行政院生產力 4.0 發展方案

Taiwan Productivity 4.0 Initiative

民國 105 年至民國 113 年

(核定本)

中華民國 104 年 9 月

目　錄

壹、背景分析 1

一、緣起 1

二、全球產業科技發展政策 2

三、小結 12

貳、國內現況檢視 16

一、產業科技發展現況檢視 16

二、關鍵核心技術研發現況檢視 33

三、人才培育現況檢視 43

四、小結 47

參、方案主軸策略與具體行動措施 51

一、核心理念 51

二、願景目標 52

三、主軸策略 53

四、推動架構 56

五、績效指標 141

肆、經費規劃與執行期程 144

一、經費來源 144

二、執行期程 144

伍、管考與推動機制 145

陸、附錄 147

圖　目　錄

圖 1：工業革命與臺版生產力 4.0 產業發展演進歷程 3
圖 2：主要國家製造業推動政策 5
圖 3：各國政策與技術重點 5
圖 4：2015 美國 NNMI 設立現況 6
圖 5：德國工業 4.0 智慧工廠關鍵技術 7
圖 6：多元通路整合形成智慧零售環境 10
圖 7：全球及臺灣農業發展趨勢觀察 12
圖 8：製造業自動化發展歷程 17
圖 9：我國智慧自動化計畫成果 17
圖 10：國內外製造業重大發展課題 19
圖 11：我國製造業產業結構優化之方向 21
圖 12：商業服務科技化發展歷程 23
圖 13：我國商業服務業重大發展議題 26
圖 14：農業演進歷程 29
圖 15：民國 98 年～102 年我國各領域論文表現分布圖 31
圖 16：經濟部與農委會已投入科技發展計畫重點盤點 35
圖 17：我國產業技術研發現況 39
圖 18：我國生產力 4.0 技術缺口 41
圖 19：我國產業科技發展面臨的挑戰 42
圖 20：前期在人才培育相關政策與計畫推動檢討 44
圖 21：大專校院工程智慧科技領域分布圖 45
圖 22：工程智慧科技核心挑戰課題 46
圖 23：我國產業人才結構面臨高齡化與人力不足的挑戰 49

圖 24：「行政院生產力 4.0 發展方案」核心理念 52
圖 25：「行政院生產力 4.0 發展方案」六項主軸策略 54
圖 26：製造業生產力 4.0 推動架構 57
圖 27：聯網服務製造系統 59
圖 28：製造業生產力 4.0 優先推動範疇 60
圖 29：電子資訊產業未來情境示意圖：以 PCB 製造為例 61
圖 30：電子資訊產業目標情境與預期效益：以 PCB 製造為例 62
圖 31：金屬運具產業未來情境示意圖：以自行車製造為例 63
圖 32：金屬運具產業目標情境與預期效益：以自行車製造為例 64
圖 33：機械設備產業未來情境示意圖：以航空加工製造為例 65
圖 34：機械設備產業目標情境與預期效益：以航空加工製造為例 65
圖 35：食品產業未來情境示意圖 66
圖 36：食品產業目標情境與預期效益 67
圖 37：紡織產業未來情境示意圖 68
圖 38：紡織產業目標情境與預期效益 68
圖 39：製造業應用組運作流程 69
圖 40：成立國內外生產力 4.0 專家團 70
圖 41：成立國內外生產力 4.0 跨域服務團 70
圖 42：製造業生產力 4.0 之創新商業營運模式 73
圖 43：推動新智慧服務生態系統 74
圖 44：商業服務業 4.0 優先推動範疇 76
圖 45：商業服務生產力 4.0 推動架構 77
圖 46：串聯暨有技術聯盟提升外銷能力 80
圖 47：商業服務業未來情境示意圖(民國 113 年) 81
圖 48：水平整合智慧零售：以量販店、超市為例 82

圖 49：垂直整合智慧零售：以品牌連鎖零售業為例 82
圖 50：整合型智慧物流：以第三方物流為例 83
圖 51：商業服務生產力 4.0 推動服務團之運作架構 84
圖 52：商業 4.0 科技應用服務媒合機制 85
圖 53：多元資源與輔導措施催生新創企業 86
圖 54：智慧商業聯盟之 SIG 架構 86
圖 55：智農聯盟推動架構 88
圖 56：數位農業價值鏈整合應用模式推動架構 90
圖 57：生產者與消費者溝通新模式推動示意圖 90
圖 58：農業生產力 4.0 推動架構 91
圖 59：領航農業 4.0 推動範疇 92
圖 60：蝴蝶蘭產業未來情境 93
圖 61：蝴蝶蘭產業目標情境與預期效益 94
圖 62：種苗產業未來情境 95
圖 63：種苗產業目標情境與預期效益 95
圖 64：菇類產業未來情境 96
圖 65：菇類產業目標情境與預期效益 97
圖 66：稻作產業未來情境 98
圖 67：稻作產業目標情境與預期效益 98
圖 68：農業設施產業未來情境 99
圖 69：農業設施產業目標情境與預期效益 100
圖 70：養殖漁產業未來情境 101
圖 71：養殖漁產業目標情境與預期效益 101
圖 72：家禽(水禽)產業未來情境 102
圖 73：家禽(水禽)產業目標情境與預期效益 103

圖 74：溯源農產品產業未來情境 104
圖 75：溯源農產品產業目標情境與預期效益 104
圖 76：生乳產業未來情境 105
圖 77：生乳產業目標情境與預期效益 106
圖 78：海洋漁產業未來情境 107
圖 79：海洋漁產業目標情境與預期效益 107
圖 80：領航農業產學研聯盟與 SIG 小組 108
圖 81：農業 4.0 跨域輔導推動 109
圖 82：基礎環境各部會分工示意圖 110
圖 83：生產力 4.0 關鍵核心技術發展架構 111
圖 84：工具機技術應用服務平台與數位設計平台 116
圖 85：CPS-BASED 高精密金屬加工系統技術 117
圖 86：CPS-BASED 汽車零組件產線技術 117
圖 87：國家高速網路與計算中心整體發展架構 118
圖 88：CPS-BASED 應用服務技術推動架構 119
圖 89：智能控制核心技術發展項目 121
圖 90：巨量資料分析核心技術推動架構 122
圖 91：積層製造技術布局與研發 124
圖 92：異質網路整合技術 125
圖 93：物聯網應用共通平台基礎架構 126
圖 94：智慧感測系統國產化加值設備系統及製造服務推動架構 127
圖 95：生產力 4.0 實務人才培育架構圖 128
圖 96：機械設備生產力 4.0 人才培育實施架構 131
圖 97：金屬運具生產力 4.0 人才培育實施架構 132
圖 98：紡織業生產力 4.0 人才培育實施架構 133

圖 99：人才需求及培養方式 136
圖 100：跨領域 PROBLEM-BASED LEARNING (PBL)課程之架構示意圖 .. 138
圖 101：挹注之產業政策工具示意圖 141
圖 102：行政院生產力 4.0 發展指導小組架構 145

表　目　錄

表 1：技術革命與產業發展.....4
表 2：各國農業發展與關鍵特色.....11
表 3：農業 1.0～3.0 的代表產業.....30
表 4：我國產業現況統計.....48
表 5：「行政院生產力 4.0 發展方案」策略及具體行動措施.....54
表 6：自行車產業 4.0 聯盟(SIG)架構.....71
表 7：航空零組件加工用工具機產業 4.0 聯盟(SIG)架構.....72
表 8：製造業 4.0 產業科技應用推動研發項目.....112
表 9：商業服務業生產力 4.0 關鍵核心技術需求項目表.....113
表 10：農業 4.0 產業科技應用推動研發項目.....114
表 11：製造業生產力 4.0 產業人才培育需求.....129
表 12：製造業生產力 4.0 產業人才實務能力需求.....130
表 13：商業服務業生產力 4.0 產業人才領域及類別.....134
表 14：商業服務業生產力 4.0 產業人才實務能力需求.....135

壹、背景分析

一、緣起

依據行政院科技會報設置要點第二點第五項籌辦重大科技策略會議，以形成行政院推動科技發展之策略。爰此，104 年 3 月 23 日行政院科技會報辦公室邀集經濟部、科技部、教育部、農委會、衛福部、勞動部等，跨產業(製造業、商業服務業、農業)共同合作於 6 月 4-5 日召開「2015 年行政院生產力 4.0 科技發展策略會議」，凝聚產官學研的意見與結論共識，進而研擬「行政院生產力 4.0 發展方案(英文名稱：Taiwan Productivity 4.0 Initiative)」(以下簡稱本方案)，並提報 7 月 17 日行政院第九次科技會報討論，7 月 23 日行政院第 3,458 次院會報告，以作為推動生產力 4.0 科技發展計畫之依據。

之所以選擇進行生產力 4.0 的科技發展策略規劃，主要是觀察到全球競逐智慧製造科技發展，有兩個重要的趨勢：一是全球競逐智慧科技發展趨勢的拉力；一是就業人口遞減現實的推力。

首先，生產製造歷經自動化、量產化、全球化發展歷程後，近三年，不論是德國「工業 4.0」、美國的再工業化政策、日本的人機共存未來工廠、韓國的下世代智慧型工廠，還是中國製造 2025 計畫，全球主要國家均積極推動建構網實智能化製造、生產、銷售系統，以快速反應或預測市場需求；產業供應鏈垂直與水平數位化、智能化，成為全球搶單競爭關鍵。其次，先進國家為因應就業人口數下降的必然趨勢，推動數位製造、網實整合智慧製造發展，也是逆轉人口危機為轉機的重要手段。

臺灣同樣地，也面臨工作年齡人口減縮，同時產業受開發中國家搶占量產市場、工業國搶佔中階客製化市場的雙重挑戰。在接踵而來的第

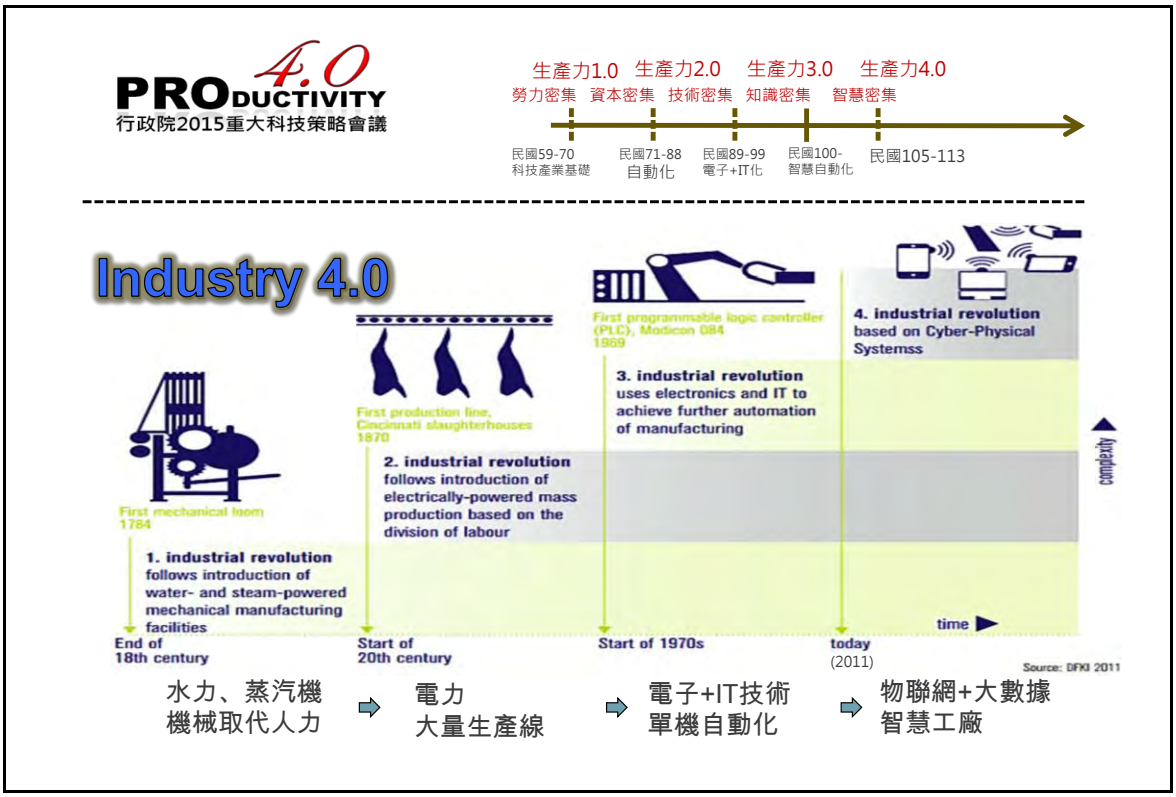
四次工業革命，如何促進國內產業創新轉型、掌握關鍵技術自主能力、維持國際競爭力，是我國產業發展之重要課題。

爰此，本方案以行政院所推動的「智慧型自動化產業發展方案」為基礎，整合商業自動化、農業科技化發展進程，提出生產力 4.0 發展規劃，期能開發智慧機械、物聯網、巨量資料、雲端運算等技術來引領製造業、商業服務業、農業產品與服務附加價值提升，同時，發展人機協同工作的智慧工作環境，以因應高齡化社會工作人口遞減的勞動需求。

二、全球產業科技發展政策

產業革命又稱為工業革命，一般是指由於科學技術上的重大突破，使國民經濟的產業結構發生重大變化，進而使經濟、社會等各方面出現嶄新面貌。綜整文獻，第一次產業(工業)革命是 18 世紀從英國發起的技術革命，它開創了以蒸汽機動力機器代替手工勞動的時代。從生產技術方面來說，工業革命使工廠制代替了手工工場，用機器代替了手工勞動；第二次工業革命是指 1870 年至 1914 年間的期程，產業科技主要是電力的廣泛應用(即電氣時代)，從 1860-1870 間出現了一系列電器發明；1866 年德國西門子(Siemens)製成發電機，1870 年比利時格拉姆(Gelam)發明電動機，電力開始用於帶動機器，成為補充和取代蒸汽動力的新能源。到 19 世紀 70 年代，實際可用的發電機問世；電動機的發明，實現了電能和機械能的互換。隨後，電燈、電車、電鑽、電焊機等電氣產品如雨後春筍般地湧現出來。電力工業和電器製造業迅速發展，人類跨入了「電氣時代」大大促進了經濟的發展。繼蒸汽技術革命和電力技術革命之後，第三次工業革命，指第二次世界大戰後的工業，資訊技術應用的數位化革命使傳統工業更加機械化、自動化，從而減少了工作成本，使整個社會的運作模式徹底改變。第三次產業科技革命相較於前兩次革命，具有以下特點：一是科學技術本身的發展速度越來越快，科技產品的結構越

來越複雜、精密；二是科技成果商品化的週期越來越短，科學技術轉化為生產力的速度越來越快；三是所形成的新的技術能力，實現了先進國家高度工業化的歷程(圖 1)。



資料整理：104.07.17 行政院科技會報辦公室整理

圖 1：工業革命與臺版生產力 4.0 產業發展演進歷程

工業 4.0[1]或第四次工業革命是智慧科技革命的發展，競逐技術基礎是 Cyber Physical System, CPS 及 Internet of Things, IoT；集成資通訊科技、實體物理現象數位化(虛擬化)科技、巨量分析科技、物聯網科技等，發展具有適應性、資源效率、及人因工程學的智慧工廠(Smart Factory)，以貫穿商業夥伴流程及企業價值流程，創造產品與服務的客製化供應能

1 德國在 2011 年提出「工業 4.0 (Industry 4.0)」的高科技戰略計畫，以及美國「智能製造領導聯盟」(Smart Manufacturing Leadership Coalition, SMLC) 組織所倡議致力於製造業的未來。

力。如果架構陸續成真，將實踐一個有智能意識生產模式的產業世界。但它可以實現的時間，各方說法不一，德國電氣電子及信息技術協會(VDE, Verband der Elektrotechnik, Electronik und Informationstechnik)會員中只有四分之一認為 2020 年前會有大規模的實施，專家們普遍預期 2030 前有機會實現(表 1)。

表 1：技術革命與產業發展

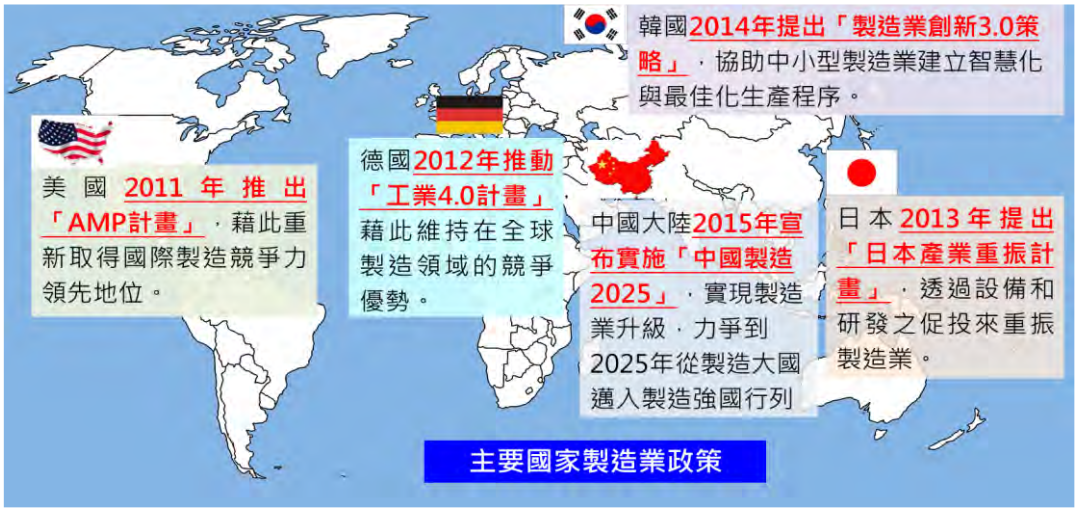
	第一次工業革命 (1760-1830) (1750-1850)	第二次工業革命 (1870-1914)	第三次工業革命 (1970年代2010)	第四次工業革命 (工業4.0) (2011至30年後)
技術革命	蒸汽動力技術革命	電氣技術革命	資訊(IT)技術革命	電腦化/數位化/智能化集成技術革命 -網實融合系統 (Cyber-Physical System, CPS)及物聯網 -積層製造技術革命
生產力	(機械化) 蒸汽動力帶動機械化生產	(電氣化) 電氣動力帶動自動化生產	(資訊化) 電子設備及資訊技術(IT) 帶動數位化生產	(智能化) 智能意識化生產
產業經濟創新	➢蒸汽機動力機械 ➢工廠制代替了手工工場(工廠式生產模式興起) ➢紡織機械替代手工紡織產品 ➢以煤煉鐵，帶動煤業、鐵業 ➢鐵器取代木器，基本機械工具興起	➢發電機、內燃機、電動機、電燈、有線電話、各類電氣產品 ➢電力工業、電器製造業、鋼鐵、鐵路、和化學品等重工業興起 ➢電可傳遞訊息	➢原子能技術、航太技術、電子電腦技術、生物工程技術的發明與應用 ➢積體電路 ➢電子設備	➢ 建構出一個有智能意識的產業世界 ➢ 集成電腦化/數位化/智能化技術，發展具備有適應性、資源效率、及人因工程的智慧工廠，以貫穿商業夥伴流程及企業價值流程，創造產品與服務客製化供應能力。 ➢互聯網 ➢M2M ➢巨量分析
人才	工藝人才	科學技術人才	➢分科專業人才	跨域人才(domain knowledgy+ICT+工程科技) 巨量分析跨域人才(domain knowledgy+資訊工程科技+數學統計學)

資料整理：104.06.30 行政院科技會報辦公室整理

世界各國針對此次第四次工業革命均積極提出因應對策，以持續維持其產業競爭力，各國重要對三級產業之重要推動策略臚列說明如下：

(一)製造業

2008 年全球金融危機、歐債危機爆發，各歐美傳統強國經濟受傷，促使西方國家領導者重新認識到製造業的重要性，紛紛提出「再工業化」(Reindustrialization)振興戰略，擬透過提升高階製造技術，對製造鏈進行再構，創造高附加價值之生產活動，進而帶動經濟發展與就業(圖 2、圖 3)。



資料來源：經濟部工業局

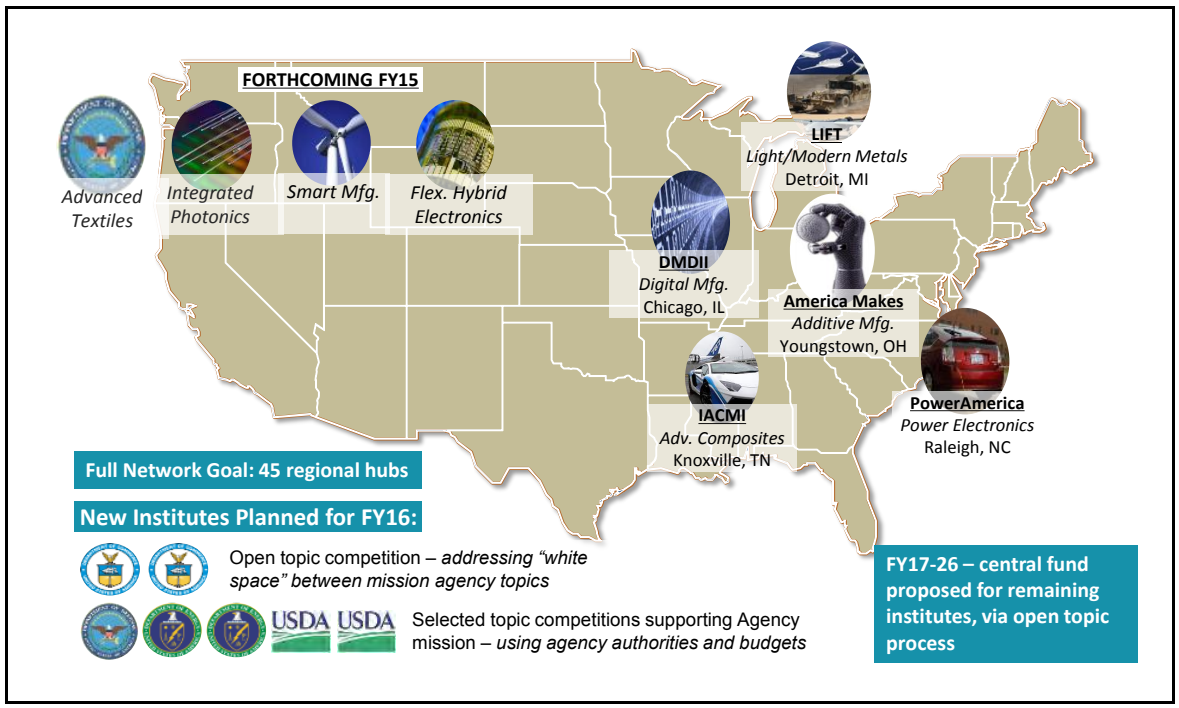
圖 2：主要國家製造業推動政策

圖 3：各國政策與技術重點

1. 美國的先進製造夥伴計畫(AMP)

美國的先進製造夥伴計畫(Advanced Manufacturing Partnership；簡稱 AMP)，是總統歐巴馬於 2011 年 6 月向全國宣布，強烈表達振興美國製造業的決心。技術發展推動項目包括強化先進材料、生產技術、先進

製程、數據資料與設計等產業共通基礎能力；作法上佈建產學研合作國家創新研究網絡(National Nextwork of Manufacturing Institute；簡稱NNMI)，以促進產學研合作加速政府科研成果落實於產業應用，提升國際競爭力及創新能力(圖 4)。

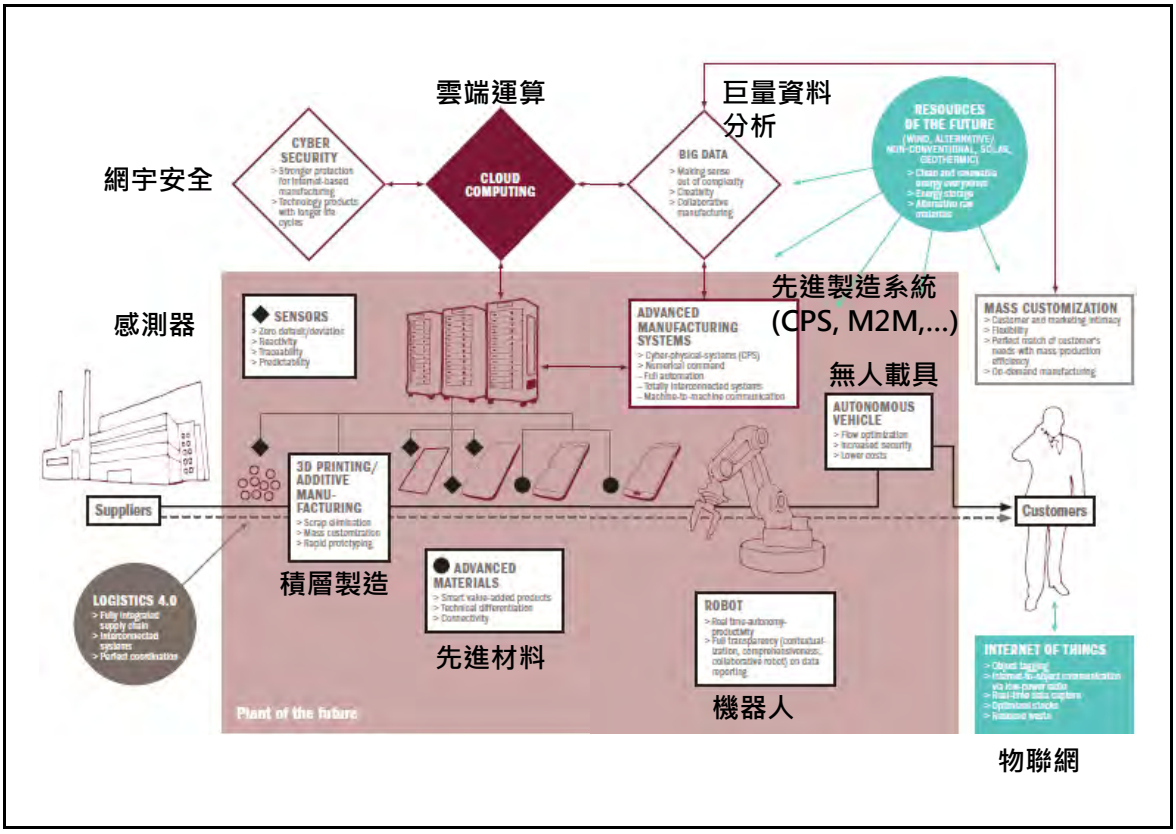


資料來源：104.06.04 石昭明專題演講 (5 funded, 4 in proposal stage)

圖 4：2015 美國 NNMI 設立現況

2. 德國「工業 4.0」

2011 年德國提出「工業 4.0」推動以網實製造系統為核心建構「智慧工廠」，藉此維持在全球製造領域的領先優勢。該科技發展著重於智慧工廠，技術策略是以物聯網(Internet of Things; IoT)和網路服務(Internet of Service; IoS)為範疇，發展水平整合價值網路、終端對終端流程整合、垂直整合製造網路、工作站基礎及網實系統(Cyber- Physical System; CPS)等技術，期許維持德國在全球製造產業領域的競爭優勢(圖 5)。



資料來源：Roland Berger (2014/03)

圖 5：德國工業 4.0 智慧工廠關鍵技術

3. 日本

2013 年日本提出「日本產業重振計畫」利用設備和研發之促進投資來重振製造業。2015 年提出日本機器人新戰略，該政策著重於人機共存未來工廠，技術策略為發展感測器、控制與驅動系統、雲端運算、人工智慧等機器人，且讓機器人相互聯網，以因應日本高齡化社會需求，同時期許重振日本經濟支柱的製造業。規劃的技術領域包括資訊處理技術、精密加工技術、製造環境技術、接合裝配技術、立體塑型技術、表面處理技術、機械控制技術、複合新機能材料技術、材料製程技術、生物科技與量測技術等。

4. 韓國

韓國政府於 2014 年提出「製造業創新 3.0 政策」，以鼓勵韓國製造產業轉型與發展，協助中小型製造業建立智慧化與最佳化生產程序。希望以政策來主導製造業的革新，創新產業並整合。目標為發展戰略性的關鍵材料與軟體整合零件等技術來強化主要產業核心競爭力。韓國隨著朴槿惠新政府的上任，不僅在總預算案持續加強創業研發、社會福利、中小中堅企業等方面的支持，在產業發展上亦鎖定知識與創新為重要發展願景目標，企圖透過一系列的產業融合、產業改革創新、培育國內企業往全球性成長等策略方向，來創造經濟動力及提升國內產業競爭力。未來產業科技發展強調跨產業融合發展，針對以 IT 產業為主的跨產業融合進行佈局，以創意及整合為基礎，促進 IT 產業、主力產業、新產業之融合發展，以朝「融合革命時代」發展。

5. 中國大陸

2012 年中國大陸政府提出十二五計畫，該政策著重於智能製造，技術策略為發展智能製造設備、新一代移動通信、三網融合、物聯網、雲端運算等戰略性產業技術，期增強自主創新能力，讓中國大陸產業結構優化，發展高階製造裝備及製造業資訊化。2015 年宣布實施「中國製造 2025」，以力爭 2025 年邁向製造強國的行列。

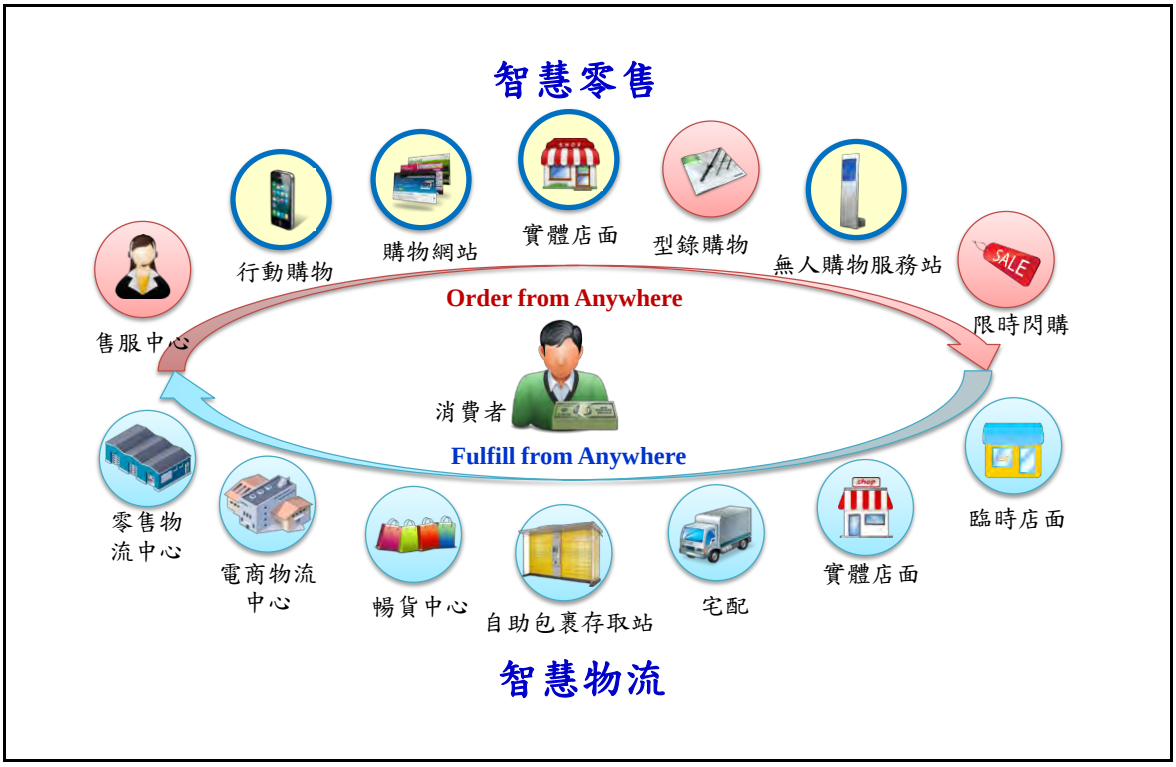
(二)商業服務業

在 2000 年左右，商業服務業著重的是單一通路的發展，透過實體商店進行接單、收款、運送與出貨，其經營的重點為降低營運成本並設法提升銷售量，故當時資通訊所扮演的角色著重於可以提升營運效率的銷售時點情報系統(Point of Sale, POS)以及企業資源規劃系統(Enterprise Resource Planning, ERP)，以強化企業內部的流程管理與營運。從 2008 年開始，商業服務進入多元通路時期，業者從只著重於自身營運問題(例

如內部運作與接單)的單一通路，開始向外觸及上下游的關係，同時也開始進行從資訊流、物流、金流與商流的垂直串聯。其目的除了降低營運成本之外，還包括如何透過跨業的合作增加商品或是服務的銷售量。此時科技化的重點在於串聯上游供應商或是合作夥伴的供應鏈管理系統(Supply Chain Management, SCM)，或是針對下游廠商與消費者的顧客關係管理系統(Customer Relationship Management, CRM)。

2014 年開始，商業服務進入了智慧科技時代，企業的營運策略已不再僅侷限於內部營運效率提升以及強化上下游的關係，而是以消費者的立場出發，設計與提供符合消費者期待的服務或商品。期望擴張與消費者的接觸面，並提供個人化、可被信賴、無縫的消費體驗。除了將多元通路時期所強調的資訊流、物流、金流與商流的垂直串聯，整合成為單一的四流整合平台，第三方的加值服務更應運而生，除強化營運效率之外，更朝向消費者所重視的個人化服務、社群行銷與便利性發展。

展望未來，商業服務朝向運用智慧科技提高服務價值方向演進的趨勢已不可擋，唯有將多元通路進行整合，運用數據科學建立顧客行為模型，及運用智慧科技才能提高生產力與服務價值，並打造能有效提供消費者最佳體驗之創新商業服務與物流模式(圖 6)。



資料來源：經濟部商業司

圖 6：多元通路整合形成智慧零售環境

(三)農業

全球各國為了解決氣候暖化可用資源短缺、勞動人口老齡化、與產銷結構快速改變等問題，紛紛制定相關農業科技政策，發展工程技術跨域資源整合之創新農業相關技術，重視農產品衛生安全與營養需求，並運用物聯網(IoT)、雲端運算(Cloud Computing)、大數據(Big data)等技術，提升產品服務附加價值。各國農業科技發展政策如表 2、圖 7 所示，德國、日本、紐西蘭、荷蘭、以色列等已積極利用資通訊與工程科技，配合系統化管理提升產業競爭力，並發展出該國農業發展與關鍵之特色。

以日本為例，其積極開發與應用智慧型農業(Agriculture Informatics; AI)技術，目標是為實現超省力與大規模生產、發揮作物最大潛能、安全且便利作業環境、使欲加入農業者可快速上手及增加消費者對食品安全感等，達成提升生產效率並發展效益。而富士通所開發之農業雲端服務

系統，分為生產面、經營面與消費面的數位服務三大區塊，創新支援系統並將生產、流通到消費整體物流網絡進行整合，以支援農業經營決策。

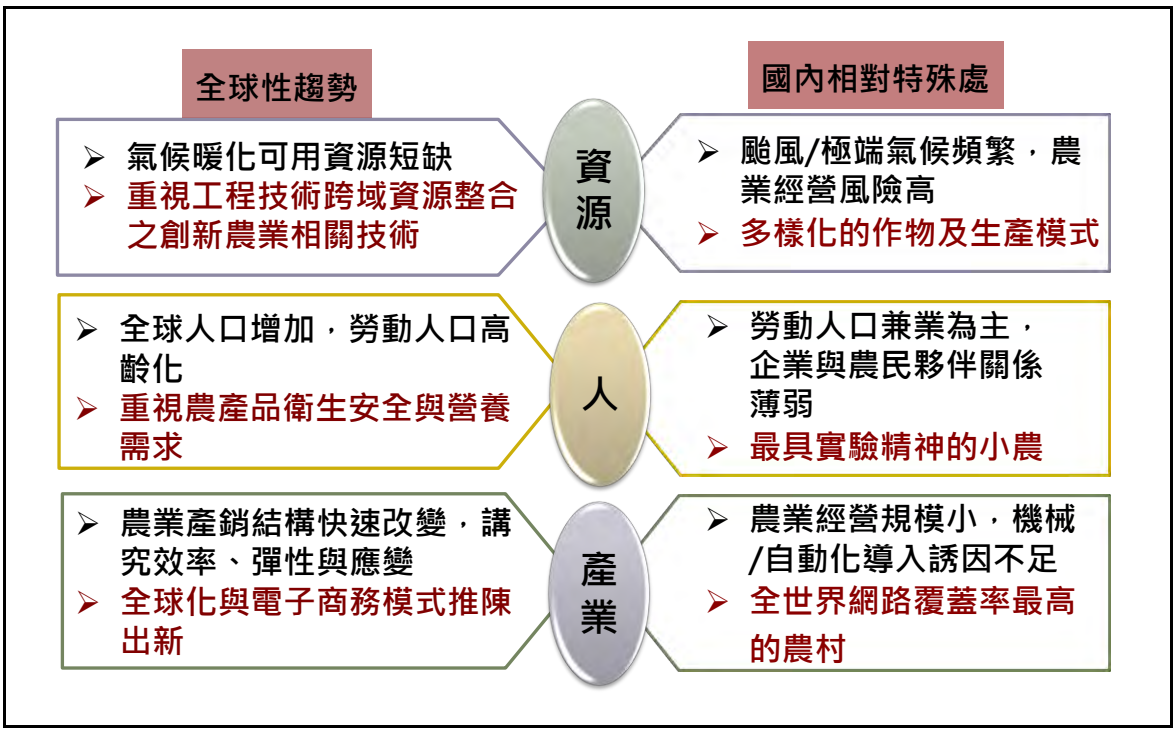
再以德國農機產業為例，德國 CLAAS 農機公司以工業 4.0 為藍本，與 Deutsche Telekom 電信公司進行跨領域合作，應用先進感測、雲端計算、巨量資料與機對機協同作業等技術，發展 Farm 4.0 先導計畫，有效提升作業效率與快速調整流程。

爰此，我們觀察到先進國家以工程技術跨域資源整合之創新農業相關技術、重視農產品衛生安全與營養需求，以及全球化與電子商務模式推陳出新等趨勢。反觀臺灣，雖有多樣化的作物及生產模式、精良的農業栽培技術、最具實驗精神的小農及全世界網路覆蓋率最高的農村等特色。但隨著經貿全球化趨勢，臺灣農業也不得不面臨向全世界開放市場的潮流，如何運用科技加值農業，提高產值，達到利潤分配合理，實現農業世代人才承接，提昇臺灣農業在全世界的競爭力，便成為不可忽略的重要議題。

表 2：各國農業發展與關鍵特色

國　別	發展特色	關鍵特色
德　國	推動工業 4.0	推動網實系統(CPS)化結合 M2M 及 IoT 導入，推動農耕 4.0 先導計畫
日　本	以科技加值農業	應用 AI (Agriculture Informatics)技術，積極開發人機協同作業輔具，提升生產效率
紐西蘭	以小農打遍世界	農民組成合作企業、重視資源整合、產銷一體全球佈局，利用 ICT 進行生產管理、品質控制與追溯
荷　蘭	國際化農業	重視自動化科技創新，落實農工合作，農業生產支援體系完善
以色列	用科技打造農業整廠輸出	整合跨域工程科技解決先天資源不足，以滴灌成就沙漠農耕

資料來源：農委會



資料來源：農委會

圖 7：全球及臺灣農業發展趨勢觀察

三、小結

從上述之各國產業策略中可瞭解到我國應規劃推動一套專屬的產業策略，投入先進製造相關技術開發。在全球化產業分工的生產價值鏈模式中發展我國製造產業特色、提升製造產業的國際定位與維持我國在全球製造業中的競爭優勢，此將有助於達成關鍵製造產業結構轉型與附加價值率提升。

在此波全球競逐智慧科技發展的趨勢下，有下列特性，是我們在規劃方案時必須思考的方向。

1. 產品與服務競爭力將從價格競爭轉為價值競爭，成本考量的獲利模式將改變為客戶服務價值為導向的獲利模式

以日本 Mazak 製造系統服務業為例，它原為全球重要工具機製造廠，除銷售工具機給加工業者進行各種物件加工外，並在工具機上加上感測器

及許多控制軟體，因此，該公司不僅銷售工具機硬體，還將工具機加工之加值數位知識銷售予客戶，讓客戶透過網實系統(CPS)提高機台效能。同時，亦在其機台上裝置許多感測器，精確分析客戶的加工製程狀況，其感測器能診斷出機台本身之情況，並可遠端進行健康管理與服務，因此，該公司產品價格可提升價值至一般工具機的 3 至 5 倍。

2. 生產線從整廠整線自動化進化為少量多樣化訂製式智慧化生產系統

以國內半導體晶圓廠/封測廠為例，已廣泛應用智慧自動化與機器人作業，提高生產效率與良率；並透過物聯網將機台、廠務、供應鏈、客戶服務、環保作業，全面聯網監控與管理；以及運用巨量資料分析人、機、料、法最佳化，實現預測製造、預知保養、與市場預測，進而提高產業生產力。

3. 商業服務業繼電子化及自動化發展後，朝智慧零售(Smart Retailing)發展

結合大數據(Big Data)的運算機制，利用各種網實銷售管道、社交網站等資料擷取優化與商業語意分析技術之精準化，掌握消費者需求; 以全球零售業龍頭 WalMart 為例，該公司整合社交網站相關科技，透過巨量分析與消費相關之數據，一方面提供供貨商建議，發掘近日消費者喜好。另一方面也透過行動載具即時建議消費者，同時調整各銷售管道之商品陳列與庫存，提升該公司營收。

4. 農業結合智慧科技，導入人機協作提升生產力

德國 CLAAS 農機公司以工業 4.0 為藍本，與 Deutsche Telekom 電信公司進行跨領域合作，應用先進感測、雲端計算、巨量資料與機對機協同作業等技術，發展 Farm 4.0 先導計畫，有效提升作業效率與快速調整流程。

5. 在新一代工業轉型中，積層製造是一項不可忽視的先進製造技術

積層製造(Additive Manufacturing)，也稱為 3D 列印(3-Dimentional Printing)或者是固體自由成型製造(Solid Freeform Fabrication)。根據美國材料試驗協會(American Society for Testing Materials; ASTM)的定義，「積層製造技術」是一種材料製程接合的過程，此技術利用電腦輔助設計軟體(CAD)處理三維模型資料，運用粉末狀或液態的原料，將材料層層堆疊產出立體物件，此種加法製程有別於傳統的減法製造方式(如金屬切削加工)。另外，積層製造前端的掃描技術可以促成生產資訊的數位化，結合巨量資料、物聯網等技術，完成生產力 4.0 想發展的智慧製造、智慧服務。經濟學人雜誌特別將此積層製造特色主軸之數位製造譽為第三次工業革命後的重要技術。以往以材料移除及模具大量生產無法達到或極為困難之製造方式，均將因積層製造方式而變為可能。

6. 在生產力 4.0 世代，人才培育應有新思維

未來的智慧工廠是將人納入「智慧系統」設計，結合了人工智慧與人的智慧。產業從業人員將從過去單純的「操作者」晉升成為「控制者」和「管理者」，過去的勞動工作將成為人機協同高質/值、敏捷、人性化的工作。

根據德國 Ulrish Sendler(2014)「工業 4.0(即將來襲的第四次工業革命)」一書中指出，處理多學科合作的能力越來越重要。現在綜合大學和應用科技大學培養研發或生產工程師是劃分在不同科系裡的，而這種科系劃分的標準又是根據 20 世紀的工業發展需求制定的;工業時代不斷專業化分系科的過程中，缺少了一種教育，就是理解全局、能領導和負責一個複雜技術系統的開發。因此，迎向生產力 4.0 時代所需的教育不是開立新科系(所)的問題，最重要的是創造一個可以融合各專業科系(所)間彼此滲透貫穿的人才培育環境。

因應產業競爭核心將是智慧聯網系統的開發與製造，歐洲的大學教育也開始提倡讓學生編排自己的學習計畫、學習跨系科課程，例如學習一些計算機課程、機械課程、企業經濟學或者生產技術課程。這種培育模式在現今的大學教育結構中是做不到的。未來大學校園裡要培育符應生產力 4.0 所需人才，除了學生可更加自由的跨域課程學習外，如何綜合不同科系進行研究項目，透過讓學生能和其他系科學生一起為一個進行跨域研發題目工作的實習經驗，以做好畢業投入產業的準備。

另外，產業界對人才培育的態度也應開始轉變，化被動為主動向教育界提出挑戰性的開發議題需求，例如測試哪些新方法、工具、操作程序和模型等。爰此，德國聯邦政府或是美國 AMP 政策，實際上就是積極促進產學研連結共同探索創新，以發揮科技研發、人才培育、產業加值三贏的綜效。

貳、國內現況檢視

在接踵而來的第四次工業革命，如何促進國內產業創新轉型、掌握關鍵技術自主能力、維持國際競爭力，是我國產業發展之重要課題。以下依序檢視國內產業科技發展現況、關鍵核心技術研發與人才培育等三構面，研析現階段我國所累積的競爭力及展望未來產業轉型所面臨的重大挑戰課題，進而研擬本方案攻堅之目標、主軸策略與行動措施。

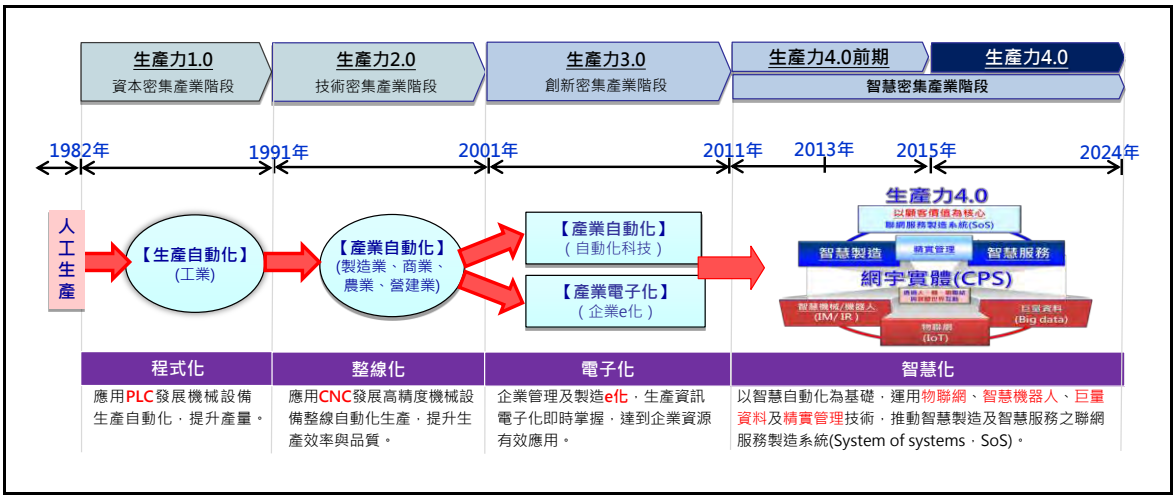
一、產業科技發展現況檢視

(一)製造業科技化發展歷程

我國自動化產業發展從民國七十年代開始有很好的基礎。近三十年來，歷經資本密集產業、技術密集產業、及創新密集產業等三階段，每十年有一階段性重大轉變。第一階段約自民國 71 年至 80 年，應用 PLC 發展 PLC 機械設備生產自動化，由全人力作業進展至半自動設備生產，以增加產量；第二階段約自民國 81 年至 90 年，應用 CNC 發展高精度機械設備整線自動化生產，即運用數值控制設備，由半自動進展整線生產，提升生產效率與品質；第三階段約自民國 91 年至 100 年，企業管理及製造 e 化，生產資訊由紙本作業進化為電子化及時掌握，達到企業資源有效應用(圖 8)。

