

2015年行政院 生產力4.0科技發展策略會議

【議題二】

前瞻製造科技與創新應用發展策略

【子題二】積層製造技術與應用發展策略

主辦單位 科技部工程司

協辦單位 經濟部技術處、衛生福利部



PRO4.0
DUCTIVITY
行政院科技會報

生產力4.0 科技發展策略會議

議題二：前瞻製造科技與創新應用發展策略

子題二：積層製造技術與應用發展策略

報告單位：科技部 工程司

中華民國104年6月5日

簡報大綱

一、背景分析(國外、國內環境分析)

二、現況檢視

- (一) 前期相關政策與計畫推動檢討
- (二) 重大發展課題研析
- (三) 台灣競爭力優勢分析

三、主軸策略與措施

- (一) 中長程願景目標(106-109、110-113年)
- (二) 主軸策略與具體行動措施(106-109年)
- (三) 績效指標
- (四) 預期效益

四、討論題綱

一、背景分析

積層製造技術的機會與變革

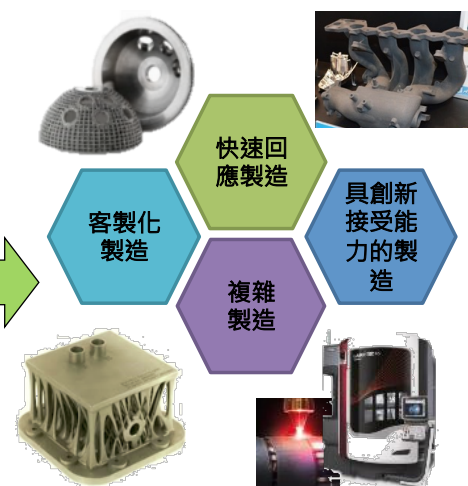
挑戰：
調整標準、大規模、成本導向思維

趨勢：
快速、彈性、客製化的智慧製造

積層製造：
衝擊產業生態、價值活動與商業模式

全球挑戰
全球化 Globalization
永續 Sustainability
人口變化 Demographics
都市化 Urbanization
全球不穩定因素 Threats to global stability
產品生命週期加速 Accelerating product life cycles
消費者行為改變 Changing consumer habits
外部產業政策趨勢 External industrial policy trends

發展趨勢
分散製造 Distributed manufacturing
快速回應製造 Rapidly responsive manufacturing
複雜製造 Complex manufacturing
顧客導向製造 Customer Driven Manufacturing
以人為中心的製造 Human-centered manufacturing
永續製造 Sustainable manufacturing
具創新接受能力的製造 Innovation-receptive manufacturing



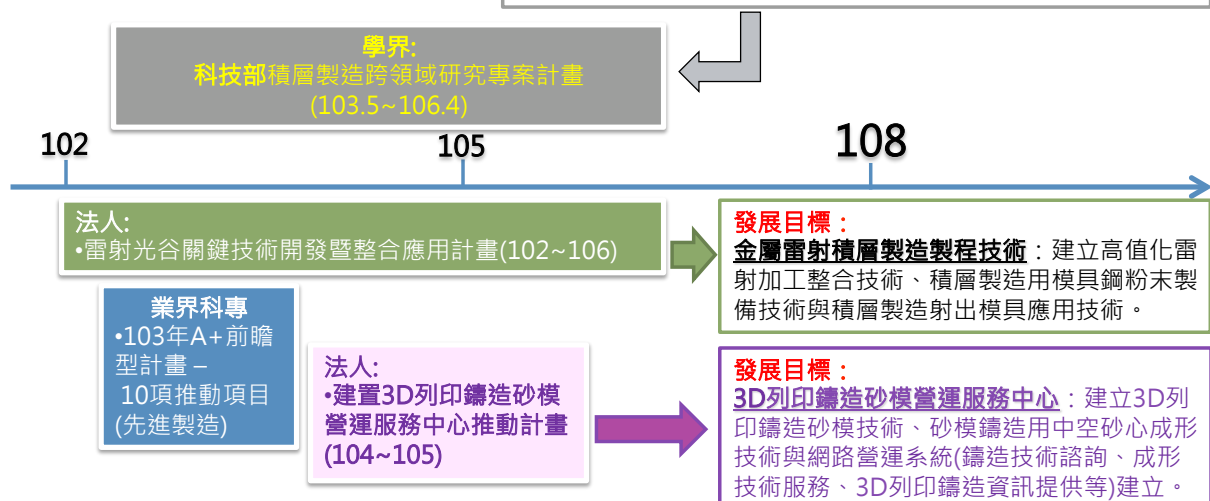
- ◆ 積層製造技術具備**快速、彈性、客製、複雜製造**等特色，符合未來少量多樣化的新型態製造需求，可帶動廣泛創新應用，產業前景可期。
- ◆ 推動**產業數位化**，將數位化之後的生產資訊結合**物聯網與大數據**等技術，驅動**智慧製造產業及智慧服務業**，產生新的商業模式。

