESTRICTED

研發Pipeline		階段	內涵	描述
探索	基礎研究	TRL 1	基礎研究或應用發現	基礎科學研究成果參悟理解轉為應用研究。
	應用研究	TRL 2	概念研究或應用分析	為某項特殊技術/材料的特性等， 找出潛在創新應用 ；此階段偏屬推論，實驗證據缺乏或不足。
關鍵技術開發	技術發展	TRL 3	概念驗證與應用規劃	選定適當的應用情境或應用載具，實驗分析以驗證該技術或材料相關物理、化學、生理等特性， 並證明創新應用的可行性(proof-of-concept) 。
		TRL 4	元件化試驗	將技術元素整合成為具體元件，並以合適的驗證程序於 實驗室證明 能達成原先設定的應用目標。
		TRL 5	功能性模型建立	關鍵技術與其他支援元件整合為完整的系統/次系統/模組，在 模擬或接近真實的場域驗證 。需大幅提高可信度驗證。
α Test	產品/系統(或服務)開發	TRL 6	雛型產品驗證展示	代表性的雛型產品於 應用環境測試 ，展示雛型模型/系統可信度。
β Test		TRL 7	原型產品驗證展示	產品送樣給 前瞻使用者(lead user)或早期採用者(early adapter)試用 ，確認產品之功能及規格為市場所接受。
試量產		TRL 8	產品可靠度驗證及試產	產品通過 實際應用的各種測試 ， 試量產結果符合設定之要求 。
量產	量產	TRL 9	商業化運行/量產	穩定的產品開發完成，最終產品上市。

TRL級別特徵

限閱
RESTRICTED

TRL級別	1	2	3	4	5	6	7	8	9
技術狀態 (功能、性能、型態、品質等) (詳見附1)	概念證明								
				原理樣機					
					演示樣機				
						原型樣機			
							工程樣機		
								實際產品	
整合程度			元件級						
						次系統/系統級	系統級		
驗證環境			實驗室環境						
					模擬使用環境				
							真實使用環境		