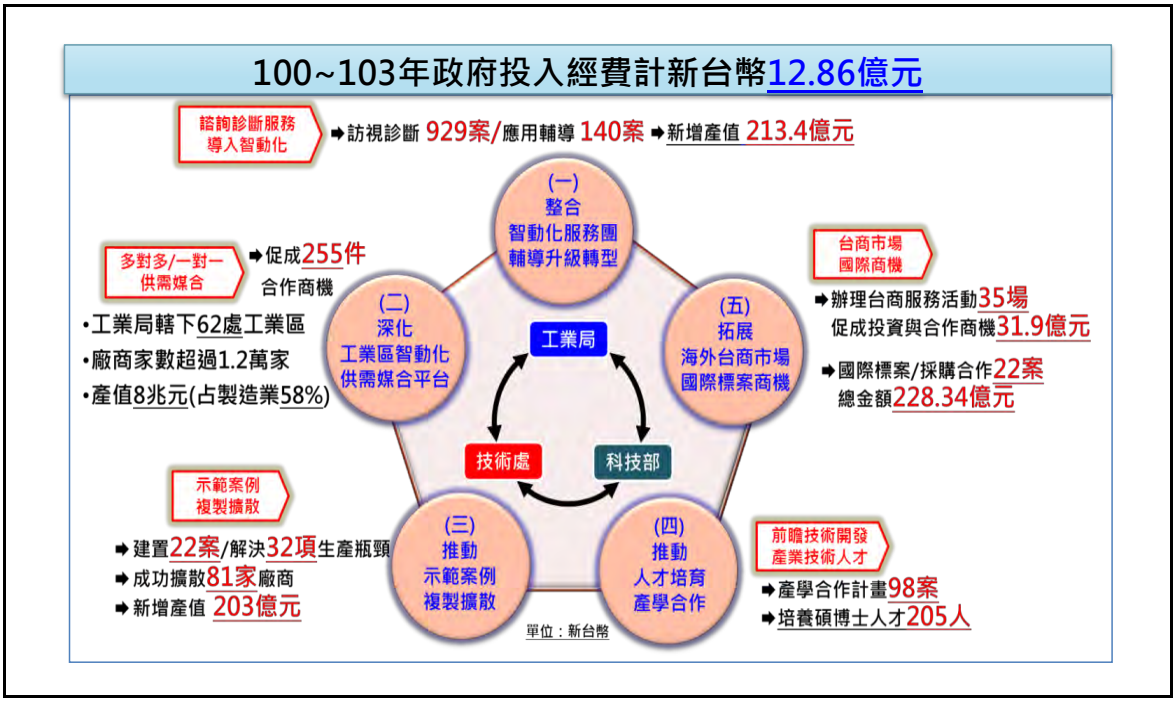
民國 100 年行政院推動「智慧自動化產業發展方案」進入智慧密集產業階段，將專用機大量生產推展至具有訊號感測、資料處理、智慧決策、作動控制等智慧機器人應用，發展智動化生產系統。此計畫結合經濟部工業局、經濟部技術處、科技部等三個部會署，進而帶動 10 個重點產業。從現階段產業效益觀之，協助促成整體智動化產值由民國 99 年的新台幣 8,650 億元提升至民國 103 年的 1.1 兆元，產值提高約 27%；而智動化應用比例由 99 年的 25%提升至 103 年的 36%，並帶動國內產業

導入智動化生產風潮，目前已有鴻海、和碩、廣達、群創、台達電、研華、上銀、寶成等公司積極投入，有效帶動智動化產業鏈發展的基礎(圖 9)。



資料來源：經濟部工業局

圖 8：製造業自動化發展歷程



資料來源：經濟部工業局

圖 9：我國智慧自動化計畫成果

1. 製造業競爭優勢分析

民國 102 年我國在全球製造業競爭力指數中排名全球第六，其主要原因除了我國擁有高度的經濟自由與完善的製造業產能外，具備以下幾點優勢：

(1) 產業群聚全球第一：近年來，我國產業群聚發展深獲國際機構肯定，世界經濟論壇(WEF)已連續三年(2012~2014)評選臺灣產業群聚發展居世界第一，為開發中國家的典範。

(2) 專業人力充沛：國內產業在面對科技的發展及外在環境的轉變，產業結構已從過去的「勞力密集」逐漸轉變為「技術密集」(知識密集)，轉型過程中也因此培育了許多專業人力。

(3) 具備快速商品化能力：由於廠商長久以來累積軟硬體整合能量，因此培養國內產業快速商品化的整合能力與完整的供應鏈體系，並與品牌廠商維持良好的策略合作夥伴關係。

(4) 鄰近全球最大單一市場(大陸)：隨著中國經濟的快速成長，使得中國消費力大增，而我國享有地利與文化之便，既能貼近客戶(消費市場)、快速掌握市場脈動，且可達到庫存低、生產更加精準之優勢。

2. 製造業挑戰課題研析(圖 10)

然而，製造業也正面臨國內外市場競爭、人均產值成長緩慢及勞動人力不足等課題的挑戰：

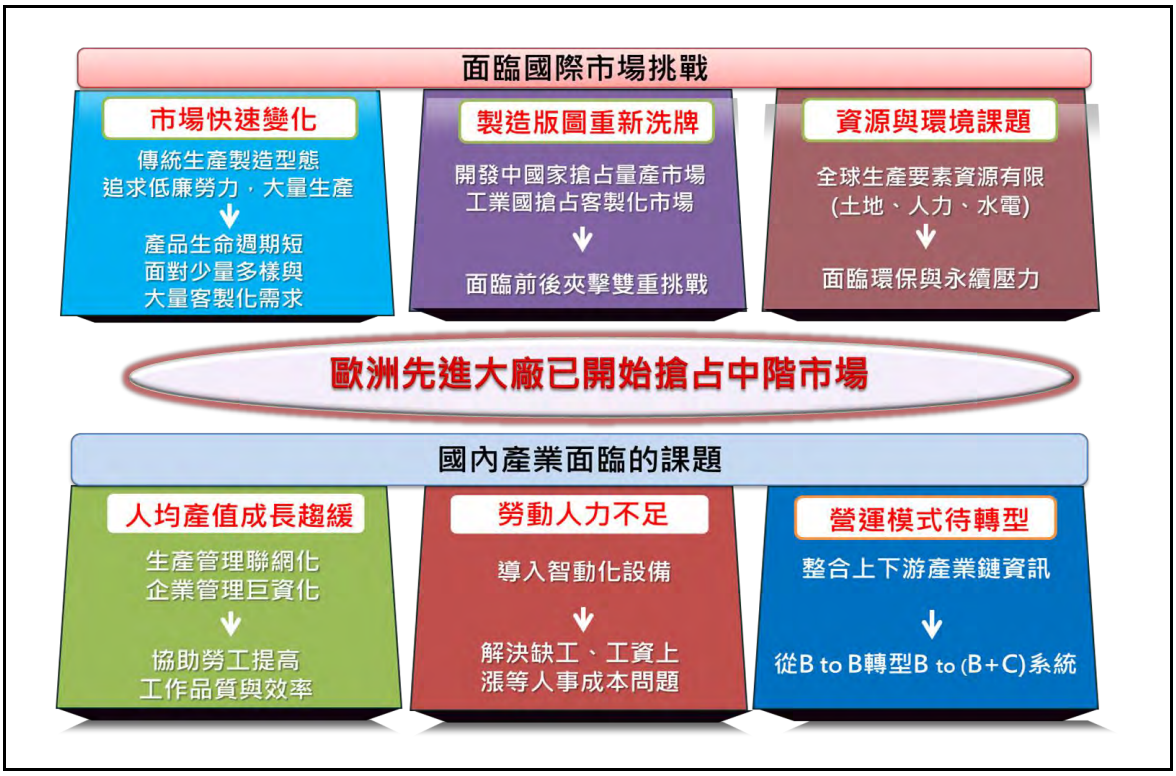
(1) 受開發中國家搶占量產市場、工業國搶佔高端客製化市場的雙重挑戰。

(2) 傳統追求低廉勞力及大量生產之製造型態，已不足以因應現今少量多樣與大量客製化市場需求。

(3) 生產要素資源有限(土地、人力、水電)，產業發展面臨環境保護與永續壓力。

(4) 人均產值成長趨緩，需協助勞工提升工作品質及效率。且民國 109 年預估就業人力缺口高達 196 萬人，需解決缺工、工資上漲等人事成本問題。

(5) 營運模式待轉型：傳統產品銷售模式已無法大幅帶動產業生產力，營運模式急需從 B to B 轉型為 B to (B+C)系統。



資料來源：經濟部工業局

圖 10：國內外製造業重大發展課題

3. 製造業結構優化發展之方向

現階段製造業面臨國內外市場挑戰及發展課題，應積極創造以人為本的優質就業環境，及進行產業結構優化，以搶占全球高階市場商機，讓當前人均產值趨緩與薪資待大幅增加所面臨的困境，翻轉為開創可快速提高生產力、活化薪資水準之新局面，相關優化可從以下兩方向進行(圖 11)：

(1) 創造優質就業環境(以人為本)：對於廠商而言，將有助增加競爭優勢，以擴大市場占有率，且可提升員工生產效率、及有效補助勞工不足。對於員工而言，藉由人性化工廠，提升工作品質，進而提升員工薪資、同時也將衍生新的就業機會。

(2) 進行產業軟硬體結構優化

I. 能資源使用最佳化：藉由智慧製造強化土地、能源生產力，透過減廢再生使生產製造過程之資源使用效率最佳化。

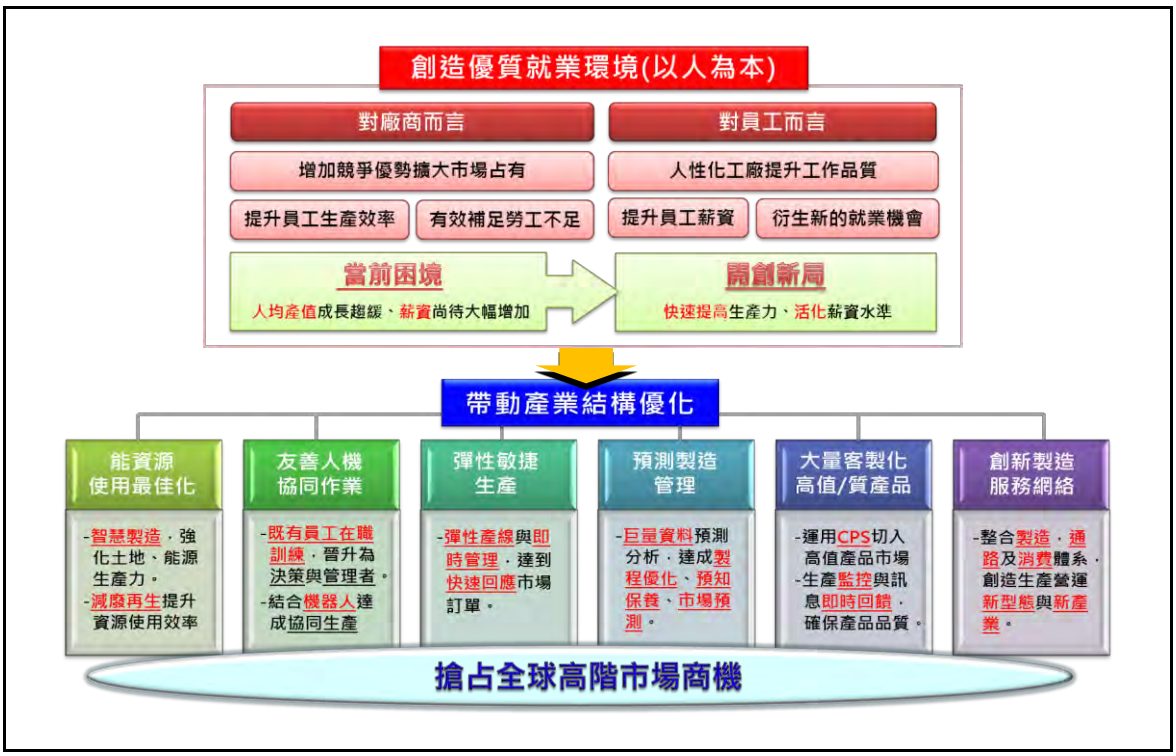
II. 友善人機協同作業：透過既有員工在職訓練，晉升為決策與管理者，結合機器人達成協同生產。

III. 彈性敏捷生產：透過彈性產線與即時管理，達到快速回應市場訂單。

IV. 預測製造管理；透過巨量資料預測分析，達成製程優化、預知保養、市場預測。

V. 大量客製化高值/質產品：運用網宇實體系統(Cyber-physical System；簡稱 CPS)切入高值產品市場，透過生產監控與訊息即時回饋，確保產品品質。

VI. 創新製造服務網絡：透過整合製造、通路及消費之聯網服務製造系統，創造生產營運新型態與新產業。



資料來源：經濟部工業局

圖 11：我國製造業產業結構優化之方向

(二)商業服務科技化發展歷程(圖 12)

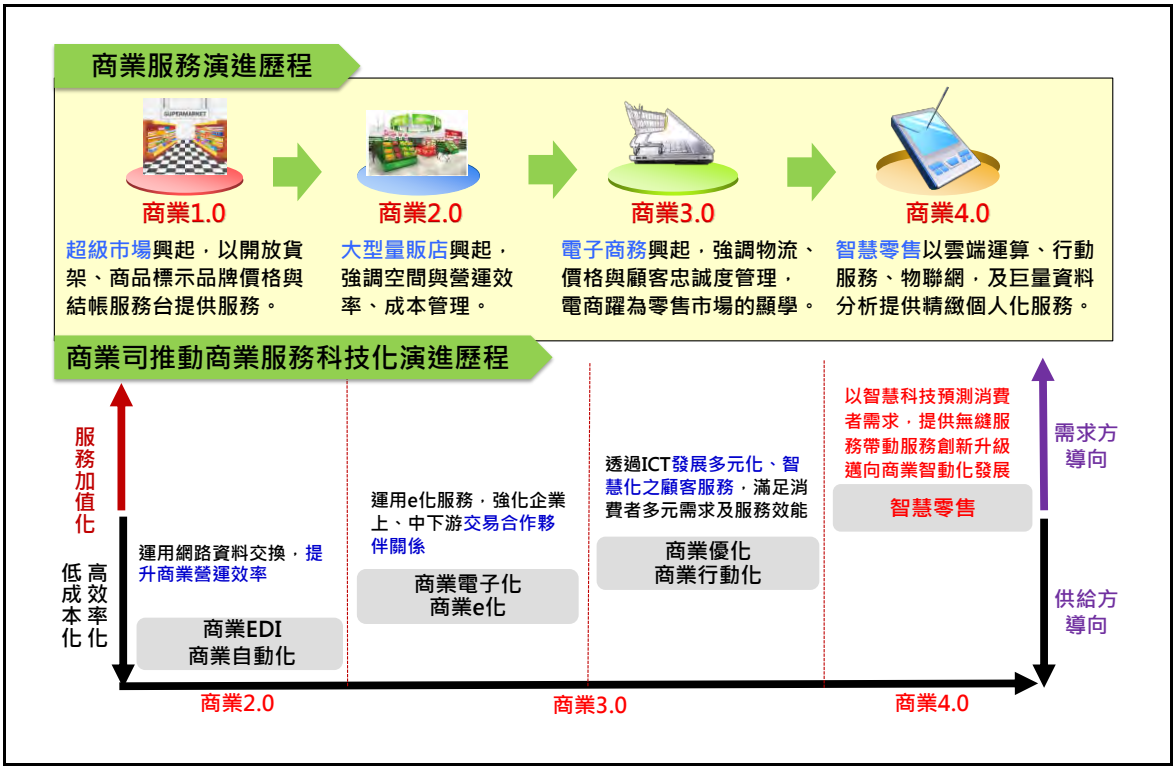
商業服務演進歷程也伴隨工業發展一同演進。在商業 1.0 時代，超級市場興起，店家以開放貨架、商品標示品牌價格與結帳服務台提供消費服務。而隨著商品的多樣化、銷售管理技術的純熟與消費意識的抬頭，強調空間、營運效率及成本管理的大型量販店逐漸興起，正式開啟民眾購物走向「自助式、低價、一次購足」的大型化賣場時代。而後網路技術的蓬勃發展，連帶使得電子商務逐步興起，商業正式進入 3.0 時代，強調物流、價格與顧客忠誠度管理，並創造出更多因地制宜的客製化商業服務。近年物聯網與多元通路亦整合造就出智慧零售的思維，透過運用數據科學(如大數據)分析建立顧客行為模型，並運用智慧科技(如雲端運算、物聯網、行動服務等)以有效提升生產力與精緻的個人化消費服務，讓智慧零售成為未來商業服務之嶄新趨勢，宣告著商業 4.0 時代的來臨。

從民國 87 年開始，經濟部商業司透過商業 EDI、商業自動化、商業電子化、商業 e 化、商業優化等相關計畫的執行，持續推動臺灣商業發展，協助商業服務業整合企業內部及服務供應鏈上下游廠商，全面提升營運效率及降低成本；從民國 88 年開始有了 ADSL 寬頻上網服務，之後如電子商務、網路金融等網路服務便開始萌芽；自民國 94 年起，我國的電子商務因為網路的普及而蓬勃發展，經濟部商業司更著手推動商業 e 化，將以往 B2B 的商業服務模式，轉為以消費者為主的 B2C 服務模式。

而隨著時代的變遷，消費者意識抬頭，以往通路為王的現象已轉變為消費者為王的時代。業者開始搜集需求端的資訊，逐漸整合成單一平台，滿足消費者一站式購物需求。為讓消費者可以從單一管道獲得大量訊息，經濟部商業司於民國 100 年起開始推動商業行動智慧化相關計畫，協助商業服務業使用 ICT 技術發展創新的加值服務，讓商業服務不再只是停留在企業與企業間，而能更直接接觸消費者並精準掌握其需求，進而提升營業效益。

自去(103)年開始，隨著智慧科技的發展、全球通路的擴張，以及網路資訊的高速傳遞，我國的商業服務業者與消費者均接收到大量來自世界各地的創新消費科技運用訊息，使得消費者不僅對於消費新科技展現濃厚的興趣，進而對國內的消費便利性產生更高的期待。本方案正是為迎接智慧零售的時代來臨，而串聯離線商務模式(Online To Offline；O2O)的服務、強調 Social, Local and Mobile 的社交、在地和移動的應用及社群商務(Social Commerce)都將成為下階段發展的重點。

面對商業 4.0 的時代，商業中的多元通路已逐漸整合，並透過大數據分析建立顧客行為模型，建構以消費者為核心的服務基礎，並運用智慧科技來提高生產力與服務價值。因此，未來商業 4.0 的時代，將是透過智慧零售創造一個服務零時差且「以人為本」的友善智慧消費環境，這就是商業服務業未來推動生產力提升的主要方向。



資料來源：經濟部商業司

圖 12：商業服務科技化發展歷程

1. 商業服務業競爭優勢分析

國內企業在提升國際競爭力與生產力之面向，可說具備產業結構及發展智慧零售服務之優勢。全國勞動人口中 45.4%具有大專或大學以上學歷，且根據 2014-2015 年世界經濟論壇(World Economic Forum, WEF)全球競爭力報告，我國在全球競爭力排名中位居第 14 名，創新力全球排名位居第 10 名。而除了人口素質及國家潛力之外，國內企業的電子化程度亦相當高。根據 iThome 在今(104)年 CIO 大調查指出，今年企業平均 IT 投資預算為 5,334 萬元，成長幅度達 12.3%，顯示我國在產業基礎環境完備及經濟部相關商業服務政策推動之下，業已具備智慧零售服務的發展優勢：

(1) 創新應用多元化

在經濟部商業司的推動之下，可以看到許多商業服務業者已經在吃、喝、玩、樂、買等領域，以行動化、雲端化及智慧化等技術發展出多元應用。例如，勝博殿運用辨識技術建立會員紅利制度，掌握會員喜好；丹堤咖啡將會員卡電子化，提供便利的消費服務；劍湖山將園區遊具及旅遊相關資訊行動化，加值旅遊前、中、後的服務。

(2) 共通性平台服務齊放

隨著多元商業服務的發展，更催生了許多支援性商業服務。如暘碁建立行動支付，提升消費者便利性；炘世紀運用音波技術結合會員集點，提升會員與店家的黏著度；創意引晴運用圖像技術提供商業服務新型服務，展現國內企業多元化的共通性服務。

(3) 多樣少量供貨

隨著電商蓬勃發展及臺灣第三方物流的成熟，國內廠商如 MOMO、PChome、燦坤已具備網實整合營運平台與快速供貨服務的能力。

(4) 物流服務提升轉型

國內第三方物流業者如新竹物流、全日物流、禾頡物流等，均已開始整合供應鏈，提供全球運籌、多元送貨與便捷物流服務，並積極朝自動化推進。

(5) 活化價值創造

新科技的商業應用可有效引領出商業附加價值。國內廠商如微程式將技術延伸至服務端，成立新企業維運發展；盈科泛利以電子票券服務，爭取多項國內外創投資金並往海外發展等，皆是利用企業本身優勢，發展出新創事業、海外商機、創投資金挹注等效益。

爰此，我國已可迎接商業服務生產力 4.0 時代的來臨。

2. 商業服務業挑戰課題研析

我國產業以中小企業為主，但中小企業對整體營收貢獻偏低，僅占總體企業營收 30%。另從產業結構面來看，又以服務業所占比例最高，惟其外銷比例卻不到 10%，顯示國內服務業之國際競爭力明顯不足。因此，面對商業 4.0 時代的來臨。以下為我國商業服務業於轉型時，所面臨的幾項關鍵課題(圖 13)：

(1) 中小型服務業之全球經濟動能不足

中小型企業之年產值占整體出口值比例偏低，顯示中小企業之潛力並未充分發揮。

(2) 商業服務業對需求掌握度不足

我國服務業多以中小型企業為主，而目前有著手進行顧客需求研究之業者不到總數之 20%，若非透過跨領域間之異業合作，實難以取得市場上之競爭優勢。

(3) 多通路未即時整合，服務效率及反應力待提升

現今國內之商業服務僅達到多元通路銷售情況，不同通路間仍處獨立營運狀態，若想達到協同合作之綜效，尚具改善空間。

(4) 企業間之物流效率無法支援企業對客戶與客戶間模式

因應現今客戶需求之改變，物流作業模式已從過去企業間「少樣多量」之模式，走向企業對客戶以及客戶對客戶之間的「多樣少量」模式，而過去被定位為企業間之儲運服務提供者，極有可能被取代。

為能解決上述所面臨的問題，零售業可透過大數據巨量資料、物聯網與雲端服務等多元技術之應用，整合出最符合企業之核心利基，進而

發展各項智慧加值應用服務，並支援企業全通路之營運發展，有效強化服務深度與廣度，提升服務效率及競爭力。而在物流業部分，則可透過自動化技術之導入，藉由提高物流作業效能、降低客訴率以及深化商品於各通路之即時分撥調度服務，有效提升整體物流服務生產力。

中小型服務業的全球經濟動能不足	我國商業服務業對需求掌握度不足	多通路未即時整合;服務效率及反應力待提升	B2B物流效率尚無法支援B2C、C2C
台灣中小企業每年的產值對GDP的貢獻與出口值皆偏低，點出台灣中小企業的潛力沒有充份發揮。	我國服務業者多為中小型企業，且著手進行顧客需求研究的業者不到20%，若非透過跨業合作，很難在市場取得競爭優勢。	國內商業服務，僅到達多元通路銷售，不同通路間仍獨立營運，如何透過多元整合科技應用，提升營業綜效。	因應客戶需求改變，物流作業已從過去B2B「少樣多量」模式，走向B2C與C2C「多樣少量」模式。B2B儲運服務提供者被取代性高。

零售業：透過大數據、IoT、雲端服務等技術應用，整合最適化科技及企業核心利基，發展各項智慧加值應用，支援企業全通路營運發展，強化服務深度與廣度，提升服務效率及競爭力。

物流業：透過自動化技術導入，提高物流作業(理貨、運配與計價作業)效能、降低客訴率以及深化商品於各通路之即時分撥調度服務，提升整體物流服務生產力。

資料來源：經濟部商業司

圖 13：我國商業服務業重大發展議題

3. 商業服務業結構優化之方向

近幾年來，少子化、高齡化的影響，人口結構改變也會影響消費行為與商業規模，並影響各行各業的生存，自然也對以末端消費者為主要客群的服務業產生極大衝擊。所產生的效應，不僅反映在營收上，同時也衍生優秀中高階人才青黃不接與基層作業人力供不應求等問題。因此如何應用自動化與智慧化科技，提升服務業整體生產力與催生創新商業服務模式，實是商業服務業下一階段的關鍵課題。

目前全球都已走向全通路服務(omni-channel service)的時代，國外服務業早已透過大量數據科學的應用，從中發掘最新消費趨勢，打造許多創新消費模式或是挖掘消費者對於商品之潛在需求。呼應此一趨勢，我國商業服務業亦應思考如何利用科技化、國際化的思維來調整相關的產業發展政策，以擴大商業服務業的產值與創造服務輸出之機會。

跟大型製造業相比，服務業科技化速度顯然較慢。究其原因，在於製造業具有規模經濟，因此只要透過智慧化與自動化等科技手段即可反應到降低成本的效果。但服務業的屬性則略有不同，其屬於高度與顧客面對面互動的行業，因此科技化的目的，除了提高效能外，更應著重於打造貼心機制以創造出「顧客感動」。目前國內投資動能多集中於高科技產業(如半導體、3C 電子等)，服務業因為多屬中小型企業，規模小，連帶使得研發投資顯著不足(民國 101 年我國服務業研發經費占服務業國內 GDP 比例僅 0.26%)。

如上所述，我國商業服務業應加強 ICT、大數據等科技的應用，以消費者為核心，打造優質且便利的消費環境與體驗，擴大服務內涵，刺激消費者購物慾望；同時，發展與引入自動化與智慧化軟硬體工具，提高物流支援作業的運作效率與彈性，提供消費者更為快速且貼心的貨物遞送服務，提升物流作業環境與及提高就業意願。因此，為優化商業服務業結構，可從以下兩個層面切入：

(1) 打造優質全通路服務環境(以消費者為核心)

對於商業服務業者而言，透過全通路服務，可吸引消費者提高購買金額、頻度。並且，利用數據科學、物聯網、行動設備等科技，將可針對消費資訊提供進一步的分析，協助商業服務業者開發與聚焦於消費者真正感興趣的商品與服務上，避免資金上的浪費。同時也為國內消費者提供一個便利、貼心的購物環境。

(2) 進行商業服務營運環境優化

I. 智慧營運環境：藉由數據科學、智慧化工具、雲端平台、行動化等技術，提升營運管理上的決策力與效率，同時優化資源的利用率與建立各式創新營運模式。

II. 跨業產品分析管理：可透過跨業消費資訊與 O2O 社群行為分析消費行為，並打造商品組合推薦分析及產品履歷資訊管理等服務，提高消費者對於商品與服務的信任度。

III. 多元通路智慧整合：利用軟/硬體介面標準整合與異質資料融合技術，在滿足資安之需求下，打造如智慧金流等服務。

IV. 高效率作業基磐：利用自動化、智慧化、行動化等技術，提高實體作業生產力，降低低附加價值的活動比例，提高人員利用率。

V. 快速貨物遞送服務；利用自動化、物聯網、智慧化等技術，打造快速且彈性的貨物配送調度管理系統，並利用無人化貨物遞交等系統，提供消費者良好的取件服務體驗。

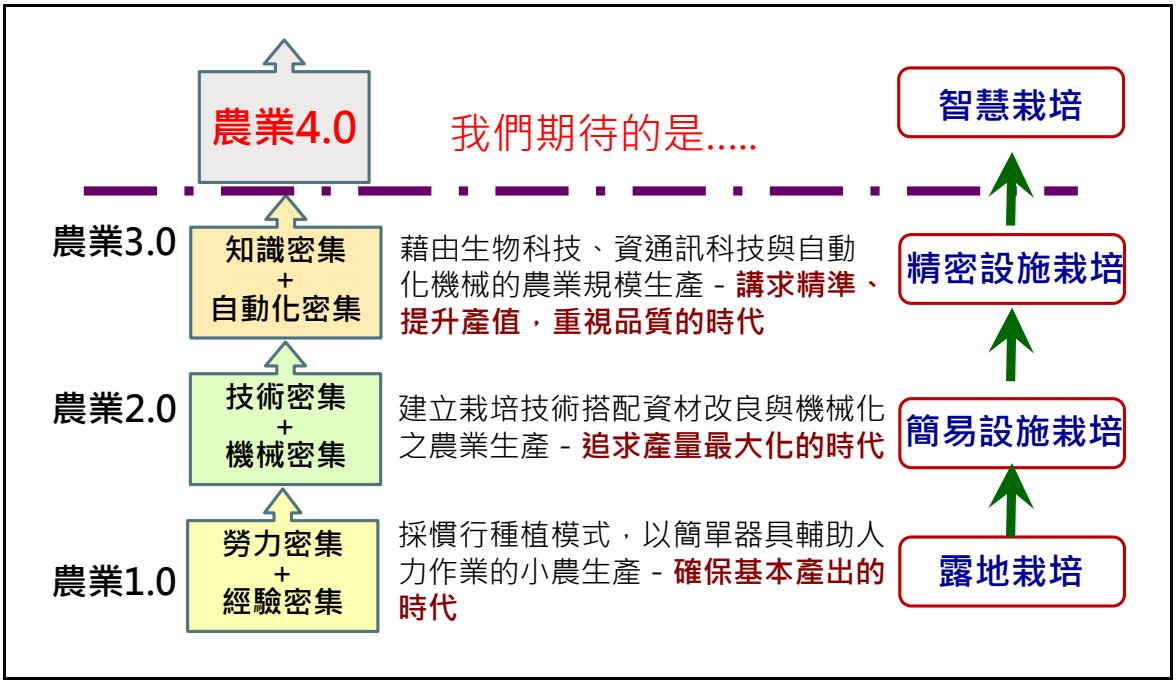
(三)農業科技化發展歷程

農業產業從傳統露天栽種搭配簡易農耕器具的勞力與經驗密集的農業 1.0 型態(確保基本產出)；邁入 80 年代因資材改良與機械化的導入，演進到可透過簡易設施栽培的技術與機械密集的農業 2.0 年代(追求產量最大化)；於 90 年代藉助生物科技、資通訊以及自動化機械等技術，逐漸演化變成知識與自動化密集的精緻農業 3.0(講求精準、提升產值、重視品質)(圖 14、表 3)。

我們觀察到面對全球性的農業升級挑戰，先進國家以工程技術跨域資源整合之創新農業相關技術、重視農產品衛生安全與營養需求，以及全球化與電子商務模式推陳出新等趨勢皆需借重資通訊、物聯網、巨量

資料分析等新科技，讓農業能邁向下一個 4.0 世代。相對於國外標竿國家已積極利用科技發展提升農業競爭力，我國實需藉由生產力 4.0 科技發展，帶動臺灣農業生產力升級。

農業生產力推動策略擬藉由感測技術、智能機器裝置(IR)、物聯網(IoT)、巨量資料(Big Data)分析等技術，建構智慧農業產銷與數位服務體系。展望農業 4.0 的發展趨勢，農業 4.0 將是講求效率/效能、安全與風險控管的時代，也是追求高質、便捷與人性化的時代。



資料來源：農委會

圖 14：農業演進歷程

表 3：農業 1.0～3.0 的代表產業

	農業 1.0	農業 2.0	農業 3.0
樣態	傳統菇寮	菇類簡易環控生產	菇類全環控生產/**人工採收**
	露地育苗	人工嫁接及機械化育苗	環控設施自動化育苗/**人工操作**
	露天(果樹)栽培慣行農法	簡易網室機械化輔助栽培	感測器適性管理/**人工採收**
	蘭花趣味栽培	蝴蝶蘭簡易溫室種苗生產	蝴蝶蘭標準化環控生產/**人工換盆**
	粗放型養殖	設施集約養殖	自動化養殖/**人工監測**
	人工撿拾收集	禽蛋機械化集蛋	家禽自動化生產與屠宰
	人工餵飼與擠乳	乳牛機械化餵飼與擠乳	乳牛自動化擠乳/**人工監測**
人均產值	**28.1 萬元* (1X)**	**41.1 萬元* (1.5X)**	**145.1 萬元* (5.2X)**

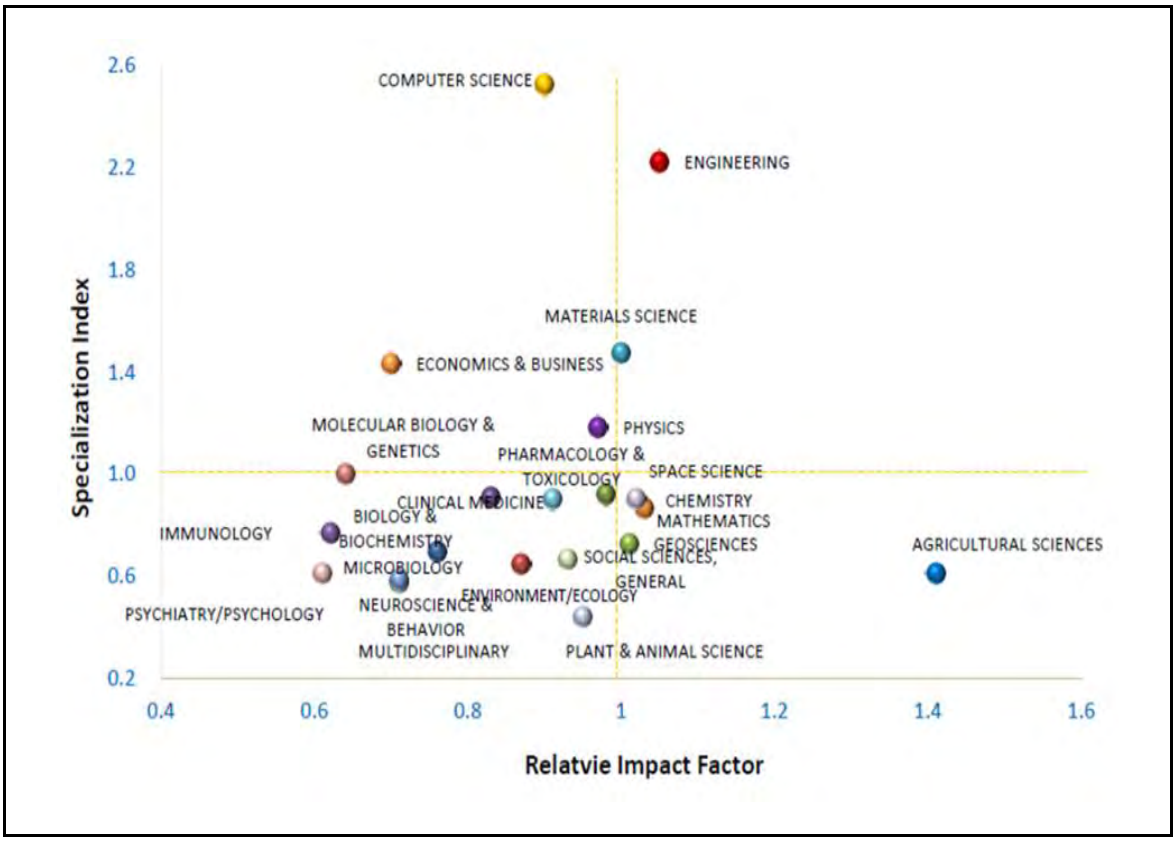
資料來源：行政院主計總處(民國 102 年)主力農家經營概況調查、臺灣經濟研究院生物科技產業研究中心(民國 103 年) 農業生技相關廠商調查；臺灣經濟研究院生物科技產業研究中心推估

前期行政院農業委員會所推動的相關政策與計畫以建構農業新價值鏈為核心，並可區分為生產面、銷售面和服務面三大面向。在生產面，是結合綠能，發展高效、節能之創新設施，農產業運用高效節能、節水、防災農業設施與科技，建構友善環境的生產模式，提高效率之節能農產業。在銷售面，建立農產品生產追溯雲端服務，建置 QR code 農產品生產追溯及驗證平台，保障消費者食的安心與安全。而在服務面，推動農業產銷資訊雲端服務，整合農糧系統資料庫，建立農民、土地、作物及行政措施整合機制提供隨手易取的資訊服務。

1. 農業競爭優勢分析

我國農業科技研發能量集中於農委會所屬 16 個試驗改良場所、屏東

農業科技園區、財團法人農業科技研究院、中央研究院及大專農學院校等，至今建立之農業科技研發能量具高度國際競爭力，在全球研究影響力超越全球平均值 40%(圖 15)。



資料來源：國研院政策中心

圖 15：民國 98 年～102 年我國各領域論文表現分布圖

而邁向農業 4.0 的競爭優勢如下：

(1) 小型農機的成功經驗，奠定相關機械化與自動化的基礎。

(2) 花卉與蔬果設施栽培模式與相關環控整合技術已逐步發展。

(3) 環境感測共用元件普及，可協助農業智慧生產環境監控。

(4) 資通訊網路產業發達，農村 3G 覆蓋率高。

(5) 推動產銷履歷已見成效，相關資料庫可供後續串接與加值。

2. 農業挑戰課題研析

全球 2050 年預估有 75-105 億人口，糧食需求將面臨增加 1 倍的壓力。我國農業產值於民國 102 年 4,813 億元，較上年之 4,776 億元增加 0.8%。農耕產品產值約 2,305 億元，占總產值比重 47.9%；畜禽產品產值約 1,500 億元，占總產值比重 31.2%；漁產產值約 1,004 億元，所占比重為 20.9%，儘管農業產值持續成長，但我國為糧食淨進口國，糧食自給率偏低，同時在氣候變遷趨勢所致極端氣候日趨嚴重的困境下，糧食供應短缺與糧價上升無可避免。近年來更由於農村人口老化與少子化的影響，從事農業人力大幅短缺，農業生產力受到相當衝擊。

為了推升農業生產力，重大發展課題與農業 4.0 解決方案可以區分為「智能生產」與「數位服務」兩大面向。

智能生產面臨課題有勞動人口老齡化，勞動力不足、生產決策無法即時因應氣候與水資源變化而即時調整、以及現有小面積耕作模式，生產效率低，產品品質差異性大。農業 4.0 解決方案，將以導入人機協同機械，提高勞動生產力、建構 GIS 等空間資訊大數據分析決策模組，推升高質化精準生產、並推動協同合作的智慧化集團栽培模式，提升生產效率。

數位服務方面，產業面臨課題有生產環節資訊無法即時分析並串接/因應後端銷售資訊、及消費者/生產者間資訊來源不對等，互信不足。推動農業 4.0 解決方案，即導入巨量資料分析與物聯網串接技術、並推動安全履歷智動化，建立全方位人性化數位服務網。

希望透過智能生產與智慧化管理，突破小農單打獨鬥之困境，提升農業整體生產效率與量能；並藉由物聯網與巨資技術，建構主動式全方位農業消費/服務平台，滿足農業利害關係人需求，提高消費者對農產品安全之信賴感。

3. 農業結構優化之方向

受限於我國自然環境限制，農業生產成本偏高，較難與國際競爭，故須強化產業結構調整與科技研發創新以提升農業生產力。現階段農業結構可從人、資源與產業三面向進行優化：

(1) 人：以農業知識共享化、農事勞動機械化、管理操作代理化為目標，導入新世代農業人才、機械升級自動化、多元代耕/集團耕作。

(2) 資源：以環境監測策略化、資源分配適地化、科技友善環境化為目標，結合 GIS 的耕地與資源管理，推動以集團栽培的農企業為主兼顧小農作業智慧模式。

(3) 產業：以生產資訊透明化、作業管理制度化、物流規劃智慧化為目標，發展全方位農產品消費指南雲、結合觀光旅遊之地產地銷營運模式，促成物聯網體系之網路購物新主流。

二、關鍵核心技術研發現況檢視

(一)歷年科技發展計畫

1. 先進製造相關科技發展計畫

經濟部與科技部目前已開始投入先進製造相關科技開發，包含工業基礎、精密機械和工程技術，以及智動化系統、軟體模擬、資通訊技術，積層製造和先進材料。近年政府科技研發對於先進製造議題相當重視，我國 104 年先進製造方面相關之科技計畫投入約 13 項，其中經濟部「關鍵製造業製程高值化拔尖計畫(1/4)」、「人機協同智慧機器人系統技術開發綱要計畫(1/4)」及科技部之「3D 列印(積層製造)20 餘個相關計畫」都占極高比例。

2. 積層製造相關科技發展計畫

在民國 100 年上半年，經濟部委託工研院，結合國內外設備、材料、應用等產學研 30 餘家廠商，以工研院雷射技術為平台，推動雷射光谷關鍵技術開發暨整合應用計畫(102 年~105 年)，在南台灣打造為先進雷射技術及衍生應用產業群聚的「雷射光谷」。103 年度經濟部技術處「A＋企業創新研發淬鍊計畫」(前瞻技術研發計畫)10 項推動項目中也導入了積層製造(先進製造技術)。

衛福部配合行政院核定「台灣生技產業起飛行動方案」-醫材研發與專屬法規建置，及「行政院 2013 生技產業策略諮議委員會議」特別探討「創新智慧醫療器材開發」議題，同時亦符合行政院 104 年度施政方針第 11 條「衛生福利」中第 18 項「深化衛生福利科技研發，推動醫藥生技產業」之宗旨與目的。

而科技部亦在民國 103 年五月，開始執行三年期的「積層製造跨領域研究專案計畫」。目前執行中計畫共有 23 件。第一年度計畫經費約為一億四千萬元，三年期總經費約為四億兩千萬元。計畫內容著重於應用情境構思與未來市場分析，「一計畫一應用」，從應用端往回推，結合設備、軟體、關鍵零組件、材料、製程等技術，組成跨領域研發團隊，並朝全彩化、快速化、智慧化、精微化、功能化、多種材料融合與多種製程融合等方向研發。分為三個主軸：跨領域整合型、以材料領域為主軸、軟體開發等。預期可推動的產業方向有：醫療產業、航空產業、精密機械工業、智慧型自動化產業、家電產業、自造者運動、與機械產業專業人才培訓等。

3. 智慧聯網相關科技發展計畫

經濟部與農委會等單位針對應用服務層、網路層及感知層均已投入若干計畫，進行基礎基盤的建立，如智慧自動化系統關鍵開發計畫進行

機器人整機開發，而新世代智能工廠計畫則集中在工具機控制器的開發，其他如異質聯網與低碳應用技術計畫，則建構網路系統能源管理，至於服務及農業也在應用層建立初步商務服務、農業監測網路環境，而在網路層和感知層也有若干計畫投入，如產業設備之機台智慧功能控制、智慧建築、用電管理、能源管理應用等已完成初步研究，我國目前在產業機器人也投入基盤技術，使我們的機器人導入至產業生產線中(圖 16)。

技術層次	前期科專計畫	執行中科專計畫
應用服務層	• 智慧自動化系統關鍵技術開發計畫(FY101~104)：3C/LED/產機/3K產業自動化系統 • 新世代智能工廠控制系統發展計畫(FY100~103)：3D防碰撞檢測模擬 • 先進感知平台與綠能應用系統技術計畫(FY100-103)：智慧建築、用電管理及能源管理應用 • 智慧辨識服務推動計畫(FY100-103)：商業服務之辨識技術(QR Code、RFID、人臉辨識、NFC、Beacon、音波辨識) • 農糧產品產銷供應鏈整合服務推廣及平台功能擴充(FY101~104)：建置農產品產銷供應鏈整合服務平台 • 應用資通訊技術建構漁場環境資訊系統之研究(III)(FY102~104)：應用GPS、GIS、3G無線傳輸技術與衛星遙測影像，結合數種資料庫解析水產糧食分佈資訊	• 巨量資料創新技術與智慧應用計畫 (FY104-107)：故障預診斷、產能優化、預測製造、消費行為與社群洞察 • 關鍵製造業製程高值化拔尖計畫 (FY104-107)：製程虛擬自動化設計模擬/加工製程優化 • 異質聯網與低碳應用技術計畫(FY104-107)：能源管理應用 • 虛實整合智慧商務關鍵技術與平台研發計畫(FY103-106)：IoT智慧商區服務解決方案 • 加速行動寬頻服務及產業發展方案 - 發展4G先進商業模式(FY103-106)：先進商務微定位導購服務 • 推動智慧農業物聯網(FY104-107)：規劃布建感應監測網絡，促進農業上、中下游各端資訊整合應用，發展農業物聯網
網路層	• 先進感知平台與綠能應用系統技術計畫(FY100-103)：感知融合處理	• 關鍵製造業製程高值化拔尖計畫 (FY104-107)：巨量資料系統管理與資源優化及製程參數Closed-Loop • 異質聯網與低碳應用技術計畫(FY104-107)：聯網整合、資料匯集及低耗能感測網路
感知層	• 智慧自動化系統關鍵技術開發計畫(FY101~104)：順應關節/順應機器人控制/End-effector/AGV模組 • 工研院中分院區域研發計畫-新世代智能工廠控制系統發展計畫(FY100~103)：開放式中階工具機控制系統 • 南部新興產業發展關鍵技術計畫(FY100-103)：消費等級之導航定位感測/智慧影音辨識/環境檢測與補償	• 關鍵製造業製程高值化拔尖計畫 (FY104-FY107)：開放式高階設備控制系統/精微感控定位與in line檢測/手眼力機器人控制器

資料來源：經濟部技術處

圖 16：經濟部與農委會已投入科技發展計畫重點盤點

(二)產業科技發展競爭優勢分析

1. 先進製造相關科技研發優勢

國內現階段的先進製造需藉由單元智慧感測與控制、軟體模擬、雲端資通訊、新材料及系統整合等所需之關鍵技術，才能滿足智慧製造所需。對於臺灣目前競爭力優勢做分析，將現階段先進製造技術能量進行

評估，其中可將先進製造所需之技術可區分為下列八大項目：

(1) 機器人技術：工業機器人、教導/控制軟體、關鍵零組件、專業服務機器人

(2) 資通訊技術：ICT 硬體元件、物聯網、雲端運算、網路安全、巨量資料

(3) 先進材料技術：綠色材料、積層製造材料、材料模擬分析、高值材料基因組(Materials Genome)