二、現況檢視

(一)台灣積層製造計畫推動狀況

本專案之研究計畫分為三個主軸：

- (1) **跨領域整合型**專案研究計畫，依屬性分成兩類：
 - a. 以現有系統做創新應用研究
 - b. 開發自創系統
- (2) 以**材料領域**為主軸，以現有系統做積層製造使用材料相關之研發。
- (3) 積層製造所需的**軟體開發**，分為兩個方向。
 - a. 適合中小學生使用之公用軟體
 - b. 積層製造專業輔助軟體，以輔助相關產學的發展。



積層製造計畫對應國內先進製造發展政策現況



資料參考來源：台灣經濟研究院

國內積層製造產品及關鍵零組件現況

- 國內在ME/BJ/VP已有產品。另外PBF直接製造應用，國內投入開發中，而BJ壓電式噴印頭現仍依賴國外產品。
- 高值關鍵組件、材料、前端軟體/掃描、後處理以及關鍵創新應用尚未成熟，整體供應鏈並未成型。
- 關鍵零組件的紅字部分為國內已具有相關技術或具發展能量。
- 科技部積層製造計畫已投入部分★

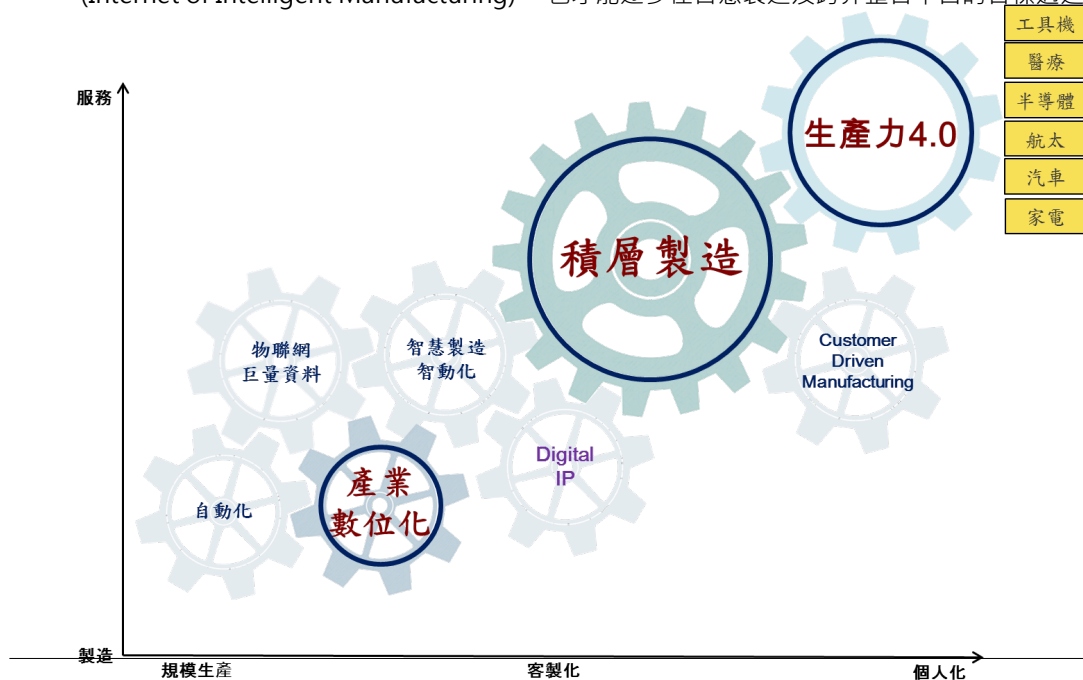
技術	設備	材料	關鍵零組件			系統/其他
			能量源	掃描	供料/傳動	
ME (材料擠出型)	三緯國際 震旦行 Stratasys(美) ★	塑膠：ABS(奇美)、 PLA(偉盟、曜慶) (原型) ★	加熱器(曜鴻) ★		傳動(上銀/直得) 馬達(東元/台達電)	★
BJ (噴膠黏粉型)	研能科技 3D Systems(美)	黏著劑(長春化)+石膏粉 (仲輝)(原型/翻模)	噴印頭(研能)		傳動(上銀/直得) 馬達(東元/台達電)	3D繪圖(SolidWorks, Inventor) 逆向掃描(ATOS, 3D Systems, ITR)
	Voxeljet(德)	鑄造砂模：黏著劑+砂砂 (原型/直接製造)	壓電式噴印頭 (學界)		傳動(上銀/直得) 馬達(東元/台達電)	
VP (光固化型)	中光電系統 嘉鼎 3D Systems(美) Envisiontec(德) ★	光固化樹脂 (博美晶/雙巽化/國精化/長 興化) (原型/翻模/直接製造) ★	UV光(鼎信) LD(日亞) ★	DLP(揚明光) 振鏡掃描 (大陸) ★	傳動(上銀/直得) 馬達(東元/台達電)	分析軟體 Moldex3D(科盛)
MJ (材料噴佈型)	Stratasys(美)					切層建支撐 (Materialise)
SL (片材疊加型)	Mcor(美)	紙(原型)				運動控制(台達電,新 代) 雷射控制(興誠)
DED (材料熔噴型)	Optomec(美)	金屬粉末 (直接製造/修補)	雷射(IPG)	聚焦光學(CVI/ Newport)	供粉頭(Precitec) 傳動(上銀/直得) 馬達(東元/台達電)	後處理
PBF (材料熔堆型)	台灣投入中 (工具機廠) ★	塑膠：尼龍粉末 (原型/直接製造)	雷射(IPG/SPI) ★	振鏡掃描 (Scanlab)	傳動(上銀/直得) 馬達(東元/台達電)	
	EOS(德) Matsuura(日)	金屬粉末(鑫科、光洋應材) (直接製造) ★				