註：不適用於生技醫藥

TRL評估目的

● 研究人員

- ✓自我檢測技術成熟度階段
- ✓研發者及大型計畫管理者的共通語言

● 計畫管理者

- ✓管理計畫的風險，知道自己所短，以投入適當資源
- ✓了解計畫技術研發進展，評估後續是否繼續執行
- ✓掌握關鍵技術的進展，提高從研發到產業化之成功率

● 政府單位

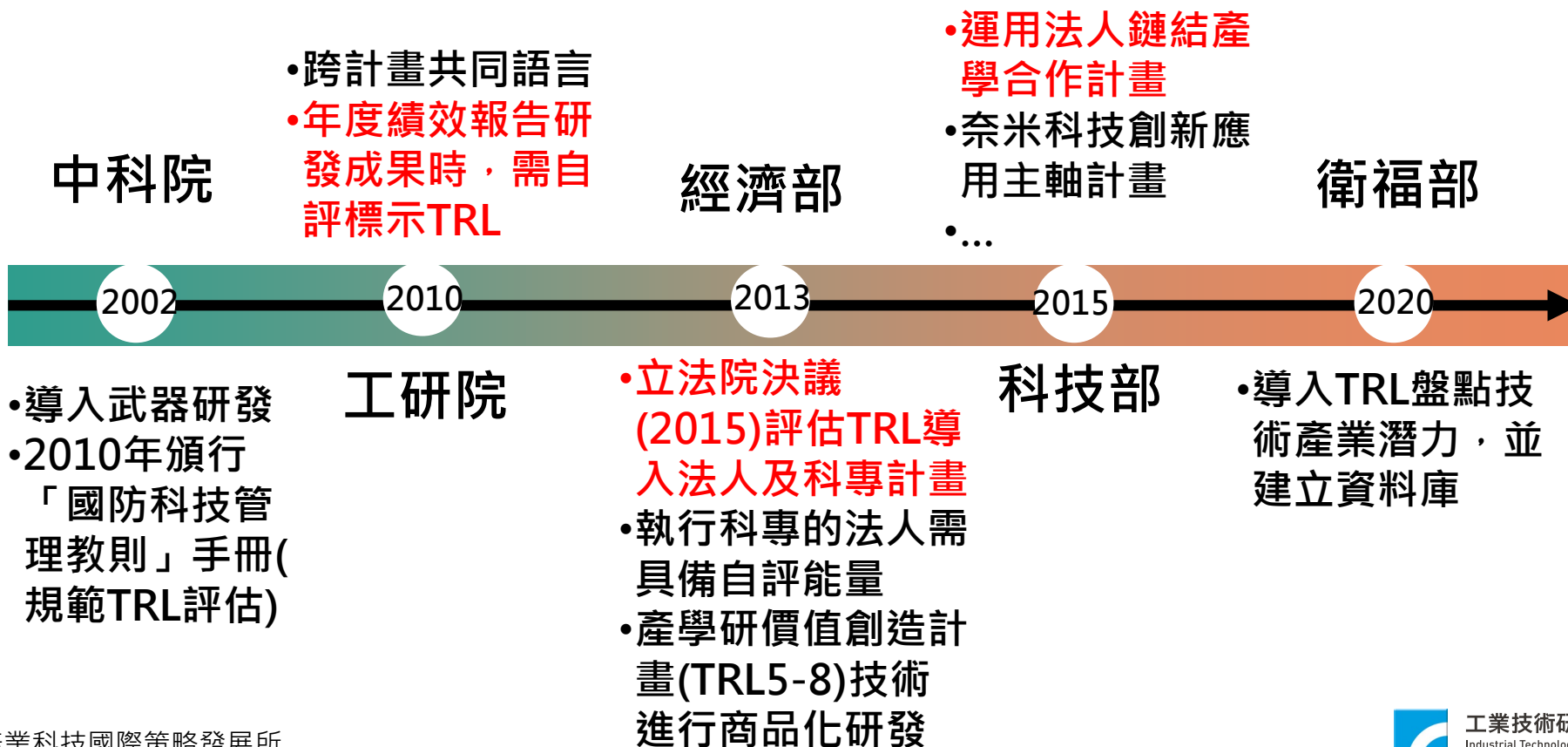
- ✓檢視研發成果，作為計畫成果績效指標之一

TRL應用的類型

應用目的	應用單位	使用時機
篩選成熟技術以 降低研發投資風險	美國太空總署	研發投資前
避免重複研發投資	歐盟	研發投資前
呈現技術成熟度以找尋投資人	美國能源部	研發投資期間 研發投資結束後
業界及學界研發橋接決策	歐洲研發組織協會	研發投資前 執行期間
納入市場潛力評估促進研發成果商業化	歐盟Framework Program	研發投資後
判斷科技計畫是否適合進行效益評估	美國能源部	研發投資後

政府部會與法人推展TRL概況

- 國內各部會及法人研究機構，已陸續採用TRL應用於了解研發成果的商品化潛力



我國國防部明文規範採用TRL

- 中科院自2002年投入TRL先期研究，2003年開始使用
- 國防部於2010年頒行「國防科技管理教則」，指導國防科技作業
- 「國防科技管理教則」中，明確規範各項軍事投資建案均必須執行技術成熟度之評估，以為納案之依據

工研院運用TRL概況(1/2)

- 導入背景
 - ✓ 2010年開始：評價準則研擬、運作機制及研發團隊宣導及溝通
 - ✓ 2012年導入：僅運用於特定計畫，非所有計畫實施
- 目的
 - ✓ 跨領域計畫合作時的共通語言
 - ✓ 對於新創技術之現況了解，避免誤判
 - ✓ 可標竿國際之進度比較
- TRL運用領域
 - ✓ 依產業特性研擬TRL等級之評價準則
 - ✓ 資通訊、材化、生醫、綠能、機械等
- TRL判讀人員
 - ✓ 研究團隊自評

工研院運用TRL概況(2/2)

- TRL因次領域不同，其準則亦不同
 - ✓ 依共通性的TRL定義，然後各所就其領域特性，研擬適合其領域的TRL1-9的定義內容與描述
 - ✓ 例如生醫的TRL分為4個次領域，藥物、生物製劑及疫苗、醫療器材及醫療資訊，有個別的TRL判讀準則
- TRL的判讀，相同技術要輔以不同應用情境(產品)，才能精準判讀
 - ✓ 例如工研院機械所的大氣電漿為例，用在機械為TRL7~8，但用到牙齒美白則回到TRL4