(4) 軟體模擬技術：CAD/CAE/CAM、產品生命週期管理/製造執行系統、知識庫/製程模擬、虛擬實境技術

(5) 智動化系統技術：自動化零組件、應用軟體、智動化系統整合

(6) 積層製造技術：關鍵組件技術、材料製程與製程模擬軟體、雷射加減法與複合加工技術、製造管理與後處理資料庫

(7) 精密感測技術：精密感測技術/元件、感測晶片設計/製造、物理感測元件/模組、化學感測元件/模組

(8) 精密機械技術： 工具機與專用機、自動化檢測設備、精密控制器、積層製造設備

我國在工具機與專用機及 ICT 硬體元件技術處於領先地位，但在積層製造技術及先進材料技術方面仍需大幅推動及提升。

2. 積層製造相關科技研發優勢

(1) 醫療產業的積層製造技術應用

醫療器材一直是最需要大量客製化加工的產業，又因其對個人健康的必要性和醫療專業的特殊性而具高經濟價值。諸如牙科(植牙、矯正)、外科手術導板、人造器官及各種輔助器材等。國內的醫療水準高，在醫

療相關的積層製造技術若能配合臨床技術及醫療數據資料庫，將極具國際競爭力。

目前科技部支持的積層製造專案計畫中，便包含多個醫療相關的計畫，內容涵蓋材料研發、專用軟體及整合性的醫療系統。結合學術研究單位的研發能量及各大型醫療單位的醫療專業經驗、臨床技術及醫療數據資料，在積層製造(3D 列印)醫療領域裡有充沛的發展潛力。包括有：(1)中正大學和台大牙醫學院及台科大合作的「客製化數位齒列矯正之三維掃描暨積層製造二合一系統」計畫。(2)臺灣大學和中央大學及國防醫學院合作的「綠色組織工程支架積層製造系統研發」計畫。(3)陽明牙醫和虎尾科技大學合作的「牙科贋復元件之高精度多材料三維列印專家系統開發」計畫。(4)台北醫學大學和交通大學、國研院儀科中心及高速網路計算中心合作的「開發 3D Connex Bio-factory 複合式生物列印系統於口腔癌顱顏顎面重建之整合型研究」計畫。

以上均為整合性的積層製造醫療系統專案計畫。其中，台北醫學大學成立了國內首家生物 3D 列印公司三鼎科技；其他計畫也分別和國內大廠合作開發或是準備技術轉移。另外，在材料及軟體領域還有多個生醫類別的積層製造計畫正在執行中，也有相當的成果與發展，相信未來亦值得期待。

(2) 工具機複合加工趨勢

國內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，改變目前臺灣業界的生產模式及能力，增進未來的國際競爭力。而整合五軸加工及雷射積層製造技術的新式工具機，將是未來極具發展潛力的生產機具。

工具機原本就是我國強勢產業，具獨步全球的中衛體系。民國 102

年產值約 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,民國 103 年 5 月)。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 2,500 萬/台以上。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。

在工具機的發展策略上，運用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。技術考量則可以研發複合加工系統與智慧製程整合，以達成 10 倍速加工效能。目前國內已有廠商(如東台精機)開始投入複合工具機台研發生產。

3. 智慧聯網產業技術研發優勢(圖 17)

我國智慧聯網產業技術研發優勢，可依據三個技術層次觀察：

(1) 應用服務層：此技術層次雖然產學研單位投入相對較多，但此層次之技術水準屬於「探索開發期」到「尚可」階段，因此，目前尚欠缺包含「共通的方法與工具可提供給業者進行跨業之製造聯網與智慧化」、「系統協調技術及具國際競爭力的系統解決方案」及「各系統串接資料交換安全保護」等；另我國產業規模較小，系統整合與應用能力也較缺乏。

(2) 網路層：此技術層次投入之產學研單位規模相對較大，整體技術水準屬於「尚可」到「能力強」階段，因此產業人才較充沛，網路硬體能力較強；但亦缺乏包含「規模網路軟體，通訊協定技術與制定介面能力」、「大量傳輸、低延遲與低耗能的機器聯網技術」及「資訊交換安全防禦技術」等。

(3) 感知層：此技術層次投入之產學研單位規模相對較少，技術水準屬於「探索開發期」到「尚可」階段，但也缺乏包含「感測器與機儀器介面採用特殊規格不易擴展開」及「高階機台控制仍無法自主」等。

技術層次	技術現況	產學研	技術水準
應用服務層	• 上下游供應鏈完整，但欠缺完整系統解決方案能力，且系統間資料交換之安全技術待強化 • 供應商多元通路之銷售資訊整合不易，無法及時連動至前端製造；待開發以件為單位之無人化貨物存取技術，可提升物流中心坪效 • 花卉蔬果設施栽培與環控整合之環境資訊無法有效運用於生產決策；大部分農民耕作規模小，缺乏導入自動化/機械化模組誘因與專屬配套研發	• 台塑重工、艾瑪資通、羽冠、帆宣、工研院、資策會、大同、台灣大哥大、鴻海、台達電、大銀微、鼎新、研華、宏碁、聯發科 • 精誠資訊、意藍、中華電、工研院、資策會、台成清交大學、中研院、邰利、台鼎、盟立、中工機械等 • 農業科技研究院、工研院、中科院、各大學農學院	△~○
網路層	• ICT、電子電機產業人才充沛，且網路硬體製造能力佳 • 部分業者已開發雲端資料收集平台，進行資料運算與分析 • 欠缺規模網路軟體、通訊協定技術與制定介面能力 • 缺乏大量傳輸、低延遲與低耗能的機器聯網通訊技術	精誠資訊、中磊、友訊、明泰、合勤、智邦、中華電、工研院、資策會、台成清交大學、中研院、	○~◎
感知層	• 具有感測器模組研發能力 • 高階機台控制器、工業等級的感測器與驅動器仍無法自主 • 感測器與儀器介面因各產業而採用特定規格（少量多樣）	原相、恆景、利順、立錡、工研院等	△~○

資料來源：經濟部技術處

圖 17：我國產業技術研發現況

(三)關鍵核心技術研發挑戰課題研析

綜合言之，迎向生產力 4.0，我國關鍵核心技術研發重大發展挑戰課題有六：

1. 我國中小型企業的規模較小且產值偏低，無法擁有足夠的資源挹注於數位化技術自主，因此，如何建立垂直與水平數位化技術自主是影響成敗關鍵因素。

2. 政府除透過產業政策來協助中小型企業在生產流程中引入數位化生產模式外，更應加強建構共通基礎環境以協助中小型達成高值、敏捷和人性化的一指下單生產體系。

3. 在先進製造前瞻科技與創新應用科技研發策略中，應推動「高質(值)精微化、敏捷數位化、服務人性化為核心目標」的關鍵技術研發，在高質(值)精微化方面，推動先進製造之價值性(密度)、不可模仿性(深度)及技術延伸性(廣度)來建構產業未來 10 年技術核心能耐。敏捷數位化除了協助中小企業實體製造數位化，並建立 CPS 系統，另研發智慧生產平台及整線生產平台(跨產業鏈)，發展整線生產系統達到高值化輸出技術，在先進製造領域產生規模效益。推動以服務導向的個人化服務設計及一指下單生產模式達成產業結構轉型，提升中小企業數位製造等創新技術，達到服務人性化目標。

4. 應群策群力，攻堅我國產業關鍵技術缺口(圖 18、圖 19)：包括五大面向：

(1) 智能感知目前技術缺口有：「微型感測元件智慧化」及「視覺/觸覺/感知等控制技術自主化」等。

(2) 基礎網路架構目前技術缺口有：「開放性標準網通技術」/「機器型通訊及安全技術」/「耐延遲及低耗能機器聯網」/「M2M 智慧型農機操作系統」等。

(3) 資料萃取運算與資料互通傳輸目前技術缺口有:「健全人機智能介面技術，提升人機協同效率」/「機與機、機與雲的訊息介面標準」/「智慧聯網共通服務平台/效能管理」/「物聯網資料分析」等。

(4) 橫向聯網專業分析目前技術缺口有「機器人需提升智慧整合能力及反應速度」/「CPS 智能系統需結合專業分析模型提升準確性及可靠度」/「農漁畜智慧化生產整合技術」等。

(5) 縱向整合決策洞察目前技術缺口有「智慧化工廠典範移轉」/「生產系統縱向整合解決方案」/「供需產能整合與決策系統」/「結合空間

資訊與 IoT 之整合系統」/「農業資訊巨量資料解析及應用技術」等。

5. 如何克服從感知層、網路層及應用服務層之研發課題：包括「感知晶片與演算技術薄弱」、「傳感介面尚需標準化」、「資訊安全傳輸與保全待強化」、「應用知識數位化不足」、「缺乏完整解決方案」、「商業模式不明朗」及「缺乏大型系統整合廠商」等。

6. 如何克服從產業鏈之研發課題：包括「創新商業模式與產業生態」、「具國際競爭力之系統整合廠商」、「完整領域別之解決方案」及「核心與服務關鍵技術」等。

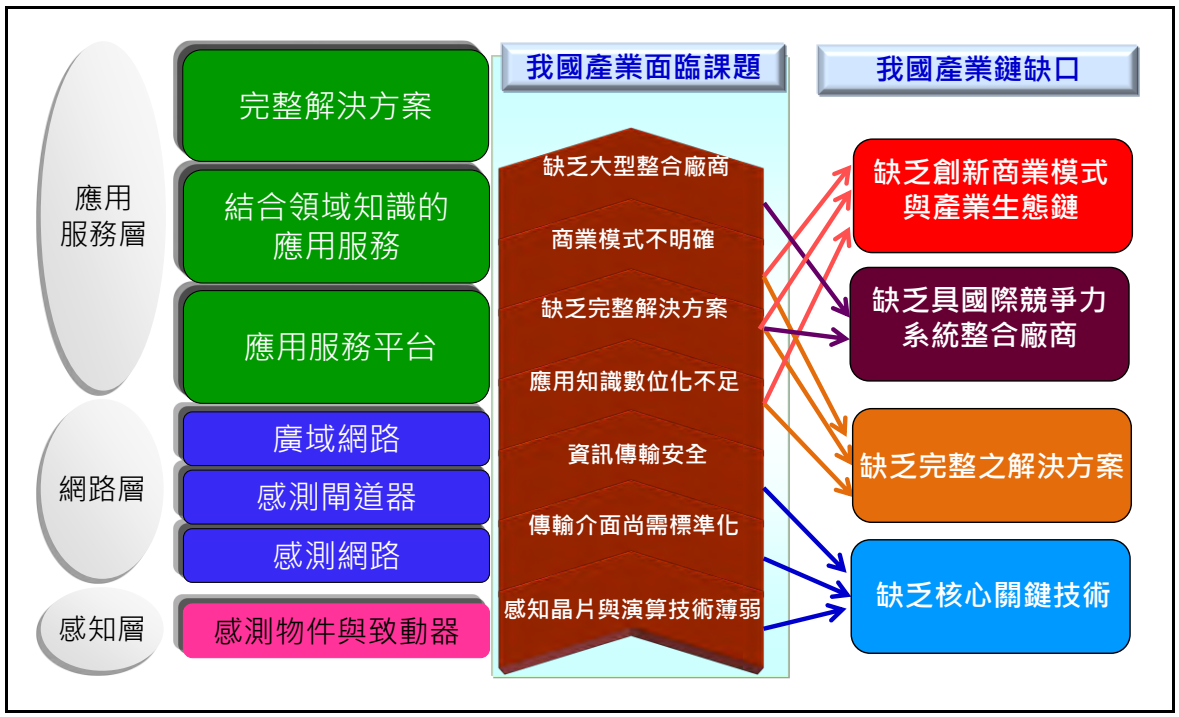
➢ 生產力4.0**技術核心**以智慧機器人、物聯網及巨量資料為主，**技術縱深**涵蓋感知、網路及應用服務

	感知層	網路層		應用服務層	
	智能感知	基礎網路架構	資料萃取運算 資料互通傳輸	橫向連網 專業分析	縱向整合 決策洞察
技術項目	• 位置、角度、影像、力量、環境、溫度	• 固網、行動網路、無線區域網路、近接網域、感測網路	• 巨量萃取、運算與分析平台 • 人機介面與標準 • 垂直整合及資料互通性	• 數位設計模擬製造 • 人機協同/CPS智能生產線 • 系統管理共通	• ERP、MES及CPS智能生產線縱向整合智慧化工廠 • 供需產能模型預測 • 解決方案整合服務
技術待突破瓶頸	• 工業用等級之視覺/觸覺/力感知等感測模組與驅動控制技術自主化 • 微型感測元件智慧化	• 開放性標準網通技術 • 機器型通訊及安全技術 • 耐延遲及低耗能機器聯網 • M2M智慧型農機操作系統（農）	• 健全人機智能介面技術，提升人機協同安全與效率 • 機與機、機與雲的訊息介面標準 • 智慧聯網共通服務平台/效能管理 • 物聯網資料分析	• CPS智能系統需結合專業分析模型提升準確性及可靠度 • 機器人智慧整合能力及反應速度 • 農漁畜智慧化生產整合技術（農）	• 智慧化工廠典範移轉 • 生產系統縱向整合解決方案 • 供需產能整合與決策系統 • 結合空間資訊與IoT之整合系統（農） • 農業資訊巨量資料解析及應用技術（農）

註：底線項目表二類產業以上之技術需求

資料來源：經濟部技術處

圖 18：我國生產力 4.0 技術缺口



資料來源：經濟部技術處

圖 19：我國產業科技發展面臨的挑戰

(四)積層製造科技研發重大挑戰課題

1. 積層製造醫療器材及生物科技牽涉的法規問題

積層製造技術已開始應用於醫療器材、生物科技及生物材料等方向。已實際應用的技術如醫療器材，包含植牙導板、一般手術導板等，及接下來的生物組織材料和臨床試驗。然而，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。國內目前只有藥事法、查驗登記、非臨床及臨床試驗等相關法規，3D 列印專屬的相關法規需盡速補全，才能提供國內積層製造生醫技術一個完整的發展環境。如三鼎生物科技，投資逾億元，已在臺灣科學園區啟動 800 坪的生物 3D 列印專屬工廠，最快明年將向衛福部申請生物 3D 列印的器官重建/移植臨床試驗。

目前，衛福部已準備進行醫療 3D 生物列印材質之物化性安全之有效

性評估研究，協助相關單位針對醫療 3D 生物列印之新興技術制訂專屬之管理規範，並以導入智動化製造及跨界整合平台為最終目的。

2. 積層製造技術衍生的其他問題

因積層製造技術的製造特性及新型材料，衍生諸多問題需要考量，包含：

(1) 數位製造數位授權。如臺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時，這些議題肯定會造成更多爭論。

(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)

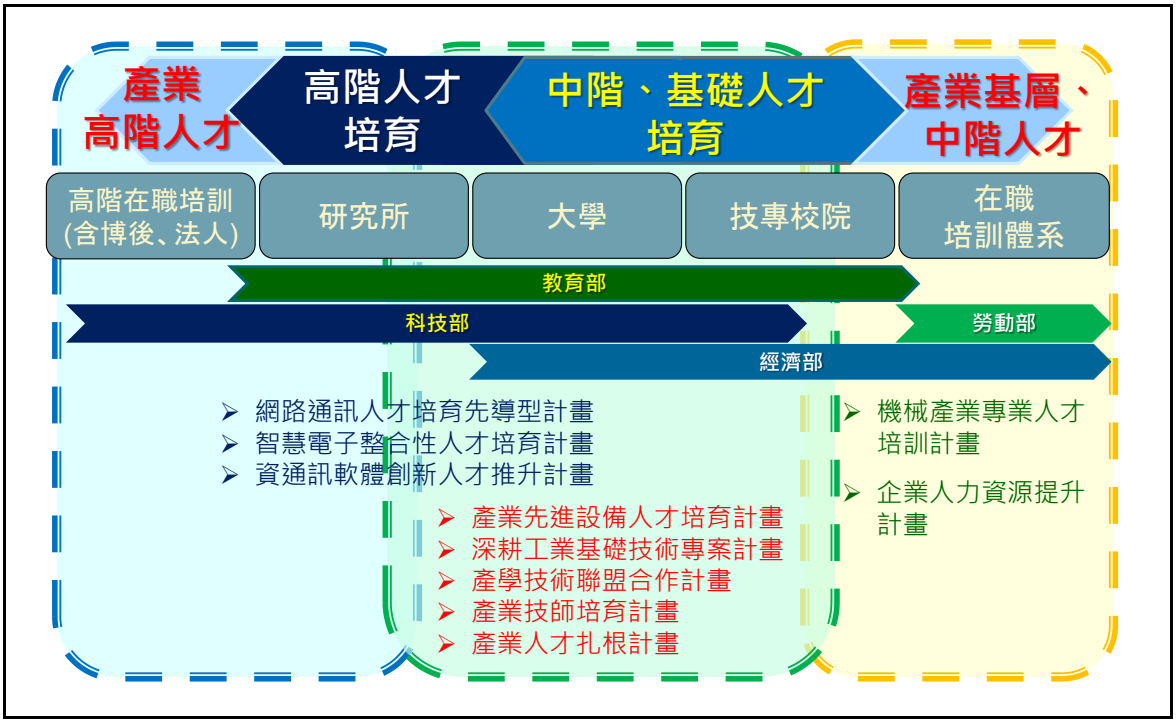
(4) 列印危險物品的管制方式。第一把成功透過積層製造列印的槍枝已是舊聞，但其後續效應及規範仍需要關注。

(5) 列印機器或是材料產生的不良散逸物等，需要相關的法規規範及發展更安全的材料。

三、人才培育現況檢視

充裕的產業人才資源是產業發展的重要基石，故一直以來經濟部、勞動部都投入相當經費推動在職培訓，委託專業訓練單位辦理專業知識、技術課程或鼓勵企業自行辦訓，協助半導體、數位內容、資訊服務、機械、紡織、食品等產業，提升從業人員職能，已在各產業培育許多優秀的專業人才，亦在法人、民間培訓機構等單位累積一定的培訓能量。

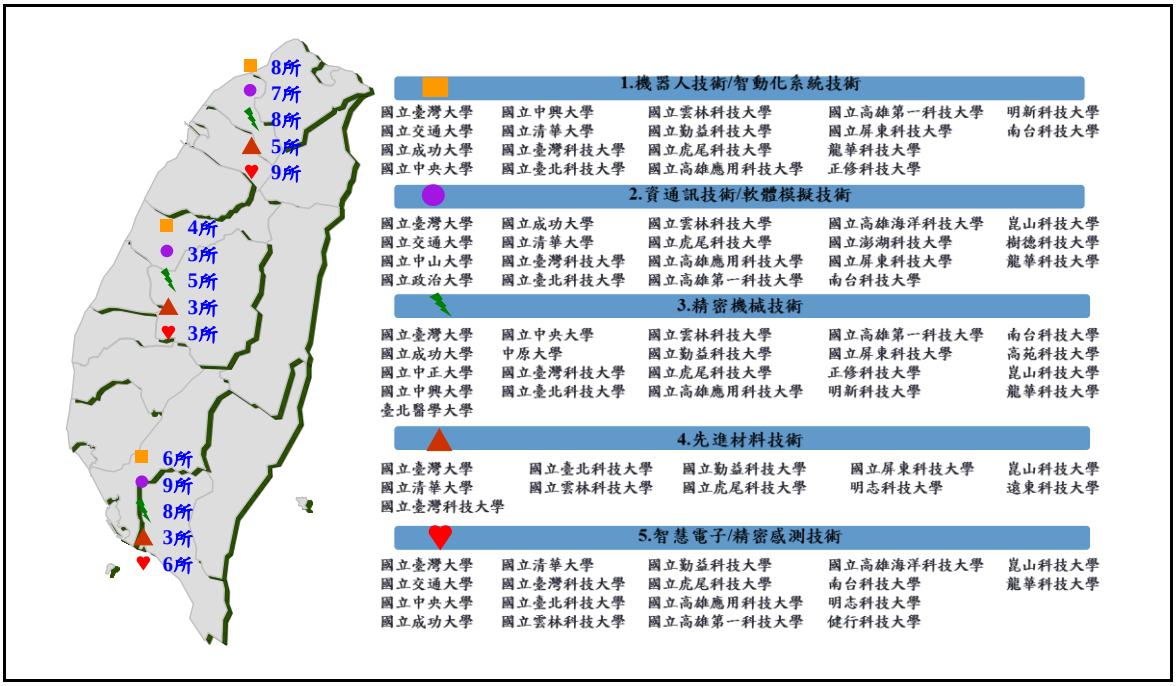
配合中長程生產力 4.0 發展願景，檢視教育部、科技部、經濟部、勞動部與生產力 4.0 相關之前期計畫，從正規教育體系、產學研各界研究機構(系統)及在職培訓體系等 3 方面分為基層、中階及高階三階段盤點如圖 20 所示。



資料來源：教育部

圖 20：前期在人才培育相關政策與計畫推動檢討

圖 21 為大專校院工程智慧科技領域分布；顯見我國人才培育的優勢，在各大學中皆已成立中心，推動相關領域研究、教學與人才培育。因應生產力 4.0 發展，未來培育產業實務人才，我們需要創新變革教學策略，培育次世代多元/跨領域/創新/自造/手腦並用的人才，才能最終引領產業升級。



資料來源：教育部

圖 21：大專校院工程智慧科技領域分布圖

回顧目前我國現有的產學教育政策，利用產學合作的平臺，雖然可以有效的減少學生畢業後的失業率，以及幫助產業界解決眼前的急迫性問題，但是對於我國真正產業鏈的價值提升，其實幫助有限，此外，產業界有時候對於現有的問題與長期未來研發產品的規劃，也沒有定義的相當明確。故產業界出題，學界解題的潮流已不太合時宜，反而將拖垮學術界培養長期尖端人才的能量。

綜觀生產力 4.0 實務人才培育重大發展挑戰課題(圖 22)有三，具產業領域知識之跨領域系統整合應用的培育模式、供需切合之產學連結機制、以及大數據實務應用較為薄弱；所以我們提出以問題導向的教育翻轉式學習，希望藉由實際了解問題的核心與有經驗業師的幫助，藉由實際的例子與問題，培育學生實際解決問題的能力。另外藉由多元跨領域的技術整合與學習，來培育跨領域多元的創新能力，並用來提升產品與服務的性能，最後提出利用 Maker 的方式，提升動手實作的能力，並提升產品的技術規格與產品的實現能力。

課題面向	現況檢視		
	有	發展中	挑戰課題
教學 (培育模式)	專業領域人才培育模式	跨領域合作學習 人才培育模式	具產業領域知識之跨領域系統整合應用的培育模式及實做場域
實作環境	專業技術軟硬體環境(實驗室)	跨領域合作環境 (co-working space)	
產學合作	透過專案、課程等方式之間接型產學合作連結	直接型產學連結 跨部會產學連結平臺	供需切合之產學連結機制
技術領域課程	電資通、機械、機電等專業核心技術	IoT、雲端運算、 sensor network 、...	big data

資料來源：教育部

圖 22：工程智慧科技核心挑戰課題

有關在職培訓部分，我國目前就業人口數約 1,118 萬人，而每年投入職場之新鮮人約為 20 多萬人，故除了藉由正規教育體制培養符合產業所需之人才外，如何提升廣大在職人員之職能，以幫助產業轉型亦是十分重要。因應生產力 4.0 的推動，從業人員需要從「操作者」晉升為「控制者」和「管理者」，需強化「智慧設計」、「巨量資料」、「虛實整合」、「機器人」、「機間通訊」、「機電整合」、「精實管理」等方面能力，成為跨領域人才，然而跨領域人才培訓難度較高，不易以傳統訓練方式培育；此外，不同企業的生產力 4.0 的需求不同，需要客製化課程，方能協助企業建立專有的生產力 4.0 技術能量。因此，本方案也規劃以補助事業單位辦理生產力 4.0 在職訓練費用方式，引導企業規劃訓練符合營運需求之人才，以協助產業在職人才培育，幫助企業轉型。

四、小結

綜觀全球產業科技發展歷程，很明顯可以看出我國科技產業升級發展軌跡與全球工業 3.0 是同步的。早在 1970 年代我國產業科技發展成功銜接全球第三次工業革命主軸發展，1971 年推動十大建設基礎發展、1973 年設立工業技術研究院、1976 派員至美國 RCA 公司學習與引進半導體技術、1979 年推動科學技術發展方案、1979 年成立資策會、1980 年設置科學園區，一路走來創造了國內產業科技 40 年發展榮景。

依據主計總處資料統計(表 4)，民國 103 年我國產業生產總額達 35.36 兆元，農業占比為 2%、製造業占比為 51%、服務業占比為 47%。民國 103 年工廠家數為 81,064 家，製造業生產總額為 18.3 兆元；服務業之營業家數為 810,663 家，生產總額為 14.1 兆元；農業生產總額為 5,694 億元。在就業人口方面，製造業就業人口 300.7 萬人、商業服務業就業人口約 652.6 萬人，農業就業人口 54.8 萬人。長久以來，我們產值及勞動生產力指數之成長，主要是來自於製造業的貢獻，但近年整體產業值成長趨緩，勞動生產力成長由 6.55%下降至 3.93%(下降 40%)，使得人均產值成長持平。

在產業生產力環境面臨工作年齡人口減縮(圖 23)，產業受開發中國家搶占量產市場、工業國搶佔高端客製化市場的雙重挑戰下，綜上所述，在接踵而來的第四次工業革命及因應高齡化社會工作人口遞減的勞動需求，如何促進國內產業創新轉型、掌握關鍵技術自主能力、維持國際競爭力，是我國產業發展之重要課題。

表 4：我國產業現況統計

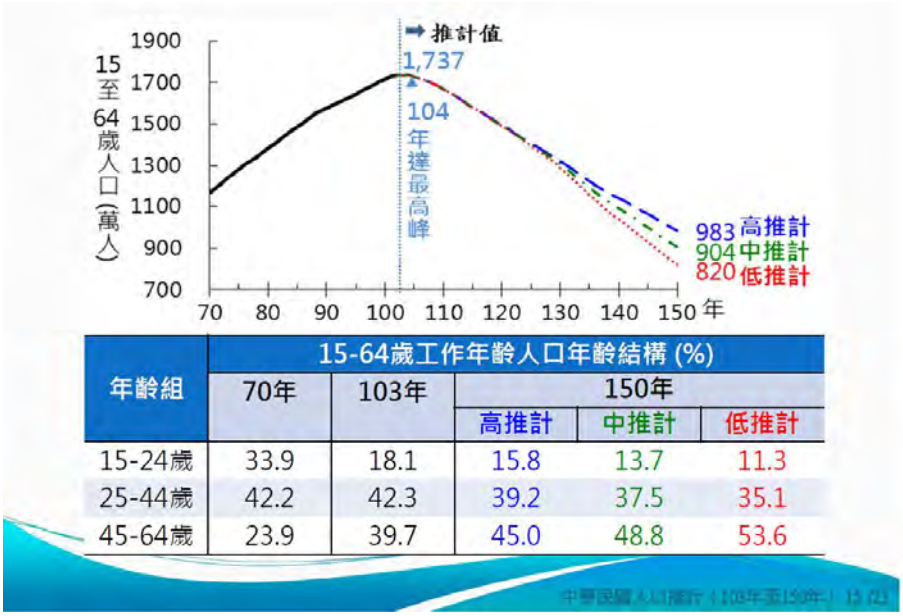
民國 102 年	生產總額 (百萬元)	工廠/商業家數 (家)	就業人口 (千人)
1.農業	569,435	-	544
2.工業	20,677,393	-	3,965
製造業	18,265,973	81,064	2,988
-電子資訊業	5,655,165	6,619	868
-金屬運具業	3,583,933	23,668	655
-機械設備業	925,174	13,386	229
-食品製造業	692,025	5,376	150
-紡織製造業	408,845	3,132	101
3.服務業	14,119,009	810,663	6,548
-批發及零售業	3,646,803	469,344	1817
-運輸及倉儲業	1,129,734	269,930	425
合 計	35,365,837	-	10,967

註：工業部門-非製造業，包括：礦業及土石採取業、電力及燃氣供應業、用水供應業、營造業

資料來源：1.行政院主計總處，資料查詢日期：104/06/26

2.經濟部統計處-工業生產統計，資料查詢日期：104/06/26

3.經濟部商業司-全國商工行政服務入口網，資料查詢日期：104/06/26



年齡組	15-64歲工作年齡人口年齡結構 (%)				
	70年	103年	150年		
			高推計	中推計	低推計
15-24歲	33.9	18.1	15.8	13.7	11.3
25-44歲	42.2	42.3	39.2	37.5	35.1
45-64歲	23.9	39.7	45.0	48.8	53.6

資料來源：教育部

圖 23：我國產業人才結構面臨高齡化與人力不足的挑戰

綜合而言，生產力 4.0 發展目標應強調：

1. 高值生產力：建構機械產業未來 10 年技術核心能耐，如精密量測，監控和遠程診斷服務、中央監控系統、智慧控制器與關鍵元件技術研發、應用 IOT、Big Data、等技術。
2. 敏捷生產力：建立 CPS 系統、研發智慧生產平臺、研發整線生產平臺、整廠輸出，取得整線生產系統，智慧工廠。
3. 人性化生產力：人機協同、設計與製造一體化，遠端控管與排程、個人化服務設計、一指下單生產模式，達成產業結構轉型創新技術。
4. 智慧商業營運：以消費者需求為核心，建構個人化、行動化服務載具，創造網實通路整合商業服務，提升商業品質與效率。
5. 導入人機協同作業機械，提高農業生產力；透過數位化、巨量分析、物聯網、雲端科技等技術，推動食品安全履歷系統，讓民眾食得安全、安心。

6. 核心技術發展與人才培育強調以解決問題為導向，跨專業領域合作是關鍵。

方案的推動應有三個重點：

1. 在核心技術發展上：主要是將運算能力結合感測器與通訊網路，建立於生產設備，使之具備計算、通訊與控制功能，這也是全球在推動工業 4.0 的重要技術趨勢。因此，思考如何提升在物聯網、大數據、智慧工廠等關鍵技術能力，延伸過去在資通訊累積的研發能量，導入在製造業、商業服務業、農業等應用領域上，以加速產業創新轉型，深耕國際競爭力。

2. 在中小企業推動上：我國產業面臨的重要課題之一，便是以中小企業為主的結構，較無足夠資源支撐快速的變化及需求。因此，在協助中小企業轉型推動上，優先選定具備 IT 及自動化基礎的中堅企業及其供應鏈，並協助建立 CPS 系統，另針對中小企業需求，研發智慧生產平台及整線生產平台(跨產業鏈)，並打造「共通技術基礎平台」(Common Infrastructure)，協助資源偏低的中小企業快速切入市場，帶動產業投入的規模效應。

3. 在人力資源培養上：未來工作情境人機協同將是重要趨勢(機器人會是你的同事)，單純的「操作者」晉升為控制者和管理者，而非只是單純的身體勞動者，從業人員將成為「有創意的創造者」。因此，德國工業 4.0 與美國製造政策，都強調實務技職(高級技工)教育的重要策略，臺灣也可運用產學合作方式，開發一套訓練學生系統思考與創新的能力、同時創造有利人才流動的環境。藉由在職人才培育，可引導企業培育符合營運需求之人才，以促進產業轉型。

參、方案主軸策略與具體行動措施

一、核心理念

本方案核心理念是藉由產業科技優勢，打造臺灣成為全球生產製造供應鏈的關鍵地位；同時，營造人機協同優質工作環境，以因應未來勞動人口減少的缺口，三大核心理念分述如下(圖 24)：

(一) 核心目標：加速產業鏈垂直、水平數位化及智慧化

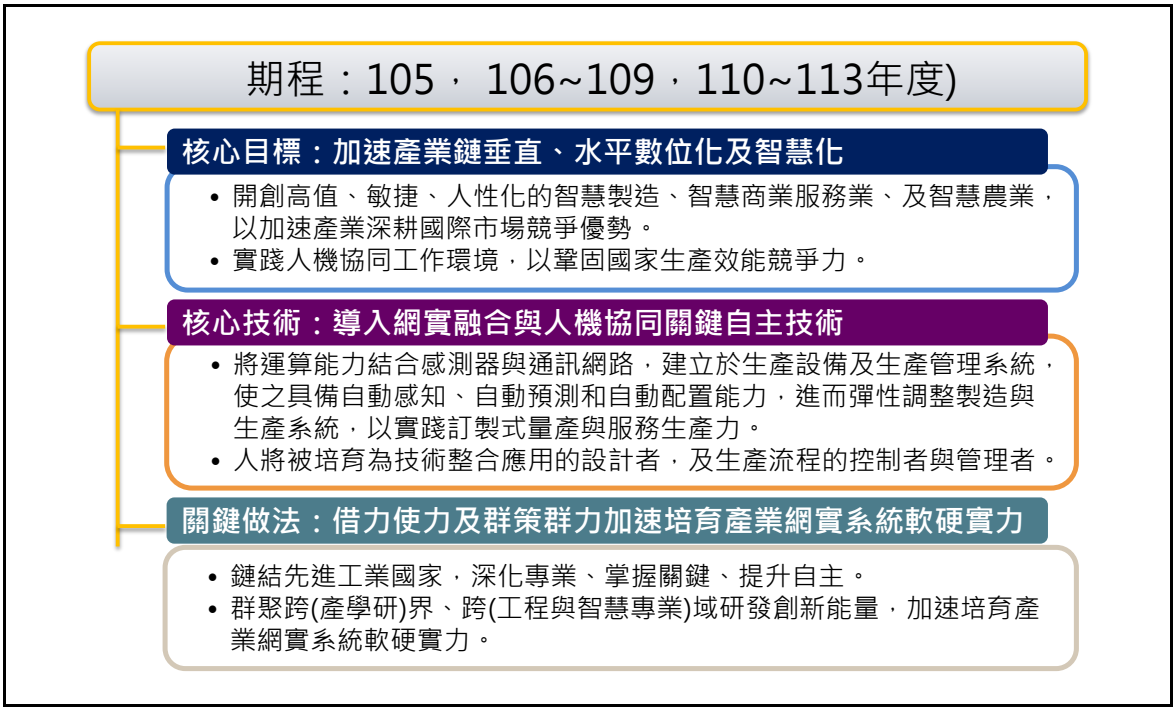
1. 開創高值、敏捷、人性化的智慧製造、智慧商業服務業、及智慧農業，以加速產業深耕國際市場的競爭優勢；
2. 實踐人機協同工作環境，以鞏固國家生產效能競爭力。

(二) 核心技術：導入網實融合與人機協同關鍵自主技術

1. 將運算能力結合感測器與通訊網路，建立於生產設備及生產管理系統，使之具備自動感知、自動預測和自動配置能力，進而彈性調整製造生產與營運模式服務系統，以實踐訂製式量產與服務生產力。
2. 人將被培育為技術整合應用的設計者，及生產流程的控制者與管理者。

(三) 關鍵做法：借力使力及群策群力加速培育產業網實系統軟硬實力

1. 鏈結先進工業國家，掌握關鍵技術自主能力。
2. 凝聚跨(產學研)界、跨(工程與智慧專業)域研發創新能量，加速培育產業網實系統軟硬實力。



資料來源：行政院科技會報辦公室

圖 24：「行政院生產力 4.0 發展方案」核心理念

二、願景目標

本方案推動目標，首要，掌握產業轉型發展所需關鍵技術的自主能力；其次在作法上，考量中小企業體質，以擴大複製自行車產業 A-team 模式創造螞蟻雄兵式的競爭優勢，加速產業轉型；第三，人才是本案推動的核心關鍵，除了要培育生產力 4.0 所需的高端研究人力，以提升業界研發能量外，亦要加強產學連結培育技職人才以及在職人員技能的升級轉型等相關配套工作。以達到固本、扎根、搶單目標，維持國際競爭力。

(一) 產業面：促進產業創新轉型

1. 發展網實系統貫穿產業服務、行銷、設計、發展、製造之垂直整合與跨領域之水平合作；並創造以人為本之優質就業環境，帶動產業結構優化轉型。

2. 整合多元零售通路及智動化物流服務，讓消費者得到便捷、安全、無縫且一致的消費體驗，提升整體商業服務業之經濟規模。

3. 以創新技術推升生產效能與產銷品質，提高消費者對農產品安全信賴感，導入智慧農業促成產業轉型，樹立熱帶、亞熱帶農業經營新典範。

(二) 技術面：掌握關鍵技術自主力

1. 結合智慧機械、產業大數據、供應鏈聯網等網實整合智慧製造與服務技術，促進產業發展全方位系統整合解決方案。

2. 發展高值積層製造技術，推動利基設備/材料/關鍵零組件/軟體/整合系統自主。

3. 建置生產力 4.0 產業轉型所需的「共通技術基礎(common infrastructure)」與軟硬體工具(包括智慧機械聯網、大數據、雲端運算)，以促進中小企業創新應用。

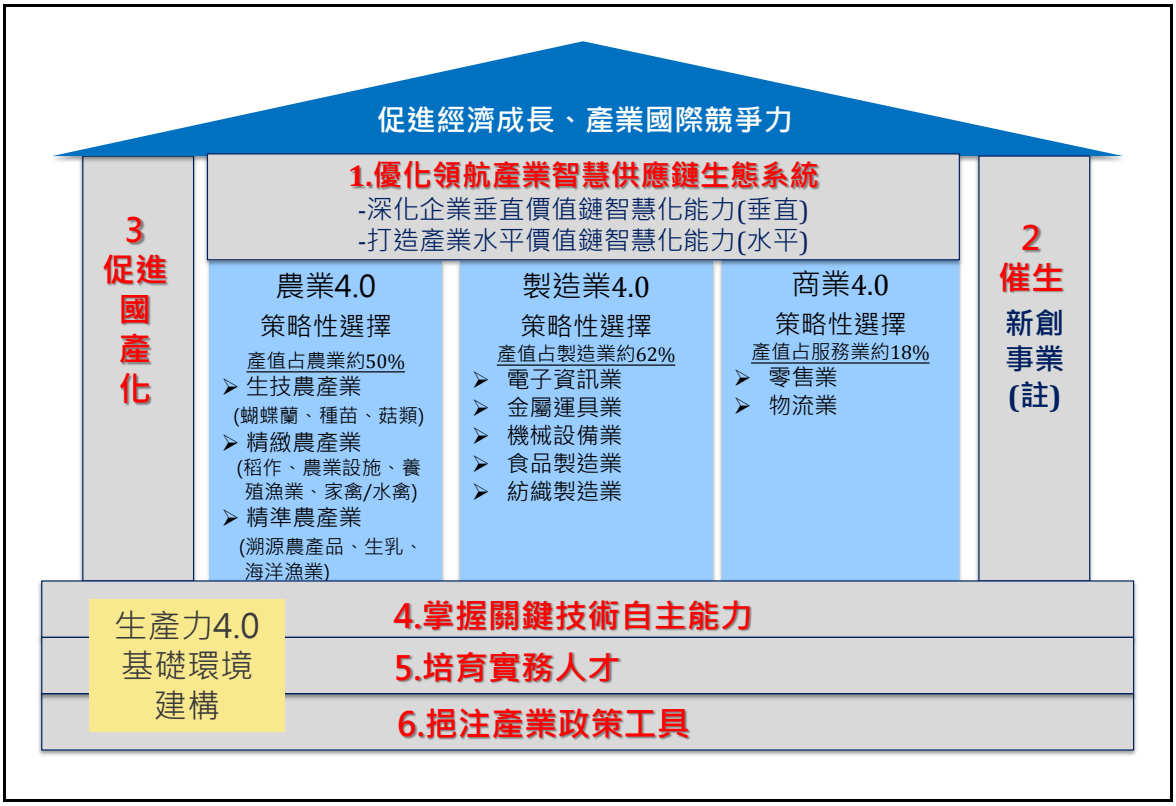
(三) 人才面：培育產業實務人才

1. 培育生產力 4.0 設計開發人才。

2. 提升在職人員生產力 4.0 職能。

三、主軸策略

本方案研提「優化領航產業智慧供應鏈生態系統」、「催生新創事業」、「促進產品與服務國產化」、「掌握關鍵技術自主能力」、「培育實務人才」、與「挹注產業政策工具」等 6 項推動主軸、18 項策略，60 項具體行動措施，推動生產力 4.0 產業發展，以加速產業鏈垂直、水平數位化及智慧化加值轉型(圖 25、表 5)。



註：(1).CPS 零組件(如感測器、傳感器、控制器等)及智慧設備製造業、(2).CPS 解決方案服務業(3).積層製造關鍵設備、系統、零組件、材料產業、(4).積層製造應用新創產業

資料來源：行政院科技會報辦公室

圖 25：「行政院生產力 4.0 發展方案」六項主軸策略

表 5：「行政院生產力 4.0 發展方案」策略及具體行動措施

推動主軸	策略項目	具體行動措施項目
一、優化領航產業智慧供應鏈生態系統	6	19
二、催生新創事業	2	7
三、促進產品與服務國產化	2	5
四、掌握關鍵技術自主能力	2	6
五、培育實務人才	4	18
六、挹注產業政策工具	2	5

資料來源：行政院科技會報辦公室

(一)主軸策略一：優化領航產業智慧供應鏈生態系統

策略選定聚焦於電子資訊製造業、金屬運具製造業、機械設備製造業、食品製造業、紡織製造業、零售及物流服務業、領航農業(生技農產業、精緻農產業、精準農產業)等，深化其企業內垂直價值鏈智慧化能力、以及打造產業水平供應價值鏈智慧化能力，優化產業結構，鞏固國際接單能力。推動作法包含「深化企業垂直價值鏈智慧化能力」、「打造產業水平價值鏈智慧化能力」、「籌組產業輔導服務機制」、「推動與制訂國際接軌的資通訊介面標準」、「建立產業產品/技術/產程驗證體系」、與「協助國內業者切入國際供應鏈」等 6 項策略，19 項具體行動措施。

(二)主軸策略二：催生新創事業

催生新創事業項目包括：(1) CPS 零組件(如感測器、傳感器、控制器等)及智慧設備製造業、(2) CPS 解決方案服務業、(3)積層製造關鍵設備、系統、零組件、材料產業等、(4)積層製造應用新創產業。推動作法包含「衍生新創事業策略」、與「引進國際相關企業或產品或服務等，培植本土新興產業」等 2 項策略，7 項具體行動措施。

(三)主軸策略三：促進產品與服務國產化

藉由推動導入生產力 4.0 關鍵系統與零組件、及服務產品的過程，促進產品與服務國產化。推動作法包含「推動關鍵系統與零組件自製專案」、與「引進國際既有產品或服務建構自製能力」等 2 項策略，5 項具體行動措施。

(四)主軸策略四：掌握(CPS)關鍵技術自主能力

以智慧自動化為基礎，集成電腦化/數位化/智能化技術，以物聯網、智慧機器、巨量資料等科技發展具備有適應性、資源效率、及人因工程的智慧工廠，以貫穿商業夥伴流程及企業價值流程，創造產品與服務客

製化供應能力。透過提供關鍵技術模組工具、或提供共通技術平台、或優化技術性能、突破技術瓶頸等創造產業科技自主能力。推動作法包含「掌握(CPS)智慧生產與服務核心關鍵技術自主力」、與「掌握積層製造核心關鍵技術自主力」等 2 項策略，6 項具體行動措施。

(五)主軸策略五：培育實務人才

推動作法為「產業在職人才培育」、「產學連結跨域科技人才培育」、「產學研連結培育國際實務人才」、及「產學研單位延攬國際專業人才」等 4 項策略，18 項具體行動措施。

(六)主軸策略六：挹注產業政策工具

運用獎勵投資、併購、融資貸款、創投資金、研發支出投資抵減、中小企業輔導體系及信用保證機制等產業升級政策工具，針對所選定的領航產業，優先運用產業升級轉型相關政策工具，促進各企業(商家)、工廠(工場)建置生產力 4.0 設施能力、研發能力、經營管理能力。並針對先進製造與積層製造應用，研制配套法規，以促進產業創新加值發展。推動作法包含「優先支持使用產業升級轉型政策工具」、與「法規研制與諮詢服務，以促進醫材應用」等 2 項策略，5 項具體行動措施。

各項具體行動措施及部會分工詳見附錄。

四、推動架構

(一)製造業

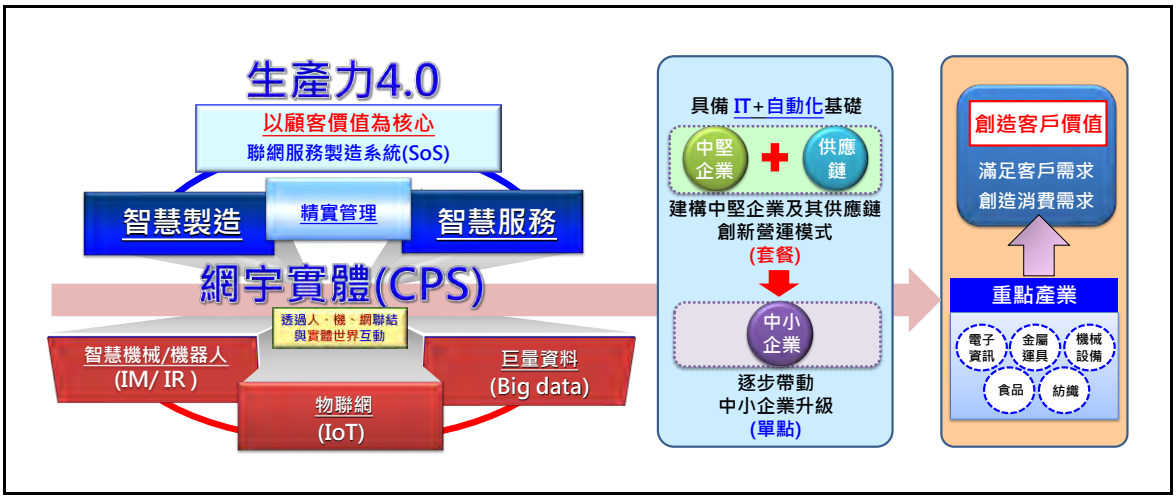
1. 引領製造業轉型之系統架構(圖 26)

德國工業 4.0 以網宇實體系統(CPS)為主，美國 AMP 強調資通訊加值服務，我國則結合兩者優勢推動生產力 4.0，以智慧自動化為基礎，運用網宇實體、物聯網、智慧機械/機器人、巨量資料及精實管理等技術，推

動智慧製造及智慧服務之聯網服務製造系統(System of systems，SoS)，應用加值於重點領域產業。

由於全球製造生產型態改變，大量客製化需求，因此必須透過物聯網與客戶及供應商更加緊密連結；倚重智慧機械/機器人來滿足接單產品多樣且生命週期短，須頻繁換線之生產需求；並且應用巨量資料精準分析資訊，朝向預測生產製造，以提升產業附加價值與生產力，進而帶動整體產業結構優化。

然而由於我國大多數廠商為中小企業，相關能量仍待強化，因此將優先選定具備 IT 及自動化基礎的中堅企業及其供應鏈之電子資訊業、金屬運具業、機械設備業、食品製造業、紡織製造業、零售物流業及農業等重點產業，建構生產力 4.0 創新營運模式，再透過複製擴散，逐步帶動中小企業升級。



資料來源：經濟部工業局

圖 26：製造業生產力 4.0 推動架構

製造業生產力 4.0 之系統運作，主要是透過物聯網將生產資訊數位化，並延伸至機器端形成機聯網，再藉由系統管理、精實管理及巨量資料(製造+服務)技術，達成聯網服務製造系統之創新營運模式，其架構如圖 27：