資料來源：工業研究院

(二) 重大發展課題研析~1

由積層製造來驅動生產力4.0

生產力 4.0 要達到的智慧製造、跨界整合平台與積層製造及產業數位化是一體的兩面！只有**產業數位化**，才有數位化產品與製造資訊，才會有所謂的巨量資料(Big Data)、網路製造(Internet of Intelligent Manufacturing)，也才能逐步往智慧製造及跨界整合平台的目標邁進。

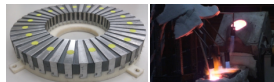


(二) 重大發展課題研析~2

科技部執行中的積層製造亮點計畫

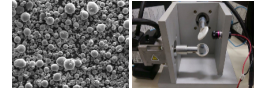
1. 光纖雷射積層系統研發於馬達設計應用~成大機械 蔡明祺教授團隊

- 1) 創新磁性齒輪、磁性連軸器與馬達
- 2) 創新鐵鎳基磁粉末製程開發
- 3) 全光纖雷射源關鍵組件



2. 金屬粉末雷射燒結積層製造精密平台系統之研究發展~成大航太 陳介力教授團隊

- 1) 積層製造精密平台系統
- 2) 高強度金屬積層材料配方研製技術
- 3) 雷射光路、加工路徑規劃與工件製作驗證



3. 光固化式彩色3D積層製造技術發展與系統研製~台科大自動化控制中心 蔡明忠教授團隊

- 1) 彩色3D切層與色彩混合技術
- 2) 彩色壓電噴頭、壓電噴頭控制與機電光系統整合控制之研發
- 3) 光固化式彩色3D積層製造製程與材料之研發



4. 客製化數位齒列矯正之三維掃描暨積層製造二合一系統研發~中正機械 姚宏宗教授團隊

- 1) 具備掃描與列印之二合一積層製造設備
- 2) 整合矯正專科醫師之理論與專業臨床經驗之矯正規劃軟體
- 3) 客製化與自動化的三維列印技術



5. 基於雙光子/多光子技術的3D微奈米結構加工系統之開發於生醫組織工程以及三維光子晶體之應用~清大奈微 傅建中教授團隊