科技部主要計畫應用概況

限閱
RESTRICTED

●運用法人鏈結產學合作計畫

- ✓運用果報告或配合實地訪視，法人機構發掘學界產業化案源判讀

●第二期能源國家型科技計畫

- ✓技術成熟方案之指導綱要(2015)
- ✓研發成果歸屬階段，從而有效掌握技術風險、決策技術推展及經費調整

●奈米科技創新應用主軸計畫

- ✓三年的研發期程，須有明確TRL的規劃與定位
- ✓計畫開始：TRL_____
- 計畫完成：TRL_____

計畫編號:									
序次	列標日期	技術名稱	技術簡述	TRL等級	列標理由	備查人姓名	備查人單位	備查人電話	
1									
2									
3									
4									
5									
技術成熟度									
1	2	3	4	5	Technology Readiness Level				
					TRL=1 基本科學原理				科學原理
					TRL=2 提出應用構想				應用構想
					TRL=3 在實驗室環境下，驗證應用構想之可行性				新關鍵技術開發
					TRL=4 在實驗室環境下，驗證部份關鍵技術功能之可行性(樣機/樣品/概念包)				
					TRL=5 在實驗室環境下，驗證部份關鍵技術功能之可行性(樣機/樣品/概念包)				
					TRL=6 在實驗室環境下，驗證功能(子系統/系統/服務平台)				子系統/系統/服務平台開發
					TRL=7 在典型使用環境下，驗證功能(子系統/系統/服務平台)				
					TRL=8 在典型使用環境下，完成可實際驗證，技術開發完成(系統/服務平台)				
					TRL=9 量產				量產

(一) 本計畫各年度目標、TRL 自評(可參考最後一頁之TRL檢核說明表)與產業/能源/減碳等重大預期效益：

子項計畫名稱	107 年	108 年	109 年	預期效益
	目標：	目標：	目標：	如：技轉、促成廠商投資、產品生產、建立示範場域、產生節能效益、促成減碳量等
	TRL：	TRL：	TRL：	
	目標：	目標：	目標：	
	TRL：	TRL：	TRL：	
	目標：	目標：	目標：	
	TRL：	TRL：	TRL：	
	目標：	目標：	目標：	
	TRL：	TRL：	TRL：	

TRL ^o	Work Item ^o	Year & Month											
		2017 ^o			2018 ^o			2019 ^o			2020 ^o		
		8-10	11-1	2-4	5-7	8-10	11-1	2-4	5-7	8-10	11-1	2-4	5-7
TRL2 ^o	Item A ^o												
	Sub-item A-1 (e.g., Growth of X-material transparent conductor: transparent conductor with >80 % transparency in the spectral, range of 300-400 nm and resistivity <10 ⁻³ Ω-cm) ^o												
	Sub-item A-2 ^o												
	Item B ^o												
	Sub-item B-1 ^o												
TRL3 ^o	Sub-item B-2 ^o												
	Item C ^o												
TRL4 ^o	Sub-item C-1 ^o												
	Item D ^o												
	Sub-item D-1 ^o												
	Sub-item D-2 ^o												

^o Description of item or sub-item should include specific specifications, if any.^o