其中物聯網包含感知層、網路層與應用層等三個層面，感知層主要包括動作方位感測、光學影像感測及環境監測等感測資訊之擷取，感測資訊透過網路層的雲端平台及聯網環境，進行儲存與資料分析，以供應用層進行決策判斷與作動控制使用。

前述生產資訊可應用之層面包含系統管理、智慧機械/機器人、與巨量資料等，茲說明如下：

(1) 系統管理

生產資訊應用於產品生命週期管理(Product Life Management；PLM)等研發管理系統，將可提高企業資訊化程度、加快產品研發效率，並確保設計品質；若應用於製造執行系統(Manufacturing Execution System；MES)，將可收集現場資料及控制現場製造流程，提供企業改善製程、提高生產效益；用於全方位整合自動化(Totally Integrated Automation；TIA)等自動化管理系統，將可透過軟硬體相互整合，無縫鏈結自動化系統內的所有設備環節。

(2) 智慧機械/機器人

運用智慧製造之網宇實體系統(CPS)，將相關設備或系統可藉由虛擬設計、虛擬製造及虛擬量測功能之模擬系統，加快產品設計與生產的效率與品質，另結合訊號感測、資料處理、智慧決策與作動控制之達到智動化生產。再透過物聯網將生產資訊數位化，並延伸至機器端形成機聯網，也就是將製造設備、生產流程及生產輔助設備進行集中管理、資源分享，以達到提升生產效率、品質及節能減碳等效益。

(3) 巨量資料

將來自系統管理、智慧機械/機器人之感測資訊進行蒐集、儲存、萃取、分析、與決策後，再進行回饋修正，使生產流程達到最佳化效益，

同時達成聯網服務製造系統之創新營運模式。

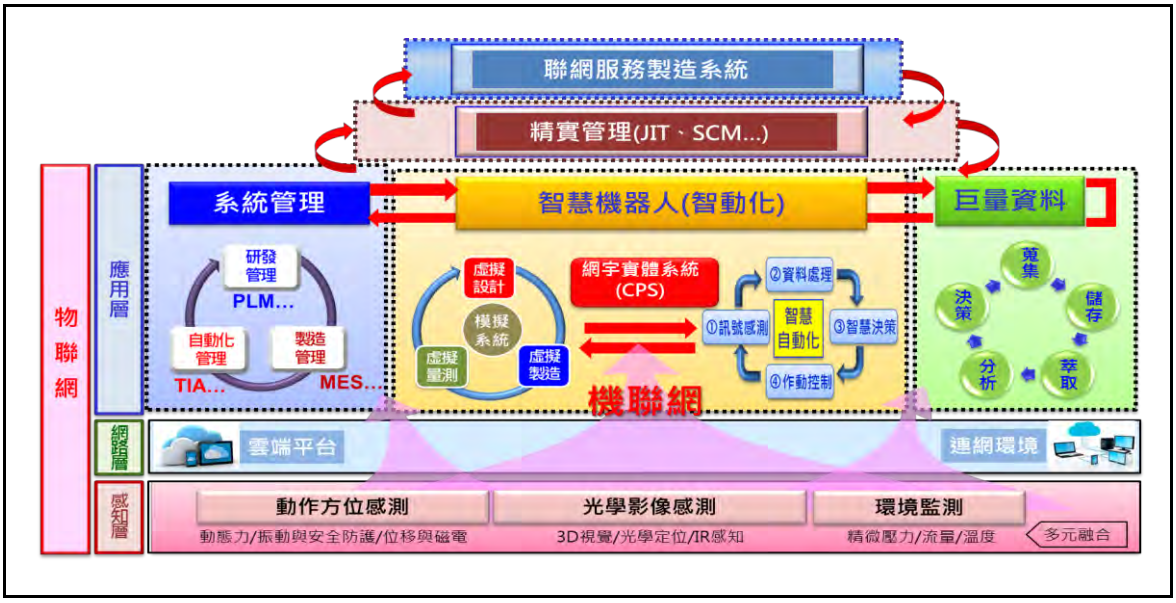
聯網服務製造系統為一種物聯網服務模式的系統體系(system of systems，SoS)，此類智慧聯網產品從獨立的產品，轉移到由密切相關的產品組成的產品系統，以及連結一連串產品系統的系統體系，讓製造業生產設備由單機，邁向機聯網製造系統(如圖 27)。

此聯網服務是以客戶價值為核心，運用智慧工廠串聯設備商、供應商、通路商及終端消費者之聯網服務製造系統，以達成以下目的：

I. 供應商：以供應鏈管理，掌握廠內庫存與生產進度，降低成本。

II. 通路商：以通路商銷售分析，進行市場訂單預測。

III. 消費者：以消費行為分析，掌握未來消費者需求。



備註：1. JIT(Just In Time)；SCM(Supply Chain Management)

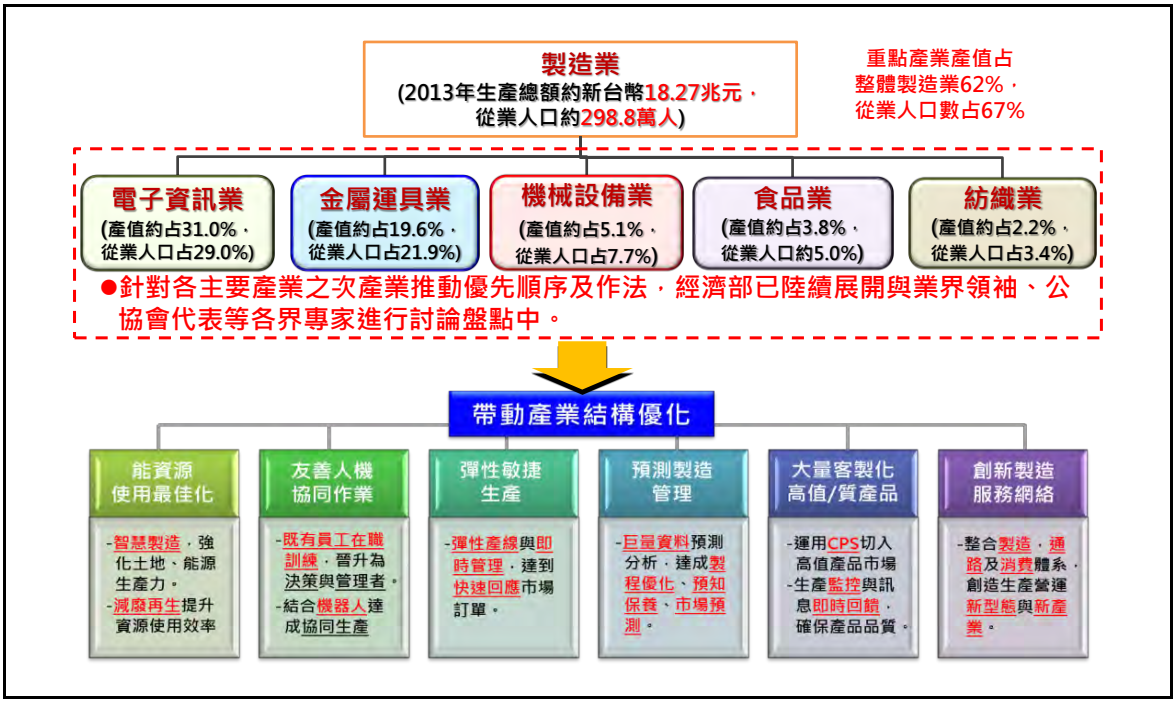
2.PLM(Product Lifecycle Management)；MES(Manufacturing Execution System)；TIA(Totally Integrated Automation)

資料來源：經濟部工業局

圖 27：聯網服務製造系統

2. 推動範疇與產業轉型情境(圖 28)

工業局選定製造業中面臨國際競爭壓力較大、產值或就業人口較多且較有機會運用生產力 4.0 相關科技提高競爭優勢之電子資訊、金屬運具、機械設備、食品、紡織等重點產業優先推動，並已陸續展開與各產業意見領袖、公協會代表與專家共同討論盤點產業發展狀況，據以擬定各次產業之推動優先順序及作法說明如下：



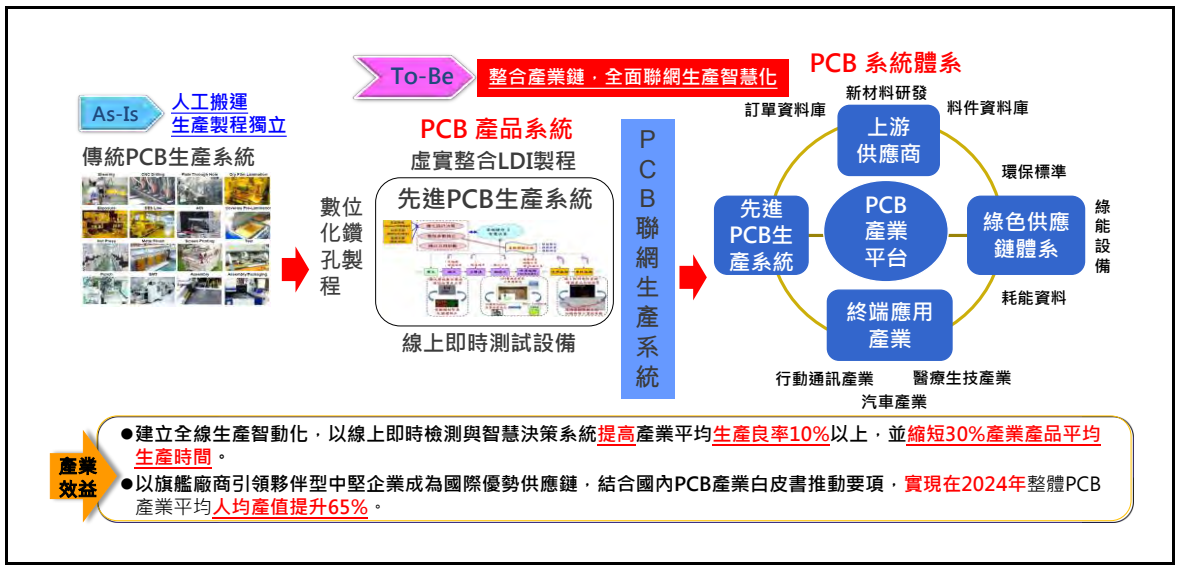
資料來源：經濟部工業局

圖 28：製造業生產力 4.0 優先推動範疇

(1) 電子資訊產業

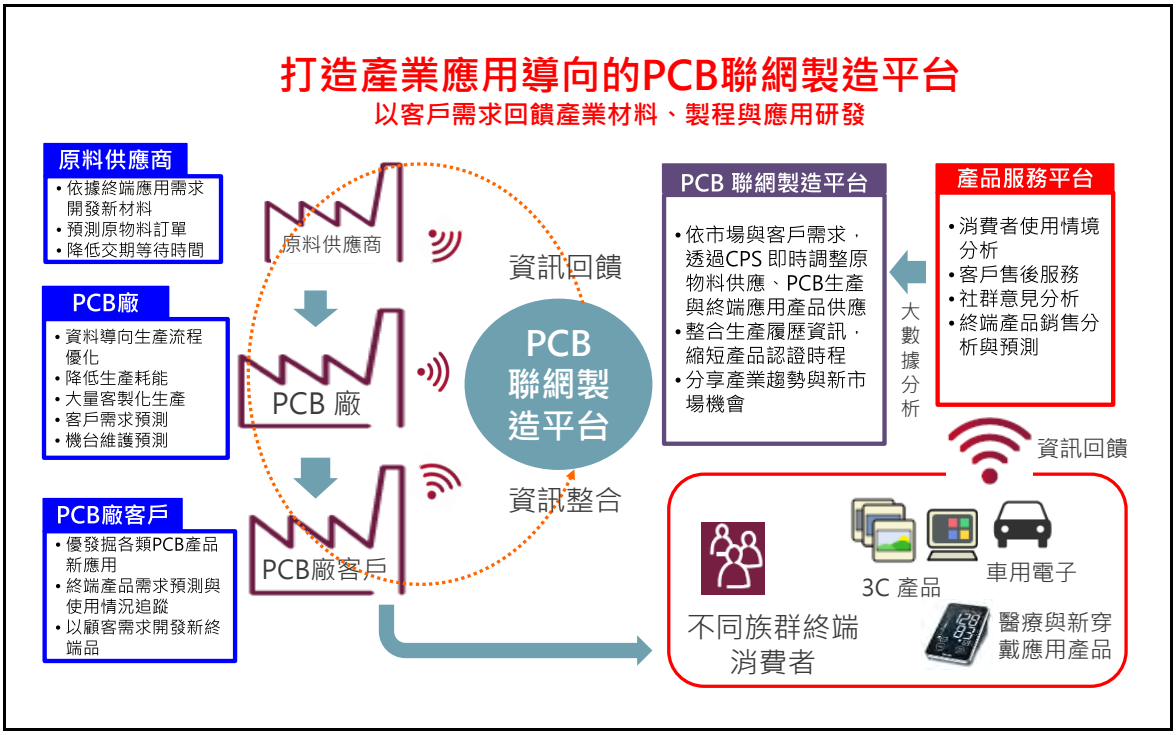
民國 102 年產值為新台幣 5.7 兆元，占製造業產值的 31%，為主導並帶動製造業發展的主要產業。我國半導體產業已有部分企業導入生產力 4.0，運用巨量資料分析提升生產效率及良率，良率高出對手 15%，不良率下降 14%。可解決電子產品少量多樣且生命週期短，需頻繁換線來滿足市場需求。

以推動 PCB 產業為例，目前產業面臨問題有：依賴人工作業，生產效率、精度及良率無法提升，無法承接少量多樣大量客製化訂單；國產技術、設備智動化和材料研發進程緩慢；缺乏上下游鏈結平台，產業鏈無法了解客戶需求等。未來將打造以客戶需求回饋產業材料、製程與應用研發之產業應用導向的 PCB 聯網製造平台，並能整合產品之資訊回饋(圖 29)。導入生產力 4.0 預期建立全線生產智動化，以線上即時檢測與智慧決策系統提高產業平均生產良率 10%以上，並縮短 30%產業產品平均生產時間。並以旗艦廠商引領夥伴型中堅企業成為國際優勢供應鏈，結合國內 PCB 產業白皮書推動要項，實現在民國 113 年整體 PCB 產業平均人均產值提升 65%(圖 30)。



資料來源：經濟部工業局

圖 29：電子資訊產業未來情境示意圖：以 PCB 製造為例



資料來源：經濟部工業局

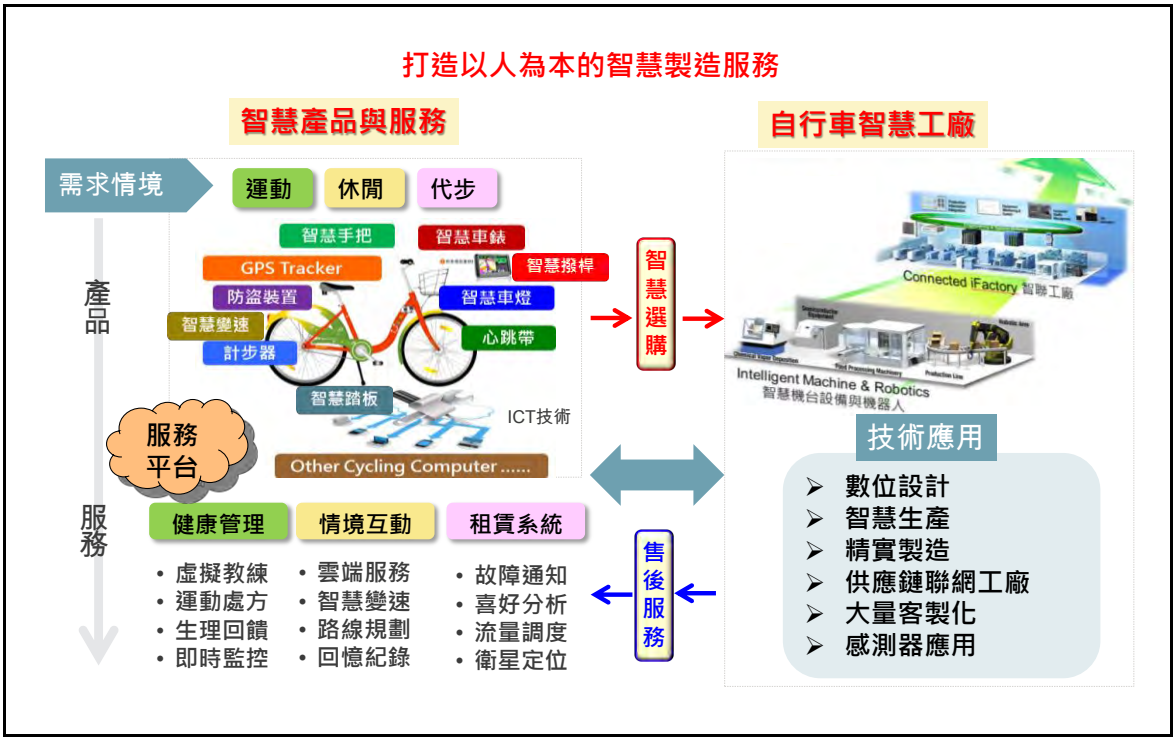
圖 30：電子資訊產業目標情境與預期效益：以 PCB 製造為例

(2) 金屬運具產業

民國 102 年產值為新台幣 3.58 兆元，占製造業產值的 19.6%，為我國極重要的基礎產業，過去已累積許多製程技術寶貴經驗。金屬運具產業生產力 4.0 可解決加工、組立，與後處理製程等多項重要作業仰賴人工，面臨辛苦、骯髒的作業環境及人力不願投入等問題。

以推動自行車產業為例，國內自行車業者大多採用單機生產模式，欠缺高階數位製造，大量檢驗管控流程需仰賴現場人員之經驗，品質無法維持一致且耗費人力，以至於生產效率難以提升。生產資訊傳遞作業仍採手工、條碼作業，連線欠缺共通性標準介面，難以導入精實管理。產業人才近年面臨技師人才老化，銜接人才斷層等問題，逐漸產生技術斷層，同時亦欠缺網宇實體系統與應用服務技術人才。預期透過導入生產力 4.0 相關技術建立智慧化設計及焊接分析模擬生產系統，可使設計

製造於同一平台，並建立全線智慧化生產系統，確保生產品質與速度，並縮短新產品開發時間，由 10 個月縮短為 6 個月。建置物聯網系統增加生產彈性與效能，可滿足少量多樣市場趨勢，邁向智慧化工廠(圖 31、圖 32)。



資料來源：經濟部工業局

圖 31：金屬運具產業未來情境示意圖：以自行車製造為例

資料來源：經濟部工業局

圖 32：金屬運具產業目標情境與預期效益：以自行車製造為例

(3) 機械設備產業

民國 102 年產值為新台幣 0.93 兆元，占製造業產值的 5.1%，其中工具機產業為全球第七大生產國，與第四大出口國，產業群聚世界第一。機械設備產業生產力 4.0 可解決產品結構穩定性、剛性，與精度等問題，提升單機價值，切入航空及汽車加工高階市場。

以航空零組件加工用工具機為例，產業面臨問題為切入高階工具機市場，面臨結構穩定性、剛性、精度不足、排水排污效果差等問題。缺乏數位化設計及產品加工解析技術，面對高單價零件航太零組件加工，風險極高。因應航太製造市場需求逐漸擴大，導入生產力 4.0 相關 CPS 技術，透過遠端平台提供切削製程策略，開拓國產工具機製造服務化、智能化。促使國產設備進入高階航太製造應用市場，單機附加價值可提升至 30%。另，導入生產力 4.0 數位設計、製造及虛實整合技術後，民國 109 年生產效率提升 30%(圖 33、圖 34)。

資料來源：經濟部工業局

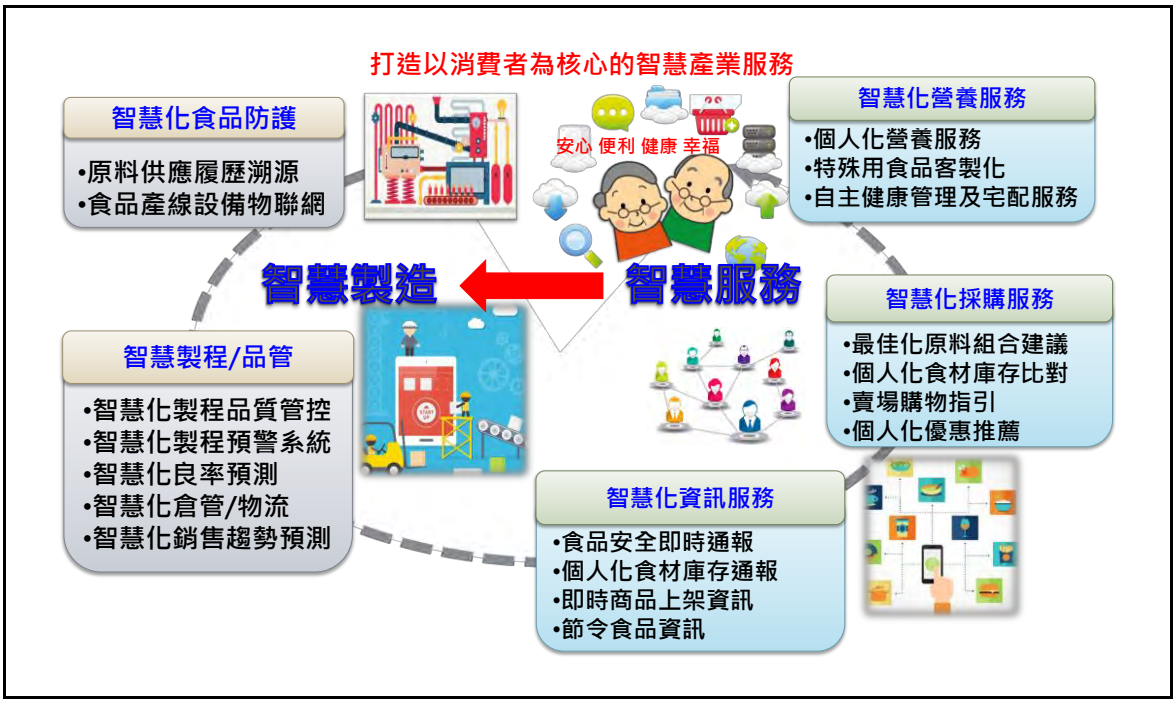
圖 33：機械設備產業未來情境示意圖：以航空加工製造為例

資料來源：經濟部工業局

圖 34：機械設備產業目標情境與預期效益：以航空加工製造為例

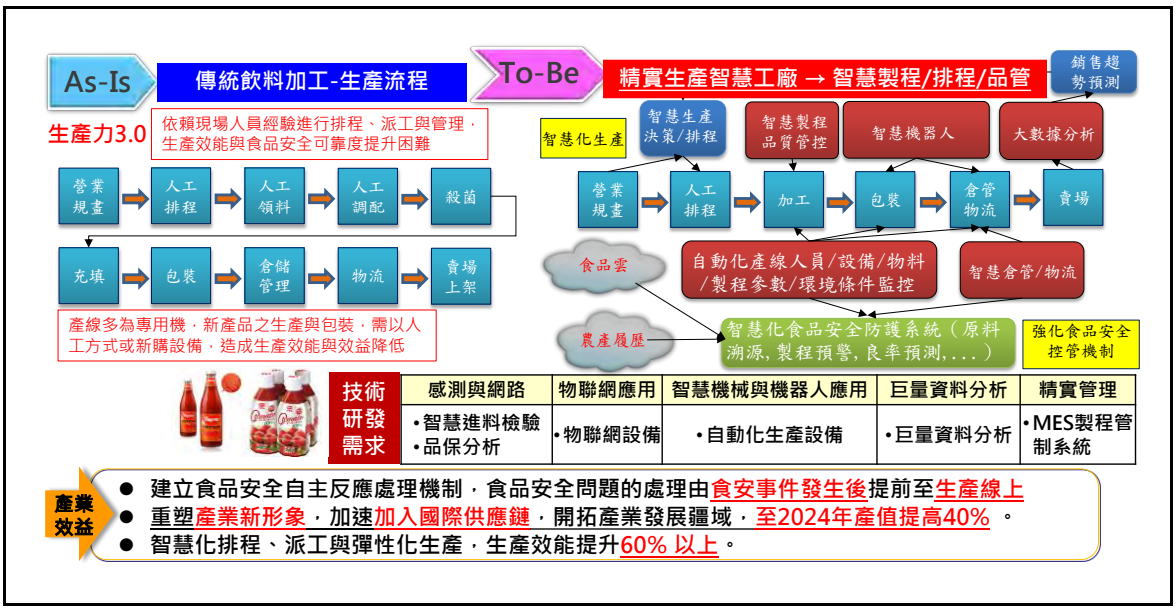
(4) 食品產業

民國 102 年產值為新台幣 0.69 兆元，占製造業產值的 3.8%，我國食品產業累積深厚的技術底蘊與管理能力，食品產業鏈已形成專業分工，大型企業與中小企業運作靈活，少量多樣化與單品大量生產均可行。食品產業多為中小企業，產品種類繁複且大部份產品之生命週期極短，不易導入自動化生產；生產管理與排程高度依賴資深人員經驗，缺乏科學化方法。導入生產力 4.0，整合物聯網、雲端運算、即時線上監測與 MES 技術，提升食廠商在食品安全與生產管理之效能，建立食品安全自主反應處理機制，食品安全問題的處理由食安事件發生後提前至生產線上。重塑產業新形象，加速加入國際供應鏈，開拓產業發展疆域，至民國 113 年產值提高 40%。智慧化排程、派工與彈性化生產，生產效能提升 60%以上(圖 35、圖 36)。



資料來源：經濟部工業局

圖 35：食品產業未來情境示意圖



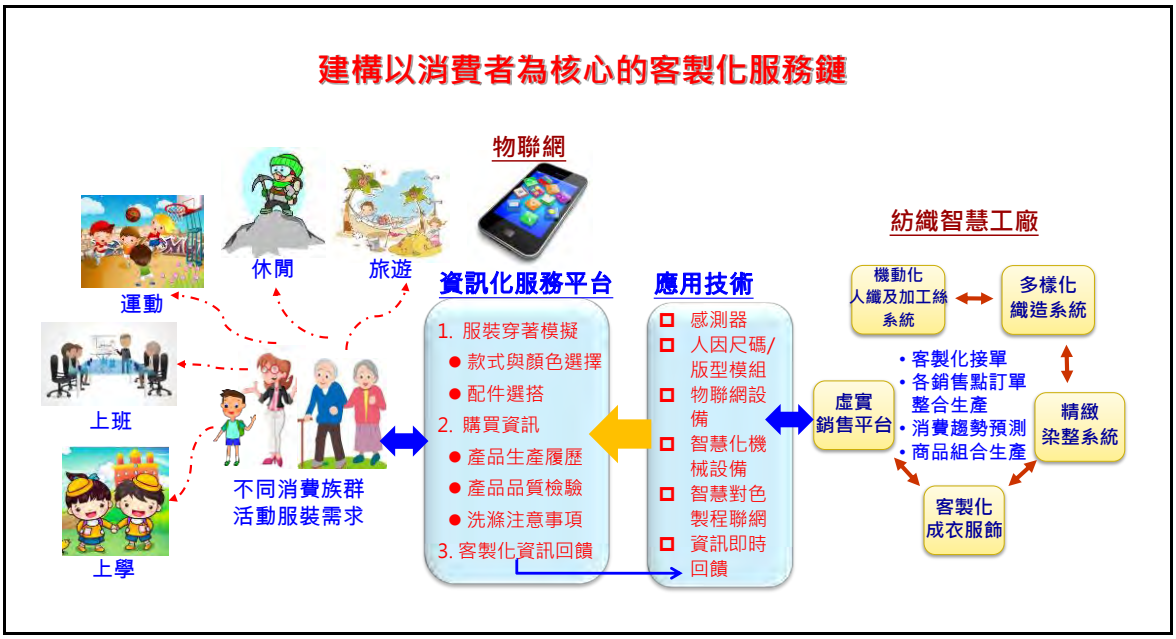
資料來源：經濟部工業局

圖 36：食品產業目標情境與預期效益

(5) 紡織產業

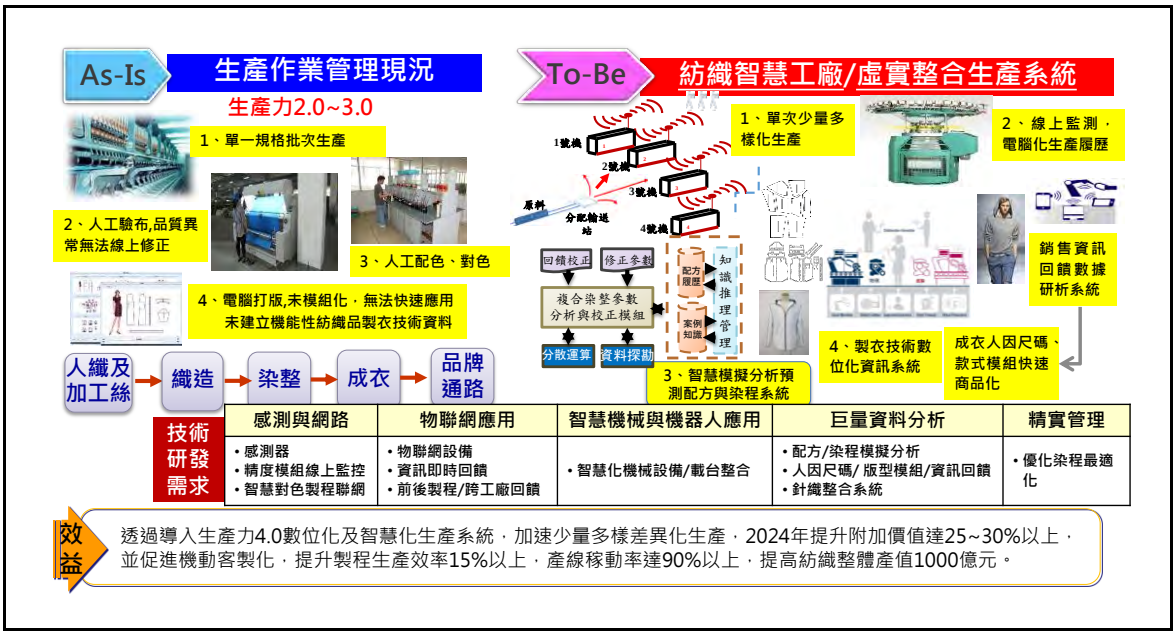
民國 102 年產值為新台幣 0.41 兆元，化纖產值 1,224 億元(全球 No.3)，紡織品(紗布雜項)產值 2,939 億元(全球 No.6)，機能性布料全球市占率達 70%，針織品以圓編針織布外銷最佳。紡織產業生產力 4.0 可連結台灣針織產業供應鏈，推動製程數位化系統整合，可提升附加價值達 25~30%以上，並提升製程生產效率 15%以上。產業面臨問題有高階紡織品成本高、缺乏品質升級、降低成本、縮短時程與快速反應生產等問題。客製化應變能力不足，缺乏客製化機動調節生產能力，缺乏製程自動化關鍵零組件與模組化。生產鏈分工複雜，上中下游生產鏈分工細且系統複雜，供應鏈銜接不易。未來導入生產力 4.0 時，將針對各重點描繪未來智慧產品與服務及智慧製造情境，並據以推動以達成產業升級轉型目標。預期效益有結合線上監測、智慧模擬分析與技術資訊數位化等，達成紡織一貫廠之少量多樣差異化生產，民國 113 年提升附加價值達 25~30%以上。促進機動客製化，提升製程生產效率 15%以上，產線

稼動率達 90%以上，提高紡織整體產值 1,000 億元。生產效率(圖 37、圖 38)。



資料來源：經濟部工業局

圖 37：紡織產業未來情境示意圖



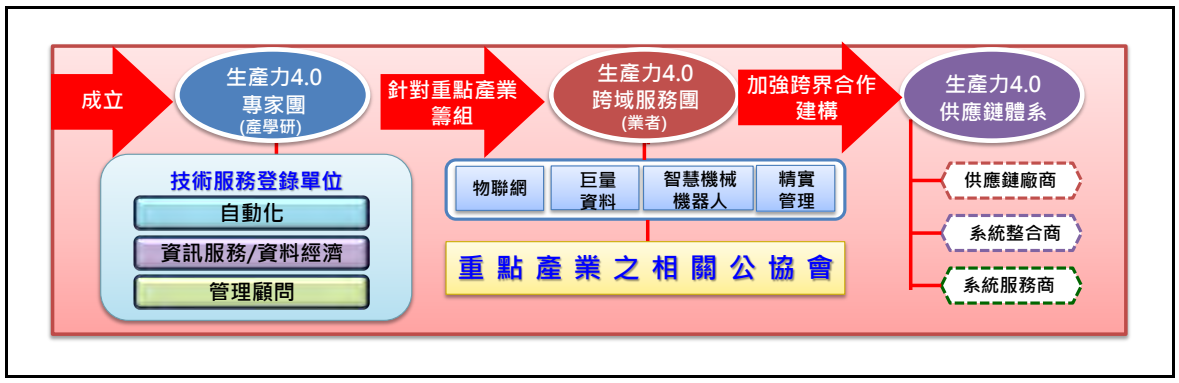
資料來源：經濟部工業局

圖 38：紡織產業目標情境與預期效益

3. 產業輔導團推動作法

(1) 成立生產力 4.0 專家團，提供諮詢診斷與輔導：

整合工業局智慧機器人(智動化)、物聯網、巨量資料或精實管理之自動化(73 家)、電子化(61 家)、巨量資料(10 家)、管理顧問(38 家)技術登錄單位能量，成立「生產力 4.0 專家團」，提供諮詢診斷與輔導(圖 39)。

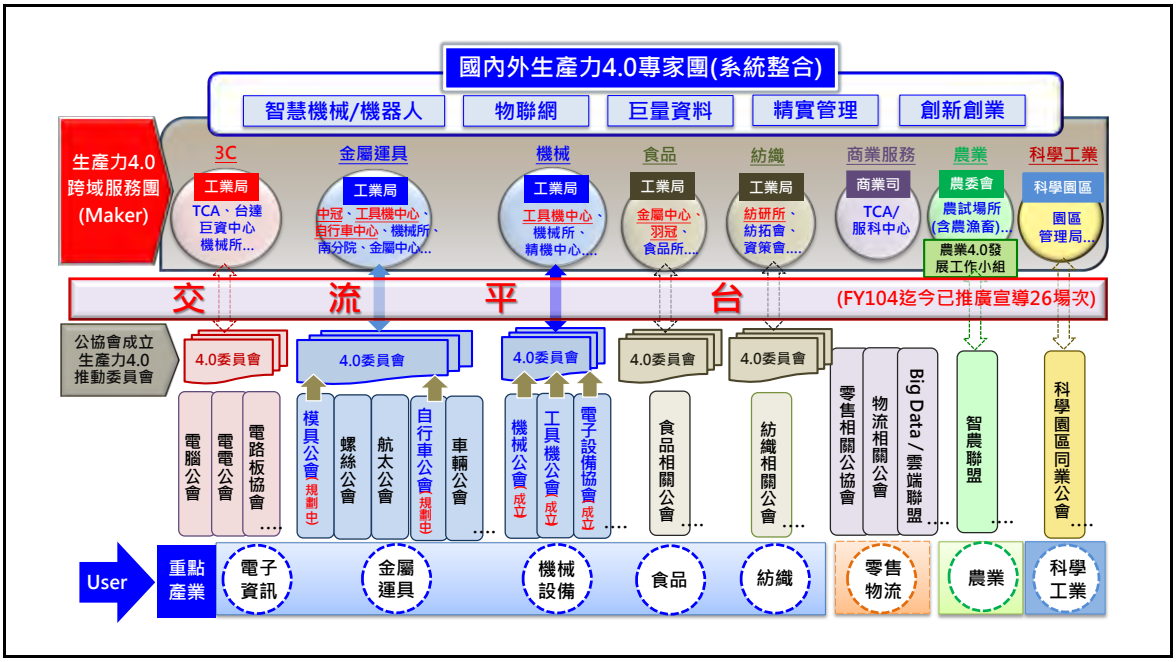


資料來源：經濟部工業局

圖 39：製造業應用組運作流程

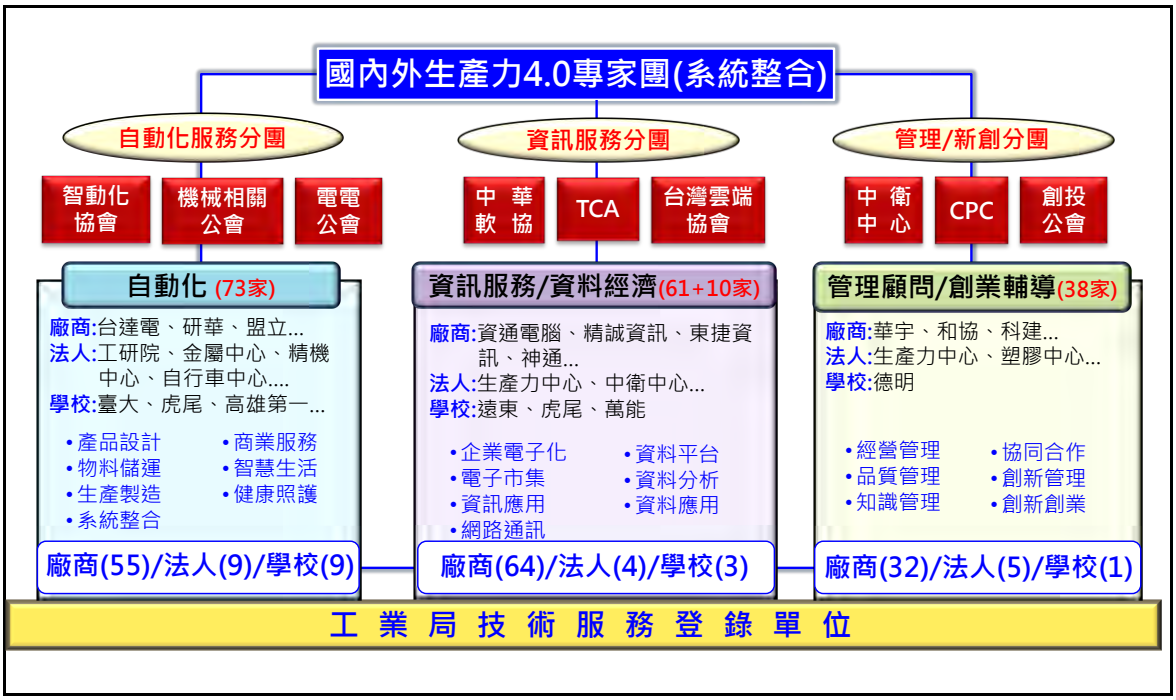
(2) 建置創新系統整合供應案例，促成智慧供應鏈體系：

成立「重點產業跨域服務團」，結合相關法人、公協會能量，北中南建立服務據點，催生系統整合商並建立整體解決方案。選定重點產業之中堅企業及其供應鏈，透過建置具生產力 4.0 創新製造服務示範案例，藉由複製擴散，逐步帶動整體產業升級，促成智慧供應鏈體系，提升國際競爭力(圖 40、圖 41)。



資料來源：經濟部工業局

圖 40：成立國內外生產力 4.0 專家團



資料來源：經濟部工業局

圖 41：成立國內外生產力 4.0 跨域服務團

此外，經濟部工業局亦規畫成立產業 4.0 聯盟，並於其下設立感測與物聯網、網宇實體、智慧機械/機器人、巨量資料與精實管理等五個技術促進會(Special Interest Group; SIG)如表 6、表 7，並藉由此聯盟搭建起一產學合作平台，針對電子資訊、金屬運具、機械設備、食品、紡織等領域進行不同的解決方案進行設計與規劃。

表 6：自行車產業 4.0 聯盟(SIG)架構

產業別	聯盟名稱	產品/模組名稱	SIG (Special Interest Group)				
			感測與物聯網	網宇實體(CPS)	智慧機械/機器人	巨量資料	精實管理
金屬運具	自行車聯網產業 4.0 聯盟 背景： 由載物、代步衍生至運動、休閒、健康等多元需求，朝向以安全、服務、智慧化等高附加價值為目標。 市場： 原以製造出口為主，現在積極建構台灣為全球自行車騎乘示範島，並將創新服務模式擴散海外，提升全球高級車市場需求量，達到內需與出口並重發展。	自行車智慧產品及服務(智慧踏板、智慧車燈、智慧剎車、智慧防盜等)	背景： 目前產品為單件設計製造，系統面整合不足 技術： •智慧設計快速拆圖備料平台 •模具智慧設計平台 •跨設備通訊平台 •感測器應用技術	背景： 目前產品多為機械式，無資訊提供使用者瞭解 技術： •變形模擬分析技術 •光學模擬設計技術 •控制系統模擬設計技術 •感測器應用技術	背景： 線上最終檢測或無檢測，抽樣檢查無法每個產品全檢及出特性報告書 技術： •精密組裝設備 •線上量測設備 •精密校正設備	背景： 目前產品多為機械式，無資訊提供使用者瞭解及回饋設計端修正 技術 •測試虛實回饋 •巨量服務測試技術 •健康管理 •情境互動	背景： 傳統式大量生產模式，耗用人力與效率不佳 技術： •生產排程最佳化 •製程管制系統
		自行車零組件智慧製造	背景： 自行車製造應用設備監控技術導入不足 技術： •單機聯網製程監控 •加工製造訊號物理模型分析	背景： 目前仍無相關應用 技術： 跨設備製程通訊整合應用技術	背景： 採用單機整合機械手臂上下料 技術： 智慧化多製程設備傳輸應用技術	背景： 人工紙本記錄品質及製程訊息 技術： 多設備加工製程及品質監控技術	背景： 傳統管理模式,品管人力偏高 技術： •自我調適生產排程技術 •混料生產組裝技術

資料來源：經濟部工業局

表 7：航空零組件加工用工具機產業 4.0 聯盟(SIG)架構

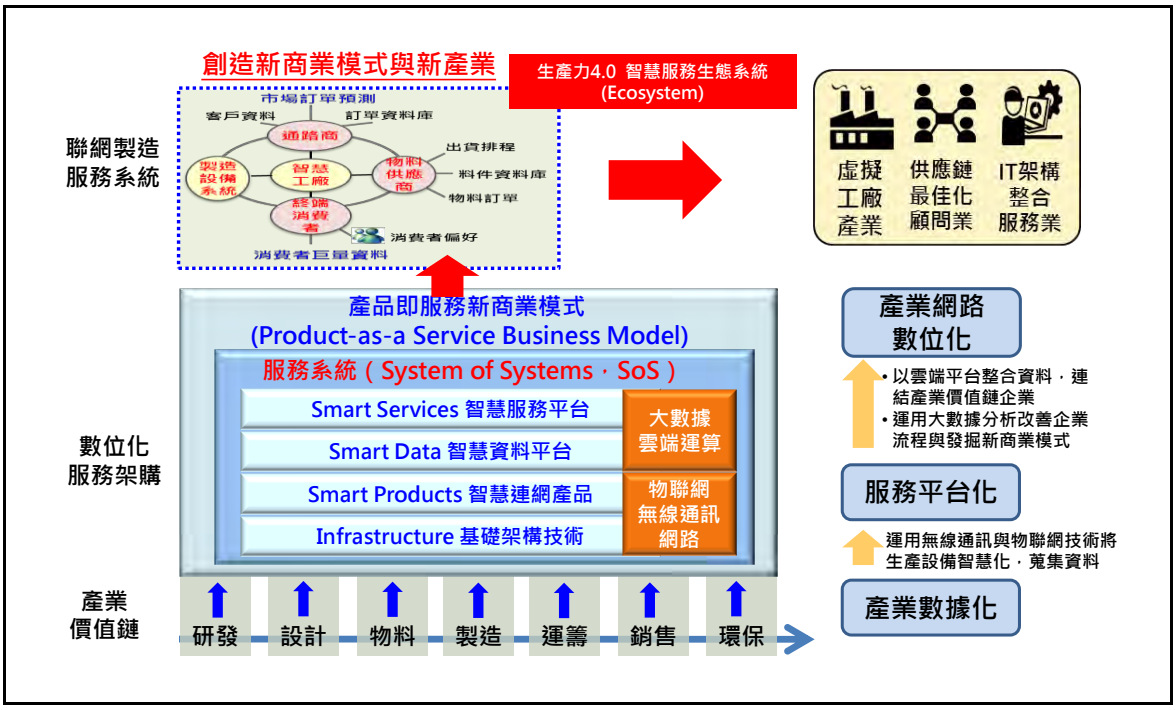
產業別	聯盟名稱	產品/模組名稱	SIG (Special Interest Group)				
			感測與物聯網	網宇實體(CPS)	智慧機械/機器人	巨量資料	精實管理
金屬運具	航空零件加工產業4.0聯盟 背景： 加工製造採用國際標接單模式，加工製造生產效率，以及後段模組組裝能力成為接單評估的重要關鍵。 市場： 未來二十年，航空運輸將以每年 5%穩定成長，台灣具備精密加工製造能力，惟需強化整合加工製造接單模式能力，才能搶占此高階市場商機。	智慧工具機與服務	背景： 部分工具機設備可支援廠內稼動監控 技術： •工具機聯網通訊應用技術 •生產自動排程技術	背景： 目前為單機作業，無跨設備整合應用 技術： •設備通訊技術 •工具機稼動監控應用技術 •切削訊號監控技術	背景： 工具機應用航太加工設備無結合機器人之相關應用 技術： •航太加工彈性化輔助治具應用技術	背景： 目前為單機作業，缺乏無跨設備溝通介面應用技術 技術： •加工應用誤差解析物理模型 •切削訊號監控品質預測技術	背景： 無加工製程管理應用技術 技術： •設備稼動暨生產排程技術 •即時量測技術
		航空零組件智慧製造	背景： 航太加工製造目前無相關技術導入應用 技術： •加工製程感測應用技術 •自動設備排程技術	背景： 航太加工製造結合異製程仍以單機生產為主 技術： •跨設備製程通訊整合應用技術	背景： 航太加工目前仍無相關之應用 技術： •機體組裝六軸自動鑽孔鉚釘技術 •複合材料，機身零件加工可程式彈性支撐系統技術	背景： 零件為全檢模式，人工紙本記錄所有製程訊息，紀錄資料龐大，保存成本高昂 技術： •多設備加工製程參數及品質預測技術 •多設備製造訊息傳輸技術	背景： 航太加工製造認證管理流程人力偏高 技術： •加工製造品質管控暨雲端資料儲存技術

資料來源：經濟部工業局

4. 新創事業與技術國產化推動架構

(1) 以聯網製造數位化服務架構(圖 42)：

建構生產力 4.0 產品即服務商業模式與智慧服務生態系統。藉由產業數據化之運用無線通訊與物聯網技術將生產設備智慧化、蒐集資料，提升帶動服務平台化，亦即以雲端平台整合資料，連結產業價值鏈企業運用大數據分析改善企業流程與發掘新商業模式達到產業網路數位化之目標。