- 1) 開發光纖鎖模脈衝雷射系統
- 2) 研發全像疊合吸收固化系統
- 3) 開發生物可吸收光聚合高分子材料
- 4) 生醫組織工程應用、光子晶體應用



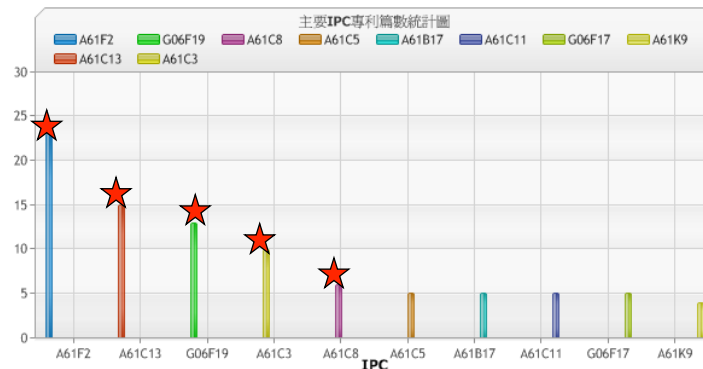
(二) 重大發展課題研析~3

科技部積層製造計畫的國際專利評估 – 以生醫類別為例

科技部目前執行的計畫中，約有近半的計畫包含生醫相關的目標。以專利國際分類碼來看，可分為：

專利國際分類碼(IPC四階)	執行中計畫涵蓋目標
A61C13、A61C3、A61C8 假牙；假牙之製造。牙科工具或器械。裝至頰骨上用以壓實天然牙或將假牙裝於其上之器具；植牙；植牙工具。	假牙、矯正器等物件或材料(四件)
A61F2 可植入血管中之過濾器；假肢體，即用於人體各部分的人造代用品或取代物；用於假肢體與人體相連的器械；對人體管狀結構提供開口或防止塌陷的裝置，如支架	人造器官、組織(三件) 隱形眼鏡(一件) 輔助器材(一件)
G06F19 專門用於特定應用的數據計算或數據加工設備或數據處理方法	專業醫療系統(一件)

- 從美國專利局(USTPO)所有生醫相關專利(1993迄今)的分布的角度：**科技部執行計畫的技術導向均涵蓋在當前3D列印生醫類別分類中的前五名。**

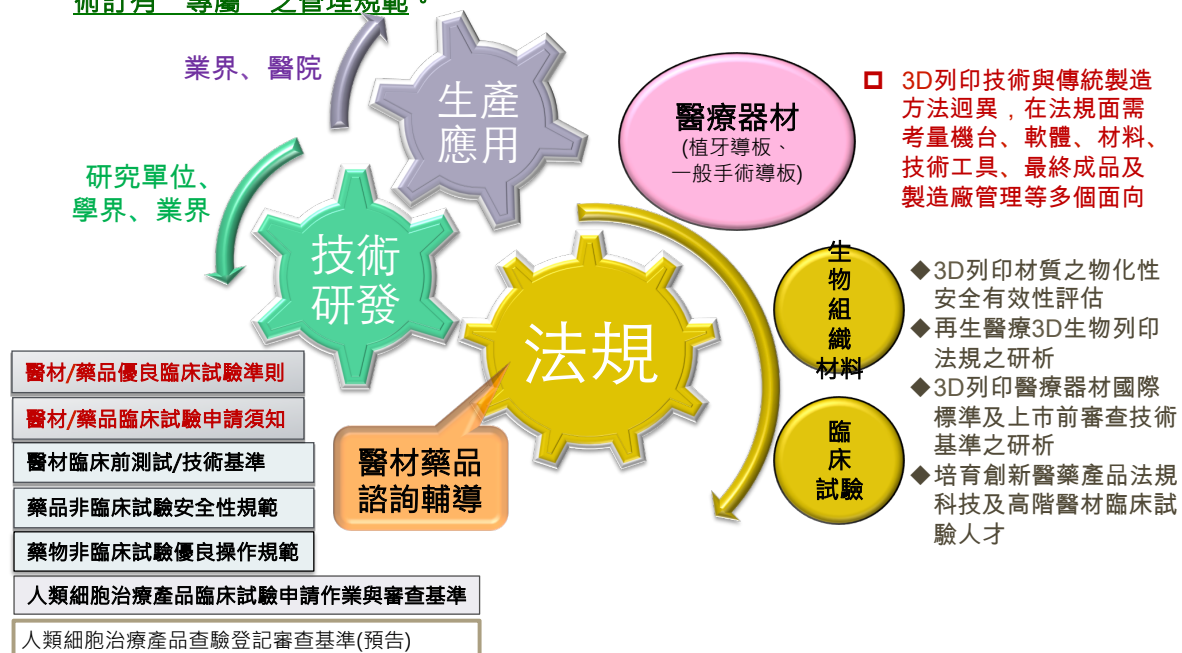


USTPO 3D列印-生醫類別專利IPC篇數統計圖(前10名)

(二) 重大發展課題研析~4

積層製造醫療器材及生物科技牽涉的法規問題

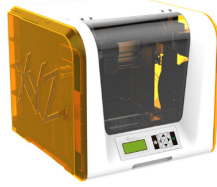
積層製造技術已實際開始應用於醫療器材、生物科技及生物材料等方向，目前已有藥事法、查驗登記、非臨床及臨床試驗等相關法規，然國際間均尚未針對3D生物列印之新興技術訂有“專屬”之管理規範。