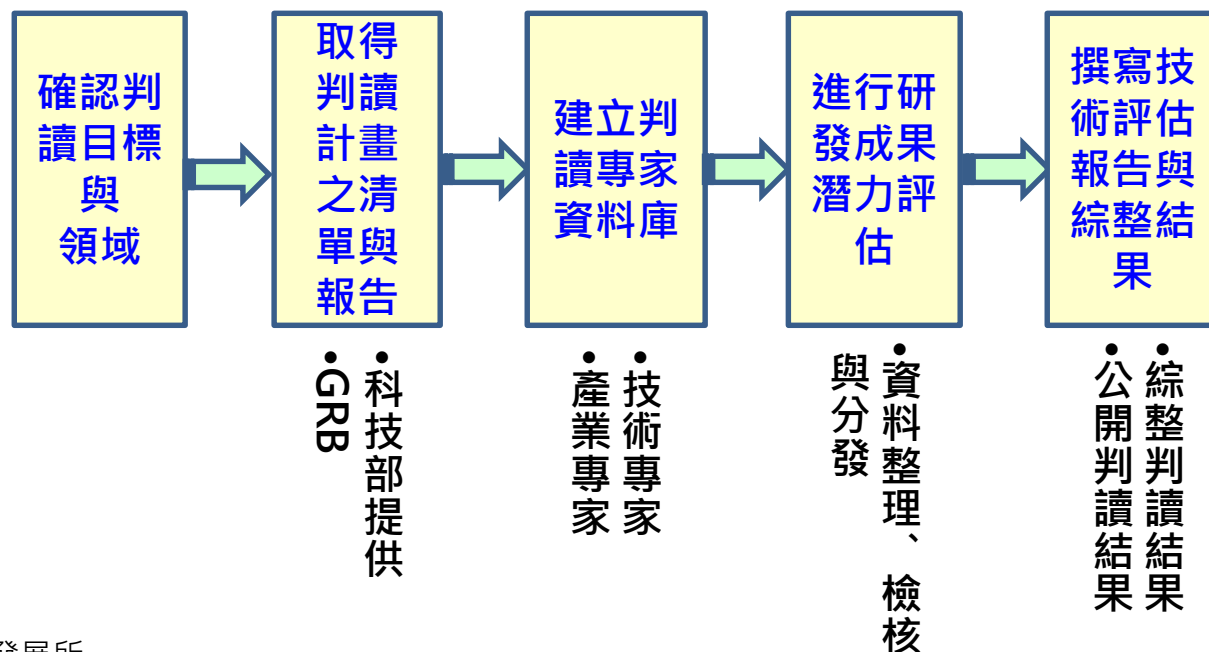
TRL判讀實施流程

● 判讀對象

✓ 學界研究報告為主；可視實際需要，訪視技術成果

● 判讀專家

✓ 研發人員、產業技術專家等



TRL判讀表格

限閱
RESTRICTED

- 單一技術：技術TRL等級等同於單一技術等級
- 計畫TRL等級：多項技術等級，取最低等級

計畫編號	技術名稱	技術簡述	技術TRL等級	計畫TRL等級	判讀理由	推薦本技術媒合之廠商(至少1家)	填表人姓名	填表人單位	填表人職稱	判讀日期																																																
單一計畫	單一技術																																																									
單一計畫	單一技術		<div>研究計畫資料</div> <table><tr><td>計畫名稱</td><td colspan="5">低照度下軟性染料敏化電池電解質系統實用化技術開發計畫</td></tr><tr><td>計畫編號</td><td colspan="5">MOST103-3113-E007-005</td></tr><tr><td>年度</td><td colspan="5">103</td></tr><tr><td>主持人</td><td colspan="5">衛子健</td></tr><tr><td>研究領域</td><td colspan="5">能源工程 化學工程類</td></tr><tr><td>產業化潛力</td><td colspan="5">關鍵功能和性能通過可行性驗證</td></tr><tr><td>計畫關鍵詞</td><td colspan="5">低照度；軟性基板；高分子半固態電解質；過渡金屬硫化物；電沉積表面處理 非金屬有機光敏染料 模組</td></tr><tr><td>成果報告</td><td colspan="5">連結</td></tr></table>								計畫名稱	低照度下軟性染料敏化電池電解質系統實用化技術開發計畫					計畫編號	MOST103-3113-E007-005					年度	103					主持人	衛子健					研究領域	能源工程 化學工程類					產業化潛力	關鍵功能和性能通過可行性驗證					計畫關鍵詞	低照度；軟性基板；高分子半固態電解質；過渡金屬硫化物；電沉積表面處理 非金屬有機光敏染料 模組					成果報告	連結				
計畫名稱	低照度下軟性染料敏化電池電解質系統實用化技術開發計畫																																																									
計畫編號	MOST103-3113-E007-005																																																									
年度	103																																																									
主持人	衛子健																																																									
研究領域	能源工程 化學工程類																																																									
產業化潛力	關鍵功能和性能通過可行性驗證																																																									
計畫關鍵詞	低照度；軟性基板；高分子半固態電解質；過渡金屬硫化物；電沉積表面處理 非金屬有機光敏染料 模組																																																									
成果報告	連結																																																									
單一計畫，多項技術名稱	技術1																																																									
	技術2																																																									
	技術3																																																									
	技術4																																																									
	技術5																																																									
	技術6																																																									
<div>研發成果列表</div> <table><tr><td>1</td></tr><tr><td>技術名稱</td><td colspan="5">軟性DSSC太陽電池技術開發</td></tr><tr><td>技術簡述</td><td colspan="5">開發低照度DSSC，並針對量測平台、染料、半固態電解質及非Pt系對電極進行開發</td></tr></table>											1	技術名稱	軟性DSSC太陽電池技術開發					技術簡述	開發低照度DSSC，並針對量測平台、染料、半固態電解質及非Pt系對電極進行開發																																							
1																																																										
技術名稱	軟性DSSC太陽電池技術開發																																																									
技術簡述	開發低照度DSSC，並針對量測平台、染料、半固態電解質及非Pt系對電極進行開發																																																									