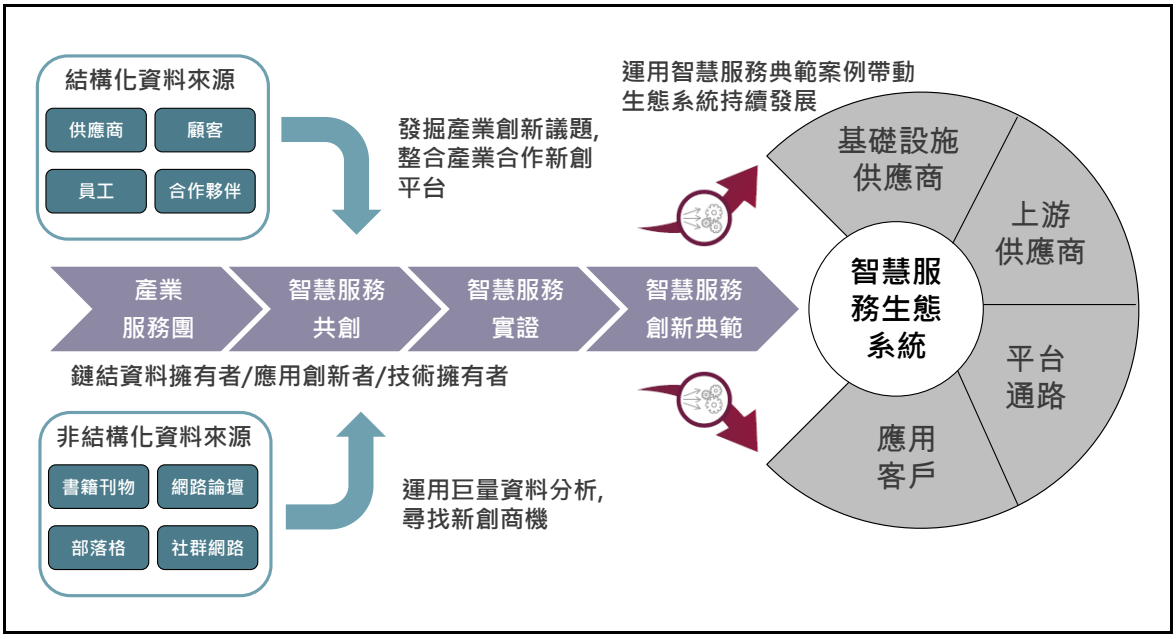


資料來源：經濟部工業局

圖 42：製造業生產力 4.0 之創新商業營運模式

(2) 推動智慧服務生態系統建構創新營運模式(圖 43)：

運用產業服務團，鏈結資料擁有者、應用創新者與技術擁有者，結合巨量資料分析與服務共創方法，建構智慧服務實證，以典範帶動新智慧服務系統。



資料來源：經濟部工業局

圖 43：推動新智慧服務生態系統

(二)商業服務業

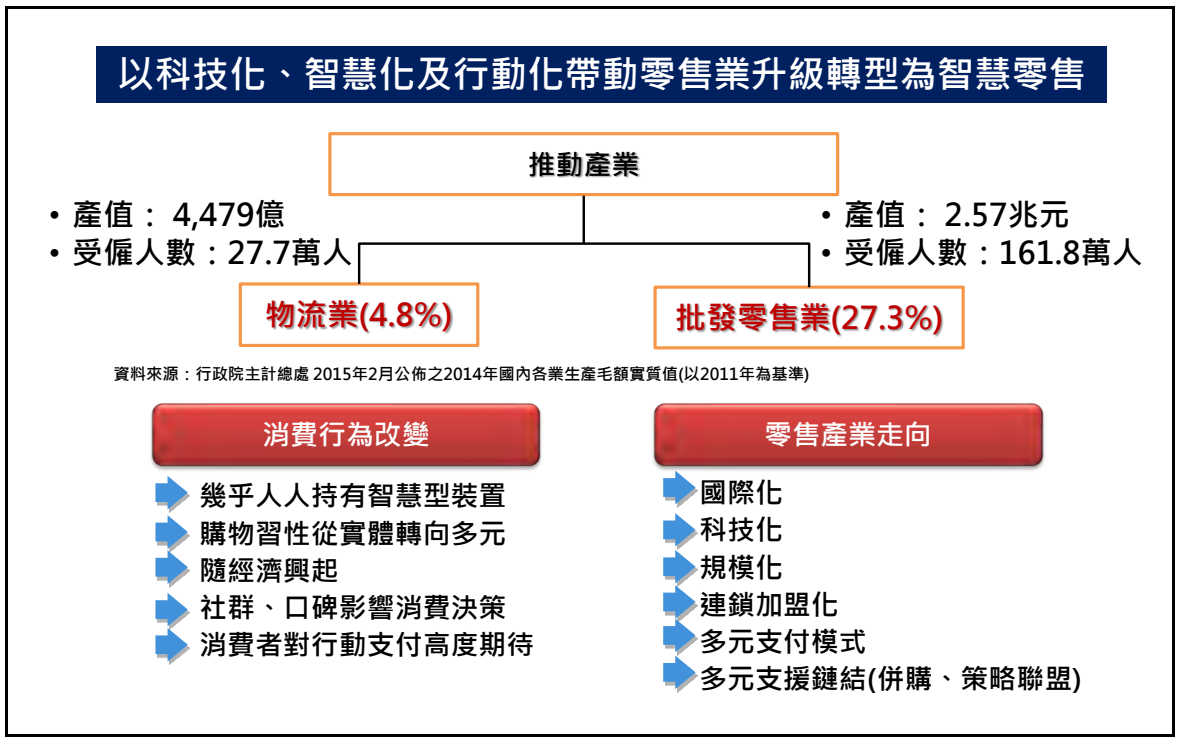
1. 引領商業服務業轉型的系統架構(圖 44)

當今科技日新月異快速發展，消費者之消費型態也受到潮流變遷，出現結構性之相應變化。為了呈現出更具效率、彈性與智慧化的商業服務模式，商業服務勢必朝向下一領域演進，引領商業服務進入更符合市場需求的新形態營運模型。

我國的商業服務隨著商業 1.0、2.0、3.0 的階段逐漸演變，由少量少樣的小範圍銷售，到多量少樣的大量化規模產銷模式，並且進一步轉化為因應差異化所產生的客製化商業服務以及電子商務時代，可以觀察到，每一階段演變的時間間隔正逐漸縮短。近幾年，消費者更因網際網路所帶來的資訊透通，對於商業服務的品質要求越來越細膩。故在行動商務與物聯網等科技逐漸成熟的催化下，多元通路開始整合造就出智慧零售服務，使商業服務快速進入 4.0 的時代。

過去多數的商業服務業以經營實體商店及取得供應鏈主導權為其經營重心，隨著實體與虛擬服務的相互結合，原本線上與線下服務的界線逐漸模糊不清，加上消費者運用資通訊的能力漸強，未來市場將朝向智慧零售的新服務型態的發展，亦即為以消費者需求為核心，並以行動智慧終端整合實體店家、電子商務、電視購物、社群商務等網實行銷通路，讓消費者從顧客旅程(customer journey)的各環節中，包括資訊蒐集、購買、取得商品與反饋一路而下，皆有便捷、安全、無縫且一致的消費體驗。不同於以往傳統單線式的顧客旅程，在智慧零售的世界中，顧客旅程有更多種組合且更能適應不同的消費者情境，並達到個人化的目的。而為了要達成更流暢且完整的消費者體驗，除了多元化的銷售/行銷服務之外，將商品遞送至消費者手中，完成服務遞送最後一哩的智慧物流服務，也在整體商業運作中，扮演了重要的角色。

因應消費環境之變革，經濟部商業司優先選擇零售/物流業，透過大數據、IoT、行動支付、自動化等技術應用，發展各項智慧加值應用及整合型服務，扶植智慧零售商業模式成形，打造消費優質體驗環境，提升服務效率及競爭力。

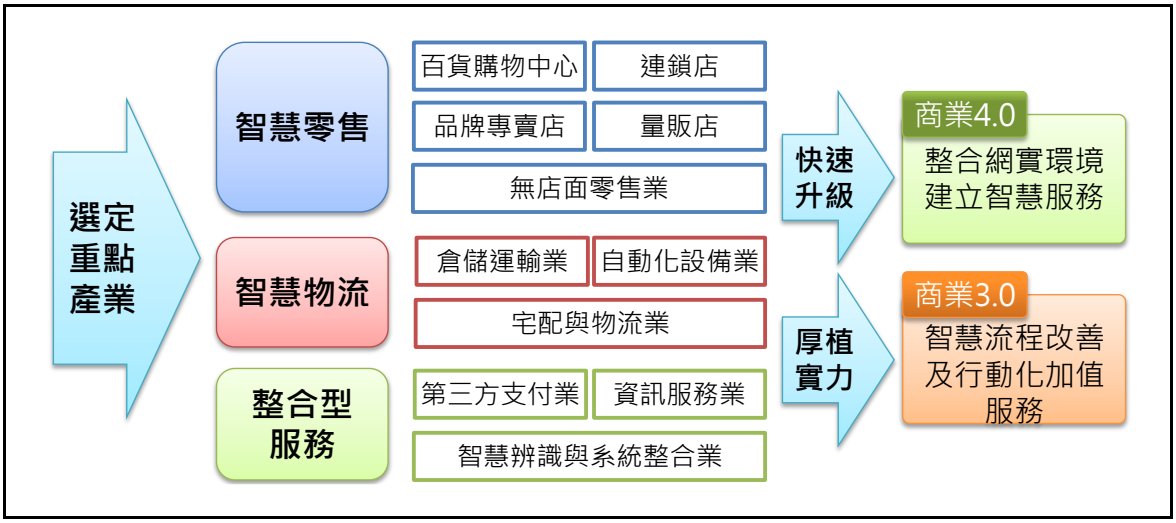


資料來源：經濟部商業司

圖 44：商業服務業 4.0 優先推動範疇

為了有效發展智慧零售、智慧物流及整合型服務等領域之智慧科技應用，強化商業服務深度與廣度，商業司著重於應用層之技術發展，從自動化應用、感測與物聯網應用、多元核銷與行動支付、巨量資料分析等面向，針對智慧零售、智慧物流與整合型服務三個領域切入，各自研發創新服務與解決方案，並整合至共用平台上，提供中小型商業服務業進行導入與使用。而網路層及感知層部分，則預計以跨部會的方式由技術處予以支援，以發揮資源整合之效益。

商業服務業的整體推動架構(圖 45)，涵蓋層面將包含消費通路、商業營運，到物流支援等三個個領域，相關應用內容規劃如下：



資料來源：經濟部商業司

圖 45：商業服務生產力 4.0 推動架構

(1) 消費通路創新服務

以消費者需求為核心，以個人化、行動化思維，分別推動以下各項服務：

I. 跨業整合客戶行為模式分析：跨通路整合訂單與會員資訊，完整分析從商品搜尋到退貨需求一連串活動背後的客戶行為模式。

II. 跨通路整合行銷管理：跨通路整合優惠推薦與行銷策略，透過系統及套裝式導購與產品組合優化，創造並重塑實質體驗價值，刺激消費慾望。

III. 智慧零售多元核銷與加解密技術：建立多元支付服務，搭配多元核銷模式，提供便利的付款服務，並以完善的加解密技術保障付款資訊的安全性。

IV. 產品庫存與履歷即時追蹤技術：為提供消費者不斷貨且安心的消費服務，透過庫存管理技術與產品履歷機制，提供消費者可以行動設備即時查詢不同通路據點之庫存資訊，以及相關產銷履歷資料，以滿足其個人的消費需求。

(2) 智慧商業營運

利用數據科學精確發掘顧客需求，並利用智慧化與整合化技術，提升營運品質與效率：

I. 消費者行為分析與洞察技術：利用消費者行為分析，以及 O2O 社群行為分析與辨識管理，挖掘消費者潛在價值(customer insight)，並推測消費者需求。

II. 產品組合優化技術：利用大數據分析消費者購物模式，找出最佳的產品搭配銷售建議。

III. 產品關聯推薦導購技術：分析產品銷售紀錄，並依據消費者購物習慣推薦真正符合其需求之商品。

IV. POS 系統、網路資料及社群意見領袖關聯分析：透過大數據分析，從企業內部之 POS 系統、社群網路等資料，找出目標客戶及其對於產品或服務的評價；並找掘特定議題的意見領袖，以掌握輿論動向。

(3) 智慧物流支援服務

使用物聯網、自動化、資通訊、行動化等科技，減少人力物力的虛耗，提高人員生產力、作業速度與多樣少量處理能力：

I. 多據點庫存調撥模式優化技術：利用智慧管理與調度機制，進行庫存與資源的最適化管理，包含分散庫存規劃與透通、存貨調度與即時補貨、車輛調度與支援等。

II. 節能物流中心效率化技術：針對物流中心的高人力作業，導入智動化相關物流系統與設備，發展快速、精確的進儲、分揀、貼標與出貨服務，透過降低其人力負荷與減少低附加價值活動比例，以提高整體生產力與價值。

III.物流轉型加值支援服務：透過智慧化與自動化技術，協助物流業者建立更多加值服務，並從中發掘轉型契機。

IV.便捷商品遞交互動式技術：利用自動化與智慧化工具，發展便捷寄、取貨服務，提供個人化的貨品遞交服務。

(4) 串聯技術聯盟提升外銷能力(圖 46)

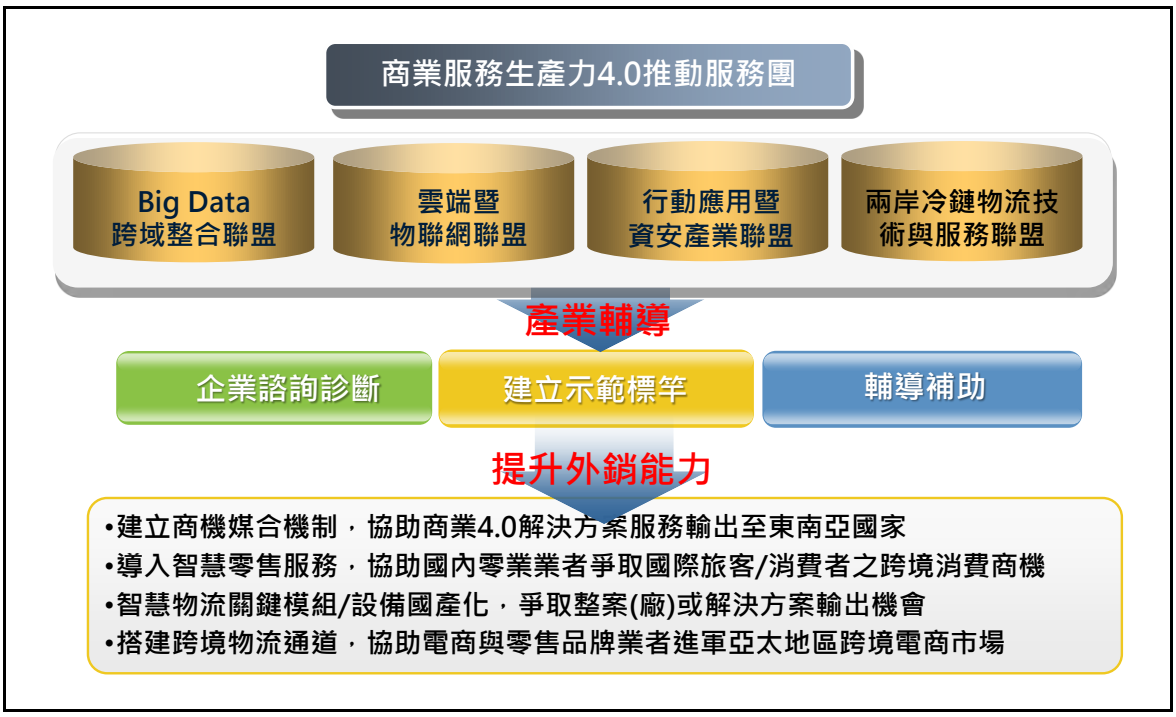
國內商業服務一向以內需市場為主，然國內消費市場規模有限，如何透過智慧零售與智慧物流服務的催動，創造產品與服務輸出實績，進而提高商業服務業之國際競爭力，已是國內推動商業服務業發展的重大課題。因此，商業司將整合國內學研業者，籌組商業服務生產力 4.0 推動服務團，串聯大數據跨域整合聯盟、雲端暨物聯網聯盟、行動應用暨資安產業聯盟，以及兩岸冷鏈物流技術與服務聯盟等既有之產業技術團體，利用產業輔導的手段，建立企業諮詢診斷、建立示範標竿、輔導補助等方式，透過下列四個工作項目來提升我國商品與服務輸出能量：

I. 建立商機媒合機制，協助商業 4.0 解決方案服務輸出至東南亞國家。

II. 導入智慧零售服務，協助國內零售業者爭取國際旅客/消費者之跨境消費商機。

III.智慧物流關鍵模組/設備國產化，爭取整案或解決方案輸出機會。

IV.搭建跨境物流通道，協助電商與零售品牌業者進軍亞太地區跨境電商市場。



資料來源：經濟部商業司

圖 46：串聯暨有技術聯盟提升外銷能力

2. 推動範疇與產業轉型情境

經濟部商業司此次推動商業服務生產力 4.0，主要是希望推動國內零售及物流業，藉由發展一系列上述所提以科技為導向的創新物流服務模式與作業機制，為我國消費環境與商業服務業創造以下效益(圖 47)：

資料來源：經濟部商業司

圖 47：商業服務業未來情境示意圖(民國 113 年)

(1) 發展智慧零售與智慧物流解決方案，實現高附加價值的商業 4.0：依據消費者在購物前、中、後之需求，創造多元、創新及高值商業服務，實現智慧商業服務目標。

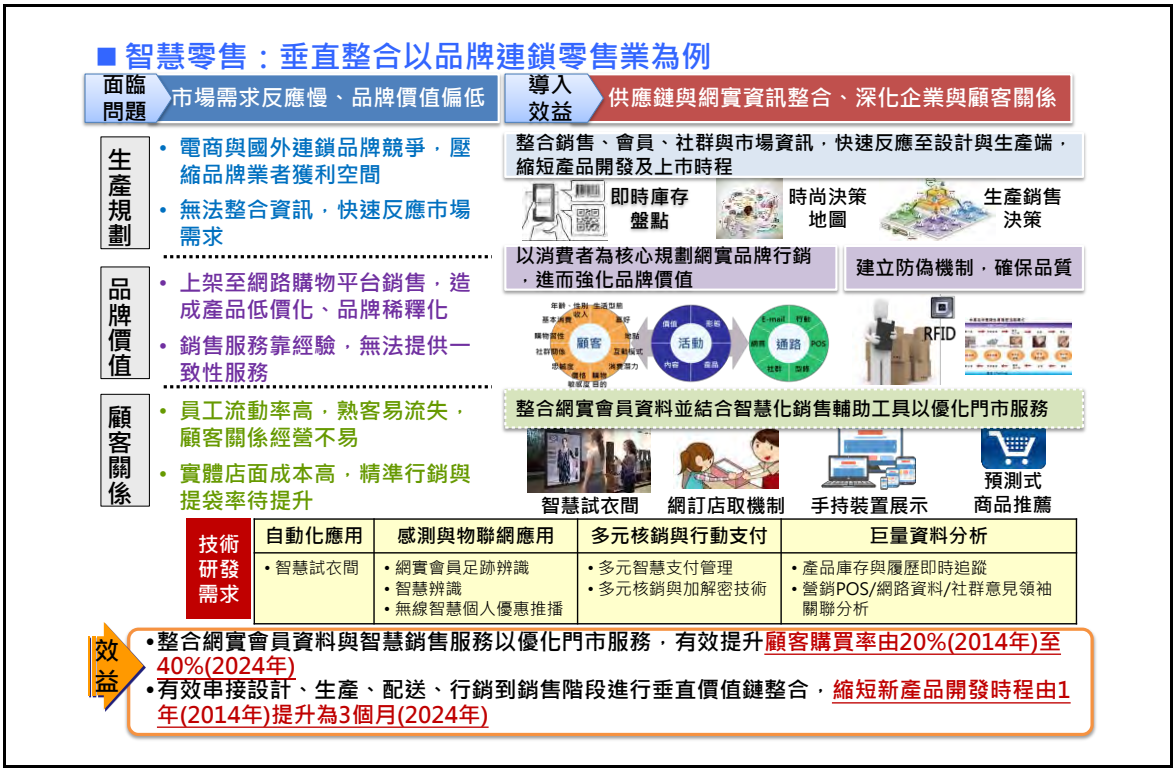
(2) 運作智慧零售服務標竿體系，引領市場商機拓展：促進商業服務業進行跨產業或體系通路之合作，提升其跨領域服務之市場行銷與整合能力，扶植中小型企業共同成長，快速拓展商機(圖 48)。

(3) 建立國內智慧零售營運品牌，提高市場競爭力：布建完整服務基磐，輔導建立智慧零售領導品牌，提高商業服務業全球競爭力(圖 49)。

(4) 建立國內智慧物流服務品牌，帶出物流輻射力：推動物流智慧化與自動化，打造智慧物流服務網絡，塑造科技物流指標案例，再推展至跨境服務(圖 50)

資料來源：經濟部商業司

圖 48：水平整合智慧零售：以量販店、超市為例



資料來源：經濟部商業司

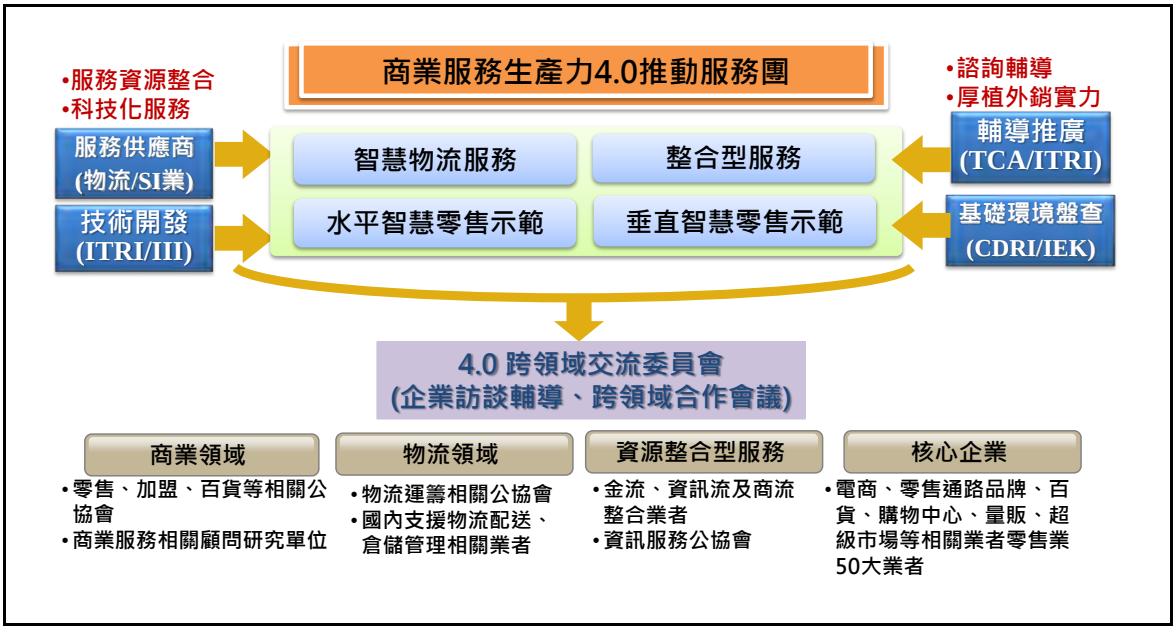
圖 49：垂直整合智慧零售：以品牌連鎖零售業為例

資料來源：經濟部商業司

圖 50：整合型智慧物流：以第三方物流為例

3. 產業輔導團推動作法(圖 51)

為實現商業服務業 4.0 願景，經濟部商業司將整合服務供應商、研發法人單位、輔導推廣組織與基礎環境盤查研究單位，共同成立商業服務生產力 4.0 推動服務團。並集結商業領域、物流領域、資源整合型服務領域的業者、公協會，及國內 50 大零售業者，利用商業 4.0 跨領域交流委員會的形式，啟動一系列相關企業訪談輔導與跨領域合作會議，並進行相關技術與營運模式輔導。

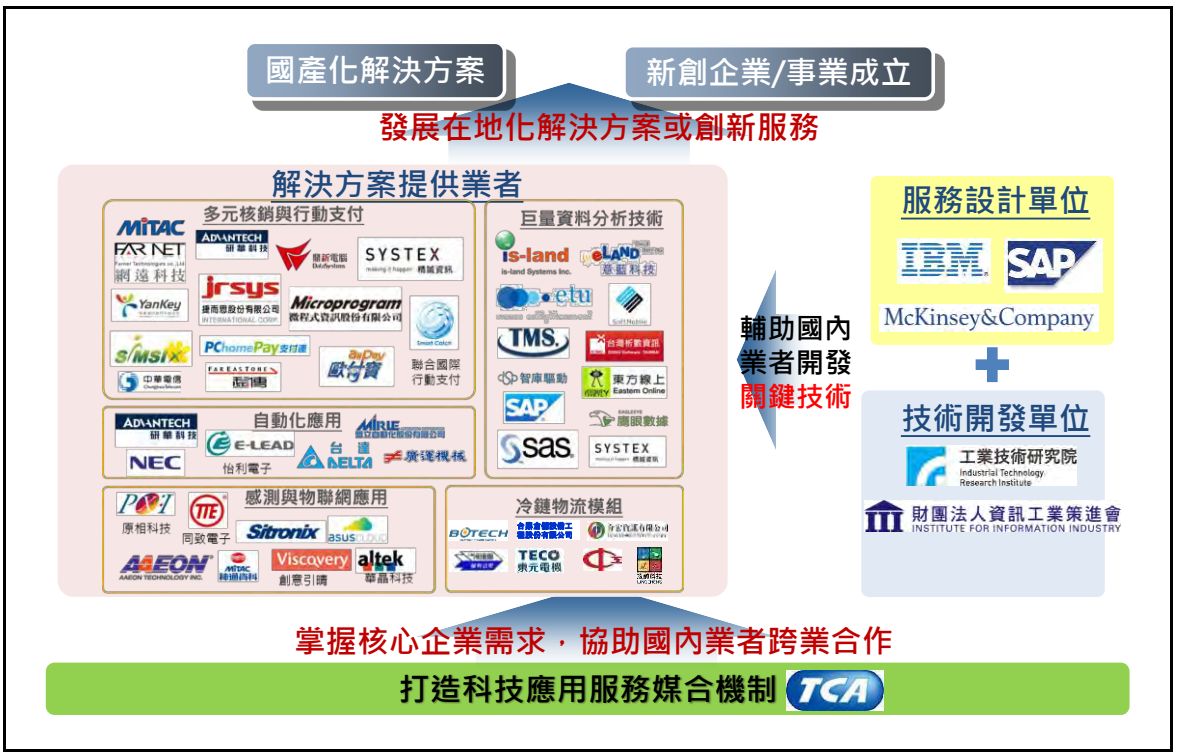


資料來源：經濟部商業司

圖 51：商業服務生產力 4.0 推動服務團之運作架構

4. 新創事業與技術國產化推動架構(圖 52)

為了協助中小型商業服務業亦能取得足夠資源與支援，升級轉型為商業 3.0 或 4.0，商業司將媒合國外大型服務設計單位，及國內技術開發法人，因應商業服務業的發展瓶頸與作業需求，整合國內不同應用領域的解決方案提供業者(包含多元核銷與行動支付、巨量資料分析技術、感測與物聯網應用，及冷鏈物流技術等)，共同推動關鍵技術與解決方案之國產化，同時亦扶植新創企業與具技術能量的新興事業。



資料來源：經濟部商業司

圖 52：商業 4.0 科技應用服務媒合機制

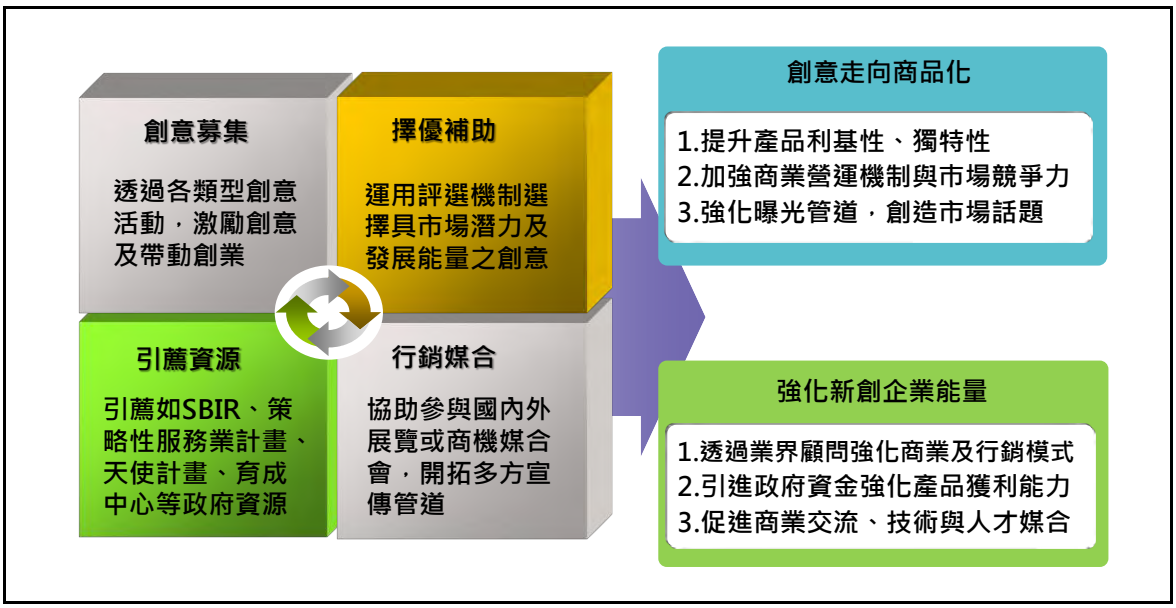
除了透過服務媒合機制，商業司為了加速創意服務與新創事業之生成，擬雙管齊下，運用以下的多元資源與輔導措施，以促成國內優質創意的集結，助其加快商品化腳步與成功機率；同時，亦利用政府相關資源，強化新創企業之營運體質與能量(圖 53)：

(1) 創意募集：透過各類型創意活動，激勵創意及帶動創業。

(2) 擇優補助：運用評選機制選擇具市場潛力及發展能量之創意。

(3) 引薦資源：向業者引薦如 SBIR、策略性服務業計畫、天使計畫、育成中心等政府資源。

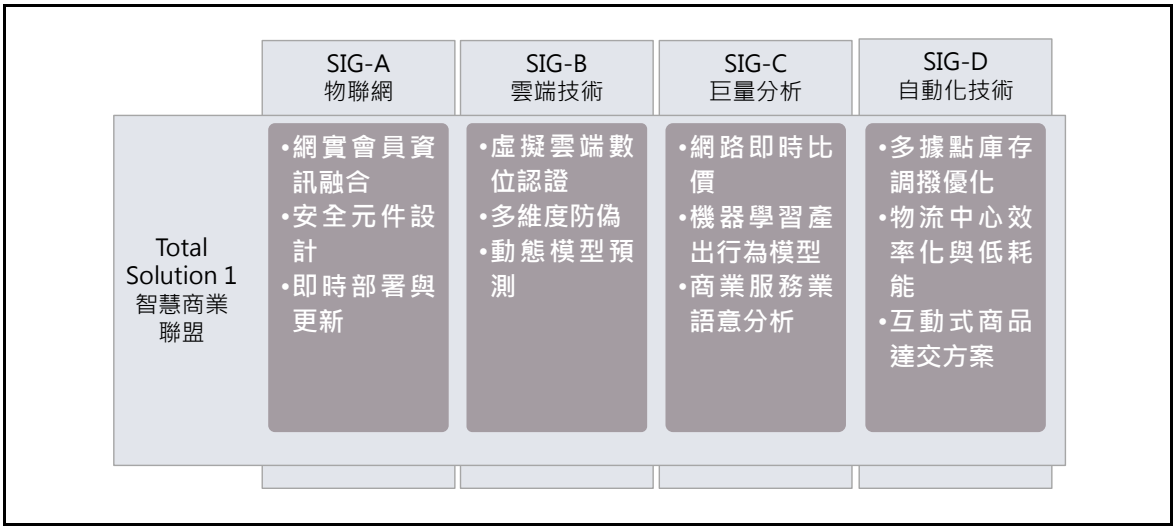
(4) 行銷媒合：協助參與國內外展覽或商機媒合會，開拓多方宣傳管道。



資料來源：經濟部商業司

圖 53：多元資源與輔導措施催生新創企業

此外，經濟部商業司亦規畫成立智慧商業聯盟，並於其下設立物聯網、雲端技術、巨量資料與自動化技術等四個技術促進會(Special Interest Group, SIG)如圖 54，並藉由此聯盟搭建起一產學合作平台，針對智慧零售與物流領域進行不同的解決方案進行設計與規劃。



資料來源：經濟部商業司

圖 54：智慧商業聯盟之 SIG 架構

(三)農業

1. 引領農業轉型的系統架構

以農業生產力 4.0 推動架構而言，為達成農業生產力升級，有三項推動重點如下：

(1) 以智農聯盟推動智慧農業生產關鍵技術開發與應用(圖 55)

I.農業用智慧感測元件與系統整合

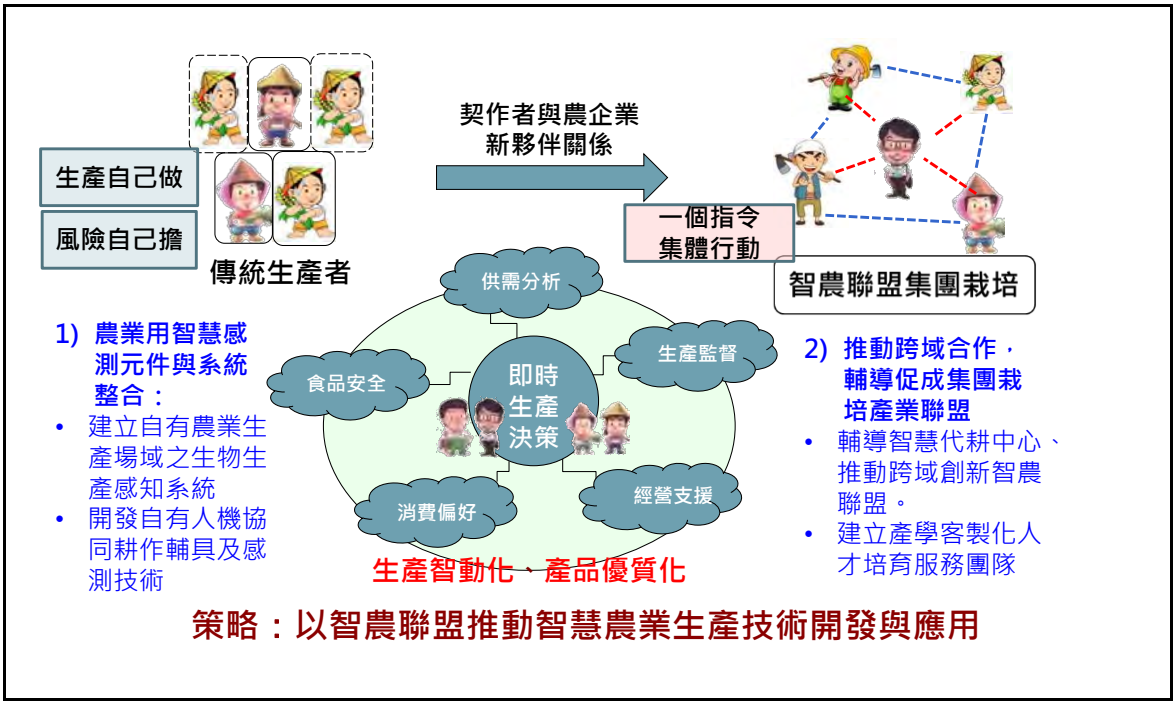
i. 建立自有農業生產場域之生物生產感知系統，結合 GIS、氣象與水資源等大數據分析決策模組，推升高質化精準生產。

ii. 開發自有人機協同耕作輔具及感測技術，減輕勞力負擔。

II.推動跨域合作，輔導促成集團栽培產業聯盟

i. 輔導、推動跨域創新智農聯盟，輔導設置智慧生產代耕中心。

ii. 建立產學客製化人才培育服務團隊，培養種子成員以輔導農業從業人員職能升級。



資料來源：農委會

圖 55：智農聯盟推動架構

(2) 建置農業生產力知識與服務支援體系，整合資通訊技術打造多元化數位農業便捷服務與價值鏈整合應用模式(圖 56)

I.發展農業巨量資料加值技術，支援產銷、決策應用

i. 推動生產端與物流、銷售端資料數位化，據以建置智慧農業巨量資料平台，提供智慧化產銷數位服務

ii. 加值農業生產環境巨量資料，建構便捷之產銷決策支援體系，強化風險控管能力

II.建構農業產銷物聯網，客製化配銷營運商業模式

開發產銷預測模型，建立產銷資料庫整合與預測模型，加值農業生產環境巨量資料，建構便捷之產銷決策支援體系，強化風險控管能力，並藉由物聯網技術掌握、解讀生產與需求的關鍵數據，建立供需即時預測與彈性配銷模組，降低產銷落差。

III.建置農業生產力 4.0 知識服務與決策支援體系

建立農業 4.0 國內外產業動態分析與決策支援體系，籌組農業 4.0 跨域策略規劃小組，掌握國內外發展現況並進行相關技術盤點、績效指標、效益評估，協助聚焦優先發展領域。規劃價值鏈整合商業營運模式進行智農聯盟 (Agriculture Team)各領域之商業營運模式規劃，並有效結合農業各領域技術，連結為有價值之產業鏈。

(3) 以人性化互動科技開創生產者與消費者溝通新模式(圖 57)

I.推動安全履歷智動化，提供消費者透明之農產品資訊

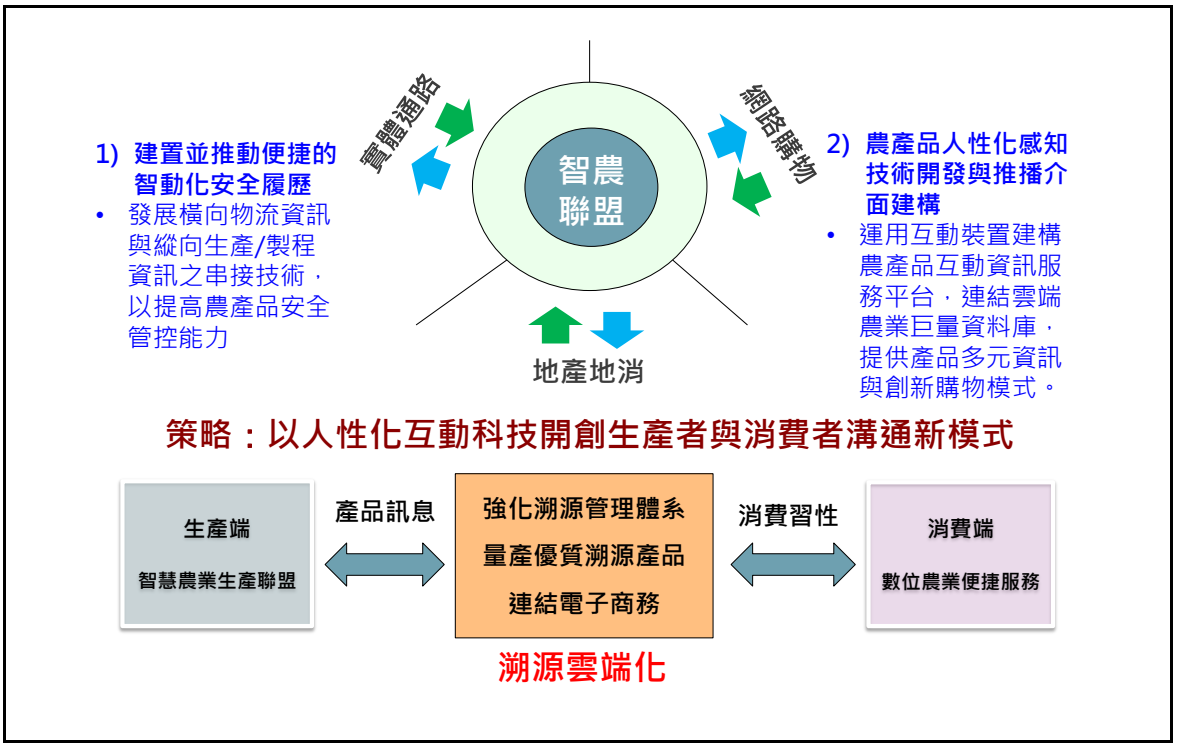
發展快速準確串接橫向物流資訊與縱向生產/製程資訊之技術，落實農產品溯源運作機制，提高安全管控能力及消費者食安信心。

II.農產品人性化感知技術開發與推播介面建構

建構農產品互動資訊服務平台，運用互動式螢幕或個人隨身行動裝置，連結雲端農業巨量資料庫，提供便捷消費資訊與購物模式。

資料來源：農委會

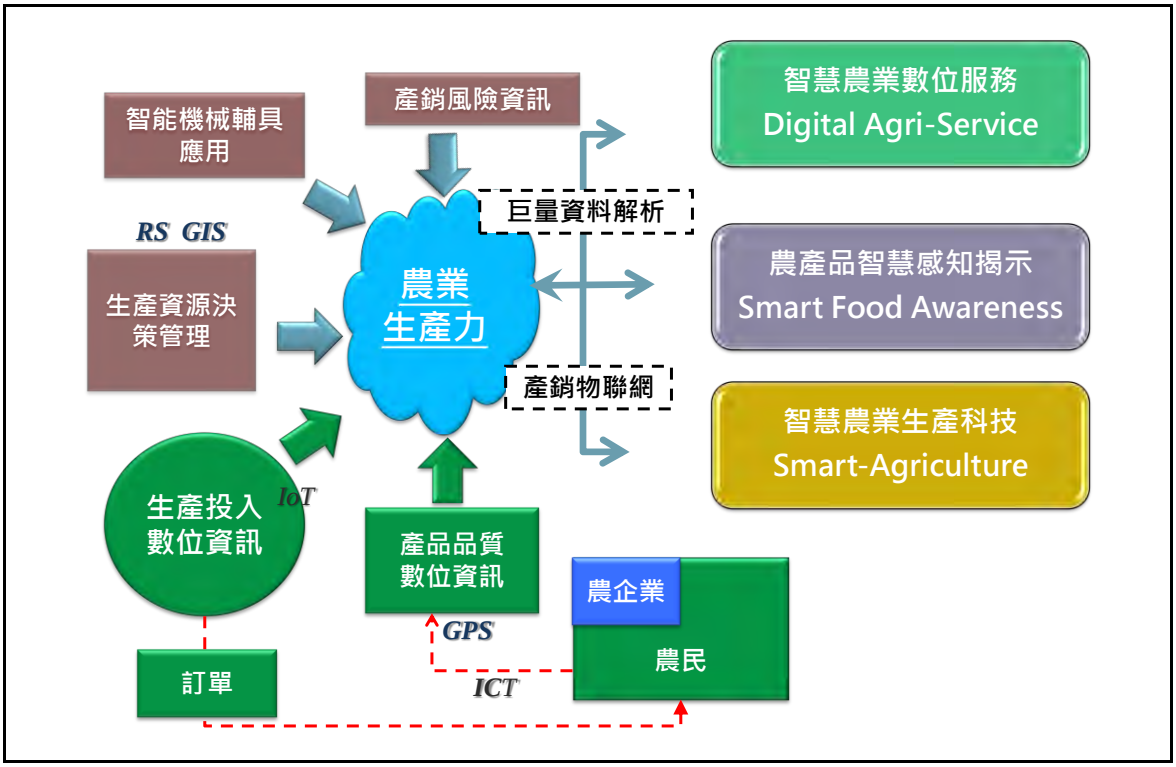
圖 56：數位農業價值鏈整合應用模式推動架構



資料來源：農委會

圖 57：生產者與消費者溝通新模式推動示意圖

整體而言，期望透過以上 3 項推動重點，達成運用科技工具進行集團化智慧生產、農業技術參數化促成農企業投入農業經營、購物管道與資訊多元化拉近消費者與生產者距離的目標，奠立領航農業生產力 4.0 的基礎(圖 58)。



資料來源：農委會

圖 58：農業生產力 4.0 推動架構

導入農業生產力 4.0，在技術研發面須佈建農用智慧生理感測元件、智能化作業機械與人機輔具、生產場域物聯網整合系統、應用巨資支援產銷決策、溯源管理與推播介面等五大類。且需藉由基礎環境面以及專業應用面的關鍵技術誇域研發與投入，包括物聯網應用開發平台、資安防禦、生物感測元件開發與應用、人機協同自動化智慧採收輔具技術、病蟲害自動化辨識監測、結合場域資訊與 IoT 整合系統、雲端產銷決策與風險控管整合平台、溯源安全履歷智動化推播介面等，才能補足升級

所需技術缺口。其中部分關鍵技術應用需求將會尋求其他部會與專業領域的協助與合作，以共同推動農業生產力 4.0 升級。

就技術應用層面而言，農業生產力推動將導入產銷風險資訊、智能機械輔具應用、生產資源決策管理、生產/投入數位資訊、產品品質數位資訊、產銷物聯網、巨量資料解析等前瞻農業科技，加以整合加值應用，達成智慧農業數位服務、農產品智慧感知揭示、智慧農業生產科技。

2. 推動範疇與產業轉型情境

農委會擬定生技農產業、精緻農產業、精準農產業三大領域，優先選擇蝴蝶蘭產業、種苗產業、菇類產業、稻作產業、農業設施產業、養殖漁產業、家禽(水禽)產業、溯源農產品產業、生乳產業、海洋漁產業等 10 領航產業作為優先推動範疇(圖 59)。