(二) 重大發展課題研析~5

積層製造技術衍生的其他問題

1. 數位製造衍生的**數位授權**問題。如台灣的汽車零組件製造，未來不再需要由單一工廠進行大量製造及運送，而可以經由**雲端下載**數位資訊模組，在任何需要的地方直接列印。產品數位資訊如何授權及**如何保障數位智財權**成為一個新興的議題。
2. 圍繞**生物列印**的有關**道德、倫理及合法性**等議題的對話已經展開，當生物列印製造技術更為成熟的時候，這些議題肯定會造成更多的爭論。
3. **食物列印**機器對應**GMP法規**的問題。(例：三緯國際已開始生產的食物列印機台)
4. **列印危險物品**的**管制方式**。第一把成功透過積層製造列印的槍枝已是舊聞，但其後續效應及規範仍需要關注。
5. 列印機器或是材料產生的**不良散逸物**。



資料來源：http://www.digitimes.com.tw/tw/dt/n/shwnws.asp?f=Y&ct=b&id=0000403565_K6U4W9JN7V9YI74TW3N6Z

P.13

(二) 重大發展課題研析~6

積層製造技術於鑄造產業創新力

國際趨勢-美國

- ❖ 福特車廠導入3D鑄造砂模技術於汽缸蓋、剎車片等產品開發試作，從傳統生產時間4~5個月縮短至3個月(節省25%至40%)，開發成本降低最高可達30%
- ❖ 福特正規劃在每個維修站配置3D列印鑄造砂模設備，縮短客戶維修件等待的時間與減省每年福特零件備品的成本

國際趨勢-日本

- ❖ 日本推行3D列印系統開發計畫「TRAFAM」，3D列印鑄造砂模系統為三大主力之一
- ❖ 日本專業鑄造廠KOIwai自2007年起導入各類3D列印設備進行零件試作開發，近三年(2012~2014年)建置5台3D列印相關設備(Binder Jetting x2、雷射x2、電子束x1)，顯見應用市場快速成長中顯見3D列印於鑄造應用市場快速成長中

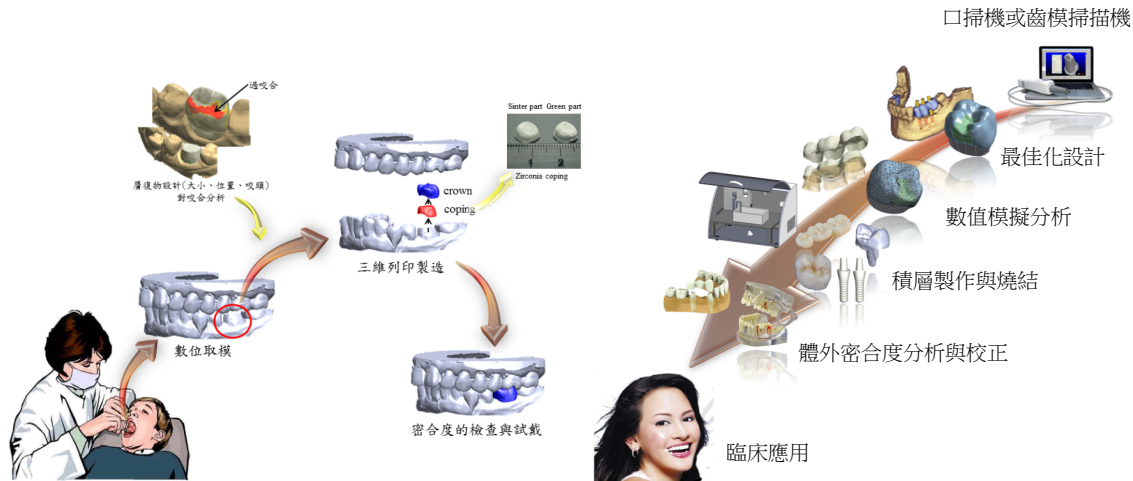


資料來源：經濟部工業局

P.14

(三) 台灣競爭力優勢分析~1

- 台灣的醫療水準高，在生醫相關的積層製造發展若能配合臨床及醫療數據資料庫，將極具國際競爭力。
- 例：科技部執行中計畫：牙科膺復高精度多材料三維列印專家系統



(三) 台灣競爭力優勢分析~2 工具機複合加工趨勢

1. 台灣廠商在單一產品的生產能力高。若能往產業數位化的方向發展，藉由積層製造的生產方式，便能提高產品的變異量、增加產品的附加價值、降低生產製造成本。改變目前台灣業界的生產模式及能力，增進未來的國際競爭力。
2. 工具機為台灣強勢產業，具獨步全球的中衛體系。2013產值約NT1350億元，全球第七；出口產值NT1062億元，全球第四(財政部)。全球產值約686.52億美元，雷射工具機佔比重約12.8% (88億美元) (IEK,2014/05)。
3. 目前高價五軸加工機約800萬元，但建構在積層製造技術上的雷射複合減法加工機可加值至2500萬/台以上。
4. 國內機種多屬中價位機種，技術仍與高階機種有落差。以DMG(德)等國際工具機為例，其附加價值為我國工具機3~5倍，其未來技術趨勢為複合/智慧/曲面/光製造。
5. 目前國內廠商已開始投入複合工具機台研發生產，如東台精機。