TRL判讀注意事項

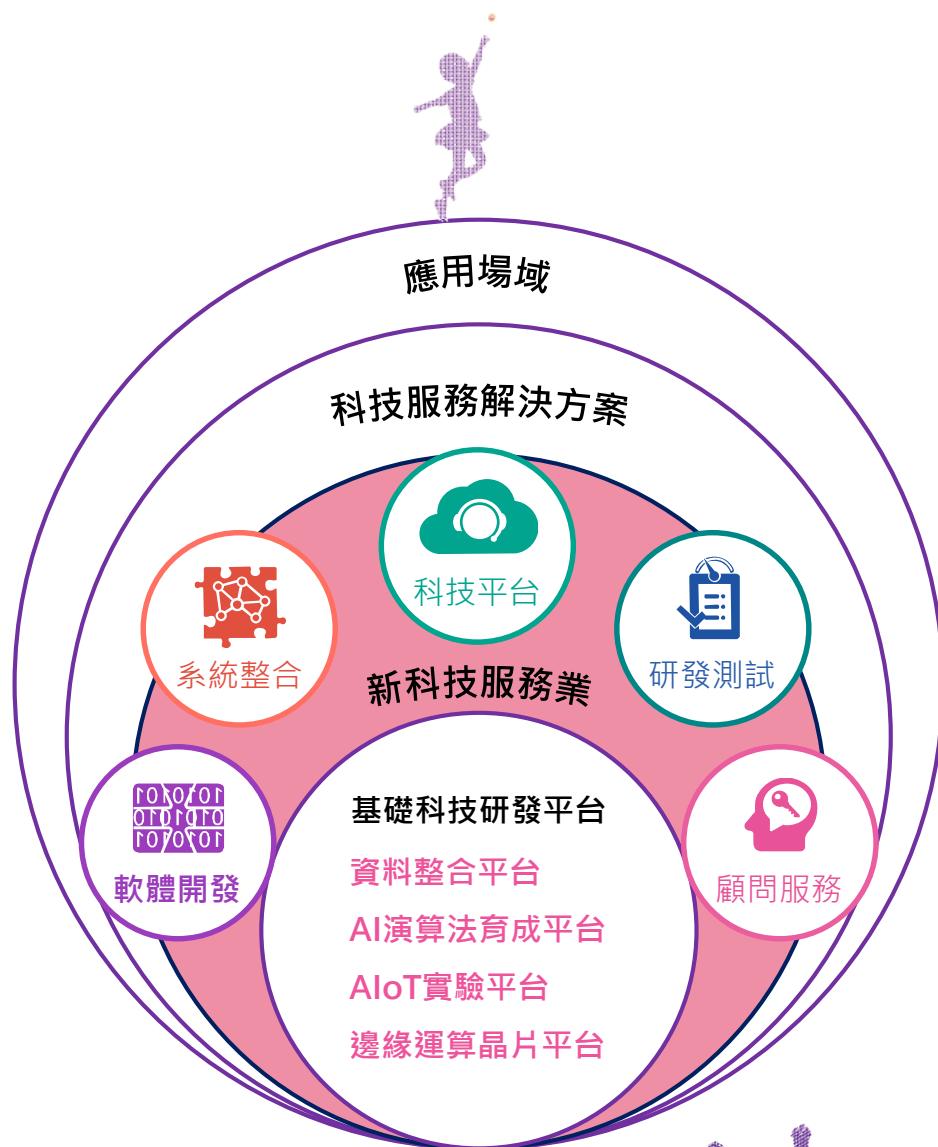
- 考量每項計畫之研發目的與經費等差異，TRL等級高低不應作為認定為計畫研發成果的好壞
- TRL係由技術等級來評估研發成果商品化潛力，如果要成立公司或新事業，仍需考量資金、團隊及市場的準備度
- 判讀資料為機密文件，判讀人員需嚴格遵守保密協定之規定

結語

- TRL是管理者、研發者、業者、及跨領域的**共通語言**，有利**務實**的呈現技術的真實現況
- TRL於**非軍事用途之科技研發計畫**尚屬選擇性、示範性作法
- 隨評價的目的不同，**TRL評價的嚴謹程度及所需成本**大不同，需審慎其使用的範疇，國際上均以**高風險、複雜系統或後續發展需持續高資源投入**為主。