✓生技農產業
- ✓蝴蝶蘭產業
- ✓種苗產業
- ✓菇類產業

✓精緻農產業
- ✓稻作產業
- ✓農業設施產業
- ✓養殖漁產業
- ✓家禽(水禽)產業

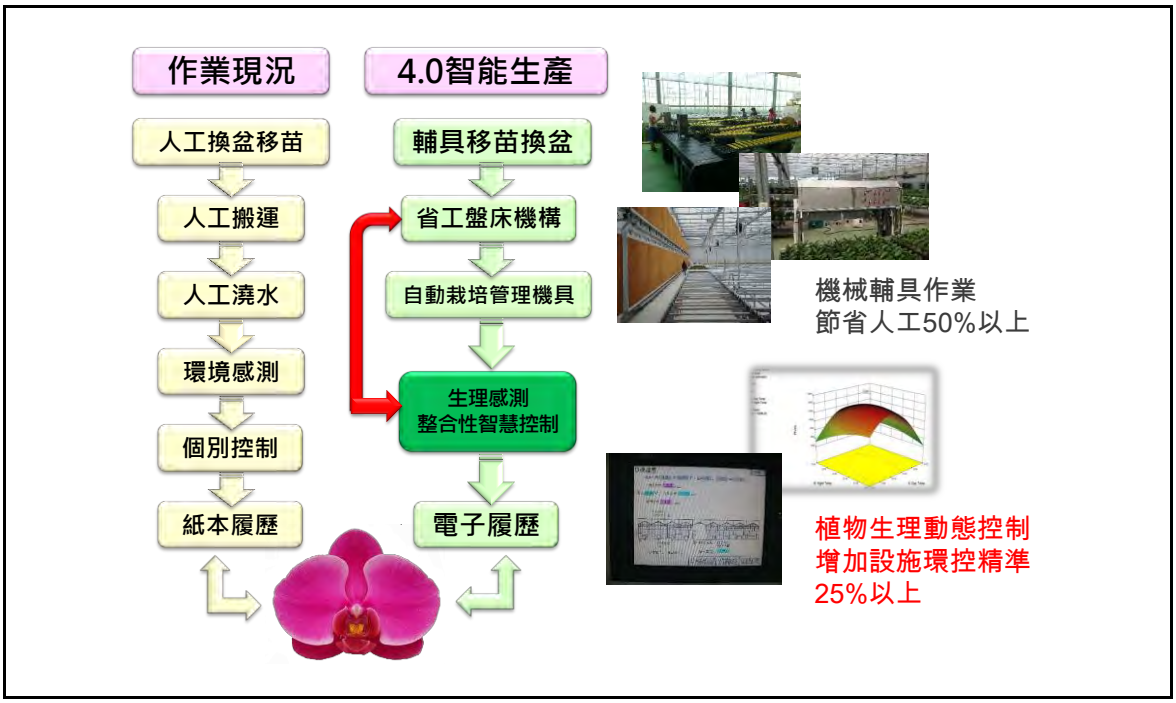
✓精準農產業
- ✓溯源農產品產業
- ✓生乳產業
- ✓海洋漁產業

資料來源：農委會

圖 59：領航農業 4.0 推動範疇

(1) 蝴蝶蘭產業

產業現況面臨基層作業人員嚴重缺乏、設施控制精準有待提升，缺乏數據管理與系統傳承、產銷資訊缺乏系統性連接，無法計畫性生產等(圖 60)。導入生產力 4.0 應用，結合機械作業、智慧感測、生理檢測及動態邏輯控制系統，讓資訊介面可移轉及跨平台串接，減少人工需求 50%，提高控制效率 25%以上(圖 61)；透過建置物聯網系統，掌握消費習性與趨勢，增加計畫生產精準度與效能，並結合電商發展新營運模式，輸銷全球。



資料來源：農委會

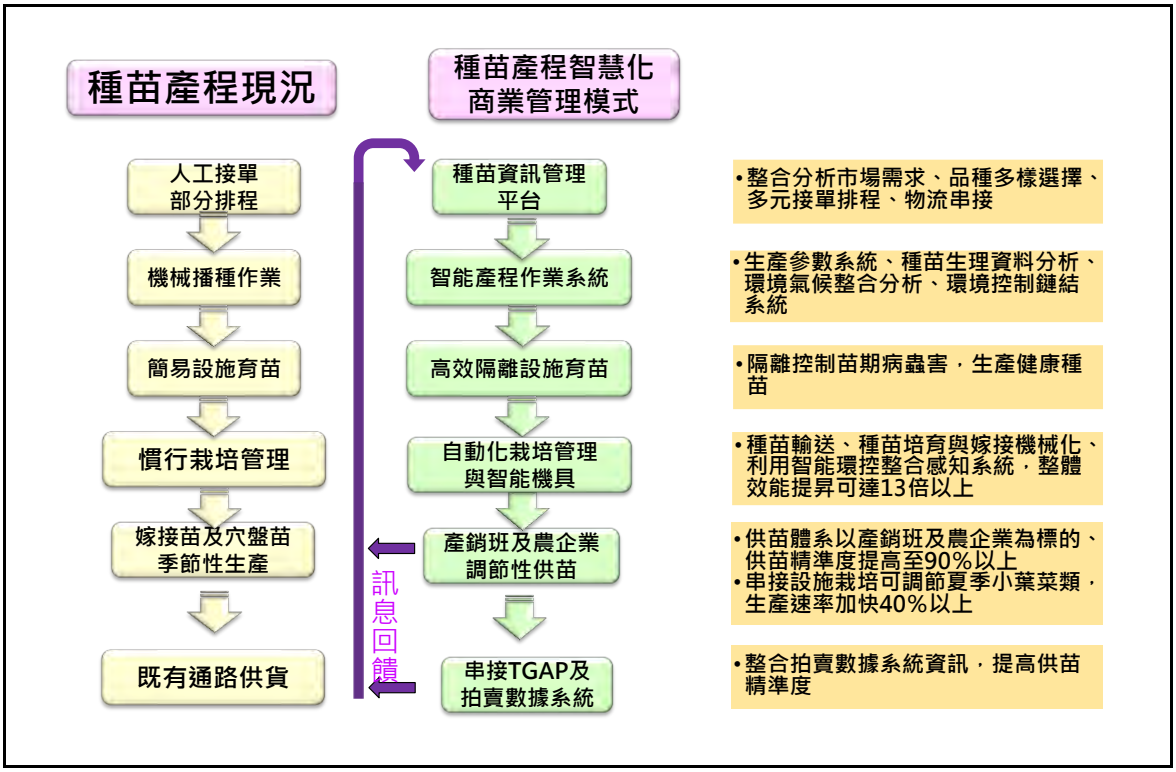
圖 60：蝴蝶蘭產業未來情境

資料來源：農委會

圖 61：蝴蝶蘭產業目標情境與預期效益

(2) 種苗產業

產業現況面臨產能未能串接市場需求，易季節性失衡，生產效能精準度不足等。導入生產力 4.0 應用，建構 ICT 智能育苗平台(圖 62)。導入精準生產管理，發展智慧化種苗物流與物聯網技術，構築種苗配銷新商業模式；發展自動嫁接及移植機械，效能提昇可達 13 倍以上(圖 63)。



資料來源： 農委會

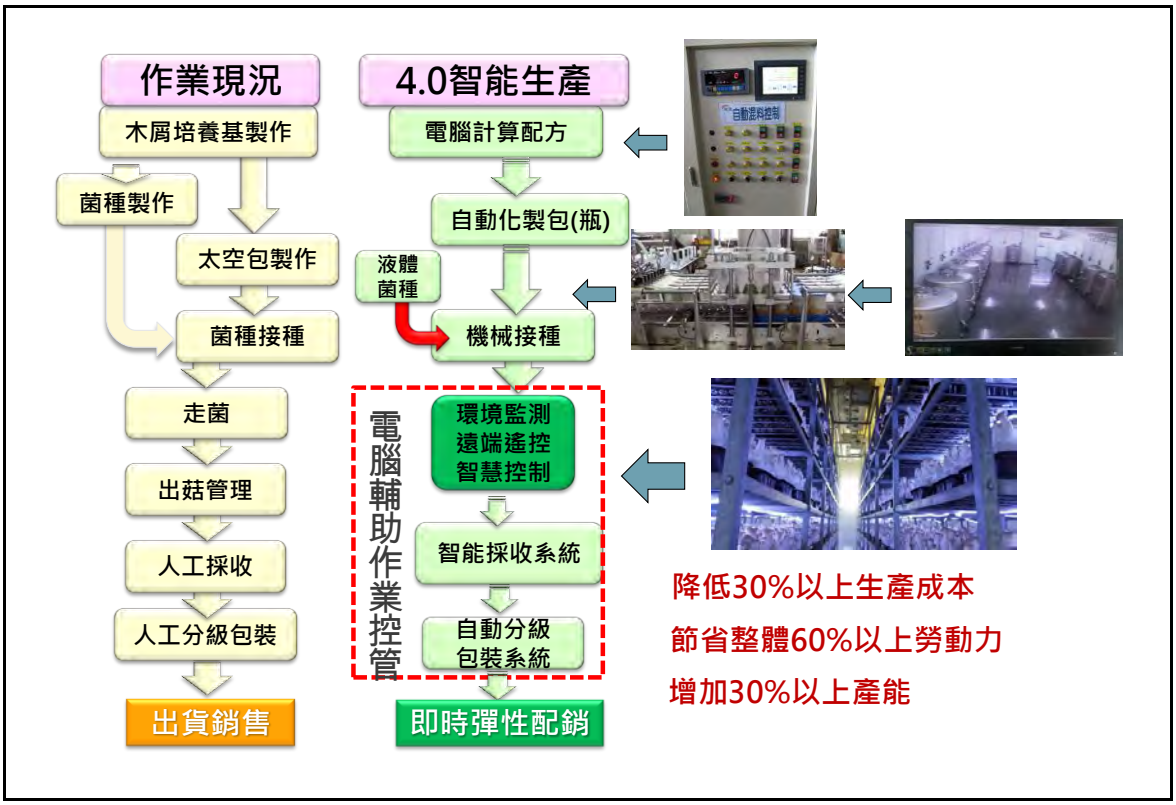
圖 62：種苗產業未來情境

資料來源：農委會

圖 63：種苗產業目標情境與預期效益

(3) 菇類產業

產業現況面臨生產成本高漲、欠缺自動化與整合升級、非安定化生產，品質規格待提升等(圖 64)。導入生產力 4.0 應用，發展全環控智慧生產、提供消費者安心的溯源產品、建構智農聯盟，批次接單量產，競逐亞洲市場(圖 65)。



資料來源：農委會

圖 64：菇類產業未來情境

資料來源：農委會

圖 65：菇類產業目標情境與預期效益

(4) 稻作產業

產業現況目前面臨小農型態，企業投入意願低；農民老化缺工嚴重，投入高產值低，欠缺國際競爭能力等(圖 66)。導入生產力 4.0 應用，發展國內稻米直播生產體系及產生新型態代播農事服務業，以改變現行水田耕作體系；降低育苗與搬運勞力，縮短生產時間，降低生產風險；並創造直播體系周邊技術與服務輸出到國外的效益(圖 67)。

資料來源：農委會

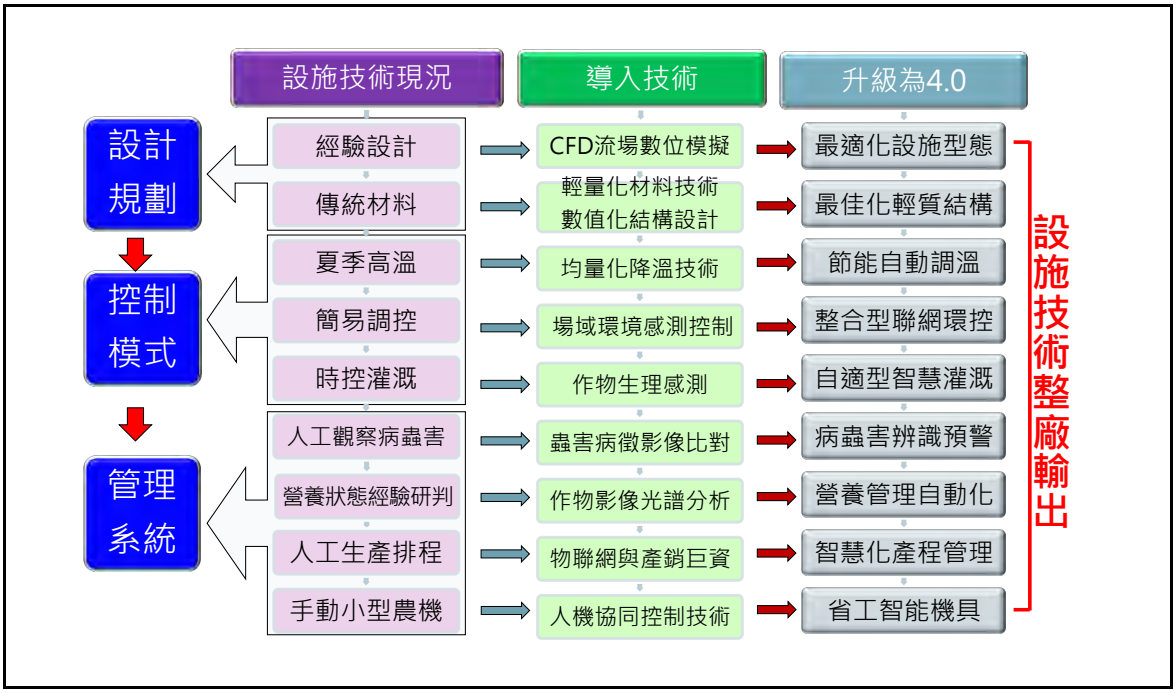
圖 66：稻作產業未來情境

資料來源：農委會

圖 67：稻作產業目標情境與預期效益

(5) 農業設施產業

產業現況大部分為簡易溫網室，無法精準控制栽培環境；設施硬體與栽培技術水準不一，作業標準化困難；缺乏省工省力機具，栽培管理憑前人經驗(圖 68)。導入生產力 4.0 應用，藉網實系統模擬場域內外流場，進行設施硬體設計與規劃；藉環境空間與生物感測元件，創造優質栽培與管理條件；整合設施生產與銷售資訊平台，建立設施栽培體系跨域技術，以有效掌控最適作物栽培環境，生產優質農產品(圖 69)。



資料來源：農委會

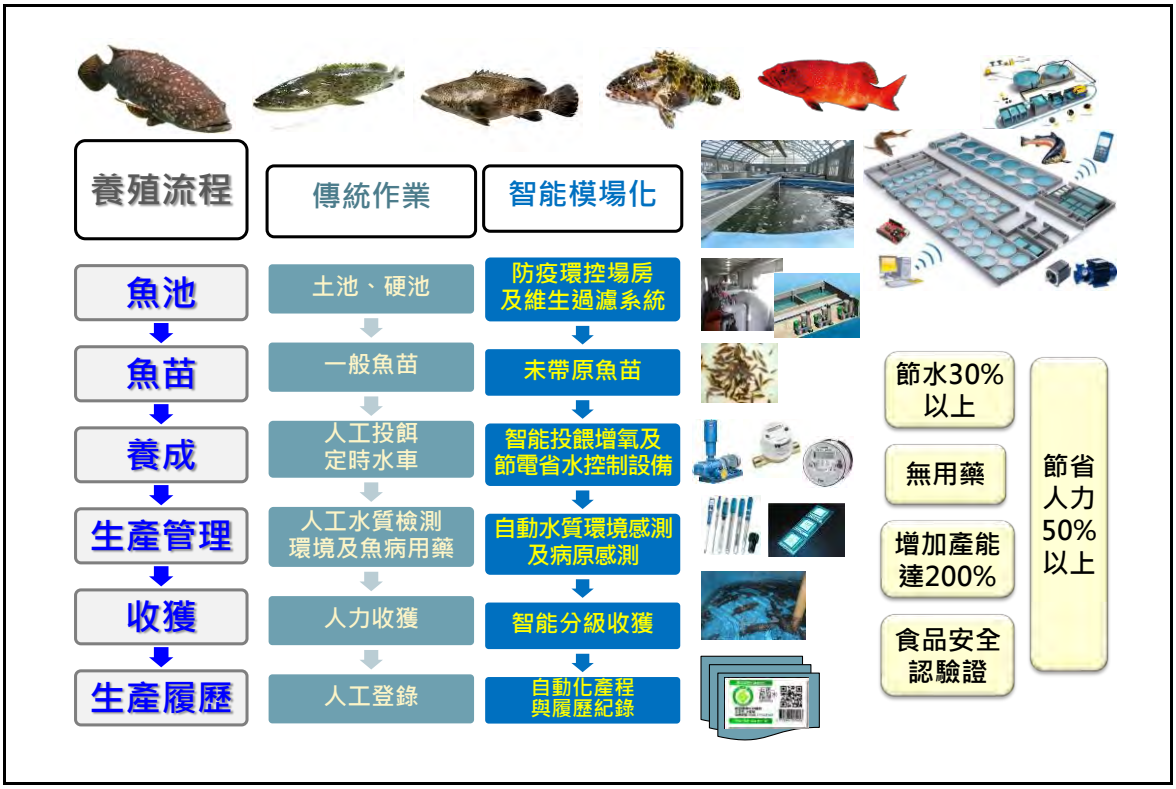
圖 68：農業設施產業未來情境

資料來源：農委會

圖 69：農業設施產業目標情境與預期效益

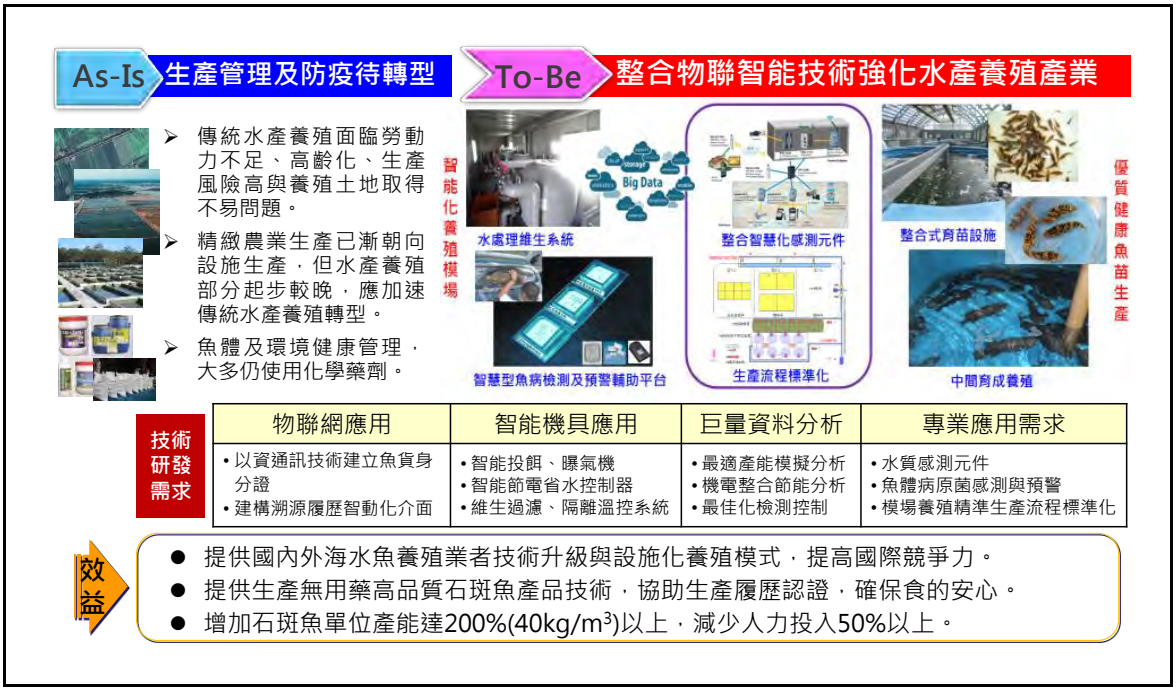
(6) 養殖漁產業

傳統水產養殖業目前面臨轉型問題、魚病防治困難、用藥問題衝擊食品安全等(圖 70)；導入生產力 4.0 應用，建構防疫隔離繁養殖生產模場，培育與養成健康優質魚苗石斑魚為先導，使智能化養殖成為未來我國養殖漁業主流(圖 71)。



資料來源：農委會

圖 70：養殖漁產業未來情境

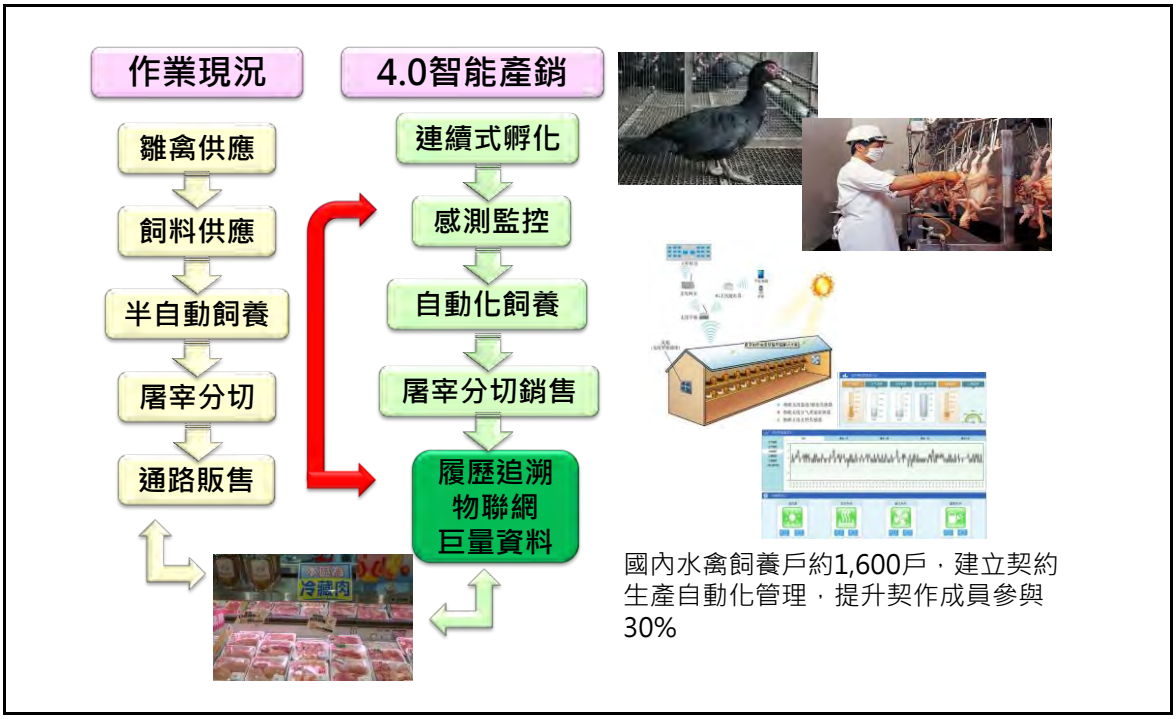


資料來源：農委會

圖 71：養殖漁產業目標情境與預期效益

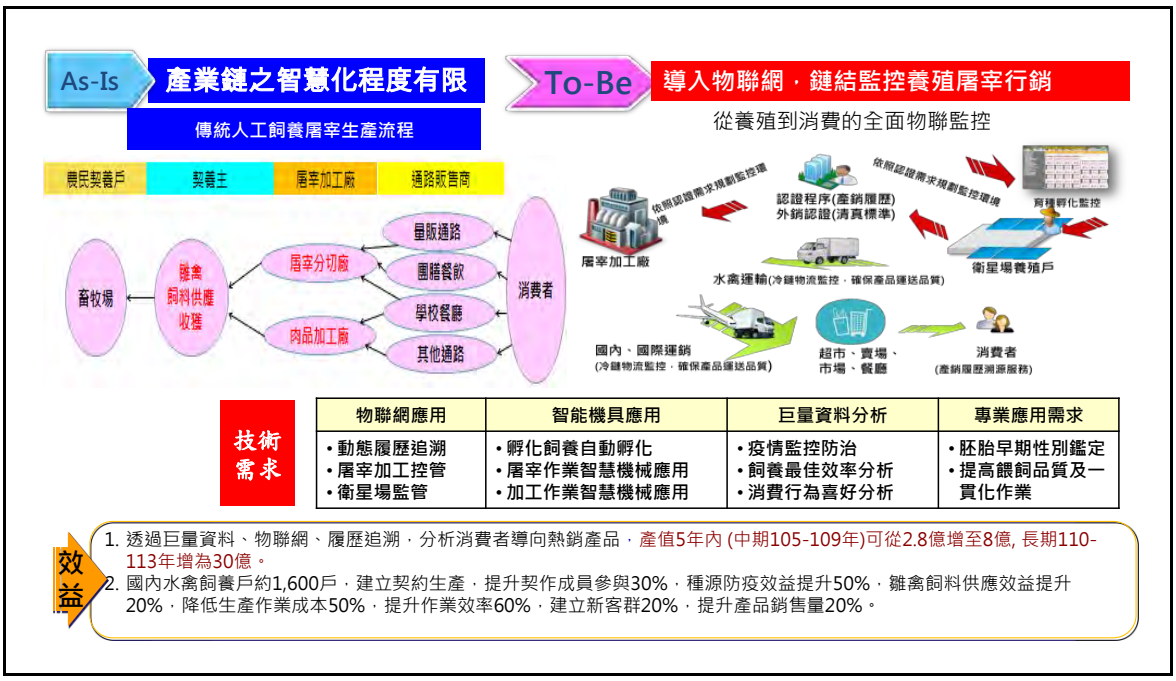
(7) 家禽(水禽)產業

產業目前面臨機械化、自動化技術缺乏，無法提升產能與良率，傳統家禽業設備較為落後，疾病控制不易；面對國際競爭，需強化優質加工與品牌(圖 72)；導入生產力 4.0 應用，建構源頭生產標準(品質、環境)，育種養殖即時監控；利用雲端收集養殖場資訊，進行生長預測、疾病管理；強化履歷追溯及行銷，進行消費者分析，導向熱銷產品，以促進產值倍增效益(圖 73)。



資料來源：農委會

圖 72：家禽(水禽)產業未來情境

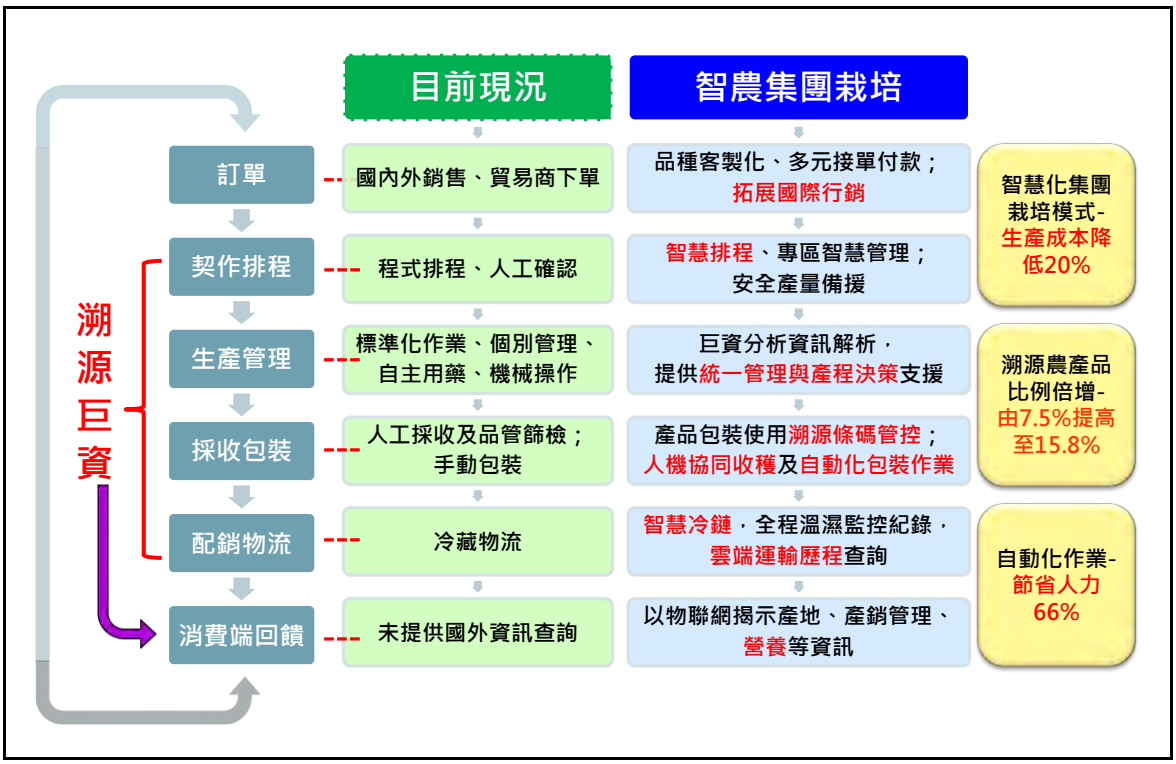


資料來源：農委會

圖 73：家禽(水禽)產業目標情境與預期效益

(8) 溯源農產品產業

我國結球萵苣栽培技術先進，品質居亞洲領先地位，但產業面臨農村人力短缺、個農生產溯源難度高(圖 74)；導入生產力 4.0 應用，建構雲端溯源記錄查詢、物聯網自動揭示資訊；生產專區產程智慧管理、即時監控環境資訊及產期產量；及自動化人機協同收獲、分級包裝、智慧冷鏈，優質安全產品等產業生態體系，以提高溯源農產品單位面積生產效率加倍(圖 75)。



資料來源：農委會

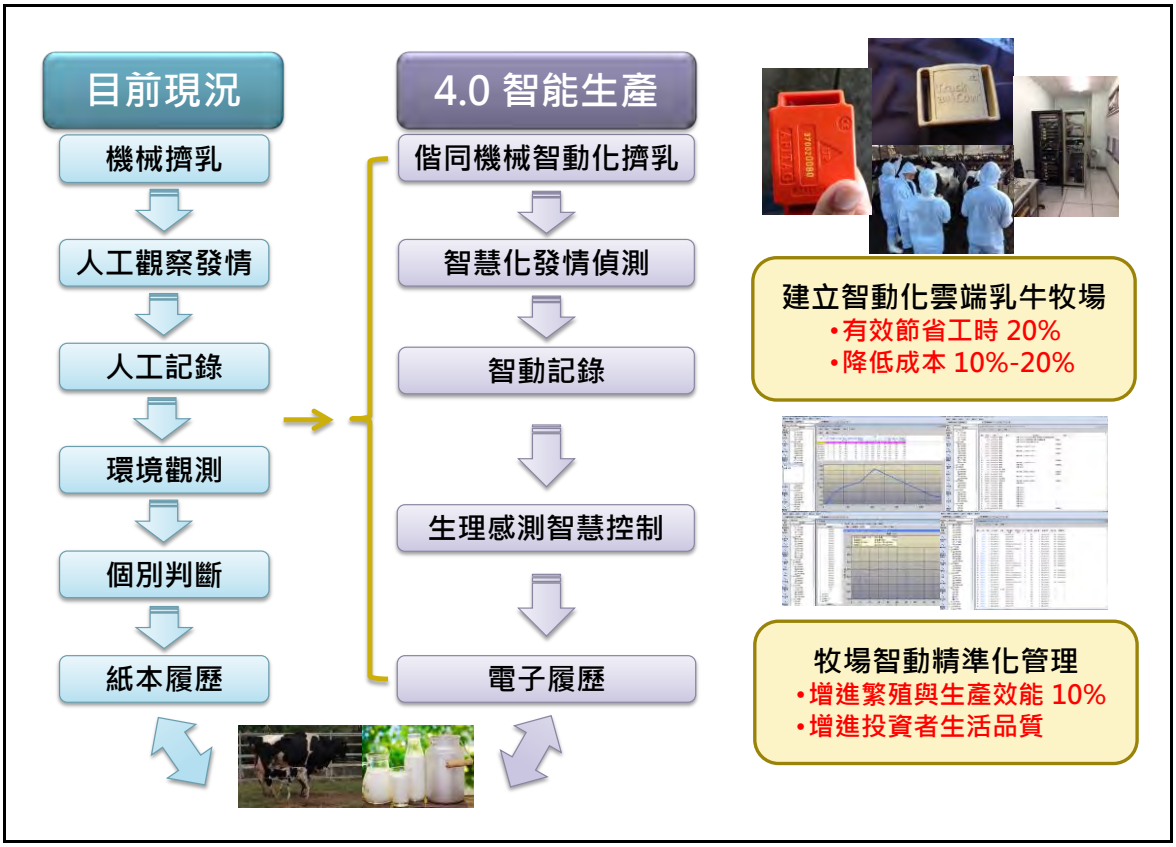
圖 74：溯源農產品產業未來情境

資料來源：農委會

圖 75：溯源農產品產業目標情境與預期效益

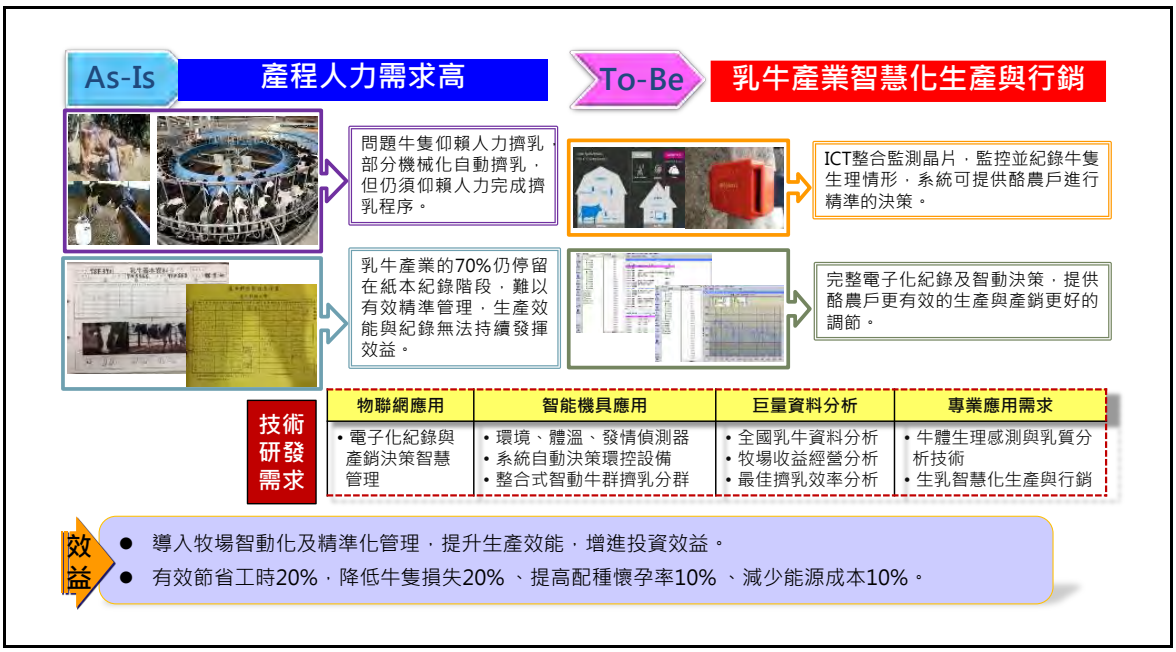
(9) 生乳產業

目前牧場普遍面臨缺乏人力，人員無法全天候觀察乳牛(乳牛發情觀察及健康監視現況與困難)、欠缺如國外精準管理技術、以及人員素質難以均一，牧場非必要損失偏高等(圖 76)。導入生產力 4.0 應用，發展系統全天候紀錄分析乳牛位移量，提前預知合適配種時間與需要被照護之牛隻等全智動化牧場管理系統，以精準掌控牧場作業效能，提高生產效益品質(圖 77)。



資料來源：農委會

圖 76：生乳產業未來情境

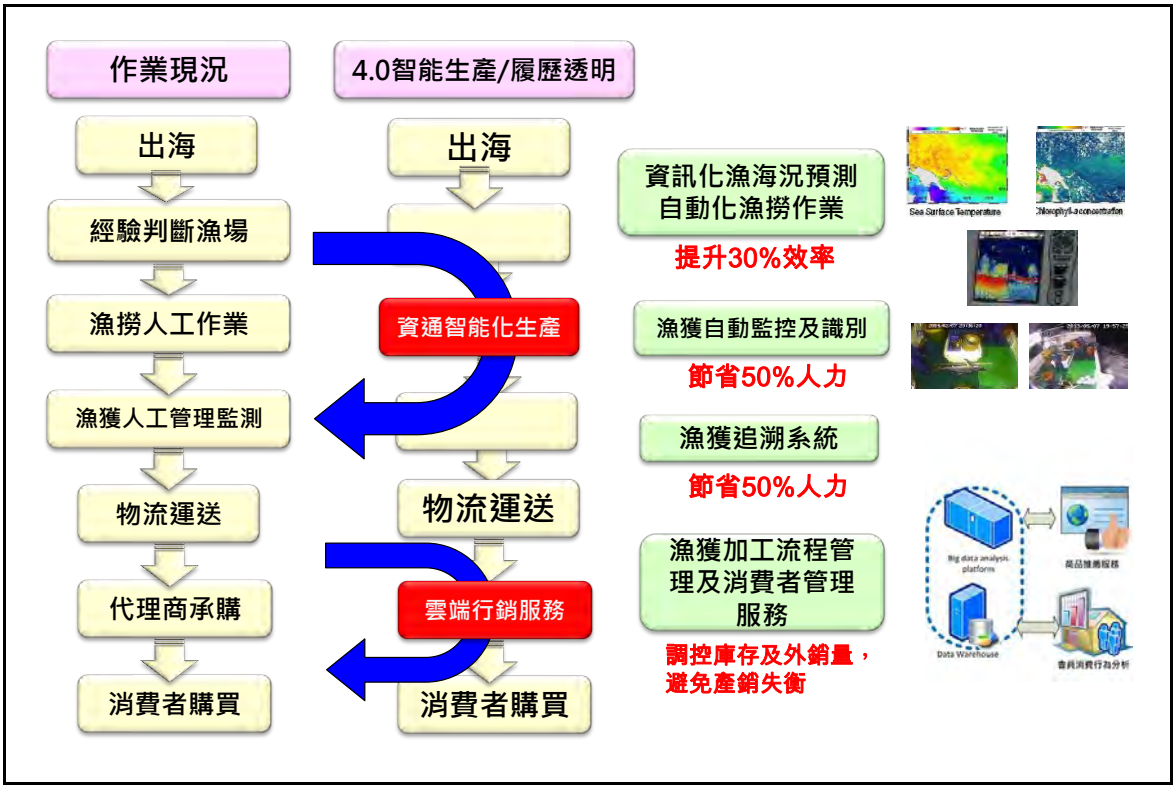


資料來源：農委會

圖 77：生乳產業目標情境與預期效益

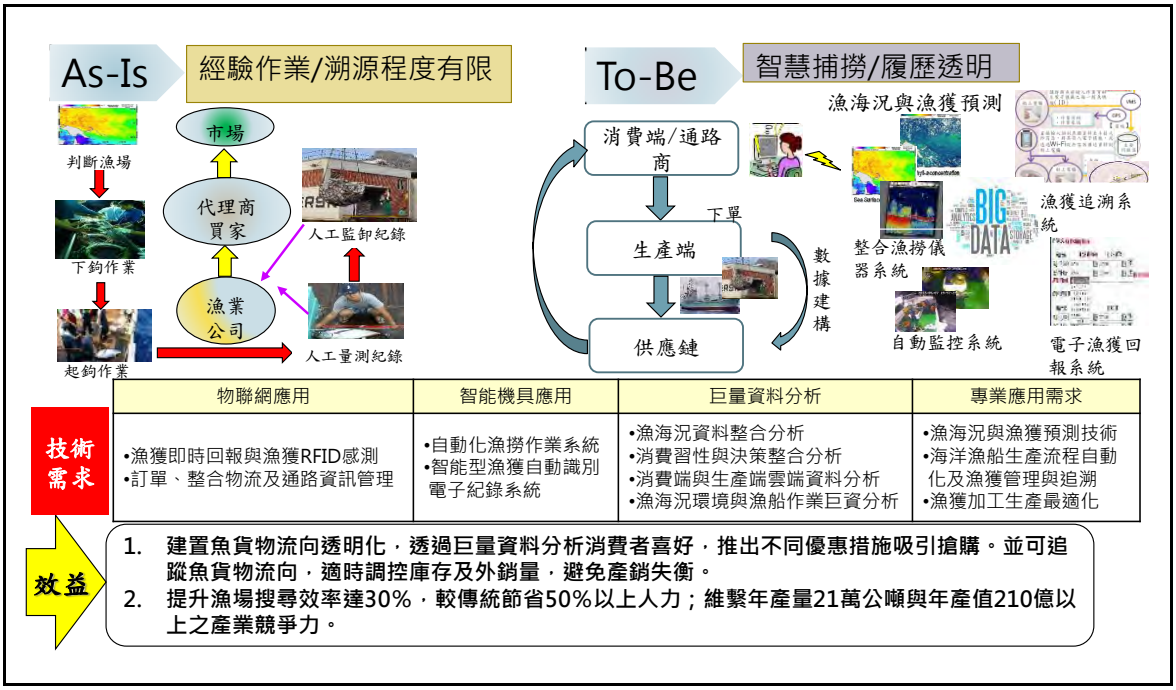
(10) 海洋漁產業

海洋於捕獲作業目前仍採船長仰賴過去經驗及水溫圖判斷作業，此外無法紀錄完整生產概況建置履歷；由代理商及通路商引導消費者需求等經驗作業(圖 78)。導入生產力 4.0 應用，發展利用漁海況與漁貨預測，建立自動化作業及監控系統，加強生產端及供應鏈之管控；建立消費者下單及供應鏈系統，完整紀錄生產過程，提供消費者食的安心(圖 79)。



資料來源：農委會

圖 78：海洋漁產業未來情境



資料來源：農委會

圖 79：海洋漁產業目標情境與預期效益

3. 產業輔導推動作法

將建立農業與資訊工程溝通平台，以產官學研為成員成立農業 4.0 發展推動小組與產業輔導團，分為智慧生產與人機輔具開發 SIG、數位服務與參數模式建置 SIG、溯源資料交換與應用介面 SIG 三個技術小組(圖 80)，提供生產力跨域知識與技術支援以及客製化輔導與服務，在先期階段將擇定四項領航產業先行推動並設定第一階段目標成果。

藉由推動小組與產業輔導團的協助，新創知識型農事服務群，例如：農業經營風險分析服務、作物栽培整合性管理諮詢服務、海況漁況即時資訊服務、畜產養殖科技客製化服務等新創農事諮詢服務業。除了技術層次外，農委會也將運用生產力研發投資抵減方案、生產力專案優惠貸款等政策工具，以及品種與技術智財權保護進行全球布局，同時透過策略性的行銷與商務模式來輔導與推動產業國際化，將我國特有的農業生產力 4.0 國產化技術與服務，建立國際品牌能見度，將領航農產業技術整廠輸出、優質農產品推向全球。

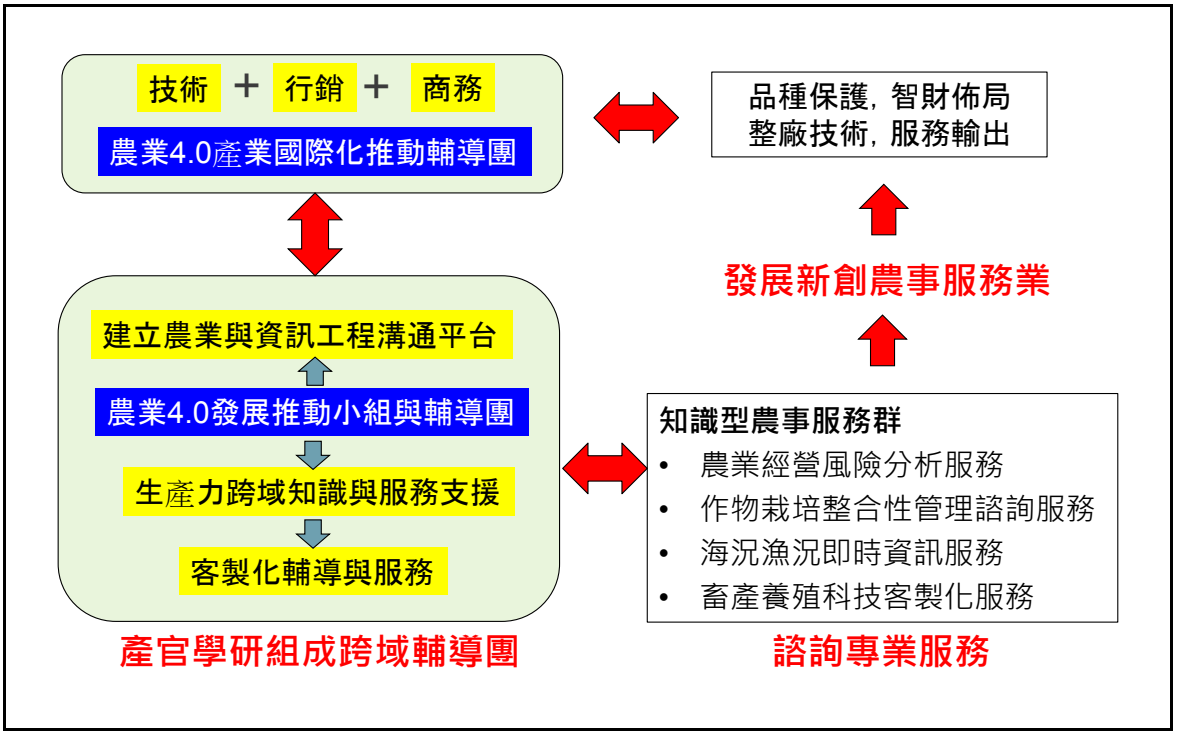
領航產業	智慧生產與人機輔具開發SIG	數位服務與參數模式建置SIG	溯源資料交換與應用介面SIG
農業設施產業	高效環控系統與省工搬運機具	設施作業參數雲端決策系統	建置溯源資料交換機制與標準
養殖漁產業	高產能養殖模場與節源省工機具	產能調整與節能控制參數系統	
家禽(水禽)產業	家禽育種與種蛋孵化智慧自動化系統	家禽飼養與環控巨資決策系統	
溯源農產品產業	智農聯盟組成與栽培生產集團	產銷資訊數位化登錄平台	

註：民國 104 年第四季至民國 105 年 12 月底先期計畫階段性目標
資料來源：農委會

圖 80：領航農業產學研聯盟與 SIG 小組

4. 新創事業與技術國產化推動架構

為使農民、農企業轉型為農業 3.0 或 4.0，農委會將籌組國際化推動輔導團、建立農業與資訊工程溝通平台、產官學研跨域輔導團、以提供專業服務以及發展新創農事服務業(圖 81)。