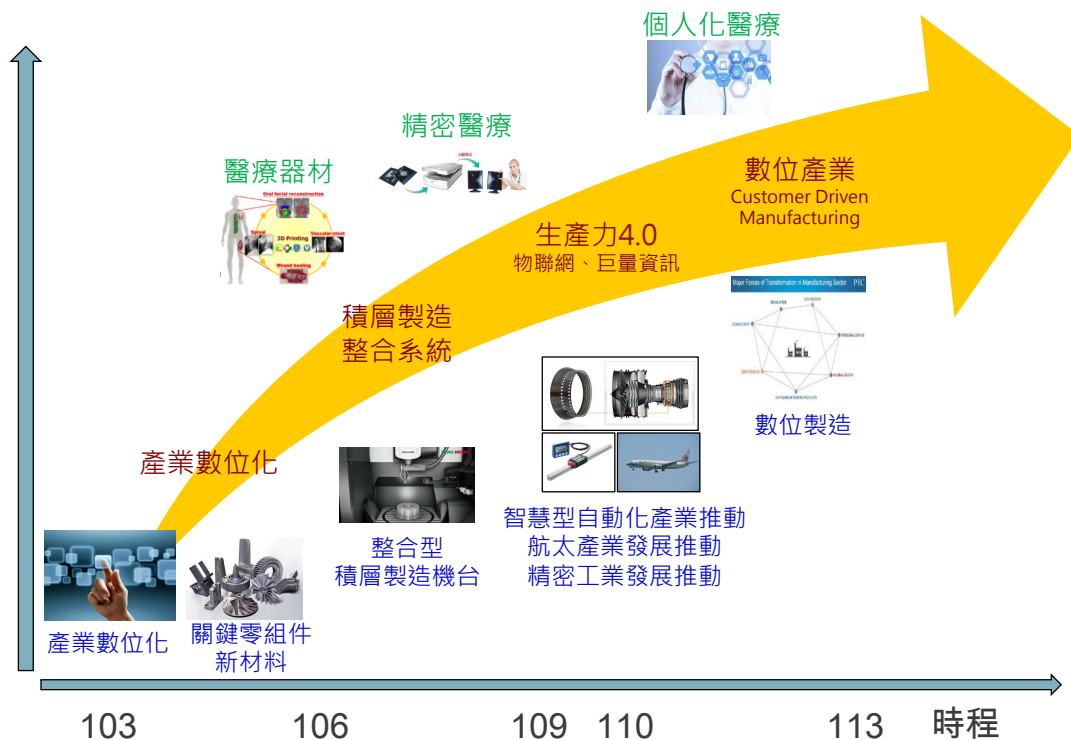


發展趨勢

1. 以積層製造設備提升技術深度，跨界結盟提升雷射工具機高值化
2. 研發複合加工系統與智慧製程整合，達成10倍速加工效能

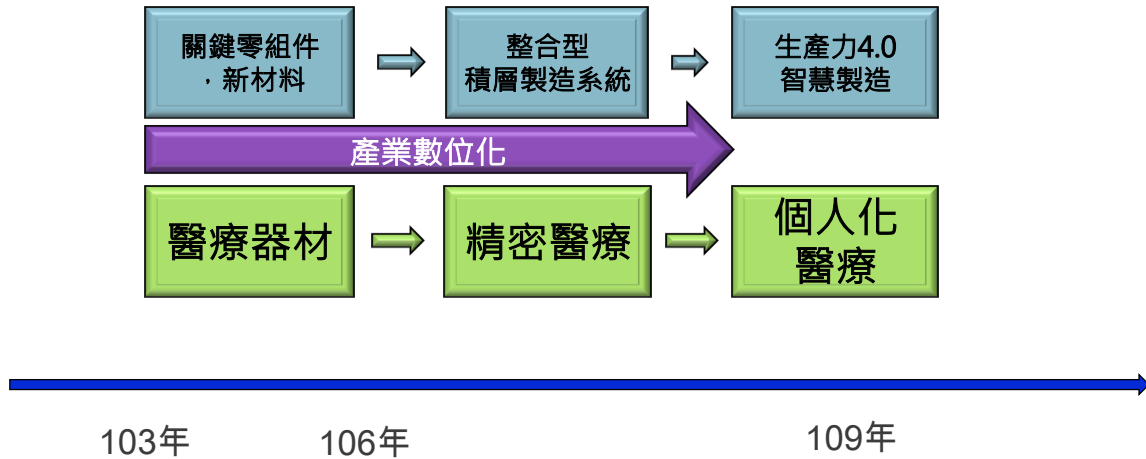
三、主軸策略與措施

(一) 中長程願景目標(106-109、110-113年)