- 瞭解學術研究領域的產業實務潛力，建立逐年產業實務進展的衡量指標
 - ✓ 「由點而面」的發掘產業實務成果
 - ✓ 聚焦產業關連研究領域，暫排除產業化可能性低的人文等領域
- 建立科技部全盤研究成果 TRL 的分佈概念
 - ✓ 實務潛力：建立自動化TRL評量機制
 - ✓ 政策參考：納入計畫研究成果指標，產業化輔導進度

謝謝



賴英崑 組長

peterlai@itri.org.tw

03-5918546

陳澤榮 研究員

baka@itri.org.tw

03-5919286

吳岱倫 副研究員

alanwu@itri.org.tw

02-27378065

柳淑芬 助理研究員

ShufenLiu@itri.org.tw

03-5917512

以上簡報所提供之資訊，在尖端科技發展與產業變動中，無法保證資訊的時效性及完整性，使用者應自行承擔因使用本簡報資料可能產生之任何損害。著作權歸工研院所有，非經書面允許，不得以任何形式進行局部或全部之重製、公開傳輸、改作、散布或其他利用本簡報資料之行為。

附件1：術語說明

- 驗證環境
 - ✓實驗室環境(TRL3-4)：用於演示或驗證技術功能與性能之基本原理時的試驗環境
 - ✓模擬使用環境(TRL5-6)：模擬使用環境的某些關鍵因素，能夠對技術的驗證提供一定的壓力
 - ✓真實使用環境(TRL7-9)：最終產品執行任務的真實環境
- 技術狀態
 - ✓原理樣機/樣品(TRL4)：由做為關鍵技術(CTE)載體的元件及其他元件組成，用於演示關鍵技術原理、驗證設計等而研製的試驗樣機/樣品，適用於實驗室環境
 - ✓演示樣機/樣品(TRL5)：為驗證產品主要功能與性能而研製的試驗樣機/樣品，適合於模擬的使用環境
 - ✓原型樣機/樣品(TRL6)：在外型、尺寸、功能等與最終產品有最大程度的相似，為驗證研製和試驗的過程而研製的試驗樣機/樣品，適合於模擬的使用環境
 - ✓工程樣機/樣品(TRL7)：以驗證最終產品所需具體工程參數為目標而研製的實驗樣機/樣品，適用於真實使用環境
 - ✓產品(TRL8-9)：指交付使用者在使用環境下應用的最終產品

附件2：TRL要評估哪些標的技術？

- 係針對產品/系統的**關鍵技術**（ CTE, Critical Technology Elements ）的成熟度，評定其TRL等級
- 什麼是關鍵技術？
 - ✓ 一項技術若系統在發展、生產、操作時**必須靠它達成最終目的**(包含關鍵性能與成本)，稱為關鍵技術
 - ✓ 從WBS、風險評估與功能分析當中，**專案管理者應鑑別出這些關鍵技術**

附件3：TRL要評估哪些標的技術？

CTE之判斷考量 (例示)

1. 這項技術是否會**直接影響**設施或程序的**功能需求**？(性能之潛在風險)
2. 這項技術**在需要時可能尚無法準備好**可以載入嗎？(時程之潛在風險)
3. 這項技術**可能會導致重大成本超支**嗎？(潛在成本風險)
4. 對這項技術的最終要求狀態仍存在不確定性嗎？
5. **新的或新興的技術**？
6. 技術被修改過嗎？
7. 技術被重新包裝，於新的應用環境使用？
8. 技術可能被期許在一種超越其原來的設計意圖或其所證明能力的營運環境下需實現？

附件4：TRL判讀成果推廣應用示例

找尋研究團隊

- 需求：某企業研發VR/AR，擬尋求學校圖像辨識技術進行產學合作
- 應用：由TRL判讀成果資料庫，廠商提供技術關鍵字篩選TRL4以上技術26件，廠商篩選3件洽談，促成產學合作

申請政府計畫評估

- 需求：某教授之光觸媒殺菌纖維塗佈技術協助教授欲以創口貼布作為申請產學價創計畫，運用TRL評估是否合適申請價創計畫
- 應用：創口貼布之醫療產業屬性較為嚴格，TRL判讀發現計畫研發成果無法完成價創計畫經費與期程要求，建議改申請其它應用產品（如防臭機能性布料）