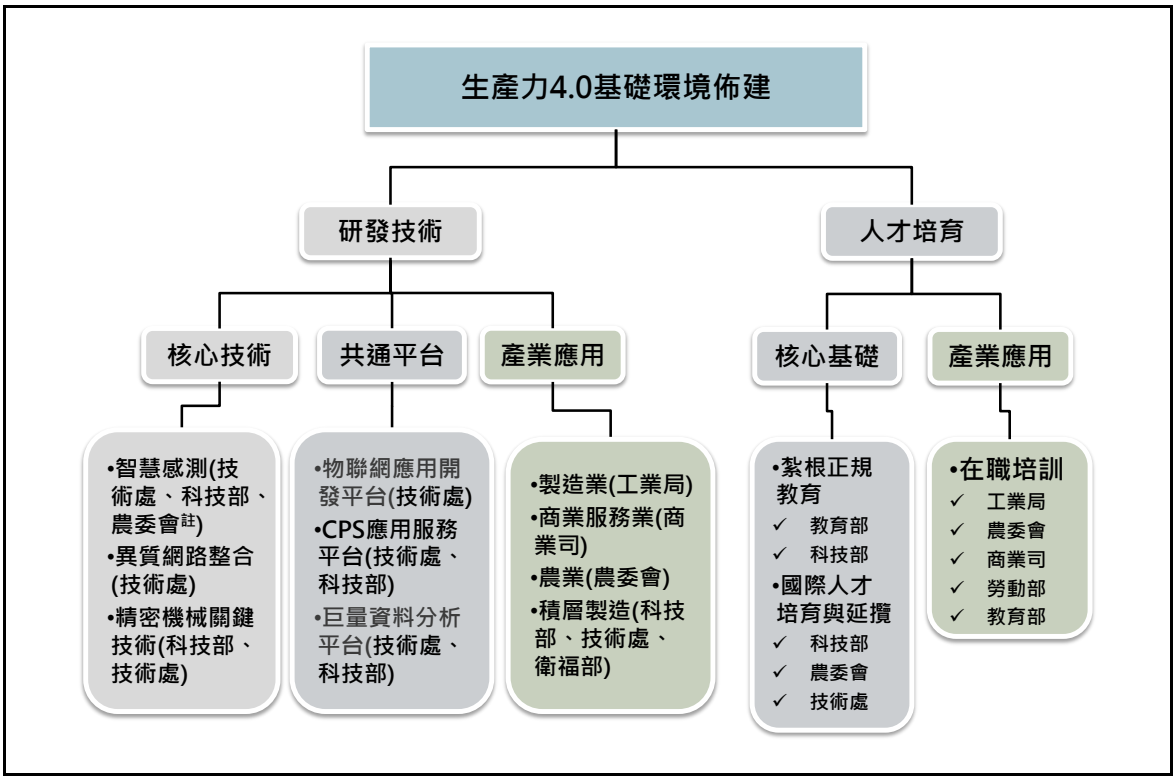


資料來源：農委會

圖 81：農業 4.0 跨域輔導推動

(四)基礎環境建構

本方案的基礎環境建構推動工作有三，包括關鍵核心技術發展、實務人才培育、及產業政策工具挹注等。研發技術依核心技術、共通平台與產業應用分成三大類；人才培育則分為核心基礎與產業應用二類，各部會研發分工如圖 82 所示：



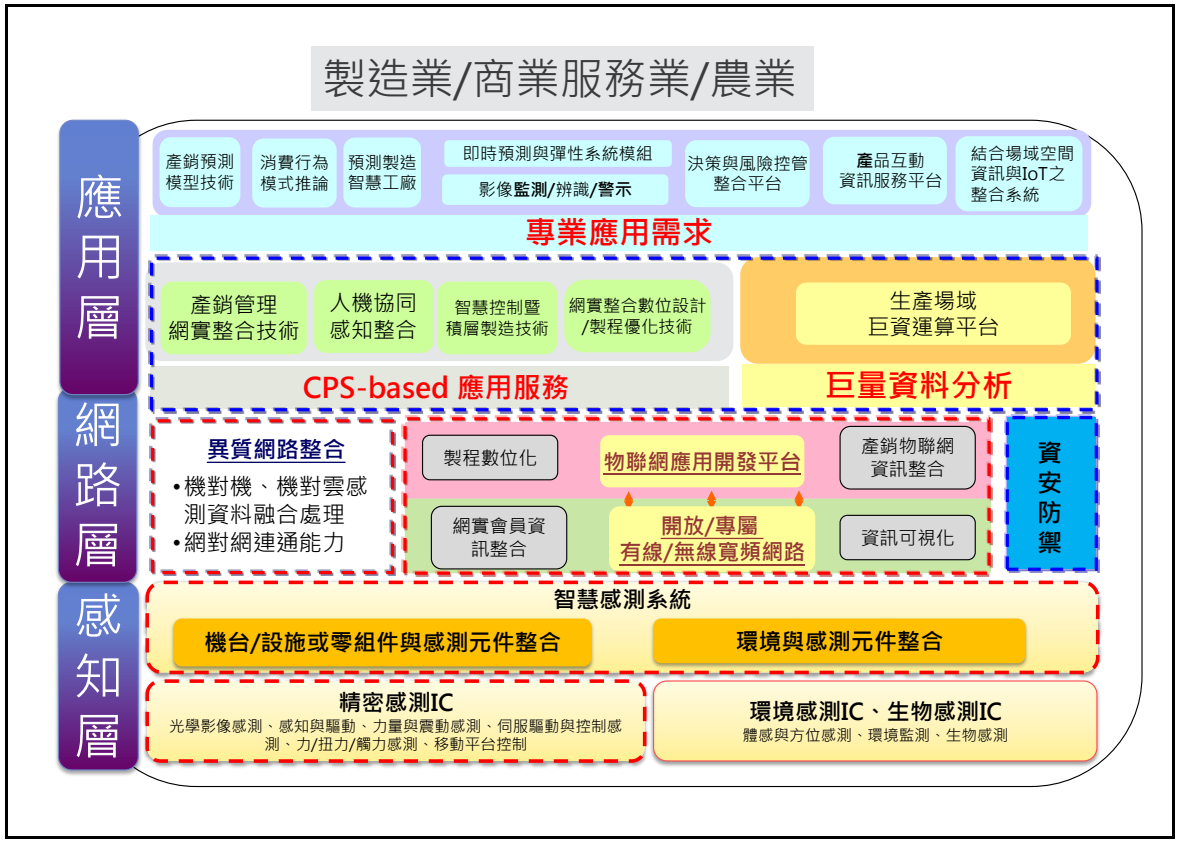
註：農用感知器將以現有工業感知器引進或請國研院晶片中心研製方式進行
資料來源：經濟部技術處

圖 82：基礎環境各部會分工示意圖

1. 發展關鍵核心技術

本方案架構「感知層」、「網路層」、「應用層」的串連來發展生產力 4.0 關鍵核心技術。發展領域主要藉由自動化、電子化、資訊化科技基礎，進一步融合智慧機械/機器人(Intelligent Robot)、物聯網(Internet of Things, IoT)與巨量資料(Big Data)等智慧技術領域，發展智慧製造技術、

全線偵測監控技術及資料擷取分析技術，帶動製造生產流程朝向設備智能化、系統虛實化與工廠智慧化發展，同時，藉由科技的突破引領產業營運模式的創新。例如，在設備上安裝感測器，或是上線前先於電腦進行模擬，來解決問題並加速生產等。同時依據製造業、商業服務業、農業三組應用需求，關鍵發展核心技術項目；以及共通平台項目，包括異質網路整合、物聯網應用開發平台、資安防禦等(圖 83)。



資料來源：行政院科技會報辦公室

圖 83：生產力 4.0 關鍵核心技術發展架構

(1) 應用層關鍵自主技術發展項目

盤點本方案推動的領航製造業別(電子資訊、金屬運具、機械設備、食品、紡織)、領航商業服務業別(零售與物流)、及領航農業別(生技農產業、精緻農產業、精準農產業)生產力 4.0 發展之需，表列出在智慧感測

系統、物聯網應用、網實整合系統(CPS-based)應用服務、巨量資料分析與專業應用等關鍵技術，以投入研發項目。如表 8~10 所示。

表 8：製造業 4.0 產業科技應用推動研發項目

技術 領域	感測與網路	物聯網應用	智慧機械與機器人應用(CPS-based)	巨量資料分析	精實管理
電子資訊	• 辨識檢測技術 ◆ 智能化雲端中控測試系統	• 虛實整合製程等平台技術 ◆ 異質系統自動佈署技術	◻精微製造 ◆ 智能化結構設計 ◆ 智慧決策製造系統	• 測試虛實回饋 ◆ 巨量服務測試技術	• 生產排程最佳化
金屬運具	◆ 感測監控聯網 • 智慧檢測 ◆ 精度模組線上監控	• 智慧預診維護 ◆ 智慧設計快速拆圖備料平台 • 物聯網設備 ◻ 智慧製造網路 • 跨設備通訊平台	◆ 模具 DFX 協同開發 ◆ 複合製程工序分析與智慧排程 ◆ 機械手臂驗證技術 ◆ 雷射切割 ◆ 自動焊接 ◆ 研磨拋光CPS整合製造 • 機械手臂人機協同與安全 ◻ 綠色材料製程 • 網實整合系統	• 虛擬量測回饋 ◆ 成型分析技術 ◆ 焊接變形模擬分析技術 ◆ 模具智慧設計平台 • 巨量資料分析	• 生產排程最佳化 • MES 製程管制系統
機械設備	• 感測器 ◆ 精度模組線上監控	◆ 物聯網設備 ◆ 資訊即時回饋 ◆ CPS 加工系統	◆ 機械手臂 ◆ 工具機自行演化 • 人機協同與安全介面標準	◆ 製程模擬巨資分析 ◆ 機電整合分析 ◻產線最適化模擬	• 生產排程最佳化
食品	◆ 智慧進料檢驗 ◆ 品保分析	• 物聯網設備	• 自動化生產設備	• 巨量資料分析	• MES 製程管制系統
紡織	◆ 智慧對色製程聯網	◆ 前後製程/跨工廠回饋	◆ 智慧機械設備/載台整合	◆ 針織整合系統 ◆ 配方染程模擬分析 ◆ 人因尺碼/ 版型模組/資訊回饋	◆ 優化染料適配性

註 1：CPS-base：Cyber Physical System base

註 2：◆工業局協調推動、□科技部協調推動、•底線為技術處協調推動　後方*號代表共通程度

資料來源：經濟部工業局

表 9：商業服務業生產力 4.0 關鍵核心技術需求項目表

技術 領域	感測與物聯網 應用	自動化應用	巨量資料分析	多元核銷 與行動支付
智慧 零售	◆無線智慧個人優惠推播 ◆微定位導航導購	•無人結帳櫃檯 •自動取貨站 ◆電子標籤技術 ◆智慧試衣間	•產品庫存與履歷即時追蹤 •產品組合優化與推薦導購技術 ◆跨通路整合行銷管理 ◆低庫存跨通路供貨管理	•NFC、Apple Pay 等 Mobile payment 支付管理技術 ◆多元核銷與帳務勾稽技術
智慧 物流	•高速影像辨識技術 •適應性步態控制 ◆無人化放取件互動嵌入式系統	•高效能多操作點驅動模組 ◆自動儲存系統與搬運設備 •語音辨識技術*	•顧客下單行為分析 ◆多據點庫存調撥決策技術 ◆跨通路協同補貨技術	•高防偽電子簽章技術
整合型 服務	•網實會員足跡辨識技術 ◆智慧辨識	•室內定位感測技術	•消費者行為分析與洞察 •營銷 POS/網路資料/社群意見領袖關聯分析 ◆跨業整合客戶行為分析	•多元核銷 API 與安全管理 ◆多元智慧支付 API 管理

註：◆商業司協調推動、□科技部協調推動、•底線為技術處協調推動　後方*號代表共通程度

資料來源：經濟部商業司

表 10：農業 4.0 產業科技應用推動研發項目

技術 領域	物聯網應用	專業應用需求 -CPSbased 應用服務	專業應用需求 -巨量資料分析	專業應用需求 -其他
生技 農產業	◆ 產銷物聯網(IoT)建置與客製化運用 □ 結合場域資訊與 IoT 整合系統 ◆ 建構安全履歷智動化推播介面 •物聯網應用開發平台**** •資安防禦****	◆ 菌種培養智慧控制模組 ◆ 人機協同自動化智慧採收輔具 □ 自動化生產機械	□ 雲端產銷決策與風險控管整合平台 ◆ 設施環境資訊串接及巨量資料加值應用 ◆ 即時彈性配銷系統模組	□ 生物感知技術開發-水份感應、種苗光合成效率感測、營養狀態及病蟲害自動化監測 □ 智慧環控栽培系統
精緻 農產業	◆ 運用資通訊技術，建立魚貨身分證 ◆ 建構安全履歷智動化推播介面 •物聯網應用開發平台**** •資安防禦****	◆ 水稻直播技術 ◆ 自動養殖模場建置與優質魚苗生產 □ 智慧化節能省電養殖系統 ◆ 連續性自動孵化、飼養系統	◆ 產銷管理資料數位化 ◆ 養殖雲端及大數據分析技術	□ 胚胎早期性別鑑定、近紅外線影像技術及單性孵化技術 □ 養殖環境智慧感測元件運用 □ 魚病感知預測支援決策
精準 農產業	◆ 智農聯盟之智慧農業生產系統開發 □ 智慧化飼養管理、擠乳與乳質分析系統 ◆ 建構安全履歷智動化推播介面 •物聯網應用開發平台**** •資安防禦****	◆ 人機協同自動化智慧採收輔具 □ 自動化生產機械	◆ 發展乳業巨量資料加值技術 □ 整合漁況及海況探測與分析技術 □ 雲端產銷決策與風險控管整合平台	□ 智慧感測元件開發應用(發情、體溫偵測) ◆ 自動監控系統，記錄漁獲資訊

註：◆農委會協調推動、□科技部協調推動、•底線為技術處協調推動　後方*號代表共通程度

資料來源：行政院農委會

I. 應用層-CPS-based 系統整合應用技術

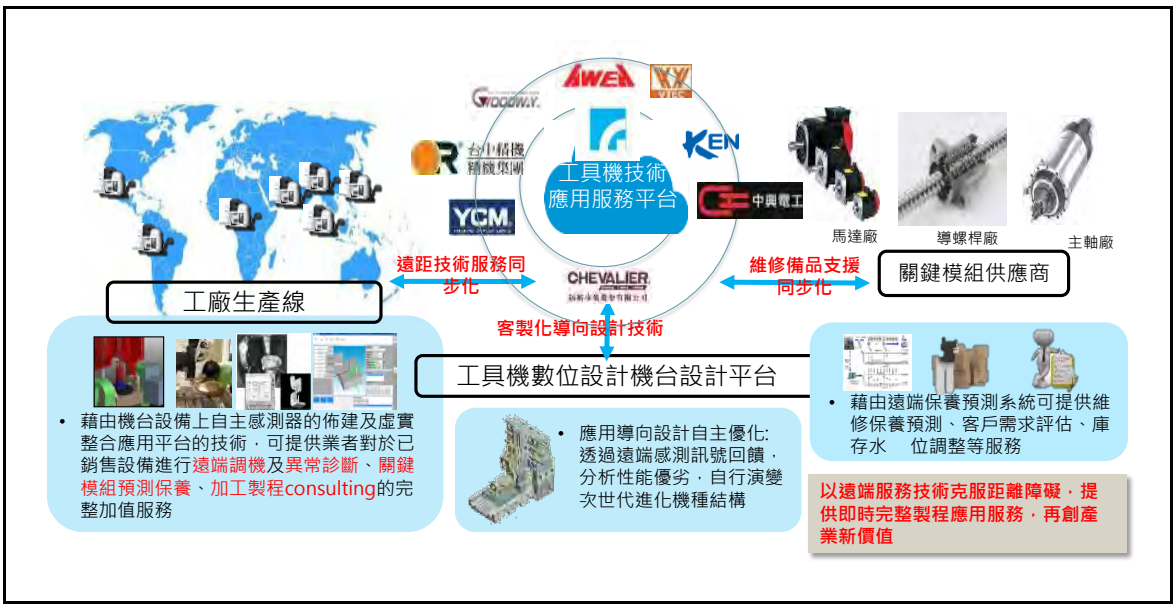
生產力 4.0 核心技術研發將發展整合感知層、網路層及應用層所需之平台技術，配合台灣優勢產業的既有基礎，提供產業生產與服務平台，同時透過各產業領域對應之「技術支援群組」，進行平台應用案例驗證、專業需求銜接，輔以示範案例並搭配工農商跨部會「產業服務團」落實擴散產業，解決產業技術瓶頸。

i. CPS-based 系統整合工具機遠端服務(圖 84)

由經濟部(技術處及工業局)結合法人研發機構、學術界及產業界及在虛擬工具機技術及高階智能化控制技術的基礎，發展之共用型遠端服務軟體及硬體平台系統，並發展核心 CPS-based 軟體技術包含遠端加工參數最佳化、遠端異常診斷及虛實整合調機及關鍵模組保養預測等技術，並經由感測器的佈建，將其訊號資料解析、監控、診斷與篩選，藉由數位化的資料可整合真實和虛擬世界，實現遠端加值應用服務的可能，以符合未來生產力 4.0 的潮流。透過共用平台建置，降低工具機業者跨入虛實整合系統之遠端服務門檻(Solution Provider)，提供工具業者可經由該平台直接服務全球客戶進行遠端加值應用，並開放工具機業者可開發具差異化客製應用軟體，以擴大工具機業者在設備銷售及售服衍生加值效益，強化國產工具機智能化及衍生應用價值，實現全球智慧工廠產業鏈，以提升我國工具機國際地位。

ii. CPS-based 應用案例-高精密金屬加工

運用網宇實體系統(CPS)整合應用於汽車零組件高精密金屬加工可達成產線效能優化及彈性製造之成效，例如應用於鍛造鋁合金輪圈，透過結合加工物理性質模擬及設備模型與參數資料庫，可快速分析加工之物理現象，此為 Cyber 端之著力，並整合進 Physical 端，導入嵌入式感測線上自動監控與製程回饋，進行結構動態與加工路徑模擬與分析驗證，達成刀具磨耗、溫度變動與工件量測之補償及切削參數模擬與優化等工作，以持續性能精進及提升加工效率，預估可提高加工效率 30%以上，並增加品質穩定性。

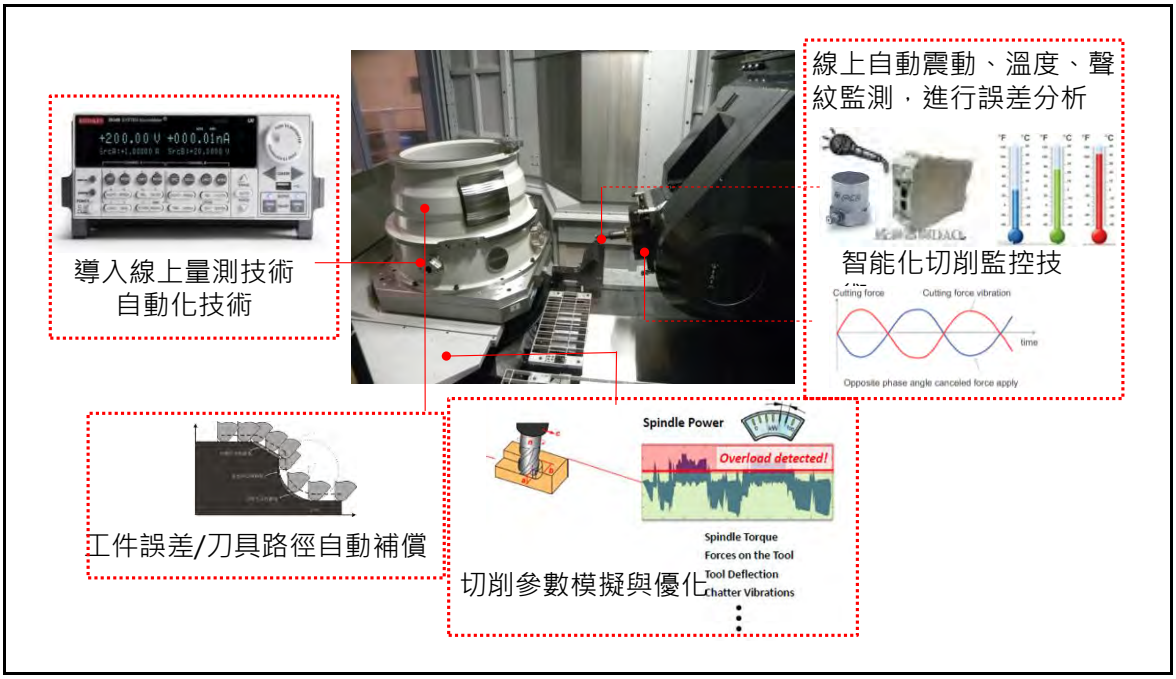


資料彙整：經濟部

圖 84：工具機技術應用服務平台與數位設計平台

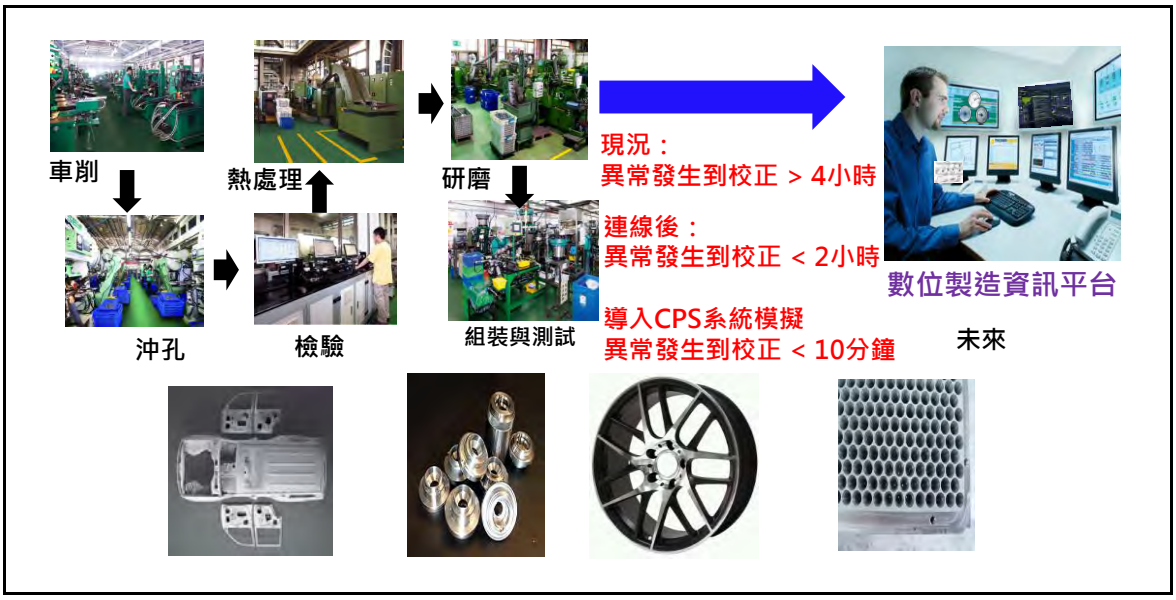
iii. CPS-based 應用案例-汽車零組件產線(圖 85、圖 86)

運用網宇實體系統(CPS)整合應用於汽車零組件廠產線(如：輪圈、軸承、板金、沖壓等)可達成產線效能優化及彈性製造之成效，如下圖應用於精密軸承產線，針對目前產線製造資訊無法即時回饋(>4 小時)，設備製程參數需手動載入，設備產能未能最佳化規劃等瓶頸，導入加工知識庫、動態加工特性分析、加工參數調控及整廠整線產品製程與檢測資料分析等 Cyber 端關鍵技術，並整合進 Physical 端，透過即時線上數據系統，搭配智慧自動化檢測與取放技術，即時回饋，可有效解決機台間差異所帶來的製程變異影響，預計可縮減廢料 50%以上。



資料彙整：經濟部

圖 85：CPS-based 高精密金屬加工系統技術



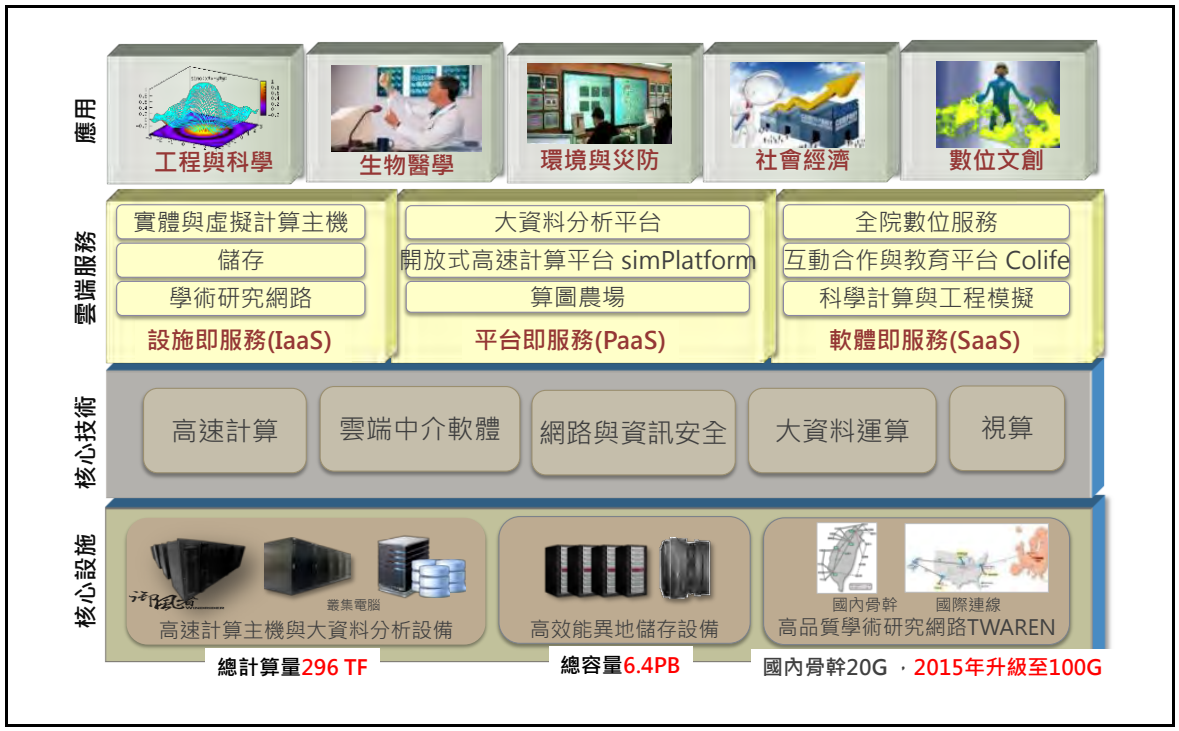
資料彙整：經濟部

圖 86：CPS-based 汽車零組件產線技術

II. CPS-based 應用服務技術

由科技部推動法人研究單位提供國內發展生產力 4.0 所需的 CPS 控制軟體開發服務平台(圖 87)。此平台將以國家高速網路與計算中心(簡稱國

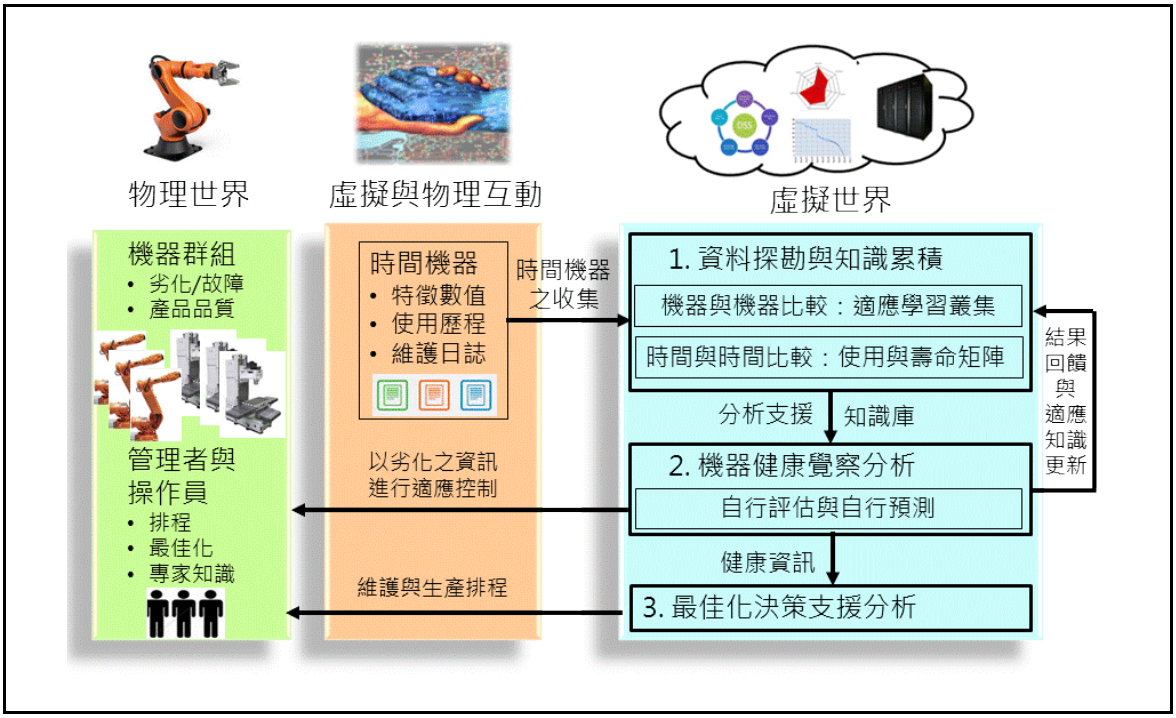
網中心)建置的大資料分析與儲存平台為基礎，依產業需求進行 CPS 應用服務，以雲端平台的方式讓供應服務商與使用者在此平台開發與應用各式 CPS 控制軟體(圖 88)。



資料彙整：科技部

圖 87：國家高速網路與計算中心整體發展架構

此服務平台提供程式倉儲服務，集結使用者開發的 CPS 控制軟體，建立 CPS 資安防護功能，讓服務平台具有足夠的資訊安全，介接國內產業，建置雲端備援系統並擴充儲存空間，達到 24 小時不中斷服務。



資料彙整：經濟部技術處

圖 88：CPS-based 應用服務技術推動架構

III. 智能控制核心技術(圖 89)

關於智能設備核心技術，發展高階機器人與高精度機械設備，由科技部主責，透過學界機器人人工智慧如環境適應力、同動溝通、立體視覺，搭配高速高精度設備與模擬分析，由科技部發展 TRL1~4 相關前瞻技術，再配合法人及產業研發，切入次世代智慧製造所需求之高階智能控制技術，加以產業化。

為達成次世代智慧製造目的所需之智能控制核心技術，應具有同步處理高階機器人與高度精密機械感測器所蒐集之大量感測器資料、環境資訊、立體視覺影像與模擬製造結果進行動態資料比對，即時回饋修正，達成高度彈性、低度介入之智慧製造目的；智慧控制核心技術需具有高速融合感測資訊、資料庫高速擷取與動態更新、即時智慧預測回饋控制能力，以滿足少量多樣、大量客製化的數位化生產之產業應用目標。

i. 高速感測器資料融合：以工具機-機器人架構，投入發展壓力/力量、溫度、轉速、近接等感測器與立體視覺影像等多重物理量感測器與影像融合技術，融合資料導入智慧製造數位化資料，經比對、修正與學習，快速決策最佳製造作業模式。

ii. 資料庫高速擷取與動態更新技術：藉由高速資料庫存取及運算，達成即時融合感測器資料與智慧製造模擬分析資料比對、運算、物體空間資訊並即時回饋修正。

iii. 即時智慧預測回饋控制：高階智能控制在修正製造模式時同時預測製造結果，製造過程即時回饋差異，修正工具機-機器人控制條件，達成低介入高彈性加工之目標。

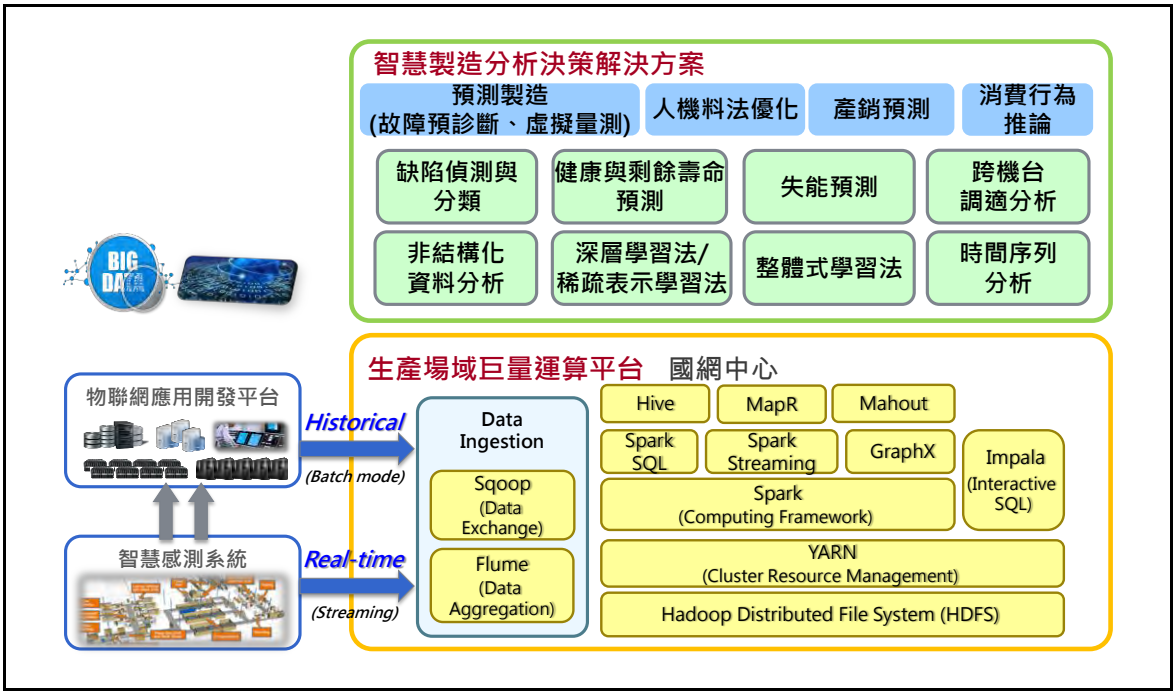
iv. 控制器關鍵技術：智能化伺服技術、高速高精度控制法則、串列通訊技術、多軸 CNC 插補技術、線上檢測技術、影像視覺技術、混成式動態模型系統、線上監控與診斷技術、智能化調機技術、穩健智慧控制技術、智慧建模技術。

資料來源：科技部工程司

圖 89：智能控制核心技術發展項目

IV. 巨量資料分析核心技術(圖 90)

工業大數據應用可達到故障預診斷、製程參數最佳化、人機料法優化、虛擬量測等預測製造之功能；於供應鏈管理中則可有效降低庫存、縮短供貨流程、及時變動生產排程；另外，透過客戶需求分析，可預測產品銷售、精準掌握客戶需求，實現大量客製化。然，台灣中小型之製造業者與製造業領域之資服業者，對於巨量資料分析技術與應用仍在起步階段，若是僅提供運算平台與分析平台，而無完整解決方案，恐怕不利於業者之實際導入。經濟部技術處與科技部將推動法人研究單位及學術界研發具彈性架構、適用台灣產業、針對專業應用需求之智慧製造分析決策解決方案。除了針對製造業需求研發缺陷偵測與分類、機台健康與剩餘壽命預測、失能預測、跨機台調適等技術外，亦將研發適用於各產業的非結構化資料分析、深層機器學習、整體式學習等技術。而共通的巨量資料運算平台，則將採用國際的開放源碼方案再加以客製化，以適用於台灣之生產場域。



資料彙整：經濟部技術處

圖 90：巨量資料分析核心技術推動架構

V. 積層製造研發核心技術(圖 91)

積層製造技術突破成品由原型品進階成為零件直接製造，其具備材料輕量化、結構複雜化與設計客製化等優勢，應用在汽車、航太、模具、醫材等產業應用皆有許多突破性的變革。我國除在應用端急起直追外，設備、製程、材料及整合應用部分亦亟需積極深耕布局，並結合工具機零組件技術供應鏈優勢，發展積層製造與加減法複合技術；設備、製程包含積層製造七大成型技術及新穎積層製造製程，而在材料方面則以金屬、陶瓷、高分子及生醫材料為四個主要方向，整合應用則聚焦在工業製造生產及生醫應用兩個部分。分由經濟部、科技部、衛福部預計投入研發核心技術的項目如下：

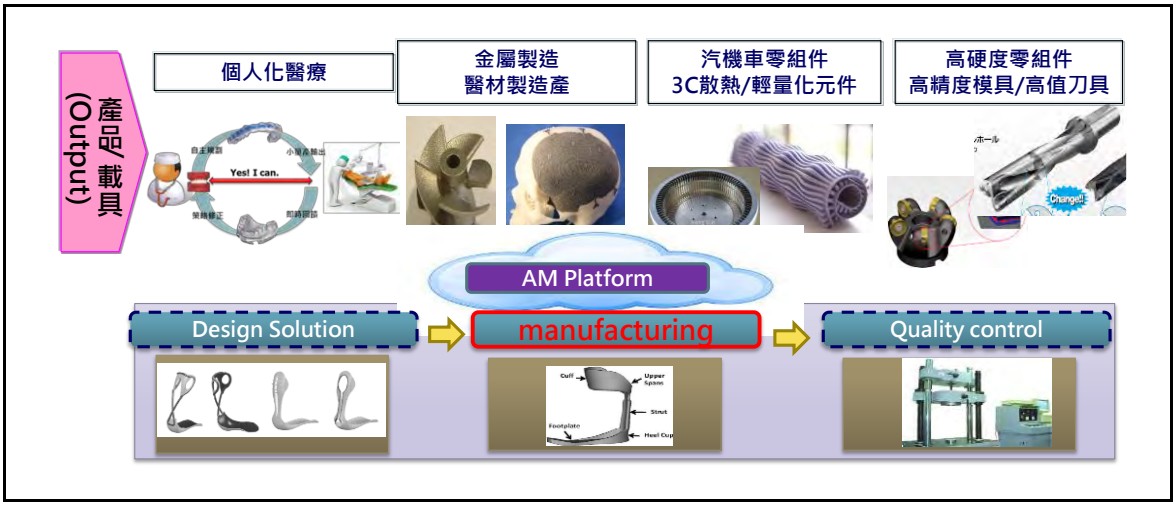
i. 法人預計投入項目：直接結構件 DED，高效能 PBF、大尺寸雷射積層製造、及雷射積層製造虛實整合技術研發；除將研發雷射光路關鍵模組、品質監控技術、製程模擬、即時監控等雷射積層製造核心技術，

並將開發積層製造複合加工之系統整合技術，如：智慧型路徑、製程管理與後處理資料庫之建立等，並結合國內標竿廠商串聯，形成高值化積層製造元件應用群聚與地區產業鏈，合作高效能新創元件研發、試量產測試與產業育成之服務。

ii. 學界預計投入項目：光輔助電化學/化學還原積層、功能性金屬複材、功能性陶瓷複材、生醫/工程陶瓷、生物組織/可降解材料、生物工程、高分子複材、仿生複合材料、複合植體/三維結構植體。

iii. 法人及學界預計投入項目：積層製造用複合材料、複合式 DED、複合式 PBF、高性能金屬合金、多工高效零組件/輕量化零組件；將發展輕量化金屬、高導熱複合材料與精微加工積層製造技術，以及發展高效能、高硬度、高導熱與複合材料積層製造技術，以創造產品新產值。

iv. 業界預計投入項目：修補用 DED、自動化 PBF、個人化 FDM、大面積 BJ/VP、自動化 BJ/VP、工業級金屬粉末(如不銹鋼、模具鋼與麻時效鋼等)、PBF/ME/VP 塑膠材料、生醫級金屬材料、異形水路模具/Nozzle、牙齒矯正、假牙/手術器械/醫義具、輔具，預期將可帶動產業新面貌。



資料來源：經濟部、科技部

圖 91：積層製造技術布局與研發

(2) 網路層關鍵自主技術發展項目

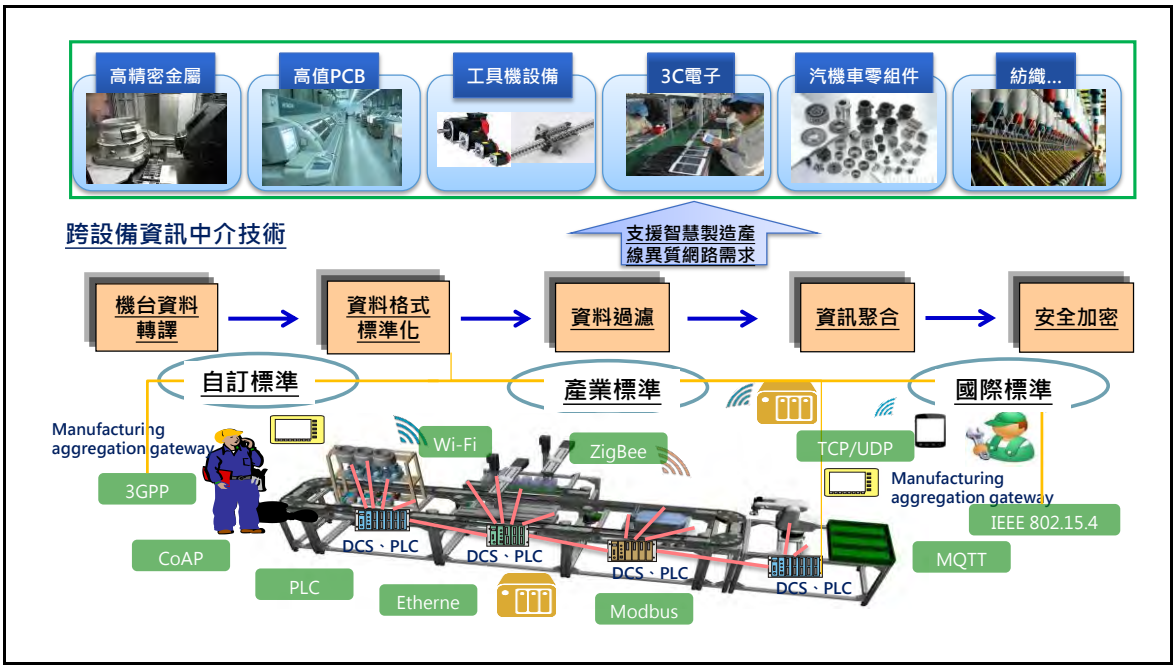
網路層技術發展首重於補足共通性關鍵需求，發展整合異質網路與發展共通平台技術，像是機對機、機對雲的連通能力與資安威脅偵測，以及即時製程資訊收集、過濾、檢索、儲存、分析、預警及可視化之共通平台技術，降低工農商業 IT 化的門檻。

I. 異質網路整合共通平台技術(圖 92)

在物聯網的情境下，網路層中面對的是各式各樣不同的聯網設備、機台，每個設備、機台的通訊標準協定皆不相同，有時候甚至有的產業的設備、機台間甚至沒有通訊標準協定。因此，在這樣的異質網路環境下，必須將產業別通訊協定之轉換及資料格式統一化，使得設備、機台間能相互的溝通，進而能將機台與工件感測資料擷取、過濾、合併與加密，是異質網路整合最主要的技術。

異質網路的整合，由經濟部推動法人研究單位密切與各產業公協會及核心企業合作發展，整合轉換產業別通訊協定，並參考國際標準規格發展趨勢，進行資料格式之統一化，以利儲存於物聯網應用開發平台之

巨量資料有共通之格式，提供各類 CPS 應用系統使用。



資料來源：經濟部技術處

圖 92：異質網路整合技術

II. 物聯網應用開發共通平台(圖 93)

台灣製造業有 97%皆為中小企業，產業平均規模偏小無法自行投資建置先進製程管理平台，因此建置物聯網應用開發平台，簡化並加速應用於我國高值金屬加工、高值 PCB 製造以及工具機產品之虛實整合應用系統開發，以達到製程優化並提升生產效率之目標。

建置物聯網應用開發平台為一涵蓋 IaaS & PaaS 的平台，主要目的是縮短設備商或是智慧工廠營運者開發物聯網應用系統的時間，得以解決製造業內普遍缺乏資訊系統人才的問題，建立異質網路層與物聯網應用開發平台之資料共通傳輸規格，並藉由開放之應用程式介面，加速虛實整合製程優化、自動化設備精進以及產業鏈服務平台之物聯網應用發展，預期可大幅縮減虛實整合應用系統開發時間達 50%。

資料來源：經濟部技術處

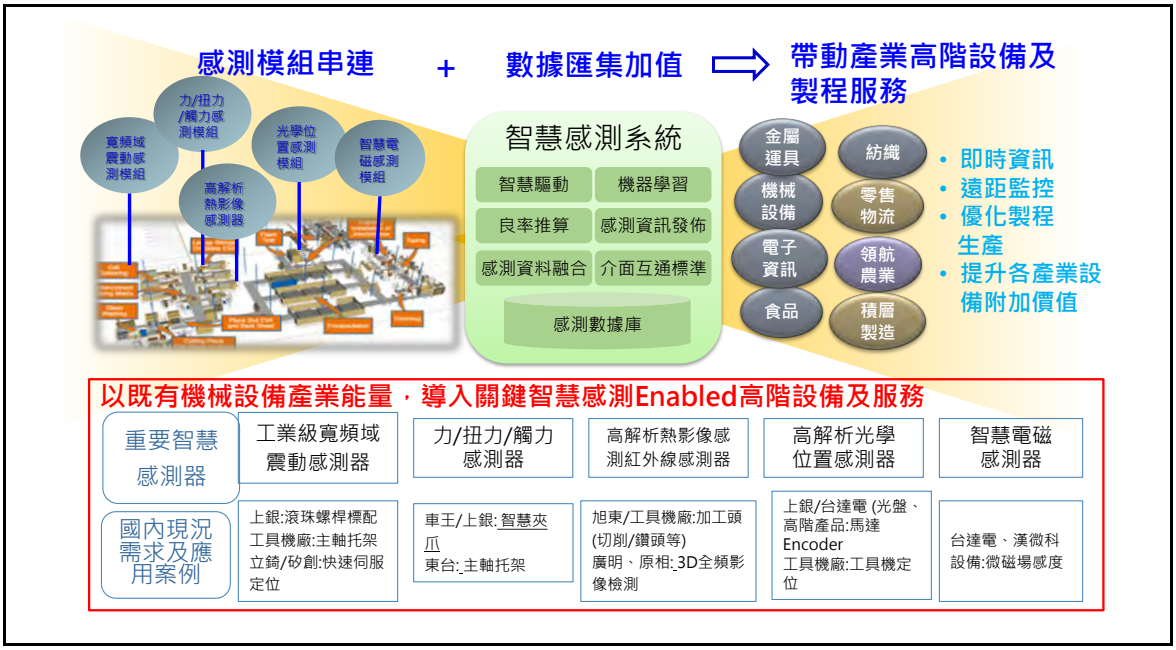
圖 93：物聯網應用共通平台基礎架構

(3) 感測層關鍵自主技術發展項目

智慧感測器為生產力 4.0 關鍵核心，提供系統間「溝通」、「決策」、「合作」所需訊息來源，然目前國產設備所需的關鍵核心感測器幾乎皆受制於國外。因此國內必須自主開發精密感測器，避免生產力 4.0 落入「無頭工業」。本技術由我國智慧感測器自主化出發，積極投入工業用感知關鍵元件模組國產化開發及應用，將運算能力結合感測器與通訊網路，建立於生產設備及管理系統，使具備自動感知、預測和配置能力，以實踐訂製式量產與服務生產力，鞏固國家生產競爭力。

工業智慧感測器以國內的製造需求及加值設備為優先，支援生產力 4.0 下包括電子資訊、金屬運具、機械設備、汽機自行車與紡織等關鍵產業之製造需求，透過感測模組串連、數據匯集加值，帶動產業高階設備及製程服務發展。重點工業感測器技術建構包括：工業級寬頻域振動感測器、精微力/扭力感測器、高解析熱影像紅外線感測器、高解析光學位置感測器、智慧電磁感測器…等，並提供高可靠性模組整合設備系統及訊號分析處理客製化解決方案。工業感測器之發展將以我國既有機械設