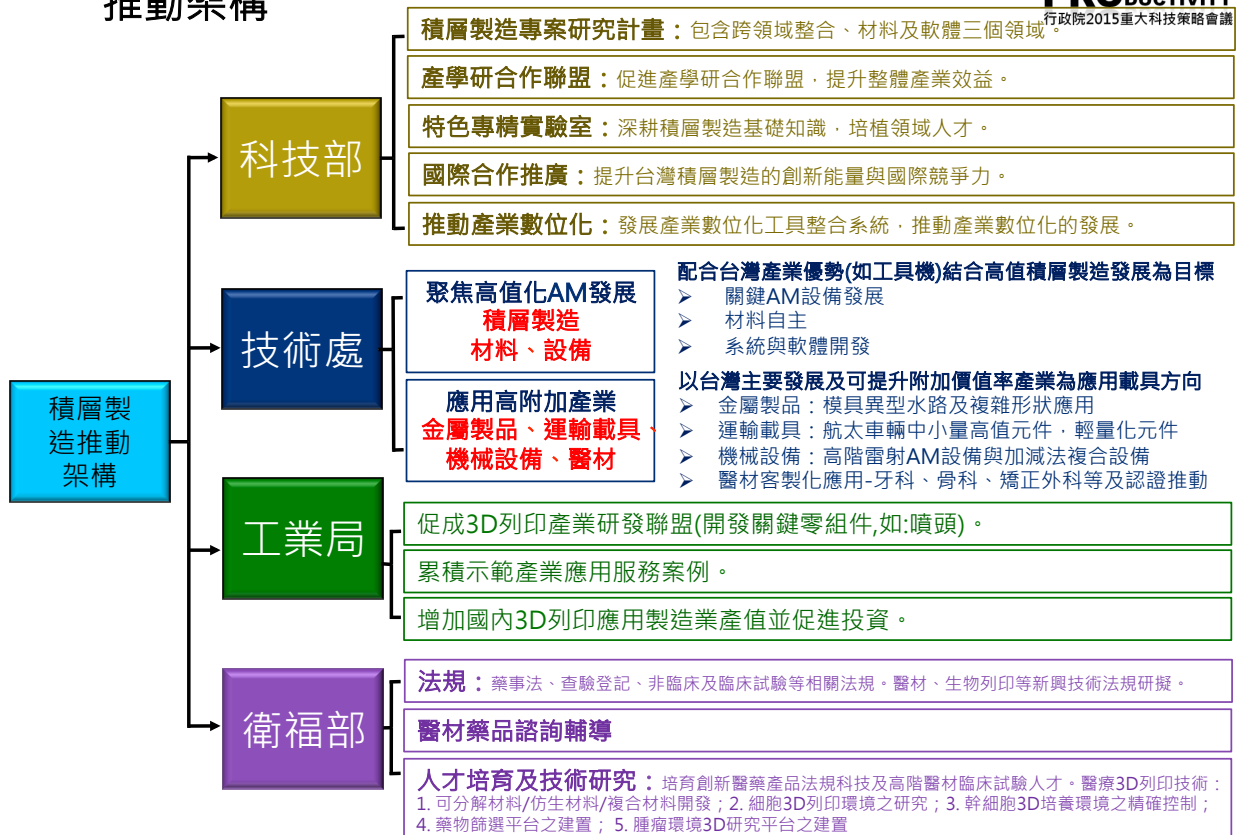


(二) 主軸策略與具體行動措施(106-109年)

主軸策略：**工業及醫療產業數位化**



推動架構



積層製造技術發展具體行動措施

		法人預計投入項目	學界預計投入項目	法人及學界預計投入項目	業界有機會投入項目					
技術發展議題	TRL	Exploratory		Development			α test	β test	Pre-production	production
		基礎研究	應用研究	技術發展			產品/系統(或服務)開發			量產
		TRL1	TRL2	TRL3	TRL4	TRL5	TRL6	TRL7	TRL8	TRL9
設備製程	DED			複合式DED		直接結構件DED			修補用DED	
	PBF			複合式PBF		高效能PBF	大型化PBF		自動化PBF	
	ME/SL			複合式ME/SL			大面積FDM		個人化FDM	
	BJ/VP			複合式BJ/VP			大面積BJ/VP		自動化BJ/VP	
	新穎積層製造製程	光輔助電化學/化學還原積層		Spray Melting						
材料	金屬材料	功能性金屬複材		高性能金屬合金			工業級金屬粉末(如不銹鋼、模具鋼與麻時效鋼等)			
	陶瓷材料	功能性陶瓷複材		生醫/工程陶瓷						
	高分子材料	高分子複材		PBF/ME/VP塑膠材料						
	生醫材料	生物組織/可降解材料		仿生複合材料			生醫級金屬材料			
應用	工業應用			多工高效零組件/輕量化零組件			異形水路模具/Nozzle			
	生醫應用	生物工程		複合植體/三維結構植體			牙齒矯正、假牙/手術器械/醫義具、輔具			

資料來源：經濟部技術處

P.21

(三) 績效指標

科技部：

1. 推動從關鍵零組件、材料、軟體到整合性系統技術完全自主的積層製造學術與應用技術研發計畫
2. 建立專精實驗室與培育研發人才
3. 鼓勵產業數位化與顧客導向製造(Customer Driven Manufacturing)技術研發
4. 舉辦積層製造相關國際研討會，加強國際學術與技術交流與合作

技術處：

1. 建置國際級積層製造試量產中心
2. 籌組積層製造國際研發聯盟
3. 連結國內外業者，發展專屬與複合化積層製造技術
4. 引領產業創新與新創，推動本土設備/材料新公司
5. 建構完整積層製造產業建構

工業局：

1. 促成3D列印產業研發聯盟5案
2. 累積示範產業應用服務案例12件
3. 增加國內3D列印應用製造業產值50億
4. 促進投資35億

衛福部：

1. 推動新興醫療技術與3D列印從GMP規範、產品安全性與功能性驗證到臨床試驗之法規平台建置
2. 建立醫療器材3D列印專精實驗室與培育研發人才
3. 建構新興醫材器材與藥品諮詢輔導機制
4. 鼓勵醫療產業數位化與精密醫療技術研發
5. 舉辦醫療3D列印相關技術與法規研討會，加強國際學術與技術交流與合作
6. 建立台灣醫療3D列印產學聯盟，促進廠商投資及學研技轉，加速產業升級

資料來源：經濟部技術處，經濟部工業局，衛福部

P.22

(四) 預期效益

科技部：

1. 帶動國內產學研合作達成高端生產設備、材料、軟體自主化
2. 促進台灣製造業結構轉型，由單一產品大量製造提升為具變異能力的高附加價值製造
3. 提升我國產學研在積層製造技術與應用領域的國際地位
4. 提供充足高質研發與應用創新人才

技術處：

1. 建置國際級積層製造試量產中心規模，帶動產業應用風潮
2. 落實積層製造產業群聚功效，籌組積層製造國際研發聯盟
3. 連結國內外業者，發展專屬與複合化積層製造技術
4. 引領產業創新與新創，推動2家以上本土設備/材料新公司
5. 建構完整積層製造產業建構並帶動整體就業

工業局：

1. 推動國內高端積層製造系統自主化3案
2. 支援國內業者升級成為世界前五大積層製造供應商1家
3. 提升國內金屬製品價值20%
4. 增加國內積層製造新創產業服務5家
5. 提升國內製造業創新能量，協助國內自主品牌創新產品開發件20案

衛福部：

1. 健全3D列印醫藥相關法規
2. 促進台灣醫療器材製造轉型為個人化高附加價值製造
3. 提升我國產學研在醫療3D列印製造技術與應用領域的國際地位
4. 提供3D列印醫藥產業輔導諮詢與臨床試驗人才培育
5. 促進醫療3D列印技術與產業發展

資料來源：經濟部技術處，經濟部工業局，衛福部

P.23

參與本簡報內容討論之學者專家及部會代表

學界教授：張培仁、周至宏、宋震國、羅仁權、
詹寶珠、高振宏、張瑞芬、鄭正元、
黃聖杰、張禎元

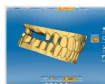
經濟部：蘇評揮顧問、工業局蔡妙慈科長

法人：工研院 張所鈺副院長、張念慈組長
台經院 黃仁甫組長、國家衛生研究院
裘正健處長

P.24

四、討論題綱

1. 挑出我國具優勢競爭力產業，建構積層製造應用發展環境。
2. 藉由積層製造與產業數位化來推動生產力4.0。
3. 強化積層製造技術研發，推動產業數位化與數位製造的目標。
 - ① 研發各種產業實體數位化之軟硬體及終端實體數位製造 (積層製造輸出)之軟硬體技術
 - ② 建置數位化醫療典範模型



數位牙科



數位外科

(precision medical surgery
手術導板+手術機器人)

- ③ 研發中小企業數位化環境建構與數位供應鏈鏈接平台，推動數位化工業生產製造
 - ④ 推動跨業數位產業，整合數位製造服務(建置並推動研發數位建築與營建、農業等產業)
4. 計畫架構，績效指標及預期效益是否允當？

簡報完畢 敬請指教