備產業能量為基礎，導入關鍵智慧感測器自主化，並結合系統端控制方案，達到加工精密度及遠端監控的要求，協助業者朝向中高階設備市場升級，促使設備及服務高值化，達到生產力 4.0 智慧製造的目標。技術發展策略將透過技術引進/學研合作/產研同步紮根核心技術，帶動關鍵零組件國產化(圖 94)。



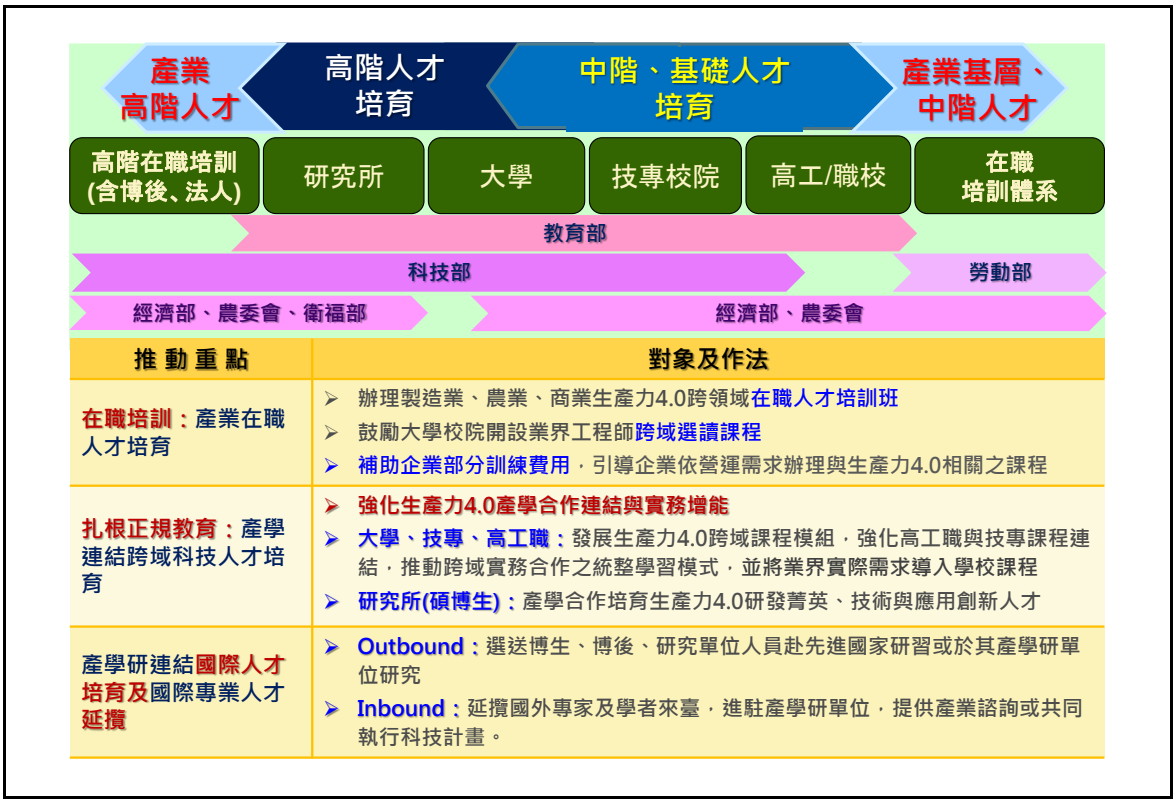
資料來源：經濟部技術處匯集

圖 94：智慧感測系統國產化加值設備系統及製造服務推動架構

2. 培育產業實務人才

總體思考生產力 4.0 所需人力，涵括了產業生產運作每個環節所需的基層、中階及高階人才，所涉及的是產業人才核心素養與技術能力的轉變，涵蓋範疇寬廣，須從正規教育體系、產學研各界研究機構(系統)及在職培訓體系等方面全面布局同時併進。因此，本方案規劃透過教育部、科技部、經濟部、農委會、衛福部及勞動部跨部合作進行產業實務人才培育相關工作。

人才培育架構如圖 95 所示，推動在職培訓、扎根正規教育、及產學研連結國際人才培育與國技專業人才延攬等工作。



資料來源：教育部彙整

圖 95：生產力 4.0 實務人才培育架構圖

(1) 在職培訓：產業在職人才培育

分由經濟部工業局、商業司、農委會、以及勞動部推動多元的培訓與職訓措施，以客製化生產力 4.0 應用培訓的課程，培訓並提升在職人員職能，讓產業基層及中階人力，從「操作者」晉升為「控制者」和「管理者」，協助企業提升員工生產力 4.0 核心職能。

I. 製造業生產力 4.0 在職人才培育

盤點製造業人才需求類別如下表 11~12，以作為本方案推動人才培育之重點要項。

表 11：製造業生產力 4.0 產業人才培育需求

技術 領域	巨量資料分析	智慧機械與 機器人應用	物聯網應用	精實管理
電子 資訊	• 巨量資料工程師 • 巨量資料分析師	• 智動化製程設計工程師 • 智動化製造工程師 • 智慧化品管檢測工程師	• 雲端系統架構師 • 雲端應用工程師 • 物聯網平台工程師 • 物聯網應用工程師 • 演算法開發工程師 • APP 行動應用工程師 • UI/UX 設計師	• 工廠高階經營主管 • 生產管理主管
金屬 運具	• 巨量資料工程師 • 巨量資料分析師	• 金屬材料工程師 • 智動化製程設計工程師 • 智動化製造工程師 • 智慧化品管檢測工程師	• 資通訊工程師 • 物聯網平台工程師 • 物聯網應用工程師 • 演算法開發工程師	• 工廠高階經營主管 • 生產管理主管
機械 設備	• 巨量資料工程師 • 巨量資料分析師	• 智動化製程設計工程師 • 智動化製造工程師 • 智慧化品管檢測工程師 • 機電整合應用工程師 • 智動化設備及零件開發工程師(含機械、機電整合、電控、資通訊) • 感測器研發工程師	• 資通訊工程師 • 物聯網平台工程師 • 物聯網應用工程師 • 演算法開發工程師	• 工廠高階經營主管 • 生產管理主管
食品	• 巨量資料工程師 • 巨量資料分析師	• 智動化製程設計工程師 • 智動化製造工程師 • 智慧化品管檢測工程師	• 資通訊工程師 • 物聯網平台工程師 • 物聯網應用工程師 • 演算法開發工程師	• 工廠高階經營主管 • 生產管理主管
紡織	• 巨量資料工程師 • 巨量資料分析師	• 智動化製程設計工程師 • 智動化製造工程師 • 智慧化品管檢測工程師	• 資通訊工程師 • 物聯網平台工程師 • 物聯網應用工程師 • 演算法開發工程師	• 工廠高階經營主管 • 生產管理主管

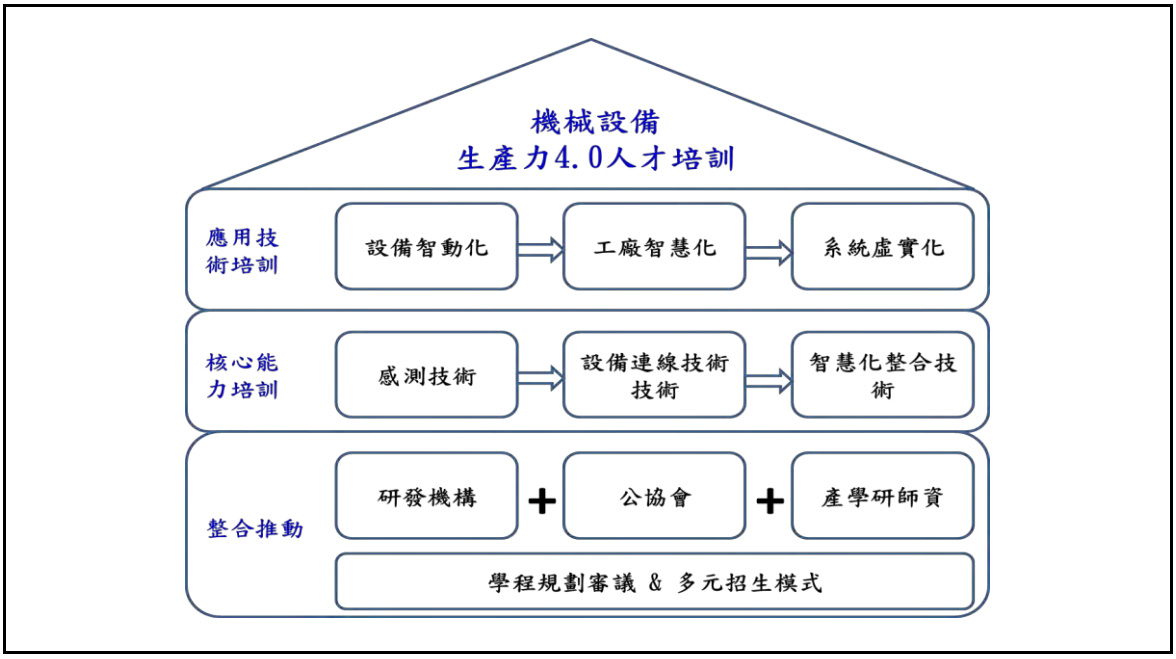
資料來源：經濟部工業局

表 12：製造業生產力 4.0 產業人才實務能力需求

領域 能力缺口	巨量資料分析	智慧機械與機器人應用	物聯網應用	精實管理
知識	• 雲端運算 • 巨量資料管理 • 智慧型資訊檢索 • 分散式處理 • 機器學習 • 資料探勘與分析 • 資訊與網路安全 • 商業智能化 • 自然語言處理 • 樣型比對 • 特定領域專業知識(註)	• 虛擬設計分析/生產模擬分析(CPS) • 機電整合 • 人機介面設計 • 人機介面與圖形監控應用 • 可程式控制器 • CNC 控制器應用軟體開發 • 機械系統動態特性 • 致動器/感測器特性 • 運動控制 • 機械系統動態特性 • 軟體與硬體設備整合應用 • 特定領域專業知識(註)	• 系統整合 • 網路分析與資料傳輸 • 信號與系統設計 • 資訊安全與網路安全 • 高速行動網路應用與系統設計 • 感知層網路應用與系統設計 • 嵌入式系統整合與應用 • 智慧聯網系統 • 營運模式設計 • 智慧終端應用 • 特定領域專業知識(註)	• 生產排程最佳化 • MES 製程管制系統 • 特定領域專業知識(註)
技能	• 程式語言：Java、Python、C、Scala 等 • 分散式資料處理架構與運算工具：Spark、Hadoop、MapReduce 等 • 數據分析應用程式語言：R、Matlab 等 • 資料庫程式語言：SQL、No-SQL	• 程式語言：C 等 • 模擬軟體工具應用能力 • 2D/3D 識/繪圖能力 • PLC 編輯軟體的使用	• 程式語言：C、Python 等	

資料來源：經濟部工業局

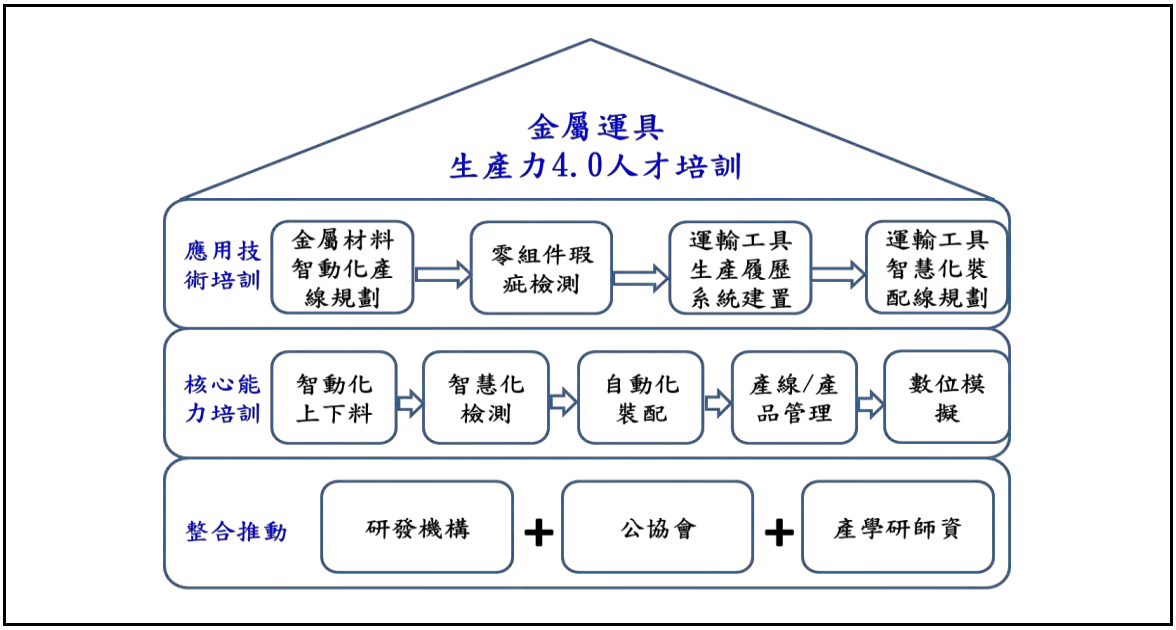
i. **機械設備**：聚焦製造業之機械設備產業在職專業技術人才培育，整合國內具有智慧化、自動化設備研發及培訓經驗之法人機構及公協會，並結合產學研師資，以生產力 4.0 跨領域在職人才培訓之目標導向，共同規劃辦理感測、設備連線及智慧化整合技術課程，以培訓中高階專業人才之核心與應用技術能力。培訓方式除課堂教授外，著重在實務與演練方面的訓練。除一般的公開班訓練課程外，積極推動客製化的企業包班人才培訓(圖 96)。



資料來源：經濟部工業局

圖 96：機械設備生產力 4.0 人才培育實施架構

ii. **金屬運具：**聚焦金屬與運輸工具產業在職專業技術人才培育，針對金屬材料自動化產線與運輸工具裝配線智慧化等的產業特性需求，整合國內具有相關產線設備開發及培訓經驗之法人機構及公協會，並結合產學研師資，客製化規劃辦理生產力 4.0 相關核心技術課程，以培訓產業所需之關鍵專業人才。除一般的公開班訓練課程外，積極推動客製化的企業包班人才培訓(圖 97)。

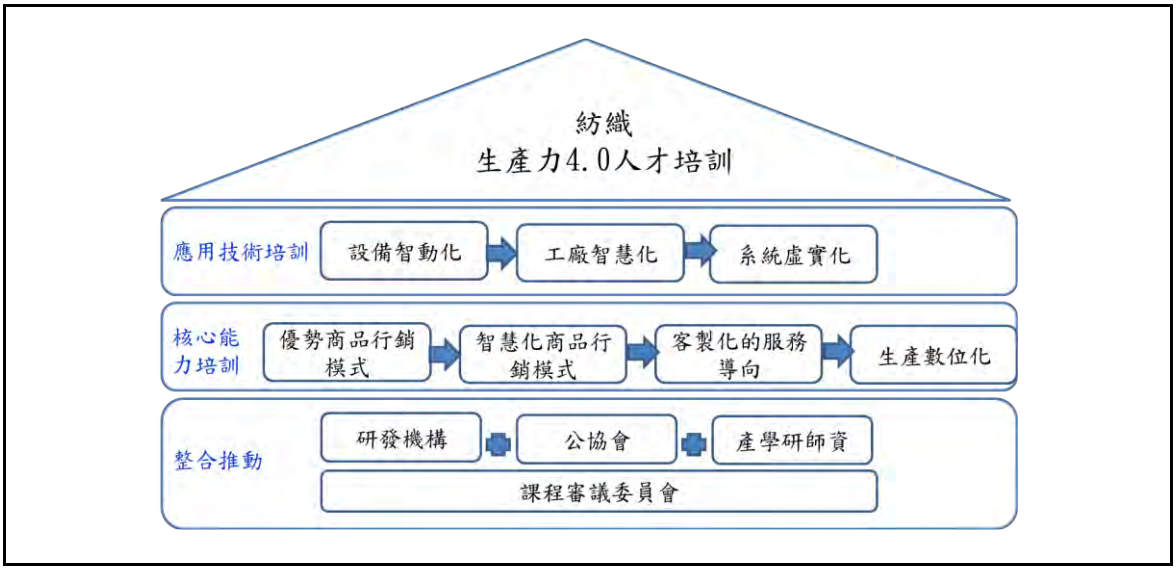


資料來源：經濟部工業局

圖 97：金屬運具生產力 4.0 人才培育實施架構

iii. **電子資訊**：開辦短期在職培訓課程，培訓雲端及資料服務業、資訊軟硬體及行動裝置產品開發業者在職員工。課程架構規劃分為核心專業課程及跨域整合課程，核心專業課程以雲端運算、物聯網、巨量資料、行動應用等開發及建置技術為主，跨域整合課程為前述不同專業技術間之整合開發，以及領域別應用為主。師資來源將邀請產學研界專業師資，以及具大型系統或跨域整合專案實務建置經驗之產業顧問為主。課程執行方式，除採公開招訓課程外，鼓勵企業針對其生產力 4.0 發展需求，提出客製化包班課程，培訓企業內跨部門或產業鏈體系之系統整合開發人才。

iv. **紡織業**：培訓對紡織相關產業在職中高階勞工、技術或管理階層，及對 4.0 課程有興趣之人員。邀請紡織產業專家、國內具有智慧化、自動化設備研發及培訓經驗之法人機構及公協會等，進行課程定位審核，並召開課程審議會議，期以跨領域產學研師資，培訓在職人才強化生產力 4.0 專業應用為目標(圖 98)。



資料來源：經濟部工業局

圖 98：紡織業生產力 4.0 人才培育實施架構

v. **食品業：**以培訓食品產業之在職人員為主，透過經濟部、教育部及勞動部之相關產學計畫，開設跨領域人才培訓班，經由課程規劃及開課培訓，培育食品產業之生產力 4.0 跨域人才。實施方式包括生產自動化、產業自動化、產業電子化及智慧自動化等四大方向，透過核心能力培訓(先進製造系統、資訊技術)、專業能力培訓(系統虛實化、工廠智慧化)、跨領域培訓(智慧機器人、物聯網)等訓練，強化食品產業從業人員之專業技能。

II. 商業服務業生產力 4.0 在職人才培育

商業生產力 4.0 所需之人才包含零售領域(包含綜合零售與品牌零售業)、物流領域、整合型服務領域等三大層面，而所需人才類別則包含自動化應用、感測與物聯網應用、多元核銷與行動支付，以及巨量資料分析四大類，技能內容則含括智慧商業服務模式的設計、科技技術的創新與研發，及後續的應用與推廣。經濟部商業司預計整合國內零售與物流相關公協會，串聯特定領域之專家學者，辦理商業服務生產力 4.0 實務應用推廣，培育國內自動化應用(例如，室內快速精準定位、影像/語音

辨識等)、物聯網科技應用(例如，環境感測技術、行動化支援系統、微定位導航應用等)、行銷端應用(例如，多元核銷與行動支付、無線推播應用、網實消費足跡辨識等)、大數據分析(例如，語意萃取與分類、塑模應用、營運模式設計等)，及雲端運算(例如，行為分析、資訊安全等)等科技技術，在零售、物流及整合型服務等跨領域應用與創新能量，培育產業優質人才。

盤點商業服務業人才需求類別如下表 13~14 所示。

表 13：商業服務業生產力 4.0 產業人才領域及類別

人才 領域	自動化應用	感測與物聯網 應用	多元核銷 與行動支付	巨量資料分析
智慧 零售	•顯示技術工程師 •機電工程師 •精密定位工程師 •設備控制工程師 •設備整合工程師 •電子線路規劃工程師 •無線控制工程師 •嵌入式系統開發工程師	•IoT 韌體開發工程師 •感測元件整合工程師 •通訊協定軟體工程師 •物聯網平台工程師 •物聯網應用工程師 •物聯網資訊整合工程師 •資訊安全工程師	•NFC 程式開發工程師 •iOS 程式開發工程師 •資通訊工程師 •資訊安全工程師 •資訊加解密工程師 •個資法與電子簽章法分析師	•巨量資料工程師 •巨量資料分析師 •社群資料與行為分析師 •商業智慧設計師
智慧 物流	•機構設計工程師 •機電工程師 •人因工程師 •設備控制工程師 •設備整合工程師 •電子線路規劃工程師 •無線控制工程師 •模擬系統工程師 •視覺辨識工程師 •語音辨識工程師 •嵌入式系統開發工程師	•IoT 韌體開發工程師 •感測元件整合工程師 •通訊協定軟體工程師 •物聯網平台工程師 •物聯網應用工程師 •物聯網資訊整合工程師 •資訊安全工程師	•資通訊工程師 •數位簽章工程師 •行動應用軟體開發工程師 •資訊安全工程師 •資訊加解密工程師 •個資法與電子簽章法分析師	•巨量資料工程師 •巨量資料分析師 •商業智慧設計師
整合型 服務	•精密定位工程師 •無線控制工程師 •資訊安全工程師 •資訊加解密工程師 •個資法與電子簽章法分析師	•IoT 韌體開發工程師 •物聯網平台工程師 •通訊協定軟體工程師 •物聯網應用工程師 •物聯網資訊整合工程師 •資訊安全工程師	•資通訊工程師 •數位簽章工程師 •行動應用軟體開發工程師 •資訊安全工程師 •資訊加解密工程師 •個資法與電子簽章法等分析師	•巨量資料工程師 •巨量資料分析師 •社群資料與行為分析師 •商業智慧設計師

資料來源：經濟部商業司

表 14：商業服務業生產力 4.0 產業人才實務能力需求

人才 能力缺口	自動化應用	感測與物聯網應用	多元核銷與行動支付	巨量資料分析
知識	•機電整合 •人機介面設計 •人機介面與圖形監控應用 •可程式控制器 •CNC 控制器應用軟體開發 •機械系統動態特性 •致動器/感測器特性 •運動控制 •機械系統動態特性 •軟體與硬體設備整合應用 •特定領域專業知識*	•系統整合 •網路分析與資料傳輸 •信號與系統設計 •資訊安全與網路安全 •高速行動網路應用與系統設計 •感知層網路應用與系統設計 •嵌入式系統整合與應用 •智慧聯網系統 •營運模式設計 •智慧終端應用 •特定領域專業知識*	•系統整合 •網路分析與資料傳輸 •信號與系統設計 •資訊安全與網路安全 •高速行動網路應用與系統設計 •嵌入式系統整合與應用 •智慧聯網系統 •營運模式設計 •智慧支付應用 •特定領域專業知識	•雲端運算 •巨量資料管理 •智慧型資訊檢索 •分散式處理 •資料探勘與分析 •資訊與網路安全 •語意萃取與分類 •塑模應用 •營運模式設計 •特定領域專業知識*
技能	•程式語言：C、C++、VB、C#、.NET •嵌入式語言：Android、Arduino、Java、Linux、Raspberry Pi、8051 等 •模擬軟體工具應用能力 •2D/3D 識/繪圖能力 •PLC 編輯軟體的使用	•程式語言：C、C++、VB、C#、.NET •嵌入式語言：Android、Arduino、Java、Linux、Raspberry Pi、8051 等	•程式語言：C、C++、VB、C#、.NET •嵌入式語言：Arduino、Java、Linux、Raspberry Pi、8051 等 •作業系統：Windows 、Windows mobile、iOS、Andriod 等	•程式語言：C、C++、VB、C#、.NET、Java、Python 等 •雲端服務：Saas、Paas、Iaas •分散式資料處理架構與運算工具：Spark、Hadoop、MapReduce 等 •數據分析應用程式語言：R、Matlab 等 •資料庫程式語言：SQL、No-SQL、Oracle

*零售、物流

資料來源：經濟部商業司

為達上述目標，提出三個主要實施步驟：

i. 發展培育模式與課程藍圖

為了能以最有效的方式進行人才培育，首要即是依據國內商業服務業之發展，建立完善的在職或專班培育模式、完整的學習地圖及課程藍圖，並且據以展開培訓與實務訓練課程的部署。

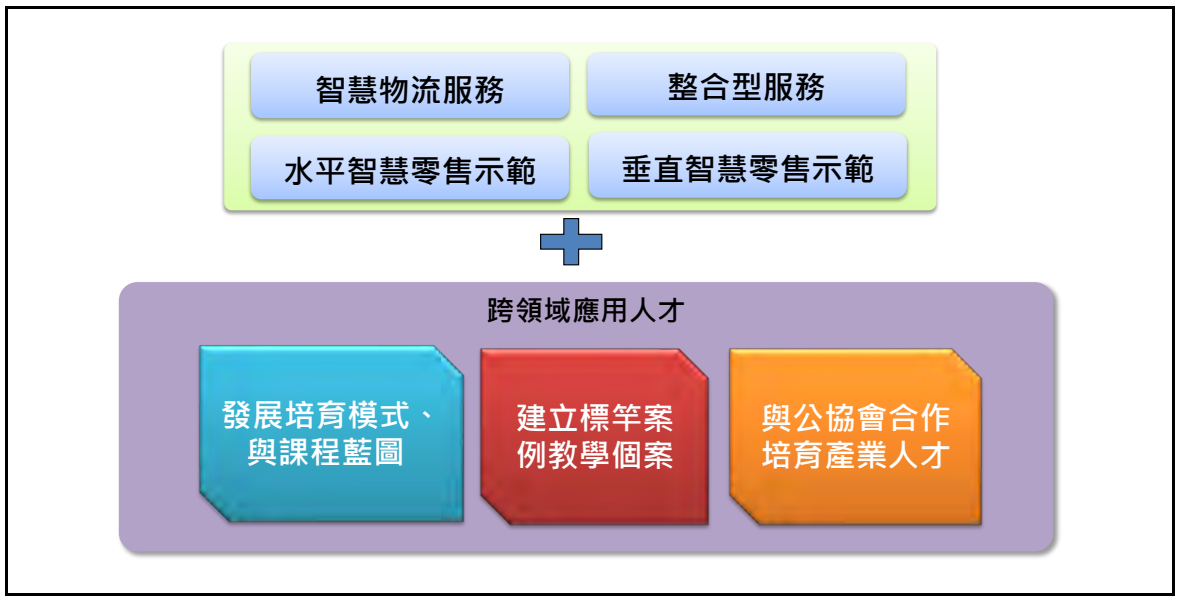
ii. 建立教學標竿案例

根據學習地圖及課程藍圖之設計，彙集與累積計畫執行成果與個案，並將之轉化為可供教學之教材與資料，並提供給課程推動單位使用，及透過知識網站予以分享擴散，期能透過標竿案例的分享，帶動其他企業予以學習並促成進一步產學合作機會。

為了培訓出上述所需人才，經濟部商業司擬整合產業公協會與學術單位，針對水平/垂直智慧零售、智慧物流與整合型服務等四個層面，規劃多元培育模式與課程藍圖，並建立標竿案例教學個案，培育優質的商業服務業人才(圖 99)。

iii. 與公協會合作培育產業人才

根據所規劃之培育模式，串聯國內零售及物流相關公協會、人才培育機構與教學單位，依循所提出之課程藍圖進行課程設計與國內外優質師資邀集，並啟動一連串的商業生產力 4.0 實務推廣與人才培訓活動。



資料來源：商業司

圖 99：人才需求及培養方式

III. 農業生產力 4.0 在職人才培育

農委會推動開設師資培訓班，培育種子師資於農民學院進行農業生產力 4.0 在職人才(農民、農企業、公部門研究人員)實務培訓專班，針對智農聯盟所需基礎技術、跨域整合、資通訊操作、創新應用、營運管理...等進行初階與中階培訓，並將相關課程將製作數位化教材，做後續技術擴散與推廣，以滿足提升農業 4.0 在職人員培訓專業與管理人才所需。

IV. 企業需求導向生產力 4.0 在職人才培育

勞動部為協助事業單位發展與生產力 4.0 相關之營運方向與目標，透過補助訓練費用，鼓勵事業單位依據自身營運需求，為所僱用員工規劃辦理相關訓練課程，優化員工知能，營造有利於推動生產力 4.0 的組織環境。

(2) 扎根正規：產學連結跨域科技人才培育

由教育部主責相關部會協辦，推動下列措施：

I. 生產力 4.0 碩、博高階人才培育

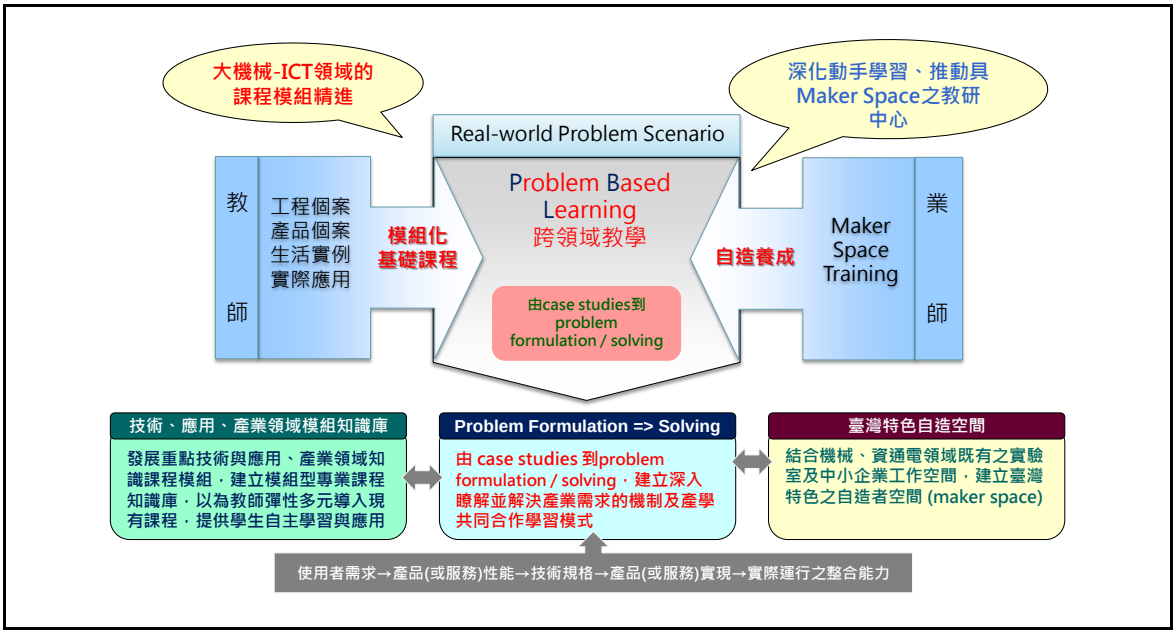
教育部運用「產業碩士專班計畫」持續推動產學合作培育生產力 4.0 產業發展所需碩士級人才。由學校與企業依據產業需求共同提案，規劃學以致用課程，延聘業界師資，安排適當實習課程，導入產業所需知識及技能。產業碩士專班一年分春、秋兩季辦理，學生畢業後負有至合作企業就業之義務，企業則須聘用 7 成以上畢業生。

運用「產學合作培育研發菁英計畫」，培育生產力 4.0 產業發展所需博士級人才。本計畫係大專校院與優質企業法人(含在台之跨國企業、法人團體)合作，建立產學互動的高級人才(博士)培育機制，由企業與政府分別提供資源，促成企業研發部門進用優秀之博士研發人才。教學研究內容重視實務需求，強調教師與業界人才交流，並鼓勵博士生向產業尋

找論文題目。以培育研發菁英為目的(包括國內學生與國際學生)，培育企業需求且具國際競爭力之研發人才。培育機制採兩軌制，並以碩博五年一貫制度培育產業實務博士級人才。

II. 產業創新提升人才培育

有鑑於生產力 4.0 產業人才必備跨領域解決問題的能力，因此，教育部擬推動大專校院發展 Problem-Based Learning 培育機制(圖 100)，以強化大專校院課程兼具理論與實務功能；結合教師與業師或實務專家，透過經驗豐富的教練、導師的機制，共同規劃實務導向的實習或實作，並將推動跨領域合作學習模式，提供學生學習趨勢發展、思考創新及智慧財產等議題之管道，以團隊合作方式，應用研究成果發揮創新產業價值效益。



資料來源：教育部資科司

圖 100：跨領域 Problem-based Learning (PBL)課程之架構示意圖

III. 技專校院生產力 4.0 人才培育

依據生產力 4.0 發展人力需求，促進系科對應需求重新定位及修正相關系科核心能力，並透過邀集電子電機、資通訊、機械等業界共構生產力 4.0 專業核心能力，並將所需專業核心能力轉化為跨領域專業課程，並於課程強化實作能力運用，落實學生實務學習及就業能力。為配合前開人才培育方向，具體作法如下：

將透過補助機制，自 106 學年度起推動跨領域課程教學變革計畫，為培育工程智慧科技人才，使課程對焦產業需求，引導學校對應生產力 4.0 人才培育需求重新調整專業核心能力，並發展跨領域課程模組，提升學生技術應用能力。另為配合特殊產業需求，運用「技專校院產業學院計畫」，跨越系科架構以業界實務需求開設生產力 4.0 產業學位學程，鼓勵技專校院運用「產業學院」計畫架構，與業界就產業轉型升級之人力需求，共構跨越系科之課程架構，進而以學位學程的方式針對各產業不同之發展，量身打造相應的生產力 4.0 人才培育管道。

IV.運用高級中等學校扎根生產力 4.0 實務致用特色課程

務實致用特色課程係指各專業群科/學程依高級中等學校課程綱要之校訂科目規劃原則，考量科別/學程屬性、社區產業、學生特性等實際需求，在校訂專業與實習科目的基礎上，以發展科特色課程，強化學生實務操作能力，學校發展務實致用特色課程應依前項之發展程序，由專業群科/學程教學研究會徵詢專家與產業代表意見，研議其應培育之實務操作技能，複經專家與產業代表之審查，視需要調整，提課程發展委員會研議通過後，提報研發成果；此研發成果應併入每一學年度之總體課程計畫接受審查，學校並得視需求進行先期教學試作，並配合教師專業社群發展，辦理以下相關教學活動：教師增能研習、教學觀摩、社群研討。

整合目前高職就業導向專班及技專端之產學攜手專班，與生產力 4.0

相關廠商合作，自高職起透過課程規畫及業界之實習，在技專端以業界所需之生產力 4.0 科技為學習內涵，透過產學攜手合作，培育業界及國家所需之生產力 4.0 人才。並以現行課綱為基礎歸劃「就業導向工程菁英專班」之課程，在校本課程部分應與合作業界合作，共同規劃課程並引進業界資源。此課程除務實致用之精神外，並強調生產力 4.0 所需之工程知識及技術、管理等能力。

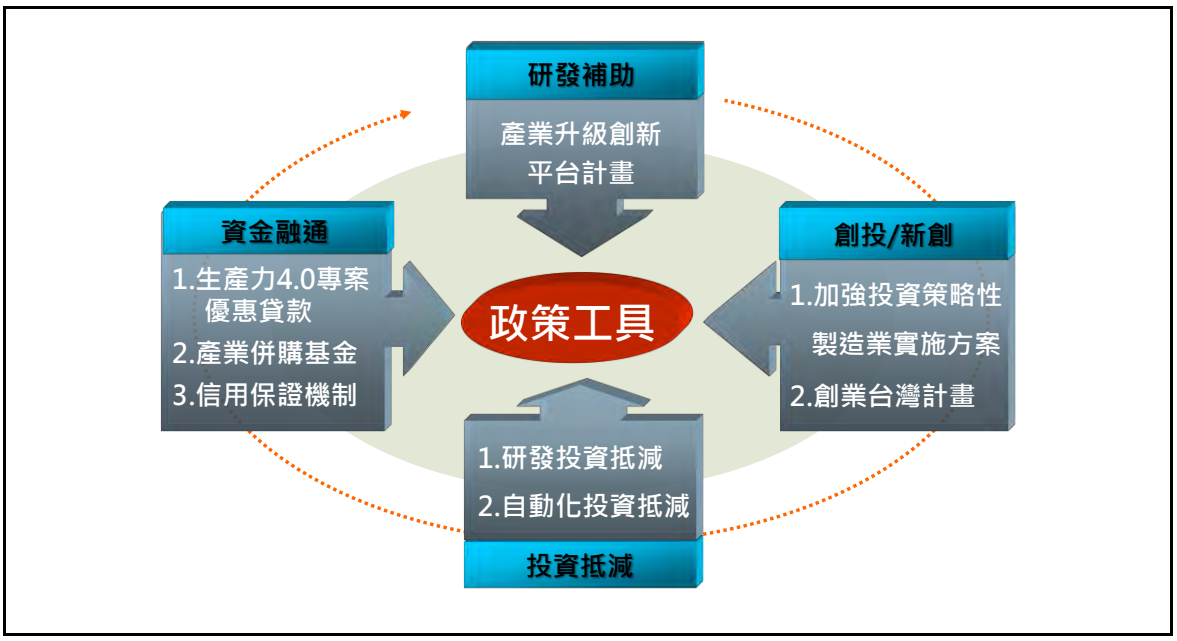
(3) 產學研連結國際人才培育及國際專業人才延攬

鼓勵具潛力的青年研究人才赴國外研究，培育優秀科學人才，以挹注國家未來科技發展之實力。未來將加強補助學研機構延攬學術科技人才來臺研究，平均每年延攬約 20 人次；遴選我國博士生及博士後人員赴先進國家產學研單位研究，平均每年培育 20 人次。

延攬國外專業顧問、專家及學者來臺，進駐學研單位提供產業諮詢服務及技術，另辦理研討會，並建立國際交流網絡，促進國內產業技術提升；國內開設高階人才培育班，培養高階農業 4.0 策略面的產業決策、風險管控、產銷優化等能力外，同時搭配國外異地培訓、觀摩與實務訓練，以滿足提升農業 4.0 技術與產業國際化推動實務高階人才養成所需。

3. 其他產業政策工具之挹注

針對所選定的領航產業，除上述在應用面及基礎環境建構之推動策略外，將同時運用各類產業升級轉型相關政策工具，包括研發補助、資金融通、投資抵減、創投等；專案優惠貸款以及產業併購基金達到資金融通之效果；利用投資抵減政策補助研發投資及自動化投資；整合創業台灣計畫以及加強投資策略性產業實施方案，促使創投以及新創事業之發展；運用我國作物品種與生物技術研發優勢能量，進行品種權與專利技術智財權目標市場佈局等，以擴大生產力 4.0 之成果及提升產業國際競爭力。(圖 101)



資料來源：經濟部工業局

圖 101：挹注之產業政策工具示意圖

五、績效指標

本方案是以促進產業創新轉型，提升國際競爭力為終極目標。

(一) 產業經濟績效指標

績效指標項目	民國 103 年	民國 109 年	民國 113 年
1.製造業人均生產總額(註一)	611 萬元	800 萬元	1,000 萬元
2.零售物流業人均生產總(註二)	160 萬元	192 萬元	230 萬元
3.領航農業人均生產總額(註三)	145 萬元	200 萬元	250 萬元

註一：1.[製造業人均生產總額]=製造業產值/製造業就業人數

2.民國 103 年 611 萬元/人=18 兆元/298.8 萬人

註二：1.零售物流業推動範疇占 GDP32.1%=批發零售業(27.3%) +物流業(4.8%)。

2.[零售物流業人均生產總額=零售物流業產值/零售物流業就業人數

3.民國 103 年 160 萬元/人=305,083,800 萬元/189.5 萬人

4.[零售物流業人均生產價值]=零售物流業生產價值/零售物流業就業人數.

註三：1.領航農業推動範疇：生技農產業(蘭花+種苗+菇類)、精緻農產業 (稻作+農業設施+養殖漁業+家禽(水禽)類)、精準農產業(溯源農產品+生乳+海洋漁業)

2.[領航農業 3.0 人均生產價值]= 領航農業 3.0 營業額/領航農業 3.0 就業人數

3.民國 103 年 145 萬元/人=67 億元/4,610 人

(二) 優化產業生產力 4.0 轉型效益(垂直、水平產業價值鏈加值轉型)

1. 製造業

績效指標項目	民國 103 年 (AS is)	民國 109 年 (to Be)	民國 113 年 (to Be)	質性效益說明 (請具體說明量化數字代表的意義或產業結構轉型的意義)
促進製造業實踐生產力 3.0(電子化)的企業家數及工廠	-	新增 500 家	新增 750 家	提升製造業電子化能力，提高生產效率與資源使用最佳化
促進製造業實踐生產力 4.0 的企業家數及工廠數	-	新增 200 家	新增 300 家	提升製造業彈性敏捷生產與預測製造管理能力，以因應大量客製化高值/質產品挑戰
促成製造業智慧供應鏈生態	-	新增 5	新增 5	建構生產力 4.0 產品暨服務商業模式與智慧服務生態系統
帶動製造業 4.0 轉型投資金額	100 億元	600 億元	1,200 億元	建構智慧製造服務實證，以典範帶動產業持續創新與投資
建構生產力 4.0 創新營運商業模式新增產值	-	120 億元	300 億元	建構智慧製造服務實證，以典範帶動產業持續創新與投資
發掘創新營運模式或解決工具，衍生新創公司	-	2 家	3 家	建構智慧製造服務實證，以典範帶動產業持續創新與投資
促進國產化效益，提高智慧製造系統相關產品國產化應用家數	-	新增 225 家	新增 225 家	以國產化系統進行本地實證，提升國產系統國際輸出競爭力

2. 商業服務業

績效指標項目	民國 103 年 (AS is)	民國 109 年 (to Be)	民國 113 年 (to Be)	質性效益說明 (請具體說明量化數字代表的意義或產業結構轉型的意義)
促進零售物流業實踐生產力 3.0(電子化)的企業家數及商店數	-	新增 50 家	新增 50 家	改善商業服務業智慧流程及行動化加值能力，提升整體服務效率
促進零售物流業實踐生產力 4.0 的企業家數及商店數	-	新增 5 家	新增 5 家	整合網實環境，建立智慧服務系統，提升整體服務業創新能力與國際競爭力
促成零售物流業智慧供應鏈群聚數	-	新增 5	新增 5	建立商機媒合機制，協助國內業者爭取國際旅客與跨境消費商機
帶動商業服務業 4.0 轉型投資金額	165 億元	292 億元	428 億元	打造創新商業服務模式，扮演示範效果，並促成更多科技與服務模式的實現
促進國產化效益	-	每年促成 2 處	每年促成 2 處	開發國產化技術與設備，降低國內商業服務業者導入成本，並且創造整廠(案)輸出機會

3. 農業

績效指標項目	民國 103 年 (AS is)	民國 109 年 (to Be)	民國 113 年 (to Be)	質性效益說明 (請具體說明量化數字代表的意義或產業結構轉型的意義)
促進領航農業實踐生產力 3.0(電子化)的家數及工場數	78	新增 6 家	新增 13 家	以創新科技帶動自動機械的農業規模生產，創造精準、高品質的生產能力
促進領航農業實踐生產力 4.0 的家數及工場數	-	新增 3 家	新增 6 家	透過智能生產與智慧管理，提升農業整體生產效率與產量
領航農業智慧供應鏈群聚數	-	新增 2	新增 3	推動跨域合作，輔導促進集團栽培聯盟，突破小農單打獨鬥之困境

肆、經費規劃與執行期程

一、經費來源：

各項推動工作所需經費在各主管機關中程歲出預(概)算額度內優先容納。

二、執行期程：

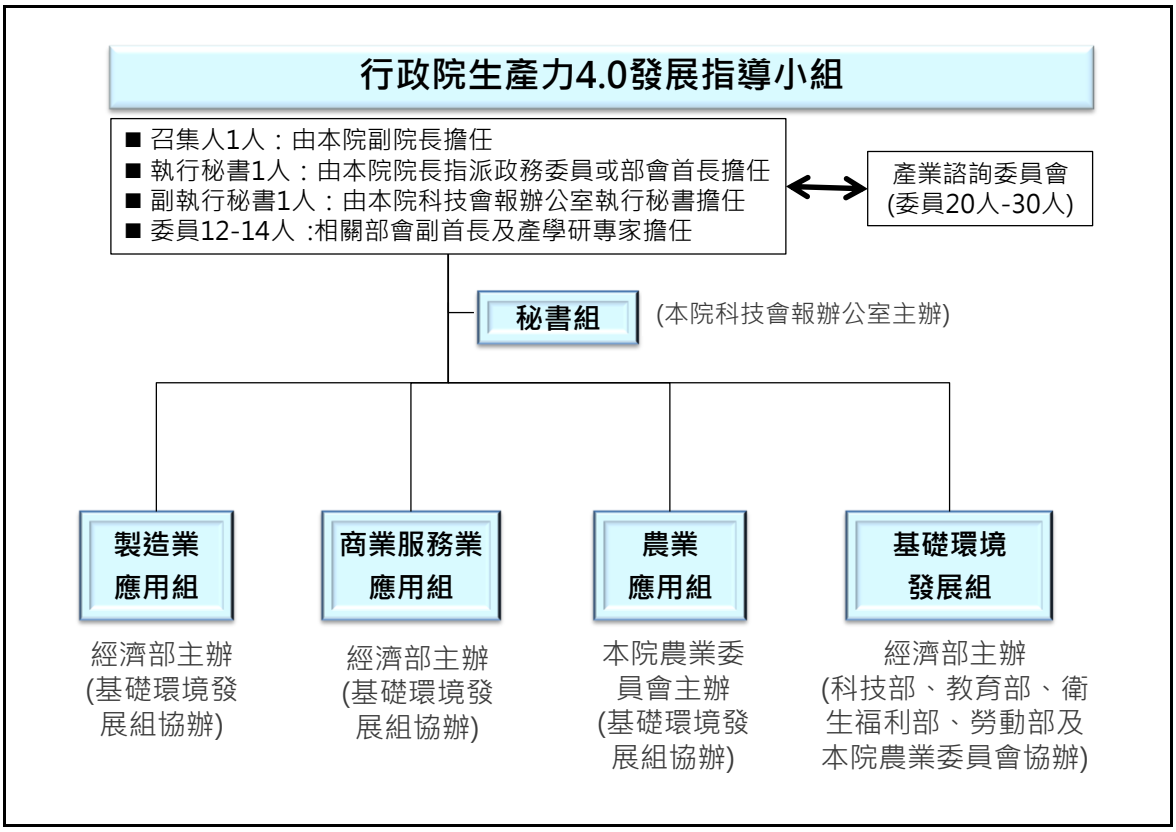
(一) 先期計畫執行期程自民國 104 年 10 月 1 日至 105 年 12 月 31 日止。

(二) 第一期計畫執行期程自民國 106 年 1 月 1 日至 109 年 12 月 31 日止。

(三) 第二期計畫執行期程自民國 110 年 1 月 1 日至 113 年 12 月 31 日止。

伍、管考與推動機制

一、為督導及推動本方案，設立「行政院生產力 4.0 發展指導小組」(以下簡稱本小組，圖 102)，以加速產業鏈垂直與水平數位化及智能化發展、導入關鍵核心自主能力、培育產業實務人才及落實產業創新轉型之政策目標。本小組設置要點另訂之。



資料來源：行政院科技會報辦公室

圖 102：行政院生產力 4.0 發展指導小組架構

二、本方案各項具體行動措施按季填報執行進度及評估執行成效，並定期滾動檢討，以落實推動。